

제 2 차년도
년차보고서

BSPN 00185-601-3

韓國 海域 綜合 海洋 資源圖 作成 研究
—大韓海峽(2次年度)—

A Study on the Atlas of Marine Resources
in the Adjacent Seas to Korea
—Korea Strait(Second Year)—

1993. 8.

研 究 機 關
韓 國 海 洋 研 究 所

科 學 技 術 處

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 作成研究 -大韓海峽(2次年度)-”의 報告書로 提出합니다.

1993年 8月 日

韓 國 海 洋 研 究 所

研 究 總 括 責 任 者 : 郭 熙 相

分 野 責 任 者

物理海洋學分野 : 方仁權

化學海洋學分野 : 金銀洙

生物海洋學分野 : 諸涼吉

地質海洋學分野 : 鄭大教

要 約 文

I. 題 目

韓國海域 綜合 海洋資源圖 作成研究 - 大韓海峽(2次年度) -

II. 研究開發의 必要性 및 目的

1. 物理海洋學的 資料를 蒐集·分析하여 海況과 海水流動의 時·空間的 分布를 把握하고 그 力學的 構造를 糾明함으로써 資源, 環境, 國防등 關聯 分野에 基礎資料를 提供한다.
2. 韓國 東南海域의 海洋化學的 特性 調査를 통하여 東南海의 化學水質指數의 分布와 汚染現況 및 一次生産力 등을 파악하여 生物資源의 利用과 管理, 海水 溶存資源의 利用 및 海洋環境保全을 위한 基礎資料를 提供한다.
3. 大韓海峽에 서식 分布하는 海洋生物相과 그들의 分布 樣相을 파악하고자 한다. 이러한 生物相과 分布 樣相에 대한 자료는 생물 多樣性を 보존하고 海洋生物과 주변 環境을 효과적으로 活用하도록 基礎資料를 提供한다.
4. 大韓海峽 海域의 地質海洋學 및 地球物理學的 조사연구를 통해 海洋지질 資源의 정성적, 定量적 分布를 파악하고 이의 開發을 위한 제반자료를 수집, 정리하여 海洋資源圖의 작성을 목적으로 한다. 수 차례 探査와 試錐를 실시한 海域으로서 향후 계속적인 지질해양학적, 지구물리학적 조사 연구가 요청되는 곳이기도 하다. 南部海岸유역은 부산, 마산 등 대도시 및 工業團地와 인접한 海역으로서 浮遊物質의 이동경로 및 분포의 분석은 海洋環境 汚染物質의 확산이동 연구에 필요한 중요한 資料로 제공한다.

III. 研究開發의 內容

1. 物理海洋學 分野

- 가. 水溫·鹽分
- 나. ADCP에 의한 海水流動 (ACDP 觀測)
- 다. 人工衛星 追跡부이 (drifter)
- 라. $\delta^{18}O$

2. 化學海洋學 分野

- 가. 溶存酸素量, pH, 溶存性 營養鹽 및 식물플랑크톤 색소량의 分布
- 나. 重金屬의 分布 特性

3. 生物海洋學 分野

- 가. 植物플랑크톤
- 나. 動物플랑크톤
- 다. 魚卵과 稚仔魚
- 라. 微生物

4. 地質海洋學 分野

- 가. 表層 및 試錐堆積物을 통한 現生 堆積環境 分析
- 나. 微古生物(유공충과 개형충)의 分類와 分布
- 다. 堆積物의 地化學 成分
- 라. 地層探查
- 마. 磁力探查

IV. 研究開發의 結果

1. 物理海洋學 分野

- 가. 1992년 5월 大韓海峽에서의 水溫·鹽分の 垂直·水平分布圖 作成
- 나. 1992년 11월 大韓海峽에서의 水溫·鹽分の 垂直·水平分布圖 作成
- 다. 1993년 1월 大韓海峽에서의 水溫·鹽分の 垂直分布圖 作成
- 라. 1992년 11월 부터 70일간 人工衛星 追跡부이 實驗
- 마. 1992년 4월 ADCP 觀測資料에 潮流成分 除去技法 適用
- 바. 1992년 5월 大韓海峽에서의 $\delta^{18}O$ 의 水平分布圖 作成

2. 化學海洋學 分野

- 가. 大韓海峽과 東南海域에서의 溶存酸素量, pH, 溶存性 營養鹽 및 식물플랑크톤 색소량의 分布圖 作成
- 나. 大韓海峽과 東南海域의 重金屬 濃度 分布圖 作成

3. 生物海洋學 分野

가. 植物플랑크톤의 現存量분포는 1992년 5~6월에 8~4,096 cells/ml 로 硅藻類인 *Leptocylindrus danicus*와 雙鞭毛藻類인 *Ceratium fusus*가 優占種이었으며, 1992년 11월에는 13~466 cells/ml 로 硅藻類인 *Rhizosolenia alata f. gracillima* 가 우점종이었고, 1993년 1월에는 5~89 cells/ml 범위로 硅藻類가 모든 定點에서 67% 이상을 차지하였다. 대체로 植物플랑크톤의 分布는 韓國과 日本의 연안 쪽에서 높은 것으로 나타났다.

나. 動物플랑크톤의 出現量은 59개체/m³ ~ 1,646개체/m³ 사이의 범위를 나타내었다. 橈脚類가 가장 優占한 무리로서 1992년 5월 조사에서는 전체 출현량의 51.9%, 1992년 11월 조사와 1993년 2월 조사에서는 각각 76.9%와 60%를 차지하였다. 5월에는 *Paracalanus sp.*와 *Penilia sp.*가 우점하였으며, 11월에는 *Paracalanus sp.*가 우점 出現하였다.

다. 魚卵은 멸치, 엘릉이 및 그 밖의 魚卵으로 區分되었다. 봄철에 있어서 멸치란은 對馬島를 중심으로 한국측과 일본측으로 양분되어 分布하는 特徵을 나타냈다. 엘릉이 卵은 對馬島의 嶺쪽 한국측 海域에서만 限定되어 분포하는 特徵을 보였다. 가을철에 있어서 魚卵은 엘릉이 魚卵이 주로 出現하였으며 봄철에 나타난 엘릉이 魚卵의 分布 양상과 비슷하였다. 稚仔魚에 있어서 봄철에는 멸치가 대부분을 차지하였고 對馬島에서 일본측 海域에 주로 分布하는 特徵을 보였다. 가을철에 있어서 稚仔魚는 멸치와 엘릉이였으며 멸치는 對馬島 嶺쪽 海域에서 限定되어 出現하는 것이 特徵적이다. 겨울철 부산 시모노세키간 定線 관측에서는 魚卵과 稚仔魚 모두 한국 및 일본 연안측에서 다소 높은 밀도를 나타내었다.

라. 總細菌數, 細菌生物量의 분포는 표층수에서 상대적으로 낮은 分布를 보였으며 CFU와 細菌生産力, 세균의 從屬營養 활성 등은 수심이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다.

4. 地質海洋學 分野

가. 研究地域내에는 조개파편을 포함하여 다양한 堆積物이 분포하고 있는데 대체로 한반도 연안으로부터 대한해협 對馬島쪽을 향해 니질, 니질사, 사질, 역질사의 순으로 점점 조립화하는 경향을 보인다. 퇴적물내 포함되어 있는 有機炭素量은 수심이 400m 이내인 북위 35.5° 이남 지역에서는 1.0% 이내이나 수심 400m 이상인 북위 35.5° 이북 지역에서는 1.0% 이상의 유기탄소량을 보이고 있다. 반대로 炭酸鹽의 함량은 북위 35.5° 북쪽에서는 5.0% 이하로 낮은 값을 보이지만 북위 35.5° 남쪽에서는 남쪽을 향해 점차 높아지며 對馬島 주변과 그 남서쪽에는 60% 이상의 아주 높은 함량을

보인다.

나. 有孔蟲의 전체 군집수는 일반적으로 외해쪽으로 갈수록 증가하는데 살아있는 군집의 비율은 육지 가까이에서 상대적으로 높다. Arenaceous 有孔蟲은 전체적으로 5% 미만으로 적으나 수심이 깊은 곳에서는 50% 까지 많아진다. 부유성 有孔蟲의 비율도 외해쪽으로 갈수록 증가한다. 介形蟲은 수심 200m 이상의 지역에서는 출현량이 극히 적으나 수온분포에 따라 변화를 보인다.

다. 동해남부 해역은 鬱陵盆地를 향해 발달하는 대륙사면과 대한해협의 局地的 함몰지역을 제외하고 평탄한 대륙붕으로 구성되어 있다. 지층탐사기록의 분석결과 4개의 堆積層으로 구분할 수 있는데 표층으로부터 제4기층, 플라이오세층, 후기마이오세층 그리고 중기 및 그 이전 마이오세층으로 해석된다. 신생대 堆積層은 10km 이상 두껍게 쌓여 있으며 조구조적 운동과 해수면변동의 영향을 받아 침식흔적과 습곡, 단층구조, 고수로 구조 등이 퇴적층내 다수 포함되어 있다.

V. 活用に 대한 建議

1. 大韓海峽에서 해황의 平均分布와 동시에 變化幅도 考察되어야 하겠다.
2. 東海海域의 化學的特性을 把握하기 위해서는 南海 資源圖 資料의 利用과 大韓海峽 및 東南海의 調査가 具體的으로 遂行되어야 할 것이다.
3. 大韓海峽에는 異質的인 해수, 해류, 퇴적환경이 共存하고 있어 다양한 생물들이 出現할 것으로 기대하며, 따라서 이들의 分布는 복잡한 樣相을 띠 것으로 생각된다. 生物環境과 資源에 대한 좋은 資料를 획득하기 위해서는 일차적으로 출현 생물들의 정확한 同定과 分類 연구가 先行이 요구된다.
4. 大韓海峽 海域에 포함되는 東南海域과 南海東部 海域은 수심이 100m 이내의 다양한 堆積環境과 기작을 보여주는 중요한 研究海域이다. 금번 연구를 통해 분석된 資料와 그 解析結果는 본 해역 뿐만 아니라 東海中部·北部海域이나 南海 中·西部海域의 연구결과와 종합함으로써 한반도 周邊 海域의 堆積環境을 규명할 수 있게되고 향후 海底資源 및 沿岸海域 공간자원의 필요한 자료로서 활용될 수 있을 것이다.

SUMMARY

I. Title

A study on the atlas of marine resources in the adjacent seas to Korea - Korea Strait(Second year) -

II. Significance and objectives of the study

1. Understanding of the spatial distributions of the physical oceanographic parameters, their variations in time, and the underlying dynamics in the Korea Strait is crucial for the marine industries, environmental protection and defence, etc..
2. The objectives of this study are to describe the distribution of chemical water qualities, the condition of pollution, and primary production in order to provide necessary data for the utilization and management of living and non-living resources and for the conservation of marine environment in the Korea Strait.
3. The main objective of this biological study is to investigate and understand marine biota and their distribution patterns in the Korea Strait. The results on the biota and the distribution patterns will be necessary not only to exploit marine resources effectively but also to preserve marine environment through the biological diversity in Korean waters.
4. The objective of this study is to construct the atlas of marine resources in the areas of the Korea Strait. For the purpose, geological oceanographic and geophysical investigations have been conducted to describe both the quantitative and qualitative distributions of marine resources in the surveyed area.

The studied area requires continuous and long-term investigation of the geological oceanographic and geophysical studies because the northern part of the studied area is known to have a high potential for a petroleum reservoir and has been explored and drilled several times since 1970. Large urban areas such as Pusan and Masan and several large industrial complexes are located in the coastal areas west of the studied area. Therefore, results on the distributional pattern of the

suspended materials including their migration routes provide important data for the future study on the transport of marine pollutants.

III. Scope of the study

1. Physical oceanography
 - a. temperature and salinity
 - b. water movements (ADCP measurements)
 - c. satellite-tracked drifter
 - d. $\delta^{18}\text{O}$
2. Chemical oceanography
 - a. Distributions of dissolved oxygen, μH , dissolved nutrients and phytoplankton pigments(chlorophyll-a)
 - b. Distributions of heavy metals
3. Biological oceanography
 - a. Phytoplankton
 - b. Zooplankton
 - c. Fish eggs and larvae
 - d. Marine bacteria
 - e. Zoobenthos
4. Geological oceanography
 - a. Analysis of recent sedimentary environment through surface and core sediments.
 - b. Classification and distribution of microfossil (Ostracoda and Foraminifera)
 - c. Geochemical properties in sediments
 - d. Subbottom profiling survey
 - e. Geomagnetic survey

IV. Results of the study

1. Physical oceanography
 - a. Horizontal and vertical distributions of temperature and salinity in May, 1992
 - b. Horizontal and vertical distributions of temperature and salinity in November, 1992

- c. Vertical distributions of temperature and salinity in January, 1993
 - d. Drifter experiment for a period of 70 days from November, 1992
 - e. Application of a detiding method to the ADCP measurements in April, 1992.
 - f. Horizontal distribution of $\delta^{18}\text{O}$ in May, 1992
2. Chemical oceanography
- a. Distributions of dissolved oxygen, pH, dissolved nutrients and phytoplankton pigments in the Korea Strait.
 - b. Distributions of heavy metals in the Korea Strait.
3. Biological oceanography
- a. Phytoplankton abundances varied from 8 to 4,069 cells/ml in May~June of 1992, 13 to 466 cells/ml in November of 1992, and 5 to 89 cells/ml in January of 1993. Dominant species were *Leptocylindrus danicus*, a diatom, and *Ceratium fusus*, a dinoflagellate, in May~June of 1992, and *Rhizosolenia alata* f. *gracillima* in November of 1992. Diatoms were the dominant phytoplankton consisting of 67% of the total cell numbers. In general, higher abundances were found in the coastal areas of both Korea and Japan.
 - b. The abundances of zooplankton in the survey area ranged between 59 to 1,646 ind./m³. Copepods were the most predominant constituent consisting of 51.9% of the total zooplankton abundance in May, 76.9% in November of 1992 and 60% in January, 1993. *Paracalanus* sp. was dominant species in May and November of 1992, and *Penilia* sp. was dominant only in May of 1992.
 - c. Fish eggs of anchovy and lightfish were most abundant among the collected fish eggs. Anchovy eggs were dominant in the coastal areas of both Korea and Japan, and were less abundant in the middle of the Korea Strait near Tsushima in spring. Distribution of lightfish eggs was limited in the coastal area of Korea from northern part of Tsushima. Lightfish eggs were also dominant in fall, and distributional pattern was similar with that of spring.
- The most dominant larval fish was anchovy in spring, and were found between Tsushima and Japanese coastal area. Anchovy and lightfish were dominant larval fishes in fall. The distribution of anchovy was limited in the northern part of Tsushima. The abundance of larval

fish, investigated across the Korea Strait from Pusan, Korea to Shimonoseki, Japan, showed a bimodal peak near the coastal area both Korea and Japan in winter.

d. The distribution of total bacterial number, bacterial biomass is relatively lower at surface layer, and that of CFU, heterotrophic activity and bacterial production decrease as the depth increase.

4. Geological oceanography

a. The surface sediments in the study area are various - mud, sand, pebble including shell fragments, showing coarsening - offshoreward. Organic carbon content in sediments is less than 1.0% in the shallower area than 400 m depth - south of 35.5° N and is more than 1.0% in the deeper area than 400m depth - north of 35.5° N. But carbonate content in sediments is less than 5.0% in the northern zone from 35.5° N and more than 5.0% in the southern zone from 35.5° N.

b. The total number of foraminifera increases offshoreward and the ratio of living foraminifera is generally high in the nearshore area. Arenaceous foraminifera is less than 5%, but increases upto 50% in the deeper sea. Planktonic foraminifera increases offshoreward. Ostracods are very scarce in the deeper zone than 200m, but are various upon the water temperature.

c. The seafloor morphology of the study area is a mostly flat shelf except the continental slope of the southern Ulleung basin and the local depression around the Tsushima Island. The shallow seismic section show four sedimentary sequences - Quarternary, Pliocene, Upper Miocene, and Middle and pre-Middle Miocene in descending order from the top.

The Cenozoic sequence is thicker than 10km, and includes erosional structures, folds, faults, paleo-channel structures, which are related to tectonic movements and sea-level changes.

V. Suggestions

1. Mean conditions of water characteristics and movement can be meaningful whenever their variabilities are considered together.
2. The utilization of the South Sea of Korea data and the detailed survey of the Korea Strait and Southeast Sea of Korea are necessary for

understanding the water characteristics of the East Sea of Korea.

3. We expect the marine organisms inhabited in the Korea Strait could be diverse and their distribution patterns complex depending on heterogeneous environmental factors such as water masses, currents and bottom sediments. It is important to identify and classify exactly the marine organisms before the further studies of marine environment and resources start.
4. The surveyed area covers the southern part of the East Sea and the eastern part of the South Sea of Korea including the Korea Strait. Due to a wide range of water depth from less than 100 m up to 1800 m, the studied area shows a variety of sedimentary environments and transport mechanism.

Data analyses and interpretation in this area can provide an important information not only for the development of marine resources, both mineral and spatial, but also for constructing a bigger view of the sedimentary setting for the adjacent seas of the Korean Peninsula, by combining the survey results in other parts of the East and South Seas of Korea.

CONTENTS

List of Tables	21
List of Figures	23
Chapter I. Introduction	41
Chapter II. Studies on physical oceanography	51
Section 1. Introduction	53
Section 2. Methods of survey and analyses	53
1. Detiding method of ADCP data	54
2. Field survey (May, 1992)	58
a. Temperature and salinity	58
b. $\delta^{18}\text{O}$	58
3. Field Survey (November, 1992)	58
a. Temperature and salinity	58
b. Current	59
c. Drifter experiment	59
4. Field Survey (January, 1993)	59
a. Temperature and salinity	59
Section 3. Results and discussion	59
1. Field Survey (April, 1992) - detiding of ADCP data	59
2. Field Survey (May, 1992)	60
a. Temperature and salinity	61
1) Horizontal distribution	61
2) Vertical Distribution	62
b. $\delta^{18}\text{O}$	63
3. Field Survey (November, 1992)	64
a. Temperature and salinity	64
1) Horizontal distribution	65
2) Vertical distribution	65

b. Drifter experiment	66
4. Field Survey (January, 1993)	67
a. Temperature and salinity	67
References	68
Chapter III. Studies on chemical oceanography	141
Section 1. Introduction	143
Section 2. Methods of survey and analysis	143
1. Methods of sampling and sample preservation	143
2. Analytical instruments	144
3. Methods of analysis	144
a. Dissolved oxygen	144
b. pH	145
c. Dissolved nutrients	145
d. Chlorophyll-a	146
e. Heavy metals	146
Section 3. Results and discussion	146
1. Dissolved oxygen	146
2. pH	147
3. Dissolved nutrients	148
4. Chlorophyll-a	151
5. Heavy metals	151
References	154
Chapter IV. Studies on biological oceanography	269
Section 1. Introduction	271
Section 2. Materials and method of analysis	271
1. Survey	271
2. Sampling and analysis	272

a. Phytoplankton	272
b. Zooplankton	272
c. Fish eggs and larvae	272
d. Bacteria	272
1) method of water sampling	272
2) total bacteria numbers and biomass	273
3) bacteria numbers forming Colony	273
4) heterotrophic activity of bacteria	273
5) bacterial productivity	273
e. Benthos	274
Section 3. Results and discussion	274
1. Phytoplankton	274
a. May~June, 1992(Station survey)	274
b. November, 1992(Station survey)	275
c. January, 1993(Station survey)	275
2. Zooplankton	275
a. May~June, 1992(Station survey)	275
b. November, 1992(Station survey)	276
c. January, 1993(Station survey)	276
3. Fish eggs and larvae	277
a. Fish eggs	277
1) May~June, 1992(Station survey)	277
2) November, 1992(Station survey)	278
3) January, 1993(Station survey)	278
b. Larvae	278
1) May~June, 1992(Station survey)	278
2) November, 1992(Station survey)	279
3) January, 1993(Station survey)	279
4. Bacteria	279
a. total bacteria numbers and biomass	280
b. bacteria numbers forming Colony	280
c. heterotrophic activity of bacteria	280
d. bacterial productivity	280

References	282
Chapter V. Studies on geological oceanography	341
Section 1. Introduction	343
Section 2. Methods of survey and analysis	344
1. Instruments	344
2. Sampling	345
3. Laboratory analysis	345
a. Surface sediment	345
1) Size analysis	345
2) Particulate organic carbon	345
3) Calcium carbonate	346
4) Foraminifera	346
5) Ostracoda	347
b. Geophysical survey	347
Section 3. Results and discussion	347
1. Surface sediment	347
a. Sedimentary facies	347
b. Particulate organic carbon	348
c. Calcium carbonate	349
d. Foraminifera	350
e. Ostracoda	350
2. Geophysical survey	351
a. Bottom morphology	351
b. Interpretation of seismic stratigraphy from 3.5kHz subbottom profiling data	352
c. Interpretation of geological structure	353
References	356

目 次

表 目 次	21
그림 目 次	23
第 I 章 緒論	41
第 II 章 物理海洋學 分野	51
第 1 節 緒說	53
第 2 節 調查 및 分析方法	53
1. ADCP 觀測資料의 潮流成分 除去技法	54
2. 1992년 5월 現場調查	58
가. 水溫·鹽分 觀測	58
나. $\delta^{18}O$ 分析方法	58
3. 1992년 11월 現場調查	58
가. 水溫·鹽分 觀測	58
나. 海·潮流 觀測	59
다. 人工衛星 追跡부이 實驗	59
4. 1993년 1월 現場調查	59
가. 水溫·鹽分 觀測	59
第 3 節 結果 및 考察	59
1. 1992년 4월 現場調查 - ADCP資料의 潮流成分 除去	59
2. 1992년 5월 現場調查	60
가. 水溫·鹽分 觀測	61
1) 水平分布	61
2) 垂直分布	62
나. $\delta^{18}O$ 分析	63
3. 1992년 11월 現場調查	64
가. 水溫·鹽分 觀測	64
1) 水平分布	65
2) 垂直分布	65

나. 人工衛星 追跡부이 實驗	66
4. 1993년 1월 現場調查	67
가. 水溫·鹽分 觀測	67
參考文獻	68
第 III 章 化學海洋學 分野	141
第 1 節 緒說	143
第 2 節 調查 및 分析方法	143
1. 試料採取 및 保存方法	143
2. 分析器機	144
3. 分析方法	144
가. 溶存酸素量	144
나. pH	145
다. 溶存性 營養鹽	145
라. 클로로필-a	146
마. 重金屬	146
第 3 節 結果 및 考察	146
1. 溶存酸素量	146
2. pH	147
3. 溶存性 營養鹽類	148
4. 클로로필-a	151
5. 重金屬	151
參考文獻	154
第 IV 章 生物海洋學 分野	269
第 1 節 緒說	271
第 2 節 材料及 分析方法	271
1. 調查	271
2. 試料 및 分析	272

가. 植物플랑크톤	272
나. 動物플랑크톤	272
다. 魚卵과 稚仔魚	272
라. 微生物	272
1) 採水 方法	272
2) 總細菌數 및 細菌生物量	273
3) Colony 생성세균수	273
4) 세균의 從屬營養 활성도	273
5) 細菌生産力	273
마. 底棲生物	274
第 3 節 結果 및 考察	274
1. 植物플랑크톤	274
가. 1992년 5월~6월(定點調査)	274
나. 1992년 11월(定點調査)	275
다. 1993년 1월(定線調査)	275
2. 動物플랑크톤	275
가. 1992년 5월~6월(定點調査)	275
나. 1992년 11월(定點調査)	276
다. 1993년 1월(定線調査)	276
3. 魚卵 과 稚仔魚	277
가. 魚卵	277
1) 1992년 5월~6월(定點調査)	277
2) 1992년 11월(定點調査)	278
3) 1993년 1월(定線調査)	278
나. 稚仔魚	278
1) 1992년 5월~6월(定點調査)	278
2) 1992년 11월(定點調査)	279
3) 1993년 1월(定線調査)	279
4. 微生物	279
가. 總細菌數 및 細菌生物量	280
나. Colony 생성세균수	280
다. 세균의 從屬營養 活性度	280
라. 細菌生産力	280
參考文獻	282

第 V 章 地質海洋學 分野	341
第 1 節 緒說	343
第 2 節 調査 및 分析方法	344
1. 使用器機	344
2. 試料採取	345
3. 室内分析	345
가. 表層堆積物	345
1) 粒度分析	345
2) 有機炭素	345
3) 炭酸鹽	346
4) 有孔蟲	346
5) 介形蟲	347
나. 地球物理探查	347
第 3 節 結果 및 考察	347
1. 表層堆積物	347
가. 堆積相	347
나. 有機炭素	348
다. 炭酸鹽	349
라. 有孔蟲	350
마. 介形蟲	350
2. 地球物理探查	351
가. 海底地形	351
나. 3.5 kHz 地層構造解析	352
다. 地質構造解析	353
參考文獻	356

表 目 次

(List of Table)

Table I-1. Location of sampling station occupied in the Korea Strait, April 8-14 in 1992 (Data from R/V Eardo)	45
Table I-2. Location of sampling station occupied in the Korea Strait, May 25-June 10 in 1992 (Data from R/V Eardo)	46
Table IV-1. Station number and performed experiments in the Korea Strait	284
Table V-1. Specification of equipments for the geophysical survey during 1992 cruise in the Korea Strait	357
Table V-2. Specification of equipments for the geophysical survey during 1993 cruise in the Korea Strait	358
Table V-3. Textural parameters of the surface sediments in the Korea Strait in May, 1993	359
Table V-4. Particulate organic carbon content in the surface sediments in the Korea Strait in May, 1993	361
Table V-5. Calcium carbonate content in the surface sediments in the Korea Strait in May, 1993	362
Table V-6. Foraminiferal assemblages in the surface sediments from the 14 stations in the Korea Strait in May, 1993	363
Table V-7. Abundance of Ostracoda in the surface sediments in the Korea Strait in May, 1993	364

그림 목차

(List of Figure)

Fig. I-1.	Oceanographic stations of the Pusan-Simonoseki Transection occupied in the Korea Strait in January, 1993(Data from R/V Eardo)	49
Fig. I-2.	Oceanographic stations of the Korea Strait in November, 1992(Data from R/V Eardo)	50
Fig. II-1	Observed current at 6 m depth in April, 1992 and tidal and non-tidal components derived by the harmonic analysis method in the Korea Strait	69
Fig. II-2	Volume transport of non-tidal component calculated by the harmonic analysis method from the ADCP data observed in the Korea Strait in April, 1992	70
Fig. II-3	T-S diagram of the data observed in the Korea Strait in May, 1992	71
Fig. II-4	Vertical profiles of temperature, salinity and sigma-t at 76 stations observed in the Korea Strait in May, 1992	72
Fig. II-5	Horizontal distributions of temperature and salinity in the Korea Strait at 0, 30, 50, 75 and 100m depths observed in May, 1992	91
Fig. II-6	Vertical distributions of temperature and salinity along the cross-section of St. 1, section A and B and line 10 and 12 observed in the Korea Strait in May, 1992	96
Fig. II-7	$\delta^{18}O$ - salinity relationships in surface and deep Pacific Ocean samples. Latitudes are shown for Monsoon and Leapfrog samples : the figures on the Risepac expedition points are station numbers shown (after Craig & Gordon, 1965)	98
Fig. II-8	$\delta^{18}O$ - salinity relationships based on	

	the data observed in the Korea Strait in May, 1992	99
Fig. II-9	Horizontal distributions of $\delta^{18}\text{O}$ at 0 and 50m depths observed in the Korea Strait in May, 1992	100
Fig. II-10	Vertical profiles of $\delta^{18}\text{O}$ at stations 0403, 1209, 1211 and 1213 observed in the Korea Strait in May, 1992	101
Fig. II-11	T-S diagram of the data observed in the Korea Strait in November, 1992	102
Fig. II-12	Vertical profiles of temperature, salinity and sigma-t at 83 stations observed in the Korea Strait in November, 1992	103
Fig. II-13	Horizontal distributions of temperature and salinity at 0, 30, 50, 75 and 100m depths observed in the Korea Strait in November, 1992	124
Fig. II-14	Vertical distributions of temperature and salinity along the cross-section of St. 1, section A and B and line 10 and 12 observed in the Korea Strait in November, 1992	129
Fig. II-15	Trajectory of satellite-tracking drifter released in the Korea Strait in November, 1992	131
Fig. II-16	Instantaneous velocity of satellite-tracking drifter released in the Korea Strait in November, 1992	132
Fig. II-17	T-S diagram of the data observed in the Korea Strait in January, 1993	133
Fig. II-18	Vertical profiles of temperature, salinity and sigma-t at 20 stations observed in the Korea Strait in January, 1993	134
Fig. II-19	Vertical distribution of temperature and salinity along the cross-section of Pusan-Simonoseki line observed	

	in the Korea Strait in January, 1993	139
Fig. III-1.	Vertical distribution of dissolved oxygen in the Korea Strait in January, 1993 (<i>ml/l</i>)	155
Fig. III-2.	Distribution of dissolved oxygen in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 (<i>ml/l</i>)	156
Fig. III-3.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 10 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 (<i>ml/l</i>)	157
Fig. III-4.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 20 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 (<i>ml/l</i>)	158
Fig. III-5.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 30 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 (<i>ml/l</i>)	159
Fig. III-6.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 50 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 (<i>ml/l</i>)	160
Fig. III-7.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 75 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 (<i>ml/l</i>)	161
Fig. III-8.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 100 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 (<i>ml/l</i>)	162
Fig. III-9 .	Distribution of dissolved oxygen in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 (<i>ml/l</i>)	163
Fig. III-10.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 10 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 (<i>ml/l</i>)	164
Fig. III-11.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 20 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 (<i>ml/l</i>)	165
Fig. III-12.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 30 <i>m</i> in the Korea Strait	

	in November, 1992 (<i>ml/l</i>)	166
Fig. III-13.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 50 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 (<i>ml/l</i>)	167
Fig. III-14.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 75 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 (<i>ml/l</i>)	168
Fig. III-15.	Distribution of dissolved oxygen at the depth of 100 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 (<i>ml/l</i>)	169
Fig. III-16.	Vertical distribution of μH in the Korea Strait in January, 1993	170
Fig. III-17.	Distribution of μH in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992	171
Fig. III-18.	Distribution of μH at the depth of 10 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992	172
Fig. III-19.	Distribution of μH at the depth of 20 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992	173
Fig. III-20.	Distribution of μH at the depth of 30 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992	174
Fig. III-21.	Distribution of μH at the depth of 50 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992	175
Fig. III-22.	Distribution of μH at the depth of 75 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992	176
Fig. III-23.	Distribution of μH at the depth of 100 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992	177
Fig. III-24.	Distribution of μH in the surface water in the Korea Strait in November, 1992	178
Fig. III-25.	Distribution of μH at the depth of 10 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992	179
Fig. III-26.	Distribution of μH at the depth of 20 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992	180
Fig. III-27.	Distribution of μH at the depth of 30 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992	181
Fig. III-28.	Distribution of μH at the depth of 50 <i>m</i>	

	in the Korea Strait in November, 1992	182
Fig. III-29.	Distribution of pH at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992	183
Fig. III-30.	Distribution of pH at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992	184
Fig. III-31.	Vertical distribution of nitrite-nitrogen in the Korea Strait in January, 1993 (μM)	185
Fig. III-32.	Vertical distribution of nitrate-nitrogen in the Korea Strait in January, 1993 (μM)	186
Fig. III-33.	Vertical distribution of phosphate-phosphorus in the Korea Strait in January, 1993 (μM)	187
Fig. III-34.	Vertical distribution of silicate-silicon in the Korea Strait in January, 1993 (μM)	188
Fig. III-35.	Distribution of nitrite-nitrogen in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	189
Fig. III-36.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	190
Fig. III-37.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	191
Fig. III-38.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	192
Fig. III-39.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	193
Fig. III-40.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 75m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	194
Fig. III-41.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	195
Fig. III-42.	Distribution of nitrate-nitrogen in the surface water in the Korea Strait	

	in May~June, 1992 (μM)	196
Fig. III-43.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	197
Fig. III-44.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	198
Fig. III-45.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	199
Fig. III-46.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	200
Fig. III-47.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 75m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	201
Fig. III-48.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	202
Fig. III-49.	Distribution of phosphate-phosphorus in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	203
Fig. III-50.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	204
Fig. III-51.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	205
Fig. III-52.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	206
Fig. III-53.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	207
Fig. III-54.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 75m in the Korea Strait	

	in May~June, 1992 (μM)	208
Fig. III-55.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	209
Fig. III-56.	Distribution of silicate-silicon in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	210
Fig. III-57.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	211
Fig. III-58.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	212
Fig. III-59.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	213
Fig. III-60.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	214
Fig. III-61.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 75m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	215
Fig. III-62.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)	216
Fig. III-63.	Distribution of nitrite-nitrogen in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	217
Fig. III-64.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 10m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	218
Fig. III-65.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	219
Fig. III-66.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 30m in the Korea Strait	

	in November, 1992 (μM)	220
Fig. III-67.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	221
Fig. III-68.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	222
Fig. III-69.	Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	223
Fig. III-70.	Distribution of nitrate-nitrogen in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	224
Fig. III-71.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 10m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	225
Fig. III-72.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	226
Fig. III-73.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 30m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	227
Fig. III-74.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	228
Fig. III-75.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	229
Fig. III-76.	Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	230
Fig. III-77.	Distribution of phosphate-phosphorus in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	231
Fig. III-78.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 10m in the Korea Strait	

	in November, 1992 (μM)	232
Fig. III-79.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	233
Fig. III-80.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 30m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	234
Fig. III-81.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	235
Fig. III-82.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	236
Fig. III-83.	Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	237
Fig. III-84.	Distribution of silicate-silicon in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	238
Fig. III-85.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 10m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	239
Fig. III-86.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	240
Fig. III-87.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 30m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	241
Fig. III-88.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	242
Fig. III-89.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)	243
Fig. III-90.	Distribution of silicate-silicon at the depth of 100m in the Korea Strait	

	in November, 1992 (μM)	244
Fig. III-91.	Vertical distribution of chlorophyll- <i>a</i> in the Korea Strait in January, 1993 ($\mu g/l$)	245
Fig. III-92.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu g/l$)	246
Fig. III-93.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 10 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu g/l$)	247
Fig. III-94.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 20 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu g/l$)	248
Fig. III-95.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 30 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu g/l$)	249
Fig. III-96.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 50 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu g/l$)	250
Fig. III-97.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 75 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu g/l$)	251
Fig. III-98.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 100 <i>m</i> in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu g/l$)	252
Fig. III-99.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu g/l$)	253
Fig. III-100.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 10 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu g/l$)	254
Fig. III-101.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 20 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu g/l$)	255
Fig. III-102.	Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 30 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu g/l$)	256

Fig. III-103. Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 50 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	257
Fig. III-104. Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 75 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	258
Fig. III-105. Distribution of chlorophyll- <i>a</i> at the depth of 100 <i>m</i> in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	259
Fig. III-106. Distribution of cadmium in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	260
Fig. III-107. Distribution of copper in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	261
Fig. III-108. Distribution of lead in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	262
Fig. III-109. Distribution of zinc in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	263
Fig. III-110. Distribution of cadmium in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	264
Fig. III-111. Distribution of copper in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	265
Fig. III-112. Distribution of lead in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	266
Fig. III-113. Distribution of zinc in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)	267
Fig. IV-1. Distribution of surface diatom concentration (<i>cells/ml</i>) in the Korea Strait in May~June, 1992	285

Fig. IV-2.	Distribution of surface dinoflagellata concentration (<i>cells/ml</i>) in the Korea Strait in May~June, 1992	286
Fig. IV-3.	Distribution of surface diatom concentration (<i>cells/ml</i>) in the Korea Strait in November, 1992	287
Fig. IV-4.	Distribution of surface dinoflagellata concentration (<i>cells/ml</i>) in the Korea Strait in November, 1992	288
Fig. IV-5.	Distribution of surface phytoplankton concentration (<i>cells/ml</i>) in the Korea Strait in January, 1993	289
Fig. IV-6.	Numerical abundance of zooplankton in the Korea Strait in May~June, 1992	290
Fig. IV-7.	Numerical abundance of copepods in the Korea Strait in May~June, 1992	291
Fig. IV-8.	Numerical abundance of <i>Paracalanus</i> sp. in the Korea Strait in May~June, 1992	292
Fig. IV-9.	Numerical abundance of <i>Penilia</i> sp. in the Korea Strait in May~June, 1992	293
Fig. IV-10.	Numerical abundance of <i>Sagitta</i> sp. in the Korea Strait in May~June, 1992	294
Fig. IV-11.	Numerical abundance of siphonophorans in the Korea Strait in May~June, 1992	295
Fig. IV-12.	Numerical abundance of appendicularians in the Korea Strait in May~June, 1992	296
Fig. IV-13.	Numerical abundance of <i>Evadne</i> sp. in the Korea Strait in May~June, 1992	297
Fig. IV-14.	Numerical abundance of copepod nauplii in the Korea Strait in May~June, 1992	298
Fig. IV-15.	Numerical abundance of planktonic foraminiferans in the Korea Strait in May~June, 1992	299
Fig. IV-16.	Numerical abundance of zooplankton in the Korea Strait in November, 1992	300
Fig. IV-17.	Numerical abundance of copepods in the Korea Strait in November, 1992	301

Fig. IV-18. Numerical abundance of <i>Paracalanus</i> sp. in the Korea Strait in November, 1992	302
Fig. IV-19. Numerical abundance of <i>Sagitta</i> sp. in the Korea Strait in November, 1992	303
Fig. IV-20. Abundance of zooplankton and copepod in the Korea Strait in November, 1992	304
Fig. IV-21. Abundance of fish eggs in the Korea Strait in May~June, 1992	305
Fig. IV-22. Abundance of eggs of <i>Engraulis japonicus</i> in the Korea Strait in May~June, 1992	306
Fig. IV-23. Abundance of eggs of <i>Maurolicus muelleri</i> in the Korea Strait in May~June, 1992	307
Fig. IV-24. Abundance of fish eggs in the Korea Strait in November, 1992	308
Fig. IV-25. Abundance of eggs of <i>Maurolicus muelleri</i> in the Korea Strait in November, 1992	309
Fig. IV-26. Abundance of fish eggs and larvae in the Korea Strait in January, 1993	310
Fig. IV-27. Abundance of fish larvae in the Korea Strait in May~June, 1992	311
Fig. IV-28. Abundance of larvae of <i>Engraulis japonicus</i> in the Korea Strait in May~June, 1992	312
Fig. IV-29. Abundance of fish larvae in the Korea Strait in November, 1992	313
Fig. IV-30. Abundance of larvae of <i>Maurolicus muelleri</i> in the Korea Strait in November, 1992	314
Fig. IV-31. Abundance of larvae of <i>Engraulis japonicus</i> in the Korea Strait in November, 1992	315
Fig. IV-32. The distribution of Total Bacterial Number (10^5 cell/ml) in the Korea Strait in May- June, 1992	
a) in the surface water	316
b) at the depth of 30m	317
c) in the bottom water	318
Fig. IV-33. The distribution of bacterial biomass ($\mu\text{g-C/l}$) in the Korea Strait in May~June, 1992	

	a) in the surface water	319
	b) at the depth of 30m	320
	c) in the bottom water	321
Fig. IV-34.	The distribution of Colony Forming Unit(CFU/l) in the Korea Strait in May~June, 1992	
	a) in the surface water	322
	b) at the depth of 30m	323
	c) in the bottom water	324
Fig. IV-35.	The distribution of Colony Forming Unit(CFU/l) in the Korea Strait in November, 1992	
	a) in the surface water	325
	b) at the depth of 30m	326
	c) in the bottom water	327
Fig. IV-36.	The distribution of Turn-over time(hr) of ¹⁴ C-glucose in the Korea Strait in May~June, 1992	
	a) in the surface water	328
	b) at the depth of 30m	329
	c) in the bottom water	330
Fig. IV-37.	The distribution of Turn-over time(hr) of ¹⁴ C-glucose in the Korea Strait in November, 1992	
	a) in the surface water	331
	b) at the depth of 30m	332
	c) in the bottom water	333
Fig. IV-38.	The distribution of Bacterial production (ng-C/l/hr) in the Korea Strait in May~June, 1992	
	a) in the surface water	334
	b) at the depth of 30m	335
	c) in the bottom water	336
Fig. IV-39.	The distribution of Bacterial production (ng-C/l/hr) in the Korea Strait in November, 1992	
	a) in the surface water	337
	b) at the depth of 30m	338
	c) in the bottom water	339
Fig. V-1.	Ship's tracks for geophysical survey in the	

	Korea Strait during 1992 & 1993 cruises	366
Fig. V-2.	Distribution of surface sediment types in the Korea Strait	367
Fig. V-3.	Spatial distribution of particulate organic carbon (POC, %) in the surface sediment in the Korea Strait. POC contents increase toward Korea peninsula and deep basin of north area	368
Fig. V-4.	Pair diagram between water depth and POC contents in the surface sediments in the Korea Strait	369
Fig. V-5.	Spatial distribution of CaCO_3 (%) in the surface sediment in the Korea Strait. CaCO_3 contents decrease toward Korea peninsula and deep basin of north area. This trend is a coarse mirror image for the distribution of POC	370
Fig. V-6.	Relationship between CaCO_3 content and water depth in the Korea Strait. Although the contents are roughly constant at the zone of deep basin, a great variation is clear at the zone of low water depth	371
Fig. V-7.	Number of living benthic foraminiferans per 30ml of wet sediment in the Korea Strait	372
Fig. V-8.	Number of total (living+dead) foraminiferans per 30ml of wet sediment in the Korea Strait	373
Fig. V-9.	Distribution of living foraminiferans in percent to total foraminiferal assemblage in the Korea Strait	374
Fig. V-10.	Distribution of arenaceous foraminiferans in percent to living foraminiferal population in the Korea Strait	375
Fig. V-11.	Distribution of arenaceous foraminiferans in percent to total foraminiferal assemblage in the Korea Strait	376
Fig. V-12.	Distribution of planktonic foraminiferans in percent to total foraminiferal assemblage in the Korea Strait	377
Fig. V-13.	Number of total Ostracoda in the Korea Strait	378

Fig. V-14.	Ratio of living Ostracoda to the total population of each sample in the Korea Strait	379
Fig. V-15.	Number of species to the each sample in the Korea Strait	380
Fig. V-16.	Abundance ratio of <i>Krithe japonica</i> to the total population of each sample in the Korea Strait	381
Fig. V-17.	Abundance ratio of <i>Palmenella limicola</i> of each sample in the Korea Strait	382
Fig. V-18.	Bathymetric map of the Korea Strait	383
Fig. V-19.	3.5kHz seismic profile illustrating the seismic facies of the shelf and slope area in the southern part of Ulleung Basin	384
Fig. V-20.	3.5kHz seismic profile illustrating the seismic facies with irregular bottom topography produced by massflow movement processes along the slope in the southern part of Ulleung Basin	385
Fig. V-21.	3.5kHz seismic profile illustrating the seismic facies of the Korea Strait	386
Fig. V-22.	An example of Sparker system profile with interpreted section in the southern part of the Ulleung Basin. The heavy solid lines define the sequence boundaries and the geologic implications of each sequence (I-IV) are discussed in this report	387
Fig. V-23.	An example of Sparker system profile with interpreted section in the southern part of the Ulleung Basin. The heavy solid lines define the sequence boundaries and the geologic implications of each sequence (I-IV) are discussed in this report	388
Fig. V-24.	Sparker system profile with interpreted section illustrating high-angled fault to extend to sea bottom and folding structures in the southern part of the Ulleung Basin	389
Fig. V-25.	An example of Sparker system profile with interpreted section in the Korea Strait	390

Fig. V-26. An example of Sparker system profile with interpreted section in the Korea Strait	391
Fig. V-27. An example of Sparker system profile with interpreted section in the Korea Strait	392

第 I 章

緒 論

(INTRODUCTION)

第 1 章 緒 論

東海는 몇개의 水塊가 垂直으로 層을 이루고 있으며 上部에는 大韓海峽에서 흘러 들어오는 多量의 對馬暖流水와 東海沿岸을 따라 南下하는 寒流水가 部分的으로 나타난다.

이와 같이 韓國 東海上層水의 많은 量을 차지하는 對馬暖流는 大韓海峽이라고 하는 日本과 韓國 사이의 對馬島를 中心으로 하는 좁은 通路를 통하여 드나든다. 그러므로 大韓海峽 一帶海域은 海流의 成層關係가 季節的으로 變化하는 複雜한 樣相을 나타내며 이에 따라 物理海洋學的인 諸般 現狀과 이에 따른 化學海洋學的인 海水의 諸般 組成이 複雜하게 변하며 이로 因하여 生物海洋學的인 諸般 生物相의 變動은 더욱 복잡하게 변할 수 밖에 없다.

地形的으로 볼 때 大韓海峽은 東海南部 海域과 南海東部 海域의 隣接海域으로 對馬島 南쪽 海域과 北東海域은 對馬島 부근을 제외하고 日本 沿岸까지 水深 100 ~ 200m 以內的 넓고 平坦한 海底面인 大陸棚海域이지만 對馬島 北部海域은 北緯 36°에 가까워 지면서 東海 鬱陵盆地의 南端에 이르는 大陸斜面에 해당하므로 水深이 1,500m 以上으로 갑자기 깊어지는 海域도 포함한다. 그리고 隣近 陸地에서 흘러 들어오는 陸水의 流入과 이에 따르는 浮游物質의 流入은 輸送量, 熱容量 및 水塊變動 뿐 아니라 이에 따르는 水溫, 鹽分, pH, 溶存酸素量, 營養鹽類, 微量金屬類 등 物理海洋學 및 化學海洋學的인 諸般 要素들의 變化를 隨伴하고 이에 季節的變動까지 加해 지면서 大韓海峽에는 複雜한 水塊들이 形成된다. 따라서 物理·化學的인 時·空間的 變化를 겪으면서 形成되는 生態構造는 더욱 복잡해 질 수 밖에 없다.

그래서 日本은 여러차례에 걸쳐 生物海洋學的인 側面에서 生態系 調査를 수행하였으나 우리는 調査를 各 分野에서 部分的으로 밖에 하지 못했다. 이에 韓國 海洋研究所는 南海의 海洋資源圖를 完成할 예정이고 東海의 海洋資源圖를 시작함에 있어서 먼저 이 兩 海域의 連結海域인 大韓海峽의 諸般 海洋學的 調査가 先決되어야 할 것으로 생각하여 1991년부터 物理學, 化學, 生物學 그리고 地質學的인 海洋特性을 調査하기에 이르렀으며 이 보고서가 그 두번째 보고서다.

정선조사는 釜山(靑砂浦: St.1) 앞에서 日本의 下關에 이르는 韓·日間의 最短距離에 特別定線을 設定하고 20개의 調査定點을 정하여 실시 하였다(Table 1, Fig.1). 그리고 정점조사는 北緯 33° 15' ~ 36° 00', 東經 128° 30' ~ 132° 30' 사이의 對馬島를 포함하는 海域에서(對馬島 東·西水路를 包含) 物理海洋學的 調査는 經·緯度 15' 間隔으로,

化學, 生物, 地質海洋學的 調査는 經度 30' 間격 緯度 15' 間隔으로 水層別로 調査하였다(Table 2, Fig. 2). 調査時期는 本 研究期間에 特別定線 調査를 1993年 1月 29日 ~ 1月 31日에, 經·緯度 15' 間격의 定點 調査는 1992年 11月 13日 ~ 11月 29日(가을 調査)에 實施하였으며, 地質·地球物理 調査를 1993年 6月 7日 ~ 6月 17日에 그리고 底棲生物 調査를 1993年 5月 10日 ~ 5月 31日에 시행했다. 그리고 前年度 報告書에 신지 못한 1992年度 4月(4.8 ~ 4.14)과 5月(5.25 ~ 6.10)의 조사결과를 함께 보고한다. 이 特別定線 및 定點 調査는 季節別로 實施하여 大韓海峽의 海洋資源圖를 완성할 것이다.

Table I - 1. Location of sampling station occupied
in the Korea Strait in January 29-31, 1993
(Data from R/V Eardo)

Station	Location		Depth(m)
	Latitude(N)	Longitude(E)	
1	35°08'50"	129°13'20"	30
2	35°07'76"	129°14'36"	90
3	35°06'33"	129°17'22"	95
4	35°04'90"	129°20'08"	100
5	35°03'47"	129°22'94"	110
6	35°02'04"	129°25'80"	120
7	35°00'61"	129°28'66"	200
8	34°59'18"	129°31'52"	130
9	34°57'75"	129°34'38"	130
10	34°54'90"	129°40'10"	90
11	34°52'05"	129°45'82"	110
12	34°49'20"	129°51'54"	125
13	34°46'35"	129°57'26"	110
14	34°43'50"	130°02'98"	125
15	34°40'65"	130°08'70"	125
16	34°37'80"	130°14'42"	125
17	34°34'95"	130°20'14"	130
18	34°32'10"	130°25'86"	125
19	34°29'25"	130°31'58"	120
20	34°26'40"	130°37'30"	100

Table I - 2. Location of sampling station occupied
in the Korea Strait in November, 13-29, 1992
(Data from R/V Eardo)

Line	Station	Location		Depth(m)
		Latitude(N)	Longitude(E)	
01	01	33°15'00"	128°30'00"	150
	02	33°15'00"	128°45'00"	170
02	01	33°30'00"	128°30'00"	122
	02	33°30'00"	128°45'00"	162
	03	33°30'00"	129°00'00"	120
	04	33°30'00"	129°15'00"	98
03	01	33°45'00"	128°30'00"	113
	02	33°45'00"	128°45'00"	121
	03	33°45'00"	129°00'00"	121
	04	33°45'00"	129°15'00"	115
	05	33°45'00"	129°30'00"	90
04	01	34°00'00"	128°30'00"	100
	02	34°00'00"	128°45'00"	110
	03	34°00'00"	129°00'00"	118
	04	34°00'00"	129°15'00"	100
	05	34°00'00"	129°30'00"	108
	06	34°00'00"	129°45'00"	94
	07	34°00'00"	130°00'00"	80
	08	34°00'00"	130°15'00"	63
	09	34°00'00"	130°30'00"	61
05	01	34°15'00"	128°30'00"	83
	02	34°15'00"	128°45'00"	99
	03	34°15'00"	129°00'00"	137
	05	34°15'00"	129°30'00"	100
	06	34°15'00"	129°45'00"	113
	07	34°15'00"	130°00'00"	110
	08	34°15'00"	130°15'00"	95
	09	34°15'00"	130°30'00"	95
	06	01	34°30'00"	128°30'00"
02		34°30'00"	128°45'00"	99
03		34°30'00"	129°00'00"	112
04		34°30'00"	129°12'00"	142

Line	Station	Location		Depth(m)
		Latitude(N)	Longitude(E)	
06	05	34°30'00"	129°34'00"	90
	06	34°30'00"	129°45'00"	104
	07	34°30'00"	130°00'00"	114
	08	34°30'00"	130°15'00"	113
	09	34°30'00"	130°30'00"	121
	10	34°30'00"	130°45'00"	100
07	02	34°45'00"	128°45'00"	63
	03	34°45'00"	129°00'00"	60
	04	34°45'00"	129°15'00"	200
	05	34°45'00"	129°30'00"	53
	06	34°45'00"	129°45'00"	105
	07	34°45'00"	130°00'00"	121
	08	34°45'00"	130°15'00"	122
	09	34°45'00"	130°30'00"	130
	10	34°45'00"	130°45'00"	117
	08	03	35°00'00"	129°00'00"
04		35°00'00"	129°15'00"	103
05		35°00'00"	129°30'00"	138
06		35°00'00"	129°45'00"	127
07		35°00'00"	130°00'00"	128
08		35°00'00"	130°15'00"	125
09		35°00'00"	130°30'00"	134
10		35°00'00"	130°45'00"	128
11		35°00'00"	131°00'00"	113
13		35°00'00"	131°30'00"	126
09	05	35°15'00"	129°30'00"	110
	06	35°15'00"	129°45'00"	141
	07	35°15'00"	130°00'00"	140
	08	35°15'00"	130°15'00"	135
	09	35°15'00"	130°30'00"	132
	10	35°15'00"	130°45'00"	140
10	05	35°30'00"	129°30'00"	78
	06	35°30'00"	129°45'00"	132
	07	35°30'00"	130°00'00"	187

Line	Station	Location		Depth(m)
		Latitude(N)	Longitude(E)	
10	08	35°30'00"	130°15'00"	215
	09	35°30'00"	130°30'00"	205
	10	35°30'00"	130°45'00"	210
	11	35°30'00"	131°00'00"	214
	13	35°30'00"	131°30'00"	143
	15	35°30'00"	132°00'00"	172
	17	35°30'00"	132°30'00"	150
11	06	35°45'00"	129°45'00"	253
	07	35°45'00"	130°00'00"	1160
	08	35°45'00"	130°15'00"	1151
	09	35°45'00"	130°30'00"	1270
	10	35°45'00"	130°45'00"	1123
12	06	36°00'00"	129°45'00"	560
	07	36°00'00"	130°00'00"	1341
	08	36°00'00"	130°15'00"	1538
	09	36°00'00"	130°30'00"	1583
	10	36°00'00"	130°45'00"	1158
	11	36°00'00"	131°00'00"	1538
	13	36°00'00"	131°30'00"	1277
	15	36°00'00"	132°00'00"	905
	17	36°00'00"	132°30'00"	295

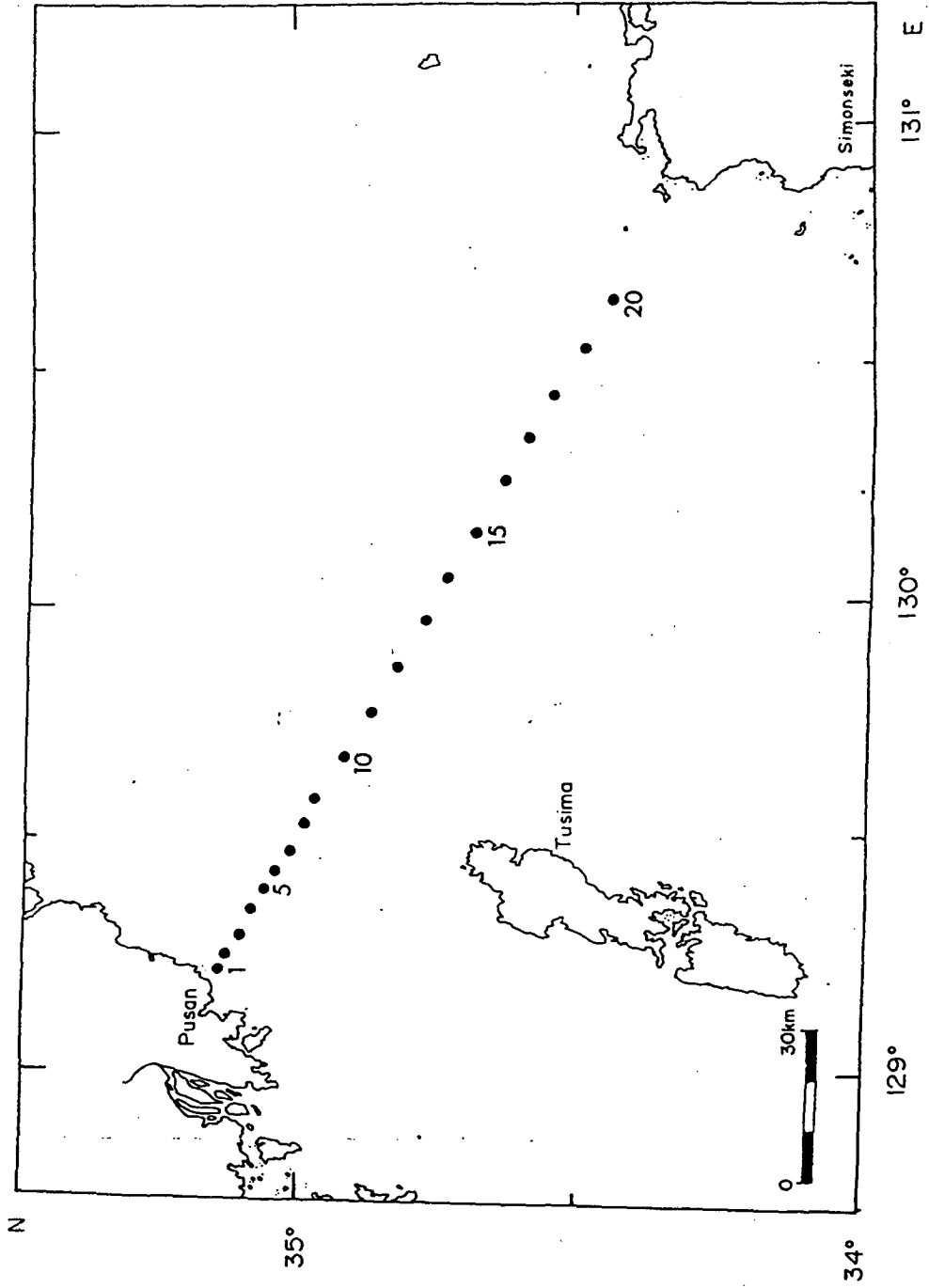


Fig. I -1. Oceanographic stations of the Pusan-Simonseki Transection occupied in the Korea Strait in January, 1993(Data from R/V Eardo)

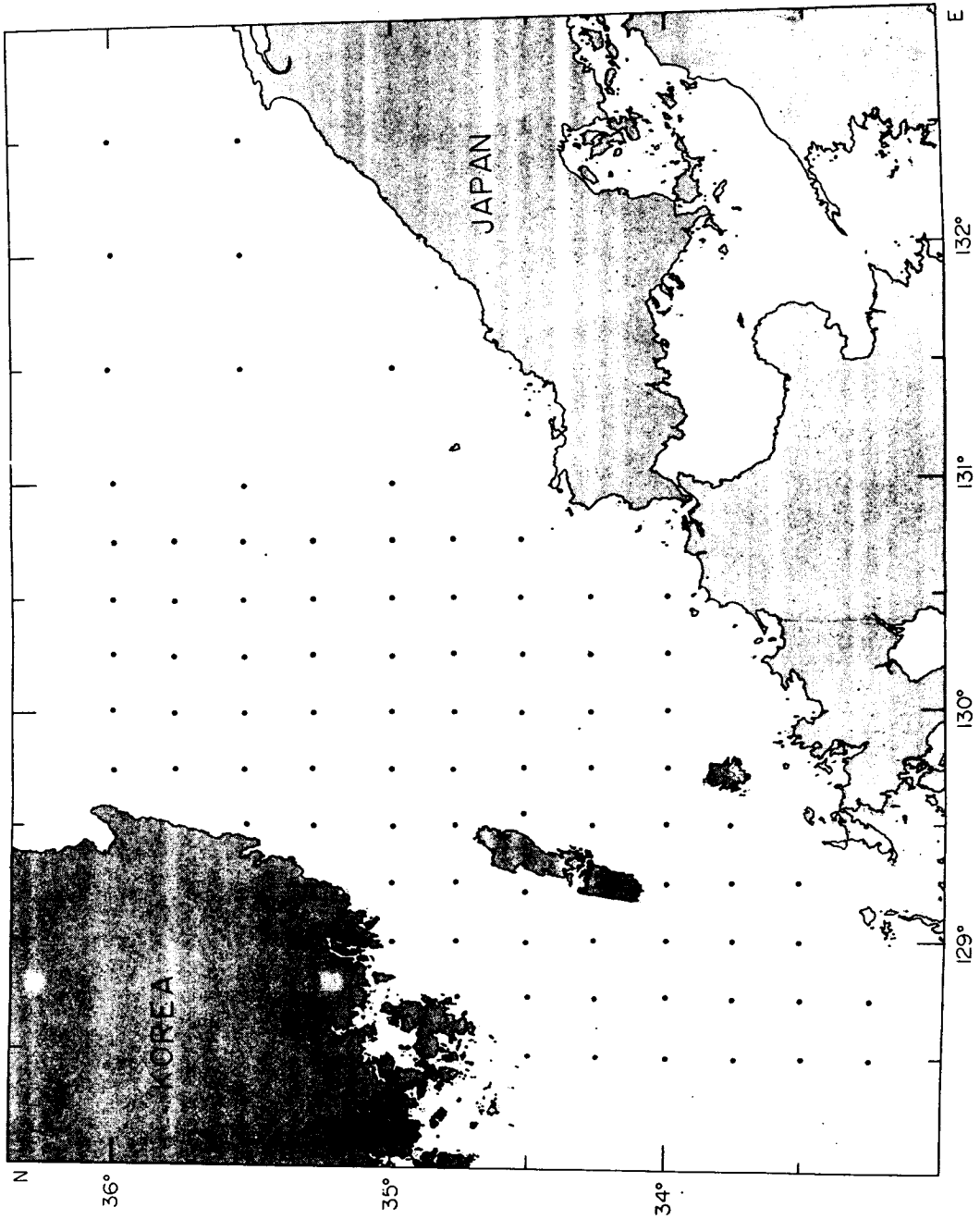


Fig. I -2. Oceanographic stations of the Korea Strait in November, 1992(Data from R/V Eardo)

第 II 章

物理海洋學 分野

(STUDIES ON PHYSICAL OCEANOGRAPHY)

研究責任者：方仁權

研究員：卞相慶

李興宰

石文植

金哲洙

李載學

南秀庸

崔鉉佑

趙哲護

黃相喆

李夏雄

朴弼成

洪基勳

鄭昌洙

姜東鎮

研究助員：張永爽

金熙潤

第 1 節 緒 說

大韓海峽의 海洋物理的 資料를 收集·分析하여 海水流動의 時·空間的 分布를 把握하고 그 分布와 變化의 原因을 料明함으로써 資源, 環境, 國防 등 關聯 産業分野에 基礎資料를 提供한다. 具體的인 研究目標은 다음과 같다.

- 1) 大韓海峽의 水塊特性 資料蒐集 및 季節別 變動性 把握
- 2) 對馬暖流의 空間的 分布특성 및 輸送量 觀測
- 3) 海洋物理特性 資料의 圖面化

大韓海峽은 東海로 流入하는 對馬暖流의 通道로서 大韓海峽을 통과하는 對馬暖流의 수송량, 열용량 및 수괴변동 등은 東海의 海洋環境에 지대한 영향을 미친다. 이러한 중요성에 비추어 大韓海峽에 대한 정밀 海洋調査를 통한 현상 파악은 東海全體의 海洋環境變化 豫測에 한 중요한 부분이라 할 수있다. 또한, 大韓海峽 자체로도 水産學 및 軍事的으로 중요한 海域으로써 기본적 物理 海洋環境 資料는 이 海域에 대한 水資源 開發과 대잠전 등에 양질의 資料로 활용될 수 있다.

第 2 節 調查 및 分析方法

CTD (水溫, 鹽分) 觀測은 Seabird CTD (SBE-25와 SBE-19)를 사용하였고 海·潮流 觀測은 이어도의 ADCP(RD-VM0150)를 사용하였다. RD-VM0150 은 153.6 K Hz 의 音波를 船復에 裝着된 4개의 transducer로부터 水中에 發射하여 海·潮流에 의해 移動되는 海水중의 浮游物質 등에 의한 反射波를 보정, 船上에 設置된 PC로 처리하여 海·潮流의 크기와 방향을 觀測한다. 音波의 發射은 매 1.1초 마다 행해지며 본 觀測의 경우 30초 동안의 觀測을 平均하여 資料를 保管하였다. 時間적으로 30초 평균치는 空間적으로는 선박의 航海速度를 12 kts 라 할 때 약 185 m 에 해당된다. 선박의 위치는 이어도의 GPS 受信裝置를 이용하여 매 분마다의 緯·經度를 기록, 보관하였다.

水溫, 鹽分 관측장비인 SBE-25 와 SBE-19 의 제원은 다음과 같다.

(SBE-25 / SBE-19)	측정범위	정 확 도	정 밀 도
전기전도도 (mmho)	0 ~ 70 / 0 ~ 65	$\pm 0.001 / \pm 0.001$	$\pm 0.0005 / \pm 0.01$
수 온 (°C)	-5 ~ +35 / -5 ~ +35	$\pm 0.004 / \pm 0.001$	$\pm 0.0003 / \pm 0.01$
수 심	600 m / 500m	$\pm 0.25\% / \pm 0.05\%$	$\pm 0.015\% / \pm 0.5\%$

1. ADCP 觀測資料의 潮流成分 除去技法

ADCP에 의한 海流觀測은 기존의 유속계에 의한 觀測에 비해 海流의 수직구조를 손쉽게 파악할 수 있어 近來에 들어와서 널리 이용되고 있다. ADCP에 의한 海流觀測은 船舶에 장착하거나 예인체에 의한 觀測은 단시간에 空間적으로 넓은 범위의 海流의 水平·垂直構造를 把握하는데 좋고, 계류에 의한 觀測은 장기간에 걸친 한 定點에서의 垂直的 海流構造의 變化를 보고자 할 때 사용된다. 그러나, 순간적인 海水의 流動은 海流외에도 다양한 원인으로 부터 야기되는 흐름을 포함하고 있어 海流만을 보고자 할 때는 그의 成分의 除去가 必要하다. 그 중에서도 특히 조류는 淺海에서 문제가 된다. 深海에서는 조류가 약하므로 그 影響을 무시할 수 있으나 淺海에서는 일반적으로 조류가 강하므로 조류성분이 포함되지 않은 海流만을 보고자 할 때는 觀測資料로부터 조류를 分離할 必要가 있다. 한 定點에 계류한 경우는 通常的인 조화분해나 filter를 사용하여 조류를 분리내지는 제거할 수 있으나 선박운항에 따른 단시간내의 광역에 걸친 관측시에는 通常的인 方法의 適用이 쉽지 않다.

최근에, ADCP 觀測이 많아짐에 따라 ADCP 資料로부터 조류성분을 제거할 必要性이 제기되어 Candela 등 (1992) 은 變形된 조화분석법을 考案하여 동지나해와 아마존강 하구의 대륙붕에서 관측한 ADCP 자료로부터 조류를 제거하는데 이용하였다. Foreman 과 Freeland (1991) 는 캐나다의 밴쿠버섬 부근의 자료에 Candela 등 (1992)의 方法을 適用한 結果를 조류모델을 이용한 조류성분 제거 結果와 比較, 分析하였다.

우리나라의 경우 韓國海洋研究所에서 1989년 처음으로 ADCP觀測이 예인체를 이용하여 시작된 후 韓國海洋研究所 所屬 海洋觀測船에 장착된 ADCP를 통

해 濟州海峽, 大韓海峽, 그리고 멀리는 남극 세종기지 부근의 Bransfield 海峽과 적도해역에서 觀測이 이루어 졌다. 본 報告書에서는 조류가 강한 우리나라 大韓海峽에서 觀測된 資料에 대해 Candela 등 (1992)의 方法을 適用하였으며 그 方法은 다음과 같다.

한 定點에서 수일간 觀測된 해류 (currents) 는 다음의 식으로 표시가 가능하다.

$$u(t) = u_0 + \sum_{i=1}^N a_i \cos(\omega_i t - \theta_i)$$

혹은

$$u(t) = u_0 + \sum_{i=1}^N [b_i \cos(\omega_i t) + c_i \sin(\omega_i t)] \quad (1)$$

여기서, $u(t)$ 는 定點의 일정 깊이에서의 東西方向 海流成分, u_0 는 觀測期間 동안의 平均海流, a_i , ω_i 그리고 θ_i 는 각각 N 개의 潮汐분조중 i 번째 潮汐분조의 振幅, 週期 및 位相이며, b_i 와 c_i 는 i 번째 潮汐분조를 cosine 과 sine 함수로 分解한 후의 각각의 振幅이다. N 은 부분적으로 觀測期間에 좌우된다. 南北方向의 海流 成分 (v)도 비슷한 식을 滿足한다.

觀測海流는 最小자승법 (least square method)을 이용하여 식 (1)에 投影함으로서 가능하다. 그러나, 이 方法은 觀測資料가 船舶의 이동에 의하여 時間 외에도 空間座標의 함수인 경우는 직접적으로 적용할 수 없다. 資料의 空間的 變化的 폭 (spatial scale of variation)은 조류와 해류의 空間的 構造에 좌우되며 그 크기는 심해에서는 대체로 크나 沿岸 海域에서는 수 km 이하일 수도 있다.

한 가지 方法은 조류의 空間的 變化를 고려에 넣어 식 (1)과 비슷한 식으로 觀測 ADCP 資料를 나타내는 것이다. 즉, 식 (1)에서 b 와 c 를 공간좌표 (x 와 y)의 함수로 假定하는 것이다. 대체로 지형에 따른 normal mode에 의해 潮汐波의 공간형태가 決定되나 여기서는 임의의 내삽함수 (interpolating function) 를 假定하여 潮汐波를 나타내고자 한다. 또한, u_0 와 v_0 도 空間的으로 변화하므로 이들도 空間的 函數로 假定한다. 물론 이러한 임의의 내삽함수에 의한 representation 은 海洋 物理學的인 검증을 필요로 한다. 觀測海流는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$u(x, y, t) = u_0(x, y) + u_0(x, y, t) + \varepsilon(x, y, t)$$

즉, 觀測海流은 항류 (u_0 , steady current), 조류 (u_t , tidal current), 그리고 잔류 (ε , residual current) 의 總和로 構成된다. 항류는 觀測期間 동안의 平均海流이며 잔류는 fitting 후에 남는 部分을 나타낸다. 南北方向 성분 觀測海流도 비슷한 식으로 표시한다.

가장 간단한 內삽함수로는 空間座標 (x 와 y) 의 power 형태인 polynomials 일 것이다. 즉, b_i (u_0 와 c_i) 를 다음과 같이 展開한다.

$$b_i(x, y) = \sum_{j=0}^{DP} \sum_{k=0}^j a_l x^{j-k} y^k$$

여기서, a_l 은 觀측자료에 fitting 시켜 구할 값이며 DP 는 polynomial 의 degree, j 와 k 는 정수로서 $l = (j-k, k)$ 이다.

基礎函數 (basis function) 에 의해 대입하면 다음의 matrix 형태로 歸結된다.

$$Ac = d$$

여기서, A 는 ($m \times n$) model matrix 로서 basis function 에 의해 決定되며 m 은 觀測횟수 (혹은 觀測점수) 이며 n 은 model order 이다. c 는 n column vector 로 미지수이며 d 는 m column vector 로 觀測資料이다. 일반적으로, 東西 와 南北방향 성분에 대해 A 는 같으나 c 와 d 는 다른 각각의 matrix 식이 構成된다.

이 matrix 식을 푸는 안정된 解法은 먼저 matrix A 를 singular value decomposition (SVD) 에 의해 分解하는 것이다.

즉,

$$A = UWV^T$$

여기서, U 와 V 는 각각 ($m \times m$), ($n \times n$) matrix 이며 W 는 ($m \times n$) 의 singular value 를 포함한 diagonal matrix 이다.

본 조화분석법을 1992년 4월 觀測 ADCP資料에 適用하여 본 방법에 대한 점

검을 하였다. 본 方法의 특징은 향류와 조류의 空間變化 형태를 단순한 函數로 우선 가정하는 것이다. ADCP자료는 垂直的으로 4미터 간격으로 있으나 우선 수심 6미터의 資料만을 分析하였다. 또한, 조류를 일으키는 분조도 M_2 하나만을 고려하였다. 1992년 4월 관측은 정선관측으로서 문제를 1차원적으로 단순화하여 조화분석법을 적용하였다.

향류의 空間的인 變化는 polynomial로 假定하였으며 그 차수에 따라 미지수의 갯수가 다르다. 가령, 1차의 경우는 기초함수가 1 과 x 가 되어 미지수가 2개 이며 2차는 1, x 그리고 x^2 이 기초함수로 미지수가 3개가 된다. 즉, n 차의 polynomial 은 $n+1$ 개의 미지수가 있게 된다. 향류는 n 차 polynomial로 가정하면 $n+1$ 개의 미지수를 구해야 하나 조류의 경우는 \cos 과 \sin 항에 의해 위상이 決定되므로 m 차 polynomial로 가정하면 $2 \times (m+1)$ 의 미지수가 필요하다. 그러므로 총 미지수의 갯수는

$$(n+1) + 2 \times (m+1)$$

가 된다. 가령, 향류를 2차로 가정하고 조류를 1차로 가정한다면 총 미지수는 7개로 ADCP觀測 定點이 7개 이상이어야 한다. 한가지 더 주의하여야 할 점은 觀測時間이 길어야 한다는 것이다. Foreman 과 Freeland (1991) 에 의하면 Candela 등 (1992) 이 조화분석법을 사용하여 동지나해의 ADCP觀測資料로부터 조류성분을 성공적으로 除去할 수 있었던 이유중의 하나가 觀測時間이 길었던 데 있다 (Candela 등 (1992)의 資料는 觀測期間이 5일이었고 Foreman 과 Freeland (1991) 가 사용한 ADCP 관측자료는 3일이었다). 여기서 使用한 資料는 1992년 4월 13-14일 에 觀測된 資料로서 東西와 南北방향의 유속을 먼저 관측라인에 垂直인 성분과 平行한 성분으로 분해하여 (시계방향으로 30도 회전) 조류가 뚜렷이 나타나는 垂直방향의 성분만을 분석대상으로 하였다. ADCP 관측은 항해하는 중에 항상 이루어져 資料의 양이 방대하여 CTD 定點 1과 20 사이를 등간격의 31개 ADCP 觀測定點으로 나누어 각 觀測定點에 가장 가까이에서 觀測된 ADCP 자료를 그 定點의 대표치로 하였다. 그러나 분석에서는 등간격의 ADCP 觀測定點이 아닌 원 觀測位置를 그대로 이용하였다.

본 分析에서는 향류를 3차의 polynomial을 基本函數로 하였고 조류는 M_2 만을 고려하였으며 동 관측구간에서 振幅과 位相이 같다고 假定하였다. 이것은 Nishida (1980) 의 등조시도에 의하면 본 관측라인 상에서는 M_2 분조가 가장 優勢하여 그 진폭이 S_2 분조에 비해서도 2배 정도이며 M_2 분조 위상도 韓國측과 日本측 사이에서 약 2시간 정도의 差異를 보였기 때문이다. 물론 조류에 대한 精確한 資料가 없어 조석에 대한 Nishida (1980)의 등조시도를 출발점으로 삼을 수 밖에 없었다.

2. 1992年 5月 現場調査

가. 水溫, 鹽分 觀測

1992年 5月 25日에서 6月 10日 사이에 위·경도 15' 내지 30' 간격으로 84 개 정점에서 CTD 觀測을 SBE-25를 이용하여 實施하였다.

나. $\delta^{18}\text{O}$ 分析方法

여과하지 않은 海水 試料를 cone shaped liner가 부착된 뚜껑을 가진 20ml 유리병에 기포가 전혀 없이 가득담아 蒸發이 최소가 되도록 뚜껑 주변을 Parafin film으로 잘 둘러막은 후, 실온에서 실험실로 옮겨 保管하였다.

海水의 산소 동위원소비는 영국 VG-Isotech사의 ^{18}O 분석용 자동 전처리 장치인 Isoprep 18을 이용하여 $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 平衡法을 사용하여 동시에 20 ~ 21개의 시료를 3 ~ 4개의 부표준해수시료 (substandard seawater)와 함께 分析하였다. 이때의 평형 溫度는 25 ± 0.2 °C를 유지하였고, 平衡 時間은 6時間이었다. 海水의 동위원소비와 평형된 CO_2 는 SIRA II Isotope Ratio Mass Spectrometer를 이용하여 分析하였으며, 각 試料는 Reference CO_2 gas와 번갈아 가면서 6회 반복 分析하여 平均값을 취하였으며, 이때의 internal precision이 0.015 이하의 試料에 대해서는 다시 分析하였다. 각 試料 batch에서 分析된 부표준해수시료의 값으로 부터 觀測된 external precision은 1 ~ 12 %로 대부분이 10%이내의 정밀도를 보였다.

일반적으로 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 의 비는 직접 比較하지 않고, 특정한 표준물질의 비에 대해 상대적인 값을 比較한다. ^{18}O 의 경우에는 標準物質이 SMOW (Standard Mean Ocean Water)이다. 標準物質에 대한 시료의 동위원소비를 δ 값으로 나타내며, 이것의 정의는 다음과 같다.

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{sample}} = \left[\frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{sample}}}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{SMOW}}} - 1 \right] \times 1000 (\%)$$

3. 1992年 11月 現場調査

가. 水溫, 鹽分 觀測

5月的 觀測과 마찬가지로 CTD 관측을 84개 定點에서 SBE-19를 이용하여 實施하였다.

나. 海·潮流 觀測

ADCP는 항해중 항상 가동하였으나 2번 beam의 고장으로 인해 가용한 3개의 beam으로 부터 海流산출을 시도하였으나 산출된 결과에 error가 많이 포함되어 해석가능한 海流資料를 얻지 못하였다.

다. 人工衛星 추적부이 실험

본 實驗에 사용된 추적부이는 미국 Clearwater Instrumentation Inc. 사의 완제품을 사용하였다. 人工衛星 추적부이는 크기는 表層浮漂와 몸통인 drogue 두 部分으로 구성된다. 表層浮漂는 센서, 송신기, 안테나, 전원 등을 내장하고 몸통은 바람의 영향을 가능한 적게 받고, 물흐름에 따라서 이동하도록 제작되었다. 몸통의 높이는 7 m이며 물속에서 몸통의 중심은 15 m 수심에 位置한다. 부이의 위치 및 시간자료의 획득은 ARGOS 위성시스템을 사용한다.

4. 1993年 1月 現場調查

가. 水溫, 鹽分 觀測

정선조사로서 부산-시모노세끼 간의 라인상의 20개 정점에서 SBE-25를 이용한 CTD 관측이 있었다.

第 3 節 結果 및 考察

1. 1992年 4月 現場調查 - ADCP 資料의 조류성분 제거

4月 현장조사에서 CTD와 ADCP 관측이 있었으며 1차년도 報告書에 이미 그 결과는 보고되었다. 본 報告書에서는 ADCP 관측자료로 부터 조류성분을 제거하기 위하여 조화분해 방법이 시도된 바 그 결과에 대해 기술하고자 한다.

그림 II-1은 수심 6m의 첫번째 bin의 분석 결과를 보여준다. 觀測海流는 韓國沿岸과 日本沿岸에서 양의 값을 보여 東海로 海流가 진입하는 것을 보여 주고 있고 그 중간에 東海로 부터 남하하는 海流構造를 보여준다. 본 觀測은 日本沿岸 쪽으로 부터 韓國沿岸쪽으로 향해하면서 약 16시간 내에 이루어져 x-축을 시간으로 본다면 典型的인 조석의 주기를 보여준다 하겠다. 韓國沿岸과 日本沿岸의 북향류는 대만난류의 분지로 이해할 수도 있으나 그 중간의 남향류는 그대로 받아들이기에는 본 觀測資料가 潮汐週期를 너무나 잘 따르고 있고 그 크기를 생각할 때 주로 조류성분이 아닌가 하는 의심을 하게 되었다. 조화분해에 의한 分析結果는 이러한 의심을 뒷받침하여 중간의 남향류는 조류에 의한 것으로 향류는 거의 없는 것으로 나타났다. 또한 韓國沿岸의 북향류의 폭이 분석 전의 관측 자료에 비해 크게 나타나고 그 세기가 줄어들었으며 최강류의 위치가 연안에서 약간 떨어진 곳에 존재함을 보여주고 있다. 日本沿岸의 북향류도 마찬가지로 경향을 보여 그 폭이 커졌고 해류의 중앙이 일본연안에서 더 외해쪽으로 이동되어 나타난다. 같은 分析方法을 이번에는 한 깊이가 아닌 각 ADCP 觀測定點에서의 輸送量에 대해서도 시도하였다. 그 결과 (그림 II-2)에 의하면 전체적인 형태는 6m 에서의 결과와 유사함을 보여준다. 이는 동 觀測期間중의 水溫·鹽分이 垂直的으로 거의 균질하며 관측 ADCP 자료도 垂直的인 변화가 크지 않아 순압 조석으로 간주할 수 있기 때문으로 풀이된다. 각 觀測定點의 향류성분의 輸送量을 보면 韓國沿岸의 북향류가 약 1.9 Sv, 日本沿岸의 북향류가 약 1.3 Sv으로 나타났다 이는 지금까지 알려진 대만난류의 수송량의 범위 안에 들어가며 특히 韓國沿岸의 동한난류가 日本沿岸의 연안류보다 더 큰 수송량을 가지고 있다는 결과와도 일치한다.

그러나, 본 分析은 간단한 함수로서 조류와 향류의 空間的인 변화를 나타냈기 때문에 그에 따른 문제점도 많으리라고 여겨진다. 가장 큰 問題는 조류의 공간적 변화 형태가 조석과는 다른데도 등조시도를 이용하여 분석을 한 점이다. 이는 조류에 대한 자료가 부족한 현실에서는 어쩔수 없는 일이므로 분석결과에 해석에 있어 큰 부담으로 남아 있다. 또 다른 問題는 앞의 분석에서 M_2 분조만이 존재한다고 가정한 점이다. 이것은 작기는 하나 M_2 분조 외에 S_2 분조 뿐 만 아니라 일주조도 조류의 상당한 부분을 차지할 것으로 여겨져 관측기간이 짧아 이러한 분조들을 분리하는데는 어려움이 있으나 앞으로 유의해야 할 점이다. 이러한 問題點등을 보완하기 위해 조류모델을 이용하여 조류의 時·空間的인 결과를 구한후 觀測資料로 부터 조류를 제거하는 방법을 시도할 계획이다.

2. 1992年 5月 現場調查

가. 水溫·鹽分 觀測

전 觀測定點에 대한 水溫·鹽分 분포도 (그림 II-3)에 의하면 34.0 psu 이하의 몇 정점에서 저염수를 제외하고는 高溫高鹽水和 低溫低鹽水가 거의 공간적으로 일직선의 형태를 띠고있다. 이러한 水溫·鹽分 分布圖를 근거로 수괴를 분석하면 크게 3가지로 분류할 수 있다. 34.4 psu 이상의 高鹽과 15 °C 이상의 高溫의 특성을 갖는 대마난류수, 염분이 34.2 psu 이하, 수온이 15 °C 이상을 갖는 남해연안수와 염분이 약 34.1 psu 이하, 수온은 1 °C 미만의 低溫低鹽의 특성을 갖는 동해고유수로 분류될 수 있다. 또한 34 psu 이하의 저염수도 미약하게 나타나는데 이러한 저염수는 낙동강 담수의 영향인 것으로 사료된다.

定點別 水溫, 鹽分 그리고 密度의 수직분포도 (그림 II-4)에 의하면 수심이 150m 이하인 35.5° N 이남에서는 水溫과 鹽分이 수직적으로 거의 균질하며, 수심이 200m 이상인 그 이북에서는 水溫躍層이 약 20m 에 존재하며 水溫躍層 바로 아래에는 최대염분층이 존재하며 그 이심에서는 수심증가에 따라 수온 및 염분이 감소하는 구조를 갖는다. 이러한 최대염분층의 두께는 지역적 유속 및 기상조건에 따른 혼합특성에 따라 결정되는 것으로 사료된다. 定點 0908, 0909의 100m 이심에 존재하는 10 °C 이하, 34.3 psu 이하의 低溫低鹽水는 定點 1007, 1008, 1009 저층에서 보이는 5 °C 이하, 34.2 psu 이하의 低溫低鹽水의 연장으로 사료되며, 이러한 定點에서 저층의 강한 수온구배 형태는 경압류의 강화를 야기시킴으로써 저층에서의 남향류의 존재 가능성을 시사하고 있다.

1) 水平分布

水溫 과 鹽分의 水平分布圖 (그림 II-5)를 0m, 30m, 50m, 75m, 그리고 100m 수심에 대하여 도시하였다. 표층 수온분포의 특징은 韓國沿岸에 저온역이 존재하여 그 외 海域의 고온역과 구별되는 점이다. 韓國沿岸의 저온역은 울산-포항 사이의 海域과 동경 129° 선 이서해역의 낙동강하구로부터 약 34° N 까지의 海域이 해당된다. 이 두 저온역은 약 18 °C 등온선을 경계로 그 외의 海域과 구별되며 관측 최저 표층수온은 낙동강 하구역 부근에서 약 16 °C, 울산-포항 海域에서 약 16.5 °C 이다. 상대적으로 고온역인 18 °C 이상의 海域은 水平的인 수온의 변화가 작아 최고수온이 약 19 °C 이다.

表層鹽分의 水平的 변화는 낙동강 하구의 한 定點 (0803)을 제외하고는 그다지 크지 않아 34.1-34.5 psu의 값을 보인다. 定點 0803 외에 미약한 저염역이 대마도 남서쪽 부근과 울산 부근에 존재한다. 高鹽의 해수는 (>34.4 psu)

大韓海峽의 중앙과 대마도 남쪽, 그리고 35.5° N 이북의 외해역에서 보이고 있다.

이러한 水溫·鹽分 분포 형태는 50m 수심 까지도 유지되고 있다. 75m 수심에서는 표층 50m 수심에 까지 대마도 서측에서 보이던 低鹽의 海水가 사라지고 大韓海峽 전체에서 高鹽의 거의 균질한 대마난류수가 존재함을 볼 수 있다. 水溫도 大韓海峽내에서는 거의 均質하며 다만, 35.5° N 이북의 수심이 깊은 곳에서 상대적으로 低溫이 보이고 있다 (鹽分도 大韓海峽의 값에 비해 낮다). 100m 수심에서는 低溫·低鹽의 해수가 35° N 이북에서 더욱 뚜렷이 보이고 있다.

水溫과 鹽分の 水平分布로 부터 첫째, 大韓海峽의 대부분에 대마난류수가 우세하나, 둘째, 일부분 海域에서 국지적인 요인에 의한 해수 특성을 보인다. 즉, 울산 부근의 低溫·低鹽水는 용승작용에 의한 영향으로 보이며, 對馬島 서측 해역의 低溫低鹽의 특성은 남해연안수와 낙동강수의 영향일 것으로 생각된다.

2) 垂直分布

水溫과 鹽分の 연직분포를 보기 위해 다섯 라인에 대한 연직분포도를 도시하였다 (그림 II-6). 라인 A는 對馬島 남쪽 정점 0601에서 정점 0304를 잇는 라인이며, 라인 B는 對馬島 북쪽 정점 0804에서 정점 0408을 잇는 라인이다. 라인 1은 위도와 평행한 각 관측라인의 01번 정점을 남북으로 연결한 라인이며 라인 10과 12는 울산과 포항 부근에서 나가는 동서방향의 라인이다. 먼저, 라인 1 상에서의 垂直分布를 보면 남쪽의 上層에 고온 (>18 °C), 그리고 북쪽의 低層에 低溫이 (<15 °C) 나타나는 구조를 보이나 온도구배는 크지않다. 鹽分은 상층 약 20m에서 韓國沿岸으로부터 02라인의 01定點 까지 低鹽의 해수가 (<34.2 psu) 자리잡고 있으며, 모든 定點의 약 50m 수심 이심과 최남단 定點의 전 수심에 34.4 psu 이상의 高鹽水가 존재한다. 鹽分の 수평구배는 01라인과 02라인 사이에서 가장 커 對馬暖流水와 低鹽의 연안수 사이의 경계를 이룬다.

A라인의 水溫과 鹽分の 수직구조는 라인 1과 같은 형태를 보여 水溫은 남동쪽 상층의 高溫, 북서쪽 저층의 低溫, 그리고 鹽分은 韓國沿岸쪽 상층의 低鹽, 低層과 일본쪽 定點에서의 高鹽으로 특징지어진다. 즉, 韓國沿岸쪽은 低鹽의 연안수 영향이 강하게 나타나고 對馬暖流水는 50m 이심과 일본쪽에 주로 뚜렷이 나타난다. B라인의 水溫分布 형태는 앞의 두 라인과 비슷하나 보다 균질한 水溫分布를 보인다. 鹽分の 분포를 보면 50m 이심의 高鹽水는 對馬島 동쪽에만 존재하며 對馬島 서쪽은 거의 전 수심에 걸쳐 低鹽水로 채워져 있다.

低鹽水는 또한 07정점의 상층에서 나타나고 06정점의 표층 鹽分은 주위에 비해 높아 韓國沿岸과 日本쪽의 低鹽水를 분리시키고 있다. 라인 10의 水溫과 鹽分의 수직분포도에 의하면 표층혼합층의 두께는 韓國沿岸쪽 보다 日本沿岸쪽이 보다 두꺼우며 定點 08과 09의 저층에 低溫低鹽水가 분포하고 있다. 라인 12의 수온분포도에서는 수평적으로 중앙부 보다 韓國沿岸쪽은 低溫이, 日本沿岸쪽은 高溫이 분포하고 있다. 鹽分분포도에서는 수심 약 50m 에 35.5 psu 이상의 두개 최대염분층이 보이며 定點 09의 수심 약 200m 에 34.04 psu 이하의 최저염분층이 나타난다. 여기서 최대염분층은 韓國沿岸과 日本쪽으로 분기되는 對馬暖流水를 나타내고 수심 250m 이심의 鹽分 (>34.06) 보다 작은 최저염분층은 北韓한류계수일 것으로 사료된다.

본 연구해역의 水塊分析을 하는데 있어서 高鹽水는 對馬暖流水로 그 구분이 뚜렷하나 표층의 低鹽水인 경우는 남해연안수와 낙동강 담수의 영향을 받은 水塊가 구분이 뚜렷하지 않고 200m 이심의 低鹽水인 경우는 동해고유수와 북한한류계수를 구분하기가 어렵다. 이러한 水塊分析의 어려움을 극복하기 위해 동위원소를 이용한 추적자 실험을 시도하였으나 본 연구해역의 物理海洋學的 기작의 이해부족 및 水塊解析을 뒷받침할 수 있는 기존의 추적자자료의 부족으로 명확한 결론을 내린다는 것은 어렵다.

나. $\delta^{18}O$ 分析

동남해역의 복잡한 水塊의 物理的 특성을 분석하기 위하여 보존성 추적자인 $\delta^{18}O$ 이 추가되었다. 대륙붕과 같이 수심이 얇고, 淡水의 유입이 많은 곳에서는 해수 수온의 보존성이 엄밀한 의미에서는 보존되지 않으므로 海水의 $\delta^{18}O$ 은 水塊分析에 매우 유용한 도구이다 (Fairbanks, 1982).

研究地域의 $\delta^{18}O$ 의 분포는 최저 -2.2 psu 에서 최고 1.1 psu 까지 분포한다. 최소값은 研究地域의 가장 북쪽 관측선중 한반도에 가장 가까운 定點 1207의 表層에서 나타났으며, 최고값은 연구지역의 가장 남쪽에 위치한 定點 0102의 30m수심에서 관측되었다.

일반적으로 태평양에서 관측되는 鹽分과 $\delta^{18}O$ 과의 관계는 지역에 따라 다소 차이는 있지만 대개 그림 II-7에 나타난 바와 같이 거의 直線의 관계를 갖는다 (Craig and Gordon, 1965). 본 研究에서 측정된 鹽分과 $\delta^{18}O$ 값은 그림 II-8에 도시한 바와 같이 북태평양의 Monsoon지역에서 나타나는 혼합직선 (mixing line)상에 대부분의 자료가 위치하며, 고염, 고 $\delta^{18}O$ 에 해당하는 자료는 $10^{\circ} N$ 에서 $20^{\circ} N$ 사이의 자료와 일치한다. 이로 미루어 본 연구지역에 공급되는 高鹽, 고 $\delta^{18}O$ 의 海水는 연구지역의 남쪽에서 유입되는 것으로 사료된다. 또한, 쿠로시오의 鹽分과 $\delta^{18}O$ 이 각각 34.5 psu, 0.3 psu로 알려져 (홍

등, 1992), 본 연구에서 관측된 高鹽, 고 $\delta^{18}O$ 의 海水의 그것과 매우 유사하다 (그림 II-8).

표층의 수평적 분포는 對馬島를 중심으로 동쪽에는 일반적으로 높은 $\delta^{18}O$ 값이 분포하고, 낙동강 하구가 인접한 정점 0803과 가장 북쪽의 定點 1207을 중심으로 낮은 $\delta^{18}O$ 이 분포한다 (그림 II-9). 또한, 對馬島 동쪽의 동수도가 서수도에 비해 높은 $\delta^{18}O$ 이 분포하고 있으며 이들은 대부분 0.2 psu 이상의 값을 보인다. 이로 미루어 동수도에 분포하는 表層海水는 대부분이 쿠로시오에서 기인한 것으로 생각할 수 있다. 수심 50m의 경우에도 이와 같은 특징을 보이지만 낮은 $\delta^{18}O$ 의 분포가 表層에 비해 그 세력이 약하다 (그림 II-9).

$\delta^{18}O$ 의 대표적인 수직분포를 水溫, 鹽分의 수직 분포와 함께 그림 II-10에 도시하였다. 일반적으로 그림 II-7에서와 같이 鹽分과 $\delta^{18}O$ 사이에는 정비례의 상관관계를 보이지만 水塊에 따라서는 鹽分과 $\delta^{18}O$ 사이에서 서로 다른 상관관계를 보일 수도 있다. 定點 0403의 경우에는 鹽分의 수직분포와 $\delta^{18}O$ 의 수직분포가 거의 동일한 양상을 보이지만 (그림 II-10), 定點 1209, 1211, 1213에서의 수직분포는 鹽分의 그것과 다소 차이를 보인다 (그림 II-10). 따라서, 관측선 12에는 서로 다른 여러개의 水塊들이 존재하는 것으로 생각된다.

본 연구에서 얻은 鹽分 및 $\delta^{18}O$ 사이의 상관관계를 그림 II-8에 도시하였다. 아울러 지금까지 알려진 水溫, 鹽分의 자료로 구분되는 水塊를 對馬暖流水 (Tsushima Current Water), 연안수 (Korean Coastal Water), 동해고유수 (East Sea Proper Water)로 구분하여 도시하였다. 전반적인 경향은 동해고유수와 대마난류수의 혼합으로 생각되며, 여기에 동해로 유입되는 담수의 역할이 작용하는 것으로 해석할 수 있다.

그러나, 본 연구지역의 水塊分布, 水塊의 起源 등을 규명하기 위해서는 좀더 자세하고 綜合的인 연구가 필요하며, 이를 위해서는 산소 동위원소인 ^{18}O 뿐만 아니라, 수소 동위원소인 중수소 (Deuterium, 2H)에 대한 研究도 필요하리라 생각된다. 또한, 수온, 염분, 안정성 동위원소 이외의 추적자 研究를 통하여, 이들 資料에 대한 해석을 뒷받침해줄 수 있을 것으로 생각된다.

3. 1992年 11月 現場調查

가. 水溫·鹽分 觀測

전 觀測定點에 대한 水溫·鹽分 분포도 (그림 II-11)에 의하면 1992年 5月 수온·염분 분포도와 달리 7자 형태를 갖고 있으며 水塊는 크게 3 가지로 뚜렷이 분류될 수 있다. 이는 5月 과는 다르게 34 psu 이하의 低鹽水가 크게 발달되어 있는 형태이며, 이러한 低鹽水는 남해연안수 및 낙동강의 담수의 영

향을 받은 低鹽水로 사료된다. 또한 34.1 psu 이하의 低鹽과 약 10℃ 이하의 低溫의 특성을 갖는 동해중층수도 나타난다.

定點별 水溫, 鹽分 그리고 密度의 수직분포도 (그림 II-12)에 의하면 水溫躍層은 다소 지역적 차이는 있으나 약 40 - 120m 에 존재하며 대부분 水溫躍層 아래 최대염분층이 위치하고 있다. 그러나 定點 1106과 같이 몇몇 定點에서는 최대염분층 바로 위에 최소염분층이 존재하는데, 이러한 최소염분층은 표층보다 저온저염을 갖은 남해연안수가 水溫躍層 아래 쇄기형태로 침입하는 것으로 생각된다.

定點 0907의 100m 이심에 존재하는 10℃ 이하의 低溫水는 5월과 달리 약 34.4 psu의 高鹽의 특성을 갖는데, 0907 定點 보다 이남에 위치한 定點 0805, 0704의 저층의 低溫水는 34.3 psu 이하의 低鹽의 특성을 띠고있다. 이러한 북위 35.5도 이남의 저층의 저온저염수는 북위 35.5도 이북의 저온저염수에 기원을 두고 있다고 생각되나, 라인 09의 저층의 저온저염은 08라인의 이남에 존재하는 저온저염수 보다 높다.

1) 水平分布

그림 II-13에 0, 30, 50, 75, 100m 에서 水溫과 鹽分の 수평분포도를 도시하였다. 大韓海峽을 기준으로 동수도 쪽이 서수도쪽 보다 고온·고염의 해수가 차지하고 있으며 특히, 對馬島 서쪽의 낙동강 하구부근에서 저온·저염수가 나타나고 있다. 이러한 분포 형태는 50m 수심 까지 유지 되나 75m와 100m에서는 低鹽의 중심이 對馬島 북쪽으로 이동되어 나타난다. 이러한 저온저염수는 낙동강 담수의 영향이 아니라 남해연안수의 영향으로 생각되며 이러한 저온저염수의 이동은 對馬暖流의 이류작용에 의한 것으로 사료된다. 또한 포항앞 定點 1206에서 나타나는 저온저염수는 남쪽해역과 분리되어 나타나기 때문에 관측 지역의 북쪽으로 부터 유입된 것으로 생각된다.

2) 垂直分布

水溫과 鹽分の 수직분포도 (그림 II-14)에 의하면 라인 1의 수온의 등온선은 5월의 대각선 방향과는 달리 표층 약 50m 에서 한국연안에 저온, 남쪽의 고온이 존재해 연직방향을 보이며, 그 이심에 저온수가 저층에 존재한다. 鹽分도 水溫과 비슷한 형태를 보여 저층에 고염수가 존재하며 표층 50m에는 韓國沿岸 가까이 저염이 나타난다. 라인 A도 라인 1과 비슷한 수온·염분 분포 형태를 보여 韓國沿岸 측에 저온·저염수 일본연안 측에 고온·고염수가 보인다. 라인 B에서는 위의 두 라인과는 달리 중앙부근인 對馬島 북쪽에서 저온·

저염수가 자리잡고 있고 그 양쪽에 고온·고염수가 존재한다. 라인 B에서는 라인 1과 A에서 보이던 저층의 저온·고염수는 보이지 않고 수온과 염분은 수직적으로 잘 혼합되어 있다. 라인 10에서 수온분포는 수심 110m 까지 수직적으로 균질한 水塊로 되어있으나 염분분포에서는 수심 80m 까지 수직적으로 균질하며 그 이심에 34.3 psu 이상의 高鹽水가 보인다. 라인 12에서는 라인 10보다 표층혼합층의 두께가 약 70m로 얇아졌으며 韓國沿岸쪽에서 日本 沿岸쪽으로 갈수록 두꺼워지는 것으로 나타난다. 라인 12의 염분분포도에 의하면 수심 50m 에서 150m 사이에 韓國沿岸쪽과 日本 沿岸쪽에 최대염분층이 보이거나 韓國沿岸쪽의 최대염분층은 얇고 좁게 분포하고있으며 日本 沿岸쪽의 최대염분층은 보다 넓고 두껍게 분포하고 있다. 또한 韓國沿岸쪽에 치우쳐 존재하는 150m 이심의 34.1 psu 이하의 저염수는 동해고유수로 생각되며 연안을 따라 흐르는 강한 對馬暖流水에 적응된 분포 특성을 보이고 있다.

나. 人工衛星 추적부이 실험

쿠로시오의 지류인 對馬暖流는 大韓海峽을 통해 동해로 유입되어 일본연안과 한국연안으로 분기되어 흐른다. 여기서 한국연안을 따라 흐르는 對馬暖流를 동한난류라 칭하며 본 실험은 이 동한난류의 추적에 초점을 맞추었다. 동한난류의 추적을 위해 1992년 11월 22일 오후 3시 30km (경도 129.755°, 위도 35.516°) 위치에 인공위성 추적부이를 투하하였다.

그림 II-15은 투하된 부이의 이동경로도이다. 오후 3시에 투하된 부이는 서서히 북상하다 포항 앞 40km 부근 해역에서 시계방향으로 타원 형태의 旋回를 한 후에 다시 울릉도 남단 까지 북상하였다. 그후 다시 日本 沿岸쪽으로 남하하여 연안을 따라 흐르다 오끼섬 부근 해역에서 반시계방향으로 타원형 형태의 선회를 한후 日本 沿岸을 따라 흐르다 1993년 1월 30일 일본 후쿠이연안 (경도 136.107° 위도 36.182°)에 도착하였다. 포항 앞 40km 부근의 시계방향의 와류는 그 위치가 수심이 급격히 깊어지는 곳이며 오끼섬 부근의 반시계방향 와류는 그 위치가 반대로 수심이 얕아지는 곳에서 나타난다. 또 각각의 와류는 약 70 - 80km 의 직경을 갖고있다. 이러한 와류의 형성은 水深變化에 따른 Vorticity 의 변화로 설명이 가능하다. 부이의 순간 속도장 (그림 II-16)에 의하면 추적기간중 最大유속은 147 cm/sec 정도 이며 최저유속은 3 cm/sec 정도 였고 평균유속은 약 34 cm/sec 이다. 空間的 유속세기는 대체적으로 韓國沿岸보다 日本沿岸에서 보다 큰 것으로 나타난다. 이러한 유속세기는 동해로의 對馬暖流의 유입량과 동한난류 및 일본연안의 對馬暖流의 폭과 깊이에의해 결정되리라 사료된다.

4. 1993年 1月 現場調査

가. 水溫·鹽分 觀測

전 觀測 定點에서 수온은 12 ℃ 이상, 염분은 34.4 psu 이상의 고온고염의 특성을 갖는 對馬暖流水로 표층과 저층의 수온 및 염분 차가 약 3 ℃와 0.2 psu 정도로 작다 (그림 II-17). 수온, 염분과 밀도의 수직분포도 (그림 II-18)에 의하면 대부분 수직적으로 균질하게 분포하고 있지만 한국연안쪽 몇몇 定點에서는 미약한 水溫躍層이 나타난다. 수온과 염분의 수직분포도를 그림 II-19에 도시하였다. 수온과 염분 모두 大韓海峽의 서수도가 동수도 보다 약간 低溫低鹽의 특성을 갖고있으나 1992年 5月과 11月의 관측결과 보다 수평적으로 그차가 작다. 한국연안쪽 定點의 50m 이심의 저층에서는 수온과 염분 모두 다른지역과 달리 대각선 분포를 갖고있다. 이러한 분포특성으로 미루어 보아 韓國沿岸쪽에 가장 강한 흐름이 존재할 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

- 홍기훈 등. 1992. 한반도 주변 해역의 화학물질 수지 및순환연구(서남해역)(제2차년도). 한국해양연구소 보고서, BSPG 00149-489-4. 231 pp.
- Candela, J., R. C. Beardsley, and R. Limeburner. 1992. Separation of tidal and subtidal currents in ship-mounted acoustic Doppler measurements. *J. Geophy. Res.*, 97:769-788.
- Craig, H. and L. I. Gordon. 1965. Deuterium and Oxygen-18 Variations in the Ocean and the Marine Atmosphere. In: *Stable isotopes in oceanographic studies and paleotemperatures*, Spoleto Conference Proceedings, edited by E. Tongiorgi, Consiglio Nazionale delle Ricerche, 9-130.
- Fairbanks, R. G. 1982. The origin of continental shelf and slope water in the New York Bight and Gulf of Main: Evidence from $H_2^{18}O/H_2^{16}O$ ratio measurements. *J. Geophys. Res.*, 87:5796-5808.
- Foreman, M. G. G. and H. J. Freeland. 1991. A comparison of techniques for tide removal from ship-mounted acoustic Doppler measurements along the southwest coast of Vancouver Island. *J. Geophy. Res.*, 96:17007-17021.
- Nishida, H. 1980. Improved tidal charts for the western part of the North Pacific Ocean. *Reports of Hydrographic Researches*, No. 15.

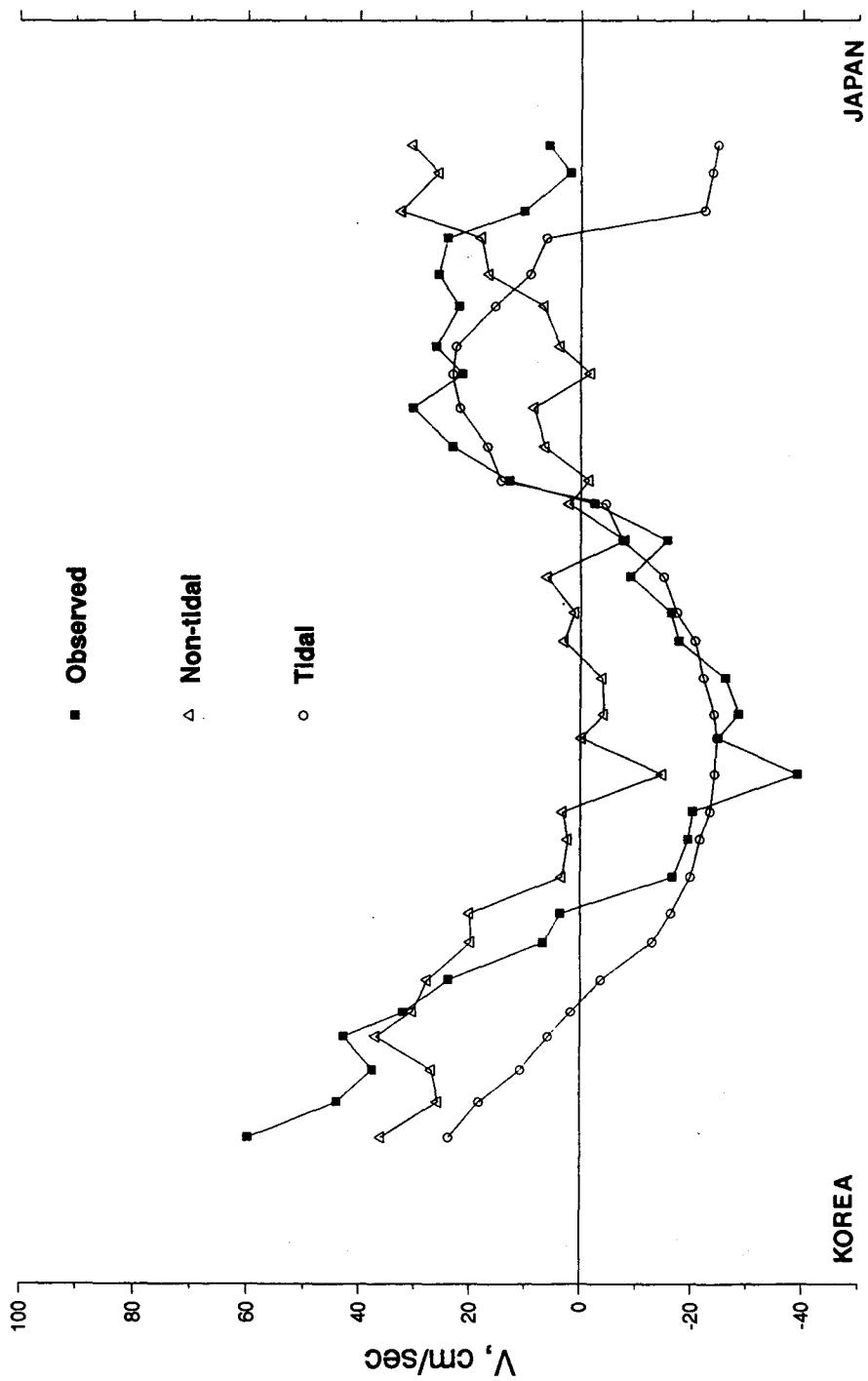


Fig. II-1. Observed current at 6 m depth in April, 1992 and tidal and non-tidal components derived by the harmonic analysis method in the Korea Strait

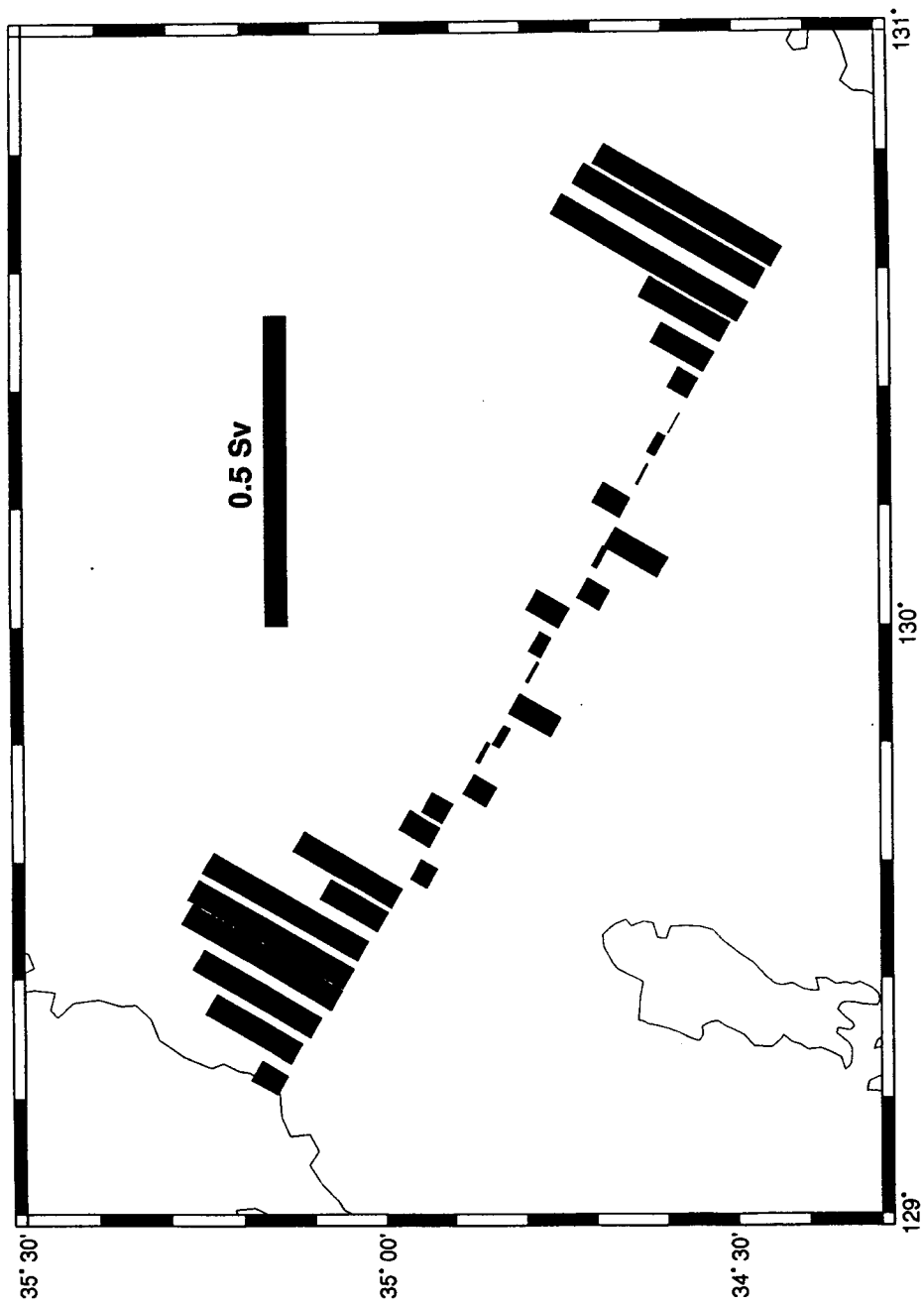


Fig. II-2. Volume transport of non-tidal component calculated by the harmonic analysis method from the ADCP data observed in the Korea Strait in April, 1992

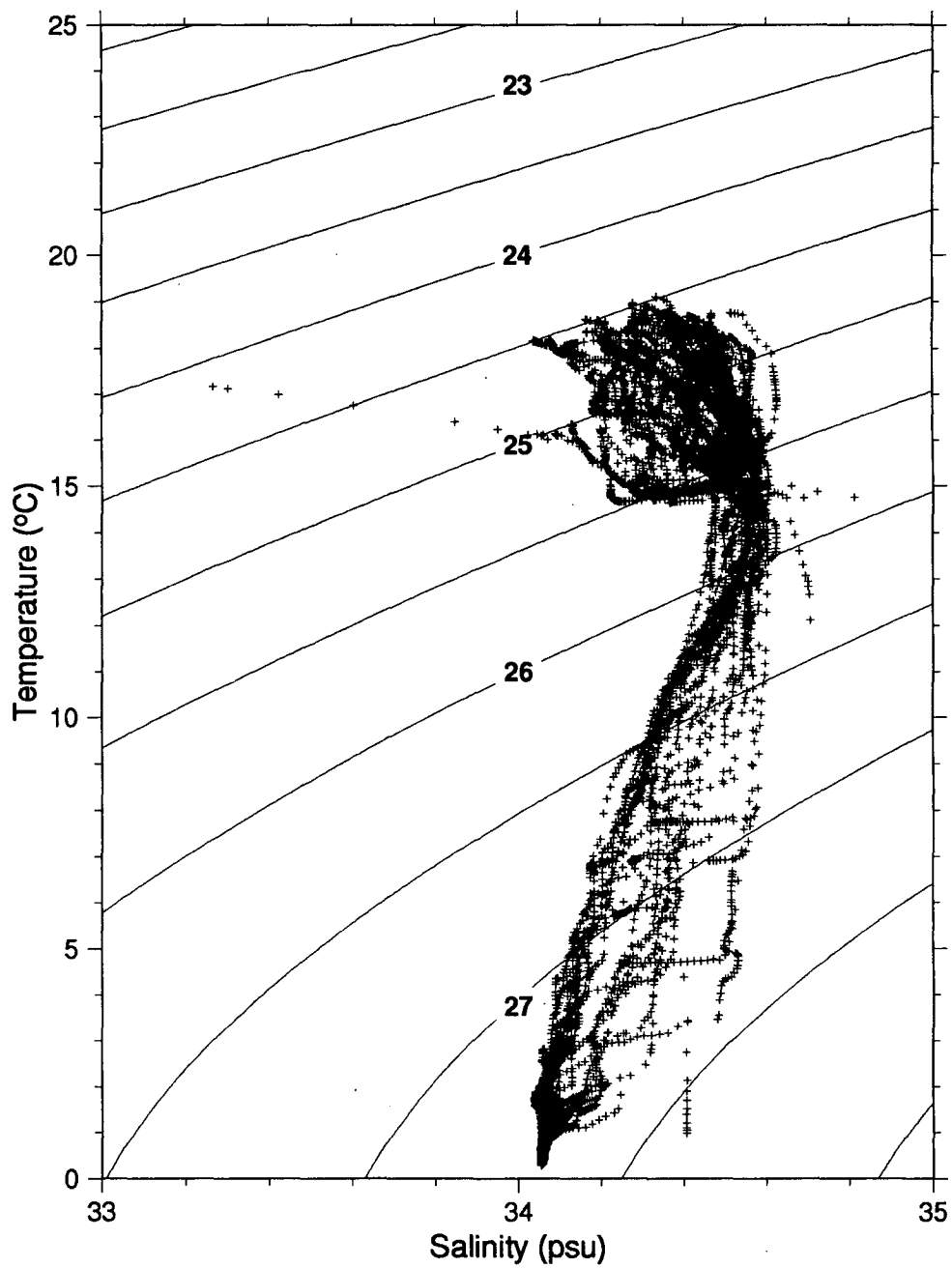


Fig. II-3. T-S diagram of the data observed in the Korea Strait in May, 1992

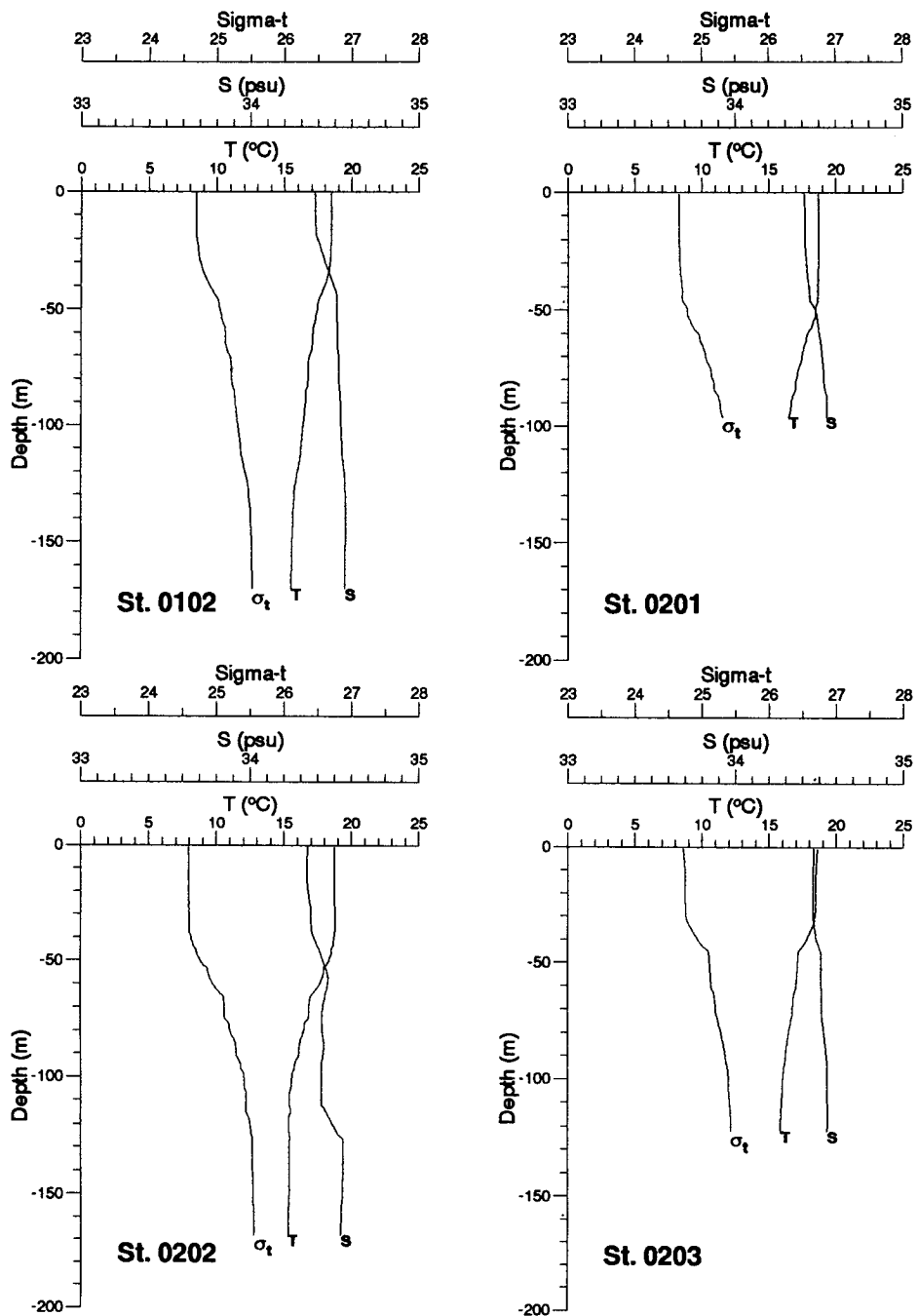


Fig. II-4. Vertical profiles of temperature, salinity and sigma-t at 76 stations observed in the Korea Strait in May, 1992

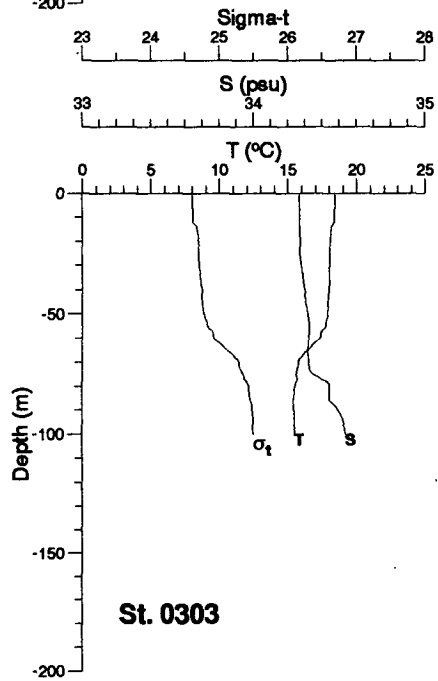
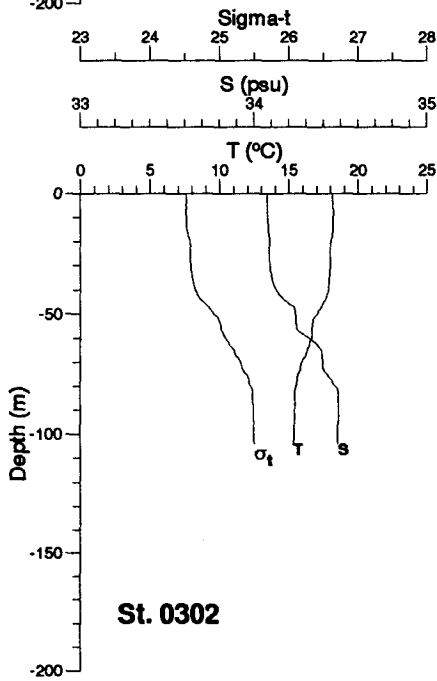
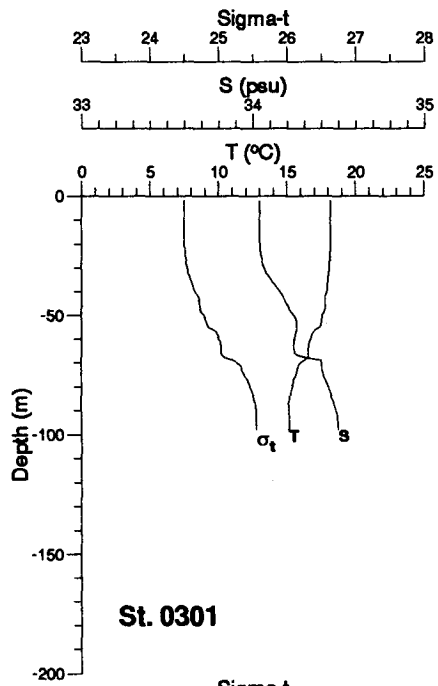
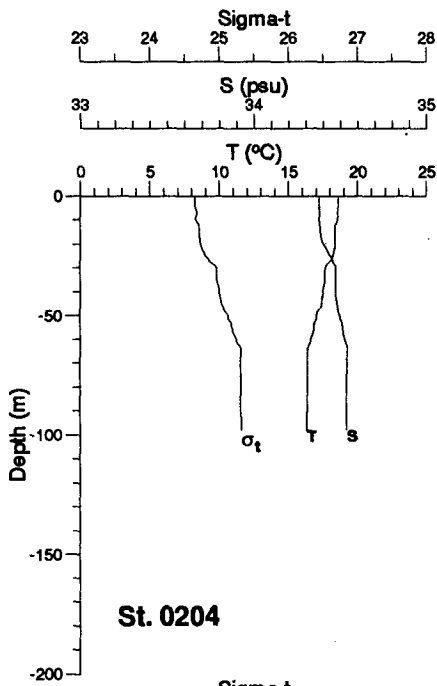


Fig. II-4. (Continued)

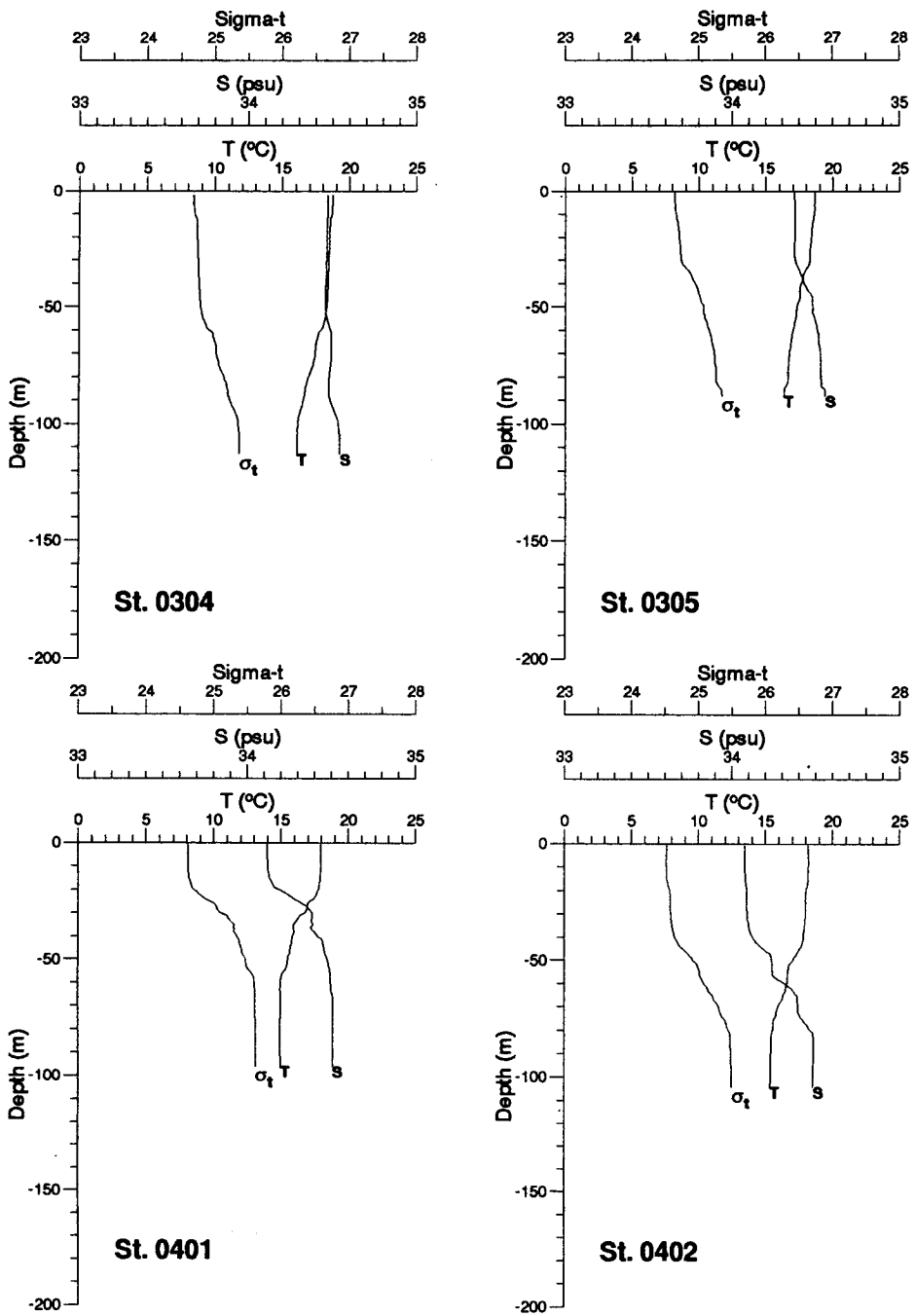


Fig. II-4. (Continued)

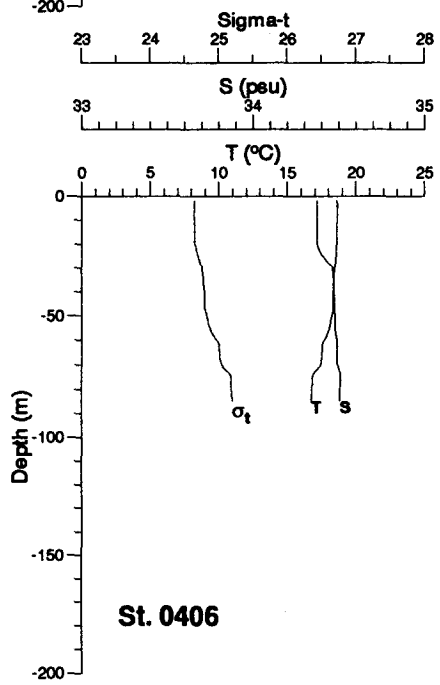
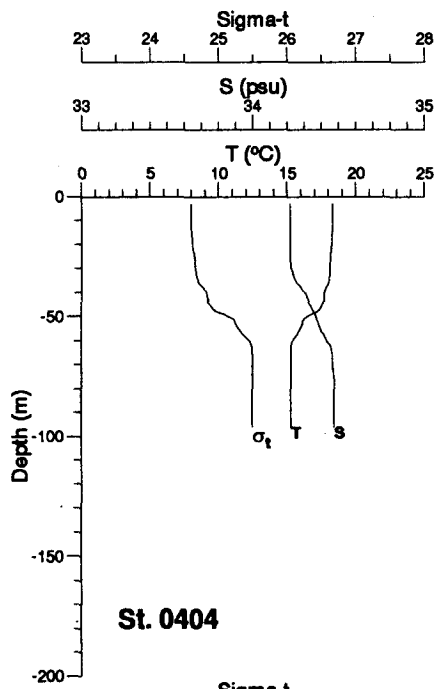
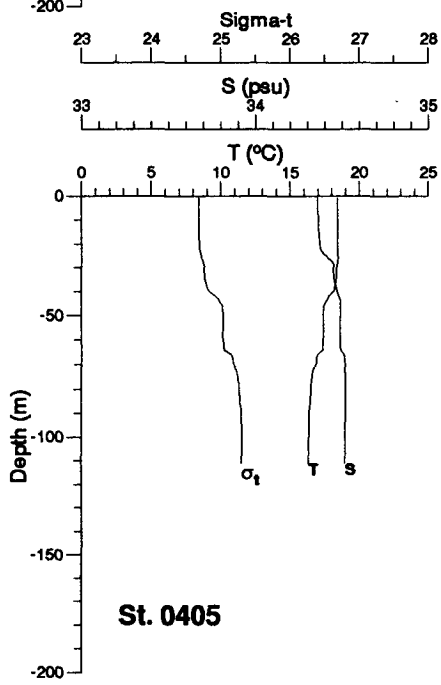
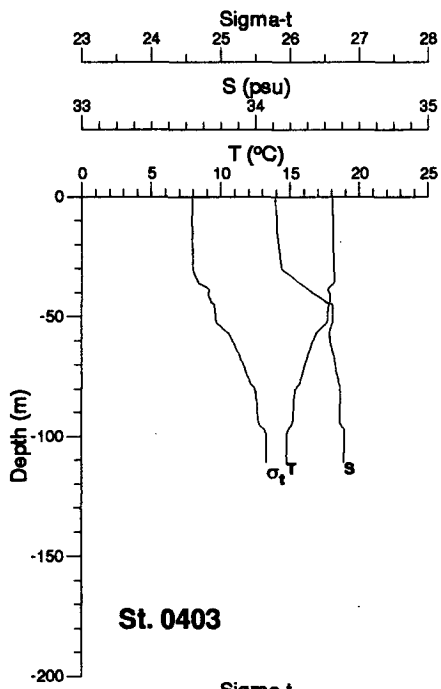


Fig. II-4. (Continued)

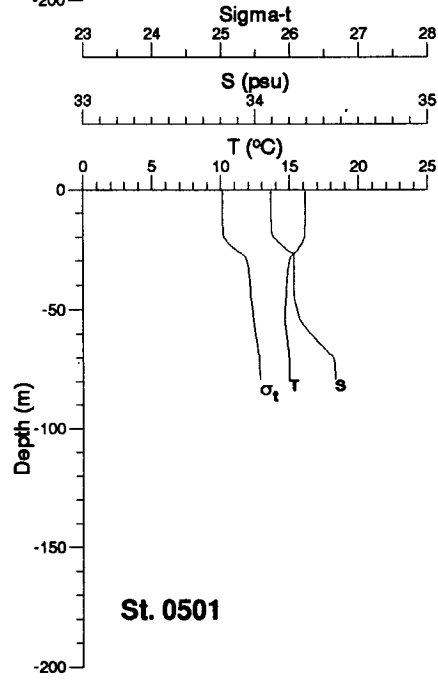
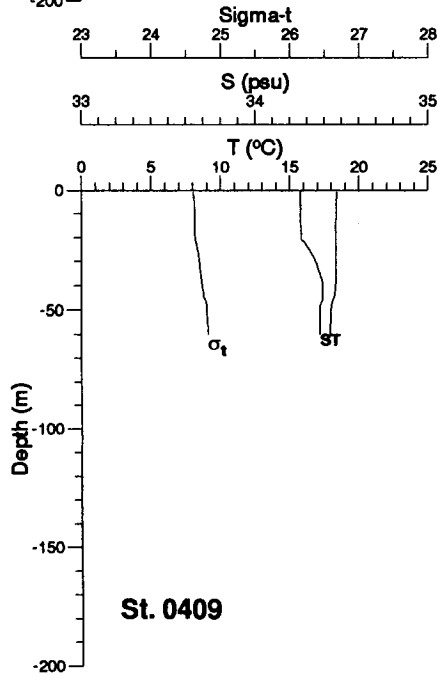
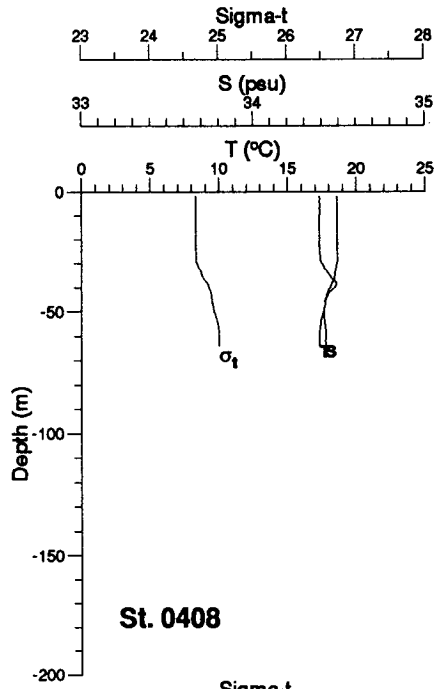
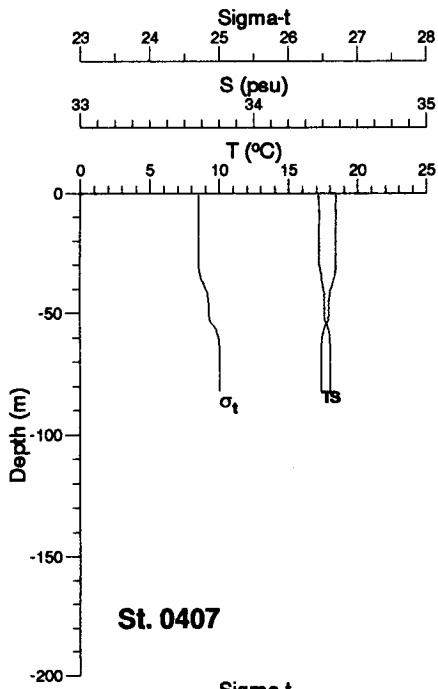


Fig. II-4. (Continued)

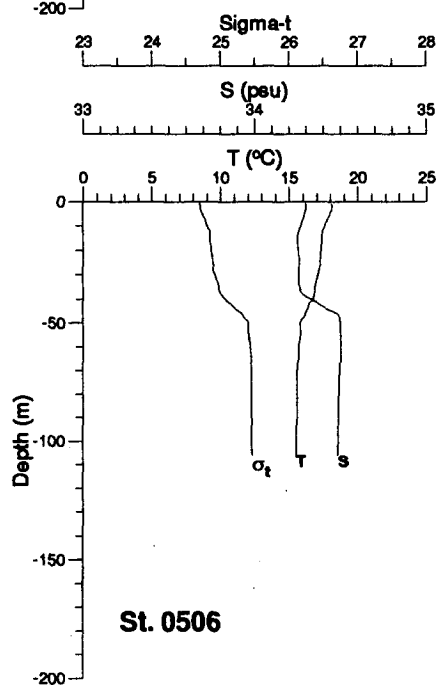
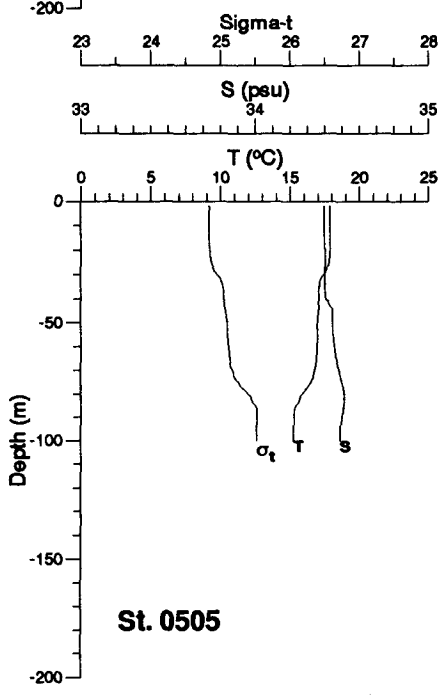
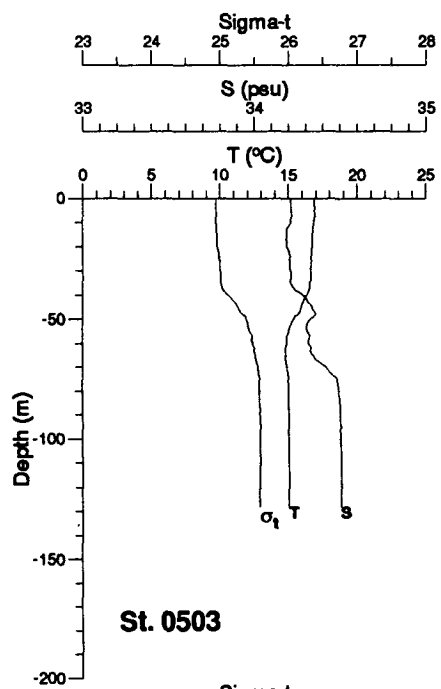
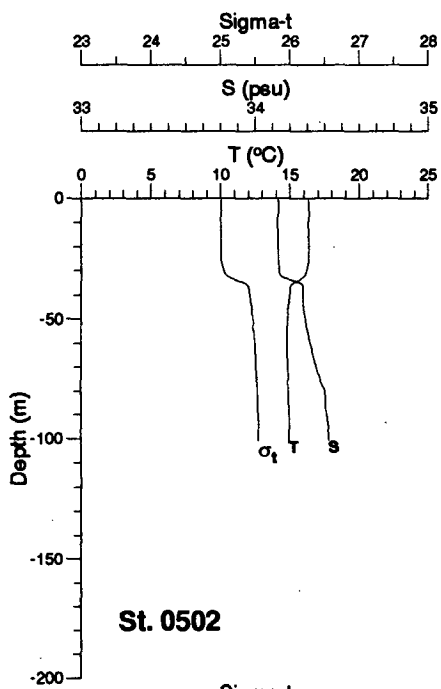


Fig. II-4. (Continued)

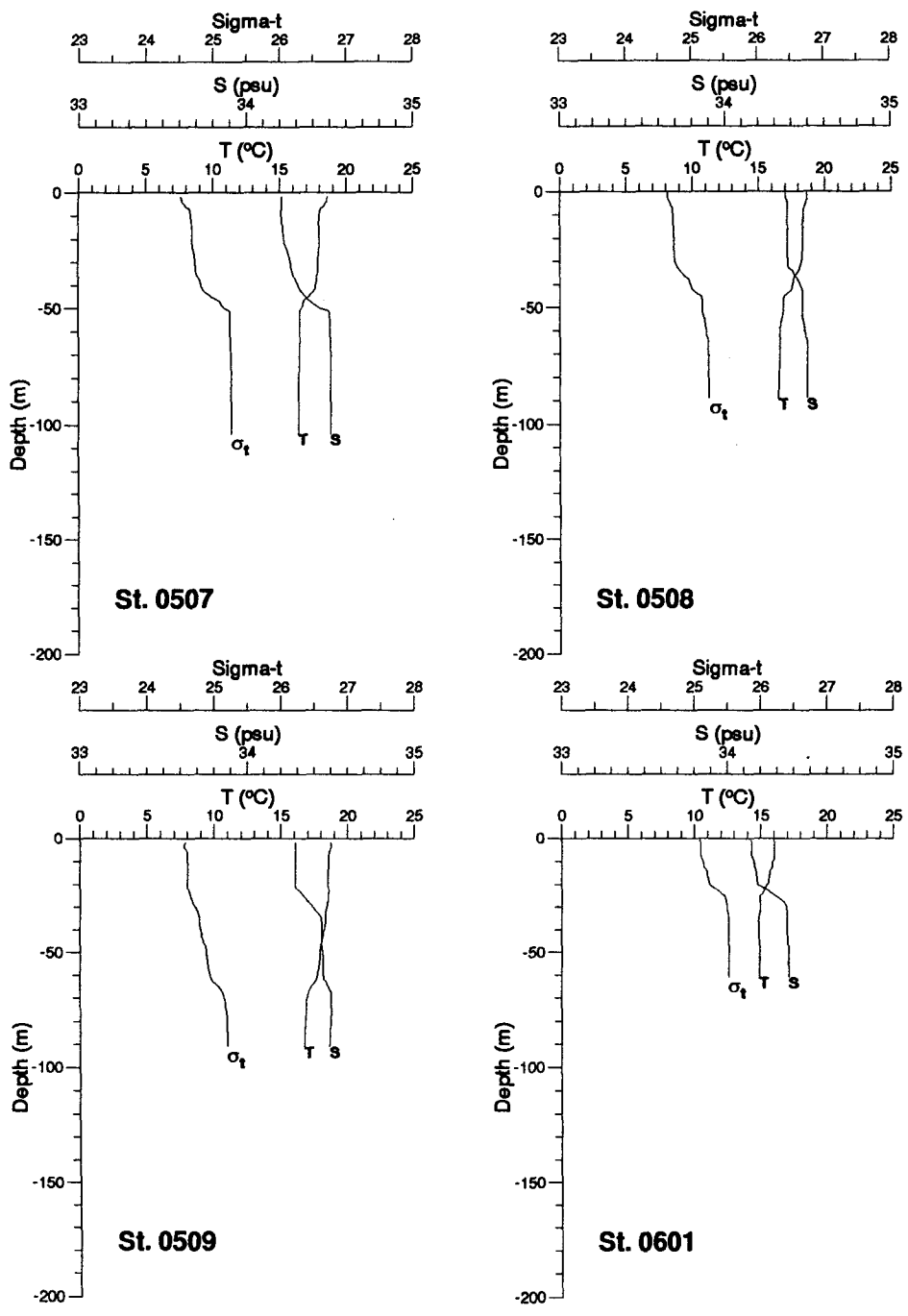


Fig. II-4. (Continued)

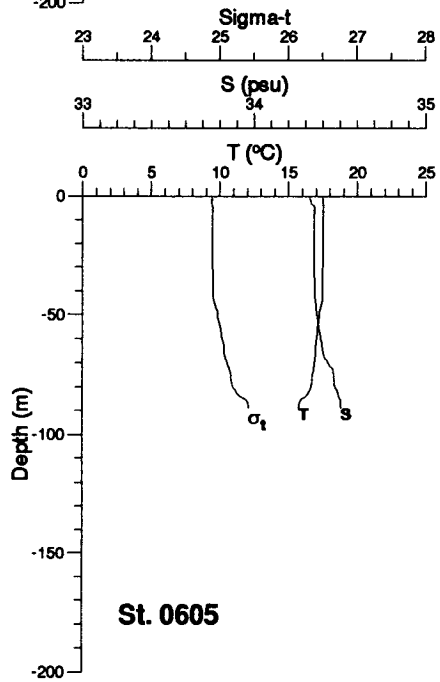
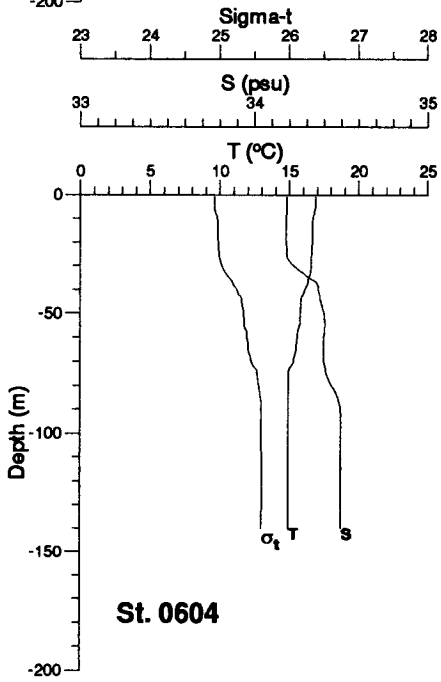
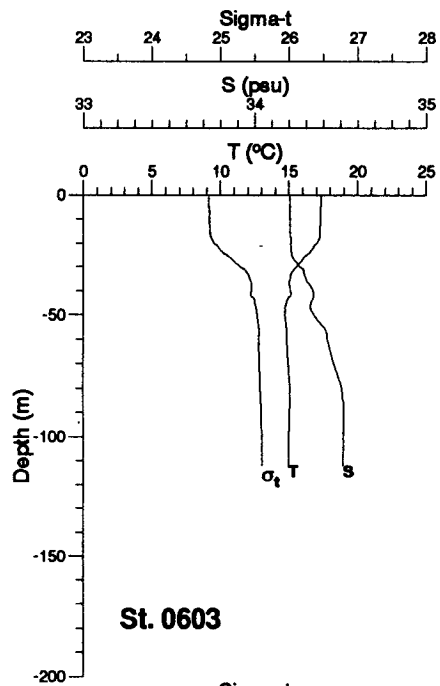
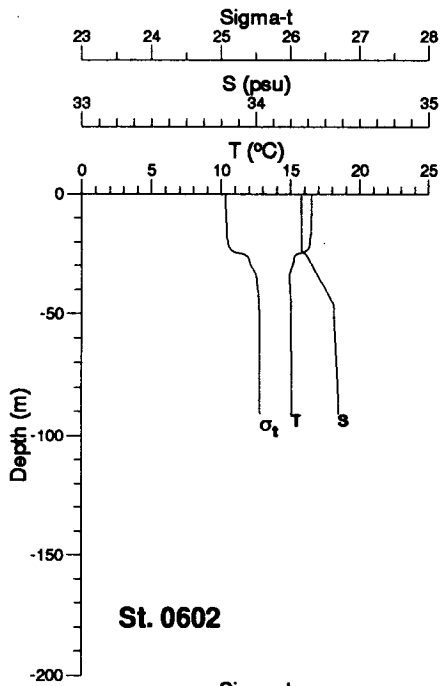


Fig. II-4. (Continued)

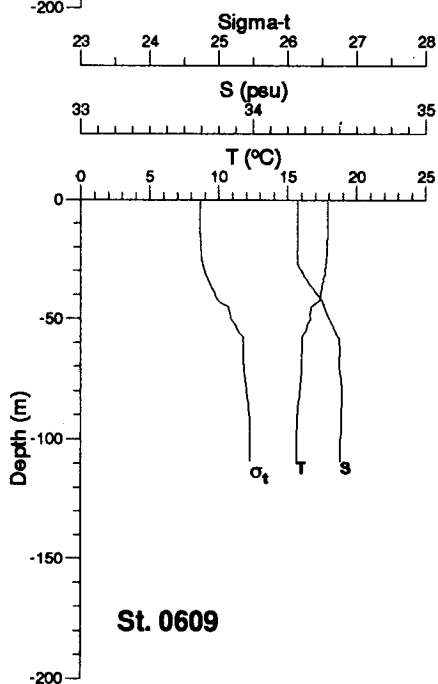
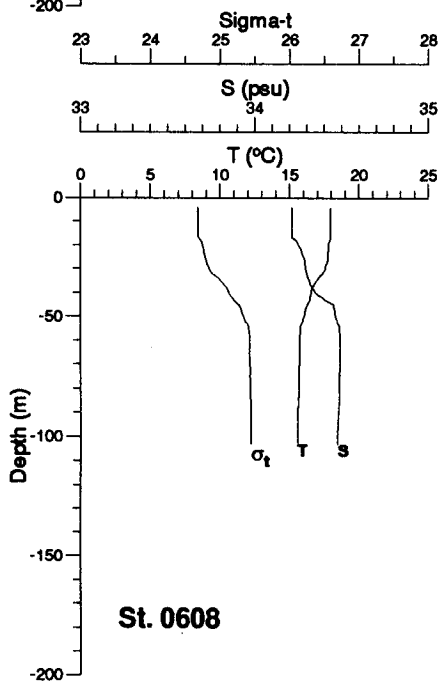
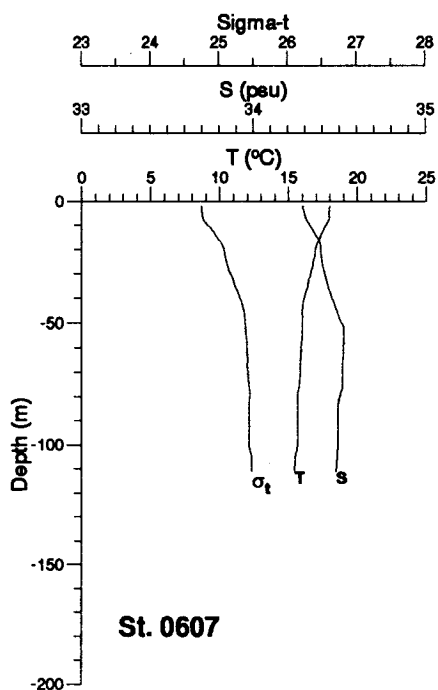
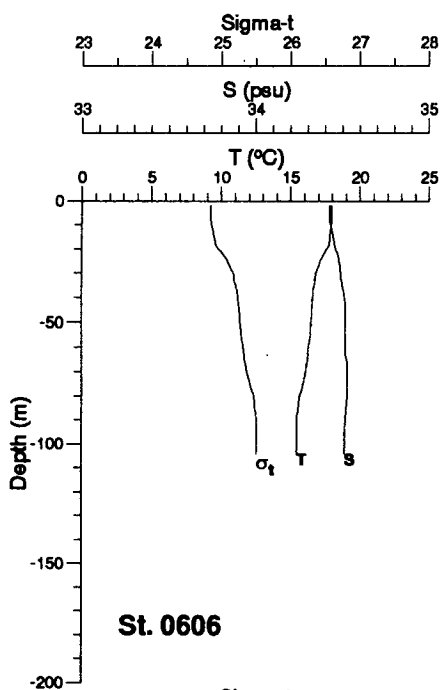


Fig. II-4. (Continued)

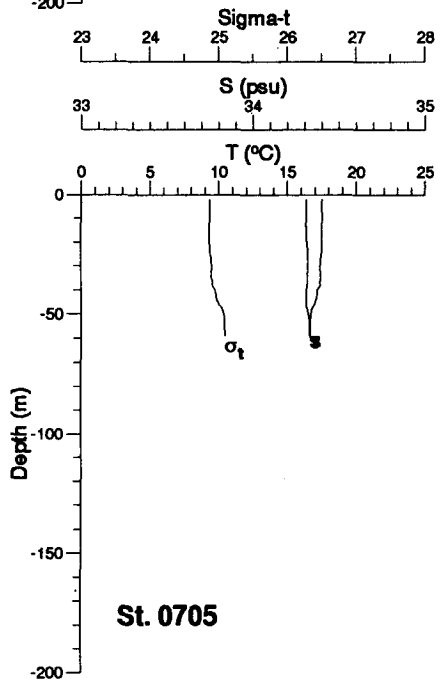
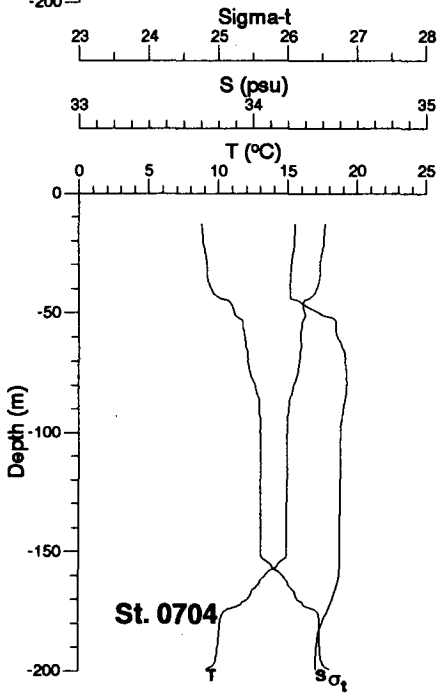
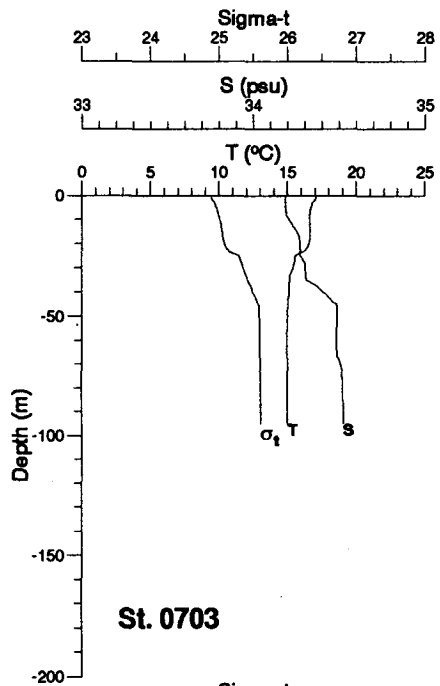
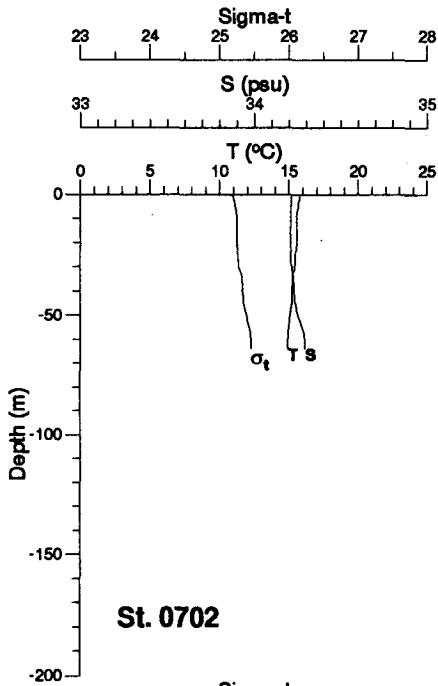


