National Digital Science Library

韓國海域 綜合 海洋資源圖 作成研究- 黃海-

A Study on the Atlas of Marine Resources in the Adjacent Seas to Korea - Yellow Sea

주관연구기관	한국해양연구원
연구책임자	許亨澤
발행년월	1985-03
주관부처	과학기술부
사업관리기관	한국해양연구원
NDSL URL	http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO200200054257
IP/ID	14.49.138.138
이용시간	2017/11/03 11:22:32

저작권 안내

① NDSL에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, KISTI는 복제/배포/전송권을 확보하고 있습니다.

② NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 상업적 및 기타 영리목적으로 복제/배포/전송할 경우 사전에 KISTI의 허락을 받아야 합니다.

③ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 보도, 비평, 교육, 연구 등을 위하여 정당한 범위 안에서 공정한 관행에 합치되게 인용할 수 있습니다.

④ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우 저작권법 제136조에 따라 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처해질 수 있습니다.

KiSTi www.kisti.re.kr

BSPE00055－86－7A

韓國海域 綜合 海洋資源図 作成研究

－黃 海－

A Study on the Atlas of Marine Resources in the Adjacent Seas to Korea

—Yellow Sea—

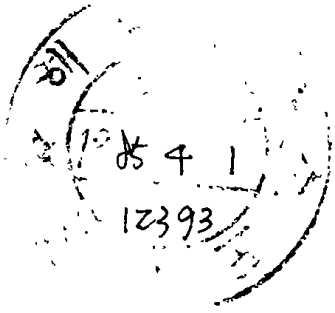
1985. 3.

研 究 機 関

韓國科學技術院 附設 海洋研究所

科 學 技 術 處

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

提　出　文

科學技術處長官　貴下

本 報告書를 "韓國海域 綜合 海洋資源圖 作成 硏究"의 報告書로 提出합니다.

1985 年　3 月　30 日

韓國科學技術院 附設 海洋硏究所

總括硏究責任者：許　亨　澤

硏究員：李　興　宰

硏究員：李　光　雨

硏究員：金　鍾　萬

硏究員：韓　相　俊

硏究員：宋　源　吾

硏究調整者：南　基　樹

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

要 約 文

Ⅰ. 題 目

韓國海域 綜合 海洋資源圖 作成 硏究

Ⅱ. 硏究開發의 重要性 및 目的

本 硏究의 重要性과 目的은 다음과 같다.

1. 海洋地質學的으로 볼 때 黃海는 두꺼운 堆積層으로 덮인 넓은 大陸棚으로 이루어져 천연가스 및 석유 등의 存在 가능성이 높으며 韓半島周邊의 지질특성상 海底에 많은 有用鑛物의 含有와 함께 가까운 장래에 무한한 骨材資源의 開發을 예측할 수 있다. 또한 水深이 낮아 干拓工事등 國土開發을 통한 沿岸擴張事業의 대상이 되고 있는 바, 堆積作用, 鑛物의 分布, 海底土의 토목공학적인 특성파악 및 微古生物硏究를 통한 海水面 및 環境의 變化를 類推한다.

2. 韓半島 周邊海域의 生産力 및 海洋資源의 時·空間的 分布類型을 파악하여 旣利用 資源과 未利用 資源의 적극적인 개발을 유도하고 부족한 食糧資源을 海洋에서 해결할 수 있는 기초자료를 제공한다.

3. 韓半島 近海에 代替에너지源으로서 賦存하는 海洋에너지資源(潮力 및 波力)의 分布特性과 賦存量을 파악함으로써 代替에너지資源의 開發計劃 樹立에 重要한 기초자료를 제공한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

4. 生物資源의 移動과 變動, 沿岸海域의 開發 및 利用에 基本이 되는 海水의 流動과 特性을 규명하여 資源, 環境, 産業政策에 使用하고 軍事作戰에 필요한 기초자료를 제공한다.

Ⅲ. 研究開發의 內容

韓半島 西·南海 大陸棚海域 및 沿岸 海域에서 海水流動·循環 및 特性(海水特性, 海·潮流, 海面變化, 表層水溫), 海水資源(一般水質指數, 溶存性 營養鹽類, 基礎生産力, 重金屬), 海洋生物資源(動·植物플랑크톤, 卵·稚仔魚, 魚類, 底棲動物), 海底資源(浮遊物, 表層堆積物, 試錐堆積物, 重·輕鑛物, 粘土鑛物, 重金屬, 濁度), 海洋에너지資源(潮汐, 波浪)을 분석하고 分布特性을 圖面化함을 그 내용으로 한다. 1984年度에 34° N ~ 36° 40′ N, 123° 20′ E ~ 126° 20′ E로 區劃되는 海域에서 겨울(2월) 봄(4~5월), 여름(7~8월), 가을(11~12월)에 실시한 研究開發內容은 다음과 같다.

1. 海水流動·循環 및 特性
   - 長期資料를 이용하여 表層海水의 溫度, 鹽分, 密度分布圖 作成
   - CTD 資料를 分析하여 海水特性을 圖面化
   - 海·潮流 및 海面變化를 分析하여 海水의 流動을 研究
   - NOAA-8 衛星의 赤外線 映像技法을 개발하여 表層水溫 分布圖 作成
2. 海水資源
   - 黃海海域 : 水溫, 鹽分, DO, pH, 溶存性 營養鹽類, 植物플랑크톤 色素 圖面化(6月)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

3. 海洋生物資源

— 動·植物플랑크톤, 卵·稚存魚, 魚類, 底棲動物의 공간적 분포

— 有用生物資源 分布(京畿灣, 於靑島, 黑山島)

4. 海底資源

— 浮遊物의 利用 및 分布

— 表層堆積物, 試錐堆積物의 特性 및 成分 分布

— 重·輕鑛物, 粘土鑛物 成分 分布

— 重金屬 元素의 含量

— 微古生物

— 人工衛星 映像資料에 의한 濁度 分布

5. 海洋에너지

— 潮汐에너지, 波浪에너지 賦存量 分析

Ⅳ. 研究開發의 結果

研究開發 結果

1. 海水流動·循環 및 特性

가. 海水特性

1) 1961 ~ 1980 年의 20 年間 水產振興院의 定線觀測資料를 利用하여 表層에서 격월별 平均水溫, 鹽分, 密度의 水平分布圖 作成

2) 1984 年度 KORDI 의 8 月, 11 ~ 12 月 CTD 資料로부터 水溫, 鹽分, 密度, 容存酸素量의 水平 및 垂直分布圖 作成

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

나. 海·潮流

1982 ~ 1984 年 3 年間의 KORDI 觀測資料를 利用하여 觀測流의 time plot, histogram, 潮流楕圓 등을 作成; 結果를 4 個 海域으로 分類 提示

다. 海面變化

1981 ~ 1982 年度 水路局의 潮汐資料를 利用하여 群山, 黑山島에서 月平均 海面變化와 中央氣象臺의 氣壓資料로부터 海面氣壓을 計算 比較.

라. 表層水溫

1983 年 8 月 4 日 10 時 49 分頃 韓半島 上을 통과한 NOAA-8 衛星의 赤外線 映像資料를 分析하여 表層水溫 分布圖 作成.

2. 海水資源

가. 黃海海域

水溫, 鹽分, DO, pH, 溶存性 營養鹽類, 클로로필 *a*, *b*, *c*, carotenoids 및 重金屬의 水平分布圖 作成(겨울, 봄)

나. 群山沿岸海域

水溫, 鹽分, DO, pH, COD, 浮遊物質, 溶存性 營養鹽類, 클로로필 *a*, *b*, *c*, carotenoids의 表層 및 底層 分布圖 作成(6月)

3. 海洋生物資源

가. 植物플랑크톤一硅藻類, 双鞭毛藻類, nanoplankton의 分布圖 作成

나. 動物플랑크톤의 分布圖 作成

다. 卵·稚仔魚의 分布圖 作成

라. 底棲生物의 分布圖 作成

마. 重要 利用資源의 分布圖 作成

4. 海底資源

가. 浮遊物質의 分布圖 作成(봄, 가을)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

나. 表層堆積物의 堆積相 및 粒度特性, 總有機物 및 炭酸鹽 含量의 分布圖 作成

다. 重·輕鑛物 成分, 粘土鑛物의 成分, 含量分布圖 作成

라. 重金屬元素 含量分布圖 作成

마. 試錐堆積物의 垂直堆積構造, 物性, 粒度造成, 總有機物 및 炭酸鹽 含量, 重金屬元素 含量의 垂直變化 圖面化

바. 微古生物 分布圖 作成

사. 衛星映像資料에 의한 濁度分布, 潮汐狀態, 河川水量에 따른 變化特性 圖面化

5. 海洋에너지資源

가. 潮汐 및 波浪의 主要 特性을 圖面化

나. 包藏 潮汐에너지의 分布圖 作成

다. 8個 候補地域에 대한 可用 潮汐에너지의 表 作成

活用에 對한 建議

1. 20年間 長期資料로부터 表層海水特性의 隔月分布와 潮流 pattern의 海域別 區分은 生物資源 環境保全에 基本的인 物理要素로 活用된다. 그러나 全般的인 黃海의 海水流動을 파악하기 위해서는 長期 海流觀測이 要望된다.

2. 植物 플랑크톤이 海域別, 水深別로 變化를 보임에 비하여 動物 플랑크톤은 季節的 變化가 크며, 卵·稚仔魚는 沿岸側으로, 여름에 많이 출현하고 底棲動物의 出現은 中部海域에서 비교적 많다.

젓새우資源은 10月에 높은 密度를 보이고 魚類는 調査海域의 南部, 外海側에서 비교적 출현이 많다.

底棲動物은 뚜렷한 資源種이 발견되지 않아 상업적으로 중요하거나 開發가능성이 있는 重要資源에 대해 정밀조사가 요구된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

3. 黃海 中部 以北 砂質分布地는 장래 주요한 骨材資源 供給源으로 活用될 수 있을 것으로 생각되며, 특히 泰安半島 沿岸海域에는 核鑛物로 活用할 수 있는 지르콘, 모나자이트 등이 多量 함유되어 있다. 土質工學的인 성질들은 沿岸國土開發에 기초자료로 이용할 수 있고 위성사진 판독과 현장실측된 浮遊物質의 移動分布는 沿近海 漁場, 水產養殖場 및 臨海工業團地 設定과 汚染모니터링에 活用할 수 있을 것으로 기대되며 微古生物의 分布 및 垂直變化는 炭酸水素 資源開發에 기초자료로 사용할 수 있다.

4. 비교적 단기간의 자료로부터 얻어진 海洋에너지資源의 分布圖는 潮汐 및 波浪에너지密度의 分布양상과 槪略的인 賦存量의 把握에 使用될 수 있다. 그러나 앞으로 特定 候補地域에 대한 에너지資源의 開發을 위해서는 보다 長期間의 精密調査分析이 要望된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

SUMMARY

I. Title

A study for the atlas of marine resources in the adjacent seas to Korea-Yellow Sea.

II. Significance and objectives of the studies

1. The Yellow Sea, considering from the geological point of view, has a great potential of natural gas and crude oil due to wide shallow continental shelf covered with thick sedimentary strata. The bottom sediments contain economically rich minerals driven mainly from the Korea Peninsula. Therefore it is necessary to understand the processes, mineral distributions, and the geotechnical properties of the sediments not only for the exploration of the mineral resources, but also for the effective utilization of the coastal and nearshore areas.

2. Korea like many other countries abroad has been putting ever increasing efforts to exploit fisheries resources to help meet her food needs. In this respect it is necessary to understand marine productivities around the Korea Peninsula and know the spatial and temporal distributions of marine organisms to make better use of marine biological resources.

3. One of the significant use of a marine system is to view it

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

as a potential source of alternative energies. Such ideas have successfully drawn many individual and national attentions for many years abroad. Therefore it is aimed in this study to estimate the potential power densities of tide and wave in the eastern part of the Yellow Sea, and further to provide the basic data for the government plans of the alternative energy resources development.

4. Understanding and data acquisition of the physical characteristics of sea water and circulation patterns in the Yellow Sea is also necessary for better understanding and explanation of the various oceanographic features of the area revealed through studies in the other disciplines of oceanography-chemistry, biology and geology.

III. Scope of the studies

1. Sea water movement, circulation and properties.
   a. Bi-monthly distributions of surface temperature, salinity and sigma-t based on long-term hydrographic data.
   b. Horizontal and vertical distributions of sea water properties using CTD data in August and November~December, 1984.
   c. Analysis of tidal and oceanic currents observed by moored current meters.
   d. Sea surface temperature by analysing infrared image of NOAA-8.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

2. Sea water resources

   a. Distributions of water temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, dissolved nutrients, plant pigments, and heavy metals in the Yellow Sea.

   b. Distributions of water temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, chemical oxygen demand, suspended solids, dissolved nutrients, and plant pigments in the Kunsan coastal area.

3. Marine biological resources

   a. Distributions of plankton, nekton, and benthos.

   b. Resources inventories of Kyonggiman, Ochong inlets and Huksan inlets.

4. Marine geological resources

   a. Suspended matters.

   b. Surface sediments (sedimentary facies, statistical characteristics, mineralogical compositions).

   c. Core sediments (geotechnical properties and sedimentary structures) and geochemical aspects (total organic matters, carbonate and heavy metal element contents).

   d. Microfossils in both surface and core sediments.

5. Tide and wave energies

   a. Measurement and analysis of tides and waves.

   b. Estimation of potential tide and wave power densities at proposed sites.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IV. Results of the studies and suggestions

Results

1. Seawater movement, circulation and properties

a. Physical propertes of seawater

Surface distributions of temperature, salinity and sigma-t in February, April, June, August, October and December were obtained from hydrographic data of FRDA during 1961~1980. Horizontal and vertical distributions of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in August and November~December 1984 were presented by using CTD data of KORDI.

b. Tidal and Oceanic currents

All current data of KORDI observed during 1982~1984 were analysed and given in terms of time plot, histogram, current ellipse and harmonic constants.

c. Sea level changes

Daily mean sea levels at Kunsan and Huksando, and daily mean atmospheric pressure at Kunsan were plotted for 1981~1982 and compared.

d. Sea surface temperature

Synoptic distribution of surface temperature in August 1983 was obtained by analysing infrared image of NOAA-8 satellite.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

2. Sea water resources

a. Water temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, dissolved nutrients (nitrate-nitrogen, nitrite-nitrogen, phosphate-phosphorus, silicate-silicon), plant pigments (chlorophyll *a*, *b*, *c*, carotenoids), and heavy metals (Cd, Cu, Zn, Pb) were presented as horizontal distributions at various depths of the Yellow Sea in February and May, 1984.

b. Water temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, chemical oxygen demand, suspended solids, dissolved nutrients (nitrate-nitrogen, nitrite-nitrogen, phosphate-phosphorus, silicate-silicon) and plant pigments (chlorophyll *a*, *b*, *c*, carotenoids) were presented as distributions of surface and bottom waters of the Kunsan coastal area on June 18~21, 1984.

3. Marine biological resources

a. Phytoplankton, zooplankton, fish eggs and larvae, and benthos were presented by horizontal distributions at various depths.

4. Marine geological resources

a. Horizontal distributions of the suspended matters in spring and fall were presented respectively.

b. Bottom sediments were presented with respect to their sedimentary facies and textural characteristics.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

c. Mineralogical compositions of the sediments were presented through appropriate drawings.

d. The concentrations of total organic matters, carbonates and heavy metal elements (Cu, Pb, Fe, Mn, Ni) were presented horizontally and vertically.

e. Core sediments were presented with respect to their sedimentary structures, mass physical properties, textures in columnar sections through appropriate drawings.

f. Microfossils in bottom and core sediments were presented through various drawings.

g. Turbidity distributions were shown by horizontal distributions.

5. Tide and wave energies

a. Characteristics of tides and waves were presented in forms of table, time plot and histogram.

b. A map of potential tidal energy distribution was presented.

c. A table of available tidal energy for eight proposed sites was presented.

d. A map of potential wave power density was presented at proposed sites.

Suggestions

1. Bi-monthly distributions of seawater properties and types of

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

tidal currents can be used as major indicators for patterns of biological parameters and protection against marine pollution. More systematic long-term current observations are required in order to understand general circulation in the study area.

2. Phytoplankton showed large variations according to location and depth, while zooplankton mainly showed seasonal variations. Fish eggs and larvae were abundant at the nearshore stations in summer season, and population of *Acetes* spp. showed maximum density in October in Kyonggiman. There were high density of fish observed at the offshore stations especially in the southern part of the study area. No important benthic invertebrate resources were found during the study. It is suggested to conduct a more intensive study for commercially important and/or posible resources species for better development and management of the Yellow Sea resources.

3. Marine geological researches revealed that rich reserve of sand resources in the northern central region of the study area can be exploitable for the near future construction materials. The sandy body near the Taean Peninsula contains high contents of zircon and monazite. The geotechnical properties of the sediments can provide the basic data for the planning of the coastal and nearshore area, and the data of the suspended matters obtained from the field work and

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Landsat images will be useful for inshore fisheries, fish farms and coastal industrial complex. The results of the microfossil study will be used as basic data for exploring hydrocarbon resources.

4. The maps of potential energy distribution can be used for the understanding of the distribution pattern of wave and tidal power densities. Therefore, further long-term measurement and analysis will be required for the exploitation of the resources at the specified sites.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

CONTENTS

List of figures

List of tables

Chapter I. Introduction 65

Chapter II. Studies on Seawater Movement, Circulation and Properties 69

Section 1. Introduction 71

Section 2. Methods of survey and analysis 72

1. Seawater properties 72

a. Hydrographic observations 72

b. Field surveys in 1984 72

2. Oceanic and tidal currents 73

a. Observations 73

b. Data analysis 73

3. Sea level change 75

4. Sea surface temperature (NOAA infrared image) ... 75

Section 3. Results 77

1. Seawater properties 77

a. Hydrographic observations 77

(1) Sea surface temperature 77

(2) Sea surface salinity 77

(3) Sea surface sigma-t 78

b. Field surveys in 1984 78

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

(1) Distributions at sea surface 78

(2) Distributions at 50 *m* 79

(3) Distributions near bottom 79

(4) Vertical sections along 33°20'N (Chejudo) 80

(5) Vertical sections along 34°35'N (Huksando) 80

(6) Vertical sections along 36°N (Ochongdo) .. 81

(7) Vertical sections along 33°40'N (A section) 81

(8) Vertical sections along 36°10'N (F section) 81

2. Oceanic and tidal currents 81

a. Introduction 81

b. Tidal current 83

c. Oceanic current 84

3. Sea level change 86

4. Sea surface temperature (NOAA infrared image) 86

References 88

Chapter III. Studies on Sea Water Resources 157

Section 1. Introduction 159

Section 2. Methods of survey 160

1. Methods of sampling and sample preservation 160

2. Instruments 161

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

3. Methods of analysis 161
a. Temperature 161
b. Salinity 161
c. Dissolved oxygen 161
d. pH 161
e. Suspended solids 162
f. Chemical oxygen demand 162
g. Dissolved nutrients 162
h. Plant pigments 163
i. Heavy metals 163

Section 3. Results 165
1. Yellow Sea 165
2. Kunsan coastal area 169

References 172

Chapter IV. Studies on Marine Biological Resources 269
Section 1. Introduction 271
Section 2. Materials and methods 272
1. Studies on marine ecology 272
a. Phytoplankton 272
b. Zooplankton 272
c. Fish eggs and larvae 273

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

d. Fish 273
e. Zoobenthos 273
2. Studies on important biological resources 274
a. Adult fish 274
b. Fish larvae 274
c. *Acetes* spp. 274
d. Zoobenthos 274
3. Status of major fishing grounds 275
Section 3. Results and discussions 275
1. Studies on marine ecology 275
a. Phytoplankton 275
(1) Diatom 275
(2) Dinoflagellate 277
(3) Nanoplankton 278
b. Zooplankton 279
c. Fish eggs and fish larvae 280
(1) Fish eggs 280
(2) Fish larvae 280
d. Fish 281
e. Zoobenthos 281
2. Studies on important biological resources 282
a. Adult fish 282
b. Fish larvae 283
c. *Acetes* spp. 283

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

d. Zoobenthos 284
3. Status of major fishing grounds 285
References 286
Chapter V. Studies on Marine Geological Resources 329
Section 1. Introduction 331
Section 2. Methods of survey and analysis 332
1. Instruments 332
2. Sampling 333
a. Suspended matters 333
b. Bottom sediments 334
c. Core sediments 334
3. Laboratory analyses 334
a. Suspended matters 334
b. Size analyses 334
c. Light and heavy mineral analyses 335
d. Clay minerals 335
e. Total organic matter contents 335
f. Carbonate contents 336
g. Heavy metal element contents 336
h. Geotechnical properties of core sediments 336
i. X-radiography 336
j. Microfossils 337
k. Landsat image 337



IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Section 3. Results 337

1. Suspended matters 337

2. Bottom sediments 338

a. Sedimentary facies and texture 338

b. Total organic matters and carbonate 340

c. Compositions of light and heavy minerals 341

d. Clay minerals 342

e. Heavy metal element contents 343

3. Core sediments 343

a. Visual observation 343

b. Sedimentary structure and texture in columnar sections 344

c. Mass physical properties of core sediments ... 345

d. Total organic matters and carbonate 347

e. Heavy metal element contents 348

4. Microfossils 348

a. Microfossils in bottom sediments 348

b. Microfossils in core sediments 352

5. Landsat image 354

a. Turbidity distribution on July 31, 1981 354

b. Turbidity distribution on September 5, 1981 355

Section 4. Discussions 356

References 358

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Chapter VI. Studies on Tide and Wave Energies 473

Section 1. Introduction 475

Section 2. Methods of observation and analysis 476

1. Characteristics of tide 476

a. Field observations 476

b. Tide model of the Yellow Sea and Eastern China Sea 477

2. Characteristics of winds and waves 478

a. Winds 478

b. Waves 478

Section 3. Results 479

1. Tidal energy 479

a. Characteristics of tide 479

(1) Data analysis 479

(2) Model results 480

b. Distribution of potential tidal energy 481

c. Distribution of available tidal energy 482

2. Wave energy 483

a. Characteristics of winds and waves 483

(1) Winds 483

(2) Waves 484

b. Distribution of potential wave power density at proposed sites 486

(1) Wave power density 486

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

(2) Temporal and spatial variations of wave power density 487

Summary 488

References 490

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

目　　次

그림目次

表目次

第Ⅰ章　序　論 …… 65

第Ⅱ章　海水流動·循環 및 特性 …… 69

第1節　序　說 …… 71

第2節　調査 및 方法 …… 72

1. 海水特性 …… 72

가. 定線觀測 …… 72

나. 1984年度 現場觀測 …… 72

2. 海·潮流 …… 73

가. 觀 測 …… 73

나. 資料處理 …… 73

3. 海面變化 …… 75

4. 表層水溫(赤外線 映像) …… 75

第3節　結　果 …… 77

1. 海水特性 …… 77

가. 定線觀測 …… 77

1) 表層水溫分布 …… 77

2) 表層鹽分分布 …… 77

3) 表層密度分布 …… 78

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

나. 1984 年度 現場觀測 …… 78
1) 表層分布 …… 78
2) 50 m 層 分布 …… 79
3) 海底面 附近 分布 …… 79
4) 濟州島 西部海域 垂直斷面 (33° 20′ N) …… 80
5) 黑山島 附近 垂直斷面 (34° 35′ N) …… 80
6) 於靑島 附近 垂直斷面 (36° N) …… 81
7) A線 垂直斷面 (33° 40′ N) …… 81
8) F線 垂直斷面 (36° 10′ N) …… 81
2. 海·潮流 …… 81
가. 序 論 …… 81
나. 潮 流 …… 83
다. 海 流 …… 84
3. 海面變化 …… 86
4. 表層水溫 (赤外線 映像) …… 86
參考文獻 …… 88

第Ⅲ章 海水資源 …… 157
第1節 序 說 …… 159
第2節 調査方法 …… 160
1. 試料採取 및 保存方法 …… 160
2. 分析器機 …… 161
3. 分析方法 …… 161
가. 水 溫 …… 161
나. 鹽 分 …… 161
다. 溶存酸素量 …… 161

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

라. pH ····· 161
마. 浮遊物質 ····· 162
바. 化學的 酸素要求量 ····· 162
사. 溶存性 營養鹽類 ····· 162
1) 亞窒酸鹽－窒素 (NO_2 - N) ····· 162
2) 窒酸鹽－窒素 (NO_3 - N) ····· 162
3) 燐酸鹽 － 燐 (PO_4 - P) ····· 163
4) 硅酸鹽－硅素〔 $Si(OH_4)$ - Si 〕····· 163
아. 식물플랑크톤 色素量 ····· 163
자. 重金屬 ····· 163
第3節 調査結果 ····· 165
1. 黃海海域 ····· 165
2. 群山沿岸海域 ····· 169
參考文獻 ····· 172

第Ⅳ章 海洋生物資源 ····· 269
第1節 序 說 ····· 271
第2節 材料 및 方法 ····· 272
1. 海洋生態 調査 ····· 272
가. 植物플랑크톤 ····· 272
나. 動物플랑크톤 ····· 272
다. 卵·稚仔魚 ····· 273
라. 魚 類 ····· 273
마. 底棲動物 ····· 273
2. 重要 利用資源의 生態 調査 ····· 274
가. 成魚資源 ····· 274

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

나. 稚仔魚 …… 274
다. 젓새우 …… 274
라. 底棲動物資源 …… 274
3. 漁況調査 …… 275
第3節 結果 및 考察 …… 275
1. 海洋生態 調査 …… 275
가. 植物플랑크톤 …… 275
1) 硅藻類 …… 275
2) 双鞭毛藻類 …… 277
3) Nanoplankton …… 278
나. 動物플랑크톤 …… 279
다. 卵·稚仔魚 …… 280
1) 卵 …… 280
2) 稚仔魚 …… 280
라. 魚 類 …… 281
마. 底棲動物 …… 281
2. 重要 利用資源의 生態 調査 …… 282
가. 成魚資源 …… 282
나. 稚仔魚 …… 283
다. 젓새우 …… 283
라. 底棲動物資源 …… 284
3. 漁況調査 …… 285
參考文獻 …… 286

第Ⅴ章 海底資源 …… 329
第1節 序 說 …… 331

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第2節 調査 및 分析方法 ····· 332
1. 使用器機 ····· 332
2. 試料採取 ····· 333
가. 浮遊堆積物 ····· 333
나. 表層堆積物 ····· 334
다. 試錐堆積物 ····· 334
3. 試料 室內分析 ····· 334
가. 浮遊堆積物 ····· 334
나. 粒度分析 ····· 334
다. 重·輕鑛物分析 ····· 335
라. 粘土鑛物 ····· 335
마. 總有機物含量 ····· 335
바. 炭酸鹽含量 ····· 336
사. 重金屬含量 ····· 336
아. 試錐堆積物의 工學的 性質 ····· 336
자. X-線寫眞 ····· 336
차. 微古生物 ····· 337
카. 衛星映像 ····· 337
第3節 結 果 ····· 337
1. 浮遊物質 ····· 337
2. 表層堆積物 ····· 338
가. 堆積相 및 粒度特性 ····· 338
나. 總有機物 및 炭酸鹽 含量 ····· 340
다. 重·輕鑛物 成分 ····· 341
라. 粘土鑛物 ····· 342

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

마. 重金屬 元素含量 …… 343
3. 試錐堆積物 …… 343
가. 肉眼觀察 …… 343
나. 垂直堆積構造 및 粒度組成 …… 344
다. 試錐堆積物의 物性 …… 345
라. 總有機物 및 炭酸鹽含量 …… 347
마. 重金屬 元素含量 …… 348
4. 微古生物 …… 348
가. 海底 表面堆積物中의 微古生物 …… 348
나. 試錐堆積物中의 微古生物 …… 352
5. 衛星映像分析 …… 354
가. 1981年 7月 31日의 濁度分布 …… 354
나. 1981年 9月 5日의 濁度分布 …… 355
第4節 考 察 …… 356
參考文獻 …… 358

第Ⅵ章 海洋에너지 …… 473
第1節 序 說 …… 475
第2節 調査 및 硏究方法 …… 476
1. 潮汐特性 …… 476
가. 潮汐觀測槪要 …… 476
나. 黃海·東支那海의 潮汐모델槪要 …… 477
2. 바람 및 波浪特性 …… 478
가. 바람特性 …… 478
나. 波浪特性 …… 478
第3節 結 果 …… 479

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

1. 潮汐에너지 ····· 479
가. 潮汐特性 ····· 479
1) 觀測資料의 分析結果 ····· 479
2) 黃海·東支那海 潮汐모델의 計算結果 ····· 480
나. 包藏潮汐에너지分布 ····· 481
다. 可用潮汐에너지分布 ····· 482
2. 波浪에너지 ····· 483
가. 바람 및 波浪의 特性 ····· 483
1) 바 람 ····· 483
2) 波 浪 ····· 484
가) 波 高 ····· 484
나) 週 期 ····· 485
다) 波高 및 週期의 散布圖 ····· 485
라) 波浪스펙트럼 ····· 485
나. 立地別 賦存에너지分布 ····· 486
1) w.p.d.의 定義 및 計算式 ····· 486
2) w.p.d.의 時間 및 空間的 變化 ····· 487
要 約 ····· 488
參考文獻 ····· 490

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

図　目　次

(List of Figures)

Fig. II-1. Hydrographic survey stations of FRDA, 1961～1980 99

Fig. II-2. Physical oceanographic survey stations and cruise track in Aug. 15～26, 1984 100

Fig. II-3. Physical oceanographic survey stations and cruise track in Nov. 24～Dec. 8, 1984 101

Fig. II-4. Station locations of current measurements in 1982～1984 102

Fig. II-5. U-type subsurface mooring of current meters ... 103

Fig. II-6. Transfer function of the smoothing filter applied to 10 and 15 minute interval data 104

Fig. II-7. Transfer function of the smoothing filter applied to 5 minute interval data 104

Fig. II-8. The scanning track of the Satellite NOAA-8 on Aug. 4, 1983 105

Fig. II-9. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in February, 1961～1980 106

Fig. II-10. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in April, 1961～1980..... 107

Fig. II-11. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in June, 1961～1980..... 108

Fig. II-12. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in August, 1961～1980..... 109

Fig. II-13. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in October, 1961～1980..... 110

Fig. II-14. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in December, 1961～1980..... 111

Fig. II-15. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in February, 1961～1980..... 112

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. II-16. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in April, 1961~1980 113

Fig. II-17. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in June, 1961~1980 114

Fig. II-18. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in August, 1961~1980 115

Fig. II-19. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in October, 1961~1980 116

Fig. II-20. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in December, 1961~1980 117

Fig. II-21. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in February, 1961~1980 118

Fig. II-22. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in April, 1961~1980 119

Fig. II-23. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in June, 1961~1980 120

Fig. II-24. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in August, 1961~1980..... 121

Fig. II-25. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in October, 1961~1980 122

Fig. II-26. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in December, 1961~1980 123

Fig. II-27. Horizontal distributions of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen at the sea surface in Aug. 15~26, 1984 124

Fig. II-28. Horizontal distributions of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen at 50*m* in Aug. 15~26, 1984 125

Fig. II-29. Horizontal distributions of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen near bottom in Aug. 15~26, 1984 126

Fig. II-30. Vertical sections of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in the Chejudo section (St. J7~J15) on Aug. 17, 1984 127

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. II-31. Vertical sections of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in the Huksando section (St. H1～H6) in Aug. 18～23, 1984 128

Fig. II-32. Vertical sections of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in the Ochongdo section (St. E1～E6) on Aug. 24, 1984 129

Fig. II-33. Vertical sections of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in the A section in Nov. 26～28, 1984 130

Fig. II-34. Vertical sections of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in the F section on Dec. 7, 1984 131

Fig. II-35. Time plots of the current at St. S2 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer 132

Fig. II-36. Scatter diagrams and histograms of the speed and direction at St. S2 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer 133

Fig. II-37. Time plots of the current at St. S5 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer 134

Fig. II-38. Scatter diagrams and histograms of the speed and direction at St. S5 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer 135

Fig. II-39. Time plots of the current at J6 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer 136

Fig. II-40. Scatter diagrams and histograms of the speed and direction at St. J6 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer 137

Fig. II-41. Time plots of the current at St. H5 in August, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer 138

Fig. II-42. Scatter diagrams and histograms of the speed and direction at St. H5 in August, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer 139

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. II-43. Time plots of the current at St. J7 in August, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer 140

Fig. II-44. Scatter diagrams and histograms of the speed and direction at St. J7 in August, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer 141

Fig. II-45. M_2 tidal current ellipses in zone I. Letters U and B indicate tidal currents in the upper layer and lower layer, respectively 142

Fig. II-46. M_2 tidal current ellipses in zone II. Letters U and B indicate tidal currents in the upper layer and lower layer, respectively 143

Fig. II-47. M_2 tidal current ellipses in zone III. Letters U and B indicate tidal currents in the upper layer and lower layer, respectively 144

Fig. II-48. M_2 tidal current ellipses in zone IV. Letters U and B indicate tidal currents in the upper layer and lower layer, respectively 144

Fig. II-49. Time plots of the residual current in September, 1982 145

Fig. II-50. Time plots of the residual current in summer of 1983 146

Fig. II-51. Time plots of the residual current in spring of 1984 147

Fig. II-52. Time plots of the low-passed wind stress at Kunsan and Mokpo during the observation of the current 148

Fig. II-53. Scatter diagrams and histograms of the low-passed wind in summer of 1983 148

Fig. II-54. Scatter diagrams and histograms of the magnitude and direction of the low-passed wind in spring of 1984 150

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. II-55. Daily mean sea level changes at Kunsan in (a) 1981 and (b) 1982 151

Fig. II-56. Daily mean sea level changes at Taehuksando in (a) 1981 and (b) 1982 152

Fig. II-57. Daily mean atmospheric pressure changes at Kunsan in (a) 1981 and (b) 1982 153

Fig. II-58. Monthly mean sea levels at Kunsan and Taehuksando in 1981~1982..... 154

Fig. II-59. Sea surface temperature on Aug. 4, 1983 obtained from NOAA infrared image 155

Fig. III-1. Chemical oceanographic survey stations and cruise tracks in 1984. 175

Fig. III-2. DO distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (*mℓ/ℓ*) 176

Fig. III-3. DO distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*mℓ/ℓ*) 176

Fig. III-4. DO distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*mℓ/ℓ*) 177

Fig. III-5. DO distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*mℓ/ℓ*)..... 177

Fig. III-6. DO distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*mℓ/ℓ*) 178

Fig. III-7. DO distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*mℓ/ℓ*)..... 178

Fig. III-8. DO distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*mℓ/ℓ*)..... 179

Fig. III-9. pH distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 179

Fig. III-10. pH distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 180

Fig. III-11. pH distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 180

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-12. pH distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 181

Fig. III-13. pH distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 181

Fig. III-14. pH distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 182

Fig. III-15. pH distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 182

Fig. III-16. Nitrate-nitrogen distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 183

Fig. III-17. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 183

Fig. III-18. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 184

Fig. III-19. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 184

Fig. III-20. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 185

Fig. III-21. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 185

Fig. III-22. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 186

Fig. III-23. Nitrite-nitrogen distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 186

Fig. III-24. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 187

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-25. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 187

Fig. III-26. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 188

Fig. III-27. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 188

Fig. III-28. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 189

Fig. III-29. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 189

Fig. III-30. Phosphate-phosphorus distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*) 190

Fig. III-31. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*) 190

Fig. III-32. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*) 191

Fig. III-33. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*) 191

Fig. III-34. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*) 192

Fig. III-35. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*) 192

Fig. III-36. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*) 193

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-37. Silicate-silicon distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g\text{-}at\ Si/\ell$) 193

Fig. III-38. Silicate-silicon distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g\text{-}at\ Si/\ell$) 194

Fig. III-39. Silicate-silicon distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g\text{-}at\ Si/\ell$) 194

Fig. III-40. Silicate-silicon distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g\text{-}at\ Si/\ell$) 195

Fig. III-41. Silicate-silicon distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g\text{-}at\ Si/\ell$) 195

Fig. III-42. Silicate-silicon distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g\text{-}at\ Si/\ell$) 196

Fig. III-43. Silicate-silicon distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g\text{-}at\ Si/\ell$) 196

Fig. III-44. Chlorophyll *a* distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g/\ell$) 197

Fig. III-45. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g/\ell$) 197

Fig. III-46. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g/\ell$) 198

Fig. III-47. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g/\ell$) 198

Fig. III-48. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g/\ell$) 199

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-49. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 199

Fig. III-50. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 200

Fig. III-51. Chlorophyll *b* distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 200

Fig. III-52. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 201

Fig. III-53. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 201

Fig. III-54. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 202

Fig. III-55. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 202

Fig. III-56. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 203

Fig. III-57. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 203

Fig. III-58. Chlorophyll *c* distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 204

Fig. III-59. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 204

Fig. III-60. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 205

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-61. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 205

Fig. III-62. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 206

Fig. III-63. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 206

Fig. III-64. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 207

Fig. III-65. Carotenoids distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 207

Fig. III-66. Carotenoids distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 208

Fig. III-67. Carotenoids distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 208

Fig. III-68. Carotenoids distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 209

Fig. III-69. Carotenoids distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 209

Fig. III-70. Carotenoids distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 210

Fig. III-71. Carotenoids distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 210

Fig. III-72. Cadmium distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg/ℓ*) 211

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-73. Copper distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g/\ell$) 211

Fig. III-74. Lead distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g/\ell$) 212

Fig. III-75. Zinc distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g/\ell$) 212

Fig. III-76. DO distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($m\ell/\ell$) 213

Fig. III-77. DO distribution at the depth of 5 m in the Yellow Sea in May, 1984 ($m\ell/\ell$) 213

Fig. III-78. DO distribution at the depth of 10 m in the Yellow Sea in May, 1984 ($m\ell/\ell$) 214

Fig. III-79. DO distribution at the depth of 20 m in the Yellow Sea in May, 1984 ($m\ell/\ell$) 214

Fig. III-80. DO distribution at the depth of 30 m in the Yellow Sea in May, 1984 ($m\ell/\ell$) 215

Fig. III-81. DO distribution at the depth of 50 m in the Yellow Sea in May, 1984 ($m\ell/\ell$) 215

Fig. III-82. DO distribution at the depth of 75 m in the Yellow Sea in May, 1984 ($m\ell/\ell$) 216

Fig. III-83. pH distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 216

Fig. III-84. pH distribution at the depth of 5 m in the Yellow Sea in May, 1984 217

Fig. III-85. pH distribution at the depth of 10 m in the Yellow Sea in May, 1984 217

Fig. III-86. pH distribution at the depth of 20 m in the Yellow Sea in May, 1984 218

Fig. III-87. pH distribution at the depth of 30 m in the Yellow Sea in May, 1984 218

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-88. pH distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 219

Fig. III-89. pH distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 219

Fig. III-90. Salinity distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (‰) 220

Fig. III-91. Salinity distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰) 220

Fig. III-92. Salinity distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰) 221

Fig. III-93. Salinity distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰) 221

Fig. III-94. Salinity distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰) 222

Fig. III-95. Salinity distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰) 222

Fig. III-96. Salinity distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰) 223

Fig. III-97. Temperature distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (℃) 223

Fig. III-98. Temperature distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (℃) 224

Fig. III-99. Temperature distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (℃) 224

Fig. III-100. Temperature distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (℃) 225

Fig. III-101. Temperature distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (℃) 225

Fig. III-102. Temperature distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (℃) 226

Fig. III-103. Temperature distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (℃) 226

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-104. Nitrate-nitrogen distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 227

Fig. III-105. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 227

Fig. III-106. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 228

Fig. III-107. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 228

Fig. III-108. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 229

Fig. III-109. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 229

Fig. III-110. Nitrite-nitrogen distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 230

Fig. III-111. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 230

Fig. III-112. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 231

Fig. III-113. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 231

Fig. III-114. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 232

Fig. III-115. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*) 232

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-116. Phosphate-phosphorus distribution in the surface waterin the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at P/ℓ) 233

Fig. III-117. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 10 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at P/ℓ) 233

Fig. III-118. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 20 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at P/ℓ) 234

Fig. III-119. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 30 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at P/ℓ) 234

Fig. III-120. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 50 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at P/ℓ) 235

Fig. III-121. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 75 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at P/ℓ) 235

Fig. III-122. Silicate-Silicon distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at Si/ℓ) 236

Fig. III-123. Silicate-silicon distribution at the depth of 10 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at Si/ℓ) 236

Fig. III-124. Silicate-silicon distribution at the depth of 20 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at Si/ℓ) 237

Fig. III-125. Silicate-silicon distribution at the depth of 30 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at Si/ℓ) 237

Fig. III-126. Silicate-silicon distribution at the depth of 50 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at Si/ℓ) 238

Fig. III-127. Silicate-silicon distribution at the depth of 75 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at Si/ℓ) 238

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-128. Chlorophyll *a* distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg/ℓ*) 239

Fig. III-129. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1i84 (*μg/ℓ*) 239

Fig. III-130. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow sea in May, 1984 (*μg/ℓ*) 240

Fig. III-131. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg/ℓ*) 240

Fig. III-132. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1o84 (*μg/ℓ*) 241

Fig. III-133. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg/ℓ*) 241

Fig. III-134. Chlorophyll *b* distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg/ℓ*) 242

Fig. III-135. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg/ℓ*) 242

Fig. III-136. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg/ℓ*) 243

Fig. III-137. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg/ℓ*) 243

Fig. III-138. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg/ℓ*) 244

Fig. III-139. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg/ℓ*) 244

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-140. Chlorophyll *c* distribution in the surface water in the Yellow SNa in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 245

Fig. III-141. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 245

Fig. III-142. Chorophyll *c* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 246

Fig. III-143. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 246

Fig. III-144. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 247

Fig. III-145. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 247

Fig. III-146. Carotenoids distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 248

Fig. III-147. Chrotenoids distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 248

Fig. III-148. Carotenoids distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 249

Fig. III-149. Chrotenoids distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 249

Fig. III-150. Cadmium distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$)..... 250

Fig. III-151. Cadmium distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 250

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-152. Copper distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 251

Fig. III-153. Copper distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 251

Fig. III-154. Lead distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 252

Fig. III-155. Lead distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 252

Fig. III-156. Zinc distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 253

Fig. III-157. Zinc distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g/\ell$) 253

Fig. III-158. Temperature distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (℃) 254

Fig. III-159. Temperature distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (℃) 254

Fig. III-160. Salinity distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (‰) 255

Fig. III-161. Salinity distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (‰) 255

Fig. III-162. Dissolved oxygen distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (mg/ℓ)..... 256

Fig. III-163. Dissolved oxygen distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (mg/ℓ) 256

Fig. III-164. pH distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 257

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-165. pH distribution in the bottom water of of the Kunsan coastal areas in June, 1984 257

Fig. III-166. Suspended solids distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (mg/ℓ) 258

Fig. III-167. Suspended solids distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (mg/ℓ) 258

Fig. III-168. Chemical oxygen demand distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($mg\ O_2/\ell$) 259

Fig. III-169. Chemical oxygen demand distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($mg\ O_2/\ell$) 259

Fig. III-170. Nitrate-nitrogen distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g\text{-}at\ N/\ell$) 260

Fig. III-171. Nitrate-nitrogen distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g\text{-}at\ N/\ell$) 260

Fig. III-172. Nitrite-nitrogen distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g\text{-}at\ N/\ell$) 261

Fig. III-173. Nitrite-nitrogen distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g\text{-}at\ N/\ell$) 261

Fig. III-174. Phosphate-phosphorus distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g\text{-}at\ P/\ell$) 262

Fig. III-175. Phosphate-phosphorus distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g\text{-}at\ P/\ell$) 262

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. III-176. Silicate-silicon distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (μg-at Si/ℓ) 263

Fig. III-177. Silicate-silicon distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (μg-at Si/ℓ) 263

Fig. III-178. Chlorophyll *a* distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g/\ell$) 264

Fig. III-179. Chlorophyll *a* distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g/\ell$) 264

Fig. III-180. Chlorophyll *b* distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g/\ell$) 265

Fig. III-181. Chlorophyll *b* distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g/\ell$) 265

Fig. III-182. Chlorophyll *c* distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g/\ell$)..... 266

Fig. III-183. Chorophyll *c* distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g/\ell$) 266

Fig. III-184. Carotenoids distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g/\ell$) 267

Fig. III-185. Carotenoids distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g/\ell$) 267

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. IV-1. Biological oceanographic survey stations and cruise track in the Yellow Sea in February, 1984 287

Fig. IV-2. Biological oceanographic survey stations and cruise track in the Yellow Sea in April, 1984 288

Fig. IV-3. Biological oceanographic survey stations and cruise track in the Yellow Sea in June, August and November, 1984..... 289

Fig. IV-4. Biological oceanographic survey stations in Kyonggiman in February~November, 1984 290

Fig. IV-5. Distribution of the standing crops of diatoms at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (10^3 *cells*/ℓ)..... 291

Fig. IV-6. Distribution of the standing crops of diatoms at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in April, 1984 (10^3 *cells*/ℓ)..... 292

Fig. IV-7. Distribution of the standing crops of diatoms at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in August, 1984 (10^3 *cells*/ℓ)..... 293

Fig. IV-8. Distribution of the standing crops of dinoflagellates at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (10^3 *cells*/ℓ)..... 294

Fig. IV-9. Distribution of the standing crops of dinoflagellates at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in April, 1984 (10^3 *cells*/ℓ)..... 295

Fig. IV-10 Distribution of the standing crops of dinoflagellates at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in August, 1984 (10^3 *cells*/ℓ) 296

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. IV-11. Distribution of the standing crops of nanoplankton at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (10^3 *cells/ℓ*) 297

Fig. IV-12. Distribution of the standing crops of nanoplankton at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in April, 1984 (10^3 *cells/ℓ*) 298

Fig. IV-13. Distribution of the standing crops of nanoplankton at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in August, 1984 (10^3 *cells/ℓ*) 299

Fig. IV-14. Distribution of zooplankton in the Yellow Sea in February, 1984 [*organisms and biomass* (*mg.d.w.*)/m^3] 300

Fig. IV-15 Distribution of zooplankton in the Yellow Sea in April, 1984 [*organisms and biomass* (*mg.d.w.*)/m^3] 302

Fig. IV-16. Distribution of zooplankton in the Yellow Sea in August, 1984 [*organisms and biomass* (*mg.d.w.*)/m^3] 305

Fig. IV-17. Distribution of fish eggs in the Yellow Sea in February and August, 1984 (*organisms*/m^3) 306

Fig. IV-18. Distribution of fish larvae in the Yellow Sea in February, April and August, 1984 (*organisms*/m^3) 307

Fig. IV-19. Total number and biomass of fish collected by bottom trawl at each sampling station in the Yellow Sea in February and April, 1984 [*organisms and biomass* (*g*)/*1000*m^3] 308

Fig. IV-20. Distribution of megalozoobenthos larger than 15 *mm* in the Yellow Sea in February, 1984 [*Spp. no., organisms and biomass*(*g*)/*1000*m^2] ... 309

Fig. IV-21. Composition of fish species collected by trammel net in the vicinities of Tokchokto, Ochongdo and Huksando in June, August and November, 1984 312

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. IV-22. Gut content of three species of fish (*Sebastes schlegeli*, *Hexagrammos otakii* and *Paralichthys olivaceus*) collected by trammel net in the Yellow Sea in 1984 313

Fig. IV-23. Number of fish larvae at each sampling station in Kyonggiman in February ~ November, 1984 (*organisms/1000m*^{3}) 314

Fig. IV-24. Number of *Engraulis japonica* larvae at each sampling station in Kyonggiman in July ~ November, 1984 (*organisms/1000m*^{3}) 318

Fig. IV-25. Number of *Enedrias fangi* larvae at each sampling station in Kyonggiman in February July, 1984 (*organisms/1000m*^{3}) 321

Fig. IV-26. Number of *Acetes* spp. (in parenthesis) and its biomass (open no.) in Kyonggiman in February November, 1984 (*organisms and biomass(g)/1000m*) ... 323

Fig. IV-27. Monthly distribution of major fishing grounds for *Pseudosciaena manchurica*, *Trichiurus lepturus*, *Pampus argenteus* and *Collichthys* spp. in the Yellow Sea in 1984 327

Fig. V-1. Oceanographic stations of geological study during 1982 ~ 1984 (coring locations and depths are given in Table V-1) 365

Fig. V-2. Nearshore oceanographic stations of geological study adjacent to western Korea 366

Fig. V-3a. Distribution of suspended matter in the surface water in February, 1984 367

Fig. V-3b. Distribution of suspended matter at the depth of 5 *m* in February, 1984 367

Fig. V-3c. Distribution of suspended matter at the depth of 10 *m* in February, 1984 367

Fig. V-3d. Distribution of suspended matter at the depth of 20 *m* in February, 1984 367

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. V-3e. Distribution of suspended matter at the depth of 30 *m* in February, 1984 368

Fig. V-3f. Distribution of suspended matter at the depth of 50 *m* in February, 1984 368

Fig. V-3g. Distribution of suspended matter at the depth of 75 *m* in February, 1984 368

Fig. V-4. Distribution of suspended matter in the surface water in April May, 1984 368

Fig. V-5. Distribution of surface sedimentary facies on the basis of Shepard's nomenclature (1954, abbreviations: S; sand, Z; silt, C; clay, SZC; sand-silt-clay, s; sandy, z; silty, c; clayey) 369

Fig. V-6. Distribution of iso-mean of the surficial sediments (*phi*) 370

Fig. V-7. Distribution of sediment sorting (*phi*) 371

Fig. V-8. Distribution of sediment skewness (*phi*) 372

Fig. V-9. Distribution of sediment kurtosis (*phi*) 373

Fig. V-10. Contents of total organic matter in the surficial sediments (*wt.* %) 374

Fig. V-11. $CaCO_3$ content in the surficial sediments (*wt.* %) 375

Fig. V-12a. Heavy mineral composition in the fine sand fraction of the surficial sediments (2～3 Ø) 376

Fig. V-12b. Heavy mineral composition in the very fine sand fraction of the surficial sediments (3～4 Ø) 377

Fig. V-13a. Light mineral composition in the fine sand fraction of the surficial sediments (2～3 Ø) 378

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. V-13b. Light mineral composition in the very fine sand fraction of the surficial sediments (3~4 ∅) 379

Fig. V-14a. Smectite content of the surficial sediments (%) 380

Fig. V-14b. Illite content of the surficial sediments (%) 381

Fig. V-14c. Kaolinite content of the surficial sediments (%) 382

Fig. V-14d. Chlorite content of the surficial sediments (%) 383

Fig. V-15a. Distribution of Cu content in the surficial sediments (*ppm*) 384

Fig. V-15b. Distribution of Ni content in the surficial sediments (*ppm*) 385

Fig. V-15c. Distribution of Mn content in the surficial sediments (*ppm*) 386

Fig. V-15d. Distribution of Fe content in the surficial sediments (%) 387

Fig. V-15e. Distribution of Pb content in the surficial sediments (*ppm*) 388

Fig. V-16. (a~b) X-radiographs of core sediments 389

Fig. V-17. (a~q) Mass physical properties of core sediments. Water content (W) in % dry weight; bulk density (γd) in g/cm^3; porosity(n) in %; shear strength (SS) in *kPa*; effective overburden pressure (log p) in g/cm^2; liquid limit(LL), plastic limit(PL) and plasticity index(PI) in % dry weight; mean size(Mz) in *phi* and texture in % dry weight 191

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. V-18. Atterberg limit of core sediments in the plasticity chart 399

Fig. V-19. e-log p curves 400

Fig. V-20 (a~h). Distribution of heavy metal contents (all in *ppm*, except Fe in %), carbonates(%), organic matters(%) and mean size (*phi*) in core sediments 401

Fig. V-21a. Number of foraminifera in live population in 10 *mℓ* wet sediment samples 405

Fig. V-21b. Number of live foraminiferal species in 10 *mℓ* wet sediment samples 406

Fig. V-22a. Live and dead foraminiferal population in 10 *mℓ* wet sediment samples 407

Fig. V-22b. Number of live and dead foraminiferal species in 10 *mℓ* of wet sediment samples 408

Fig. V-23a. Hyaline assemblage in the live and dead foraminiferal populations (%) 409

Fig. V-23b. Agglutinated assemblage in the live and dead foraminiferal populations (%) 410

Fig. V-23c. Porcelaneous assemblage in the live and dead foraminiferal populations (%) 411

Fig. V-24. Dominance of the live and dead foraminiferal populations (%) 412

Fig. V-25a. Replaced population of foraminifera in 10 *mℓ* wet sediment samples 413

Fig. V-25b. Number of replaced species 414

Fig. V-26a. Hyaline assemblage in the replaced population (%) 415

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. V-26b. Agglutinated assemblage in the replaced population (%) 416

Fig. V-26c. Porcelaneous assemblage in the replaced population (%) 417

Fig. V-27a. Number of total (live + dead + replaced) foraminifera in 10 wet sediment samples 418

Fig. V-27b. Number of total species in the foraminiferal population in 10 *mℓ* wet samples 419

Fig. V-28a. Hyaline assemblage in the total population (%) 420

Fig. V-28b. Agglutinated assemblage in the total population (%) 421

Fig. V-28c. Porcelaneous assemblage in the total population (%) 422

Fig. V-29. Dominance of the total population (%) 423

Fig. V-30a. Live to total foraminiferal population (%) 424

Fig. V-30b. Live to total foraminiferal population (%) 425

Fig. V-30c. Replaced to total foraminiferal population (%) 426

Fig. V-31a. Occurrence of the planktonic foraminifera ... 427

Fig. V-31b. Planktonic to live and dead benthonic foraminifera (%) 428

Fig. V-31c. Planktonic to total benthonic foraminifera (%) 429

Fig. V-32a. Live population of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples 430

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. V-32b. Number of live species of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples 431

Fig. V-33a. Total population of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples 432

Fig. V-33b. Total number of species of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples 433

Fig. V-34. Ostracoda to total benthonic foraminifera (%) 434

Fig. V-35a. Number of foraminifera in live population in 10 *mℓ* wet sediment samples 435

Fig. V-35b. Number of live foraminiferal species in 10 *mℓ* wet sediment samples 436

Fig. V-36. Live and dead foraminiferal population in 10 *mℓ* wet sediment samples 437

Fig. V-37a. Hyaline assemblage in the total population (%) 438

Fig. V-37b. Agglutinated assemblage in the total population (%) 439

Fig. V-37c. Porcelaneous assemblage in the total population (%) 440

Fig. V-38. Dominance of the total population (%) 441

Fig. V-39. Replaced population of foraminifera in 10 *mℓ* wet sediment samples 442

Fig. V-40a. Number of total (live + dead + replaced) foraminifera in 10 *mℓ* wet sediment samples 443

Fig. V-40b. Number of total species in the foraminiferal population in 10 *mℓ* wet samples 444

Fig. V-41a. Live to live and dead foraminiferal population (%) 445

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. V-41b. Live to total foraminiferal population (%) 446

Fig. V-41c. Replaced to total planktonic foraminifera 447

Fig. V-42. Occurrence of the planktonic foraminifera 448

Fig. V-43a. Live population of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples 449

Fig. V-43b. Number of live species of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples 450

Fig. V-44a. Total population of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples 451

Fig. V-44b. Total number of species of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples 452

Fig. V-45. Ostracoda to total benthonic foraminifera (%) 453

Fig. V-46. Schematic representation of the factors governing the foraminiferal occurrence in the study area 454

Fig. V-47. (a~m) Vertical variation of the micropaleontological observations of the cores ..... 455~461

Fig. V-48. Paleoenvironments inferred from foraminiferal observation in the cored sediments 462

Fig. V-49a. Map-image showing surface distribution of turbidity on July 31, 1981. frame: 125/35 463

Fig. V-49b. Map-image showing surface distribution of turbidity on July 31, 1981. frame: 135/36 465

Fig. V-50. Map-image showing srface distribution of turbidity on Oct. 31, 1979. frame: 135/36 ... 467

Fig. V-51a. Map-image showing surface distribution of turbidity on Sep. 5, 1981. frame: 125/35 469

Fig. V-51b. Map-image showing surface distribution of turbidity on Sep. 5, 1981. frame: 125/36 471

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. VI-1. Station position for the tide and wave measurements 507

Fig. VI-2. Response function of smoothing filter 507

Fig. VI-3. The finite difference grid system of the shelf model 508

Fig. VI-4. Edited depth fields of the shelf model 508

Fig. VI-5. Sea level changes at Sindo and Modo 509

Fig. VI-6. Sea level changes at Kulopto and Uldo 509

Fig. VI-7. Sea level changes at Kadaeam and Wangdungdo 510

Fig. VI-8. Sea level changes at Ochongdo and Taehuksando 510

Fig. VI-9. Calculated co-amplitude and co-tidal chart of the M_2 tide 511

Fig. VI-10. Distribution of potential tidal energy in the Eastern part of the Yellow Sea 512

Fig. VI-11. Location map of the large scale tidal power plant sites 512

Fig. VI-12. Wind roses at Mokpo and Inchon in 1961~1975 513

Fig. VI-13. Monthly occurrence of wind speed $\geq$ 13.9 *m/sec* at Kunsan in 1968~1981 514

Fig. VI-14. Temporal variation of significant wave heights at Hongdo 514

Fig. VI-15. Temporal variation of significant wave heights at Uldo 515

Fig. VI-16. Histogram of $H_{1/3}$ at Hongdo 516

Fig. VI-17. Histogram of $H_{1/3}$ at Uldo 516

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig. VI-18. Histogram of T_Z at Hongdo 517

Fig. VI-19. Histogram of T_Z at Uldc 517

Fig. VI-20. Scatter diagram of H_S vs. T_Z and the lines of wave steepness at Hongdo 518

Fig. VI-21. Scatter diagram of H_S vs. T_Z and the lines of wave steepness at Uldo 518

Fig. VI-22. Percentage of occurrence of spectral band-width parameter ϵ at Hongdo 519

Fig. VI-23. Percentage of occurrence of spectral band-width parameter ϵ at Uldo 519

Fig. VI-24. Mean wave spectrum proposed for storm waves at Hongdo 520

Fig. VI-25. Mean wave spectrum proposed for storm waves at Uldo 520

Fig. VI-26. Monthly variation of average wave power density 521

Fig. VI-27. Scatter diagram of H_S vs. T_e and wave power density curves at Hongdo 522

Fig. VI-28. Scatter diagram of H_S vs. T_e and wave power density curves at Uldo 522

Fig. VI-29. Contours of roughly estimated annual wave power 523

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

表　目　次

(List of Tables)

Table II-1. Location of the hydrographic stations of FRDA in 1961～1980 90

Table II-2. Location of the CTD stations of KORDI in August, 1984 93

Table II-3. Location of the CTD stations of KORDI in November～December, 1984 94

Table II-4. Informations of the current meter moorings in 1982～1984 95

Table II-5. Specification and characteristics of AVHRR 96

Table II-6. The K_1 and M_2 tidal current ellipses in 1982～1984 97

Table II-7. Amplitudes and phases of the east (U) and north (V) components of the M_2 current in 1982～1984 98

Table III-1. Location of the chemical oceanographical stations occupied in February and May, 1984.... 173

Table V-1. Location of the sampling stations of sediment cores 364

Table VI-1. Location of the tide measurement stations and occupied period in 1984 492

Table VI-2. Location of the wind wave measurement stations and occupied period in 1984 492

Table VI-3. List of the available wave data sets 493

Table VI-4. Harmonic constituents at Sindo 494

Table VI-5. Harmonic constituents at Modo 495

Table VI-6. Harmonic constituents at Kulopdo 496

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI-7. Harmonic constituents at Uldo 497

Table VI-8. Harmonic constituents at Kadaeam 498

Table VI-9. Harmonic constituents at Wangdungdo 499

Table VI-10. Harmonic constituents at Ochongdo 500

Table VI-11. Harmonic constituents at Taehuksande 501

Table VI-12. Comparison of the observed and calculated amplitude (H) and phase (g) of the M_2 tide 502

Table VI-13. Available tidal energies at the sites along the west coast of Korea 504

Table VI-14. Description of the characteristic wave parameters 505

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第Ⅰ章　序　　論
(INTRODUCTION)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

1960年代 輸出主導型 경제발전계획을 수립하여 短期間에 高度産業社會를 이룩한 한국경제는 근래 각국의 自國産業保護政策 및 輸入抑制 움직임 등으로 인하여 持續成長에 어두운 그림자를 드리우고 있다. 더우기 좁은 국토에 資源賦存量마저 빈약하여 주요자원, 특히 食糧, 에너지, 鑛物 등의 海外依存度는 날이 갈수록 높아지고 있어 자원문제는 産業基盤과 國民經濟에 커다란 위협이 되고 있다.

한반도 주변은 육지의 연장이라 할 수 있는 넓은 大陸棚과 産業生産性이 높은 굴곡해안선으로 구성되어 주변해역의 막대한 潛在力을 효율적으로 개발할 경우 國家經濟發展에 새로운 활로를 제시할 가능성이 높다. 따라서 주변해역의 資源分布 및 賦存量을 조사, 분석하고 海水 자체의 資源化 時代를 열 수 있는 선진기술을 획득함으로써 食糧, 에너지, 鑛物 및 骨材, 用水資源의 부족현상을 타개해야 함은 이 방면에 종사하는 연구인들의 당면과제이다. 무절제한 資源開發과 이에 따른 環境破壞의 폐단을 방지하기 위하여 海洋環境保全 方案을 동시에 調査 講究함으로써 海洋資源開發과 環境保全을 하나의 조화된 목표로 설정함도 숭요하다 하겠다.

본 연구는 이제까지 수행되어온 細部調査研究에 추가하여 1984年度에 수행된 "韓國海域 綜合 海洋資源圖 作成研究"의 結果를 그 내용으로 하고 있다.

觀測活動은 船舶의 航海범위가 船舶의 크기(톤數)에 따라서 결정되어 있으므로, 調査海域의 크기에 따라서 數톤 크기의 漁船에서 300여톤 크기의 調査實習船에 이르기까지 여러종류의 調査船에 의해서 실시되었다. 즉, 123°30′E까지 調査活動이 계획되었던 2月과 8月에는 國立麗水水産專門大學의 협조로 全南401號를 사용하였고, 4～5月중에는 國立釜山水産大學의 협조하에 釜山404號를 사용하였다. 그러나 韓半島 西海岸의 沿近海, 島嶼海域에서는 海洋研究所의 仁川801號를 사용하였고, 水深이 극히 얕은 곳

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

에서는 漁船을 사용하여 觀測하였다.

調査研究 內容은 海水流動·循環 및 特性(第Ⅱ章), 海水資源(第Ⅲ章), 海洋生物資源(第Ⅳ章), 海底資源(第Ⅴ章), 海洋에너지資源(第Ⅵ章)의 다섯분야로 大別하였으며, 各分野別로 調査研究의 背景, 目的, 資料의 수집을 위한 觀測圖와 觀測定點의 위치, 資料의 처리 및 圖面化 과정등의 개요를 기술한 序說(第1節)에 이어서 現場調査와 資料의 分析, 處理方法을 기술하였고(第2節), 結果를 기술한 다음(第3節), 考察과 問題點 및 建議事項 등을 마지막 節에 기술하였다. 그리고 各分野別 參考文獻, 表, 그림은 各章의 마지막에 순서대로 포함되어 있으며, 그림과 表의 제목은 함께 묶어서 本文目次 다음에 수록하여 놓았다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第Ⅱ章　海水流動・循環 및 特性
(STUDIES ON SEAWATER MOVEMENT, CIRCULATION AND PROPERTIES)

分野責任者：李　興　宰

研　究　員：方　仁　權

全　東　哲

安　重　培

陸　相　燮

黃　雙　喆

李　夏　雄

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第1節 序 說

黃海의 代表的인 水塊는 黃海冷水, 黃海暖流水, 沿岸水, 揚子江 稀釋水등 네가지로 分類되며(Lie 1984) 1983年度 CTD 觀測으로부터 黃海冷水를 鹽分이 32.0～33.0‰, 水溫이 10°C이하인 海水로 定義하였다(海洋研究所 1984). 그러나 各 水塊의 分布 및 特性에 관한 研究가 未洽하여 20年間(1961～1980)의 旣存資料를 利用하여 2,4,6,8,10,12月의 海面에서 水溫, 鹽分, 密度 分布圖를 作成하였고 1984年度 8月과 11～12月 CTD 資料를 分析하여 水平 및 垂直分布圖를 제시하였다.

黃海 潮汐現象에 관해서는 數値모델方法을 통한 研究 등이 있으나 (Choi 1980 ; An 1978) 海·潮流는 觀測資料의 不足으로 潮汐에 비해 研究가 활발하지 못하였다. 따라서 본 報告書에 海洋研究所가 1982,1983,1984年度에 調査한 海·潮流 資料를 分析하여 그 結果를 time plot, histogram, 潮流楕圓으로 제시하였으며 비교적 長期間 觀測한 資料를 사용하여 恒流를 計算하였다. 또한 海面變化를 위해 黑山島, 群山에서 1981～1982年의 日平均 海面變化와 群山에서 日平均 海面氣壓을 計算하여 비교하였다. 海況의 基本인 廣域海域에서 表層水溫 分布圖를 作成하기 위해 赤外線 映像 處理技術을 導入하여 1983年 8月 4日 NOAA-8의 資料를 一次 處理하여 그 結果를 제시하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第2節 調査 및 方法

1. 海水特性

海水特性을 위한 調査와 研究는 國立水産振興院에서 1961～1980年 사이 20年間 調査한 定線觀測資料와 海洋研究所가 1984年 8月 및 11～12月에 實施한 現場觀測資料를 對象으로 하였다.

가. 定線觀測

國立水産振興院은 黃海에 307～313의 觀測線(Fig. Ⅱ-1, Table Ⅱ-1)을 設定하여 隔月 (2,4,6,8,10,12月)로 水溫과 鹽分을 測定하여 資料集(海洋調査年報)으로 發刊하고 있다. 定線觀測은 各 定點에서 난센採取方法으로 遂行되었고 測定水深은 0,10,20,30,50,75 *m*이다. 本 研究를 위해 1961～1980年 사이 定線觀測資料를 利用하여 水溫, 鹽分, 密度의 表層分布를 平均方法으로 計算하여 作成하였다.

나. 1984年度 現場觀測

1次 現場觀測은 1984年 8月 15日～26日사이 61個 定點(Fig. Ⅱ-2, Table Ⅱ-2)에서, 2次 觀測은 11月 24日～12月 8日사이 73個 定點 (Fig. Ⅱ-3, Table Ⅱ-3)에서 實施하였다. 觀測은 國立麗水水産專門大學 實習船 '全南 401號'로 하였다.

海水特性調査는 CTD를 利用하여 連續觀測하였으며 1 *m* 間隔으로 代表値를 計算하였다. 代表値 計算은 該當水深을 中心으로 ± 20*cm* 以內의 모든 資料를 平均한 값으로 定했다. 現場調査結果를 水溫, 鹽分, 溶存酸素量의 垂直

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

分布圖와 各 物理特性値의 水平的인 分布를 把握하기 위해 平面圖를 提示하였다.

2. 海·潮流

가. 觀測

Table Ⅱ-4에 1982,1983,1984年의 3個年間에 걸친 海·潮流 觀測에 대한 事項을 提示하였으며 Fig. Ⅱ-4에 그 位置를 圖示하였다. 觀測位置는 대체로 4個海域으로 區分할 수 있어 36°N의 於靑島 부근을 zone Ⅰ, 34° 30'N의 大黑山島 부근을 zone Ⅱ, 34°N의 小黑山島 부근을 zone Ⅲ, 濟州島 부근을 zoneⅣ로 命名하였다. zoneⅠ, Ⅱ는 觀測回數도 많고 觀測期間도 길어 資料解析에 信憑性이 있으나 zoneⅢ,Ⅳ는 觀測回數도 적고 期間도 짧아 資料解析에 어려움이 있다.

1984年의 海水流動觀測은 3月과 8月에 두 번에 걸쳐 實施하였다. 3月의 觀測에서는 定點 S2,S5와 J6에서 20～25時間 短期觀測을 하였으며 定點 E2와 H3에서는 長期觀測을 試圖하여 約 한 달간 繫留하였다. 8月觀測은 定點 H5와 J7에서 短期觀測을 實施하였다. 觀測裝備로는 Aanderaa RCM-4를 사용하였고 繫留方法으로는 U-type을 擇하였으며 Fig. Ⅱ-5에 圖示하였다. 1984年의 短期觀測資料는 time plot, 分散圖(scatter diagram)와 流速, 流向의 histogram으로 圖示하였다.

나. 資料處理

觀測資料의 sampling interval은 Table Ⅱ-4에 提示한 바와 같이 5,10,15分의 세 種類이다. 따라서 高周波成分을 除去하기 위한 1次的인 smoothing filter를 sampling interval에 따라 weight의 수를 달리하였다. 10分間隔 資料는 69個, 15分間隔 資料는 45個로 하였으나 filter의

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

特性은 一致시켰다. 즉 Fig.Ⅱ-6에 圖示한 바와 같이 0.30 *cph*에서 50 %, 0.37 *cph*에서 10 % 통과시키게 하였다. 5分間隔 資料는 觀測期間이 긴 1982,1983年 資料에 대해서는 2개마다 하나씩 取하여 10分間隔 資料에 適用한 filter를 使用하였고, 觀測期間이 짧은 1984年의 5分間隔 資料에 대해서는 weight가 15個이며 Fig. Ⅱ-7에 圖示한 바와 같이 0.91 *cph* 에서 50 %, 1.52 *cph*에서 10 % 통과시키는 filter를 적용하였다.

Smoothing된 資料는 다시 1시간 間隔의 資料로 만든 후 TICAP을 使用하여 各 分潮의 潮流楕圓을 구하여 K_1 分潮와 M_2 分潮에 대해 提示하였으며 M_2 分潮의 潮流楕圓을 圖示하였다. 또한 潮流를 東西方向과 南北方向 成分으로 分離하여 各 成分에 대해 TIDAN을 利用하여 調和分解를 하여 M_2 分潮에 대한 各 成分別 振幅과 Greenwich 位相을 提示하였다. 觀測된 海·潮流에서 潮流成分을 除去하기 위해 長期觀測資料에 대해 Doodson의 X_0 filter를 적용하였다. X_0 filter는 0.446 *cpd*에서 50 %, 0.737 *cpd* 에서 10 % 통과시키는 特性을 지닌다.

氣象要素인 바람과의 관계를 알아보기 위해 2개 氣象測候所(群山, 木浦)에서 觀測한 1시간 間隔의 바람資料에 대해 海洋硏究所(1983)에서 적용한 2個의 filter를 使用하였다(2 filter의 複合的인 特性은 0.457 *cpd*에서 50 %, 0.755 *cpd*에서 10 %). Wind stress는 다음 式을 利用하여 計算하였다.

$$\tau_x = 2.5 \times 10^{-3} \rho_a W_x |W|,$$

$$\tau_y = 2.5 \times 10^{-3} \rho_a W_y |W|.$$

上記式에서 ρ_a는 空氣密度, W_x와 W_y는 바람의 東西, 南北成分이며 W는 風速이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

3. 海面變化

黃海에서 海面變化는 주로 潮汐, 氣象要因에 依해 발생된다. 潮汐에 起因된 海面變化는 一般的으로 잘 알려져 있으나 氣象의 影響을 받는 長週期 海面變化硏究는 遂行되지 못하였다. 따라서 長週期 海面變化와 氣象要素, 特히 海面氣壓과의 相關關係를 糾明하는데 重點을 두었다.

交通部 水路局에서 群山外港과 大黑山島 檢潮所에서 每時間 測定한 資料를 修正하여 使用하였으며, 觀測期間은 1981年 1月 1日부터 1982年 12月 31日까지 2年間이다. 資料의 分析을 위하여 Lanczos taper 型 filter로 smoothing하고 다시 low pass filter를 通過시켜 energy가 集中된 潮汐週期成分을 대부분 除去하여 이를 分析, 檢討하였다. 補助資料로써 中央氣象臺에서 每月 發刊하고 있는 氣象月報를 參考하였다. 平均海面을 求하는데 利用한 low pass filter는 資料의 振幅이 0.45 *cpd*에서 50%, 0.74 *cpd*에서 約 10%를 通過시키며 weight는 65개로 하였다. 이 filter를 使用하여 計算한 群山外港 및 大黑山島 海面資料와 群山의 海面氣壓을 time plot으로 圖示하였다. 海面의 月變化를 알아보기 위하여 月平均海面을 計算하였다.

4. 表層水溫(赤外線 映像)

本 硏究에서는 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)-8 資料中 HRPT (High Resolution Picture Transmission)을 利用하여 分析하였다. NOAA-8 人工衛星은 1983年 3月에 發射하여 同年 5月 3日부터 作動이 開始되었으며 搭載裝備는 AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)이다. Table Ⅱ-5에 AVHRR의 諸元 및 特性

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

을 收錄하였다. 衛星軌道는 1983年 8月 4日 10時 49分頃 東支那海를 거쳐 濟州島 近海를 지나 西海上을 通過하였으며(Fig.Ⅱ-8), 그 중 특히 濟州島와 韓半島 近海를 重點的으로 處理, 分析하였다.

映像資料는 Table Ⅱ-5에서 보는 바와 같이 2개의 可視光線部(visible channel 1, channel 2)와 3개의 赤外線部 (infrared channel 3,channel 4,channel 5)의 5개 channel로 構成되어 있다. 溫度變換 (temperature conversion)을 위하여 波長이 thermal에 가장 가까운 channel 4(10.5～11.5 m)를 使用하였다. 基本프로그램 開發을 위하여 Lauritson *et al.* (1979)를 參照하여 溫度變換을 하였다. 表層水溫分析을 위해 channel 4의 測定 radiance (C)와 radiance energy (E_i)가 다음의 線形關係를 滿足한다고 假定한다.

$$E_i = S_i \times C + I_i$$

여기서 I_i는 intercept 값이며, S_i는 scaled slope (혹은 gain)으로 다음 式으로 表現된다.

$$S_i = (N_{sp} - N_T)/(\bar{X}_{sp} - \bar{X}_{\bar{T}})$$

여기서 N_{sp}는 radiance의 非線形補正係數이며 약 -2.182 ($mw/sr m^2 cm^{-1}$)이고, $\bar{X}_{sp}$, $\bar{X}_{\bar{T}}$는 各各 view space와 internal target의 平均값이다. N_T는 internal target radiance이며 Planck 函數와 다음과 같은 關係式이 成立된다.

$$N_T = N(T) = \int_{V1}^{Vn} B(V,T)\,\hat{\phi}\,(V)\,dV$$

여기서 B(V,T)는 Planck 函數이고, V는 wave number (cm^{-1})이며, $\hat{\phi}$ (V)는 normalized response 函數이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

$$\hat{\phi}(V) = \phi(V) / \int_{V1}^{Vn} \phi(V)\, dV$$

radiance energy (E_i)로부터 Planck 輻射方程式을 利用하여 다음과 같은 絶對溫度를 求할 수 있다.

$$T(E_i) = C_2\nu / \ln(1 + C_1\nu^3 / E_i)$$

여기서 ν는 central wave number (cm^{-1}), C_1과 C_2는 各各 1.1910659 $\times 10^{-5}$ $milliwatts/m^2\text{-}steradian \cdot cm^{-4}$, 1.438833 $cm \cdot °K$이다.

第3節 結 果

1. 海水特性

가. 定線觀測

1) 表層水溫分布

Fig. Ⅱ- 9 ~ 14는 1961年~1980年 사이 隔月別로 觀測된 모든 定線資料로부터 計算한 平均水溫의 表層分布圖다.

全般的으로 京畿灣 남쪽에서 最低水溫을, 濟州島 서쪽에서 最高水溫을 記錄하고 있으며 表層水溫의 年較差는 12 ~ 21 ℃ 정도다. 10月에 小黑山島 南部海域에서 東西로 形成된 水溫前線은 2月에 가장 강하게 나타나며, 4月에는 다시 약화되고 있다. 6月~10月 사이에 黑山島 주변 海域에서 冷水가 出現하는 現象이 보이고 있다.

2) 表層鹽分分布

Fig. Ⅱ- 15 ~ 20은 表層水溫과 같은 期間의 平均鹽分의 表層分布

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

圖다. 8月, 10月을 除外하면 대체로 等鹽分線이 東西方向이며, 調査海域의 中部에서는 年變化가 最高 1‰을 넘지 않으나 濟州島 西部 外海域에서는 그 差異가 4‰ 以上을 보이는데 이는 여름철에 中國大陸으로부터 아주 낮은 鹽分을 가진 海水의 流入에 起因하는 것으로 보인다. 여름철에 黑山島 周邊海域에서 相對的으로 高鹽인 것은 이 海域의 水溫分布와 연관지어 생각할 수 있다.

3) 表層密度分布

Fig. Ⅱ-21 ~ 26은 表層密度分布圖다. 겨울철 (12,2,4月)에는 남쪽에서 북쪽으로 갈수록 高溫·高鹽에서 低溫·低鹽의 樣相을 보여 密度는 南北에서 큰 差異가 없으며, 대체로 25.0 ~ 26.0 정도의 값을 가진다. 그러나 여름철(6,8,10月)의 경우 특히, 8月에는 上記한 바와 같이 小黑山島 以南海域에서 低鹽水의 流入으로 密度前線이 形成되어 있다. 또한 黑山島 周邊海域의 冷水 出現은 이 海域의 密度를 相對的으로 높여주고 있다. 8月의 密度(sigma-t)범위는 19.5 ~ 22.0 정도로 겨울철에 비해 最高 6.5 정도 더 낮다.

나. 1984年度 現場觀測

1) 表層分布

Fig. Ⅱ-27은 1984年 8月의 現場觀測資料(61個 定點)를 根據로 한 水溫·鹽分·密度·溶存酸素量의 表層分布圖다. 水溫은 外海域으로 갈수록 높아지며 鹽分 및 溶存酸素量은 沿岸域이 더 높은 경향을 보인다. 密度는 34° N 以北에서는 水溫의 영향을 크게 받아 沿岸域으로 갈수록 높아지며, 그 以南에서는 鹽分의 영향으로 强한 密度의 水平勾配(horizontal gradient)를 보이고 있다. 이러한 鹽分 및 密度의 水平勾配는 上記한 20年間

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

(1961 ~ 1980)의 定線觀測資料와 1983年 8月의 觀測結果(海洋硏究所1984)에서도 나타나고 있는 바, 揚子江 稀釋水(<30.0‰)의 영향임을 보여주고 있다. 揚子江 稀釋水는 揚子江水 流入과 臺灣暖流와의 混合에 의해 形成되며(Beardsley *et al.* 1983), 겨울철에는 그 勢力이 미약하고 海岸에 바짝 붙어서 남쪽으로 흐르지만 여름철에 揚子江이 범람하면 表層에서 北東쪽(濟州島 方向)으로 進出한다(Uda 1936 ; Beardsley *et al.* 1983). 黑山島 南東部(~17.0℃) 및 西部(~19.3℃)海域에서는 冷水가 出現하여 密度가 주변보다 平均 1.0정도 높게 나타나며 鹽分 및 溶存酸素量도 다소 높게 나타나고 있는데, 그것은 이 附近海域의 强한 潮流에 의한 混合效果가 주된 원인인 것으로 사료된다.

2) 50 *m*層 分布

Fig. Ⅱ-28은 1984年 8月에 50 *m* 水深에서의 水溫·鹽分·密度·溶存酸素量의 水平分布圖다. 表層分布와는 반대로 沿岸域으로 갈수록 水溫은 높아지며 密度와 溶存酸素量은 낮은 경향을 보인다. 특히 黑山島 周邊海域의 높은 水溫과, 相對的으로 낮은 鹽分 및 溶存酸素量(<32.6‰, < 6.0 *mℓ/ℓ*)은 表層分布를 고려할 때 强한 潮汐混合(tidal mixing)에 의한 現象임을 시사하고 있다. 濟州島 西端 및 北端에서 高溫·高鹽(>14℃, >34.0‰) 및 낮은 溶存酸素量(<5.0 *mℓ/ℓ*)을 보이는 것은 黑潮支流의 통과經路를 나타내는 것으로 사료된다(김과 노 1982).

3) 海底面 附近 分布

Fig. Ⅱ-29는 水深에 관계없이 海底面에 가장 近接한 水深을 따라서 測定된 각 物理的 特性値의 水平分布圖다. 대체로 50 *m* 水深의 分布圖와 비슷한 樣相을 보이며 특히 溶存酸素量 分布는 底層冷水가 남쪽으로 확장하고 있음을 보다 확실히 나타내고 있다. 底層冷水는 1983年 8月에 비

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

해서 그 勢力이 훨씬 더 폭넓게 남쪽으로 확장되어 있으며 最低水溫도 調査海域內에서 2℃ 정도 더 낮은 값을 記錄하고 있다. Nakao(1977)에 의하면 여름철에 黃海 東部쪽으로 黑潮支流가 많이 流入됨에 따라 黃海 西쪽에서 冷水가 다른 季節보다 南쪽으로 많이 확장된다고 하였으며, 김과 노(1982)는 黑潮支流가 黃海 안쪽으로 流入되는 증거가 보이지 않으므로 여름철 黃海底層冷水의 확장원인은 다른 이유로 검토되어야 한다고 보고하였다.

4) 濟州島 西部海域 垂直斷面(33°20'N)

Fig. Ⅱ-30은 8月 17日 定點 J7~J15 사이에서의 水溫·鹽分·密度·溶存酸素量의 垂直斷面圖다. 10℃ 以下의 底層冷水가 30~40 *m* 水深 以下에서 자리잡고 있으며, 10~14℃ 等溫線 및 33.5~34.0‰ 等鹽分線이 定點 J8과 J9 사이에서 垂直方向으로 하강하고 있다. 또한 定點 J7~J9의 50 *m* 以下水深에서 溶存酸素量이 相對的으로 낮은(< 5.0 *mℓ/ℓ*) 값을 보이고 있어 주변과 다른 水塊임을 나타내고 있다. 表層鹽分의 水平勾配가 J15~J8 사이에서 매우 강하게 나타나고 있는 바(28.5~32.5‰), 이것은 揚子江 稀釋水와의 混合過程을 입증하고 있다. 이미 記述한 바와 같이 水溫躍層 및 鹽分躍層 下端에서 溶存酸素量이 최대값을 보인다.

5) 黑山島 附近 垂直斷面(34°35'N)

Fig. Ⅱ-31은 8月 18日~23日 定點 H1~H6 사이에서 各 特性値의 垂直斷面圖다. 10℃ 以下의 底層冷水의 동쪽 限界가 濟州島 西部海域 垂直斷面에서보다 黃海 中央골쪽으로 80 *km* 정도 後退되어 있다. 定點 H2와 H3 사이에서 表層水溫의 最低값을 보이며, 정점 H3을 境界로 表層 以下에서 沿岸域의 水溫 및 溶存酸素量이 外海域에 비해 相對的으로 均一한 分布를 보인다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

6) 於青島 附近 垂直斷面(36°N)

Fig. Ⅱ-32는 8月 25日 定點 E1～E6 사이에서의 垂直斷面圖다. 黑山島 附近 斷面에서와 달리 水溫躍層이 沿岸域까지 연장되어 있으며 鹽分 및 溶存酸素量도 水溫과 비슷한 양상을 보인다. 水溫躍層 以下에서는 均一한 鹽分分布를 나타내고 있다. 外海域에서 躍層 바로 밑에서 溶存酸素量이 최대값을 보이는 것은 前記한 事實과 같다.

7) A線 垂直斷面 (33° 40′N)

Fig. Ⅱ-33은 11月 26日～28日 定點 A1～A11 사이에서의 垂直斷面圖다. 8月의 濟州島 西部海域 垂直斷面(33°20′N)과 비교할 때 季節水溫躍層이 40 *m* 以下 水深으로 하강되어 있으며 表面으로부터의 冷却作用으로 水溫이 10℃ 정도 낮게 나타난다. 濟州島 北西쪽 定點 A1과 A2 사이 40~60*m* 水深에서 出現한 高溫 (> 17°C), 高鹽 (> 33.5‰), 낮은 溶存酸素量 (<4.0*mℓ/ℓ*)의 核은 黑潮支流의 流入에 기인된 것이다.

8) F線 垂直斷面(36°10'N)

Fig. Ⅱ-34는 12月 7日 定點 F1～F11 사이에서의 垂直斷面圖다. 8月의 於青島 附近 斷面(36°N)과 비교할 때 季節水溫躍層이 거의 파괴되어 50~60*m* 水深에서 약하게 남아 있으며 底層冷水는 그 以下水深에서 殘存해 있다. 溶存酸素量 分布의 差異는 上·下層에서 명확히 구별되지 않는다.

2. 海·潮流

가. 序 論

黃海의 潮汐現象에 對한 海洋物理學的 考察은 1930年代에 Ogura 에

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

의해 tidal chart가 作成된 후 數値모델에 의한 硏究(An 1977 ; Choi 1980)와 wave 槪念에 의한 解析的인 試圖(Defant 1961 ; Kang 1984) 가 있었다. Defant(1961)에 의하면 黃海의 潮汐은 起潮力에 의한 直接的인 潮汐은 3 *cm* 이내로 작으며 태평양으로부터 傳播되어온 潮汐波에 의한 co-oscillating tide가 主된 黃海潮汐現象의 要因이 된다 하였다.

Defant (1961)는 渤海灣까지 包含한 黃海를 하나의 canal로 생각하여 M_2 潮汐의 경우 4개의 無潮點이 형성된다고 說明하였다. Kang (1984) 은 山東半島와 遼津半島를 연결하는 線을 境界로 하여 黃海의 潮汐現象에 對해 Kelvin wave와 Poincaré wave의 合成으로 解析的인 說明을 試圖하여 無潮點이 黃海 中央部에서 中國大陸 쪽으로 移動된 原因이 入射波 energy의 一部가 山東半島와 遼津半島 사이로 빠져나가기 때문이라 하였다. 그러나 이러한 간단한 형태의 解析 model이 潮汐의 全體的인 特徵에 對해 示唆하여 주는 바는 있으나 潮流에 對한 說明은 試圖되지 않았다. An(1977)과 Choi (1980)는 數値model을 통해 黃海의 潮汐을 再現하였고, 潮流에 對해서는 몇개 점을 선택하여 潮流의 hodograph를 圖示하였고 (An 1977), 主要 4個 分潮의 潮流楕圓과 東西, 南北方向 成分에 對한 振幅과 位相을 提示하였다(Choi 1980).

流速計에 의한 直接的 潮流觀測을 交通部 水路局에서 每年 沿岸과 島嶼附近 海域에서 短期間에 걸쳐 實施하고 있다. 그러나 黃海와 같은 淺海의 潮流는 時·空間變化가 심하며 그 觀測에는 영향을 미치는 要因이 많다. 즉, 數秒~數分帶의 turbulence와 surface wave, 數 時間 以上의 eddy와 wind에 의한 current, 그리고 觀測時의 error와 器機 自體의 error가 包含되어 正確度에 있어서는 潮汐觀測에 比해 order가 떨어진다(Bowden 1983).

黃海의 海水循環에 對한 考察은 여러가지 方法에 의해 試圖되었다. 密度

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

分布에 의한 考察(Nakao 1977), 水溫·鹽分 等에 의한 考察(Kang 1971 ; Asaoka and Moriyasu 1966), 漂流瓶 投下에 의한 考察(Lee 1970)과 數値model에 의한 考察 等이 있었다. Lie (1984)는 지금까지의 黃海의 海水循環에 對한 硏究結果를 綜合하면서 黃海南部의 海水循環은 여름과 겨울철에 共通的으로 反時計方向의 循環을 한다고 하였다. 그러나 Lie (1984)는 韓國沿岸側으로 北上한다고 믿어왔던 黃海暖流는 對馬暖流水로부터 由來된 것이 아니고 沿岸水와 黃海冷水와의 境界에서 發生되는 密度流일 것이라고 推測하였다.

本 硏究에서는 1982年부터 海流計에 의한 直接的인 海·潮流의 觀測을 試圖하여 지금까지 많은 資料를 獲得하였다. 그러나 長期資料의 獲得을 目的으로 하였기 때문에 漁船들의 漁業活動에 의한 觀測器機(海流計, 潮汐計, 垂直水溫測定器)의 遺失이 많아 進一步한 硏究에 制限要因이 되고 있다.

나. 潮 流

黃海의 潮汐은 山東半島와 遼津半島를 連結한 線 以南만 考慮한다면 M_2 分潮의 경우, 無潮點이 中國大陸에 가까운 곳에 位置하여 韓半島쪽에서의 振幅은 黃海 中央部로부터 韓半島로 增加하고 等潮時線은 대체로 緯度와 平行한 形態이다. 그러므로 黃海東部에서의 潮汐現象은 韓半島를 右側에 두고 北上하는 Kelvin 波로 생각할 수 있다. Tidal chart上에 나타난 等潮時線의 間隔으로부터 黃海東南海域(34°N-36°N)에서의 M_2 分潮의 位相速度는 약 20 m/s이다. 이 位相速度는 長波가 水深 50 m 정도에서 전파되는 速度이다.

過去의 調査(海洋硏究所 1983,1984)에서 指摘한 바와 같이 1984年의 海潮流 觀測에서도 半日週潮가 優勢하게 나타난다(Fig. Ⅱ-35 ~ 44). 1984年의 觀測潮流의 크기는 定點 E2에서 最大 60 cm/s, 定點 H3에서 最大

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

125 *cm/s* 이다. 短期觀測이며 觀測期間이 다른 定點 S2, S5, H5, J6 과 J7의 경우에는 各各 70,50,50,60,130 *cm/s* 이다. 그러나 定點 H3, J6과 J7의 경우에는 海流가 加勢되고 있음에 留意하여야 한다. 分潮別 流速은 定點 H4의 下層을 제외하고는, 대체로 M_2 分潮가 K_1 分潮에 比해 월등히 크다. 그리고, M_2 分潮의 크기는 黑山群島 附近인 zone Ⅱ에서 於靑島 附近인 zone Ⅰ에서보다 크게 나타나 定點 C3 上層의 경우는 약 2 *knots* 에 달한다 (Table Ⅱ - 6,7).

Fig. Ⅱ - 45～48 은 4個 海域에서의 M_2 潮流楕圓으로 海域에 따른 特徵을 보면 zone Ⅰ에서는 潮流의 主方向이 北東 - 南西方向으로 回轉方向이 反時計方向이며 楕圓率 (長軸에 對한 短軸의 比率)이 크다. zone Ⅱ에서는 潮流의 主方向이 南 - 北 方向으로 時計方向의 回轉을 하며 楕圓率은 대체로 작은 편이다. zone Ⅲ에서는 觀測回數가 작고 觀測期間은 짧으나 潮流의 主方向이 北北西 - 南南東이며 回轉方向은 zone Ⅱ와 마찬가지로 時計方向이다. 濟州島 周邊海域인 zone Ⅳ에서는 濟州島 北端의 定點 J7 에서는 北 - 南方向이며 潮流의 楕圓率은 작아 거의 직선에 가까우며 두 定點에서 共通的으로 上層에서는 反時計方向, 下層에서는 時計方向의 回轉을 보인다.

다. 海　　流

黃海의 海水循環에 對해서는 序論에서도 論한 바와 같이 年中 反時計方向의 循環이 黃海南部에 存在하며 黃海暖流는 濟州島 西쪽을 거쳐 黃海로 流入되는 經路를 취한다고 믿어져왔다. 그러나 김과 노(1982)에 의해서 그러한 黃海暖流의 存在는 疑心을 받게 됐으며 Lie (1984)도 密度流일 可能性이 있다고 報告하였다. 그리하여 김과 노(1982)는 濟州島 附近에서의 水溫·鹽分·溶存酸素量 觀測에 의해 對馬暖流의 支流가 제주도 西쪽 10 海里 以內로 流入하여 제주도의 北端으로 迂廻하여 제주도 海峽을 通過한다고 하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

本 硏究에서 觀測된 제주도 주변의 海流와 長期觀測資料에 의하면(Fig. Ⅱ-39,40,43,44) 濟州島 서쪽에 位置한 定點 J7에는 北向하는 海流가 存在하고 濟州島 북쪽 定點 J6에는 東向하는 海流가 存在한다. 定點 J7 에서는 海流의 流向은 320°～340°이며 流速은 上層에서 約 35 *cm/s*, 下層에서 約 10 *cm/s*에 달한다. 定點 J6에서는 70°～80°로 上層에서 約 20 *cm/s*, 下層에서 約 15 *cm/s*에 이른다.

於靑島 附近에서의 海流는 本 硏究에 의하면(Fig. Ⅱ-49～51) 그 存在가 의심스럽다. 流速은 대체로 5 *cm/s* 以下(간혹 10 *cm/s*까지 될 때도 있다)이며 流向은 變化가 심해 持續的인 海流가 보이지 않는다. 또한 1983年의 觀測은 여름철(7月末～8月初)이고 1984年의 觀測은 봄철(3月)임에도 계절적인 차이를 볼 수가 없다. 그러나 黑山群島 附近에서 1983年 6月末～8月初 觀測은 定點 H4 上層에서 꾸준하게 北東向하는 最大 約25 *cm/s*의 海流가 觀測되었으며 下層에서는 양호한 資料가 6月 末에 불과하나 上層과는 달리 北西向으로 上層보다 오히려 더 큰 流速을 보인다. 1984年 3月의 觀測時에는 1983年과 달리 流速의 變化가 심하나 南北方向 成分은 南向하는 海流를 보여준다. 海流의 크기에 있어서는 1983年의 觀測에 比해 작아 最大 約 10 *cm/s*에 불과하다. Fig. Ⅱ-52～54를 보면 wind stress가 1983年 여름철에는 南東方向成分이 優勢하고 1984年 봄철에는 北西方向成分이 優勢하여 黑山群島 附近의 海流의 流向과 一致하고 있다.

黃海南部에서 反時計方向의 海水循環의 一部인 黃海東部의 北向하는 海流가 1983年 여름철에는 存在하였으나 1984年 봄철에는 오히려 南向하고 있다. 崔(1984)의 數値model 結果는 바람에 의한 海流가 黑山群島보다 於靑島 附近에서 더 크게 나타나고 있어 本 觀測의 結果와는 相反된다. 黑山群島 附近에서 觀測된 海流가 바람에 의한 것이라면 群山과 木浦의 wind stress 差異는 크지 않으므로 당연히 於靑島 附近에서도 비슷한 形態의 海流가 觀

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

測되었어야 한다.

3. 海面變化

群山 外港과 大黑山島의 日平均海面의 變化幅은 年平均海面을 基準으로 할 때 各各 -23 *cm*에서 22 *cm*, -12 *cm*에서 17 *cm*를 나타내며, 群山 外港이 大黑山島보다 變化가 甚하게 나타난다(Fig. Ⅱ-55,56). 平均海面은 1年을 週期로 變化하고 있으며 1月에서 5月사이는 年平均海面보다 낮고 6月에 높아지기 시작하여 11月에 다시 낮아진다.

이 事實은 海面氣壓의 年週期性과 잘 一致하고 있다(Fig. Ⅱ-57). 특히 注目할 만한 것은 月平均海面에 있어서 겨울철 (12 ~ 4 月)은 大黑山島가 群山外港보다 약 2 *cm* 높고 여름철 (5 ~ 10 月)은 群山外港이 大黑山島보다 약 5 *cm* 정도 높다는 事實이다(Fig. Ⅱ-58). 이것은 季節的, 地域的 差異가 있음을 보여주고 있다.

4. 表層水溫(赤外線 映像)

海洋의 表層水溫, 海流의 形態, 生物의 플랑크톤 및 汚染物質의 移動 등 海洋에서 일어나는 諸 現象의 分布를 synoptic scale features로 把握하는 데는 衛星資料의 確保 및 data處理技術이 매우 有用하다. 廣範圍한 海域에 對한 現場의 同時觀測은 많은 人力과 經費를 必要로 하고 있어 사실상 海洋學的 資料 蒐集에 많은 問題點을 가지고 있는 實情이다. 이러한 問題點과 海洋資源의 開發 및 保存, 漁況豫報, 軍事作戰 및 汚染物의 擴散分布와 移動 등 廣範圍한 海域을 對象으로 하는 現場觀測은 앞으로 人工衛星 資料의 處理 및 分析技術이 크게 寄與하게 될 것이다.

本 硏究所의 VAX-11/780 電算機를 利用하여 1983年 8月 4日 資料를

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

分析하고 Tektronix Graphic System에 資料를 人力시켜 濟州島 近海와 西海의 水溫分布를 color로 나타내었다(Fig. Ⅱ-59). 計算된 溫度값은 水産振興院의 累年 表層水溫 觀測値(SST)와 比較하여 볼 때 거의 비슷한 溫度分布를 나타내고 있으며 특히 黃海 南東海岸에서 20℃ 以下의 低溫水가 나타나며 强한 水溫前線을 形成한다. 이 前線은 海岸線을 따라 南海 中央部까지 幅넓게 자리잡고 있음을 알 수 있다. 또한 이미 알려진 바와 같이 東海南部 海域인 蔚崎 근처에서 沿岸湧昇(coastal upwelling)에 의한 表層低溫 現象을 觀測할 수 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

參 考 文 獻

김 구, 盧洪吉. 1982. 韓國 南西海의 海流分布와 그 影響에 관한 硏究. 서울大學校 自然科學大學 報告書.

國立水產振興院. 1961-1980. 海洋調査年報.

崔秉昊. 1984. 3次元 數値모델을 이용한 東支那海 定常均一風의 應力에 의한 海流의 算定. 韓國海洋學會誌 19 : 36 ~ 43.

海洋硏究所. 1983. 韓國海域 綜合海洋環境圖 作成硏究. 韓國科學技術院 海洋硏究所 報告書 BSPG00019-70-7.

海洋硏究所. 1984. 韓國海域 綜合海洋環境圖 作成硏究. 韓國科學技術院 海洋硏究所 報告書. BSPG00023-79-7.

An, H.S. 1977. A numerical experiment of the M_2 tide in the Yellow Sea. J. Oceanogr. Soc. Japan 33: 103~110。

Asaoka, O., and S. Moriyasu. 1966. On the circulation in the East China Sea and the Yellow Sea in winter (Preliminary Report). Oceanogr. Mag. 18: 73~81。

Beardsley, R.C., R. Limeburner, K. Le, D. Hu, G.A. Cannon, and D.J. Pashinski. 1983. Structure of the Chanjiang River plume in the East China Sea during June 1980. Int. Symp. on Sedimentation on the Continental Shelf, with Special Reference to the East China Sea, Hangzhou, 1: 265~284。

Bowden, K.F. 1983. Physical oceanography of coastal waters, Ellis Horwood Ltd., Chichester, England.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Choi, B.H. 1980. A tidal model of the Yellow Sea and the Eastern China Sea. KORDI Rep. BSPI00019.

Defant, A. 1961. Physical oceanography, Vol. 2. Pergamon Press, Oxford, U.K.

Kang, Y.Q. 1984. An analytic model of tidal waves in the Yellow Sea. J. Mar. Res. 42: 473~485.

Lee, C.K. 1970. Drift bottle experiments in the eastern Yellow Sea, 1961~1966. p. 79~84. *In* The Kuroshio, J.C. Marr ed, East-West Center Press, Honolulu.

Lauritson, L., G.T. Nelson, and F.W. Porto. 1979. Data extraction and calibration of TIROS-N/NOAA radiometers. NOAA Technical Memo. NESS 107: 44~57.

Lie, H.-J. 1984. A note on water masses and general circulation in the Yellow Sea (Hwanghae). J. Oceanogr. Soc. Korea 19: 187~194.

Nakao, T. 1977. Oceanic variability in relation to fisheries in the East China Sea and the Yellow Sea. J. Fac. Mar. Sci. Technol. Tokai Univ. Spec. No. Nov.: 199~367.

Uda, M. 1936. Results of simultaneous oceanographical investigations in the Japan Sea and its adjacent waters during October and November, 1933. J. Imp. Fish. Exp. St. 7: 91~151.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table Ⅱ-1. Location of the hydrographic stations of FRDA* in 1961 ~ 1980.

Line	Station	Water depth (*m*)	Location	
			Latitude (N)	Longitude (E)
307	03	40	36°56.5'	126°00.0'
	04	38	36°55.5'	125°37.7'
	05	55	36°55.5'	125°25.0'
	06	63	36°55.5'	125°12.5'
	07	56	36°55.5'	125°00.0'
	08	63	36°55.5'	124°47.5'
	09	68	36°55.5'	124°34.8'
	10	76	36°55.5'	124°22.3'
308	01	23	36°19.8'	126°14.4'
	02	30	36°19.8'	126°02.3'
	03	50	36°19.8'	125°50.0'
	04	55	36°19.8'	125°37.0'
	05	57	36°19.8'	125°25.3'
	06	60	36°19.8'	125°12.4'
	07	67	36°19.8'	125°00.0'
	08	75	36°19.8'	124°47.5'
	09	83	36°19.8'	124°35.1'
	10	80	36°19.8'	124°23.0'
309	01	30	36°51.3'	126°14.7'
	02	46	36°51.3'	126°02.0'
	03	55	36°51.3'	125°49.3'
	04	58	36°51.3'	125°37.0'
	05	68	36°51.3'	125°24.4'
	06	65	36°51.3'	125°12.3'
	07	67	36°51.3'	125°00.0'
	08	83	36°51.3'	124°47.8'
	09	83	36°51.3'	124°35.1'
	10	89	36°51.3'	124°22.8'

* FRDA : Fisheries Research and Development Agency

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table Ⅱ-1. (Cont'd).

Line	Station	Water depth (m)	Location	
			Latitude (N)	Longitude (E)
310	03	28	35°20.1'	125°49.3'
	04	57	35°20.1'	125°36.5'
	05	70	35°20.1'	125°24.4'
	06	73	35°20.1'	125°12.1'
	07	82	35°20.1'	125°00.0'
	08	88	35°20.1'	124°47.9'
	09	93	35°20.1'	124°35.6'
	10	92	35°20.1'	124°23.5'
311	04	34	34°43.0'	125°43.9'
	05	75	34°43.0'	125°31.9'
	06	90	34°43.0'	125°19.4'
	07	90	34°43.0'	125°00.0'
	08	93	34°43.0'	124°47.9'
	09	88	34°43.0'	124°35.8'
	10	84	34°43.0'	124°23.4'
312	02	85	33°58.5'	126°26.0'
	03	76	33°59.8'	125°54.0'
	04	82	33°01.3'	125°42.0'
	05	94	34°02.6'	125°30.0'
	06	102	34°04.1'	125°18.0'
	07	93	34°05.5'	125°00.0'
	08	93	34°05.5'	124°48.0'
	09	89	34°05.5'	124°36.0'
	10	84	34°05.5'	124°24.0'

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table Ⅱ-1. (Cont'd).

Line	Station	Water depth (m)	Location	
			Latitude (N)	Longitude (E)
313	02	90	33°24.4'	126°00.0'
	03	95	33°24.4'	125°40.0'
	04	90	33°24.4'	125°36.0'
	05	84	33°24.4'	125°24.0'
	06	83	33°24.4'	125°12.0'
	07	72	33°24.4'	125°00.0'
	08	76	33°24.4'	124°48.0'
	09	70	33°24.4'	124°36.0'
	10	82	33°24.4'	124°24.0'

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table Ⅱ-2. Location of the CTD stations of KORDI in August, 1984.

Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Water depth (m)	Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Water depth (m)
A 01	35°20'	125°45'	50	H 06	34°35'	124°30'	85
02	〃	125°30'	70	06'	34°25'	〃	74
03	〃	125°15'	79	07	34°23'20"	125°45'	47
04	〃	125°	83	08	34°11'40"	〃	56
05	〃	124°45'	89	J 01	34°	126°30"	50
06	〃	124°30'	84	02	33°54'18"	〃	55
06'	35°10'	124°30'	86	03	33°48'36"	〃	85
07	35°11'30"	125°30'30"	78	04	33°42'54"	〃	115
08	35°02'	125°15'15"	75	05	33°37'12"	〃	128
09	34°53'	125°	98	06	33°31'30"	〃	43
10	34°44'	124°45'	97	07	33°20'	126°08'30"	40
11	34°45'	124°30'	90	08	〃	126°	96
C 01	35°45'	125°45'	65	09	〃	125°45'	98
02	35°30'	〃	58	10	〃	125°30'	95
03	35°15'	〃	29	11	〃	125°15'	77
04	35°00'	〃	19	12	〃	125°	72
05	34°45'	〃	26	13	〃	124°45'	74
E 01	36°00'	125°45'	49	14	〃	124°30'	75
02	〃	125°30'	58	15	〃	124°15'	68
03	〃	125°15'	68	S 01	34°	125°45'	73
04	〃	125°	80	02	〃	125°30'	77
05	〃	124°45'	84	03	〃	125°15'	83
06	〃	124°30'	83	04	〃	125°	85
07	35°50'	〃	85	05	〃	124°45'	92
08	35°40'	〃	85	06	〃	124°30'	81
09	35°30'	〃	85	06'	34°10'	124°30'	84
H 01	34°35'	125°45'	57	07	34°	124°15'	77
02	〃	125°30'	52	08	33°50'	〃	78
03	〃	125°15'	55	09	33°40'	〃	75
04	〃	125°	88	10	33°20'	〃	72
05	〃	124°45'	92				

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table Ⅱ-3. Location of the CTD stations of KORDI in November ~ December, 1984.

Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Water depth (m)	Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Water depth (m)
A 01	33°40'	126°	97	D 07	35°10'	124°30'	82
02	〃	125°45'	113	08	〃	124°15'	81
03	〃	125°30'	100	09	〃	124°	80
04	〃	125°15'	96	10	〃	123°45'	77
05	〃	125°	90	11	〃	123°30'	75
06	〃	124°45'	93	E 01	35°40'	126°	39
07	〃	124°30'	75	02	〃	125°30'	53
08	〃	124°15'	72	03	〃	125°30'	55
09	〃	124°	74	04	〃	125°15'	77
10	〃	123°45'	65	05	〃	125°	75
11	〃	123°30'	62	06	〃	124°45'	76
B 01	34°10'	126°	40	07	〃	124°30'	85
02	〃	125°45'	57	08	〃	124°15'	82
03	〃	125°30'	88	09	〃	124°	78
04	〃	125°15'	103	10	〃	123°45'	75
05	〃	125°	87	11	〃	123°30'	72
06	〃	124°45'	93	F 01	36°10'	126°	30
07	〃	124°30'	85	02	〃	125°45'	63
08	〃	124°15'	80	03	〃	125°30'	69
09	〃	124°	78	04	〃	125°15'	68
10	〃	123°45'	73	05	〃	125°	75
11	〃	123°30'	70	06	〃	124°45'	82
C 02	34°10'	125°45'	43	07	〃	124°30'	79
03	〃	125°30'	75	08	〃	124°15'	75
04	〃	125°15'	81	09	〃	124°	75
05	〃	125°	96	10	〃	123°45'	74
06	〃	124°45'	92	11	〃	123°30'	74
07	〃	124°30'	91	G 01	36°40'	126°	57
08	〃	124°15'	85	02	〃	125°45'	47
09	〃	124°	80	03	〃	125°30'	30
10	〃	123°45'	77	04	〃	125°15'	61
11	〃	123°30'	77	05	〃	125°	66
D 02	35°10'	125°45'	27	06	〃	124°45'	73
03	〃	125°30'	69	07	〃	124°30'	80
04	〃	125°15'	79	08	〃	124°15'	75
05	〃	125°	87	09	〃	124°	75
06	〃	124°45'	87				

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table Ⅱ-4. Informations of the current meter moorings in 1982 ~ 1984.

Year	Station	M.D/T.D*	Period (length in hours)	Location	Sampling interval (*min*)
1982	C1U	20 / 40	9/ 2 21h-9/10 08h (180)	36°04' N 126°03' E	5
	C2U	10 / 64	9/ 2 17h-9/10 03h (179)	36°04' 125°38'	5
	C2B	40 / 64	〃	〃 〃	5
	C3U	15 / 52	9/16 14h-9/20 03h (86)	34°37' 125°37'	5
	C3B	40 / 52	9/16 14h-9/18 03h (38)	〃 〃	5
	C4U	15 / 65	9/16 17h-9/26 02h (226)	34°35' 125°17'	5
	C4B	40 / 65	〃	〃 〃	5
	C5U	15 / 75	9/16 19h-9/21 13h (115)	34°35' 124°59'	5
	C5B	30 / 75	9/16 19h-9/21 09h (111)	〃 〃	5
1983	E4U	20 / 59	7/17 16h-8/ 6 23h (488)	36°00' 125°25'	5
	E4B	50 / 59	〃	〃 〃	5
	H4U	20 / 60	6/22 17h-8/ 6 23h (1087)	34°35' 125°15'	15
	H4B	50 / 60	6/22 17h-7/ 2 02h (226)	〃 〃	15
1984	E2U	20 / 60	3/ 4 04h-4/ 4 03h (744)	36°00' 125°30'	10
	E2B	45 / 60	3/ 4 04h-3/21 02h (407)	〃 〃	10
	H3U	20 / 63	3/ 5 17h-4/11 11h (883)	34°35' 125°30'	10
	H3B	45 / 63	3/ 5 17h-4/ 4 07h (711)	〃 〃	10
	S2U	20 / 78	3/ 6 15h-3/ 7 10h (20)	34°00' 125°30'	5
	S2B	45 / 78	〃	〃 〃	5
	S5U	23 / 95	3/ 7 16h-3/ 8 14h (23)	34°00' 124°52'30"	5
	S5B	70 / 95	〃	〃 〃	5
	J6U	20 / 92	3/ 9 14h-3/11 07h (42)	33°31'30" 126°30'	5
	J6B	67 / 92	〃	〃 〃	5
	H5U	22 / 92	8/23 17h-8/24 16h (24)	34°35' 124°45'	5
	H5B	82 / 92	〃	〃 〃	5
	J7U	28 / 78	8/16 10h-8/17 08h (23)	33°19'30" 126°06'30"	5
	J7B	68 / 78	〃	〃 〃	5

* Mooring Depth/Total Depth

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table Ⅱ-5. Specification and characteristics of AVHRR.

Parameter	Value
Calibration	Stable blackbody and space for IR channels. No inflight visible channel calibration other than space.
Cross track scan	±55.4° from nadir
Line rate	360 lines per minute
Optical field of view	1.3 milliradians
Ground resolution (IFOV*)	1.1 *km* at nadir
Infrared channel NE△T**	<0.12°K at 300°K
Visible channel S/N***	3 : 1 at 0.5% albedo

Channel no.	Resolution (*km*)	Sensor type	Wave length (μm)	Usage
1	1.1	silicon	0.55 - 0.90	land surface
2	1.1	silicon	0.725-1.10	coastline,ice
3	1.1	InSb	3.55 - 3.93	sea surface temperature
4	1.1	HgCdTe	10.5 - 11.5	sea surface temperature
5	1.1	HgCdTe	10.5 - 11.5	sea surface temperature

* Instantaneous Field of View

** NE△T-Noise Equivalent Differential Temperature

*** Signal-to-Noise ratio

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table Ⅱ-6. The K_1 and M_2 tidal current ellipses in 1982 ~ 1984.

Year	Station	K_1			M_2		
		Ma* (*cm/s*)	Mi* (*cm/s*)	I** (*degree*)	Ma (*cm/s*)	Mi (*cm/s*)	I (*degree*)
1982	C1U	2.4	1.5	50.8	50.2	29.7	40.5
	C2U	5.1	-0.1	60.1	60.2	14.8	53.4
	C2B	4.4	0.9	101.2	46.2	28.6	48.7
	C3U	12.4	-2.1	110.4	100.9	-10.9	87.5
	C3B	7.7	-3.7	148.0	47.7	7.0	132.9
	C4U	7.9	1.1	103.4	70.7	-4.2	93.5
	C4B	2.8	1.6	136.0	33.7	7.3	94.5
	C5U	5.2	-0.7	55.3	75.7	-14.6	79.9
	C5B	10.7	-1.1	166.0	55.7	-22.5	76.1
1983	E4U	11.1	2.4	65.9	39.7	16.9	51.6
	E4B	11.5	3.8	105.5	37.4	20.5	43.1
	H4U	14.7	-6.5	106.2	41.5	-12.5	100.6
	H4B	10.3	-5.2	12.0	9.9	-0.5	65.5
1984	E2U	6.3	1.6	71.4	42.3	17.0	50.7
	E2B	4.4	1.5	80.6	23.8	12.8	46.7
	H3U	10.1	-1.2	96.6	64.9	-9.8	93.8
	H3B	9.3	0.8	103.4	57.6	-7.2	91.9
	S2U				73.9	-15.5	114.6
	S2B				73.8	-15.5	106.2
	S5U				51.6	-21.3	111.5
	S5B				54.3	-22.9	96.9
	J6U	8.8	-0.04	25.1	34.7	-1.7	15.1
	J6B	7.5	0.4	9.8	32.3	0.6	7.6
	H5U				40.5	-22.2	92.0
	H5B				30.9	-7.6	78.6
	J7U				77.5	-2.0	88.2
	J7B				52.4	-4.8	90.1

* Ma, Mi : Major and Minor axes.

** Inclination of the major axis rotated in the counter-clockwise sense from the east.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table Ⅱ-7. Amplitudes and phases of the east(U*) and north (V**) components of the M_2 current in 1982 ~ 1984.

Year	Station	U		V	
		A(*cm/s*)	G(*degree*)	A(*cm/s*)	G(*degree*)
1982	C1U	42.8	352.6	39.7	54.1
	C2U	37.9	18.2	49.1	46.8
	C2B	37.3	346.4	39.5	50.1
	C3U	11.7	85.7	100.8	17.3
	C3B	32.9	199.2	35.2	2.6
	C4U	6.0	141.2	70.6	5.5
	C4B	7.7	229.9	33.6	339.1
	C5U	19.6	73.8	74.5	24.8
	C5B	25.6	81.3	54.5	17.2
1983	E4U	28.0	10.4	32.9	57.4
	E4B	30.7	358.4	29.6	55.9
	H4U	14.4	118.7	40.9	360.0
	H4B	4.1	29.8	9.0	22.7
1984	E2U	29.9	16.1	34.5	60.3
	E2B	18.8	273.3	19.4	329.9
	H3U	10.7	117.4	64.8	4.1
	H3B	7.4	103.0	57.6	358.4
	S2U	33.8	120.1	67.6	330.1
	S2B	25.4	99.5	71.0	318.9
	S5U	27.4	98.8	48.7	334.5
	S5B	23.7	65.5	54.0	322.5
	J6U	33.5	70.4	9.2	59.4
	J6B	32.0	69.5	4.3	78.1
	H5U	22.2	122.8	40.5	30.2
	H5B	9.6	65.7	30.3	12.0
	J7U	3.1	331.8	77.5	292.0
	J7B	4.8	10.2	52.4	279.6

* East-West Component of the current

** North-South Component of the current

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

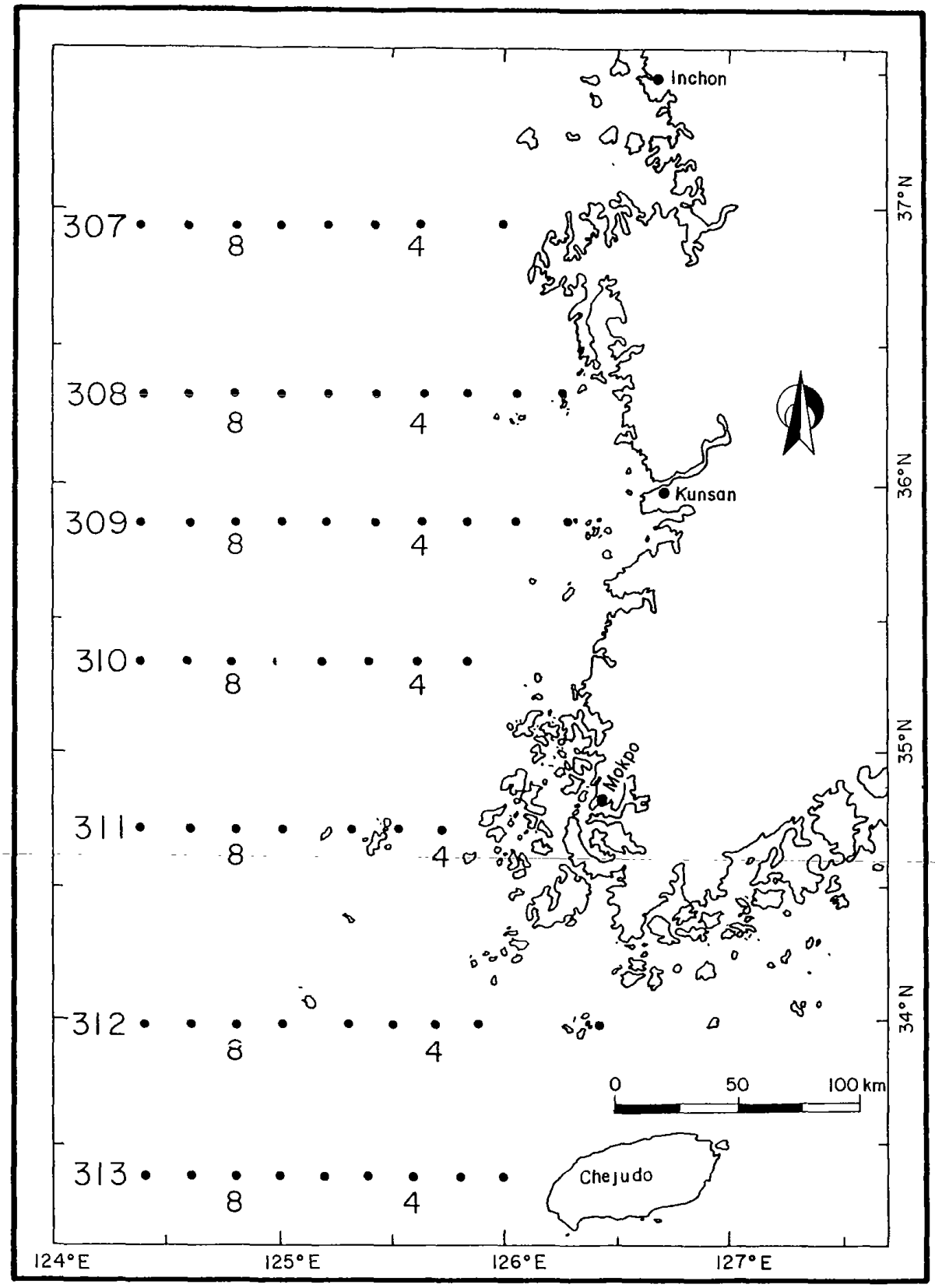


Fig. II-1. Hydrographic survey stations of FRDA, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

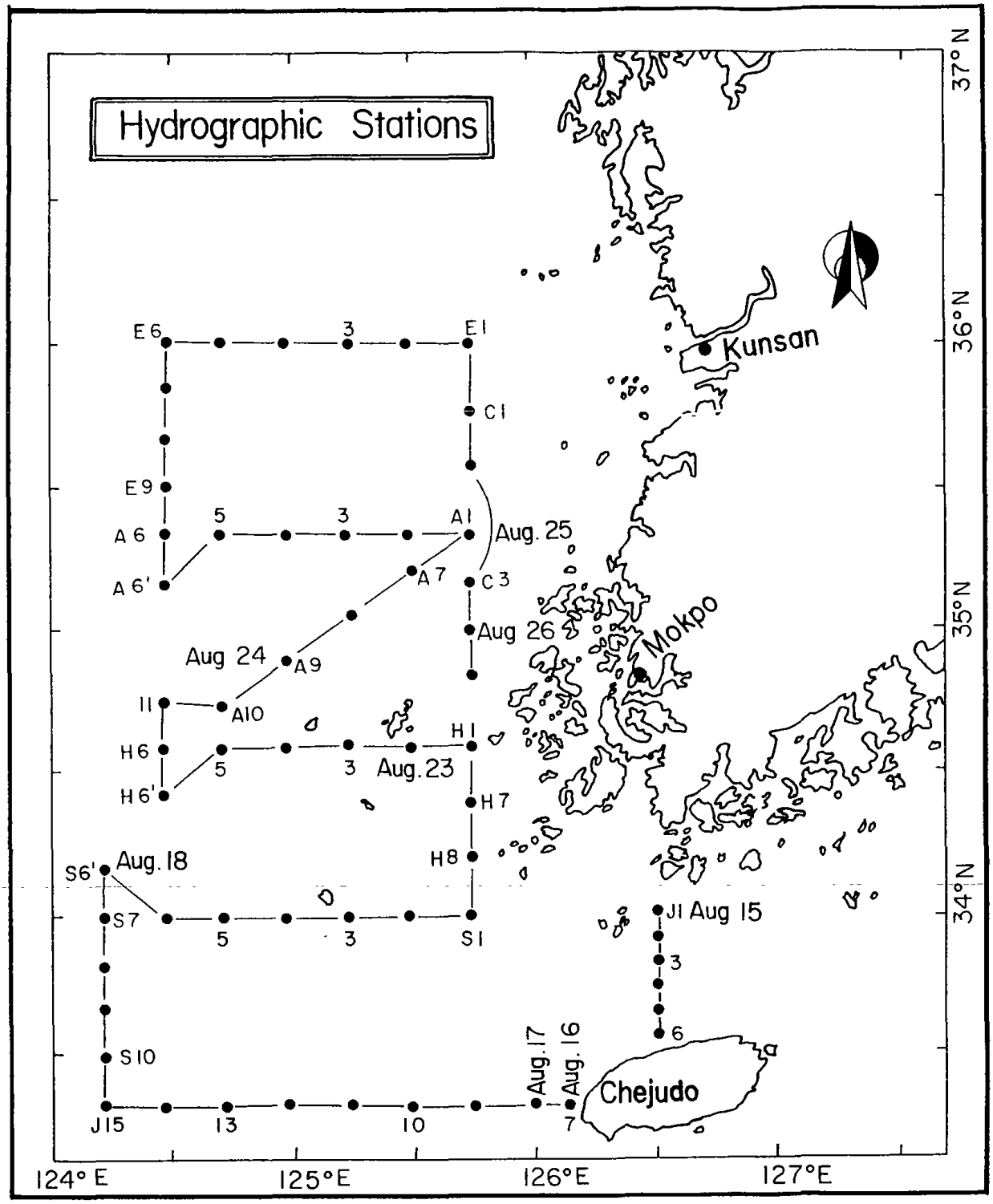


Fig. II-2. Physical oceanographic survey stations and cruise track in Aug. 15~26, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

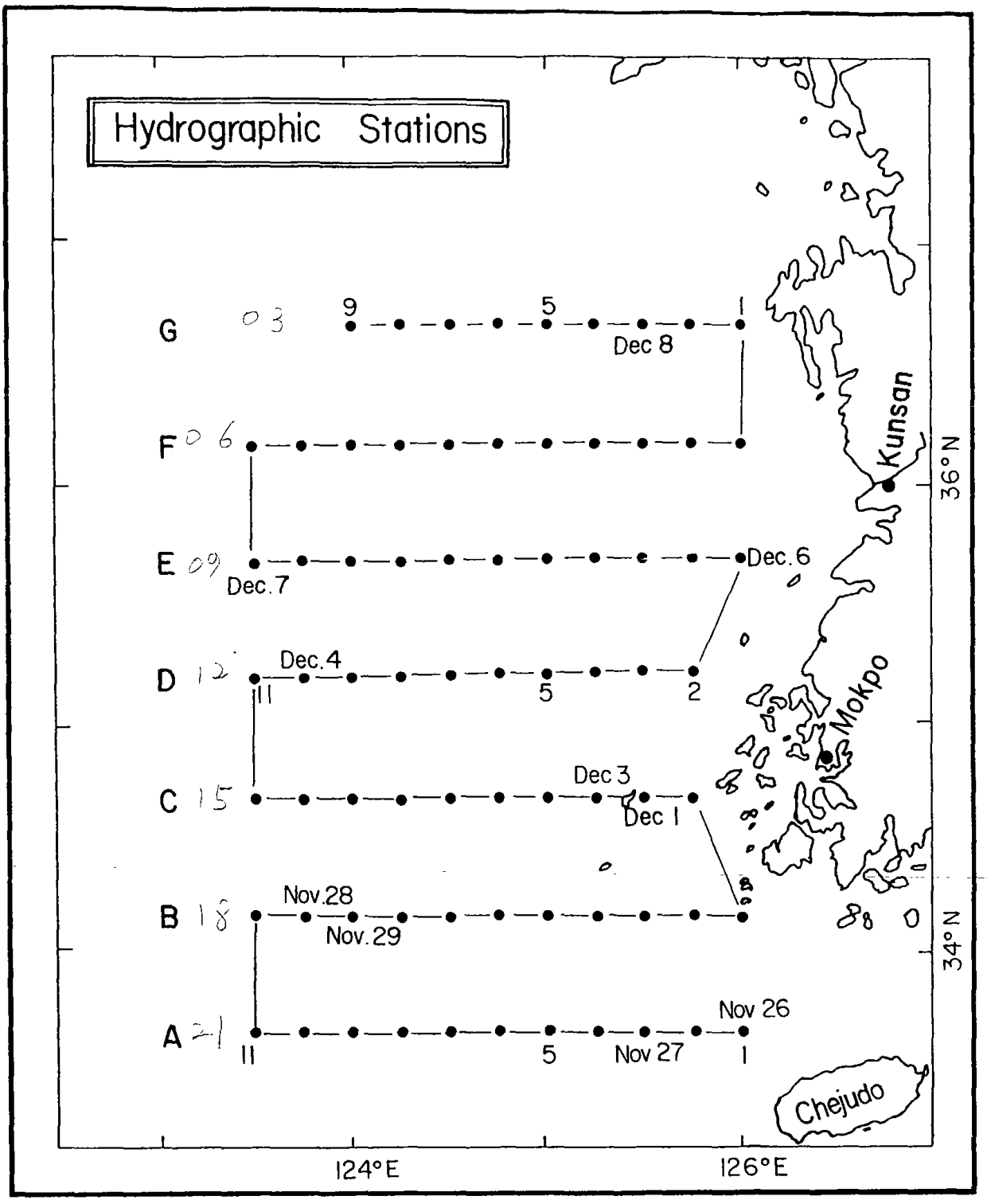


Fig. II-3. Physical oceanographic survey stations and cruise track in Nov. 24~Dec. 8, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

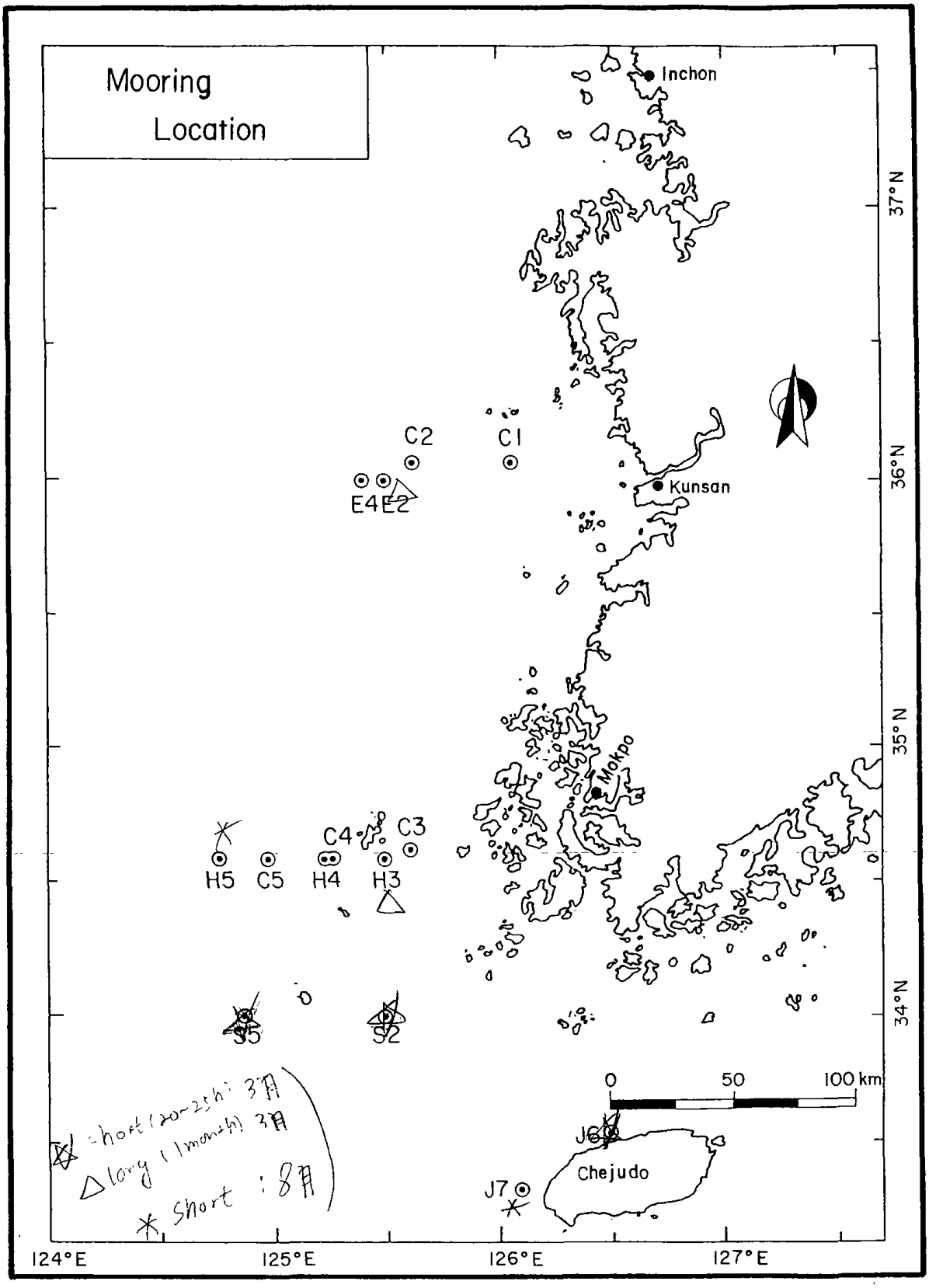


Fig. II-4. Station locations of current measurements in 1982~1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

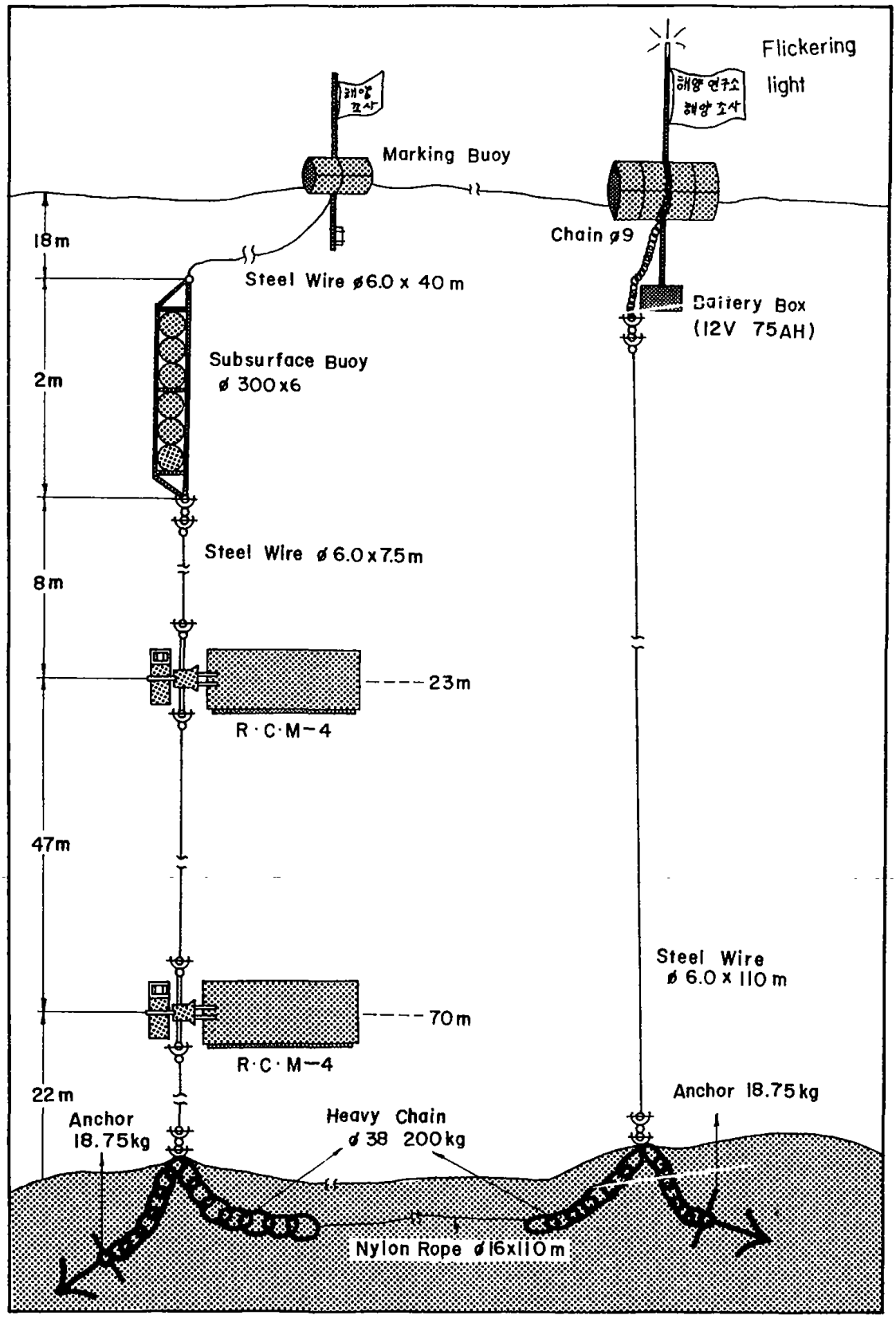


Fig. II-5. U-type subsurface mooring of current meters.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

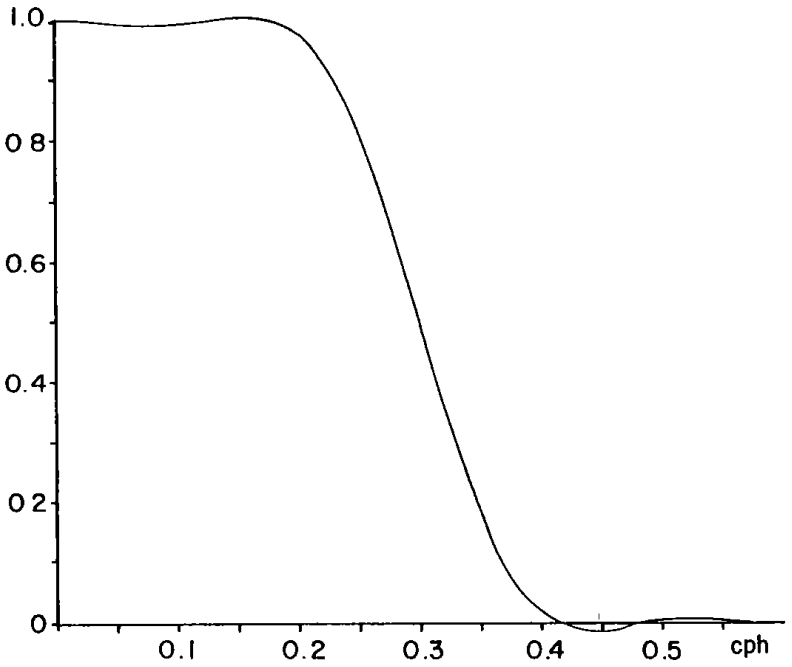


Fig. II-6. Transfer function of the smoothing filter applied to 10 and 15 minute interval data.

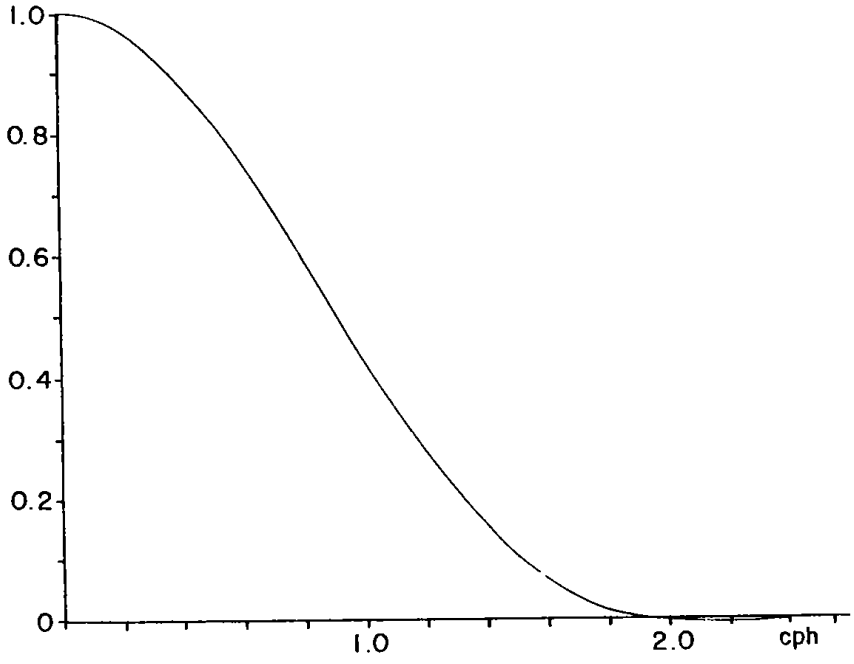


Fig. II-7. Transfer function of the smoothing filter applied to 5 minute interval data.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

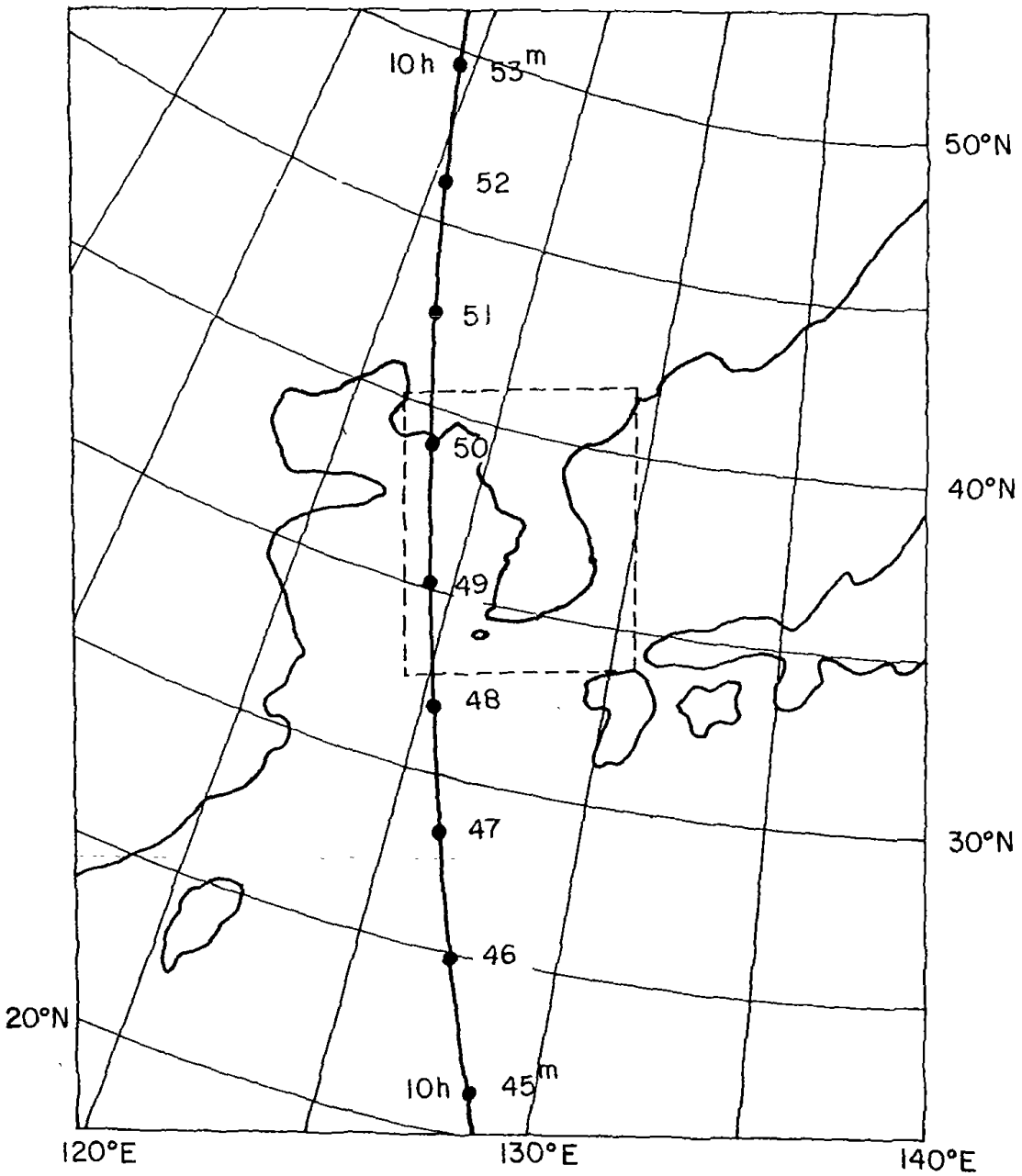


Fig. II-8. The scanning track of the Satellite NOAA-8 on Aug. 4, 1983.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

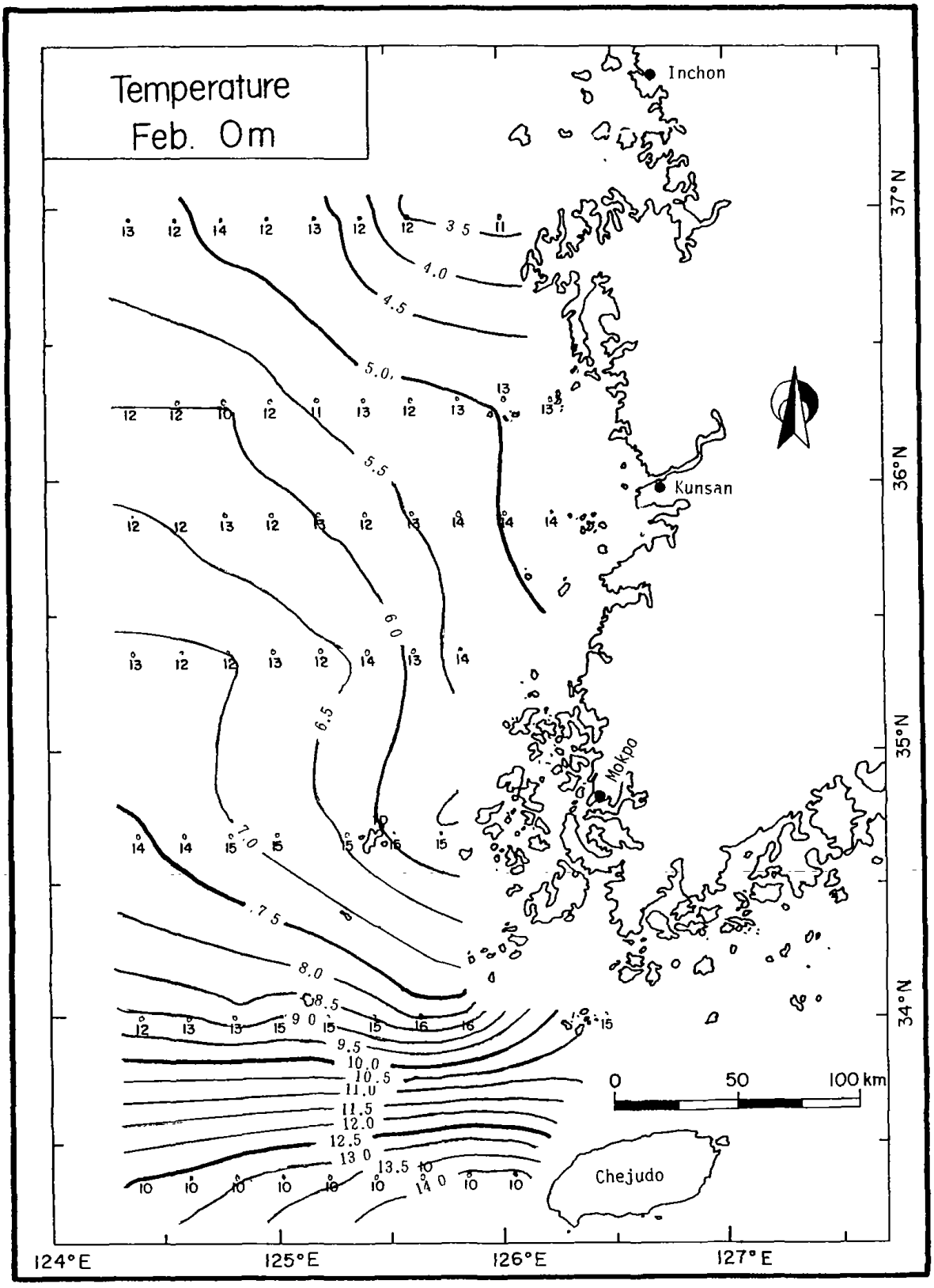


Fig. II-9. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in February, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

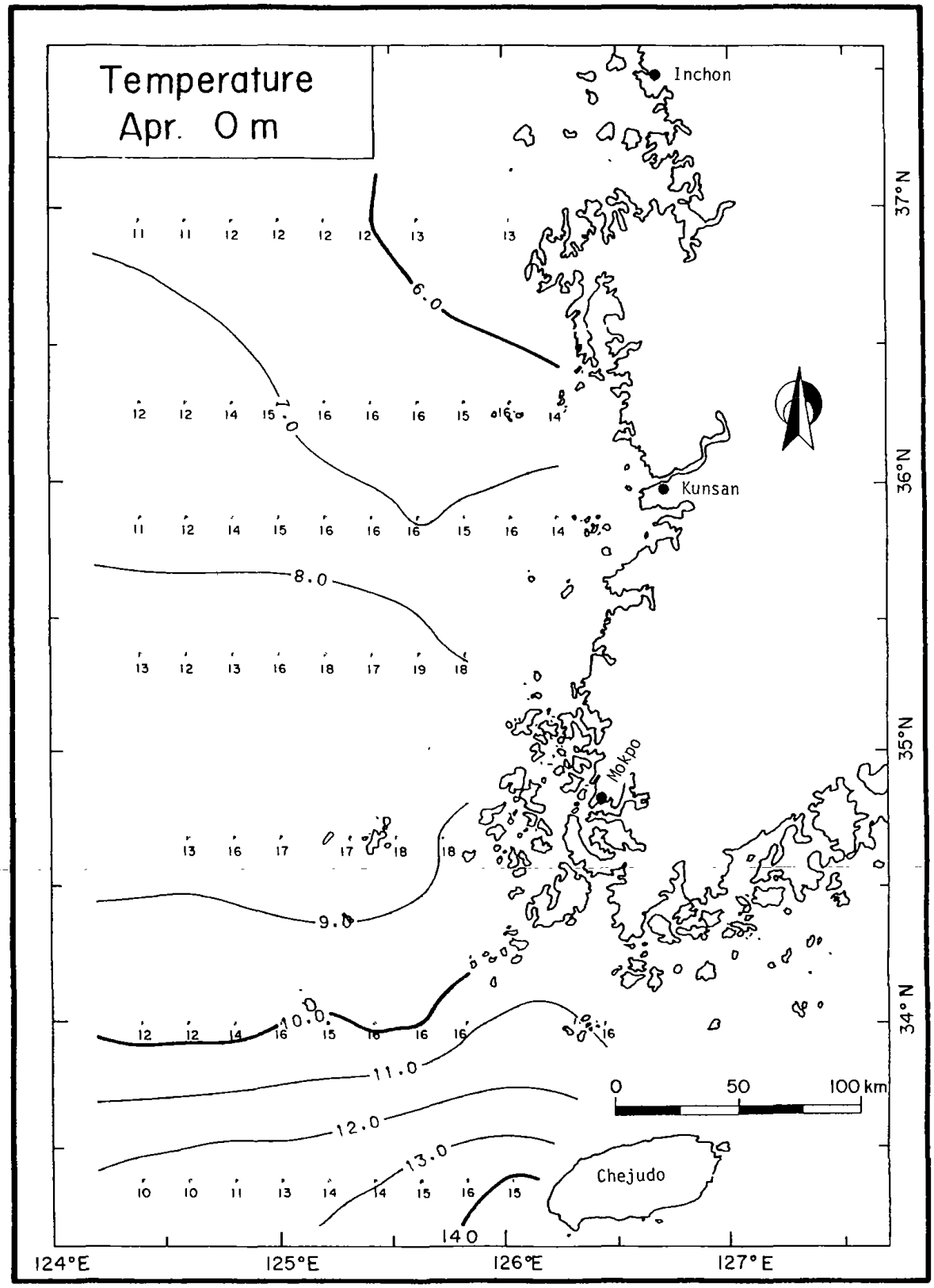


Fig. II-10. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in April, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

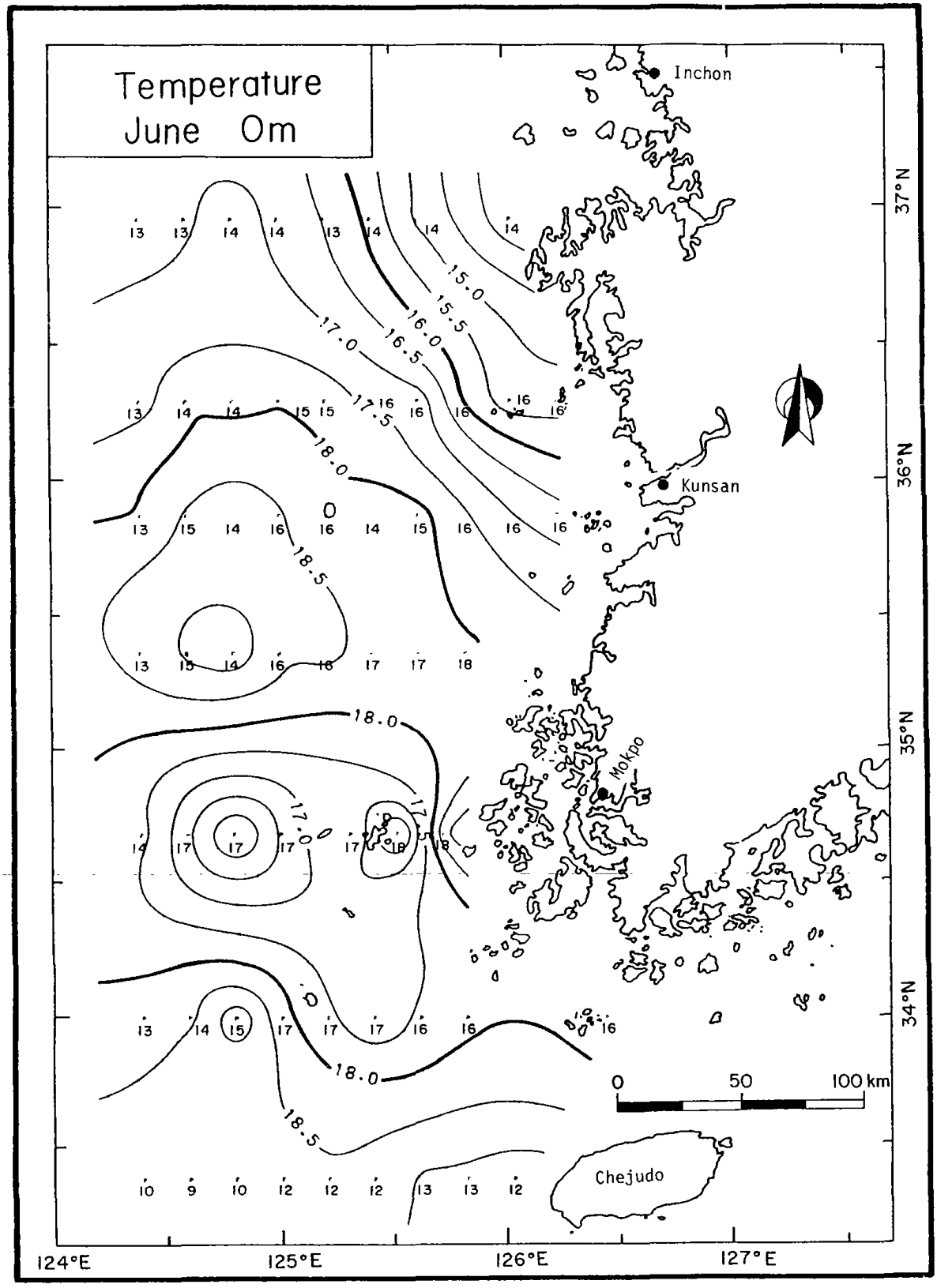


Fig. II-11. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in June, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

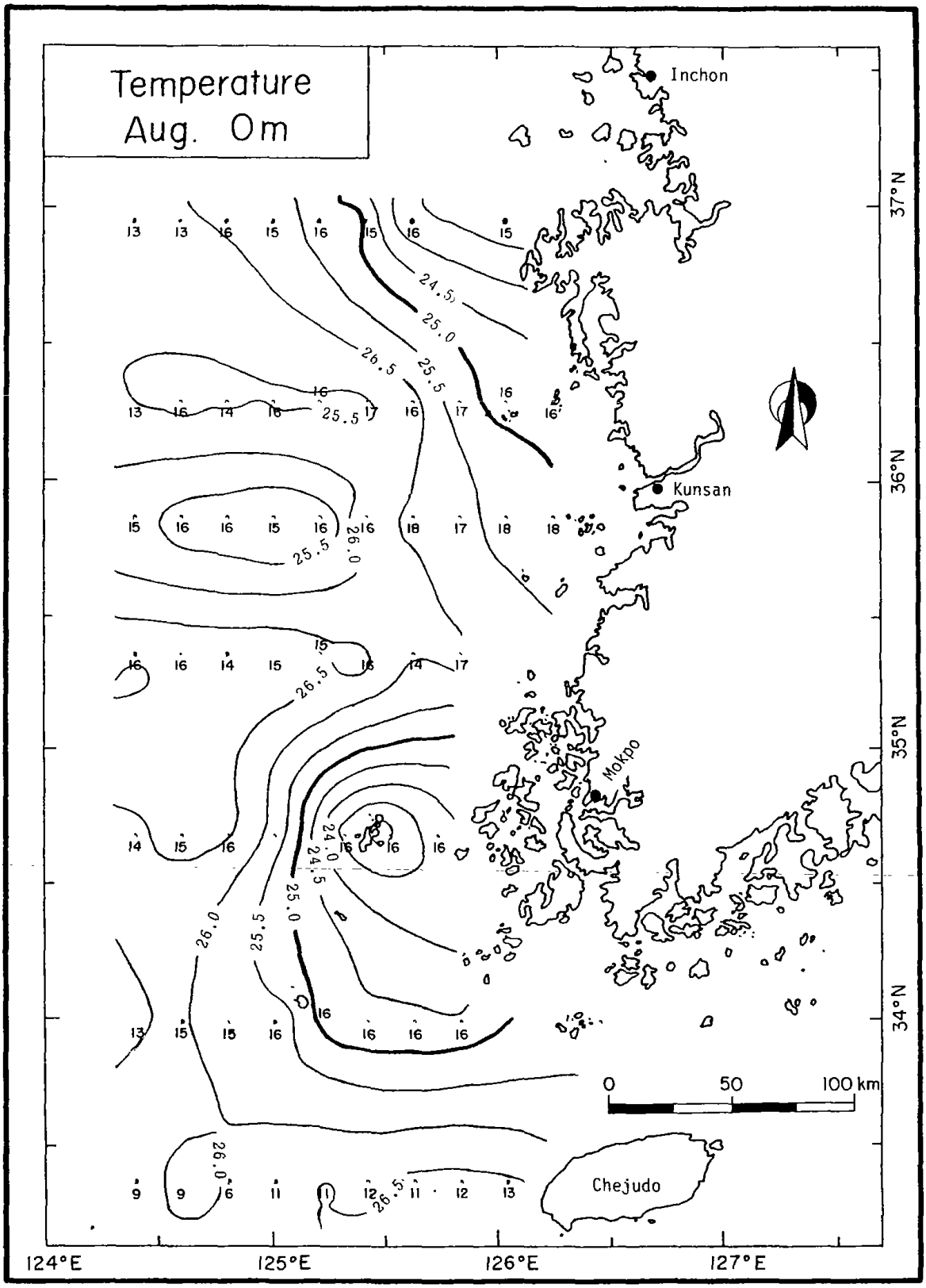


Fig. II-12. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in August, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

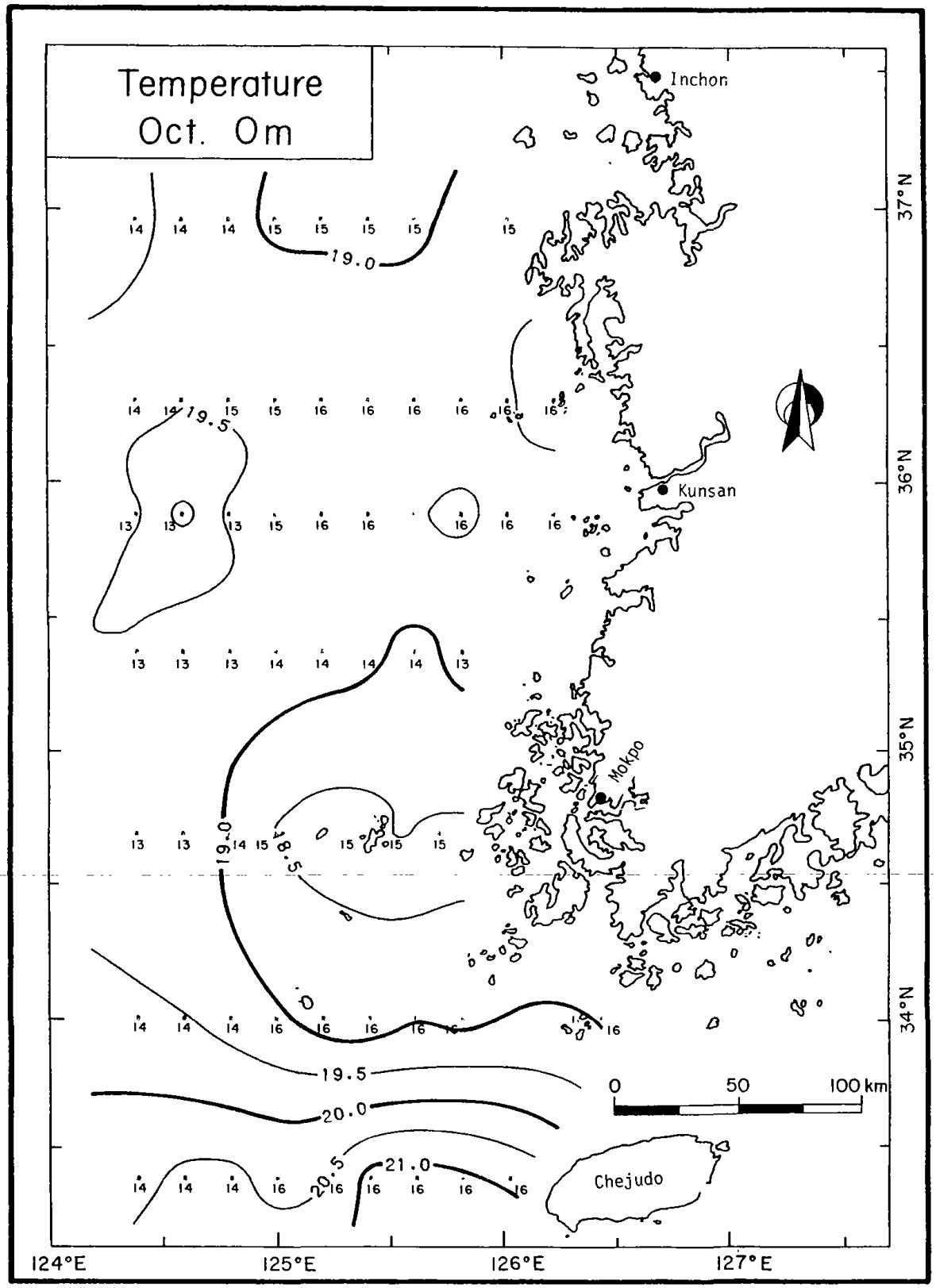


Fig. II-13. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in October, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

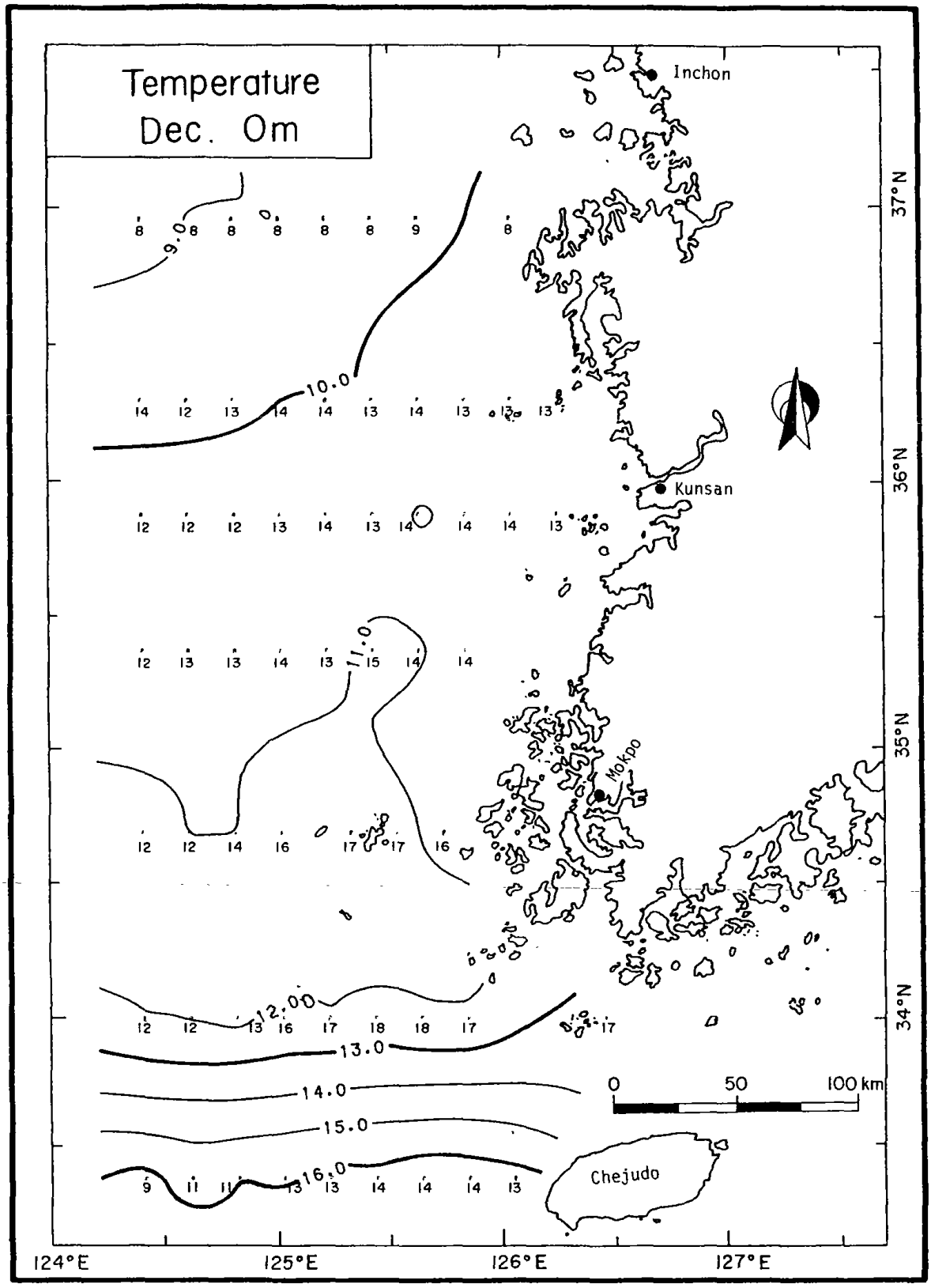


Fig. II-14. Horizontal distribution of temperature at the sea surface in December, 1961~ 1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

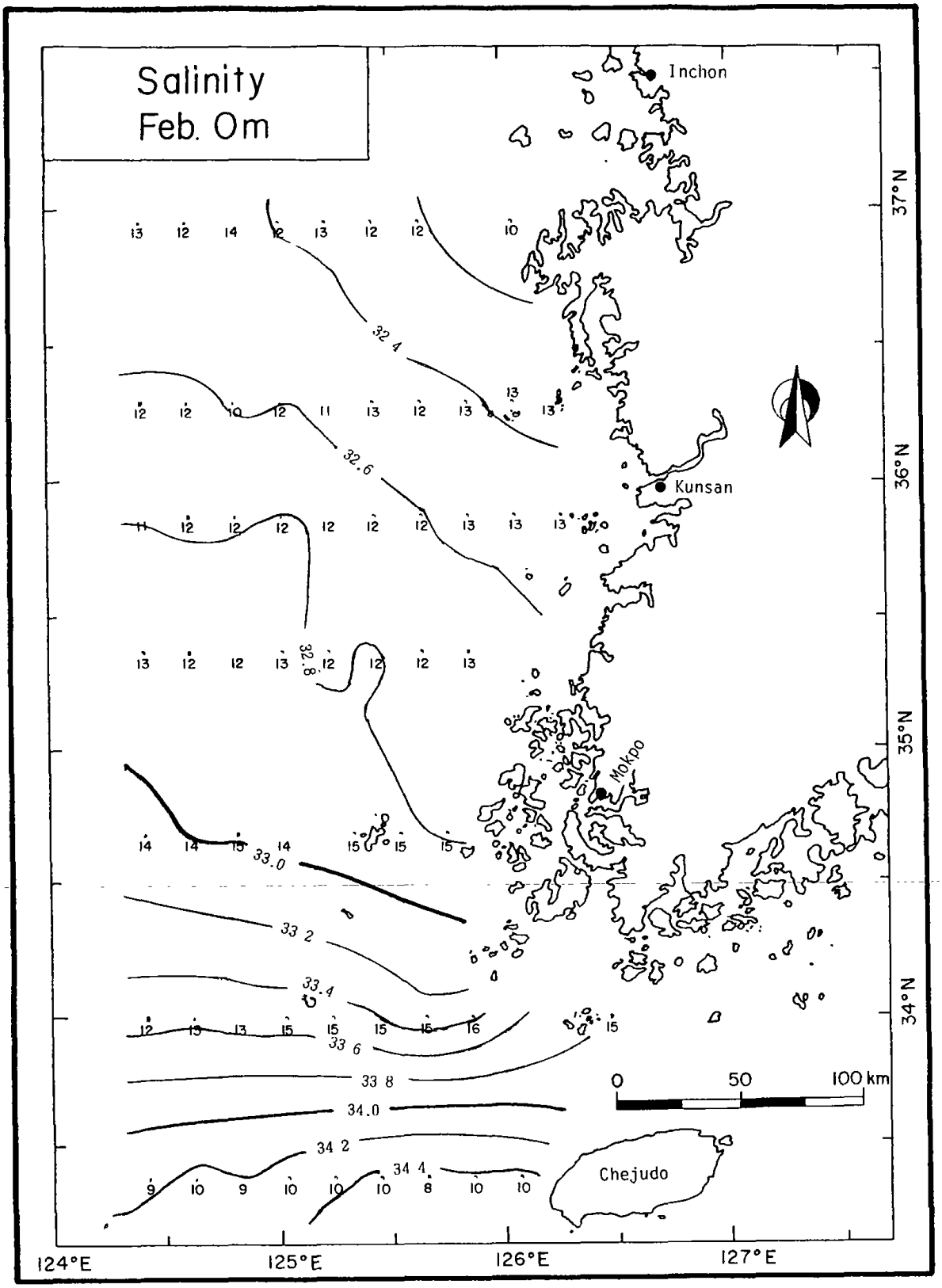


Fig. II-15. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in February, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

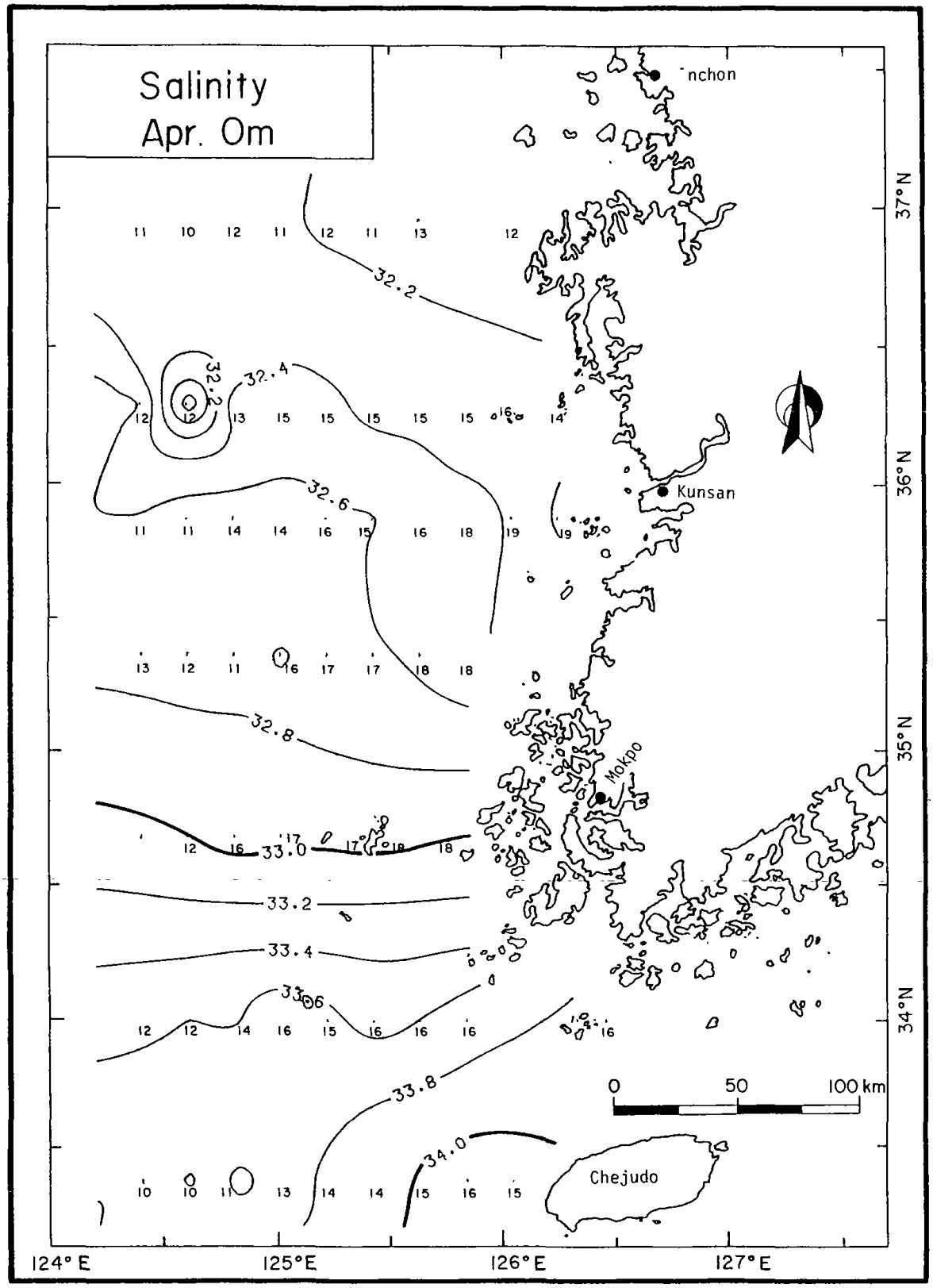


Fig. II-16. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in April, 1961~ 1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

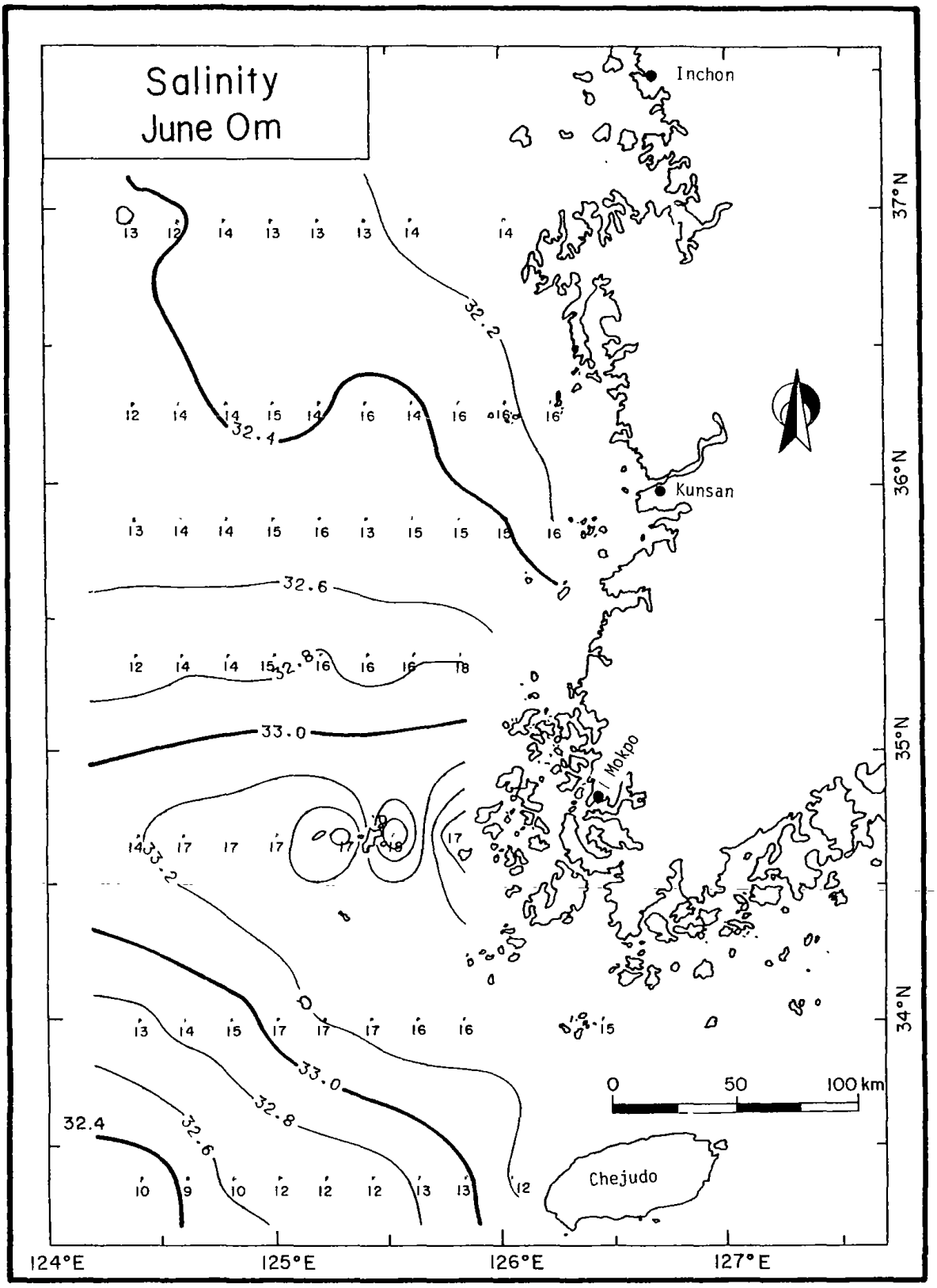


Fig. II-17. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in June, 1961~ 1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

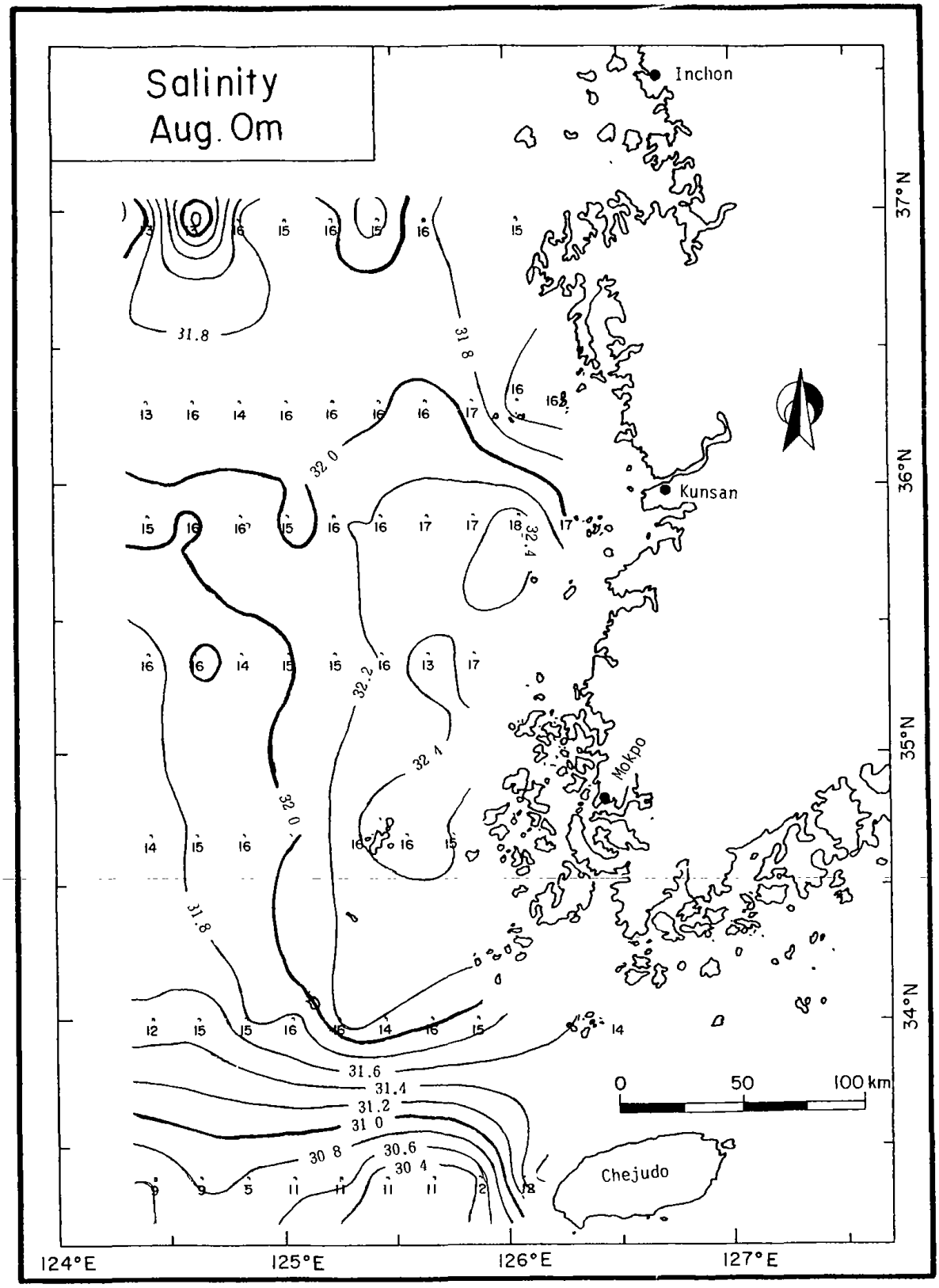


Fig. II-18. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in August, 1961~ 1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

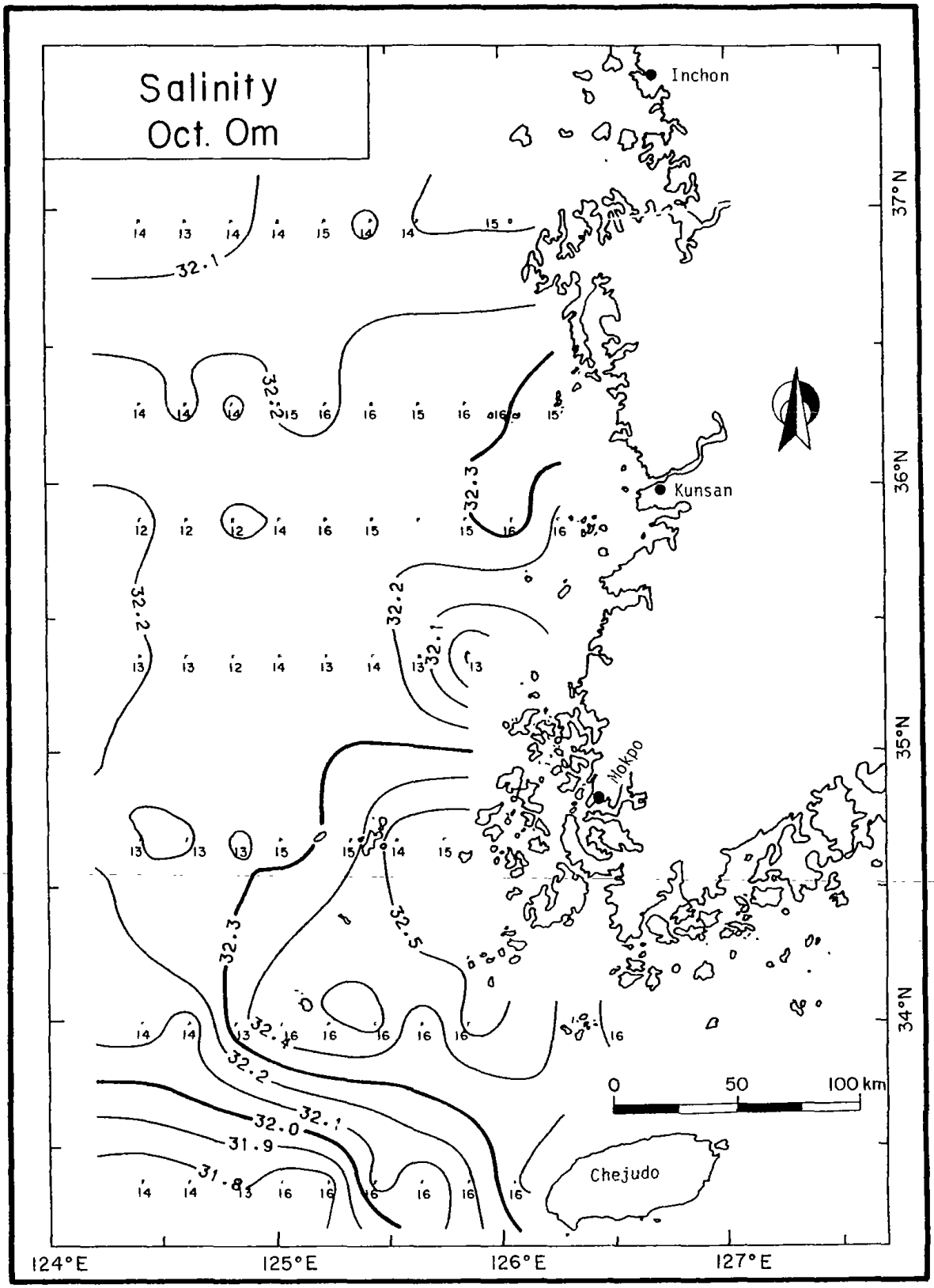


Fig. II-19. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in October, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

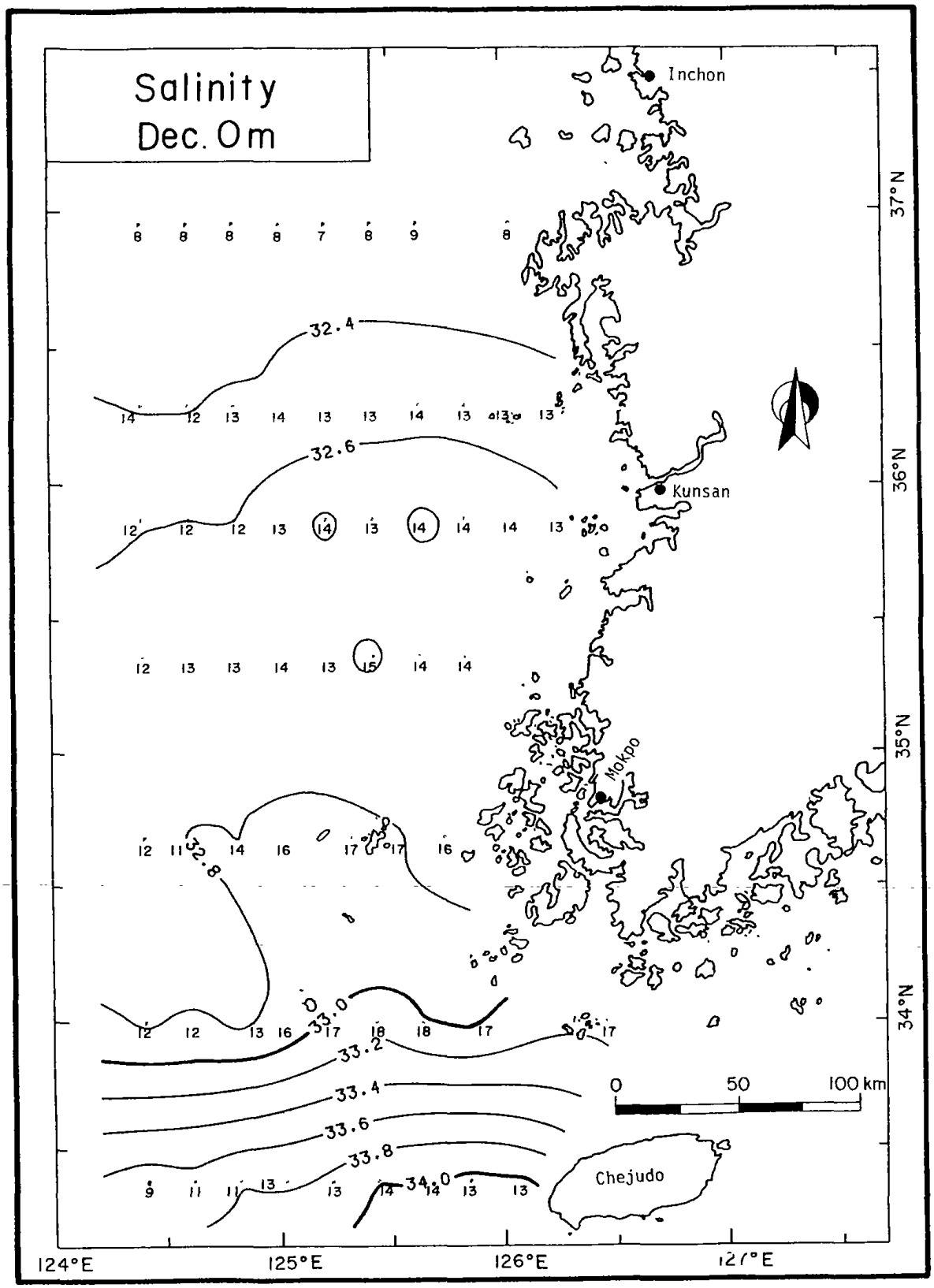


Fig. II-20. Horizontal distribution of salinity at the sea surface in December, 1961~ 1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

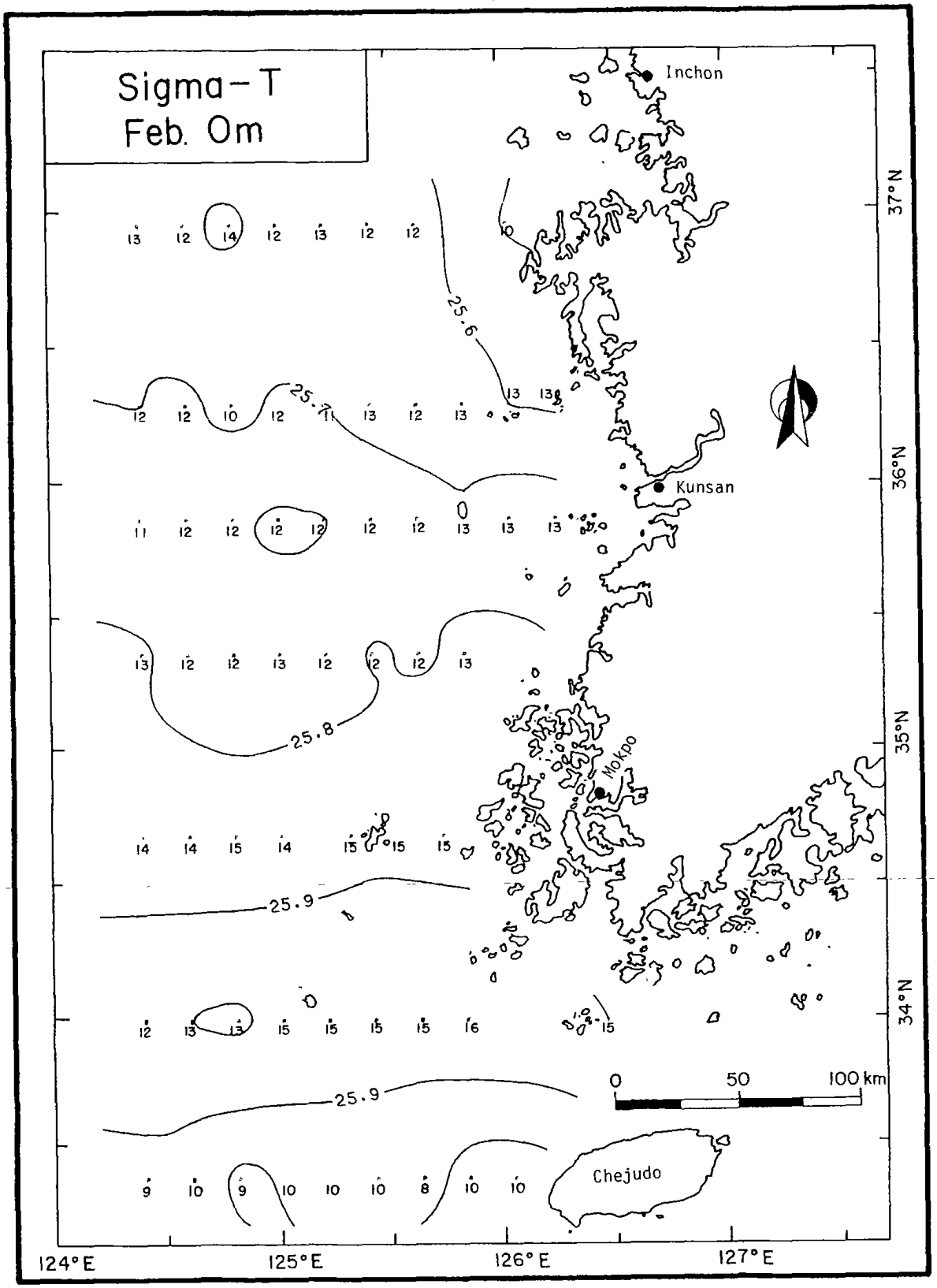


Fig. II-21. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in February, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

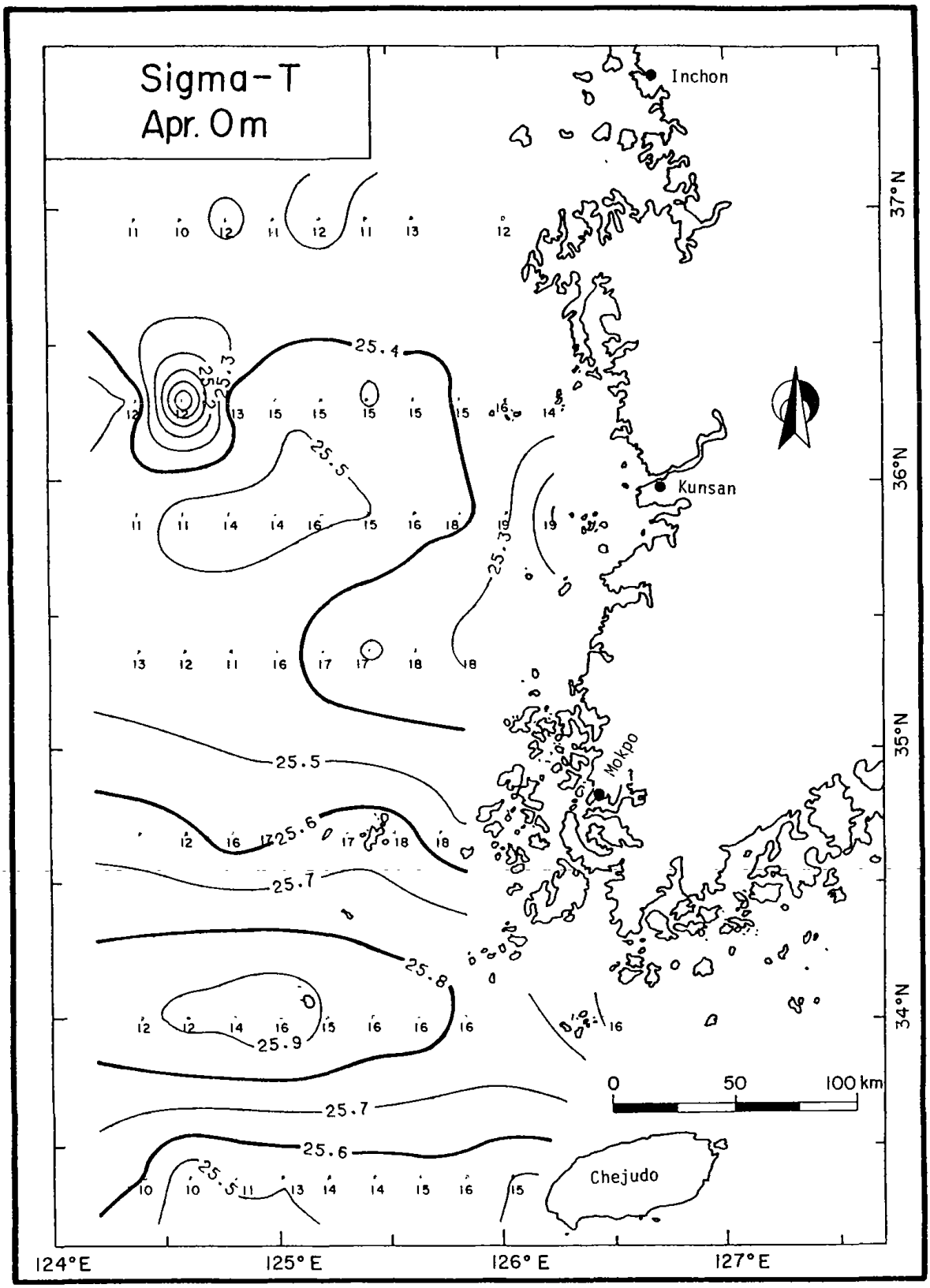


Fig. II-22. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in April, 1961～ 1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

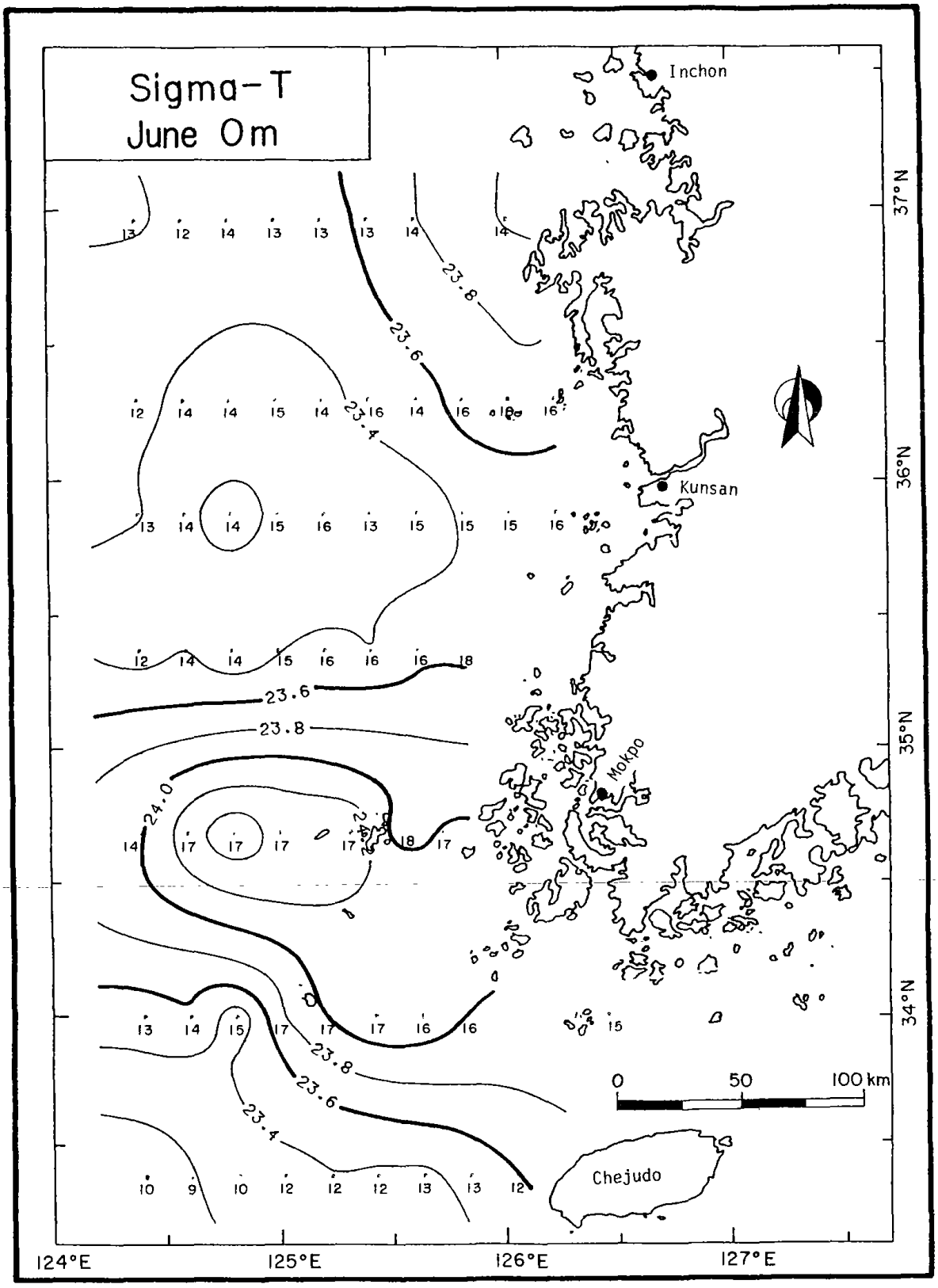


Fig. II-23. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in June, 1961 ~ 1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

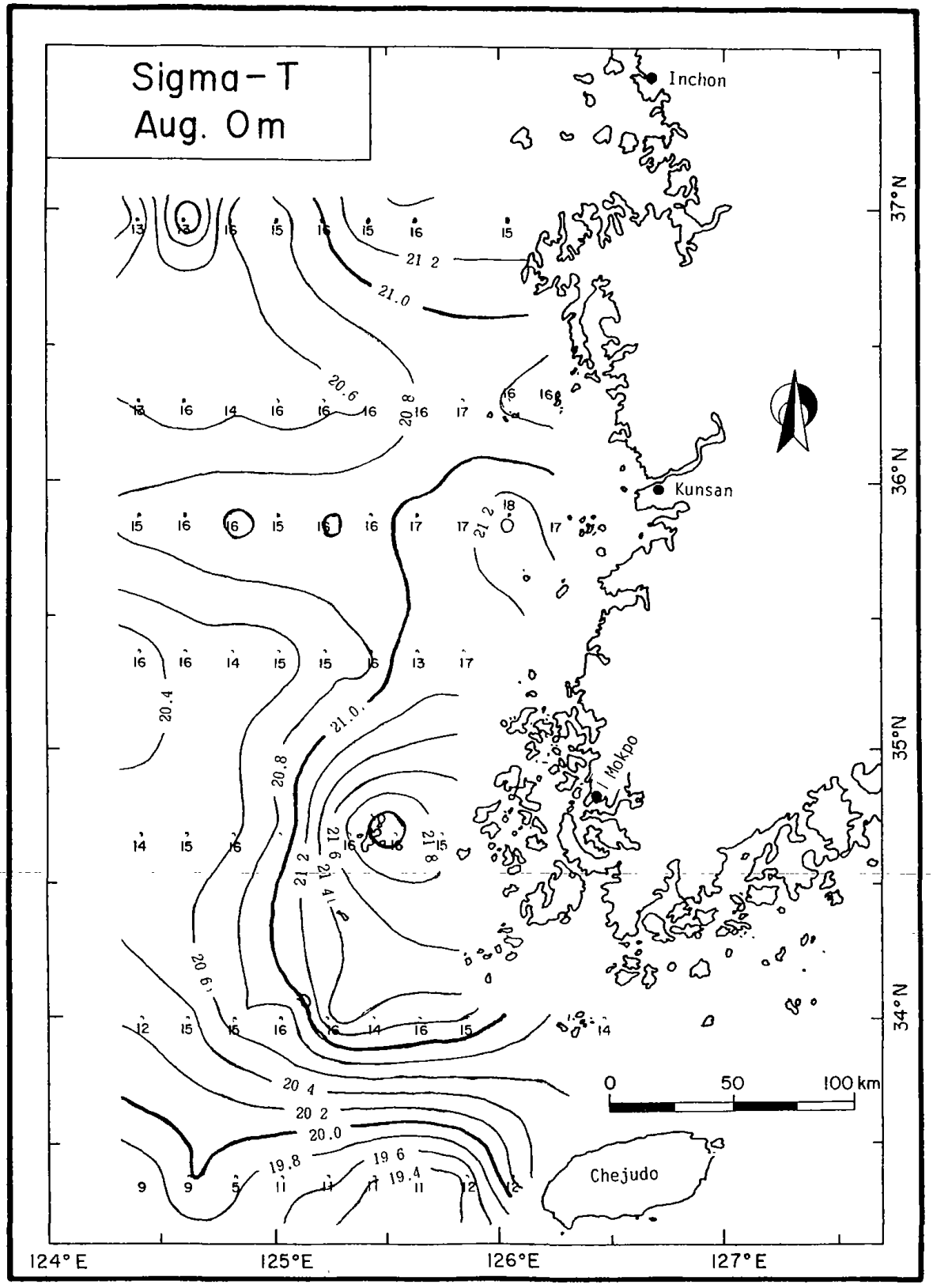


Fig. II-24. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in August, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

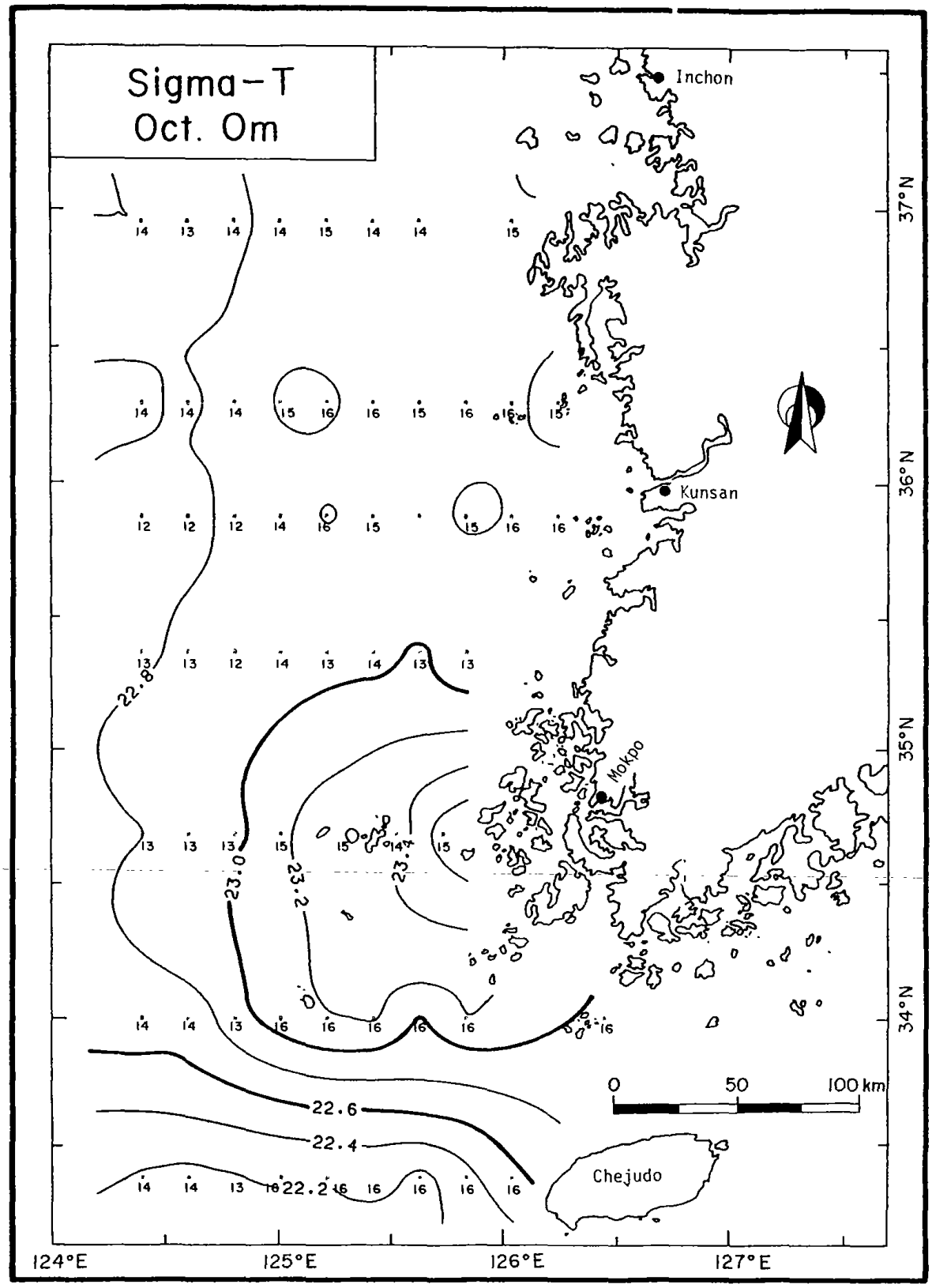


Fig. II-25. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in October, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

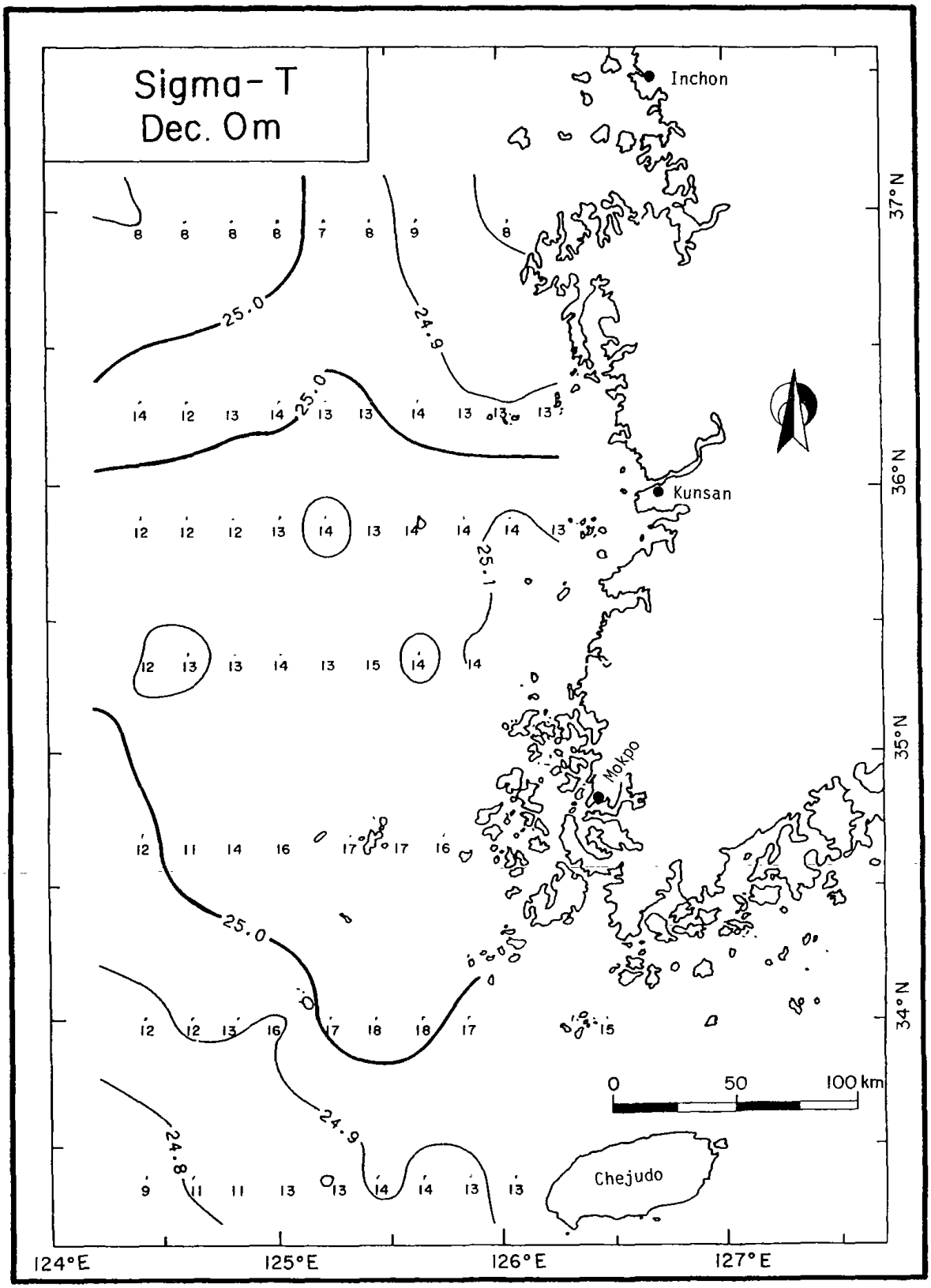


Fig. II-26. Horizontal distribution of sigma-t at the sea surface in December, 1961~1980.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

