

La mer

う み

1996 年 11 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise
d'océanographie
Tokyo, Japon

SOCIÉTÉ FRANCO-JAPONAISE D'Océanographie

Comité de Rédaction

(de l'exercice des années de 1996 et 1997)

Directeur et rédacteur: Y. YAMAGUCHI

Comité de lecture: S. AOKI, M. HANZAWA, M. HORIKOSHI, M. MATSUYAMA, M. MAEDA, M. OCHIAI, T. YANAGI, S. WATANABE

Rédacteurs étrangers: H.J. CECCALDI (France), E.D. GOLDBERG (Etats-Unis), T. ICHIYE (Etats-Unis), T.R. PARSONS (Canada)

Services de rédaction et d'édition: M. OCHIAI, H. SATOH

Note pour la présentation des manuscrits

La mer, organe de la Société franco-japonaise d'océanographie, publie des articles et notes originaux, des articles de synthèse, des analyses d'ouvrages et des informations intéressant les membres de la société. Les sujets traités doivent avoir un rapport direct avec l'océanographie générale, ainsi qu'avec les sciences halieutiques.

Les manuscrits doivent être présentés avec un double, et dactylographiés, en *double interligne*, et au recto exclusivement, sur du papier blanc de format A4 (21×29,7 cm). Les tableaux et les légendes des figures seront regroupés respectivement sur des feuilles séparées à la fin du manuscrit.

Le manuscrit devra être présenté sous la forme suivante:

1° Il sera écrit en japonais, français ou anglais. Dans le cadre des articles originaux, il comprendra toujours le résumé en anglais ou français de *200 mots* environs. Pour les textes en langues européennes, il faudra joindre en plus le résumé en japonais de *500 lettres* environs. Si le manuscrit est envoyé par un non-japonophone, le comité sera responsable de la rédaction de ce résumé.

2° La présentation des articles devra être la même que dans les numéros récents; le nom de l'auteur précédé du prénom *en entier*, en minuscules; les symboles et abréviations standards autorisés par le comité; les citations bibliographiques seront faites selon le mode de publication: article dans une revue, partie d'un livre, livre entier, etc.

3° Les figures ou dessins originaux devront être parfaitement nettes en vue de la réduction nécessaire. La réduction sera faite dans le format 14,5×20,0 cm.

La première épreuve seule sera envoyée à l'auteur pour la correction.

Les membres de la Société peuvent publier 7 pages imprimées sans frais d'impression dans la mesure à leur manuscrit qui ne demande pas de frais d'impression excessifs (pour des photos couleurs, par exemple). Dans les autres cas, y compris la présentation d'un non-membre, tous les frais seront à la charge de l'auteur.

Cinquante tirés-à-part peuvent être fournis par article aux auteurs à titre gratuit. On peut en fournir aussi un plus grand nombre sur demande, par 50 exemplaires.

Les manuscrits devront être adressés directement au directeur de publication de la Société: Y. YAMAGUCHI, Université des Pêches de Tokyo, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japon; ou bien au rédacteur étranger le plus proche: H. J. CECCALDI, EPHE, Station marine d'Endoume, rue Batteries-des-Lions, 13007 Marseille, France; E. D. GOLDBERG, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California 92093, Etats-Unis; T. ICHIYE, Department of Oceanography, Texas A & M University, College Station, Texas 77843, Etats-Unis; ou T. R. PARSONS, Department of Oceanography, University of British Columbia, Vancouver, B. C. V6T 1W5, Canada.

Open-ocean convection in the Japan (East) Sea

Yong-kyu CHOI*

Abstract: Based on the results of Marine Meteorological and Oceanographical Observations by Japan Meteorological Agency during 1966-1987, the phenomenon of open-ocean convection is found as a candidate for the formation of the Japan (East) Sea Proper Water (JSPW). The water types in the mixed regions denoting the deep convection are similar to those of the JSPW such as 0-1°C in potential temperature, 34.0-34.1 ‰ in salinity and 68-80 cl/t in potential thermosteric anomaly from the sea surface to the deep layer. The static stabilities in the stations of the mixed regions are unstable or neutral. The phenomena of open-ocean convection are commonly observed in the area of the north of 40°N. This suggests that the deep water of JSPW is formed not in a limited area but probably in the overall region of the northern open ocean. The formation of the deep water may be mainly affected by the cooling of the sea surface because the temperature and salinity on the isotheric surface of about 76 cl/t in potential thermosteric anomaly are cold and low. The JSPW sunken from the surface layer on the mixed region spreads out under the Tsushima warm current area, following the isotheric surface of about 76 cl/t in potential thermosteric anomaly.

1. Introduction

The Japan (East) Sea is called a mini ocean because of the varieties of oceanological aspects due to the basins deeper than 2000 m depth and the connectors with other seas through narrow straits shallower than 150 m depth. These characteristics hinder the exchange of deep waters and contains a peculiar deep waters, the Japan (East) Sea Proper Water. Many authors explained that there must be exist the deep convection in the interior of the Japan (East) Sea (e.g., NITANI, 1972; GAMO *et al.*, 1986; SUDO, 1986).

The deep water is formed by two ways, the open-ocean and near-boundary convections. During the open-ocean convection, the homogeneous water column from the sea surface to a deep layer, so called chimney, and the cyclonic eddy had been observed in the Mediterranean (MEDOC group, 1970), Labrador (CLARKE and GASCARD, 1983), Greenland (JOHANNESSEN *et al.*, 1991) and Weddell Seas (GORDON, 1978).

MEDOC group (1970) suggested that the

open-ocean convection takes three phases; namely, the preconditioning phase, the violent mixing phase, the sinking and spreading phase. The chimney is formed in the second phase and accompanied with cyclonic eddy and it also affects the sinking and spreading phase (GASCARD, 1991).

SENJYU and SUDO (1993, 1994) inferred the winter convection through the isopycnal analysis and water characteristics in the Japan (East) Sea. SEUNG and YOON (1995) showed the deep convection in the Japan (East) Sea. They explained that winter convection reaching down to about 1000 m depth takes place near Vladivostok, Russia. But the data for the distributions of temperature or salinity are not all occupied in every cruise, and the data was checked and chosen. Of course, it does not make a problem, but we want to know more about the deep convection in the Japan (East) Sea exactly.

Therefore, we set a question that 'Does an open-ocean convection really take place in the Japan (East) Sea?' The purpose of this study is to find out the evidence of open-ocean convection in the Japan (East) Sea.

* Kunsan Laboratory, National Fisheries Research and Development Agency, Kunsan 573-030, Korea,

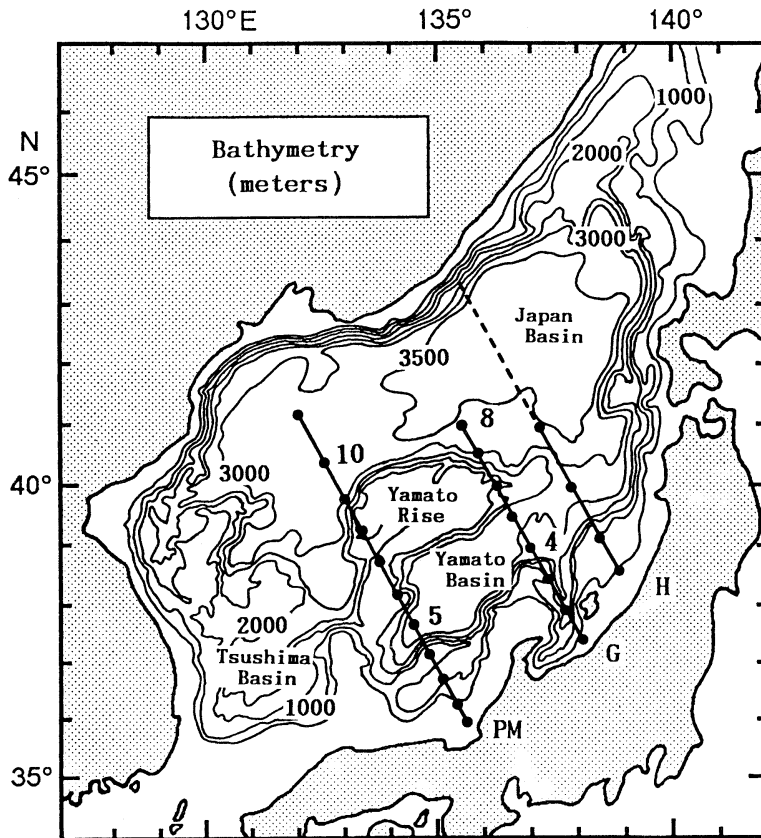


Fig. 1. Bathymetry and studied lines.

2. Data and Approach

The comprehensive observations for the Japan (East) Sea have been conducted by the Japan Meteorological Agency systematically and those data are available for studying the water characteristics to a deep layer in the Japan (East) Sea. So, the results of marine meteorological and oceanographical observations by Japan Meteorological Agency were used from 1966 to 1986 for about 22 years. But the observations were mostly occupied in the southeast part of the Japan (East) Sea. In the northwest part, the observations were scarce and there were also areas of no observations.

To see the water properties, the vertical distributions of potential temperature, salinity and potential thermosteric anomaly was presented for the lines shown in Fig. 1. These three lines, PM, G, H were selected for detailed analysis because these lines lie across the polar front to the northern part. In Fig. 1, the dotted line

indicates that the observation was carried out during Cooperative Study of Kuroshio but is not conducted at present. The number of stations and the distances between the stations in lines of PM, G, H are somewhat different from year to year.

Potential thermosteric anomaly (Δ_θ) was used instead of sigma-theta (σ_θ). The Japan (East) Sea Proper Water is very homogeneous in temperature and salinity. So, potential thermosteric anomaly is more convenient to distinguish the density difference than sigma-theta because it does not need to express the decimal point in density. With the potential thermosteric anomaly, the static stability was calculated in some hydrographic stations following POND and PICKARD (1983) as

$$E = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial \Delta_\theta}{\partial z}$$

where α is the specific volume, Δ_θ the poten-

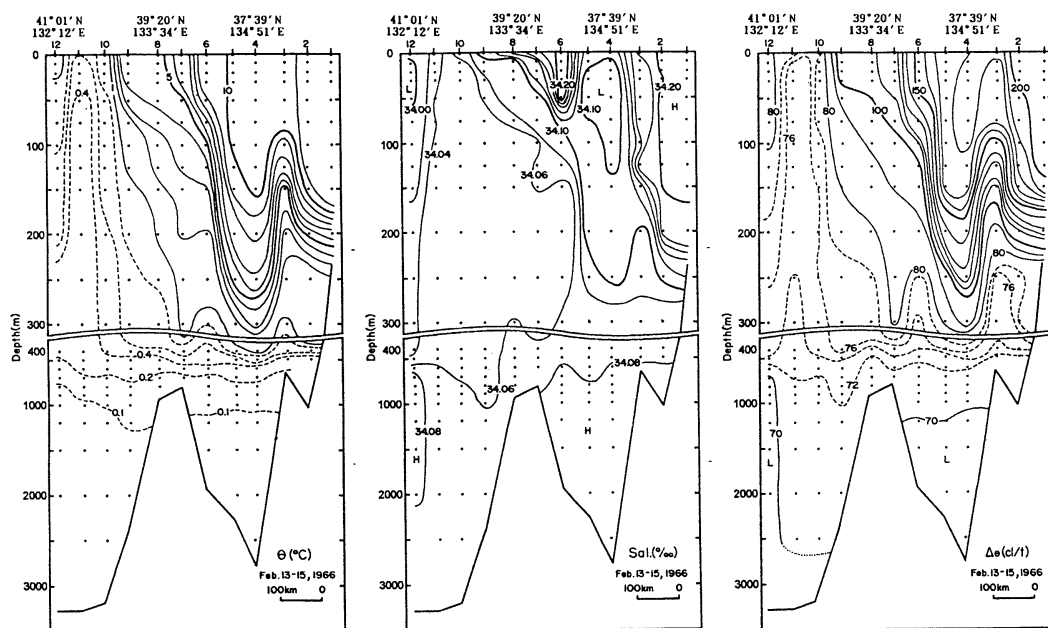


Fig. 2. Vertical distributions of potential temperature (right), salinity (middle) and potential thermosteric anomaly (left) for line PM in 1966.

tial thermosteric anomaly and z the depth interval. Also, horizontal distributions of potential temperature, salinity were presented for the isosteric surface which is denoted the characteristics of the Japan (East) Sea Proper Water. The proper value of the potential thermosteric anomaly on the isosteric surface was chosen from the T-S plots during winter from 1996 to 1987.

3. Results

3-1 Occurrence of Open-ocean Convection

Fig. 2 shows the vertical distributions of potential temperature, salinity and potential thermosteric anomaly in line PM on February, 1966. The potential temperature and potential thermosteric anomaly of station 11 are lower than those of stations 10 and 12. In station 11, from the sea surface to about 400 m depth, it can be seen the nearly homogenous water column with below 1°C in potential temperature, about $34.02\text{--}34.06\text{‰}$ in salinity and below 80 cl/t in potential thermosteric anomaly. Salinity becomes low from the south (34.20‰) to the north (34.00‰) of station 11.

Fig. 3 is the vertical distributions of potential temperature, salinity and potential thermo-

steric anomaly for line H in 1966. In station 26, it shows the homogeneous water column whose characteristics of water properties denotes the Japan (East) Sea Proper Water. It is noteworthy that 72 cl/t in potential thermosteric anomaly is distributed from the sea surface to about 500 m depth in station 26.

Fig. 4 is the same one as the previous figures except for line G in 1986. In station G8, we can see the outcropping of isothermal line, isohaline and isostere, which denote the characteristics of the Japan (East) Sea Proper Water below 1°C in potential temperature, 34.08‰ in salinity and 76 cl/t in potential thermosteric anomaly. Although we could not show the complete shape of homogeneous water column embedded in more stratified waters due to the limit of the measurement to the north, it also may be shown the homogeneous water column if the observation was performed to the northern part.

The vertical distributions of potential temperature and potential thermosteric anomaly are illustrated in Fig. 5, which shows the homogeneous water column and outcropping. The homogeneous water column appeared in station 21 on February in 1967. In station 39 in

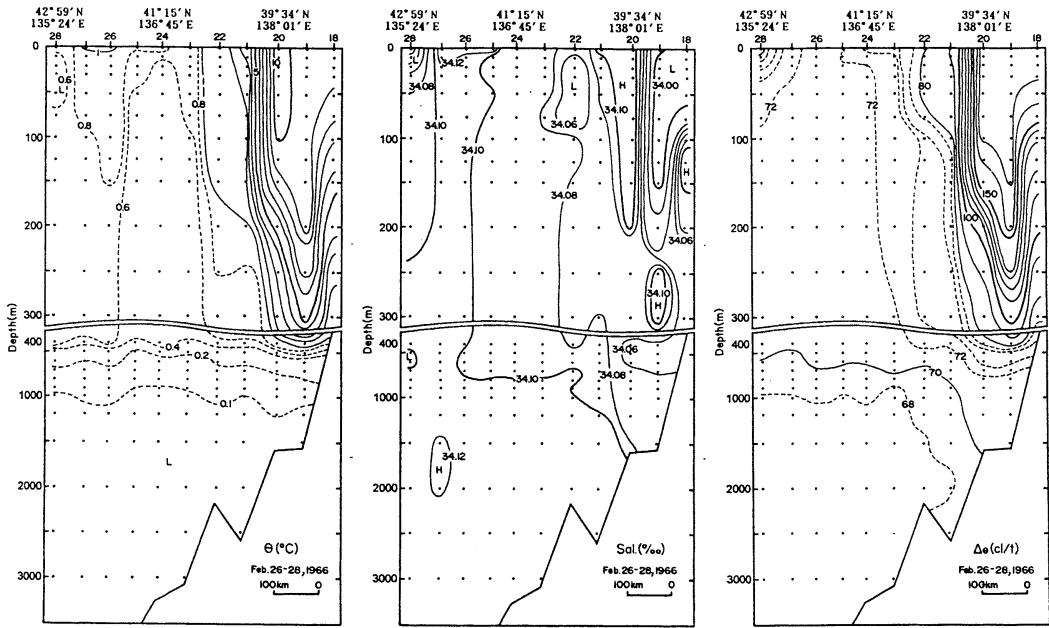


Fig. 3. Vertical distributions of potential temperature (right), salinity (middle) and potential thermosteric anomaly (left) for line H in 1966.

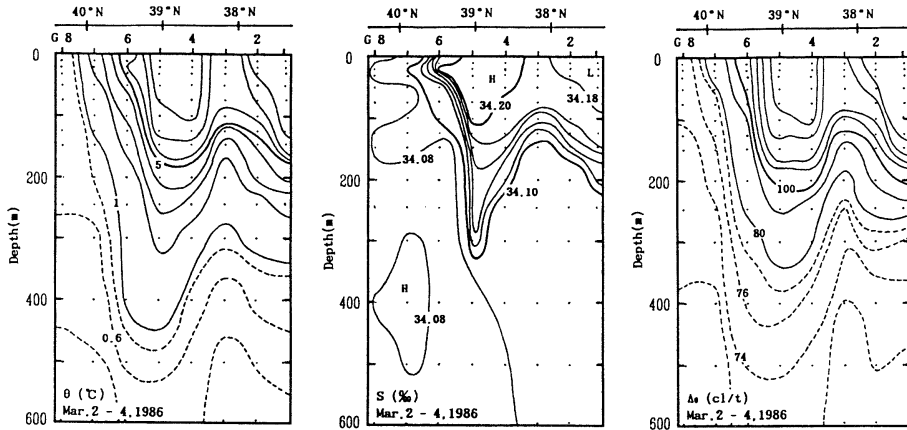


Fig. 4. Vertical distributions of potential temperature (right), salinity (middle) and potential thermosteric anomaly (left) for line G in 1986.

1969 and stations from 35 to 38 in 1970, the potential thermosteric anomalies are lower than 74 cl/t, in particular, from the sea surface to below 600 m depth.

In order to see the trace of the cyclonic eddy in the stations of homogeneous water columns and outcroppings, we plotted the dynamic depth anomaly on 1966A, 1966B, 1967A, 1967B in Fig. 6 because the complete shape of homogeneous water column were shown in these lines.

Arrows denote the centre of the homogeneous water column. The values of dynamic depth anomalies in the centre of the homogeneous water columns are lower than those of the others. We can deduce the existence of the cyclonic-eddy vaguely.

Fig. 7 shows the positions of homogeneous water column and outcropping during last 22 years. Solid circles denote the homogeneous water column and open circles the outcrop-

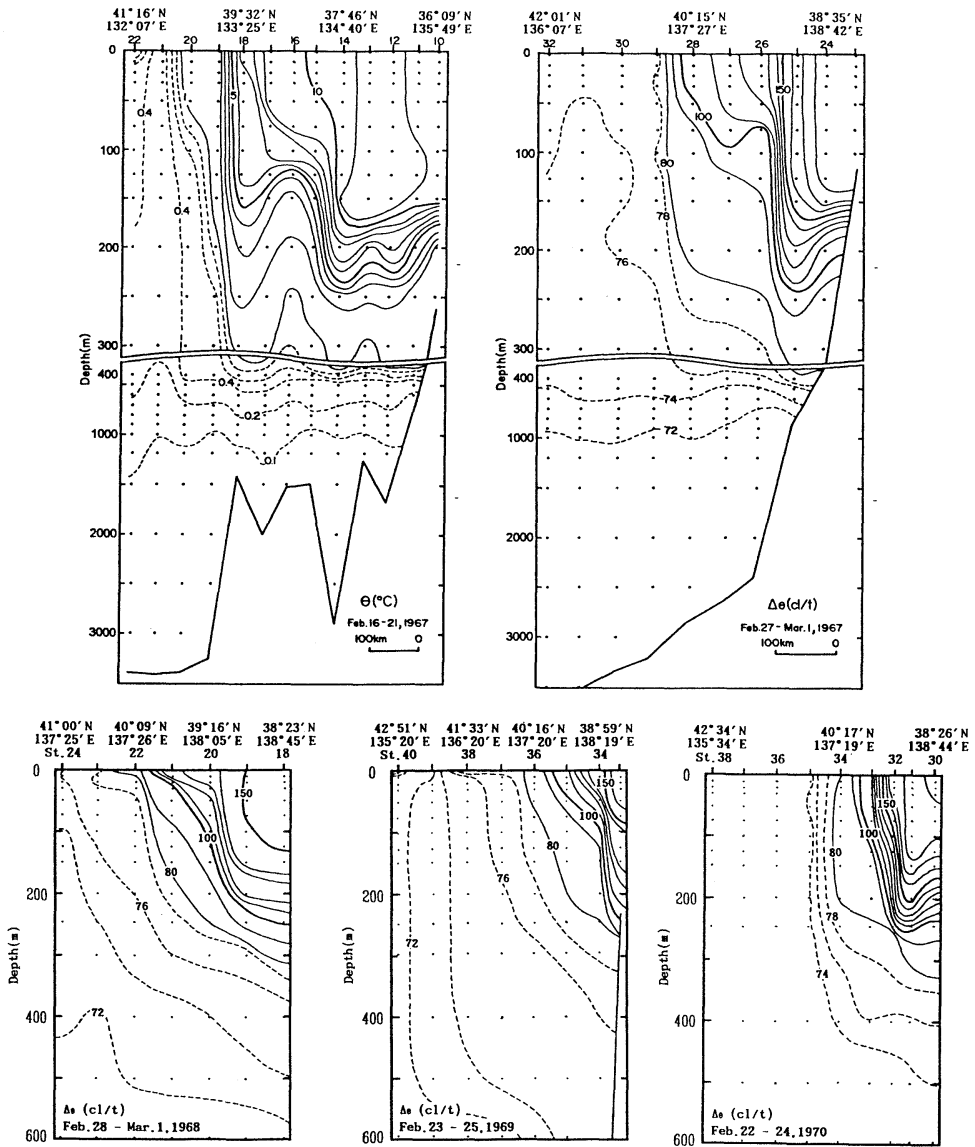


Fig. 5. Vertical distributions of potential temperature for line H in 1967, potential thermobaric anomaly for line PM in 1967, potential thermobaric anomaly for line PM in 1967, 1968, 1969, 1970, 1972 and 1974 and for line PM in 1975 and 1981, respectively.

ping. The homogeneous water column and outcropping occurs here and there in the northern part. We know that these are not all. If the data covered the northern part, it would be able to find out the phenomenon of open-ocean convection in the area.

Fig. 8 represents the static stabilities of stations for the homogeneous water column and outcropping. The static stabilities are generally

unstable or neutral in the surface layer. Below 200 m depth, the static stabilities are neutral in all stations. With this figure, we know that the deep convection will be take place in these stations.