Fig. II-4. (Continued)

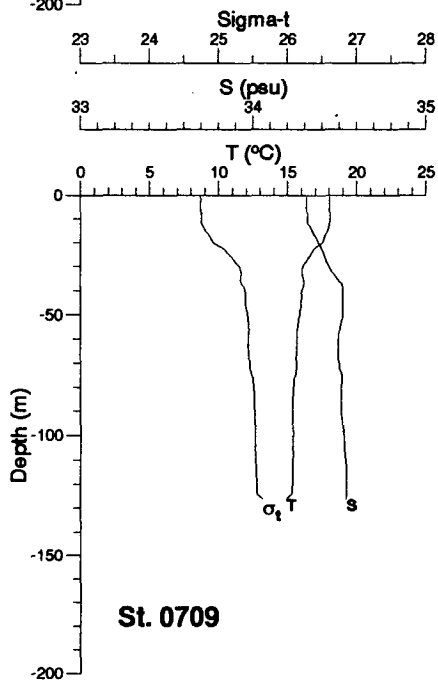
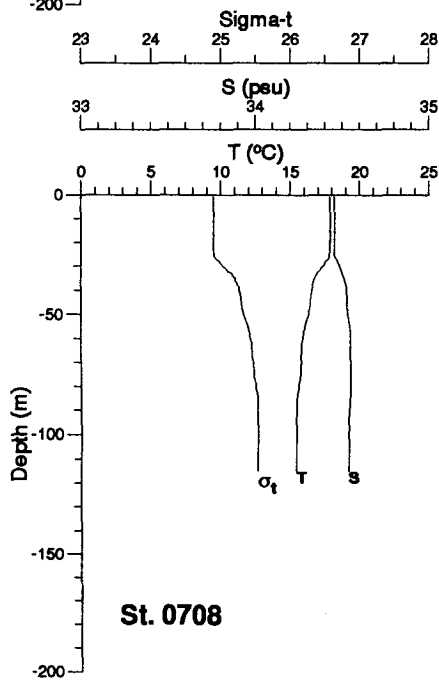
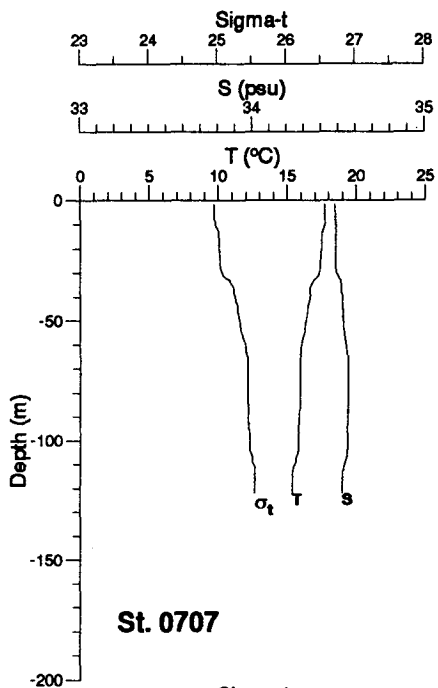
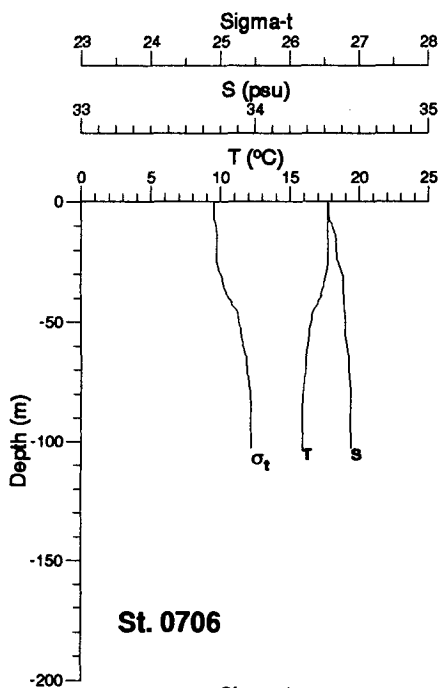


Fig. II-4. (Continued)

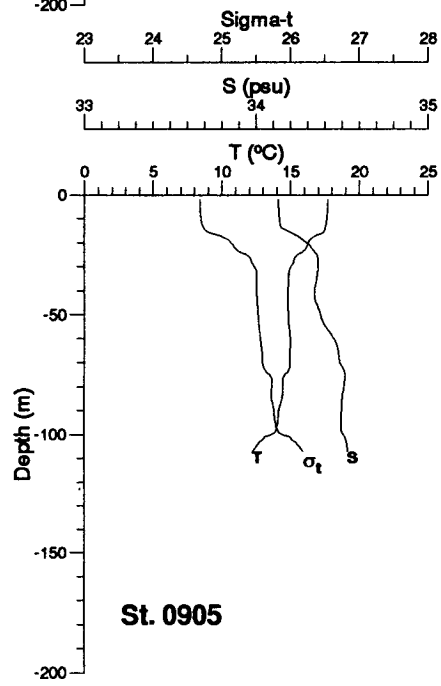
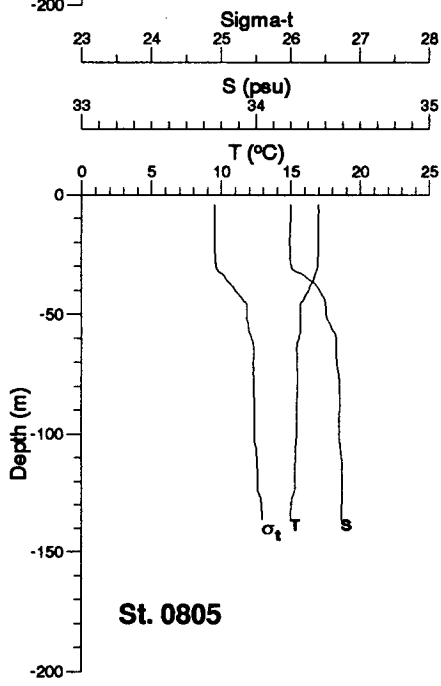
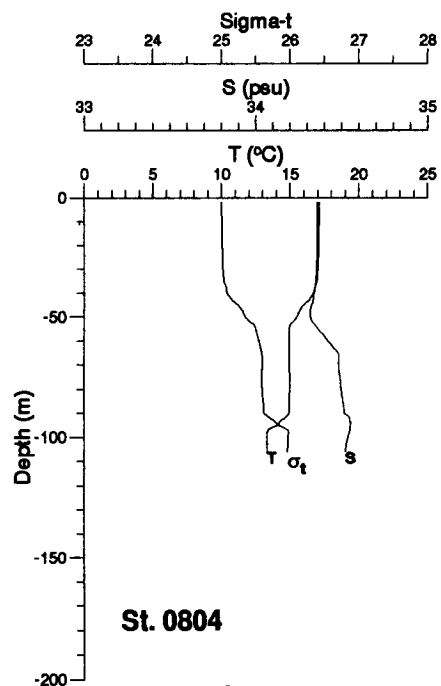
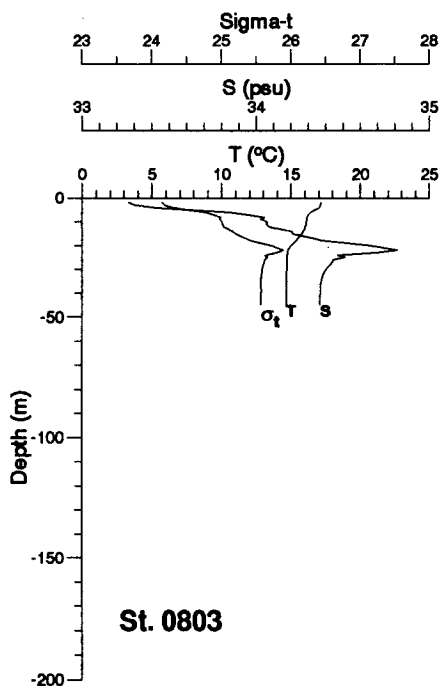


Fig. II-4. (Continued)

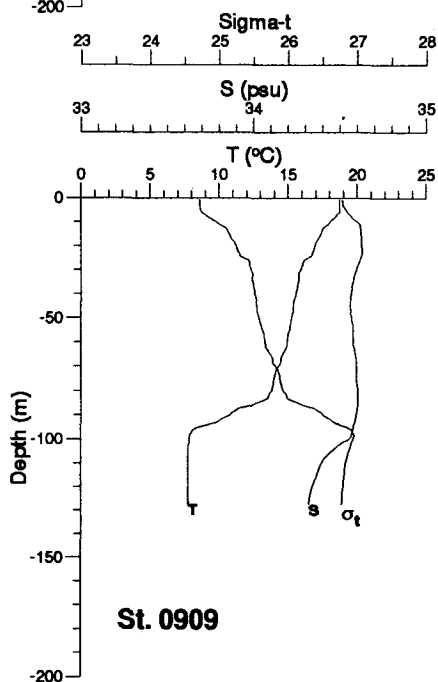
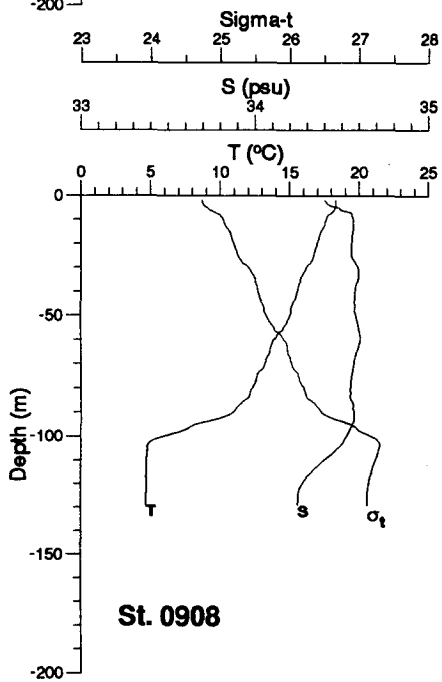
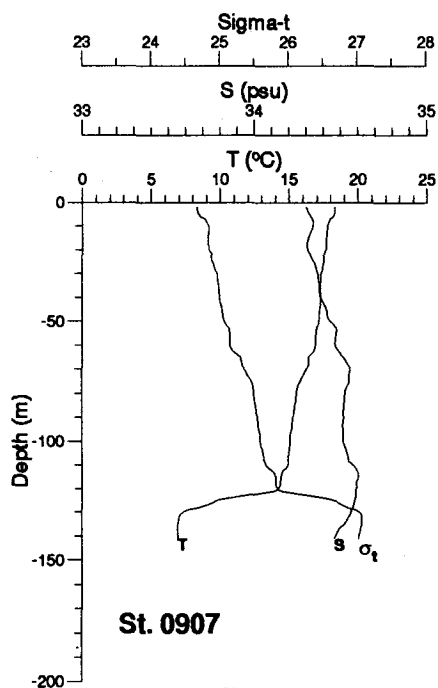
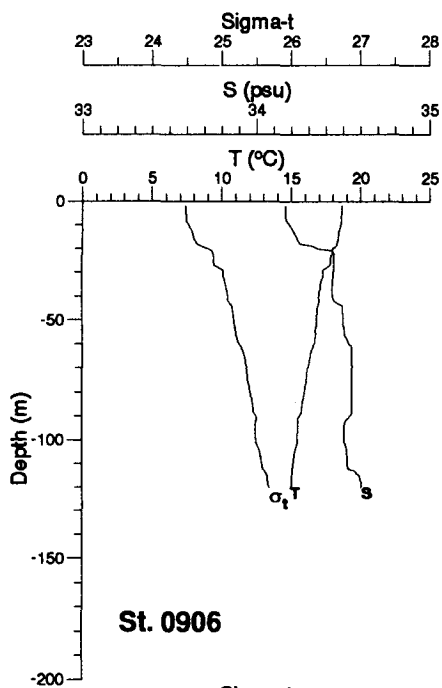


Fig. II-4. (Continued)

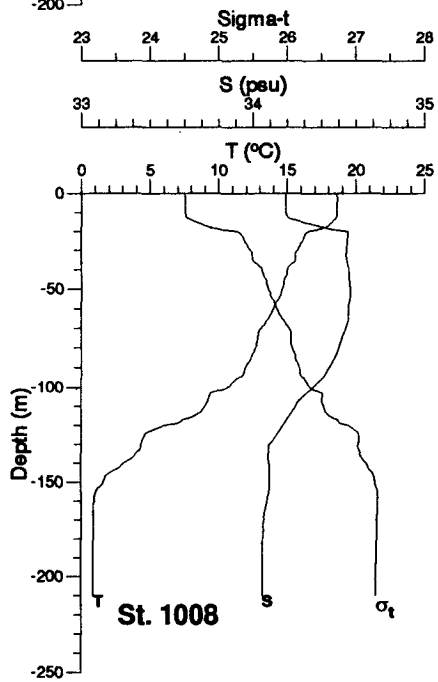
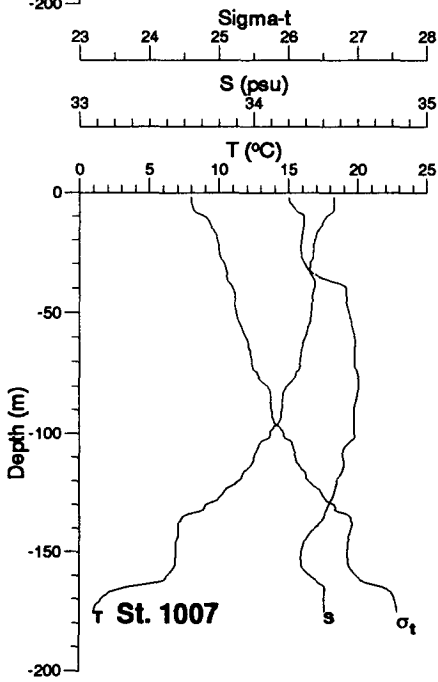
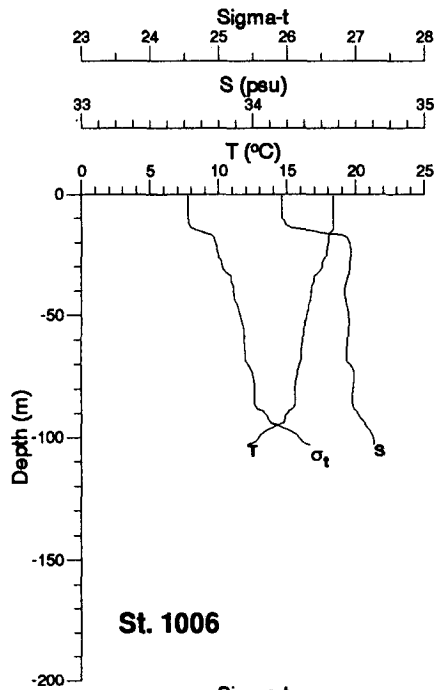
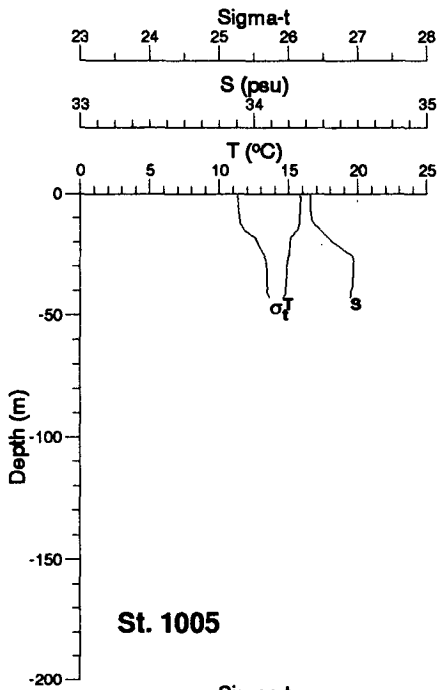


Fig. II-4. (Continued)

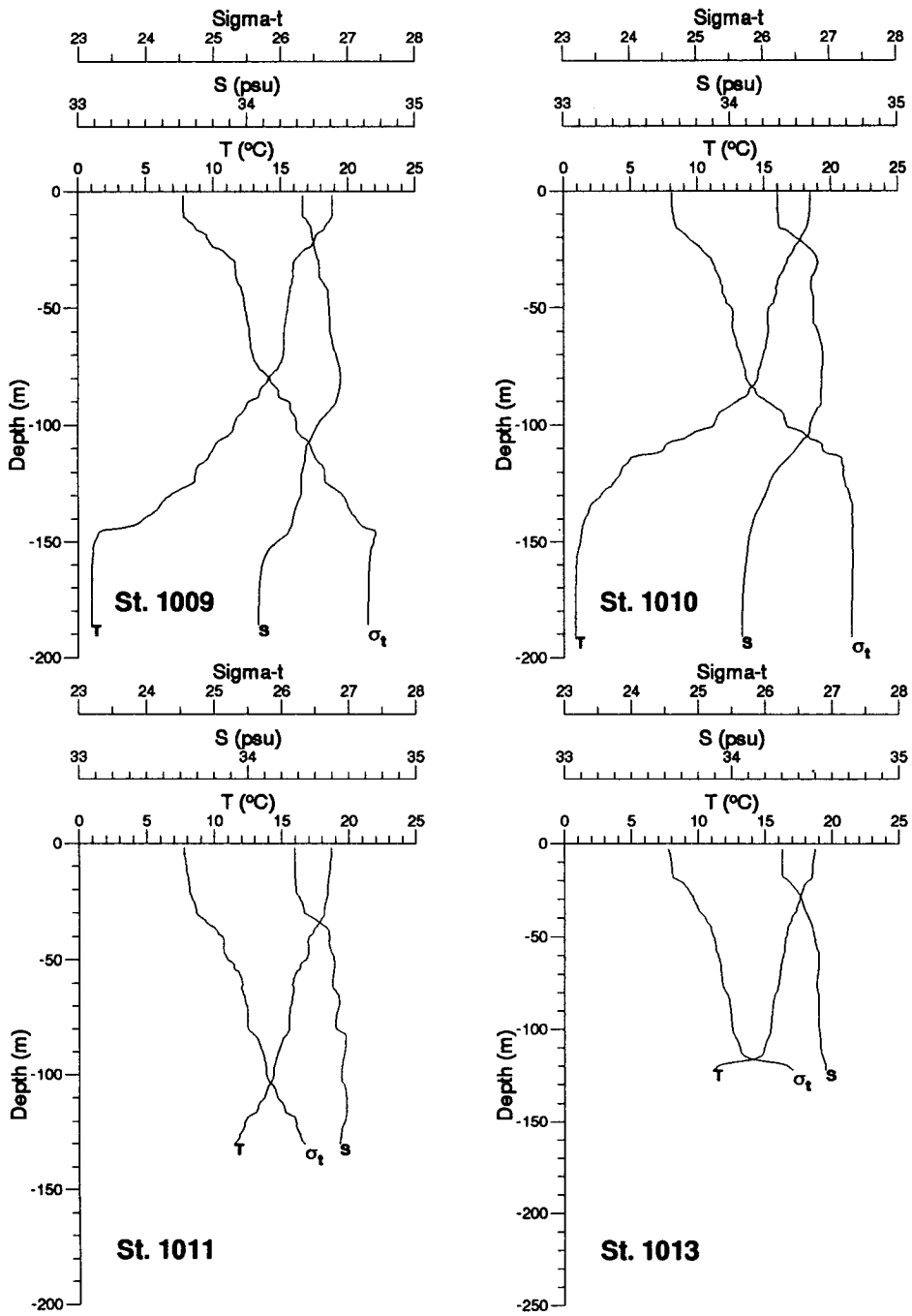


Fig. II-4. (Continued)

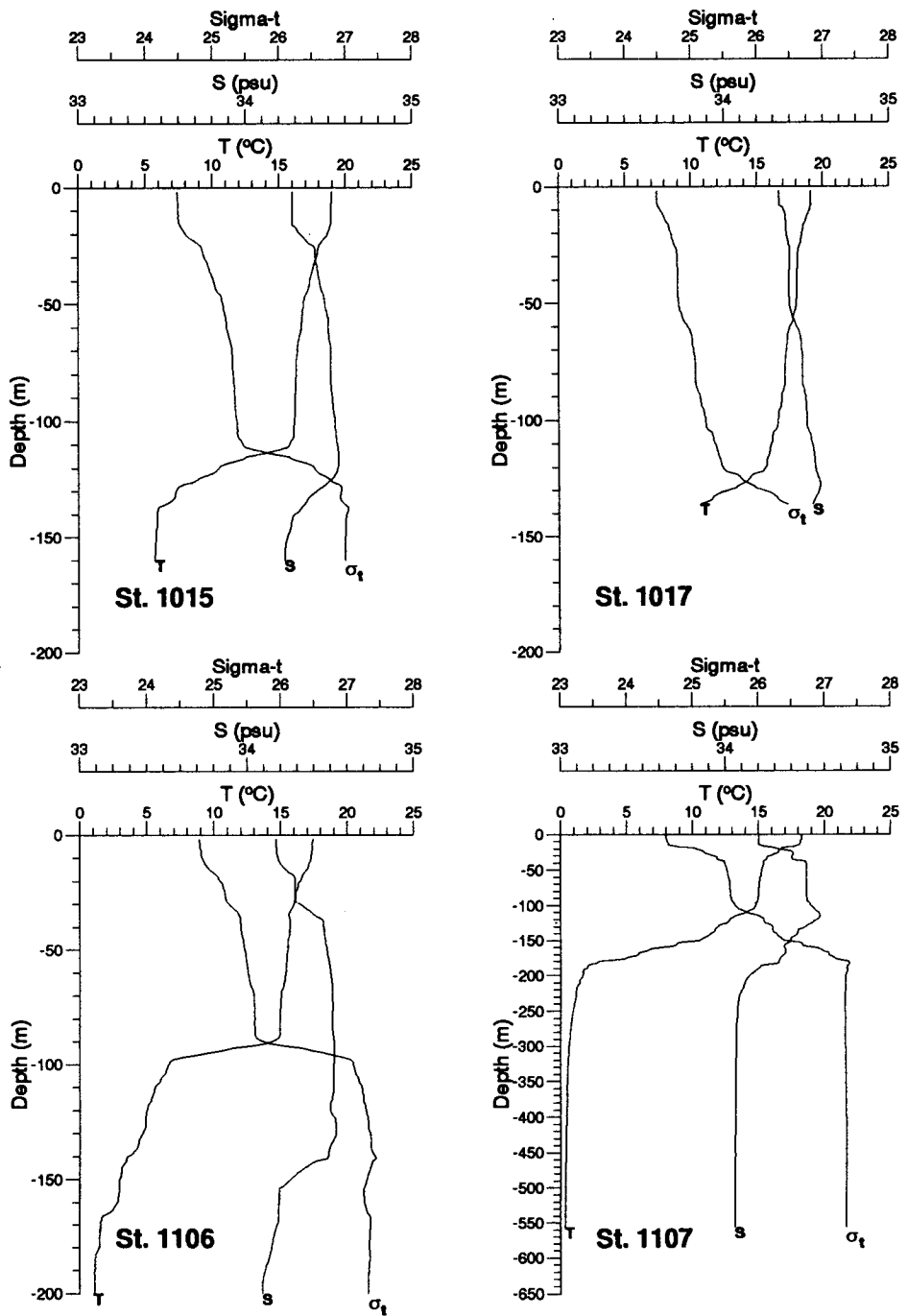


Fig. II-4. (Continued)

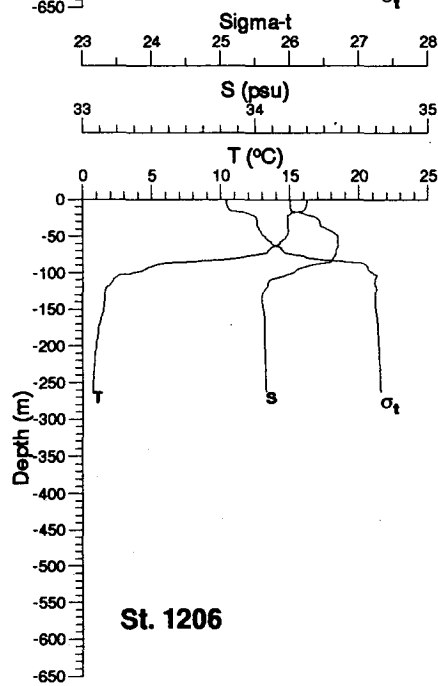
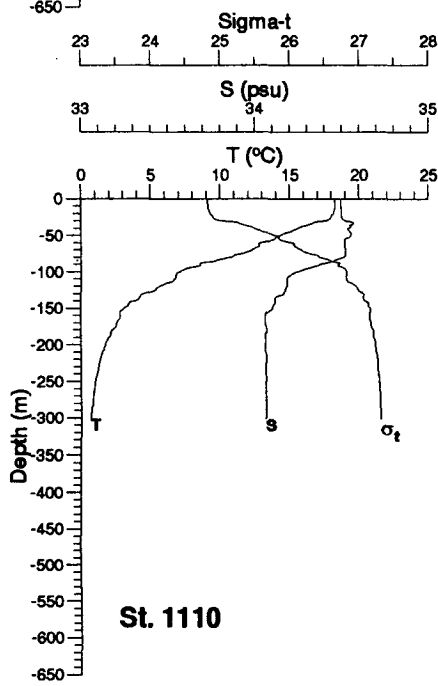
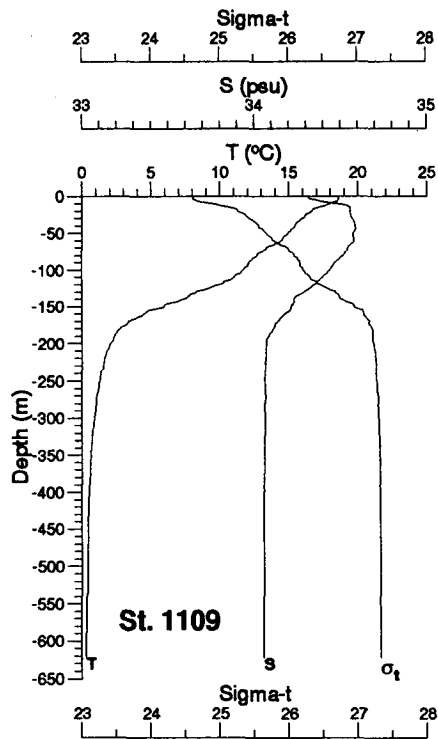
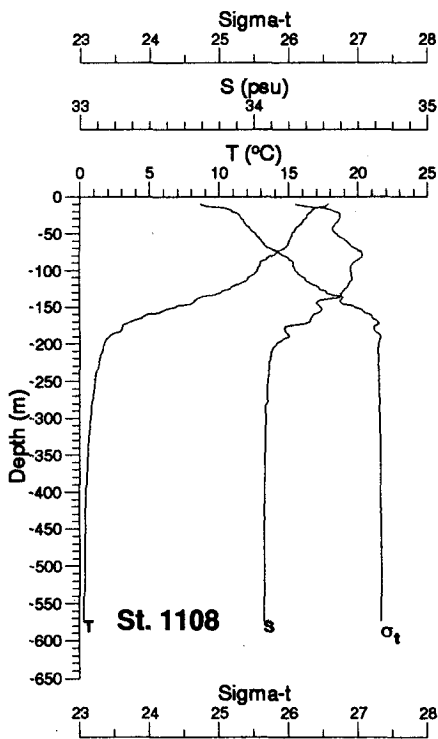


Fig. II-4. (Continued)

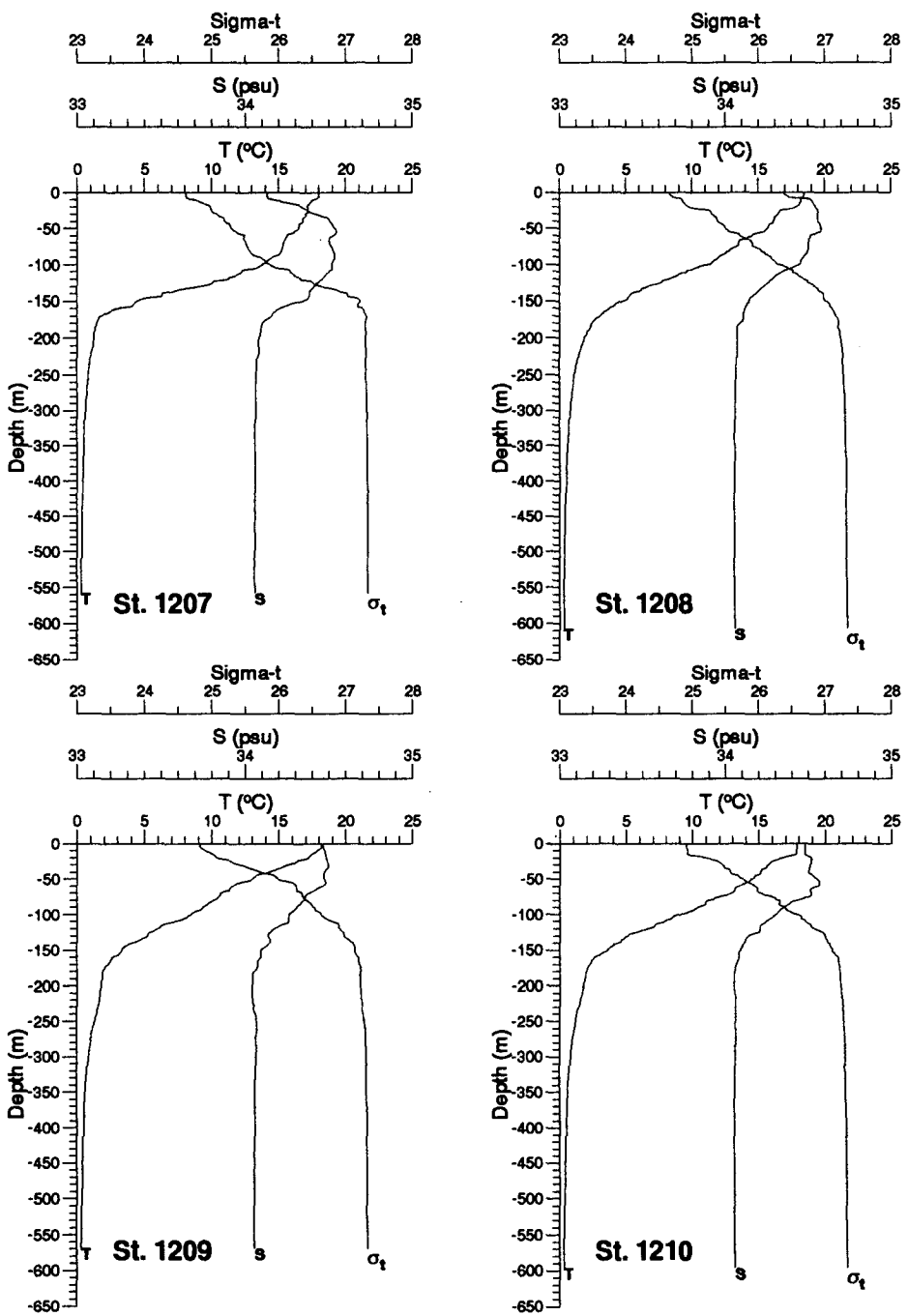


Fig. II-4. (Continued)

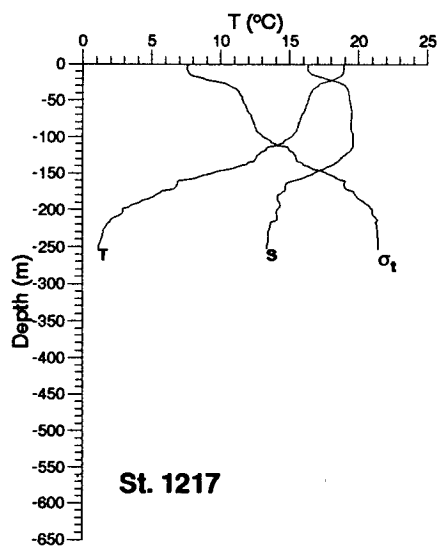
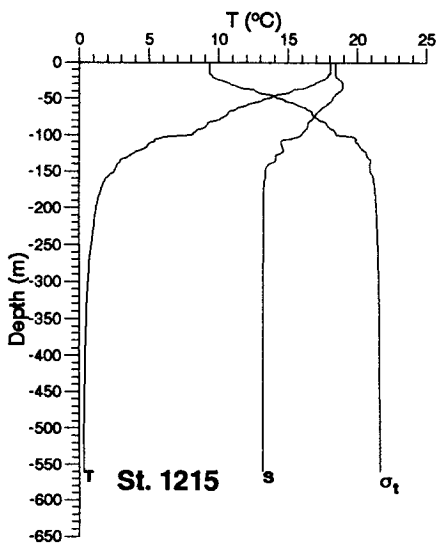
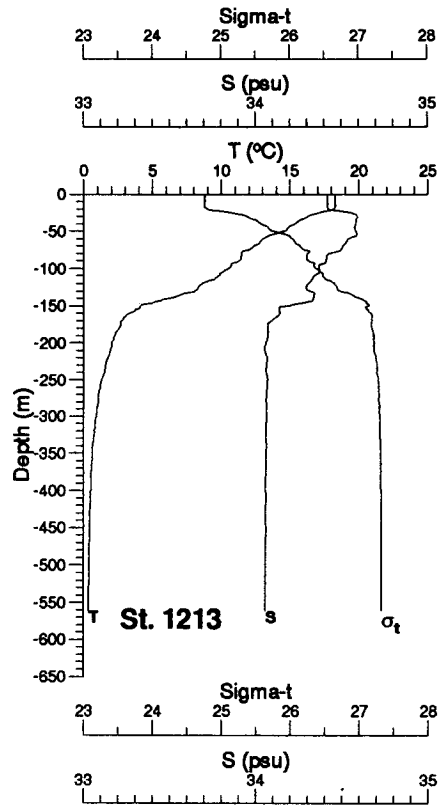
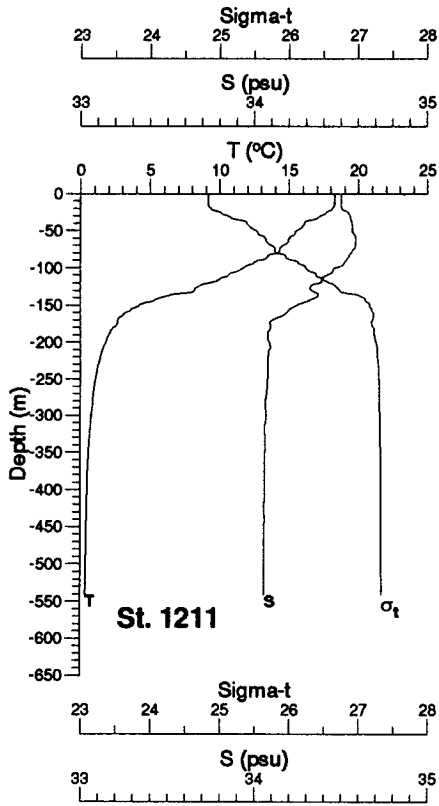


Fig. II-4. (Continued)

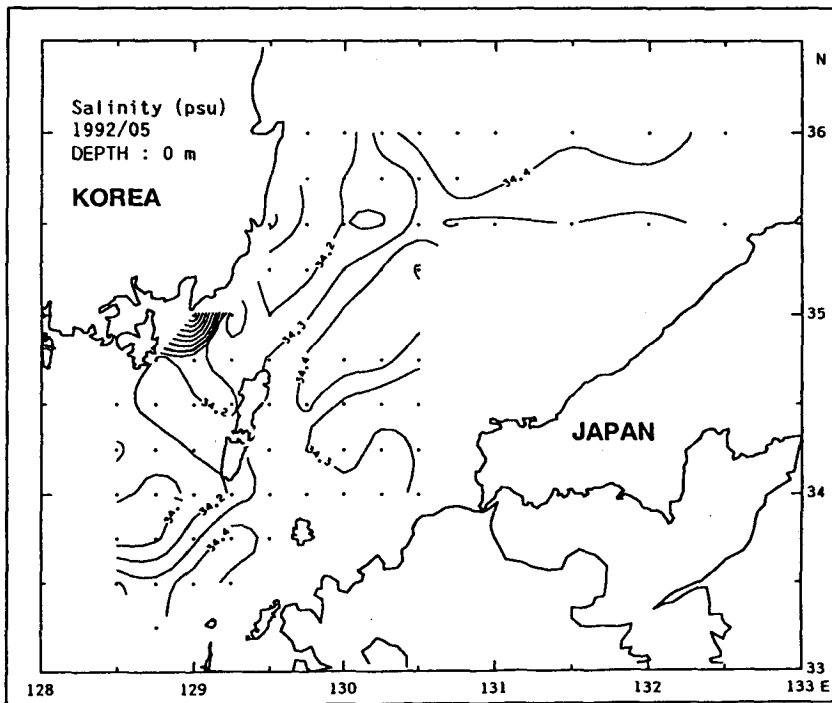
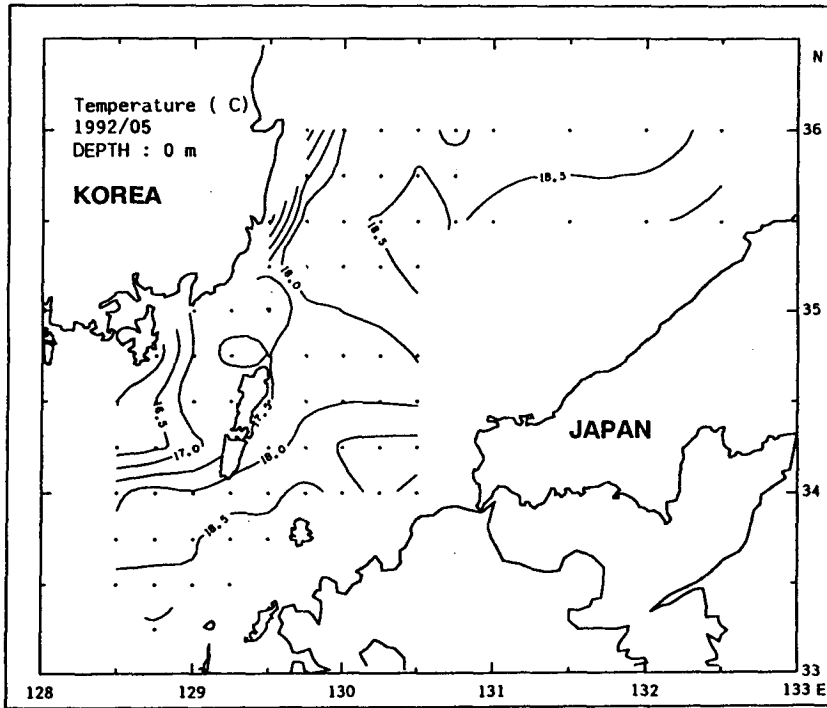


Fig. II-5. Horizontal distributions of temperature and salinity in the Korea Strait at 0, 30, 50, 75 and 100m depths observed in May, 1992

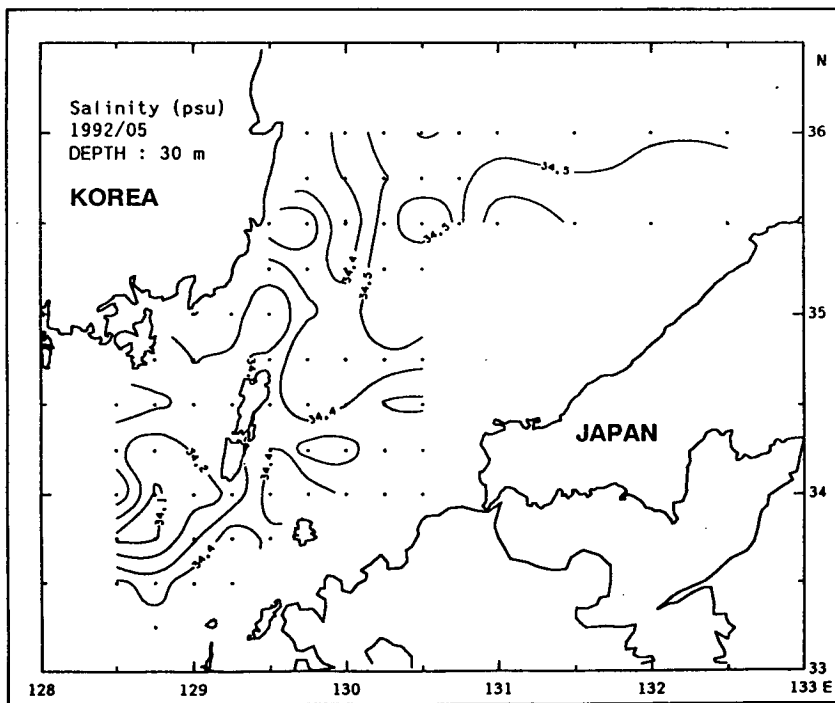
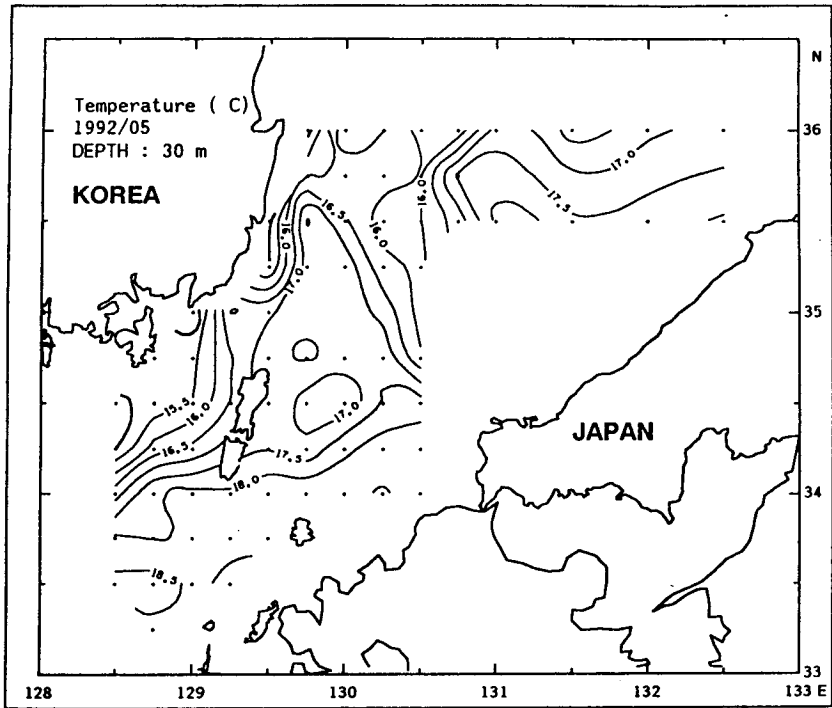


Fig. II-5. (Continued)

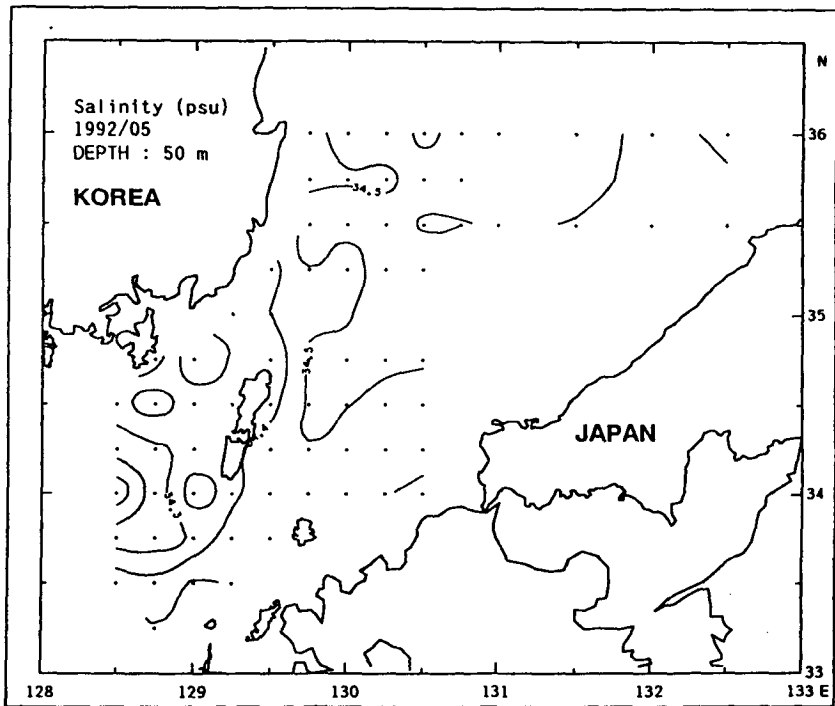
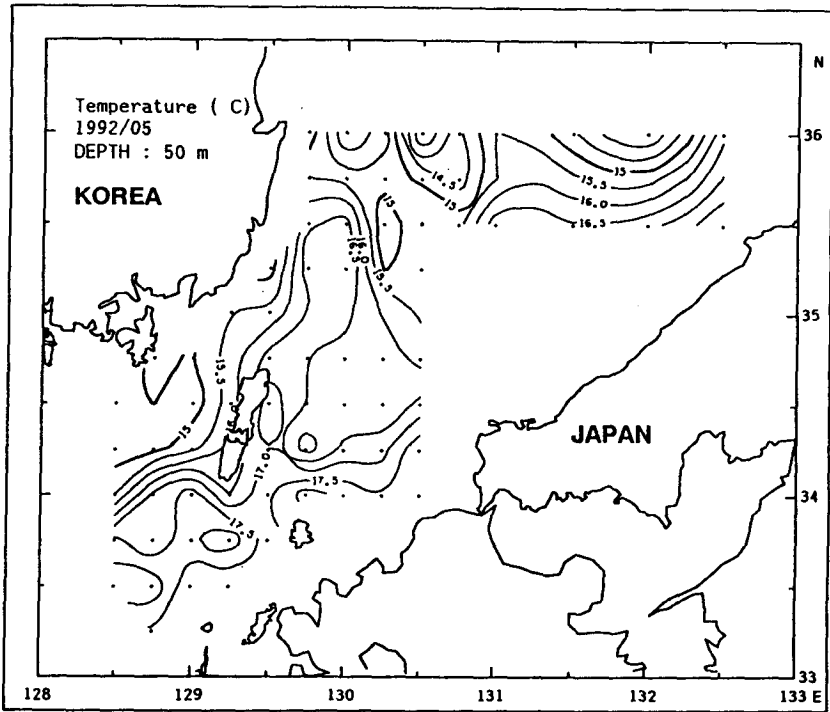


Fig. II-5. (Continued)

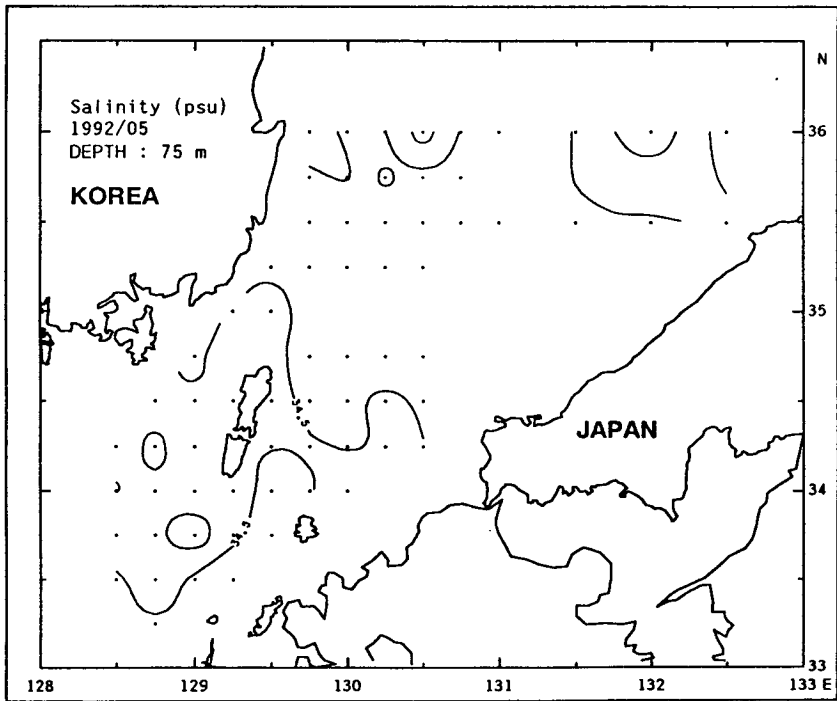
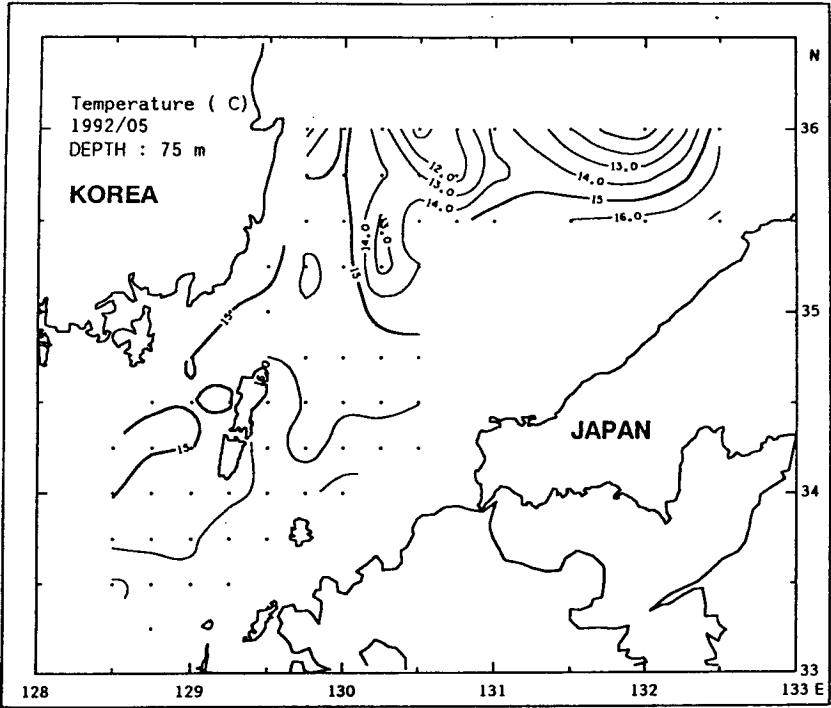


Fig. II-5. (Continued)

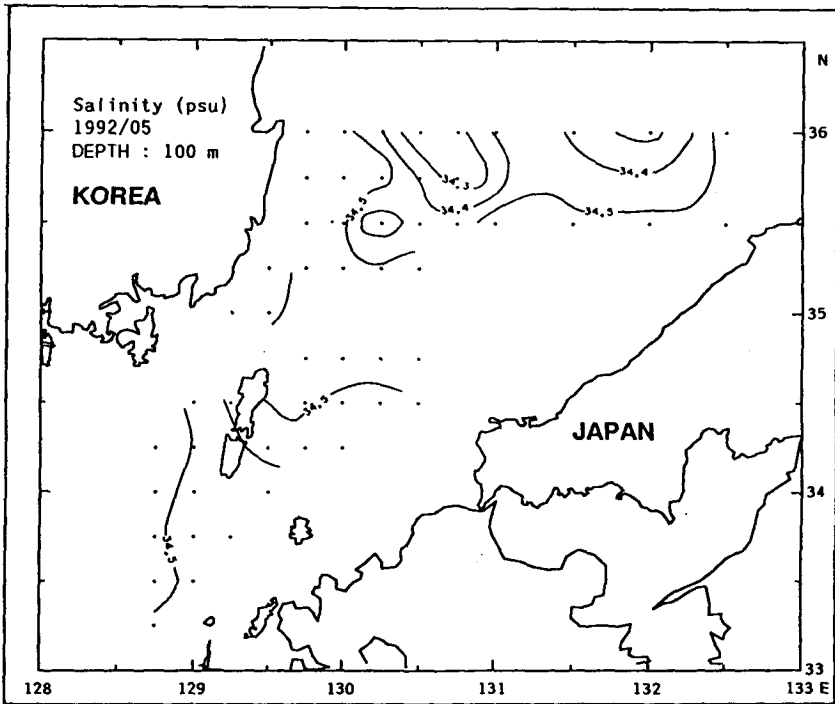
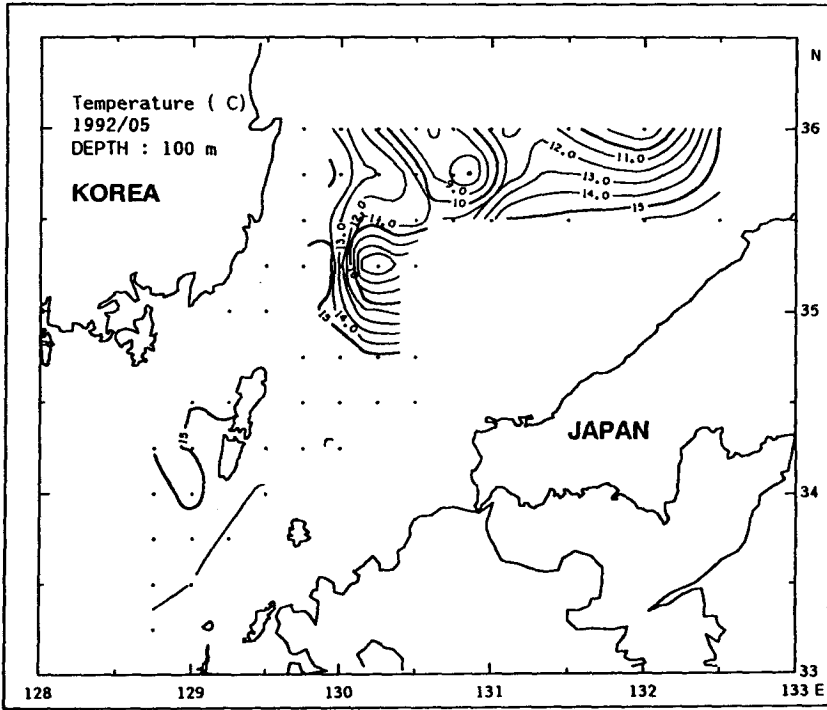


Fig. II-5. (Continued)

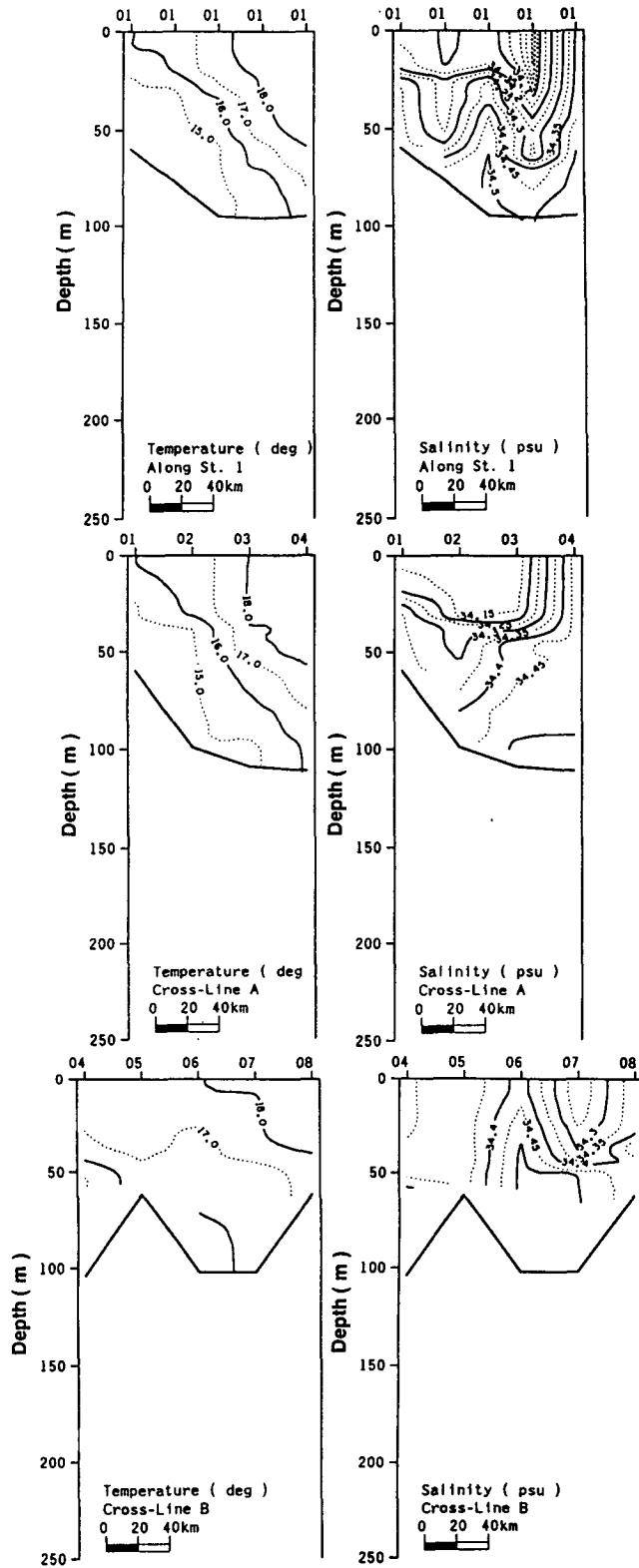


Fig. II-6. Vertical distributions of temperature and salinity along the cross-section of St. 1, section A and B and line 10 and 12 observed in the Korea Strait in May, 1992

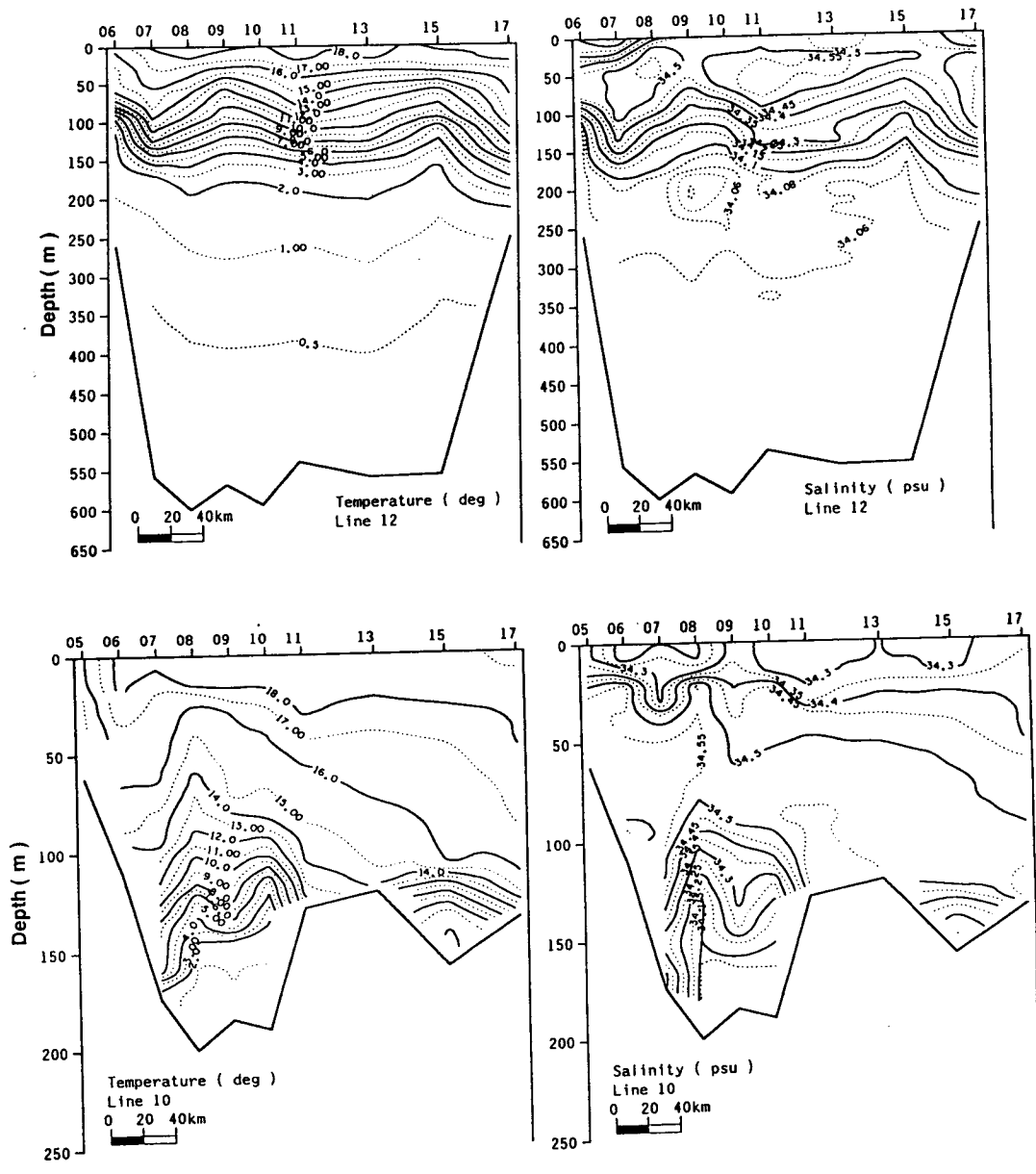


Fig. II-6. (Continued)

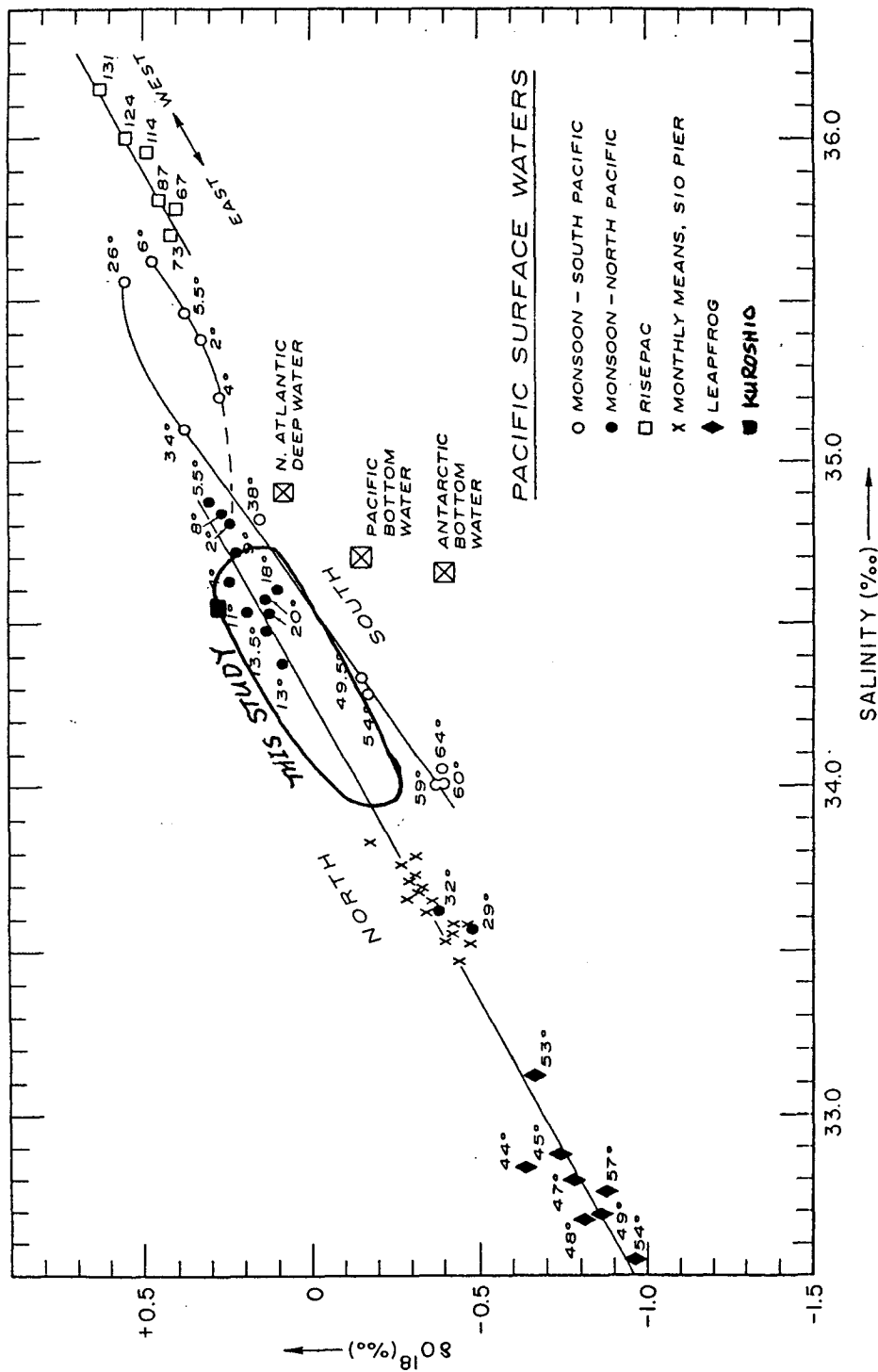


Fig. II-7. $\delta^{18}O$ - salinity relationships in surface and deep Pacific Ocean samples. Latitudes are shown for Monsoon and Leapfrog samples; the figures on the Risepac expedition points are station numbers shown (after Craig & Gordon, 1965)

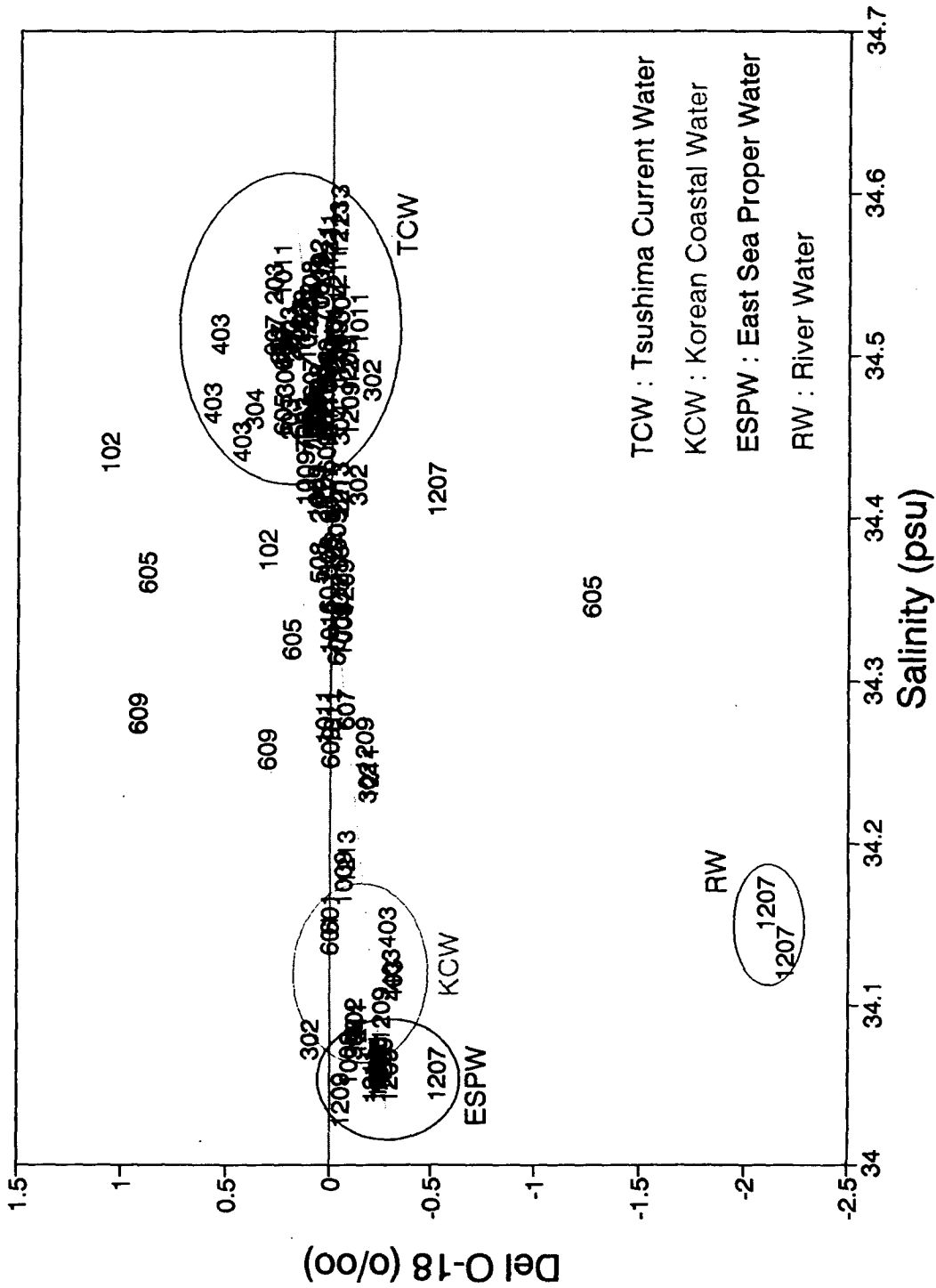


Fig. II-8. $\delta^{18}O$ - salinity relationships based on the data observed in the Korea Strait in May, 1992

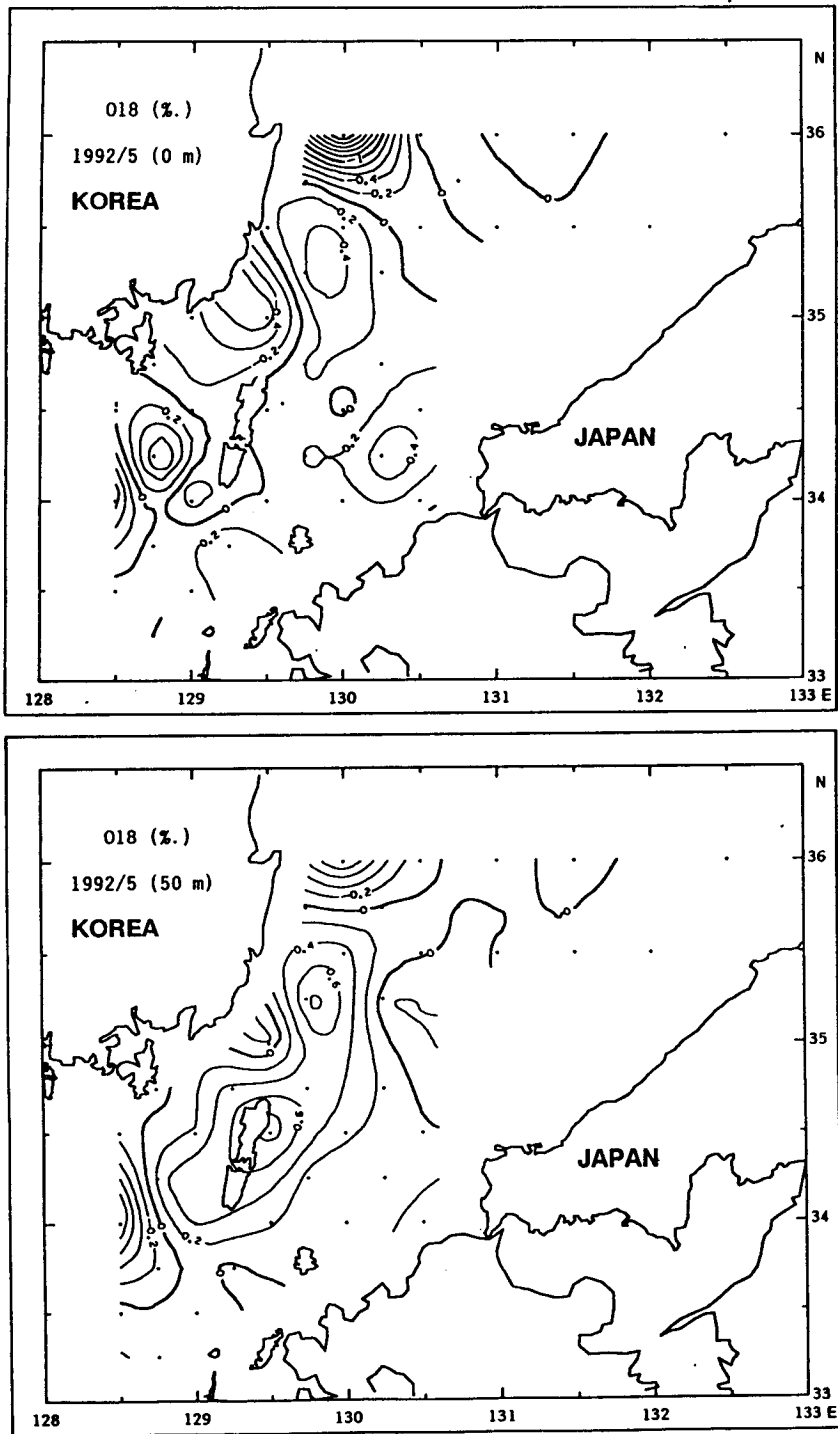


Fig. II-9. Horizontal distributions of $\delta^{18}\text{O}$ at 0 and 50m depths observed in the Korea Strait in May, 1992

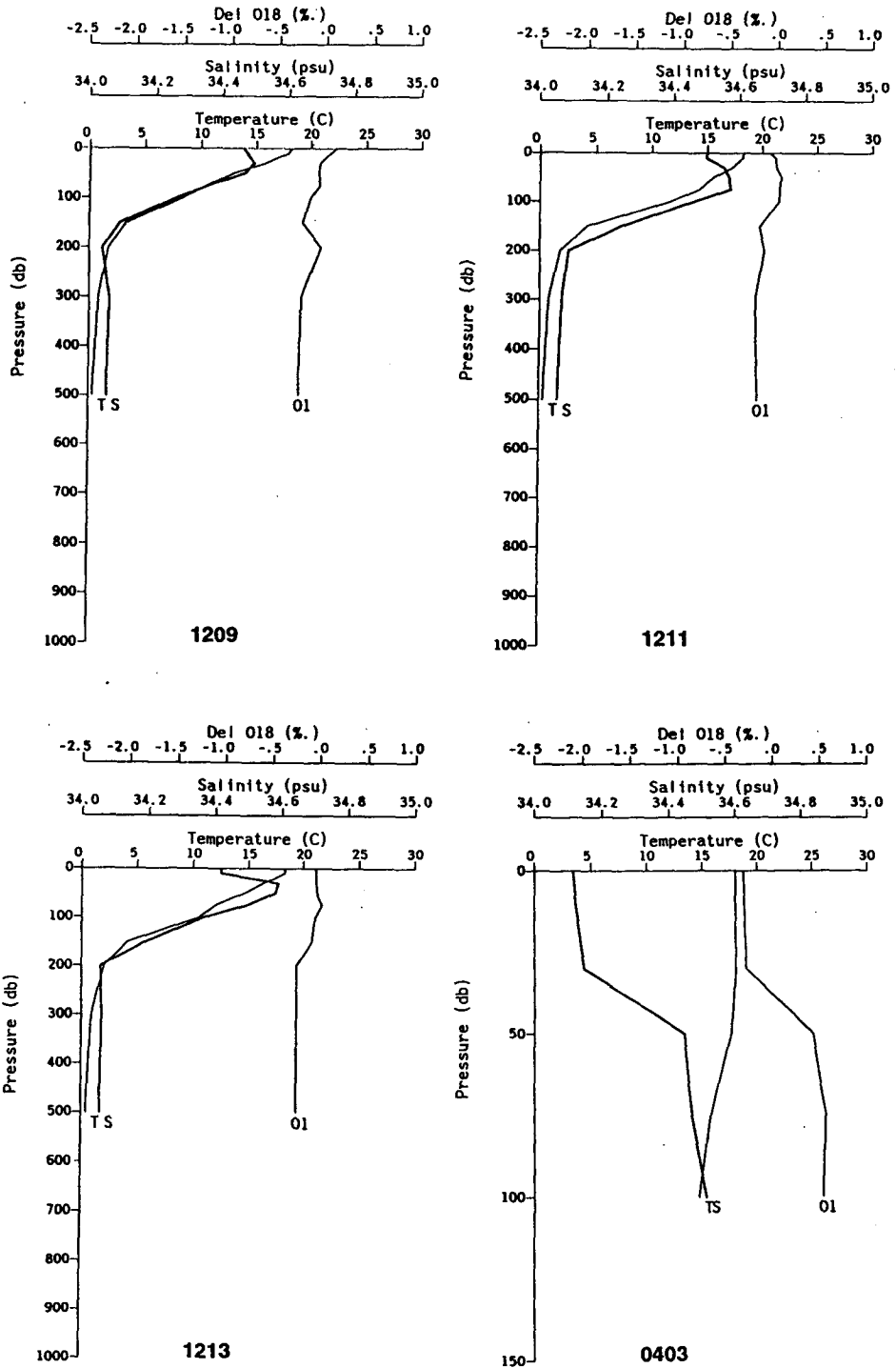


Fig. II-10. Vertical profiles of $\delta^{18}\text{O}$ at stations 0403, 1209, 1211 and 1213 observed in the Korea Strait in May, 1992

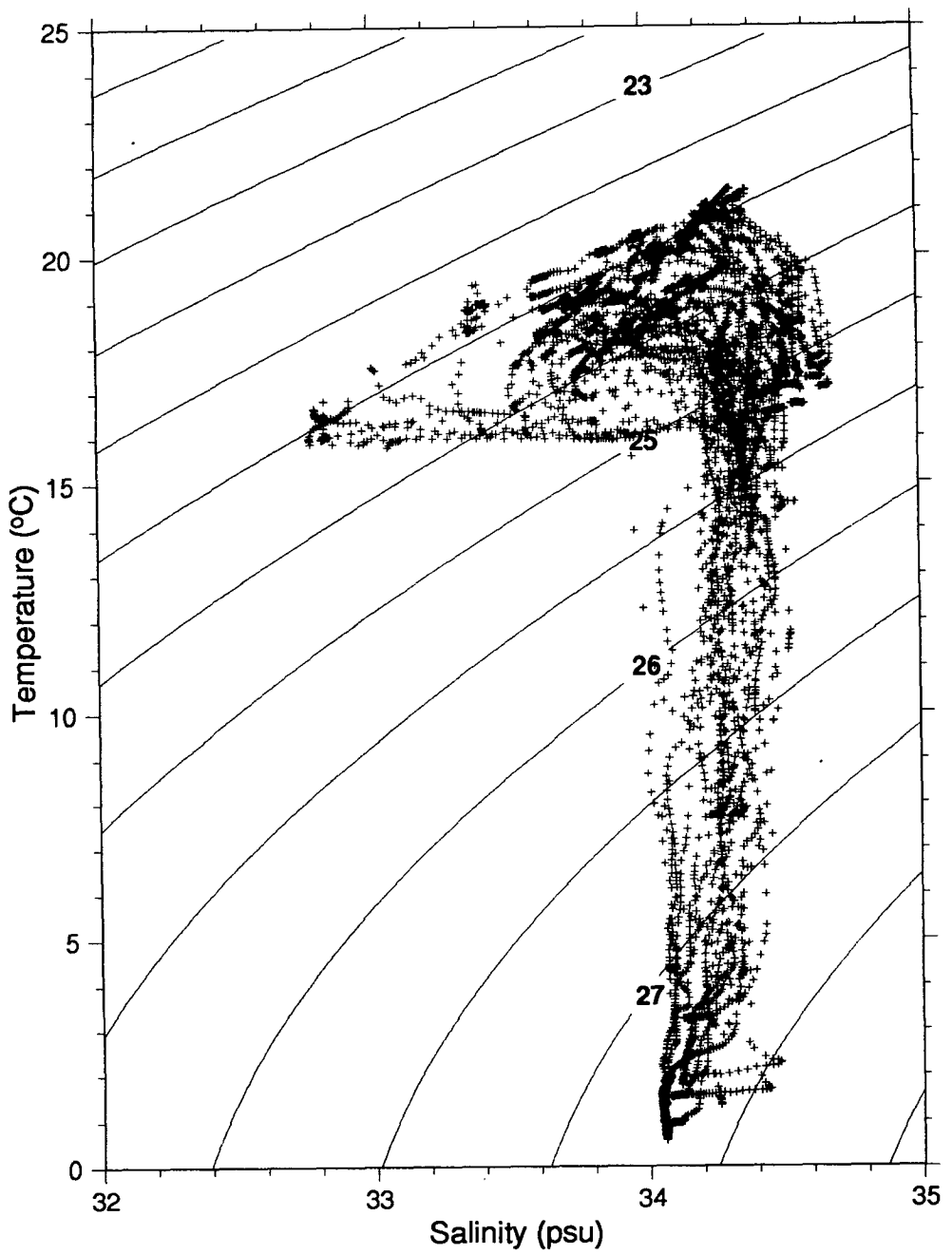


Fig. II-11. T-S diagram of the data observed in the Korea Strait in November, 1992

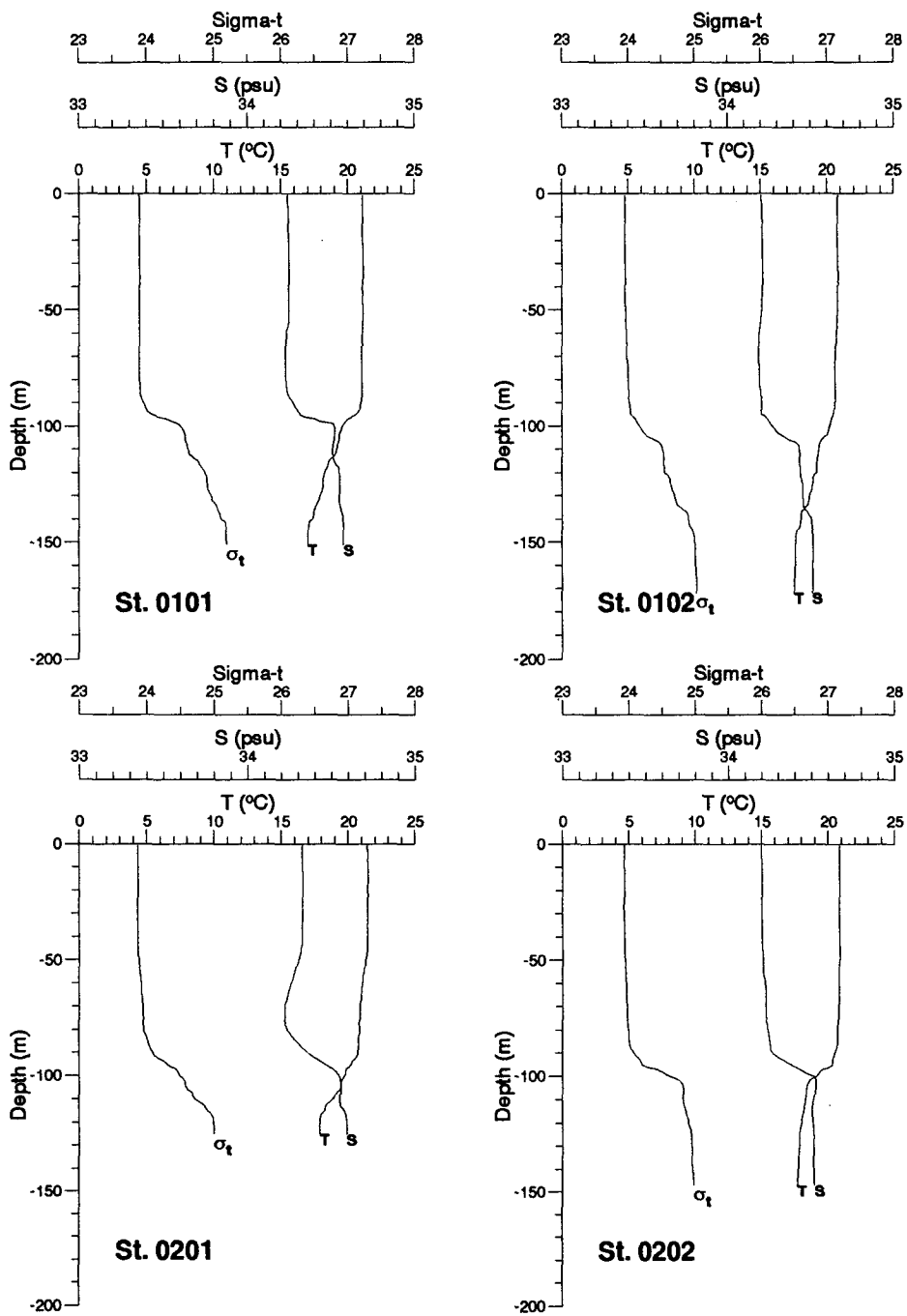


Fig. II-12. Vertical profiles of temperature, salinity and sigma-t at 83 stations observed in the Korea Strait in November, 1992

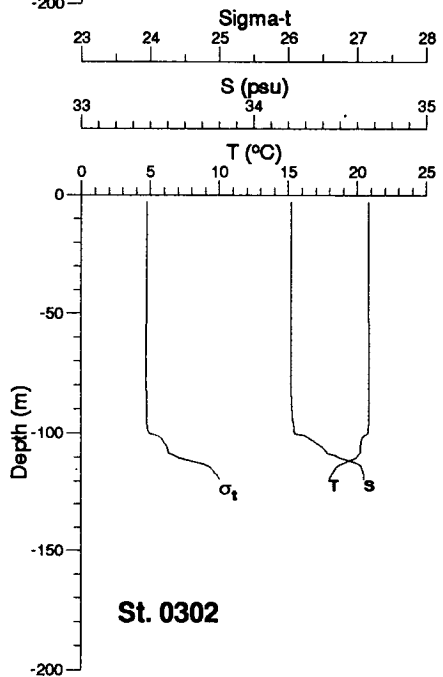
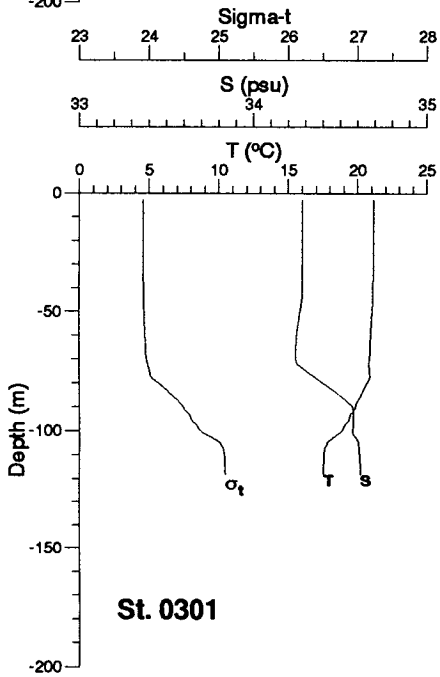
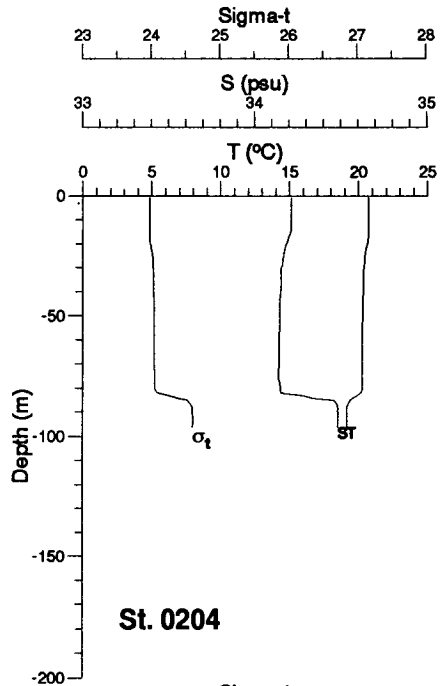
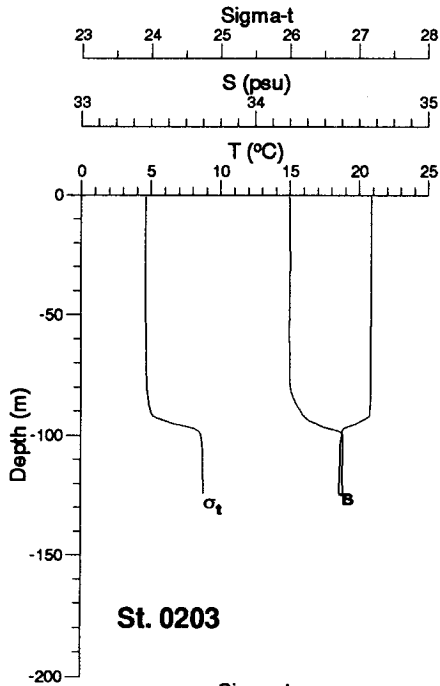


Fig. II-12. (Continued)

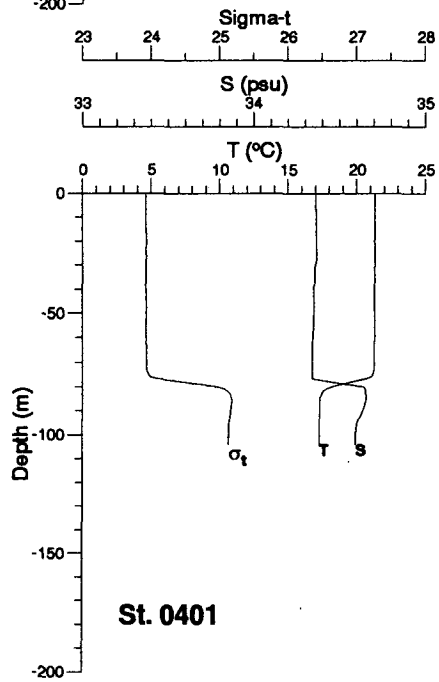
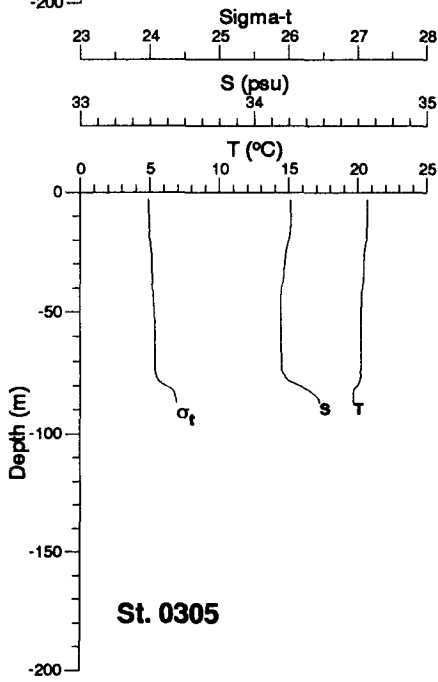
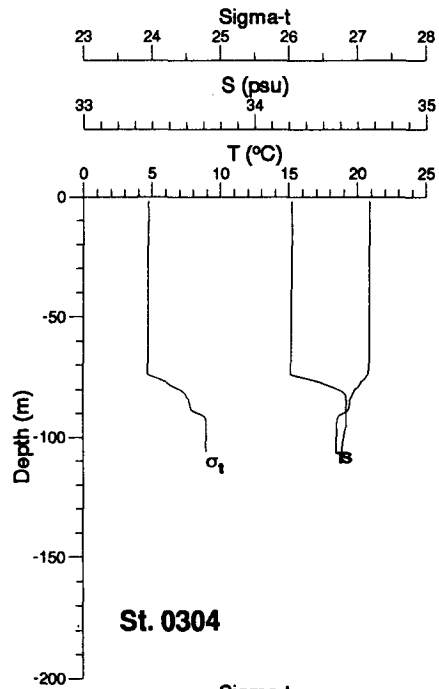
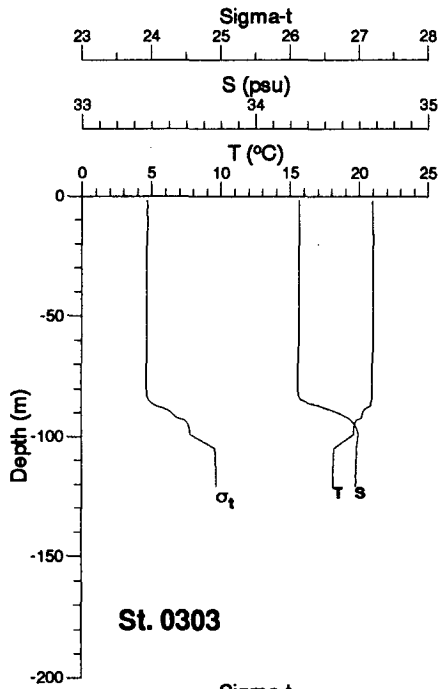


Fig. II-12. (Continued)

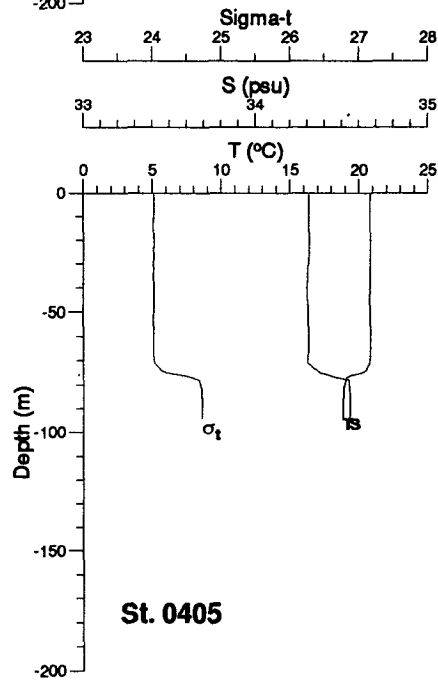
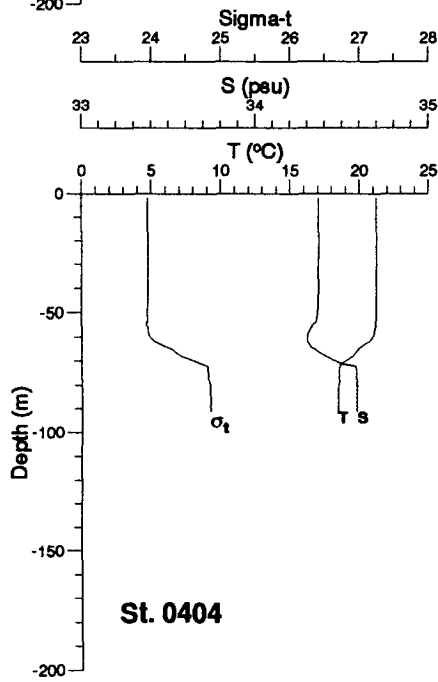
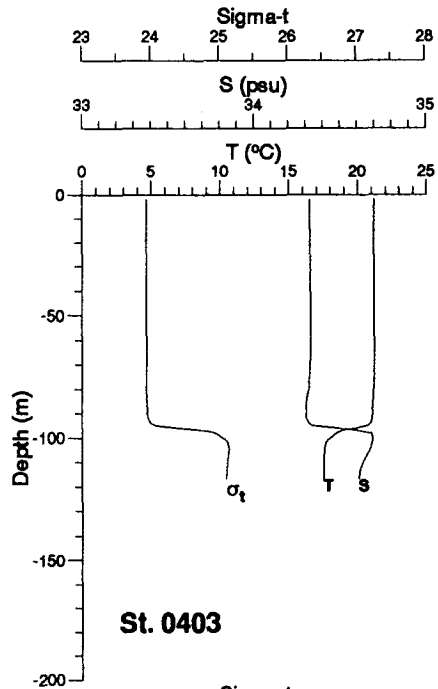
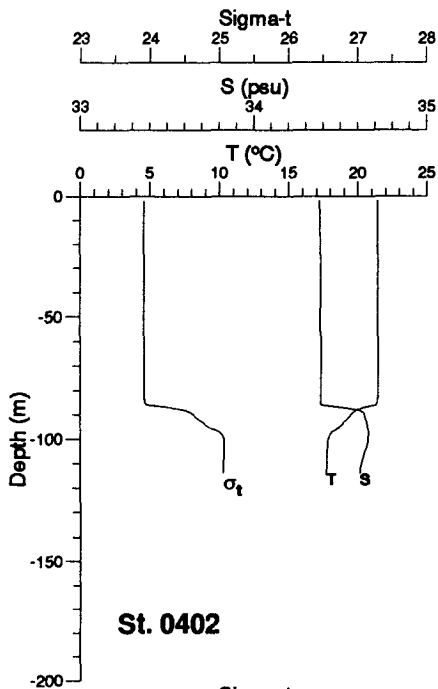


Fig. II-12. (Continued)

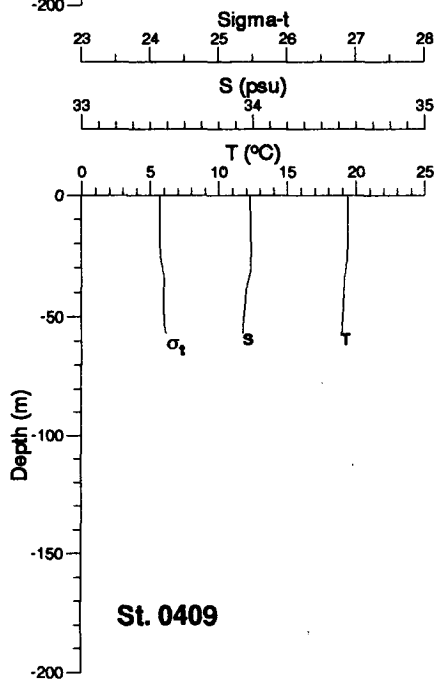
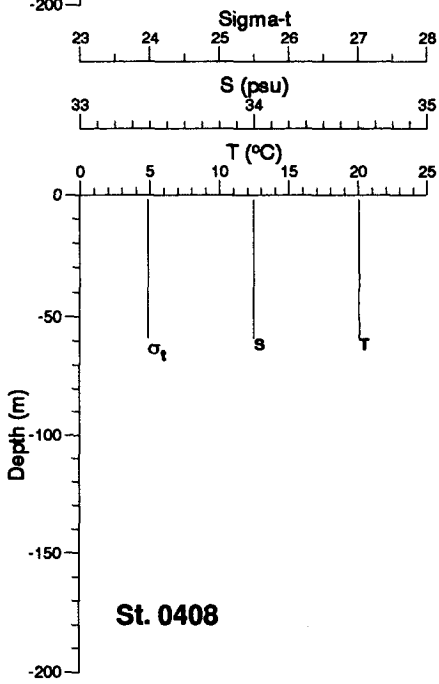
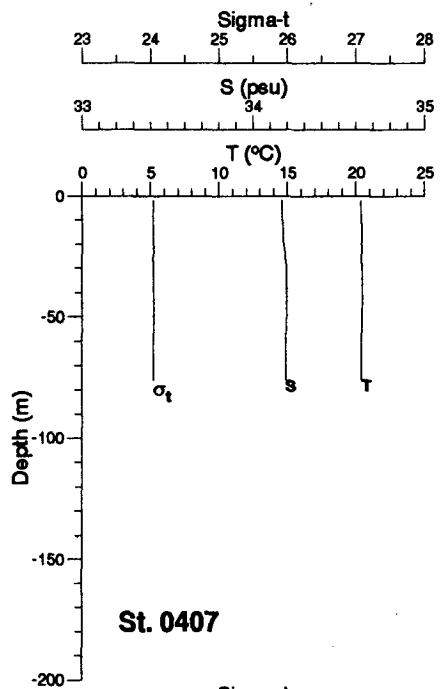
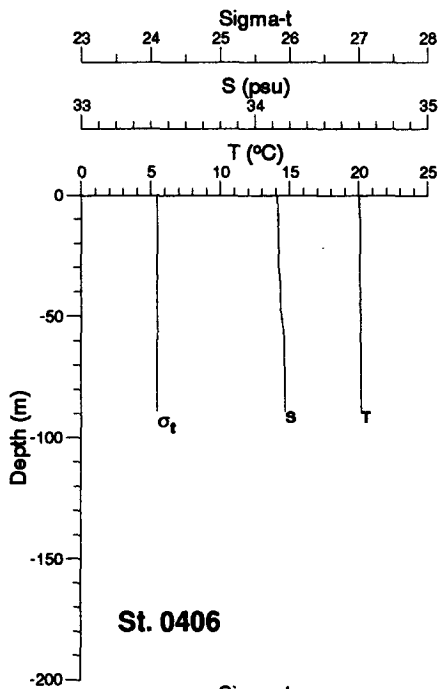


Fig. II-12. (Continued)

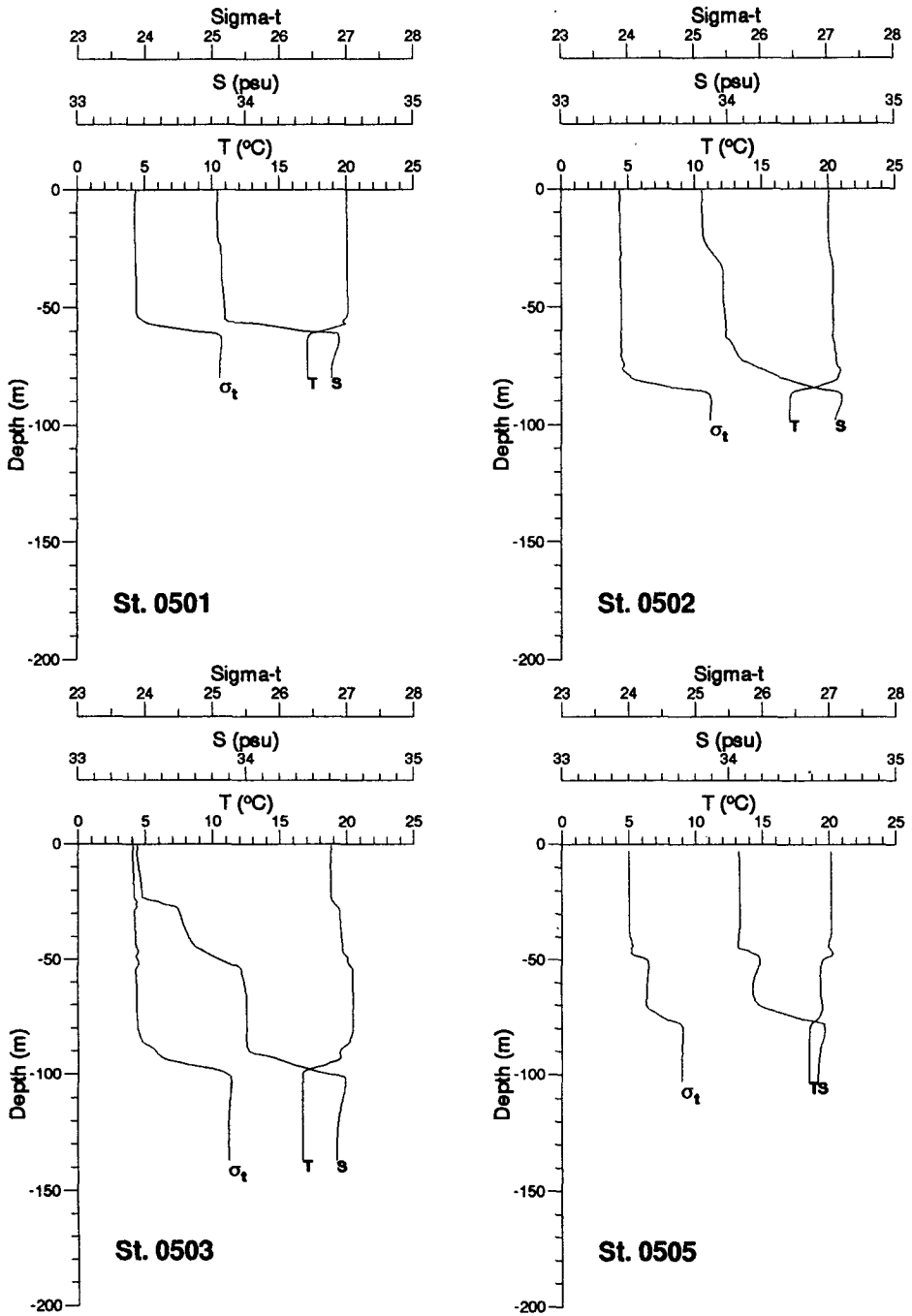


Fig. II-12. (Continued)

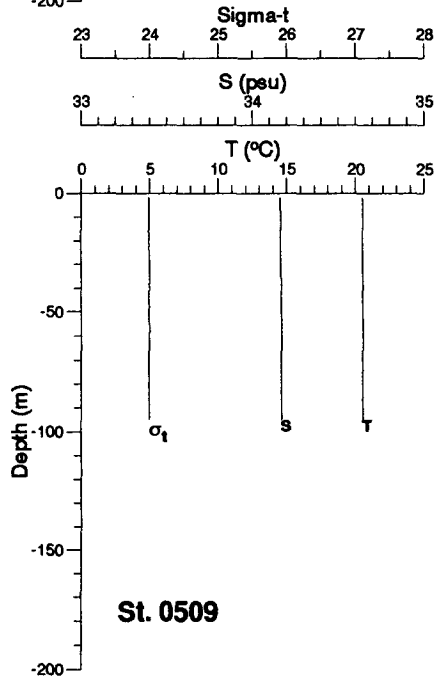
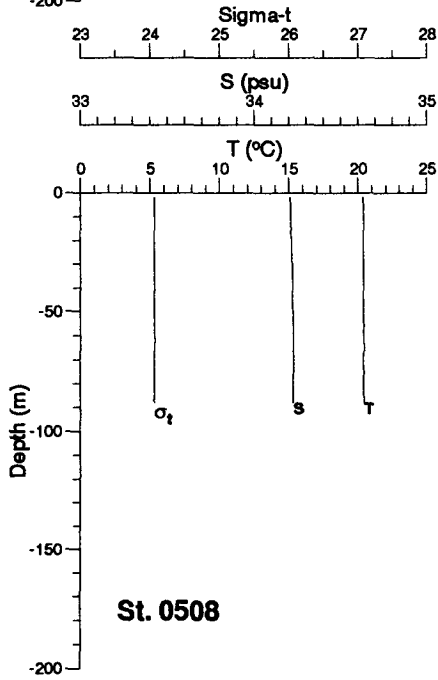
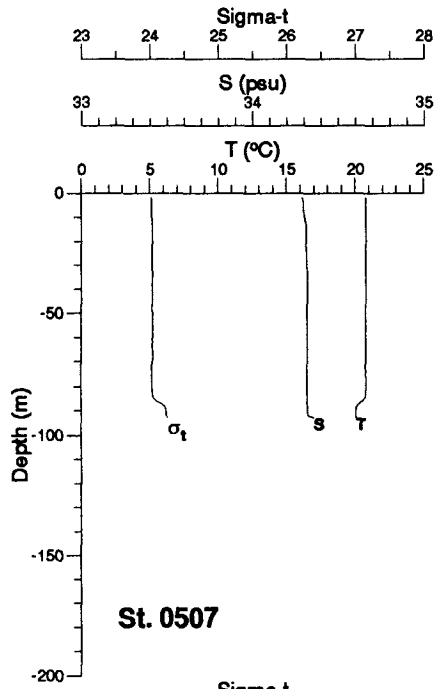
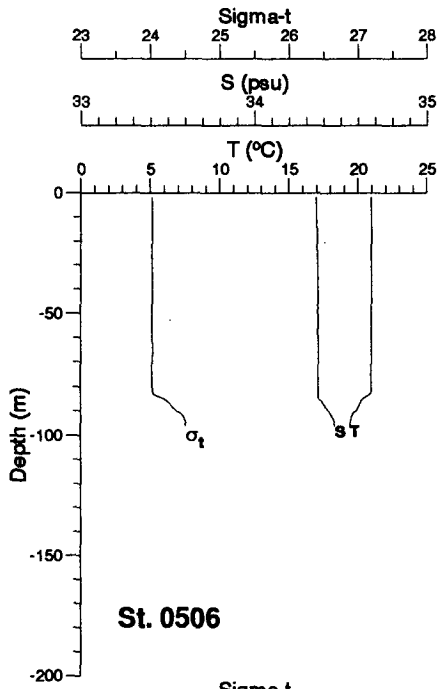


Fig. II-12. (Continued)

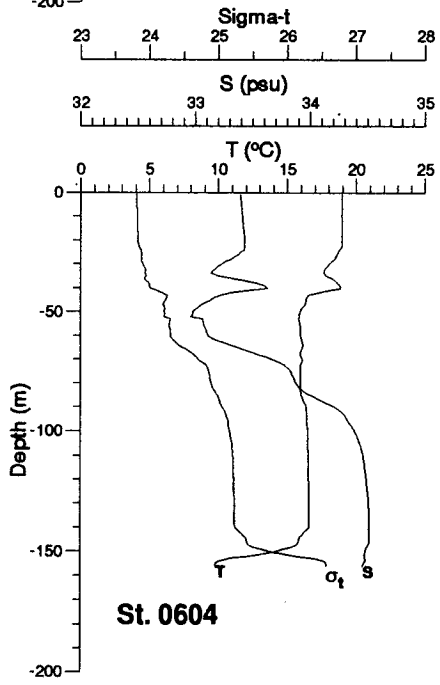
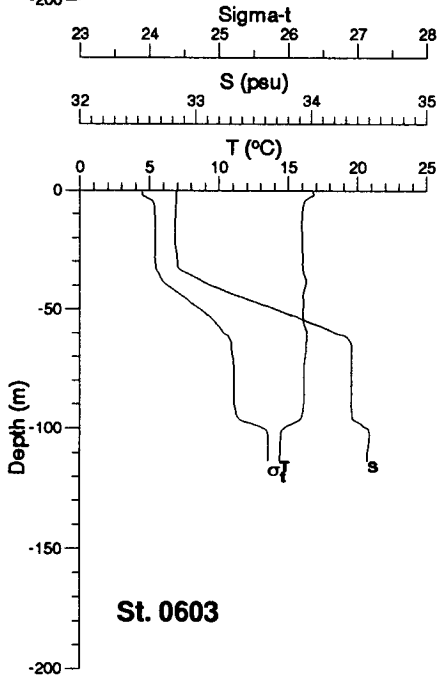
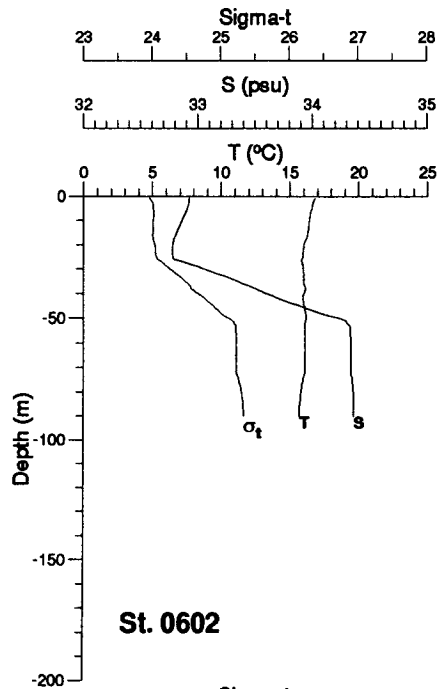
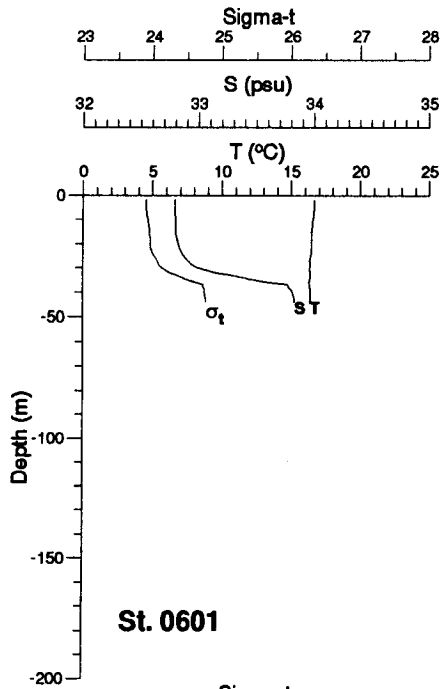


Fig. II-12. (Continued)

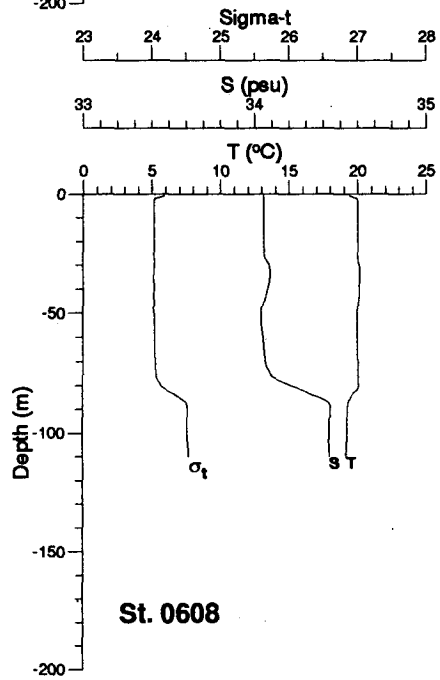
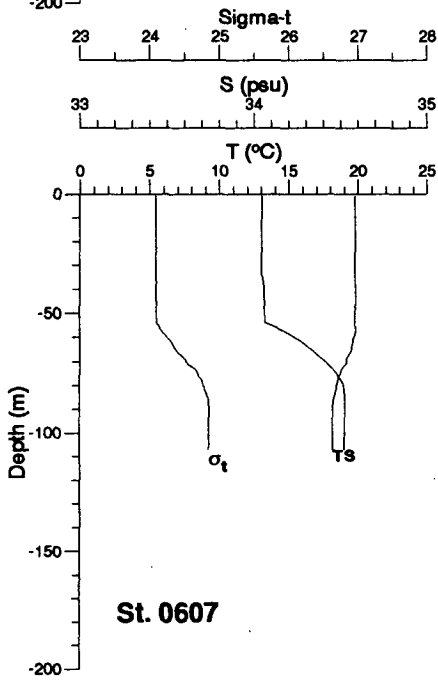
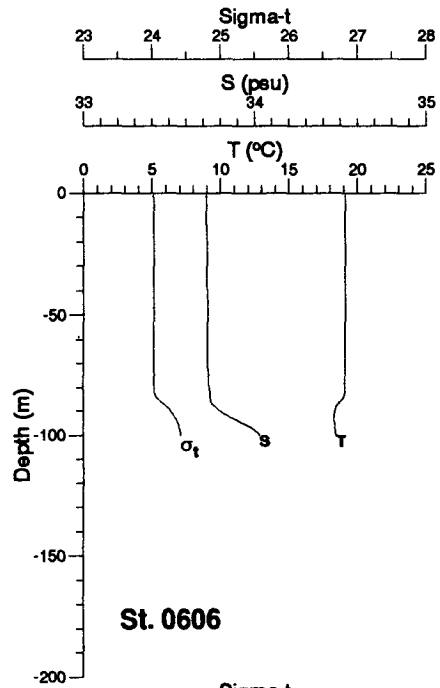
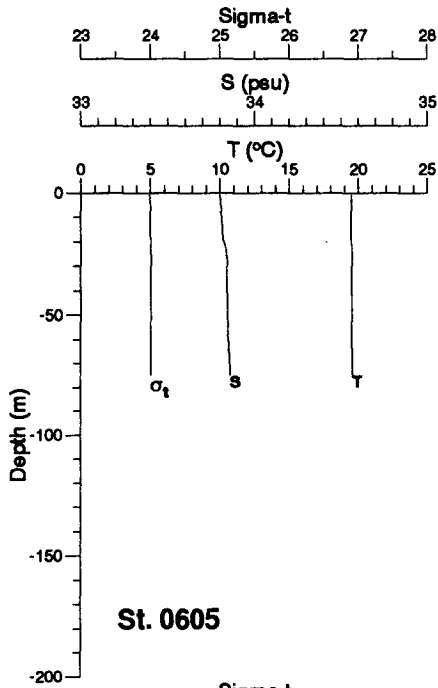
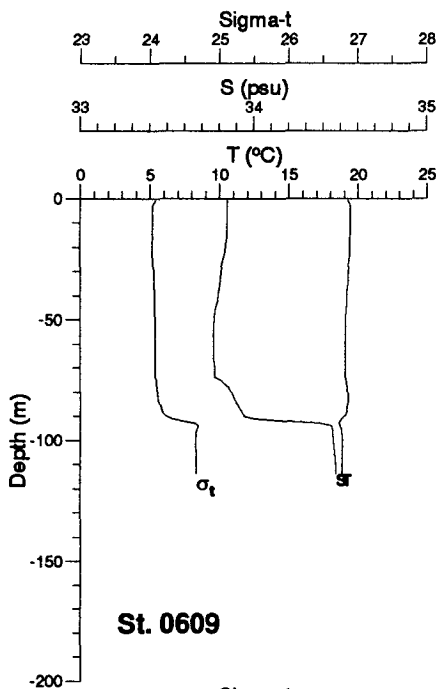
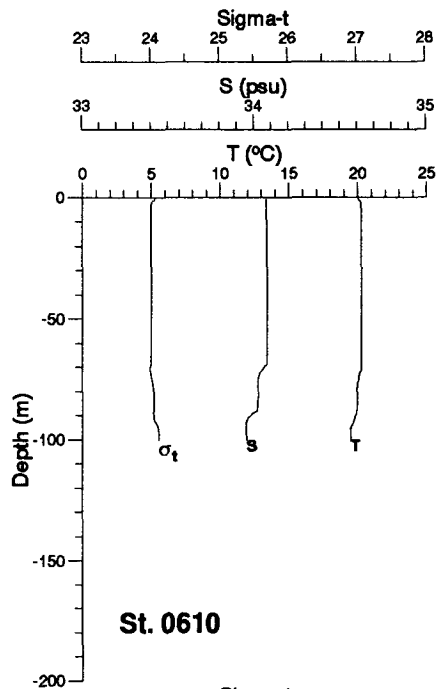


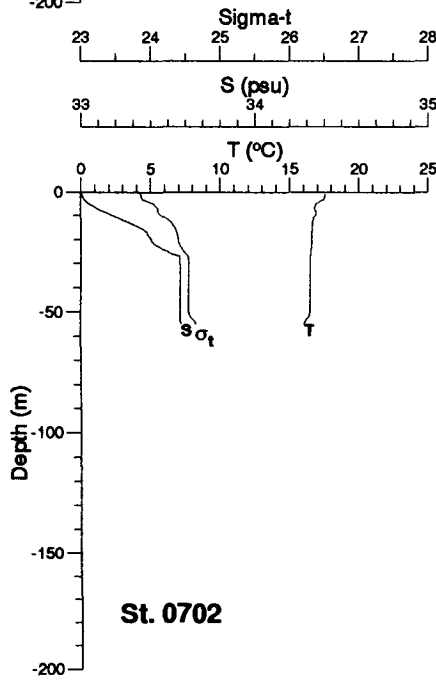
Fig. II-12. (Continued)



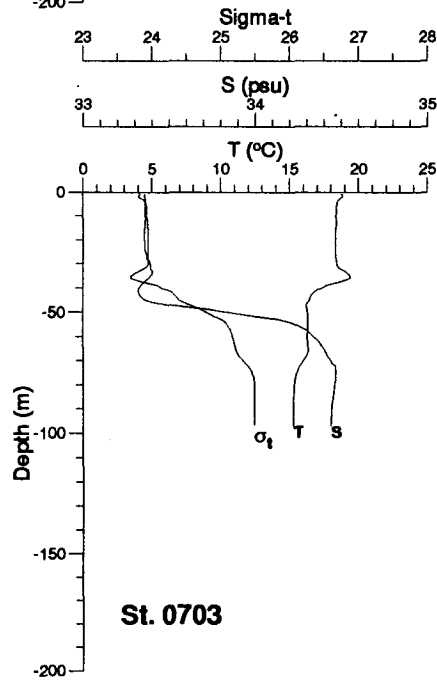
St. 0609



St. 0610



St. 0702



St. 0703

Fig. II-12. (Continued)

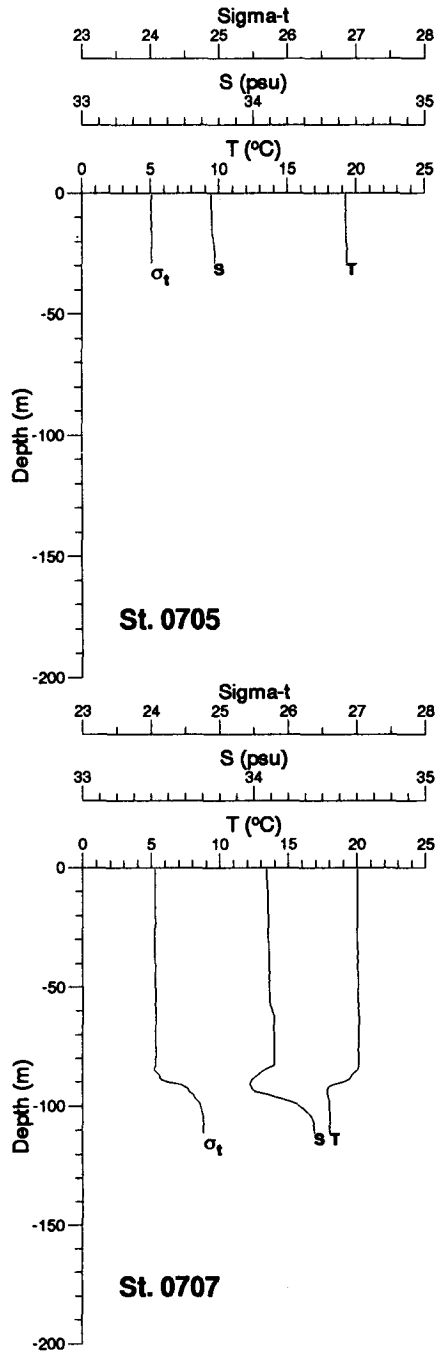
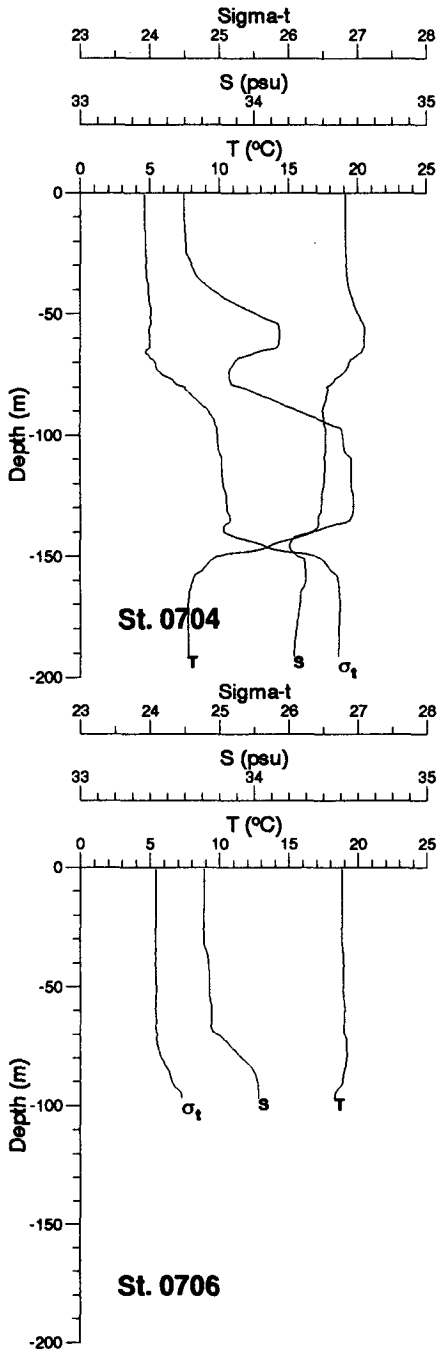
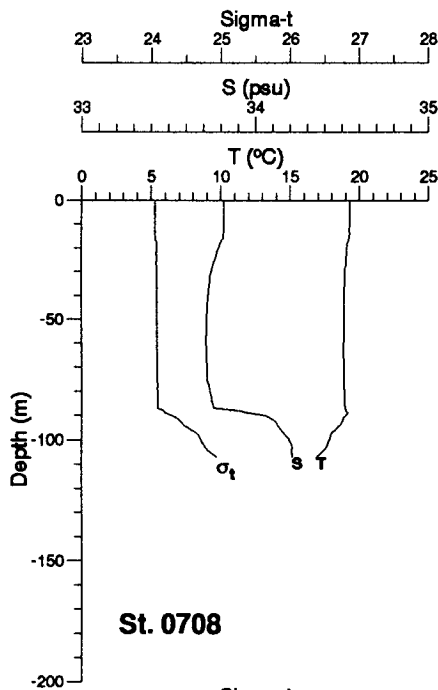
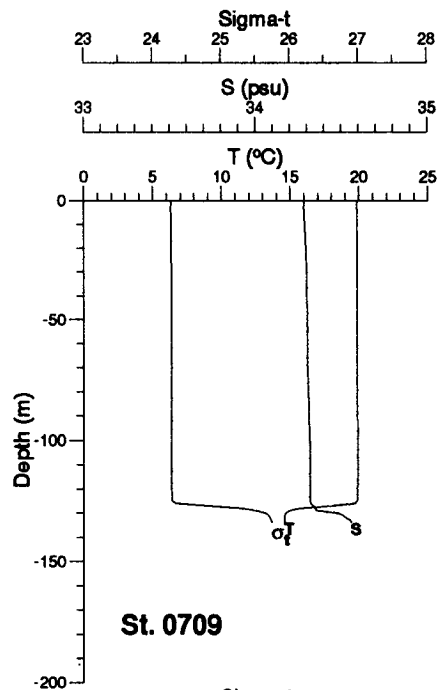


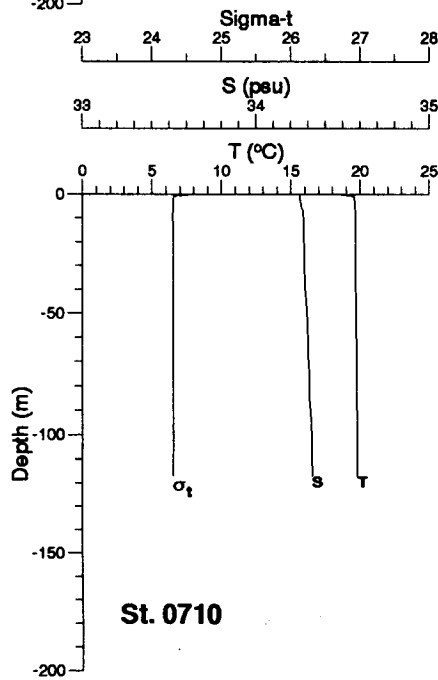
Fig. II-12. (Continued)



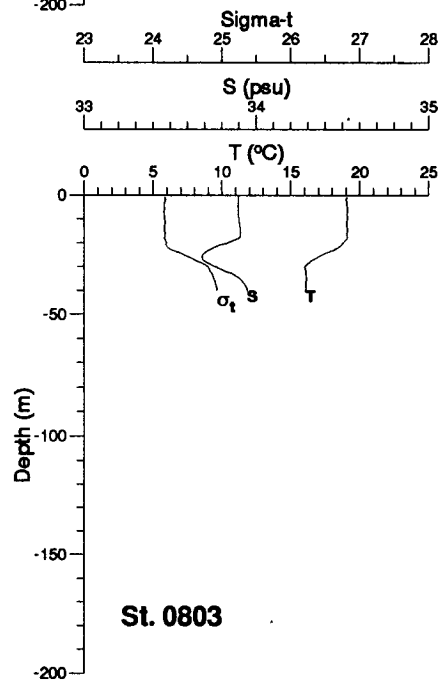
St. 0708



St. 0709



St. 0710



St. 0803

Fig. II-12. (Continued)

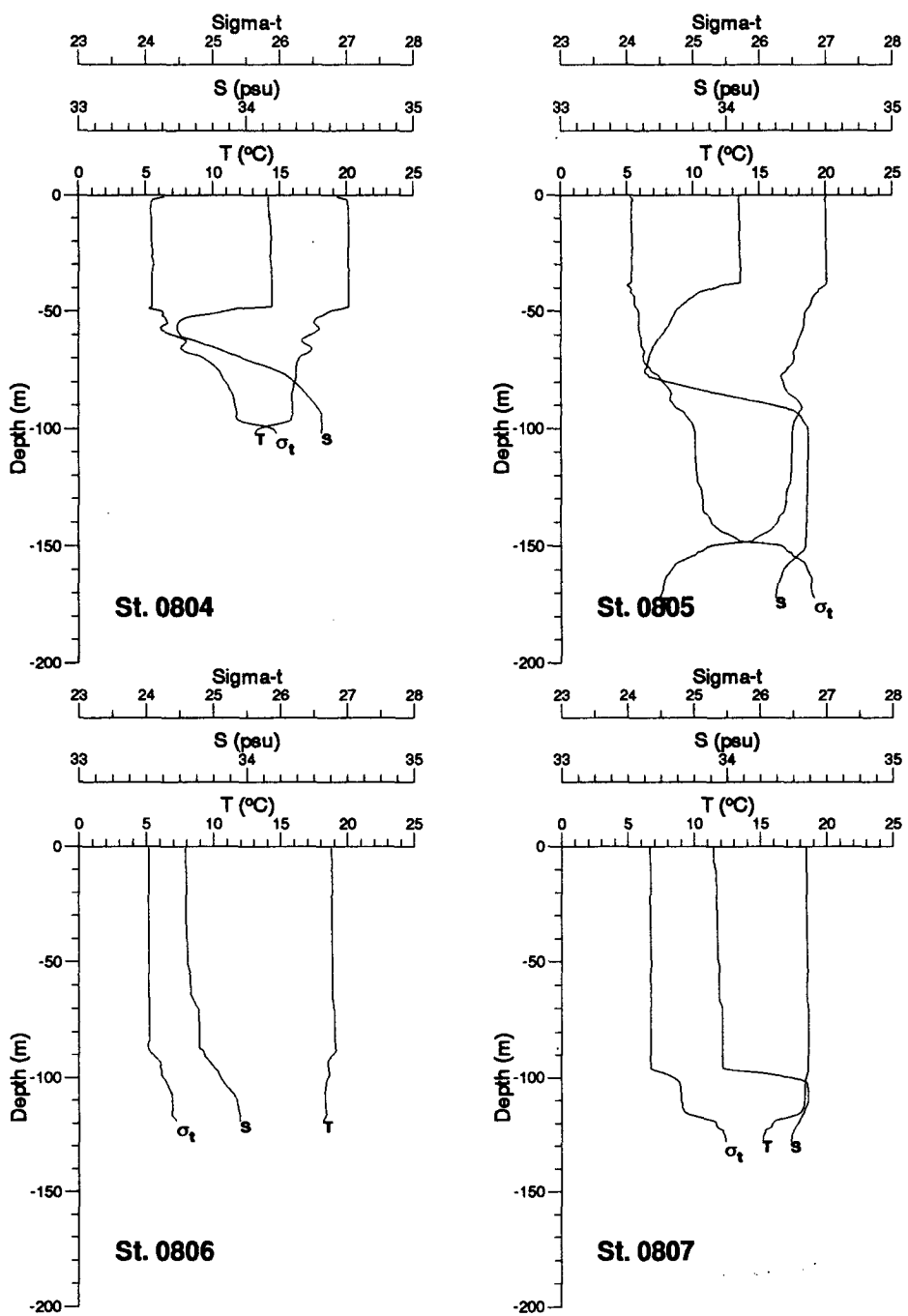
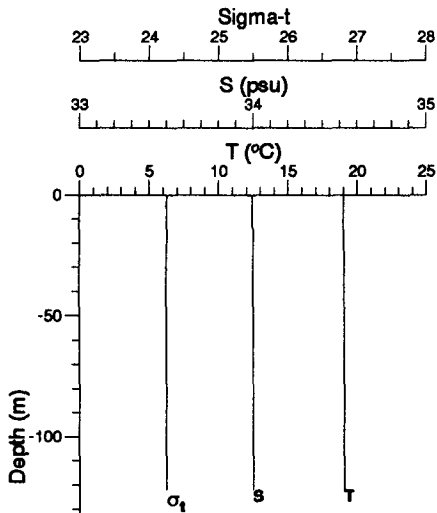
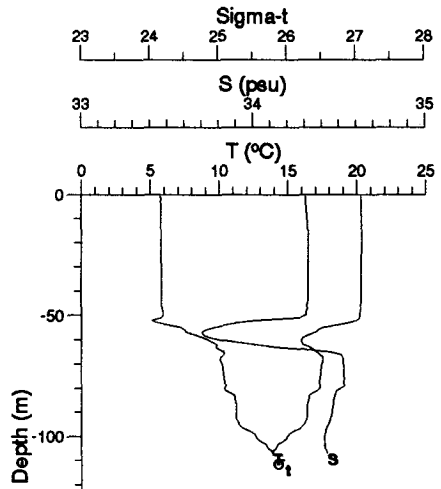


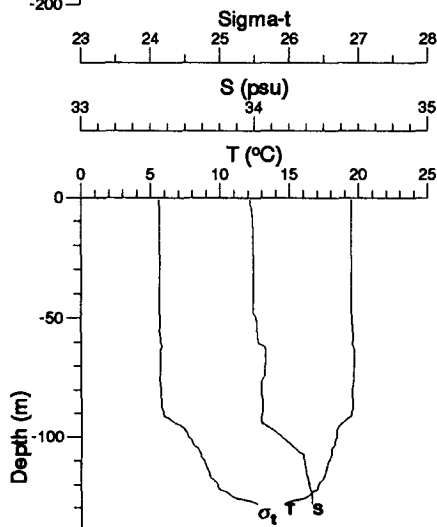
Fig. II-12. (Continued)



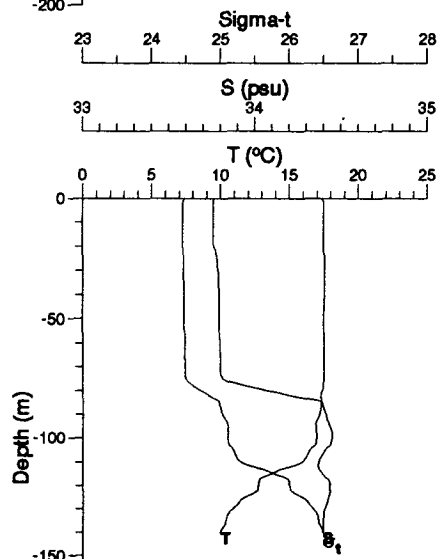
St. 0813



St. 0905

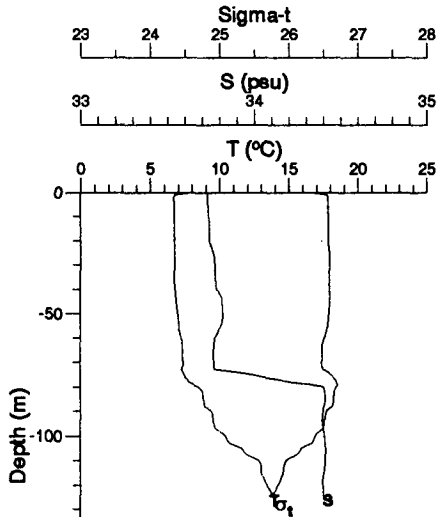


St. 0906

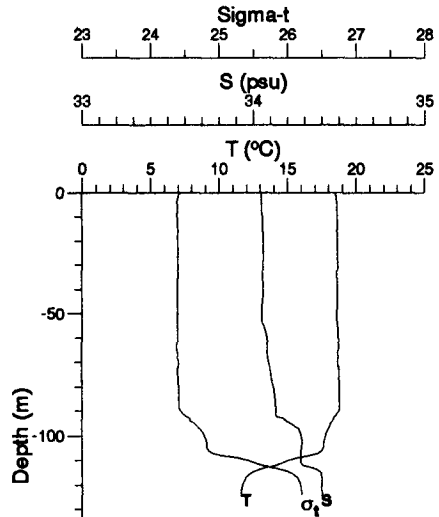


St. 0907

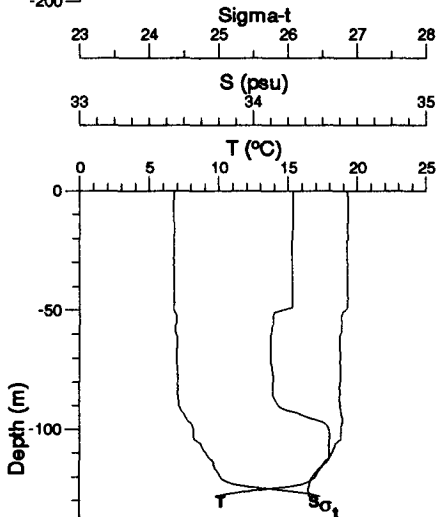
Fig. II-12. (Continued)



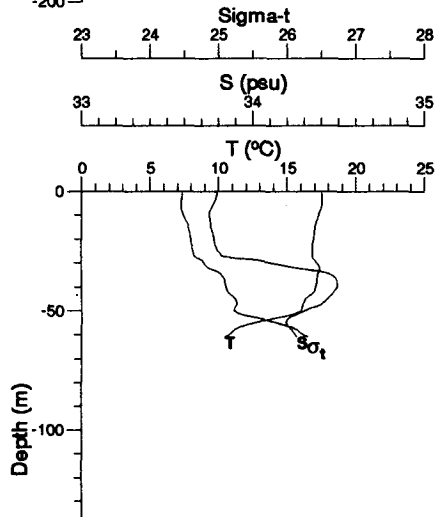
St. 0908



St. 0909



St. 0910



St. 1005

Fig. II-12. (Continued)

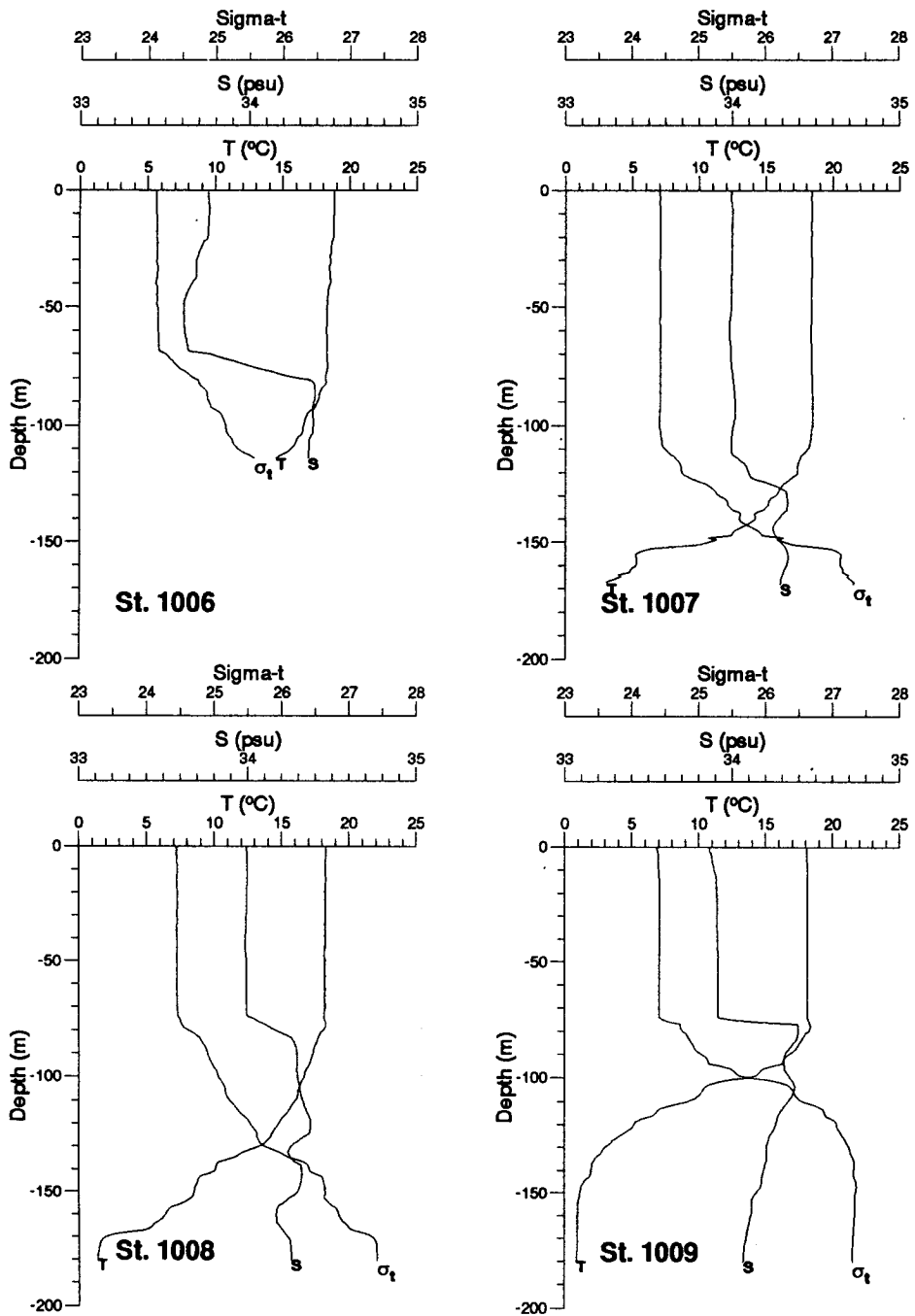


Fig. II-12. (Continued)

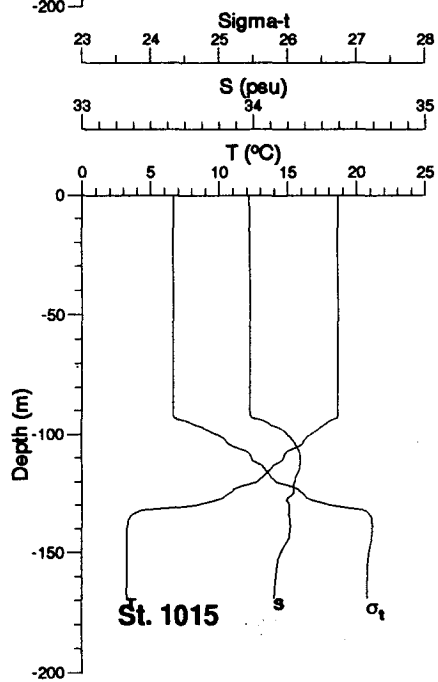
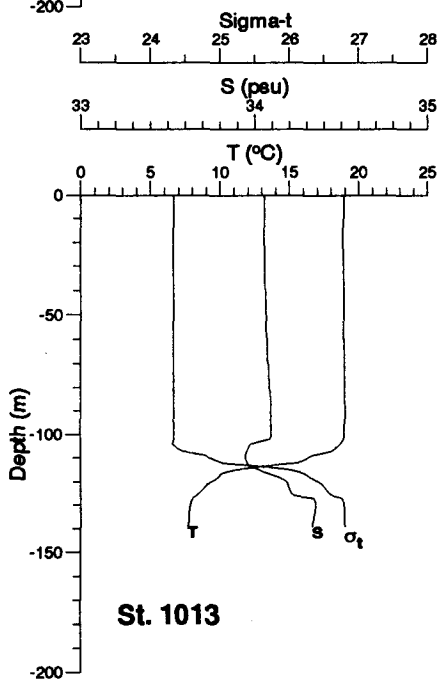
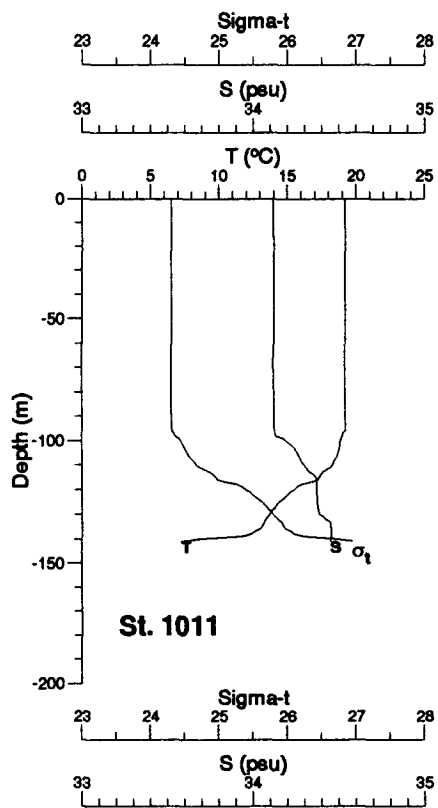
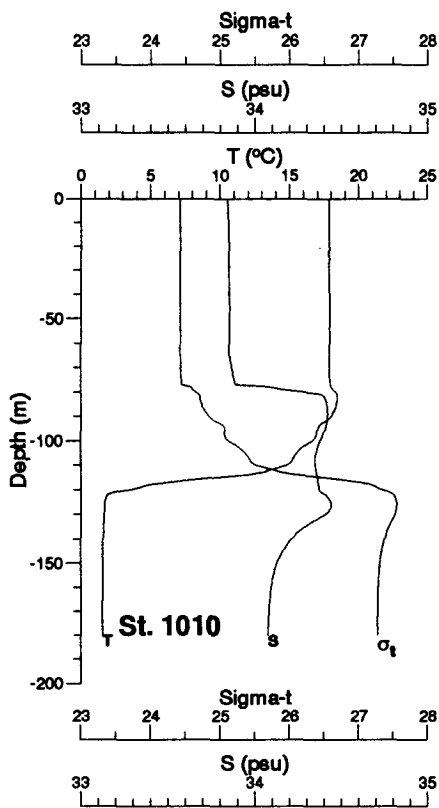


Fig. II-12. (Continued)

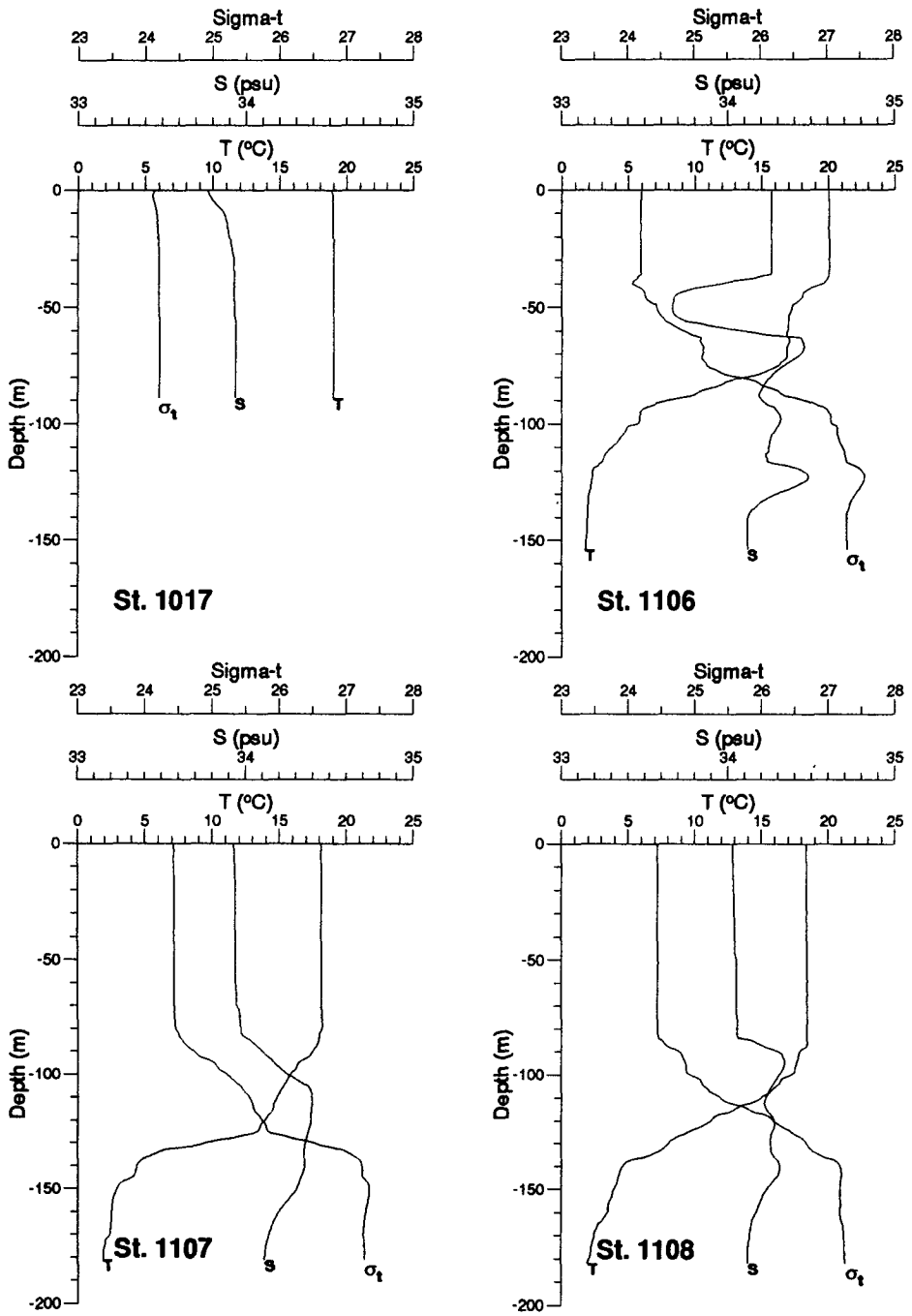


Fig. II-12. (Continued)

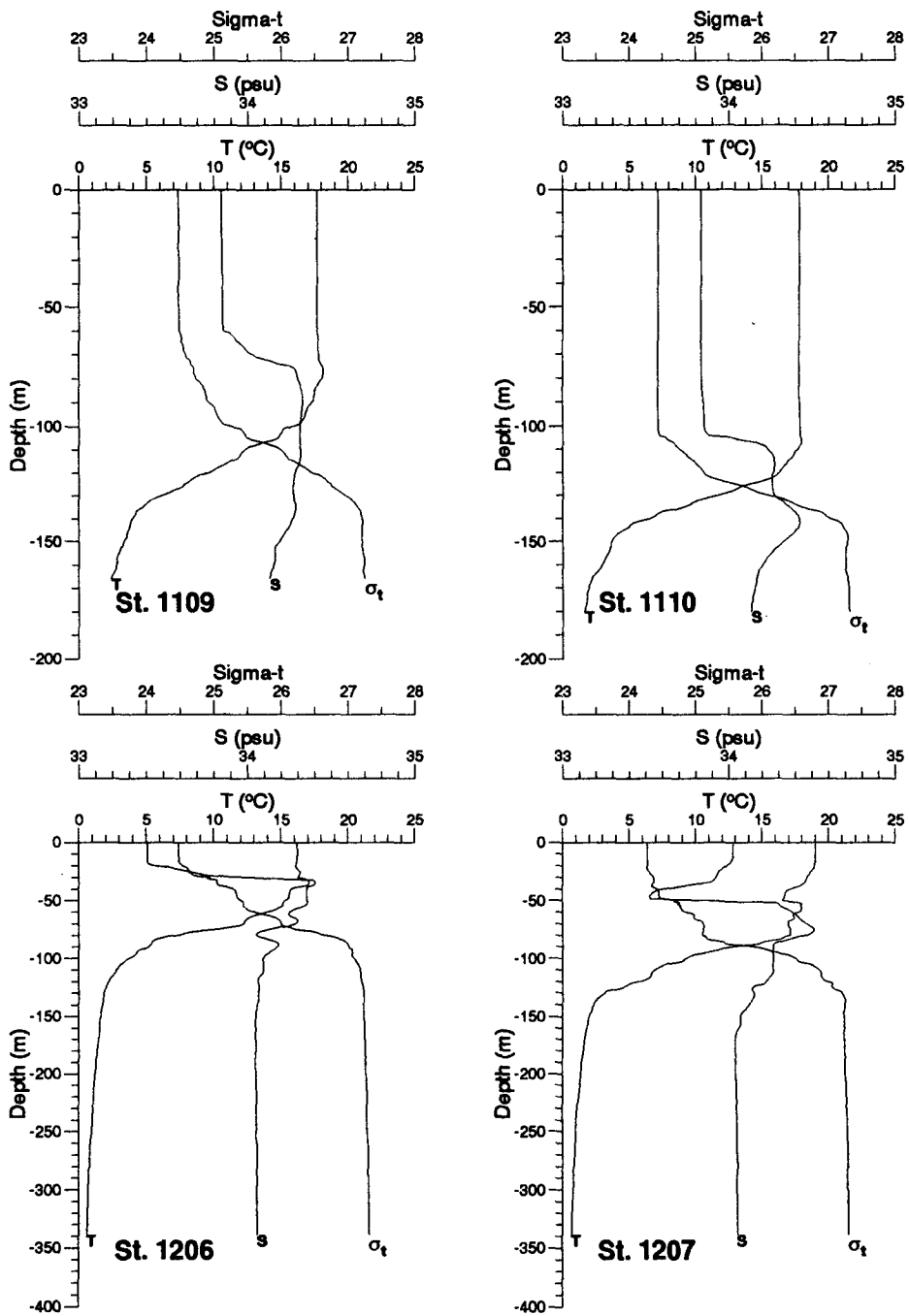


Fig. II-12. (Continued)