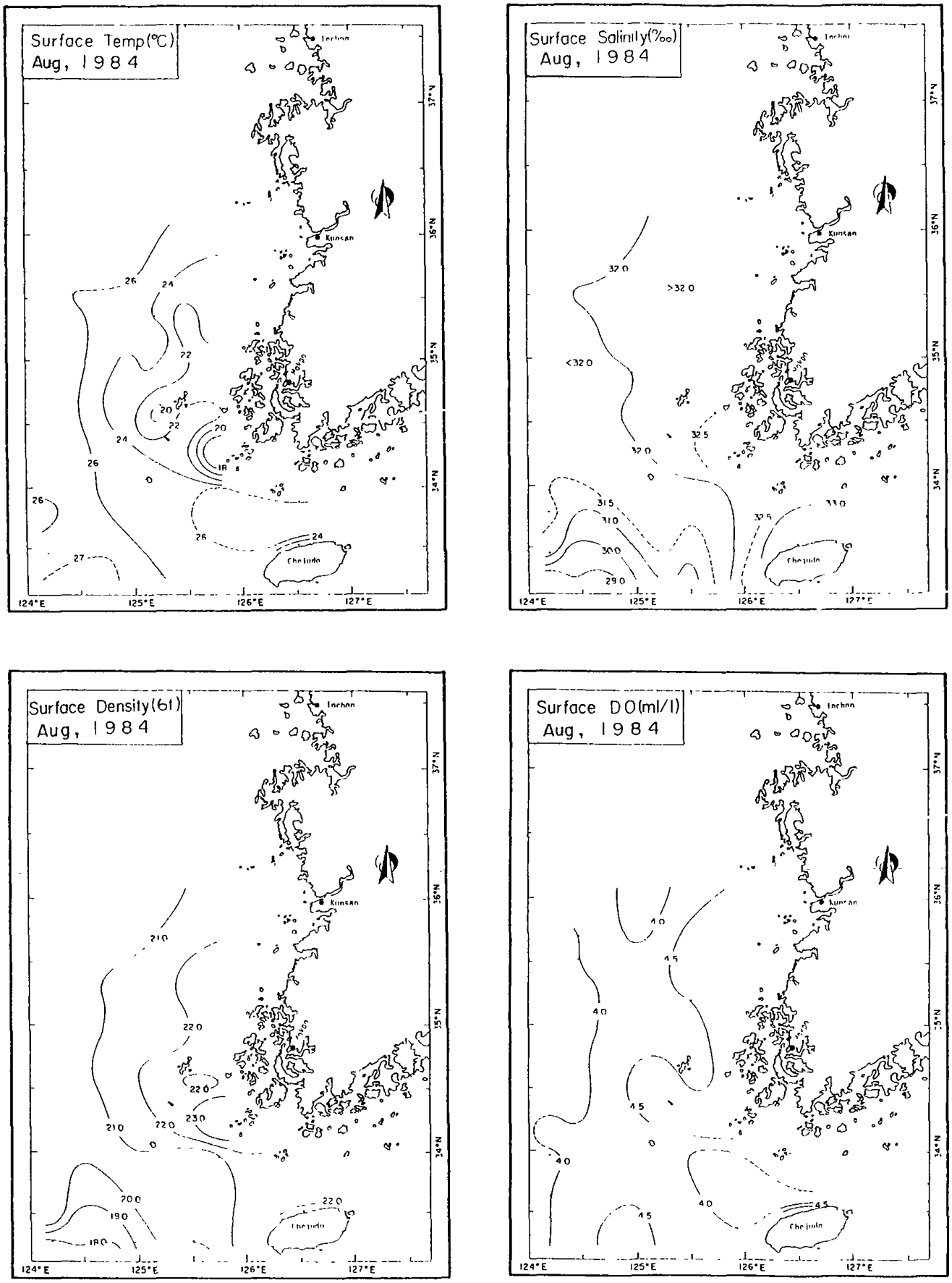


Fig. II-27. Horizontal distributions of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen at the sea surface in Aug. 15~26, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

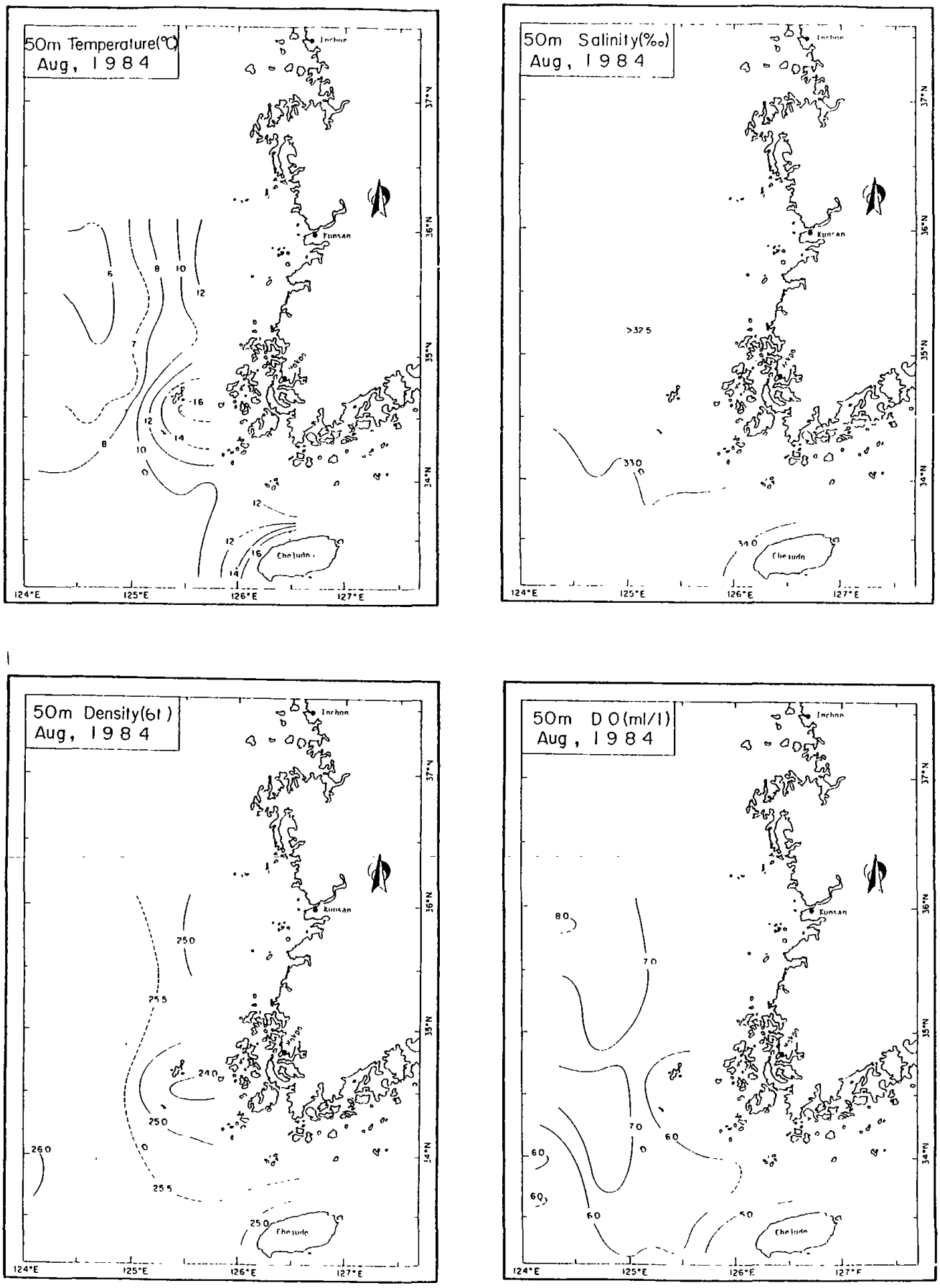


Fig. II-28. Horizontal distributions of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen at 50*m* in Aug. 15~26, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

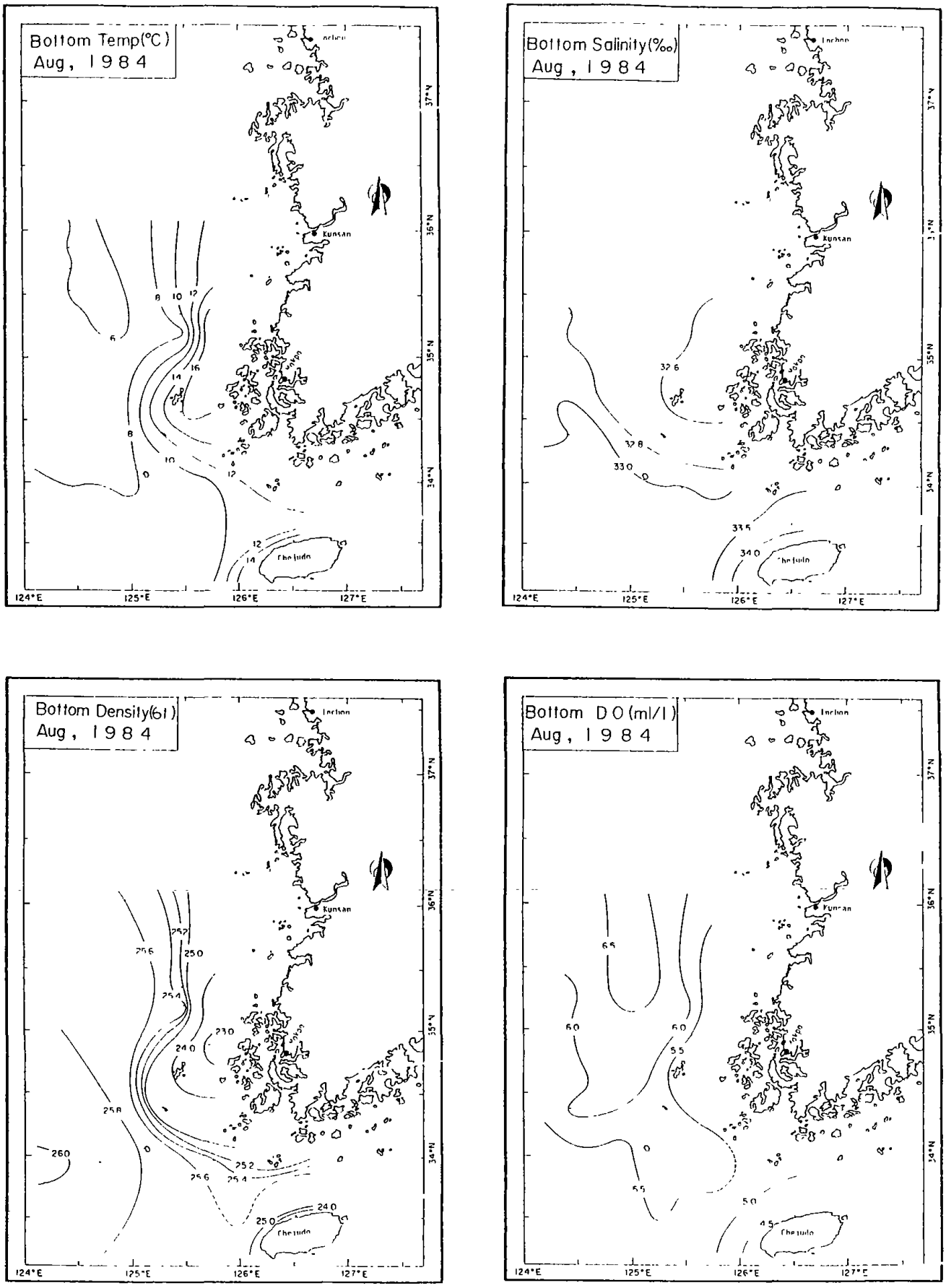


Fig. II-29. Horizontal distributions of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen near bottom in Aug. 15~26, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

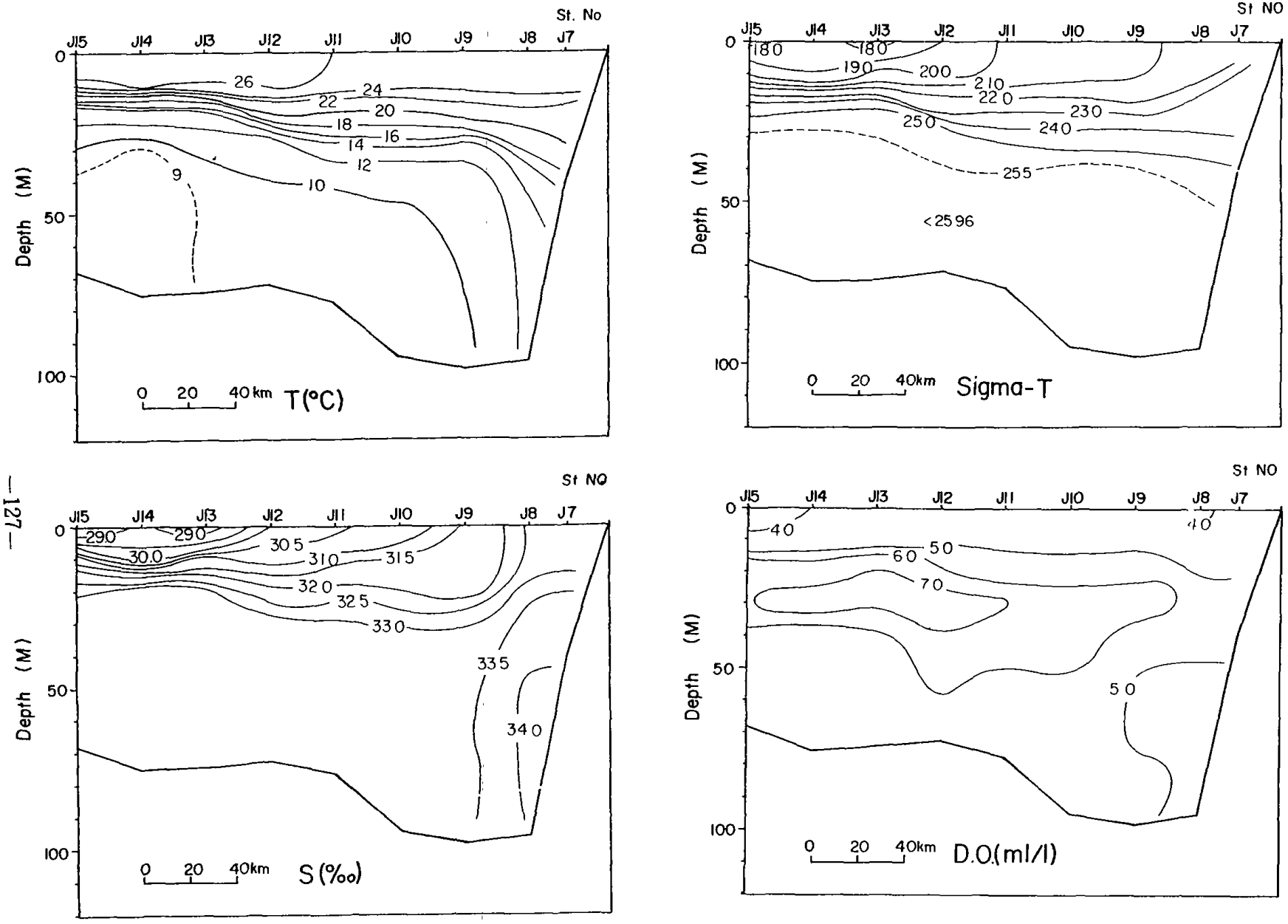


Fig. II-30. Vertical sections of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in the Chejudo section (St. J7~J15) on Aug. 17, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

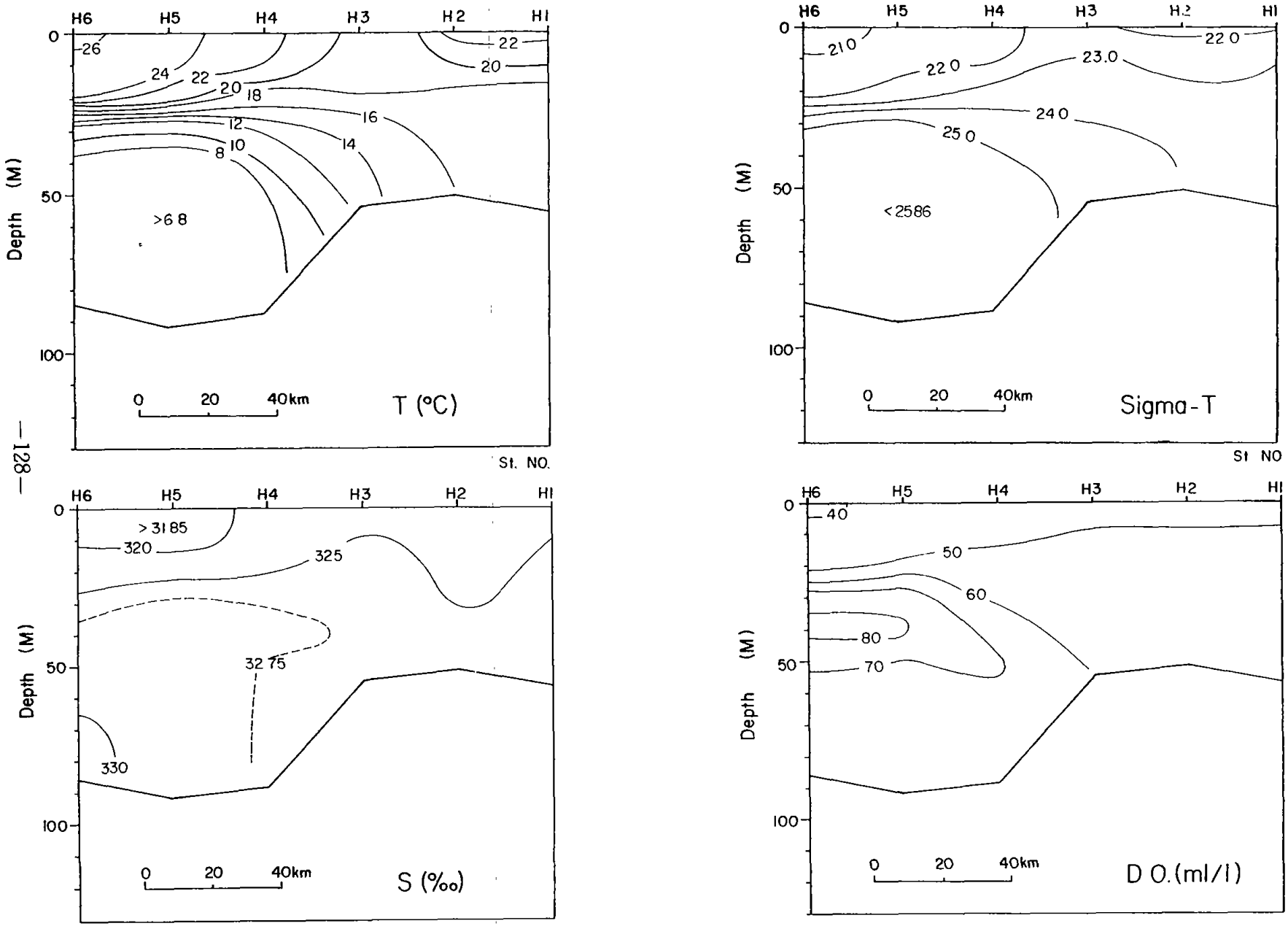


Fig. II-31. Vertical sections of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in the Huksando section (St. H1~H6) in Aug. 18~23, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

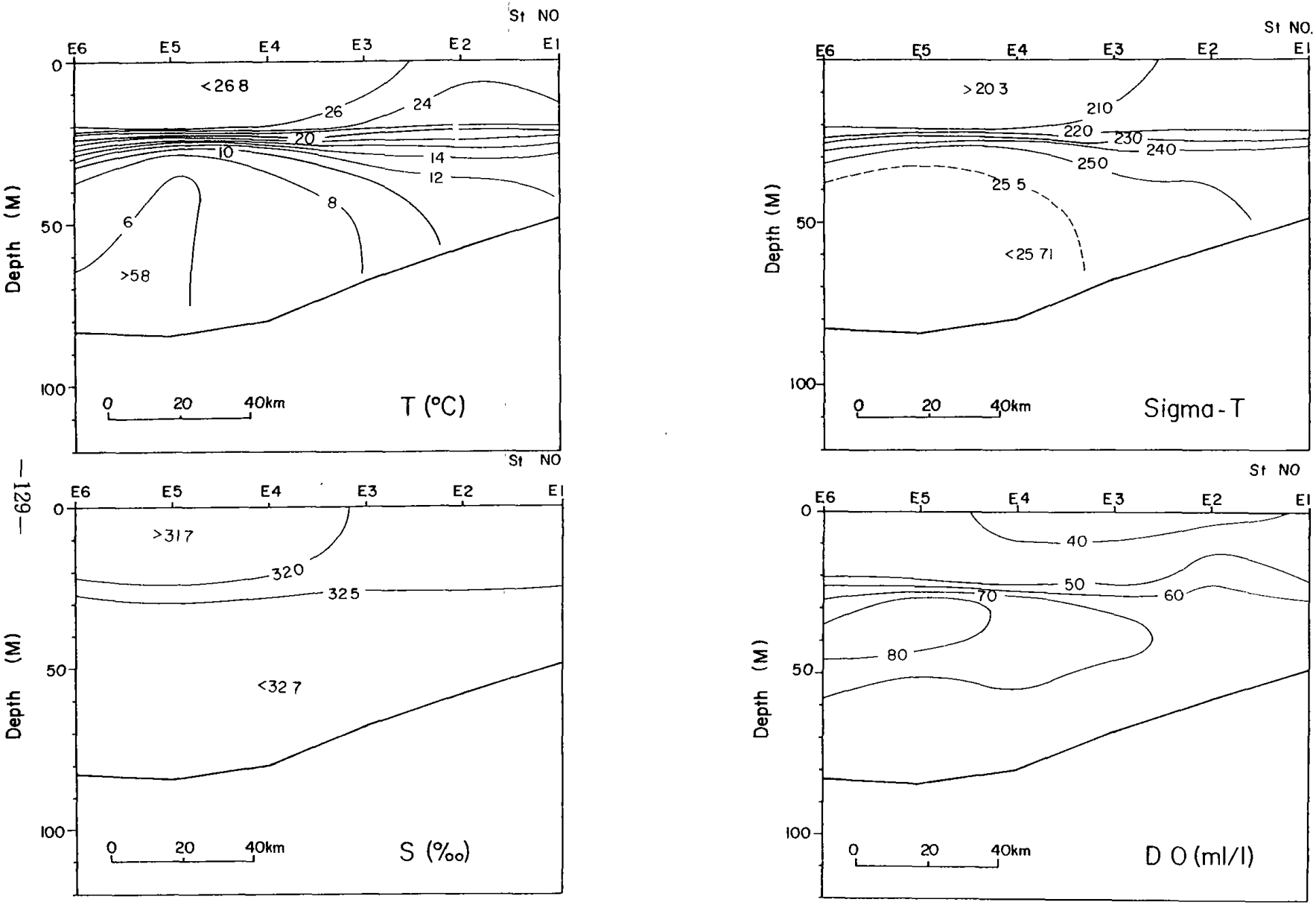


Fig. II-32. Vertical sections of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in the Ochongdo section (St. E1~E6) on Aug. 24, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

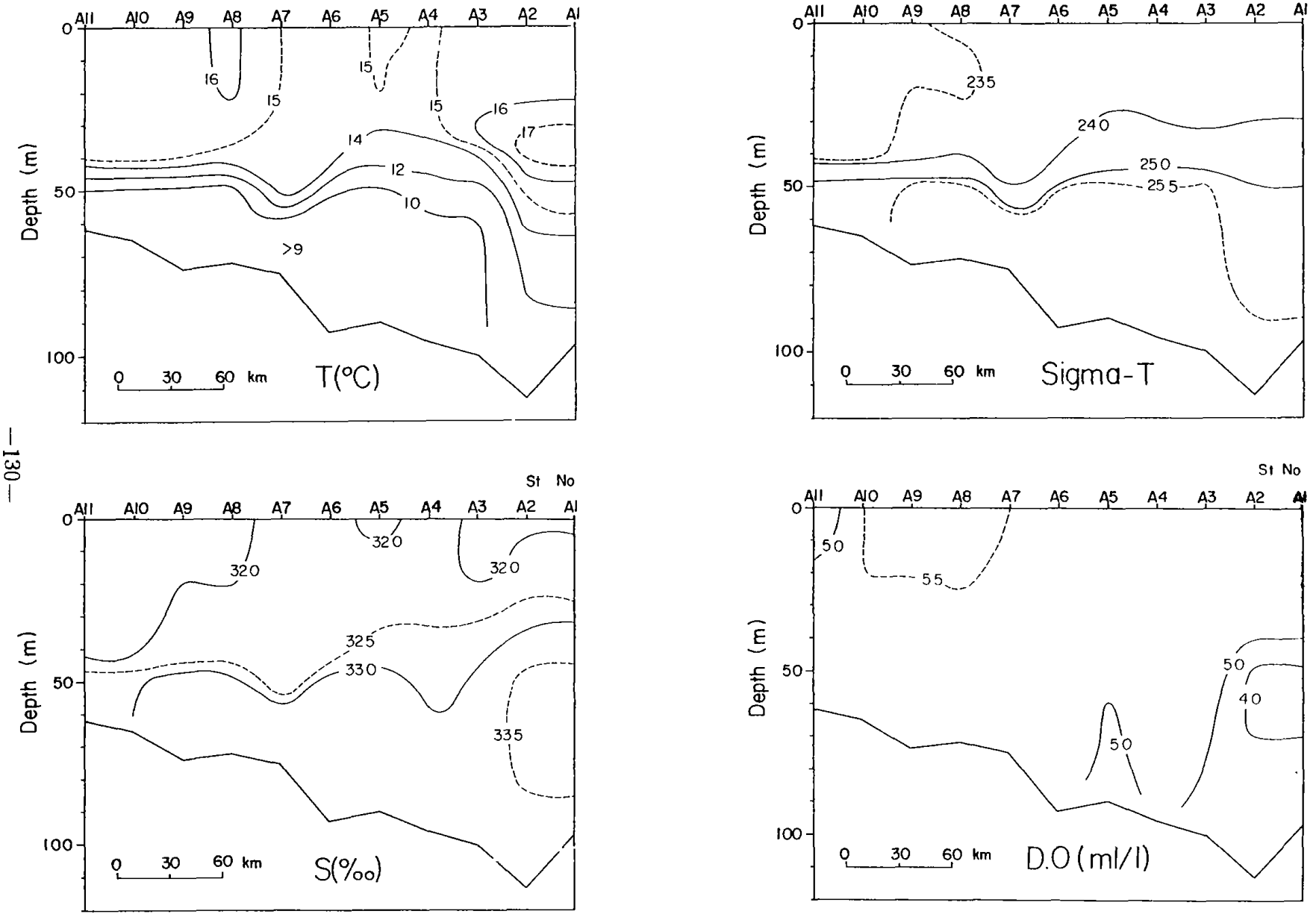


Fig. II-33. Vertical sections of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in the A section in Nov. 26~28, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

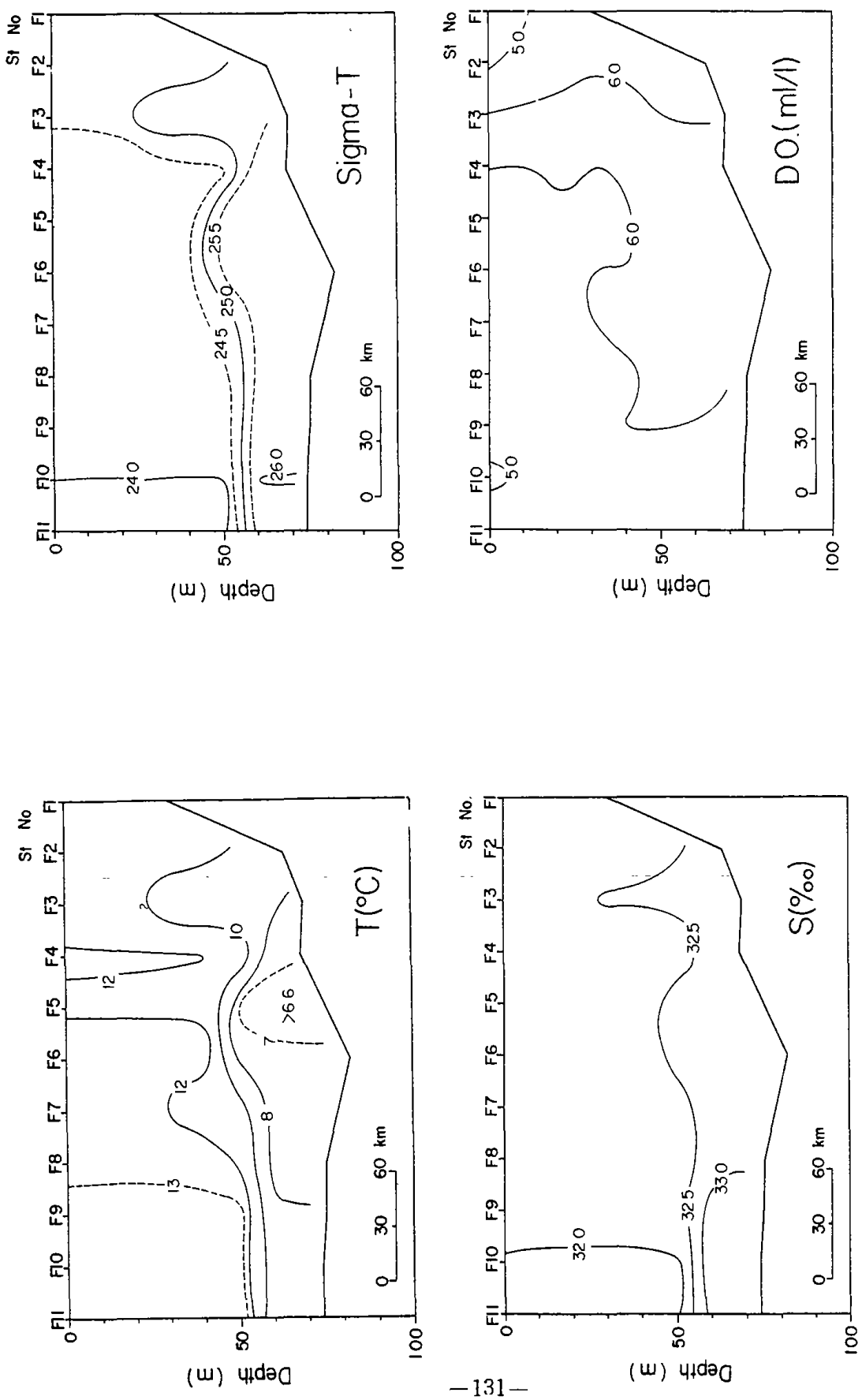


Fig. II-34. Vertical sections of temperature, salinity, sigma-t and dissolved oxygen in the F section on Dec. 7, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

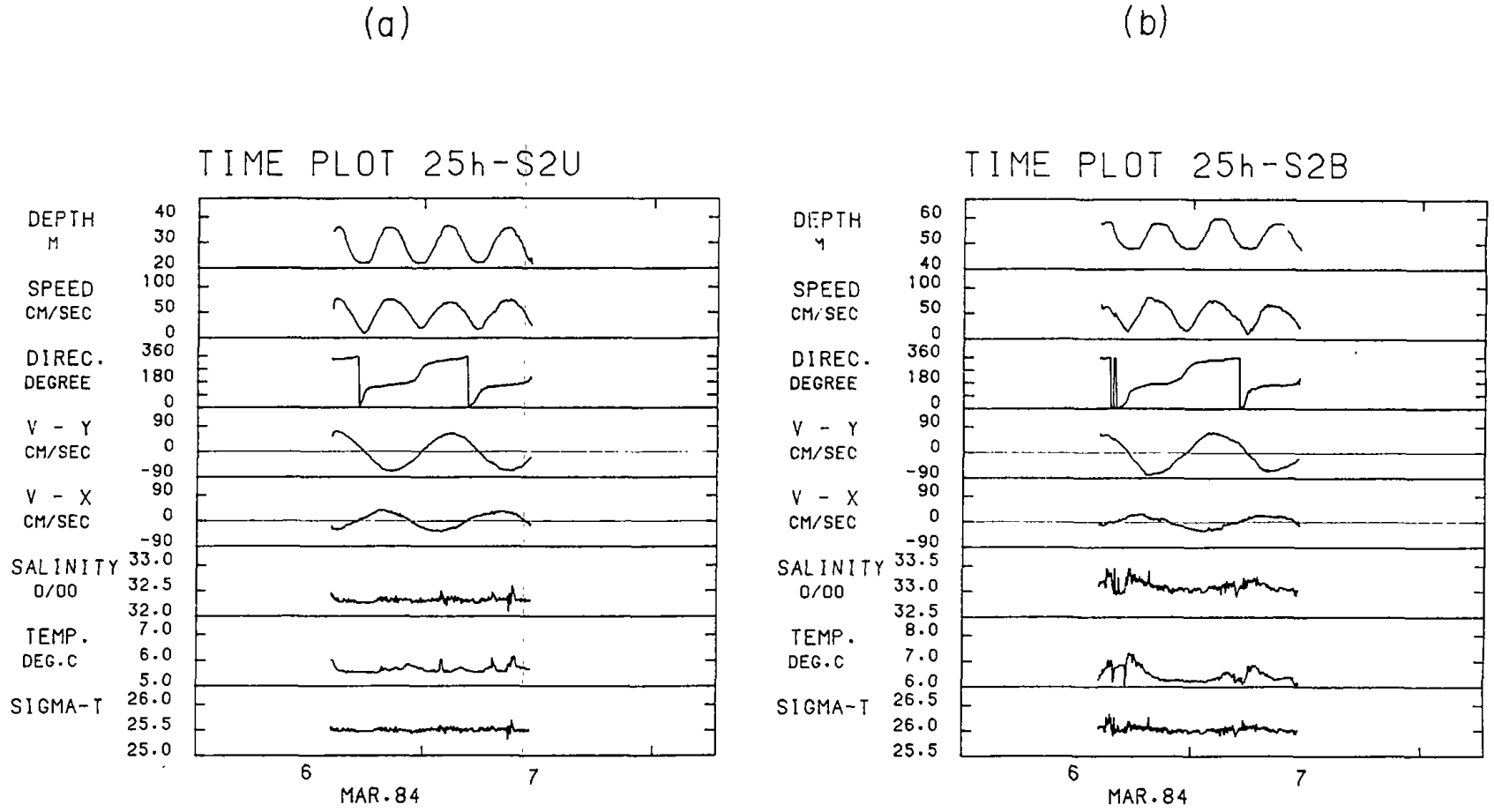


Fig. II-35. Time plots of the current at St. S2 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

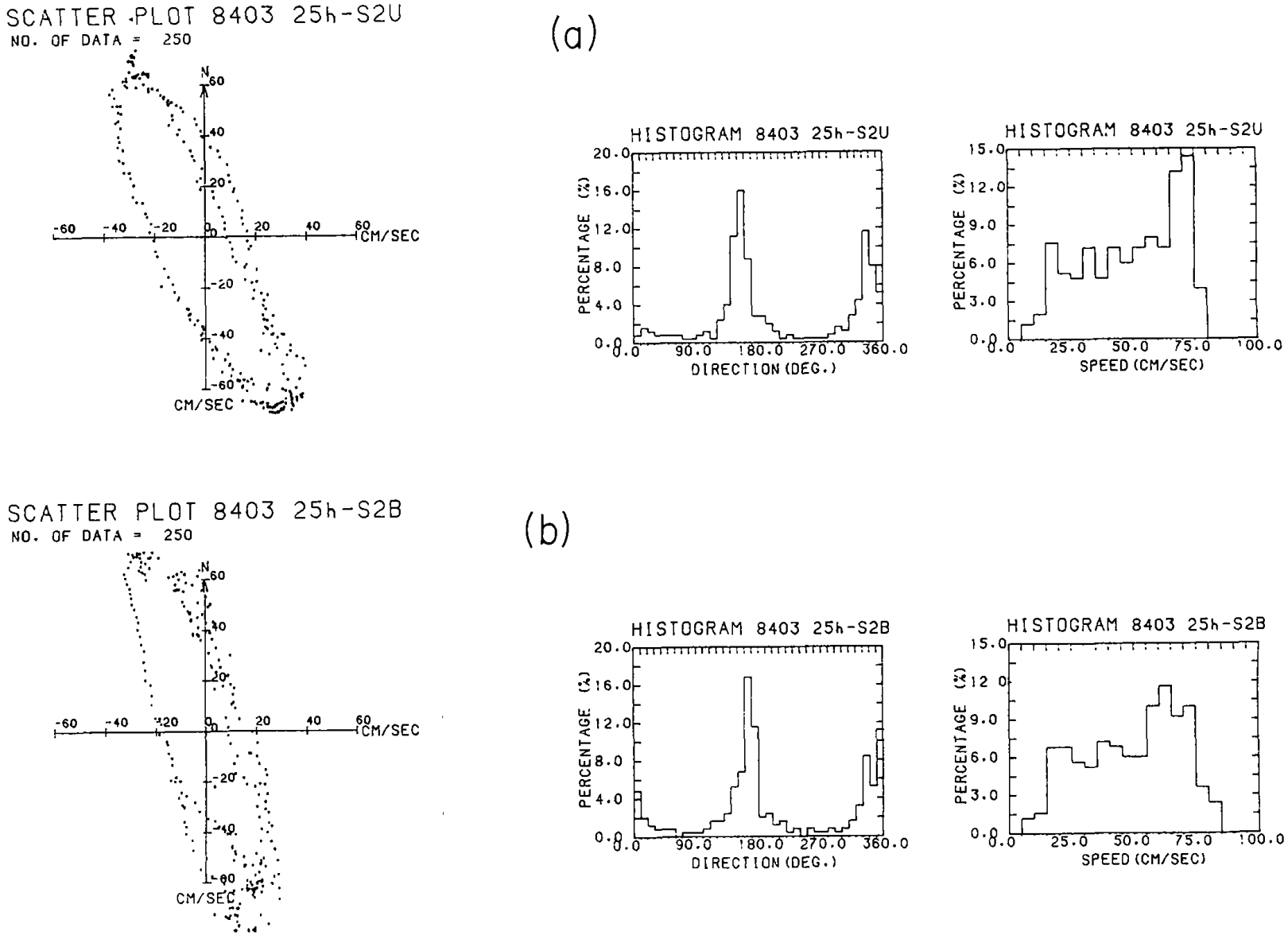


Fig. II-36 Scatter diagrams and histograms of the speed and direction at st. S2 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

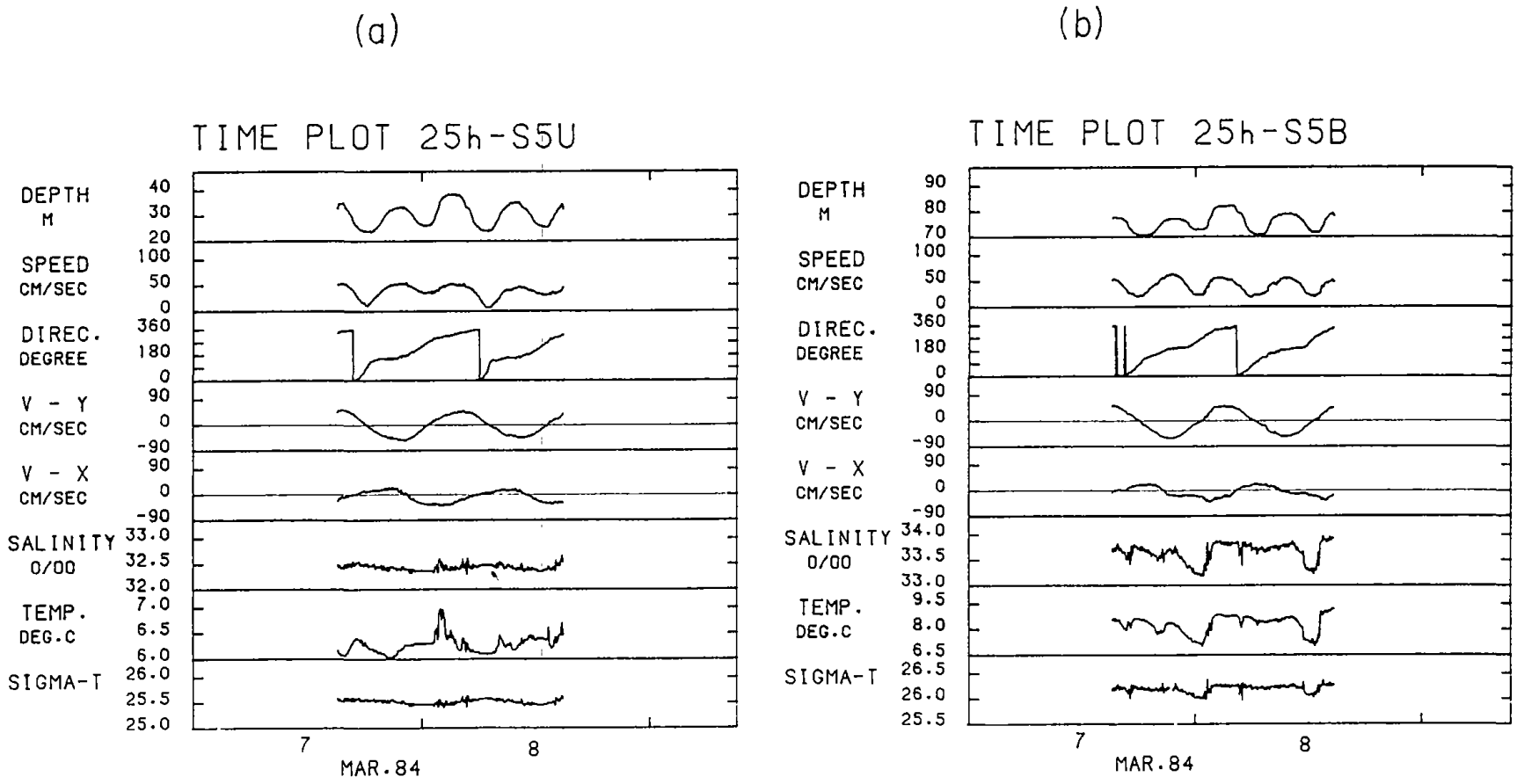


Fig. II-37. Time plots of the current at St. S5 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

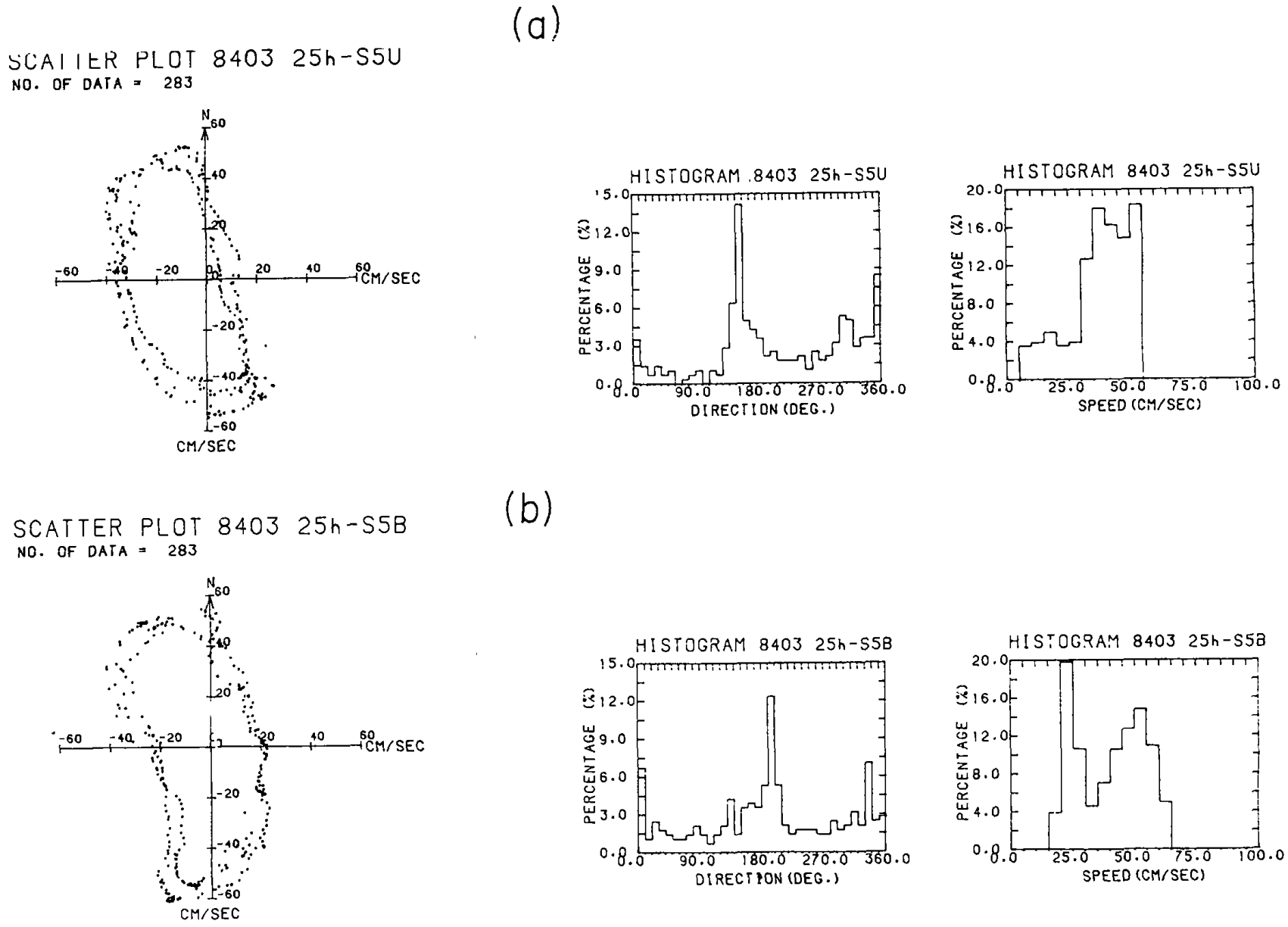
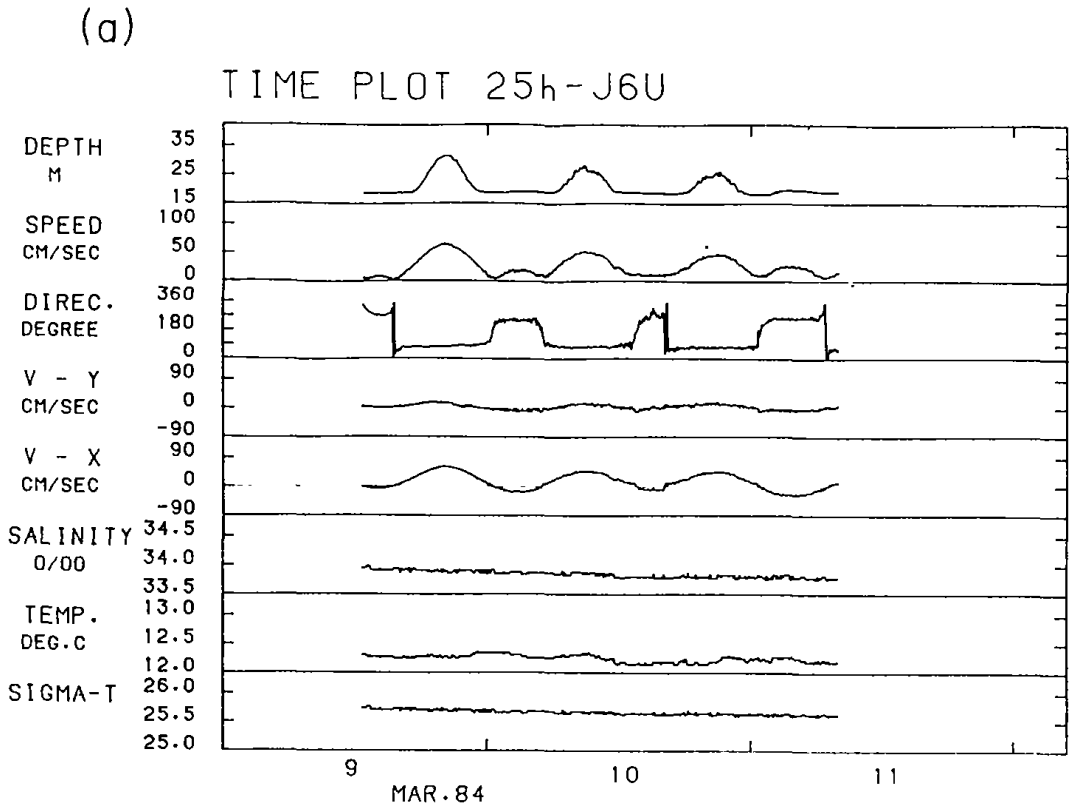


Fig. II-38. Scatter diagrams and histograms of the speed and direction at St. S5 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



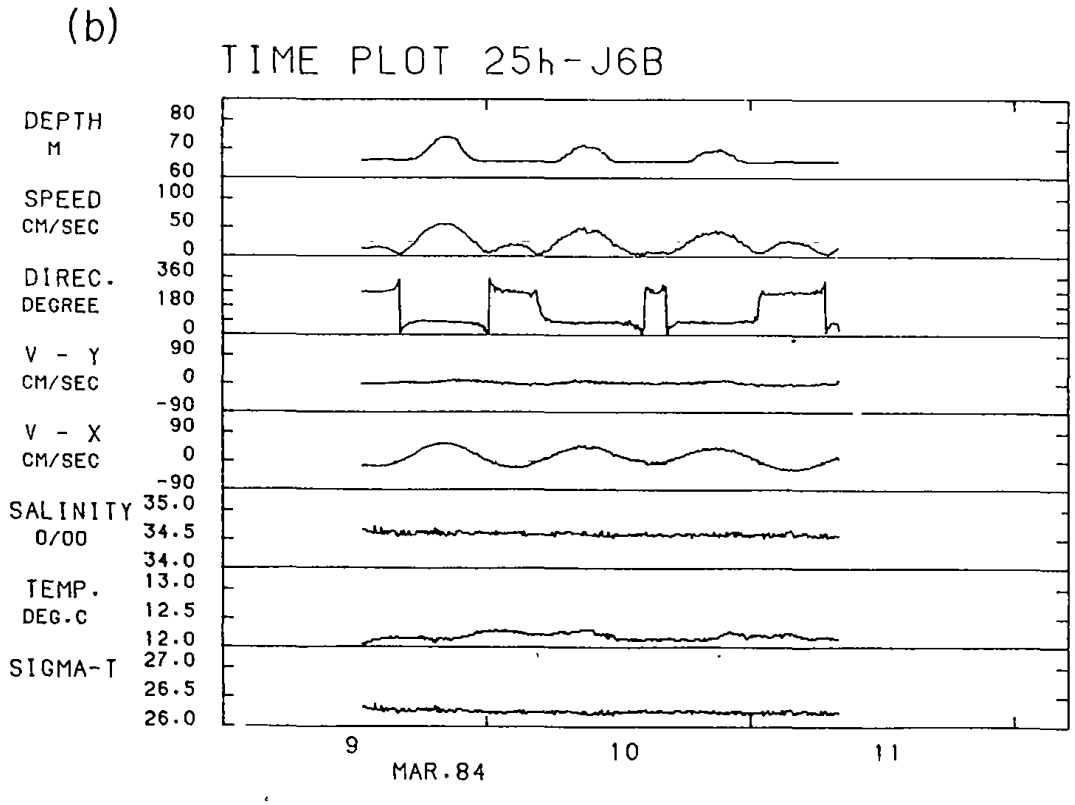


Fig. II-39. Time plots of the current at J6 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

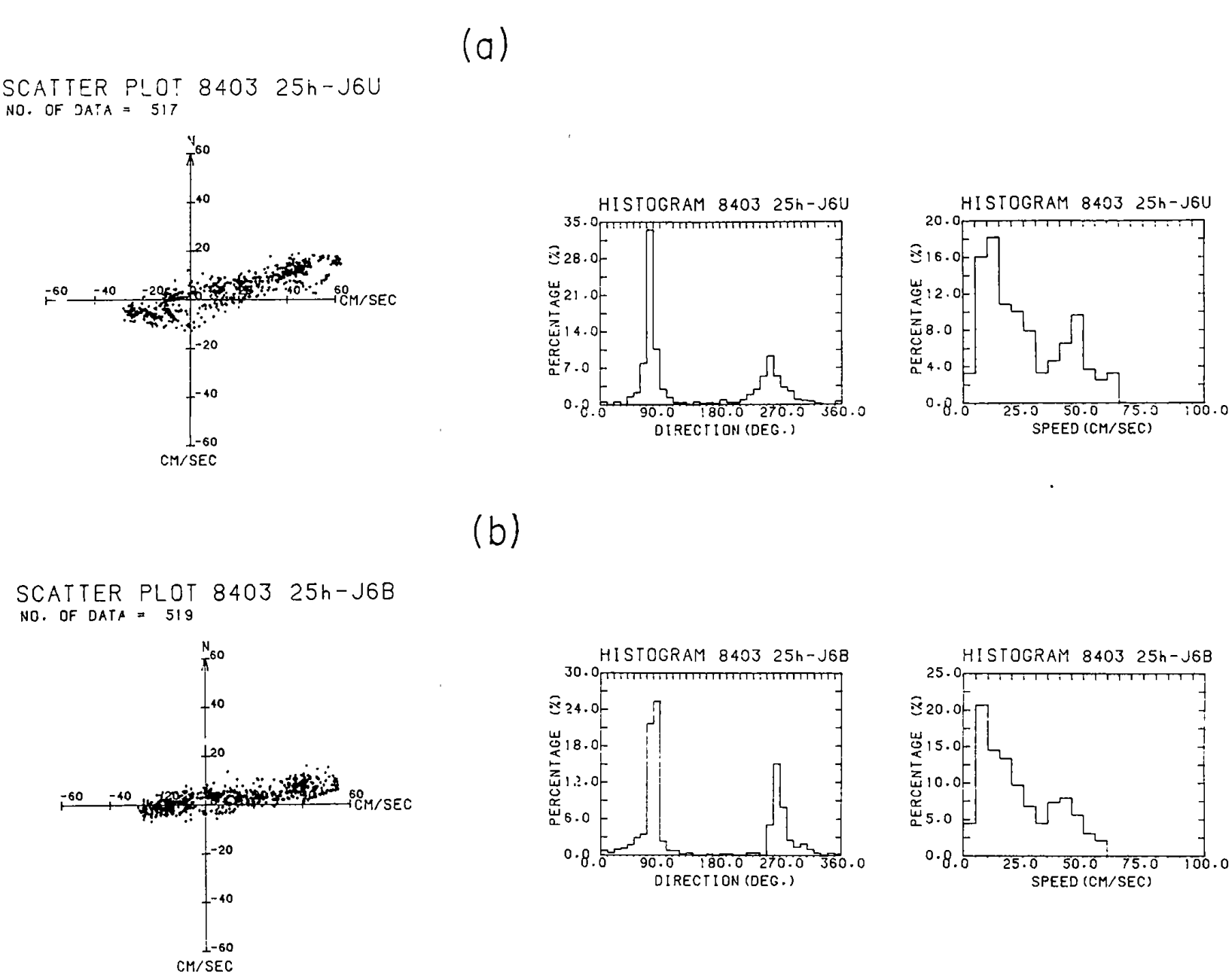


Fig. II-40. Scatter diagrams and histograms of the speed and direction at St. J6 in March, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

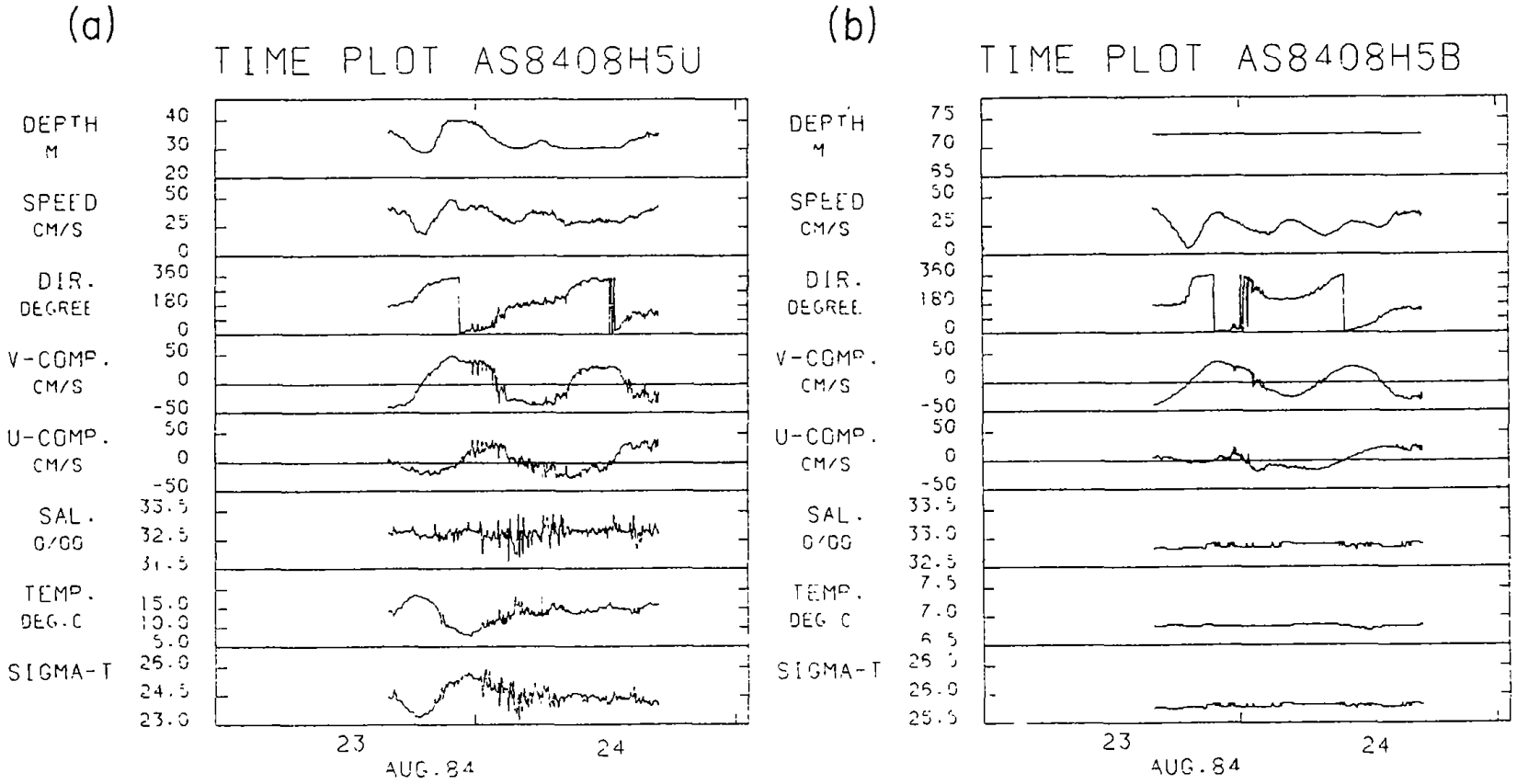


Fig. II-41. Time plots of the current at St. H5 in August, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

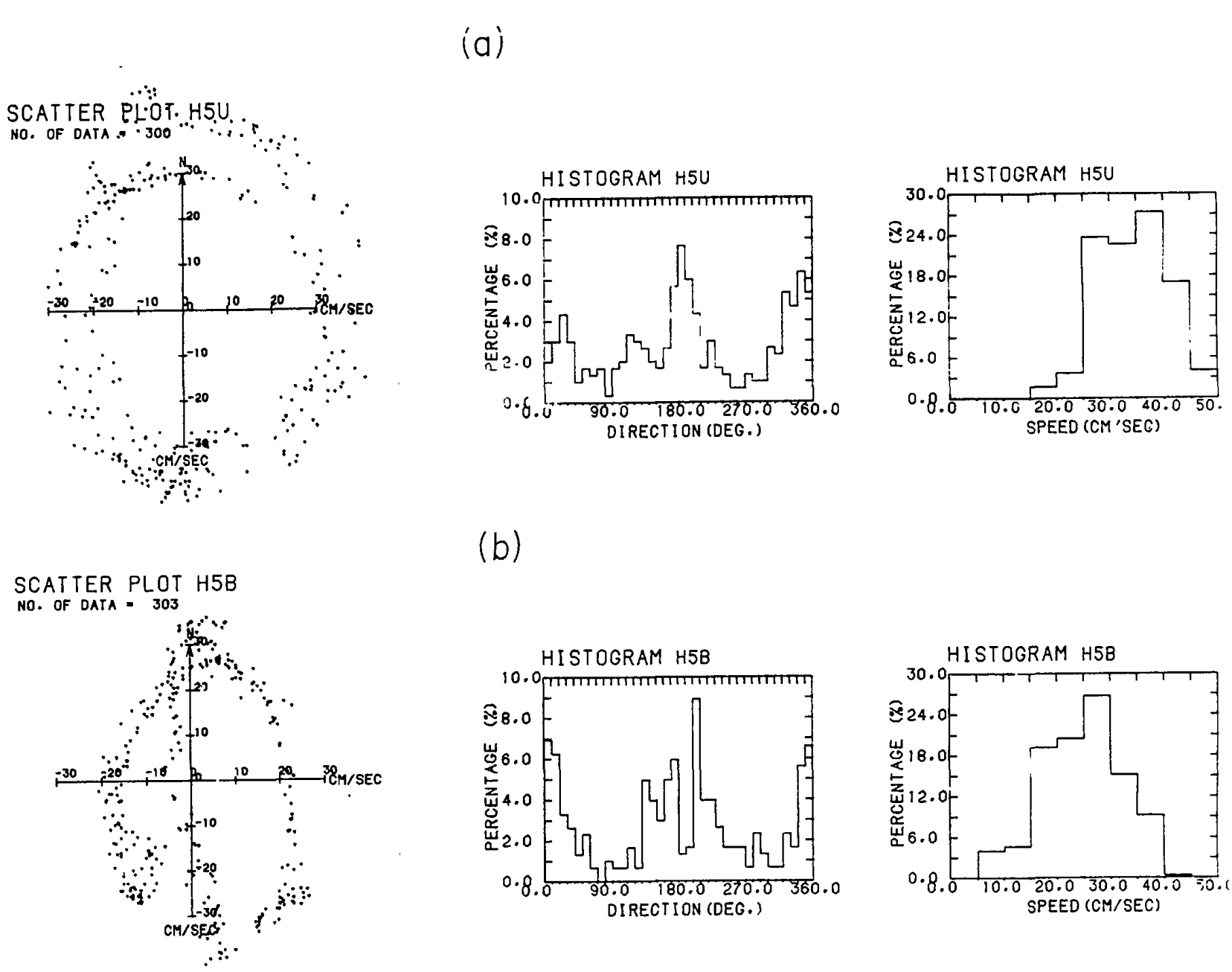


Fig. II-42. Scatter diagrams and histograms of the speed and direction at St. H5 in August, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

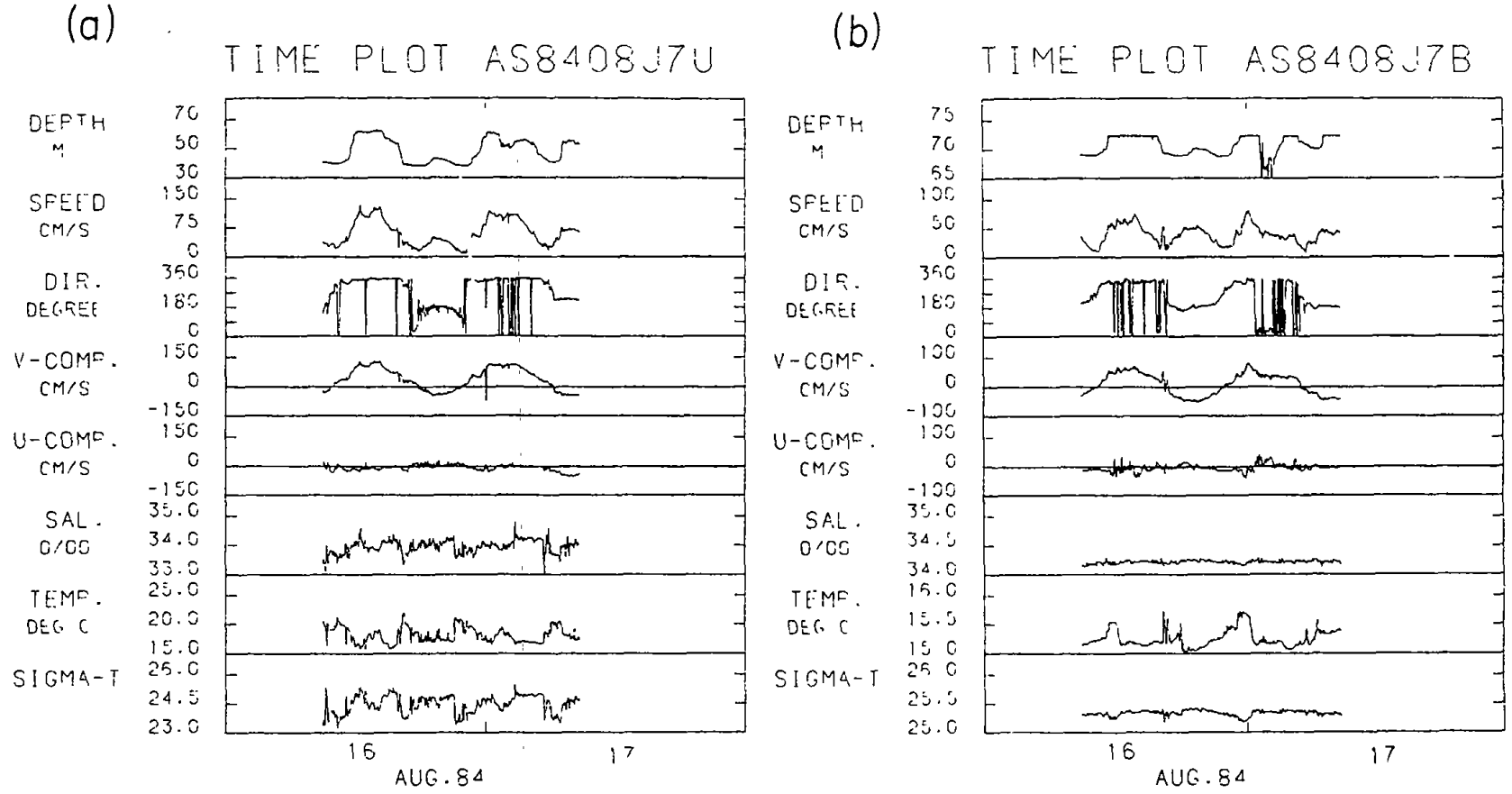


Fig. II-43. Time plots of the current at St. J7 in August, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

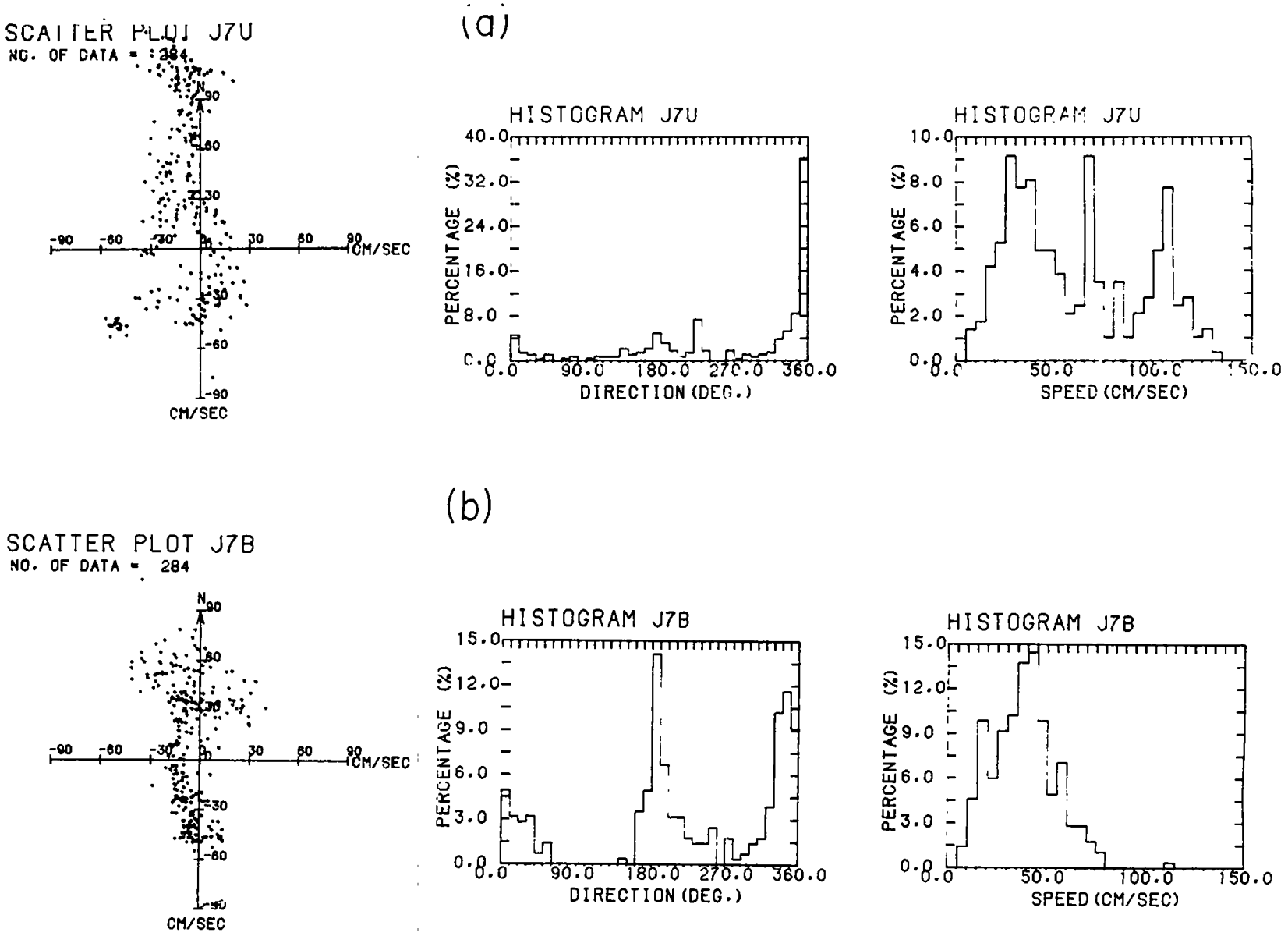


Fig. II-44. Scatter diagrams and histograms of the speed and direction at St. J7 in August, 1984. (a) upper layer and (b) lower layer.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

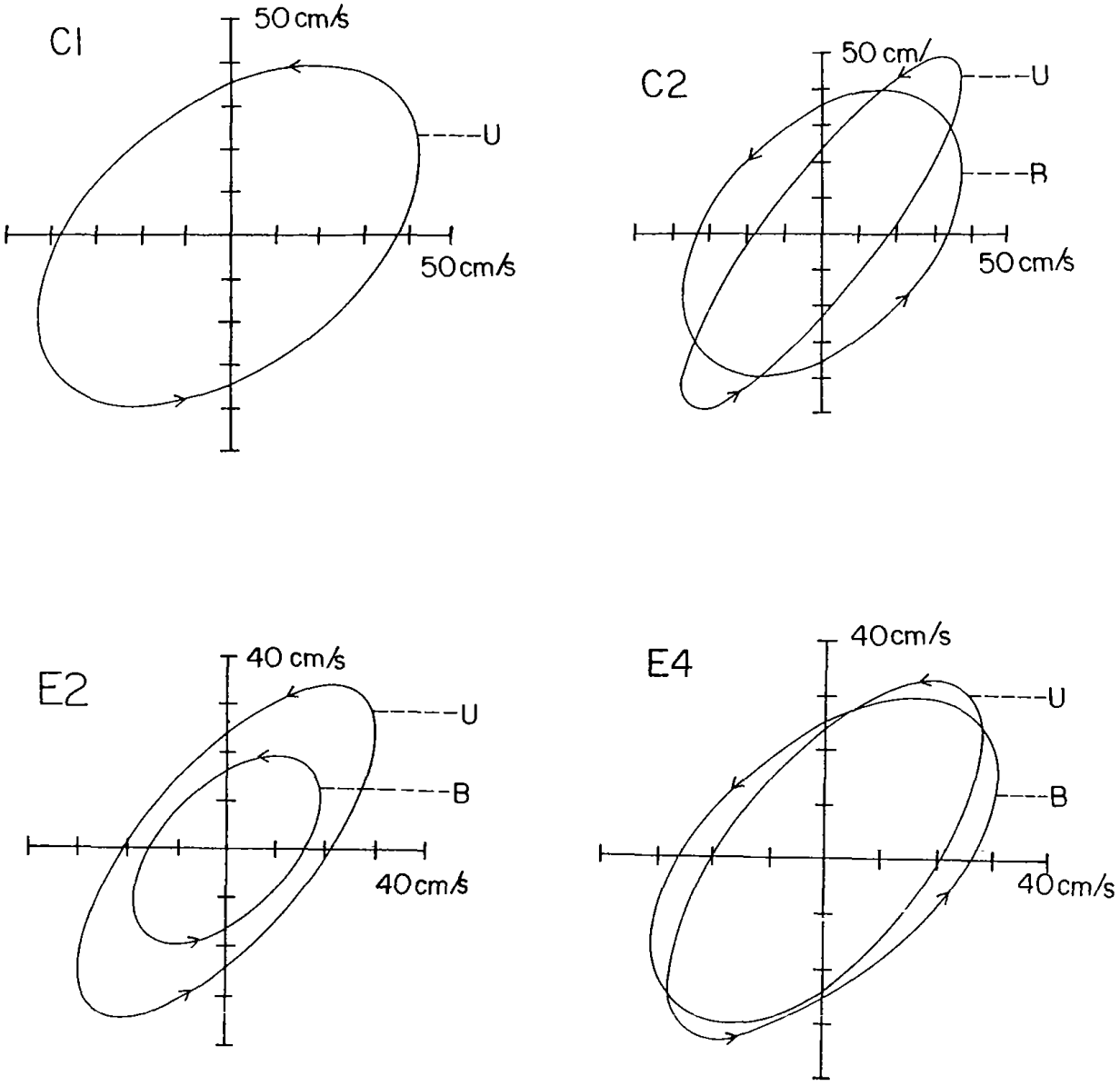


Fig. II-45. M_2 tidal current ellipses in zone I. Letters U and B indicate tidal currents in the upper layer and lower layer, respectively.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

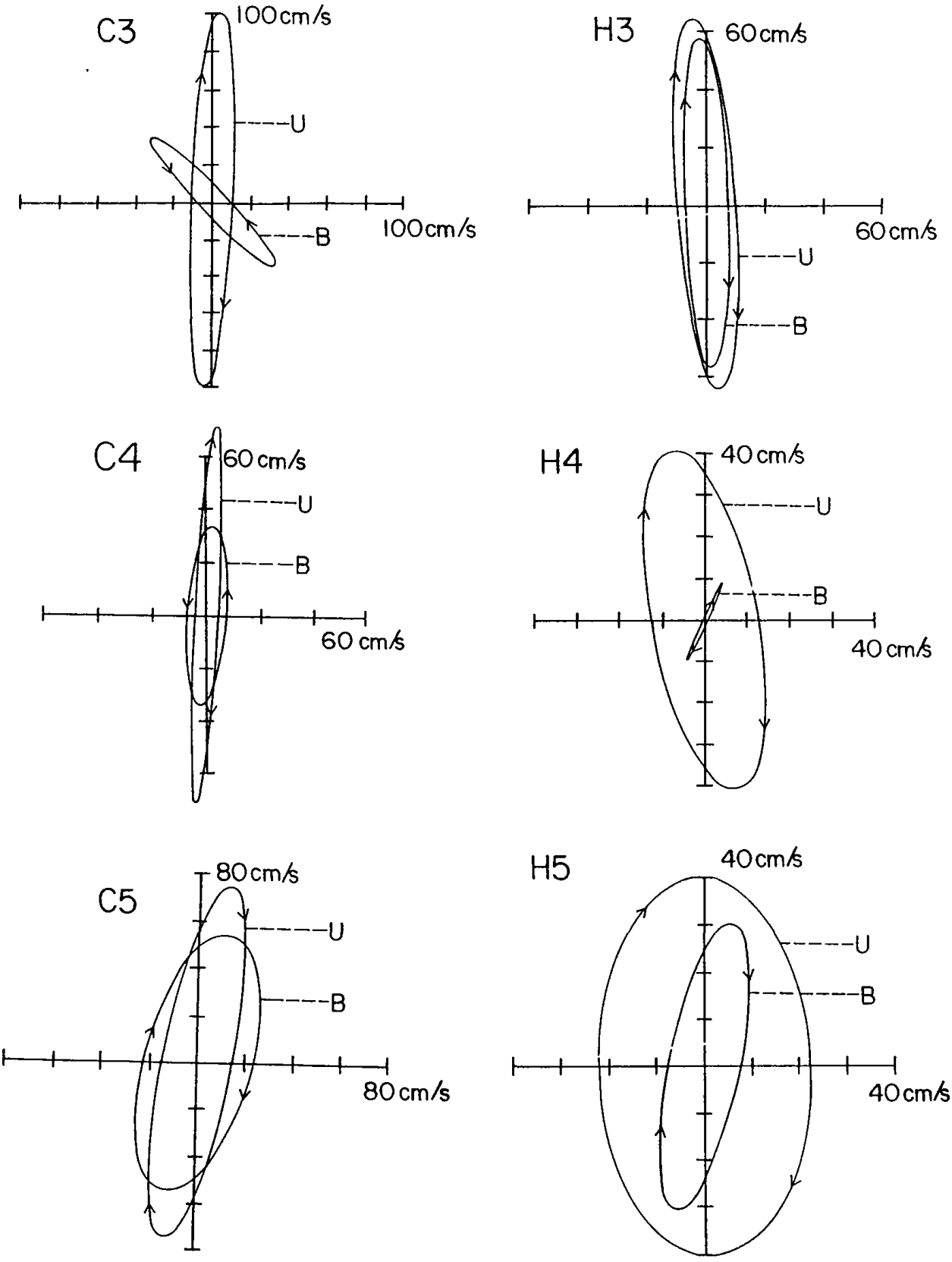


Fig. II-46. M_2 tidal current ellipses in zone II. Letters U and B indicate tidal currents in the upper layer and lower layer, respectively.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

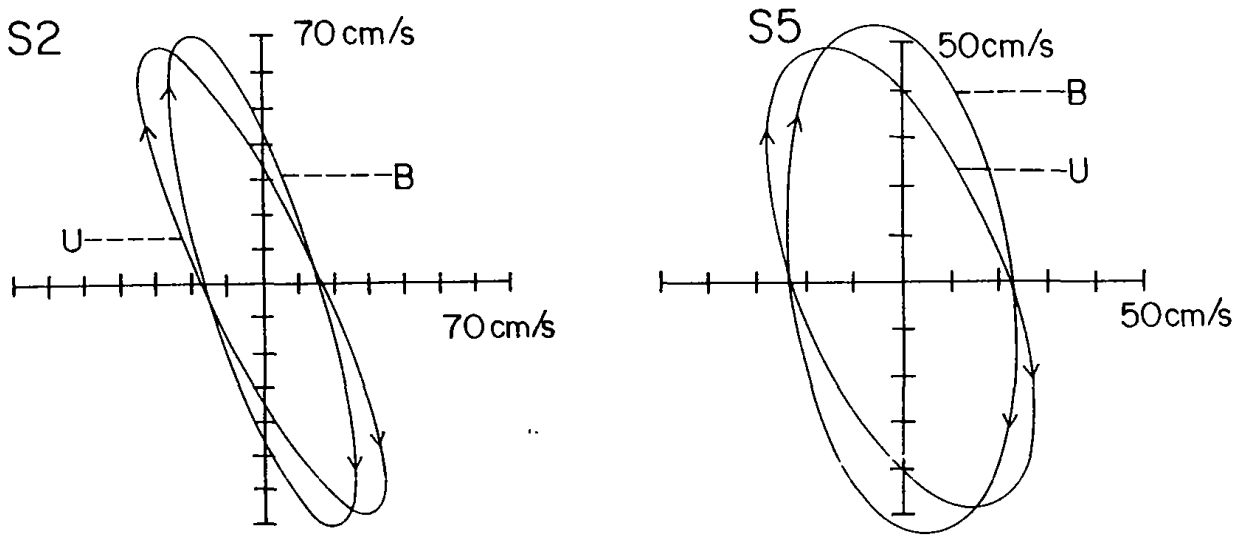


Fig. II-47. M_2 tidal current ellipses in zone III. Letters U and Bindicate tidal currents in the upper layer and lower layer, respectively.

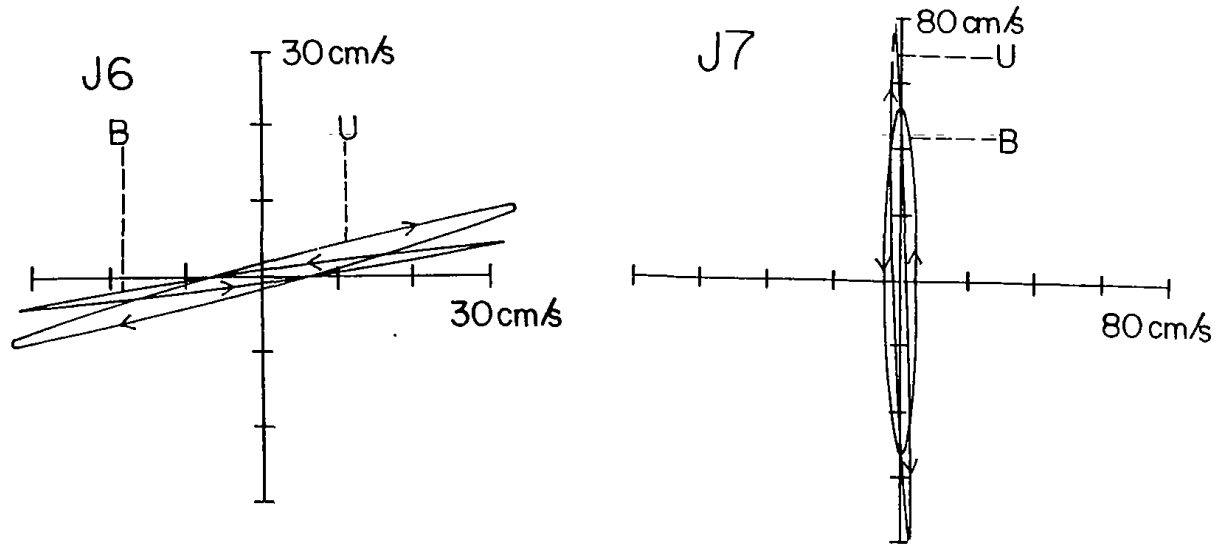


Fig. II-48. M_2 tidal current ellipses in zone IV. Letters U and Bindicate tidal currents in the upper layer and lower layer, respectively.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

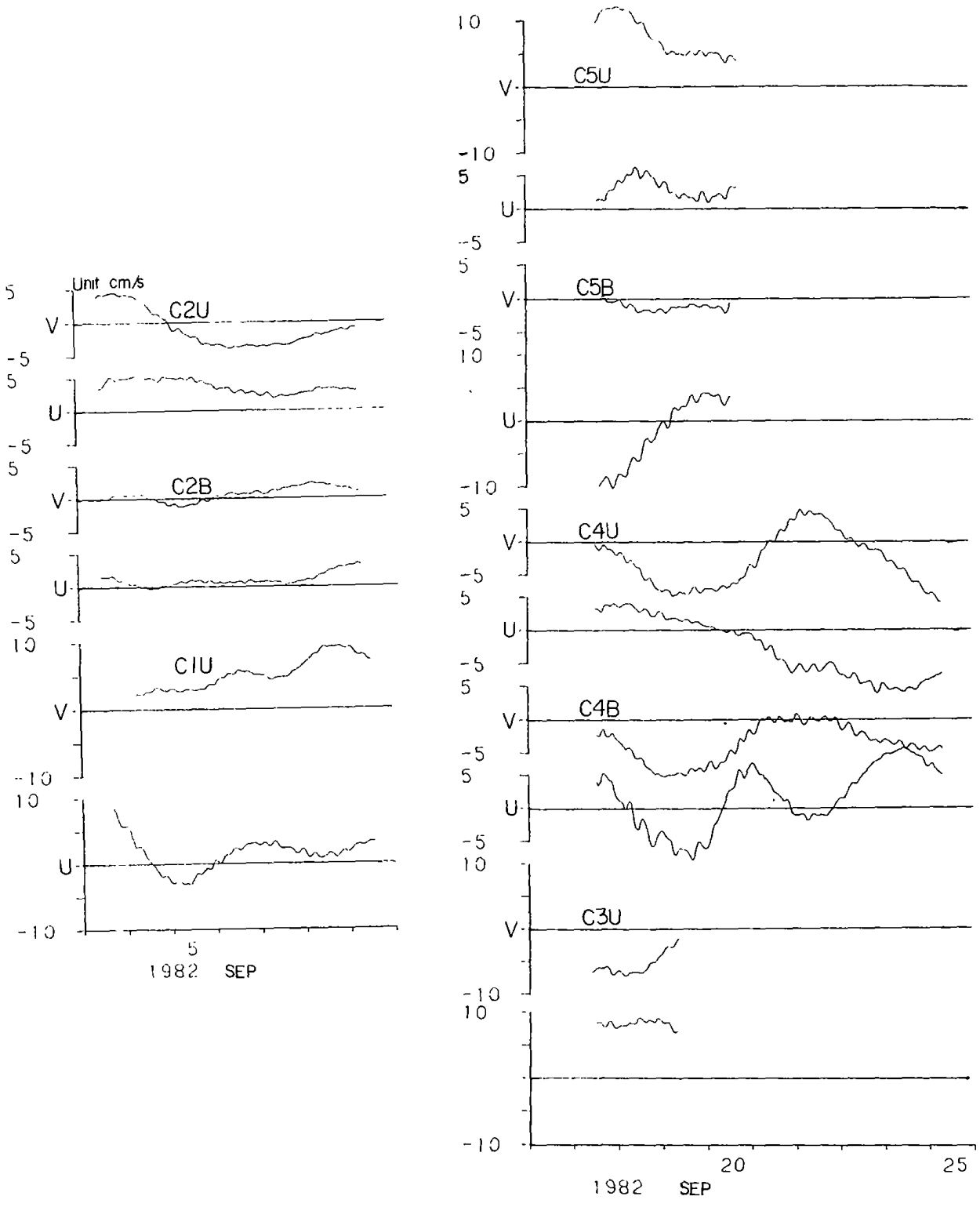


Fig. II-49. Time plots of the residual current in September, 1982.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

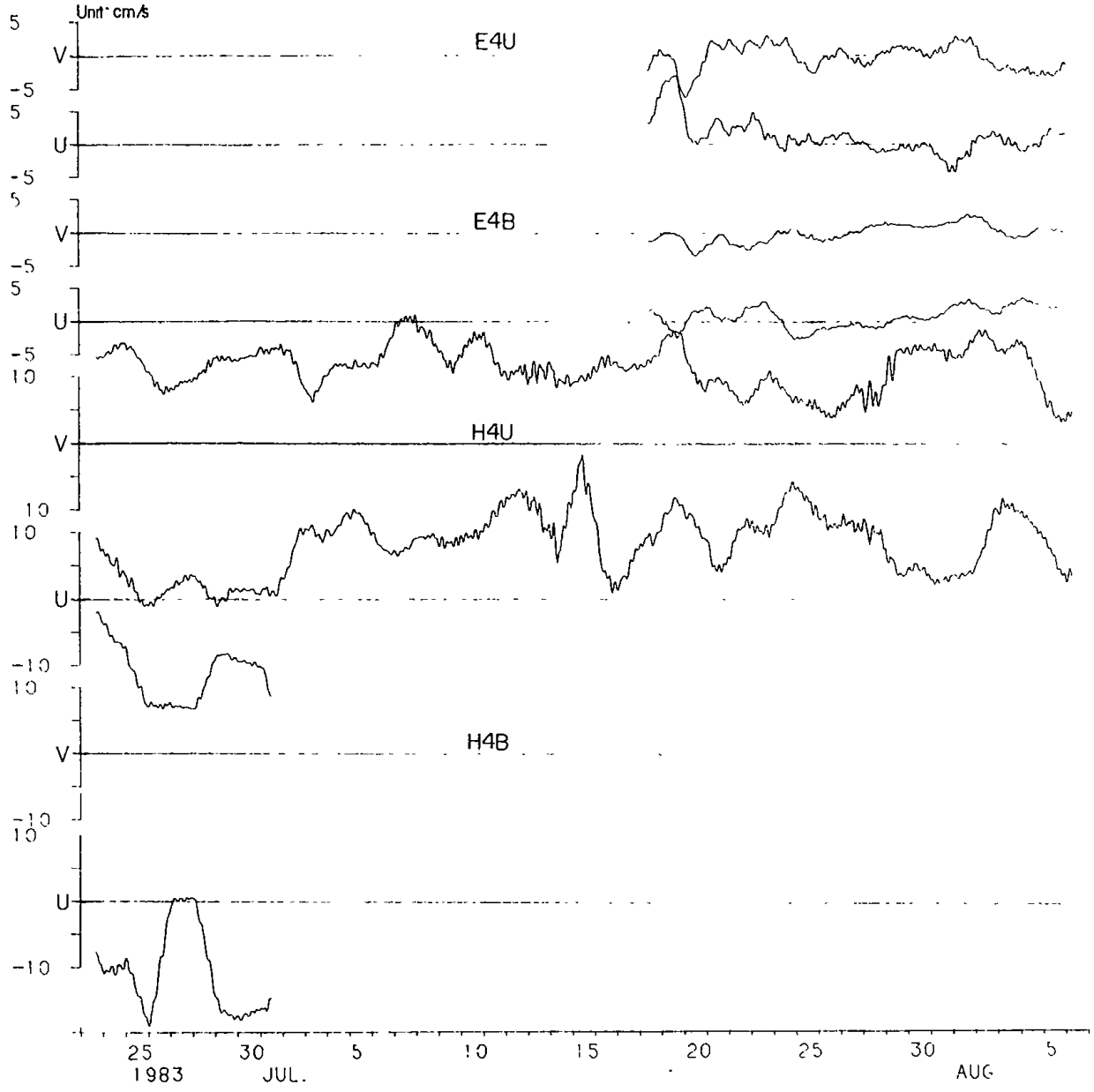


Fig. II-50. Time plots of the residual current in summer of 1983.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

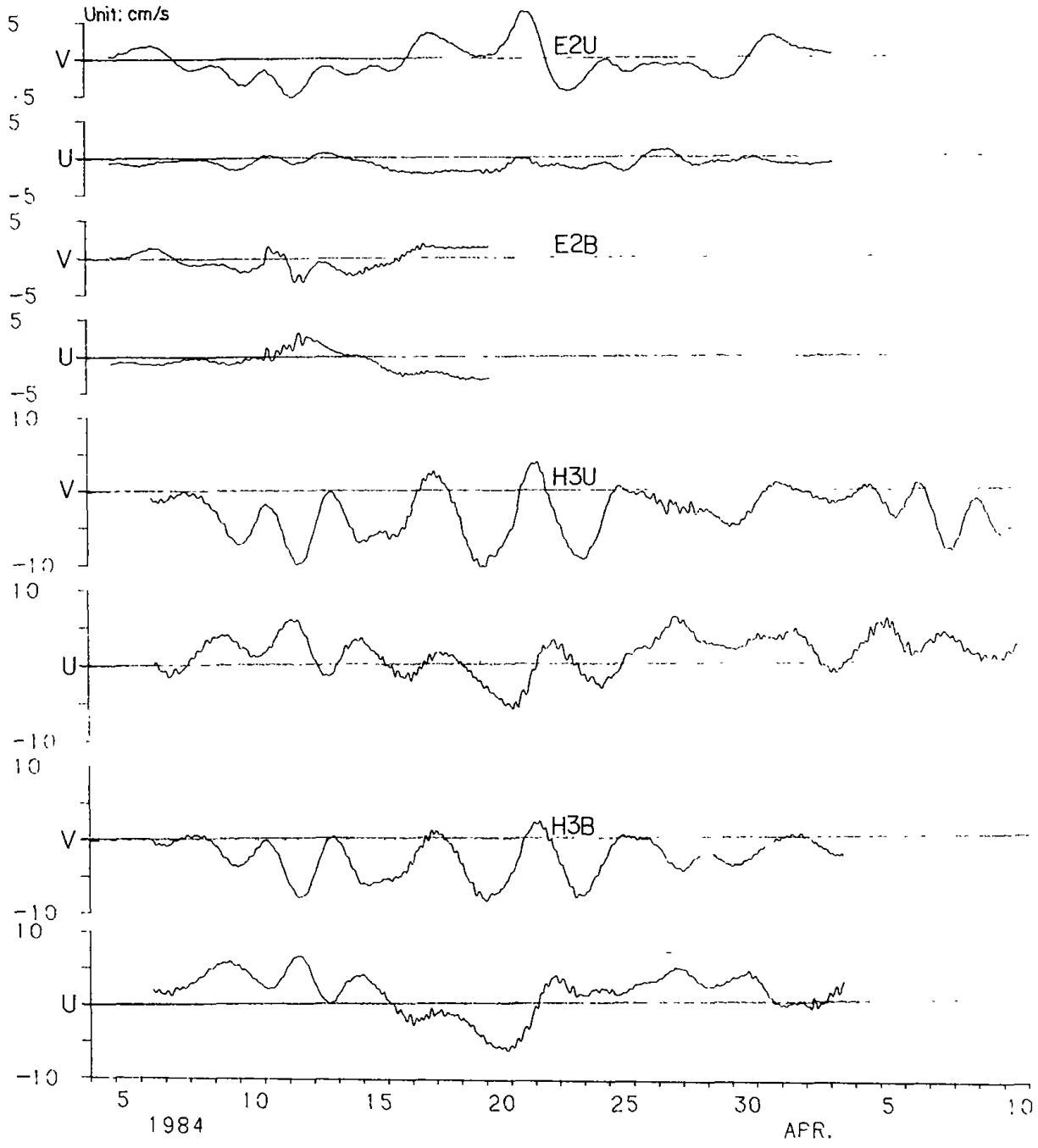


Fig. II-51. Time plots of the residual current in spring of 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

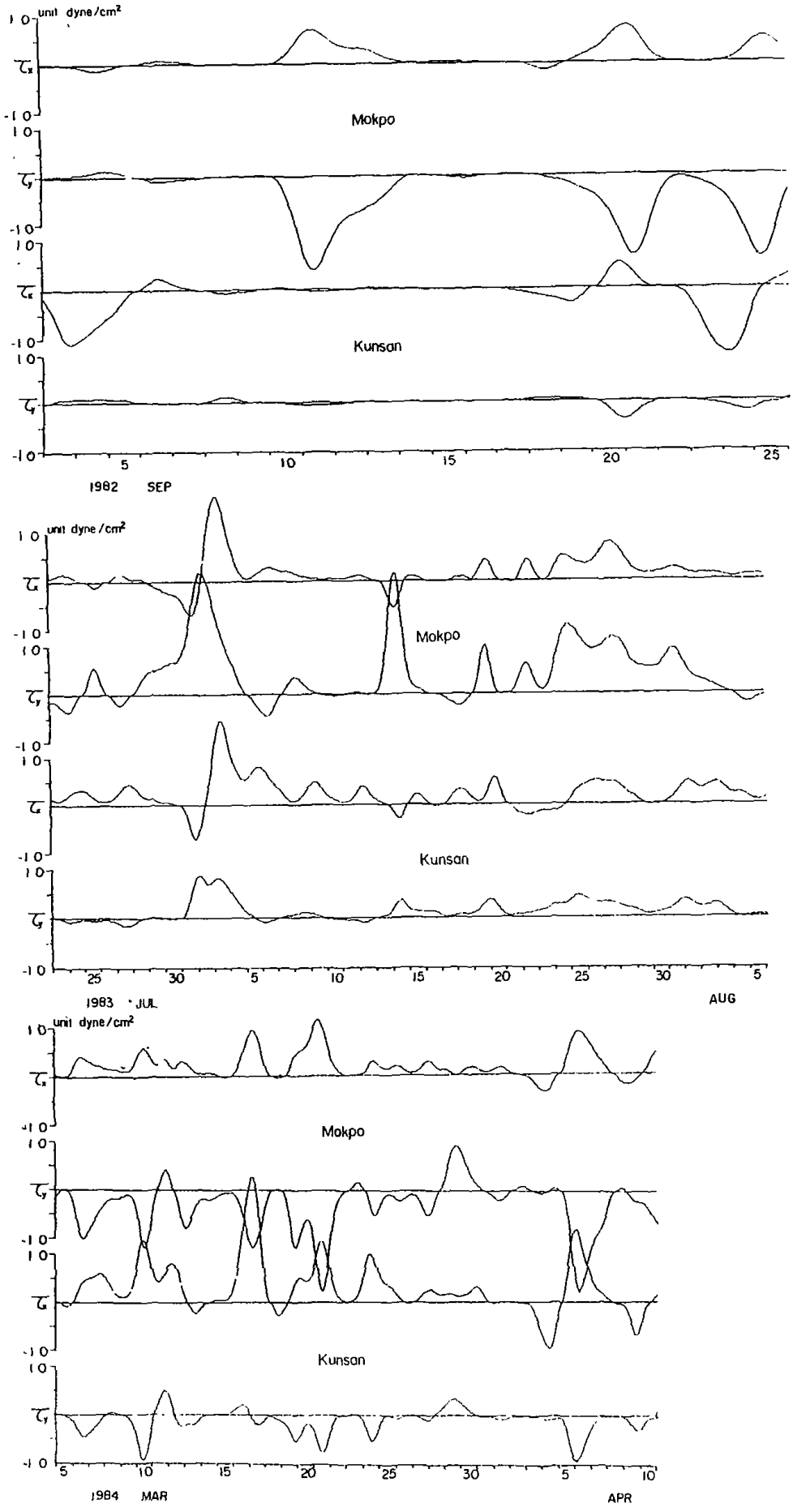


Fig. II-52. Time plots of the low-passed wind stress at Kunsan and Mokpo during the observation of the current.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

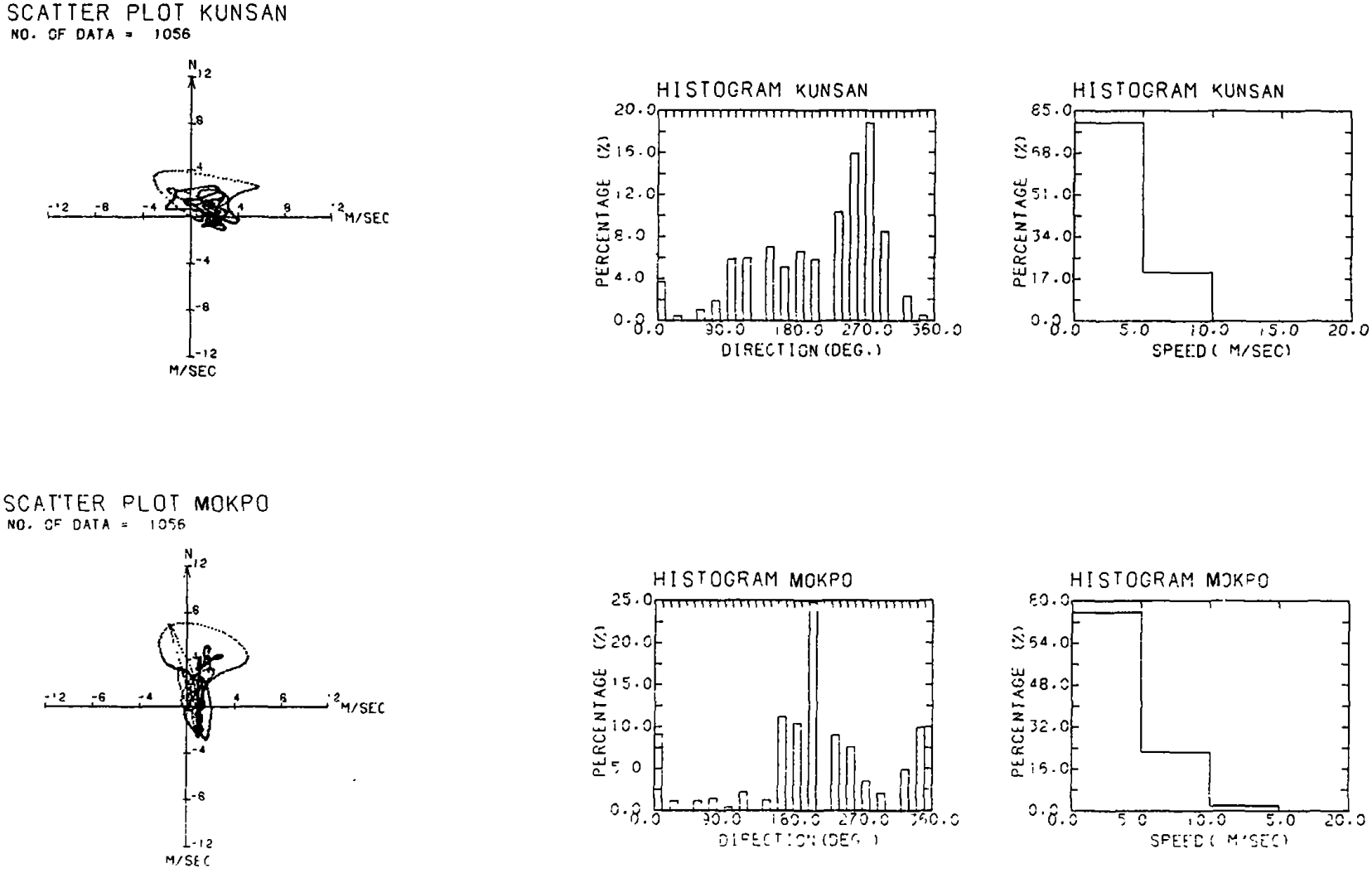


Fig. II-53. **Scatter diagrams and histograms of the low-passed wind in summer of 1983.**

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

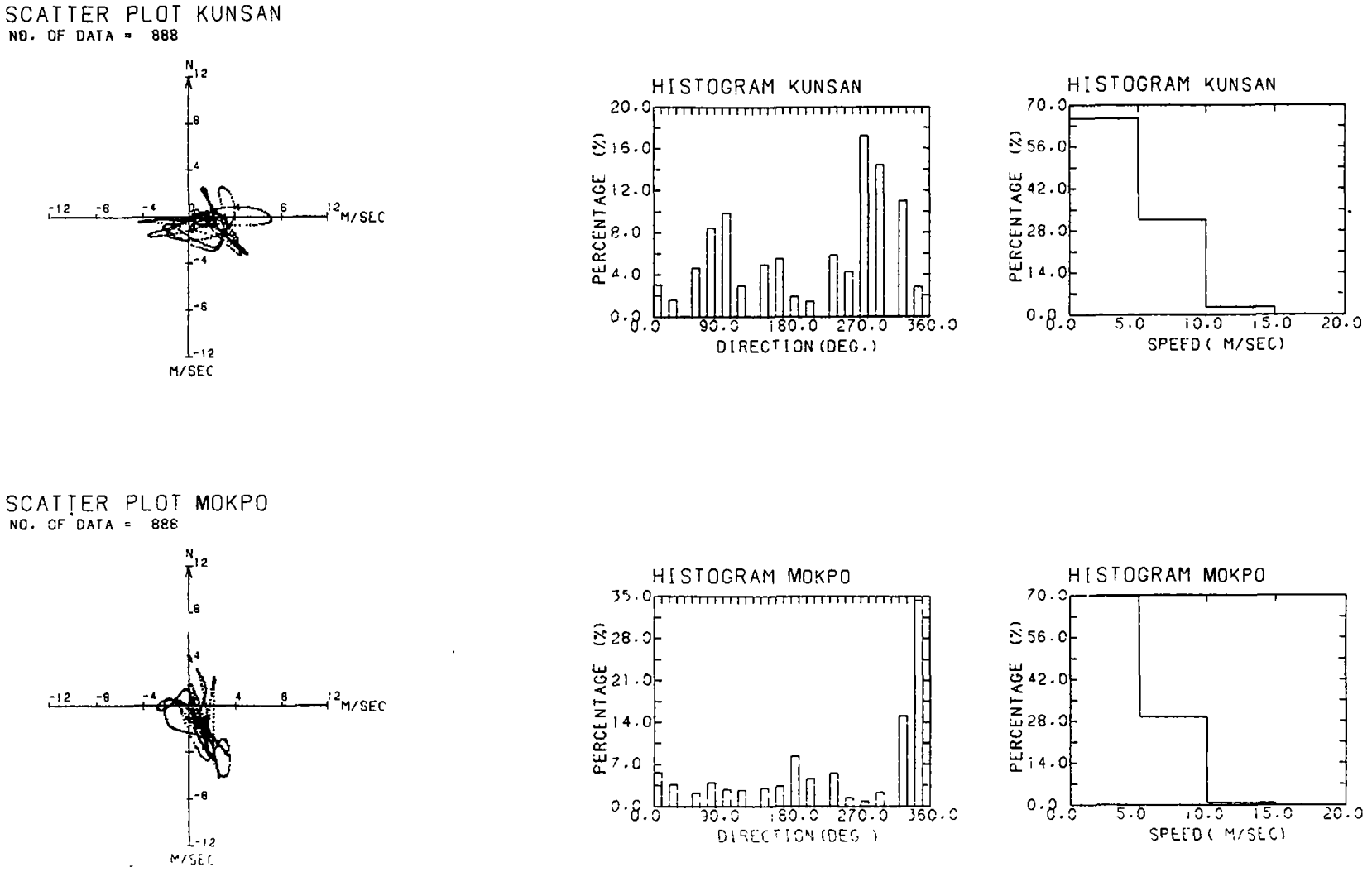


Fig. II-54. Scatter diagrams and histograms of the magnitude and direction of the low-passed wind in spring of 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

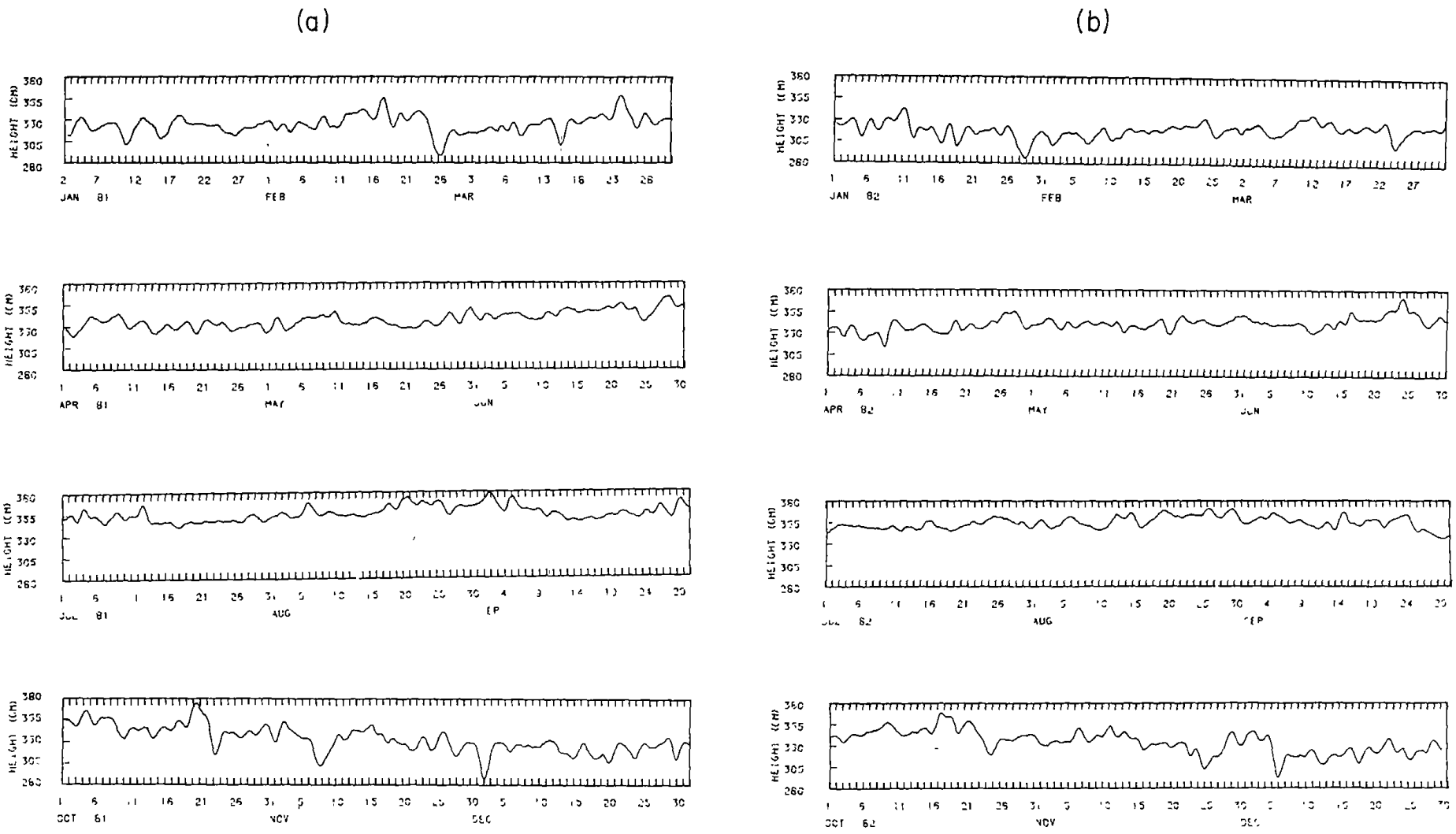


Fig. II-55. Daily mean sea level changes at Kunsan in (a) 1981 and (b) 1982.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

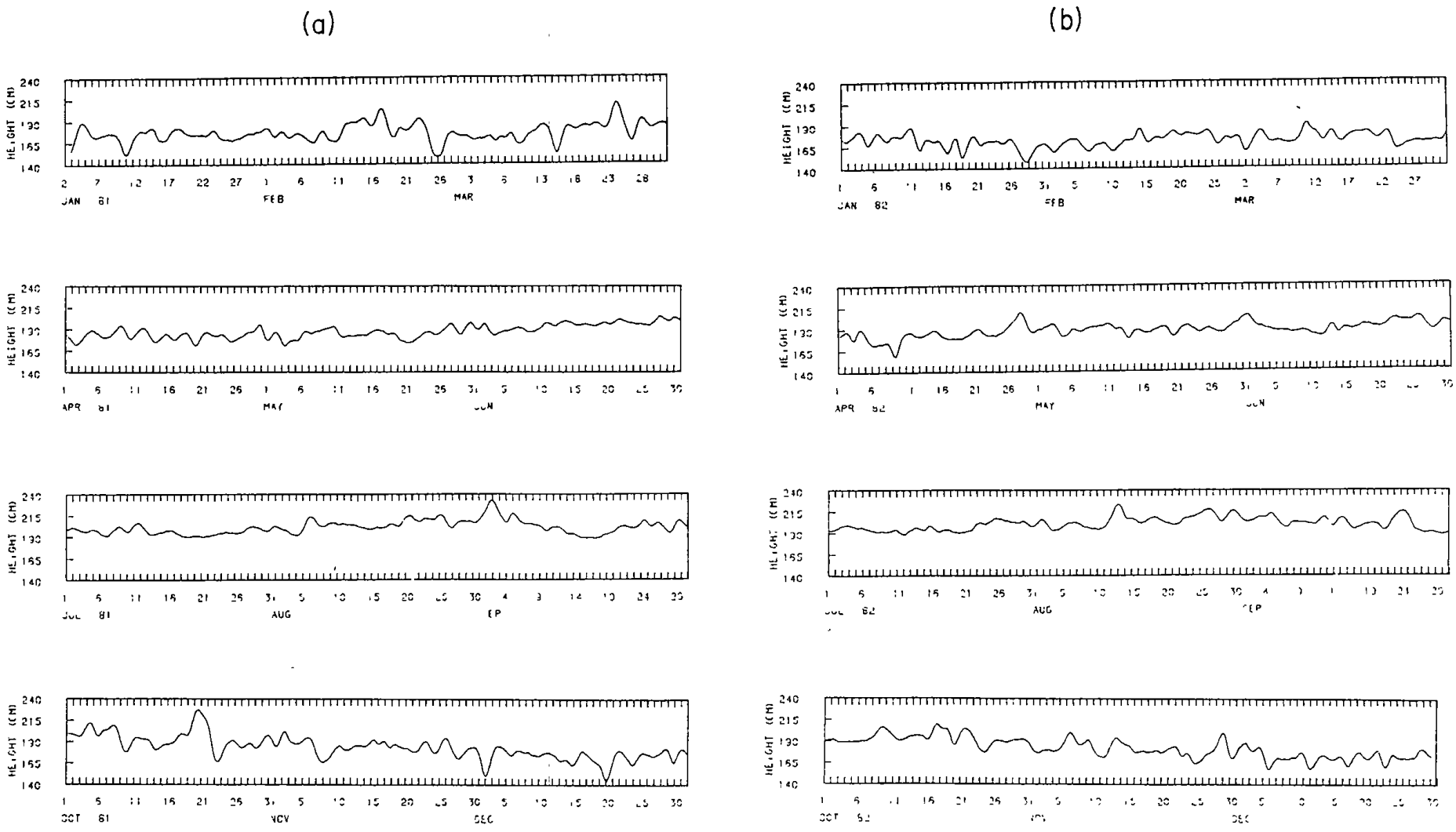


Fig. II-56. Daily mean sea level changes at Taehuksando in (a) 1981 and (b) 1982.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

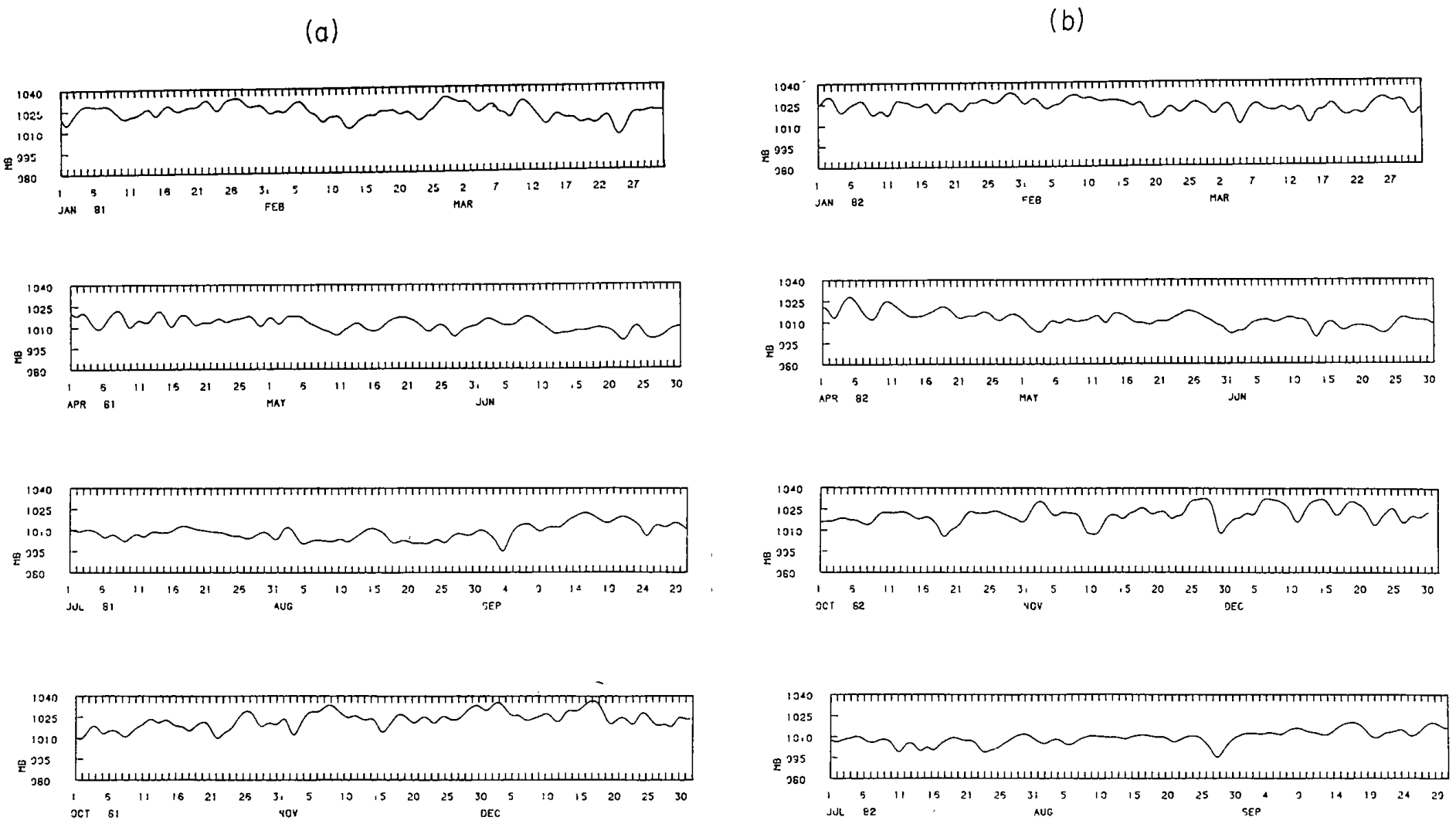


Fig. II-57. Daily mean atmospheric pressure changes at Kunsan in (a) 1981 and (b) 1982.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

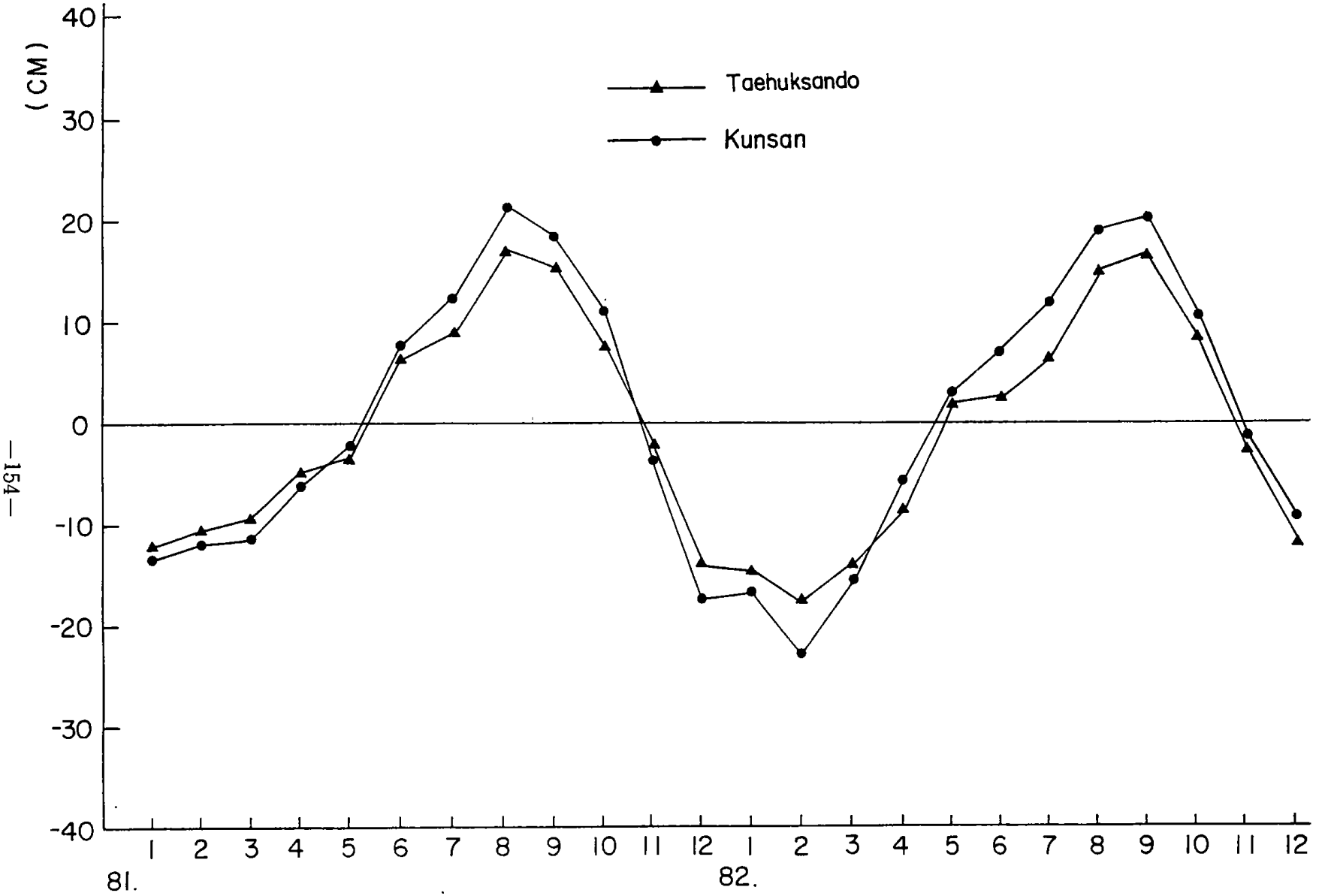


Fig. II-58. Monthly mean sea levels at Kunsan and Taehuksando in 1981~1982.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



Fig. II-59. Sea surface temperature on Aug. 4, 1983 obtained from NOAA infrared image.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第Ⅲ章　海水資源
(STUDIES ON SEA WATER RESOURCES)

分野責任者：李　光　雨

研　究　員：李　壽　珩

梁　東　範

金　銀　洙

吳　在　竜

金　錫　鉉

趙　誠　碌

李　龍　善

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第 1 節　序　　說

黃海의 水質調査는 黃海의 풍부한 生物資源의 이용과 관련하여 海洋生物의 生存環境을 把握함으로써 生物資源의 가장 적절한 이용과 관리에 필수적인 資料를 제공하고, 또 장래 海水의 鑛物資源을 최대한 이용하는 데에 기여하게 된다.

또한 심한 汚染이 우려되는 群山과 같은 沿岸海域에 대해서도 水質環境調査를 계속함으로써 海洋環境保全에 기여하여 沿岸海域의 利用度를 높게 할 수 있다.

本 調査年度의 海水資源分野에서는 1984 年 2 月과 5 月에 걸쳐서 2 回의 現場調査를 실시하였으며 그 調査日程과 調査定點은 Fig. Ⅲ－1 a, 1 b와 Table Ⅲ－1에 각각 나타나 있다. 그리고, 沿岸海域에 대해서는 1984 年 6 月 18 日에서 21 日까지 群山沿岸海域에서 Fig. Ⅲ－1 c와 같이 調査定點을 設定하여 調査를 實施하였다.

海水의 水質環境을 把握하기 위하여 一般水質로서 海水의 水溫, 鹽分, 溶存酸素量, pH 등 海洋의 化學的 環境을 理解하기 위한 基本的인 水質指數들을 調査하였으며 群山沿岸海域에서는 浮遊物質과 化學的 酸素要求量(COD)에 대해서도 調査를 實施하였다.

營養鹽類로서는 窒酸鹽－窒素 (NO_3－N), 亞窒酸鹽－窒素 (NO_2－N), 燐酸鹽－燐 (PO_4－P), 硅酸鹽-硅素〔$Si(OH)_4$－Si〕등 海洋의 一次生産者인 식물 플랑크톤의 증식에 制限因子가 되는 無機營養鹽類의 함량을 調査

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

했다.

또한 식물 플랑크톤의 光合成을 위해 필요한 色素인 클로로필 a, b, c와 carotenoids를 측정하여 海洋의 生産力 把握에 기초자료가 되도록 하였다.

海水中의 重金屬으로서 Cd, Cu, Pb, Zn 등 海洋環境의 汚染과 특별히 관련있는 元素들을 택하여 이들의 해수중 함량을 조사했다.

第 2 節 調査方法

1. 試料採取 및 保存方法

海水分析을 위한 試料는 各 調査定點에서 5 ℓ 들이 採水器를 使用하여 黃海에서는 각각 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75m의 水深에서, 群山沿岸海域에서는 表層과 底層에서 採水하는 것을 원칙으로 하였다. 水溫, pH, 溶存酸素量(DO)은 船上에서 直接 측정하였고 鹽分과 浮遊物質은 시료를 실험실로 옮겨서 측정하였으며 化學的 酸素要求量(COD)은 시료를 냉동 시킨 다음 실험실로 옮겨서 측정하였다.

營養鹽測定은 시료를 船上에서 pore size 0.45μm의 millipore HA type membrane filter paper로 여과한 후 濾液을 냉동시킨 다음 실험실로 옮겨서 측정하였다. 식물 플랑크톤 色素量은 海水를 현장에서 위와 같이 여과한 뒤 filter paper를 냉동하여 실험실로 옮겨서 측정하였다.

重金屬 測定用 試料는 2 ℓ 用 폴리에틸렌 병에 담은 후 진한 窒酸 3 $m\ell$를 가한 후 실험실로 옮겨서 측정하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

2. 分析器機

가. 顚倒溫度計 : Yoshino Keiki Co. Y 101

나. Salinometer : Yeo-Kal Environmental Electronics Model 601 MK III

다. Automatic Titrator : Metrohm Herisau Co. Multidosimet E 415

라. Autoanalyzer : Technicon AA II

마. UV-Vis Spectrophotometer : Perkin-Elmer Lambda 3

바. pH Meter : Fisher Accumet Model 525

사. Atomic Absorption Spectrophotometer : Varian Model 875

3. 分析方法

가. 水 溫

顚倒溫度計로 現場에서 直接 측정하고 실험실에서 보정하였다.

나. 鹽 分

試料를 200 $m\ell$ 들이 갈색 유리병에 담아 실험실로 옮긴 다음 salinometer로 電氣傳導度를 측정한 후 鹽分으로 환산하였다.

다. 溶存酸素量

100$m\ell$용 BOD 병에 시료를 담아 Winkler 법에 의해 황산망간(II)과 알칼리성 요오드화 칼륨용액으로 溶存酸素를 고정시킨 후 실험실로 옮겨 黃酸으로 試料를 산성으로 한 다음 유리되어 나오는 요오드를 치오 황산소다로 逆滴定하여 측정하였다.

라. pH

시료를 온도 25 ± 3℃ 에서 1시간 정도 방치한 후 magnetic stir-

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

rer로 시료를 저어가면서 pH Meter를 사용하여 현장에서 측정하였다.

마. 浮遊物質(suspended solids)

浮遊物質의 測定은 미리 desiccator 속에서 건조시켜 무게를 測定한 Millipore HA type membrane filter paper(pore size 0.45μm, 직경 47 ㎜)로 여과한 다음 oven속 105℃에서 2時間 乾燥시키고 다시 desiccator 속에서 실온으로 식힌후 무게를 測定하여 여과하기 전의 filter paper 무게를 뺀 값으로 하였다. 浮遊物質 測定을 위해서는 시료 1 ℓ를 여과하였으며 그 含量은 mg/ℓ로 表示하였다.

바. 化學的 酸素要求量(chemical oxygen demand)

試料 50$m\ell$를 알칼리성하에서 일정 과량의 과망간산칼륨溶液을 가하고 水浴上에서 40분간 가열한 후 冷却시키고 요오드화칼륨溶液을 가한 다음 黃酸으로 試料溶液을 산성으로 만들어 요오드를 유리시킨 후 치오황산소다로 역적정하였다(Carlberg 1972). 化學的 酸素要求量은 $mg\ O_2/\ell$ 濃度로 表示하였다.

사. 溶存性 營養鹽類

溶存性(dissolved or filtered)營養鹽은 Strickland and Parsons (1972)에 의거 Technicon AA II 自動分析器를 사용하여 測定하였으며 이에 사용된 分析원리는 다음과 같다(Strickland and Parsons 1972).

1) 亞窒酸鹽-窒素(NO_2-N)

시료에 Sulfanilamide와 N(1-naphthyl-ethylenediamine dihydrochloride)를 가해서 發色시켰다.

2) 窒酸鹽-窒素(NO_3-N)

시료를 Cd-column에 통과시켜 아질산염으로 환원시킨 후 아질산염

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

측정과 같은 방법으로 發色시켰다.

3) 燐酸鹽-燐(PO_4-P)

Ammonium molybdate, 황산, potassium antimonyl tartrate의 混合시약을 시료에 가하고 ascorbic acid로 환원하여 發色시켰다.

4) 硅酸鹽-硅素〔$Si(OH)_4$-Si〕

Ammonium molybdate를 시료에 가하여 silicomolybdate complex를 만든 후 oxalic acid와 ascorbic acid를 가하여 發色시켰다.

아. 식물플랑크톤 色素量(pigments)

시료를 여과한 여과지를 90% acetone으로 녹여서 20시간동안 冷暗所에서 플랑크톤 色素를 추출한 후 UV-Vis spectorophotometer로 吸光度를 측정하였다. 이때 사용된 흡수파장은 480,510,630,645,663, 그리고 750*nm*이었으며 cell은 5*cm*짜리를 사용하였다. 측정된 값으로 SCOR/UNESCO 공식에 의하여 chlorophyll *a*,*b*,*c*를 계산하고 plant carotenoids는 Richards 공식을 사용하여 계산하였다.

자. 重金屬

海水中의 重金屬은 Cd, Cu, Pb, Zn등 4가지 원소를 調査하였는데 試料를 Fe-APDC 沈澱法(Lee *et al*. 1980)으로 160배 농축한 후, 原子吸收分光器를 이용하여 分析을 하였다. Cd와 Pb는 非불꽃原子吸收分光法(Flameless AAS)으로, 그리고 Cu와 Zn는 불꽃原子吸收分光法(Flame AAS)으로 각각 측정하였다. 각 金屬의 測定 吸收波長은 Cd 228.8*nm*, Cu 324.7 *nm*, Pb 283.3*nm*, Zn 213.9*nm*였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第 3 節 調査結果

1. 黃海海域

84年 5月의 水溫은 表層에서는 6.2 ~ 12.4℃, 전체적으로는 4.2 ~ 12.4℃의 分布를 보였다. 分布의 特性을 보면, 表層에서는 泰安半島 沿岸海域에서 6.2 ~ 7.3℃ 정도의 낮은 水溫分布를 보였으며 沿岸에서 어느 정도 벗어난 海域에서는 11.0 ~ 12.4℃ 정도의 水溫分布를 보였다. 수직적으로는 中層水의 水溫은 沿岸海域에서 外海쪽으로 나감에 따라 다소 상승하는 추세를 보였으며, 泰安半島 沿岸海域과 黑山島 서쪽 隣近 海域에서는 水深에 따른 水溫의 수직적 傾斜가 거의 없이 各各 6.1 ~ 6.2℃, 7.1 ~ 7.6℃ 정도의 낮은 水溫分布를 보였고, 泰安半島 西쪽 東徑 125°에서 126° 사이의 底層에서 中層으로 돌기형태로 발달한 5℃의 等溫線이 南쪽으로 내려오면서 차츰 소멸하여 底層水의 水溫이 상승해가는 경향을 나타내었다 (Fig. Ⅲ－97 ~ Ⅲ－103).

5月의 鹽分은 31.99 ~ 33.74‰의 分布를 보였는 데, 沿岸에서 外海쪽으로 나가면서, 그리고 北쪽에서 南쪽으로 가면서 점차 증가하는 현상을 보였다. 수직적으로는 水深이 깊어짐에 따라 다소 증가하는 경향을 가지나 沿岸의 몇 군데에서는 鹽分의 垂直的 傾斜가 거의 없는 곳도 있었다 (Fig. Ⅲ-90 ~ 96).

溶存酸素量(DO)은 2月에는 6.49 ~ 8.32 $m\ell/\ell$ 의 分布를 보였는 데, 北쪽에서 南쪽으로 가면서 그리고 沿岸에서 멀어질수록 점차로 減少하는 現象을 나타내었으며 垂直的으로는 表層 平均 7.34 $m\ell/\ell$ 에서 20 m層까지는 거의 變化가 없었으나 그 아래로는 水深이 깊어질수록 차츰 減少하는 傾向

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

을 보였다 (Fig. Ⅲ－2～8).

5月에는 3.51～9.34 *mℓ/ℓ* 의 分布를 보였으며 水平的으로는 뚜렷한 分布의 樣相은 없었으나 北쪽으로 감에 따라 대체로 減少하였으며, 垂直的으로는 表層의 平均 6.97 *mℓ/ℓ* 에서 水深이 깊어짐에 따라 점차로 증가하여 20 *m*層에서는 平均 7.46 *mℓ/ℓ* 의 最高값을 나타낸 후 다시 減少하기 시작하여 75 *m*層에서 最小값인 平均 6.56 *mℓ/ℓ* 를 나타내었다 (Fig. Ⅲ－76～82).

pH는 2月에 7.86～8.14의 分布를 보였는 데, 水平的으로는 北쪽에서 南쪽으로 나감에 따라 그리고 沿岸에서 멀어질수록 pH가 약간씩 상승하는 현상을 보였으며 垂直的으로는 水深이 깊어질수록 차츰 상승하여 表層이 平均 8.01로 最低値를, 75 *m*層이 平均 8.04로 最高値를 나타내었다 (Fig. Ⅲ－9～15).

5月에는 7.84～8.23의 分布를 보였고 水平的으로는 沿岸에서 外海쪽으로 감에 따라 pH가 약간씩 상승하였으며 層別로는 10 *m*層이 平均 8.05로 가장 높은 값을 나타내었고 水深이 깊어질수록 pH가 차츰 낮아져서 75 *m*層에서 平均 7.98로 가장 낮은 값을 나타내었다. 그리고, 18번 調査線(line)에서는 表層이 平均 8.10으로 가장 높았으며 水深에 따라 차츰 낮은 값들을 보였다 (Fig. Ⅲ－83～89).

窒酸鹽－窒素 (NO_3—N)는 84年 2月에 表層의 경우 2.59～26.84 *μg-at N/ℓ*의 分布를 보였고 沿岸에 가까운 定點들에서는 表層이 5 *m*層 이하보다 높은 濃度를 보였다. 5 *m*層부터 底層까지는 거의 비슷한 濃度를 보이는데 이는 冬季에 水塊가 균일해진 때문이라 할 수 있다. 定點 0301, 0304, 0602 等 沿岸에 가까운 定點들에서는 表層부터 底層까지 6 *μg-at N/ℓ* 이상의 높은 濃度를 보이고 있으나 조사선(line) 03, 06의 다른 定點들과 조사선(line) 09, 12에서는 대체로 4 *μg-at N/ℓ* 이하의 濃度였다. 반면

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

南쪽 海域에서는 NO_3-N 의 濃度가 높아 조사선 (line) 15, 18 에서는 表層부터 底層까지 5 ~ 8 μg-at N/ℓ 의 높은 濃度를 보였다 (Fig. Ⅲ－16 ~ 22).

5 月에 NO_3-N은 定點 0301 에서는 表層부터 底層까지 5 μg-at N/ℓ 이상을 나타내었으나 이를 除外하면 조사선 03, 06, 09, 12 에서는 表層水의 경우 NO_3-N의 濃度가 극히 낮았다. 조사선 15, 18 의 表層水에서는 위의 조사선들 보다 다소 높은 NO_3-N의 濃度를 보였다. 垂直的인 分布에서는 表層에서부터 水溫躍層까지 비슷한 NO_3-N 濃度를 보이며 定點에 따라 30 m 또는 50 m層부터 濃度가 증가하기 시작한다. 50 m層의 NO_3-N 濃度는 沿岸에 가까운 定點보다 外洋쪽에서 더 높은 濃度를 보이며 또한 南쪽 海域으로 갈수록 더 높아져 定點 0387, 0611 에서는 2 μg-at N/ℓ 이하였으나 定點 1212, 1512 에서는 6 μg-at N/ℓ 이상이었다 (Fig. Ⅲ－110 ~ 115).

亞窒酸鹽－窒素 (NO_2－N) 는 2 月에 表層에서 0.18 ~ 0.55 μg-at N/ℓ, 10 m層에서는 0.16 ~ 0.44 μg-at N/ℓ, 30 m層에서는 0.16 ~ 0.46 μg-at N/ℓ 를 보였으며 垂直分布상으로 濃度의 變化가 거의 없었다. 또한 沿岸에 가까운 定點들에서도 表層의 NO_2-N이 外洋보다 높지 않았으며 NO_3-N처럼 南쪽 海域이 높은 濃度를 보이는 현상은 나타나지 않았다 (Fig. Ⅲ－23 ~ 30).

5 月에 NO_2－N은 表層의 경우 nd ~ 0.16 μg-at N/ℓ의 分布를 보였으며 沿岸쪽이 外洋쪽보다 약간 높을 뿐 조사선간의 濃度의 차이는 작았고 垂直的인 分布에서도 表層부터 底層까지 거의 균일한 分布를 보였다. 그러나 가장 南쪽의 조사선 18 에서는 50 m 層의 NO_2－N이 0.41 ~ 1.25 μg-at N/ℓ, 75 m 層이 1.10 ~ 1.39 μg-at N/ℓ 로 위의 조사선들의 같은 깊이에서보다 높은 濃度를 보였다 (Fig. Ⅲ－104 ~ 109).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

燐酸鹽-燐(PO_4-P)은 2月에 表層에서 0.35 ~ 1.08 μg-$at\ P/\ell$, 10 m 層에서 0.39 ~ 1.11 μg-$at\ P/\ell$, 30 m 層에서 0.33 ~ 1.17 μg-$at\ P/\ell$를 보였으며 다른 營養鹽들과 마찬가지로 垂直的인 濃度의 變化가 거의 없었다. NO_3-N의 경우처럼 조사선 15, 18에서는 위의 조사선들에서보다 다소 높은 PO_4-P의 濃度를 보였다(Fig. Ⅲ-30 ~ 36).

5月에 表層水의 PO_4-P는 調査線 03, 06, 09, 12에서는 沿岸에 가까운 定點들을 除外하면 0.20 ~ 0.27 μg-$at\ P/\ell$의 낮은 값을 보이고 있으나 조사선 15, 18에서는 0.41 ~ 1.00 μg-$at\ P/\ell$로 다소 높은 값을 보인다. 30, 50 m 層에서도 조사선 03, 06, 09, 12에서는 대체로 0.7 μg-$at\ P/\ell$이하이나 조사선 15, 18에서는 1 μg-$at\ P/\ell$를 넘는 경우가 많았다(Fig. Ⅲ-116 ~ 121).

硅酸鹽-硅素〔$Si(OH)_4$-Si〕는 2月에 表層에서 2.44 ~ 7.31 μg-$at\ Si\ /\ \ell$, 10 m 層에서 2.18 ~ 6.78 μg-$at\ Si\ /\ \ell$, 30 m 層에서 2.10 ~ 6.87 μg-$at\ Si\ /\ \ell$를 보였으며 垂直的인 濃度의 變化가 거의 없었다. 地理的으로는 조사선 15, 18에서 위의 조사선들에서보다 높은 濃度를 나타내고 있었다(Fig. Ⅲ-37 ~ 43).

5月에 $Si(OH)_4$-Si는 表層의 경우 0.48 ~ 0.72 μg-$at\ Si/\ell$의 分布를 보였으며 地理的 分布의 特性이 거의 없었다. 底層의 경우 조사선 12, 15, 18에서는 위의 조사선들보다 높은 $Si(OH)_4$-Si 濃度를 보였다(Fig. Ⅲ-122 ~ 127).

플랑크톤 色素量의 경우 84年 2월 黃海에서의 클로로필 a의 濃度는 表層에서 0.32 ~ 0.45 $\mu g\ /\ \ell$, 5 m 層에서 0.32 ~ 1.65 $\mu g/\ell$, 20 m 層에서 0.27 ~ 2.06 $\mu g/\ell$, 30 m 層에서 0.32 ~ 2.13 $\mu g/\ell$였다. 黃海의 南部海域에서는 비교적 클로로필 a의 濃度가 낮았으며 沿岸쪽에서는 높은 값을 보이고 있다. 垂直分布上으로는 表層보다 30 m, 50 m 層에서 높은 값이 나

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

타났다. 클로로필 *b* 는 그 濃度가 낮아 대체로 0.5 $\mu g/\ell$ 이하였으며 클로로필 *c* 는 그 分布 樣相이 클로로필 *a* 와 비슷하였다 (Fig. Ⅲ－44 ～ 71).

5月에 黃海에서의 클로로필 *a* 의 濃度는 2月보다는 훨씬 增加한 값으로 表層에서 0.13 ～ 1.13 $\mu g/\ell$, 10 *m* 層에서 0.20 ～ 2.57 $\mu g/\ell$, 20 *m* 層에서 0.25 ～ 3.65 $\mu g/\ell$, 30 *m* 層에서 0.43 ～ 6.20 $\mu g/\ell$ 였다. 5月에는 특히 30 *m* 層에서 클로로필 *a* 濃度 增加가 뚜렷하게 나타났다. 클로로필 *b* 는 2月에 비해 濃度의 變化가 거의 없었으며 클로로필 *c* 는 0.20 ～ 3.49 $\mu g/\ell$ 의 分布를 보였고 카로티노이드는 그 量이 극히 적었다 (Fig. Ⅲ－128 ～ 149).

重金屬은 2月 調査에서는 表層, 그리고 5月 調査에서는 表層과 50 *m* 層만 測定하였는데 Cd 은 表層의 경우 2月에 0.01 ～ 0.07 $\mu g/\ell$, 5月에 0.02 ～ 0.23 $\mu g/\ell$, 50 *m* 層은 5月에 0.02 ～ 0.20 $\mu g/\ell$ 로 전반적으로 外洋海水의 平均濃度인 0.11 $\mu g/\ell$ (Bowen 1979) 보다도 낮은 농도를 나타내었다 (Fig. Ⅲ－72, Ⅲ－150, Ⅲ－151). Cu 는 表層에서는 2月에 0.1 ～ 2.9 $\mu g/\ell$, 5月에 0.1 ～ 3.5 $\mu g/\ell$, 그리고 50 *m* 層은 5月에 0.1 ～ 1.2 $\mu g/\ell$ 로 대체로 外洋海水의 平均濃度인 0.25 $\mu g/\ell$ 보다 높은 값을 보였다 (Fig. Ⅲ－73, Ⅲ－152, Ⅲ－153). Pb 는 表層의 경우 2月에 0.01 ～ 0.59 $\mu g/\ell$, 5月에 0.02 ～ 1.58 $\mu g/\ell$, 50 *m* 層에서는 5月에 0.01 ～ 2.46 $\mu g/\ell$ 로 5月이 2月에 비해 전반적으로 높게 나왔다 (Fig. Ⅲ－74, Ⅲ－154, Ⅲ－155). Zn 는 Pb 와는 달리 2月 調査에서 높은 값을 보였는데 表層의 경우 2月에 4.7 ～ 64.0 $\mu g/\ell$, 5月에 2.1 ～ 21.9 $\mu g/\ell$, 그리고 50 *m* 層은 5月에 2.4 ～ 20.4 $\mu g/\ell$ 로 모두 外洋海水의 平均濃度인 4.9 $\mu g/\ell$ 보다 높게 나타났다 (Fig. Ⅲ－75, Ⅲ－156, Ⅲ－157).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

2. 群山 沿岸海域

1984年 6月에 실시한 조사결과를 보면 群山 沿岸은 다량의 유기물을 함유한 陸水가 錦江 河口域으로부터 流入되어 外海쪽으로 나가면서 점차 擴散 稀釋되는 경향을 나타내었으며 각 항목별 특성도 이를 잘 반영해주고 있다.

水溫은 表·底層 모두 錦江河口域에서 外海쪽으로 나가면서 점차 낮아져 表層은 16.2 ~ 22.4℃의 變化幅을 가졌으며, 저층의 경우 表層보다 다소 낮은 水溫分布를 보여 外海쪽의 수심이 비교적 깊은 곳에서는 최고 2.4℃ 까지 溫度差異를 나타냈다 (Fig. Ⅲ－158, Ⅲ－159).

鹽分의 경우에 있어서도 수온과 비슷한 양상을 보여, 表層은 錦江河口域의 최저 13.9‰에서 하구역으로부터 점차 멀어질수록 陸水의 영향이 점차 줄어들어 十二東波島와 같은 經度線上에서는 32.0‰정도의 分布를 나타내었으며 수직적 경사 또한 점차적으로 감소하는 경향을 보였다 (Fig. Ⅲ－160, Ⅲ－161).

溶存酸素量 (DO) 은 表層의 경우 錦江河口域의 최저 5.9 mg/ℓ 에서 外海쪽으로 나갈수록 점차 증가하여 十二東波島부근에서 최고 8.4 mg/ℓ 를 나타내었으며, 저층의 경우는 錦江河口域부근에서는 表層에 비해 다소 낮은 값을 보였으나 外海로 나가면서 그 차이가 줄어들어 古群山群島를 지나면서는 거의 차이가 나타나지 않았다 (Fig. Ⅲ－162, Ⅲ－163).

pH의 경우는 錦江河口域의 최저 7.64에서 연도부근의 8.12까지의 분포를 보였는데, 오식도를 지나면서는 대부분 8.06이상의 값을 보이면서 표·저층의 차이도 거의 나타나지 않았다 (Fig. Ⅲ－164, Ⅲ－165).

浮遊物質 (SS) 은 表層의 경우 1.43 ~ 26.29 mg/ℓ 의 분포를 보였는데, 等分布曲線이 西南쪽으로 꼬리를 형성하고 있었으며 저층이 表層에 비해 다

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

소 높은 분포를 나타내었다(Fig. Ⅲ－166, Ⅲ－167).

化學的酸素要求量(COD)의 경우는 表層에 있어서는 1.47 ~ 4.42 $mg\ O_2/\ell$의 분포를 나타내었는데, 錦江河口域으로부터 外海쪽으로 나가면서 그 값이 작아져 古群山群島와 같은 經度 線上에서는 2.27 ~ 2.98 $mg\ O_2/\ell$, 十二東波島와 같은 線上에서는 1.47 ~ 1.60 $mg\ O_2/\ell$의 분포를 보였으며 저층이 表層에 비해 다소 낮은 값을 나타내었다(Fig. Ⅲ－168 , Ⅲ－169).

窒酸鹽－窒素(NO_3 －N)의 경우 表層은 錦江河口域의 최고 54.7 μg-$at\ N/\ell$ 에서 外海쪽으로 나가면서 점차 稀釋되어 최저 0.8 $\mu g-at\ N/\ell$ 까지의 분포를 보였으며, 저층은 錦江河口域에서 古群山群島와 같은 經度 線上까지는 表층보다 약간 낮거나 表層과 비슷한 분포양상을 보였으나 十二東波島와 같은 經度 線上에서는 오히려 古群山群島쪽 보다도 2배가량이 높은 1.7 ~ 2.6 $\mu g-at\ N/\ell$의 분포를 나타내었다(Fig. Ⅲ－170, Ⅲ－171).

亞窒酸鹽-窒素(NO_2－N)는 0.4 ~ 9.0 μg-$at\ N/\ell$ 의 분포를 보였는데 錦江河口域에서 外海로 나갈수록 점차 낮은 농도를 나타내었으며 금강하구에서 가까운 곳에서는 表層이 저층에 비해 높은 분포를 보였으나 外海로 나가면서 그 차이는 별로 나타나지 않았다(Fig. Ⅲ－172, 173).

燐酸鹽-燐(PO_4－P)의 경우는 表層이 0.21 ~ 7.32 $\mu g-at\ P/\ell$, 저층이 0.21 ~ 0.88 $\mu g-at\ P/\ell$ 의 분포를 보였는데, 다른 영양염들과는 달리 錦江河口의 근접해역보다는 外海쪽에서 더 높은 분포양상을 나타내었다(Fig. Ⅲ－174, Ⅲ－175).

硅酸鹽-硅素〔$Si(OH)_4$－Si〕는 表層의 경우 0.9 ~ 12.2 $\mu g-at\ Si/\ell$ 의 變化幅을 가졌는데 錦江河口를 통해 유입된 硅酸鹽이 外海로 나가면서 점차 稀釋되어 가는 양상을 보였으며, 저층은 錦江河口에서는 表層보다 그 농도가 약간 낮았으나 전체적으로 表層과 비슷한 분포경향을 나타내었다(Fig. Ⅲ－176, Ⅲ－177).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

클로로필 *a* 는 表層 0.49 ~ 3.39 $\mu g/\ell$, 저층 0.63 ~ 3.31 $\mu g/\ell$의 분포를 보였으며, 錦江하구에서부터 점차 증가하기 시작하여 오식도부근에서 表層의 경우 3.50 $\mu g/\ell$ 저층은 3.00 $\mu g/\ell$ 이상의 값을 보이다가 外海쪽으로 나가면서 감소하기 시작하여 十二東波島부근에서는 1.00 $\mu g/\ell$이하의 농도를 나타내었다 (Fig. Ⅲ－178, Ⅲ－179)

그 밖에 클로로필 *b* 는 表層 0.17 ~ 0.37 $\mu g/\ell$, 저층 0.14 ~ 0.35 $\mu g/\ell$, 클로로필 *c* 는 表層 0.60 ~ 1.63 $\mu g/\ell$, 저층 0.60 ~ 1.47 $\mu g/\ell$, 그리고 carotenoids 는 表層 0.05 ~ 1.16 $\mu g/\ell$, 저층 0.06 ~ 0.86 $\mu g/\ell$ 의 분포를 보였는데 그 분포양상이 모두 클로로필 *a* 의 경우와 매우 비슷하였다 (Fig. Ⅲ－180 ~ 185).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

參 考 文 獻

Bowen. H.J.M. 1979. Environmental chemistry of the elements. Academic Press. London. U. K.

Lee, D.S., S.H. Lee, H.S. Kwak, and K.W. Lee. 1980. Determination of dissolved trace metals in sea water by atomic absorption spectrophotometry after concentration by Fe(III)-APDC coprecipitation. J. Oceanol. Soc. Korea 15: 66 ~ 70.

Strickland, J.D.H., and T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Bd. Can. No. 167. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, Canada.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table III-1. Location of the chemical oceanographical stations occupied in February and May, 1984.

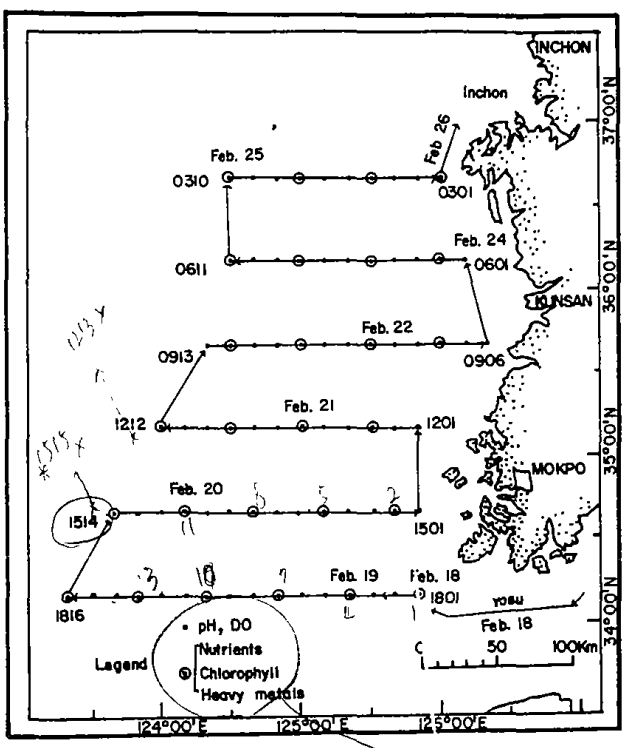
Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Station	Latitude (N)	Longitude (E)
0301	36°40'	126°00'	0901	35°40'	126°20'
0302	36°40'	125°50'	0902	35°40'	126°10'
0303	36°40'	125°40'	0903	35°40'	126°00'
0304	36°40'	125°30'	0904	35°40'	125°50'
0305	36°40'	125°20'	0905	35°40'	125°40'
0306	36°40'	125°10'	0906	35°40'	125°30'
0307	36°40'	125°00'	0907	35°40'	125°20'
0308	36°40'	124°50'	0908	35°40'	125°10'
0309	36°40'	124°40'	0909	35°40'	125°00'
0310	36°40'	124°30'	0910	35°40'	124°50'
			0911	35°40'	124°40'
0601	36°10'	126°10'	0912	35°40'	124°30'
0602	36°10'	126°00'	0913	35°40'	124°20'
0603	36°10'	125°50'			
0604	36°10'	125°40'	1201	35°10'	125°50'
0605	36°10'	125°30'	1202	35°10'	125°40'
0606	36°10'	125°20'	1203	35°10'	125°30'
0607	36°10'	125°10'	1204	35°10'	125°20'
0608	36°10'	125°00'	1205	35°10'	125°10'
0609	36°10'	124°50'	1206	35°10'	125°00'
0610	36°10'	124°40'	1207	35°10'	124°50'
0611	36°10'	124°30'	1208	35°10'	124°40'

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

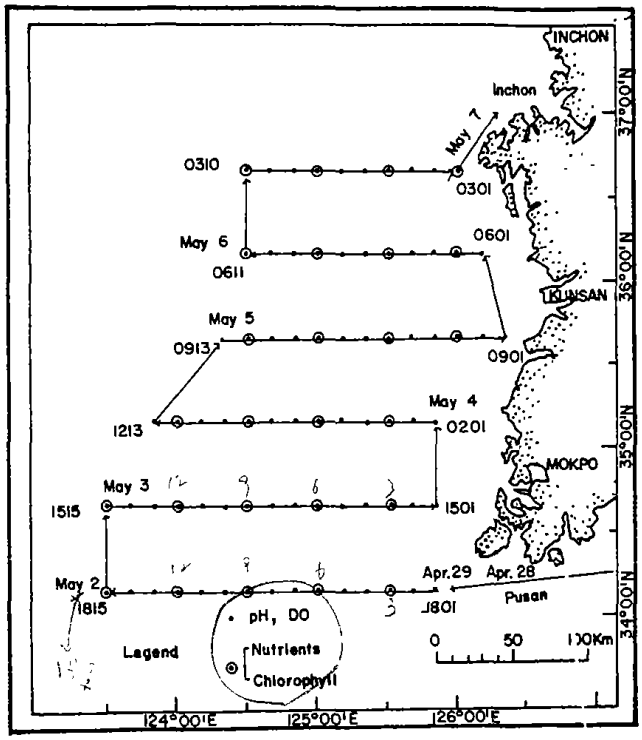
Table Ⅲ-1 . (Cont'd)

Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Station	Latitude (N)	Longitude (E)
1209	35°10'	124°30'	1514	34°40'	123°40'
1210	35°10'	124°20'	1515	34°40'	123°30'
1211	35°10'	124°10'	1801	34°10'	125°50'
1212	35°10'	124°00'	1802	34°10'	125°40'
1213	35°10'	123°50'	1803	34°10'	125°30'
1501	34°40'	125°50'	1804	34°10'	125°20'
1502	34°40'	125°40'	1805	34°10'	125°10'
1503	34°40'	125°30'	1806	34°10'	125°00'
1504	34°40'	125°20'	1807	34°10'	124°50'
1505	34°40'	125°10'	1808	34°10'	124°40'
1506	34°40'	125°00'	1809	34°10'	124°30'
1507	34°40'	124°50'	1810	34°10'	124°20'
1508	34°40'	124°40'	1811	34°10'	124°10'
1509	34°40'	124°30'	1812	34°10'	124°00'
1510	34°40'	124°20'	1813	34°10'	123°50'
1511	34°40'	124°10'	1814	34°10'	123°40'
1512	34°40'	124°00'	1815	34°10'	123°30'
1513	34°40'	123°50'	1816	34°10'	123°20'

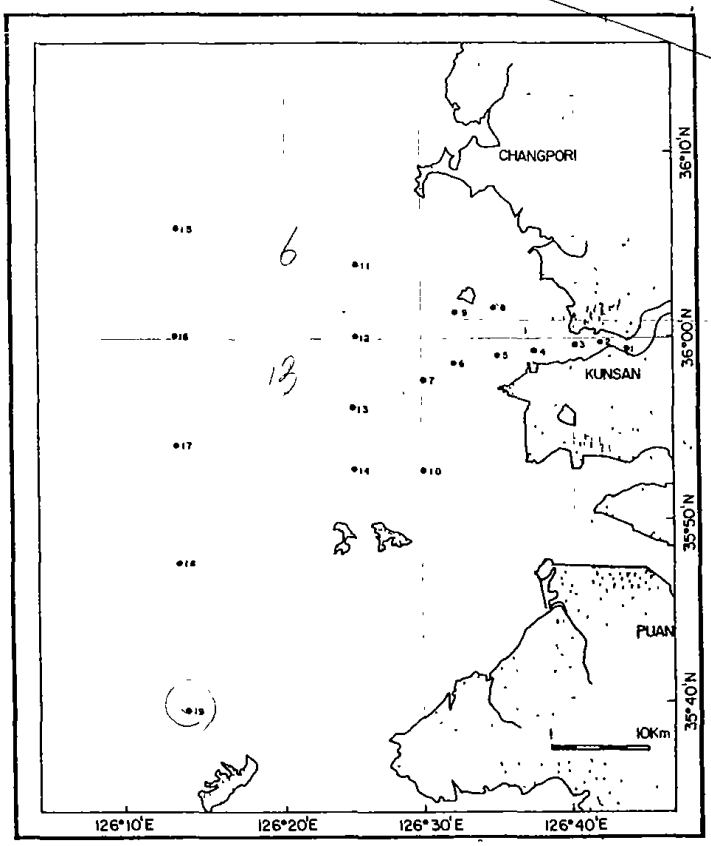
IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



(a) Frebruary, 1984 in the Yellow Sea.



(b) May, 1984 in the Yellow Sea.



(c) June, 1984 in the Kunsan coastal area.

Fig. III-1. Chemical oceanographical survey stations and cruise tracks in 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

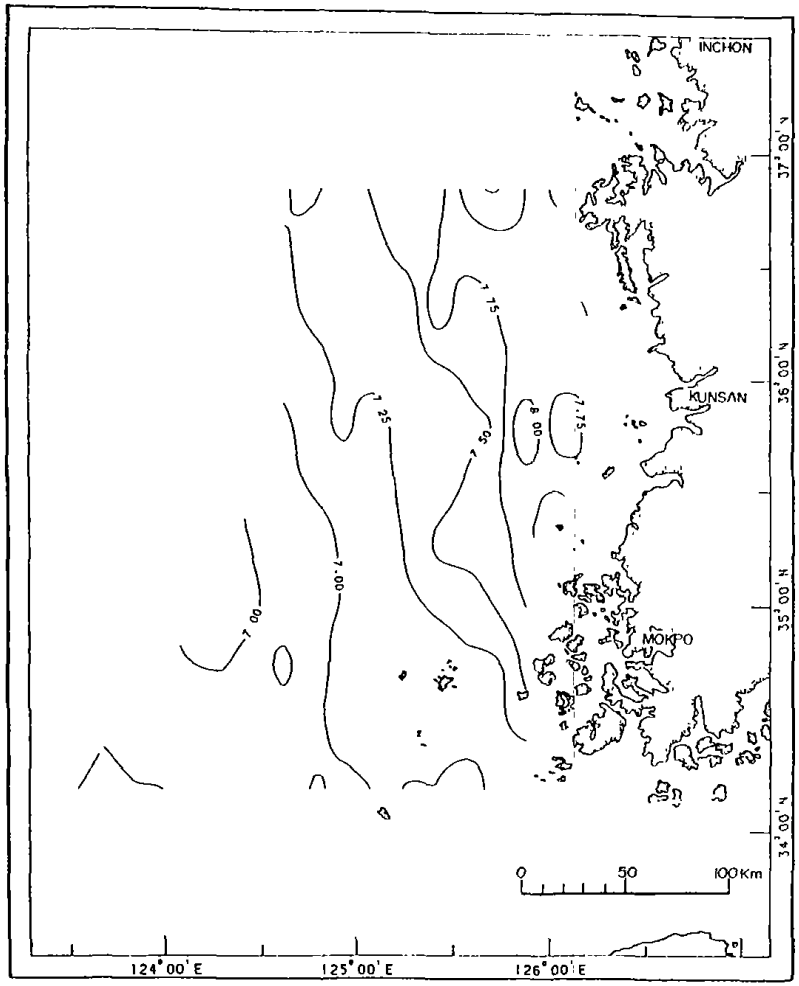


Fig. III-2. DO distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($m\ell/\ell$).

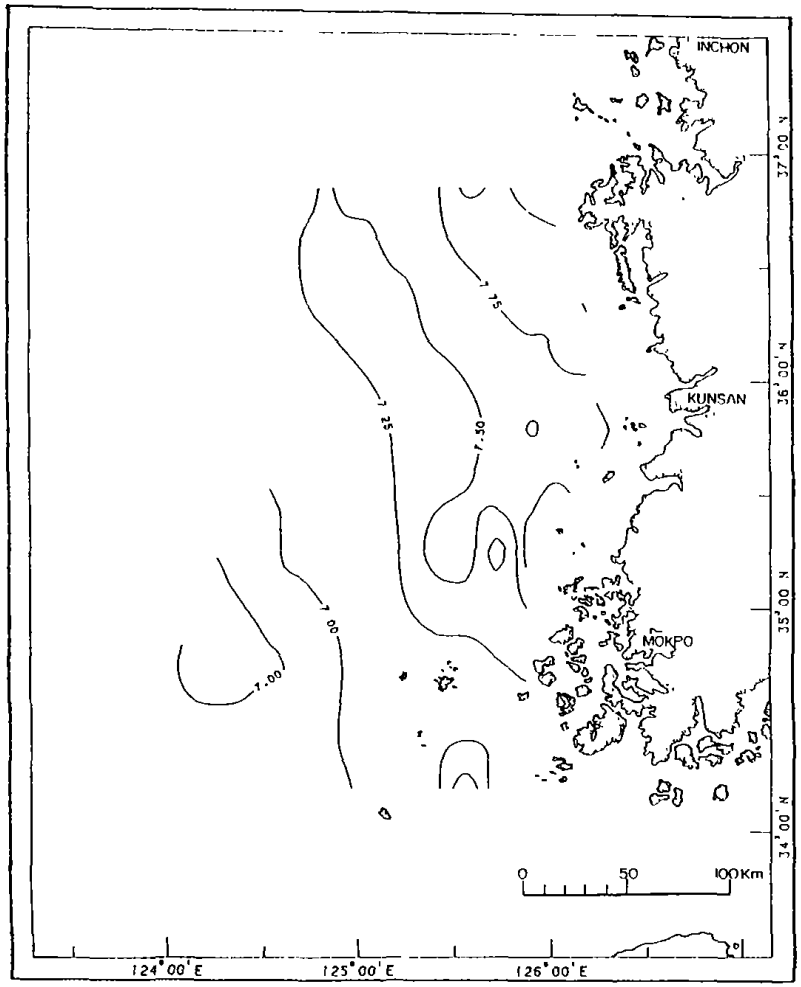


Fig. III-3. DO distribution at the depth of 5 m in the Yellow Sea in February, 1984 ($m\ell/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

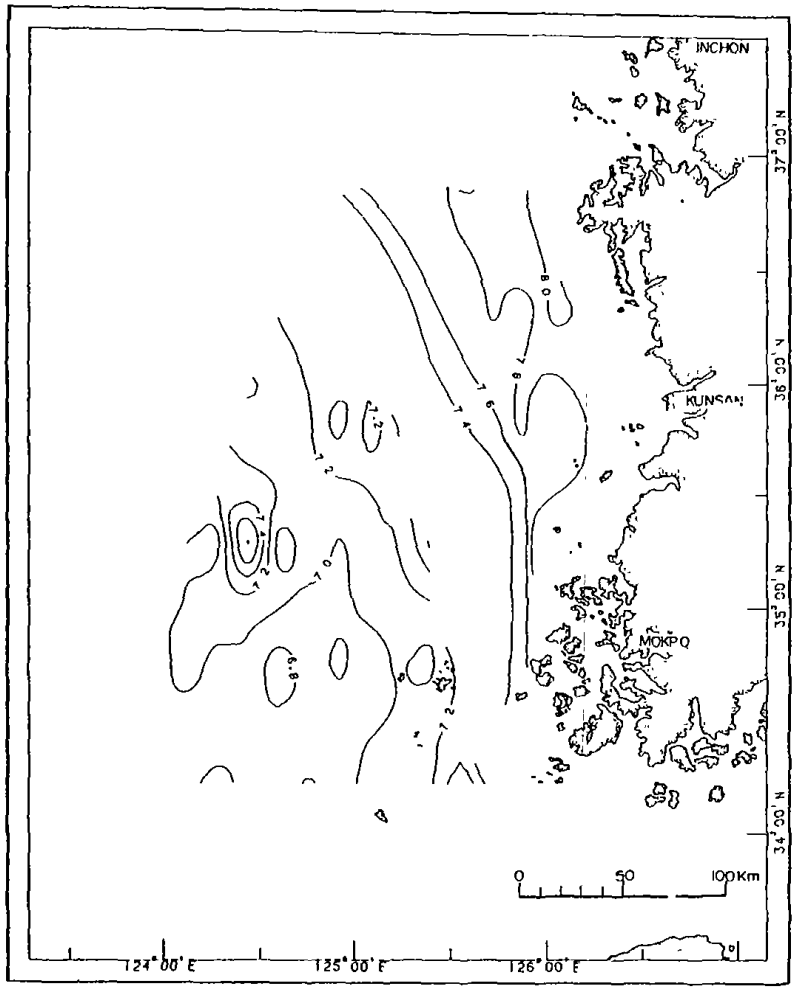


Fig. III-4. DO distribution at the depth of 10*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*mℓ* /*ℓ*).

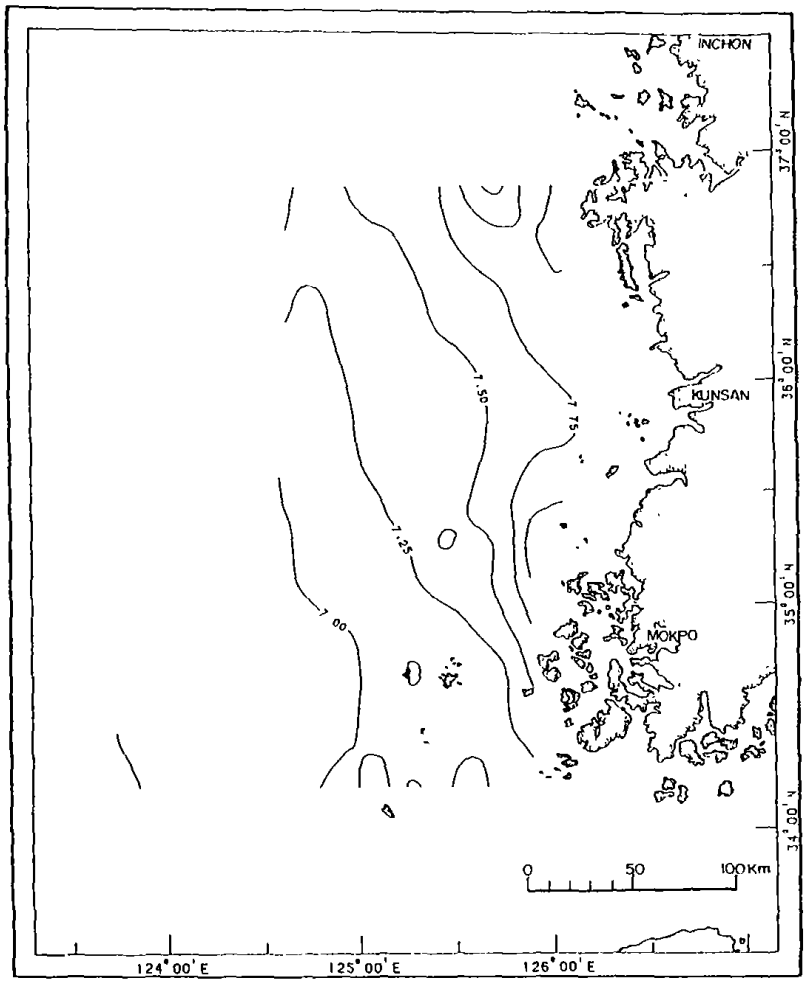


Fig. III-5. DO distribution at the depth of 20*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*mℓ* /*ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

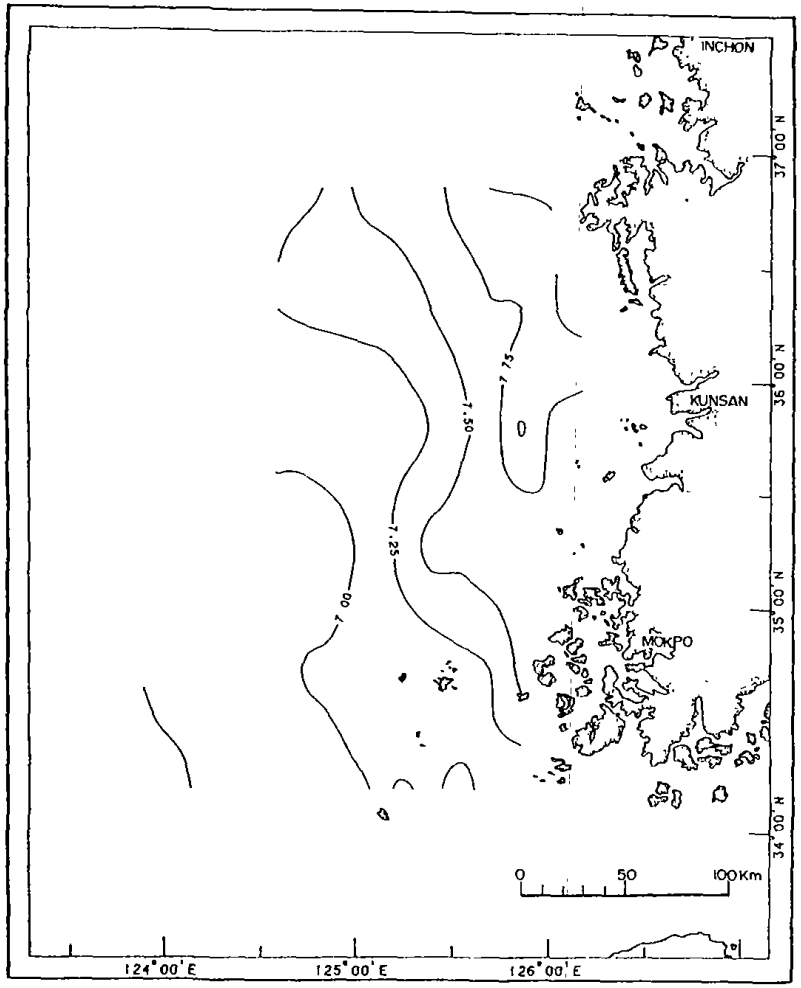


Fig. III-6. DO distribution at the depth of 30m in the Yellow Sea in February, 1984 ($m\ell/\ell$).

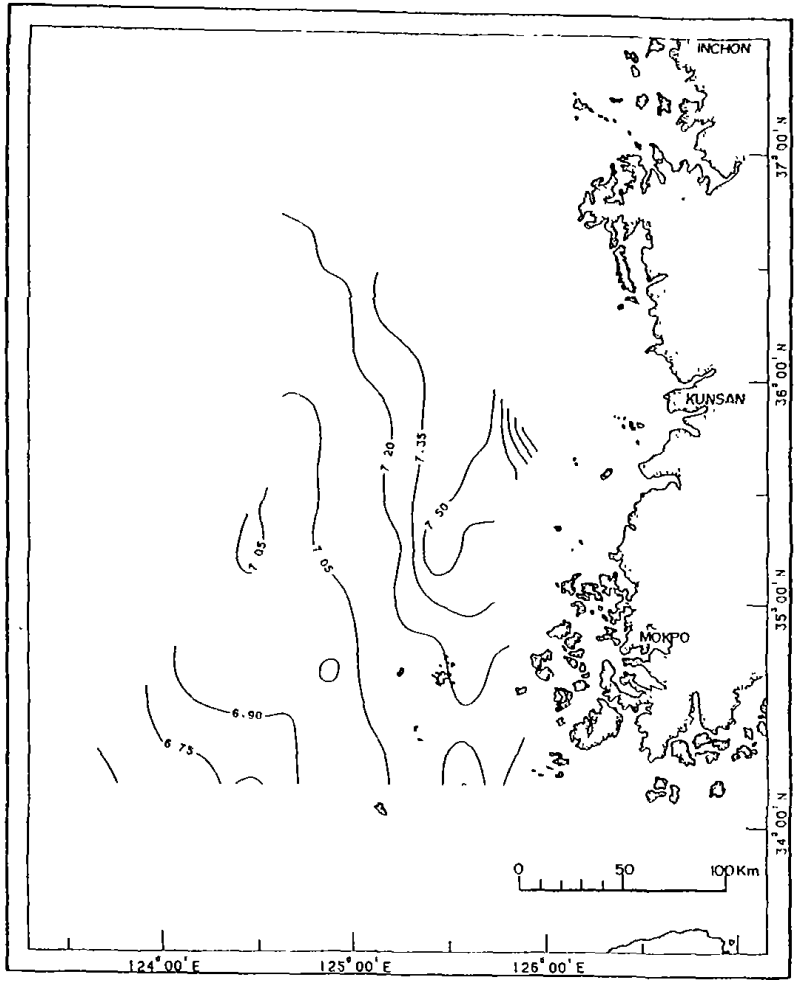


Fig. III-7. DO distribution at the depth of 50m in the Yellow Sea in February, 1984 ($m\ell/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

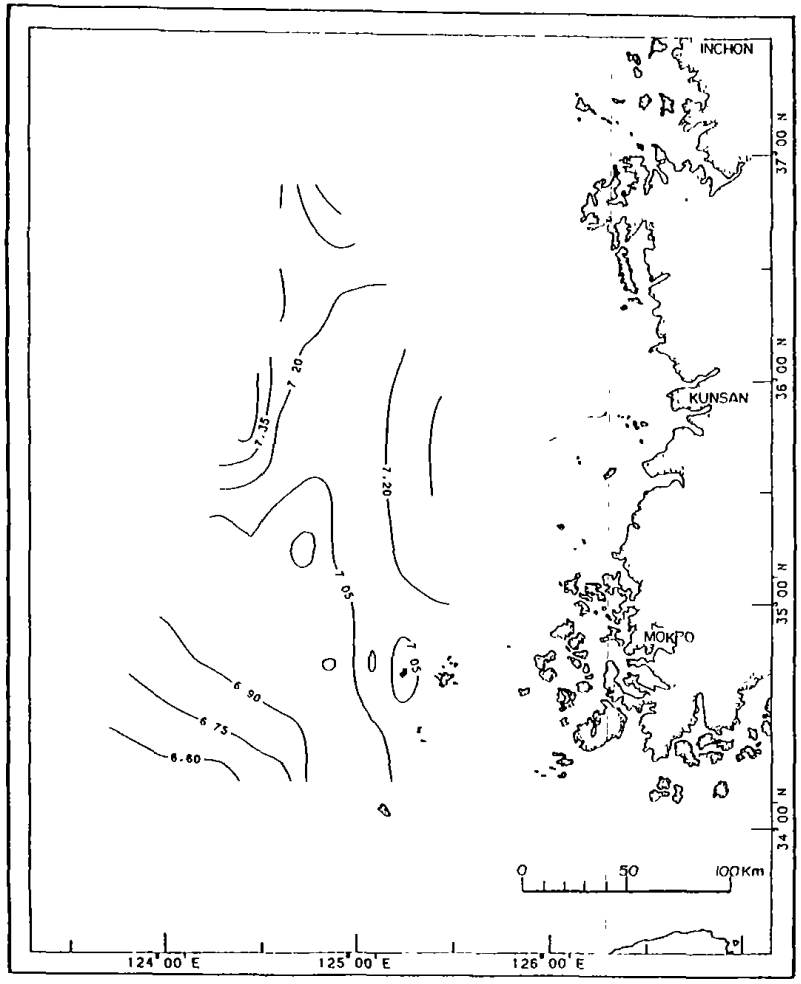


Fig. III-8. DO distribution at the depth of 75*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*mℓ/ℓ*).

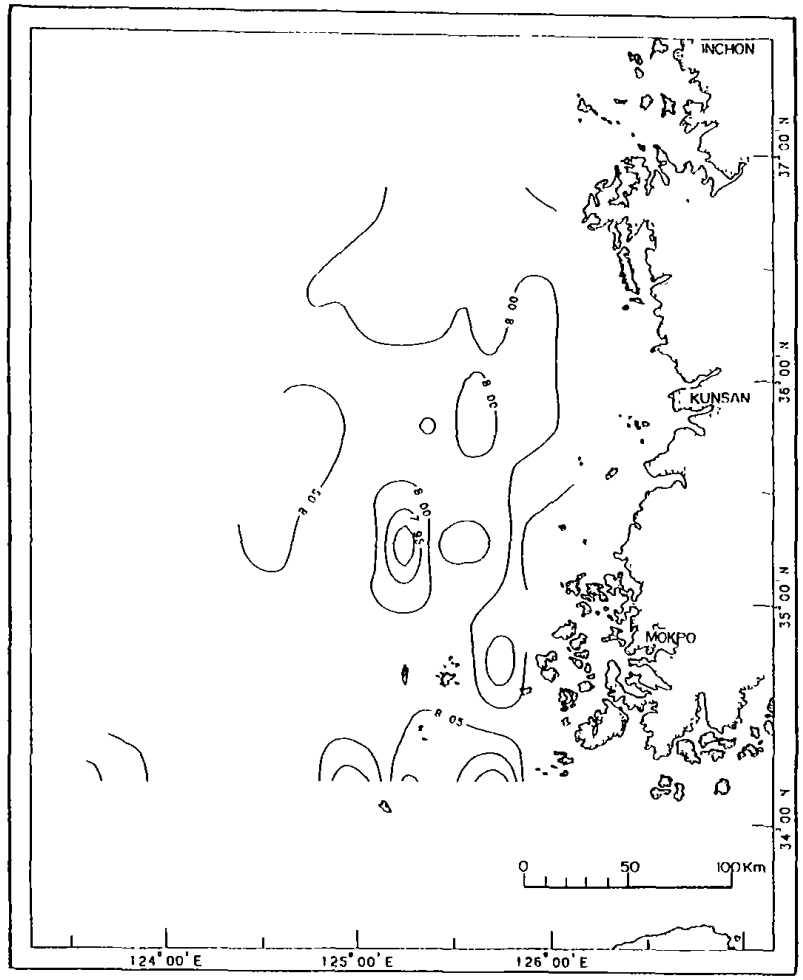


Fig. III-9. pH distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

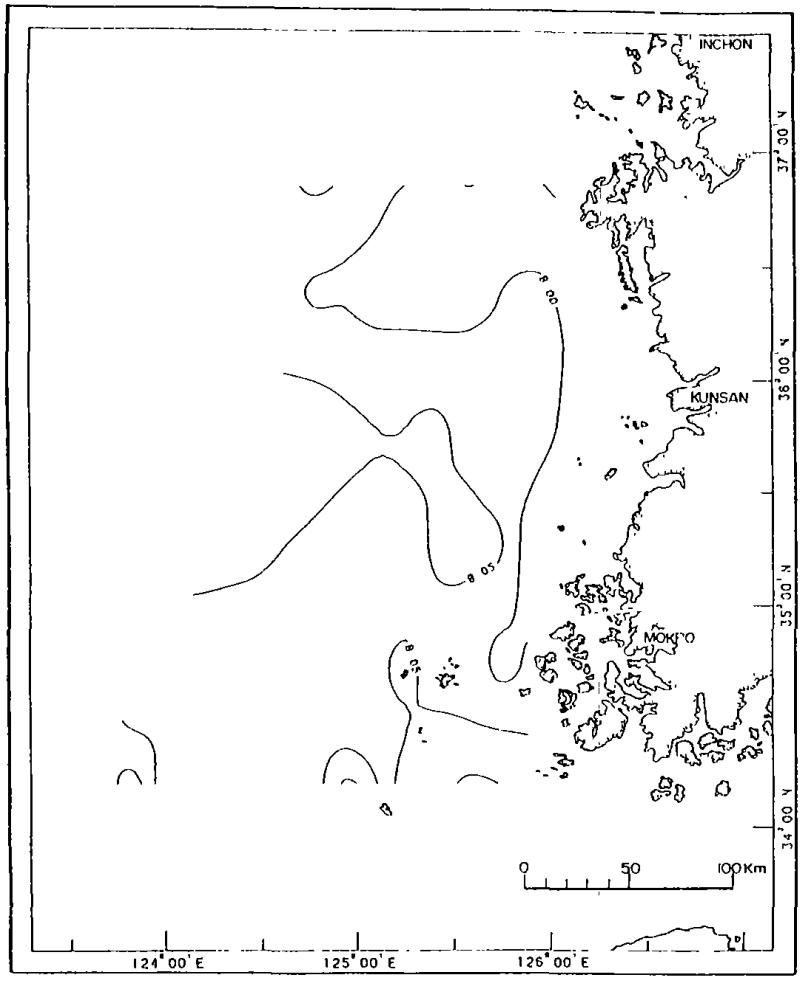


Fig. III-10. pH distribution at the depth of 5*m* in the Yellow Sea in February, 1984.

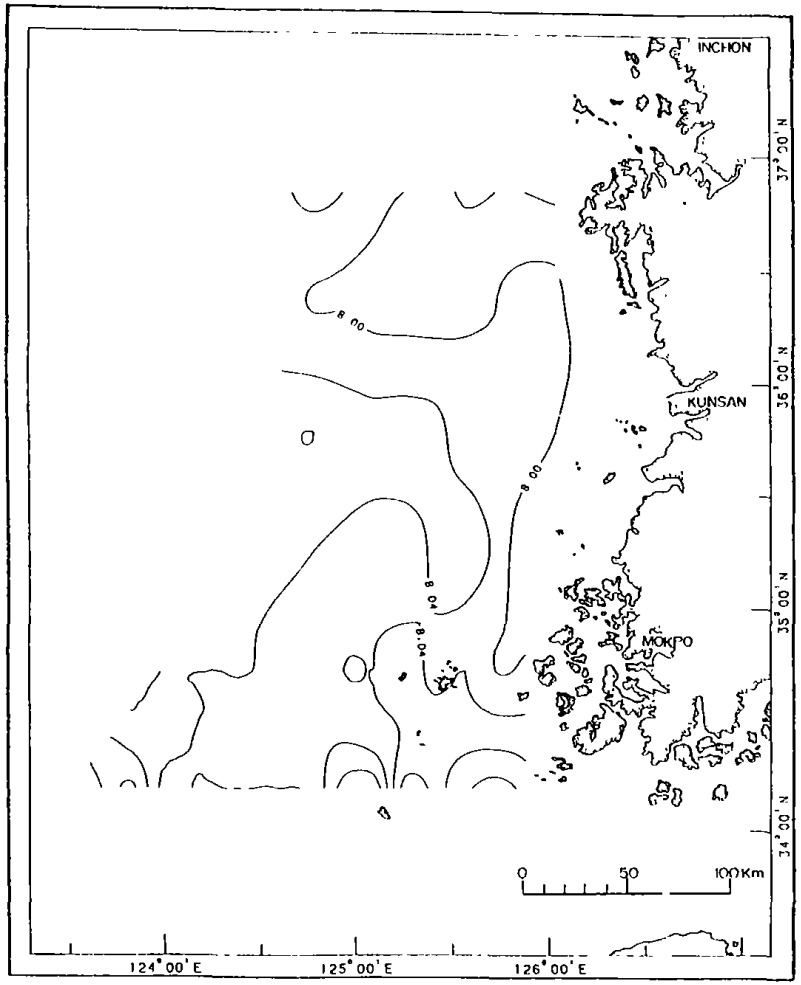


Fig. III-11. pH distribution at the depth of 10*m* in the Yellow Sea in February, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

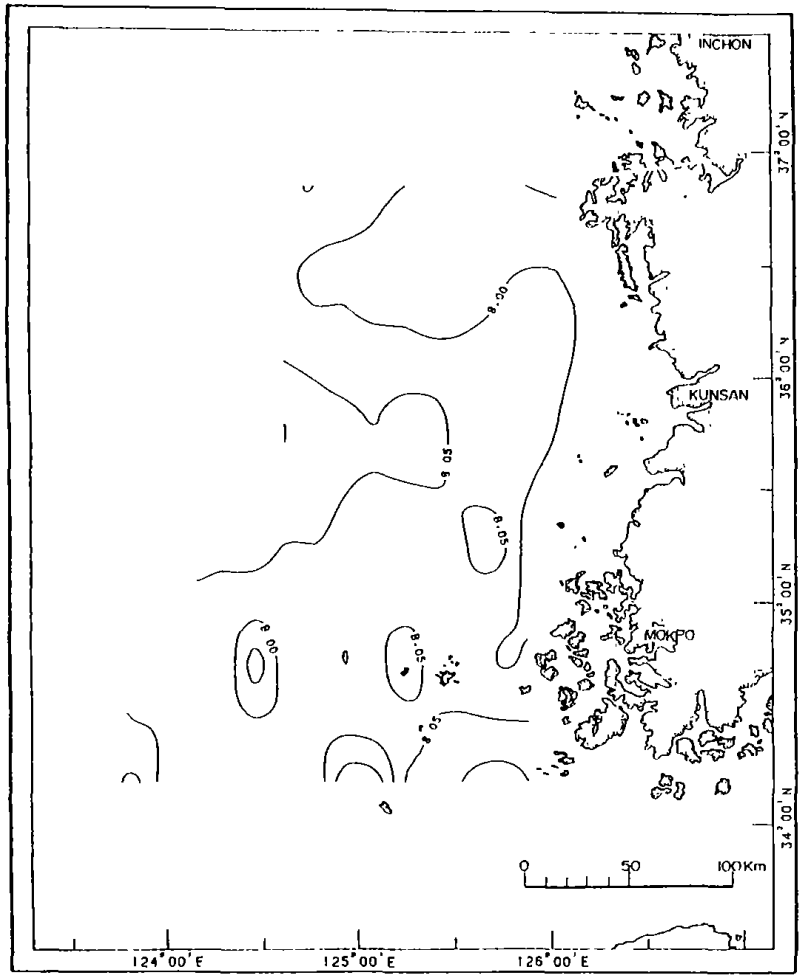


Fig. III-12. pH distribution at the depth of 20*m* in the Yellow Sea in February, 1984.

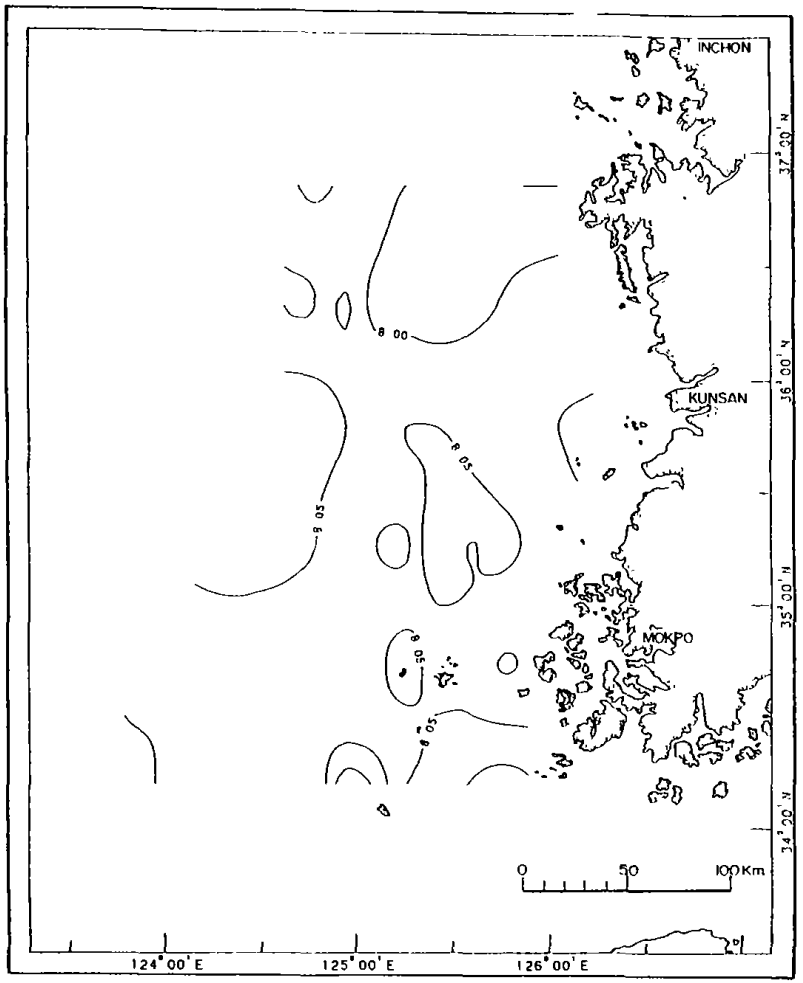


Fig. III-13. pH distribution at the depth of 30*m* in the Yellow Sea in February, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

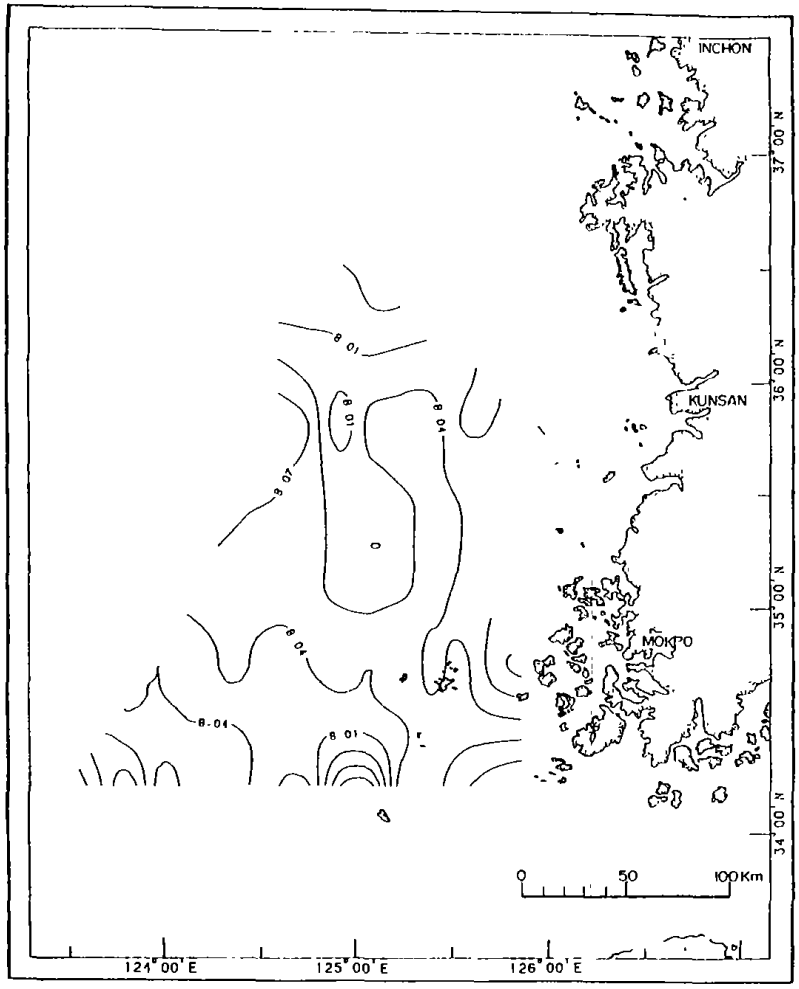


Fig. III-14. pH distribution at the depth of 50*m* in the Yellow Sea in February, 1984.

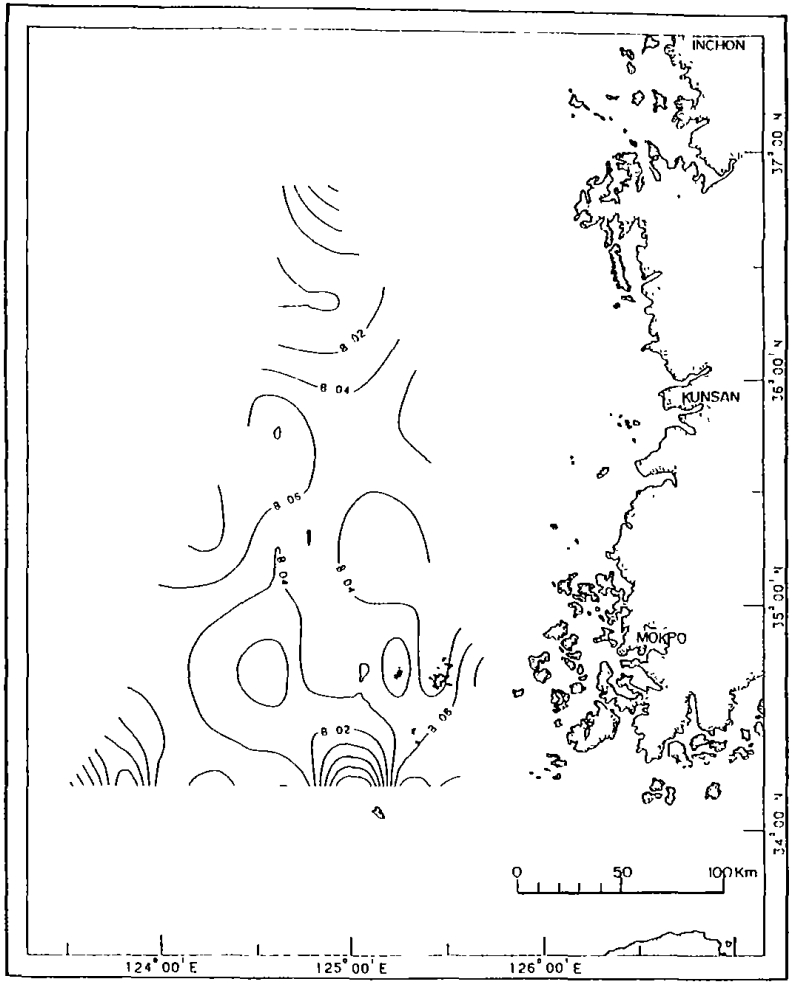


Fig. III-15. pH distribution at the depth of 75*m* in the Yellow Sea in February, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

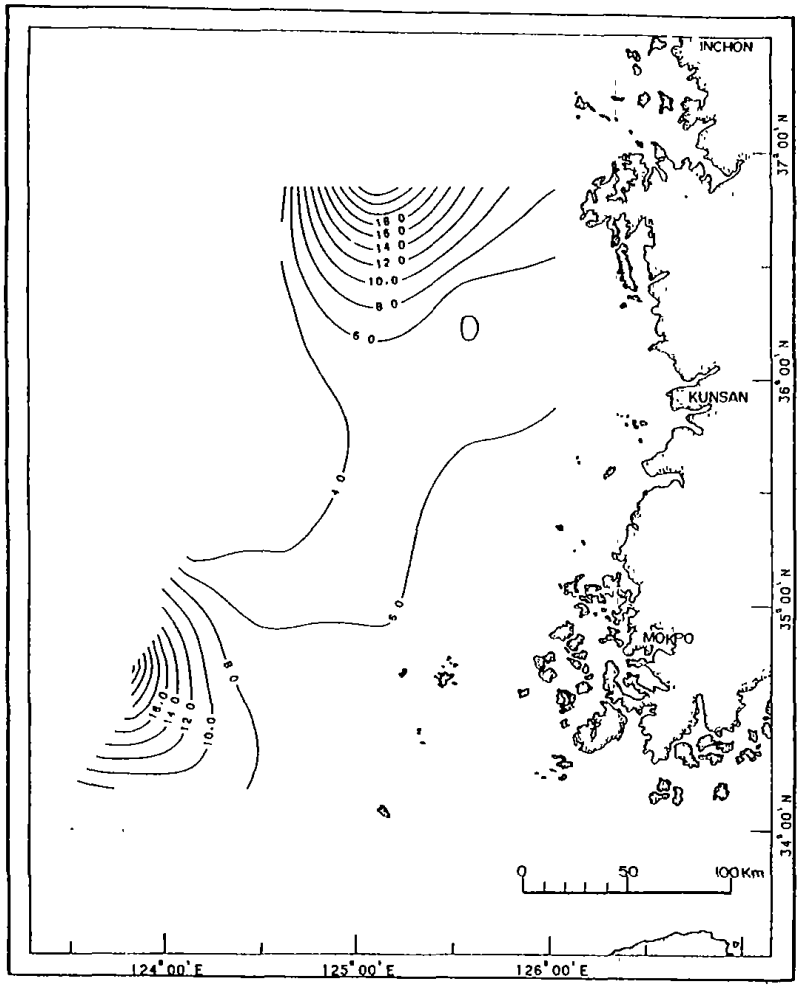


Fig. III-16. Nitrate-nitrogen distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (μg-at N/ℓ).

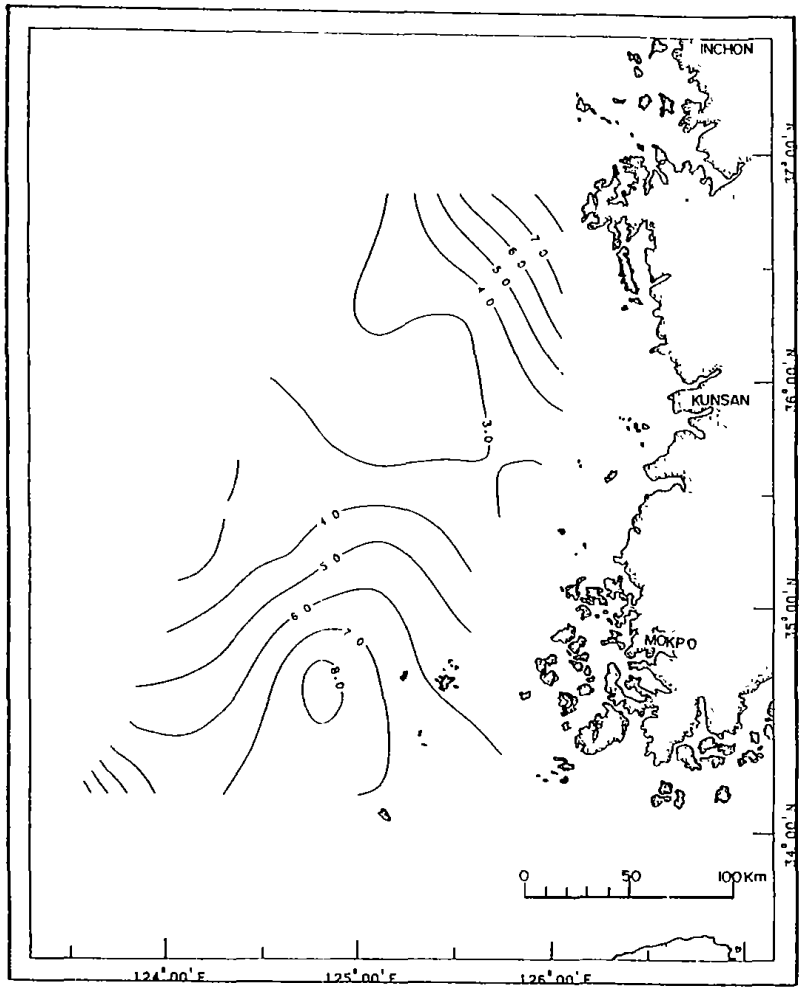


Fig. III-17. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 5m in the Yellow Sea in February, 1984 (μg-at N/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

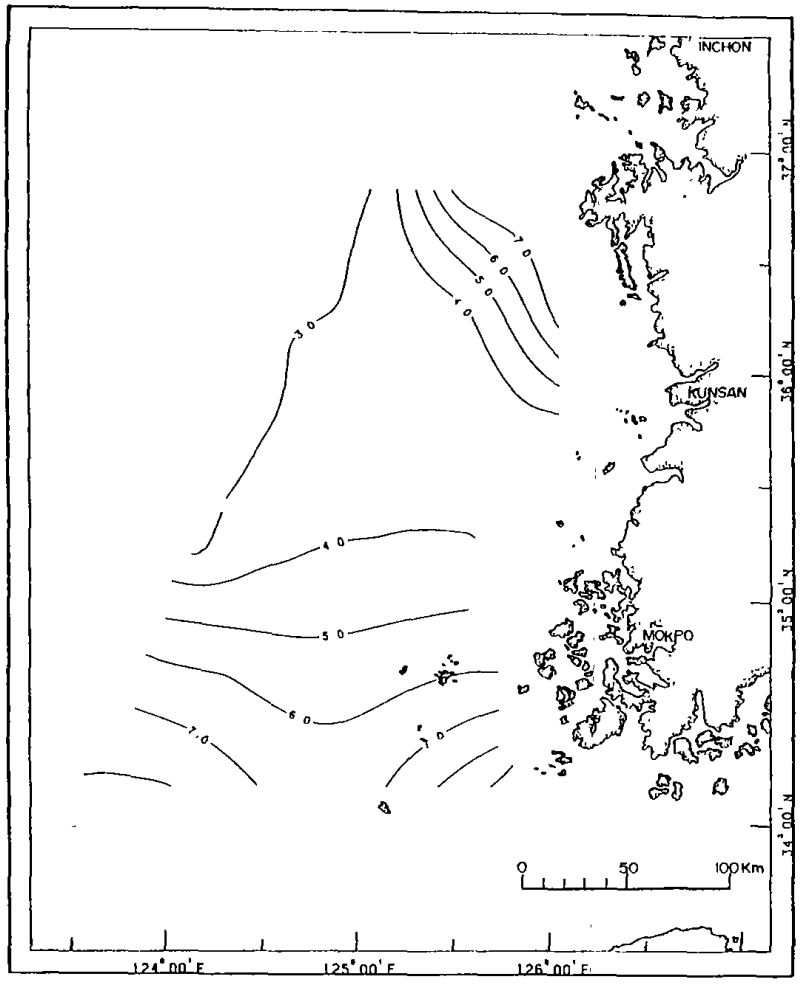


Fig. III-18. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 10*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

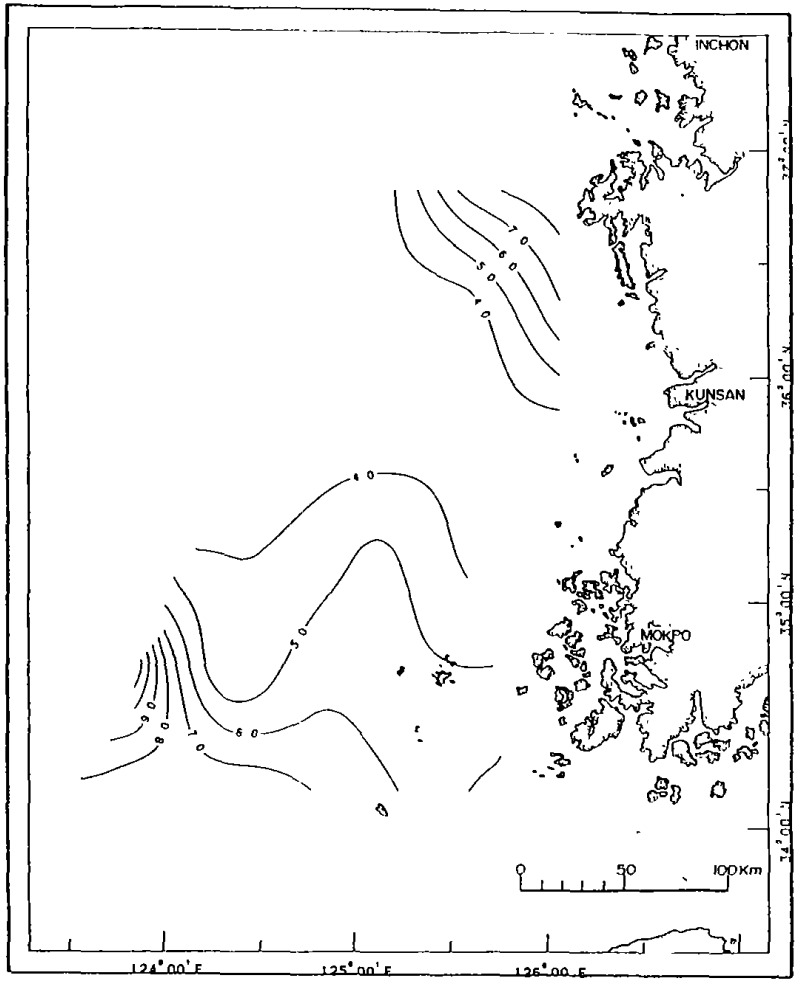


Fig. III-19. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 20*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

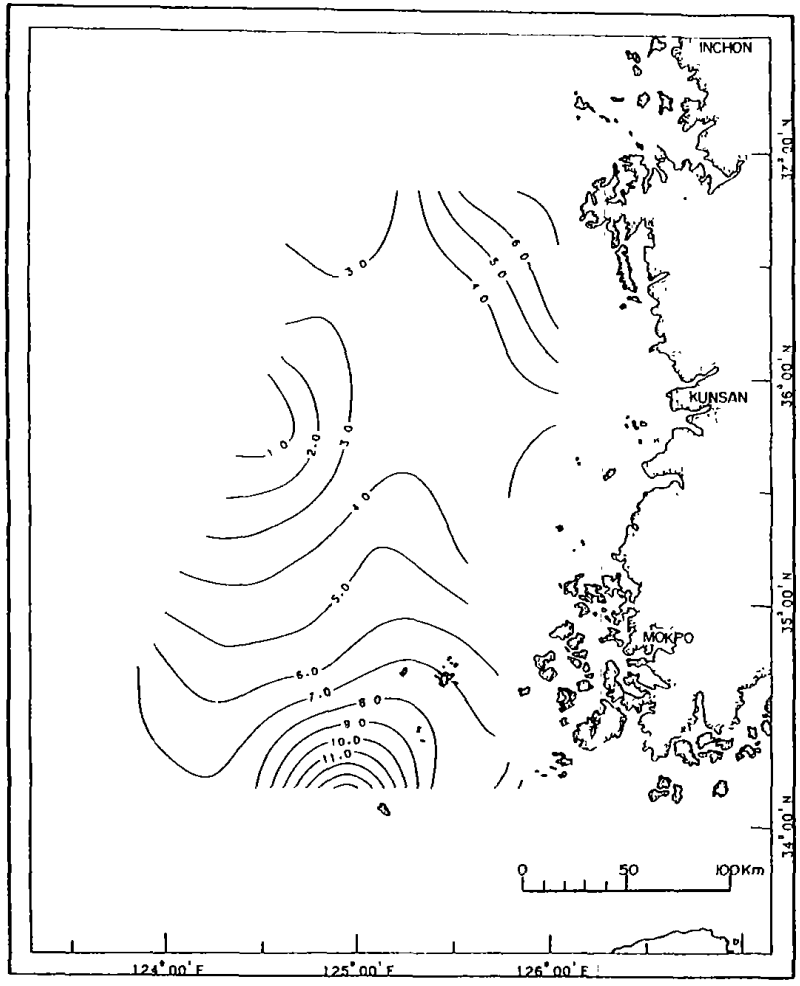


Fig. III-20. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 30*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

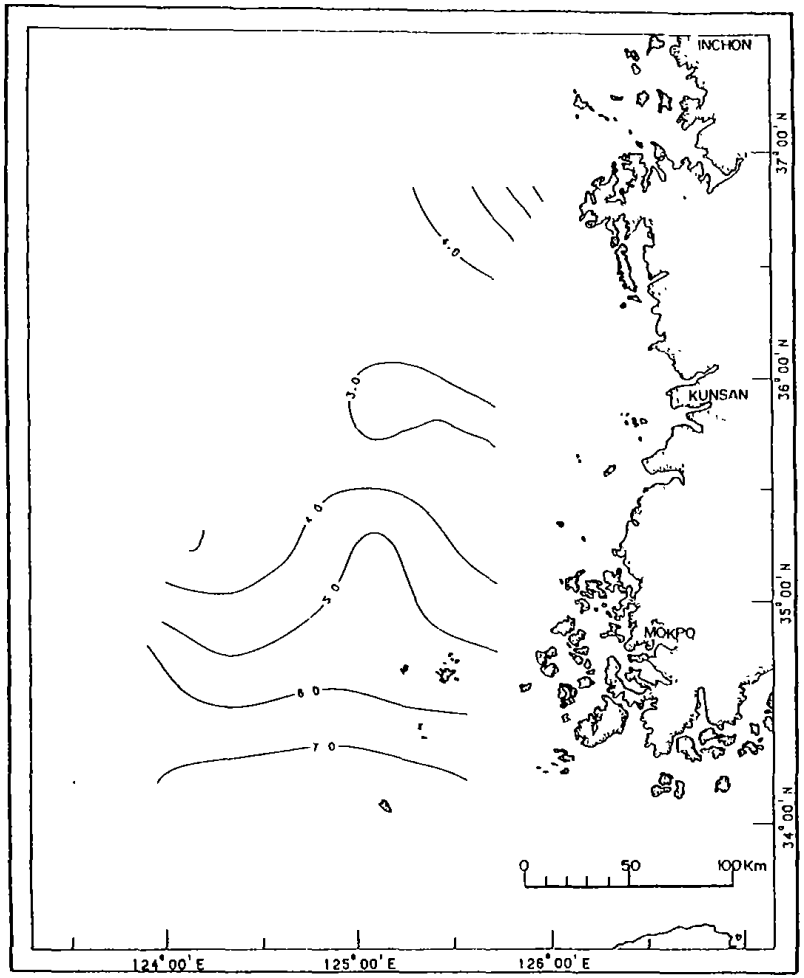


Fig. III-21. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 50*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

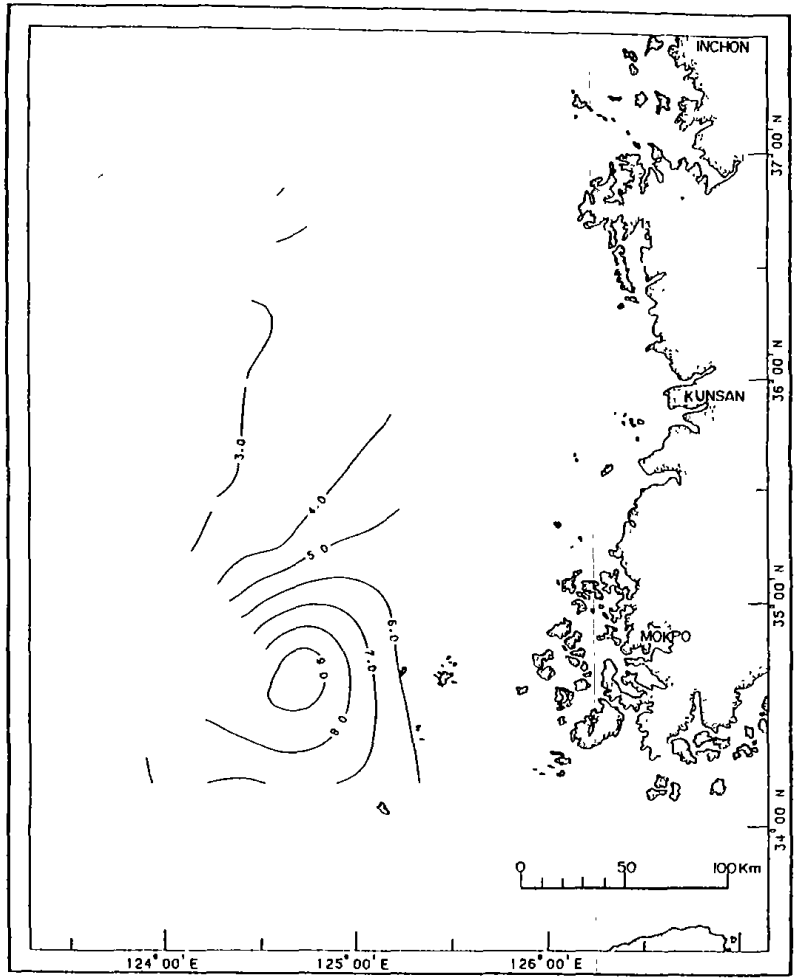


Fig. III-22. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 75*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

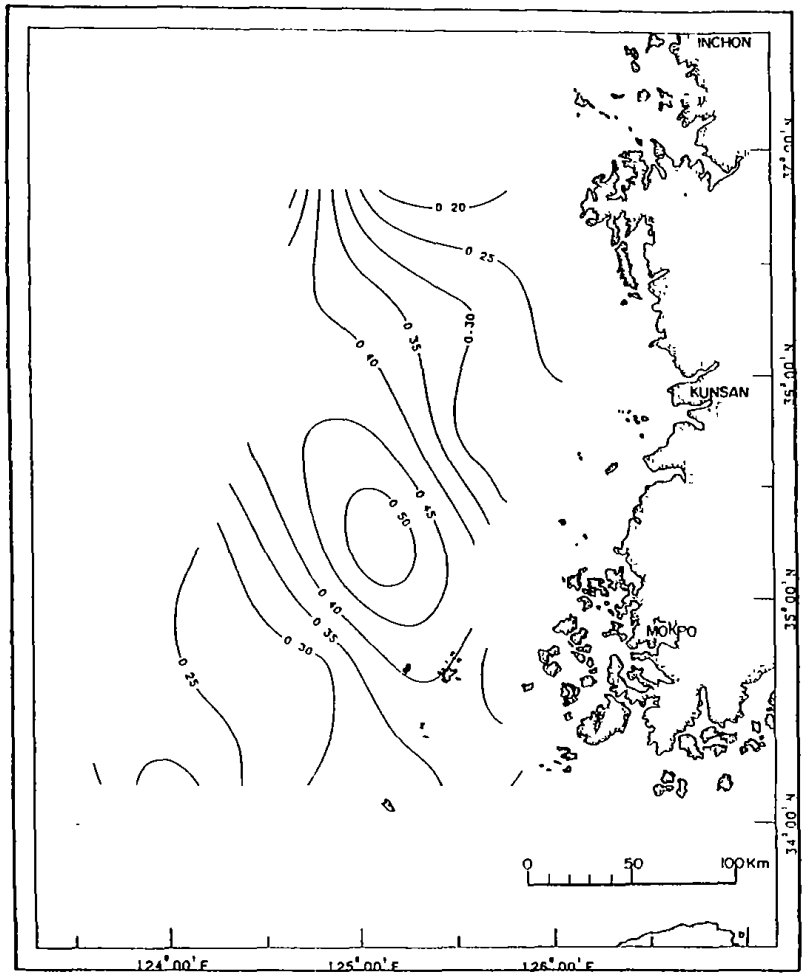


Fig. III-23. Nitrite-nitrogen distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

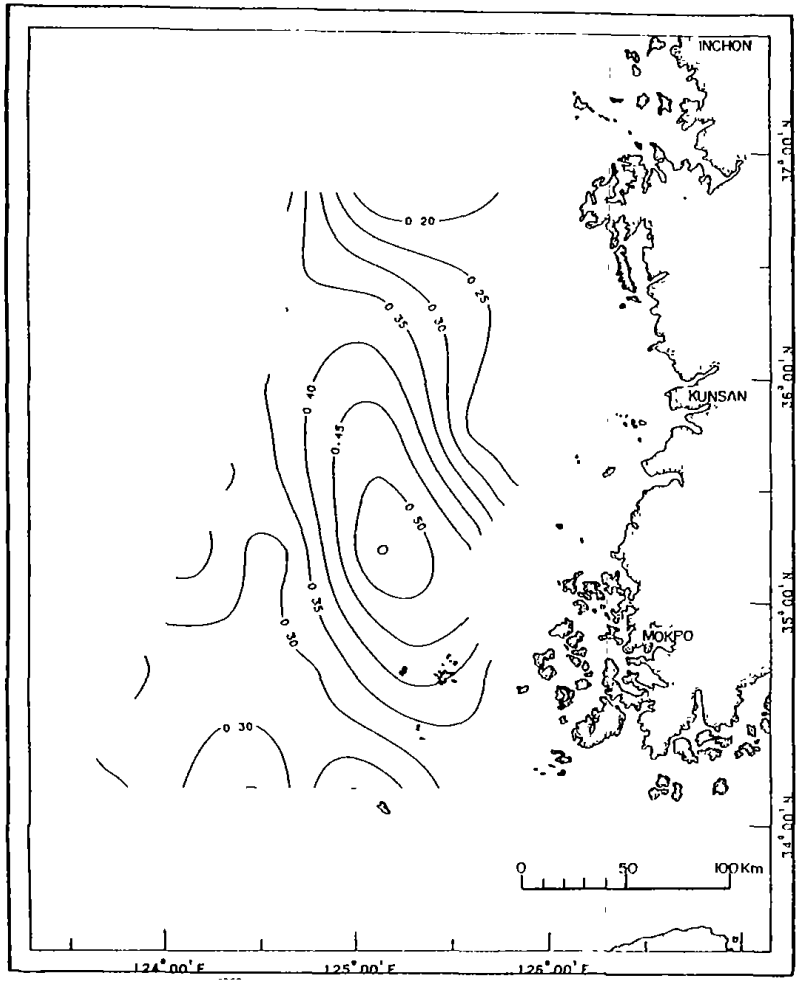


Fig. III-24. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 5*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

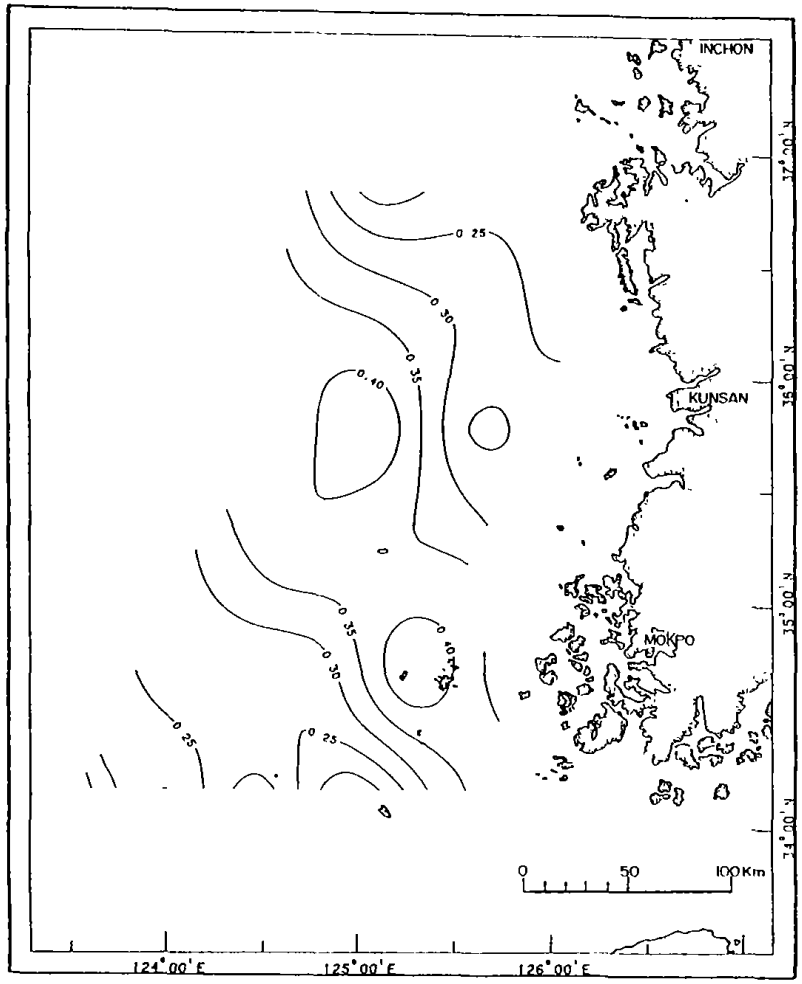


Fig. III-25. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 10*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

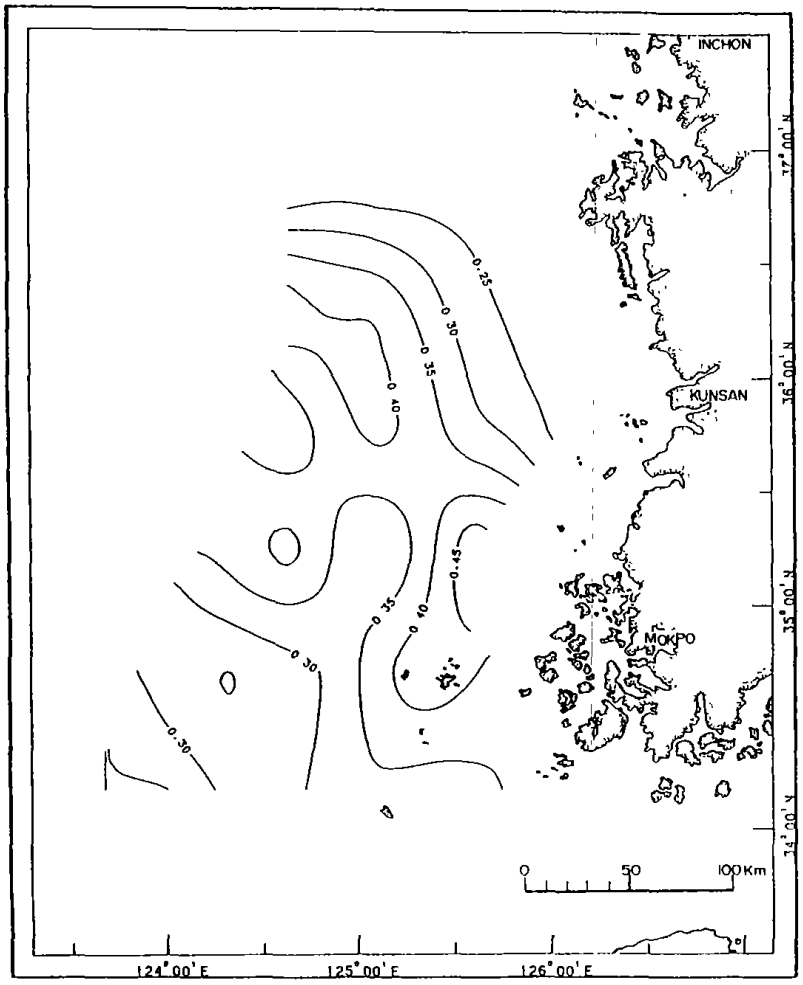


Fig. III-26. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 20*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (μg–*at* N/ℓ).