3-2 Spreading Features

In order to choose the proper value of the isosteric surface and to see the distributions of

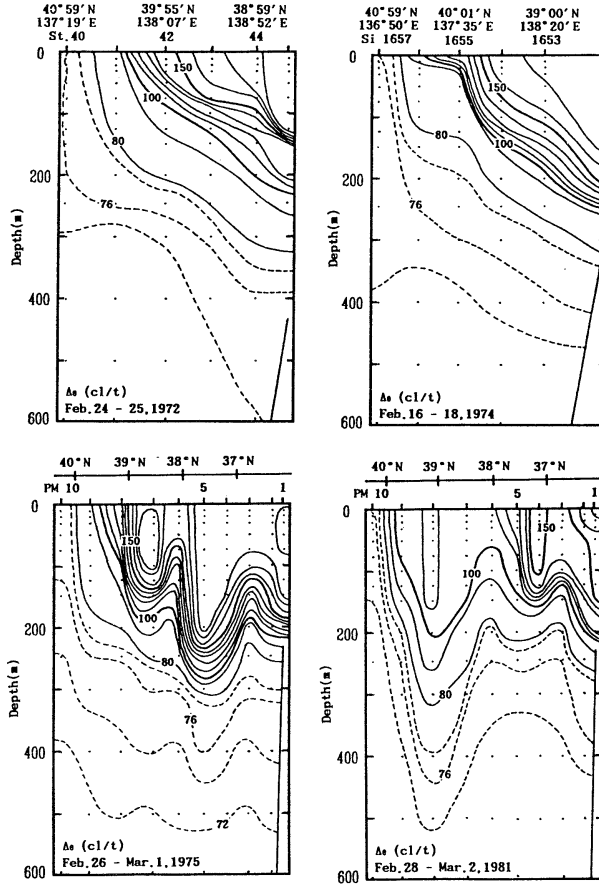


Fig. 5. Continued

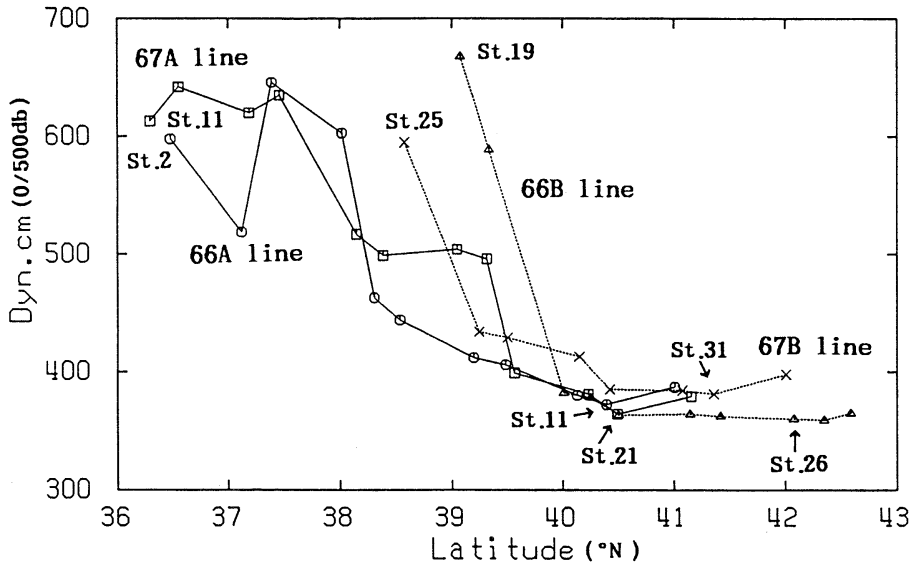


Fig. 6. Dynamic depth anomaly at the sea surface based on the 500 db of the 1966A, 1966B, 1967A and 1967B. A and B denote the line PM and H, respectively. Arrows indicate the stations showing chimney-type.

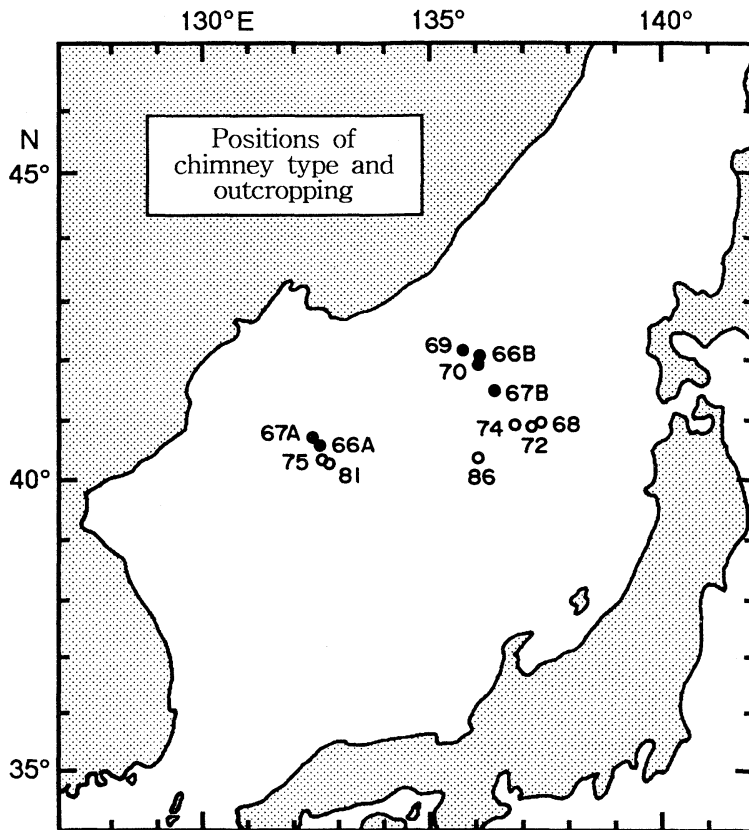


Fig. 7. Positions of chimney-type (solid circles) and outcroppings (open circles) in winter during 1966-1987.

the water properties on the isosteric surface, we plotted T-S diagrams in winter during last 22 years in Fig. 9. All water types of the Japan (East) Sea Proper Water are plotted between about 70 cl/t to about 80 cl/t in potential thermosteric anomaly. To see the horizontal distributions of the water properties on the isosteric surface, the value of 76 cl/t in potential thermosteric anomaly is the most proper. So we drew the horizontal distributions of depth, potential temperature and salinity on the isosteric surface of 76 cl/t. Although it can not be scrutinized the flowing path following the isosteric surface, the shape of spreading may be shown in those figures.

Fig. 10 shows the depth where potential thermosteric anomaly equals to 76 cl/t. The isosteric surface of 76 cl/t come in contact with the sea surface in 1966, 1967, 1969, 1970, 1981 and 1986. In the case of 1966, 1967 and 1969, the

isosteric surface contacted with the sea surface looks like an eddy shape. The isosteric surface of 76 cl/t becomes deep to the south below 400 m depth.

Fig. 11 and Fig. 12 show the potential temperature and salinity where potential thermosteric anomaly equals to 76 cl/t. Hatched area denote the surface below 76 cl/t in those figures. The potential temperature is below about 0.4-0.8°C in the north. It becomes high to the south about 0.8-1.0°C. On the sea surface the salinity of the northern part is lower than those of the southern part.

Fig. 13 shows some aspects of spreading. The upper denote the positions of stations and vertical distribution of potential thermosteric anomaly in the case of 1967. The lower denotes the T-S relation according to the sea surface and the depth. Crosses denote the T-S relation of the sea surface from the station 13 of the

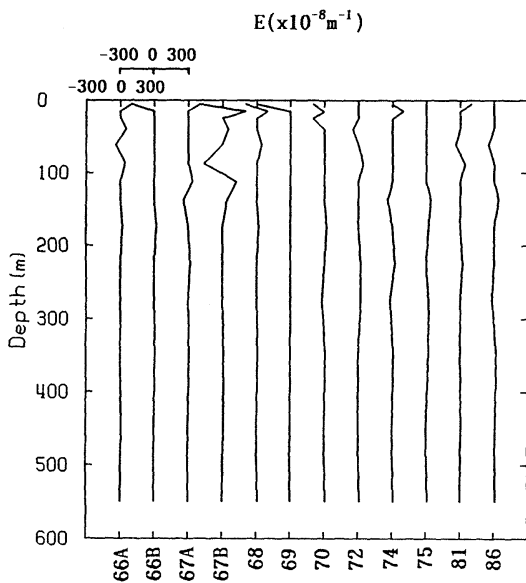


Fig. 8. Static stabilities of the stations in chimney-type and outcroppings. Numerals denote the year, A and B the line PM and H, respectively.

south to the station 21 of the north, circles the T-S relation with the depth in the station 13. If the water formed by the open-ocean convection in the northern part spreads out under the Tsushima Warm Current area following the isosteric surface, the water types between the sea surface of the northern part and the deep layer one of the southern part will agree with each other. In this diagram, both the water type of the sea surface of the station 21 and the water type of about 600 m depth of the station 13 agree well with each other.

4. Discussion

MEDOC group (1970) explained the violent mixing phase that narrow region of deeply penetrative convection occurs in the centre of the gyre. The central mixed region in the second phase is so narrow that the horizontal scale is merely about a few tens of kilometers (MEDOC group, 1970 ; GASCARD, 1991).

The homogeneous water column from the sea surface to a deep layer indicates the well mixed water (c.f., Fig. 2) and may be regarded as the deep water formation (Fig. 8, Fig. 13). When the cooled surface water sinks it is replaced by warmer water from the sides. As

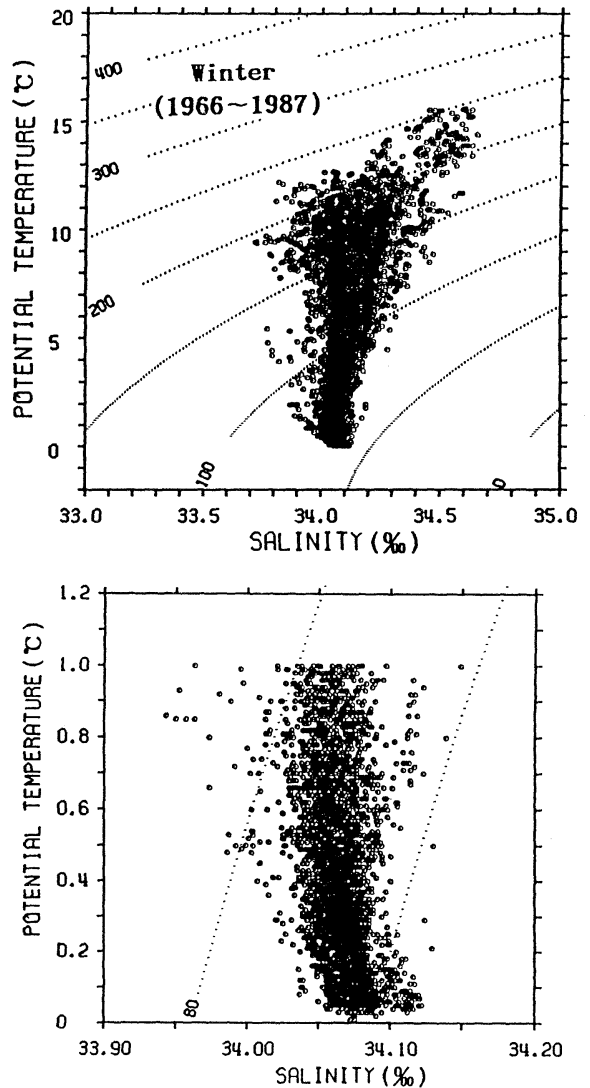


Fig. 9. T-S diagrams (upper) and the enlarged T-S plot for the Japan Sea Proper Water (lower) in winter during 1966-1987.

cooling continues the entire water column is gradually mixed with new water masses from the surface (SANDVEN *et al.*, 1991).

The homogeneous water columns embedded in more stratified waters and outcroppings occurred here and there of the area in the north of 40°N (Fig. 7). This suggests that the deep water of the Japan (East) Sea Proper Water is formed not in a limited area but probably in the overall region of the northern open ocean.

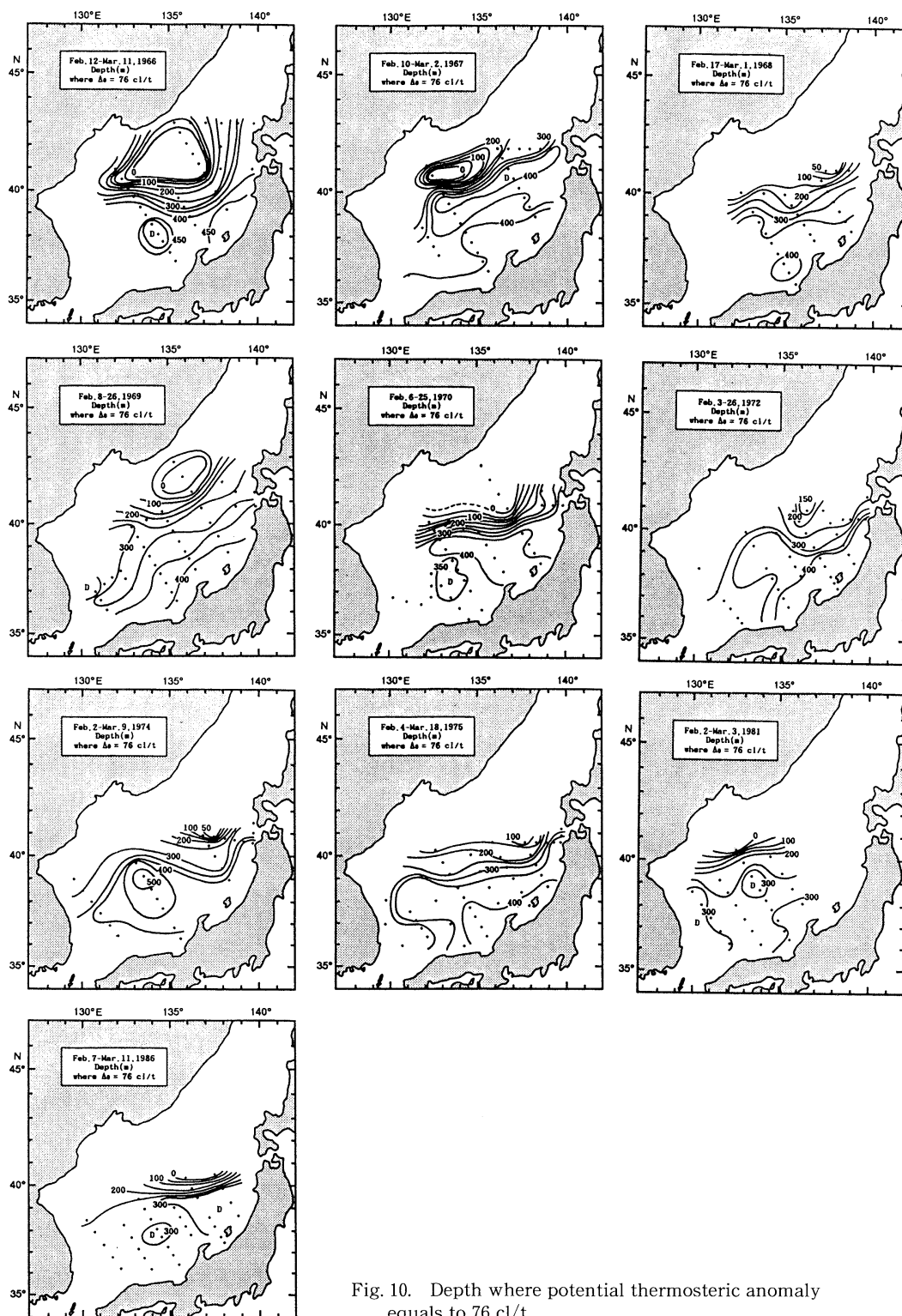


Fig. 10. Depth where potential thermosteric anomaly equals to 76 cl/t.

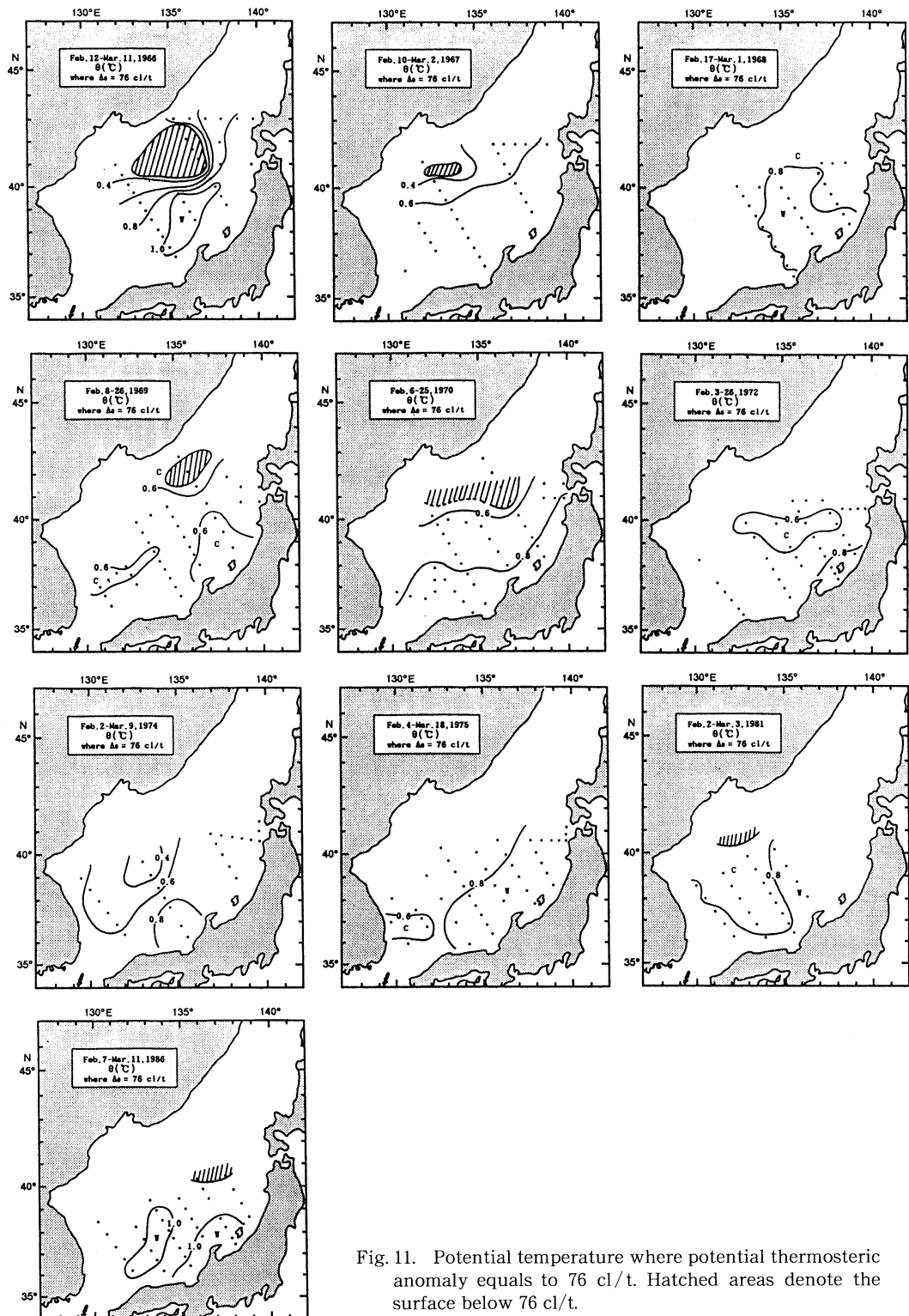


Fig. 11. Potential temperature where potential thermosteric anomaly equals to 76 cl/t. Hatched areas denote the surface below 76 cl/t.

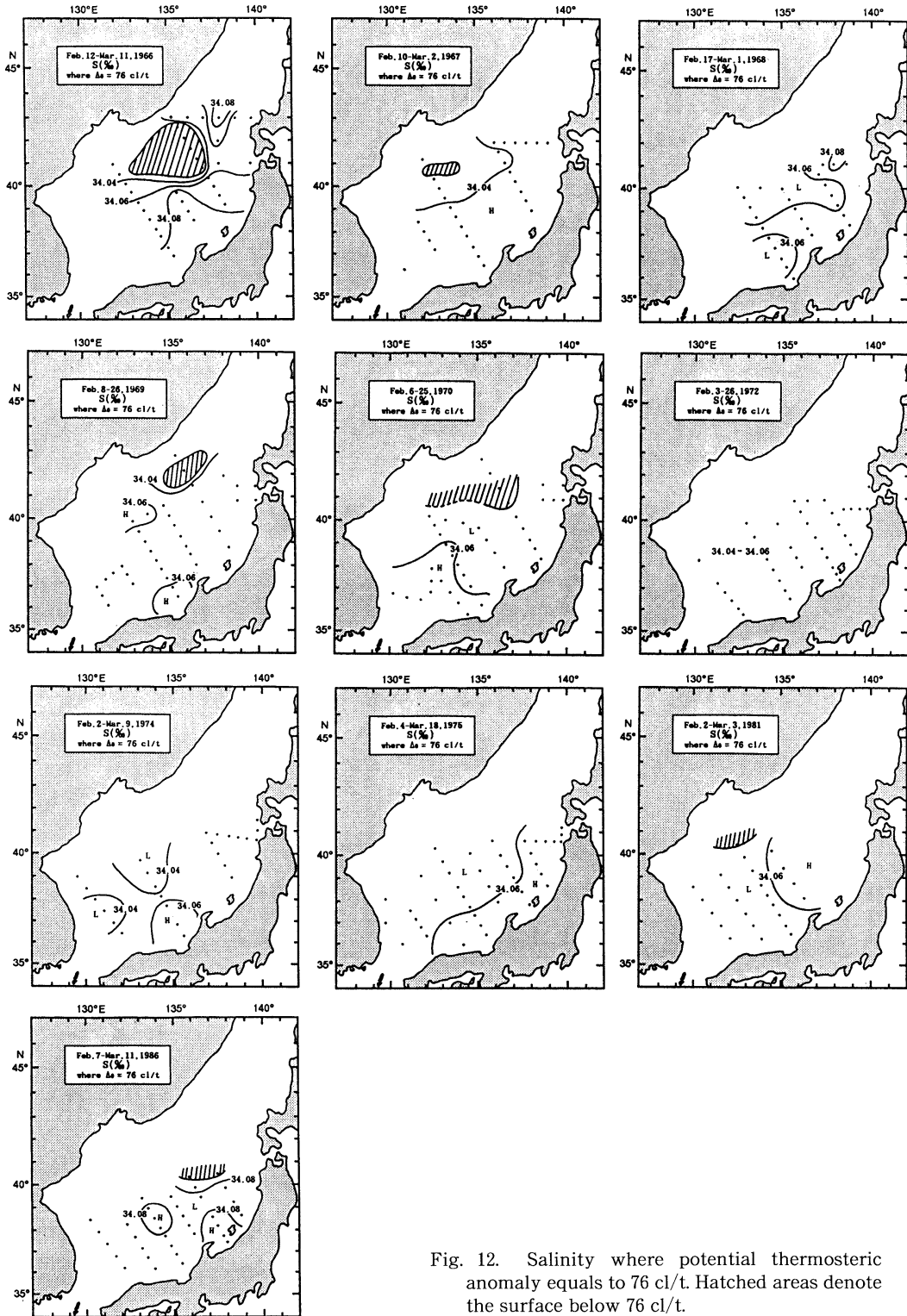


Fig. 12. Salinity where potential thermobaric anomaly equals to 76 cl/t. Hatched areas denote the surface below 76 cl/t.