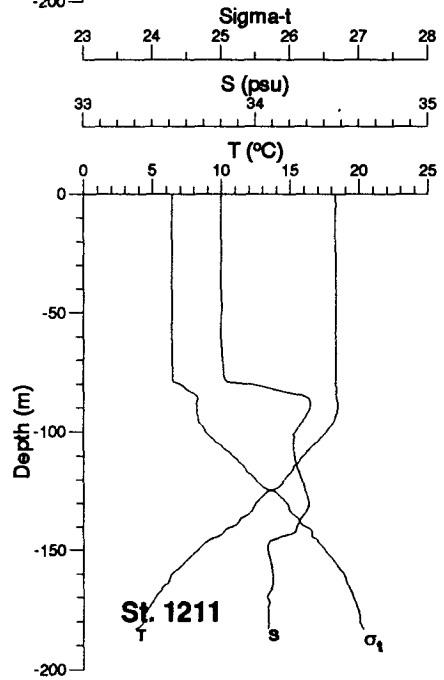
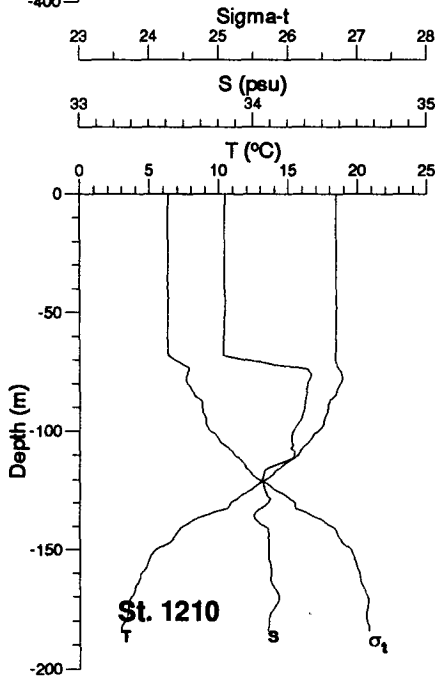
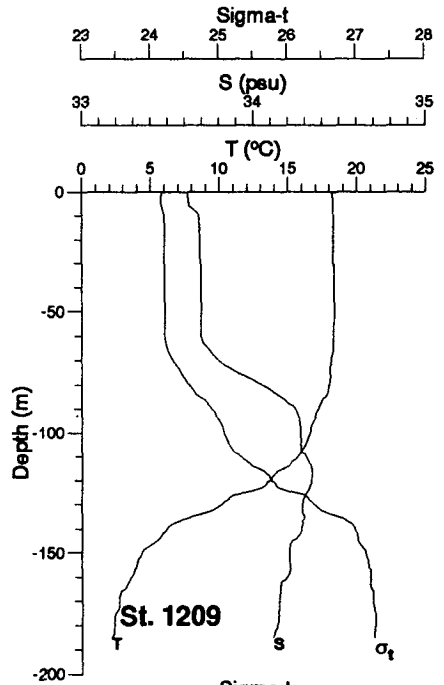
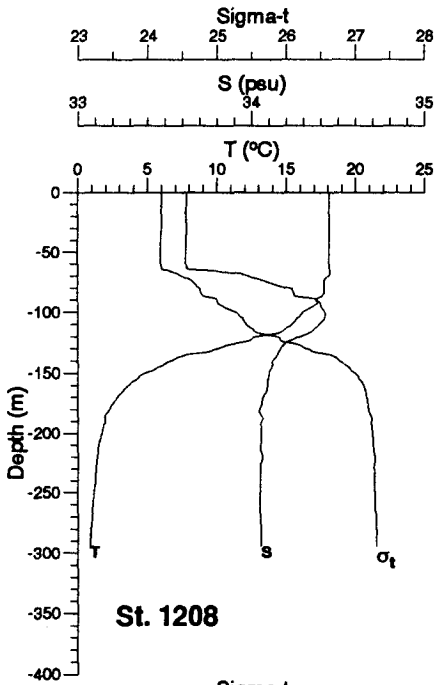


Fig. II-12. (Continued)

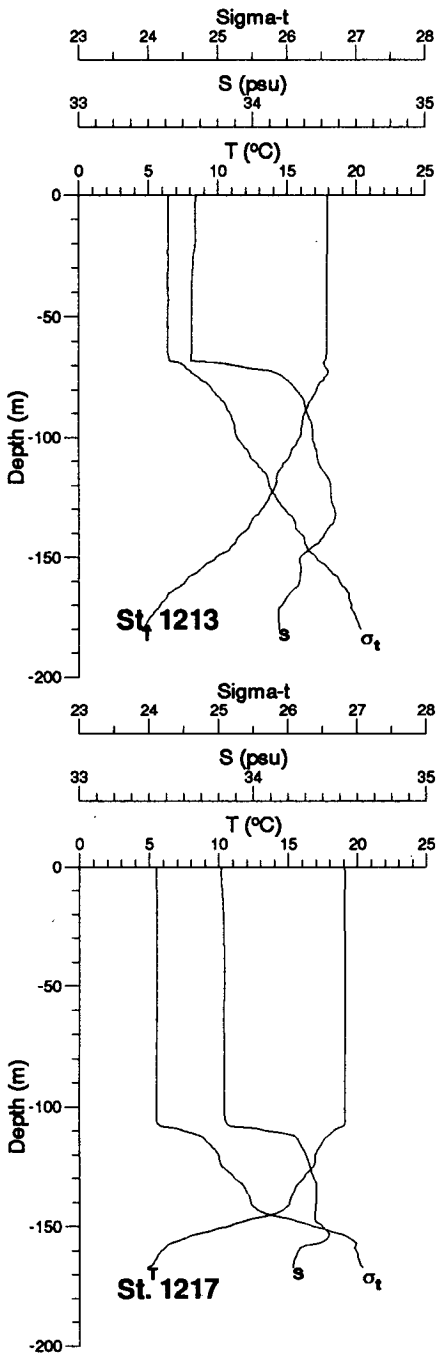


Fig. II-12. (Continued)

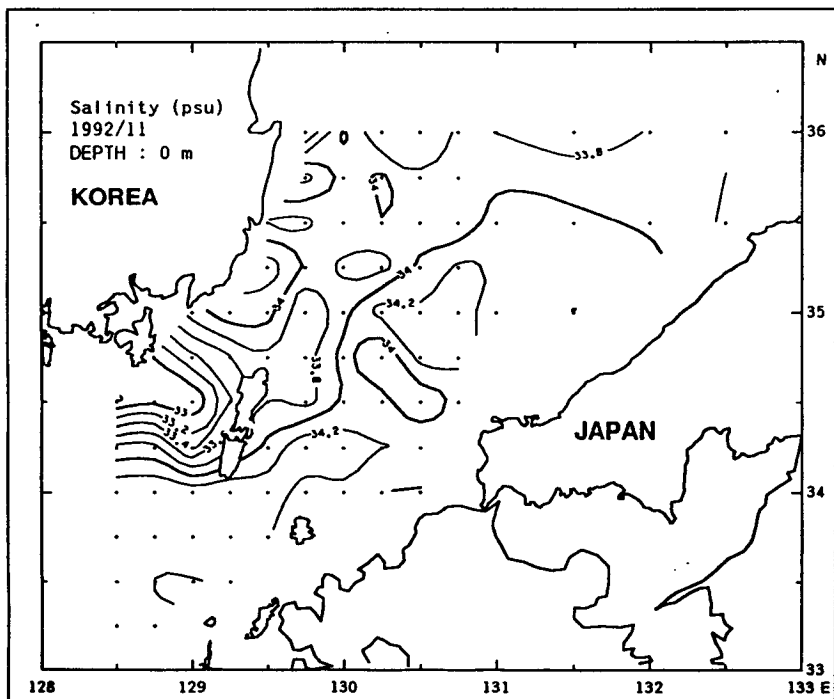
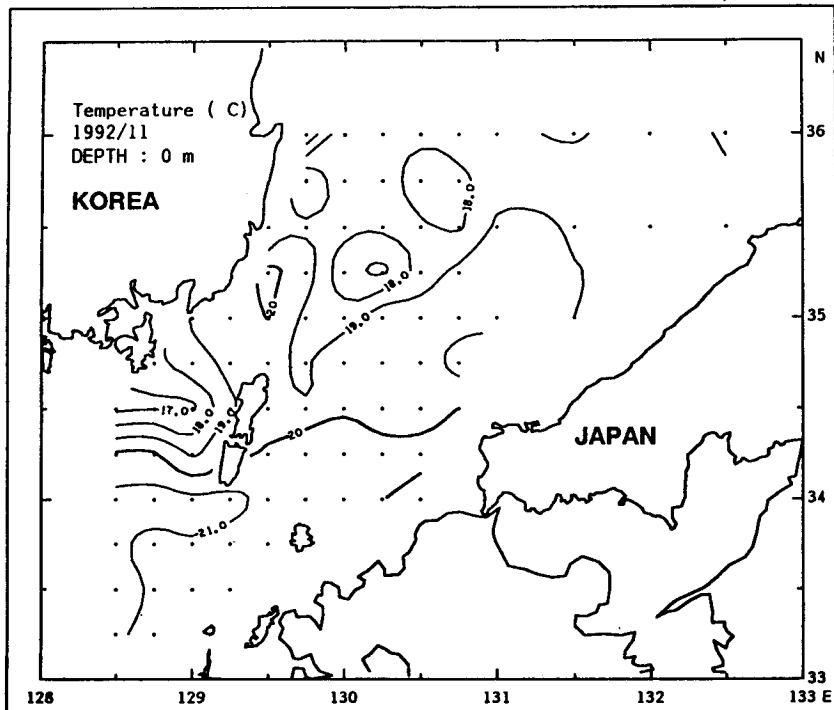


Fig. II-13. Horizontal distributions of temperature and salinity at 0, 30, 50, 75 and 100m depths observed in the Korea Strait in November, 1992

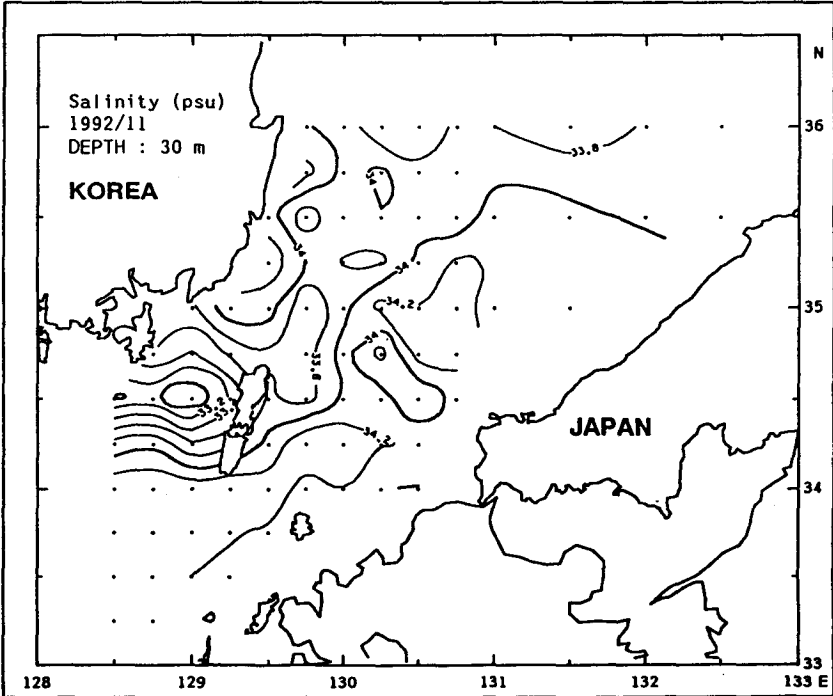
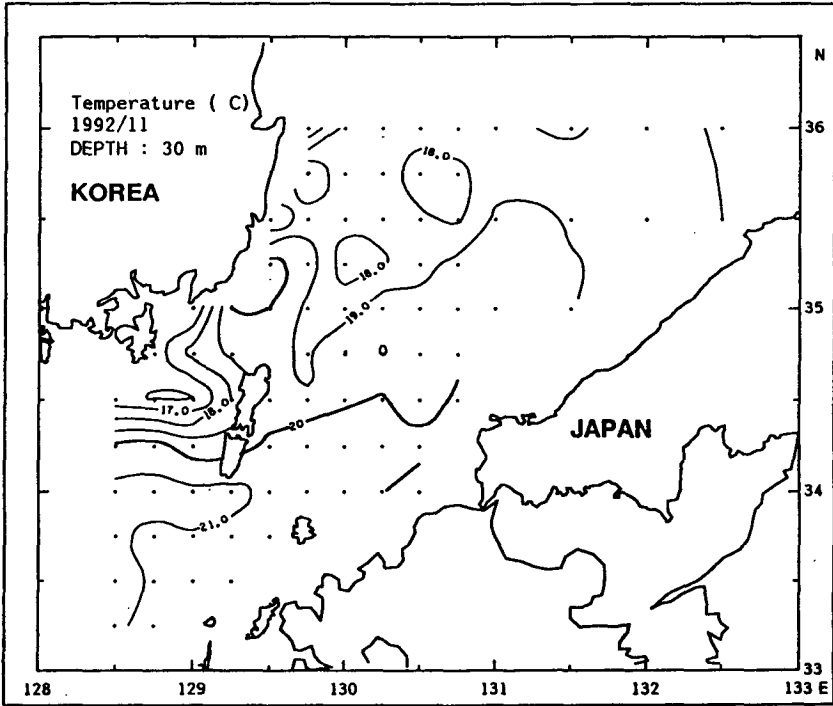


Fig. II-13. (Continued)

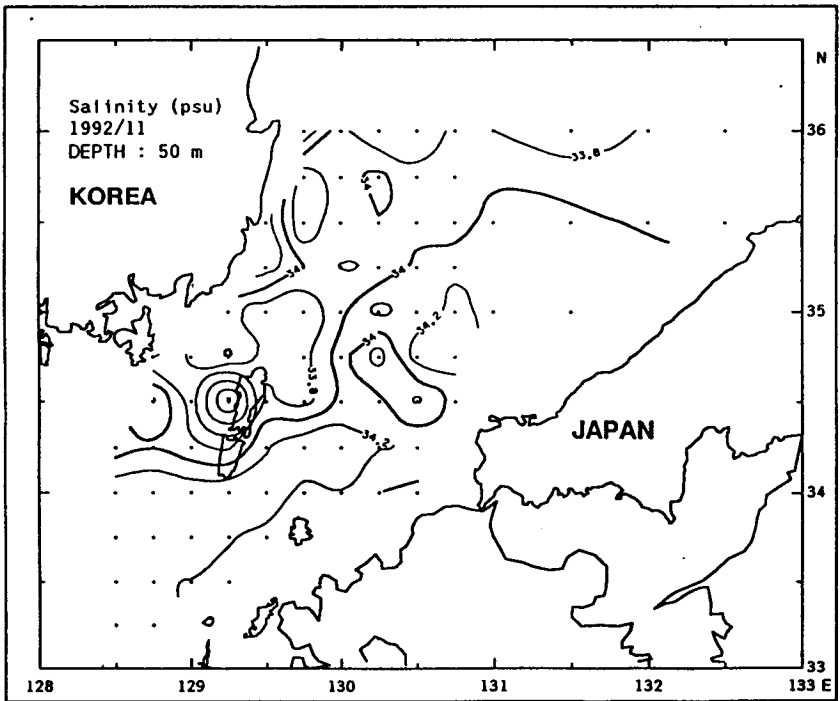
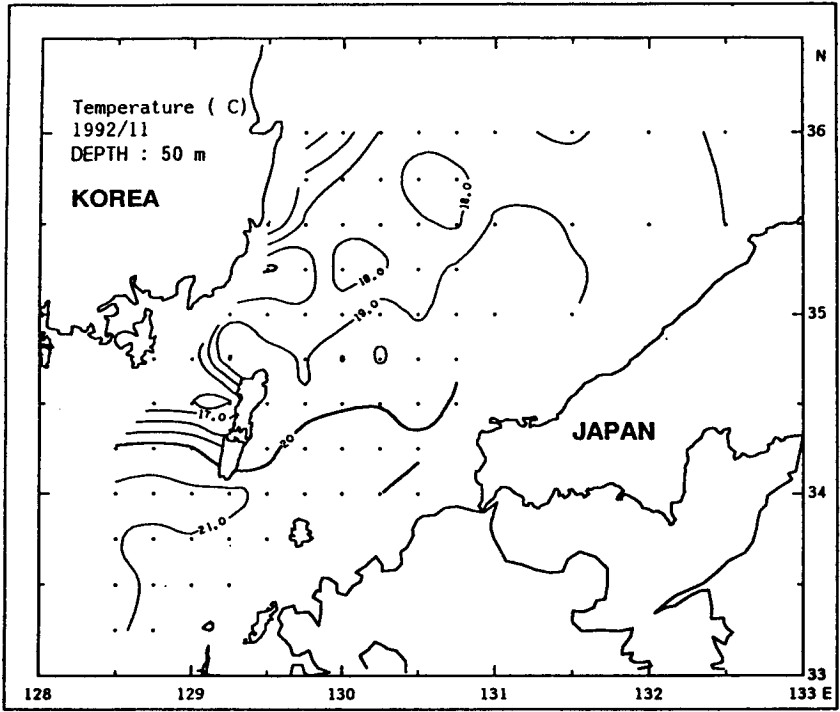


Fig. II-13. (Continued)

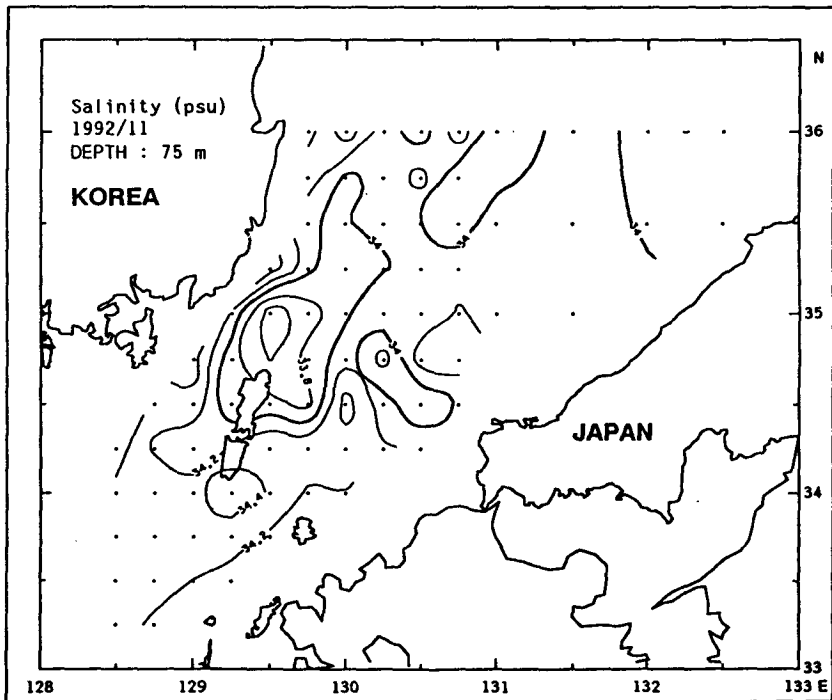
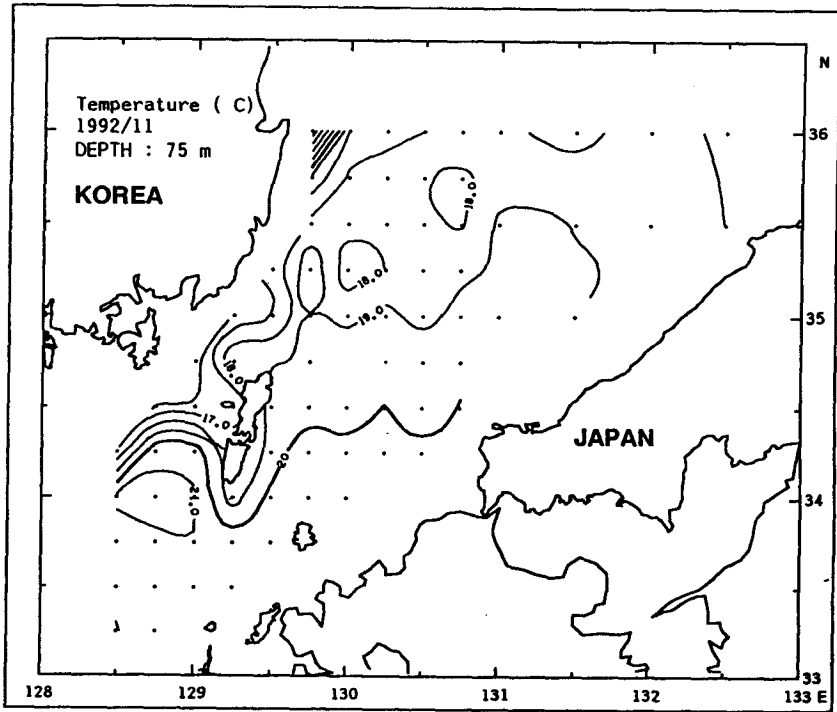


Fig. II-13. (Continued)

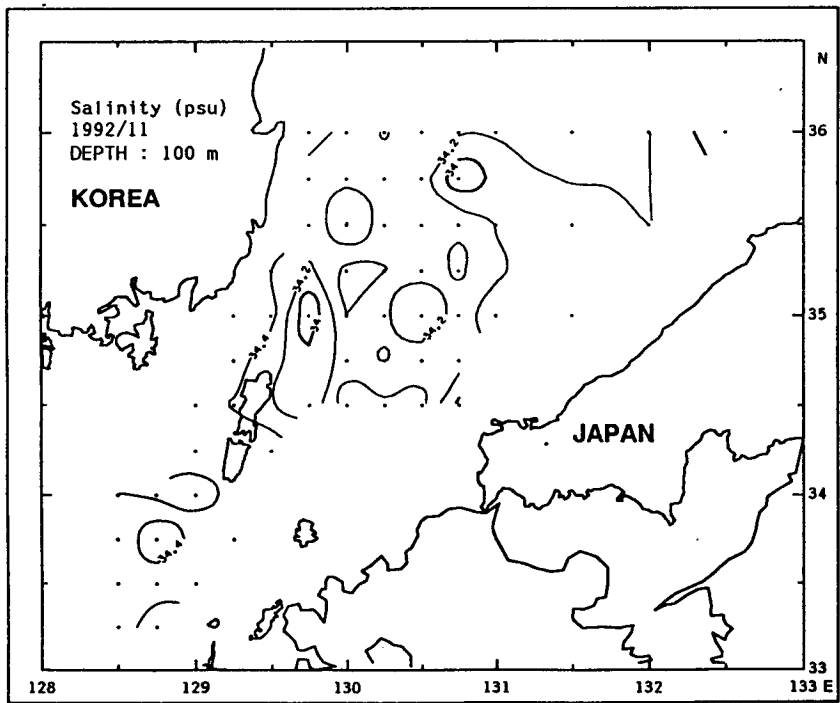
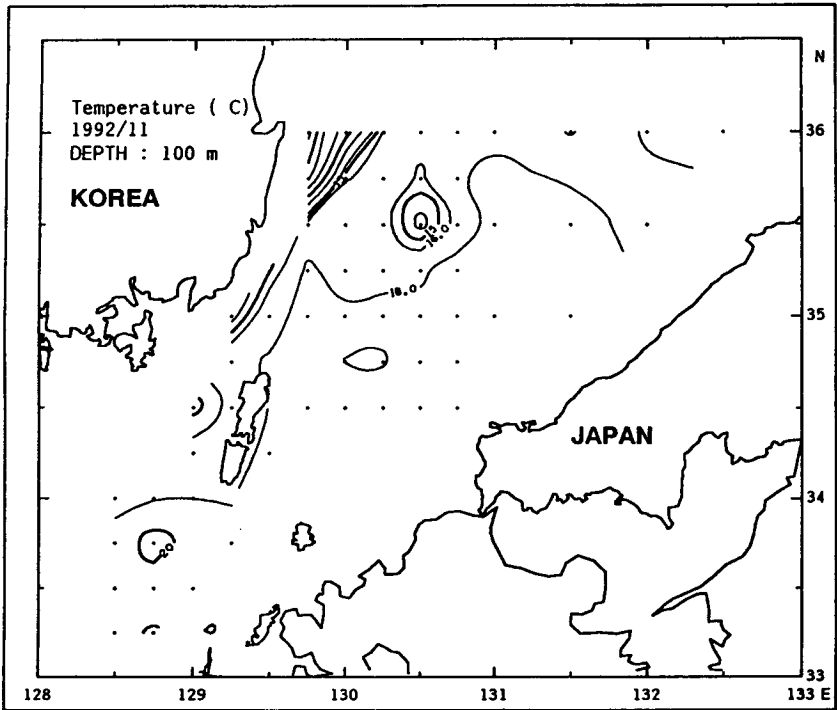


Fig. II-13. (Continued)

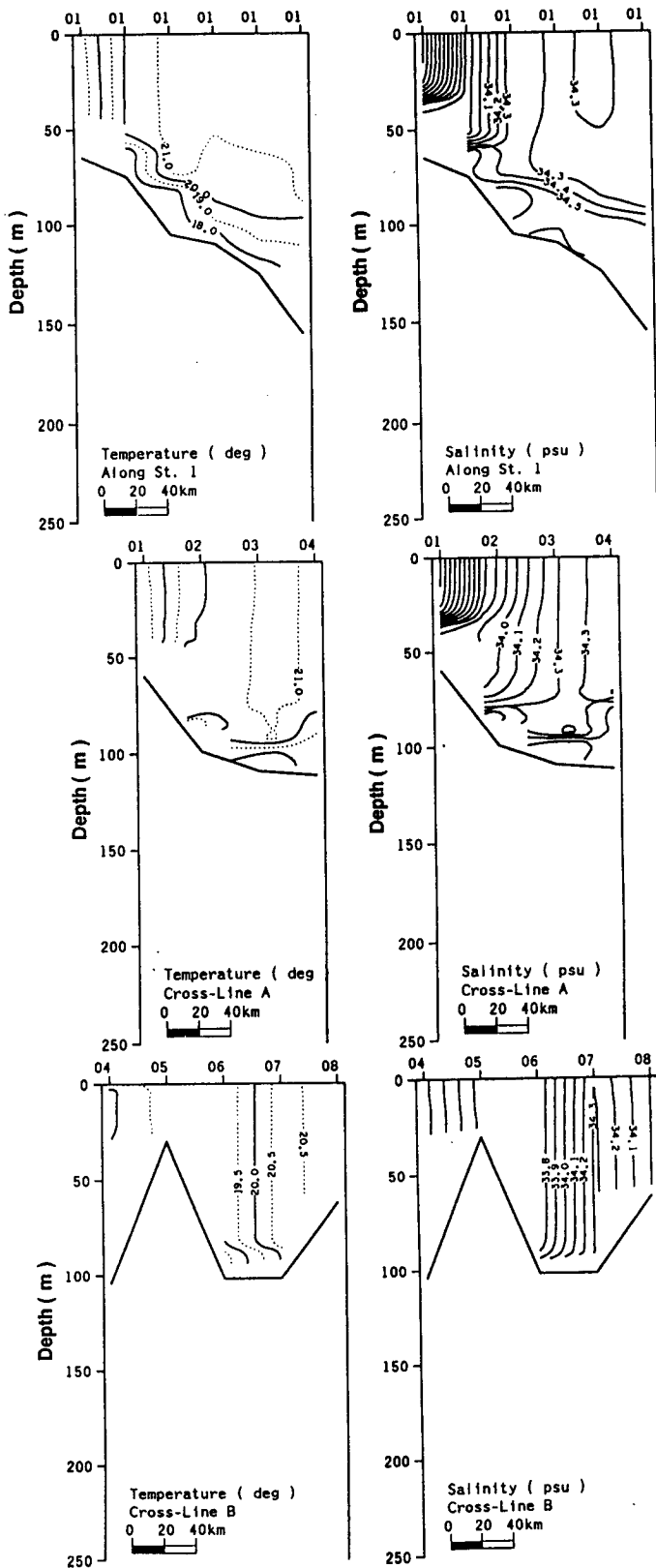


Fig. II-14. Vertical distributions of temperature and salinity along the cross-section of St. 1, section A and B and line 10 and 12 observed in the Korea Strait in November, 1992

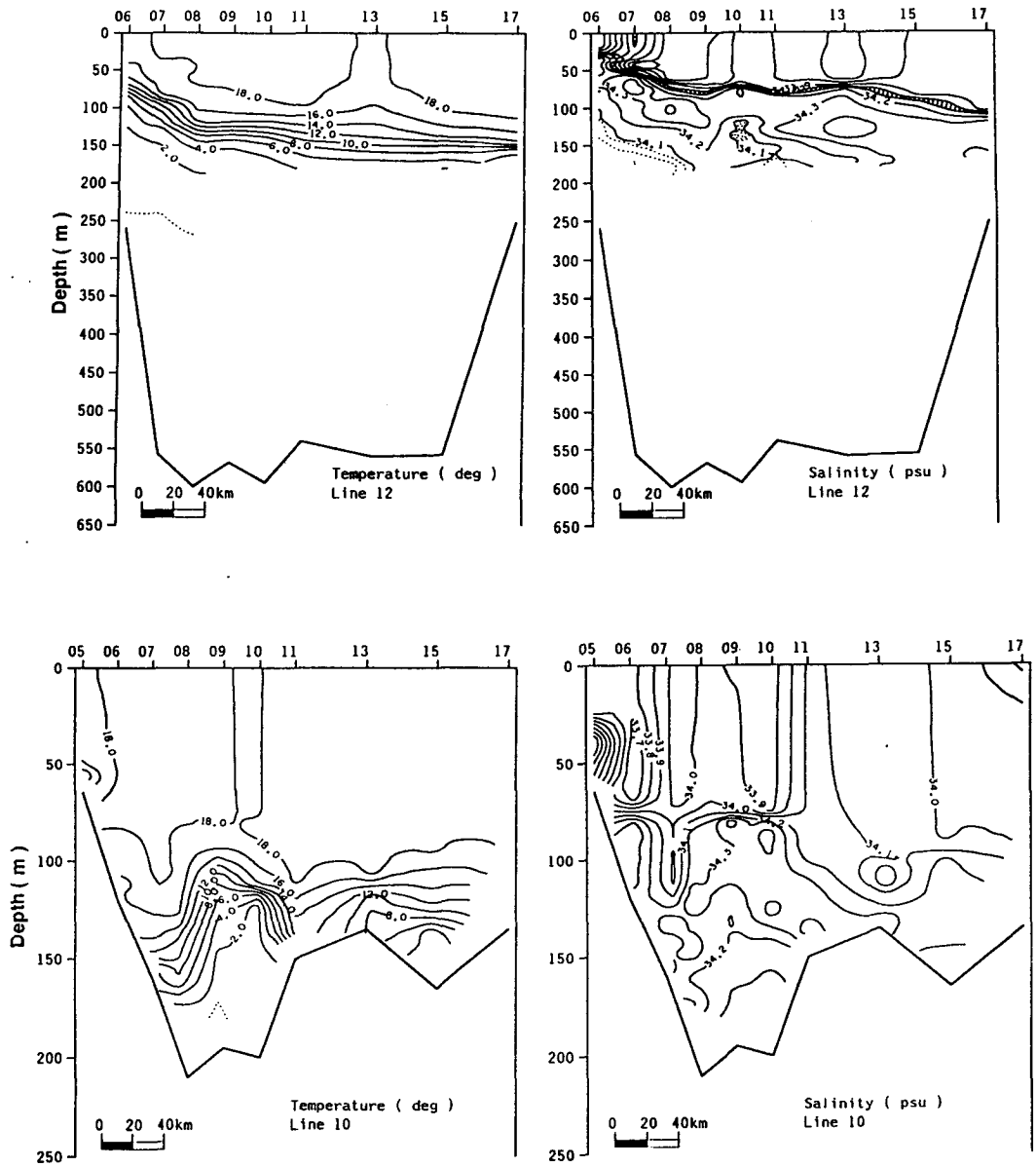


Fig. II-14. (Continued)



Fig. II-15. Trajectory of satellite-tracking drifter released in the Korea Strait in November, 1992

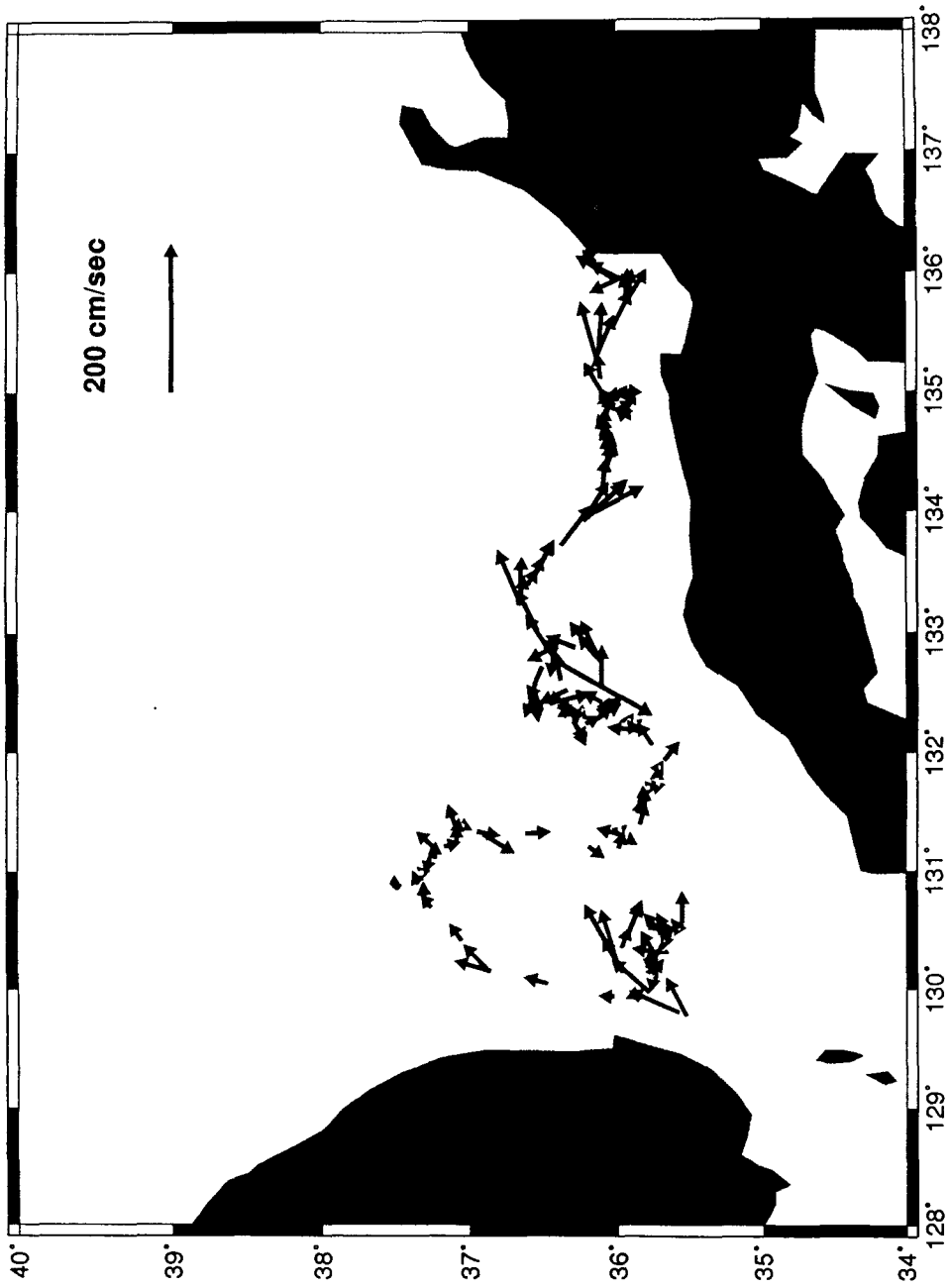


Fig. II-16. Instantaneous velocity of satellite-tracking drifter released in the Korea Strait in November, 1992

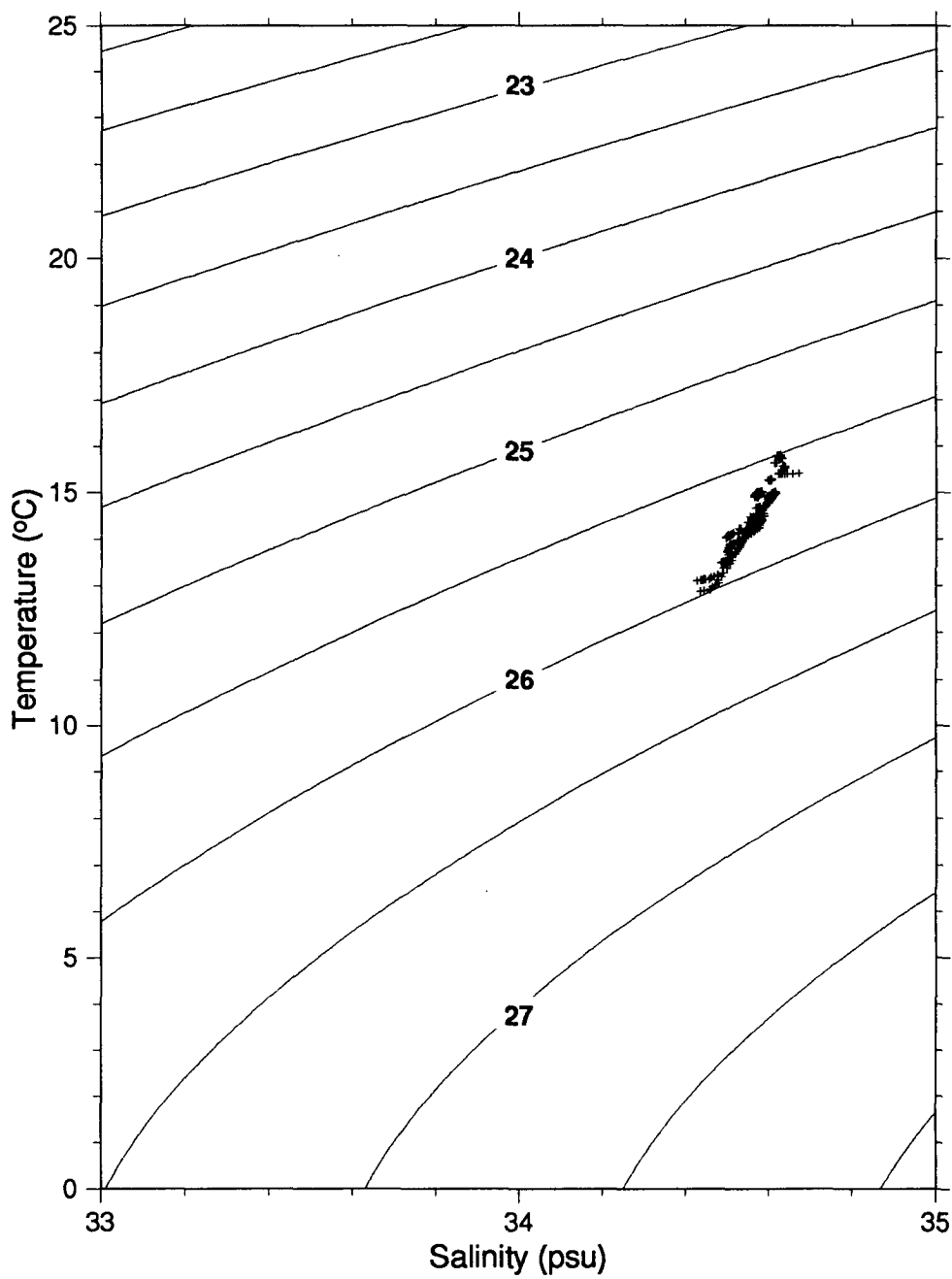


Fig. II-17. T-S diagram of the data observed in the Korea Strait in January, 1993

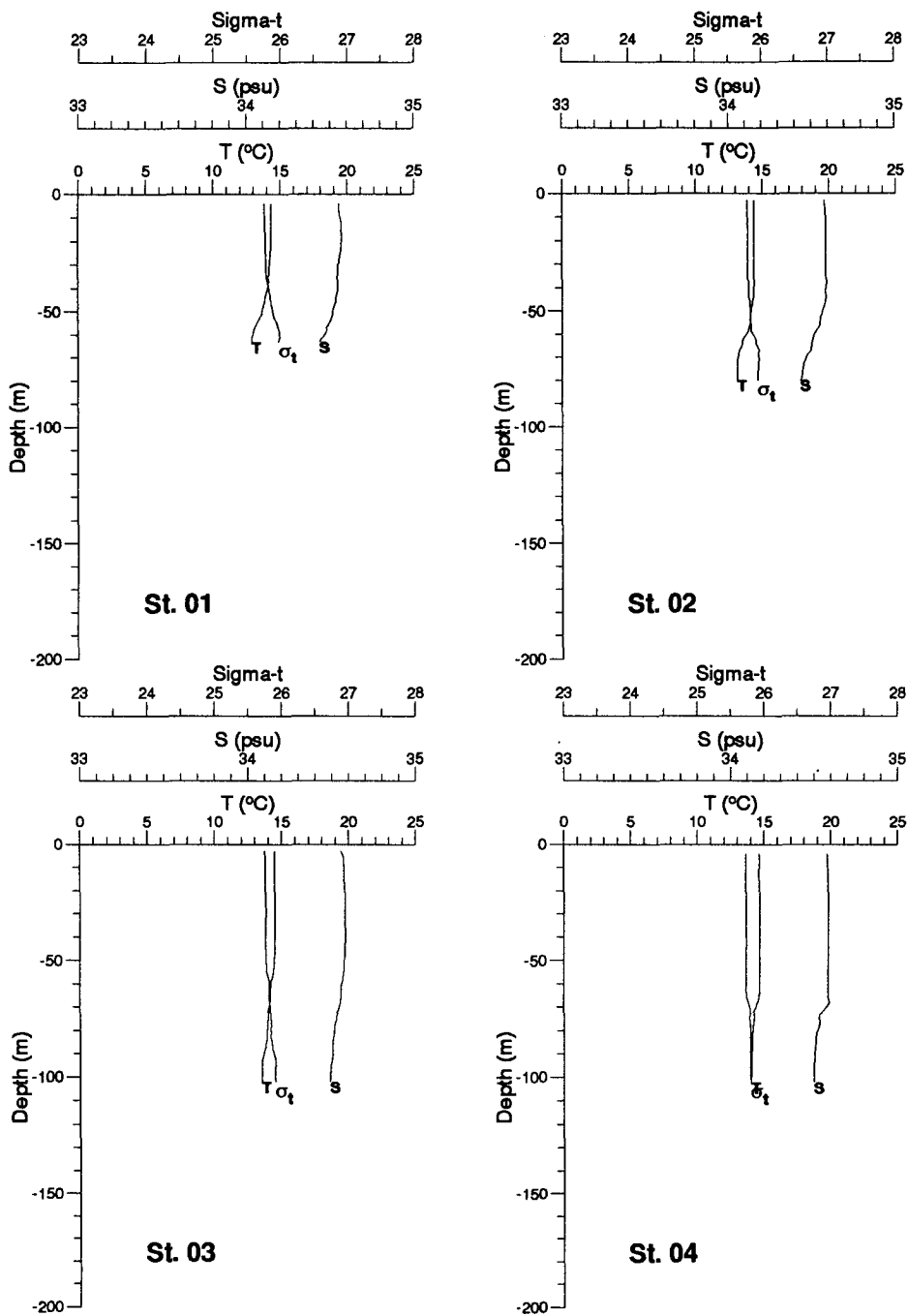


Fig. II-18. Vertical profiles of temperature, salinity and sigma-t at 20 stations observed in the Korea Strait in January, 1993

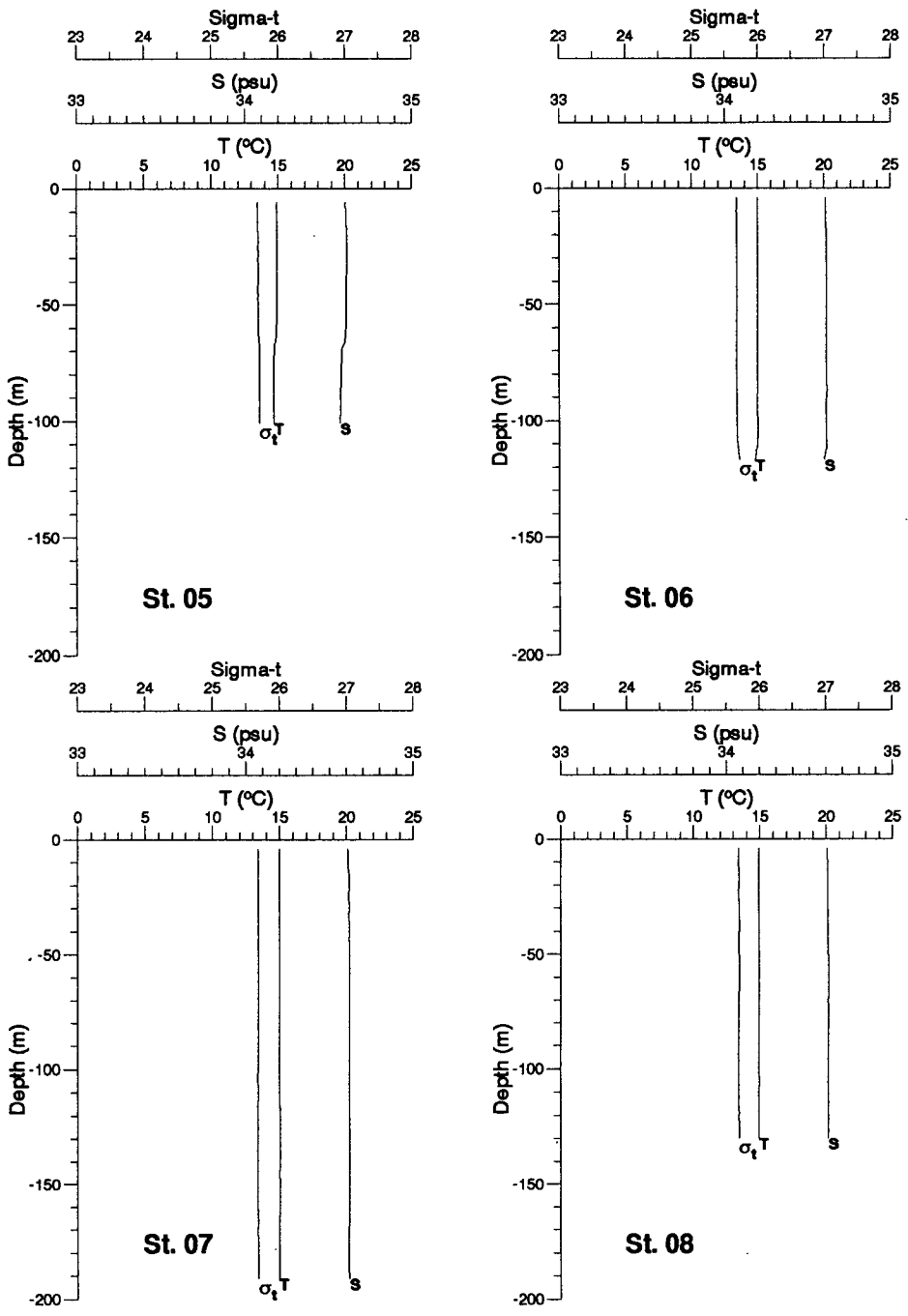


Fig. II-18. (Continued)

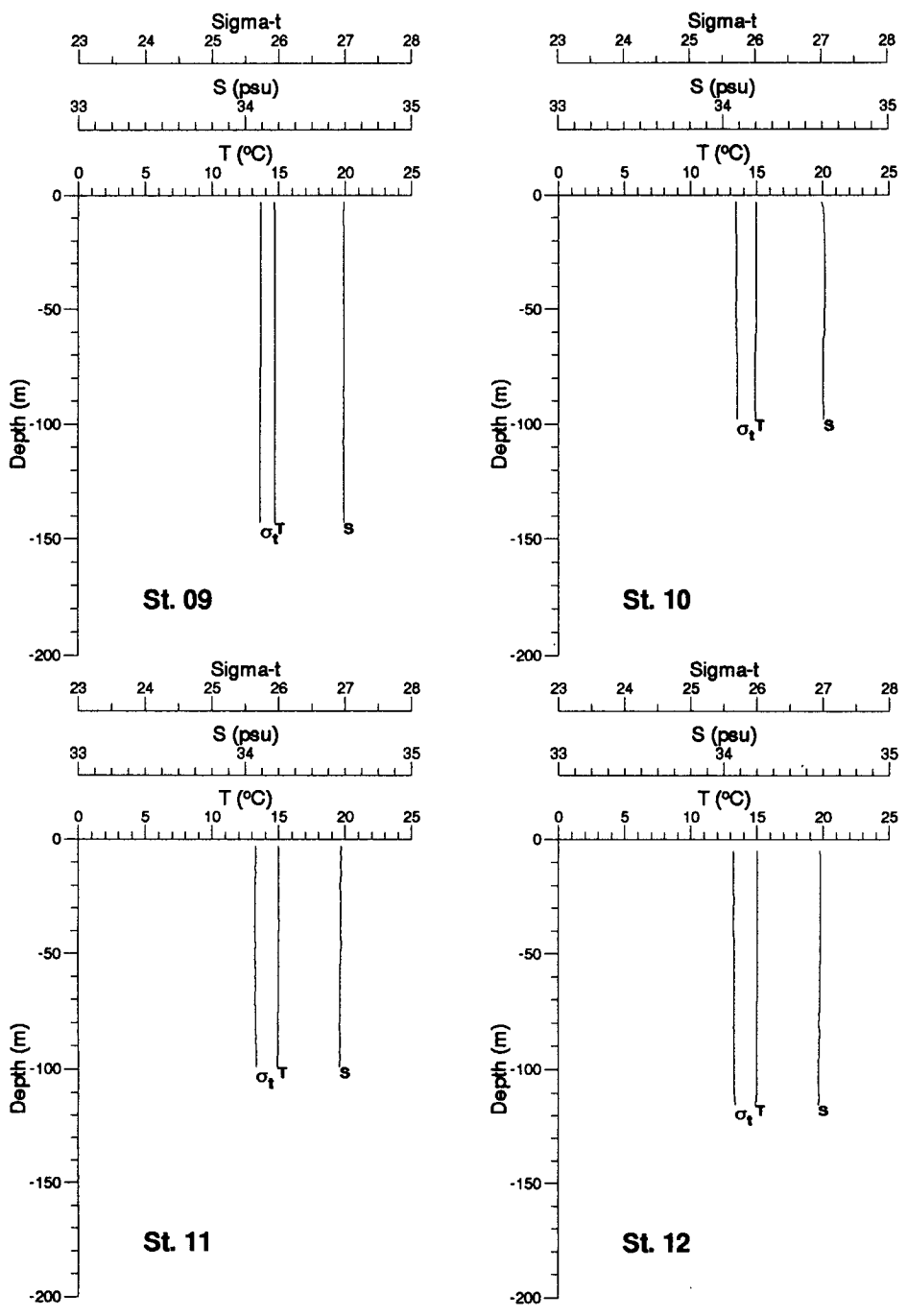
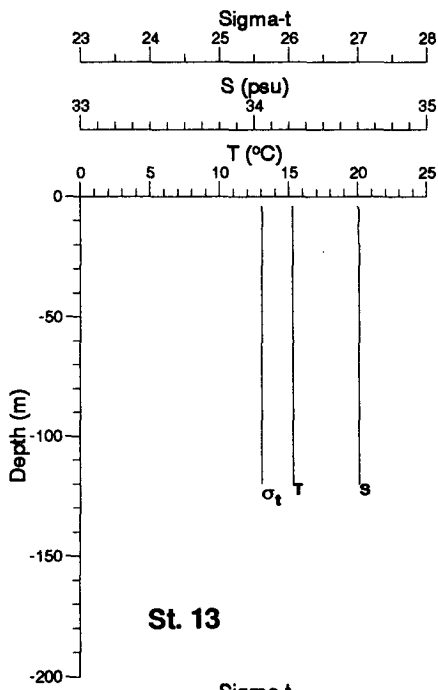
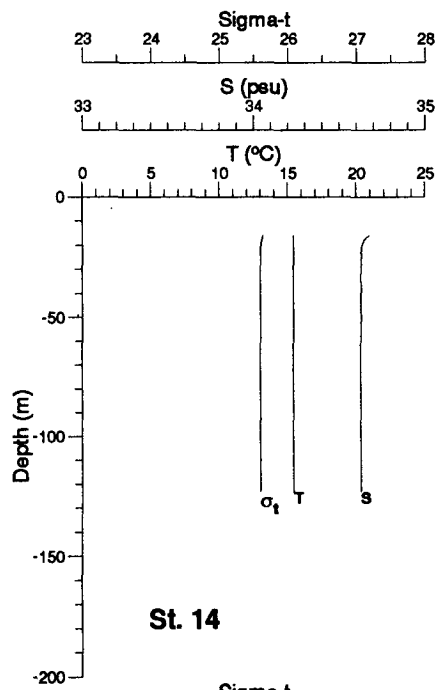


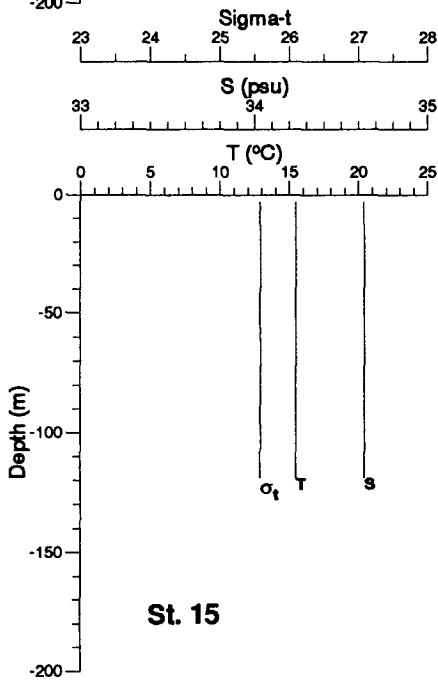
Fig. II-18. (Continued)



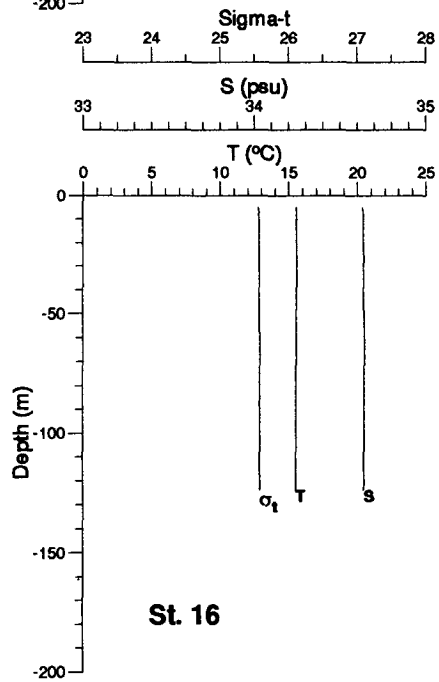
St. 13



St. 14

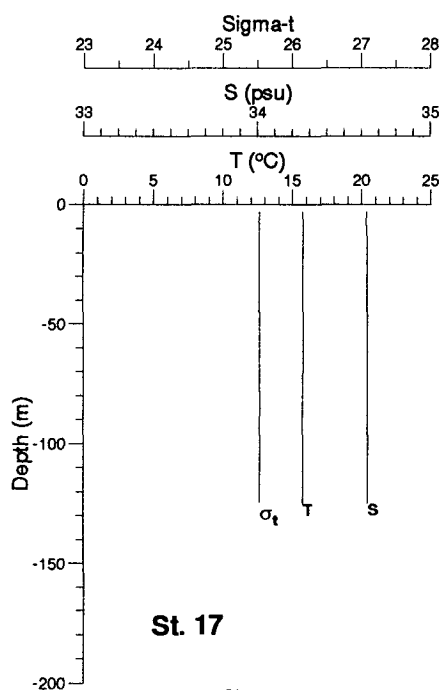


St. 15

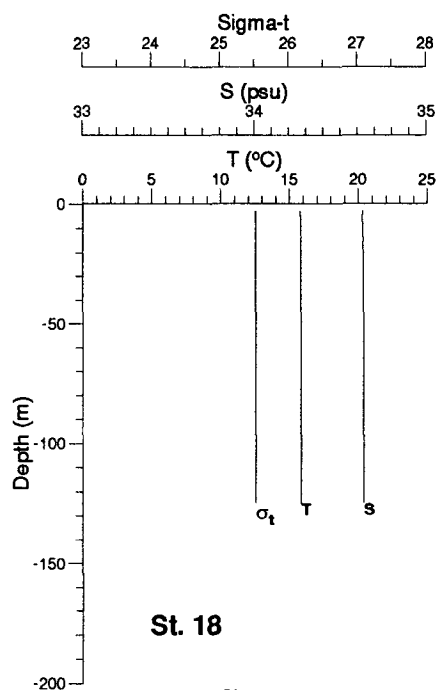


St. 16

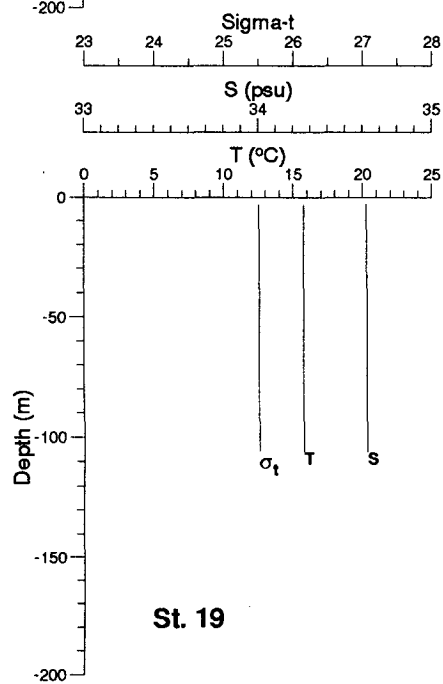
Fig. II-18. (Continued)



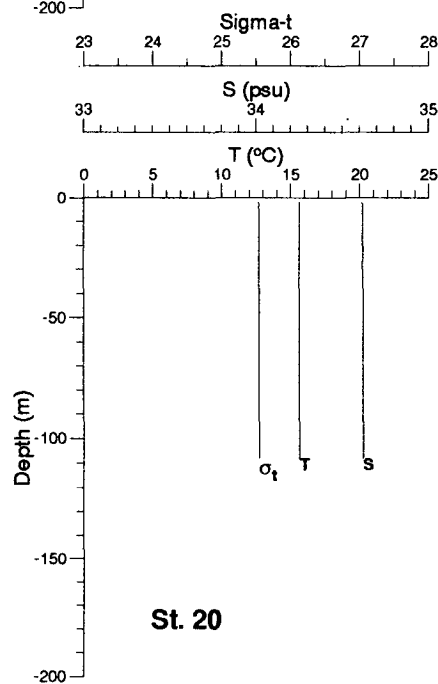
St. 17



St. 18



St. 19



St. 20

Fig. II-18. (Continued)

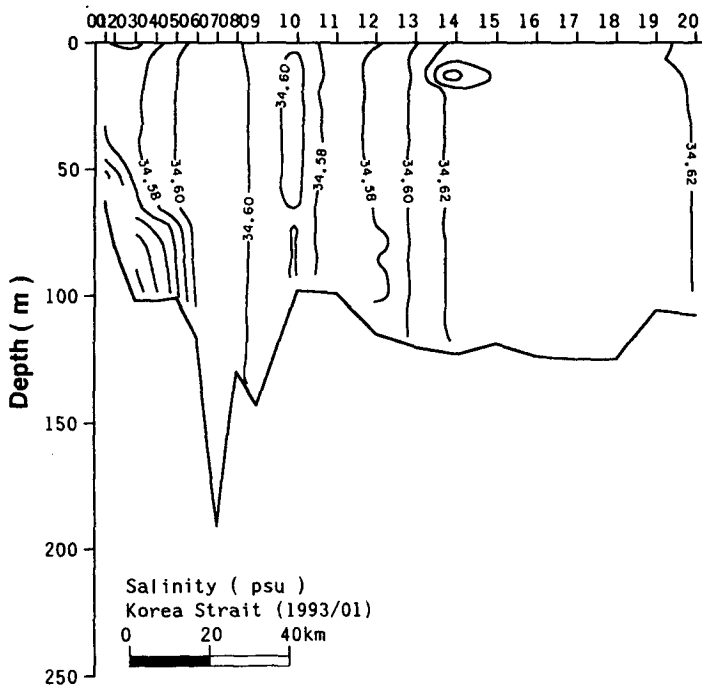
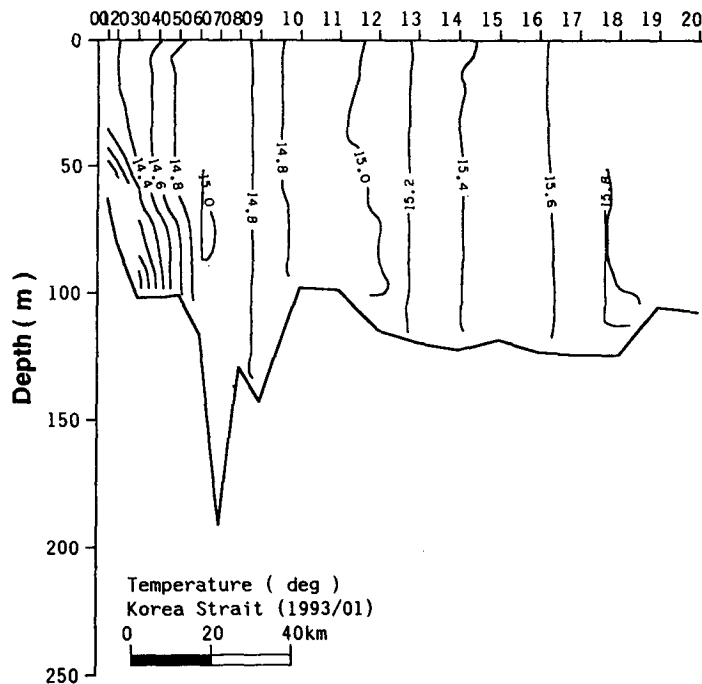


Fig. II-19. Vertical distribution of temperature and salinity along the cross-section of Pusan-Simonoseki line observed in the Korea Strait in January, 1993

第 III 章

化學海洋學分野

(STUDIES ON CHEMICAL OCEANOGRAPHY)

研究責任者：金銀洙

研究員：李壽珩

梁東範

吳在龍

姜聲炫

趙誠碌

金璟泰

朴善圭

金鐘根

梁成烈

黃鉉珉

鄭周暎

第 1 節 緒 說

東南海는 몇개의 水塊가 연직적으로 성층을 이루어 分布하고 있으며, 上部水層에는 大韓海峽으로부터 유입되는 大韓暖流水와 東海 沿岸을 따라 남하하는 北한 寒流水가 나타난다(金 等, 1991). 대마난류는 季節적으로 복잡한 변화를 가져오는 것으로 알려져 있으며, 특히 大韓海峽은 대마난류의 영향을 크게 받는데, 대마난류의 유입과 인근 육지에서의 陸水의 유입으로 鹽分變化가 크다. 이와함께 大韓海峽을 포함한 東南海域은 溶存酸素量, 營養鹽 및 微量金屬을 포함한 化學水質指數의 변화도 클 것으로 예상된다. 海水의 化學的 特性研究는 海洋生物資源의 利用 및 保護, 海洋環境 汚染防止를 위한 기초적 자료를 제공하는 重要한 수단이다.

東南海海水의 化學的 特性을 파악하기 위하여 一般水質指數로서는 海水의 溶存酸素量(DO)과 pH 등 海洋의 化學的 環境을 理解하기 위한 기본적인 항목들을 測定하였다. 營養鹽類로서는 窒酸鹽-窒素($\text{NO}_3\text{-N}$), 亞窒酸鹽-窒素($\text{NO}_2\text{-N}$), 磷酸鹽-磷($\text{PO}_4\text{-P}$), 硅酸鹽-硅素[$\text{Si(OH)}_4\text{-Si}$] 등 海洋의 一次生産者인 식물플랑크톤의 增殖에 制限因子가 되는 無機營養鹽의 含量을 조사하였다. 또한 식물플랑크톤의 光合成을 위해 필요한 색소인 클로로필을 測定하여 海洋의 生産力把握에 기초 자료가 되도록 하였다. 東南海의 重金屬 汚染把握을 위해서는 카드뮴(Cd), 구리(Cu), 납(Pb), 아연(Zn)의 농도분포를 表層海水에서 調査하였다.

第 2 節 調查 및 分析方法

1. 試料採取 및 保存方法

化學 分析을 위한 海水試料는 1993년 1월의 調査에서는 大韓海협의 釜山-下關定線 20개 정점의 표층과 湧水정점의 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200m에서, 1992년 5~6월과 11월의 조사에서는 大韓海협에서 위도 15', 經도 30' 간격으로, 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 700, 1000, 1500m에서 10l용 Niskin 採水器 24개가 부착된 Rosette 시스템을 사용하여 채수하였다. 5~6월의 調査에서 DO, pH 및 營養鹽 測定을 위한 시료는 각 정점의 전 수심에서, 클로로필 시료는 200m 水深까지, 重金屬 試料는 표층에서만 採水하였다.

溶存酸素量은 DO병에 고무관을 통하여 가장 먼저 採水하여 Winkler法에

의하여 船上에서 測定하였다. pH는 100 ml 폴리에틸렌 용기에 海水를 받아 pH meter로 測定하였다.

營養鹽 測定을 위한 試料는 船上에서 진공펌프를 사용하여 유리섬유필터 (Whatman GF/F, 직경 47 μ m)를 통하여 濾過한 후 濾液을 18 ml들이 폴리에틸렌 용기에 담아 -20 $^{\circ}$ C에서 冷凍 保管한 후 실험실로 옮겨서 測定하였다. 식물플랑크톤 色素는 해수 1-2l를 營養鹽과 같은 방법으로 濾過한 후 膜濾過紙를 알루미늄 호일로 싸서 -20 $^{\circ}$ C에서 冷凍 保管한 후 실험실로 옮겨서 측정하였다.

중금속 측정을 위한 표층 시료는 미리 酸으로 세척한 1l들이 폴리에틸렌병을 Tygon tubing을 사용하여 PVC 막대에 매달고 뚜껑을 열어 배가 조사정점에 서기 위해 속도를 약 1~2 노트로 낮출 때 채수하였다(Boyle et al. 1981). 採取된 試料는 酸으로 세척한 1l들이 폴리에틸렌병에 담고, 먼지가 묻지 않도록 폴리에틸렌 필름으로 포장한 후 船上에서 冷凍 保管하여 실험실로 옮겨서 녹인 다음, 미리 酸으로 세척한 pore size 0.4 μ m(직경 47mm)인 Nuclepore 膜濾過紙로 濾過한 후 濾液만을 분석하였다.

2. 分析 機器

- 가. Automatic Titrator : Metrohm Herisau Co. Multidosimet E.115
- 나. Autoanalyzer : Technicon AA II
- 다. UV-VIS Spectrophotometer : Milton Roy Spectronic-3000
- 라. pH Meter : Orion Model 920
- 마. Atomic Absorption Spectrophotometer : Varian Model 875
- 바. Carbon Rod Atomizer : Varian CRA-90

3. 分析方法

가. 溶存酸素量

평량병에 試料를 담은 후 곧바로 Winkler 법에 의하여 황산망간(II) 용액과 알칼리성 요오드화 칼륨용액을 넣고, 잘 흔들어서 溶存酸素를 固定시킨 후 조사선내 實驗室로 옮겼다. 試料에 황산을 가하여 酸性으로 만들어 이때 遊離되어 나오는 요오드를 자동적정기를 사용하여 0.02N-치오황산소다(sodium thiosulfate)로 逆適定한 후 용존산소량을 계산하였다.

나. pH

試料를 온도 $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ 에서 1시간 정도 방치한 후, 자석젓개로 試料를 저어주면서 온도보정이 가능한 pH meter를 사용하여 船上에서 測定하였다.

다. 溶存性 營養鹽類

溶存性(dissolved or filtered) 영양염은 Parsons *et al.* (1984)에 의거, 발색시켜 발색된 강도를 Technicon AA II 自動分析器를 사용하여 측정하였는데 分析方法은 다음과 같다.

1) 아질산염-질소($\text{NO}_2\text{-N}$)

試料에 sulfanilamide 용액과 N-(1-naphtyl)-ethylenediamine 용액을 가하여 아조 색소를 生成시켜 測定하였다. 아질산염이 酸性溶液中에서 방향족 제1아민(sulfanilamide)과 반응하여 생기는 디아민 화합물에 방향족아민을 가하여 커플링(coupling)시켜 생기는 디아조화합물의 赤色을 測定한다.

2) 질산염-질소($\text{NO}_3\text{-N}$)

試料를 Cd-column 에 通過시켜 아질산염으로 還元시킨 후 아질산염 분석때와 같은 방법으로 발색시켰다. 海水中の 질산염이 금속 구리를 입힌 카드뮴을 채운 칼럼을 通過시키면 정량적으로 아질산염으로 還元되는 것을 利用하는 것이다. 최초 試料에 含有되어 있는 아질산염은 보정한다. Cd-column은 입상의 카드뮴을 아세톤, 염산으로 깨끗히 씻은 다음 황산구리용액에 넣어 구리를 입힌 후, 공기와 接觸하지 않도록 해서 유리칼럼에 채운다.

3) 인산염-인($\text{PO}_4\text{-P}$)

Ammonium molybdate, potassium antimonyl tartrate와 황산의 混合試藥을 試料에 가하고 ascorbic acid로 還元하여 發色시켰다. 인산염은 산성용액중에서 몰리브덴산과 反應하여 황색의 몰리브덴산착염을 生成한다. 이것을 ascorbic산으로 還元하면 진한 靑色으로 發色되는데, 안티몬 이온이 共存하면 發色이 진하게 된다.

4) 규산염-규소[$\text{Si}(\text{OH})_4\text{-Si}$]

試料에 酸性 ammonium molybdate를 가하여 노란색의 silicomolybdate complex를 만든 후 oxalic acid와 ascorbic acid의 還元試藥을 가하여 靑色으로 發色시켰다. 규산염은 pH 1.2-1.5의 범위에서 몰리브덴산과

반응하여 황색의 폴리브덴산착염체를 形成한다. 이 착염체의 황색의 強度는 규산염의 농도에 비례하고, 적당한 환원제를 가하면 靑色으로 發色되는데 이것을 測定하면 感度を 높일 수 있다.

라. 클로로필-a

海水 2리터를 眞空펌프를 이용하여 유리섬유필터(Whatman GF/F)로 濾過하여 여과지에 채취된 시료를 90% 아세톤을 가하고, 20시간 동안 냉암소에 보관하여 플라크톤 色素를 抽出한 후 UV-VIS Spectrophotometer로 吸光度를 測定하였다. 吸光度는 480, 510, 630, 647, 664와 750 nm에서 1cm cell 을 사용하여 測定하였다. 클로로필-a 양은 Parsons *et al.* (1984)에 의거 計算하였다.

마. 重金屬

海水中的 重金屬은 Cd, Cu, Pb, Zn의 4원소를 조사하였는데, 무진실(clean bench)에서 시료를 DDTC-APDC-Freon 溶媒抽出法으로 해수중의 微量金屬을 抽出한 후, 비블꽃 원자흡광분광기를 이용하여 分析하였다. 각 원소의 측정 흡수파장은 Cd 228.8 nm, Cu 324.7 nm, Pb 283.3 nm, Zn 213.9 nm 이다.

第 3 節 結果 및 考察

1. 溶存酸素量

가. 1993年 1月 (定線調査)

1993년 1월의 정선조사에서의 용존산소량의 변화범위는 5.51~6.39ml/l로 1992년 4월의 5.55~6.40ml/l와 거의 같았다 (Fig. III-1). 4월의 調査와 다른점은 수층간의 濃度變化가 적고, 정점 1에서 일본쪽으로 갈수록 용존산소의 양이 減少한다는 것이다. 4월의 경우 클로로필-a의 양이 많은 곳에서 산소의 양이 增加하는 경향을 보였는데, 본 調査時期에는 光合成이 旺盛하지 않으므로 그러한 傾向은 보이지 않았다. 또한 4월의 경우 수층간의 용존산소량의 농도차가 나타났는데, 1월에는 거의 보이지 않았다. 이것은 CTD의 결과에서 알 수 있듯이 수층간의 鹽分과 溫度差가 없는 것에 일치한다. 一般的으로 海洋에서 용존산소의 垂直分布는 영양염과 거울에 비

친 모양의 傾向을 보이는데 본 조사에서는 나타나지 않았다. 이는 해수의 混合이 잘 이루어지고 있음을 나타낸다고 볼 수 있다.

나. 1992年 5-6月 (定點調査)

1992년 5월 정점조사에서 나타난 溶存酸素量은 4.52~6.38ml/l이었다 (Fig. III-2~8). 대기에서의 공급과 光合成으로 表層에서 50m 수심까지 비교적 높으며, 그 이하의 수심에서는 수심이 깊어짐에 따라 약간 낮게 나타나며, 깊은 水深에서 정점에 따라 비교적 높은 酸素濃度를 나타내는 수심층이 보였다. 수심에 따라 낮게 나타나는 것은 대기에서의 공급이 적고 光合成 대신에 유기물의 분해에 따른 酸素의 消費에 기인한다. 또한, 깊은 水深에서의 높은 값은 酸素가 풍부한 저층수의 공급과 관련이 있는 것으로 생각된다.

다. 1992年 11月 (定點調査)

1992년 11월의 정점조사에서 3.12~6.30ml/l의 變化를 나타냈다(Fig. III-9~15). 본 調査結果의 特徵은 100 또는 150m 수심에서 溶存酸素量의 극소층이 존재한다는 것이다. 해양에서 溶存酸素의 극소층은 上層에서의 酸素供給이 없고, 상층에서 생성된 유기물이 침강하면서 分解하는 수심에서 形成되는데, 이 海域에서는 봄철과 여름철에 表層에서 생성된 有機物이 100~150m 수심에서 分解가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

2. pH

가. 1993年 1月 (定線調査)

1993년 1월 정선조사에서 전 수층을 통한 pH의 變化範圍는 8.23~8.43으로 정점간의 변화와 수층별 변화는 거의 나타나지 않았다(Fig. III-16). 1986년과 1988년 남해조사의 결과를 보면 외양수의 영향을 많이 받는 제주도 東南海域이 연안수의 影響을 받는 제주서부해역에 비하여 높게 나타났는데, 본 조사의 pH범위는 이때 나타난 pH 범위와 비슷하다.

나. 1992年 5-6月 (定點調査)

1992년 5~6월의 정점조사에서 나타난 pH범위는 7.71~8.38이며, 表層에서 약간 높고, 水深이 깊어짐에 따라 낮게 나타났다(Fig. III-17~-23). 200m 水深 以下에서는 8.0 以下の 값을 나타내는데, 이것은 해양의 一般的인 현상으로 有光層 以下에서는, 表層에서 광합성에 의하여 吸收된 CO₂가 호흡에 의하여 CO₂가 放出되어 pH가 낮아지기 때문이다.

다. 1992年 11月 (定點調查)

1992년 11월의 정선조사에서는 季節적으로 수온약층의 消滅로 100m 水深까지는 5월의 조사결과 보다 均一하게 나타났으며, 200m 以下の 水深에서는 5월의 조사와 비슷하다. pH 變化범위는 7.75~8.38이었다. 100m 까지의 수심별 분포도는 Fig. III-24~30에 나타냈다.

3. 용존성 영양염류

가. 1993年 1月 (定線調查)

아질산염의 濃度는 0.23~0.65 μM 로, 1992年 4月 調查의 0.16~0.79 μM 과 비슷했으며 전 정점과 수심별로 농도의 變化를 보이지 않았다(Fig. III-31 참조). 一般적으로 海水에서의 濃度는 0.1 μM 이하로 낮으나 酸化環境이 還元環境으로 바뀌는 천이지역에서는 2 μM 이상으로 存在하며, 또한 沿岸이나 下水가 나오는 지역에서는 높은 농도를 나타낸다. 해양에서는 질산염의 양이 增加하고 암모니아의 양이 減少하는 境界部分 즉, 수온약층 바로 아래에서 최고 농도를 보인다. 본 조사시기에는 基礎生産力이 활발하지 않아 암모니아의 生成이 많지 않고, 수온약층이 소멸된 시기이므로 그러한 수층별 농도변화를 보이지 않는다. 1992년 4월조사에서는 表層에서 낮고 水深이 깊어질수록 높게 나타났는데, 이것은 동식물이나 배설물이 침강하는 과정에서 분해되어, 生成된 암모니아가 질산염으로 酸化되는 과정에서 아질산염이 生成($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$)되기 때문이다. 이 시기에 용존산소의 분포는 表層에서 높고, 水深이 깊을수록 낮게 나타났는데, 이것은 질산염이 산화되는 과정에서 소비된 것으로 생각된다. 그러나 본 조사에서는 水深에 따른 아질산염의 濃度變化가 없으며, 용존산소의 水深別 變化는 뚜렷하지 않았다.

질산염의 濃度變化 範圍는 5.53~10.11 μM 로, 1992년 4월조사에서 나타난 0.13~4.88 μM 보다 높게 나타났다(Fig. III-32). 이러한 현상은 계절적으로 基礎生産力이 떨어져 질산염의 소비가 줄어진 것에 기인한다. 表層에서의 濃度를 보면 대마도를 中心으로 서수로에서 동수로부터 높게 나타났다. 水深別 分布는 표층에서 약간 낮게 나타나고 있으며, 水深이 깊어질수록 조금씩 높아지고 있으나 농도차는 크지 않았다. 이것은 저층에서 供給되는 질산염이 表層에서 식물플랑크톤에 의해 消費되는 양이 극히 적은 것을 시사한다. 즉, 表層에서의 消費速度가 저층에서의 供給速度에 비하여 느리다. 一般적으로 海洋에서의 영양염의 分布는 여름의 경우, 표층과 저층의 온도차에 의하여 밀도차가 크게 되어 海水循環이 이루어지지 않으므

로, 저층에서의 영양염의 供給이 이루어지지 않아 상·하층간의 농도차가 커지고, 겨울에는 표층이 냉각되어 상하층의 密度差가 작아져, 상·하층간의 海水의 수직혼합이 잘 이루어지므로 하층에서 供給되는 영양염이 전 수층에서 나타난다. 한편, 부산항에서 가까운 정점 1에서 가장 높게 나타난 것은 隣近 陸上에서의 河川 및 大氣를 통한 供給에 의한 것이다.

인산염은 본 조사에서 $0.43\sim 0.70\mu\text{M}$ 로 전 정점간의 濃度差는 나타나지 않았다(Fig. III-33). 이 濃度는 1992년 4월조사의 $0.20\sim 0.70\mu\text{M}$ 과 유사하다. 정점 1에서 다른 정점에 비하여 $0.1\mu\text{M}$ 정도 높게 나타났으며, 水層別 濃度分布는 균일하게 나타났다. 정점1에서의 약간 높은 현상은 이 정점에서의 水溫과 鹽分이 다른 정점에 비하여 다른것과 일치한다. 즉, 육지에 인접한 지역으로 수온과 염분이 낮은 것으로 보아 陸水에 의한 影響으로 보인다. 1992년 4월의 경우에는 표층에서 약간 낮고, 水深이 깊을수록 높게 나타났는데, 이것은 表層에서 인산염이 消費되고, 저층에서 有機物의 分解에 따른 인산염의 供給이 이루어지고 있으며, 低層에서의 供給速度가 表層의 消費速度에 못미치거나 수온약층에 의하여 海水循環이 원활치 못한 것에 기인한다고 볼 수 있다. 그러나, 본 조사에서와 같이 水層別 濃度差가 없는 것은 표층에서 消費되는 양이 적고, 海水循環이 원활하기 때문으로 생각된다.

본 조사에서의 규산염의 濃度는 $7.49\sim 11.39\mu\text{M}$ 로 나타났으며, 정점 1에서 다른 정점에 비하여 약간 높게($11\mu\text{M}$) 나타났다(Fig. III-34). 水深이 깊어질수록 약간 높게 나타나는 곳도 있으나 전체적으로 水層別 농도차가 크지 않았다. 海洋에서의 규산염의 濃度變化는 육수유입, 堆積物에서의 供給과 규조류에 의한 소비에 의한이다. 규산염의 경우 육지에서 가까운 沿岸 海域에서는 陸水流入에 크게 影響을 받는데, 부산항에서 가까운 정점에서 다른 정점에서 보다 높은 것은 陸水流入에 의한 것으로 보인다. 용존규산염의 濃度는 규조류의 생산과 관계가 깊어서 햇빛이 강한 봄철과 여름철에는 低層에서의 供給이 잘 이루어지지 않으므로, 表層에서 최소치를 나타내는 것이 보통이다. 이와같은 사실은 1992년 4월조사에서 규산염의 濃度和 규조류의 세포수는 서로 역관계를 나타냈으며, 규조류의 세포수가 많았던 동수로의 표층에서 低層보다 $3\sim 4\mu\text{M}$ 정도 낮게 나타난 것으로 알 수 있다. 그러나 본 조사에서 나타난 바와같이 겨울철에는 봄철이나 여름철에 비하여 基礎生産力이 낮으며, 상·하층간의 海水循環이 원활하므로 水層間的 濃度差가 거의 나타나지 않고, 다른 季節에 비하여 최고치를 나타내며, 濃度變化 範圍도 크지 않다. 1992년 4월의 조사에서의 규산염의 濃度は $2.78\sim 9.93\mu\text{M}$ 이었다.

나. 1992年 5-6月 (定點調査)

아질산염의 濃度變化는 0.14~0.96 μM 로 전체적으로 變化가 크지 않았다 (Fig. III-35~41). 위에서 기술한 바와 같이 아질산염은 수온약층이 形成되는 수층에서 增加하는데, 본 조사에서도 50m 수층에서 최대치를 보이고 있다. 表層에서는 陸地에 가까운 정점 0609에서 0.93 μM 로 다른 정점에 비하여 높는데, 이것은 다른 영양염의 농도가 높은 것으로 보아 陸水의 影響으로 보인다.

질산염은 0.01~26.22 μM 로 表層에서 매우 낮은 濃度를 나타냈다(Fig. III-42~48). 表層에서의 濃度變化는 0.08~1.05 μM 이었다. 低層에서는 有機物의 分解에 의하여 供給되는 질산염으로 인하여 수심이 깊어질수록 높게 나타났으며, 150m 이하의 수심에서는 10 μM 이상의 濃度를 나타냈다.

인산염은 0.14~2.81 μM 의 濃度分布를 나타냈다(Fig. III-49~55). 表層에서의 濃度分布는 0.14~0.70이며, 정점 1110의 1000m 水深에서 2.81 μM 로 最高濃度를 나타냈다.

규산염은 1.20~65.17 μM 의 농도분포를 나타냈다(Fig. III-56~62). 인산염과 마찬가지로 깊은 水深에서 높게 나타났다. 정점 1207의 1500m에서 65.17 μM 로 최고치를 나타냈다. 表層에서의 濃度分布는 0.97~6.33 μM 이었다.

다. 1992年 11月 (定點調査)

아질산염의 濃度分布는 0.07~2.73 μM 으로 5~6월의 조사보다 약간 높게 나타났다 (Fig. III-63~69). 表層에서의 濃度分布는 0.19~1.18 μM 이었다. 5~6월의 조사에서와 같이 일률적인 50m 부근에서의 최대치는 보이지 않았다.

질산염의 농도분포는 0.21~27.51 μM (Fig. III-70~76)이었다. 水深이 깊어질수록 높은 농도를 보였으며, 정점 1207의 1000m층에서 27.51 μM 로 최고치를 보였다. 表層에서의 농도 분포는 0.33~3.62 μM 로 5~6월의 조사보다 높게 나타나 봄철보다 플랑크톤에 의한 질산염의 소비가 줄어든 것을 알 수 있다.

인산염은 0.32~3.53 μM 의 濃度變化를 나타냈으며, 表層에서의 濃度分布는 0.32~0.59 μM 이다(Fig. III-77~83). 表層에서의 濃度는 5~6월의 조사시보다 약간 높게 나타났다.

규산염의 濃度는 1.45~62.80 μM 로 나타났으며, 표층에서의 농도분포는 2.08~6.50 μM 이다(Fig. III-84~90). 정점 1213의 1000m 水深에서 62.80 μM 로 최고치를 나타냈다. 전체적으로 150m 수심 이하에서 높게 나타났다.

4. 클로로필-a

가. 1993년 1월 (定線調査)

1993년 1월의 정선조사에서 나타난 클로로필-a의 分布는 $0.04 \sim 0.17 \mu\text{g/l}$ 로 매우 낮으며, 水層間의 濃度差는 뚜렷하지 않았다(Fig. III-91). 일반적으로 클로로필의 양은 빛이 充分하고, 수온약층이 形成되어 低層으로부터의 營養鹽 供給이 이루어지지 않는 경우, 表層의 영양염 缺乏으로 식물플랑크톤이 수온약층 부근으로 이동하므로 수온약층 부근에서 최대치를 나타내는데, 表層水溫이 내려감에 따라 수온약층이 消滅되면 이러한 클로로필의 最大值를 나타내는 현상은 없어진다. 1992년 4월의 調査에서는 20~30m 水層에서 최대치를 나타냈으며, 1988년 2월의 南海海域에서는 $0.19 \sim 0.68 \mu\text{g/l}$ 의 濃度를 나타냈다.

나. 1992년 5-6월 (定點調査)

1992년 5월 정점조사에서 클로로필-a의 양은 $0.04 \sim 6.73 \mu\text{g/l}$ 이었다(Fig. III-92~98). 表層과 얇은 水深에서 높고, 沿岸쪽에서 外洋쪽보다 비교적 높게 나타났는데, 外洋에서의 表層에서는 $0.1 \sim 0.3 \mu\text{g/l}$ 로 나타났다. 정점 1005에서 表層과 10m 수심에서 6.37과 $6.73 \mu\text{g/l}$ 로 매우 높게 나타났는데, 이것은 높은 용존산소량 ($6.10, 6.09 \text{ml/l}$)로 보아 이 地域에서 陸水의 影響 등으로 플랑크톤의 異常 增殖이 일어났던 것으로 判斷된다. 이 현상은 정점 0803의 표층과 10m에서의 용존산소량($6.38, 6.02 \text{ml/l}$)과 클로로필($3.42, 1.83 \mu\text{g/l}$)과의 관계에서도 알 수 있다.

다. 1992년 11월 (定點調査)

1992년 11월의 정점조사의 클로로필-a의 分布는 $<0.01 \sim 1.81 \mu\text{g/l}$ 로 5월 調査에서보다 전체적으로 낮게 나타났다(Fig. III-99~105). 역시 沿岸쪽에서 비교적 높고, 外洋에서는 낮았다. 外洋에서는 表層에서도 $0.1 \mu\text{g/l}$ 이하인 곳이 많았다.

5. 重金屬

가. 1993년 1월 (定線調査)

1993년 1월 大韓海峽 表層水中의 카드뮴, 구리, 납, 아연의 濃度는 각각 $0.004 \sim 0.016 \mu\text{g/l}$, $0.03 \sim 0.13 \mu\text{g/l}$, $0.010 \sim 0.028 \mu\text{g/l}$, $0.05 \sim 0.30 \mu\text{g/l}$ 의 範圍로 1992년 4월의 조사값과 비슷하다(각 등 1992). 카드뮴의 경

우만 大韓海峽 동수도보다 서수도에서 약간 높으며 나머지 重金屬은 뚜렷한 變化를 보이지 않았다.

나. 1992年 5-6月 (定點調查)

1992년 5~6월 調查한 東南海域 表層海水中的 카드뮴과 구리의 농도는 각각 $0.004\sim 0.016\mu\text{g/l}$ 와 $0.06\sim 0.35\mu\text{g/l}$ 의 範圍로 分布하고 있다(Fig. III-106, 107). 카드뮴의 경우 한국과 일본 연안부근의 정점 0702, 0803, 0813, 1005에서 약간 높은 농도를 나타내었으며, 구리의 경우도 카드뮴과 마찬가지로 沿岸附近 정점에서, 그리고 南部海域보다 北部海域에서 다소 높은 濃度를 나타내었는데 이것은 대마난류가 東海로 流入하기 전인 南部海域이 北部海域보다 육상유입원에 의한 影響을 적게 받기 때문이라 생각된다.

납과 아연의 濃度는 각각 $0.016\sim 0.062\mu\text{g/l}$, $0.08\sim 0.71\mu\text{g/l}$ 의 分布를 나타냈으며(Fig. III-108, 109), 납과 아연 모두 南西海域에서 다소 낮게 나타났을 뿐 海域에 따른 濃度變化 樣相은 나타나지 않았는데, 납의 경우는 주로 大氣를 통하여 海洋으로 流入되기 때문에 그 分布가 산란되었다고 생각된다.

다. 1992年 11月 (定點調查)

1992년 11월에 調查한 카드뮴과 구리의 濃度는 각각 $0.005\sim 0.017\mu\text{g/l}$, $0.05\sim 0.59\mu\text{g/l}$ 로 카드뮴은 1992년 5~6월 調查와 비슷한 농도범위이며, 한국과 일본 沿岸附近 정점인 0409, 0601, 1005와 중앙부인 0807, 0809에서 다소 높고 전반적으로 南部海域보다 北部海域에서 높은 농도를 나타냈다(Fig. III-110, 111). 구리의 경우는 1992년 5~6월 조사보다 높은 濃度범위이며, 沿岸附近 정점보다 중앙부에서, 南部보다 北部海域에서 높게 나타났다.

납과 아연의 濃度는 각각 $0.022\sim 0.068\mu\text{g/l}$, $0.11\sim 0.80\mu\text{g/l}$ 로 1992년 5~6월 조사와 비슷하며 濃度分布 樣相은 매우 複雜하다(Fig. III-112, 113).

3회에 걸친 東南海域의 調查에서 나타난 重金屬 濃度變化는 Cd $0.004\sim 0.017\mu\text{g/l}$, Cu $0.03\sim 0.59\mu\text{g/l}$, Pb $0.01\sim 0.068\mu\text{g/l}$, Zn $0.05\sim 0.80\mu\text{g/l}$ 이며, 이 濃度는 1986~1990년 사이에 南海海域에서 觀測된 Cd($0.005\sim 0.027\mu\text{g/l}$), Cu($0.03\sim 0.72\mu\text{g/l}$)의 濃도와 비슷하고, Zn의 농도($0.03\sim 0.40\mu\text{g/l}$) 보다는 높게 나타났다. 한편, Pb은 南海海域에서 $0.1\mu\text{g/l}$ 이상의 높은 濃度를 나타낸 일부 지역을 除外하고는 비슷한 濃度分布를 나타냈다(南等 1987, 1988, 1989, 郭 등 1990). 또한, 東南海域의 Cd의 濃度는 태

평양, 대서양 및 북해에서 측정된 표층해수의 평균 濃度範圍인 $<0.001 \sim 0.024 \mu\text{g/l}$ (Balls 1985, Notling 1986)와 비슷하고, Pb은 북해및 대서양의 $0.03 \sim 0.06 \mu\text{g/l}$ (Notling 1986)와 비슷하다. 그러나, 태평양, 대서양 및 북해의 Cu의 농도($0.06 \sim 0.22 \mu\text{g/l}$, Balls 1985, Notling 1986) 보다 높게 나타났다. Zn의 농도는 인도양에서의 濃度($0.06 \sim 0.20 \mu\text{g/l}$, Saager et al. 1992) 보다 크게 높은데, 본 조사에서의 採水方法에 問題가 있지 않은가 생각된다.

參 考 文 獻

- 郭熙相 等. 1990. 韓國海域 綜合海洋資源圖 作成研究 -南海(最終年度)-. 海洋研究所 報告書, BSPG 00116-313-3.
- 郭熙相 等. 1992. 韓國海域 綜合海洋資源圖 作成研究 -大韓海峽(一次年度)-. 海洋研究所 報告書, BSPG 00159-463-3.
- 金 等. 1991. 대마暖流의 物理·生物·化學의 特性 및 東海의 海水 循環. KOSEF 870616.
- 南基樹 等. 1987. 韓國南海 綜合海洋資源圖 作成研究 -南海(豫備調查)-. 海洋研究所 報告書, BSPG 00046-163-7.
- 南基樹 等. 1988. 韓國南海 綜合海洋資源圖 作成研究 -南海(二次年度)-. 海洋研究所 報告書, BSPG 00062-200-7.
- 南基樹 等. 1989. 韓國南海 綜合海洋資源圖 作成研究 -南海(三次年度)-. 海洋研究所 報告書, BSPG 00091-251-7.
- Balls, P. W. 1985. Trace metals in the northern North Sea. Mar. Pollu. Bull. 16:203-207.
- Boyle, E. A., S. S. Husted, and S. P. Jones. 1981. On the distribution of copper, nickel, and cadmium in the surface waters of the North Atlantic and North Pacific Ocean. J. Geophys. Res. 86:8048-8066.
- Notling, R. B. 1986. Copper, zinc, cadmium, nickel, iron and manganese in the southern bight of the North Sea. Mar. Pollu. Bull. 17: 113-117.
- Parsons, T. R., Y. Maita and C. M. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, Oxford, U. K.
- Saager, P. M., H. J. W. De Baar and J. Howland. 1992. Cd, Zn, Ni and Cu in the Indian Ocean. Deep-Sea Res. 39:9-35.

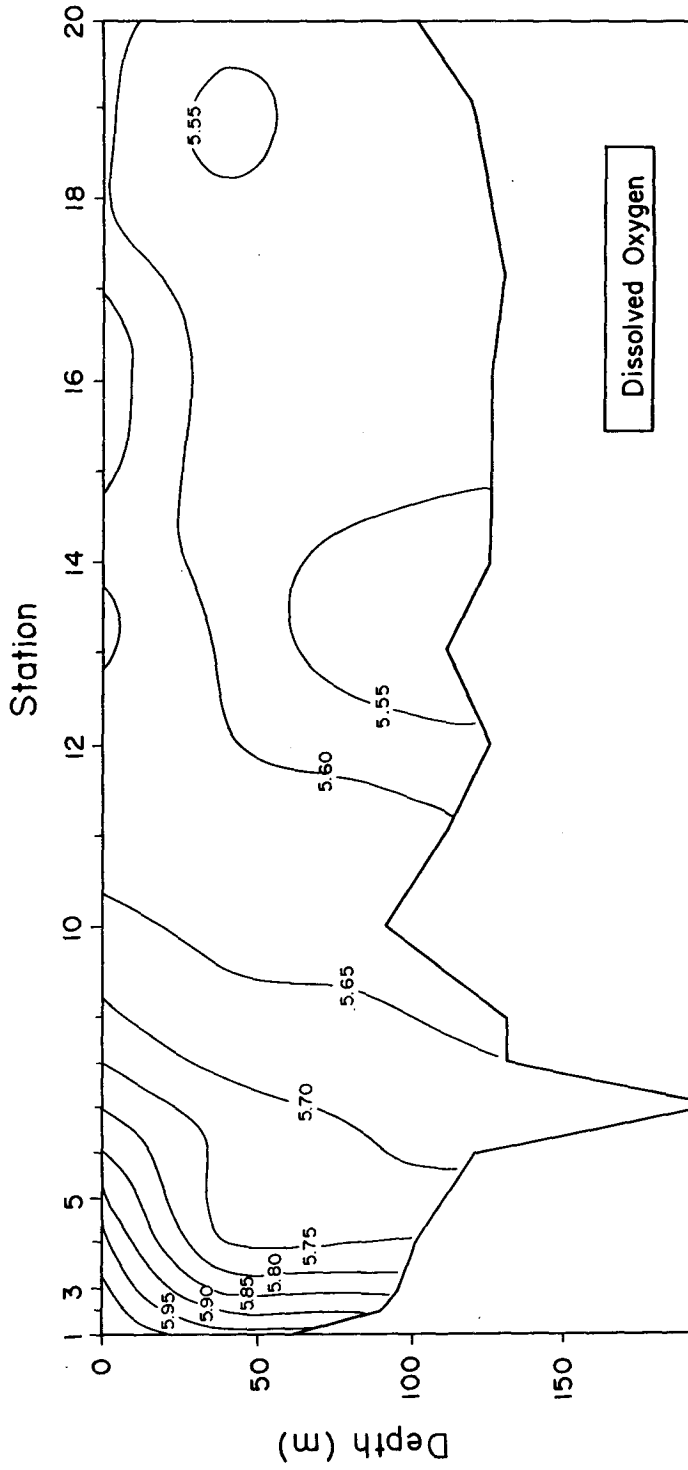


Fig. III-1. Vertical distribution of dissolved oxygen in the Korea Strait in January, 1993 (mg/l)

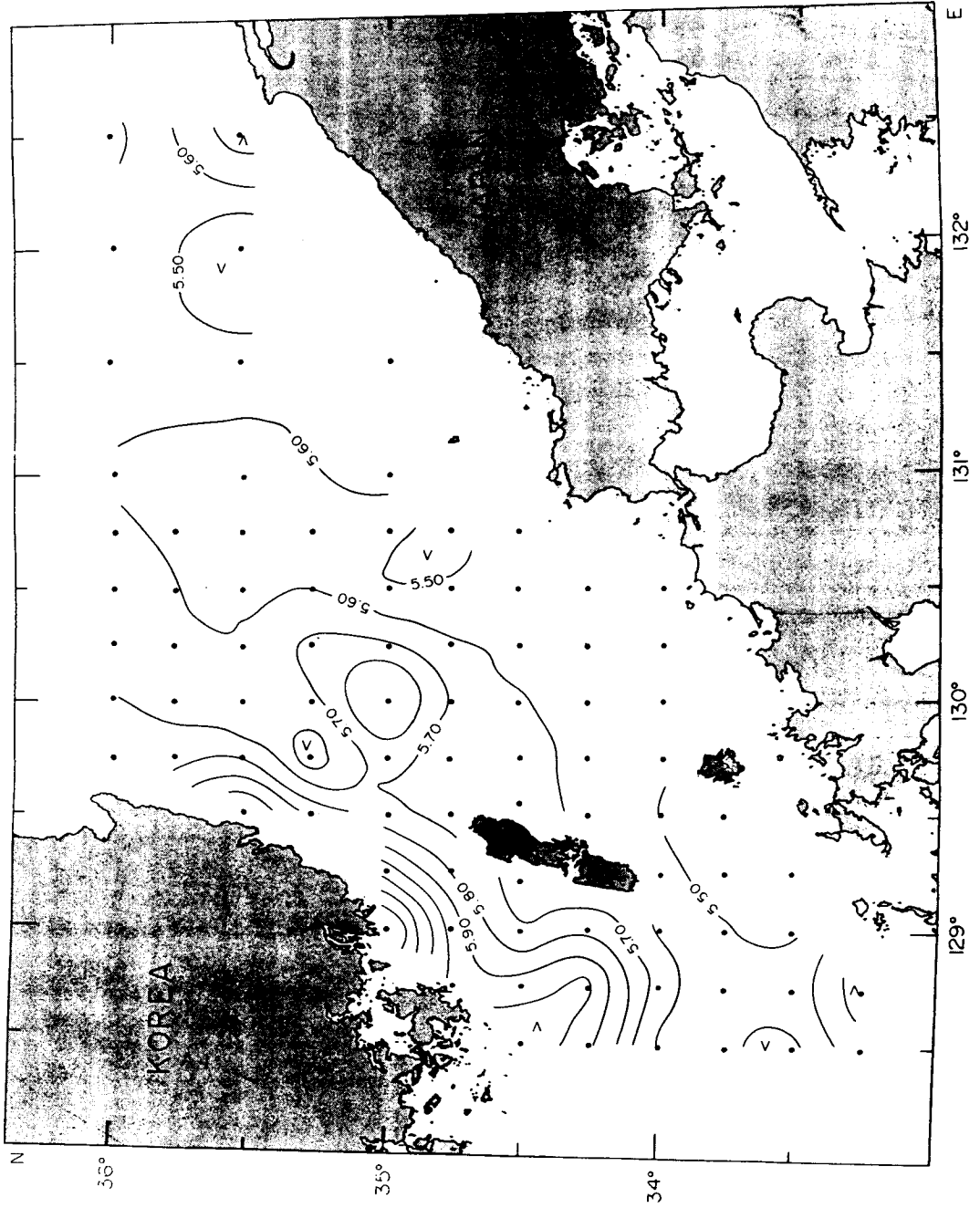


Fig. III-2. Distribution of dissolved oxygen in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 (ml/l)

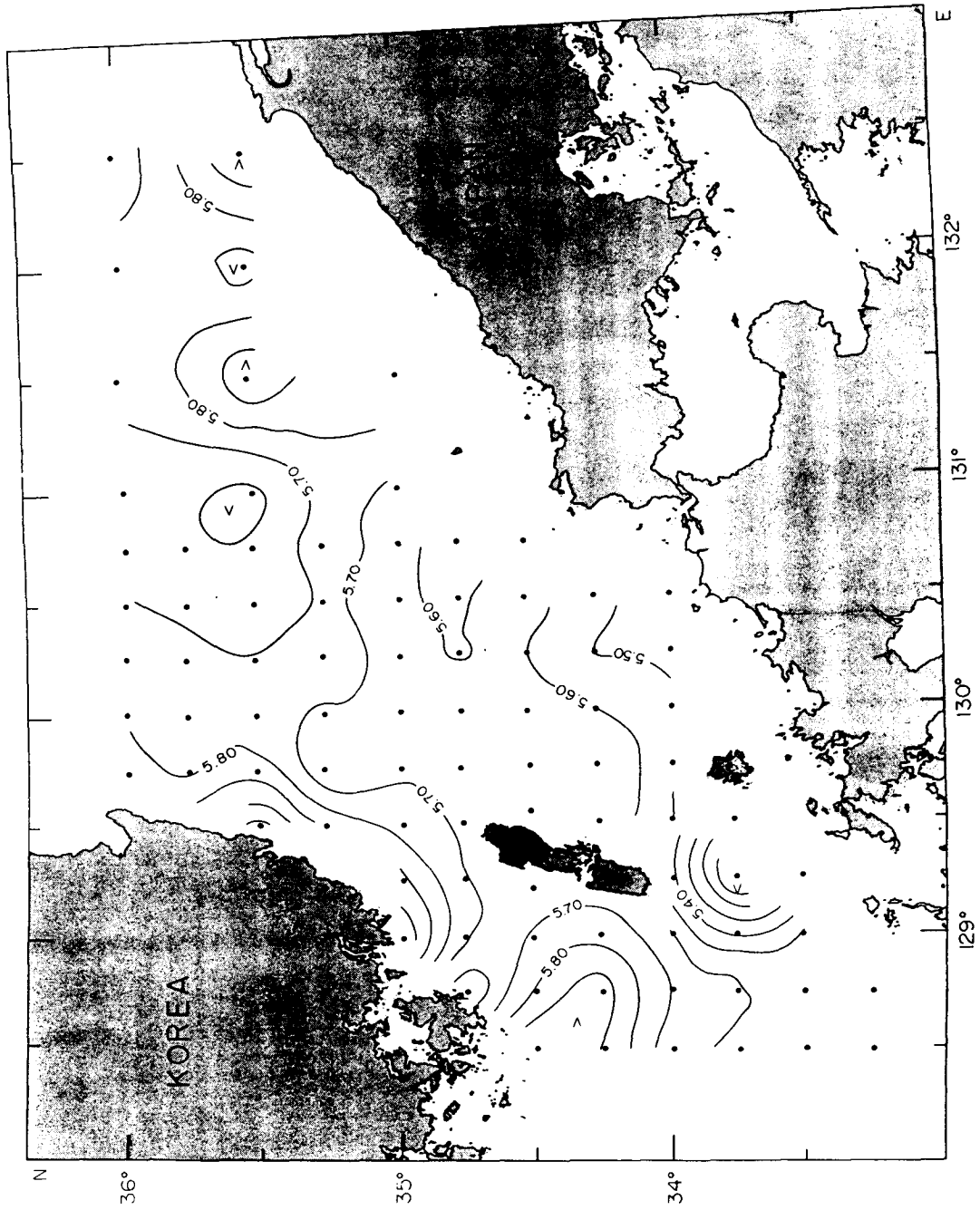


Fig. III-3. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992 (ml/l)

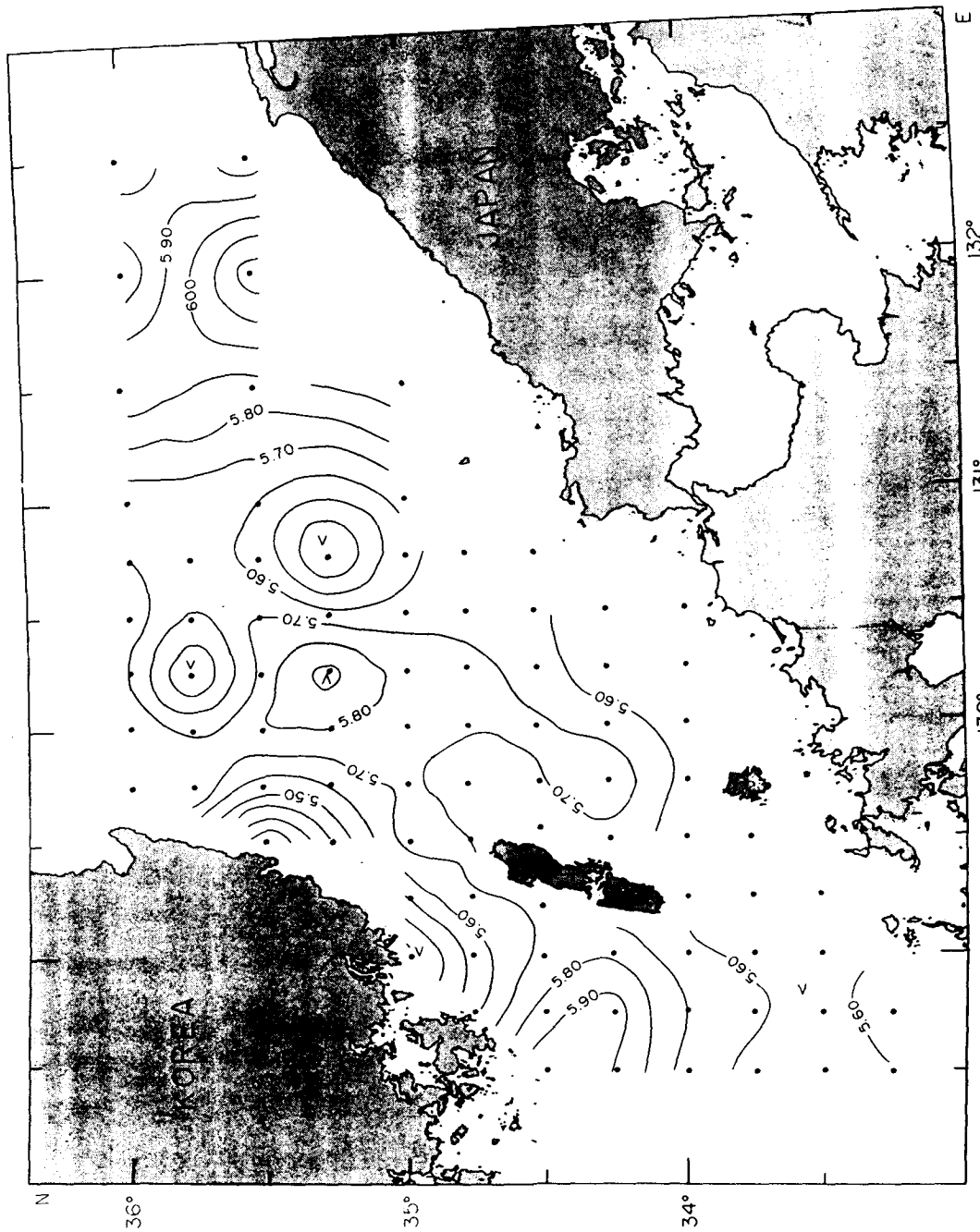


Fig. III-4. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992 (ml/l)

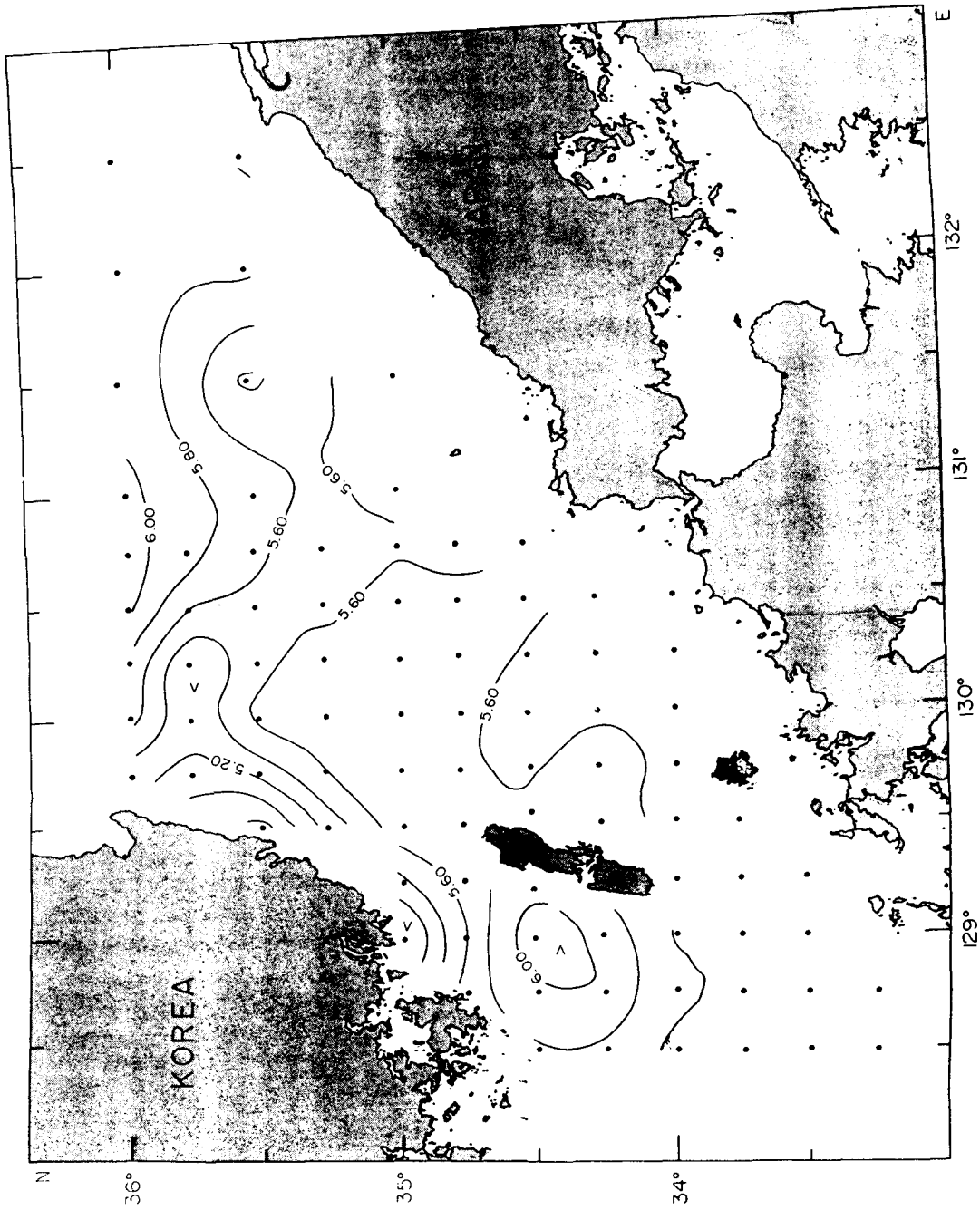


Fig. III-5. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992 (ml/l)

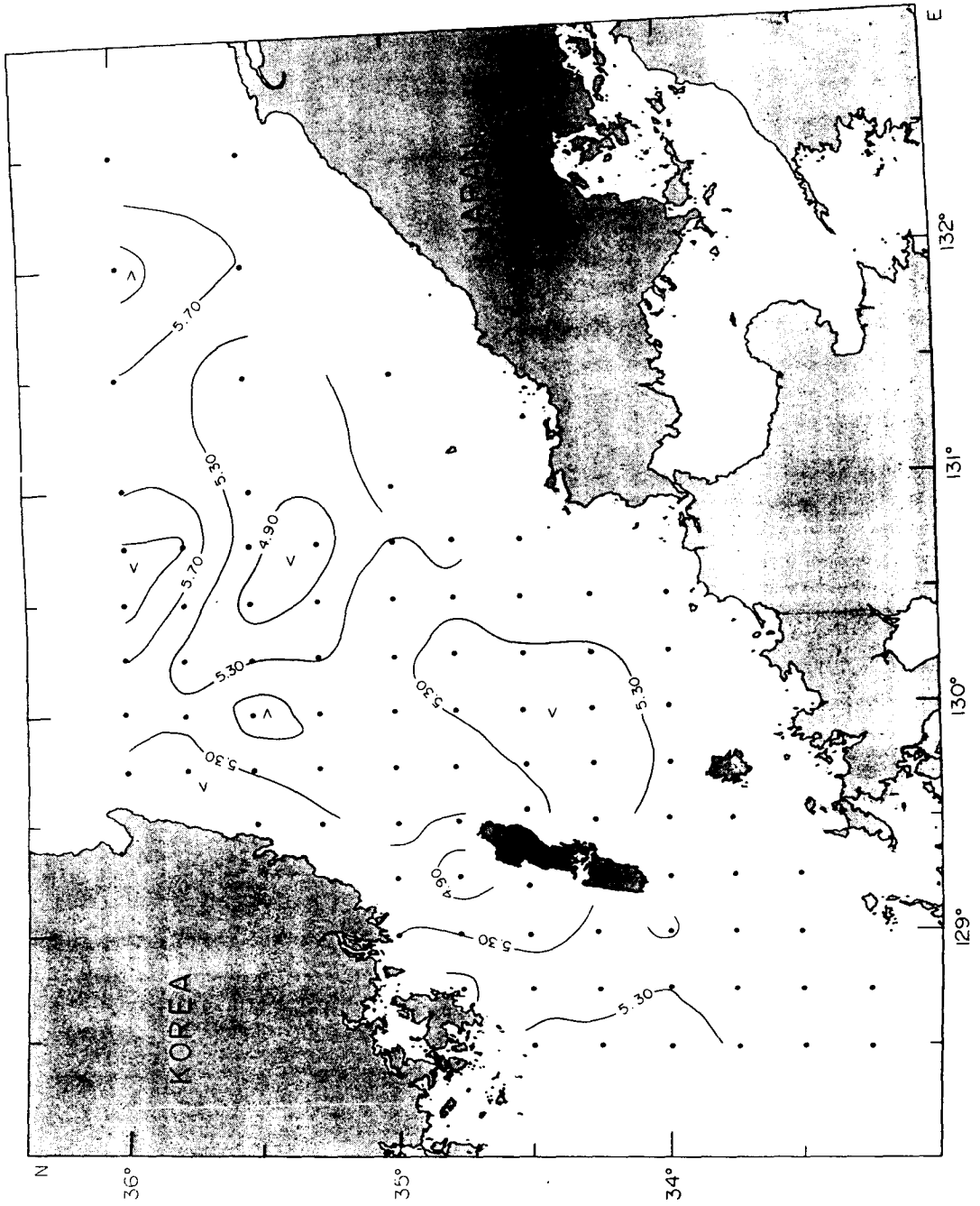


Fig. III-6. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992 (m/l/l)

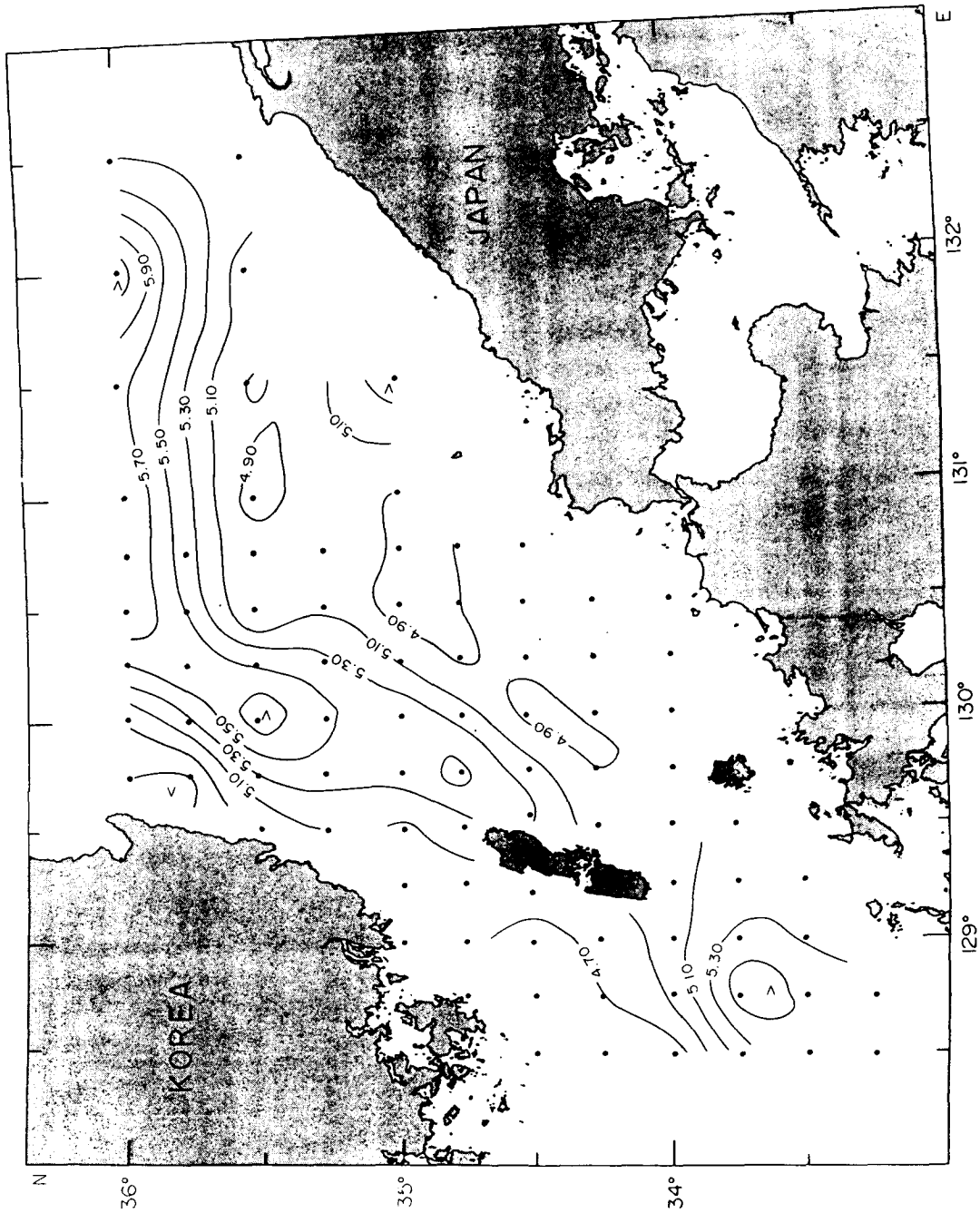


Fig. III-7. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 75m in the Korea Strait in May~June, 1992 (ml/l)

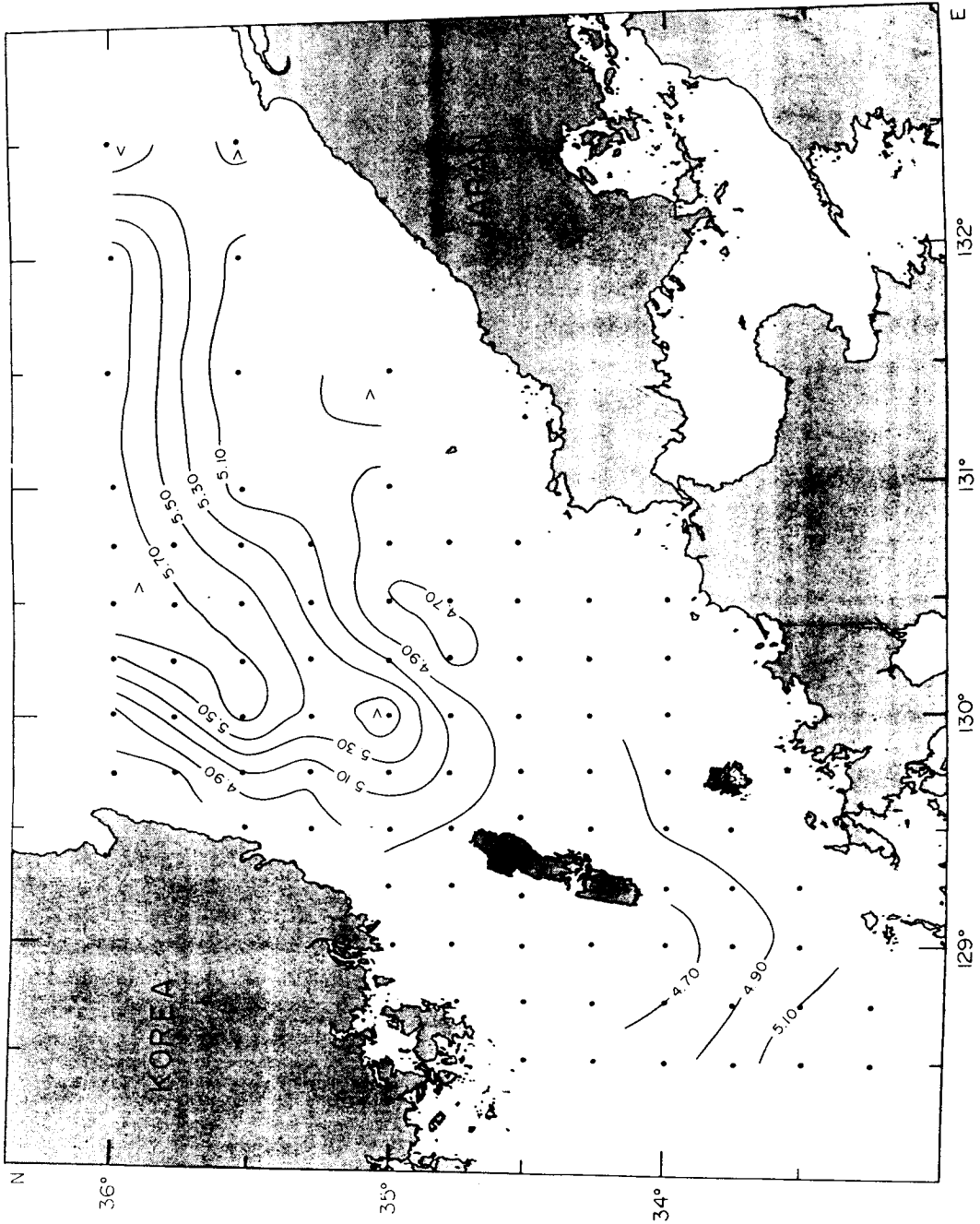


Fig. III-8. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992 (ml/l)

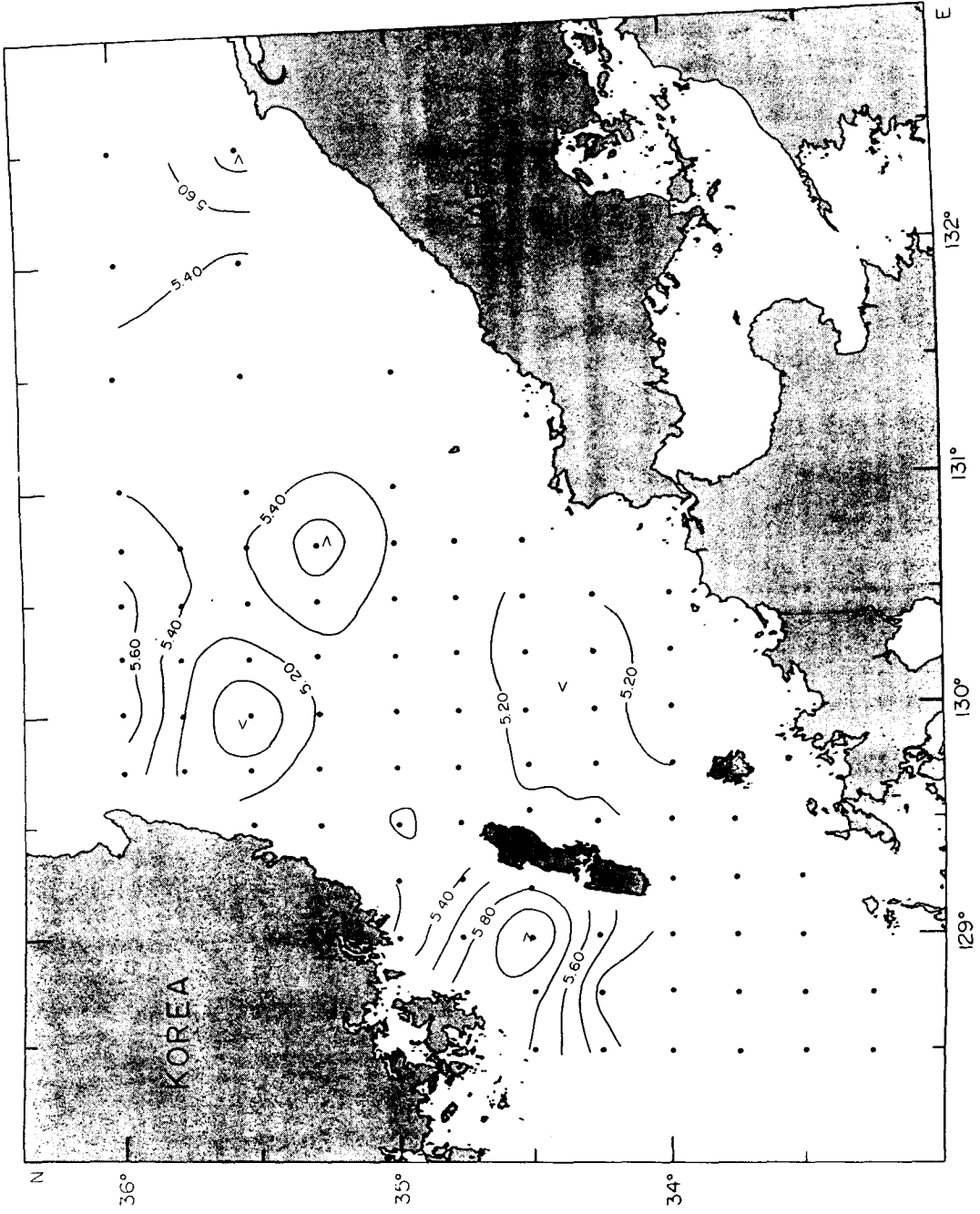


Fig. III-9. Distribution of dissolved oxygen in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 (m/l)

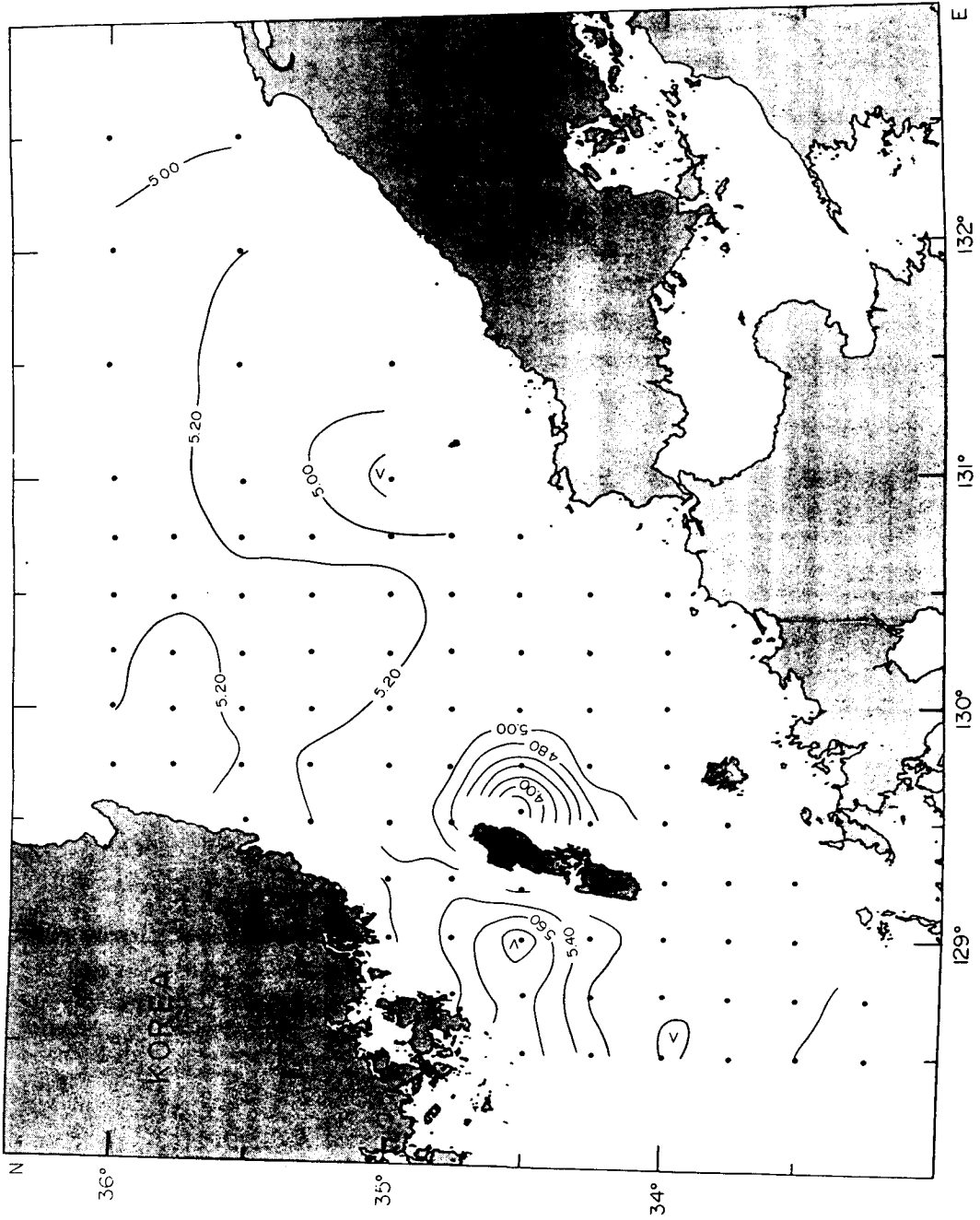


Fig. III-10. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 10m in the Korea Strait in November, 1992 (ml/l)

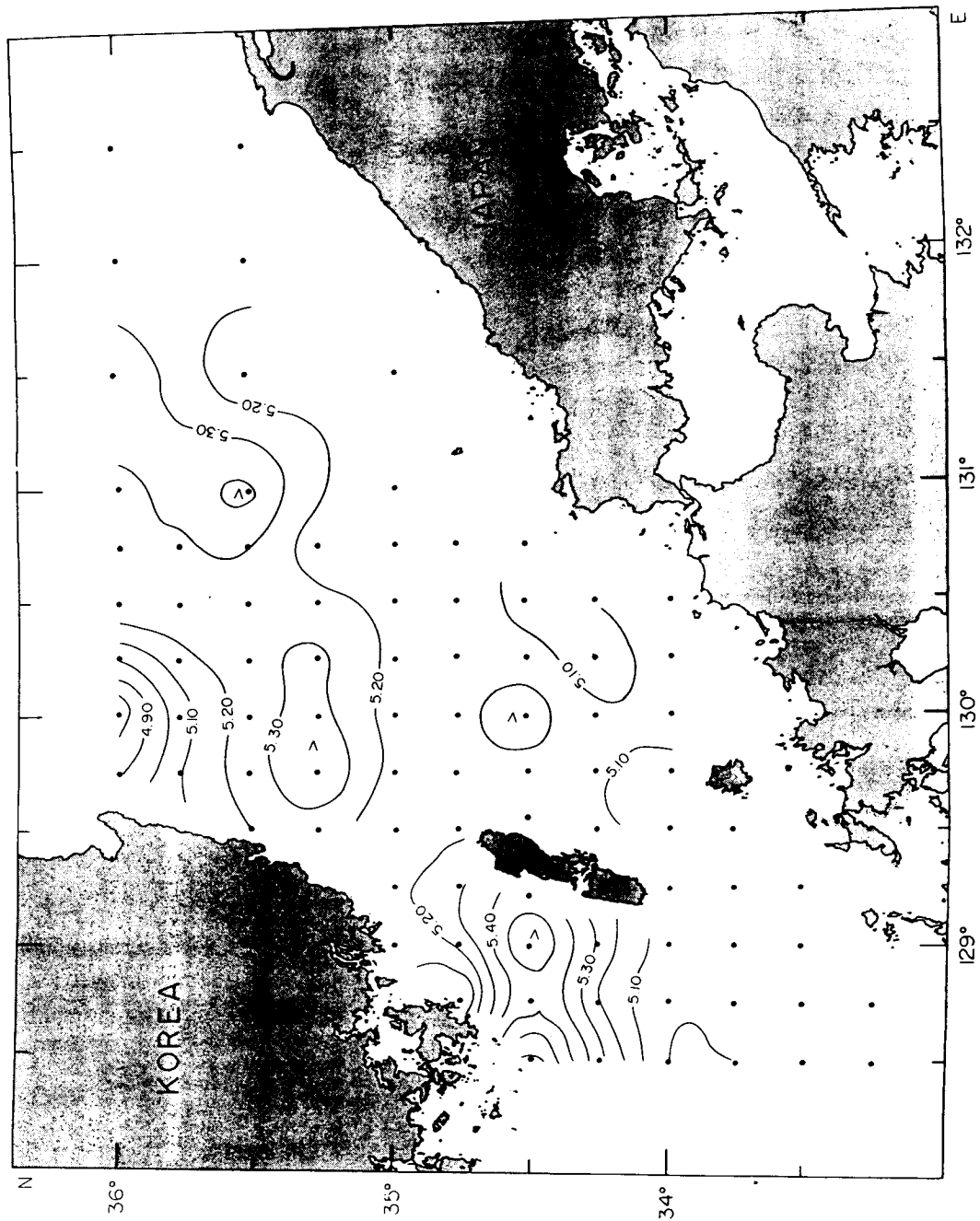


Fig. III-11. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992 (mM/l)

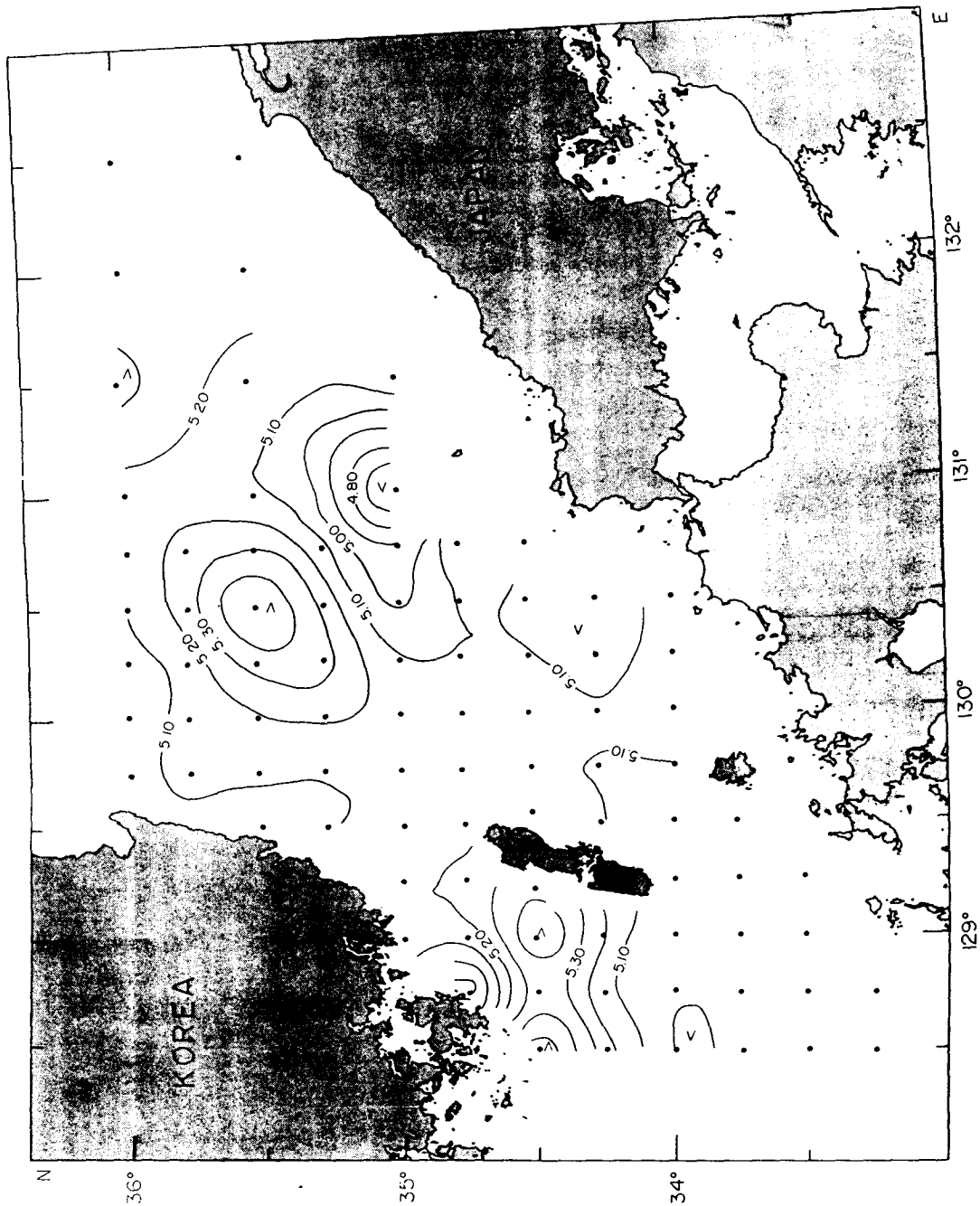


Fig. III-12. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 30m in the Korea Strait in November, 1992 (m/l/l)

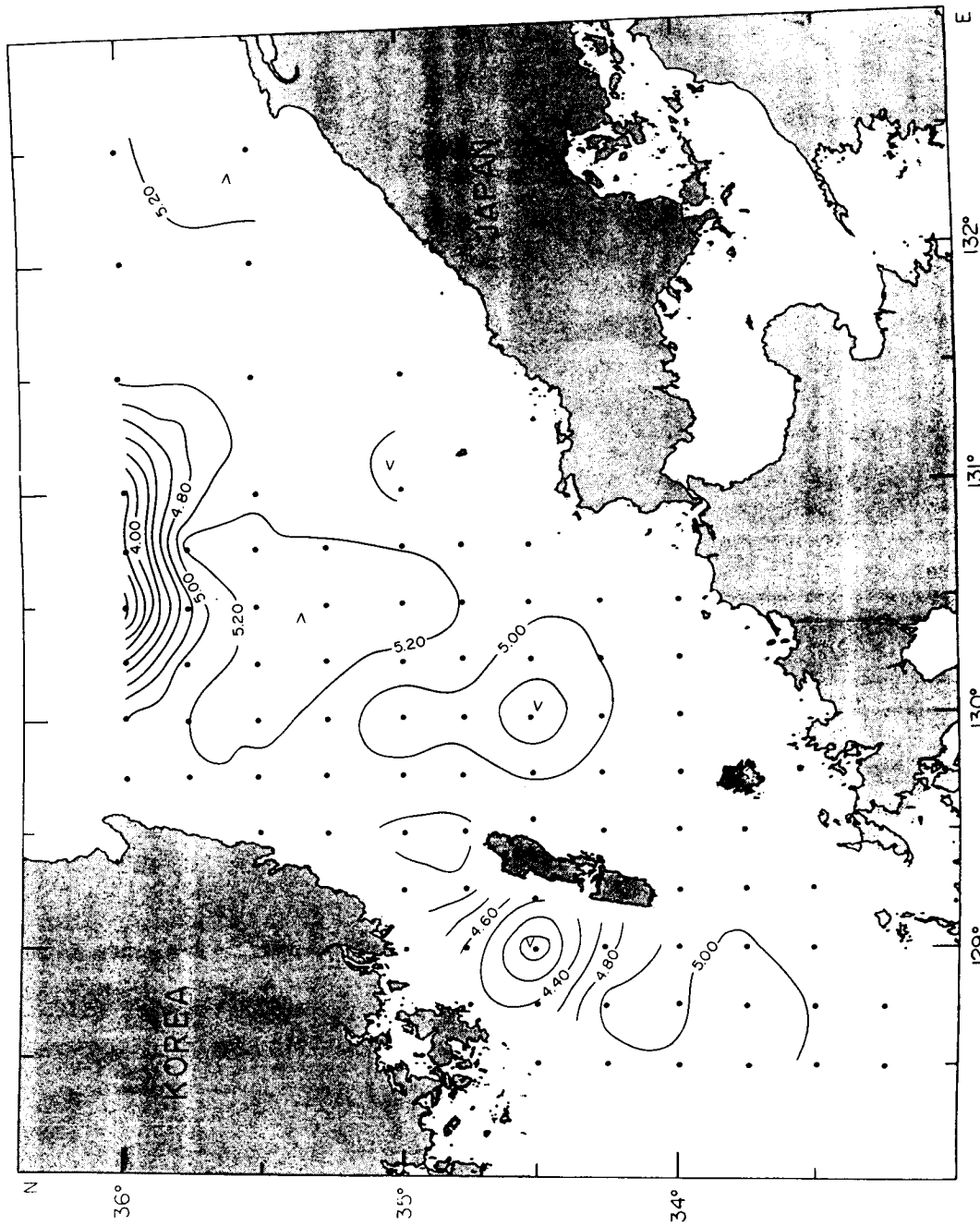


Fig. III-13. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992 (ml/l)

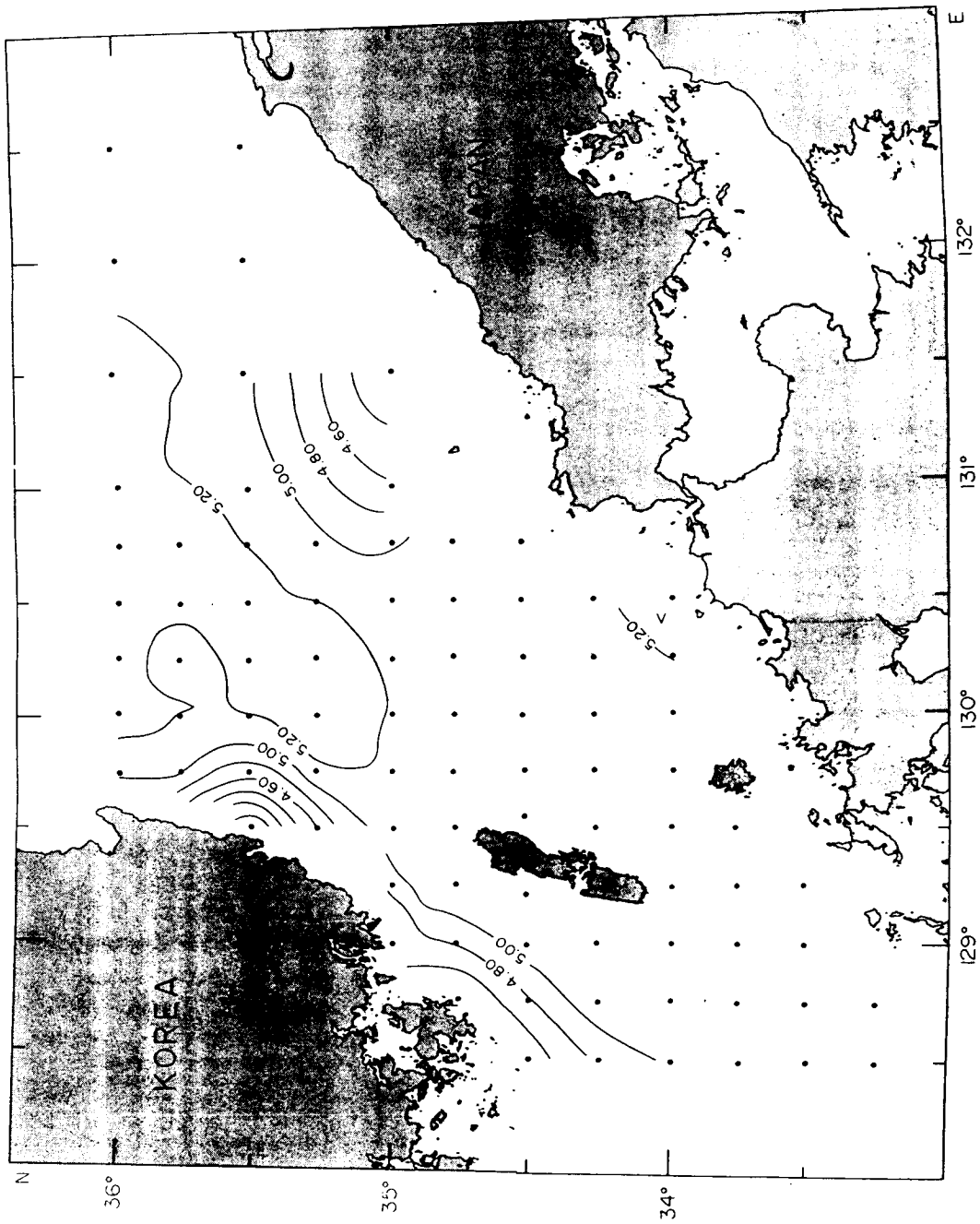


Fig. III-14. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992 (m/l)

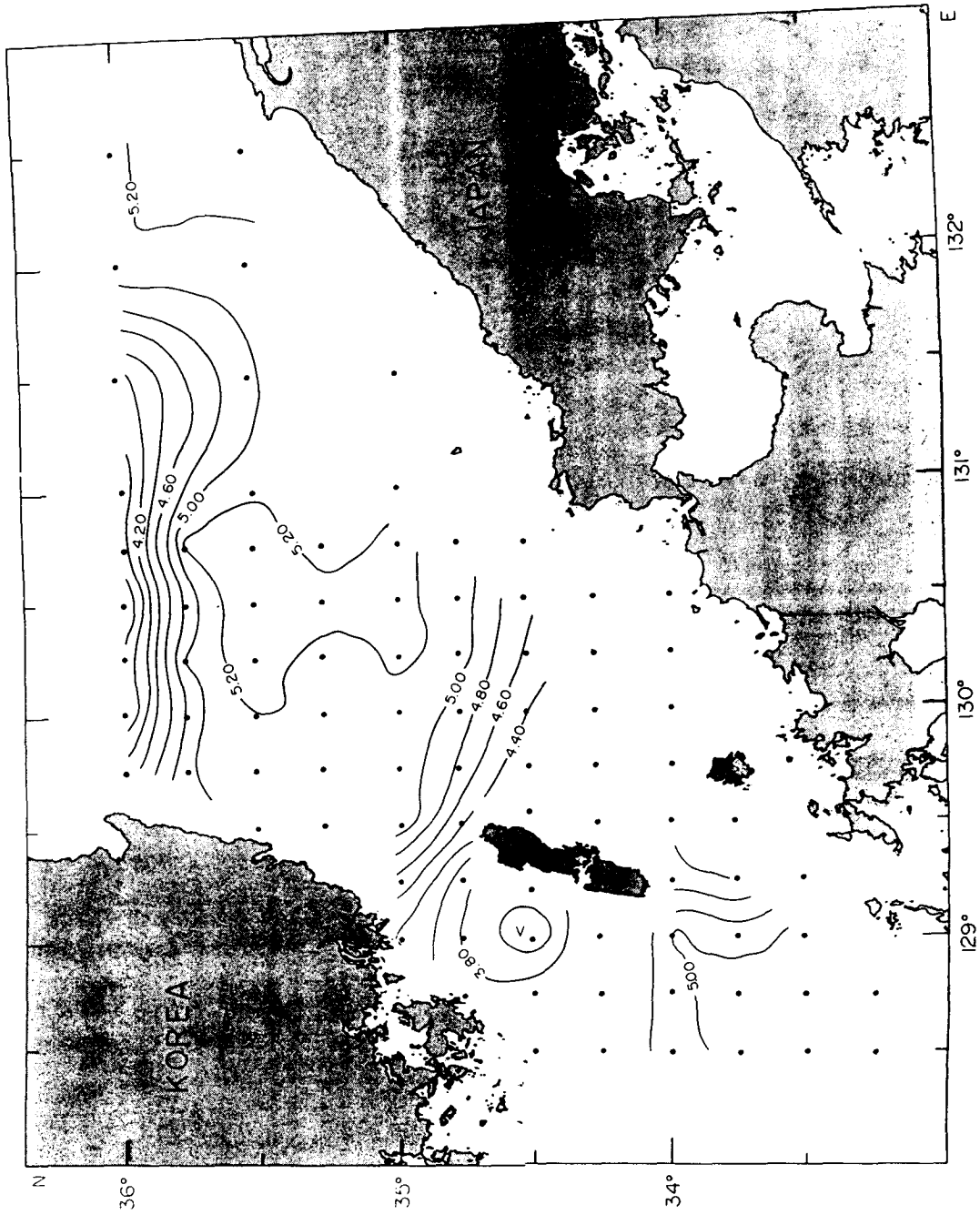


Fig. III-15. Distribution of dissolved oxygen at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992 (ml/l)

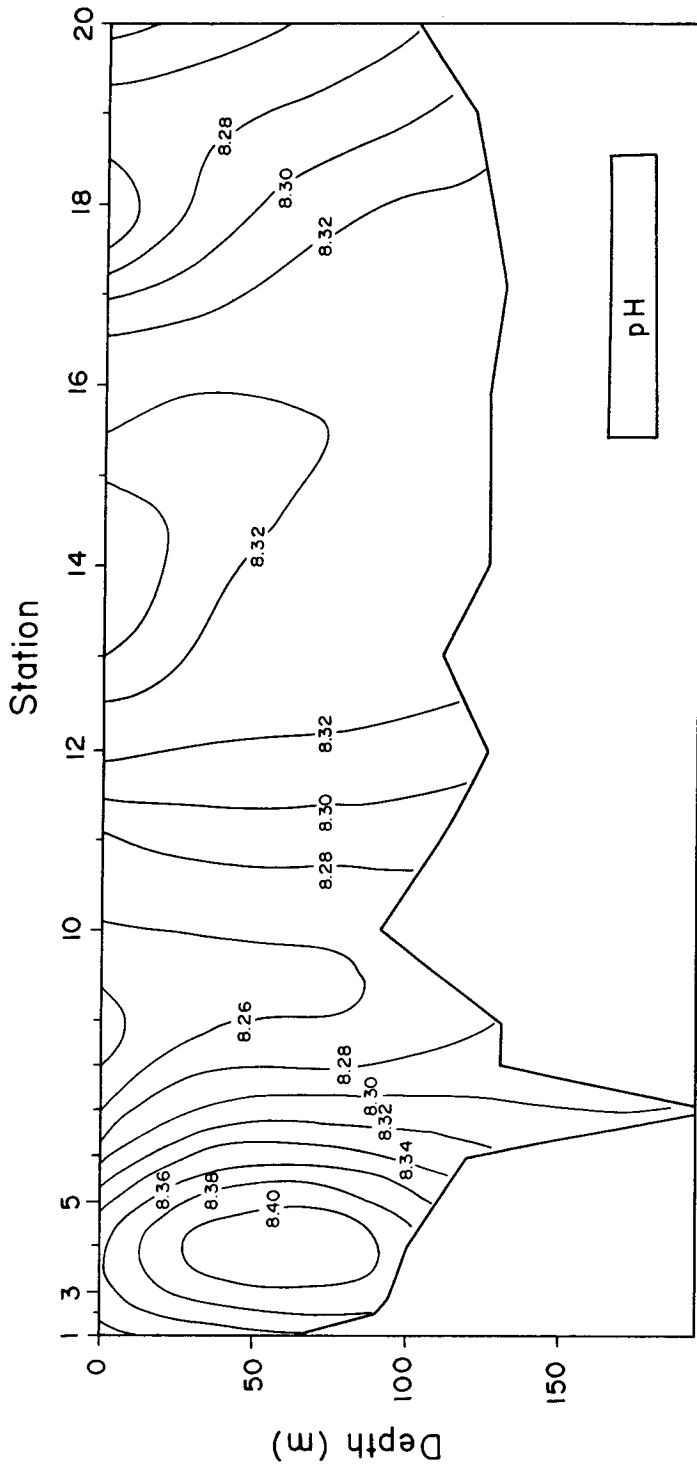


Fig. III-16. Vertical distribution of pH in the Korea Strait in January, 1993

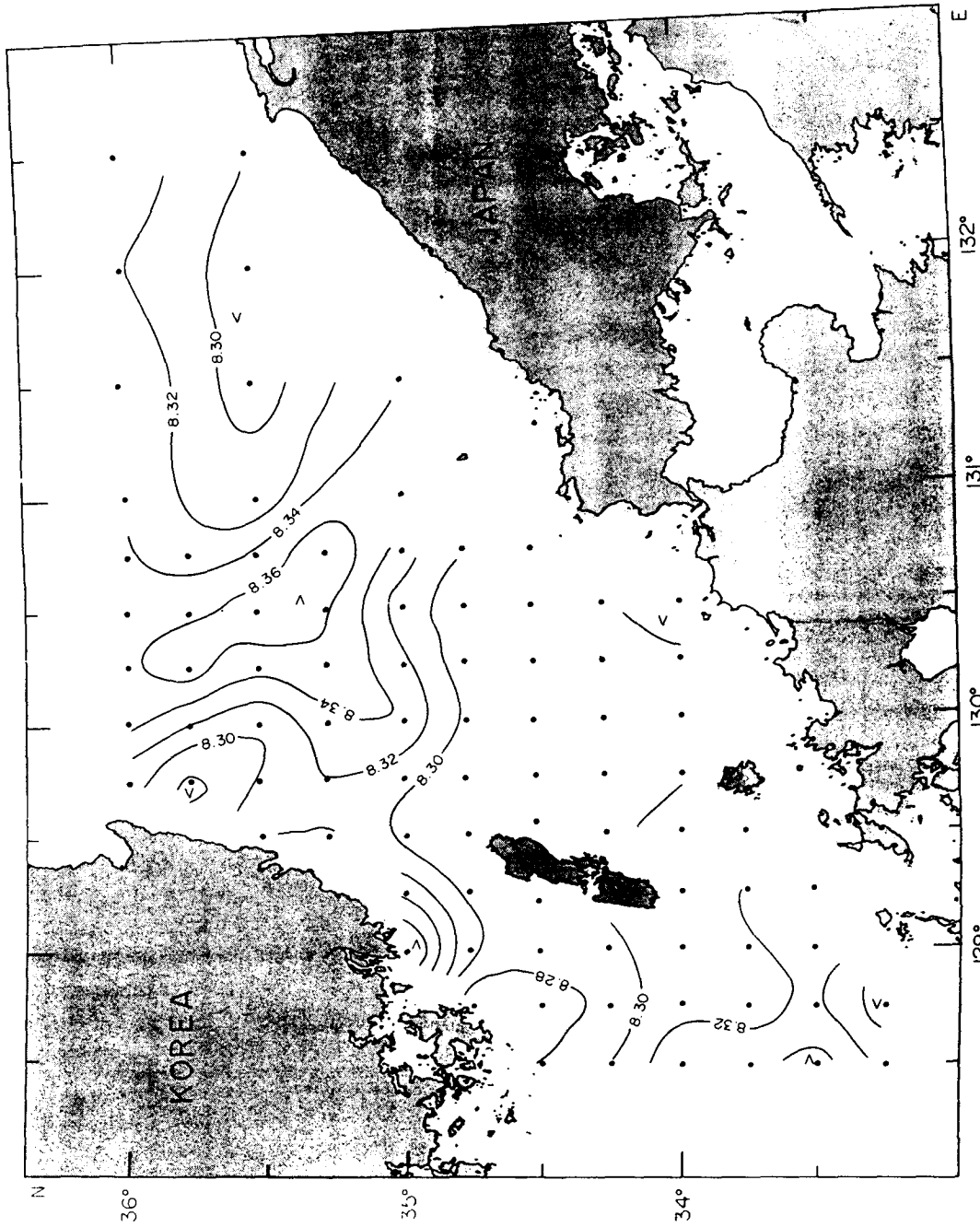


Fig. III-17. Distribution of pH in the surface water in the Korea Strait in May ~ June, 1992