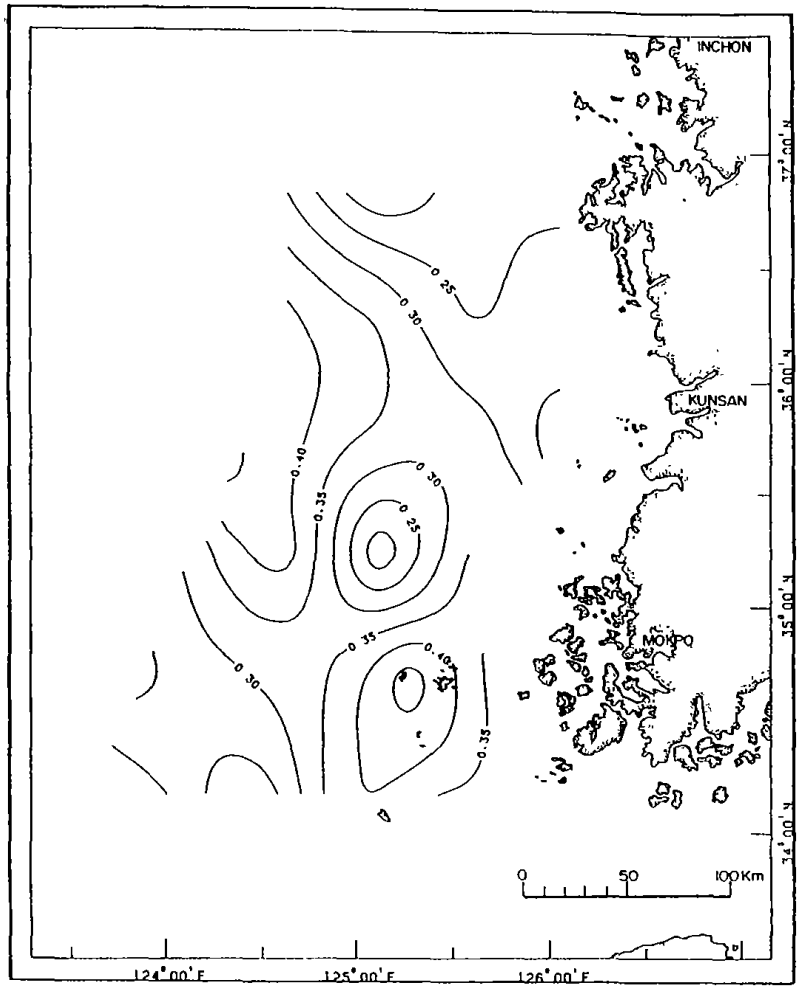


Fig. III-27. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 30*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (μg–*at* N/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

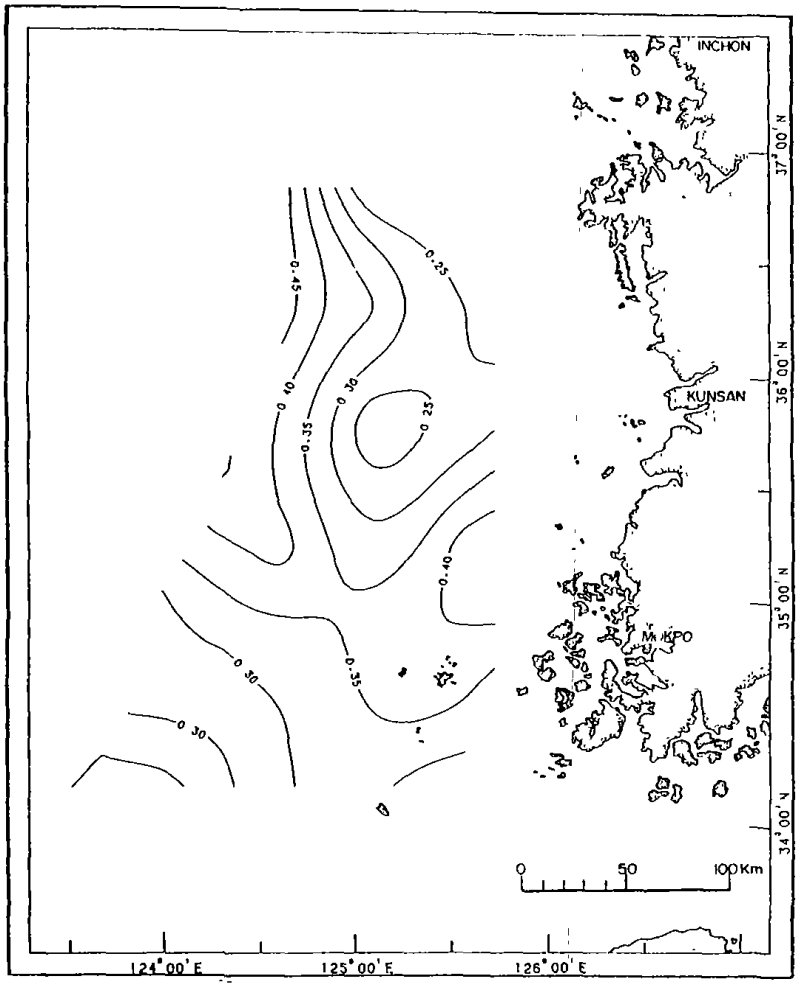


Fig. III-28. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 50*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (μg-*at* N/ℓ).

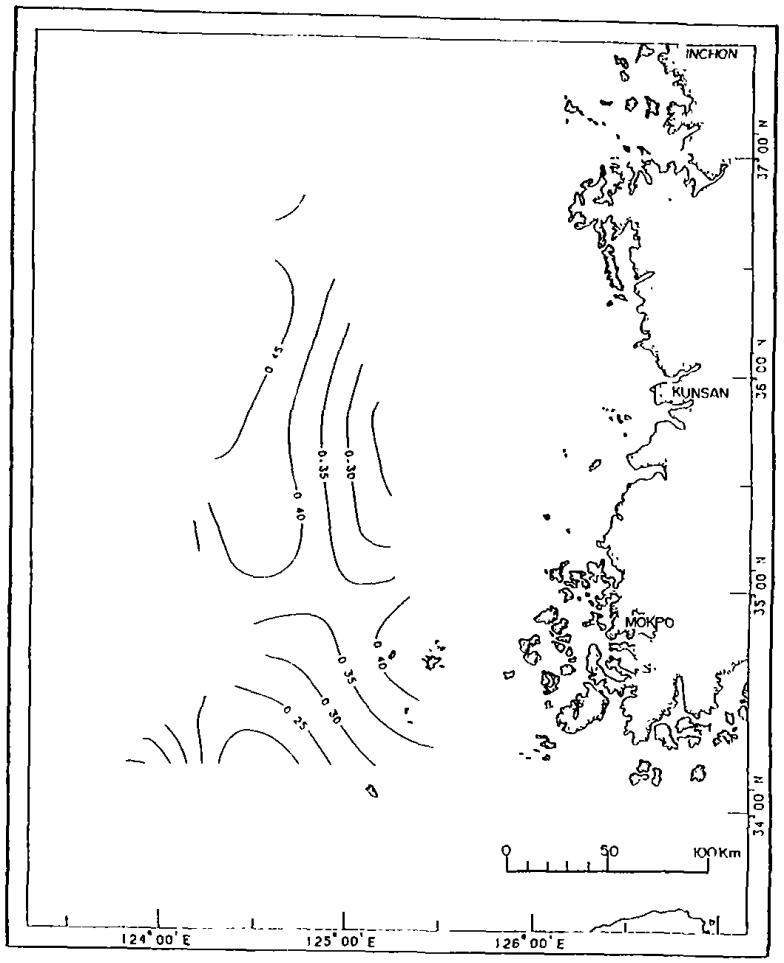


Fig. III-29. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 75*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (μg-*at* N/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

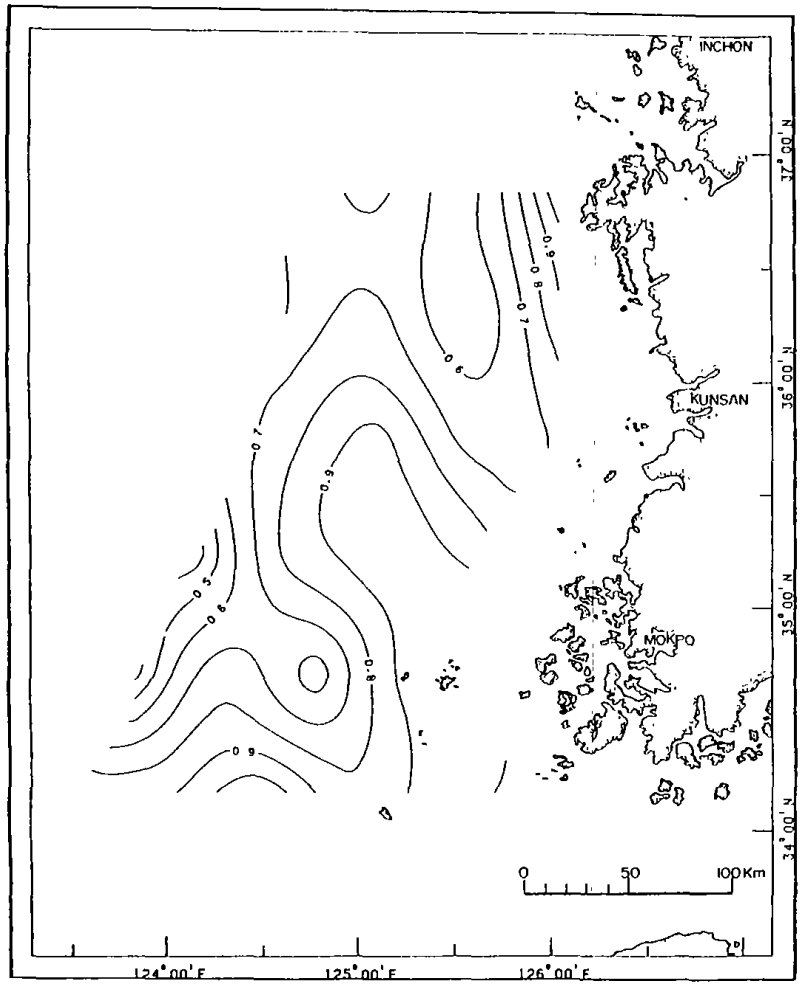


Fig. III-30. Phosphate-phosphorus distribution in the surface water in the yellow Sea in February, 1984 (μg-$at\ P/\ell$).

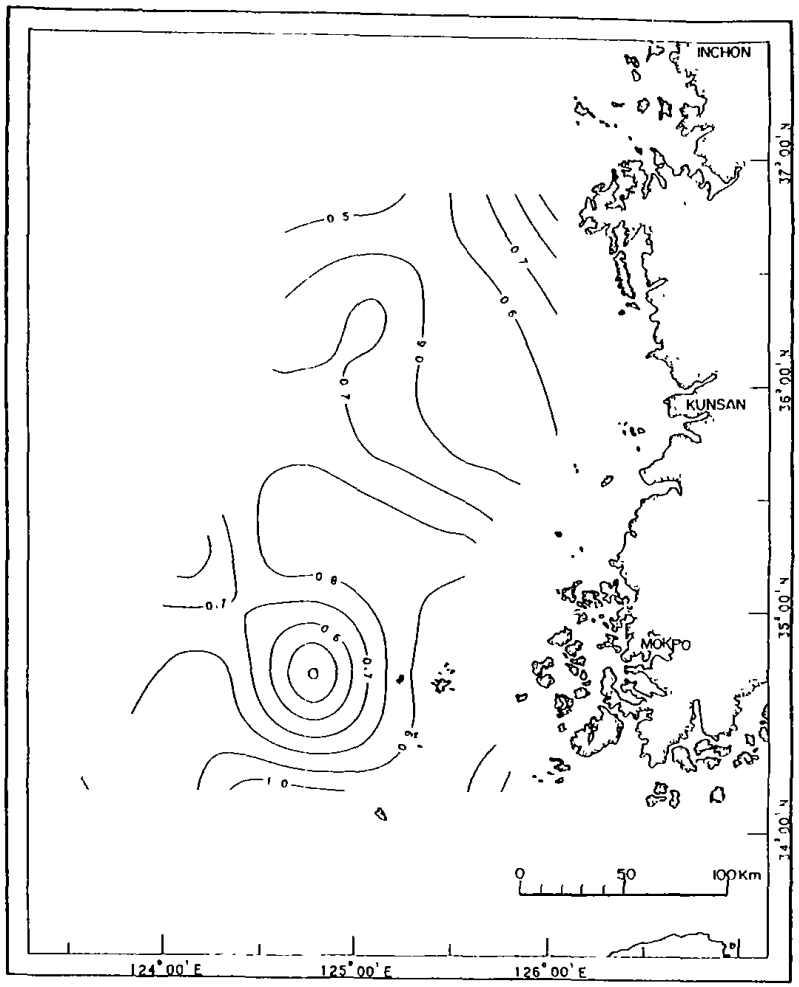


Fig. III-31. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of $5m$ in the Yellow Sea in February, 1984 (μg-$at\ P/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

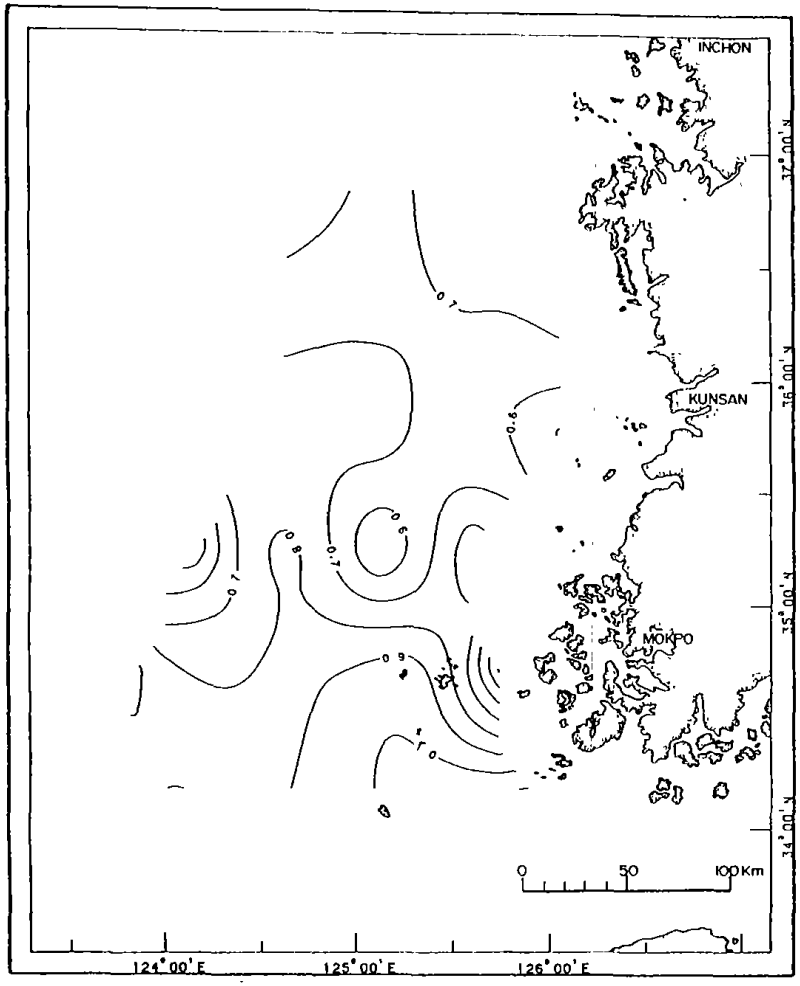


Fig. III-32. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 10*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*).

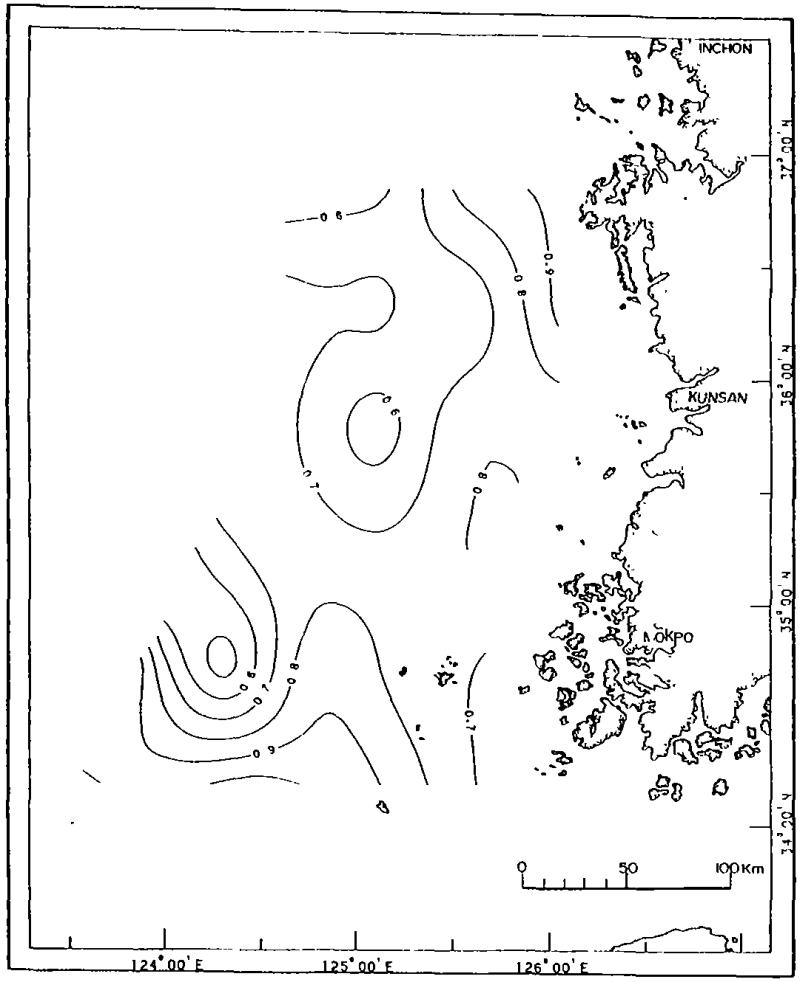


Fig. III-33. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 20*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

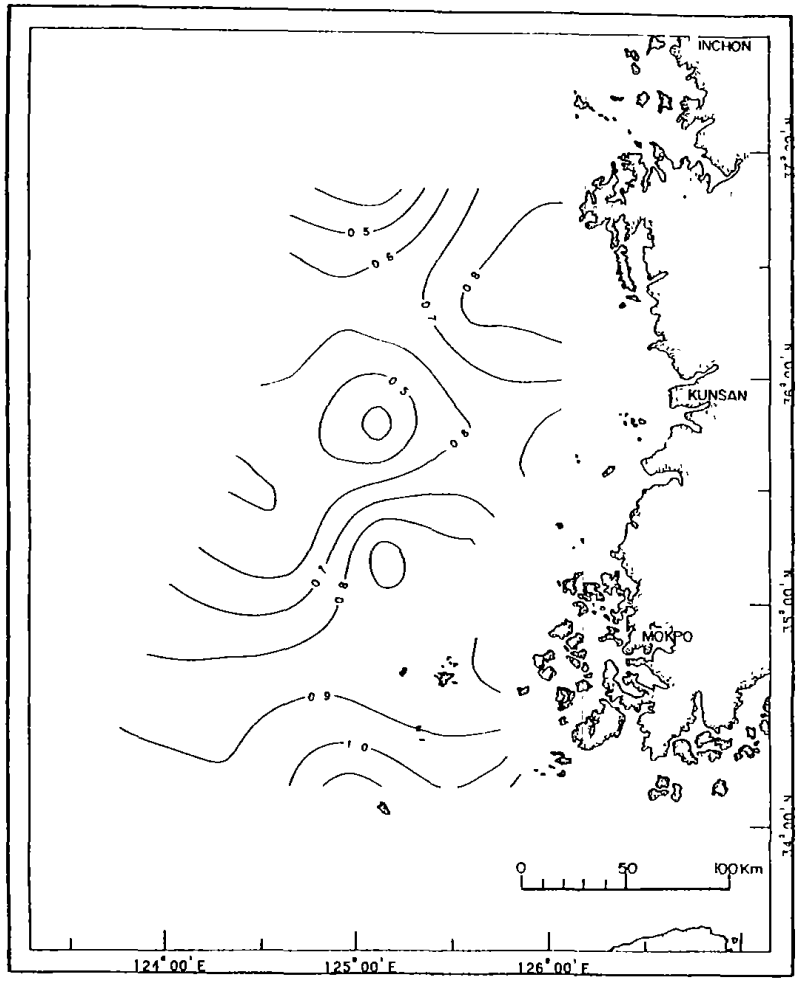


Fig. III-34. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 30*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*).

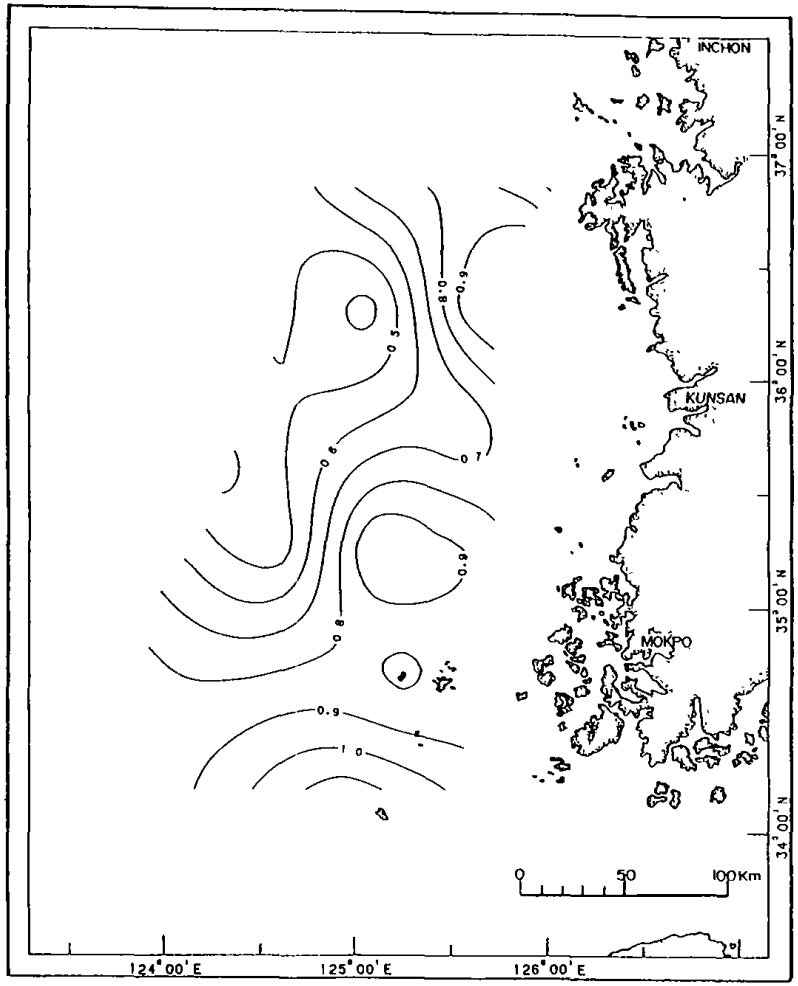


Fig. III-35. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 50*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

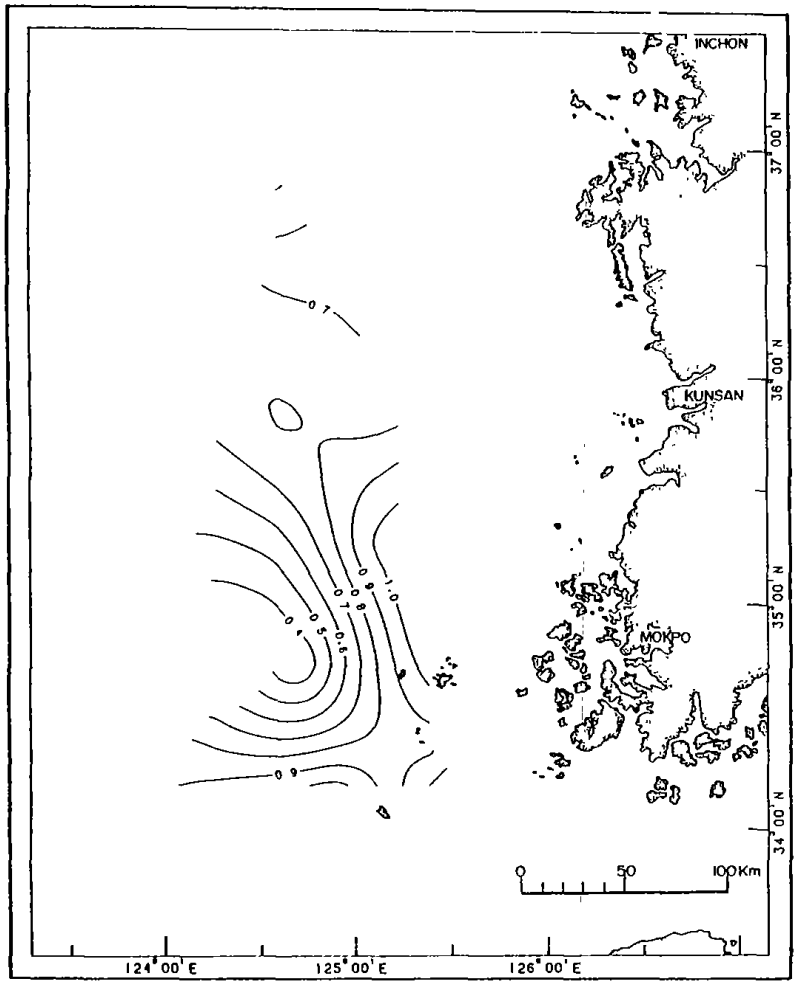


Fig. III-36. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 75*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at P/ℓ*).

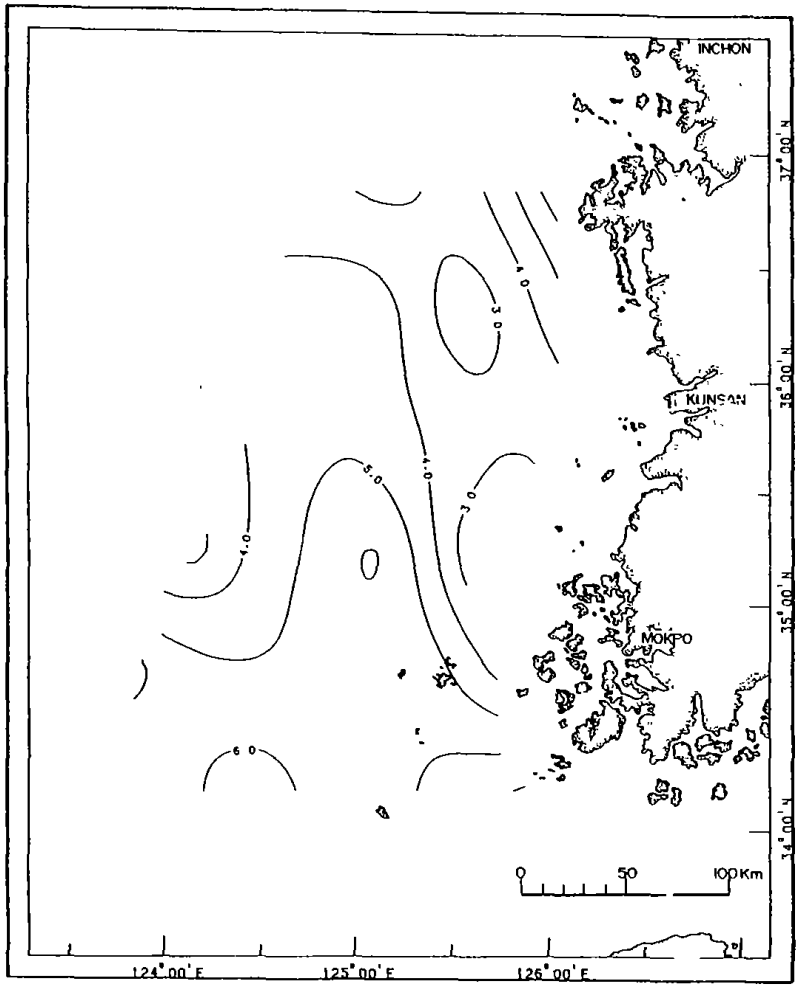


Fig. III-37. Silicate-silicon distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at Si/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

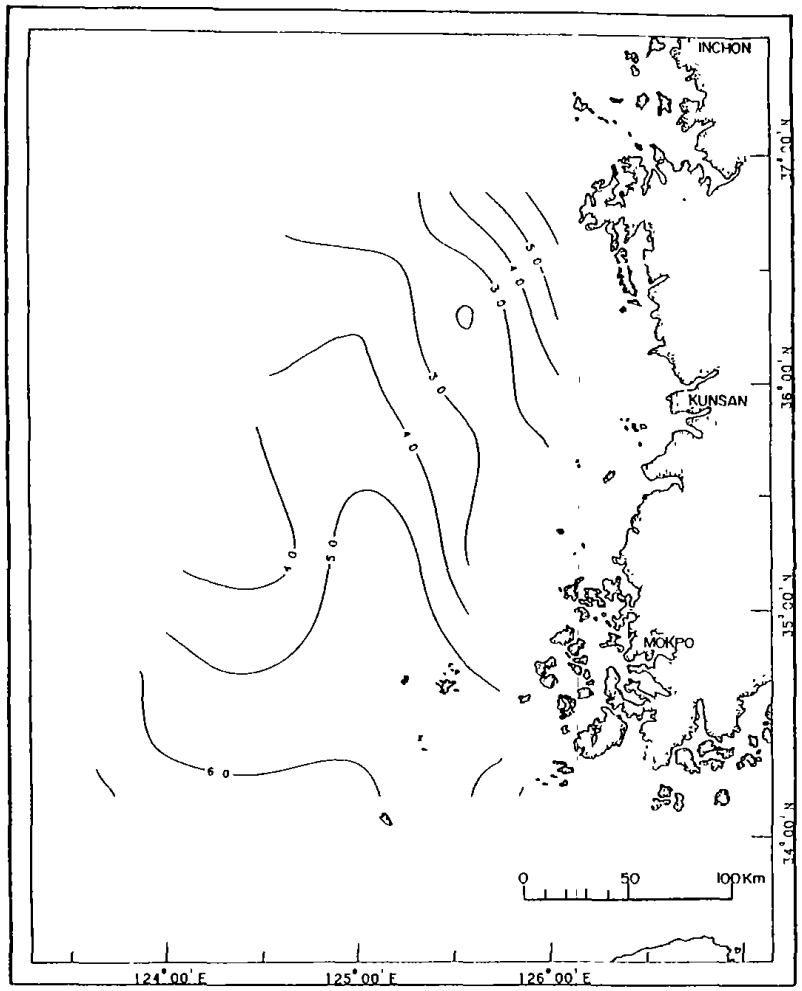


Fig. III-38. Silicate-silicon distribution at the depth of 5*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at Si/ℓ*).

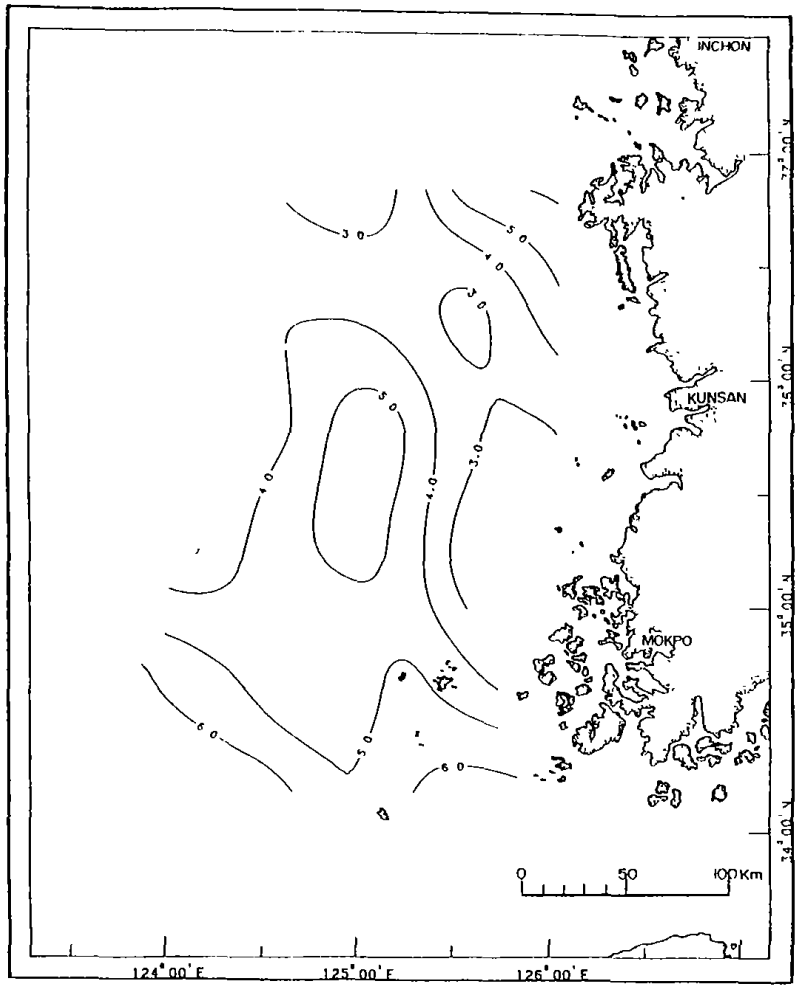


Fig. III-39. Silicate-silicon distribution at the depth of 10*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at Si/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

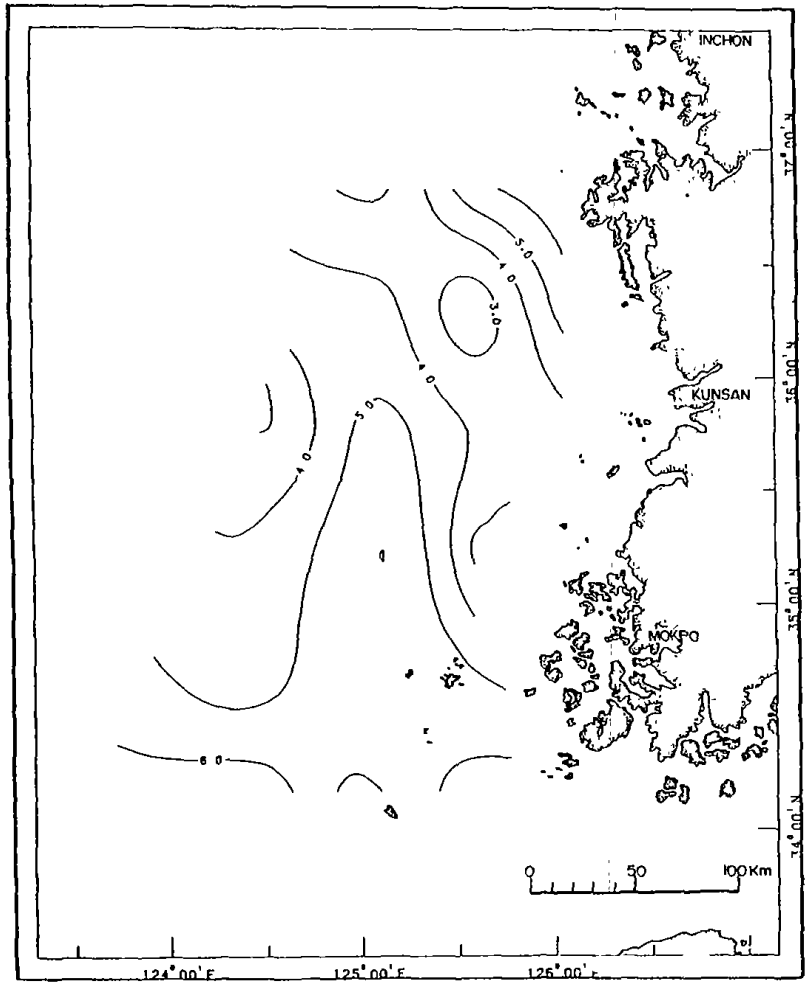


Fig. III-40. Silicate-silicon distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at Si/ℓ*).

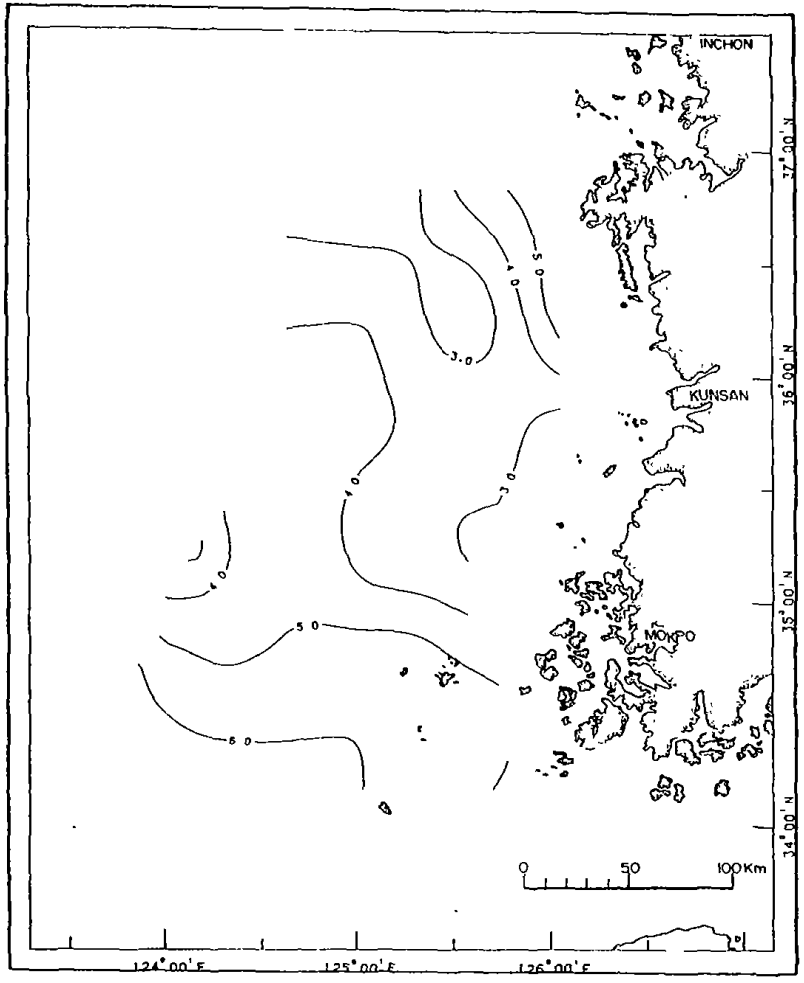


Fig. III-41. Silicate-silicon distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at Si/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

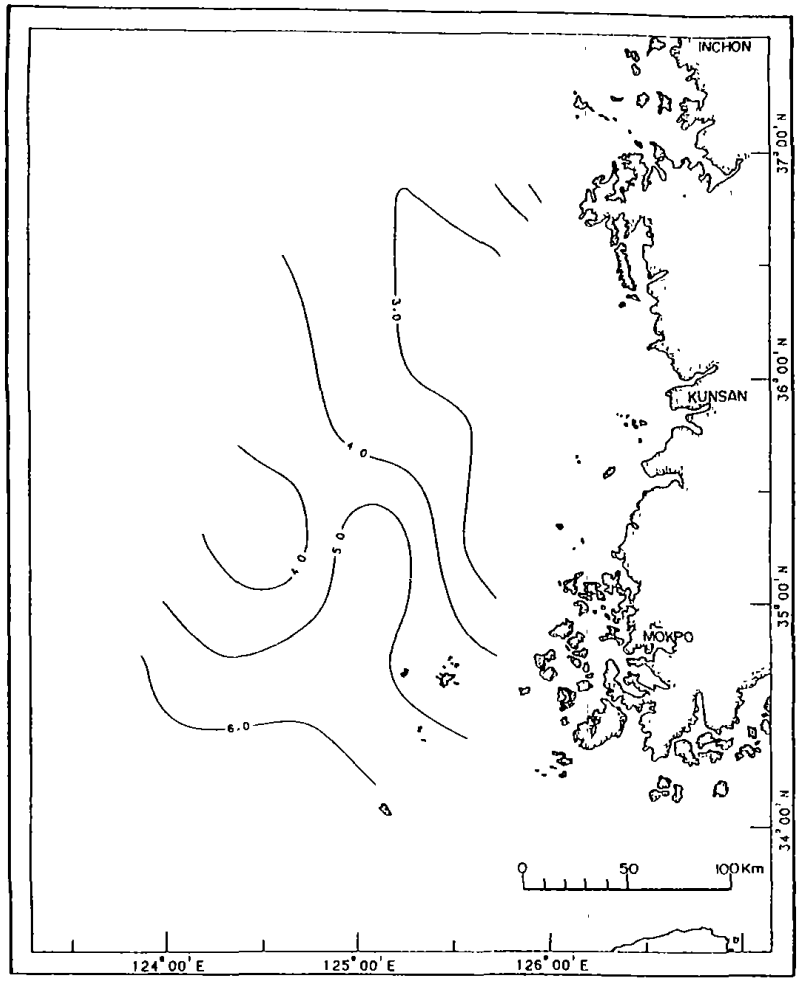


Fig. III-42. Silicate-silicon distribution at the depth of 50*m* in the Yellow Sea in February, 1984 (*μg-at Si/ℓ*).

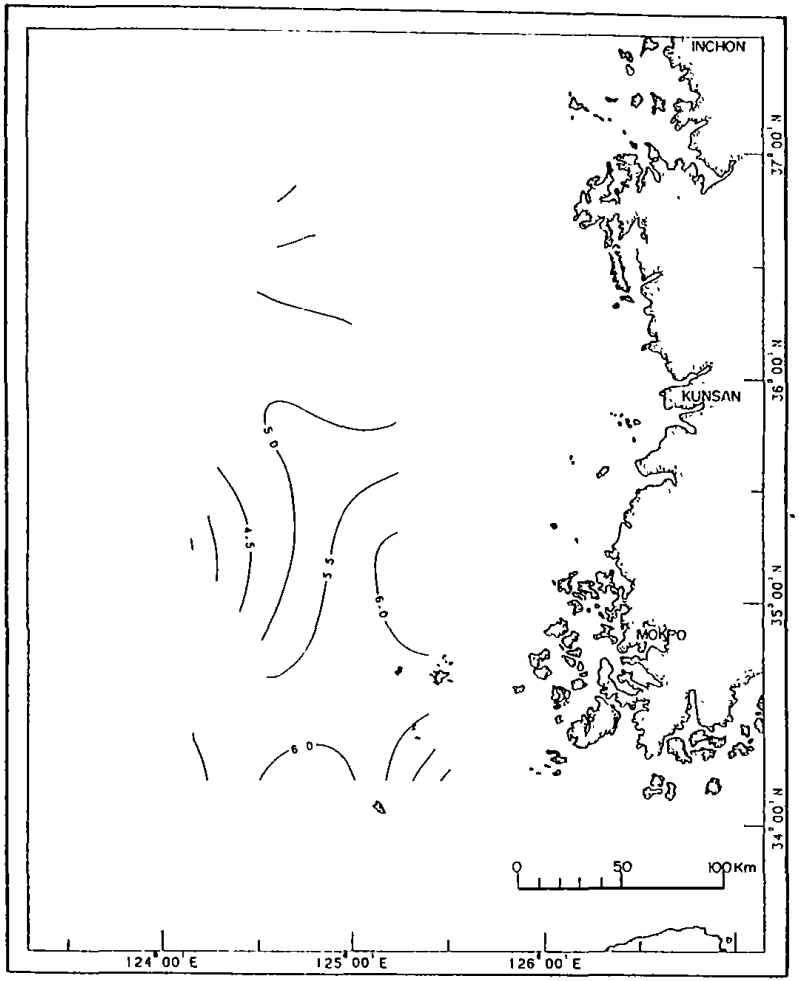


Fig. III-43. Silicate-silicon distribution at the depth of 75*m* in the Yellow Sea in February, 1980 (*μg-at Si/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

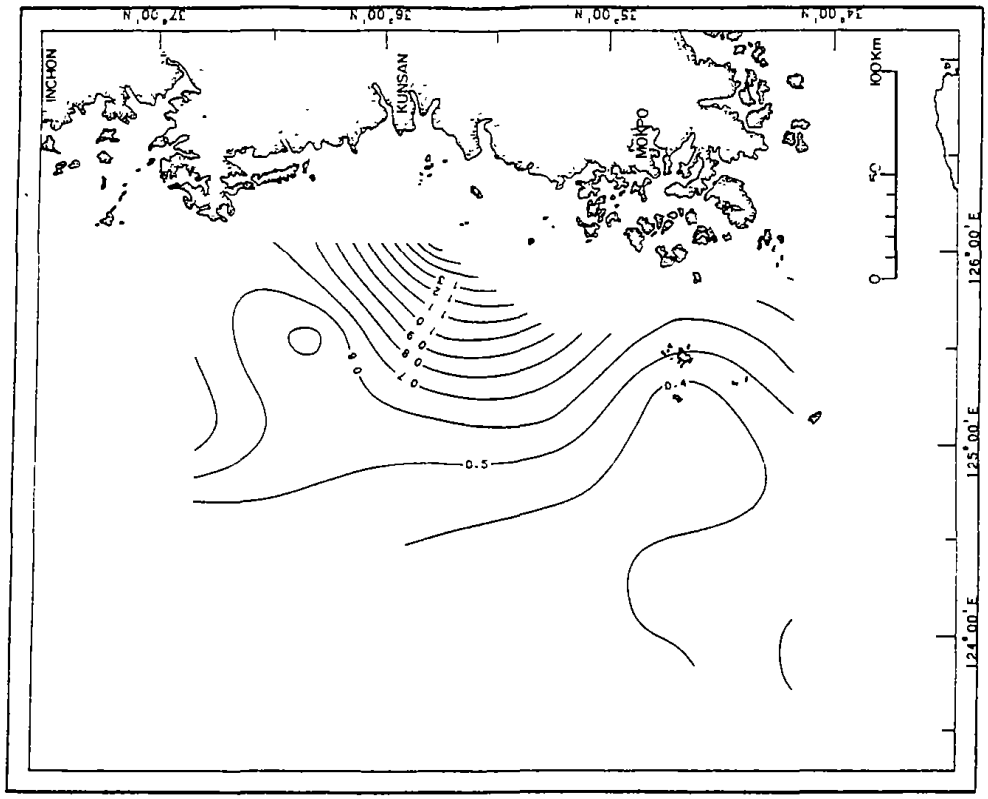


Fig. III-45. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 5*m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g/\ell$).

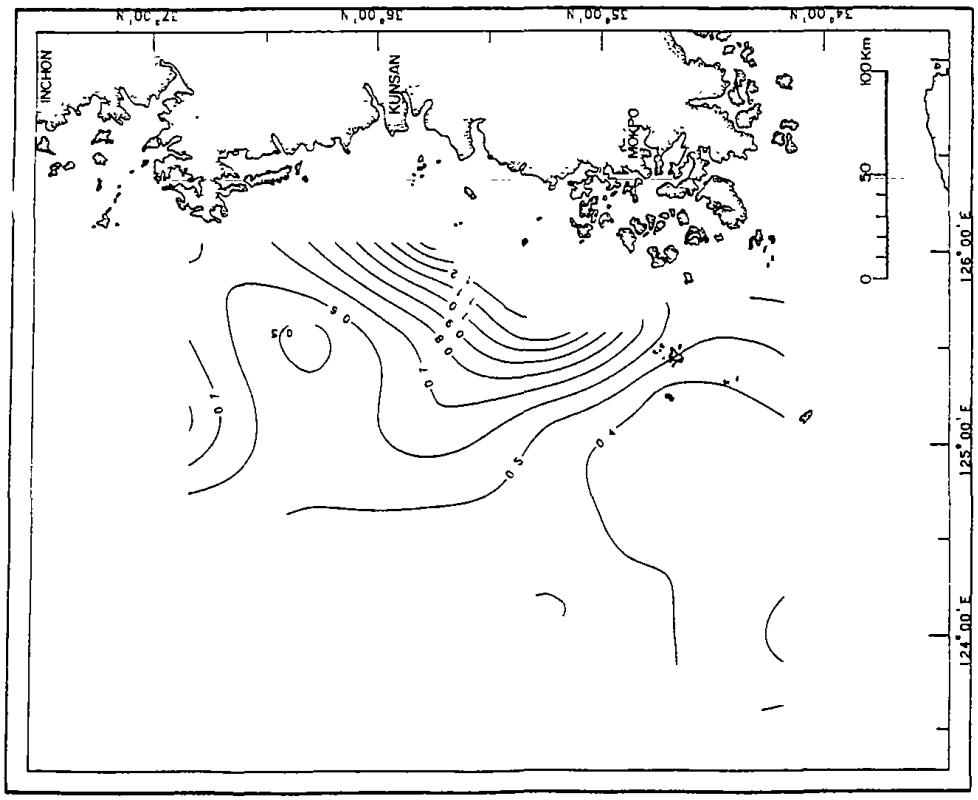


Fig. III-44. Chlorophyll *a* distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

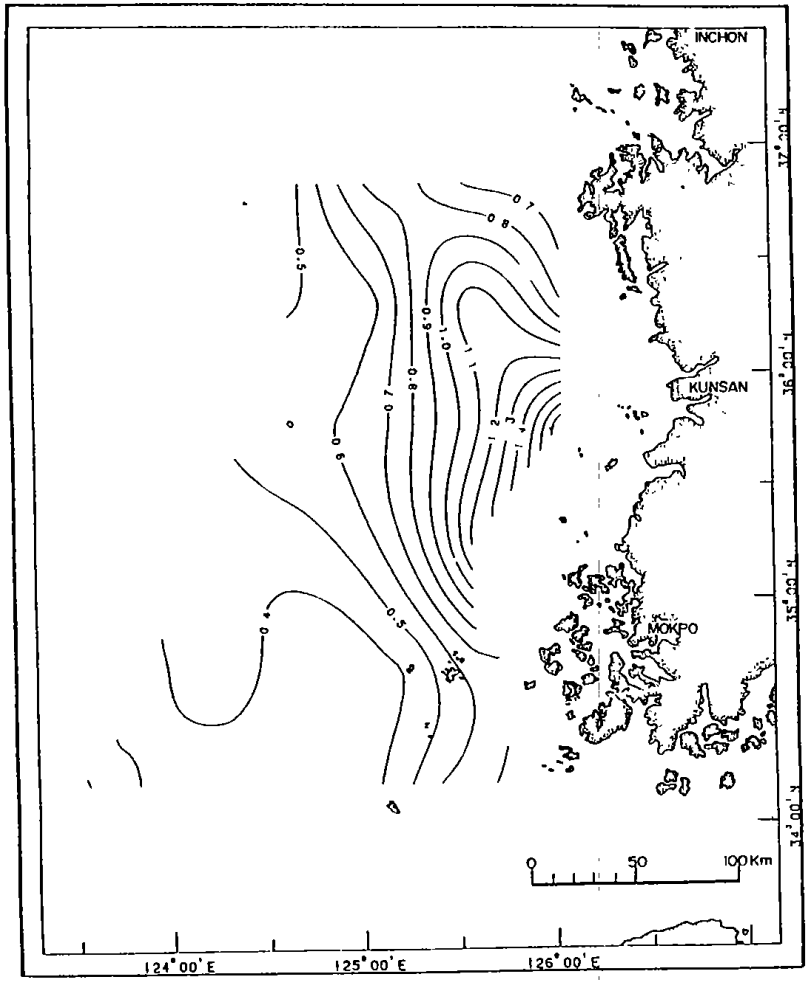


Fig. III-46. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 10*m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

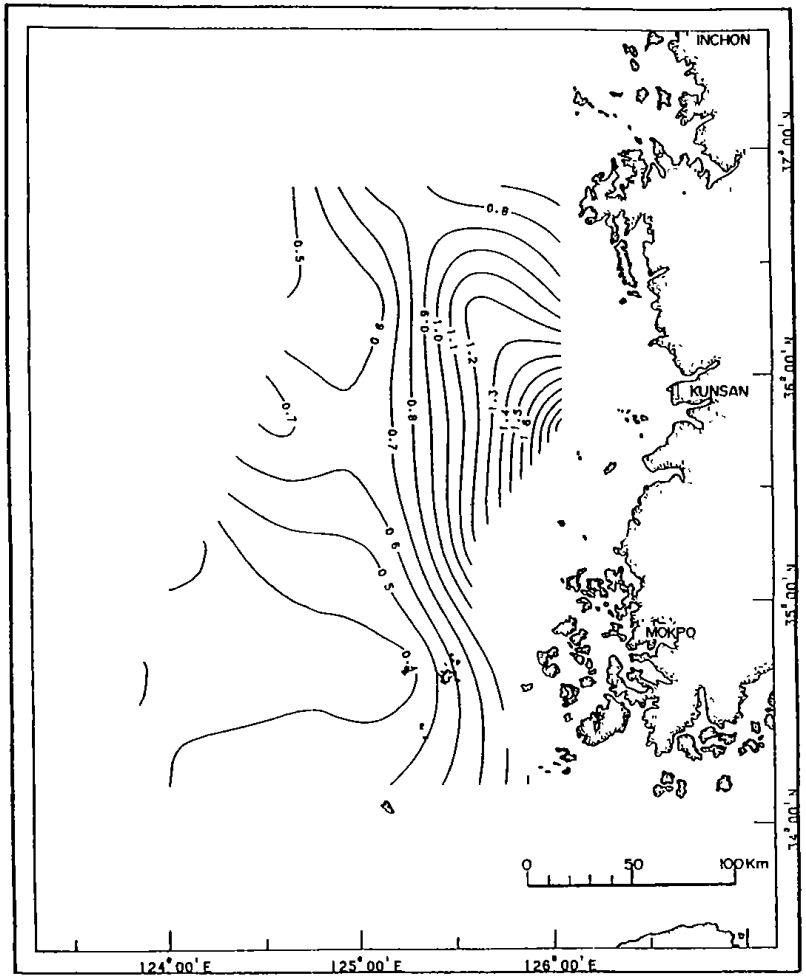


Fig. III-47. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 20*m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

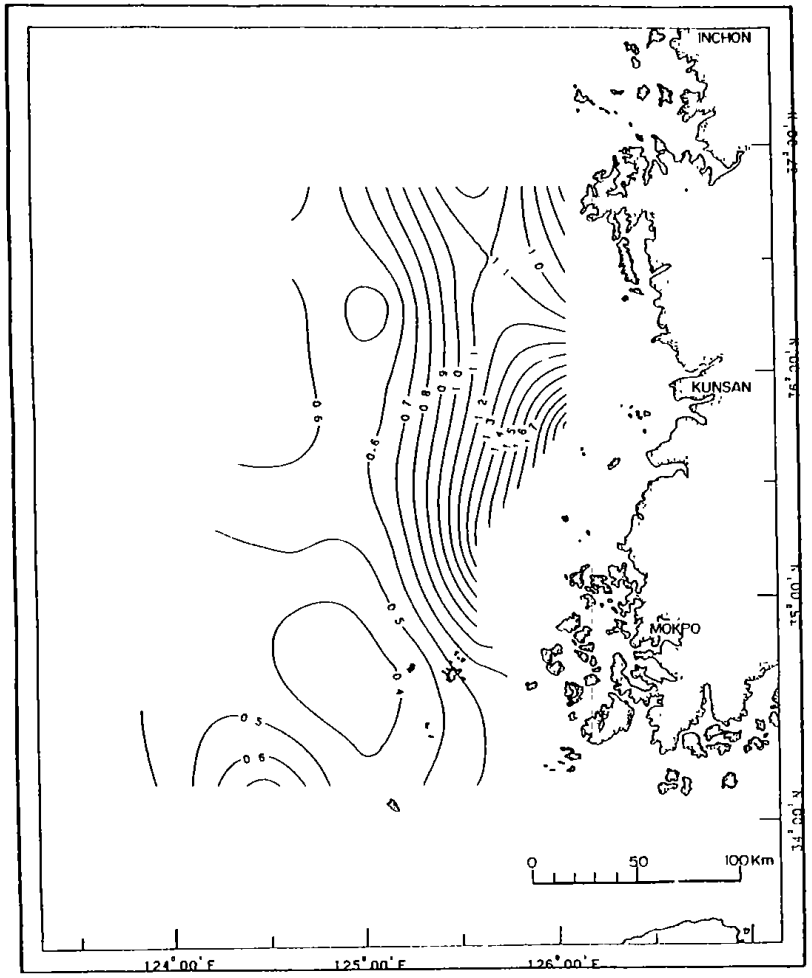


Fig. III-48. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 30*m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

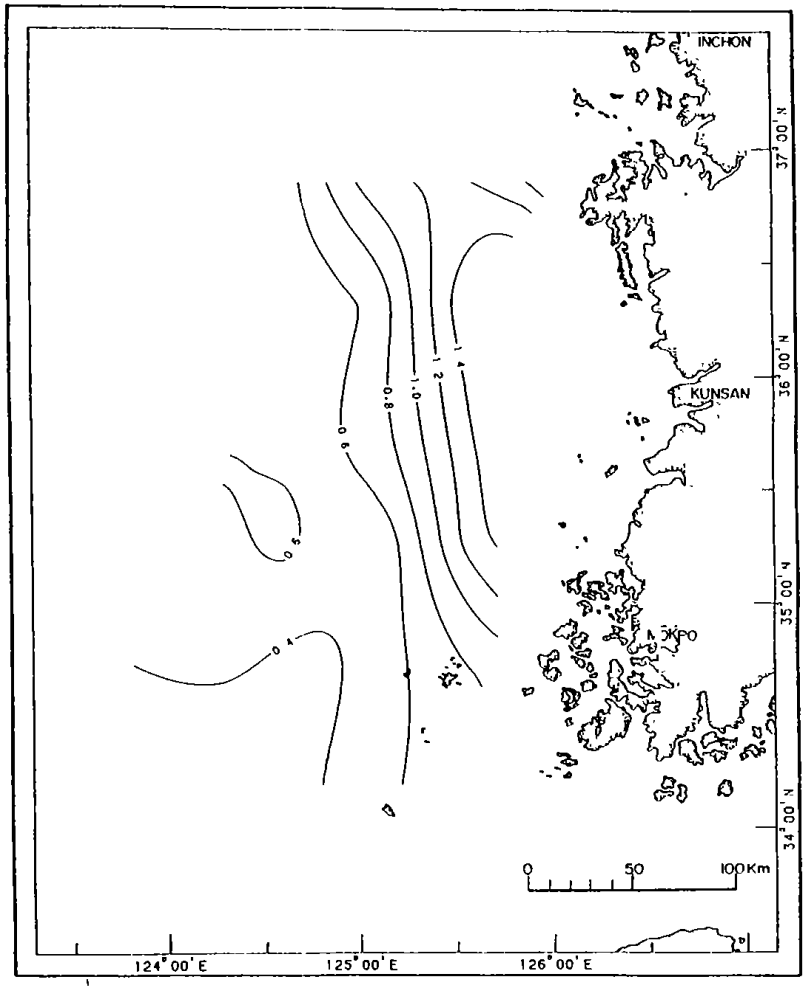


Fig. III-49. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 50*m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

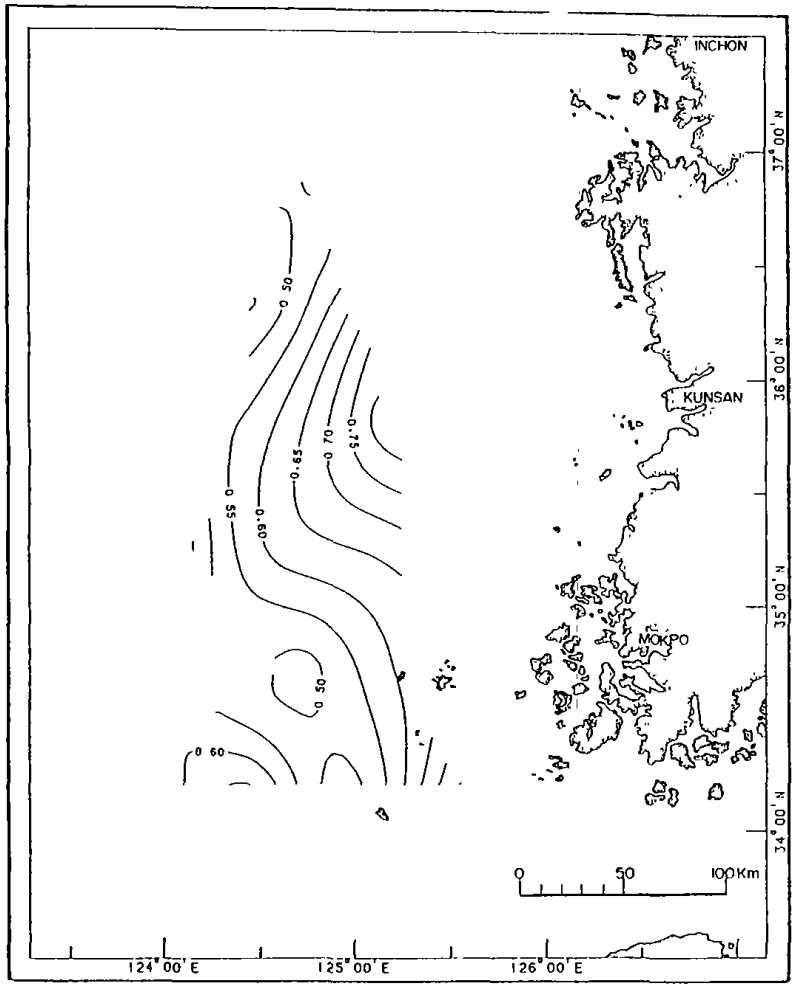


Fig. III-50. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

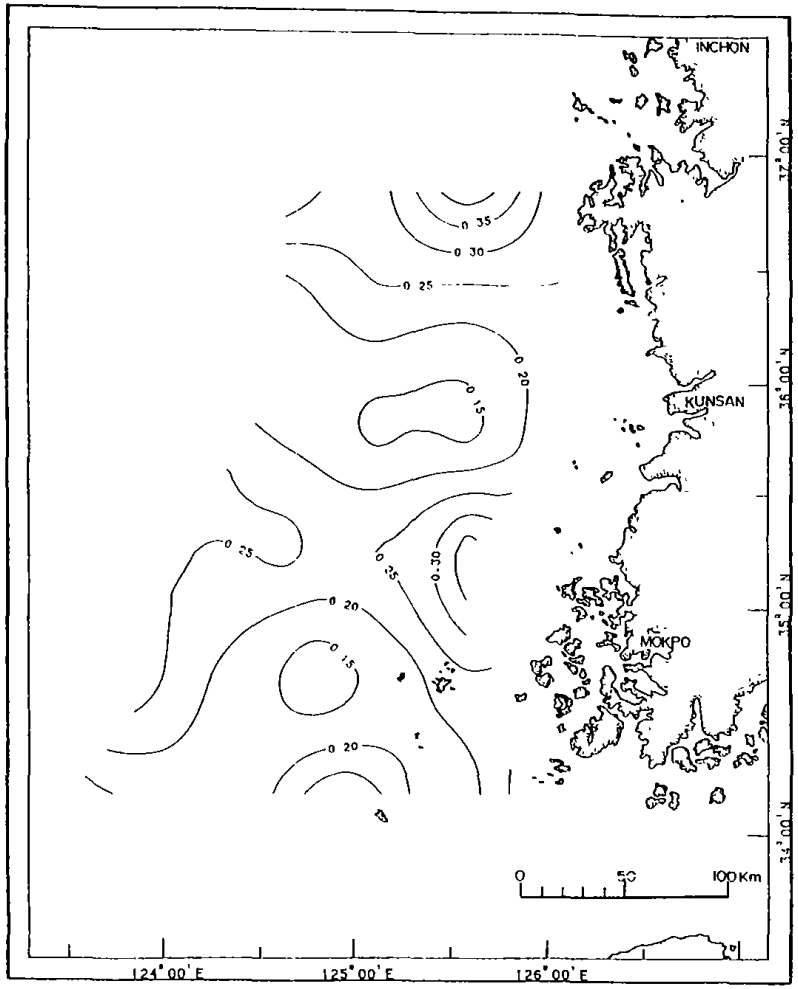


Fig. III-51. Chlorophyll *b* distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

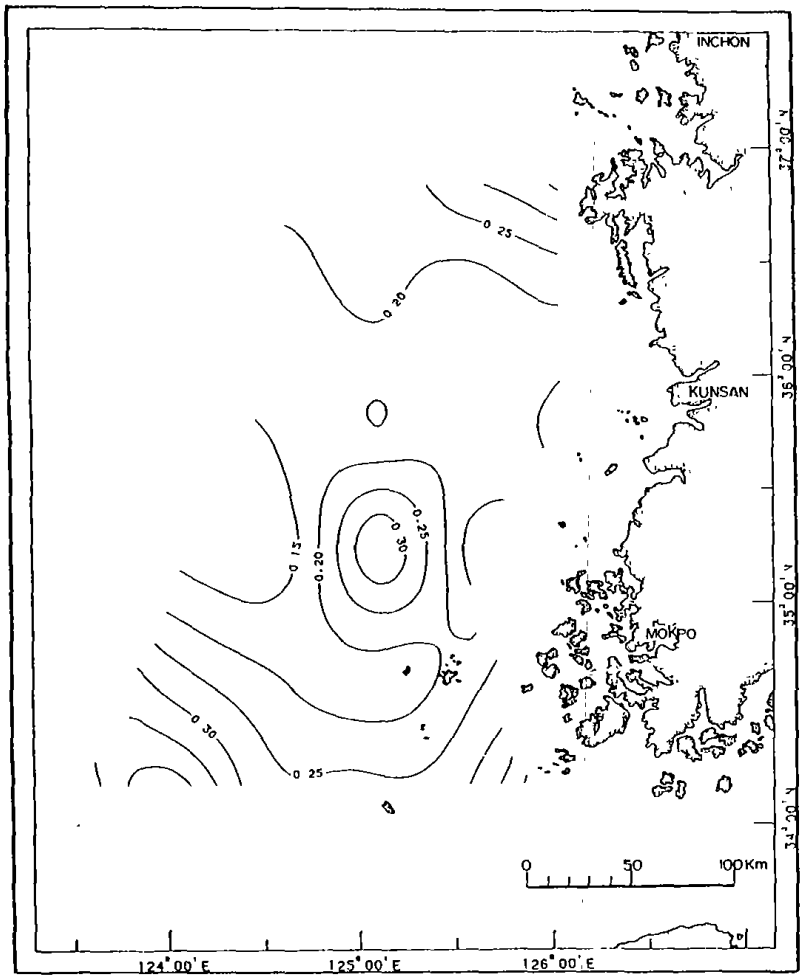


Fig. III-52. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

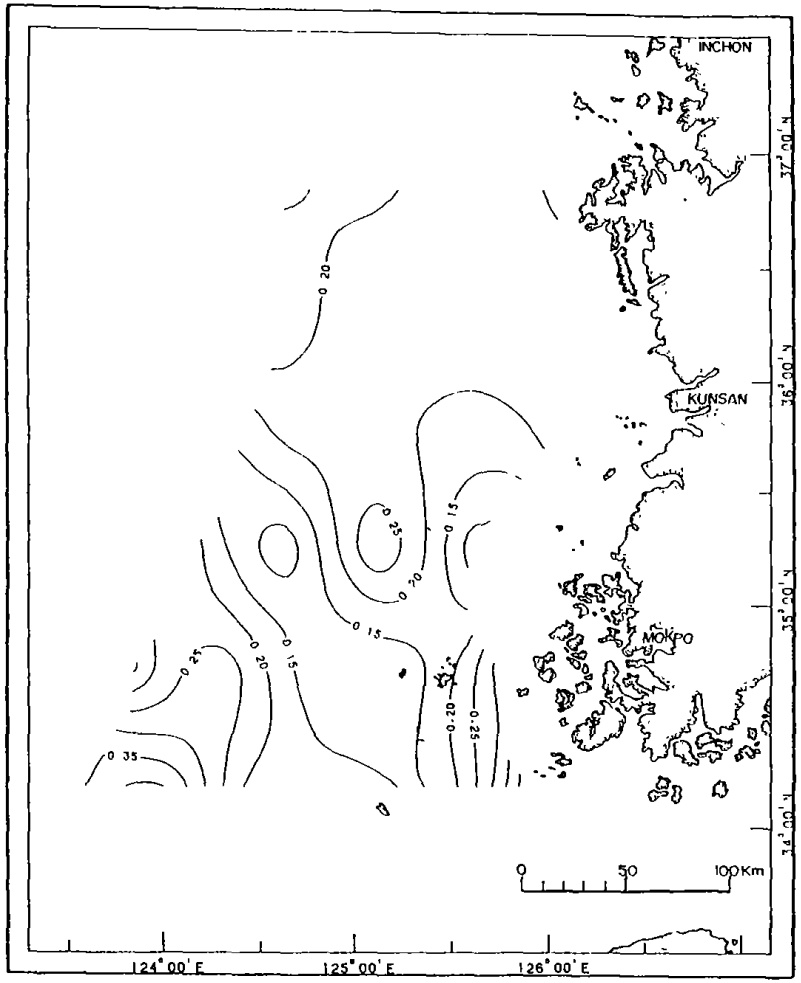


Fig. II-53. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

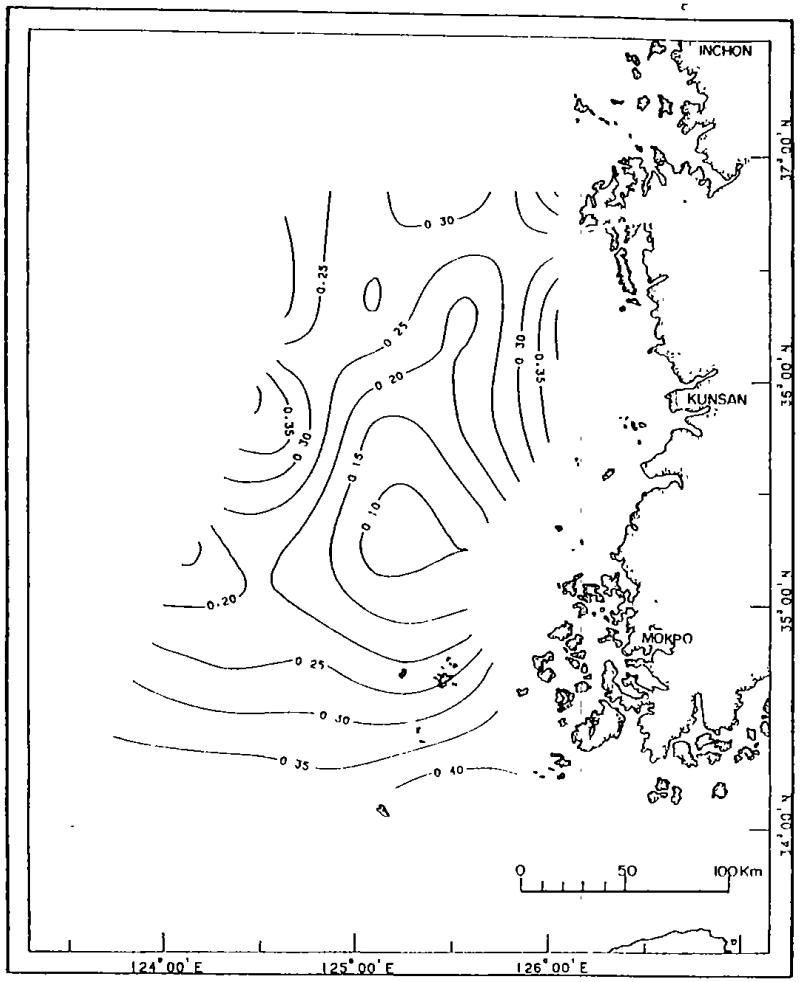


Fig. III-54. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

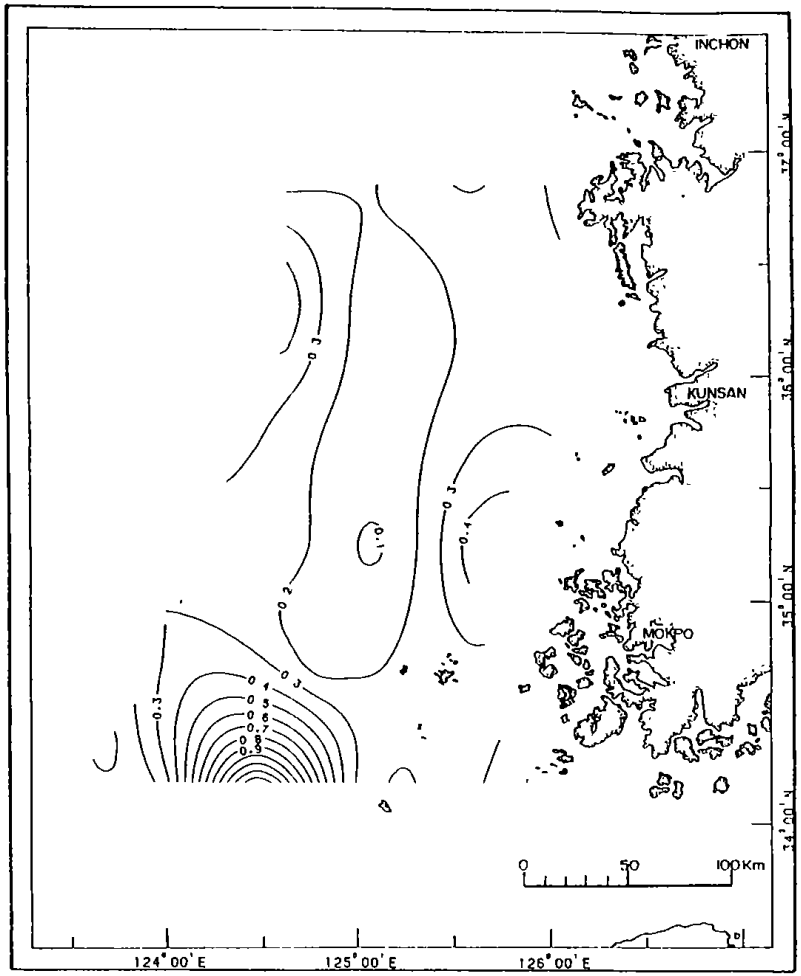


Fig. III-55. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

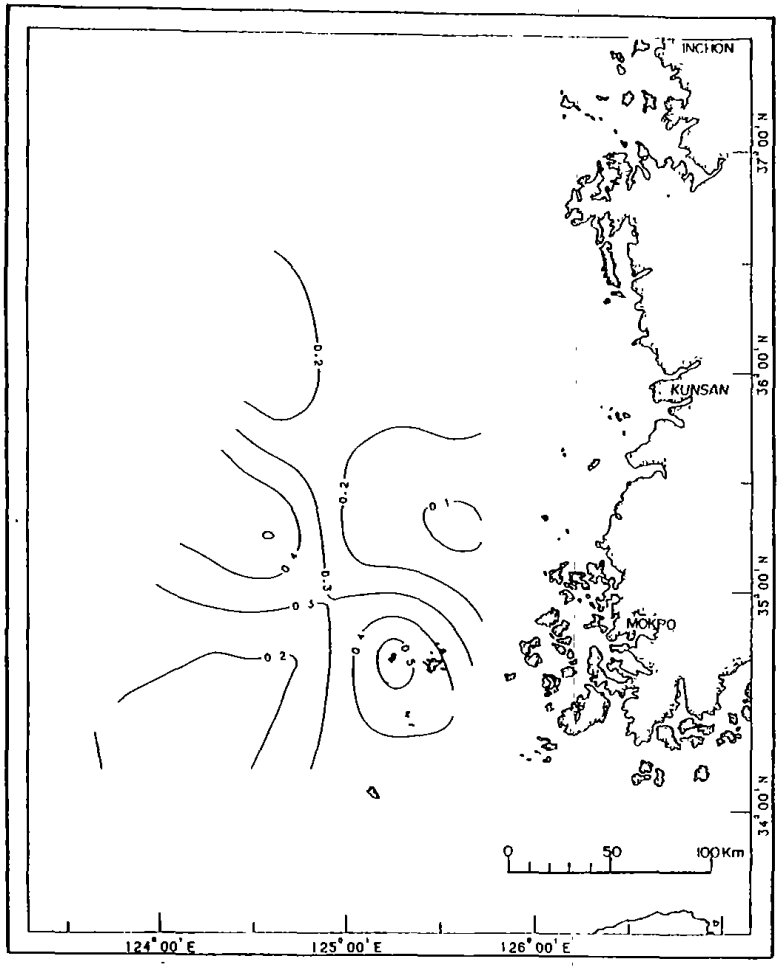


Fig. III-56. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

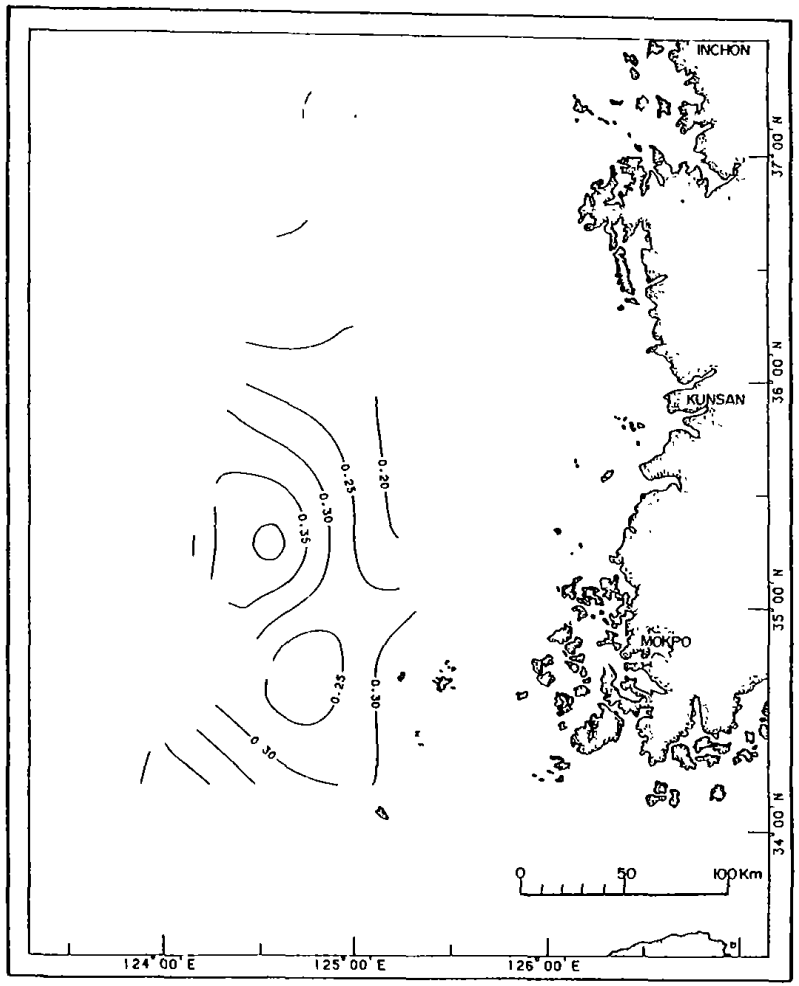


Fig. III-57. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

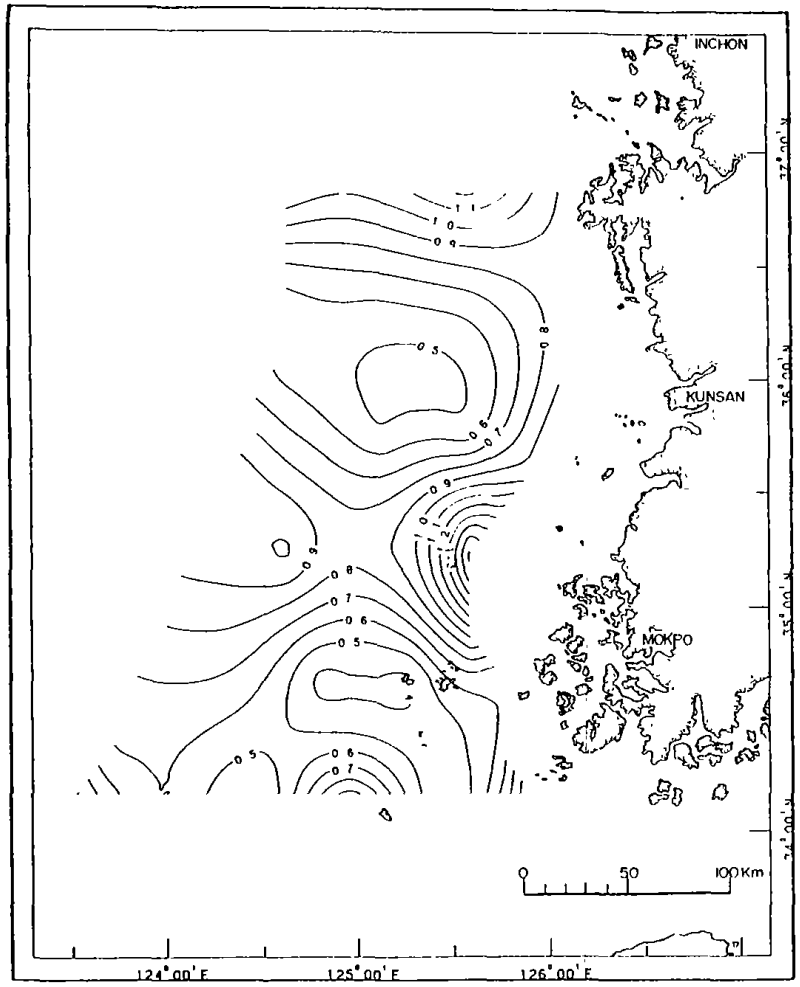


Fig. III-58. Chlorophyll *c* distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

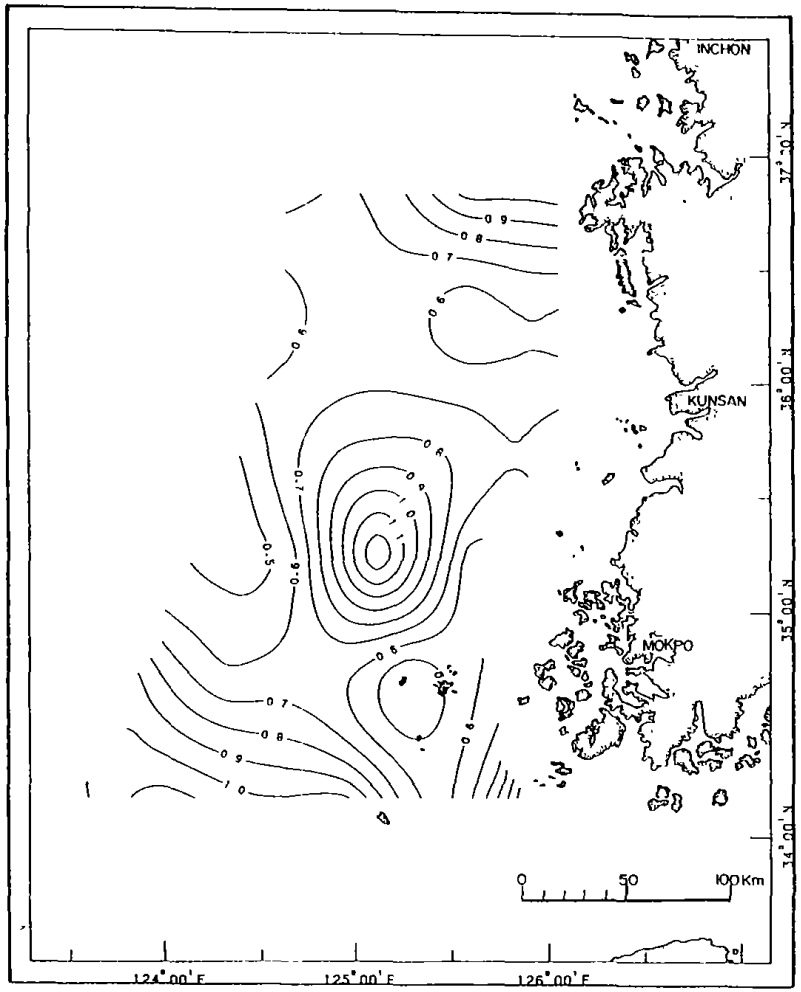


Fig. III-59. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

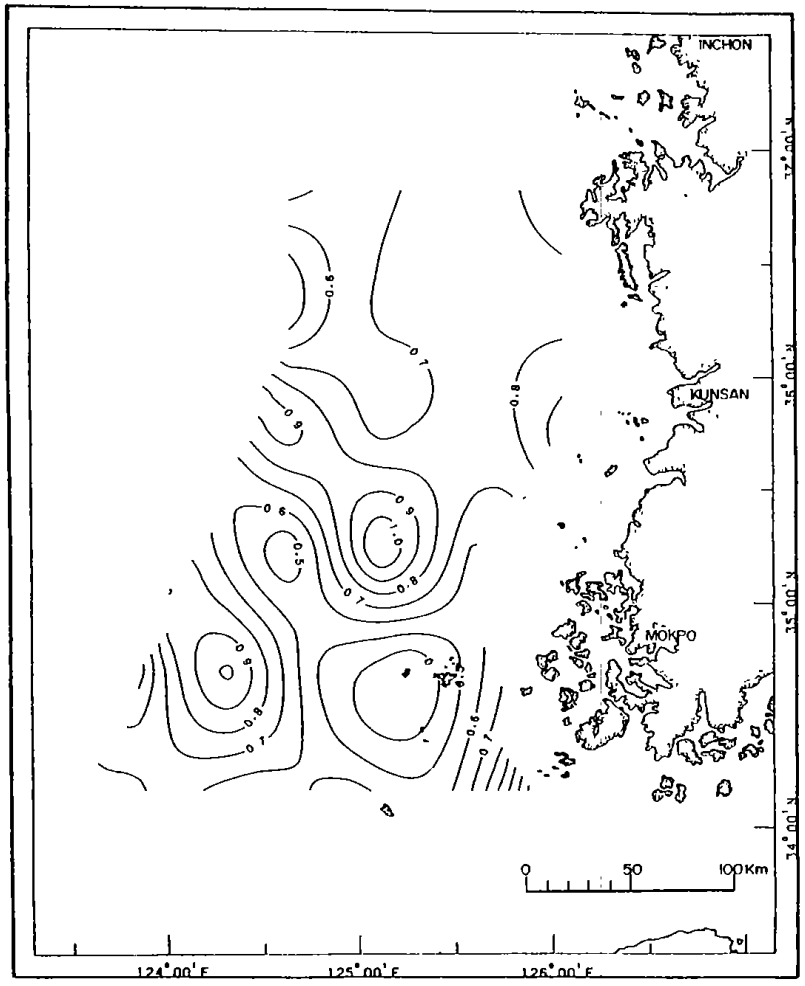


Fig. III-60. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

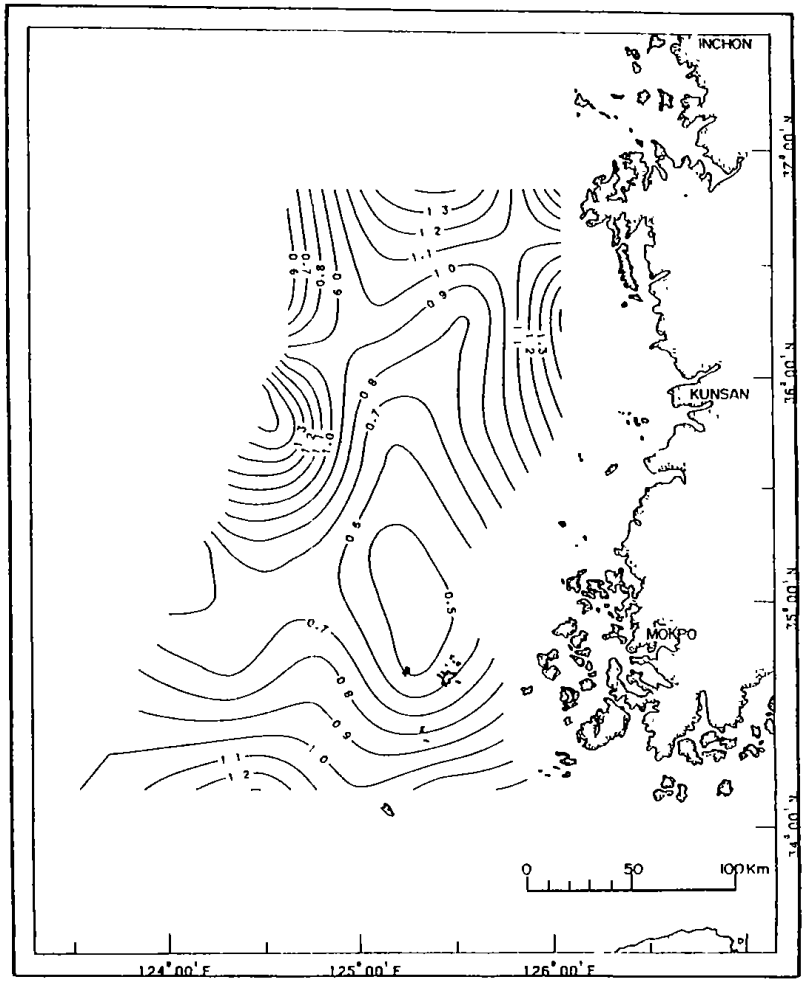


Fig. III-61. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

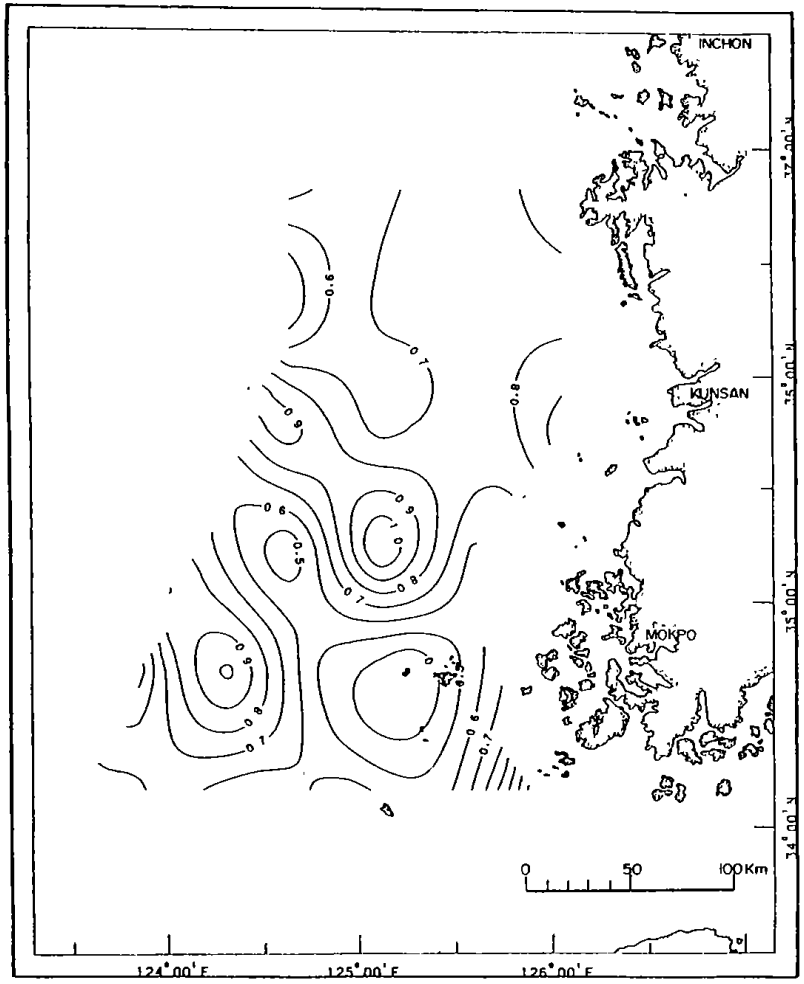


Fig. III-60. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

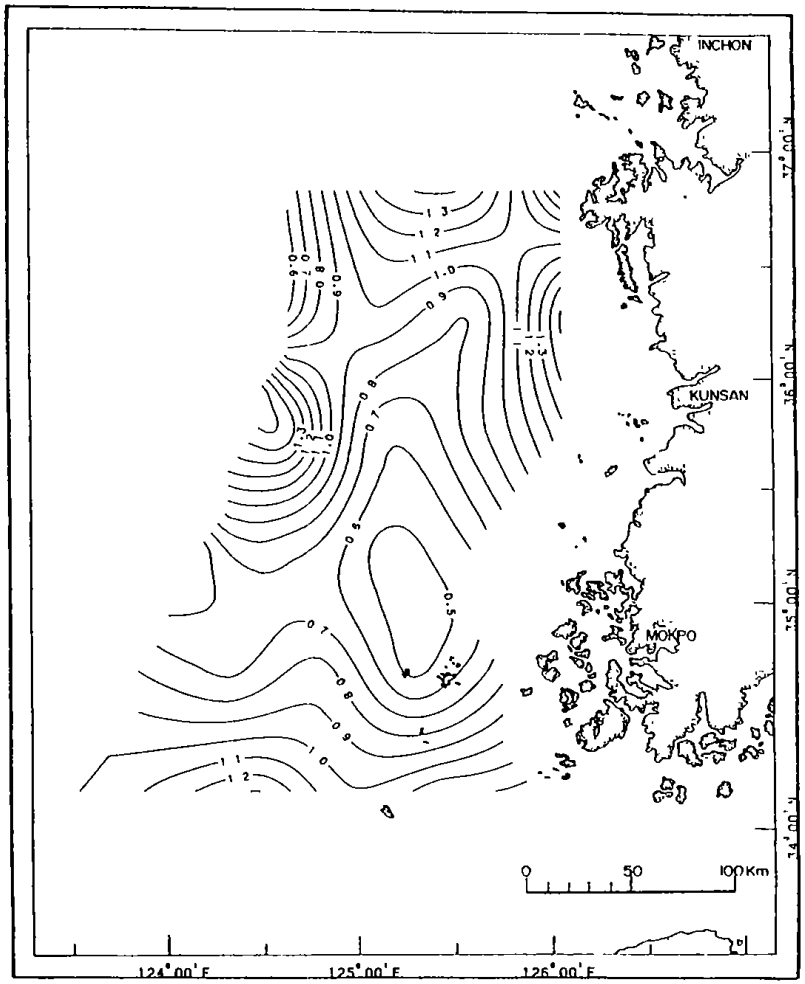


Fig. III-61. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

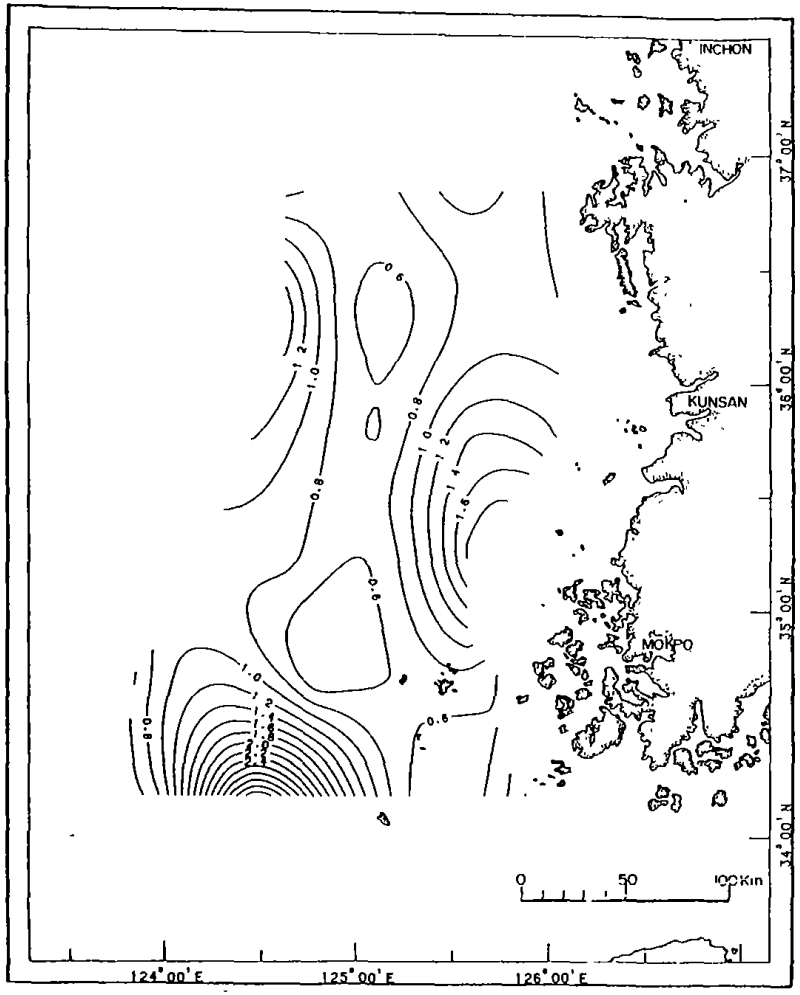


Fig. III-62. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

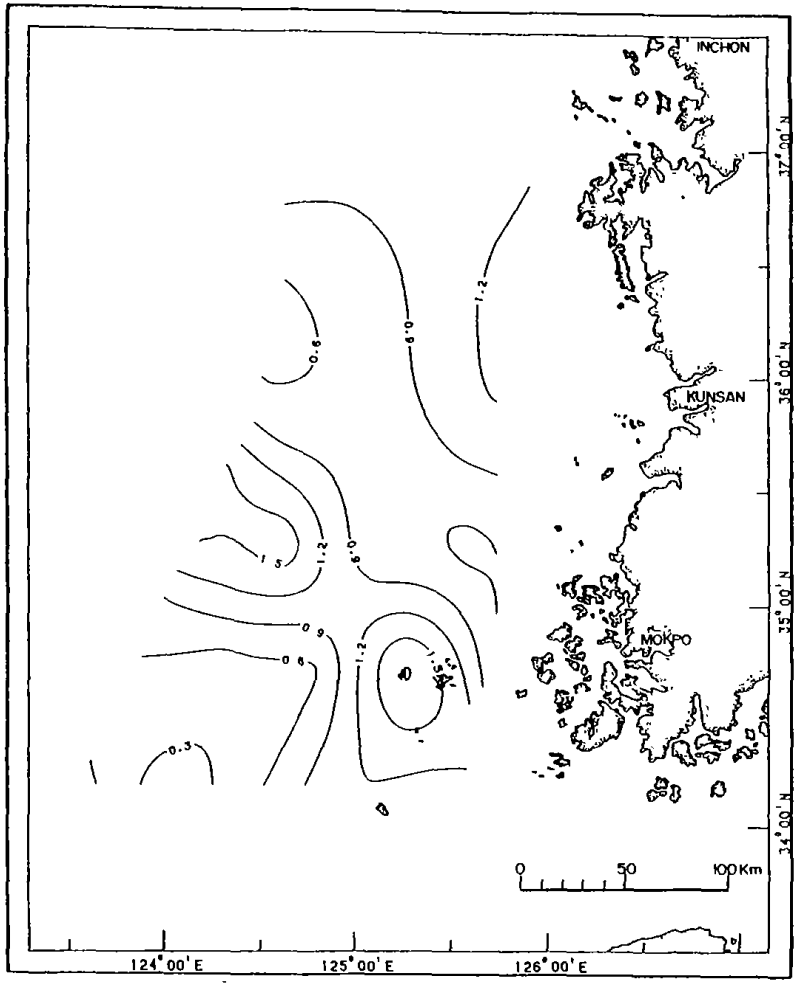


Fig. III-63. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

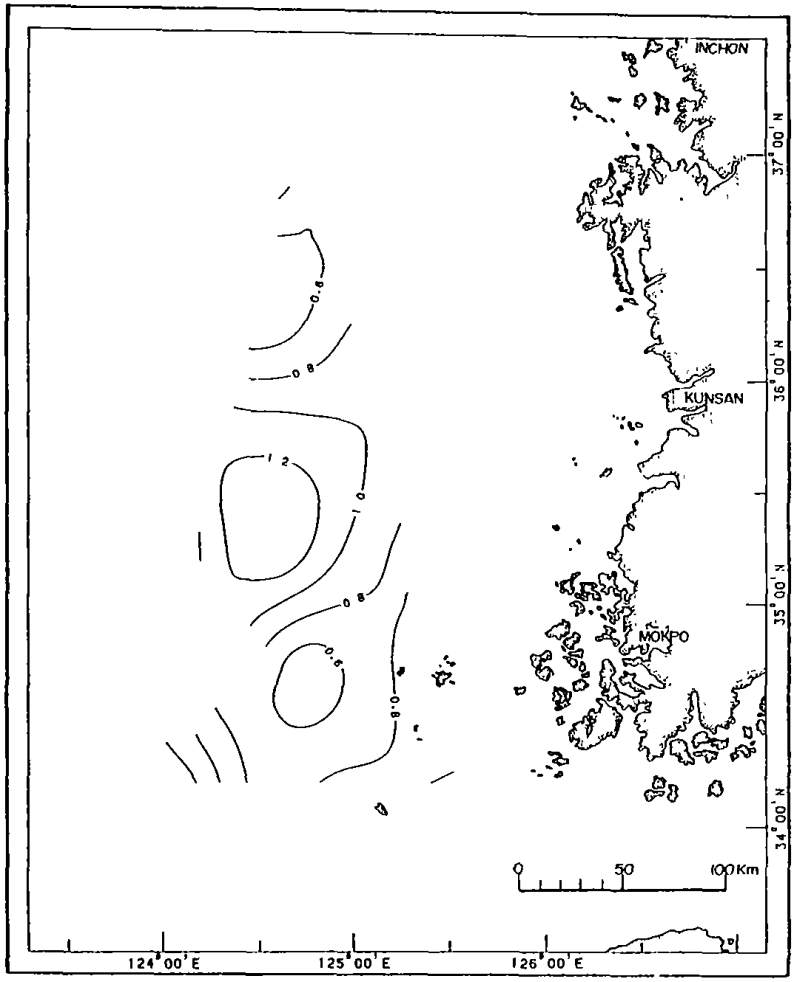


Fig. III-64. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

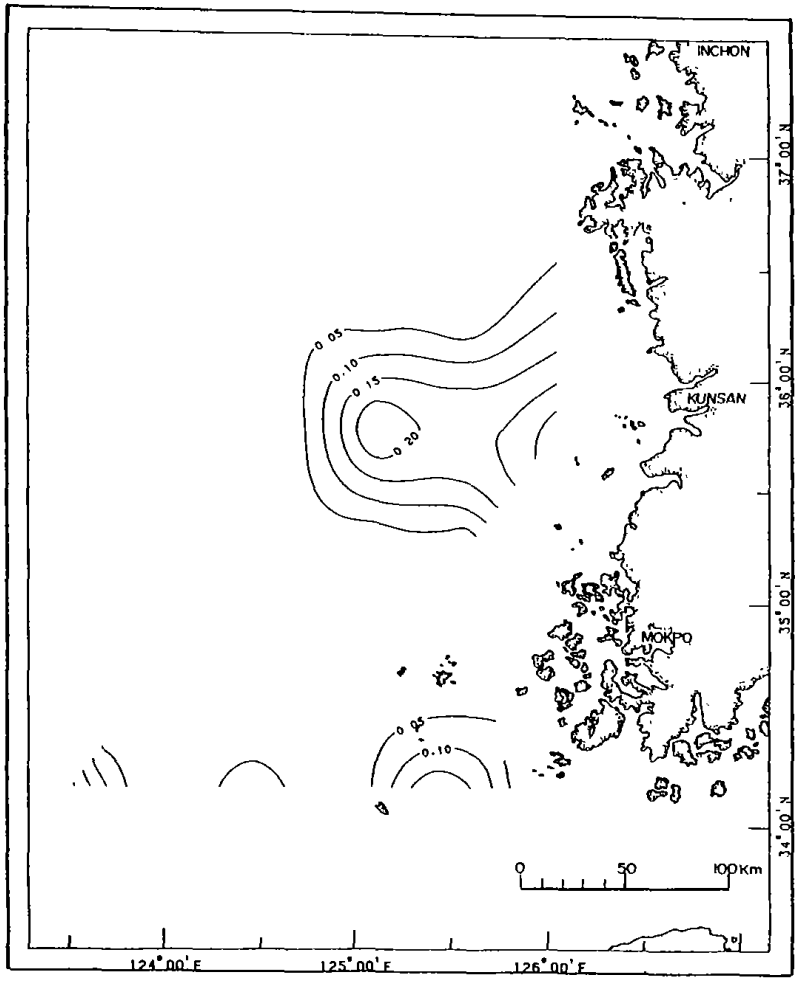


Fig. III-65. Carotenoids distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

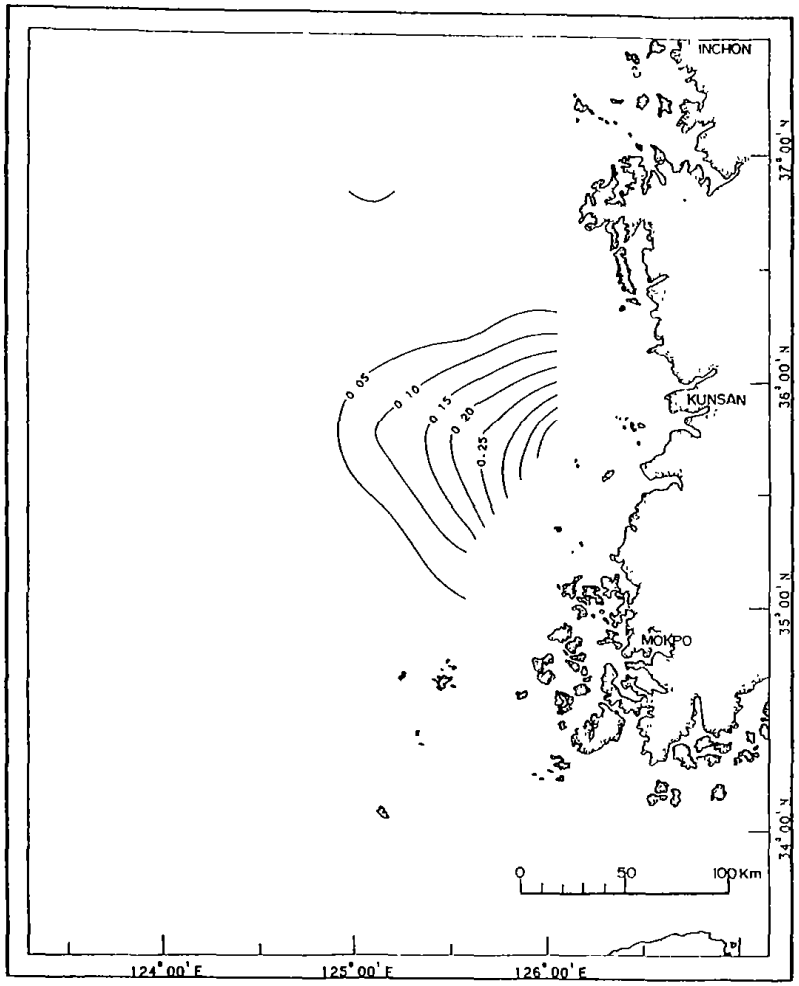


Fig. III-66. Carotenoids distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

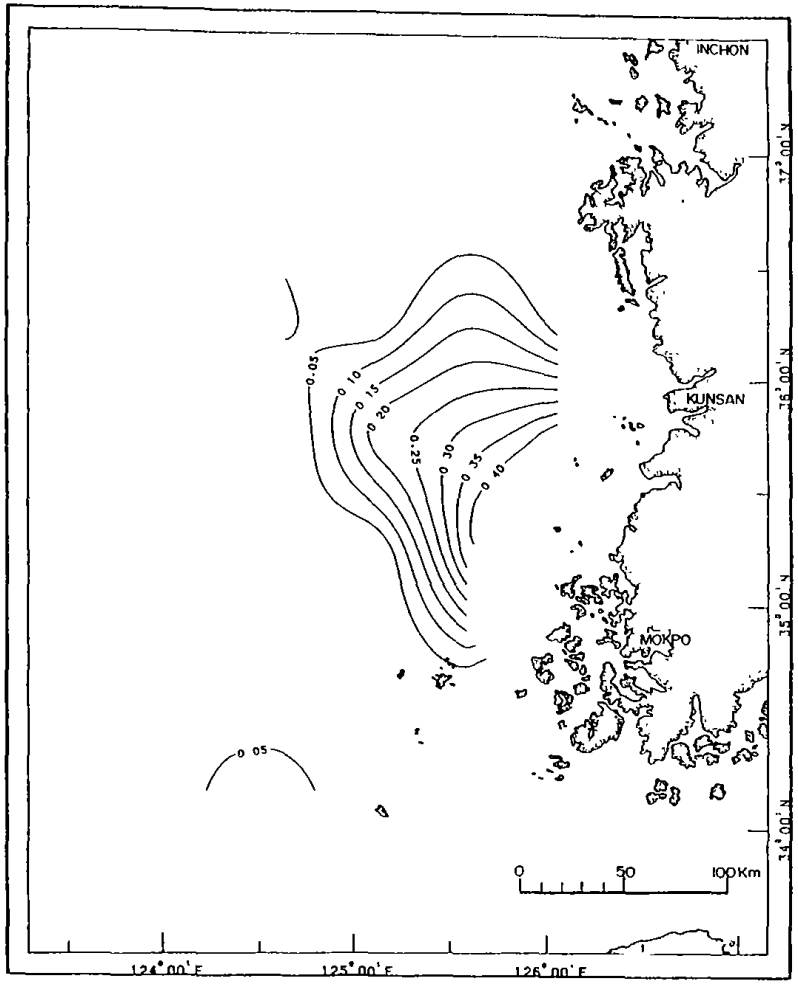


Fig. III-67. Carotenoids distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in Feburary, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

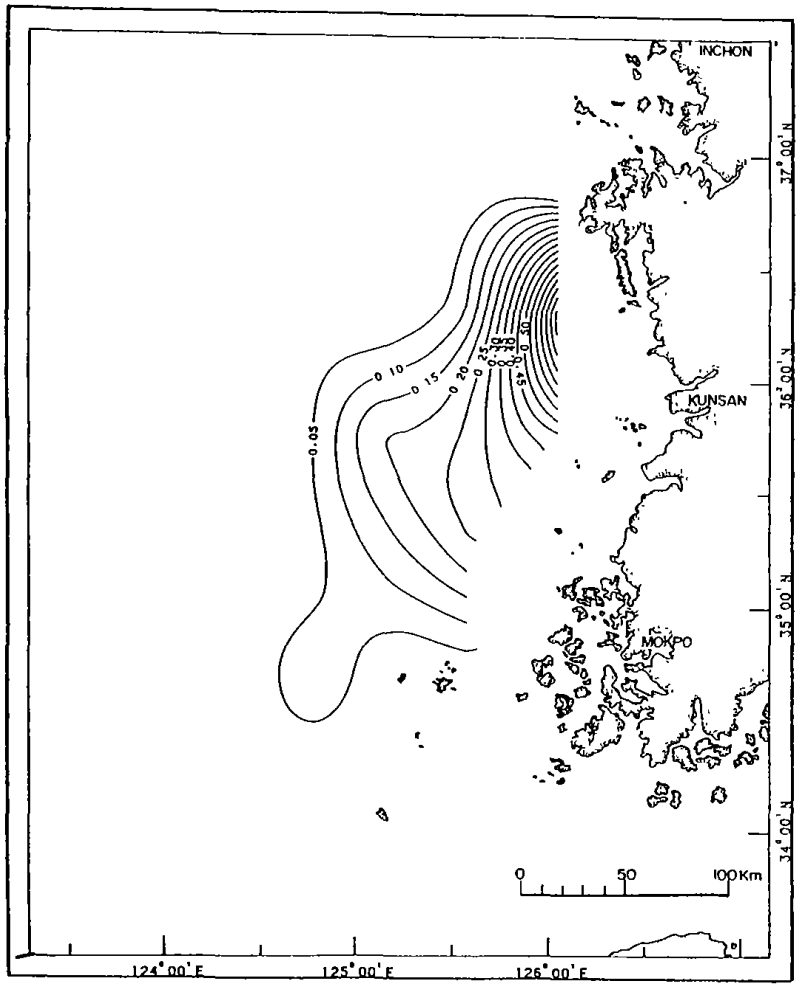


Fig. III-68. Carotenoids distribution at the depth of 20 m in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

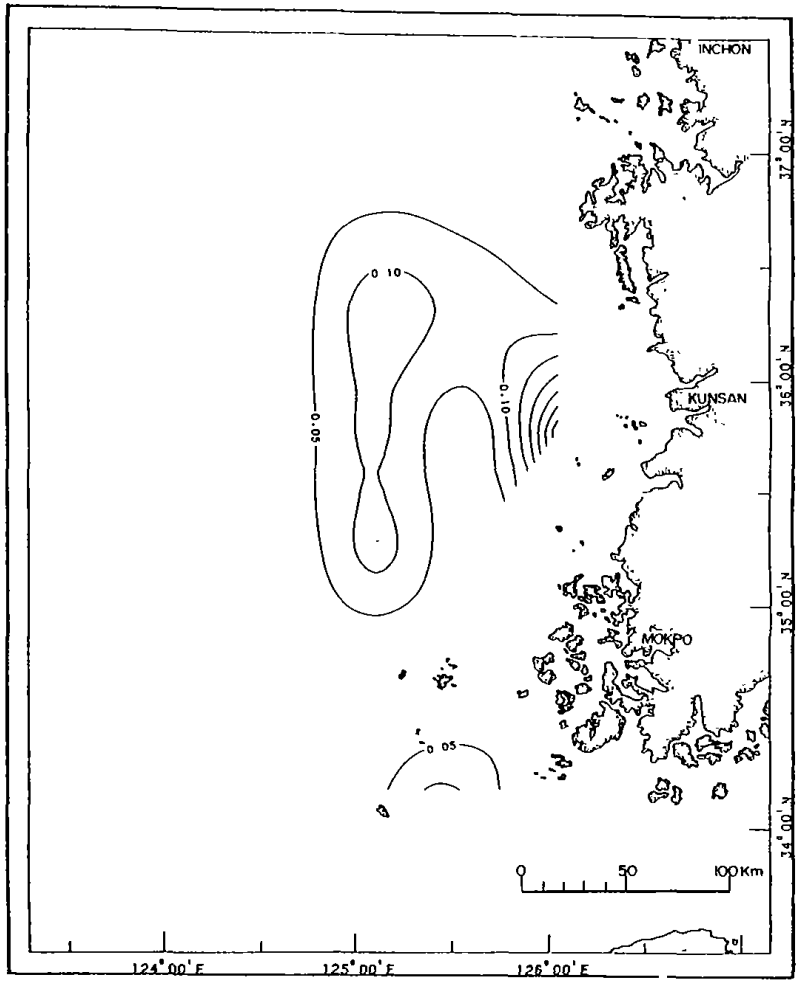


Fig. III-69. Carotenoids distribution at the depth of 30 m in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

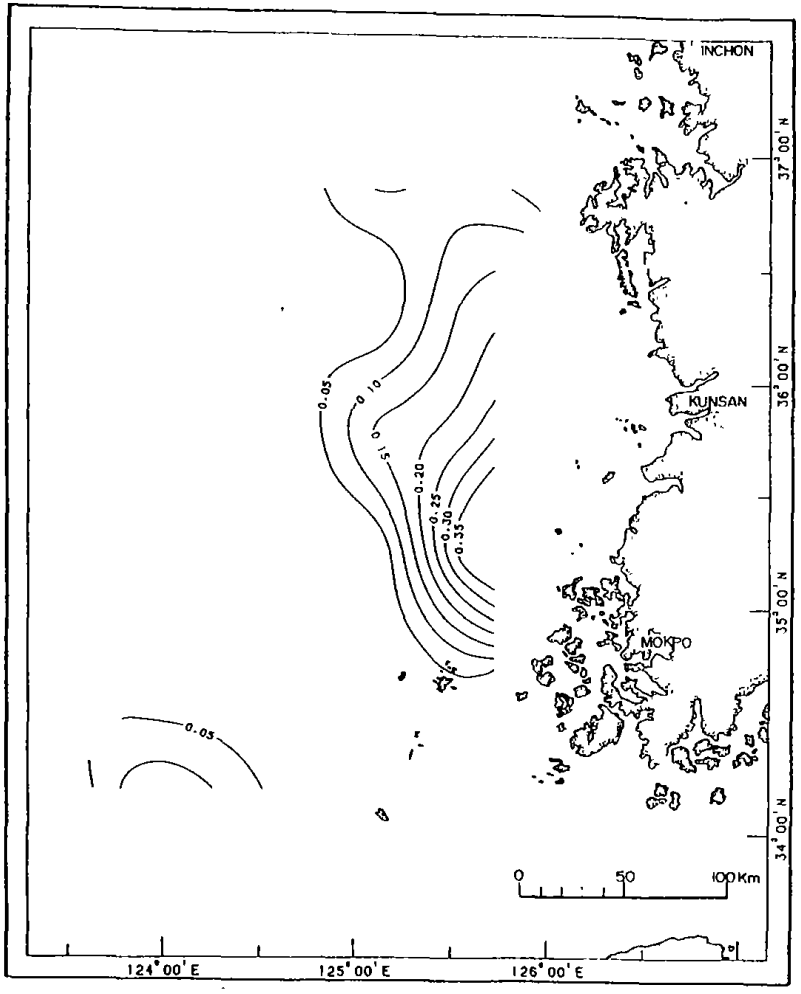


Fig. III-70. Carotenoids distribution at the depth of 50 *m* in the Yelllow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

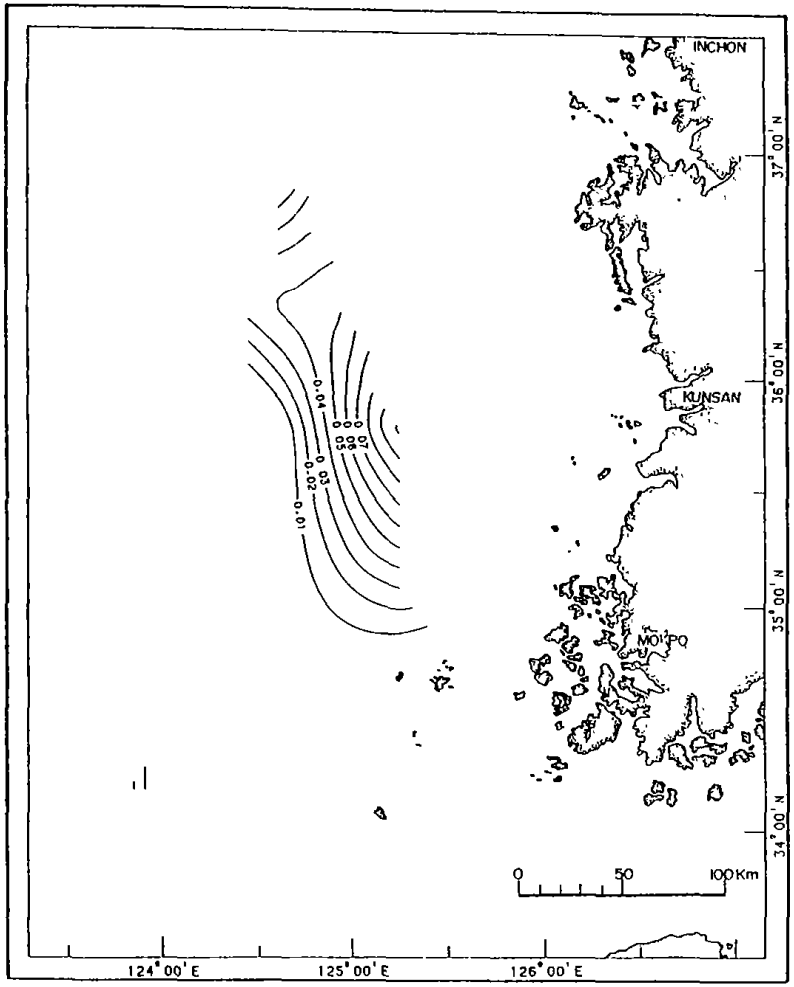


Fig. III-71. Carotenoids distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

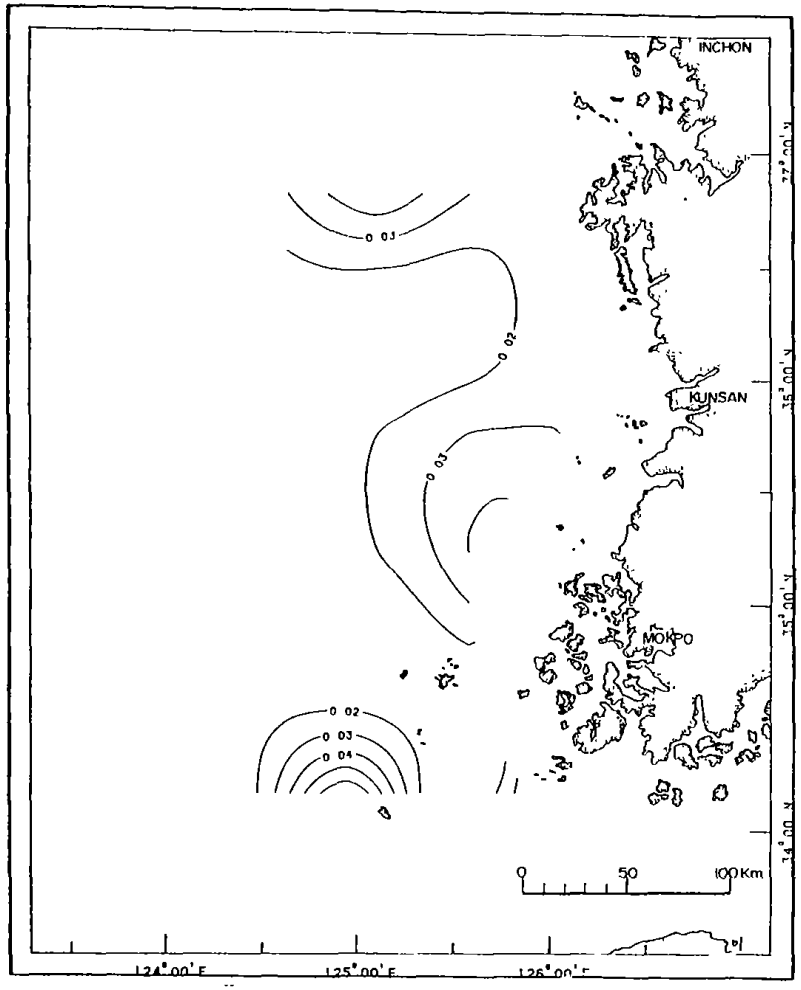


Fig. III-72. Cadmium distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

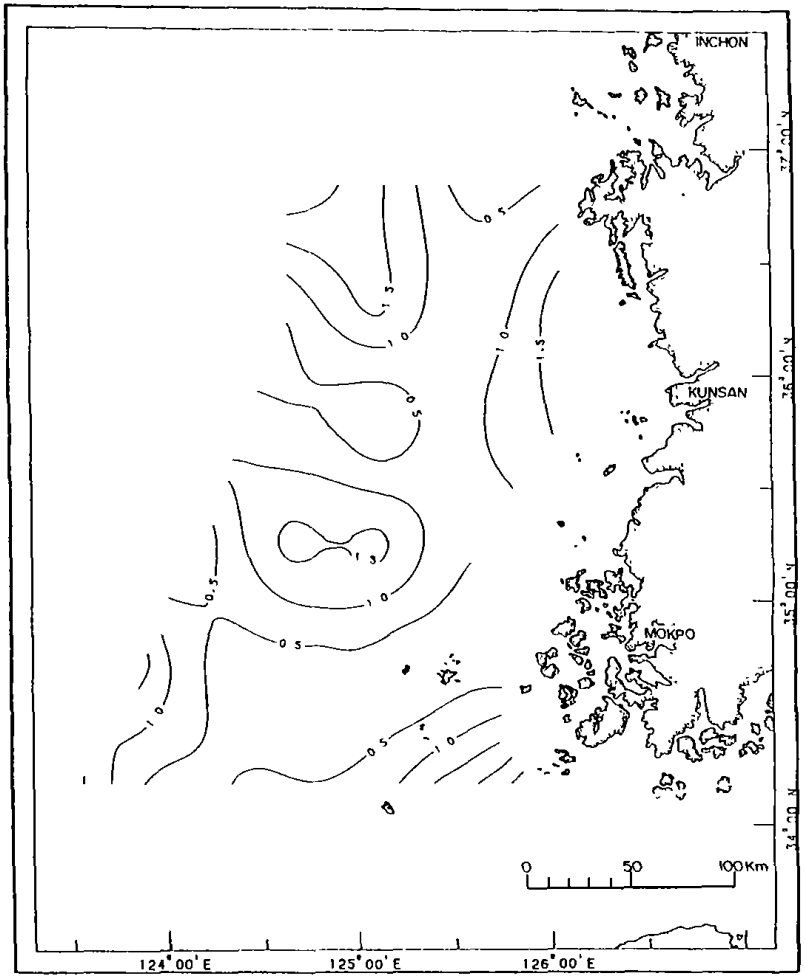


Fig. III-73. Copper distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

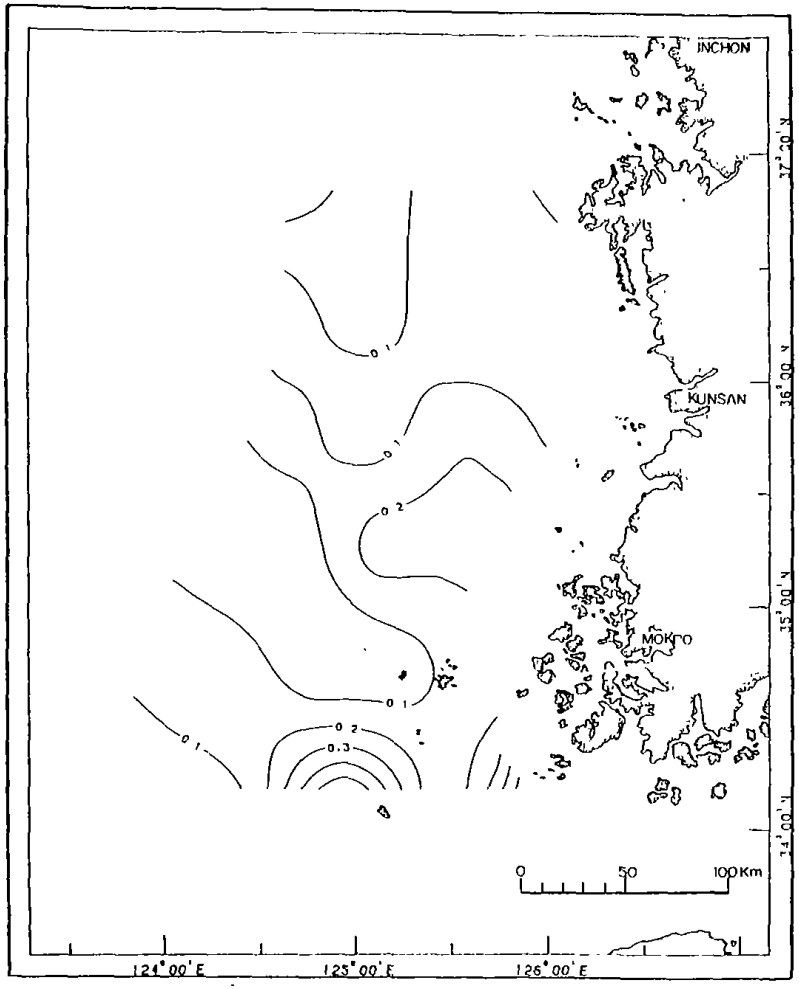


Fig. III-74. Lead distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

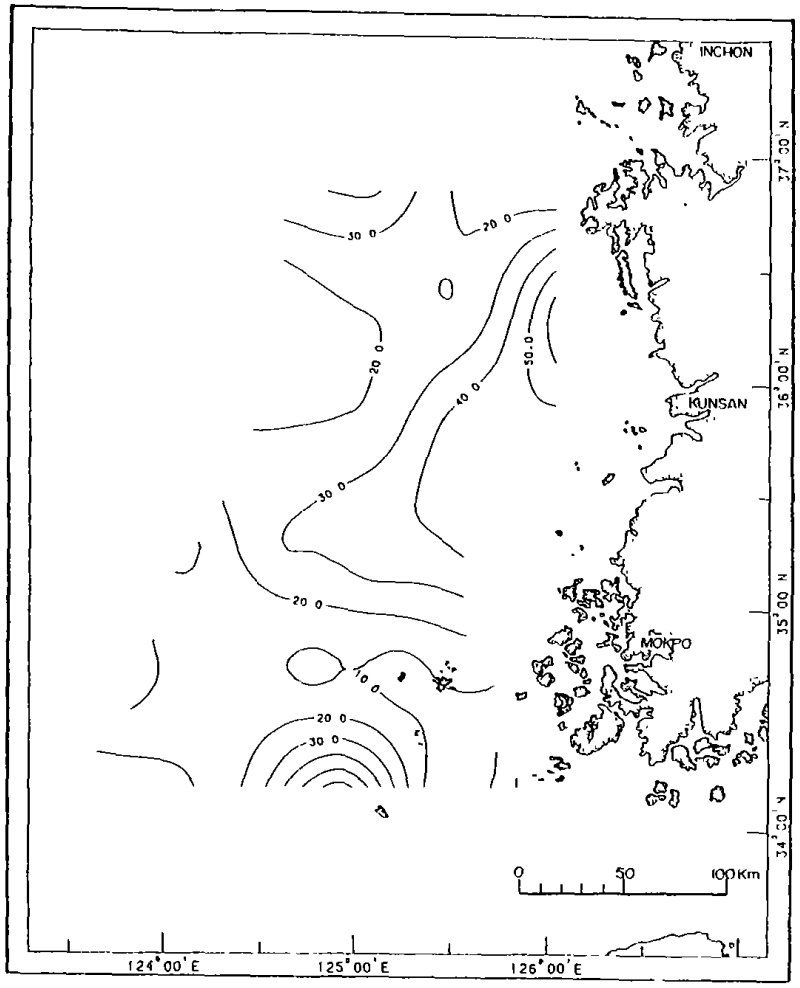


Fig. III-75. Zinc distribution in the surface water in the Yellow Sea in February, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

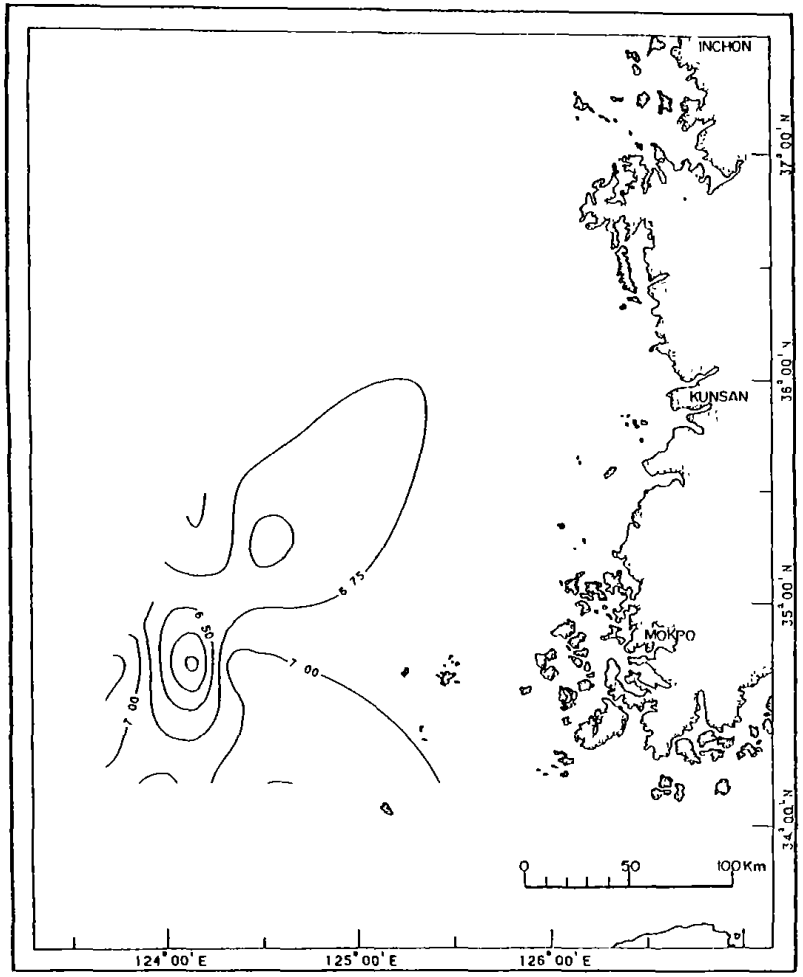


Fig. III-76. DO distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($m\ell/\ell$).

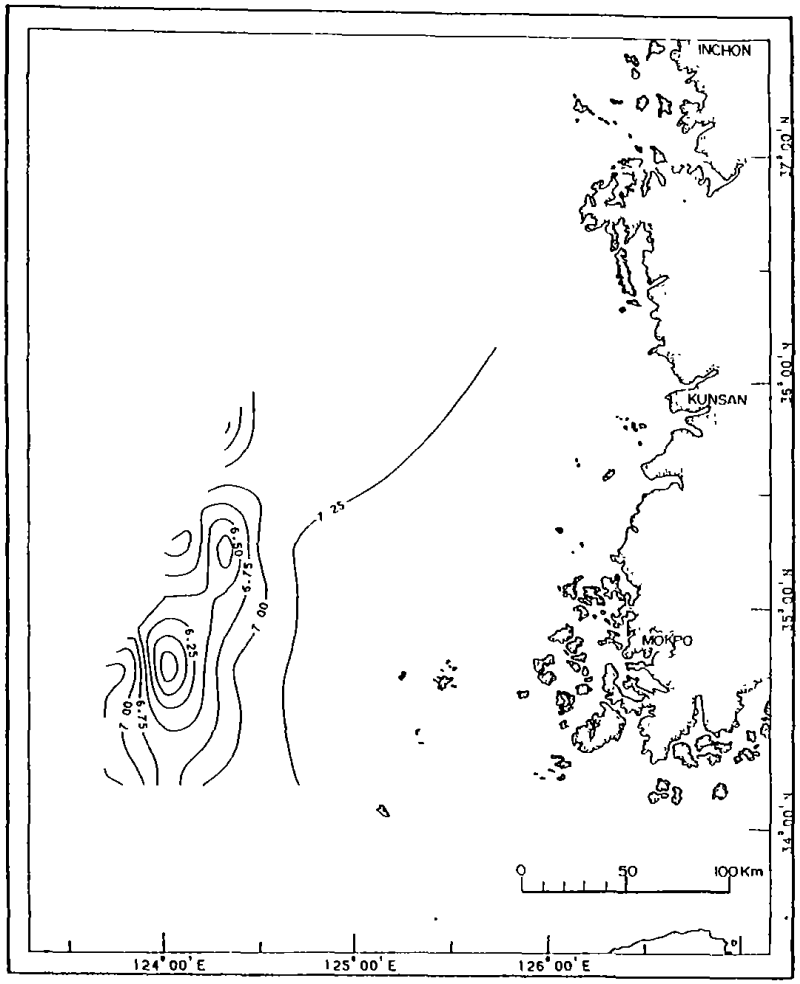


Fig. III-77. DO distribution at the depth of 5 m in the Yellow Sea in May, 1984 ($m\ell/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

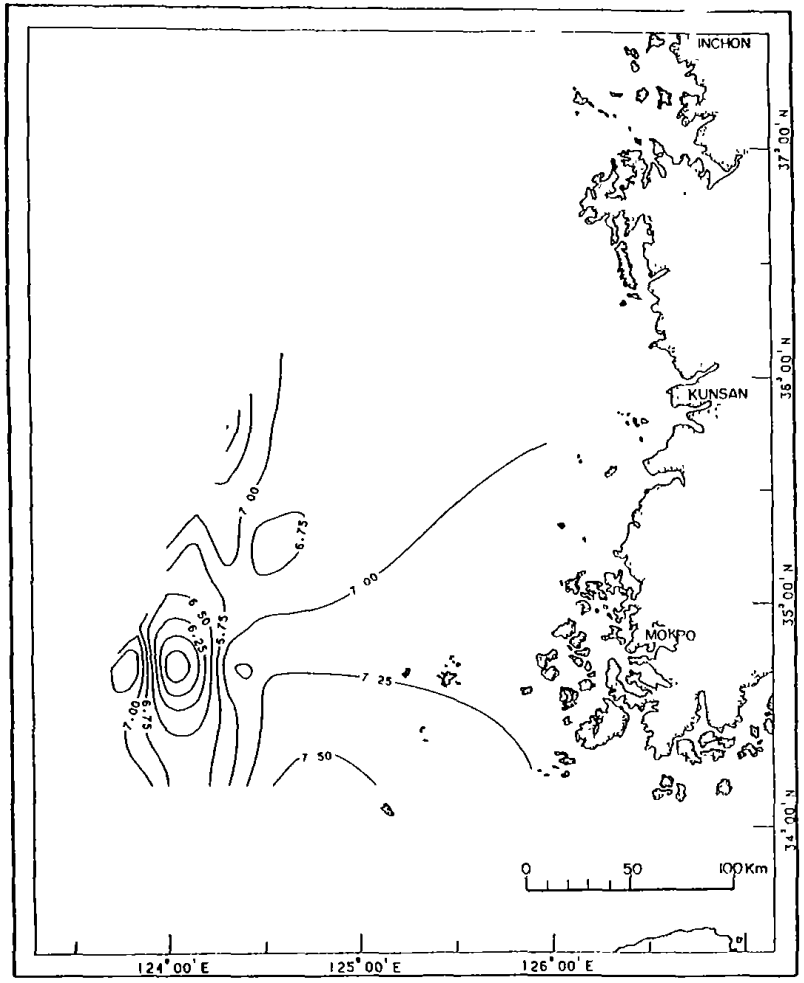


Fig. III-78. DO distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*mℓ/ℓ*).

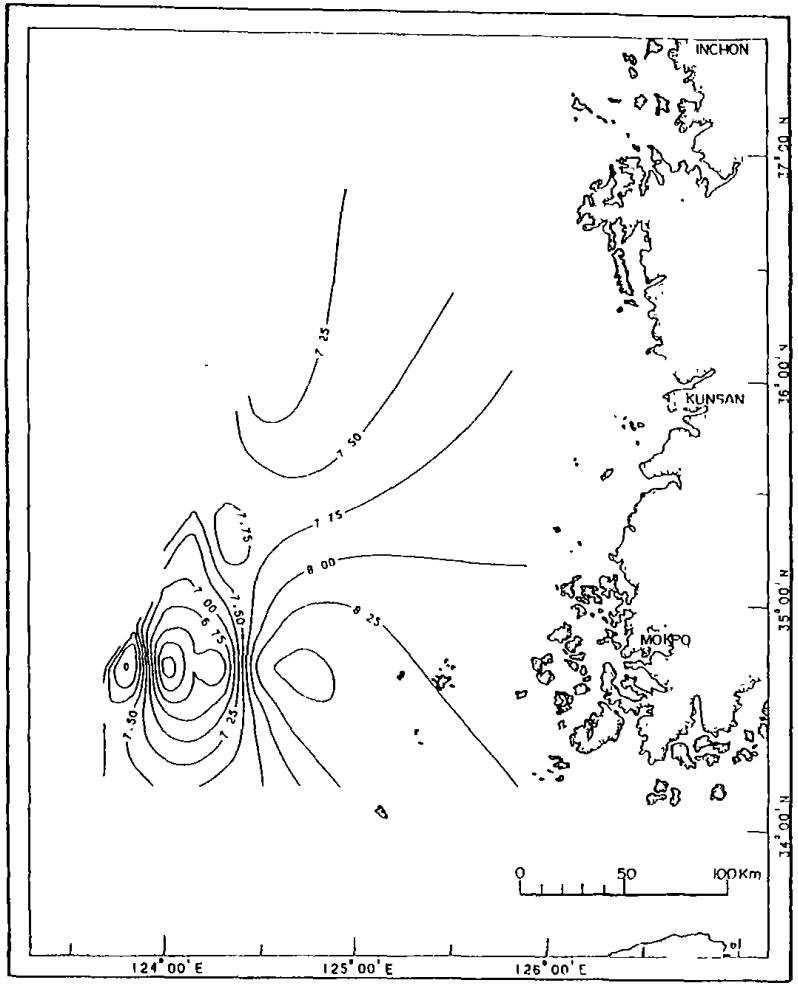


Fig. III-79. DO distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*mℓ/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

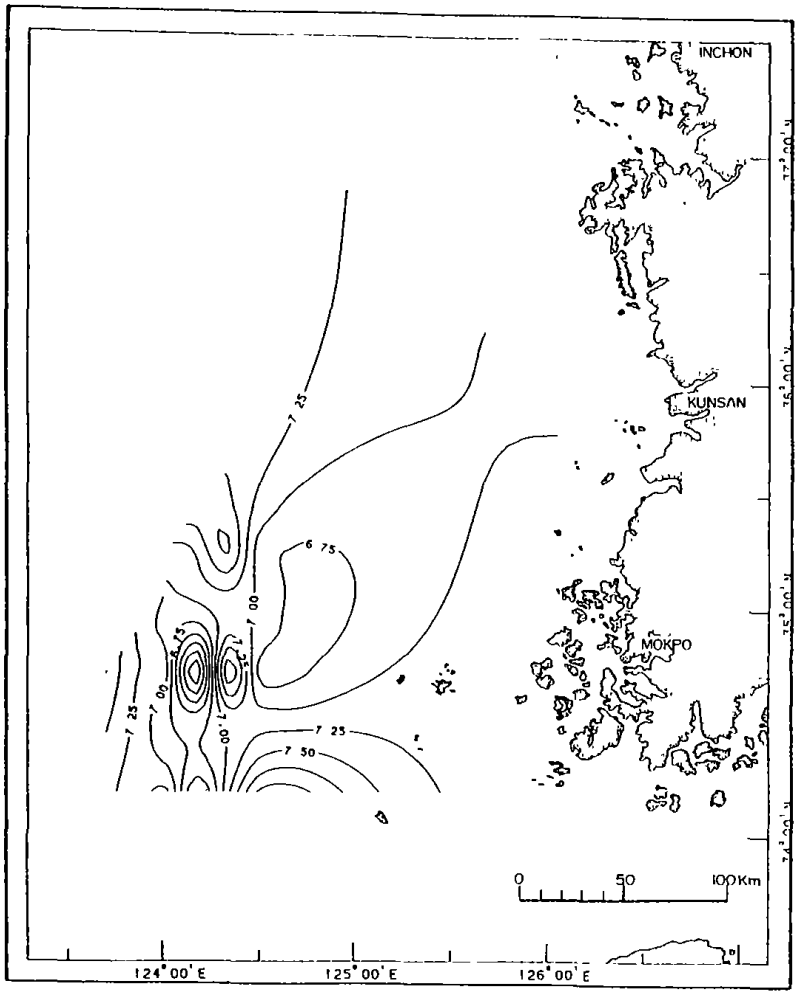


Fig. III-80. DO distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*mℓ/ℓ*).

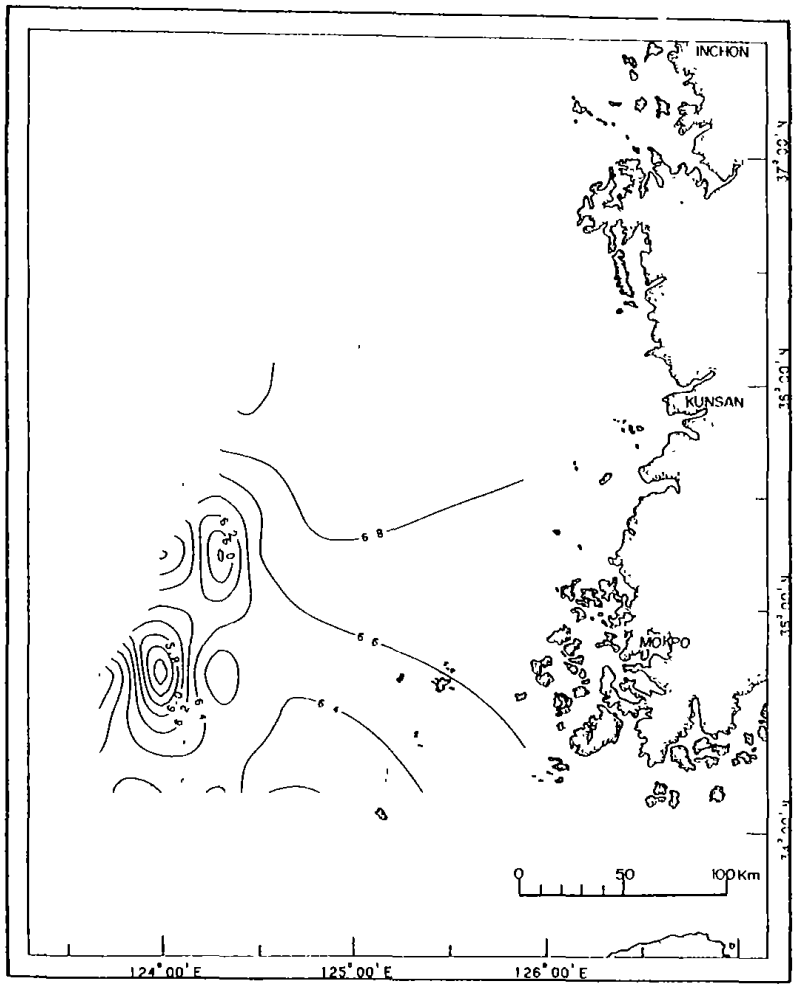


Fig. III-81. DO distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*mℓ/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

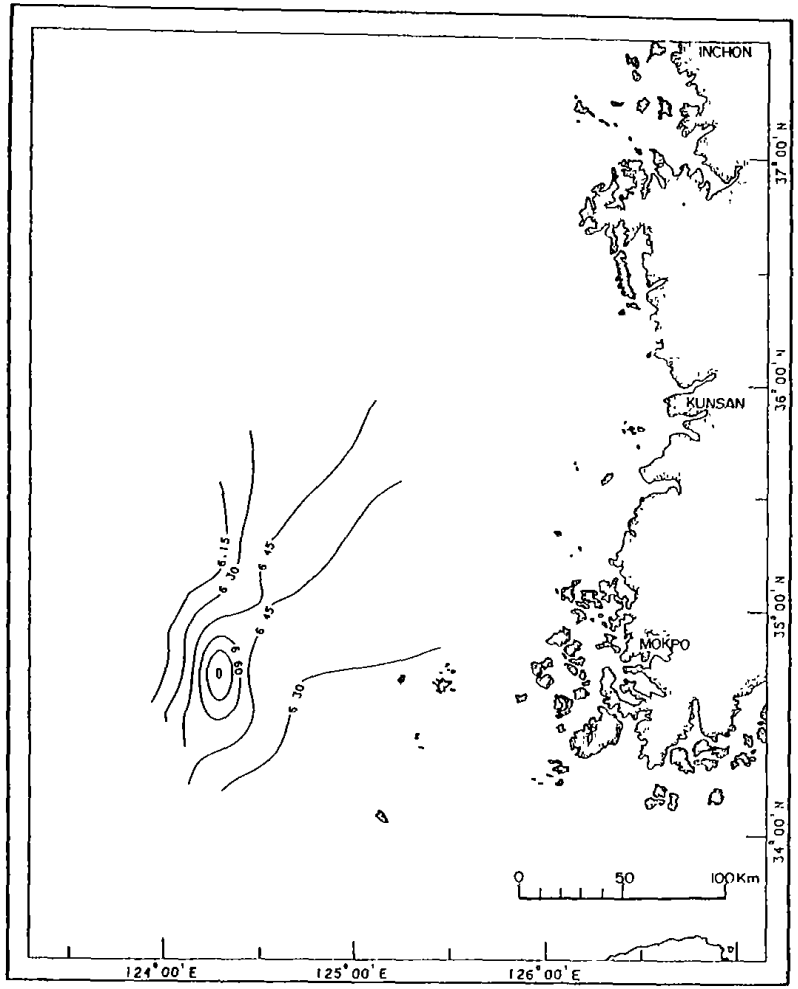


Fig. III-82. DO distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*mℓ/ℓ*).

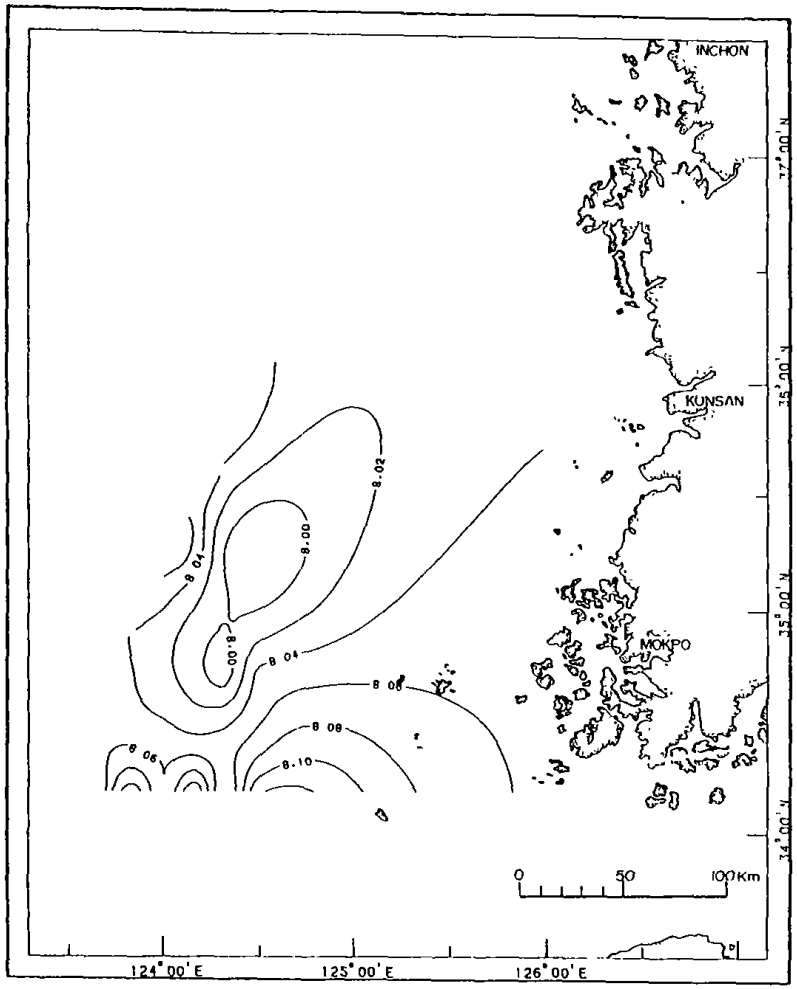


Fig. III-83. pH distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

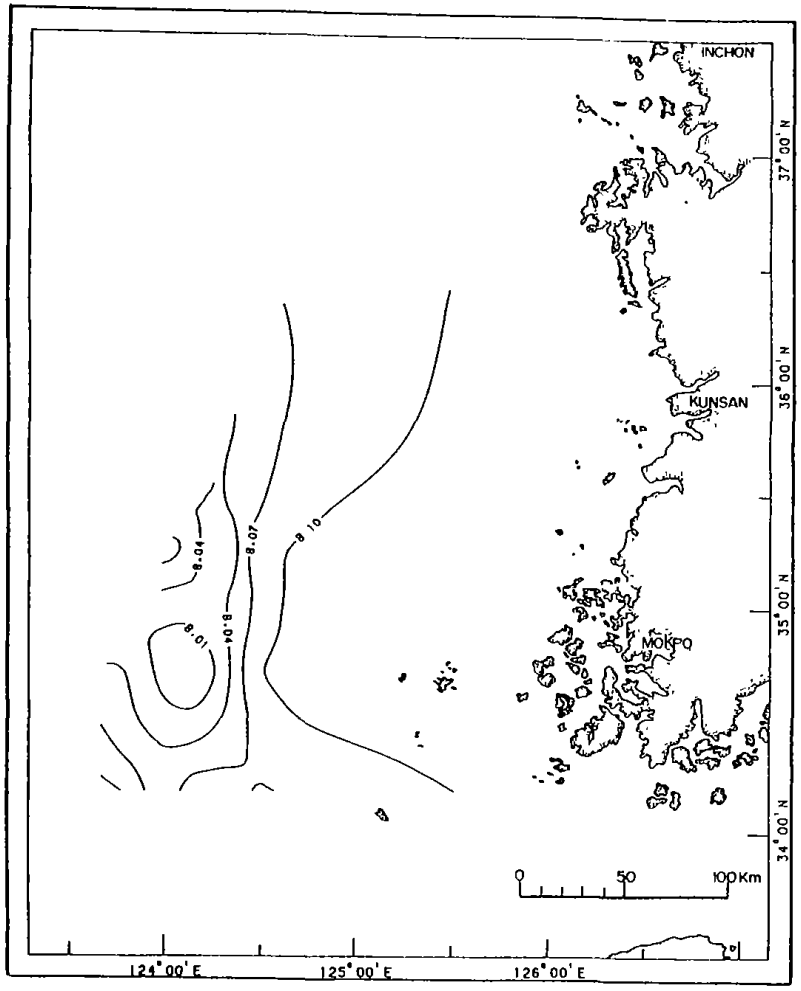


Fig. III-84. pH distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in May, 1984.

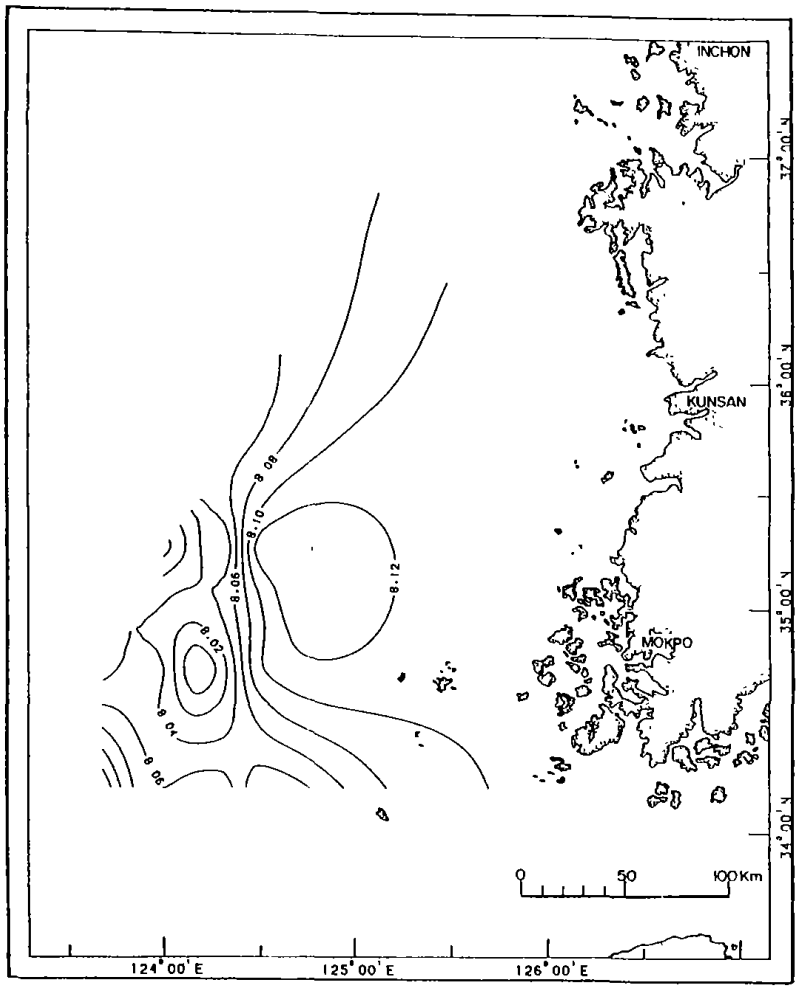


Fig. III-85. pH distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

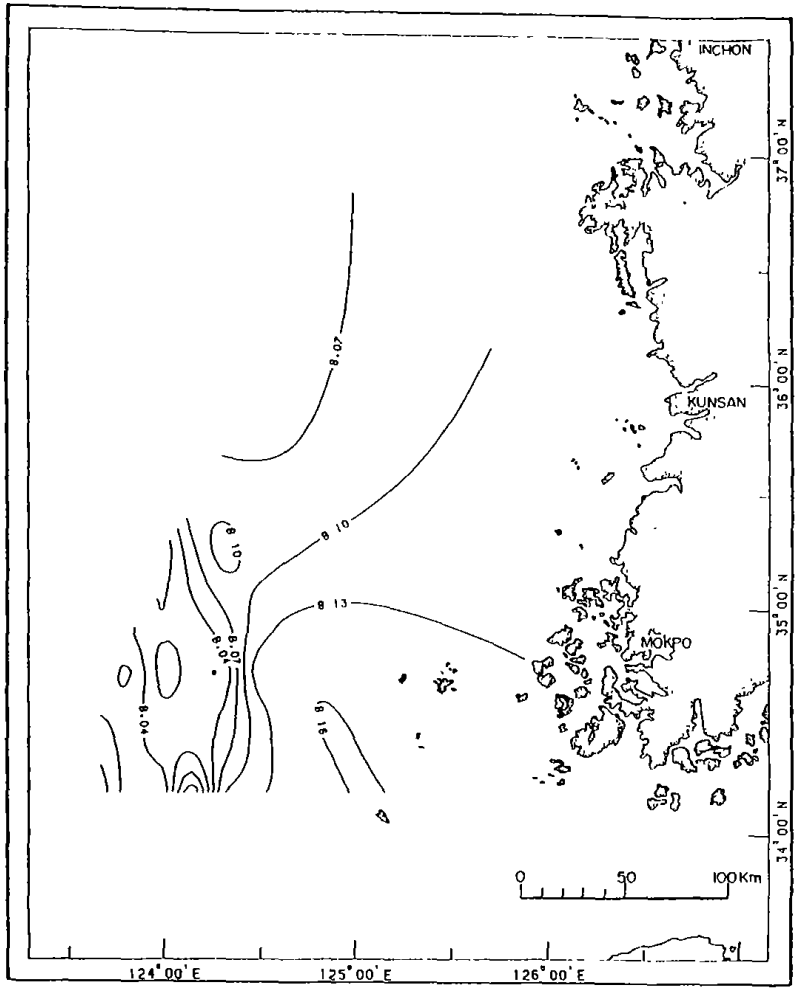


Fig. III-86. pH distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984.

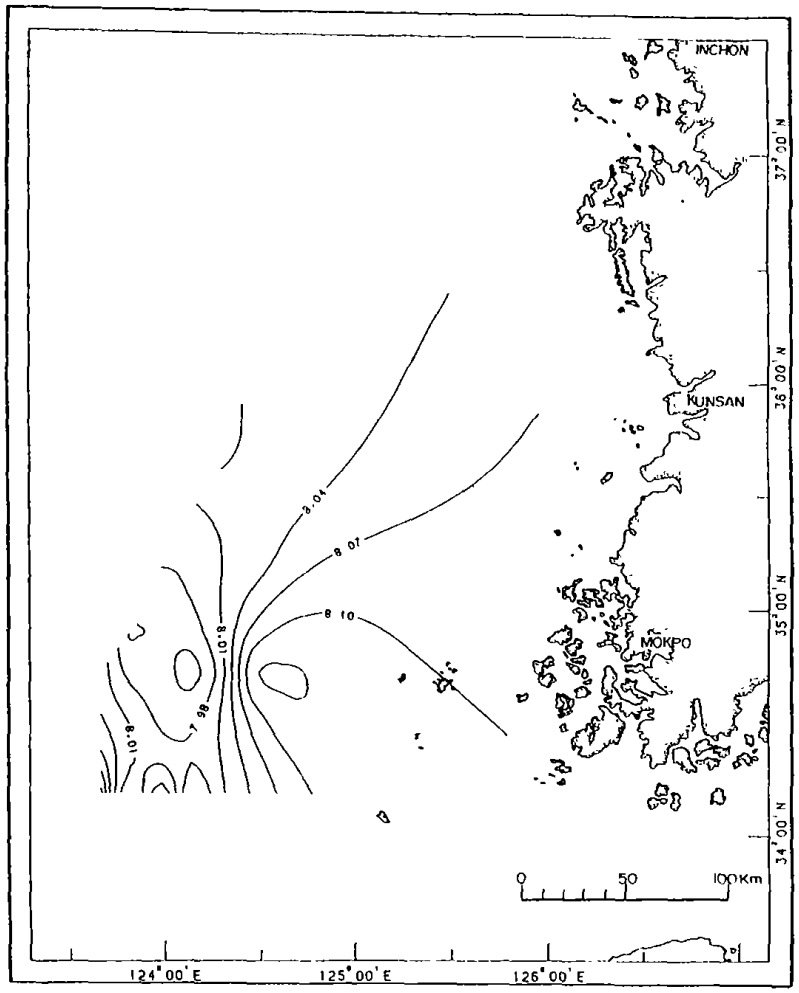


Fig. III-87. pH distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

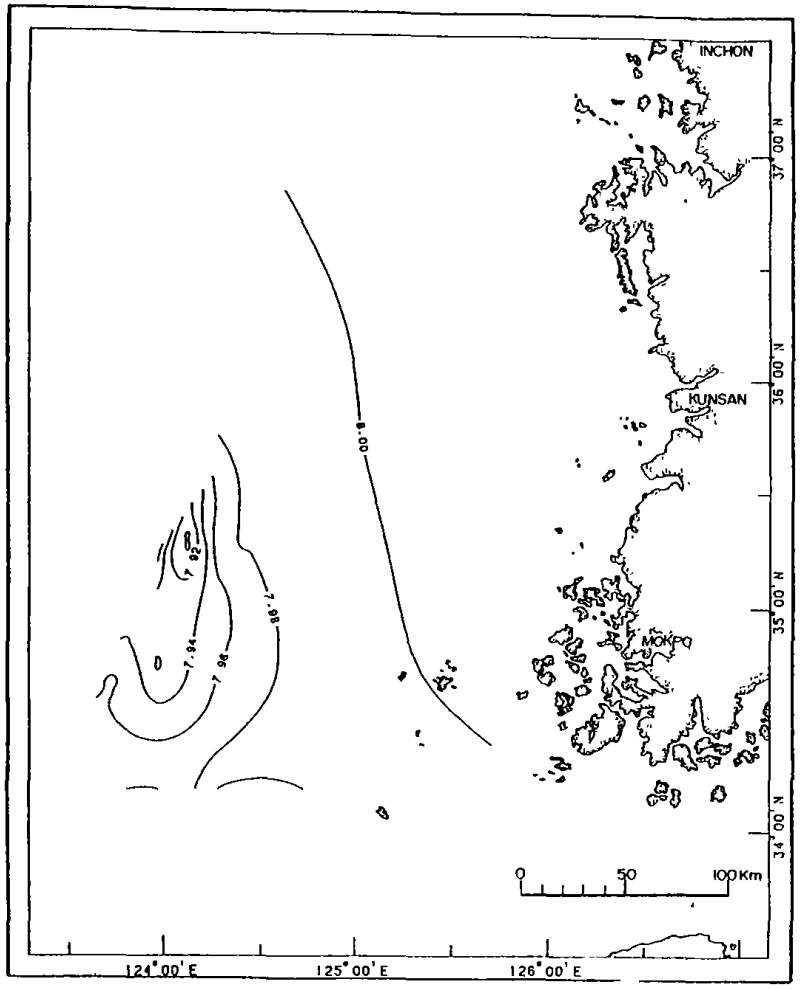


Fig. III-88. pH distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984.

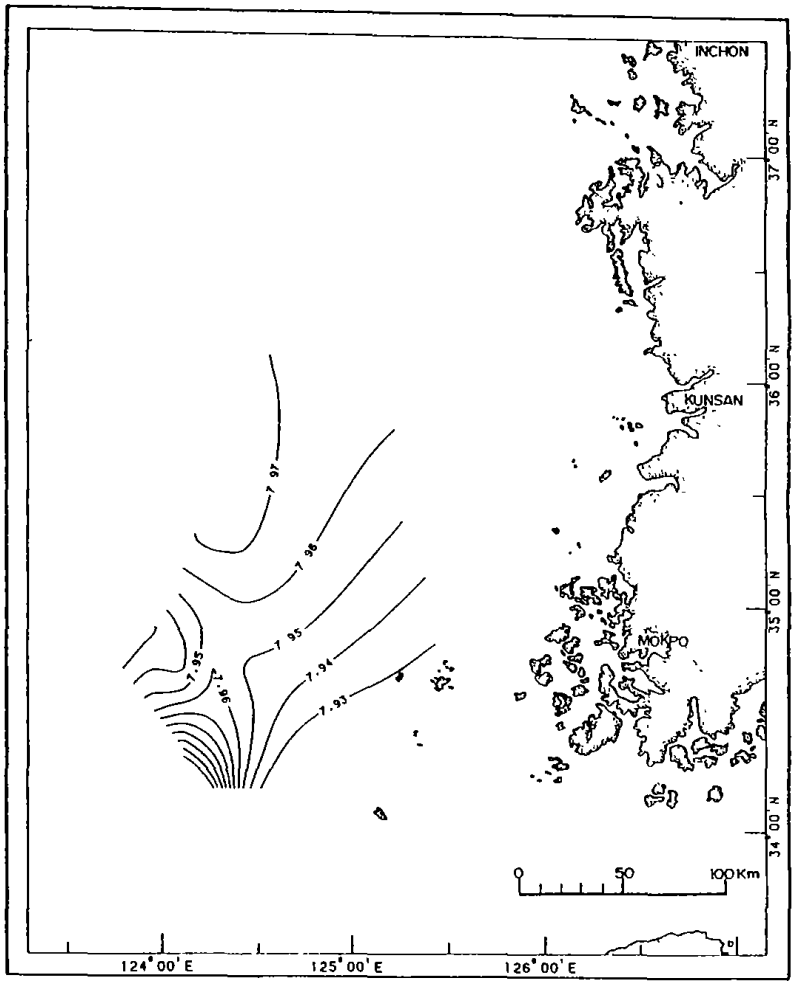


Fig. III-89. pH distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

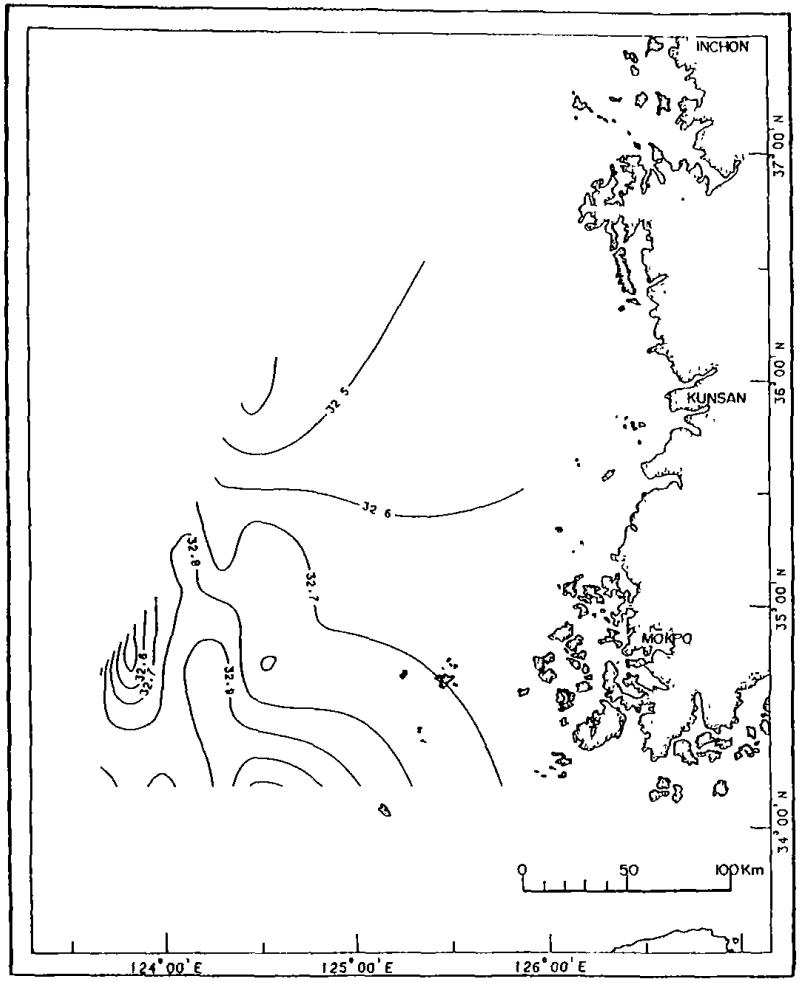


Fig. III-90. Salinity distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (‰).

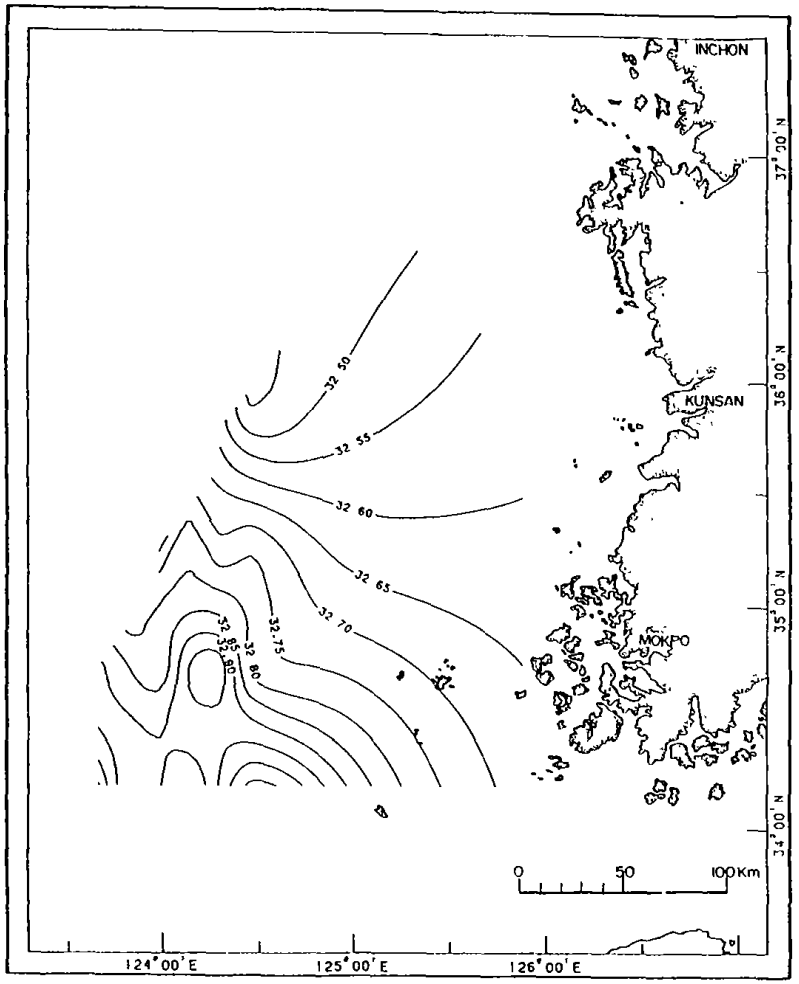


Fig. III-91. Salinity distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

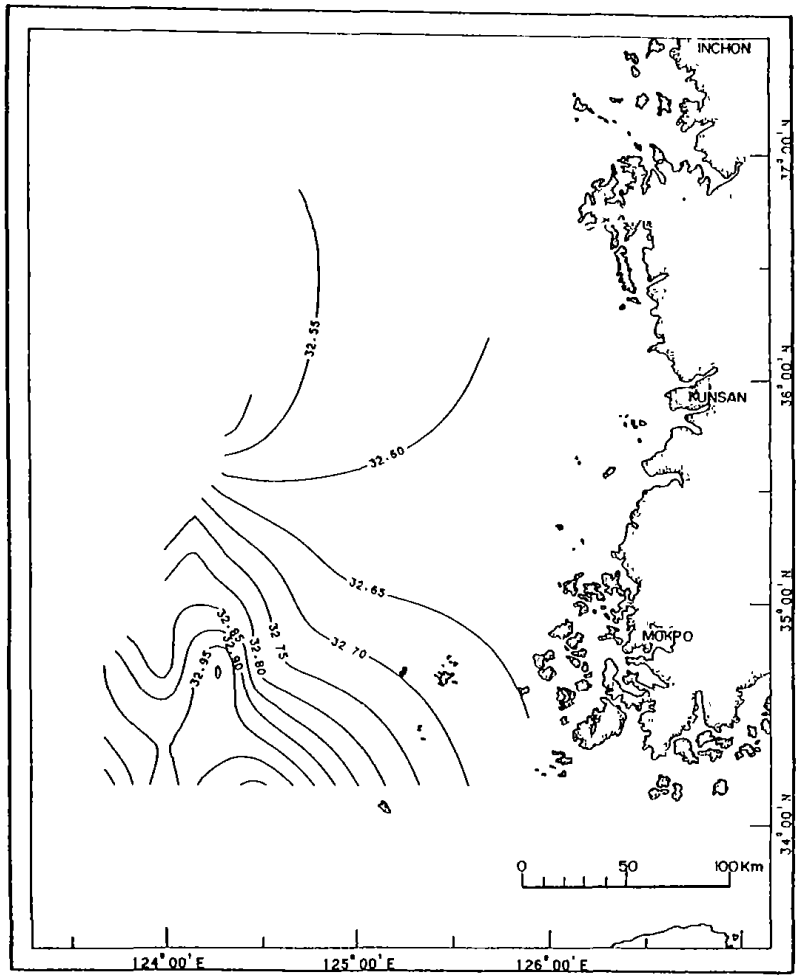


Fig. III-92. Salinity distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰).

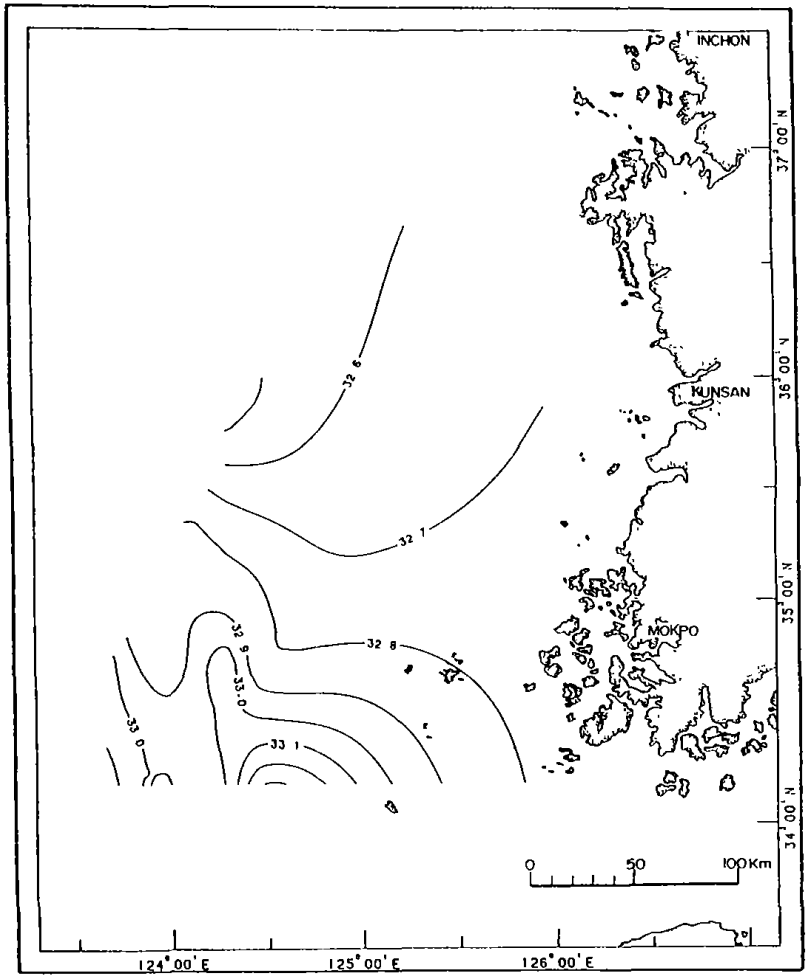


Fig. III-93. Salinity distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

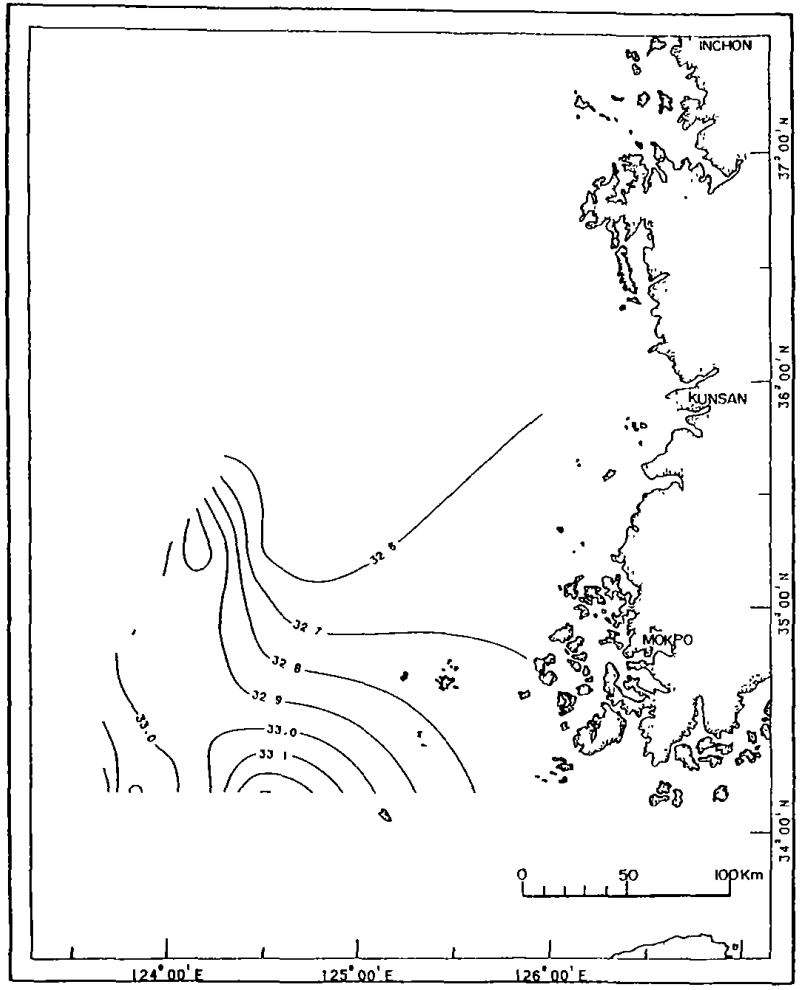


Fig. III-94. Salinity distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰).

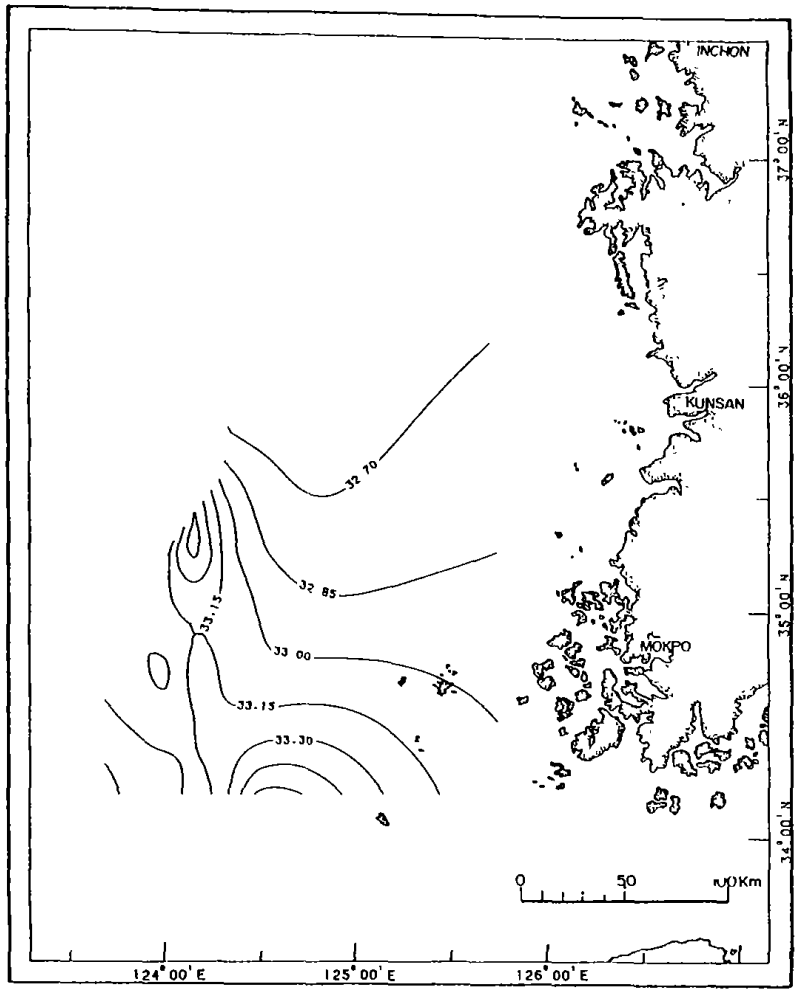


Fig. III-95. Salinity distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

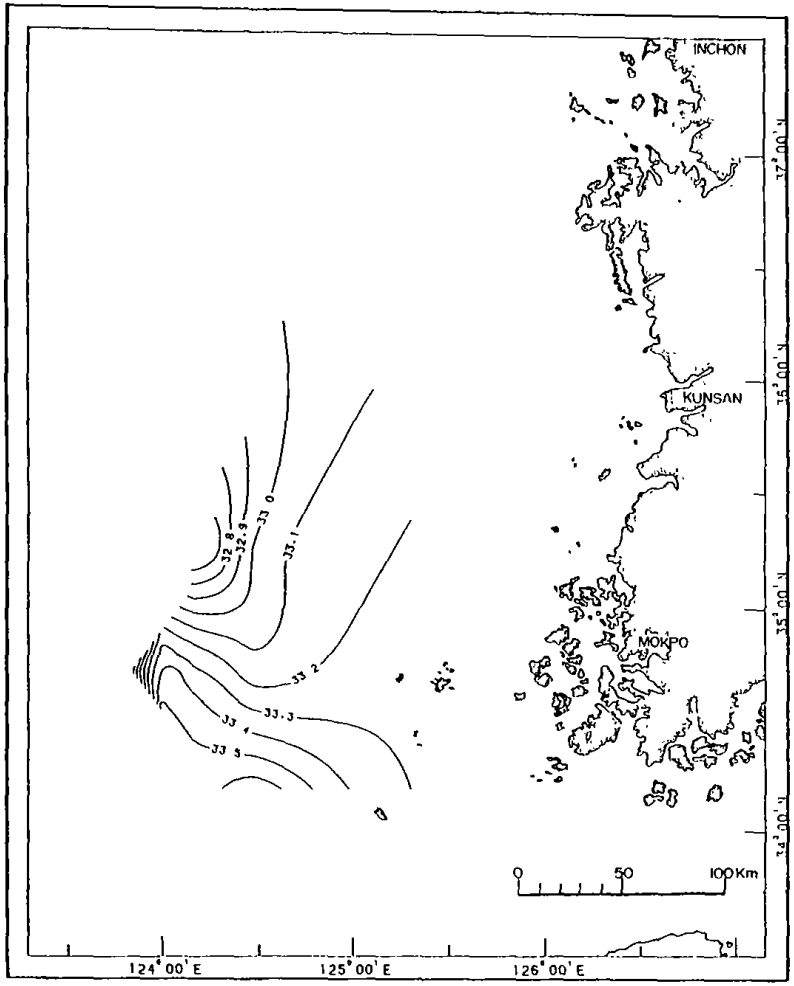


Fig. III-96. Salinity distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (‰).

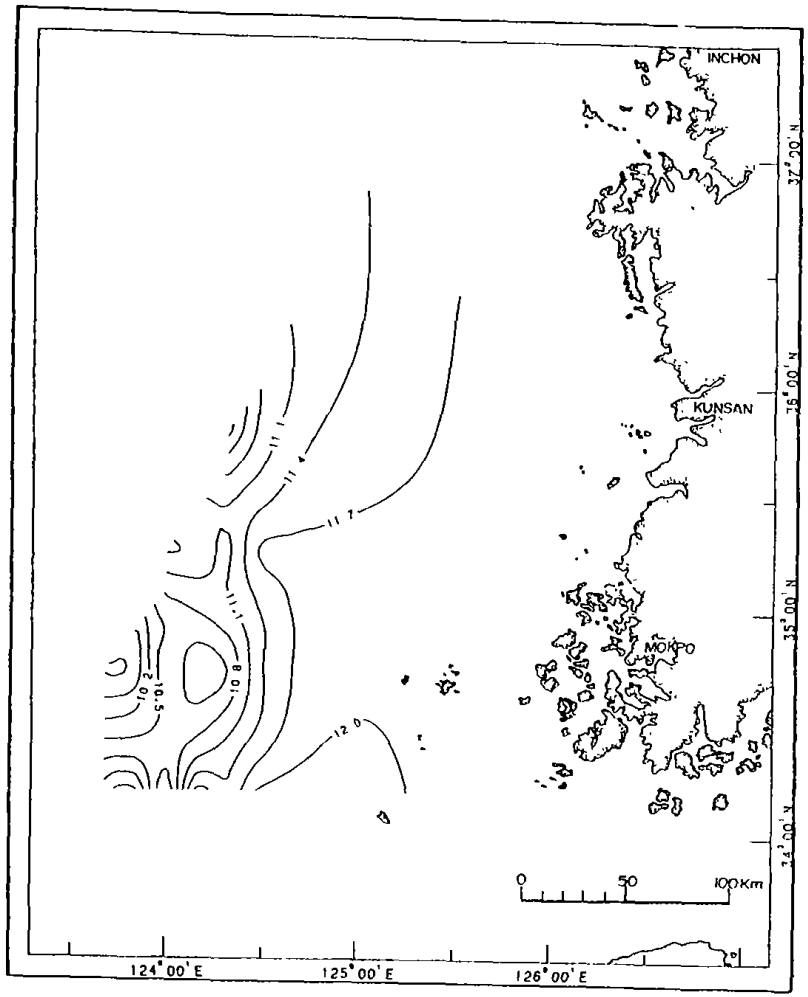


Fig. III-97. Temperature distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (°C).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

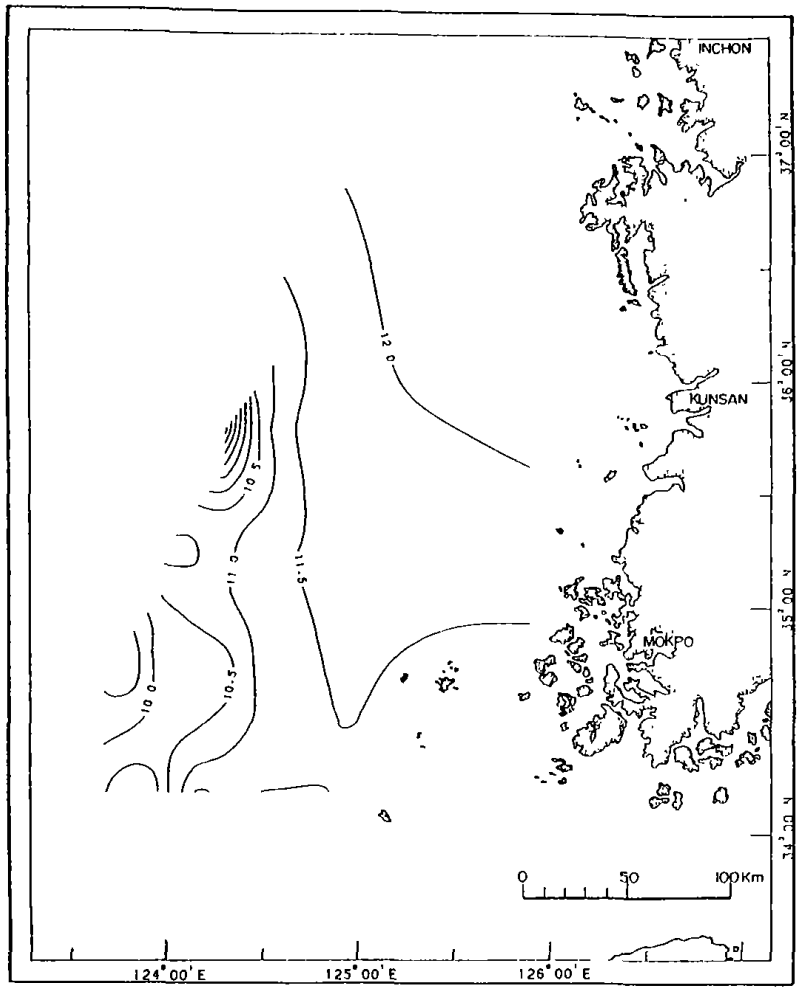


Fig. III-98. Temperature distribution at the depth of 5 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (°C).

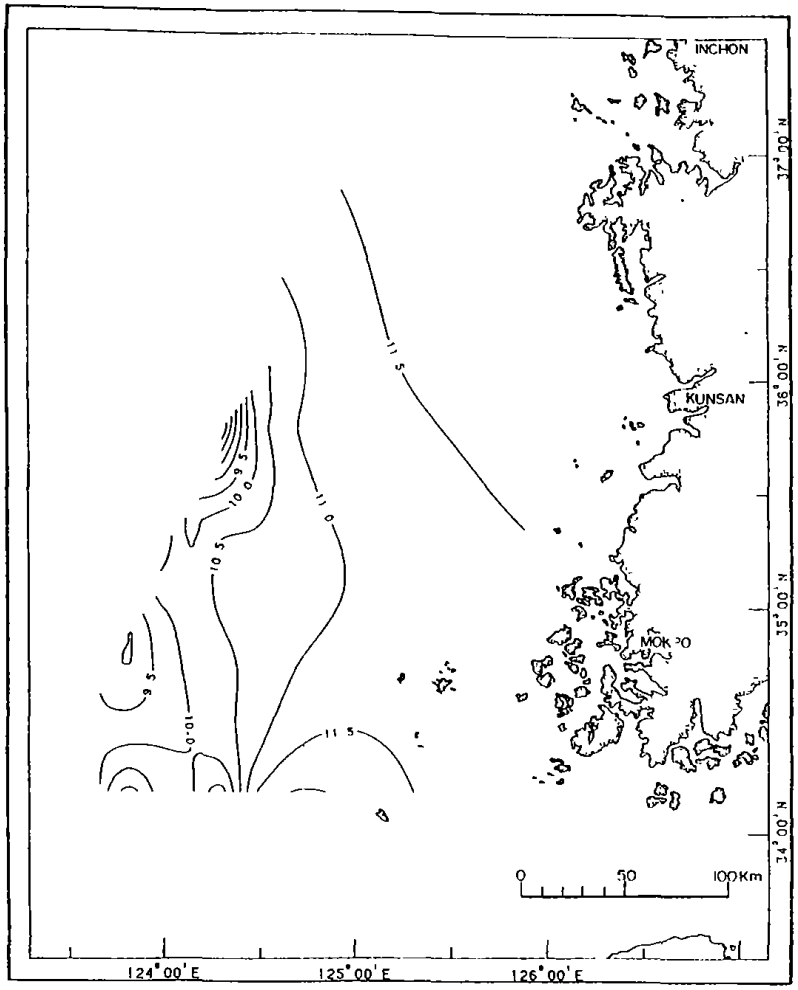


Fig. III-99. Temperature distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (°C).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

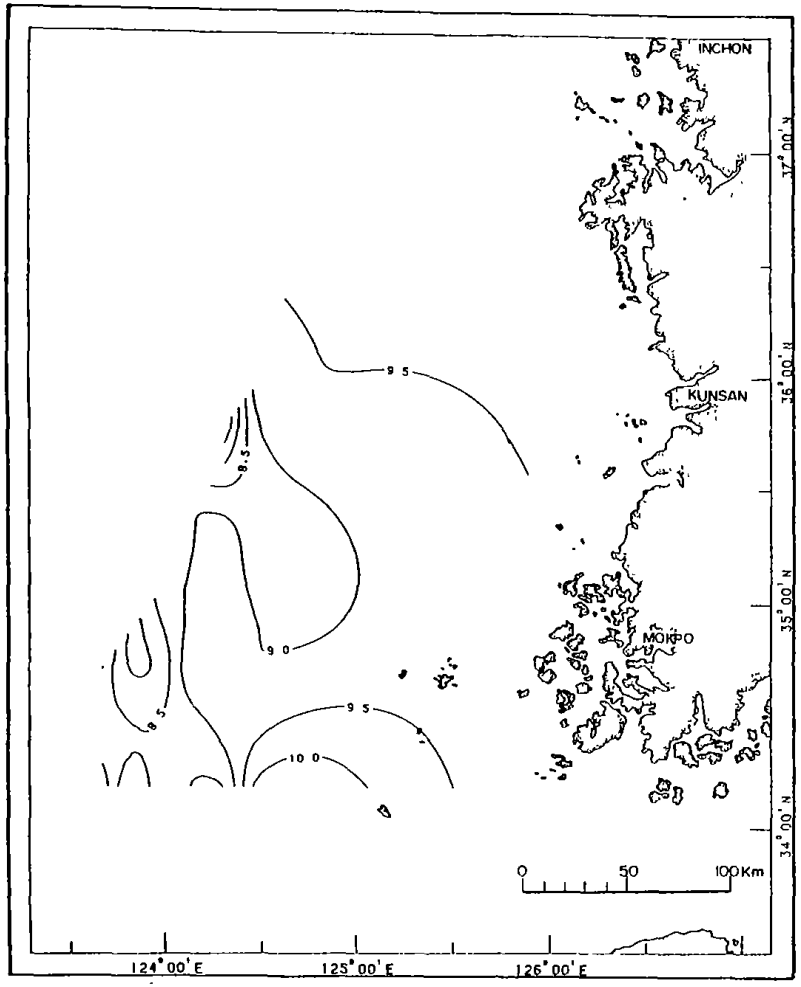


Fig. III-100. Temperature distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (°C).

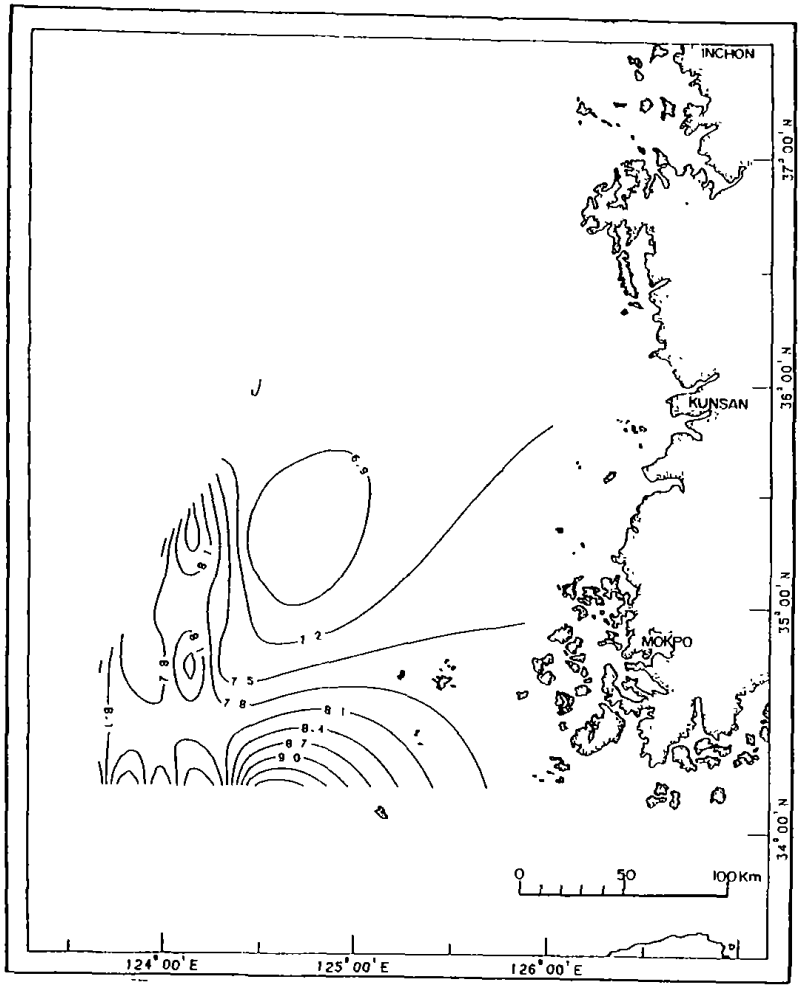


Fig. III-101. Temperature distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (°C).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

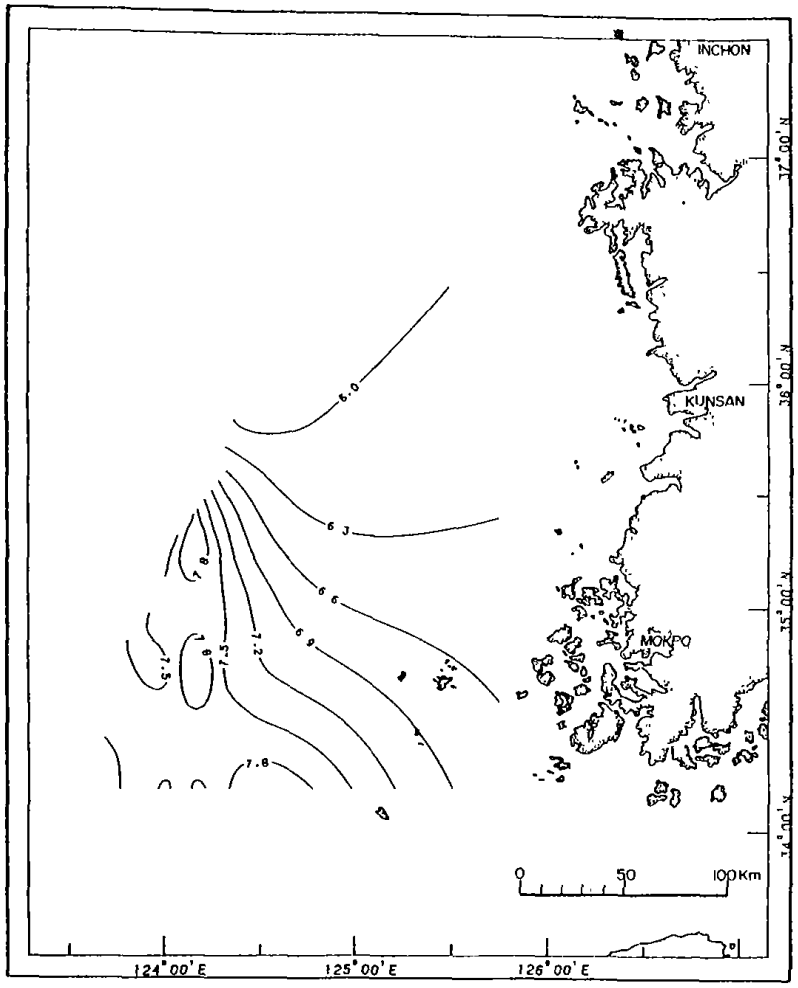


Fig. III-102. Temperature distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (°C).

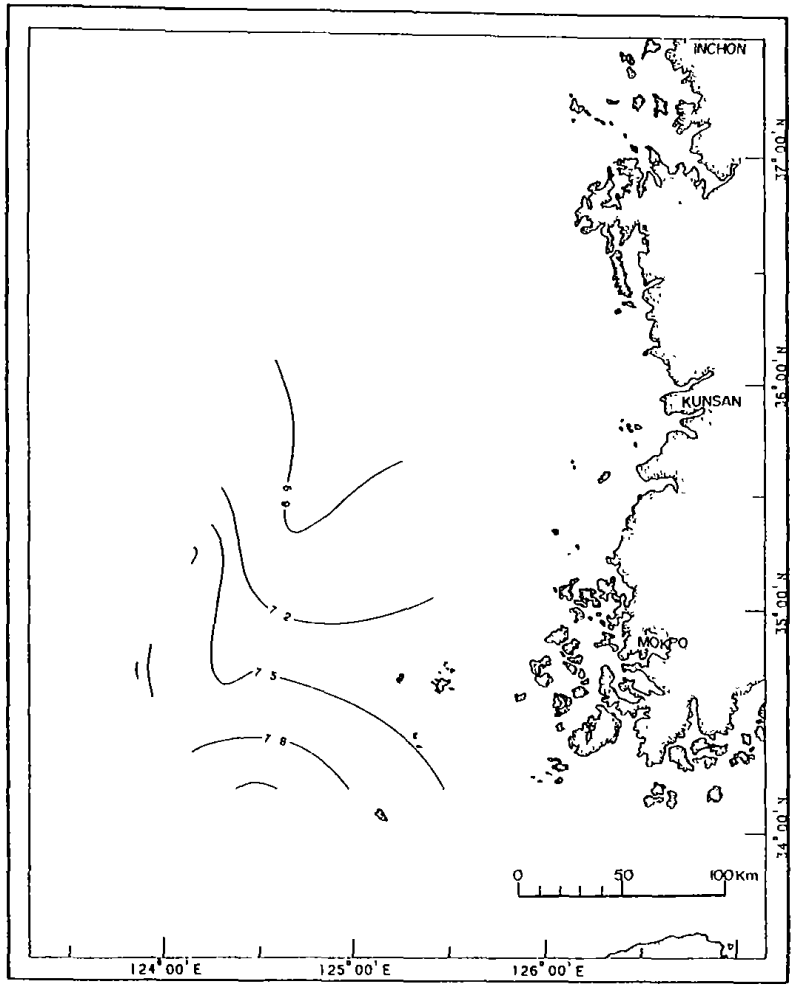


Fig. III-103. Temperature distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (°C).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

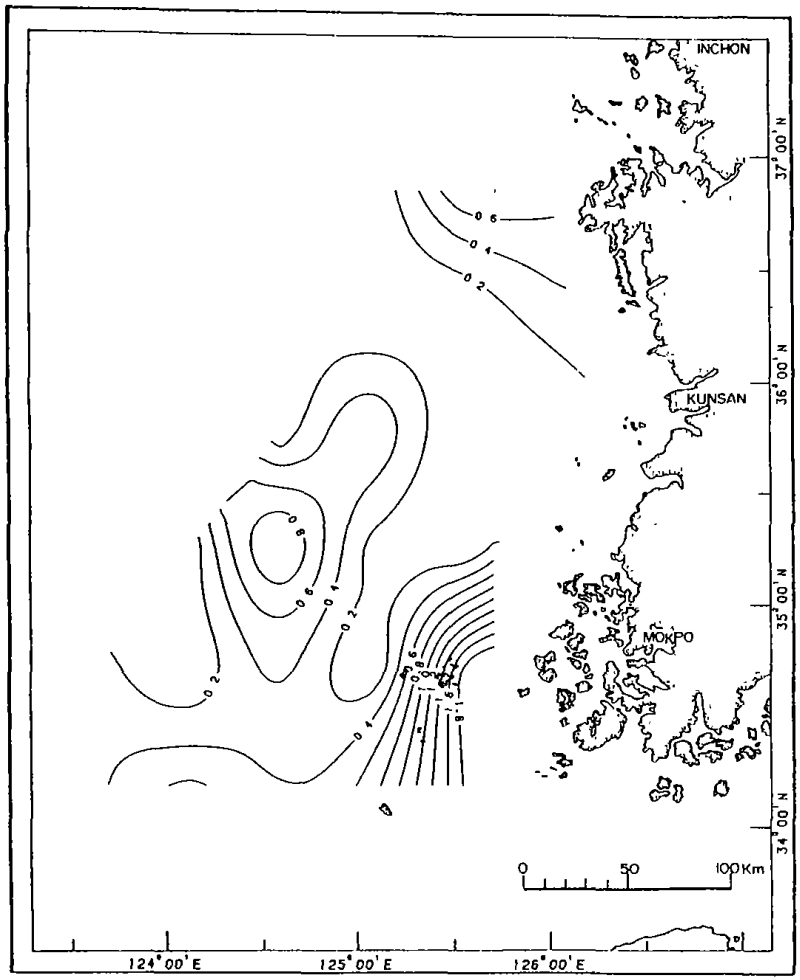


Fig. III-104. Nitrate-nitrogen distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-$at\ N/\ell$).