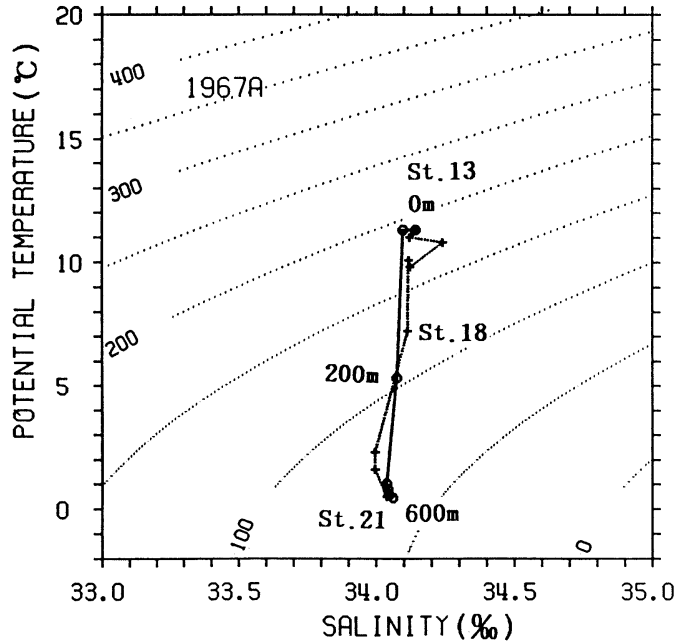
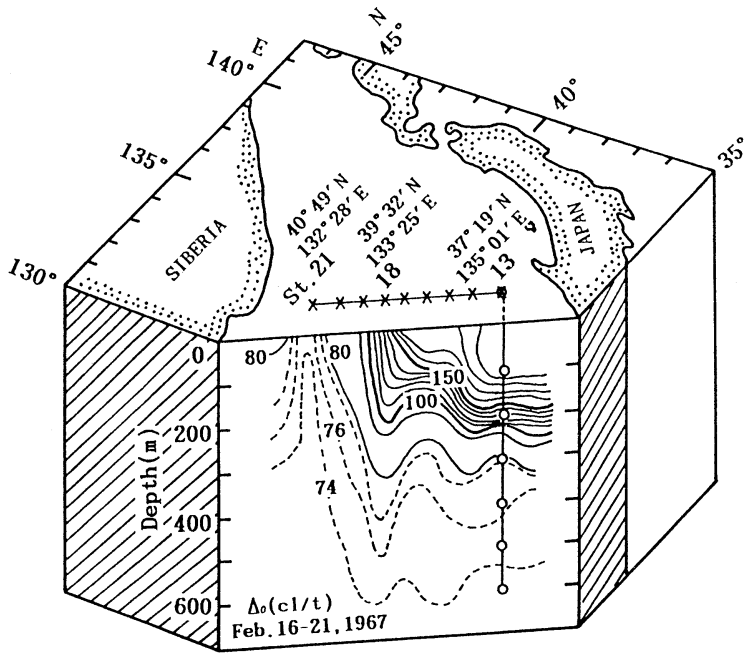


Fig. 13. Station map and vertical distribution of potential thermosteric anomaly (upper) and vertical T-S relations in the station 13 and horizontal T-S relations from the station 13 to the station 21 on the sea surface (lower) for line PM in 1967.

VASILEV and MAKASHIN (1992) reproduced the ventilation of the Japan Sea waters in winter with their quasi-stationary friction model and explained that bottom waters are periodically replenished by shelf waters, sinking down along the continental slope of Primorye. So, both open-ocean and near-boundary convections can be taken place in the Japan (East) Sea. Deep Waters are formed by the open-ocean convection and bottom waters may be formed by the near-boundary convection. The near-boundary convection probably occurs in the Siberian coast (NITANI, 1972; GAMO *et al.*, 1986; SUDO, 1986; VASILEV and MAKASHIN, 1992).

The horizontal scales of mixed regions at the sea surface are about 80 km (Fig. 2) and 300–400 km (Fig. 3) with the value of 76 cl/t in isostere. The horizontal view of mixed regions seems to be an eddy shape (c.f., Fig. 10). UDA (1934) pointed out that there is (are) one or two large-scale cyclonic gyre (gyres) and the Japan (East) Sea Proper Water exists directly under the surface layer in the northern Japan (East) Sea. GAMO and HORIBE (1983) and GAMO *et al.* (1986) stated that cold and oxygen-rich surface water is supplied to the deep water frequently and rapidly. Therefore, in the Japan (East) Sea it may be suggest with care that the primitive formation and the beginning aspect of central mixed region in the open ocean are somewhat different from other oceans in its scales, etc.

KILLWORTH (1979) explained that baroclinic instability of the mean flow is capable of producing cyclonic and anticyclonic eddies with horizontal length scales of the same width as the observed chimneys. At the centre of the cyclonic eddies, the vertical stratification is greatly reduced in the top 300 m, thus acting as an efficient preselection mechanism at the onset of winter cooling. According to GASCARD (1991), these chimneys appear at the places where overall stratification can be destabilized and destroyed from the interior rather than from the surface. And a much more efficient way for mixing water over great depth is when a subsurface layer is injected from below into the surface layer by a baroclinic instability process. As mentioned above, the Japan (East) Sea has peculiar characteristics with one or

two gyre (gyres) and very thin surface layer in the northern part. So, the open-ocean convection in the Japan (East) Sea may occur in scales larger than those of other oceans.

Not only a study but also an observation on the configuration of chimney is required for the Japan (East) Sea in near future.

Acknowledgments

The author express his thanks to professor K. D. CHO, professor J. C. LEE and professor Y. Q. KANG, Pukyong National University and professor S. K. YANG, Cheju National University and Dr. T. SHIM, Agency for Defense Development, Korea for their valuable discussions. Thanks are also due to Dr. K. ICHIKAWA, Ehime University for his careful reading of this manuscript. This study was supported partly by Research Center for Ocean Industrial Development, Pukyong National University.

References

- CLARKE, R. L. and J. C. GASCARD (1983): The Formation of Labrador Sea Water, Part I: Large-Scale Processes. *J. Phys. Oceanogr.*, **13**, 1764–1778.
- GAMO, T. and Y. HORIBE (1983): Abyssal Circulation in the Japan Sea. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **39**, 220–230.
- GAMO, T., Y. NOZAKI, H. SAKAI, T. NAKAI and H. TSUBOTA (1986): Spacial and temporal variations of water characteristics in the Japan Sea bottom layer. *J. Mar. Res.*, **44**, 781–793.
- GASCARD, J. C. (1991): Open Ocean Convection and Deep Water Formation Revisited in the Mediterranean, Labrador, Greenland and Weddell Seas. *In: Deep Convection and Deep Water Formation in the Oceans*, CHU, P. C. and J. C. GASCARD, (eds), Elsevier, Amsterdam, pp. 157–180.
- GORDON, A. L. (1978): Deep Antarctic Convection West of Maud Rise. *J. Phys. Oceanogr.*, **8**, 600–612.
- JOHANNESSEN, O. M., S. SANDVEN and J. A. JOHANNESSEN (1991): Eddy-related Winter Convection in the Boreas Basin. *In: Deep Convection and Deep Water Formation in the Oceans*. CHU, P. C. and J. C. GASCARD (eds), Elsevier, Amsterdam, pp. 87–105.
- KILLWORTH, P. D. (1979): On "Chimney" Formations in the Oceans. *J. Phys. Oceanogr.*, **9**, 531–554.
- MEDOC group (1970): Observation of Formation of Deep Water in the Mediterranean Sea, 1969. *Nature*, **227**, 1037–1040.
- NITANI, H. (1972): On the deep and the Bottom Waters

- in the Japan Sea. *In*: Research in Hydrography and Oceanography, Shoji, D. (eds), Hydrographic Department of Japan, pp. 151-201.
- POND, S. and G. L. PICKARD (1983): Introductory Dynamical Oceanography. 2nd ed., Pergamon Press, pp. 28.
- SANDVEN, S., O. M. JOHANNESSEN and J. A. JOHANNESSEN (1991): Mesoscale eddies and chimneys in the marginal ice zone. *J. Mar. Syst.*, **2**, 195-208.
- SENJYU, T. and H. SUDO (1993): Water characteristics and circulation of the upper portion of the Japan Sea proper Water. *J. Mar. Syst.*, **4**, 349-362.
- SENJYU, T. and H. SUDO (1994): The Upper Portion of the Japan Sea Proper Water ; Its Source and Circulation as Deduced from Isopycal Analysis. *J. Oceanogr.*, **50**, 663-690.
- SEUNG, Y. H. and J. H. YOON (1995): Some Features of Winter Convection in the Japan Sea. *J. Oceanogr.*, **51**, 61-73.
- SUDO, H. (1986): A note on the Japan Sea Proper Water. *Prog. Oceanog.*, **17**, 313-336.
- UDA, M. (1934): Hydrographical Studies Based on Simultaneous Oceanographical Surveys Made in the Japan Sea and its Adjacent Waters During May and June, 1932. *Imper. Fish. Exper. Stat., Records of Oceanographic Works in Japan VI*, pp. 19-107.
- VASILEY, A. S. and V. P. MAKASHIN (1992): Ventilation of the Japan Sea waters in winter. *La mer*, **30**, 169-177.

Received November 20, 1996

Accepted July 20, 1996

Seasonal variation of residual flow in Suyoung Bay, Korea

Dong-Sun KIM^{***}, Tetsuo YANAGI^{*} and Kyu-Dae CHO^{***}

Abstract: In order to investigate the seasonal variation of residual flow in Suyoung Bay, Korea, we develop a robust diagnostic numerical model. The seasonal variation of residual flow in the upper layer at the inner bay is under the influence of the density-driven current by the fresh water supply from Suyoung River, that is, the residual flow in August shows the strong southward flow when the inflow of fresh water is large, but the residual flow is weak when the effect of fresh water supply is small in February. The residual flow pattern in the upper layer was also affected by the wind variation; the southwesterly wind in May and February generates the eastward flow, the northeasterly wind in August and the northwesterly wind in November generate the south-westward and southward flow, respectively. The characteristic of the flow pattern in the middle layer is the replenish flow, that is, the flow pattern in the middle layer is inflow when the flow pattern in the upper layer is outflow.

1. Introduction

Suyoung Bay is situated at the coastal area of Pusan, Korea. The oceanic condition of Suyoung Bay is very complicated because of the effects of the fresh water supply from Suyoung River and the offshore water mass from Korea-Tsushima Strait (Fig. 1).

Until now, many researchers have studied about the oceanic condition of Suyoung Bay. Particular, the chemical study of polluted material was done by WON and LEE (1979) and WON *et al.* (1979). Physical research by KIM and HAN (1982) was carried out on the diffusion phenomena in Suyoung Bay. KIM *et al.* (1991) studied the seasonal variation of oceanic condition in Suyoung Bay. However, the previous studies are only on the flow and diffusion at short period or the general characteristics of oceanic conditions.

There has been no study on the seasonal variation of residual flow which plays a very important role in the material transport during a long period. The major components of the re-

sidual flow in the coastal sea are the tide-induced residual current, the wind-driven current and the density-driven current. In order to investigate the seasonal variation of residual flow in Suyoung Bay, we have developed a three-dimensional robust diagnostic numerical model which includes the effects of tide, wind and buoyancy. One of advantageous points of diagnostic numerical model is that three-dimensional velocity field is obtained quantitatively at each grid point in the model (e.g. BLUMBERG and MELLOR, 1987). The previous studies of circulation with use of a robust diagnostic numerical model are as follows for example; the diagnostic calculation of circulations and water mass movements in the deep Pacific Ocean (FUJIO and IMASATO, 1991) and the seasonal variation of circulations in the East China Sea and the Yellow Sea (YANAGI and TAKAHASHI, 1993).

In this study, we try to make clear the seasonal variation of residual flow in Suyoung Bay with the use of three dimensional robust diagnostic numerical model which includes the tide-induced residual current, the wind-driven current and the density-driven current.

2. Field observation

The horizontal and vertical distributions of water temperature, salinity and density were

^{*}Department of Civil and Ocean Engineering, Ehime University, Matsuyama, 790 Japan

^{**}Research Center for Ocean Industrial Development (RCOID), Pukyong National University of Pusan, Pusan, 608-011 Korea

^{***}Department of Oceanography, Pukyong National University of Pusan, Pusan, 608-737 Korea

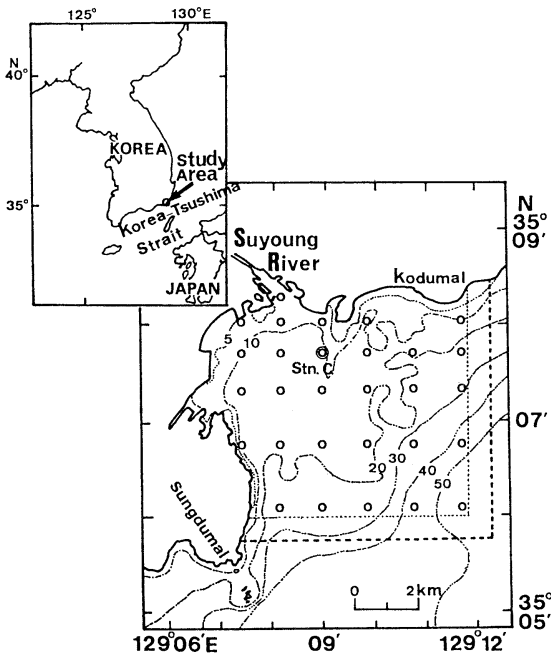


Fig. 1. Location of observation points in Suyoung Bay. The thick dotted line and the thin dotted line represent the open boundary of the numerical model and the observation area, respectively. Stn. C is the current observation station. Numbers show the depth in meter.

observed at 29 stations shown in Fig. 1 every month from May, 1989 to April, 1990 (KIM *et al.*, 1991). The observed area is divided horizontally into 200mX200m mesh and vertically into three layers (0–5m, 5m–20m and 20m–bottom) and water temperature, salinity at every mesh are objectively interpolated from observed data with the use of a hyperbolic function (YANAGI and IGAWA, 1992). The upper layer (0–5m) expresses the mixed layer above the seasonal pycnocline.

The horizontal distributions of water temperature, salinity and density in spring (15 May, 1989), summer (17 August, 1989), autumn (25 November, 1989) and winter (27 February, 1990) are shown in Fig. 2(a) to 2(d), respectively. In spring, water temperature is high at the inner and outer bay, and salinity is low at the mouth of Suyoung River but high at the outer bay. Density distribution is affected by those of water temperature and salinity. In summer, water temperature at the inner bay is

higher than that at the outer bay and salinity at the inner bay is lower than that at the outer bay. Density distribution is mainly dependent on the salinity distribution. The characteristic of the distributions in autumn is that the differences of water temperature, salinity and density between the inner bay and the outer bay are generally small. In winter, water temperature at the inner bay is lower than that at the outer bay. Salinity and density distributions in winter are similar to those in spring.

Year-to-year variation in the precipitation at Pusan is shown in Fig. 3. The precipitations in these observations from May 1989 to February 1990 are near to the averaged value during 5 years. The wind speed is not so strong (about 3~4m s⁻¹) and its direction is variable throughout the year as shown later in Fig. 4; that is, the monsoon wind does not prevail in Suyoung Bay.

3. Numerical model

The horizontal grid size and the vertical division of water column of this numerical model are the same ones which are used for the interpolation of observed data. Depths used for this model were taken from Korean hydrographic chart No.201C. Using conventional notation, the governing equations on the cartesian coordinate are as follows (YANAGI and TAKAHASHI, 1993);

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + (\bar{u} \cdot \nabla_h \bar{u}) + w \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} + f \kappa \times \bar{u} = -\frac{1}{\rho_0} \nabla_h P + A_h \nabla_h^2 \bar{u} + A_v \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial z^2} + F_t, \quad (1)$$

$$P = \rho_0 g \xi + \int_z^{\xi} \frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} g dz, \quad (2)$$

$$\nabla_h \bar{u} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + (\bar{u} \cdot \nabla_h) T + w \frac{\partial T}{\partial z} = K_h \nabla_h^2 T + K_v \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \Gamma(T^* - T), \quad (4)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + (\bar{u} \cdot \nabla_h) S + w \frac{\partial S}{\partial z} = K_h \nabla_h^2 S + K_v \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} + \Gamma(S^* - S), \quad (5)$$

where \bar{u} is the horizontal velocity vector, w the upward velocity, f ($=2\omega \sin \phi$, ω is angular velocity of earth rotation and ϕ is latitude of

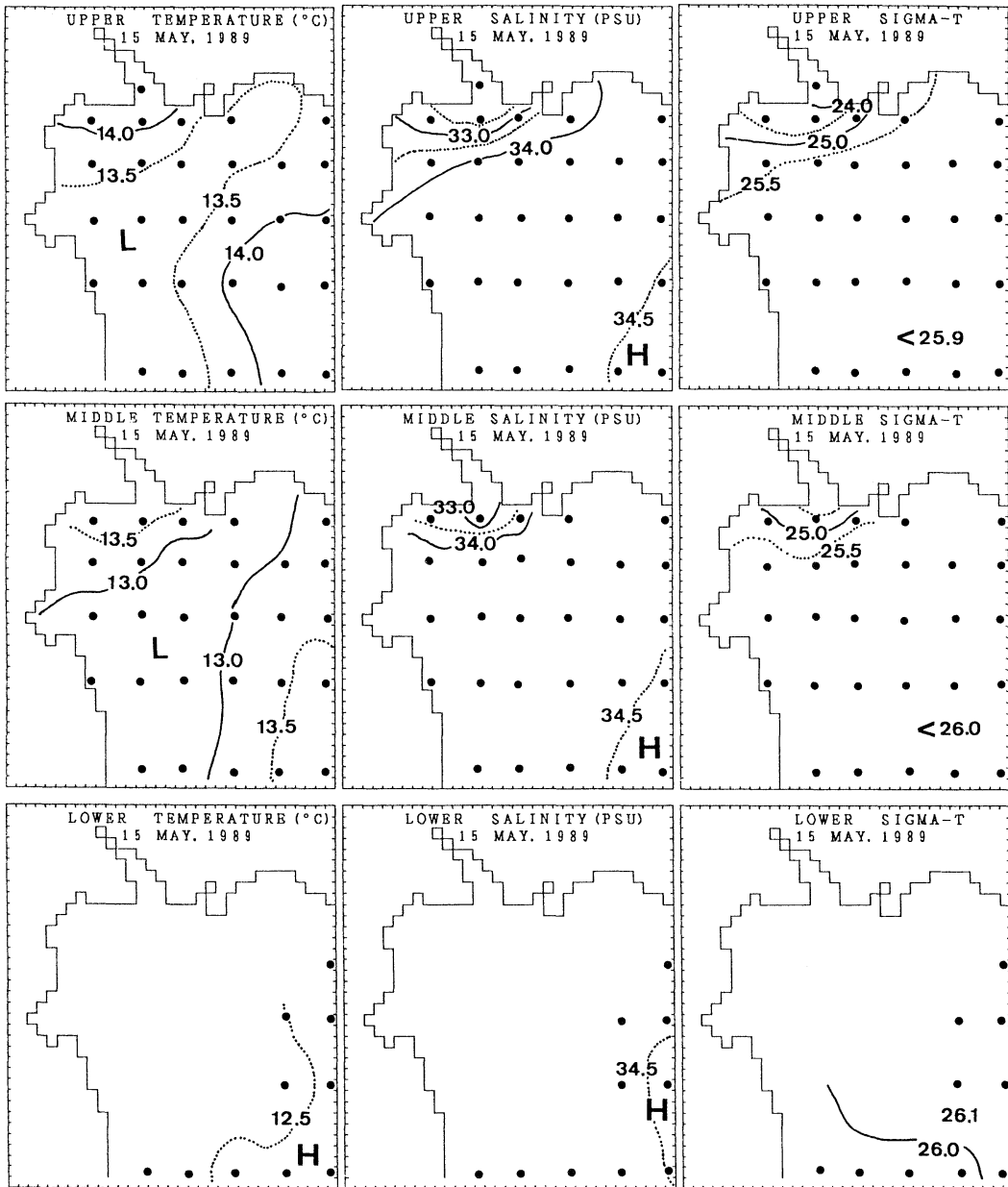


Fig. 2(a). Horizontal distributions of water temperature (left), salinity (central) and density (right) in three layers on 15 May, 1989. (●: observed stations)

$35^{\circ}05' N$) the Coriolis parameter, κ the vertical unit vector, ∇_h the horizontal gradient operator, t the time, P the pressure, ρ the density, ρ_0 the reference density, g the gravitational acceleration ($=980\text{cm s}^{-2}$), ζ the sea level height above the mean sea surface, T water tempera-

ture, and S salinity. The density ρ is calculated from T and S with use of the usual nonlinear state equation. The T term in Eqs(4) and (5) is introduced by SARMIENTO and BRYAN (1982) to prevent calculated values T and S from deviating greatly from observed values T^* and S^* .