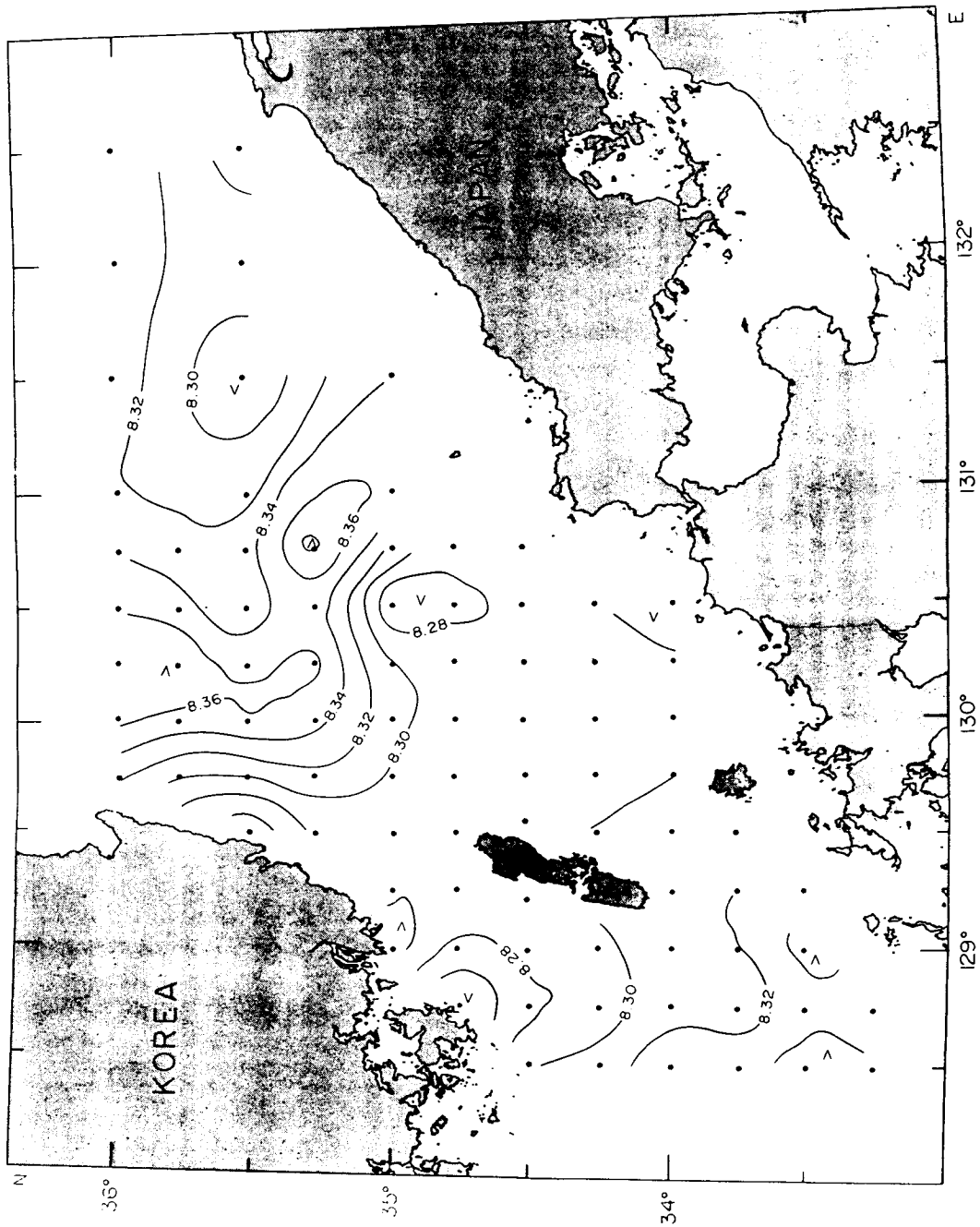


Fig. III-18. Distribution of pH at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992

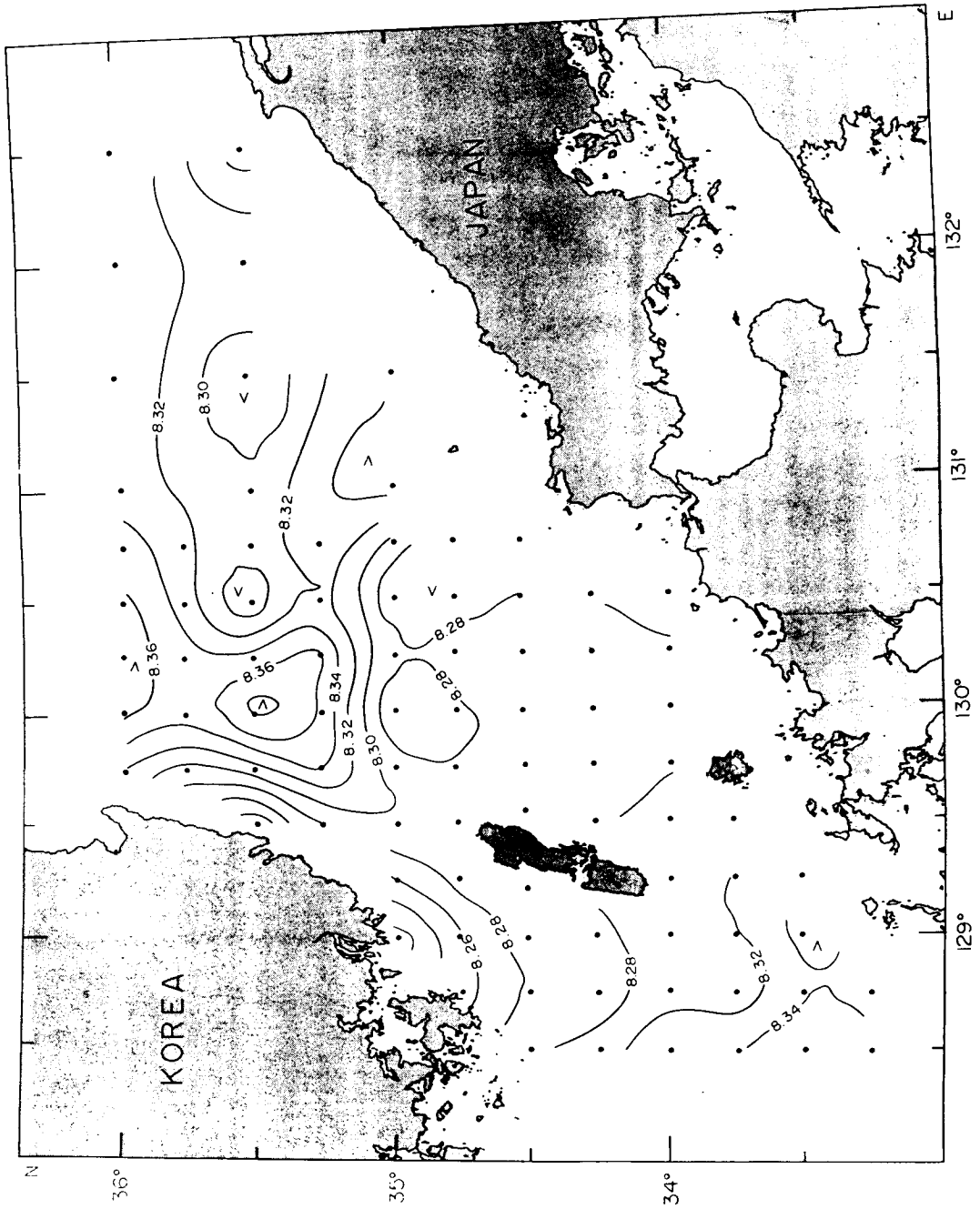


Fig. III-19. Distribution of pH at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992

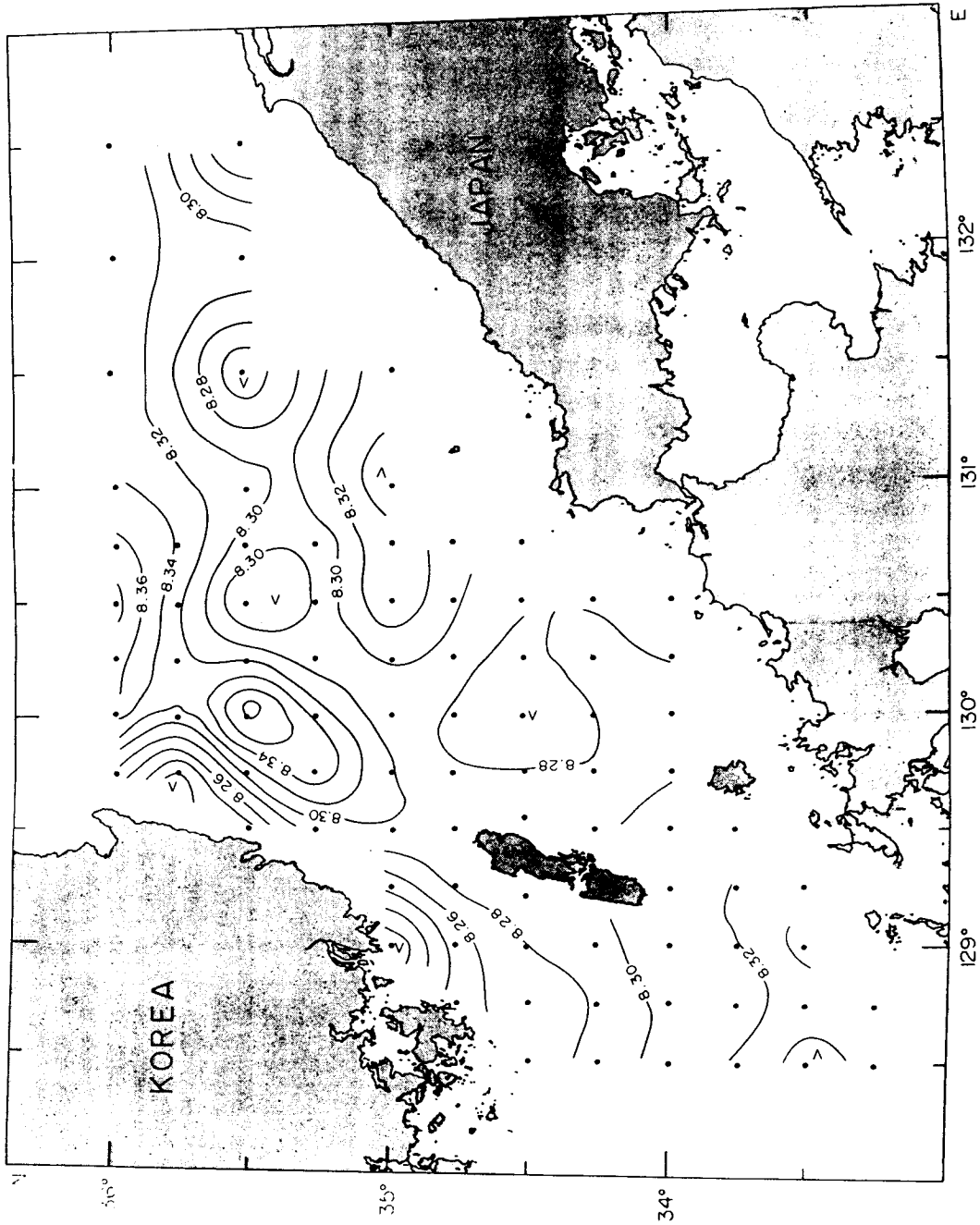


Fig. III-20. Distribution of pH at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992

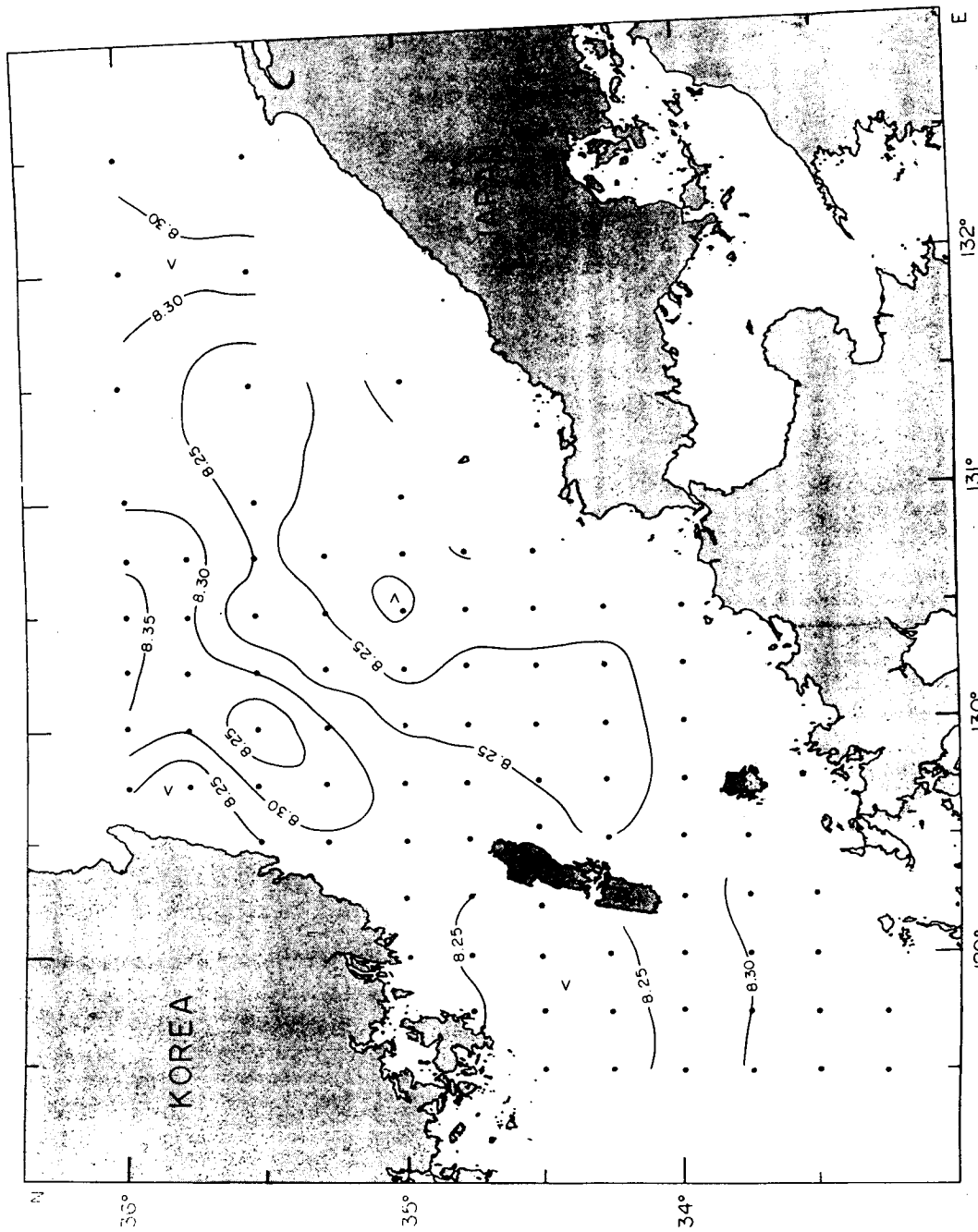


Fig. III-21. Distribution of pH at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992

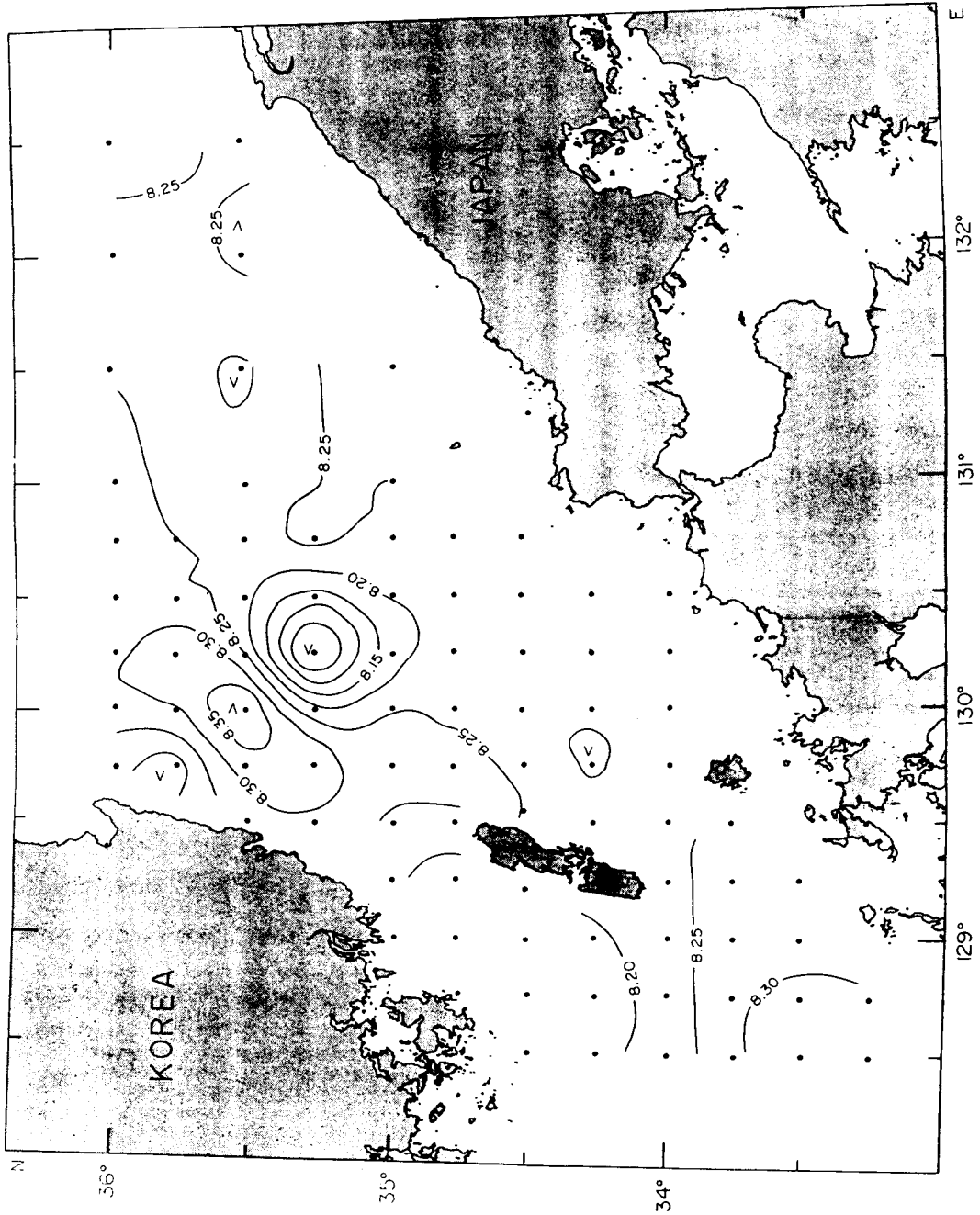


Fig. III-22. Distribution of pH at the depth of 75m in the Korea Strait in May~June, 1992

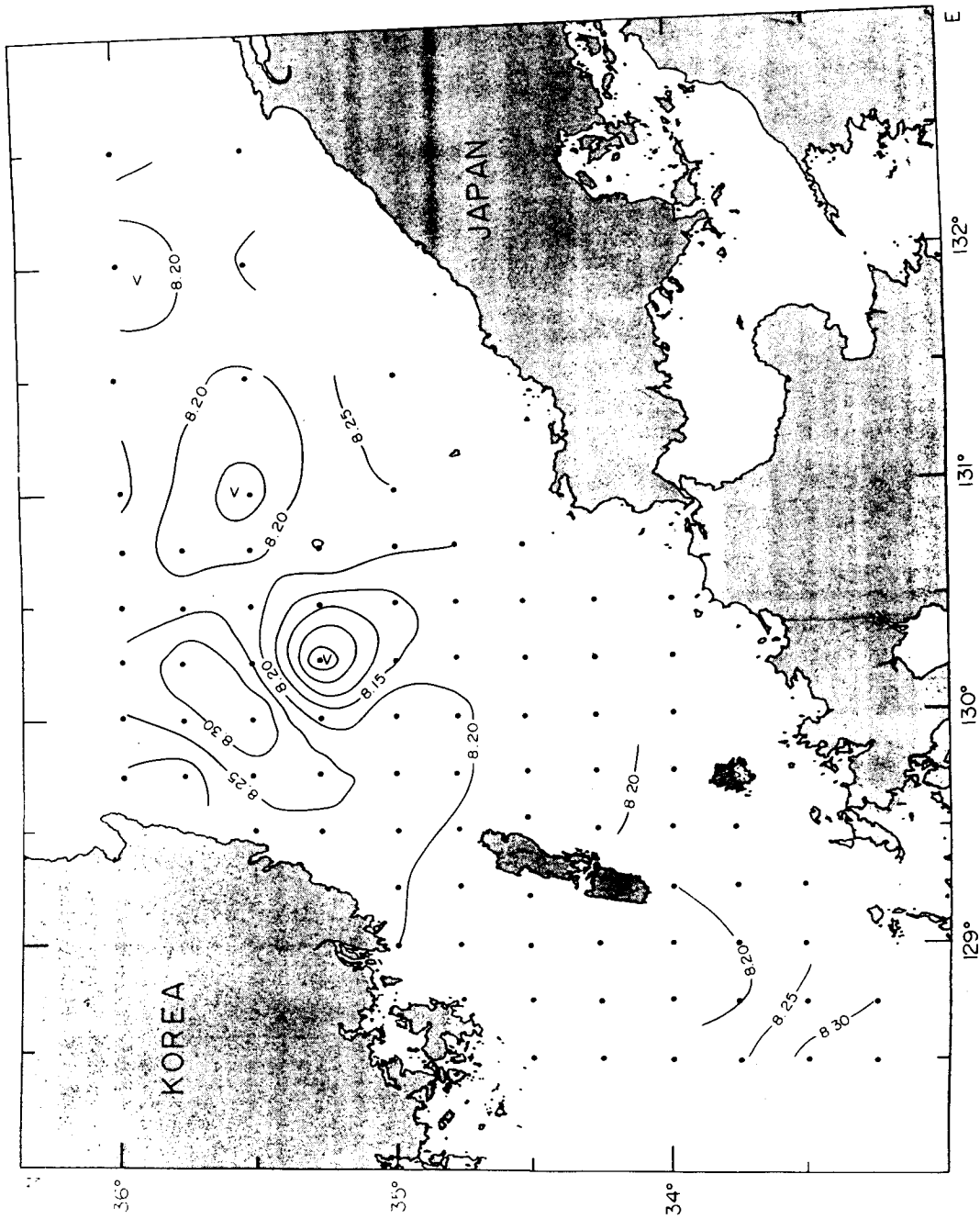


Fig. III-23. Distribution of pH at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992

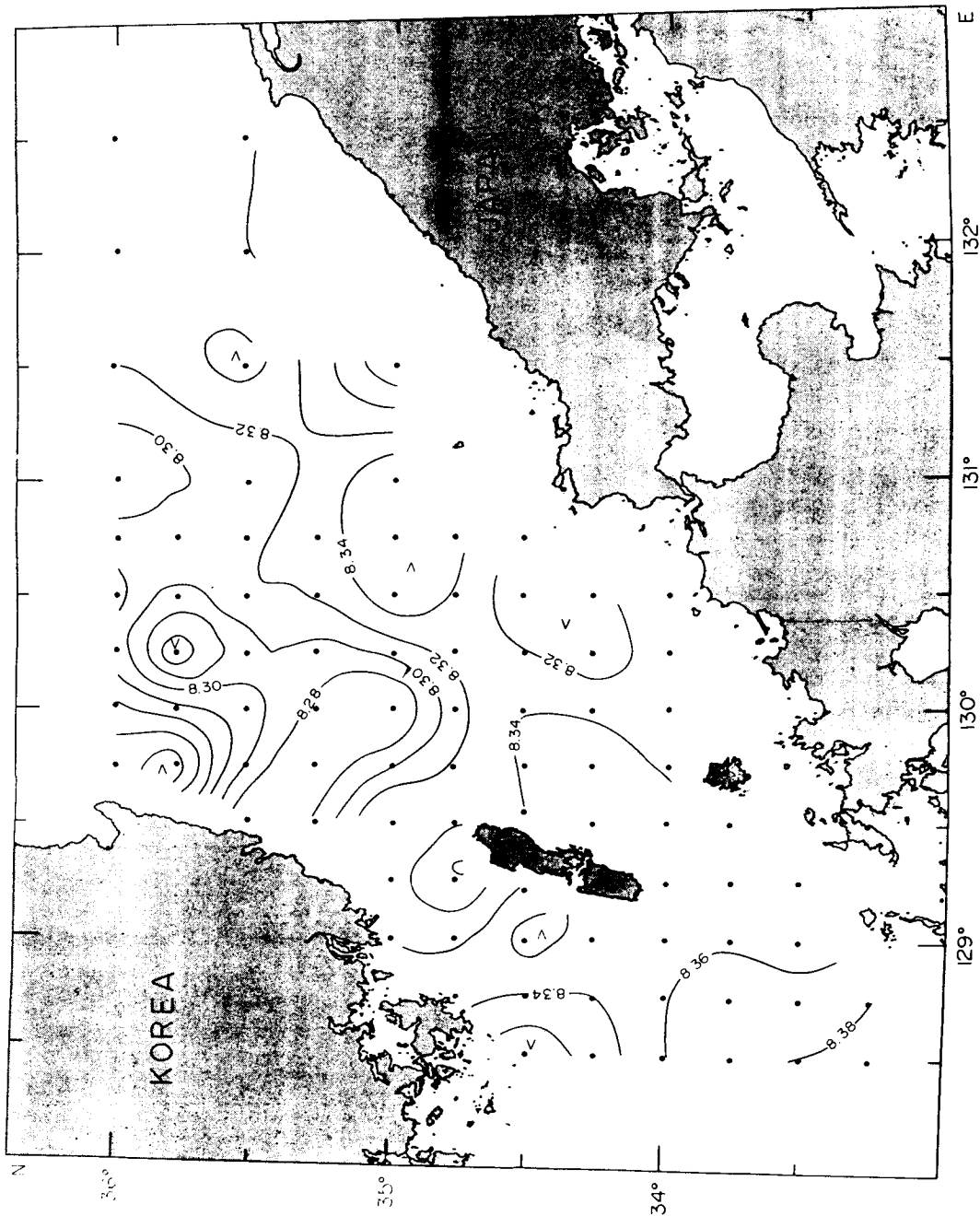


Fig. III-24. Distribution of pH in the surface water in the Korea Strait in November, 1992

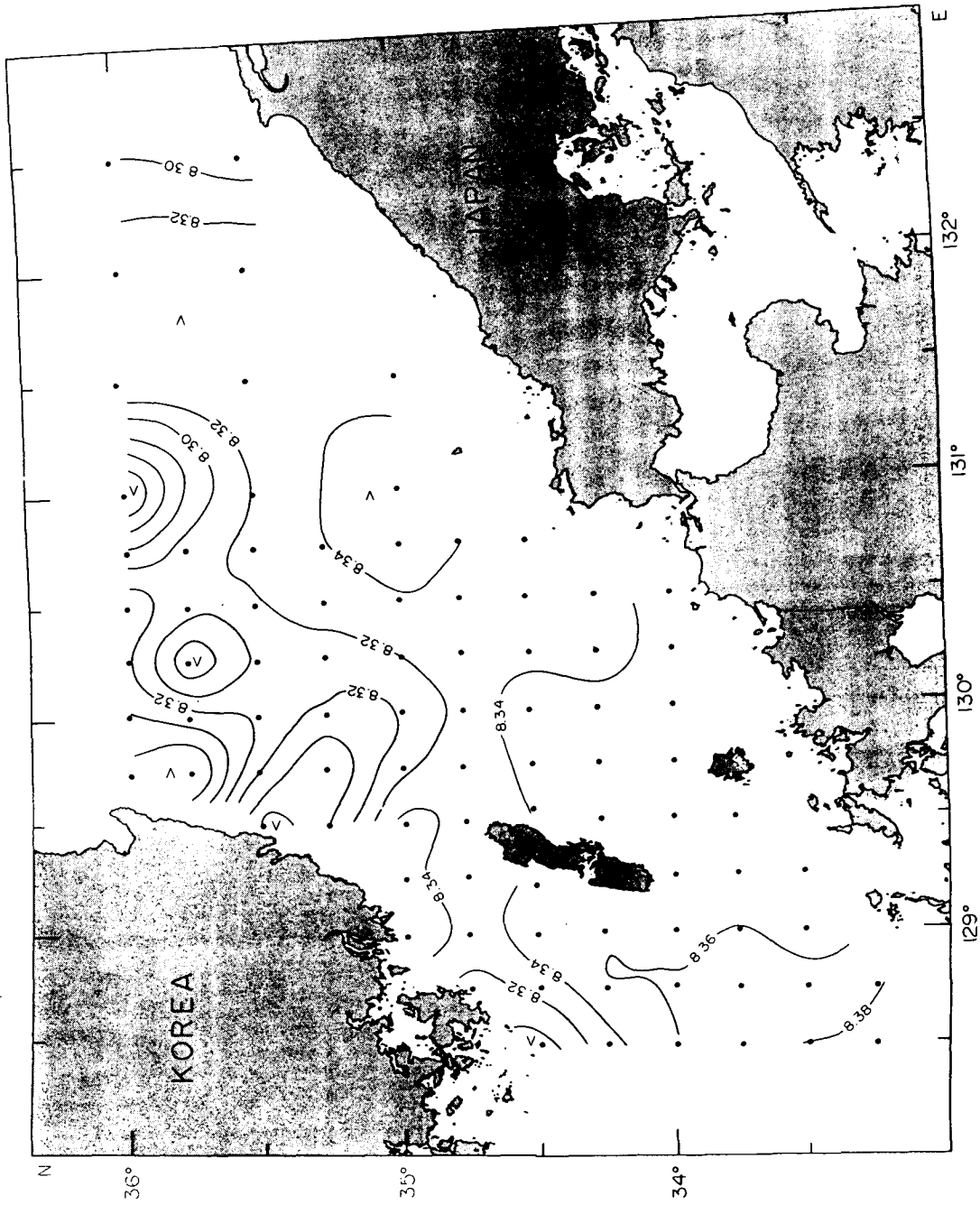


Fig. III-25. Distribution of pH at the depth of 10m in the Korea Strait in November, 1992

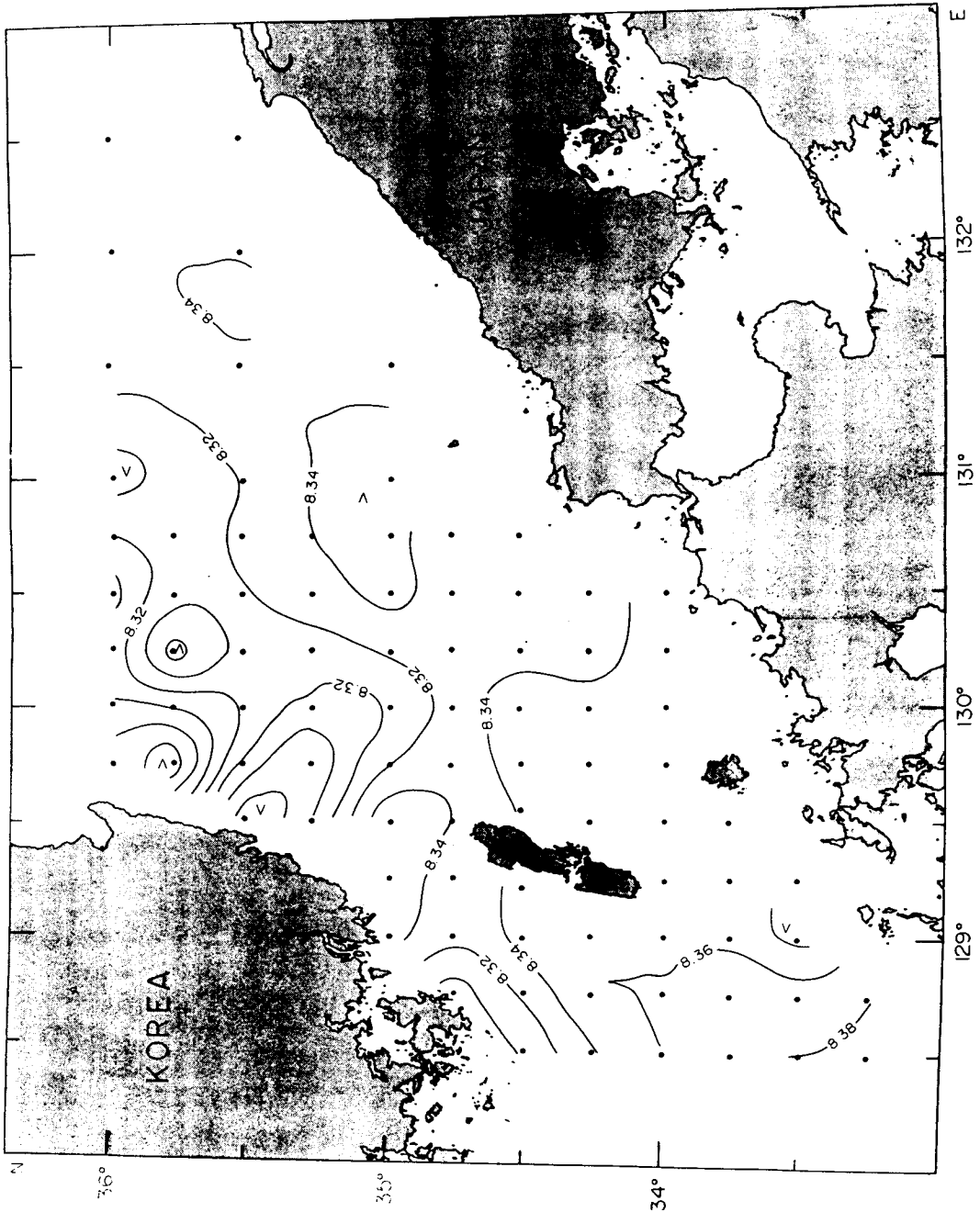


Fig. III-26. Distribution of pH at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992

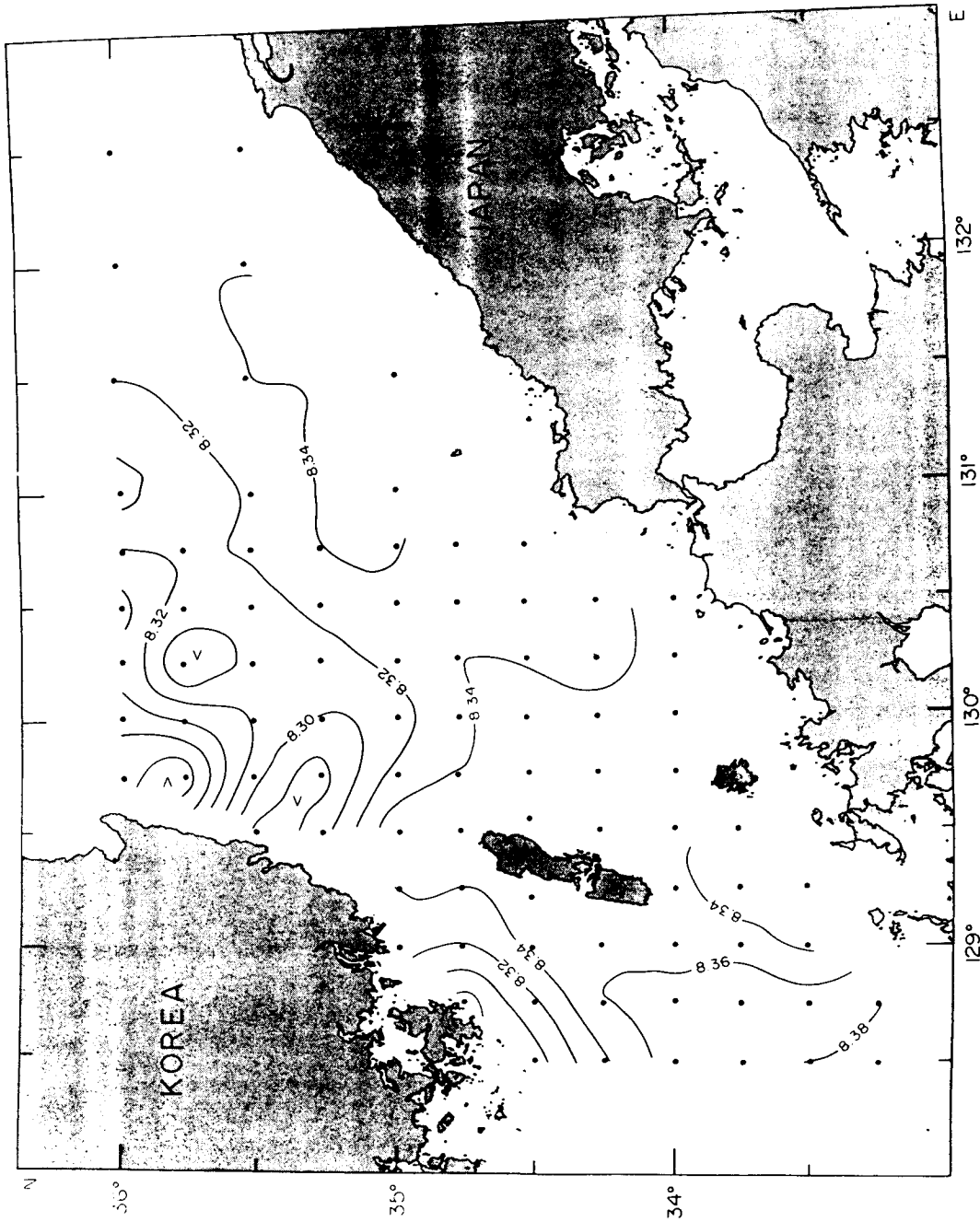


Fig. III-27. Distribution of pH at the depth of 30m in the Korea Strait in November, 1992

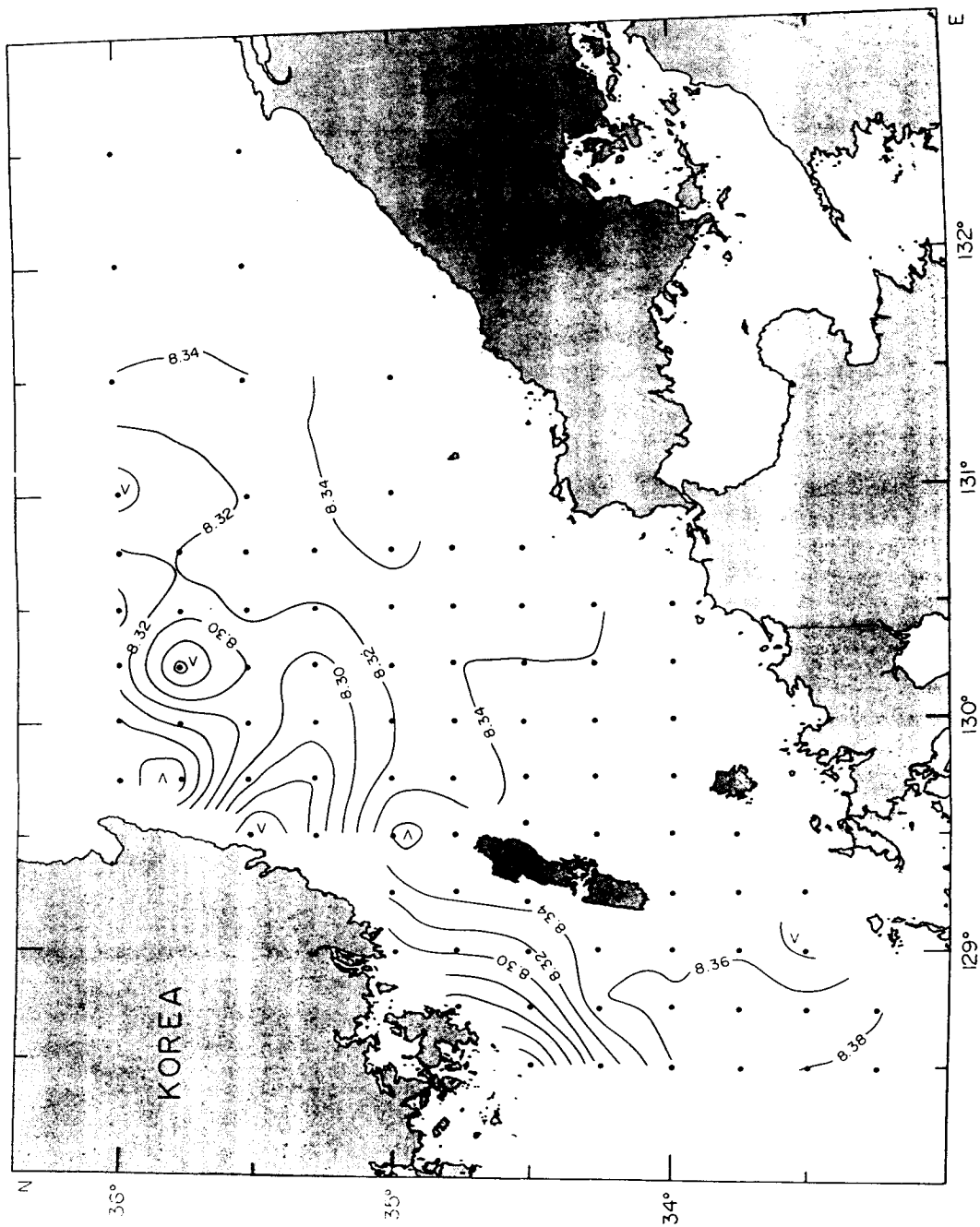


Fig. III-28. Distribution of pH at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992

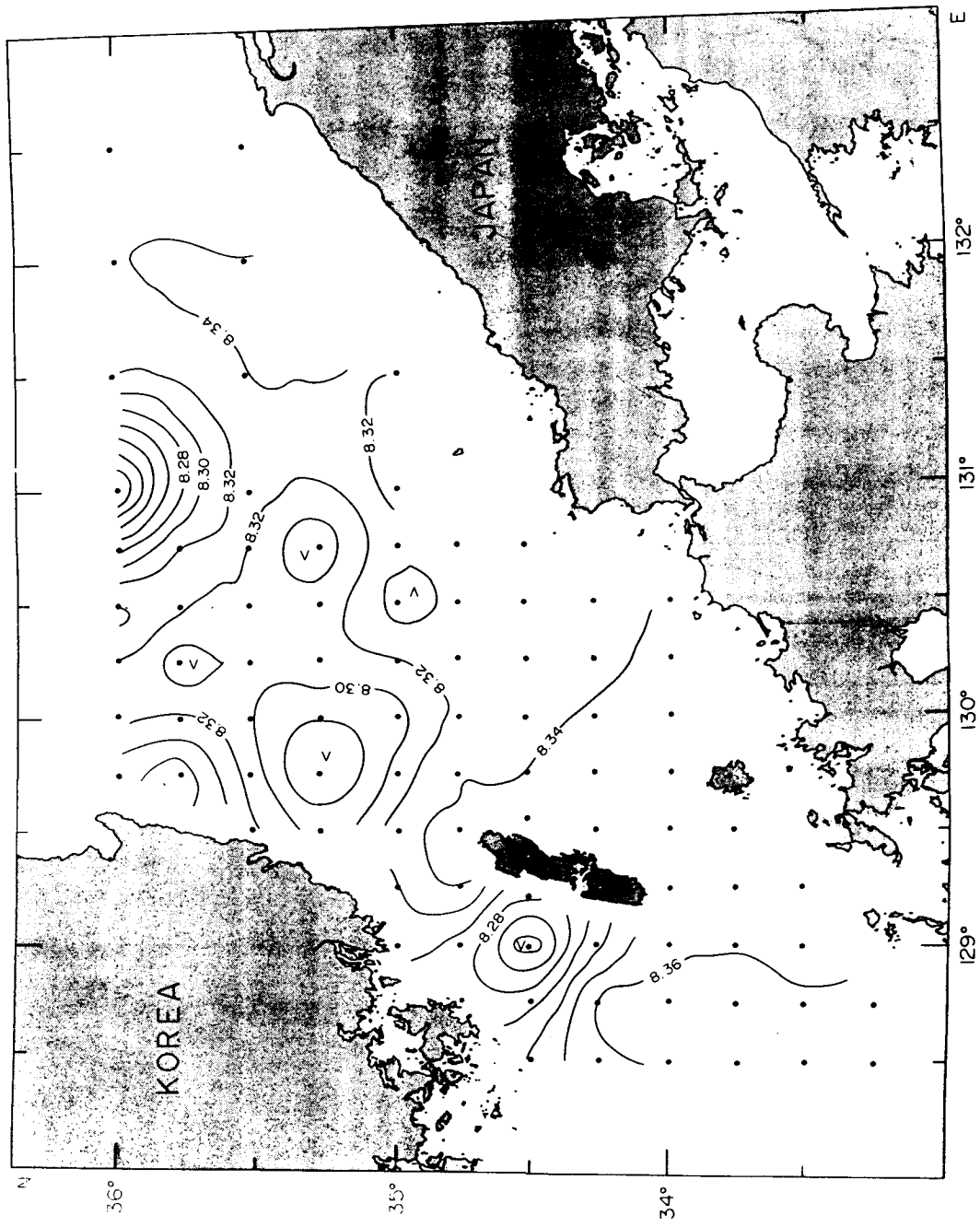


Fig. III-29. Distribution of μH at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992

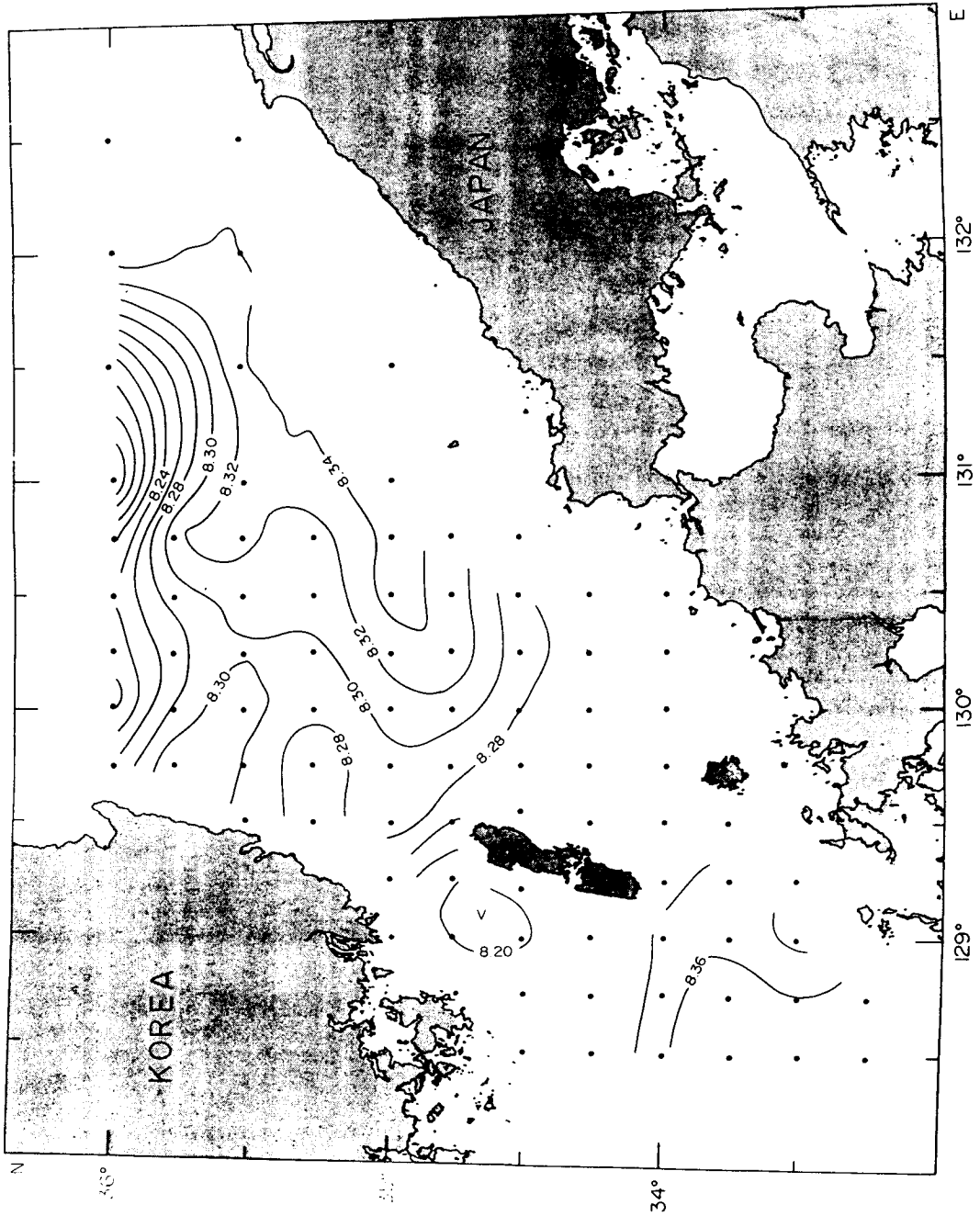


Fig. III-30. Distribution of pH at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992

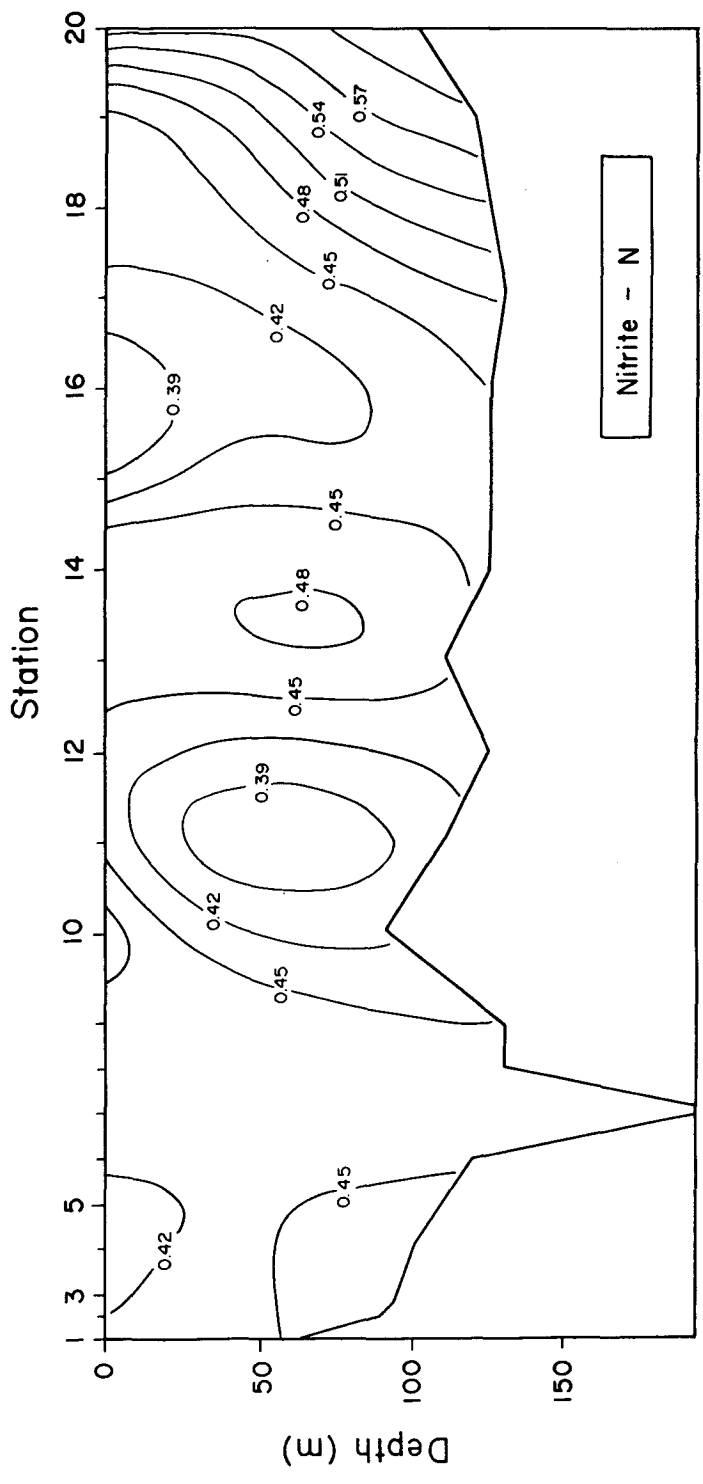


Fig. III-31. Vertical distribution of nitrite-nitrogen in the Korea Strait in January, 1993 (μM)

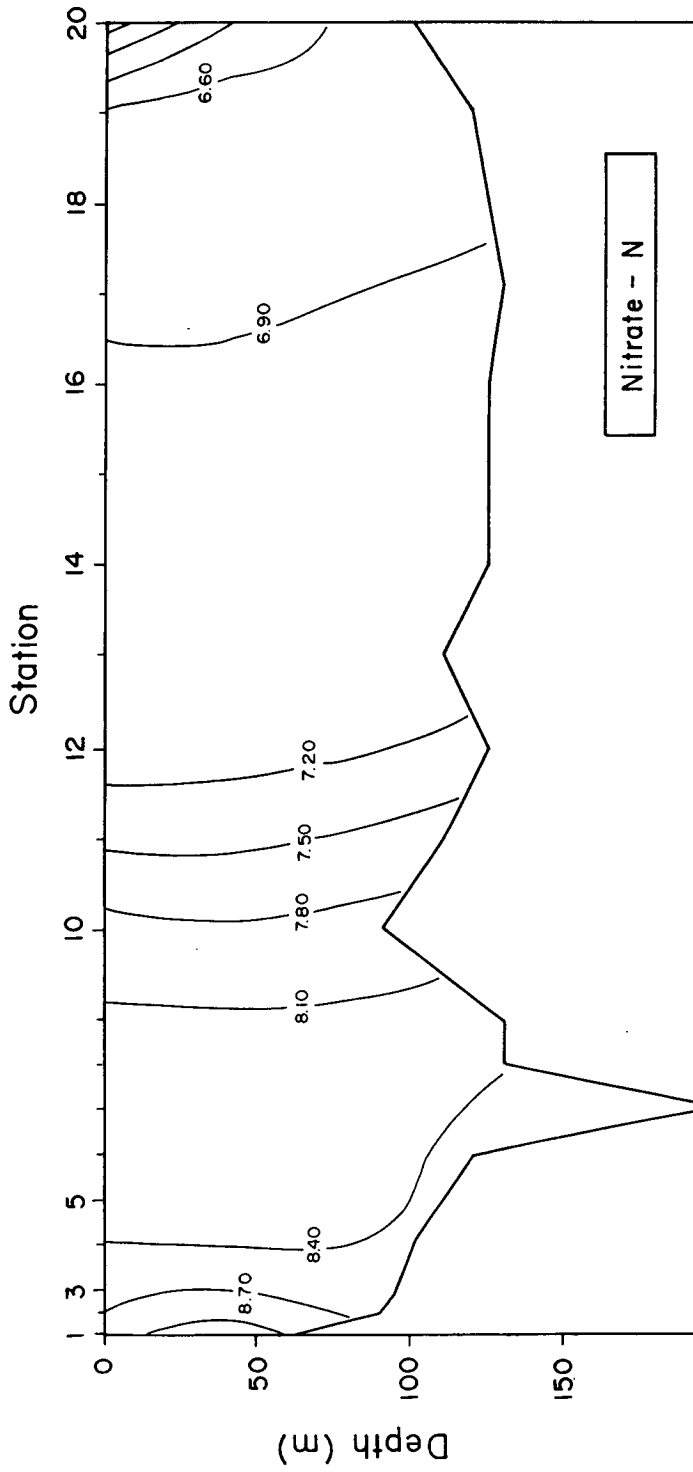


Fig. III-32. Vertical distribution of nitrate-nitrogen in the Korea Strait in January, 1993 (μM)

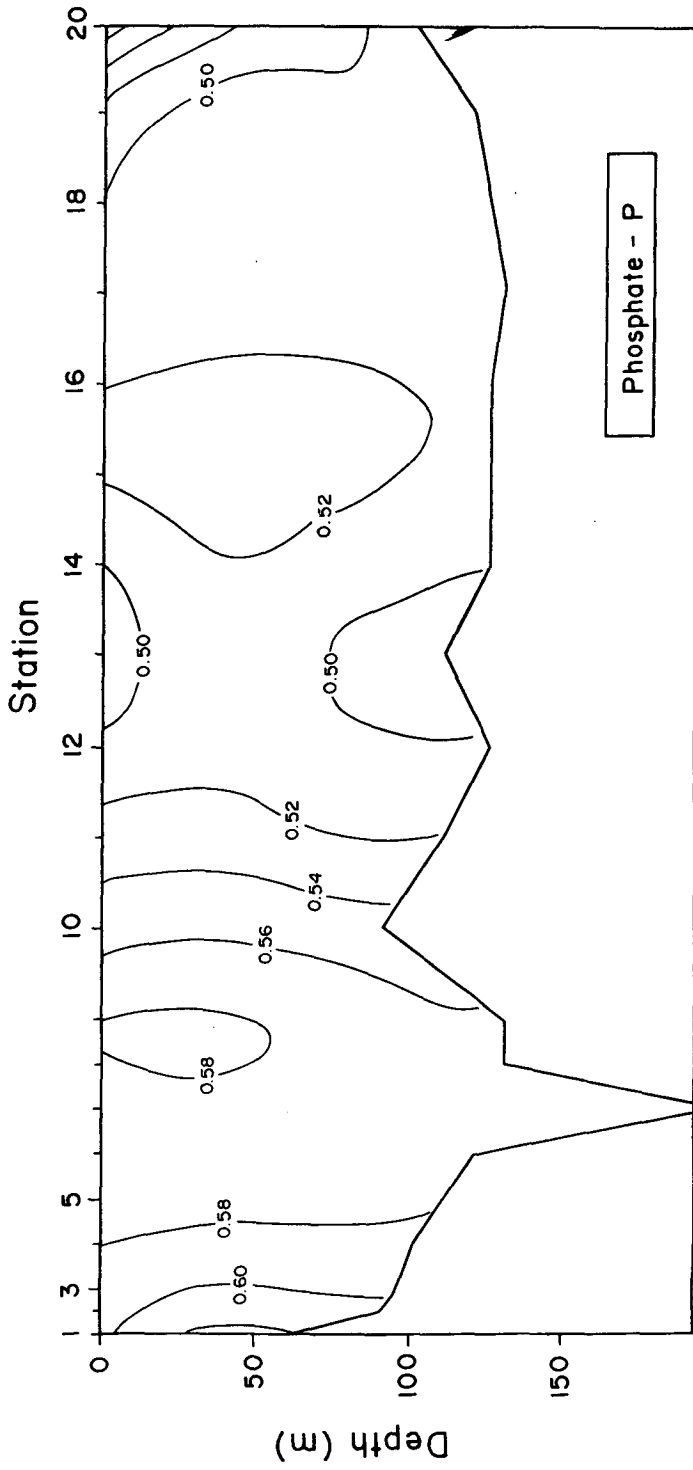


Fig. III-33. Vertical distribution of phosphate-phosphorus in the Korea Strait in January, 1993 (μM)

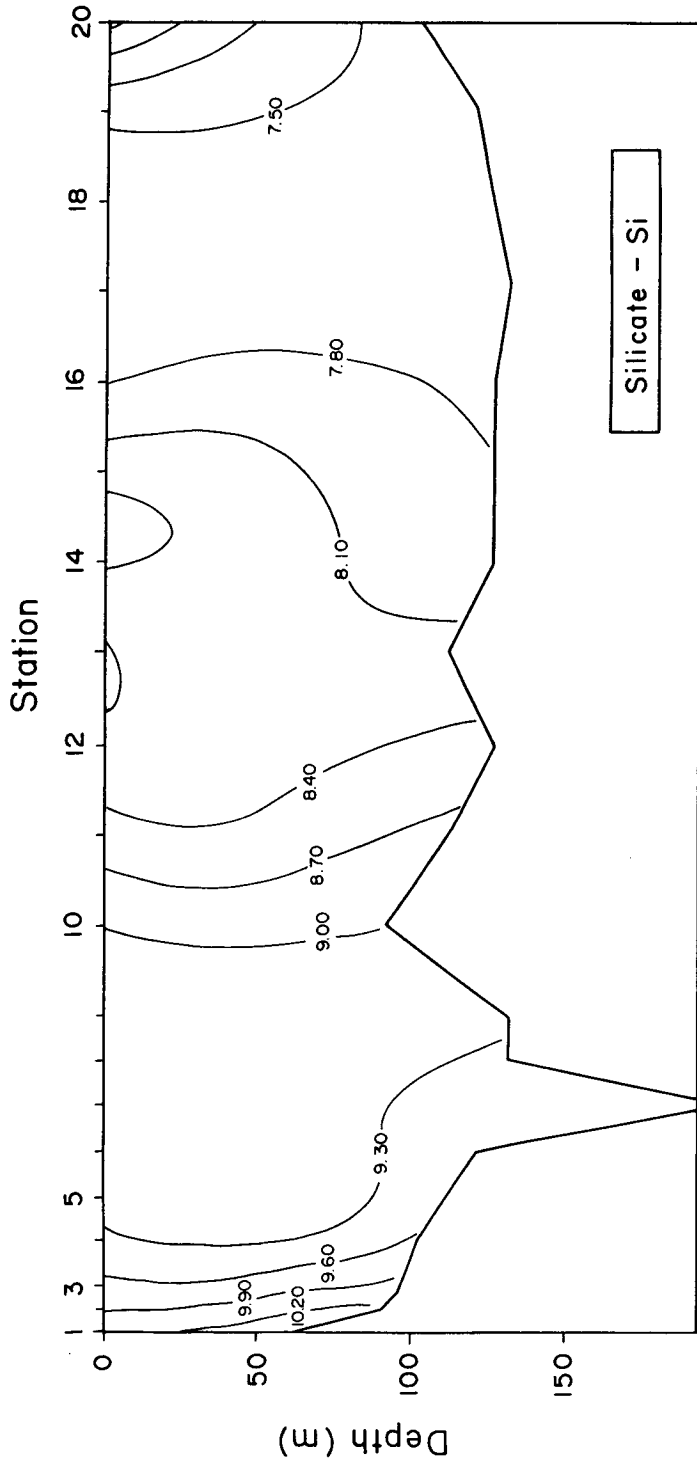


Fig. III-34. Vertical distribution of silicate-silicon in the Korea Strait in January, 1993 (μM)

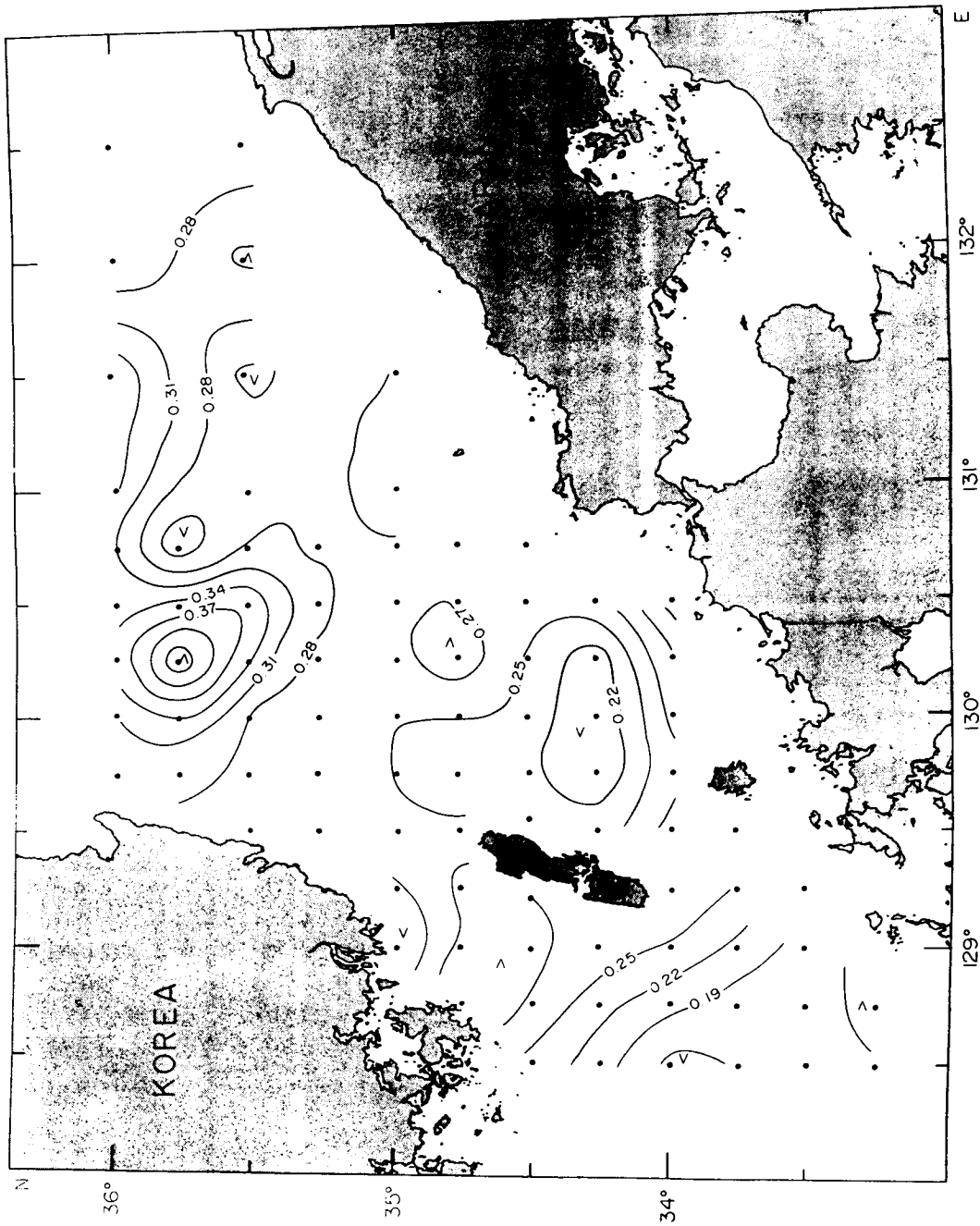


Fig. III-35. Distribution of nitrite-nitrogen in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

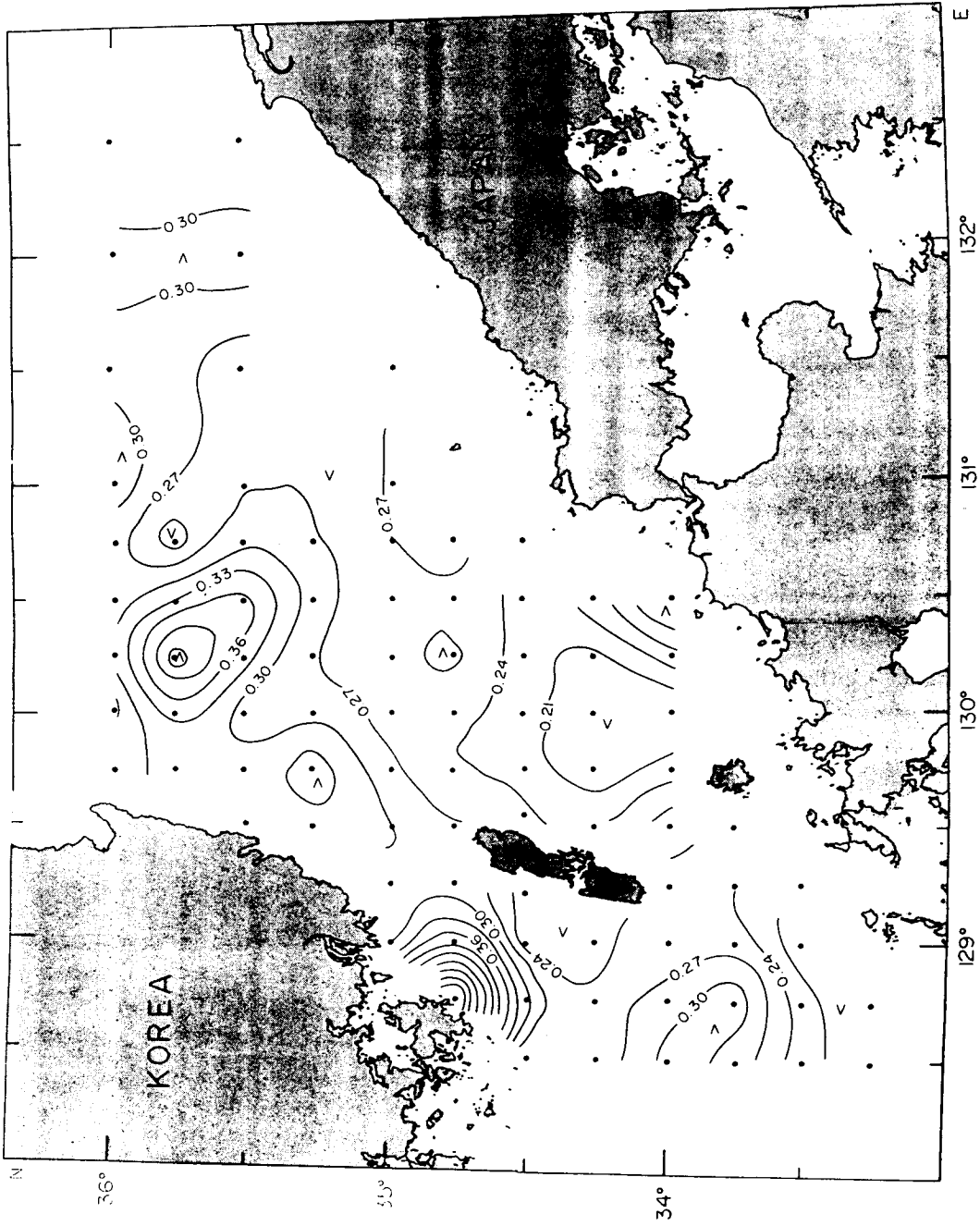


Fig. III-36. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

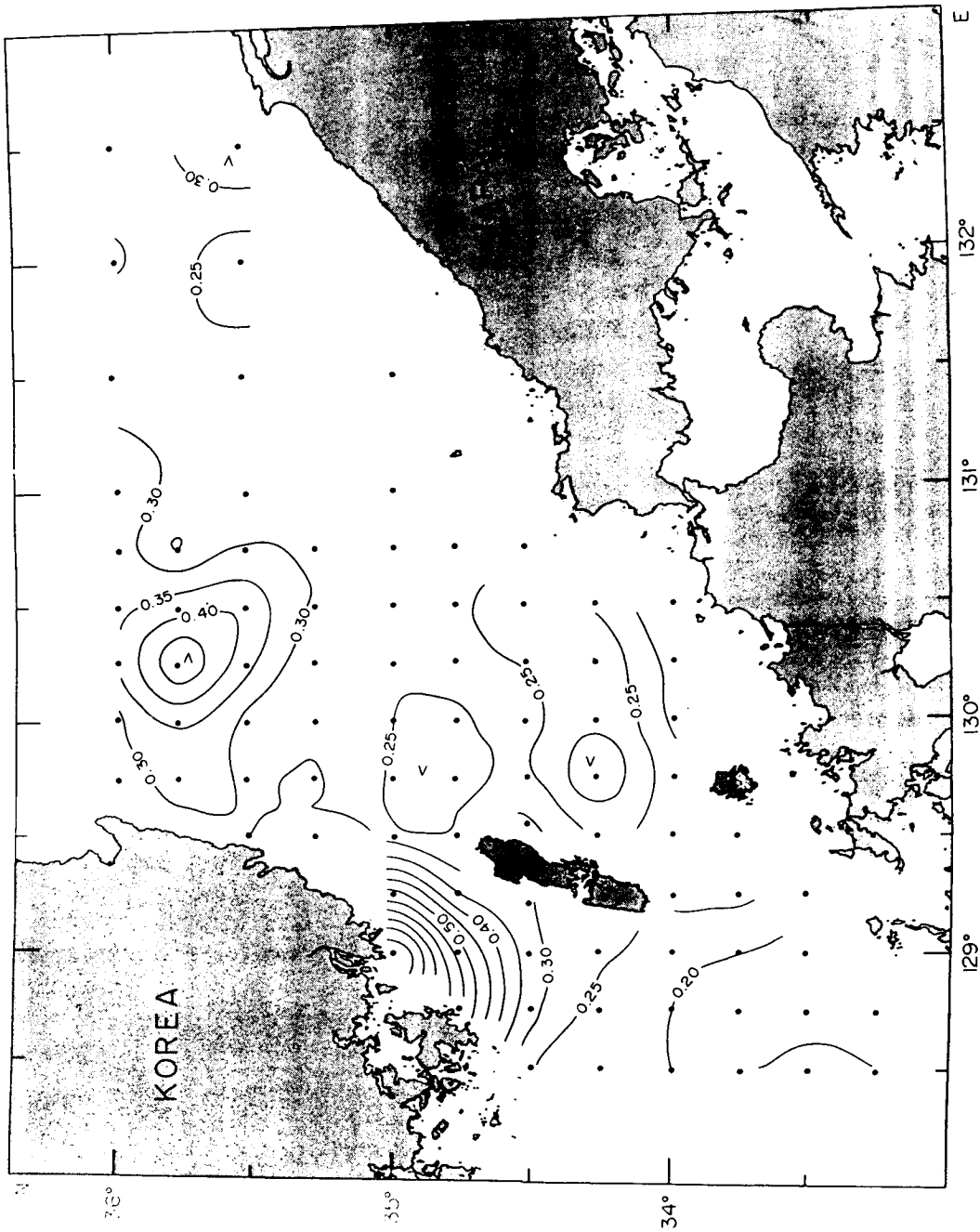


Fig. III-37. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

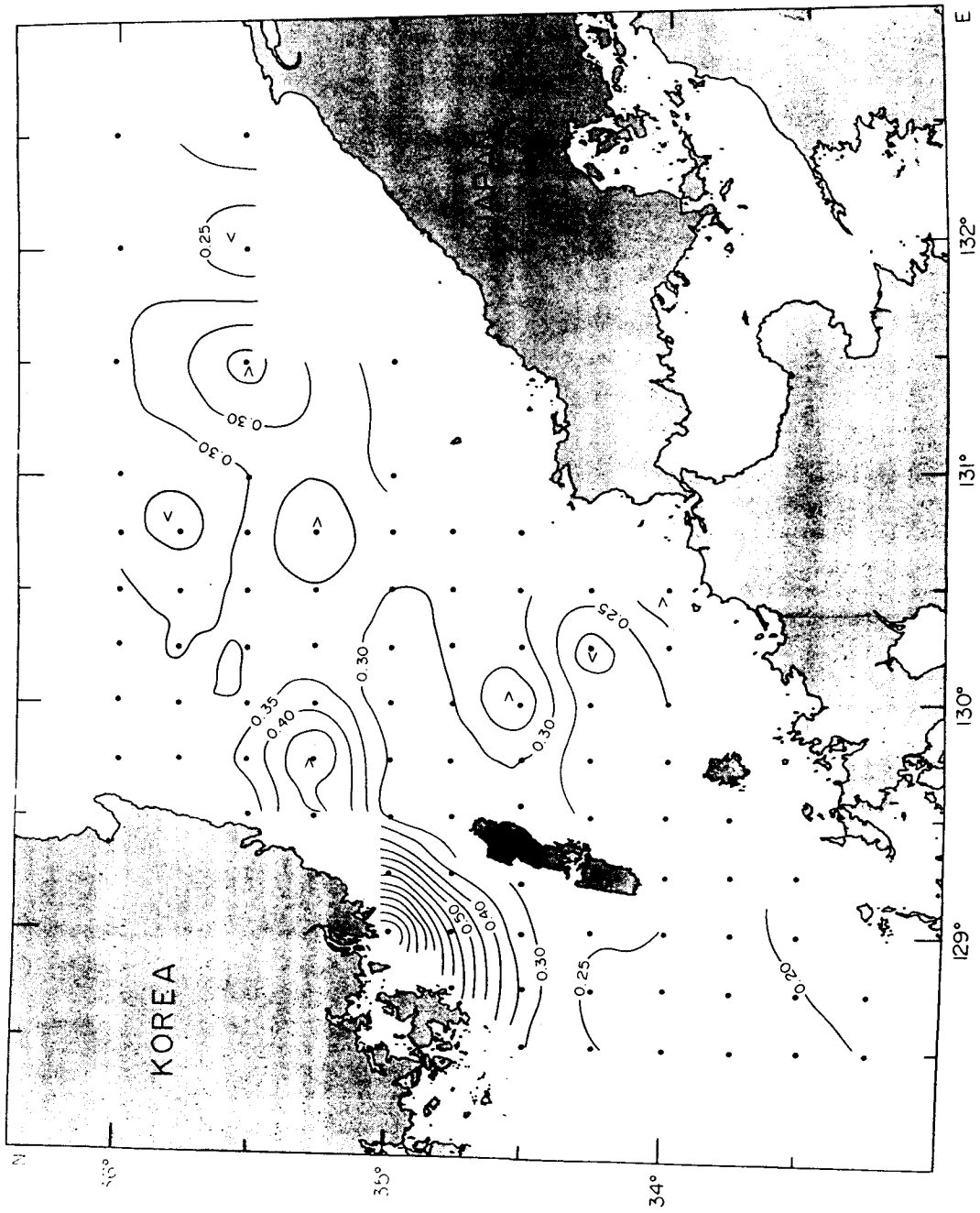


Fig. III-38 Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

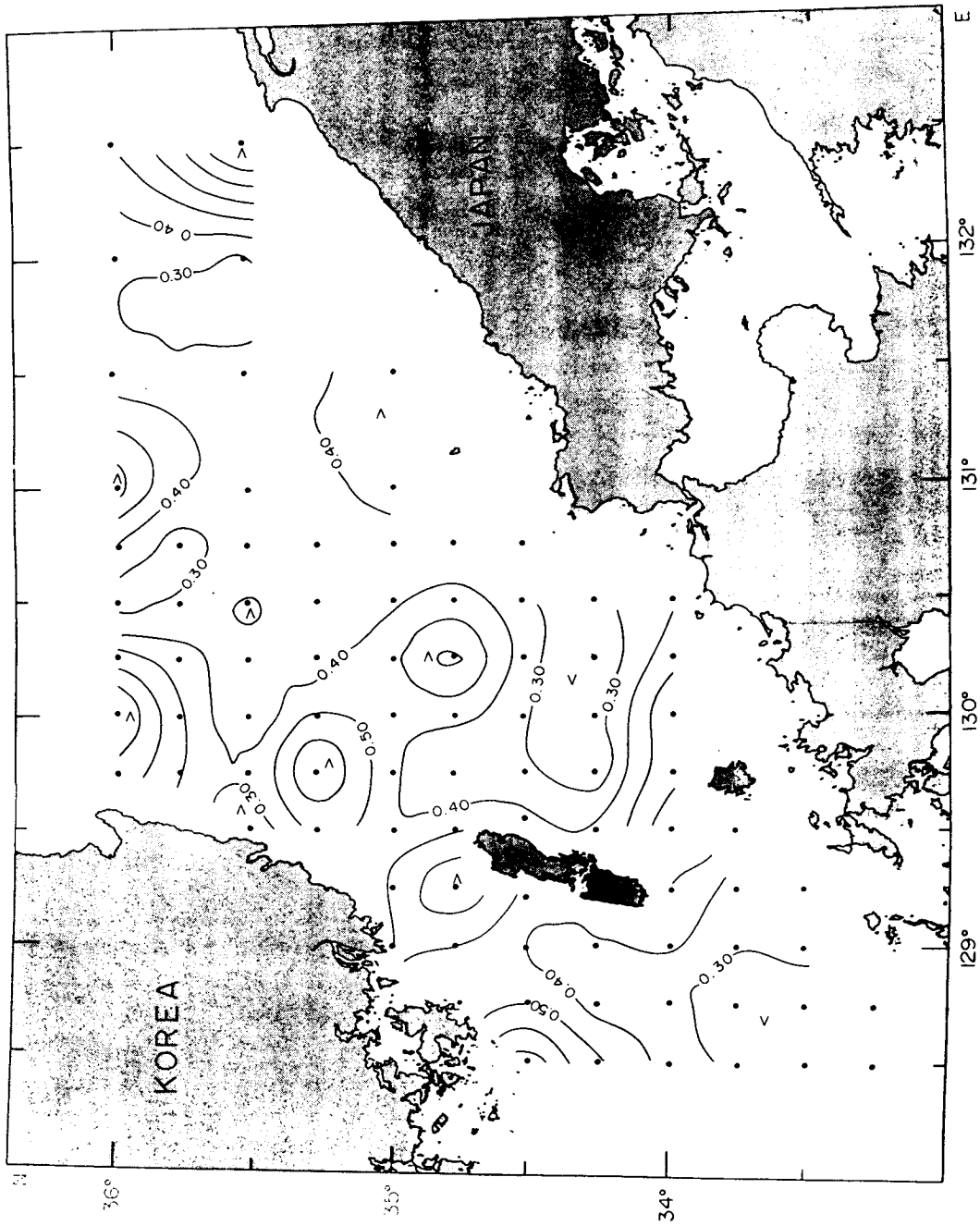


Fig. III-39. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

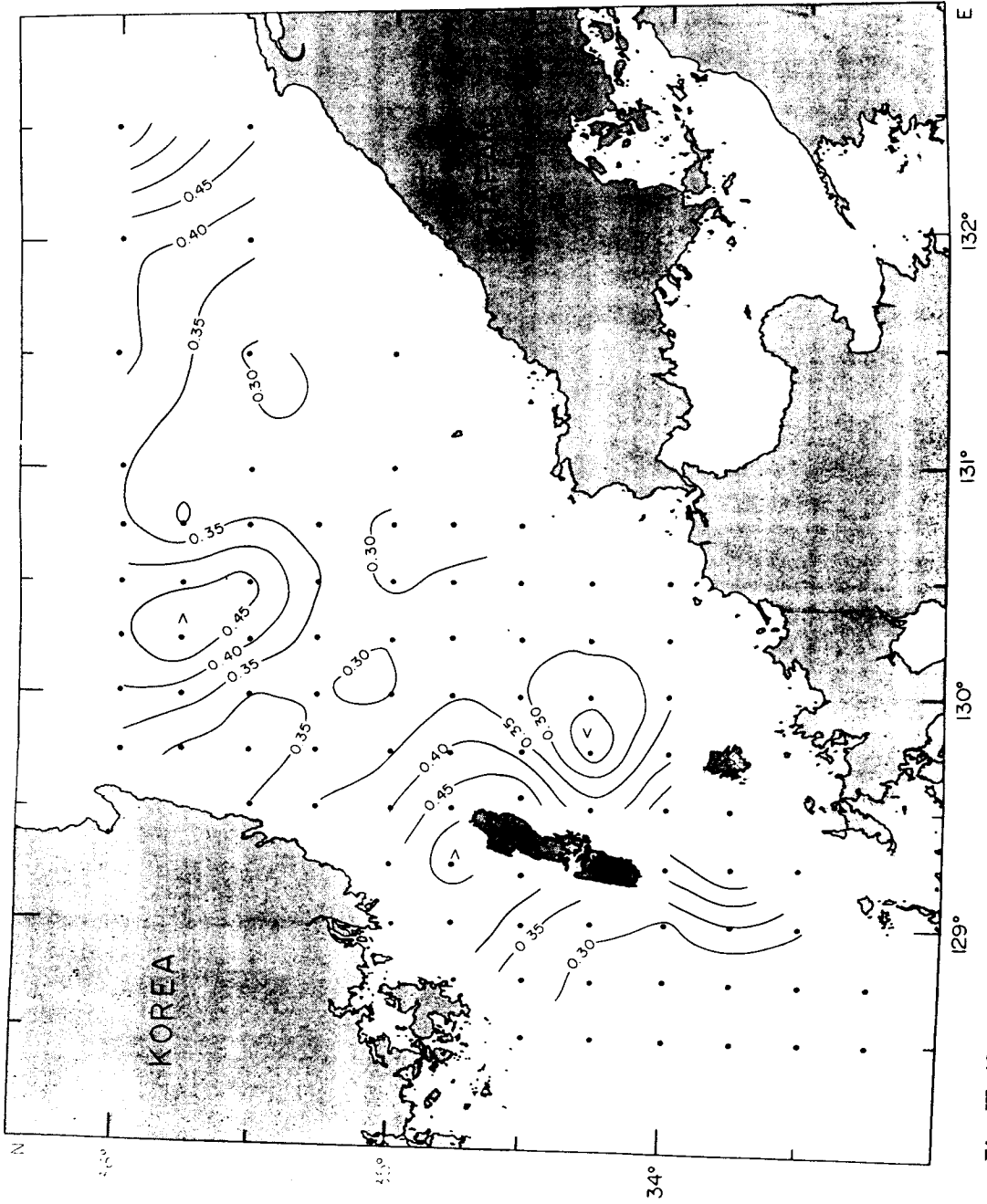


Fig. III-40. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 75m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

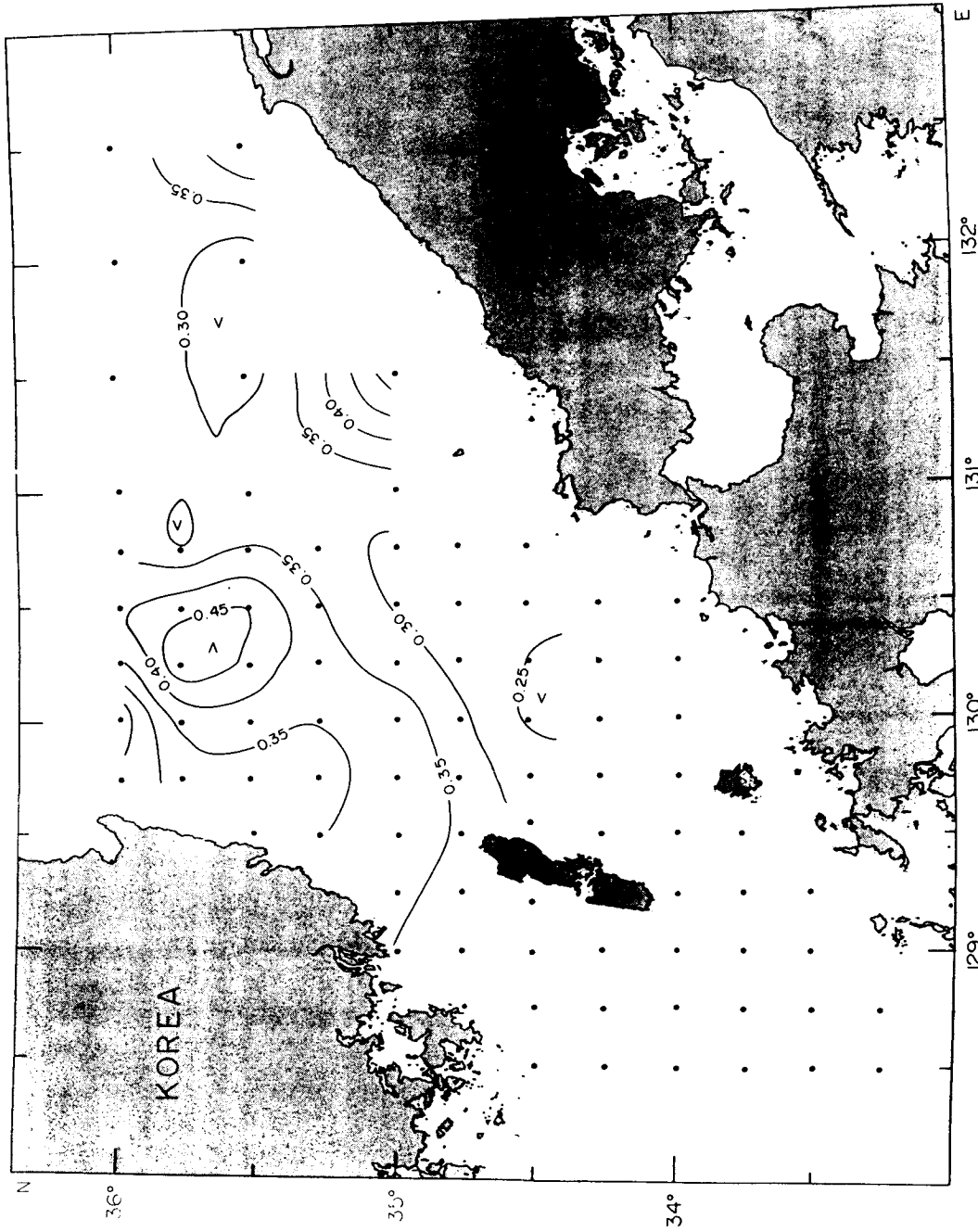


Fig. III-41. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

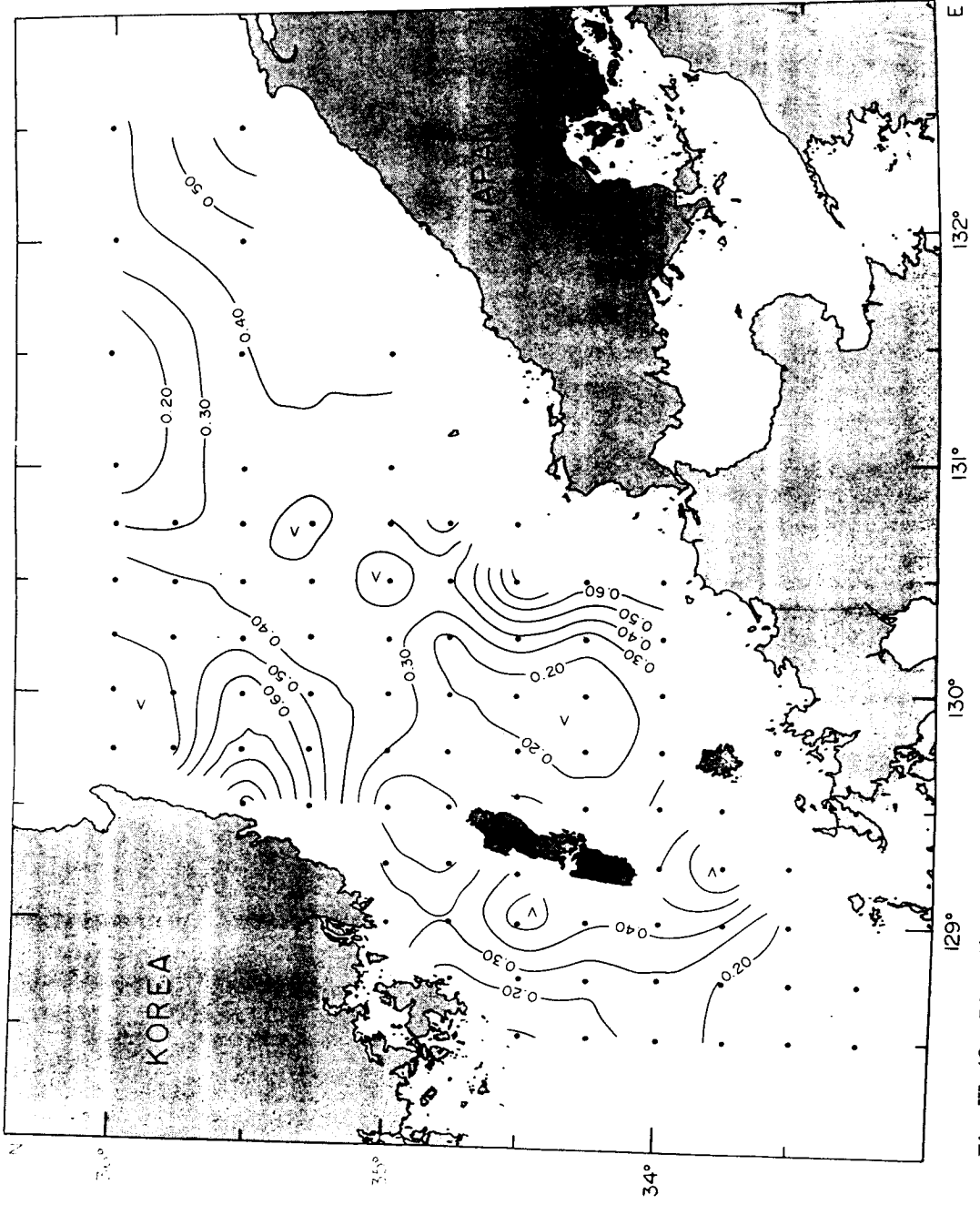


Fig. III-42. Distribution of nitrate-nitrogen in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

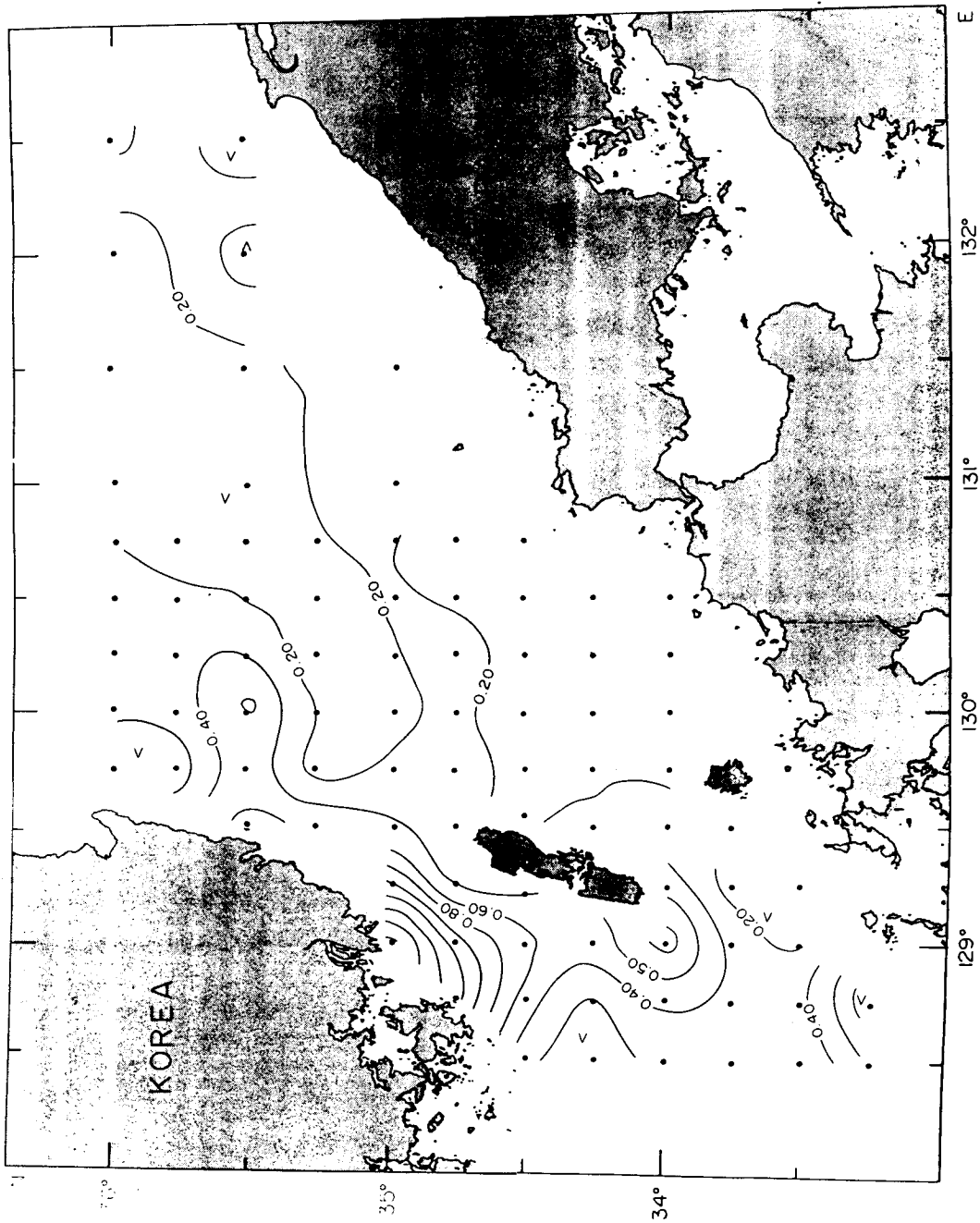


Fig. III-43. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

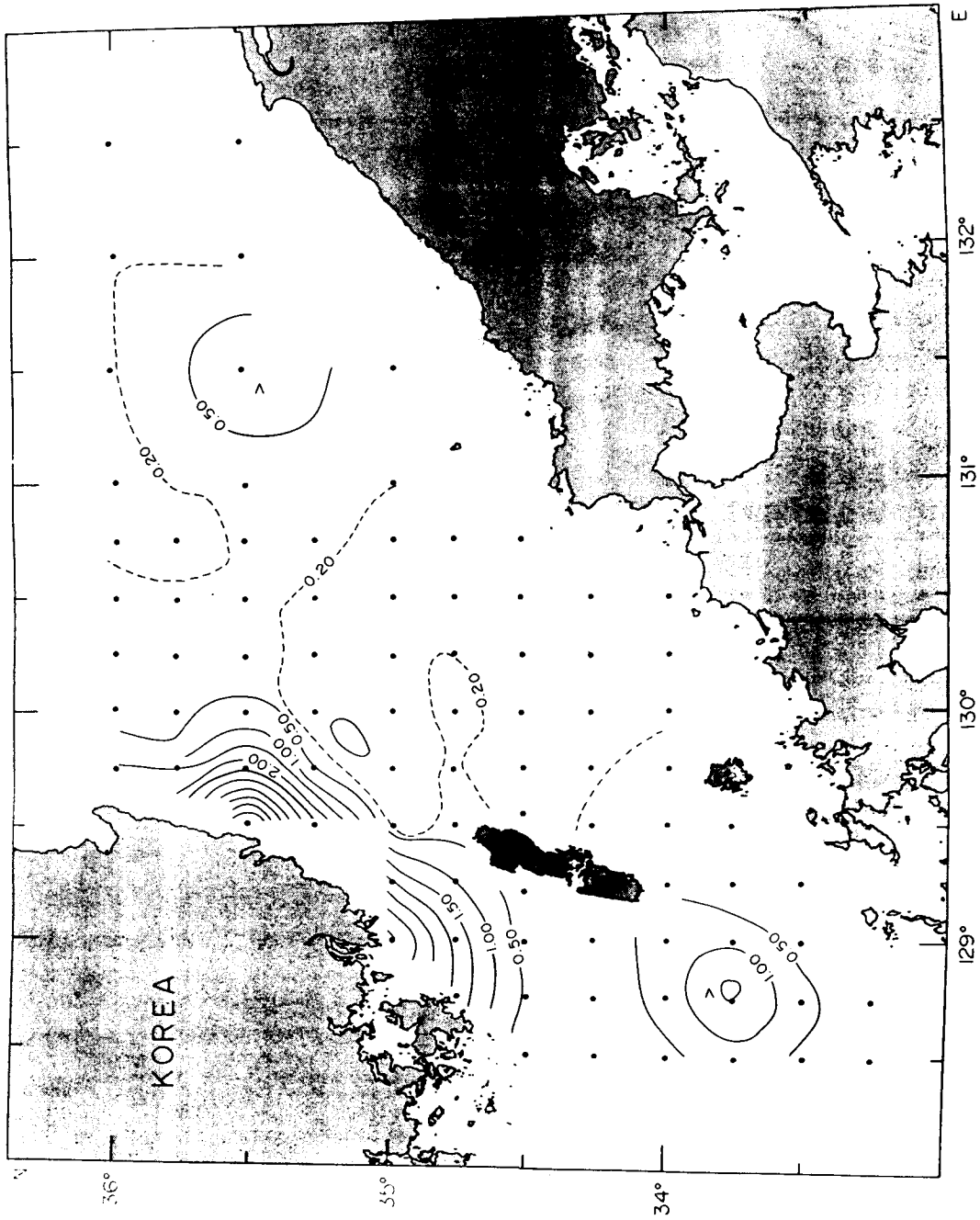


Fig. III-44. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

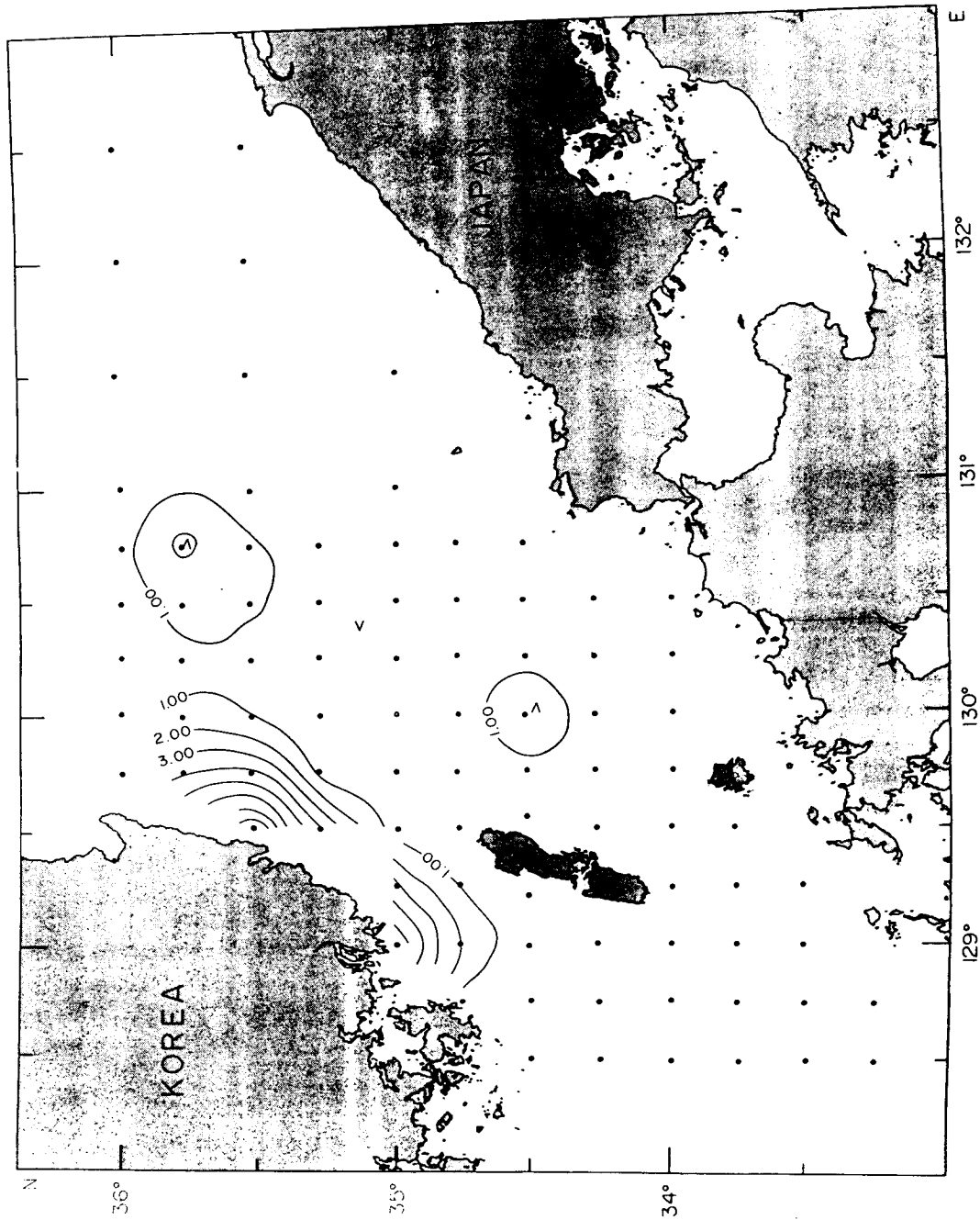


Fig. III-45. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

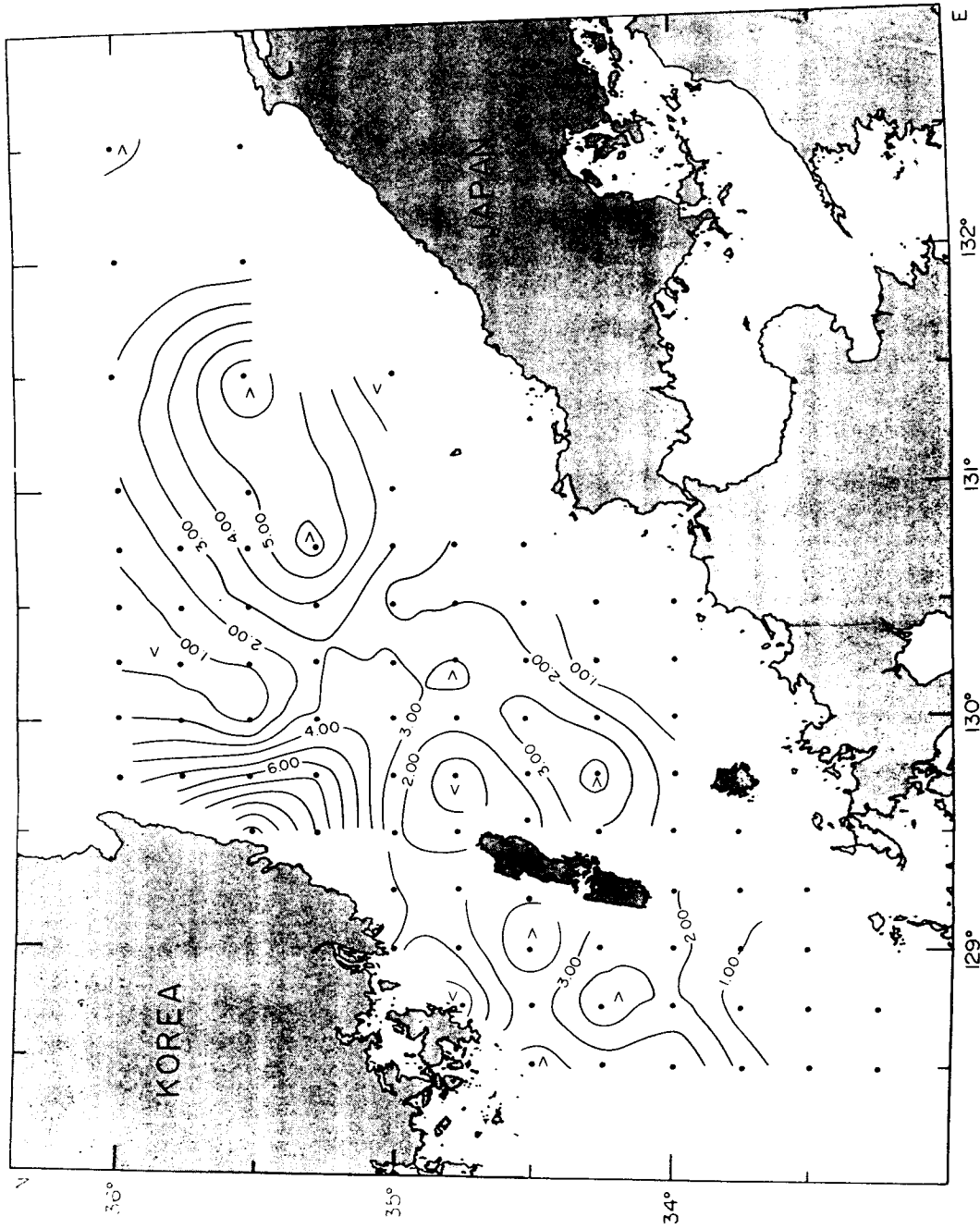


Fig. III-46. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

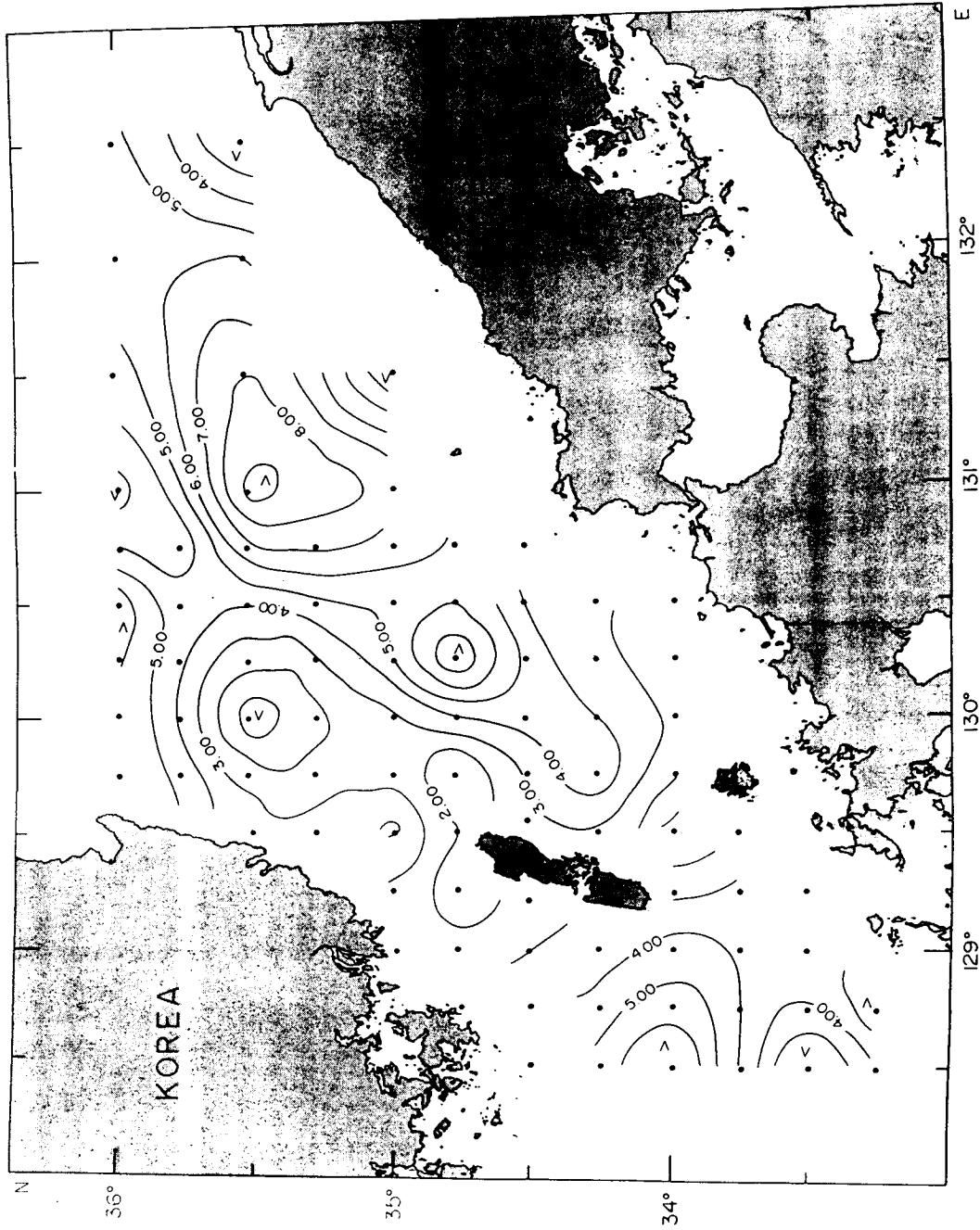


Fig. III-47. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 75m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

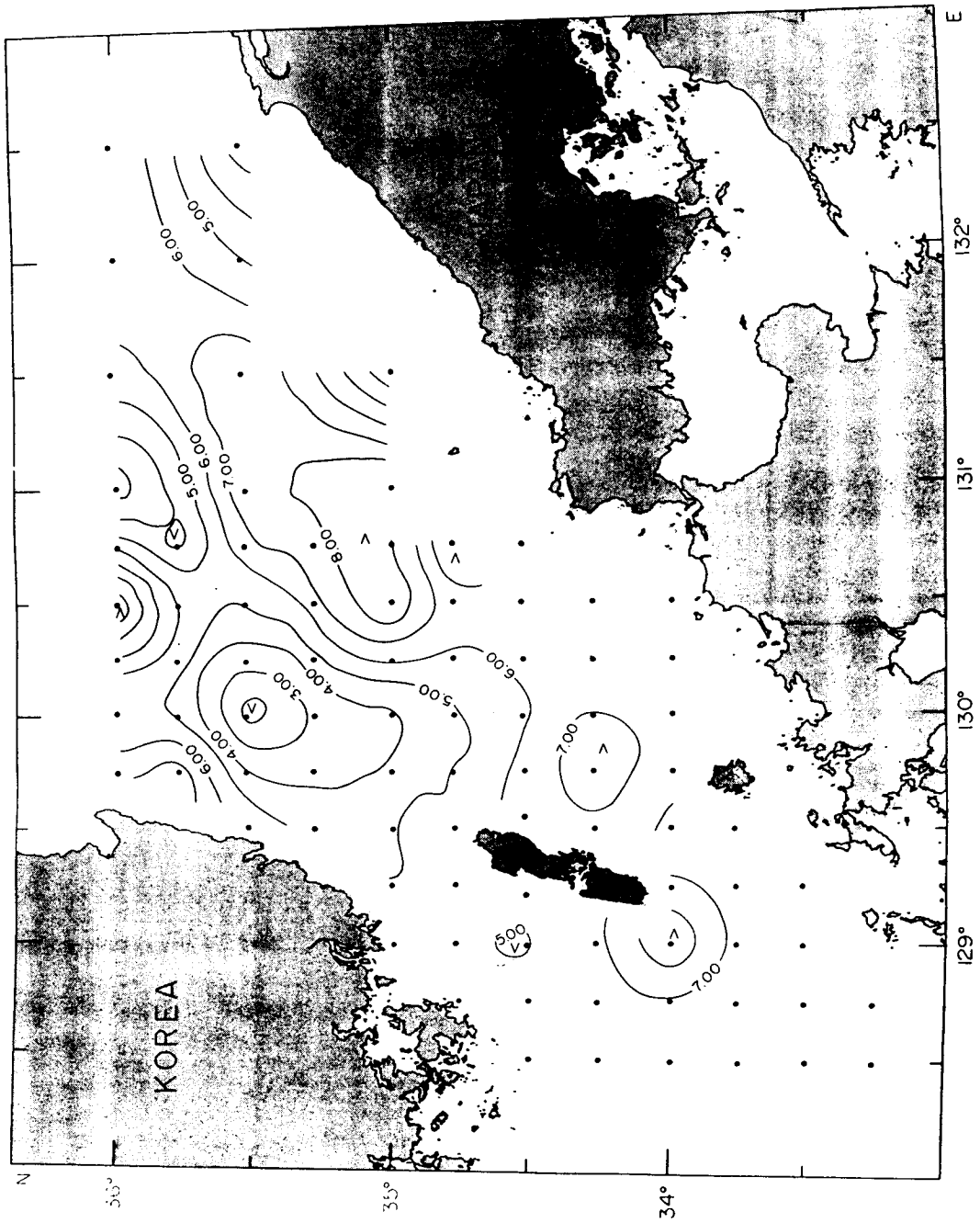


Fig. III-48. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

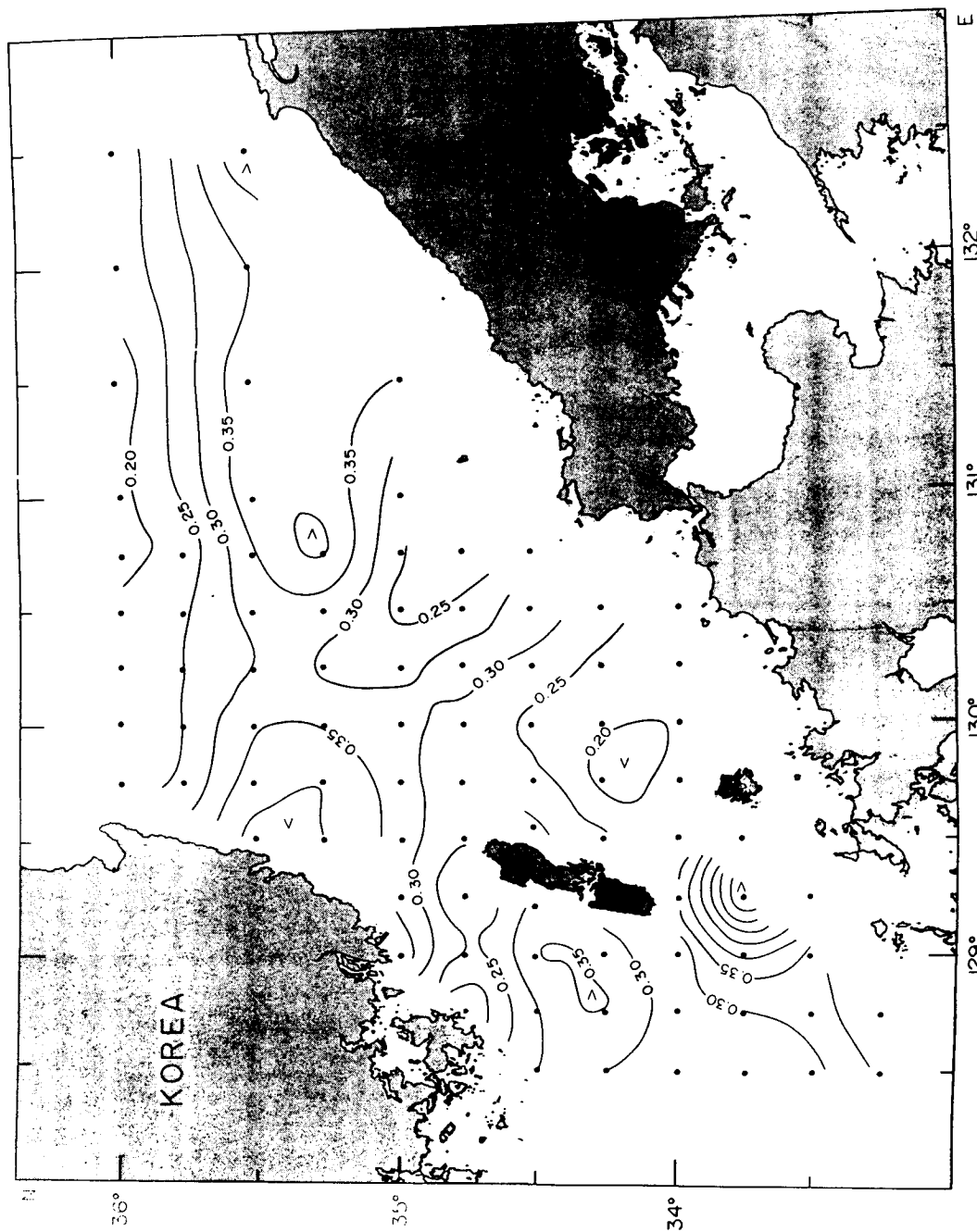


Fig. III-49. Distribution of phosphate-phosphorus in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

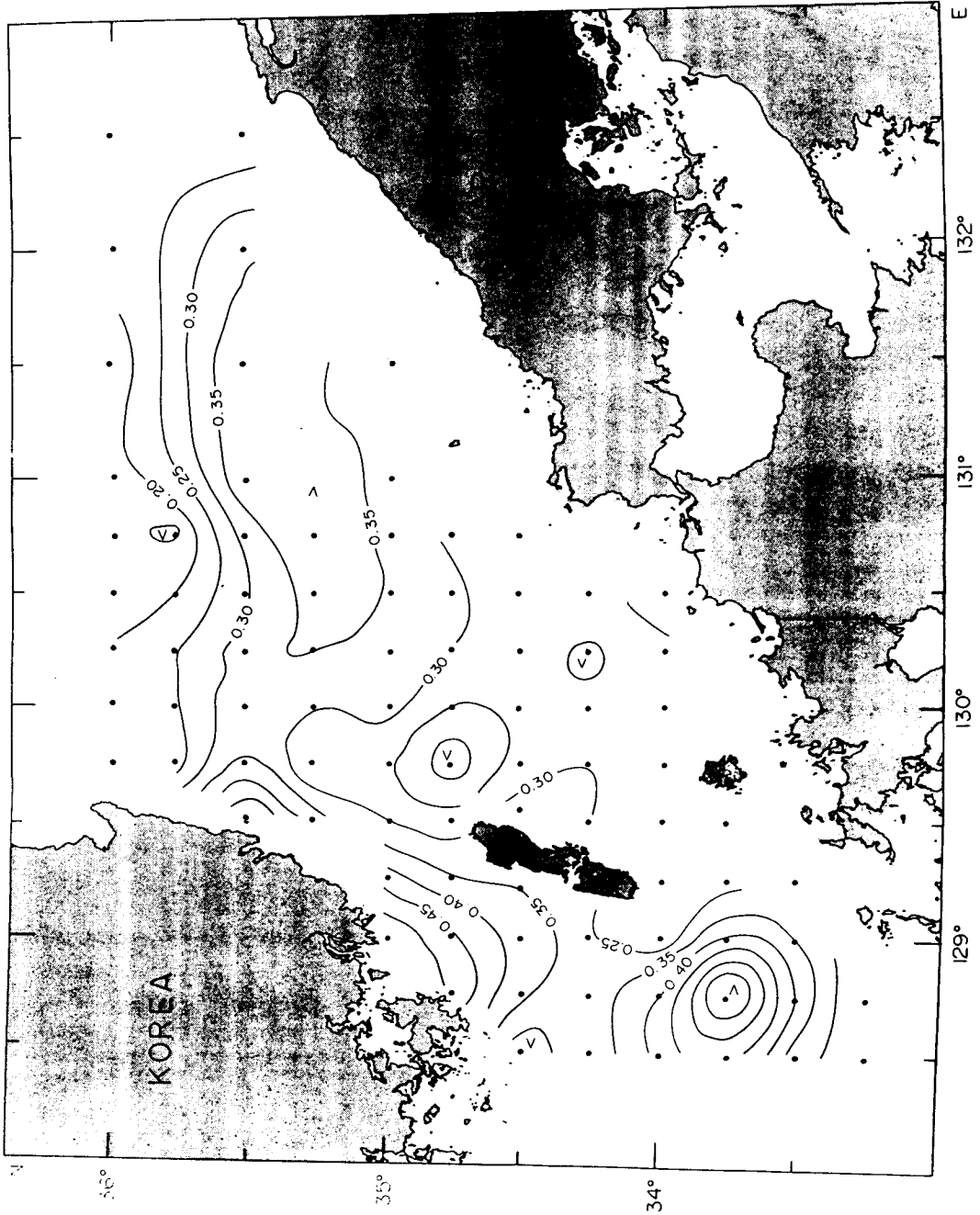


Fig. III-50. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

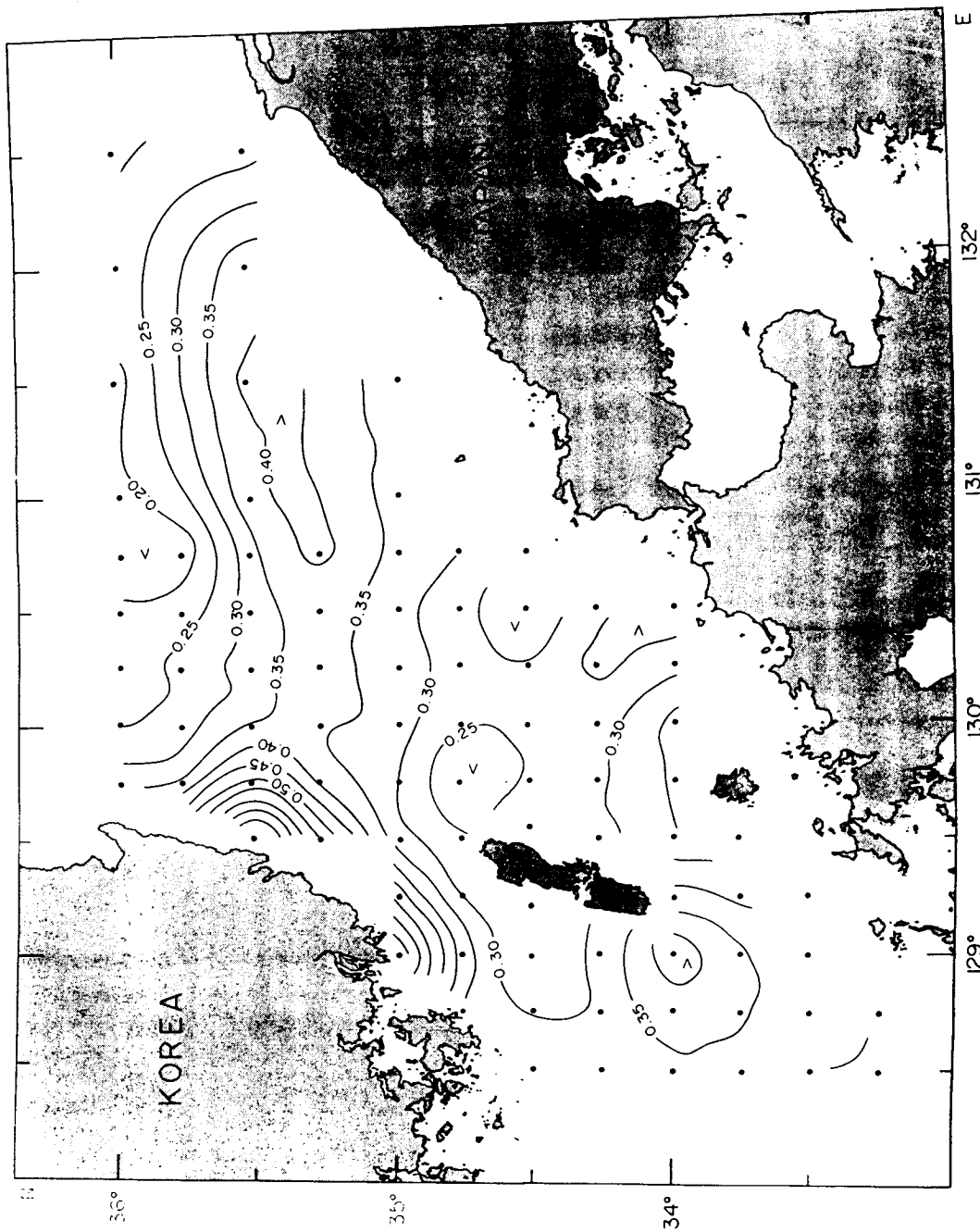


Fig. III-51. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

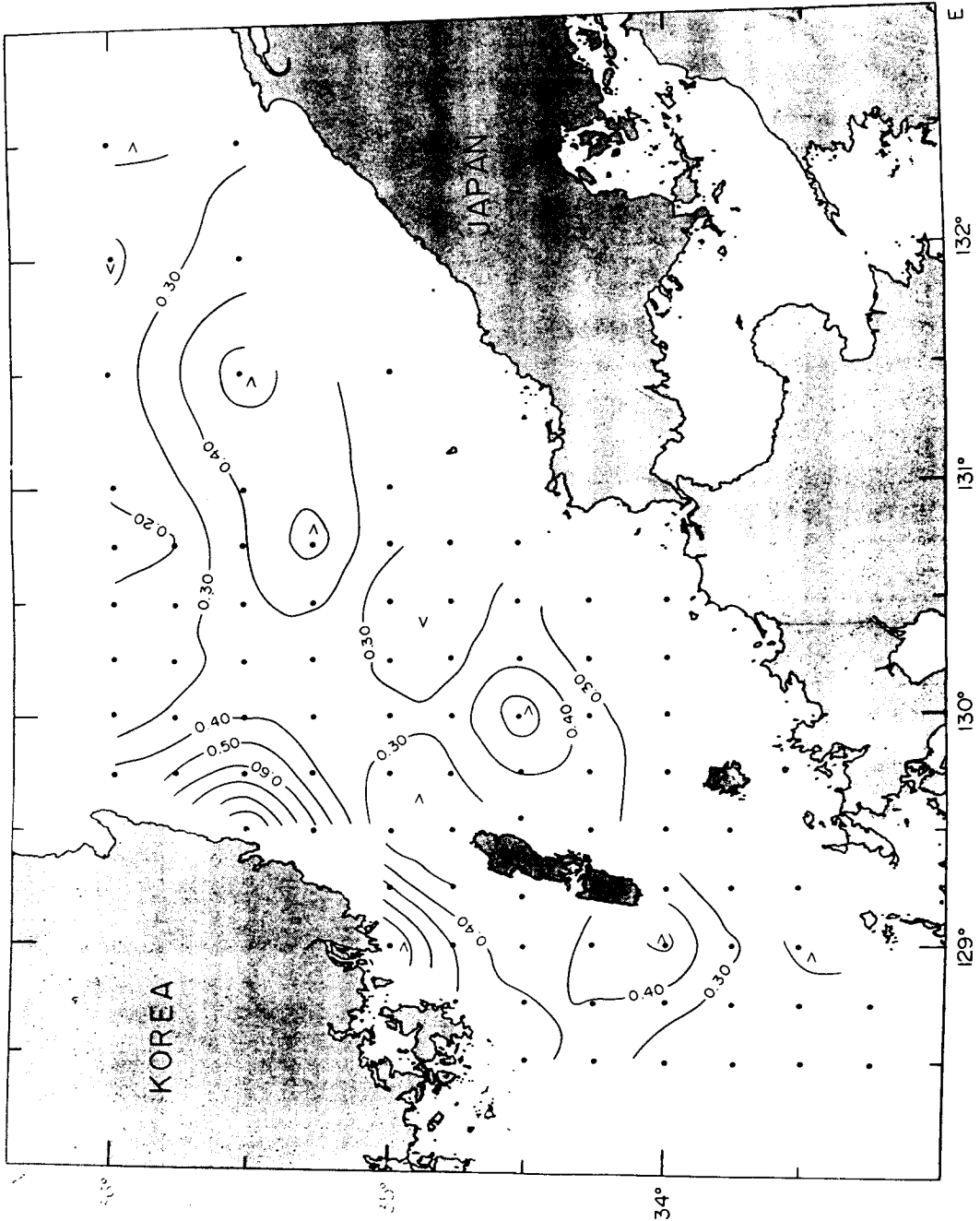


Fig. III-52. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

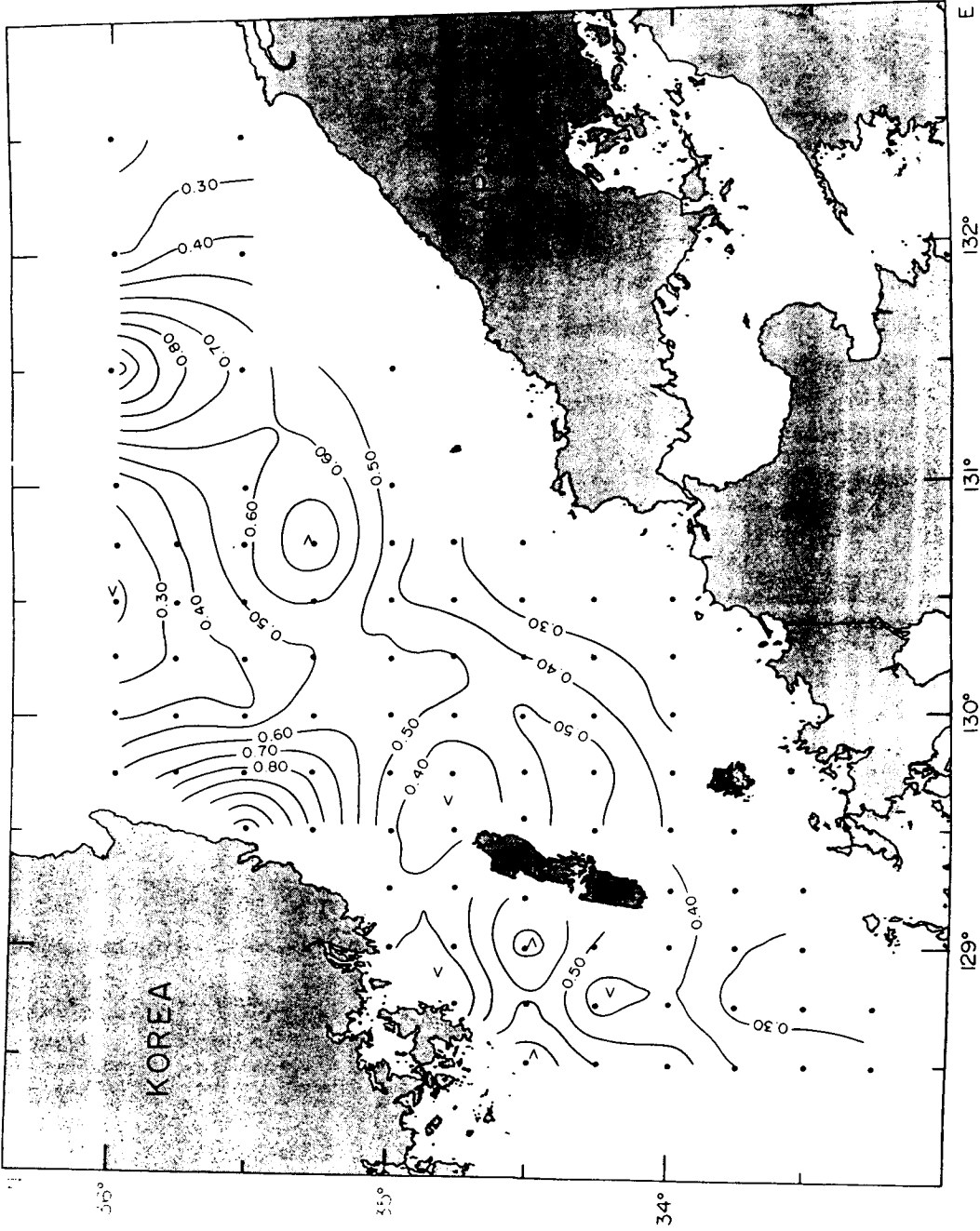


Fig. III-53. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

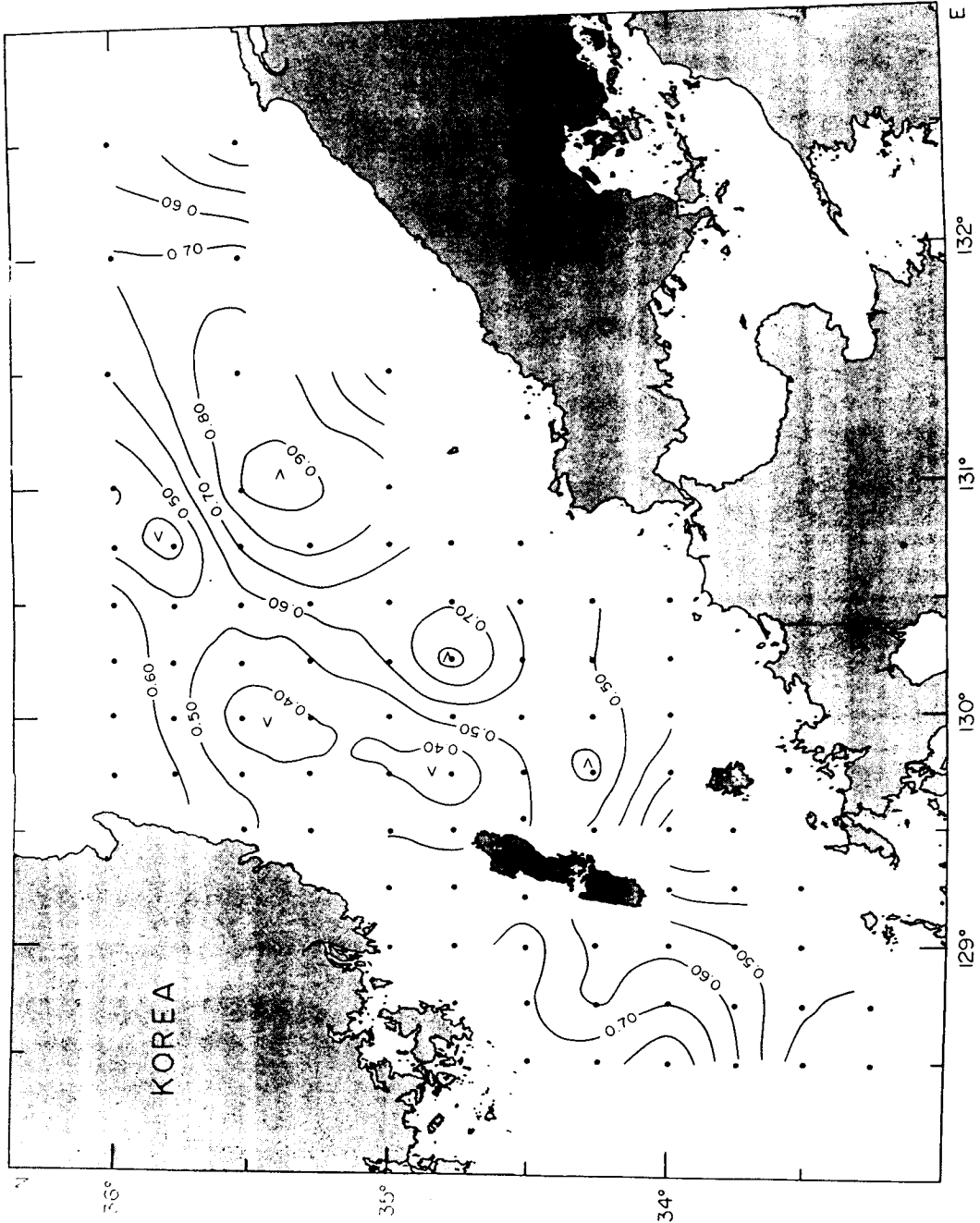


Fig. III-54. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 75m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

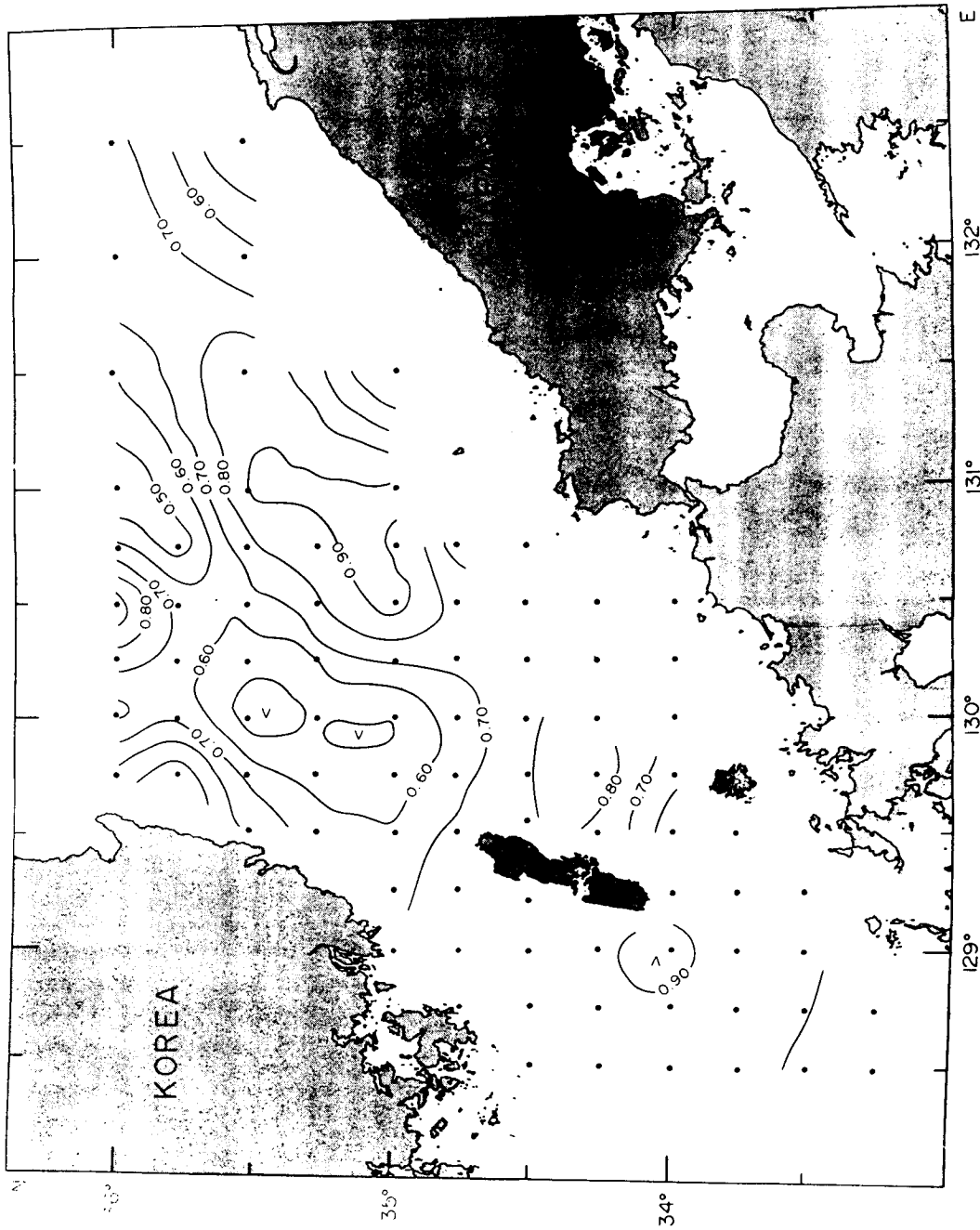


Fig. III-55. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

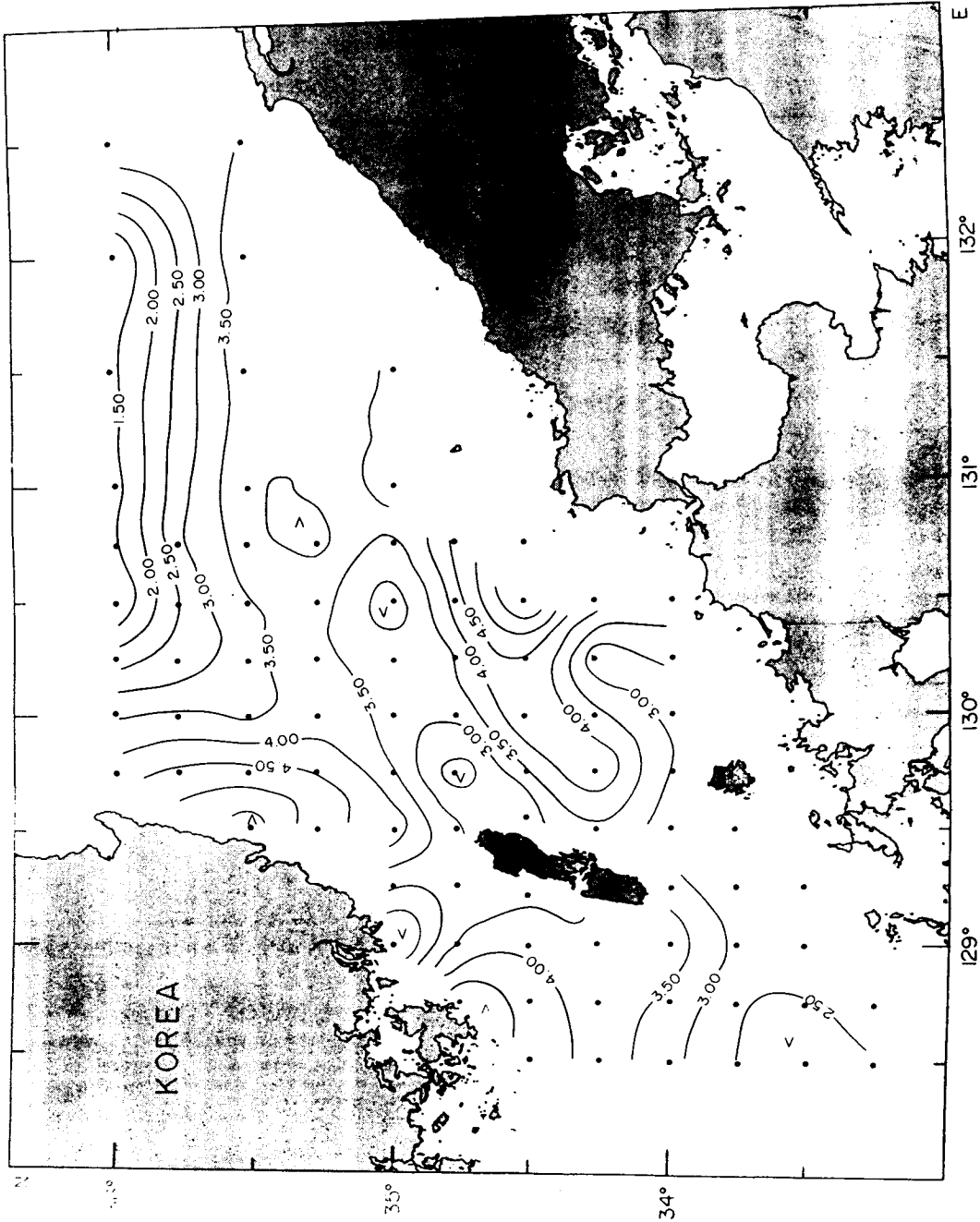


Fig. III-56. Distribution of silicate-silicon in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

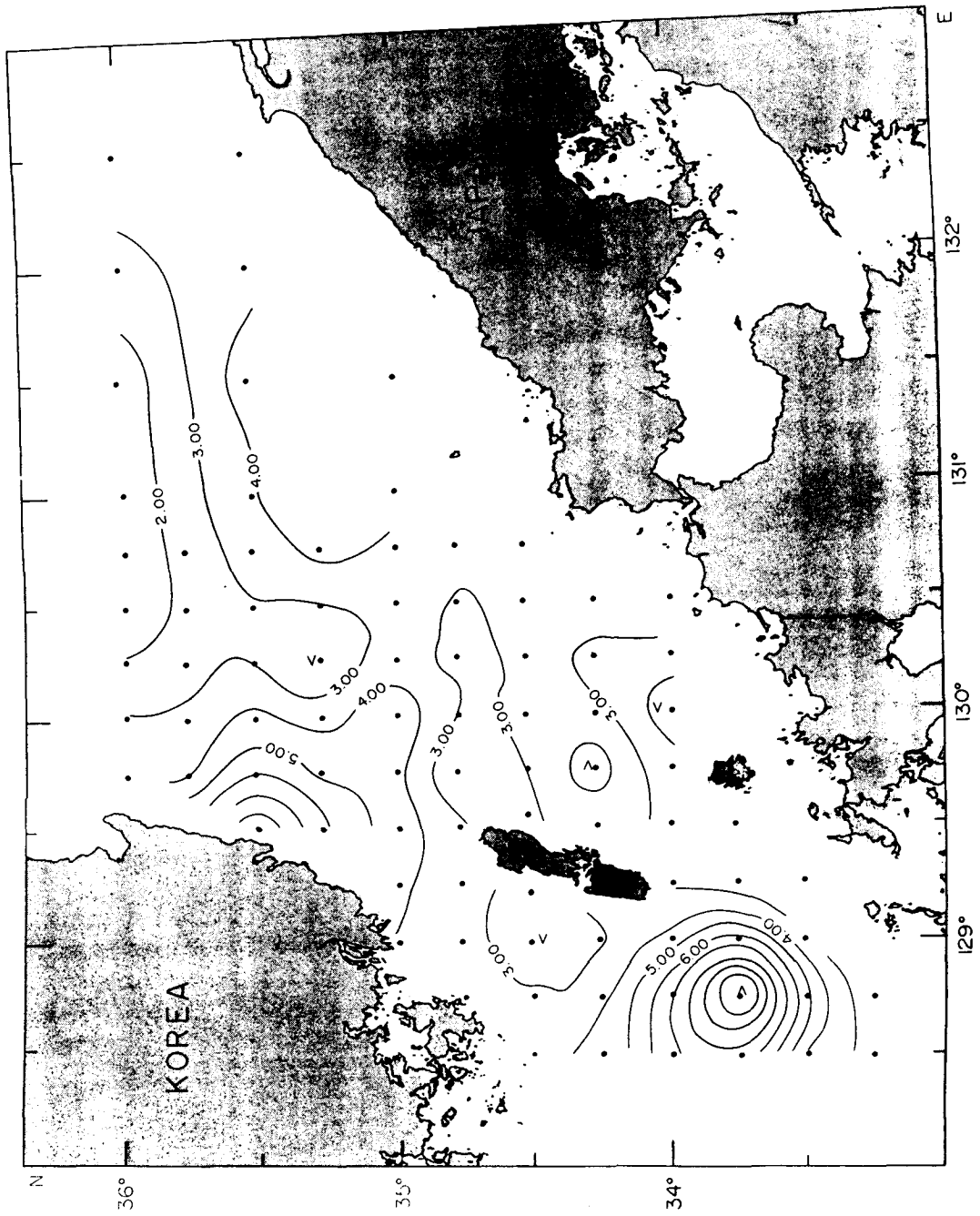


Fig. III-57. Distribution of silicate-silicon at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

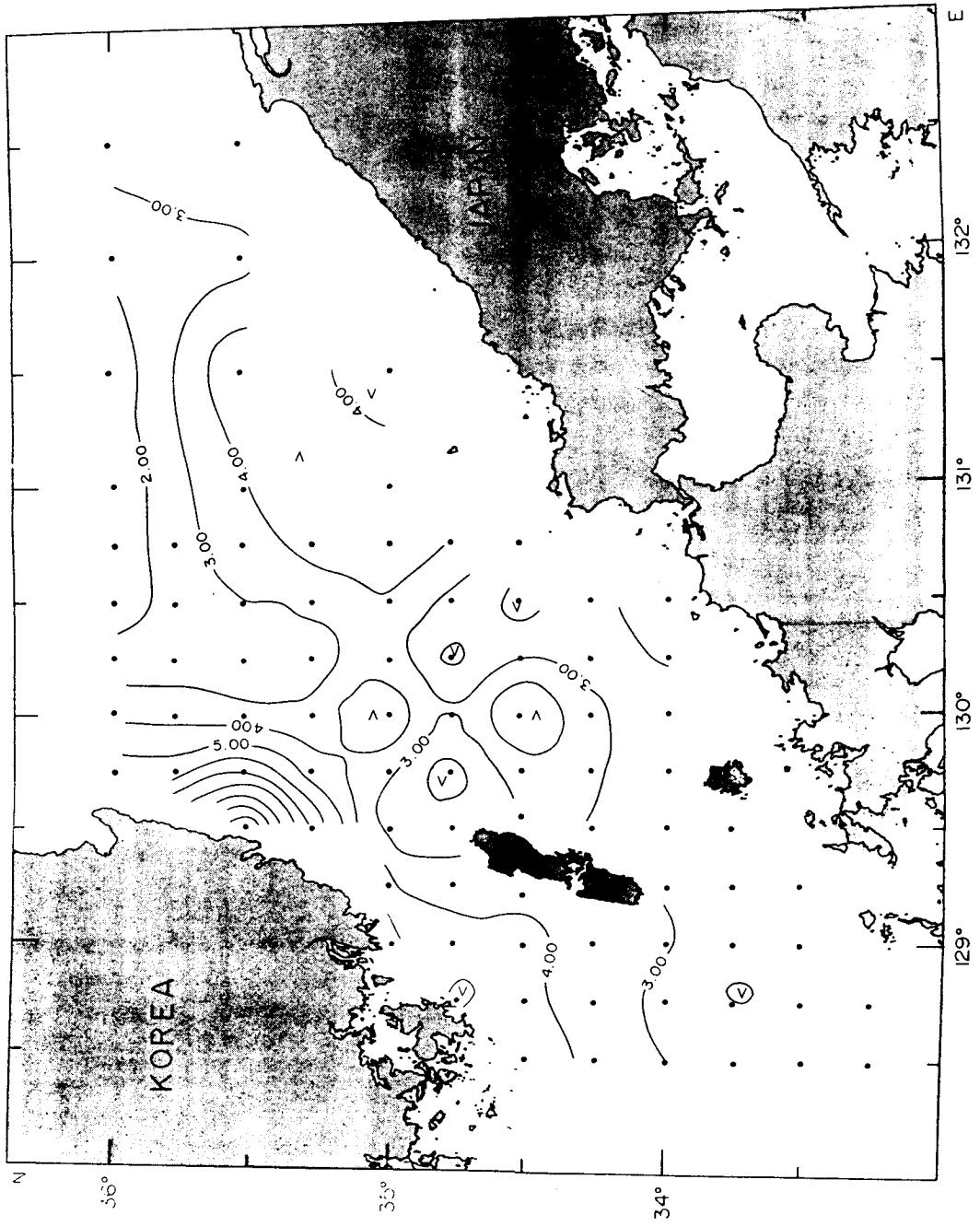


Fig. III-58. Distribution of silicate-silicon at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