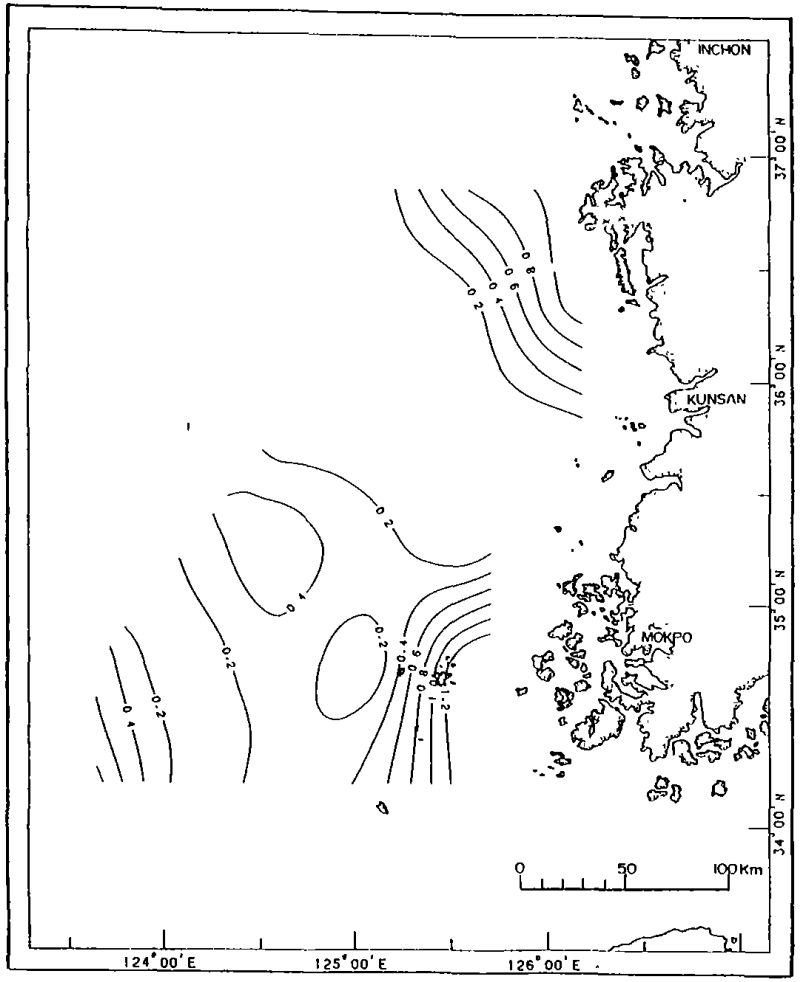


Fig. III-105. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 10 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-$at\ N/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

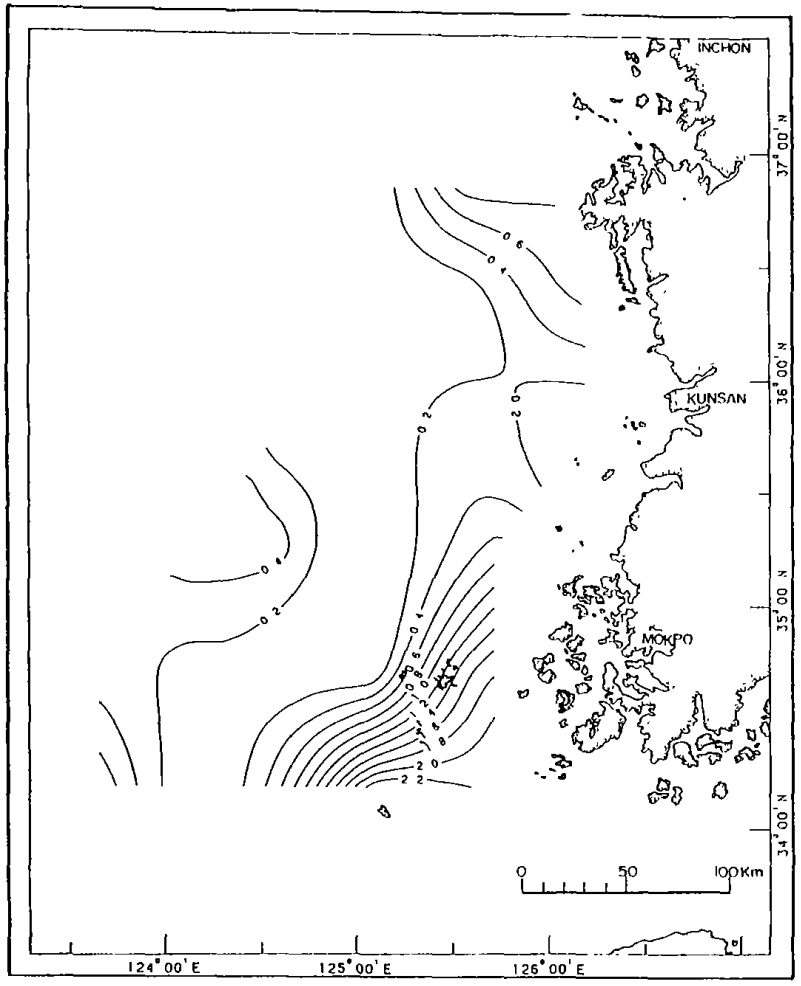


Fig. III-106. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (μg–*at* N/ℓ).

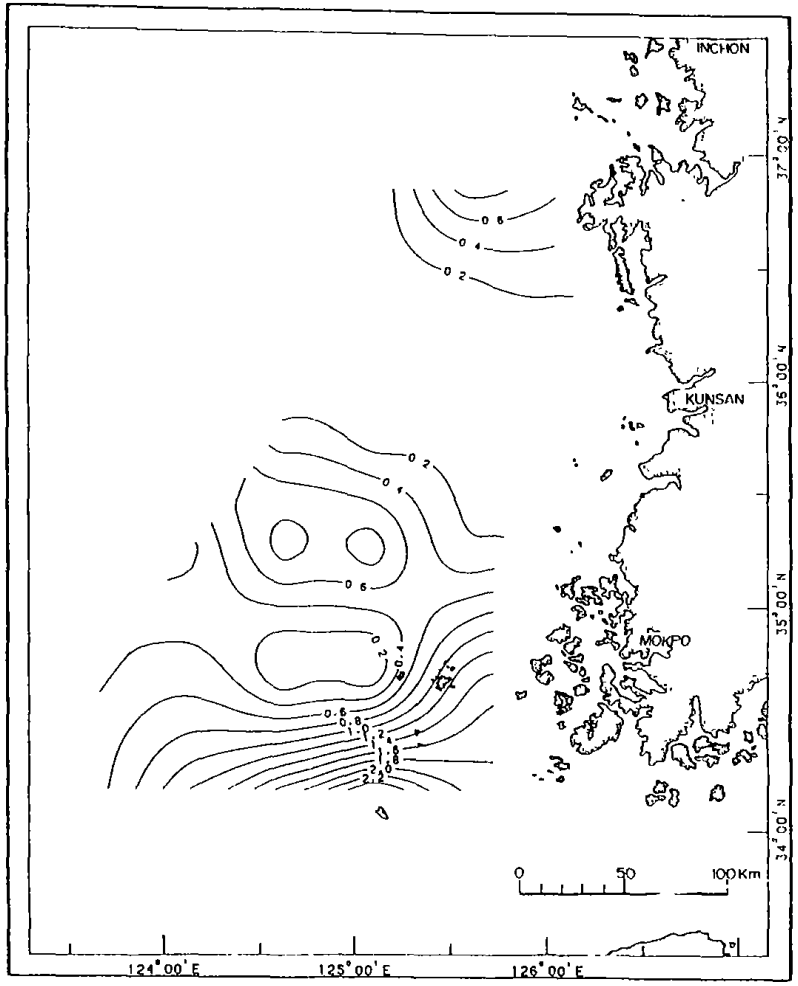


Fig. III-107. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (μg–*at* N/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

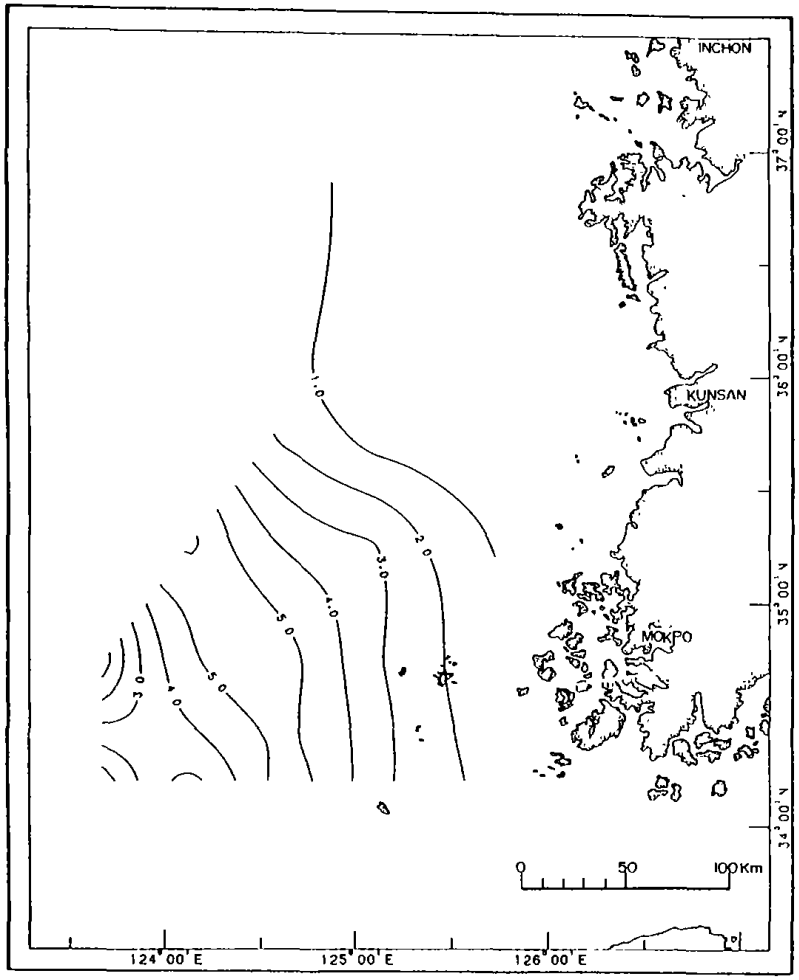


Fig. III-108. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (μg–*at* N/ℓ).

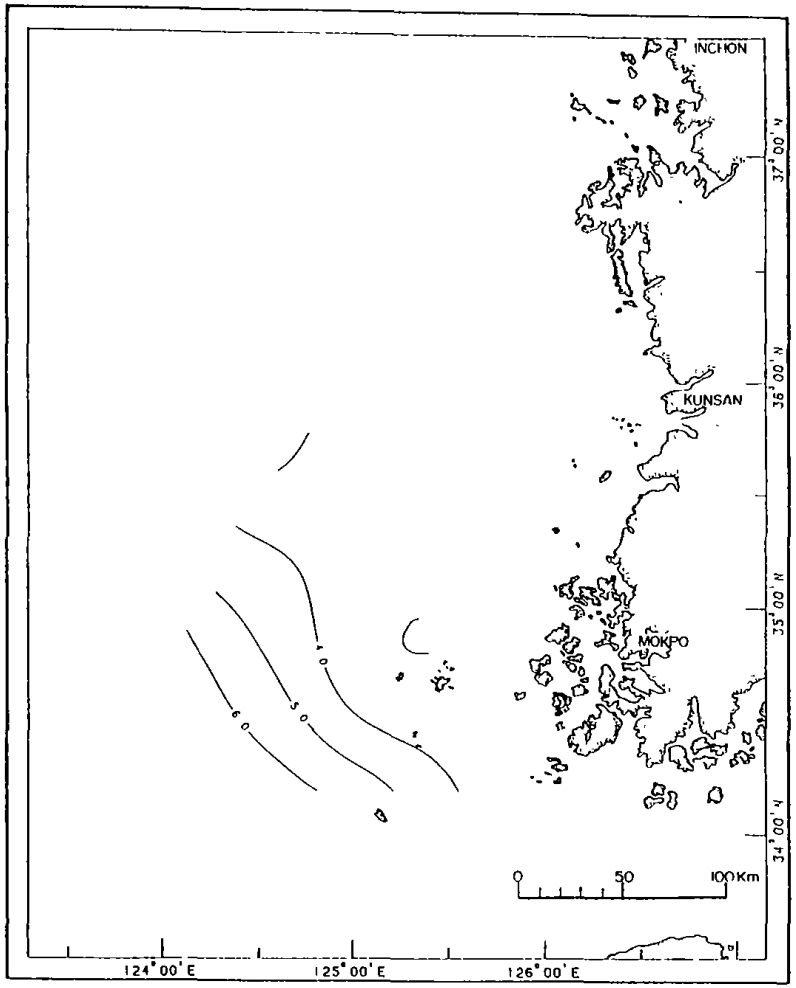


Fig. III-109. Nitrate-nitrogen distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (μg–*at* N/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

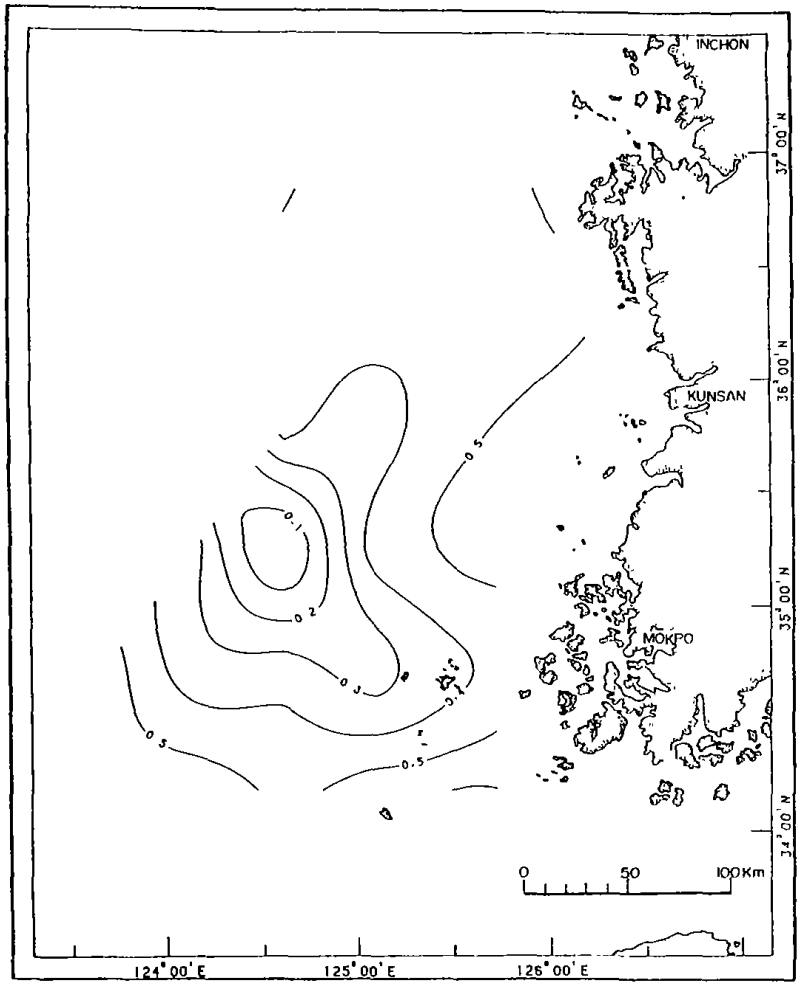


Fig. III-110. Nitrite-nitrogen distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (μg–$at\ N/\ell$).

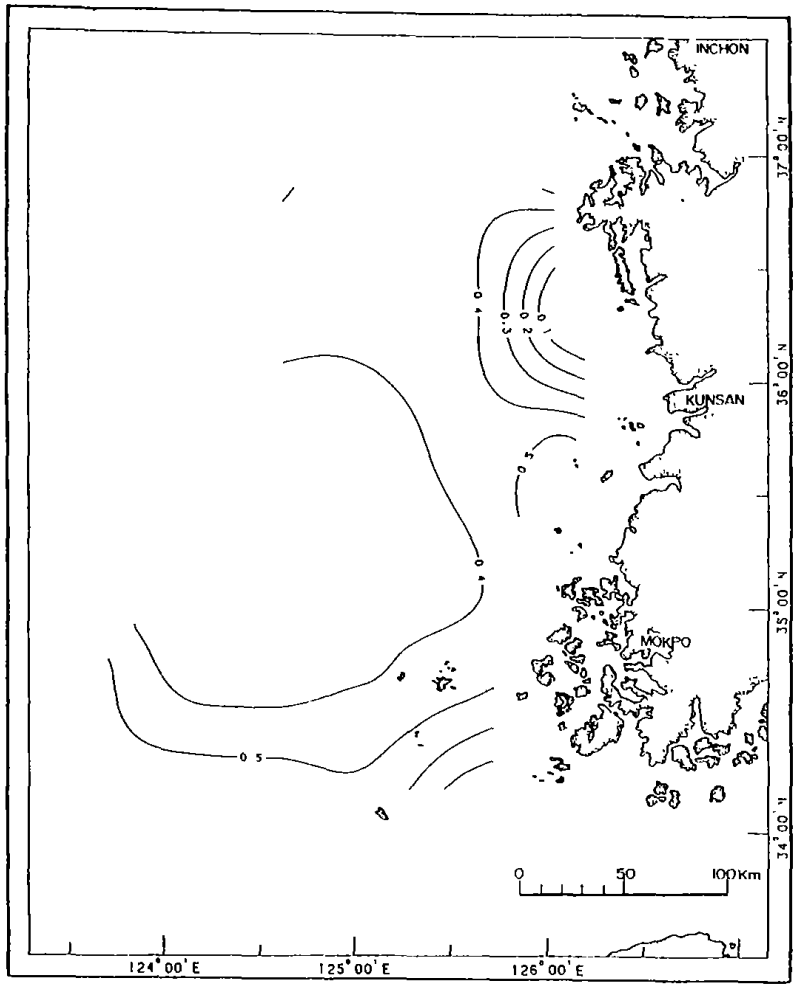


Fig. III-111. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 10 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg–$at\ N/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

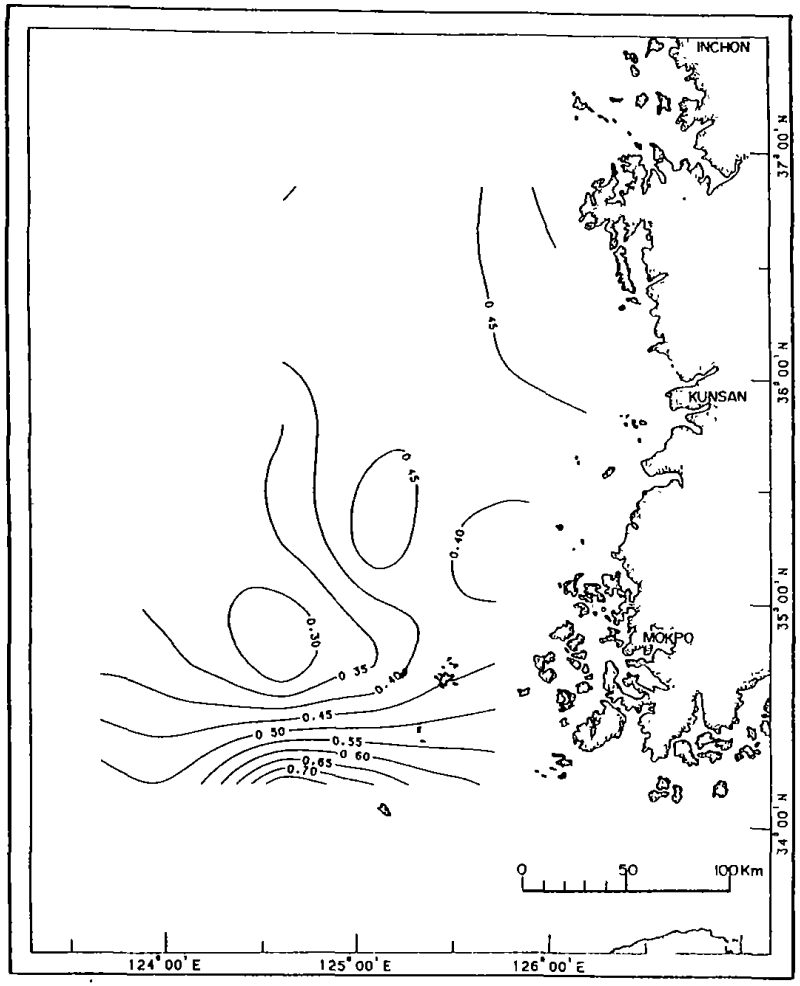


Fig. III-112. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

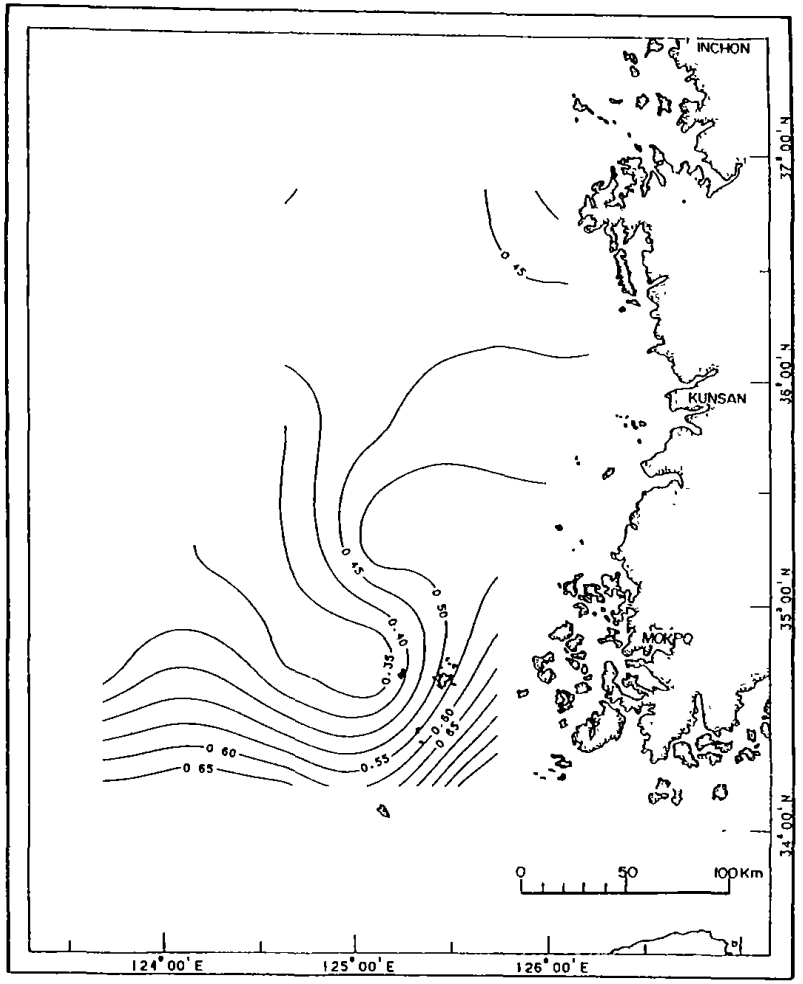


Fig. III-113. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

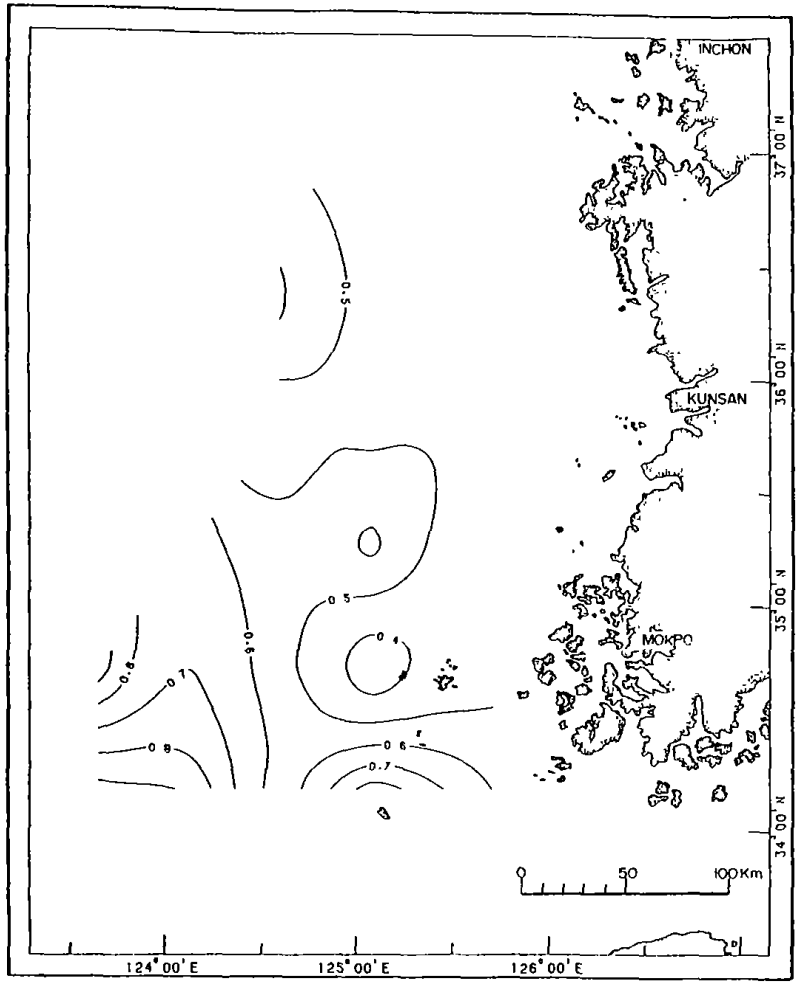


Fig. III-114. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

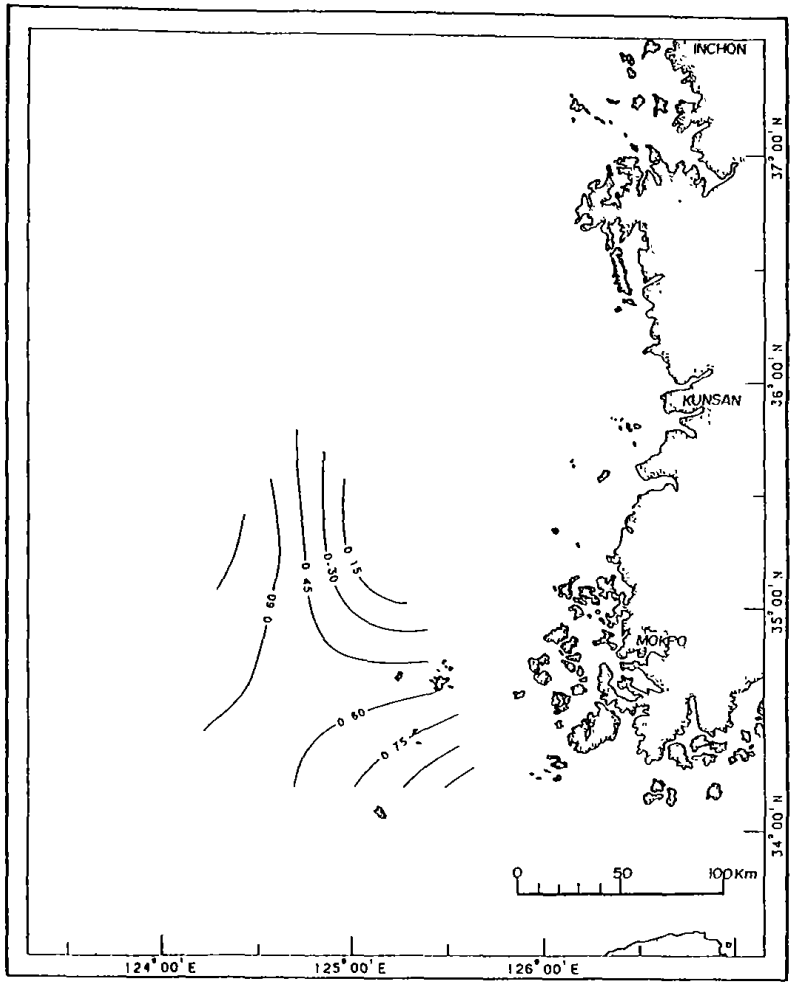


Fig. III-115. Nitrite-nitrogen distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at N/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

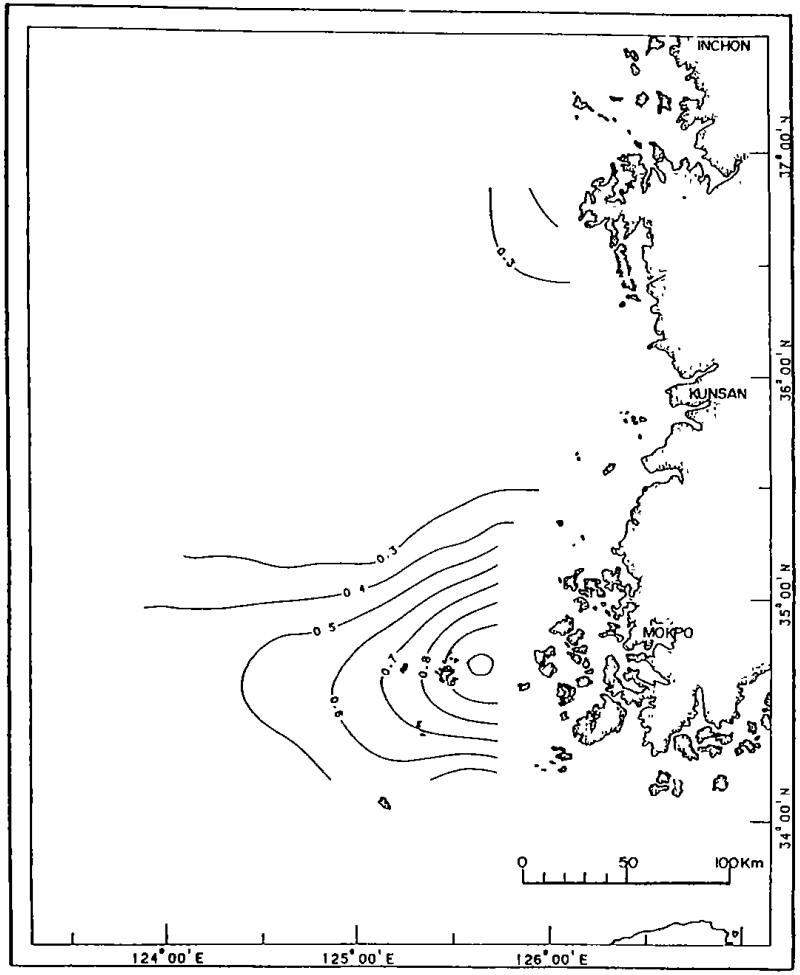


Fig. III-116. Phosphate-phosphorus distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at P/ℓ).

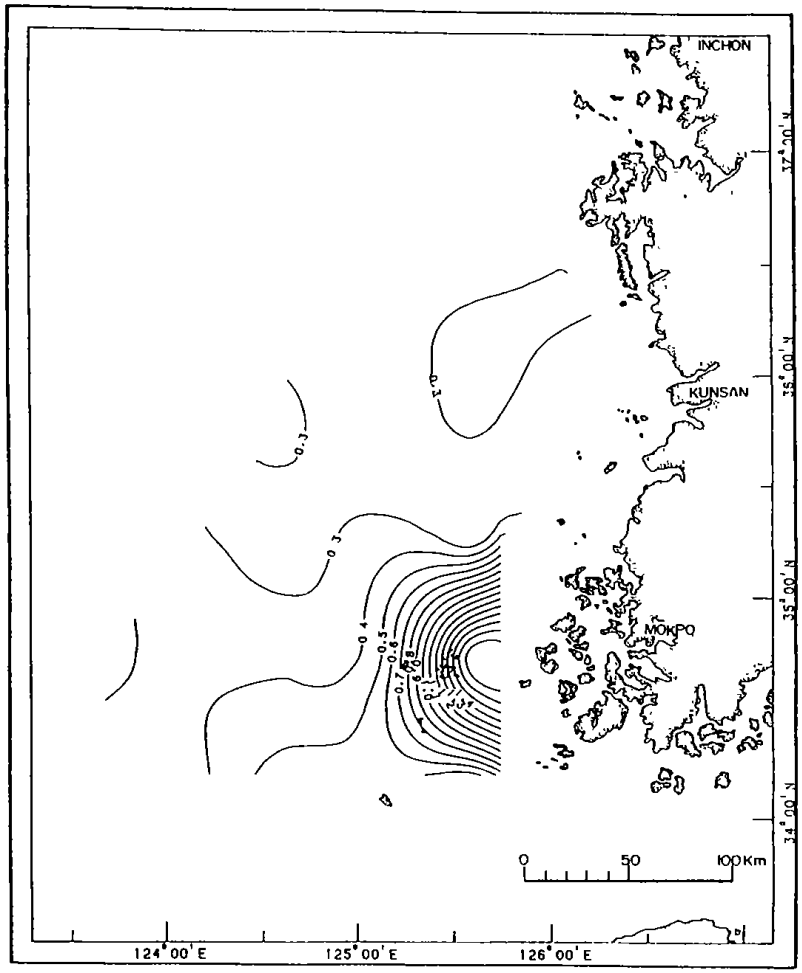


Fig. III-117. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 10 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-at P/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

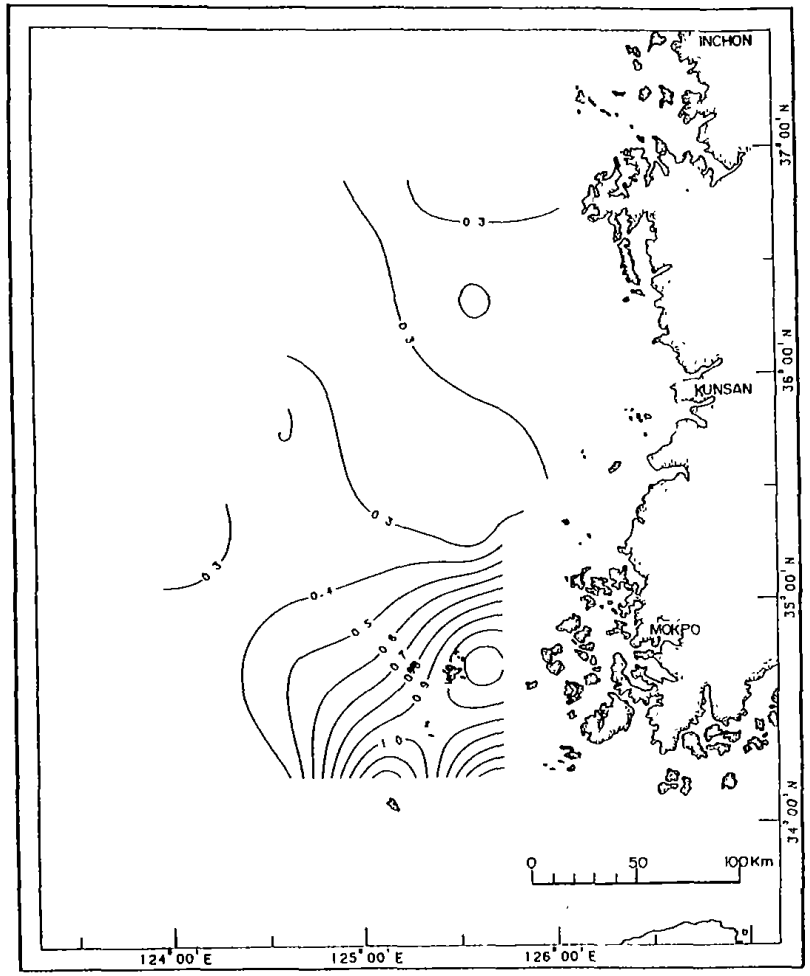


Fig. III-118. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (μg–*at* P/ℓ).

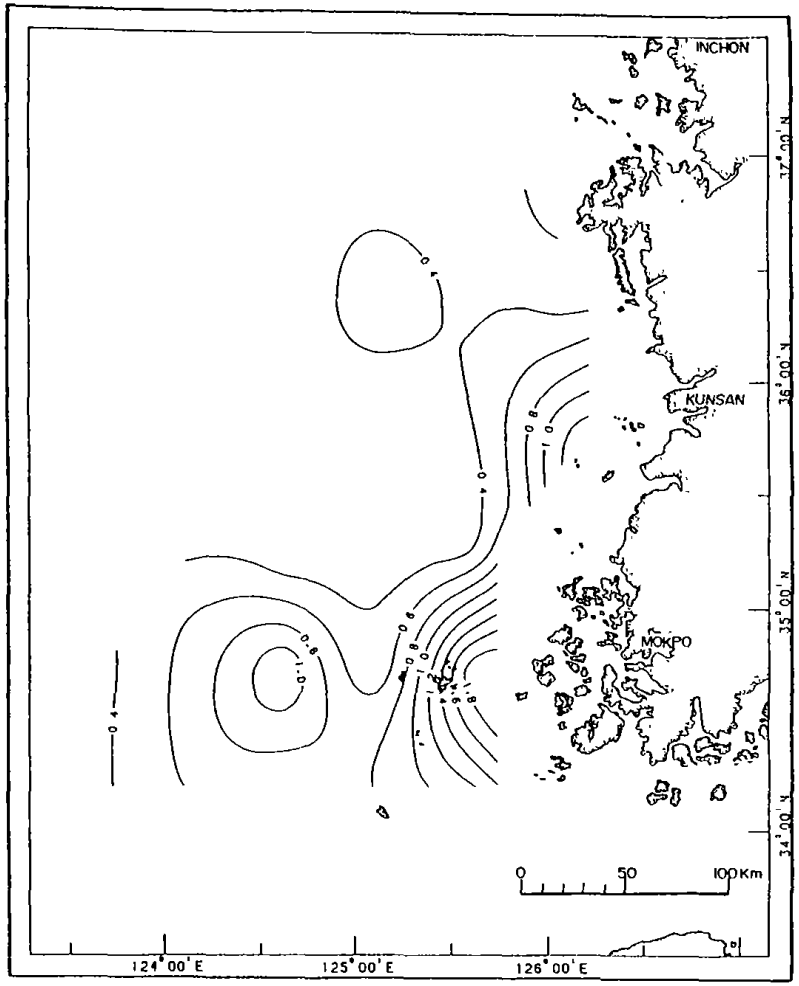


Fig. III-119. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (μg–*at* P/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

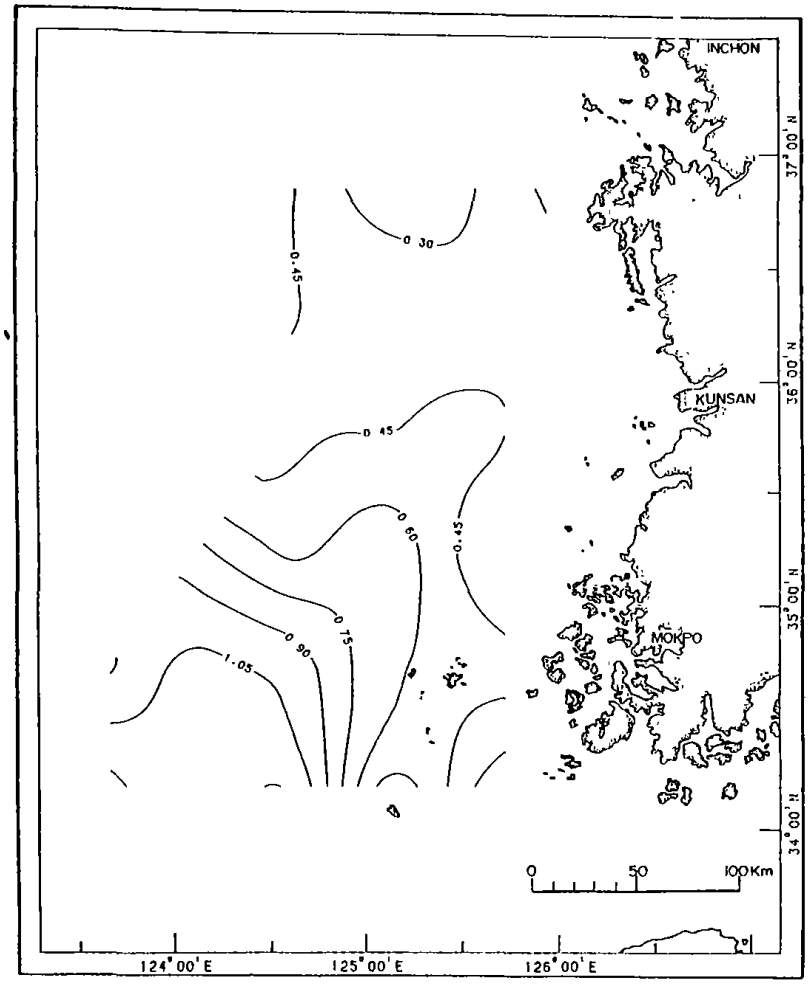


Fig. III-120. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-*at* P/ℓ).

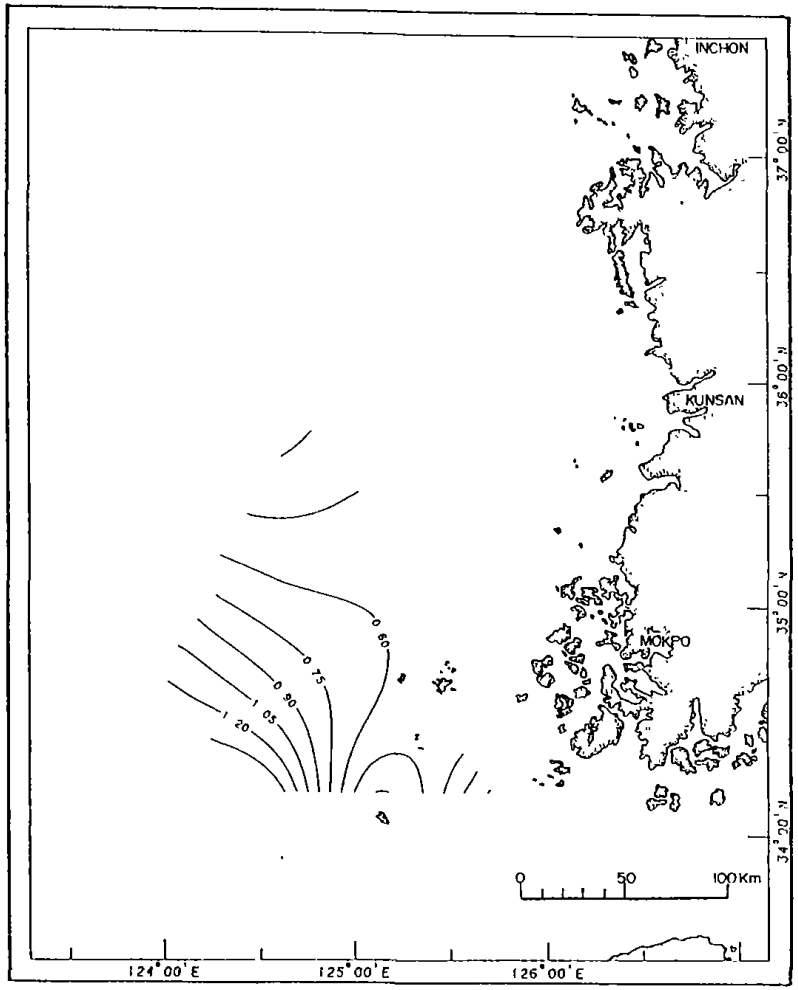


Fig. III-121. Phosphate-phosphorus distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-*at* P/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

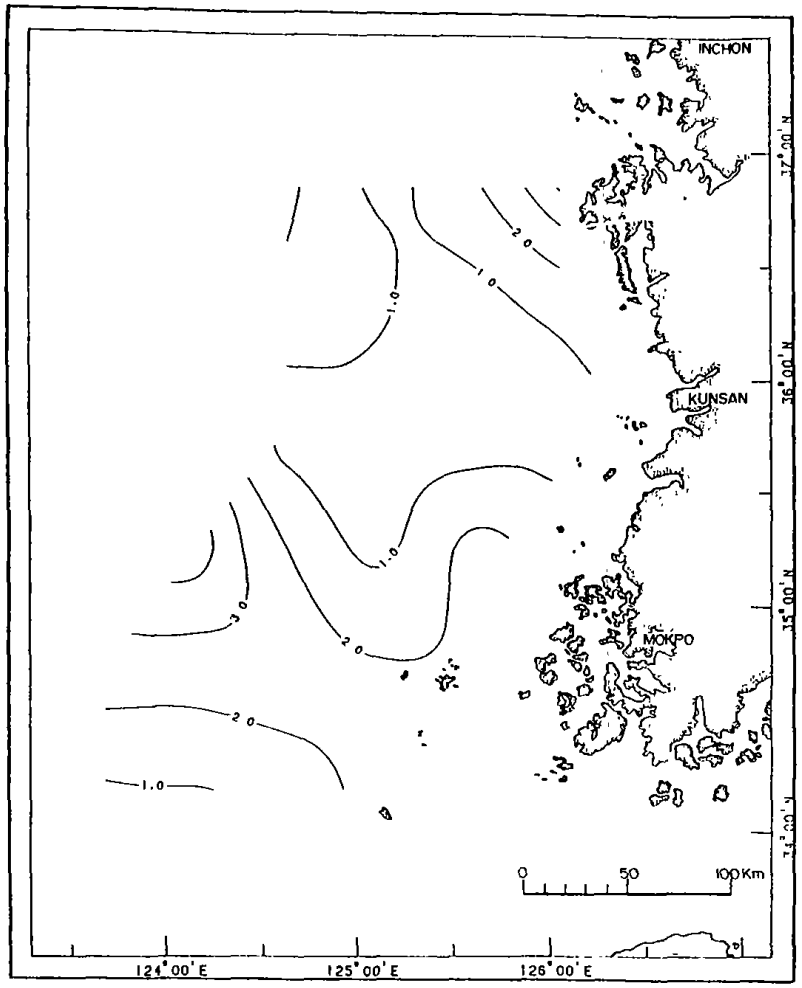


Fig. III-122. Silicate-silicon distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-$at\ Si/\ell$).

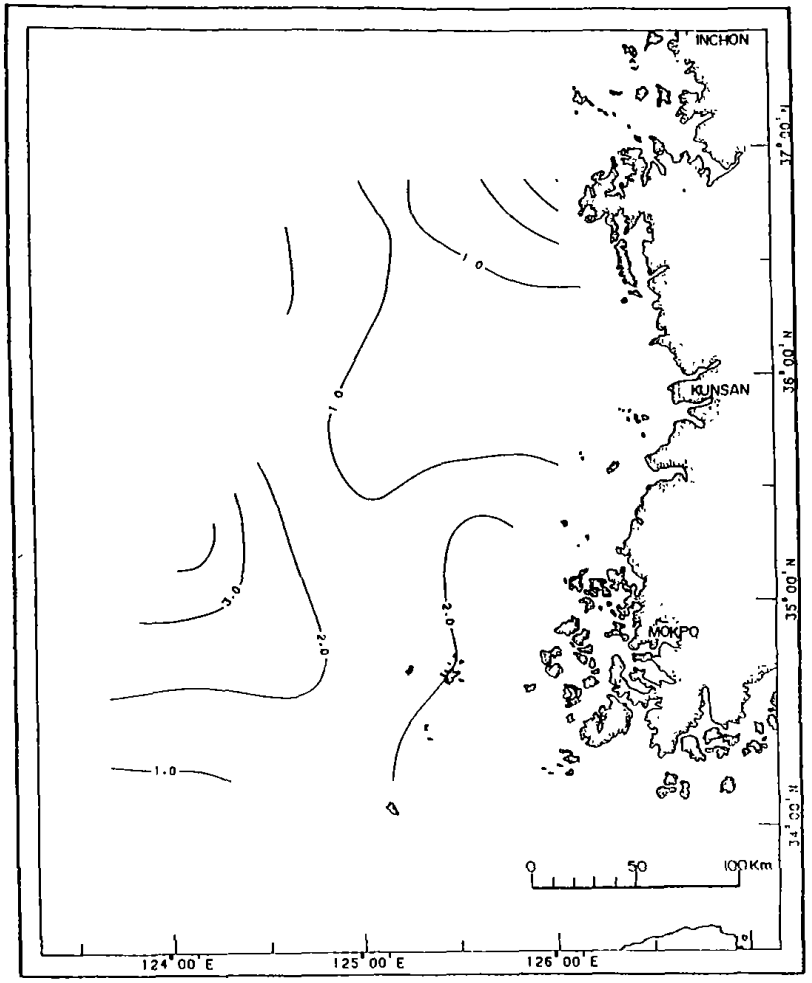


Fig. III-123. Silicate-silicon distribution at the depth of 10 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-$at\ Si/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

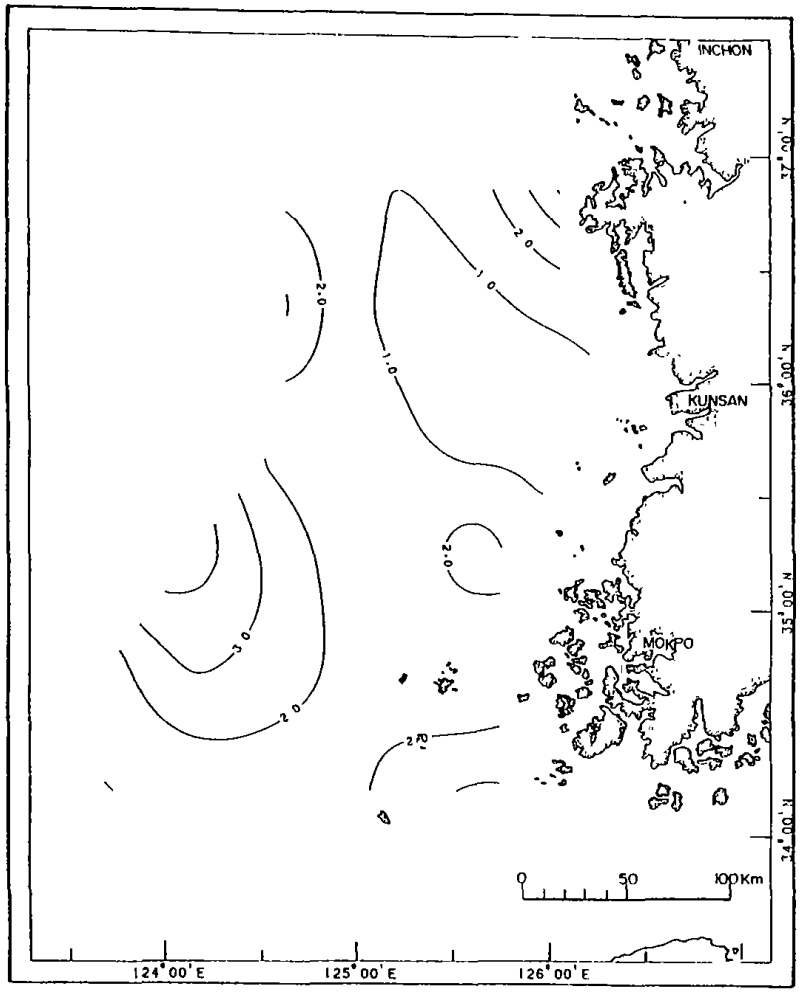


Fig. III-124. Silicate-silicon distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at Si/ℓ*).

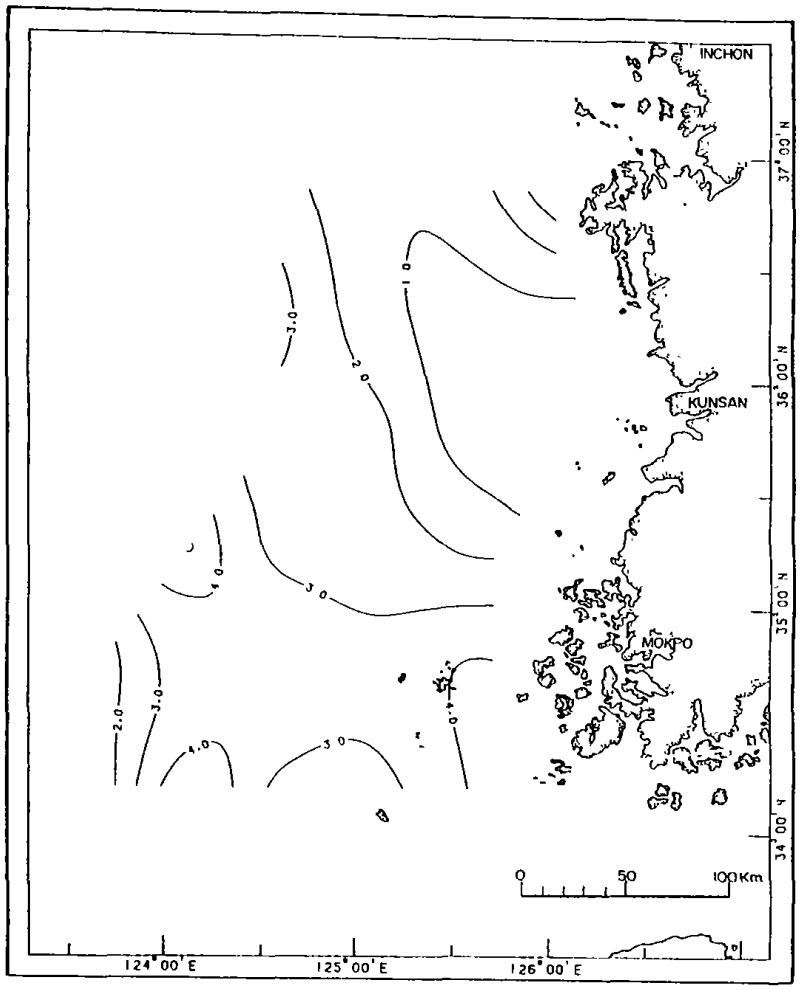


Fig. III-125. Silicate-silicon distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (*μg-at Si/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

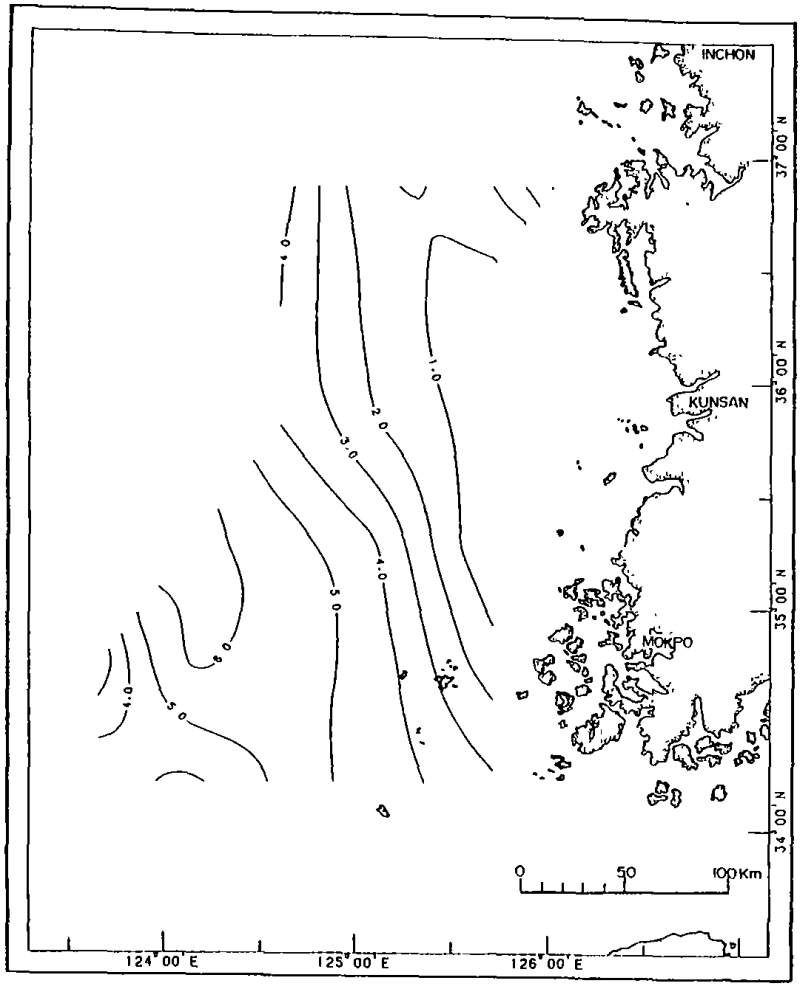


Fig. III-126. Silicate-silicon distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-*at* Si/ℓ).

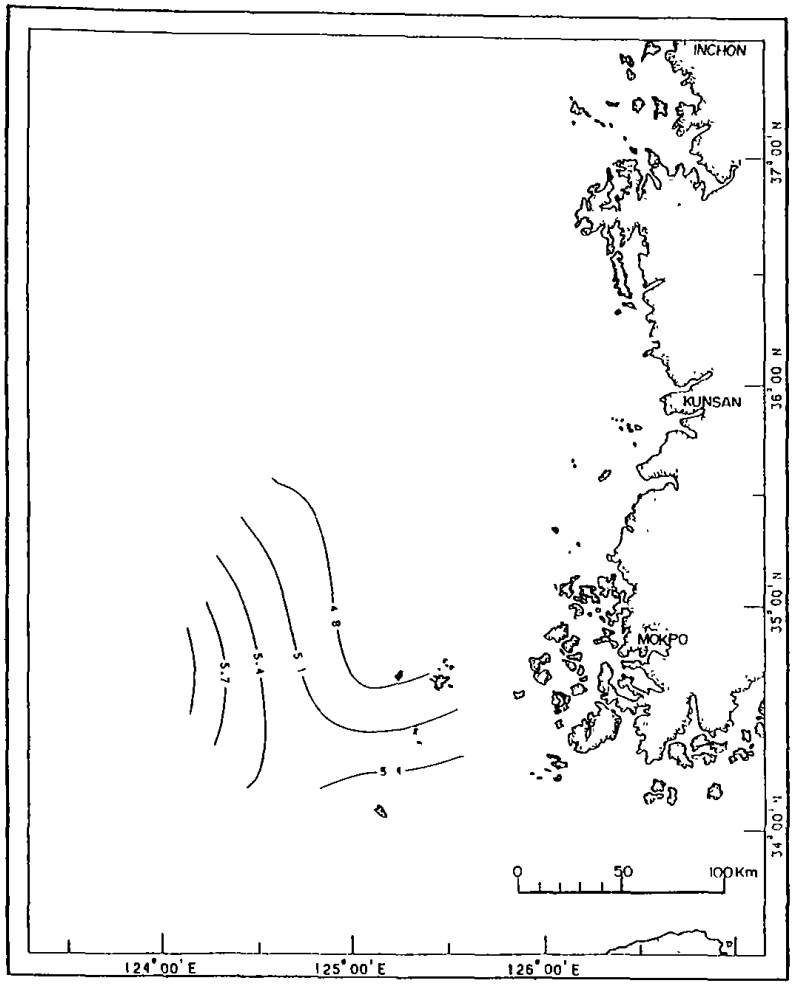


Fig. III-127. Silicate-silicon distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 (μg-*at* Si/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

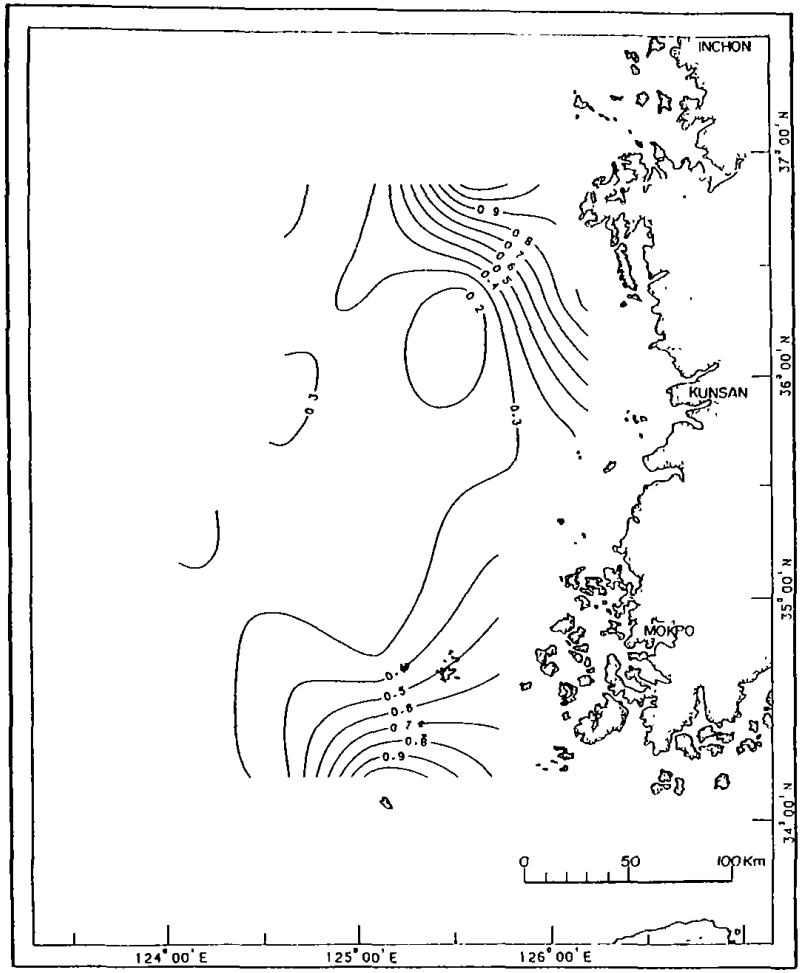


Fig. III-128. Chlorophyll *a* distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

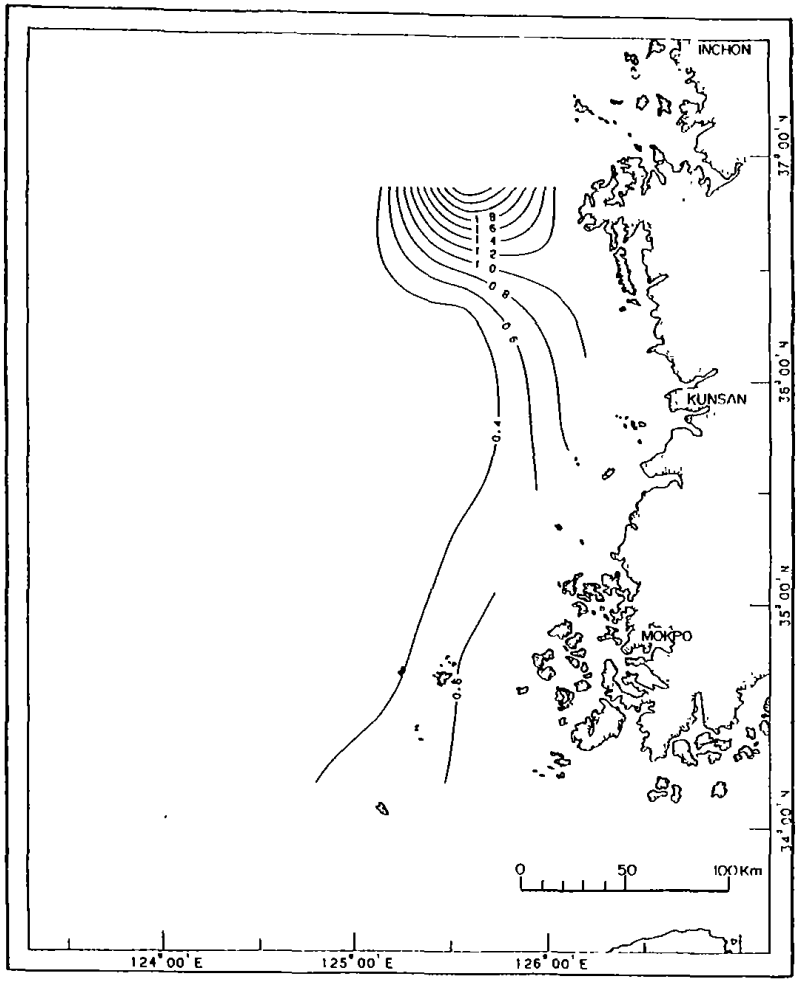


Fig. III-129. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

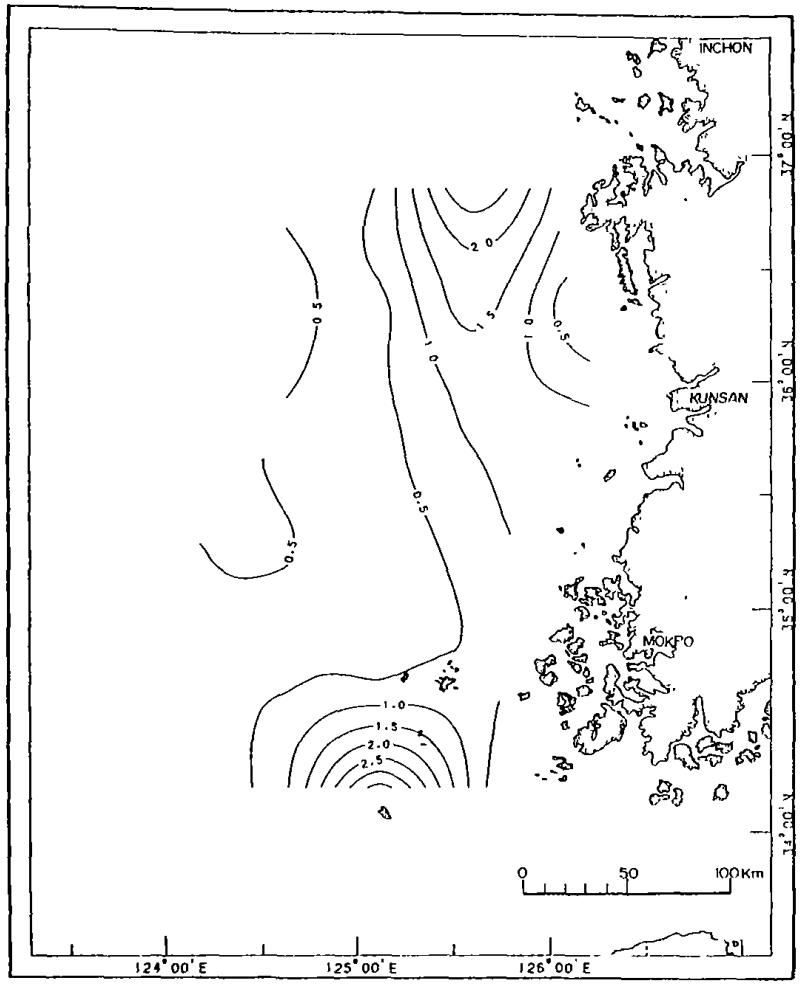


Fig. III-130. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

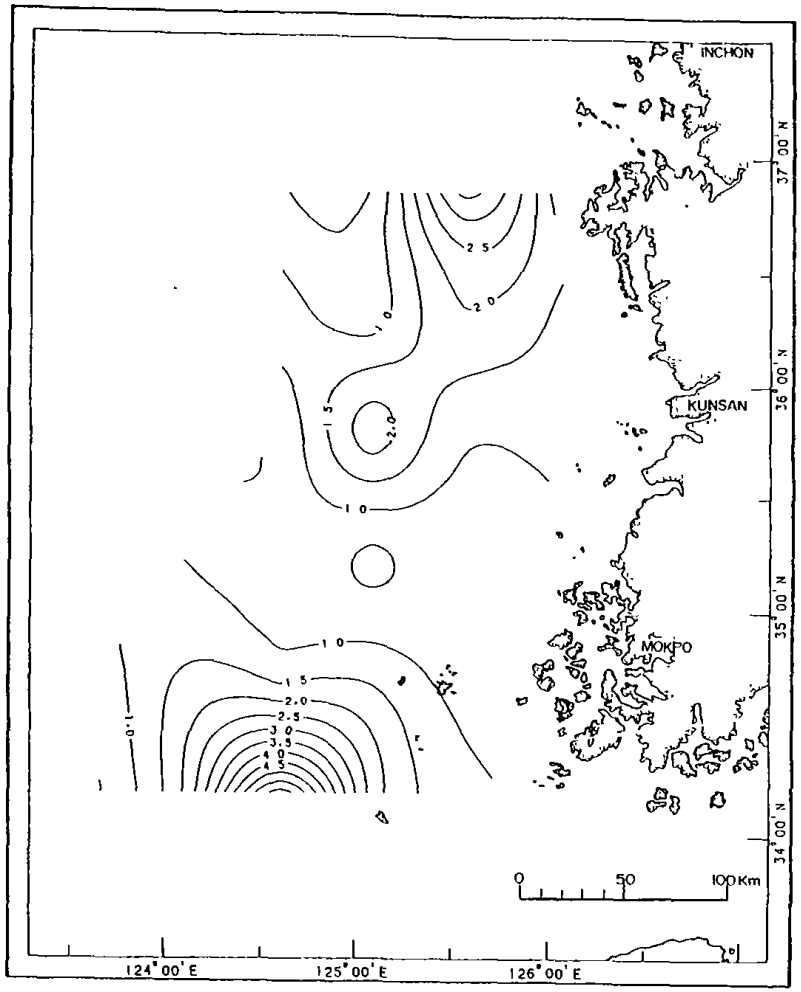


Fig. III-131. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

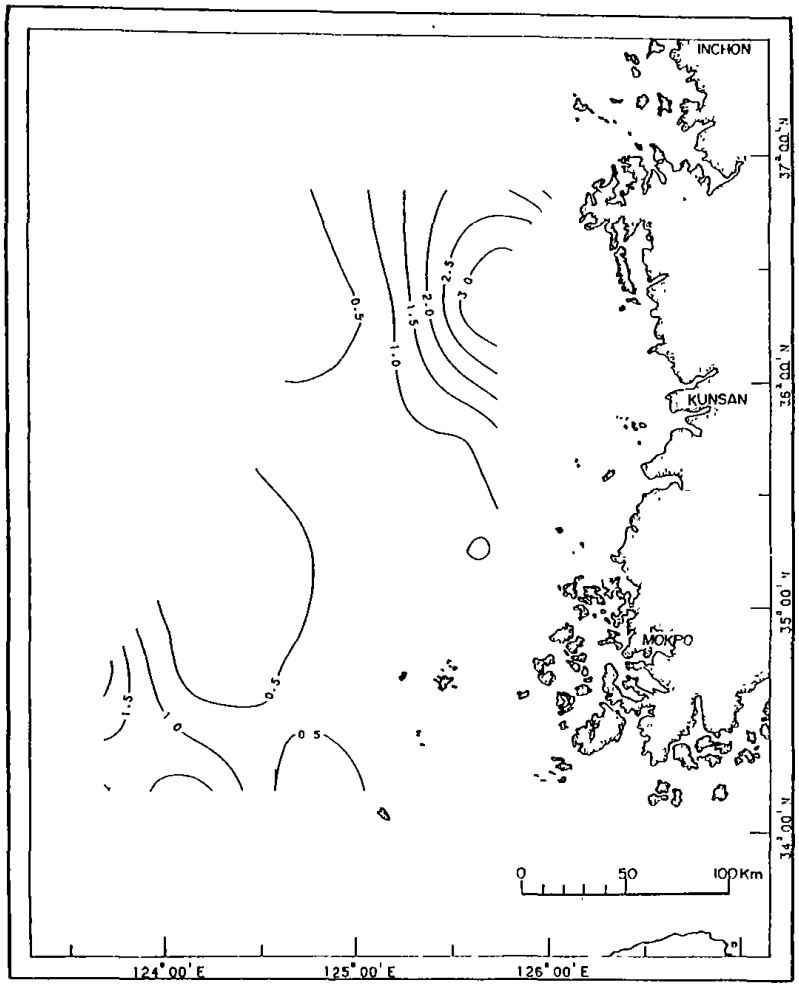


Fig. III-132. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 50*m* in the Yellow Sea in may, 1984 ($\mu g / \ell$).

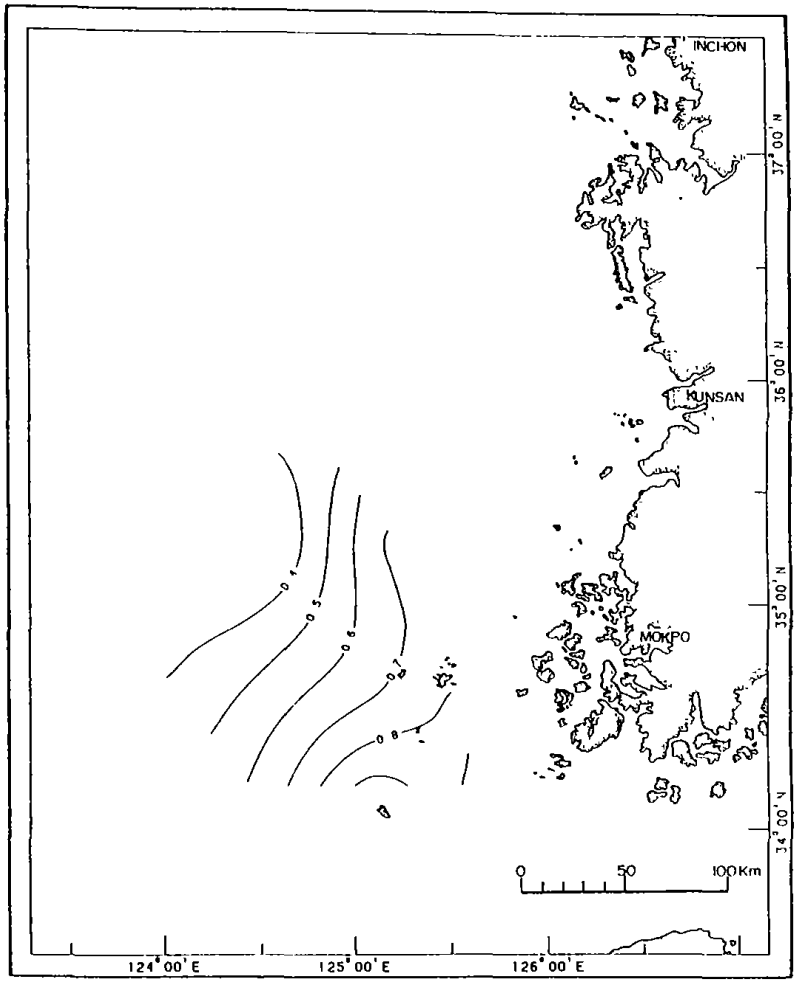


Fig. III-133. Chlorophyll *a* distribution at the depth of 75*m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

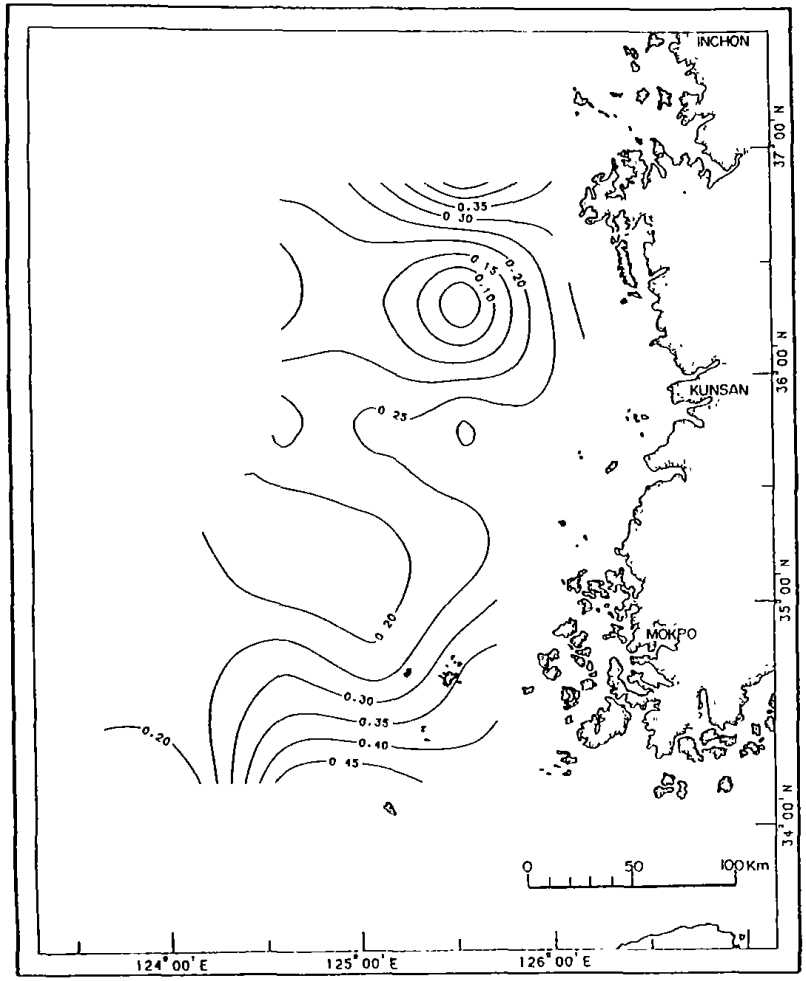


Fig. III-134. Chlorophyll *b* distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

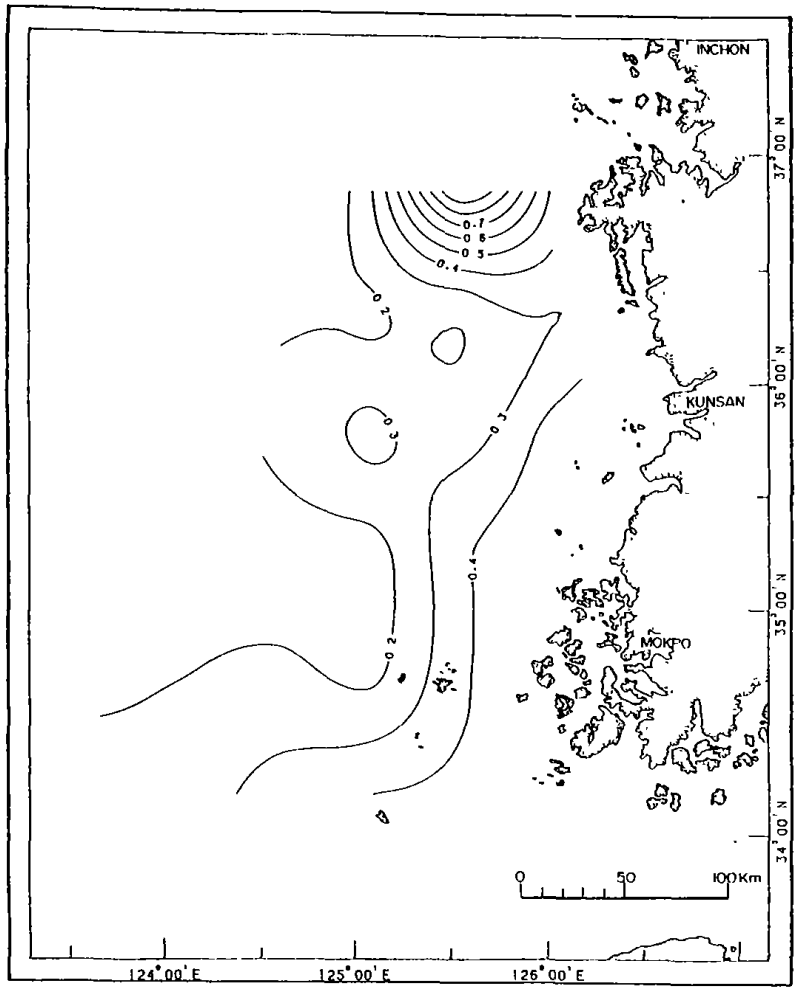


Fig. III-135. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

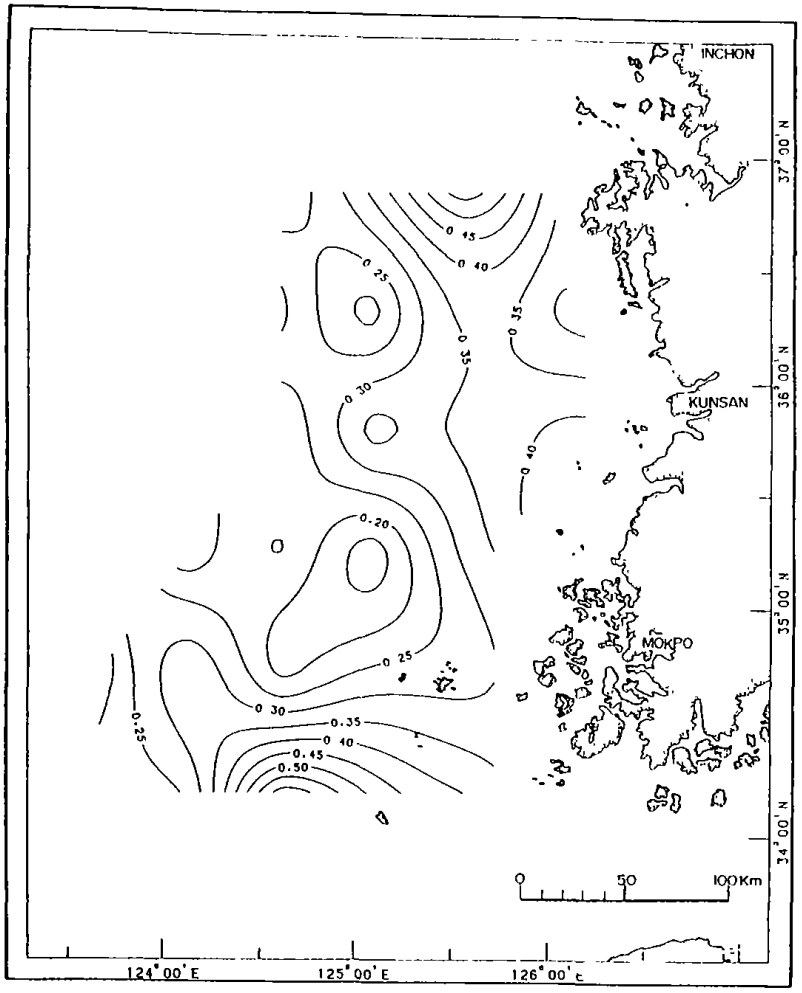


Fig. III-136. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

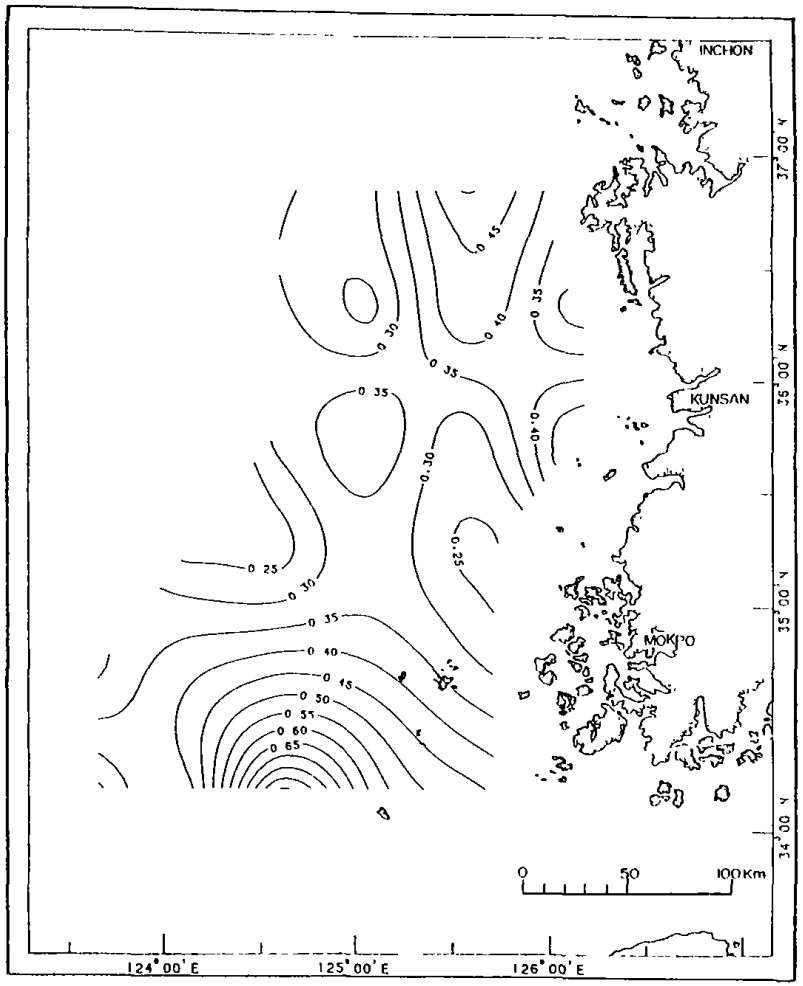


Fig. III-137. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

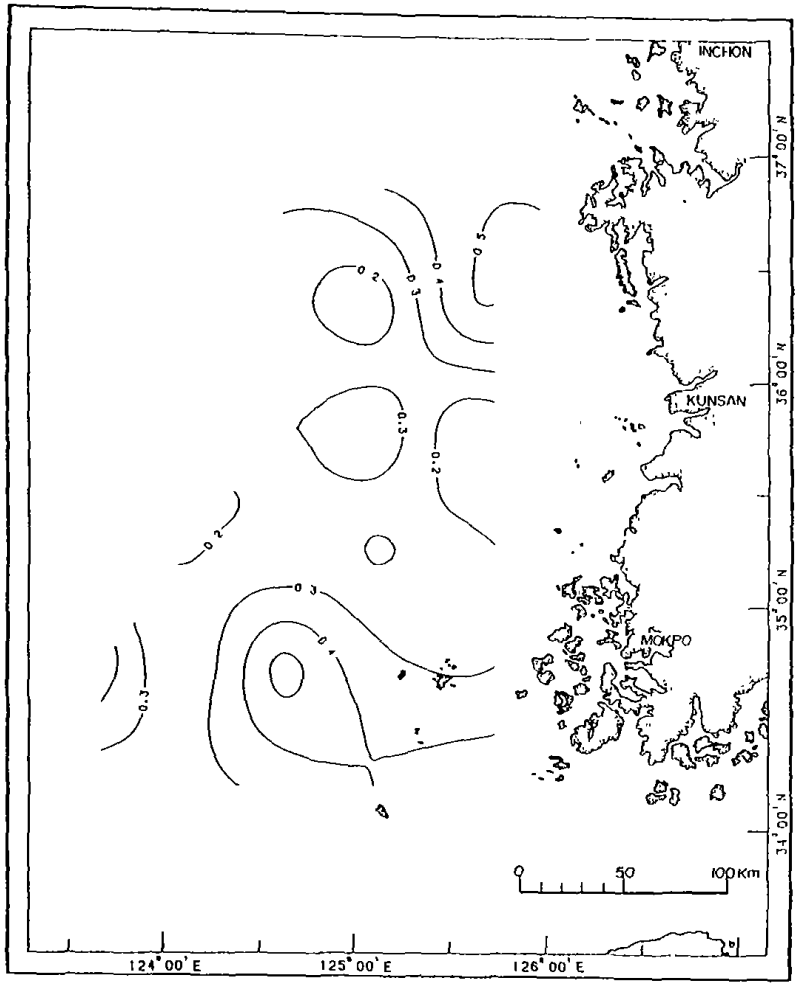


Fig. III-138. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

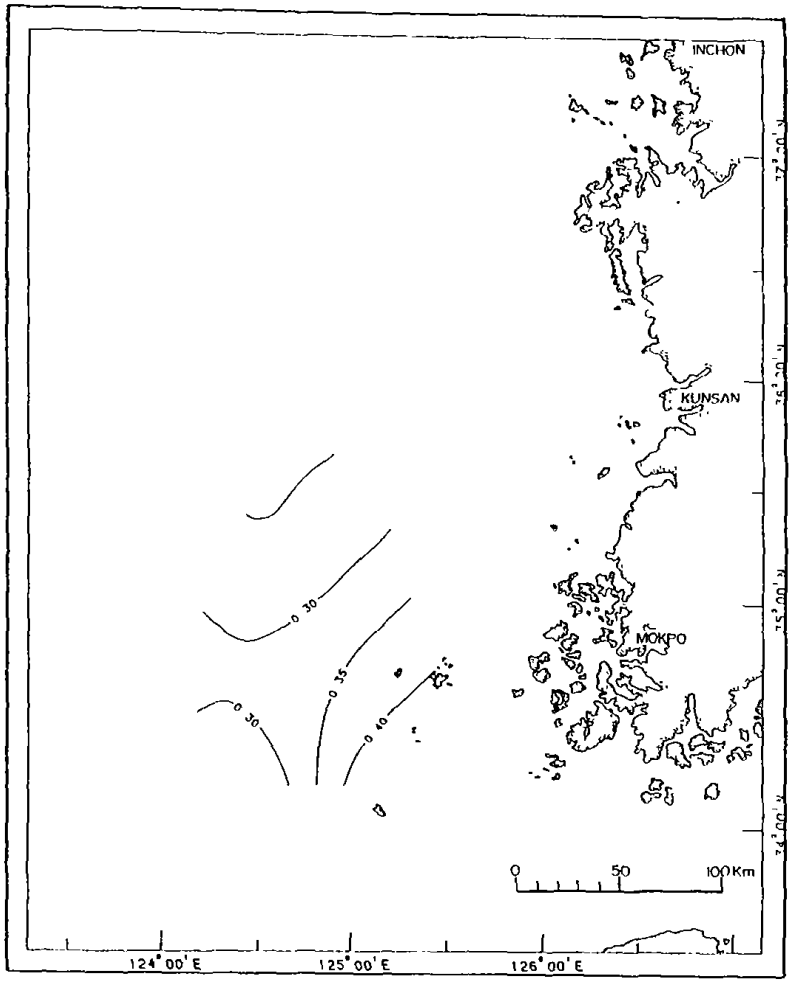


Fig. III-139. Chlorophyll *b* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

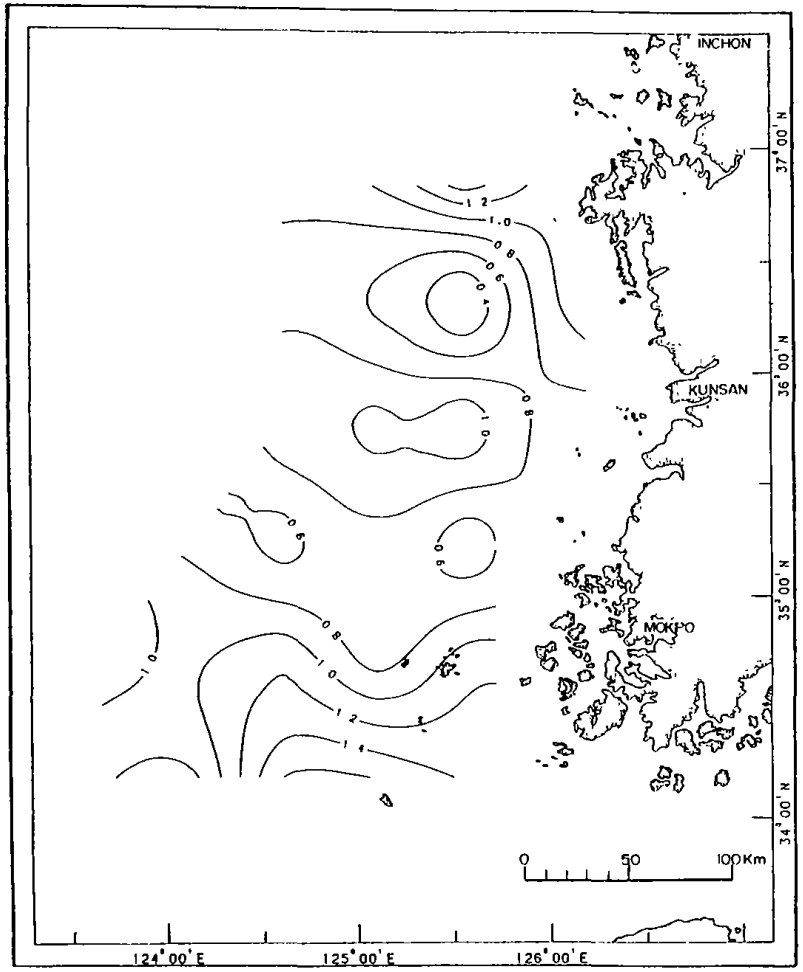


Fig. III-140. Chlorophyll *c* distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

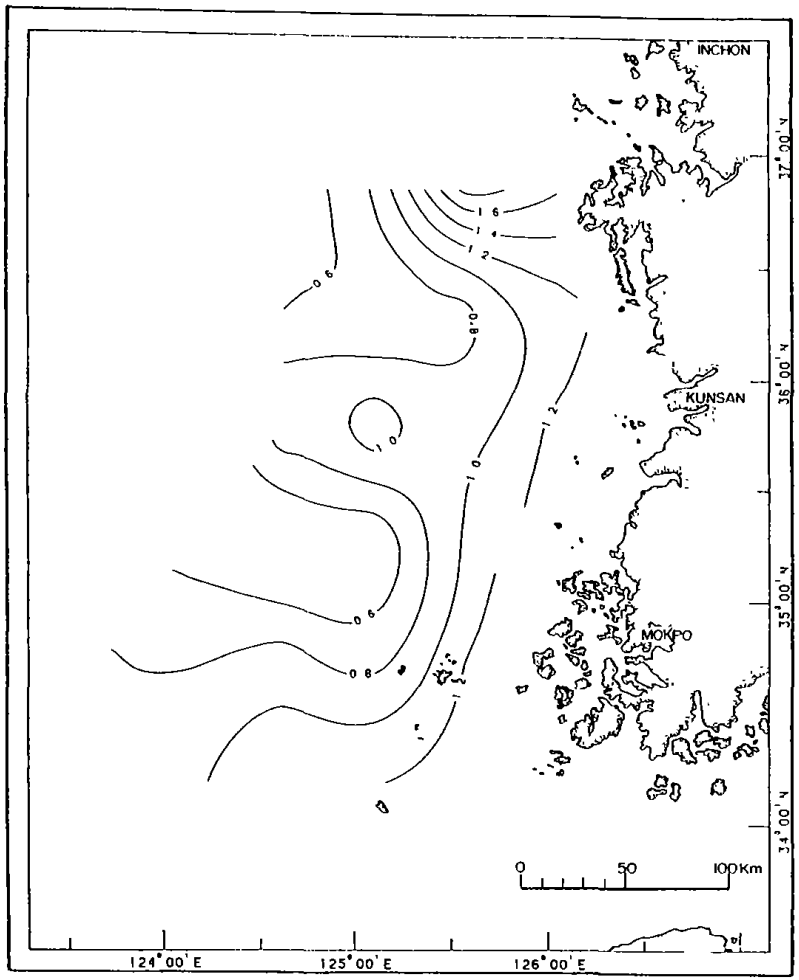


Fig. III-141. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 10 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

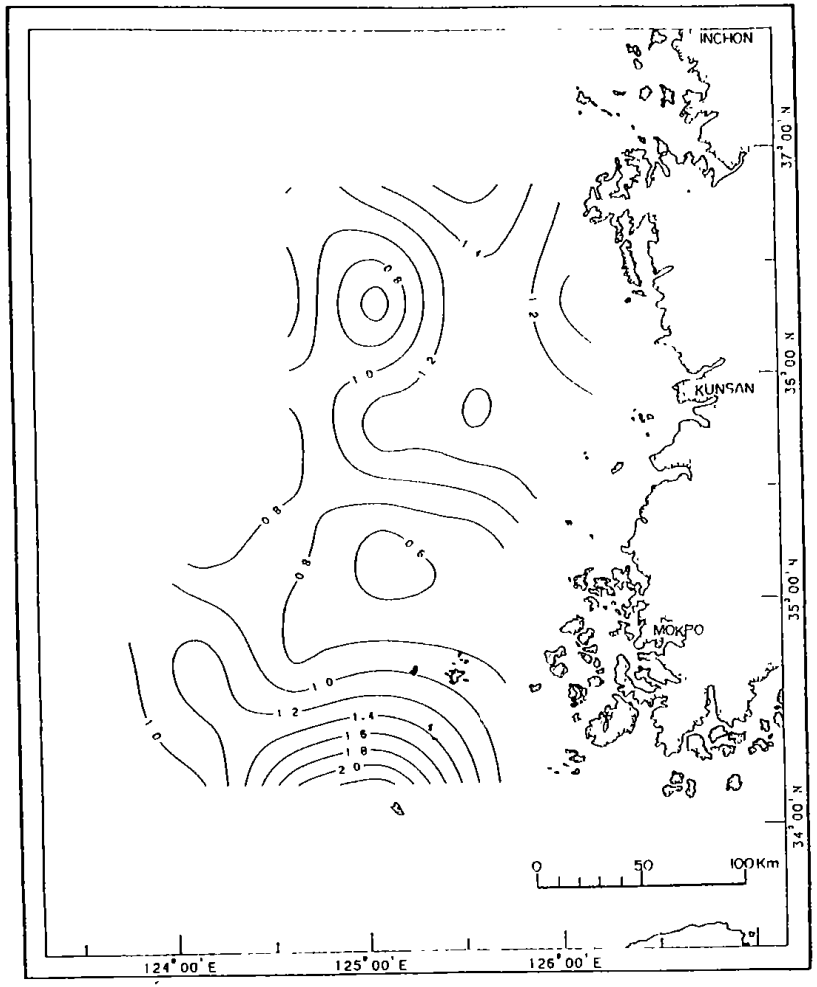


Fig. III-142. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

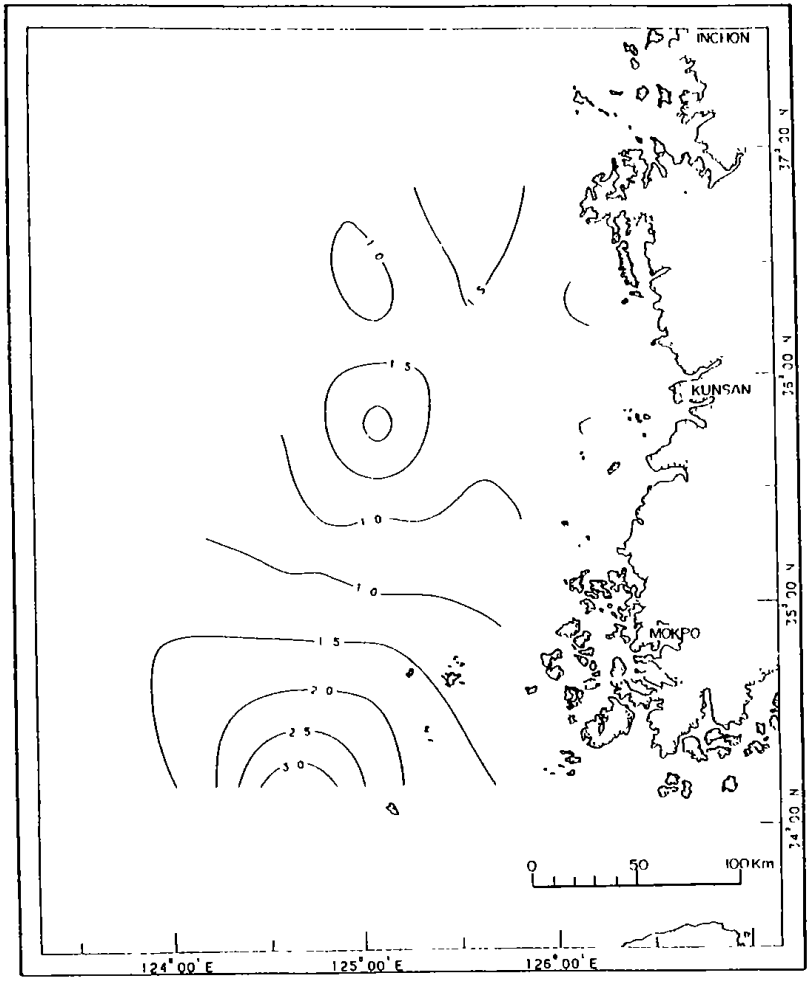


Fig. III-143. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

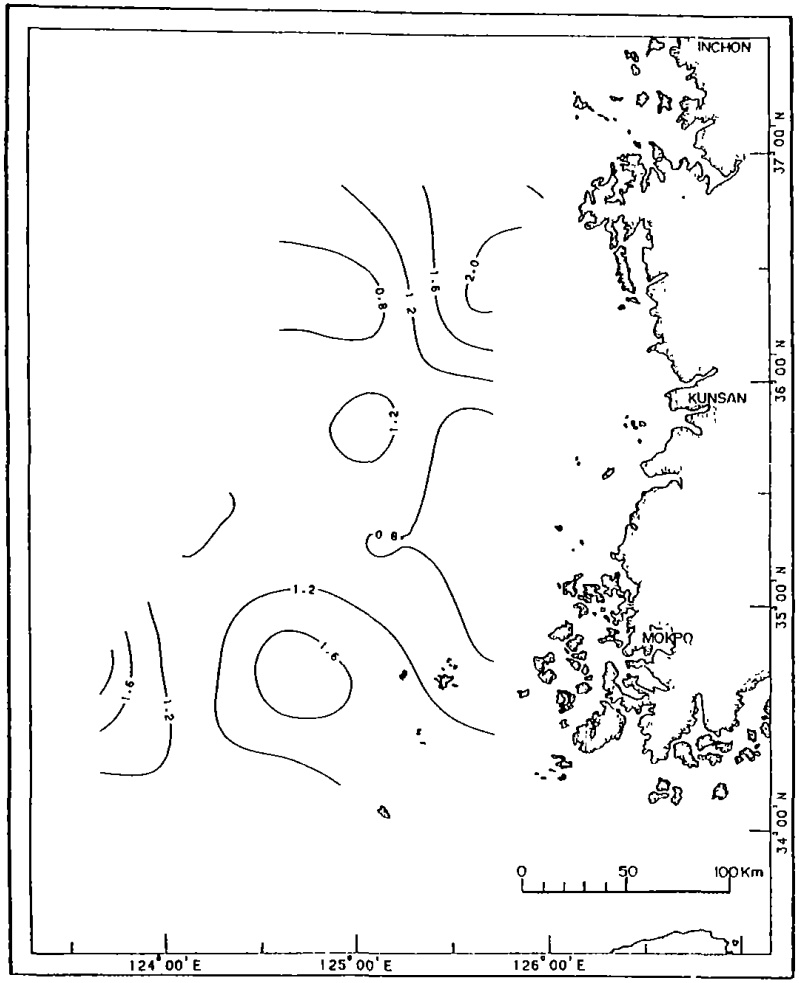


Fig. III-144. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

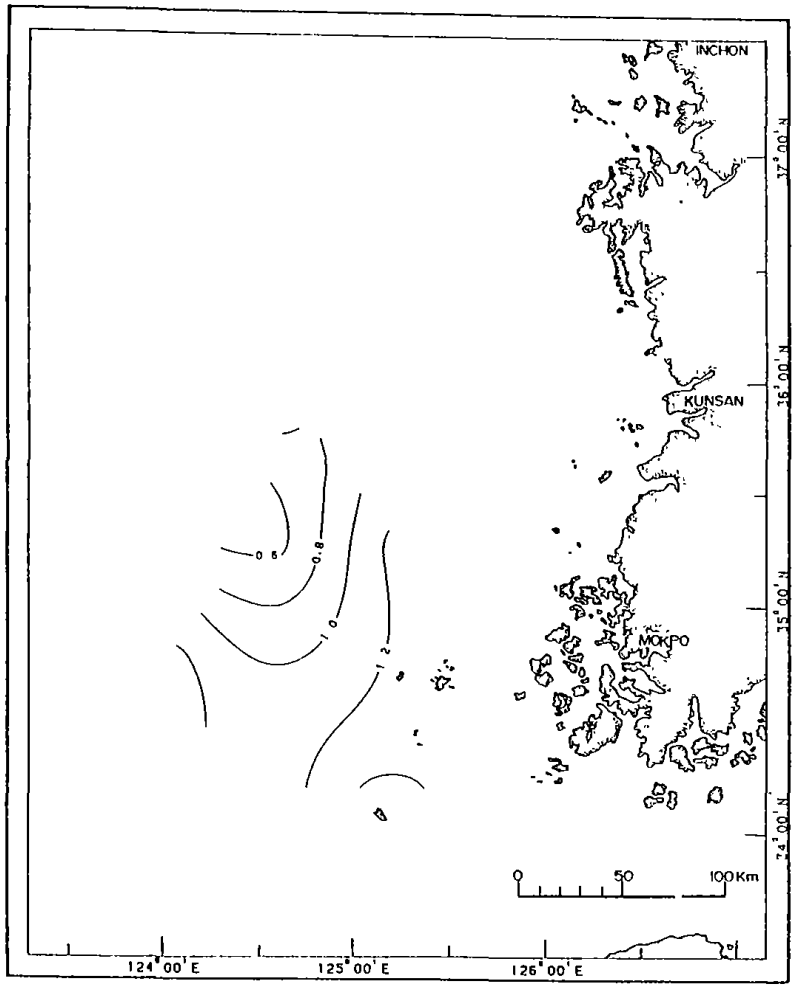


Fig. III-145. Chlorophyll *c* distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

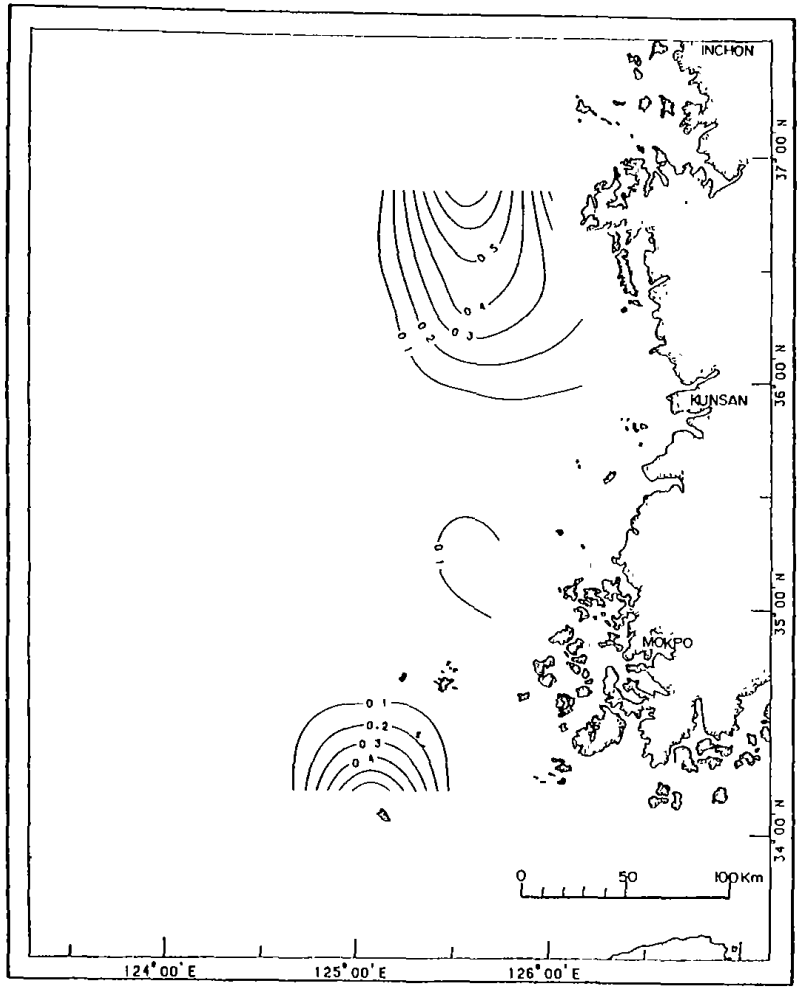


Fig. III-146. Carotenoids distribution at the depth of 20 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

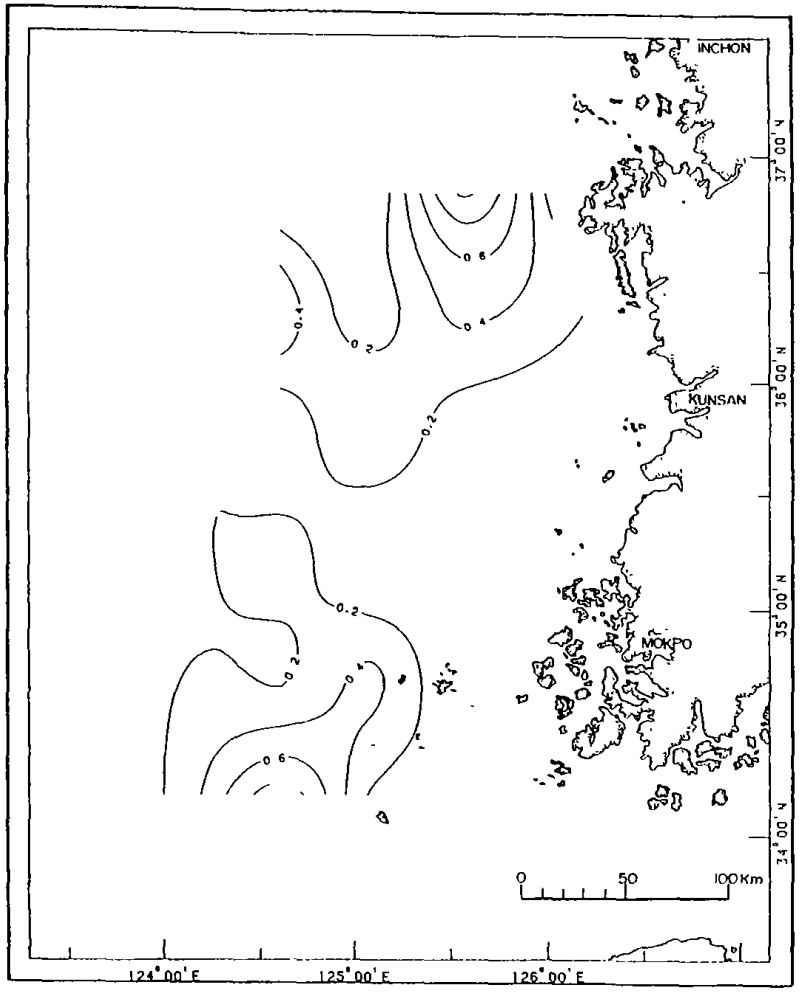


Fig. III-147. Carotenoids distribution at the depth of 30 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

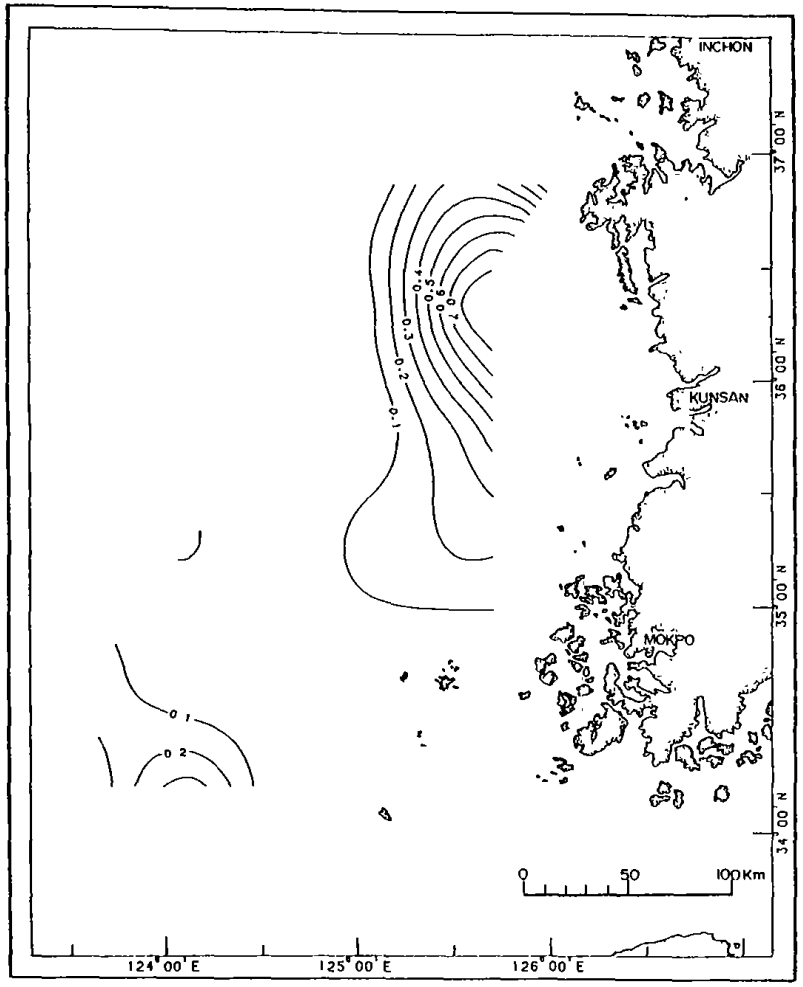


Fig. III-148. Carotenoids distribution at the depth of 50 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

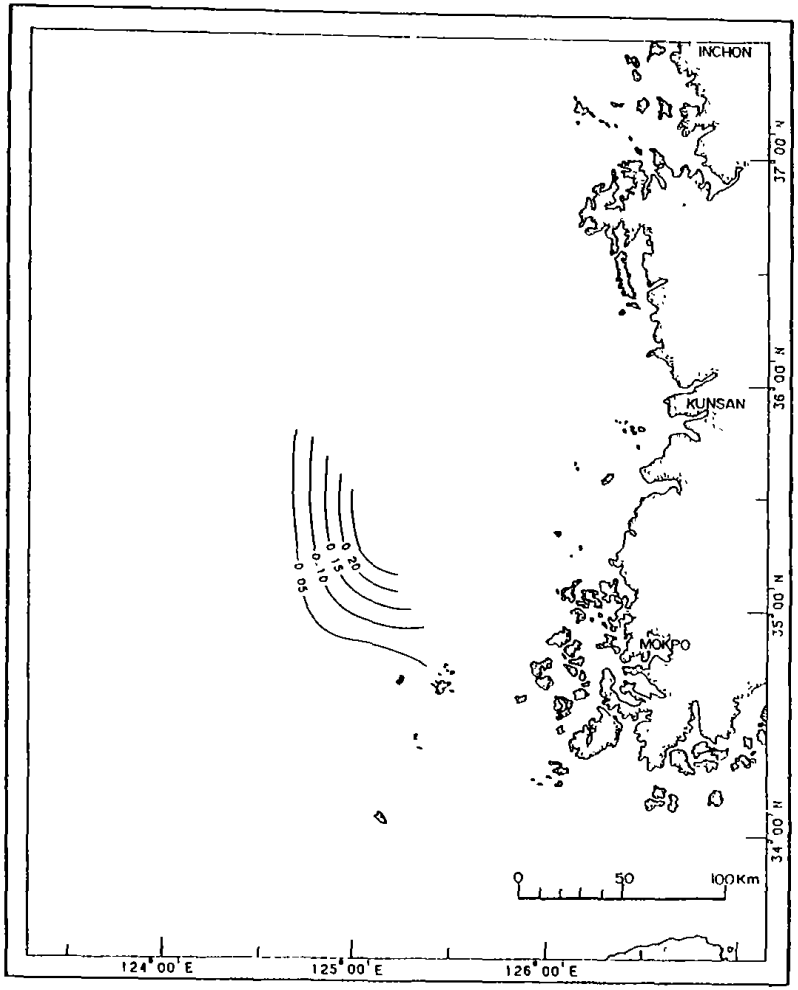


Fig. III-149. Carotenoids distribution at the depth of 75 *m* in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

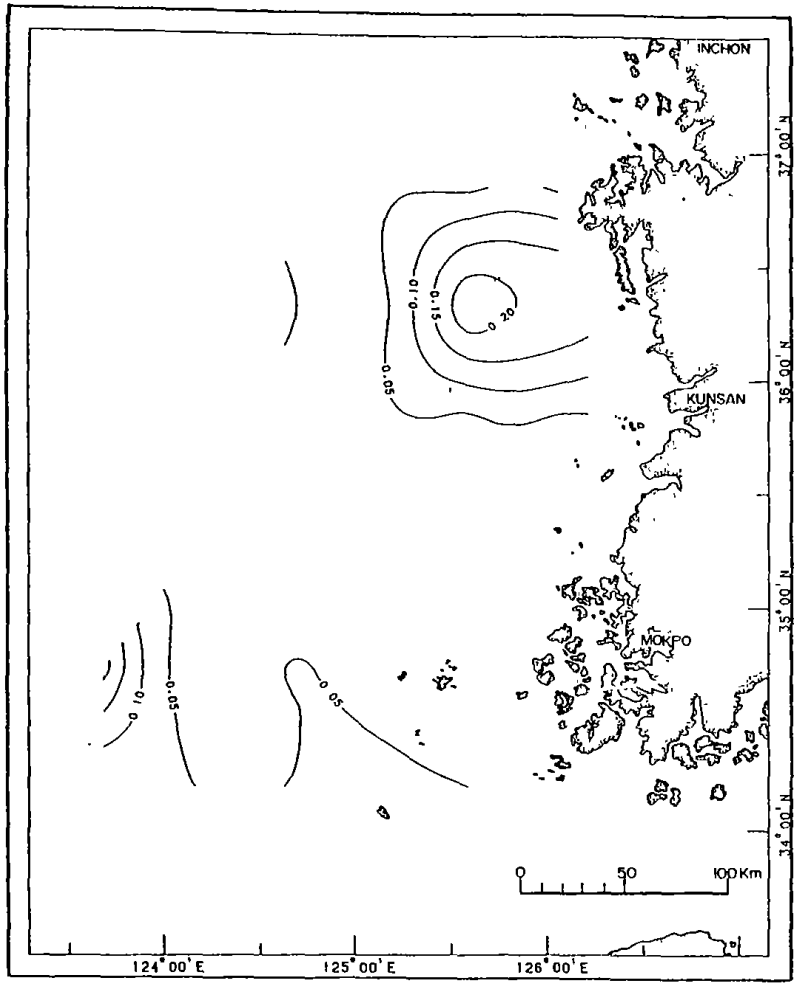


Fig. III-150. Cadmium distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

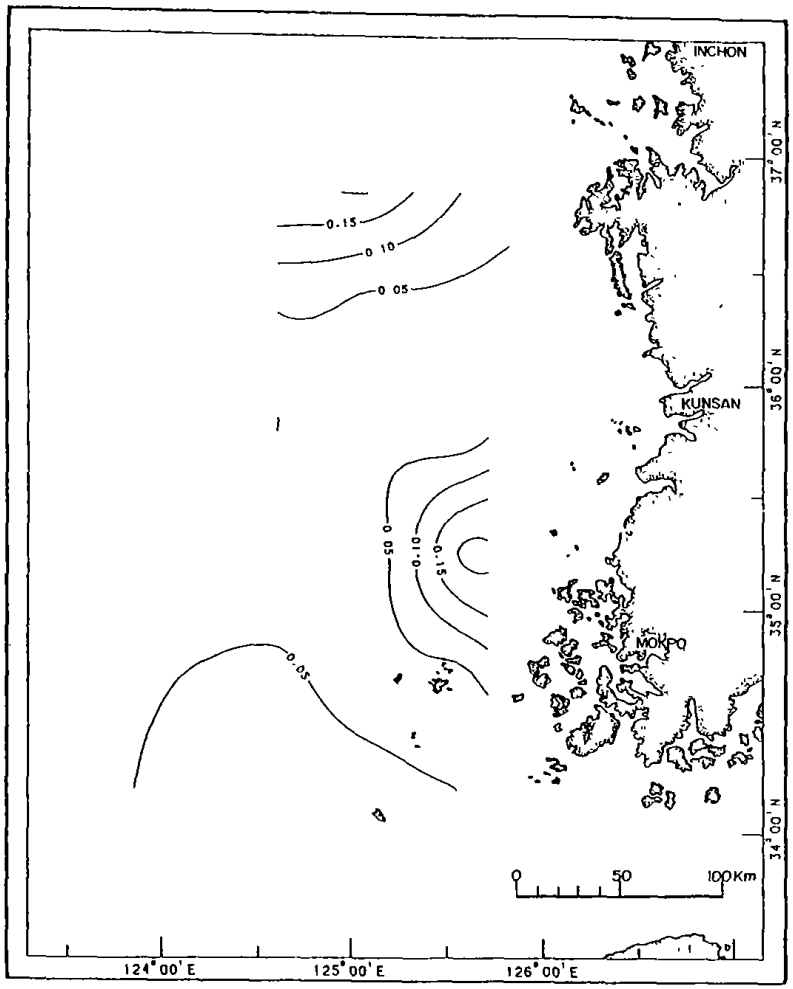


Fig. III-151. Cadmium distribution at the depth of 50 m in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

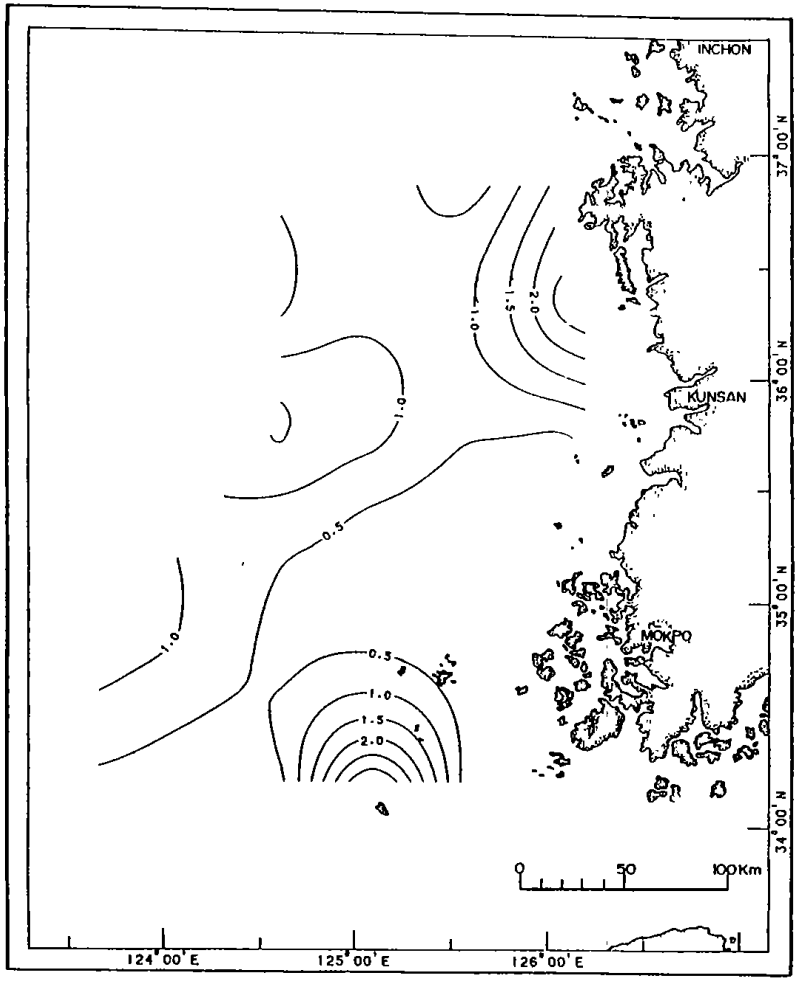


Fig. III-152. Copper distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

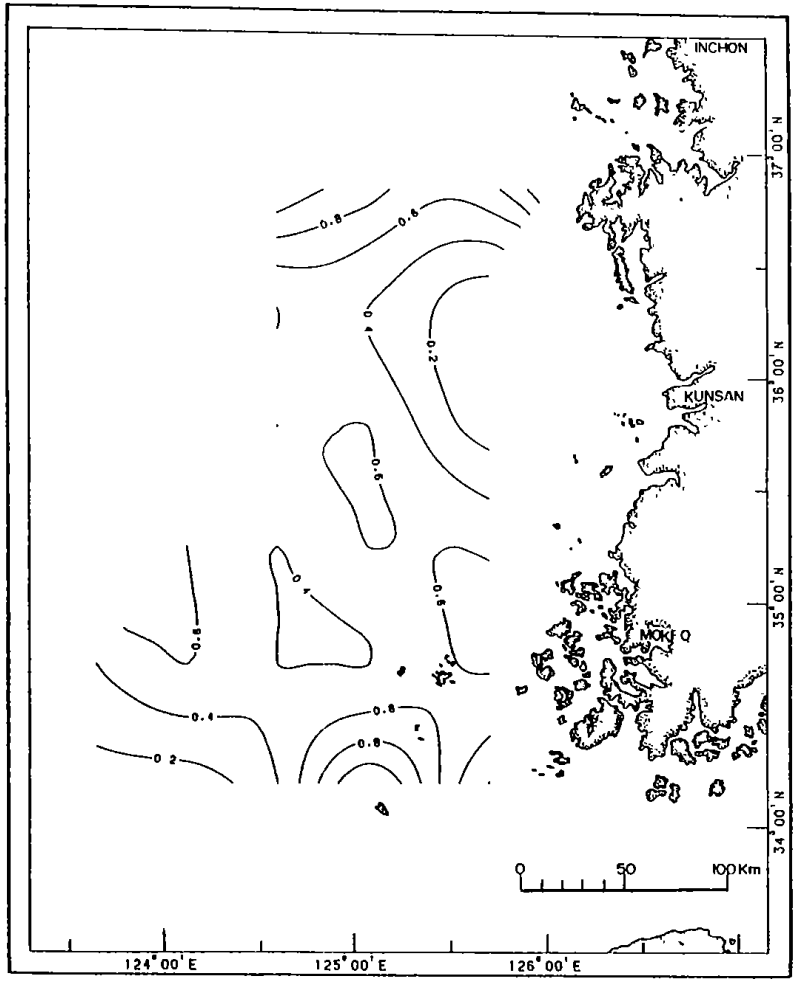


Fig. III-153. Copper distribution at the depth of 50 m in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

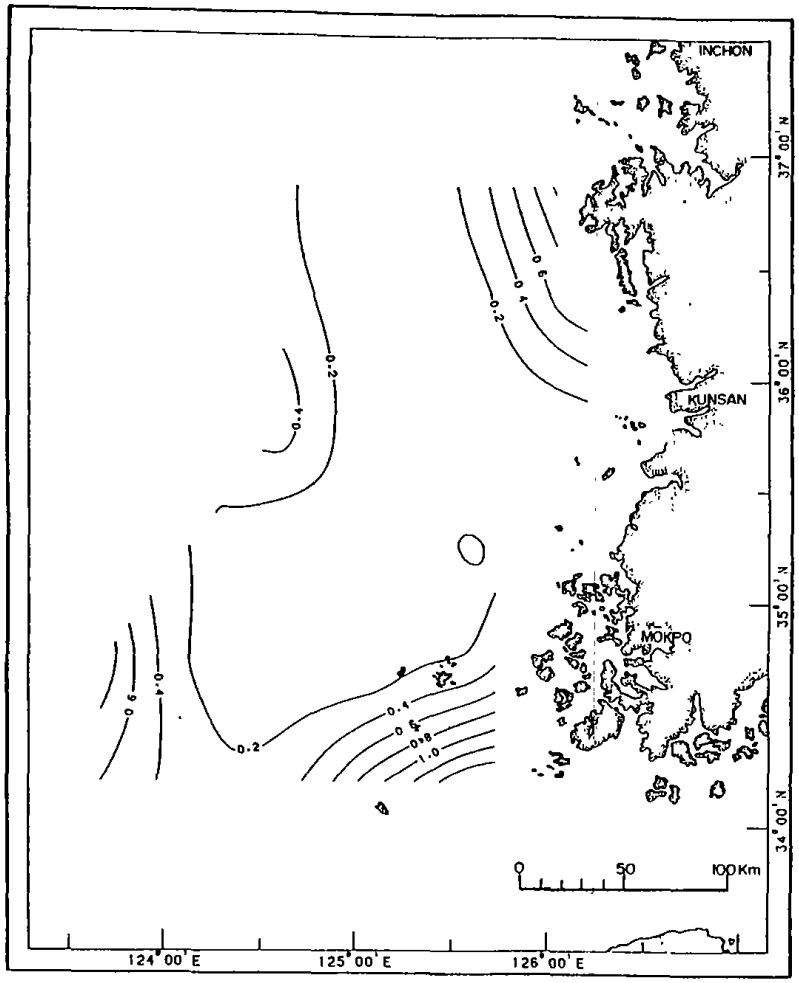


Fig. III-154. Lead distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

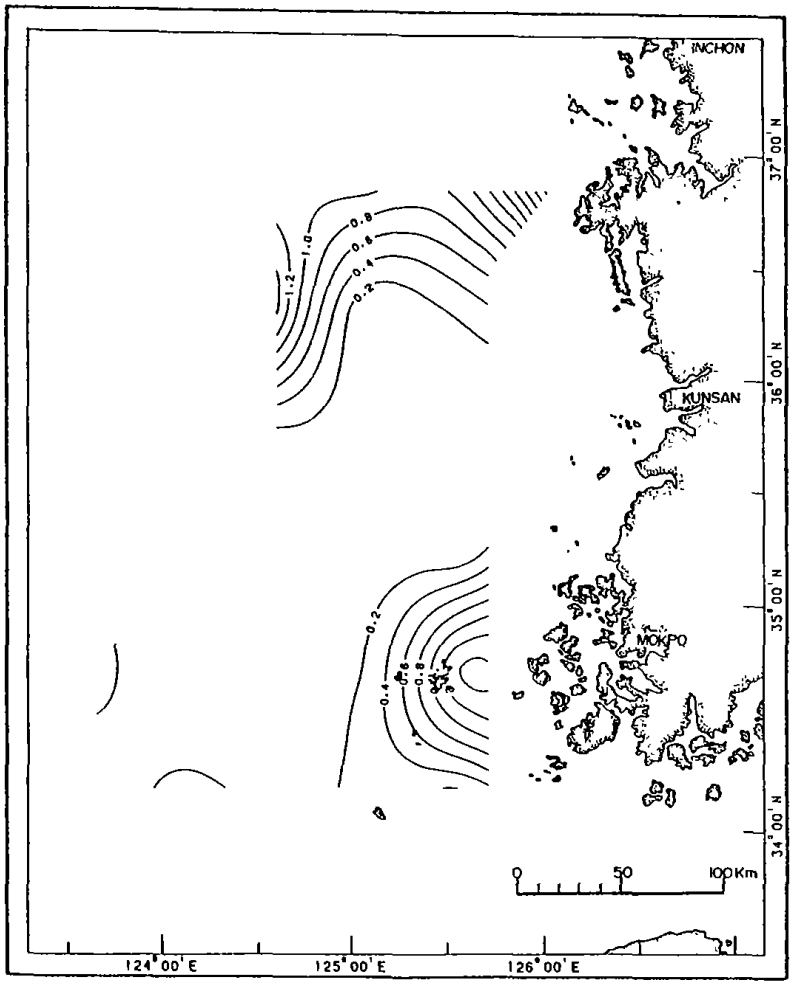


Fig. III-155. Lead distribution at the depth of 50 m in the Uellow Sea in May, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

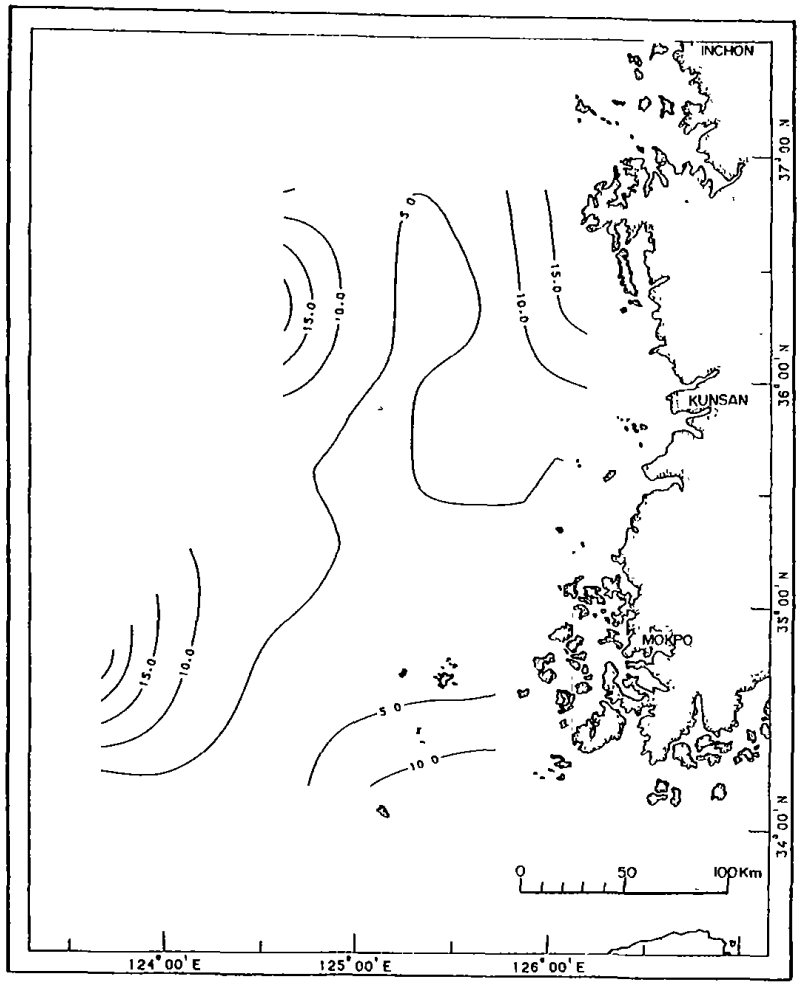


Fig. III-156. Zinc distribution in the surface water in the Yellow Sea in May, 1984 (μg /ℓ).

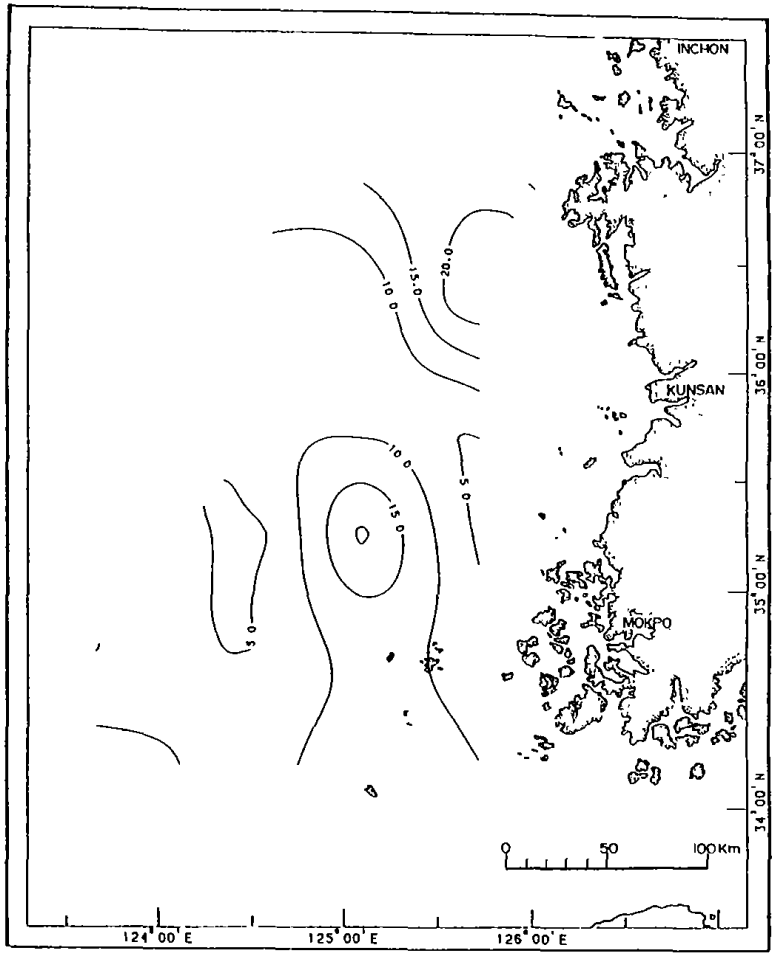


Fig. III-157. Zinc distribution at the depth of 50 m in the Yellow Sea in May, 1984 (μg /ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

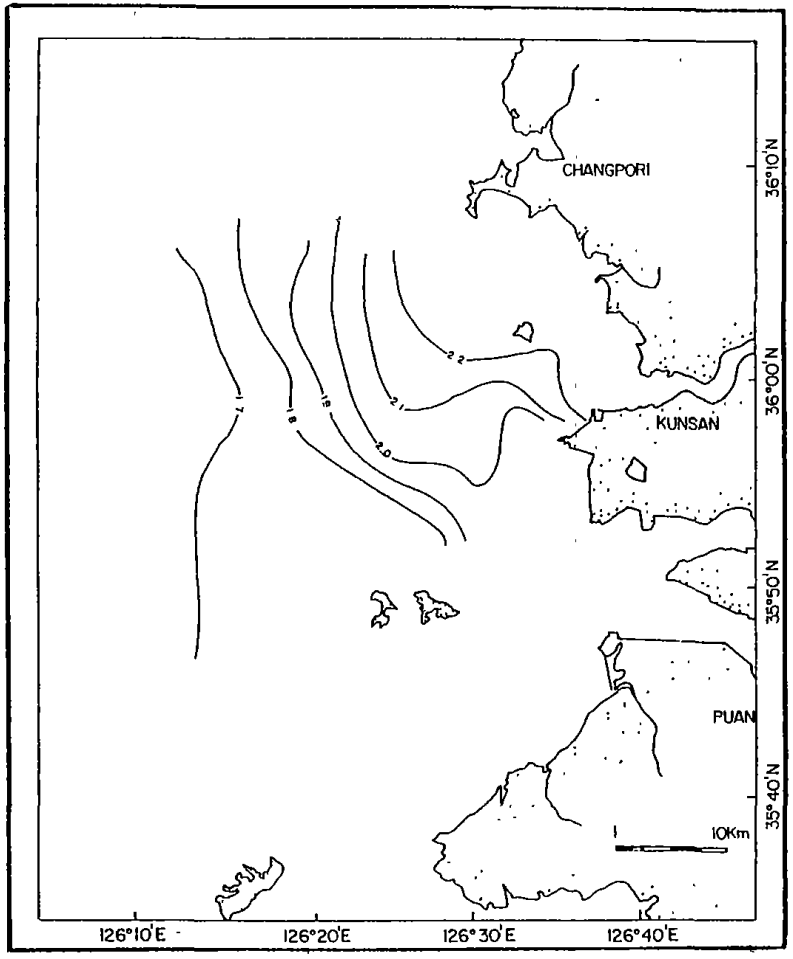


Fig. III-158. Temperature distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (°C).

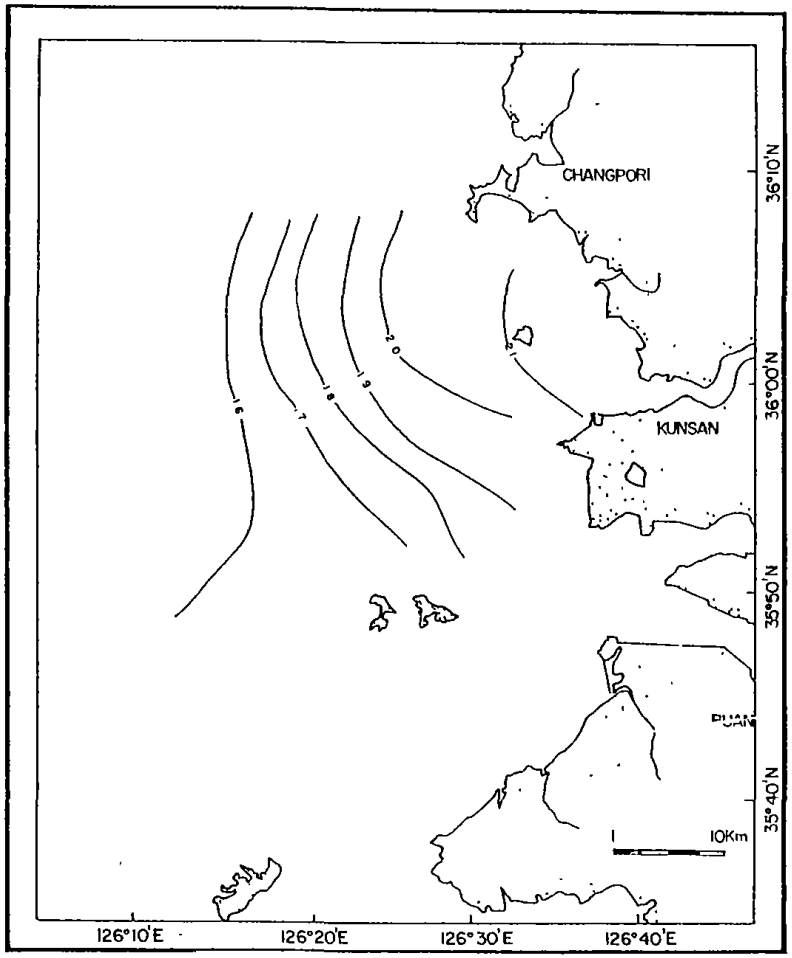


Fig. III-159. Temperature distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (°C).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

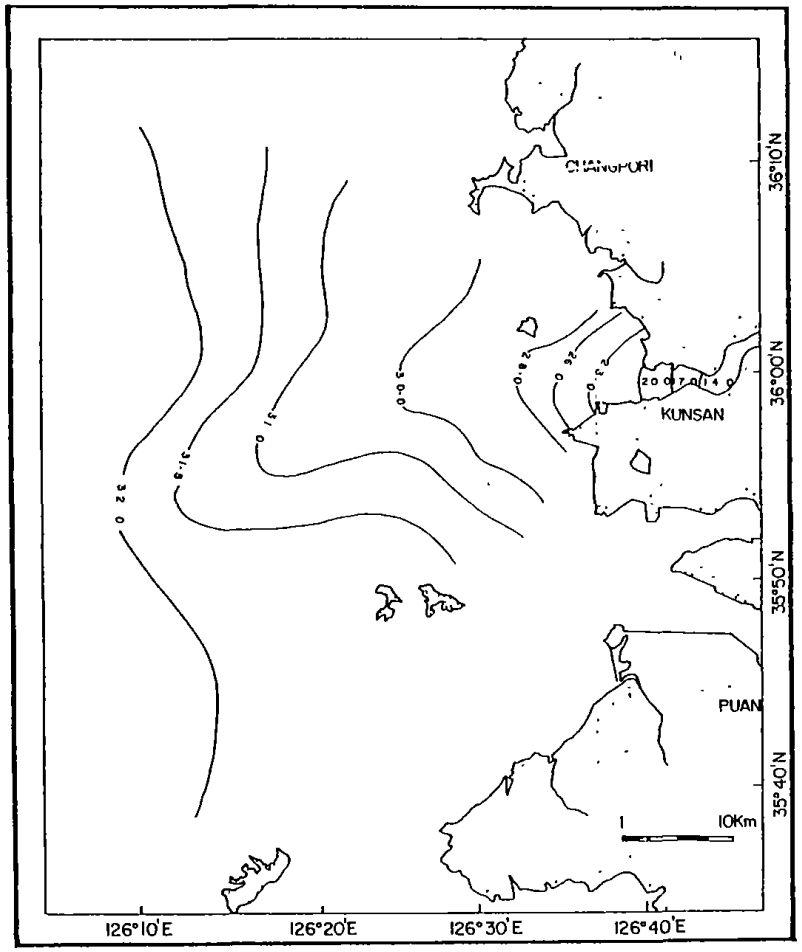


Fig. III-160. Salinity distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (‰).

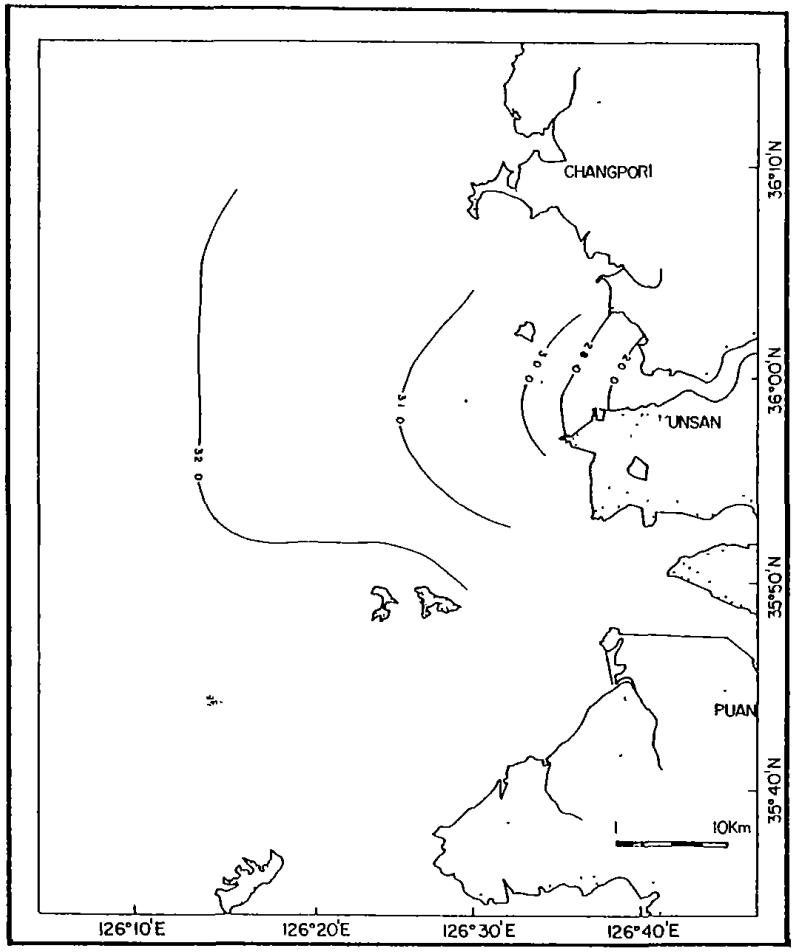


Fig. III-161. Salinity distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (‰).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

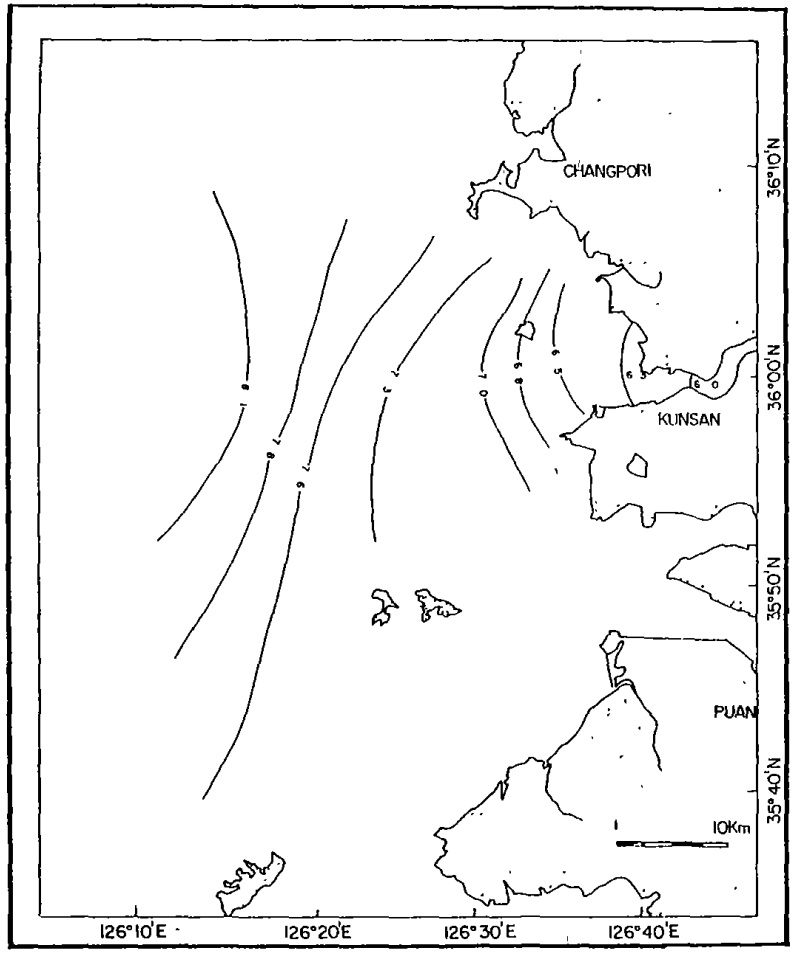


Fig. III-162. Dissolved oxygen distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (mg/ℓ).

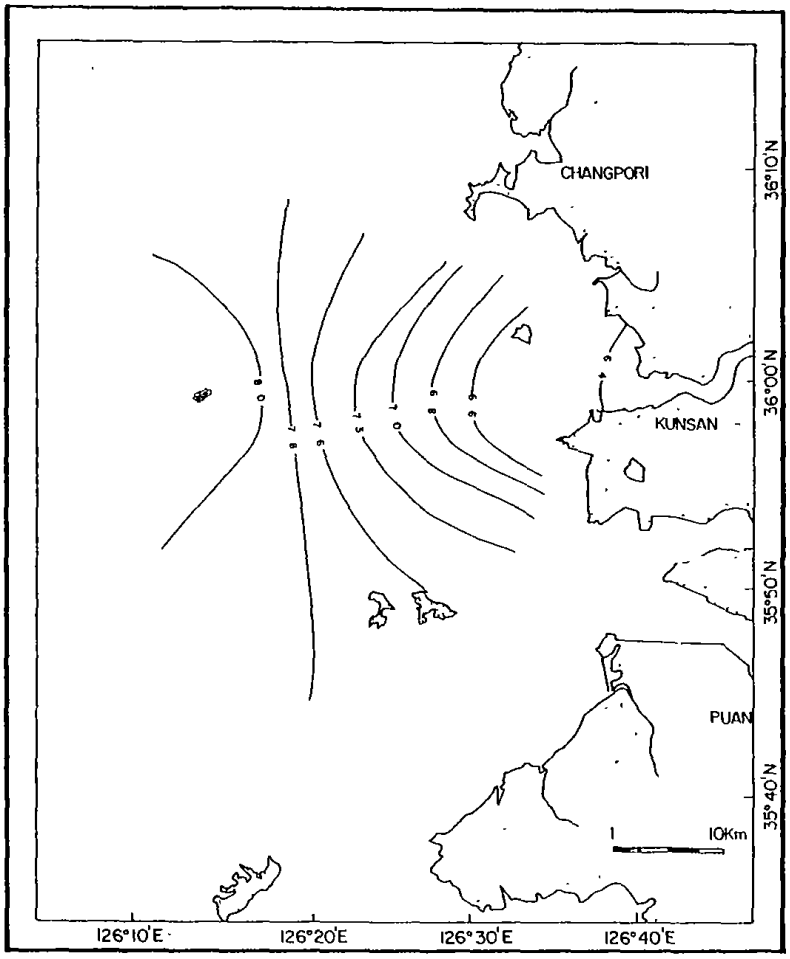


Fig. III-163. Dissolved oxygen distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984(mg/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

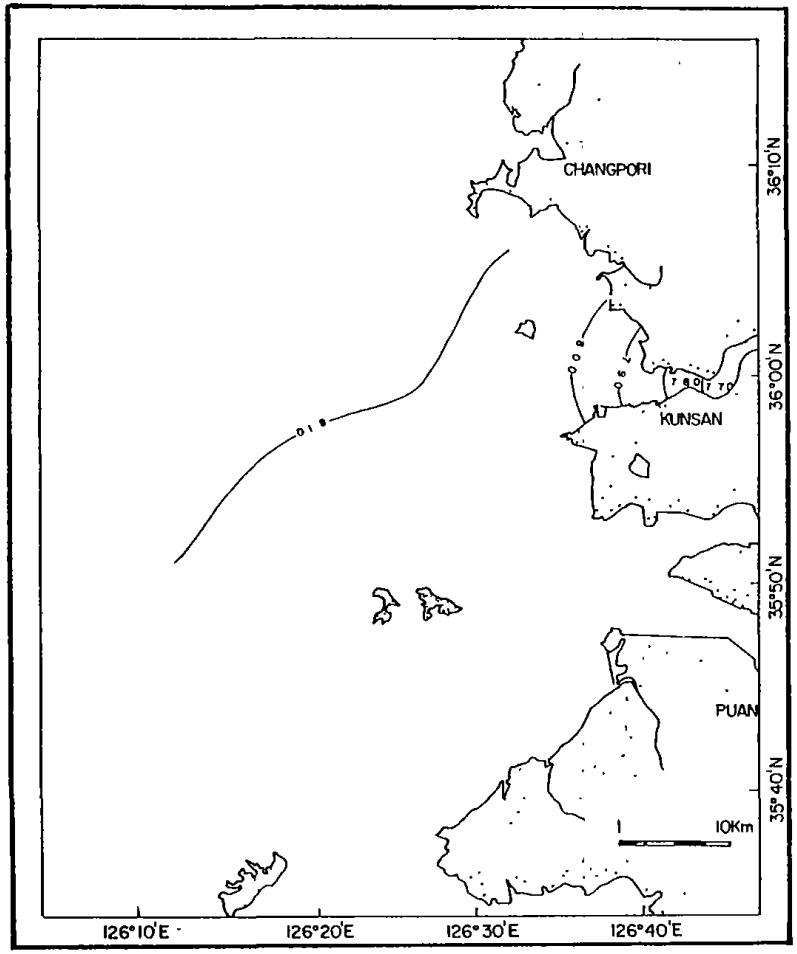


Fig. III-164. pH distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984.

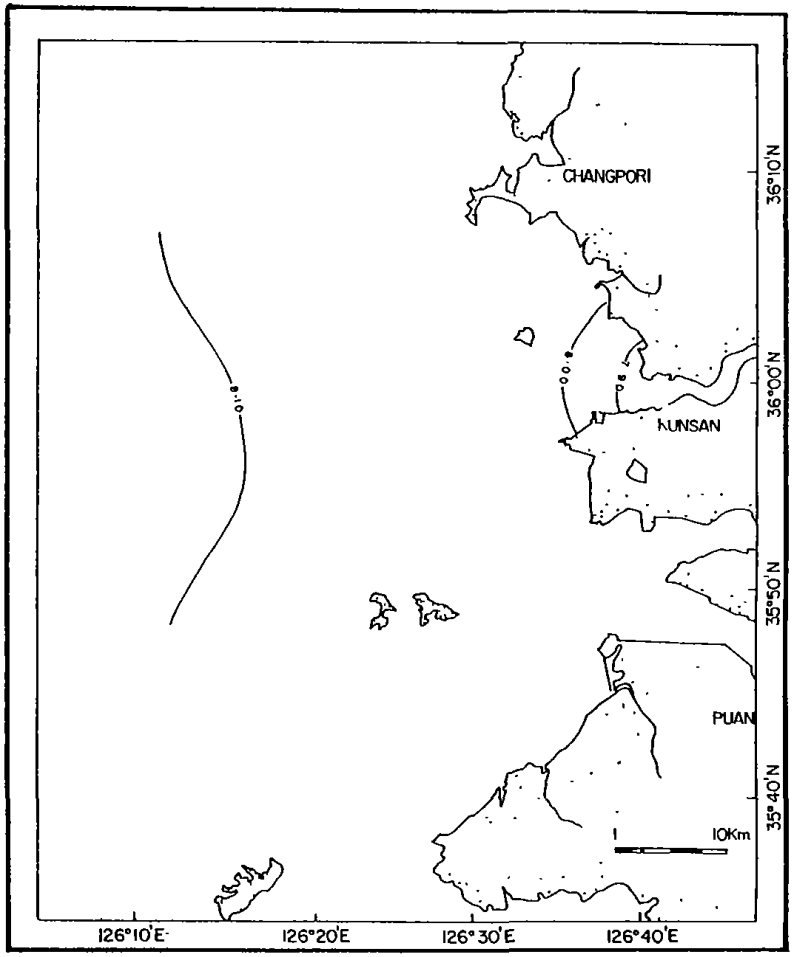


Fig. III-165. pH distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

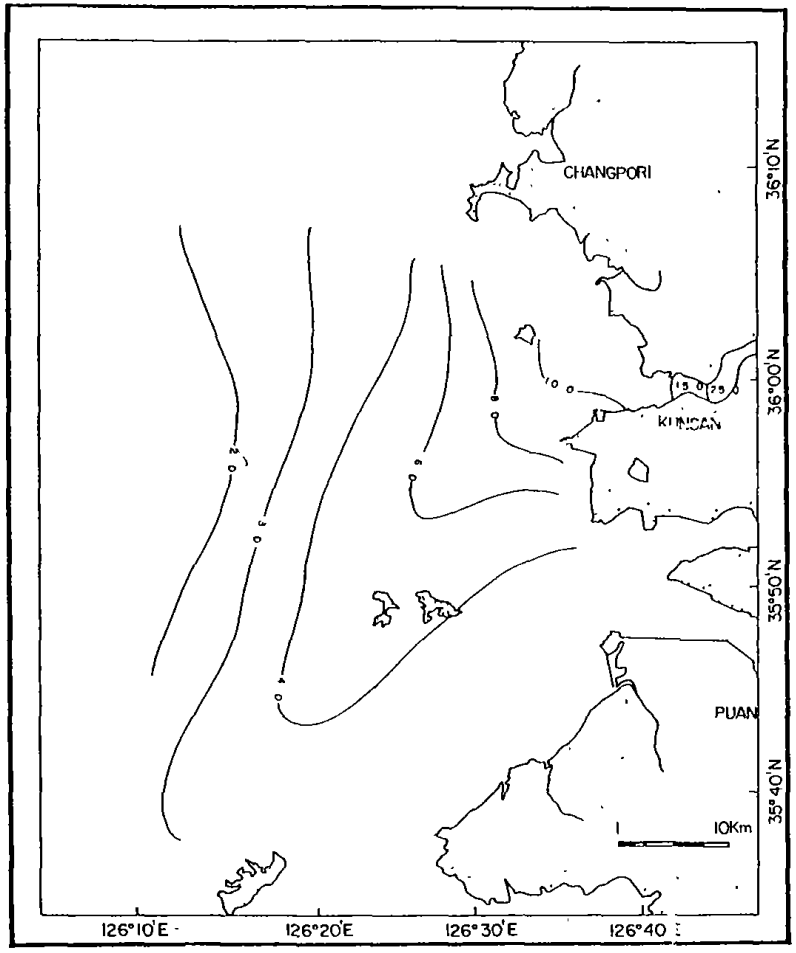


Fig. III-166. Suspended solids distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (mg/ℓ).

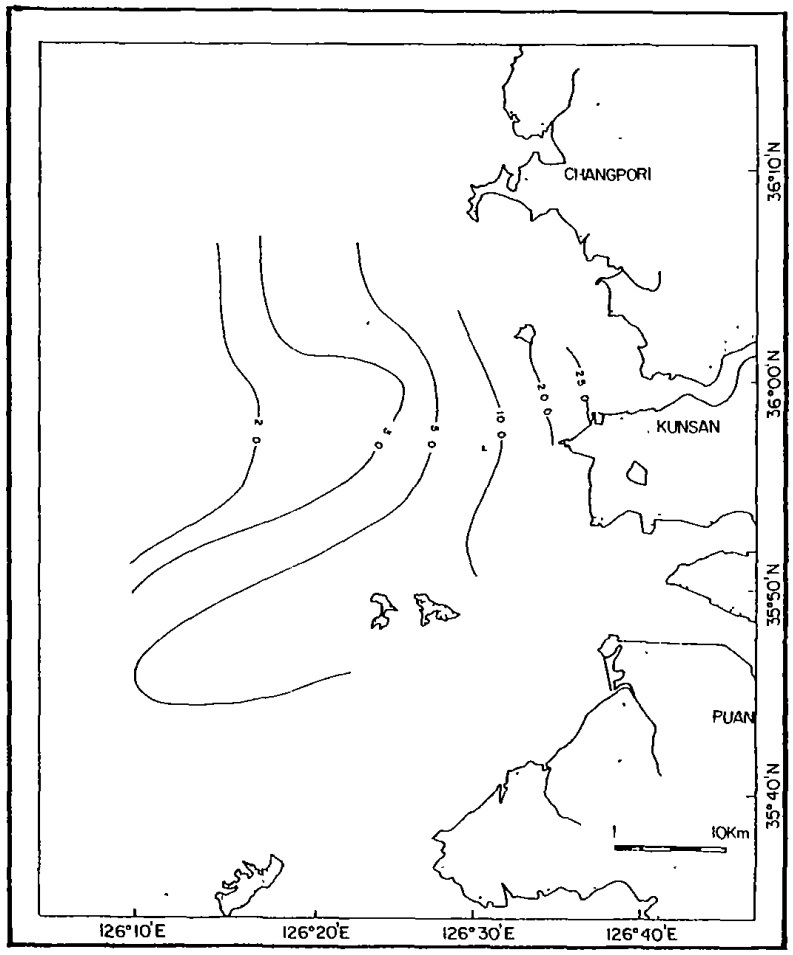


Fig. III-167. Suspended solids distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (mg/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

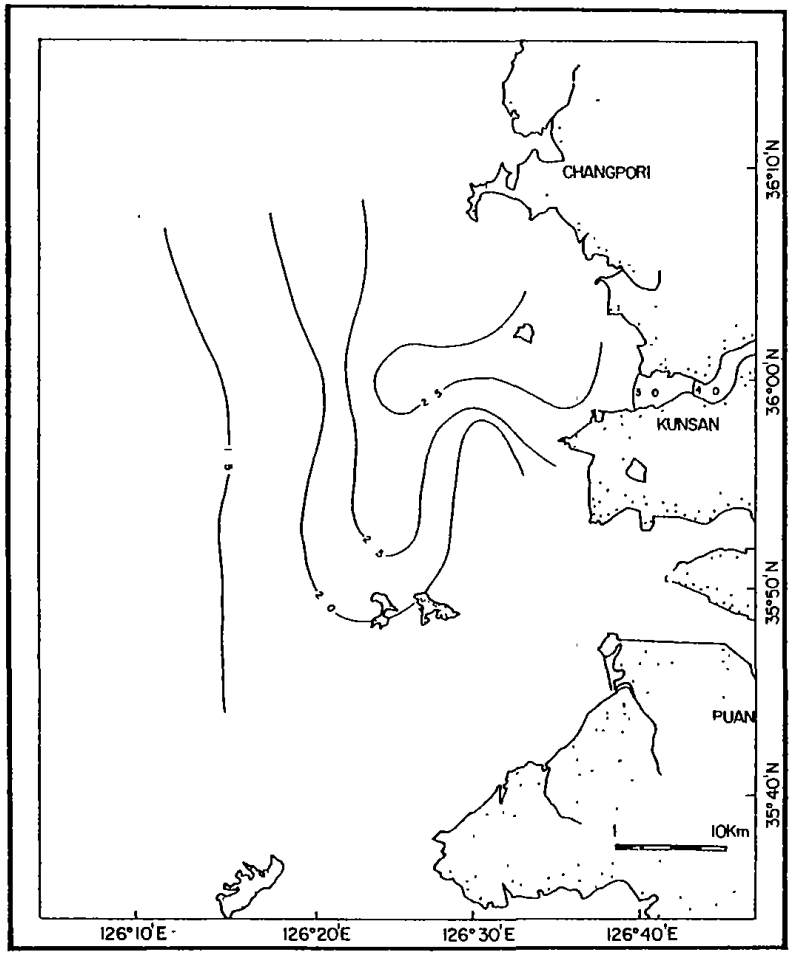


Fig. III-168. Chemical oxygen demand distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($mg\ O_2/\ell$).

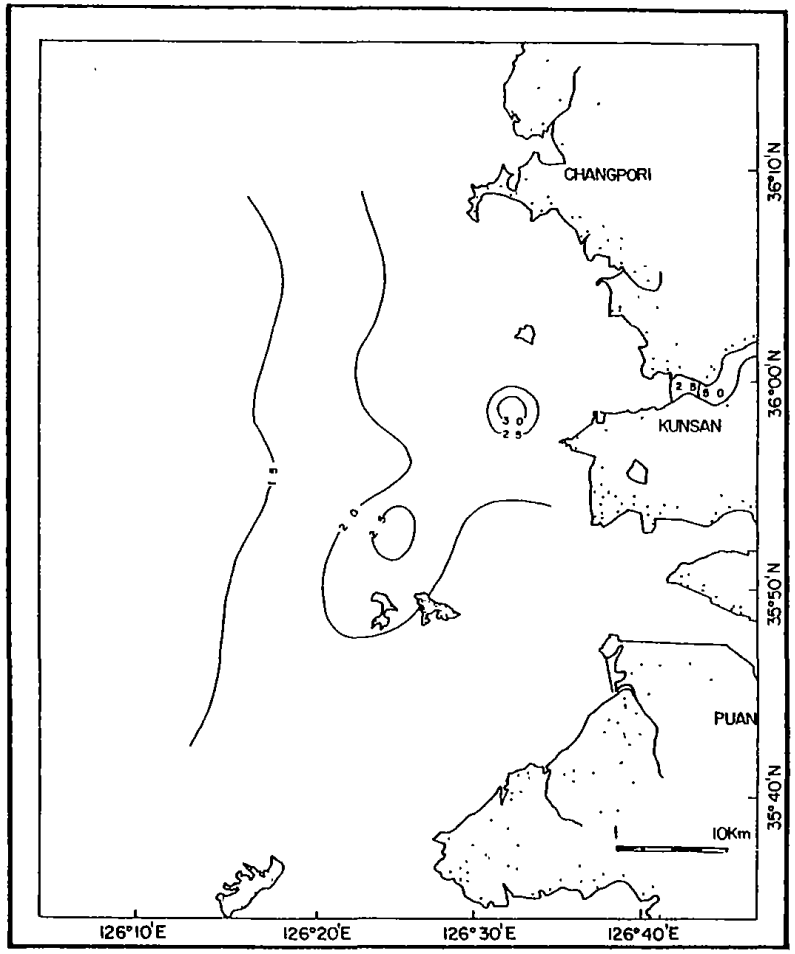


Fig. III-169. Chemical oxygen demand distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($mg\ O_2/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

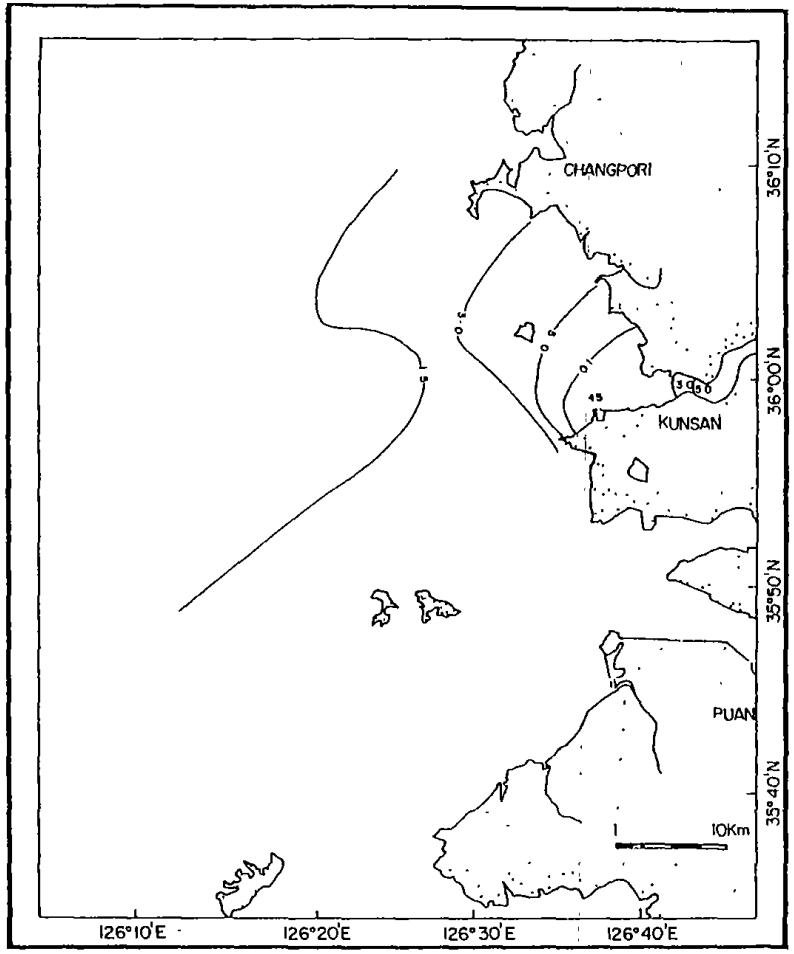


Fig. III-170. Nitrate-nitrogen distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (μg-at N/ℓ).

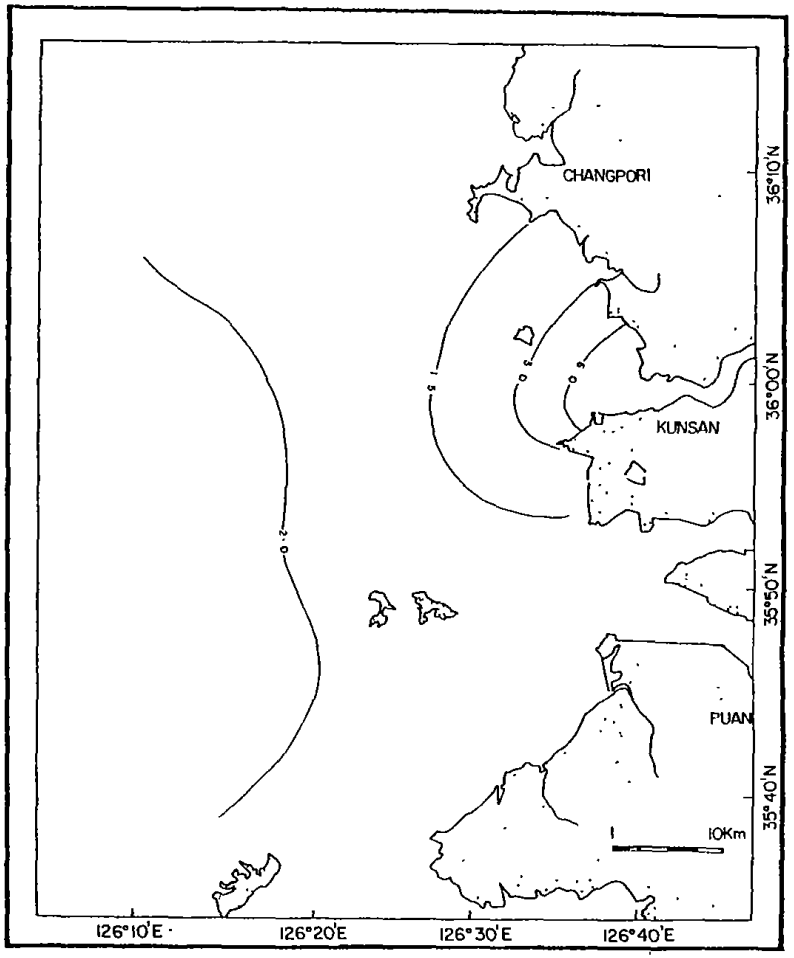


Fig. III-171. Nitrate-nitrogen distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (μg-at N/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

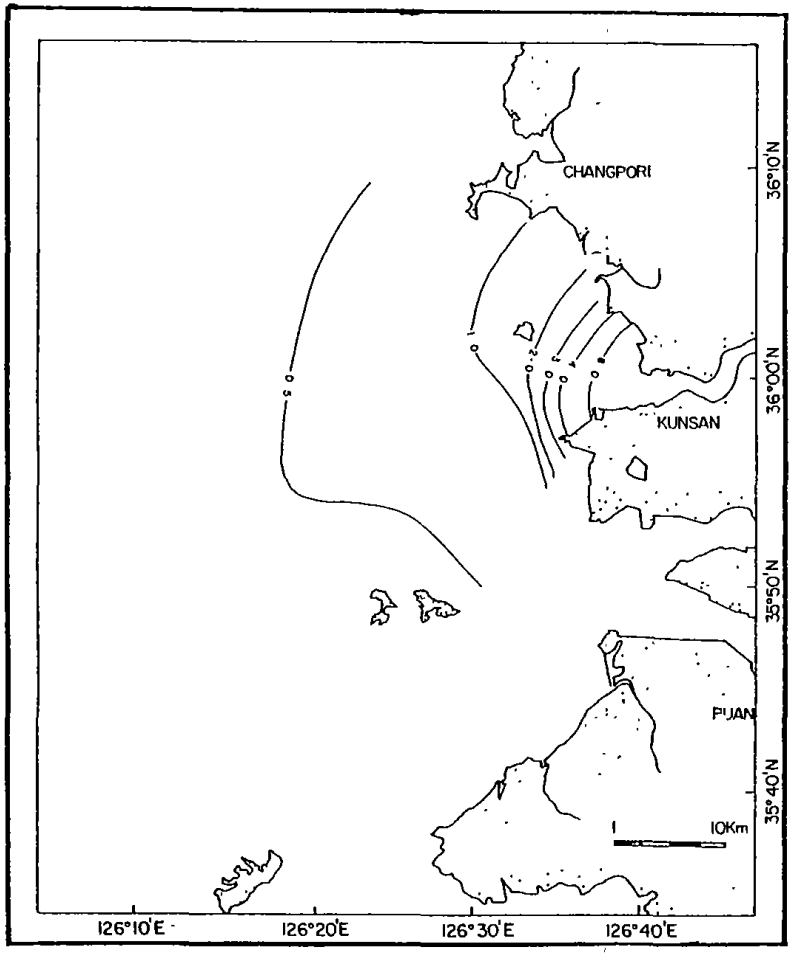


Fig. III-172. Nitrite-nitrogen distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (μg-$at\ N/\ell$).

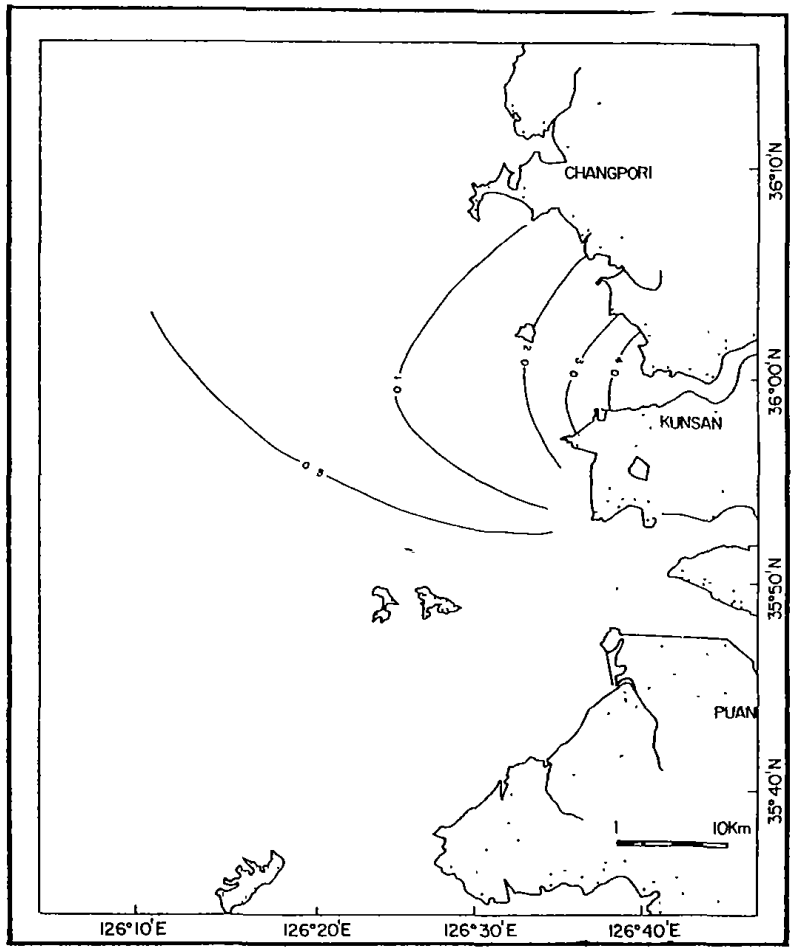


Fig. III-173. Nitrite-nitrogen distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (μg-$at\ N/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

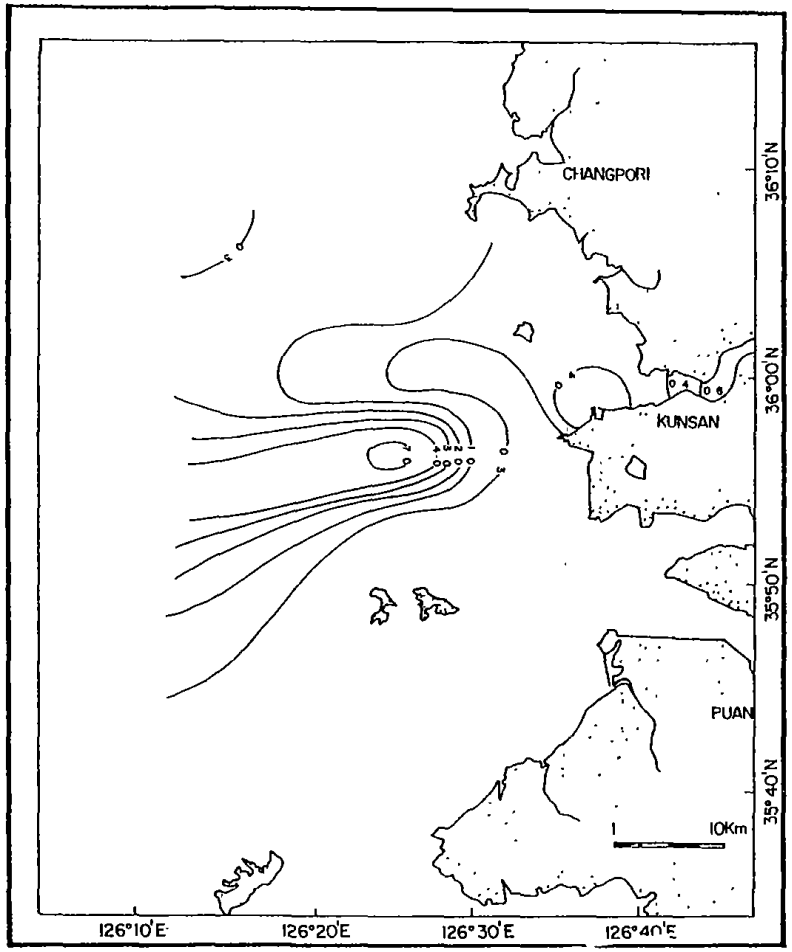


Fig. III-174. Phosphate-phosphorus distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (μg-at P/ℓ).

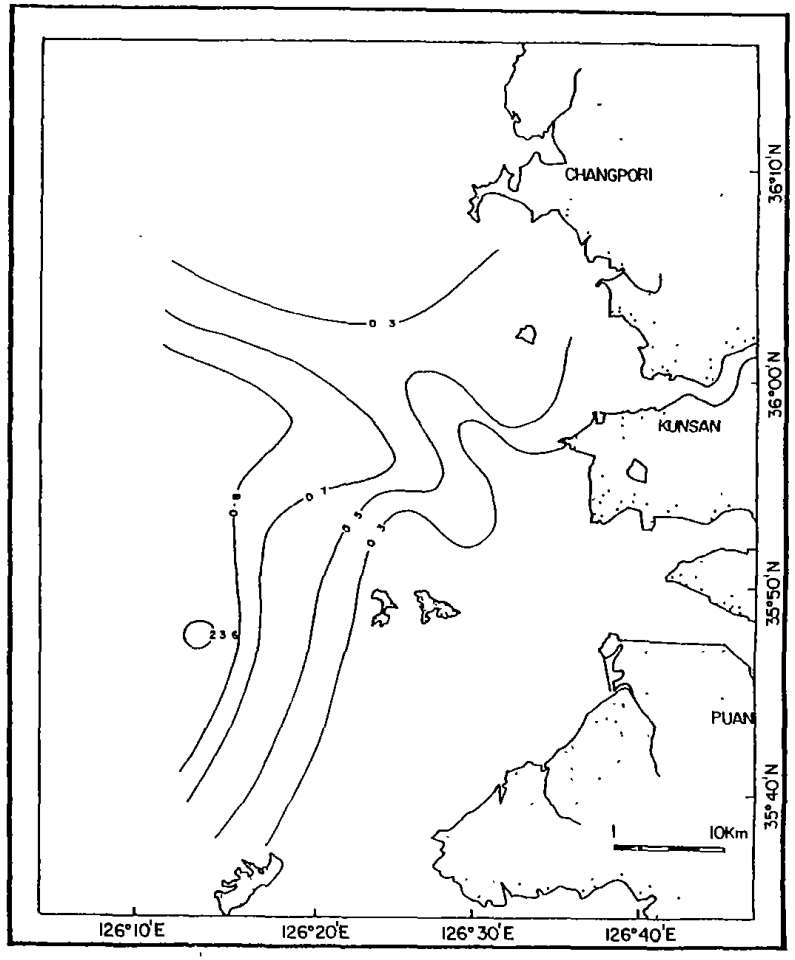


Fig. III-175. Phosphate-phosphorus distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (μg-at P/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

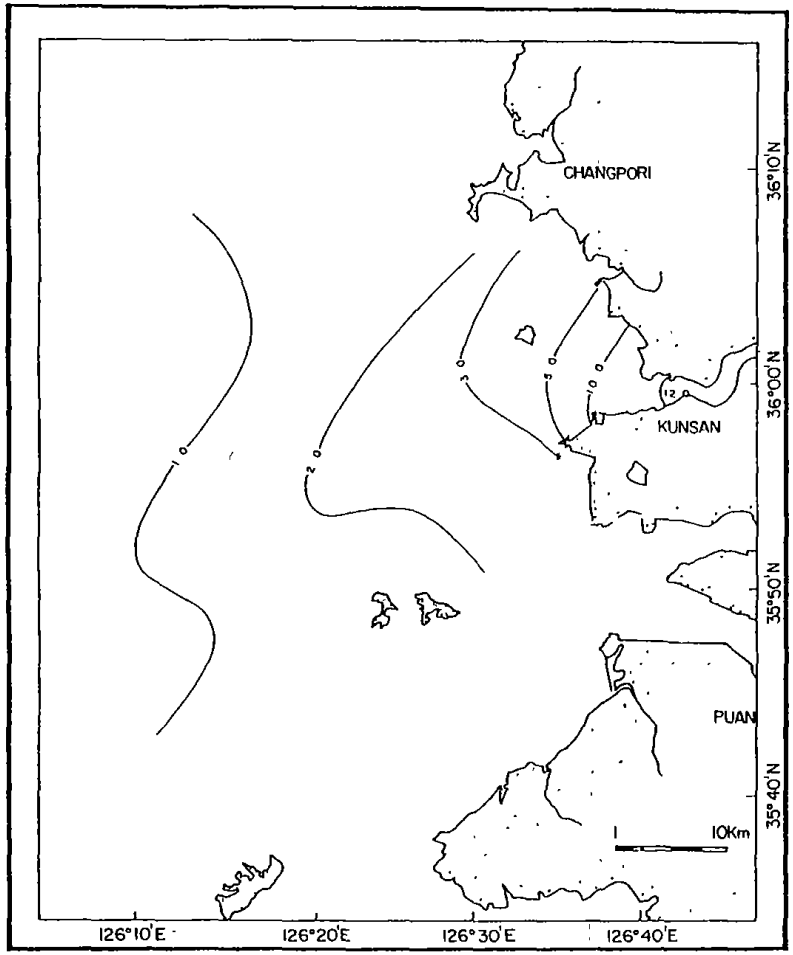


Fig. III-176. Silicate-solicon distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (μg-$at\ Si/\ell$).

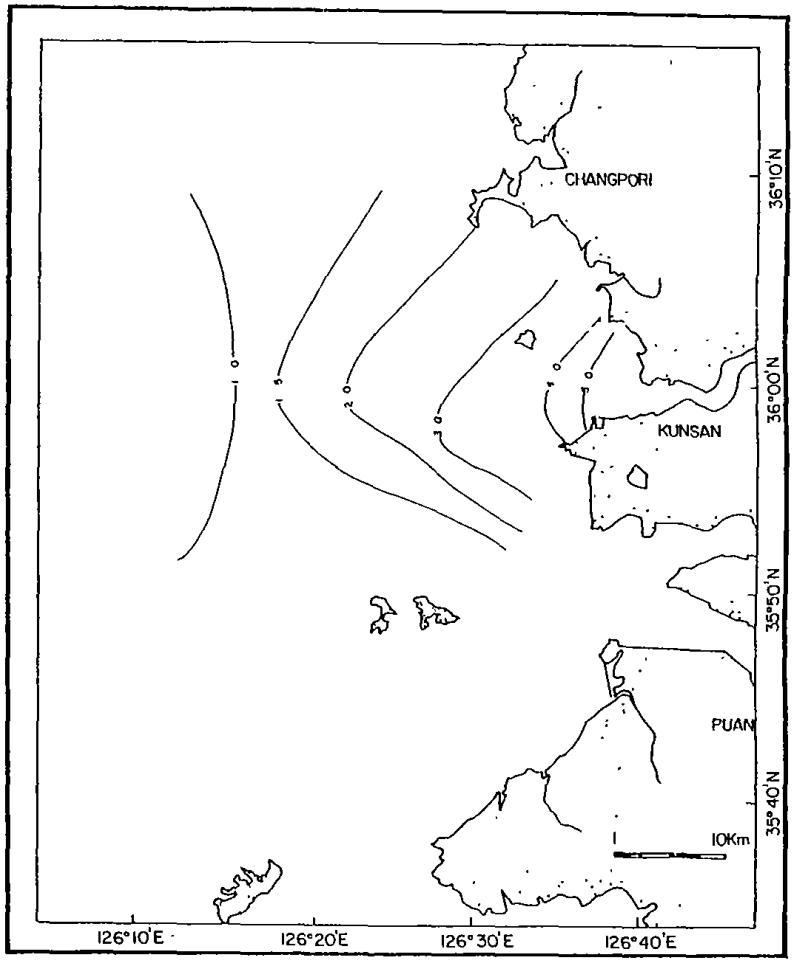


Fig. III-177. Silicate-silicon distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 (μg-$at\ Si/\ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

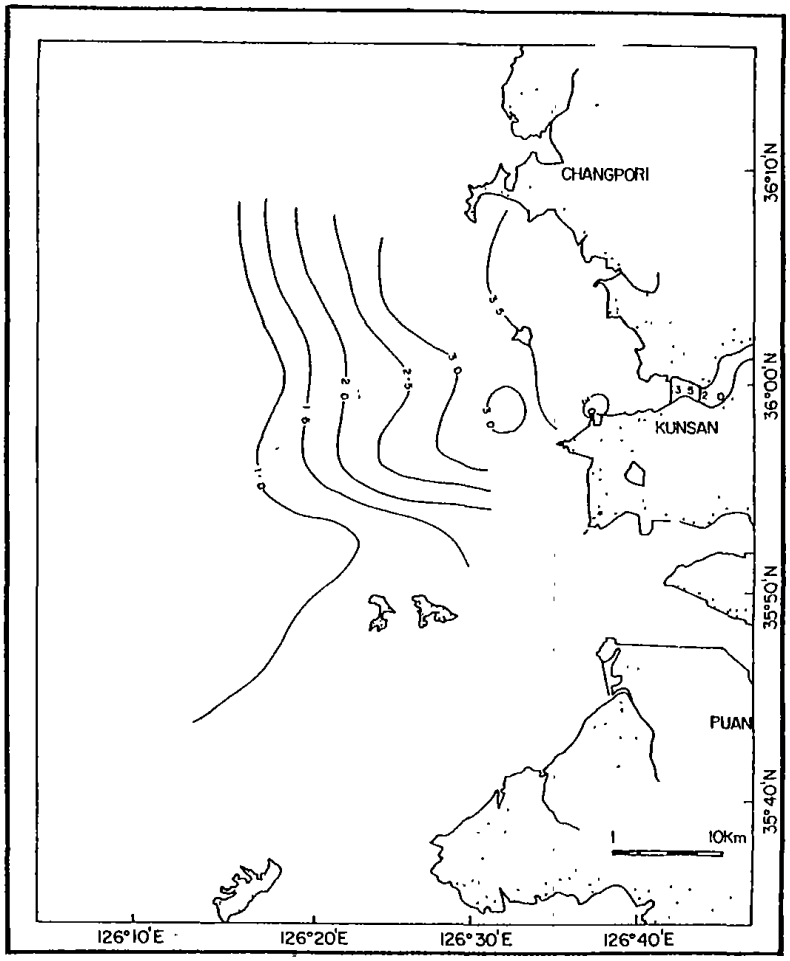


Fig. III-178. Chlorophyll *a* distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g / \ell$).

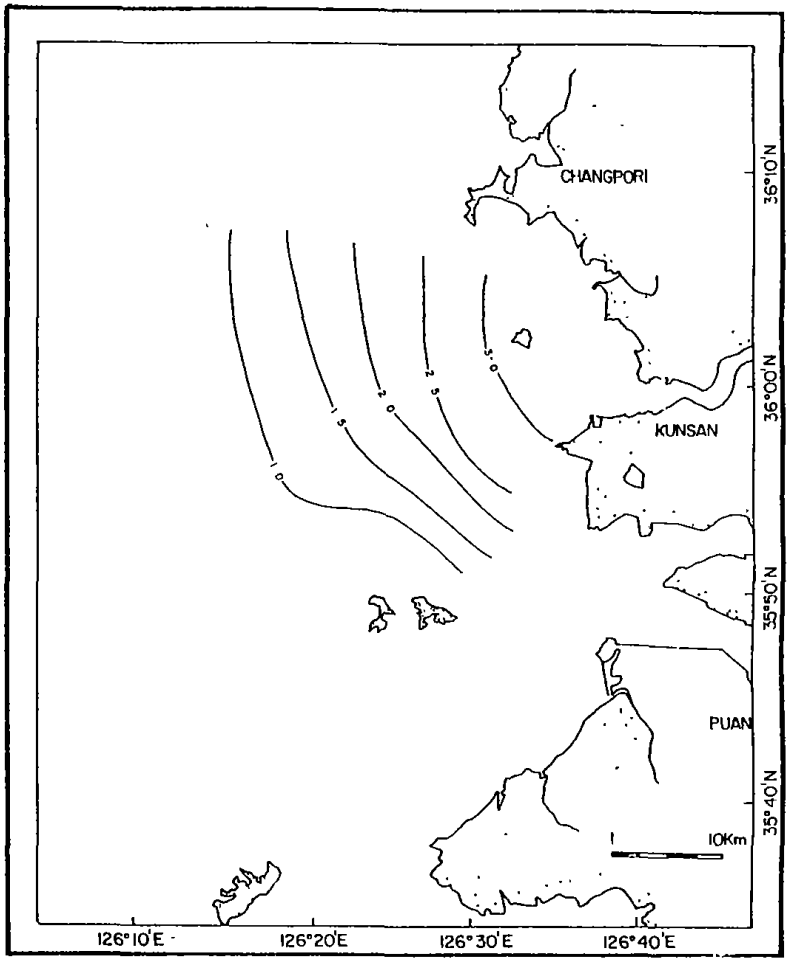


Fig. III-179. Chlorophyll *a* distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

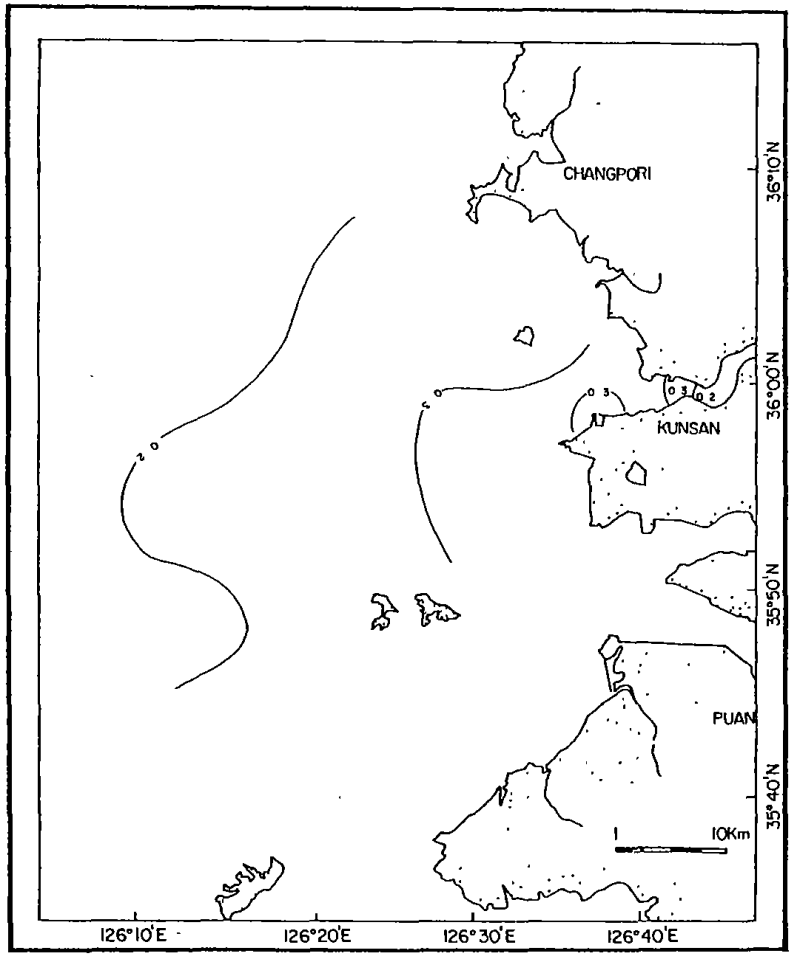


Fig. III-180. Chlorophyll *b* distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g / \ell$).

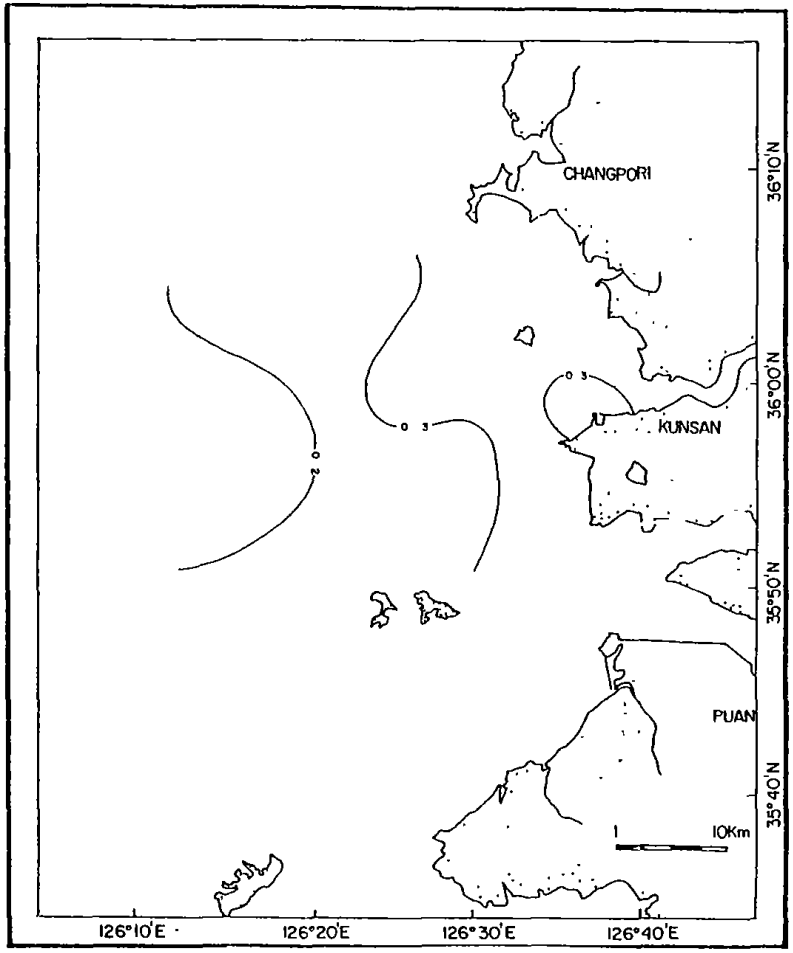


Fig. III-181. Chlorophyll *b* distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

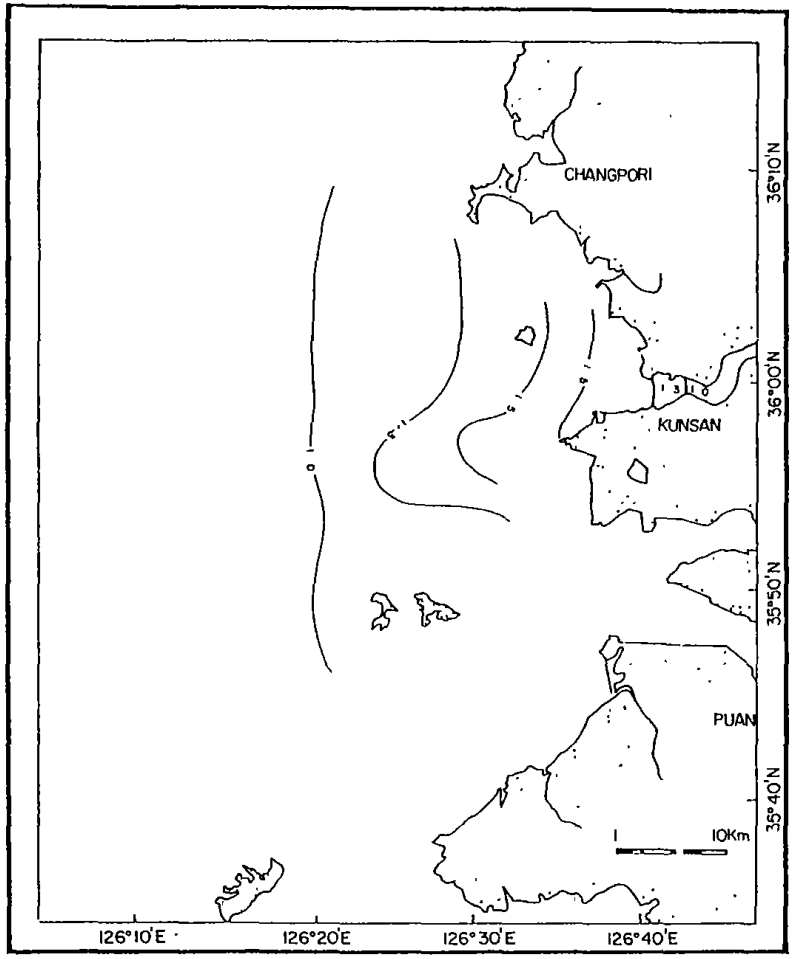


Fig. III-182. Chlorophyll *c* distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g / \ell$).

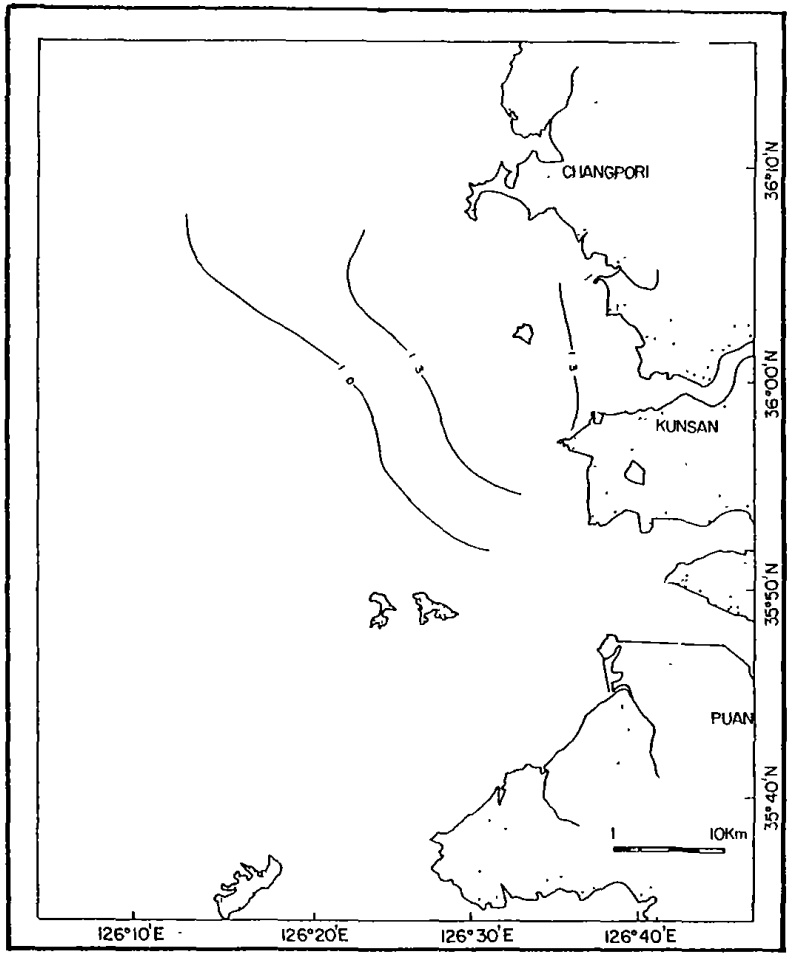


Fig. III-183. Chlorophyll *c* distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

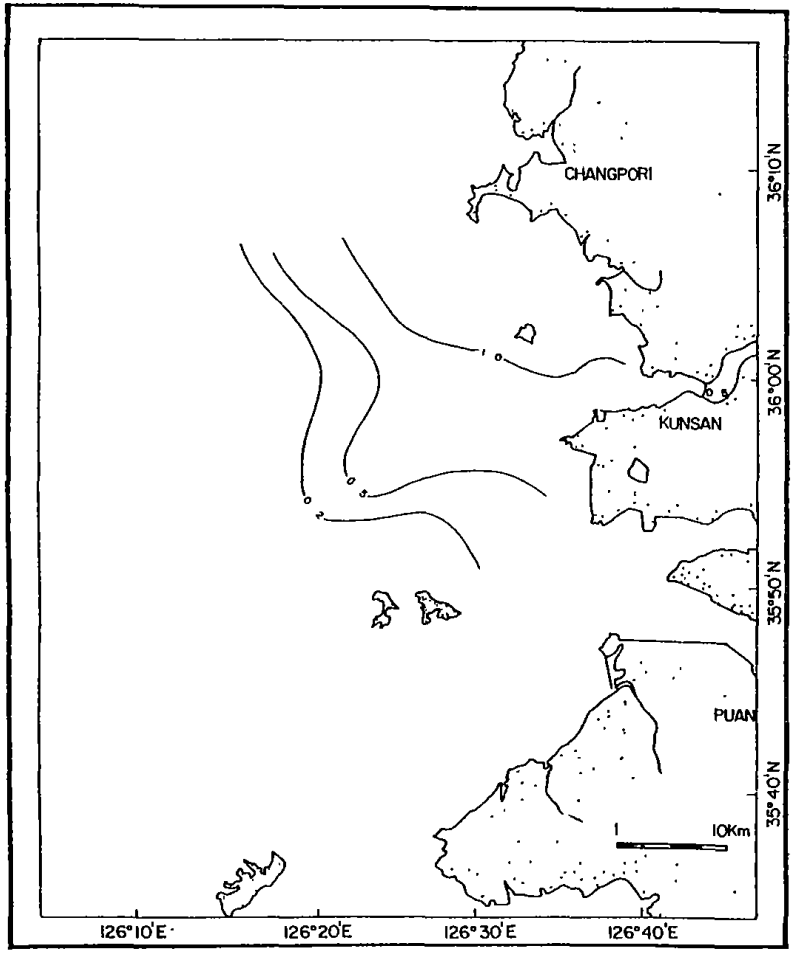


Fig. III-184. Carotenoids distribution in the surface water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g / \ell$).

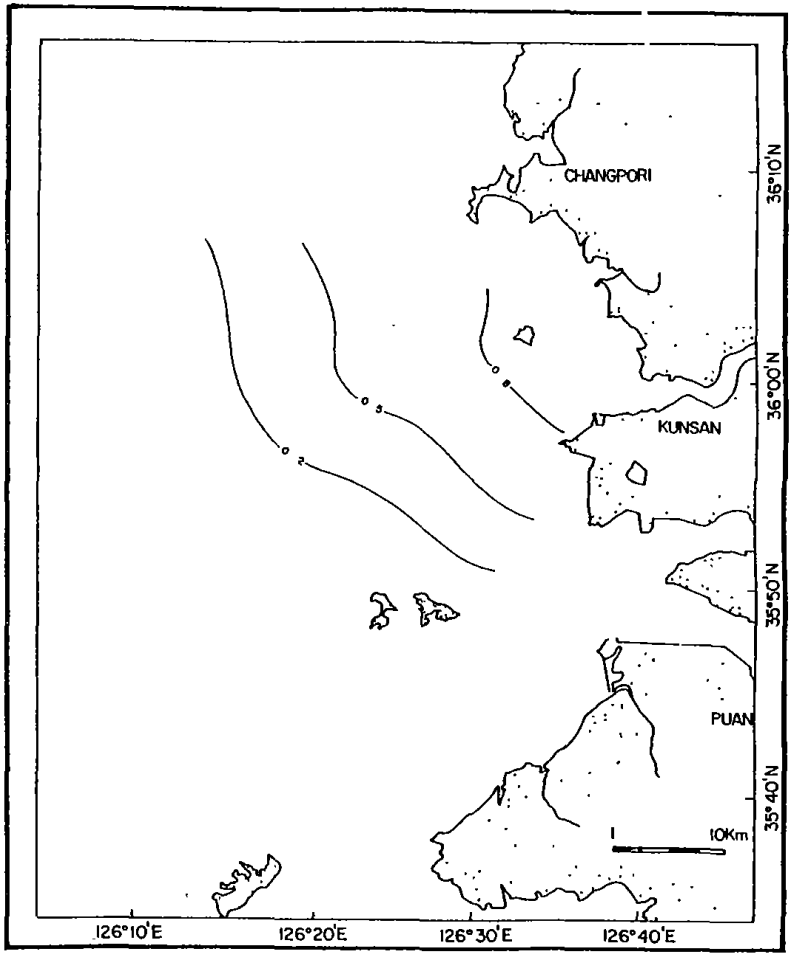


Fig. III-185. Carotenoids distribution in the bottom water of the Kunsan coastal areas in June, 1984 ($\mu g / \ell$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第Ⅳ章　海洋生物資源
(STUDIES ON MARINE BIOLOGICAL RESOURCES)

分野責任者：金　鍾　萬

研　究　員：異　舜　吉

洪　在　上

金　東　燁

李　梓　學

李　晋　煥

柳　在　洛

宋　春　福

張　　晩

諸　涼　吉

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第1節 序 說

海洋生物 資源圖 作成을 위한 調査는 1982年, 1983年에 수행된 韓國海域 綜合 環境圖 作成研究(許 等 1983, 1984)와 연관되어 黃海海域의 海洋生物 資源의 現況을 把握하는 데 주안점을 두고 실시하였다. 따라서 植物플랑크톤, 動物플랑크톤과 魚類의 卵·稚仔魚는 1982, 1983年과 같이 1984年도 2, 4, 8月에 걸쳐 調査되었으며, 底棲動物은 드렛지를 사용하여 大型種을 대상으로 1984年 2月에 調査되었다. 이중 2月과 8月은 國立麗水水產專門大學의 협조로 全南 401號를 이용해서 2月 18日 부터 2月 26日까지, 8月 13日 부터 8月 26日 까지 調査하였으며, 4月은 國立釜山水產大學의 협조로 釜山 404號를 이용해서 4月 26日 부터 5月 7日 까지 調査하였다.

이와 별도로 資源生物調査를 위하여 京畿灣의 젓새우 資源과 稚仔魚에 대한 調査가 1984年 2～11月 사이에 9回에 걸쳐 實施되었고, 底引網에 의한 魚類資源調査는 1984年 2月과 4月, 刺網을 이용한 德積島, 於靑島, 黑山島 주변의 魚類資源 調査는 1984年 6, 8, 11月에 3回 실시되었다.

이러한 調査資料의 分析에 따른 結果는 出現種數, 出現個体數, 生物量으로 區分하여 資源圖를 作成하였다. 한편 黑山島, 於靑島 주변에서 底棲動物資源을 조사한 結果, 資源으로 利用할 수 있는 種類는 소라, 가리비, 보라성게 등이 있었으나 出現 個体數가 1～3個体에 불과하여 資源圖 作成에서는 제외하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第2節 材料 및 方法

1. 海洋生態 調査

海洋生態調査는 1984年 2月 全調査項目(動·植物플랑크톤, 卵·稚仔魚, 魚類, 底棲動物)에 대하여, 4月에는 플랑크톤(卵·稚仔魚 包含)과 魚類에 대하여, 8月에는 플랑크톤에 대하여 調査가 실시되었다. 調査定點은 各 航海別로 魚類는 5개의 定點에서, 그 외는 經·緯度 각각 30분 간격을 기준으로 選定되었으며 航跡과 각 時期別 調査定點은 Fig. IV-1 ~ 3과 같다.