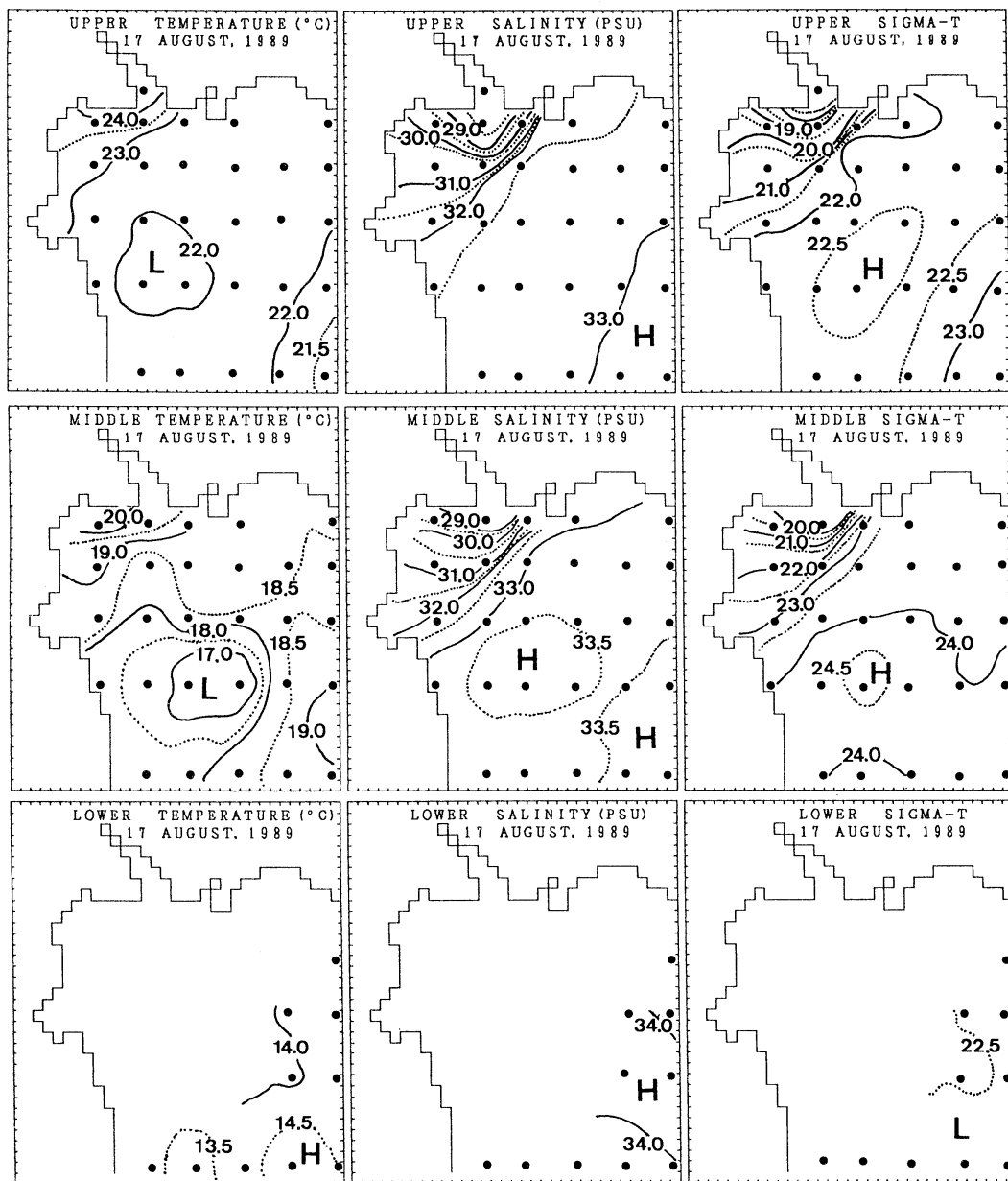


Fig. 2(b). Horizontal distributions of water temperature (left), salinity (central) and density (right) in three layers on 17 August, 1989. (●: observed stations)

τ is $0.5/\Delta t$ ($\Delta t=30\text{sec}$: time step of calculation) in this calculation. A_v and K_v are the vertical eddy viscosity and diffusivity, respectively. A_h and K_h are the horizontal eddy viscosity and diffusivity, respectively. The horizontal and vertical eddy viscosity and

diffusivity are given as follows (YANAGI and YAMAMOTO, 1993);

$$A_h = \frac{0.3}{2\pi} \times U_{amp}^2 \times T_{M2}, \quad A_v = 10^{-5} \times A_h, \quad (6)$$

$$K_h = \frac{0.3}{2\pi} \times U_{amp}^2 \times T_{M2}, \quad K_v = 10^{-5} \times K_h, \quad (7)$$

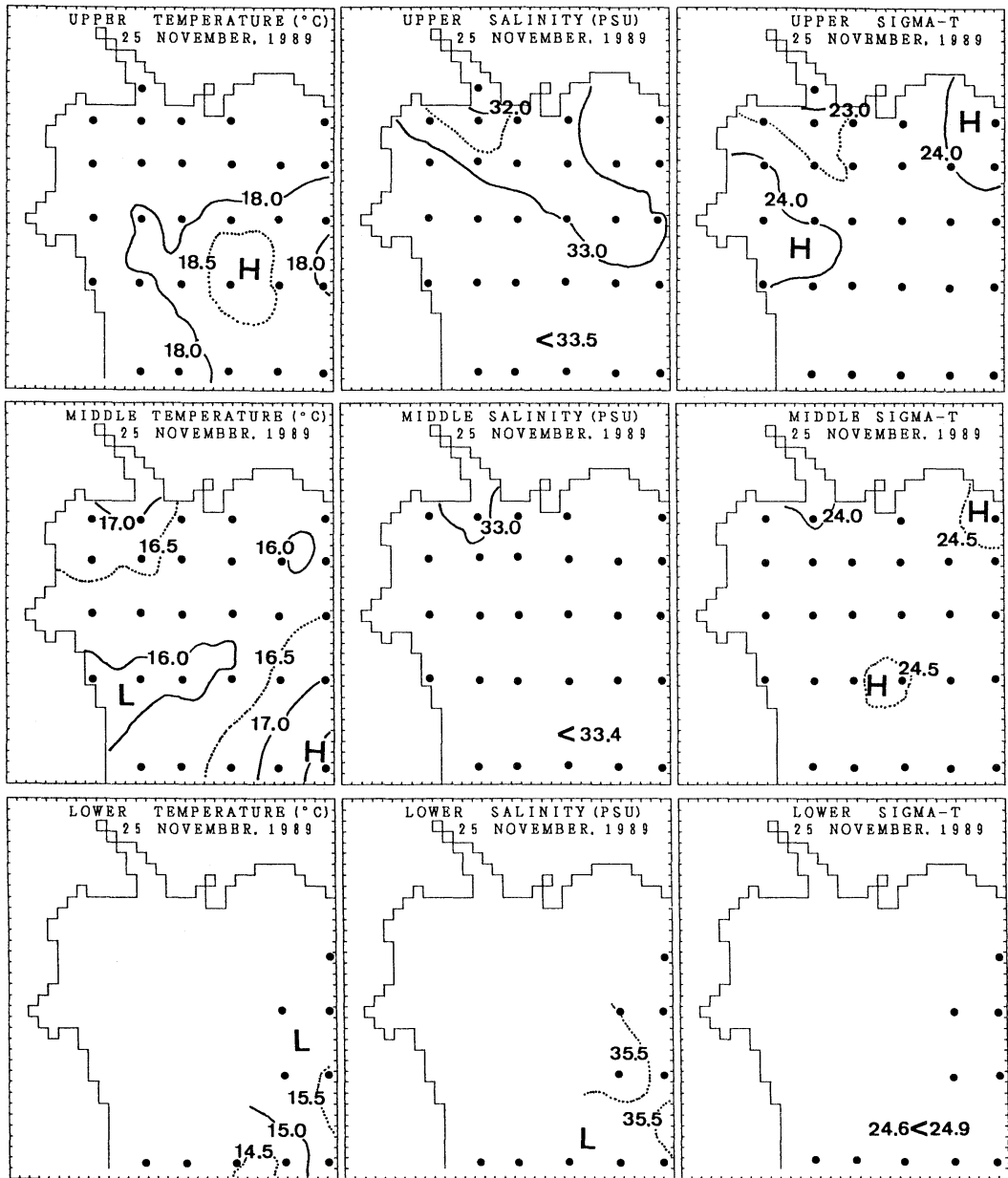


Fig. 2(c). Horizontal distributions of water temperature (left), salinity (central) and density (right) in three layers on 25 November, 1989. (●: observed stations)

where U_{amp} and T_{M_2} denote the amplitude and period of M_2 tidal current, respectively. A_h and K_h range from $2.1 \times 10^3 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ to $3.4 \times 10^6 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ and A_v and K_v from $0.02 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ to $34 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ in Suyoung Bay. The horizontal forces due to tidal stress $F_t = (F_{tx}, F_{ty})$ is calculated as

follows (YANAGI and YAMAMOTO, 1993);

$$F_{tx} = -\left(U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y}\right), \quad (8)$$

$$F_{ty} = -\left(U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y}\right), \quad (9)$$

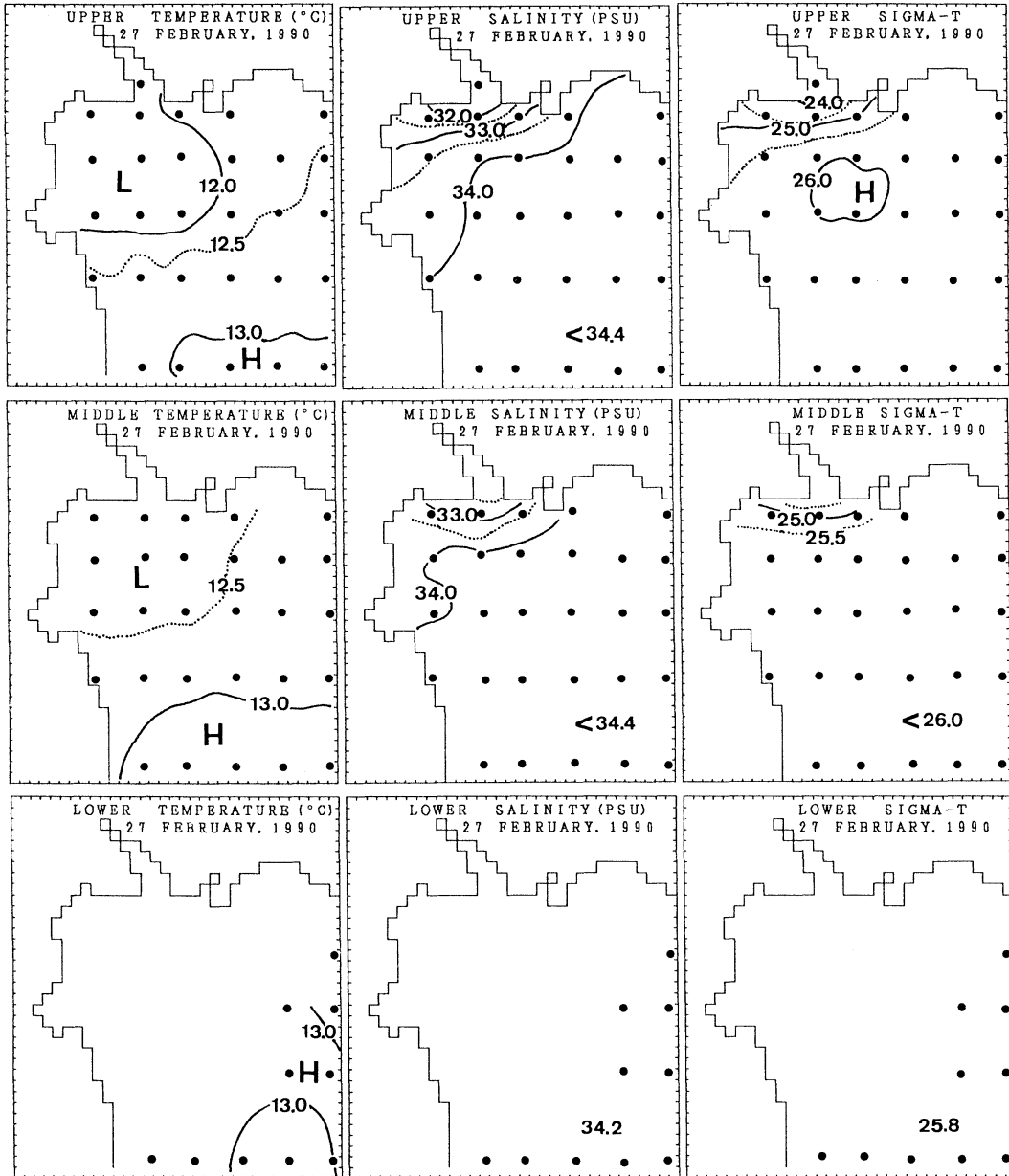


Fig. 2(d). Horizontal distributions of water temperature (left), salinity (central) and density (right) in three layers on 27 February, 1990. (●: observed stations)

where U and V are the x and y components of M_2 tidal current, respectively and the overbar denotes the average over one-tidal cycle. Tidal current in Suyoung Bay is already calculated and verified with the observational data (KIM and YANAGI, 1996).

The boundary condition for momentum is no-slip condition at the lateral wall. Along the open boundaries of numerical calculation, which is shown by the thick dotted line in Fig. 1, the normal velocity to the boundary is assumed to be zero. But the calculated results of

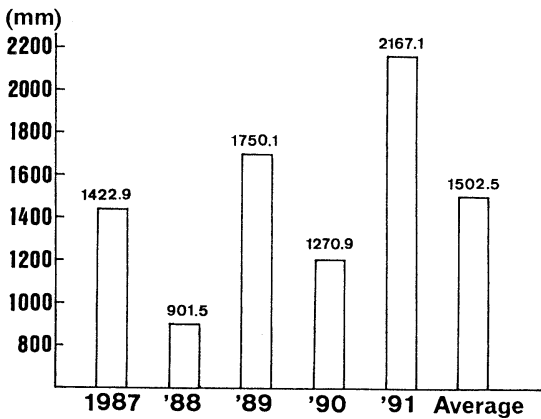


Fig. 3. Year-to-year variation in precipitation at Pusan, Korea from 1987 to 1991 and the averaged value.

residual flow in Suyoung Bay will be shown in the observation area which is the inner part of thin dotted line in Fig. 1. The bottom stress is given at the sea bottom as follows;

$$A_v \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} = \tau_b |\bar{u}| \bar{u}, \quad (10)$$

Here τ_b ($=0.0026$) is the bottom drag coefficient.

The sea surface is assumed to be a free surface, and the sea surface momentum flux is given by

$$\rho_a A_v \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} = \rho_a C_d |\bar{W}| \bar{W}, \quad (11)$$

Here ρ_a ($=0.0012 \text{ g cm}^{-3}$) is the air density, C_d ($=0.0013$) the sea surface drag coefficient and \bar{W} the wind vector. The boundary condition for water temperature and salinity is a no-flux condition at the lateral wall, at the bottom,

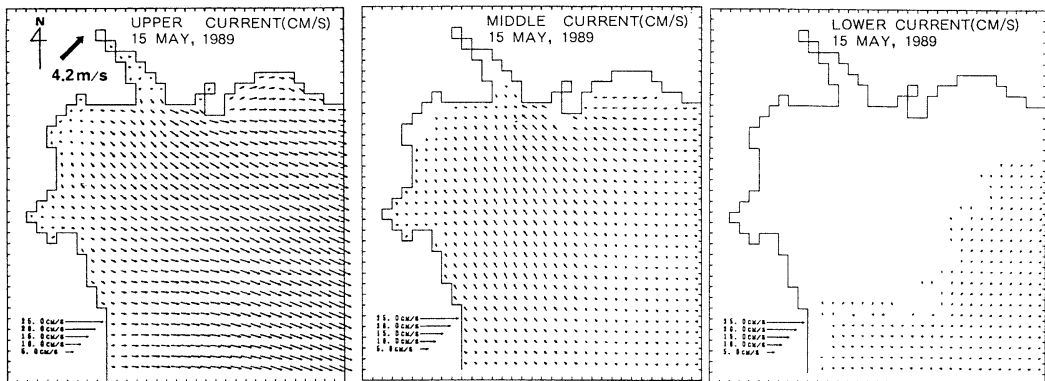


Fig. 4(a). Horizontal distribution of residual flow in three layers on 15 May, 1989. (thick vector in the upper layer: wind speed and direction)

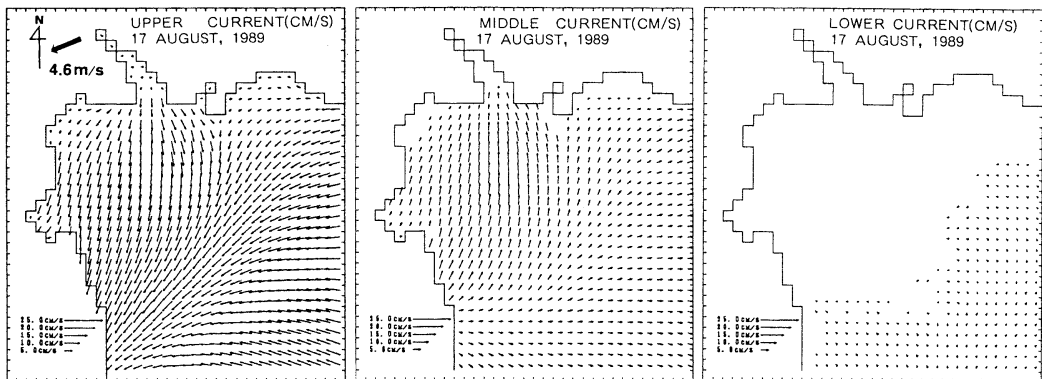


Fig. 4(b). Horizontal distribution of residual flow in three layers on 17 August, 1989. (thick vector in the upper layer: wind speed and direction)

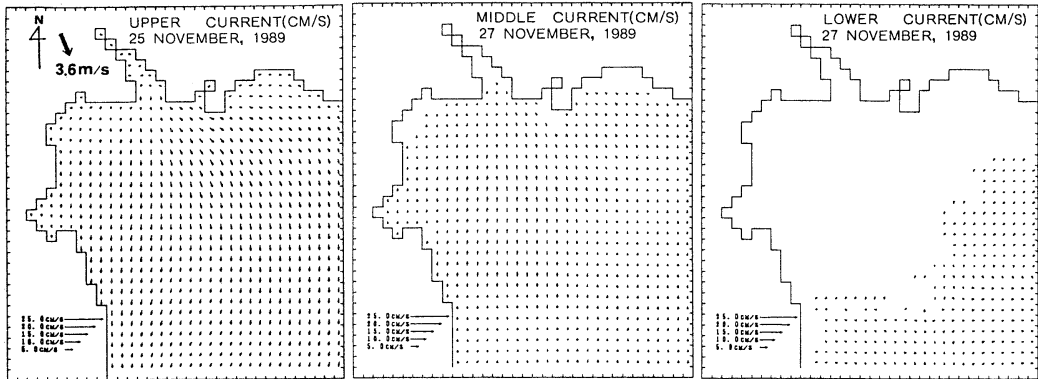


Fig. 4(c). Horizontal distribution of residual flow in three layers on 25 November, 1989. (thick vector in the upper layer: wind speed and direction)

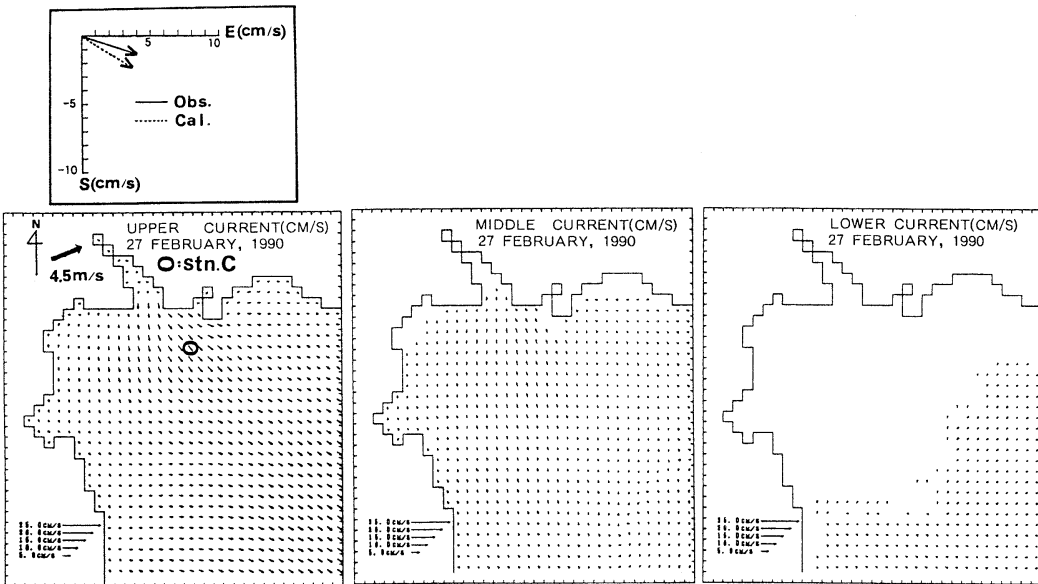


Fig. 4(d). Horizontal distribution of residual flow in three layers and the observed and calculated residual flows at Stn. C on 27 February, 1990. (thick vector in the upper layer: wind speed and direction)

and at the sea surface. Along the open boundary, the horizontal gradient of water temperature and salinity are assumed to be zero. The central difference scheme is adopted for the advection term and the semi-implicit scheme is used for the calculation of sea surface elevation (BACKHAUS, 1983). Wind direction and speed are observed every hour at Pusan (Meteorological Observation Data of Korea, 1989, 1990). We used the daily averaged wind speed and direction on each observation day in this

numerical model.

4. Results

The calculated flow patterns at three layers in spring (15 May, 1989) are shown in Fig. 4(a). The flow pattern in the upper layer is the eastward flow from the river mouth to the outer bay. In the middle layer, the flow pattern shows the northward current. In the lower layer, the flow pattern shows westward flow.

Figure 4(b) shows the flow patterns in three

layers during summer (17 August, 1989). The flow pattern shows the south-westward flow from the inner bay to the outer bay in the upper layer. The flow pattern in the middle layer at the inner bay shows the strong northward flow but the flow pattern at the outer bay shows the eastward flow. The flow pattern in the lower layer is the northward flow.

The results in autumn (25 November, 1989) are shown in Fig. 4(c). The flow pattern in the upper layer shows the southward flow from the inner bay to the outer bay. In the middle layer, the flow pattern shows the inflow pattern, that is, the flow direction is northward. The flow in the lower layer is very weak. The flow patterns in the upper layer during winter (27 February, 1990) shown in Fig. 4(d) are similar to those in spring, that is, the flow in the upper layer is east-southward from the inner bay to the outer bay.

In order to verify our calculated results, the comparison of calculated and observed flows is very important. The calculated and observed residual flows at Stn. C (see Fig. 1) are shown in Fig. 4(d). The observation of current measurement was carried out 3m below the sea surface at Stn. C on 27 February (KIM *et al.*, 1991). The coincidence of calculated and observed flows is very good in speed and direction. Therefore, a robust diagnostic model used in this study is well verified with the direct observed result.

5. Discussion

To calculate the M_2 tide-induced residual flow, we used the two-dimensional numerical model of tidal current (KIM and YANAGI, 1996) because M_2 tidal current is the dominant current in this area from the report of the Pusan city of Korea (1984). The tide-induced residual flow at the inner bay is below 1 cm s^{-1} and it is very weak compared to the residual flow in the upper layer ($5\text{--}10 \text{ cm s}^{-1}$) shown in Fig. 4. The tide-induced residual current is stable throughout the year because the tidal current is stable. Accordingly, the seasonal variation of residual flow shown in Fig. 4 is considered to be mainly generated by the density-driven current and/or the wind-driven current.

From Fig. 4, the residual flow shows the

conspicuous seasonal variation with the degree of density difference between the inner and outer bay in the upper layer. They are about 2.0 g cm^{-3} in May, 6.0 g cm^{-3} in August, 1.0 g cm^{-3} in November and 2.0 g cm^{-3} in February (see Fig. 2), respectively. The seasonal variation of residual flow speed in the upper layer at the inner bay is under the influence of the density-driven current by the density difference between the inner and outer bay in the upper layer. Such density differences are resulted from the fresh water supply from Suyoung River. The residual flow in August shows the strong southward flow when the inflow of fresh water supply is large, but the residual flow is weak when the effect of fresh water is small in November and February.

The pattern of residual flow in the upper layer of Suyoung Bay seems to be also affected by the wind condition. The seasonal variation of flow pattern by wind conditions is as follows; In May and February, the flow pattern in the upper layer is eastward by the southwesterly wind and that of August is south-westward by the east-north-easterly wind. In November, the north-west-northerly wind affected the southward flow. Therefore, the wind direction affected to the flow pattern in the upper layer to some degree. Such phenomena about the wind effect are well explained by the study on the variability of residual flow in Osaka Bay, Japan (YANAGI and TAKAHASHI, 1988).

The flow pattern in the middle layer generally shows the replenishment flow opposing to that in the upper layer, that is, when the flow is outflow in the upper layer that is inflow in the middle layer.

The effect of the density-driven current is large by the inflow of fresh water from Suyoung River at the inner bay and the residual flow pattern in the upper layer is also affected by the wind-driven current. Therefore, when we consider about the residual flow field in Suyoung Bay, we have to take into account of not only the effect of tide but also the effects of wind and density distribution.

Acknowledgements

The authors would like to express sincere

thanks to Dr. H. TAKEOKA of Ehime University for his useful discussions. The authors also wish to thank to Dr. S. TAKAHASHI of the Government Industrial Research Institute, Chugoku, Japan and Dr. H. AKIYAMA of Ehime University, Dr. Y. ISODA of Hokkaido University for their fruitful discussions and anonymous reviewer for his helpful comments to the first draft. The calculation was carried out on a FACOM M770 of the Computer Center of Ehime University.