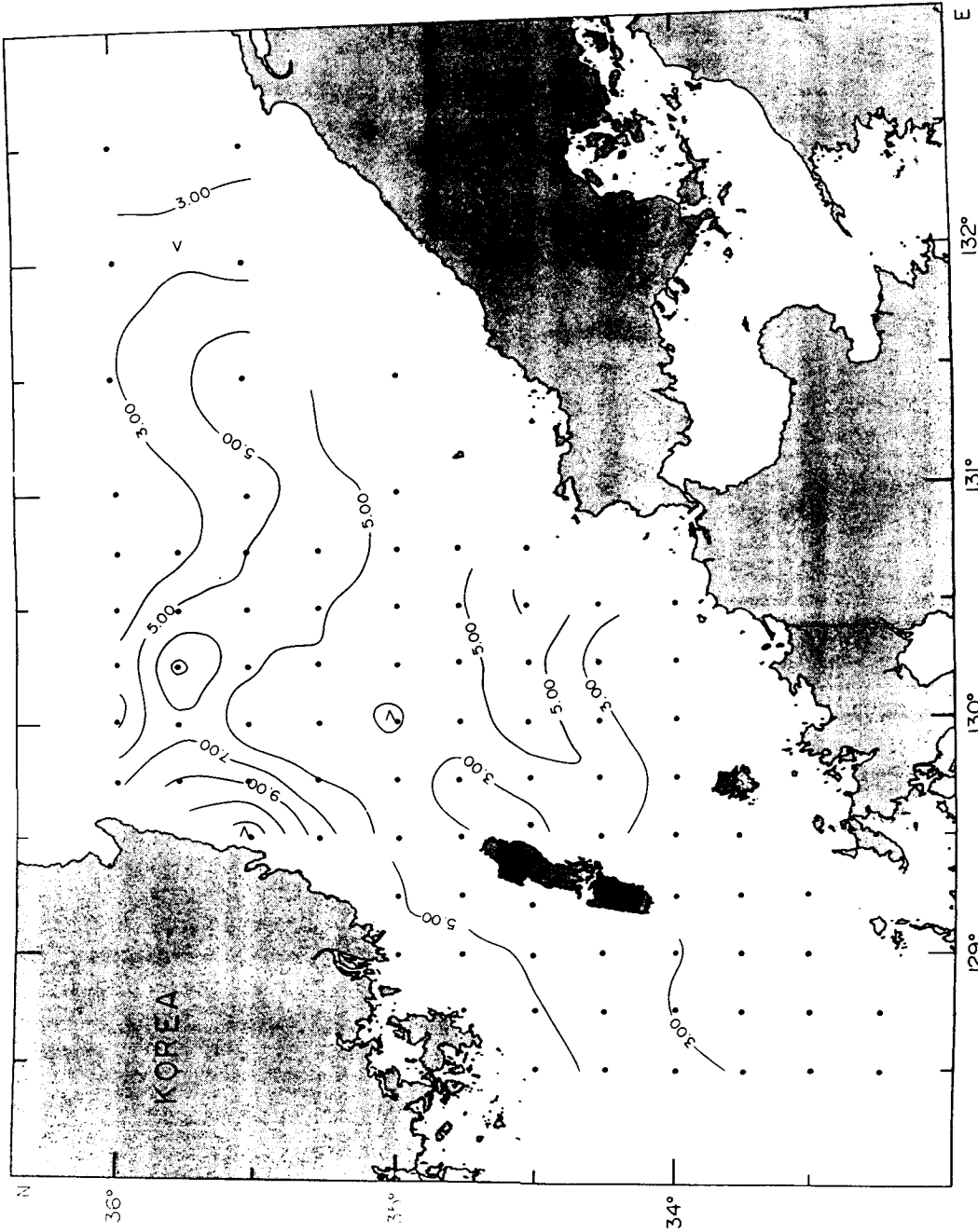


Fig. III-59. Distribution of silicate-silicon at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

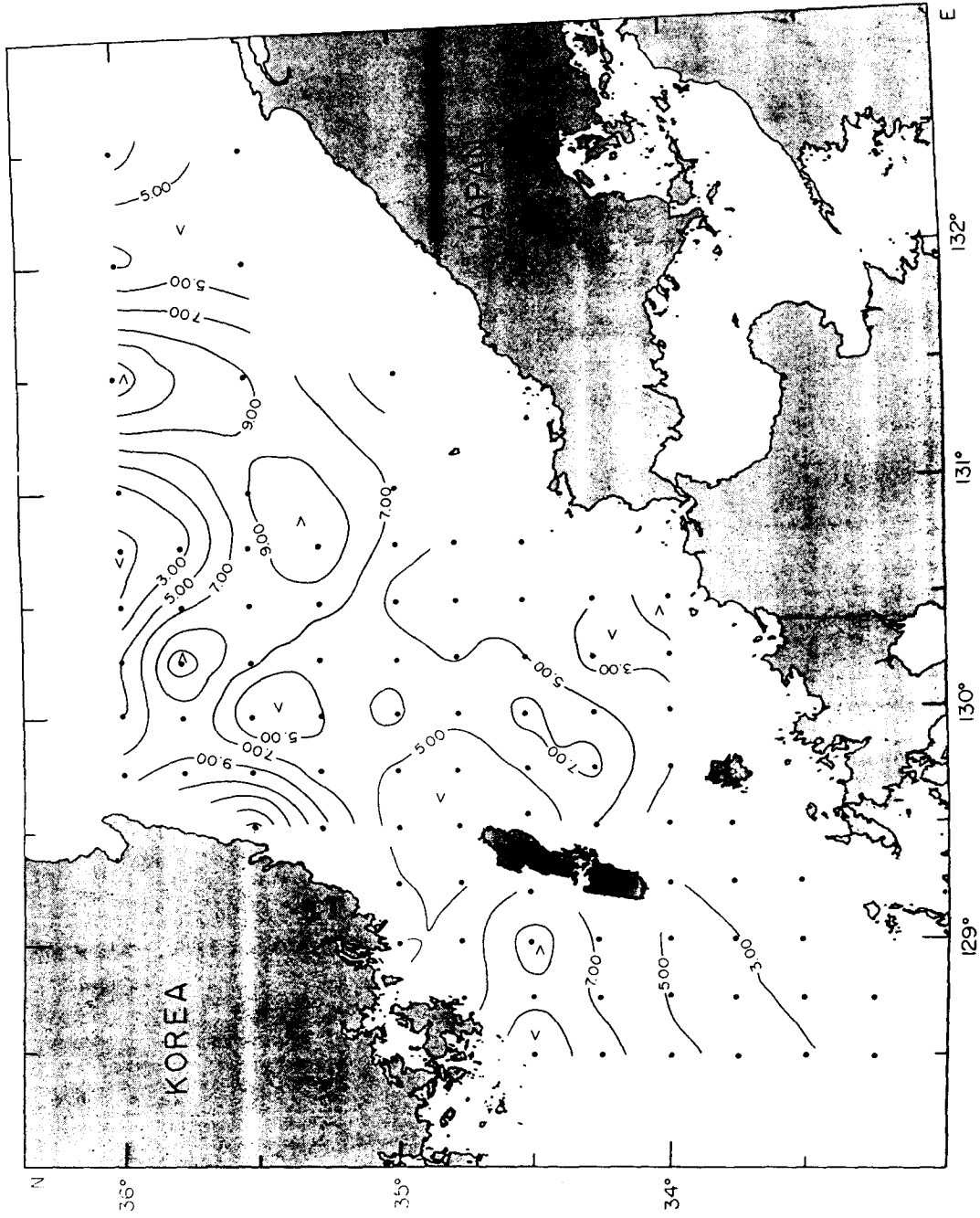


Fig. III-60. Distribution of silicate-silicon at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

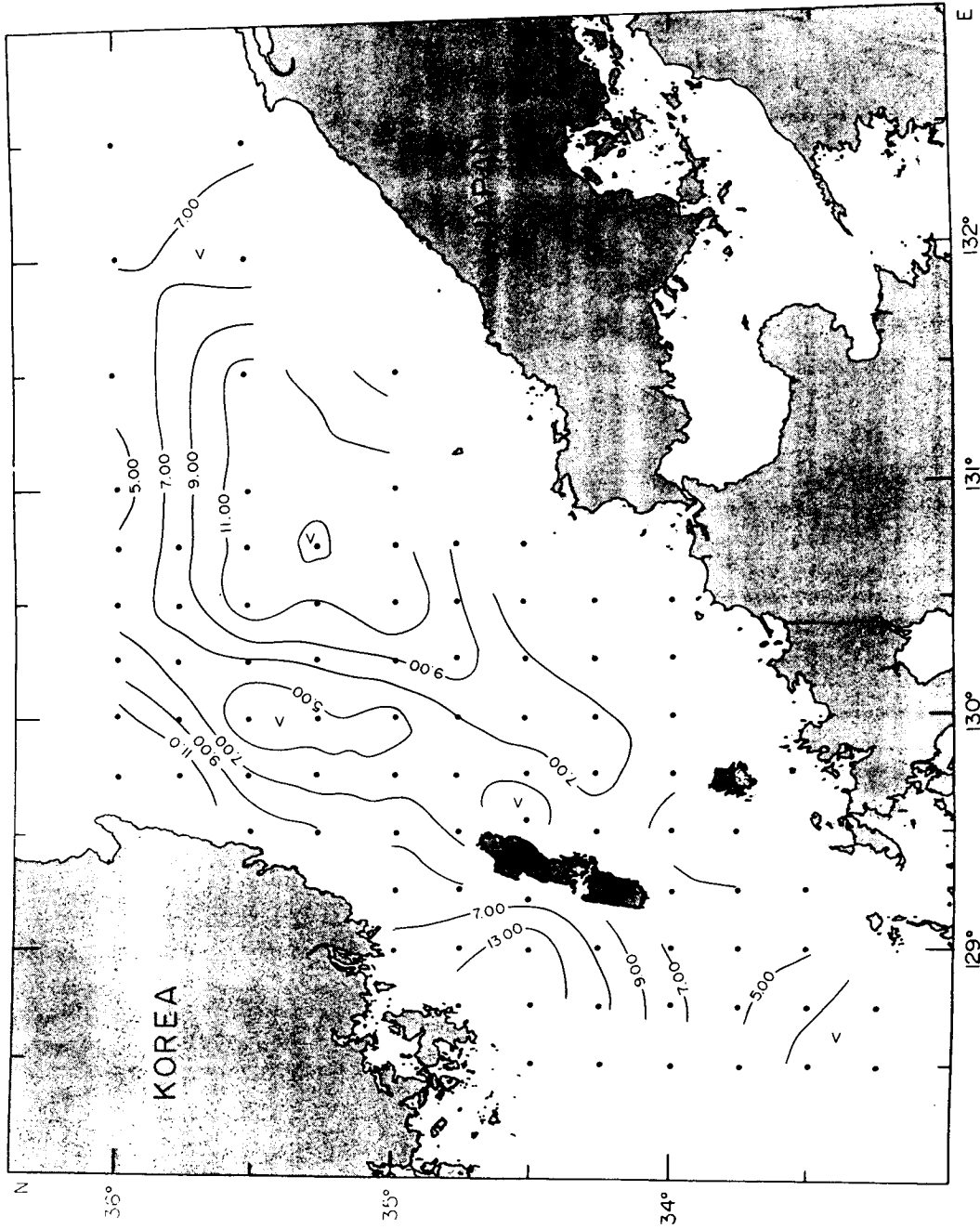


Fig. III-61. Distribution of silicate-silicon at the depth of 75m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

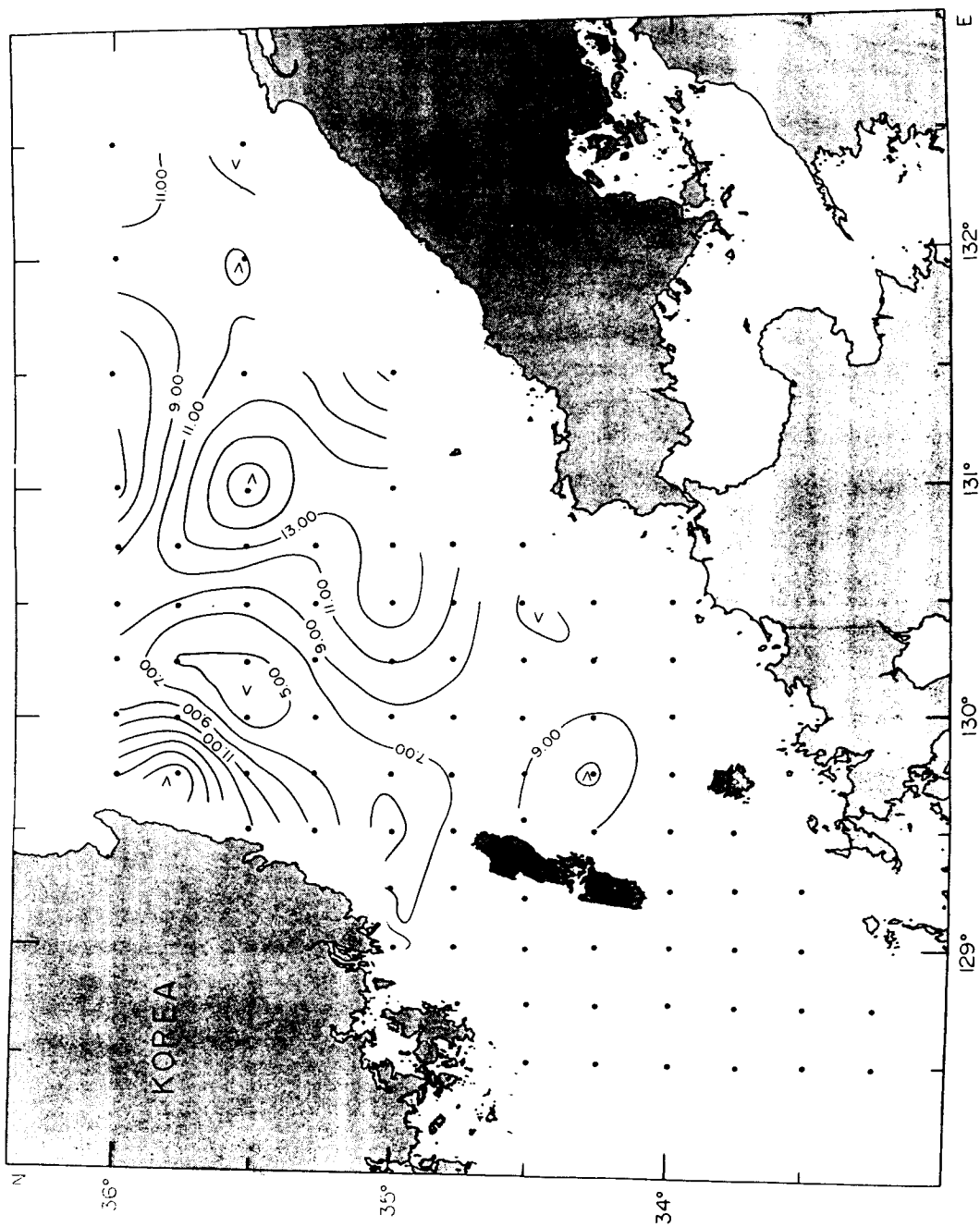


Fig. III-62. Distribution of silicate-silicon at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992 (μM)

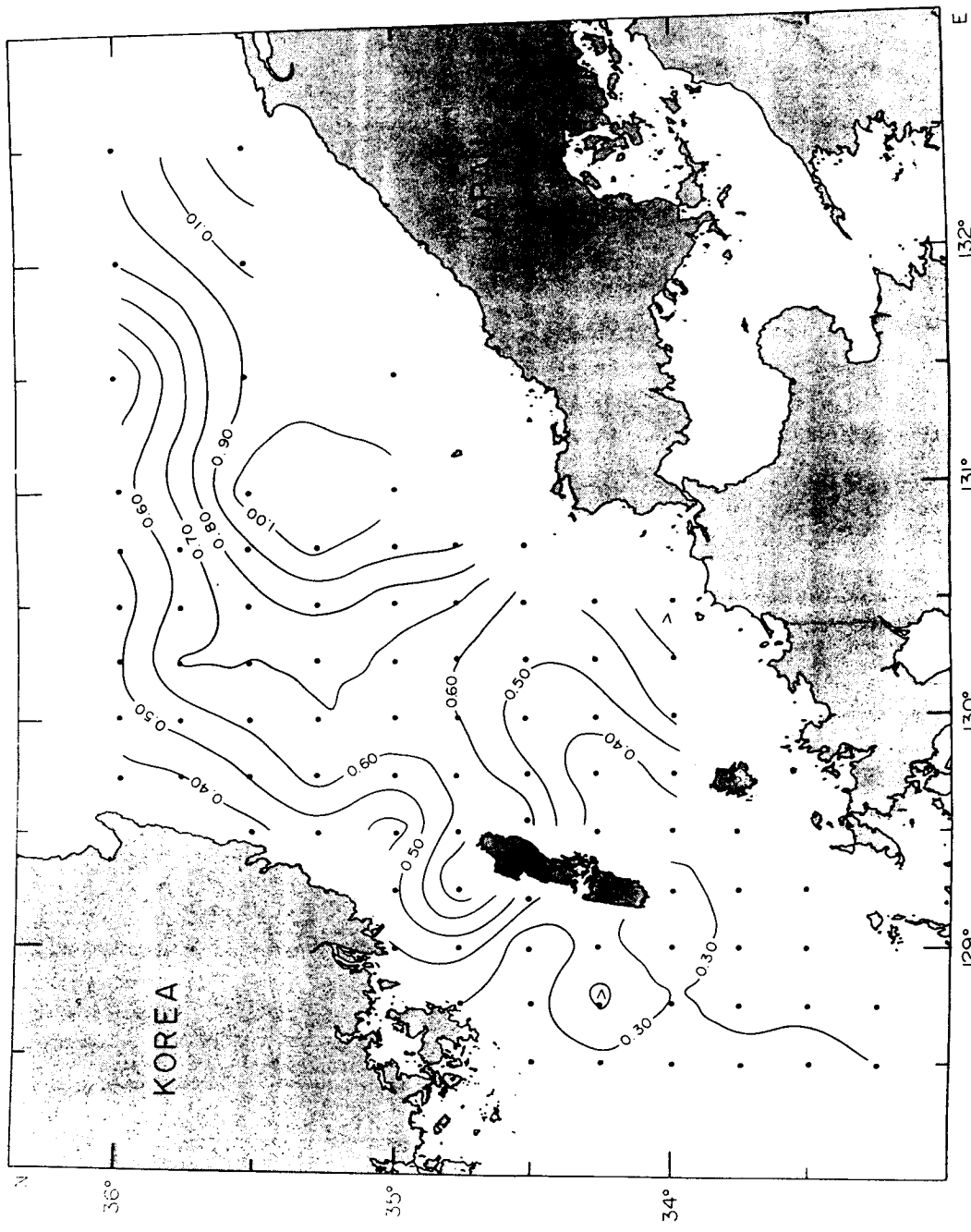


Fig. III-63. Distribution of nitrite-nitrogen in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

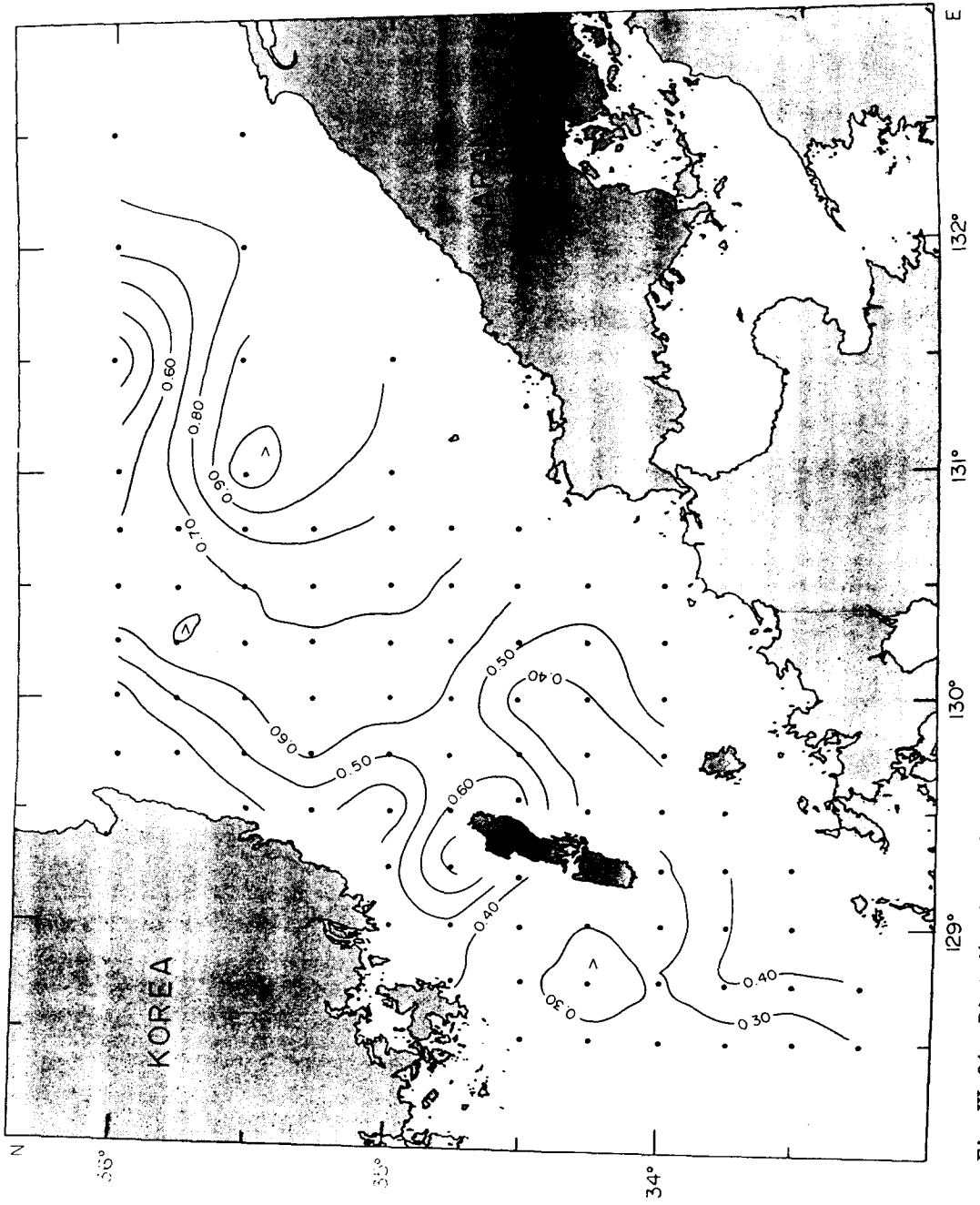


Fig. III-64. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 10m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

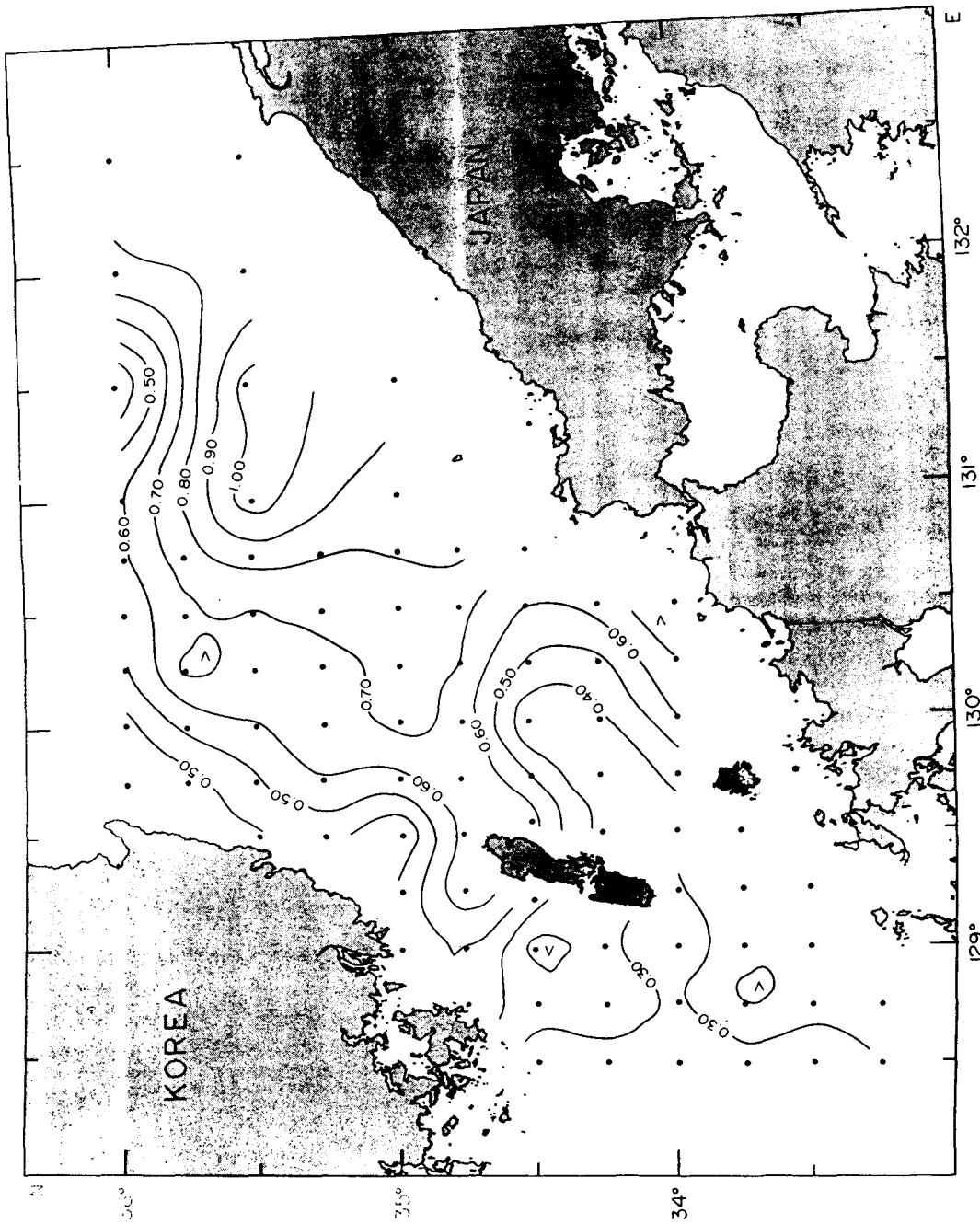


Fig. III-65. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

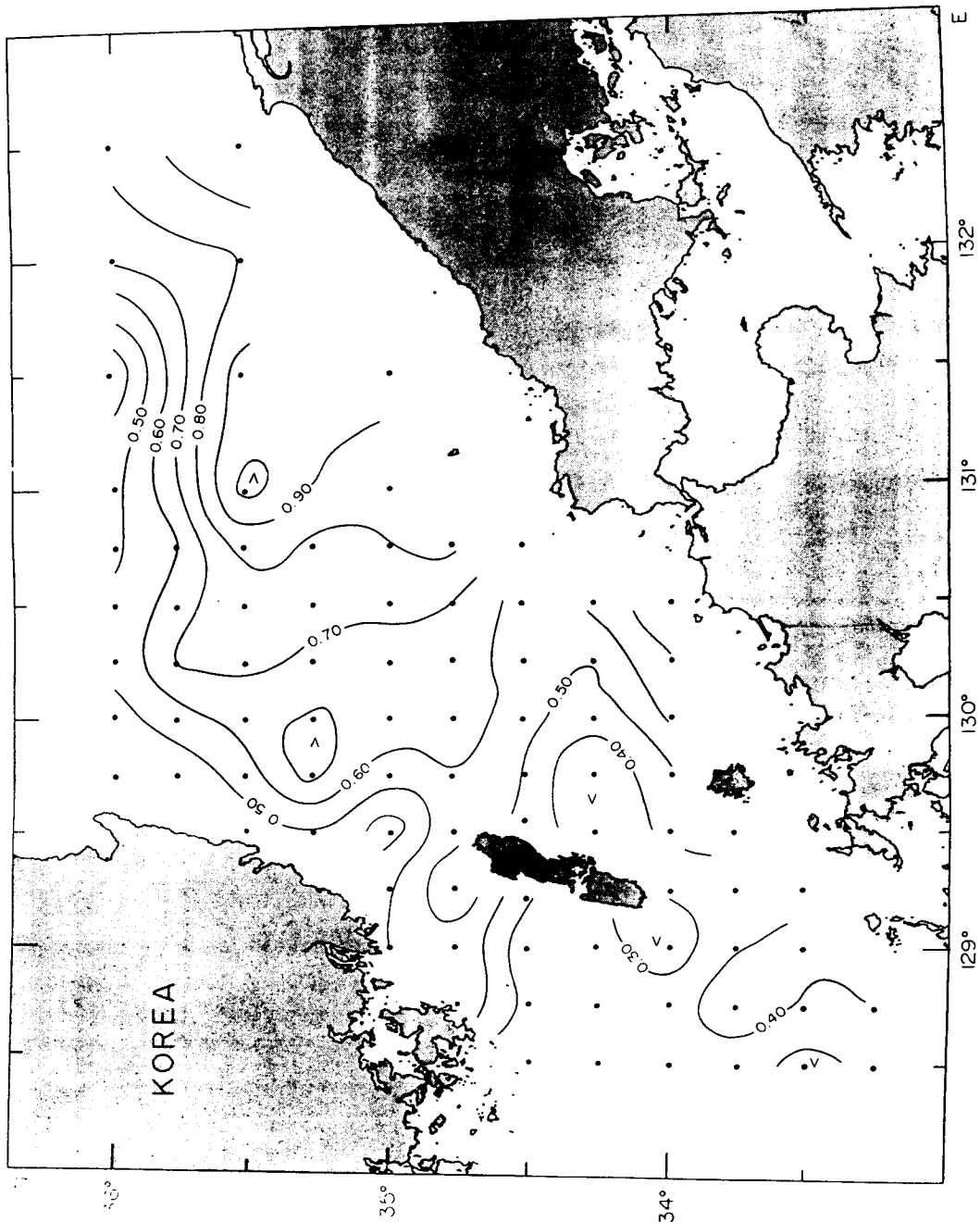


Fig. III-66. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 30m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

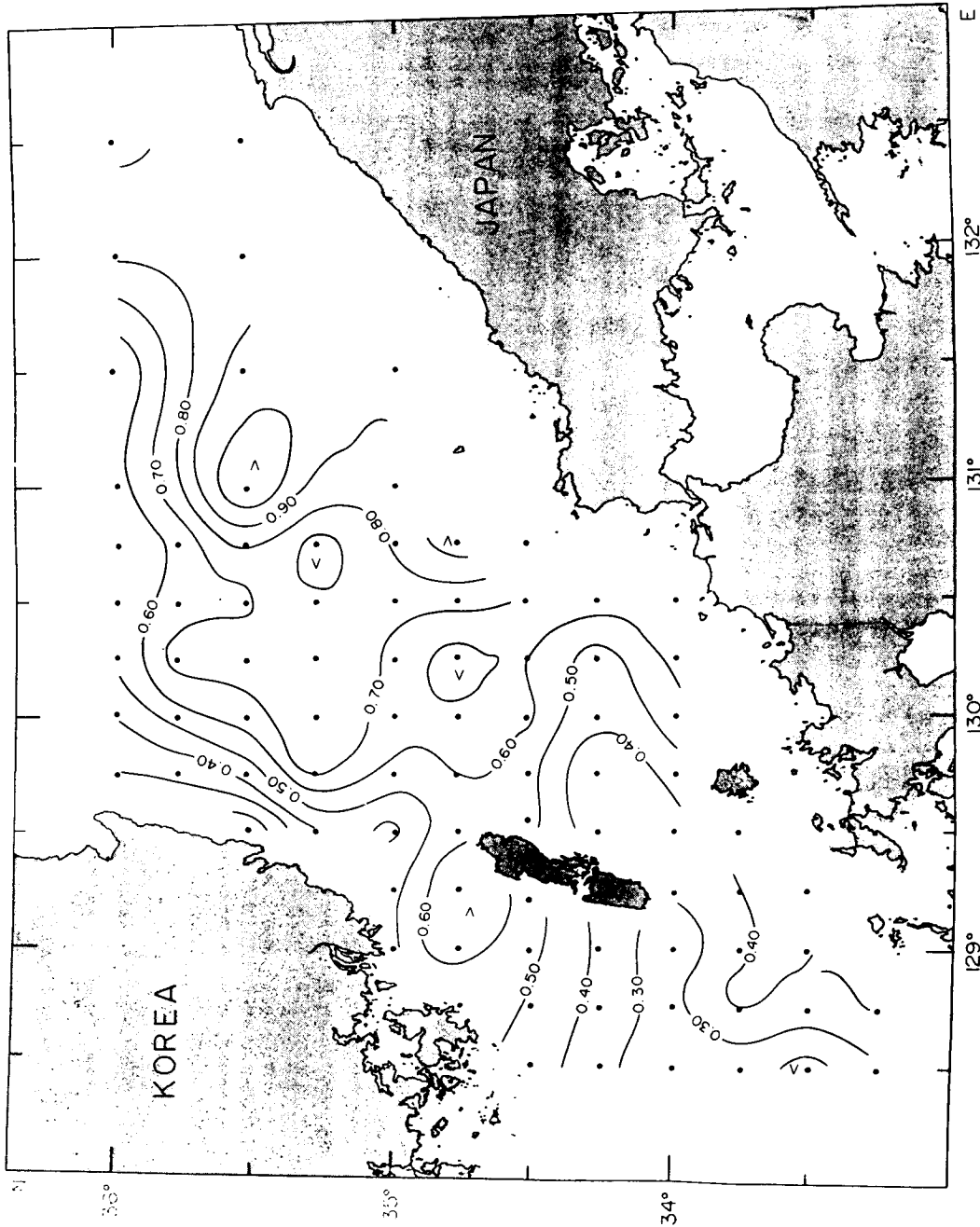


Fig. III-67. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

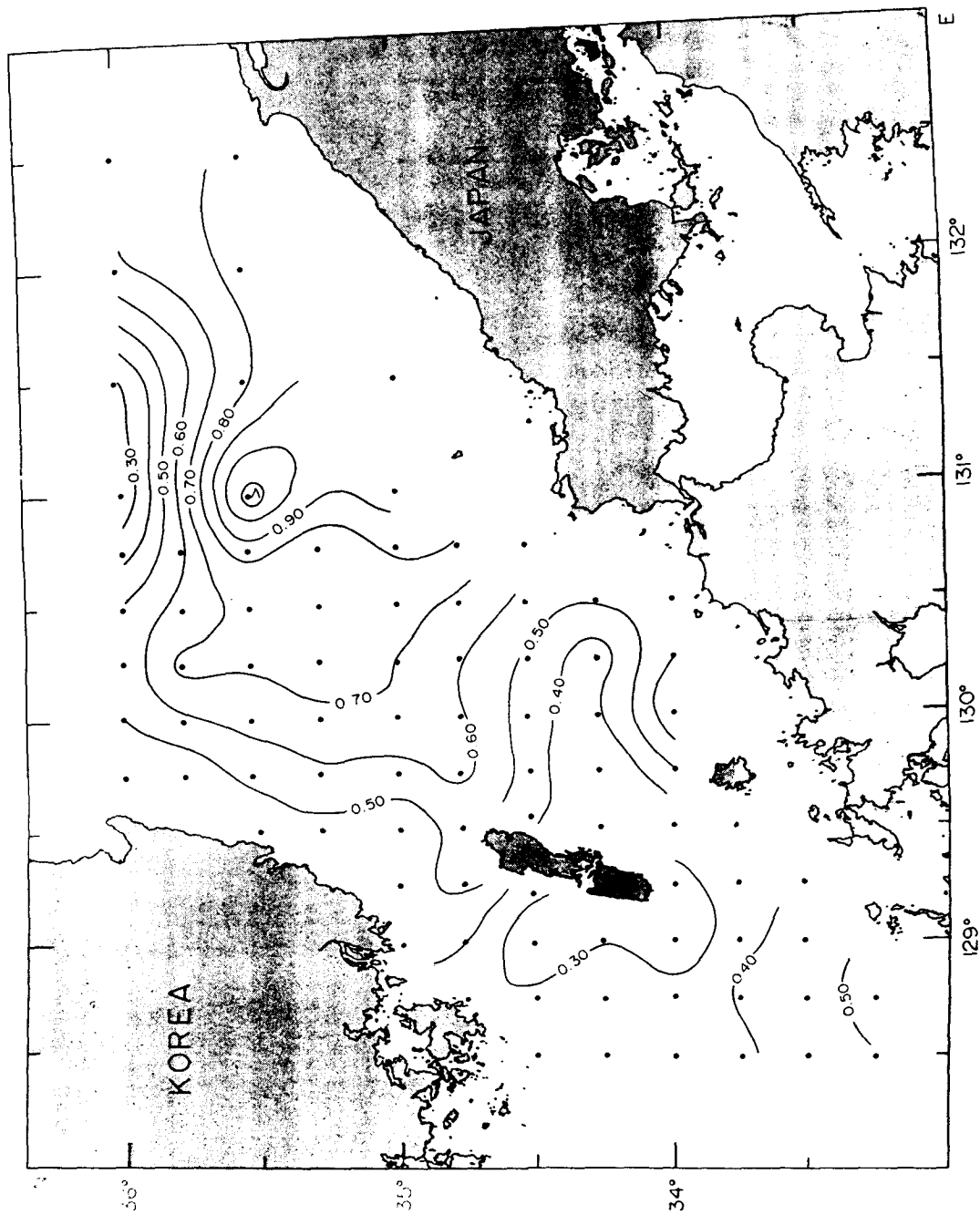


Fig. III-68. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

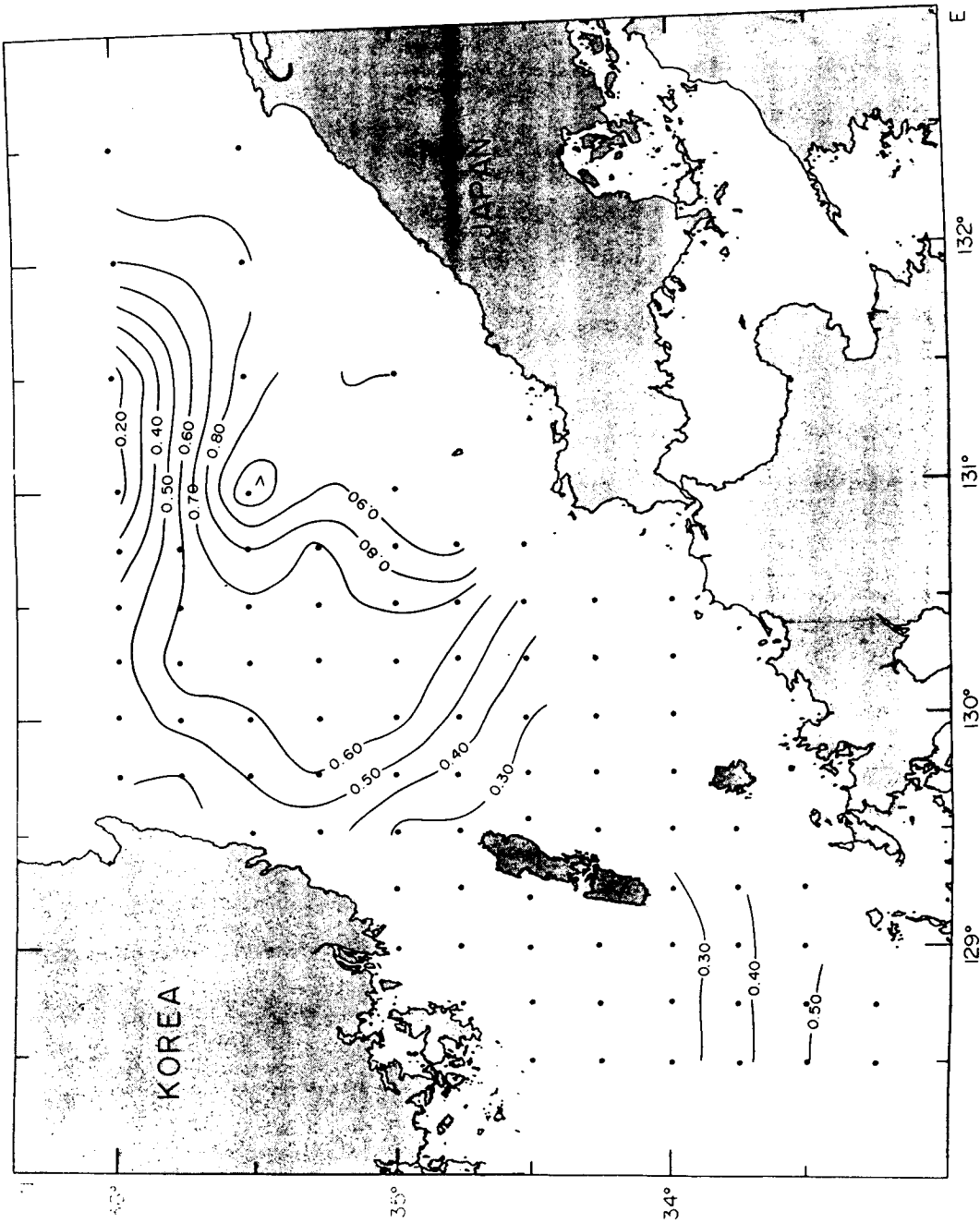


Fig. III-69. Distribution of nitrite-nitrogen at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

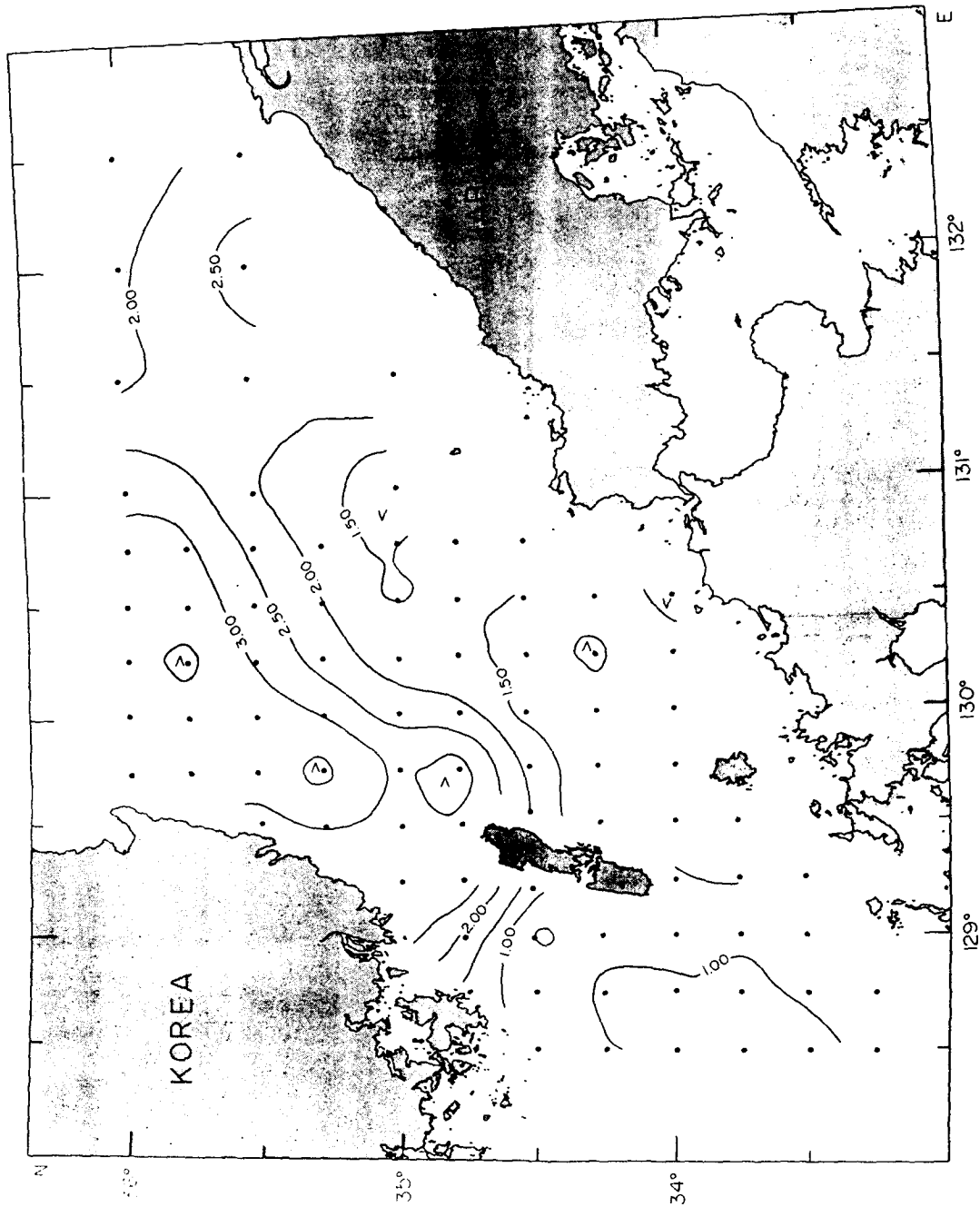


Fig. III-70. Distribution of nitrate-nitrogen in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

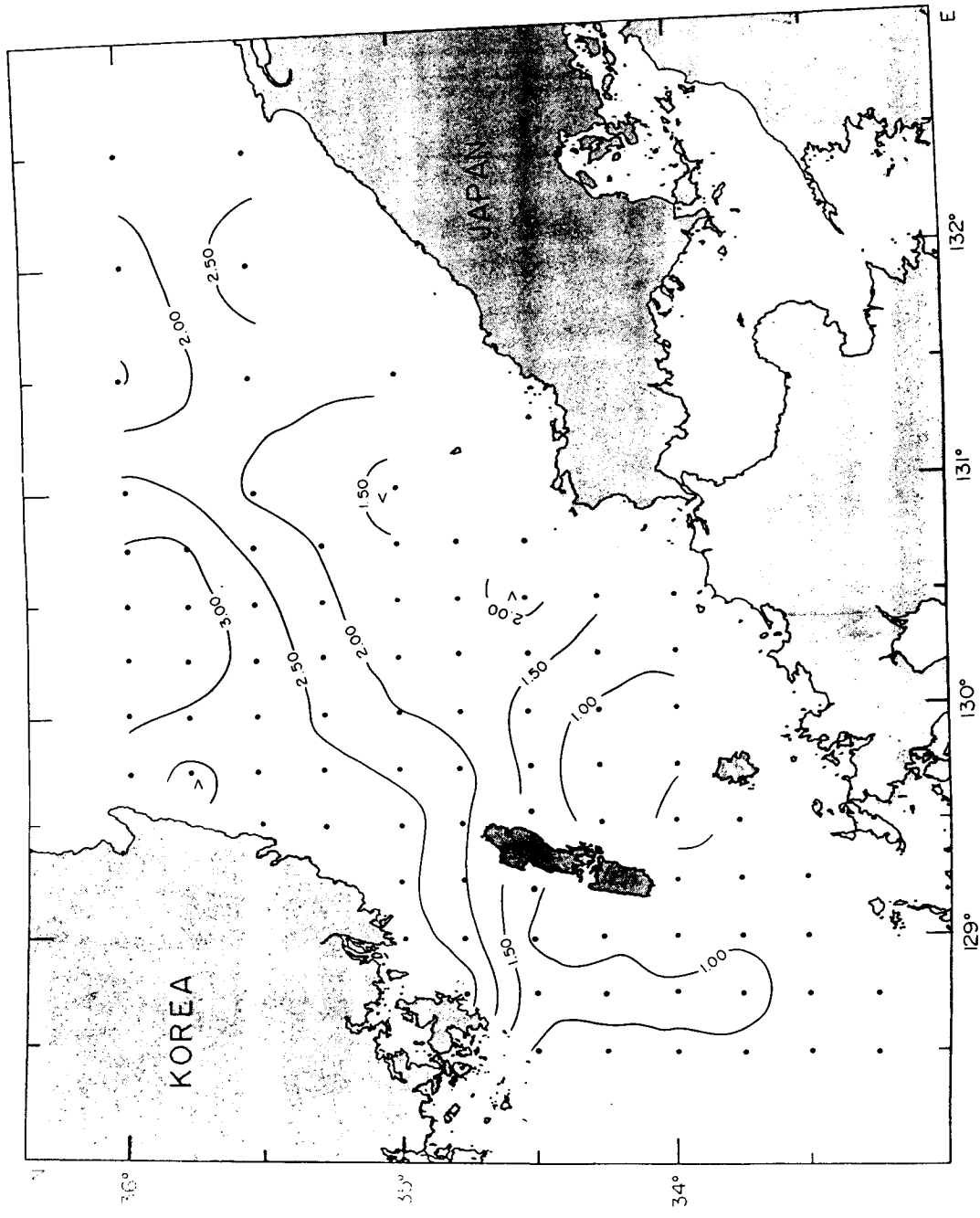


Fig. III-71. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 10m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

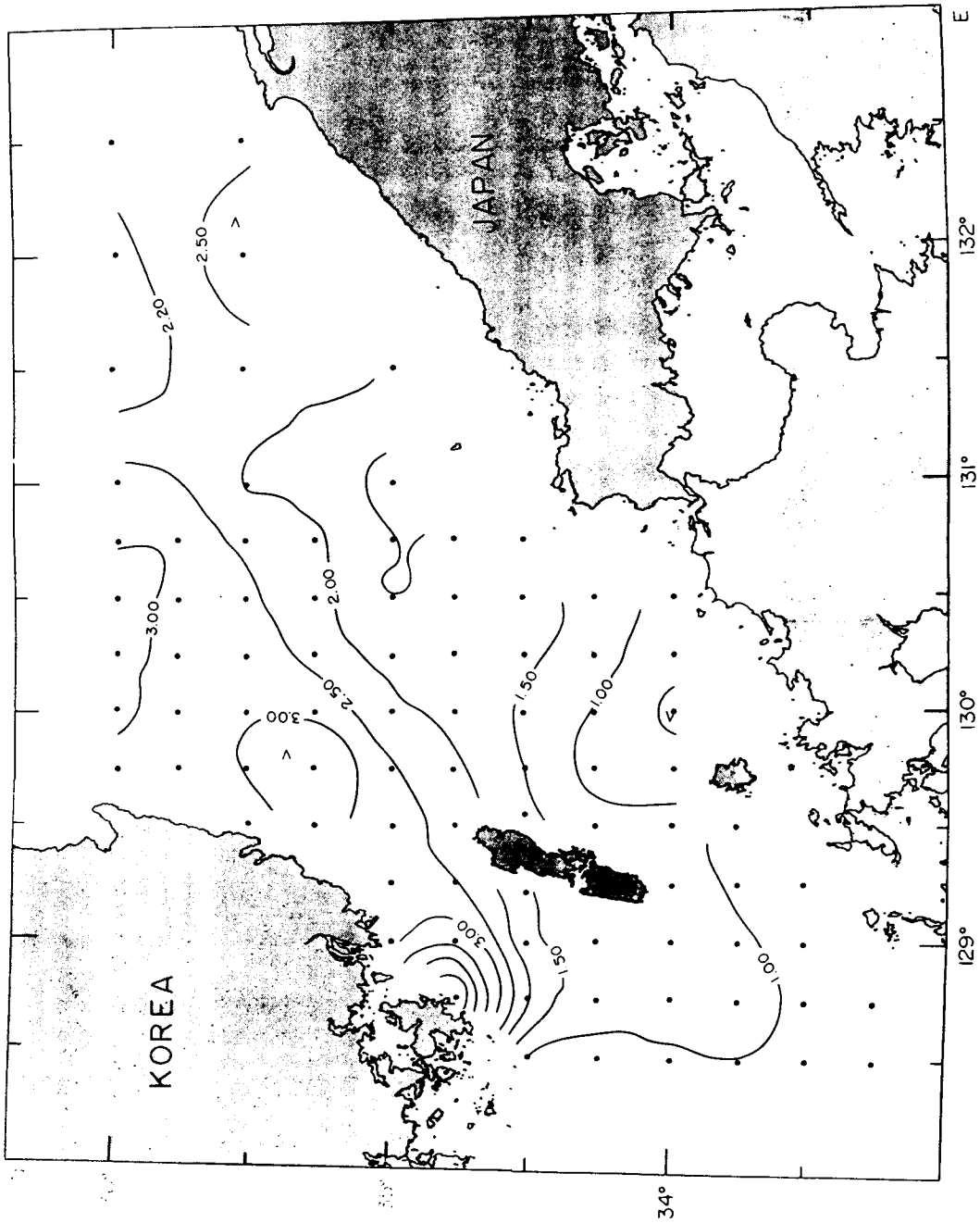


Fig. III-72. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

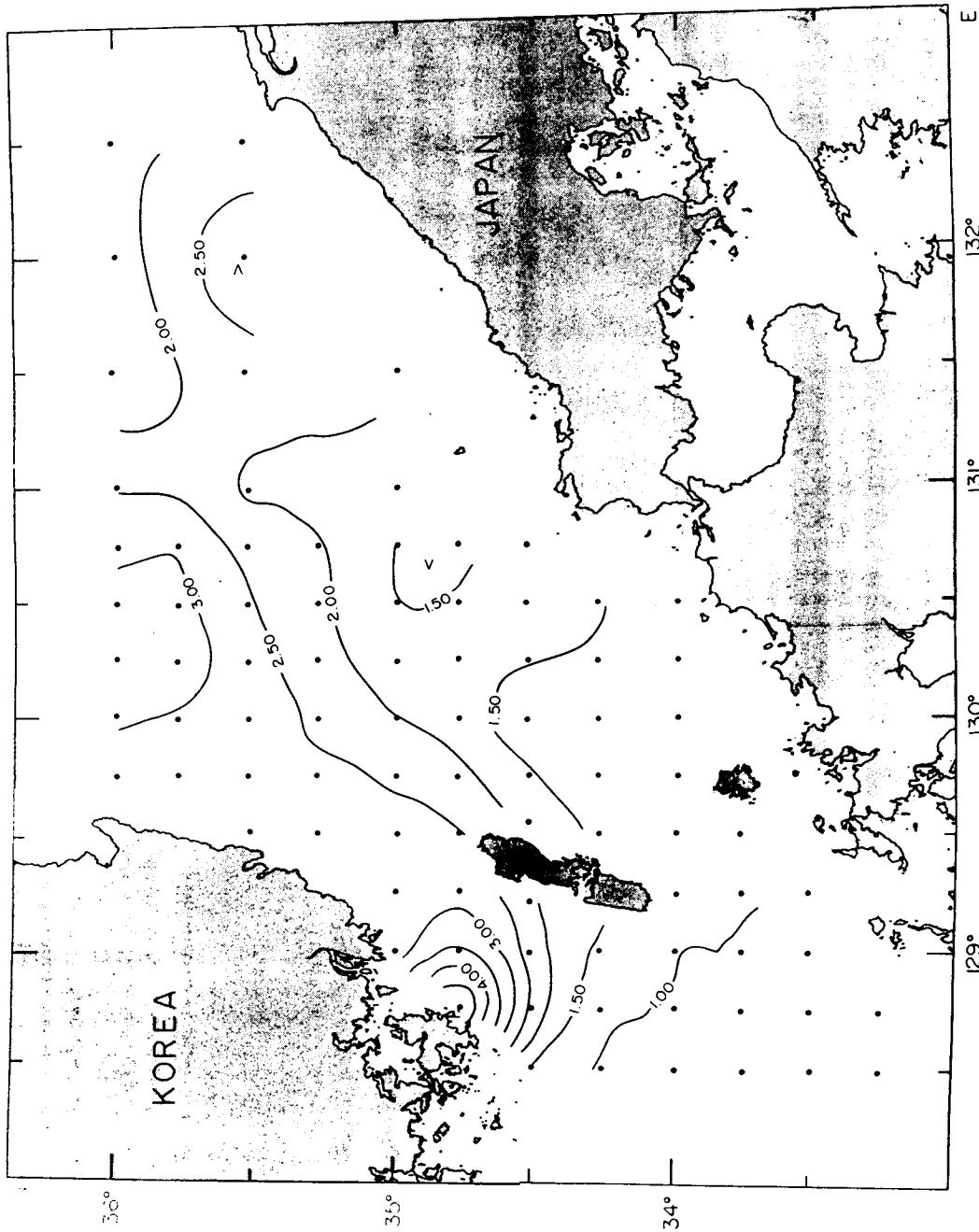


Fig. III-73. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 30m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

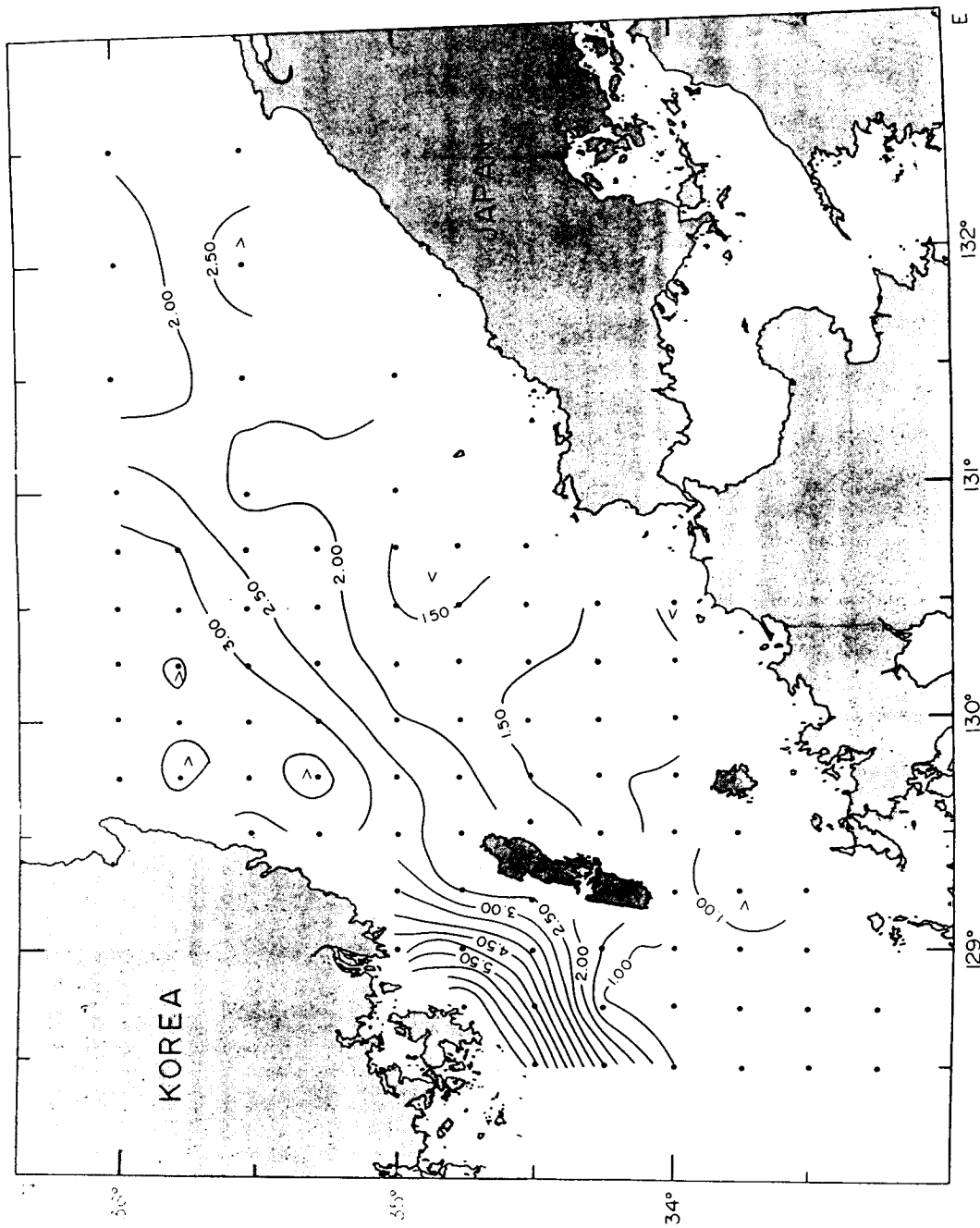


Fig. III-74. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

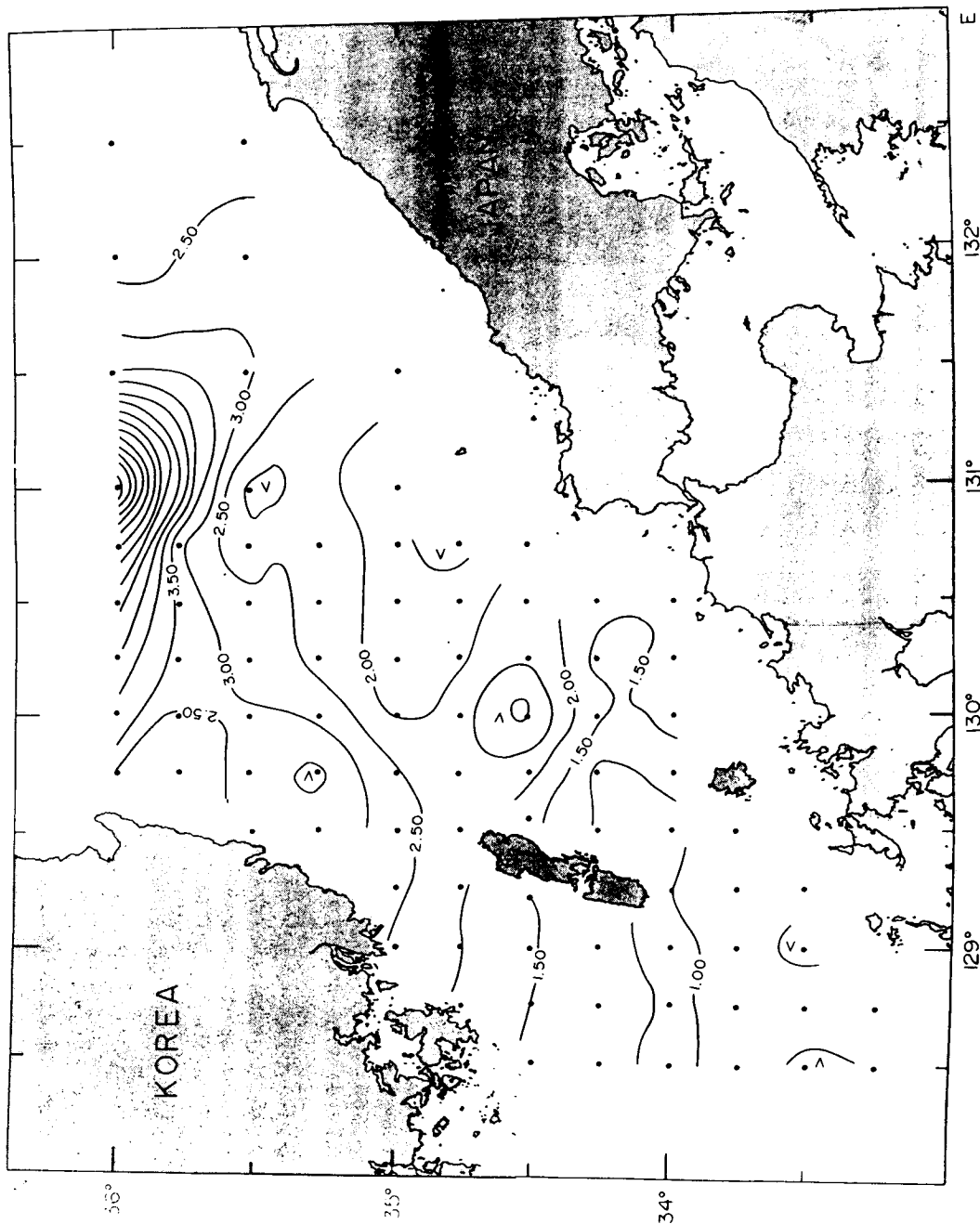


Fig. III-75. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

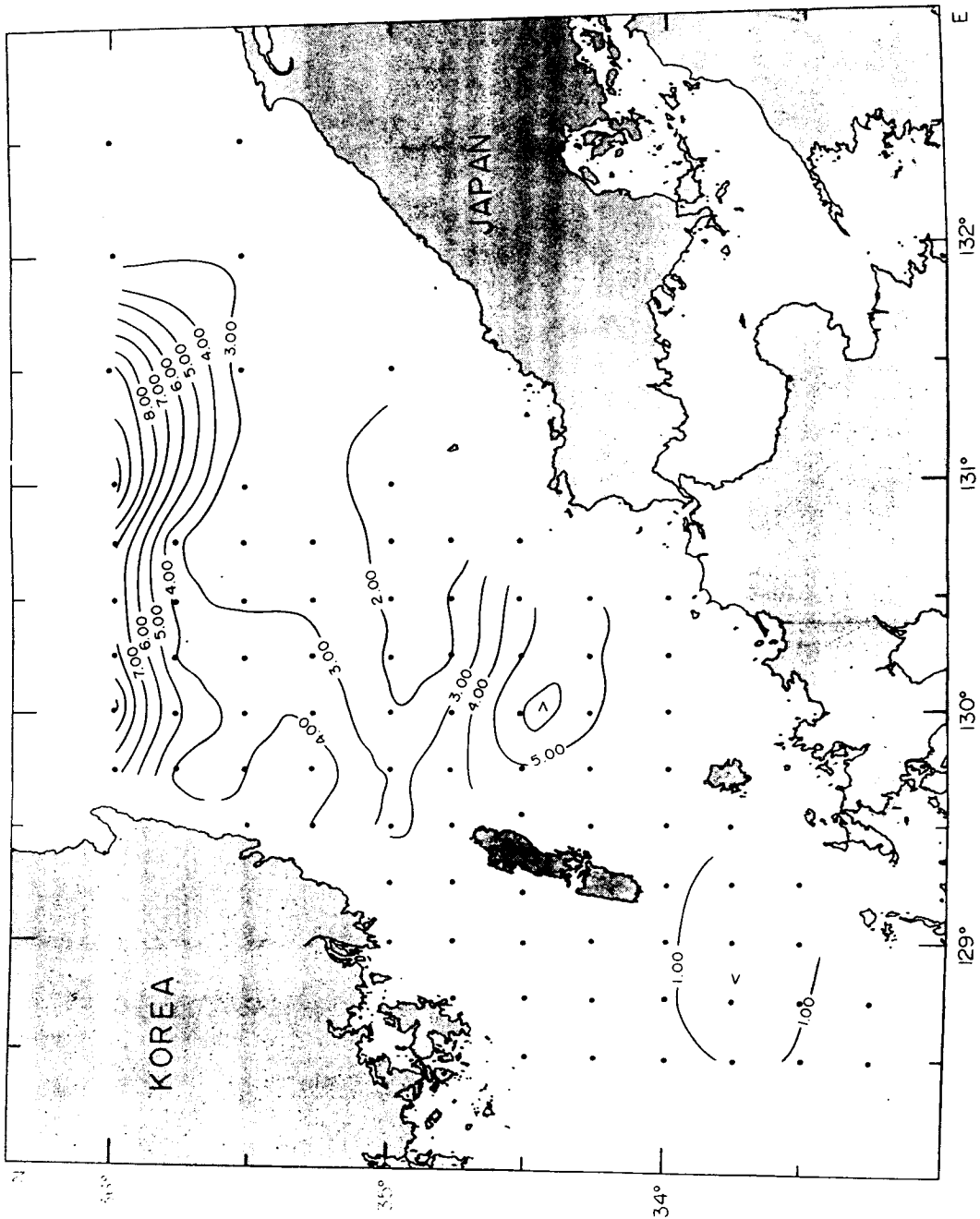


Fig. III-76. Distribution of nitrate-nitrogen at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

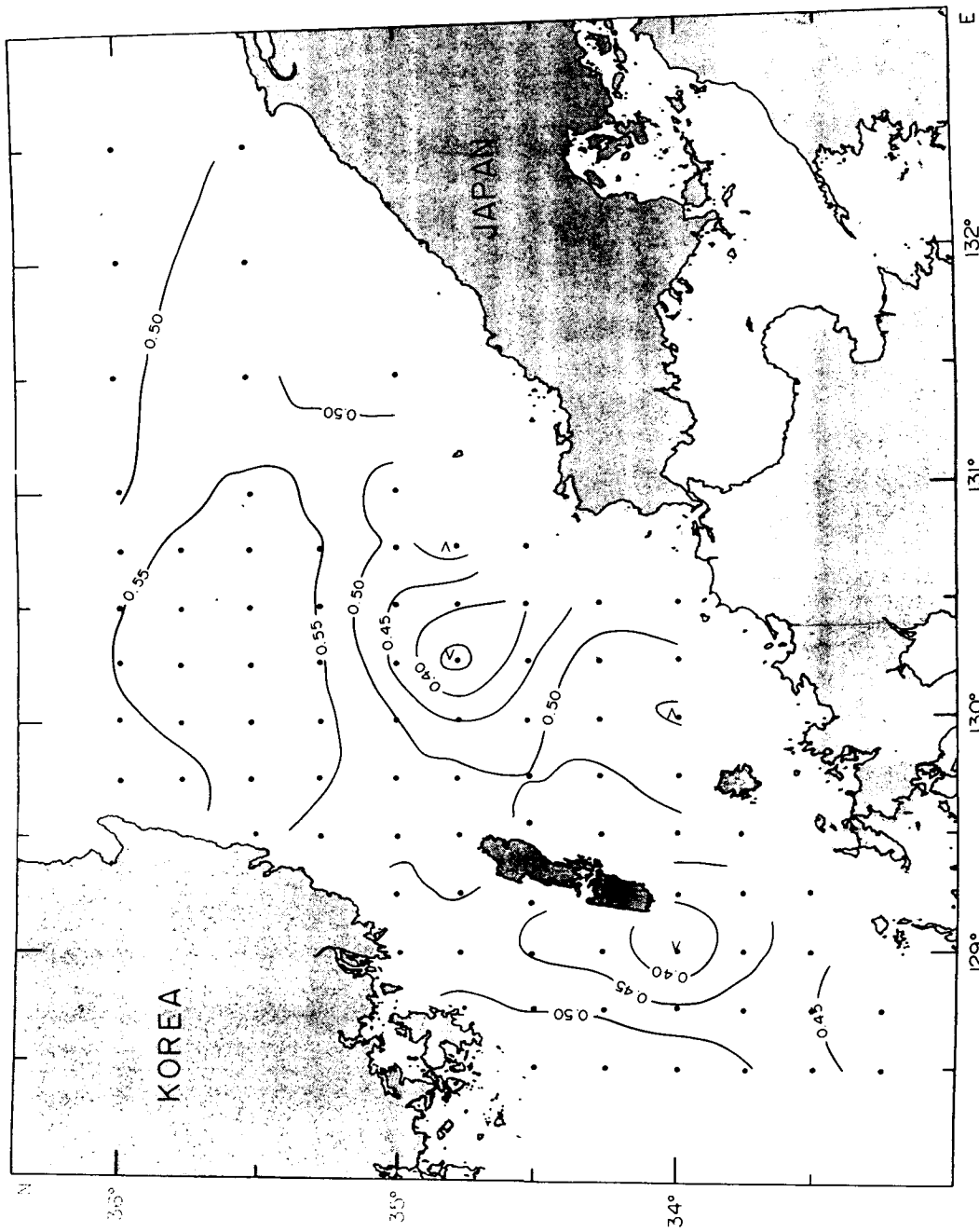


Fig. III-77. Distribution of phosphate-phosphorus in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

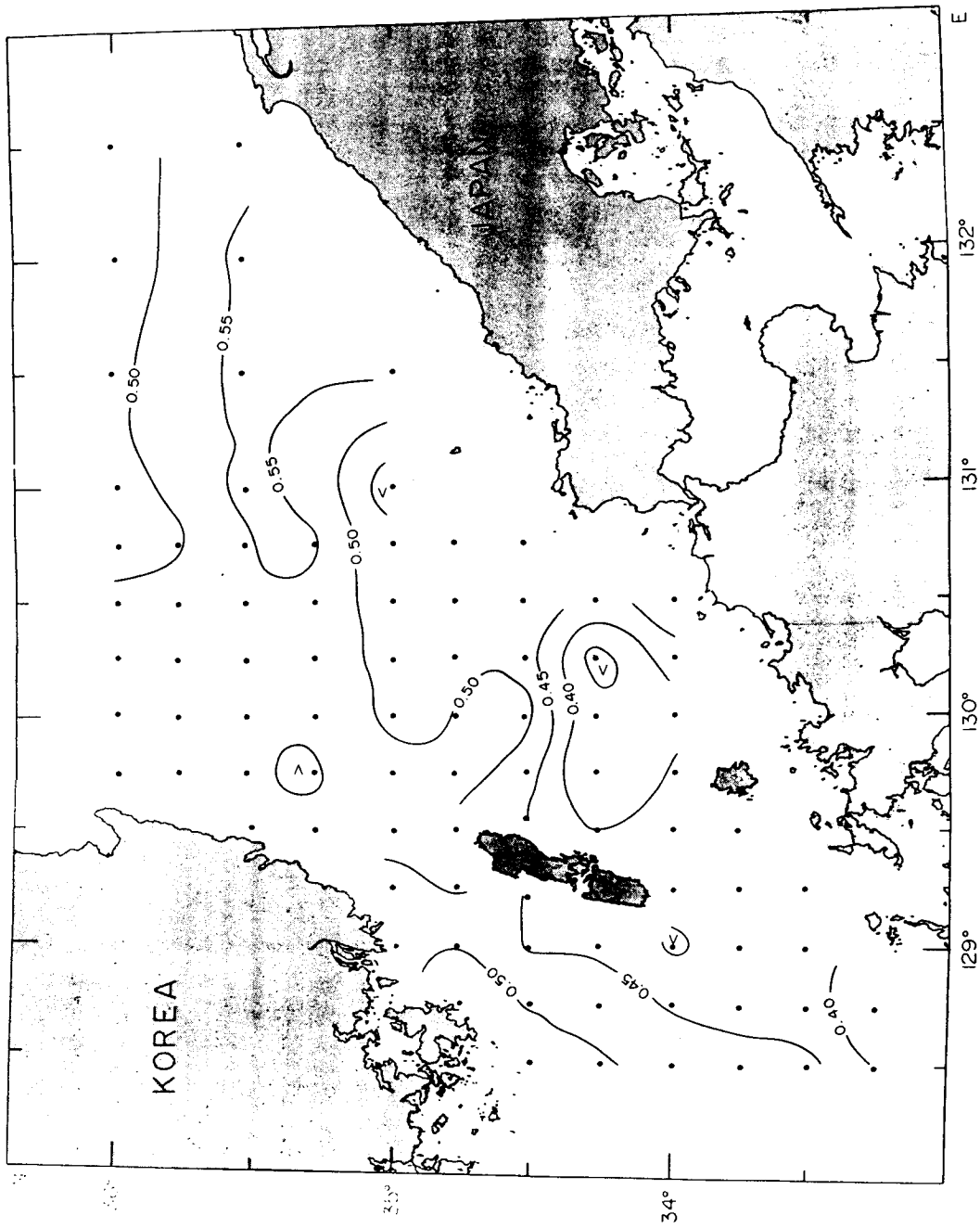


Fig. III-78. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 10m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

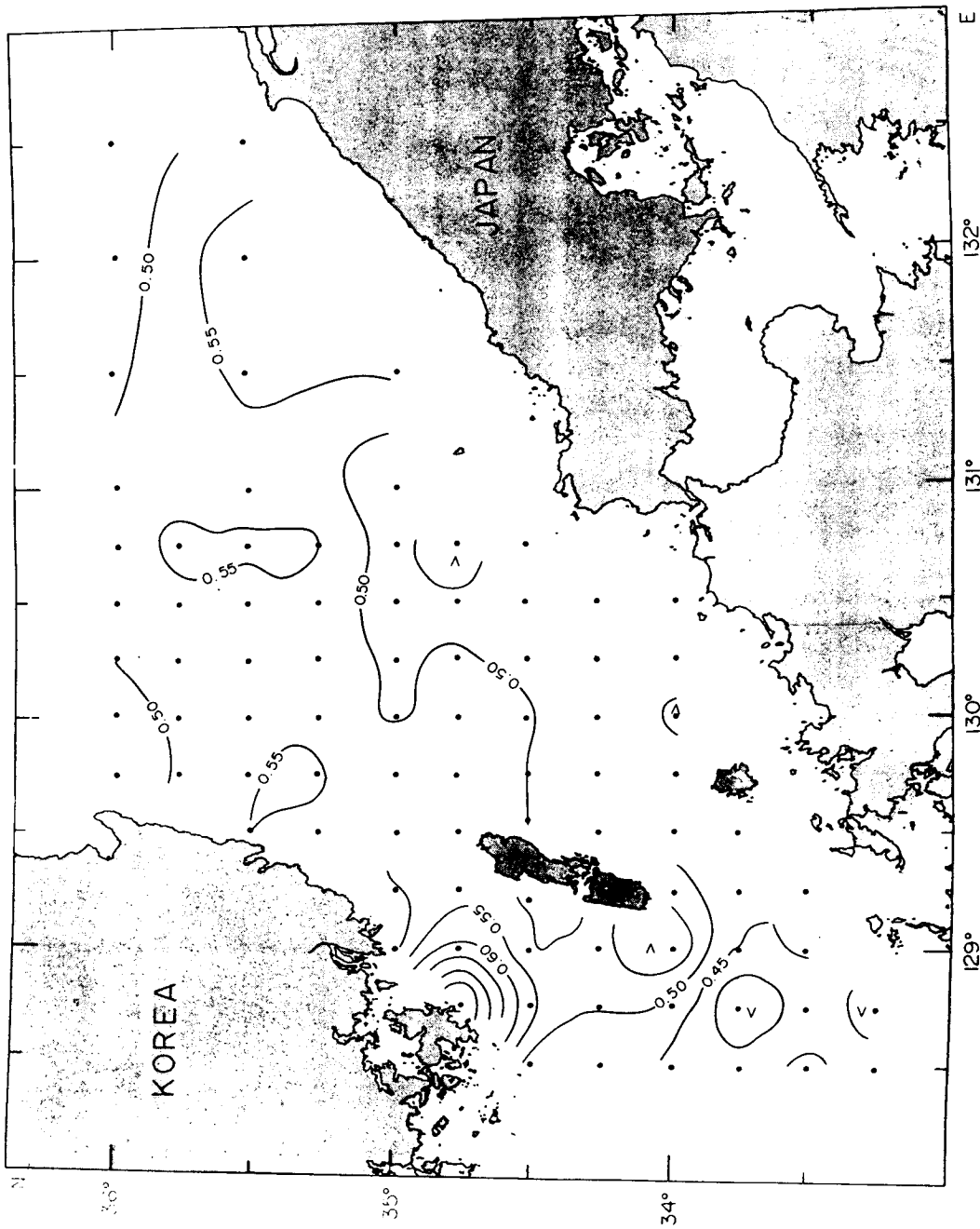


Fig. III-79. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

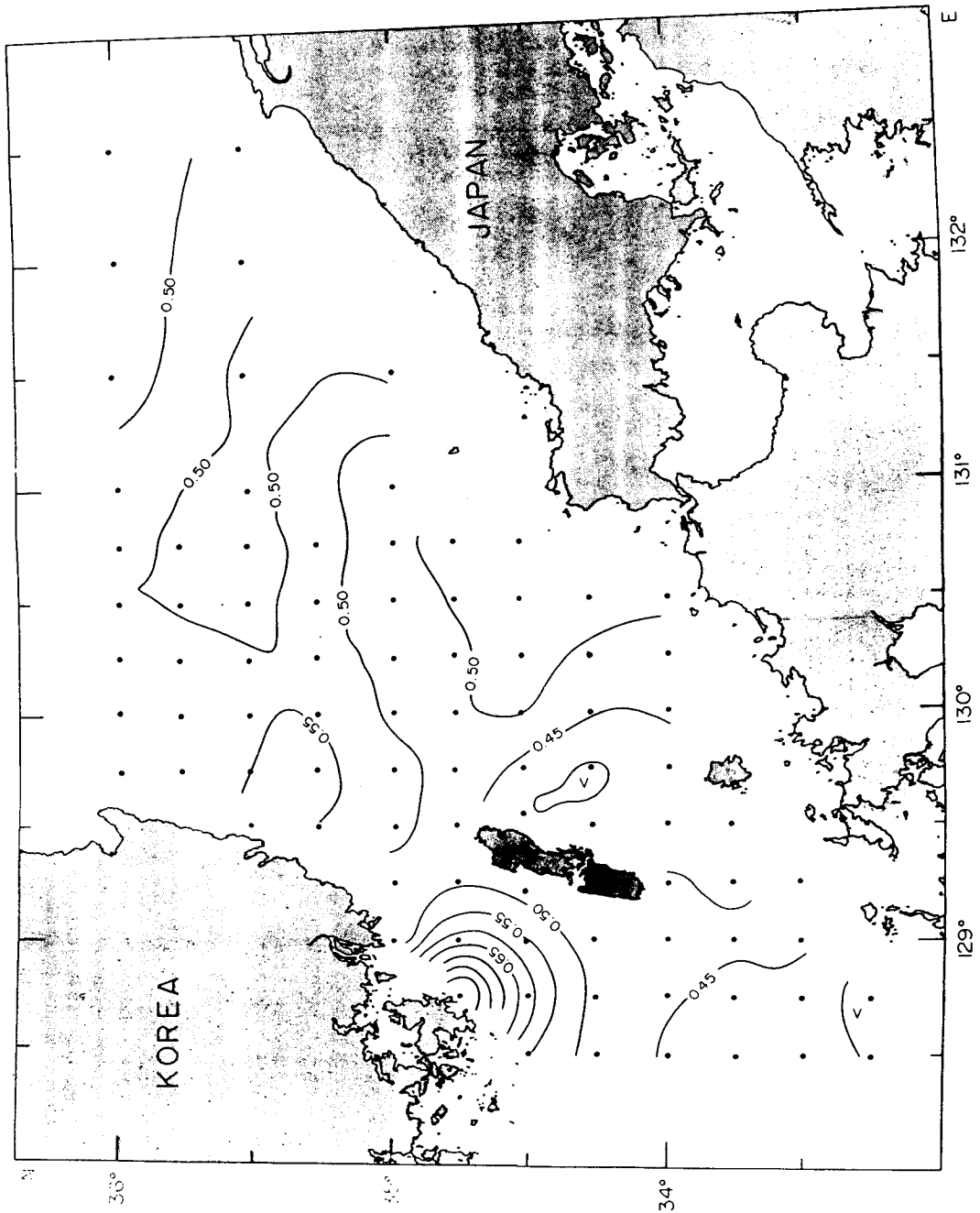


Fig. III-80. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 30m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

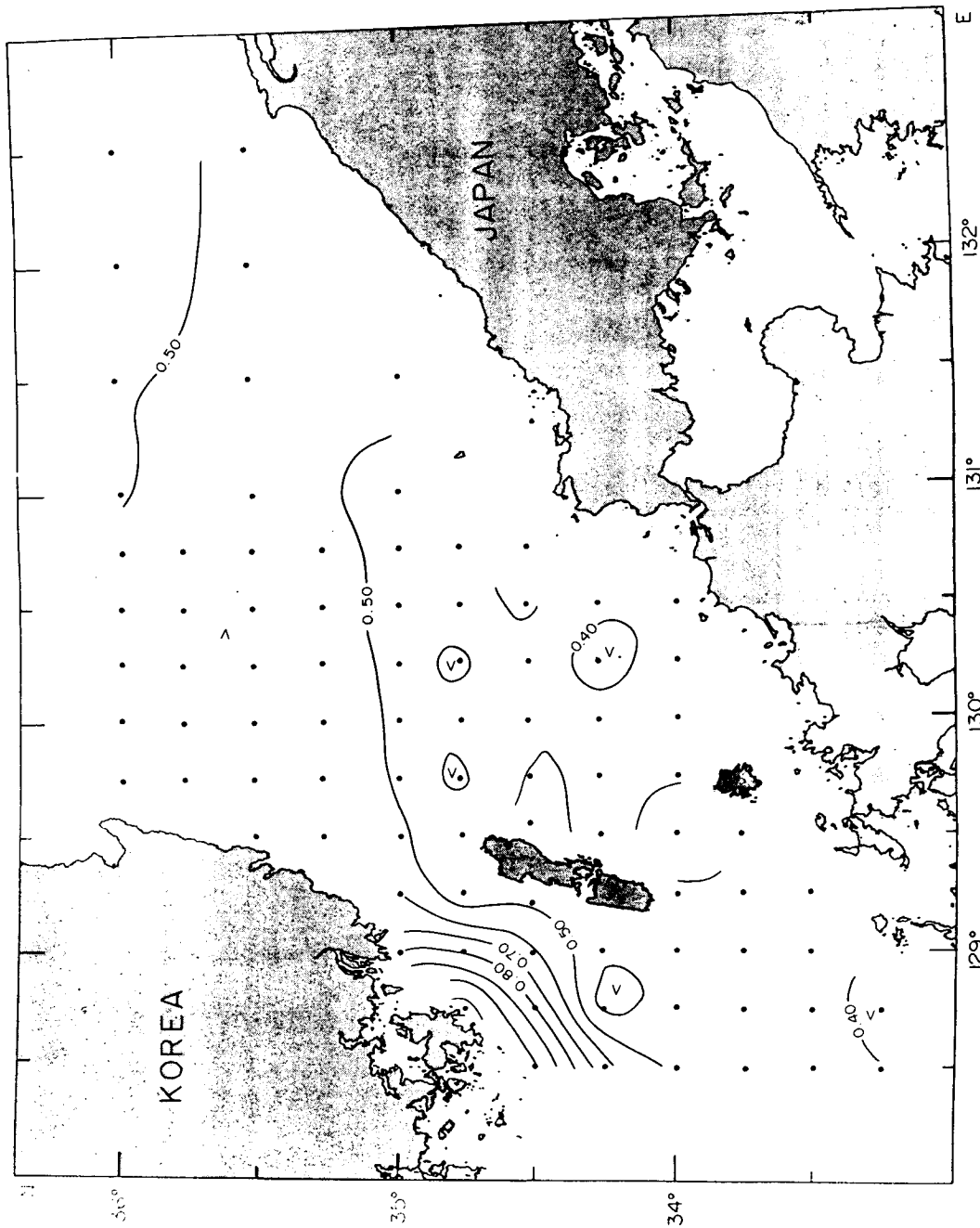


Fig. III-81. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

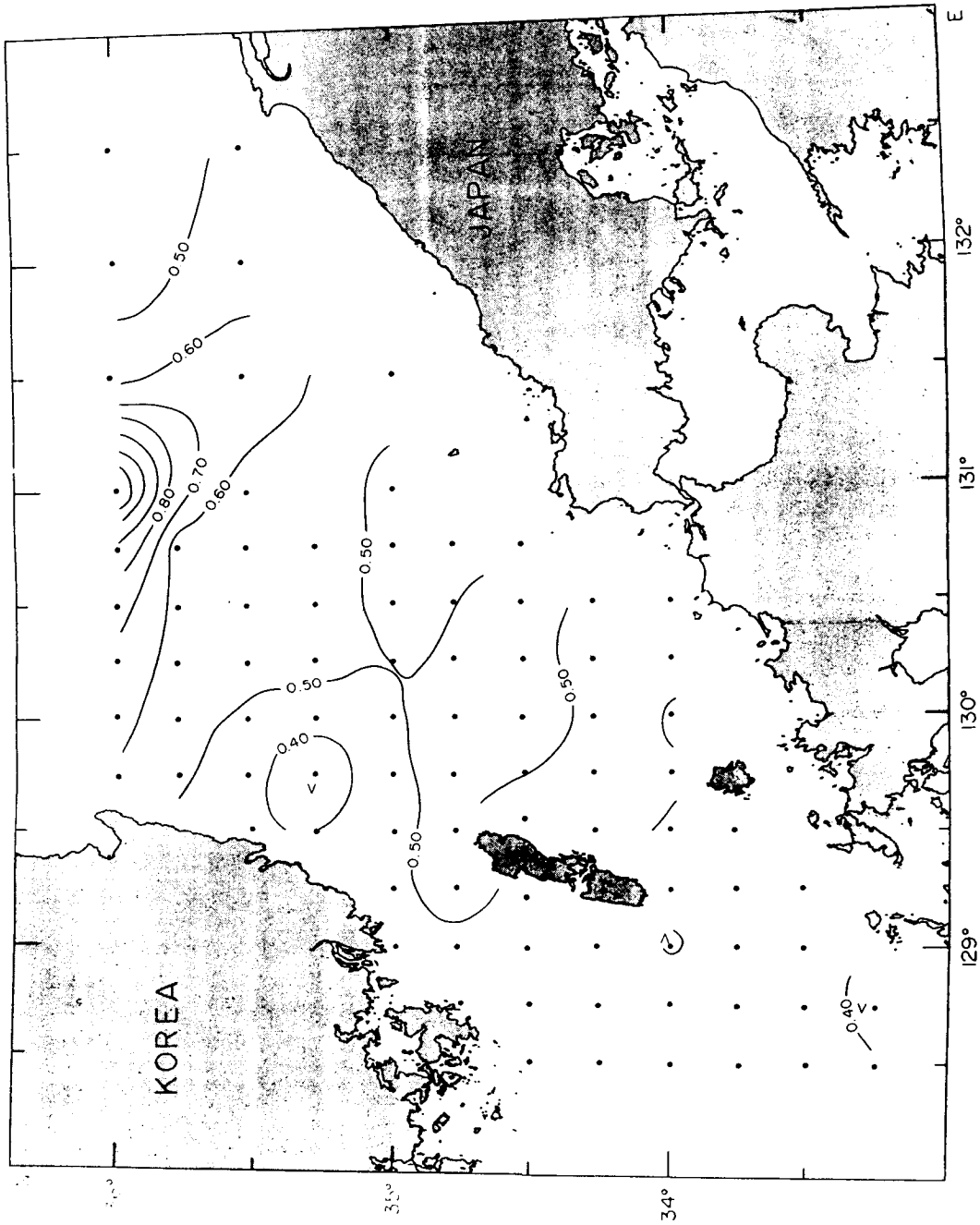


Fig. III-82. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

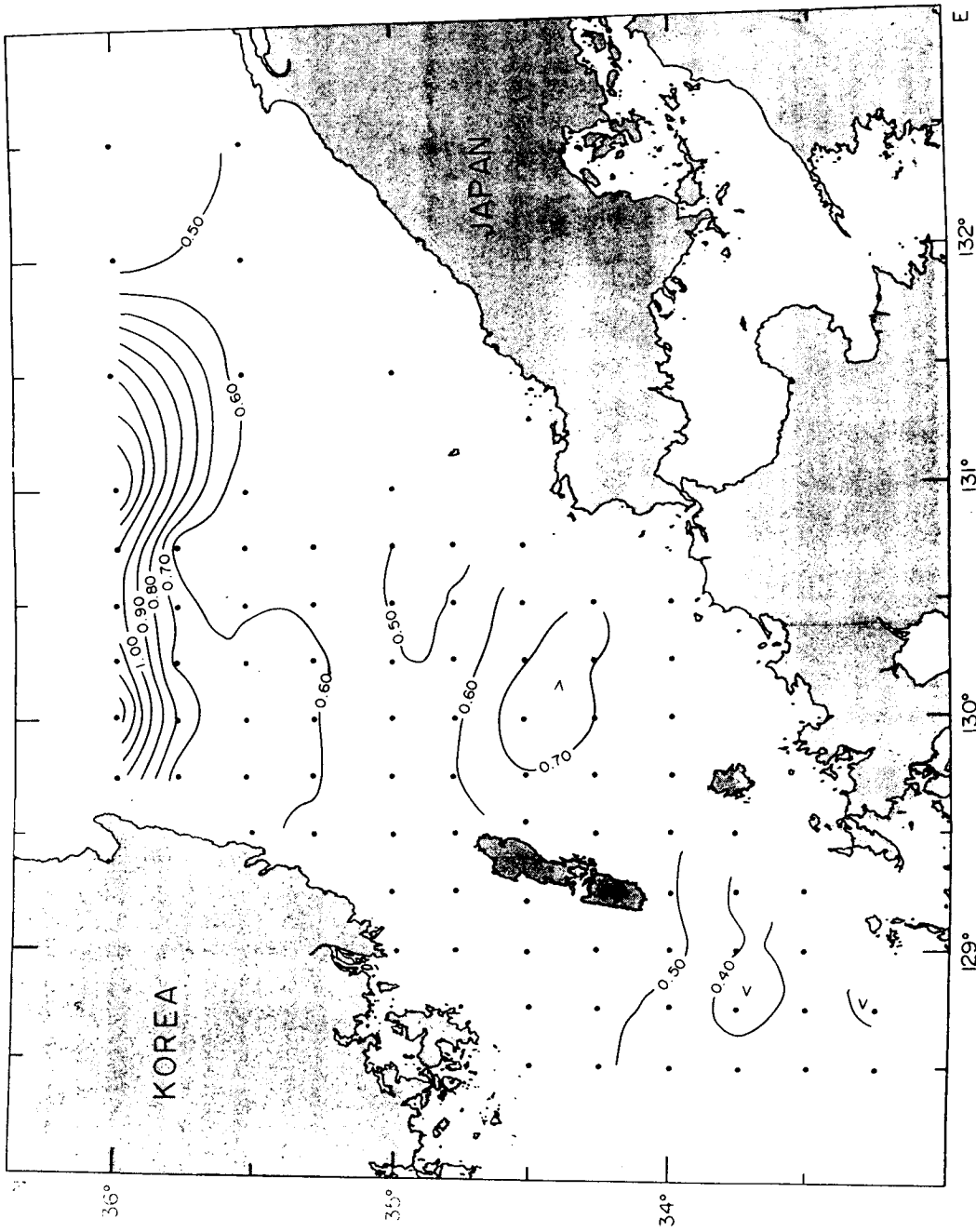


Fig. III-83. Distribution of phosphate-phosphorus at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

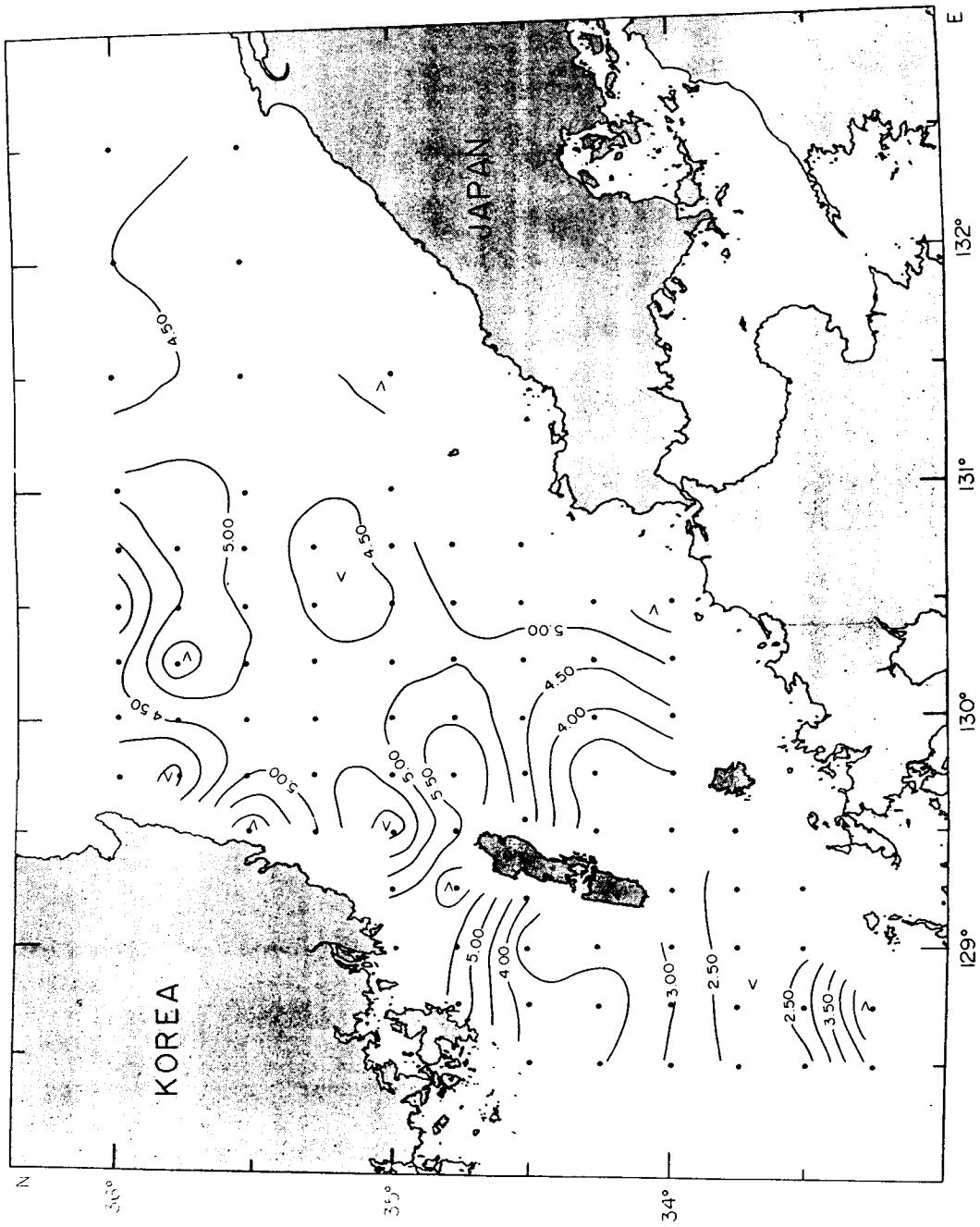


Fig. III-84. Distribution of silicate-silicon in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

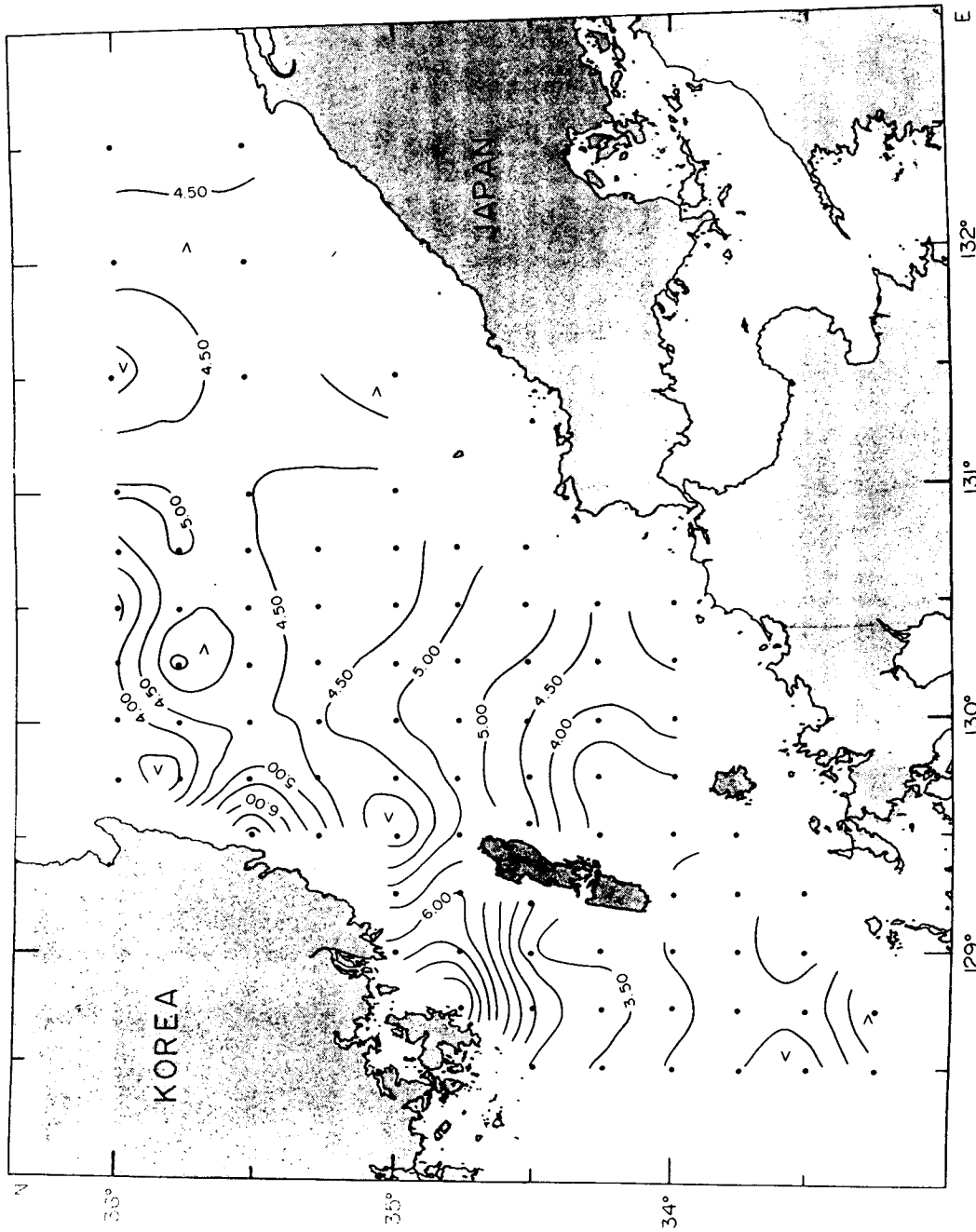


Fig. III-85. Distribution of silicate-silicon at the depth of 10m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

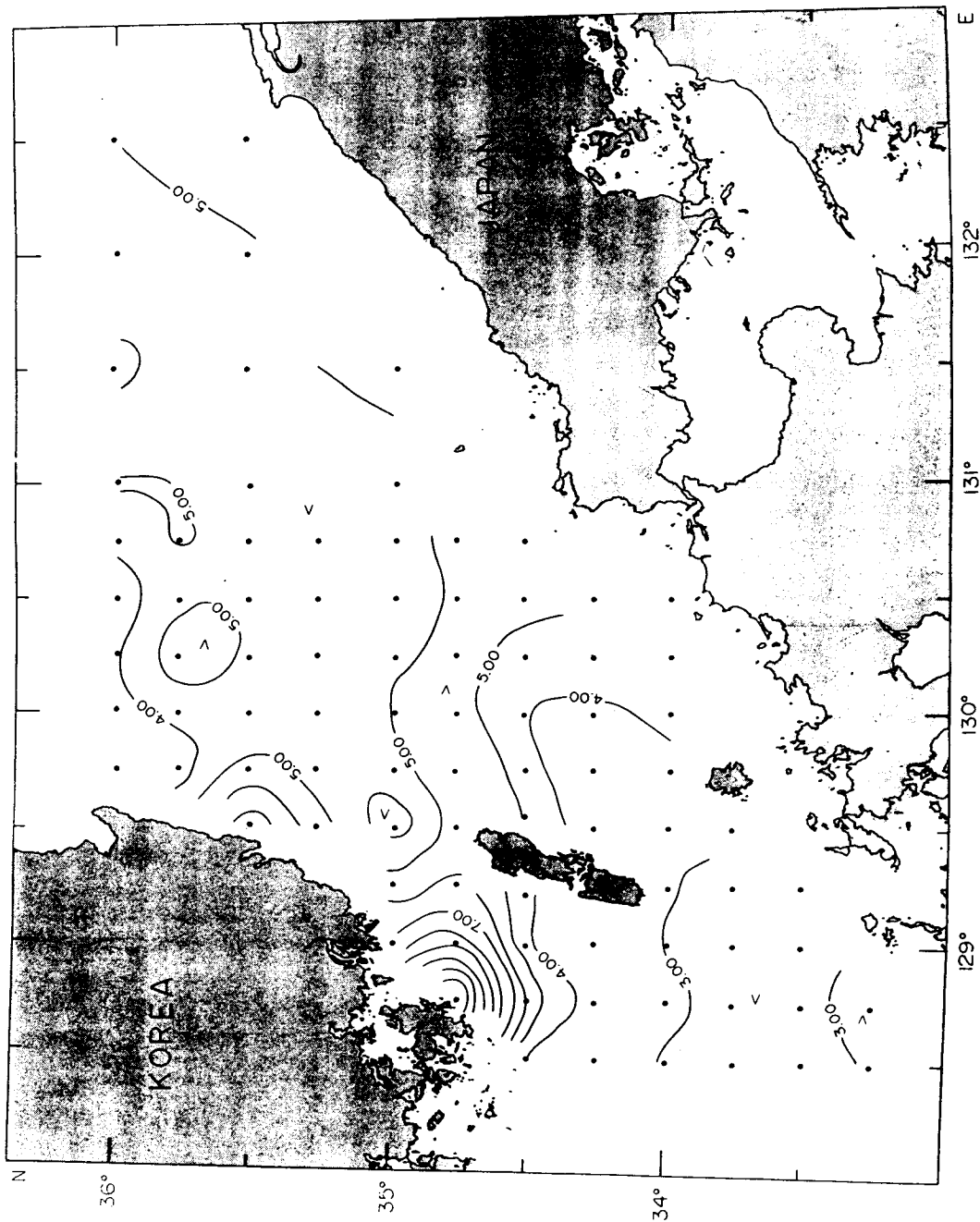


Fig. III-86. Distribution of silicate-silicon at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

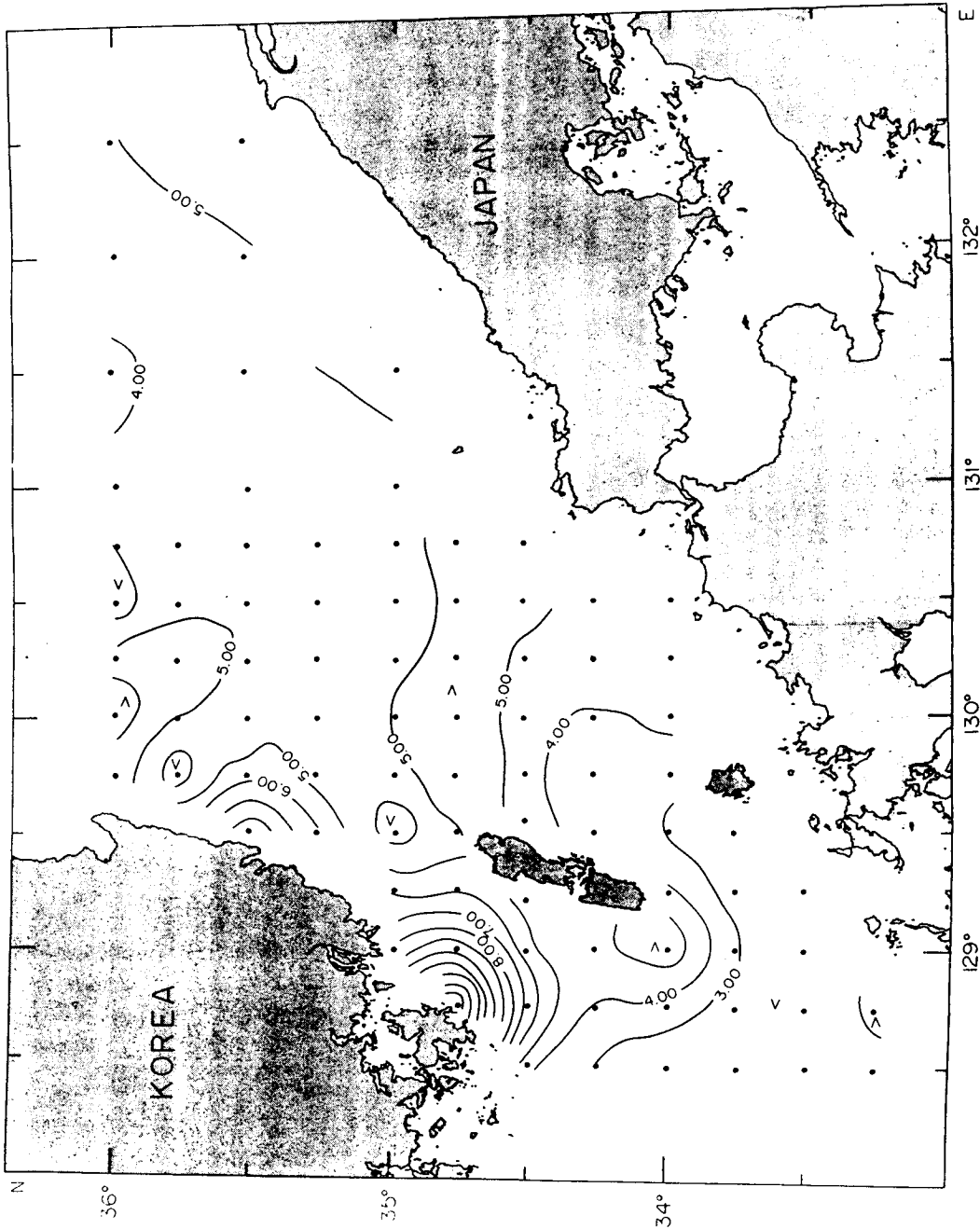


Fig. III-87. Distribution of silicate-silicon at the depth of 30m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

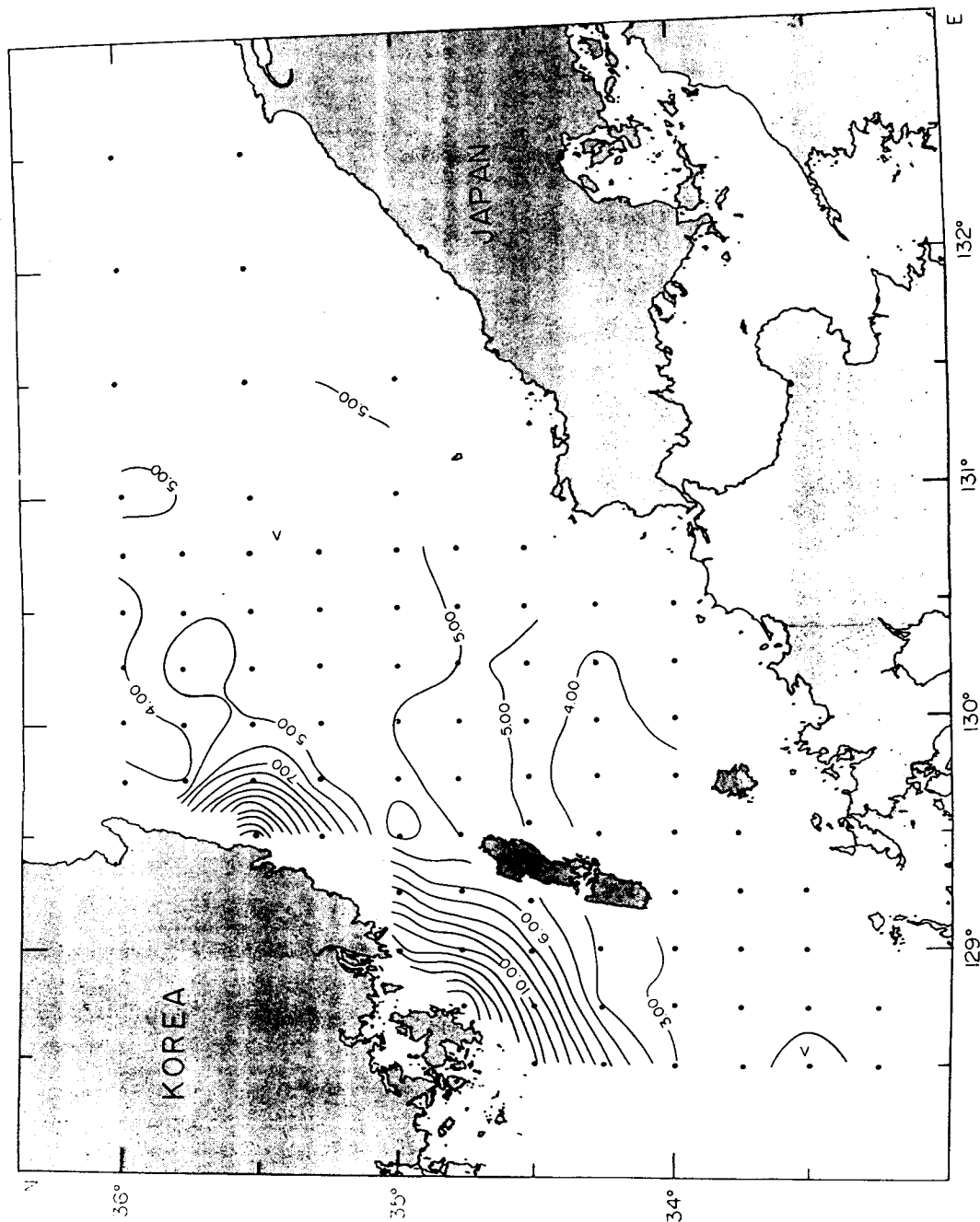


Fig. III-88. Distribution of silicate-silicon at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

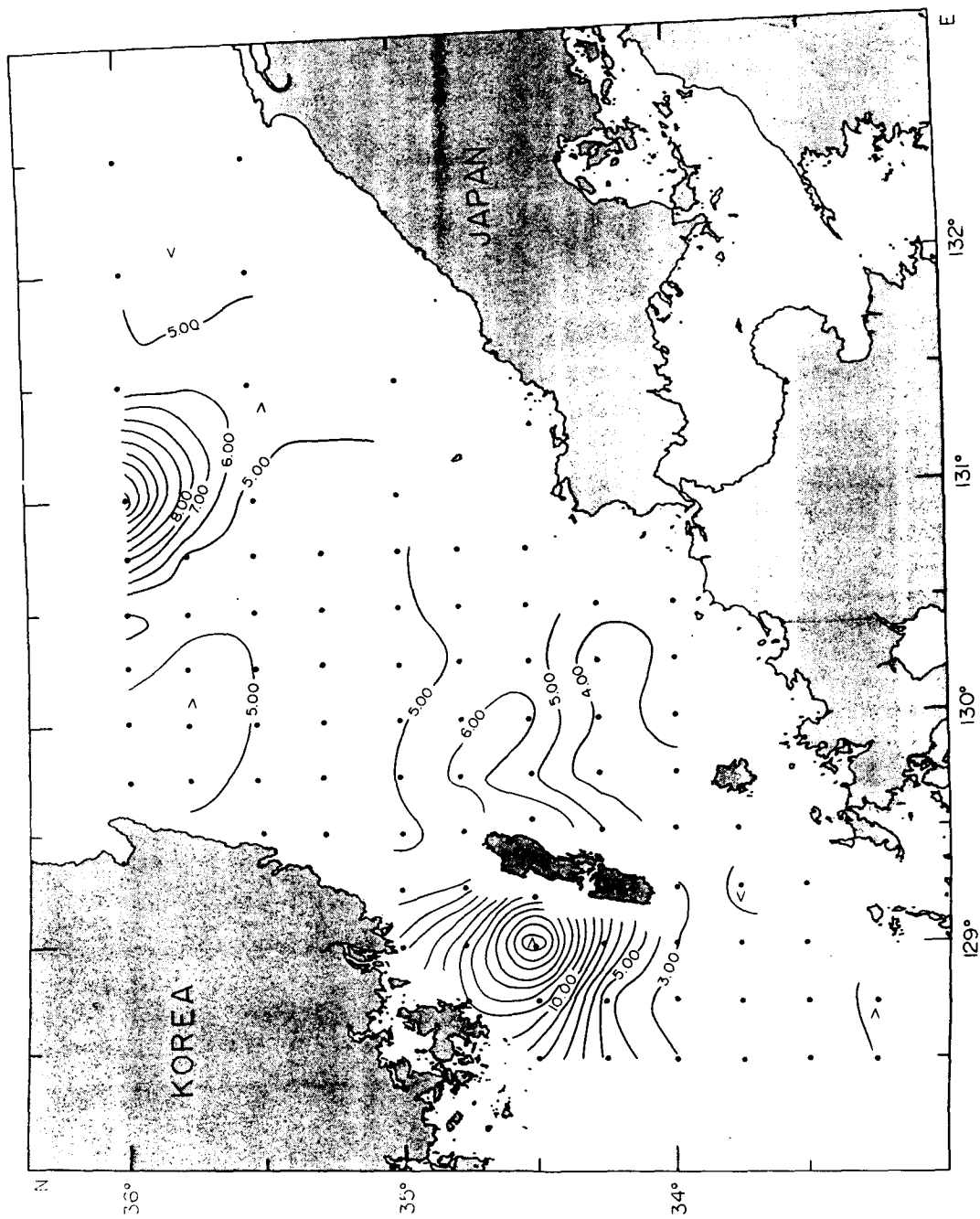


Fig. III-89. Distribution of silicate-silicon at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

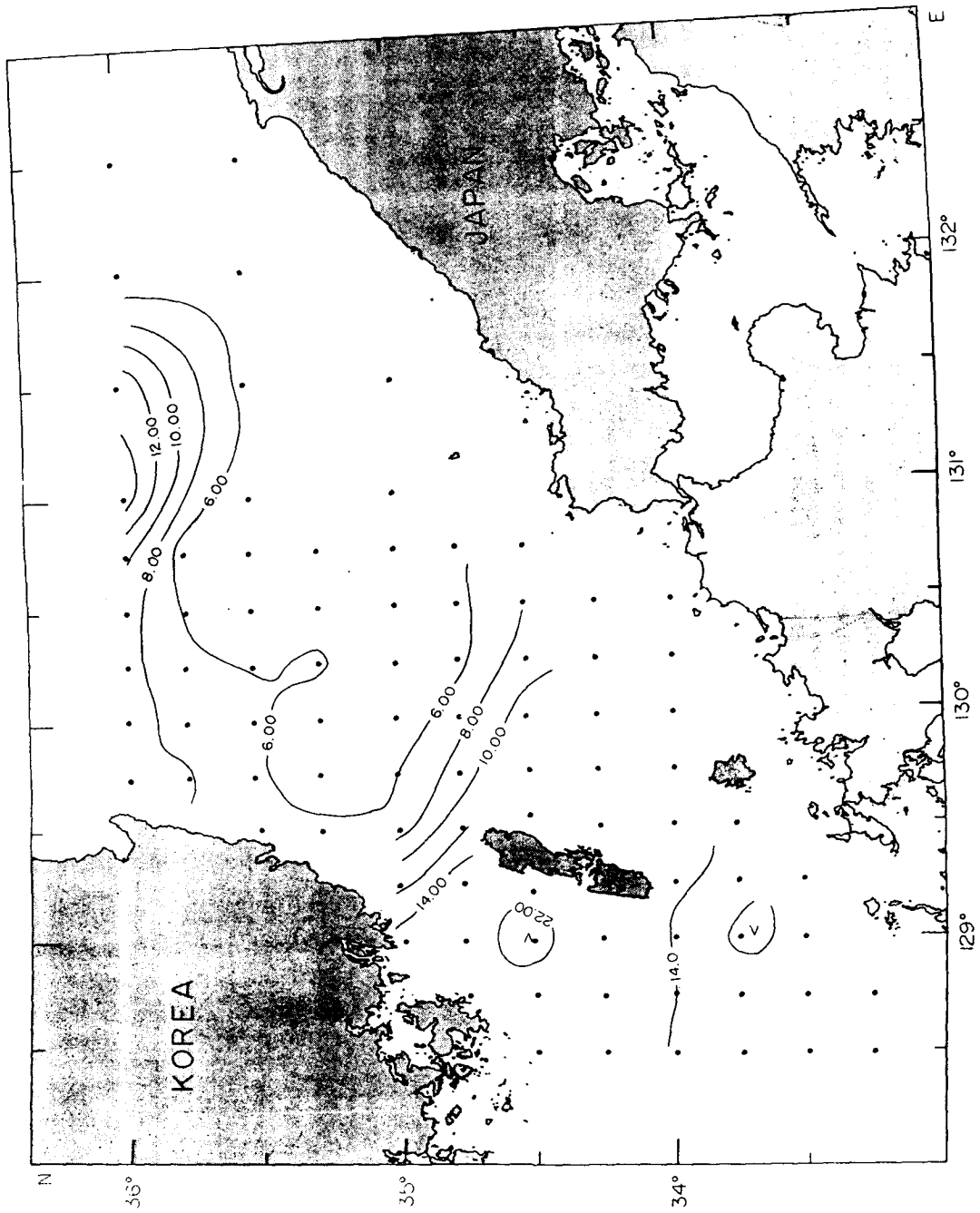


Fig. III-90. Distribution of silicate-silicon at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992 (μM)

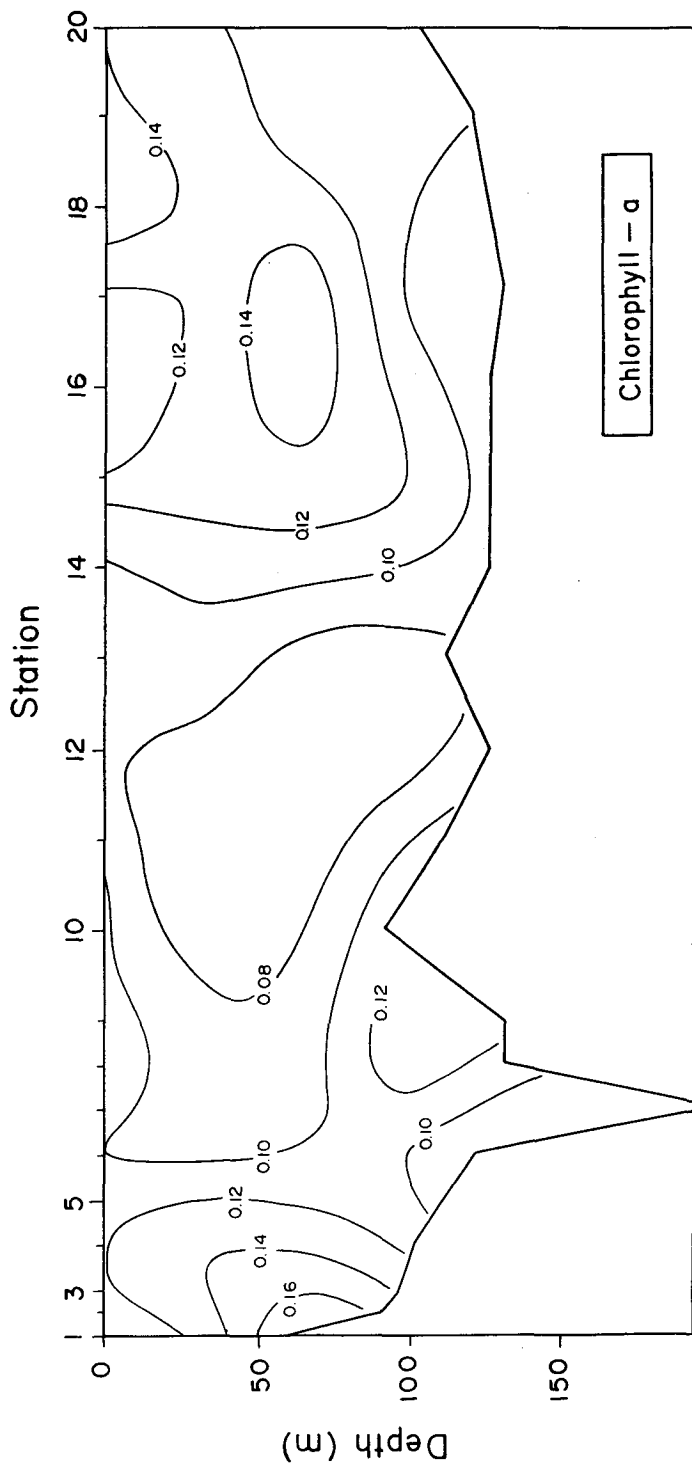


Fig. III-91. Vertical distribution of chlorophyll-a in the Korea Strait in January, 1993 ($\mu\text{g/l}$)

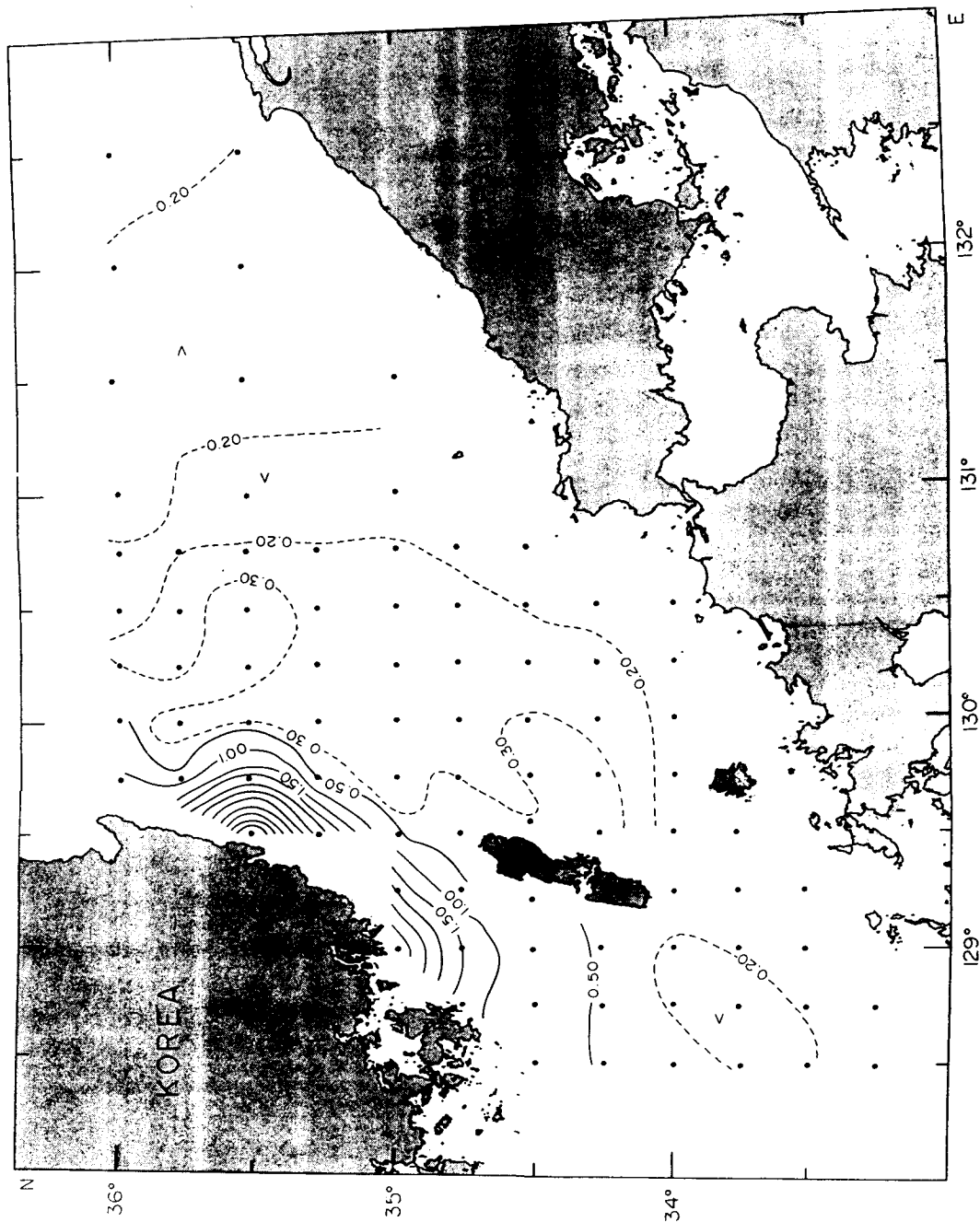


Fig. III-92. Distribution of chlorophyll-a in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

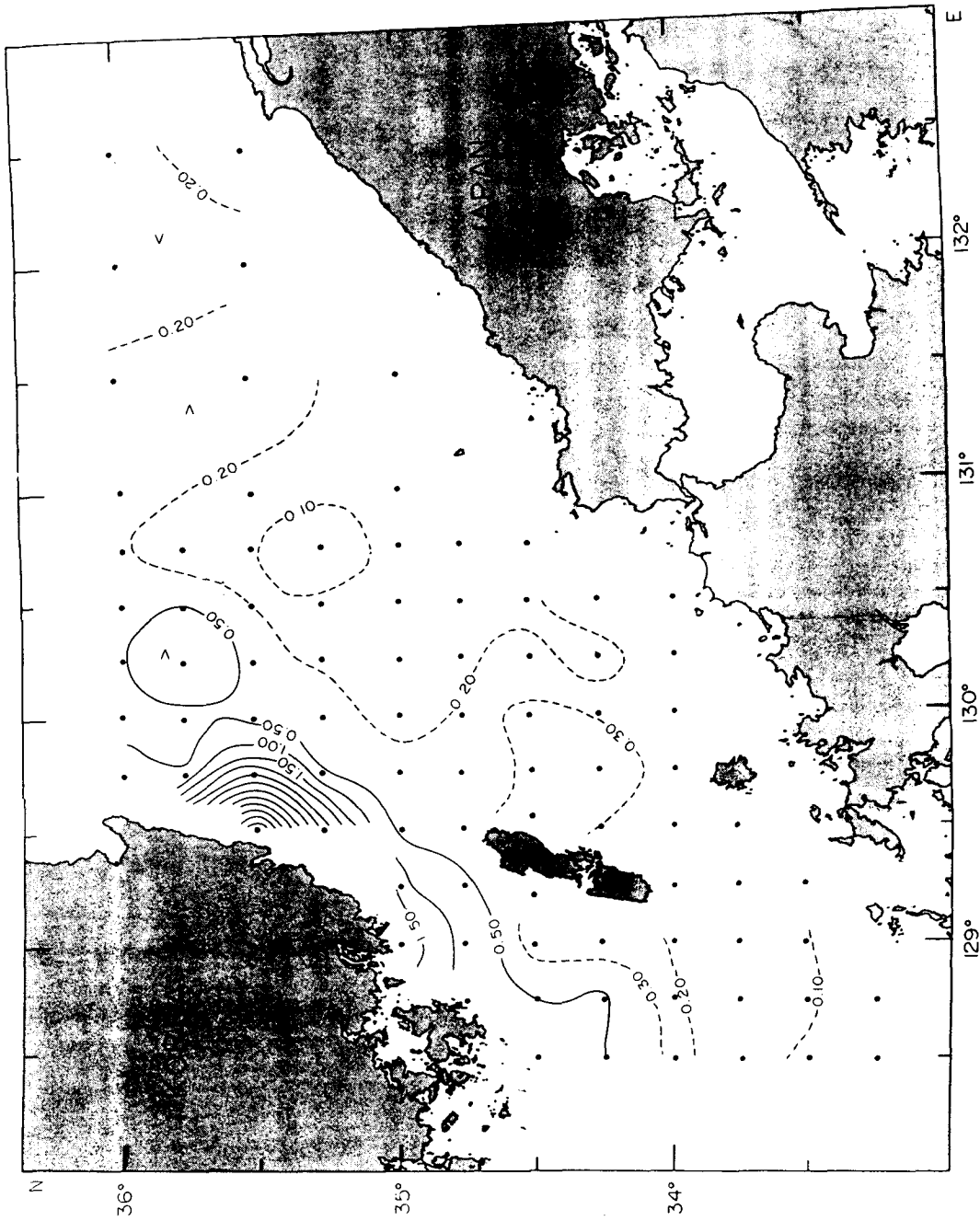


Fig. III-93. Distribution of chlorophyll-a at the depth of 10m in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

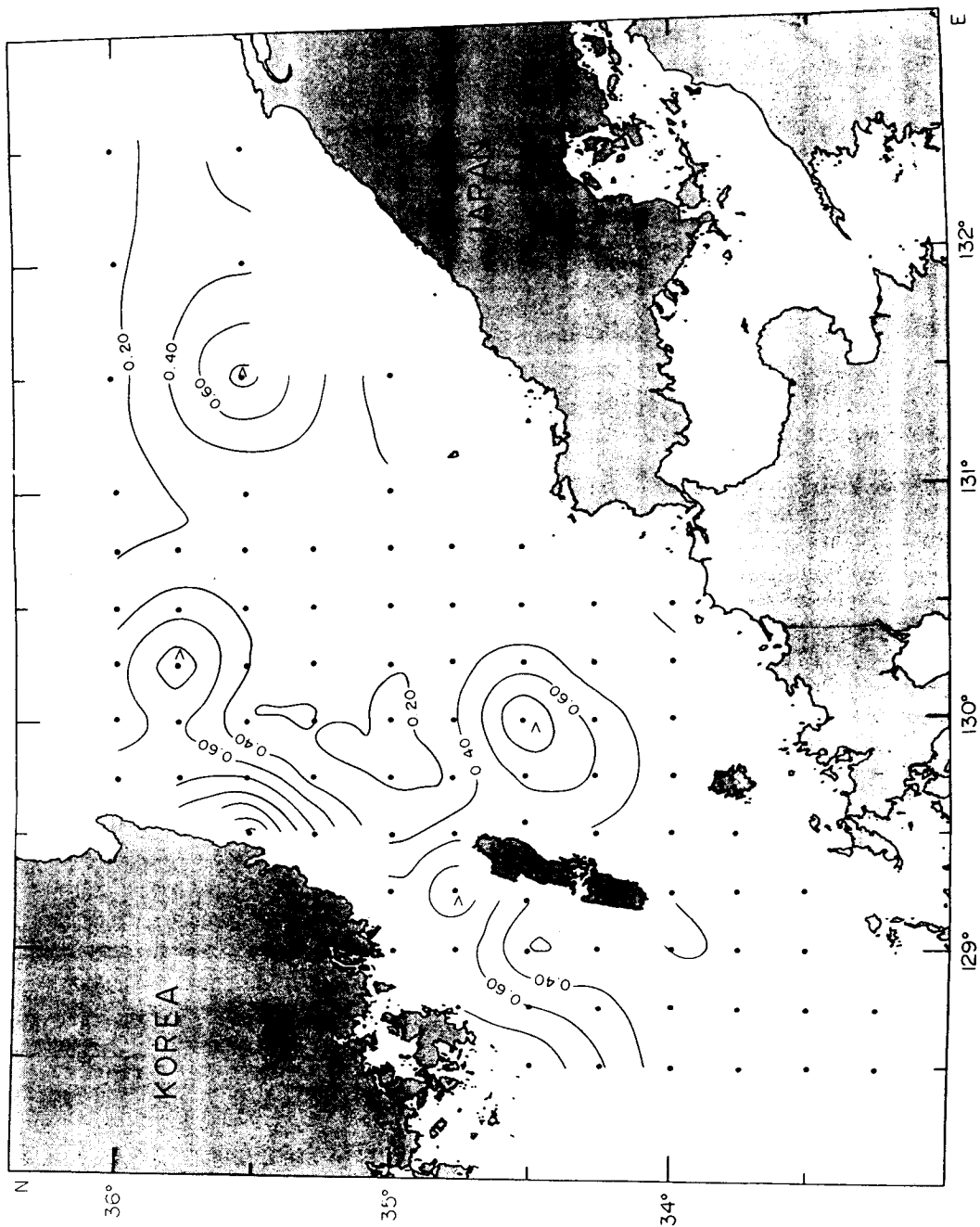


Fig. III-94. Distribution of chlorophyll-a at the depth of 20m in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

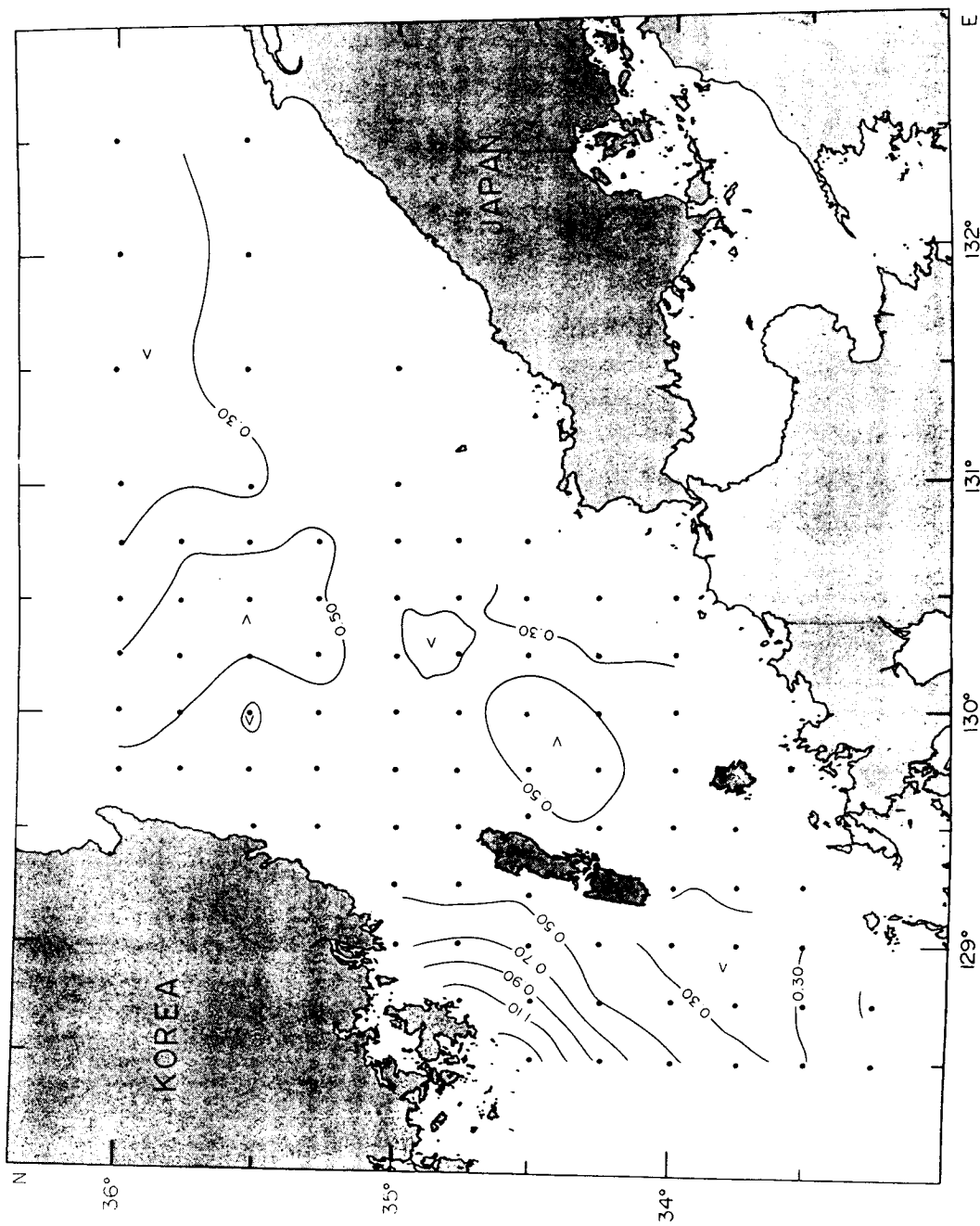


Fig. III-95. Distribution of chlorophyll-*a* at the depth of 30m in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

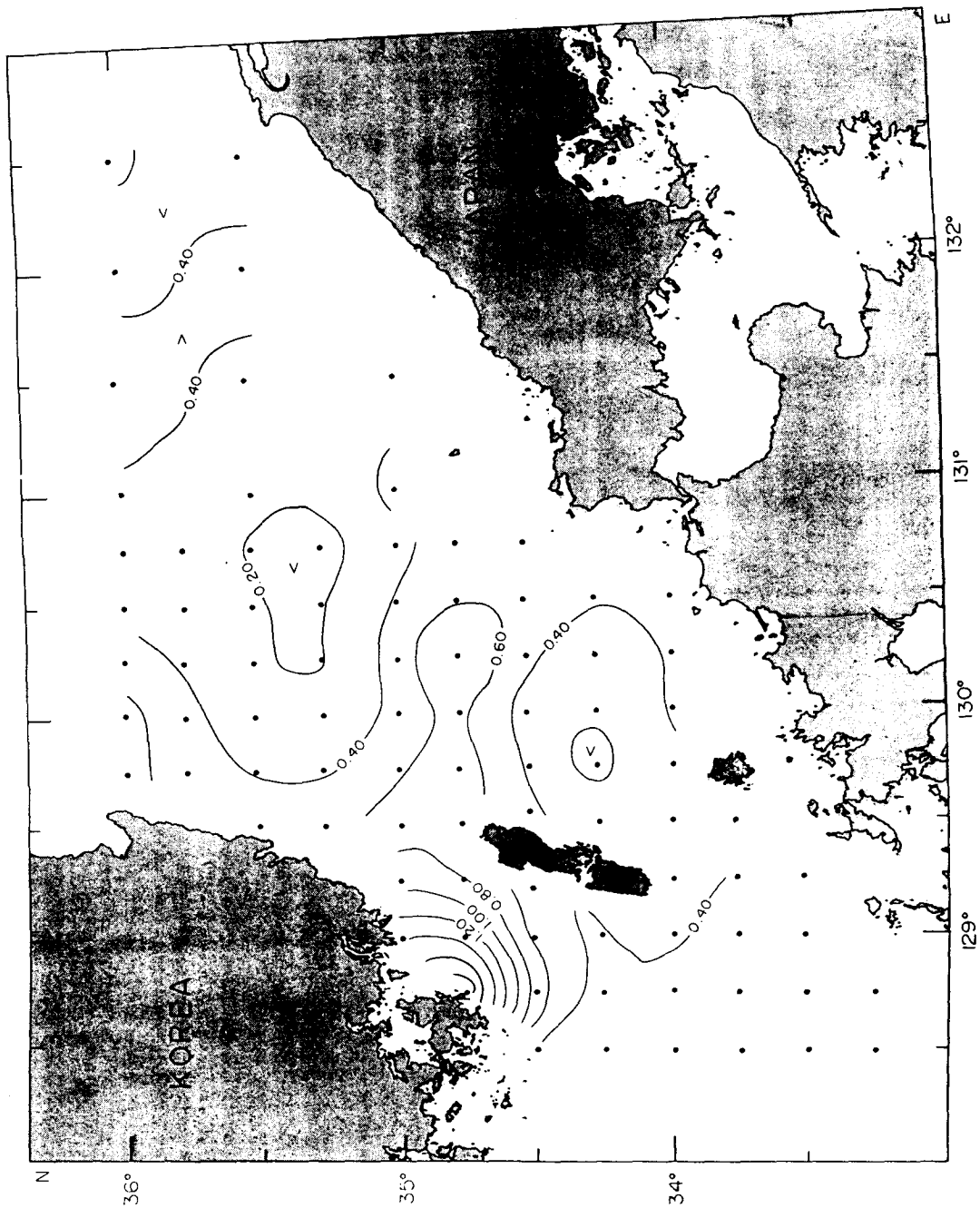


Fig. III-96. Distribution of chlorophyll-a at the depth of 50m in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

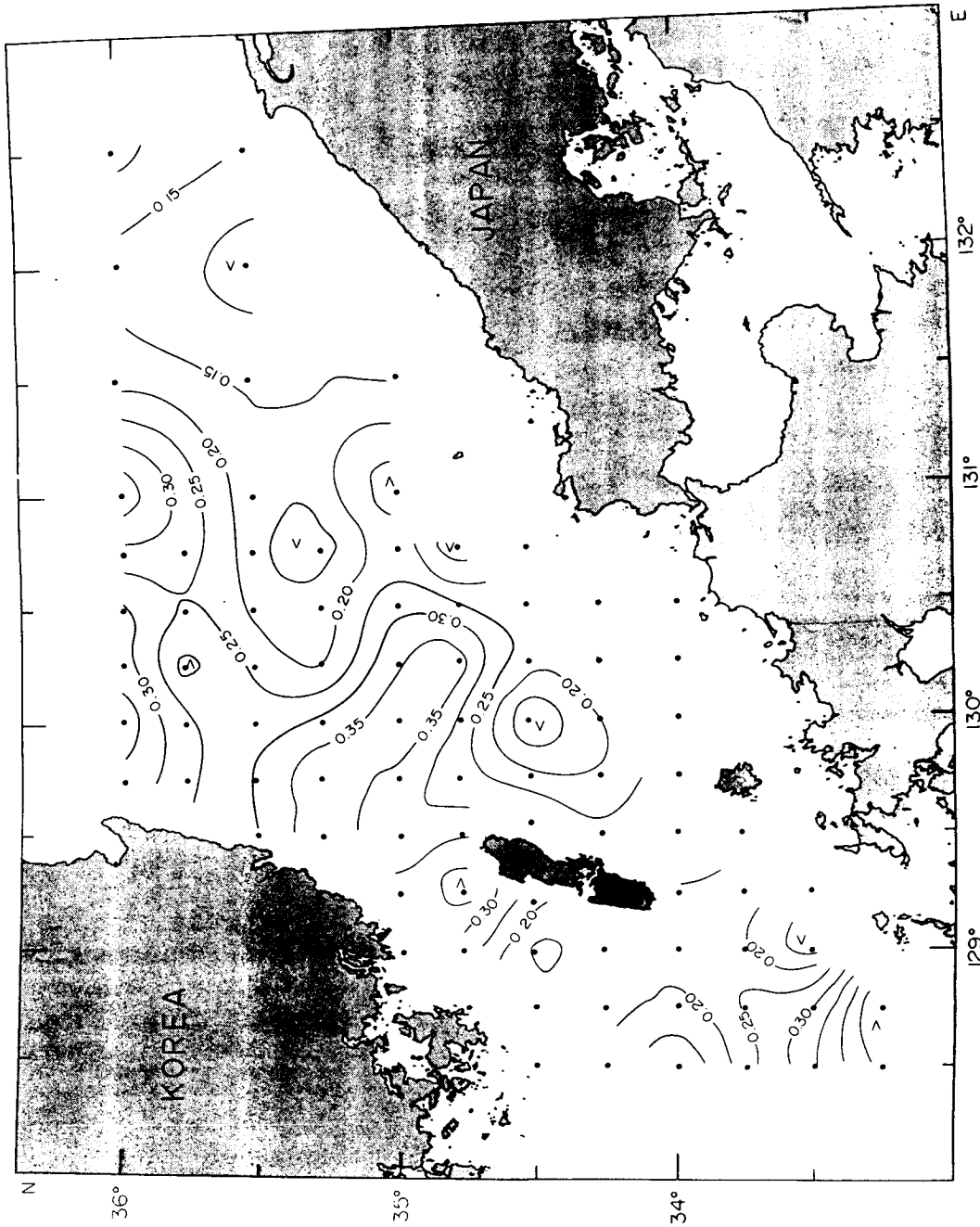


Fig. III-97. Distribution of chlorophyll-a at the depth of 75m in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

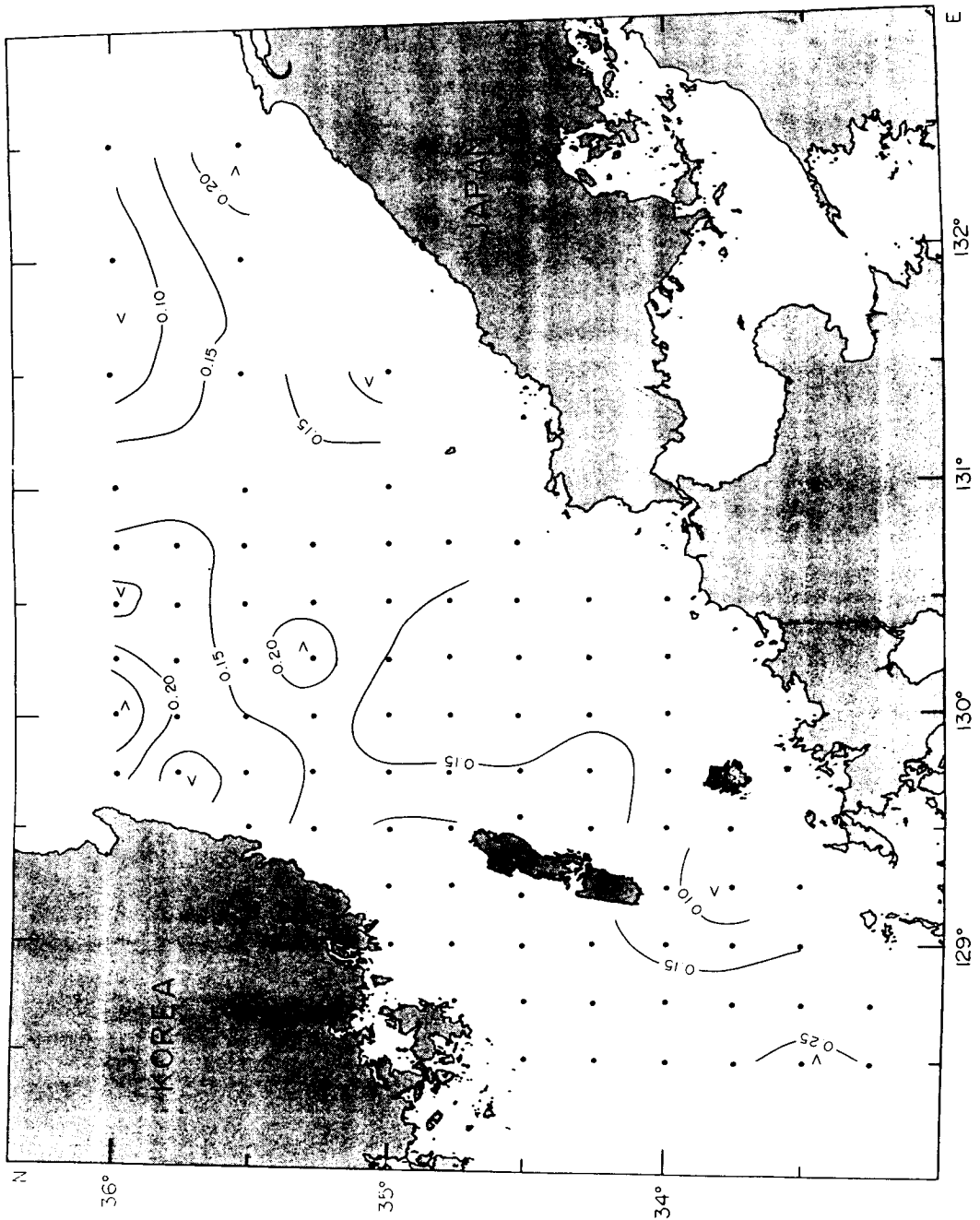


Fig. III-98. Distribution of chlorophyll-a at the depth of 100m in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

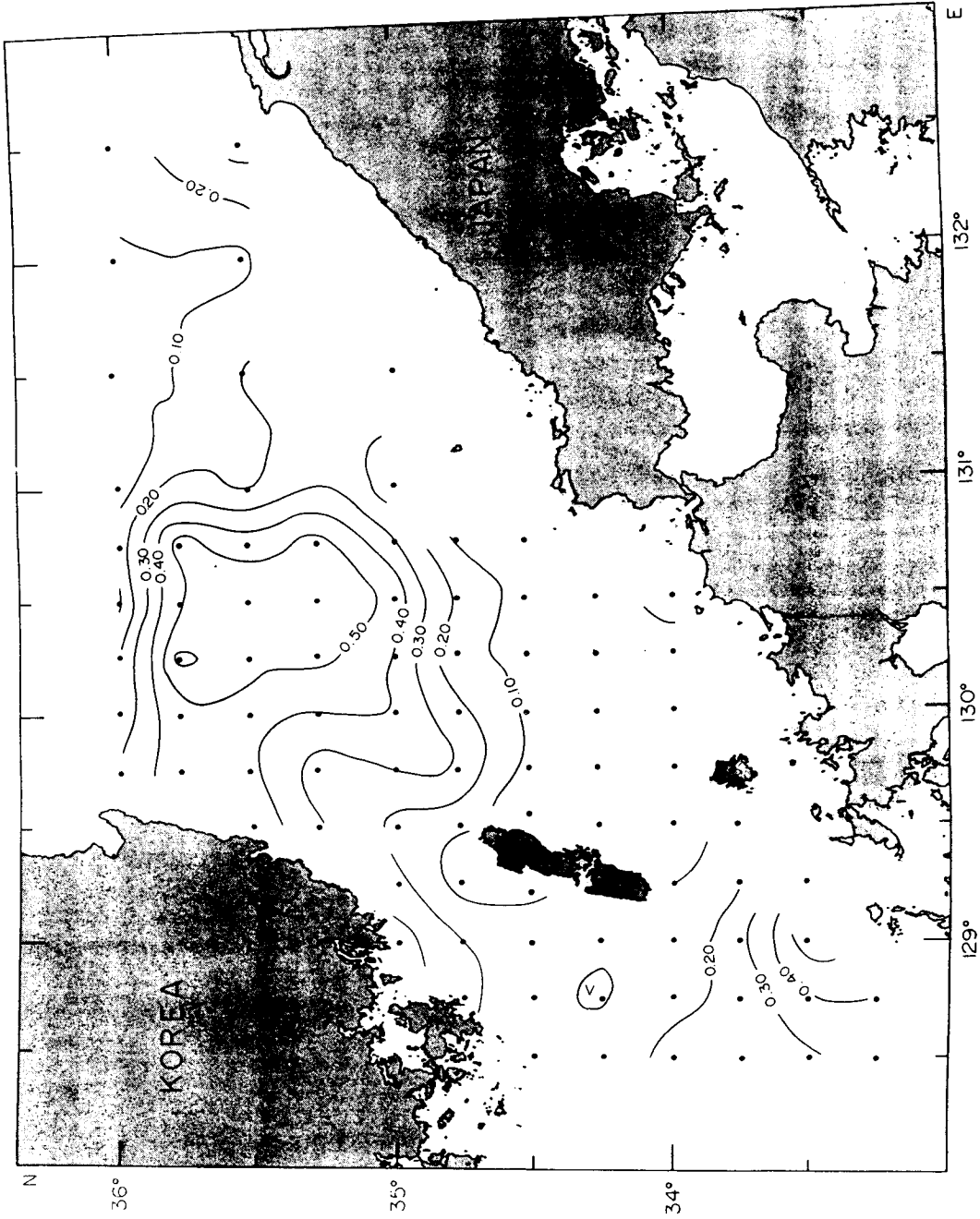


Fig. III-99. Distribution of chlorophyll-a in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