가. 植物플랑크톤

植物플랑크톤은 각 調査定點에서 0, 30, 50 *m* 水層의 海水를 van Dorn 採水器를 사용하여 採水하였다. 硅藻類 및 双鞭毛藻類는 1 *ℓ*의 試水를 중성포르말린으로 5%로 되게 固定하여 실험실에 운반한 후 沈澱시켜서 100~150 *mℓ*로 濃縮한 후 稀釋瓶에서 均一하게 稀釋한 후 그 중 1 *mℓ*를 취하여 同定 및 計數한 다음 單位体積當 細胞數를 現存量(*cells / ℓ*)으로 표시하였다. Nanoplankton은 1 *ℓ*의 試水를 modified Lugol's solution (UNESCO 1978)으로 固定하였으며, 앞 시료와 같은 방법으로 濃縮, 稀釋한 후 0.1 *mℓ*를 採取하여 Palmer-Maloney slide에 넣고 計數한 후 單位 体積當 細胞數를 現存量(*cells/ℓ*)으로 표시하였다.

나. 動物플랑크톤

動物플랑크톤은 각 調査定點에서 1984年 2月에는 網口 直徑 1 *m*, 網目크기 250 *μ*의 플랑크톤 採集網을, 4月과 8月에는 網口直徑 60 *cm*, 網

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

目크기 250 μ의 bongo net를 사용하여 傾斜採集 하였으며, 採集網의 曳網速度는 2 *knot* 이었다. 採集된 試料는 중성포르말린과 프로필렌 글리콜의 混合液(1 : 1)을 넣어 10 %가 되게 固定한 후 실험실에서 分割器(Motoda 1959)를 사용하여 1/2은 保存用으로, 1/4은 同定 및 計數用으로, 나머지 1/4은 生物量 測定用으로 사용하였다. 計數는 Bogorov 計數板(Gannon 1971)을 사용하여 個体數 / m^3로 換算하였으며, 生物量은 試料를 증류수로 수차 씻은후 60°C 에서 48시간 환풍건조 시킨 다음 乾燥重量을 mg/m^3로 표시하였다.

다. 卵·稚仔魚

卵·稚仔魚의 採集은 動物플랑크톤과 同一하게 하였으며(단 採集網의 網目크기는 505 μ), 採集된 試料는 중성포르말린을 넣어 7 %가 되게 固定하고, 실험실에 운반하여 魚卵과 稚仔魚를 分離시킨 후 同定 및 計數하여 個体數/1000 m^2로 표시하였다.

라. 魚 類

魚類의 採集은 길이 30 *m*, 폭 10 *m* 크기의 底引網으로, 網目크기는 앞부분 43 ㎜, 중간부분 34 ㎜, 뒷부분 28 ㎜ 이었으며, 曳網速度는 2 *knot*로 하여 각각 1시간 曳引하였다. 漁獲된 試料는 중성포르말린으로 10 %되게 固定하고, 실험실에서 同定 및 計測하였다. 生物量의 測定은 濕重量으로 하여 相對密度로 표시하였다.

마. 底棲動物

底棲動物은 資源으로 이용가능한 大形 底棲動物의 分布를 알아내기 위하여 실시되었으며, dredge (網口크기 61 × 31 *cm*; 網目크기 15 ㎜)를 사용하여 2 *knot*의 速度로 30분간 引網하였으며, 採集된 面積은 약 1,000 m^2이었다. 採集된 試料는 중성포르말린으로 10 %되게 固定하여 실험실에

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

서 網目 15 ㎜의 체로 다시 걸러서 超大型底棲動物만을 分離한 후 同定 및 計數하였다. 生物量의 測定은 分類學的 大分類群(門 또는 綱)으로 나누었으며 濕重量 計測時 軟体動物은 標本의 [illegible]을 위하여 貝殼무게를 이에 包含시켰다.

2. 重要 利用資源의 生態調査

重要利用資源의 調査는 京畿灣 [illegible]島, 於靑島 주변 海域(Fig. Ⅳ-3)에서 실시되었[illegible]源은 1984年 6, 8, 11月에 실시되었으며, 稚仔魚와 젓새우 [illegible]에 局限하여 4월을 제외하고는 2月에서 11月까지 月別로 調査되었다. 採集된 試料의 處理는 특별한 경우를 제외하고는 海洋生態調査와 同一하게 하였다.

가. 成魚資源

길이 60 *m*, 外網目 190 ㎜, 內網目 25 ㎜의 刺網을 4폭씩 연결하여 日沒前 부터 日出 後 3～4시간 까지 投網하여 採集하였다. 採集된 試料 중 일부는 胃 內容物을 직접 檢鏡하여 먹이생물을 調査하였다.

나. 稚仔魚

京畿灣을 주 대상지역으로 하여 Fig. IV-4와 같이 灣의 특성에 따라 12個의 定點을 選定하여 調査하였다.

다. 젓새우

稚仔魚의 境遇와 같은 定點에서 실시되었으며 採集網의 曳網速度는 젓새우의 逃避力을 勘案하여 4 *knot* 로 하였다.

라. 底棲動物資源

底棲 大型 軟体動物의 採集은 成魚資源 調査와 같은 時期, 같은 장

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

소에서 海洋生態調査와 같은 方法으로 採集하였으며, 이와 별도로 定量的 調査를 위하여 van Veen grab을 사용하여 각 調査 定點別로 5回씩 採集하였다.

3. 漁況調査

漁況調査는 海·漁況週報(國立水產振興院 1984), 水產統計年報(農水產部 1984), 水產物 系統販賣高 統計年報(水協中央會 1984)및 漁業水域總鑑(國際水產開發研究院 1981)의 資料를 參考로 1984年 1月부터 12月까지의 鮫鰐網, 機船底引網, 流刺網漁業에 의하여 漁獲된 魚類중 漁獲場所 별 優占種을 밝혀낸 후 이를 토대로 漁場圖를 作成하였다.

第3節 結果 및 考察

1. 海洋生態調査

가. 植物플랑크톤

1) 硅藻類

2月 : 表層에서 1.0 ~ 190 × 10^3 *cells/ℓ* (平均 36 × 10^3 *cells/ℓ*)이었다. 30 *m* 層에서는 0.6~374 × 10^3 *cells/ℓ*의 범위(平均 59 × 10^3 *cells/ℓ*)였고 50 *m*層에서는 2.6~365 × 10^3 *cells/ℓ* 범위(平均 57 × 10^3 *cells/ℓ*)를 보여 表層보다 30 *m*, 50 *m*層에서 풍부한 現存量의 값을 나타내었다(Fig. IV-5). 層別에 따른 海域別 變化를 보면 表層에서는 安眠島~靈光海域에서 150 × 10^3 *cells/ℓ* 內外로 비교적 높은 값을 나타내었으며, 外洋으로 갈수록 낮아졌다. 30 *m* 層에서는 泰安半島 西側海域에서 200~300

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

$\times 10^3$ *cells/ℓ* 內外, 泰安半島~群山앞 海域에서 100×10^3 *cells/ℓ* 內外, 大黑山島 定線 外洋部에서 200×10^3 *cells/ℓ* 內外로 높은 現存量을 보였다. 한편 大黑山島~小黑山島 西側海域에서 1.0×10^3 *cells/ℓ* 以下로 가장 낮은 現存量을 나타내었다. 50 *m* 層에서는 泰安半島 앞에서 350×10^3 *cells/ℓ* 으로 가장 높았고 그 외의 海域에서는 50×10^3 *cells/ℓ* 以下로 나타났다.

4月 : 表層에서 $0.7 \sim 86.9 \times 10^3$ *cells/ℓ* (平均 11×10^3 *cells/ℓ*), 30 *m* 層에서 $0.7 \sim 324.9 \times 10^3$ *cells/ℓ* (平均 65×10^3 *cells/ℓ*), 그리고 50 *m* 層에서 $1.8 \sim 228.2 \times 10^3$ *cells/ℓ* (平均 48×10^3 *cells/ℓ*)로 2月의 層別 變化 樣相과 아주 유사하였다(Fig. IV-6). 層別에 따른 海域別 變化를 보면 表層에서는 泰安半島 西側에서 30×10^3 *cells/ℓ* 를 보인 후 南西쪽으로 갈수록 감소하다가 調査海域의 中部外洋에서 다시 약간 增加한 후 더 나아가 減少하는 樣相이었으며, 楸子島 東部 海域에서 最大値 87×10^3 *cells/ℓ* 를 나타내었다. 30 *m* 層에서는 表層과 分布 樣相이 전혀 달랐다. 즉 泰安半島에서 南西방향으로 減少하는 정도가 심하였으며, 小黑山島 西側에서 북쪽방향으로 減少하는 경향이 뚜렷하였고 調査海域의 中部에서 가장 빈약하였으나 表層보다 상당히 높은 現存量을 나타내었다. 50 *m* 層에서는 특별한 分布樣相은 찾아볼 수 없으나, 表層과 30 *m* 層에서와 마찬가지로 泰安半島 西側海域에서 100×10^3 *cells/ℓ* 의 높은 값을, 그리고 黑山島 西側에서 200×10^3 *cells/ℓ* 의 最大値를 나타내었다.

8月 : 表層에서 $0.4 \sim 501.9 \times 10^3$ *cells/ℓ* (平均 82×10^3 *cells/ℓ*), 30 *m* 層에서 $0.3 \sim 402.1 \times 10^3$ *cells/ℓ* (平均 42×10^3 *cells/ℓ*), 그리고 50 *m* 層에서는 $0.3 \sim 201.9 \times 10^3$ *cells/ℓ* (平均 39×10^3 *cells/ℓ*)로 表層에서 底層으로 향할 수록 減少하고 있었다(Fig. IV-7). 層別에 따른 海域別 變化를 보면 表層에서는 濟州 西側에서 $300 \sim 500 \times 10^3$ *cells/ℓ* 의 大發生을 보인 반면 大黑山島~小黑山島 海域에서는 불과 1.0×10^3 *cells/ℓ*

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

內外의 分布를 보여 대조적이었다. 이와 같은 現象은 30 *m* 層, 50 *m* 層에서도 거의 유사하게 나타났으며, 특히 50 *m* 層에서는 表層과 30 *m* 層에서 1.0×10^3 *cells/ℓ* 以下의 낮은 現存量을 보였던 大黑山島 東側 海域에서 100×10^3 *cells/ℓ* 以上을 나타내어 특기할 만 하였다.

2) 双鞭毛藻類

2月 : 表層에서 平均 0.94×10^3 *cells/ℓ*, 30 *m* 層에서 0.29×10^3 *cells/ℓ*, 그리고 50 *m* 層에서 0.44×10^3 *cells/ℓ*로 表層과 50 *m* 層이 30 *m* 層보다 약간 많은 現存量을 보였다(Fig. IV-8). 層別에 따른 海域別 變化를 보면 調査海域의 中部外海쪽에서 $1.0 \sim 10.0 \times 10^3$ *cells/ℓ* 의 分布로 비교적 높고 나머지 海域에서는 그 以下의 낮은 값을 나타내었다. 30 *m* 層에서는 大川 서쪽 海岸과 外海쪽에서 1.0×10^3 *cells/ℓ* 를 약간 上廻한 것 外에 나머지 海域에서는 전부 그 以下이었다. 50 *m* 層에서도 30 *m* 層과 유사하게 分布하였으나, 1.0×10^3 *cells/ℓ* 의 分布가 外洋部에서 북쪽으로 약간 확장되어가는 경향을 나타내었다.

4月 : 表層에서 平均 1.5×10^3 *cells/ℓ*, 30 *m* 層에서 8.3×10^3 *cells/ℓ*, 그리고 50 *m* 層에서 3.7×10^3 *cells/ℓ*로 30*m* 層이 가장 높은 現存量을 보였다(Fig. IV-9). 層別에 따른 海域別 變化는 表層에서 泰安半島 西側과 大黑山島 북서쪽에서 10×10^3 *cells/ℓ*을 보인 것 이외에 대부분 낮은 값을 나타내었으며 調査海域의 北中部에서는 전혀 出現하지 않았다. 30 *m* 層에서는 약간 복잡한 樣相을 나타내는데 沿岸쪽에서 1.0×10^3 *cells/ℓ* 以下로 낮은 값을 보인 반면 外洋部로 나갈수록 現存量이 높아지는 傾向을 보였다. 한편 邊山半島 서쪽 中間 海域에서 100×10^3 *cells/ℓ* 以上의 大發生이 있어 특기할만 하였다. 50 *m* 層에서도 沿岸쪽에서 1.0×10^3 *cells/ℓ* 以下의 낮은 값을 보인 반면 外洋部로 갈수록 높아져 大黑山島 서쪽 外洋海域에서 最高 50×10^3 *cells/ℓ* 까지의 分布를 보였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

8月 : 몇몇 定點에서 1.0×10^3 *cells/ℓ*를 약간 上廻하는 매우 낮은 값을 보였고 대부분의 定點에서는 數百個体만이 出現하여 뚜렷한 分布 樣相을 찾을 수는 없었다(Fig. IV-10).

3) Nanoplankton

2月 : 表層의 現存量은 8～360×10^3 *cells/ℓ* (平均 76×10^3 *cells/ℓ*) 이었고, 小黑山島 附近海域에서 가장 높아서 300×10^3 *cells/ℓ* 以上이었으며 北쪽으로 갈수록 점차 낮아지는 傾向을 보여주었다. 30 *m* 層은 24～145 × 10^3 *cells/ℓ*(平均 65×10^3 *cells/ℓ*)이었고 小黑山島와 大黑山島 中間海域이 높은 값인 200×10^3 *cells/ℓ* 內外를 보였으며 群山西側海域에서 약간 높았고 그 외는 낮은 값을 보였다. 50 *m* 層에서는 9～220 × 10^3 *cells/ℓ*(平均 57×10^3 *cells/ℓ*)의 分布를 보였고 전반적인 分布 樣相은 30 *m* 層과 비슷한데 北쪽으로 갈수록 점차 減少하다가 群山沿岸과 外海에서 낮은 값을 나타냈다(Fig. IV-11). 전반적인 2月의 現存量分布는 表層이 30 *m*, 50 *m* 層에 비해 높은 값을 보여주었다.

4月 : 表層의 現存量變化는 17～630×10^3 *cells/ℓ* (平均 110×10^3 *cells/ℓ*)로 群山을 基點으로 한 上部 海域과 小黑山島 주변이 높았으며 대체로 北部海域에서 南部海域으로 갈수록 減少하는 傾向이었다. 30 *m* 層은 1～100 × 10^3 *cells/ℓ* (平均 95×10^3 *cells/ℓ*) 로 小黑山島와 大黑山島 동쪽海域이 비교적 낮아 37～48 × 10^3 *cells/ℓ* 의 값을 보였고 西北部海域에서 東南쪽 海域의 방향으로 비교적 높은 값을 나타내었다. 50 *m* 層에서는 11～170 × 10^3 *cells/ℓ* (平均 65×10^3 *cells/ℓ*)이었고 表層, 30 *m* 層과는 다르게 小黑山島 西側 外海와 群山中部 海域에서 높은 값인 100×10^3 *cells/ℓ*를 보여주었고 그 外의 海域은 다른 層과 비슷한 樣相을 나타내었다(Fig. IV-12). 4月은 全体的으로 2月보다는 量的인 增加를 보여 주었다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

8月 : 表層에서 3 ~ 150 × 10^3 *cells/ℓ* (平均 73 × 10^3 *cells/ℓ*)로 濟州 西側 沿岸에서 外洋에 이르는 南部海域이 150 × 10^3 *cells/ℓ* 內外로 높았고 群山 앞에서 黑山島를 연결하는 線을 기준으로 外海 보다는 內海가 높았다. 30 *m* 層은 43~160×10^3 *cells/ℓ* (平均 74 × 10^3 *cells/ℓ*)로 表層과는 달리 濟州 西側 沿岸의 값이 낮았으나 他海域보다는 높았고 특이하게 群山西側 外洋海域은 表層보다 높은 값인 140 × 10^3 *cells/ℓ*를 나타내었다. 50 *m* 層은 43~96 × 10^3 *cells/ℓ* (平均 61 × 10^3 *cells/ℓ*)로 뚜렷한 차이없이 거의 비슷한 分布 樣相을 보여 주었으며 대체로 濟州에서 黑山島 서쪽 海域이 높았다 (Fig. IV-13).

나. 動物플랑크톤

2月 : 動物플랑크톤 個体數의 分布는 調査海域의 中央 外海部에서 1,000個体 / m^3 이상으로 많았고 南部에서 500個体 / m^3 以下로 적었으며 生物量의 分布도 個体數 分布와 거의 類似한 樣相을 나타내었다. 이와 같은 分布樣相은 Chaetognatha, Copepoda 및 Euphausiacea에서도 나타났는데 Copepoda 幼生, Appendicularia 그리고 Pluteus 幼生의 경우 調査海域의 東北部와 南部에서 비교적 적은 個体數가 나타났다 (Fig. IV-14).

4月 : 個体數는 調査海域의 西北部와 南部의 일부에서 1,000 個體 / m^3 以下로 적었으며 그 外의 海域에서는 個体數의 차이가 적게 나타났다. 生物量은 調査海域의 西北部에서 적었고 東北部와 西南部에서 높았는 데 海域別 生物量의 차이는 컸다. 出現한 分類群 중 Cladocera 는 錦江河口 부근의 海域에 주로 分布하였고 Copepoda 는 調査海域의 東部 沿岸과 西南部 海域에서 多量 出現하였다. 한편 Euphausiacea는 調査海域의 西南部에 치우쳐 分布하여 生物量의 分布와 어느 정도 일치하는 分布樣相을 보였다 (Fig. IV-15).

8月 : 調査定點이 11個에 불과하였던 8月에는 대체로 調査海域의 西

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

北部에서 70,000 個体 / m^3 以上으로 많았으며 南部와 濟州海峽에서 10,000 個体/m^3 以下로 적었다. 生物量은 木浦에서 小黑山島에 이르는 海域의 300 mg/m^3 以上을 중심으로 주위로 나가며 減少하는 樣相을 보였는데 2月과 4月에 비하여 越等히 높은 生物量이었다. 이와 같은 300 mg/m^3 以上의 높은 生物量은 小黑山島 外海에서는 *Euphausia pacifica*의 群集에 의한 現象이었으며 木浦 부근의 海域에서는 Chaetognatha, Decapoda 幼生 및 Copepoda에 의한 復合的인 現象이었다(Fig. Ⅳ - 16).

다. 卵·稚仔魚

1) 卵

調査期間 중 卵은 2月에 1種, 8月에 3種이 出現하고 있으며, 4月에는 전혀 出現하지 않은 것이 특이하였다. 卵의 出現樣相은 2月의 경우 小黑山島 주변海域, 8月의 경우 濟州島 西쪽 海域에서 약간 높았다 (Fig. IV-17).

2) 稚仔魚

2月 : 12種의 稚仔魚가 出現하였으며, 흰베도라치, 까나리, 꼼치가 많이 出現하였다. 稚仔魚의 個体數 分布는 泰安半島 서쪽 海域의 內灣에서 出現量이 높았으며, 이는 흰베도라치가 이곳에서 集中的으로 出現한 것에 起因된 것으로 생각된다 (Fig. IV-18).

4月 : 5種의 稚仔魚가 出現하였으며, 흰베도라치가 많이 出現하였다. 調査期間을 통하여 매우 빈약한 出現樣相을 나타내고 있지만 이 때의 稚仔魚 個体數의 分布는 大黑山島 西側海域, 泰安半島 주변 海域에서 약간 높았다.

8月 : 12種의 稚仔魚가 出現하였으며, 멸치가 많이 出現하였다. 稚仔魚의 個体數 分布는 주로 內灣 특히 黑山島 西側에서 群山 남쪽까지에 集中

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

하는 現象을 나타내는데 이는 우점종인 멸치가 모두 內灣에서만 出現한데 起因된 것으로 생각되며, 이 때가 黃海產 멸치의 產卵期인 것으로 추정된다.

라. 魚類

調査期間 中 魚類(成魚)는 모두 54種이 出現하였으며, 2月에 34種, 4月에 41種이 出現하였다. 調査期間 中 出現量이 많은 것은 참조기, 갈치, 황강달이, 멸치, 양태, 동가시치 順으로 나타났다. 種數와 個体數의 出現樣相은 2,4月 모두 低緯度 海域의 外海에서 비교적 높게 나타났다.

季節別, 種別 出現 및 分布樣相은 참조기의 경우 2月이 4月보다 많이 出現하고 있으며, 124°30'E, 35°30'N 附近海域에서 다소 높은 傾向을 나타내고 있었다. 갈치의 경우 2,4月이 비슷하나 2月에서는 低緯度 海域의 外海에서, 4月에는 高緯度 海域의 外海에서 많이 出現하였다. 황강달이의 경우 2,4月에 모두 높은 出現樣相을 보이며, 특히 木浦 앞 附近 海域에서 많이 出現하였다. 멸치는 2,4月의 分布樣相이 뚜렷한 差異를 보이며, 2月에는 低緯度 海域의 外海에서, 4月에는 高緯度 海域의 內灣에서 주로 出現하고 있는데 이는 產卵을 하기 위해서 멸치가 內灣으로 接近한데 起因된 것으로 생각된다(Fig. IV-19).

마. 底棲動物

調査期間 中 採集된 大型底棲 動物群(15㎜以上)은 모두 1,588 個体에 불과하였다. 이들을 分類學的 group 別로 보면 棘皮動物이 968 個体로 61 %였으며 이중 거미불가사리가 大部分으로 全体의 59 %였다. 그 다음은 多毛類가 28 %, 軟体動物이 5 %의 順이었다. 그러나 生物量에서는 軟体動物이 全体의 30 % 以上을 차지하였고 棘皮動物은 29 %, 多毛類는 3 %에 지나지 않았다.

種別 分布樣相을 보면 群山에서 黑山島를 연결하는 안쪽 海域에 10種 以

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

上, 또한 調査海域의 中央 附近에서 20여種이 出現하였으며, 그 외는 10種 以下의 빈약한 수준이었다. 個体數에서는 大黑山島와 小黑山島 안쪽 海域에서 300個体 以上, 그리고 가장 많은 種數가 出現한 中部 海域이 100~200個体 정도였으며 그 외는 50個体 以下의 빈약한 수준이었다. 그러나 生物量으로 볼 때는 조개類가 많이 出現한 群山 앞 海域의 定點들이 100~400個体 以上으로 높았고 그 외는 빈약하였다(Fig. IV-20).

Group別 分布를 보면 多毛類의 경우 泰安半島에서 群山에 이르는 海域의 中部에서는 전혀 出現하지 않았으며 黑山島 서쪽 海域과 多毛類가 出現하지 않은 中部海域의 바로 남쪽에서 10~20種이 出現하였을뿐 그 外는 3~4種만이 出現하였는데 個体數 및 生物量 역시 빈약하여 黑山島 서측과 安眠島 서쪽 外海域에서 100여 個体가 出現하였을 뿐 별다른 分布의 特徵은 나타나지 않았다.

棘皮動物은 多毛類의 경우와 비슷하였는데 다만 調査海域의 中部海域에서 많이 出現한 거미불가사리류인 *Ophiura kinbergi* 의 영향에 따라 全体 棘皮動物의 個体數와 生物量의 分布가 區域지어 지고 있었다.

軟体動物의 경우 種數의 分布는 뚜렷한 樣相이 없었지만 個体數에서는 調査海域의 中部에서 많이 出現한 조개類인 *Yoldia johani* 에 의하여, 生物量은 群山앞에서 조개類에 속하는 大型種인 *Scapharca broughtonii* 가 數 個体 出現한 것으로 인하여 分布圖가 좌우되었을 뿐 이를 제외하고는 뚜렷한 分布樣相을 찾아보기는 어려웠다.

2. 重要利用資源의 生態調査

가. 成魚資源

調査期間 中 魚類는 모두 32種으로 나타났으며 黑山島 주변 海域에서 16種, 於靑島 주변 海域에서 17種, 德積島 주변 海域에서 8種이 出現

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

하여 於靑島 附近 海域이 비교적 많았다. 時期別 出現 樣相을 보면 黑山島에서는 6月, 於靑島, 德積島에서는 11月이 높게 나타나고 있었다(Fig. IV-21). 島別 出現樣相은 黑山島의 경우 6, 11월에는 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 8月에는 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)이 優占種으로 나타나고 있었다. 於靑島에서는 쥐노래미와 조피볼락이 6,8,11月 모두 높게 나타나고 있었으며 8月에는 넙치(*Paralichthys olivaceus*)가 높게 出現하고 있었다. 德積島에서는 刺網에 의한 漁獲量이 매우 빈약하며 쥐노래미, 참서대(*Areliscus joyneri*), 조피볼락이 많이 出現하고 있었다.

胃 內容物에 의한 먹이생물조사결과 조피볼락이 곤쟁이류와 새우류를 쥐노래미가 稚仔魚, 게류 및 새우류를 넙치가 까나리, 새우류 및 多毛類를 주요 먹이생물로 하고 있었다(Fig. Ⅳ - 22).

나. 稚仔魚

調査期間 중 京畿灣에서 出現한 稚仔魚는 모두 35種이며 6, 7, 8月에 높게 나타났다. 季節別로 보면 2～5月에 흰베도라치(*Enedrias fangi*), 6～8月에 망둑어류(Gobiidae), 7～10月에 멸치가 특히 많이 出現하였다(Fig. IV-23).

또 種類別로 보면 멸치는 德積島 附近 海域에서 높게 出現하고 있으며 8月에 가장 높게 나타나고 있다. 産卵은 7月에서 10月까지 계속된다고 생각되며, 그 중 8月이 主 産卵期라고 추정된다(Fig. IV-24).

흰베도라치는 京畿灣 全体에 대체로 고르게 分布하는 傾向을 보이며, 5月에 매우 높은 出現量을 나타내고, 6月 以後에는 出現量이 빈약하였는데, 이는 12～1月에 産卵孵化된 仔魚가 6月 以後에는 底棲生活로 移動하기 때문인 것으로 생각된다(Fig. IV-25).

다. 젓새우

調査期間 中 젓새우(*Acetes* spp.)는 季節 및 調査定點에 따라 個体數

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

分布의 差異가 많아서 最高의 個体數는 1984年 10月의 定點 1에서 346 個体/1,000 m^3 나 採集되었던 반면 전혀 採集되지 않았던 경우도 여러번 있었다 (Fig. IV-26).

대체로 보아 젓새우는 2～5月에 德積島 부근에서 多量出現하였으며, 8月에도 역시 德積島 부근에서 多量 出現하였으나 仙甲島, 無衣島 附近에서도 多量 出現하는 樣相을 나타내고, 仁川의 西水道에서도 비교적 많은 量이 出現하였다. 9月에는 無衣島 附近에서만 約 101 個体/1,000 m^3 정도 나타난 이외에 다른 調査 海域에서는 나타나지 않았으나, 10月과 11月에는 거의 全 調査 海域에 걸쳐 多量 出現하였다. 한편 6月과 7月에는 成体는 採集되지 않았으며 Mysis 단계의 十殼類 幼生이 多數 採集되었으나, 이들이 젓새우의 幼生인지의 여부는 확인되지 않아 제외시켰다. 採集된 젓새우의 体長을 보면 最大体長은 37.2 ㎜로 3月 중에 採集된 암컷이었으며, 最頻値도 3月에 27.5 ㎜로 調査期間 중 가장 컸다. 5月에는 3月에 비하여 最頻値가 5.0 ㎜ 減少하였는데 이는 성숙한 個体의 産卵에 따른 死亡에 起因한 現象으로 생각된다. 8月에는 最頻値가 12.5 ㎜로 대부분이 4～5月에 걸쳐 孵化된 후 成長한 個体들로 이루어진 것으로 생각되며 이들은 10月과 11月에는 最頻値 17.5 ㎜로 成長하였다. 이로 보아 京畿灣에서 젓새우의 成長은 8月 이후는 매우 완만하여져서 約 8個月에 5.0 ㎜정도이며 이러한 成長速度는 다음 해 2月까지 계속되는 것으로 생각된다.

라. 底棲動物 資源

Dredge에 의한 2月의 定線觀測과 6, 8, 11月의 於靑島 및 黑山島 附近海域의 底棲動物資源 調査시 밝혀진 重要 資源種은 腹足類에 속하는 소라(*Neptunea arthritica*), 조개類인 가리비(*Chlamys farreri*), 피조개(*Scapharca broughtonii*)와 棘皮動物에 속하는 보라성게(*Anthocidaris crassi-*

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

pina) 등 數種에 불과하였다. 또한 이들의 分布密度도 1,000 m^2 當 數個体에 불과하여 資源이라고 할 수는 없었으며 더우기 圖面化 하기는 불가능하였다.

3. 漁況調査

1984 年도 鮫鰮網, 機船底引網, 流刺網에 의하여 漁獲된 魚類의 場所에 따른 漁場形成은 種에 따라 多少 差異를 보이나 대체로 濟州島 서쪽 海域에서 많은 種이 漁場을 形成하는 것으로 나타났다(Fig. IV-27).

種別 漁場形成을 보면 참조기는 西海岸 全海域에서 漁獲되고 있으나 單位勞力當 漁獲量은 차츰 減少하는 傾向이 있다. 대체로 濟州島 南西海域에서 主漁場이 形成되고 西海岸에서는 4～8月에 濟州島 北西海岸(124°00'～125°00' E, 33°00'～34°00'N)에서 漁場이 形成되는 것으로 나타났으며, 주로 機船流刺網 어업에 의하여 漁獲되고 있다. 갈치는 西海岸 全 海域에서 높은 漁獲高를 나타내며 濟州島 北西海域에서 主 漁場이 形成된다. 5～6月에는 木浦 附近 海域에서도 漁場이 形成되며 주로 鮫鰮網 漁業에 의하여 漁獲된다. 병어(*Pampus argenteus*)는 124°00' ～ 125°00' E, 33°00' ～ 34°00' N의 海域에서 主 漁場이 形成되며 6, 7月에는 西海岸 125°00' ～ 126°00' E의 全 海域에서 약간의 漁場이 形成되는 것으로 나타나고 있고, 주로 鮫鰮網, 機船流刺網 漁業에 의하여 漁獲되고 있다.

강달이류(*Collichthys* spp.)는 西海岸 全海域에서 매우 높은 漁獲高를 보이며 主 漁場은 木浦 附近 海域과 泰安半島 앞 海域에서 形成되며 鮫鰮網, 機船底引網에 의하여 주로 漁獲되고 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

參 考 文 獻

1. 國立水產振興院 群山支院. 1984. 海漁況週報, 第1號 ~ 53號, 仁川.

2. 國立水產振興院 木浦支院. 1984. 海漁況週報, 第1號 ~ 53號, 木浦.

3. 國立水產振興院 麗水支院. 1984. 海漁況週報, 第1號 ~ 53號, 麗水.

4. 國立水產振興院 仁川支院. 1984. 海漁況週報, 第1號 ~ 54號, 仁川.

5. 國際水產開發研究院. 1981. 漁業水域總鑑, 범문사, 서울.

6. 農水產部. 1984, 水產統計年報, 農水產部, 서울.

7. 水產業協同組合中央會. 1984. 水產物 系統販賣高 統計年報, 水協中央會, 서울

8. 許亨澤 等. 1983. 韓國海域 綜合海洋 環境圖 作成研究, 海洋研究所報告書 BSPG00019-70-7, 서울.

9, 許亨澤 等. 1983. 韓國海域 綜合海洋 環境圖 作成研究, 第2次年度 報告書-黃海. 海洋研究所報告書 BSPG00023-79-7, 서울.

10. Gannon, J.E. 1971. Tow counting cells for the enumeration of zooplankton microcrustacea. Trans. Amer. Micros. Soc. 90:486 ~ 490.

11. Motoda, S. 1959. Devices of simple plankton apparatus. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 7: 73~ 94.

12. UNESCO. 1978. Phytoplankton manual. Monographs on oceanographic methodology 6. UNESCO, Paris .

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

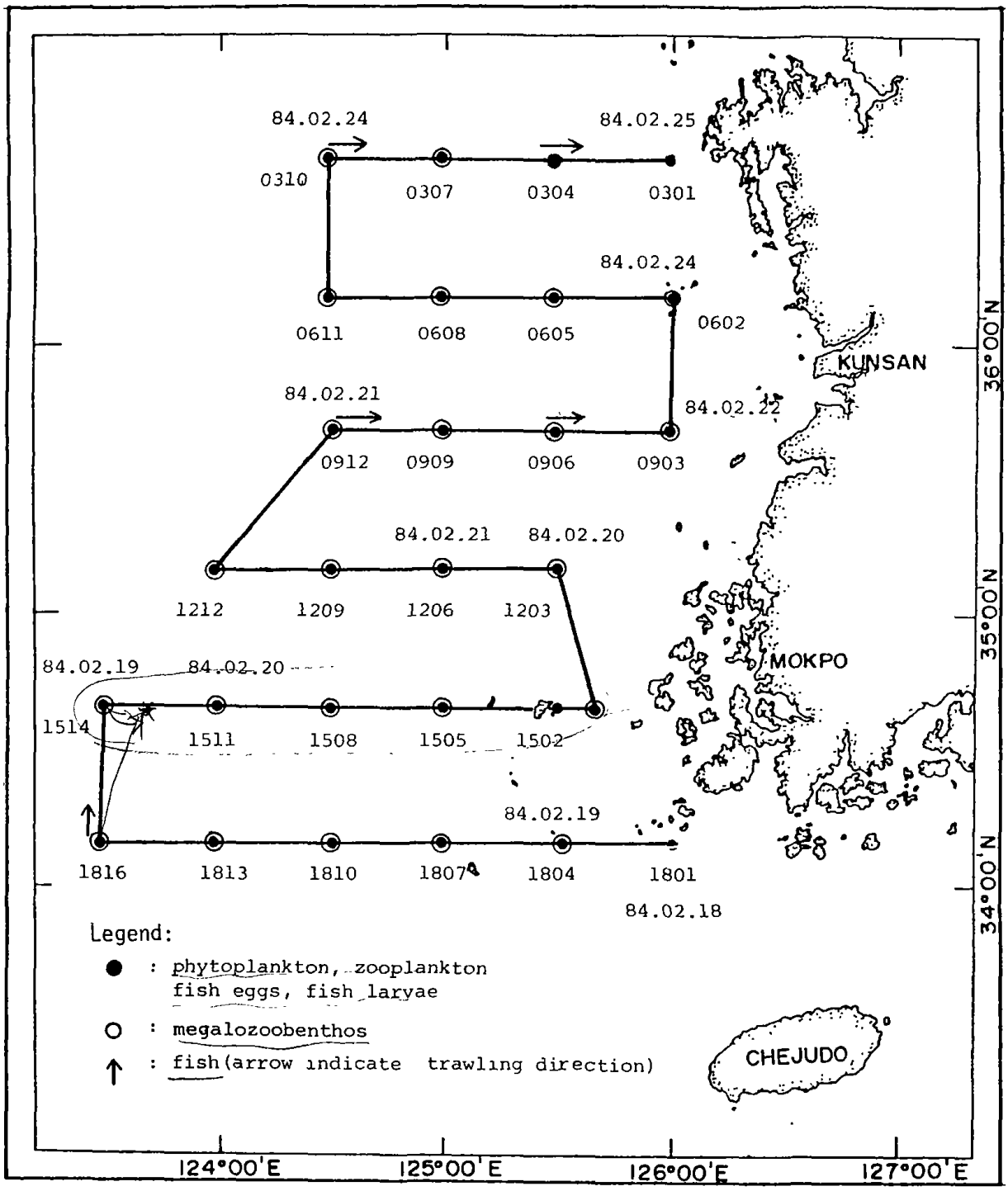


Fig. IV-1. Biological oceanographic survey stations and cruise track in the Yellow Sea in February, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

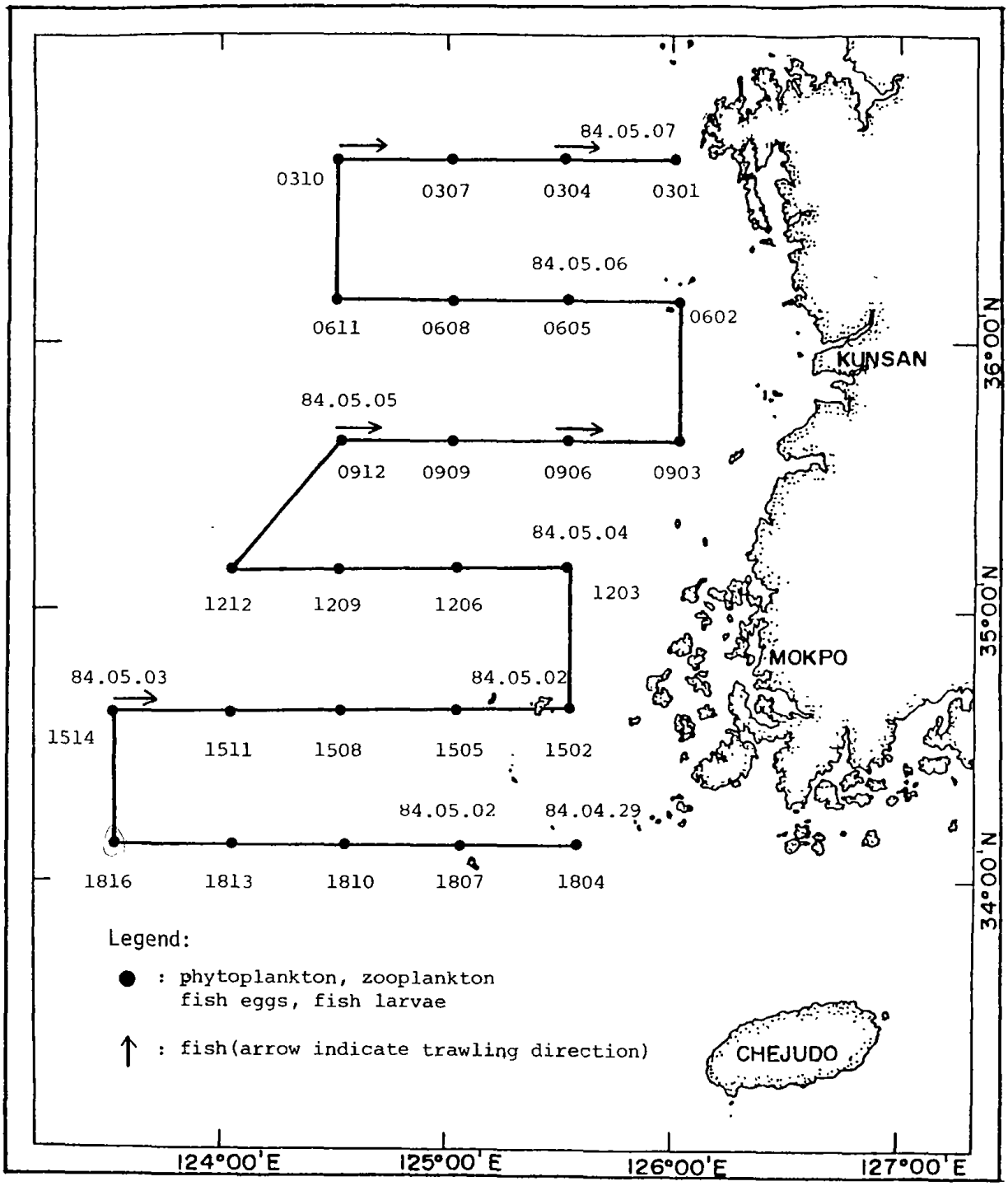


Fig. IV-2. Biological oceanographic survey stations and cruise track in the Yellow Sea in April, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

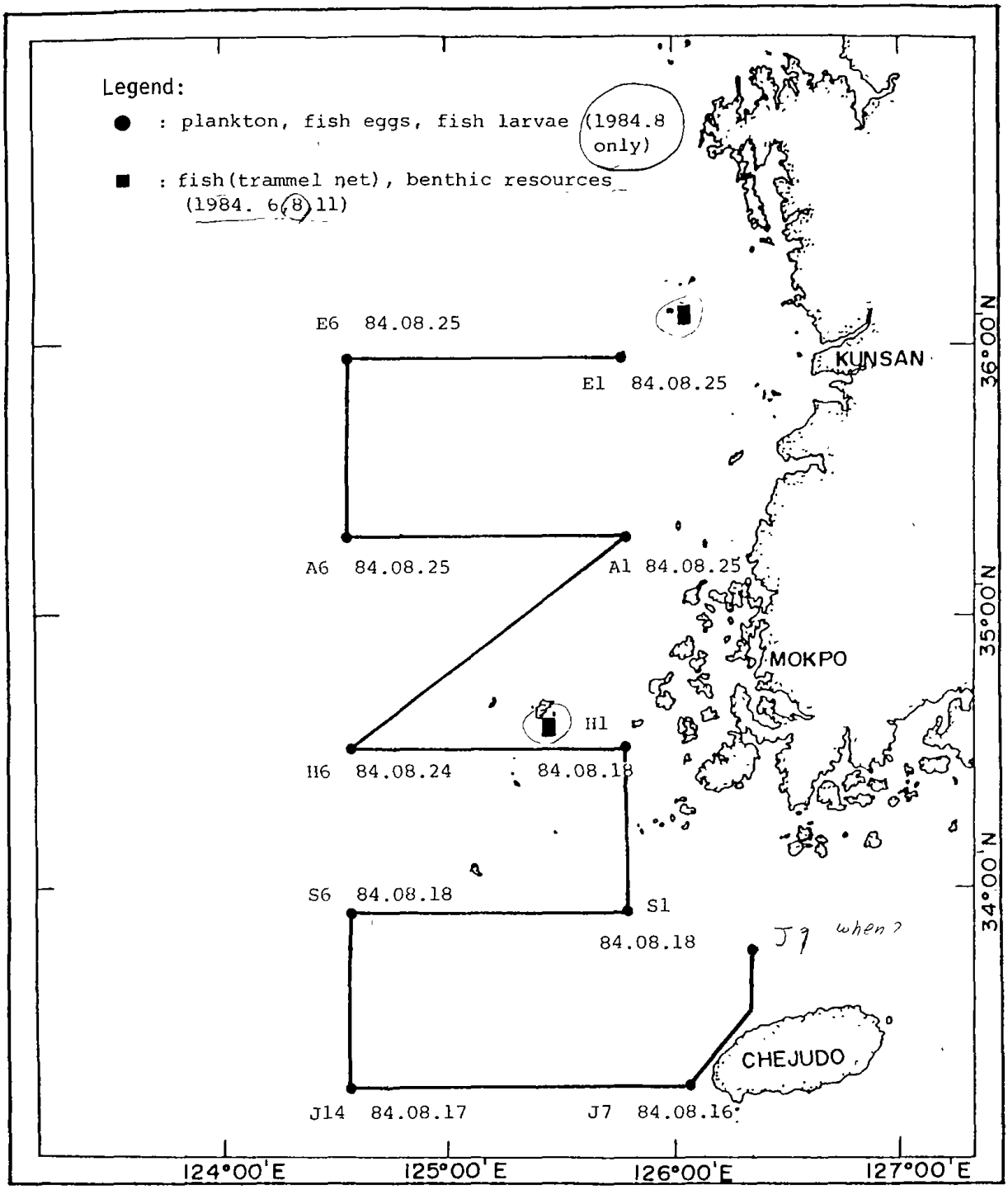


Fig. IV-3. Biological oceanographic survey stations and cruise track in the Yellow Sea in June, August and November, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

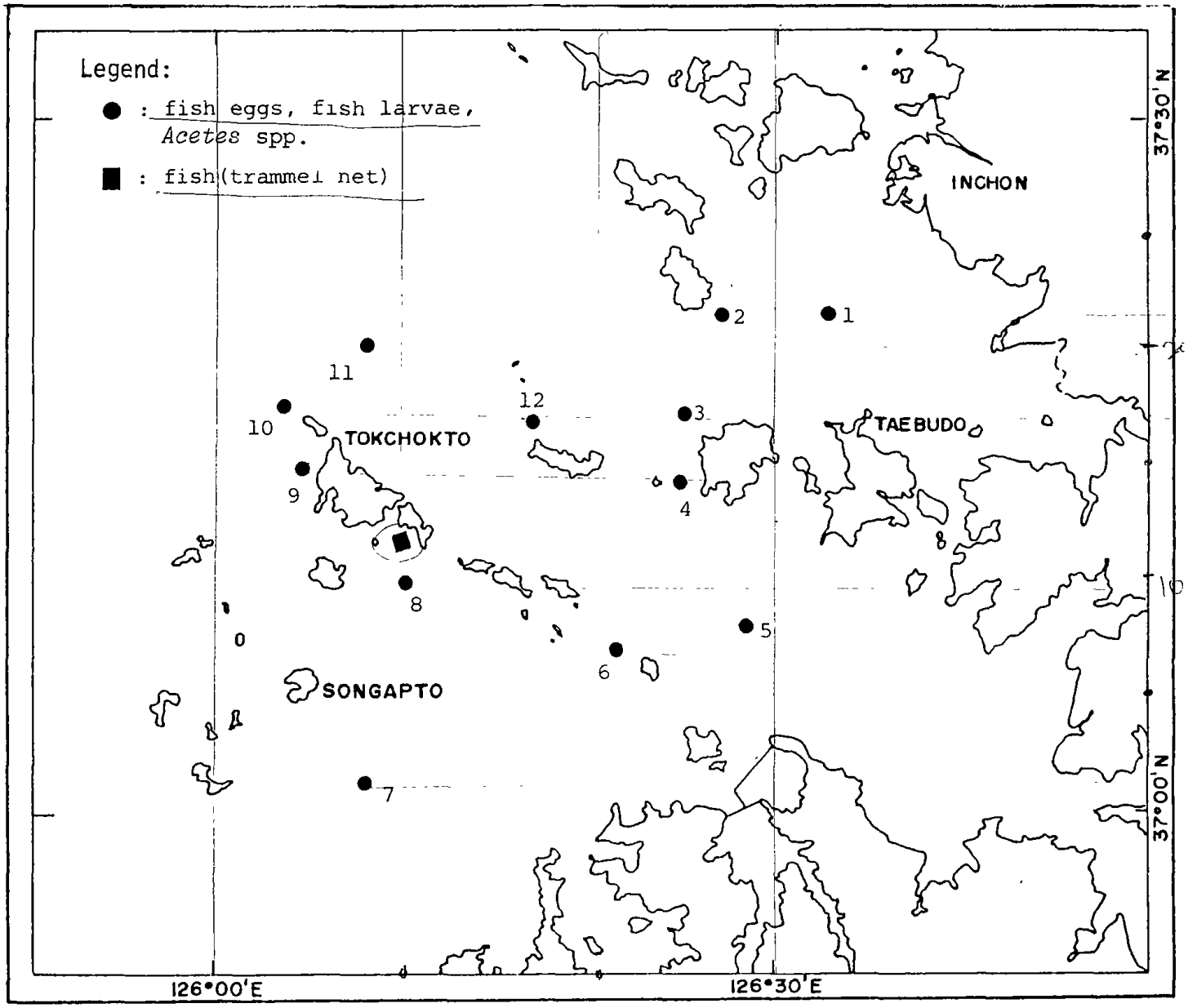


Fig. IV-4. Biological oceanographic survey stations in Kyonggiman in February~November, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

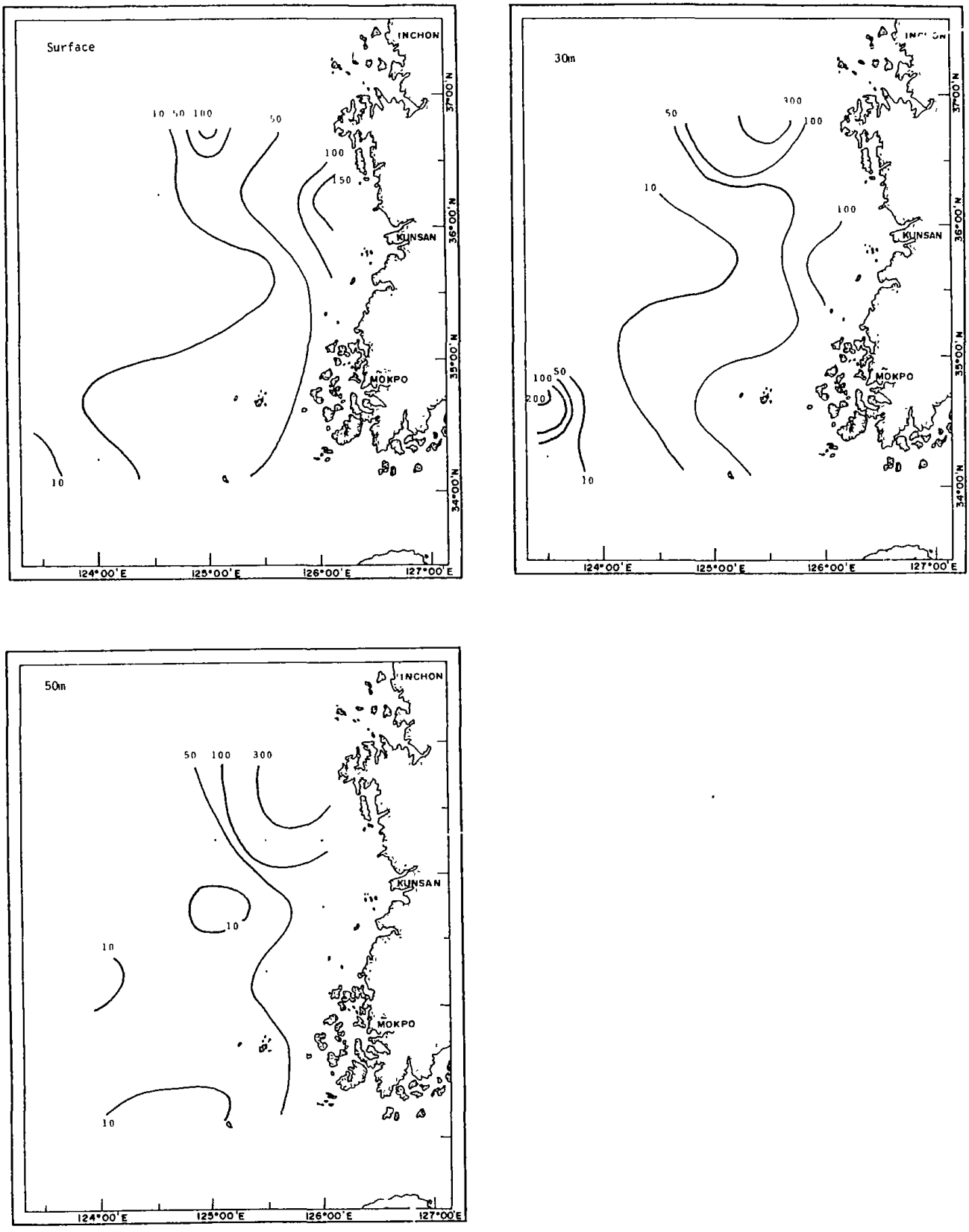


Fig. IV-5. Distribution of the standing crops of diatoms at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (10^3 *cells/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

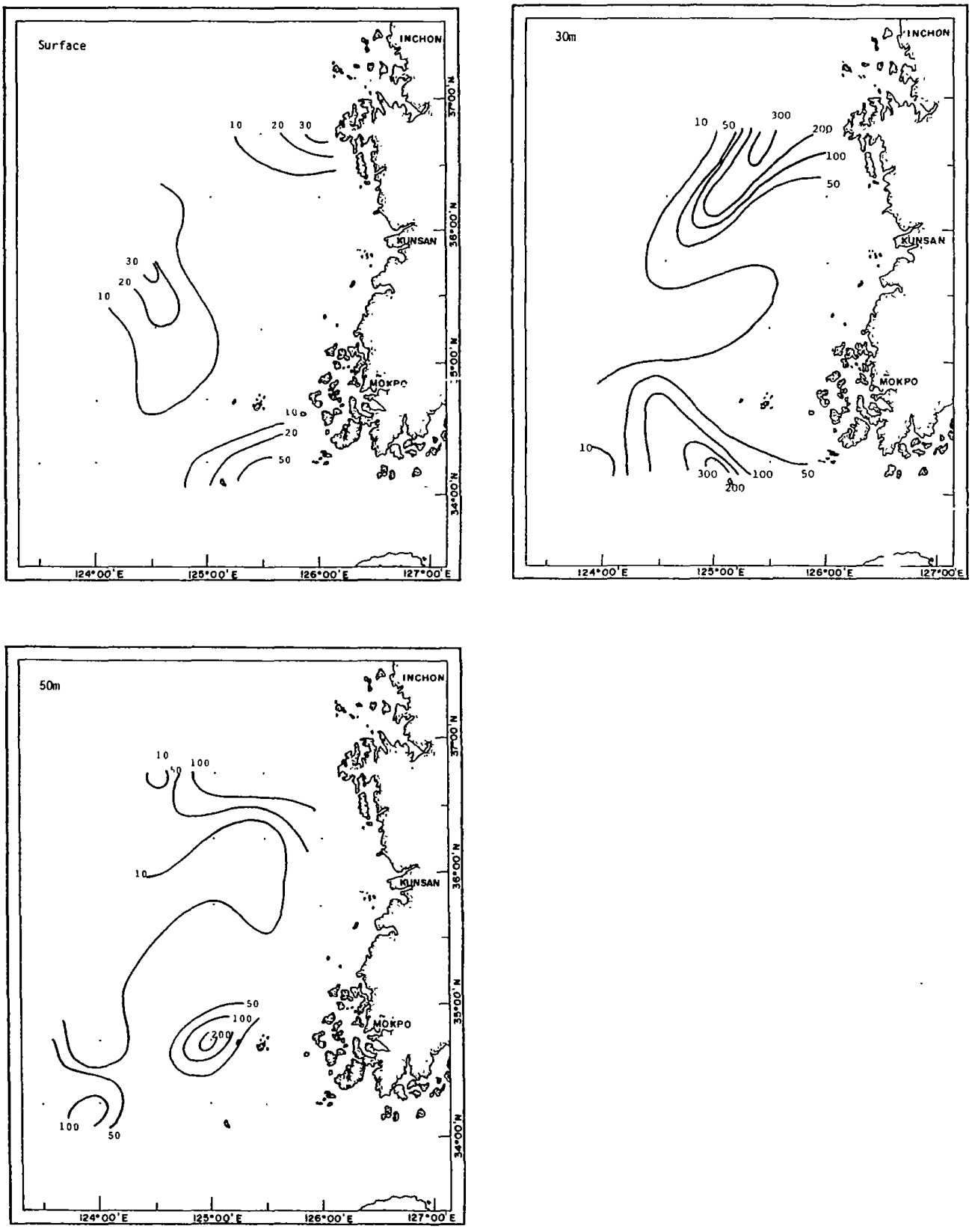


Fig. IV-6. Distribution of the standing crops of diatoms at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in April, 1984 (10^3 *cells/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

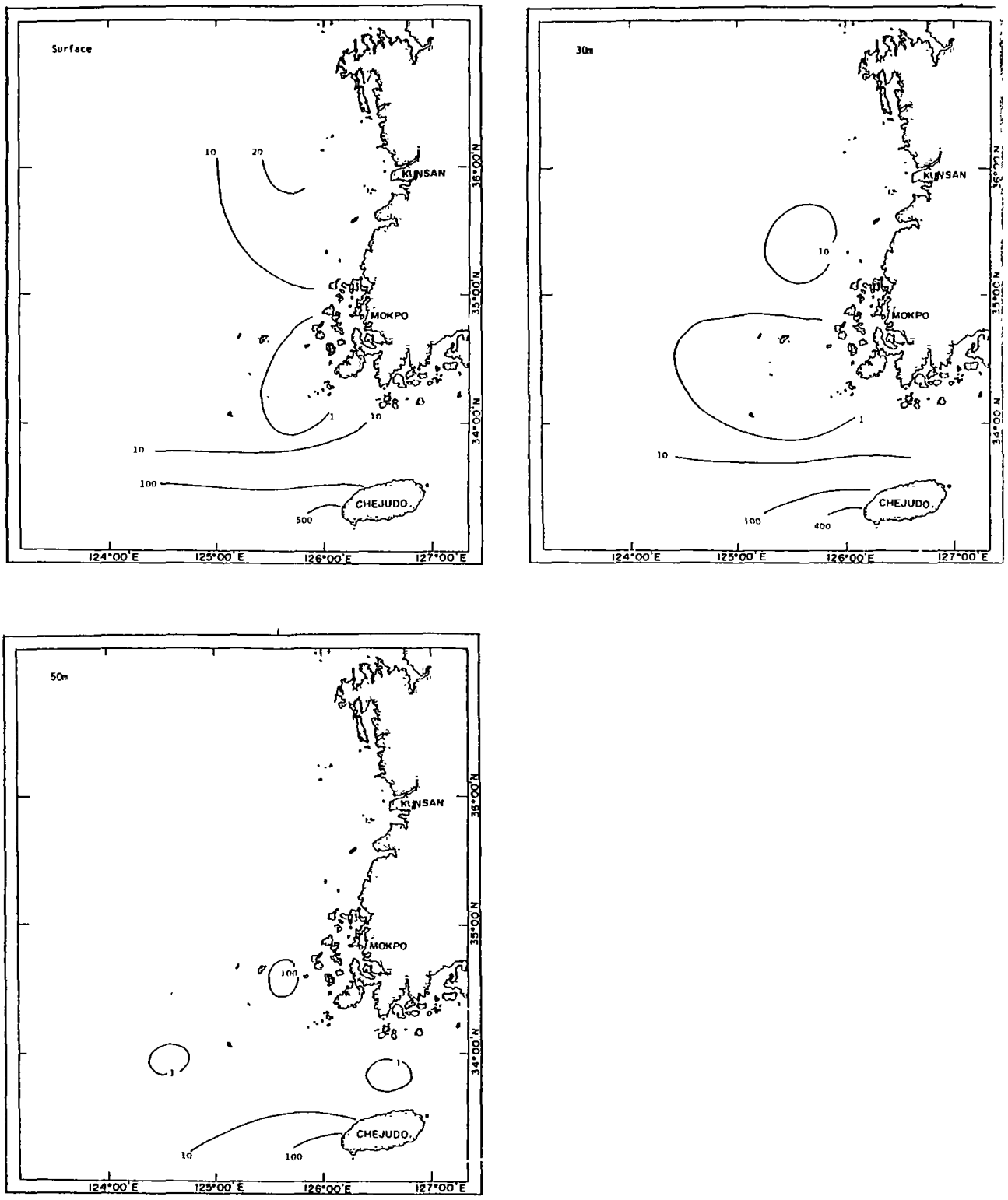


Fig. IV-7. Distribution of the standing crops of diatoms at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in August, 1984 (10^3 *cells/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

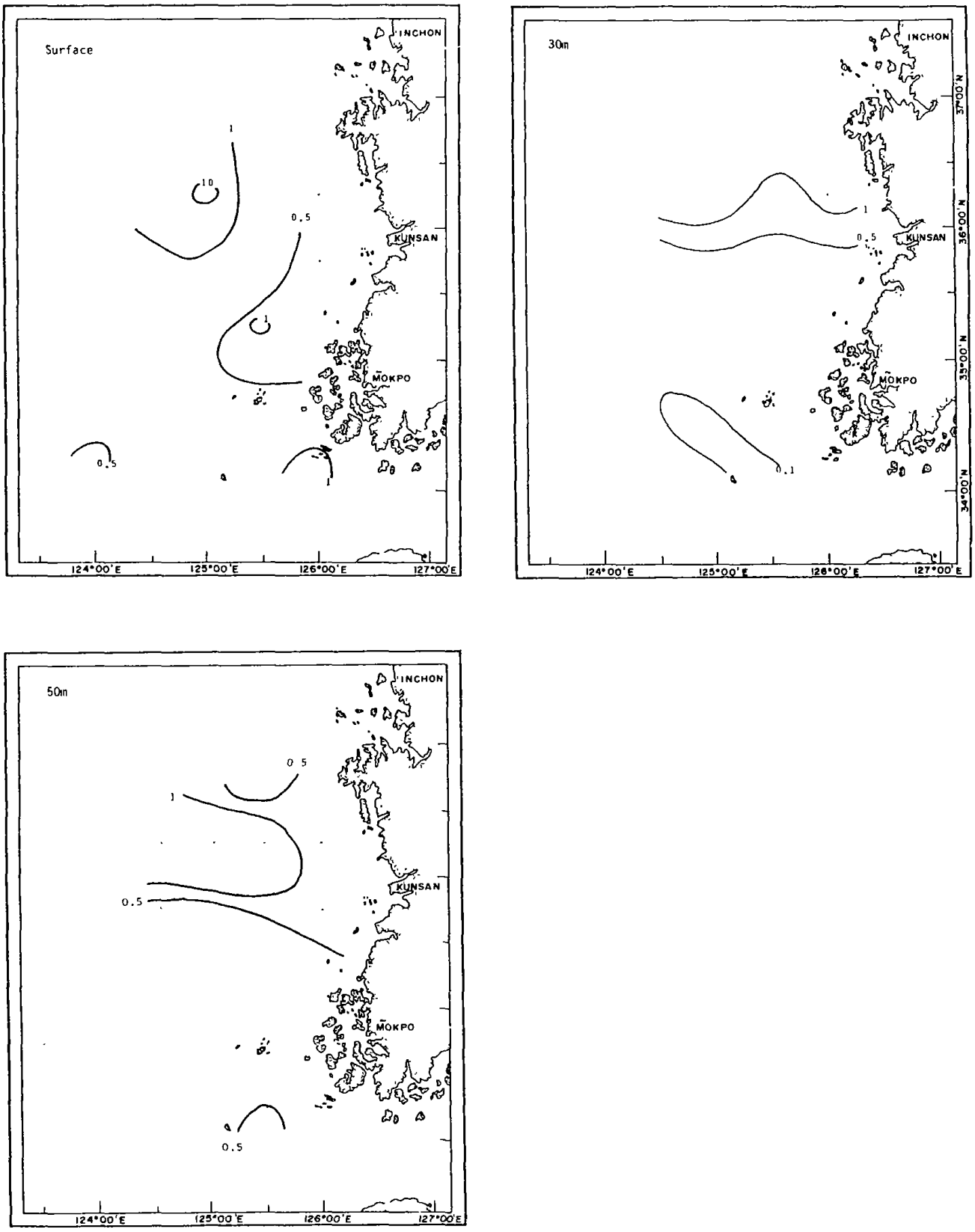


Fig. IV-8. Distribution of the standing crops of dinoflagellates at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (10^3 *cells/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

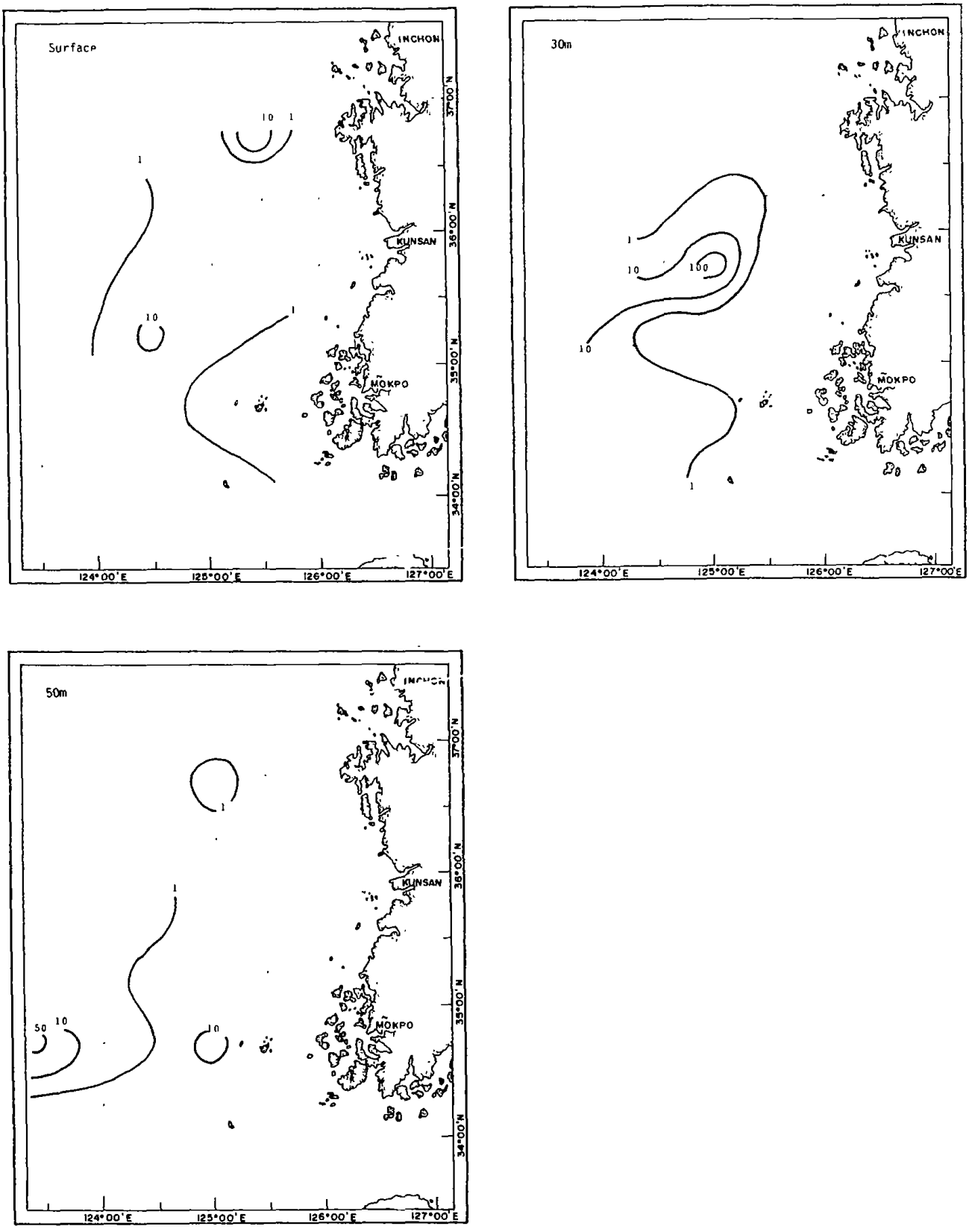


Fig. IV-9. Distribution of the standing crops of dinoflagellates at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in April, 1984 (10^3 *cells/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

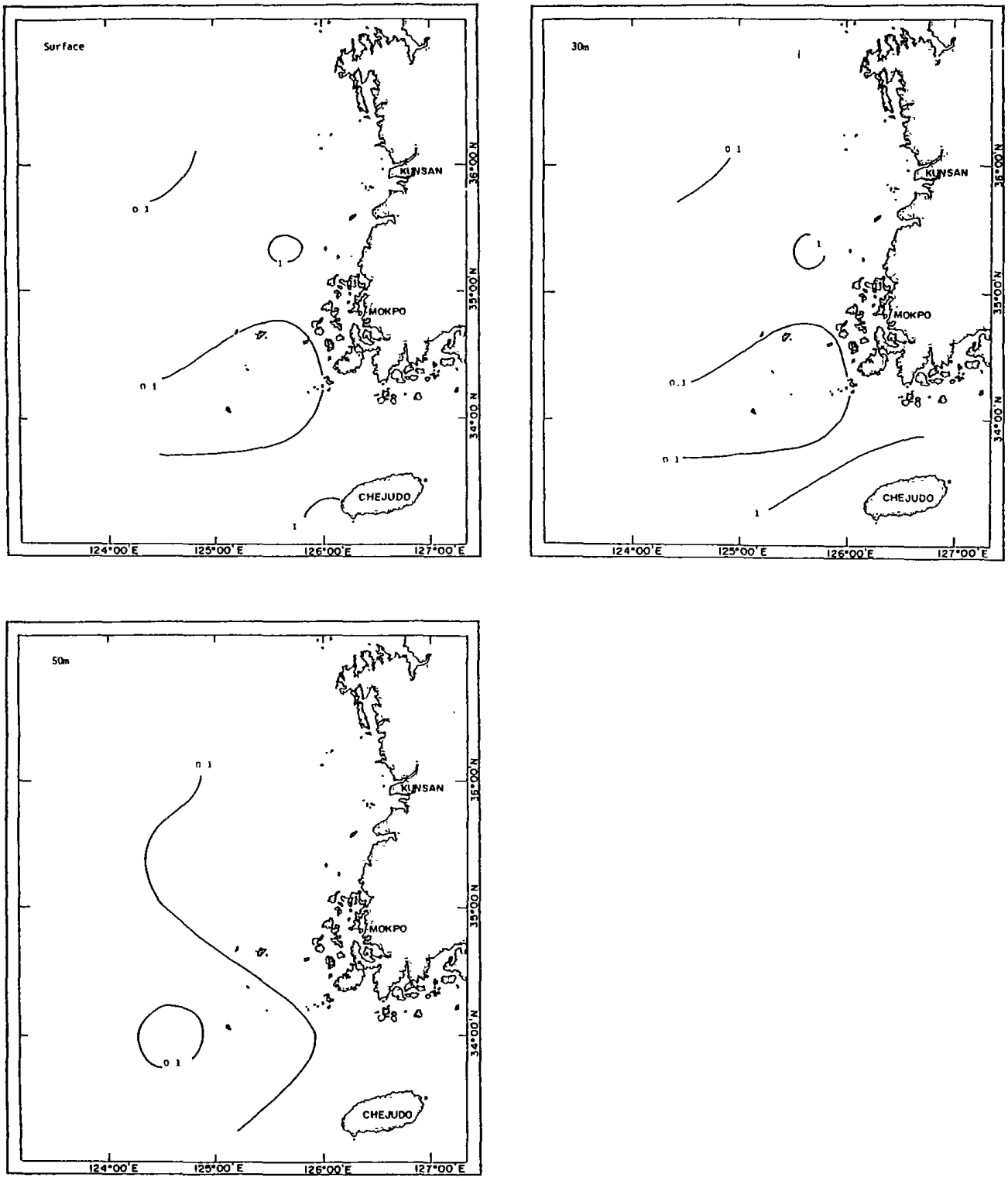


Fig. IV-10. Distribution of the standing crops of dinoflagellates at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in August, 1984 (10^3 *cells/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

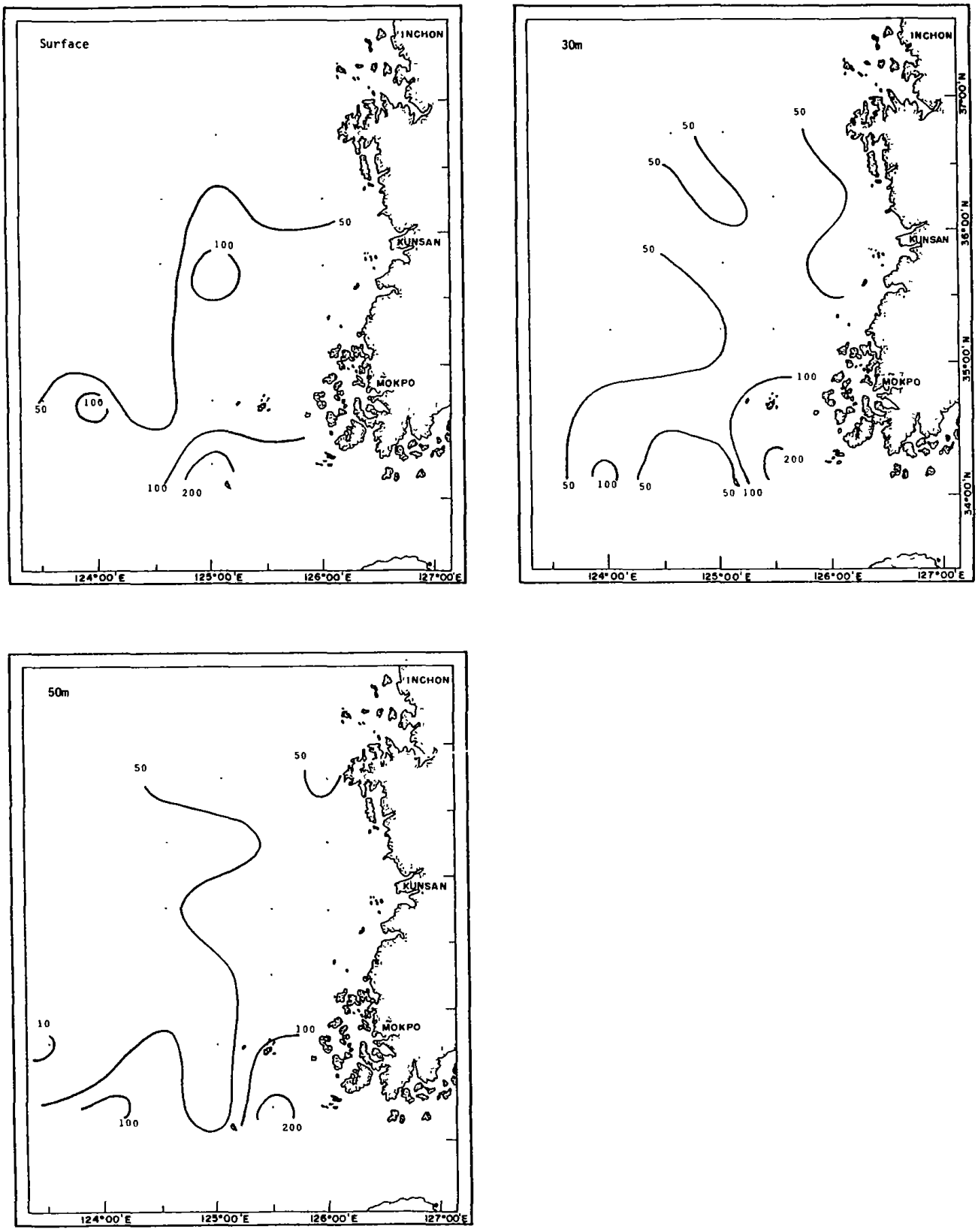


Fig. IV-11. Distribution of the standing crops of nanoplankton at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in February, 1984 (10^3 *cells/ℓ*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

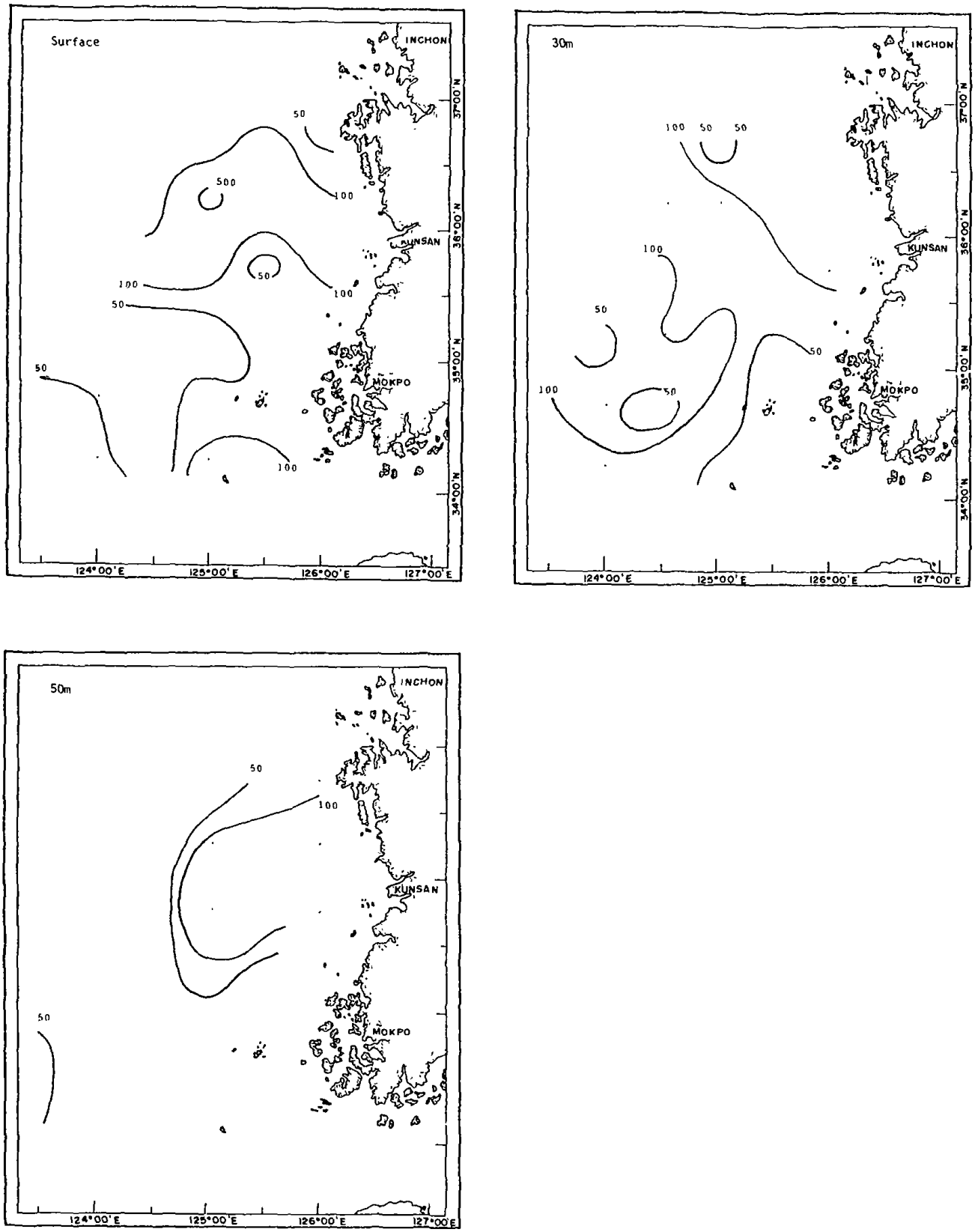


Fig. IV-12. Distribution of the standing crops of nanoplankton at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in April, 1984 (10^3 *cells*/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

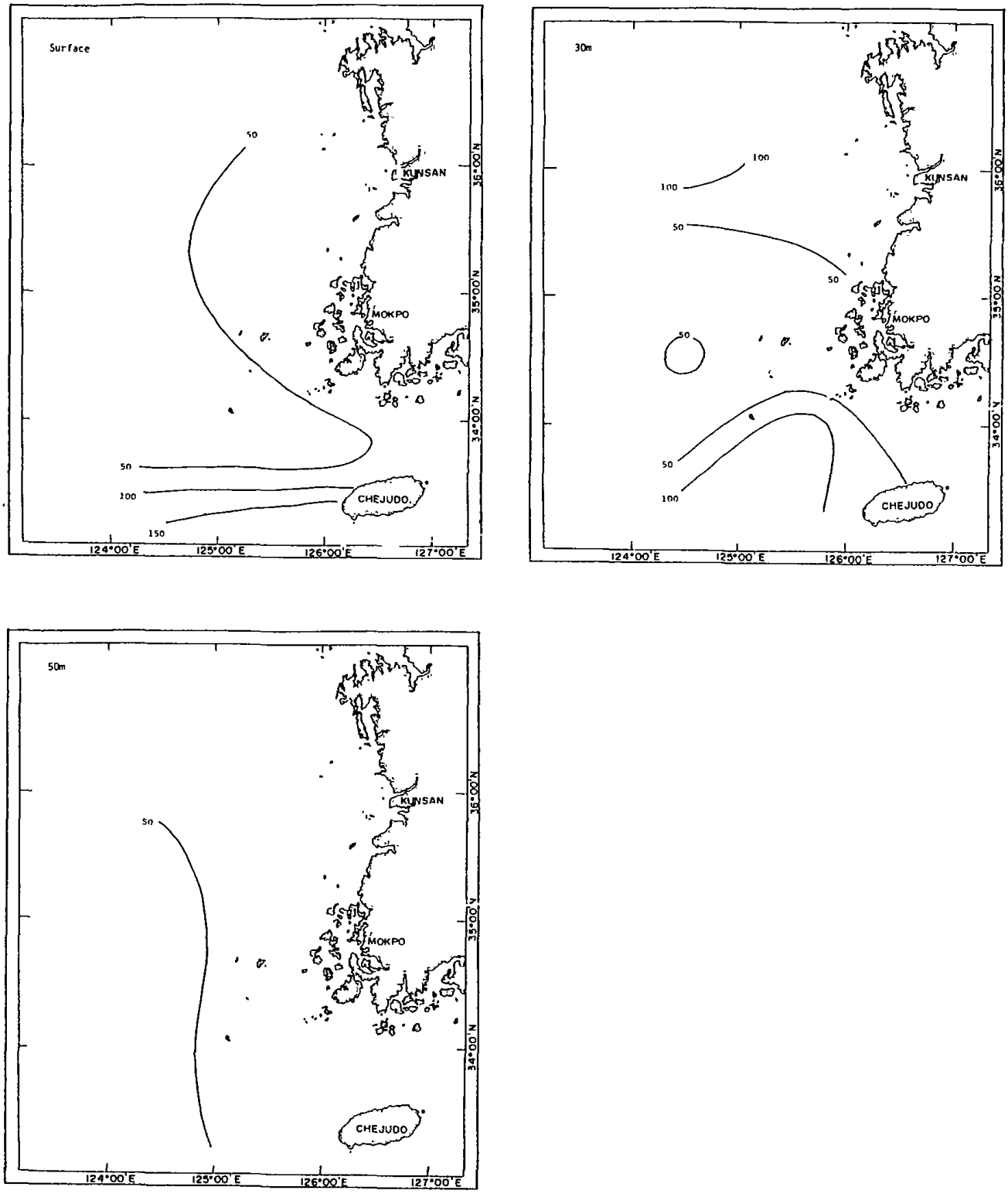


Fig. IV-13. Distribution of the standing crops of nanoplankton at the sea surface, 30 *m* and 50 *m* in the Yellow Sea in August, 1984 (10^3 *cells*/ℓ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

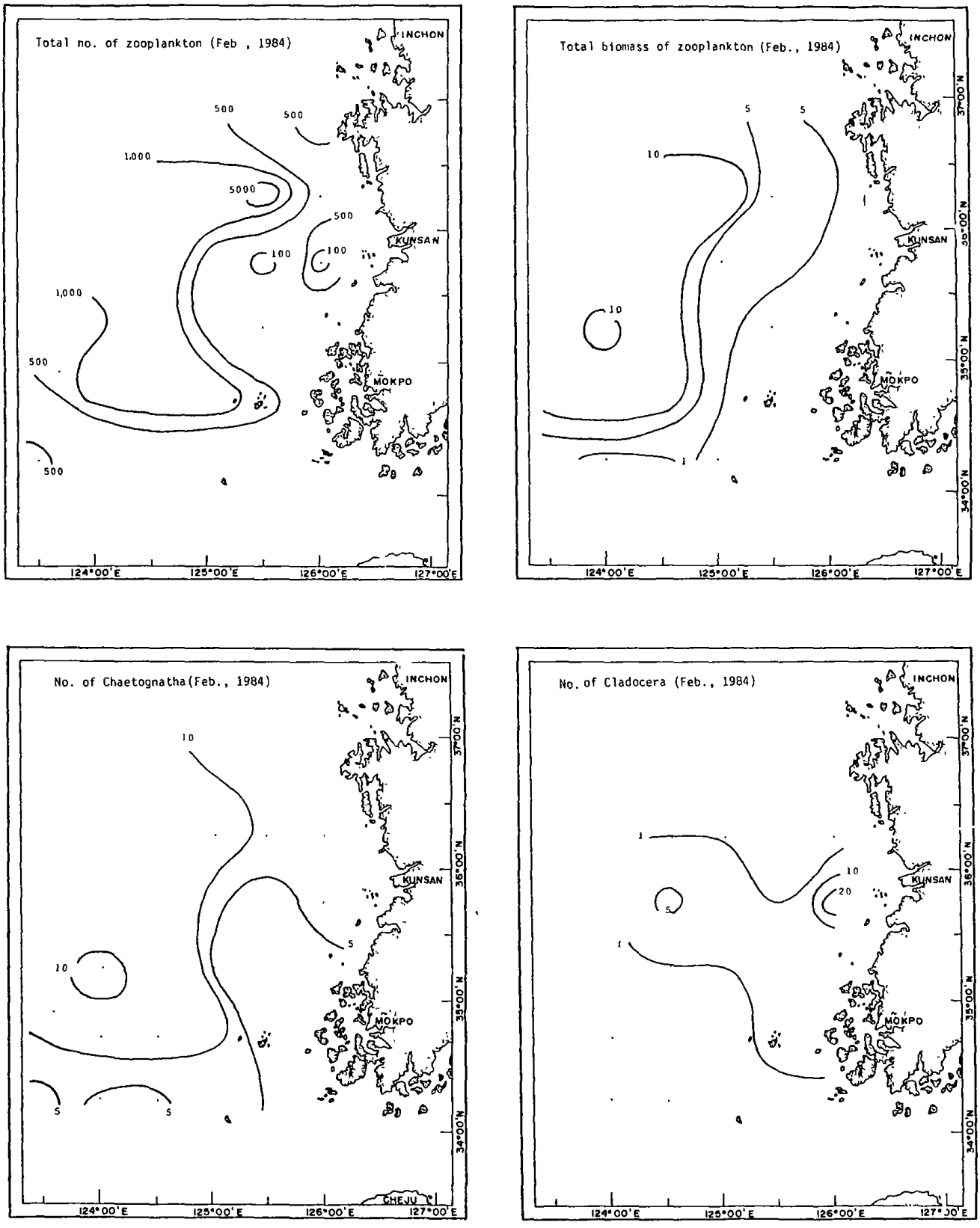
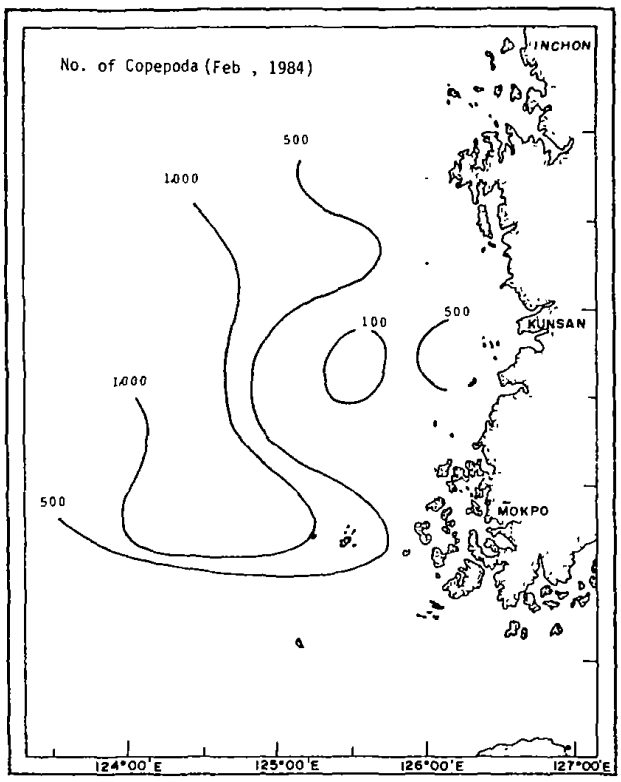
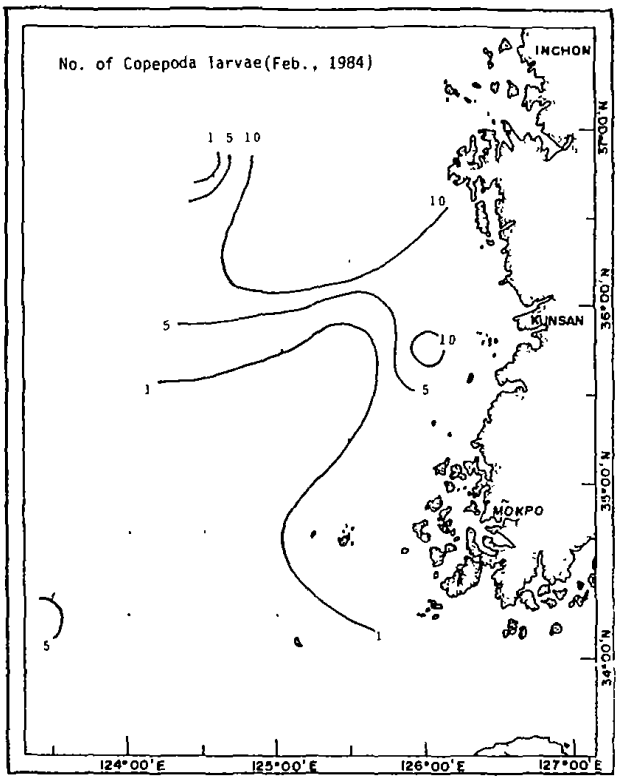
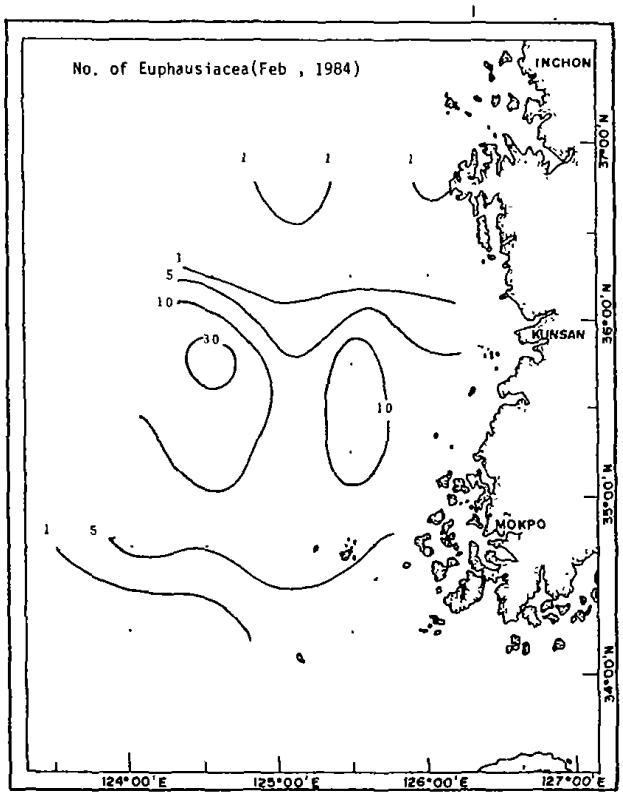


Fig. IV-14. Distribution of zooplankton in the Yellow Sea in February, 1984 [*organisms and biomass* $(mg.d.w.)/m^3$].

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31







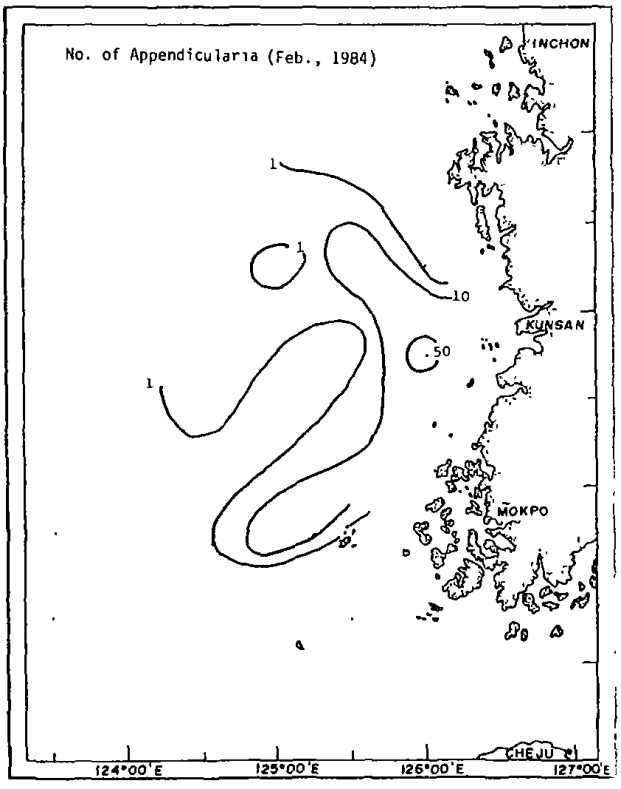
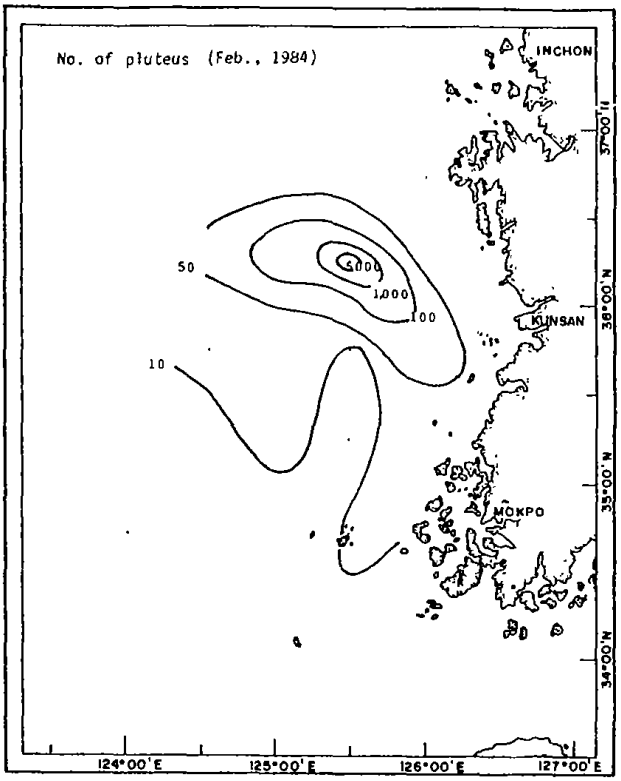


Fig. IV-14. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



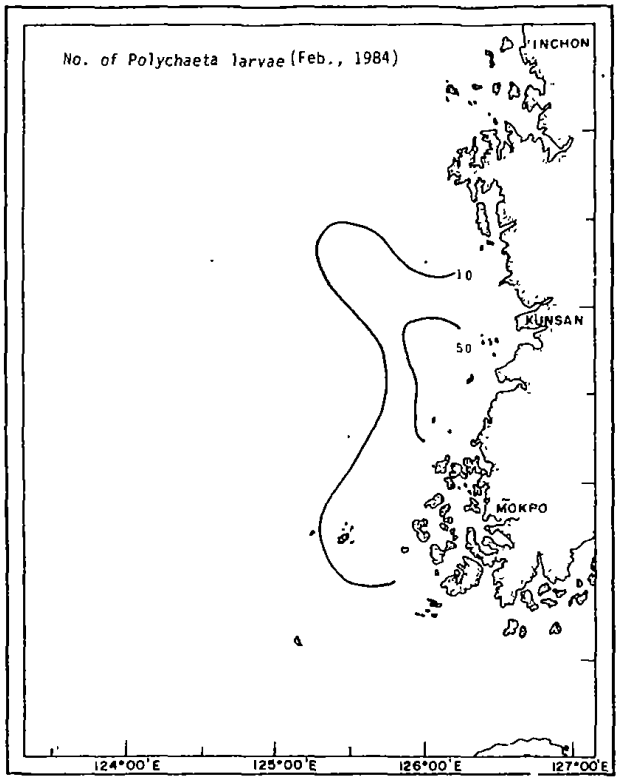
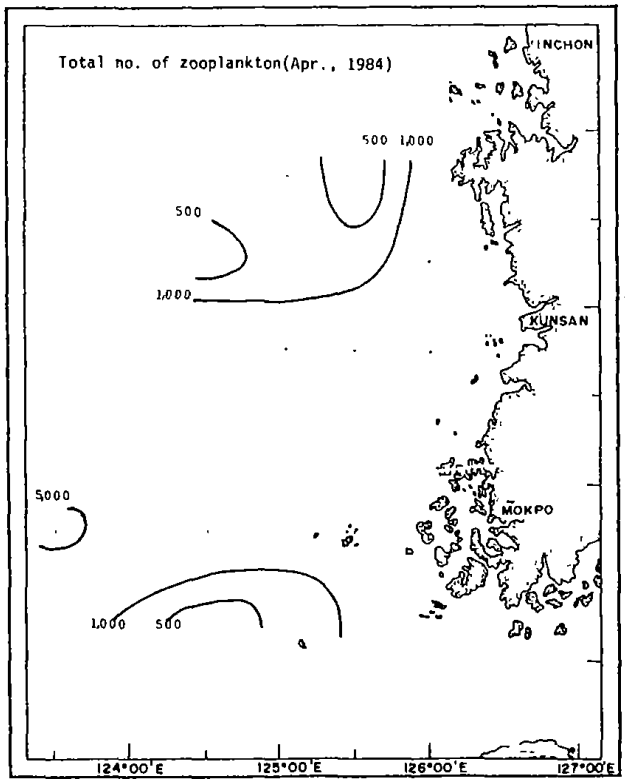


Fig. IV-14. (Cont'd)



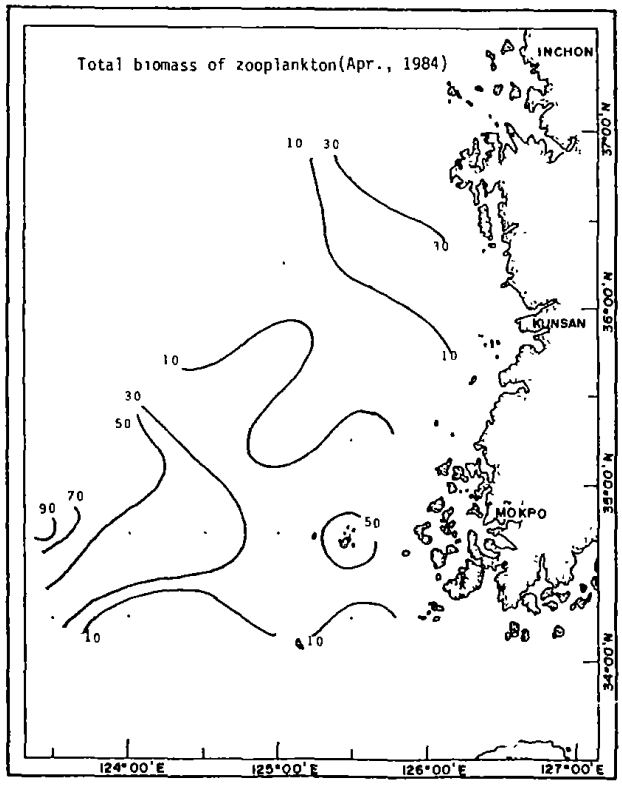
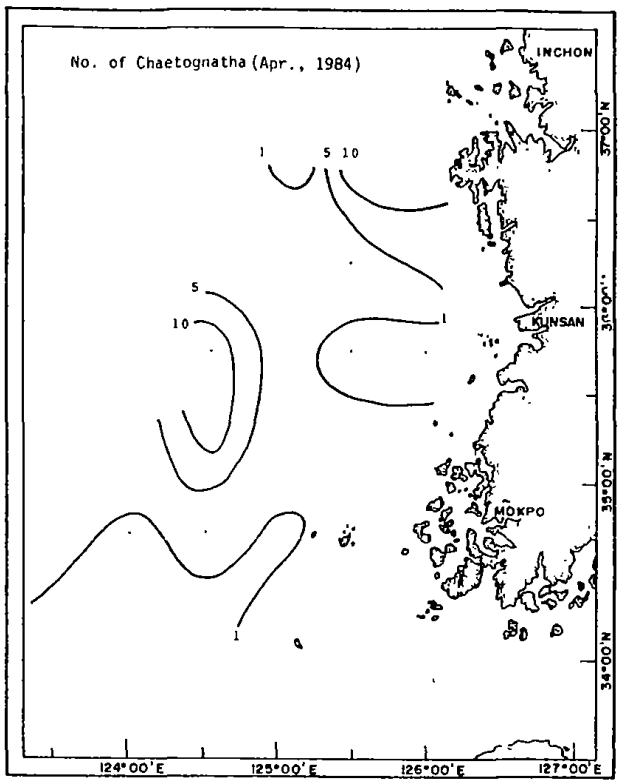
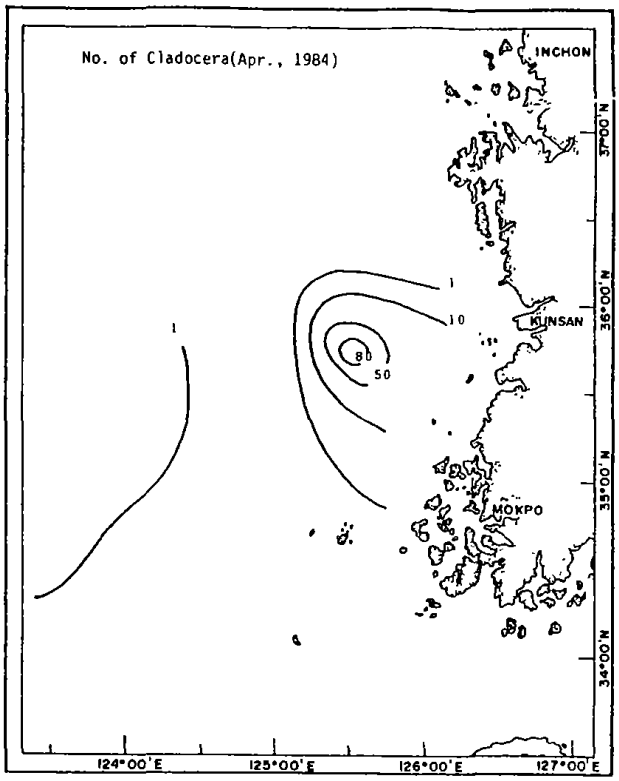
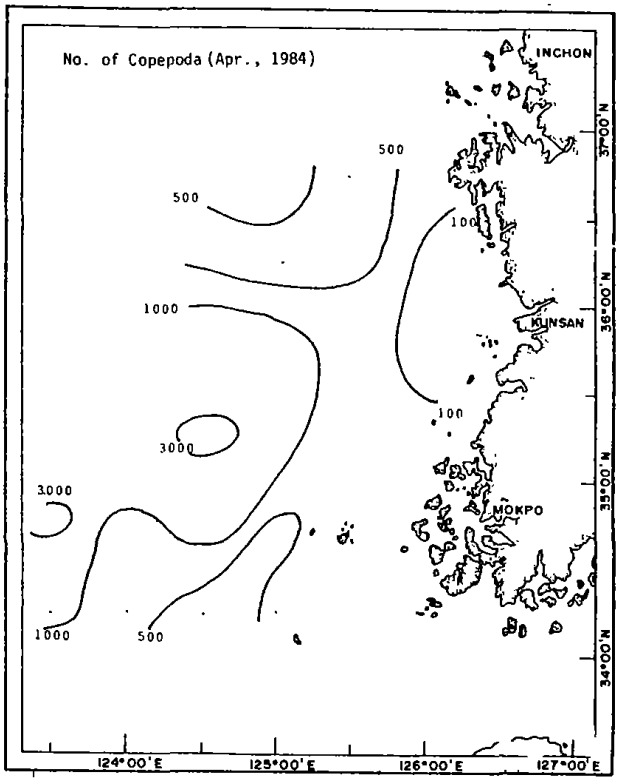


Fig. IV-15. Distribution of zooplankton in the Yellow Sea in April, 1984. [*organisms and biomass* $(mg.d.w.)/m^3$].

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31







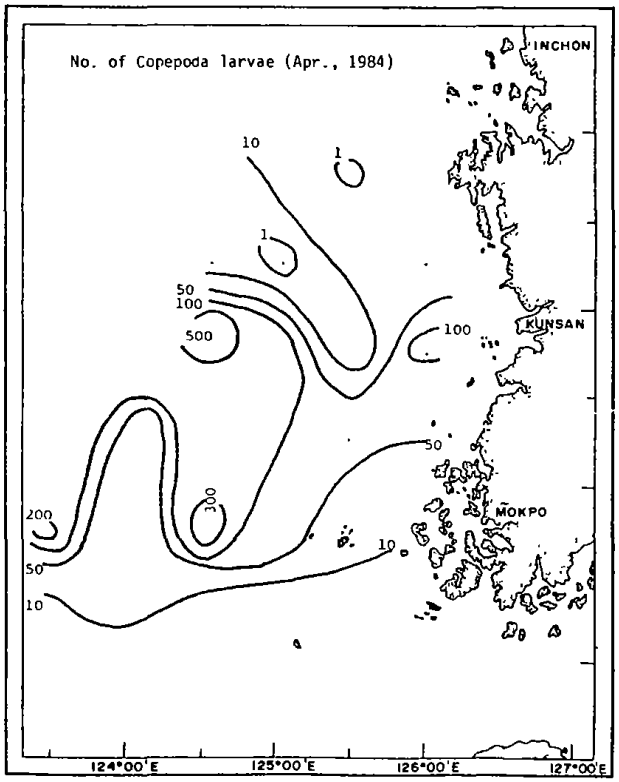
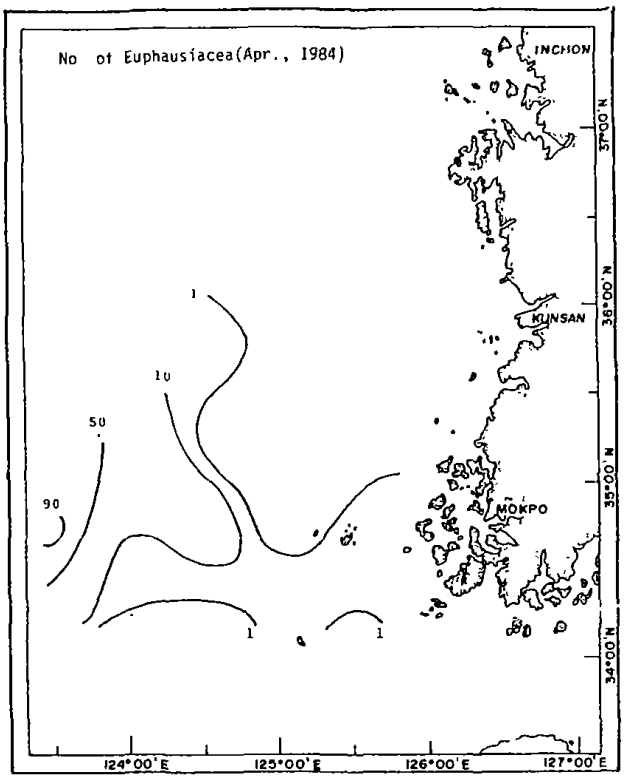
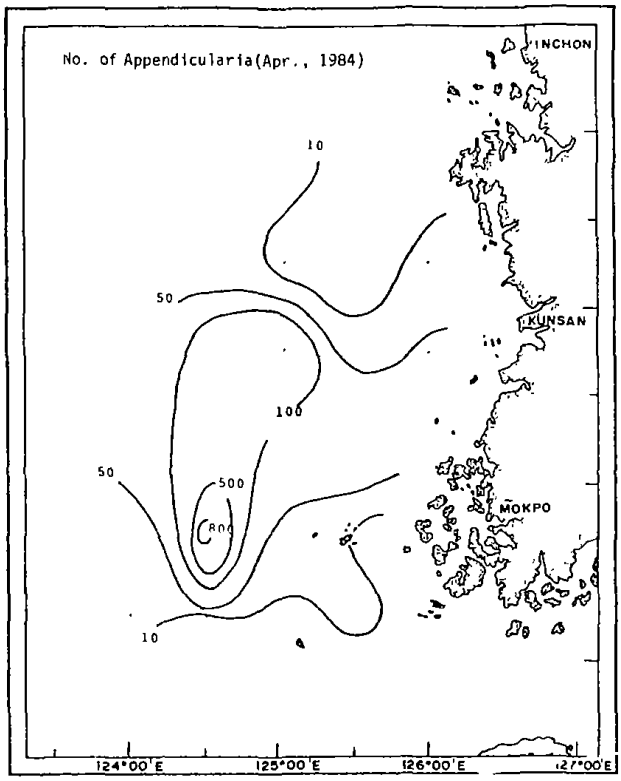
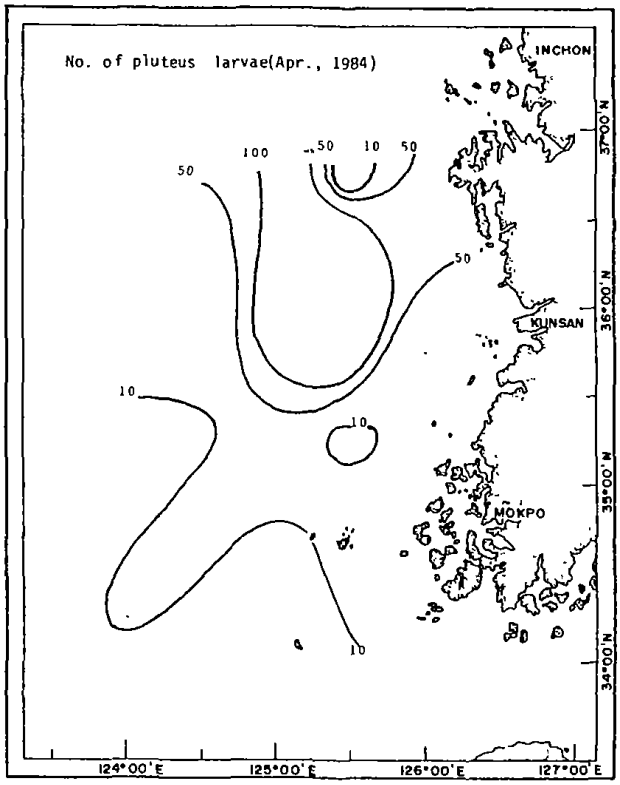


Fig. IV-15. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31







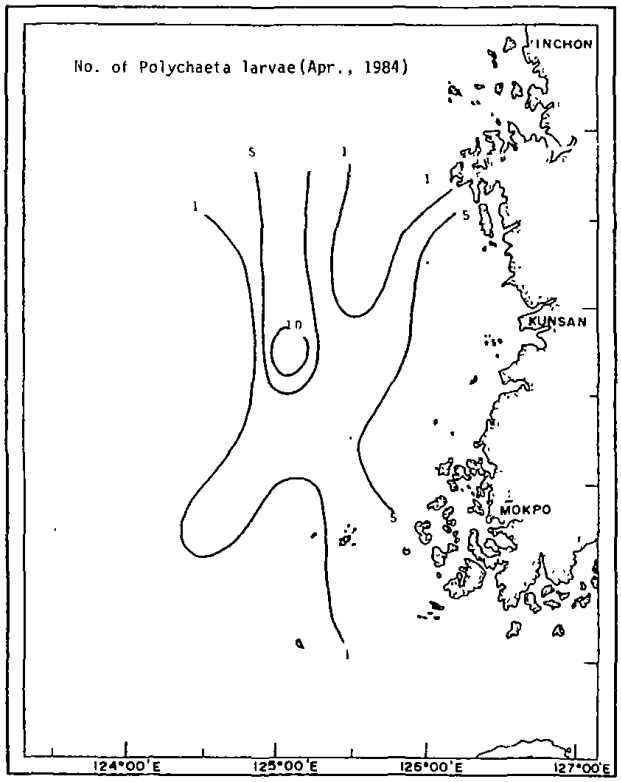


Fig. IV-15. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

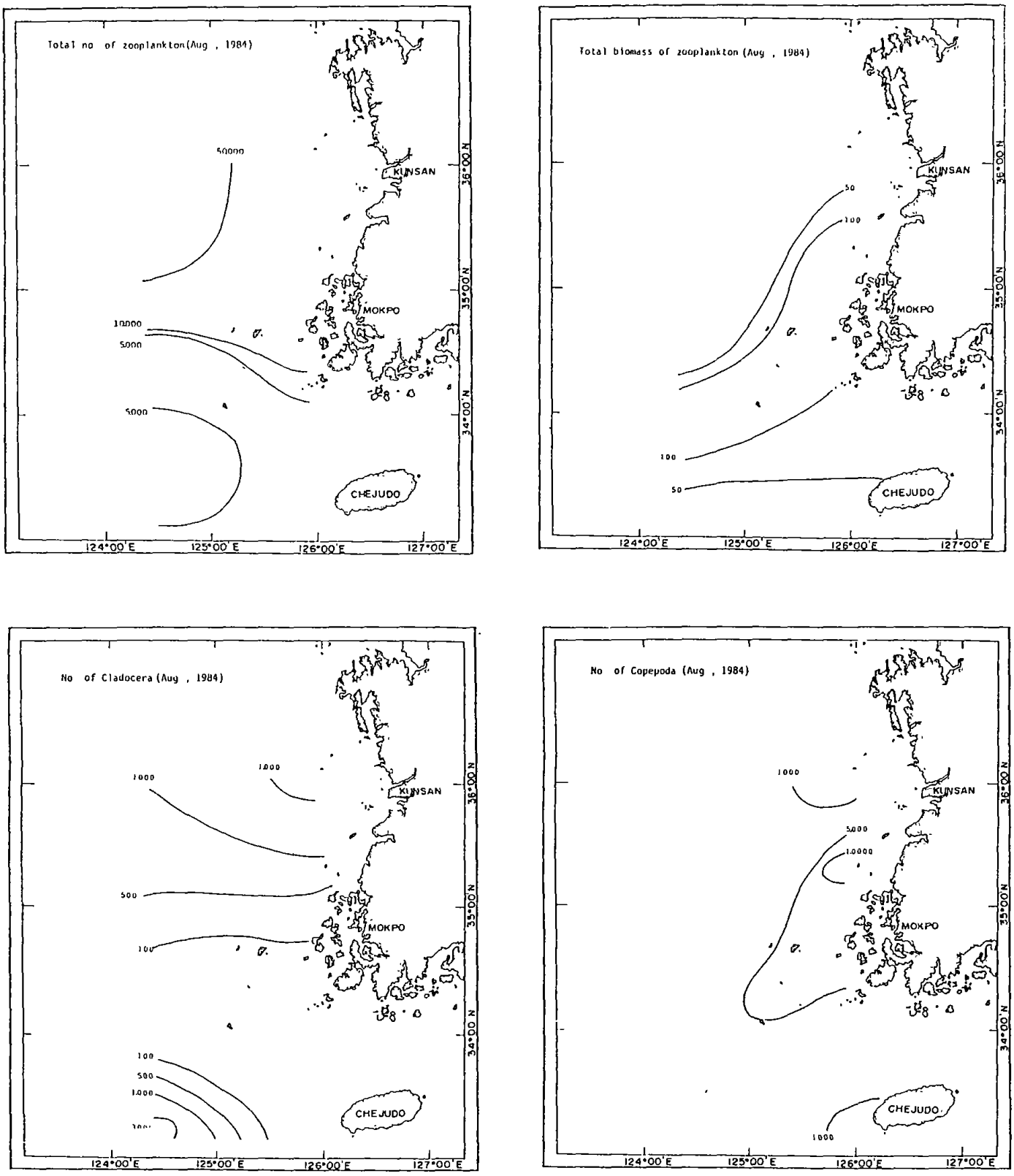


Fig. IV-16. Distribution of zooplankton in the Yellow Sea in August, 1984 [*organisms and biomass* $(mg.d.w.)/m^3$].

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

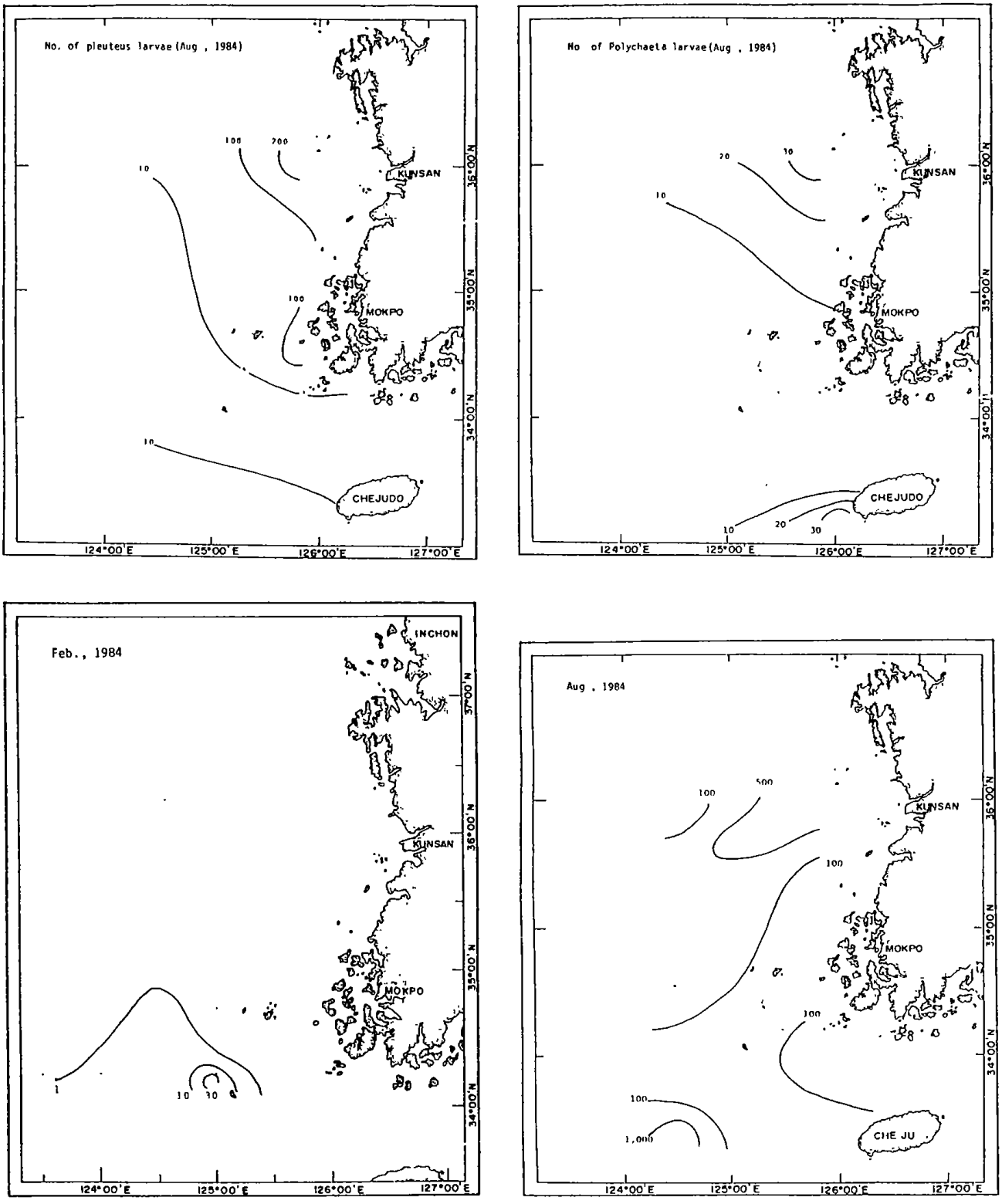


Fig. IV-17. Distribution of fish eggs in the Yellow Sea in February and April, 1984 (*organisms/m*^{3}).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

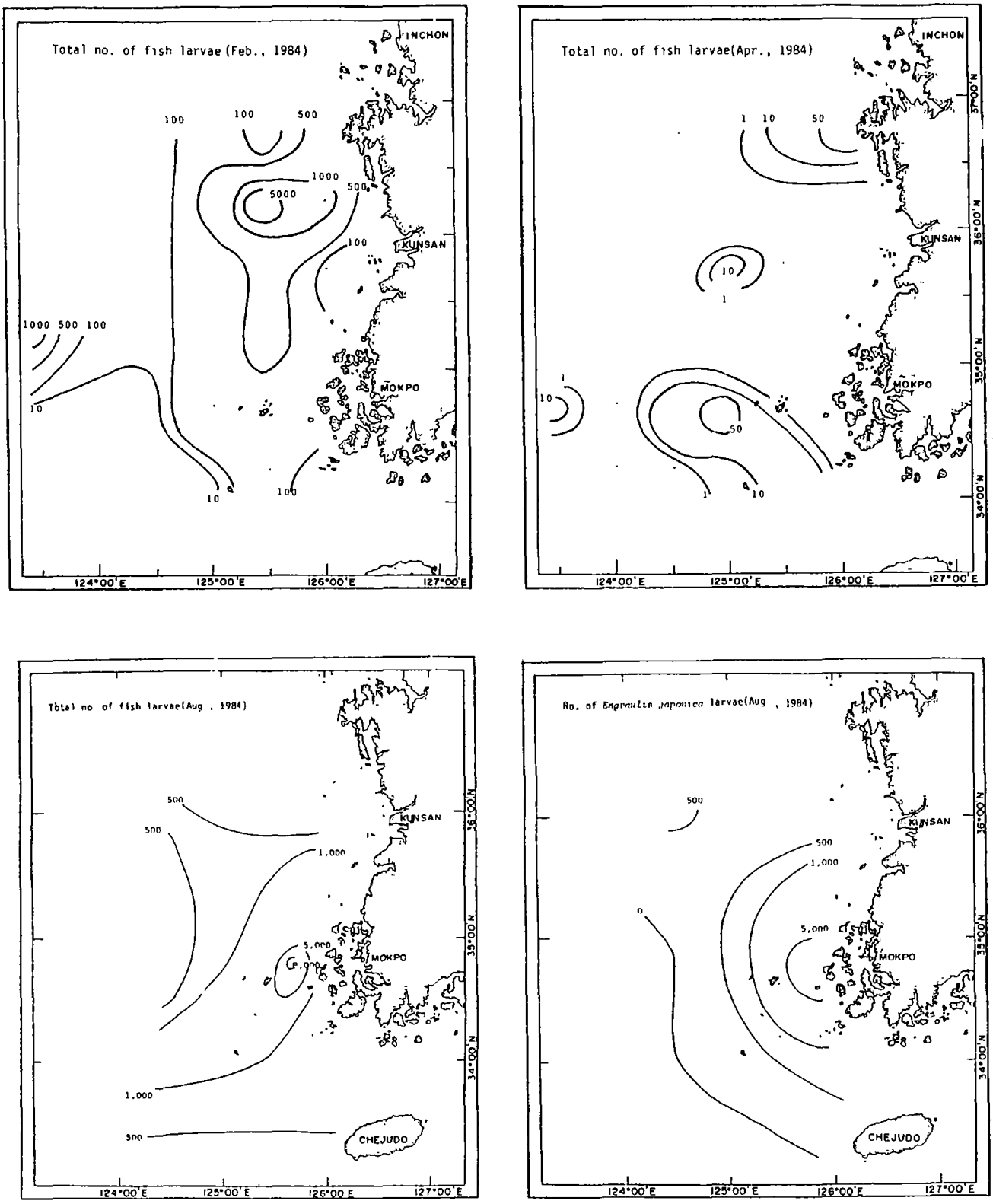


Fig. IV-18. Distribution of fish larvae in the Yellow Sea in February, April and August, 1984 (*organisms/m*^{3}).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

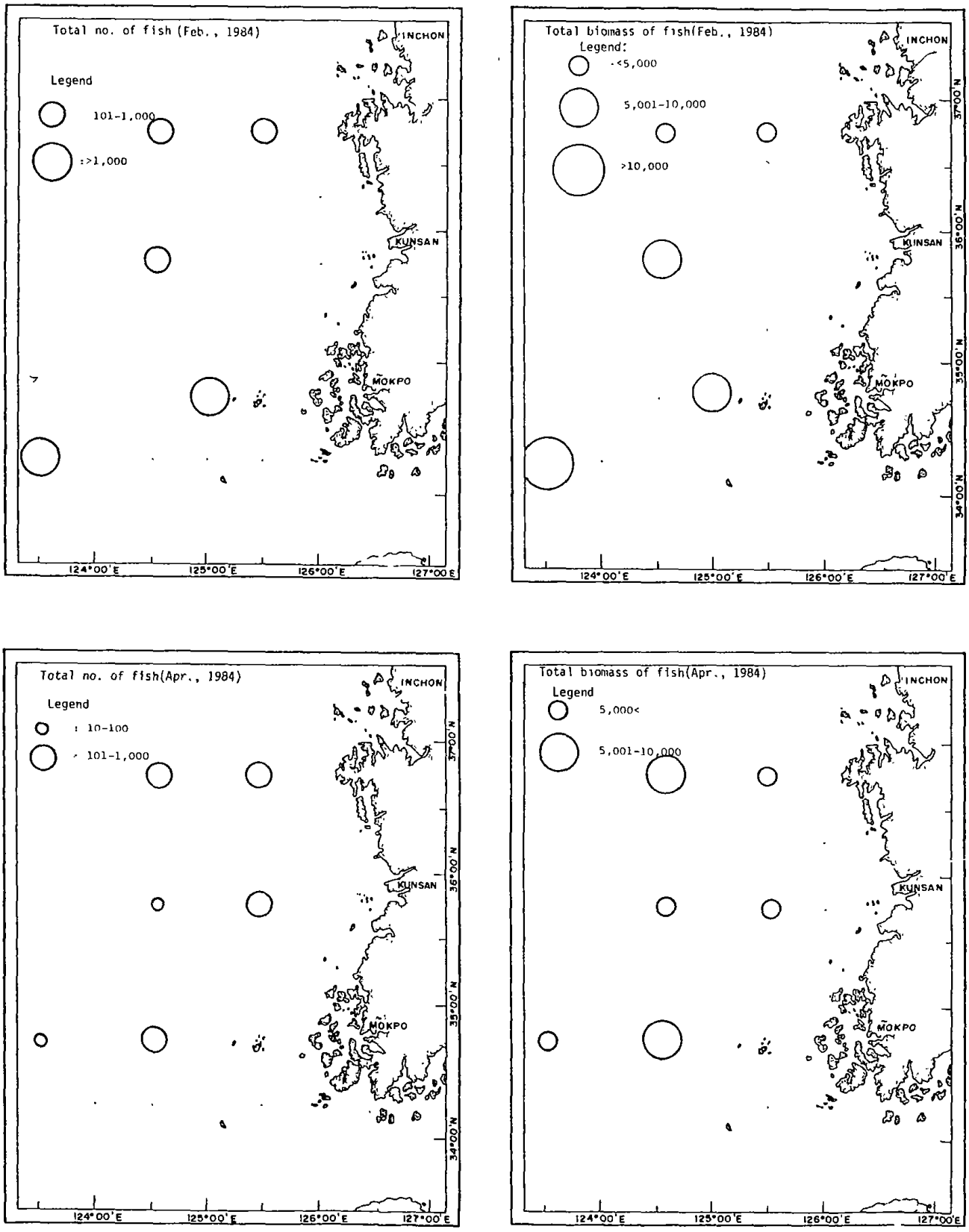


Fig. IV-19. Total number and biomass of fish collected by bottom trawl at each sampling station in the Yellow Sea in February and April 1984 [*organisms and biomass* (g)/1000m^3].

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

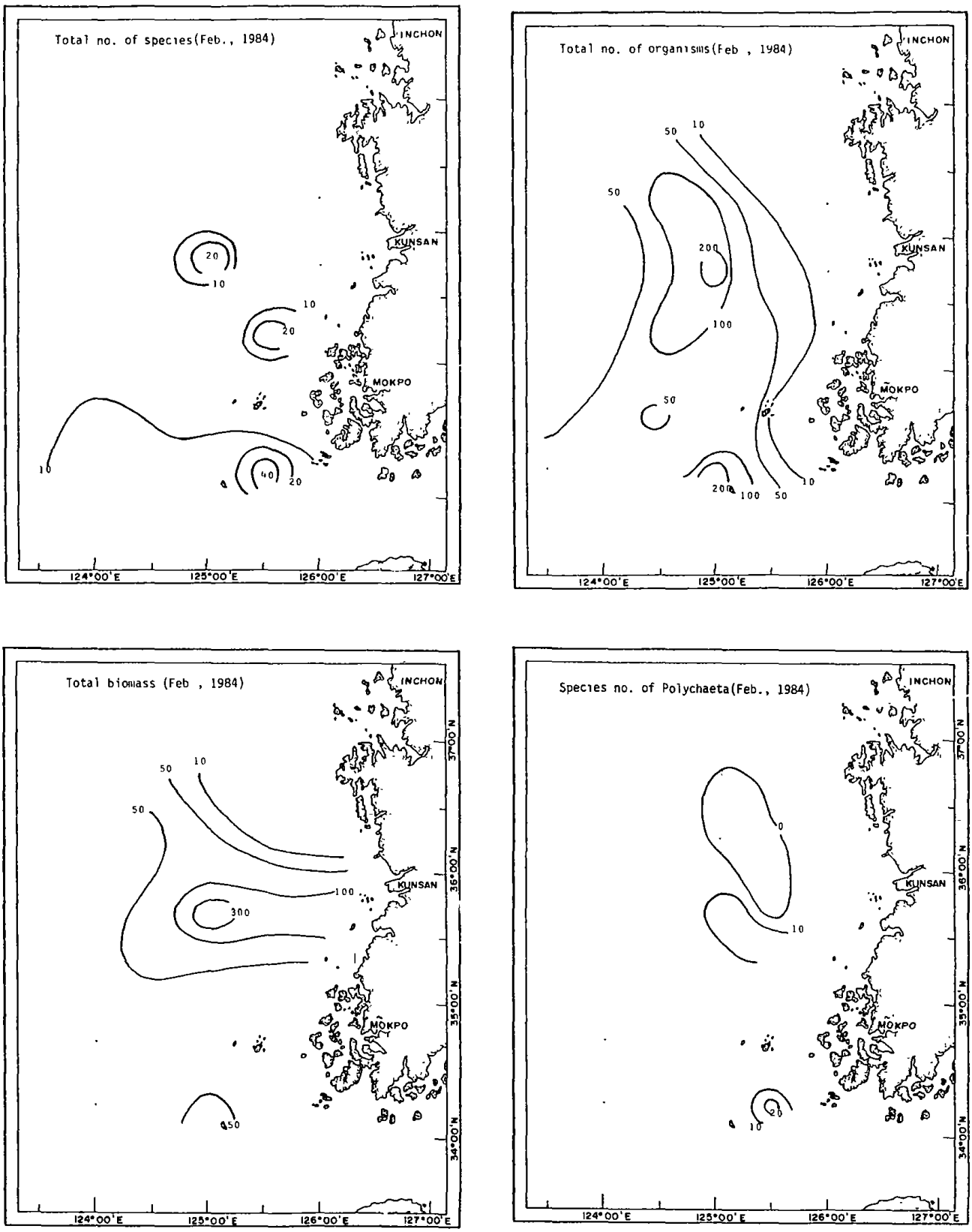
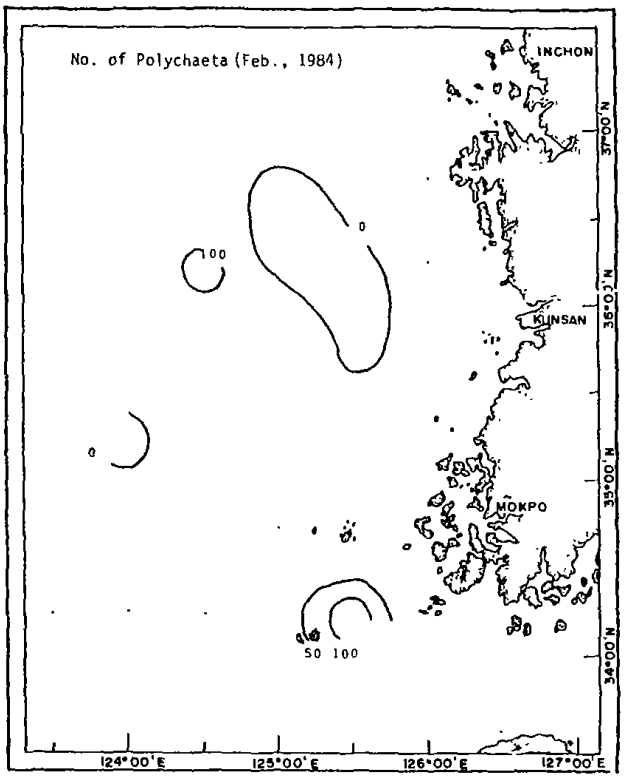
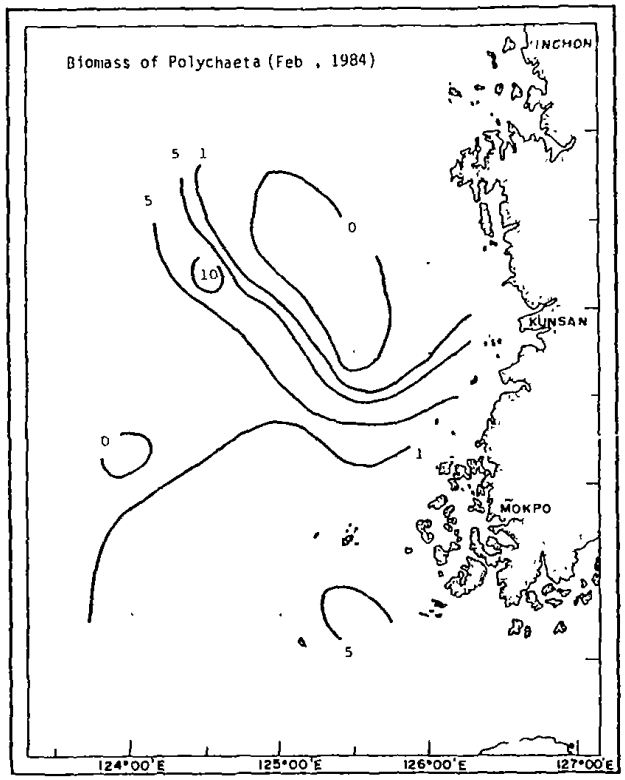
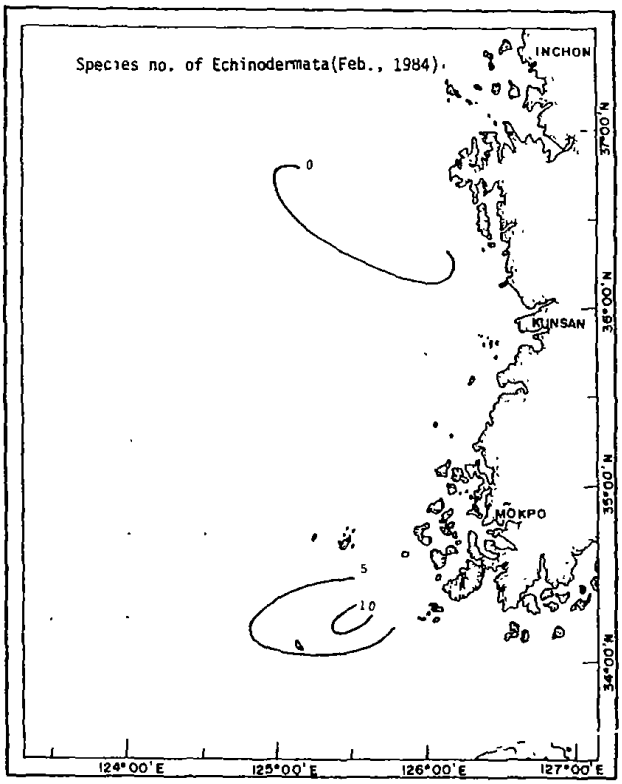


Fig. IV-20. Distribution of megalozoobenthos larger than 15 *mm* in the Yellow Sea in February, 1984 [*Spp. no., organisms and biomass* (*g*)/1000m^2].

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31







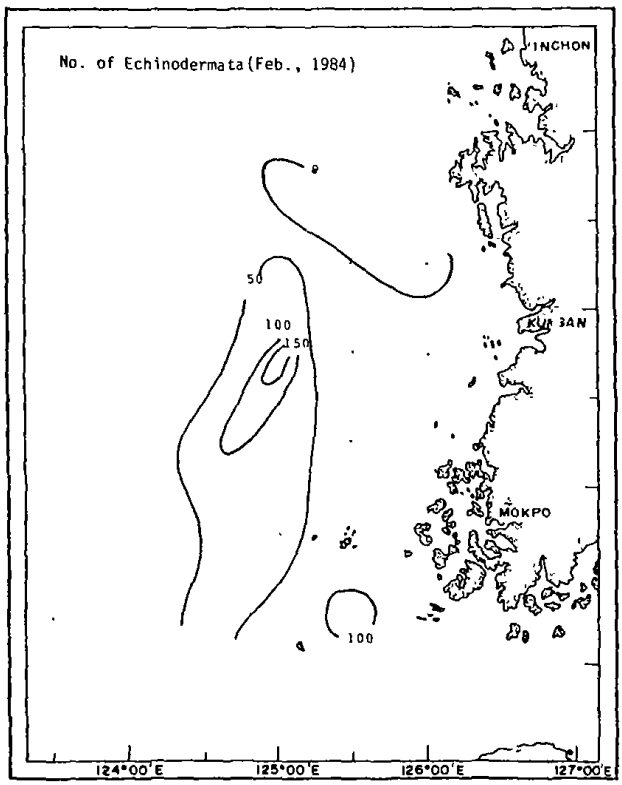
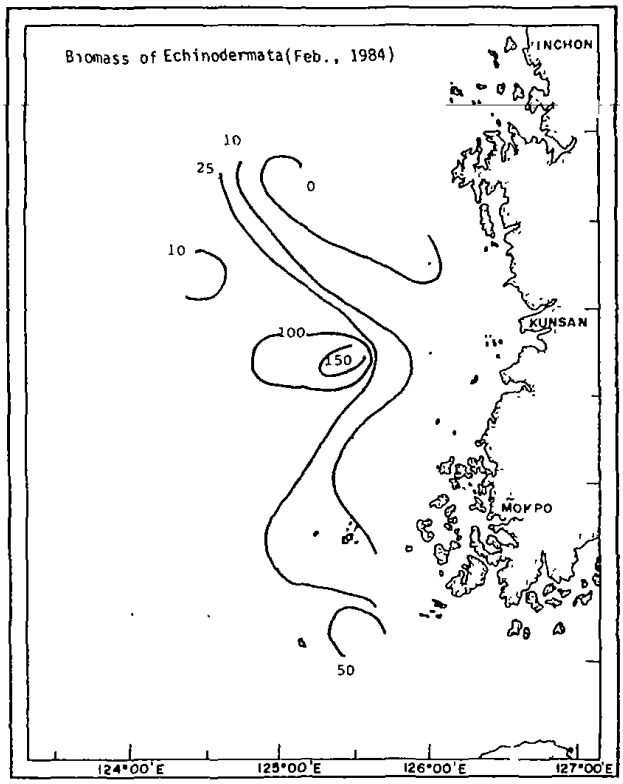


Fig. IV-20. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31







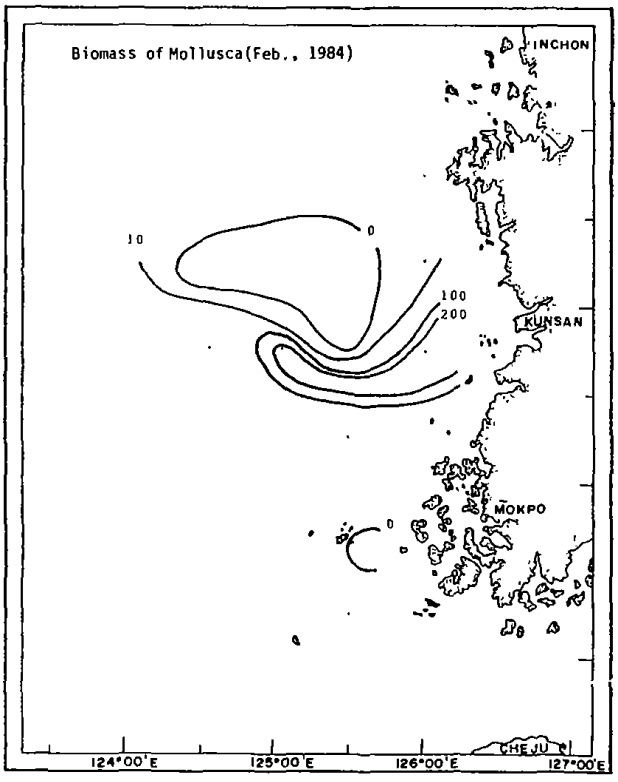


Fig. IV-20. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

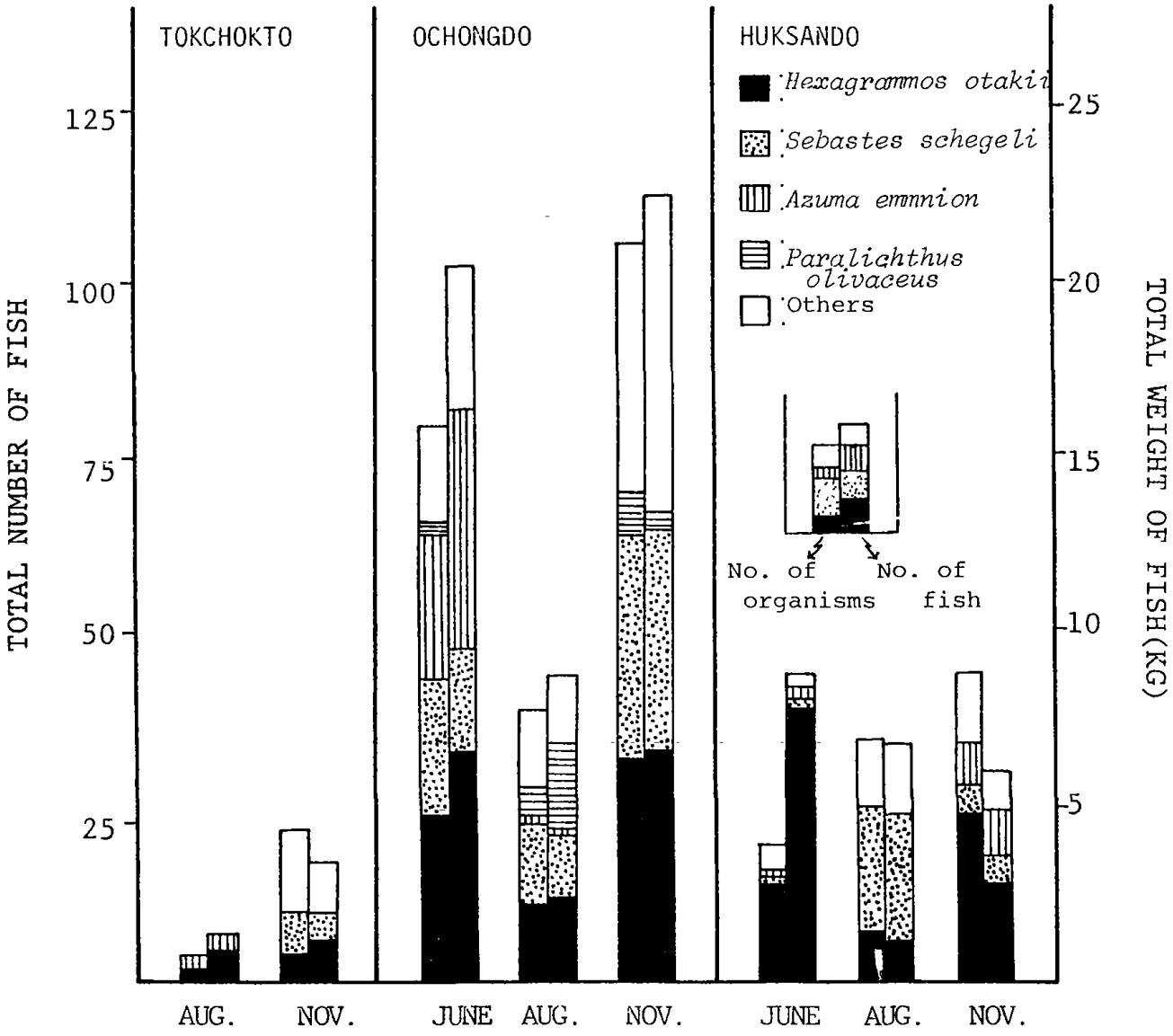


Fig. IV-21. Composition of fish species collected by trammel net in the vicinities of Tokchokto, Ochongdo and Huksando in June, August and November, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

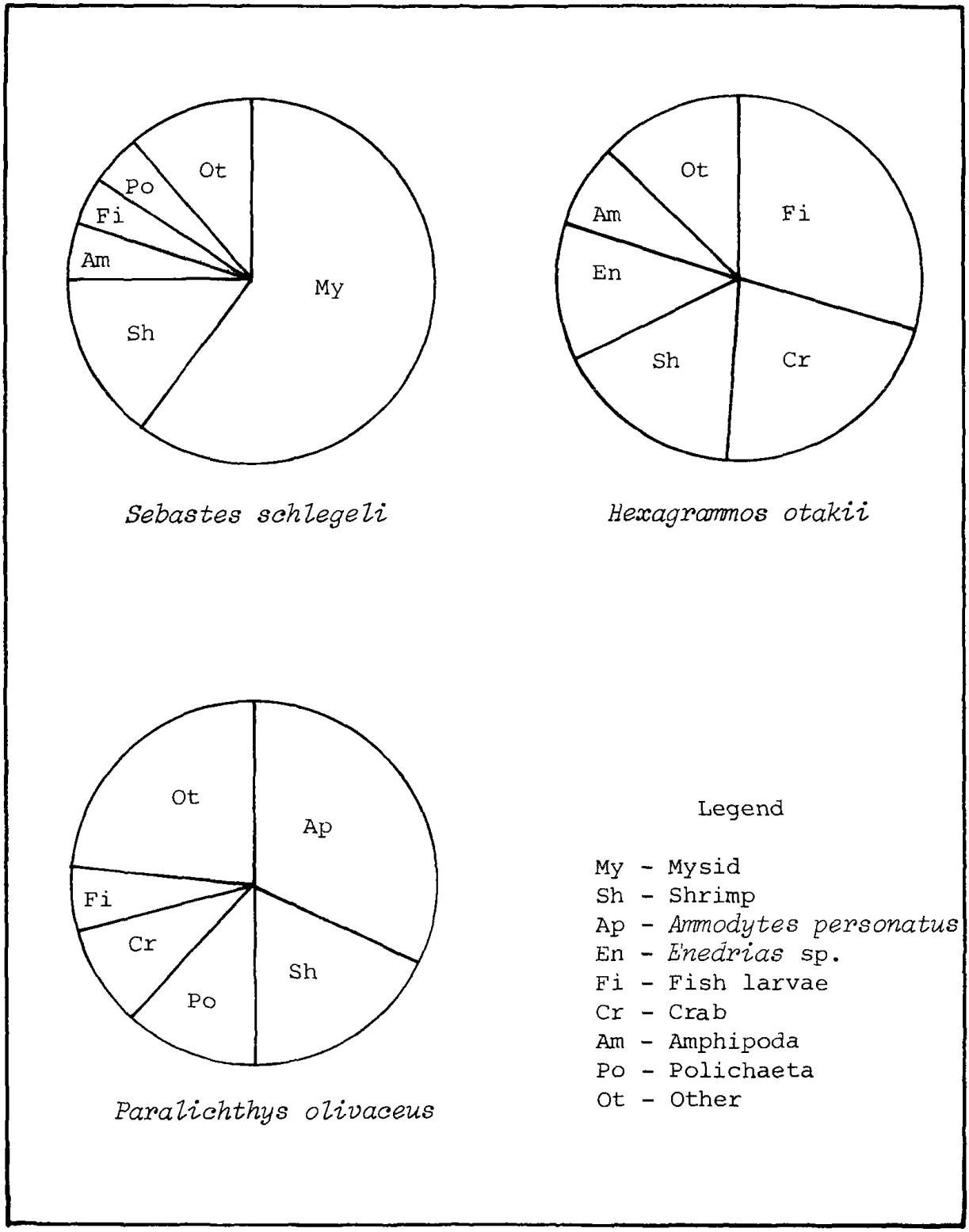
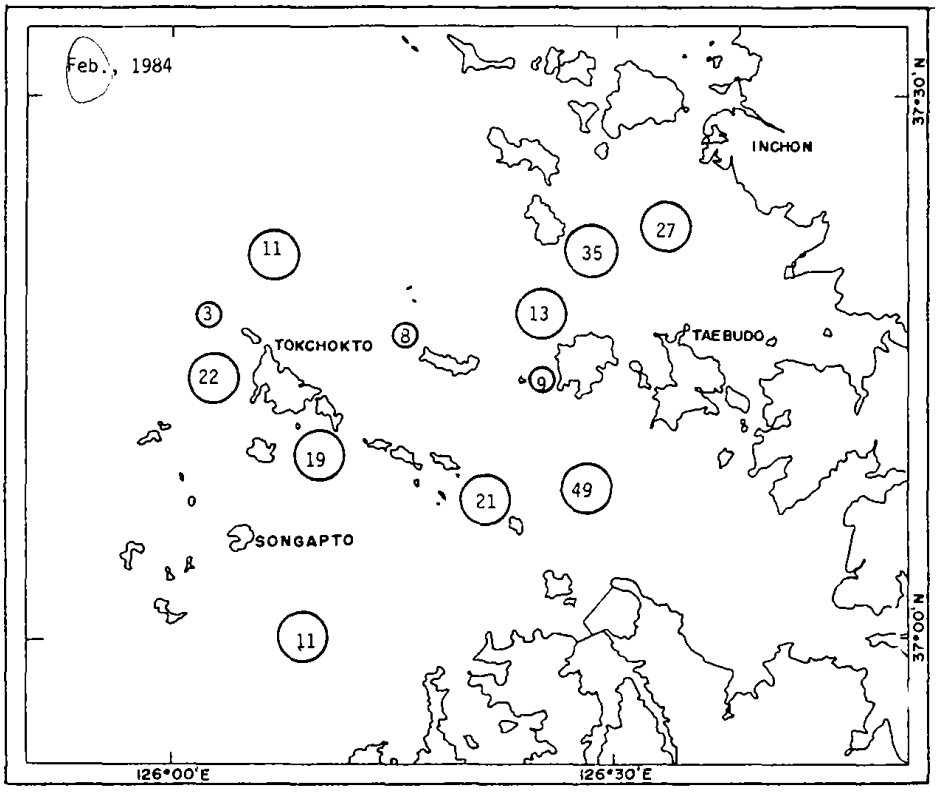


Fig. IV-22. Gut content of three species of fish (*Sebastes schlegeli, Hexagrammos otakii* and *Paralichthys olivaceus*) collected by trammel net in the Yellow Sea in 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



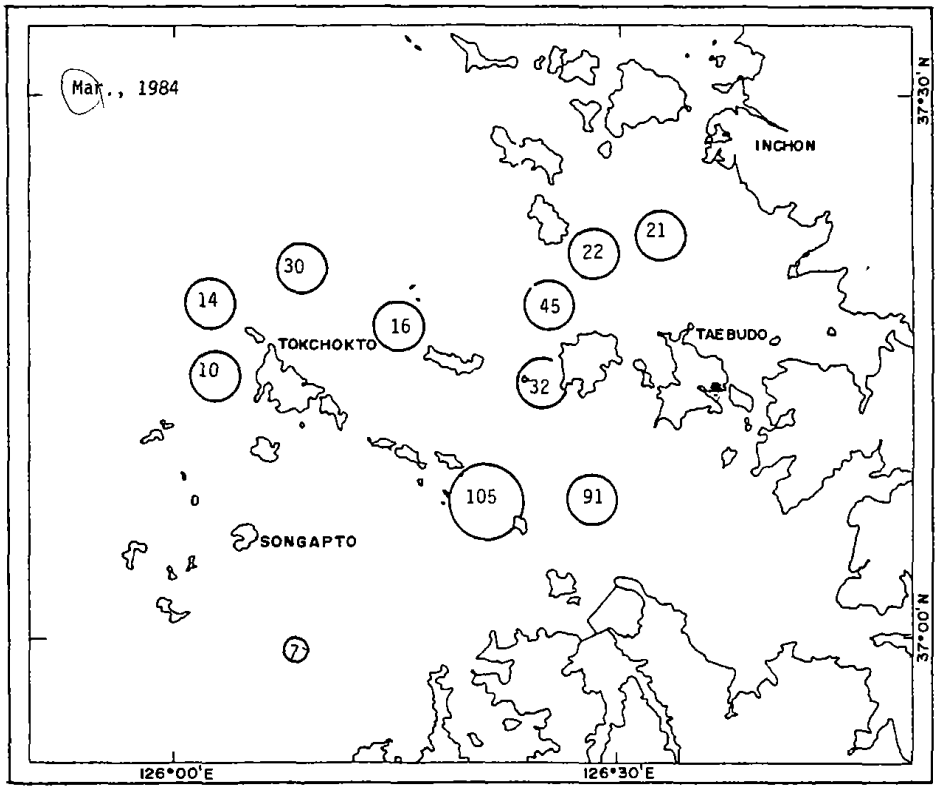
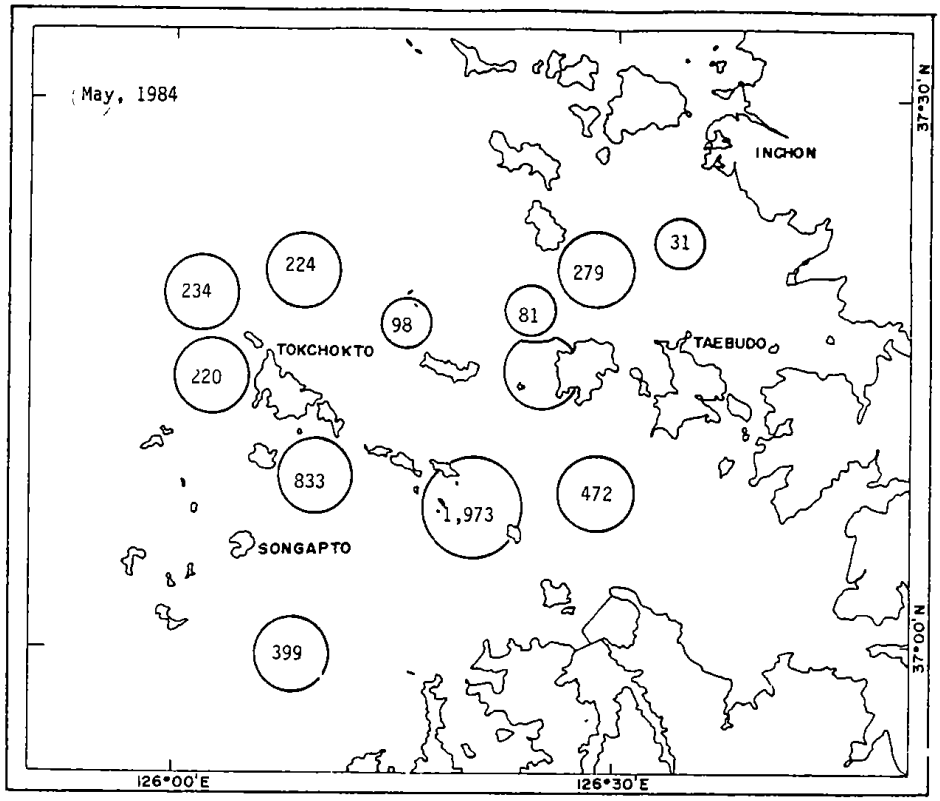


Fig. IV-23. Number of fish larvae at each sampling station in Kyonggiman in February~November, 1984 (*organisms*/1000m^3).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



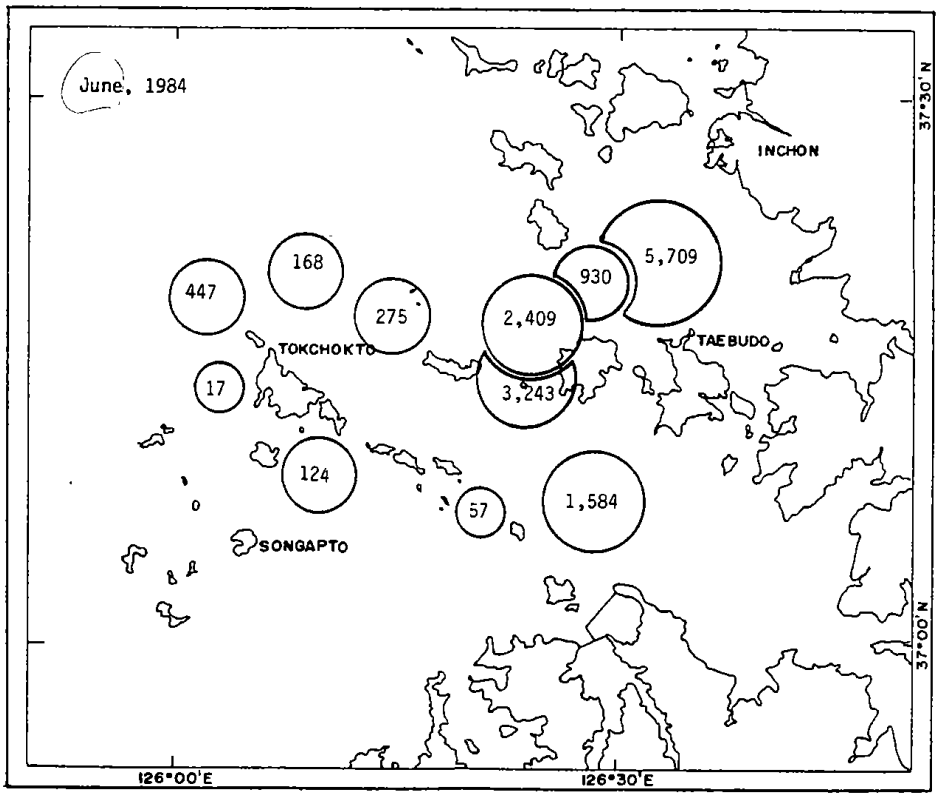
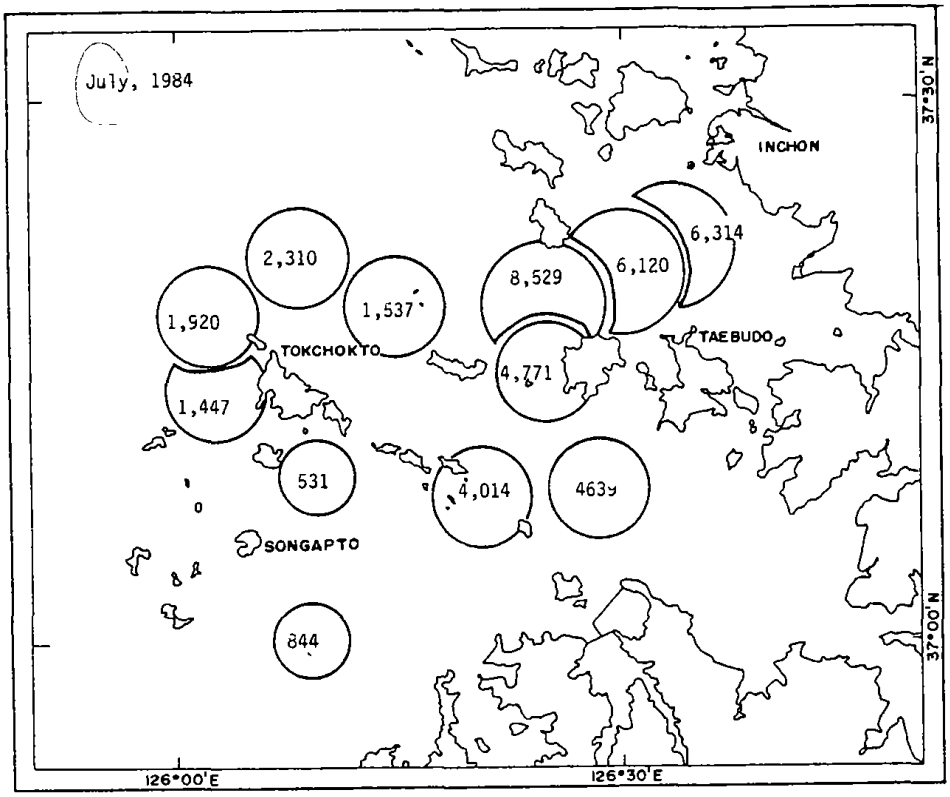


Fig. IV-23. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



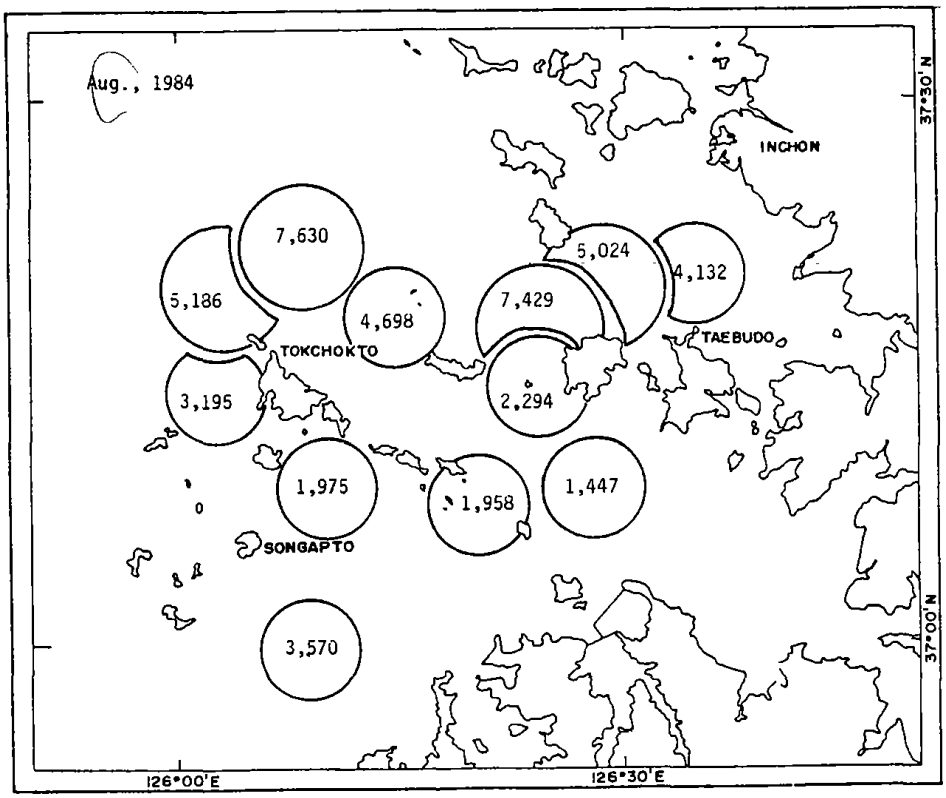


Fig. IV-23. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

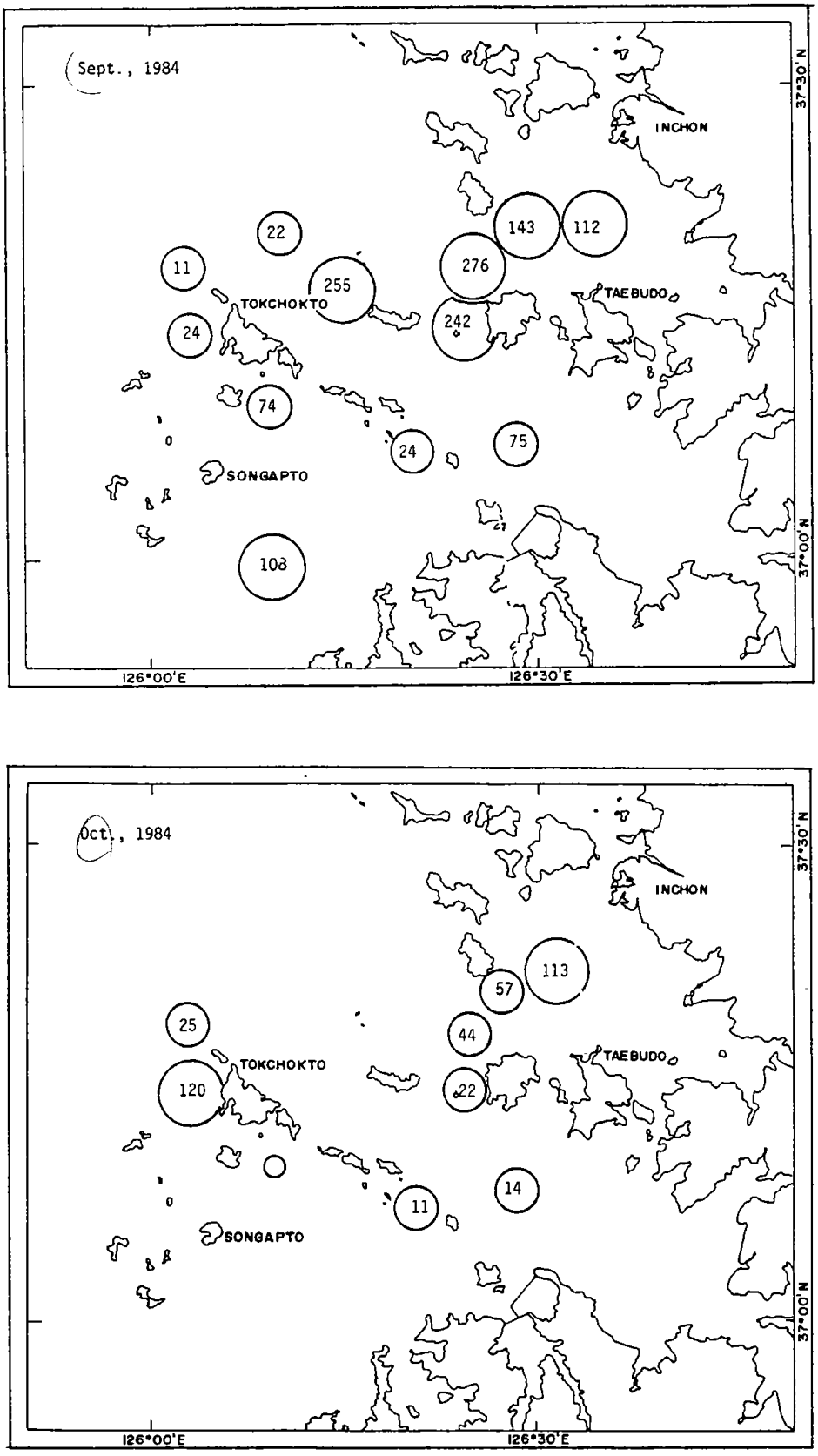


Fig. IV-23. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

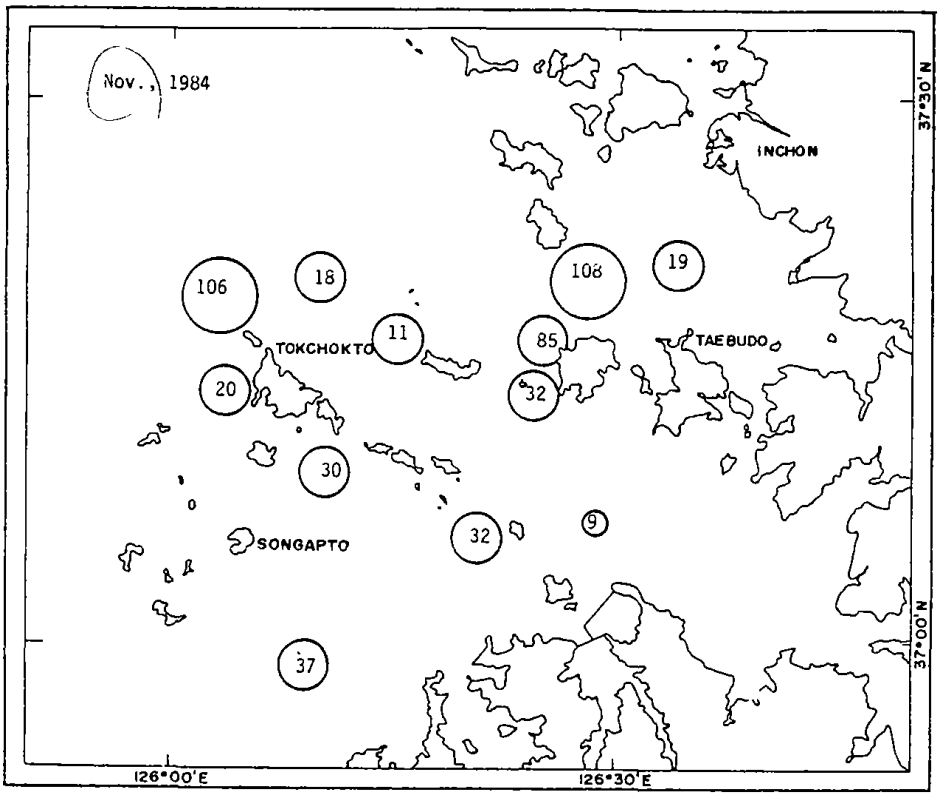


Fig. IV-23. (Cont'd)

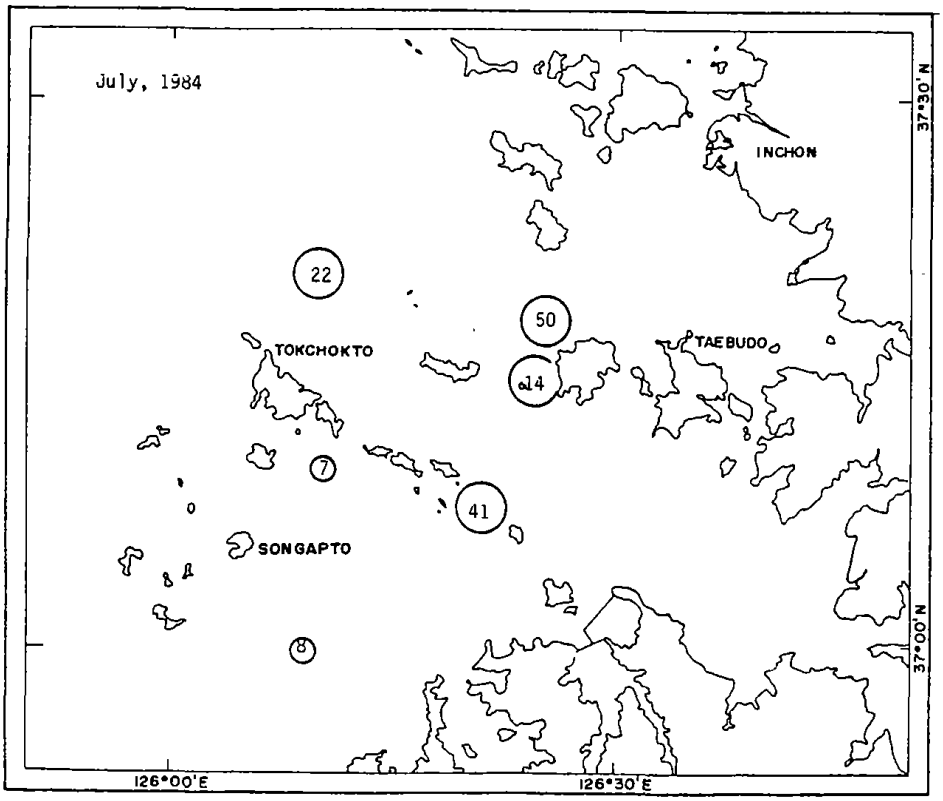
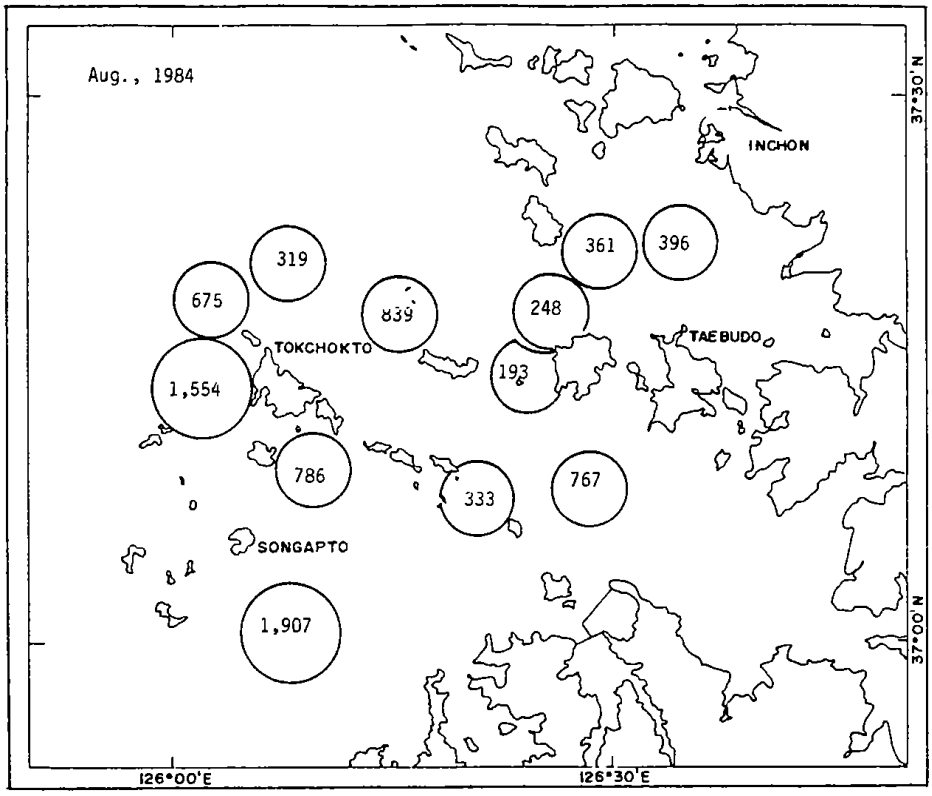


Fig. IV-24. Number of *Engraulis japonica* larvae at each sampling station in July~November, 1984 (*organisms*/1000m^3).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



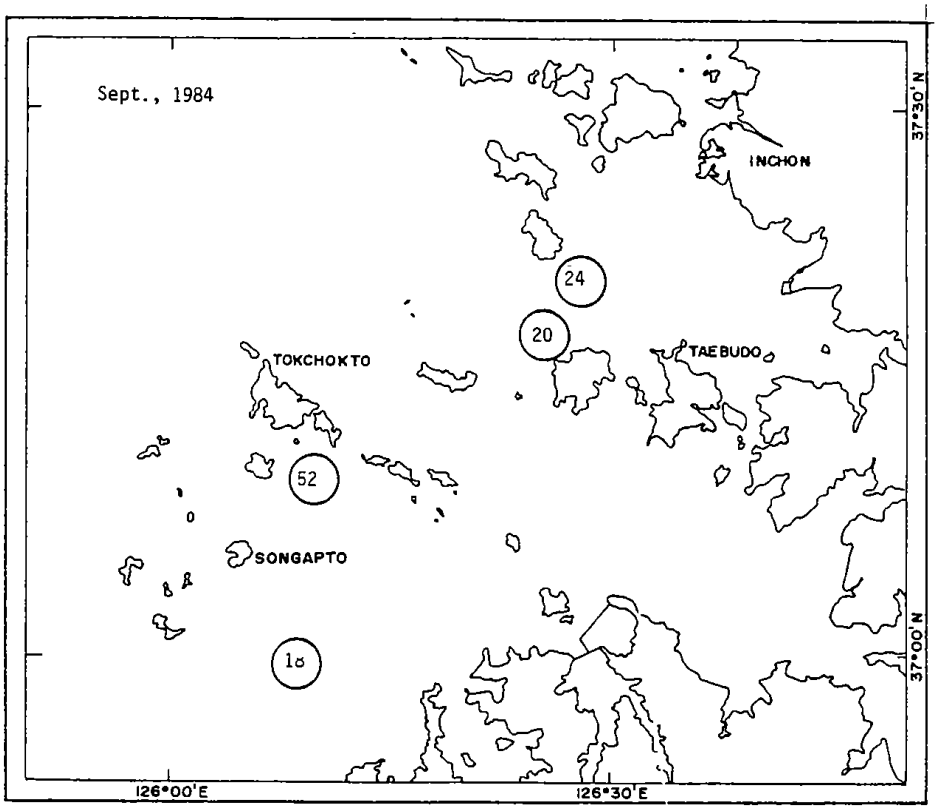
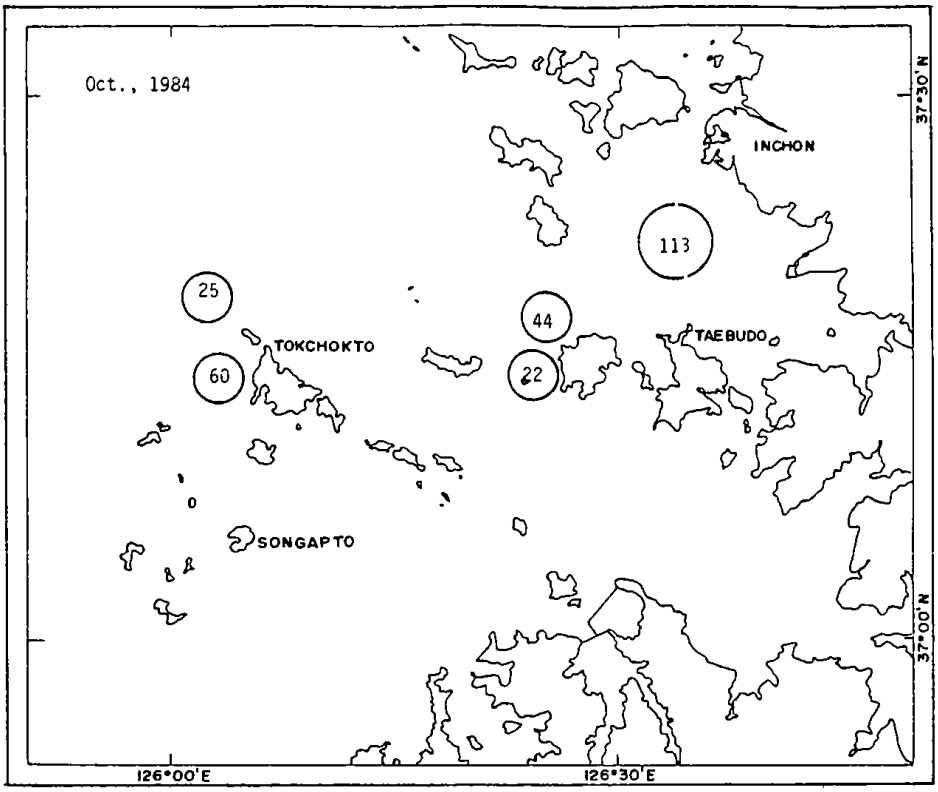


Fig. IV-24. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



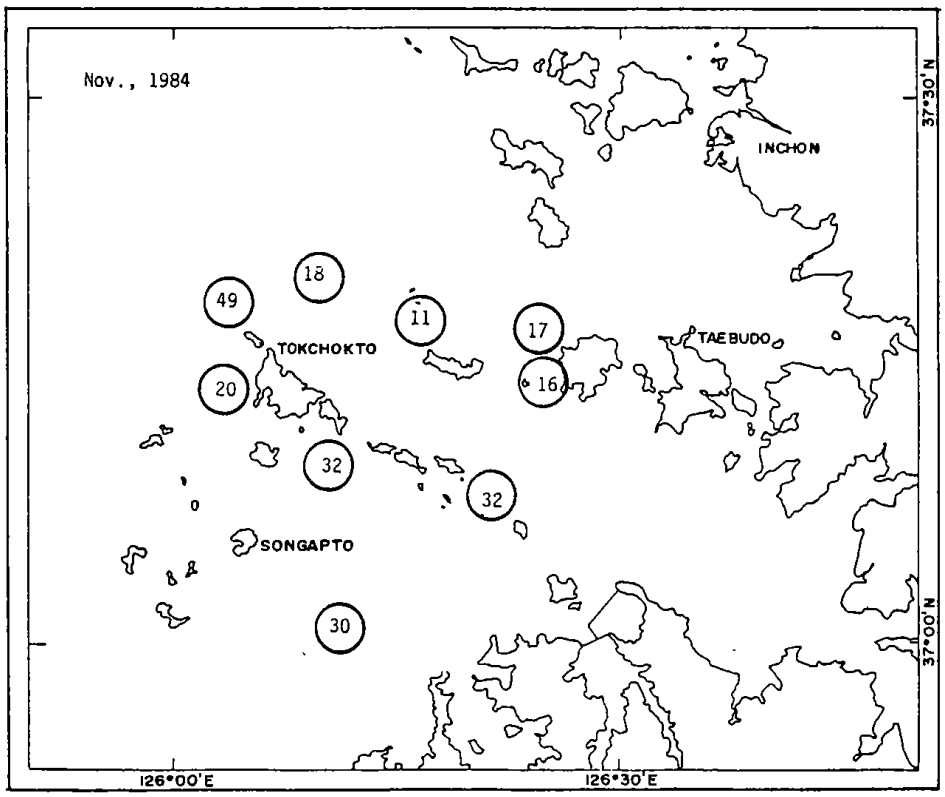
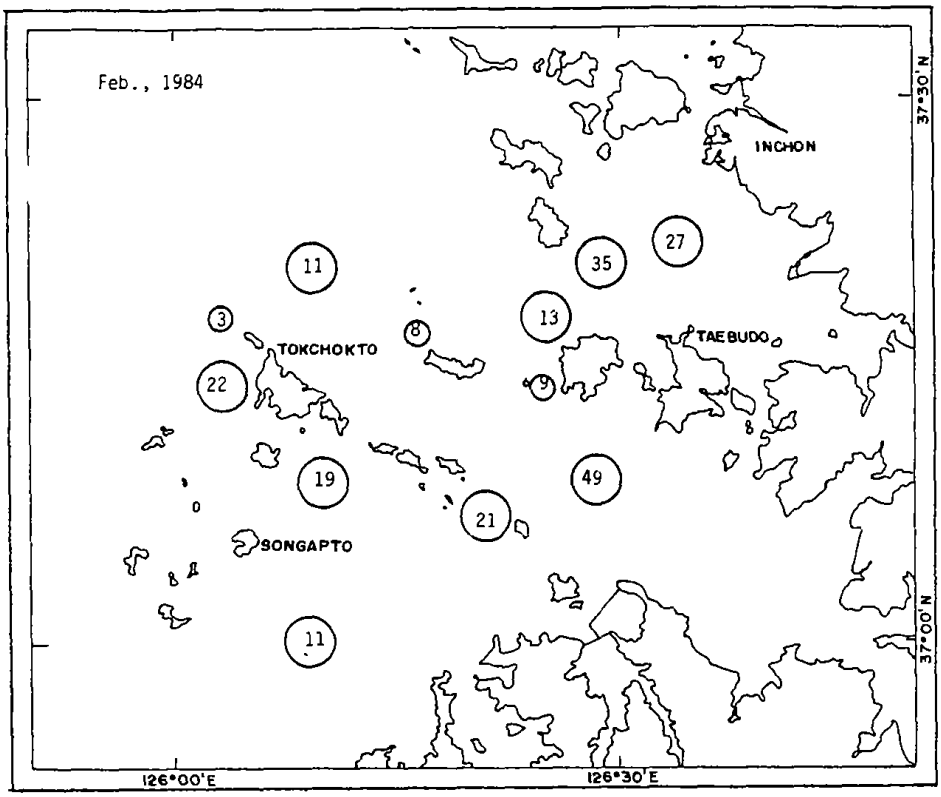


Fig. IV-24. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



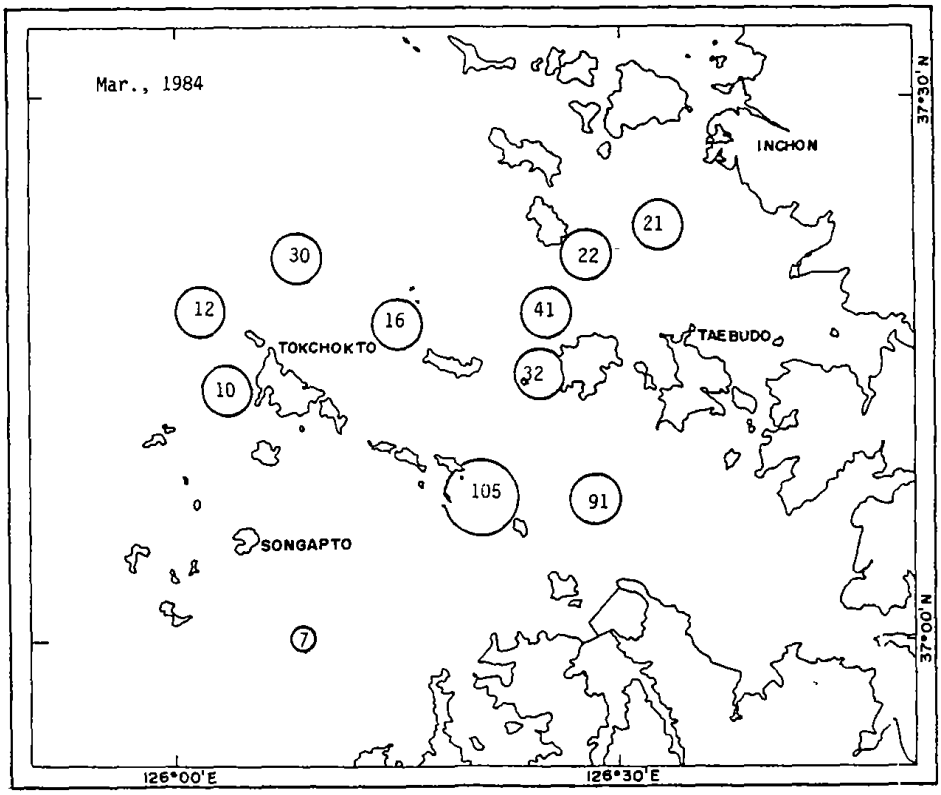
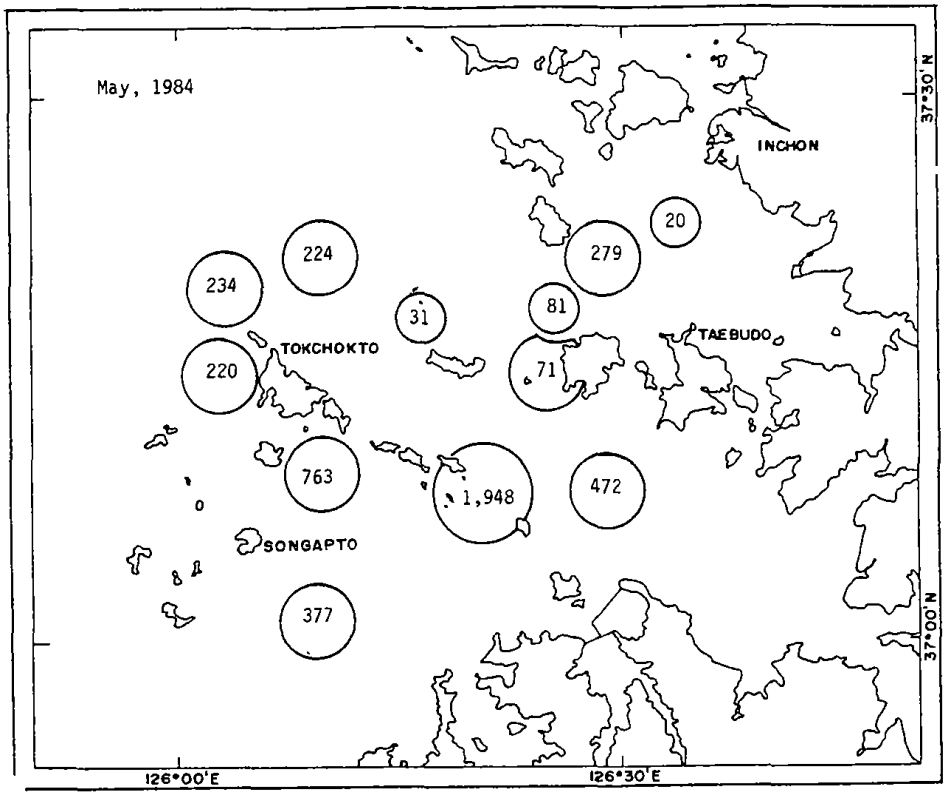


Fig. IV-25. Number of *Enedrias fangi* larvae at each sampling station in Kyonggiman in February~July, 1984 (*organisms*/ $1000m^3$).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



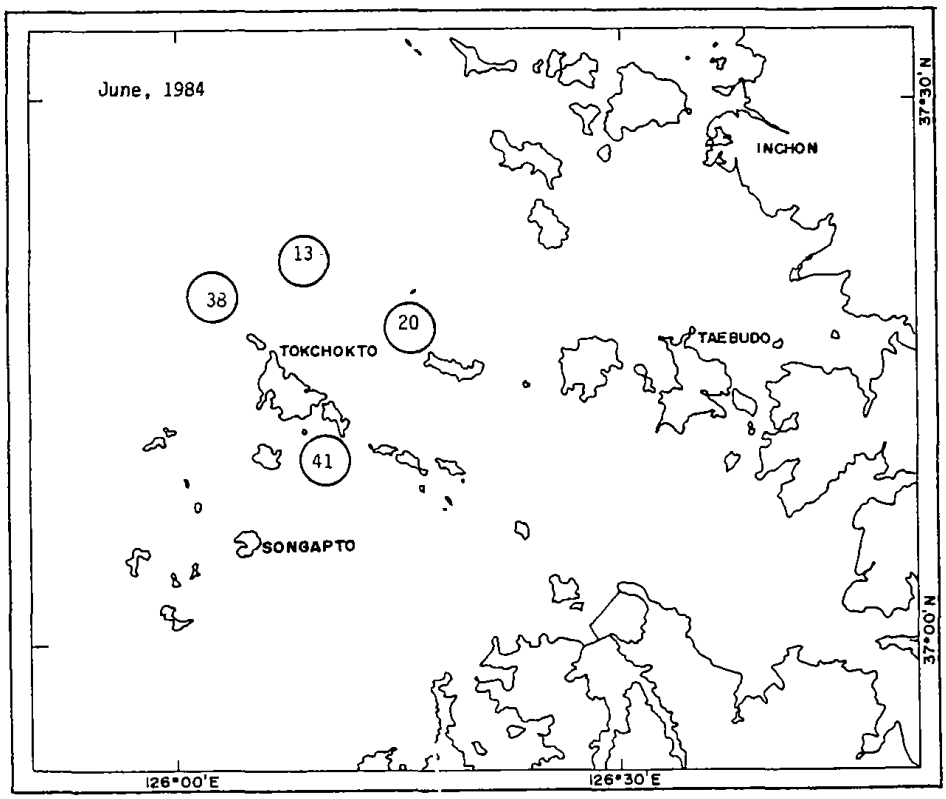


Fig. IV-25. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

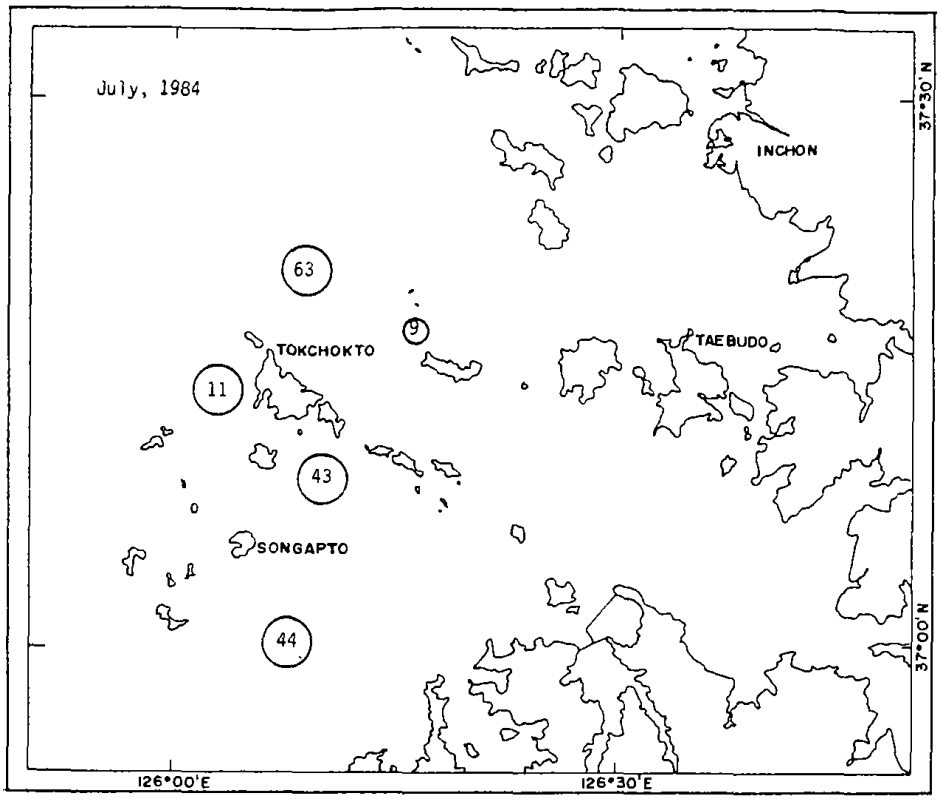


Fig. IV-25. (Cont'd).

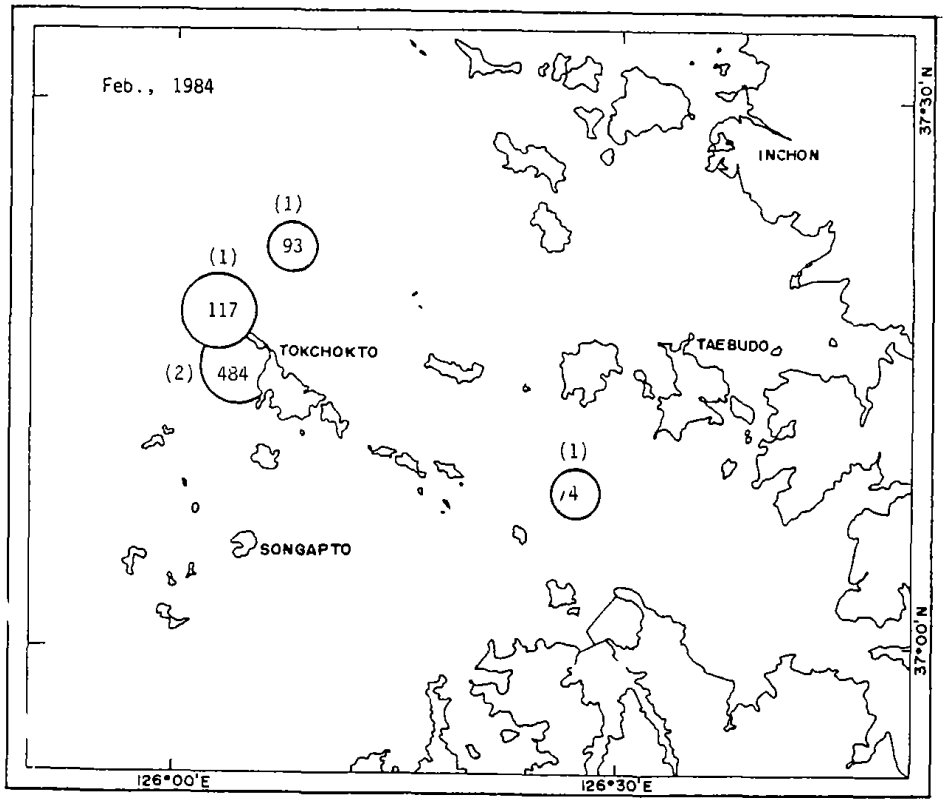
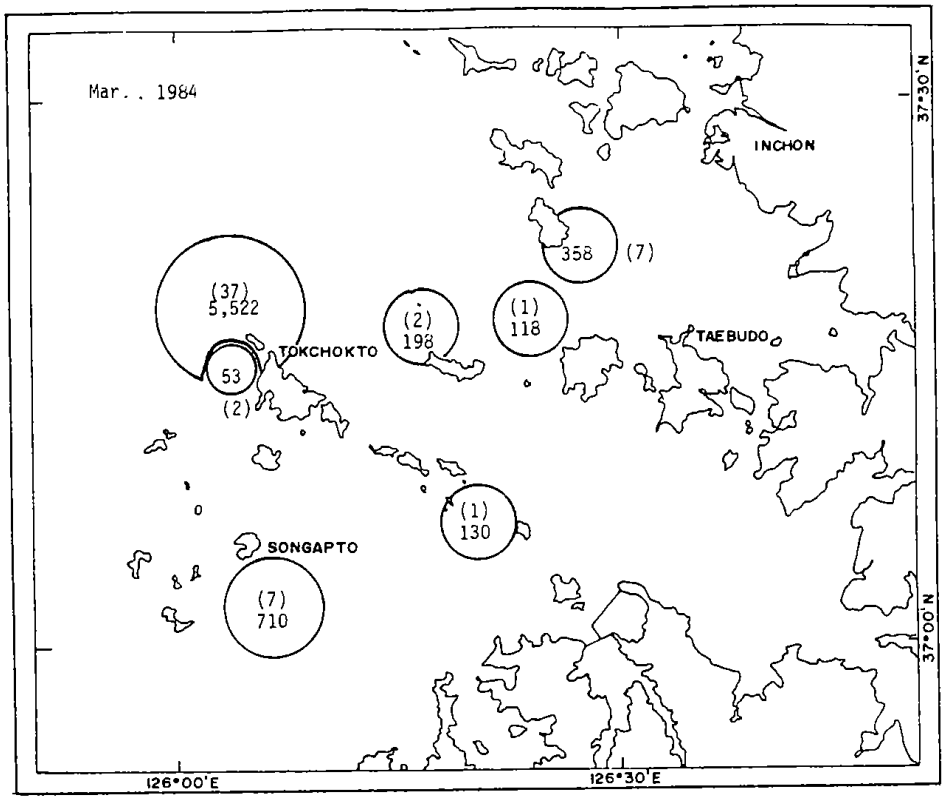


Fig. IV-26. Number of *Acetes* spp. (in parenthesis) and its biomass (open no.) in Kyonggiman in February~November, 1984 [*organisms and biomass(g)*/1000m^3].

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



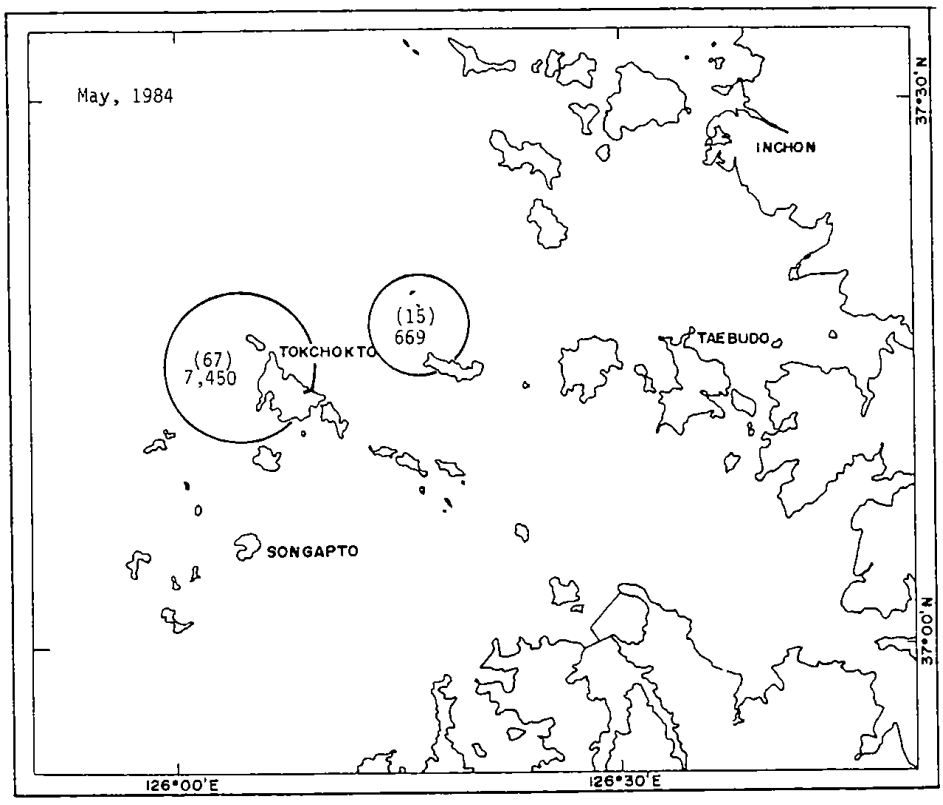
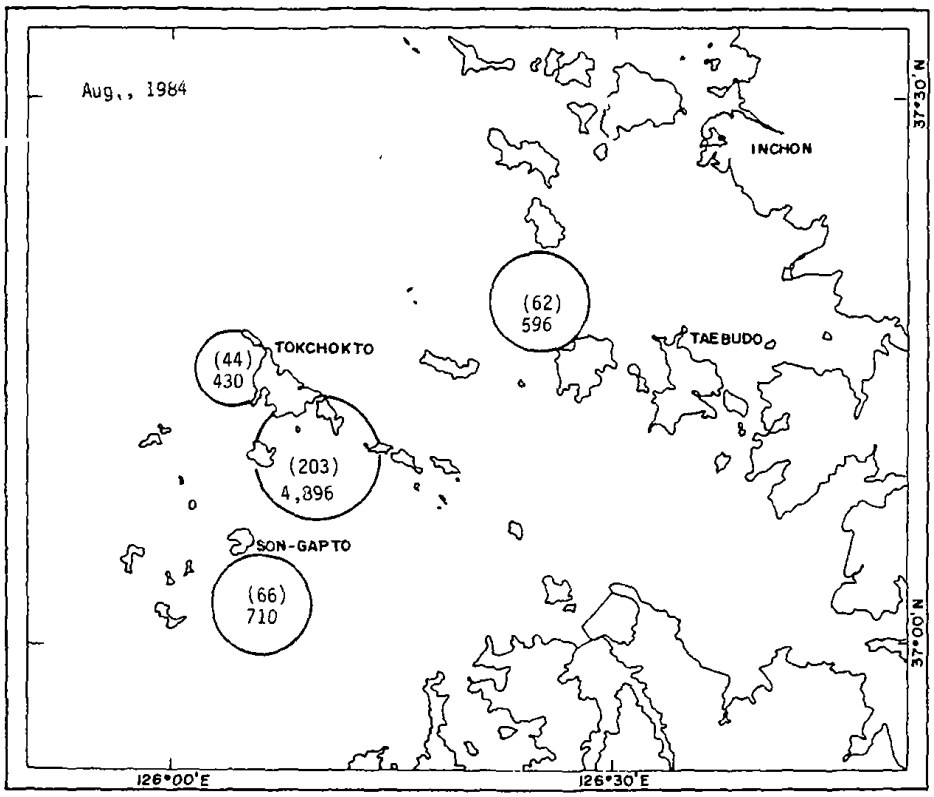


Fig. IV-26. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



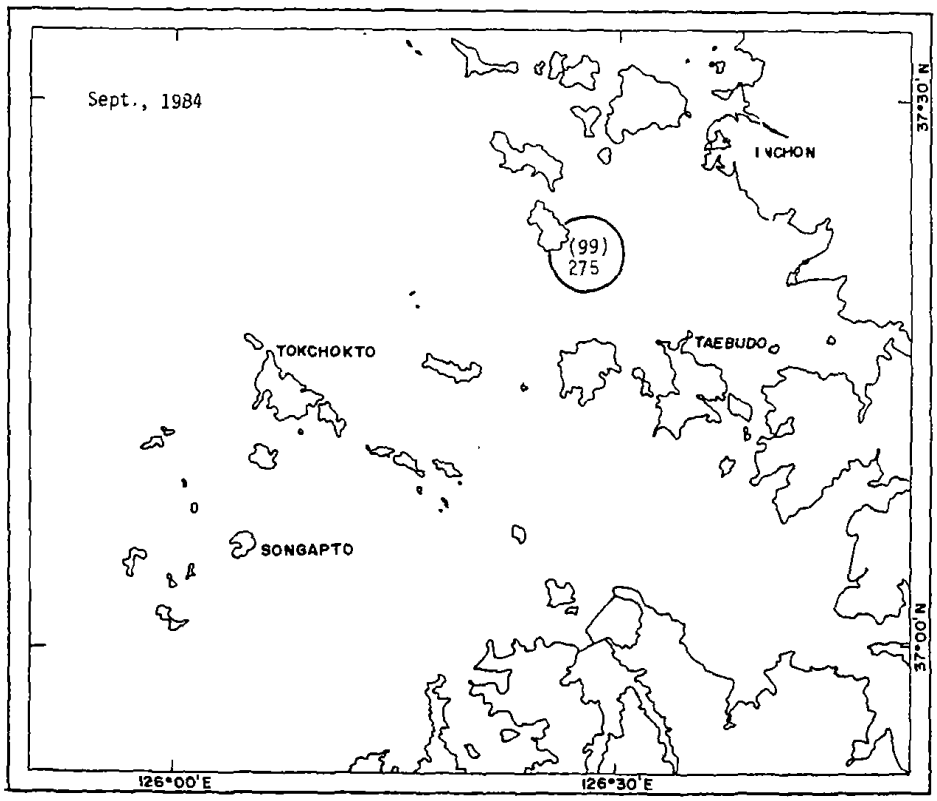
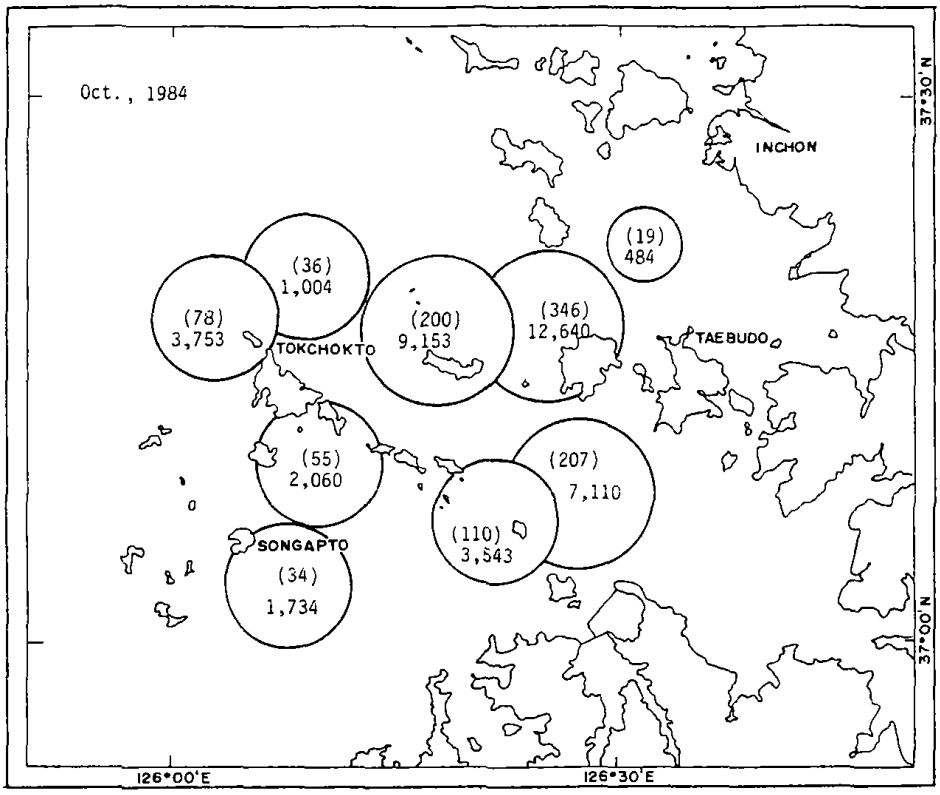


Fig. IV-26. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



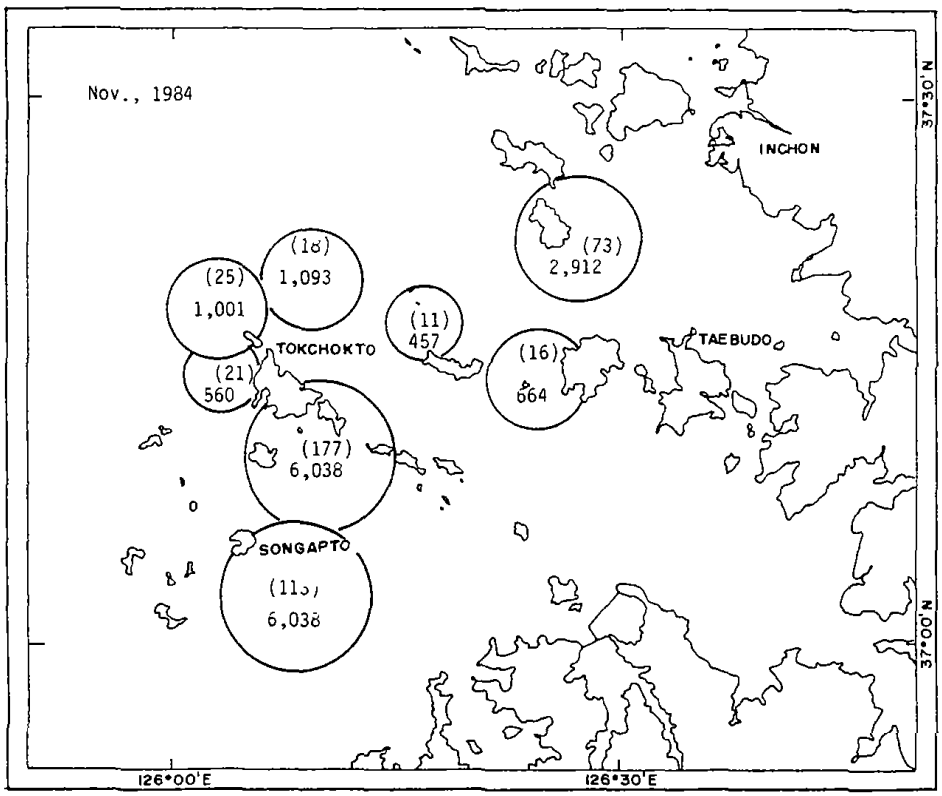


Fig. IV-26. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

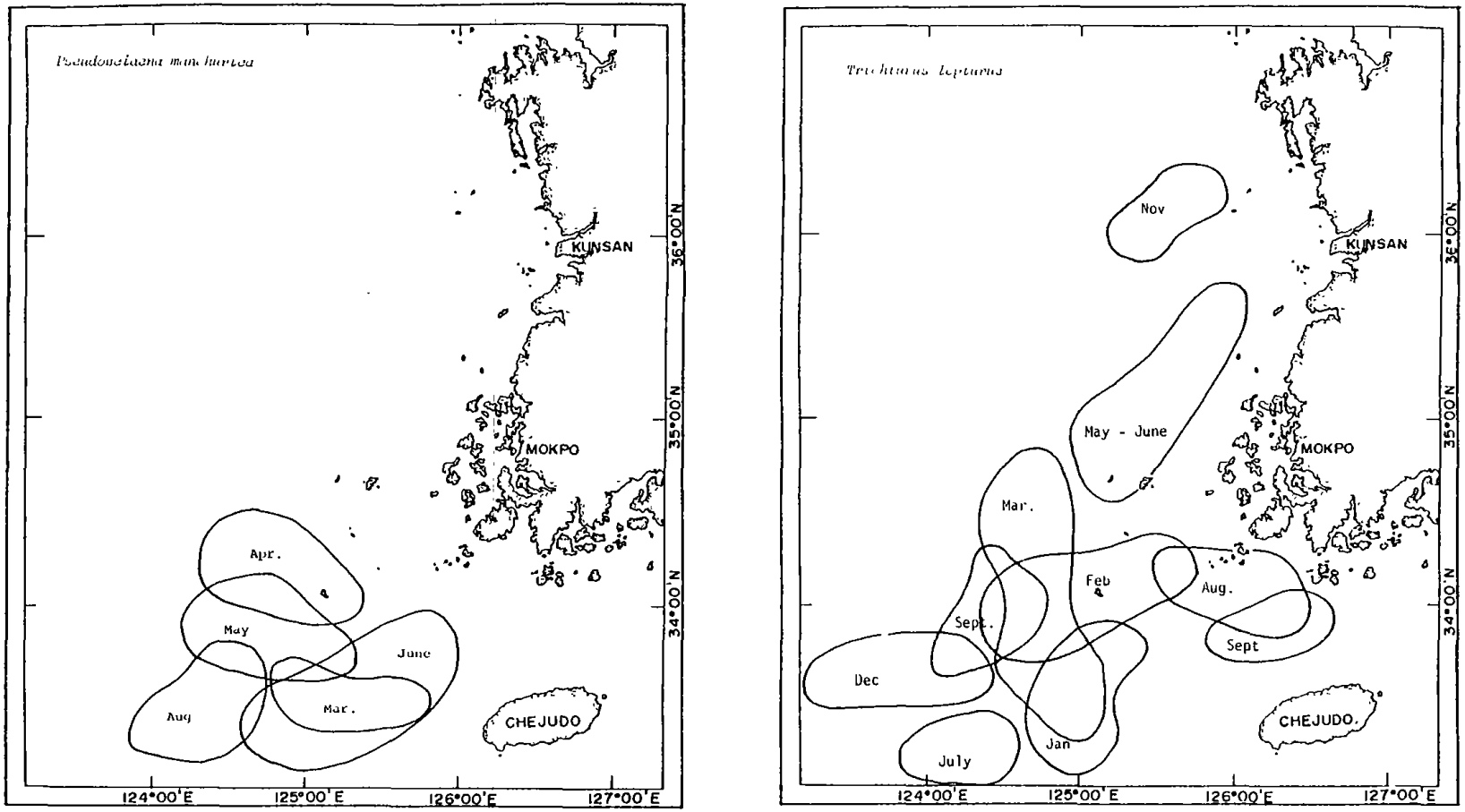
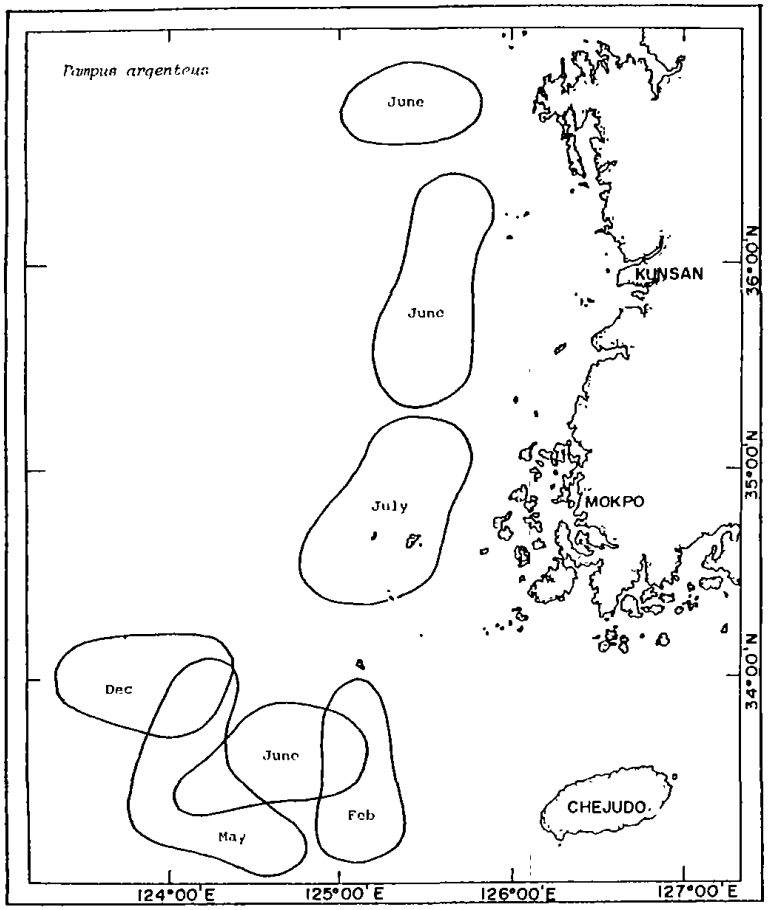


Fig. IV-27. Monthly distribution of major fishing grounds for *Pseudosciaena manchurica, Trichiurus lepturus, Pampus argenteus* and *Collichthys* spp. in the Yellow Sea in 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31



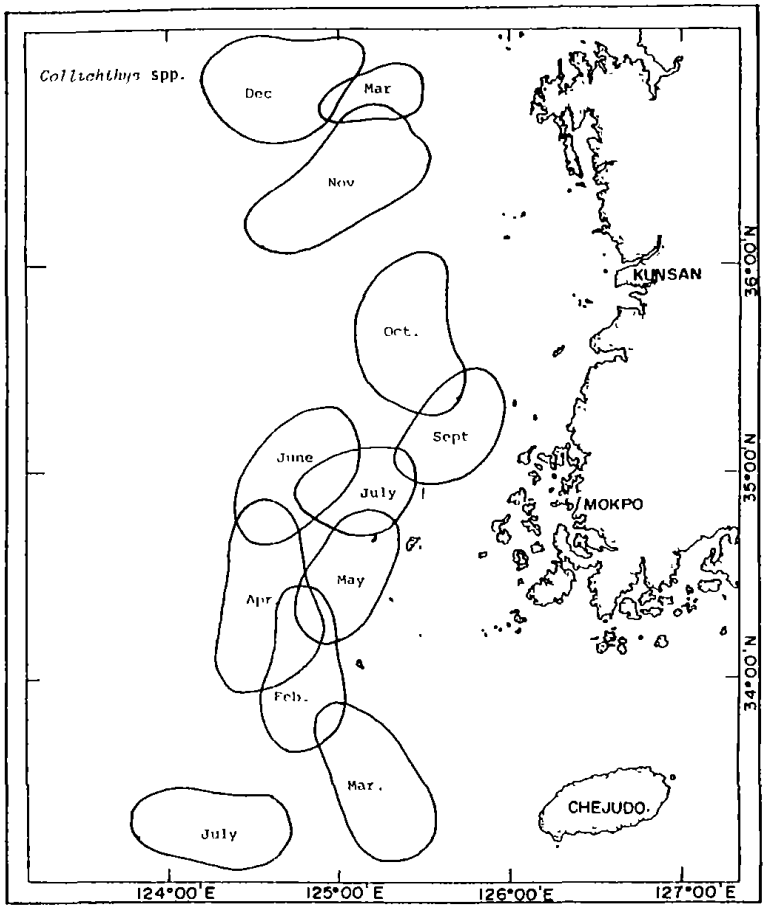


Fig. IV-27. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第Ⅴ章　海底資源
(STUDIES ON MARINE GEOLOGICAL RESOURCES)

分野責任者：韓　相　俊

研　究　員：蔣　舜　懽

劉　洪　龍

石　奉　出

金　聖　烈

鄭　甲　植

金　漢　俊

尹　俊　求

鄭　惠　京

柳　海　洙

李　熙　俊

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第一節 序 說

世界에서 가장 넓은 大陸棚을 가진 緣海의 하나로 알려진 黃海(面積, 약 30 만 km^2)는 북쪽으로는 先캠브리아紀의 火成·變成岩基盤 一部가 山東一遼東半島를 따라 隆起하여 陵(ridge)을 이루어 渤海灣과 境界를 짓고 있고 남쪽은 中生代 地殼變動에 의하여 福疆一嶺南(중국 상해-한반도 남서부) 褶曲帶가 形成되어 東支那海와 接하여 있다. 古第三紀 (paleogene) 또는 新第三紀 (neogene) 初부터의 海水面上昇과 南部의 褶曲帶의 浸蝕에 따라 陸源性碎屑物과 海洋性堆積物이 集積된 盆地로 最大두께 2,000 *m* 以上의 堆積層이 形成되어 있다 (Emery *et al*. 1969 ; Wageman *et al*. 1970). 現在의 黃海는 플라이토세末에 시작된 海浸으로 인하여 水深 100 *m* 이내의 淺海性 (平均水深, 55 *m*) 環境으로 平坦한 海底面을 갖는다 (Emery 1969).