References

- BACKHAUSE, J. O. (1983): A semi-implicit scheme for the shallow water equation for application to shelf water sea modeling. *Con. Shelf Res.*, **2**, 243-254.
- BLUMBERG, A. F. and G. L. Mellor (1987): A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model. *Coastal and Estuarine Science*, **4**, 1-16.
- FUJIO, S. and N. Imasato (1991): Diagnostic calculation for circulation and water mass movement in the deep Pacific. *J. Geophys. Res.*, **96**, 759-774.
- KIM, C. J. and J. S. Lee (1991): A study on the flowing and diffusion of sea water by two-level numerical model in the estuary. *Bull. Korean Fish. Soc.* (1), **24**, 59-69 (in Korean).
- KIM, D. S., K. D. CHO and B. G. LEE (1991): Seasonal variation of oceanic conditions in Suyoung Bay. *Bull. Korean Fish. Tech. Soc.*, **27**(2), 105-119 (in Korean).
- KIM, D. S. and T. Yanagi (1996): Tidal energy in Suyoung Bay, Korea. *La mer*, **34**, 192-198.
- KIM, Y. S. and Y. H. HAN (1982): Numerical experiment on the hydrodynamic and diffusion in estuary by using two-level model. *Bull. Korean Fish. Tech. Soc.*, **18**(2), 55-61 (in Korean).
- Meteorological Observation Data of Korea (1989, 1990): Daily meteorological data at Pusan.
- Pusan City of Korea (1984): A report of numerical and mathematical model experiments of the development area in Suyoung Bay. 398p (in Korean).
- SARMIENTO, J. L. and K. BRYAN (1982): An ocean transport model for the North Atlantic. *J. Geophys. Res.*, **87**, 394-408.
- WON, J. H. and B. J. LEE (1979): About distribution of turbid of in the vicinity of Suyoung Bay. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **12**(2), 87-94 (in Korean).
- WON, J. H., B. J. LEE, M. K. SHIM and H. S. PARK (1979): the quality of water contamination at Suyoung River and about the influence of its will being affected at Kwanganri Beach. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **12**(4), 267-276 (in Korean).
- YANAGI, T. and S. IGAWA (1992): Diagnostic numerical model of residual flow in the coastal sea. *Coastal Ocean Research Note*, **30**(1).
- YANAGI, T. and S. TAKAHASHI (1988): Variability of the residual flow in Osaka. *Coastal Ocean Research Note*, **26**(1), 66-70.
- YANAGI, T. and S. TAKAHASHI (1993): Seasonal variation of circulations in the East China Sea and the Yellow Sea. *J. Oceanogr.*, **49**, 503-520.
- YANAGI, T. and T. YAMAMOTO (1993): Data Assimilation for Prediction of Coastal Sea Contion. *J. Adv. Mar. Tec. Conf.*, **8**, 85-98.

Received September 9, 1995

Accepted August 1, 1996

Oceanographic conditions in Pelabuhanratu Bay, west Java

Masaji MATSUYAMA*, Tomoharu SENJYU** and Nyuman N. M. NATH***

Abstract: In December 1994 and August 1995, field observations by STD were carried out from sea surface to 200m depth in Pelabuhanratu Bay, which is a small bay located at the southern coast of west Java, facing to the Indian Ocean. Remarkable difference between both months was found in temperature and salinity profiles, that is, remarkable seasonal variations. Compared with August, higher temperature and lower salinity water occupied near the sea surface in December. In subsurface layer, the temperature in December is 2 to 5 °C higher than that in August through the water column of 200m, and the salinity in December is lower from the surface to about 80m depth than that in August, but higher below about 80m depth. The density stratification is affected by salinity near the sea surface, but below 80m depth by the temperature. In the observations in August, the spatial variations of the thermocline depth existed along the section of the bay axis, but it cannot be confirmed whether or not the internal waves occurred. In addition, the occurrence of coastal upwelling is not confirmed for the internal radius of deformation larger than the bay length.

1. Introduction

Detailed observations in the western tropical Pacific Ocean, especially Indonesian area, are required to detect long-term variations in related to El-Nino Southern Oscillation (ENSO) and/or Indonesian Throughflow (e.g., GORDON, 1986; BROECKER, 1991; YAMAGATA and MASUMOTO, 1989; WEBSTER and LUKAS, 1982; LUKAS *et al.*, 1996). But, few observations have been made in the Indonesian coastal regions.

Oceanographic observations were carried out in Pelabuhanratu Bay as a cooperative study between Tokyo University of Fisheries and Bogor Agricultural University (called IPB). Pelabuhanratu Bay is a small bay, located at the southern coast of west Java, facing to the Indian Ocean (Fig. 1), and the bay length and width are about 20 km and 18 km, respectively. The detailed bottom topography in the bay cannot be taken. Field study was made in December 1994 and in August 1995 to clarify the oceanographic condition, especially the stratifi-

cation, in Pelabuhanratu Bay.

The oceanographic studies in Pelabuhanratu Bay have been made by the IPB staff (ATMADIPOERA *et al.*, 1994). They suggested that the surface water circulation is influenced by north west monsoon in summer in the southern hemisphere and the water properties at the sea surface near the coast are affected by the river discharge. PURBA *et al.* (1993) tried to analyze the coastal upwelling in south of west Java waters induced by southeast monsoon during the period from July to September, using surface temperature image, BT and hydrocast data obtained at standard depths. They indicated less variations of physical properties from July to August, and found an evidence of the upwelling in the subsurface layer under the surface homogeneous layer in September.

Both studies suggest that (1) the oceanographic condition in this area is significantly affected by northwest or southeast monsoon, and (2) the detailed vertical distributions of temperature and salinity are required to fully understand it. Then, we made a plan to measure temperature and salinity distributions by using STD, produced by Allec Company (ASTD).

*Department of Ocean Sciences, Tokyo University of Fisheries, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108, Japan

**National Fisheries University, Nagatahonmachi 2-7-1, Shimonoseki-City, Yamaguchi, 759-65, Japan

***Faculty of Fisheries, Bogor Agricultural University, Darmaga, Bogor, 16680, Indonesia

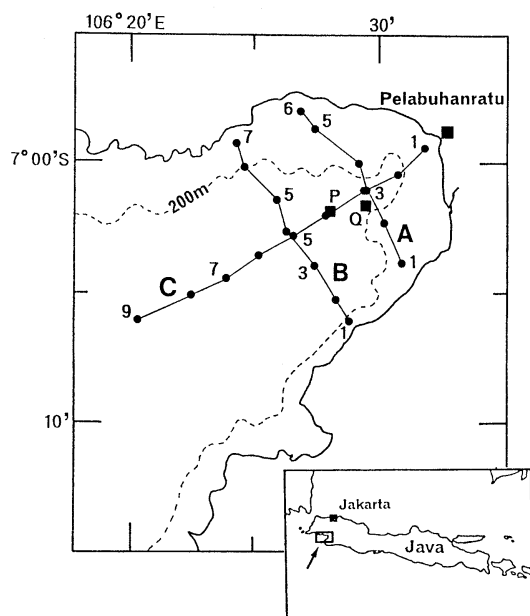


Fig. 1. Bottom topography of Pelabuhanratu Bay and location of STD stations. Stations were made in August 1995 except for Stns. P and Q in December 1994.

2. Observations

The observations were made on December 22, 1994, and during the period from August 12 to 14, 1995. The former was preliminary observation for the latter. The locations of ASTD stations are shown in Fig. 1. In this study, temperature and salinity data at each depth, digital values by ASTD measurements, were obtained in the range from the sea surface to 200m depth at 0.2 m interval.

3. Results

3-1 Results in December, 1994

Figures 2a and 2b show vertical profiles of temperature and salinity at Stns. P and Q (see Fig. 1) in December 22, 1994. The vertical profiles at both stations are similar to each other. The sea surface temperature is very high (about 28.6°C). The temperature gradually decreases from the sea surface to 90 m depth with weak gradient and the strong thermocline exists directly below this depth. Even at 90m depth, the temperature is 27.5°C but fall to 12°C at 200m depth, so the temperature difference between 90 m and 200 m depths reaches 14.5°C.

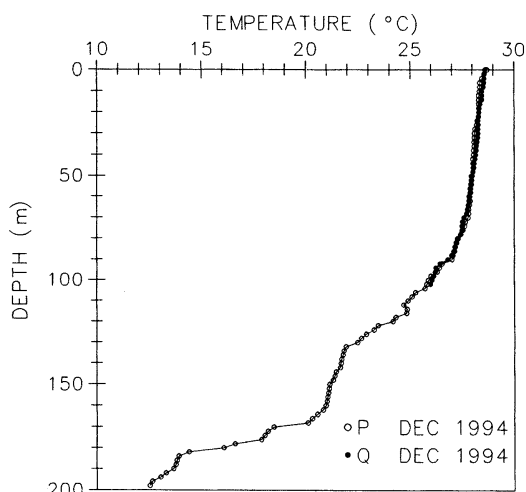


Fig. 2a. Temperature profiles observed in December 1994.

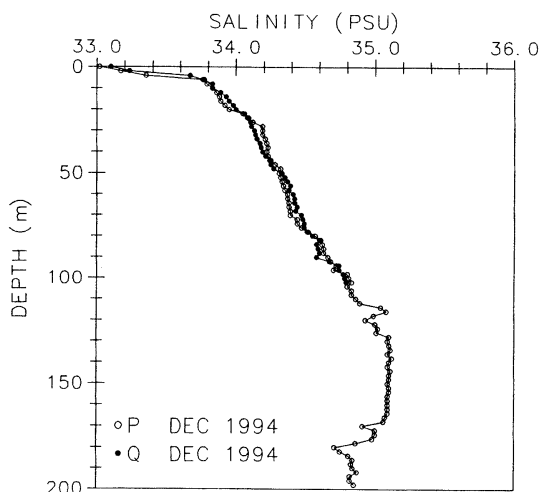


Fig. 2b. Same as Fig. 2a except salinity.

The salinity is very low (33.10 psu) at the sea surface for rainy season, but abruptly increases from the surface to 130 m depth (35.08 psu). The salinity shows maximum between 130 m and 160 m depths and tends to decrease below the maximum.

3-2 Results of August, 1995

The observations were made by ASTD along three lines, A to C (see Fig. 1) during the period from August 12 to 14, 1995. The ASTD observations on Lines A and B crossing the bay were carried out down to near bottom or to 100

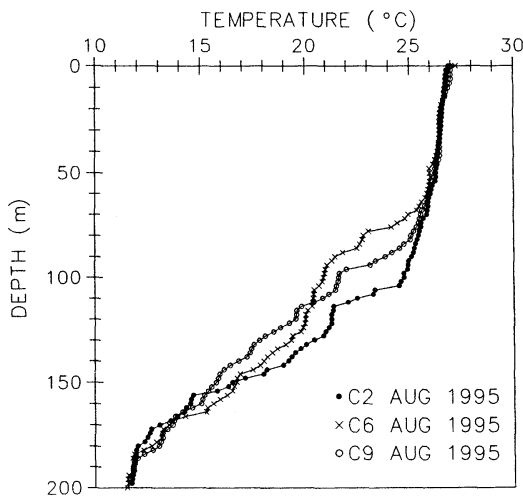


Fig. 3. Temperature profiles observed in August 1995.

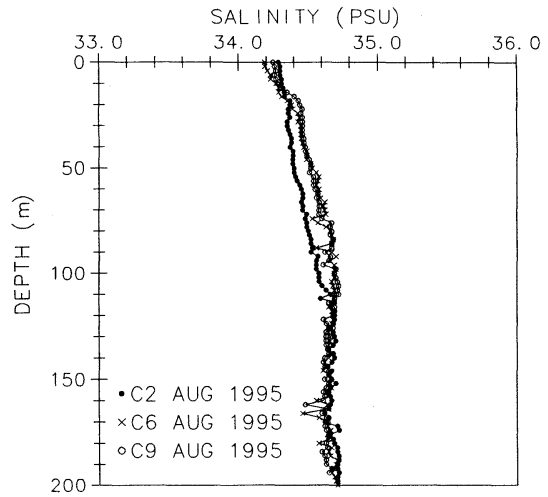


Fig. 4. Same as Fig. 3 except salinity.

m depth except Stn. B2 ; also the observation along the bay axis, Line C was carried out from the sea surface to 200 m depth except for Stn. C1 with the bottom depth of 150 m.

Figure 3 shows typical vertical profiles of temperature at three stations, C2, C6 and C9, corresponding to the stations of the head, center and mouth of the bay, respectively (see Fig. 1). The sea surface temperatures are almost the same, about 27°C at three stations. The temperature profiles are seen to be composed of the weak and strong stratified layers. Thickness of the upper layer with weak stratification is about 60 m at Stn. C6, 80 m at Stn. C9, but 100 m at Stn. C2. The temperature difference between the top and bottom of the layer is only 1.0°C to 2.0°C. The strong stratified layer, i.e., thermocline, is formed from the bottom of the weak stratified layer to 190 m depth. This temperature difference between the top and bottom of the thermocline reaches about 14°C for depth range of only 100 m. The thermocline depth at Stn. C6 is shallower than that at Stn. C2. Though temperatures at the thermocline depths are slightly different among three stations, the temperature at 190 m depth is about 11.7°C, common to these stations. The strong stratification and shallow thermocline is well known as a typical thermal structure in tropical region (e.g., PICKARD and EMERY 1990).

The salinity at the sea surface is the lowest

in the vertical distributions and ranges from 34.2 to 34.3 psu (Fig. 4). The salinity gradually increases with depth in the surface layer (above about 100 m depth), corresponding to the weak temperature gradient (Fig. 3). The salinity in this layer is lower at Stn. C2, located near the bay head, than at other stations. In the thermocline, the salinity is less variable and ranges between 34.6 and 34.7 psu. However, such a high salinity as around 35.0 psu observed in December 1994 (Fig. 2) is not found in these profiles.

Figures 5 and 6 show the temperature and salinity distributions along Lines A and B, transverse sections of the bay (Fig. 1), respectively. For the observation by a small boat, the maximum depth for measurement was restricted within 100 m except Stn. B2. As speculated from Figs. 3 and 4, the vertical variations of temperature and salinity are very small above 100 m depth. Though the horizontal temperature and salinity gradients slightly exist, a remarkable density current cannot be expected for weak horizontal gradient. Near the sea surface, i.e., above 10 m depth, Line A has higher temperature and lower salinity than Line B. Line A is nearer the bay head than Line B and is more affected by the fresh water discharge from rivers.

Figure 7 shows the vertical temperature distribution along Line C, the bay-axis (Fig. 1).

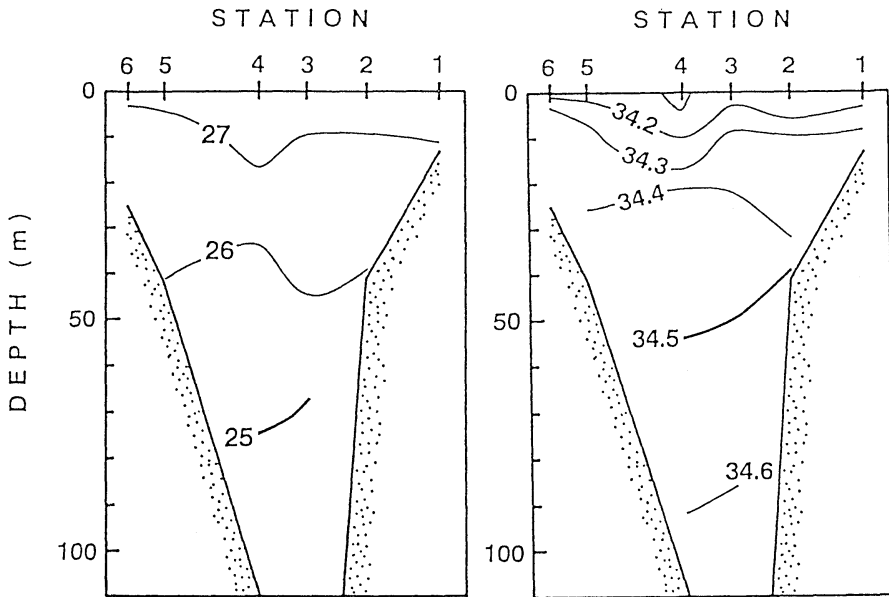


Fig. 5. Temperature (left) and salinity (right) sections along Line A. Units of temperature and salinity are °C and psu, respectively.

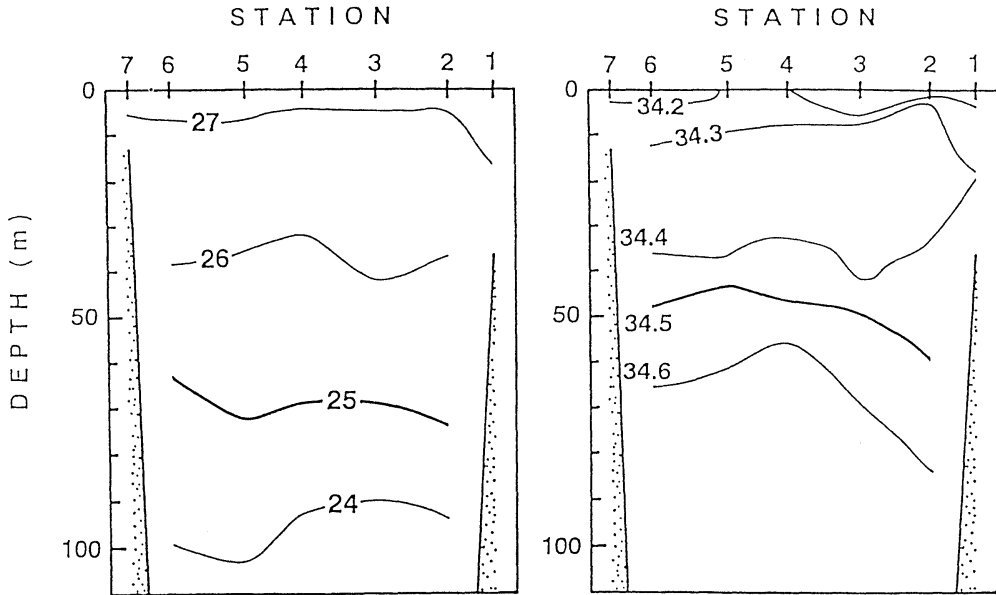


Fig. 6. Same as Fig. 5 except Line B.

The maximum depth of the ASTD measurements at every station was 200 m except Stn. C1. A strong vertical temperature gradient such as shown in Fig. 3, exists between 80 m and 190 m depths. A remarkable horizontal variation of temperature, a temperature con-

tour rising, is found at Stn. C1 near the bay head. Temperature are horizontally variable in the thermocline, suggesting existence of small scale phenomena.

The salinity variations are mostly limited above 100 m depth unlike temperature (Fig. 8).

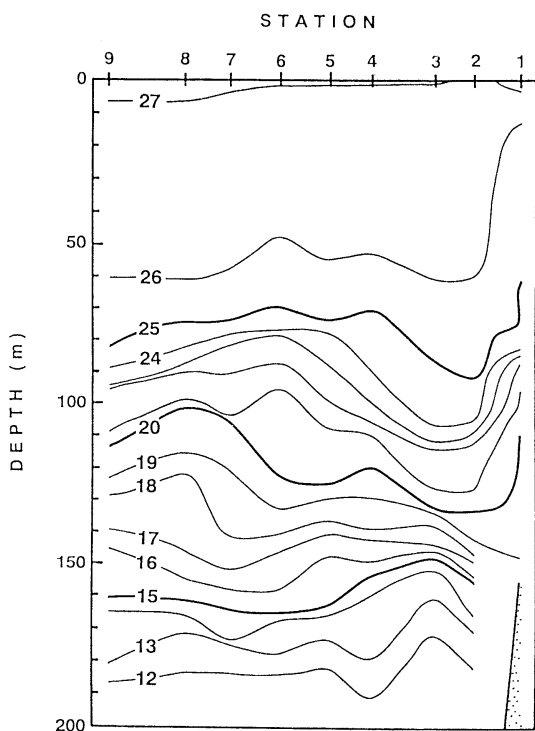


Fig. 7. Temperature section along Line C. Unit is °C.

Then, there exists a continuously vertical density stratification due to salinity gradient in the surface layer (above 80 m depth) and to temperature variation in the thermocline. Also isohalines rise near the bay head, as isotherms. From only one station data, we cannot explain whether or not this cold, saline surface water near the bay head is due to the upwelling.

4. Discussion

The detailed temperature and salinity observations in Pelabuhanratu Bay indicated two interesting features; (1) difference of the vertical structure in between December 1994 and August 1995, (2) such horizontal variations of temperature and salinity as upwelling or small scale internal waves.

Figure 9a shows the temperature profiles observed at Stn. P in December 1994 and Stn. C4 in August 1995, nearly the same location at the center of the bay. Throughout the sea surface to 200 m, the temperature in August is lower than that in December. The temperature decrease of 2 °C in the surface layer and the

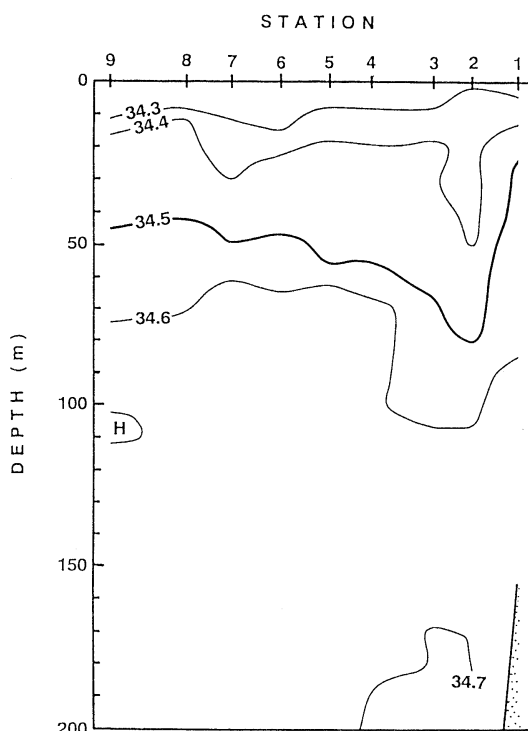


Fig. 8. Same as Fig. 7 except salinity. Unit is psu.

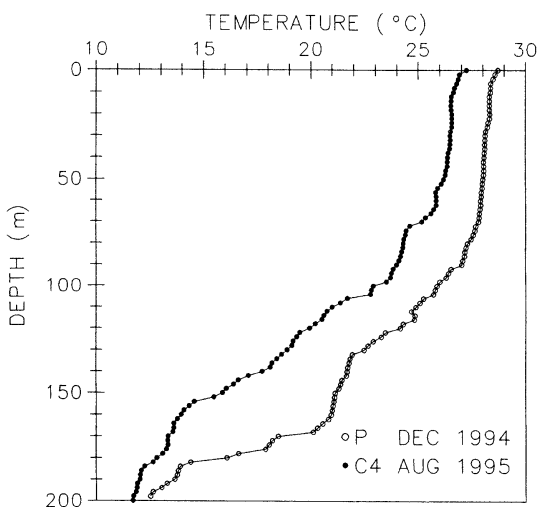


Fig. 9a. Temperature profiles.

thermocline rise of 40 m show the large heat loss during the period from December to August. Figure 9b shows that the salinity in August is higher above 80 m and lower below this depth than that in December. The vertical salinity variation in December is much larger

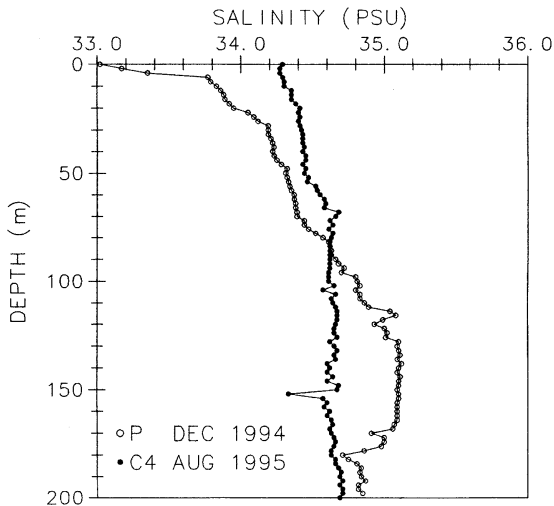


Fig. 9b. Same as Fig. 9a except salinity.