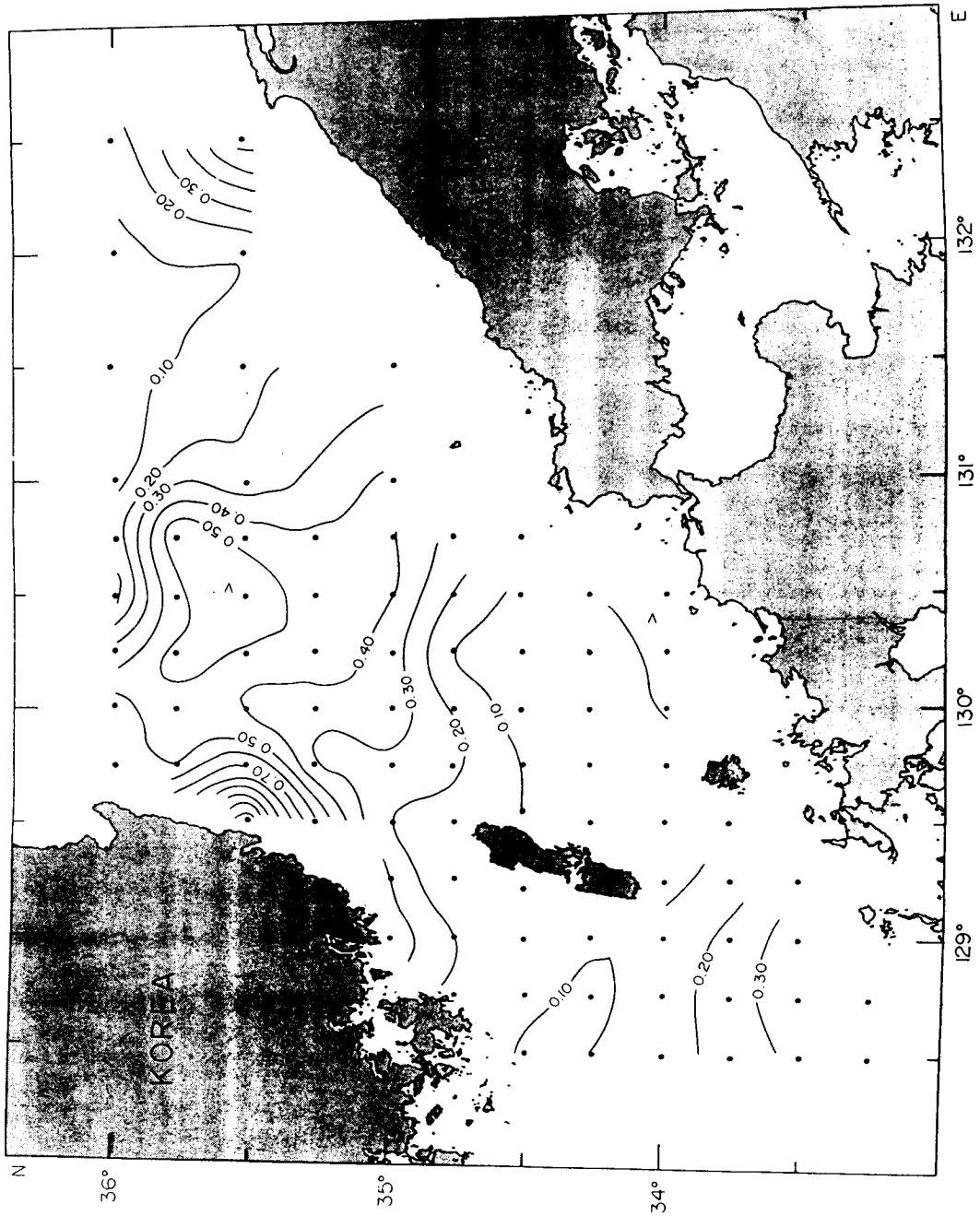


Fig. III-100. Distribution of chlorophyll-*a* at the depth of 10m in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

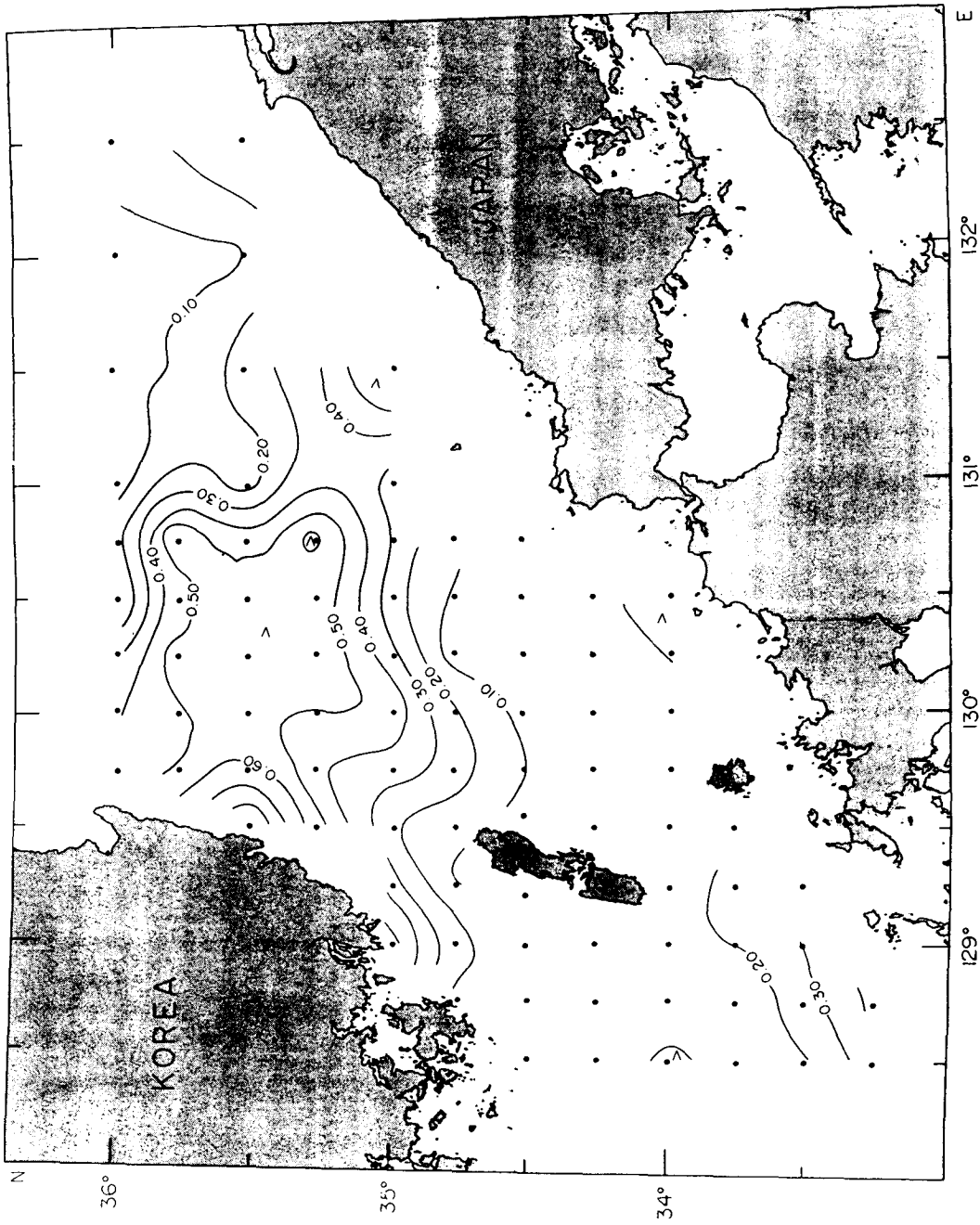


Fig. III-101. Distribution of chlorophyll-a at the depth of 20m in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

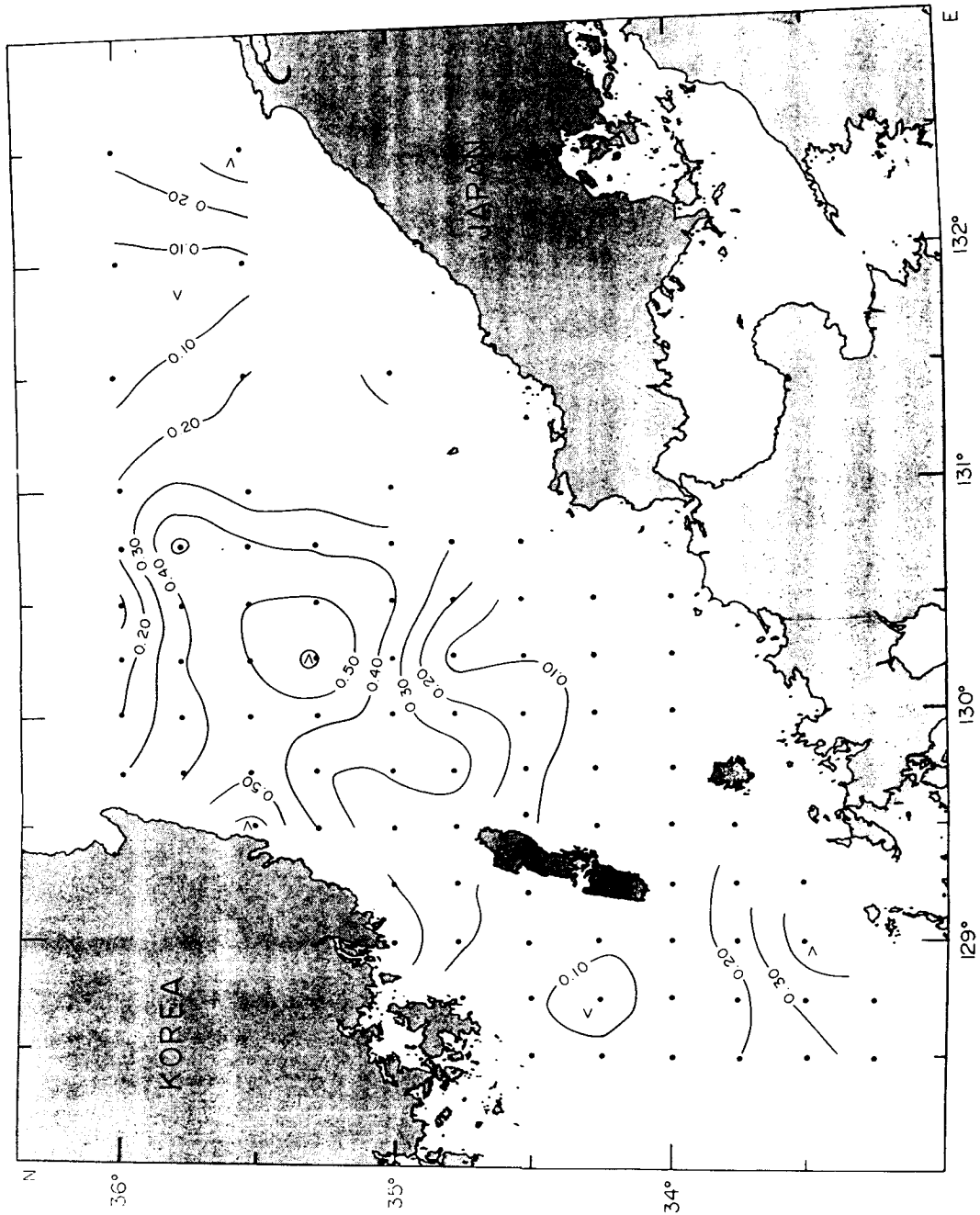


Fig. III-102. Distribution of chlorophyll-a at the depth of 30m in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

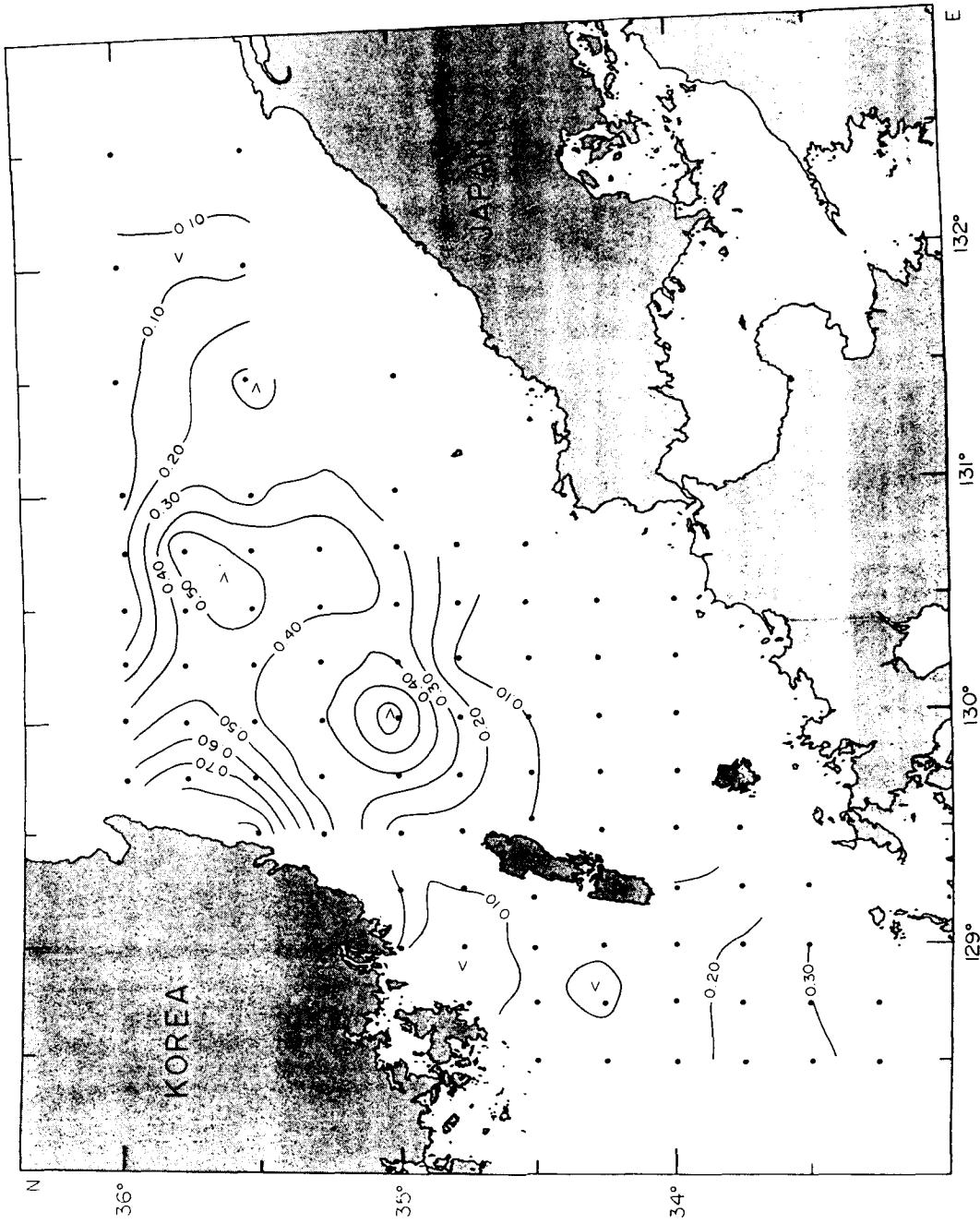


Fig. III-103. Distribution of chlorophyll-a at the depth of 50m in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

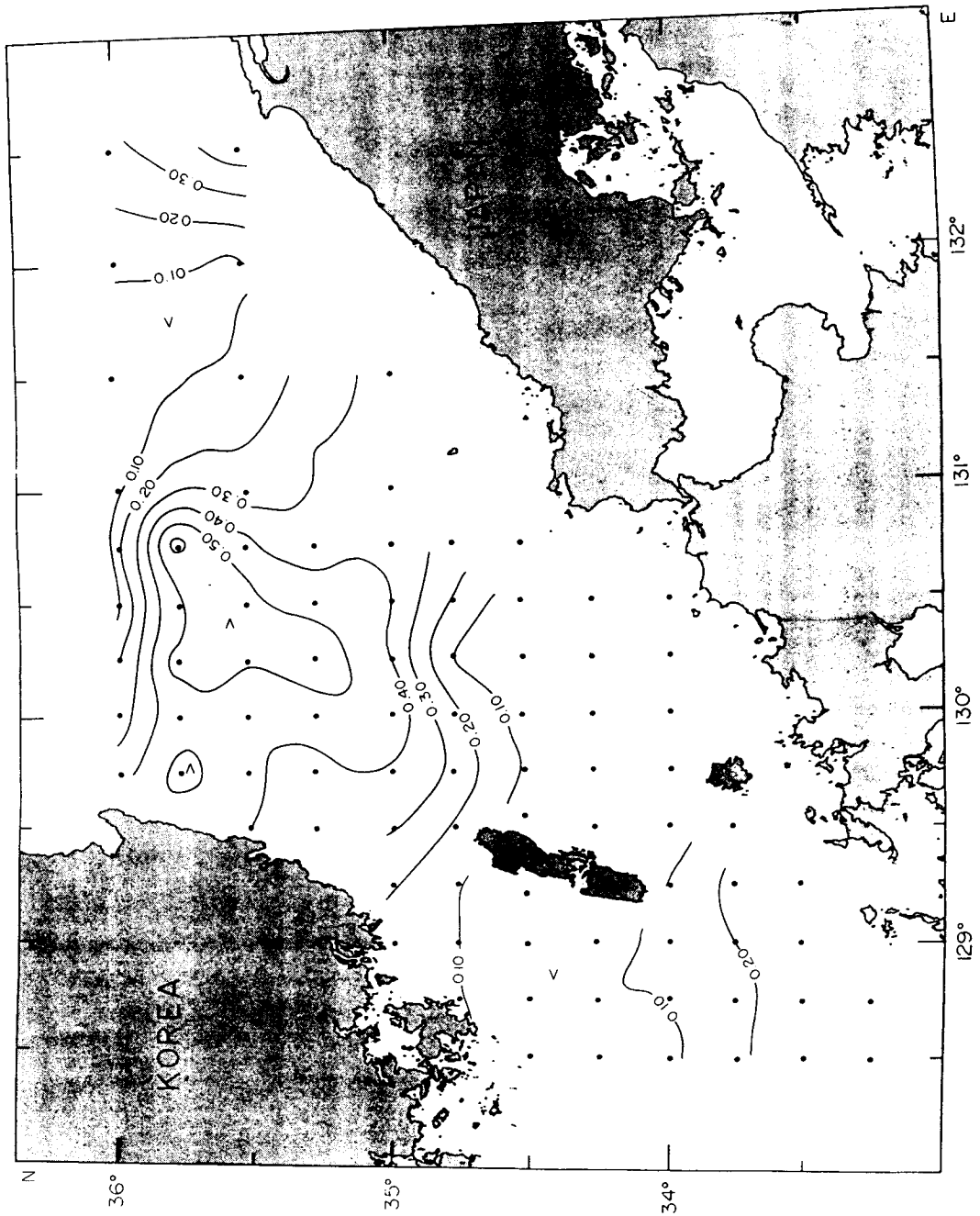


Fig. III-104. Distribution of chlorophyll-*a* at the depth of 75m in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

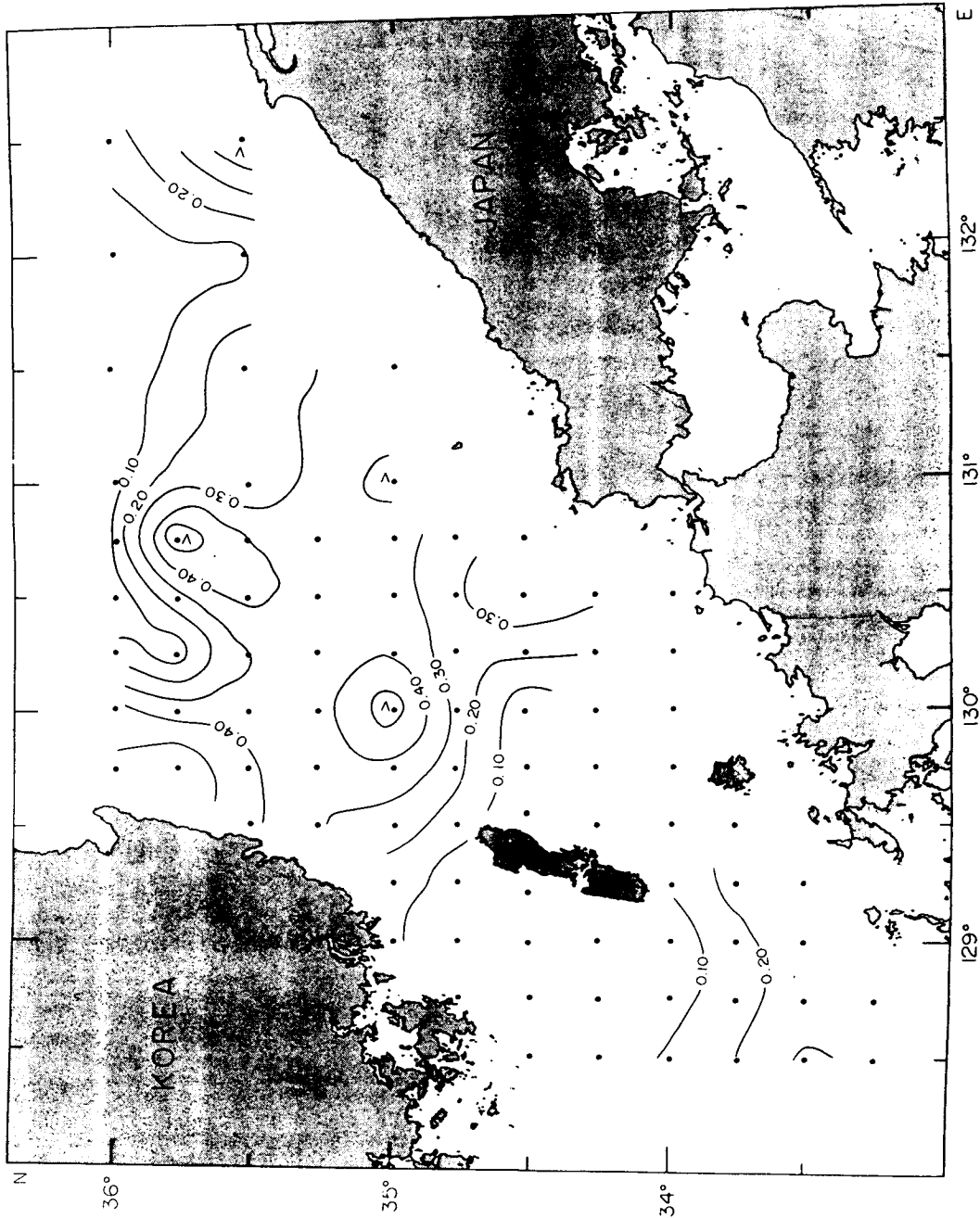


Fig. III-105. Distribution of chlorophyll-a at the depth of 100m in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

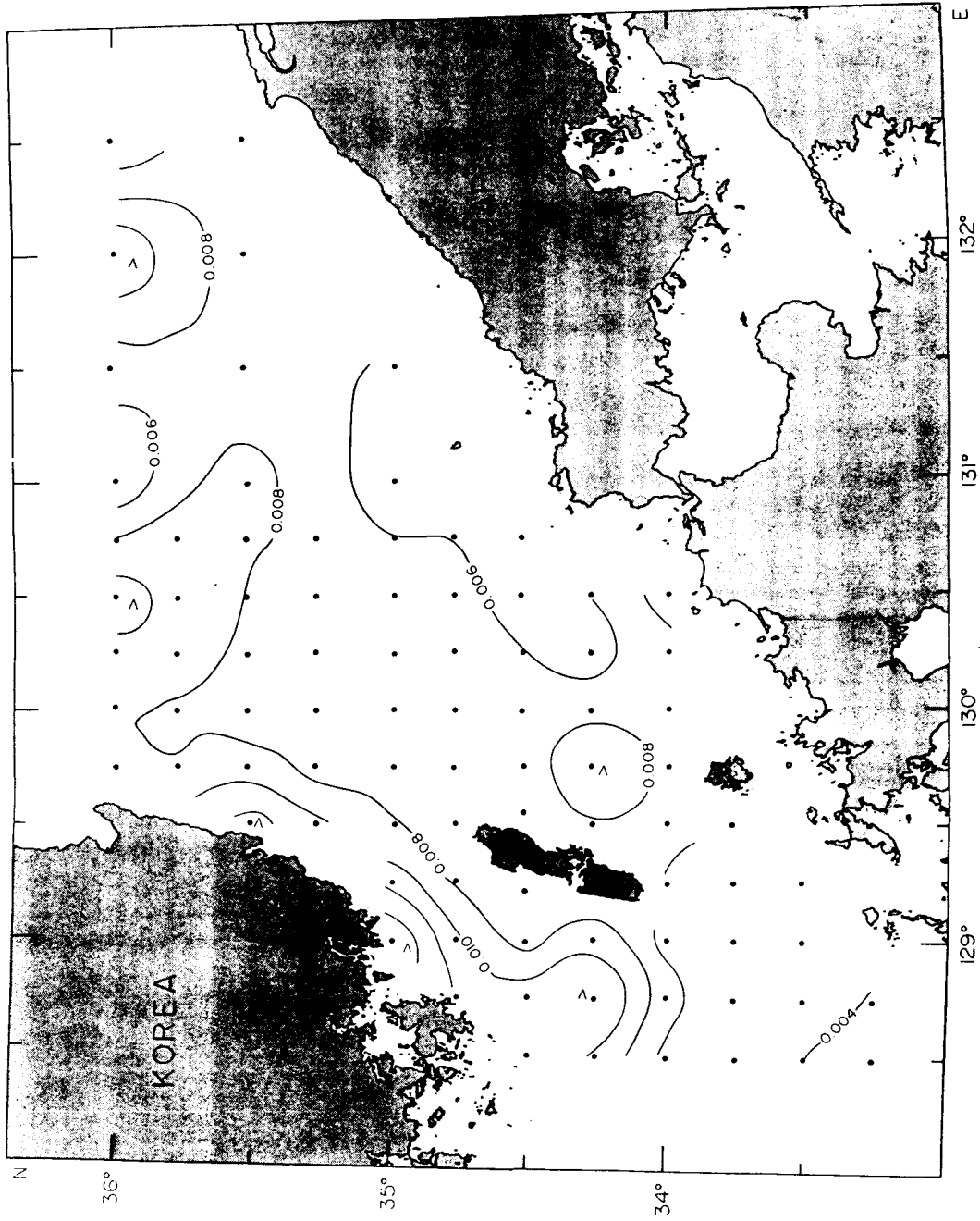


Fig. III-106. Distribution of cadmium in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

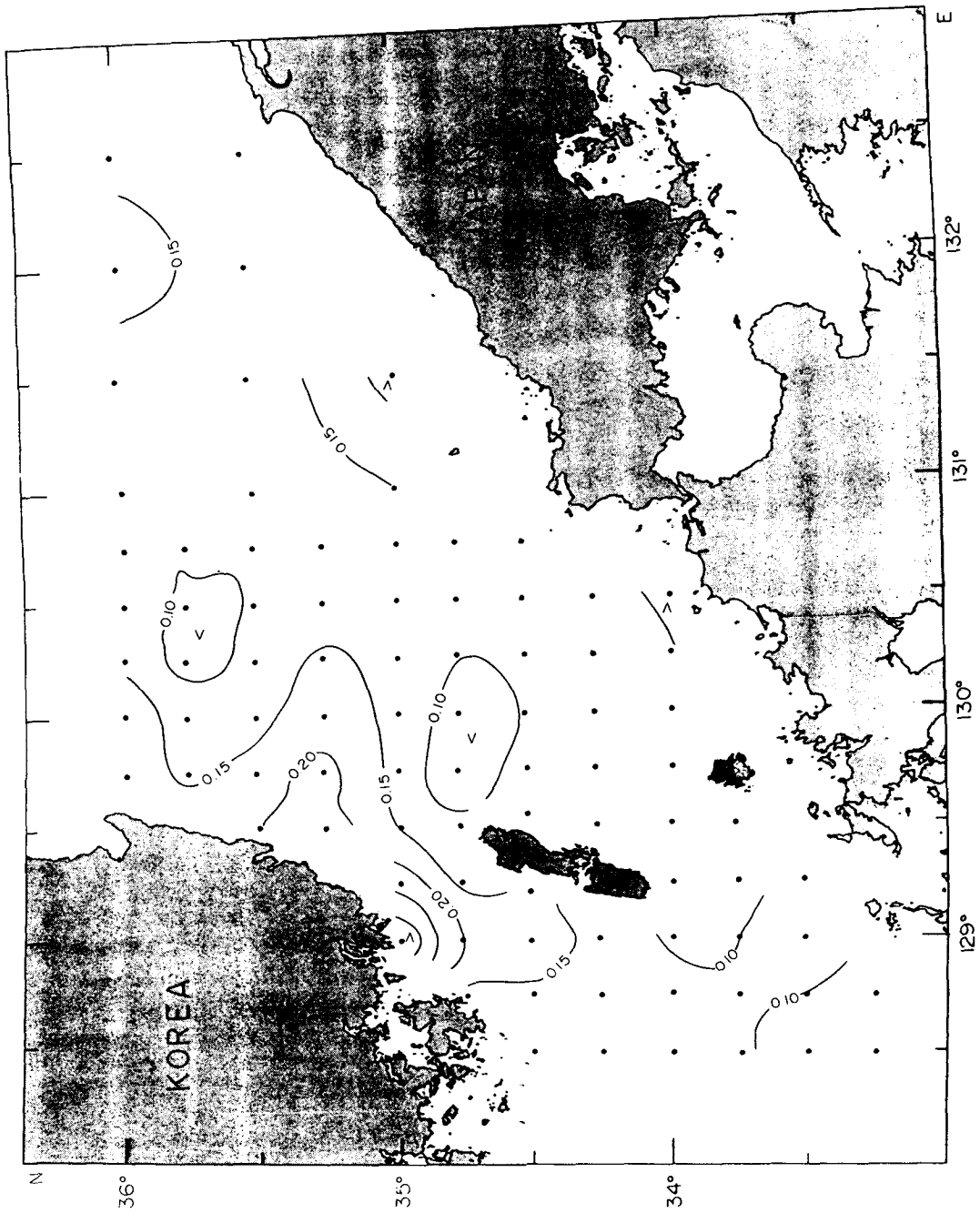


Fig. III-107. Distribution of copper in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

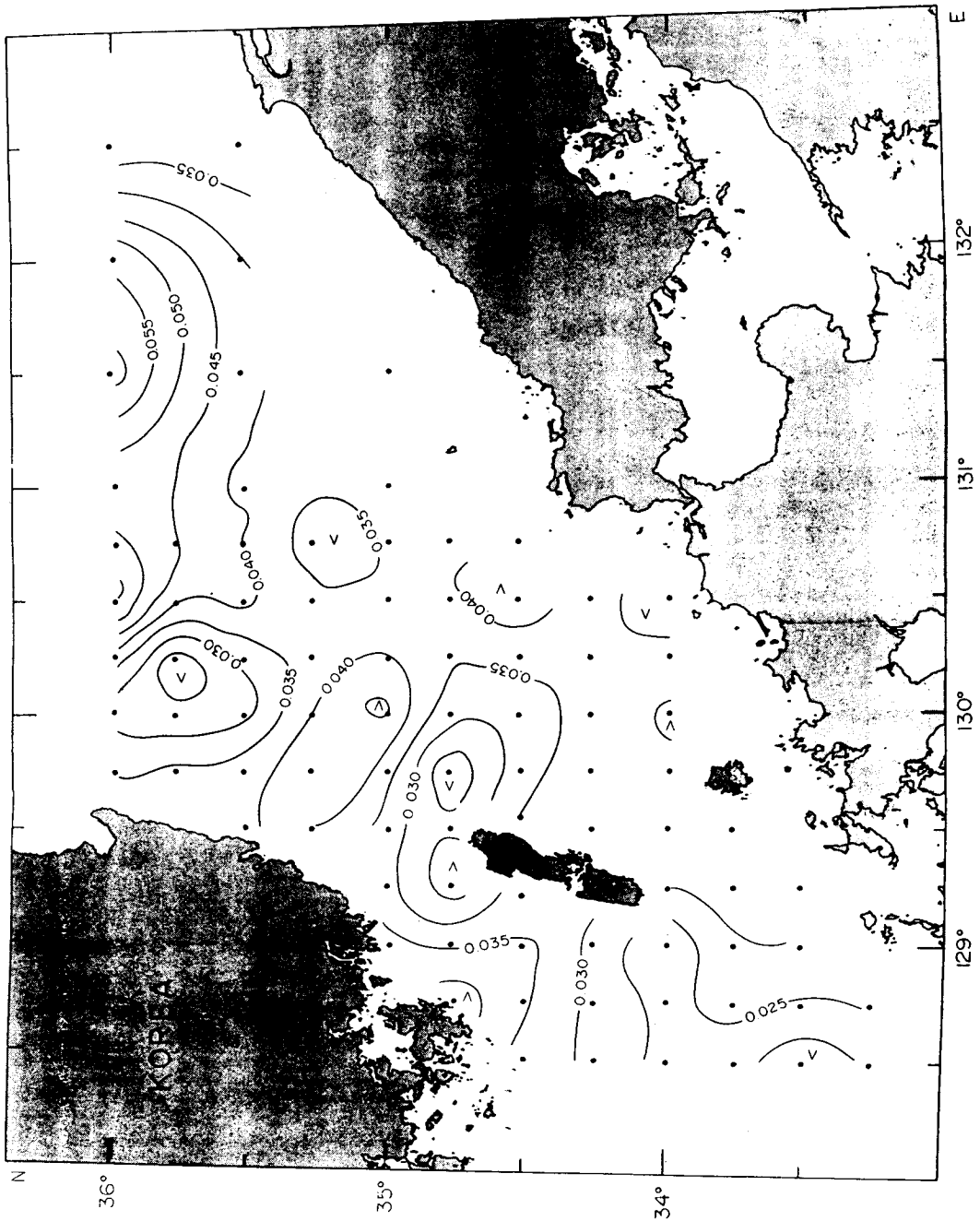


Fig. III-108. Distribution of lead in the surface water in the Korea Strait in May ~ June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

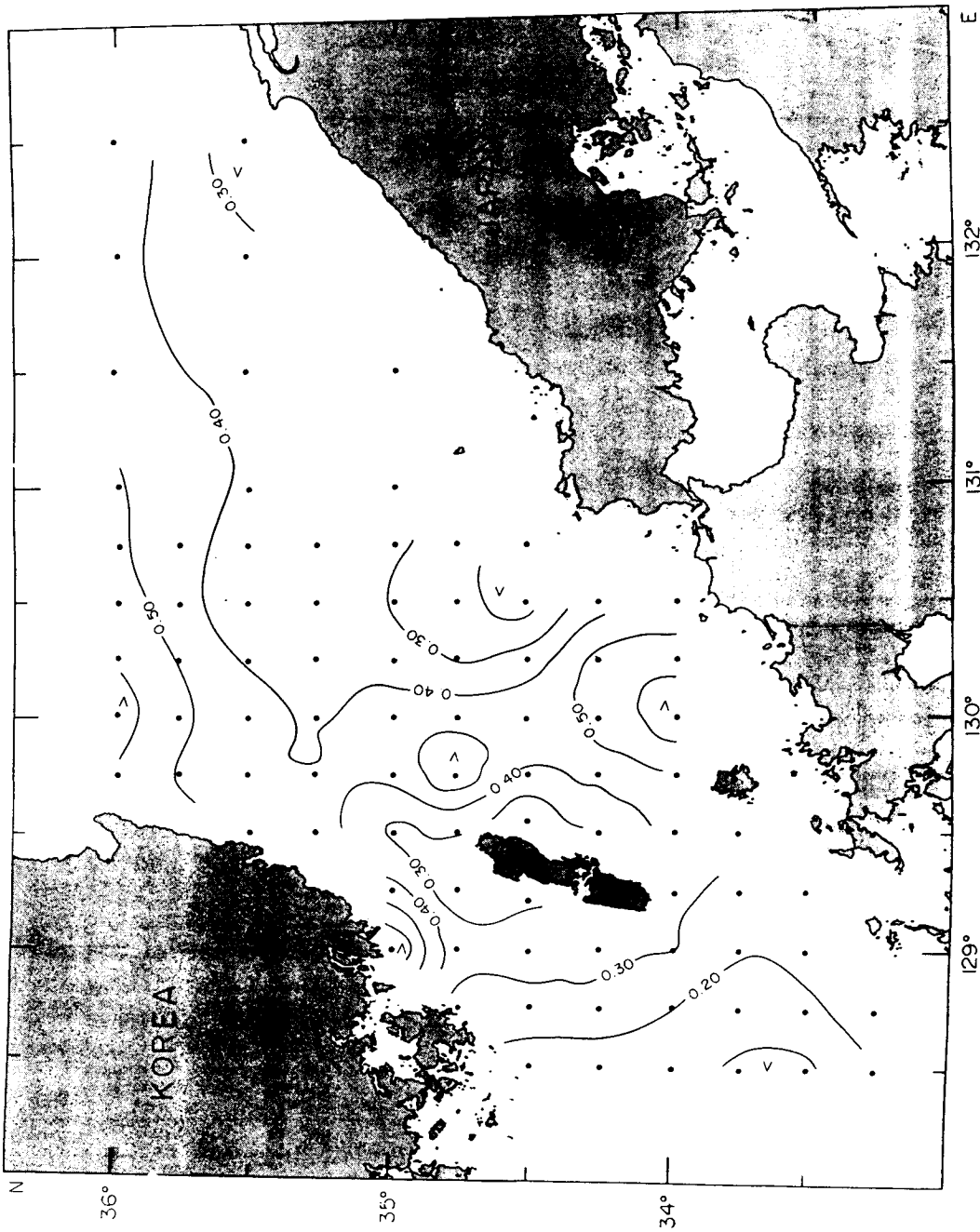


Fig. III-109. Distribution of zinc in the surface water in the Korea Strait in May~June, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

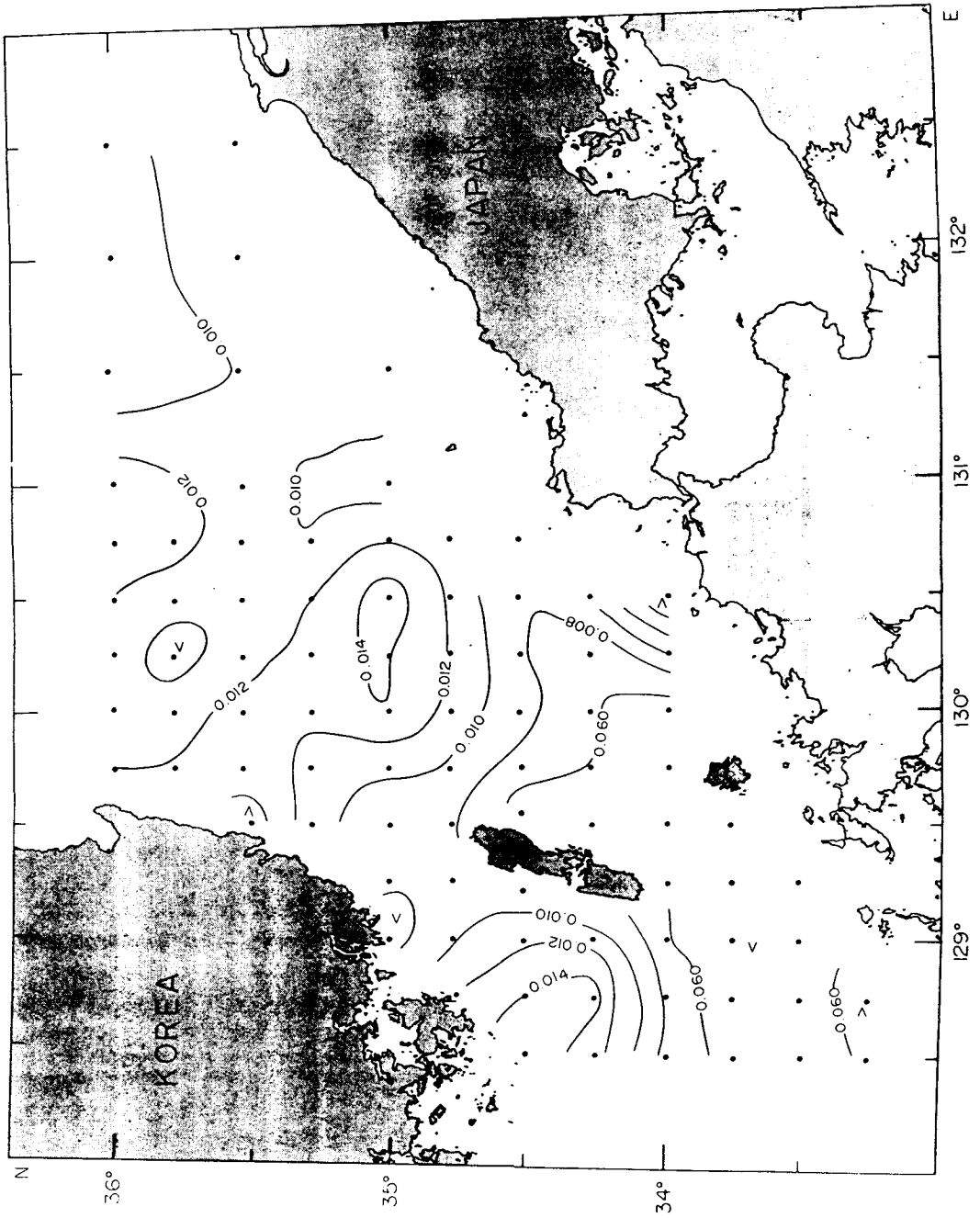


Fig. III-110. Distribution of cadmium in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

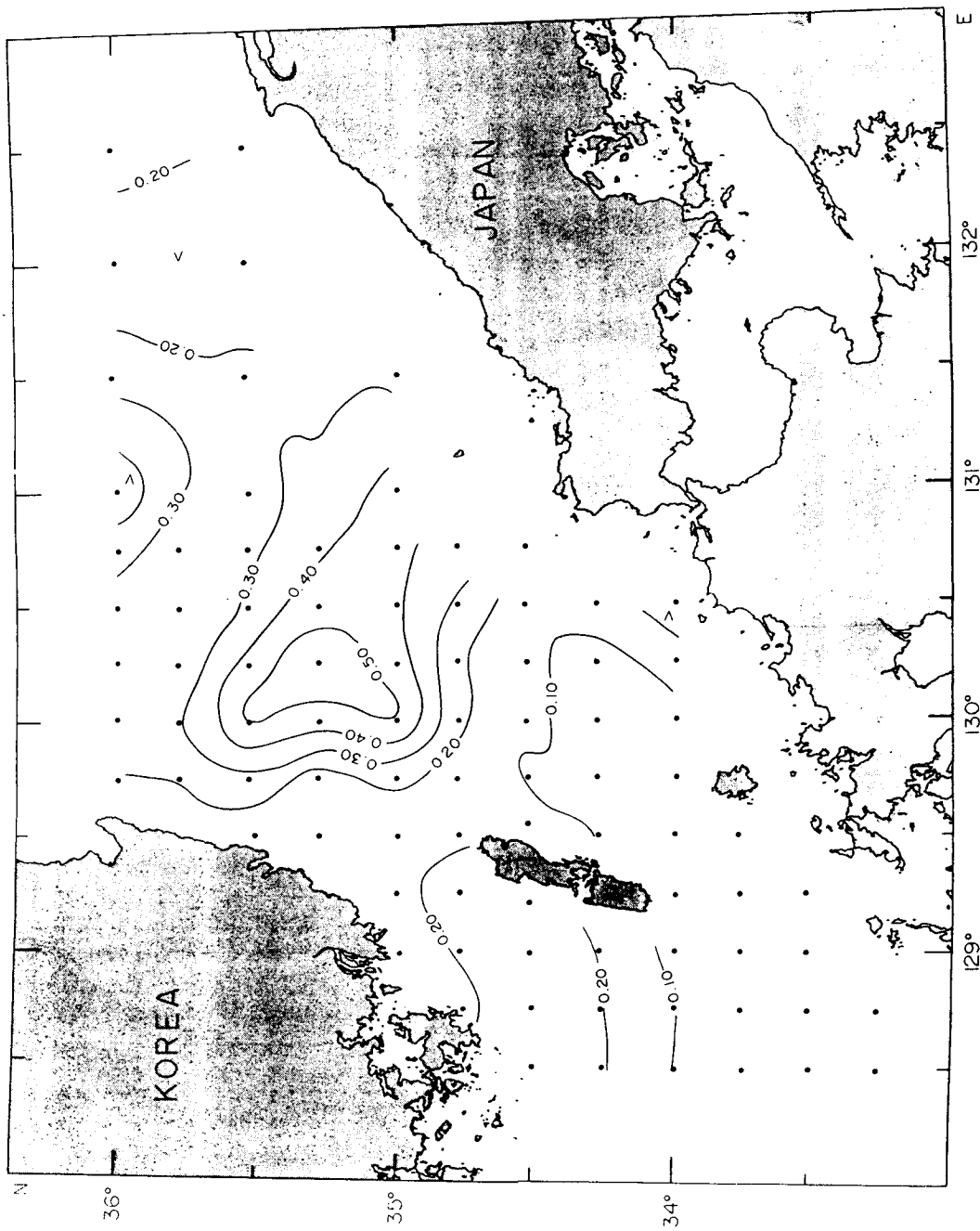


Fig. III-111. Distribution of copper in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

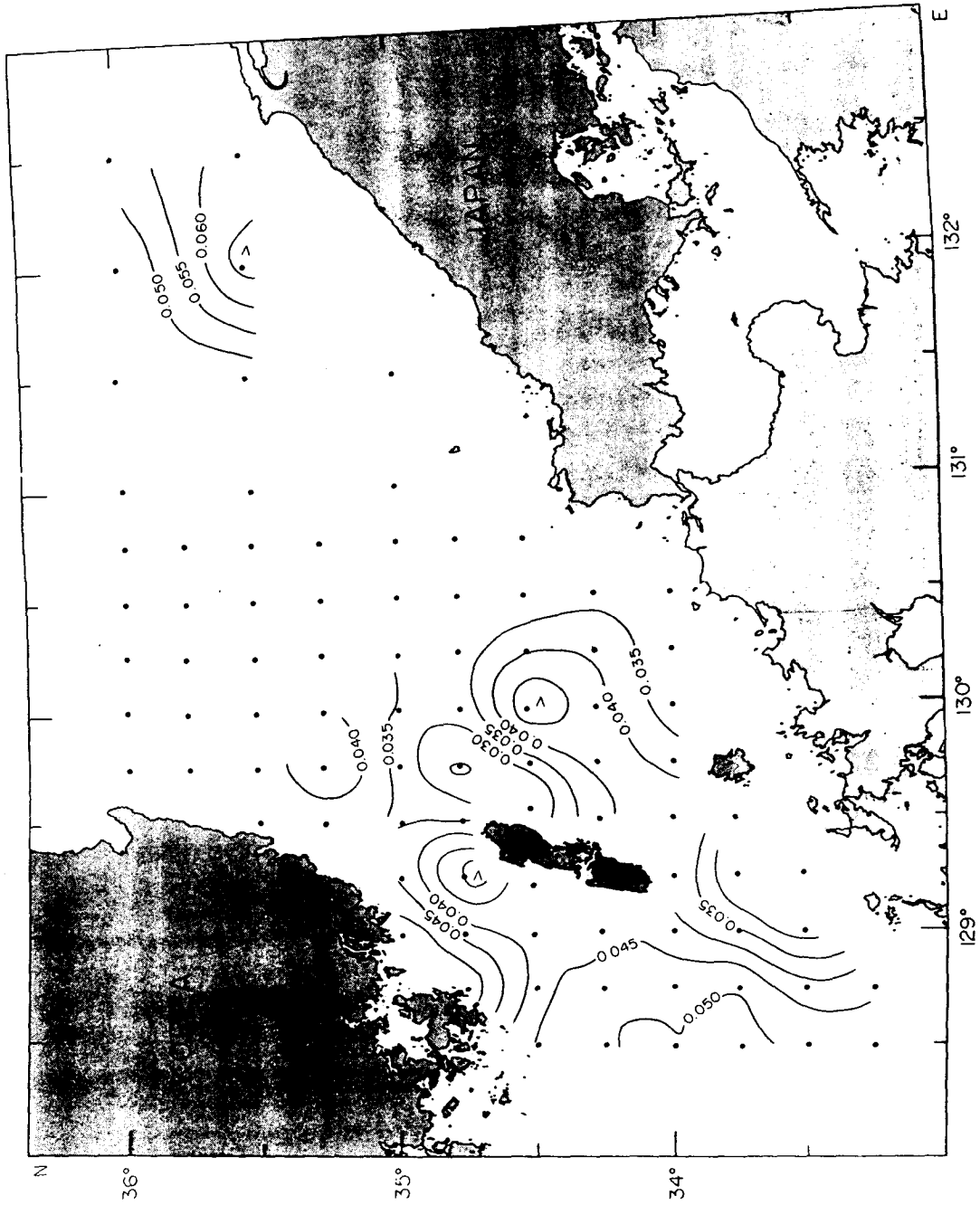


Fig. III-112. Distribution of lead in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

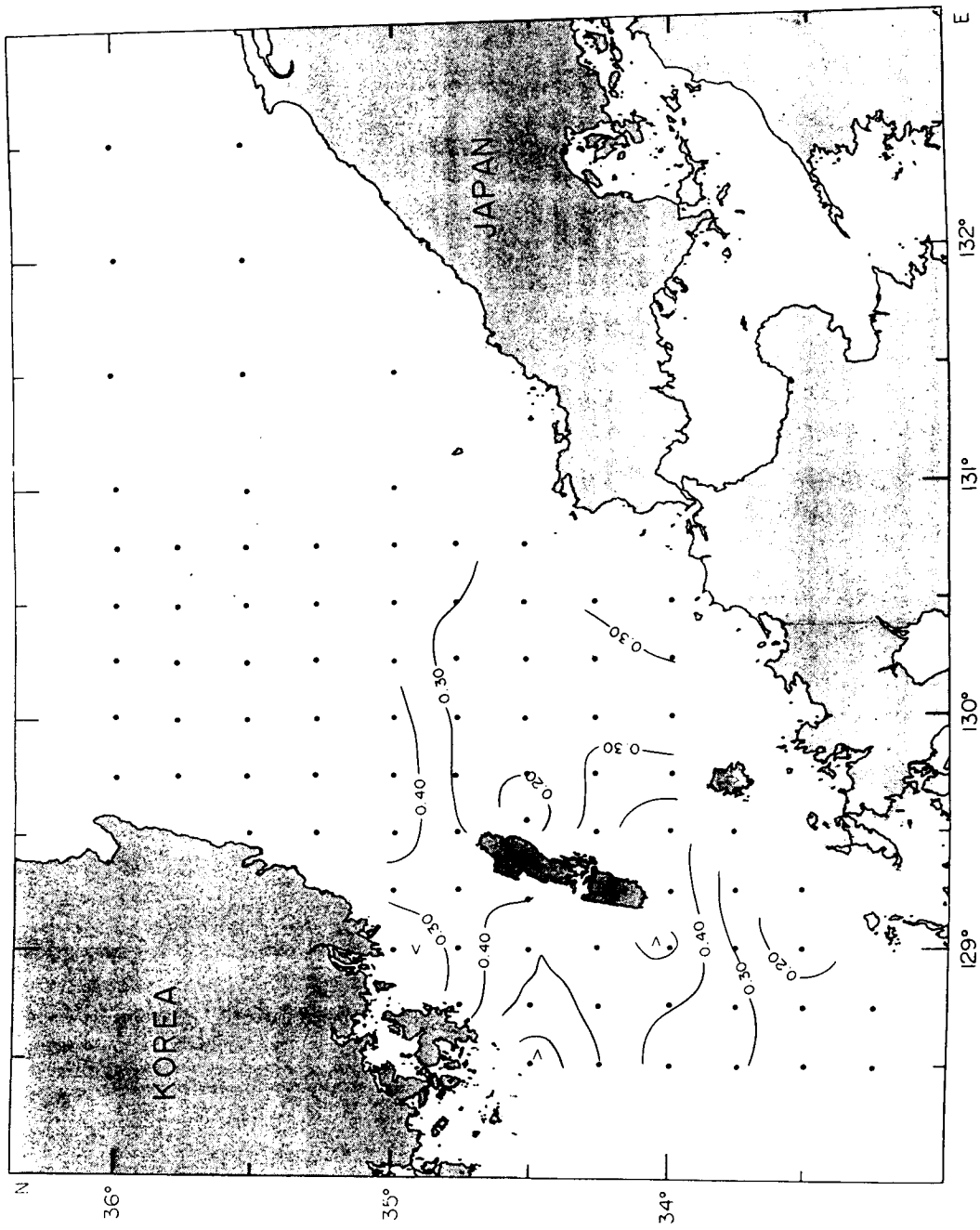


Fig. III-113. Distribution of zinc in the surface water in the Korea Strait in November, 1992 ($\mu\text{g/l}$)

第 IV 章

生物海洋學 分野

(STUDIES ON BIOLOGICAL OCEANOGRAPHY)

研究責任者：諸 涼 吉

研究員：李 梓 學 · 金 尚 珍
柳 在 洛 · 張 晚
金 鐘 觀 · 李 洪 錦
林 賢 植 · 趙 基 雄
崔 震 雨 · 金 雄 西
姜 來 善 · 明 澈 秀
權 改 勁 · 朴 興 植
金 星 · 許 承
李 美 英 · 孫 在 鶴

研究助員：李 鍾 壽 · 李 垠 垠
李 炯 坤

第 1 節 緒 說

韓半島 주변 해역에서 調査海域인 大韓海峽이 우리나라 전체의 海洋生物相의 組成과 해양생물의 分布 연구에 주는 의미는 매우 크다. 海洋生物의 生物地理的 分포를 언급하는 대부분의 학자들은 조사해역 내의 일정 지역을 境界로 해서 寒帶性과 溫帶性 또는 熱帶性 종들의 분포가 남북으로 나누어진다고 믿고 있다(Nishimura, 1965; 제, 1993). 또한 조사해역은 異質性的 해류, 해수, 堆積相으로 이루어진 복잡한 海洋環境을 가지고 있어 생물상이 주변 다른 海域 보다 多樣하다. 따라서 생물 환경이나 자원 연구 측면에서 뿐만 아니라 生物多樣性的 保存의 입장에서 大韓海峽의 生物構成과 이들 간의 相互作用을 알 必要가 있다. 그러나 우리가 알고 있는 情報는 大韓海峽의 이러한 重要性에 견주어 볼 때 너무 보잘 것이 없다. 때마침 黃海와 南海에 이어 생물을 둘러싼 해양의 여러 環境 要因과 함께 종합적인 生物調査가 이루어져 보다 정확한 내용을 파악할 수 있게 되었다.

調査內容은 資源圖 작성을 위해 조사되었던 다른 해역과 마찬가지로 植物플랑크톤, 動物플랑크톤, 魚卵과 稚仔魚, 底棲生物이 조사되었으며, 大韓海峽에서 부터 海洋微生物의 조사가 본격적으로 수행되었다. 海洋微生物(細菌)은 海洋生態係의 下等 먹이사슬중 중요한 構成員으로서 物質 循環에 필수적인 역할을 한다. 이들은 1차생산자로부터 由來된 有機物質을 濃縮하여 먹이망(food web)에 에너지를 傳達한다. 또한 高分子, 低分子 物質의 分解를 통한 무기물화 過程을 修行하는 分解者로서의 役割을 遂行한다. 그리고 일부 細菌은 油類를 비롯한 汚染物質의 除去, 有用 生理活性物質의 生産 등에 이용될 수 있다. 이와같은 觀點에서 大韓海峽의 미생물상을 把握하기 위하여 總細菌數 및 生物量, colony 生成 細菌數, 從屬營養 活性度 및 2次 生産力 등을 調査하였다.

底棲生物의 조사는 다른 생물의 조사가 다른 해역과 동일하게 季節別 調査를 하였는데 비해 現場調査를 1회로 줄어들었으나, 既存의 저서생물채집기에 의한 조사 외에 아가시저인망(Agassiz trawl)과 박스코어러(Box corer)에 의한 採集 등 採集方法을 보강하여 수심과 퇴적상의 異質性에 따른 採集上의 問題點에 대비하였다. 지난 5월과 6월에 조사 완료된 底棲生物 조사는 현재 選別作業이 완료되지 않았기 때문에 분석 결과에서 제외하였다.

第 2 節 調査 및 研究方法

1. 調 査

1992년 8월과 1993년 8월(1992년 조사) 사이에는 모두 세 번의 定點(전 조사해역) 調査와 두 번의 定線調査가 있었다. 정점과 정선의 위치는 이 연구사업의 제 1차년도

연차보고서와 동일하다(郭 等, 1992). 定點調査는 浮遊生物 조사가 1992년 11월과 1993년 8월 등 2회, 그리고 底棲生物 調査가 1993년 5월과 6월에 걸쳐 1회 있었다. 定線調査는 1993년 1월과 7월에 각각 1회씩 調査하였다. 이번 보고서에는 1991년 調査 內容 중 1992년 5~6월에 조사된 浮游生物의 定點調査 結果를 포함한 1992년 조사 중 분석이 완료된 연구 분야를 실었다.

2. 材料와 分析

가. 植物플랑크톤

植物플랑크톤 分析을 위하여서는 大韓海峽의 총 48개 정점에서 2회(1992년 5~6월, 11월), 그리고 大韓海峽을 관통하는 정선의 20개 정점에서는 1회(1993년 1월)에 걸쳐 水深에 따라 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200m 등의 깊이에서 Rosette sampler를 이용하여 海水 500ml 씩을 採水하였다. 採取된 試料는 Acid Lugol's solution으로 고정하여 알루미늄 호일로 빛을 차단한 후, 실험실로 운반하였다. 실험실 내에서 일정기간 沈澱시켜 150~200ml로 濃縮시킨 다음 Sedwick-Rafter Chamber와 Palmer-Maloney Slide를 이용하여 計數하였다.

나. 動物플랑크톤

動物플랑크톤의 採集은 1992년 5월과 11월에 48개 定點과 1993년 1월에 大韓海峽에 設置된 정선의 20개 정점을 대상으로 하였으며, 採集은 網口 직경 60cm, 網目 250 μ m의 봉고네트를 사용하여 1.5~2 knot 의 속도로 약 10분간 傾斜採集을 하였다. 定量分析을 위하여 봉고네트에 流量計(General Oceanics, I.N.C.)를 부착하였으며, 採集된 標本은 現場에서 6% 中性 포르말린 溶液으로 固定하였다. 固定된 試料는 優占種이 100 개체 이상 되도록(UNESCO, 1979), 분할기(Folsom splitter)로 분할하여 Bogorov 계수판에서 각 分類群別로 計數한 후 單位體積當(m^3) 개체수로 換算하였다.

다. 魚卵과 稚仔魚

魚卵 및 稚仔魚 採集은 動物플랑크톤과 同一한 方法으로 하였으며(단, 봉고네트 채집망의 망목크기는 505 μ m였다), 採集된 시료는 7% 농도의 중성 포르말린 해수용액으로 固定한후 實驗室에서 魚卵과 稚仔魚를 분리한 후 동정하였다.

魚卵 및 稚仔魚 동정에는 정(1977), 이 등(1981), 김 등(1986), Russell(1976), Okiyama(1988), Moser *et al.*(1984) 등을 참고하였다.

라. 微生物

1) 採水 方法

大韓海峽의 87개 調査定點 중 일부(Table 1)를 選定하여 연구를 수행하였다. 表層水는 Bach Water sampler를 사용하여 採水하였으며, 30m와 底層水의 시료는 Rosette을 이용해 Niskin bottle로 채수한 물을 使用하였다. 채수된 시료는 즉시 滅菌된 병에

옮겨 담아 現場에서 실험을 遂行하였다.

總細菌數 測定을 위한 試料은 現場에서 바로 15 ml의 dark bottle에 담아 acidic Lugol's iodine 용액(最終濃度 1%)으로 固定한 후 實驗室로 운반하여 처리하였다.

2) 總細菌數 및 細菌生物量

總細菌數는 AODC(Acridine Orange Direct Count, Fry, 1988)방법에 따라 螢光顯微鏡(Epifluorescence microscope, Carl Zeiss) 하에서 測定하였다. 12 field, 300 cell 이상을 計數하여 얻은 細菌數의 평균에 배율에 따른 conversion factor를 곱하여 總細菌數를 구하였다.

細菌生物量의 計算을 위하여 球形細菌은 완전한 구형으로 假定하여 體積을 計算하며 간형세균은 원통의 양 끝에 半球가 붙어있는 形態로 가정하여 원통부분과 반구 부분을 따로 나누어 계산하는 方法에 따라 구형세균은 지름을, 간형세균은 그 길이를 一定한 구간으로 나누어 計數한 후 여기에 Zimmermann(1977)에 의한 factor를 곱하여 먼저 총체적을 計算하였다. 구해진 총체적에 Kogure와 Koike(1987)에 의해 算出된 conversion factor인 0.20 g-C/cm^3 을 적용하여 細菌生物量을 計算하였다.

3) Colony 生成細菌數

ZoBell agar medium 2216e(Oppenheimer and ZoBell, 1952)를 배지로 하여 성장한 colony의 수를 세어 測定하였다. 희석 濃度 別로 각각 3개의 평판배지에 0.1ml씩의 試料을 도말한 후 20℃에서 14일간 培養하여 計數하였으며 수심이 깊은 일부 정점에서 는 1ml ~ 10 ml의 시료를 membrane filter에 濃縮하여 한천배지에 올려 培養하였다. Colony수는 평판 하나당 30 ~ 300개 범위의 것을 選擇하여 그 평균값으로 구하였다.

4) 細菌의 從屬營養 活性度

세균의 從屬營養 활성의 指標인 有機物 利用度를 調査하기 위하여 glucose에 대한 轉換時間을 測定하였다(Reinheimer, 1977).

200 μm mesh size의 sieve로 사전 濾過한 試料을 시료당 3개의 100 ml bottle에 80 ml씩 넣고 0.08uCi(최종농도 3.64nM)의 U-D-[^{14}C]-glucose를 添加하여 약 3시간 동안 進糖 培養하였다. 이때 bottle 하나에는 미리 1 ml의 formalin을 넣어 blank로 하였다.

배양이 끝난 시료는 1 ml의 포르말린으로 反應을 중단시켰으며 이 중 40ml씩을 pore size 0.2 μm 의 membrane filter(Whatman or Nuclepore, $\phi = 25 \text{ mm}$)를 사용하여 濾過한 뒤 filter의 radioactivity를 測定하였다. 여과에 사용하지 않은 40ml의 시료는 1N HCl 0.5 ml로 pH를 2 이하로 낮춘 후 4시간 동안 進糖하여 發生되는 CO_2 를 포집하였으며 이 값을 filter에서 측정된 값에 더하여 氣質轉換時間을 구하였다.

5) 細菌 生産力

細菌의 成長과 生物量의 生成은 thymidine이 DNA에 吸收되는 정도에 의하여 측정하였다(Fuhrman and Azam, 1982). 넣어진 Thymidine [methyl- ^3H]의 양은 20ml의 試料에

최종농도가 20nM/l가 되도록 하여 30분 ~ 1시간 동안 진탕 培養하였다.

DNA에 흡입된 thymidine의 양은 測定된 dpm값으로부터 Parsons 등(1984)에 의한 식으로 계산하였다. 吸入되는 thymidine 1 M당 1.4×10^{18} cell이 生成되는 것으로 計算하는 conversion factor를 사용하여 生産되는 세균수로 환산하였으며(Fuhrman and Azam, 1982), 여기에 0.17×10^{-13} g-C/cell의 conversion factor(Lee & Fuhrman, 1987)를 사용하여 세균의 生産力을 구하였다.

마. 底棲生物

堆積物 표면에 서식하는 초대형 底棲生物 採集을 위하여 전 조사정점에서 아가시저인망(Agssiz trawl)를 사용 15분 동안 예인하여 조사하였다. 또한 表棲 및 內棲 대형 底棲生物의 採集과 堆積物 採取를 위해서 11개 조사정점에서 박스코어러(Box corer) 그리고 전 조사정점에서 저서생물채집기(Smith-McIntyre grab 또는 van Veen grab)를 使用하였다. 저인망은 정점 마다 1회씩, 저서생물채집기를 이용한 採集은 정점 마다 3회씩 實施하였다.

採集機器에 의해 채취된 底棲生物 또는 퇴적물은 船上에서 生物을 퇴적물 또는 다른 이물질로 부터 分離하여 $MgCl_2$ 해수용액(약 80g/l)으로 2시간 동안 癡醉시킨 후, 10% 中性 포르말린 해수용액으로 固定하였다. 採集된 標本들 가운데 優占種이거나 稀貴種으로 判斷되는 종의 生體를 船上에서 撮影하였다.

고정된 標本은 현재 실험실에서 分類群別로 選別 作業이 이루어지고 있으므로 同定 및 分析이 이루어지지 않았다.

第 3 節 結果 및 考察

1. 植物플랑크톤

가. 1992년 5~6월(定點調査)

조사기간에 나타난 植物플랑크톤 現存量 分布는 8~4,096 cells/ml의 범위로 상당히 그 변화 폭이 크게 나타났다. 最大 現存量을 보인 곳은 울산沿岸 부근인 定點 1005 였으며, 최소치는 調査海域의 中央 附近인 定點 1209로 밝혀졌다. 海역별로는 대체로 釜山과 巨濟島를 잇는 沿近 海域 부근이 상대적으로 높은 현존량 분포를 보이고 있는 반면에 그 外側 海域은 전반적으로 貧弱한 현존량 분포를 보이는 樣相을 나타내었다. 구성별로는 矽藻類가 가장 많이 출현하여 정점별로 4.5~94.0% 사이의 占有率을 보이고 있으며 최대로 높은 定點은 역시 1005로 이곳에서는 *Leptocylindrus danicus*가 대량 출현하고 있었다(Fig. IV-1). 반면에 雙鞭毛藻類의 경우는 矽藻類 보다는 빈약한 현존량을 보였으며 최대 출현 정점은 0803으로 534 cells/ml로 밝혀졌다(Fig. IV-2). 이 곳에서는 *Ceratium fusus*가 가장 많이 出現한 것으로 밝혀졌다. 海역별로는 釜山을 중심으로 한 연안 가까운 정점들에서 상대적으로 높은 현존량을 보이고 있을 뿐이며, 전반적으로 아주 낮은 현존량 분포를 보이고 있었다.

나. 1992년 11월(定點조사)

植物플랑크톤 현존량 분포는 5~6월과는 다른 樣相을 보이고 있으며 숫적으로도 다소 減少된 경향을 보이고 있었다. 전체적으로 현존량을 13~466 cells/ml의 範圍였으며 해역별로는 巨濟島와 對馬島의 중간해역이 다른 해역에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 특히 정점 0601, 0602의 두 정점을 중심으로 높은 분포를 보였다. 출현 종류별로는 역시 硅藻類의 출현빈도가 높아 각 정점별로 10.7~93.9% 사이의 占有率을 보이고 있으며 특히 *Rhizosolenia alata* f. *gracillima*가 다량 출현한 정점 0601이 최고 占有率을 보이고 있었다(Fig. IV-3). 해역별로는 전체 현존량 분포와 비슷한 경향으로 대체로 巨濟島와 對馬島 사이의 해역이 다른곳에 비해 높은 값을 보이고 있으며 그 외의 해역은 日本 沿岸 가까운 해역을 제외하고는 비교적 낮은 분포를 보였다. 雙鞭毛藻類의 경우는 역시 5~6월과 마찬가지로 硅藻類 보다는 숫적으로 貧弱하게 출현하였으며(Fig. IV-4), 해역별 분포 경향도 뚜렷한 樣相을 갖지는 못하고 단지 對馬島와 釜山 사이의 정점 0603을 중심으로한 해역들에서만 다른 곳에 비해 비교적 높은 분포를 보이고 있었다.

다. 1993년 1월(定線調査)

전반적으로 낮은 현존량 분포를 보이고 있으며, 그 분포 범위는 5~89 cells/ml로 나타났다. 특히 대부분의 정점에서 硅藻類가 차지하는 비율이 가장 높았으며 모든 정점에서 67% 이상을 차지하는 것으로 밝혀졌다. 대체로 현존량 분포양상은 釜山海域 부근인 정점 1, 2가 다소 높았고 조사해역 중앙으로 갈수록 낮아지다가 日本 沿岸쪽으로 가면서 정점 15, 17, 19를 중심으로 다시 상대적으로 높은 값을 나타내었다(Fig. IV-5). 이와같은 분포양상은 1992년 4월의 조사결과와도 매우 유사한 현상으로 특히 두 결과 모두에서 정점 5와 7 사이의 해역이 다른 곳에 비해 대체로 현존량이 낮은 경향을 보였다. 반면에 雙鞭毛藻類의 경우는 정점 3, 5, 17을 제외하고는 본 시기에는 매우 出現頻도가 낮은 특징을 보이고 있다. 한편 20 μ 이하의 微細플랑크톤(nanoplankton) 경우는 硅藻類나 雙鞭毛藻類 같은 netplankton 경우 보다는 높은 값을 보여 주었고 해역별 분포양상에 있어서는 netplankton 경우와 마찬가지로 營養鹽類의 공급이 원활한 곳으로 판단되는 한국연안과 일본연안의 정점들이 낮은 분포를 보여 주었다. 따라서 쿠로시오海流가 지나가는 곳으로 예상되는 해역들이 비교적 낮은 현존량을 보이는 일반적인 特徵을 보여주었다.

2. 動物플랑크톤

가. 1992년 5~6월(定點調査)

動物플랑크톤의 평균 출현량은 1646 개체/m³였으며, 우리나라 연안에 위치한 정점 0803, 1015와 對馬島에서 日本 沿岸에 걸쳐 위치한 동쪽 해역에서 출현량이 매우 높았다. 그리고 북쪽에 위치한 조사해역에서는 출현량이 다른 해역에 비해 극히 적었다(Fig. IV-6).

橈脚類는 전체 동물플랑크톤의 51.9%를 차지하여 가장 우점하여 출현한 分類群 이었다. 그러므로 橈脚類의 分布樣相은 동물플랑크톤의 전체 분포 양상과 마찬가지로 우리나라 연안해역과 對馬島 부근해역에서 출현량이 매우 높았다(Fig. IV-7).

橈脚類 중에서 *Paracalanus* sp.가 전체 동물플랑크톤의 29.2%를 차지하여 가장 우점한 出現群 이었으며, 다음으로 지각류인 *Penilia* sp.가 20.7%로 높은 출현량을 보였다. *Paracalanus* sp.의 분포는 對馬島의 오른쪽 해역인 정점 0607 및 한국연안 정점 0803, 1005 에서 制限的으로 높게 출현하는 特徵을 보였으며(Fig. IV-8), *Penilia* sp.는 對馬島를 중심으로 일본측 해역에서 높게 출현하는 것이 特異하였다(Fig. IV-9).

그 밖의 분류군별 분포 특성에서는, 화살벌레류(*Sagitta* sp.)와 管해파리류(Siphonophora)가 우리나라 부근 해역 보다 일본 부근 해역에서 出現量이 높았으며(Fig. IV-10, -11), Appendicularia는 우리나라 연안과 對馬島 동쪽의 일본 부근해역에서 出現量이 높았다(Fig. IV-12). *Evadne* sp.은 다른 해역에 비해 對馬島 동쪽해역에서 다소 높게 출현 하였으며(Fig. IV-13), nauplius 유생은 우리나라 연안 해역에서 출현량이 높고 조사해역의 북쪽 보다 남쪽해역에서 出現量이 높게 나타났다(Fig. IV-14). 有孔蟲類(Foraminifera)는 조사 해역의 북쪽에서 출현량이 높게 나타나 다른 분류군들과 분포양상이 다른 특성을 보였다(Fig. IV-15). 전체적으로 봄철에 출현한 각 분류군들의 분포특성을 살펴 볼 때 대부분 對馬島와 일본 연안 사이에서 출현량이 높은 樣相을 보였다.

나. 1992년 11월(定點調査)

가을철 動物플랑크톤의 平均 출현량은 530 개체/ m^3 로써 5월의 1646 개체/ m^3 에 비해 매우 낮은 출현량을 나타냈다. 그리고 5월과 달리 전 해역에 걸쳐 고르게 分布하는 양상을 나타냈으나 우리나라 부근 海域에서 出現量이 다소 높게 나타났다(Fig. IV-16). 동물플랑크톤의 가장 중요한 構成群인 橈脚類는 전체 動物플랑크톤의 76.9%를 차지 하여 동물플랑크톤의 分布에 가장 큰 영향을 주었다(Fig. IV-17). 橈脚類 중에서 *Paracalanus* sp.가 전체 동물플랑크톤의 26.9%로써 가장 우점하여 出現한 分類群 이었다. *Paracalanus* sp.는 대표적 沿岸種으로서 봄철과 같이 우리나라 연안에 위치한 정점에서 출현량이 매우 높게 나타났다(Fig. IV-18). *Sagitta* sp.는 일본 연안을 제외한 전 해역에서 고르게 분포 하였으나 동쪽해역에 비해 우리나라 부근 해역에서 출현량이 높았다(Fig. IV-19).

다. 1993년 1월(定線調査)

조사기간 중 출현한 동물플랑크톤은 有孔蟲類, 刺胞動物(Cnidaria), 화살벌레류(*Sagitta* sp.), 貝蟲類(Ostracoda), 橈脚類(Copepoda), 端脚類(Amphipoda), 十脚類(Decapoda), 난바다근쟁이류(Euphausiacea), 미충류(Oikopleuridae)와 기타 유생(larvae) 등으로 分類되었다. 이 중 橈脚類가 가장 높은 출현종 수를 보였으며 모두 11종이 出現 하였다.

본 조사에서 出現한 동물플랑크톤의 平均 출현량은 59 개체/ m^3 로 1992년 4월의 694

개체/ m^3 에 비해 매우 낮은 출현량을 나타냈다. 橈脚類의 출현량은 평균 39 개체/ m^3 로 전체 동물플랑크톤의 60%였다. 정점별 출현량은 조사정점의 중앙에 위치한 대마도의 북쪽에 위치한 정점 11에서 가장 높았으며 우리나라와 일본의 육지쪽으로 갈수록 출현량이 낮게 나타났다. 정점 1은 우리나라의沿岸에 위치한 해역으로서 다른 정점에서 출현하지 않은 연안종인 *Centropages tenuiremis*, *Acartia clausi*와 *Labidocera bipinnata*가 출현하였다. 그러므로 정점 1은 내만의 특성을 잘 나타내는 해역으로 보인다.

반면 溫帶海域의 外洋種인 *Oncaea* sp.와 *Rhincalanus cornatus*는 각각 정점 11, 15, 19와 정점 19에서 출현하였으며, 외양종인 미충류(Oikopleuridae)는 정점 11, 15, 19에서 높게 출현하는 양상을 보였다. 따라서 정점 7, 11, 15, 19는 對馬暖流의 영향을 받는 해역으로 보인다(Fig. IV-20). 그러나 *Corycaeus affinis*, *Oithona atlantica*와 *Paracalanus aculeatus*는 전 정점에 걸쳐 출현하여 광범위한 분포를 나타내는 分類群이었다.

3. 魚卵과 稚仔魚

가. 魚卵

1) 1992년 5~6월(定點調査)

봄철 조사기간 중 出現量이 높은 종은 멸치(*Engraulis japonicus*)와 엘롱이(*Maurollicus muelleri*)였다. 멸치는 봄철에 採集된 魚卵의 88 %로 우점율이 매우 높았고, 엘롱이는 7%, 기타 미동정 魚卵은 5%였다. 魚卵은 정점 0702를 제외한 모든 정점에서 출현하였으며 출현량 범위는 152~32,789 eggs/1,000 m^3 로 평균 출현량은 7,330 eggs/1,000 m^3 였다. 魚卵의 출현량이 가장 높은 정점은 對馬島 남서쪽에 위치한 정점 0403으로 나타났다.

魚卵의 空間分布를 보면 魚卵은 對馬島를 중심으로 對馬島의 남서해역, 한국 주변 해역, 일본 주변해역에서 출현량이 높았으나, 정점 1013, 1015, 1017, 1211, 1213, 1215, 1217과 그 주변해역에서는 출현량이 낮았다(Fig. IV-21). 魚卵의 주 分布 海域은 對馬島를 사이에 두고 한국 주변 해역과 일본 주변 해역으로 양분되어 높게 출현하는 樣相으로 나타나 對馬暖流가 북상하는 주류와 잘 일치하는 모양으로 나타났다.

멸치(*E. japonicus*) 魚卵은 정점 0702를 除外한 모든 정점에서 出現하였으며 魚卵의 출현량 범위는 79~32,614 eggs/1,000 m^3 로 평균 출현량은 6,459 eggs/1,000 m^3 였다. 멸치 魚卵의 空間 分布樣相은 전체 魚卵의 분포 양상과 비슷한 傾向을 보였다(Fig. IV-22). 엘롱이(*M. muelleri*) 魚卵은 모두 22개 정점에서 출현하였으며 魚卵의 출현량 범위는 87~3,410 eggs/1,000 m^3 로 평균 출현량은 508 eggs/1,000 m^3 였다. 엘롱이 魚卵은 멸치 魚卵의 분포(Fig. IV-22)와는 달리 對馬島 북쪽에 위치한 한국 주변 해역을 중심으로 높게 출현하는 특징을 보였으며, 對馬島 남쪽해역에서는 한 개체도 출현하지 않은 점이 특이하였다(Fig. IV-23).

2) 1992년 11월(定點調査)

가을철 조사기간 동안에 出現量이 높은 魚卵은 앨롱이(*M. muelleri*)와 멸치(*E. japonicus*)였으며, 앨롱이는 가을철에 採集된 魚卵의 65 %로 우점율이 매우 높았고, 멸치는 15 %, 기타 미동정 魚卵은 20 %였다. 魚卵은 4개 정점을 제외한 모든 정점에서 출현하였으며 出現量 範圍는 4~5,778 eggs/1,000m³로 평균 출현량은 560 eggs/1,000m³였다.

魚卵의 空間 分布를 보면 魚卵은 對馬島의 북쪽해역인 한국 주변해역에서 출현량이 높았고, 정점 1013, 1015에서도 비교적 출현량이 높았다. 對馬島의 동쪽해역과 남쪽해역에서는 출현량이 낮았다(Fig. IV-24).

앨롱이(*M. muelleri*) 魚卵은 25개 정점에서 출현하였으며 출현량 범위는 4~5,778 eggs/1,000m³였으며 평균 출현량은 546 eggs/1,000m³였다. 앨롱이 魚卵의 空間 分布를 보면 앨롱이는 對馬島의 북쪽해역에만 限定되어 出現하였으며 한국 주변해역에서 출현량이 매우 높았고, 정점 1013과 1015에서도 비교적 출현량이 높았다(Fig. IV-25).

3) 1993년 1월(定線調査)

大韓海峽을 중심으로 한 겨울철 定線 觀測에서 앨롱이(*M. muelleri*)만이 동정되었으며 앨롱이는 겨울철에 채집된 魚卵의 23 %를 차지하였다.

魚卵의 출현량 범위는 27~1,662 eggs/1,000m³로 평균 출현량은 505 eggs/1,000m³였다. 魚卵은 일본 연안에 인접한 정점 19에서 출현량이 가장 높았고, 정점 7, 11, 15 에서도 비교적 출현량이 높았으나 부산에 인접한 정점 1에서는 魚卵의 출현량이 매우 낮았다(Fig. IV-26).

나. 稚仔魚

1) 1992년 5~6월(定點調査)

봄철 조사기간 중 출현량이 가장 높은 종은 멸치로 봄철에 採集된 稚仔魚의 96 %로 거의 대부분을 차지하였다. 稚仔魚는 정점 1209를 제외한 모든 정점에서 출현하였으며 출현량 범위는 87~47,090 larvae/1,000m³로 평균 출현량은 5,275 larvae/1,000m³였다. 稚仔魚의 空間 分布를 보면 稚仔魚는 對馬島를 중심으로 일본 주변 해역에서 높게 출현하는 양상을 보인 반면 對馬島 서쪽 및 한국 주변 해역에서 빈약한 출현량을 보였다. 이러한 출현현상은 對馬暖流의 北上 經路와 일치되어 對馬島를 중심으로 양분되어 出現하는 魚卵의 分布樣相(Fig. IV-21)과는 다소 對照를 이룬다(Fig. IV-27).

멸치(*E. japonicus*)는 정점 1209를 제외한 모든 정점에서 출현하였으며 출현량 범위는 31~46,418 larvae/1,000m³로 평균 출현량은 5,040 larvae/1,000m³였다. 멸치의 空間 分布는 조사기간 동안에 採集된 稚仔魚의 대부분이 멸치로 構成되어 있기 때문에 멸치의 分布樣相은 稚仔魚의 全體 出現量 分布(Fig. IV-27)와 비슷하였다(Fig. IV-28).

2) 1992년 11월(定點調査)

가을철 조사기간 중 우점적으로 출현한 稚仔魚는 엘롱이(*M. muelleri*)와 멸치(*E. japonicus*)였으며, 엘롱이는 가을철에 採集된 稚仔魚의 66%, 멸치는 15%였다. 稚仔魚는 모든 정점에서 출현하였으며, 출현량 範圍는 4~2,064 larvae/1,000m³로 평균 출현량은 154 larvae/1,000m³였다. 이 중 가장 높은 출현량을 보인 정점은 1007, 가장 낮은 출현량을 보인 정점은 0409와 0803이었다. 稚仔魚의 空間分布는 全般的으로 對馬島의 북쪽해역인 한국 주변해역에서 다소 높은 출현량을 보인 반면 그 밖의 해역에서는 거의 비슷한 출현량으로 비교적 고른 分布를 나타내었다(Fig. IV-29).

엘롱이(*M. muelleri*)는 모두 16개 정점에서 출현하였으며, 출현량 범위는 4~1,975 larvae/1,000m³로 平均 출현량은 101 larvae/1,000m³였다. 엘롱이 稚仔魚의 分布는 엘롱이 魚卵의 출현양상(Fig. IV-25)과 마찬가지로 對馬島 북쪽 해역에서만 制限的으로 출현하였으나 魚卵보다는 다소 북쪽해역으로 치우쳐 分布하였다(Fig. IV-30).

멸치(*E. japonicus*)는 모두 26개 정점에서 出現하였으며 出現量 範圍는 4~255 larvae/1,000m³로 平均 출현량은 23 larvae/1,000m³였다. 멸치의 空間分布는 對馬島 북쪽해역으로부터 한국 주변해역에 限定되어 出現하는 樣相으로 정점 0708 및 1217에서 각각 255, 250 larvae/1,000m³를 除外하고는 대부분 100 larvae/1,000m³ 미만으로 비교적 고른 분포를 보였다(Fig. IV-31).

3) 1993년 1월(定線調査)

겨울철 조사기간중 稚仔魚는 7종이 出現하였는데 種 단계에서 定着된 稚仔魚는 정어리(*Sardinops melanostictus*), 멸치(*Engraulis japonicus*), 샛비늘치류(*Benthoosema pterotum*), 대주둥치(*Macrorhamphosus sagife*), 우럭볼락(*Sebastes hubbsi*)의 6종이고, 망둑어류(*Gobiidae* spp.)는 科(family) 단계에서 定着되었다.

稚仔魚의 出現量 範圍는 6~57 larvae/1,000m³로 平均 출현량은 25 larvae/1,000m³였다(Fig. IV-26). 정점별 稚仔魚의 出現種을 보면 정점 1, 7, 11, 15에서 각각 멸치, 샛비늘치류(*B. pterotum*), 우럭볼락, 정어리가 出現하였고, 정점 19에서는 정어리, 대주둥치, 망둑어류, 엘롱이가 출현하여 정점 19에서 가장 많은 종이 출현하였다.

對馬暖流水域의 대표종으로 알려진 정어리(Senta, 1964; 유와 김, 1991)는 본 조사에서 출현량이 가장 많았으며 정점 15와 19에서 出現하였다. 그리고 대마난류의 주요 출현종의 하나인 샛비늘치류(*B. pterotum*)(유와 김, 1991)는 정점 7에서 出現하였다. 또한 정점 19에서 출현한 대주둥치는 熱帶性 魚類로서 태평양 및 대서양의 溫帶海域에 널리 分布하는 종으로(정, 1977) 본 연구해역에서의 출현은 대마난류수의 영향으로 보인다.

위의 結果로 볼 때 본 調査에서 魚卵의 주 출현 정점이 7, 11, 15, 19인 것과 대마난류수의 代表種인 정어리, 샛비늘치류(*B. pterotum*)와 熱帶性 魚類이며 溫帶海域 널리 分布하는 대주둥치 稚仔魚의 出現樣相으로 볼 때 정점 7, 11, 15, 19는 대마난류수의 중심 수역으로 보인다.

4. 微生物

가. 總細菌數 및 細菌生物量

1992년 5월 25일 부터 6월 9일 사이(定點調査)의 조사기간 중 總細菌數는 0.34~ 180×10^5 cells/ml(평균 7.75; Fig. IV-32) 의 分布를 보였다. 水深에 따른 평균은 표층에서 6.61×10^5 cells/ml($0.87 \sim 106 \times 10^5$ cells/ml) , 30m 水層에서 9.62×10^5 cells/ml($0.54 \sim 180 \times 10^5$ cells/ml) 였으며 저층수에서는 7.63×10^5 cells/ml($0.34 \sim 161 \times 10^5$ cells/ml)의 分布를 보여 30m 수층에서 상대적으로 높은 分布를 보였다. 細菌生物量은 4.14~2452.85 $\mu\text{g-C/l}$ (平均 104.13; Fig. IV-33)의 分布를 보였다. 지역적으로는 定線 10과 11 , 定線 08과 09의 沿岸域에서 매우 높은 분포를 보였으며 수심이 깊은 定線 12에서 낮은 분포를 보였다.

나. Colony 生成 細菌數

1992년 5월 25일 부터 6월 9일 사이(定點調査)의 조사기간 중 Colony 생성 세균수는 3.0×10^5 CFU/l(정점 1213 저층)~ 9.1×10^6 CFU/l(정점 0706 30m 수층)의 範圍를 보였는데 표층에서 평균 1.8×10^6 CFU/l 로 30m 수층(3.0×10^6 CFU/l), 저층(2.6×10^6 CFU/l)에 비하여 낮은 分布를 보였다(Fig. IV-34). 1992년 11월 13일 ~ 11월 30일 사이(定點調査)의 정점 觀測시에는 2×10^3 CFU/l(정점 1108 저층) ~ 1.3×10^6 CFU/l(정점 1007 30m 수층)의 범위를 보였다(Fig. IV-35). 空間적으로는 09 ~ 12번 定線의 표층과 30m 수층에서 높은 분포를 보였으며 수심별로는 표층이 평균 1.1×10^5 CFU/l, 30m 수층에서 1.0×10^5 CFU/l로 저층의 5.0×10^4 CFU/l 에 비하여 상대적으로 높은 分布를 보였다.

다. 細菌의 從屬營養 活性度

세균의 從屬營養 活性의 指標로 試料중에 添加해 준 ^{14}C -glucose의 轉換時間은 1992년 5월 25일 부터 6월 9일 사이(定點調査)의 조사기간 중 13~8220 시간의 範圍를 보였으며 平均적으로는 表層에서 175시간, 30 m 水層에서 260시간, 低層에서 1850시간으로 水深이 깊어질수록 늘어나는 경향을 보였다(Fig. IV-36) . 地域적으로는 水深이 깊은 정점 1009, 1207, 1209, 1211 에서 1,000시간 이상의 긴 기질 전환시간을, 沿岸에서 짧은 기질 전환시간을 보였다. 1992년 11월 13일 ~ 11월 30일 사이(定點調査)에는 38~41,100시간의 範圍를 보였으며 평균적으로는 표층, 30m 수층, 저층에서 각각 330, 1,330, 3,520시간으로 5월에 비하여 ^{14}C -glucose의 轉換時間이 크게 증가하였다(Fig. IV-37). 정점별로는 정점 0403의 30 m 수층과 저층에서 극히 긴 기질 전환시간을 보였으며 정점 0603, 1005 의 표층과 30 m 수층에서 짧은 기질 전환시간을 보였다.

라. 細菌 生産力

DNA에 吸入된 thymidine의 양으로부터 測定된 세균생산량은 1992년 5월 25일 부터 6월 9일 사이(定點調査)의 조사기간 중 2.80~514.27 ng-C/l/h로 測定되었다(Fig. IV-38). 平均적으로 표층(75.40 ng-C/l/h)과 30m 수층(76.08 ng-C/l/h)에서는 비슷한 수준의 생산력을 보였으며 저층(32.74 ng-C/l/h)에서 낮은 생산력을 보였다. 1992년

11월 13일 ~ 11월 30일 사이(定點調査)에는 16.12 ~ 808.05 ng-C/1/h 의 생산력을 보였으며 표층, 30 m 수층, 저층에서 각각 297.41, 311.44, 210.76 ng-C/1/h의 생산력을 보여 5월과 11월 공히 저층에서 상대적으로 낮은 생산력을 보였다(Fig. IV-39). 이와같은 細菌生産力의 수심별 분포는 colony생성 세균수의 수심별 분포와 類似하였으나 수심이 깊어질수록 增加하는 傾向을 보인 ^{14}C -glucose 의 轉換時間의 分布와는 일치하지 않았으며 표층에서 가장 낮고 30m수층에서 높은 분포를 보인 總細菌數와는 큰 차이를 보였다. 이와같은 불일치는 自然系에 存在하는 세균 중 상당수가 休眠狀態인 것에 起因하는 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

- 곽희상 등. 1992. 한국해역 종합해양자원도 작성연구 - 대한해협(1차년도) -. 한국해양연구소 보고서, BSPG 00159-463-3. 154pp.
- 김종만 · 유재명 · 명정구 · 임주열. 1986. 한국 연근해 어란 치자도감. 해양연구소 보고서, BSPE 00060-98-3. 369pp.
- 유재명 · 김종관. 1991. 한국 남해 치자어에 관한 생태학적 연구. 한국해양연구소 보고서 BSPE 00190-323-3. 230pp.
- 이택열 · 김용익 · 진평 · 강용주. 1981. 한국 연근해 어란 치자도감. 부산수대 해양연구소. 109pp.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 서울, 727pp.
- 제종길. 1993. 한국 주변해역의 연성저질에 서식하는 연체동물의 분포. 서울대학교 박사 학위 논문, 296pp.
- Fry, J. C. 1988. Determination of biomass. pp. 27-72. In B. Austin(ed.). *Methods in aquatic bacteriology*. John Willey & Sons, Chichester.
- Fuhrman, J. A. and F. Azam. 1982. Thymidine incorporation as measure of bacterioplankton production in marine surface waters. *Mar. Biol.* 66:109-120.
- Kogure, K., R. Koike. 1987. Particle count determination of bacterial biomass in seawater. *Appl. Environ. Microbiol.* 53:274-277.
- Lee, S. and J. A. Fuhrman. 1987. Relationships between biovolume and biomass of naturally derived marine bacterioplankton. *Appl. Environ. Microbiol.* 53:1298-1309.
- Moser, H. G., W. S. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr., and S. L. Richardson. 1984. Ontogeny and systematics of fishes. *The American Society of Ichthyologists and Herpetologists*. Lawrence, 760PP.
- Nishumura, S. 1965. The Zoogeographical aspects of the Japan Sea, Part I. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 13(1):35-79.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press. Tokyo, 1154pp(in Japanese).
- Oppenheimer, C. H. and C. E. ZoBell. 1952. The growth and viability of sixty-three species of marine bacteria as influenced by hydrostatic pressure. *J. Mar. Res.*, 11:10-18.
- Parsons, T. R., Y. Maita, and C. M. Lalli. 1984. *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Pergamon Press.
- Rheinheimer (ed.). 1977. *Microbial ecology of a brackish water environment*, Springer-Verlag, Berlin, 291pp.
- Russell, F. S. 1976. *The eggs and planktonic stages of British marine fishes*. Academic Press. London, 534pp.

- Senta, T. 1964. Study on the fish eggs and larvae in the adjacent waters to western Japan. Bull. Fish. Exp. St. Okayama Prefecture, 1-20.
- UNESCO. 1979. Zooplankton sampling. 3rd Ed., UNESCO press. Paris, 174pp.
- Zimmerman, R. 1977. Estimation of bacterial number and biomass by epifluorescence microscopy and scanning electron microscopy pp.103-120. *In* G. Rheinheimer (ed.). Microbial ecology of a brackish water environment, Springer-Verlag, Berlin.

Table IV - 1. Station number and performed experiments.

Experiment	Station Number						
Total Bacterial No., Bacterial Biomass & Colony Forming Unit	0102*	0201	0203	0302*	0304*	0401	0403
	0405	0407	0409	0502*	0506	0508	0601
	0603	0605	0607	0609	0702	0704*	0706
	0708	0710	0803	0805	0807	0809	0811
	0803	0906	0908	0910	1005	1007	1009
	1011	1013	1015	1017	1106	1108	1110
	1207	1209	1211	1213	1215	1217	
Bacterial Production & Heterotrophic Activity	0201	0203	0401	0403	0405	0407	0409#
	0601	0603	0605	0607	0609	0702	0803
	0805	0807	0809	0811	1005	1007	1009
	1011	1013	1015	1207	1209	1211	

* Not investigated for the Colony Forming Unit from May 25 to June 9, 1992.

Excluded station from Nov. 13 to Nov. 30, 1992.

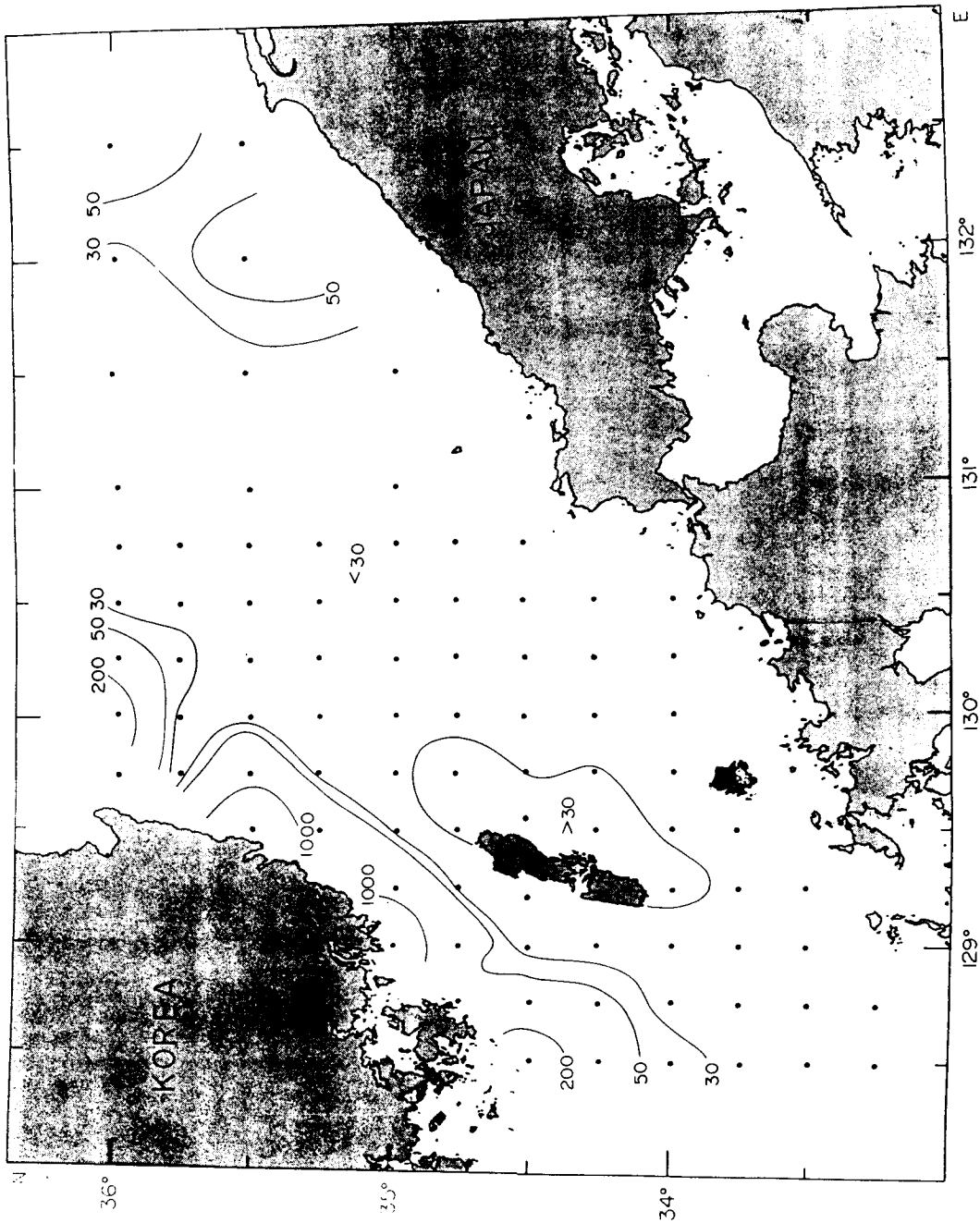


Fig. IV-1. Distribution of surface diatom concentration (cells/ml) in the Korea Strait in May~June, 1992

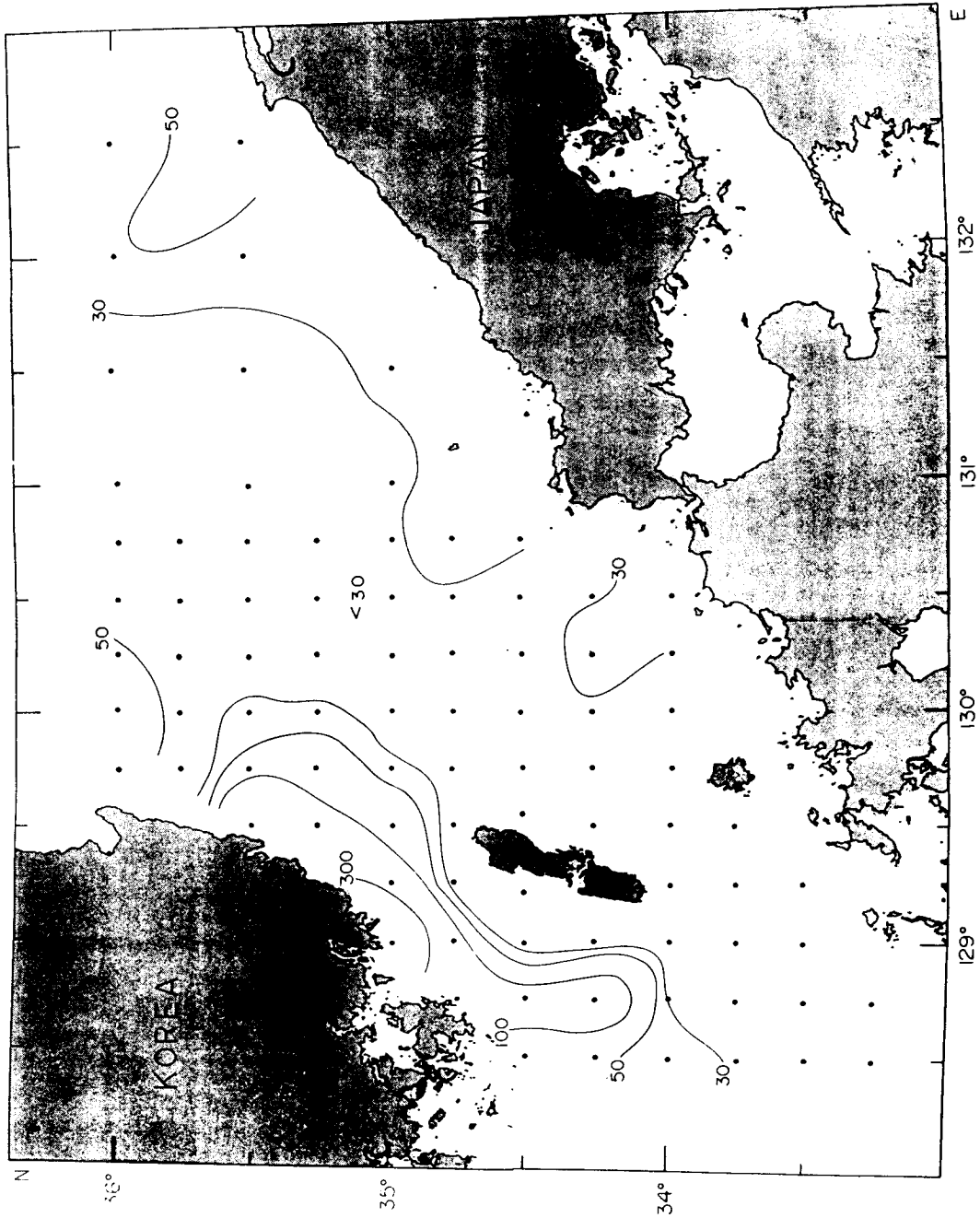


Fig. IV-2. Distribution of surface dinoflagellata concentration (cells/ml) in the Korea Strait in May~June, 1992

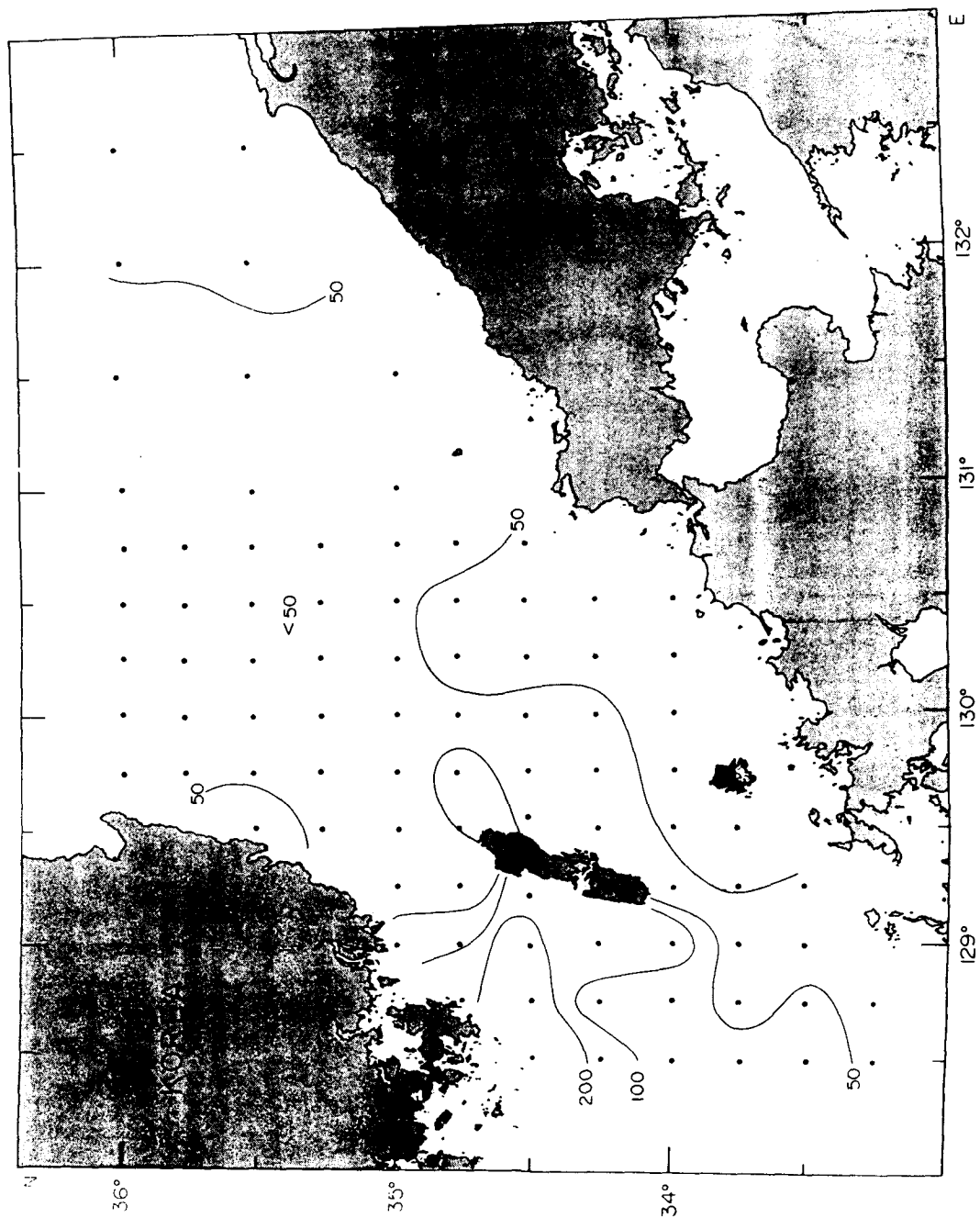


Fig. IV-3. Distribution of surface diatom concentration (cells/ml) in the Korea Strait in November, 1992

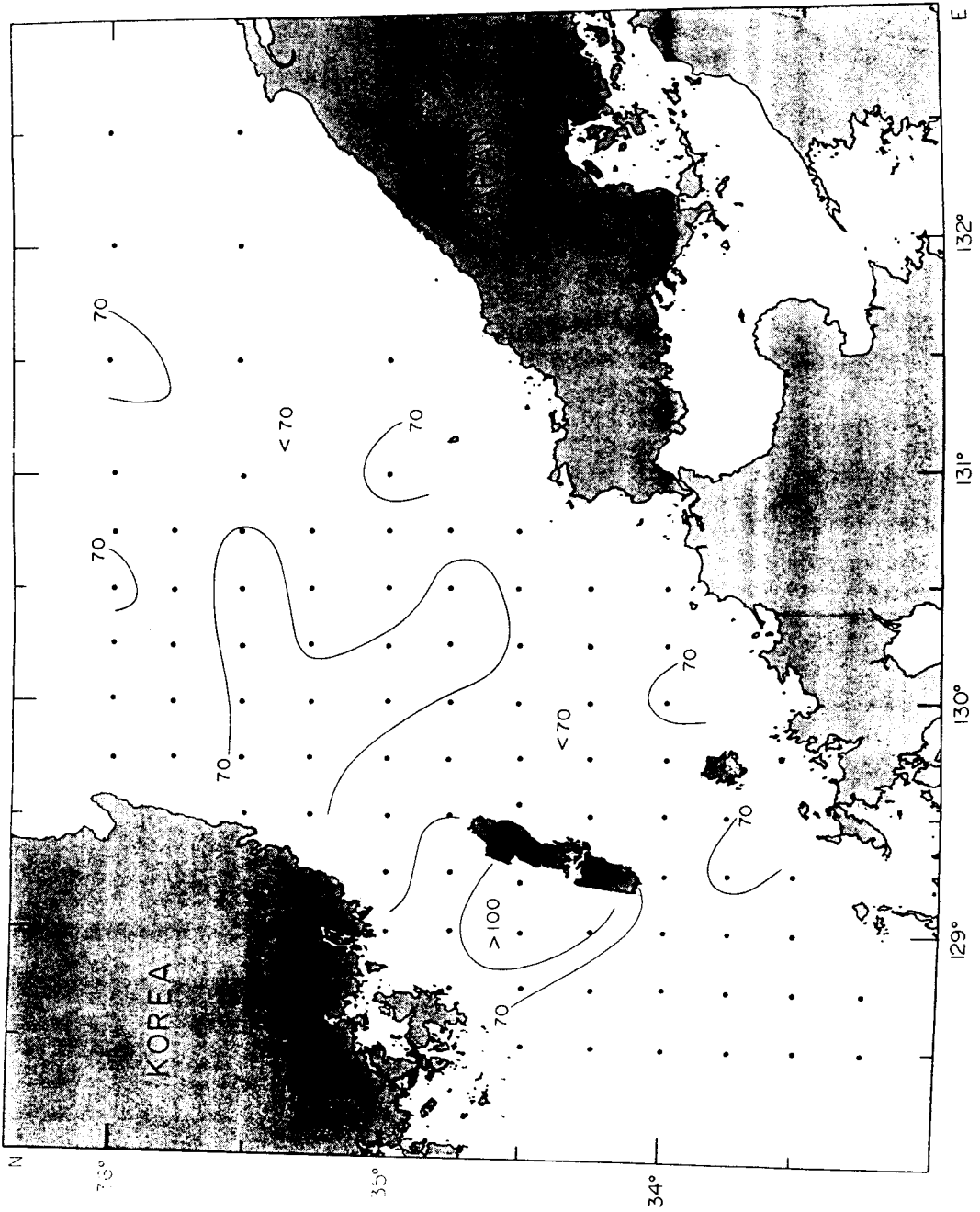


Fig. IV-4. Distribution of surface dinoflagellata concentration (cells/ml) in the Korea Strait in November, 1992

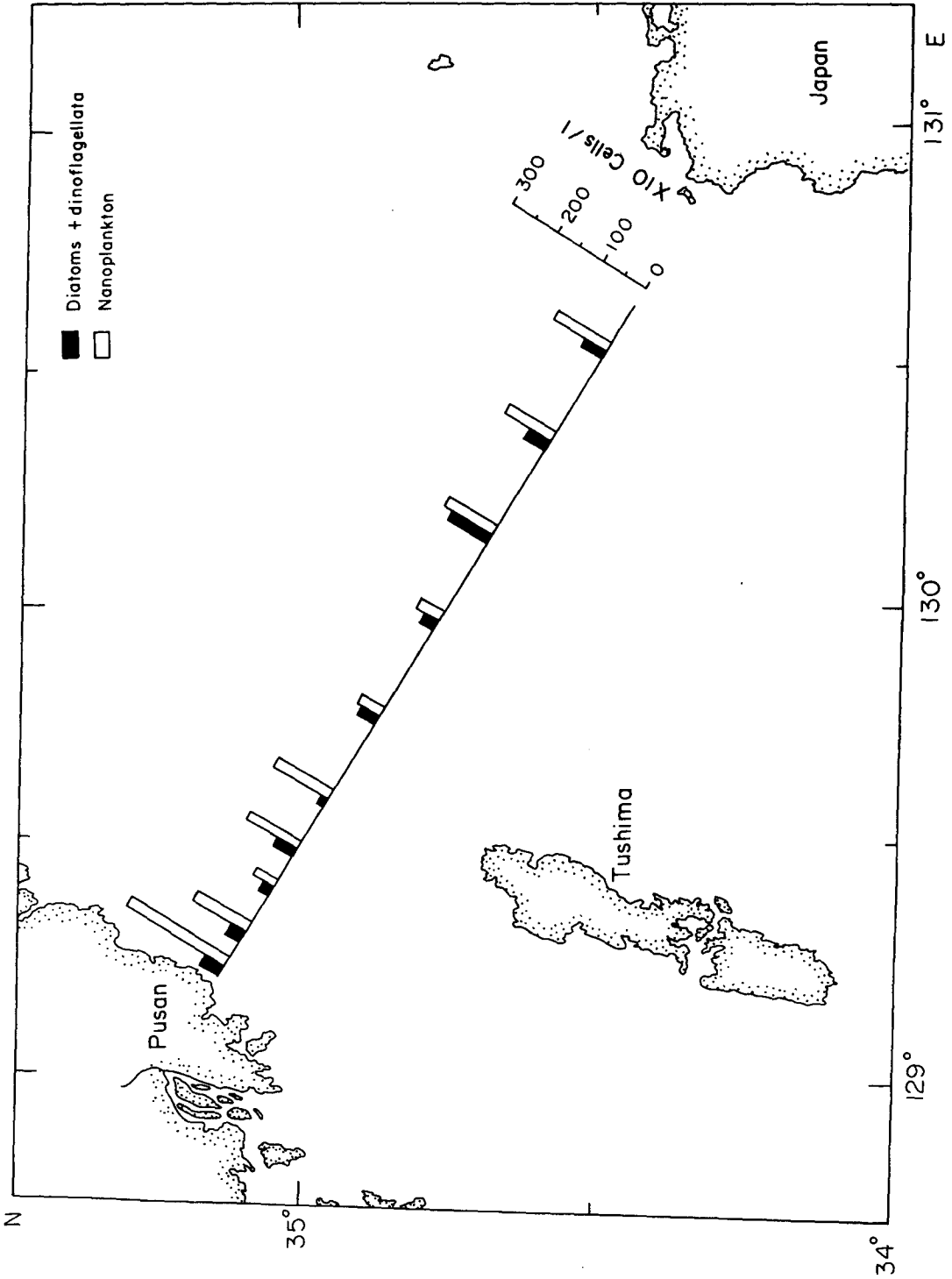


Fig. IV-5. Distribution of surface phytoplankton concentration (cells/ml) in the Korea Strait in January, 1993

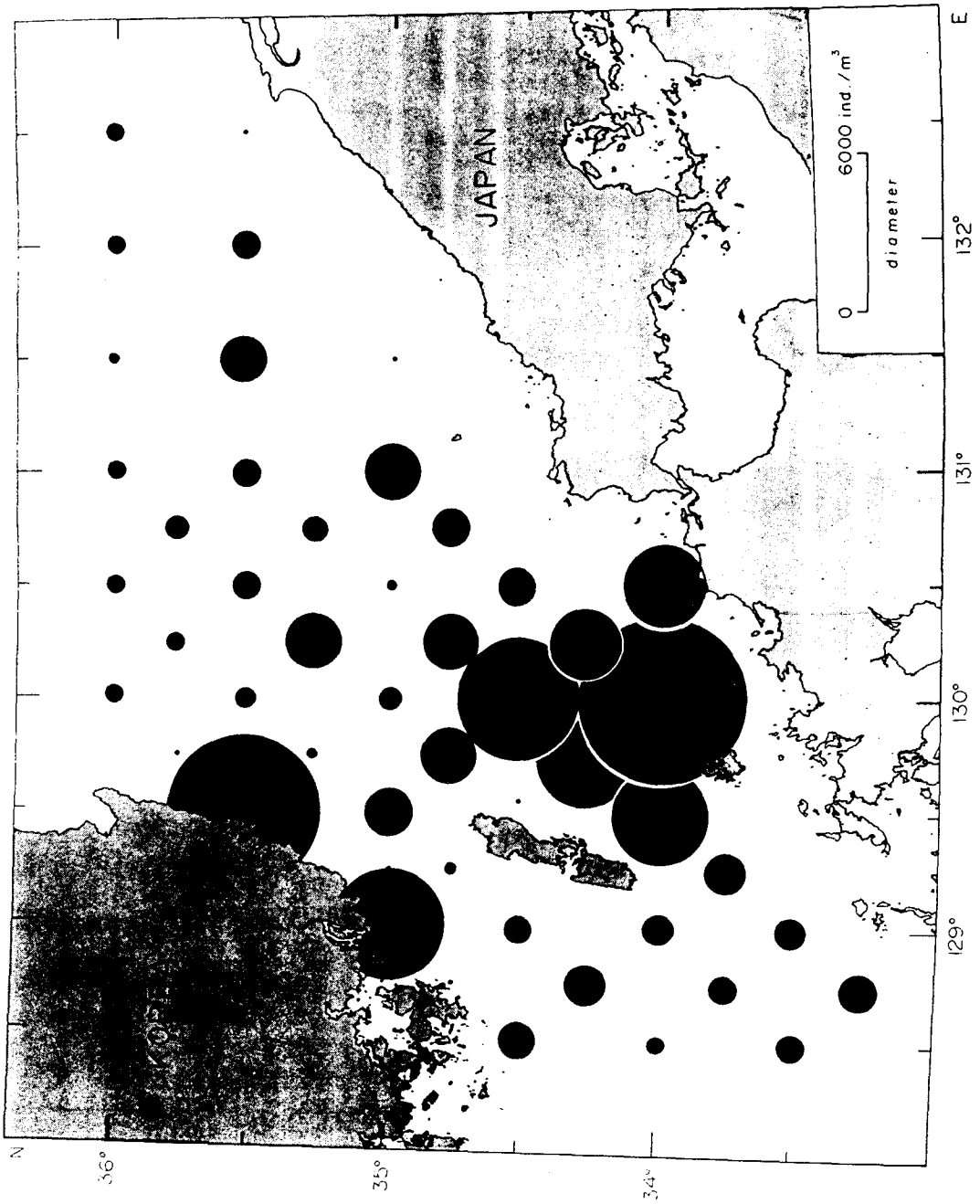


Fig. IV-6. Numerical abundance of zooplankton in the Korea Strait in May~June, 1992

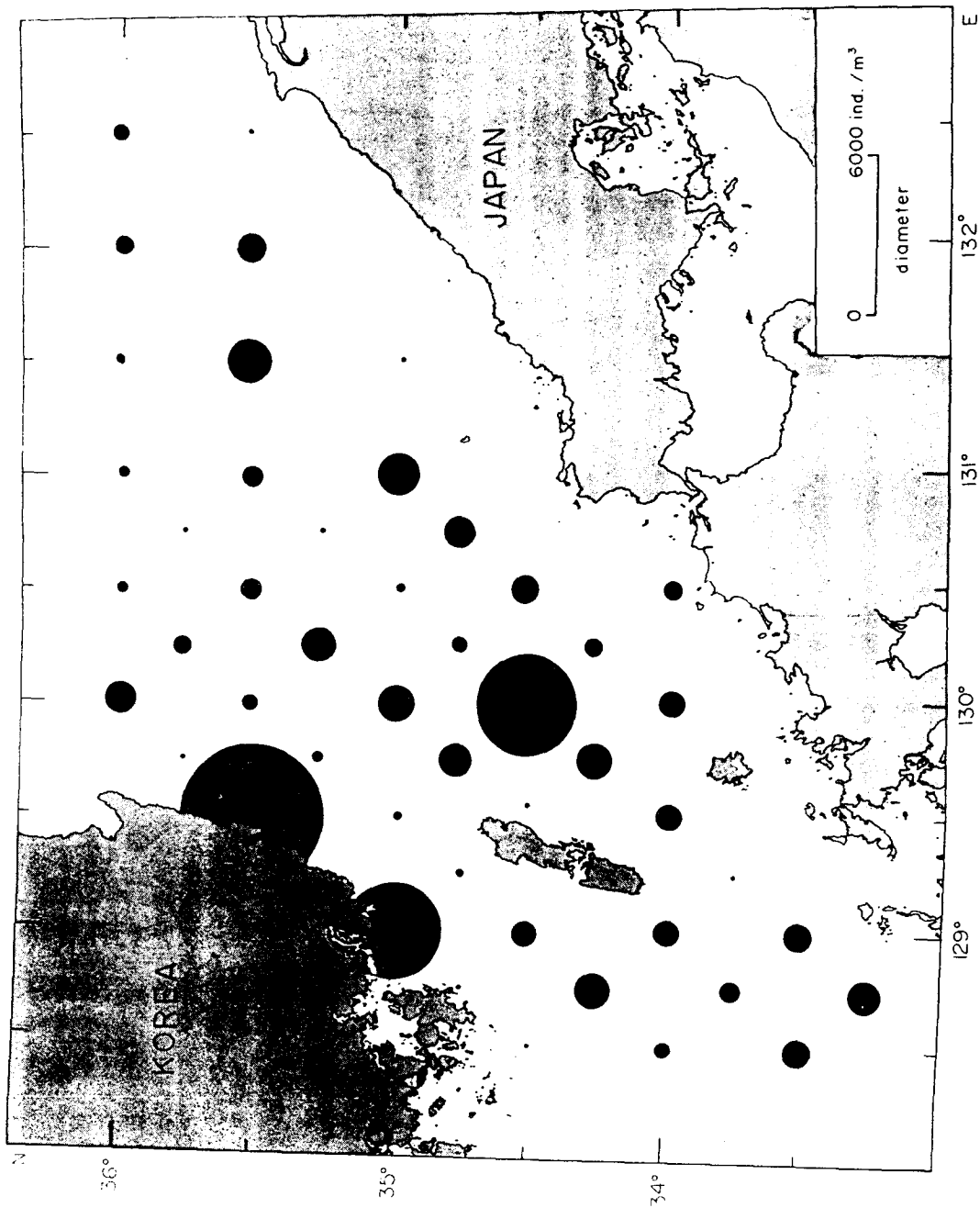


Fig. IV-7. Numerical abundance of copepods in the Korea Strait in May~June, 1992

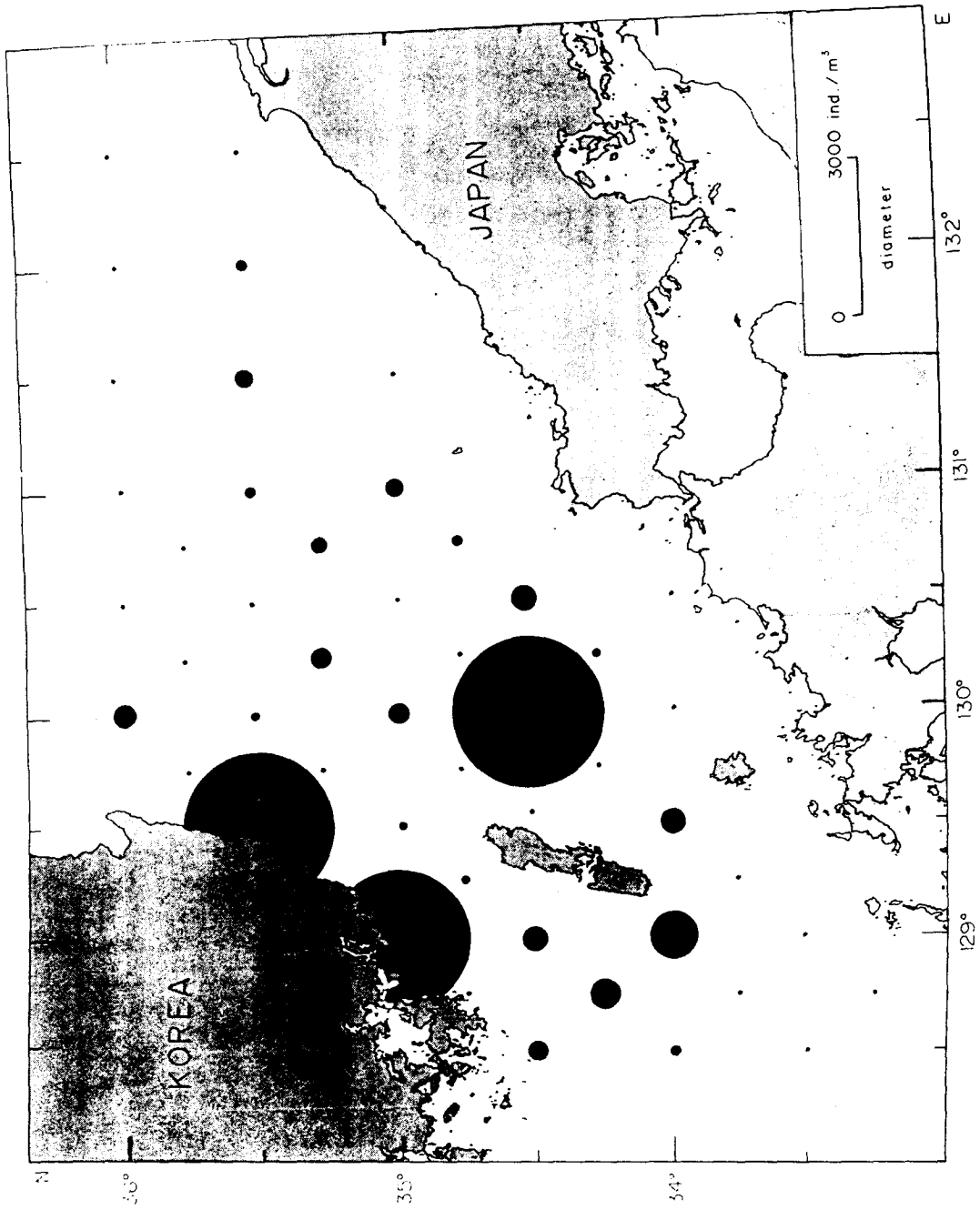


Fig. IV-8. Numerical abundance of *Paracalanus* sp. in the Korea Strait in May~June, 1992

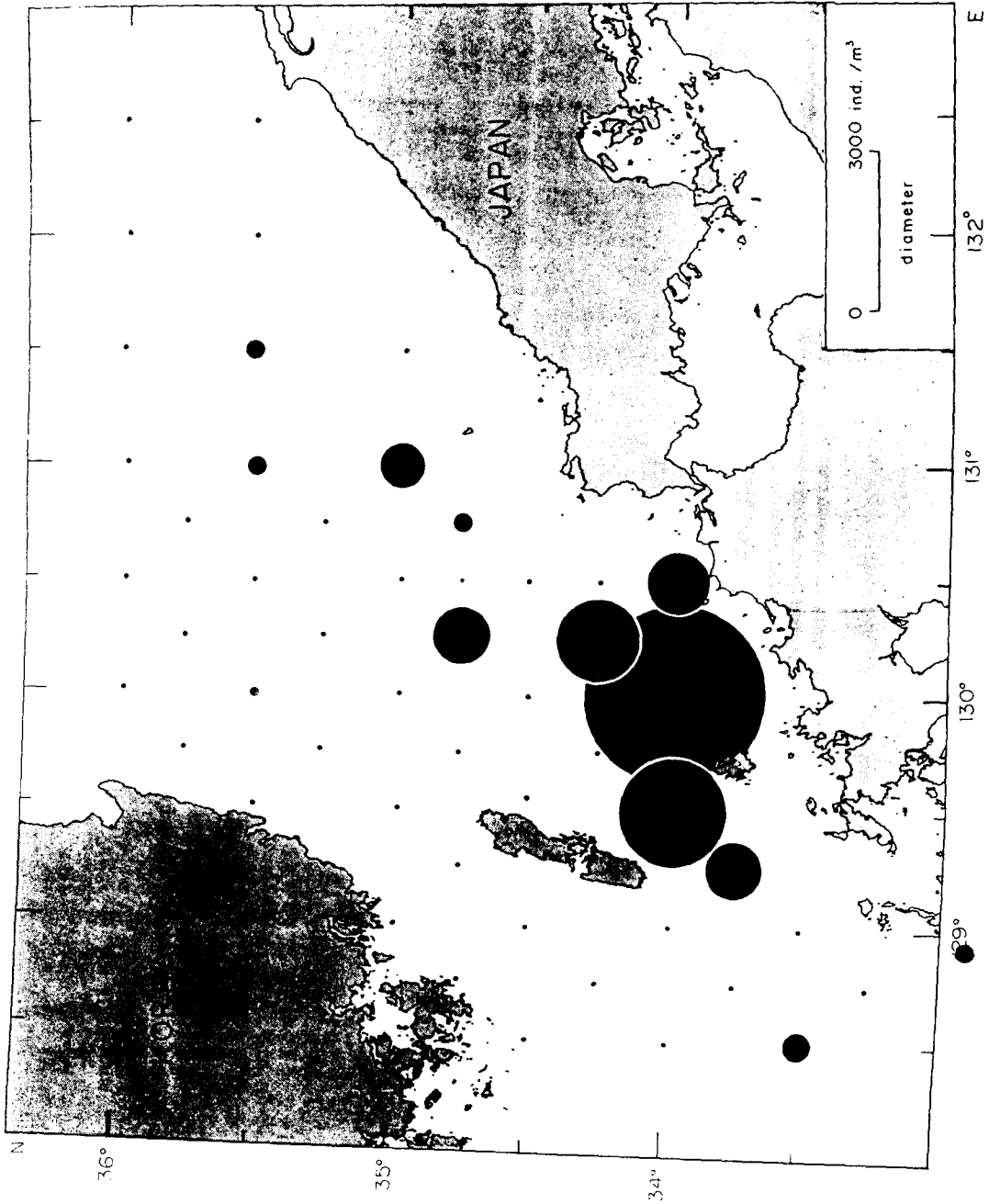


Fig. IV-9. Numerical abundance of *Penilia* sp. in the Korea Strait in May~June, 1992

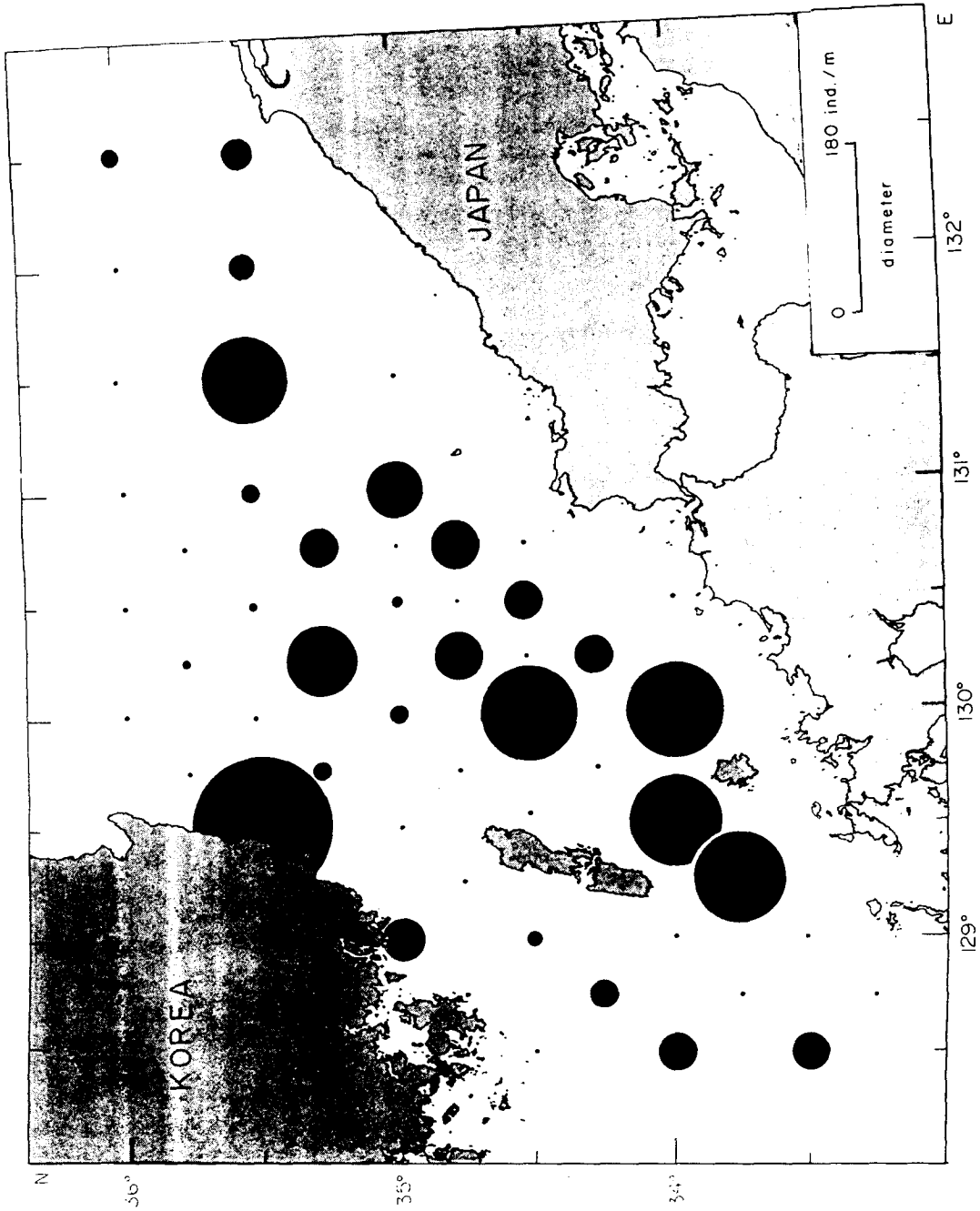


Fig. IV-10. Numerical abundance of *Sagitta* sp. in the Korea Strait in May~June, 1992

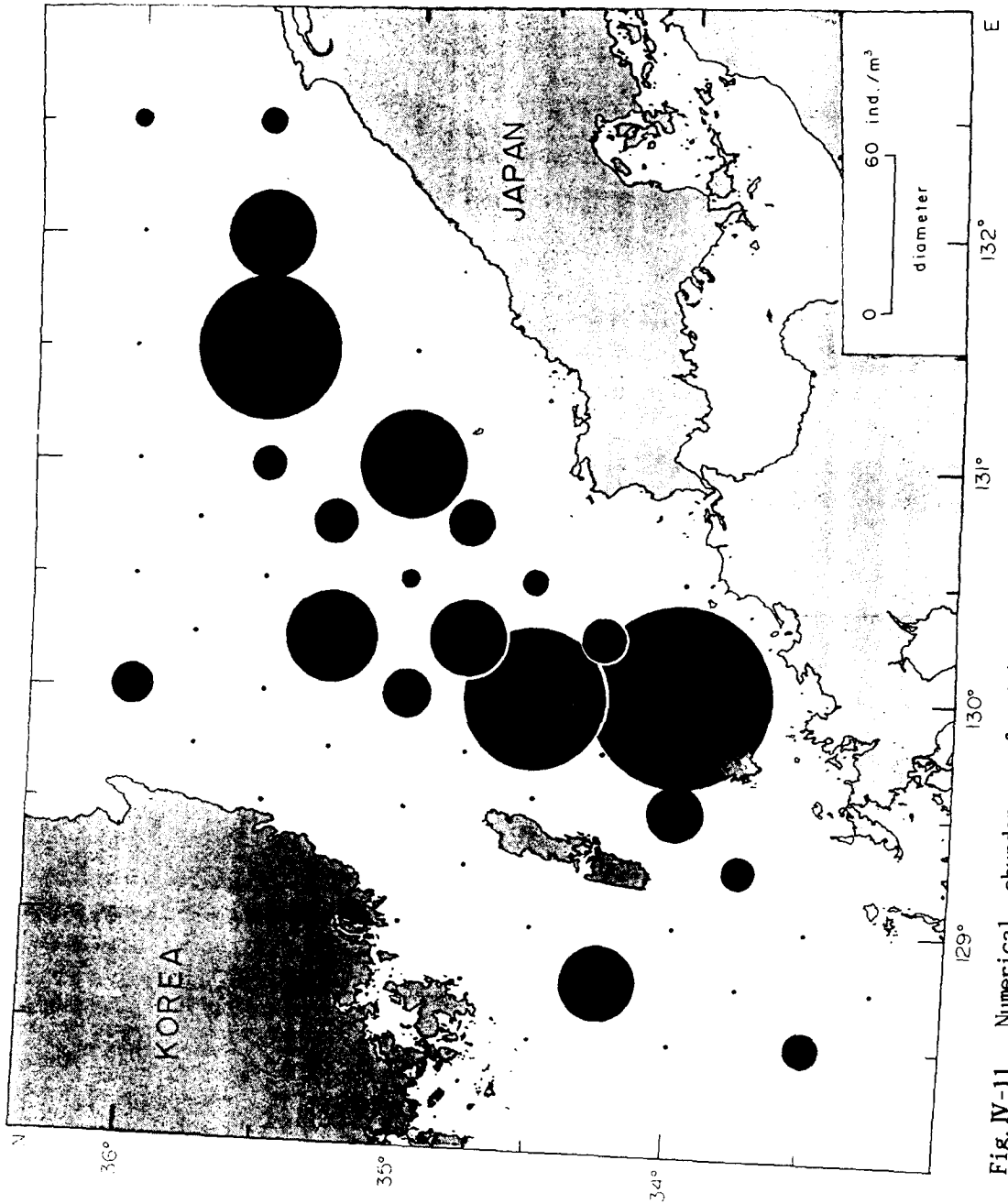


Fig. IV-11. Numerical abundance of siphonophorans in the Korea Strait in May~June, 1992

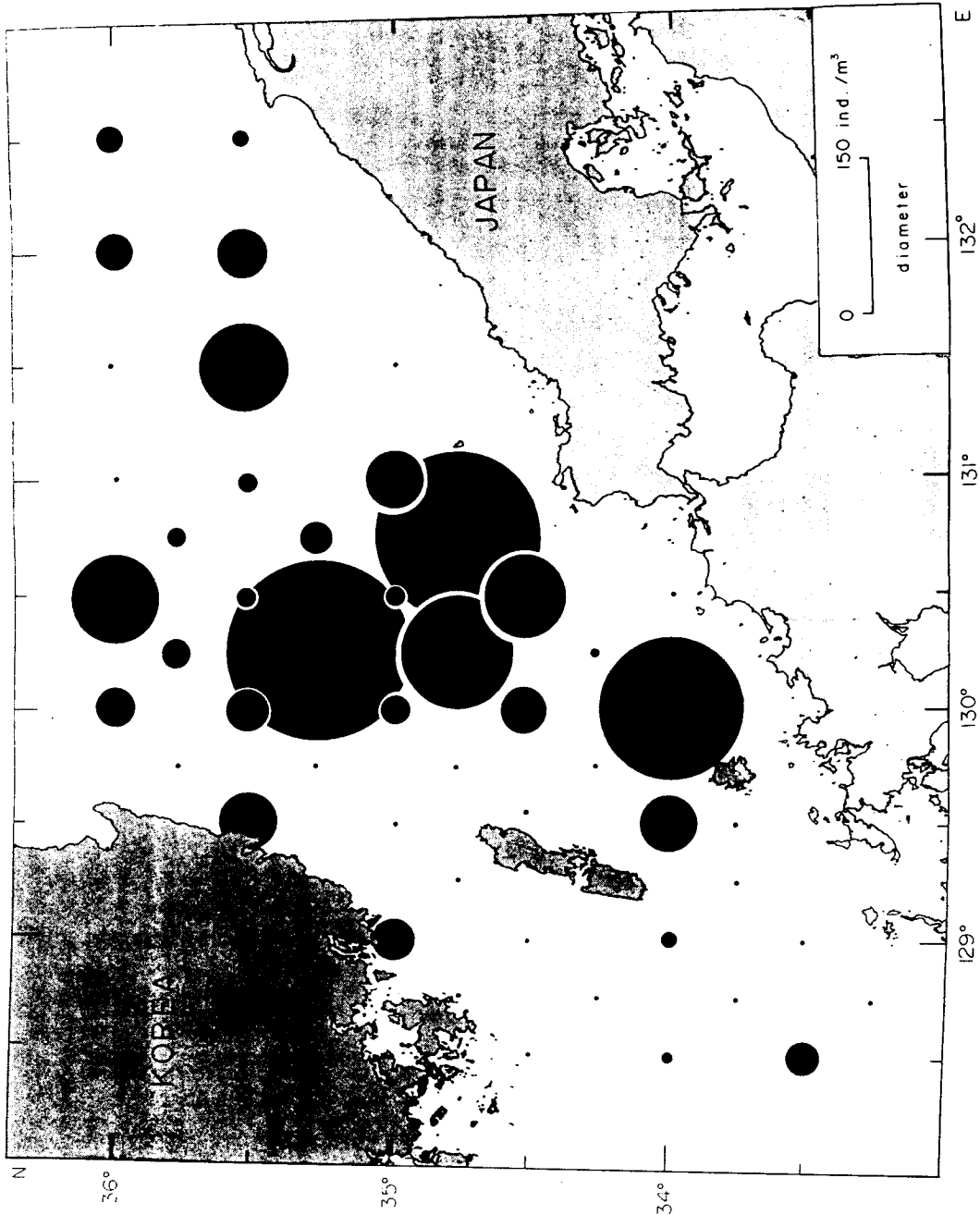


Fig. IV-12. Numerical abundance of appendicularians in the Korea Strait in May~June, 1992

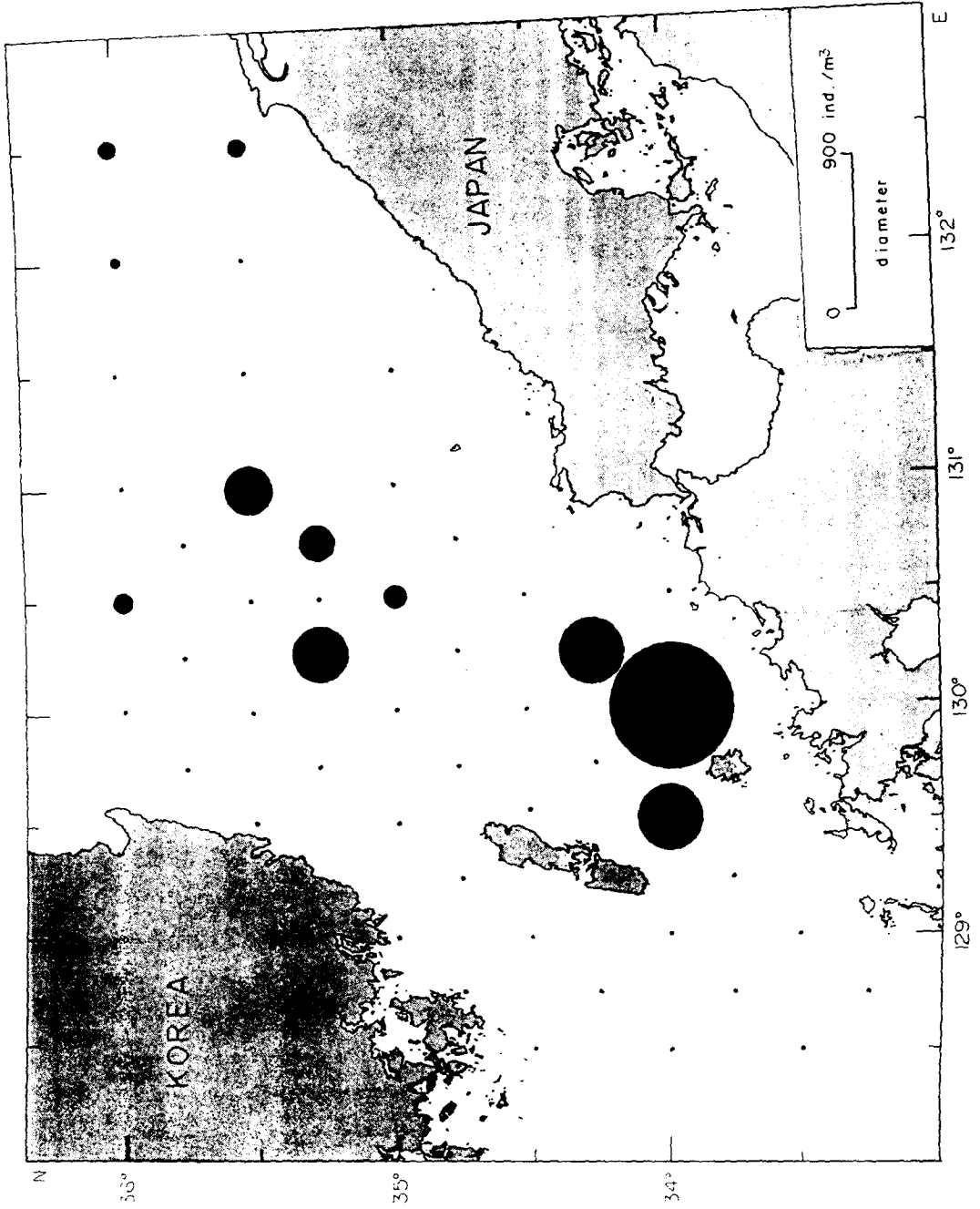


Fig. IV-13. Numerical abundance of *Evadne* sp. in the Korea Strait in May-June, 1992

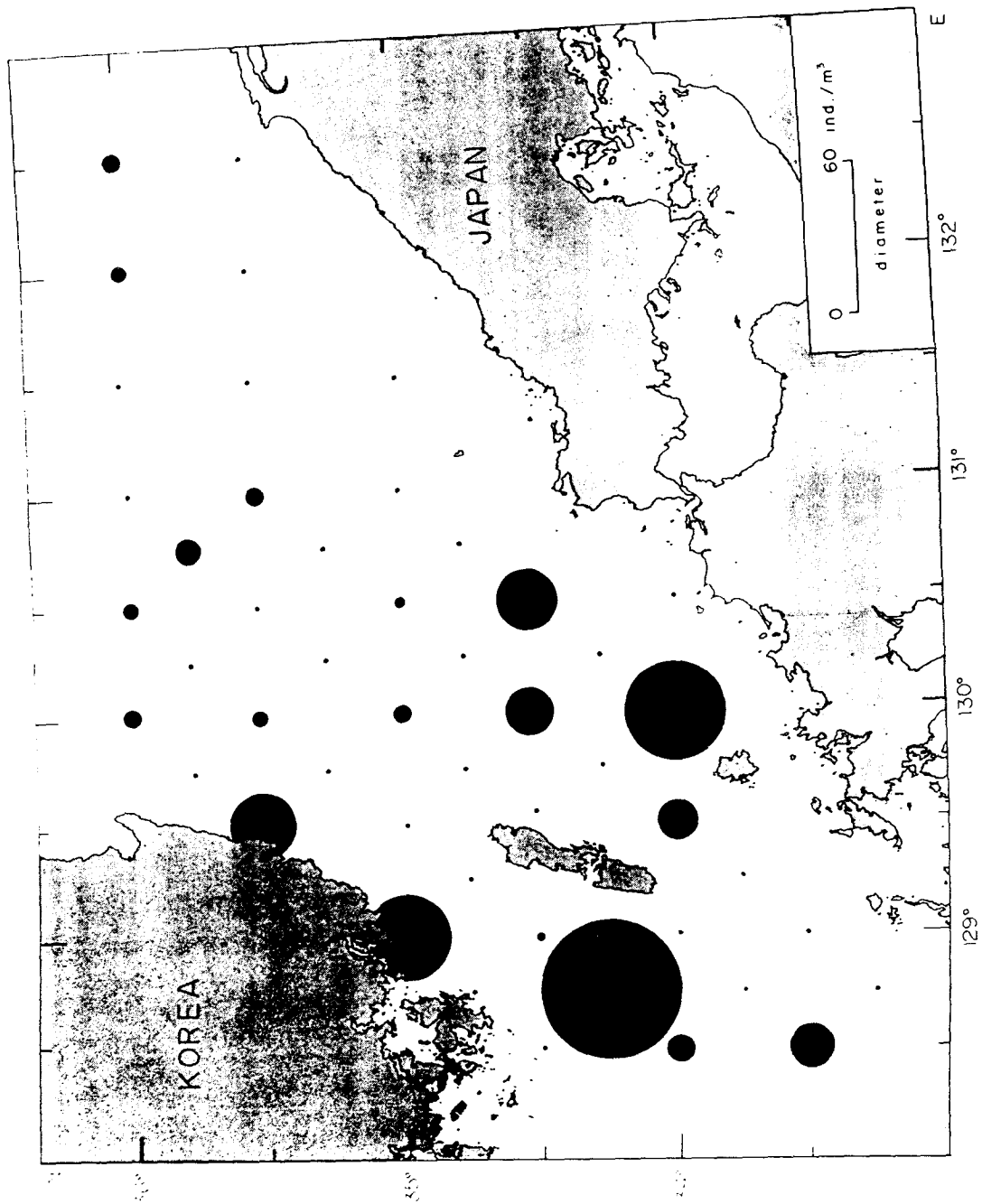


Fig. IV-14. Numerical abundance of copepod nauplii in the Korea Strait in May~June, 1992

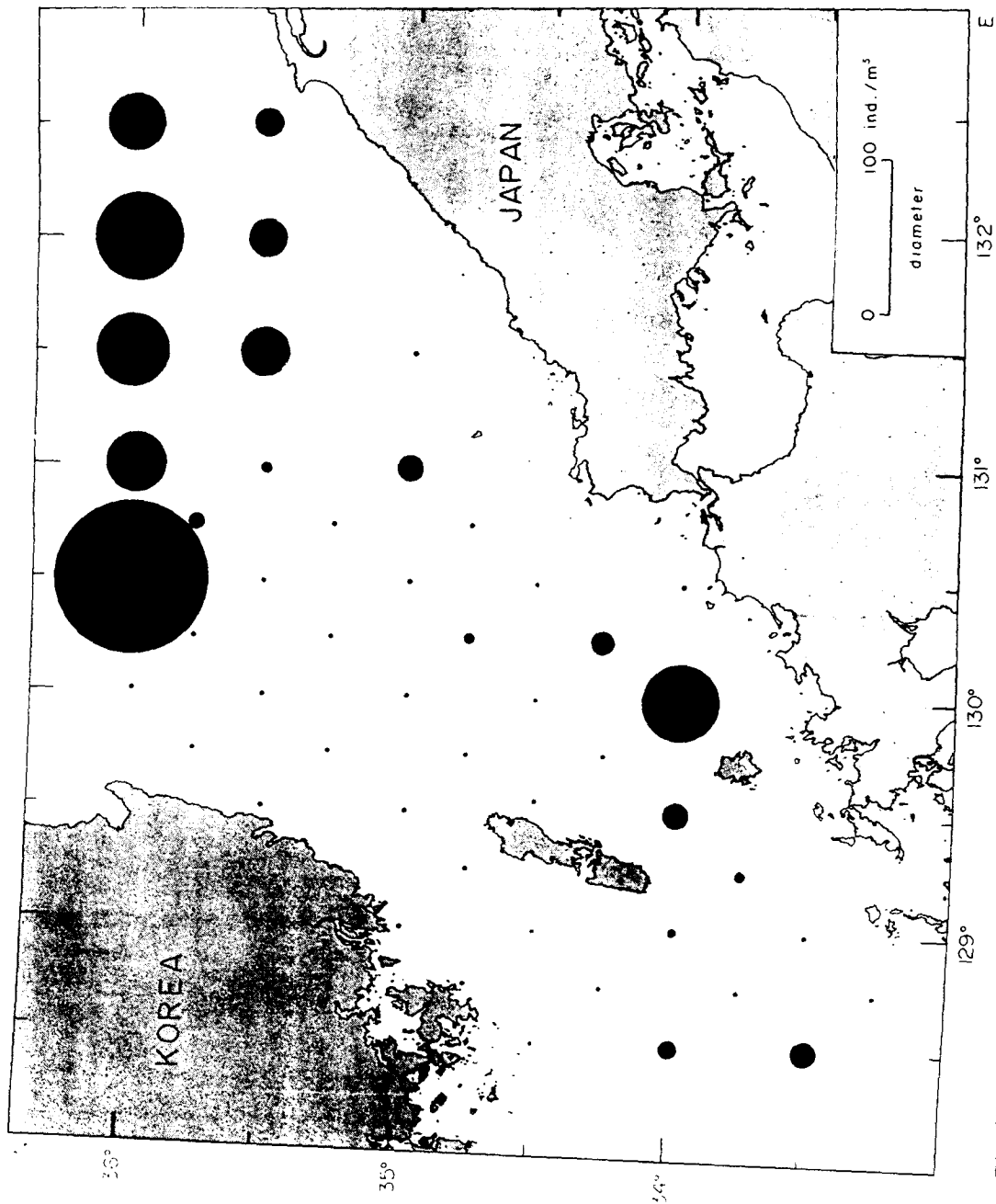


Fig. IV-15. Numerical abundance of planktonic foraminifera in the Korea Strait in May~June, 1992

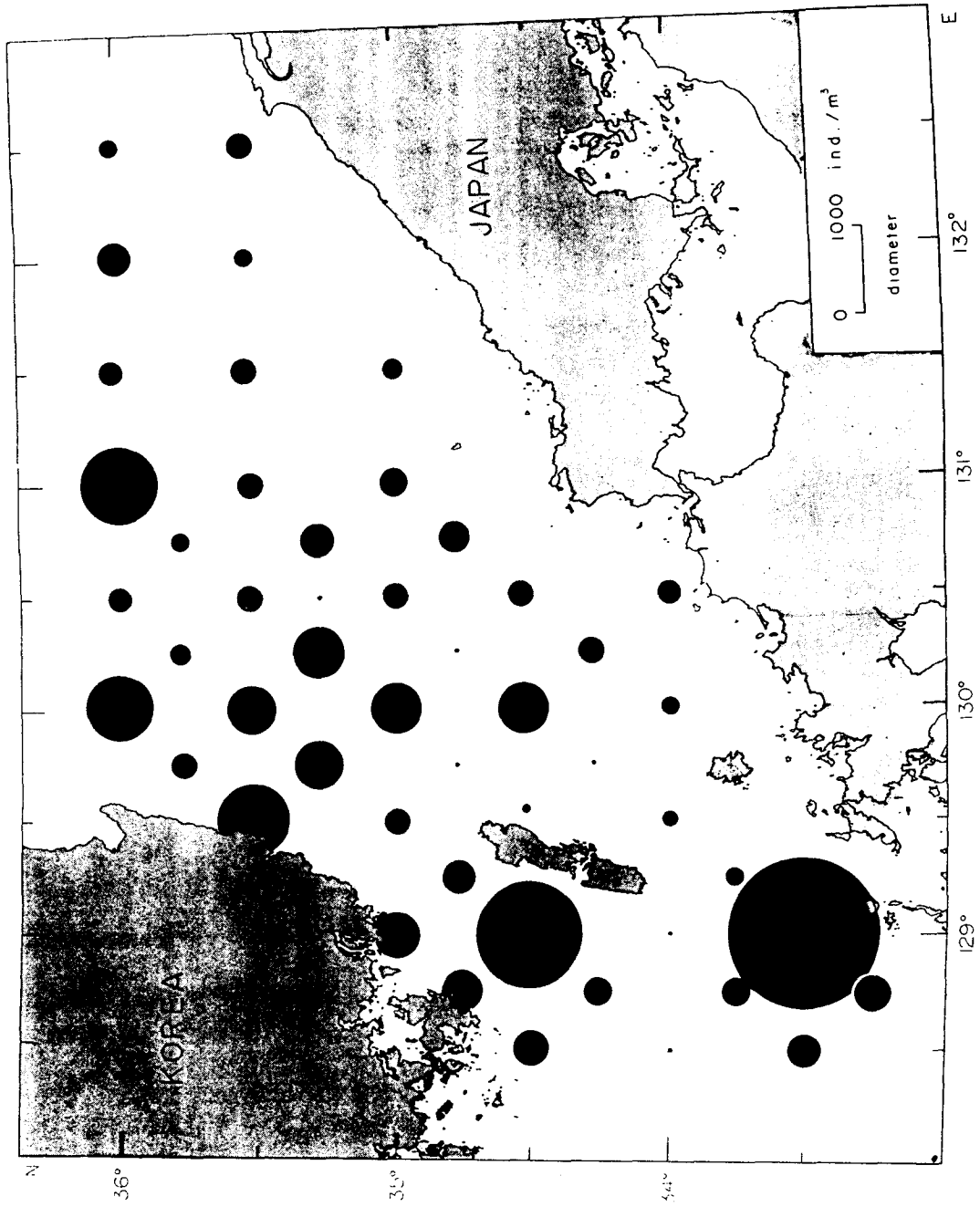


Fig. IV-16. Numerical abundance of zooplankton in the Korea Strait in November, 1992

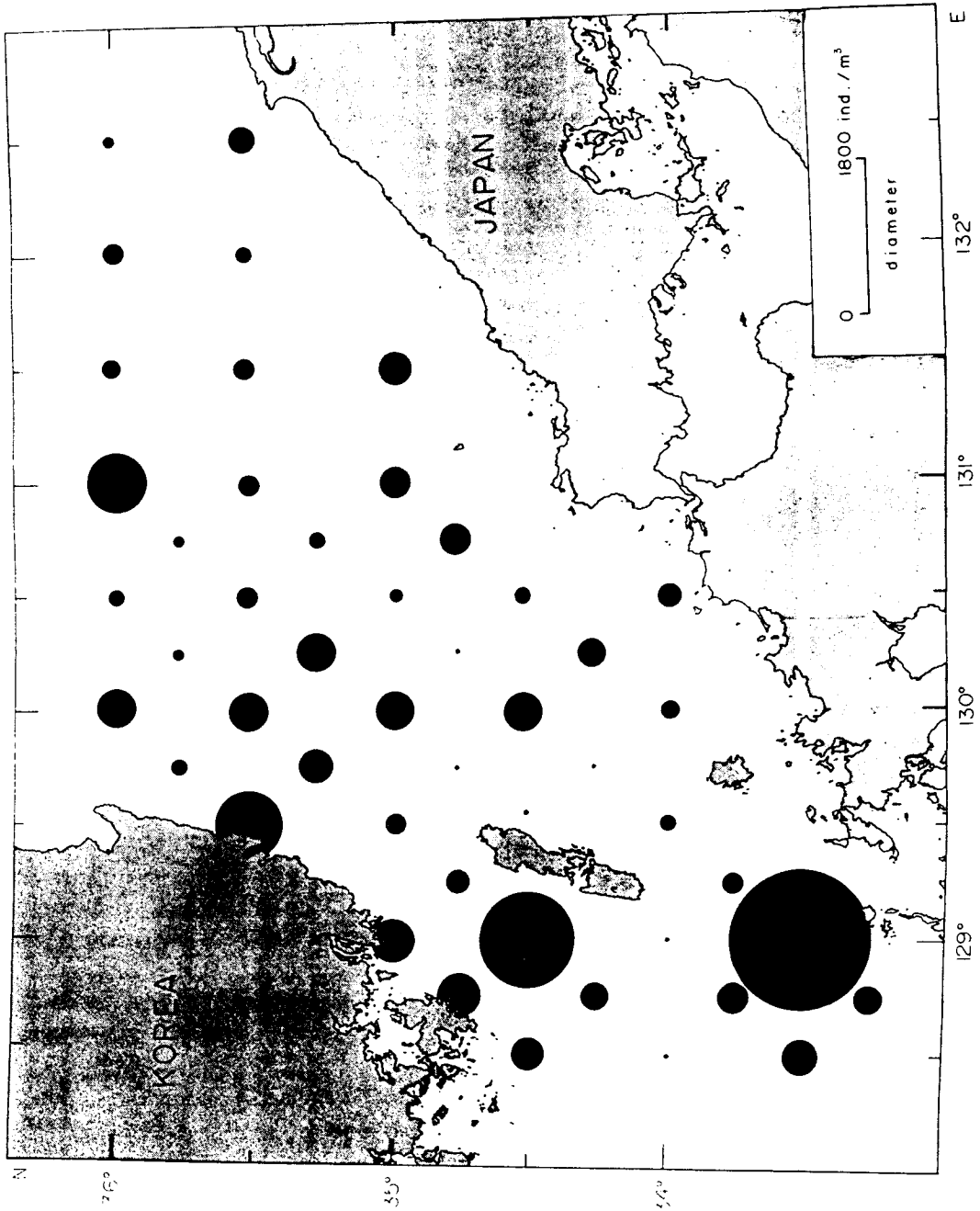


Fig. IV-17. Numerical abundance of copepods in the Korea Strait in November, 1992

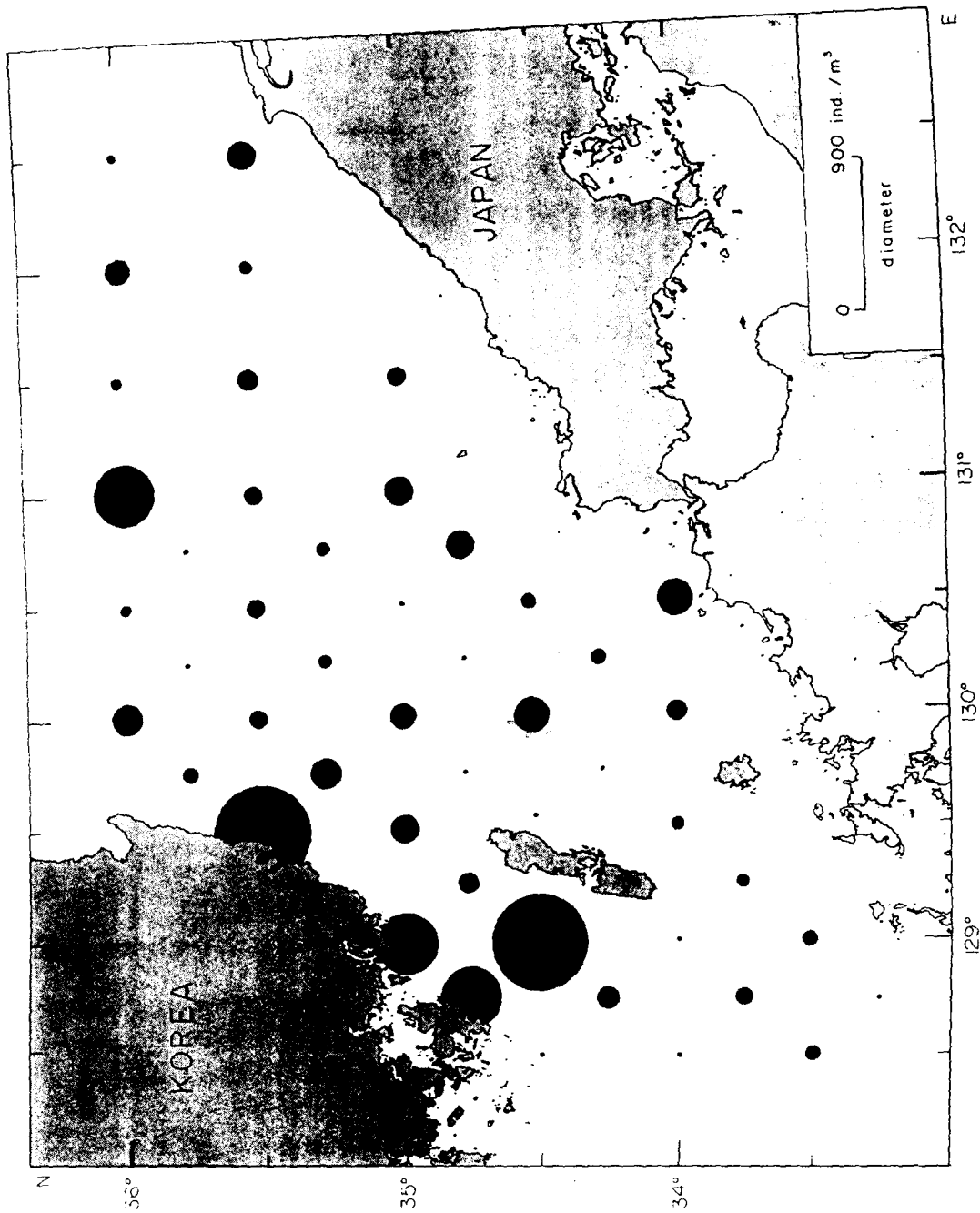


Fig. 10. Monthly abundance of *Paracalanus* sp. in the Korea Strait in 1970.