東支那海, 渤海灣과 더불어 黃海는 石油 및 天然가스의 賦存可能性이 높아 1960년대 初부터 堆積物의 分布와 堆積作用에 관한 硏究 (Niino and Emery 1961 ; Acta Oceanologica Sinica 1983)와 함께 地球物理探査 (Emery *et al*.1969; Wageman *et al*. 1970 ;KIER 1971~1982)가 이루어져 왔다. 黃海에는 中國大陸의 黃河, 揚子江을 통해서 많은 양의 細粒質碎屑物 (연간 16億톤, Milliman and Meade 1983)이, 그리고 韓半島의 鴨綠江, 漢江, 大同江, 錦江, 榮山江을 통해서도 상당량의 堆積物 (주로 粗粒質)이 黃海에 流入되고 있다. 流入된 堆積物은 주변沿岸에 크게 작용하는 潮流와 沿岸流, 黃海南西로부터 일부 북상하는 黑潮 (kuroshio) 및 波浪에 의하여 生物起源의 堆積物과 함께 運搬·沈積되어 黃海中央部, 中國大陸연안부에서 東支那海에 이르는 海域과 韓半島南西沿岸에 細粒質堆積相이 넓게 發達·分布하며 大部分이 relict 起源으로 여겨지는 4 ϕ 이하의 砂質堆積相이 黃海中東部 - 韓半島

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

沿岸海域에 넓게 分布한다(Niino and Emery 1961 ; Chough and Kim 1981; Park 1983 ; Wang *et al*. 1983 ; Park and Han 1985).

본 硏究에서는 1982년 이후 계속된 黃海南東部 韓國海域에 대한 綜合海洋資源圖作成의 일환으로 堆積相, 堆積物의 粒度特性 및 鑛物成分 (重·輕鑛物 및 粘土鑛物), 重金屬, 總有機物 및 炭酸鹽含量의 分布를 提示함과 아울러, 現場實測과 衛星映像資料分析에 의한 浮遊物質의 分布·移動現象을 밝히고, 試錐堆積物의 堆積構造를 把握함으로써 堆積環境을 究明하여, 沿近海漁場, 水產養殖場 및 臨海工業團地의 汚染모니터링의 基礎資料로 사용할 수 있도록 함과 동시에 試錐堆積物의 土質工學的 제반性質들을 提示하여 沿岸國土開發計劃樹立과 音響學的 硏究을 위한 자료제공에도 주력하였다. 또한 表層과 試錐堆積物中의 微古生物을 硏究하여 古環境과 海水面變化硏究 및 炭化水素資源을 包含한 鑛物資源開發에 利用될 수 있도록 하였다.

第二節 調査 및 分析方法

1. 使用器機

1) Microscope binocular: Carl Zeiss Ⅳ b (微古生物 分類用)
Olympus SZ-Tr (微古生物 分類用)

2) Oven: Griffin 3/250 FC (堆積物 건조용)

3) Balance : Mettler P 160 N (堆積物 및 浮遊物質 定量用)
〃 H54 AR (堆積物 및 浮遊物質 定量用)

4) Auto size analyser: Sedigraph 5000 D (細粒堆積物 粒度分析用)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

5) Microscope : Leitz orthoplan (重鑛物 分析用)

6) X-ray diffractometer : Phillips PW 1710 (粘土鑛物 分析用)

7) A-A Spectrophotometer: IL251 (重金屬分析用)

8) Muffle furnace : Gallenkamp (堆積物 分析)

9) Centrifuge : Hanil (堆積物分析)

10) Bernard calcimeter : Prolabo (佛, 炭酸鹽定量)

11) Softex : M-1005 (試錐堆積物 X-線撮影)

12) Tsurumi-Seiki piston corer, Phleger corer, Shipeck grab, McIntyre grab 等 : 堆積物 標品採取

13) Vane shear test apparatus : Maruto SH-63A (剪斷應力測定)

14) Tektronix 4113 B graphic terminal

15) Tektronix ink jet color copier

16) VAX 11/780 電算機

17) Calcomp 960 X-Y plotter

2. 試料採取

가. 浮遊堆積物 : 1982年 8월, 1983年 8~9월 및 11월에 이어 1984年 2월 18일 ~ 25일 및 동년 4월 29일 ~ 5월 7일까지 2회에 걸쳐서 6개 定線上 78개 調査定點 (Fig. V-1)에서 van Dorn 採水器를 사용하여 水深 (0, 5, 10, 20, 30, 50, 75 *m*) 별로 각각 1 ~ 2 ℓ의 海水를 採水하였다. 한편 조석의 影響을 많이 받는 연안해역에서는 群山海域一帶 72개 定點 (Fig. V-2)에서 表層水가 採水되었는데 이는 주로 衛星映像資料의 濁度算出에 사용되었다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

나. 表層堆積物 : 상술한 기간에 Shipeck 또는 McIntyre grab을 사용하여 전 調査定點에서 각각 500 *cc* 씩 2개의 試料를 採取하였으며, 重金屬元素分析用試料는 選定된 調査定線(02, 05, 08, 11, 14, 17 - 定線)과 沿岸海域의 選定點에서 表面下 1 *cm* 깊이에서 교란받지않은 試料를 polyethylene 통에 密封·冷凍시켜 實驗室로 운반하였다. 微古生物用試料는 最表層의 堆積物을 별도로 각각 100 ~ 200 *cc* 씩 4개의 試料를 取하여 알콜處理를 하였다.

다. 試錐堆積物 : 沿近海域에서는 본 연구소 調査船 '인천 801호'와 釜山水產大學 實習船 '부산 404호'(1984. 5.21 ~ 5.26)의 지원을 받아 Tsurumi-Seiki piston corer (바렐길이 ; 3.4 *m*)로 12點을 採取하였고 外海域에서는 共同調査期間(1983年 8~9월 및 11월, 1984年 4~5월) 중에 10點 등 총 22점을 採取하였다(Table V-1). 群山沿岸海域에서는 Phleger corer를 사용하여 10 ~ 30 *cm* 깊이의 試錐堆積物 8點을 採取하였다(實驗室 分析 除外).

3. 試料室內分析

가. 浮遊堆積物 : 미리 완전 乾燥시킨 후 무게를 測定한 Millipore membrane filter paper(pore size, 0.45 μm)에 海水 1 ~ 2 ℓ를 濾過시킨 후, 이를 다시 乾燥시켜 무게를 測定, mg / ℓ로 표시하였다.

나. 粒度分析 : 採取된 標品에 30 % H_2O_2와 0.1N HCl을 차례로 넣어 有機物과 炭酸鹽을 除去, 乾燥시켜 무게를 測定한 후 습식체질(wet sieving)을 하여 4 ϕ 이하와 그 이상으로 각각 分離하였다.

4 ϕ 이하 粗粒質 部分은 Roe-tap sieve shaker로 15분간 체질하여 粒度別 무게 백분율을 구하였고 4 ϕ이상 細粒質試料는 全體를 대표하게 2 g

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

을 取해 0.1 % calgon 溶液 300 ml에 넣고 超音波振動器와 磁氣振動器로 均一하게 分散시킨 후, Sedigraph 5000 D 粒度分析器를 사용하여 分析하였다.

다. 重·輕鑛物分析 : 粒度分析이 끝난 試料中에서 모래가 優勢한 試料를 골라 2～3 ϕ와 3～4 ϕ의 모래를 각각 比重 2.89인 bromoform ($CHBr_3$) 重液에 넣은 후 분리깔대기로 重鑛物과 輕鑛物을 分離하였다 (Blatt and Sutherland 1969). 分離된 重鑛物은 아세톤으로 씻어서 말린 후 磁性鑛物을 分離시켜 무게를 測定하고, 남은 非磁性鑛物은 Canada balsam 으로 slide glass 위에 分散 附着시킨 후 偏光顯微鏡下에서 100～200 개의 粒子를 鑛物別로 計數하였다. 輕鑛物은 Lakeside #70 으로 slide glass에 붙인 후 Bailey and Stevens (1960) 着色法에 따라 47 % 弗化水素酸에 15 분간 蝕刻시킨 후 5 % 염화바륨 ($BaCl_2$)에 3초, 20 % sodium cobaltinitrite에 3초, 0.25 % rodizonate에 각각 2분간씩 넣었다가 着色된 色에 따라 正長石, 斜長石, 石英으로 區分 100～200 개의 粒子를 현미경하에서 計數하여 百分率로 표시하였다.

라. 粘土鑛物 : 有機物과 炭酸鹽을 除去한 堆積物試料中에서 2 μm 이하의 微細粒質堆積物을 pipette 으로 分離하여 遠心分離器로 濃縮시킨후 slide glass에 얇게 발라 大氣中에서 말린 후 無處理正常試料, ethyleneglycol 處理試料 및 熱處理試料를 각각 준비하였다. 준비된 slide는 phillips PW 1710 型 X-線回折分析器에 넣어 Ni-filtered CuKα로 각각의 diffractogram을 얻었으며, 各 粘土鑛物의 量은 Biscaye (1965) 方式으로 半定量分析하였다. 이 때 各 peak의 面積은 peak를 均一한 半透明紙에 複寫切斷하여 무게를 測定하는 方法으로 求하였다.

마. 總有機物含量 : 오븐에 넣어 110 ℃에서 완전히 乾燥시킨 試料에서 5 g가량을 粉末化하여 100 mesh 체로 걸러서 2 g은 有機物含量分析에, 그리

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

고 炭酸鹽과 重金屬含量分析에 각각 1 g씩 사용하였다. 總有機物含量分析에는 試料 2 g을 도가니에 넣고 電氣爐에서 1 시간 30 분동안 550 ℃로 加熱한 후에 그 損失量을 百分率로 표시하였다 (A.S.A. 1965).

바. 炭酸鹽含量 : 1 g의 試料를 삼각플라스크에 넣고 작은 vial에 30 % HCl을 5cc 넣어 試料와 닿지 않도록 Bernard calcimeter에 연결한 후, 반응시켜 含量을 測定하였다 (Vatan 1967).

사. 重金屬含量 : 1 g의 試料를 teflon beaker에 넣고 熱板위에서 2cc $HClO_4$ + 10 cc HF, 1cc $HClO_4$ + 10cc HF 및 1cc $HClO_4$를 차례로 加하며 거의 건조될 때까지 digestion시킨 후, 2 ~ 3 N HCl 25cc 로 희석한 다음 0.45 μm membrane filter paper 로 濾過시켜 IL 251 型 原子吸收分光器로 測定하였다 (Tessier *et al*. 1979 ; Valin and Morse 1982).

아. 試錐堆積物의 工學的性質 : 採取된 core 標品은 전기원판톱으로 내부試料가 攪亂받지 않도록 切開하여 즉시 shear strength, 全密度, 含水率을 구하고, 이로부터 空隙率, 荷重壓力을 算出했다 (Lambe and Whitman 1969 ; Chough and Richards 1974). 이 때 shear strength는 hand vane tester 를 사용하여 다음 式으로 구하였다.

$$\tau(ss) = \tau max / 2r^2h + \frac{1}{3}r^3 \quad (r = 1.27\,cm,\ h = 0.52\,cm)$$

r : vane 의 반지름, h : vane 의 높이, τmax : 측정치

자. X - 線寫眞 : 새 절개면에서 1 × 4 × 30 cm 크기의 acryl 상자에 가는 철사를 이용, 試料를 取하여 Softex M-1005 型 X - 線撮影器로 60 kVp, 4 mA, 60 秒의 露出, 40 cm 거리에서 撮影하였으며, 撮影된 乾板은 다시 陰畵로 現像하여 堆積構造分析에 사용하고 試料는 보관하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

차. 微古生物 : 最表層 및 試錐堆積物에서 10 ~ 30 cm^3을 取하여 250 mesh (62.5 μm)체로 걸러 殘留物을 60℃에서 乾燥한 후, 雙眼顯微鏡下에서 有孔虫(底棲 및 浮遊種)과 介形類를 選別하였다. 選別된 個體數에 따라 底棲有孔虫의 많기, 種의 數, 皮殼의 造成, 優占屬 및 浮遊種의 底棲種에 대한 比率 등을 구하였다(Walton 1964 ; Murray 1973).

카. 衛星映像 : 日本의 地球觀測센터(RESTEC)에서 C.C.T.(Computer Compatible Tape)에 담겨 供給된 LANDSAT 衛星의 MSS(Multispectral Scanner)의 digital 資料는 일단 computer를 이용한 multispectral 分析에 의해 海上, 潮間帶, 陸地 등이 추출되었다. 浮遊物質研究에는 band MSS 5 資料가 利用되었으며 浮遊物質量은 MSS 5 資料값과 現場測定資料값과의 對比를 통한 least square regression fit에 의해 求하였다. 結果는 Tektronix ink jet color copier 나 Calcomp 960 X-Y plotter에 의해 自動的으로 圖面化하였다.

第三節 結 果

地質環境分野의 研究結果는 1982年부터 1983년까지 축적·보고된 資料(海洋研究所 1983, 1984)와 1984년의 研究內容을 綜合하였다.

1. 浮遊物質

1984년도에 測定된 浮遊物質의 分布를(Fig. V-3a~g, Fig. V-4) 1982년도(海洋研究所 1983) 및 1983년도 (海洋研究所 1984) 의 結果와 比較해 볼 때 韓半島 西海岸으로부터 60 km 이상 떨어져 있는 곳의 浮遊物質量은

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

表層水의 경우 3 mg/ℓ 이하로서 대체적으로 비슷한 값을 나타내고 있으나 陸地에 가까운 쪽은 임자도 서쪽 40 km 지점의 경우 表層水의 浮遊堆積物量이 70 mg/ℓ를 넘어 더 높은 값을 보여주고 있다. 이는 陸地쪽의 浮遊堆積物量은 潮汐의 影響을 크게 받는데서 온 것으로 보여진다. 分布形態를 볼 때 흑산도 부근해역에서는 거의 모든 水層에서 뚜렷한 境界(high gradient)가 나타나는데 이는 衛星映像資料에도 잘 나타나고 있다(第5項 參照). 調査海域 西南端部는 2월 및 5월의 결과뿐 아니라 1982년 이래 조사결과 모두 높은 量을 보여, 이 지역은 中國大陸의 細粒質堆積物流入이 恒時的인 것으로 보여지는 한편 調査海域 西側部에 나타나는 높은 값의 浮遊堆積物帶는 5월을 包含한 여름철에는 35°N으로부터 36°30'N 까지에 걸쳐 分布하고, 2월 및 겨울철에는 35°N에서 36°30'N 사이에 국한되어있어 이 附近을 통한 流入經路는 계절에 따라 다소 變動이 있는 것으로 생각된다. 浮遊物質의 垂直分布는 때와 곳에 따라 다양하나 陸地에 隣接한 곳은 상부로부터 하부로 갈수록 증가하는 반면 그 이외의 海域, 특히 調査域의 南中西部같은 곳에서는 매우 불규칙한 垂直分布를 보인다.

2. 表層堆積物

가. 堆積相 및 粒度特性 : Shepard(1954)의 分類方法에 따른 調査海域의 堆積相과 Folk and Ward(1975)의 統計的 方法에 따른 粒度特性의 分布는 Fig. V-4 ~ 8에 圖示되어 있다.

錦江 河口沿岸에서 調査海域의 北端과 中部 (35°N이북 ; 125°30' E 이동)에 이르는 보다 완만한 傾斜의 넓은 海底面에는 平均粒度 2~4 ϕ의 細砂 또는 微細砂가 分布한다. 韓半島의 南西沿岸과 調査海域의 外海쪽에는 각각 silt와 clay가 우세한 泥質相이 發達되어 있다. 이들 泥質相과 砂

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

質相사이 (124° E～125°30' E)에는 sand, silt 및 clay가 混合된 堆積相이 南－北으로 길게 發達하여, 堆積相들은 特徵的인 帶狀分布를 보여준다.

砂質相內의 堆積物은 sand (平均粒度 〈 4 ϕ)가 전체의 90 % 이상으로 外海와 韓半島沿岸쪽으로 갈수록 分級이 不良 (標準偏差, 1～2 ϕ)하지만, 기타 지역은 대부분이 매우 良好 (標準偏差 〈0.5ϕ)하며, 細粒質堆積物의 含量이 極히 낮아 strongly fine skewed (歪度, 0.1～0.6 ϕ), meso-, lepto- 또는 extremely leptokurtic (尖度, 0.9～3.5ϕ)한 統計的 特性을 보인다. 이러한 粒度特性은 韓半島 주변의 東南海 (Park 1983)와 黃海의 南部 (Niino and Emery 1967)에서 보고된 relict 起源의 砂質堆積物의 特性과 같다. 泰安半島沿岸을 따라 發達한 海底水路주변에는 silt와 clay가 30 % 이상 섞인 堆積物이 分布하는 데 平均粒度는 3～6 ϕ, 標準偏差는 1～2 ϕ로 分級이 不良하고, strongly fine skewed (歪度 〉0.3 ϕ) leptokurtic (尖度, 0.9～1.5ϕ)한 特徵을 보인다. 이 堆積相은 季節에 관계없이 他地域에 비해 極히 높은 浮遊物質의 含量 (여름철, 12.0～32.4 mg/ℓ ; 겨울철, 50.3～68.6 mg/ℓ)을 나타내고 있어서 큰 潮差와 강한 潮流에 의해 再浮遊·移動現象과 함께 漢江과 安城川의 影響이 큰 것을 示唆한다.

韓半島 南西沿岸 榮山江 河口에는 分級이 不良한 sand (平均粒度〈 3ϕ)가 泥質의 堆積相에 둘러싸여 陸地쪽에 分布한다. 泥質相은 小黑山島와 紅島사이에 發達한 水路와 섬들사이에 帶狀으로 分布하는 데 平均粒度는 6～9 ϕ, 標準偏差는 1～2ϕ로 分級이 不良하고, 歪度는 -0.15～0.84ϕ 의 범위이나 대체로 strongly fine skewed 하며 mesokurtic (尖度, 0.9～1.5 ϕ)하다. 이 海域 역시 연중 浮遊物質의 含量이 높으며 特히 겨울철에는 再動하는 現象이 뚜렷하다 (海洋研究所 1984).

調査海域의 124° E～125°30' E 사이의 混合堆積相內 堆積物은 韓半島沿

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

岸쪽으로 갈수록 sand의 量이 增加(30 % 이상)하며, 平均粒度는 6~7 ϕ, 分級은 調査海域의 어떤 堆積相의 堆積物보다도 不良(標準偏差, 2.0 ~ 3.0ϕ)하다. 韓半島沿岸쪽의 堆積物은 대체로 fine skewed (歪度, 0.1 ~ 0.3 ϕ) 하지만 外海쪽으로 갈수록 nearly symmetrical (-0.1 ~ 0.3 ϕ) 하고, very platy - 또는 platy kurtic (尖度 < 0.9 ϕ) 하다.

外海쪽의 泥質相 堆積物은 韓半島沿岸의 泥質相과는 달리 clay가 우세하여 7 ~ 9 ϕ의 平均粒度를 갖는다. 中國쪽으로 갈수록 coarse skewed (歪度, -0.1 ~ -0.3 ϕ) 하지만, 남쪽으로 갈수록 fine skewed, 或은 nearly symmetrical (歪度, -0.1 ~ 0.3 ϕ) 하다. 전체적으로 尖度는 0.9 ~ 1.5 ϕ 범위에 속하여 meso- 또는 leptokurtic하다.

나. 總有機物 및 炭酸鹽 含量 : 表層堆積物中의 總有機物含量은 0.2 ~ 11.8 %로 堆積相 및 平均粒度의 分布와 잘 一致하여 分布한다 (Fig. V-10). 35° N 이북, 124°30' E 이동의 砂質堆積物中에는 2 % 이하, 泰安半島沿岸의 堆積物中에는 2 ~ 4 %로 調査海域中 가장 낮은 양이 含有되어 있다. 韓半島南西沿岸의 泥質相에서는 南쪽으로 갈수록 含量이 增加하여 4 ~ 8 %, 混合相內의 堆積物中에는 2 ~ 6 %가 含有되어 있는 데 韓國南西沿岸쪽으로 갈수록 減少하여 2 ~ 4 %가 測定된다. 外海쪽의 泥質相에서는 6.0 ~ 11.8 %로 가장 높은 含量으로 中國쪽으로 갈수록 增加한다. 이러한 總有機物含量의 分布는 有機物이 附着할 수 있는 넓은 表面積을 갖고 陰荷電되어 有機物의 吸着者로 作用하는 clay의 含量과 密接한 關係가 있어 (Olsen *et al*. 1982), 調査海域에서는 堆積相과 平均粒度의 分布와 類似하다.

炭酸鹽含量은 貝殼片이 많은 韓國南西沿岸 南端에서는 26.4 %까지 測定되나, 대체적으로 6 ~ 13 %의 範圍에 속한다 (Fig. V-11). 群山以北沿岸

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

에서는 9～10％, 南西沿岸에서는 12％以上의 含量으로 分布하지만, 砂質相에서는 6～9％이고 南西方向으로 갈수록 增加하여 外海에서는 9～12％의 含量을 갖는다. 炭酸鹽含量分布는 堆積物의 特性보다는 堆積物中의 有孔虫과 介形類의 總個體數(살아 있는 個體數와 죽은 個體數의 合)의 分布(Fig. V-22a, 33a)와 잘 一致하여, 調査海域의 炭酸鹽의 根源이 砂質相中의 貝殼片을 除外하고는 주로 有孔虫를 비롯한 微生物임을 示唆한다(Niino and Emery 1967).

다. 重·輕鑛物成分 : 表層堆積物에는 細砂(2～3 ϕ)中에 0.7～22.5％, 微細砂中(3～4 ϕ)에 0.5～17.6％(平均 6.1％)의 重砂가 들어 있다. 細砂中에는 泰安半島와 群山사이의 沿岸가까이에서, 그리고 微細砂中에는 中央部의 砂質相分布地와 南部의 陸地近處海域에서 10％以上의 높은 重砂含量을 보였다. 重砂의 構成鑛物은 20餘種에 달하며 角閃石(36.8％), 綠簾石類(13.3％), 不透明鑛物(13.6％)과 柘榴石(10.4％)이 主要 鑛物이다. 다음으로 陽氣石- tremolite(5.1％), zircon-電氣石-金紅石(4.0％), kyanite-andalusite-sillimanite-十字石(2.5％), 輝石類(2.4％) 等의 順이고 monazite와 sphene도 全地域에서 나타난다. 그 外에 橄欖石과 glaucophane은 局部的으로 나타나며, 變質된 重鑛物은 全海域에서 거의 均一하게 (平均 8.8％) 含有되어 있다. Q-mode 分析結果에 따르면 重鑛物中에서도 比重과 强度가 큰 柘榴石 및 ZRT鑛物(zircon＋金紅石＋電氣石)과 不透明鑛物이 泰安半島附近과 南部沿岸海域에 특히 높은데, 이는 隣近陸地地質과 함께 이 地域의 强한 海流에 의한 分級效果에 緣由한다. 또한 이들 鑛物은 漂砂鑛床의 主採鑛對象鑛物임을 감안할 때 泰安半島周邊海域에 대한 보다 精密한 探査가 요구된다(Fig. V-12a,b).

전체 모래성분의 87％이상을 차지하는 輕鑛物의 主構成鑛物은 石英, 正長

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

石, 斜長石, 岩片 및 貝殼片 等이다. 細砂中에는 石英이 25.0～58.3 %(平均 34.9 %), 岩片 0～1.8 %이다. 微細砂中에는 石英 25.5～47.0 %(平均 35.1 %), 칼리長石 14.5～51.2 %(平均 27.9 %), 斜長石 15.0～58.7 %(平均 36.3 %) 및 岩片 0～4.3 %(平均 0.7 %)가 각각 들어 있다 (Fig. V-13a, b).

라. 粘土鑛物 : 主構成鑛物은 illite로 57～83 %의 含量을 가지며, 高嶺石 (kaolinite)와 綠泥石(chlorite)은 10～23 %씩의 含量으로 비슷한 分布를 보이며, smectite는 2～8 %의 含量을 보인다(Fig. V-14a～d). Illite는 外海南東으로부터의 影響이 뚜렷하여 沿岸과 北部로 가면서 점이적으로 減少하여 錦江河口에서 가장 적은 含量을 나타낸다. 高嶺石과 綠泥石은 illite와는 반대로 木浦부근의 南西沿岸과 錦江河口에서 最大値를 나타내며 南西部 外海쪽으로 漸減하는 現象을 뚜렷이 보인다. Smectite 含量은 다른 粘土鑛物에 비해 적은 양이지만 南部外海와 韓半島沿岸海域에서 약간 높은 값을 보이며 北東部外海쪽으로 가면서 漸減하는 特異한 分布傾向을 띤다.

이와 같은 粘土鑛物의 分布現象은 黃海東南部의 高嶺石과 綠泥石의 主供給源이 韓半島(Han 1982 ; Chough and Kim 1981 ; Chough 1985 ; Park and Han 1985)이고 illite와 smectite는 中國大陸과 東支那海의 起源을 갖는, 調査海域 南西部로부터 流入되는 같은 海洋起源이지만, smectite는 構成粒子가 더 작고 比重(1.7～2.6 g/cm^3)이 작아 遠距離運搬되어 內灣이나 沿岸海域 等 水動力이 약한 곳에 堆積이 더 잘 되는 反面에, illite 는 比重 (2.1～2.7 g/cm^3)이 相對的으로 커서 水動力이 좀 더 강한 中央海域에 集積되어 高含量을 보인다는 加露林灣에서의 報告(Han 1982)와 一致된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

마. 重金屬 元素含量 : 表層堆積物中의 重金屬元素들의 含量은 각각 Cu; 3～22 *ppm*, Ni; 3～33 *ppm*, Mn ; 72～400 *ppm*, Fe ; 0.1 ～ 3.0 %, Pb ; 13 ～ 35 *ppm* 으로 堆積相, 平均粒度 및 總有機物含量의 分布와 대체로 비슷하게 分布한다 (Fig. V-15a ～ e). 重金屬元素들의 含量은 細粒質堆積物의 含量이 높을수록 많아서, 韓國 周邊沿岸과 外海쪽의 海域에 높은 含量으로 分布한다. 重金屬元素들의 含量의 分布樣相은 細粒質堆積物들이 重金屬元素들의 運搬·集積에 큰 役割을 하고있음을 나타낸다 (Gardner 1980).

韓國沿岸一部海域中 錦江河口以南과 以北, 榮山江河口에서는 각각 Pb ; 44 ～ 71 *ppm*, Mn ; 840 ～ 1000 *ppm* 의 높은 含量이 測定되어 近接陸地에서의 產業活動에 起因한 汚染으로 생각된다 (Lee *et al*. 1979).

3. 試錐堆積物

가. 肉眼觀察 : 각 試錐堆積物들의 切開面을 肉眼으로 觀察할 때 地域에 따라 特徵的인 堆積物의 色, 堆積構造 및 粒度組成을 보여준다. 北部沿岸 (泰安半島 南西部)의 試錐堆積物들 (core nos. 0402, 0502, 605, 606)은 砂質이 우세하고 一次堆積構造가 不分明하거나 hommocky 하며 pale yellow (5Y7/3, Munsell soil color chart 1975) 色을 띤다. 反面에 南西海域의 試錐堆積物 (core nos. 1003, 608-1, 608-2, 1402, 611, 1604, 1703)은 泥質이 우세하고 特徵的으로 薄層理가 發達하며 olive grey (5Y4/2)色을 띤다. 外海域의 堆積物들 (core nos. 0813, 1108, 1111, 1113, 1213, 1415, 1511, 1708, 1810, 1815)은 dark gray (5Y4/1) 色을 띤 泥質이 우세하고 작은 口穴構造와 有機物에 의한 black mottle이 散在한다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

나. 垂直堆積構造와 粒度組成 : 北部沿岸의 堆積物 (core nos. 0402, 0502, 605)은 平均粒度가 2 ~ 6 ϕ로 silty sand 또는 sandy silt (clay 含量, 0.4 ~ 30.6 %)이며, core 下部로 갈수록 細粒化하는 傾向이 있다 (Fig. V-17a ~ q). X-radiograph 상에서 堆積構造는 대체로 不分明하나, 砂質과 泥質의 堆積物이 交互되는 깊이에서는 모호한 平行層理를 보이기도 한다 (Fig. V-15a). 地域的으로 貝殼片과 粗粒砂에 의해 下部泥質層과 급격한 접촉면을 보이기도 한다 (Fig. V-16a, core 605). 이러한 粒度組成과 堆積構造는 暴風 等 强한 energy를 수반하는 水理的 環境에서 堆積物들이 急激히 運搬·堆積될 경우 大陸棚에서 흔히 볼 수 있다 (Bouma *et al.*1982).

韓半島南西沿岸의 試錐堆積物 (core nos. 608-1, 608-2, 1402, 611, 1604, 1703)은 남쪽으로 갈수록 silt (북부, 40 ~ 90 %)보다 clay (50% 이상)가 우세하여 clayey silt에서 silty clay로 변한다. 陸地 가까운 곳 (core nos. 608-2, 611)에서는 粒度變化가 불규칙하거나 上部로 가면서 粗粒化하기도 하지만, 전체적으로 볼 때 上部로 갈 수록 細粒化한다. 이 地域의 試錐堆積物에서는 1 ~ 2 *mm* 의 微細平行葉理가 뚜렷하며 (Fig. 166), 수많은 口穴이 散在하고 小規模의 浸蝕面이 보인다 (core no. 1604). 波浪 및 潮流의 作用이 活發한 곳에서는 細粒質堆積物의 재부유, 粗粒質堆積物의 밑짐移動, 再沈積 等의 堆積作用이 반복하여 平行葉理가 形成되며 간혹 瀑風 等에 의한 波의 作用에 의해 浸蝕面이 생기기도 한다. 中國 揚子江 河口沿岸에서는 이러한 堆積構造가 잘 발달되어 있다 (McKee *et al.*1983).

西部外海域의 堆積物 (core nos.0813, 1108, 1111, 1113, 1213, 1415, 1511 1810,1815)은 대체로 상부로 갈수록 細粒化하며 沿岸海域에서 보이는 堆積構造와는 달리, 작은 底棲生物의 흔적에 의해 上部層이 완전히 교란되어 있고 그 下部에서는 不分明하다가 5 ~ 10 *cm* 두께로 平行葉理가 發達한

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

후 다시 不分明해진다(Fig.V-16b). Nittrouer *et al.*(1983)은 제주도 남서부에서의 이러한 現象을 심한 生物攪亂作用(bioturbation)에 의한 堆積物의 混合의 결과로 보고 堆積率이 낮은(2 *mm/yr*) 黃海中央部의 特徵으로 說明하였다. 特히 core의 어느 깊이는 발달한 平行葉理를 경계로 下部로 갈수록 sand의 量이 增加하여 core 전체의 粒度 變化가 뚜렷하다(Fig.17a ~q, core nos. 1111, 1113, 1213, 1415).

다. 試錐堆積物의 物性(Fig. V-17a ~ q) : 調査海域의 堆積物 特性은 地域別로 크게 다르며, 物性 相互間에는 서로 密接한 關係가 있다.

1) 含水率, 全密度, 空隙比 및 空隙率 - 調査海域 堆積物의 含水率은 전체적으로 25~120 %의 範圍로, 砂質이 우세한 北部沿岸(core nos. 0402, 0502, 605, 606, 1003, 608-1, 608-2, 1402)에서는 25 ~ 80 %로 낮고 粒度의 變化와 같이 core깊이에 따라 뚜렷한 변화가 없다. 泥質이 우세한 南部沿岸에서는 80 ~ 120 %로 높고 下部로 가면서 減少하는 傾向을 보인다. 外海쪽의 堆積物은 30 ~ 120 %의 含水率을 보이는 데 대개 最上部層에서 높은 값을 나타내고 하부로 갈수록 急激히 減少하여 粒度의 變化와 一致한다.

全密度는 전체적으로 1.3~2.0 g/cm^3의 範圍에 속하며 北部에서 南部와 外海쪽으로 갈수록 감소하여 平均粒度와는 正의 關係로, 含水率과는 逆相關關係로 깊이에 따라 增·減한다.

空隙比와 空隙率은 각각 0.5 ~ 2.9, 30 ~ 75 %인데 두 값의 含水率과는 正의, 全密度와는 逆의 關係로 깊이에 따라 변한다.

2) 剪斷應力(shear strength) - 採取地域의 深度에 따라 값의 차가 커서 0.5 ~ 23 *kPa* 의 剪斷應力이 測定된다. 砂質堆積物에서는 값이 커서 대개 10 *kPa* 이 넘으며 北部沿岸에서 가장 높은 값들이 測定된다. 南部沿岸과 外海域의 堆積物 上部層에서는 極히 낮아 0.5 ~ 5.0 *kPa* 이나 下部로

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

갈수록 급격히 증가하여 10 *kPa* 이 넘는다. 일반적으로 剪斷應力은 core의 下部로 갈수록 增加하지만 含水率, 全密度, 平均粒度 등과 깊은 關係가 있어서 (Almager 1967), 含水率이 깊이에 따라 增加하는 core 들 (core nos. 606, 1003, 1703)에서는 오히려 깊이에 따라 減少하며 깊이에 따른 含水率의 變化가 심한 core (core nos. 0402, 608-1, 1303, 611, 1402, 1113, 1511)에서는 剪斷應力 역시 변화가 심하다.

위와 같은 堆積物의 物性의 差異는 堆積物의 構成成分, 根源地로부터의 距離 및 水理-物理的 作用이 다르기 때문 (Einsele 1969; Keller *et al*. 1979)이며, 北部沿岸에서는 粗粒質 堆積物인데다가 급격한 堆積作用으로 堆積構造가 形成되지 않아서 위와 같은 物性의 差異가 생기고, 反面에 南西沿岸에서는 細粒質 堆積物이 週期的인 潮流에 의해 平行葉理의 堆積構造와 物性을 갖게 한 것으로 보인다. 外海에서는 下部의 粗粒質 堆積物上에 細粒質 堆積物이 낮은 堆積率로 쌓이는 데다가 生物體의 攪亂이 심하기 때문인 것으로 생각된다.

3) Atterberg limit (Fig. V-18) —液性과 塑性限界의 값은 測定深度에 따라 다르지만, 北部沿岸 堆積物 (core nos. 0402, 0502, 606, 1003)은 液性限界와 塑性指數 (液性限界와 塑性限界의 差)가 각각 30 % 미만, 14 %미만 에 속하여 Casagrande 의 分類 (1948)에 따르면 低塑性 粘土에 속한다. 沿岸의 남쪽으로 갈수록 液性과 塑性指數가 增加하여 core 1703 의 堆積物에서는 이들값이 각각 50 ~ 63 %, 27 ~ 43 %에 달하여 高塑性의 粘土로 分類된다. 이들 Atterberg 限界는 堆積物이 根源地로부터 멀리 運搬되어 堆積될 수록 높은 값을 갖는 傾向 (Einsele 1967)을 띠게 되어 韓半島 沿岸에서는 北部보다 南西沿岸의 堆積物이 먼 거리에서 運搬·集積된 것임을 示唆한다.

外海域의 堆積物들 (core nos. 1213, 1415, 1810, 1815)은 沿岸堆積物과는

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

달리 낮은 液性限界(30 % 이하), 높은 塑性指數(10 ~ 22 %)를 보여 smectite , illite 등 粘土鑛物이 풍부한 堆積物의 屬性을 나타내 (Keller 1982), 粘土鑛物의 含量分布와 一致하며 (Fig. V-14a ~ d參照), 韓半島 沿岸의 堆積物과는 成分의 차이가 있음을 나타낸다.

4) e-log p 曲線 (Fig. V-19) — 正常的인 堆積過程을 거쳐 固化되어 가는 堆積物은 堆積이 계속되어 감에 따라 上部層으로부터 累增되는 荷重에 의해 空隙比가 점차 減少하게 된다 (Chough and Richards 1974). 本調査海域에서는 core 1815를 除外한 外海의 試錐堆積物에서 이 關係가 뚜렷하나, 沿岸의 堆積物에서는 이런 現象을 볼 수 없다. 外海에서의 이러한 特徵은 前述한 粒度, 粘土鑛物 및 여러 物性과 一致하며, 韓國沿岸에서는 繼續的인 輪廻荷重 (cyclic loadening)에 의했거나 급격한 集積에 의해 뚜렷한 空隙比의 減少가 없는 것으로 보인다.

라. 試錐堆積物中의 總有機物 및 炭酸鹽含量 — 有機物 역시 表層堆積物에서와 같이 地域別로 달라 北部의 泰安半島부근 (core nos. 0402, 606) 에서는 1.5 ~ 2.8 %로 비교적 낮은 값이며, 南部沿岸 (core nos. 1402, 1703)과 群山부근 (core no. 615)에서는 1.2 ~ 7.1 %로 core깊이에 따라 변화가 심하며, 細粒質堆積物의 含量이 클수록 높다. 外海域 (core nos. 1213, 1415, 1810, 1815)에서는 1.1 ~ 7.6 %로 core의 最上部로 갈수록 含量이 增加한다 (Fig. V-20a ~ h).

炭酸鹽含量은 群山부근에서는 2.9 ~ 6.2 %로 調査海域中 가장 낮고, 기타 南部沿岸과 北部 泰安半島부근에서는 5.8 ~ 6.9 %, 外海域에서는 9.8~14.5 %로 core의 깊이에 따른 변화가 거의 없으며, 表層堆積物中의 炭酸鹽含量과도 一致한다 (Fig. V-20a ~ h).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

마. 試錐堆積物中의 重金屬元素含量 — 表層堆積物中에서와 비슷하여, 含量의 범위는 韓國沿岸에서 Cu ; 4 ~ 20 *ppm* (群山, 6 ~ 35 *ppm*), Ni ; 6~30 *ppm*, Fe ; 0.3 ~ 2.0 %, Mn ; 54 ~ 300 *ppm* (群山, 170 ~ 450 *ppm*), Pb ; 12 ~ 20 *ppm* (群山, 15 ~ 62 *ppm*)으로 一部 core에서 깊이에 따라 含量이 增加(core nos. 0402, 606) 하거나 減少(core no. 615) 하지만 전반적으로 뚜렷한 변화는 없다.

外海쪽으로 갈수록 含量은 增加하여 Cu ; 7 ~ 24 *ppm*, Ni ; 14 ~ 40 *ppm* Fe ; 1.0 ~ 2.0 %, Mn ; 183 ~ 383 *ppm*, Pb ; 20 ~ 28 *ppm* 의 含量이 測定되는 데, Fe (core nos. 1815, 1213), Mn (core no. 1815) 을 除外하고는 上部層으로 갈수록 增加한다.

4. 微古生物

가. 海底表面堆積物中의 微古生物 — 살아 있는 底棲有孔虫群集은 調査地域의 中央部를 北東—南西로 잇는 지역에 불규칙하게 分布한다 (Fig.V- 21a,b). 살아 있는 群集과 죽은 群集을 합한 群集은 調査地域의 바깥쪽에 비교적 많이 分布하며 中央部인 錦江河口 서쪽 海底에는 비교적 적다 (Fig. V- 22a,b). 이들 群集이 적은 地域은 모래가 優勢한 地域으로서 生態的 및 水力學的 이유와 더불어 堆積物이 큰 작용을 하는 것으로 믿어진다.

皮殼이 유리질인 有孔虫은 調査地域의 북쪽, 남쪽 및 바깥쪽에 비교적 많으며, 사질은 바깥쪽 中央部에 비교적 많고, 陸地가까이에는 뚜렷이 적다 (Fig. V -23a,b). 陶器質有孔虫은 주로 남쪽 陸地沿岸에 限定 分布한다 (Fig. V - 23c) .

Walton(1964)의 定義대로 群集에서 가장 優勢한 種의 百分率優占度는 높

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

으면 92%가 넘는 경우도 있으며, 調査地域의 오른쪽 中央部 및 몇몇 地域이 비교적 높고, 調査地域 中央部는 南北으로 긴 地域이 비교적 낮다(Fig. V-24).

交代 또는 變色된 群集은 비교적 오래된 有孔虫으로 推定되며 (Polski 1959), 調査地域의 남단부, 특히 陸地가까이에 뚜렷이 많다 (Fig. V-25a,b). 皮殼의 造成이 유리질인 交代된 有孔虫은 陸地에서 멀어질수록 增加해서 調査地域의 서반부에서는 대단히 높은 비율을 보인다(Fig. V-26a). 사질 有孔虫은 남쪽 陸地가까이에 약간 있을 뿐이고 陶器質有孔虫은 남쪽 陸地가까이에 비교적 많으며 다른 海底에도 불규칙하게 分布한다(Fig. V-26b,c).

산 群集, 죽은 群集, 交代된 有孔虫을 합한 전체群集은 調査地域의 북단 및 中央部가 비교적 적으며 남쪽이 많고, 種의 수도 남쪽으로 갈수록 多樣해진다(Fig. V-27a,b). 有孔虫個體數는 일반적으로 碎屑性堆積物의 堆積에 의해 稀釋된다는 다른 地域에서의 硏究 (Polski 1959 ; Walton 1964)에 비추어 보면, 本 地域의 有孔虫分布에 影響을 미치는 要因은 生態的 및 水力學的 이유와 더불어 堆積物에 의한 稀釋이 큰 작용을 하는 것으로 판단된다.

琉璃質有孔虫은 調査地域의 남쪽에, 사질有孔虫은 주로 북쪽에, 陶器質有孔虫은 주로 남쪽 陸地가까이에 分布한다(Fig. V-28a,b,c).

優占度는 錦江河口에서 멀어지면서 增加하다가 減少하는 傾向이 있다. 調査地域의 북쪽도 비교적 높으며, 반면에 남단은 낮아지는 傾向이 있다(Fig. V-29).

살아 있는 群集의 살아 있는 群集과 죽은 群集의 合에 대한 比率 및 交代된 有孔虫을 包含한 全體群集에 대한 比率은 調査地域의 上半部 및 中央部와 남서쪽 끝이 비교적 높다(Fig. V-30a,b). 有孔虫의 生群集의 比率이 相對的堆積率을 示唆한다는 報告(Phleger 1964)를 적용한다면, 上記한 높은 比率地域이 相對的堆積率도 높을 것으로 推定된다. 북쪽과 中央部는 漢江

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

과 錦江의 影響으로 생각되며, 서쪽 끝은 中國大陸의 影響으로 생각된다. 그러나 이 方法에 의한 相對的堆積率 推定은 몇가지 問題點이 있으며(Boltovskoy and Wright 1976), 따라서 보다 깊은 硏究가 要求된다.

交代된 有孔虫의 全體群集에 대한 比率은 調査地域의 남쪽에서 북쪽을 잇는 地域이 비교적 높으며, 남쪽 陸地 가까이가 특히 높다(Fig. V-30c). 交代된 有孔虫의 分布는 海底地形 및 海流 등과 관계있는 것으로 믿어진다.

浮遊有孔虫은 주로 調査地域의 남쪽에 드물게 分布하며, 底棲有孔虫에 대한 比率은 남쪽으로 갈수록 높아져서(Fig. V-31a,b,c), 浮遊有孔虫이 外海에서 起源함을 뚜렷이 보여준다.

살아있는 介形類 個體는 調査地域 북서쪽에 비교적 많으며, 種의 數는 남서쪽에 비교적 많다(Fig. V-32a,b). 全體個體數는 북쪽 및 남동쪽에 불규칙하게 많으며, 種의 數는 남쪽에 뚜렷이 많다(Fig. V-33a,b). 介形類 全體群集의 底棲有孔虫에 대한 比率은 곳곳에 높은 곳에 불규칙하게 散在한다(Fig. V-34).

沿近海 表層堆積物中의 살아있는 底棲有孔虫群集은 調査地域 中央部의 陸地부근과 남서쪽 바깥沿近海에 우세하다(Fig. V-35a). 살아있는 群集과 죽은 群集을 합한 群集도 中央部의 陸地부근과 남서쪽에서 역시 높다(Fig. V-36). 皮殼이 琉璃質인 有孔虫은 北部沿岸 陸地부근과 中央部의 陸地 바깥쪽에서 비교적 높으며(Fig. V-37a), 砂質有孔虫은 남쪽 中央部에서 가장 많은데, 전체적인 産出相도 남쪽이 북쪽보다 훨씬 우세하다(Fig. V-37b). 陶器質有孔虫은 北部, 中央部의 陸地부근과 남서쪽에서 소량으로 나타난다(Fig. V-37c). 優占度는 단 한개의 試料에서 100%에 가까운 값이 나타나고, 나머지 試料에서는 20%이상 70%미만의 값을 보이며, 沿近海調査地域 中央部에서 東一西로 연결되는 地域에 비교적 높게 나타나며(Fig. V-38), 種의 增加에 따른 優占度의 減少傾向을 보인다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

交代된 有孔虫群集은 陸地부근 中央部에 비교적 많이 分布한다 (Fig. V-39).

산 群集, 죽은 群集 및 交代된 有孔虫을 合한 전체 群集은 中央部 陸地부근에 가장 많고, 남서쪽 陸地沿岸에도 비교적 많다 (Fig. V-40 a).

전체 群集을 構成하는 種의 數는 北東-南西를 잇는 지역에서 많으며, 産出率이 높은 地域에서 역시 많다 (Fig. V-40b).

살아 있는 群集과 죽은 群集의 合에 대한 살아 있는 群集의 比率 및 交代된 有孔虫을 包含한 전체群集에 대한 살아 있는 群集의 比率은 沿岸의 北部와 東一南西로 연결되는 地域에서 비교적 높다 (Fig. V-41 a,b).

交代된 有孔虫의 전체群集에 對한 比率은 北部沿岸과 中央部 남쪽 陸地부근에서 비교적 높으며, 가장 높은 比率을 보이는 地域은 西南東의 바깥쪽 沿岸이다 (Fig V - 41 c).

浮遊有孔虫은 沿岸地域에서는 2 地點에서만 보이며 底棲有孔虫에 對한 比率은 매우 낮다 (Fig. V - 42).

살아 있는 介形類 個體는 群山부근과 남쪽의 한 地點에서 비교적 많으나 (Fig. V - 43 a) 種의 數는 적다 (Fig. V - 43 b). 全體個體數는 群山부근에서 비교적 많으며, 種의 數는 群山北西沿岸에 비교적 많다 (Fig. V - 44 a,b). 介形類 全體群集의 底棲有孔虫에 對한 比率은 群山쪽 陸地부근과 北쪽 陸地부근에서 비교적 높다 (Fig. V - 45).

表面堆積物中 微古生物 硏究結果, 調査地域의 有孔虫産出에 影響을 미치는 要因은 堆積作用, 有孔虫生産, 外海의 影響 및 環境의 變化 등을 생각할 수 있다.

堆積作用은 韓半島에서 調査地域으로 流入하는 큰 江, 특히 漢江과 錦江의 影響이 큰 것으로 생각되며 漢江은 調査地域의 북쪽에, 錦江은 中部地域에 각각 影響을 미치며, 남서쪽은 中國大陸의 影響을 받는 것으로 믿어 진

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

다(Fig. V - 46).

有孔虫生産은 沿岸 및 바깥쪽 일부 지역에서 비교적 왕성하다.

外海 특히 北赤道海流에서 起源한 黑潮(Kuroshio)의 影響은 調査地域 남쪽 右半部에서 뚜렷하며 북쪽으로 갈수록 급격히 적어진다.

交代되거나 變色된 有孔虫은 硏究地域의 남쪽에서 有孔虫群集에 비교적 큰 影響을 주며, 보다 깊은 硏究가 필요하다.

나. 硏究地域 試錐堆積物中의 微古生物 — 調査地域의 西部인 試錐堆積物 nos. 1415,1113,1111 및 1511은 有孔虫 個體는 적은 반면 種의 數는 비교적 많다. 皮殼構造에 의한 造成은 대부분 琉璃質이며, 약간의 砂質과 陶器質도 包含되며 *Buccella*, *Elphidium*, *Ammonia* 등이 우세하다.

浮遊有孔虫은 거의 없으므로 外海의 영향이 적었음을 알 수 있다. 試錐堆積物 no. 1708은 個體數와 種의 차가 많으며 皮殼構造가 위와 類似하고 *Ammonia*, *Elphidium*이 우세하며, no. 1815는 個體數는 많으나 種의 數가 적으며 皮殼構造의 대부분이 琉璃質이고 *Ammonia*, *Elphidium Nonion* 등이 우세하다. 浮遊有孔虫의 저서유공충에 대한 比率이 상당히 높으며 표면으로 감에 따라 낮아진다(Fig. V - 47a ~ *m*).

남쪽 육지근처 試錐堆積物 no. 1703,1604,611,1402,1303은 個體數, 種의 數가 비교적 우세하며 陶器質이 특히 많아 組成의 50 % 이상을 차지하기도 하며 砂質은 거의 없다. *Quinqueloculina*, *Cibicides*가 대단히 우세하며 種의 數가 비교적 많으므로 優占度는 낮다. 介形類의 底棲有孔虫에 대한 比率이 상당히 높다. 浮遊有孔虫의 底棲有孔虫에 대한 比率도 높은데 이는 外海의 영향을 강력히 示唆한다.

試錐堆積物 nos. 608-2,608-1,1003,606은 種의 數가 비교적 적고, 皮殼造成은 琉璃質이 압도적으로 많고 陶器質은 적으며 砂質은 약간 있다.
No.1003은 특이하게 陶器質이 전연 없고 대부분이 琉璃質이며 *Ammonia*, *El-*

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

*phidium*이 우세하다. 浮遊有孔虫 比率도 상당히 높아 外海影響이 컸음을 알 수 있다.

試錐堆積物 nos. 605,0502,0402,1213,1810은 有孔虫의 個體數와 種의 數가 상당히 적고 皮殼造成은 琉璃質이 우세하며, no. 1810은 부유유공충 및 介形類의 底棲有孔虫에 대한 比率이 상당히 높으나 표면으로 감에 따라 낮아진다.

錦江河口 試錐堆積物 no.615는 有孔虫이 대단히 적다. 이는 錦江의 堆積作用과 관계있음을 示唆한다. 높은 堆積率에 의하여 稀釋될 可能性이 있기 때문이다.

浮遊有孔虫이 外海에서 기원한다는 사실을 고려하면 바깥쪽(試錐堆積物 no. 1213,1511) 및 남쪽연구지역(試錐堆積物 no. 1708)과 黑山島以東의 沿岸에서는 試錐堆積物 堆積期間동안 外海의 影響이 뚜렷하다. 따라서 연구지역의 남쪽에서는 試錐堆積物 堆積期間에는 外海의 영향이 뚜렷하며, 이 外海의 영향은 錦江河口 남쪽까지 분명하며 그 북쪽에서는 약해진다.

北緯 34°50' 以北의 표면堆積物에서는 3점을 제외하고는 부유유공충이 거의 없어서 외해의 영향이 거의 없는 반면에 (Fig. V-48) 試錐堆積物에서는 北緯 36°30' 까지도 外海의 영향이 있는 바, 이러한 차이는 試錐堆積物 堆積期間과 현재와의 海流 차이로 생각된다. 실제 Polski (1959, Fig.3)의 연구에 의하면 본 연구지역의 북서쪽에 해당하는 해저퇴적물에서 상당한 比率의 부유유공충이 있었으며 이러한 사실은, 당시에는 본 연구지역의 북서쪽까지 외해가 影響을 미쳤음을 보여주고 있다. Polski (1959)의 研究資料에 채집기간이 명시되지는 않았으나, 東京大學校 H. Niino 교수가 표품을 제공했다는 점을 감안하면, 그의 연구재료는 1920년대 이후 1945년 사이에 채집된 것으로 믿어지며 (Polski 1959, p. 596 ; Waller 1960, p. 1164 ; Waller and Polski 1959, p. 123) 따라서 40년 또는 그보다 긴

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

기간동안에는 해류의 變化도 可能하리라 믿는다. 또한 沿岸의 數點 試錐堆積物 (606,1003,608-1,1303,611 등)을 제외하고는 表面에 가까와지면서 浮遊有孔虫의 底棲有孔虫에 대한 比率이 현저히 낮아진다. 이는 現生에 접근하며 外海의 영향이 적어짐을 示唆한다.

한편 試錐堆積物 가운데에 浮遊有孔虫이 많아서 外海의 영향을 뚜렷이 보여주는 연구지역 남쪽의 경우 Polski(1959, Fig.3)에 의하면 부유유공충이 底棲浮遊有孔虫 全體群集의 20 %미만으로 적다. 이는 두 硏究의 堆積物의 堆積期間, 堆積環境의 차이 및 변화 등으로 생각되며 보다 깊은 연구가 必要하다.

5. 衛星映像 分析

硏究에 使用된 LANDSAT映像은 各各 그 획득당시의 潮汐, 氣象 등 條件에 따라 나타나는 濁度의 分布가 多樣하다.

가. 1981 年 7 月 31 日의 濁度分布

영상획득시각은 錦江및 群山부근映像 (Fig. V-49 a)이 오전 10 시 28 분, 木浦一帶의 映像은 (Fig. V-49 b) 10 시 29 분이며 大潮期 (潮差 ; 群山 : 5.67 *m*, 木浦 : 2.48 *m*)의 간조 (群山에서 간조 3 분전 ; 木浦에서 간조 1 시간 40 분 후)에 가까운 상태이다. 映像획득전 10 일간의 바람은 별로 강하지 않았으며 河川流水量도 적은 狀態였다. 映像에서 보는 바와 같이 錦江河口一帶는 陸地로부터 30 *km* 이상 떨어져있는 곳은 10 *mg* / *ℓ* 以下의 濁度가 分布하며 20 *mg* / *ℓ* 以上의 濁度는 河口부근 20 *km* 以內에 국한되어 있다. 한편 임자도 北方 30 *km* 지점으로 부터 진도 西南方 50 *km* 까지 이르는 海域은 보다 넓은 범위까지 높은 濁度帶가 分布하여 임자도 서방 40 *km* 정도까지 20 *mg* / *ℓ* 以上의 濁度를 보여준다. 특히 이 곳에서는 서쪽으로 조금만 가

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

도 濁度가 급격히 낮아져 그 경계가 뚜렷한 점이 特徵이다. 또한 珍島 서방 50 ㎞ 附近에는 20 ㎎/ℓ 以上의 高濁度帶가 南北方向으로 50 ㎞ 이상이나 뻗어있는 舌狀으로 나타나, 이 곳을 통한 浮遊堆積物移動은 매우 빠른 것임을 알 수 있다. 潮汐의 영향이 약한 시기에 얻어진 1979年 10月 31日의 映像과(Fig. V-50) 比較하여 볼 때 이 두 映像間의 뚜렷한 濁度차이는 濁度變化에 대한 潮汐의 重要한 역할을 설명한다.

나. 1981年 9月 5日의 濁度分布

映像의 획득시각은 錦江 및 群山 映像(Fig. V-51 a)이 10시 29분이며 木浦일대의 映像(Fig. V-51 b)은 10시 30분이다. 이들 資料는 中潮期(潮差 ; 群山 : 3.6 ㎜, 木浦 : 2.7 ㎜)의 落潮中期(群山 : 滿潮+3時, 木浦 : 滿潮+4時)에 얻어졌으며 映像 획득전 10일간의 平均風速은 群山에서 5 ㎜/sec, 木浦에서 5.5 ㎜/sec 로 약간 강하였다. 특히 8月말과 9月초에 걸쳐 韓半島 中部地方에 집중호우가 내려 8月 25日부터 9月 5日일 까지의 강우량은 大田이 305.7 ㎜, 淸州가 224.9 ㎜였다. 映像에 나타난 濁度중 20 ㎎/ℓ 以上의 分布는 1981年 7月 31日의 것과 거의 비슷하나 20 ㎎/ℓ 以下의 濁度分布는 많은 差異를 보여 2 ㎎/ℓ부터 20 ㎎/ℓ 까지의 濁度가 대부분의 調査域을 점유하고 있다. 또한 7月의 映像에서 볼 수 있었던 뚜렷한 境界는 많이 弱化되고 대신 Fig. V-51b에서 보는 바와 같이 육지로부터 약 70 ㎞ 떨어진 곳에 북쪽을 향해 뻗어있는 舌狀의 分布形態를 보여주는데 이는 관측전에 불었던 바람의 영향으로 생각된다. 한편 錦江河口에 20 ㎎/ℓ 以上의 濁度帶가 서쪽으로 길게 뻗어있음은 많은 강우량에 따른 河川流水量의 增加에 의한 것임이 확실시 된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第4節 考 察

海洋地質資源分野는 1982年 이후 3년간에 걸쳐 硏究한 結果를 綜合 分析하였다.

本 調査地域의 浮遊堆積物成分은 碎屑性堆積物과 함께 특히 여름철에는 浮遊生物에 의한 영향도 크다. 細粒質碎屑性堆積物은 中國大陸으로 부터의 영향이 커서 여름철에는 많은 量이 調査地域으로 流入되고 겨울철에는 그 量이 훨씬 減少하는 것 같다. 또한 韓半島로부터의 영향은 沿岸海域에 限定되는 것으로 보인다. 泰安半島附近등의 沿岸海域에서 浮遊物質含量이 겨울철에 異例的으로 높은 것은 이 地域이 潮汐에 의한 干滿의 差가 큰 데다가 심한 風浪에 의한 再動現象(resuspension)에 起因된 것으로 믿어 진다.

(가) 表層堆積物의 堆積相 및 粒度特性은 北部의 砂質相과 南部 및 中國大陸에 가까운 西部의 細粒質堆積物로 뚜렷이 區分되며, 이에 따라 含水率, 空隙率 等의 物理的 性質과 有機物含量, 炭酸鹽含量도 뚜렷이 달리 한다.

(나) 試錐堆積物의 物理的 性質과 堆積構造에 의하면 韓半島 沿岸海域은 韓半島로 부터 流入된 碎屑性堆積物의 直接堆積이 主를 이루며, 中國쪽으로 갈수록 浮遊狀態로 運搬된 細粒質堆積物이 沈澱되어 堆積된다.

重金屬元素含量은 粒度와 逆相關關係를 보여 細粒質堆積物이 優勢한 海域일수록 높은 값을 나타낸다. 榮山江河口附近과 京畿灣海域쪽에 重金屬含量이 높은 것은 臨海地域의 産業活動에 起因되는 것 같으며 주로 細粒質 粘土鑛物에 附着되어 流入되는 것으로 보인다.

泰安半島附近海域에는 周邊陸上地質의 影響과 함께 强한 海·潮流에 의해 重鑛物含量이 높은 바 特히 zircon, monazite, 金紅石 等 開發有望鑛物에 대한 보다 集中的인 探査가 要望된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

微古生物에 對한 硏究는 共同調査海域外에 沿近海域에서는 주로 表層堆積物을 中心으로 이루어졌다.

表面堆積物의 微古生物, 특히 現生底棲有孔虫의 絶對個體數 및 살아 있는 群集의 全體群集에 對한 比率은 硏究地域의 生態的 環境 및 堆積環境을 示唆하며, 특히 漢江과 錦江 그리고 中國으로부터의 堆積物 流入의 影響을 나타낸다. 多樣性, 優占度 및 皮殼의 造成에 따르는 分布 등은 微古生物學的 特徵을 보여 주며, 交代되거나 變色된 有孔虫은 環境變化에 대한 단서를 제공하며 보다 깊은 硏究가 必要하다. 浮遊有孔虫은 硏究地域에서의 外海의 影響을 보여 주며, 試錐堆積物에서 보다는, 보다 南쪽에만 影響을 끼치는 것으로 판단된다.

試錐堆積物의 微古生物은 現生資料 및 堆積環境에 비추어 볼 때, 바깥쪽 硏究地域과 泰安半島沿岸 등에는 비교적 빠른 堆積作用이 있었음을 알 수 있다. 外海의 影響이 비교적 왕성했으며, 현재보다는 더 北쪽까지 影響을 미쳤으며, 이러한 차이는 海流등의 變化로 판단된다. 과거연구 및 현생資料와의 比較 및 試錐堆積物간의 對比 등은 보다 깊은 연구를 必要로 한다.

木浦 및 群山附近海域의 濁度分布가 1981 年 7 월 31 일과 同年 9 월 5일의 LANDSAT MSS (multispectral scanner) 映像資料에 의하여 硏究되었다.

荏子島로부터 珍島에 이르는 海域은 調査地域의 다른 부분에 비해 월등히 높은 濁度를 보여주고 있으며 그 周邊部의 濁度境界가 뚜렷한 것으로 나타났다. 바람의 影響이 클 때 얻은 映像에서는 境界가 덜 뚜렷하게 되면서 外海쪽에 舌狀의 高濁度帶가 나타나 細粒質堆積物의 移動에 미치는 바람의 影響이 작지않음을 보여준다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

參 考 文 獻

海洋研究所. 1983. 韓國海域 綜合海洋環境圖 作成研究. 海洋研究所 報告書. BSPG 000-19-70-7. 서울.

海洋研究所. 1984. 韓國海域 綜合 海洋環境圖 作成研究, 第二次年度 報告書-黃海. 서울. 海洋研究所 報告書 BSPG00023-79-7

Acta Oceanologica Sinica. 1983. Proceedings of international symposium on sedimentation and sedimentation rate of the continental shelf with special reference to the East China Sea, April 12～16, 1983, Hangzhu, China, V. 1～2.

Almagor, G. 1967. Interpretation of shear strength and consolidation data from some bottom cores off Tel-Aviv-Palmakhim Coast. p. 131～153. *In* A.F. Richards, ed. Marine Geotechnique. University of Illinois Press, Urbana, U.S.A.

American Society of Agronomy. 1965. Methods of soil analysis. A.S.A., Madison, U.S.A.

Bailey, E.H., and R.E. Stevens. 1960. Selective staining of K-feldspar and plagioclase on rock slabs and thin sections. Am. Mineralogists 45: 1020 ～ 1024.

Biscaye, P.E. 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. Geol. Soc. Am. Bull. 76: 803～832.

Blatt, H., and B. Sutherland. 1969. Intrastratal solution and

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

non-opaque heavy minerals in shales. J. Sed. Petrol. 39: 592~600.

Boltovskoy, E., and R. Wright. 1976. Recent foraminifera. W. Junk. b. v. Hague, Netherlands.

Bouma, A.H., H.L. Berryhill, R.L. Brenner, and H.J. Knebel. 1981. Continental shelf and epicontinental seaways. p. 281~328. *In* P.A. Scholle and D. Spearing eds. Sandstone depositional environments. Am. Assoc. Petrol. Geologists.

Casagrande, A. 1948. Classification and identification of soils. Am. Soc. Civil Engineers Tran. 113: 901~931.

Chough, S.K., and A.F. Richards. 1974. Comparison of sedimentation-compression curves obtained by nuclear and gravimetric methods for Wilkinson Basin, Gulf of Maine, sediments. Mar. Geol. 17: 249~261.

Chough, S.K., and D.C. Kim. 1981. Dispersal of fine-grained sediments in the southern Yellow Sea: A steady-state model. J. Sed. Petrol. 51: 721~728.

Chough, S.K. 1985. Further evidence of fine-grained sediment dispersal in the southeastern Yellow Sea: *In* R. Hesse ed. Sedimentology of siltstone and Mudstone. Sediment. Geol. 41: 159~172.

Einsele, G. 1967. Sedimentary processes and physical properties of cores from the Red Sea, Gulf of Aden, and off the Nile

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Delta. P. 154~169. *In* R.F. Richards ed. Marine Geotechnique.

Emery, K.O., and H. Niino. 1967. Stratigraphy and petroleum prospects of Korea Strait and the East China Sea. Rept. Geophys. Explor., Geol. Surv. Korea 1: 249~263.

Emery, K.O. 1968. Relict sediments on continental shelves of world. Am. Assoc. Petrol. Geologists Bull. 52(3): 445~464.

Emery, K.O., Y. Hayashi, T.W.C. Hilde, K. Kobayashi, J.H. Osterhagen, L.M. Reynolds, J.M. Wageman, C.S. Wang, and S.J. Yang. 1969. Geological structure and some water characteristics of East China Sea and the Yellow Sea. U.N. ECAFE. CCOP. Tech. Bull. 2: 3~43。

Folk, R.L., and W.C. Ward. 1966. A review of grain-size parameters. Sedimentology 6: 73~93.

Gardner, J.V., W.E. Dean, and T.L. Vallier. 1980. Sedimentology and geochemistry of surface sediments, outer continental shelf, southern Bering Sea. Mar. Geol. 35: 299~329.

Han, S.J. 1982. The clay mineralogy of recent sediment in Garolim Bay, Korea. Jour. Geol. Soc. Korea 18(4): 215~220.

Keller, G.H., D.N. Lambert, and R.H. Bennett. 1979. Geotechnical properties of continental slope deposits, Cape Hatteras to Hydrographer Canyon. P. 131~151. *In* O.H. Pilkey, and L.J. Doyle eds Geology of continental slope. SEPM. Spec.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Publ. 27.

Keller, G.H. 1982. Organic matter and the geotechnical properties of submarine sediments. Geo-Marine Letters.

KIER. 1971-1982. KIER (Korea Institute of Energy and Resource) mapping programs—Submarine geological map of Korea continental shelf ser. I, II, III.

Kim, D.C. 1981. Recent clay mineral of the Yeongsan Estuary and the adjacent continental shelf. M. Sc. Thesis. Seoul National Univ.

Lambe, T.W., and R.V. Whitman. 1969. Soil mechanics. SI version. John Wiley and Sons, New York, U.S.A.

Lee, K.W., H.S. Kwak, S.H. Lee, and D.S. Lee. 1979. Heavy metals in the Korean coastal waters during summer of 1977. Jour. Oceanol. Soc. Korea 14: 1~5.

McKee, B.A., C.A. Nittrouer, and D.J. DeMaster. 1983. Concepts of sediment deposition and accumulation applied to the continental shelf near the mouth of the Yangtze River. Geology 11: 631~633.

Milliman, J.D., and R.H. Meade. 1983. World-wide delivery of river sediment to the oceans. Jour. Geol. 91: 1~21.

Munsell soil color chart. 1975. MacBeth division of Koolmargan Corporation.

Murray, J.W. 1968. Living foraminifers of lagoons and estuaries.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Micropaleontology, 14: 435～455。

Murray, J.W. 1973. Distribution and ecology of living benthic foraminiferids. Heinemann Education Books, London, U.K.

Niino, H., and K.O. Emery. 1961. Sediments of shallow portion of East China Sea and South China Sea. Geol. Soc. Am. Bull. 72: 731～762.

Olsen, C.R., N.H. Cutshall, and I.L. Larsen. 1982. Pollutant-particle associations and dynamics in coastal marine environments. - A review. Mar. Chem. 11: 501～533.

Park, B.K., and S.J. Han. 1985. The distribution of clay minerals in recent sediments of the Korea Strait. Sed. Geology, 41: 173～184.

Park, Y.A. 1983. The nature of Holocene sedimentation and sedimentary facies on the continental shelves of Korea. '83 國內外 韓國科學技術者 學術會議 論文集, 하계심포지움편 : 1～8.

Phleger, F.B. 1964. Foraminiferal ecology and marine geology. Mar. Geol. 1: 16～43.

Polski, W. 1959. Foraminiferal biofacies off the north Asiatic coast. Jour. Paleont. 33: 569～587.

Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. Jour. Sed. Petrol. 24: 151～158.

Tessier, A., P.G.C. Campbell, and M. Bisson. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

trace metals. Analytical Chemistry 51(7): 844~851.

Valin, R.V., and J.W. Morse. 1982. An investigation of methods commonly used for the selective removal and characterization of trace metals in sediments. Mar. Chemistry 11 535~564.

Vatan, A. 1967, Manuel de sedimentologie. Editions Technique, Paris, France.

Wageman, J.M., T.W.C. Hilde, and K.O. Emery. 1970. Structural framework of East China Sea and Yellow Sea. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 85: 1159~1170.

Waller, H.O., and W. Polski. 1959. Planktonic foraminifera of the Asiatic shelf. Contribution from the Cushman Foundations for Foraminiferal Research X: 123~126.

Walton, W.R. 1964. Recent foraminferal ecology and paleoecology. *In* J. Imbrie and N.D. Newell eds. Approaches to paleoecology, P. 151~237. John Wiley and Sons, New York, U.S.A.

Wang, A., M. Luo, and W. Li. 1983. Submarine sediments and depositional processes of west part of south Huanghai Sea. *In* Acta Oceanologica Sinica ed. Sedimentation and sedimentation rate of the continental shelf with special reference to the East China Sea, 686~695.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table V-1. Location of the sampling stations of sediment cores

Core No.	Latitude (N)	Longitude (E)	Water depth (*m*)	Core length (*cm*)
0402	36°30'	126°00'	31	148
0502	36°20'	126°00'	38	317
605	35°40'	126°00'	39.5	35
606	35°40'	126°10'	28	155
608-1	35°10'	125°50'	19	77
608-2	35°00'	125°50'	25	47
611	34°40'	125°40'	49	320
615	35°50'	126°40'	10	150
0813	35°59'	124°20'	81	160
1003	35°30'	126°00'	27	147
1108	35°20'	124°40'	88	100
1111	35°20'	124°10'	80	130
1113	35°20'	123°50'	75	123
1213	35°10'	123°50'	80	211
1303	35°00'	125°40'	34	165
1402	34°50'	125°40'	34	343
1415	34°50'	123°30'	74	140
1511	34°40'	124°10'	85	305
1604	34°30'	125°30'	53	338
1703	34°20'	125°30'	64	334
1708	34°20'	124°40'	92	100
1810	34°10'	124°20'	91	225
1815	34°10'	123°30'	75	169

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

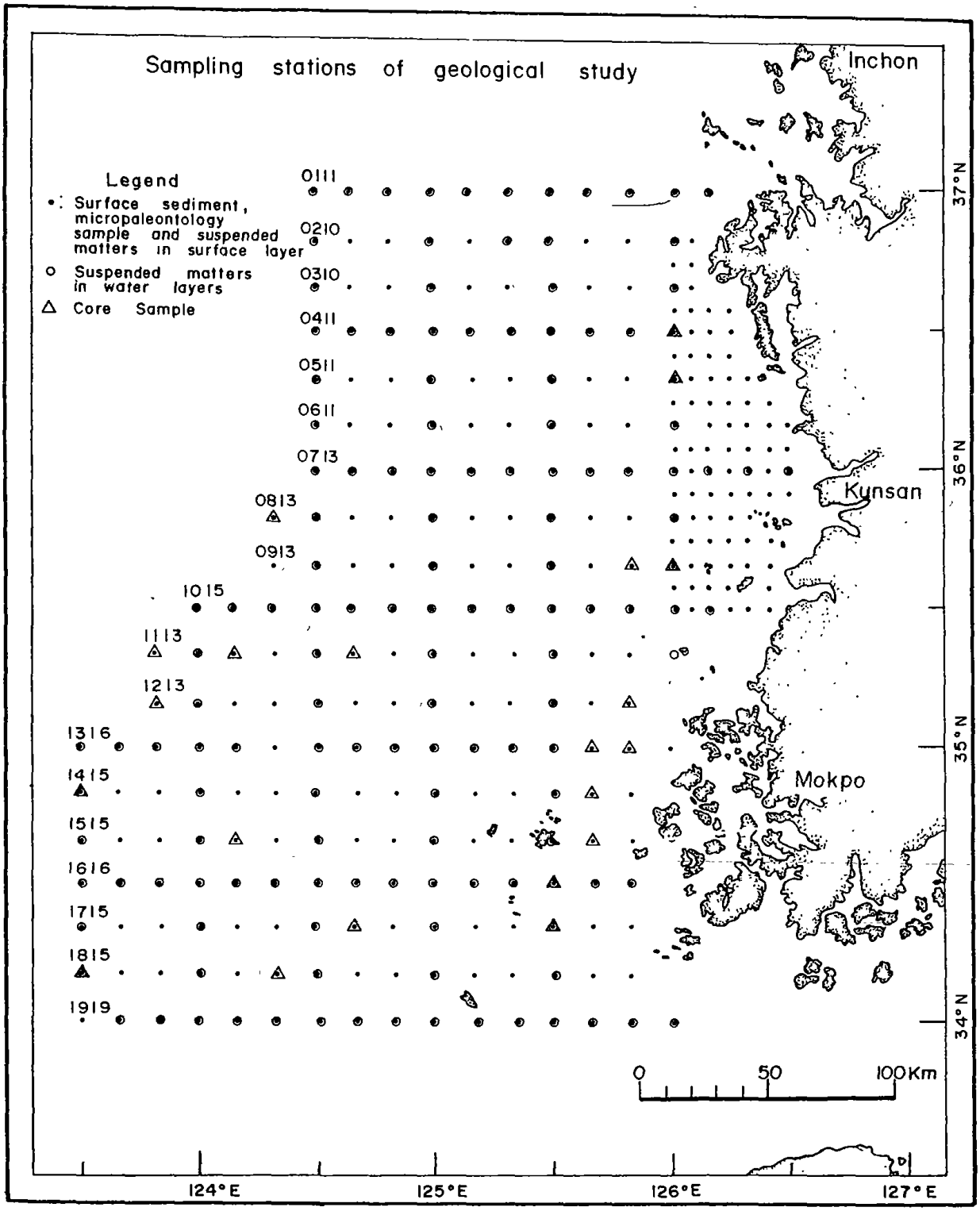


Fig. V-1. Oceanographic stations of geological study during 1982~1984 (coring locations and depths are given in Table V-1).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

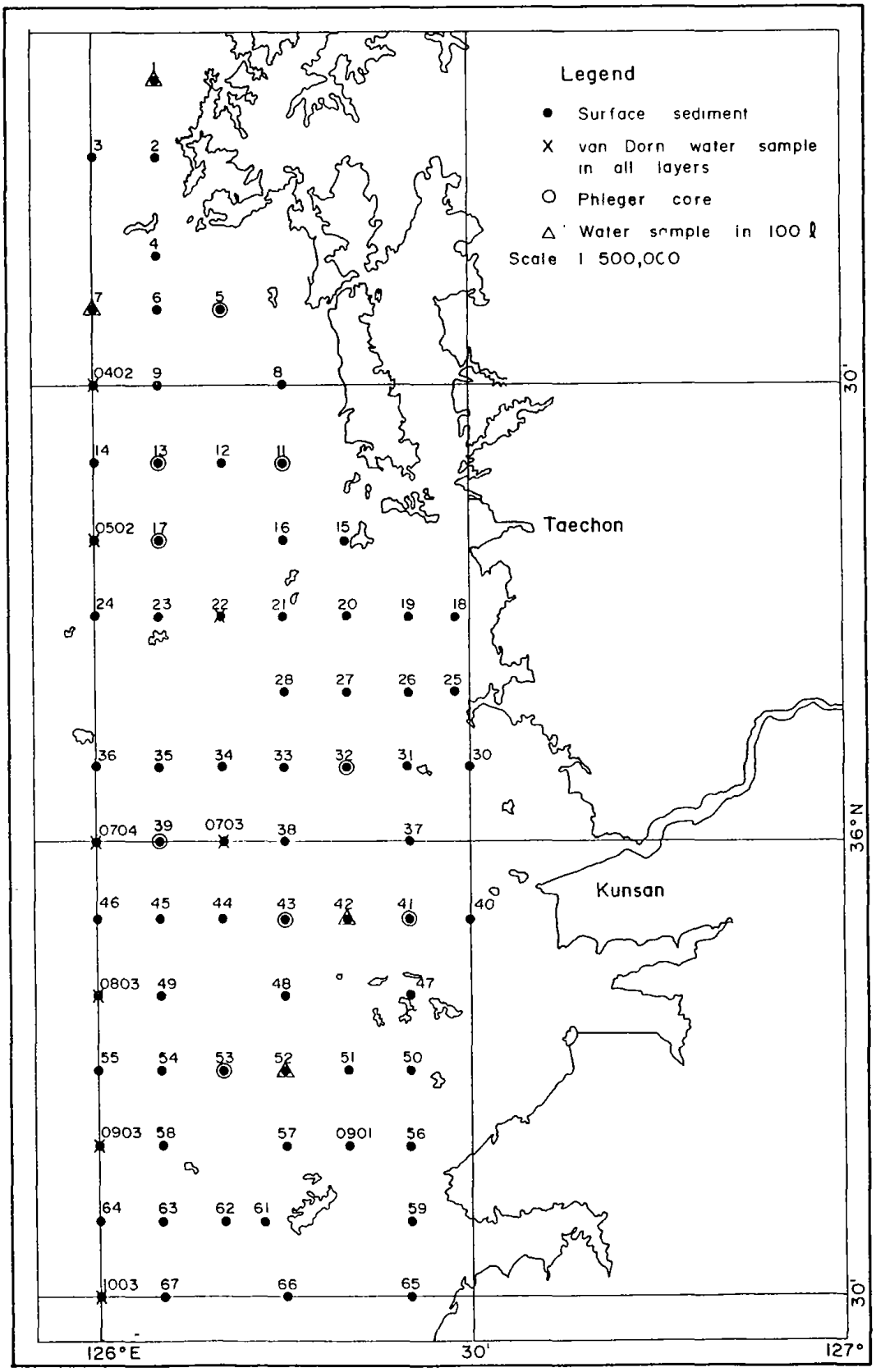


Fig. V-2. Nearshore oceanographic stations of geological study adjacent to western Korea.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

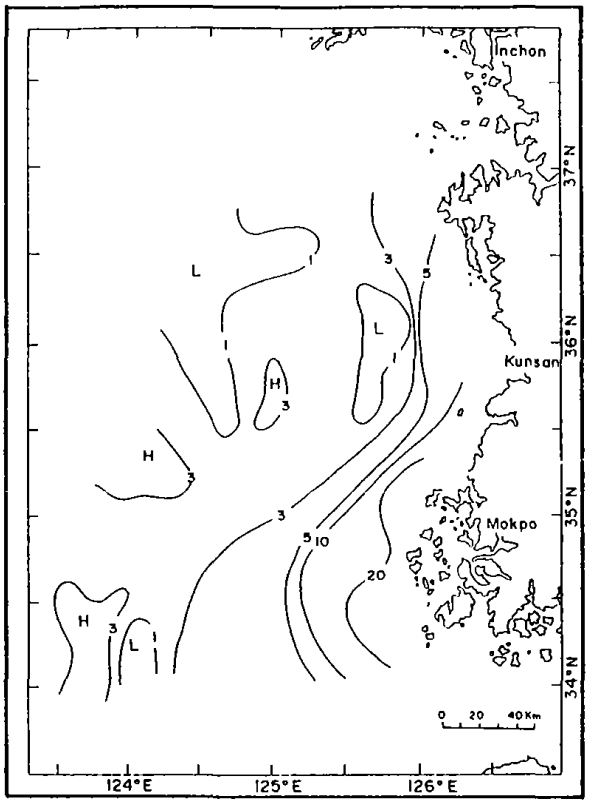


Fig. V-3a. Distribution of suspended matter in the surface water in February, 1984.

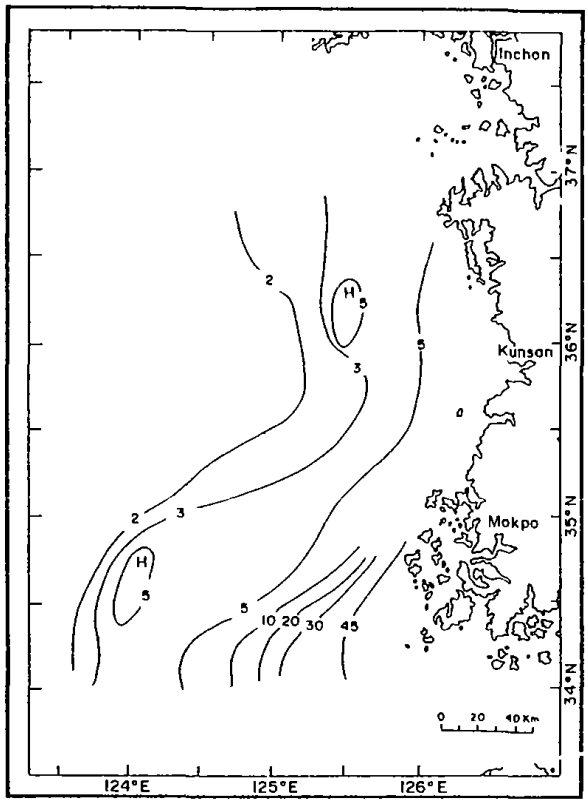


Fig. V-3b. Distribution of suspended matter at the depth of 5 *m* in February, 1984.

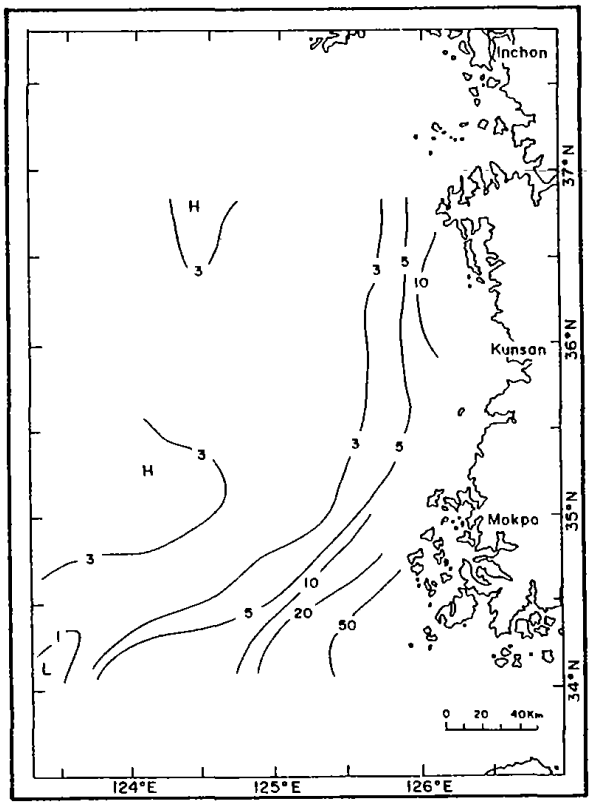


Fig. V-3c. Distribution of suspended matter at the depth of 10 *m* in February, 1984.

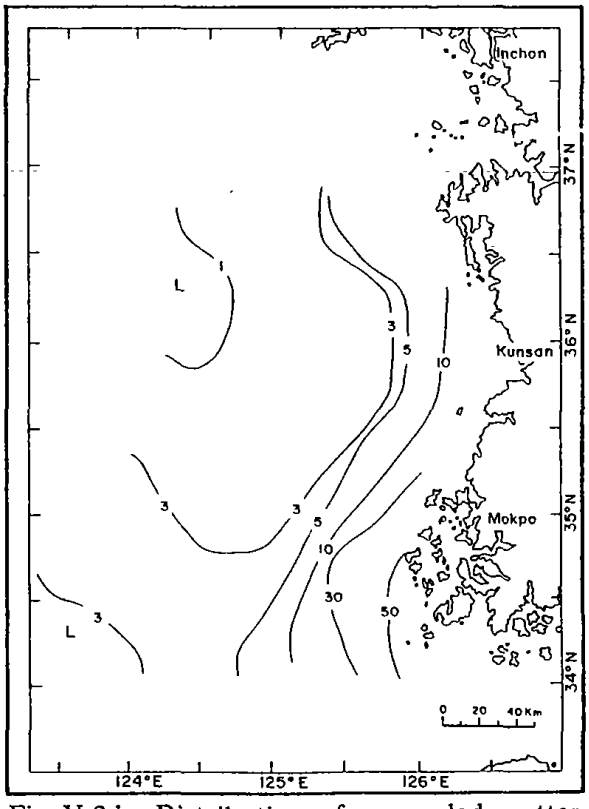


Fig. V-3d. Distribution of suspended matter at the depth of 20 *m* in February, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

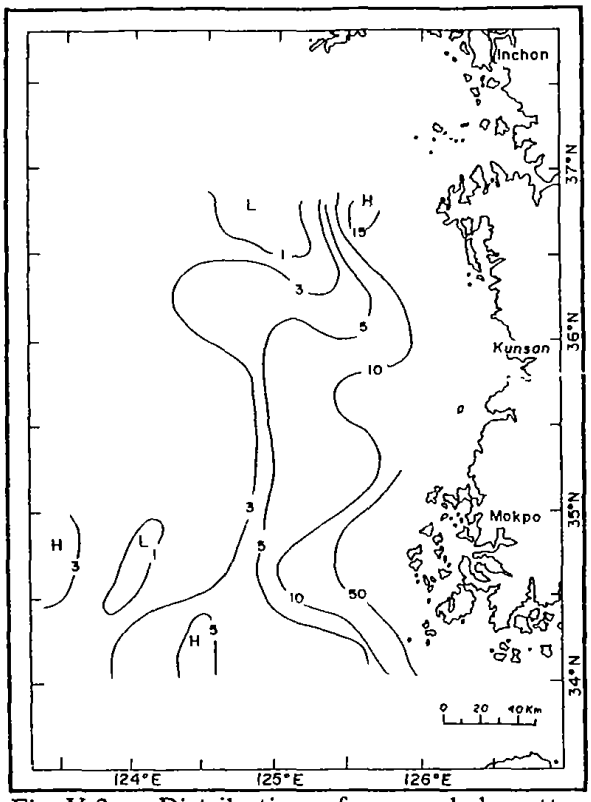


Fig. V-3e. Distribution of suspended matter at the depth of 30 *m* in February, 1984.

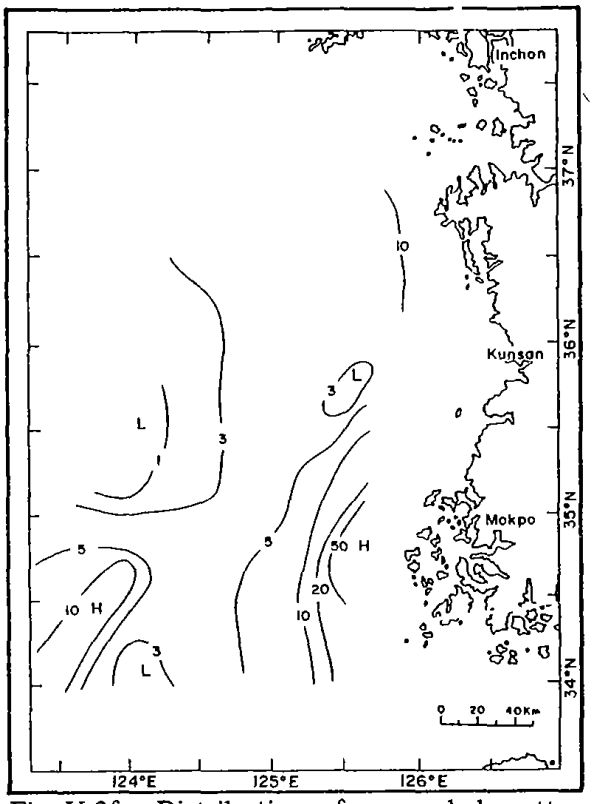


Fig. V-3f. Distribution of suspended matter at the depth of 50 *m* in February, 1984.

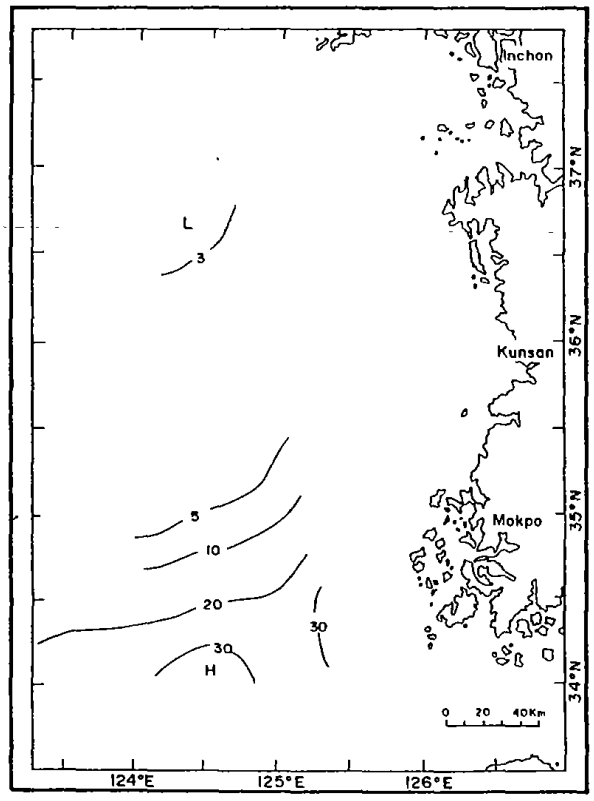


Fig. V-3g. Distribution of suspended matter at the depth of 50 *m* in February, 1984.

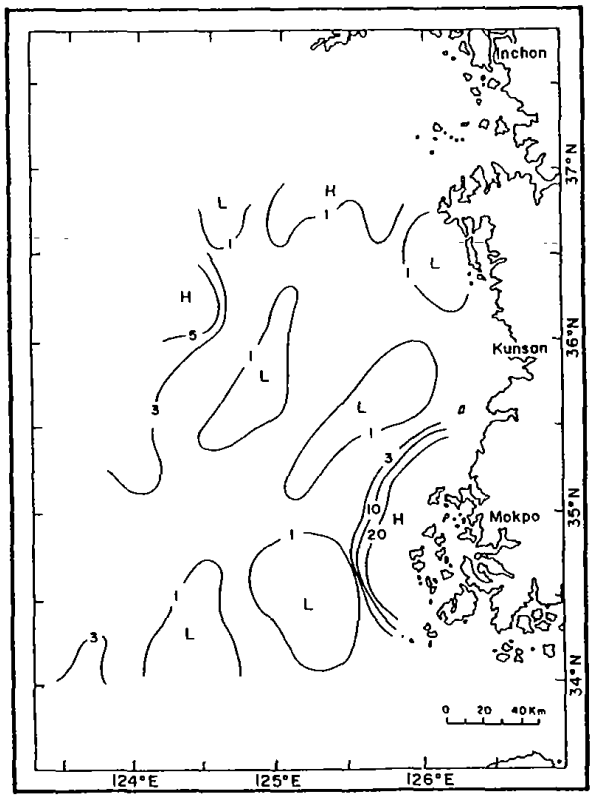


Fig. V-4. Distribution of suspended matter in the surface water in April~ May, 1984.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

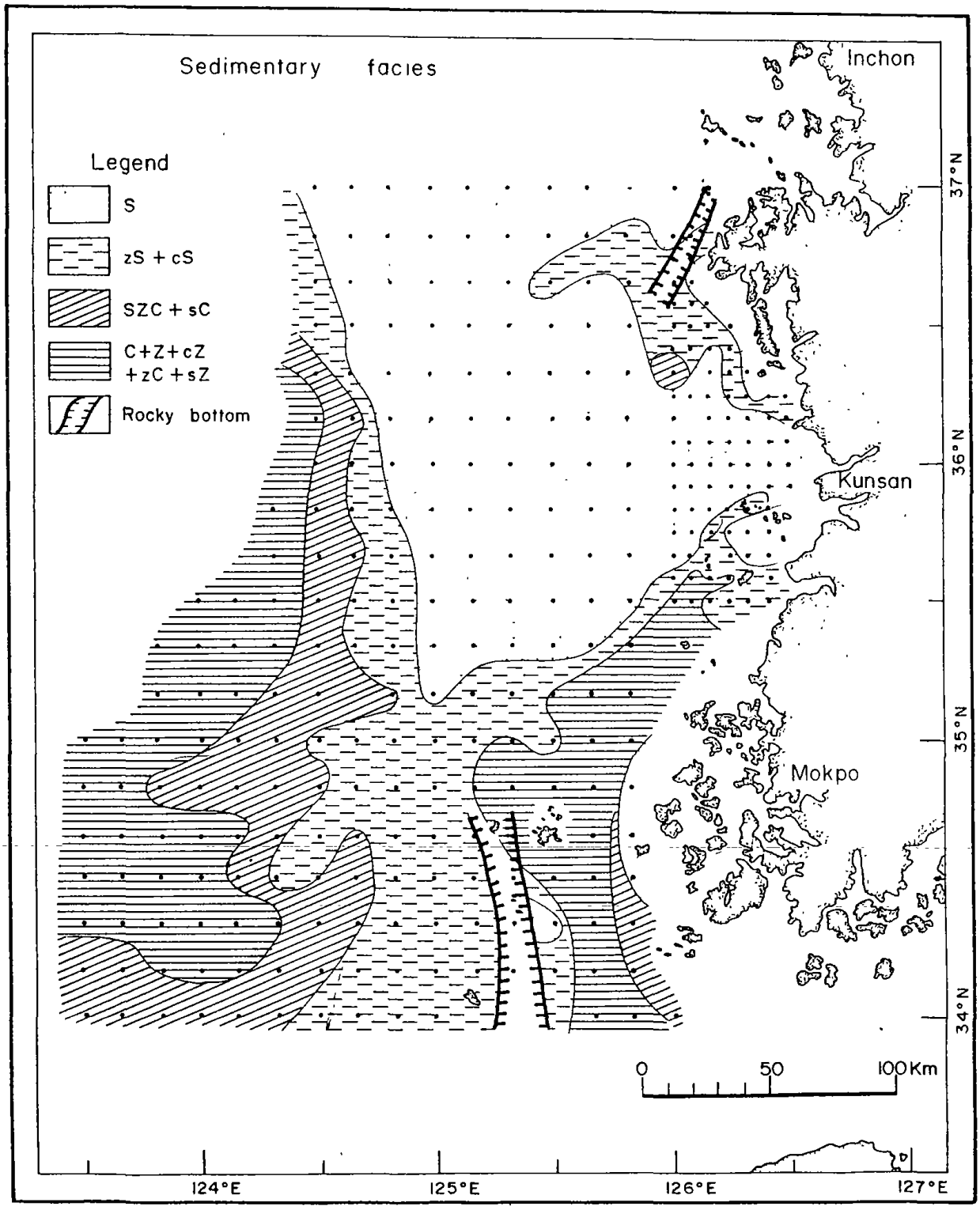


Fig. V-5. Distribution of surface sedimentary facies on the basis of Shepard's nomenclature (1954, abbreviations: S; sand, Z; silt, C; clay, SZC; sand-silt-clay, s; sandy, z; silty, c; clayey).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

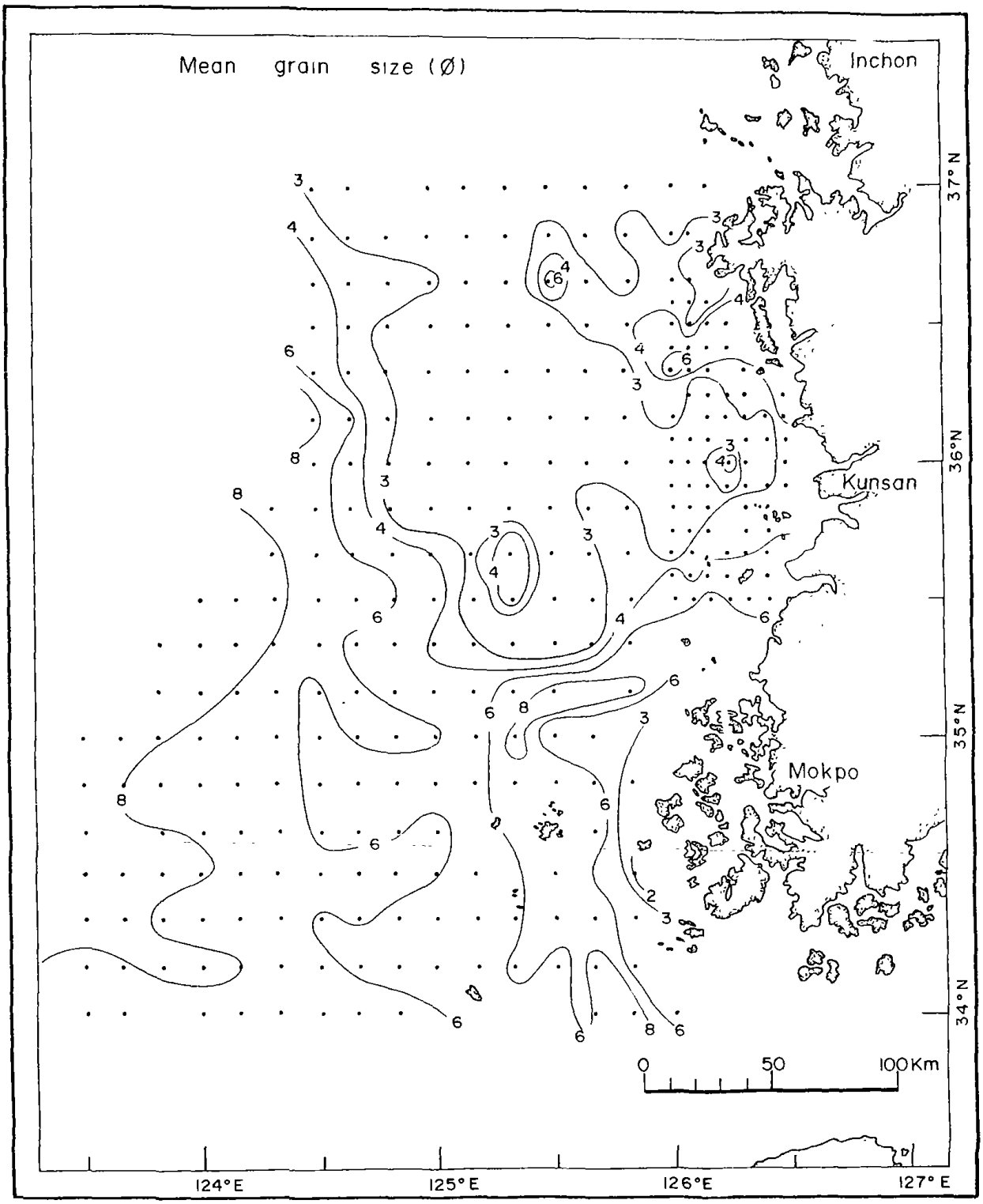


Fig. V-6 Distribution of iso-mean of the surficial sediments (*phi*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

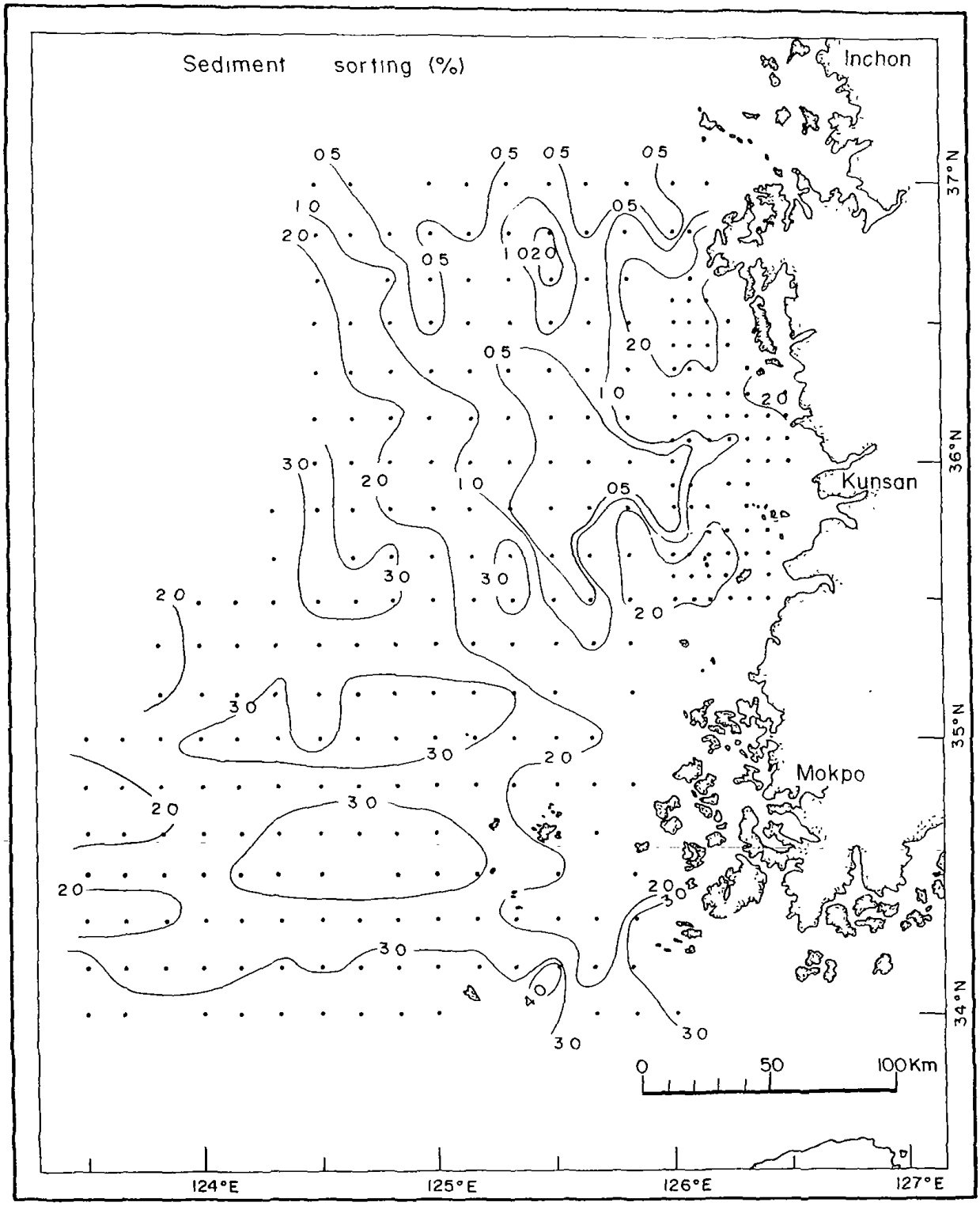


Fig. V-7. Distribution of sediment sorting (*phi*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

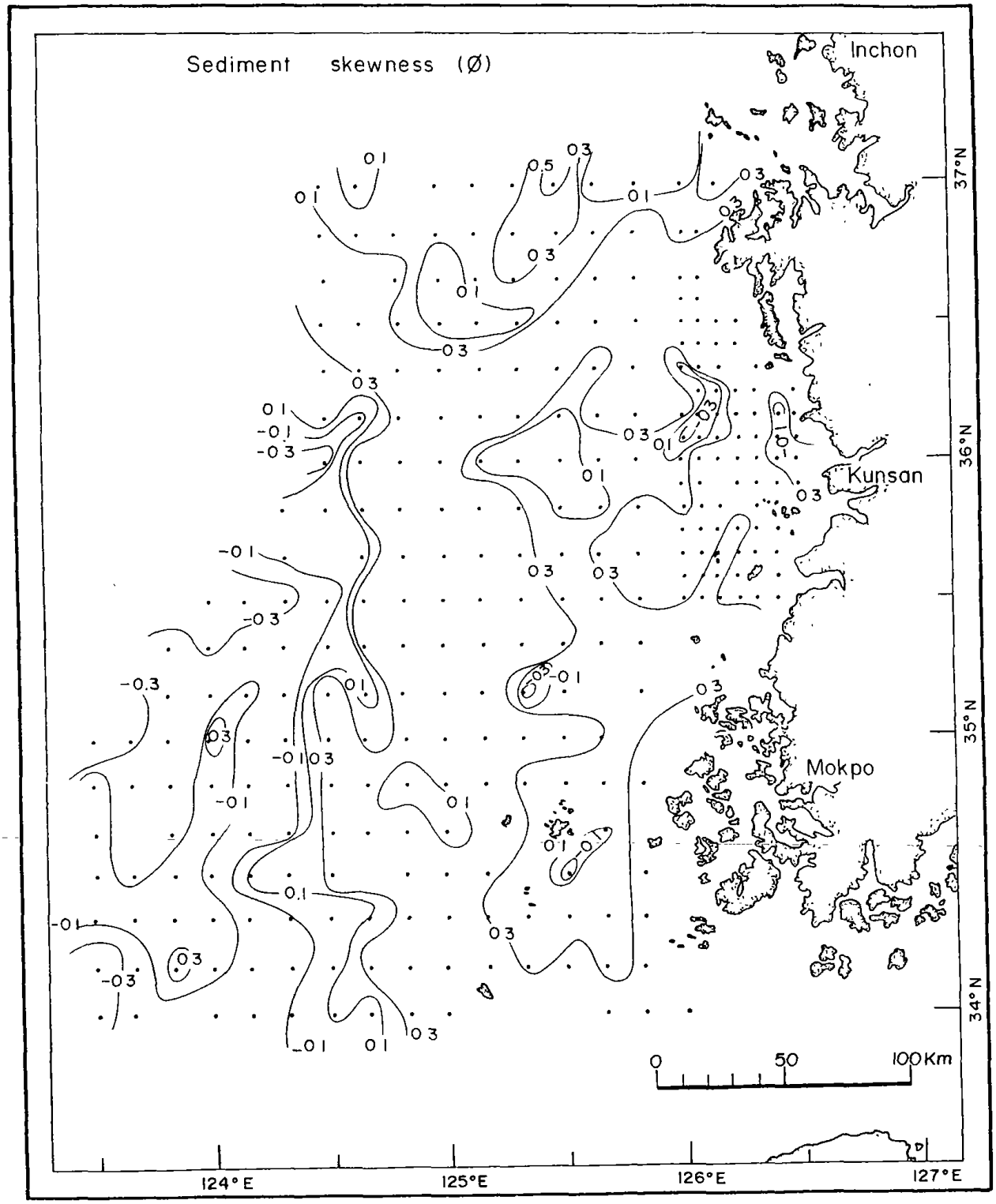


Fig. V-8. Distribution of sediment skewness (*phi*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

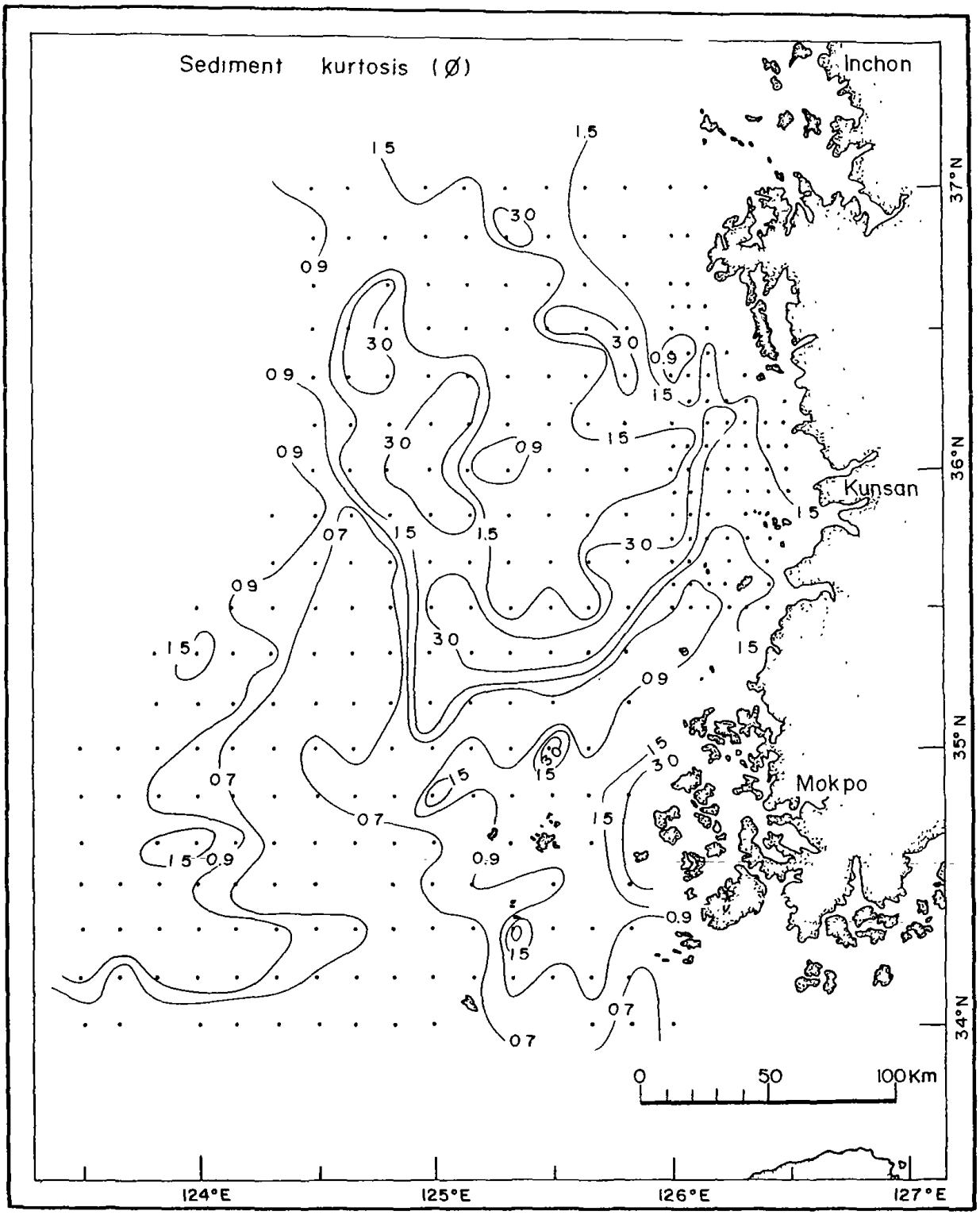


Fig. V-9. Distribution of sediment kurtosis (*phi*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

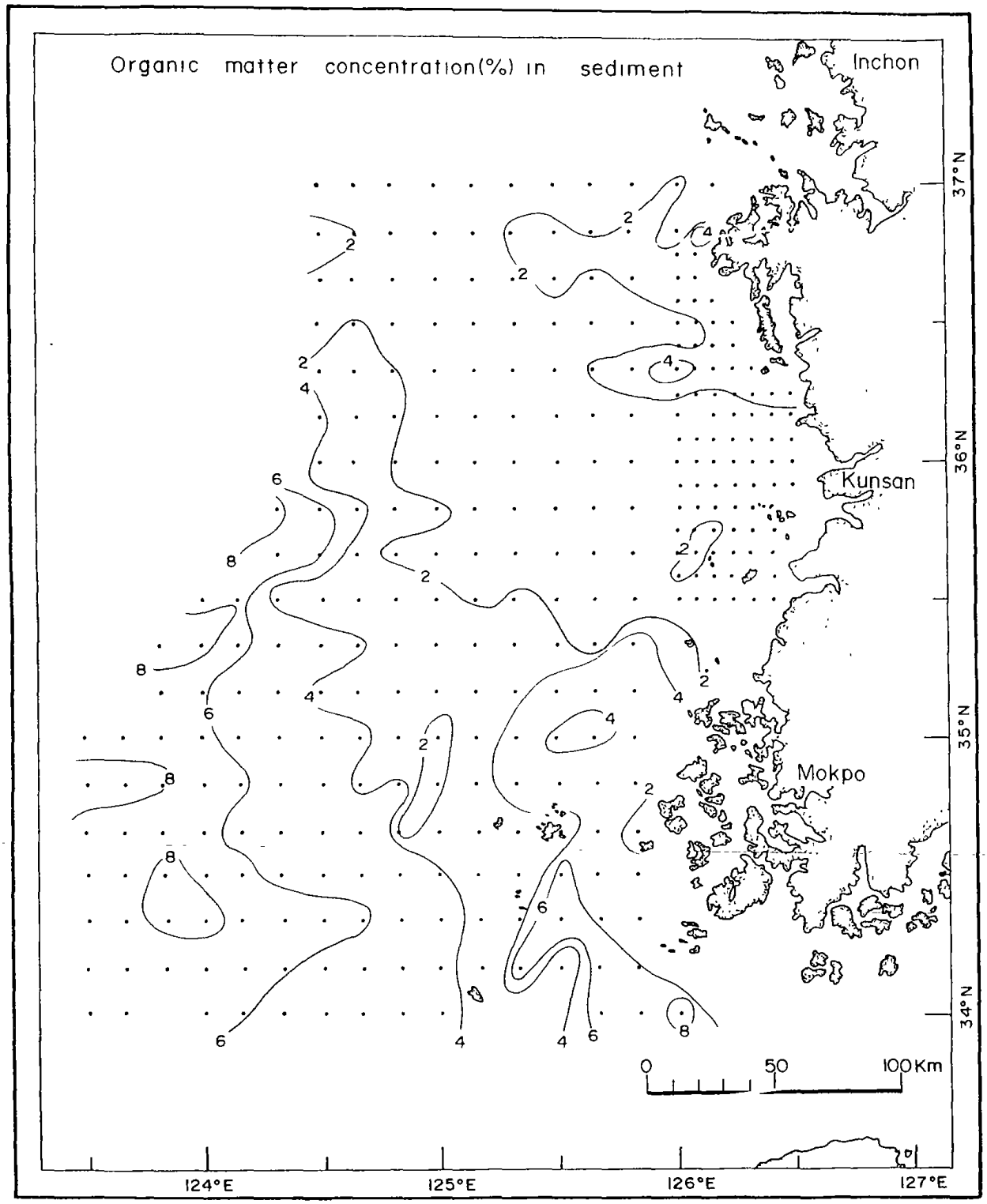


Fig. V-10. Contents of total organic matter in the surficial sediments (*wt. %*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

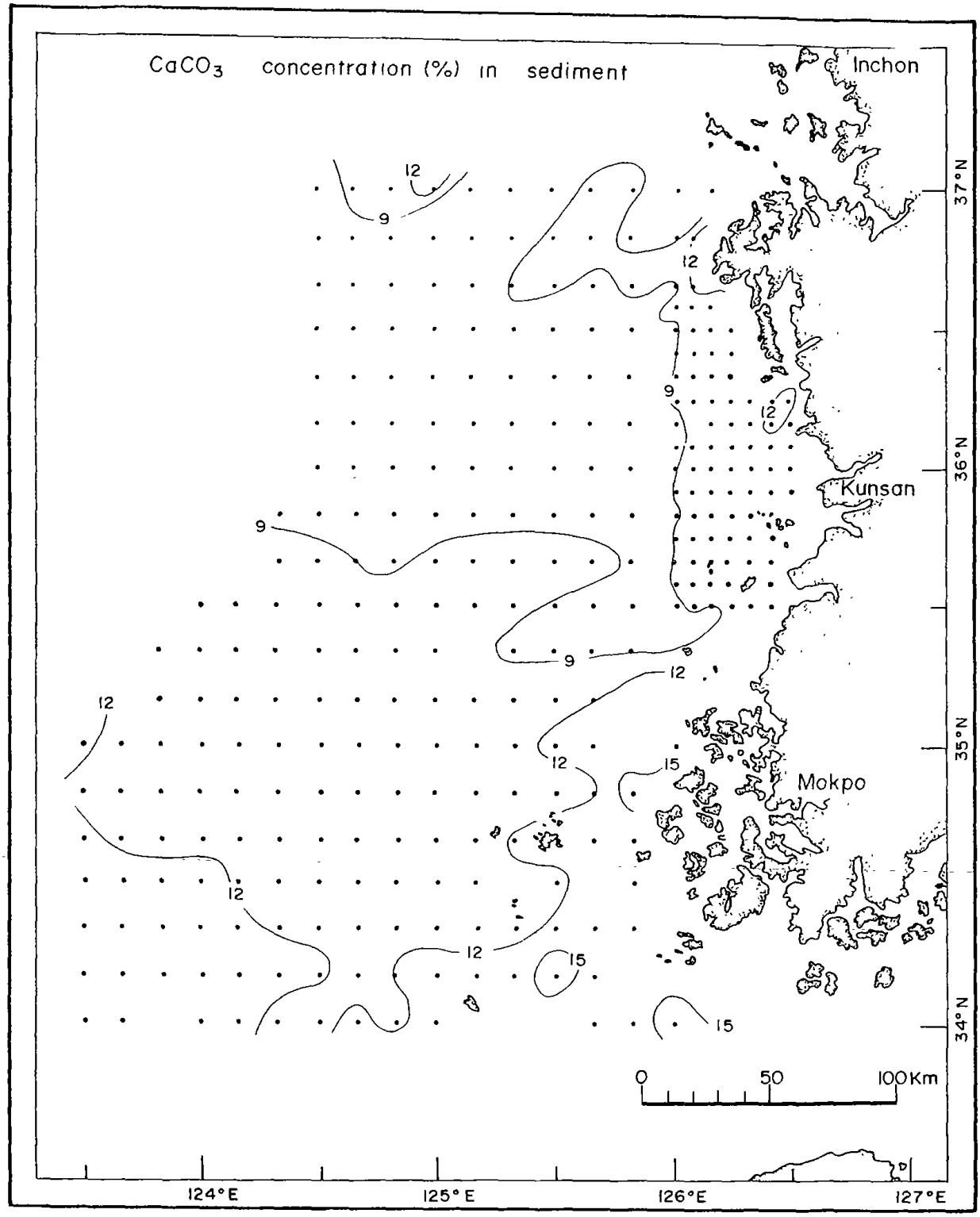


Fig. V-11. $CaCO_3$ content in the surficial sediments (*wt. %*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

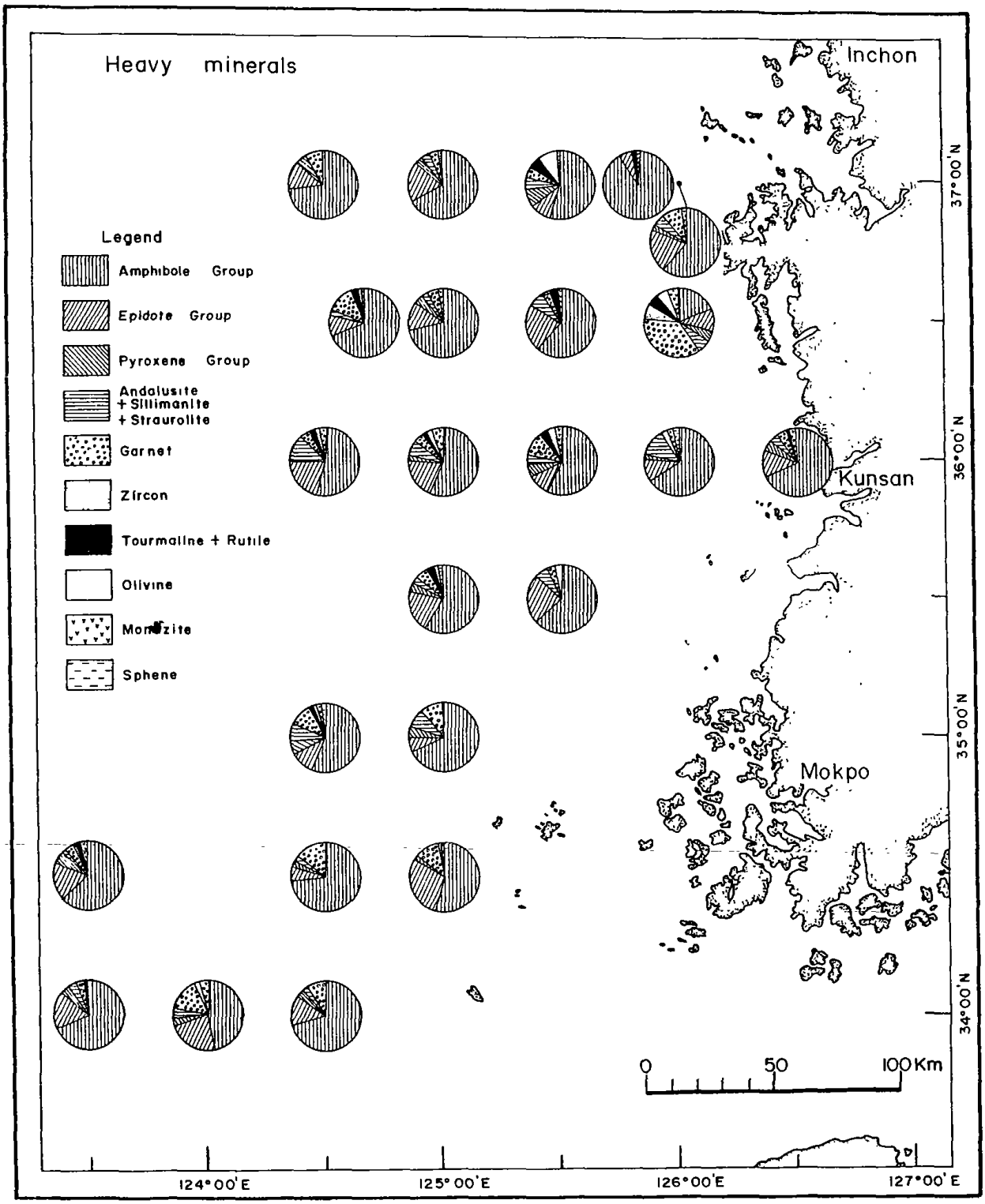


Fig. V-12a. Heavy mineral composition in the fine sand fraction of the surficial sediments (2~3 ϕ)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

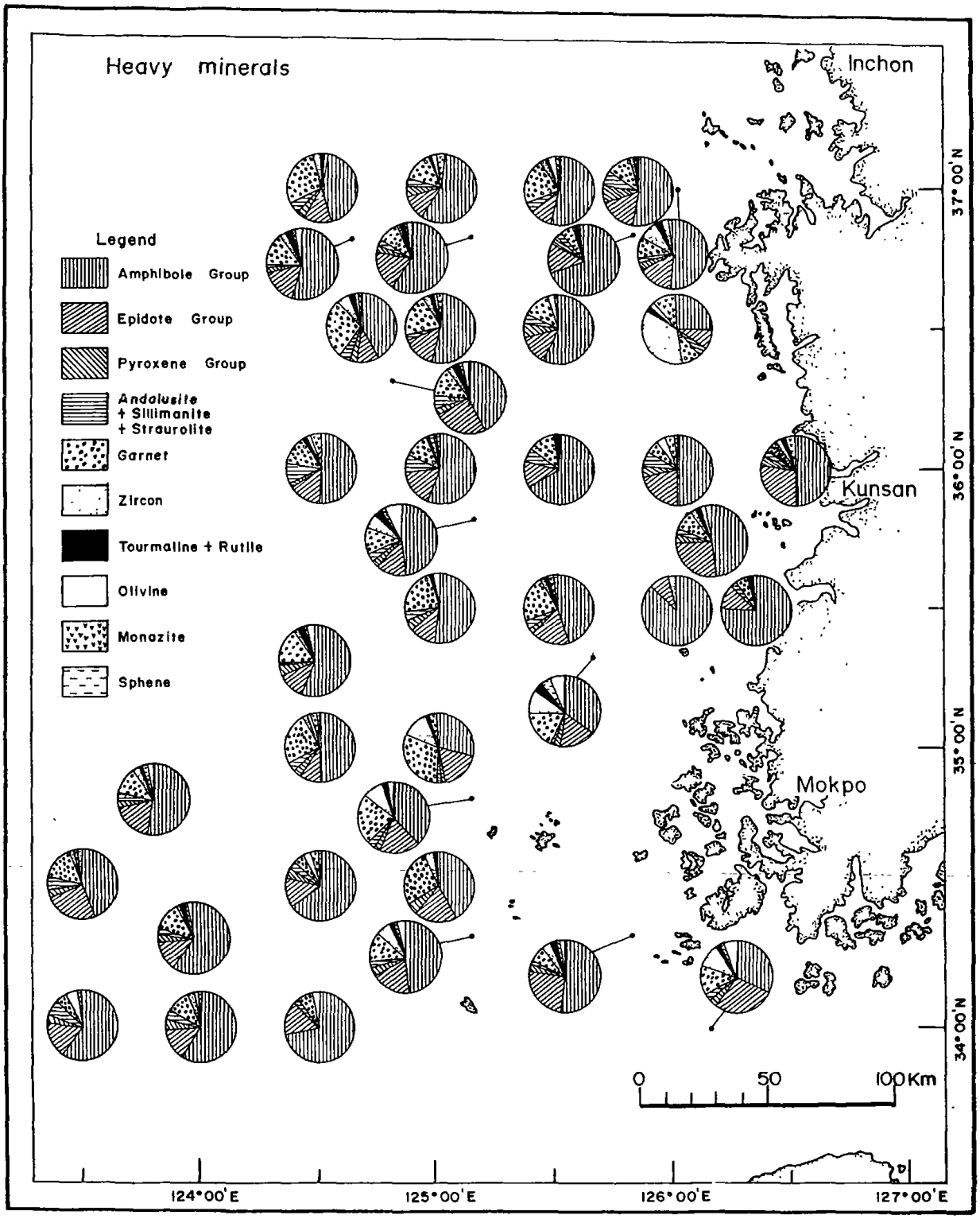


Fig. V-12b. Heavy mineral composition in the very fine sand fraction of the surficial sediments (3~4 ϕ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

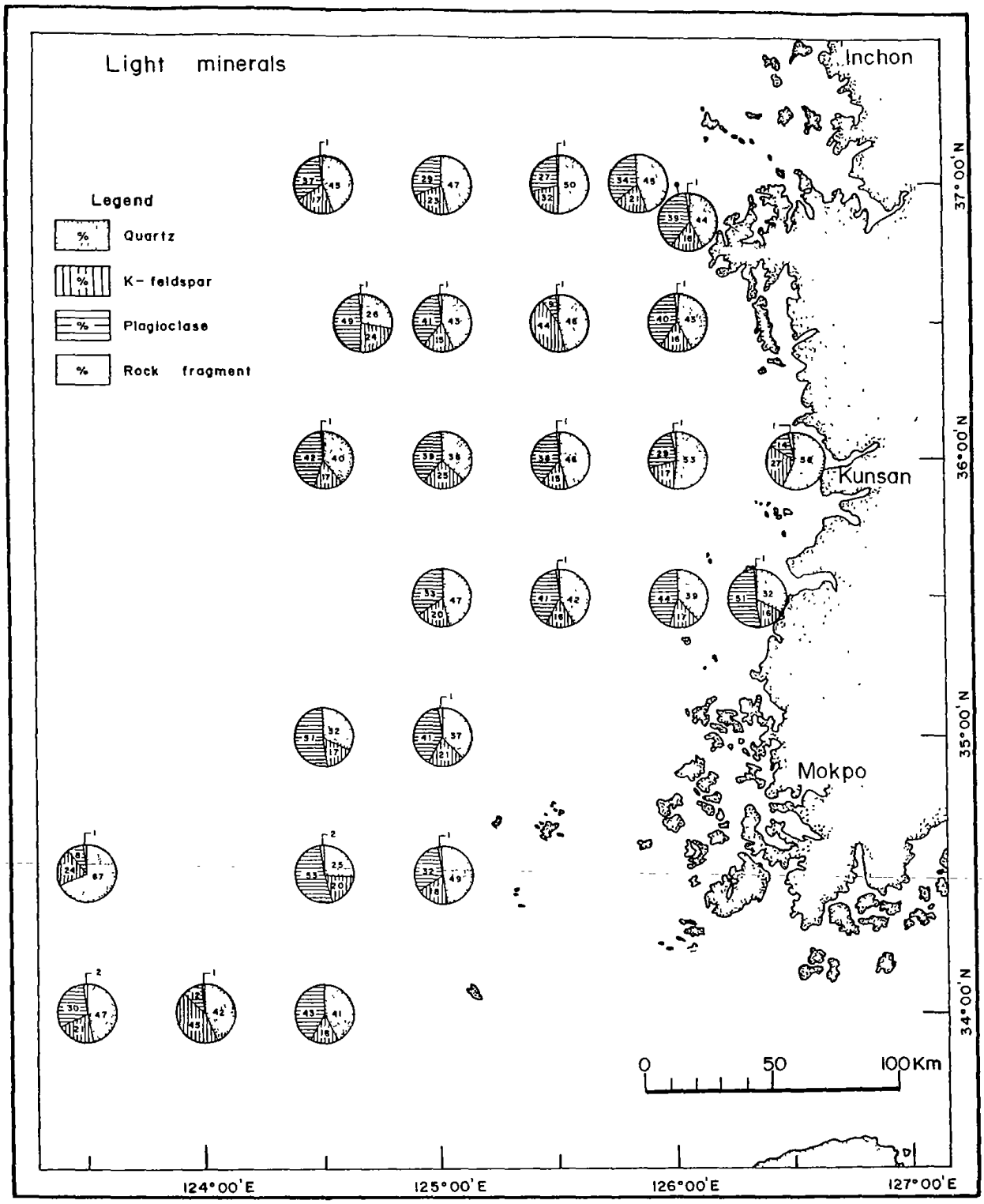


Fig. V-13a. Light mineral composition in the fine sand fraction of the surficial sediments (2~3 ϕ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

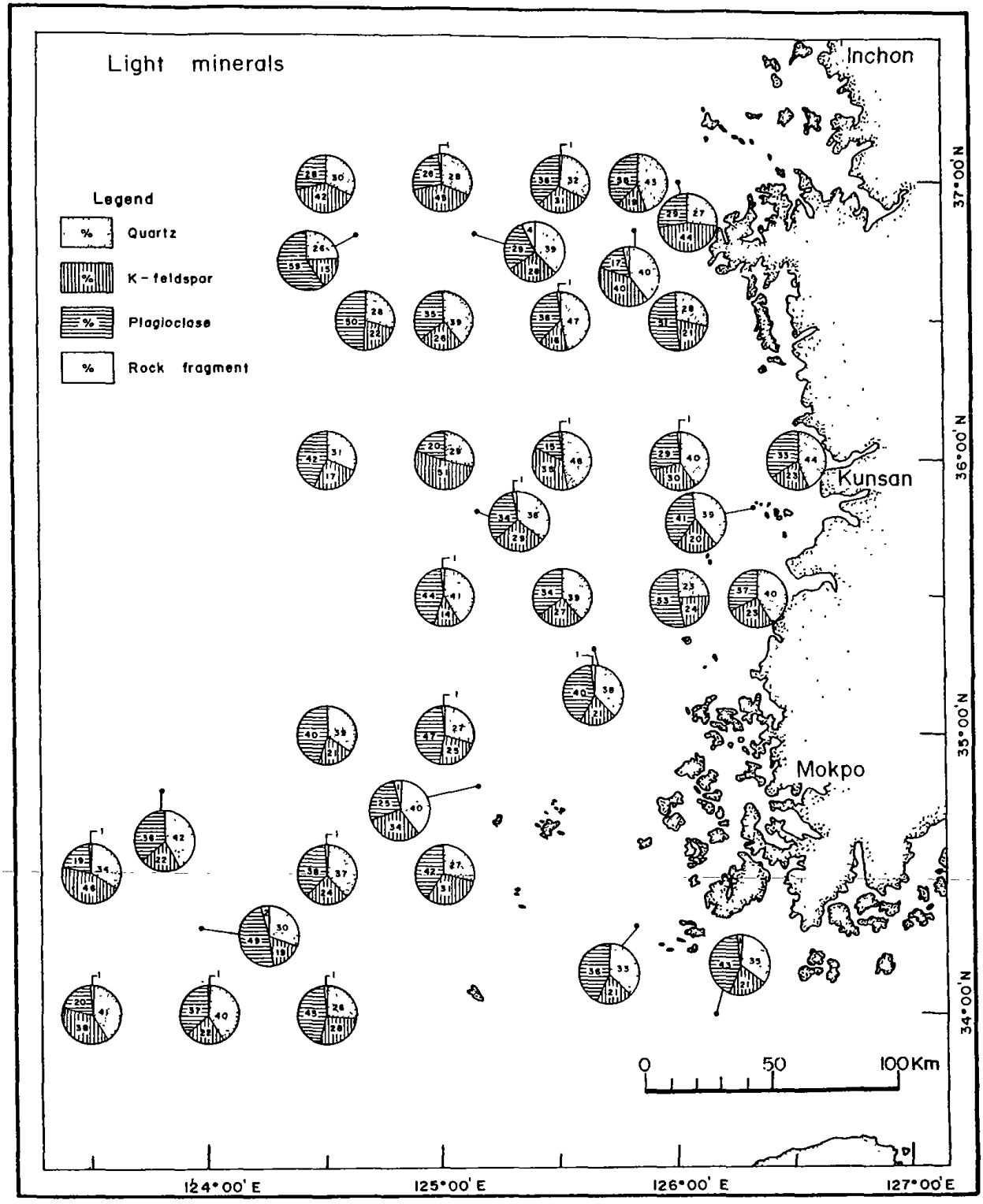


Fig. V-13b. Light mineral composition in the very fine sand fraction of the surficial sediments (3~4 ϕ).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

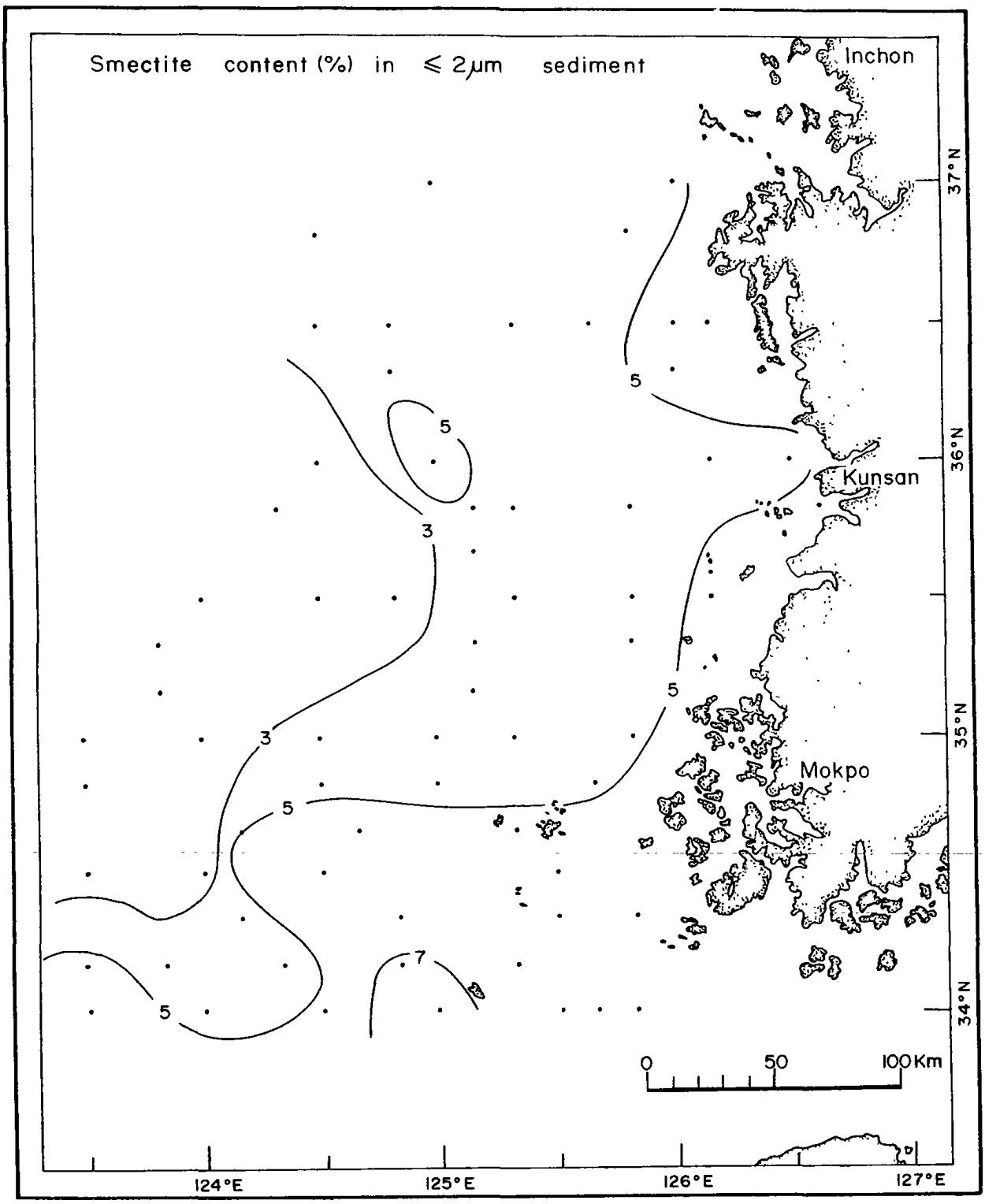


Fig. V-14a. Smectite content of the surficial sediments (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

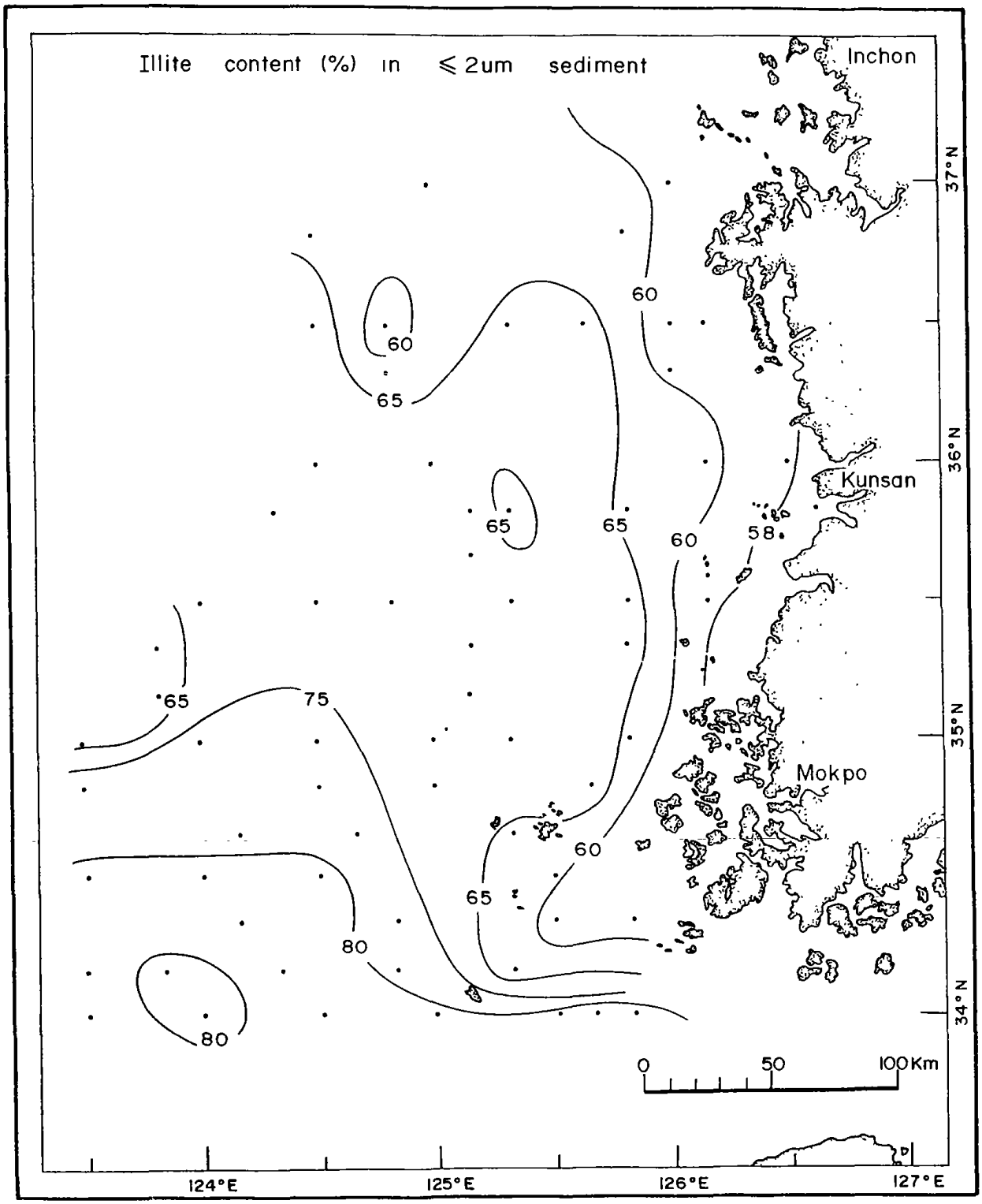


Fig. V-14b. Illite content of the surficial sediments (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

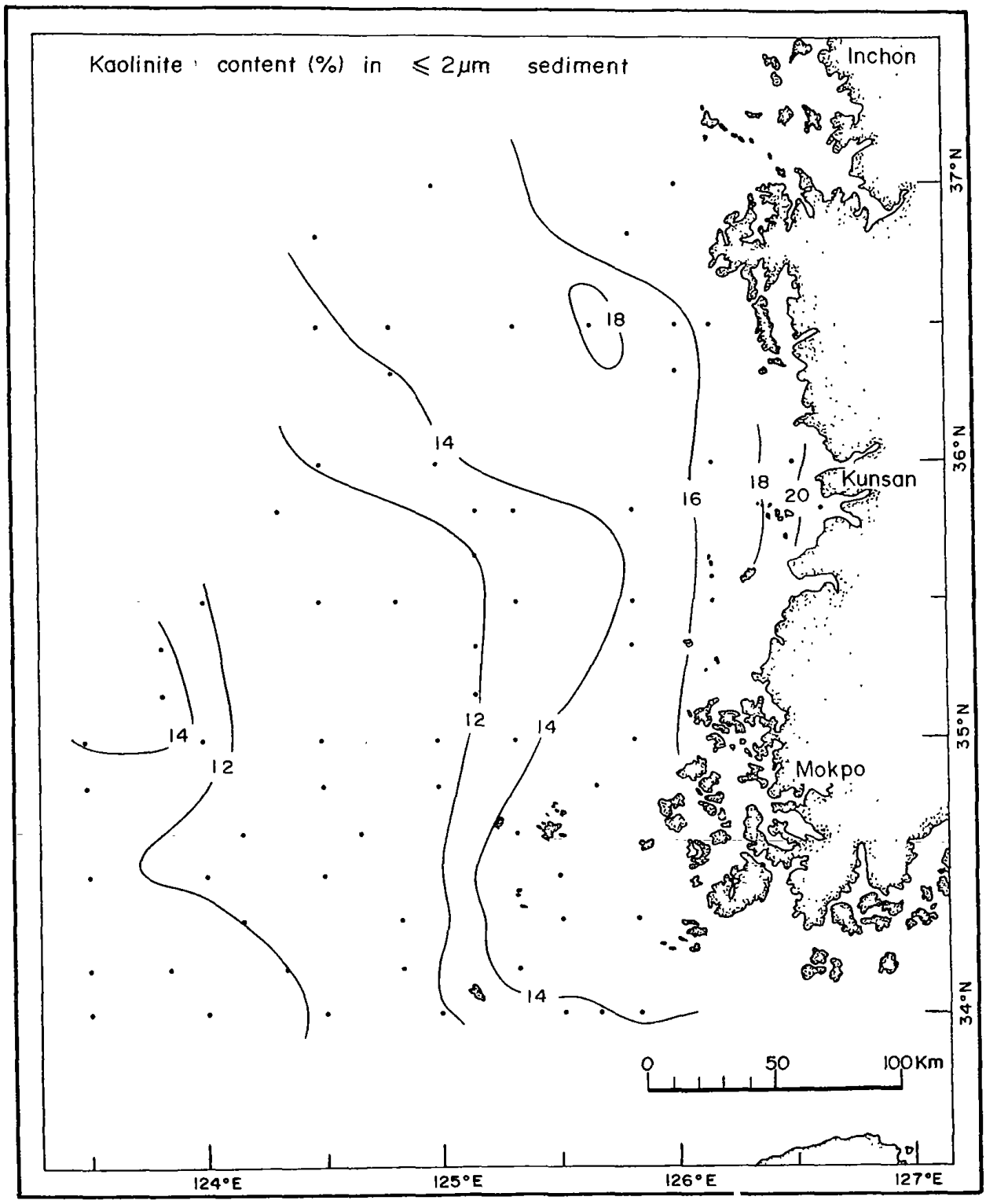


Fig. V-14c. Kaolinite content of the surficial sediments (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

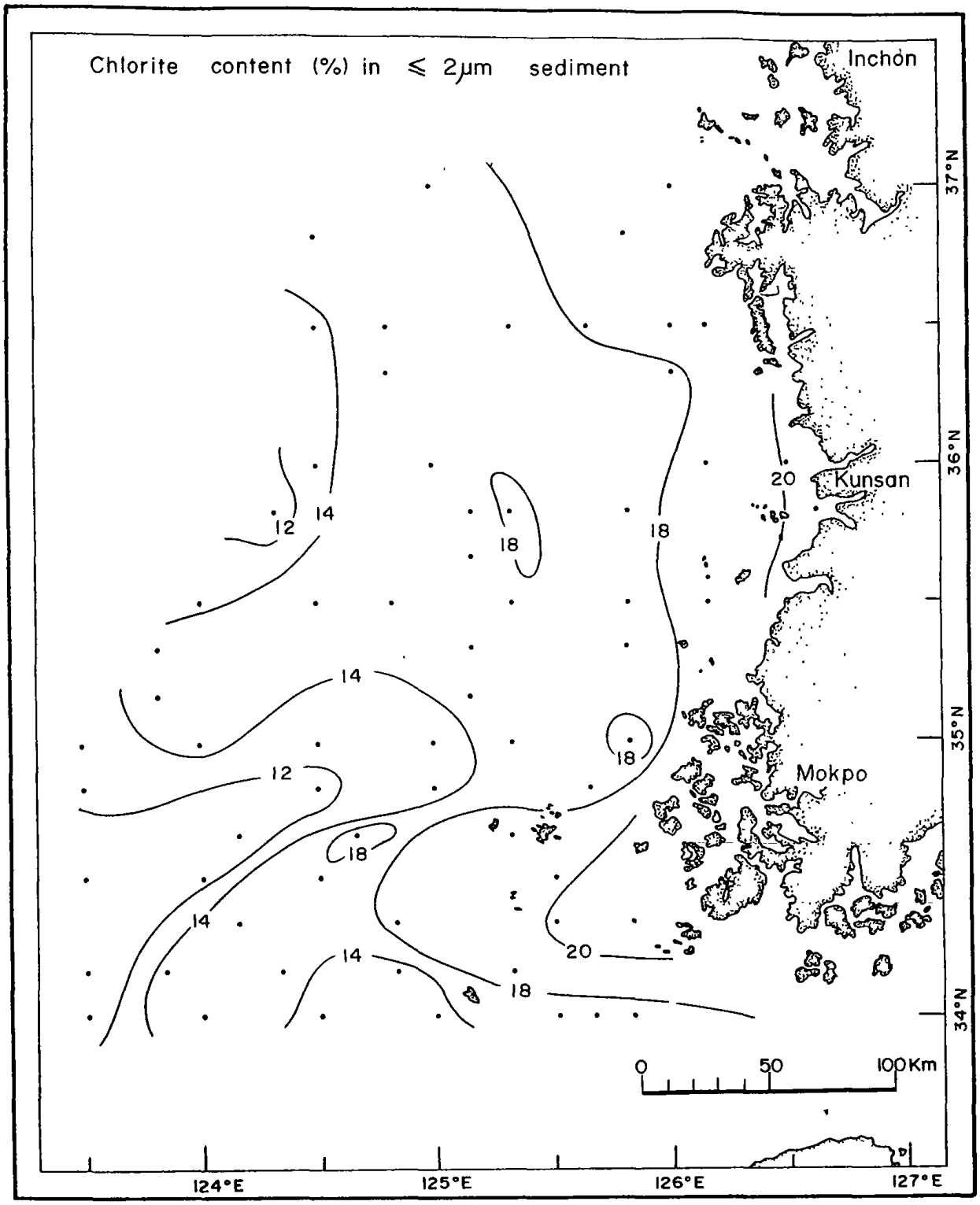


Fig. V-14d. Chlorite content of the surficial sediments (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

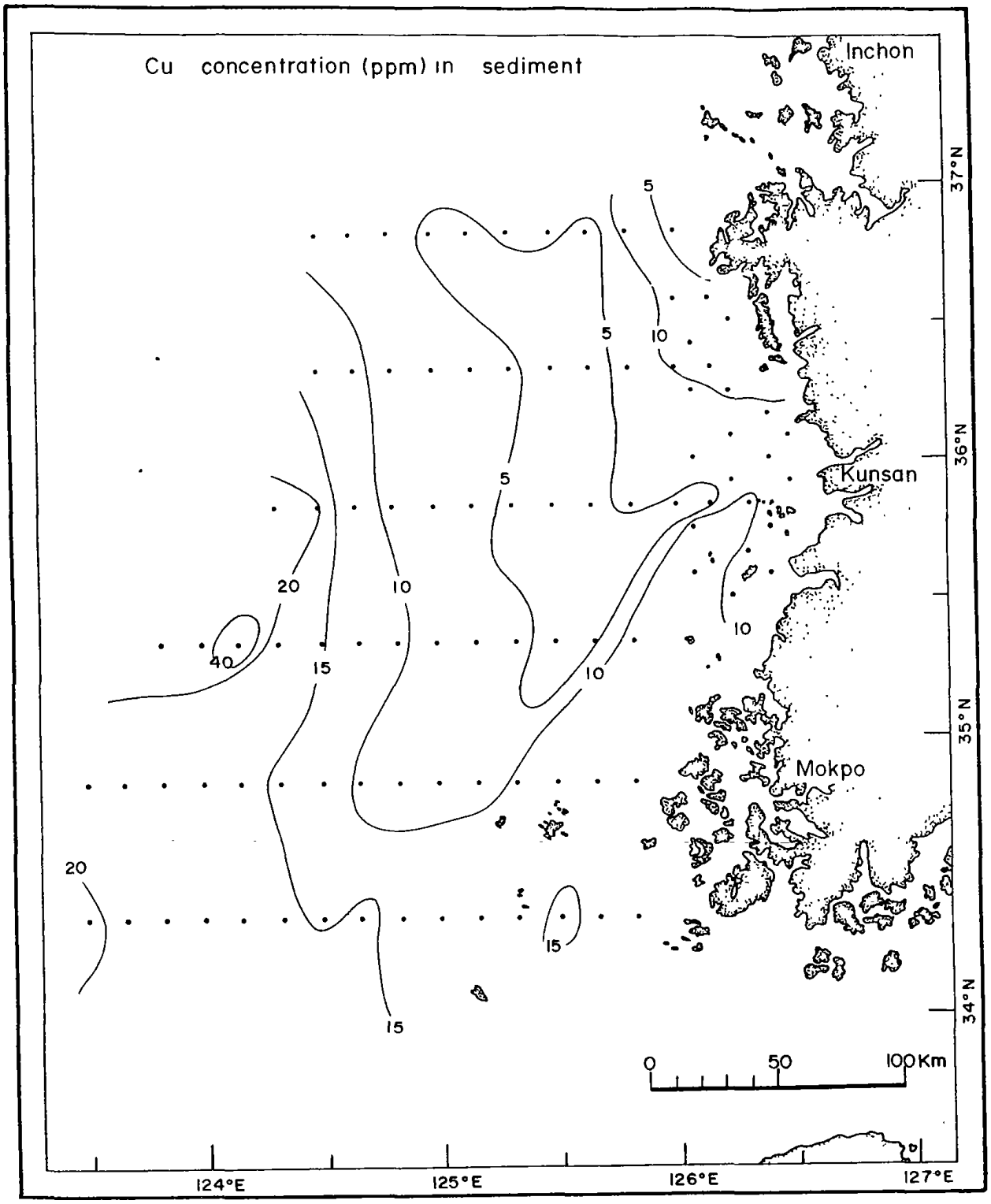


Fig. V-15a. Distribution of Cu content in the surficial sediments (*ppm*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

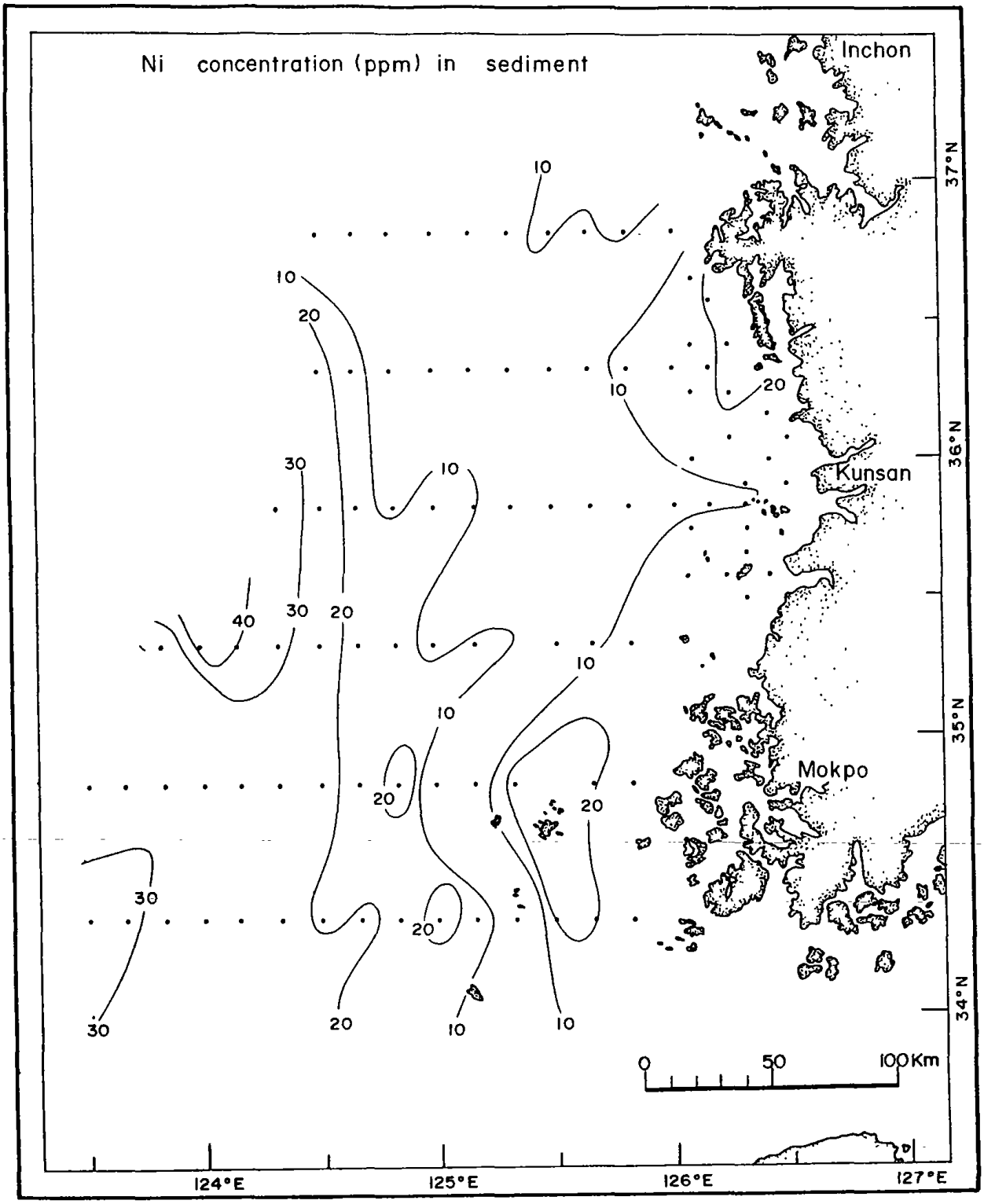


Fig. V-15b. Distribution of Ni content in the surficial sediments (*ppm*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

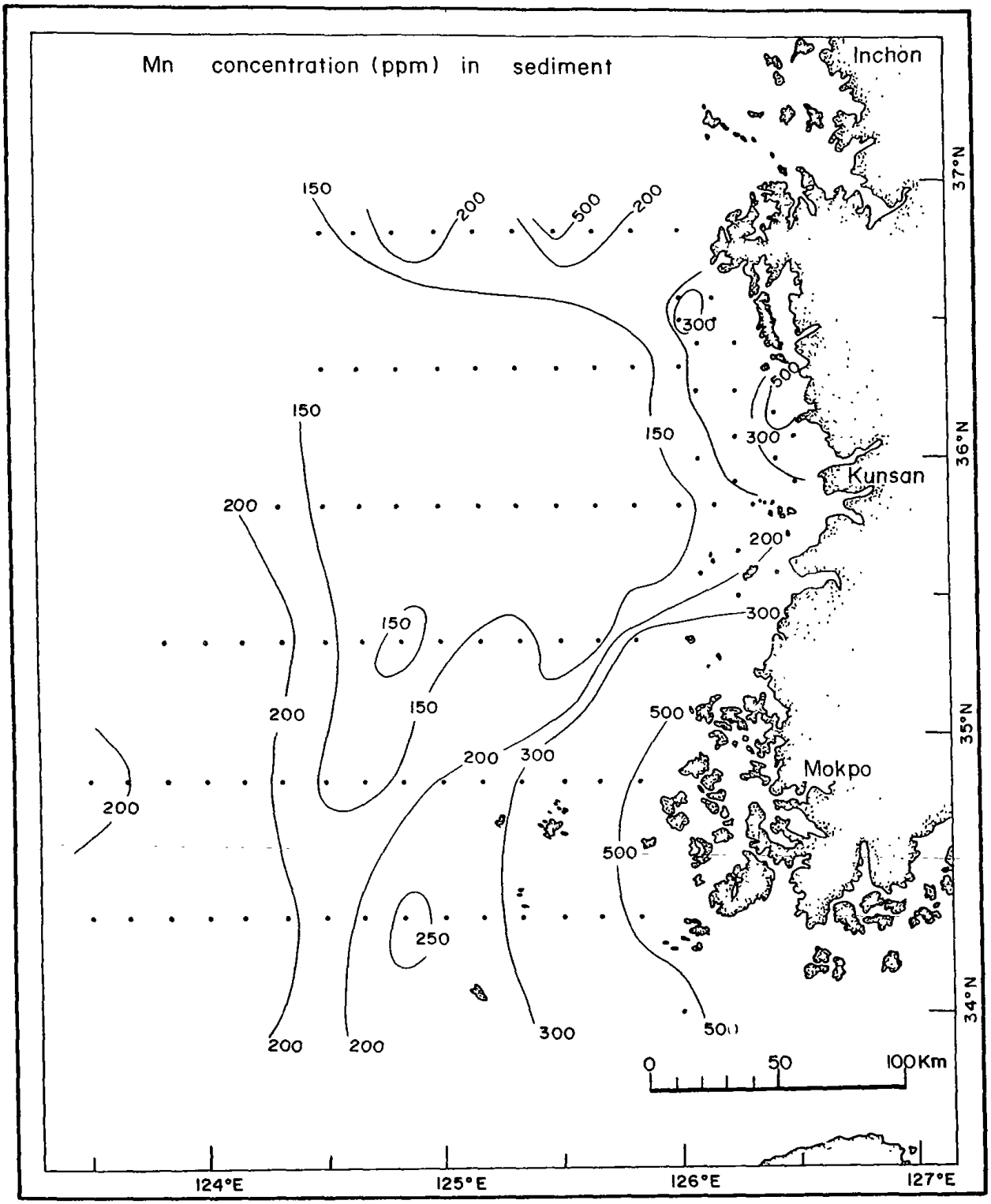


Fig. V-15c. Distribution of Mn content in the surficial sediments (*ppm*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

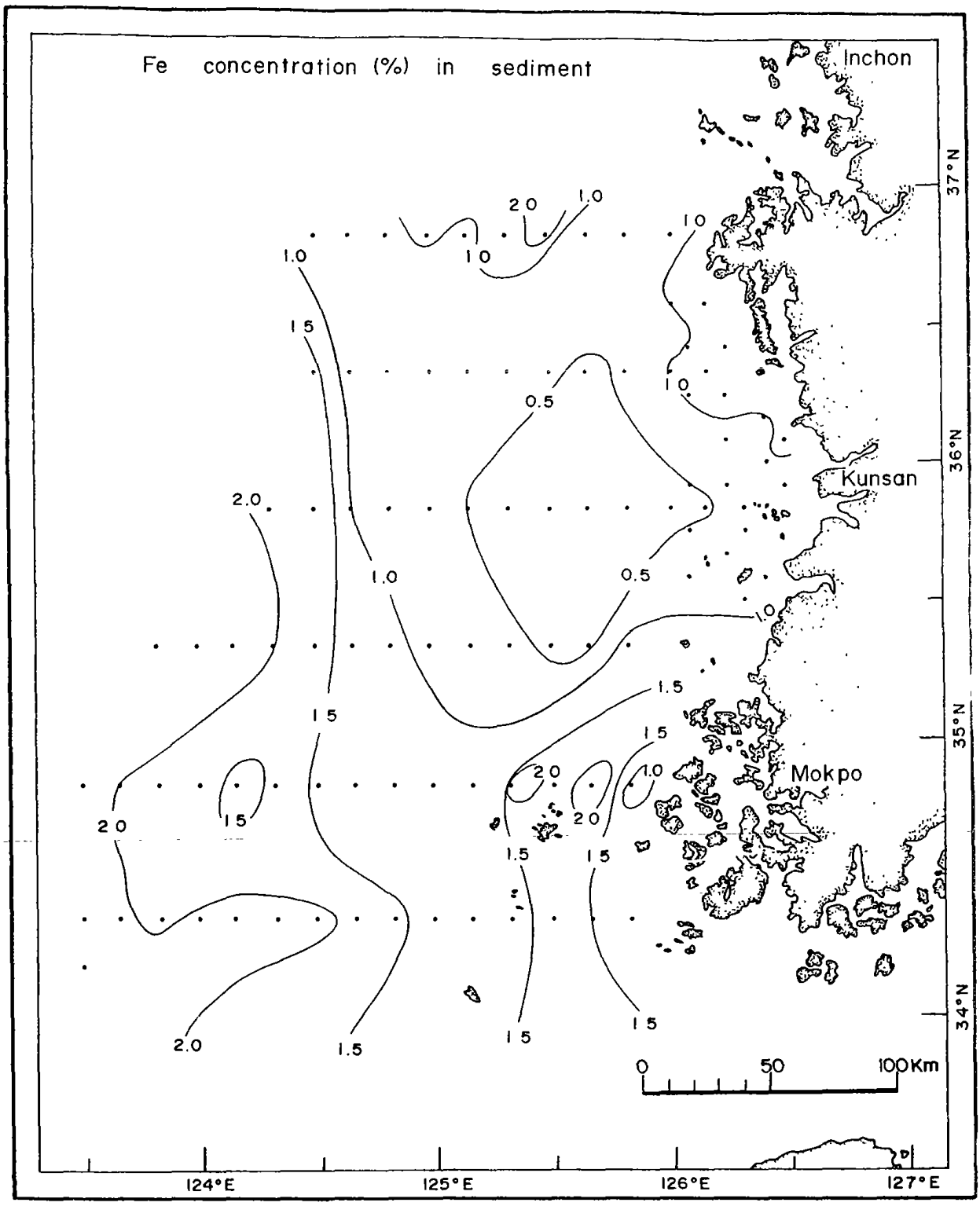


Fig. V-15d. Distribution of Fe content in the surficial sediments (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

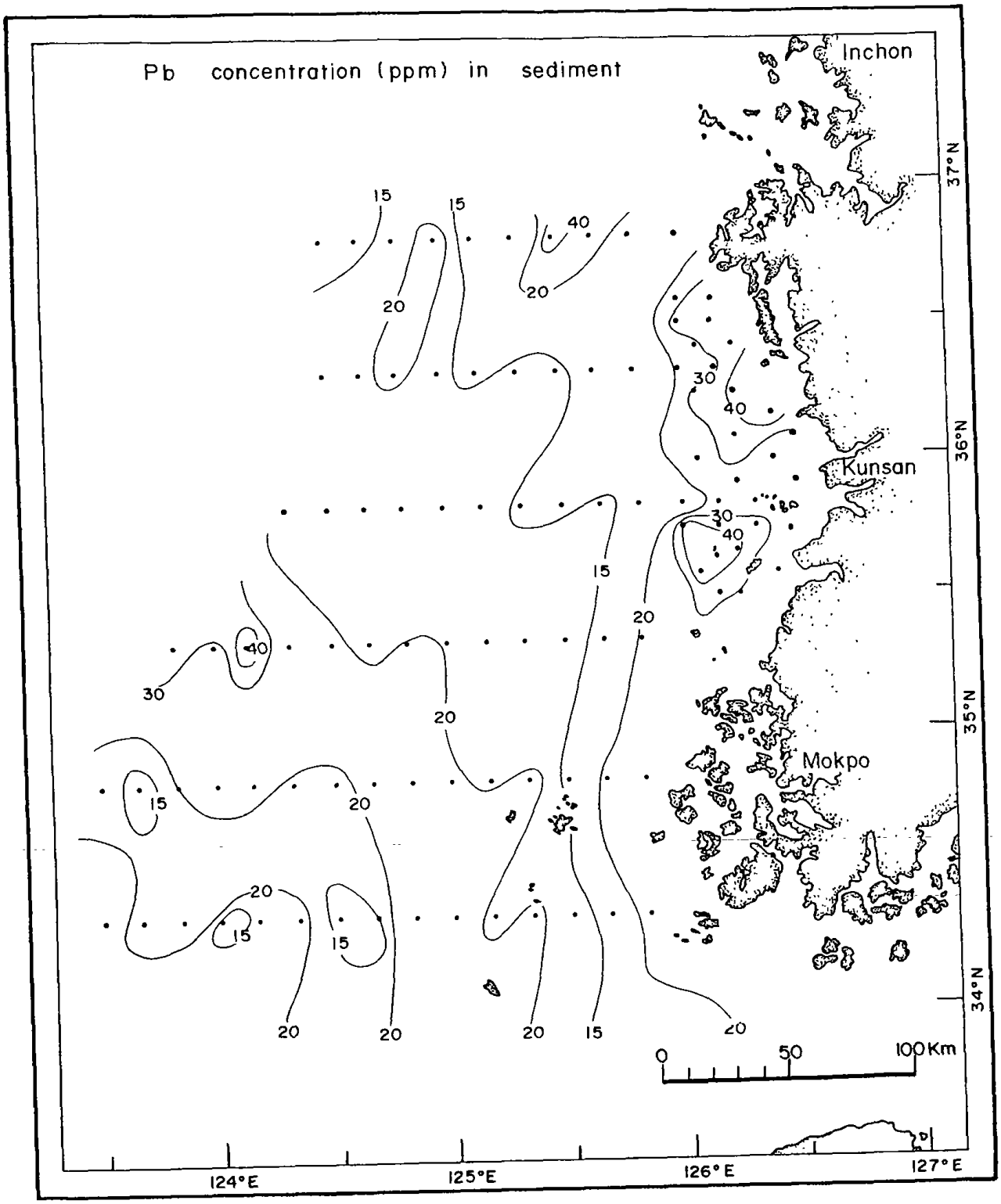


Fig. V-15e. Distribution of Pb content in the surficial sediments (*ppm*).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

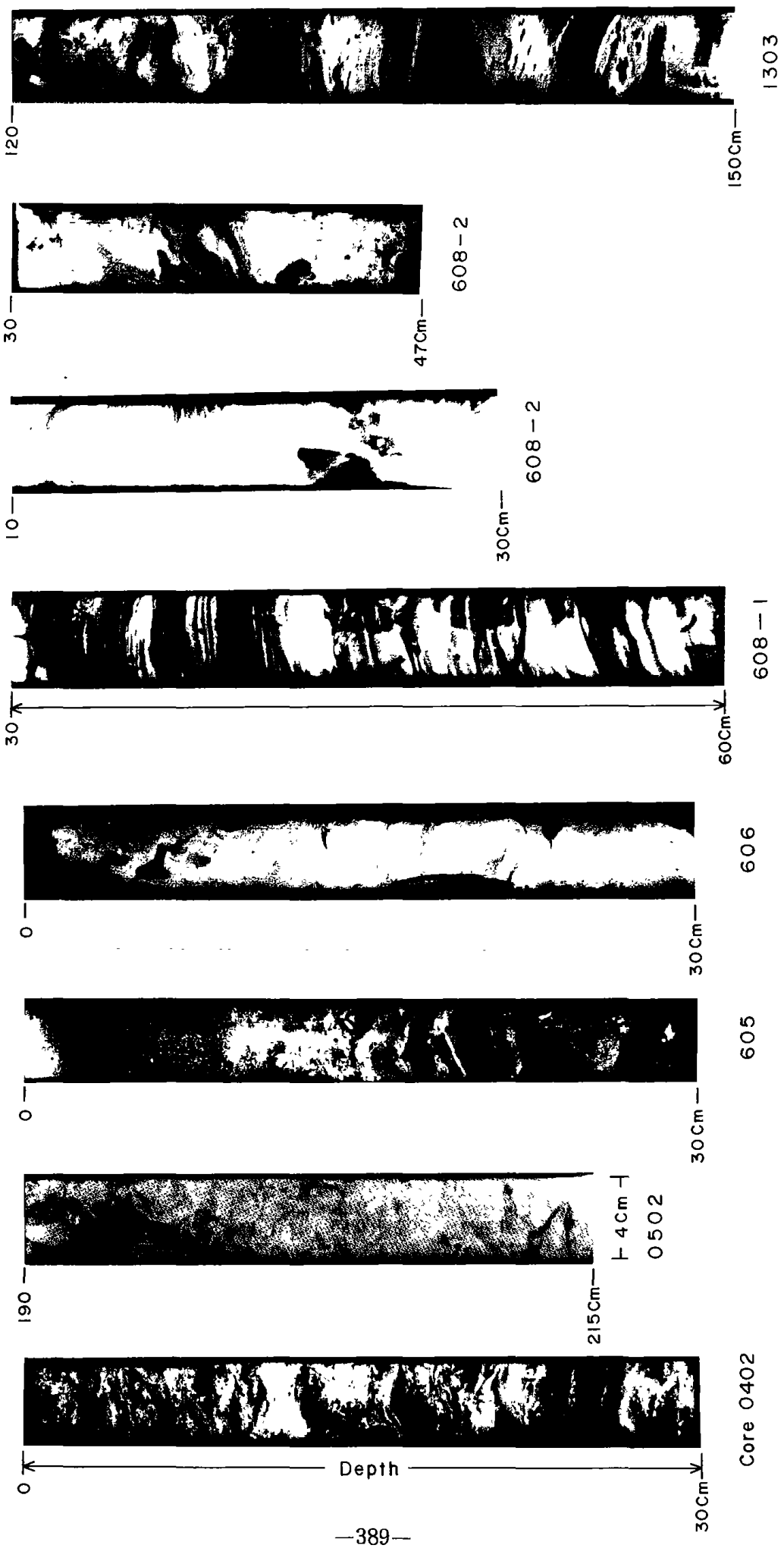


Fig. V-16a. X-radiographs of core sediments.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

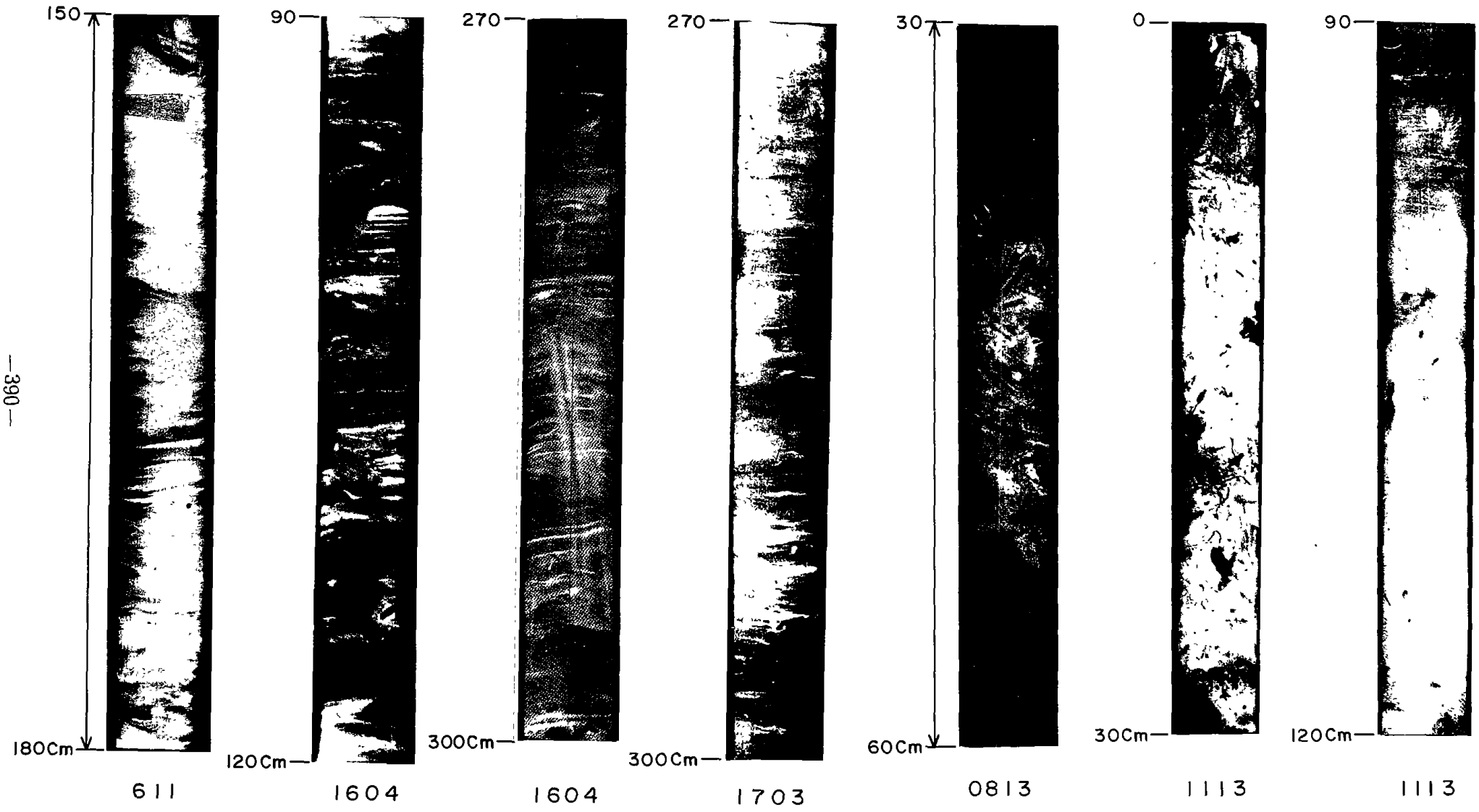


Fig. V-16b. (Cont'd)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

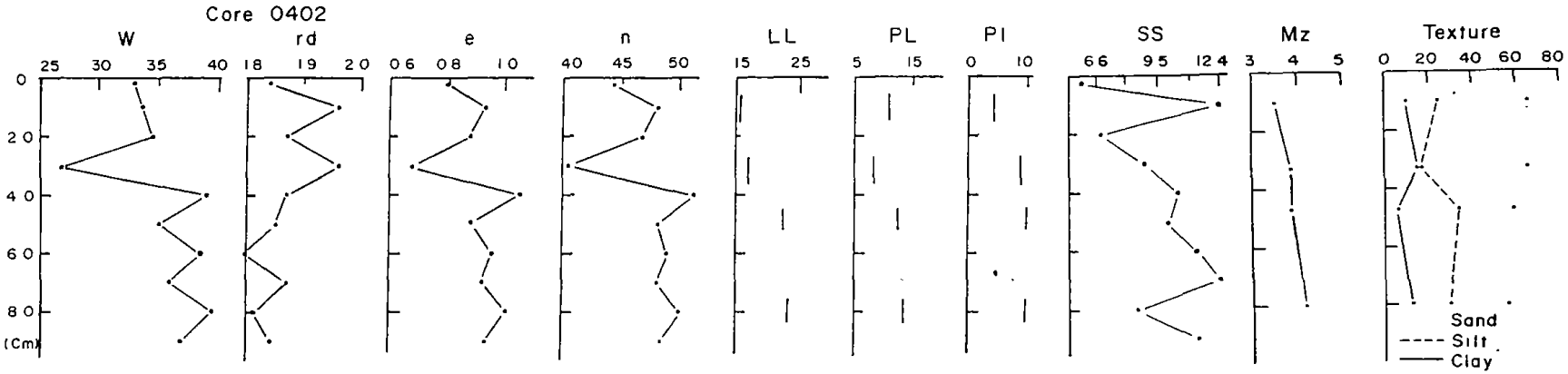


Fig. V-17a. Mass physical properties of core sediments. Water content (W) in % dry weight; bulk density (γd) in g/cm^3; porosity(n) in %; shear strength (SS) in *kPa;* effective over-burden pressure (log p) in g/cm^2; liquid limit (LL), plastic limit (PL) and plasticity index (PI) in % dry weight; mean size (Mz) in *phi* and texture in % dry weight.

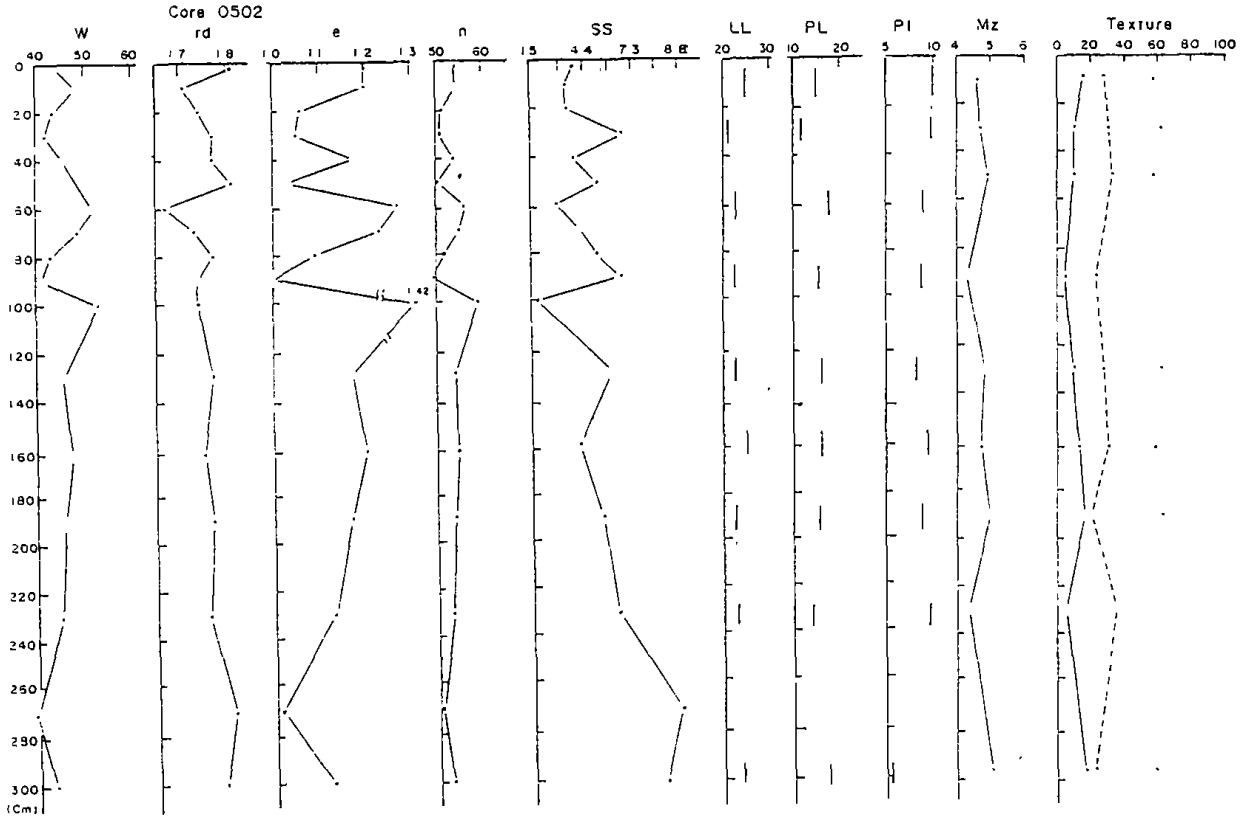


Fig. V-17b. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

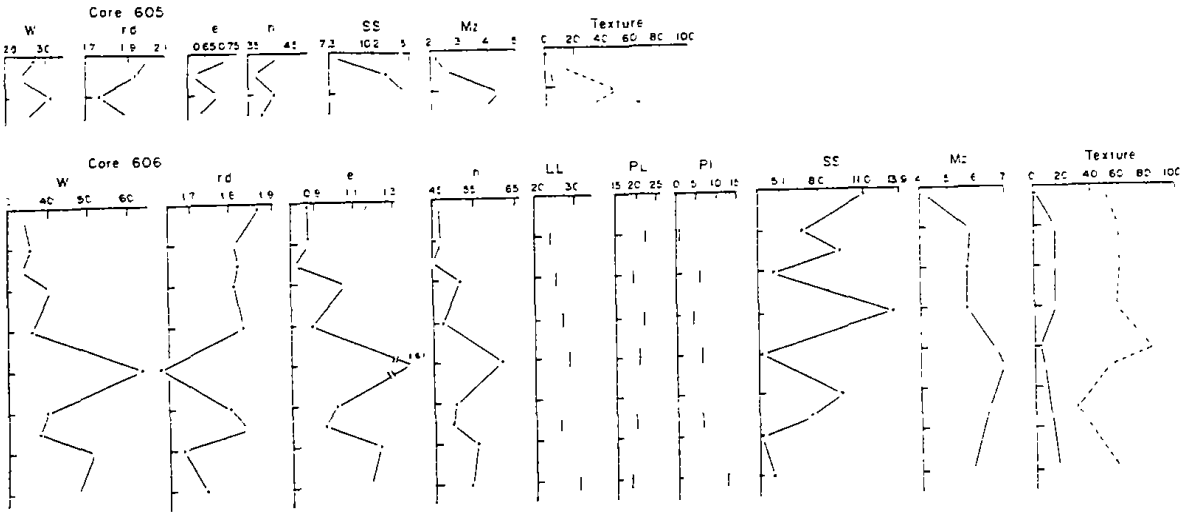


Fig. V-17c. (Cont'd).

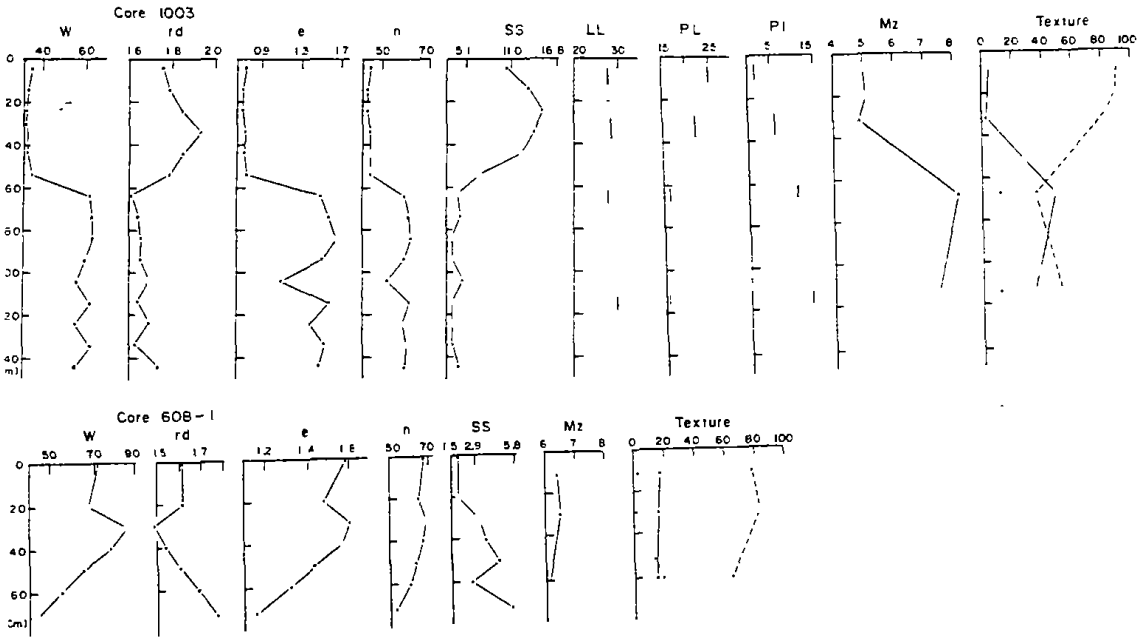


Fig. V-17d. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

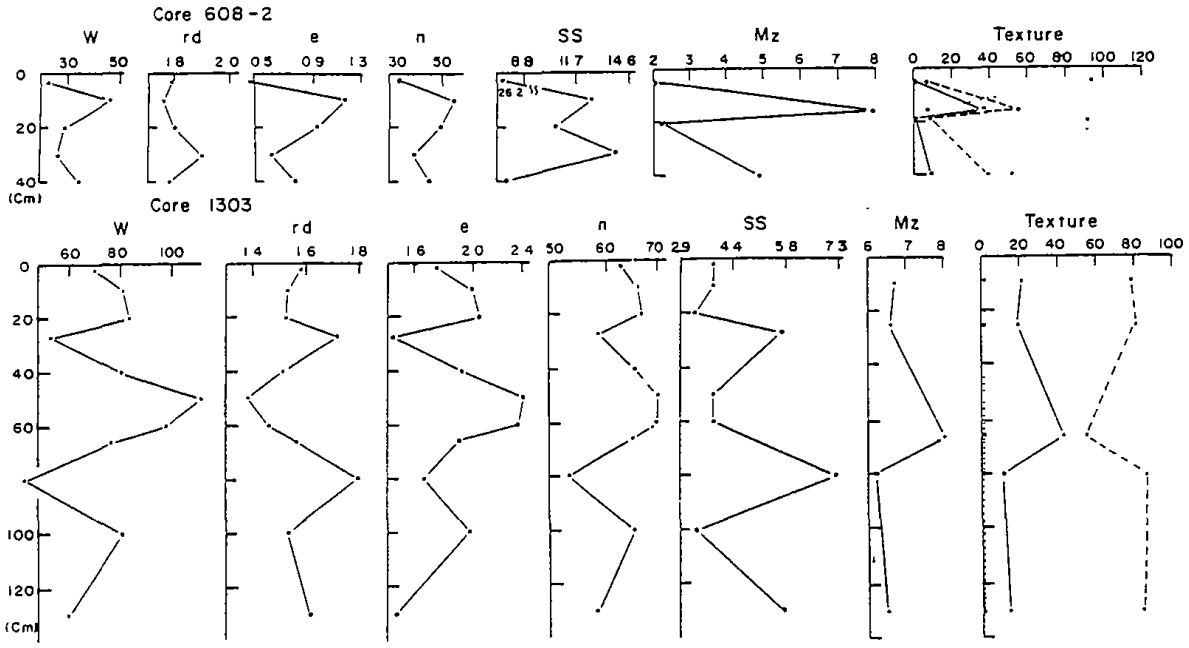


Fig. V-17e. (Cont'd).

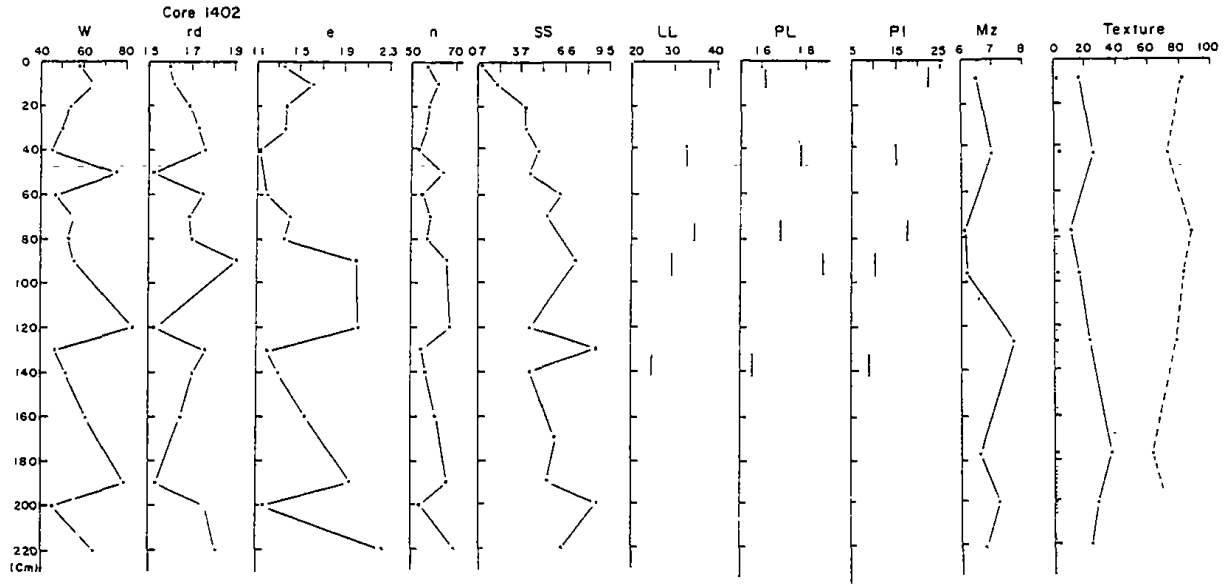


Fig. V-17f. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

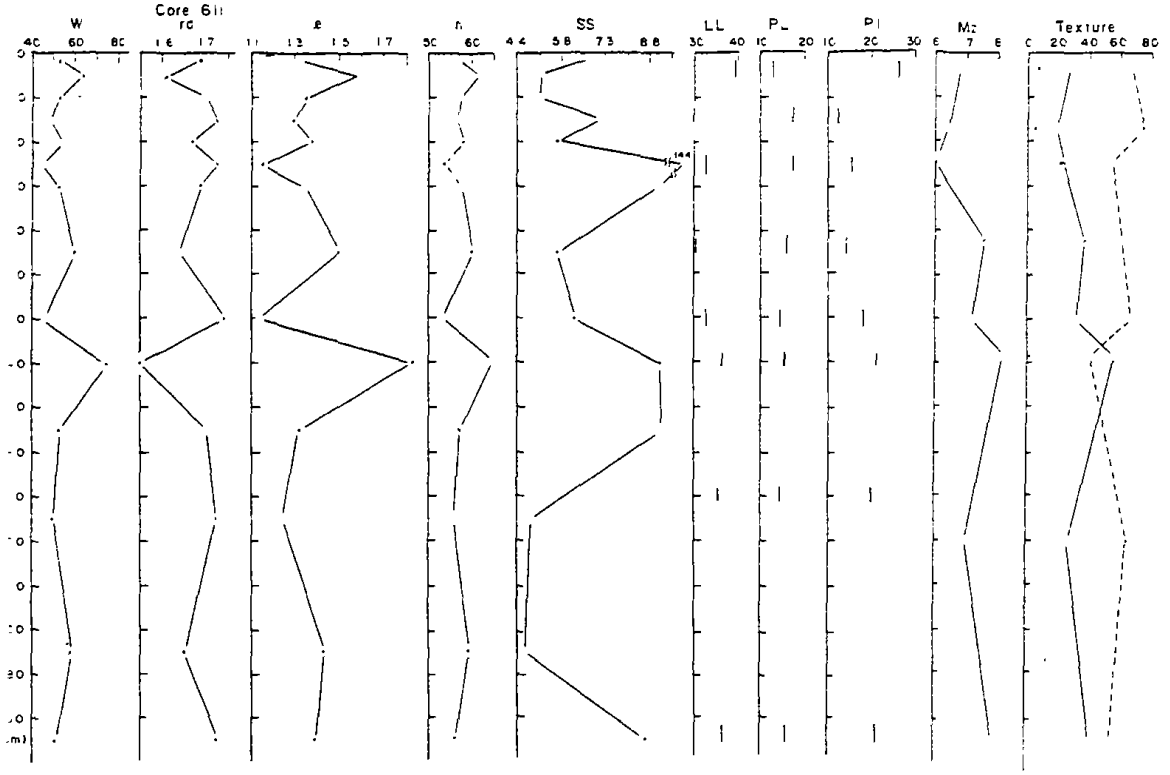


Fig. V-17g. (Cont'd).

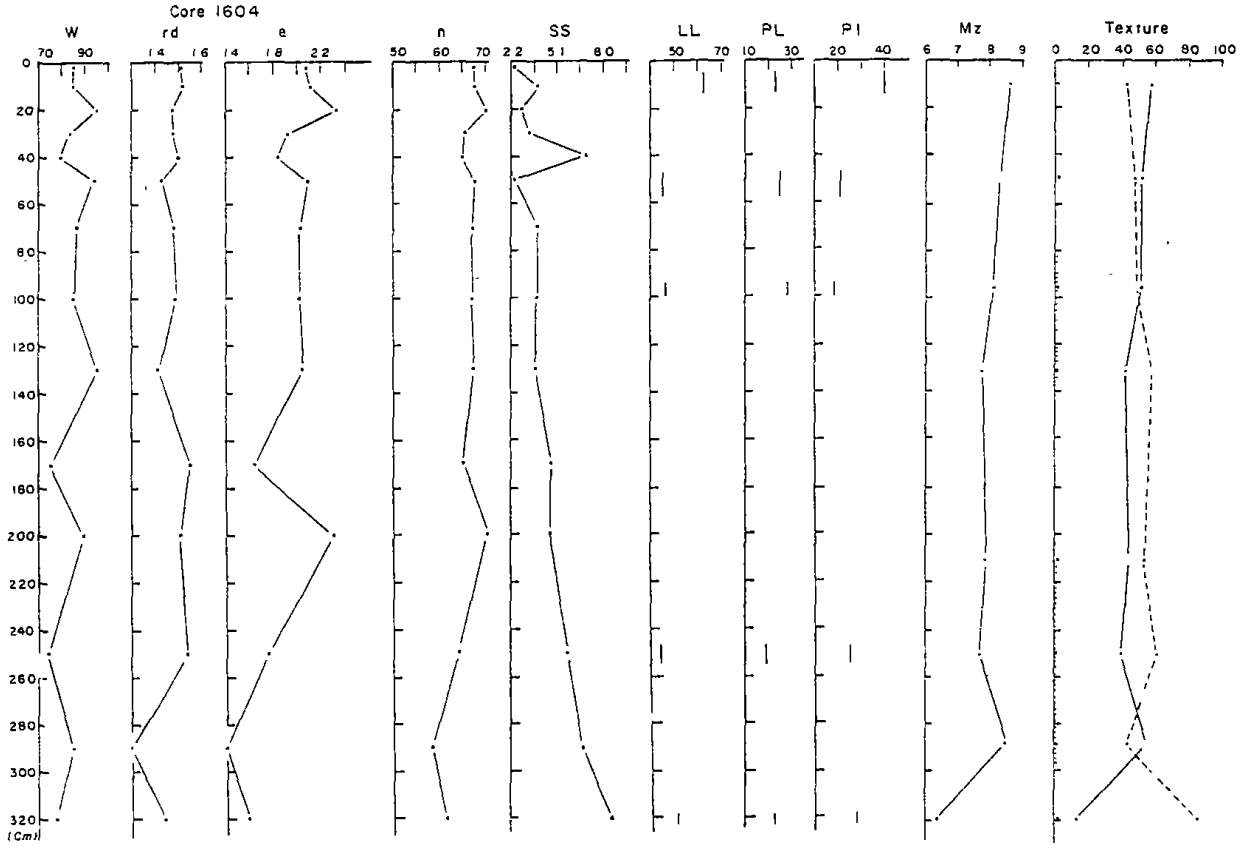


Fig. V-17h. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

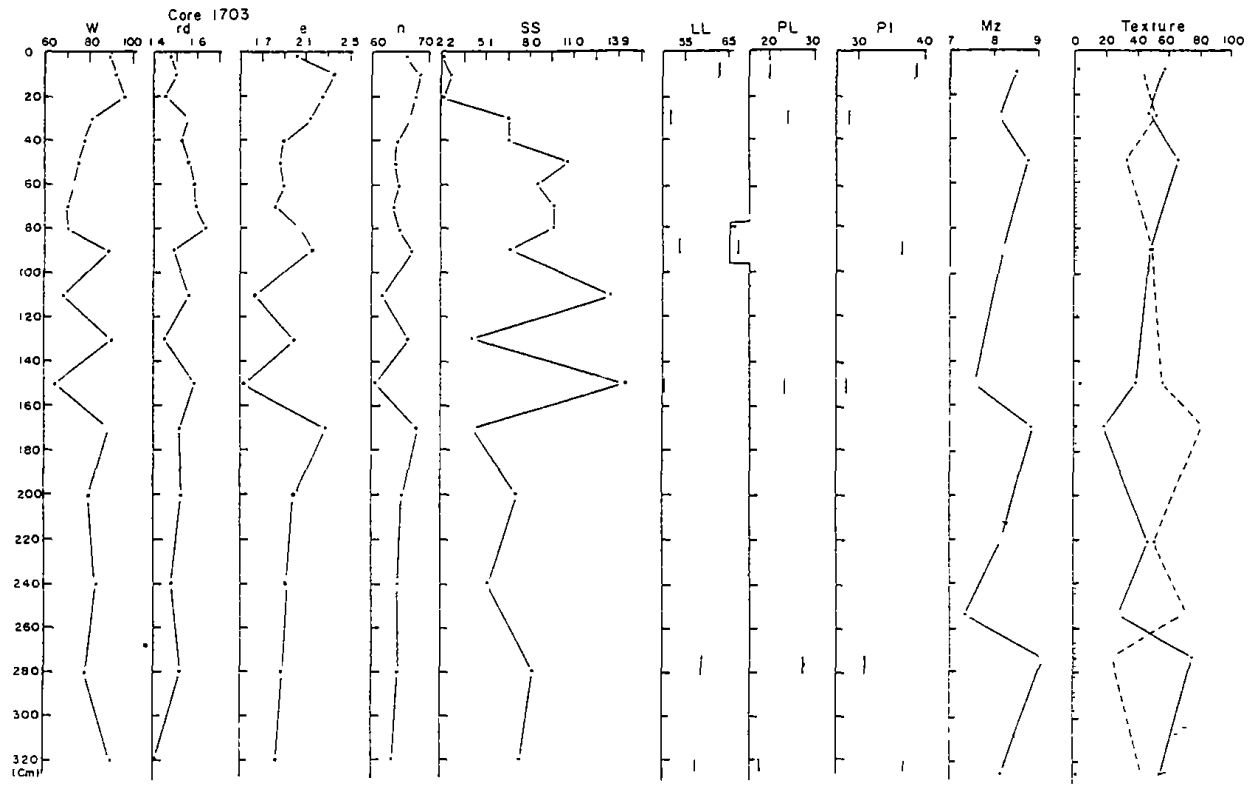


Fig. V-17i. (Cont'd).

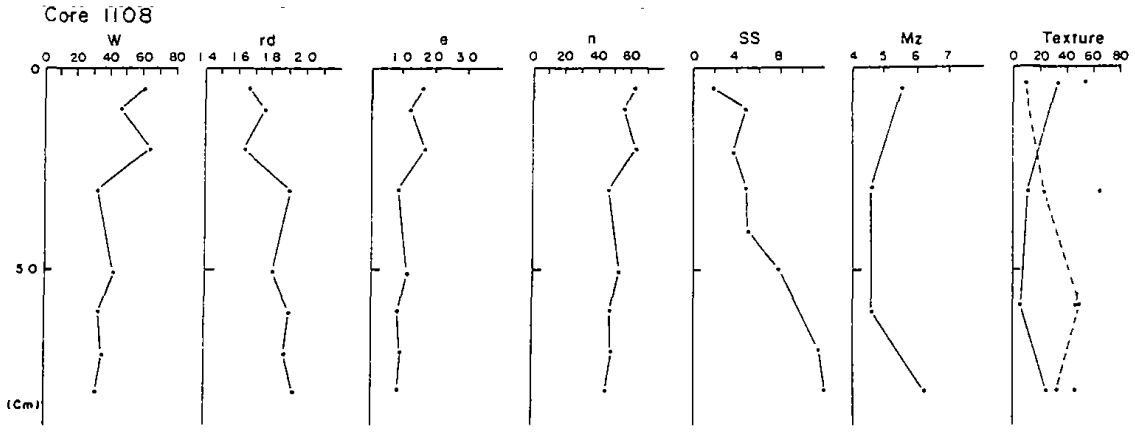


Fig. V-17j. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

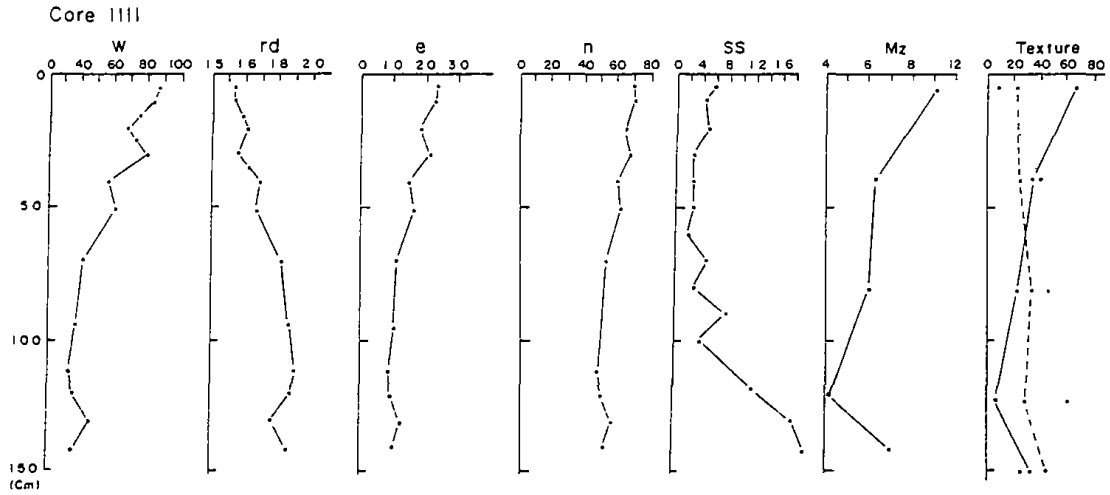


Fig. V-17k. (Cont'd).

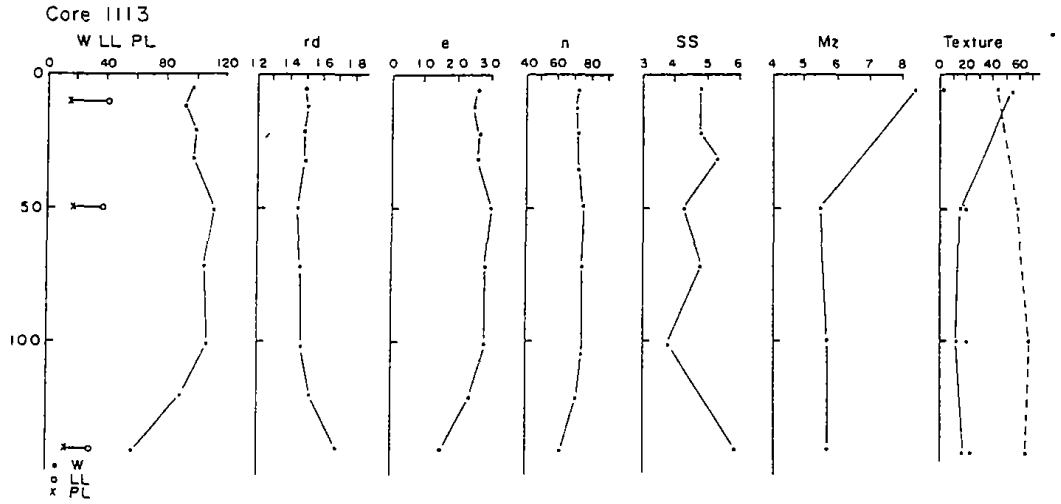


Fig. V-17l. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

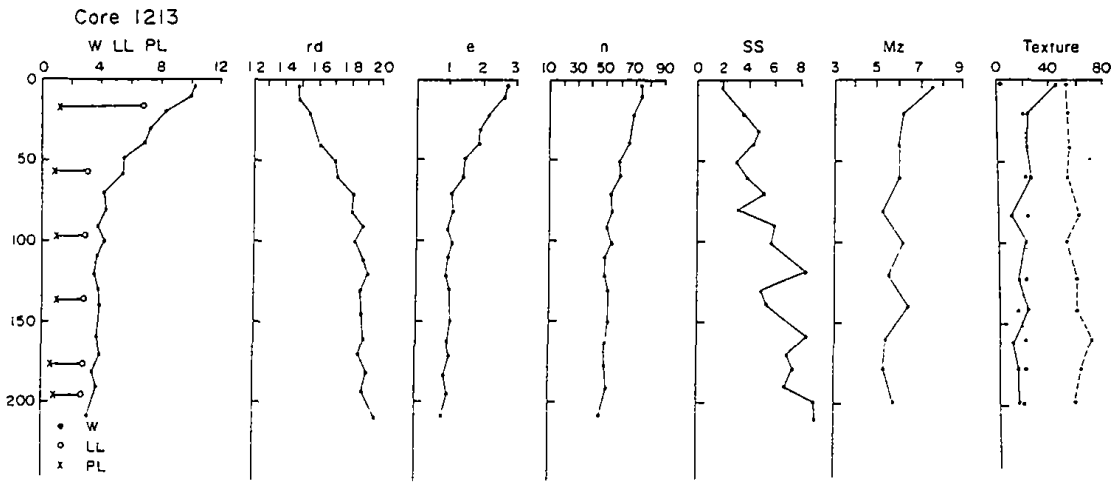


Fig. V-17m. (Cont'd).