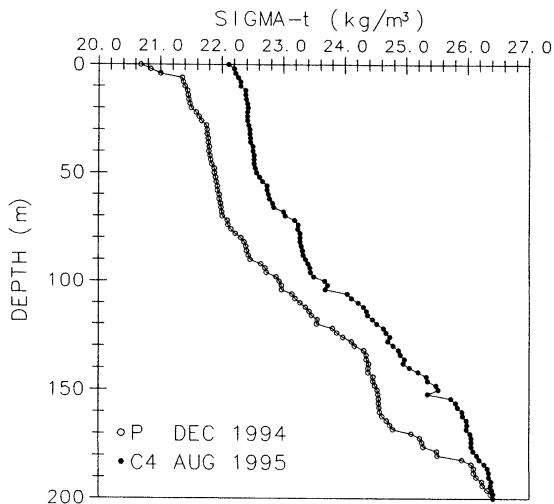


Fig. 9c. Same as Fig. 9a except sigma-t.

than that in August. The density in December is lower than that in August, but near 200m depth the difference disappears (Fig. 9c). The density difference between December and August is about 0.7 kg/m^3 from 10m to 180m. Figure 10 shows that the two T-S diagram of Stns. P and C4 do not agree with each other. The difference between both records may be considered by the seasonal variation which exists, at least, in the range from the sea surface to 200m depth.

We confirm whether or not the seasonal variation of the subsurface temperature exists

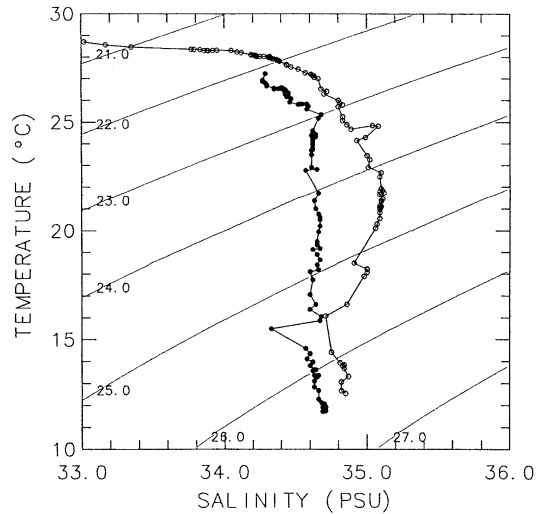


Fig. 10. T-S diagram at Stns. P (○) and C4 (●).

in the southern coast of Java. JEXAM (Japanese Experiment on Asian Monsoon) reported the monthly-mean maps of 100 m depth temperature and 20°C isotherm depth in the Indian Ocean (JEXAM, 1994). Figure 11 shows the temperature distributions at 100 m depth in December and August. The temperature at 100m at the west Java coast is 20 to 21°C in August and 23 to 24°C in December. The temperature difference between August and December in Pelabuhanratu Bay (Fig. 9a) agree with the monthly-mean temperature at the southern coast of Java (Fig. 11). Recently BRAY *et al.* (1996) analysed the XBT data from the Tropical Ocean-Global Atmosphere (TOGA) for study on the variation of the Indonesian throughflow. They showed the thermocline depth variation of about 10 m and the shallowest during July to September at annual period at the south coast of central Java. These studies indicate the existence of seasonal variation in the subsurface temperature along the south coast of Java. The seasonal variations of temperature and salinity are mainly induced through the sea surface by the air-sea heat and water exchange. In addition, the seasonal variations of wind (Asian monsoon: Fig. 12) can be considered to affect the vertical distributions of temperature and salinity in surface and subsurface layers, especially coastal region. We suppose the temperature decrease in the

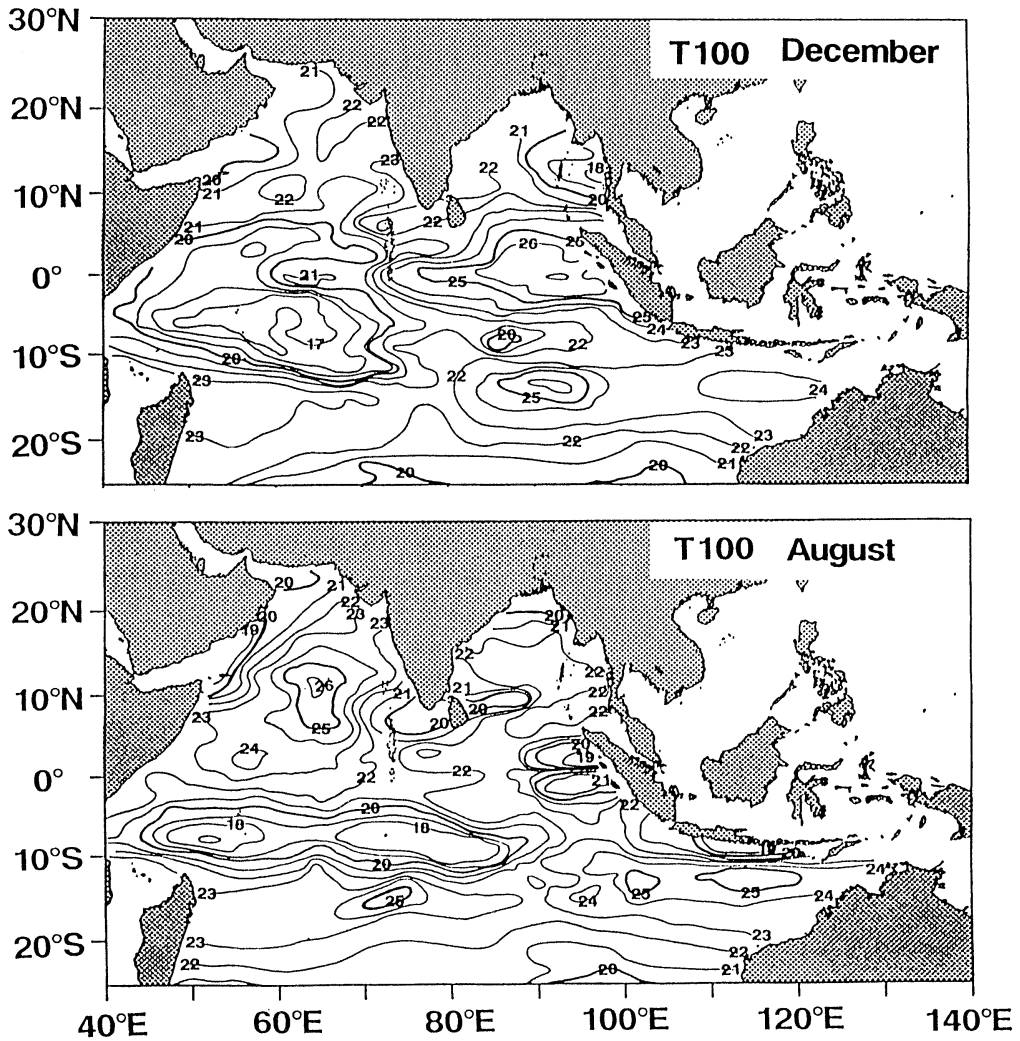


Fig. 11. Monthly-mean temperature at 100m depth in the Indian Ocean (after JEXAM, 1994). Unit is °C.

surface layer from December to August to be induced by the air-sea heat exchange, and the thermocline rising to be related to the coastal upwelling by southwest monsoon in August (e.g. HELLERMAN and ROSENSTEIN, 1983; MIYAMA *et al.*, 1996).

Then, we consider the relation between the thermocline rising in August and the coastal upwelling in this region, i.e., the tropical region in the southern hemisphere. The width of the coastal upwelling is estimated as the internal radius of deformation (YOSHIDA, 1955; GILL, 1982), $a=c/f$, where c is the phase velocity of the first baroclinic mode and f the Coriolis'

parameter ($f=2\omega \sin \phi$; ω is the angular velocity of the earth and ϕ the latitude). Applying a typical value of c to be 2.8 m/s, as a typical value in the tropical region (WUNSCH and GILL, 1976) and $f=1.77 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$, the width of upwelling is estimated as about 158 km. This scale is much larger than the length of Pelabuhanratu Bay (about 20km), so it suggests that the thermocline rising occurs all the bay by the coastal upwelling in August, but the horizontal variations of thermocline depth in the bay due to the coastal upwelling can be less detected for the horizontally small difference.

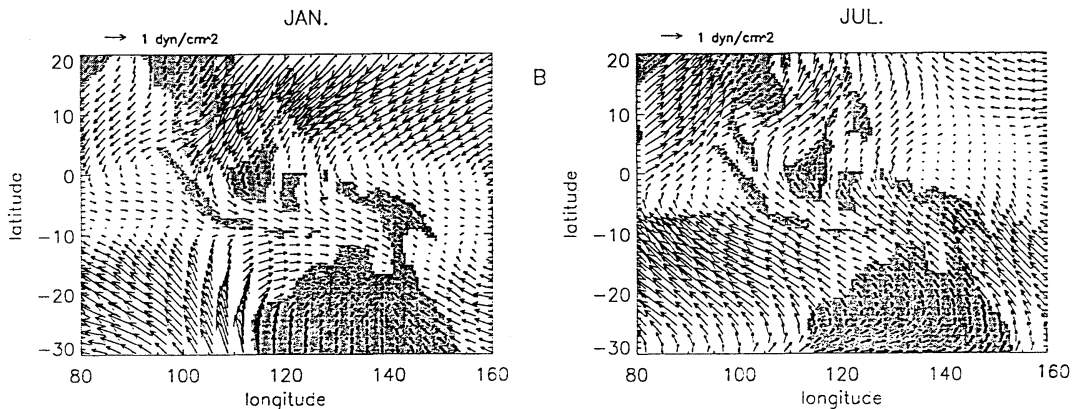


Fig. 12. Wind stress from January and July calculated by HELLERMAN and ROSENSTEIN (1983) (after MIYAMA *et al.*, 1996).

5. Summary

In December 1994 and August 1995, the field observations by STD carried out from the sea surface to 200m depth in Pelabuhanratu Bay, which is a small bay located at the southern coast of west Java, facing to the Indian Ocean. Remarkable differences in temperature and salinity profiles between both months were seasonal variations. Compared with August, the high temperature and low salinity water occupied near the sea surface in December. In subsurface layer, the temperature in December are 2 to 5 °C higher than that in August through the water column of 200m, but the salinity in December is lower from the surface to about 80m depth than that in August but higher below the depth. The density stratification is affected by the salinity near the sea surface, but under 80m depth by the temperature. In the observations in August, the spatial variations of the thermocline existed along the bay axis, but it cannot be confirmed whether or not the upwelling occurred.

We would like to continue the observation for clarifying the seasonal change of the temperature and salinity fields in Pelabuhanratu Bay and its physical process, especially relating to the monsoon. In addition, the signal of ENSO can be frequently detected even in this region, so that the regular observation at every interval (e.g., every month) is possible to catch a important signal of the global climate-ocean change.

Acknowledgment

Oceanographic field studies for the cooperative research between Tokyo University of Fisheries (TUF) and Bogor Agricultural University (IPB) were carried out in December 1994 and August 1995. The authors greatly thank OECF for support of the cooperative research. The authors also thank Drs. Kaname SATOH and Seiichi TAKEDA, and the staff of IPB to support the observations. We thank anonymous reviewer for his useful comments.

References

- ATMADIPERA, A. S., N. M. NATH and ZAIRION (1994): Studi Sifat Fisik Dan Kimia Oseanografi Di Perairan Teluk Pelabuhan Ratu. Institut Pertanian Bogor (in Indonesian).
- BRAY, N. B., S. HAUTALA, J. CHONG and J. PARIWONO (1996): Large-scale sea level, thermocline, and wind variations in the Indonesian throughflow region. *J. Geophys. Res.*, **101**, 12239-12254.
- BROECKER, W. S. (1991): The great ocean conveyor. *Oceanogr.*, **4**, 79-89.
- GILL, A. E. (1982): *Atmosphere-Ocean Dynamics*. Academic Press. 662pp.
- GORDON, A. I. (1986): Interocean exchange of the thermocline water. *J. Geophys. Res.*, **91**, 5037-5046.
- HELLERMAN, S. and M. J. ROSENSTEIN (1983): Normal monthly windstress over the world ocean with error estimates. *J. Phys. Oceanogr.*, **13**, 1093-1104.
- JEXAM (1994): Surface currents and upper ocean thermal structure in the Indian Ocean, *In: Japanese Experiment on Asian Monsoon*, Hydrographic Office, Maritime Safety Agency, Japan, (ed.) 57pp.

- LUKAS, R., T. YAMAGATA and J. P. McCREARY (1996): Pacific low-latitude western boundary currents and the Indonesian throughflow. *J. Geophys. Res.*, **101**, 12209–12216.
- MIYAMA, T., T. AWAJI, K. AKITOMO and N. IMASATO (1996): A Lagrangian approach to the seasonal variation of salinity in the mixed layer of the Indonesian Seas. *J. Geophys. Res.*, **101**, 12265–12285.
- PICKARD, G. L. and W. J. EMERY (1990): *Descriptive Physical Oceanography*. Pergamon Press. 320pp.
- PURBA, M. *et al.* (1993): *Evolusi (Perkembangan) Proses Upwelling Dan Sifat-Sifat Oseanografi Yang Diakibatkannya, Diperairan Seatan Jawa Barat*. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor (in Indonesian).
- WEBSTER, P. J. and R. LUKAS (1992): TOGA COARE; the coupled ocean-atmosphere response experiment. *Bul. Amer. Meteor. Soc.*, **73**, 1377–1416.
- WUNSCH, C. and A. E. GILL (1976): Observation of Equatorial Trapped Waves in Pacific Sea Level Variation. *Deep-Sea Res.*, **23**, 371–391.
- YAMAGATA, T. and Y. MASUMOTO (1989): A simple ocean-atmosphere coupled model for the origin of a warm El-Nino Southern Oscillation event. *Phil. Trans. R. Soc. Loc.*, **A329**, 225–236.
- YOSHIDA, K. (1955): Coastal Upwelling off the California Coast. *Rec. Oceanogr. Work Japan*, **2**(2), 1–13.

Received March 5 1996

Accepted August 10, 1996

日仏海洋学会賞受賞記念講演
海中動物の対光行動に関する研究*

小池 隆**

Studies on behavior of marine animals under various light conditions

Takashi KOIKE**

このたびは、栄誉ある日仏海洋学会賞をいただき、身にあまる光栄なことと感謝いたしております。この受賞を励みとして、今後さらに研究を発展させるよう努力していきたいと存じます。私はこれまで、海中の光環境とそこに生息する海中動物の行動の研究を行ってまいりましたが、主要なものは、(1) 断続光に対する魚類の反応、(2) イセエビの日周行動と光環境との関係、の2点です。

(1) 断続光に対する魚類の反応

光に対する魚類の行動反応については、これまで主に走光性による誘致を目的とした研究がなされ、集魚灯に代表されるように広く集魚に応用されております。しかしその際用いられているのは、ほぼ定常光に限られており、光の断続やちらつき現象のような短時間で急激に変動する光の刺激効果は、関心を持たれながらも、具体的に検討されることはほとんどありませんでした。私は特にこの点に注目し、周期的に光の強弱が変化する断続光に対し魚群が強い嫌忌行動を引き起こすことを明らかにいたしました。まず、断続光の明暗周期・明暗照度比・波長組成を変え、次に魚の眼の光に対する順応状態すなわち明順応および暗順応の時の行動反応の違いを、屋外的大型水槽を用いた行動実験より示しました。さらにこれらの結果を魚群の遊泳行動の制御に应用するため、断続光を細い光束として並べて照射し魚の行動に及ぼす影響を検討いたしました。供試魚は浮魚類の中で水産上重要魚種であり走光性の強いマアジを選びました。自然状態に近い条件のマアジを得るために、定置網の漁船に便乗して網持ちの時間に海上で購入後直ちに持ち帰り、これらのマアジを採捕後36時間以内に使いました。断続

光(明暗の時間比1:1)の照射により、マアジの遊泳速度は約30%低下すると共に、照射域を強く忌避いたしました。この嫌忌反応は、断続光の明暗の周期が0.62-1.36 Hzで最も顕著に現れ、また明暗の照度比が60:1(暗順応)あるいは5,000:1(明順応)以上の場合に顕著に現れました。さらに照射光の色が青色の断続光では、白色光と比較して1/6の照射光の強さで同等の嫌忌反応が認められました。走光性の強いマアジに対し断続光の照射の影響は、蝟集行動とは全く逆の回避行動としてあらわれ、しかもその効果は断続光の明暗周期や明暗照度比および照射光の色のみならずマアジの目の順応状態によつて大きくかわることがわかりました。また、これらの嫌忌行動を起こす明暗周期や明暗照度比は、生理学的手法で求められた魚の眼の感知限界、臨界融合頻度や明暗弁別閾値に比べると、ずっと低いところにあり、魚群が断続光を十分識別し得る範囲で生じています。さらに、この特性を持つ断続光を細い光束として一列に並べ縞目状の光幕として魚群の前面に照射すると、定置網の垣網と同じ様に魚群の通過を阻止し遊泳方向を変えることができます。断続光のこの照射方法は魚群の行動制御手段としてたいへん有効であり、魚群の誘導や通行阻止あるいは囲い込み等、漁業や養殖業の現場への応用が期待されます。

(2) イセエビの日周行動と光環境との関係

夜行性動物のイセエビが活動する夜間の海底に到達する光は、満月の夜とはいえ非常にわずかですが、それでも月夜の晩はイセエビが網にかからないと言われ、海中の明るさや陰影のわずかな違いがイセエビにとっては大きな意味を持つことが示唆されてきました。私の最近の研究では、このような微少な光の変化に対しイセエビが日周行動のパターンをどの様に変えるかを調べました。まず、ヒトの視覚や録画装置が使えない極低照度のもとで、水槽内のイセエビの行動を長期間自動計測すること

* 1996年6月7日 日仏会館(東京)で講演

** 三重大学生物資源学部

Faculty of Bioresources, Mie University,
Kami-hama-cho, Tsu, Mie 514, Japan

の可能な、パソコンと電子天秤を組み合わせた装置を開発いたしました。この装置では、イセエビをいれたカゴを吊るした糸の張力変化からイセエビの動きを精度良く検出し記録することができます。この装置一式を、昼と夜の明るさを自由に調節することができる照明装置を組み込んだ暗室内に設置して、イセエビの日周行動を観察いたしました。一般にイセエビは明るさの日周変化と同調して夜間に活動し昼間は行動を停止します。この日周行動が維持されるには、夜間あるいは昼間照度に一定の条件が存在することを明確にいたしました。すなわち、イセエビは夜間照度が $1.8 \times 10^{-4} lx$ 以下では真暗の場合と同様に活発に行動しますが、この照度以上では夜間の行動が著しく抑制されます。実験水槽内における結果が直接現場に適用し得るかどうかは更に検討を要しますが、志摩半島沖では満月時の海中照度はこの閾値を越すことが示され、この結果は満月の夜にイセエビが獲れないという従来の見解によく対応しています。また、昼間照度を変化させた実験では、イセエビが昼間を昼間として認識し得る最低照度が $2.3 \times 10^{-5} lx$ 程度であることも示されています。昼を認識する閾値と夜を認識する閾値の間の相違は、イセエビの眼の生理的状態変化によるのか、空腹度など他の何らかの状態変化によるのか、あるいは設定した夜と昼の照度以外の環境条件変化にもとづく結果なのか等の問題は、今後の研究課題として興味のあるところと見ます。さらに、測定装置を改良し、イセエビ

の行動を2次元面上で正確に追尾することに成功しており、種々の光環境のみならず、水温変化に対するイセエビの行動特性の変化、あるいは脱皮時前後に現れるイセエビの行動パターンの特性等、多くの興味ある知見を得ています。これらの成果は、海中動物の行動と水中照度の関係を明らかにするにとどまらず、開発した行動測定装置は海中動物の生態と環境条件との関係を研究する手段を与え、広く応用可能と考えます。今後、多くの文献や資料にみられる海洋現場における行動反応と実験結果との比較検討をさらに密に行いながら、成果が漁業や養殖業等へ簡単に応用できるような方向を目指して研究を進めたいと考えています。

最後になりましたが、これまでご指導ご鞭撻賜りました多くの方々に心から御礼申し上げます。先ず、海中の光環境と生物の行動反応の研究をご指導賜りました水産大学校校長 松生 治 先生に深く感謝いたします。また、研究を進めていく過程でご指導ご鞭撻いただいた東京大学名誉教授 羽生 功 先生、元水産大学校校長 青山恒雄 先生に、三重大学に移られてから直接実験研究に御参加いただいた東京大学名誉教授 永田 豊 先生に心から感謝いたします。さらに、多くの討論やご助力いただいた東京水産大学教授 森永 勤 先生、同坂田実験実習場 小池康之 先生と職員の方々、三重大学付属水産実験場の方々から御礼申し上げます。

日仏海洋学会誌 うみ (La mer) 第 34 巻掲載欧文論文和文要旨

[34 巻 1 号]

塩本明弘^{*}・佐々木克之^{**}・下田 徹^{**}: 1990 年 5 月の三陸沖暖水塊および冷水ストリーマにおける基礎生産と新生産の寄与について

暖水塊内 ($0.15-6.89\text{mgC m}^{-3}\text{h}^{-1}$) および冷水ストリーマ内 ($2.85-7.91\text{mgC m}^{-3}\text{h}^{-1}$) における基礎生産はおおむね等しく、相対光度 10% 以下はほぼ一定であった。日生産量はそれぞれ、 $930\text{mgC m}^{-2}\text{d}^{-1}$ と見積もられた。生産層内のクロロフィル *a* 濃度は、暖水塊 ($0.76-1.11\text{mg m}^{-3}$) にくらべ冷水塊 ($1.93-4.23\text{mg m}^{-3}$) では数倍高い値が測定された。これに対し、単位クロロフィル *a* 量当たりの基礎生産力は、暖水塊 ($0.15-7.41\text{mg C mgChl. a}^{-1}\text{h}^{-1}$) では冷水塊 ($0.63-3.18\text{mg C mgChl. a}^{-1}\text{h}^{-1}$) にくらべ約 2 倍高い値が測定された。この違いは、両海域の植物プランクトンのサイズや、構成種の違いによるものと考えられた。硝酸やアンモニアの最大取り込み活性から見積もられた、表層における全生産に対する新生産の寄与の割合は、暖水塊では 43%、冷水塊では 31% と見積もられた。本研究で得られた結果と過去に得られた結果から、三陸沖の暖水塊における基礎生産を制御する要因として、深層からの栄養塩類のフラックスが重要であることが明らかとなった。(*〒424 清水市折戸 5-7-1 水産庁遠洋水産研究所, **〒236 横浜市金沢区福浦 2-12-4 水産庁中央水産研究所)