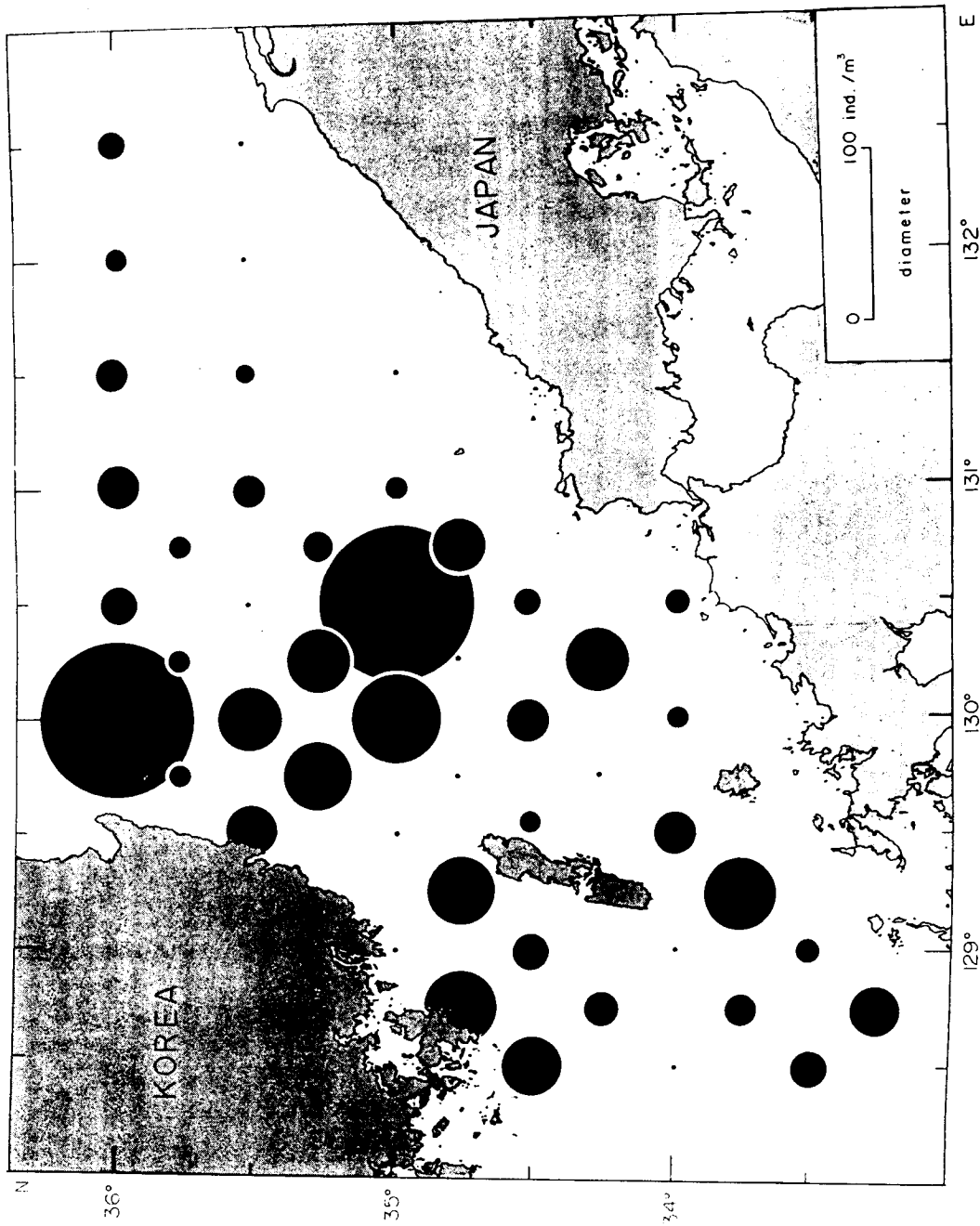


Fig. IV-19. Numerical abundance of *Sagitta* sp. in the Korea Strait in November, 1992

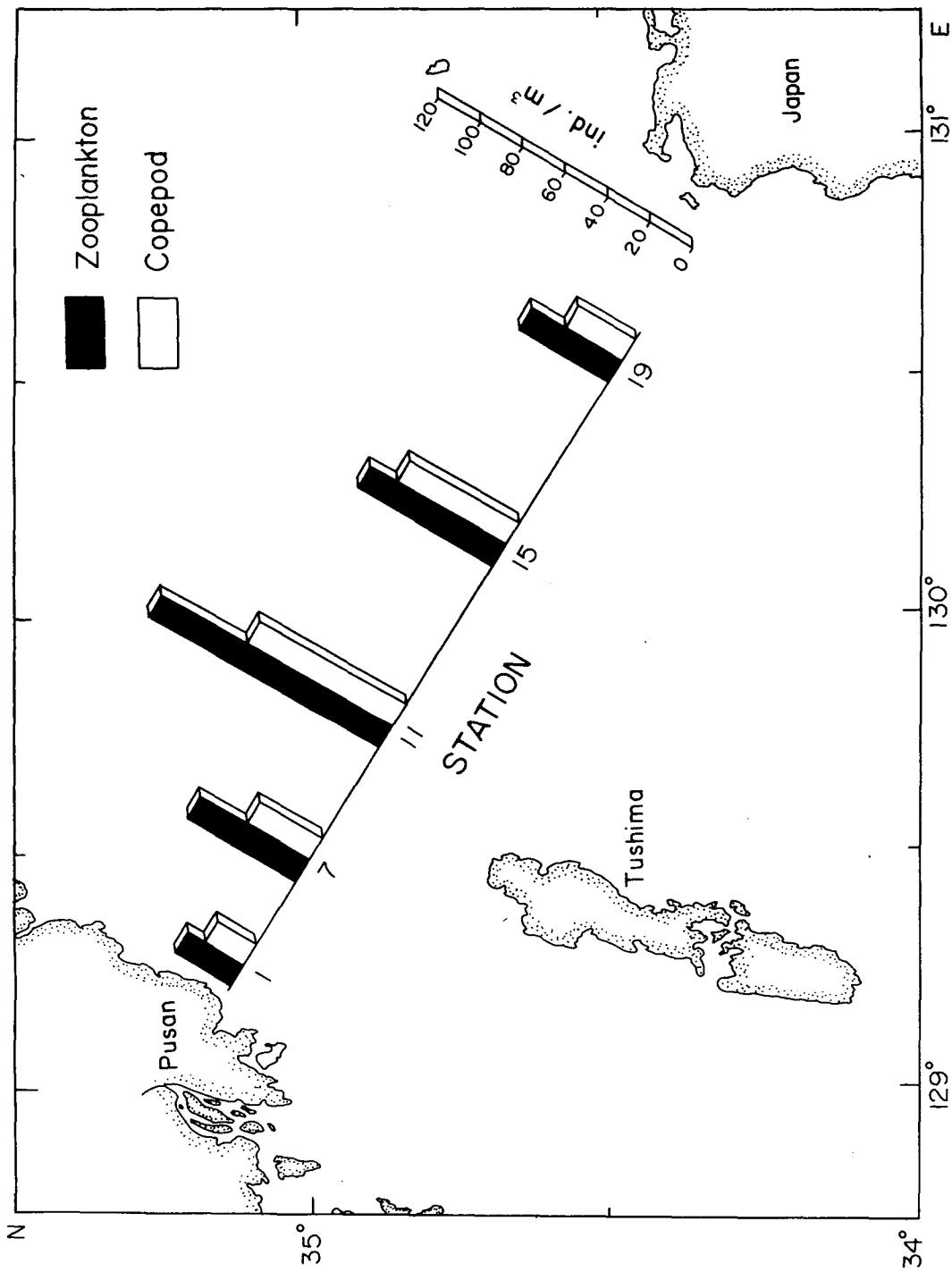


Fig. IV-20. Abundance of zooplankton and copepod in the Korea Strait in November, 1992

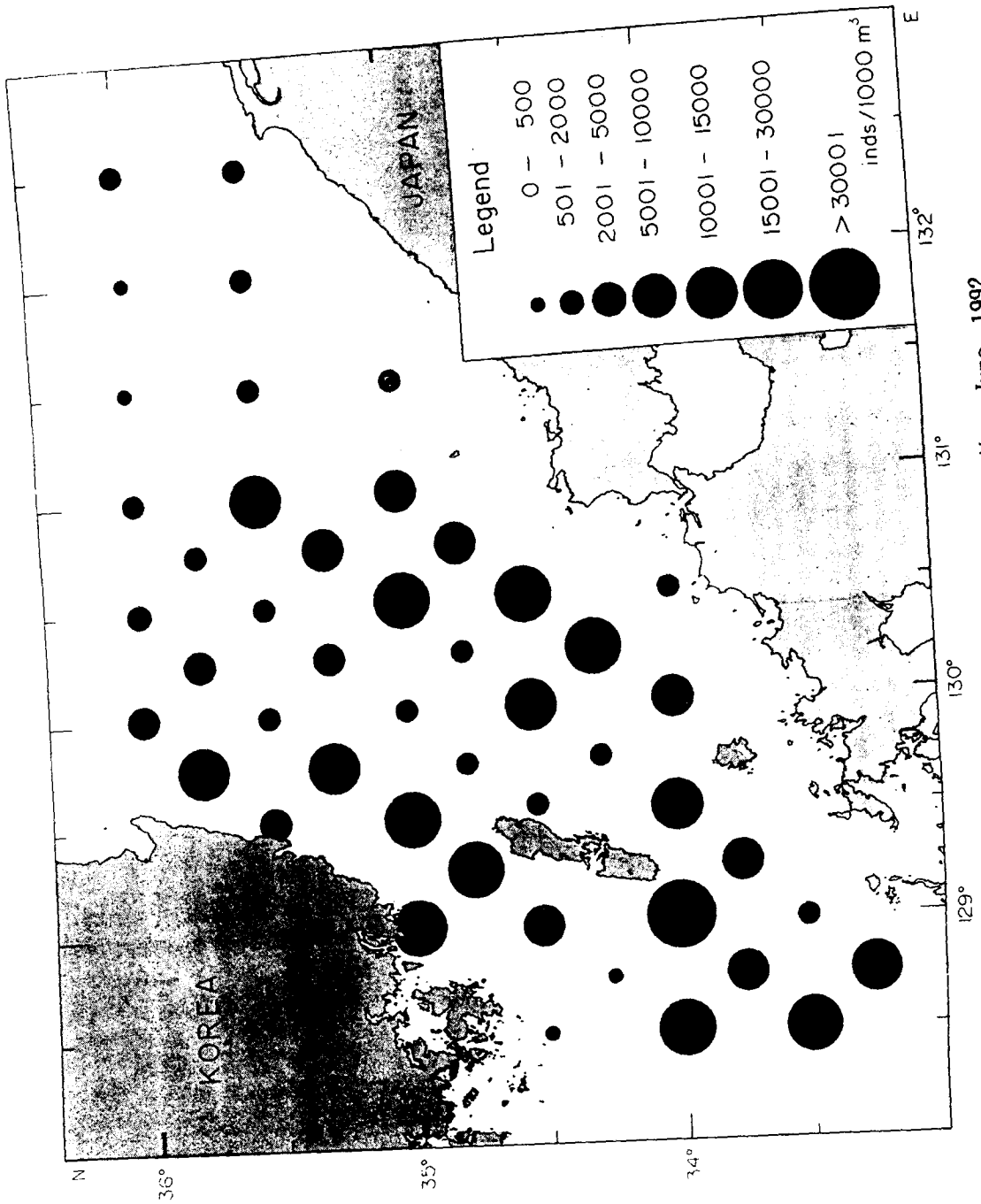


Fig. IV-21. Abundance of fish eggs in the Korea Strait in May~June, 1992

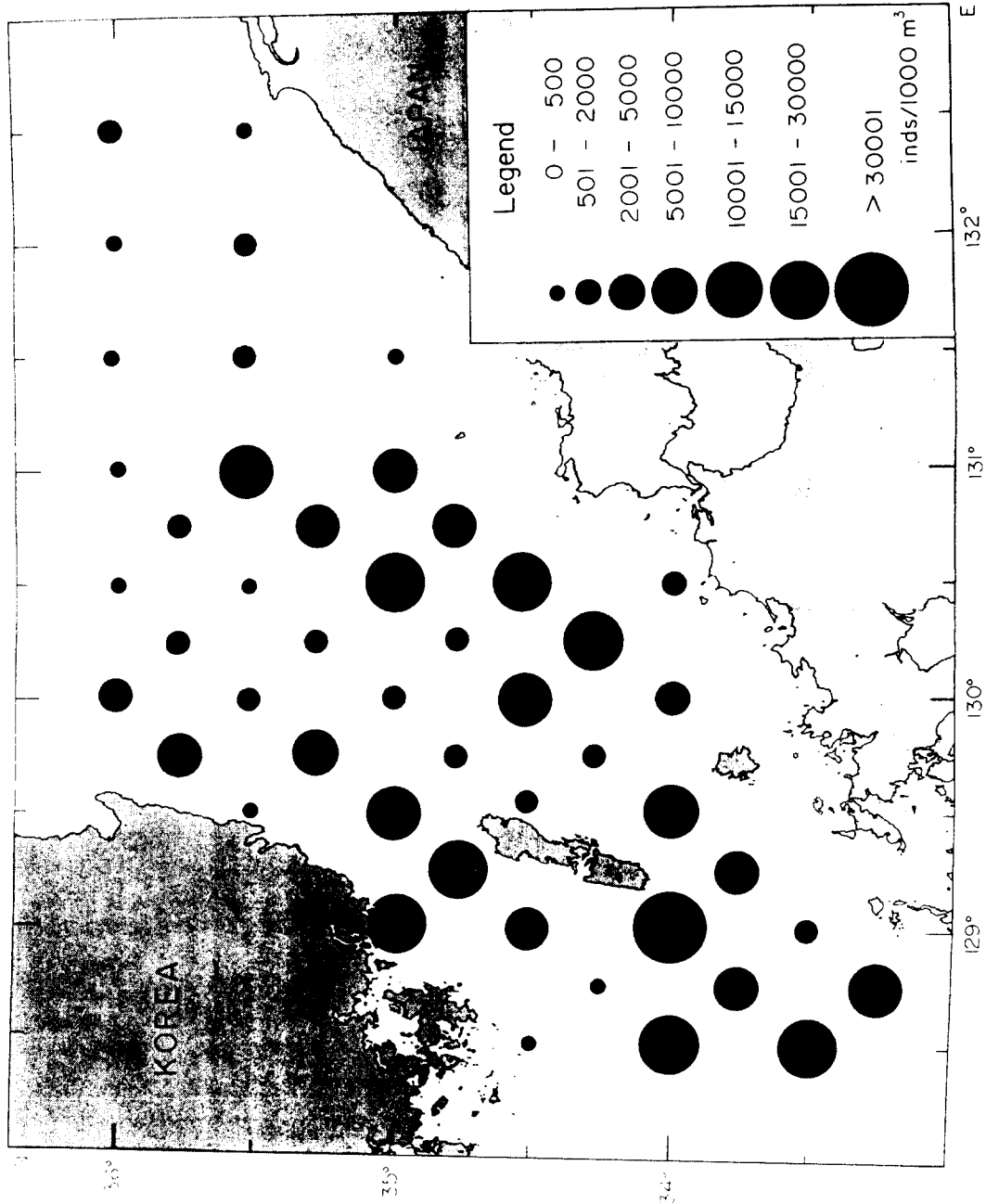


Fig. IV-22. Abundance of eggs of *Engraulis japonicus* in the Korea Strait in May~June, 1992

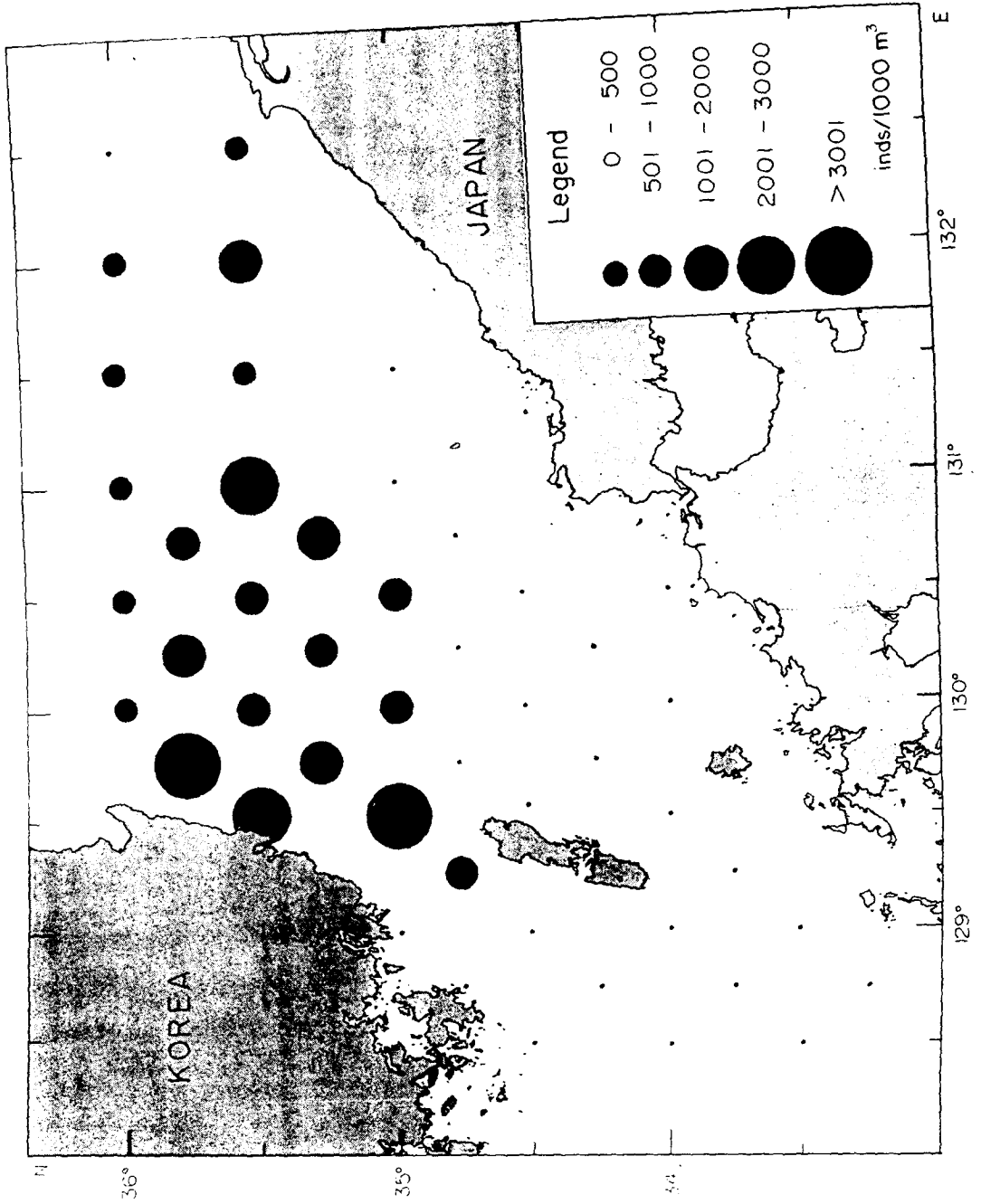


Fig. IV-23. Abundance of eggs of *Maurolicus muelleri* in the Korea Strait in May~June, 1992

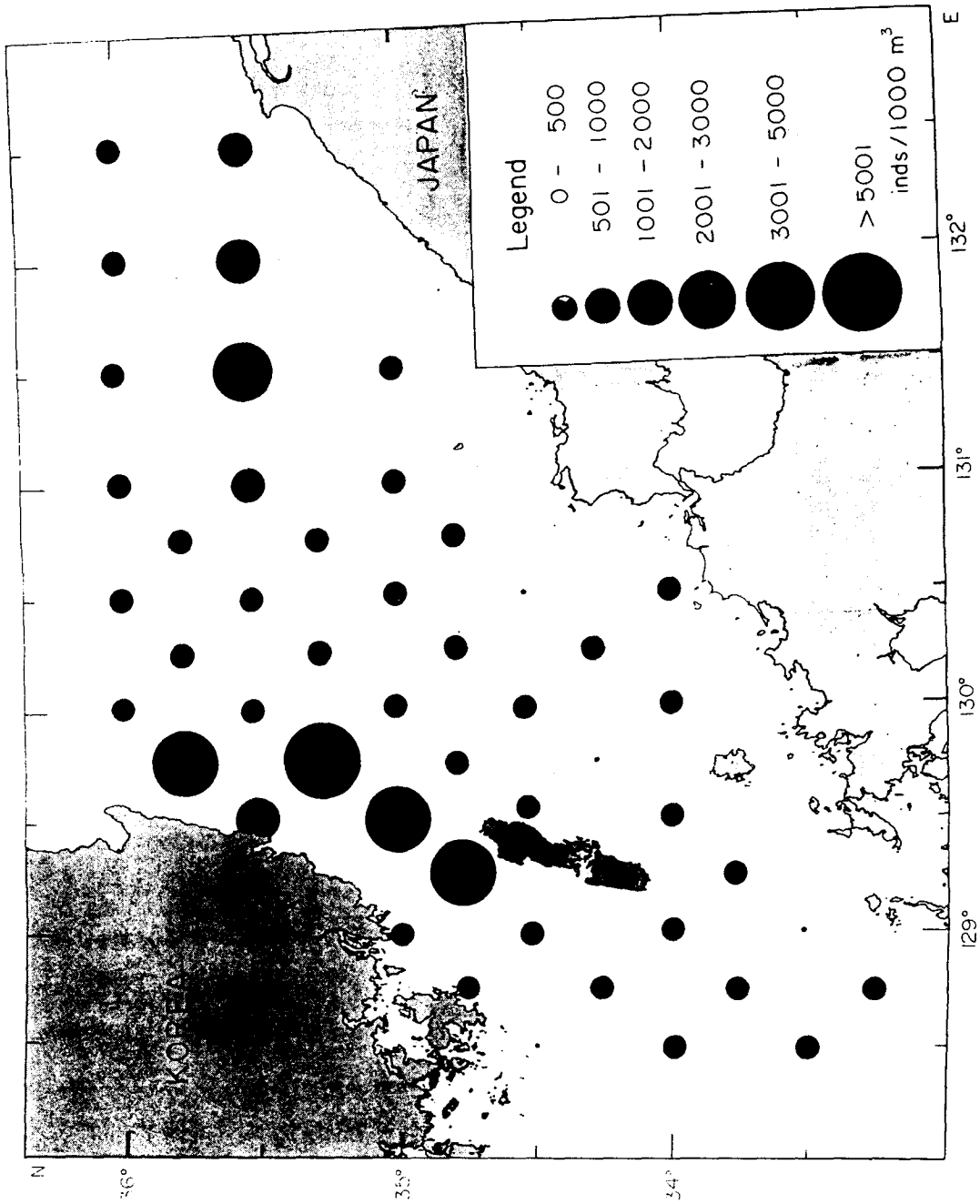


Fig. IV-24. Abundance of fish eggs in the Korea Strait in November, 1992

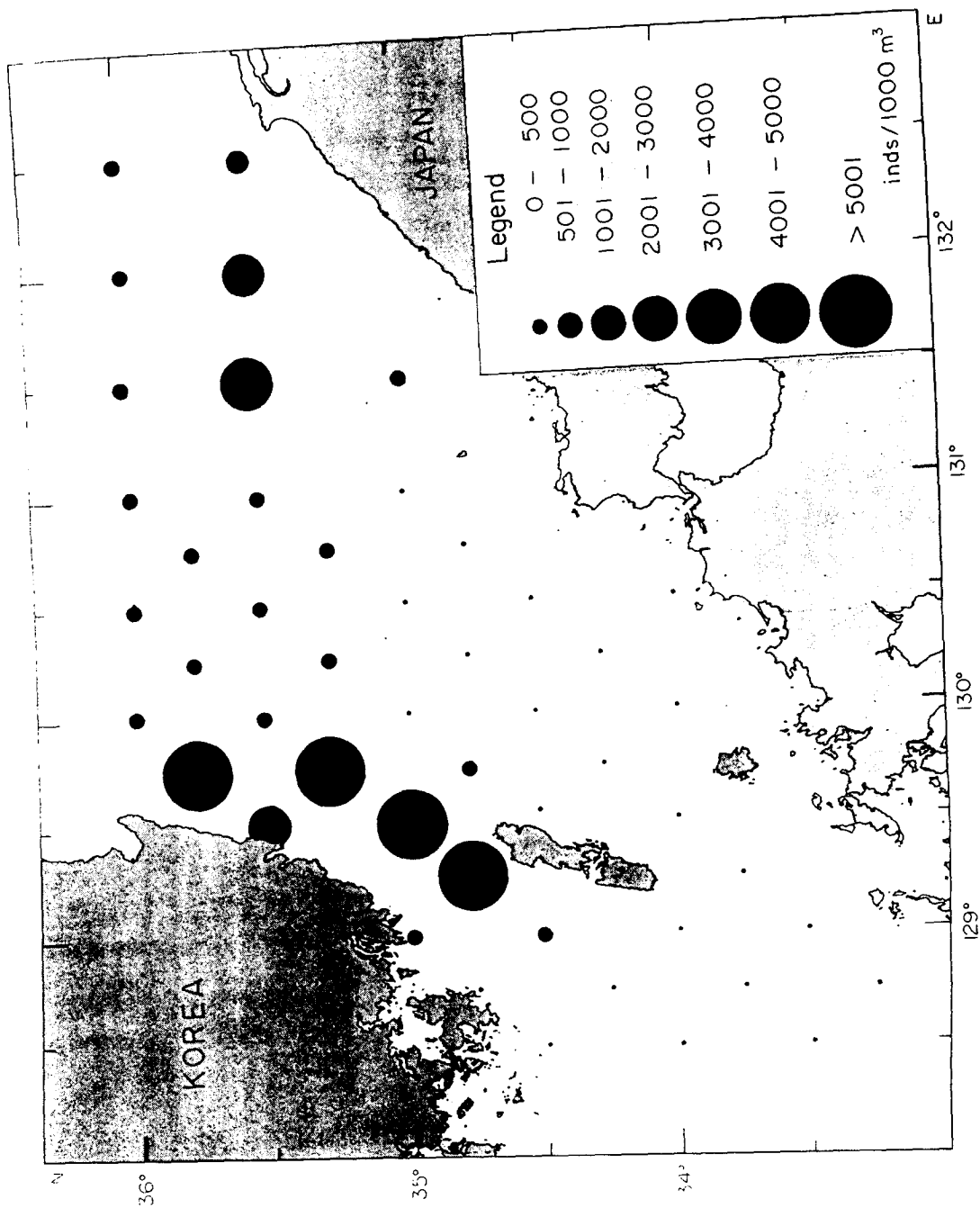


Fig. IV-25. Abundance of eggs of *Maurolicus muelleri* in the Korea Strait in November, 1992

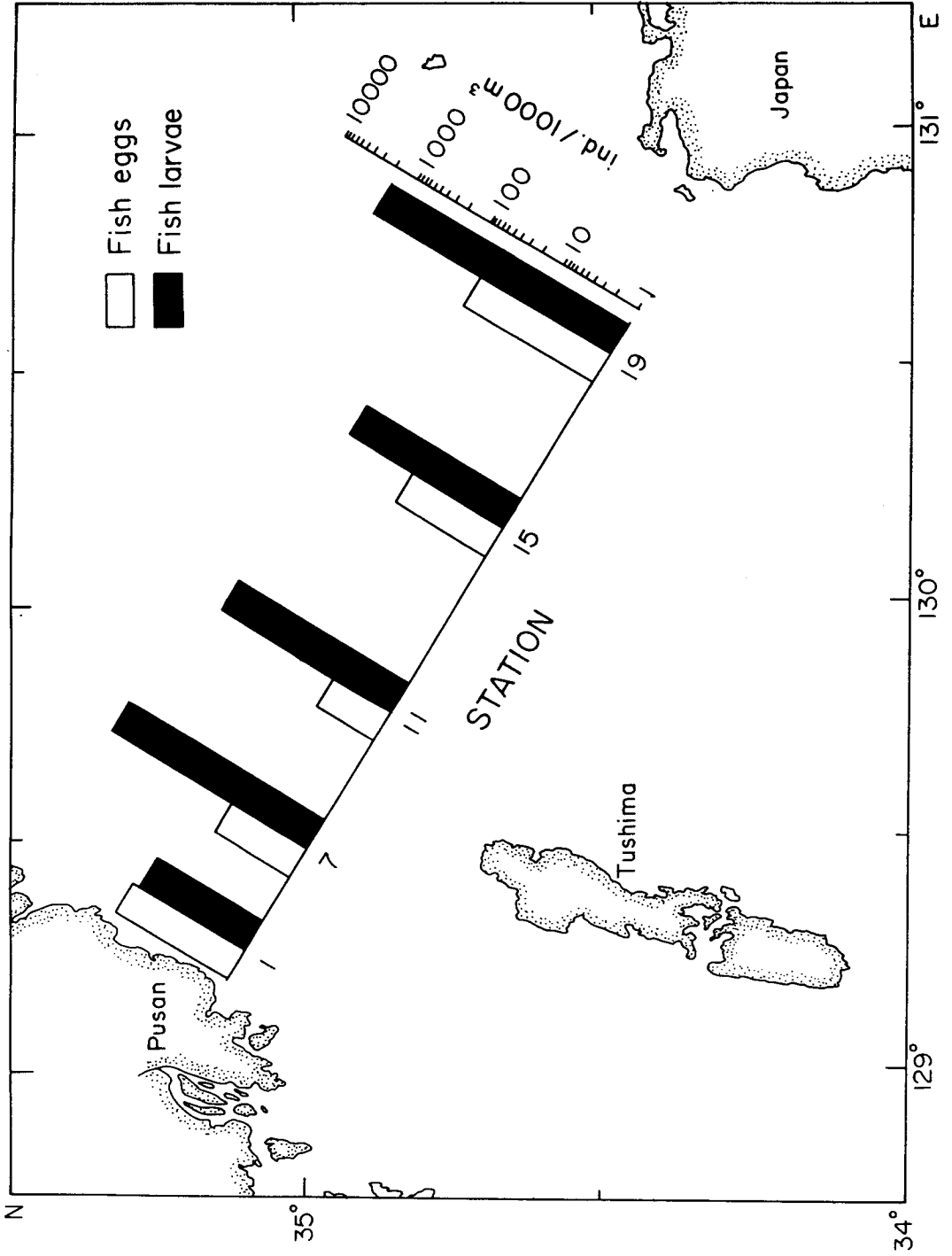


Fig. IV-26. Abundance of fish eggs and larvae in the Korea Strait in January, 1993

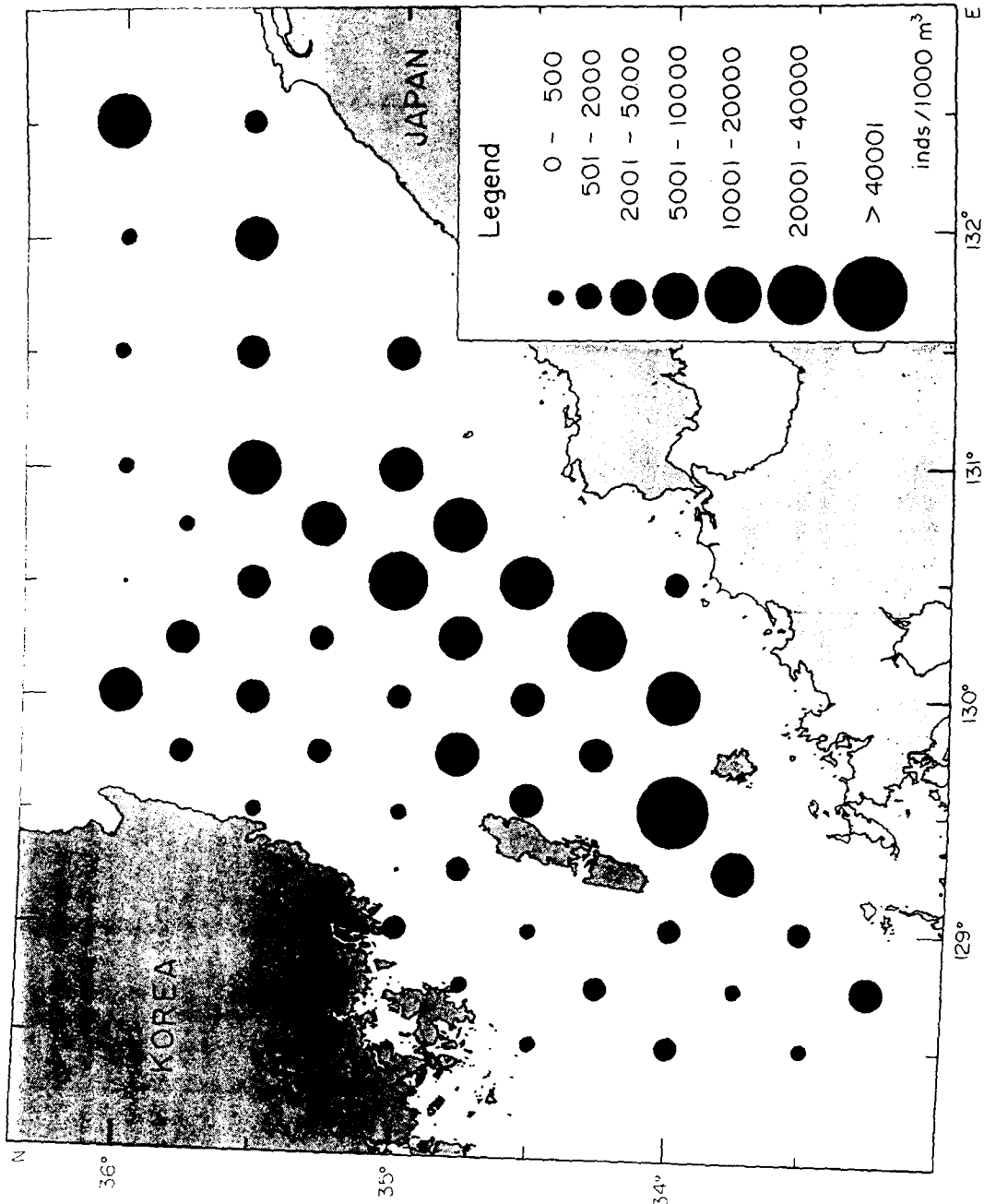


Fig. IV-27. Abundance of fish larvae in the Korea Strait in May~June, 1992

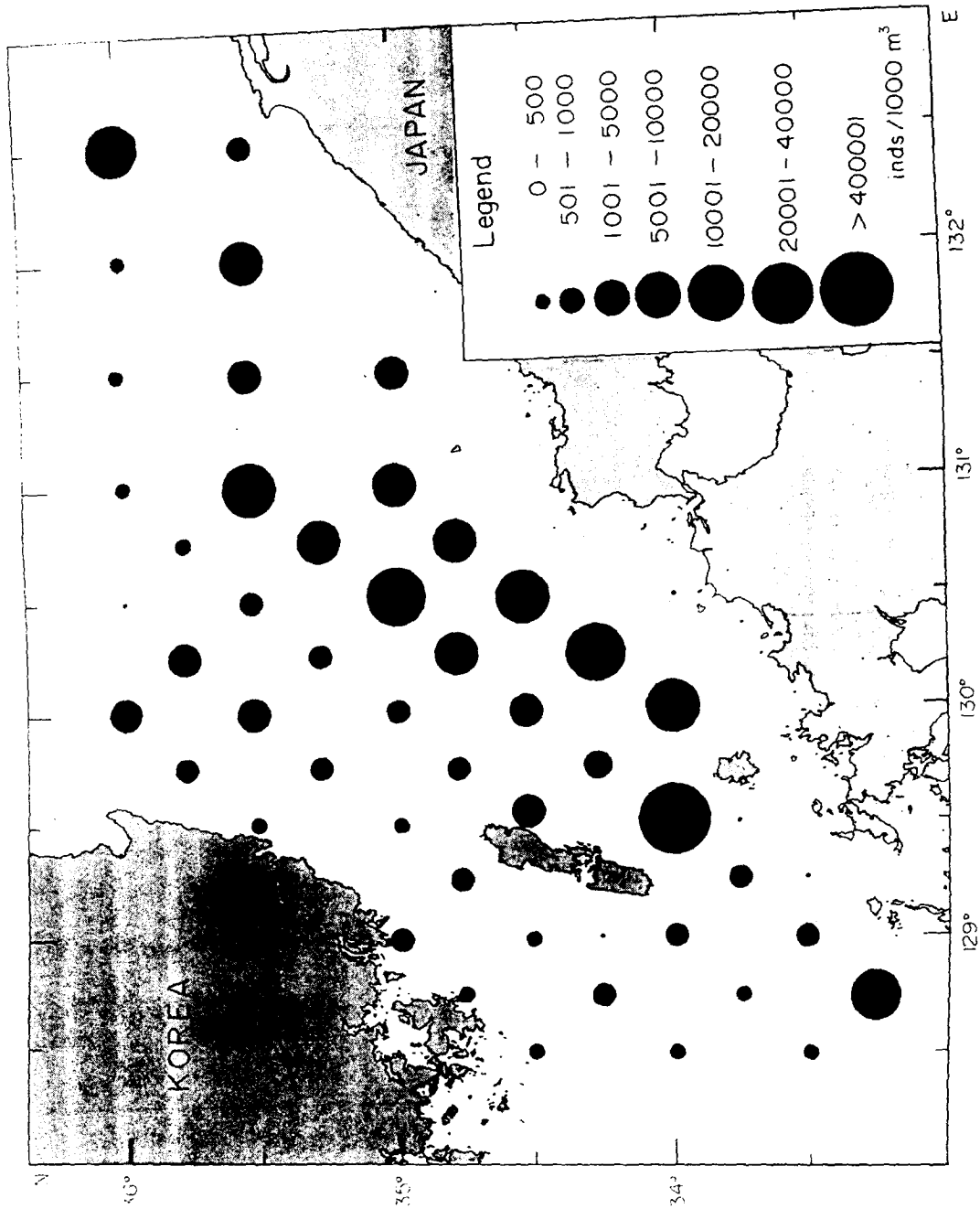


Fig IV-28. Abundance of larvae of *Engraulis japonicus* in the Korea Strait in

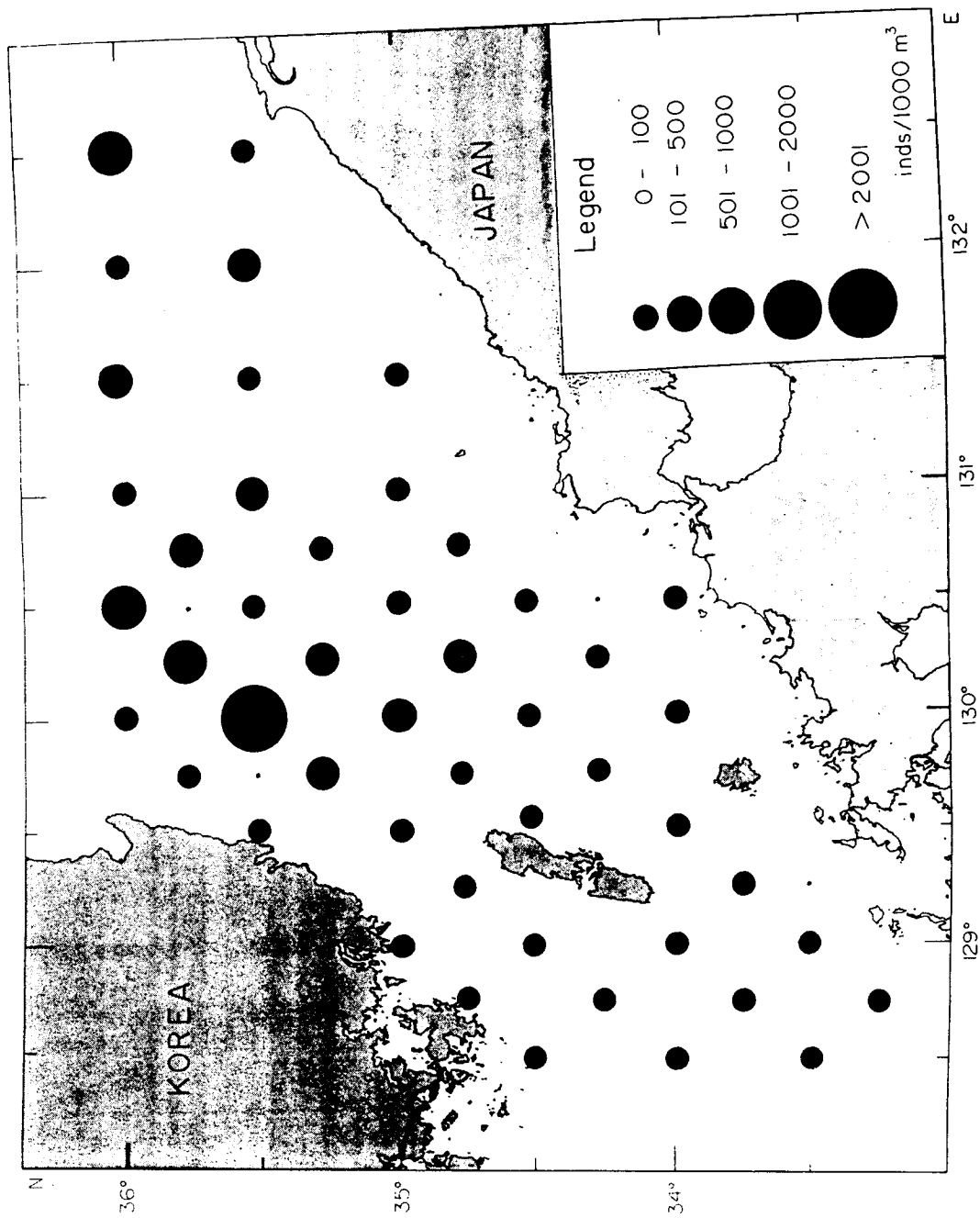


Fig. IV-29. Abundance of fish larvae in the Korea Strait in November, 1992

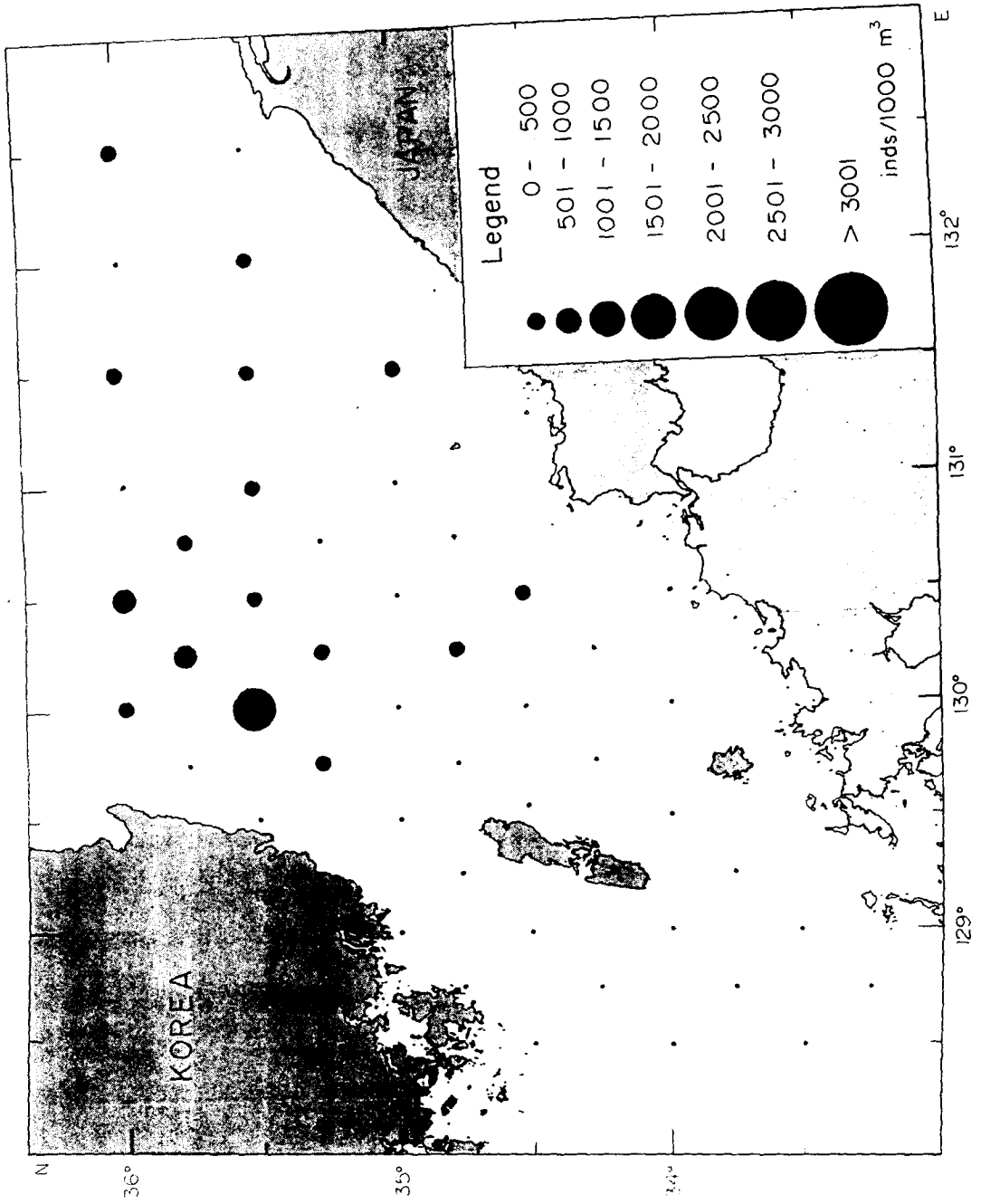


Fig. IV-30. Abundance of larvae of *Maurolicus muelleri* in the Korea Strait in

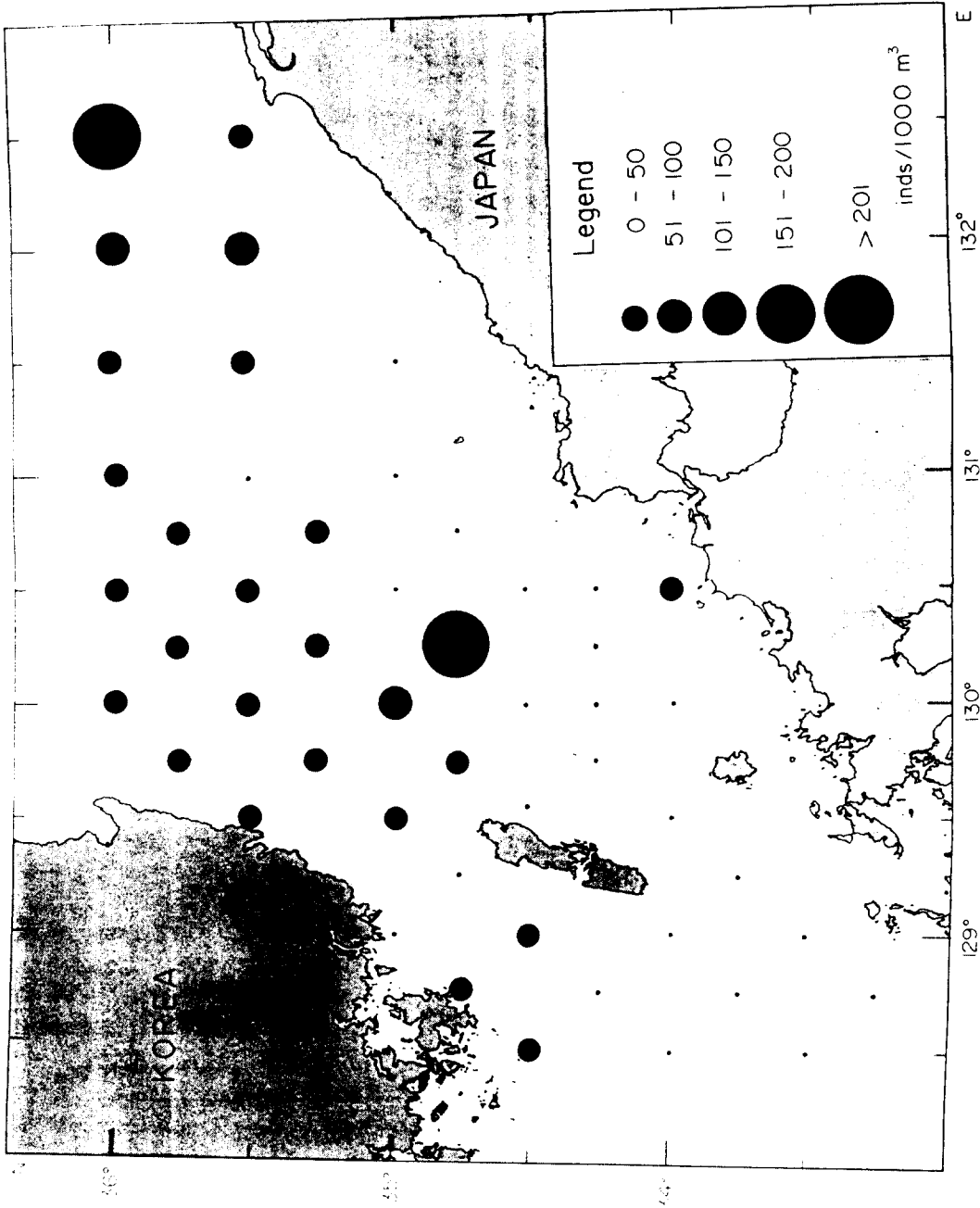
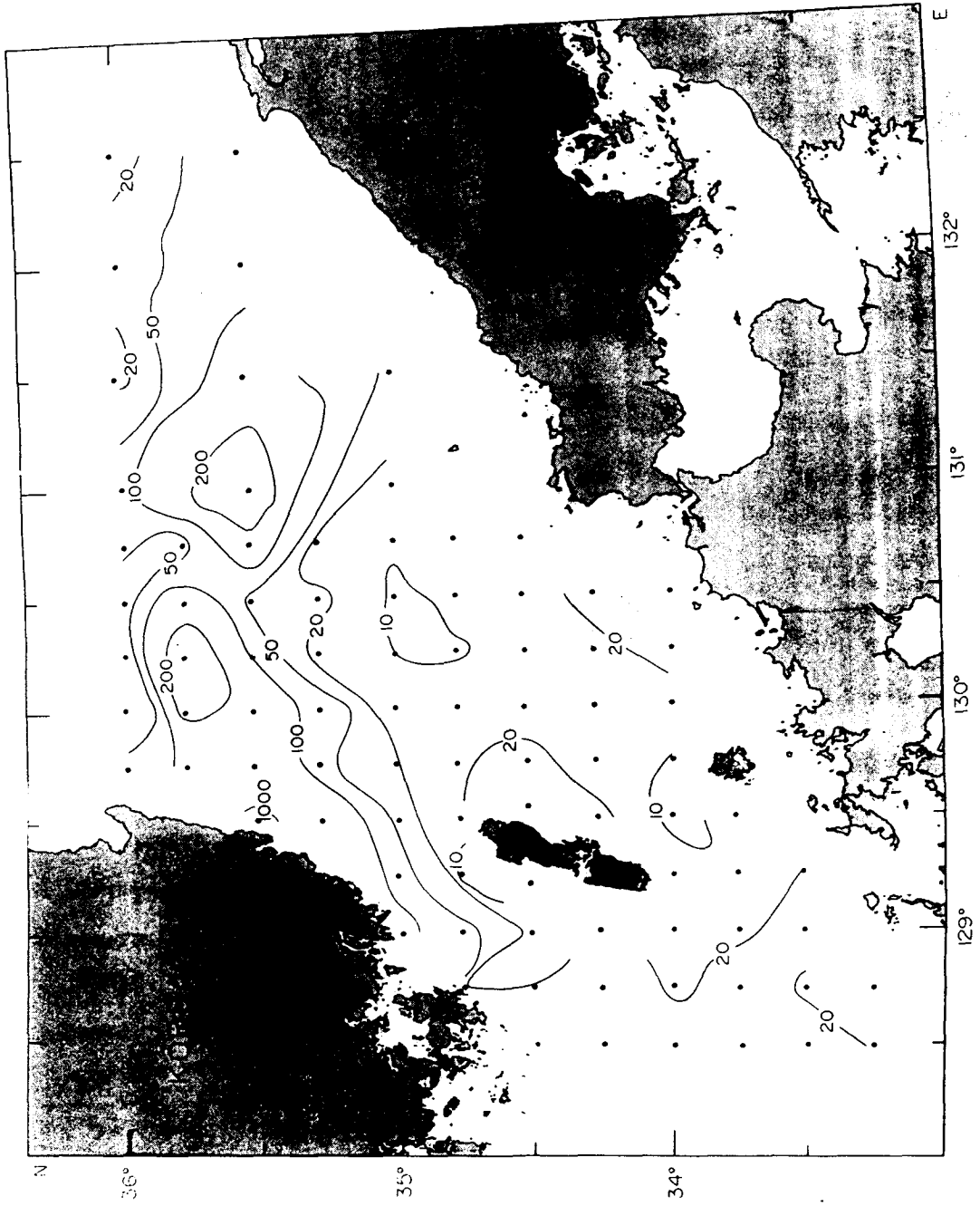
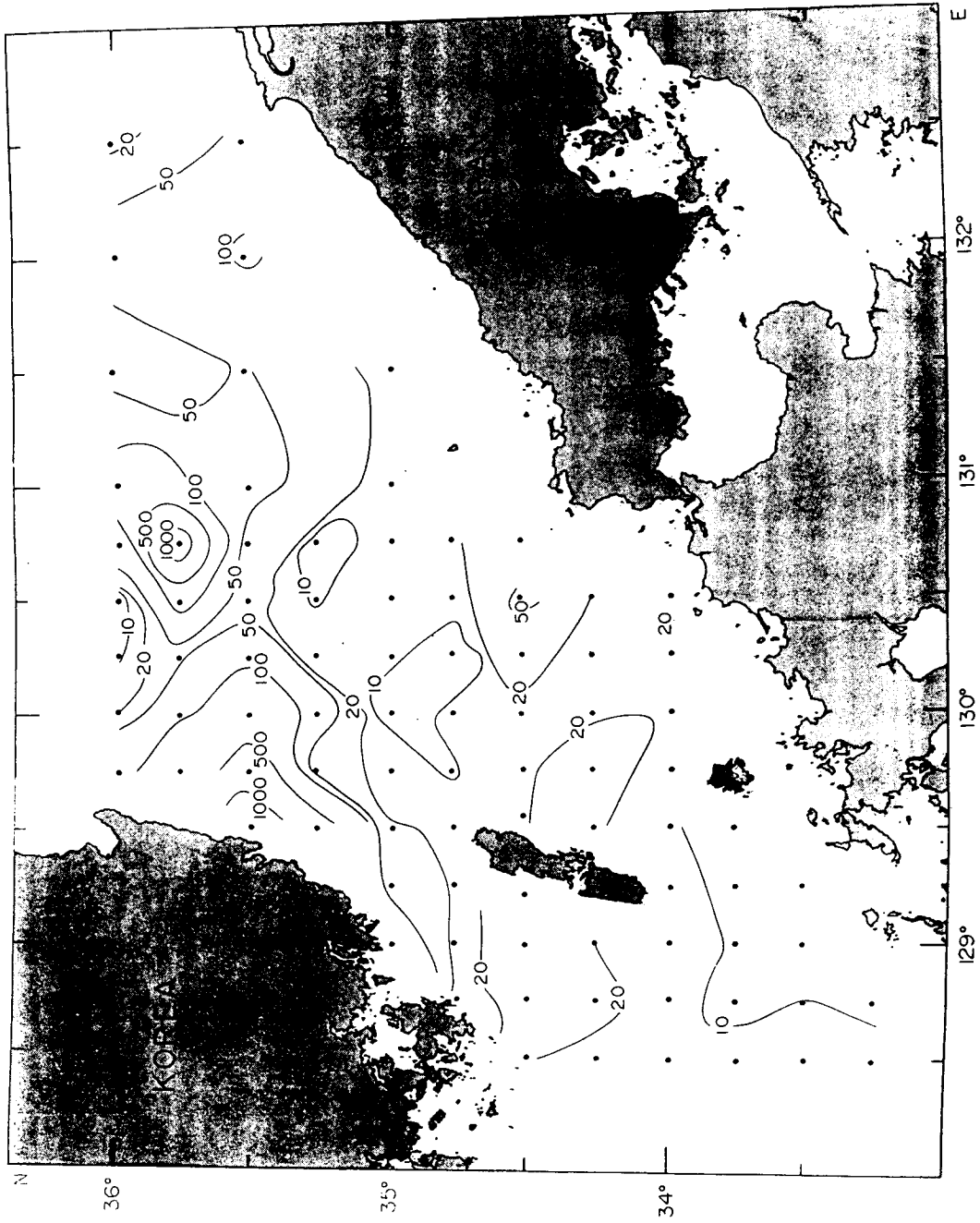


Fig. IV-31. Abundance of larvae of *Engraulis japonicus* in the Korea Strait in November, 1992



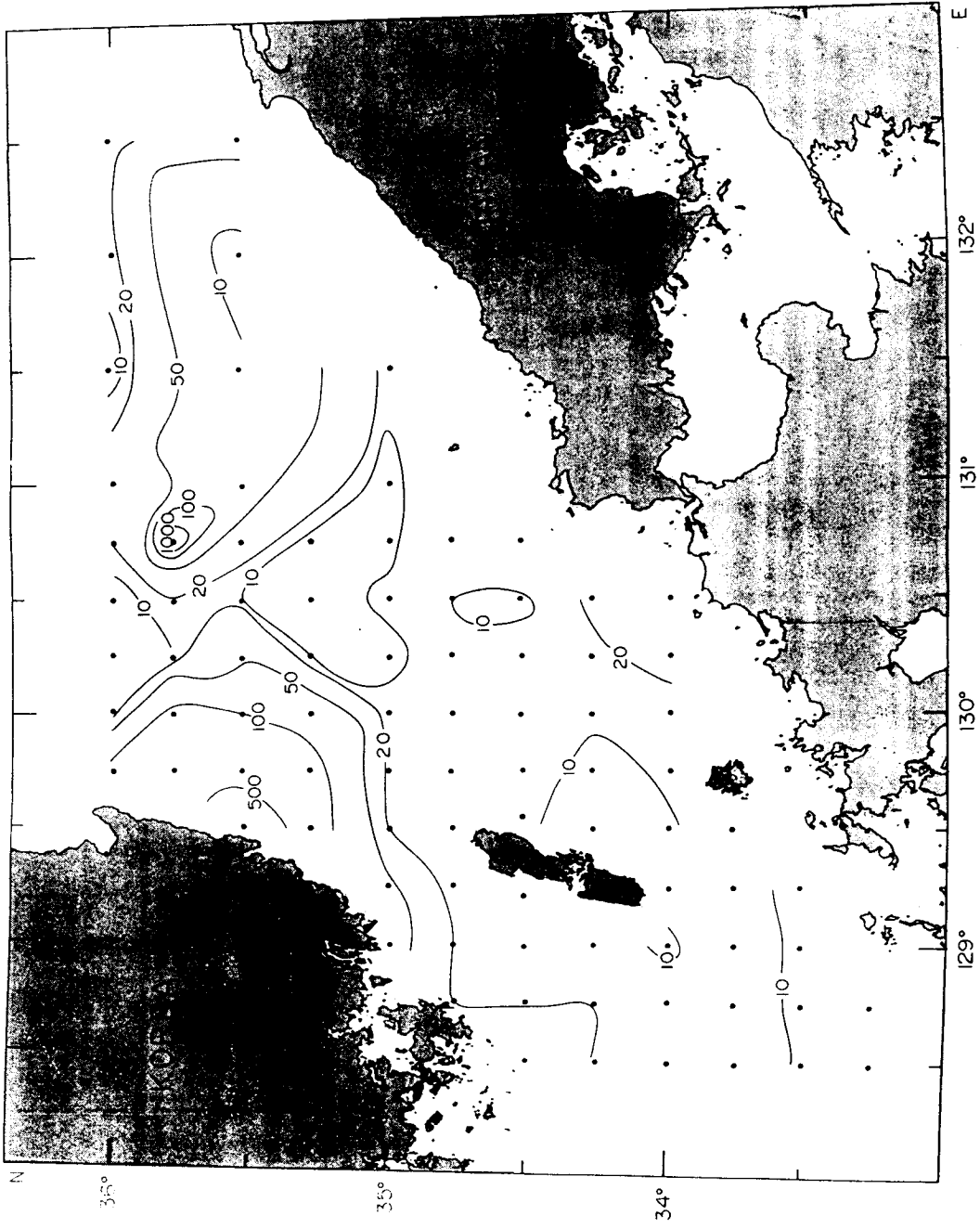
a) in the surface water

Fig. IV-32. The distribution of Total Bacterial Number (10^5 cell/ml) in the Korea Strait in May- June, 1992



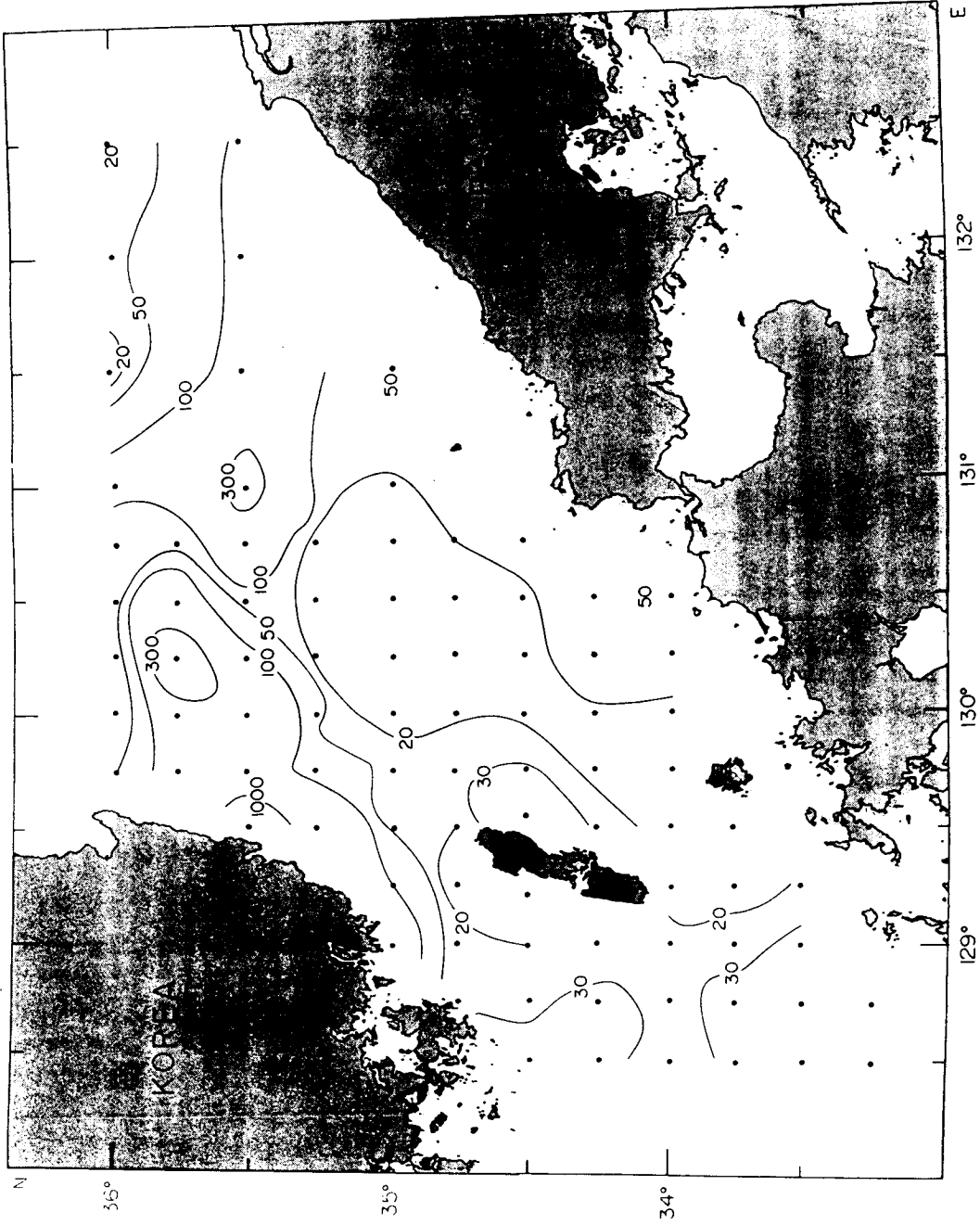
b) at the depth of 30m

Fig. IV-32. (Continued)



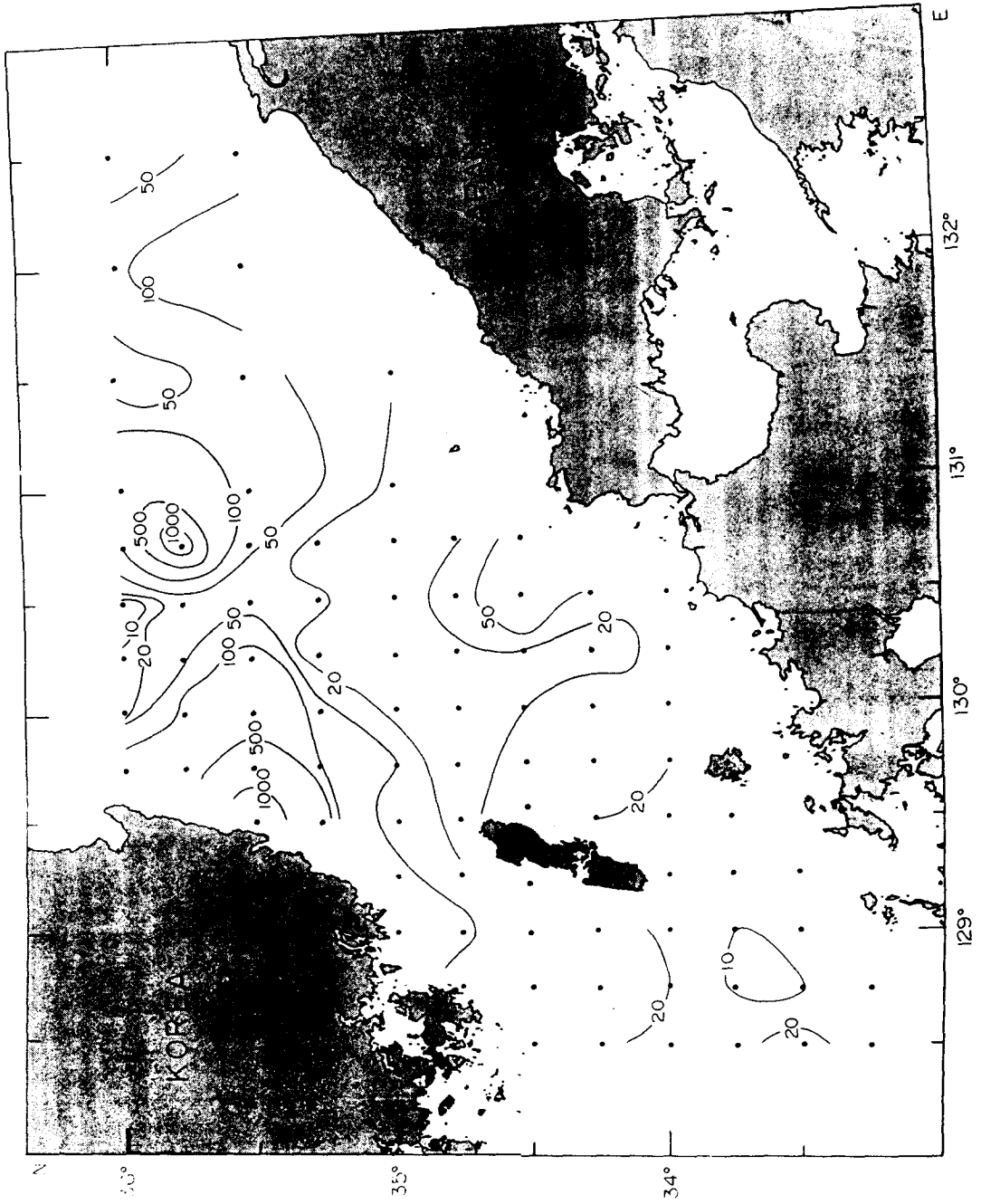
c) in the bottom water

Fig. IV-32. (Continued)

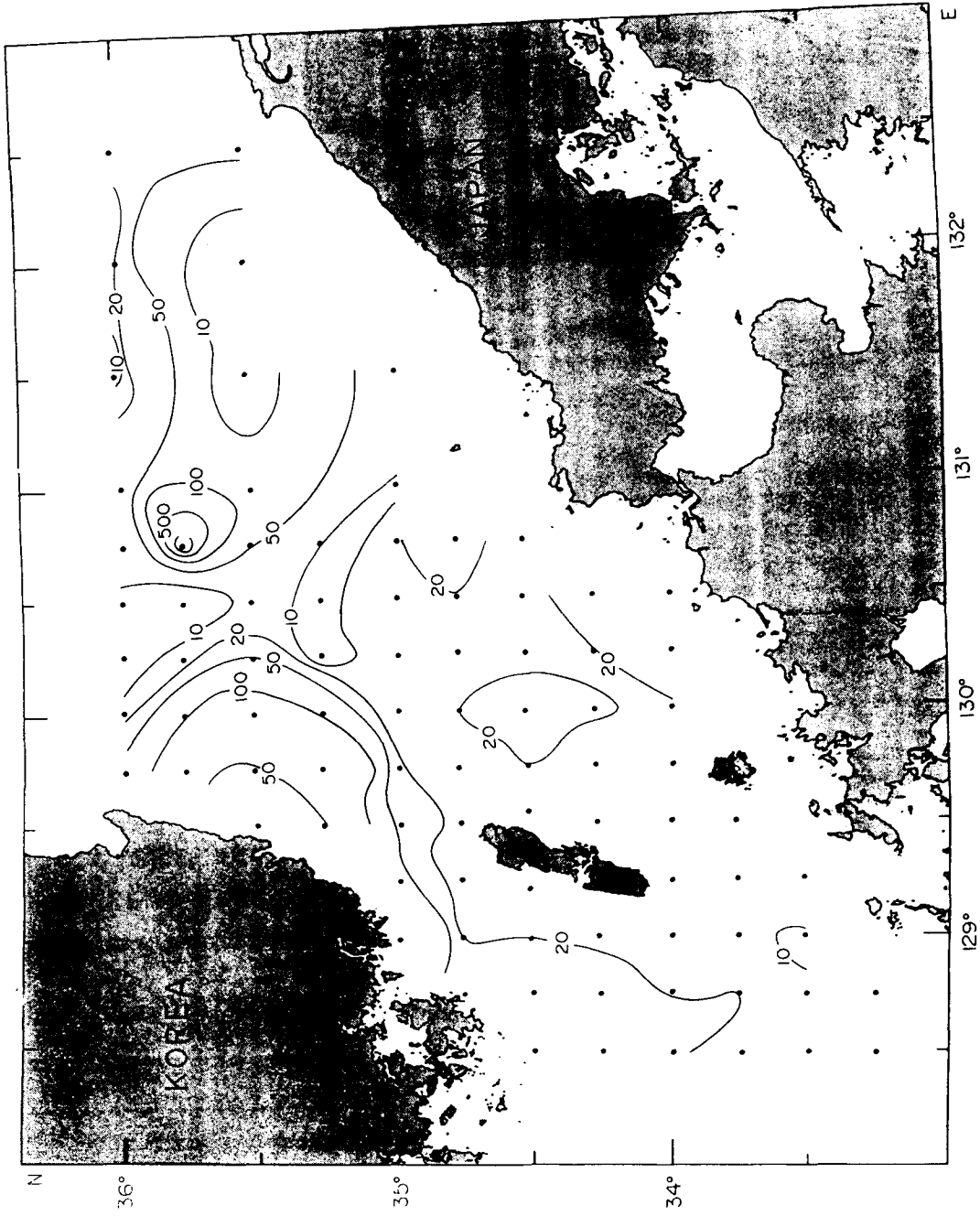


a) in the surface water

Fig. IV-33. The distribution of bacterial biomass ($\mu\text{g-C/l}$) in the Korea Strait in May~June, 1992

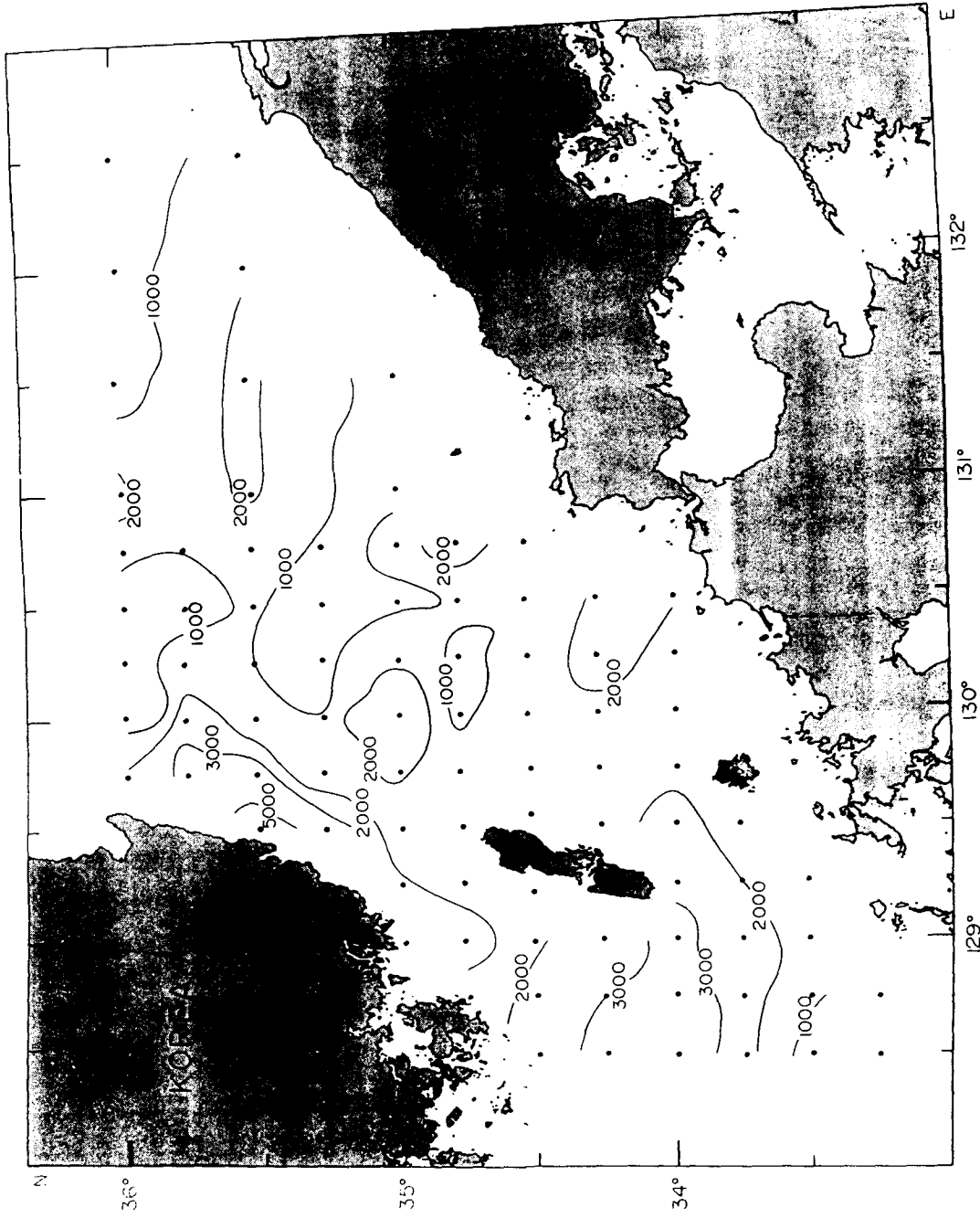


b) at the depth of 30m
 Fig. IV-33. (Continued)



c) in the bottom water

Fig. IV-33. (Continued)



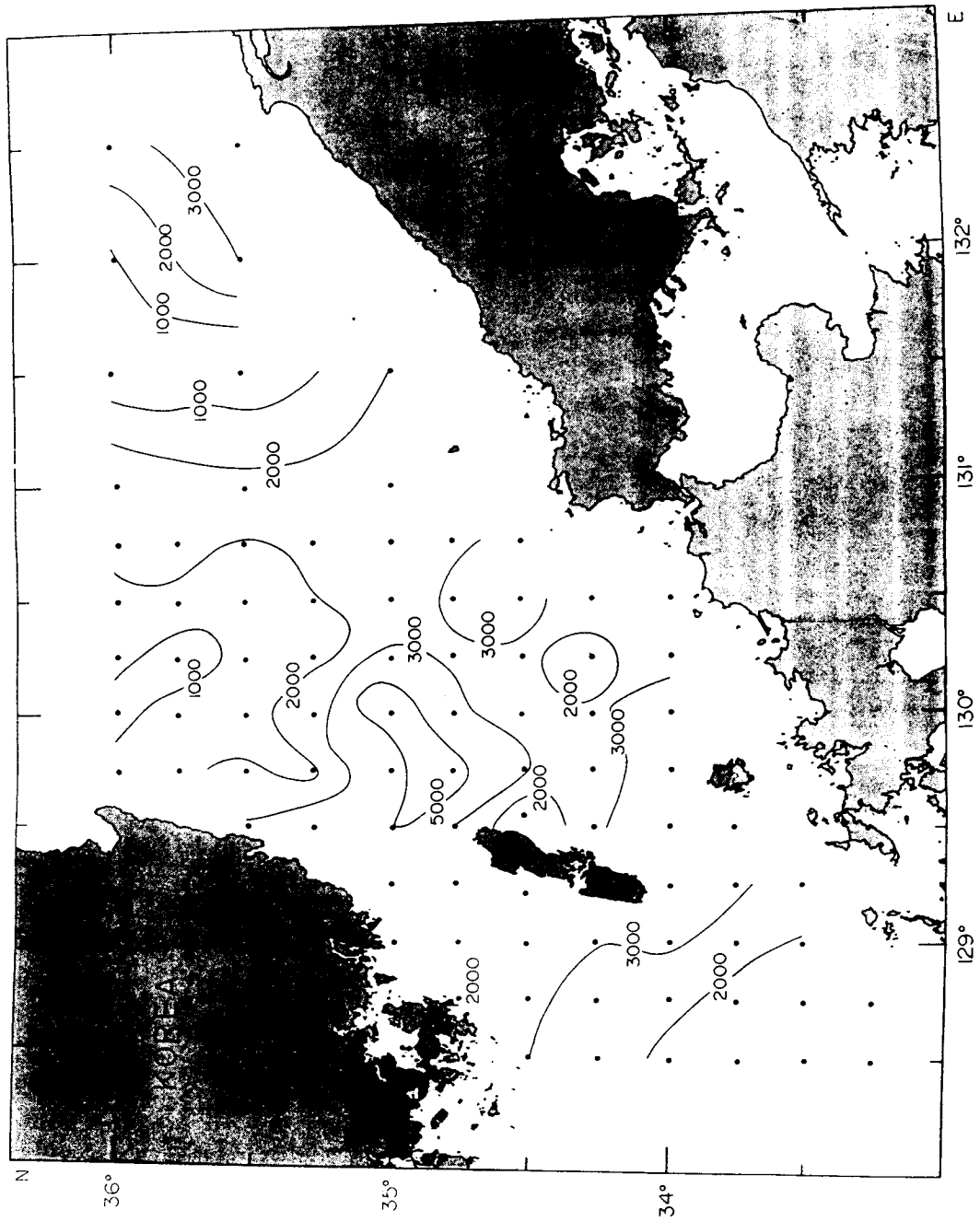
a) in the surface water

Fig. IV-34. The distribution of Colony Forming Unit (CFU/l) in the Korea Strait in May~June, 1992



b) at the depth of 30m

Fig. IV-34. (Continued)

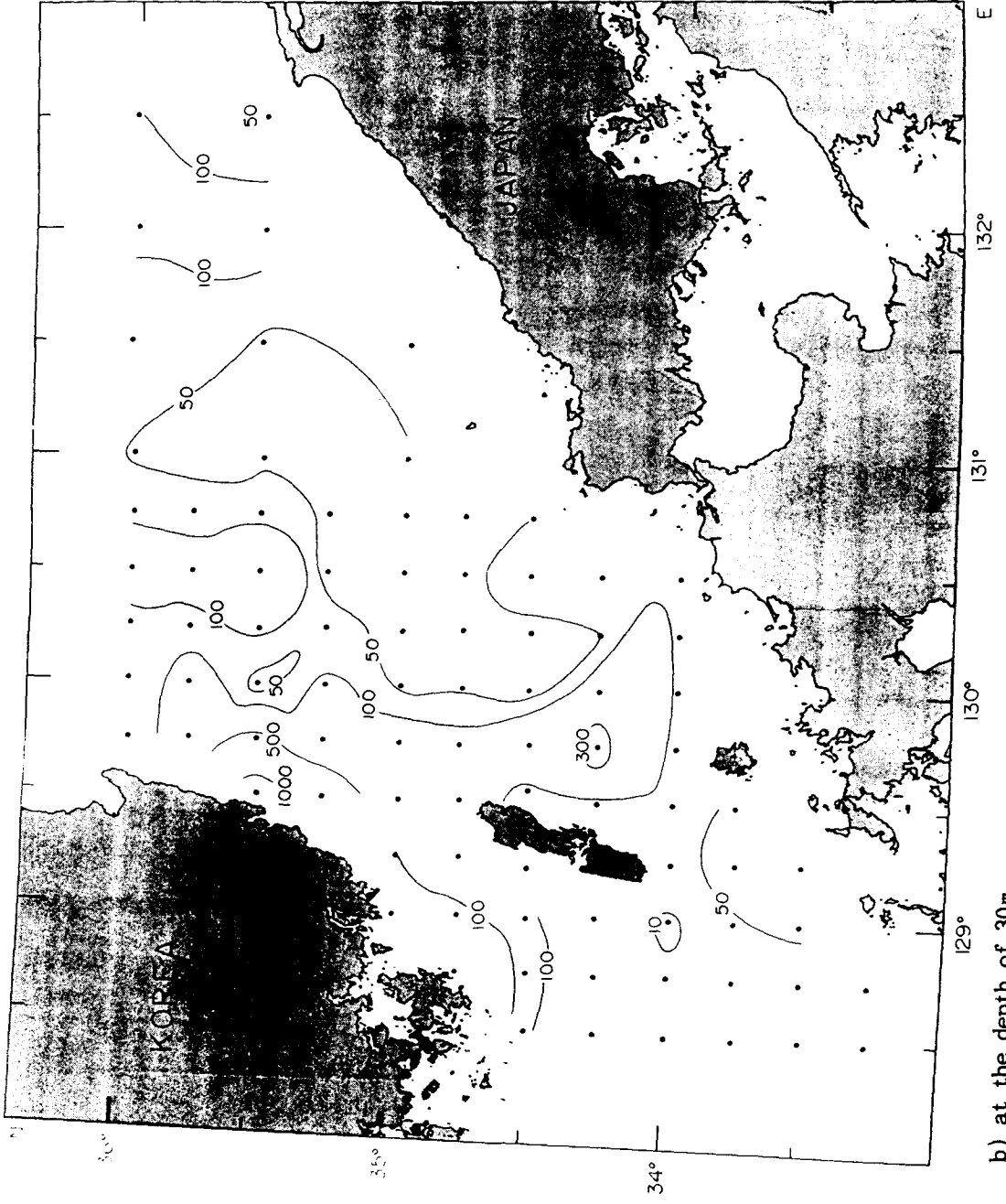


c) in the bottom water
 Fig. IV-34. (Continued)



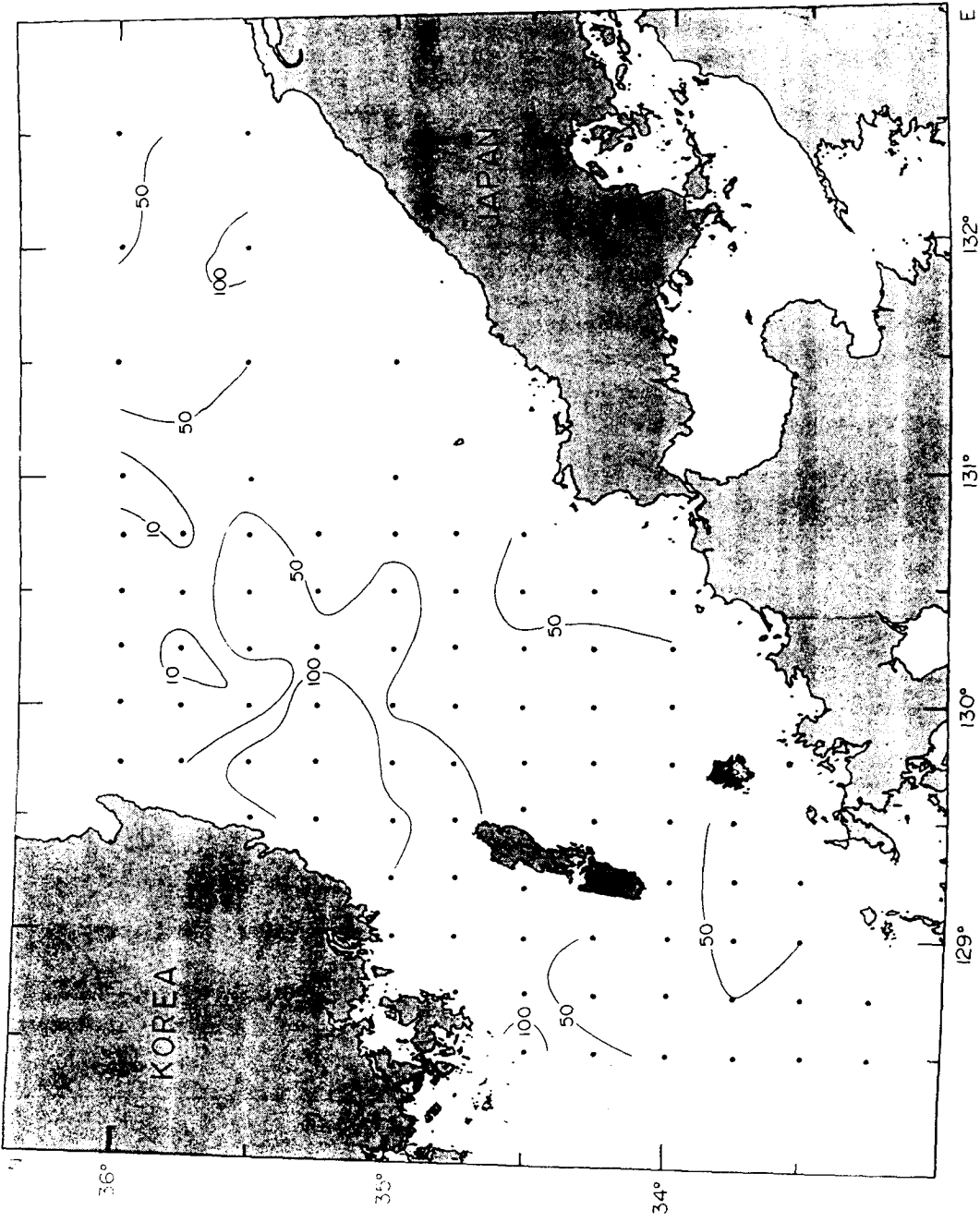
a) in the surface water

Fig. IV-35. The distribution of Colony Forming Unit (CFU/l) in the Korea Strait in November, 1992



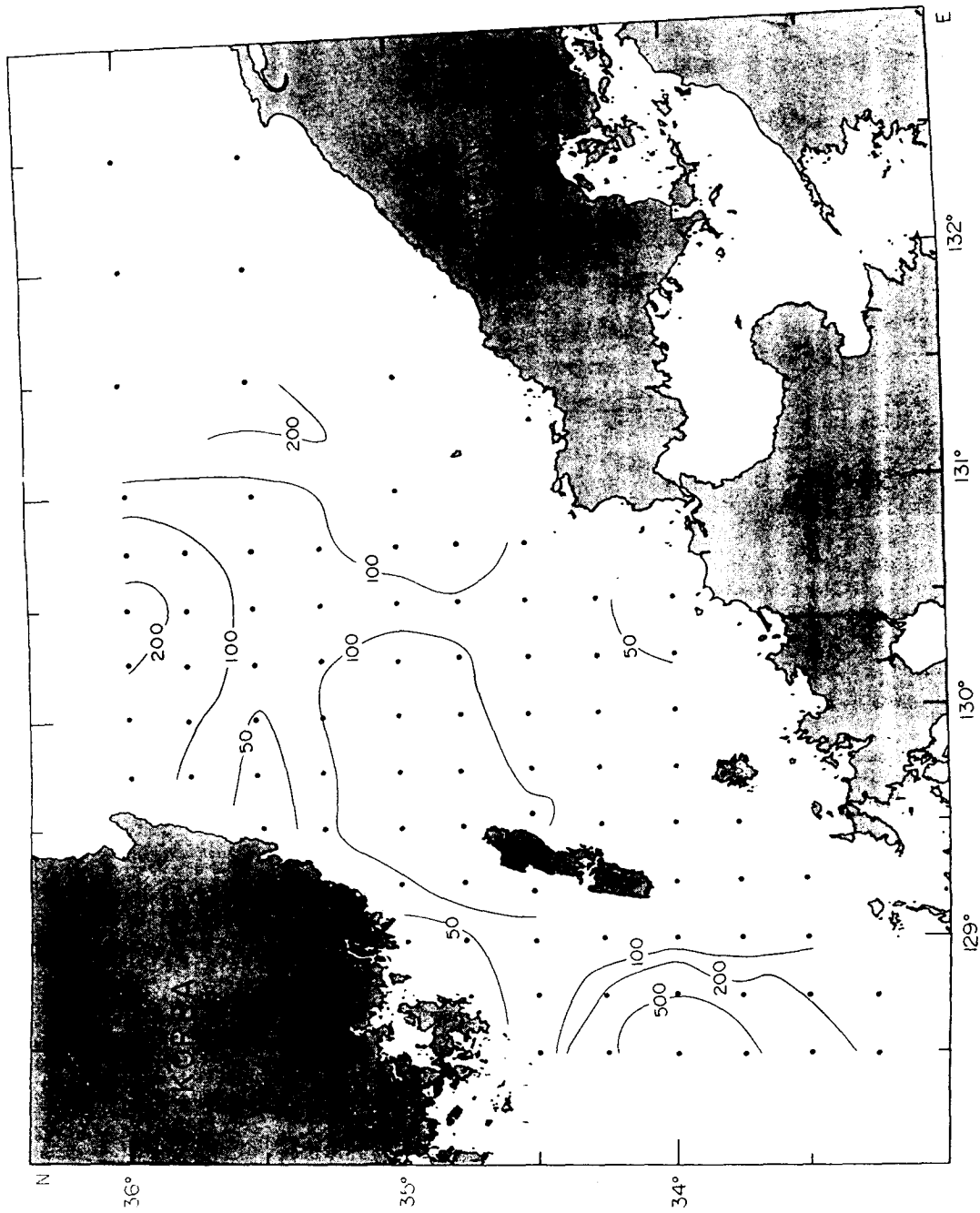
b) at the depth of 30m

Fig. IV-35. (Continued)



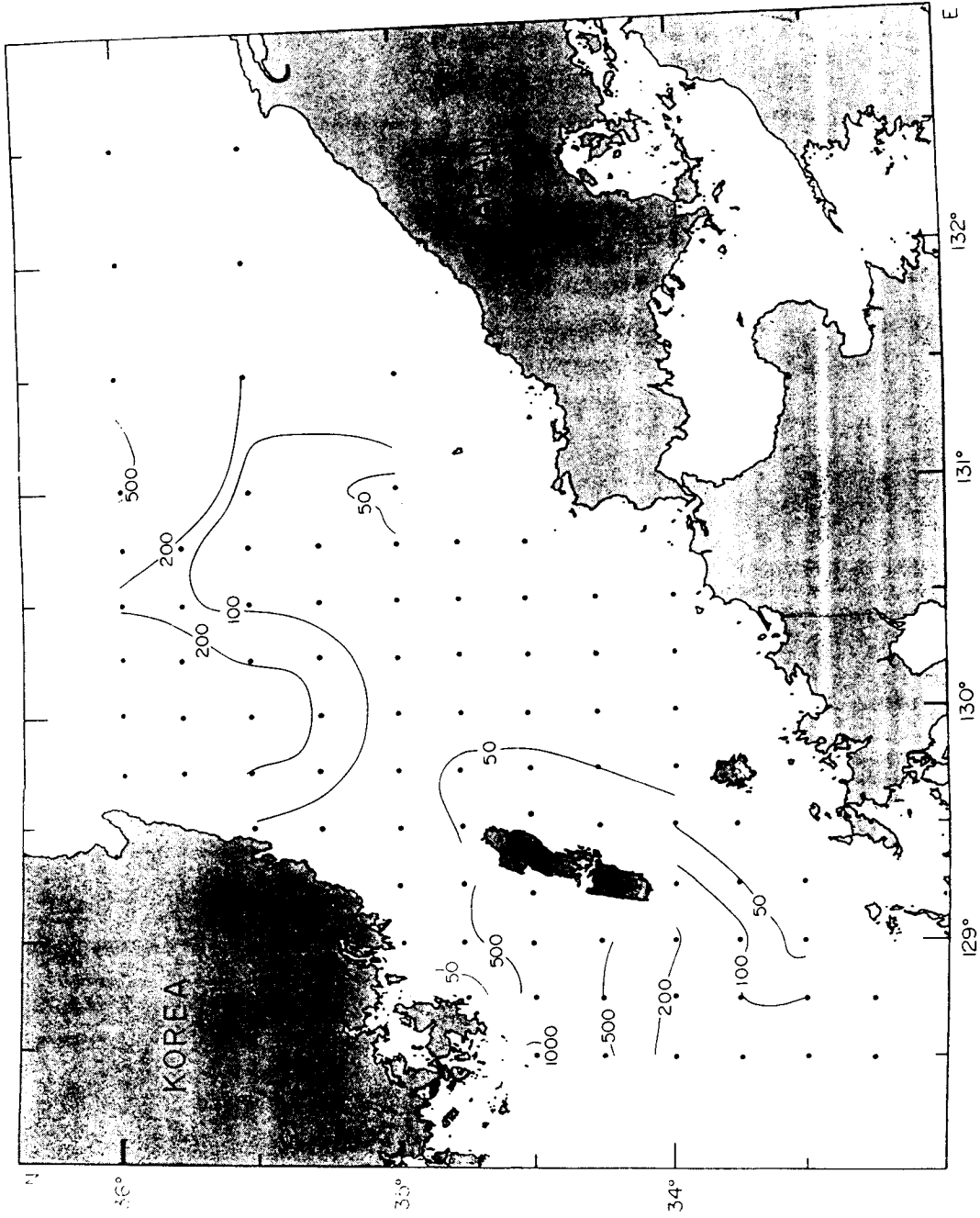
c) in the bottom water

Fig. IV-35. (Continued)



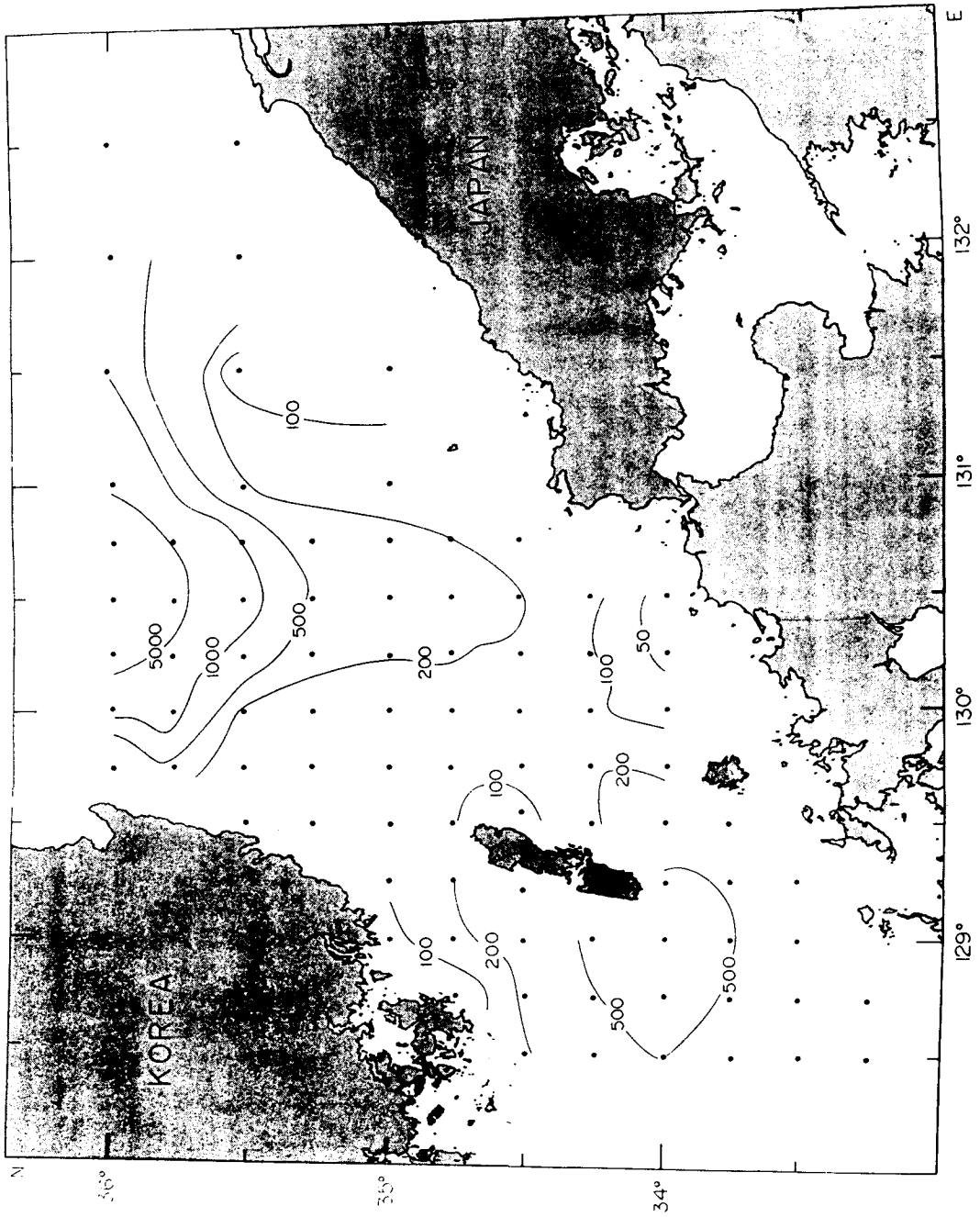
a) in the surface water

Fig. IV-36. The distribution of Turn-over time(hr) of ^{14}C -glucose in the Korea Strait in May~June, 1992

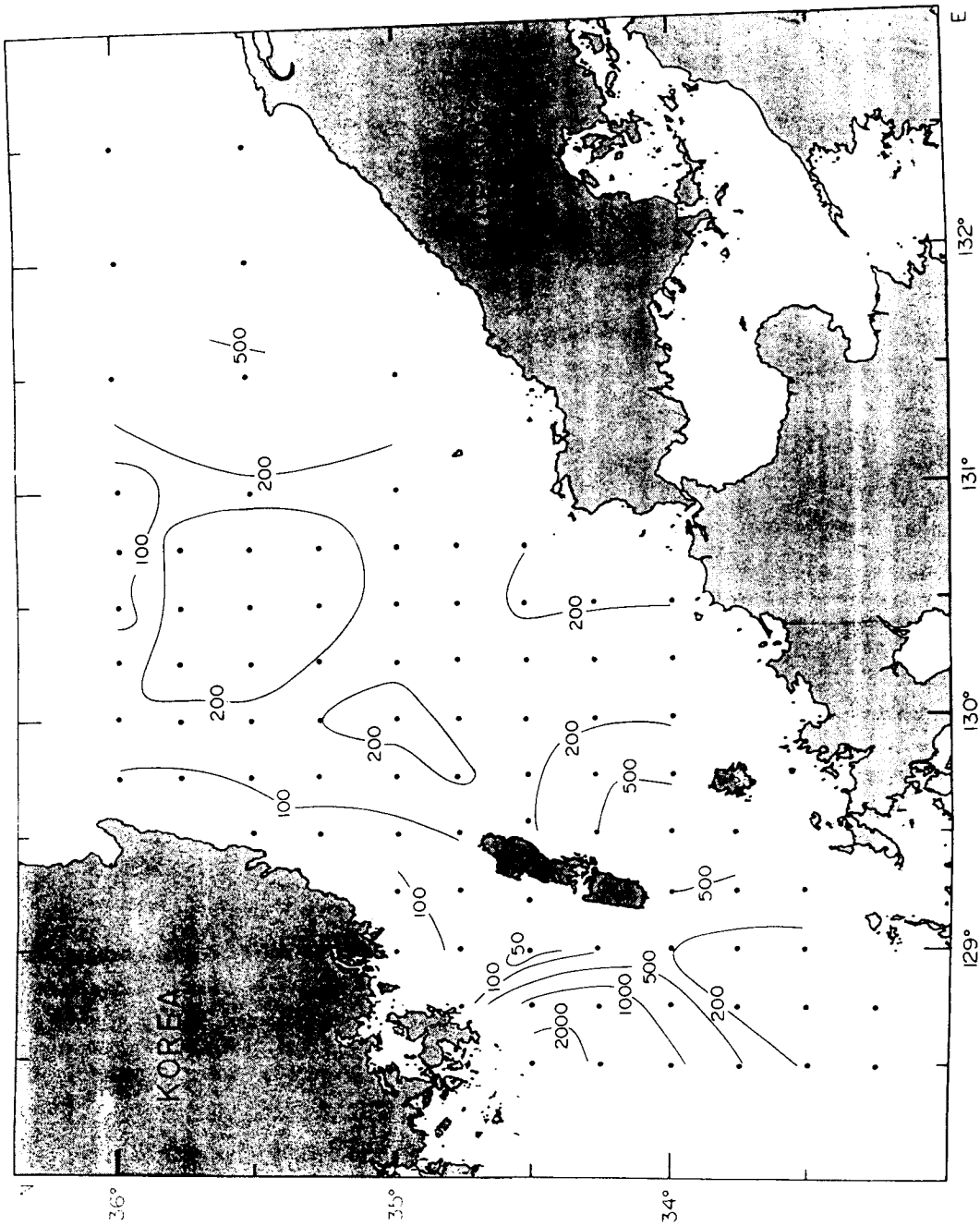


b) at the depth of 30m

Fig. IV-36. (Continued)

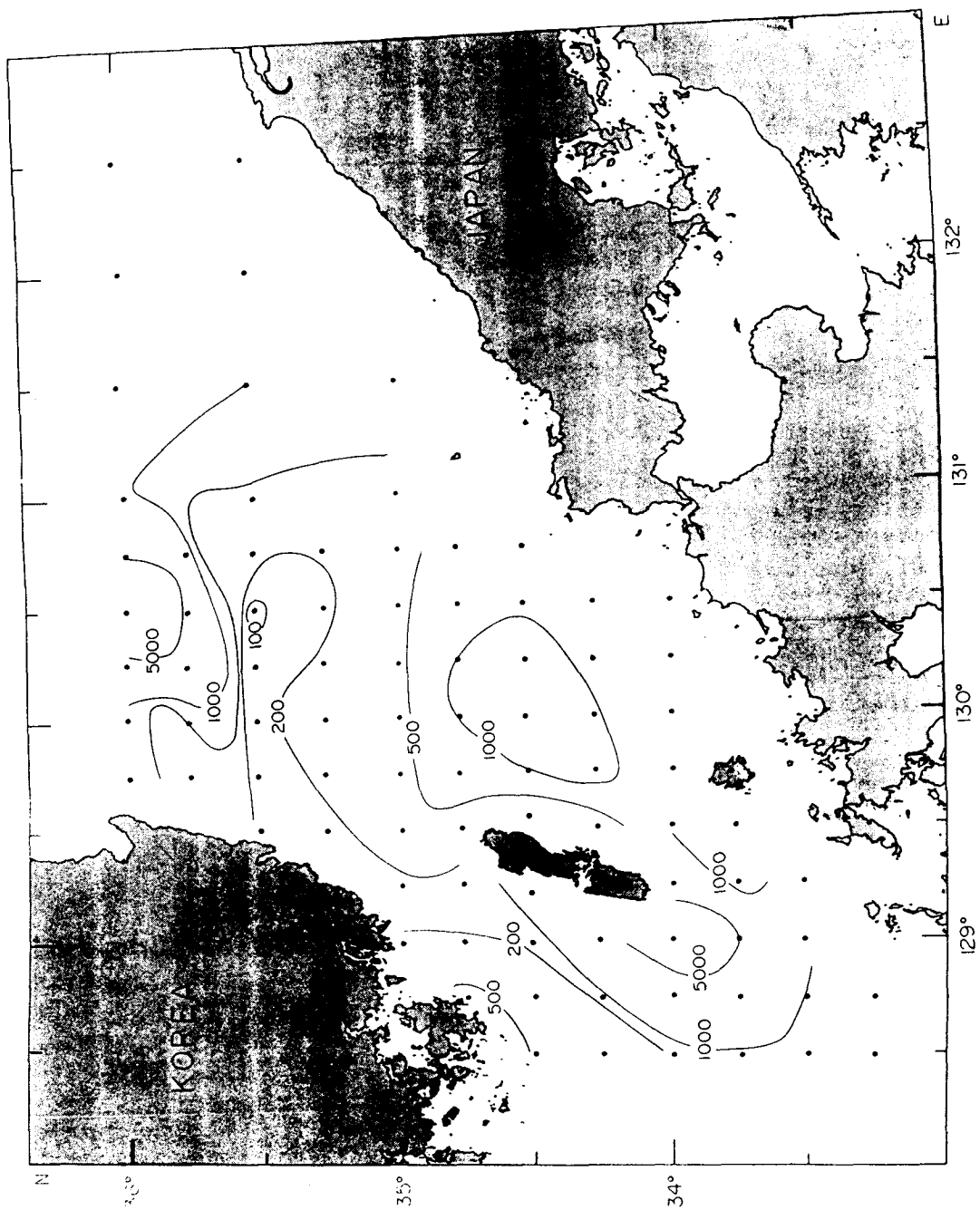


c) in the bottom water
 Fig. IV-36. (Continued)

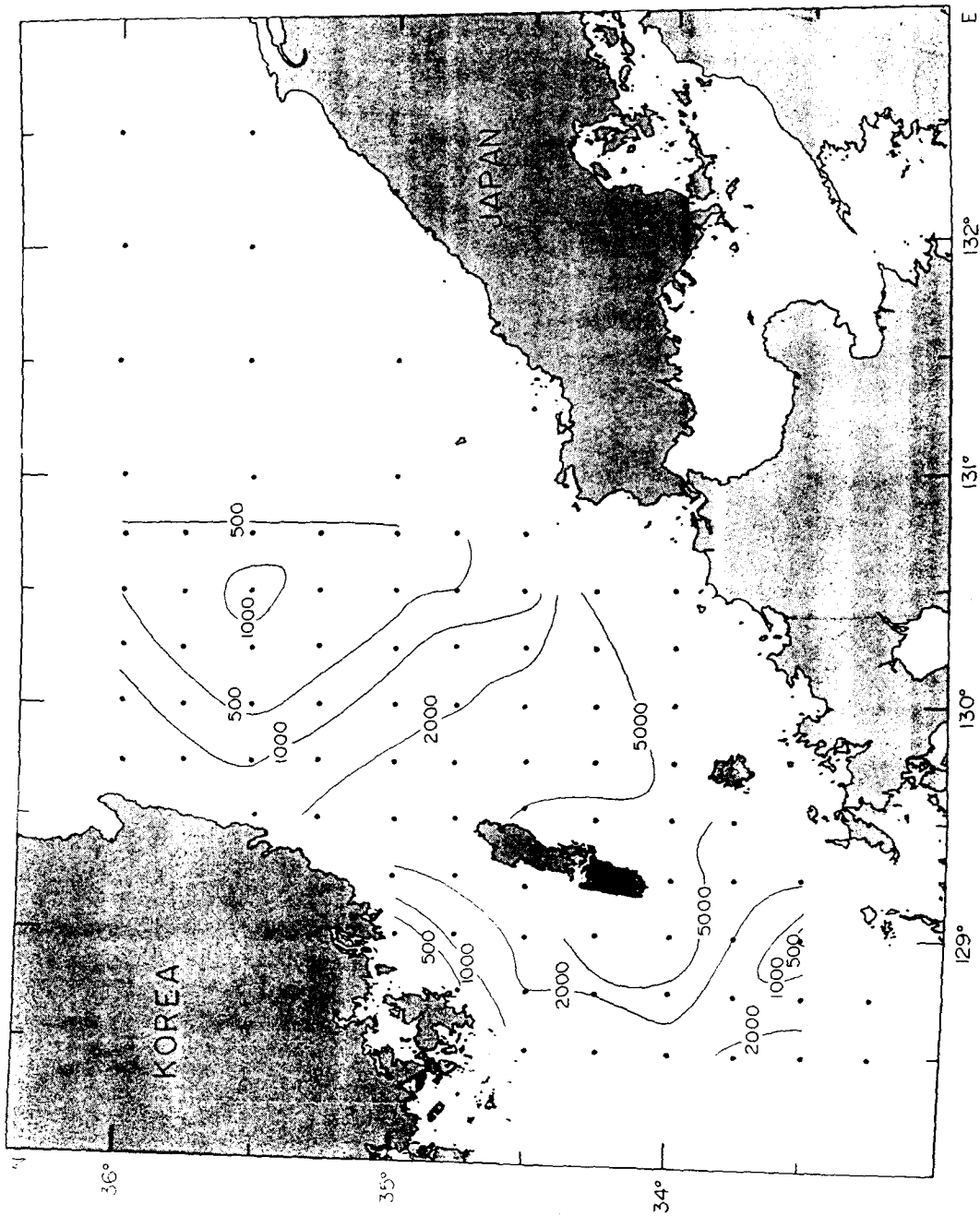


a) in the surface water

Fig. IV-37. The distribution of Turn-over time(*hr*) of ^{14}C -glucose in the Korea Strait in November, 1992

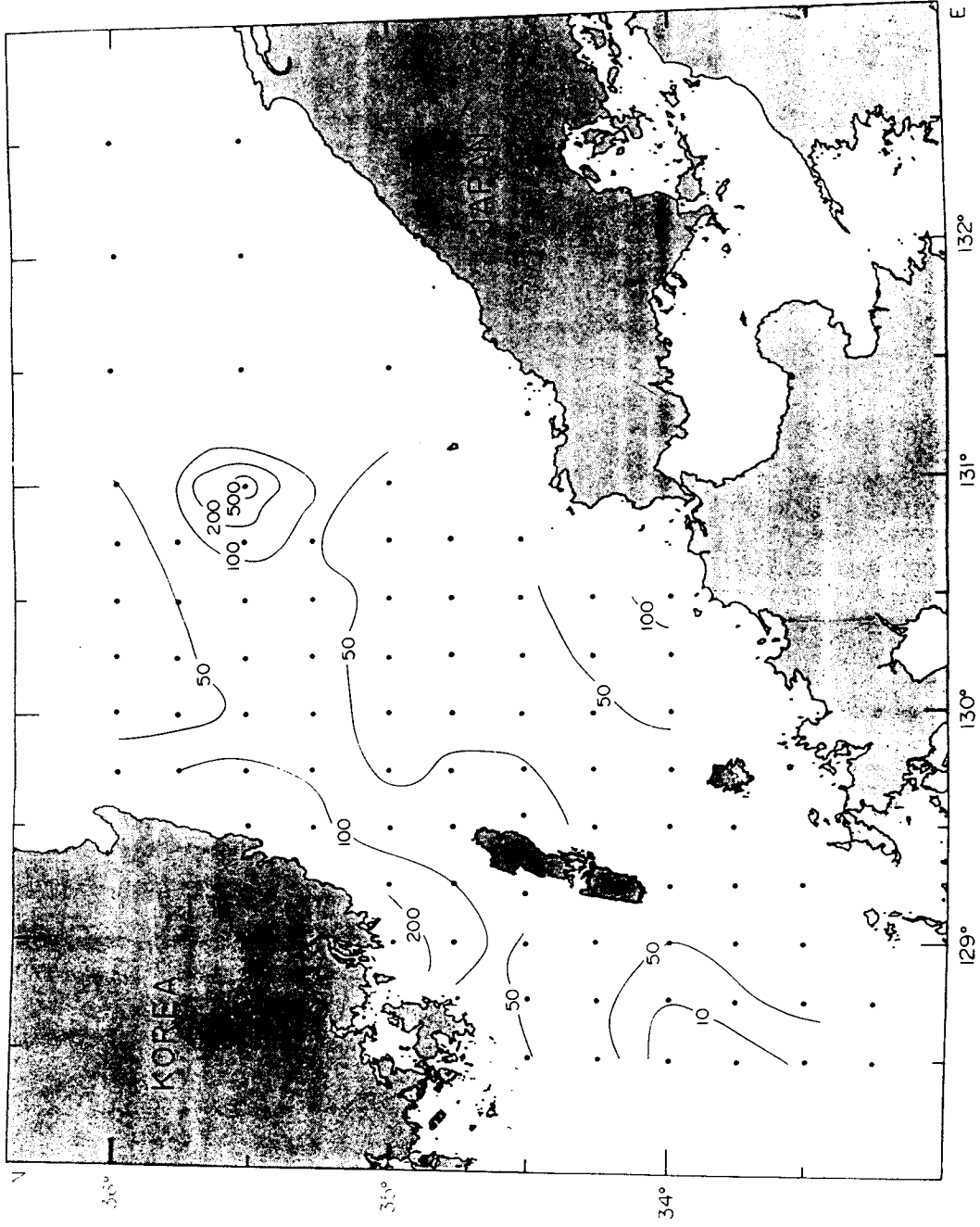


b) at the depth of 30m
 Fig. IV-37. (Continued)



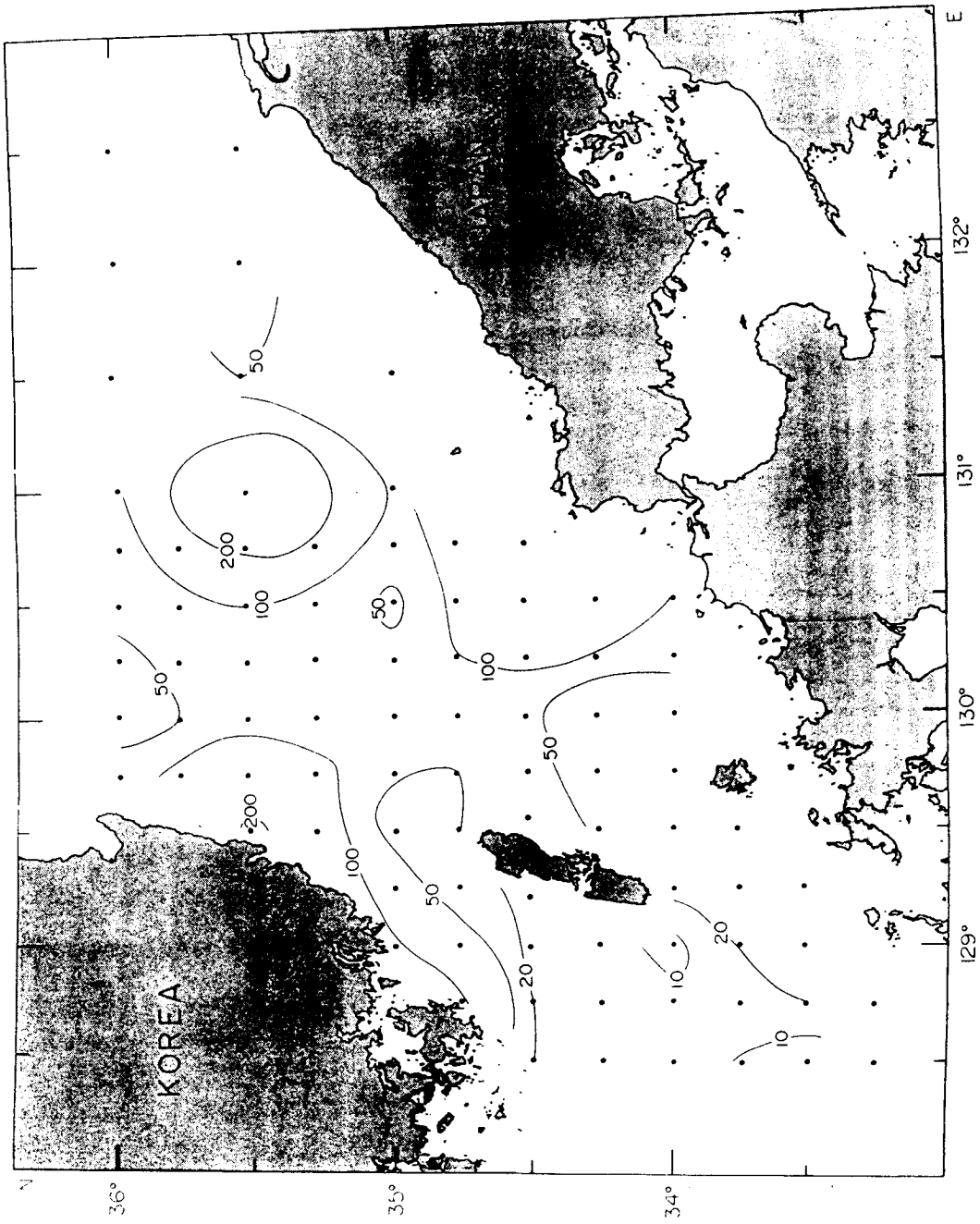
c) in the bottom water

Fig. IV-37. (Continued)

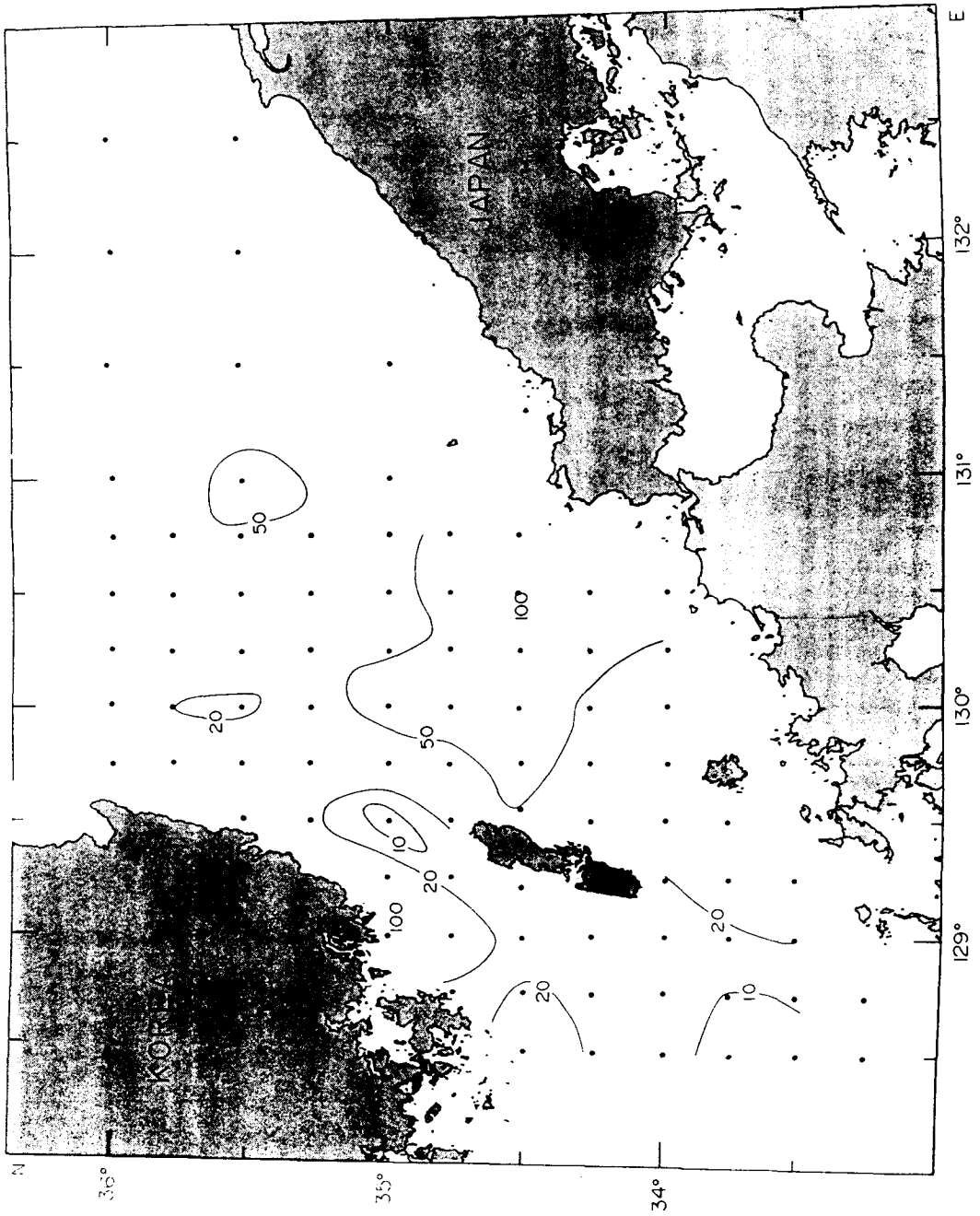


a) in the surface water

Fig. IV-38. The distribution of Bacterial production (ng-C/1/hr) in the Korea Strait in May ~ June, 1992

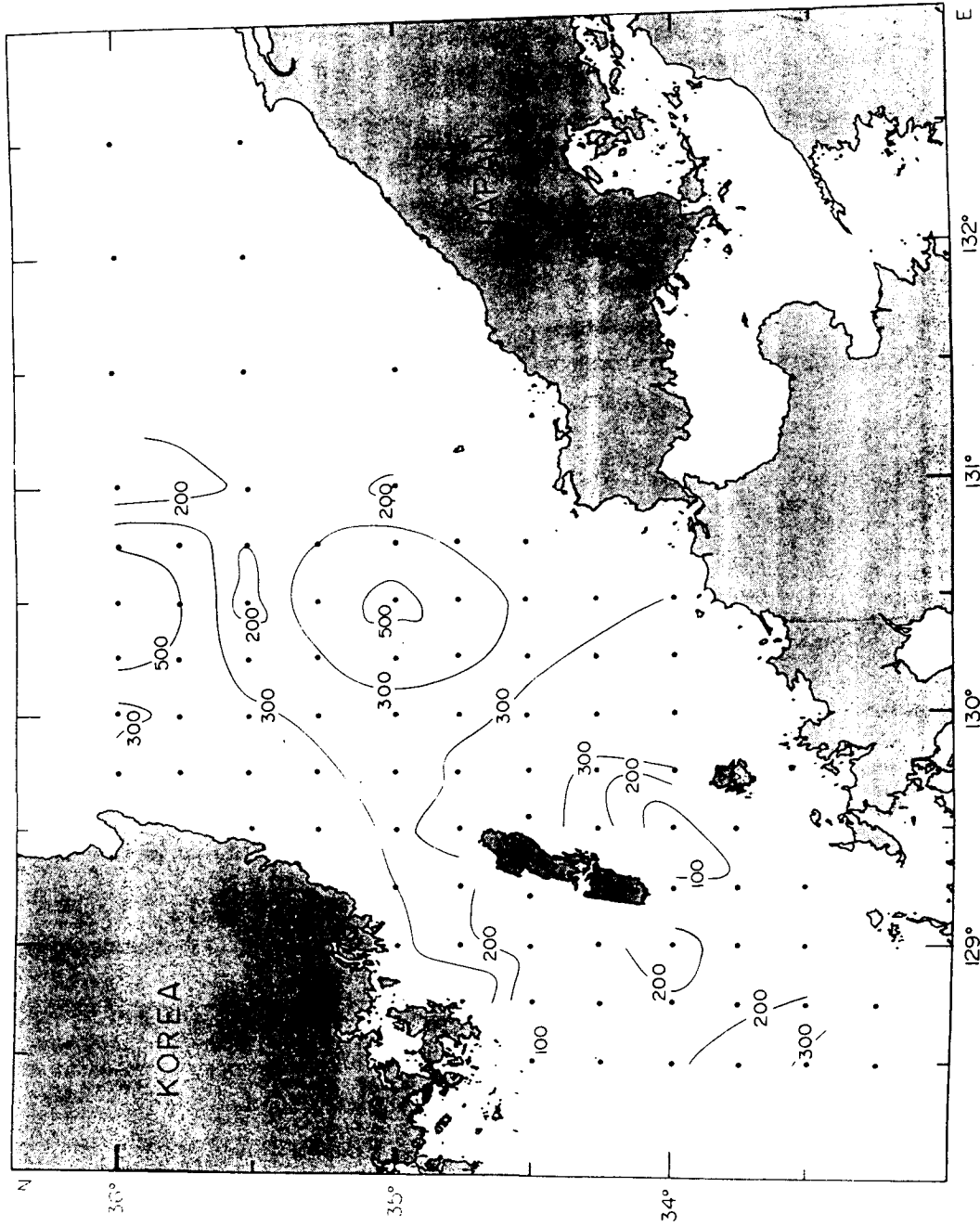


b) at the depth of 30m
 Fig. IV-38. (Continued)



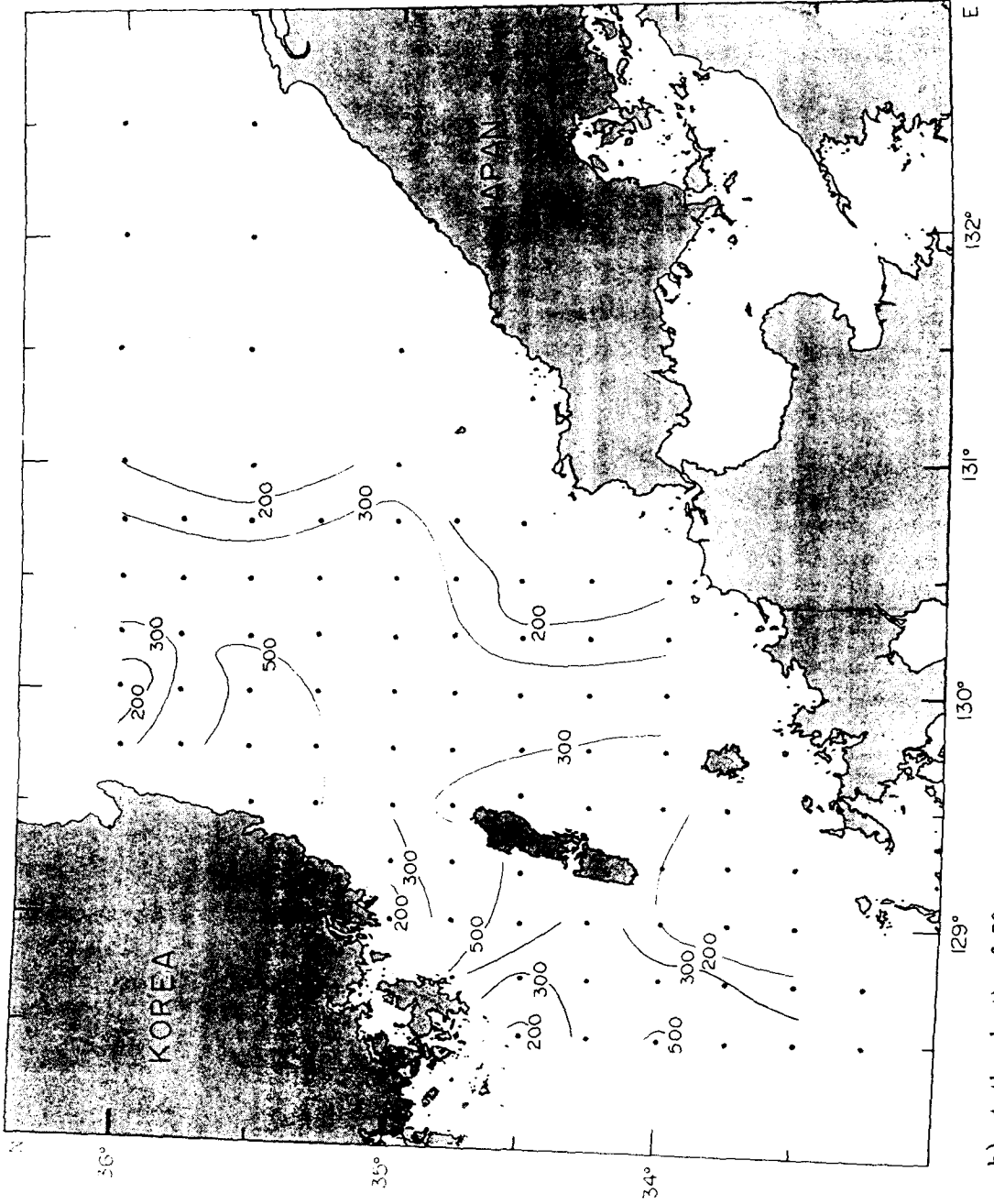
c) in the bottom water

Fig. IV-38. (Continued)



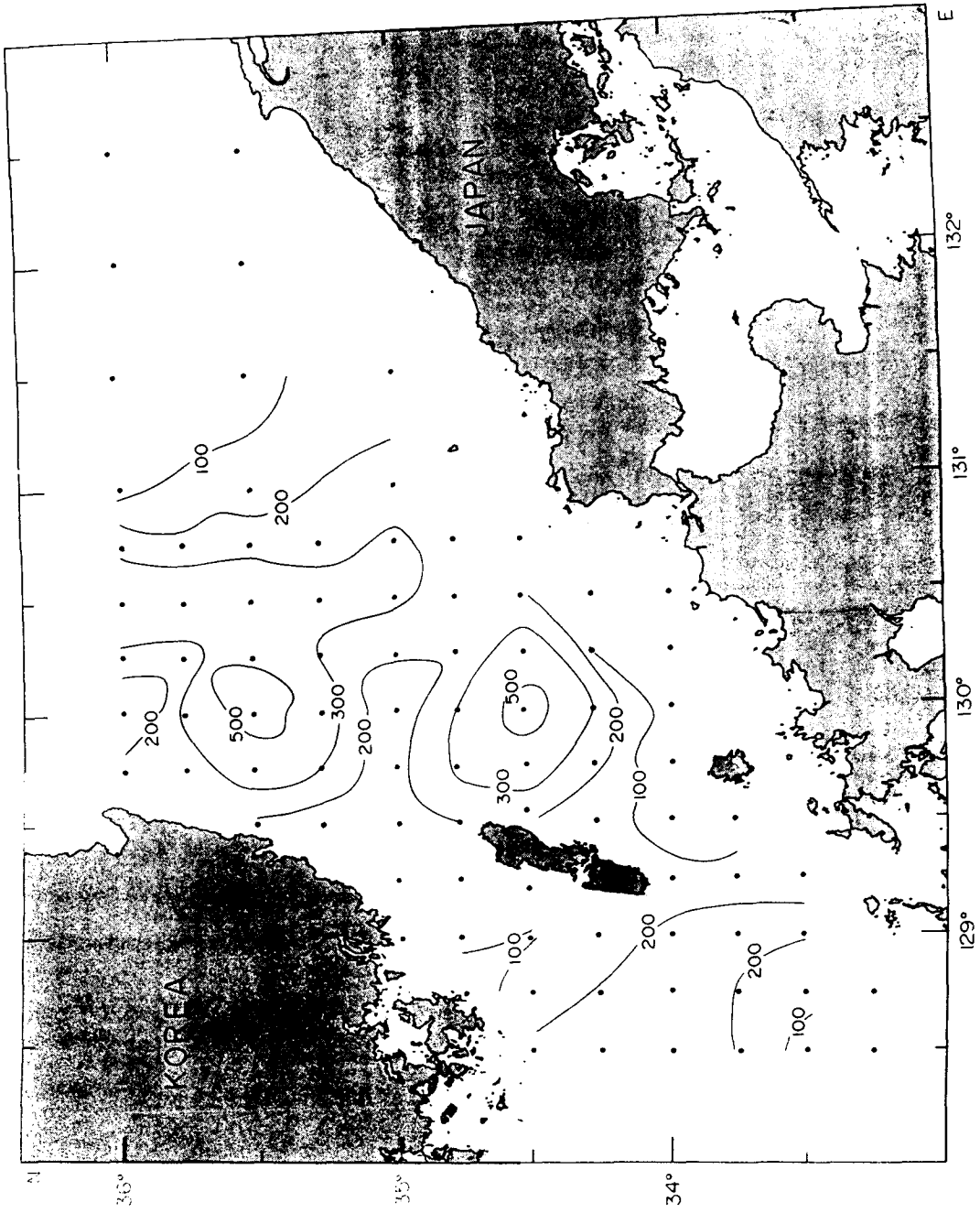
a) in the surface water

Fig. IV-39. The distribution of Bacterial production (ng-C/l/hr) in the Korea Strait in November, 1992



b) at the depth of 30m

Fig. IV-39. (Continued)



c) in the bottom water

Fig. IV-39. (Continued)

第 V 章

地質海洋學分野

(STUDIES ON GEOLOGICAL OCEANOGRAPHY)

研究責任者：鄭大教

研究員：韓相俊·劉洪龍

石奉出·姜正極

金聖烈·全承洙

李熙俊·崔東林

申東赫·朴贊弘

李庸國·鄭甲植

安重皓·元重善

金基鉉·鄭會洙

張秦豪·禹漢俊

千鐘華·鄭白勳

金光山·章在慶

朴建泰·權秀才

金龍基(高麗大學校)

金範洙(서울大學校)

研究助員：尹重洙·張錫

安鎮叔

第 1 節 緒 說

大韓海峽을 포함하는 조사지역은 對馬島을 중심으로 북동부의 동해남부해역과 남서부의 남해동부해역을 포함하는 곳으로, 동해남부해역의 수심 200-1,500m에 달하는 대륙사면과 울릉盆地의 남단을 제외하고, 대부분 수심 200m 이내의 대륙붕지역이다.

이 해역의 퇴적물분포는 수심이 100m 이상 되는 外大陸棚지역에서는 제4기 해수면이 현재보다 100m 이상 낮았던 시기에 고낙동강 또는 한반도쪽 하천에서 유입된 粗粒質퇴적물인 잔류퇴적물(relict sediments)로 되어있으며 해수면의 상승으로 현재에는 한반도 하천에서 유입된 細粒質 퇴적물이 연안근처로부터 점차적으로 殘留퇴적물을 피복해 가고 있다. 외대륙붕과 내대륙붕에는 하천 또는 육상에서 운반되어온 세립질퇴적물과 잔류퇴적물이 혼합된 니질사(muddy sand)퇴적물이 주로 분포하고 있다. 이 해역에 분포하는 퇴적물은 낙동강하구 또는 주변대륙으로부터 남해로 유입되었다가 다시 동북방향의 Kuroshio해류에 의해 이동되는 퇴적물이 가장 큰 공급원일 것으로 추정되며 한반도의 동해남부해역이나 일본열도로부터의 유입은 많지 않은 것으로 판단된다.

남해대륙붕의 地質構造는 북동-남서 방향의 북건-영남 습곡대, 타이완-신지 습곡대와 류구릿지가 발달되어 있으며, 이들은 남동쪽으로 가면서 생성연대가 젊어진다. 즉 북건-영남 습곡대는 유라기에, 타이완-신지 습곡대는 고제3기(Paleogene)중에 그리고 류구릿지는 신제3기(Neogene) 중에 형성된 것으로 알려져 있다. 연구지역의 북부일부를 포함하는 울릉분지의 생성기원은 동해의 생성기원과 밀접한 관계가 있다. 현재까지 알려진 바로는 동해는 서태평양의 배호상분지(back arc basin)의 한 부분이며 일본분지는 태평양판의 섭입에 의한 後列島 확장으로 생성되었음이 1989년 ODP의 결과로 확인되었다. 울릉분지는 후열도 확장에 의해 수반되는 대륙지각의 얇아짐(attenuation)에 의해 생성되었으리라고 추측된다. Uyeda(1979)는 이러한 생성과정동안 작용했던 주된 원동력으로는 마리아나 海溝에서와 같은 subduction지역에 나타나는 장력으로 해석했고, 백악기 후반 또는 제3기 초반에 나타난 spreading의 기원도 장력과 직접 관련된 것으로 추정하고 있다.

동해남부해역에서의 深部탄성과 탐사자료에 의하면 이 지역에 분포하는 퇴적암층은 쇄설성의 신생대 제삼기 초기의 퇴적층과 이후 점차 얇아지는 제삼기 후기의 퇴적층 및 제사기 퇴적층으로 구성되어 있으며 퇴적환경은 對馬島에서 동해남부해역으로 발달하는 북동방향의 Prograding deltaic 환경과 그 경사방향으로서 Slope, Submarine fan 환경의 연속적인 배치가 주된 환경이었고, 시간이 경과함에 따라 이러한 배열은 전반적으로 울릉분지쪽, 즉 북동방향으로 이동해 가며 두꺼운 4-5km 이상의 사암, 이암의 퇴적층을 형성한 것으로 보여진다. 또한 과거 수년간의 본격적인 석유탐사를 통해 본 지역에서 천연가스의 매장을 확인한 바

있으며 추후 본격적인 개발이 계속될 전망이다.

본 연구를 통해 대한해협 해역의 해양지질과 지구물리 특성의 분포를 제시코자 하며 주된 조사항목은 해양지질분야에서는 시추퇴적물과 표층퇴적물 채취시료로부터 퇴적물 입도분포, 퇴적구조, 중광물, 점토광물, 중금속, 미고생물, 지질공학적 특성의 분석과, 지구물리분야에서는 淺部層 지구물리탐사(3.5kHz ORE, Sparker), 海底面 映像探査(Side Scan Sonar), 해저지형(측심), 地磁氣 탐사에 의한 해저지층의 분포와 해저지형 분석, 지자기 분포의 분석등이다. 이러한 기초자료로부터 본 연구지역에 현재 또는 가까운 지질시대에 분포했었던 퇴적환경과 지구조적 변화의 정밀한 해석이 가능하게 될 것이고, 이 결과를 기초로 하여 고기 퇴적암층과의 대비를 실시하게 되면 본 퇴적분지의 생성이후의 진화과정을 상세히 규명할 수 있게 될 것이다. 이러한 연구는 궁극적으로 지구환경 변화에 따른 해수면 변화기록, 또는 석유개발에 필요한 堆積盆地 분석을 위한 자료로 활용될 수 있을 것이며, 이후 인접학문의 연구나 해양 공간자원의 활용을 위한 기초자료로서 활용될 수 있을 것이다.

본 보고서는 연구수행 일정상 주로 표층퇴적물의 입도, 퇴적상, 지화학, 및 미고생물분석과 지구물리탐사(측심기, 3.5kHz 지층탐사기 및 해상자력측정기) 결과를 중심으로 연구되었으며, 표층퇴적물의 광물, 지화학, 및 시추퇴적물의 수직 퇴적상의 변화와 계절별 浮游物質분포는 현재 분석중에 있으므로 이에 대한 결과는 제 3차 년도 보고서에 언급될 예정이다. 또한 본 해역에 대한 衛星자료에 의한 광역분석 결과도 제 3차 년도 보고서에 함께 게재될 계획이다.

第 2 節 調查 및 分析方法

1. 使用器機

- 1) Microscope binocular : Olympus SZ-Tr (미고생물 분류용)
- 2) Microsplitter (미고생물 분석용)
- 3) Oven : Griffin 3/250 FC (퇴적물 건조용)
- 4) Balance : Metteler P 160 N 9 (퇴적물 및 부유물질 정량용)
- 5) Auto size analyser : Sedigraph 5000D (세립질퇴적물 입도분석용)
- 6) X-ray diffractometer : Philips PW 1710 (점토광물 분석용)
- 7) Muffle furnace (퇴적물 분석)
- 8) Bernard calcimeter (탄산염 정량)
- 9) Softex : M-105 (시추퇴적물 X-선 촬영)
- 10) Benthos piston corer, Box corer, Shipeck grab, McIntyre grab 등 (퇴적물 시료 채취)
- 11) Vane shear test apparatus : Maruto SH-63 A (전단응력 측정)

12) IBM personal computer (자료분석용)

2. 試料採取

대한해협에 대한 퇴적물분포특성을 알기위해 1993년 5월에 해양조사선 “이어도호”를 이용하여 총 79개 정점에서 表層퇴적물을 채취하였고, 18개 정점에서 1992년 6월과 1993년 6월 두차례에 걸쳐 試錐퇴적물을 채취하였다.

부유물질(suspended sediments)은 1992년 5월, 1992년 11월, 및 1993년 8월에 각 정점별로, 그리고 1992년 4월, 1993년 1월, 및 1993년 7월에 정선을 따라 각각 수층별(표층, 10m, 20m, 30m, 50m, 75m, 100m, 125m, 150m, 200m, 300m, 500m, 750m, 1,000m, 1,500m)로 약 2 l의 해수를 채취하여 분석하였다.

지구물리 탐사를 위해 音響測深器, 3.5kHz 지층탐사기, Sparkarray 지층탐사기, 및 해상자력측정기 등이 사용되었다. 이때 항해속도는 평균 8노트를 유지하였다.

3. 室内分析

가. 表層堆積物

1) 粒度分析

채취된 시료에 과산화수소와 염산을 차례로 넣어 유기물과 탄산염을 제거, 건조시켜 무게를 측정한 후 습식체질(wet sieving)을 하여 4 ϕ 이하 조립질 시료는 sieve shaker로 20분간 체질하여 1 ϕ 간격으로 무게 백분율을 구하고, 4 ϕ 이상 세립질 시료는 전체를 대표하는 2 g을 취해 300 ml의 0.1% Calgon 용액에 넣고 초음파진동기와 磁器진동기로 균일하게 분산시킨 후 자동입도분석기(Sedigraph 5000D)로 분석하였다. 입도분석 결과는 컴퓨터를 이용하여 통계분석 처리 하였으며, 퇴적상의 구분은 Folk(1968) 방법을 따랐다.

2) 有機炭素(Particulate Organic Carbon, POC)

연구 지역에서 채취하여 냉동 보관된 표층 퇴적물을 실험실에서 자연 대류식 건조로에 넣고 60°C 이하에서 24시간 이상 충분히 말린다. 이 때 퇴적물의 수분을 완전히 제거하기 위해, 세 차례에 걸쳐서 말린 퇴적물의 무게를 측정한 뒤, 그 무게가 일정해질 때까지 오븐에서 건조시켰다. 건조시킨 퇴적물은 시료의 균일성을 얻기 위해 사기 유발을 이용 곱게 분마하였다.