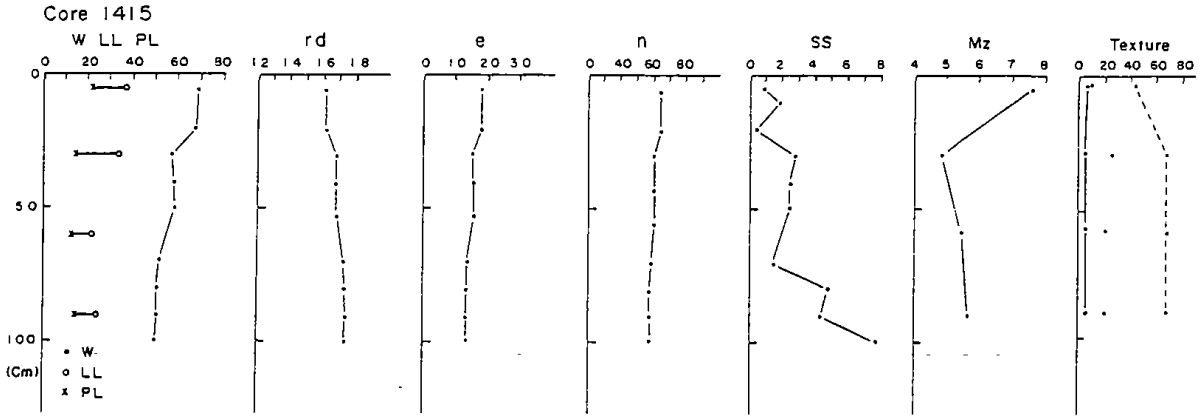


Fig. V-17n. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

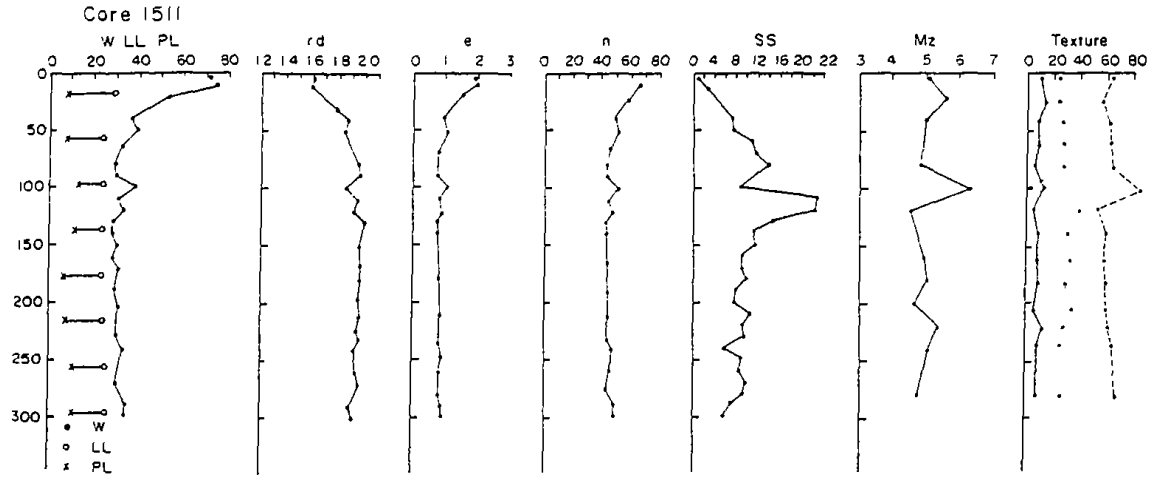


Fig. V-17o. (Cont'd).

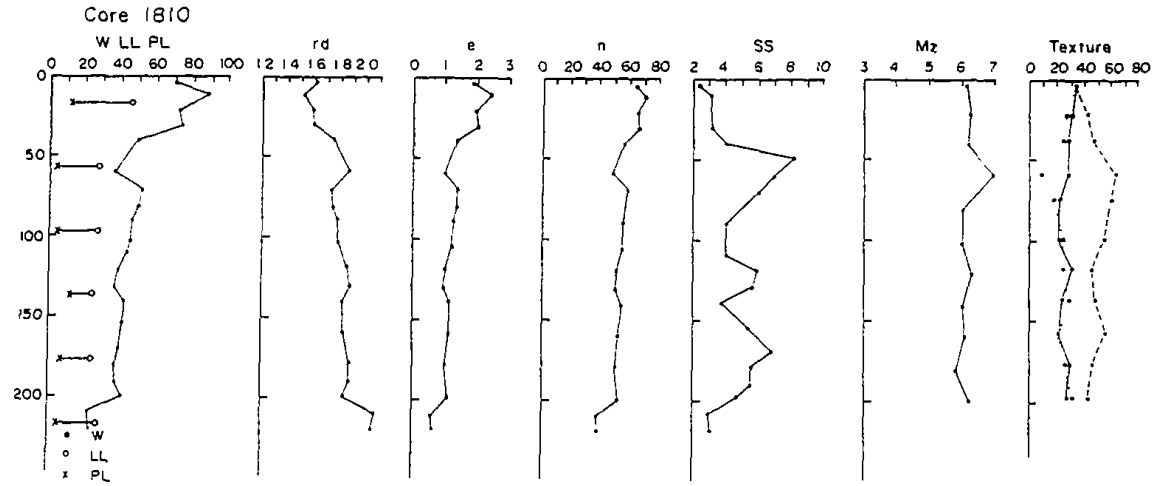


Fig. V-17p. (Cont'd).

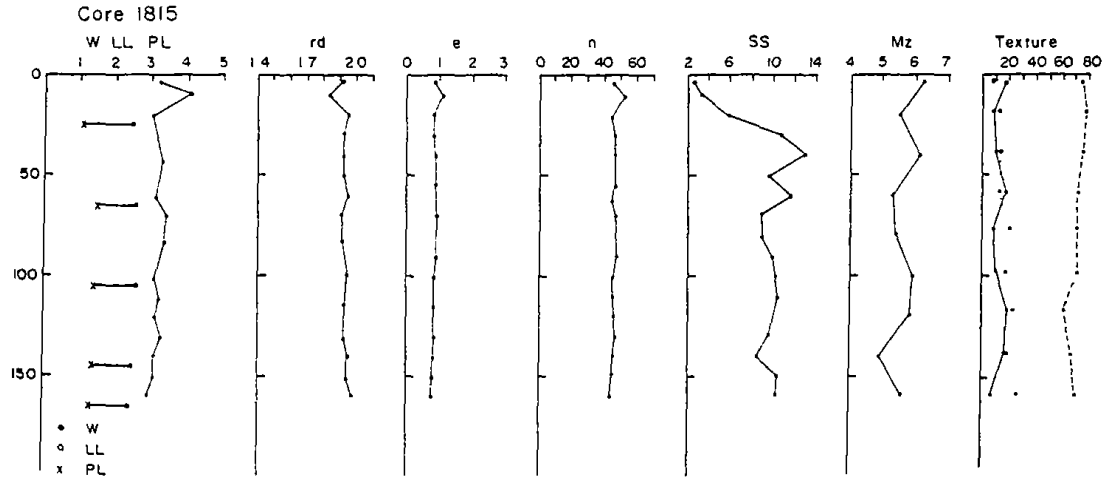


Fig. V-17q. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

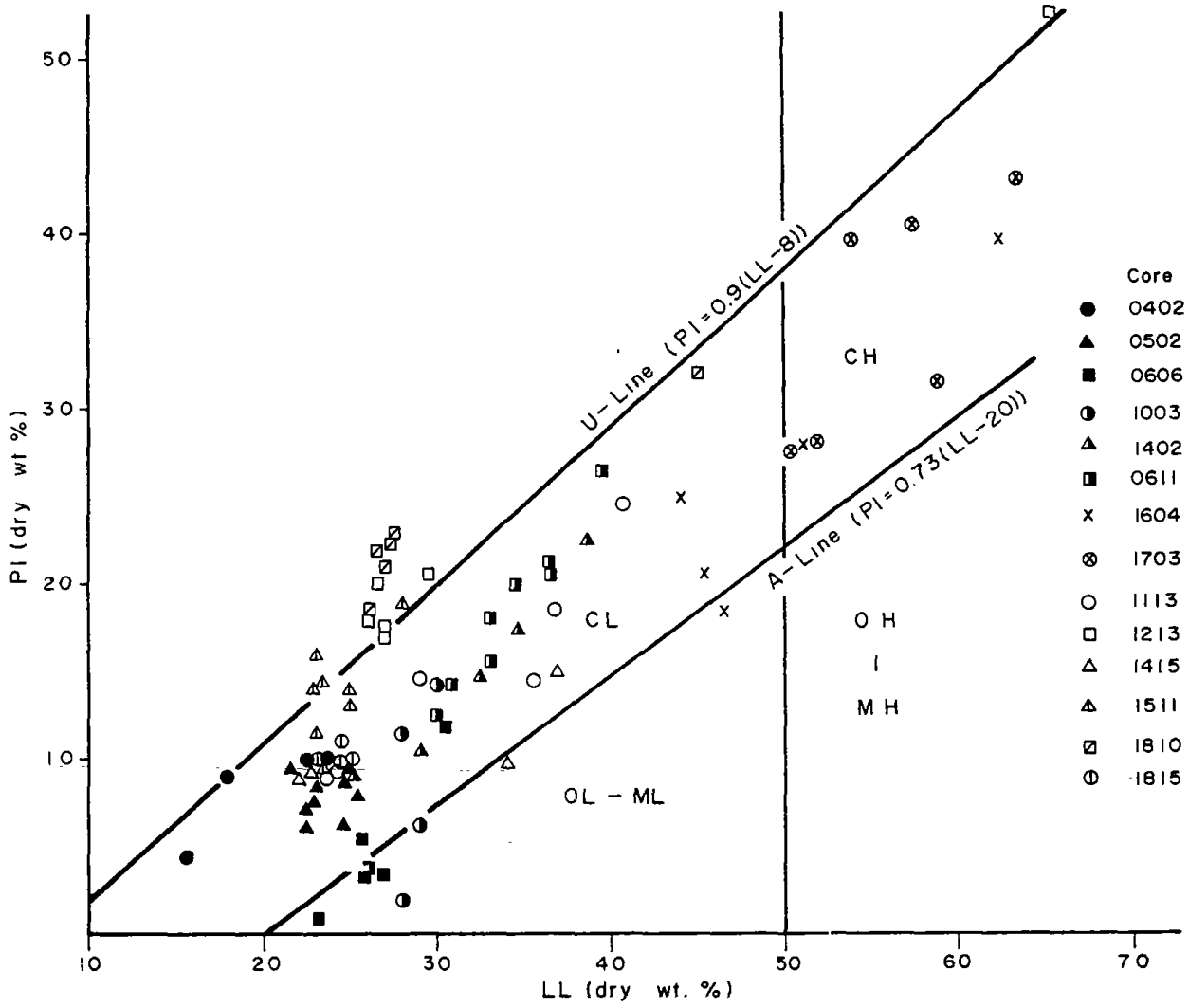


Fig. V-18. Atterberg limit of core sediments in the plasticity chart.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

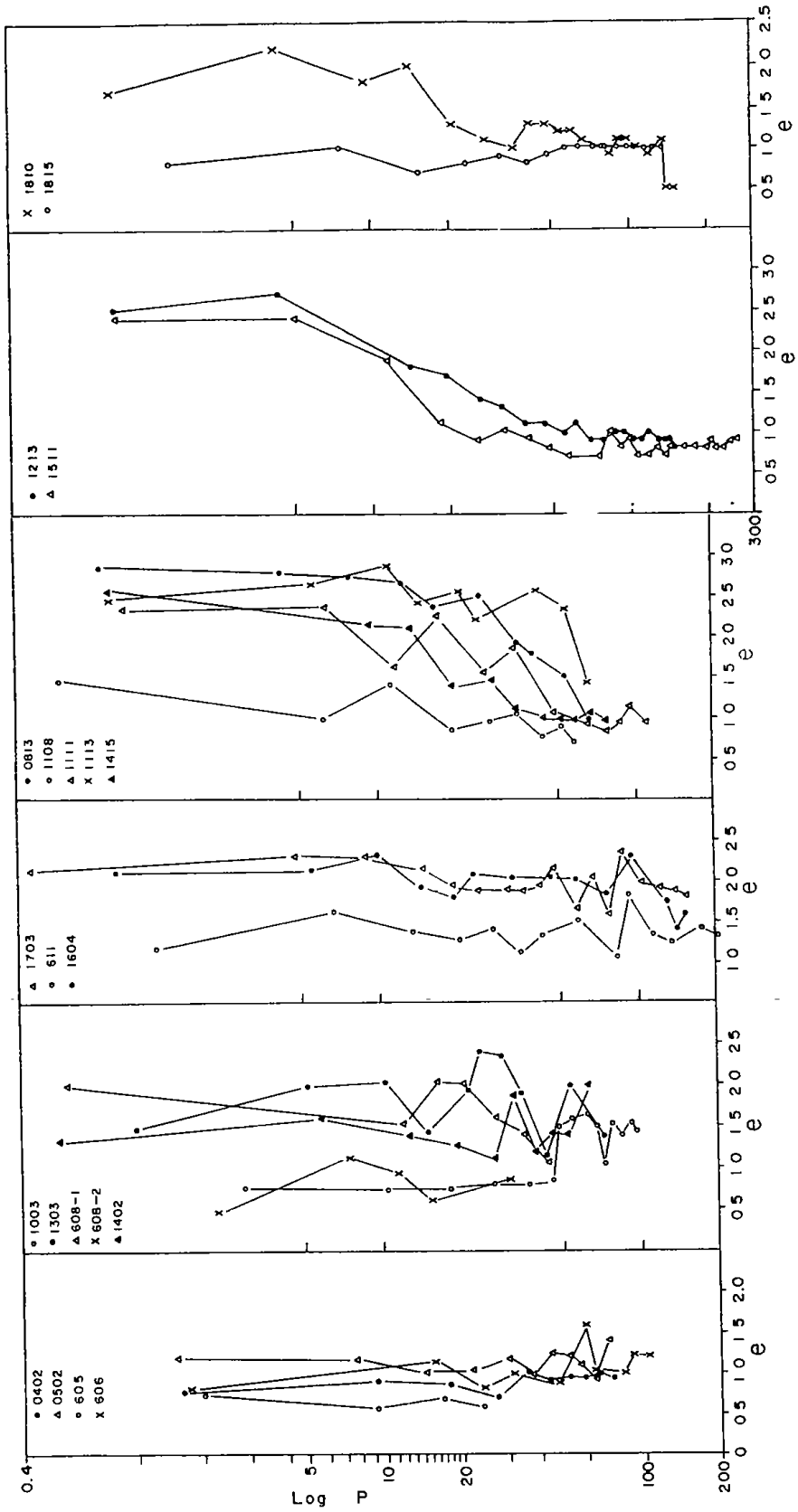


Fig. V-19. e-log p curves.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

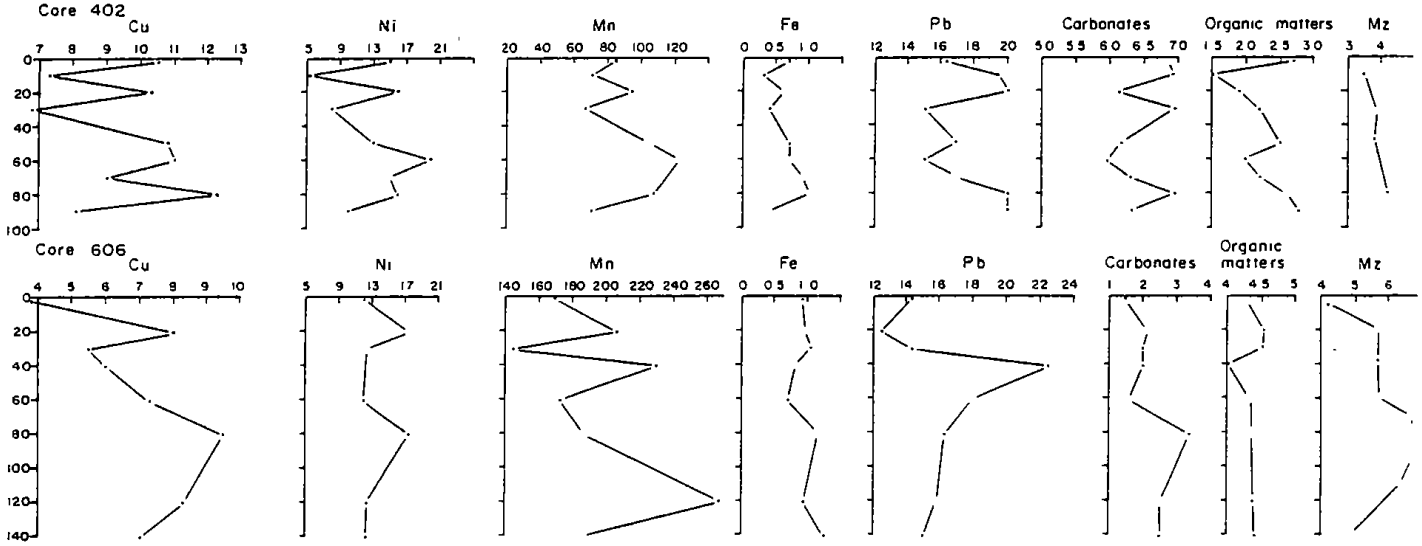


Fig. V-20a. Distribution of heavy metal contents (all in *ppm*, except Fe in %), carbonates (%), organic matters (%) and mean size (*phi*) in core sediments.

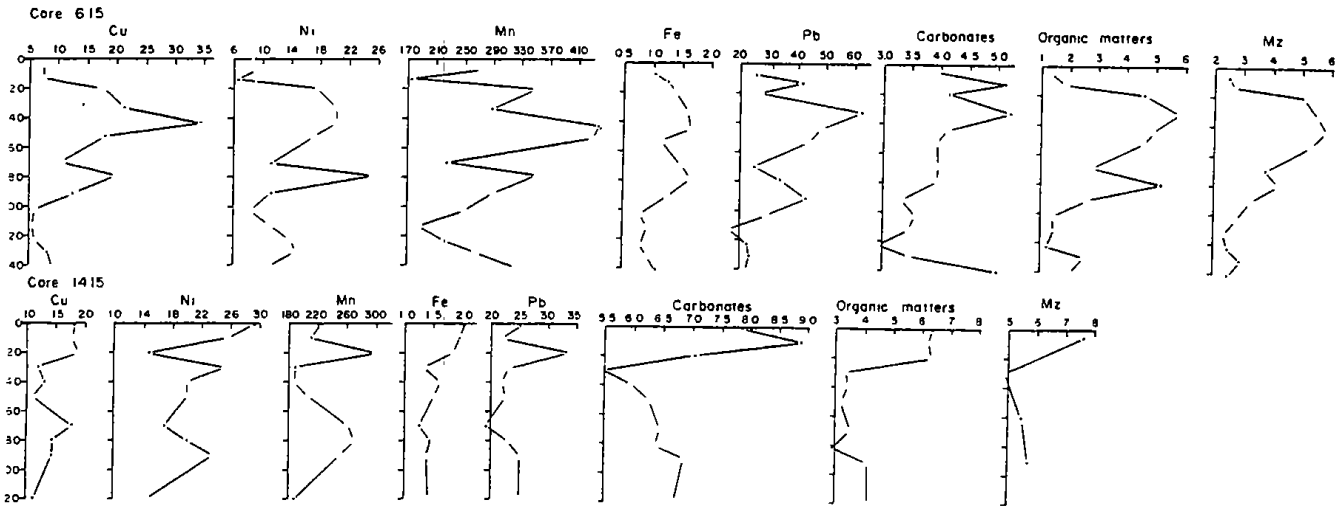


Fig. V-20b. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

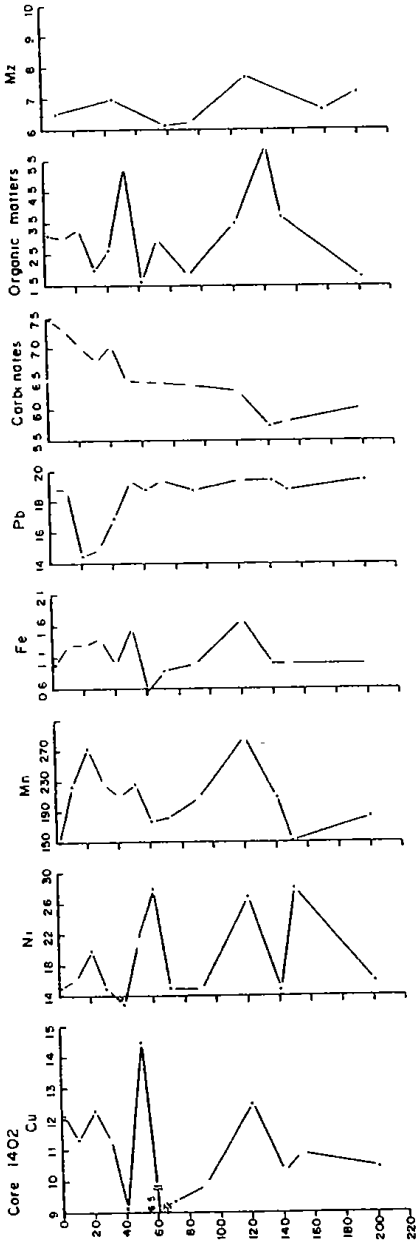


Fig. V-20c. (Cont'd).

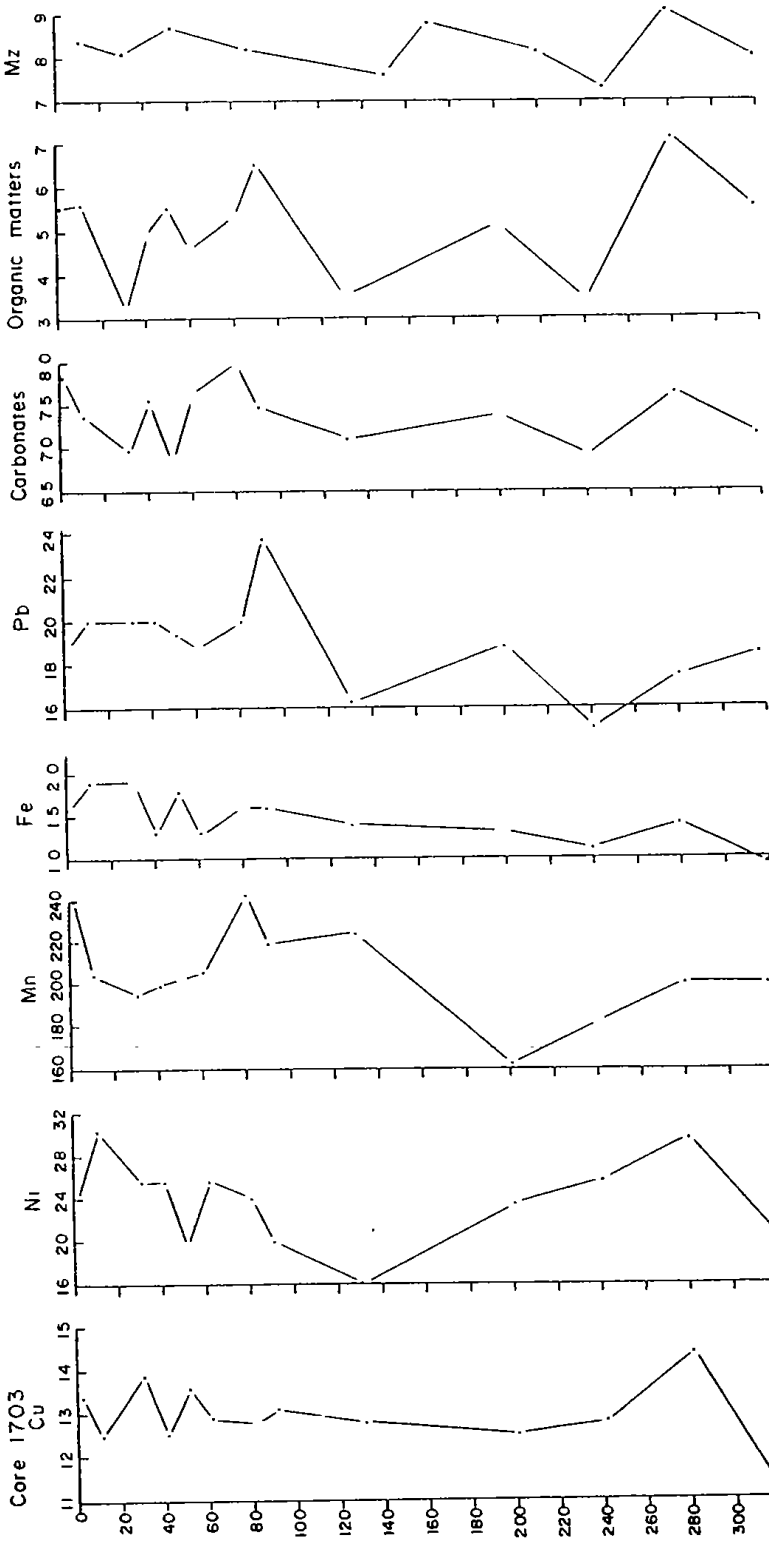


Fig. V-20d. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

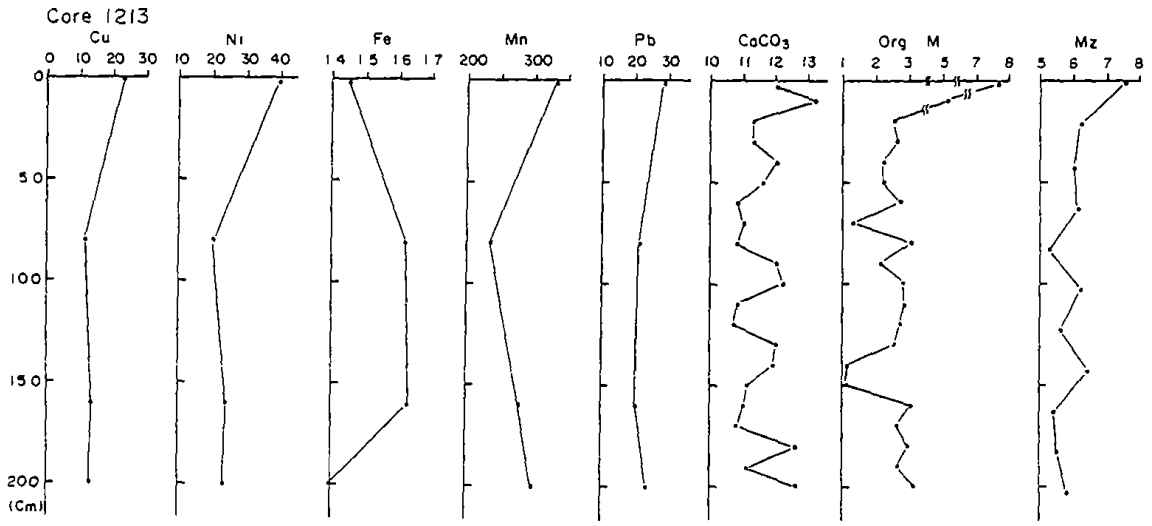


Fig. V-20e. (Cont'd).

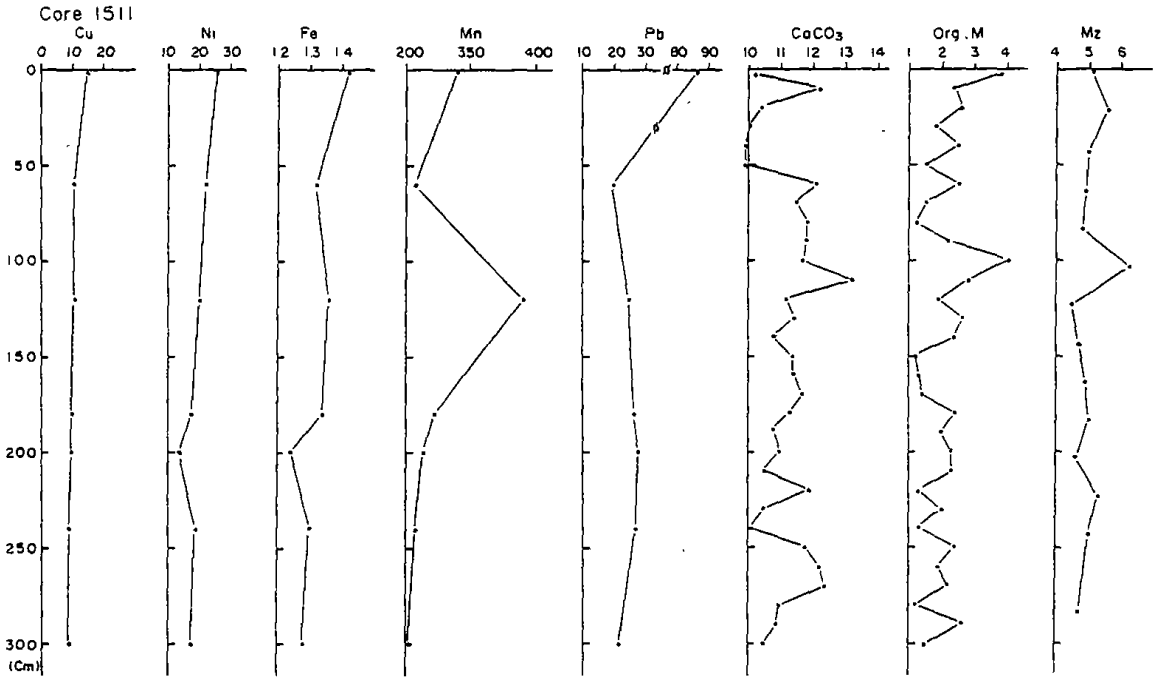


Fig. V-20f. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

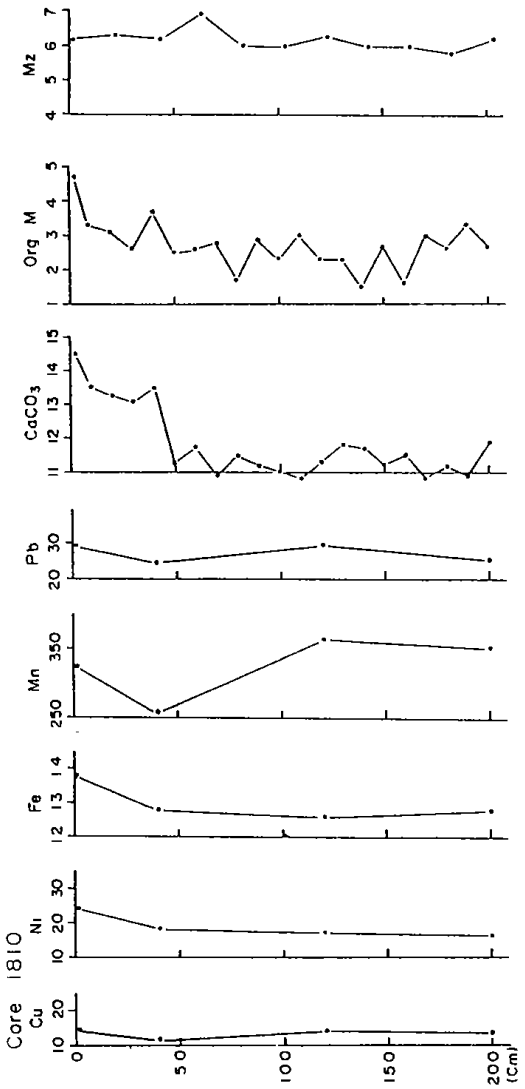


Fig. V-20g. (Cont'd).

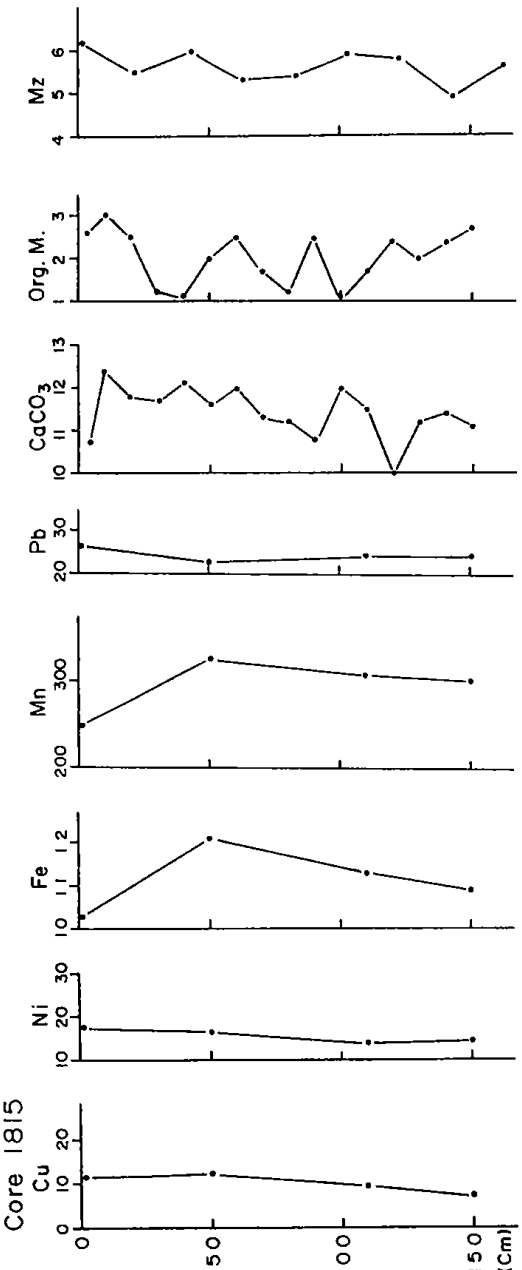


Fig. V-20h. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

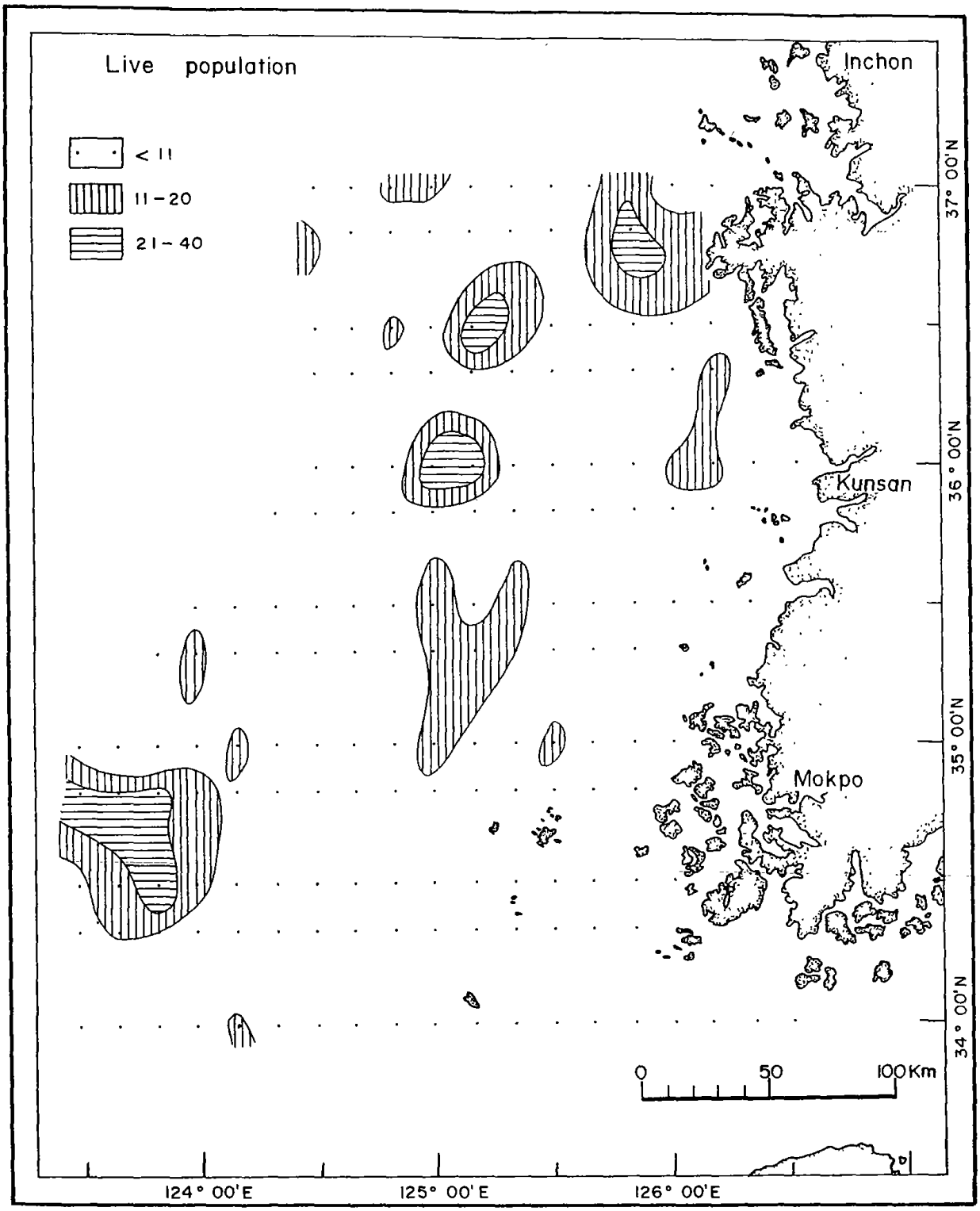


Fig. V-21a. Number of foraminifera in live population in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

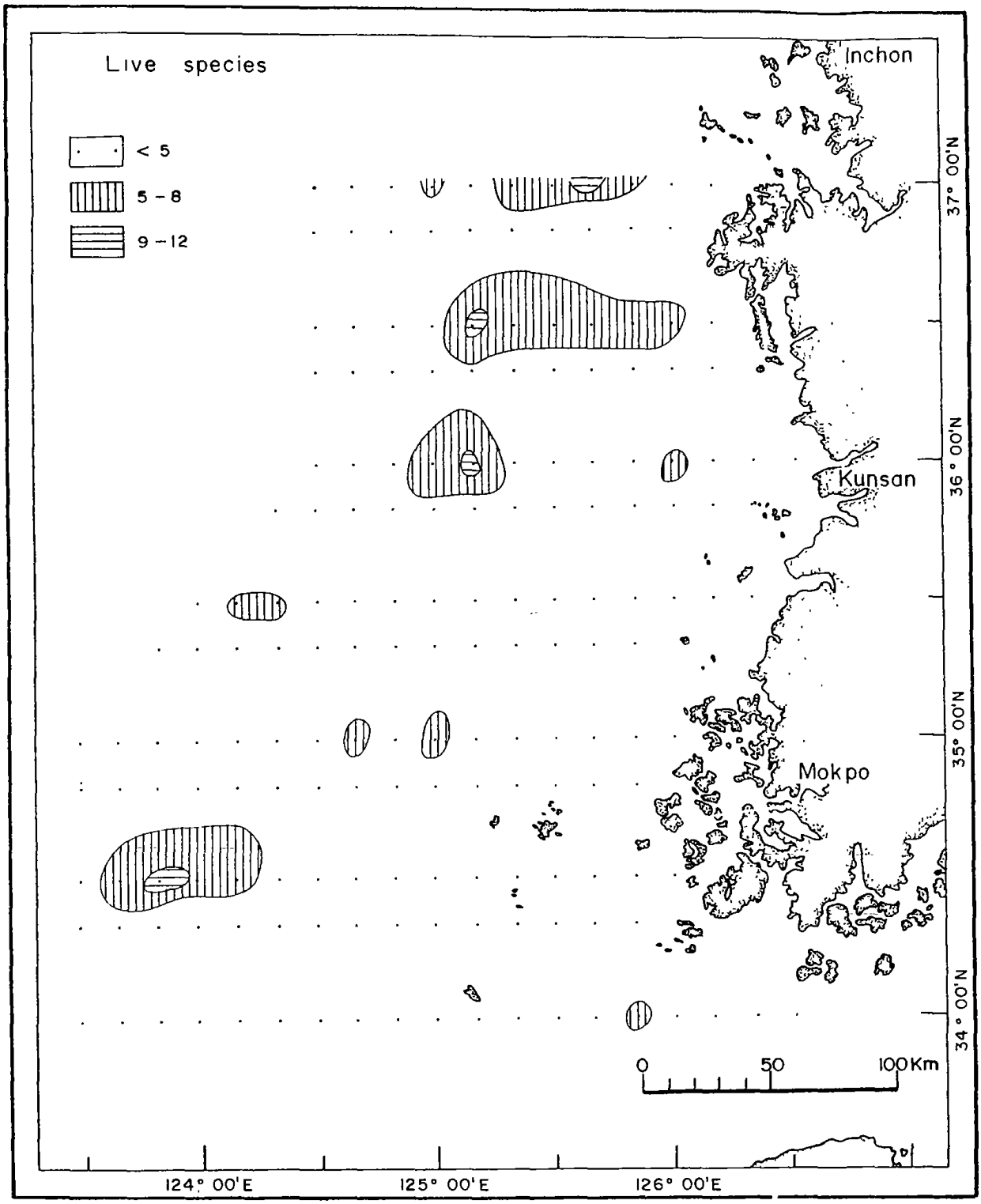


Fig. V-21b. Number of live foraminiferal species in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

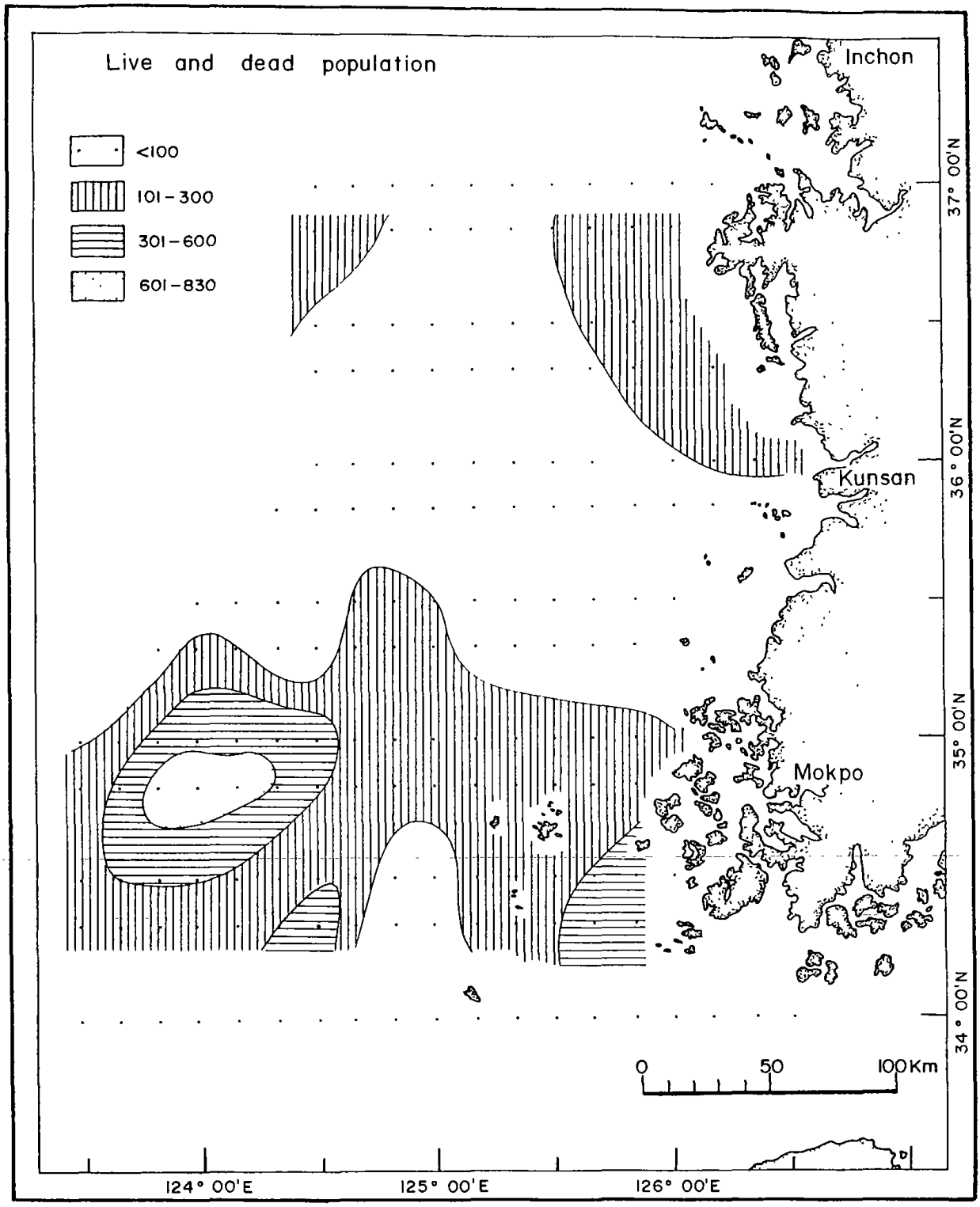


Fig. V-22a. Live and dead foraminiferal population in 10 *mℓ* wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

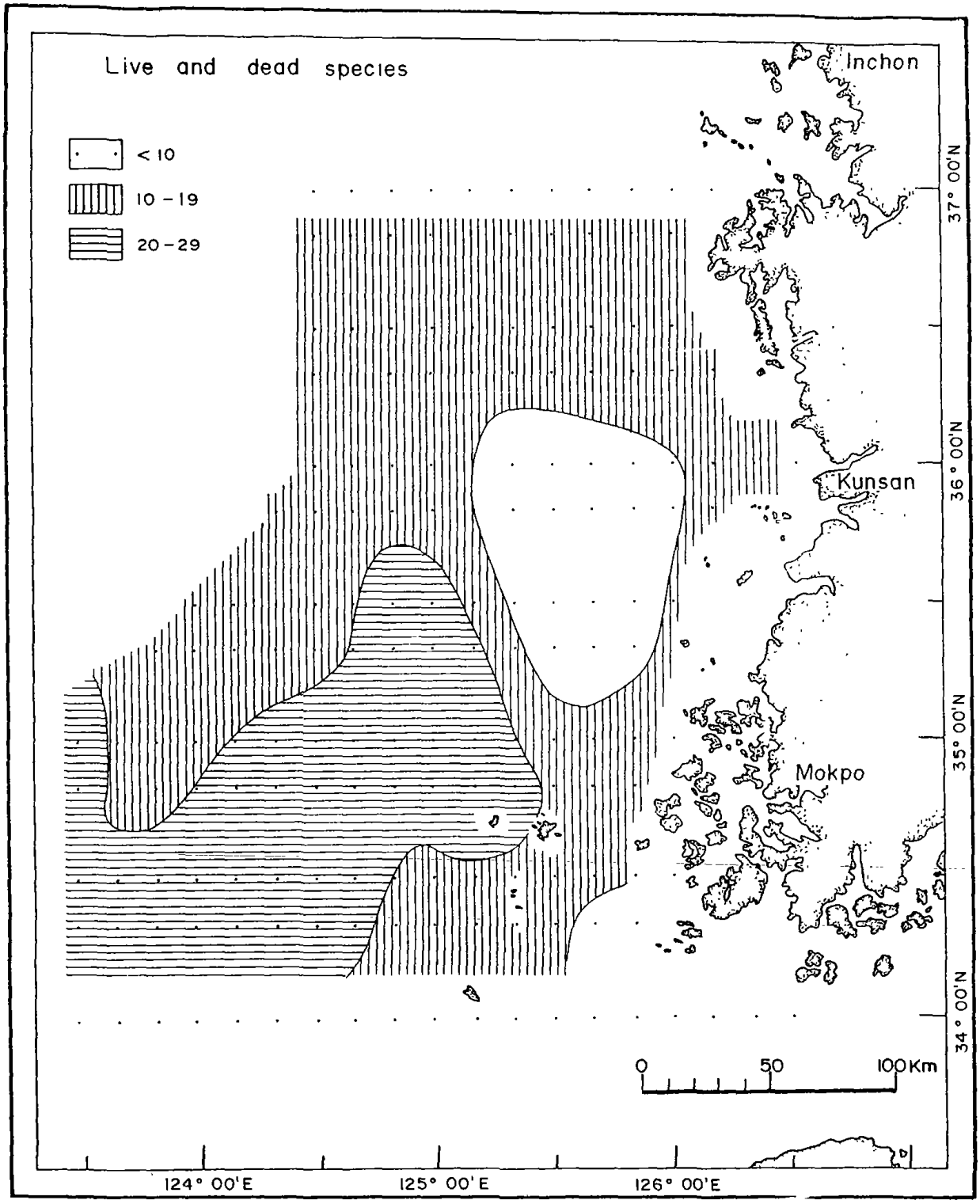


Fig. V-22b. Number of live and dead foraminiferal species in 10 $m\ell$ of wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

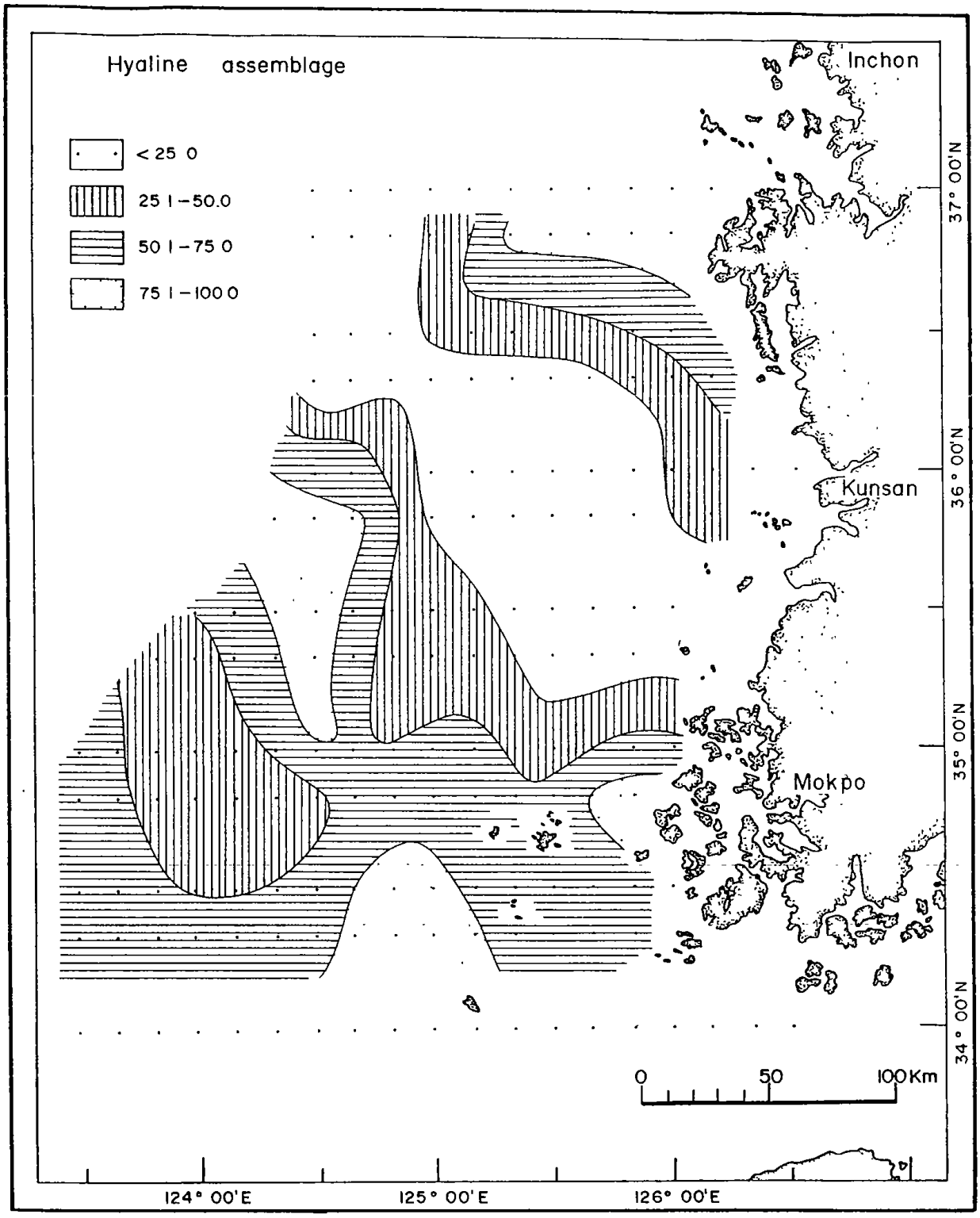


Fig. V-23a. Hyaline assemblage in the live and dead foraminiferal populations (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

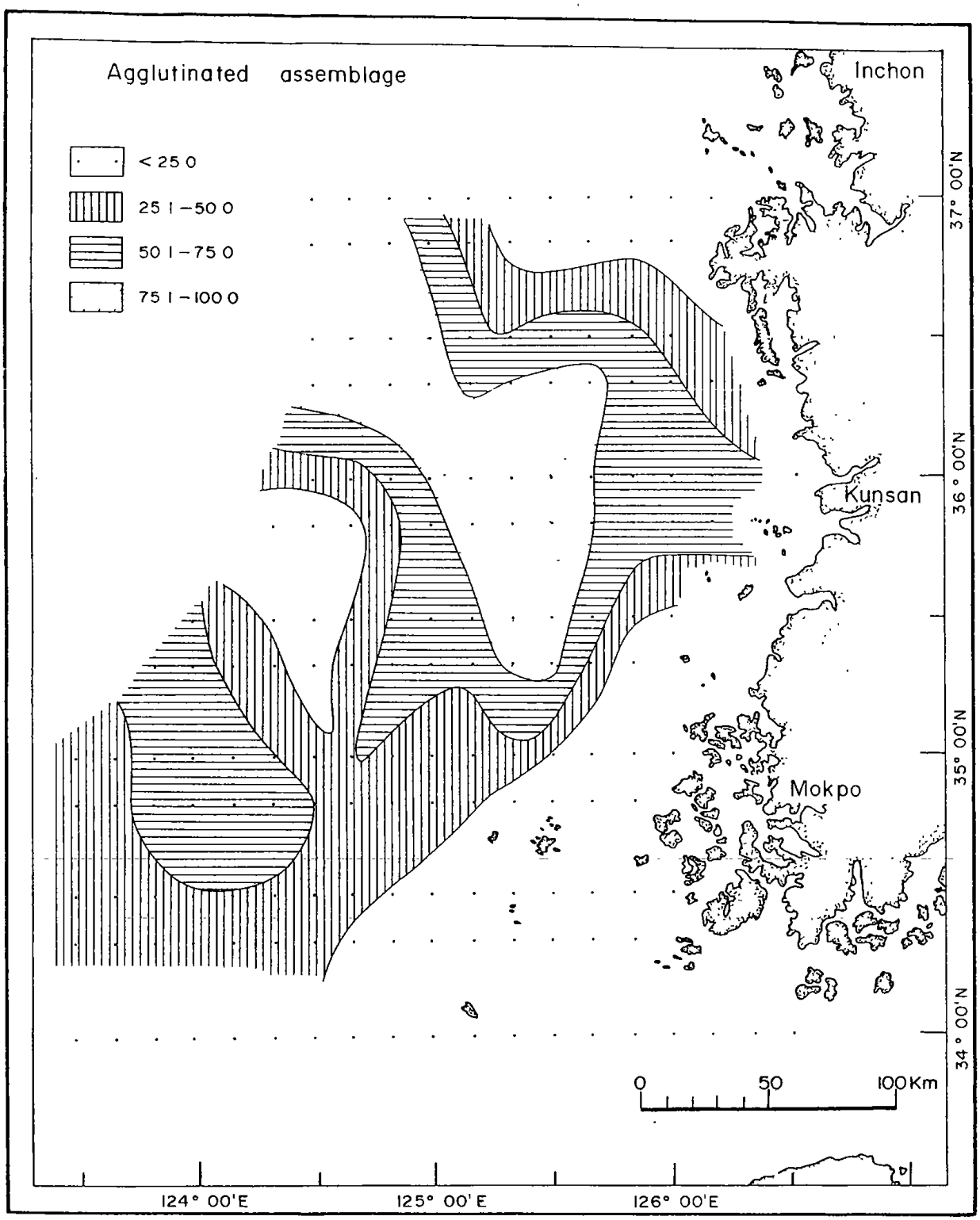


Fig. V-23b. Agglutinated assemblage in the live and dead foraminiferal populations (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

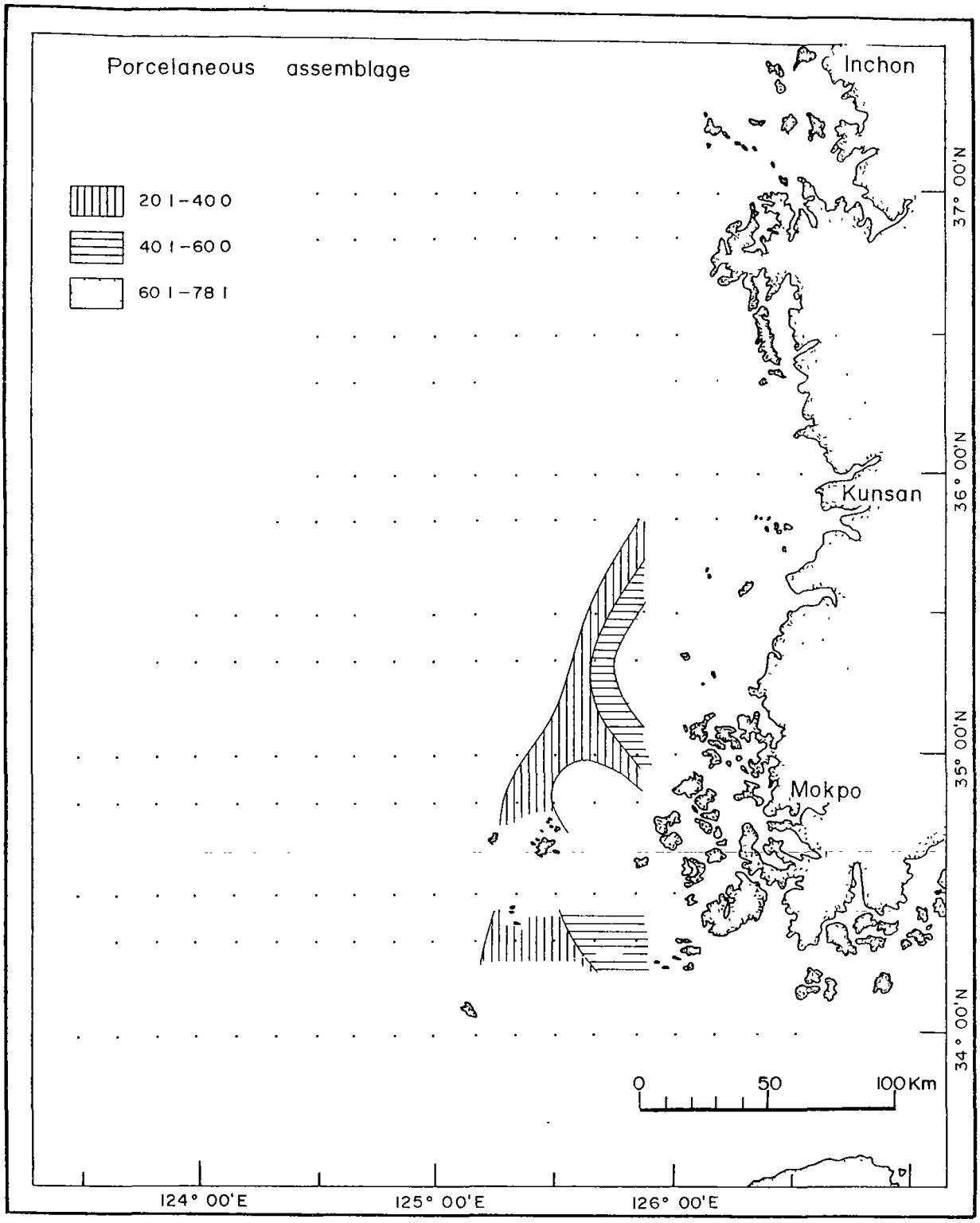


Fig. V-23c. Porcelaneous assemblage in the live and dead foraminiferal populations (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

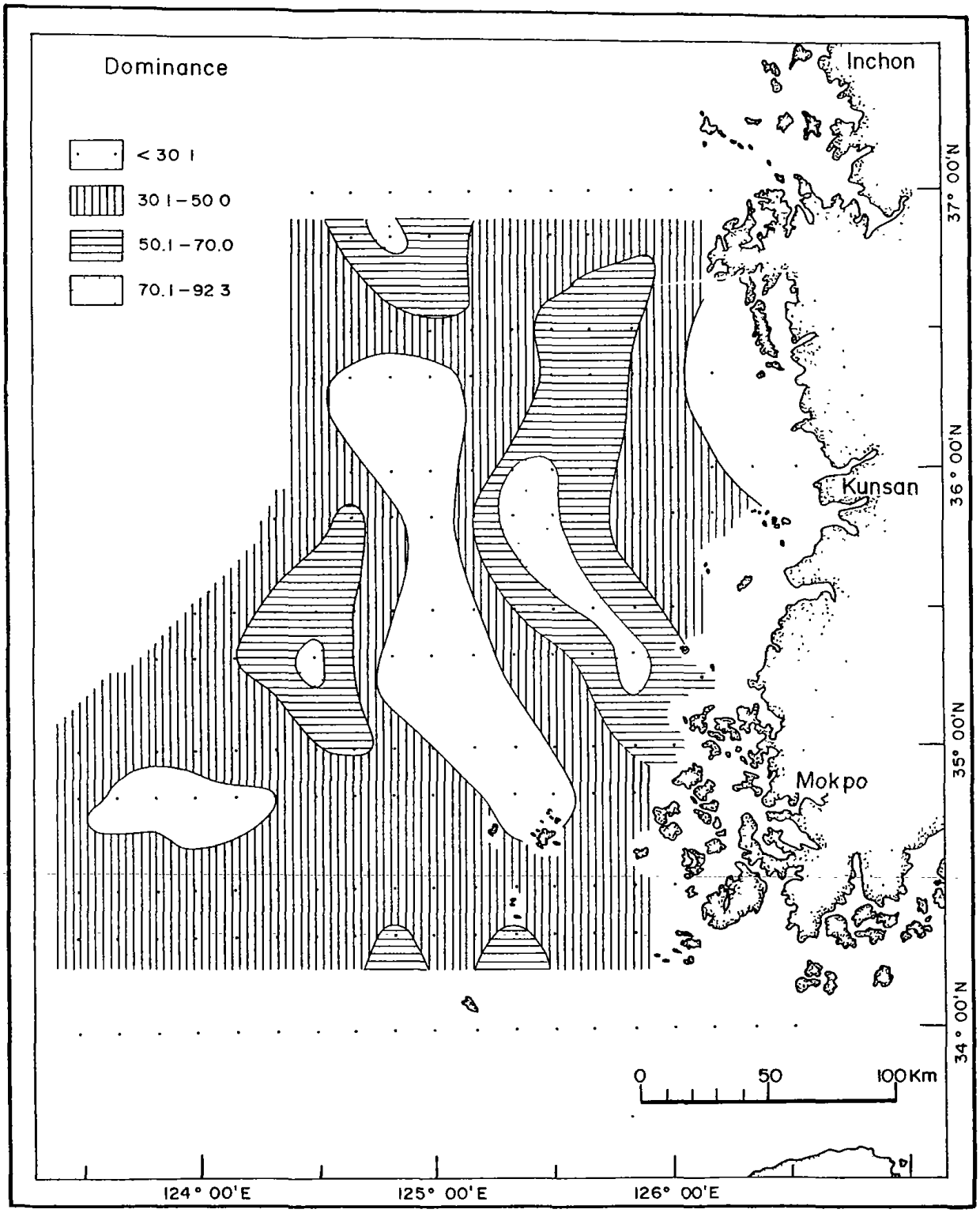


Fig. V-24. Dominance of the live and dead foraminiferal populations (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

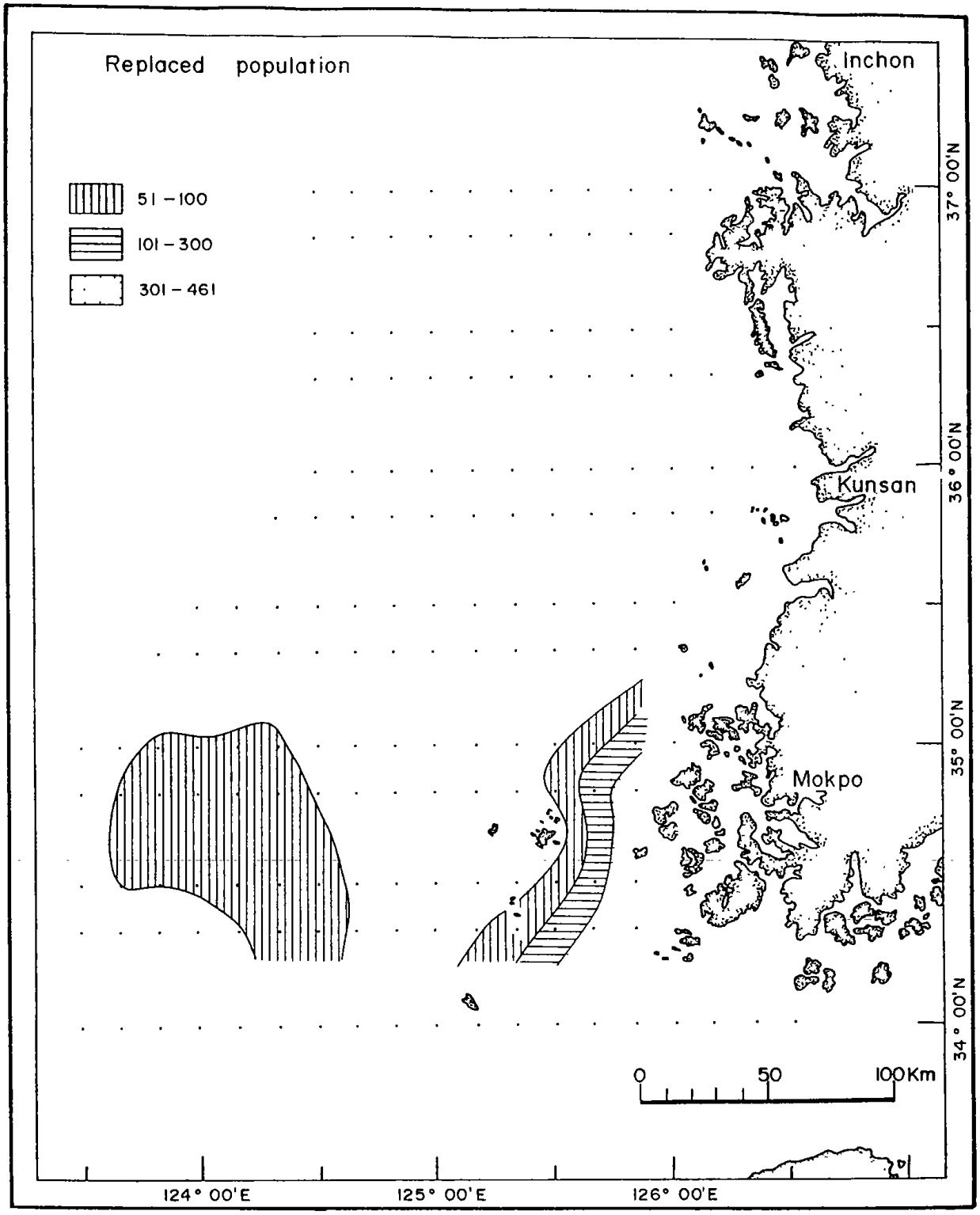


Fig. V-25a. Replaced population of foraminifera in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

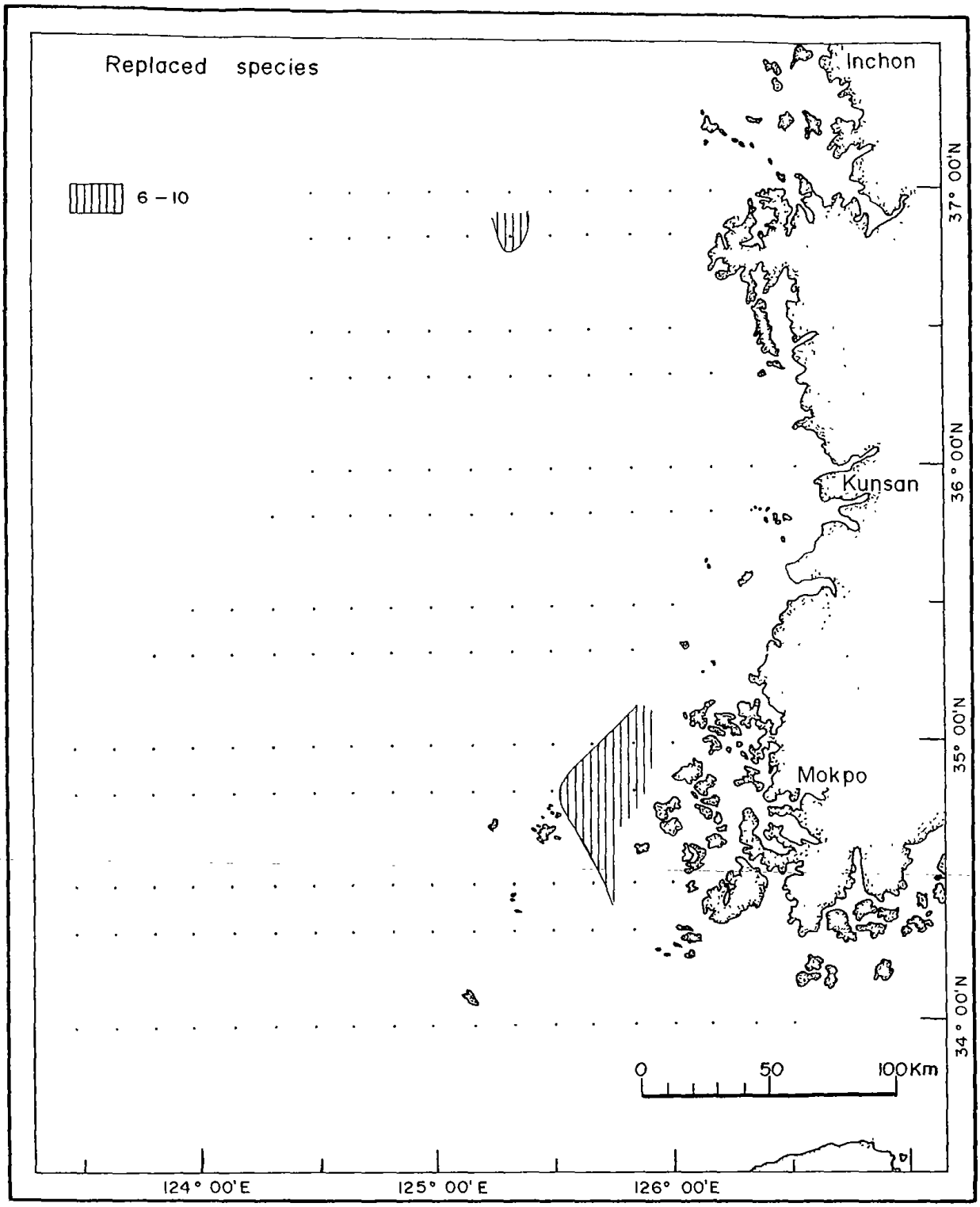


Fig. V-25b. Number of replaced species.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

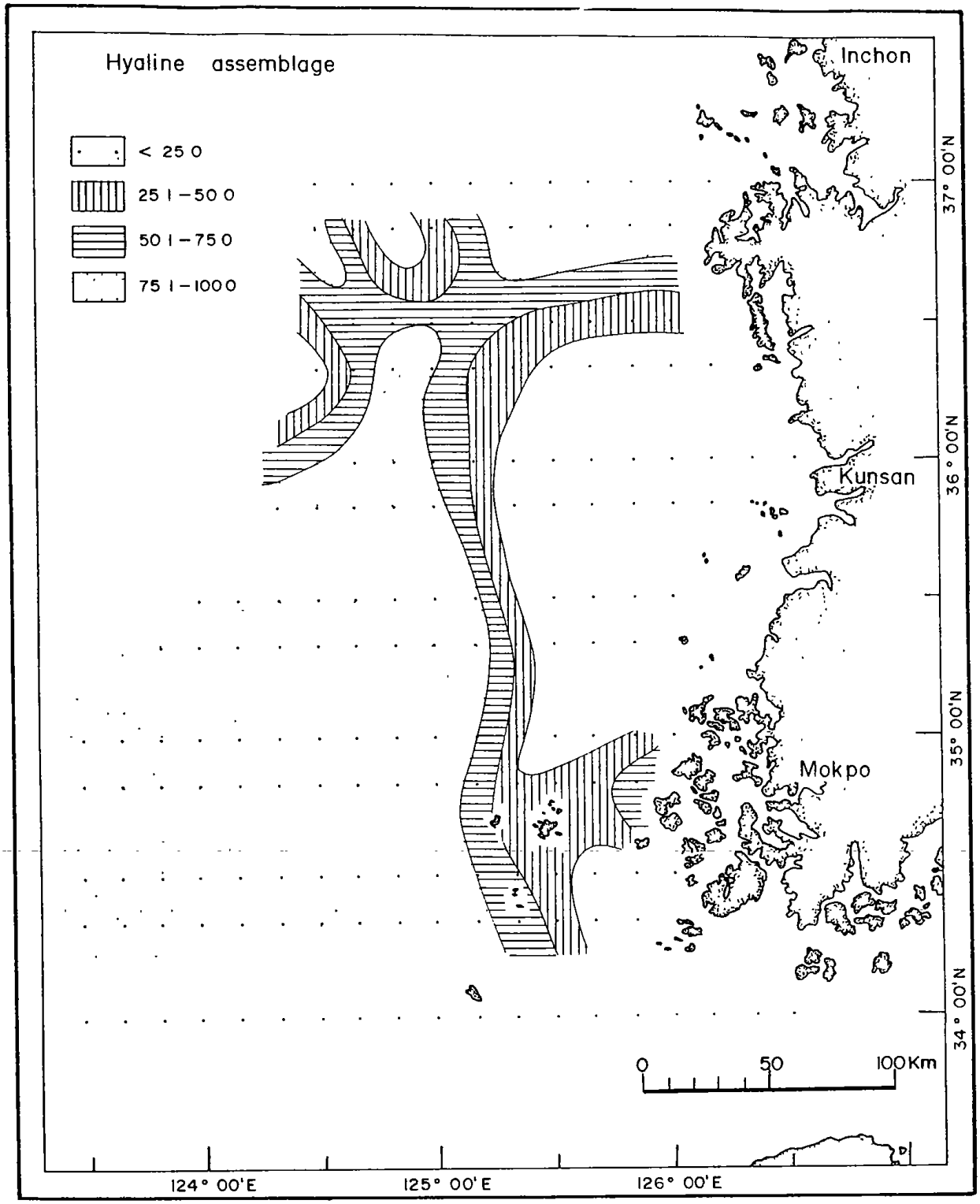


Fig. V-26a. Hyaline assemblage in the replaced population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

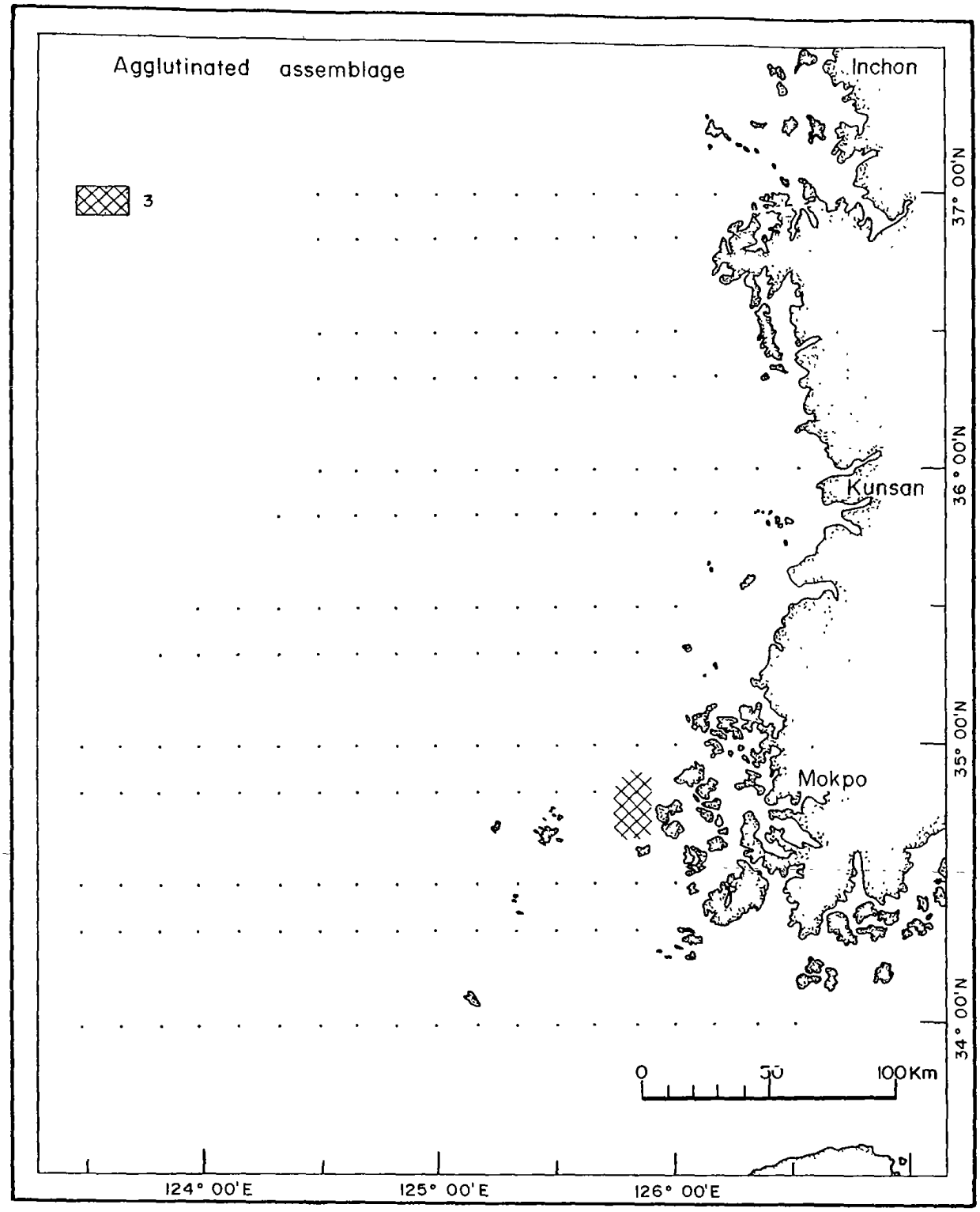


Fig. V-26b. Agglutinated assemblage in the replaced population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

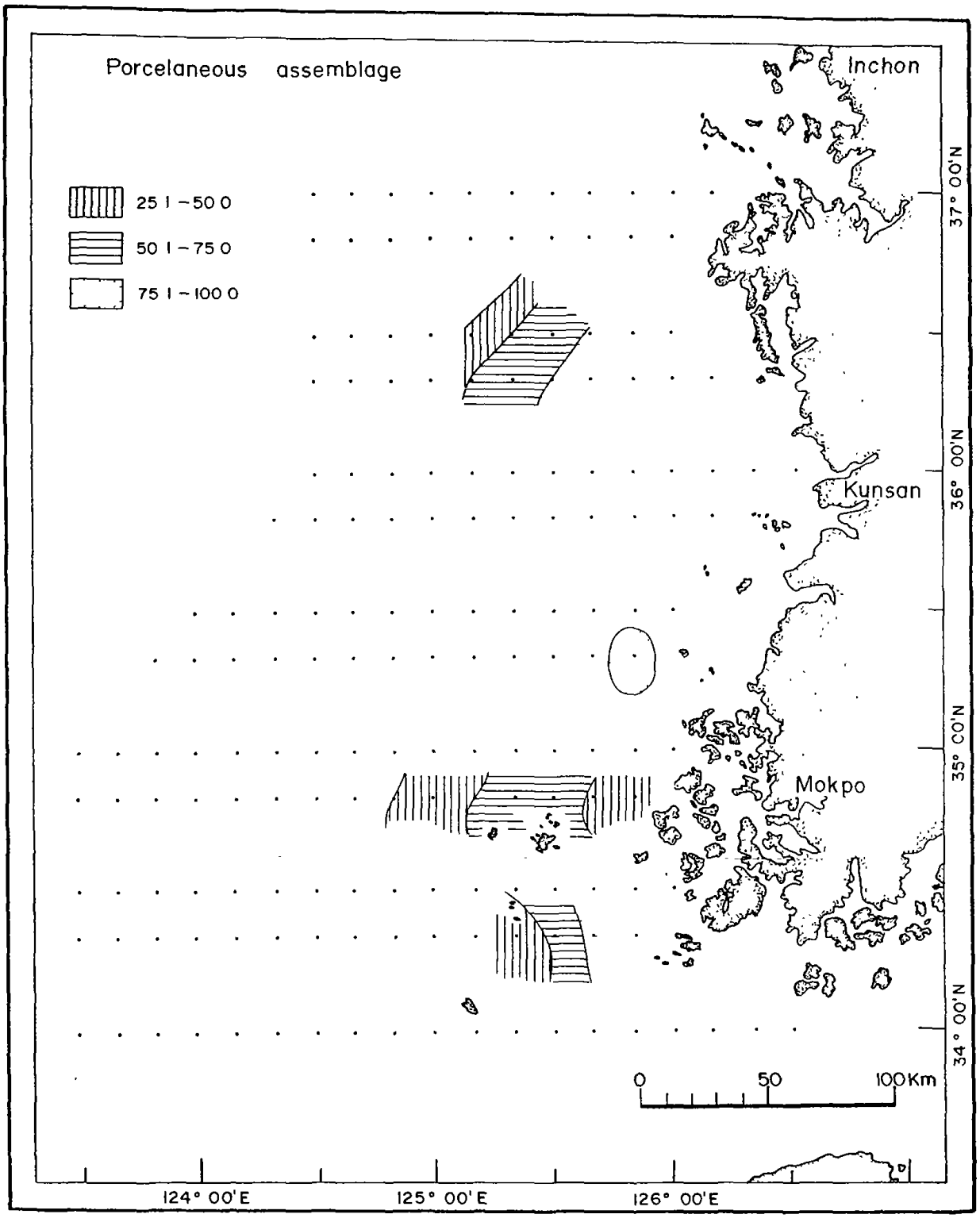


Fig. V-26c. Porcelaneous assemblage in the replaced population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

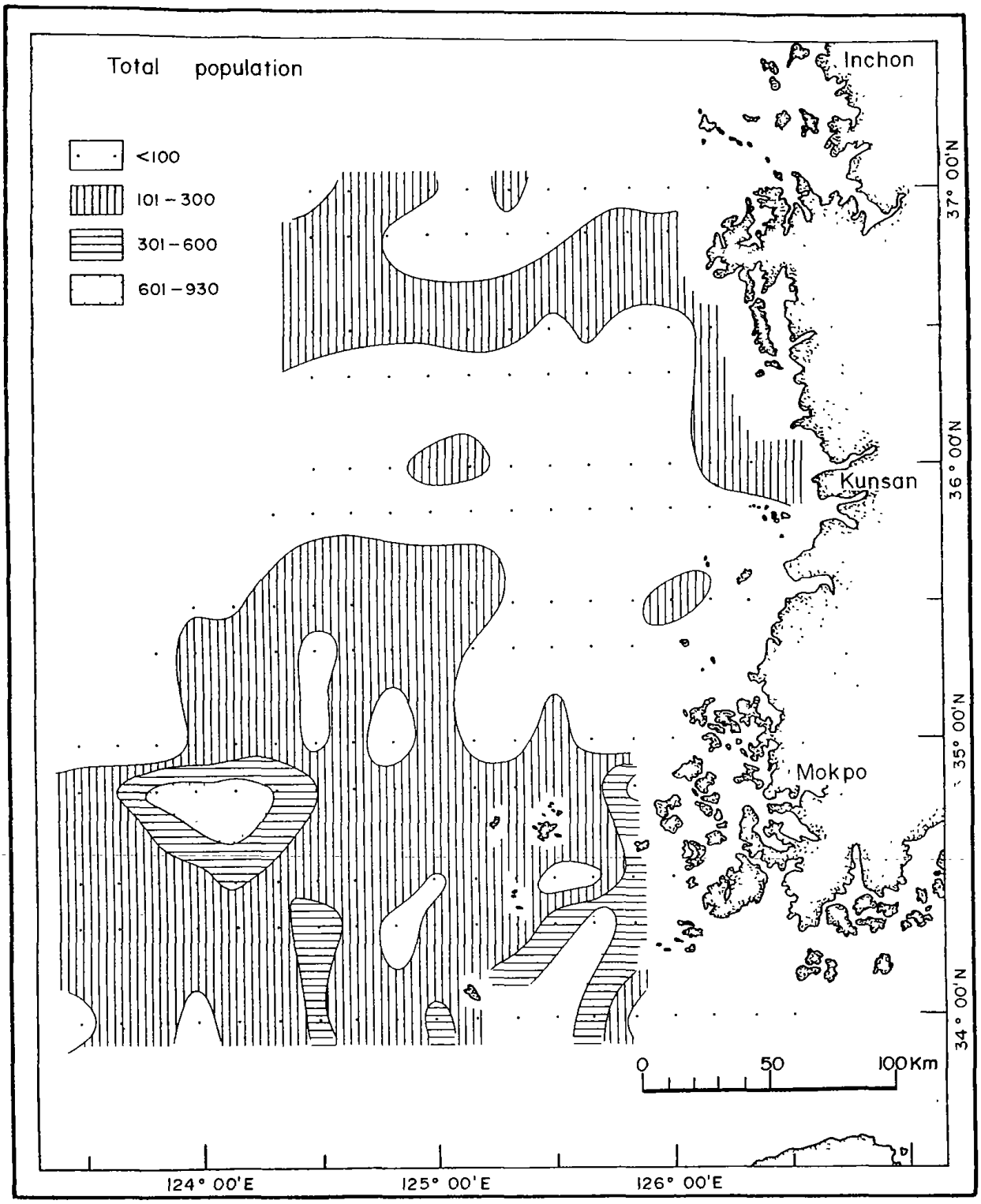


Fig. V-27a. Number of total (live + dead + replaced) foraminifera in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

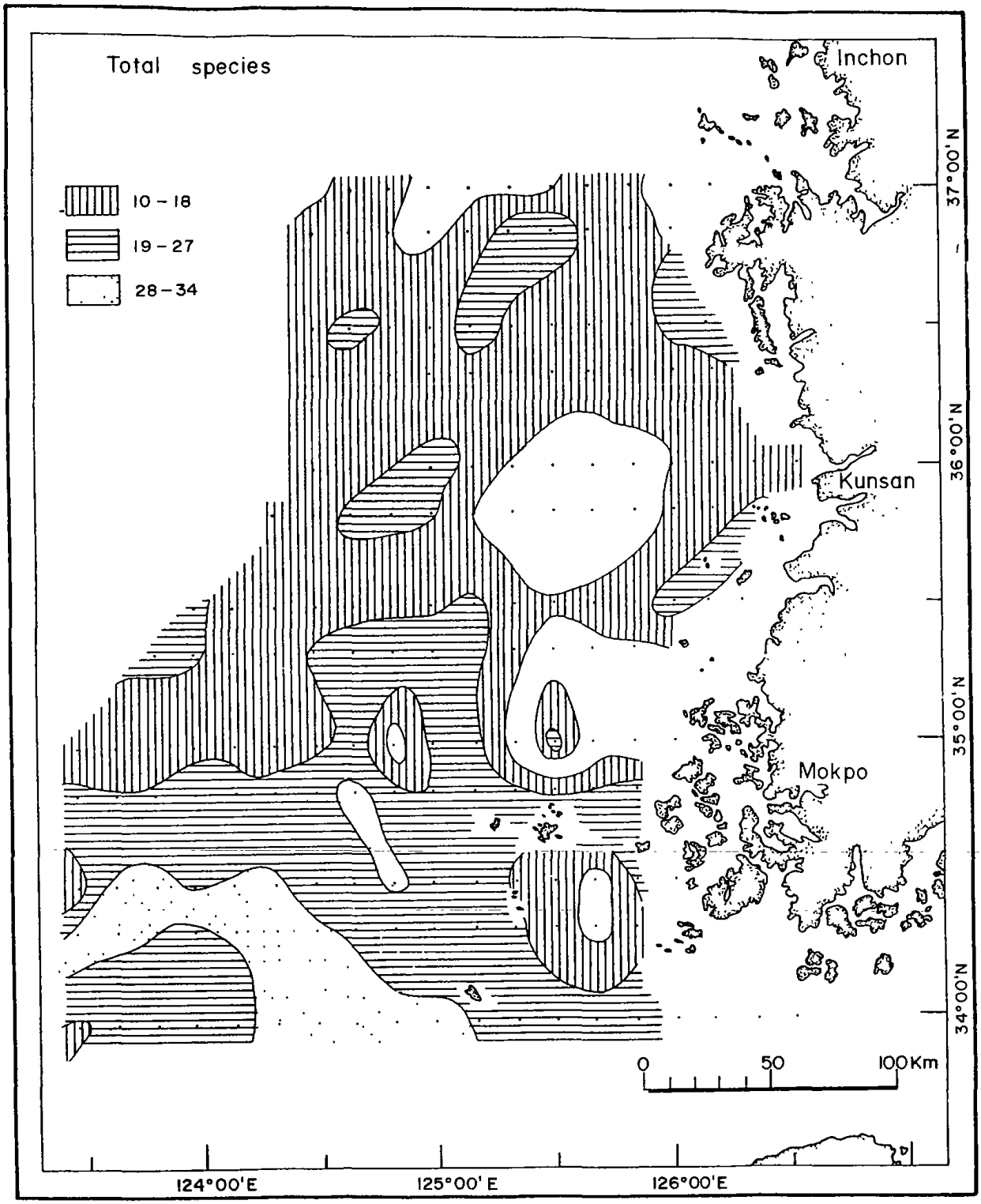


Fig. V-27b. Number of total species in the foraminiferal population in 10 *mℓ* wet samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

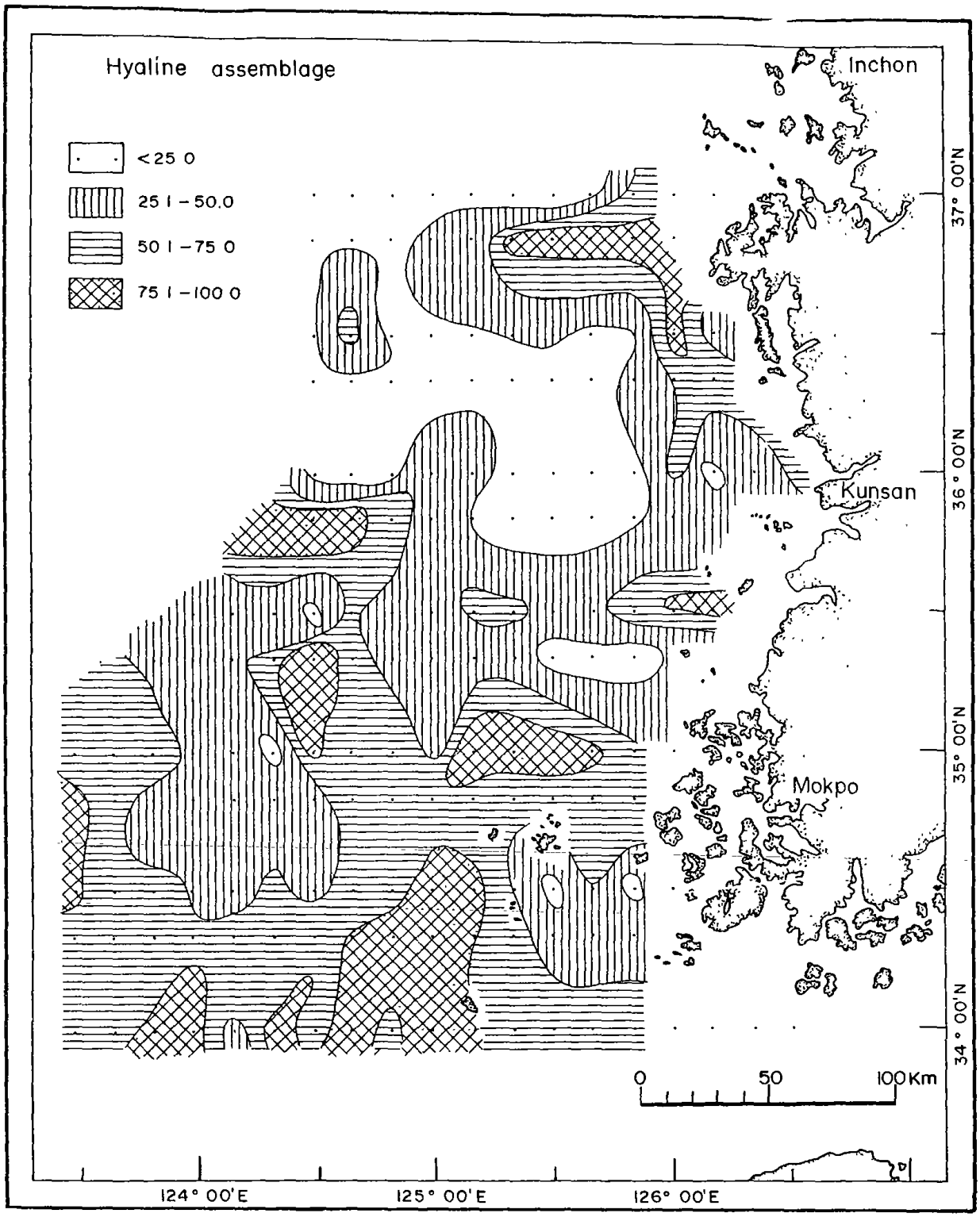


Fig. V-28a. Hyaline assemblage in the total population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

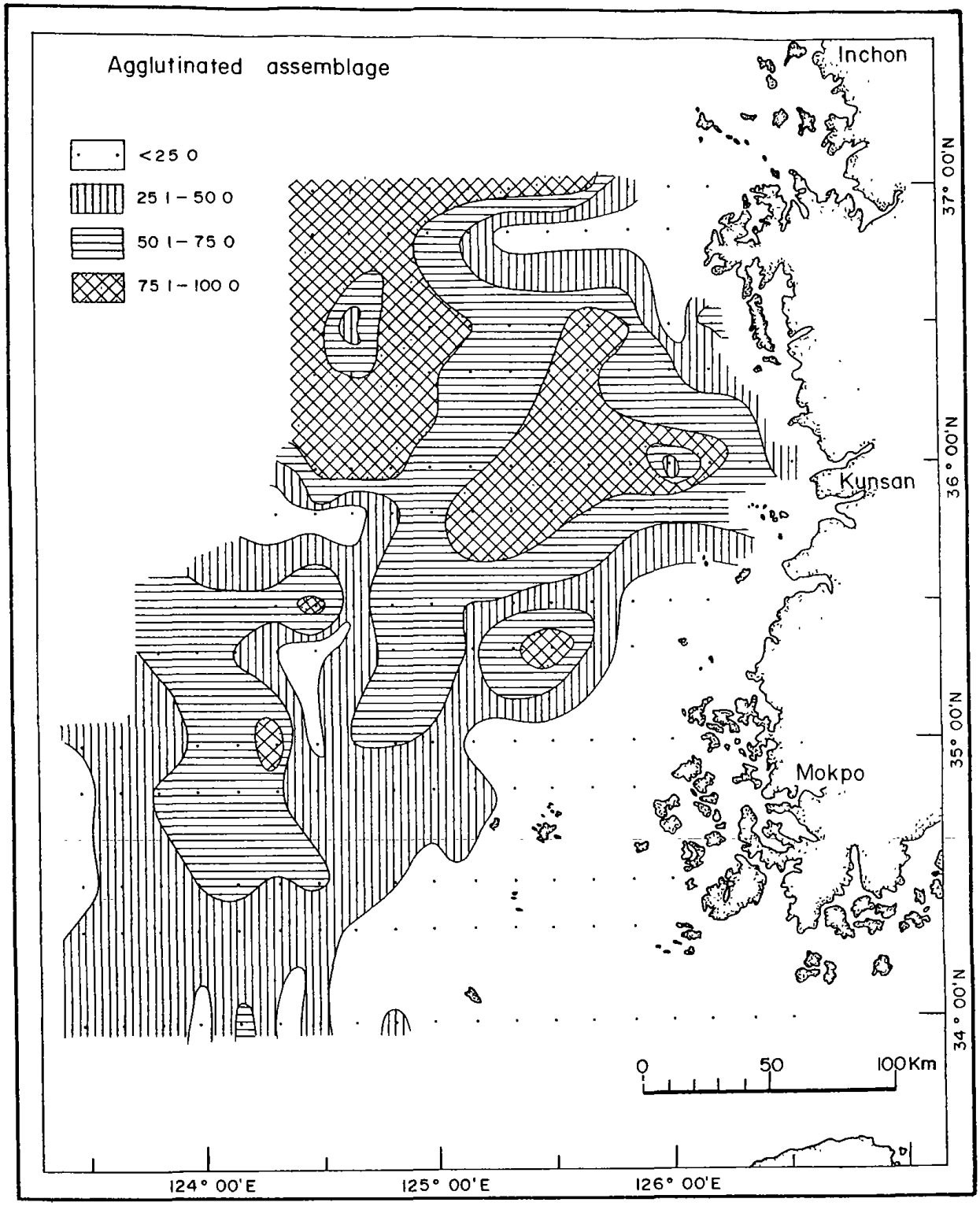


Fig. V-28b. Agglutinated assemblage in the total population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

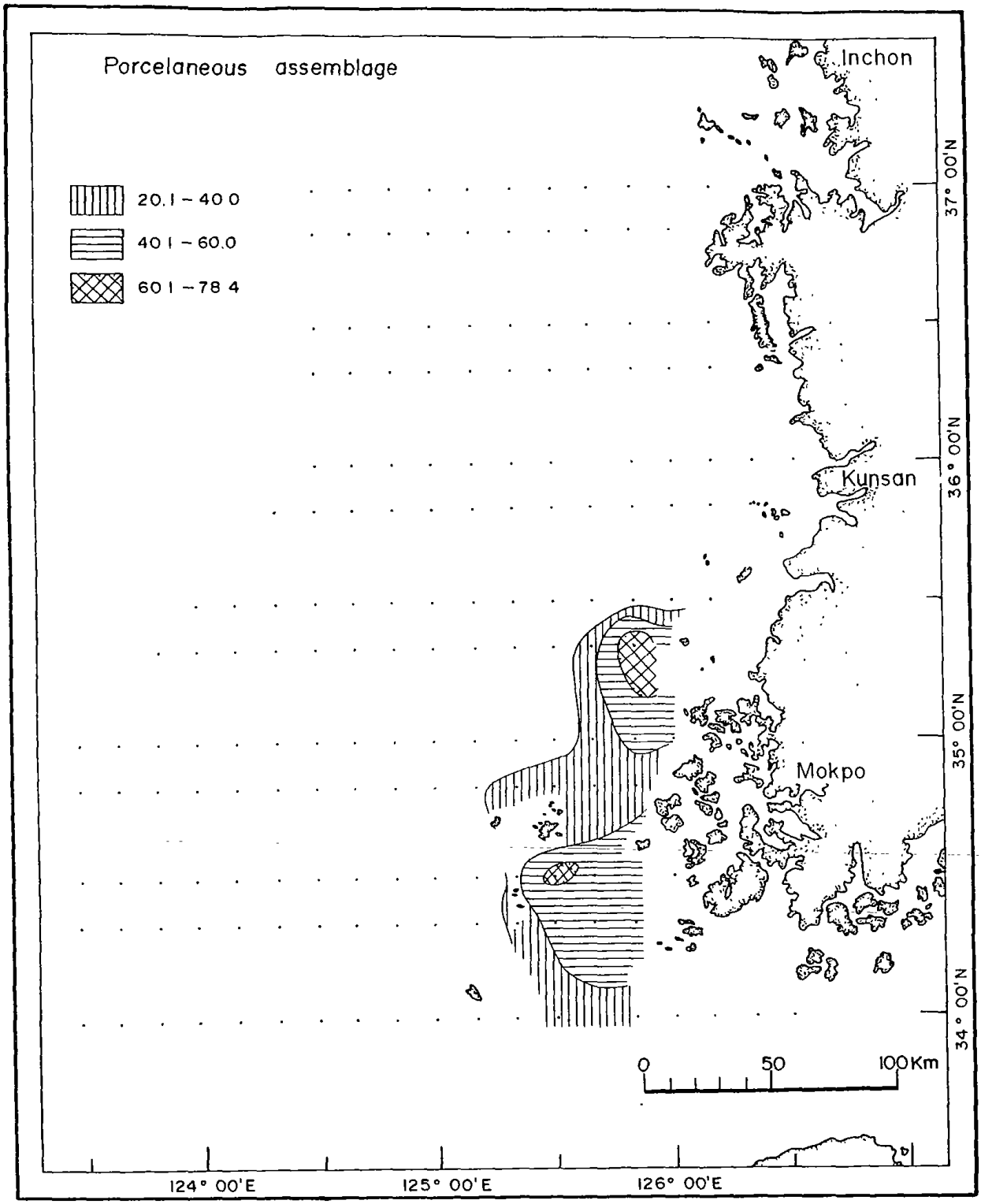


Fig. V-28c. Porcelaneous assemblage in the total population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

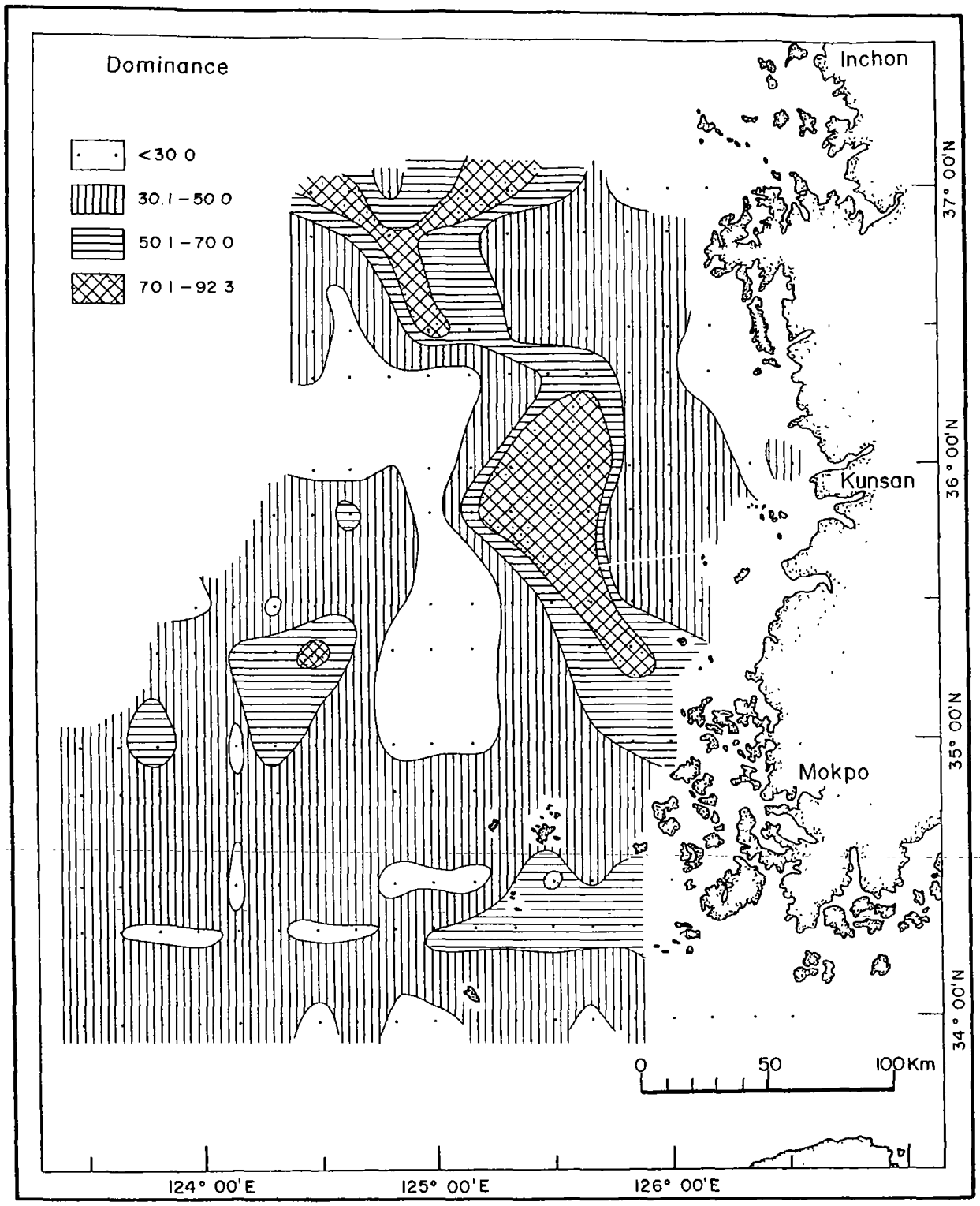


Fig. V-29. Dominance of the total population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

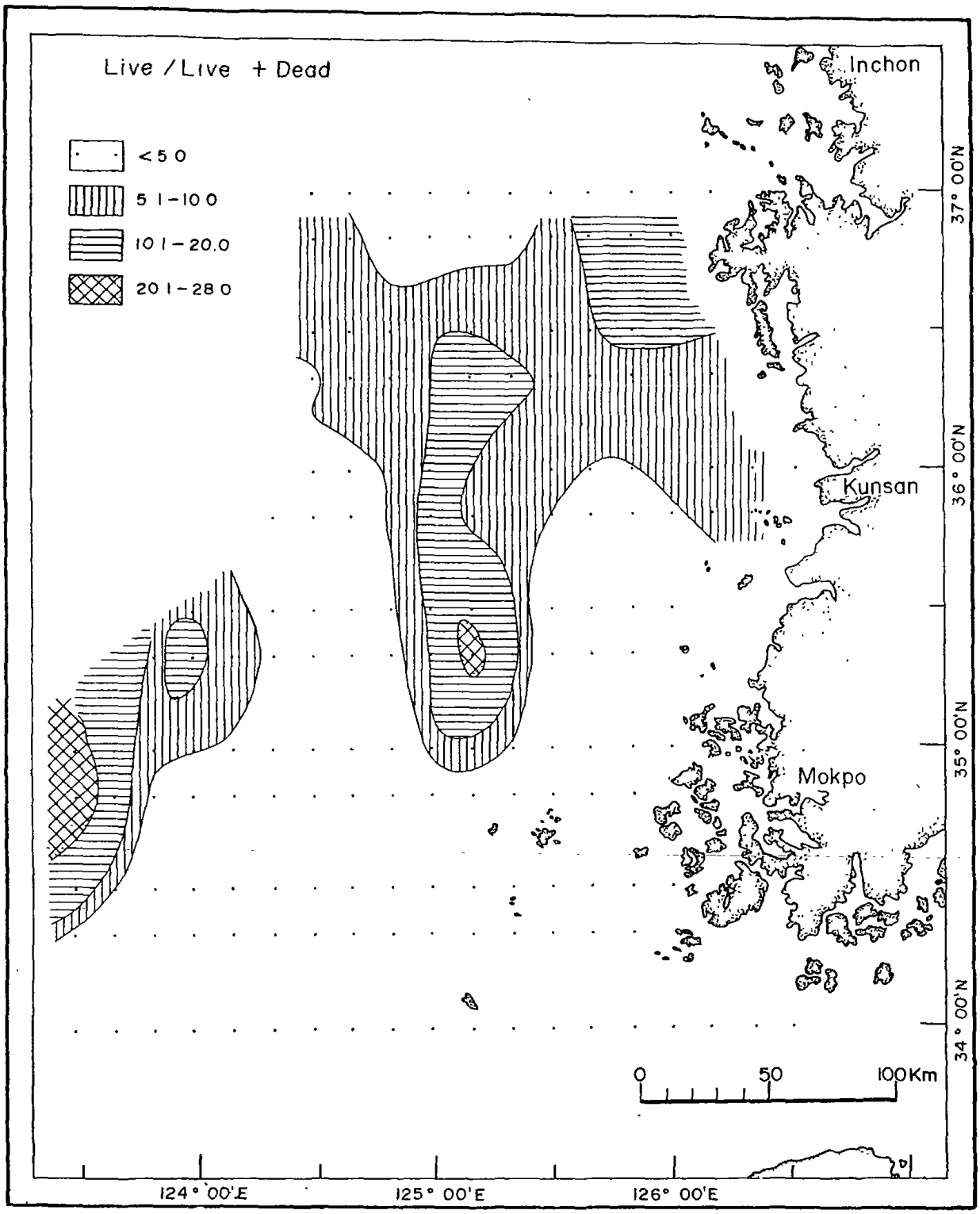


Fig. V-30a. Live to total foraminiferal population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

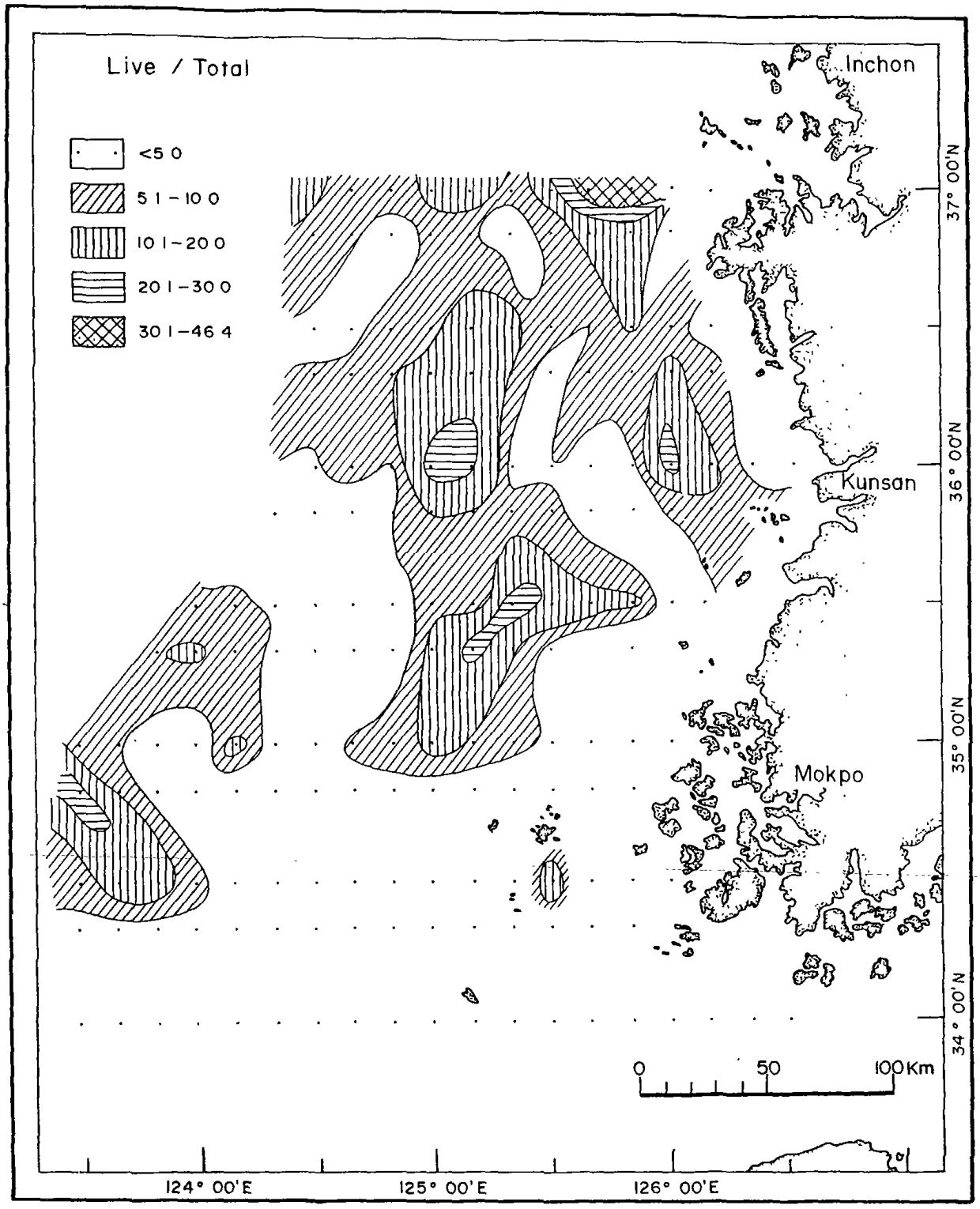


Fig. V-30b. Live to toal foraminiferal population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

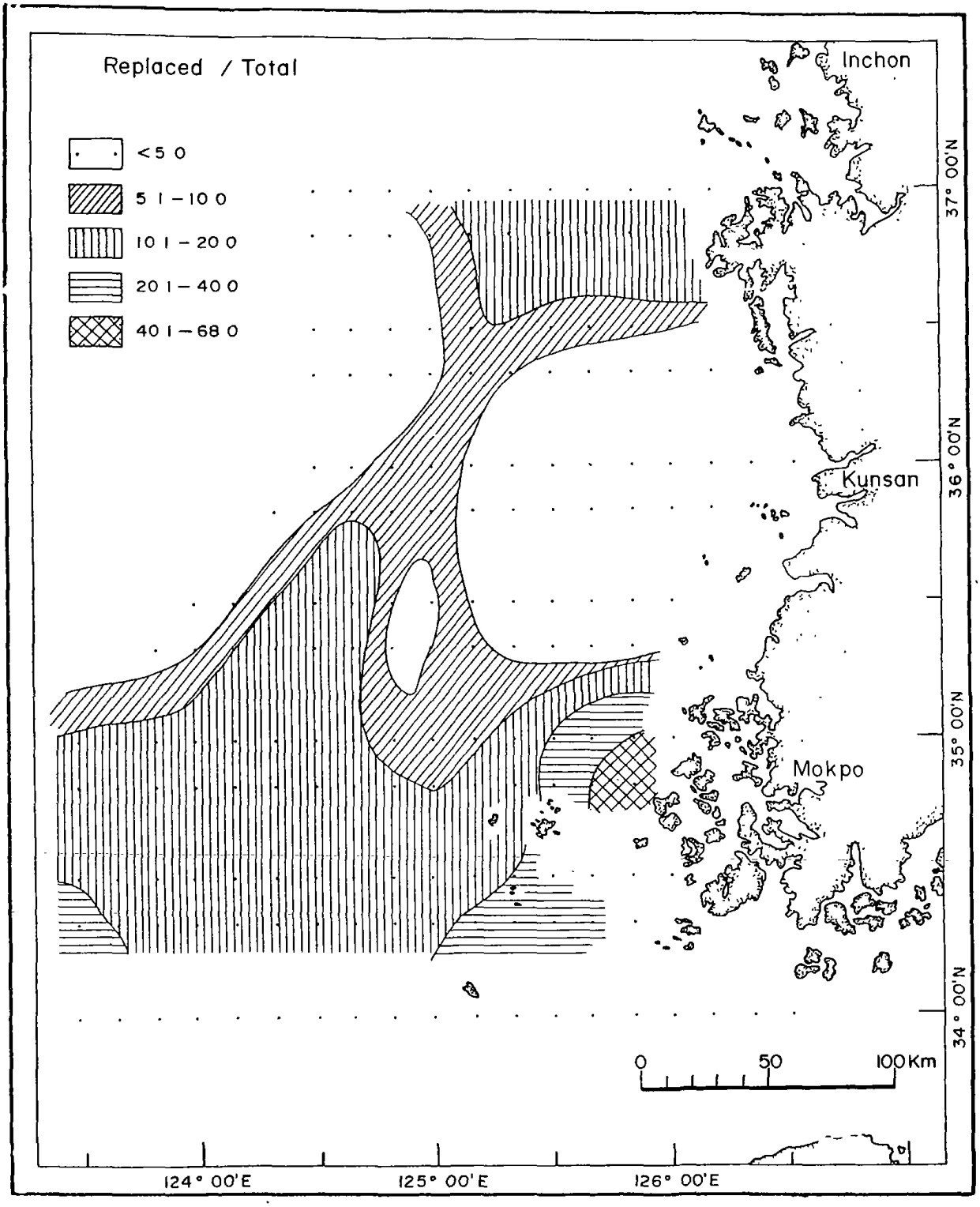


Fig. V-30c. Replaced to total foraminiferal population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

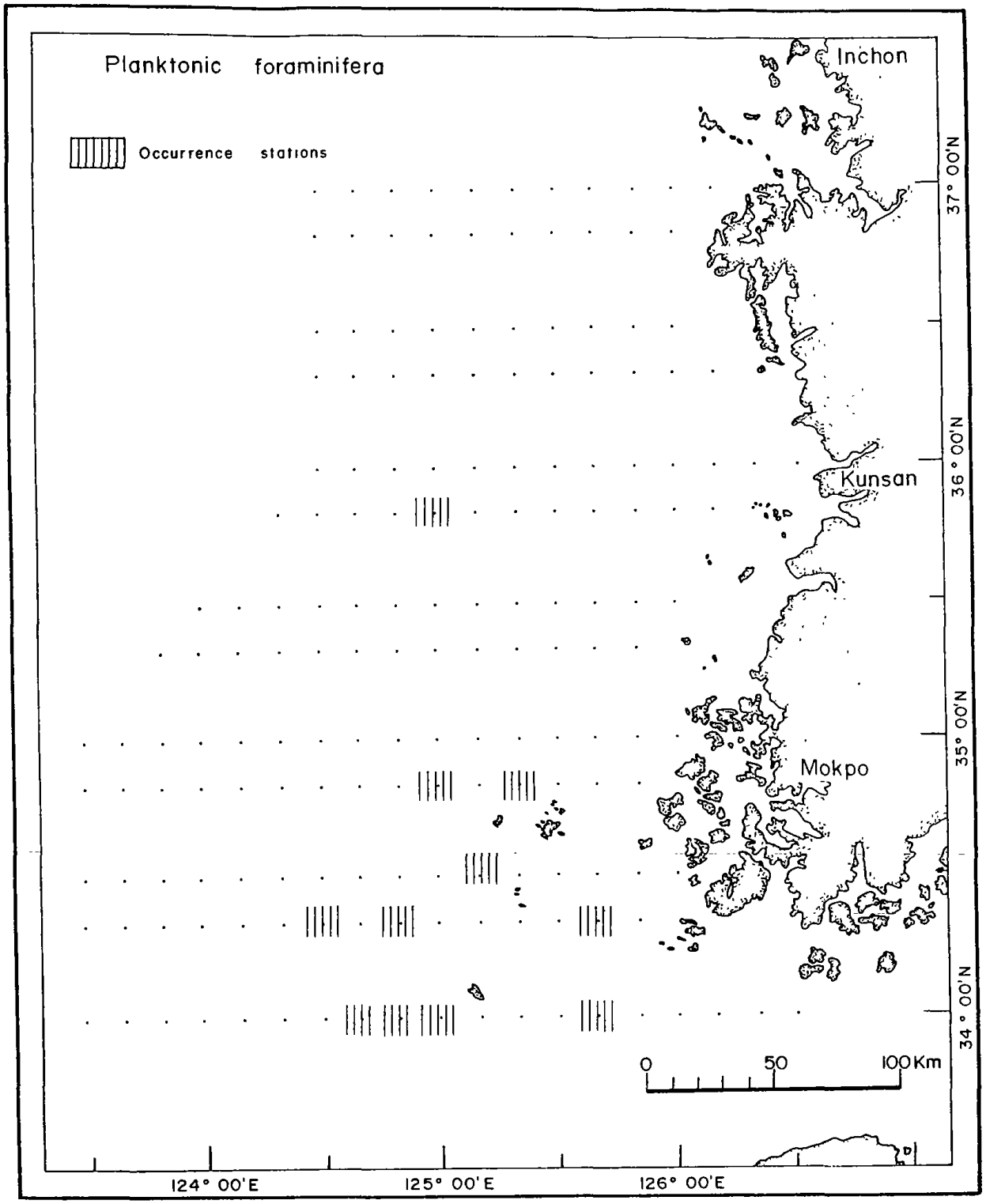


Fig. V-31a. Occurrence of the planktonic foraminifera.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

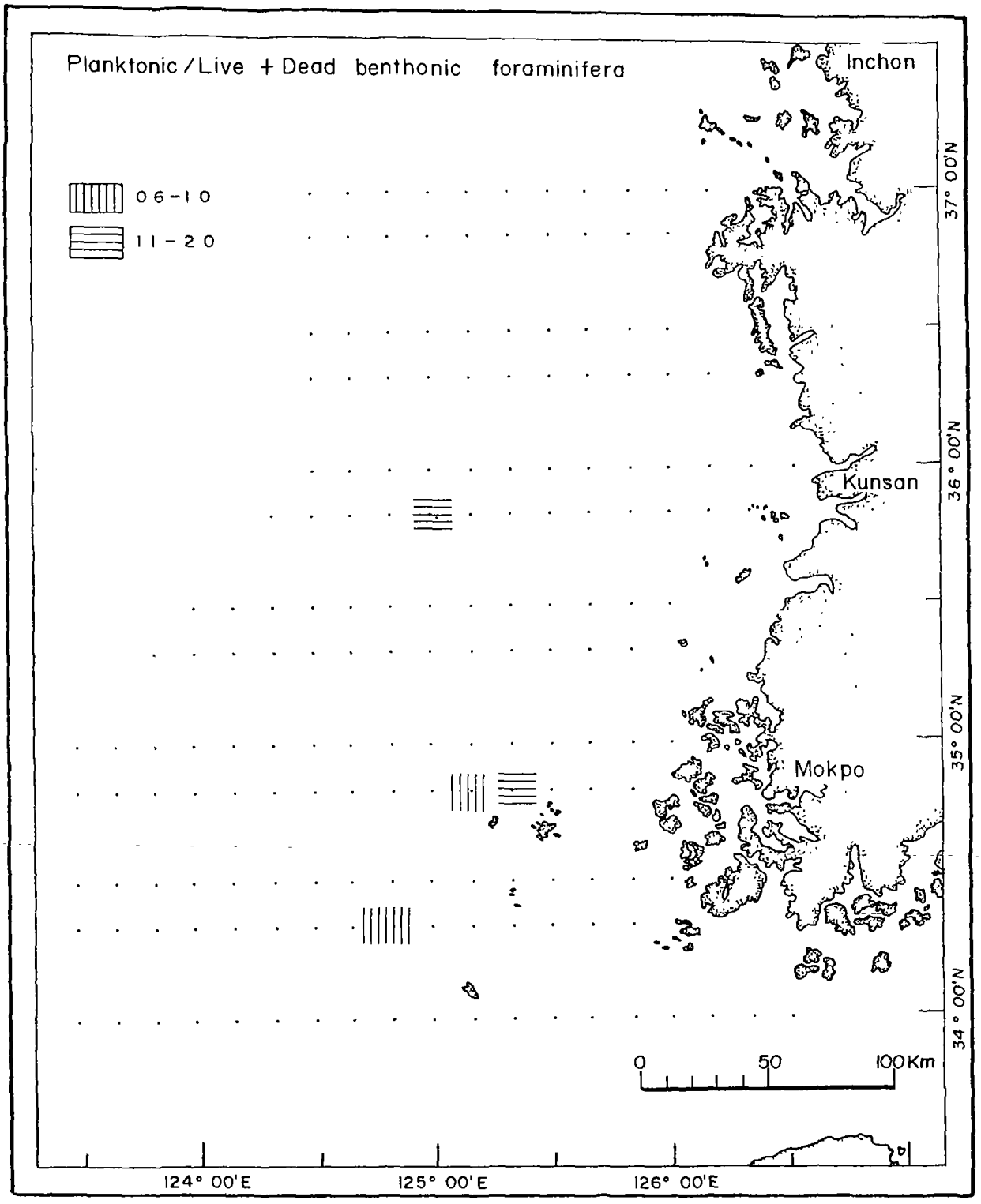


Fig. V-31b. Planktonic to live and dead benthonic foraminifera (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

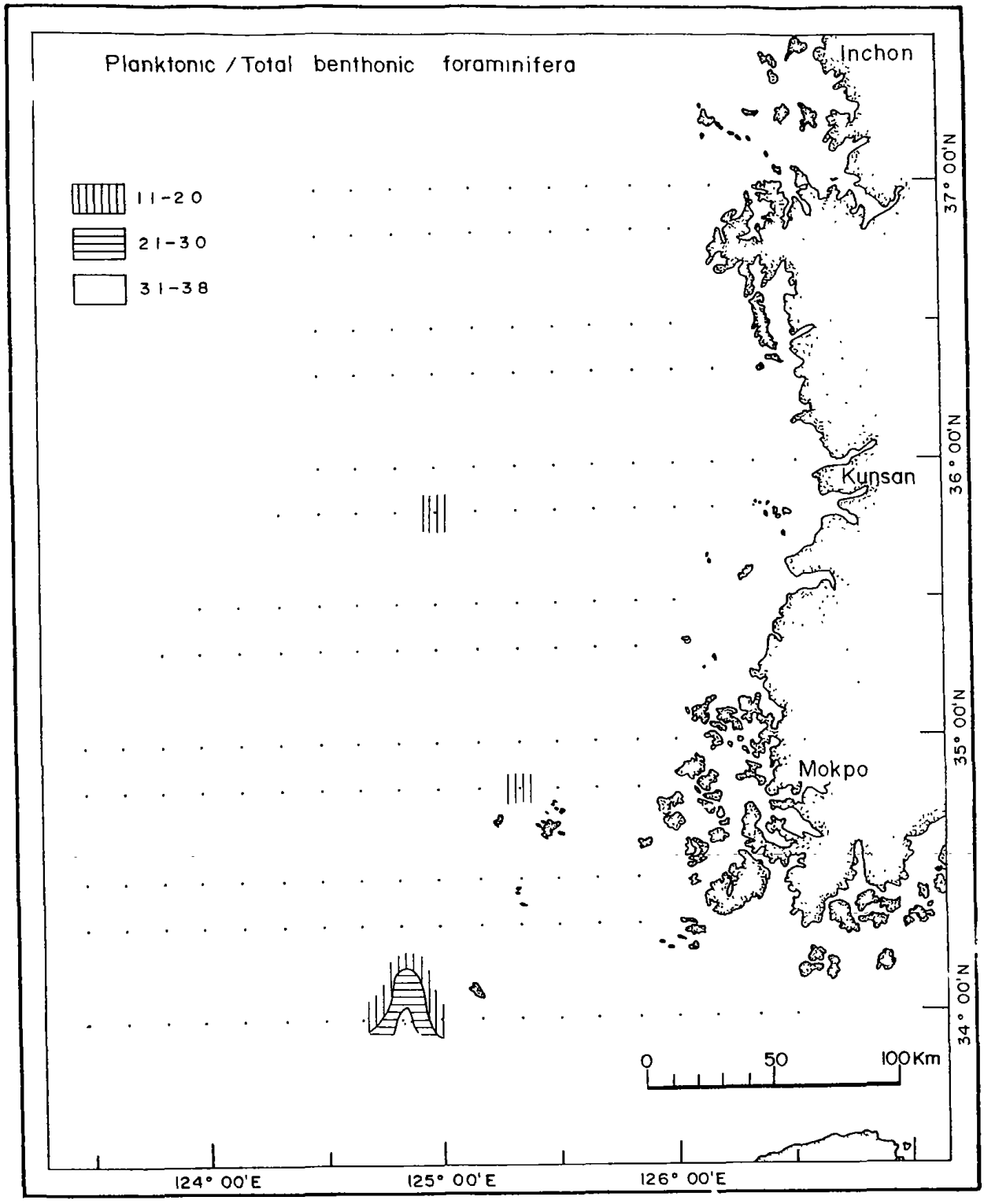


Fig. V-31c. Planktonic to total benthonic foraminifera (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

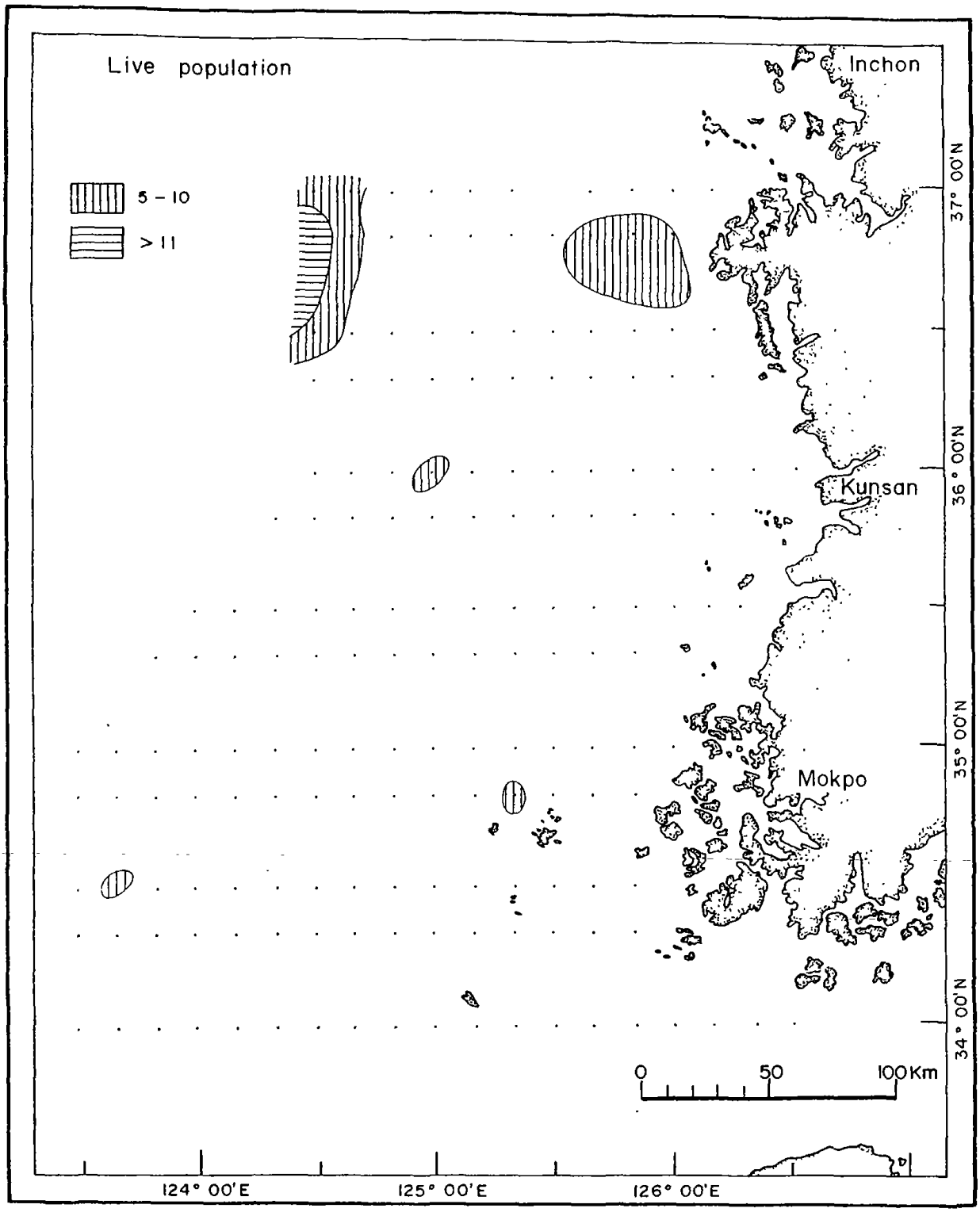


Fig. V-32a. Live population of ostracoda in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

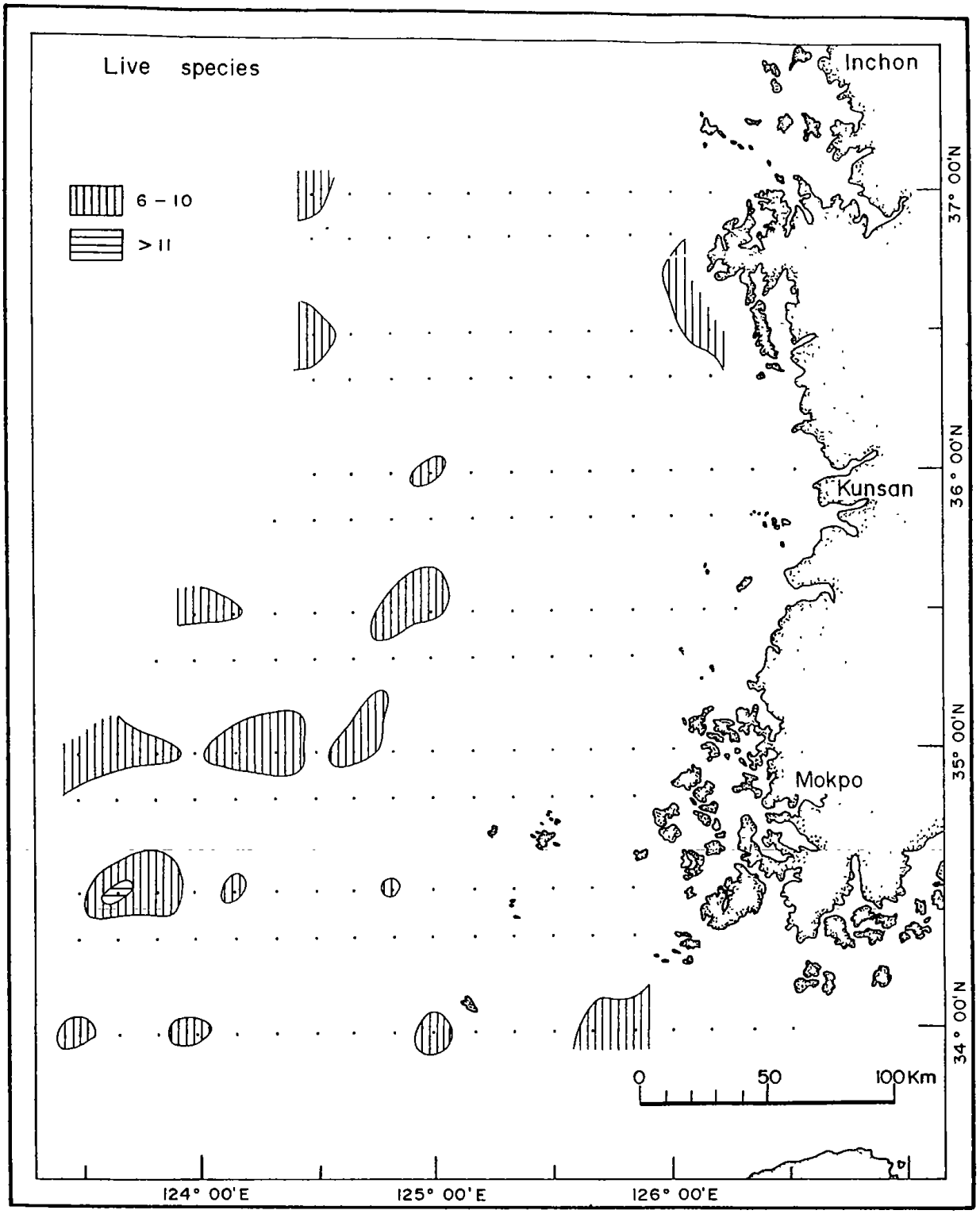


Fig. V-32b. Number of live species of ostracoda in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

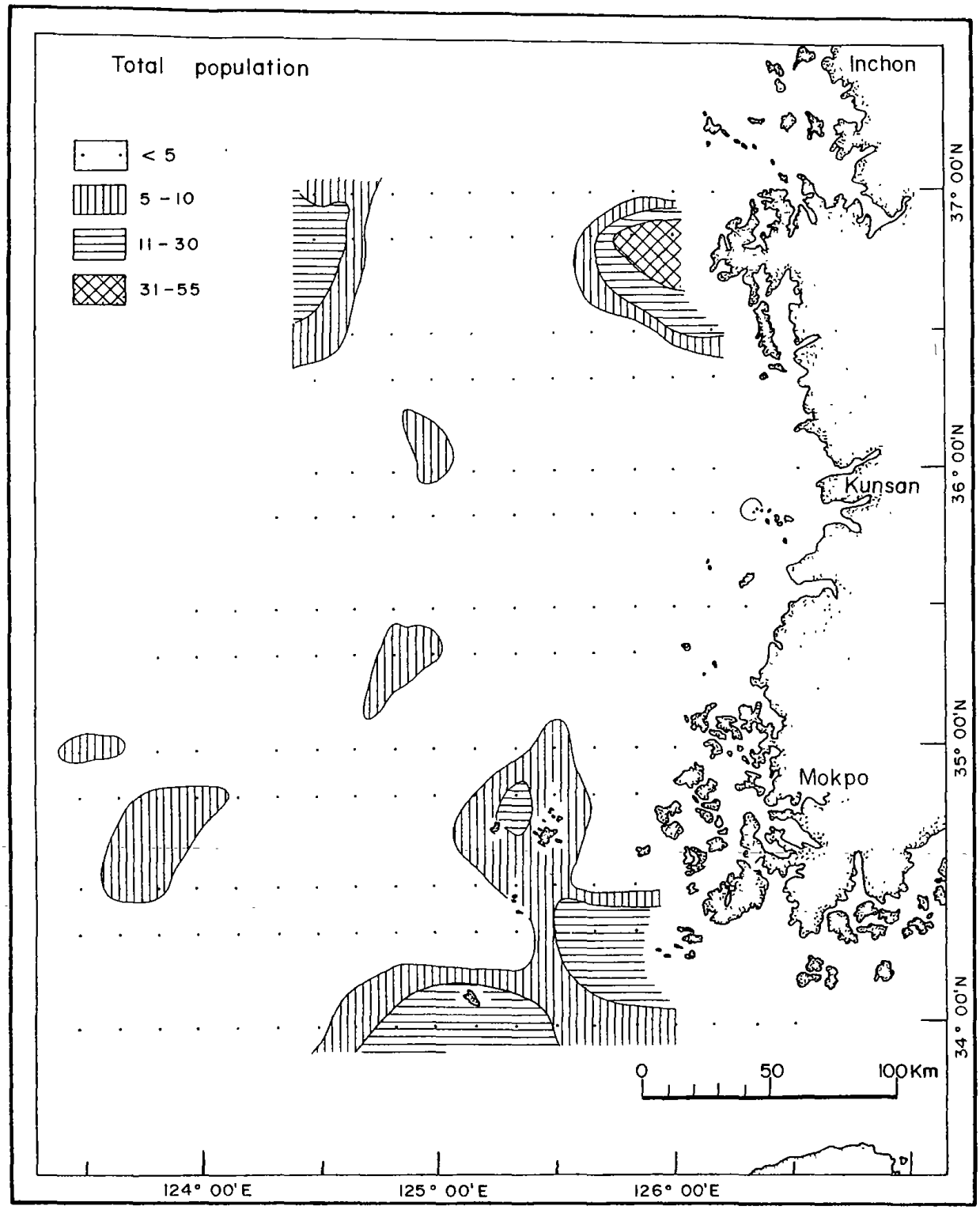


Fig. V-33a. Total population of ostracoda in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

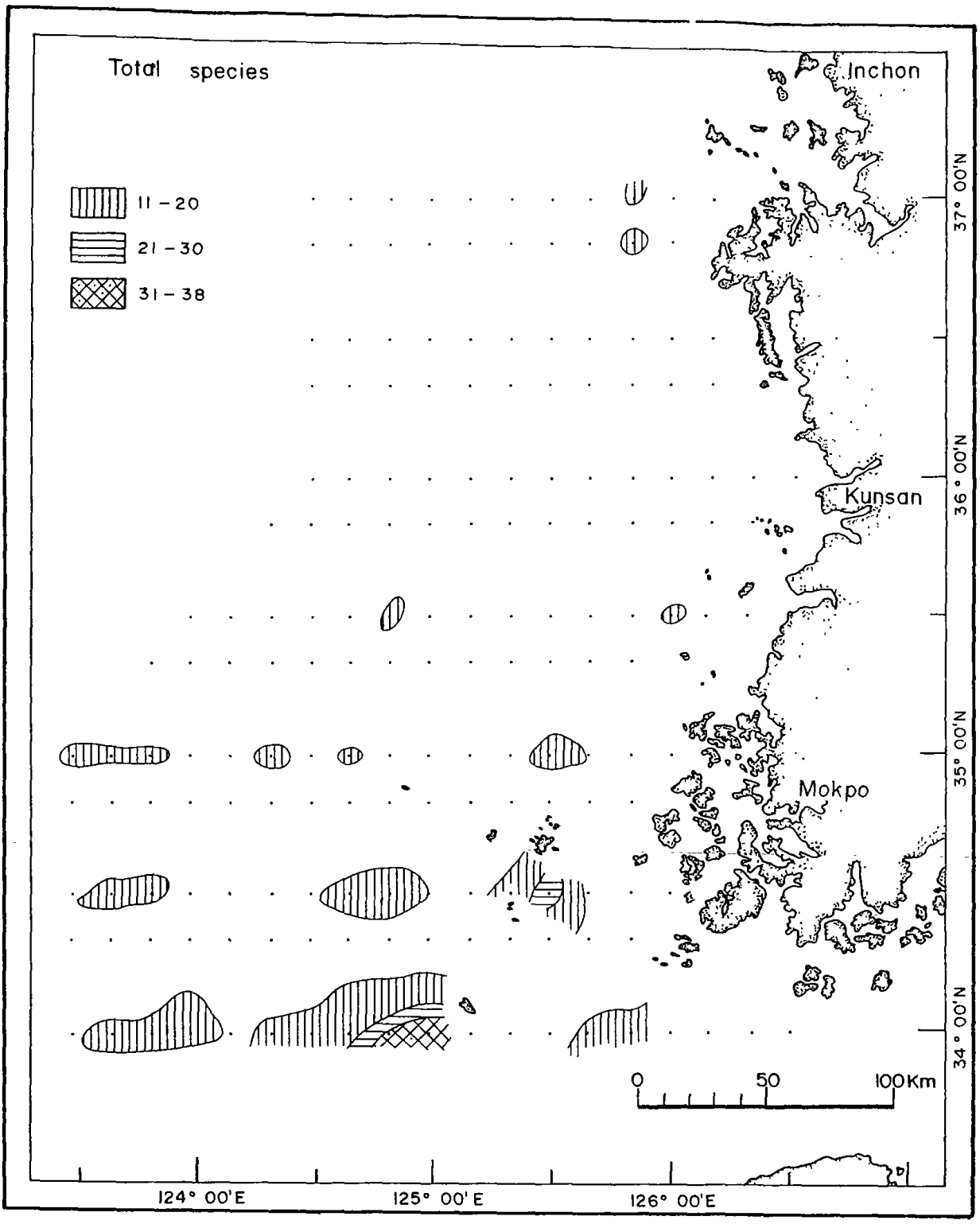


Fig. V-33b. Total number of species of ostracoda in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

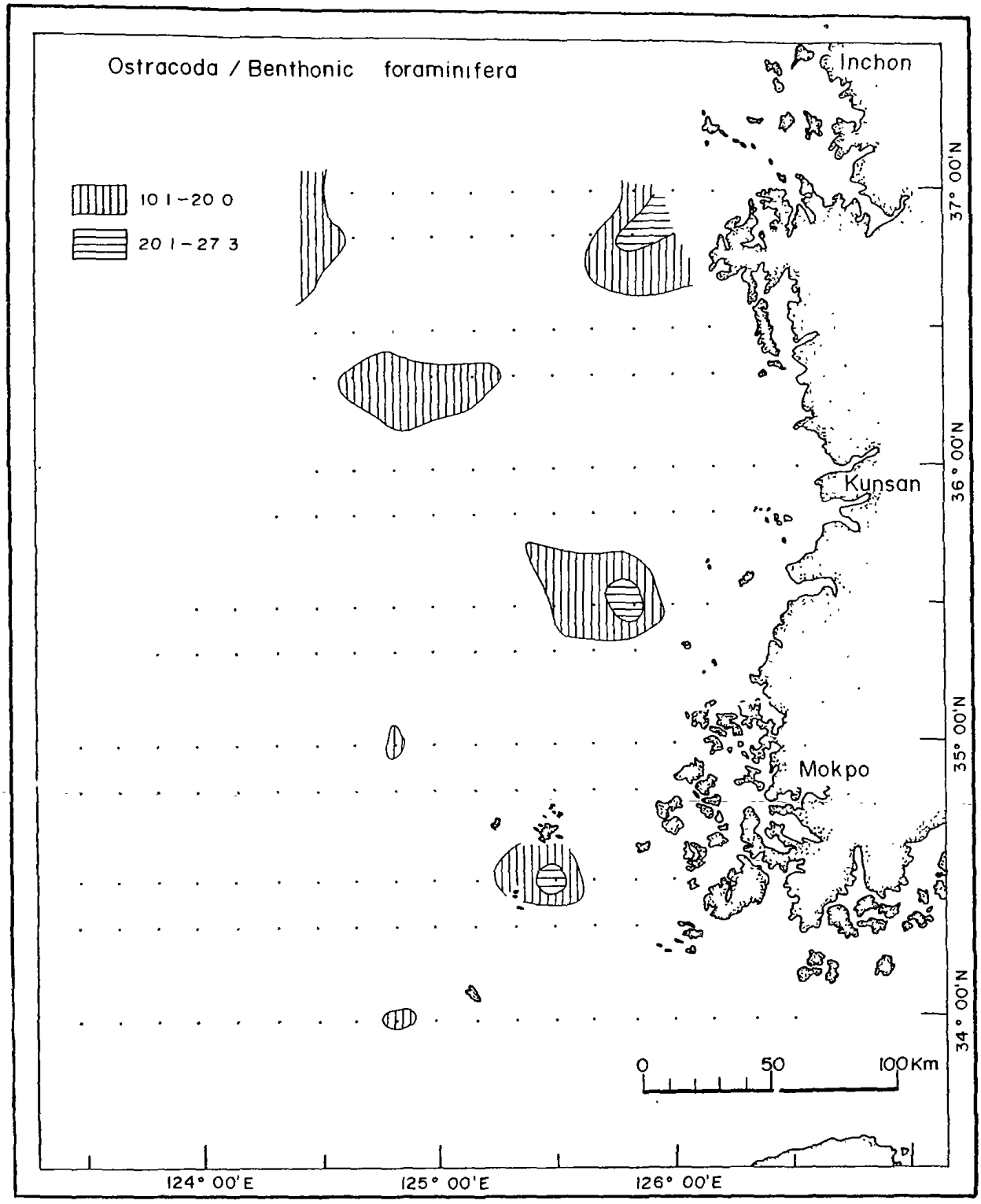


Fig. V-34. Ostracoda to total benthonic foraminifera (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

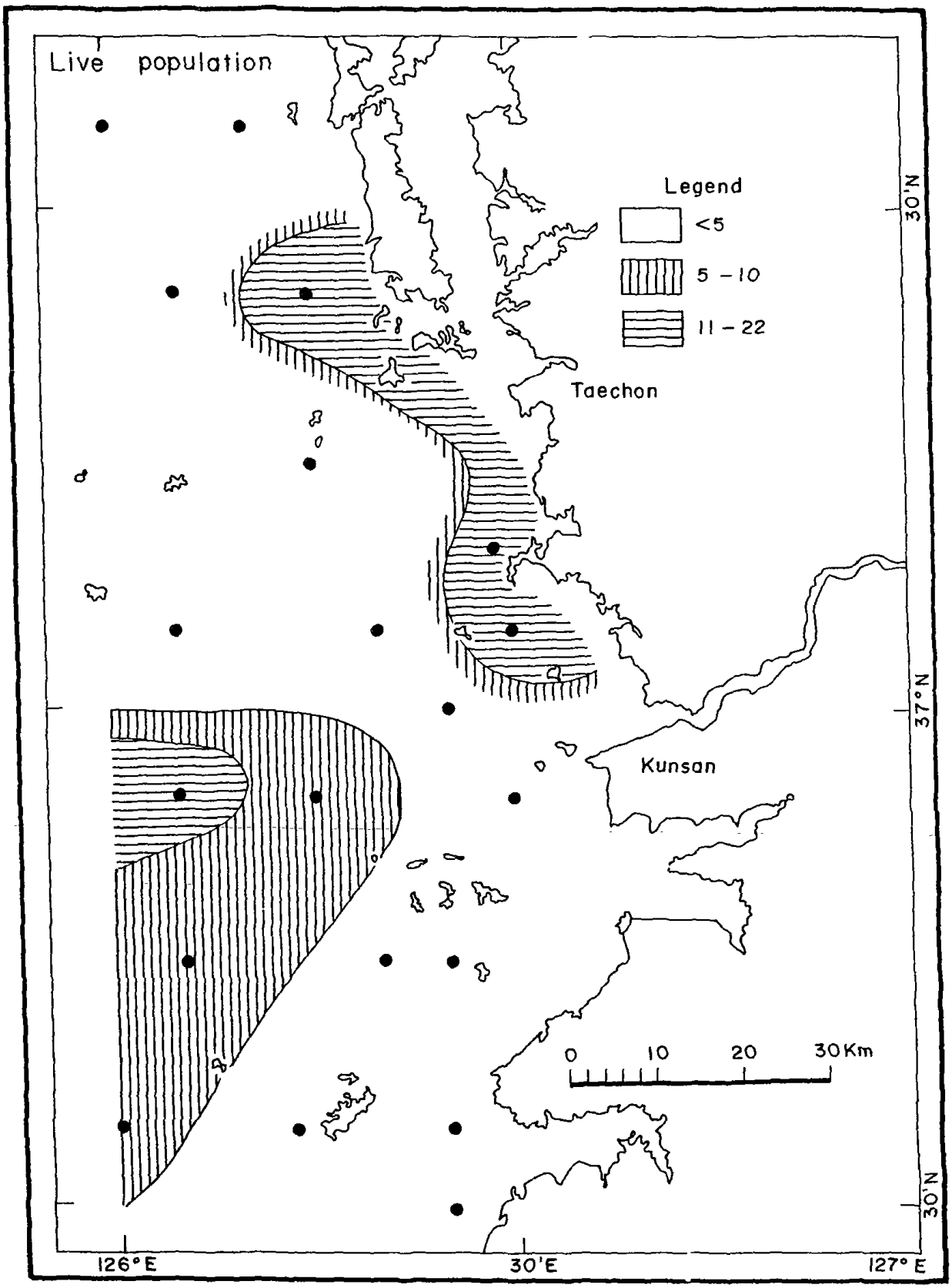


Fig. V-35a. Number of foraminifera in live population in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

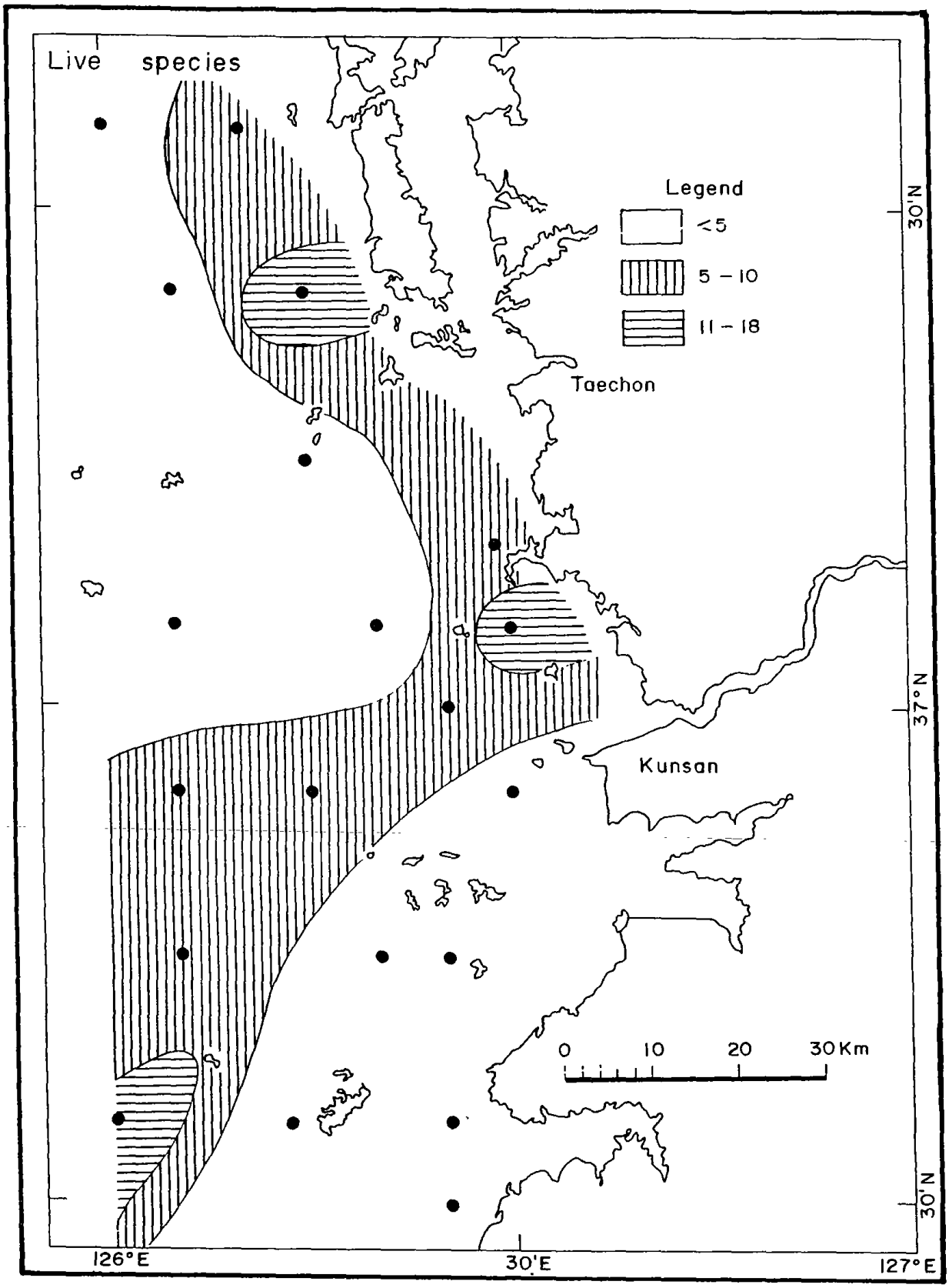


Fig. V-35b. Number of live foraminiferal species in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

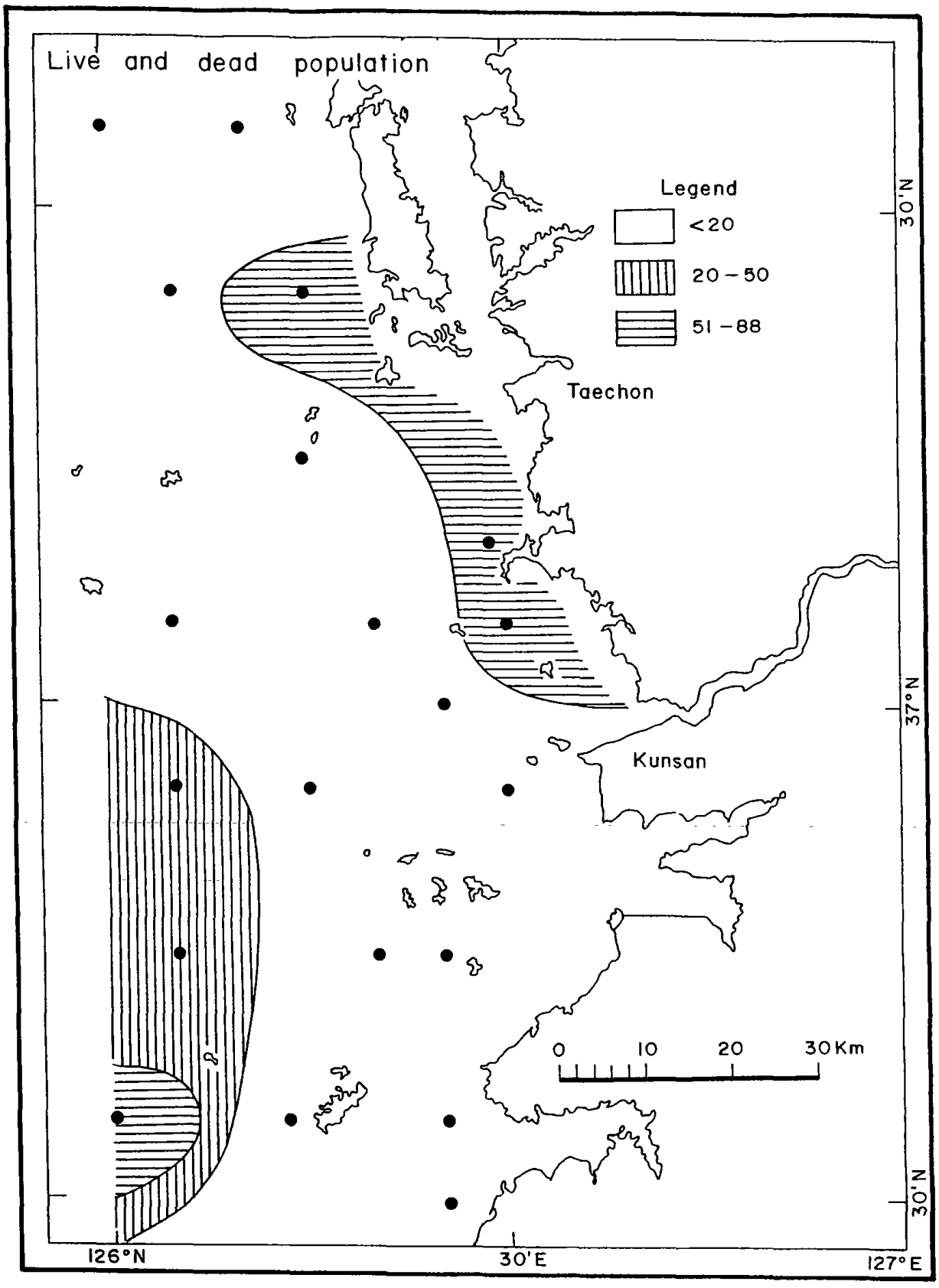


Fig. V-36. Live and dead foraminiferal population in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

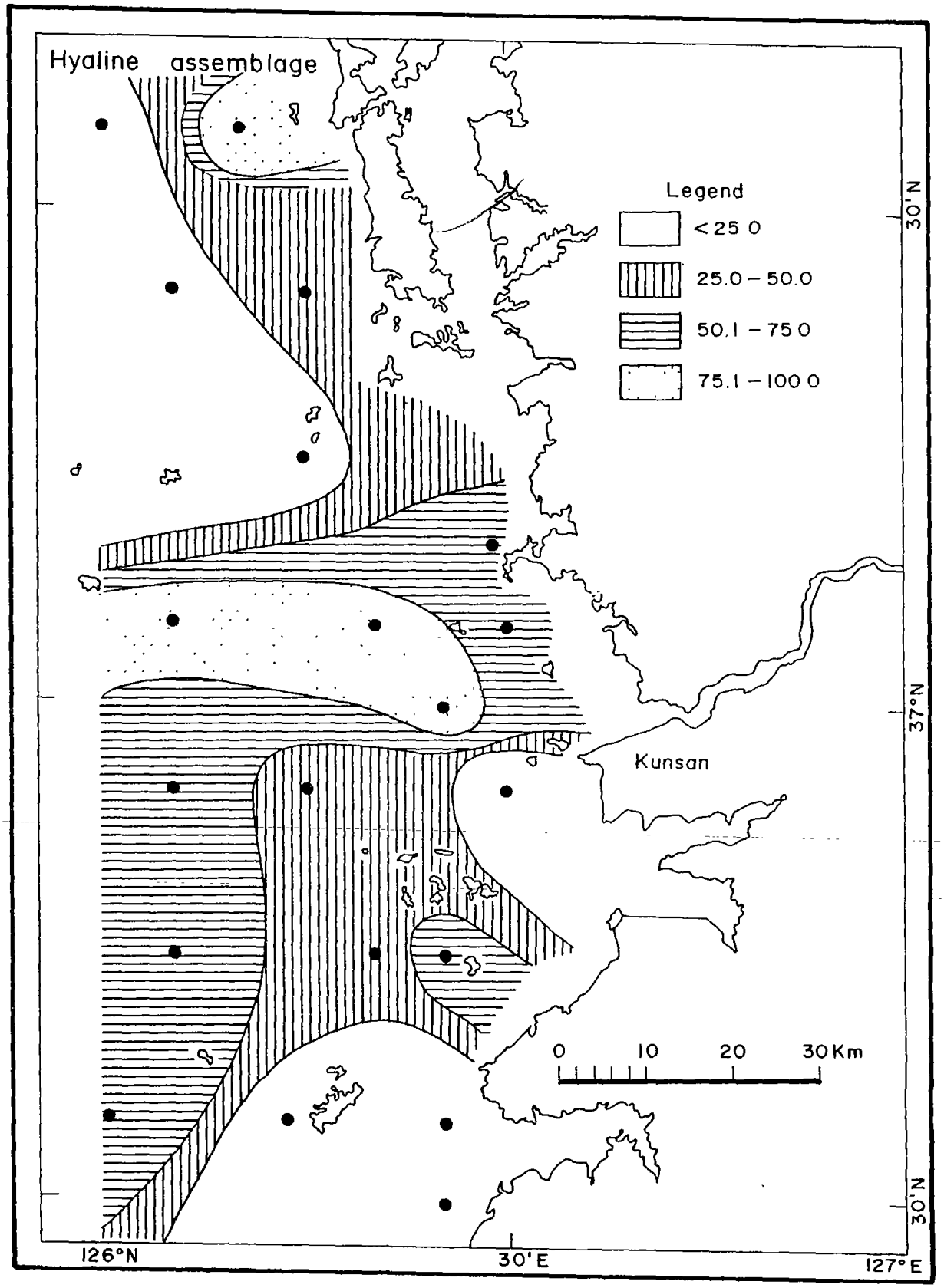


Fig. V-37a. Hyaline assemblage in the total population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

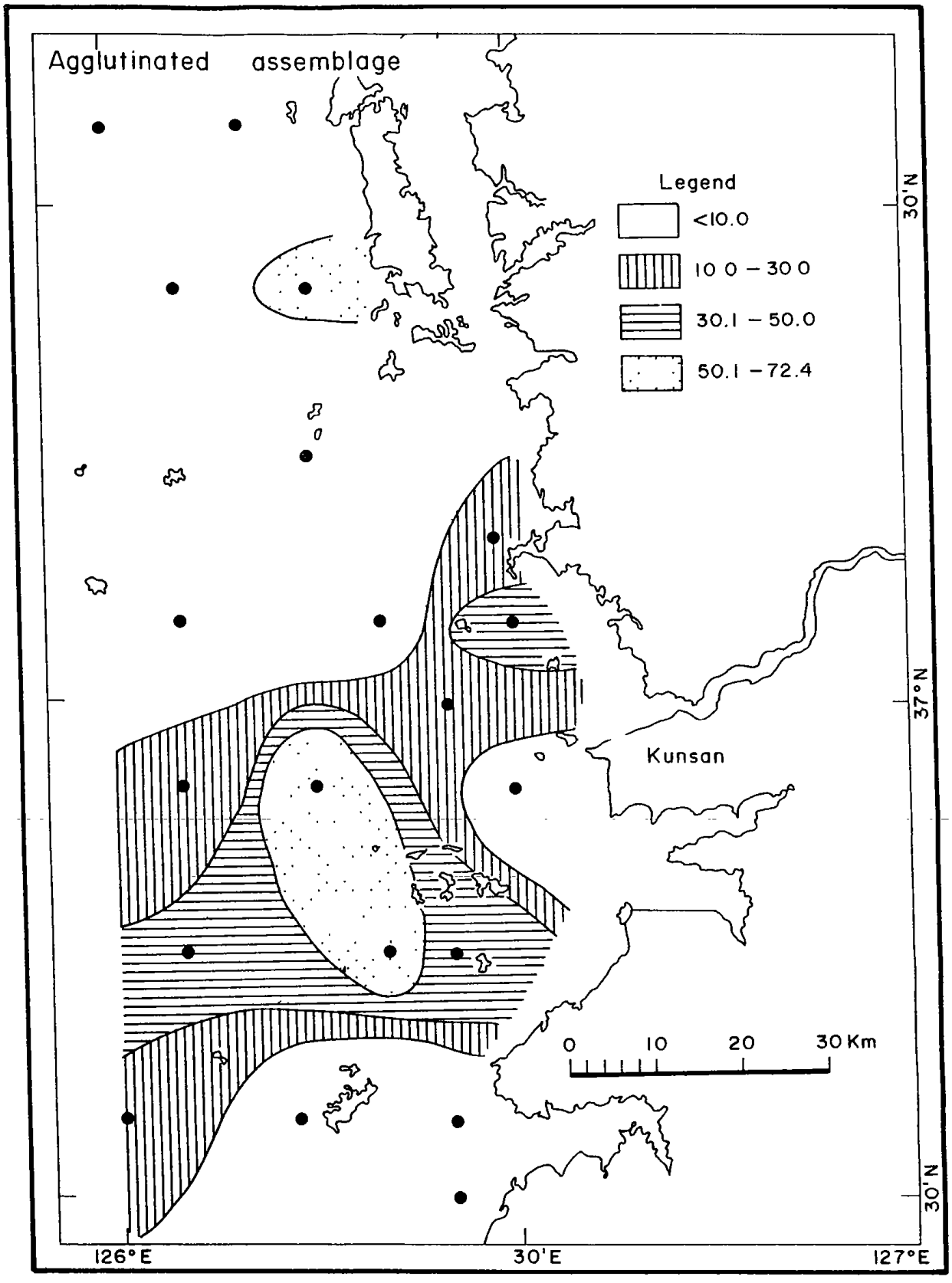


Fig. V-37b. Agglutinated assemblage in the total population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

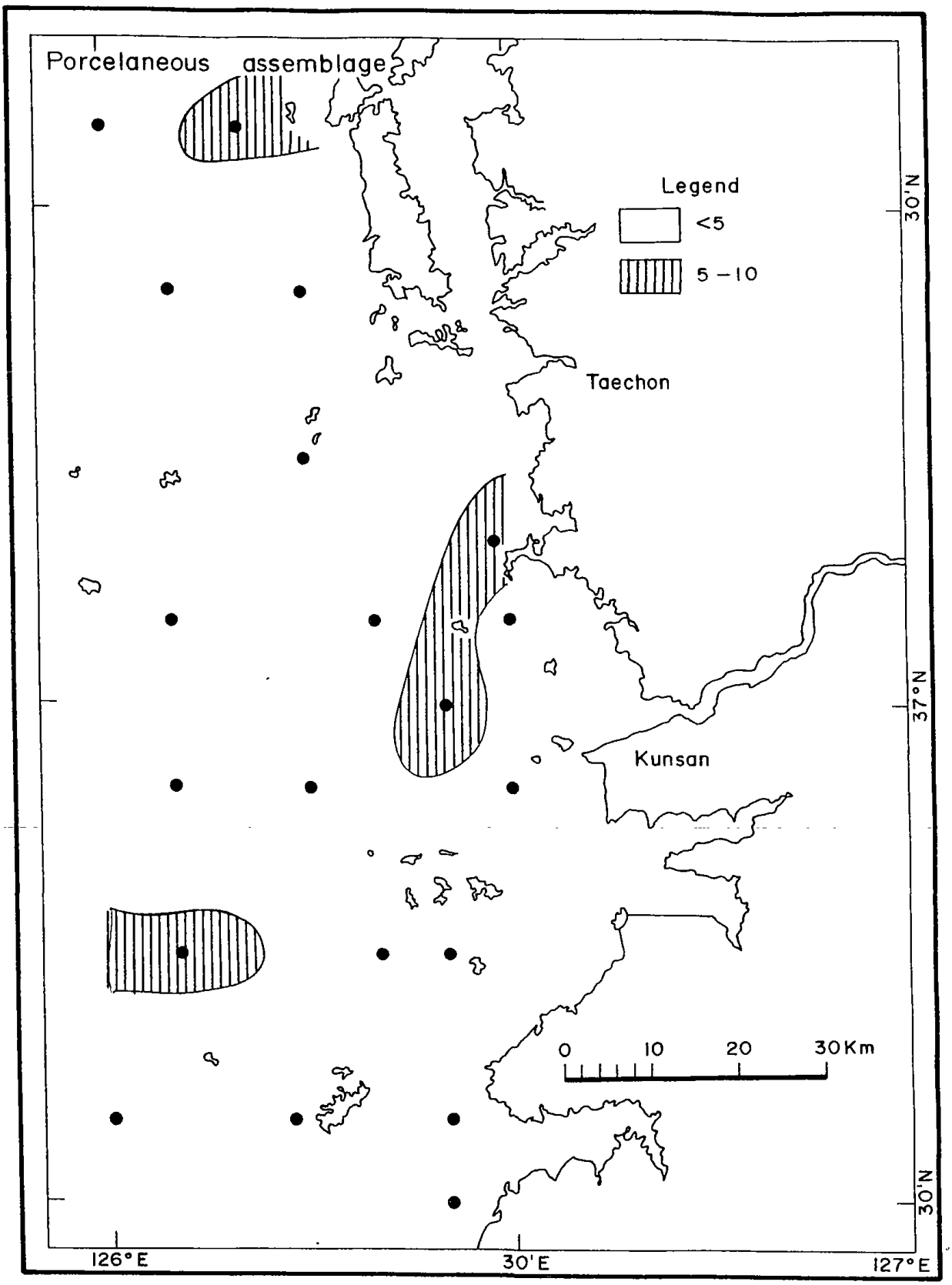


Fig. V-37c. Porcelaneous assemblage in the total population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

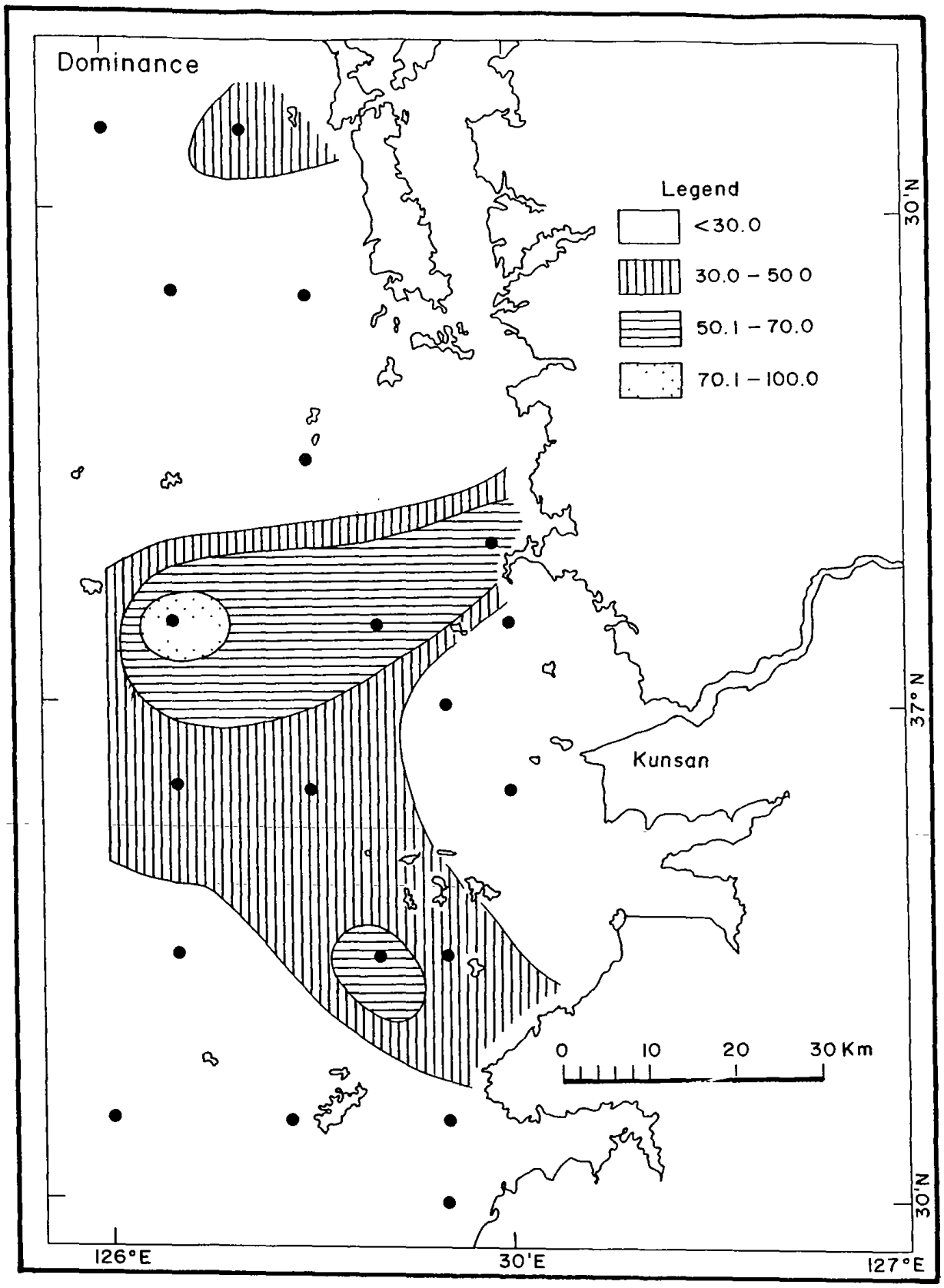


Fig. V-38. Dominance of the total population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

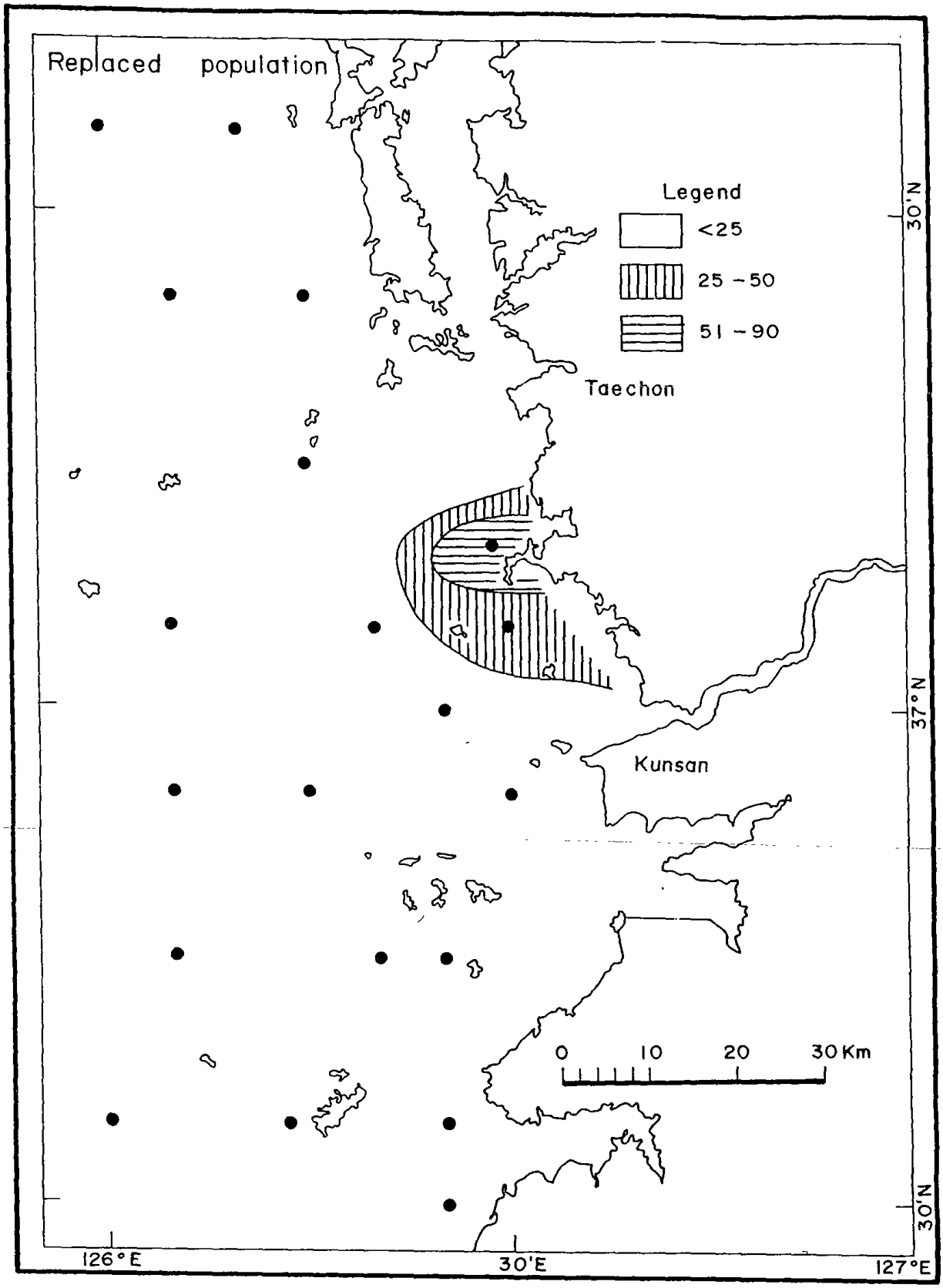


Fig. V-39. Replaced population of foraminifera in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

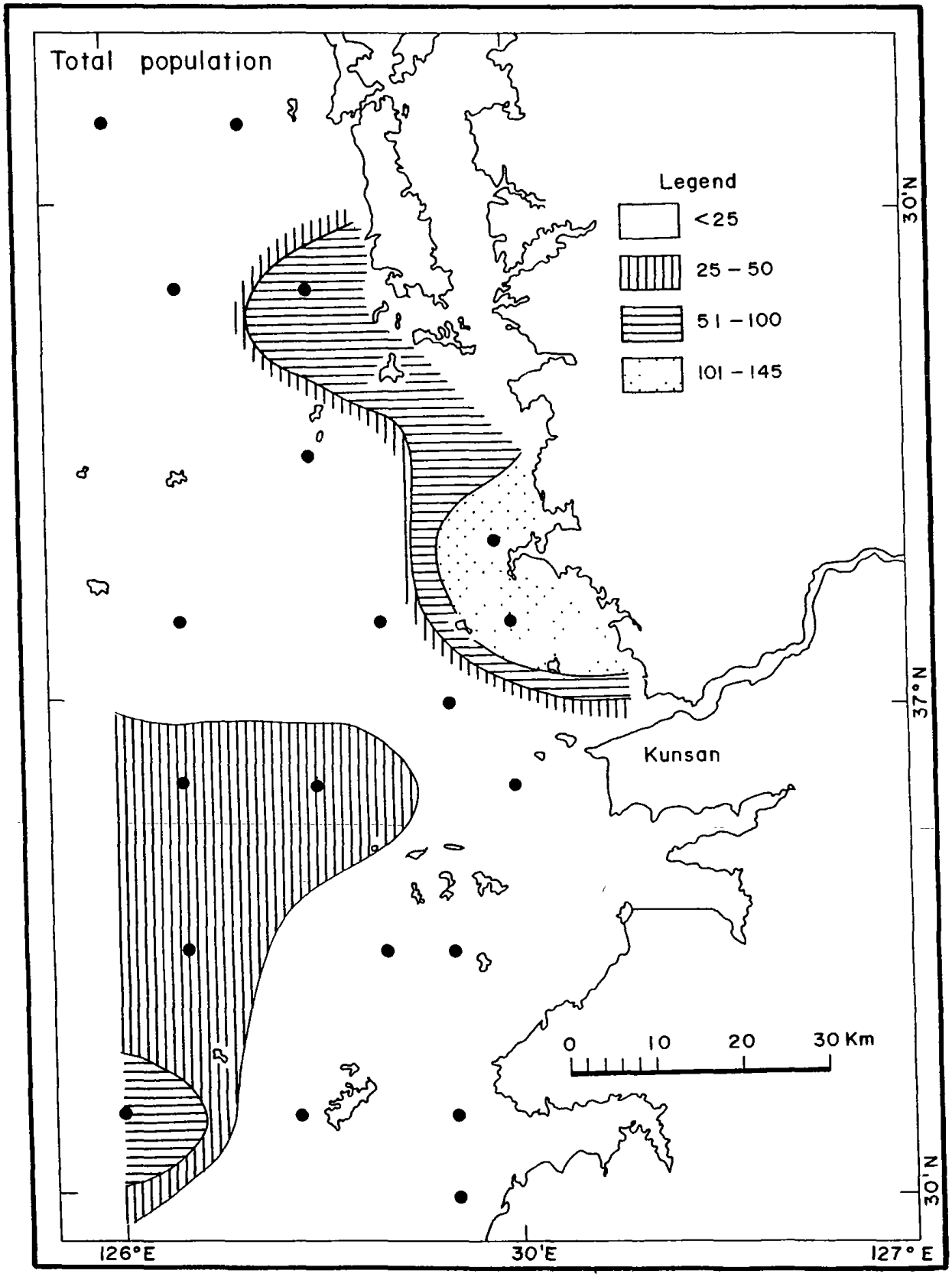


Fig. V-40a. Number of total (live + dead + replaced) foraminifera in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

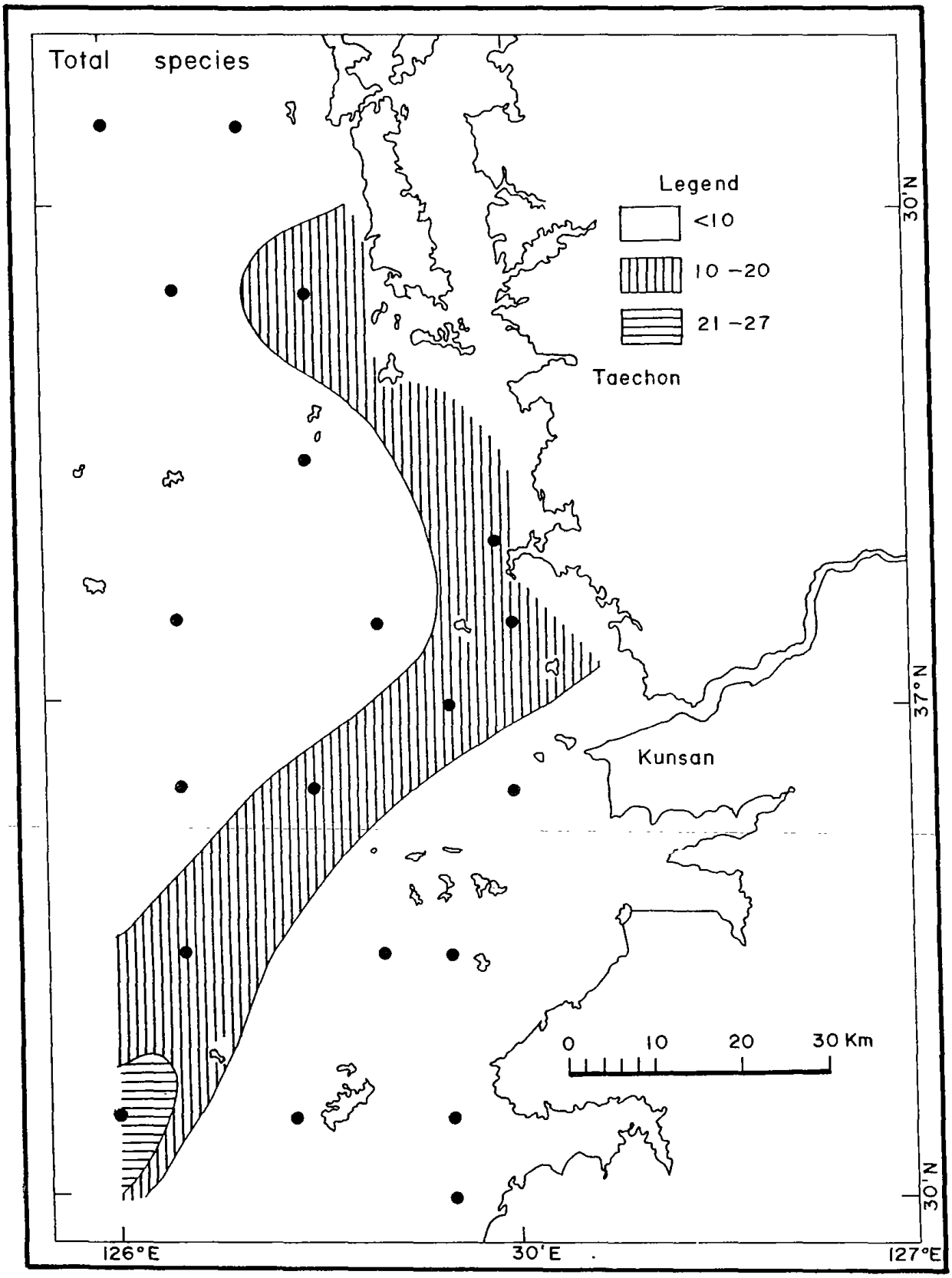


Fig. V-40b. Number of total species in the foraminiferal population in 10 $m\ell$ wet samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

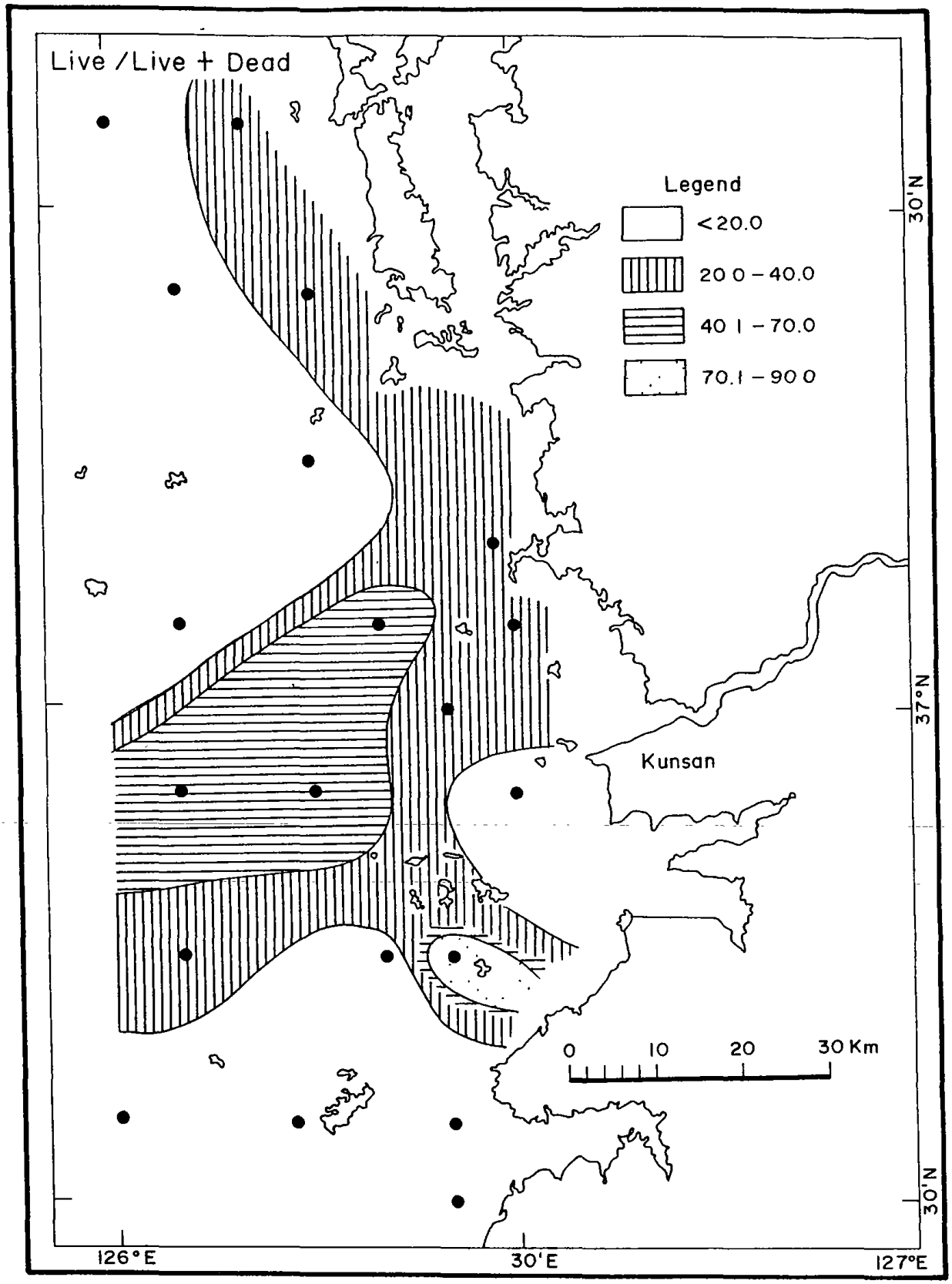


Fig. V-41a. Live to live and dead foraminiferal population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

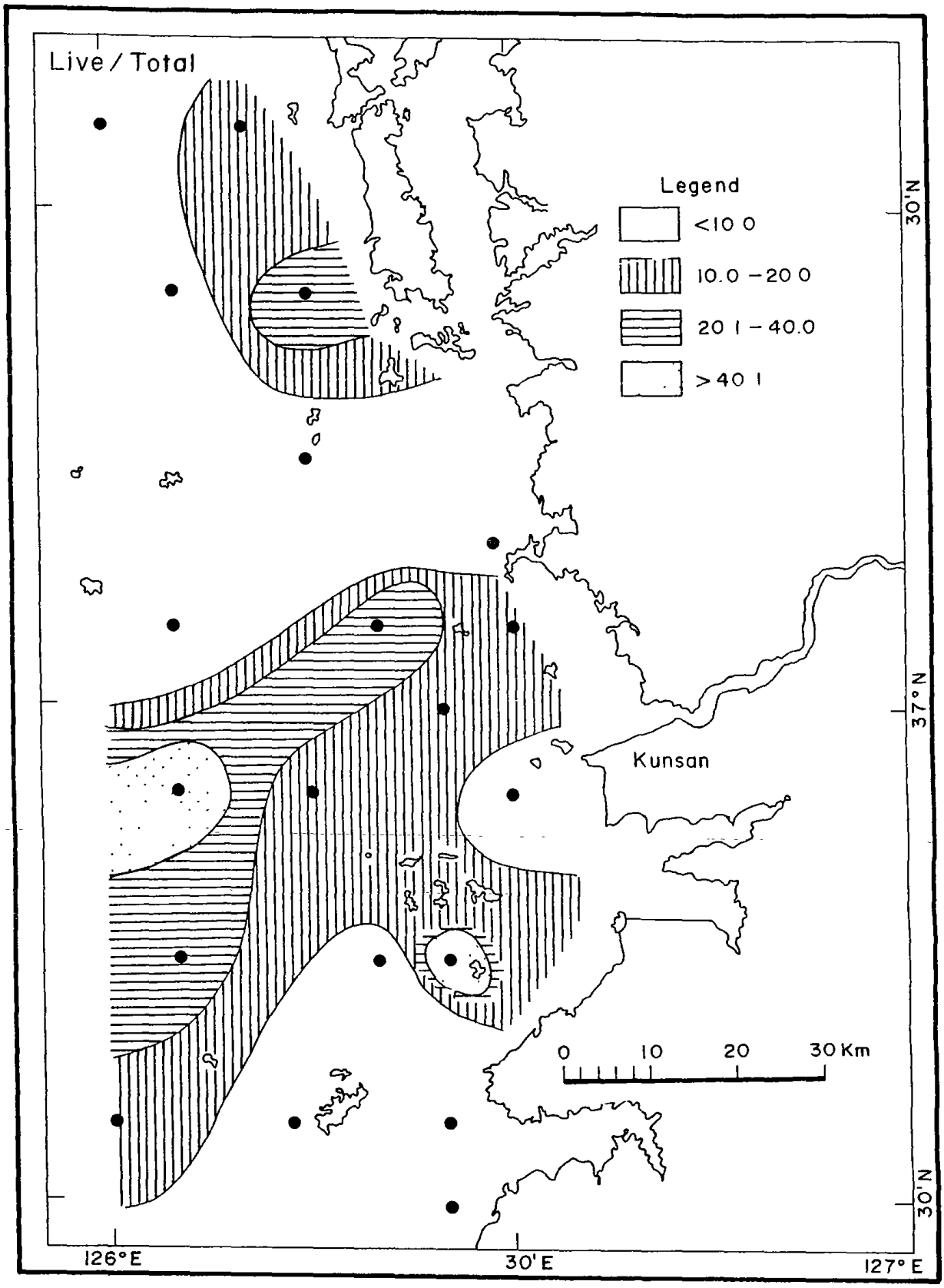


Fig. V-41b. Live to total foraminiferal population (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

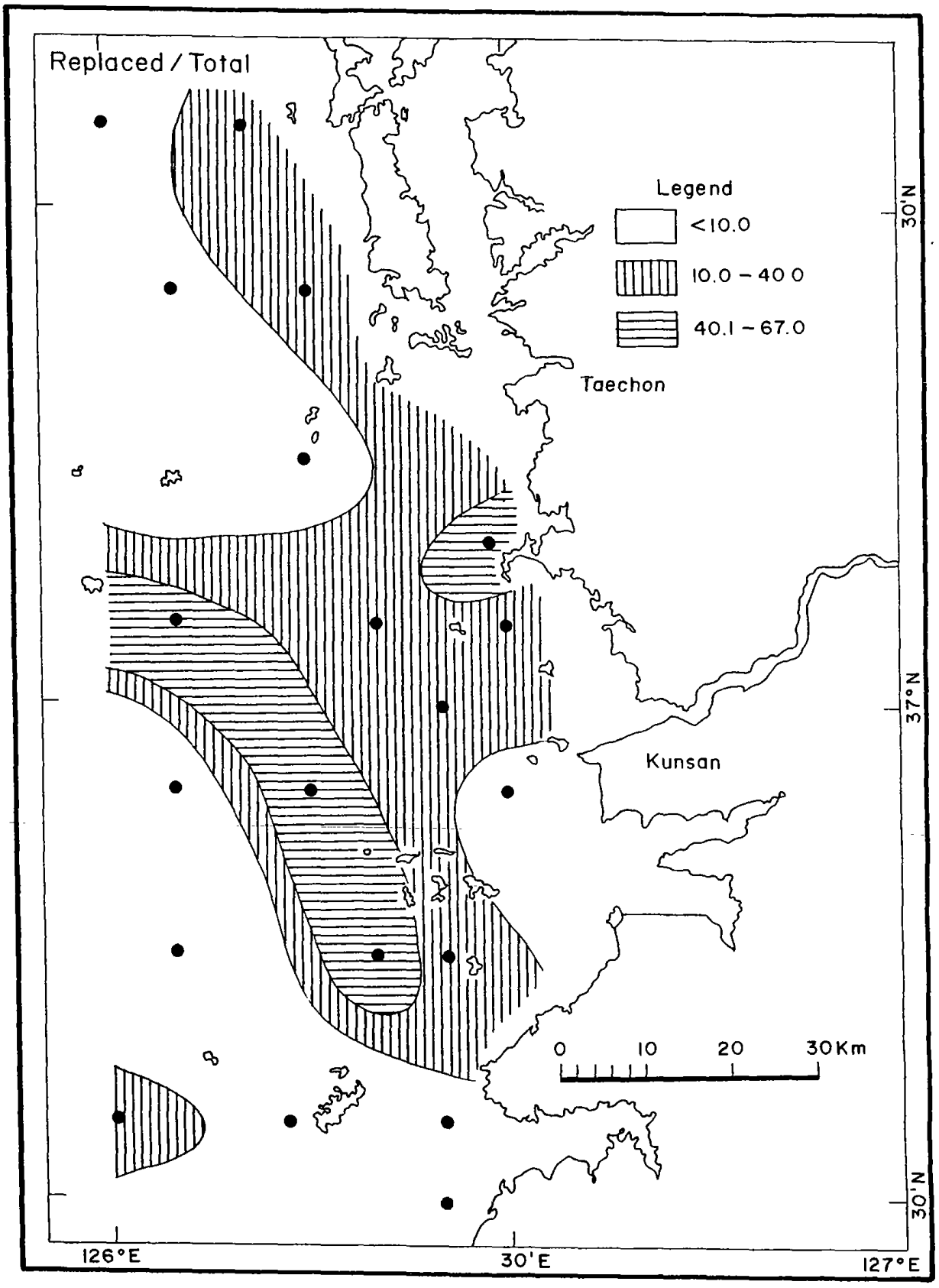


Fig. V-41c. Replaced to total planktonic foraminifera (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

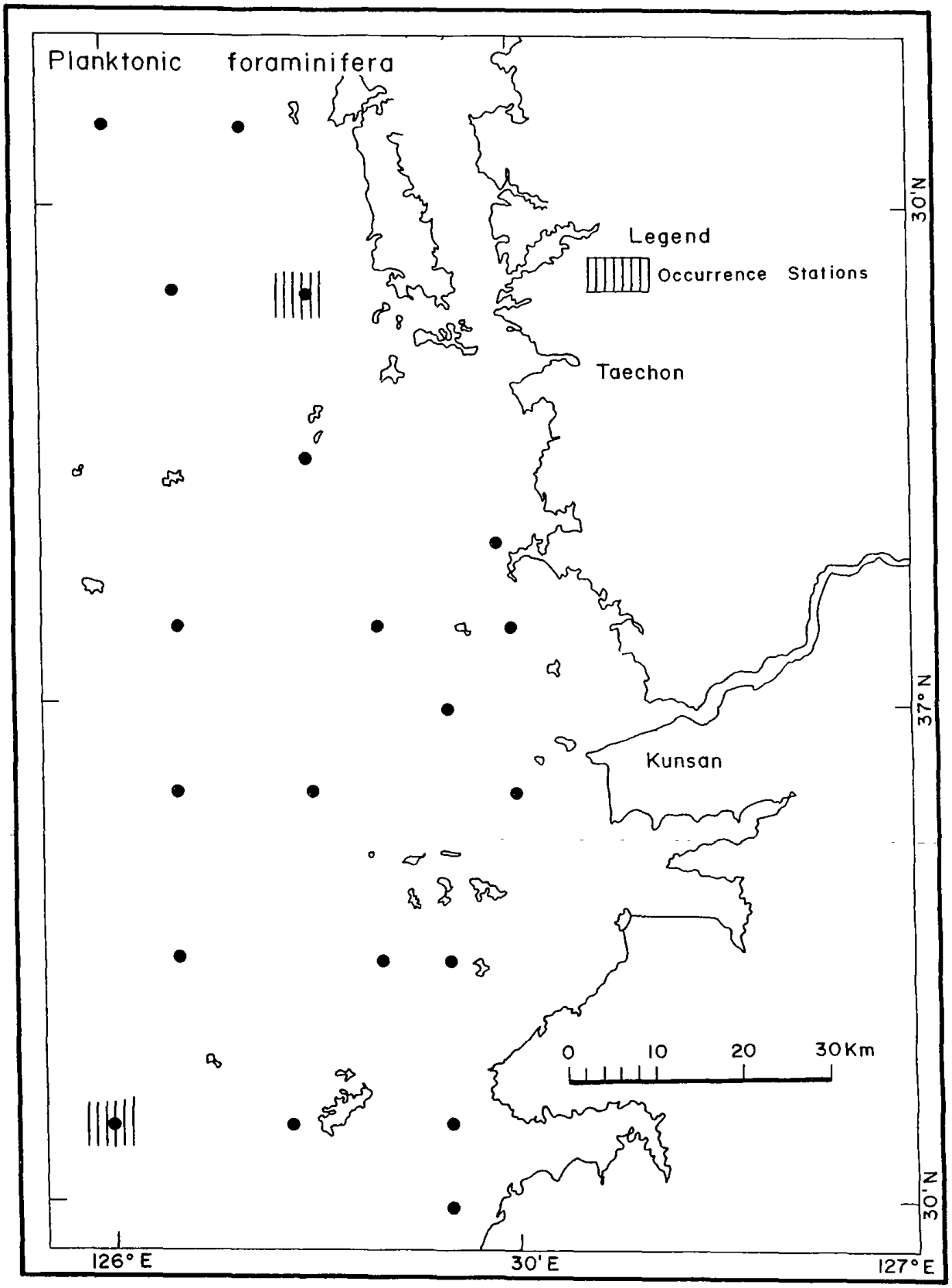


Fig. V-42. Occurrence of the planktonic foraminifera.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

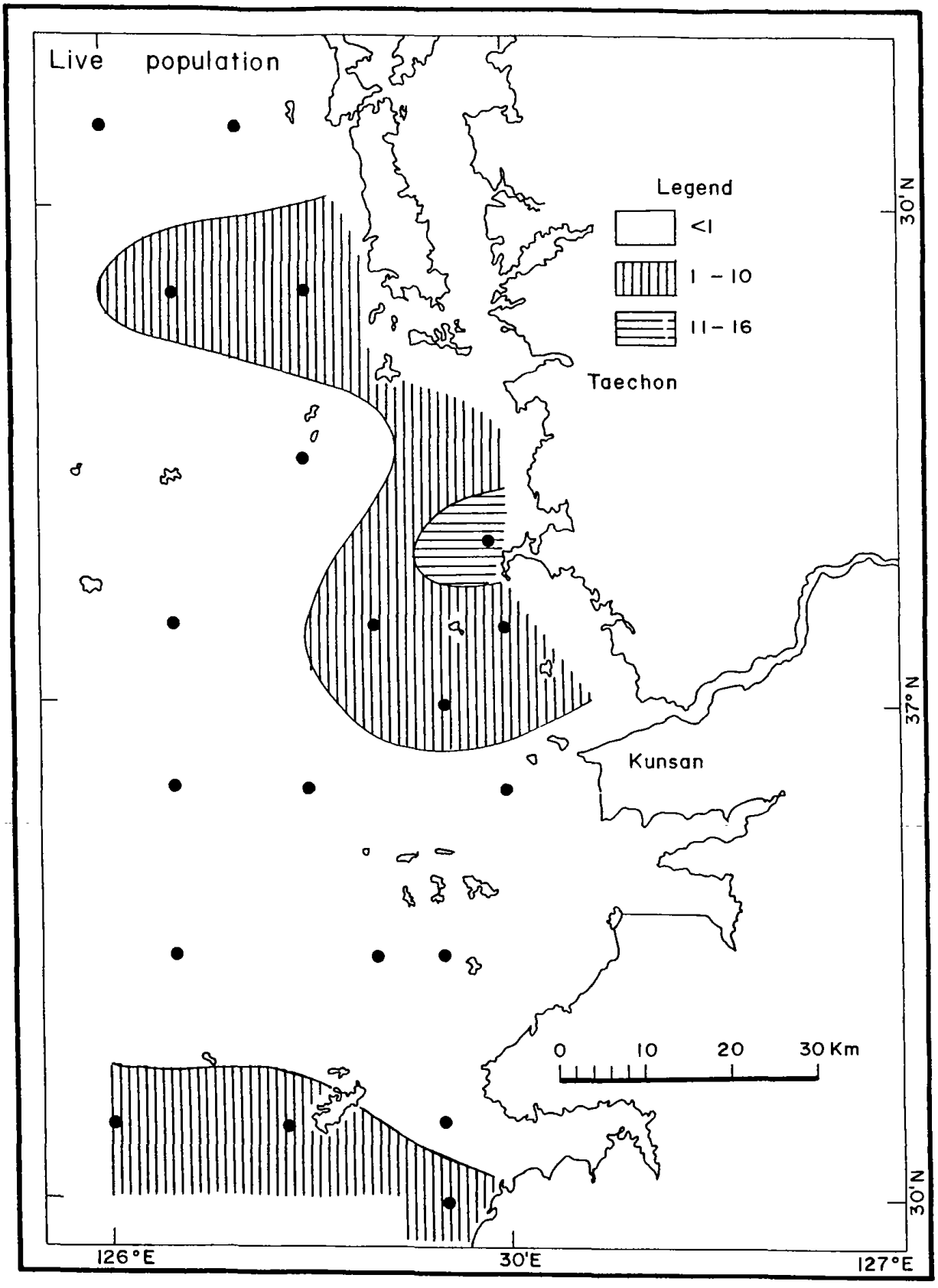


Fig. V-43a. Live population of ostracoda in 10 $m\ell$ wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

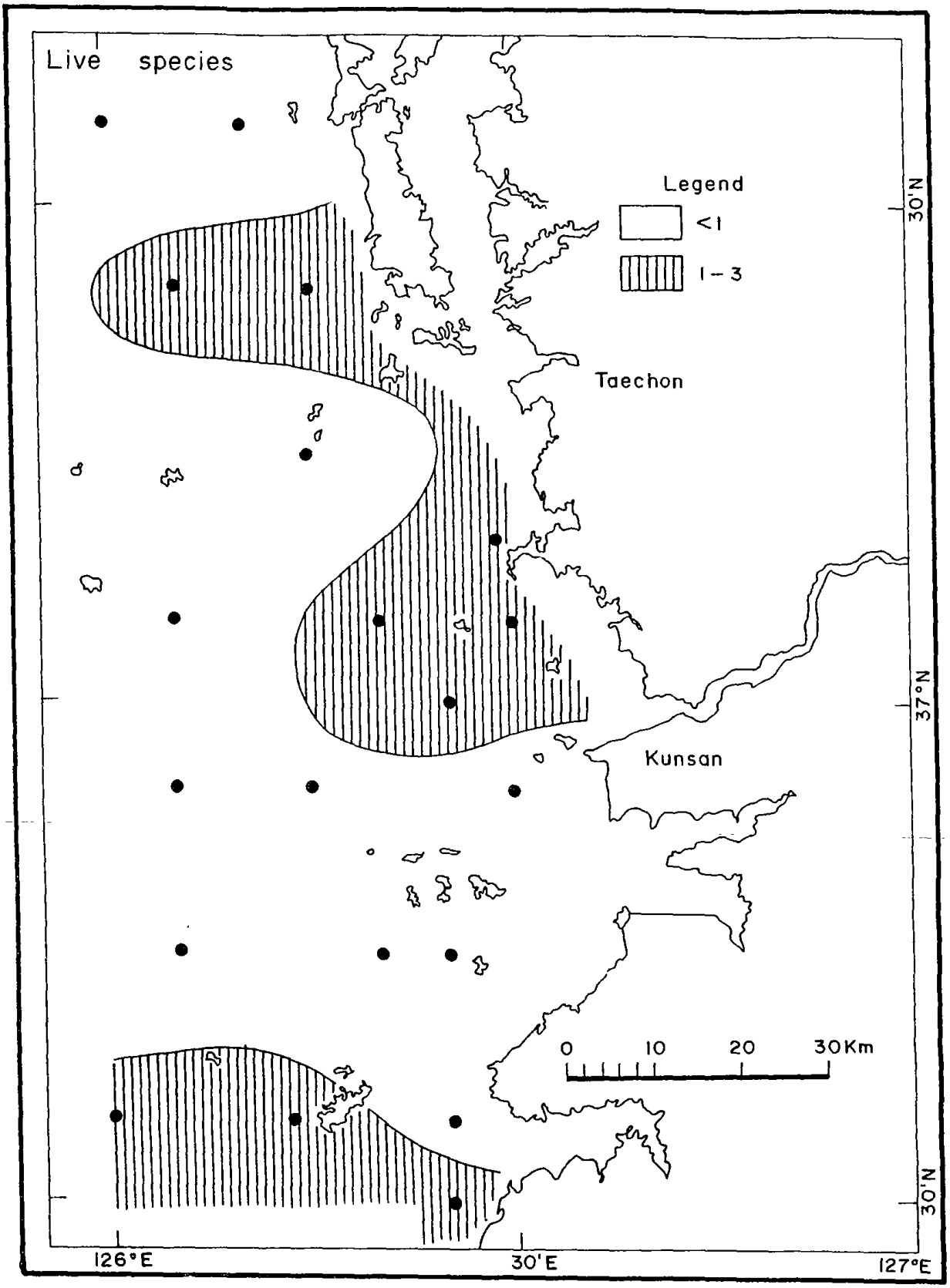


Fig. V-43b. Number of live species of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

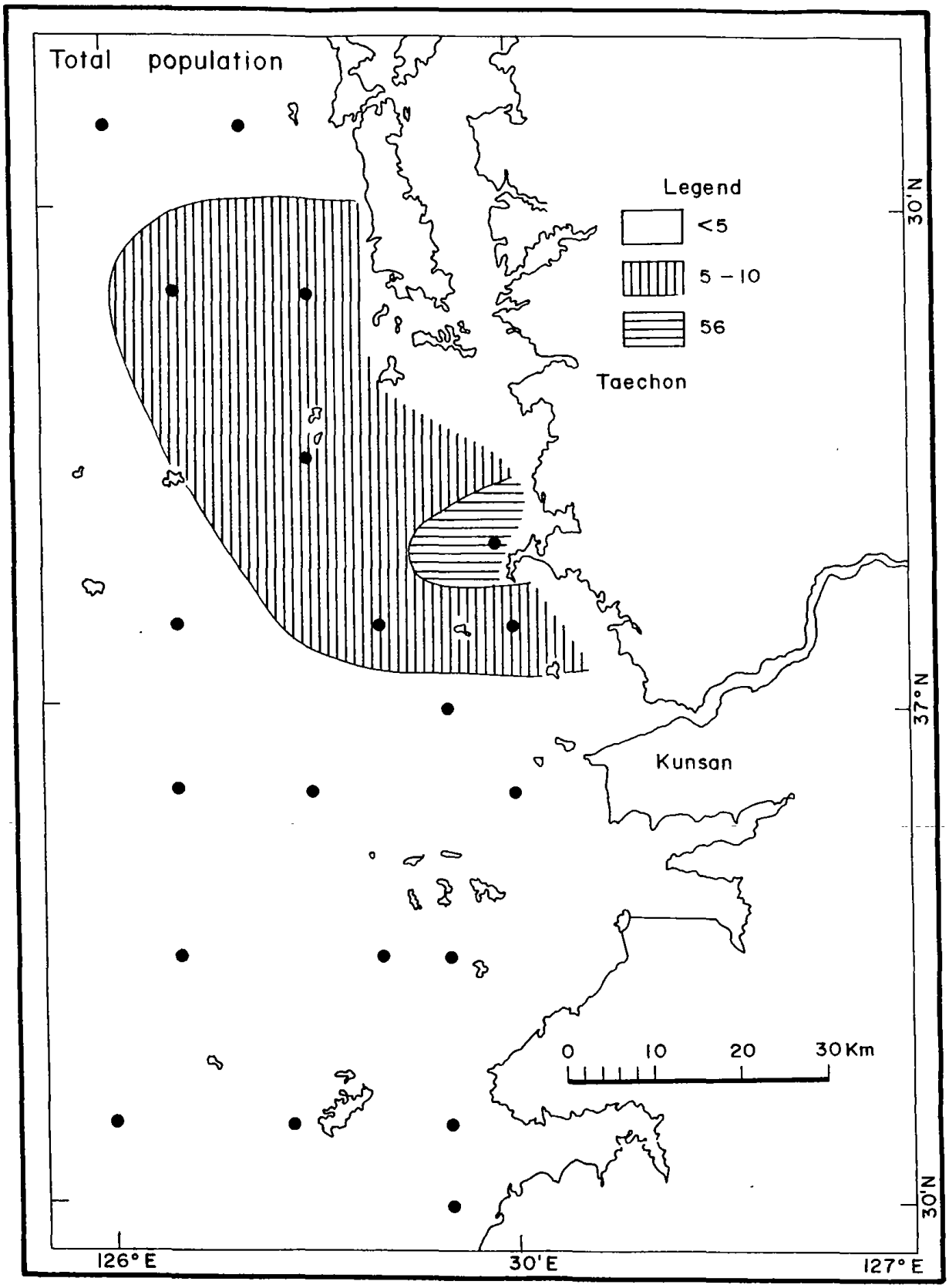


Fig. V-44a. Total population of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

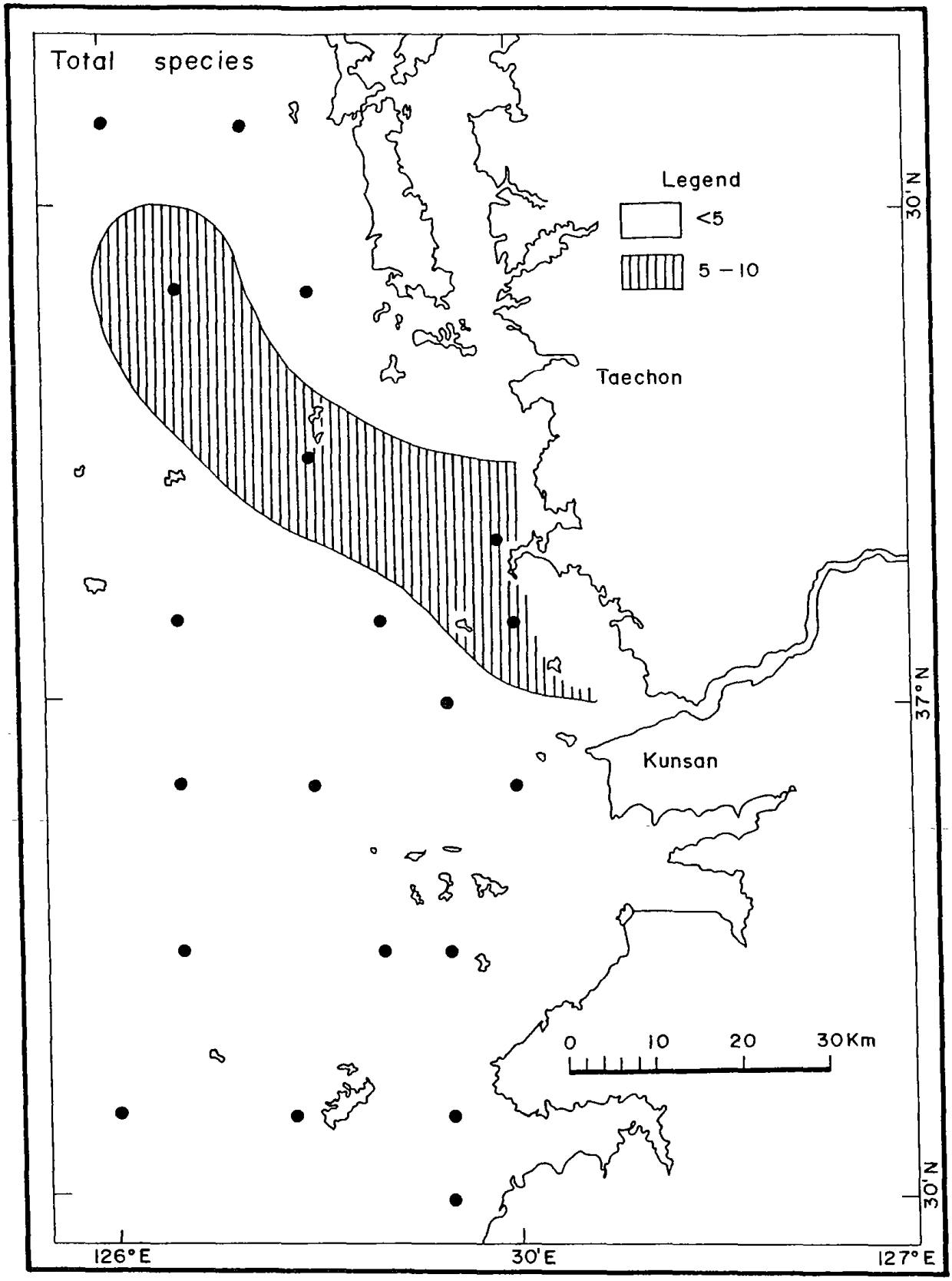


Fig. V-44b. Total number of species of ostracoda in 10 *mℓ* wet sediment samples.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

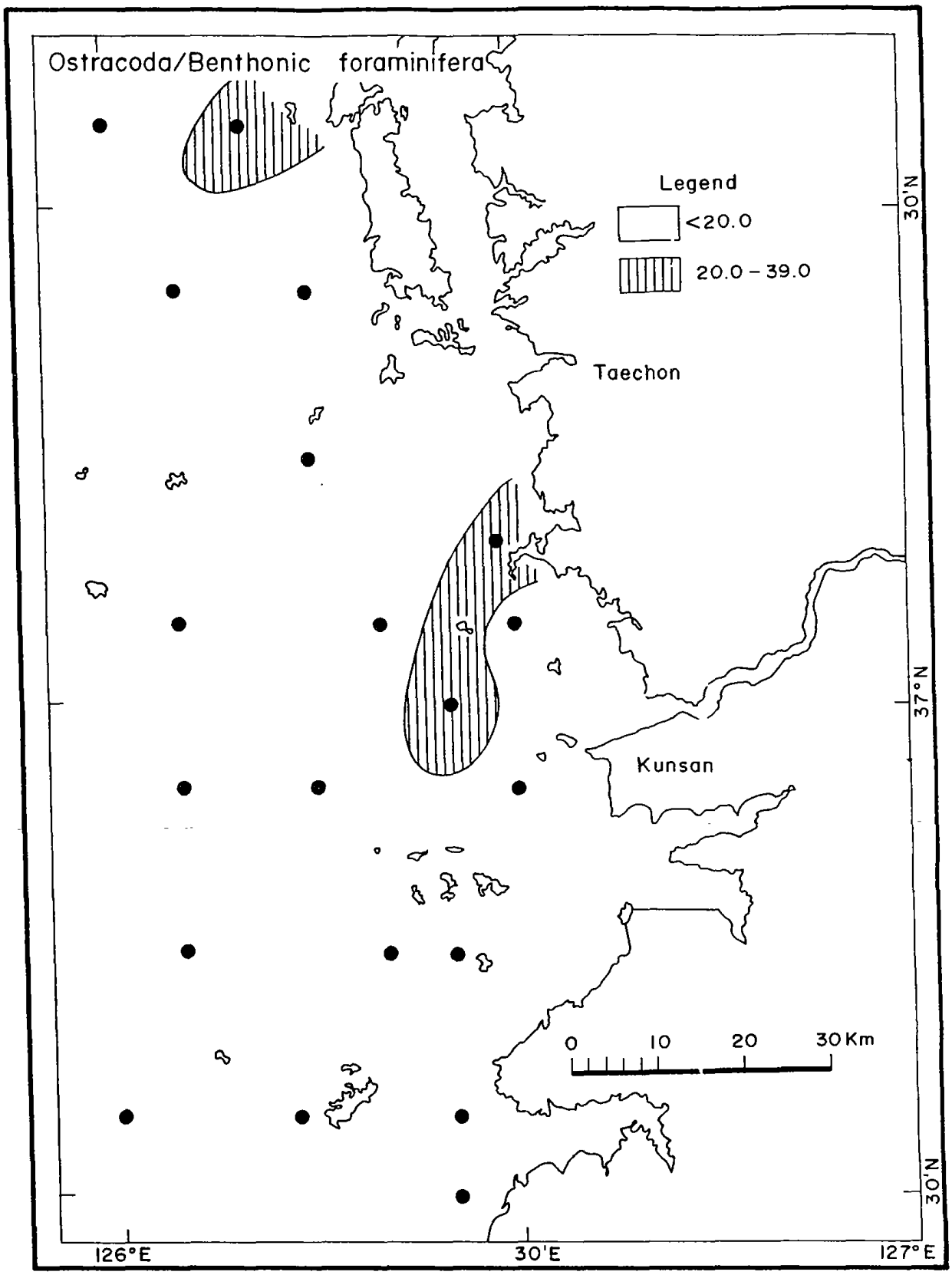


Fig. V-45. Ostracoda to total benthonic foraminifera (%).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

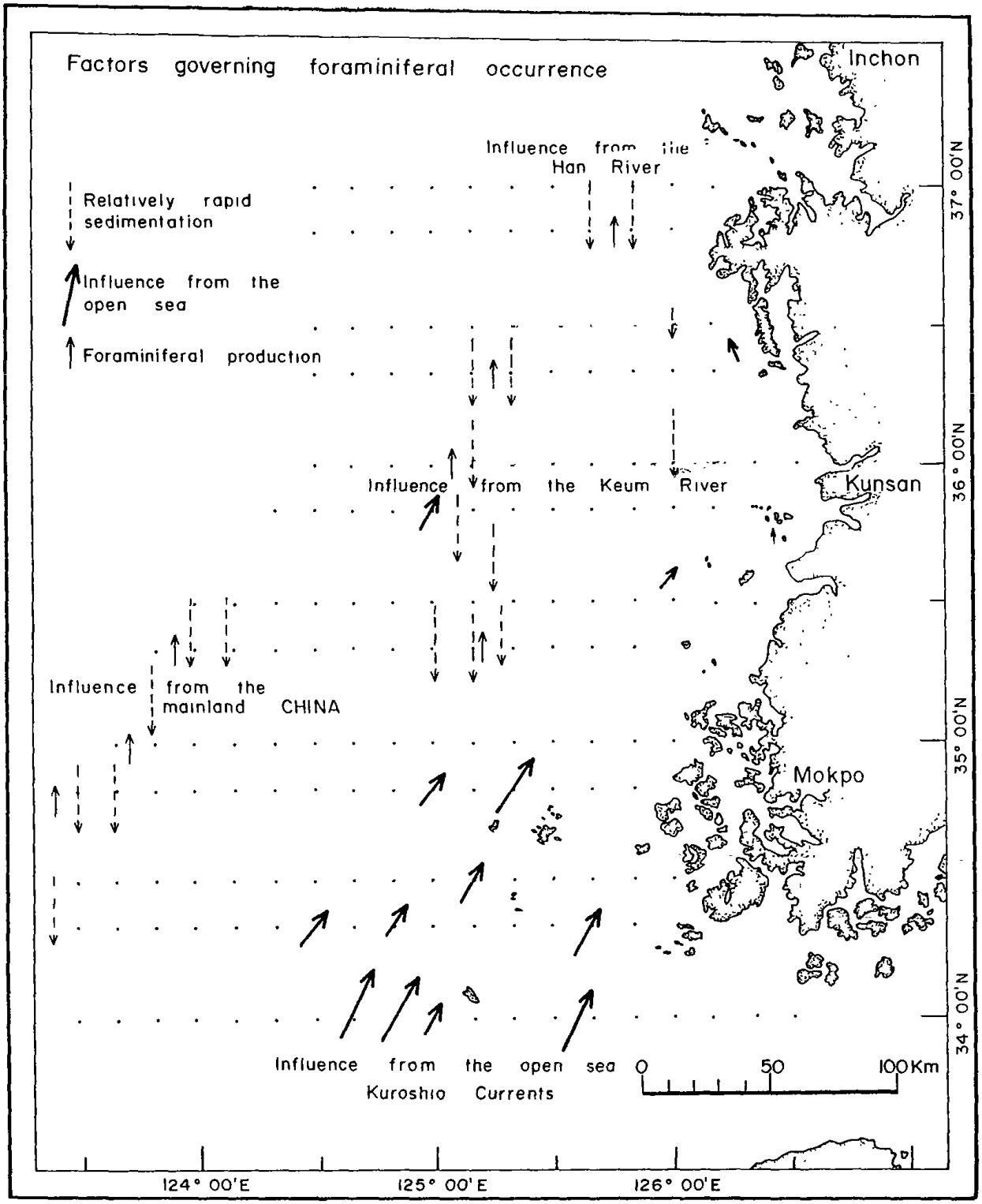


Fig. V-46. Schematic representation of the factors governing the foraminiferal occurrence in the study area.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

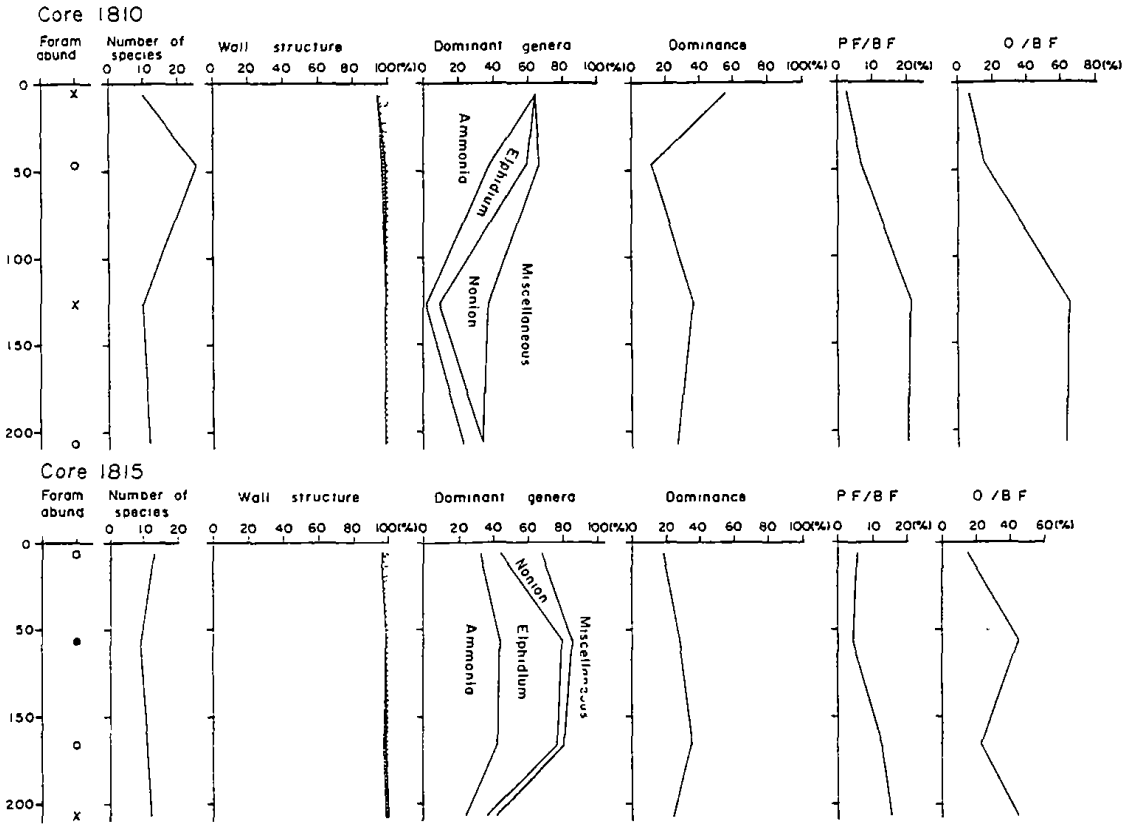


Fig. V-47a. Vertical variation of the micropaleontological observations of the cores.