小池 隆・前川行幸・平山昌子・永田 豊: イセエビの水槽内における行動の自動計測

イセエビの行動特性を知るため、水槽内でイセエビの刻々の位置を自動的に計測して記録し、二次元的な移動軌跡を求める装置を開発した。直径 80cm 深さ 40cm の円筒形飼育カゴの上部側面に、一辺 138cm の正三角形枠を取り付けた。この枠の 3 頂点に支持棒を取り付け、それぞれを電子天秤上に置いた。3 つの秤量値を直接パーソナルコンピューターに入力し、2.7 秒毎にイセエビの位置を算出し、それをフロッピー・ディスクに記録する。この装置による位置測定の誤差は 0.9cm 未満である。約 6 週間の予備実験の結果、イセエビが夜間に活発に活動し、その移動距離が夜間 12 時間で平均約 500m に達すること、イセエビが主としてカゴの縁に沿った移動を行うことなど、いくつかの興味ある結果が得られている。

この装置は、目視観察が出来ない低照度下の夜間の行動計測に特に有効であり、他の生物の行動観察にも十分応用出来ると考えられる。(〒514 津市上浜町 1515 三重大大学生物資源学部)

[34 巻 2 号]

Li-Guang Leu^{***}・Yi-Yu Kuo^{**}・Cho-Teng Liu^{***}: ERS-1 SAR 画像から推定した海洋波スペクトルの例

ERS-1 SAR (合成開口レーダー) 画像を用い、海洋波のスペクトルを算出した。海底地形が複雑でないこと、シートゥルスデータを得られることを考慮し、台湾東岸の Hwalien 海岸域をテストサイトとして選び、現場観測で得られたスペクトルと比較した。空間的に得られた SAR デジタル画像のフーリエ解析により、2 次元の波数スペクトルを算出した。これにもとづき、スペクトルピークに対応する卓越波の波長、波数、周期、波向を求めた。次に、現場観測データと比較できるように、SAR で得られた波数スペクトルを周波数スペクトルに変換した。二つのケースについて、ウェイブライダースによる観測結果と比較すると、その差は、波向ではそれぞれ 8° 、 26° 、波長は 3.5%、16% であり、比較的よく一致した。このときウェイブライダースで測定された有義波高はそれぞれ 0.73m、1.65m であったことから、比較的静穏な海面状態でも SAR の画像解析によりかなりの精度で海洋波のスペクトルを評価できることがわかった。(Industrial Technology Research Institute, Bldg. 24, 195-6, Chung-Hsing Rd. Sec. 4, Hsinchu, Taiwan 310, Republic of China, **Institute of Civil Engineering, National Chiao-Tung University, Hsinchu, Taiwan, Republic of China, ***Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, Republic of China)

小池 隆・林 浩司・永田 豊: イセエビが感知する最小の昼間照度

イセエビは夜行性動物である。昼間を $3.3 \times 10^2 lx$ の明るさにして 12 時間とり、夜間を $0 lx$ にして 12 時間とした標準的な環境のもとで、イセエビは明確な日周行動を示す。標準的な環境のもとで順致されたイセエビの行

動パターンは、恒暗状態に置かれても維持される。しかし、恒暗状態では行動の活動度が低から高へ移行する位相が、日を重ねる毎に早くなる傾向がある。この活動度変化の位相は、イセエビが昼間の明るさを認知できる範囲内では、明るさの変化の位相と完全に一致する。このことを利用して、昼間の明るさを5段階に規程して下げていく実験を行った結果、イセエビが感知する最小の昼間の明るさは、約 $2.3 \times 10^{-9}lx$ であることがわかった。(〒514 津市上浜町 1515 三重大学生物資源学部)

Saowapa ANGUPANICH : 南タイ, ソンクラ湖の海草類と着生植物

1992年12月から1993年11月まで、ソンクラ湖の海草類の現存量を毎月調査した。ソンクラ湖では、わずか2地域のみで海草類が見られた。*Halodule pinifolia* および *Halophila ovalis* は、湖口から1300m離れた砂質底の地域に、*Halophila beccarii* は湖の西端付近の湖岸域に分布した。*H. beccarii* および *H. pinifolia* はほぼ周年にわたって生育し、年平均現存量はそれぞれ95.3および84.1 g(d.w.) m^{-2} であった。*H. ovalis* は最も少なく、3月から9月までの6か月間のみを観察された。現存量の最大値は、7月から8月の弱雨期(南西季節風期)に、最小値は10月から12月の強雨期(北東季節風期)に測定された。これら3種の海草類上に見られる着生植物は、そのほとんどが珪藻類であった。優占種は *Cocconeis* sp. で、若い葉にくらべ老葉ほど、より多くの着生植物を付けている傾向が見られた。(Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90110, Thailand)

Saowapa ANGUPANICH*・Sanit AKSORNKOAE** : 南タイ, バンドン湾 Kradae Chae 水路のマングローブ林付近の海老養殖池における大型底生動物相

マングローブの林床と、伐採されたマングローブの林床における動物相の違いを調べるために、南タイの Kradae Chae 水路のマングローブ林付近のエビ養殖池で大型底生動物相の調査を行った。林床1平方メートル当たりの大型底生動物の密度と多様度は、いずれも伐採されたマングローブの林床よりマングローブの林床が高かった。後者の底生動物の種組織がいずれの季節にも16-17種であったのに対し、前者では1-12種の範囲であった。多毛種と甲殻類が優占的であり、これら2つのグループの中ではキャピテリア科の多毛類とイワガニ科のカニ類が最も卓越したが、後者は湿潤期のみ優占

的であった。マングローブの林床では高い個体密度(1088-2080 個体 m^{-2})が見られたが、他の成熟したマングローブ林に比較して、甲殻類や貝類の種組成は貧弱であった。(*Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90110, Thailand, **Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Bangkok, 10900, Thailand)

[34巻3号: Proceedings of the Eighth JECSS & PAMS Workshop, 省略]

[34巻4号]

崔 鎔奎 : 日本海(東海)における深い対流について

1996年から1987年にかけて、気象庁により取得された海洋気象観測資料を解析した結果、日本海固有水(JSPW)の形成に、深い対流が寄与していることが見いだされた。海面から深層まで、ポテンシャル水温 $0-1^{\circ}C$ 、塩分34.0-34.1‰、標準ポテンシャル比容偏差66-80 cl/t で特徴づけられる日本海固有水は、いわゆる深い対流による海水混合域の水塊特性と類似しており、成層状態は不安定または中立となっている。通常、深い対流は北緯40度以北に見られる現象であり、日本海固有水の深層の水も日本海北部の広い海域で形成されている可能性がある。この深層水は、標準ポテンシャル比容偏差76 cl/t の等比容面で低温・低塩であることから、主として海面冷却により形成されたことが示唆される。表層混合層から沈みこんだ日本海固有水は対馬暖流下部に広がり、標準ポテンシャル比容偏差76 cl/t の等比容面を流れると考えられる。(Kunsan Laboratory, National Fisheries Research and Development Agency, Kunsan 573-030, Korea)

金 東善***・柳 哲雄*・曹 圭大*** : 韓国水栄湾の残差流の季節変化

診断モデルを用いて、韓国の南東岸に位置する水栄湾における残差流の季節変化を明らかにすることを試みた。湾奥部の上層では、水栄江からの淡水流入による密度流の影響が大きい。8月の残差流は、淡水流入量が多いため強い南下流が現れているが、淡水供給が小さい2月は残差流は弱い。上層の残差流の流動パターンは、風の変動によっても影響を受ける。南西風が卓越する5月と2月には東向風が、北東風が卓越する8月には南向流が、北西風が卓越する11月には南流がそれぞれ発生する。中層における流動パターンの特徴は、上層の流れに対す

る補償流の性格を持っている。つまり、上層で流出するとき、中層では流入する。(〒790-77 松山市文京町3 愛媛大学工学部, **Research Center for Ocean Industrial Development, Pukyong National University of Pusan, Pusan 608-011, Korea, ***Department of Oceanography, Pukyong National University of Pusan, Pusan 608-737, Korea)

松山優治*・千手智晴**・Nyuman N. M. NATH*** :
西ジャワ Pelabuhanratu 湾の海況

1994年12月と1995年8月に、インドネシアの西ジャワのインド洋に面した小さな湾、Pelabuhanratu 湾で200m深までのSTD観測を実施した。両月の水温・塩分の鉛直分布には顕著な違いが現れ、南緯7度付近ではあるが、季節変動によると推定された。8月と比べて

12月の表層温度は高く、塩分は極度に低かった。表層下でも200m深まで、8月より12月の方が水温は2-5℃高い。一方、塩分は約80m深までは12月の方が低い。それ以深では逆に高かった。密度の鉛直分布は表層は塩分の影響を強く受けるが、80m深付近より下層では温度によって支配されていた。8月の観測では湾軸に沿って躍層の深度に変化が見られたが、湧昇や内部波との関連は明らかにならなかった。特にモンスーンと関連した湧昇が起きていたかどうかは、内部ロスビー変形半径が湾長よりはるかに大きいことから同定できなかった。この海域は地球環境変動やENSOとの関連で定期観測は欠かせない。(〒108 港区港南4-5-7 東京水産大学海洋環境学科, **〒759-65 下関市永田本町2-7-1 水産大学校, ***Faculty of Fisheries, Bogor Agricultural University, Darmaga, Bogor 16680, Indonesia)

書 評

「大気・海洋の相互作用」(鳥羽良明 編) 東京大学出版会

人間活動に伴う地球環境の変化、特に気候システムの変化の理解と予測とその対策が緊急の課題となっている。これら課題を押し進めるには、大気と海洋の相互作用に関わる物理過程の研究が極めて重要である。本書はそのような視点から編集されており、ごく限られた編者の同志によって記されている。第1章が序論、第2章が海面境界過程と波浪(鳥羽)、第3章が海洋表層混合層の物理と表層水塊解析(花輪・須賀)、第4章が大規模大気海洋相互作用の実態(花輪)、第5章が大規模な相互作用の基礎(山形・和方)、第6章が大規模大気海洋相互作用の数値モデリング(遠藤、北村、石崎、本井)、第7章が衛星リモートセンシングによる大気海洋相互作用の観測(川村)という構成である。対象は海洋物理学の研究者、大学院生、学部生であるが、多くの章は専門を異にする海洋の化学や生物学の研究者にもさほどの苦勞もなく読めるだろう。特に、水塊解析やリモートセンシ

ングの章は海洋物理学はもちろん、海洋の他分野にも大いに役立つ内容で、ぜひ読むことをお勧めする。各章はそれぞれ、その道のプロ達によって書かれているので、内容は充実しており、展開を期待しながら読める。本書は、編者が記しているように「教科書としての全体のまとまりに留意すると同時に、各章の主体性を出来るだけ尊重し、各章がそれぞれ独立して読まれることも可能なようにした」と配慮されている。教科書として最初から全体の流れを掴みながら読むというより、興味ある章だけを深く読むことが出来るし、どこの章から読んでも差し支えない書である。そういう意味では教科書というより、参考書という印象が強い。もちろん、非常に優れた参考書であることには間違いない。しかし、気心の知れた仲間達であっても、数人で一冊の教科書を書き上げるのは大変難しいものだと思ってしまう。

(松山優治)

学 会 記 事

1. オリビエ・アンサール教授に代わって、1996年8月12日付けでピエール・カプラン (Pierre Kaplan) 氏が日仏会館フランス学長に就任された。
2. 1996年6月7日(金) 日仏会館会議室において平成7年度日仏海洋学会学術研究発表会が開催された。発表題目と発表者は下記の通り。
 午前(10:00-12:00)
 1. 光の刺激がクロアワビの行動におよぼす影響
 ……○森川由隆・山川 紘・小池康之・森永 勤(東水大)
 2. 海中懸濁粒子が二枚貝アサリの粒子捕捉へ与える影響…○荒川久幸(東水大)・田端彰久(新日気)・佐藤博雄・森永 勤(東水大)
 3. 天然細菌群集のグラム染色特性の評価
 ……○才田春夫・伊藤 希(筑波大生物)
 4. 立山地獄谷温泉から分離した細菌の生理生態学特性…○鄭 洪彬・才田春夫・伊藤 希(筑波大生物)
 5. ディフルギア属原生動物による甲殻類幼生の捕食
 ……○佐久間日良・関 文威(筑波大生物)
 6. Impact of Aquatic Pollutions and its Effect on Fisheries in Bangladesh
 ……○ALAM, M. G. M・MAEKAWA Takashi (Univ. Tsukuba)
 午後(13:30-15:10)
 7. 日本海における波動特性の検討
 ……○高橋義也・和田 明(日大生産工)
 8. 光学ブイの影が及ぼす水中照度場に関する数値計算…○大石友彦・申谷雄太(東海大海洋)
 9. 伊勢湾における塩熱フロント形成時の栄養塩と植物プランクトンの分布
 ……○松村 剛・石丸 隆・村野正昭(東水大)
 10. 黒潮域におけるピコ植物プランクトンの分布
 ……○堀本奈穂・石丸 隆・村野正昭(東水大)
 11. 西部太平洋赤道付近におけるサイズ別植物プランクトンの分布…○佐藤博雄・山田通江(東水大)
 12. 海鷹丸64次航海時の南極海域における海洋構造とクロロフィルの分布
 …○山口征矢・石丸 隆・平譯 亨・千葉早苗・

佐藤 力・堀本奈穂・金子卓蔵(東水大)・牛尾収輝(極致研)・中島幸徳(北大)

3. 1996年6月7日(金) 日仏会館会議室において第37回(平成8年度)総会が開催された。議事の概要は下記の通り。

議長 有賀会長

- 1) 平成7年度事業報告

a) 庶務

会員移動状況

	7年 4月	入会	退会	逝去	資格 変更	8年 4月
名誉会員	1	-	-	-	-	1
正会員	298	4	9	1	+1	293
学生会員	4	3	1	-	-1	5
賛助会員	18	-	-	-	-	18

活動状況

評議員会 1回(5/22)

幹事会 2回(5/22, 11/15)

総会 1回(6/1 日仏会館)

学術研究発表会 1回(6/1 日仏会館)

学会誌の発行 33巻2号~34巻1号

学会賞授与 関根義彦(三重大学)
(6/1 日仏会館)

講演会の開催・協賛

日仏セミナー「沿岸環境の再生をめざして」

(11/2 日仏会館)

「水産学に関するいくつかの疑問」(12/2)

フランクフルト・ブックフェア'95

「学協会誌」展示会への学会誌の出版

b) 編集

学会誌「La mer」33/2, 33/3, 33/4, 34/1を発行
 掲載論文22編, 資料5編, 合計223頁

c) 平成8年度日仏海洋学会賞受賞者選考経過報告

2) 平成7年度収支決算報告および監査報告

収入

前年度繰越金…………… 285,145

正会員会費…………… 1,278,000

学生会員会費……………	20,000
賛助会員会費……………	170,000
学会誌売上金……………	395,960
広告料……………	90,000
著者負担印刷費……………	1,427,070
雑収入……………	195,604
寄付金収入……………	0
計	3,861,779
支出	
学会誌等印刷費……………	2,150,000
送料・通信費……………	263,373
事務費……………	701,468
交通費……………	19,380
会議費……………	12,957
学会賞経費……………	72,762
メダル鋳造費……………	396,523
雑費……………	66,430
次年度繰越金……………	178,885
計	3,861,776

3) 平成8年度事業計画案審議

評議員会1回, 総会1回, 学術研究発表会1回,
幹事会4回
シンポジウムおよび講演会の開催および後援
学会誌の発行(4号)
平成8年度学会賞授賞および平成9年度学会賞受
賞候補者推薦
その他

4) 平成8年度収支予算案審議

平成8年度収支予算

収入

前年度繰越金……………	178,885
正会員会費……………	1,800,000
学生会員会費……………	20,000
賛助会員会費……………	200,000
学会誌売上金……………	450,000
広告料……………	20,000
著者負担印刷費……………	800,000
雑収入……………	250,000
寄付金収入……………	1
計	3,898,886

支出

学会誌等印刷費……………	2,450,000
送料・通信費……………	250,000
事務費……………	700,000
交通費……………	20,000
会議費……………	50,000
学会費経費……………	75,000
雑費……………	20,000
予備費……………	333,886
計	3,898,886

5) その他

4. 平成8年度日仏海洋学会賞

受賞者: 小池 隆 (三重大学)

受賞課題: 海中動物の対光行動に関する研究

推薦理由:

光に対する魚類の行動反応については、主に走光性による誘致を目的とした研究がなされ、集魚灯に代表されるように広く集魚に应用されている。しかし、従来用いられているのはほぼ定常光に限られており、光の断続やちらつき現象のような光の急激な変動の有する刺激効果は、関心を持たれながらも、具体的に検討されることはほとんどなかった。小池隆博士は、海中の光環境とそこに生息する海中動物の行動に関する一連の研究の中で断続光に注目し、それがより強い嫌忌行動を引き起こすことを屋外の大水槽による実験で初めて示した。特に浮魚類の中で水産上重要な魚種であるマアジを選び、自然状態に近い条件を保つようにして採捕後36時間以内に実験した場合、マアジの遊泳速度が断続光(明暗の時間比1:1)を照射すると約30%低下すると共に、照射域を忌避することを示した。この嫌忌反応は、断続光の明暗の周期が0.62-1.36Hzで最も顕著に現れ、また明暗の照度比が60:1(暗順応)あるいは5000:1(明順応)以上の場合に顕著に現れる。さらに照射光の色が青色の断続光では、白色と比較して1/6の照射光の強さで同等の嫌忌反応が起こる。これらの行動反応は生理学的手法で求められた魚の感知限界、すなわち臨界融合頻度や明暗弁別閾値などまでにはかなり余裕のある範囲で生じる。この特性をもつ断続光を縞目状の光幕として魚群の前面に照射して、定置網の垣網と同様、魚群の行動抑制手段として応用が可能であることが示された。これらの研究成果は、魚群の誘導や行動の制御あるいは

困り込み等、漁業や養殖業の現場への応用が期待され、学術上及び産業上の功績が高いと評価される。

夜行性動物のイセエビが活動する夜間の海底に到達する光は、満月の夜でも非常にわずかであるが、それでも月夜の番はイセエビが網にかからないとされ、海中の明るさや陰影のわずかな違いがイセエビにとっては大きな意味をもつことが示唆されてきた。このような微小な光の変化に対しイセエビの行動パターンにどのような変化が生じるかを明らかにした同博士の最近の研究は高く評価される。ヒトの視覚や録画装置が使えない極低照度のもとで、水槽内のイセエビの行動を長期間自動計測することの可能な、パソコンと電子天秤を組み合わせた装置を開発し、イセエビを入れた籠を吊した糸の張力の変化からイセエビの動きを精度良く検出することに成功している。一般にイセエビは明暗の光の日周変動と同調して夜間に活動し昼間は行動を停止するが、この日周行動が維持されるには、夜間あるいは昼間照度に一定の条件が存在することが示された。すなわち、イセエビは夜間照度が $1.8 \times 10^{-4}lx$ 以下では真暗の場合と同様に活発に行動するが、この照度以上では夜間行動が著しく抑制される。実験水槽内での結果を直接現場に適用し得るかどうかは更に検討を要するが、志摩半島沖では満月時の海中照度はこの閾値を越すことが示され、この結果は満月の夜にイセエビがとれないという従来の知見によく対応している。また、昼間照度を変化させた実験でイセエビが昼間を認識し得る最小照度が $2.3 \times 10^{-4}lx$ 程度であることも示されている。昼を認識する閾値と夜を認識する閾値の間の相違は、イセエビの眼の昼夜における順応状態の違いによるのではないかと示唆しているが、今後の研究への提言として興味あるところである。この他、最近同博士は上述の測定装置を改良し、イセエビの行動を2次元面上に性格に追跡することに成功しており、種々の光環境のみならず、水温変化に対するイセエビの行動特性の変化、あるいは脱皮時前後に現れるイセエビの行動パターンの特性等多くの興味ある知見を得ることに成功している。

小池隆博士のこれらの研究成果は、海中動物の行動と水中照度の関係を明らかにするにとどまらず、開発した実験測定装置は広く海中動物の生態と環境条件との関係を研究する手段を与えるもので、今後の水産学研究に貢献すると共に、漁業や養殖業等への応用面にも新しい道を開くものとして高く評価される。従って、本委員会は小池隆博士を本学会賞を受賞するにふさわ

しい候補者と認め、ここに推薦するものである。

学会賞受賞候補者推薦委員会
委員長 小池勲夫

主要論文

1. 断続光に対する魚群の反応. 日本水産学会誌, 51, 1097-1102 (1985).
2. Response of a fish school to different blinking frequencies and intensity ratios of intermittent light. Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 925-932 (1987). (with K. Matsuike)
3. Response of a fish school to different wavelengths of intermittent lights and different background irradiances under projected light. Nippon Suisan Gakkaishi, 54, 829-835 (1988). (with K. Matsuike)
4. 濁った水に対する海水魚の行動. うみ, 26, 124-126 (1988). (森永 勲・大友啓一・松生 治と共著)
5. 断続光に対するマアジの行動反応に関する研究. 三重大生資紀要, 2, 23-53 (1989).
6. ベンガル湾におけるマクロ延縄漁具の枝縄の水中視認距離. うみ, 28, 117-122 (1990). (森永 勲・松生 治と共著)
7. 光束断続光を利用したマアジの行動制御. 日本水産学会誌, 57, 7-14 (1991). (山口辰哉・松生 治と共著)
8. Underwater visibilities in different optical type watermass of the oceans. La mer, 31, 11-18 (1993). (with T. Morinaga, A. Imazeki and H. Arakawa)
9. イセエビの夜間行動におよぼす水中の明るさの影響. 日本水産学会誌, 59, 1689-1694 (1993). (森川由隆・前川行幸・森永 勲と共著)
10. Underwater brightness in nighttime and behaviors of Japanese spiny lobsters. La mer, 33, 37-46 (1995). (with Y. Morikawa and M. Maegawa)
11. 水槽内におけるイセエビの行動の自動計測装置. 日本水産学会誌, 61, 629-630 (1995). (森川由隆・前川行幸・平山昌子・永田 豊と共著)
12. クロアワビの夜間行動を抑制する水中の明るさ. うみ, 33, 215-220 (1995). (森川由隆・森永 勲と共著)
13. Automatic recording system of the position of a lobster in an experimental tank. La mer, 34, 11-17 (1996). (with M. Magaewa, M. Hirayama and Y. Nagata)

14. イセエビが識別し得る最小の昼間照度, 水産海洋研究, 60, (1996, 印刷中). (林 浩司・永田 豊と共著)
15. イセエビの活動を抑制する夜間照度の閾値. 日本水産学会誌, 62(3), (1996, 印刷中). (吉見恭子・永田 豊と共著)
16. 水槽内でのイセエビの動きの追跡観測. 海洋調査技術, 8(1), (1996, 印刷中). (前川行幸・永田 豊と共著)
17. イセエビの日周行動のパターンとその乱れ. 海の研究, 5, 245-252 (1996). (永田 豊と共著)

5. 新入会員 (正会員)

氏名	住所	紹介者
Ana. Zuleika Segatto	Department of Marine Ecology Ecology Building S-22362, Lund, Sweden	山口征矢

6. 所属先・住所等変更

森川 由隆 〒514 津市上浜町 1515
三重大学生物資源学部

7. 逝去

阿部宗明 (正会員)・奈須敬二 (正会員・評議員)
ベルナルド・フランク (顧問)

8. 受贈図書

なつしま 142, 143, 144
海洋産業研究資料 27 (6, 7, 8, 10, 11)
勇魚 14
東海大学紀要 42
東北区水産研究所研究報告 58
水産工学研究所研究報告 17
Bulletin of National Science Museum 22 (2, 3)
青島海洋大学学报 26 (1, 2)
Journal of the Korean Society of Oceanography
30 (6), 31 (1)
Annales Hydrographiques 20
Chinese Science Bulletin 44 (15, 16, 17)

日仏海洋学会役員・評議員

(1996~1997年度)

顧問: ユーベル・プロシェ ジャン・デルサルト
ジャック・トーベル アレクシス・ド
ランデル ミシエル・ルサージュ
ローベル・ゲルムール ジャック・マ
ゴー レオン・ヴァンデルメルシュ
オーギュスタン・ベルク ユーベル・
セカルディ オリビエ・アンサール

名誉会長: ピエール・カプラン

会長: 有賀祐勝

副会長: 高木和徳 岡市友利

幹事: (庶務) 須藤英雄 有元貴文
(会計) 森永 勤 岸野元彰
(編集) 佐藤博雄 落合正宏
(研究) 関 文威 小池勲夫
(渉外) 佐伯和昭 降島史夫

監事: 久保田穰 辻田時美

編集委員長: 山口征矢

評議員:

有元貴文 有賀祐勝 石丸 隆 今脇資郎
宇野 寛 大塚一志 岡市友利 奥田邦明
落合正宏 梶浦欣二郎 金成誠一 鎌谷明善
岸野元彰 国司秀明 久保田穰 黒田一紀
小池勲夫 佐伯和昭 坂本 亘 佐藤博雄
杉森康宏 須藤英雄 関 文威 関根義彦
平 啓介 高木和徳 降島史夫 高野健三
高橋正征 谷口 旭 辻田時美 寺崎 誠
寺本俊彦 鳥羽良明 中田英昭 永田 豊
中村重久 西沢 敏 畑 幸彦 半沢正男
堀越増興 前田明夫 松生 治 松山優治
丸茂隆三 村野正昭 森田良美 森永 勤
柳 哲雄 山口征矢 和田 明 渡邊精一

訃報

本会会員 阿部宗明氏は去る 1996 年 8 月 9 日逝去されました。謹んで哀悼の意を表します。 日仏海洋学会

本会顧問 ベルナル・フランク氏は去る 1996 年 10 月 17 日逝去されました。謹んで哀悼の意を表します。
日仏海洋学会

本会会員・評議員 奈須敬二氏は去る 1996 年 10 月 29 日逝去されました。謹んで哀悼の意を表します。
日仏海洋学会

First Announcement and Call for Papers

French-Japanese Oceanographic Society

and

French Oceanographers Union

Invite you to the

International Symposium

COASTAL ZONE ASSESSEMENT AND FORECASTING FROM MEDIUM TO LONG TERM

to be held

6-8 October 1997

at

Institute Océanographique

Paris, France

Aims and Scope

The coastal strip

Under natural and anthropic pressures, the coastal line is in a permanent moving. Process and their monitoring (on the field and from the sky) will be presented.