유기탄소 함량을 정량하기 위하여 건조시켜 분마한 시료 약 0.10g을 평량하여 50 ml 유리 비이커에 담는다. 이 시료에 0.1N potassium dichromate($K_2Cr_2O_7$) 5 ml과 황산 5 ml을 넣은 후 가열판 위에서 약 100°C 정도로 가열하여 유기물을 산화시킨다. 유기물을 산화시키고 남은 dichromate는

ferroin 지시약을 이용하여 0.1N ferrous ammonium sulfate($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)로 적정하였다. 여기서 적정에 들어가는 ferrous ammonium sulfate의 양을 이용하여 다음과 같은 식으로 유기탄소량을 정량한다(Jackson, 1958).

$$POC(\%) = \frac{N(V_{input} - V_{tit})F}{W_s(g)}$$

V_{input} : 들어간 dichromate의 양

V_{tit} : 적정에 사용된 ferrous ammonium sulfate의 양

F : glucose를 이용하여 계산한 factor

W_s : 시료의 무게

여기서 factor F는 glucose를 이용하여 계산하였다. 이 실험 방법의 정확도는 5% 이내, 정밀도는 7% 이내의 오차범위를 보였다.

3) 炭酸鹽

탄산염 정량을 위한 시료 역시 유기탄소량을 정량할 때와 마찬가지로 粉末化하여 준비했다. 탄산염 함량은 탄산염과 염산이 반응할 때 나오는 이산화탄소량을 측정하여 탄산염 함량으로 환산했다. 먼저 분말화된 시료 약 0.5-2.0g을 정확하게 취해서 250 ml 삼각 플라스크에 넣고, 2N 염산을 담은 작은 폴리에틸렌 병을 함께 넣는다. 이 플라스크를 탄산염측정장치에 가스가 새 나오지 않도록 잘 연결한다. 그런 후 플라스크를 기울여 염산을 퇴적물 위로 흘린 후 염산과 퇴적물을 반응시켜 나오는 이산화탄소의 부피를 측정한다. 측정된 부피는 온도와 기압을 고려하여 보정한 후 탄산염의 양으로 환산한다. 이 방법의 정확도는 5%, 정밀도는 3% 이내의 오차를 보였다.

4) 有孔蟲

유공충 분석에 사용된 표층 퇴적물은 McIntyre Grab 과 Box Corer 를 사용하여 시료 30 ml를 표층 1cm에서 채취하였다. 채취된 표층 퇴적물은 즉시 현장에서 buffered formalin 용액(5%, buffered with Hexamine to pH 8 or 9)으로 처리하였다. 실험실에서 buffered formalin 용액으로 처리된 시료는 0.063mm Sieve를 사용하여 하루가 지나기전에 Silt, Clay 그리고 formalin을 제거한 다음 남은 시료를 isopropyl alcohol(mix 1:1, water and alcohol)과 함께 플라스틱 병에 보관한다. 보관된 시료는 0.1g 로즈벵갈(Walton, 1952)로 6~8 시간동안 염색시킨후 0.063 mm Sieve로 씻는다. "Soap-floated" method (Harris and Sweet, 1989)를 사용하여 유공충과 모래를 분리시킨후 40~60°C 에서 건조 시켰다. 살아있는 개체와 죽은 개체를 합쳐 대략 300개체수를 5/0 붓을 사용하여 동정하였다(Dennison and Hay, 1967; Buzas, 1990). 개체수가 많은 시료는 미량분석기를 사용하여 적당량을 분리시켰다.

5) 介形蟲

표층퇴적물의 최상부 1cm 부분을 약 250ml 채취하여 500cc 용기에 옮겨 담은 후 즉시 실험실에서 生體와 死體의 구분을 위하여 2%의 로즈벵갈 용액으로 처리하여 약 10시간 동안 염색시킨다. 염색된 퇴적물 시료를 40 체로 걸러 세척한 후 60°C 상태 乾燥器에서 완전히 건조 시킨 후 실체현미경 하에서 개형충 개체를 채취하였다. 각 시료당 300개의 개형충 개체를 정량분석을 위하여 채취하고 남은 퇴적물시료의 질량을 측정하였다. 개형충 개체수가 300개 미만일 경우에는 퇴적물 시료 전체에서 개형충을 채취하고 그 개체수를 기재 하였다. 개형충의 감별을 위하여 실체현미경과 주사전자현미경을 이용하였다.

나. 地球物理探查

지구물리탐사는 한국해양연구소 소속 이어도호(350톤)를 이용하여, 1992년 6월과 1993년 6월에 각각 한번씩 2회에 걸쳐 수행되었다. 1992년도 1차 지구물리탐사는 동해남부해역에 대해 실시되었으며, 2차 탐사는 1993년에 동해남부, 대한해협, 그리고 남해동부해역에 대해 실시되었다(Fig. V-1). 조사해역에 대한 지구물리탐사를 위해 음향측심기, 3.5kHz 지층탐사기, Sparkarray 지층탐사기, 및 해상자력 측정기 등이 사용되었다. 항해 속도는 평균 8 노트를 유지하였다. 지구물리탐사에서 얻은 지층탐사 기록지 및 해상자력 자료 등은 정밀분석을 통해 조사지역의 지층구조, 퇴적환경, 지질구조해석, 및 심부 퇴적분지 특성 연구에 이용된다.

본 보고서에서는 1992년과 1993년 각각 1, 2차 지구물리탐사 결과 중 測深, 3.5kHz 지층탐사자료, 그리고 Sparker 지층탐사자료를 분석하여 조사구역에 대한 해저지형, 지층구조, 그리고 지질구조 해석을 실시하였다. 그러나 해상 자력탐사 자료는 현재 분석 중에 있으며, 3차년도 보고서를 통해 지구물리 탐사 자료를 좀 더 보완하여 최종 분석 결과를 제시할 예정이다.

조사해역에서의 지구물리탐사시 사용된 장비는 Table V-1 및 V-2와 같다.

第 3 節 結果 및 考察

1. 表層堆積物

가. 堆積相

본 연구지역에는 다양한 堆積相이 나타나고 있으며(Table V-3, Fig. V-2), 니질(mud)퇴적물을 제외한 모든 표층퇴적물에는 많은 조개파편이 포함되어 있어 탄산염 함량이 매우 높다(20-70%).

니질퇴적물은 조사지역 북부의 대륙사면과 울릉분지 남단 그리고 부산과 포항

사이의 연안을 따라 띠 형태로 분포하고 있다. 가장 많은 지역에 분포하고 있는 니질사(muddy sand or slightly gravelly muddy sand) 퇴적물은 동해남부해역과 對馬島 서남해역에서 나타난다. 사질(sand or slightly gravelly sand) 퇴적물은 동해남부해역의 수심 100-200m의 중앙부와 對馬島 남부해역에 분포하며, 사질니(sandy mud or slightly gravelly sandy mud) 퇴적물은 對馬島 북부 沿岸지역과 일부지역(정점 0601)에 제한적으로 나타난다. 역질사(gravelly sand) 또는 역니질사(gravelly mud sand)는 對馬島를 중심으로 한국과 일본사이에 있는 峽谷을 따라 북동-남서 방향으로 분포하고 있다.

조사지역의 표층퇴적물 분포특성은 제 4기 해수면이 낮았던 시기에 쌓인 조립질의 잔류퇴적물이 외대륙붕지역에 주로 분포하고 있으며, 현재에는 한국 東南해안으로부터 북동-남서 방향으로 가며 하천에서 유입된 퇴적물이 점차 殘留堆積物을 피복해가는 과정에 있다. 조사지역에서는 육상에서 유입된 세립질퇴적물과 조립질의 잔류퇴적물이 혼합된 니질사퇴적물이 넓게 분포하고 있다.

나. 有機炭素

조사 지역은 동해의 포항이 위치한 북위 약 36°선 아래와 33°선 위에 위치한다. 따라서 대한해협과 동해의 비교적 깊은 부분까지를 포함하고 그 堆積相이 아주 다양하게 나타난다(Fig. V-2).

퇴적물의 유기탄소량은 대개 퇴적물 위 해수의 생산성, 퇴적물의 유기 탄소의 보존성 그리고 퇴적물의 粒度에 의해 결정된다. 따라서 본 조사 지역과 같이 퇴적상의 차이가 뚜렷하게 나타나는 지역은 유기탄소량에 영향을 크게 미칠 수 있는 요인으로 퇴적물 입도를 들 수 있다. 본 지역에서 퇴적물의 입도는 아주 조립한 북위 약 35.5°남쪽의 퇴적물과 그 반대로 세립한 북위 약 35.5°북쪽의 퇴적물로 확연하게 구별되어 유기탄소량도 그에 의해 많은 영향을 받은 것으로 나타났다(Fig. V-3).

유기탄소량은 0.02-2.4%의 범위를 보여 그 변화량이 아주 크게 나타났다(Table V-4). 조사지역 유기탄소량의 분포는 몇 가지 특징을 가지는데, 우선 북위 약 35.5°선을 경계로 그 위에서는 모두 1% 이상의 높은 유기탄소량을 보이나 그 아래에서는 거의 모두 1% 이하로 나타나 그 구분이 뚜렷하다는 점이 특징이다(Fig. V-3).

북위 약 35.5°의 남쪽 지역에서 나타나는 유기탄소량의 분포 특징은 다음과 같다. 우선 한반도의 연안, 즉 부산에서 울산에 이르는 연안 쪽의 정점과 남해안에 가까운 정점에서 유기탄소량이 비교적 높으며 쓰시마 섬의 북동쪽에서 또한 약간 높은 정점들이 위치한다. 연안에서 높은 유기탄소량을 보이는 정점은 일본 쪽에서도 마찬가지로 나타나는데 이 역시 위도가 높아지면 유기탄소량이 증가하는 경향을 보인다.

북위 약 35.5°북쪽 지역에서는 1.4~2.4%의 높은 유기탄소량을 가지는 정점들만이 분포하고 있다. 대략적으로 연안 쪽에서 유기탄소량이 높고 동쪽으로 갈수

록 낮아지는 경향을 보이지만, 정점들의 가운데 지역에서 띠 형태로 다른 정점에 비해 약간 높은 유기탄소량을 보이며, 일본 쪽의 한 정점에서 가장 높은 유기탄소량을 보이는 것이 특징이다.

한편 수심에 따른 유기탄소량의 변화 특성이 있는지 알아보기 위해 Fig. V-4와 같이 그림을 그려보았다. 그림에서는 유기탄소량 1.0%를 기준으로 그 이하의 함량을 가지는 정점들은 수심 400m 이하에서만 분포하는 것을 알 수 있다. 한편 1.0% 이상의 유기탄소량을 가지는 정점들은 수심이 아주 깊은 곳까지 넓게 분포함을 알 수 있다. 이는 유기탄소량의 공간적 분포와 일치하는 결과이다. 즉 낮은 유기탄소량을 가지는 정점들은 북위 약 35.5° 남쪽 지역에 분포하며, 그 정점들의 수심이 모두 400m 이하인 것을 반영한다. 그 반면 유기탄소량이 많은 정점들은 주로 북위 약 35.5° 북쪽에 위치한 정점들이며 이 정점들의 수심은 최고 약 1,600m에 이른다. 그런데 유기탄소량 1.0% 이상의 정점 중 낮은 수심을 보이는 정점들은 연안 쪽의 정점들로 Fig. V-3에서 보는 바와 같이 유기탄소량이 높은 연안쪽의 정점들이다.

이러한 결과는 조사 지역 남쪽 퇴적물이 아주 조립한 반면 수심이 깊은 퇴적물들은 세립한데 따른 결과로 생각된다. 한편 연안 쪽에서 높은 유기탄소량은 육지에서 유입되는 물질의 영향으로 생각된다.

다. 炭酸鹽

본 조사 지역의 표층 퇴적물 중 탄산염은 주로 해저 표면에 서식하거나 퇴적층에서 굴을 파고 사는 탄산염 껍질을 가진 생물들의 잔해들이었다. 본 지역에서 탄산염 함량의 양은 0.6-73%의 범위를 보여 그 변화 폭이 아주 크게 나타났다 (Table V-5).

공간적 분포는 유기탄소량과는 반대로 북위 35.5° 남쪽에서 월등하게 많은 양을 보였다. 북위 35.5° 북쪽 지역에서는 거의 5.0% 이하의 낮은 값을 보이지만 그 남쪽 지역으로 가며 점차 높아지는 경향을 보인다 (Fig. V-5). 북위 35.5° 북쪽 지역에서는 연안에서 炭酸鹽 함량이 높지만 동쪽으로 가며 점차 낮아지다가 다시 높아지는 경향을 보인다. 북위 35.5° 남쪽 지역에서는 남쪽으로 가며 점차 탄산염 함량이 높아져 對馬島을 중심으로한 지역과 그 남서쪽에서 60% 이상의 아주 높은 함량을 보인다. 그리고 한반도 연안 정점에서는 10% 이하로 낮은 함량을 보이고 있다. 이러한 분포 경향은 탄산염 함량이 지형 및 퇴적상과의 밀접한 관련성이 있음을 의미한다.

수심과 탄산염 함량을 같이 나타낸 Fig. V-6에서는 유기탄소량과는 달리 수심이 깊어지면서 감소하는 경향이 나타난다. 수심 400m 이하의 정점은 주로 조사 지역 남쪽에 있으며 그 정점들의 탄산염 함량은 수%에서 73%에 이르고 있다. 그 정점들에서 낮은 탄산염 함량은 연안 지역의 정점들이다. 수심이 400m 이상으로 깊은 정점들은 거의 10% 이하의 낮은 함량을 보이는데 깊이에 따라 조금씩 감소하는 경향을 보이는 것이 특징이다.

라. 有孔蟲

유공충 분석에 사용된 14개의 정점은 수심의 변화가 있는 동해남부에 해당되는 지역이다(정점 1206-1209, 1106-1109, S-1, 1005-1009). 살아있는 군집과 전체군집(산 개체와 죽은 개체)의 개체수와 상대적인 비율(%)은 Table V-6에 요약하였다. 살아있는 군집의 개체수는 젖은 시료 30m/ 당 35개체(정점 1007)에서 1,872개체(정점 1005)로 큰 차이를 보이고 있다. 살아있는 개체수는 울산 근해에서 가장 높은 값을 나타내며 일반적으로 外海쪽에서 상대적으로 높은 값을 나타낸다(Fig. V-7).

전체군집의 개체수는 젖은 시료 30m/ 당 275개체(정점 1007)에서 22464개체(정점 1006)로 큰 변화를 보이고 있다. 가장 작은 개체수는 조개껍데기와 조립질 퇴적물로 구성된 정점 1007에서 나타나며, 일반적으로 외해쪽으로 증가하는 경향을 보이고 있다(Fig. V-8).

살아있는 군집의 상대적인 비율은 육지 가까이에 있는 수심 100m 근처에서 상대적으로 높게 나타나는데 이것은 육지로 부터 유입되는 有機物이 상대적으로 안정된 환경적인 요인을 가지고 있음을 추정할 수 있다. 이 지역에서는 수심 100m 지역과 550-1,270m 지역에서 상대적으로 높은 비율을 나타내고 있다(Table V-6 ; Fig. V-9). 살아있는 군집내에서는 일반적으로 Calcareous 유공충이 높은 비율을 차지하고 있지만(>90%) 수심이 1000m 이상인 지역에서는 일반적으로 수심의 증가와 함께 Arenaceous 유공충이 증가하는 경향을 보이고 있다. Arenaceous 유공충이 상대적으로 가장 높은(40.3%) 값을 보이는 지역은 수심 1,570m인 정점 1209에서 나타난다(Fig. V-10).

전체군집내에서 Arenaceous 유공충이 차지하는 비율은 일반적으로 5% 미만의 낮은 값을 나타내지만 수심이 상대적으로 깊은 4개의 정점(1208, 1209, 1107, 1108)에서는 상대적으로 높은(14.5~0.8%) 값을 나타내고 있다(Fig. V-11). 전체군집내에서 부유성(Planktonic) 유공충이 차지하는 비율은 수심 100-200m 지역에서 상대적으로 높게 나타나는데 일반적으로 外海쪽으로 증가하는 경향을 보이고 있다(Fig. V-12).

마. 介形蟲

전체 총 79 정점의 시료 채취 지점에서 1차적으로 경상남도 울산 주변 해역의 13개 정점에서 개형충을 채취하였다(Fig. V-13).

개형충의 출현현황은 Table 1에 정리하였으며 총 32속 38종이 同定되었으며 대체로 많은 수의 新種들이 포함되어 있다.

그 중 출현빈도가 높은 대표종들은 다음과 같다(Table V-7).

Cythereptoron sp. A

Cytherepteron sp. B

Finmachinella sp. A
Krithe japonica
Palmenella limicola
Propontocypris sp. A

출현현황을 보면 수심 200m 이상의 지역에서는 출현량이 극히 저조하며 그 이외의 지역에서는 풍부한 출현상태를 나타낸다(Fig. V-13, Table V-7).

Fig. V-14는 生體와 死體의 비를 도시한 것으로 대체로 수심이 깊은 200m 이상 지역에서 생체의 비가 높은 것을 알 수 있다. 200m 이내의 수심에서 출현하는 개형층은 灣 환경에서 주로 서식하는 종들이 다수 출현하는 경향을 보이는데, 이는 해류에 의하여 쓸려내려온 것으로 추정되며 200m 이상의 수심에서는 그러한 경향을 보이지 않는다.

종다양도(Fig. V-15)의 경우도 마찬가지로 수심 200m를 경계로 하여 뚜렷이 구분되며 깊은 수심에서는 *Krithe japonica* 와 *Propontocypris* sp 만이 출현된다(Fig. V-16).

정점 1009에서는 다른 지역과 상당히 다른 출현양상을 보인다. 여기서 주로 출현된 *Acanthocythereis mutsuensis*, *Finmachinella* sp., *Palmenella limicola* 등은 100m 이상의 수심에서 출현되는 대표적인 寒流種으로 이 지역이 한류의 영향을 많이 받은 것으로 추정된다(Fig. V-17). 정점 1005 와 1006에서는 寒流種과 暖流種 그리고 천해와 심해종이 모두 다 출현하였는데, 이는 이 지점이 한류와 난류가 교차하는 지역이며 淺海種들이 해류에 의하여 쓸려 내려온 것으로 사료된다. 그 외의 지역에서의 환경요소는 *Propontocypris* sp.의 연구가 진행된다면 밝힐 수 있으리라 본다.

전체적으로 본 연구 지역의 개형층의 분포를 좌우하는 환경요소는 수심과 수온으로 추정되나 수심의 변화는 다른 환경요소(퇴적양상, 온도, 빛, 먹이)의 변이를 동반하기 때문에 개형층과 수심만의 관계를 추정하기는 어렵다는 것이 일반적인 해석이고 본 연구지역의 200m 이상에서 주로 출현된 *Krithe japonica*의 경우도 비교적 넓은 수심에서 분포하는 광심도성의 경향을 보이는 종으로 보고되어 있으나 본 연구에서는 수심 변화에 민감한 반응을 나타내고 있다. 특징적인 한류종과 난류종이 함께 출현되는 양상이 뚜렷한 1005, 1006 지역은 한류와 난류가 교차되는 지점으로 수온 변화가 주요 환경요소인 것으로 사료된다.

2. 地球物理探查

가. 海底地形

동해남부해역은 지형적으로 수심 200m 이하 지역인 대륙붕, 수심이 급격히 깊어지는 대륙사면, 그리고 울릉분지로 구분된다(Fig. V-18). 대륙붕 지역은 한반도 남동부 해역과 일본 남서혼슈 서해해역 사이의 넓은 해역을 차지하고 있다.

남쪽해역의 大陸棚은 넓고 평탄한 지역을 이루나, 북쪽해역의 대륙붕은 한반도 동해안과 일본 서해안을 따라 점차 좁아지면서 발달해 있다. 대륙붕 지역을 지나 울릉盆地를 향해 급사면의 대륙사면이 심해 분지를 둘러싸는 반원형 형태로 발달해 있다. 대륙사면을 따라 사태 및 함몰 등 질량류 퇴적작용에 의한 침식 및 퇴적작용 결과로 인해 매우 복잡한 해저지형이 발달해 있다. 대륙사면의 수심분포는 약 200 - 1500m에 놓여 있다.

부산 외해와 對馬島 사이에 동해와 남해를 연결하는 대한해협이 발달해 있다. 대한해협은 북동-남서방향으로의 장축을 갖는 함몰된 해저지형으로 형성되어 있다. 최대 수심은 약 200m 이상에 이른다.

남해 동부해역은 동측 대한해협의 局地的 함몰지역을 제외하고 평탄한 해저면을 보이며 남쪽 외해를 향해 서서히 깊어지는 양상을 보인다.

나. 3.5kHz 地層構造 解析

동해 남부해역은 지역적으로 울릉분지의 남쪽 대륙연변부에 해당되며, 지형적으로 평탄한 대륙붕지역과 울릉분지를 향해 수심이 급격히 깊어지는 대륙사면에서 심해분지로 이어지는 해역이다(Fig. V-19). 대륙붕지역에는 現世퇴적물이 한반도 연근해역을 따라 대상으로 분포하며, 비교적 고화된 제4기 플라이스토세 砂質 퇴적물이 외해역 대부분 지역에 분포하고 있다. 이 퇴적물은 후기 제4기 빙하기에 대기에 노출된 후 다시 해수면이 상승함으로써 현재는 해양환경의 대륙붕 해저면에 남아 있는 잔류퇴적물(relict sediments)로 해석된다. 이들 퇴적층에 대한 3.5kHz 지층탐사기에 나타나는 음향 특성은 해저면에서의 강한 반사내지 부분적으로 일부 한정된 깊이에서의 발달양상만 보여, 전반적인 淺部지층구조의 확인이 어렵다. 대륙사면지역은 경사가 급하며 斜面을 따라 퇴적물의 사태와 함몰운동(sliding and slumping) 등 질량류 퇴적작용(massflow deposit processes)이 빈번하게 발생하여 매우 복잡한 해저지형을 발달시켰다(Fig. V-20: 최 등, 1989). 사면에 발달한 불규칙한 해저면은 급사면을 따라 발생한 질량류 퇴적작용이 퇴적물을 사면 하부로 침식 및 이동시킨 결과로 해석된다. 급사면을 따라 발생한 질량류 퇴적작용은 침식수로들(scoured gullies)의 발달 원인으로 추정된다. 또한 사면 하부로 이동된 퇴적물은 포물선 음향(hypabolic echoes)내지 hummocky 음향 특징을 보이는 사태 및 함몰된 퇴적물 더미(blocky slide and slump deposits)를 형성한다. 사면기저부(base of slope)는 쇄설류 퇴적물(debris flow deposits)이 無層理 퇴적상을 보이며 퇴적되어 있다.

대한해협은 북동-남서 방향으로 해저골을 이루고 있다. 해저골의 양쪽 측면을 따라 불연속적인 퇴적층리를 보이는 퇴적층이 발달해 있다(Fig. V-21). 이들 퇴적층은 홀로세 해침과정(Holocene transgression)에서 주로 부산 부근 천해지역이나 對馬島쪽 천해지역에 분포하는 해저퇴적물이 재동작용을 받으면서 해저골로 유입되어 쌓인 결과로 해석된다.

남해 동부해역은 크게 연근해역과 외해역으로 구분하여 설명된다. 연근해역

은 육지하천(예를 들어 낙동강 등)에서 유입된 퇴적물들과 홀로세 해침과정에서 再動作用을 받은 퇴적물이 현세퇴적층을 이루며 분포한다. 이들 퇴적층의 퇴적상은 대부분 무충리 음향특성으로 나타난다. 현세 퇴적층은 부산 외해역에서 북쪽으로 한반도 연근해역을 따라 띠를 이루며 포항 구룡포 지역까지 분포하고 있다. 외해역의 구성 퇴적물은 플라이스토세 잔류 퇴적물로 해석된다. 또한 이 퇴적층은 조립질의 사질 및 실트 퇴적물과 조개 껍질로 구성되었으며, 비교적 고화되어 3.5kHz 음파 탐사기로서는 투과 에너지의 한계로 하부 퇴적층의 구조가 거의 나타나지 않고 있다.

다. 地質構造 解析

조사해역의 지질구조해석은 동해남부해역, 대한해협, 그리고 남해 동부지역으로 각각 구분하여 해석하였다.

동해남부 해역은 울릉분지의 남쪽 연변부에 해당되며, 對馬島을 중심으로 한반도쪽 지역을 울릉 堆積盆地로, 일본쪽 지역을 쓰시마 퇴적분지로 각각 부르고 있다. 본 조사 지역은 울릉 퇴적분지에 해당되며, 신생대 쇄설성 퇴적물이 최대 10 km 이상 퇴적되어 있는 것으로 보고되고 있다(Barg, 1987 ; Park, 1990). 조사연구에 사용된 Sparkarray 지층탐사 기록에서 3개의 퇴적층서 경계면(sedimentary sequence boundary)의 구분이 가능한데 이로서 4개의 퇴적층서로 세분할 수 있다(Fig. V-22, V-23). 퇴적층서는 울릉분지와 쓰시마 퇴적분지에서의 석유탐사 시추공의 자료 분석결과들(Minami, 1979 ; Park, 1990)과 각 퇴적층서의 지질학적 및 구조적 발달양상을 상호대비시켜 분석하였다. 각각의 퇴적층서는 편의상 상부층에서 하부층으로 내려가면서 I, II, III, 그리고 IV층으로 이름하였다. 다음은 각 퇴적층서의 퇴적시기 및 지질학적 특성에 대해 간략히 해석한 내용이다.

I 층서는 제4기 퇴적층으로 분류된다. 퇴적층서의 특징은 하부 II 층에 온랩(onlap) 되어 있고, 퇴적층내에 고수로구조(paleo-channel structures)가 다수 확인이 된다. 古水路구조의 발달은 제4기 동안의 해수면 변동이 활발하였음을 지시하고 있다. 지질구조적 변형은 일부 지역에서 단층구조(Fig. V-24)가 하부로부터 해저면까지 수직연장 발달되어 나타나는 것으로 보아 지역적으로 지체구조 운동의 영향을 받고 있는 것으로 판단된다. 울릉분지 대륙사면 지역도 사태 및 함몰 등의 퇴적구조가 복잡하게 발달하고 있는 점으로 보아, 질량류 퇴적작용이 활발하게 일어난 것으로 해석된다. II 층은 플라이오세에 해당되며, III 층에 온랩되고 있다. 퇴적층내의 음향특성은 비교적 연속성이 좋은 퇴적양상을 띠며, 단층 등 구조적 영향을 받은 퇴적층들이 일부 隆起지역에서 나타난다. 울릉분지 사면에서는 사태 및 함몰 등의 질량류 퇴적작용에 의해 침식을 받은 흔적이 이 층에서도 지역적으로 나타난다.

III 층은 후기 마이오세로 해석되며, 하부 퇴적층인 IV 층에 대해 구조적 융기지역에서 온랩되며, 분지를 향해 다운랩(downlap) 양상을 보인다. 융기지역에

는 퇴적층이 일부 용기된 후 침식작용을 받아 반사층리의 트런케이션(truncation)된 양상이 관찰된다. 더불어 단층 및 습곡구조의 퇴적층내 발달은 전반적으로 지질구조 변형 작용을 이 시기동안 어느정도 받았다는 사실을 입증한다. 한편 한반도 연안을 지나가는 축선중 구룡반도 외해쪽 단면도상에는 하부지층에서 연장발달된 단층들이 다수 확인되며, 분지 중심을 향해 전진되는 퇴적상이 발달해 있다(Fig. V-22). 퇴적층리는 비교적 잘 발달되어 있는 것으로 해석된다.

IV 층은 중기 마이오세 및 이하 고기층으로서 상부 III 층과 분명하게 경사부정합 경계면으로 구분된다. 이 층은 매우 강한 구조적 변형을 받았음을 시사하는 습곡 및 단층 구조가 발달해 있으며, 쓰시마 분지에서 발견되는 심하게 변형받은 중기 마이오세 및 초기 마이오세층인 K-group 및 N-group(Minami, 1979)과도 상호 대비된다. 한국과 일본사이 대륙붕 해역에는 K-group 이하 지층으로 구성된 남-북 방향성 용기대가 발달해 있으며, 이 용기대의 형성은 중기 마이오세 내지 후기 마이오세 초기 동안 동-서 양방향으로 부터 壓縮應力에 의해 형성된 것으로 보고되었다(Minami, 1979). 또한 같은 층으로서 용기 및 침강작용을 받아 형성된 습곡 및 단층구조를 갖는 구조대가 포항 외해역을 지나는 단성과 단면도상에서도 나타난다(Fig. V-22). 포항 영일만 해역에 분포하는 연일층군도 IV 층과 대비되며, 또한 같은 양상의 심한 변형된 지질구조를 보이고 있다(최 등, 1993). D 층의 하부와 그 이하 지층은 본 조사에서 사용된 Sparkarray 탄성과 장비의 투과한계와 다중반사 등의 잡음때문에 해석이 불가능하였다.

대한해협 지역은 지형적으로 함몰된 지역으로 부산 외해역과 對馬島 사이에 북동-남서 방향으로 발달해 있다(Fig. V-25). 탄성과 단면도상에서 보이는 대한해협은 부산 外海측에서 동쪽을 향해 서서히 수심이 깊어지면서 음향기반암이 downwarping 되는 지층구조가 나타나고, 對馬島쪽은 음파 불투과층이 대한해협의 동측 벽을 이루며 발달해 있다. 퇴적지층이 양호하게 발달한 지역과 음파 불투과층 사이의 지괴는 단층에 의해 단절된 것으로 해석되며, 단층구조선은 對馬島 서쪽 해역을 따라 북북동-남남서 방향으로 발달해 있다(Minami, 1979). 음파 불투과층은 對馬島에 분포하고 있는 초기 마이오세에서 올리고세 대주층군(Taishu Group) (Kano *et al.*, 1991)과 대비되는 퇴적층으로 해석된다. 즉 대한해협 서측 지역은 한반도에서 연장 발달된 음향기반암이 동쪽을 향해 서서히downwarping 되면서 상부는 퇴적층으로 덮여 있다. 더불어 동측 상반(hanging well)이 떨어진 정단층이 발달해 있다. 반면 대한해협 동측의 지역은 퇴적층이 동쪽에서 서쪽으로 upthrust하면서 형성된 용기구조로 생각된다. 결론적으로 대한해협의 생성 메카니즘은 지체구조적으로 서측 지역의 기반암의 침강과 동측 지역에서 발달한 구조적 약선대를 따라 대규모 역단층 운동이 일어나면서 동측 地塊의 용기작용에 의해 형성된 함몰구조로 해석된다. 그러나 이 지역에 대한 정확한 지질학적 규명을 위해 좀 더 많은 자료와 연구가 필요하다.

남해 동부지역은 남해에 넓고 평탄한 기반암을 이루는 한국대지(Korea

Platform)의 동쪽 일부지역으로서, 탄성과 단면도상에서는 음향기반암이 서서히 남쪽 외해를 향해 downwarping 하면서 침강한 양상을 보여주고 있다. 연근해역에는 퇴적층을 뚫고 뾰족히 올라온 돌출구조가 다수 확인되고 있다(Fig. V-26). 이는 기반암위에 화산암의 존재를 지시하는 것으로 사료된다. 그 밖의 외해역은 비교적 평탄한 음향 기반구조를 보이고 있다. 음향 기반암은 한반도 동남부 지역에 분포하는 백악기 경상계 지층과 대비된다. 본 탄성과 단면도상에서는 잡음에 의해 해석이 불가능하나, 다채널 탄성과 단면도상에서는 좀 더 남쪽 외해로 가면 단층 경계로 이루어진 퇴적분지가 3,000m 이상의 堆積層厚를 가지며 발달해 있는 것으로 알려져 있다(Park, 1990). 퇴적분지를 지나 일본쪽 오도열도(Goto Islands)에 이르면 지질학적 변형을 받아 단층 및 습곡구조를 동반한 제3기 퇴적층이 용기되어 나타난다(Fig. V-27). 이 퇴적층의 지질연대는 마이오세로 추정되며(Honza 등, 1979), 구조적으로 일본 신지에서 타이완까지 발달된 북동-남서 방향성의 제3기 타이완-신지 습곡대라 불리는 구조대의 일부로 해석된다. 본 조사에서 획득된 탄성과 단면도상에서의 해석 가능한 지층은 퇴적분지내 석유탐사 시추공(소라-1)에서 획득된 자료와 비교 가능한데 시추공에서는 해저면에서 약 440 m(0.5 sec in T.W.T.) 깊이까지는 플라이오세 이후 퇴적층으로 해석한 바 있어(Park, 1990), 탄성과 도면상에 나타난 지층들은 적어도 플라이오세 이후 퇴적층으로 해석할 수 있을 것으로 사료된다. 플라이오-플라이스토세 퇴적층은 음향 기반암에 온랩하면서 거의 전체적으로 구조적 영향을 받지 않았을 것으로 사료되나, 일부 지역에서는 斷層구조가 나타나 부분적으로 조구조적 운동의 영향을 받았음을 배제할 수 없다. 외해역에의 탄성과 단면도상에는 고수로 구조가 매우 잘 발달해 있으며, 수로들에 의해 침식과 퇴적작용을 반복적으로 받은 것으로 판단된다. 고수로 구조로부터 또한 해수면 하강에 의한 해저면의 대기노출시, 이 지역에는 하천환경이 육지쪽으로부터 우세하게 연장 발달하였음을 짐작할 수 있다.

參 考 文 獻

- 최동림 · 김성렬 · 유해수 · 석봉출 · 한상준 · 최진혁. 1989. 동해 대륙연변부의 천부탄성과 특성. 해양연구, 11(1): 15-27.
- 최동림 · 김성렬 · 석봉출. 1993. 동해 영일만의 지질구조 연구. 한국해양연구소 보고서, BSPE 00319-544-5, 50p.
- Barg, E. 1987. Cenozoic geohistory of the southern margin of the Ulleung Basin, East Sea. Master's thesis, Seoul National Univ., Seoul, Korea, 174p.
- Buzas, N. A. 1990. Another look at confidence limits for species proportions. Jour. of Paleon., 64:842-843.
- Dennison, J. M. and W. W., Hay. 1967. Estimating the needed Sampling area for subaquatic ecologic studies. Jour. Paleon., 41:706-708.
- Folk, R. L. 1968. Petrology of sedimentary rocks. Hemplill's, 170p.
- Harris, A. G. and W. C. Sweet. 1989. Mechanical and Chemical techniques for separating microfossils from rock, sediment and residue matrix. In: R. M. Feldmann, R. E. Chapman and J. T. Hannibal. (ed.), Paleotechniques. The Paleontological Society Special Publication No. 4:70-86.
- Honza, E., K. Tamaki, M. Yuasa, and F. Murakami. 1979. Geological map of the Southern Japan Sea and Tsushima Strait, 1:1,000,000: Geol. Surv. Japan.
- Jackson, M. L. 1958. Organic matter determination in soils. In: M. L. Jackson (ed.), Soil Chemical Analysis. Chap. 9. Prentice Hall, U.S.A., 205-226pp.
- Kano, K., H. Kato, Y. Yanagisawa, and F. Yoshida. 1991. Stratigraphy and geologic history of the Cenozoic of Japan. Rept Geol. Surv. Japan, No. 274, 114pp.
- Minami, A. 1979. Distribution and characteristics of the sedimentary basin offshore San-in to Tsushima Island. J. Japanese Assoc. Petrol. Tech. 44(5):321-328.
- Park, K. S. 1990. The seismic stratigraphy, structure, and hydrocarbon potential of the Korea Strait. Ph.D. thesis, Imperial College, 441p.
- Uyeda, S. 1979. Subduction zones: Factx, ideas and speculations : Oceanus, 22:53-62.
- Walton, W. R. 1952. Techniques for recogition of living foraminifera. Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research, 3:56-60.

Table V-1. Specification of equipments for the geophysical survey during 1992 cruise in the Korea Strait.

Depth	DESO20 Echo Sounder(Krupp Atlas Inc.)
Subbottom Profiling System	3.5kHz subbottom profiling system(O.R.E. Inc.) Trigger rate :500ms Sweep rate : 500ms Frequency : 3.5 kHz Pulse length : 0.2 - 5 ms
	Bubble Pulser system(Datasonic Inc.) Trigger rate : 1 sec Record length : 1 sec Frequency range : 200 - 700 Hz Receiver : Benthos 100/200p Hydrophone streamer
	Sparkarray system(EG & G) Energy source : 9-electrode Sparkarray system Sparker output : 8000 joule Trigger rate : 6 - 8 sec Frequency range : 100 - 2000 Hz Record length : 1 or 2 sec
Marine Magnetic System	G801 Marine Magnetometer(Geometrics) Type : Proton precession Sensitivity : 1.0 nT Repetition rate : 3.0 Output type : Digital, analog Overall range : 20,000 to 100,000 nT
Marine Magnetic System	MX-4810 GPS system(MagnaVox) 12 channel GPS-Receiver

Table V-2. Specification of equipments for the geophysical survey during 1993 cruise in the Korea Strait.

Depth Sounding	DESO20 Echo Sounder(Krupp Atlas Inc.)
Subbottom Profiling System	3.5kHz subbottom profiling system(O.R.E. Inc.) Trigger rate :500ms Sweep rate : 500ms Frequency : 3.5 kHz Pulse length : 0.2 - 5 ms Displaying recorder : EPC 9800 recorder
	Bubble Pulser system(Datasonic Inc.) Trigger rate : 1 sec Record length : 1 sec Frequency range : 200 - 700 Hz Receiver : Benthos 100/200p Hydrophone streamer Displaying recorder : EPC 3200S recorder
	Sparkarray system(EG & G) Energy source : 9-electrode Sparkarray system Sparker output : 8000 joule Trigger rate : 6 sec Frequency range : 100 - 2000 Hz Record length : 2 sec Receiver : Benthos 100/200p Hydrophone streamer Displaying recorder : EPC 3200S recorder
	G811G Marine Gradiometer(EG & G Geometrics) Type : Proton precession Sensitivity : 0.01 nT/3.0 sec Accuracy : +/- 0.5 nT or less Overall tuning range : 17,000 to 95,000 nT Display : Visual LED Output : Analog, automatic digital recording into PC using a logging software Sensors & Cable : Two magnetic sensors,1520ft
Positioning System	MX-4810 GPS system(MagnaVox) 12 channel GPS-Receiver

Table V-3. Textural parameters of surface sediments in the Korea Strait in May, 1993

Sta. Nb.	Depth(m)	Composition (%)				Sediment Type by Folk	Mz(Phi)	St. De.
		Gra.	Sand	Silt	Clay			
0101	140		92.12	6.00	1.89	S	2.63	1.52
0102	170		73.90	18.87	7.23	zS	3.69	2.44
0201	120		86.60	11.45	1.95	zS	2.97	1.96
0202	167		87.51	6.92	5.57	mS	3.58	1.96
0203	120	5.74	83.41	10.36	0.49	gmS	1.85	2.04
0204	98	0.87	92.20	6.24	0.69	(g)S	2.76	1.42
0301	113	0.05	91.50	5.81	2.64	(g)S	2.79	1.68
0302	120		88.03	9.53	2.44	zS	2.69	2.14
0303	117		97.07	1.93	1.00	S	2.67	1.06
0304	120		96.48	3.52		S	2.42	0.70
0305	90	0.36	93.82	4.85	0.97	(g)S	1.99	1.67
0401	100		95.91	1.67	2.41	S	2.32	1.46
0402	108		96.74	2.56	0.70	S	1.80	1.27
0403	118		96.88	2.45	0.67	S	1.88	1.23
0404	100	4.00	88.24	5.94	1.82	(g)S	1.86	2.38
0405	100	14.50	83.11	2.39		gS	0.94	1.49
0406	94	1.36	93.10	3.94	1.60	(g)S	1.62	1.93
0407	79	5.86	91.18	2.95		gS	1.15	1.43
0408	64	0.35	98.13	1.52		(g)S	1.10	0.88
0409	60	2.04	91.27	4.05	2.64	(g)S	2.03	1.96
0501	84	1.43	72.06	10.10	16.41	(g)mS	2.95	3.71
0502	110		55.40	15.47	29.13	mS	4.97	3.92
0503	136	0.18	78.38	8.30	13.15	(g)mS	3.46	2.95
0505	104	1.43	72.91	18.74	6.91	(g)mS	3.08	3.14
0506	103	7.21	79.24	10.92	2.63	gmS	1.88	2.63
0507	100	1.06	87.51	10.02	1.41	(g)ms	2.22	2.10
0508	95	0.18	97.77	2.05		(g)S	1.72	0.85
0509	95		97.69	2.31		S	2.47	0.73
0601	62		15.73	27.68	56.59	sC	8.00	3.02
0602	86	0.49	59.28	13.69	26.54	(g)mS	4.46	3.96
0603	113		79.27	8.48	12.25	mS	3.12	3.01
0606	103		53.25	30.39	16.36	mS	4.97	2.94
0607	113		70.63	20.10	9.27	zS	3.73	2.84
0608	112		84.99	12.86	2.14	zS	2.91	2.04
0609	120	0.19	93.14	5.01	1.65	(g)S	3.02	1.49
0702	68		62.56	14.60	22.83	mS	4.85	3.29
0703	95	0.89	61.36	33.83	3.92	(g)mS	3.92	3.27
0704	194	0.23	33.69	36.75	29.33	(g)sM	6.10	3.27
0706	103		39.65	40.65	19.70	sZ	5.59	2.87

Table V-3. (Continued)

0707	119		54.93	30.92	14.15	zS	4.95	2.65
0708	121		76.60	14.96	8.44	mS	4.02	2.30
0709	131	0.20	87.73	7.73	4.34	(g)mS	3.41	1.83
0803	41		6.41	45.73	47.86	M	8.09	2.38
0804	102	12.28	73.03	6.73	7.96	gmS	1.94	3.19
0805	177		47.89	25.46	26.65	sM	5.48	3.42
0806	124		61.05	26.60	12.35	zS	4.47	2.54
0807	127		71.89	17.83	10.29	mS	4.02	2.63
0808	120		70.98	16.85	12.17	mS	4.04	2.88
0809	132		64.11	23.85	12.04	mS	4.54	2.65
0811	111		76.19	18.61	5.20	zS	3.84	2.12
0813	121		70.15	18.93	10.92	mS	4.25	2.58
0905	116	4.18	54.49	18.62	22.71	(g)mS	4.23	3.92
0906	136		75.61	11.60	12.79	mS	3.95	2.79
0907	132		86.97	6.45	6.58	mS	3.00	2.27
0908	132		91.68	3.83	4.50	S	3.11	1.72
0909	131		95.04	1.97	2.98	S	2.95	1.45
1005	75		0.77	39.65	59.58	M	8.74	1.95
1006	129	0.18	85.14	4.87	9.81	(g)mS	3.00	2.69
1007	175	0.08	93.94	5.98		(g)S	1.58	1.16
1008	211		98.01	1.32	0.67	S	2.72	0.82
1009	555	0.19	95.29	2.13	2.40	(g)S	2.92	1.39
1011	161		93.79	3.00	3.21	S	3.19	1.48
1013	139		66.06	23.01	10.93	zS	4.66	2.20
1015	171		60.39	21.73	17.88	mS	5.06	2.76
1017	140	0.53	61.87	22.60	15.00	(g)mS	4.05	3.33
1106	226	0.50	23.09	16.71	59.70	(g)sM	7.85	3.24
1107	1,090			16.32	83.68	C	9.46	1.58
1108	1,130		0.36	13.08	86.56	C	9.52	1.56
1109	1,270		0.12	14.06	85.82	C	9.54	1.55
1206	568		0.06	21.84	78.10	C	9.36	1.71
1207	1,290		0.28	23.88	75.84	C	9.13	1.92
1208	1,525		0.21	10.02	89.77	C	9.70	1.47
1209	1,570		0.17	17.61	82.22	C	9.33	1.60
1211	1,555		0.88	21.20	77.92	C	9.29	1.84
1213	1,125		0.72	28.41	70.87	C	8.89	1.68
1215	860		0.36	44.08	55.57	M	8.49	1.64
1217	310		0.06	72.14	27.80	z	6.89	2.18

Table V-4. Particulate organic carbon content in the surface sediments in the Korea Strait in May, 1993

St. No.	POC(%)	St. No.	POC(%)
0101	0.3	0707	0.6
0102	0.6	0708	0.5
0201	0.2	0709	0.4
0202	0.4	0803	1.4
0203	0.3	0804	0.4
0204	0.3	0805	
0301	0.1	0806	0.6
0302	0.2	0807	0.5
0303	0.2	0808	0.6
0304	0.0	0809	0.7
0305	0.2	0811	0.4
0401	0.2	0813	0.9
0402	0.4	0905	1.2
0403	0.1	0906	0.6
0404	0.5	0907	0.4
0405	0.0	0908	0.3
0406	0.2	0909	0.2
0407	0.2	1006	0.5
0408	0.1	1007	0.3
0409	0.5	1008	0.2
0501	0.5	1009	0.2
0502	0.6	1011	0.4
0503	0.4	1013	0.6
0505	0.2	1015	0.9
0506	0.3	1017	2.4
0508	0.2	1106	1.4
0509	0.3	1107	1.3
0601	1.2	1108	2.2
0602	0.6	1109	2.2
0603	0.6	1206	2.2
0606	0.5	1207	1.9
0607	0.3	1208	1.5
0608	0.3	1209	1.5
0609	0.1	1211	2.1
0702	0.8	1213	1.7
0703	0.5	1215	1.5
0704	1.2	1217	1.2
0705	0.3	s-1	1.3
0706	0.7		

Table V-5 . Calcium carbonate content in the surface sediments
in the Korea Strait in May, 1993

St. No.	CaCO ₃ (%)	St. No.	CaCO ₃ (%)	St. No.	CaCO ₃ (%)
0101	34.65	0608	56.87	1106	5.53
0102	45.12	0609	35.18	1107	3.45
0201	59.50	0702	18.50	1108	2.55
0202	39.20	0703	21.73	1109	2.05
0203	41.45	0704	17.40	1206	4.10
0204	35.43	0705	64.09	1207	2.46
0301	36.58	0706	49.60	1208	0.65
0302	56.96	0707	34.36	1209	0.73
0303	29.97	0708	34.47	1211	0.63
0304	29.26	0709	32.63	1213	2.05
0305	34.01	0803	4.76	1215	2.17
0401	10.81	0804	21.54	1217	9.82
0402	17.58	0806	29.58	s-1	4.43
0403	30.48	0807	30.70		
0404	66.23	0808	47.52		
0405	30.40	0809	49.23		
0406	40.45	0811	64.55		
0407	23.14	0813	28.28		
0408	17.69	0905	13.31		
0409	17.96	0906	24.17		
0501	23.55	0907	14.10		
0502	18.16	0908	10.31		
0503	30.82	0909	12.42		
0505	70.06	1005	10.59		
0506	67.44	1006	18.77		
0508	23.74	1007	16.03		
0509	14.66	1008	3.12		
0601	7.27	1009	20.06		
0602	21.41	1011	6.6		
0603	18.10	1013	13.08		
0606	56.89	1015	12.51		
0607	73.04	1017	13.66		

Table V-6. Foraminiferal assemblages in the surface sediments from the 14 stations in the Korea Strait in May, 1993

Sample NO.	1206	1207	1208	1209	1106	1107	1108	1109	s-1	1005	1006	1007	1008	1009
No. of individuals per fraction picked(Live/Total)	35	14	18	77	4	58	61	54	50	117	4	35	5	3
Extrapolated No. of individuals per 30 ml(Live/Total)	279	329	289	317	385	299	326	363	267	348	351	275	243	249
Relative abundance(%) (Live/Dead)	70	56	72	616	64	232	488	432	400	1872	256	35	160	96
	558	1316	1156	2536	6160	1196	2608	2904	2136	5568	22464	275	7776	7968
	12.5	4.3	6.2	24.3	1.0	19.4	18.7	14.9	18.7	33.6	1.1	12.7	2.1	1.2
	87.5	95.7	93.8	75.7	99.0	80.6	81.3	85.1	81.3	66.4	98.9	87.3	97.9	98.8
Fraction picked	1/2	1/4	1/4	1/8	1/16	1/4	1/8	1/8	1/8	1/16	1/64	1	1/32	1/32
Depth (m)	568	1290	1525	1570	226	1090	1130	1270	555	75	129	175	211	555
Sediment type by Folk	C	(g)sM	C	C	(g)sM	C	C	C	sC	M	(g)mS	(g)S	S	(g)S
Living foraminifera	94.3	85.7	100.0	59.7	100.0	91.4	77.0	98.1	94.0	96.6	100.0	94.3	100.0	100.0
	5.7	14.3	0.0	40.3	0.0	8.6	23.0	1.9	6.0	3.4	0.0	5.7	0.0	0.0
Dead foraminifera	47.5	47.9	16.2	20.0	13.1	26.6	23.4	43.0	8.3	34.6	55.6	63.3	62.2	51.6
	52.1	48.9	68.3	25.8	86.4	53.5	44.2	52.8	89.9	63.2	43.2	36.3	37.4	48.4
	0.4	3.2	15.5	54.2	0.5	19.9	32.5	4.2	1.8	2.2	1.2	0.4	0.4	0.0
	98.9	96.4	85.5	49.2	99.5	82.3	69.3	96.1	97.4	97.4	98.9	98.9	99.6	100.0
Total foraminifera	1.1	3.6	14.5	50.8	0.5	17.7	30.7	3.9	2.6	2.6	1.1	1.1	0.4	0.0
	41.6	45.9	15.2	15.1	13.0	21.4	19.0	36.6	6.7	23.0	55.0	55.3	60.9	51.0
	58.4	54.1	84.8	84.9	87.0	78.6	81.0	63.4	93.3	77.0	45.0	44.7	39.1	49.0

Table V-7. Abundance of Ostracoda in the surface sediments in the Korea Strait in May, 1993

species	sample No.	1005	1006	1007	1008	1009	1106	1107
<i>Cytherelloidea senkakuensis</i> Nohara, 1976			1	1		2		
<i>Neonesidea oligodentata</i> Kajiyama, 1913				3				
<i>Propontocypris</i> sp. A		55	6					3
<i>Propontocypris</i> sp. B		15						
<i>Krithe japonica</i> Ishizaki, 1971		17	3				23	13
<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki, 1966		5						
<i>Callistocythere japonica</i> Hanai, 1957			14			3		
<i>Hanaiborchella miurensis</i> (Hanai, 1970)			17		16	4	3	
<i>Palmenella limicola</i> (Norman, 1865)						35	9	
<i>Palmenella</i> sp.							20	
<i>Normanicythere</i> sp.				8				
<i>Aurila tosaensis</i> Ishizaki, 1968			14			9		
<i>Aurila</i> sp.			2			2		
<i>Finmarchinella</i> sp. A		6				112		
<i>Finmarchinella</i> sp. B						16		
<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki, 1968)			11					
<i>Bradleya</i> (B.) <i>nuda</i> Benson, 1972			2	1				
<i>Trachyleberis niitsumai</i> Ishizaki, 1971			8					
<i>Acanthocythereis mutsuensis</i> Ishizaki, 1971		2		1		16		
<i>Acanthocythereis</i> sp.						8		
<i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki, 1981			20					
<i>Abrocythereis guangdongensis</i> Gou, 1983		1						
<i>Falsobuntonia taiwanica</i> Malz, 1982		27						
<i>Amphileberis nipponica</i>		27						
<i>Bicornucythere bisanensis</i> (Okubo, 1975)			2					
<i>Hemicytherura</i> sp. A						2		
<i>Semicytherura</i> sp. A						2		
<i>Cytheropteron miurense</i> Hanai, 1957		7	24	2	32	13	9	
<i>Cytheropteron</i> sp. A		3	13		32	16		
<i>Cytheropteron</i> sp. B		3	9					
<i>Kobayashiina donghaiensis</i> Zhao, 1988		2					1	1
<i>Loxoconcha japonica</i> Ishizaki, 1968		2	12				4	1
<i>Xiphichilus</i> sp.		2						
<i>Australimoosella tomokoe</i> Ishizaki, 1968							6	
<i>Actinocythereis</i> sp.		32						
<i>Nipponocythere</i> sp.		62						
<i>Robustaurills ishizakii</i> Okubo, 1980			11					
? sp.			7		192			2
Gen. et. sp		15	59				72	45
Number of picked Ostracoda		319	235	20	272	322	111	19
Number of total species		17	18	7	4	16	7	4
Number of living Ostracoda		114	11	3	1	7	44	16
Volume of picked samples		250	125	125	250	8	250	250
Number of total Ostracoda		319	470	40	272	9690	111	19

Table V-7. (continued)

species	sample No.	1108	1109	1206	1207	1208	1209	합계
<i>Cytherelloidea senkakuensis</i> Nohara, 1976								4
<i>Neonesidea oligodentata</i> Kajiyama, 1913								3
<i>Propontocypris</i> sp. A		2	9		2	1	9	87
<i>Propontocypris</i> sp. B								15
<i>Krithe japonica</i> Ishizaki, 1971		13	7	2	8		13	99
<i>Munseyella hatatensis</i> Ishizaki, 1966								17
<i>Callistocythere japonica</i> Hanai, 1957								40
<i>Hanaiborchella miurensis</i> (Hanai, 1970)								44
<i>Palmenella limicola</i> (Norman, 1865)								20
<i>Palmenella</i> sp.								8
<i>Normanicythere</i> sp.								23
<i>Aurila tosaensis</i> Ishizaki, 1968								8
<i>Aurila</i> sp.								118
<i>Finmarchinella</i> sp. A								16
<i>Finmarchinella</i> sp. B								11
<i>Cornucoquimba tosaensis</i> (Ishizaki, 1968)								3
<i>Bradleya</i> (B.) <i>nuda</i> Benson, 1972								8
<i>Trachyleberis niitsumai</i> Ishizaki, 1971								22
<i>Acanthocythereis mutsuensis</i> Ishizaki, 1971		3						8
<i>Acanthocythereis</i> sp.								20
<i>Hirsutocythere hanaii</i> Ishizaki, 1981								1
<i>Abrocythereis guangdongensis</i> Gou, 1983								31
<i>Falsobuntonia taiwanica</i> Malz, 1982					4			27
<i>Amphileberis nipponica</i>								2
<i>Bicornucythere bisanensis</i> (Okubo, 1975)								2
<i>Hemicytherura</i> sp. A								2
<i>Semicytherura</i> sp. A								2
<i>Cytheropteron miurense</i> Hanai, 1957					1			88
<i>Cytheropteron</i> sp. A								64
<i>Cytheropteron</i> sp. B								12
<i>Kobayashiina donghaiensis</i> Zhao, 1988								4
<i>Loxoconcha japonica</i> Ishizaki, 1968								19
<i>Xiphichilus</i> sp.								2
<i>Australimoosella tomokoe</i> Ishizaki, 1968								6
<i>Actinocythereis</i> sp.								32
<i>Nipponocythere</i> sp.								62
<i>Robustaurills ishizakii</i> Okubo, 1980								11
? sp.				1				202
Gen. et. sp.								227
Number of picked Ostracoda		18	16	4	14	1	22	1373
Number of total species		3	2	3	3	1	2	38
Number of living Ostracoda		18	15	3	11	1	22	266
Volume of picked samples		250	250	250	250	250	250	
Number of total Ostracoda		18	16	4	14	1	22	10996

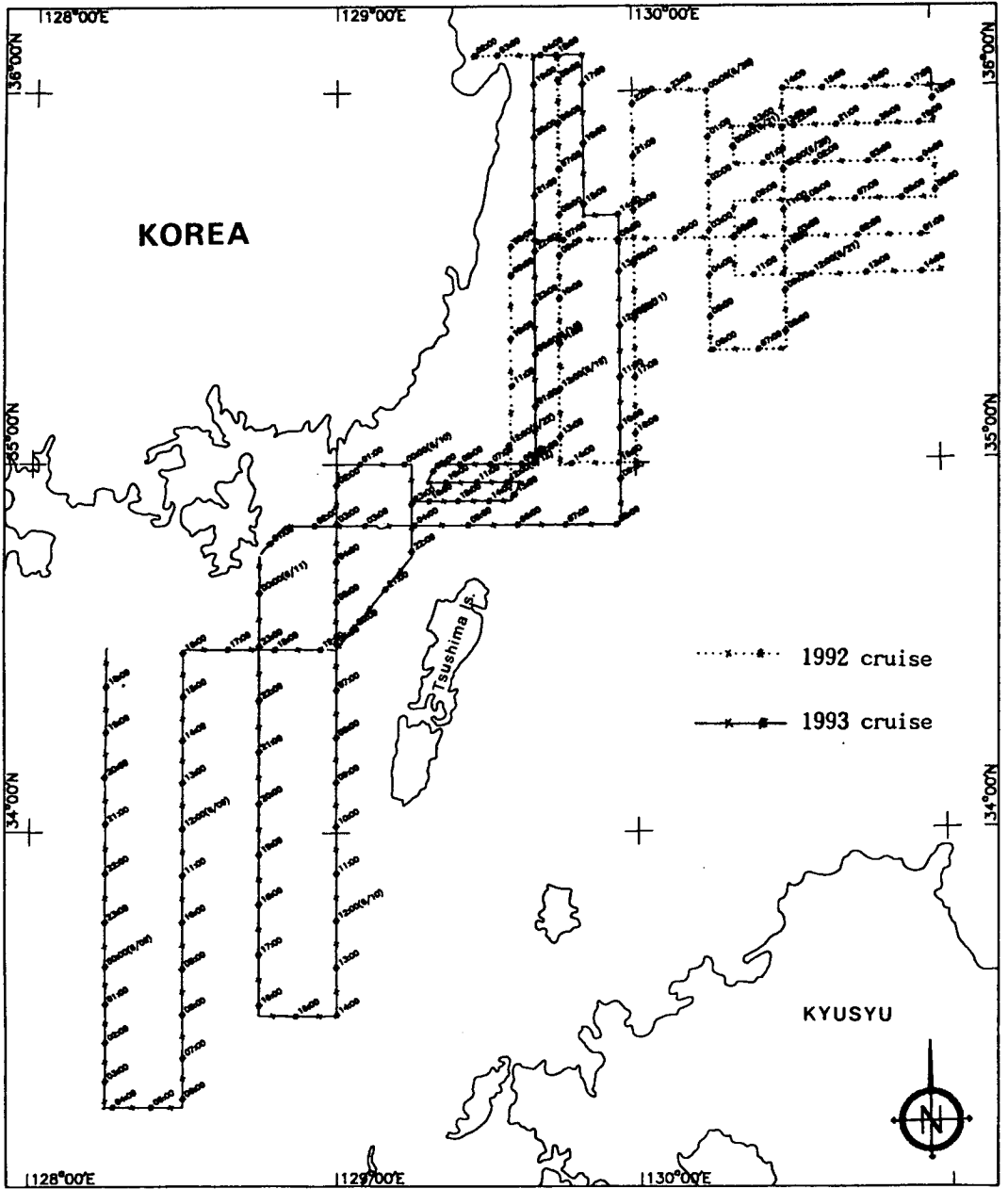


Fig. V-1. Ship's tracks for geophysical survey in the Korea Strait during 1992 & 1993 cruises

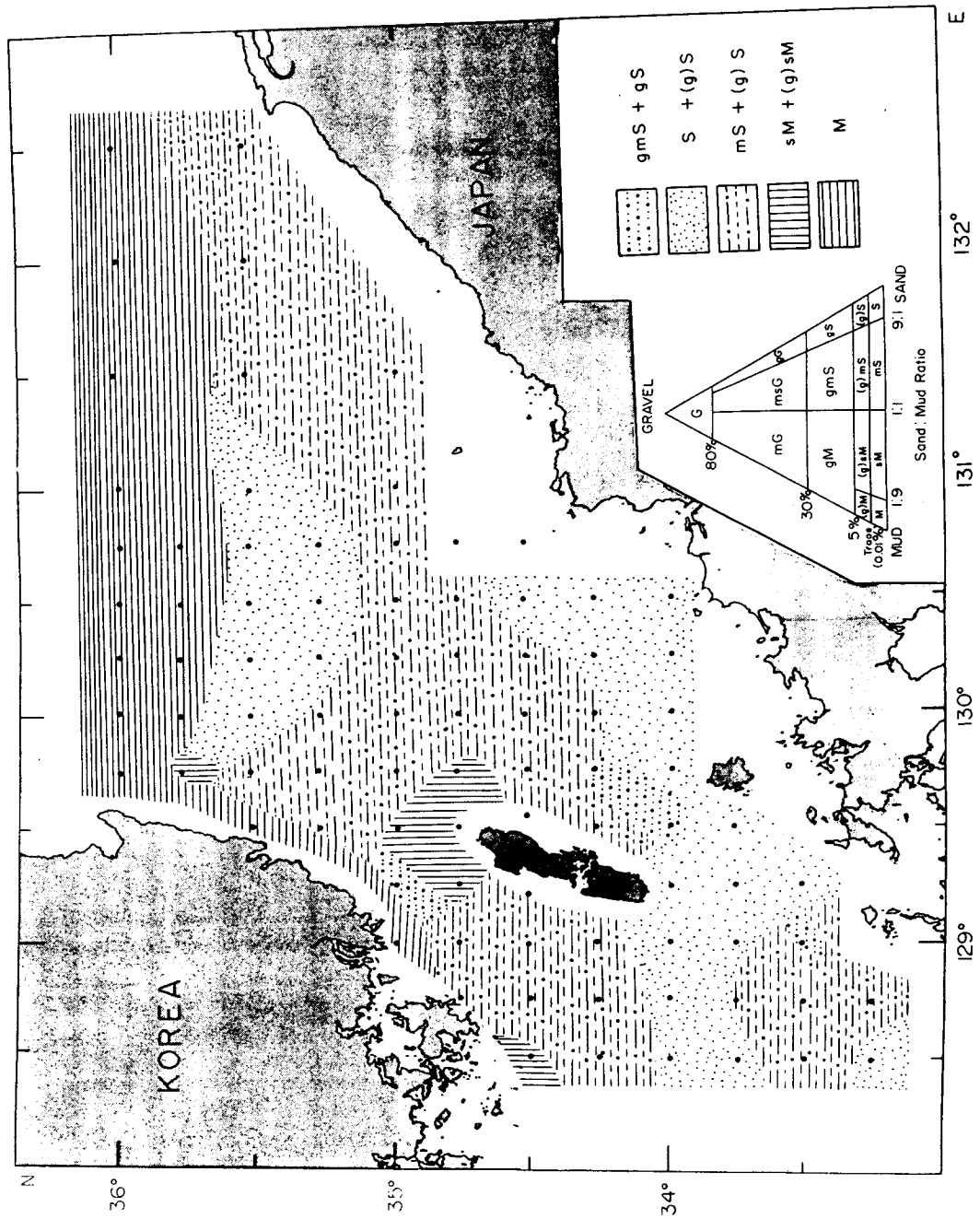


Fig. V-2. Distribution of surface sediment types in the Korea Strait

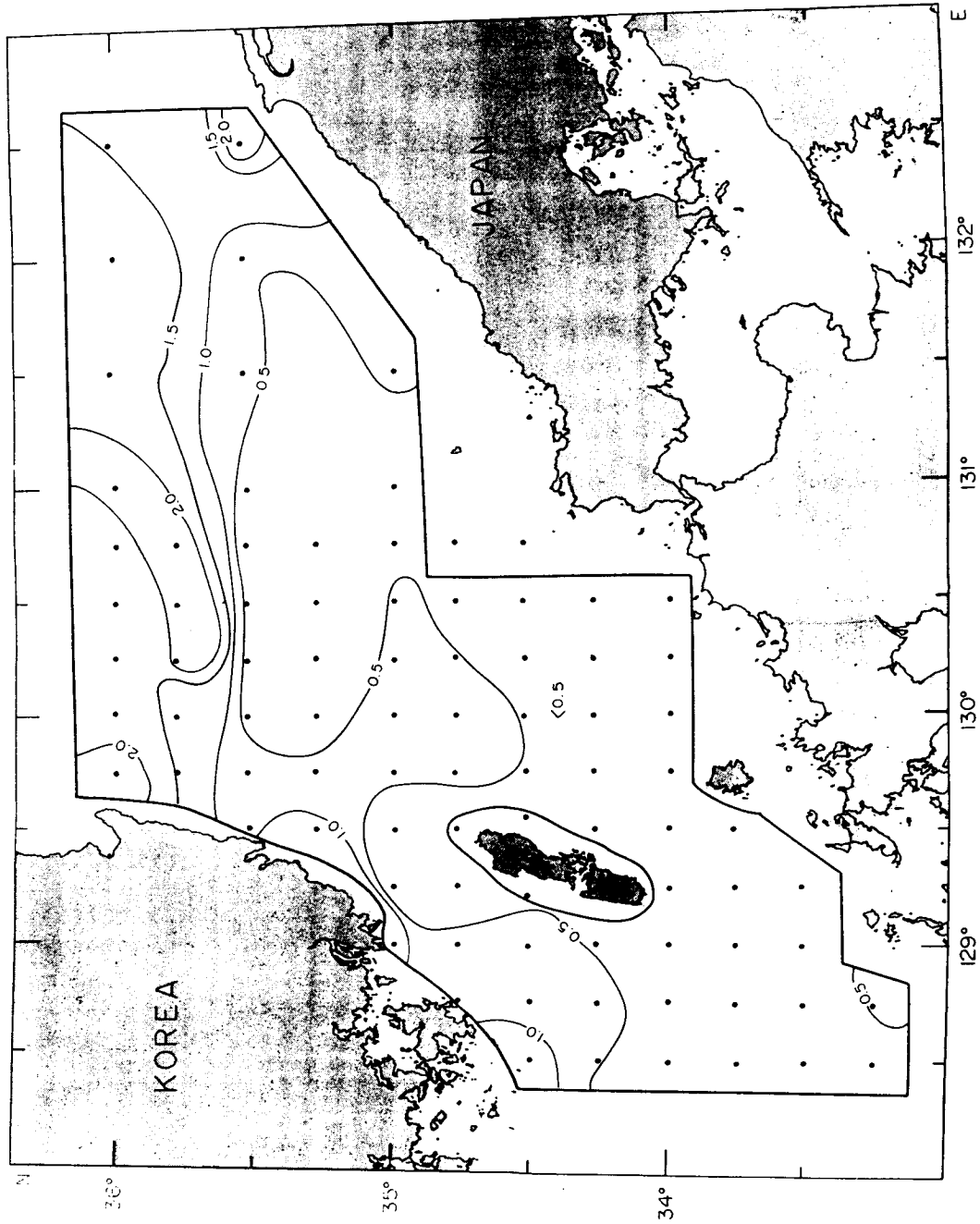


Fig. V-3. Spatial distribution of particulate organic carbon(POC, %) in the surface sediment in the Korea Strait. POC contents increase toward Korea peninsula and deep basin of north area

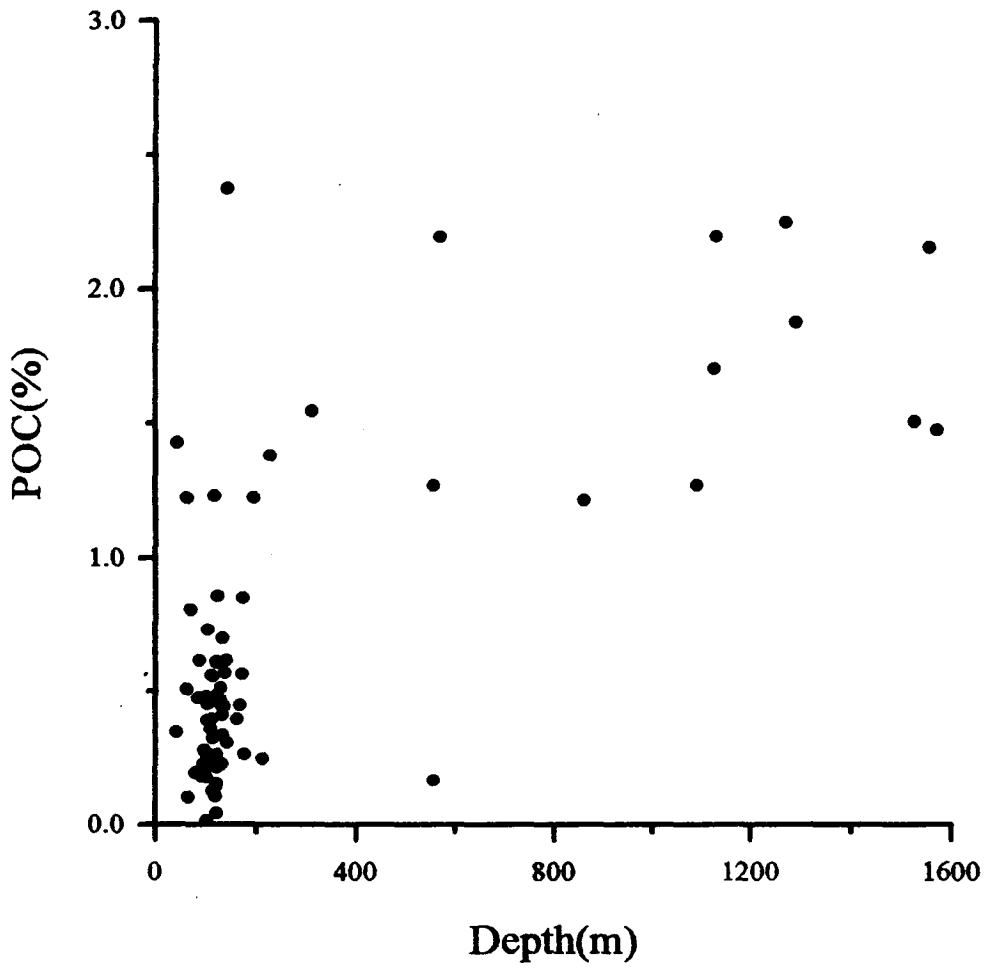


Fig. V-4. Pair diagram between water depth and POC contents in the surface sediments in the Korea Strait

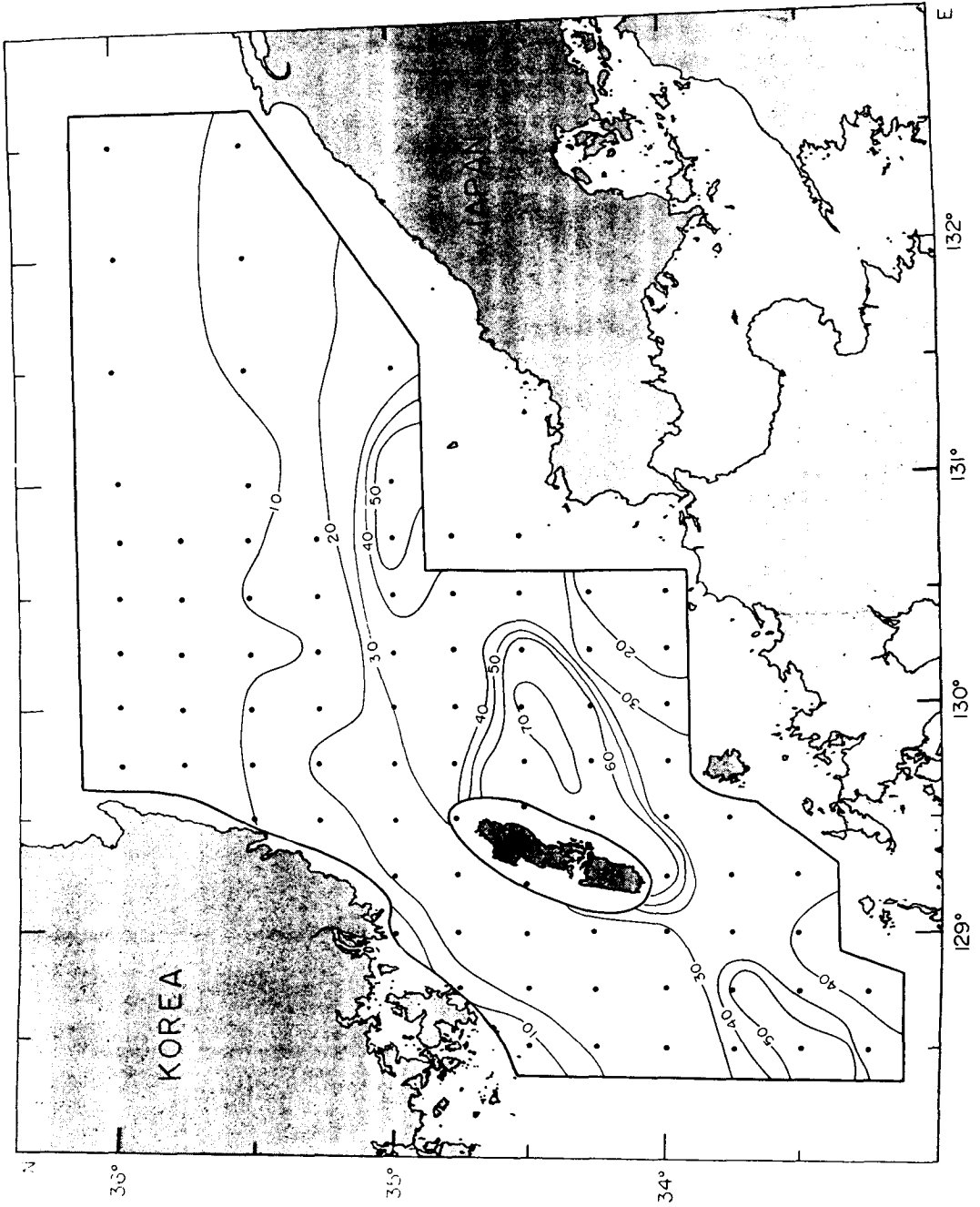


Fig. V-5. Spatial distribution of $\text{CaCO}_3(\%)$ in the surface sediment in the Korea Strait. CaCO_3 contents decrease toward Korea peninsula and deep basin of north area. This trend is a coarse mirror image for the distribution of DOC

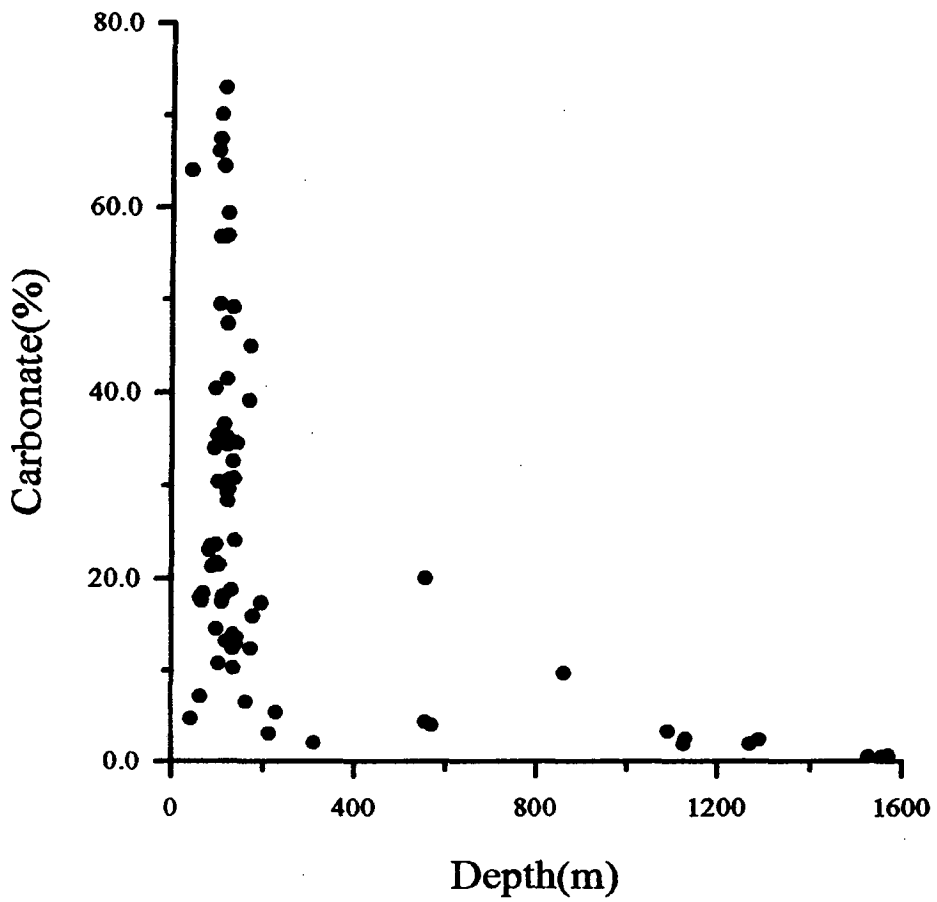


Fig. V-6. Relationship between CaCO_3 content and water depth in the Korea Strait. Although the contents are roughly constant at the zone of deep basin, a great variation is clear at the zone of low water depth

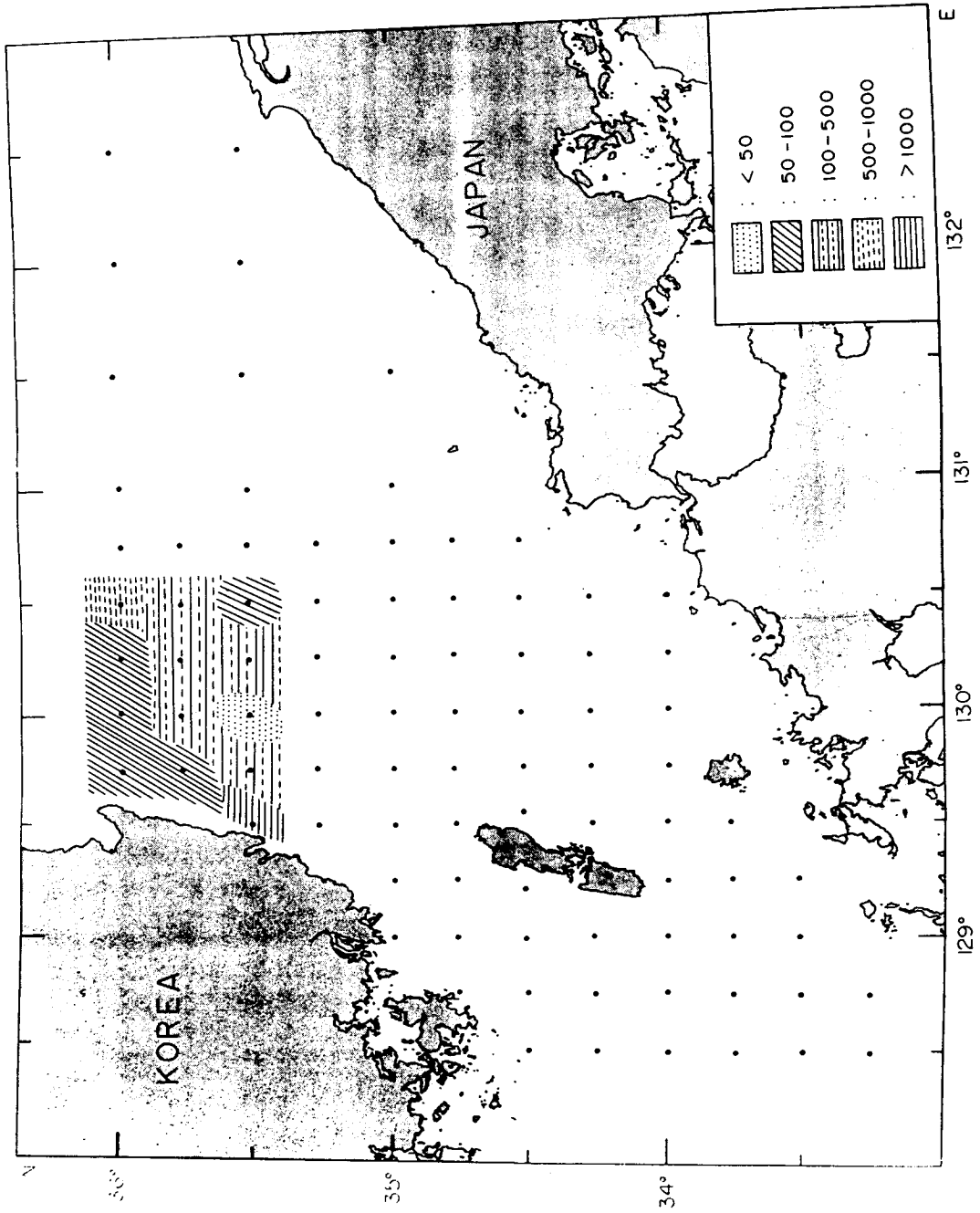


Fig. V-7. Number of living benthic foraminiferans per 30ml of wet sediment in the Korea Strait

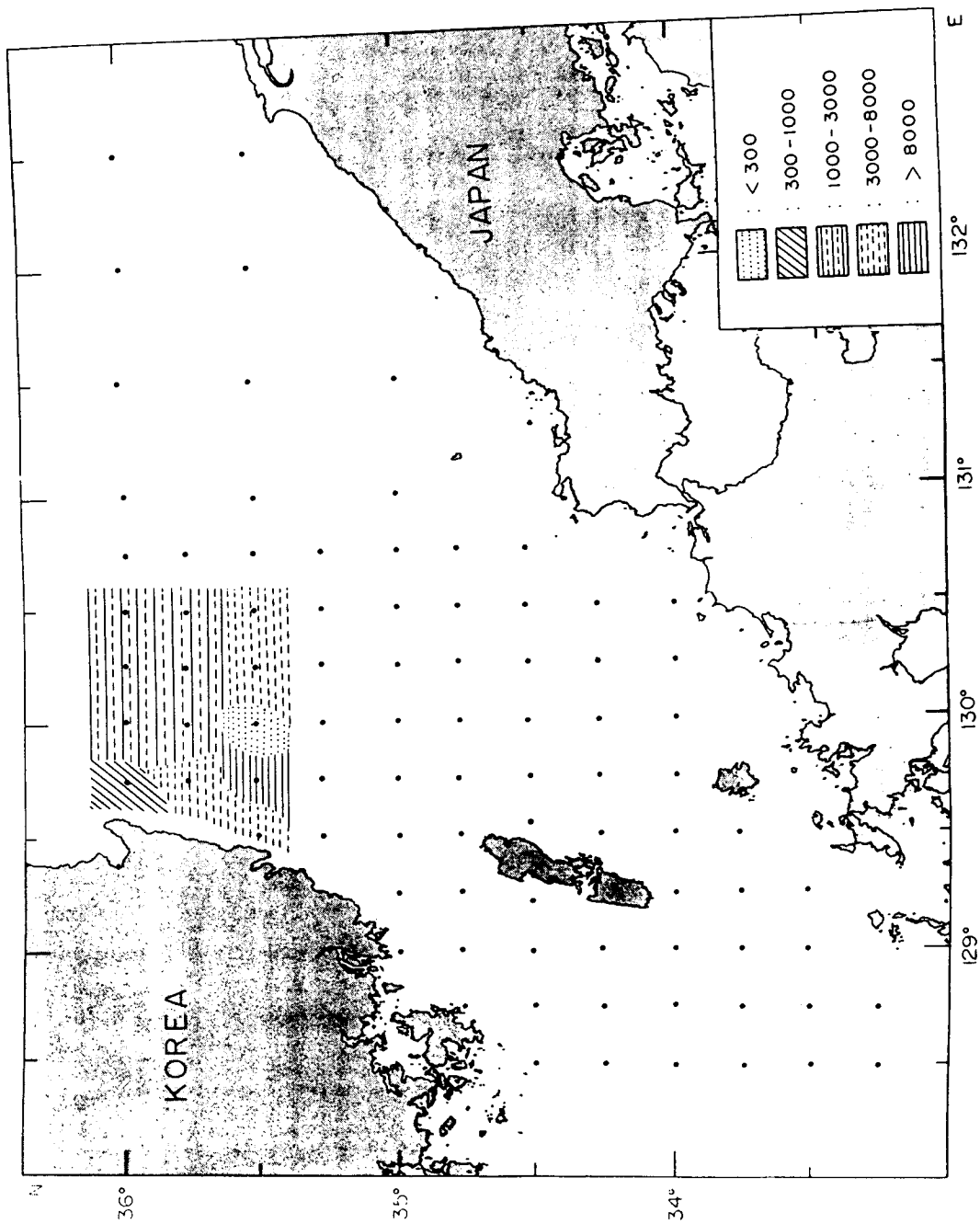


Fig. V-8. Number of total (living+dead) foraminiferans per 30ml of wet sediment in the Korea Strait

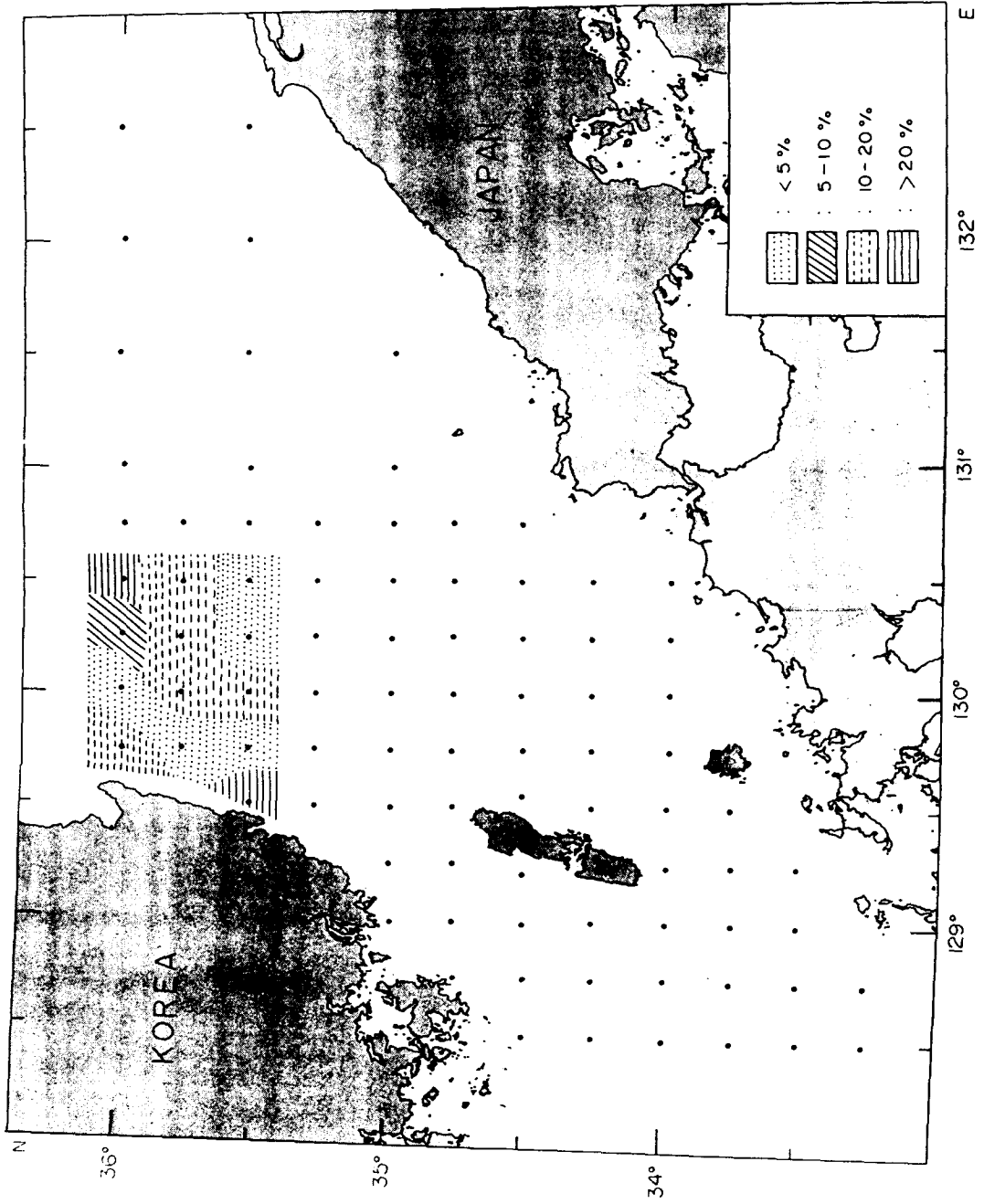


Fig. V-9. Distribution of living foraminiferans in percent to total foraminiferal assemblage in the Korea Strait

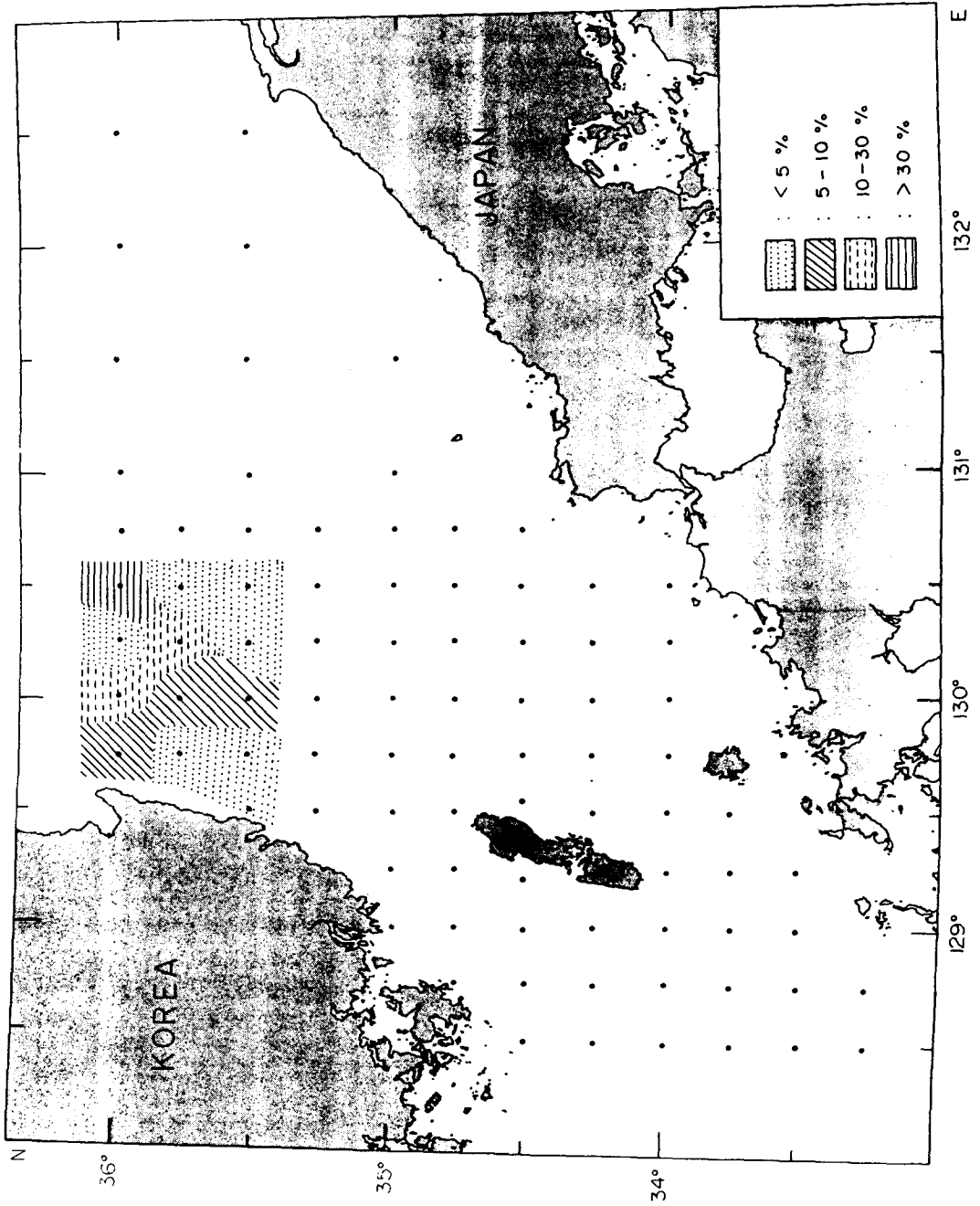


Fig. V-10. Distribution of arenaceous foraminifera in percent to living foraminiferal population in the Korea Strait

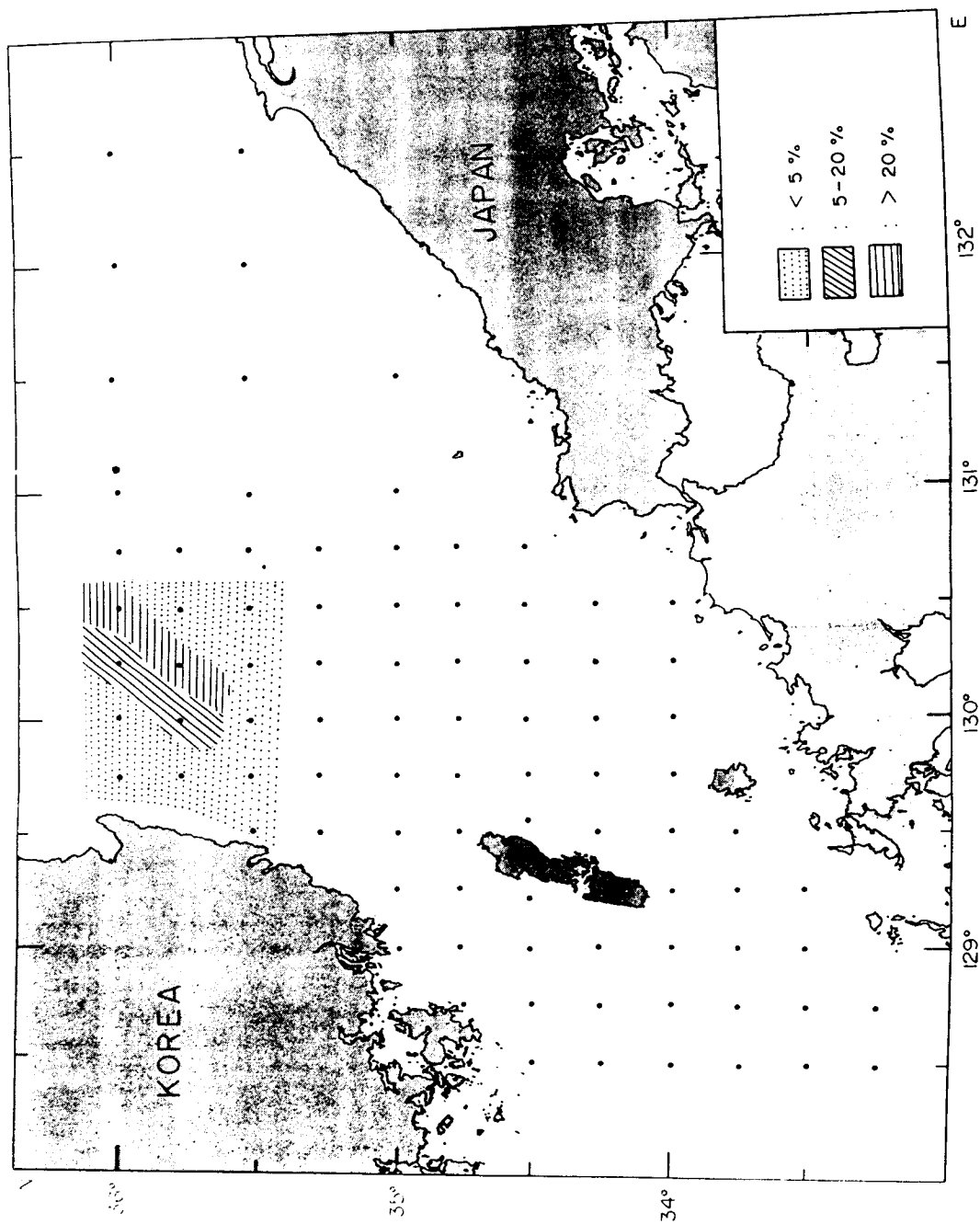


Fig. V-11. Distribution of arenaceous foraminiferans in percent to total foraminiferal assemblage in the Korea Strait

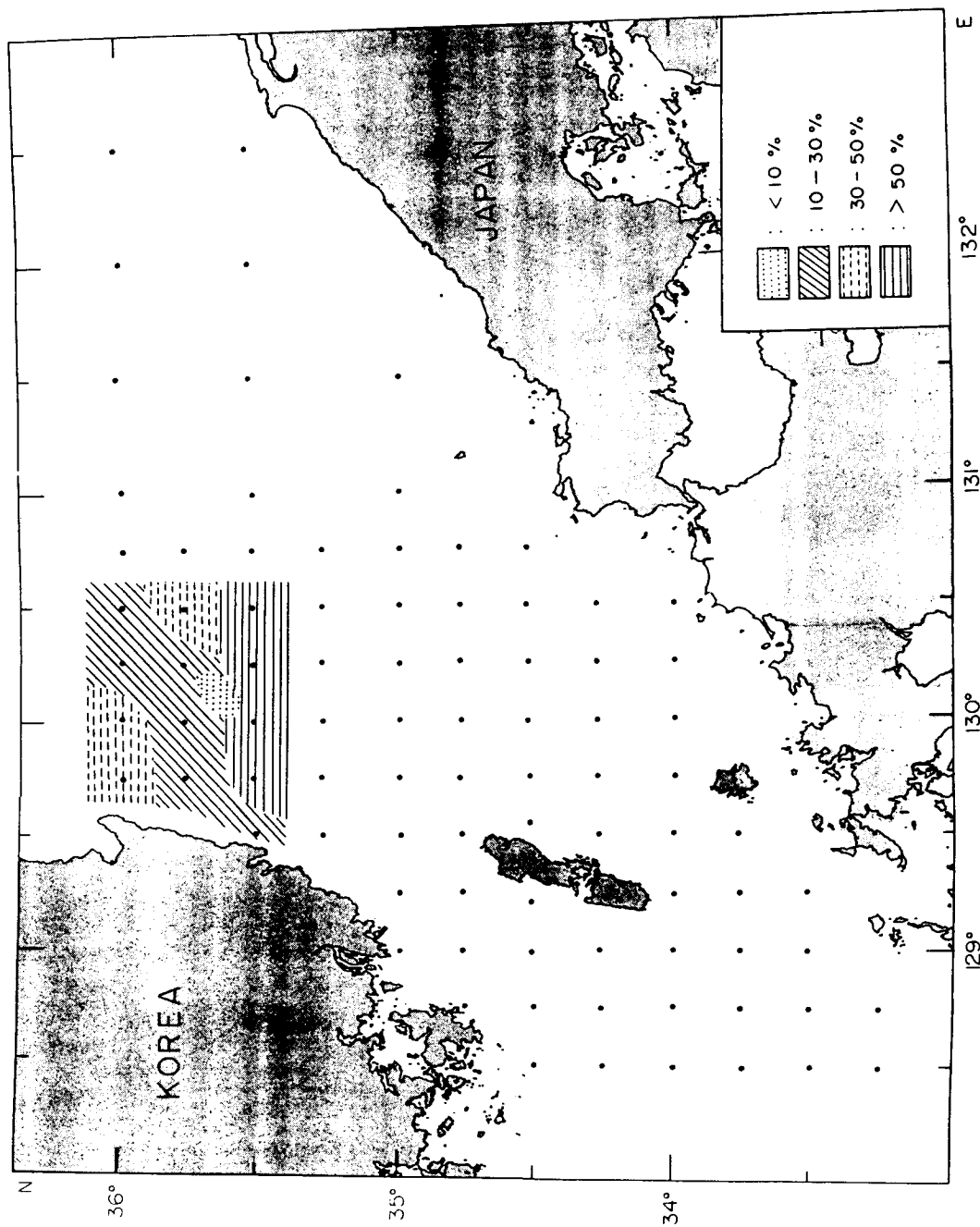


Fig. V-12. Distribution of planktonic foraminiferans in percent to total foraminiferal assemblage in the Korea Strait

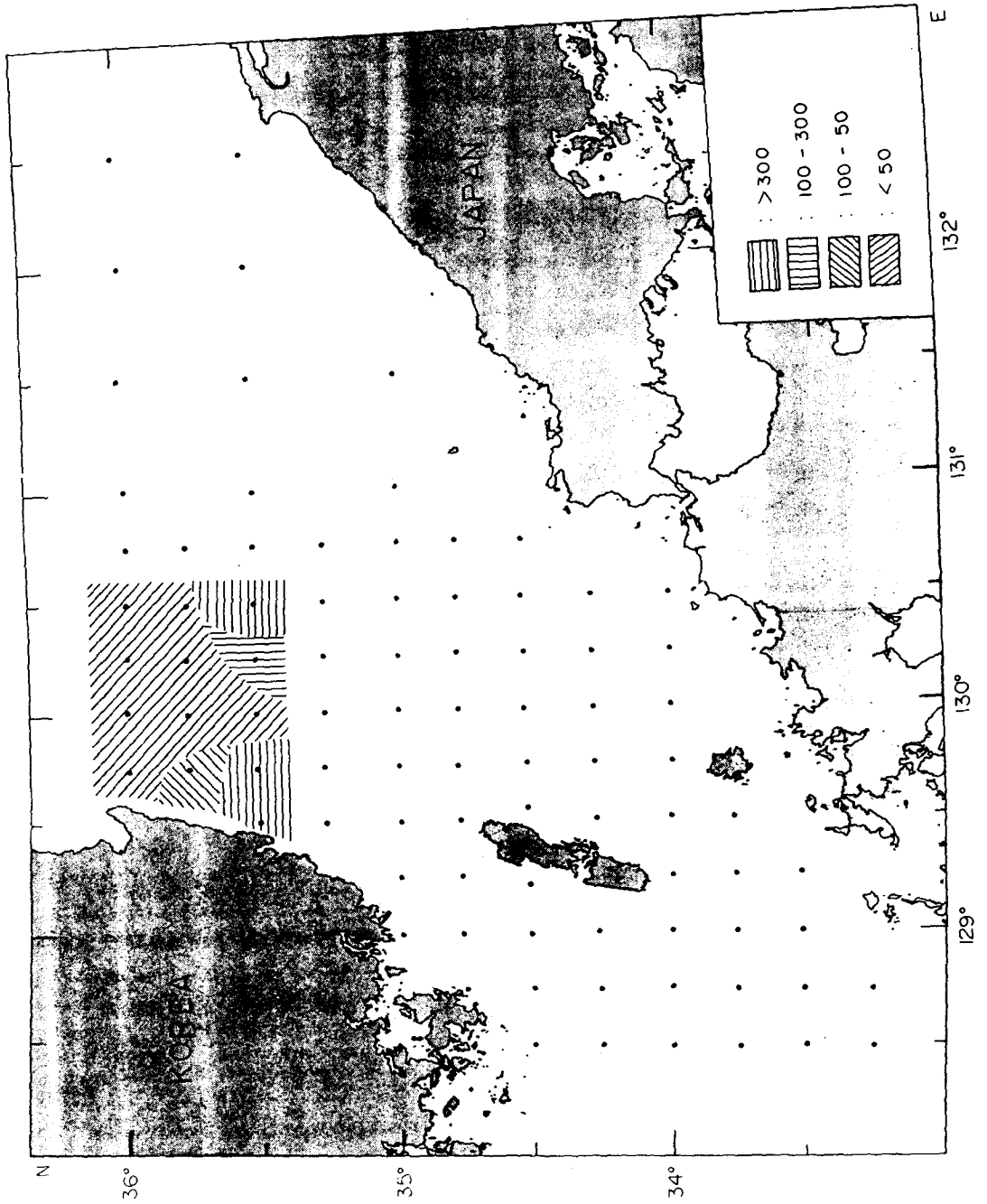


Fig. V-13. Number of total Ostracoda in the Korea Strait

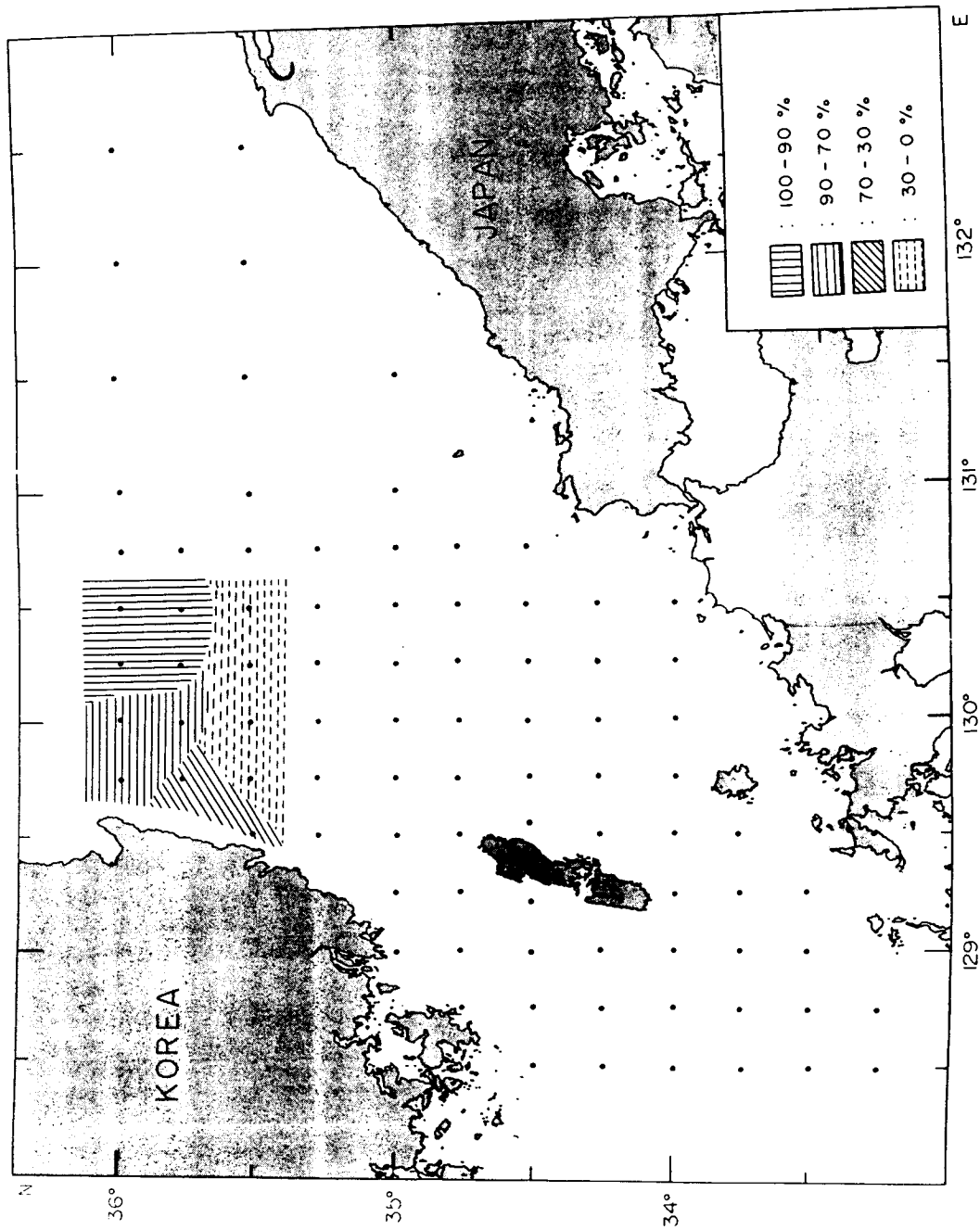


Fig. V-14. Ratio of living Ostracoda to the total population of each sample in the Korea Strait

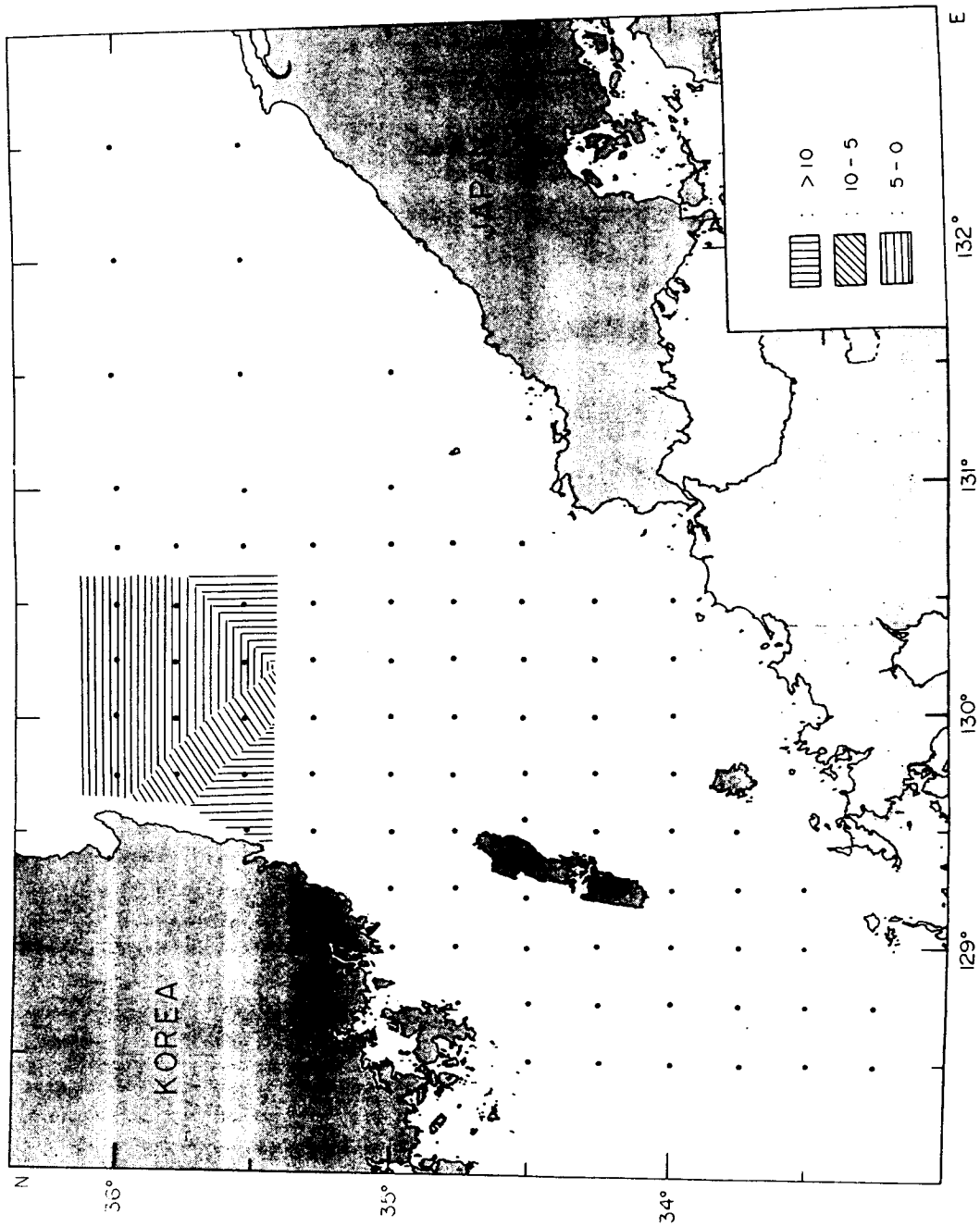


Fig. V-15. Number of species to the each sample in the Korea Strait

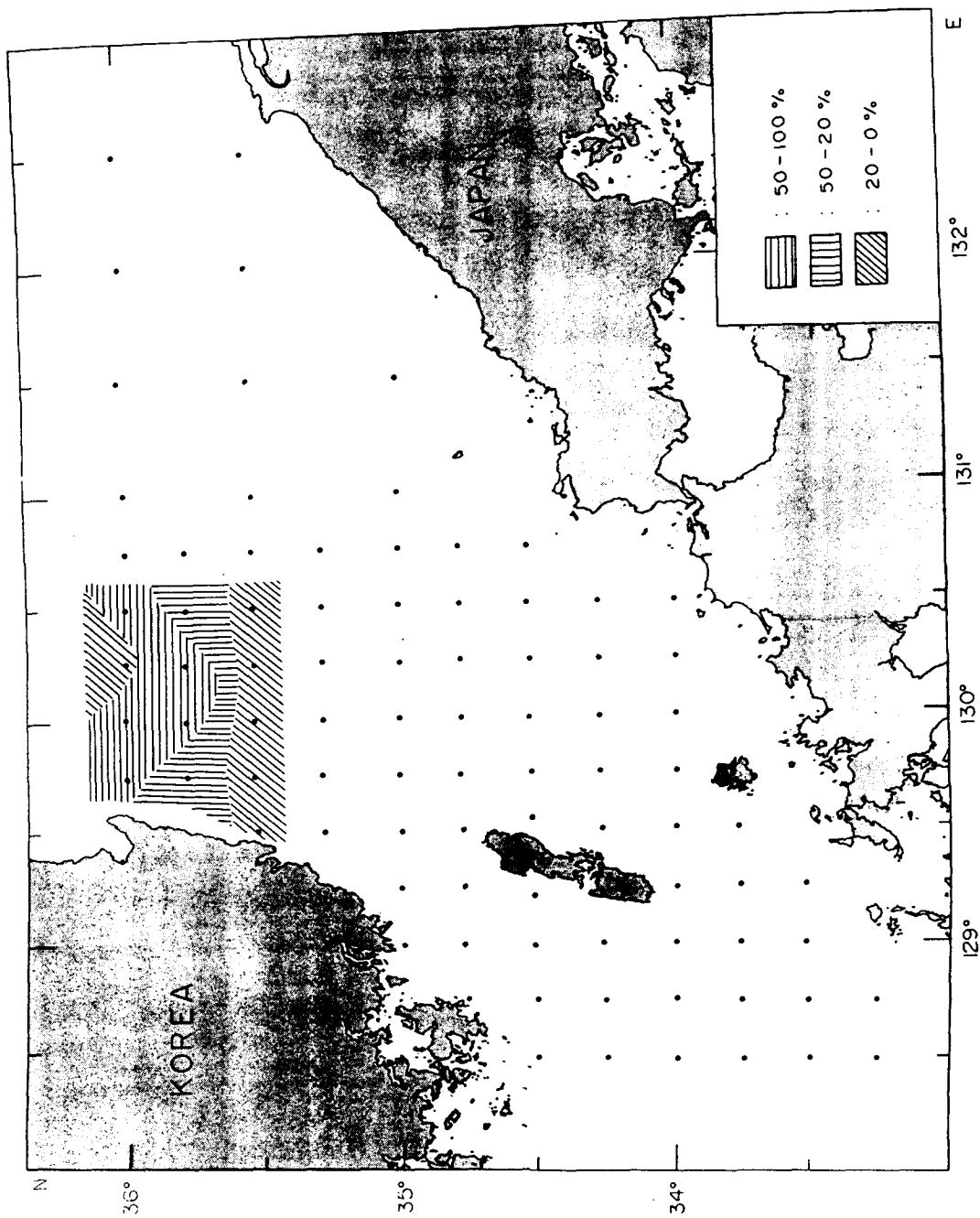


Fig. V-16. Abundance ratio of *Krithe japonica* to the total population of each sample in the Korea Strait

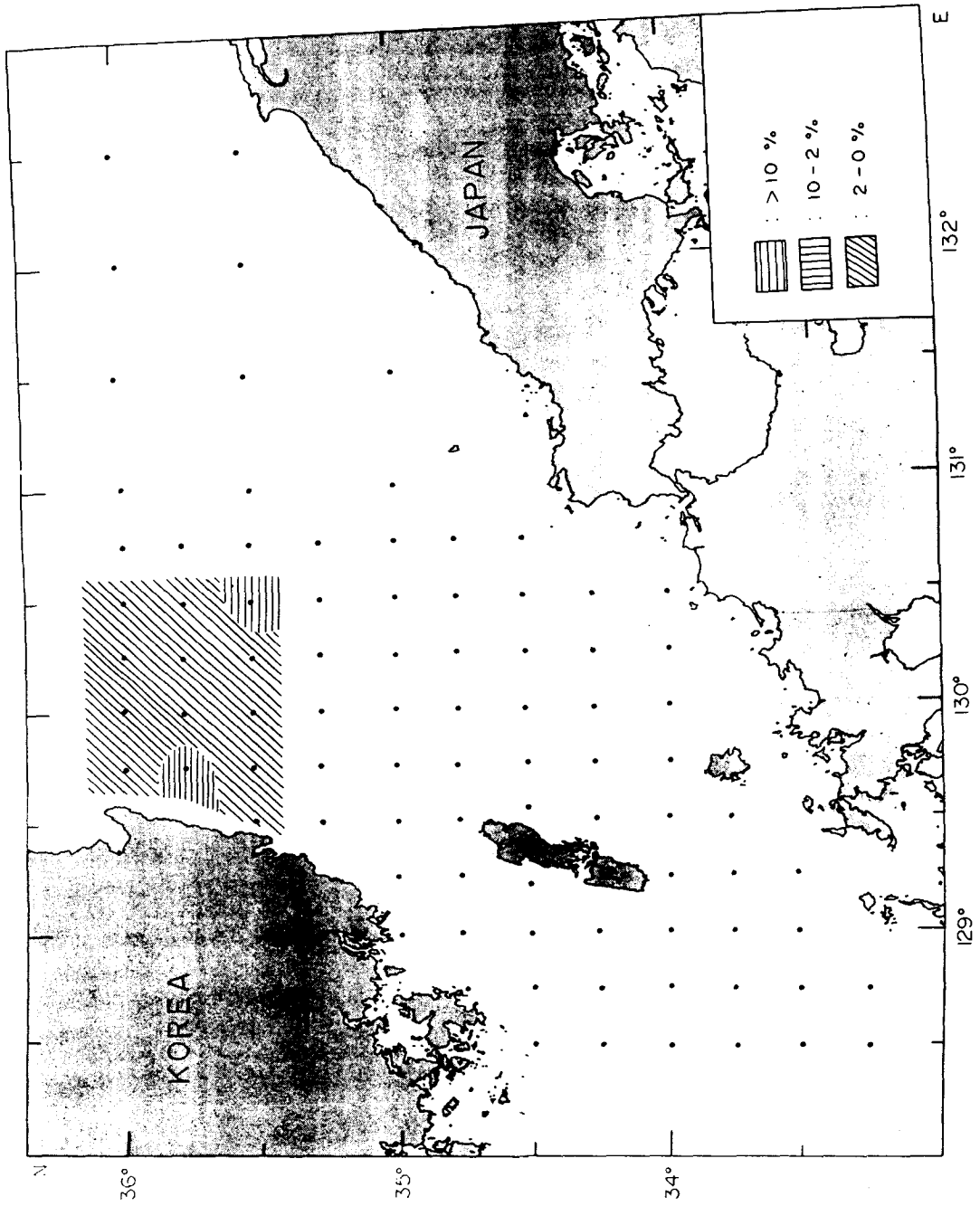


Fig. V-17. Abundance ratio of *Palmenella limicola* of each sample in the Korea Strait

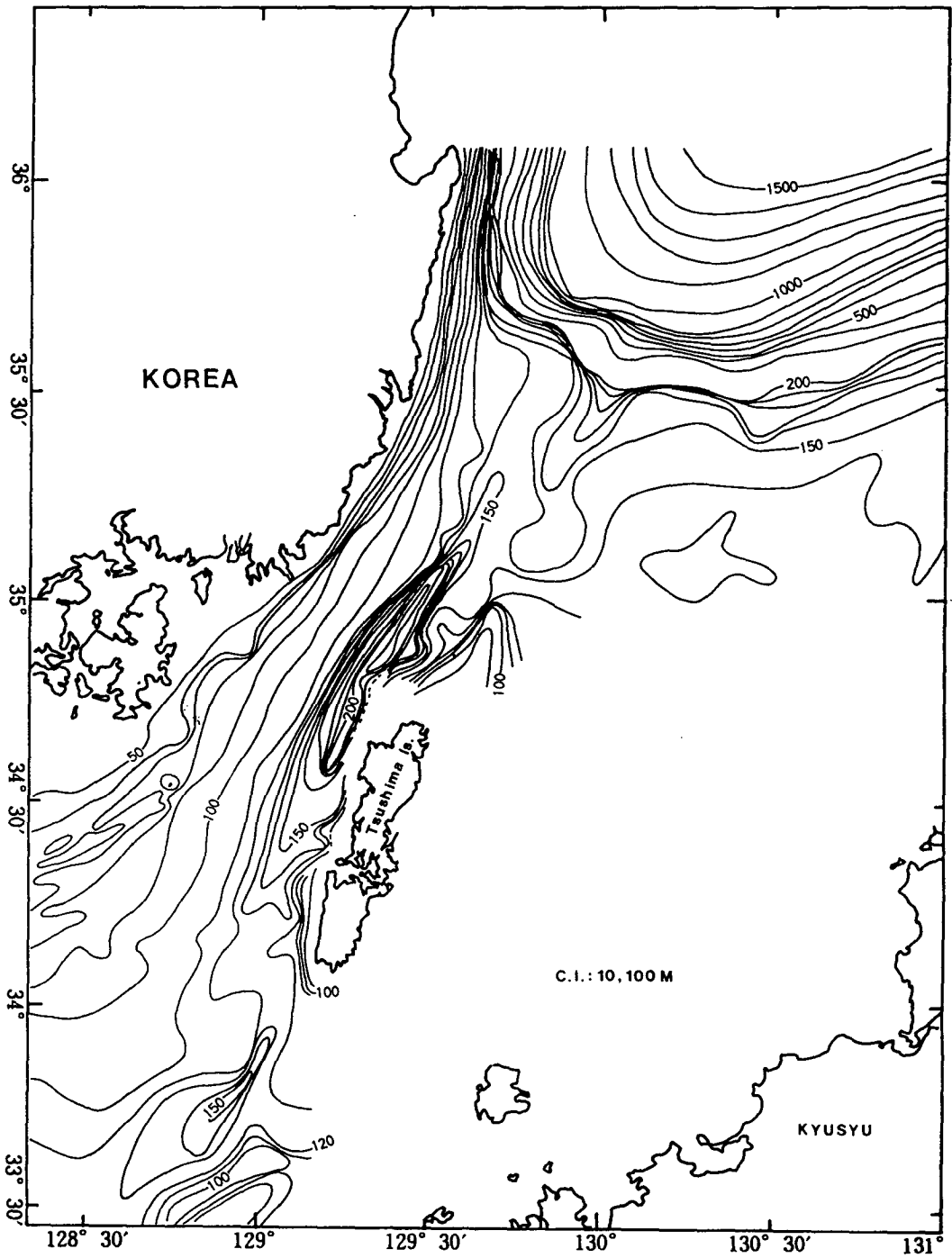


Fig. V-18. Bathymetric map of the Korea Strait

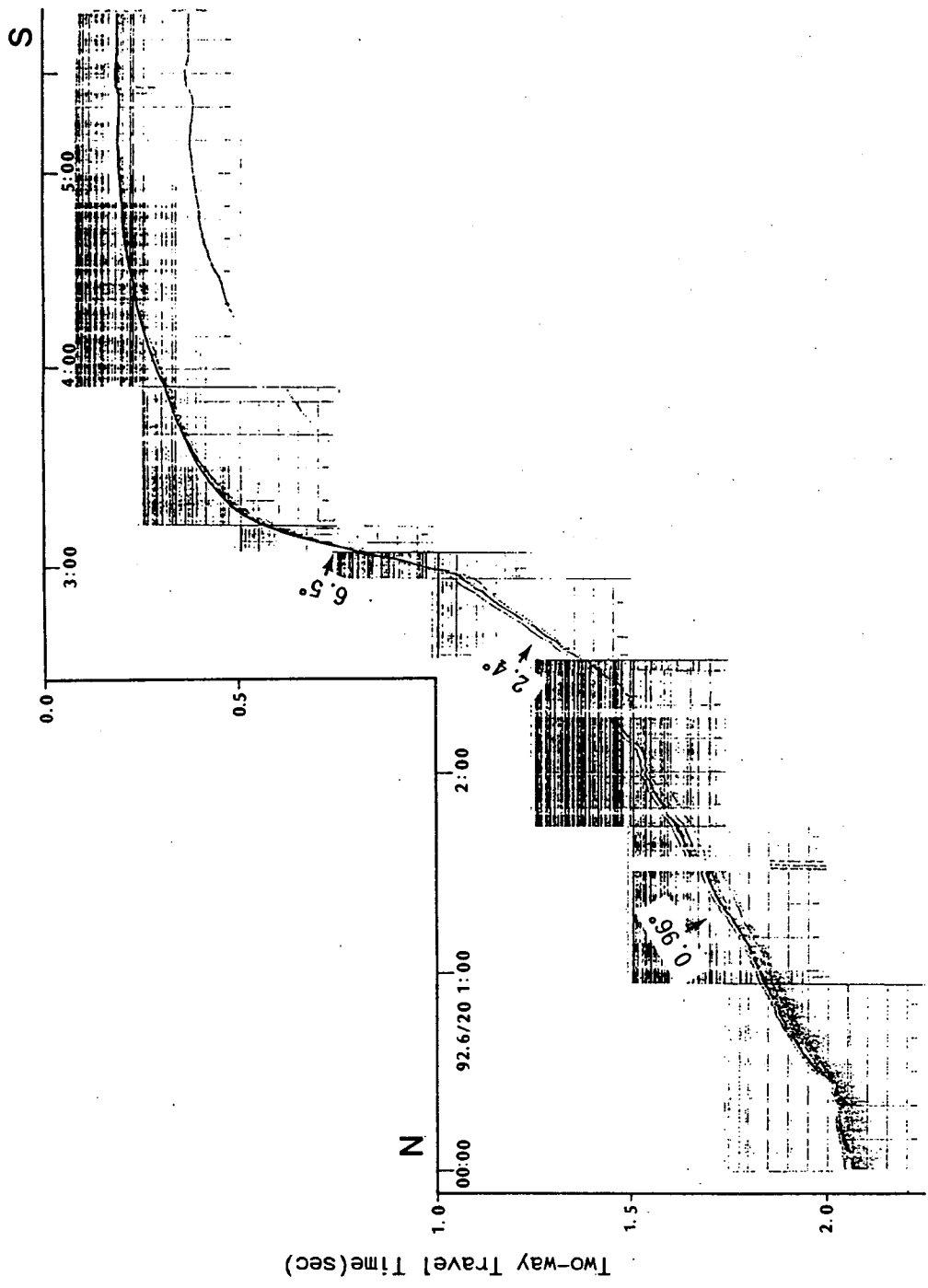


Fig. V-19. 3.5kHz seismic profile illustrating the seismic facies of the shelf and slope area in the southern part of Ulleung Basin

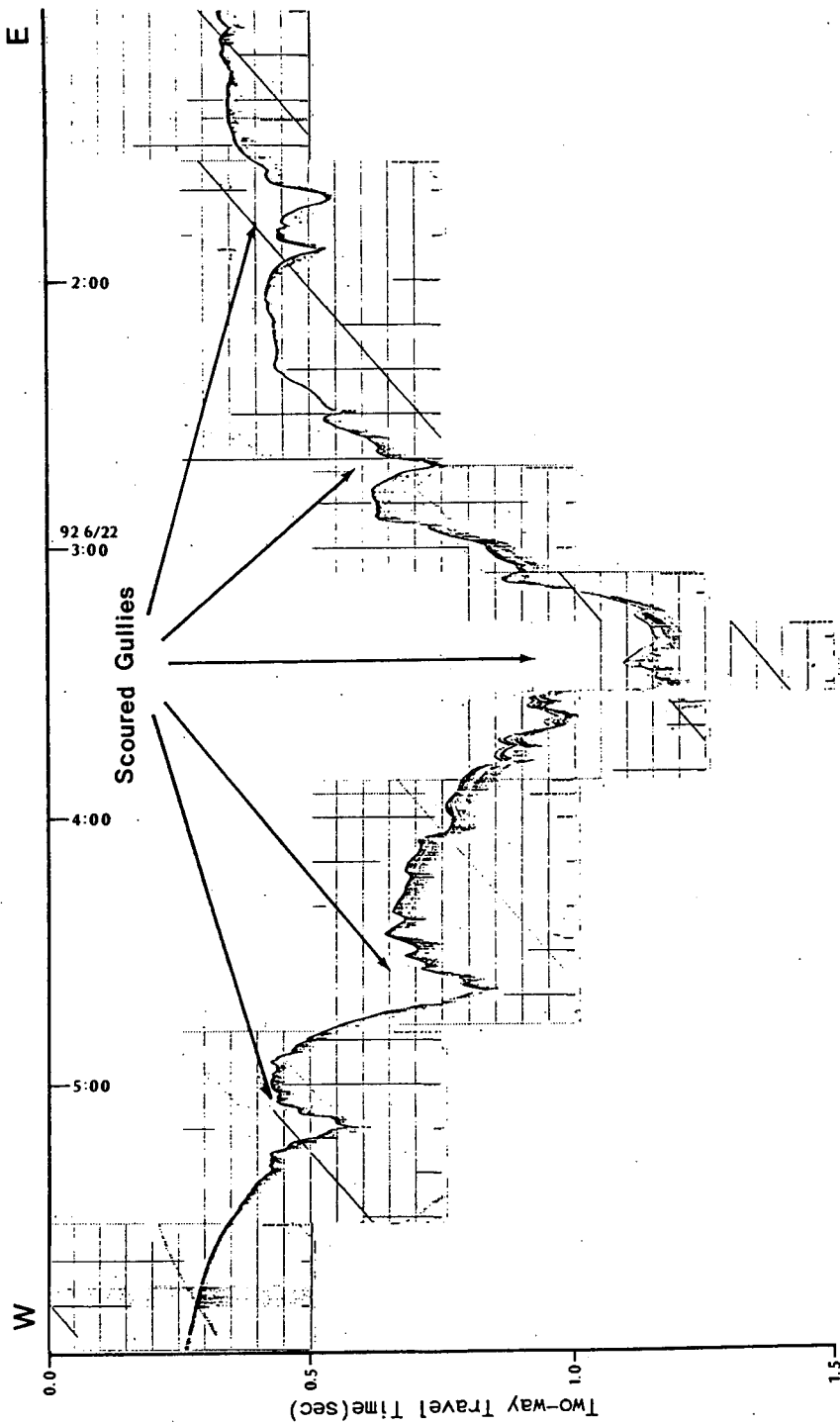


Fig. V-20. 3.5kHz seismic profile illustrating the seismic facies with irregular bottom topography produced by massflow movement processes along the slope in the southern part of Ulleung Basin

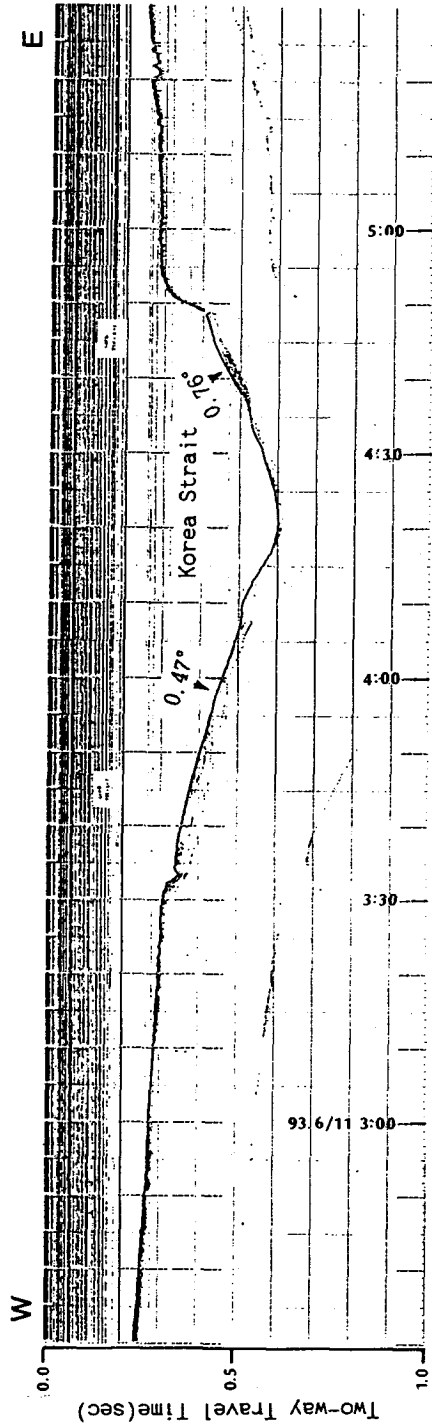


Fig. V -21. 3.5kHz seismic profile illustrating the seismic facies of the Korea Strait

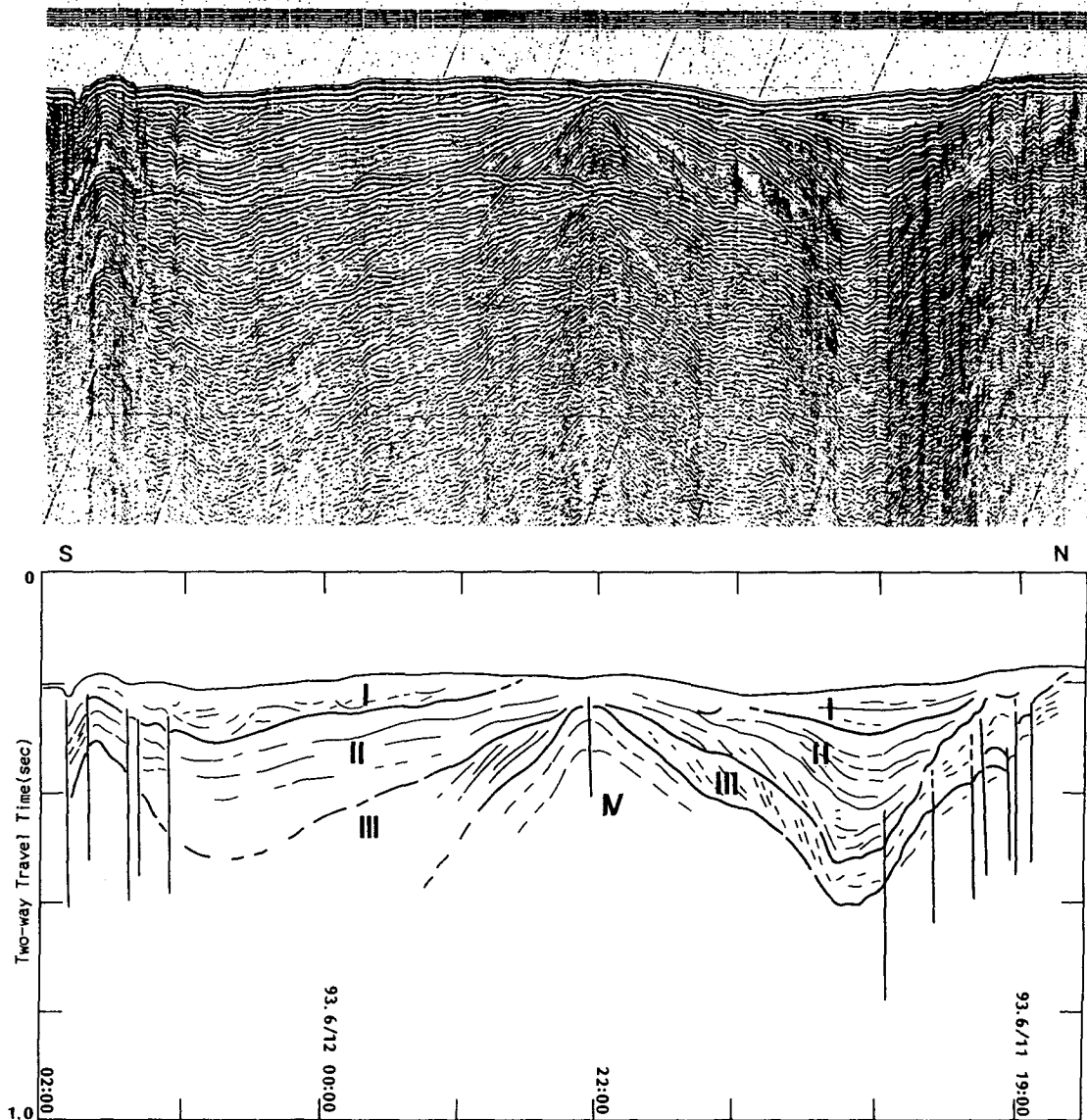


Fig. V-22. An example of Sparker system profile with interpreted section in the southern part of the Ulleung Basin. The heavy solid lines define the sequence boundaries and the geologic implications of each sequence (I-IV) are discussed in this report

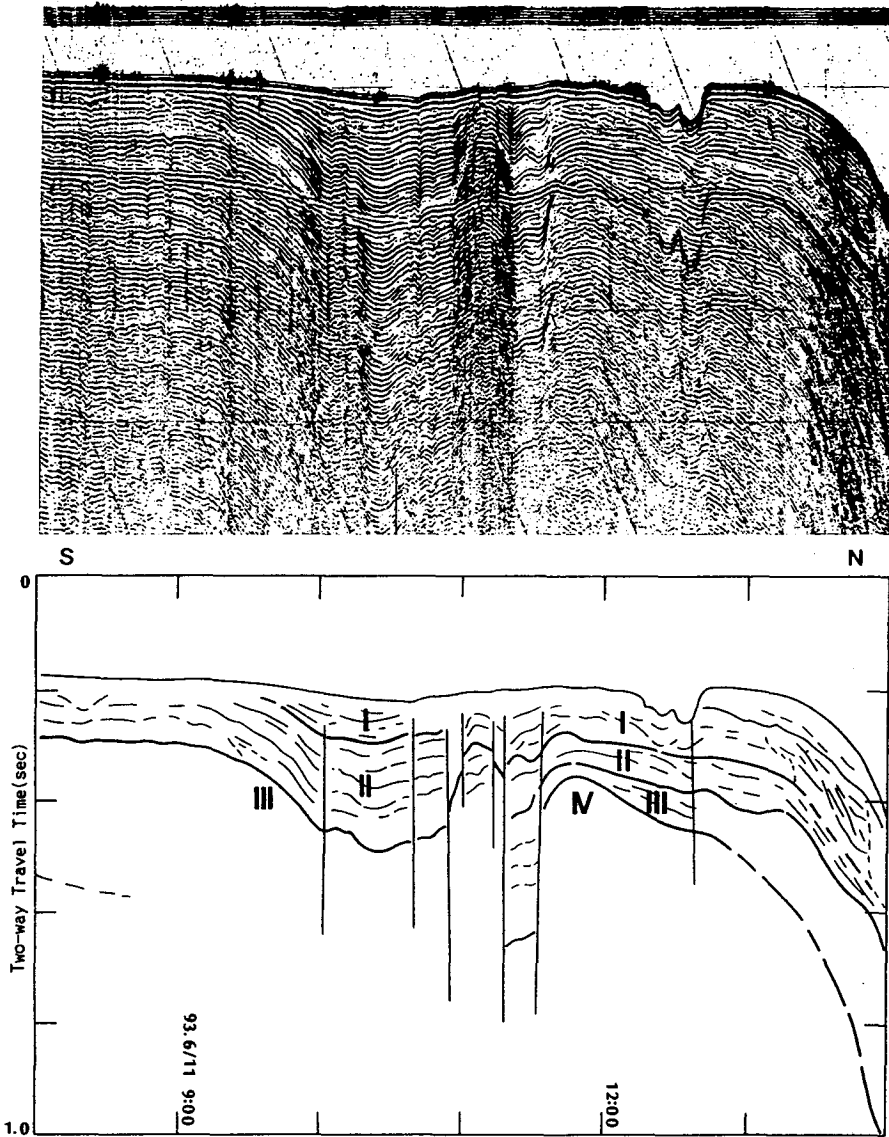


Fig. V-23. An example of Sparker system profile with interpreted section in the southern part of the Ulleung Basin. The heavy solid lines define the sequence boundaries and the geologic implications of each sequence (I-IV) are discussed in this report

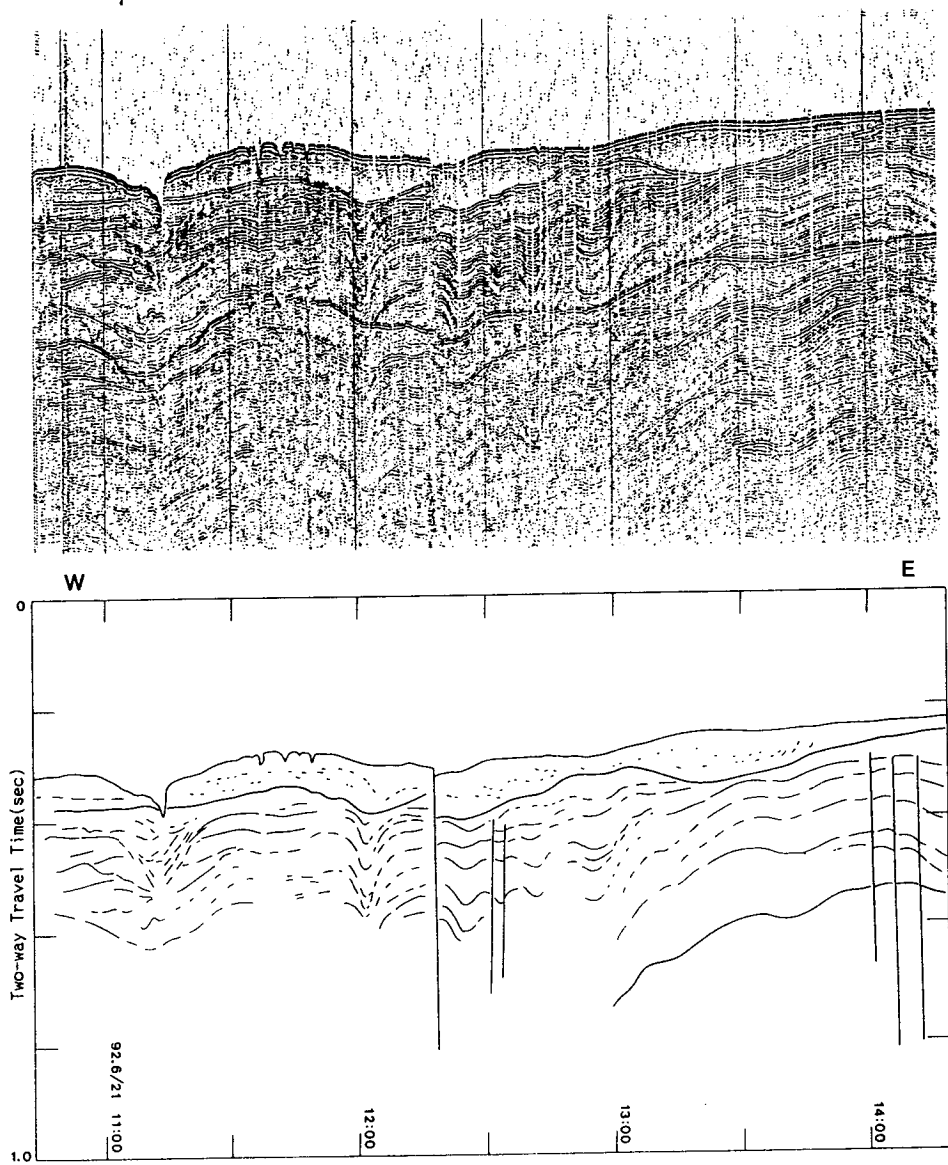


Fig. V-24. Sparker system profile with interpreted section illustrating high-angled fault to extend to sea bottom and folding structures in the southern part of the Ulleung Basin

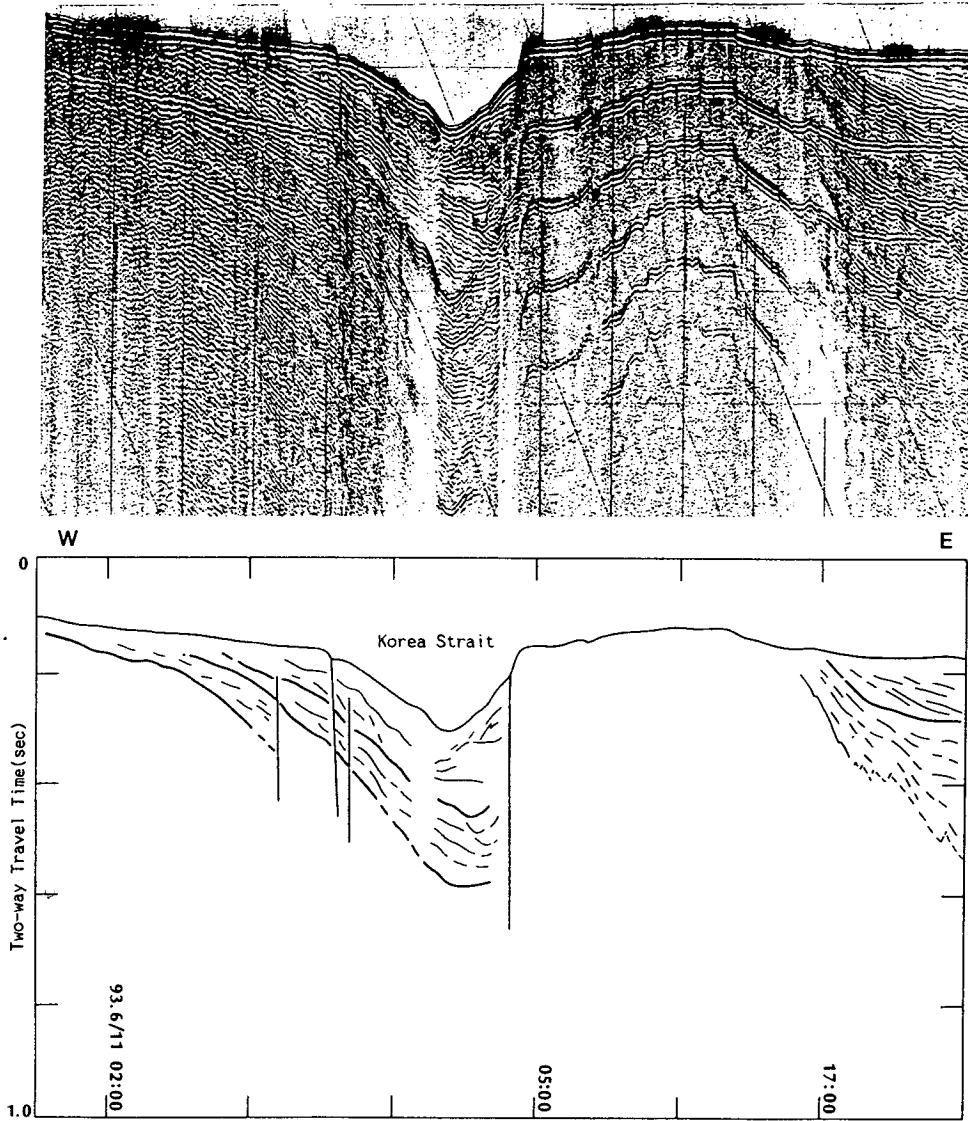


Fig. V-25. An example of Sparker system profile with interpreted section in the Korea Strait

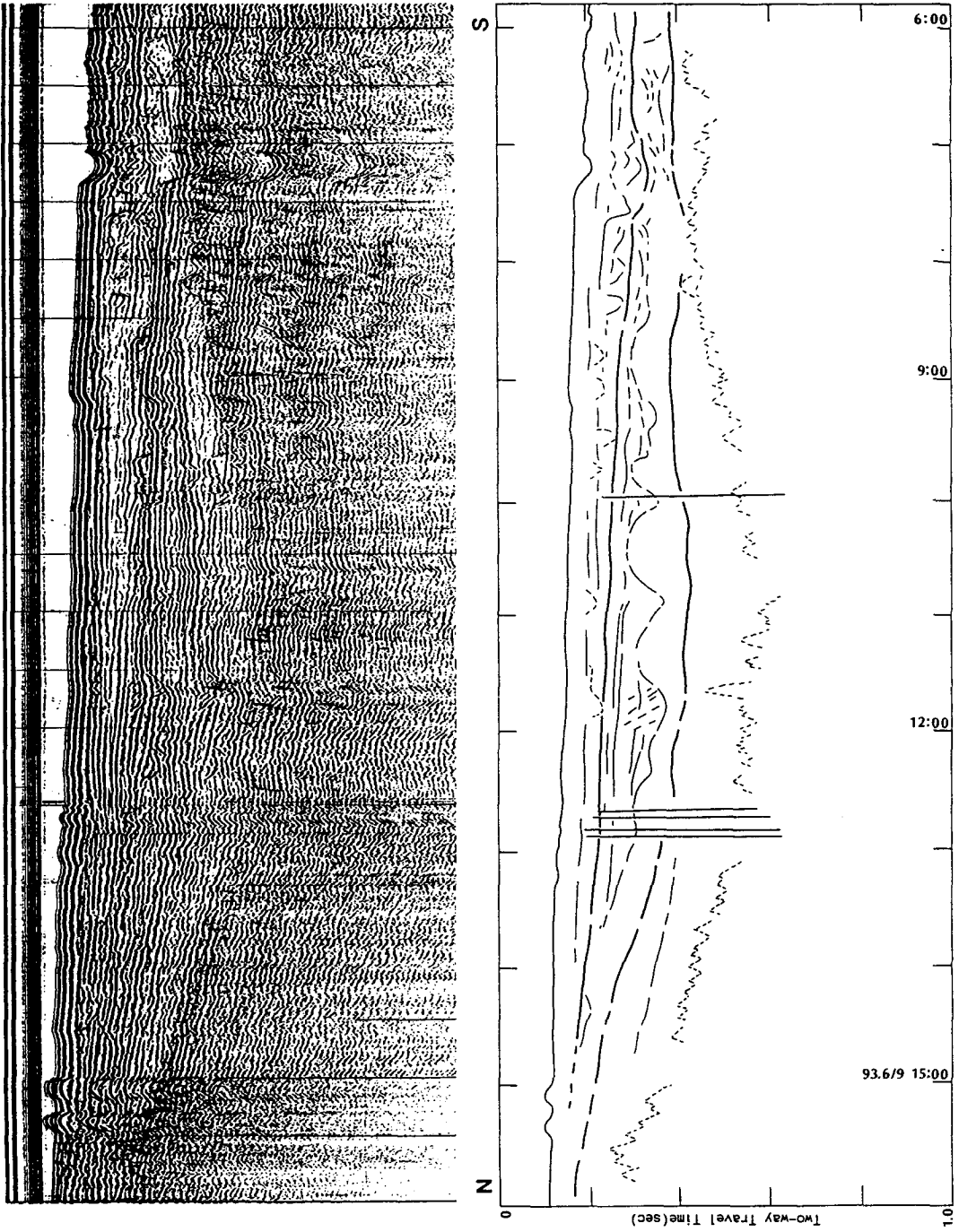


Fig. V -26. An example of Sparker system profile with interpreted section in the Korea Strait

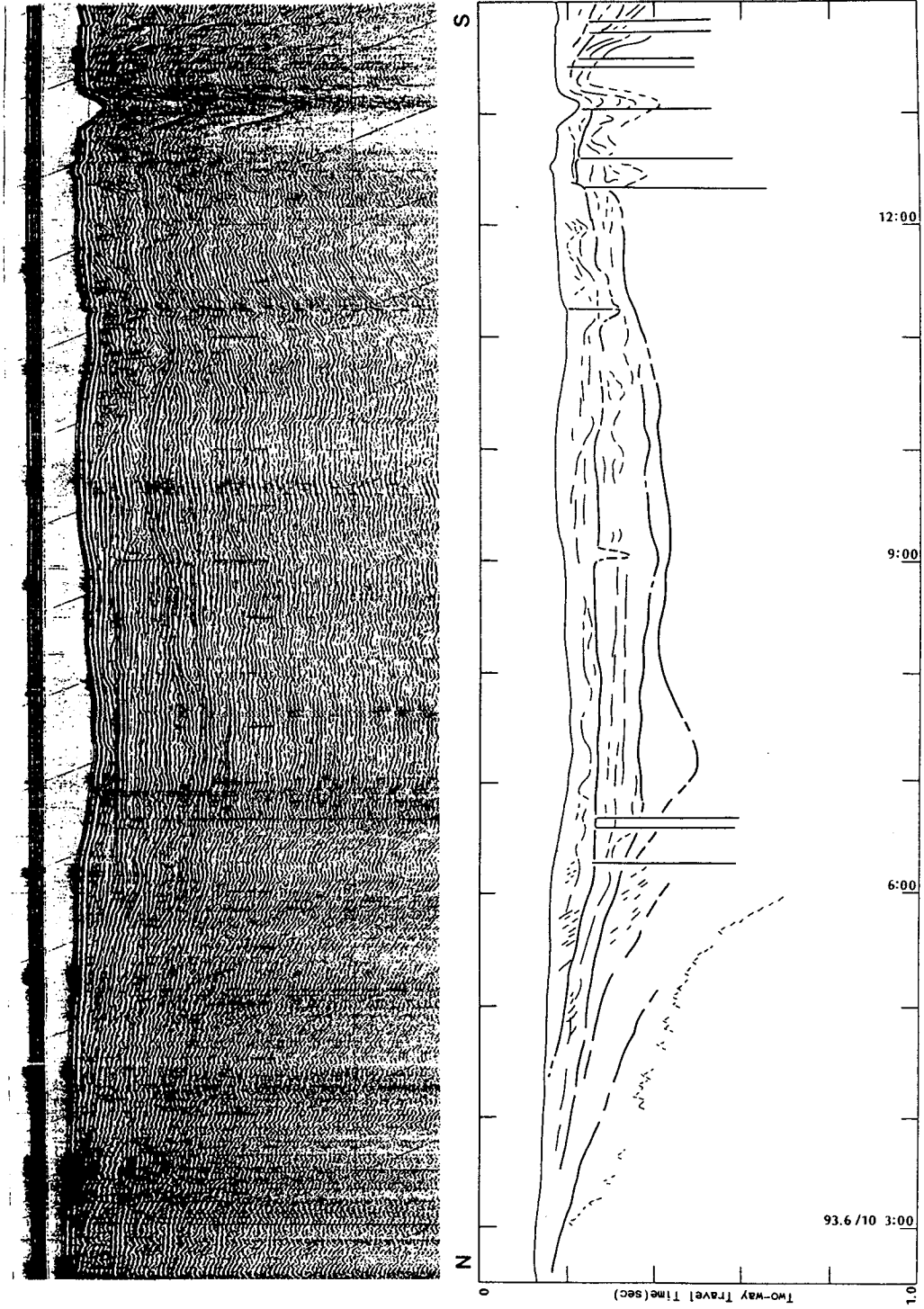


Fig. V -27. An example of Sparker system profile with interpreted section in the Korea Strait