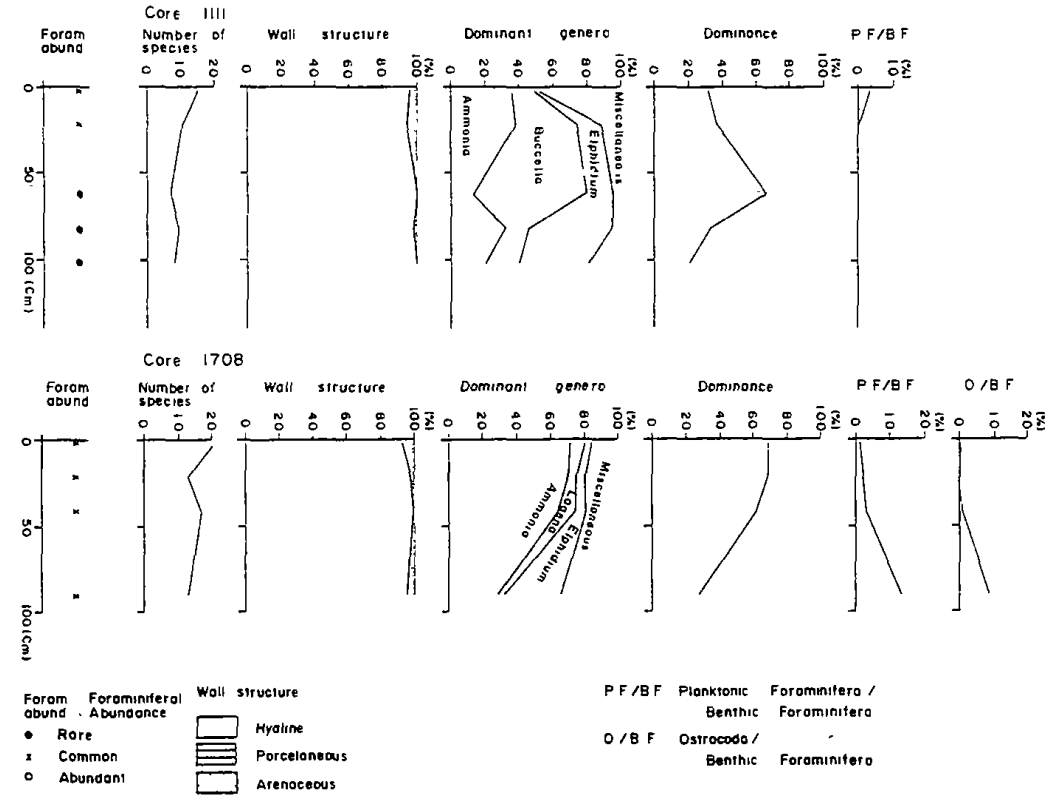


Fig. V-47b. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

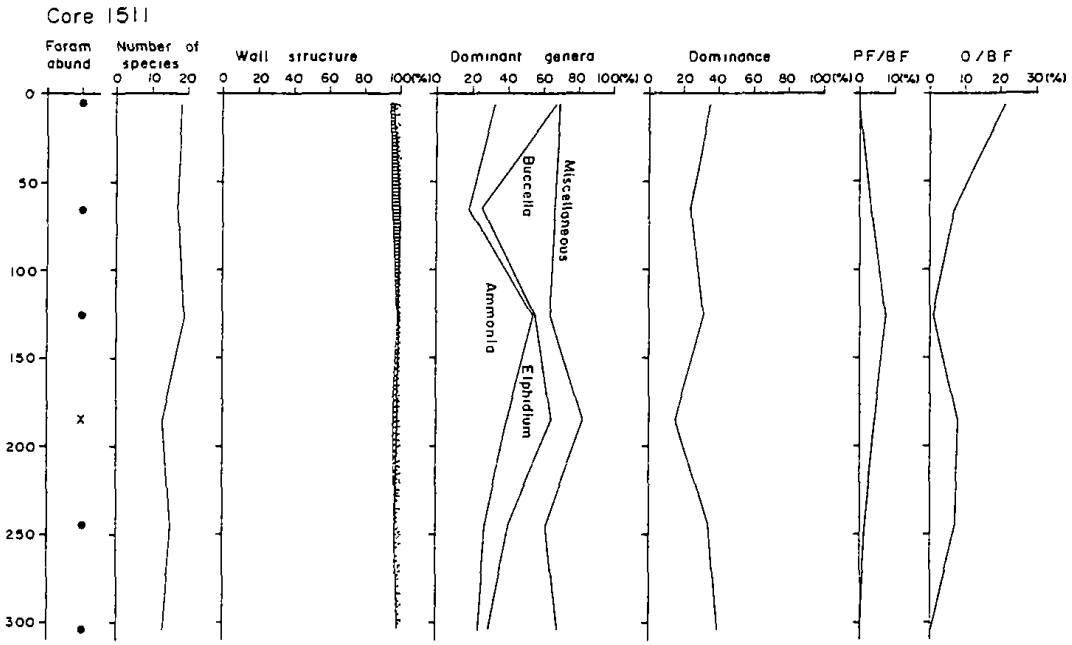


Fig. V-47c. (Cont'd).

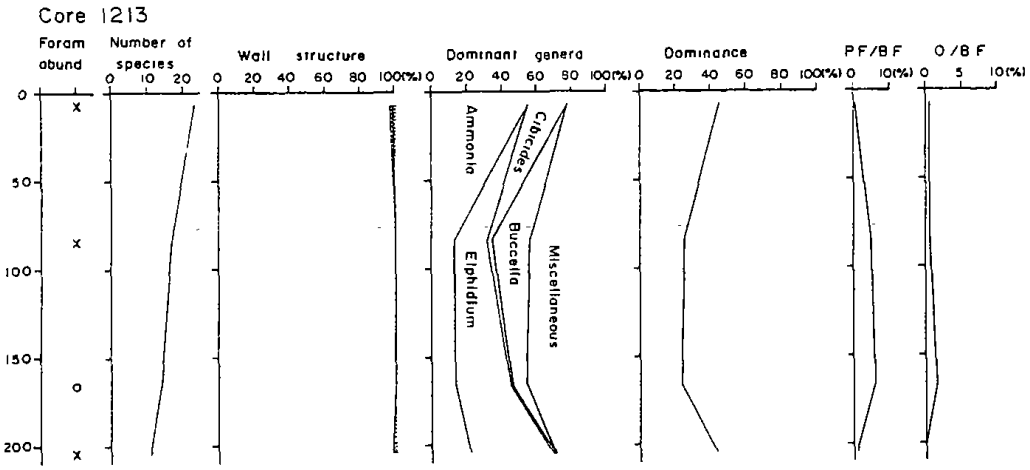


Fig. V-47d. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

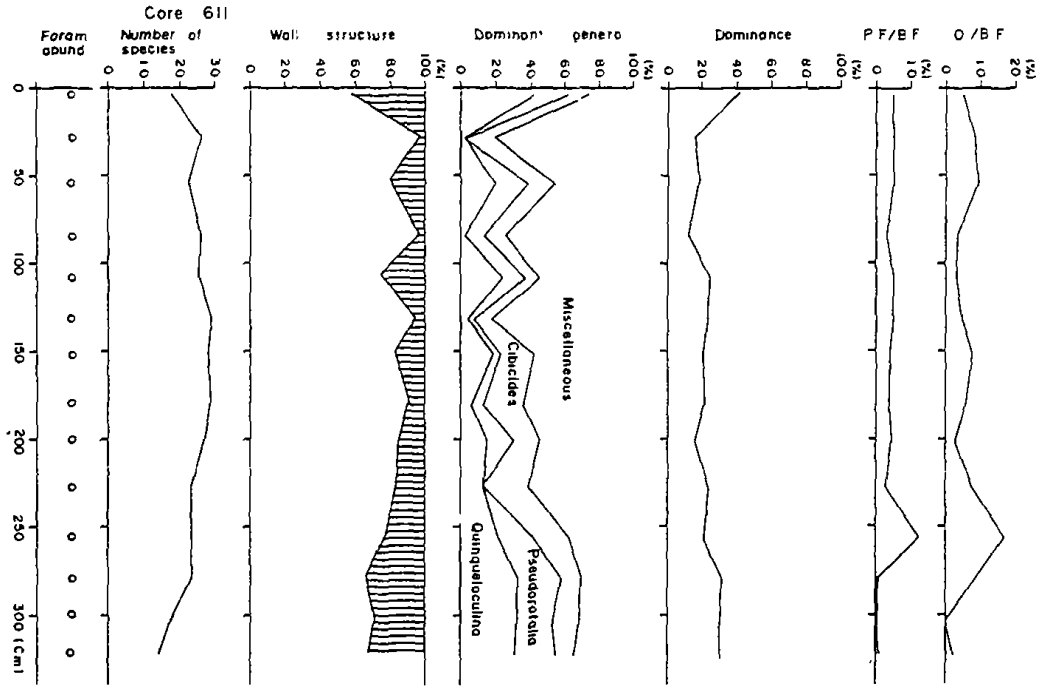


Fig. V-47e. (Cont'd).

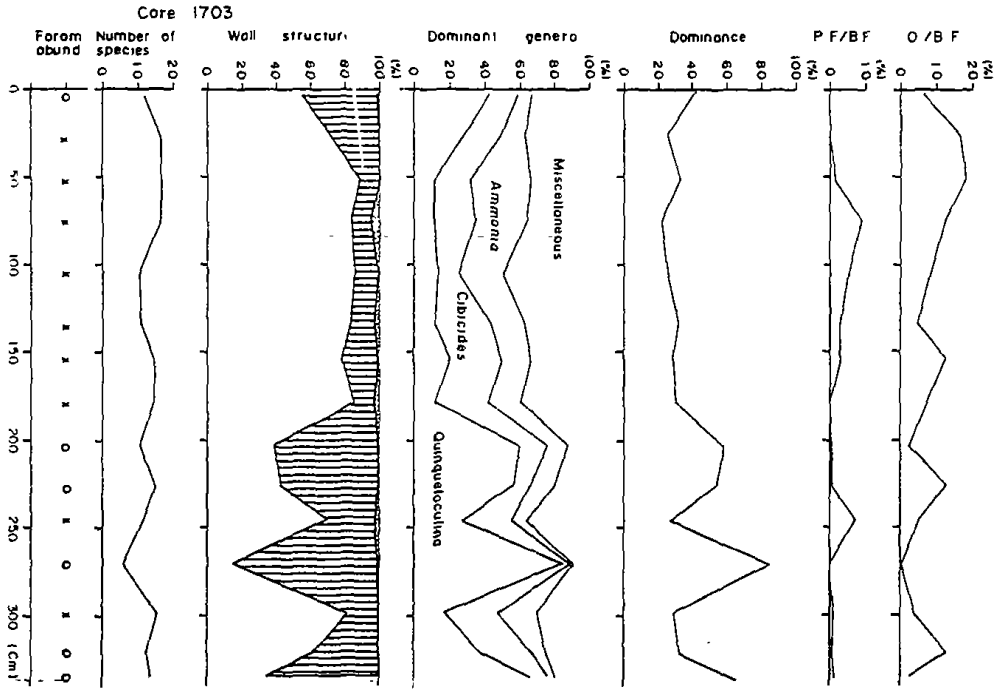


Fig. V-47f. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

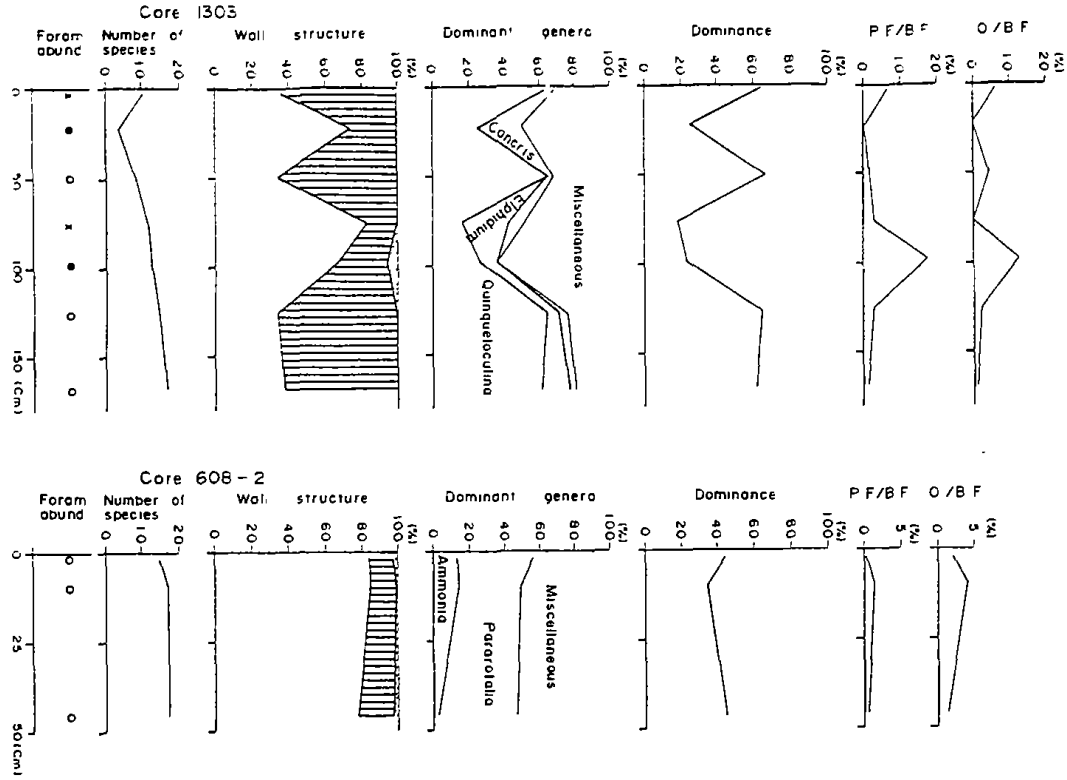


Fig. V-47i. (Cont'd).

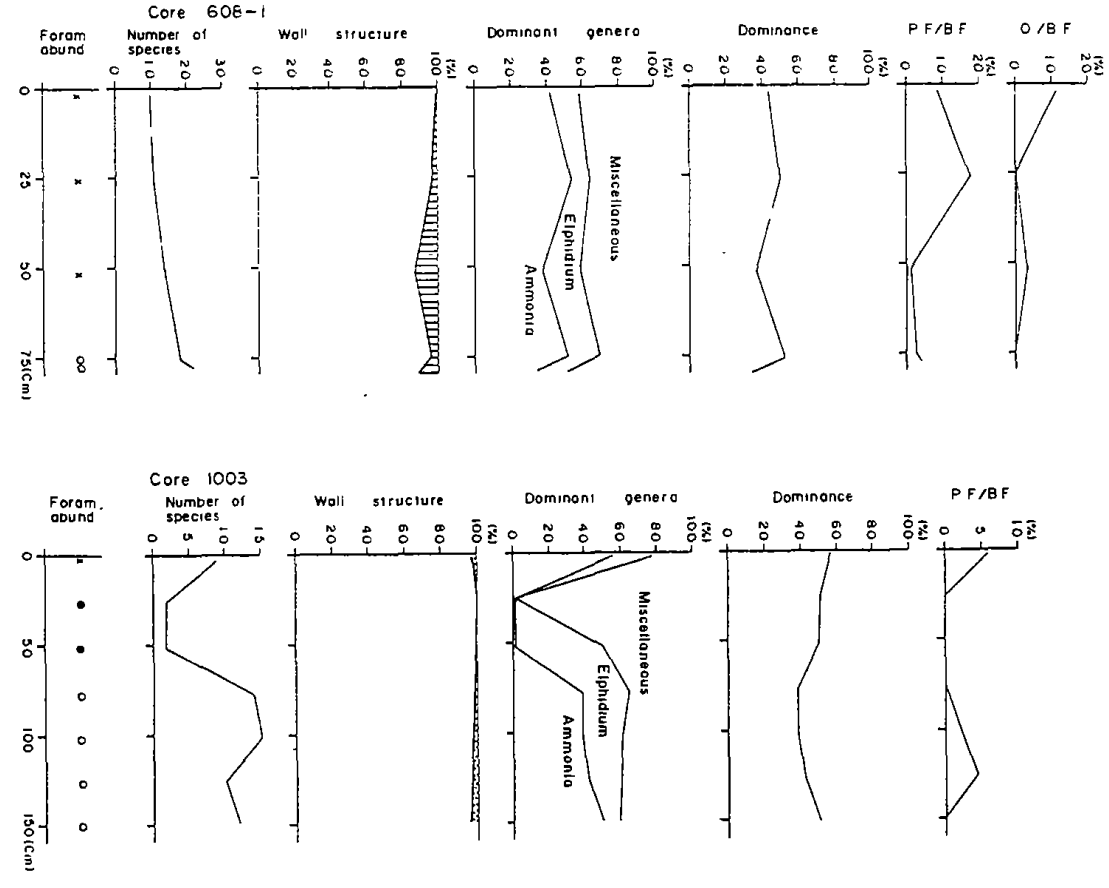


Fig. V-47j. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

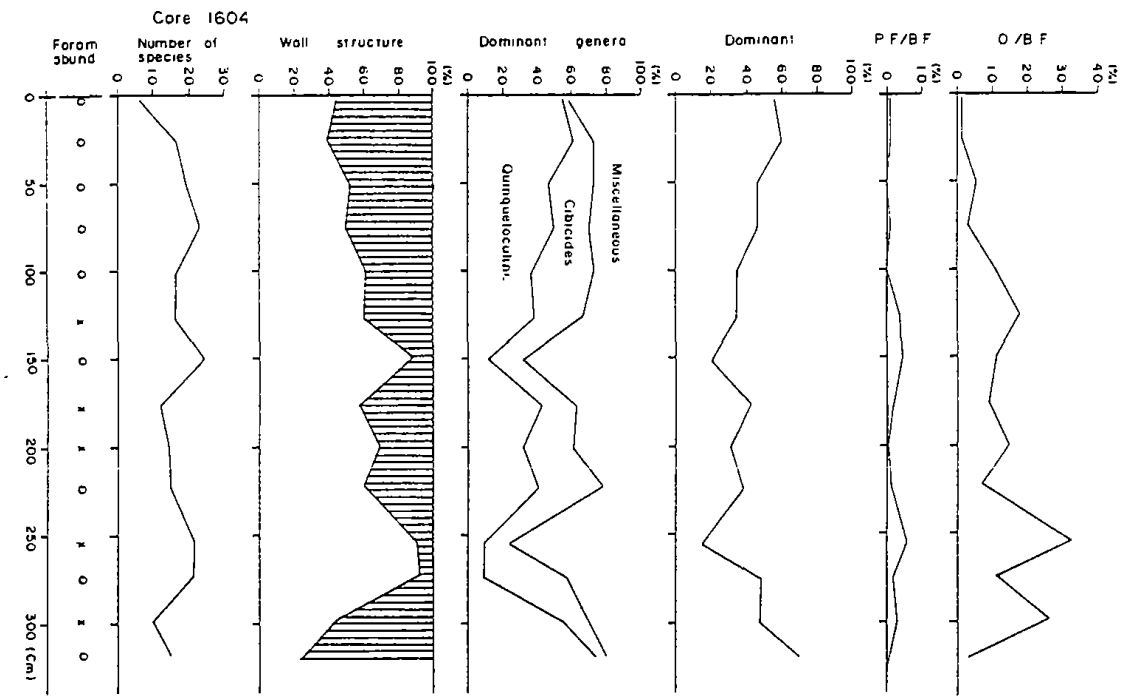


Fig. V-47g. (Cont'd).

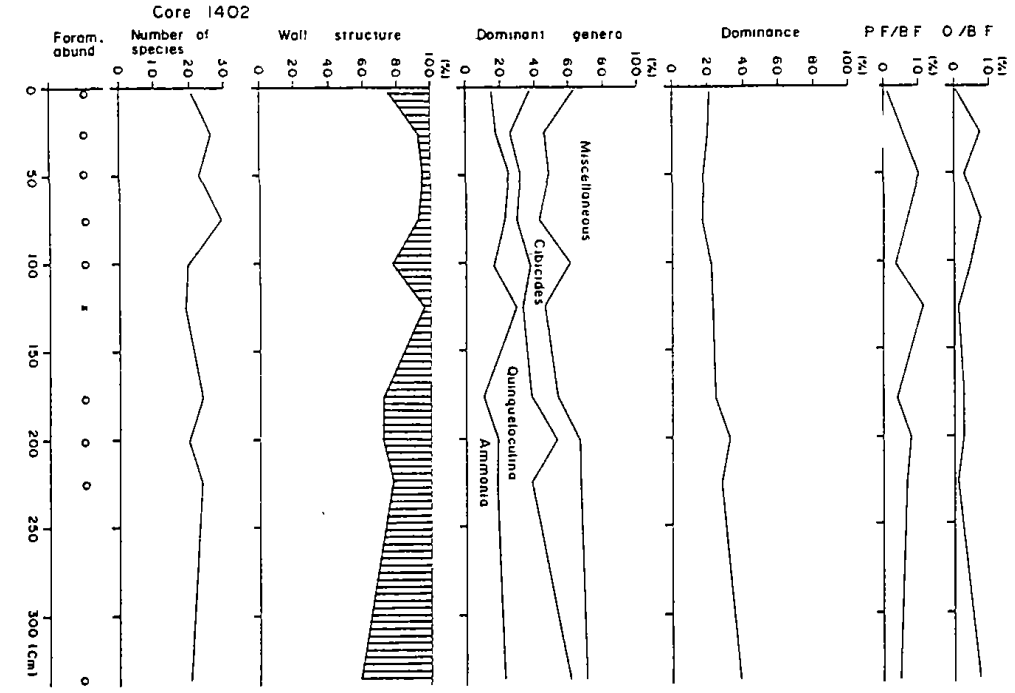


Fig. V-47h. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

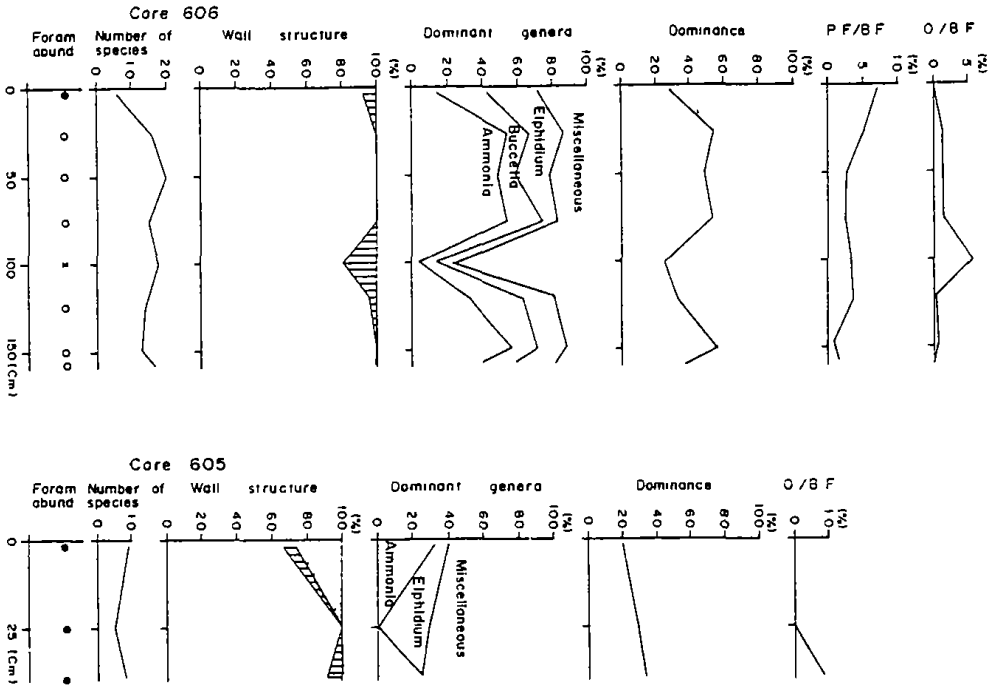


Fig. V-47k. (Cont'd).

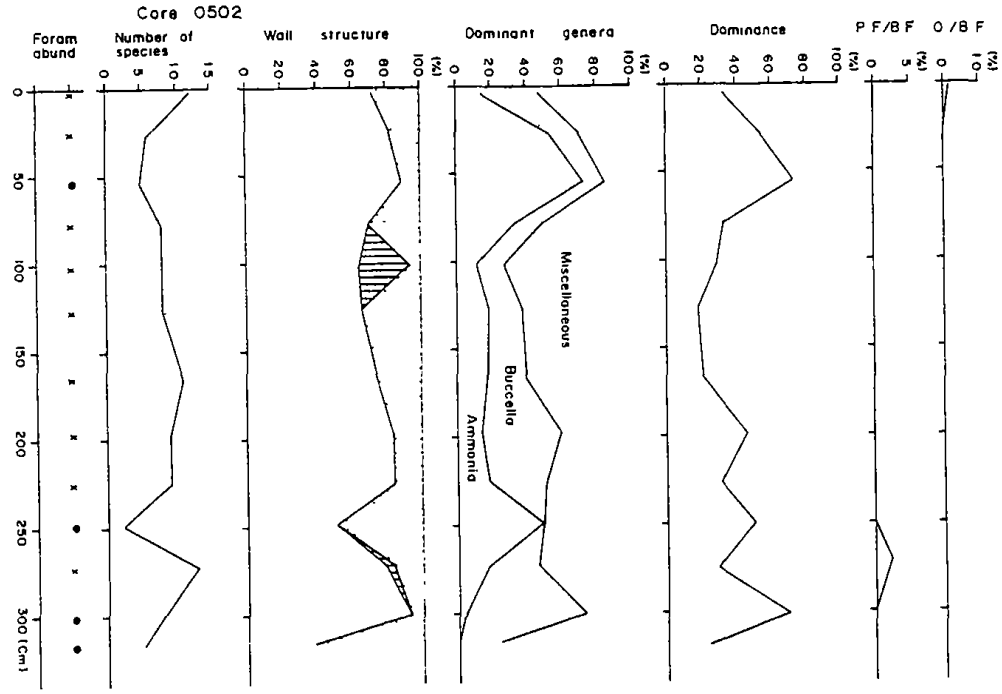


Fig. V-47l. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

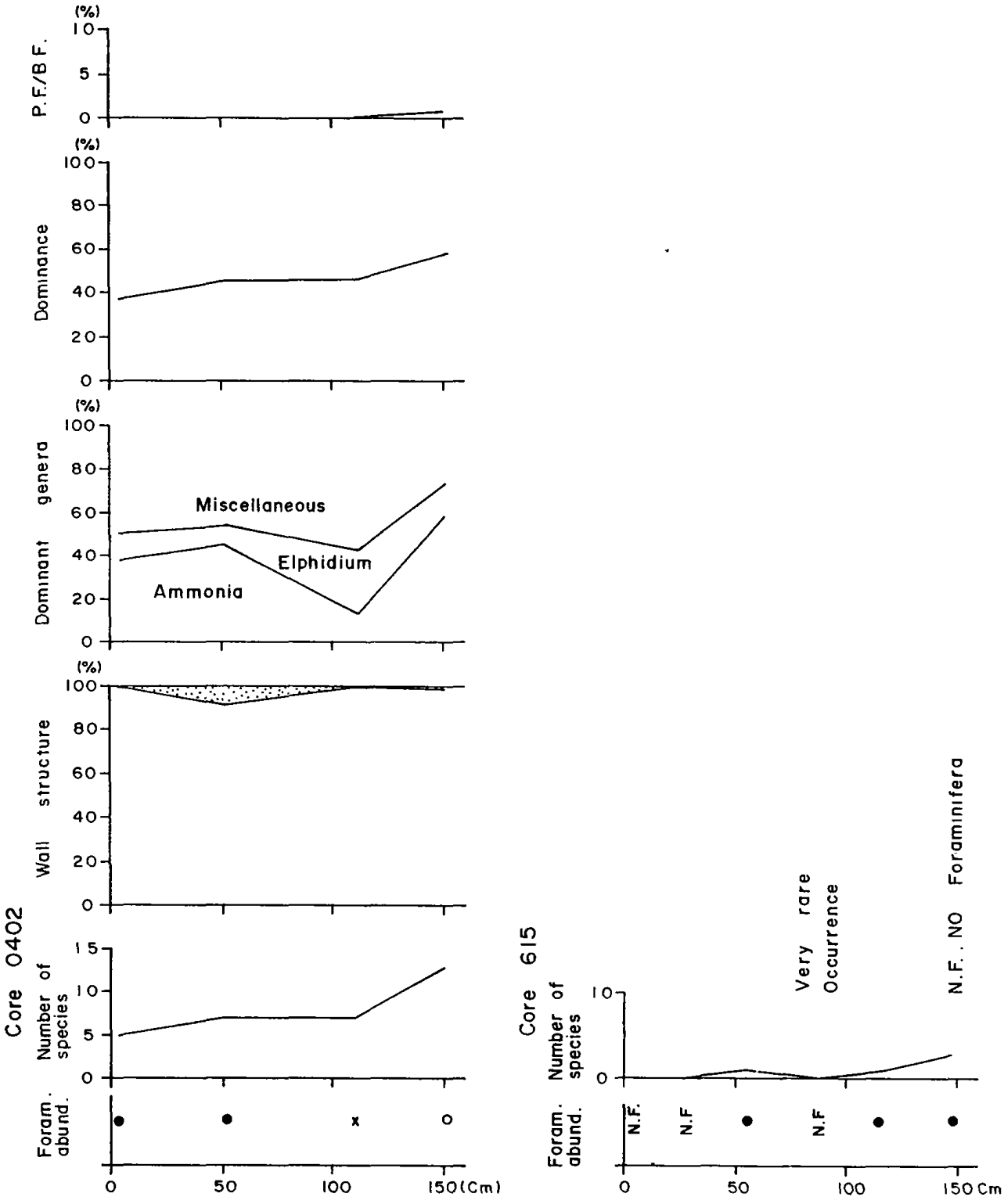


Fig. V-47m. (Cont'd).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

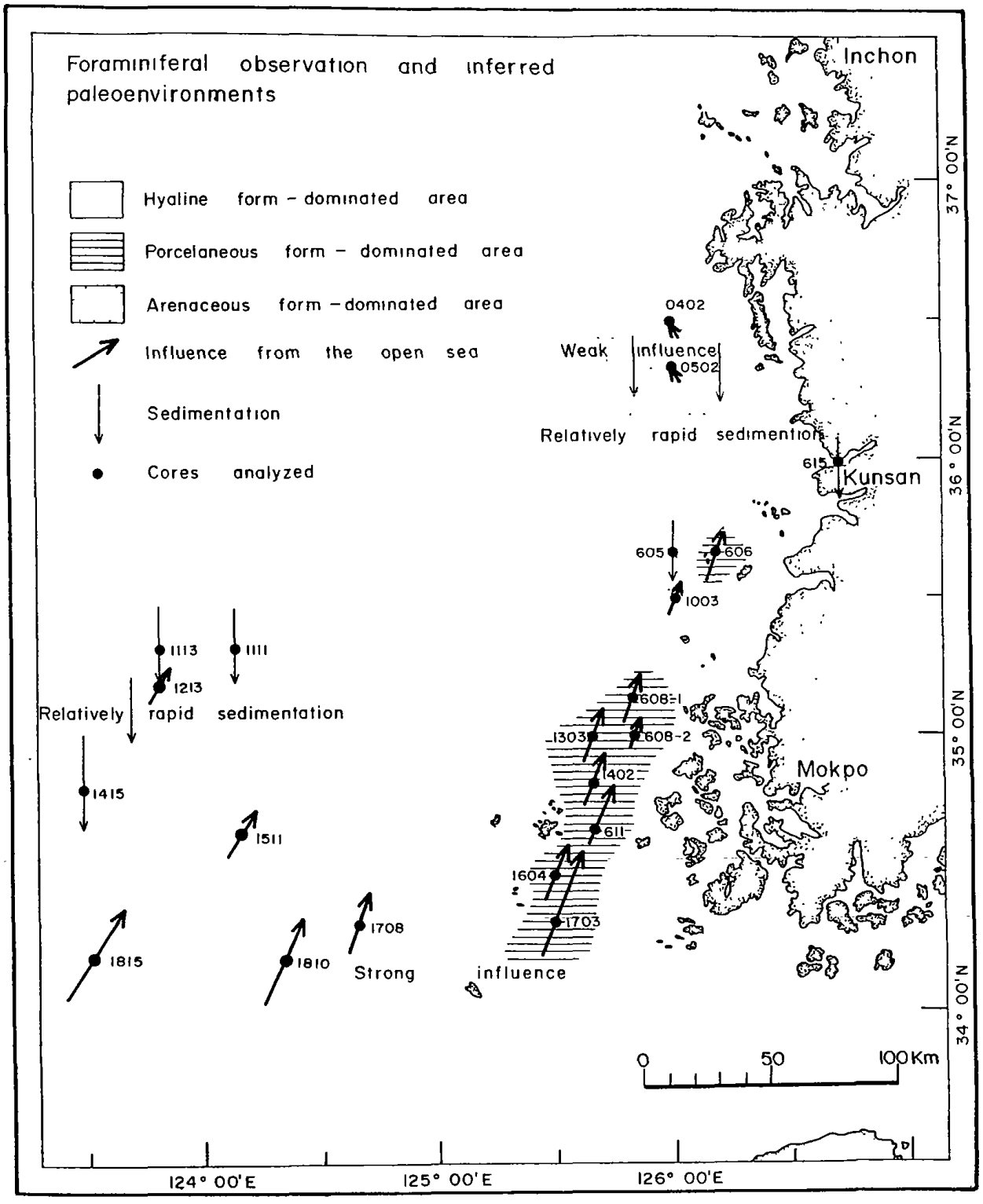


Fig. V-48. Paleoenvironments inferred from foraminiferal observation in the cored sediments.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

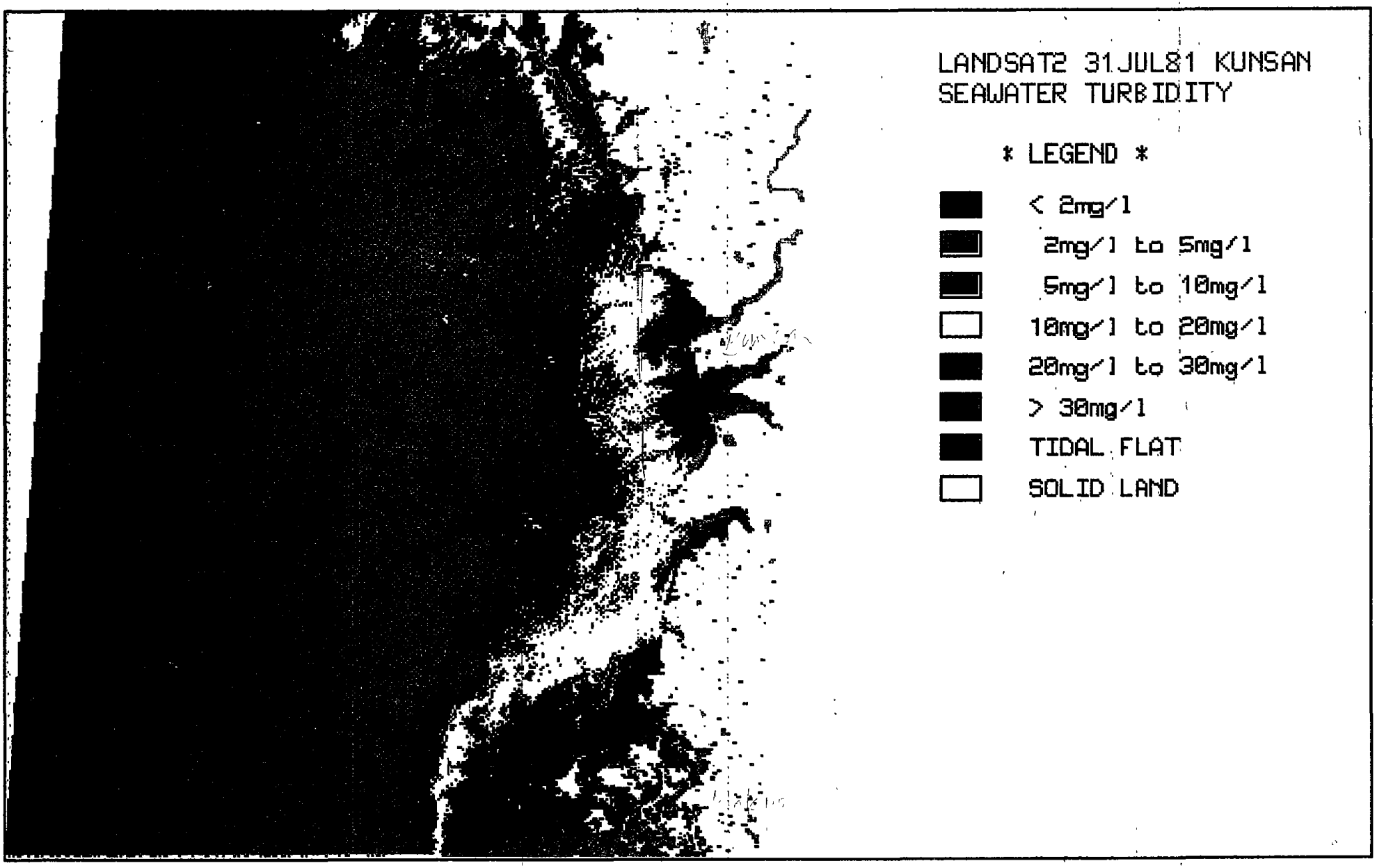


Fig. V-49a. Map-image showing surface distribution of turbidity on July 31, 1981. frame: 125/35.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

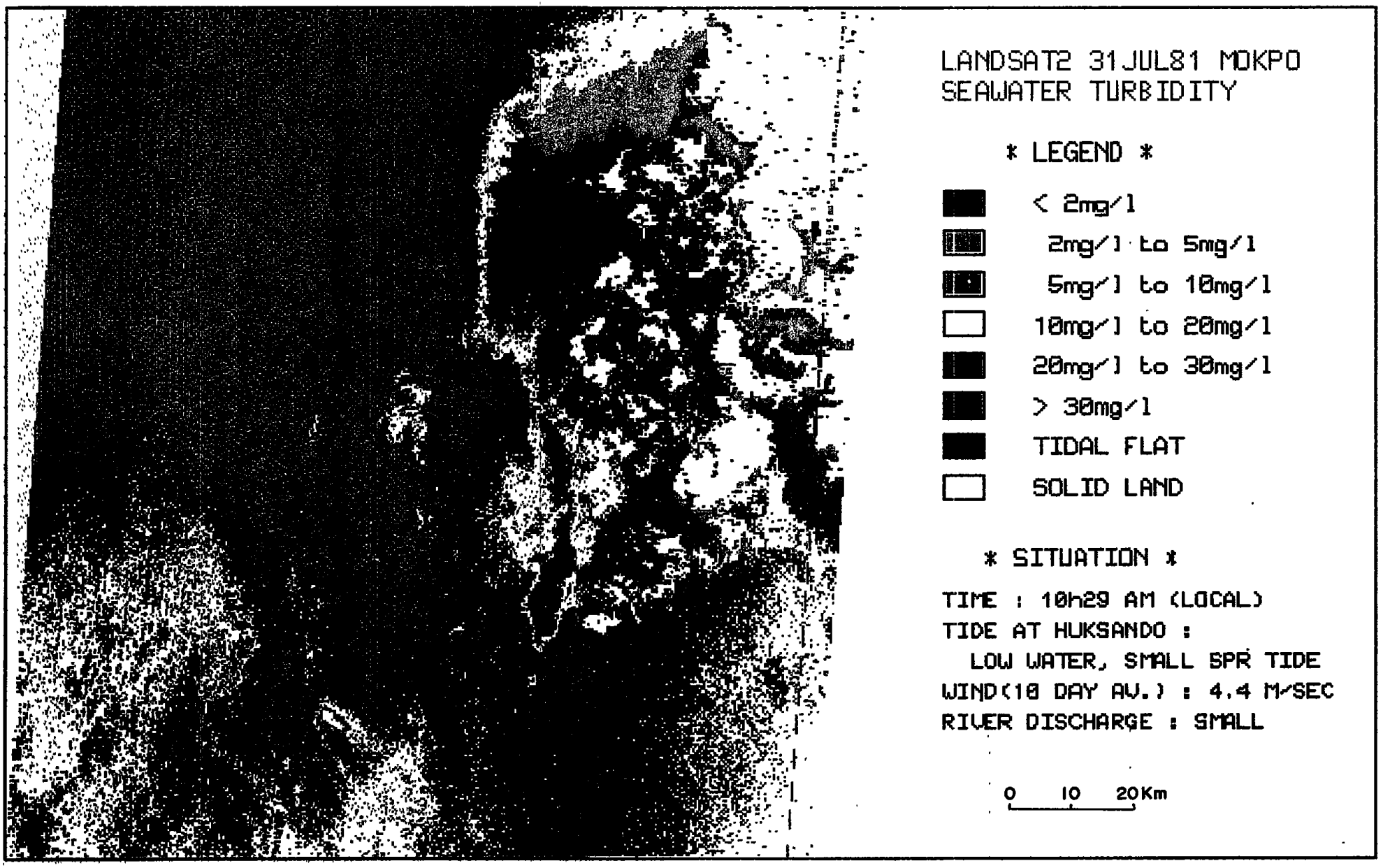


Fig. V-49b. Map-image showing surface distribution of turbidity on July 31, 1981. frame: 135/36.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

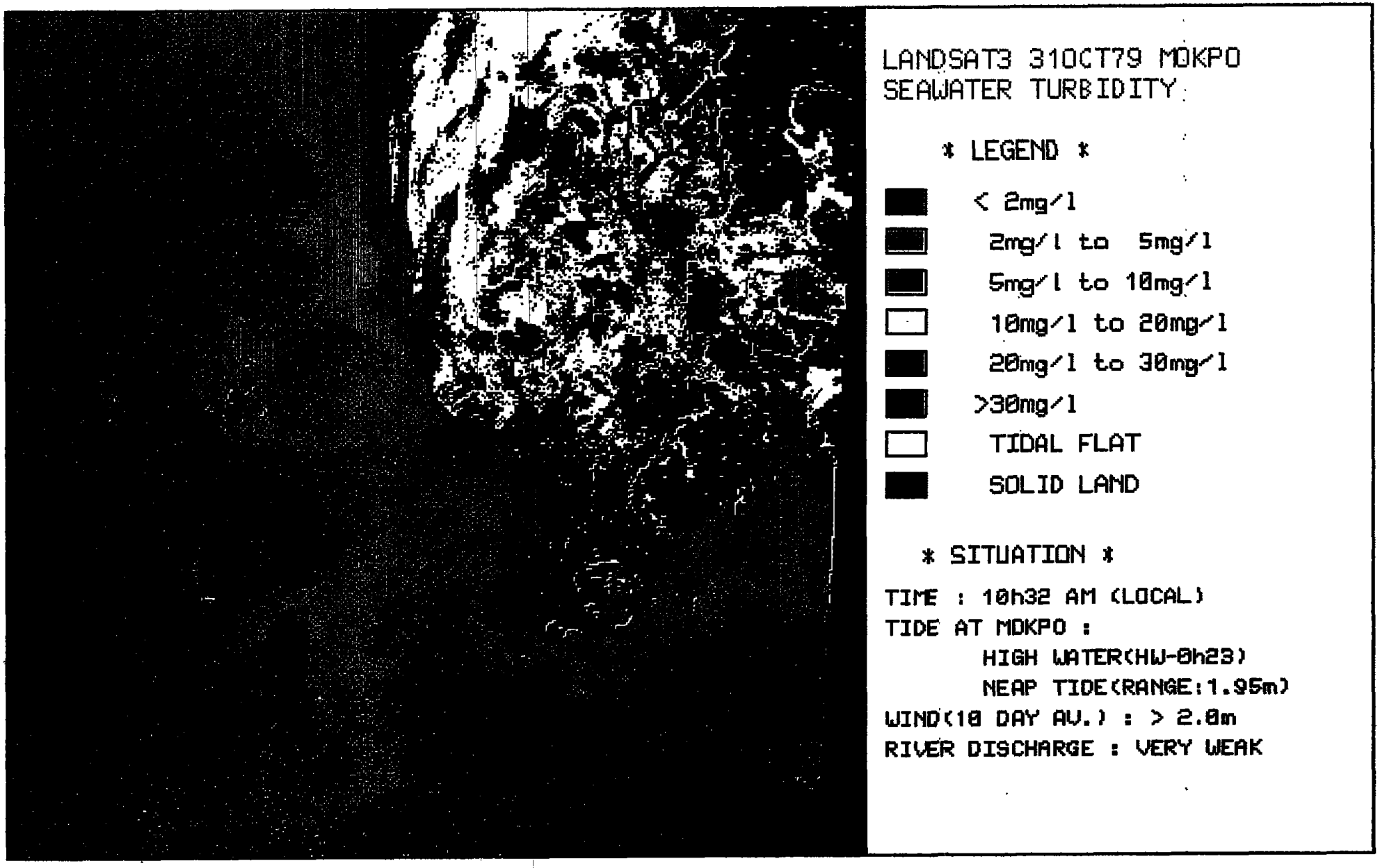


Fig. V-50. Map-image showing surface distribution of turbidity on Oct. 31, 1979. frame. 135/36.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

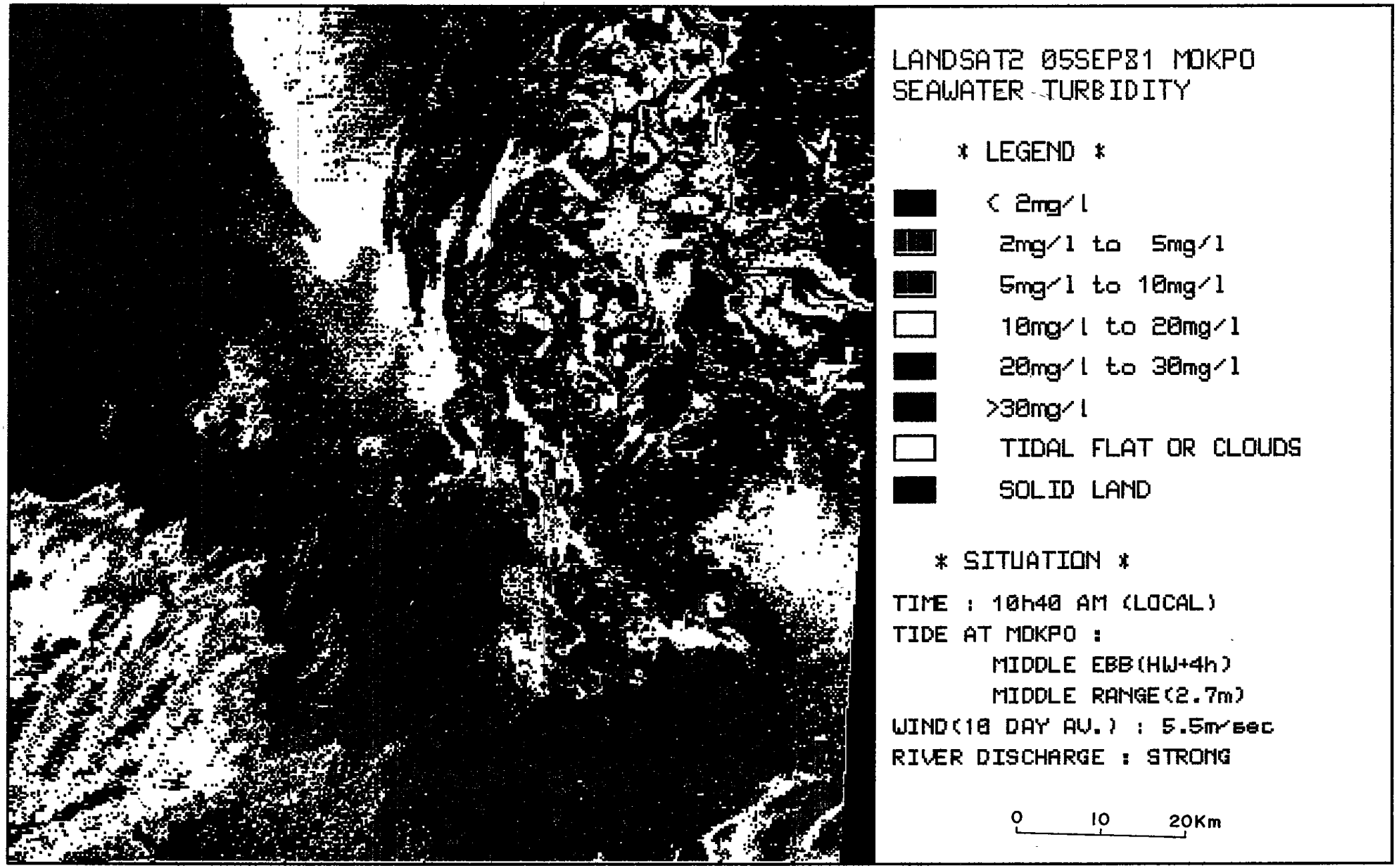


Fig. V-51a. Map-image showing surface distribution of turbidity on Sep. 5, 1981. frame. 125/ 35.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

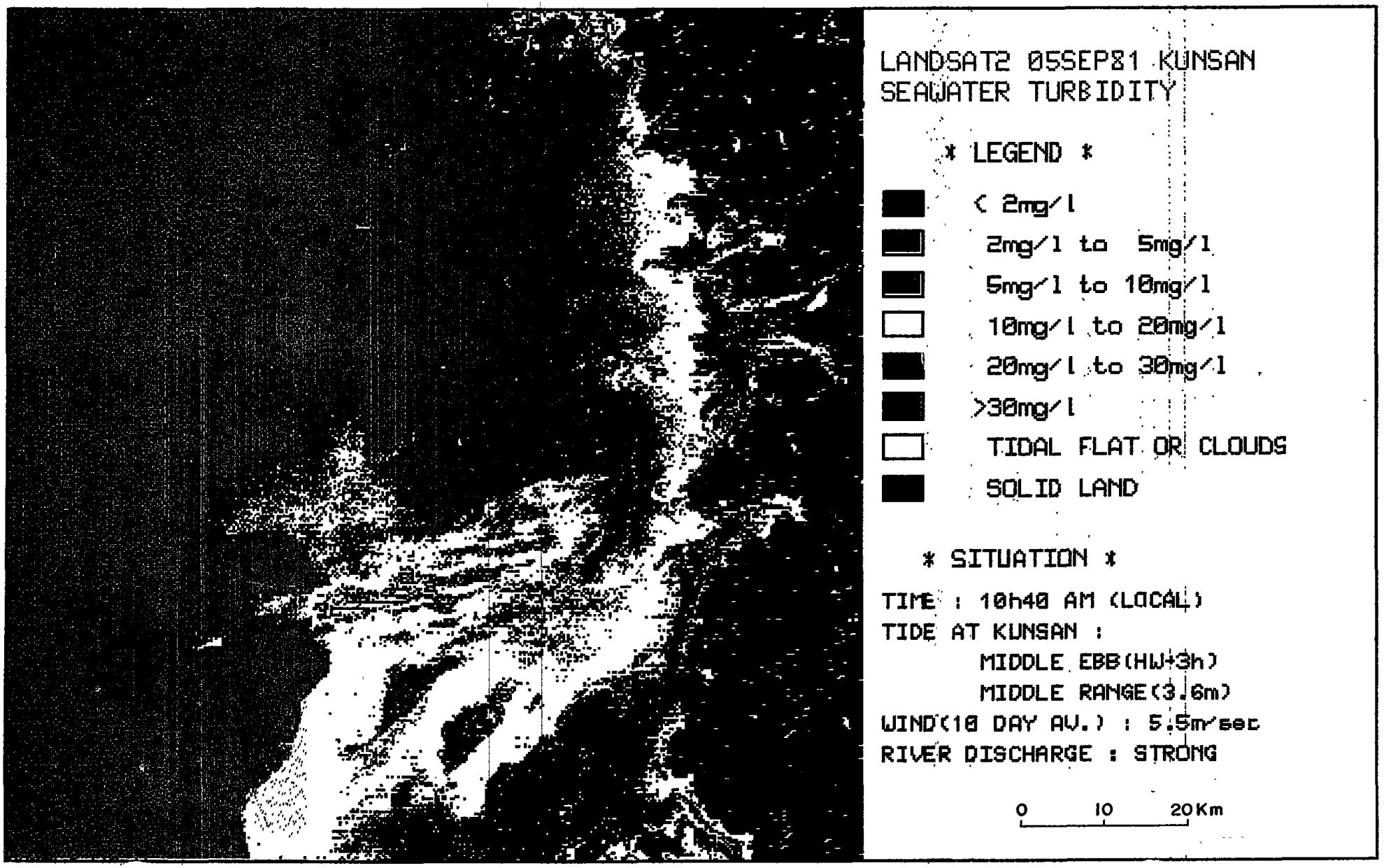


Fig. V-51b. Map-image showing surface distribution of turbidity on Sep. 5, 1981. frame: 125/ 36.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第Ⅵ章　海洋에너지
(STUDIES ON TIDE AND WAVE ENERGIES)

分野責任者：宋　源　吾

研　究　員：廉　器　大

李　相　龍

李　達　秀

蔡　璋　源

鄭　景　太

李　光　守

姜　錫　求

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第1節 序 說

産業社會가 高度로 發達해감에 따라 에너지 需要는 增加하고 있으나 産業의 기본 原動力이 되는 에너지源인 石油, 石炭 및 天然가스 등은 그 埋藏量에 限界가 있으며 價格 또한 매우 流動的이다. 따라서 政府는 化石燃料에 대한 依存度를 줄이고 代替에너지의 開發計劃 등을 通해 에너지자원의 多邊化 政策을 推進해 나가고 있다.

代替에너지원의 하나인 해양에너지(潮力, 波力, 海洋熱 등)는 太陽系가 存續하는 한 無盡藏하게 存在하므로, 이러한 無公害에너지의 經濟的 利用이 可能해지면 將次 다가올 化石에너지원의 고갈에 따른 자원 危機를 능히 克服할 수 있을 것이다.

이러한 代替에너지 개발계획에 優先하여 우리나라 周邊海域에 대한 해양에너지의 正確한 賦存量을 把握하고, 潮汐 및 波浪의 特性을 分析함으로써 韓國近海에 適合한 에너지 개발방안의 提示가 가능할 것이다. 따라서 84年度의 對象海域을 西海로 하여 潮汐, 바람 및 波浪에 대한 이용가능한 旣存資料의 蒐集 및 分析과 最小限의 現場觀測(潮汐 6개소; 바람 및 波浪 3개소; Fig.Ⅳ-1), 分析 그리고 數値모델을 이용하여 潮汐 및 波浪에너지의 時間 및 空間에 따른 變化와 分布特性을 분석했다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

第2節 調査 및 硏究方法

1. 潮汐特性

가. 潮汐觀測 槪要

黃海東部海岸에서의 潮汐資料의 蓄積과 황해·동지나해 數値모델 檢證資料獲得 및 京畿灣 모델 等의 세부정밀격자모델 境界條件獲得을 目的으로 1984年 4月～7月에 걸쳐 茅島, 德積島, 豊島, 蔚島, 格列飛列島, 上旺登島에 自動潮位記錄機(WLR-5)를 利用하여 潮汐觀測을 實施하였다. (Table Ⅵ-1 및 Fig. Ⅵ-1). 本 硏究를 爲해서, 본 연구사업과는 무관하나 비슷한 기간 동안에 遂行된 여러 연구사업 중에 自動潮位記錄機를 이용하여 관측된 潮汐資料 中 1984年 6月～7月의 新島, 屈業島, 加代岩 資料 및 4月～5月의 於靑島 資料를 蒐集하였으며 交通部 水路局의 4月～5月 大黑山島 潮位資料 역시 蒐集, 資料分析을 實施하였다.

觀測機 回收 및 資料狀態에 있어서는 Table Ⅵ-1에 나타난 바와 같이 德積島, 格列飛列島에서는 觀測機의 遺失 및 觀測機內로의 浸水로 因하여 資料를 얻을 수 없었으며, 豊島의 경우에는 觀測機의 人爲的 移動으로 말미암아 資料狀態 不良으로 資料分析을 實施하지 못하였다.

分析方法은 每時間마다 관측된 大黑山島의 水路局 觀測資料는 當 硏究所가 보유한 컴퓨터에 入力시킨 後, 시간변화곡선을 그려 잘못된 값을 수정하였으며, 每 10,20分마다 自動潮位機를 利用하여 얻어진 資料는 대기압을 補正, smoothing數値필터를 利用하여 매시간 潮位値를 算出, 時間變化曲線과 調和常數를 算出하였다. 사용된 smoothing수치필터의 特性은 Fig.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Ⅵ - 2에 圖示되어 있다. 10分마다 관측된 資料의 경우에 0.35 *cph*(cycles per hour)에서 입력진폭의 50 %를 통과시키며 0.57 *cph*에서 10 %를 통과시키는 필터(I1)를 사용하였으며, 20分마다 觀測된 資料에는 0.36 *cph*에서 50 %, 0.52 *cph*에서 10 %을 통과시키는 필터(I2)를 사용하였다.

나. 黃海·東支那海의 潮汐모델槪要

賦存潮力資源 開發의 master plan 수립에 필수적인 潮力資源의 공간적 분포를 파악하기 위한 기초자료 준비를 위하여 黃海및 東支那海의 潮汐數値모델이 수립 계산되었으며, 이 모델의 結果는 앞으로 필요하게 될 特定海域(例 : 京畿灣, 加露林灣等)의 세부 정밀격자모델의 중요 입력자료로 사용될 예정이다. 그리고 이 모델의 결과는 潮力資源 開發 目的외에도 黃海·東支那海에서 앞으로 수행될 제반 조사 연구 사업에 대해서도 有用한 자료를 제공해줄 수 있음은 물론이다(海洋硏究所 1985).

모델은 Fig. Ⅵ - 3 및 Fig Ⅵ - 4에서 보는 바와 같이 渤海灣을 포함하여 黃海 전부와 南海 그리고 東支那海의 大陸棚을 全部 포함하도록 수립되었다. 外海側 境界를 경계조건 선정의 어려움이 있음에도 불구하고 대륙붕 先端까지로 제한한 것은, 첫째 大陸斜面 이후의 깊은 水深으로 인하여 계산시간 간격이 필요없이 줄어짐(수치계산 과정에서 安定度 확보를 위하여)을 방지하며, 둘째 外力에 대한 海水의 力學的 反應 形態가 淺海(大陸棚上)와 深海가 판이한데 모델 領域內에서의 동질성을 유지하기 위함이었다.

수립된 黃海·東支那海 모델은 南北으로 0.2 도, 東西로 0.25 도(약 22 ~ 23 *km*)의 격자간격을 가지며, 계산 시간 간격은 310.515 초로 M_2分潮 1 週期당 144 시간 단계의 계산이 이루어졌다. 모델의 기본방정식과 數値化 과정 및 계산방법은 海難·災害豫報시스템 硏究報告書(海洋硏究所 1985)에 자세히 수록되어 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

2. 바람 및 波浪特性

波浪에너지의 時間에 따른 變化 및 空間的 分布의 把握과 이의 信憑性 있는 賦存量을 算出하기 위해서는 西海 全海域에 대한 長期間의 觀測資料가 要求된다. 그러나 이를 爲해서는 莫大한 時間과 經費가 所要되므로 本研究에서는 西海를 代表할 수 있는 3個點에서 바람과 파랑을 관측·분석하였고 (Fig. Ⅵ - 1 및 Table Ⅵ - 2) 隣近海域에 대한 旣存資料를 이용하였다.

가. 바람 特性

파랑발생의 直接的인 動力源인 海上風을 관측하기 위해 Fig. Ⅵ - 1에 圖示된 지점에 Aanderaa Weather Station을 설치하였다. 이때 觀測器機는 주위에 障碍物이 최대한 적은 곳을 擇했으며 地上에서 受感部까지의 높이는 便宜上 5～10m를 擇했다. 관측지점의 위치 및 기간이 Table Ⅵ - 2에 提示되었다. 관측은 매 10분마다 평균풍속, 瞬間風向, 氣壓, 온도를 磁氣 tape에 自動記錄하였다. 이들 바람자료와 沿岸바람자료의 相關性을 파악하고 장기간의 변화를 분석하기 위해 인근 測候所(仁川,群山,木浦) 의 關聯資料를 蒐集·利用하였다.

나. 波浪 特性

西海에서의 파랑은 주로 地域風(local wind)에 의해서 발생되며 너울(swell)은 西海南部 海域에서만 優勢하게 나타날 것이다. 따라서 서해연안의 복잡한 지형 및 淺水現象을 比較的 적게 받고 연안해역을 대표할 수 있는 3개 관측점 (정점 W_1, W_2, W_3) 에서 buoy 型의 波浪觀測器, Waverider buoy를 繫留하여 3～9개월간 관측을 실시하였다. 관측에 사용된 파랑관측기와 受信機의 諸元 및 特性은 해양연구소 보고서 (1983), 設置및

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

계류방법에 대한 說明은 海洋觀測便覽(해양연구소 1984)에 자세히 收錄되어 있다.

관측은 3시간 間隔으로 1일 8회 실시되었으며 颱風 및 暴風波가 발생하였을 때는 매시간 실시되었다. 매회 20분간의 관측치들이 記錄紙에는 아날로그(analogue) 形態로, 磁氣테이프(magnetic cassette tape)에는 디지탈(digital, $\triangle t = 0.5$초) 形態로 기록되었다.

파랑기록의 分析은 주로 디지탈 자료에 대해서 행해졌는데 그 過程은 다음과 같다 : 자기테이프에 담긴 디지탈 기록을 코드 變換 및 資料檢證過程을 거쳐 編輯한 다음 매회 20분간의 기록치 중에서 連續된 1024초 동안의 기록치(데이타 數 : 2048개)를 FFT를 이용하여 스펙트럼분석을 하였다. 이때 自由度(degree of freedom)는 20이다. 또한 zero up-crossing analysis 방법을 이용하여 波浪特性係數들을 구하였다.

기존의 파랑관측자료는 적은 편이며 또한 관측점의 위치가 大部分 해안에 매우 근접해 있으며 관측기간 역시 수 개월에 不過하다. 그러나 그 중에서도 파랑특성분석에 이용됐던 자료는 Table Ⅵ-3과 같다.

第3節 結 果

1. 潮汐에너지

가. 潮汐特性

1) 觀測資料의 分析結果

黃海의 潮汐現狀은 東支那海를 통해 南쪽에서 傳播되어 오는 大洋潮汐波가 黃海의 海底地形과 地形的인 特性 때문에 여러 개의 非對稱 無潮

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

點이 西部海域에 생기는(Defant 1961)것으로 特徵지워진다. 黃海의 潮汐特性에 관한 國內의 硏究로는 An (1977), Choi (1982), Kang (1984) 等에 依한 數値·解釋的 硏究가 있다. 이들 硏究結果의 共通的 特徵 中의 하나는 他地域에 比해 京畿灣에서 相對的으로 큰 潮差를 보인다는 事實이다. 이러한 特性은 調和分析이 可能한 8個 地點의 分析結果(Table Ⅵ-4～11)에도 잘 나타난다. 潮位의 時間變化曲線(Fig. Ⅵ-5～8)과 調和分析結果(Table Ⅵ-4～11)에서 알 수 있듯이 京畿灣 주변 海域에서 潮差가 크게 나타나며 太陰半日週潮(M_2)의 半潮差가 모도에서 274 *cm* 로 最大값을 나타낸다. M_2分潮의 半潮差는 南쪽으로 내려갈수록 減少하는 傾向을 보이며 大黑山島에서 最低 107 *cm* 를 갖는다. Kang (1984)은 京畿灣해역의 큰 潮差現狀을 옹진반도에 依해 潮汐波가 변형이 되기 때문으로 설명하고 있다.

觀測海域의 海面變化는 Fig. Ⅵ-5～8에 나타난 바와 같이 半日週潮型이 우세하여 형태수〔 form number : (O_1 + K_1)/(M_2 + S_2)〕는 大黑山島(0.33)를 제외하고는 0.25以下의 값을 나타냈다. M_2 分潮의 遲角(phase lag)을 보면 位置에 따른 空間變化가 두드러지며, 最北端의 모도가 南端의 대흑산도보다 約 3.5時間 느리게 나타나고 있다.

調和分析에 利用된 資料는 大部分 1984年 4月～7月 사이에 蒐集된 資料로, 潮汐特性 비교를 위한 潮汐觀測의 時間同時性을 大略 만족한다.

2) 黃海·東支那海 潮汐모델의 計算結果

수립된 모델에 의해 M_2 分潮가 計算되었다. 계산은 靜水面 狀態부터 시작되었으며, 이 初期條件과 부여되는 境界條件과의 不連續性을 제거하기 위하여 4 週期의 예비계산 後 5번째와 6번째 週期의 結果가 분석에 이용되었으며 賦存 潮力資源 計算을 위한 자료로 보존되었다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Fig Ⅵ - 9 및 Table Ⅳ-12에는 계산된 M_2分潮의 振幅과 135°E에 대한 遲角이 제시되어 있으며, 계산결과와 실제 관측자료와의 비교를 위하여 본 연구 수행중 관측·분석된 결과와 기존 자료들이 함께 제시되어 있다. 관측자료들이 모델의 檢證을 위하여 충분히 많은 것도 아니며, 또한 인용된 자료들에 따라서는 자료의 출처가 분명하지 않은 것도 있으며, 중복 인용되는 과정에서 잘못이 포함될 수도 있기 때문에 훌륭한 검증자료라고는 할 수 없으나 현재로서는 그대로 만족할 수밖에 없다.

계산된 결과는 數値化된 簡略地形上에서의 것이며 또 사방 약 23 *km* 격자 면적내의 평균된 값인 반면, 관측치는 미세한 地形과 水深의 변동에 의한 영향을 그대로 받고 또 관측지점에서만의 값이기 때문에 직접적인 비교는 불가능하나 개략적인 양상은 대체로 타당성있는 것으로 보인다. 기왕의 黃海 潮汐計算에 관련된 자료들(Ogura 1933 ; Choi 1980)과 비교하면 전체적인 양상은 큰차 없으나 세부적인 차이점들이 발견된다. 黃海 中部 2個의 無潮點(amphidromic point)과 그 주변의 等潮時, 等潮差線은 기존의 결과들과 잘 일치하나, 발해만 남부의 無潮點은 Ogura (1933)의 결과보다도 훨씬 더 육지쪽으로 치우쳐 나타났으며 북부의 無潮點 역시 Ogura (1933)나 Choi (1980)의 결과보다 육지 쪽으로 치우쳐 나타났다. 이러한 차이들은 水深資料 준비나, 해안선묘사에서의 차이로 發生될 수 있는 것으로 좀더 정확한 現場觀測資料와 海底地形資料의 뒷받침과 함께 계속적인 모델의 修正 補完이 필요하다.

나. 包藏 潮汐에너지 分布

潮汐波가 가지고 있는 두가지 에너지 즉 位置에너지와 運動에너지중 運動에너지를 利用하여 潮流로부터 電力을 生産하는 것을 潮流發電이라 하고, 어떤 海域에 대해서 海水의 流通을 차단하는 防潮提를 설치하여 潮池를

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

형성하고 潮池와 外海와의 水位差 즉 潮汐波의 位置에너지를 利用하여 電力을 生産하는 것을 潮力發電이라 한다. 현재까지는 여러가지 技術的인 문제점때문에 大規模의 潮流發電은 不可能하나 潮力發電의 경우에는 大規模의 電力生産이 可能하다(실제로 佛蘭西의 Rance 河口에는 施設容量 24萬 *kW*의 潮力發電所가 稼動되고 있다). 이와같이 潮汐波의 運動에너지는 電力으로의 轉換이 어려우므로 여기서 賦存에너지資源으로서 고려하는 潮汐에너지는 潮汐波의 位置에너지에 局限시킨다.

地球上의 全海洋에 分布하는 包藏潮汐에너지 총량은 약 4,800 *TWh*/年 으로 이중 技術的으로 開發이 容易한 淺海域에 分布하는 包藏潮汐 에너지는 약 1,600 *TWh*/年 정도로 알려져 있다(Bonnefille 1976). 우리나라의 경우 西海岸에 振幅이 큰 潮汐이 發生하고 水深이 비교적 얕기 때문에 潮力發電에 유리한 條件을 갖추고 있다. 西海岸의 包藏潮汐 에너지分布는 前述한 黃海·東支那海 潮汐모델의 結果 및 E. M. Wilson이 제시한 包藏潮汐에너지 산출공식을 이용하여 계산하였고 海面單位面積當(km^2 당) 包藏潮汐에너지 分布를 Fig. Ⅵ - 10에 提示하였다. 包藏潮汐에너지 산출공식은 다음과 같다.

$$E = AR^2$$

여기서 E : 包藏潮汐에너지(*GWh / annum*)

A : 略最高滿潮位下 平均潮差의 1/4 되는 水位에서의 海水面面積

R : 平均潮差

다. 可用 潮汐에너지 分布

可用 潮汐에너지란 防潮堤를 축조하여 潮池를 형성, 潮力發電所를 建設하고 低落差터어빈을 利用하여 潮池와 外海와의 水位差를 機械的 에너지

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

로 전환시켜 電力을 生産할 경우의 年間 發電量을 의미한다. 潮力發電에 使用되는 터어빈은 低落差用 특수터어빈으로 Bulb 形과 Straflo 形의 두가지가 있고 水頭差가 1 *m* 이하에서도 稼動될 수 있으나 潮池와 外海水面差가 항상 변화하므로 發電效率이 일반 水力發電에 비해 현저히 떨어진다. 일반적으로 包藏潮汐에너지의 약 20～30 % 정도가 電力으로 전환될 수 있는 것으로 알려져 있다.

우리나라 西海岸에 대한 潮力發電 타당성조사는 여러 후보지역에 대해서 1970년대初부터 행해져 왔고 특히 忠淸南道 瑞山郡에 위치한 加露林灣에 대해서는 상당히 정밀한 調査硏究가 行하여져 왔다. 그러므로 여기서는 기존의 硏究結果를 利用하여 Fig. Ⅵ - 11에서와 같이 潮力發電立地를 大單位로 구분하고 이에대한 可用潮汐에너지를 Table Ⅵ - 13에 제시하였다.

2. 波浪 에너지

가. 바람 및 波浪의 特性

1) 바 람

우리나라는 아시아 季節風帶에 屬하여 典型的인 氣壓配置가 여름에는 南高北低型으로 南東 내지 南西 계절풍이 불며, 겨울에는 西高東低型으로 북서계절풍이 우세하다. 바람은 또한 지형적인 영향을 많이 받으므로 同一한 기압배치하에서도 지역에 따라 바람의 速度 및 방향의 分布가 일정치 않다. Fig. Ⅵ - 12에서 보는 바와 같이 서해에서는 大體로 북서풍이 우세하고 다음으로 南東 또는 南西風의 頻度가 높다. 큰 파고를 발생시키는 폭풍의 발생 빈도는 월별로 큰 差異가 있으며 1～3월과 10～11월에 폭풍일수가 많고 5～9월에는 비교적 적은 便이다(Fig. Ⅵ - 13).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

2) 波 浪

調査海域에서 파랑은 대부분 北西系列의 바람에 의해 발생됐으나 南部海域은 南西風에 의해 발달되었다.

관측기간 중 발생했던 有義波高(Hs)를 時系列에 따라 도시한 Fig. Ⅵ - 14와 15에서 폭풍파의 발생·발달·減衰 등의 일련의 現象이 10～15일 정도의 間隔으로 나타남을 볼 수 있다. 分析에 이용된 파랑특성계수들은 Table Ⅵ - 14에 자세히 게재되어 있다.

관측된 파고 중 가장 큰 파고는 정점 W_1에서 10월 20일 09시에 기록된 것으로 Hs = 4.26 *m*, Tz = 7.15 *sec*, Hmax = 6.26 *m* (이때 $H_{1/3}$ = 4.15 *m*, $T_{1/3}$ = 8.92 *sec*)이었다.

가) 波 高

파랑에너지가 큰 폭풍파들은 대부분 무리(group)를 지어 발생하여 3～4일 정도 持續되었고 서해남부해역의 파고가 중부해역의 파고에 비해 약 1.5배 정도 크게 나타났는데(Fig. Ⅵ - 14와 15), 이는 북서계열의 바람에 대해 吹送距離의 값이 크기 때문이다.

파고의 발생빈도는 Fig. Ⅵ - 16과 17에 도시되어 있는데 $H_{1/3} \leq 1.0$가 60 % 以上을 차지한다. 특성파고의 相關關係가 다음과 같이 나타났다.

	정 점 W_1	정 점 W_2
$Hmax / H_{1/3}$	1.67	1.68
$H_{1/10} / H_{1/3}$	1.25	1.25
$H_{1/3} / \sqrt{m_o}$	3.84	3.78

이들은 파고의 분포를 Rayleigh 분포함수로 가정하여 구한 $Hmax / H_{1/3}$ = 1.67, $H_{1/10} / H_{1/3}$ = 1.27과 $H_{1/3} / \sqrt{m_o}$ = 4.005와 若干 差異가 있다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

나) 週 期

波浪의 평균주기 Tz 의 출현빈도율이 Fig. Ⅵ - 18과 19에 도시되어 있다. 出現頻度率이 큰 주기는 정점 W_1에서 3.5 ~ 4.5 秒이고 정점 W_2에서 2.5 ~ 4.5 秒이었다. 이는 대부분의 파랑이 지역풍에 의해서 발달된 풍파(sea)임을 의미한다. 파랑주기는 다음과 같은 상관관계를 갖는다.

	정 점 W_1	정 점 W_2
$T_{H1/3} / T_z$	1.22	1.20
$T_P / T_{H1/3}$	1.16	1.19

다) 波高 및 週期의 散布圖

觀測된 波浪들의 波高 및 週期는 어느 정도의 相關性을 나타내며 限界波浪勾配(limiting wave steepness : s = H / L, H : 波高, L : 波長)가 정점 W_1에서 1/16, 그리고 정점 W_2에서 1/19로 나타났다 (Fig. Ⅵ - 20, 21). 이는 서해남부해역의 水深이 중부해역보다 깊으나 이 해역의 파고가 훨씬 크기 때문에 深海波의 理論限界波浪勾配인 1/7에 더욱 接近한다.

라) 波浪스펙트럼

바람에 의해서 발생된 波浪은 일반적으로 무수히 많은 短週期波들이 線型的으로 重疊된 상태라고 假定한다. 이 構成波들의 振幅의 제곱치를 各 周波數別로 表示한 것을 파랑스펙트럼(wave spectrum) 또는 에너지스펙트럼이라 한다. 따라서 스펙트럼 분석을 통하여 波浪에너지의 動力學的인 發達 및 變形과정에 대한 豫測과 分析이 가능해지고 大部分의 에너지가 分布되어 있는 주파수의 範圍를 파악함으로써 波力發電機의 波浪에너지 吸收率을 높힐 수 있다. 또한 構造物의 安定度를 높히기 위해 暴風時의 波浪에너지 分布에 대한 分析이 요구된다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

파랑스펙트럼 幅의 程度(에너지 분포의 넓고 좁음의 정도 표시)를 나타내는 係數의 하나로서 ε 값이 정점 W_1 의 境遇 0.6 ~ 0.7 區間에 그리고 정점 W_2 의 경우 0.55 ~ 0.65 區間에 많이 分布돼 있어 스펙트럼의 幅이 약간 넓으므로 風波(sea)가 우세하여 나타남을 意味한다 (Fig. Ⅵ - 22, 23). 정점 W_1에서는 相當量의 너울(swell)이 출현함을, $\varepsilon > 0.8$ 구간의 出現頻度分布로부터 類推할 수 있다. 폭풍파의 에너지분포특성을 파악하기 위해 폭풍기간의 有義波高 중 정점 W_1 에서는 $Hs \geq 2.0\,m$ 그리고 정점 W_2 에서는 $Hs \geq 1.5\,m$인 波의 평균스펙트럼을 Liu (1971)가 提案한 方法을 適用하여 구했다 (Fig. Ⅵ - 24,25 ; 分析例 : 해양연구소 1983). 파랑에너지의 분포는 정점 W_1의 경우 JONSWAP 스펙트럼 형태와 매우 유사하나 저주파수 구간에 상당량의 너울에 의한 波浪에너지가 존재한다. 그러나 정점 W_2의 경우는 P - M 스펙트럼(fully developed wave spectrum)이 尖頭周波數 이후의 고주파수 구간에서 잘 一致하여 若干의 non-linear wave interaction이 있음을 알 수 있다. 특히 Fig.Ⅵ - 24에서 peak의 에너지가 顯著하게 높아짐으로서 위의 현상이 活潑하게 나타남을 의미한다.

나. 立地별 賦存에너지 分布

1) w.p.d. 의 定義 및 계산식

波浪의 진행방향에 垂直인 斷面에서 이에 작용하는 流體의 壓力에 水粒子의 수평방향 속도를 곱한 것을 wave power (w.p.)라고 정의 한다. 일반적으로 w.p.라 함은 波浪의 一週期 동안 작용하는 순간 w.p.의 合을 週期로 나눈 값을 의미하며 波峯線의 單位幅當에 존재하는 w.p.를 wave power density (w.p.d.)라 한다. 이를 波力(wave force)또는 波力密度라 稱하기도 하나 ' force ' 와 ' power ' 는 次元이 다르므로 區分이 되어야 할 것이다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

w.p.d. 의 계산식은 파랑자료의 有用性에 따라 다음과 같이 이용되었다.

정점 W_1 과 W_2 자료 : $P = \frac{\rho g^2}{64\pi} Hs^2 Te$

정점 W_3 자료 : $P = \frac{\rho g^2}{64\pi} Hs^2 (1.16\ Tz)$

2) w.p.d. 의 時間 및 空間的 變化

月平均 w.p.d. 의 變化는 Fig. Ⅵ - 26 에서 나타난 바와 같이 매우 심하며 관측기간 중 정점 W_3 의 경우 최대치는 10月에 3.75 kW/m 이고 최소치는 5月에 0.62 kW/m 이다. 또한 夏節期에는 w.p.d. 의 값이 매우 작고 多節期에는 상당히 크다. 따라서 파력발전량의 계절변화가 심하고 또한 Fig. Ⅵ - 14 와 15 에서 볼 수 있듯이 波力發電의 出力變化가 심할것임을 유추할 수 있다.

w.p.d. 의 해역별 차이는 Fig. Ⅵ - 26 에 나타난 바와 같이 정점 W_1 과 W_2 , W_3 에서는 여름에 더욱 심하고 겨울에는 비교적 작다. 즉, 北西季節風이 優勢한 겨울에는 西海南部海域이 吹送距離가 크기 때문에 中部海域에 비해 파고 및 주기가 크므로 w.p.d. 가 全般的으로 크게 나타나지만 그 차이는 크지 않다. 그러나 여름에는 南西季節風의 영향으로 遠海에서 발달·전파돼 온 너울(swell)로 인해 정점 W_1 의 w.p.d. 가 크다.

Fig. Ⅵ - 27 과 28 은 정점 W_1 과 W_2 의 波高, 週期 및 w.p.d. 의 分布特性을 圖示한 것으로 w.p.d. 가 큰 波高의 出現率이 정점 W_1 에서 W_2 에 비해 훨씬 높다. 예를 들어 정점 W_1 에서는 w.p.d. $\geq$ 10 kW/m 인 기간은 관측기간의 14 %정도이나 정점 W_2 에서는 약 2 %의 기간에 불과하다.

觀測期間 동안의 平均 w.p.d. 는 정점 W_1 에서 5.0 kW/m, 정점 W_2 에서 1.1 kW/m 이다. 정점 W_3 에서는 겨울철의 12 ~ 2月의 資料가 없으나

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

이는 3月, 10～11月의 平均値와 같다는 假定하에 1年의 平均値를 구하면 약 2.2 kW/m 이다. 따라서 單位 m 당에 賦存하는 年間 wave power 를 槪略的으로 計算하면

西海南部海域 :

$$\text{Pyear} = 5.0\,kW/m \times 24\,hrs/day \times 365\,days \times 1m$$

$$= 43.8\,MWh/annum$$

西海中部海域 :

$$\text{Pyear} = 2.2\,kW/m \times 24\,hrs/day \times 365\,days \times 1m$$

$$= 19.3\,MWh/annum$$

이다.

위의 計算結果値를 根據로 하고 觀測된 波浪特性을 勘案하여 單位 m 당 年間 w.p. 의 分布를 Fig. Ⅵ - 29 와 같이 推定할 수 있다.

黃海의 東部海域에 賦存하는 海洋에너지의 分布特性을 綜合的으로 考察해 보면 다음과 같다. 賦存하는 單位 km^2 當의 年間 潮汐에너지는 南部海域의 4 GWh 에서 仁川灣에 이르러 35 GWh 까지 增加한다. 그러나 單位 km當의 年間 波浪에너지는 潮汐의 境遇와 反對로 黃海南部海域에서 最大로 40GWh 에 달한다. 潮汐과 波浪에너지 密度의 基本單位가 根本的으로 다르므로 賦存하는 單位 年間 에너지의 크기를 直接 比較하기는 어렵다.

要　　約

代替에너지 資源의 하나인 海洋에너지(潮力 및 波力) 資源의 賦存量을 把握하기 위해 現場觀測(潮汐 6개소 ; 波浪 3개소)과 旣存資料, 數値모

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

델을 이용하여 潮汐과 波浪의 特性을 分析하고 이들의 立地別 개략적인 賦存에너지 分布圖를 作成하였다.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

參 考 文 獻

建設部. 1981. 牙山灣 産業基地開發 基本計劃. 港灣調査 報告書.

中野猿人. 1940. 潮汐學. 古今書院, 東京, 日本.

韓國電力株式會社. 1981. 扶安 原子力地點 細部土木調査 報告書.

海洋研究所. 1980. 波力發電에 關한 基礎調査研究. 海洋研究所 報告書 BSPE 0020-31-2.

海洋研究所. 1983. 厚浦 周邊海域의 波力發電 豫備妥當性 調査研究. 海洋研究所 報告書 BSPE 00043-61-2.

海洋研究所. 1985. 海難災害防止 豫報시스템研究. 海洋研究所 報告書. 發刊豫定.

海運港灣廳. 1984. 波浪資料分析 報告書 (1978 ~ 1982).

海運港灣廳. 1985. 仁川港 廣域開發 基本計劃. 發刊豫定.

An, H.S. 1977. A numerical experiment of the M_2 tide in the Yellow Sea. J. Oceanogr. Soc. Japan 33:103 ~ 110.

Bonnefille, R. 1976. Les rèalisations d'Electricitè de France concernant l'ènergie marèmotrice. La Houille Blanche. 2.

Choi, B.H. 1980. A tidal model of the Yellow Sea and the Eastern China Sea. KORDI Report 80 - 02.

Defant, A. 1961. Physical oceanography, Vol. Ⅱ. Pergamon Press, Oxford, U.K.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Kang, Y. Q. 1984. An analytical model of tidal waves in the Yellow Sea. J. of Mar. Res. 42:473 ~ 485.

Korea Electric Company. 1981. Feasibility study of Garolim tidal power plant-hydrographical, meteorological, geophysical, sedimentological, ecological surveys and tide model study.

Liu, P. C. 1971. Normalized and equilibrium spectra of wind waves in Lake Michigan. J. Phys. Oceanogr. 1:249 ~ 257.

Ogura, S. 1933. The tides in the seas adjacent to Japan. Bulletin of the Hydrographic Department, Imperial Japanese Navy (cited from Physical Oceanography by Defant, 1961).

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI－1. Location of the tide measurement stations and occupied period in 1984.

Position (station)	Latitude(N)	Longitude(E)	Period	Data condition
Taehuksando (T1)	34°41'05"	125°26'45"	4/4-5/2	good
Wangdungdo (T2)	35°29'33"	126°06'48"	5/30-7/17	good
Ochongdo (T3)	35°07'12"	129°59'20"	4/22-5/25	good
Kyogyolbiyoldo (T4)	36°36'54"	125°34'57"	5/29-7/16	(water intruded)
Kadaeam (T9)	36°46'32"	125°58'32"	6/27-7/30	good
Uldo (T5)	37°02'10"	125°59'54"	4/3-5/14	good
Pungdo (T6)	37°06'35"	126°23'50"	4/4-5/14	(instrument moved)
Kulopto (T10)	37°10'42"	125°58'38"	6/23-7/29	good
Tokchokto (T 7)	37°15'30"	126°08'54"	4/4-	(instrument lost)
Sindo (T11)	37°30'12"	126°02'41"	6/24-7/29	good
Modo (T8)	37°32'09"	126°23'37"	4/2-5/14	good

Table VI－2. Location of the wind and wave measurement stations and occupied period in 1984.

Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth or elevation (m)	Observation period
Wind				
M1	34°42'30"	125°12'25"	-	Aug.10 ~ Oct.31, 1984
M2	37°01'08"	126°00'02"	214.0	Aug. 8 ~ Oct.31, 1984
M3*	36°06'50"	125°58'25"	-	
Wave				
W1	34°42'17"	125°08'46"	-93	Aug.10 ~ Nov.5, 1984
W2	36°59'12"	126°58'38"	-24	Aug. 9 ~ Oct.20,1984
W3*	36°06'10"	125°58'02"	-	Mar. 9 ~ Nov.30, 1984

* Data from KORDI (1985)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI－3. List of the available wave data sets.

Measurement site	Water depth (m)	Distance from shore (m)	Measurement period	Measuring instrument	Data source
Taechon	27.0	3,000	June ～Oct. 1979	Buoy type	KORDI* (1980)
Entrance of Garolim bay	26.0	1,800	June 1980 ～ Oct. 1981	Buoy type	KECO** (1981)
Puan	6.1	840	Nov. 1980 ～ Jan. 1981	Pressure type	KECO (1981)
Entrance of Asan bay	5.6	-	Dec. 1980～ Feb. 1981	Pressure type	MOC+ (1981)
Kunsan harbor (outer)	7.2	630	Dec. 1971～ Dec. 1982	Pressure type	KMPA++ (1984)

* Korea Ocean Research and Development Institute.

** Korea Electric Company.

+ Ministry of Construction.

++ Korea Maritime and Port Administration.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI－4. Harmonic constituents at Sindo.

Position Sindo (1984) (Inchon reference)
29 days local time (-9 H GMT)
Initial obs.* 13.0 180 1984 final obs. 12.0 208 1984
obs. sd.** = 0.1841D + 01 res. m+ = 0.4231D - 05 sd. ++ = 0.8068D- 01
(Note : The same abbreviations are used through Table VI- 11).

Related constituents

No	Rel. const.	Ref. const.	Speed (*deg/hour*)	H(*m*)	g (*degree*)
1	P1	K1	14.9589314	0.1142	295.169
2	PI1	K1	14.9178647	0.0037	358.016
3	PSI1	K1	15.0821353	0.0092	150.771
4	PHI1	K1	15.1232059	0.0136	300.162
5	T2	S2	29.9589333	0.0340	179.214
6	K2	S2	30.0821373	0.1617	102.846
7	NU2	N2	28.5125831	0.1082	103.489
8	2N2	N2	27.8953548	0.0359	73.880

Major constituents

No	Name	Speed (*deg/ hour*)	H (*m*)	g (*degree*)
1	ZO	0.0000000	0.1375	0.000
2	MM	0.5443747	0.0689	130.141
3	MSF	1.0158958	0.0178	238.637
4	Q1	13.3986609	0.0435	248.621
5	O1	13.9430356	0.2858	264.724
6	M1	14.4920521	0.0183	278.947
7	K1	15.0410686	0.3846	302.888
8	J1	15.5854433	0.0242	316.927
9	OO1	16.1391017	0.0159	358.294
10	MU2	27.9682084	0.0332	186.965
11	N2	28.4397295	0.4830	113.455
12	M2	28.9841042	2.4603	137.192
13	L2	29.5284789	0.1970	141.377
14	S2	30.0000000	0.5886	191.247
15	2SM2	31.0158958	0.0203	164.646
16	MO3	42.9271398	0.0342	206.270
17	M3	43.4761563	0.0086	74.992
18	MK3	44.0251729	0.0389	292.160
19	MN4	57.4238337	0.0124	122.396
20	M4	57.9682084	0.0346	139.138
21	SN4	58.4397295	0.0031	12.764
22	MS4	58.9841042	0.0247	217.674
23	2MN6	86.4079380	0.0027	125.311
24	M6	86.9523127	0.0041	135.298
25	MSN6	87.4238337	0.0006	74.550
26	2MS6	87.9682084	0.0038	190.744
27	2SM6	88.9841042	0.0017	292.323

* observation ** standard deviation of the observed data

\+ residual mean ++ standard deviation of the residual data

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI－5. Harmonic constituents at Modo.

Position Modo (1984) (Inchon reference)
29 days local time (-9 H GMT)
Initial obs. 15.0 95 1984 final obs. 20.0 123 1984
Obs. sd. = 0.2146 D + 01 res. m = 0.3281 D-06 sd. = 0.1677 D + 00

Related constituents

No	Rel. const.	Ref. const.	Speed (*deg/hour*)	H (*m*)	g (*degree*)
1	P1	K1	14.9589314	0.1180	297.513
2	PI1	K1	14.9178647	0.0038	0.360
3	PSI1	K1	15.0821353	0.0095	153.115
4	PHI1	K1	15.1232059	0.0140	302.506
5	T2	S2	29.9589333	0.0889	194.251
6	K2	S2	30.0821373	0.4227	117.883
7	NU2	N2	28.5125831	0.1067	109.521
8	2N2	N2	27.8953548	0.0354	79.912

Major constituents

No	Name	Speed (*deg/hour*)	H (*m*)	g (*degree*)
1	ZO	0.0000000	0.3601	0.000
2	MM	0.5443747	0.1803	159.128
3	MSF	1.0158958	0.0877	34.125
4	Q1	13.3986609	0.0590	237.295
5	O1	13.9430356	0.2863	266.672
6	M1	14.4920521	0.0146	267.726
7	K1	15.0410686	0.3975	305.232
8	J1	15.5854433	0.0300	346.118
9	OO1	16.1391017	0.0066	46.481
10	MU2	27.9682084	0.1353	199.707
11	N2	28.4397295	0.4761	119.487
12	M2	28.9841042	2.7407	142.383
13	L2	29.5284789	0.2319	209.726
14	S2	30.0000000	1.5382	206.284
15	2SM2	31.0158958	0.0886	60.599
16	MO3	42.9271398	0 0336	215.061
17	M3	43.4761563	0.0135	40.252
18	MK3	44.0251729	0.0124	228.063
19	MN4	57.4238337	0.0134	26.545
20	M4	57.9682084	0.0435	63.910
21	SN4	58.4397295	0.0190	157.707
22	MS4	58.9841042	0.0496	128.186
23	2MN6	86.4079380	0.0130	5.908
24	M6	86.9523127	0.0303	48.983
25	MSN6	87.4238337	0.0142	89.598
26	2SM6	87.9682084	0.0490	90.688
27	2SM6	88.9841042	0.0163	158.523

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI－6. Harmonic constituents at Kulopto.

Position Kulopto (1984) (Inchon reference)
29 days local time (-9 H GMT)
Initial obs. 13.0 180 1984 final obs. 12.0 208 1984
Obs. sd. = 0.1664 D + 01 res. m = 0.1469 D - 05 sd. = 0.6373 D - 01

Related constituents

No	Rel. const.	Ref. const.	Speed (*deg / hour*)	H (*m*)	g(*degree*)
1	P1	K1	14.9689314	0.1116	288.627
2	PI1	K1	14.9178647	0.0036	351.474
3	PSI1	K1	15.0821353	0.0089	144.229
4	PHI1	K1	15.1232059	0.0133	293.620
5	T2	S2	29.9589333	0.0306	163.435
6	K2	S2	30.0821373	0.1457	87.067
7	NU2	N2	28.5125831	0.0976	89.021
8	2N2	N2	27.8953548	0.0324	59.412

Major constituents

No	Name	Speed (*deg / hour*)	H (*m*)	g (*degree*)
1	ZO	0.0000000	0.3531	0.000
2	MM	0.5443747	0.0561	149.916
3	MSF	1.0158958	0.0115	340.773
4	Q1	13.3986609	0.0393	247.023
5	O1	13.9430356	0.2816	258.578
6	M1	14.4920521	0.0158	275.312
7	K1	15.0410686	0.3759	296.346
8	J1	15.5855533	0.0272	311.206
9	OO1	16.1391017	0.0128	353.767
10	MU2	27.9682084	0.0125	172.435
11	N2	28.4397295	0.4353	98.987
12	M2	28.9841042	2.2158	123.432
13	L2	29.5284789	0.1626	131.660
14	S2	30.0000000	0.5301	175.468
15	2SM2	31.0158958	0.0208	154.597
16	MO3	42.9271398	0.0288	187.739
17	M3	43.4761563	0.0058	60.156
18	MK3	44.0251729	0.0330	266.321
19	MN4	57.4238337	0.0131	66.338
20	M4	57.9682084	0.0358	83.314
21	SN4	58.4397295	0.0038	25.885
22	MS4	58.9841042	0.0207	165.187
23	2MN6	86.4079380	0.0065	103.348
24	M6	86.9523127	0.0121	115.442
25	MSN6	87.4238337	0.0031	118.614
26	2MS6	87.9682084	0.0082	187.926
27	2SM2	88.9841042	0.0017	246.062

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI－7. Harmonic constituents at Uldo.

Position Uldo (1984) (Inchon reference)
29 days local time (-9 H GMT)
Initial obs. 15.0 95 1984 final obs. 20.0 123 1984
Obs. sd. = 0.1691D + 01 res. m = 0.9689D - 05 sd. = 0.1137D + 00

Related constituents

No	Rel. const.	Ref. const.	Speed (*deg / hour*)	H (*m*)	g (*degree*)
1	P1	K1	14.9589314	0.1058	287.479
2	PI1	K1	14.9178647	0.0034	350.326
3	PSI1	K1	15.0821353	0.0085	143.081
4	PHI1	K1	15.1232059	0.0126	292.472
5	T2	S2	29.9589333	0.0698	169.500
6	K2	S2	30.0821373	0.3320	93.132
7	NU2	N2	28.5125831	0.0881	88 443
8	2N2	N2	27.8953548	0.0292	58.834

Major constituents

No	Name	Speed (*deg/hour*)	H (*m*)	g (*degree*)
1	ZO	0.0000000	0.1461	0.000
2	MM	0.5443747	0.0371	12.465
3	MSF	1.0158958	0.0242	118.320
4	Q1	13.3986609	0.0589	229.958
5	O1	13.9430356	0.2756	257.185
6	M1	14.4920521	0.0160	266.779
7	K1	15.0410686	0.3562	295.198
8	J1	15.5854433	0.0240	337.817
9	OO1	16.1391017	0.0068	330.898
10	MU2	27.9682084	0.0426	160.860
11	N2	28.4397295	0.3930	98.409
12	M2	29.9841042	2.1617	121.414
13	L2	29.5284789	0.1697	198.579
14	S2	30.0000000	1.2083	181.533
15	2SM2	31.0158958	0.0667	56.093
16	MO3	42.9271398	0.0238	197.624
17	M3	43.4761563	0.0081	7.778
18	MK3	44.0251729	0.0111	232.565
19	MN4	57.4238337	0.0117	61.426
20	M4	57.9682084	0.0409	83.072
21	SN4	58.4397295	0.0071	170.710
22	MS4	58.9841042	0.0411	132.744
23	2MN6	86.4079380	0.0073	74.951
24	M6	86.9523127	0.0106	122.039
25	MSN6	87.4238337	0.0045	153.804
26	2MS6	87.9682084	0.0145	158.533
27	2SM6	88.9841042	0.0034	190.092

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI－8. Harmonic constituents at Kadaeam.

Position Kadaeam (1984) (Inchon reference)
29 days local time (-9 H GMT)
Initial obs. 13.0 1984 final obs. 12.0 208 1984
Obs. sd. = 0.1520D + 01 res. m = -0.8305D - 06 sd.= 0.5517D-01

Related constituents

No	Rel. const.	Ref. const.	Speed (*deg/hour*)	H (*m*)	g (*degree*)
1	P1	K1	14.9589314	0.1072	282.867
2	PI1	K1	14.9178647	0.0035	345.714
3	PSI1	K1	15.0821353	0.0086	138.469
4	PHI1	K1	15.1232059	0.0127	287.860
5	T2	S2	29.9589333	0.0277	147.997
6	K2	S2	30.0821373	0.1319	71.629
7	NU2	N2	28.5125831	0.0887	74.529
8	2N2	N2	27.8953548	0.0294	44.920

Major constituents

No	Name	Speed (*deg/hour*)	H (*m*)	g (*degree*)
1	ZO	0.0000000	0.1803	0.000
2	MM	0.5443747	0.0250	168.264
3	MSF	1.0158958	0.0251	13.277
4	Q1	13.3986609	0.0390	240.289
5	O1	13.9430356	0.2719	252.988
6	M1	14.4920521	0.0150	262.936
7	K1	15.0410686	0.3611	290.586
8	J1	15.5854433	0.0266	302.569
9	OO1	16.1391017	0.0113	341.613
10	MU2	27.9682084	0.0047	151.456
11	N2	28.4397295	0.3957	84.495
12	M2	28.9841042	2.0175	109.148
13	L2	29.5284789	0.1458	117.890
14	S2	30.0000000	0.4799	160.030
15	2SM2	31.0158958	0.0201	138.532
16	MO3	42.9271398	0.0209	166.288
17	M3	43.4761563	0.0047	38.115
18	MK3	44.0251729	0.0234	236.926
19	MN4	57.4238337	0.0136	46.223
20	M4	57.9682084	0.0387	63.770
21	SN4	58.4397295	0.0027	46.471
22	MS4	58.9841042	0.0213	131.872
23	2MN6	86.4079380	0.0053	117.072
24	M6	86.9523127	0.0091	121.185
25	MSN6	87.4238337	0.0014	104.120
26	2MS6	87.9682084	0.0056	200.995
27	2SM6	88.9841042	0.0010	254.388

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI-9. Harmonic constituents at Wangdungdo.

Position Wangdungdo (1984) (Kunsan reference)
29 days local time (-9 H GMT)
Initial obs. 17.0 151 1984 final obs. 22.0 179 1984
Obs. sd.= 0.1345D + 01 res. m = 0.2514 D-05 sd.= 0.6923 D-01

Related constituents

No	Rel. const.	Ref. const.	Speed (*deg/hour*)	H (*m*)	g(*degree*)
1	P1	K1	14.9589314	0.0933	269.323
2	PI1	K1	14.9178647	0.0071	71.029
3	PSI1	K1	15.0821353	0.0156	54.105
4	PHI1	K1	15.1232059	0.0096	231.238
5	T2	S2	29.9589333	0.0428	162.981
6	K2	S2	30.0821373	0.1960	140.263
7	NU2	N2	28.5125831	0.1400	41.852
8	2N2	N2	27.8953548	0.0555	57.606

Major constituents

No	Name	Speed (*deg/hour*)	H (*m*)	g(*degree*)
1	ZO	0.0000000	0.2151	180.000
2	MM	0.5443747	0.0439	156.229
3	MSF	1.0158958	0.0354	71.116
4	Q1	13.3986609	0.0308	203.709
5	O1	13.9430356	0.2569	235.683
6	M1	14.4920521	0.0102	279.400
7	K1	15.0410686	0.3139	274.723
8	J1	15.5854433	0.0153	300.706
9	OO1	16.1391017	0.0045	333.769
10	MU2	27.9682084	0.0223	113.918
11	N2	28.4397295	0.4142	48.008
12	M2	28.9841042	1.7997	76.196
13	L2	29.5284789	0.0456	127.755
14	S2	30.0000000	0.6565	134.584
15	2SM2	31.0158958	0.0058	15.057
16	MO3	42.9271398	0.0140	74.286
17	M3	43.4761563	0.0028	146.407
18	MK3	44.0251729	0.0193	143.789
19	MN4	57.4238337	0.0223	56.578
20	M4	57.9682084	0.0453	90.937
21	SN4	58.4397295	0.0038	144.155
22	MS4	58.9841042	0.0136	124.770
23	2MN6	86.4079380	0.0036	291.391
24	M6	86.9523127	0.0090	303.685
25	MSN6	87.4238337	0.0036	295.704
26	2MS6	87.9682084	0.0053	342.397
27	2SM6	88.9841042	0.0009	20.398

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI-10. Harmonic constituents at Ochongdo.

Position Ochongdo (1984) (Kunsan reference)
29 days local time (-9 H GMT)
Initial obs. 15.0 113 1984 final obs. 20.0 141 1984
Obs. sd. = 0.1378D+01 res. m = 0.1381D-04 sd. = 0.5478D-01

Related constituents

No	Rel. const.	Ref. const.	Speed (*aeg/hour*)	H (*m*)	g(*degree*)
1	P1	K1	14.9589314	0.0929	279.713
2	PI1	K1	14.9178647	0.0071	81.419
3	PSI1	K1	15.0821353	0.0156	64.495
4	PHI1	K1	15.1232059	0.0096	241.628
5	T2	S2	29.9589333	0.0422	178.924
6	K2	S2	30.0821373	0.1932	156.206
7	NU2	N2	28.5125831	0.1292	73.507
8	2N2	N2	27.8953548	0.0512	89.261

Major constituents

No	Name	Speed(*deg/hour*)	H (*m*)	g(*degree*)
1	Z0	0.0000000	0.1596	0.000
2	MM	0.5443747	0.0631	25.210
3	MSF	1.0158958	0.0284	17.082
4	Q1	13.3986609	0.0533	210.496
5	O1	13.9430356	0.2540	248.957
6	M1	14.4920521	0.0144	265.866
7	K1	15.0410686	0.3127	285.113
8	J1	15.5854433	0.0276	307.648
9	OO1	16.1391017	0.0008	38.118
10	MU2	27.9682084	0.0342	80.451
11	N2	28.4397295	0.3820	79.663
12	M2	28.9841042	1.7686	97.821
13	L2	29.5284789	0.0761	157.100
14	S2	30.0000000	0.6469	150.527
15	2SM2	31.0158958	0.0230	359.123
16	MO3	42.9271398	0.0086	154.605
17	M3	43.4761563	0.0031	258.666
18	MK3	44.0251729	0.0101	189.060
19	MN4	57.4283337	0.0220	70.164
20	M4	57.9682084	0.0478	109.908
21	SN4	58.4397295	0.0041	142.108
22	MS4	58.9841042	0.0307	141.916
23	2MN6	86.4079380	0.0028	330.821
24	M6	86.9523127	0.0054	4.247
25	MSN6	87.4238337	0.0023	2.441
26	2MS6	87.9682084	0.0089	38.706
27	2SM6	88.9841042	0.0031	80.919

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI-11. Harmonic constituents at Taehuksando.

Position Taehuksando (1984) (Mokpo reference)
29 days local time (-9 H GMT)
Initial obs. 15.0 95 1984 final obs. 20.0 123 1984
Obs. sd. = 0.8503D+00 res. m = 0.4000D-07 sd. = 0.7529D-01

Related constituents

No	Rel. const.	Ref. const.	Speed (*deg/hour*)	H (*m*)	g (*degree*)
1	P1	K1	14.9589314	0.0856	268.880
2	PI1	K1	14.9178647	0.0857	267.058
3	PSI1	K1	15.0821353	0.0001	276.358
4	PHI1	K1	15.1232059	0.0056	304.658
5	T2	S2	29.9589333	0.0259	60.798
6	K2	S2	30.0821373	0.1007	81.793
7	NU2	N2	28.5125831	0.0462	20.742
8	2N2	N2	27.8953548	0.0263	353.409

Major constituents

No	Name	Speed(*deg/hour*)	H (*m*)	g (*degree*)
1	ZO	0.0000000	1.8292	0.000
2	MM	0.5443747	0.0120	334.375
3	MSF	1.0158958	0.0287	97.317
4	Q1	13.3986609	0.0402	200.472
5	O1	13.9430356	0.1991	223.207
6	M1	14.4920521	0.0195	240.898
7	K1	15.0410686	0.2704	272.658
8	J1	15.5854433	0.0251	272.632
9	OO1	16.1391017	0.0079	327.450
10	MU2	27.9682084	0.0350	284.936
11	N2	28.4397295	0.2161	11.598
12	M2	28.9841042	1.0697	37.748
13	L2	29.5284789	0.0454	141.340
14	S2	30.0000000	0.3582	81.430
15	2SM2	31.0158958	0.0183	28.207
16	MO3	42.9271398	0.0140	12.829
17	M3	43.4761563	0.0045	92.699
18	MK3	44.0251729	0.0077	39.580
19	MN4	57.4238337	0.0118	103.109
20	M4	57.9682084	0.0403	164.735
21	SN4	58.4397295	0.0049	234.461
22	MS4	58.9841042	0.0386	215.837
23	2MN6	86.4079380	0.0038	3.953
24	M6	86.9523127	0.0083	56.486
25	MSN6	87.4238337	0.0036	104.303
26	2MS6	87.9682084	0.0156	97.615
27	2SM6	88.9841042	0.0056	149.498

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI–12. Comparison of the observed and calculated amplitude (H) and phase*(g) of the M_2 tide.

Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Observed H (*cm*)	Observed g (*degree*)	Calculated** H (*cm*)	Calculated** g (*degree*)	Period of observation	Authority
Inchon	37°28'08"	126°35'51"	284	138	292	168	1975~1977	(1)
Kunsan(outer)	35°58'	126°38'	220	90	221	98	Mar.1,1980~ Apr.4,1982	(1)
Mokpo	34°47'	126°23'	135	54	139	25	1981~1982	(1)
Taehuksando	34°41'	125°27'	106	38	103	39	1979~1982	(1)
Komundo	34°01'30"	127°18'39"	90	276	102	284	Jan.1,1983~ Jan.4,1984	(1)
Cheju	33°30'51"	126°31'50"	70	311	93	328	1973-1976	(1)
Monggumpo	38°11'	124°47'	112	213	91	207	2 months	(2)
Wondo	39°41'	124°27'	205	265	171	281	1 month	(2)
Takushan	39°46'	123°33'	193	286	154	286	-	(2)
Liau Ho	40°38'	122°10'	117	170	88	222	1 year	(2)
Ryozyun	38°48'	121°15'	84	328	64	340	3 years	(2)
Eizyosiwan	38°58'	121°18'	56	17	58	54	4.5 months	(2)
Chinwangtao	39°54'	119°37'	14	337	31	68	1 month	(2)
Weihaiwei	37°29'	122°13'	61	313	37	348	7 months	(2)
Off Chefoo	37°57'	121°55'	74	323	55	330	1 month	(2)
Shanghai	31°15'	121°29'	85	58	73	95	2.5 months	(2)
Side Saddle	30°49'	122°38'	120	315	147	337	1 year	(2)
Li Tsian Ho Bar	37°53'	118°40'	40	208	7	16	-	(3)
Bamboo I.	34°45'	119°26'	120	216	131	229	-	(3)
Central Yellow Sea	35°39'	123°45'	83	86	70	87	-	(3)
Nanfanchen	38°21'	120°54'	60	337	42	346	-	(3)
Ching Yu	26°08'	119°38'	204	350	215	344	-	(3)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI–12. (Cont'd).

Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Observed H (cm)	Observed g (degree)	Calculated H (cm)	Calculated g (degree)	Pericd of Observation	Authc rity
Wangdungdo	35°39'33"	126°06'48"	180	76	178	87	May 30 ~ July 17,1984	(4)
Uldo	37°02'10"	125°59'54"	216	121	227	144	Apr.3~ May 14,1984	(4)
Ochongdo	36°07'12"	125°59'20"	177	98	169	100	Apr.22~ May 25,1984	(5)
Modo	37°32'09"	126°23'37"	274	142	273	166	Apr.2~ May 14,1984	(4)
Sindo	37°30'12"	126°02'41"	246	137	250	164	June 28~ July 26,1984	(6)
Kulopto	37°10'42"	125°58'38"	222	123	202	142	June 28~ July 26,1984	(6)
Kadaeam	36°46'32"	125°58'32"	202	109	185	122	June 27~ July 30,1984	(6)

Note : * Phase g referred to 135°E

** The values are not the exact ones for the observation sites but obtained from the closest grid cell

(1) ROKHO (수로국 Unpublished)

(2) Nakano (中野猿人 1940)
Original data source is not clarified

(3) Choi (1980)
Original data source is not described

(4) Refer to table VI-4~11

(5) KORDI (해양연구소 1985)

(6) KMPA (해운항만청 1985)

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI–13. Available tidal energies at the sites along the west coast of Korea.

Site	* Basin area (km^2)	Available tidal energy (*GWh/annum*)
1	120	1138
2	147	1245
3	217	2006
4	718	6745
5	520	5494
6	395	2557
7	512	4493
8	225	1444

* Basin area at Approx. H.H.W

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

Table VI-14. Description of the characteristic wave parameters.

Item	Name	Parameter	Expression	Remarks
Wave height	Significant wave height	Hs	$4\sqrt{m_o}$	
	Significant wave height	$H_{1/3}$	Average of one third highest waves.	H_3 in Table VI-3
		$H_{1/10}$	Average of tenth highest waves.	H_{10} in Table VI-3
		H_{max}	Maximum wave height.	
Wave period	Zero up-crossing period	T_z	$(m_o/m_2)^{\frac{1}{2}}$	
	Significant wave period	$T_{H1/3}$	Average of wave periods corresponding to $H_{1/3}$ waves.	T_3 in Table VI-3 $m_n = \int f^n S(f)\,df$
	Peak period	T_p	Period at which S(f) is a maximum.	S(f) is spectral density function
	Wave energy period	T_e	m_{-1}/m_o	
Spectral shape	Spectral bandwidth parameter	ε	$(1-\frac{m_2^2}{m_o m_4})^{\frac{1}{2}}$	

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

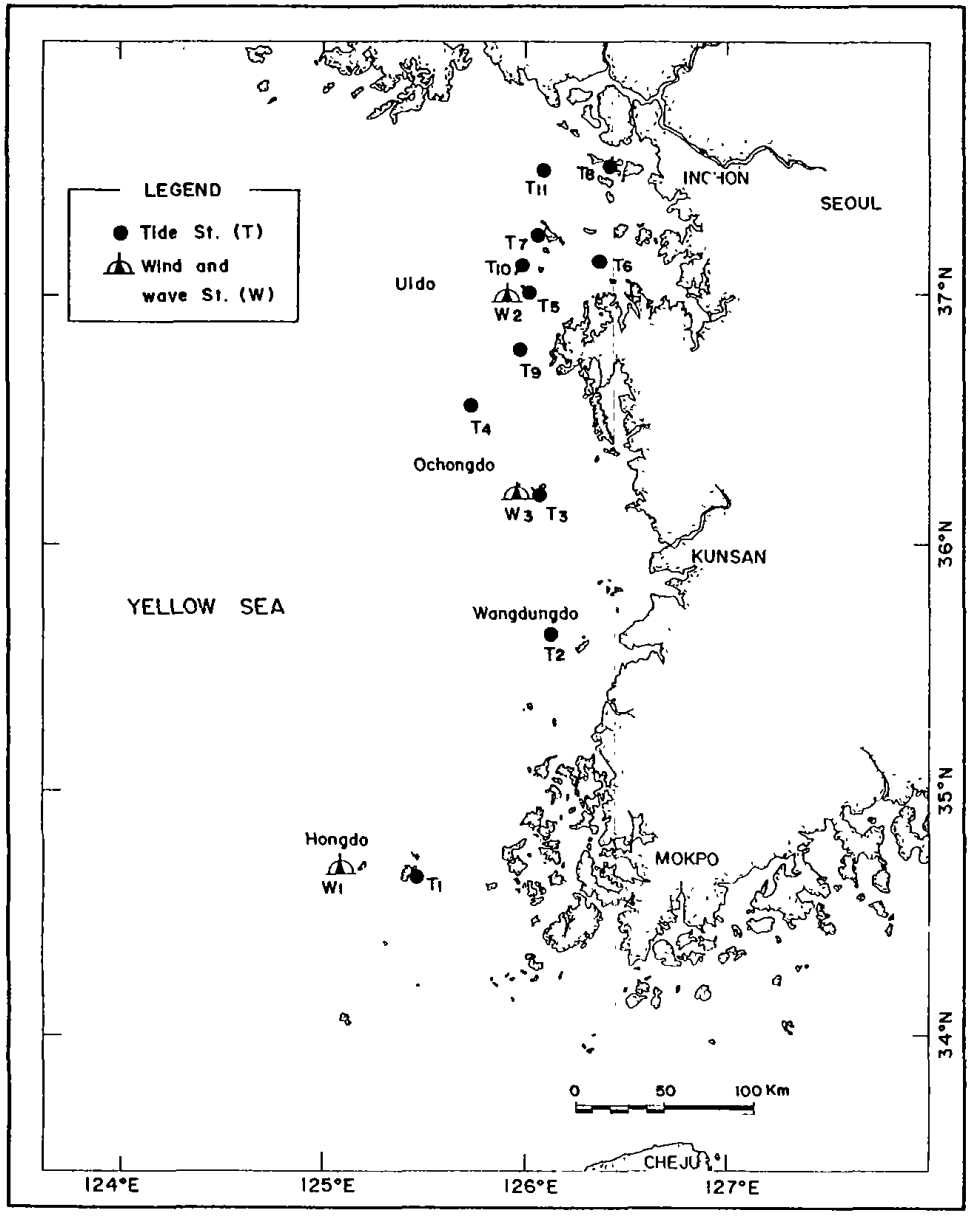


Fig. VI-1. Station position for the tide and wave measurements.

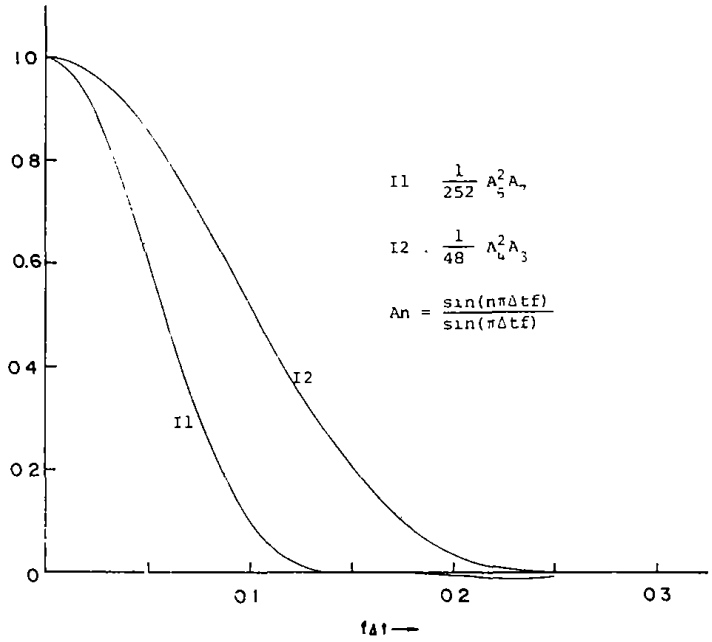


Fig. VI-2. Response functions of smoothing filter.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

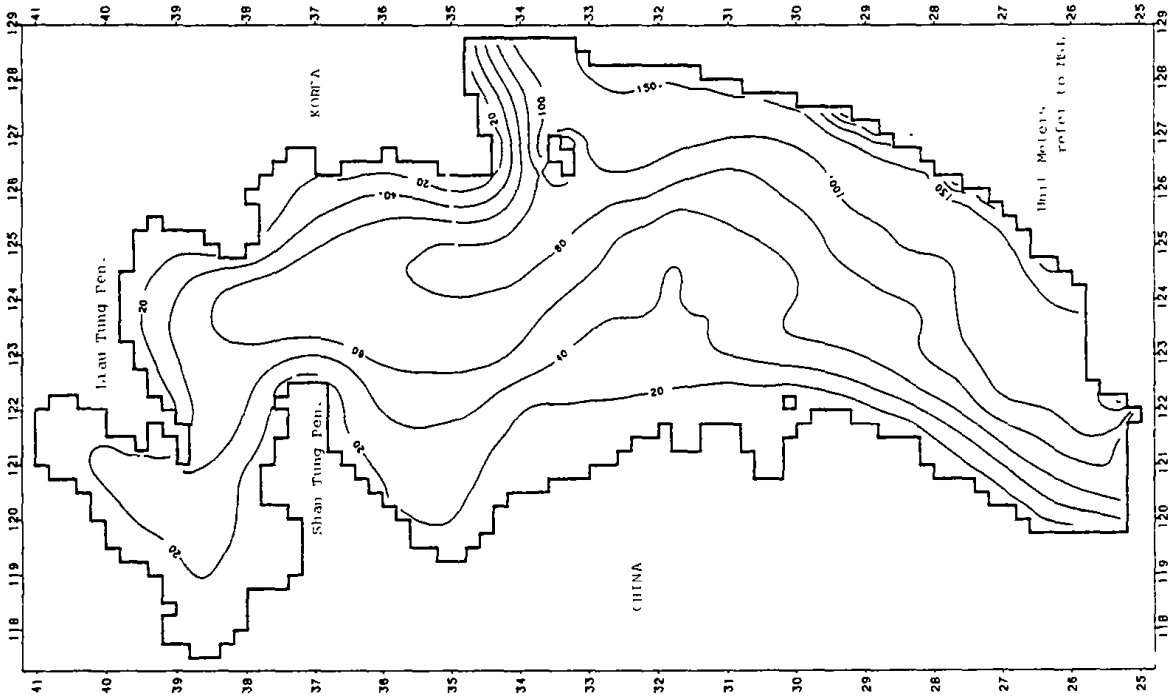


Fig. VI-4. Edited depth fields of the shelf model.

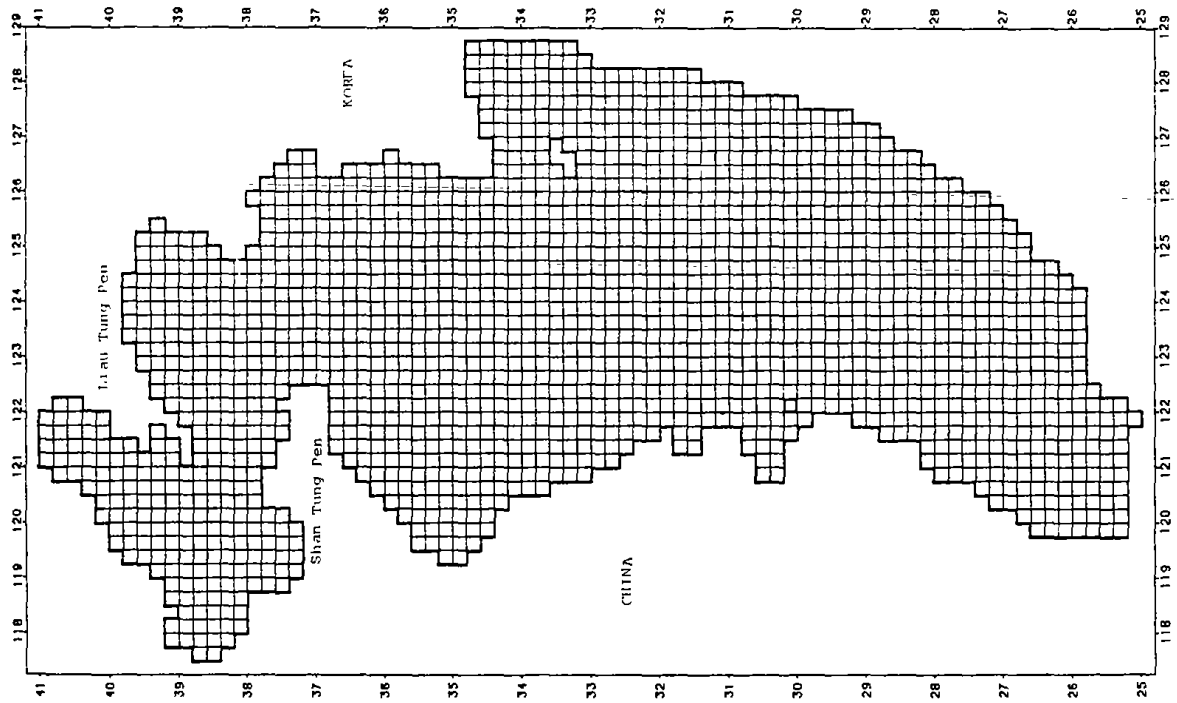


Fig. VI-3. The finite difference grid system of the shelf model.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

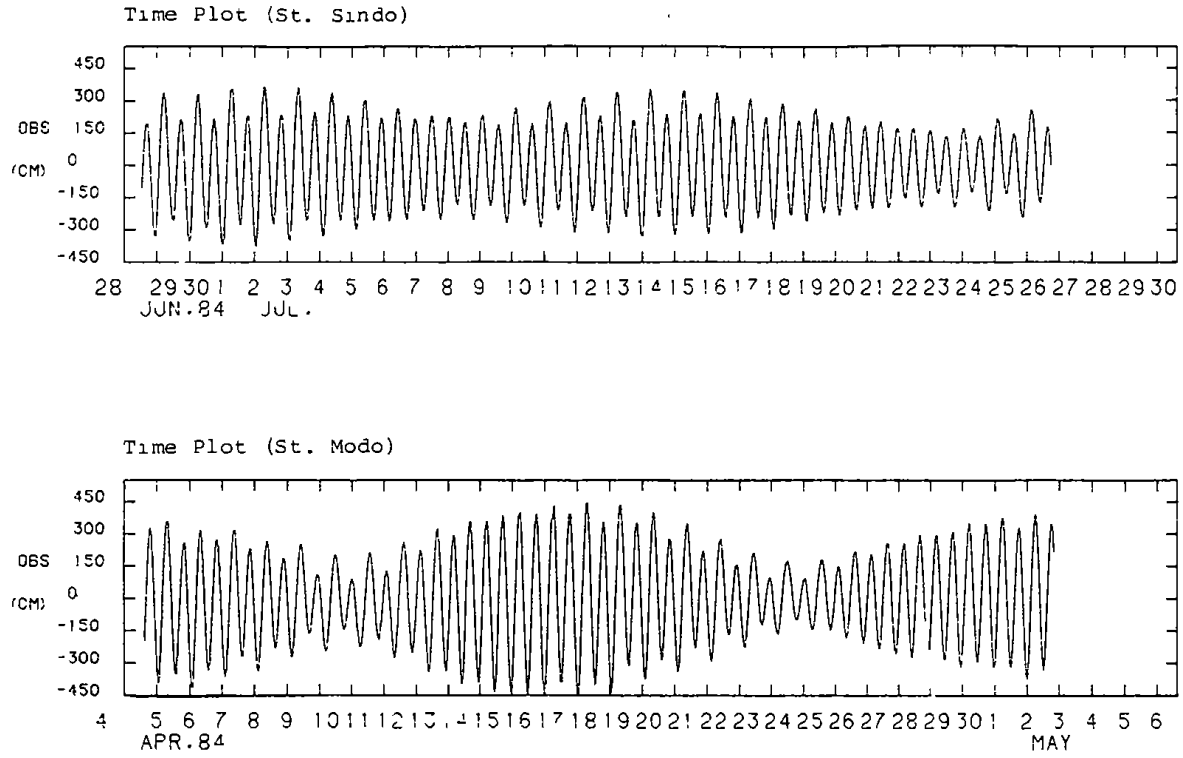


Fig. VI-5. Sea level changes at Sindo and Modo.

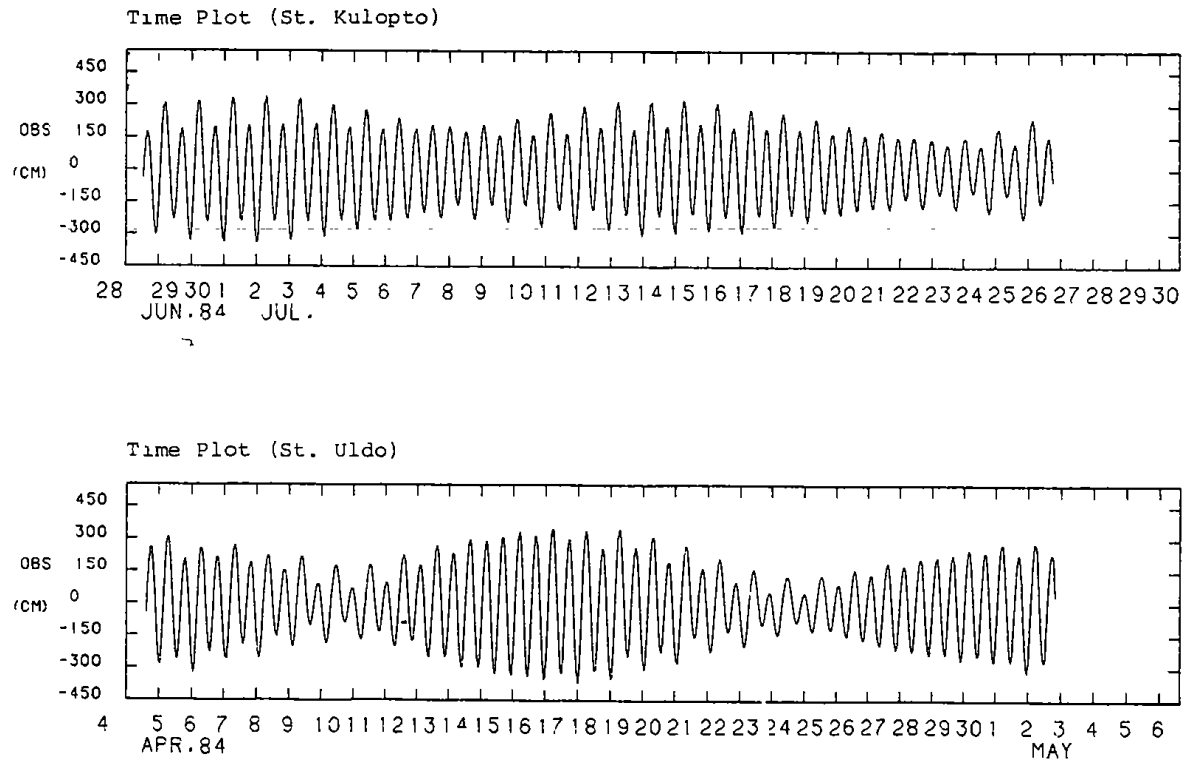


Fig. VI-6. Sea level changes at Kulopto and Uldo.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

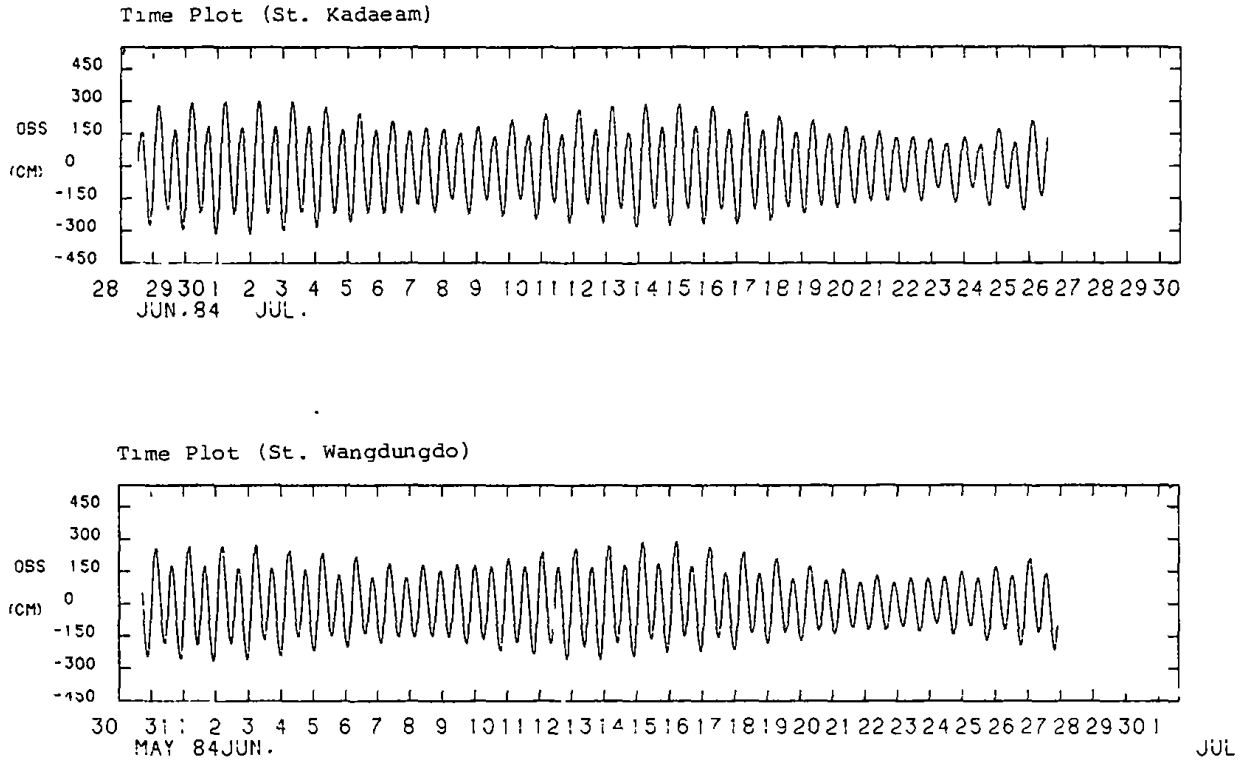


Fig. VI-7. Sea level changes at Kadaeam and Wangdungdo.

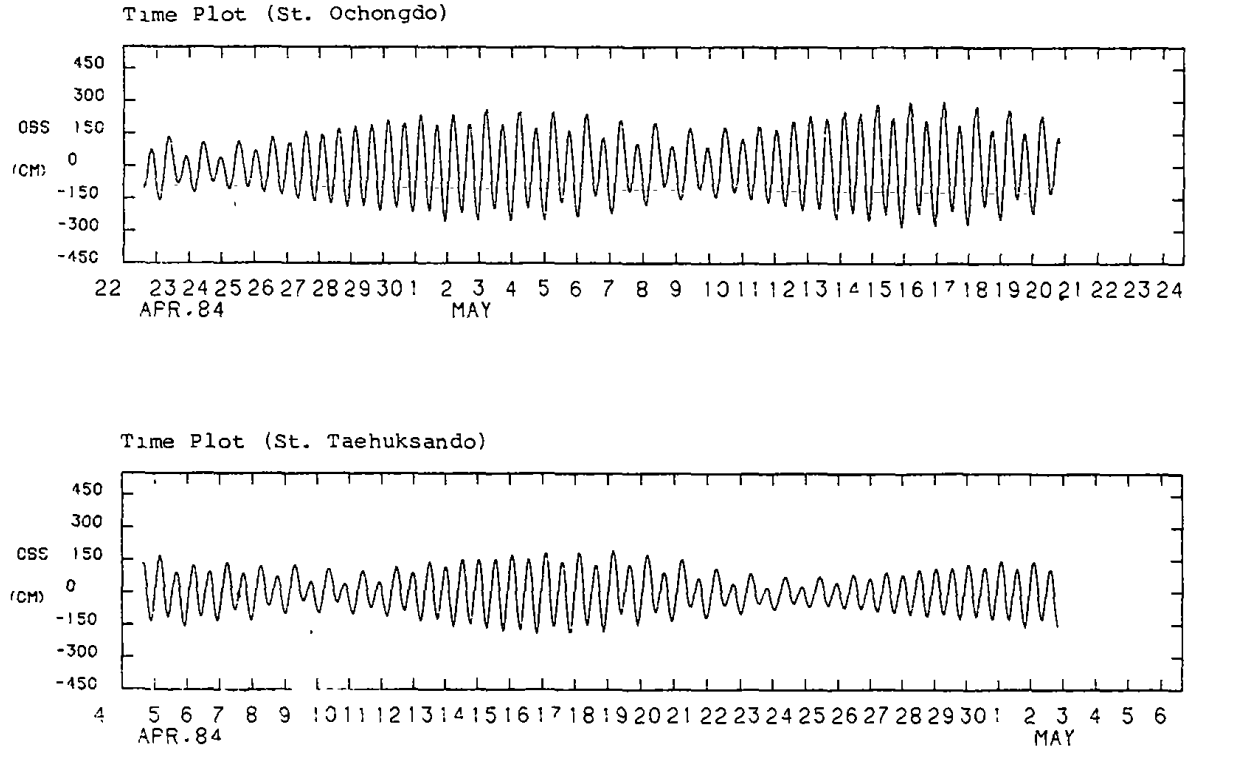


Fig. VI-8. Sea level changes at Ochongdo and Taehuksando.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

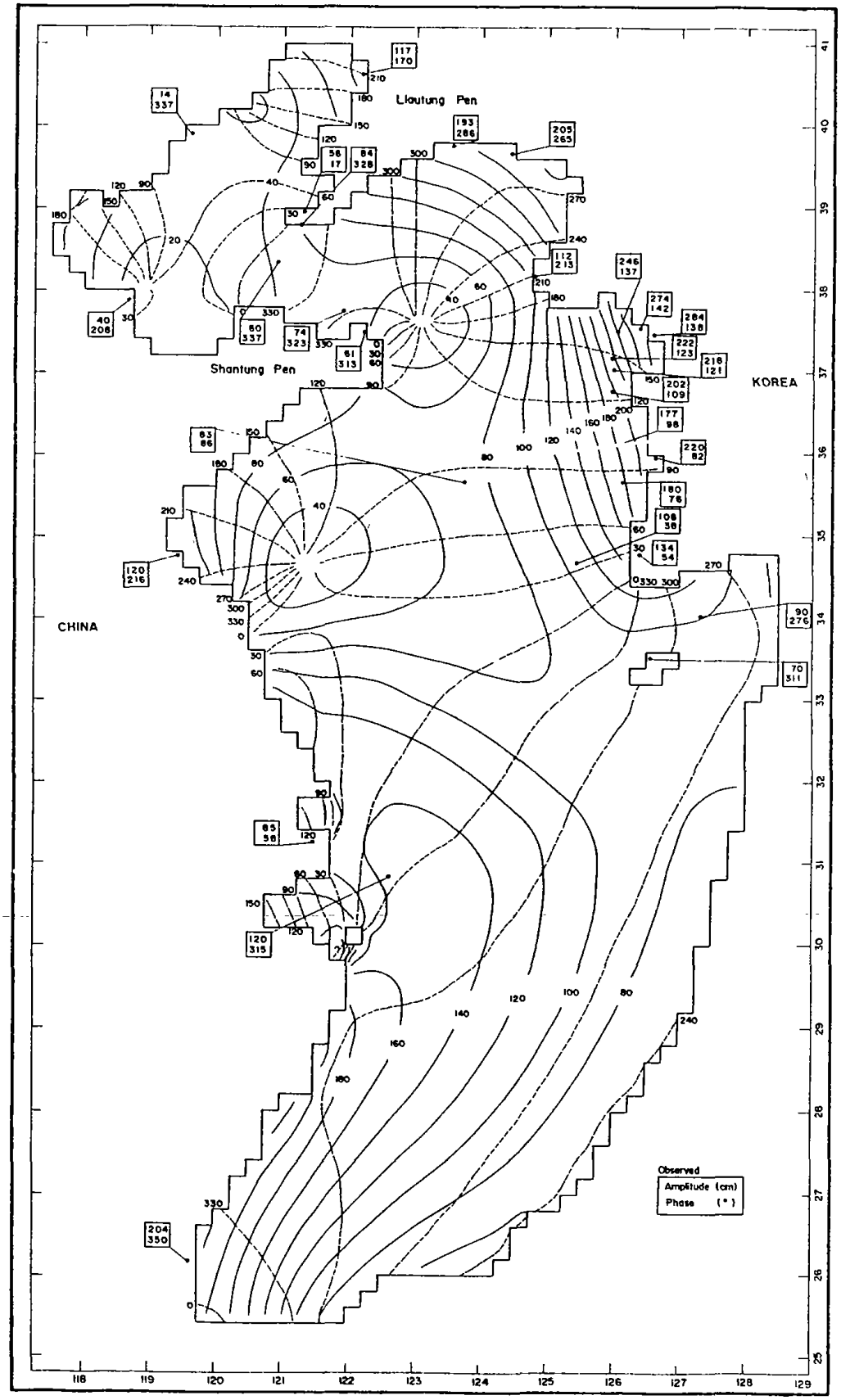


Fig. VI-9. Calculated co-amplitude and co-tidal chart of the M_2 tide.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

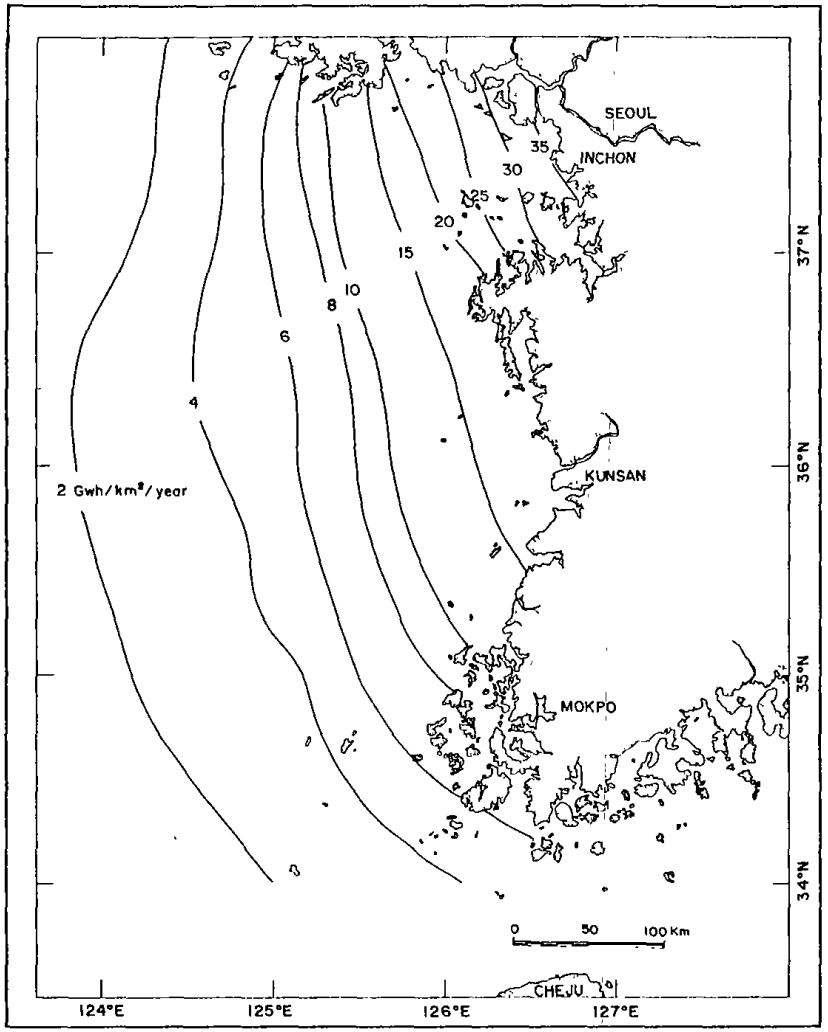


Fig. VI-10. Distribution of potential tidal energy in the Eastern part of the Yellow Sea.

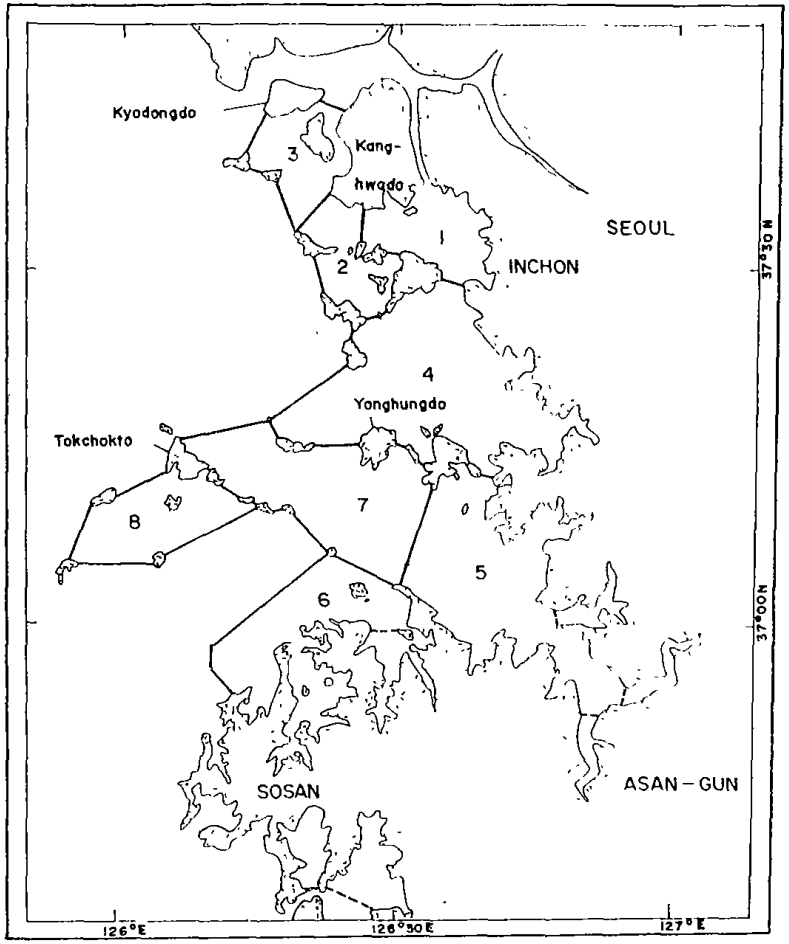


Fig. VI-11. Location map of the large scale tidal power plant sites.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

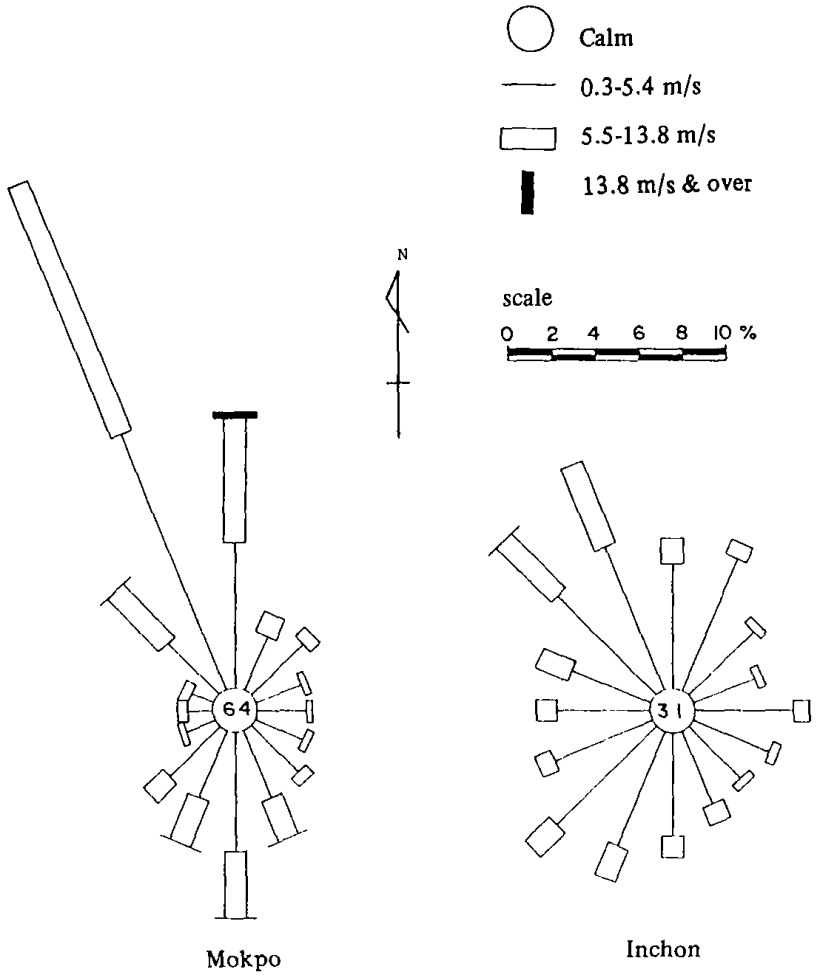


Fig. VI-12. Wind roses at Mokpo and Inchon in 1961 ~ 1975.

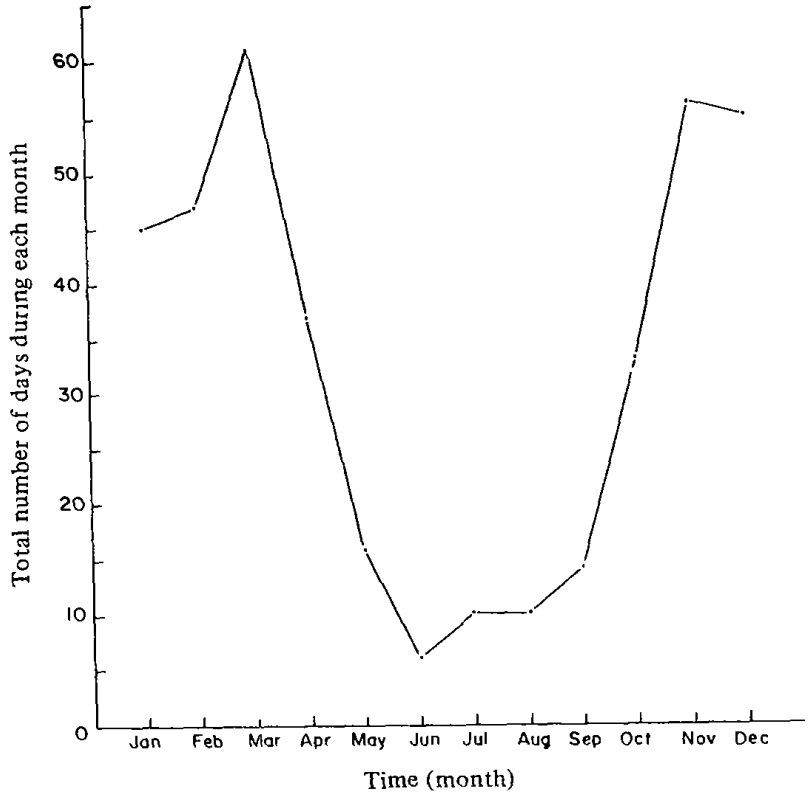


Fig. VI-13. Monthly occurrence of wind speed ⩾ 13.9 *m/sec* at Kunsan in 1968 ~ 1981.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

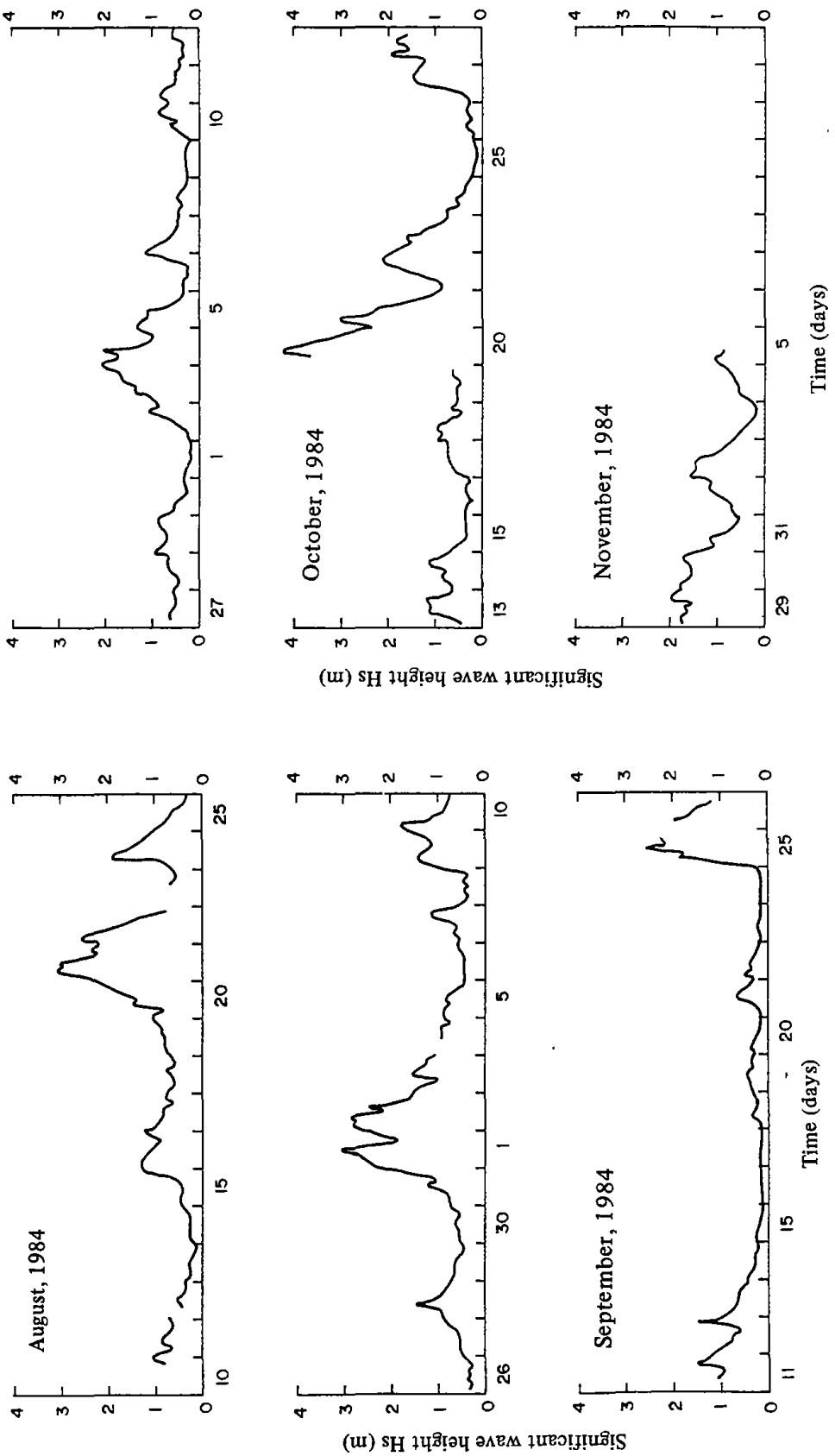


Fig. VI-14. Temporal variation of significant wave heights at Hongdo.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

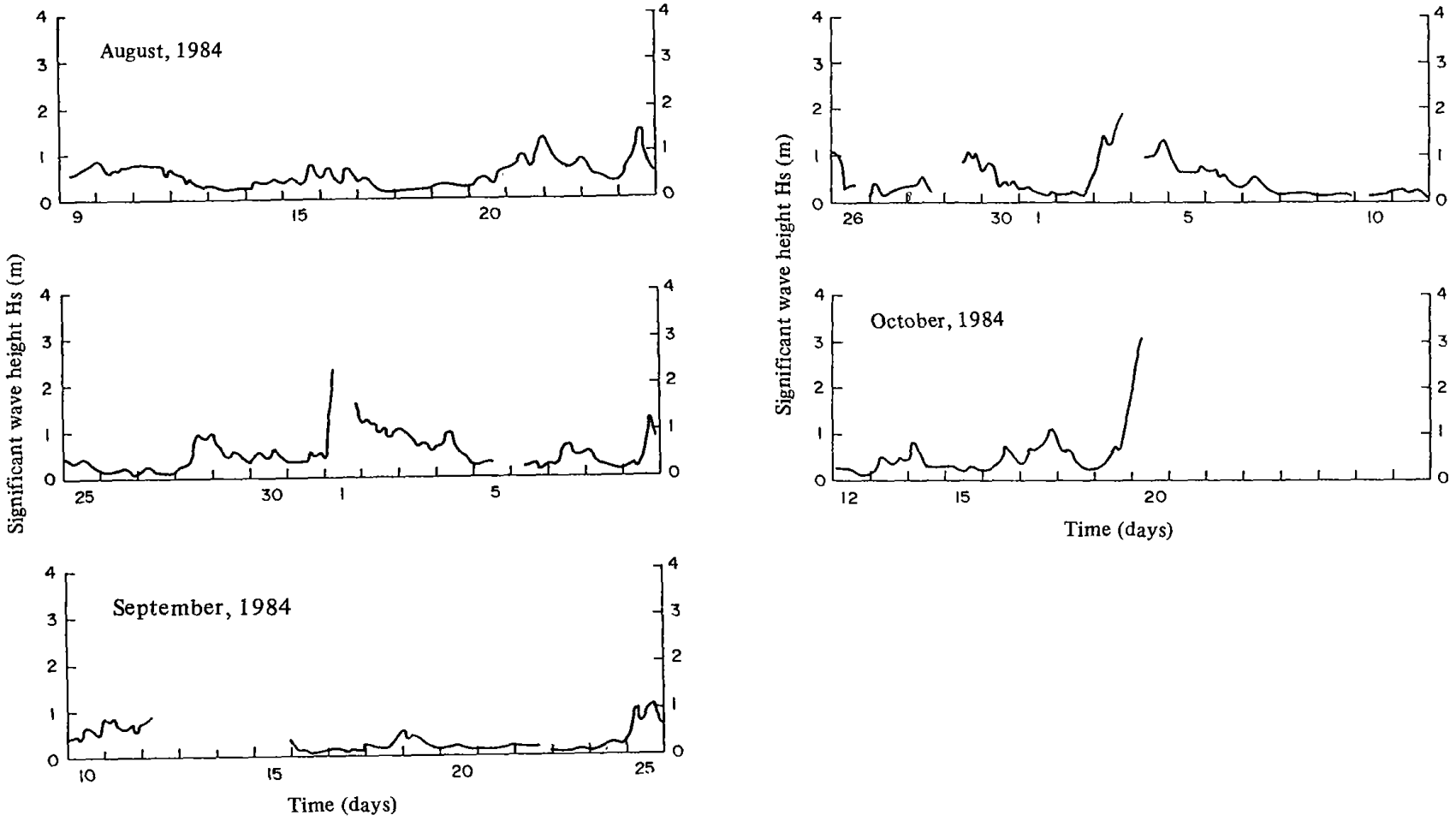


Fig. VI-15. Temporal variation of significant wave heights at Uldo.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

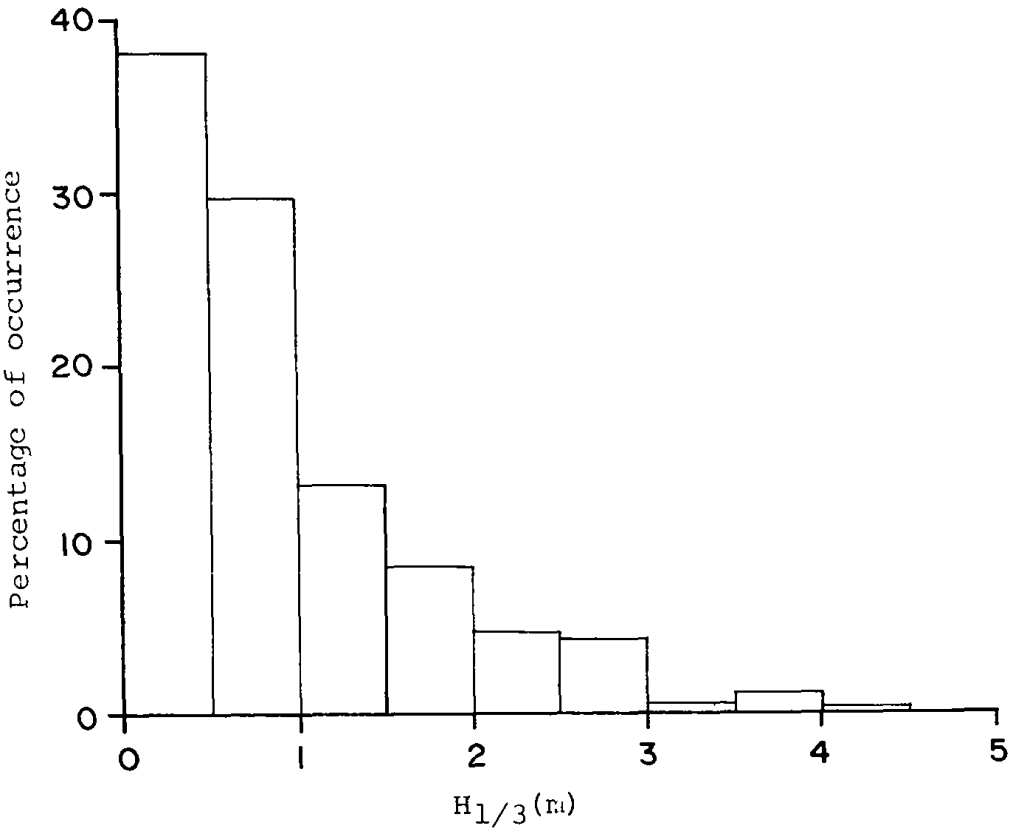


Fig. VI-16. Histogram of $H_{1/3}$ at Hongdo.

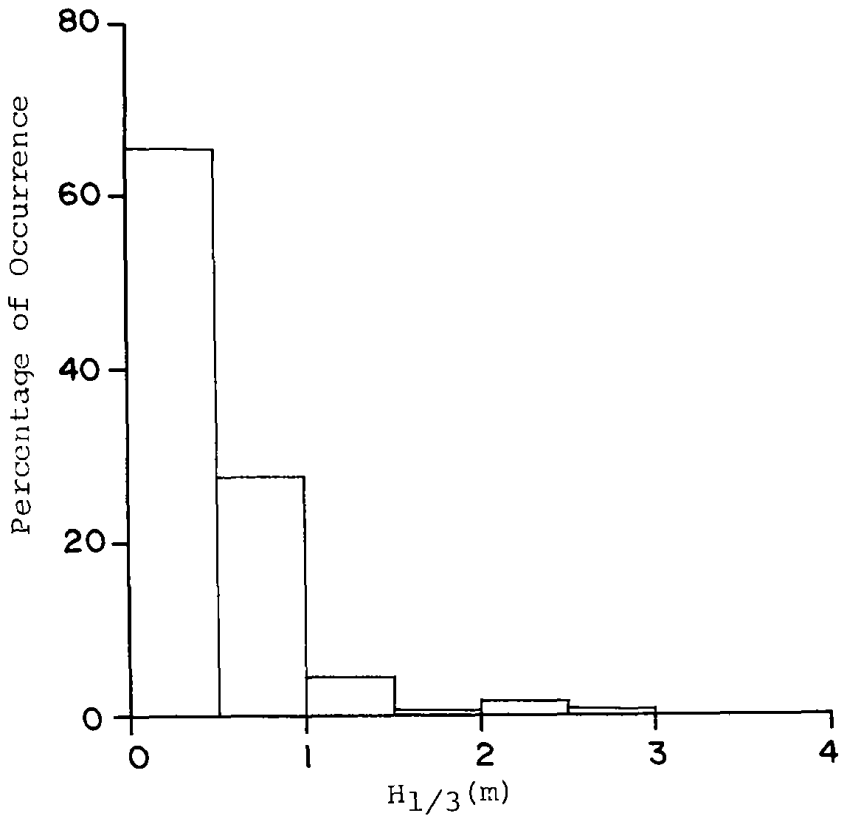


Fig. VI-17. Histogram of $H_{1/3}$ at Uldo.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

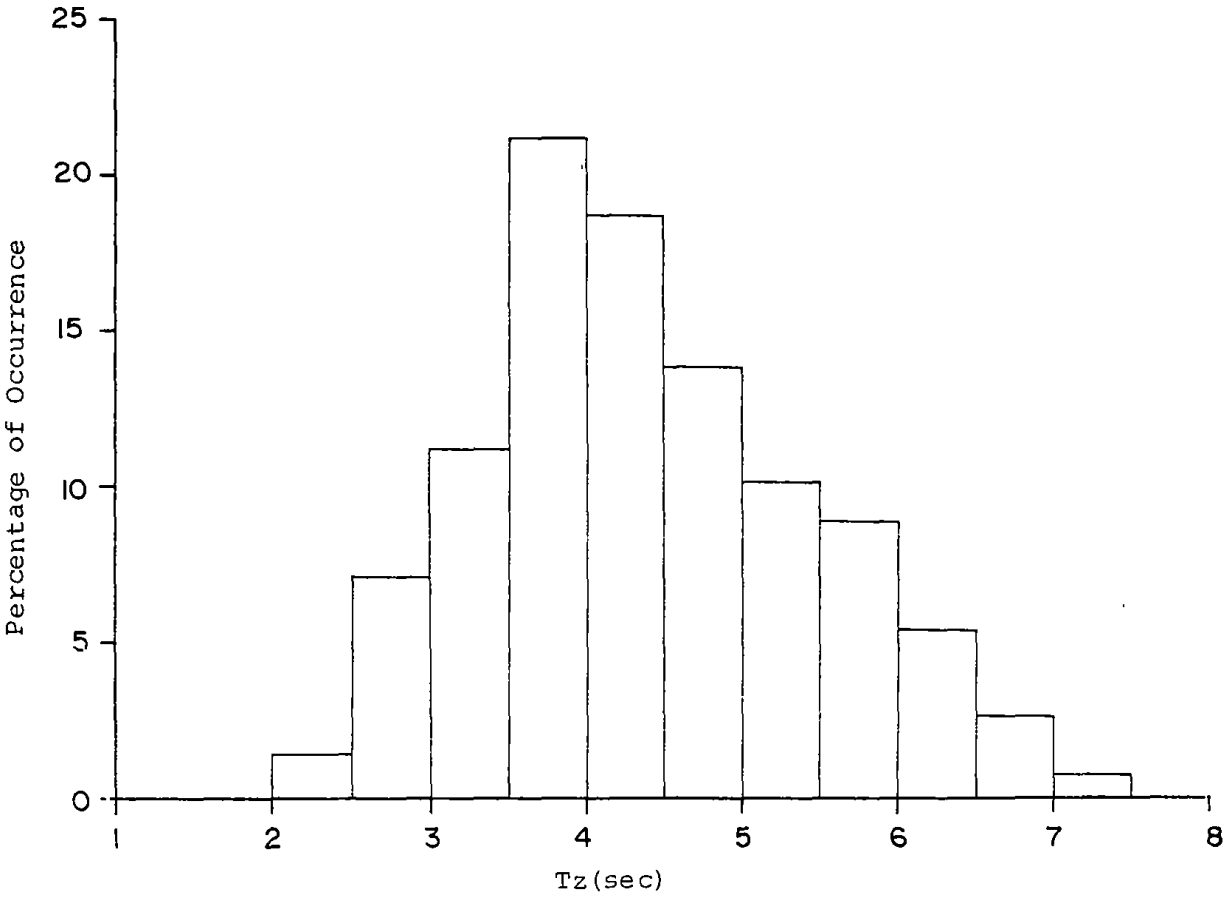


Fig. VI-18. Histogram of T_z at Hongdo.

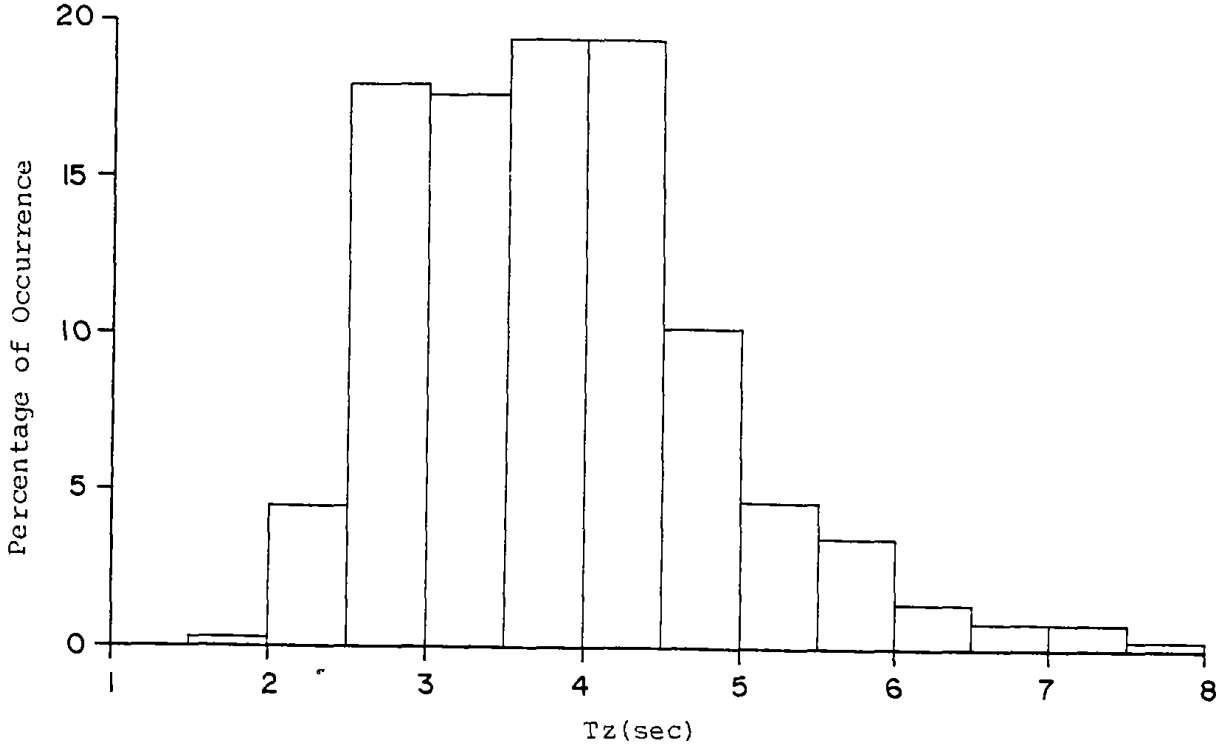


Fig. VI-19. Histogram of T_z at Uldo.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

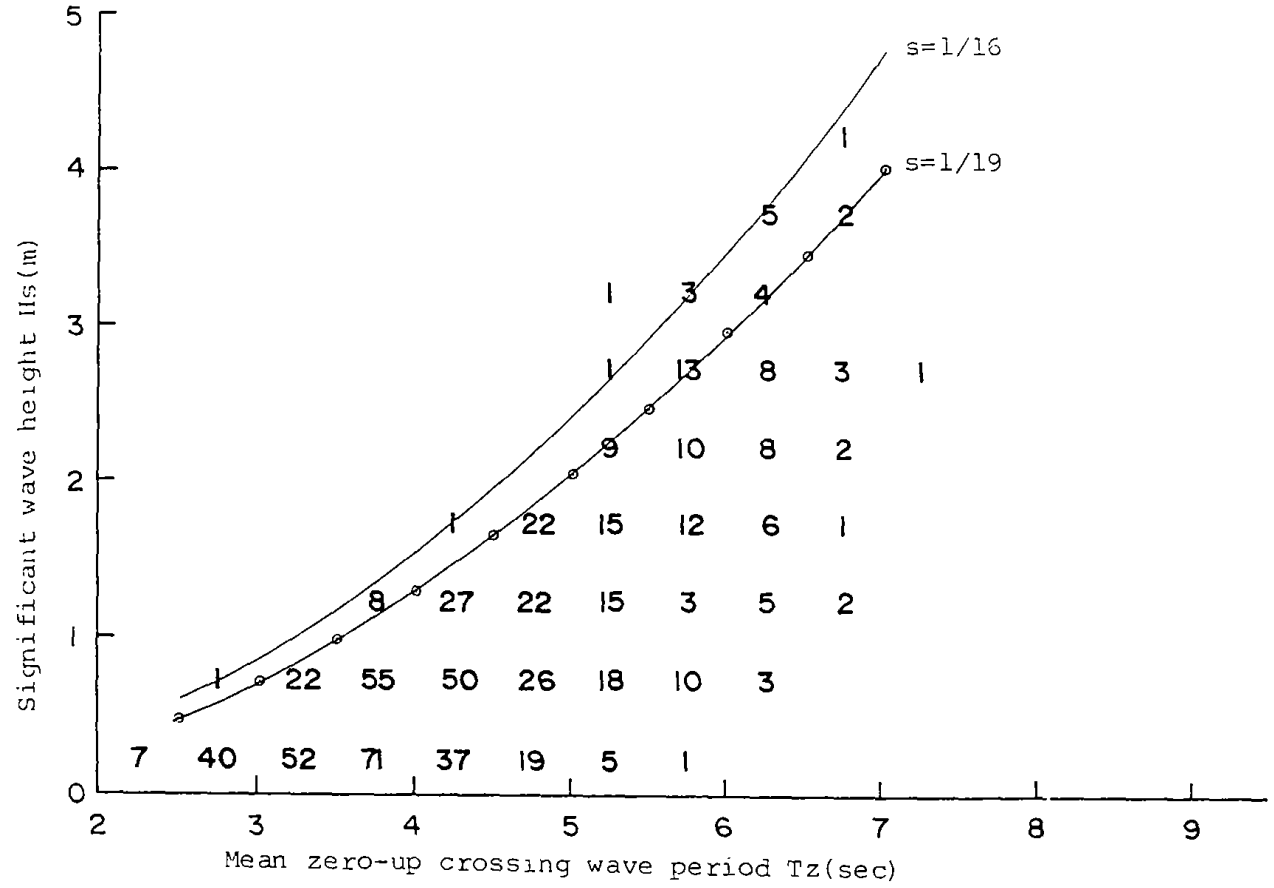


Fig. VI-20. Scatter diagram of H_s vs. T_z and the lines of wave steepness at Hongdo.

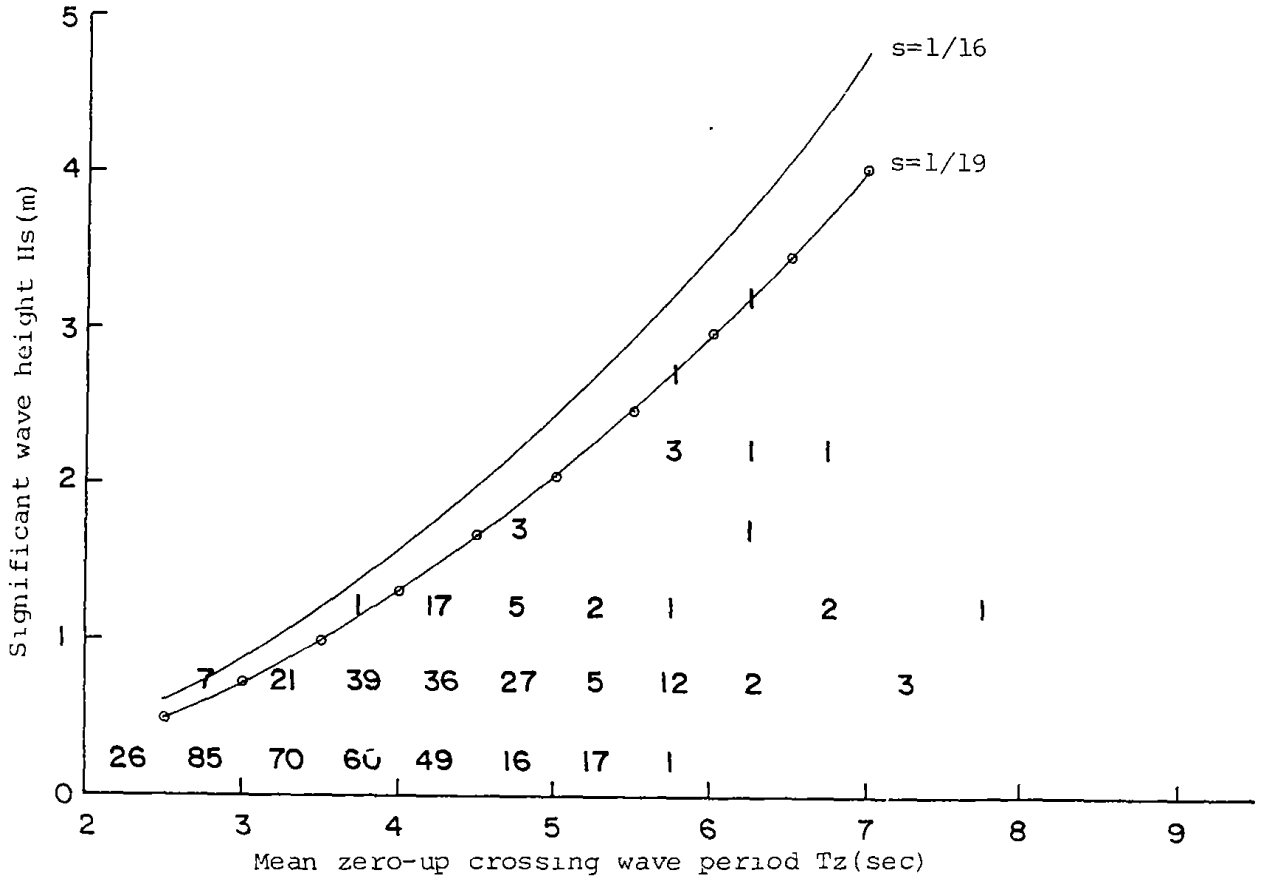


Fig. VI-21. Scatter diagram of H_s vs. T_z and the lines of wave steepness at Uldo.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

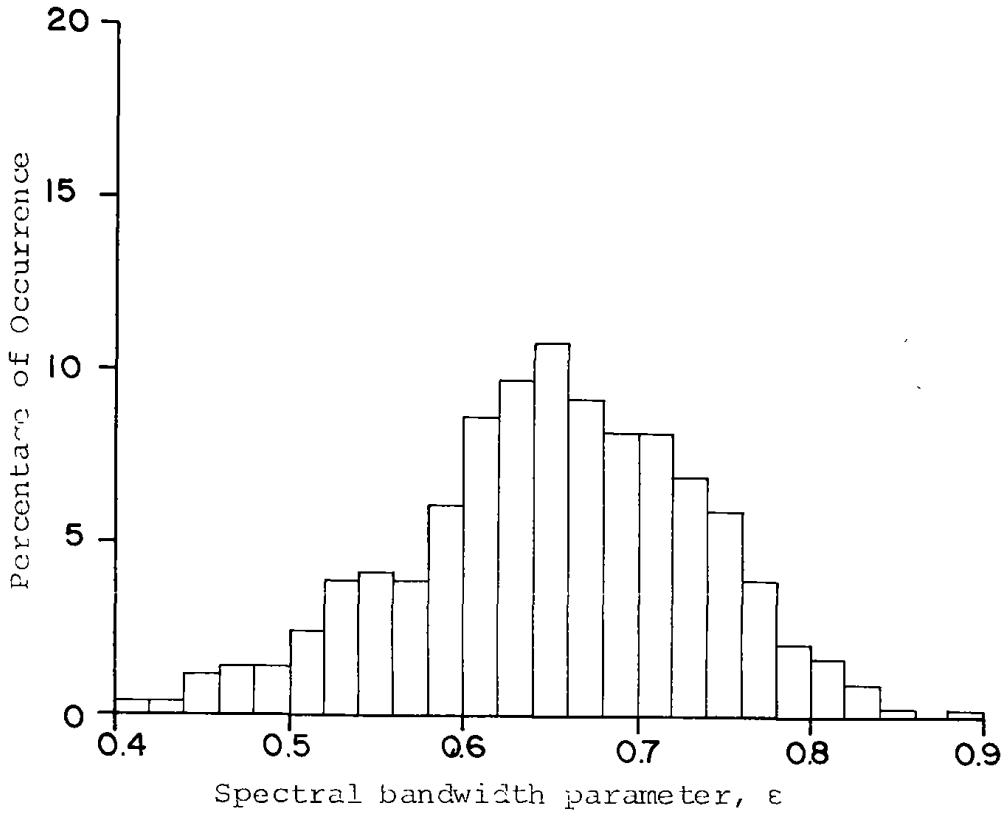


Fig. VI-22. Percentage of occurrence of spectral bandwidth parameter ε at Hongdo.

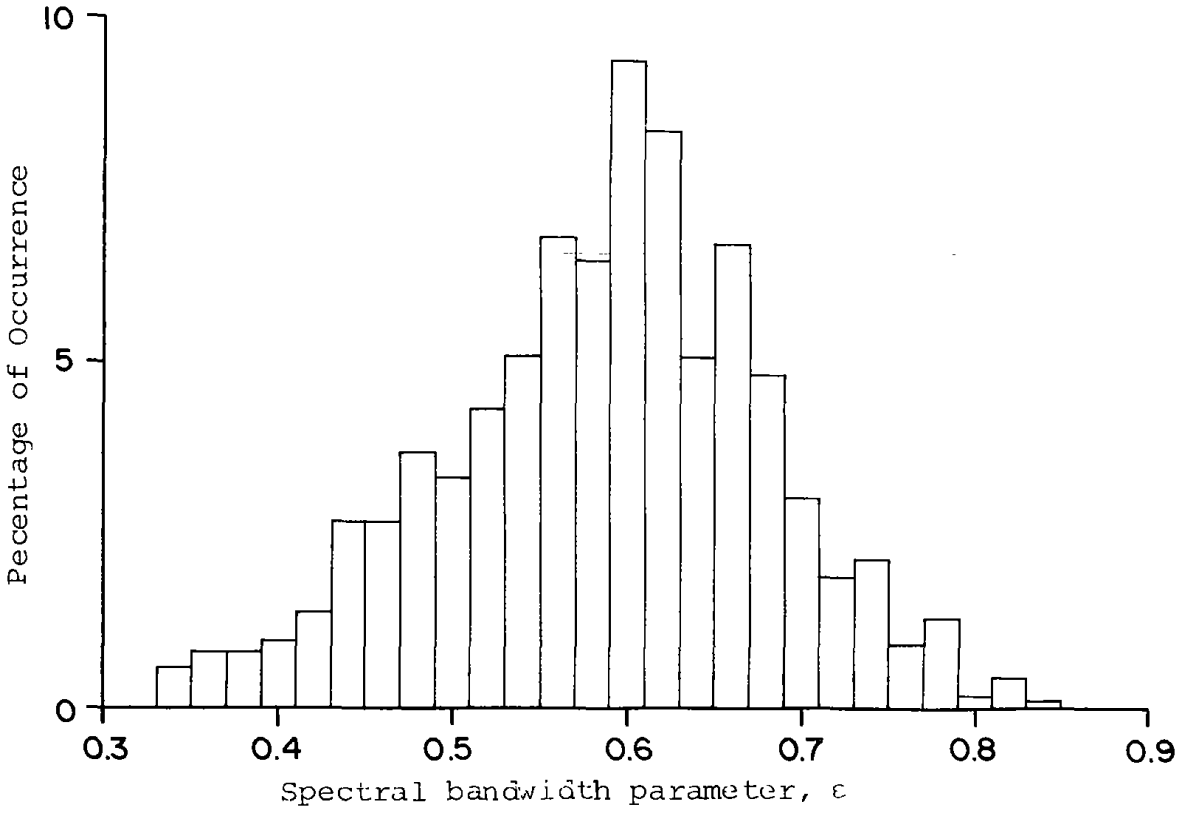


Fig. VI-23. Percentage of occurrence of spectral bandwidth parameter ε at Uldo.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

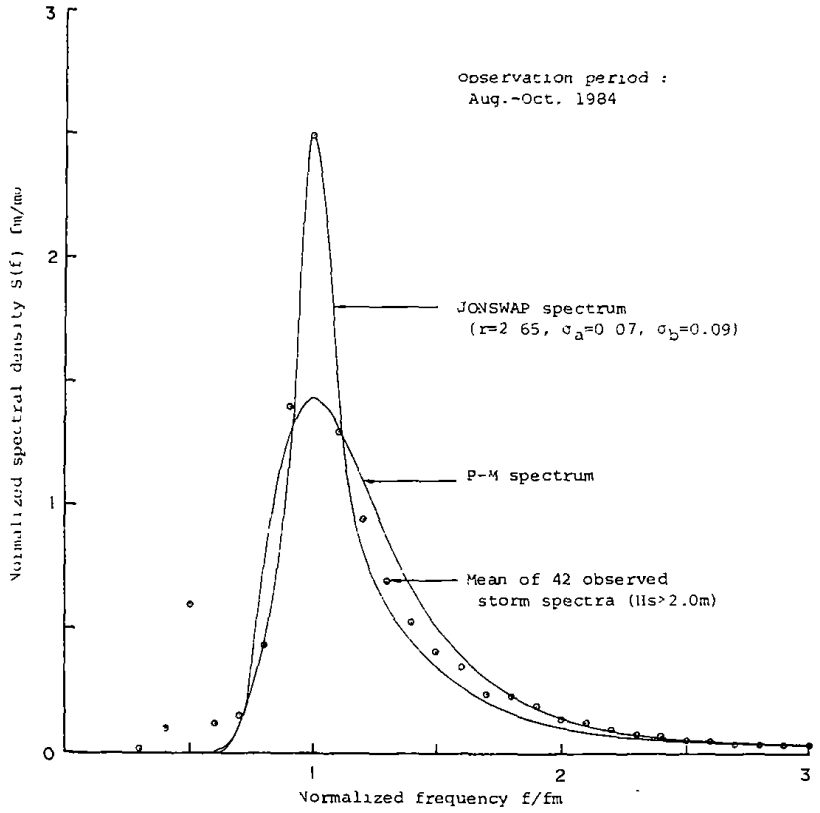


Fig. VI-24. Mean wave spectrum proposed for storm waves at Hongdo.

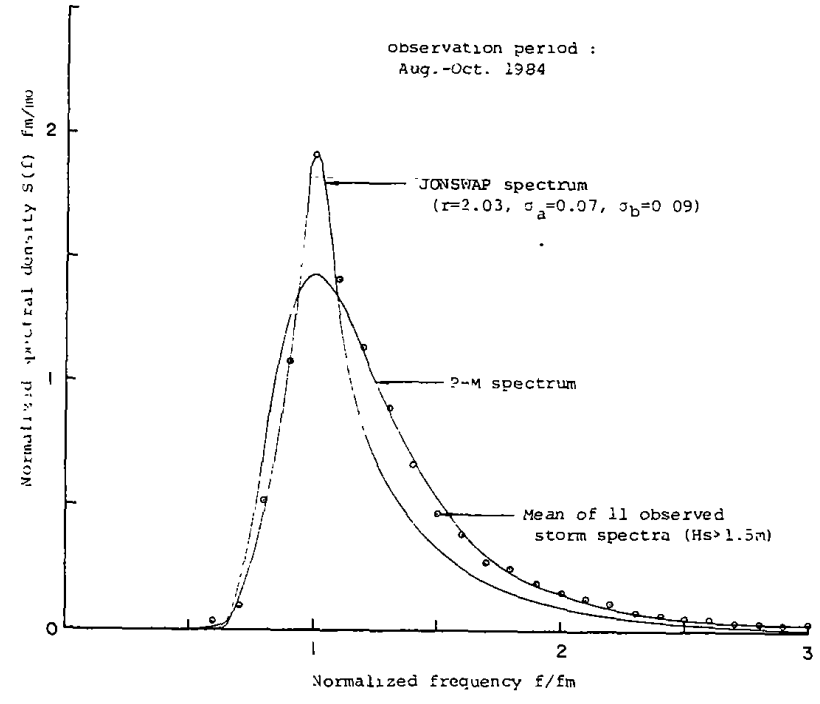


Fig. VI-25. Mean wave spectrum proposed for storm waves at Uldo.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

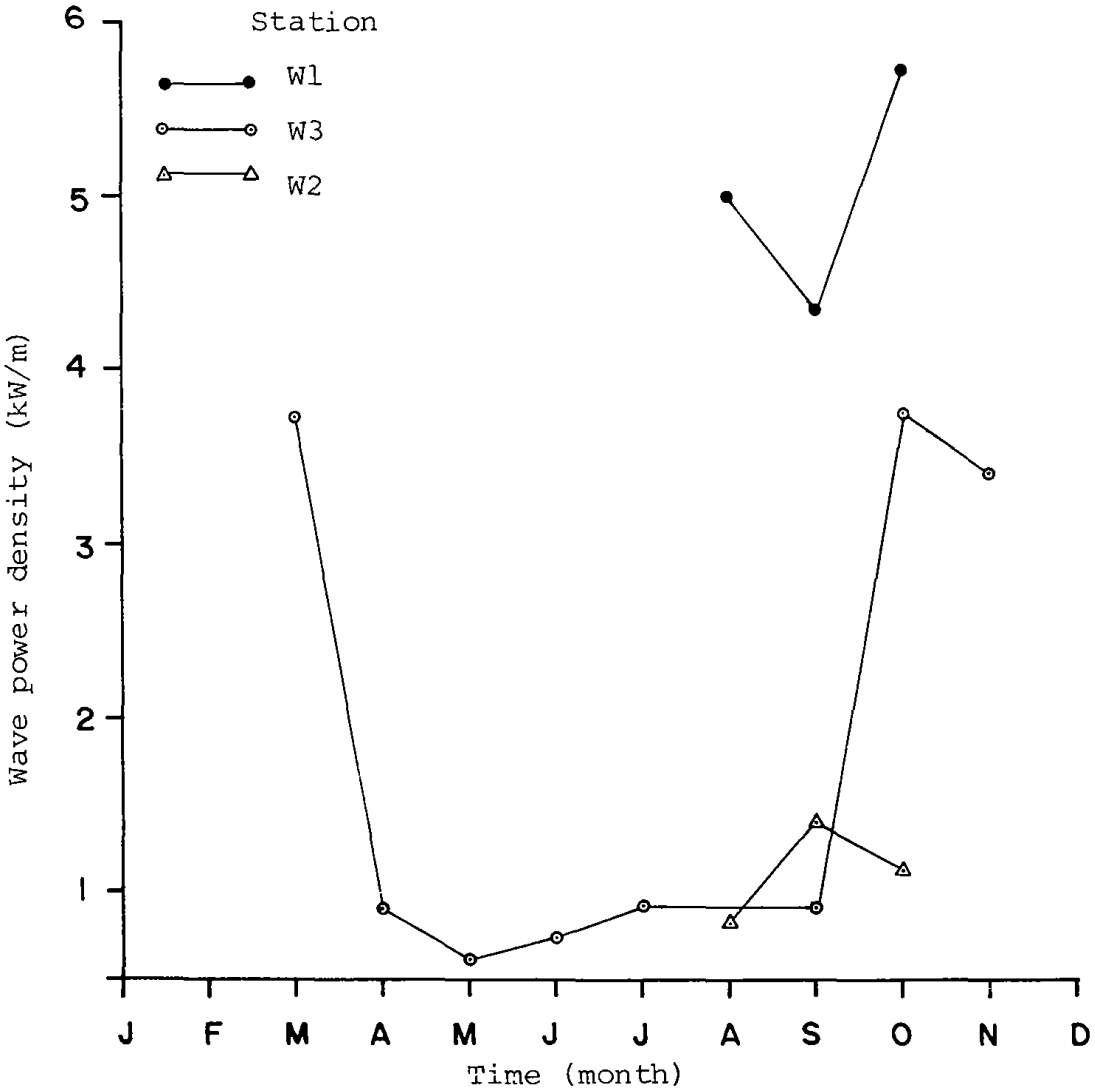


Fig. VI-26. Monthly variation of average wave power density.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

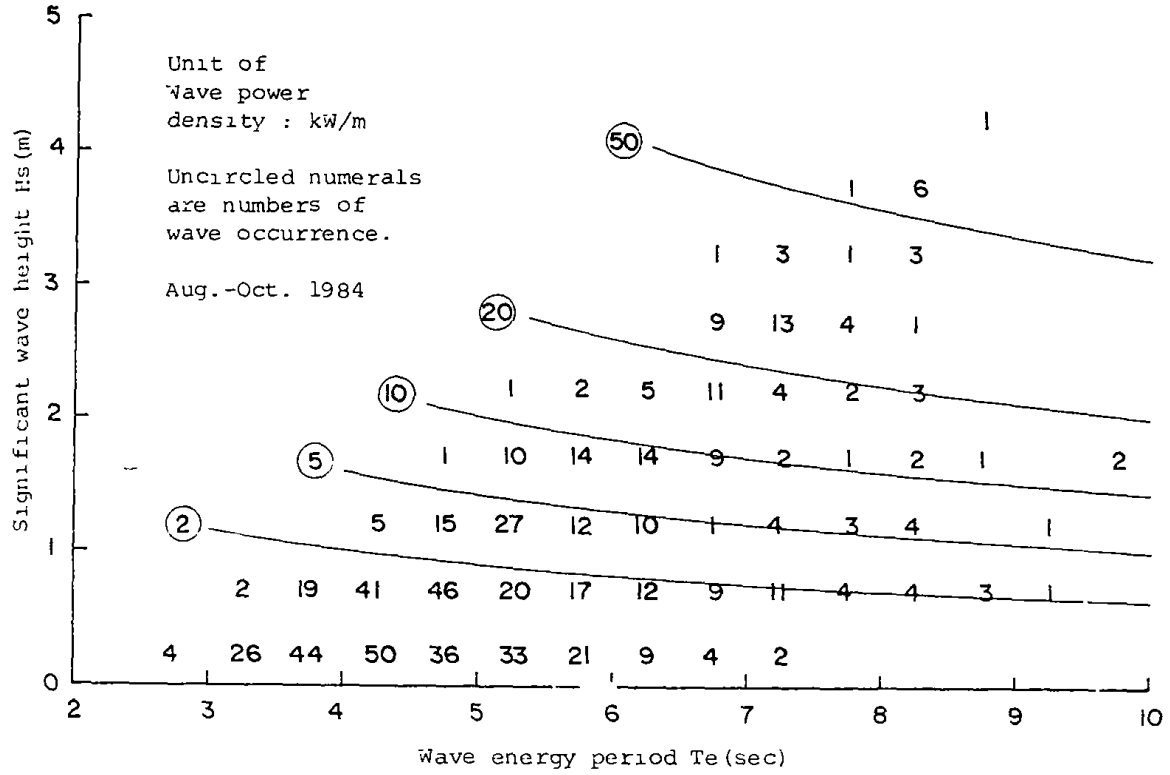


Fig. VI-27. Scatter diagram of H_s vs. T_e and wave power density curves at Hongdo.

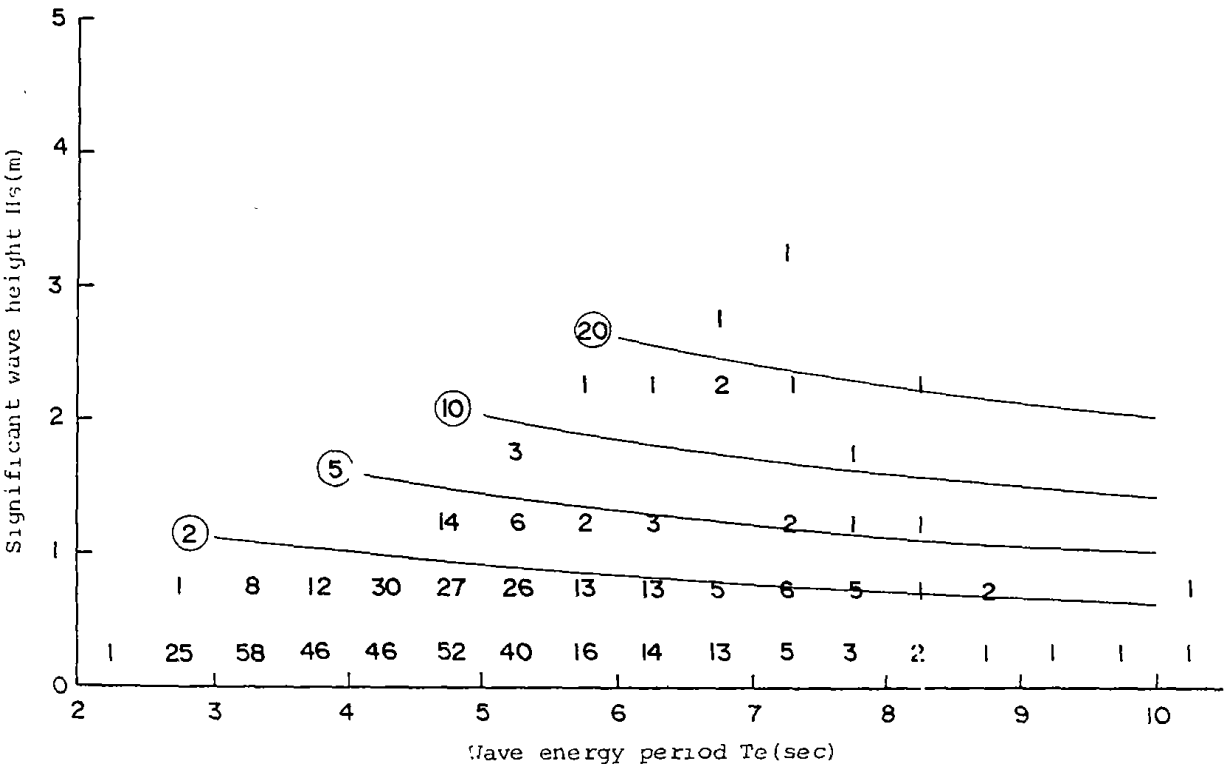


Fig. VI-28. Scatter diagram of H_s vs. T_e and wave power density curves at Uldo.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

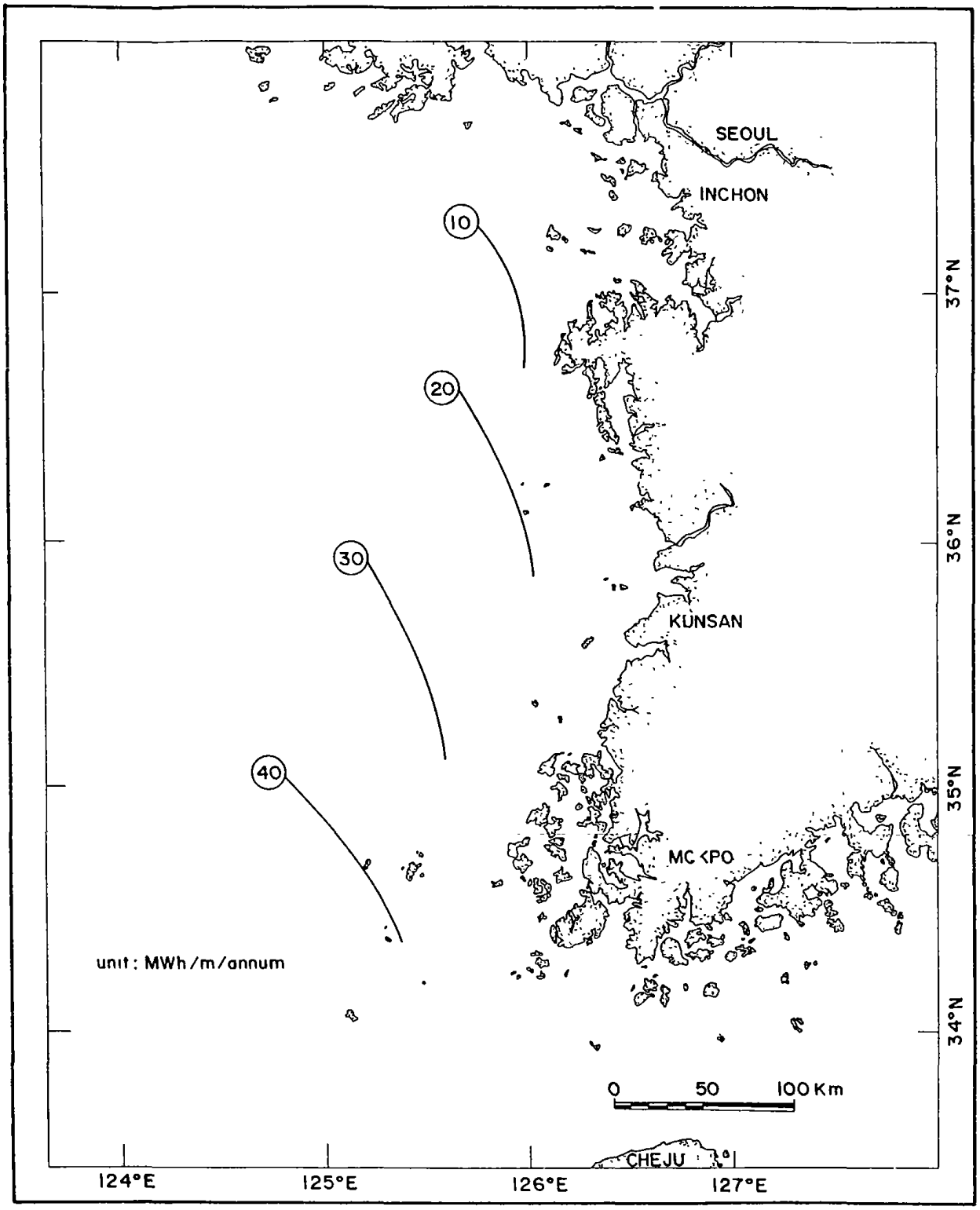


Fig. VI-29. Contours of roughly estimated annual wave power.

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31

IP : 14.49.138.138, 2017-11-03 11:22:31