Telluric inputs and Coastal pollution

From the drainage bassin down to the coast. How to improve the tracing of contaminants and assesment of their combined impacts through monitoring systems in the different compartments (water column, sediment, biota).

Biological indicators

Biological indicators are still in their infancy. From biomarkers to communities structure, how can they be used significantly on the short and long run.

Socio-economic indicators

Human activities in the coastal zone need to be measured, too. A particular attention will be given to socio-economic fluxes and their interactions.

Information management

Forecasting depends on the capacity of managing an information system. How to organize the data collected (criteria, objectives, scales, indicators) and their delivery to customers (decision-makers, stakeholders) through appropriate technology.

Language

The official languages will be French and English.

Publication

It is expected that the communications will be published in Journal de Recherche Oceanographique

Accommodation

Preliminary reservations have been made at hotels of Paris. More details will be given in the second announcement.

Deadlines

Replies with summaries of your communications should be mailed or faxed by the beginning of December 1996, in order to send out the second announcement in March 1997. Summaries should be 1-2 page double spaced.

Scientific Board

- Dr. Amiard (Président UOF-Nantes)
- Pr. Denis Bailly (UBO-Brest)
- Dr. J.-M. Dewarumez (UOF-USTL-Wimereux)
- Dr. Francois Galgani (IFREMER-Nant)
- Dr. Bernard Gérard (BRGM-Orléans)
- Pr. J.-C. Guary (UOF-SFJO-Intechmer-Cherbourg)
- Dr. Yves Henocque (Président SFJO-La Seyne-sur-Mer)
- Dr. Ueshima (AIST-MITI Japon)

Organizing Committee

- Président Dr. Patrick Safran (SFJO)
- Secretary Dr. J.-F. Pavillon (UFO)
- Mme Akiko Nishikawa (SFJO)

Correspondance

Secretary

Dr. J.-F. Pavillon

195, rue Saint Jacques

Tel: 33 1 44 32 10 84

Fax: 33 1 40 51 73 16

e-mail: 100670.615@compuserve.com

REPLY FORM

Oui, je suis intéressé par ce colloque-Envoyez moi les informations suivantes.

Yes, I am interested in participating in this symposium - Please send me further informations

Nom/Name:

Address:

Tel:

Fax:

e-mail:

Présentation orale/Oral presentation:

Poster:

Droits d'inscription

Price of inscription to the symposium

- jusqu'en avril 1997: members SFJO et UOF: 500F
- until April 1997: members of SFJO or UOF: 500F or 100US \$
non members/no members : 700F or 130US \$
- après avril 1997/after April 1997: : 900F or 170US \$
- étudiants/Students : 200F

Chèques à établir au de l'UOF

Envoyer ce bulletin à/Send this reply to

Dr. J.-F. Pavillon

195, rue Saint-Jaques, F75005, Paris, France

Tel. : 33 1 44 32 10 84; Fax/Telecopie: 33 1 40 51 73 16

e-mail : 100670.615@compuserve.com

**La mer (Bulletin de la
Société franco-japonaise
d'océanographie)
Tome 34 (1996)**

Sommaire

Numéro 1

Notes originales

- Primary production and contribution of "new" production in the warm-core ring and the cold streamer off Sanriku in May 1990 Akihiro SHIMOTO, Katsuyuki SASAKI and Toru SHIMODA 1-9
- Automatic recording system of the position of a lobster in experimental tank Takashi KOIKE, Miyuki MAEGAWA, Masako HIRAYAMA and Yutaka NAGATA 11-17
- Studies on the relation between volume of visual pigment in the rods and maturity of fish (in Japanese) Eiichi HASEGAWA and Akiko NAGANAWA 19-23
- Analysis of cutting mechanism of the roll type *Nori* harvester (in Japanese) Sadami YADA, Jia-Kang CHEN and Masayoshi TODA 25-32
- Observations at the two offshore stations during the typhoon 9426's passage (in Japanese) Shigehisa NAKAMURA 33-37
- Faits divers**
- CADBOROSAURUS: Survivor from the Deep Humitake SEKI 39-40
- Procès-verbaux** 41-44

Numéro 2

Notes originales

- Examples of ocean wave spectra estimated from ERS-1 SAR images Li-Guang LEU, Yi-Yu KUO and Cho-Teng LIU 45-55
- Minimum daytime brightness recognized by Japanese spiny lobster Takashi KOIKE, Kooji HAYASHI and Yutaka NAGATA 57-66
- Seagrasses and epiphytes in Thale Sap Songkhla, Southern Thailand Saowapa ANGUPANICH 67-73
- Macrobenthic fauna in shurimp-farms adjacent mangroves, Kradae Chae

うみ (日仏海洋学会誌)

第34巻 (1996年)

総目次

第1号

原 著

- 1990年5月の三陸沖暖水塊および冷水ストリーマにおける基礎生産と新生産の寄与について (英文) 塩本明弘・佐々木克之・下田 徹 1-9
- イセエビの水槽内における行動の自動計測 (英文) 小池 隆・前川行幸・平山昌子・永田 豊 11-17
- 魚類の桿体視物質と成熟に関する研究 長谷川英一・長縄明子 19-23
- 海苔のロール式摘採機構の解明 矢田貞美・陳 家康・戸田勝善 25-32
- 沖合いの観測塔による台風通過時の海象観測 中村重久 33-37
- 資 料**
- CADBOROSAURUS: 深海よりの生残者 (英文) 関 文威 39-40
- 学会記事 41-44

第2号

原 著

- ERS-1 SAR 画像から推定した海洋波スペクトルの例 (英文) Li-Guang LEU, Yi-Yu KUO and Cho-Teng LIU 45-55
- イセエビが感知する昼間照度 (英文) 小池 隆・林 浩司・永田 豊 57-66
- 南タイ, ソンクラ湖の海草類と着生植物 (英文) Saowapa ANGUPANICH 67-73
- 南タイ, バンドン湾 Kradae Chae 水路のマングローブ林付近のエビ養殖池におけ

Canal, Ban Don Bay, Southern Thailand	る大型底生動物相 (英文)	
..... Saowapa ANGSUPANICH and Sanit AKSORNKOAE	..... Sawapa ANGSUPANICH and Sanit AKSORNKOAE	75-81
Study on successive counting system for seedlings fry (in Japanese)	種苗幼魚の連続計数システムに関する研究	
..... Hu CHEN, Sadami YADA and Masayoshi TODA	..... 陳 汜・矢田貞美・戸田勝善	83-89
Procès-verbaux	学会記事.....	91-92

Numéro 3

Proceedings of the Eighth JECSS & PAMS Workshop, 26-28 September 1995, Matsuyama, Japan

Preface	.....T. YANAGI	93
Embedding an oceanic mixed layer model into an ocean circulation model of the East Sea (Japan Sea)	.....Y. NOH, C. J. JANG, C. H. KIM and J. H. YOON	95-107
A hindcast experiment in the East Sea (Sea of Japan)	.....I. BANG, J. K. CHOI, L. KANTHA, C. HORTON, M. CLIFFORD, M. S. SUK, K. I. CHANG, S. Y. NAM and H. J. LIE	108-130
Comparison of sea water carbonate parameters in the East China Sea and the Sea of Japan	.....S. L. WANG and C. T. A. CHEN	131-136
Mode of mud deposition on shelf to basin area off Akita, north east Japan Sea	.....K. IKEHARA, H. KATAYAMA and T. NAKAJIMA	137-151
Separation of the Tsushima Current from the Kuroshio: A numerical study with an idealized geometry	.....S. Y. NAM, M. S. SUK, I. BANG, K. I. CHANG and Y. H. SEUNG	152-162
Time variation of the current northwest of Tsushima	.....T. SHINOZAKI, A. TASHIRO, T. NAGAHAMA, H. ISHII, K. OMURA, Y. OUCHI, Y. HASIMOTO and K. KAWATATE	163-171
Seasonal variation of the East Korea Warm Current and its relation with the cold water	.....Y. K. CHO and K. KIM	172-182
The stratification variations during spring and neap tidal periods in Deukryang Bay, Korea	.....B. G. LEE, T. YANGI, H. TAKEOKA and K. D. CHO	183-191
Tidal energy in Suyoung Bay, Korea	.....D. S. KIM and T. YANAGI	192-198
Numerical modelling on atmospheric circulations over the eastern mountainous coastal seas of Korea	.....H. CHOI	199-214
ERS-1 SAR observations of dynamic features in the southern East-China Sea	.....L. M. MITNIK, M. K. HSU and C. T. LIU	215-225
Variability of suspended particle concentration due to tidal influences in the shelf sea north of Taiwan	.....C. H. TSAI and I. J. CHENG	226-236
A peleoenvironmental record during 7-21 Ka BP in the sediments off northeastern Taiwan	.....J. Y. LOU and C. T. A. CHEN	237-245
Some aspects on the circulation in the northern South China Sea	.....J. WANG and C. S. CHERN	246-257

Numéro 4

第 4 号

Notes originales

Open-ocean convection in the Japan (East) Sea	.....Yong-Kyu CHOI	259-272	原 著	
Seasonal variation of residual flow in Suyoung Bay, Korea	.....Dong-Sun KIM, Tetsuo YANAGI and Kyu-Dae CHO	273-282	日本海 (東海) における深い対流について (英文)	.....崔 鎔奎 259-272
Oceanographic conditions in Pelabuhanratu Bay, west Java	.....Masaji MATUYAMA, Tomoharu SENJYU and Nyuman N.M.NATIH	283-291	韓国水栄湾の残差流の季節変化 (英文)	.....金 東善・柳 哲雄・曹 圭大 273-282
			西ジャワ Pelabuhanratu 湾の海況 (英文)	.....松山優治・千手智晴・Nyuman N. M. NATIH 283-291

第33卷 総目次

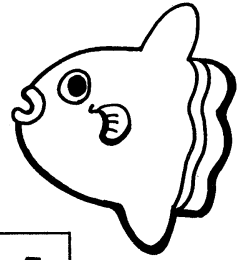
Conférence commémorative		日仏海洋学会賞受賞記念講演	
Studies on behavior of marine animals under various light conditions (in Japanese) .....Takashi KOIKE	293-294	海中動物の対光行動に関する研究 .....小池 隆	293-294
Faits divers	295-298	資 料	
Procès-verbaux	299-303	第34巻掲載欧文論文和文要旨	295-297
		書評.....	298
Sommaire du Tome 34	(1)-(3)	学会記事	299-303
		総目次 (第34巻)	(1)-(3)

賛 助 会 員

阿 部 嘉 方	東京都練馬区春日町 2-15-6
株式会社 内田老鶴園 内 田 悟	東京都文京区大塚 3-34-3
有限会社 英 和 出 版 印 刷 社	東京都北区中里 2-7-7
株 式 会 社 カ イ ジ ョ ウ	東京都西多摩郡羽村町栄町 3-1-5
(株) 海 洋 生 物 環 境 研 究 所	東京都千代田区内神田 1-18-12 北原ビル内
株 式 会 社 川 合 海 苔 店	東京都大田区大森本町 2-31-8
株式会社 自然・情報環境研究所	横浜市栄区桂町 1-1, 3-401
新 日 本 気 象 海 洋 株 式 会 社	東京都世田谷区玉川 3-14-5
全日本爬虫類皮革産業連合会	東京都足立区梅田 4-3-18
株式会社 高 岡 屋	東京都台東区上野 6-7-22
株 式 会 社 東 京 久 栄 技 術 セ ン タ ー	埼玉県川口市芝鶴ヶ丸 6906-10
株 式 会 社 西 日 本 流 体 技 研	長崎県佐世保市棚方町 283
日 本 ア ク ア ラ ン グ 株 式 会 社	神奈川県厚木市温水 2229-4
(株) 三 菱 総 合 研 究 所 (社会情報システム部)	東京都千代田区大手町 2-3-6
(株) 本 地 郷	東京都千代田区神田須田町 2-2-4 須田町藤和ビル7F
株 式 会 社 読 売 広 告 社	東京都中央区銀座 1-8-14
渡 辺 機 開 工 業 株 式 会 社	愛知県渥美郡田原町神戸大坪 230
株 式 会 社 渡 部 計 器 製 作 所	東京都文京区向丘 1-7-17



海洋生物資源を大切に利用する企業でありたい
 —— 青魚(イワシ・サバ・サンマ)から宝を深し出す ——



母なる海・海には愛を!

La mer la mère, l'amour pour la mer!



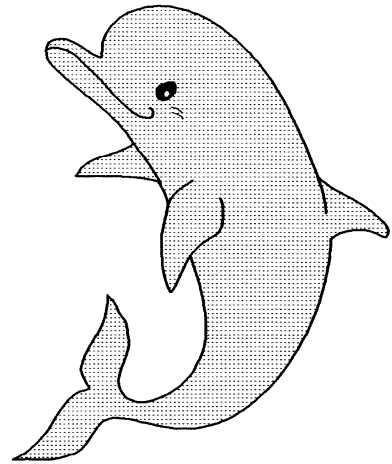
SHIDA 信田缶詰株式会社
 〒288 千葉県銚子市三軒町2-1 TEL 0479(22)7555 FAX 0479(22)3538

● 製造品・水産缶詰・各種レトルトパウチ・ビン詰・抽出スープ・他

街をきれいにしてイルカ?

事業内容

- 産業廃棄物、一般廃棄物の収集運搬処理
- 各種槽、道路、側溝の清掃
- 上下水道、排水処理施設運転管理
- 下水道管内TVカメラ調査
- 総合ビル管理
- その他上記に付随する一切の業務



 **株式会社 春海 工業**

本社 〒312 茨城県ひたちなか市長砂872-4 ☎029-285-0786 FAX285-7519
 銚子支社 〒288 千葉県銚子市長塚町6-4490-1 ☎0479-22-4733 FAX22-4746
 水戸支社 〒310 茨城県水戸市中央 2-2-6 ☎029-226-9639 FAX226-9855

odix tokyo *c'est un bureau rédactionnel indépendant*

Tous les musiciens s'instruisent dans l'art de jouer de leur instrument.

器楽を演奏するにはその技術を習得しなければなりません

Tous les automobilistes s'instruisent dans l'art de conduire leur voiture.

自動車を運転するにはその技術を習得しなければなりません

Alors pourquoi peu d'étudiants désirent-ils s'instruire

dans l'art de leur communication scientifique?

研究者だけが論文作成技術を修得しないで済ませていいはずがありません

Dans le cadre de l'art de la communication scientifique,

l'odix tokyo vous offre un appui pleine de services sur la demande.

オーディクス トウキョウはよりよい学術論文をまとめたあなたを
あなたの満足ゆくまで応援します

Pour de plus amples détails, adressez-vous à:

当事務所のサービスについてのご照会は下記へ

odix tokyo

office de diffusion internationale et
de communication scientifiques de Tokyo

YVT 1511, 4-4 Mita 1, Meguro-ku

Tokyo 153

オーディクス トウキョウ

学術情報国際流通事務所

東京都目黒区三田1-4-4

恵比寿ビュートワー1511 〒153

Tél/Fax: (03) 54.21.08.77

Biospherical Instruments

(Biospherical社は、水中放射計の専門メーカーです。)

PRR-600型

水中器	下向き照度	6波長(1波長追加可)
	上向き輝度	6波長(1波長追加可)
	深 度	100m標準 200m可
	温 度	
	ケ ー ブ ル	100m強化
	デッキユニット	バッテリータイプ
		RS-232C出力
	ソ フ ト	付属(IBM/DOS)



CI

CHELSEA
INSTRUMENTS
LIMITED



**Biospherical
Instruments
Inc.**

日本総代理店

ケー・エンジニアリング株式会社

〒111 東京都台東区浅草橋5-10-12
TEL 03-5820-8170
FAX 03-5820-8172

日仏海洋学会入会申込書

(正会員・学生会員)

	年度より入会	年	月	日	申込
氏名					
ローマ字		年	月	日	生
住所 〒					
勤務先 機関名					
電話					
自宅住所 〒					
電話					
紹介会員氏名					
送付金額		円	送金方法		
会誌の送り先 (希望する方に○をつける)			勤務先 自宅		

(以下は学会事務局用)

受付	名簿 原簿	会費 原簿	あて名 カード	学会 記事
----	----------	----------	------------	----------

入会申込書送付先: 〒150 東京都渋谷区恵比寿3-9-25

(財)日仏会館内

日 仏 海 洋 学 会

郵便振替番号: 00150-7-96503

日 仏 海 洋 学 会 編 集 委 員 会 (1996-1997)

委 員 長: 山口征矢

委 員: 青木三郎, 半沢正男, 堀越増興, 前田 勝, 落合正宏, 松山優治, 柳 哲雄, 渡辺精一

海外委員: H. J. CECCALDI (フランス), E. D. GOLDBERG (アメリカ), T. ICHYE (アメリカ), T. R. PARSONS (カナダ)

幹 事: 落合正宏, 佐藤博雄

投 稿 の 手 引

1. 「ろみ」(日仏海洋学会機関誌; 欧文誌名 *La mer*) は, 日仏海洋学会正会員およびそれに準ずる非会員からの投稿(依頼稿を含む)を, 委員会の審査により掲載する。
2. 原稿は海洋学および水産学両分野の原著論文, 原著短報, 総説, 書評, 資料などとする。すべての投稿は, 本文, 原図とも正副2通とする。副本は複写でよい。本文原稿用紙はすべてA4判とし, 400字詰原稿用紙(和文)に, または厚手白紙にダブル・スペース(和文ワープロでは相当間隔)で記入する。表原稿および図説明原稿は, それぞれ本文原稿とは別紙とする。
3. 用語は日, 仏, 英3カ国語の何れかとする。ただし, 表および図説明の用語は仏文または英文に限る。原著論文(前項)には約200語の英文または仏文の要旨を, 別紙として必ず添える。なお, 欧文論文には, 上記要旨の外に, 約500字の和文要旨をも添える。ただし, 日本語圏外からの投稿の和文要旨については編集委員会の責任とする。
4. 投稿原稿の体裁形式は最近号掲載記事のそれに従う。著者名は略記しない。記号略号の表記は委員会の基準に従う。引用文献の提示形式は, 雑誌論文, 単行本分載論文(単行本の一部引用を含む), 単行本などの別による基準に従う。
5. 原図は版下用として鮮明で, 縮尺(版幅または1/2版幅)に耐えられるものとする。
6. 初校に限り著者の校正を受ける。
7. 正会員に対しては7印刷ページまでの掲載を無料とする。ただし, この範囲内であっても色彩印刷を含む場合などには, 別に所定の費用を著者負担とすることがある。正会員の投稿で上記限度を超える分および非会員投稿の印刷実費はすべて著者負担(10,000円/頁)とする。
8. すべての投稿記事について, 1篇あたり別刷50部を無料で請求できる。50部を超える分は請求により, 50部単位で作製される。別刷請求用紙は初校と同時に配布される。
9. 原稿の送り先は下記の通り。

〒108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学 山口征矢 気付
日仏海洋学会編集委員会

1996 年 11 月 25 日 印刷
1996 年 11 月 28 日 発行

う み 第 34 巻
第 4 号

定 価 ￥ 1,600

編 集 者 山 口 征 矢
発 行 所 日 仏 海 洋 学 会
財団法人 日仏会館内
東京都 渋谷区 恵比寿 3-9-25
郵 便 番 号 : 1 5 0
電 話 : 03 (5421) 7 6 4 1
振 替 番 号 : 00150-7-96503
印 刷 者 佐 藤 一 二
印 刷 所 (有)英和出版印刷社
東京都 北区 中里 2-7-7
郵 便 番 号 : 1 1 4
電 話 : 03 (5394) 4 8 5 6

Tome 34 N° 4

SOMMAIRE

Notes originales

Open-ocean convection in the Japan (East) Sea	Yong-Kyu CHOI	259
Seasonal variation of residual flow in Suyoung Bay, Korea	Dong-Sun KIM, Tetuo YANAGI and Kyu-Dae CHO	273
Oceanographic conditions in Pelabuhanratu Bay, west Java	Masaji MATSUYAMA, Tomoharu SENJYU and Nyuman N.M.NATIH	283
Conférence commémorative		
Studies on behavior of marine animals under various light conditions (in Japanese)	Takashi KIOKE	293
Faits divers		295
Procès-verbaux		299
Sommaire du Tome 34		(1)

第 34 卷 第 4 号

目 次

原著論文

日本海（東海）における深い対流について（英文）.....	崔 鎔奎	259
韓国水米湾の残差流の季節変化（英文）.....	金 東善・柳 哲雄・曹圭大	273
西ジャワ Pelabuhanratu 湾の海況（英文）.....	松山優治・千手智晴・Nyuman N. M. NATIH	283
日仏海洋学会賞受賞記念講演		
海中動物の対光行動に関する研究.....	小池 隆	293
資 料		
第 34 巻掲載欧文論文和文要旨		295
書評.....		298
学会記事.....		299
総目次（第 34 巻）.....		(1)