
Tome 31

Février 1993

Numéro 1

La mer

うみ

1993年2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 1992 et 1993)

Directeur et rédacteur: M. MURANO

Comité de lecture: S. AOKI, T. ARIMOTO, M. HANZAWA, M. HORIKOSHI, M. MAEDA, M. OCHIAI, H. SUDO, Y. YAMAGUCHI, T. YANAGI

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: S. WATANABE, Y. YAMAGUCHI

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* environ. Pour les textes en langues européennes, il faudra joindre en plus le résumé en japonais de *500 lettres* environ. 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: M. MURANO, 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.

Supra 36 water in the Pacific Ocean*

Takashi ICHIYE** and Ping CHANG**

Abstract: In the eastern South Pacific east of 180 longitude and north of 30° S, high saline water with salinity 36 psu was found near and above 200m during JAPACS 1991 Cruise in Jan-March. In the whole Pacific Ocean this is the only water with that salinity range. LEVITUS (1982) salinity charts and TSUCHIYA's (1968) thermosteric charts indicate that water with the surface salinity above 36 psu between 150° W and 100° W may subduct at 130° W between equator and 10° S. Further subduction and sinking of high salinity water is helped by downwelling Ekman pumping south of the equator west of 160° E. The equation balancing horizontal advection and the vertical diffusion with its simple solution is applied to vertical salinity profiles at 4° S and 5° S of 160° W and 180°, yielding vertical diffusion coefficients order of $10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$.

1. Introduction

During analysis of hydrographic data collected in JAPACS Cruise 1991 in the tropical Pacific Ocean by JAMSTEC we noticed that water with salinity above 36 psu was found only in sections of 160° W and 180°, but not 160° E nor east of it. The water was limited south of 3° S and to the depth of near and above 200 m (ANDO, *et al.*, 1992, hereafter referred as AIM). Watermass census according to temperature and salinity by WORTHINGTON (1982) indicates water of salinity above 36 psu, belongs to rare species, forming only $16 \times 10^6 \text{ km}^3$ of the total global ocean water of $1320.5 \times 10^6 \text{ km}^3$. We called this water Supra 36 Water or S36W, sometimes simply SW. In the Pacific Ocean, SW exists only in the South Pacific. It seems worthwhile to examine this water, because the water is a good tracer as is the Mediterranean Outflow in the Atlantic. It also yields an example of formation of a watermass in the mid ocean.

2. Formation of SW in the South Pacific Ocean

Classical studies of MONTGOMERY (1958) and COCHRANE (1958) on *T-S* relations respectively on the world ocean and the Pacific Ocean demonstrated that in general salinity is less for the same temperature and depth in the Pacific than

in the Atlantic Ocean.

High salinity water is produced at the surface layer in the ocean, in general. This feature of salinity difference between the oceans can be seen in climatological salinity distributions at the surface and at 150 m layer from charts prepared by LEVITUS (1982) (computer reproductions for 40° S-40° N are shown in Fig. 1.) These indicate that in the Pacific and Indian Oceans the SW is found only in the South Pacific Ocean and in a limited area of northwest Bay of Bengal off the mouth of Persian Gulf, whereas in the Atlantic Ocean the SW is in both hemispheres and occupies much wider areas.

Table 1 indicates the area of the SW at the surface and 150 m determined from LEVITUS' (1982) charts shown in Fig. 1. It is noted that the SW area is larger at 150 m than at the surface in the South Pacific Ocean, whereas in the South Atlantic the SW area at 150 m shrinks to half of the surface SW area. Later we will show that in the South Pacific Ocean subduction of the surface high salinity water is extensive and also downwelling due to Ekman pumping that extends westwards from near the eastern

Table 1. Areas of SW 36 from LEVITUS (1982) (unit 10^6 km^2).

	Surface	at 150 m
South Pacific	61.5	100
N. Atlantic	248	308
S. Atlantic	141	71

* Received November 7, 1992.

** Department of Oceanography, Texas A&M University, College Station, Texas 77843, USA.

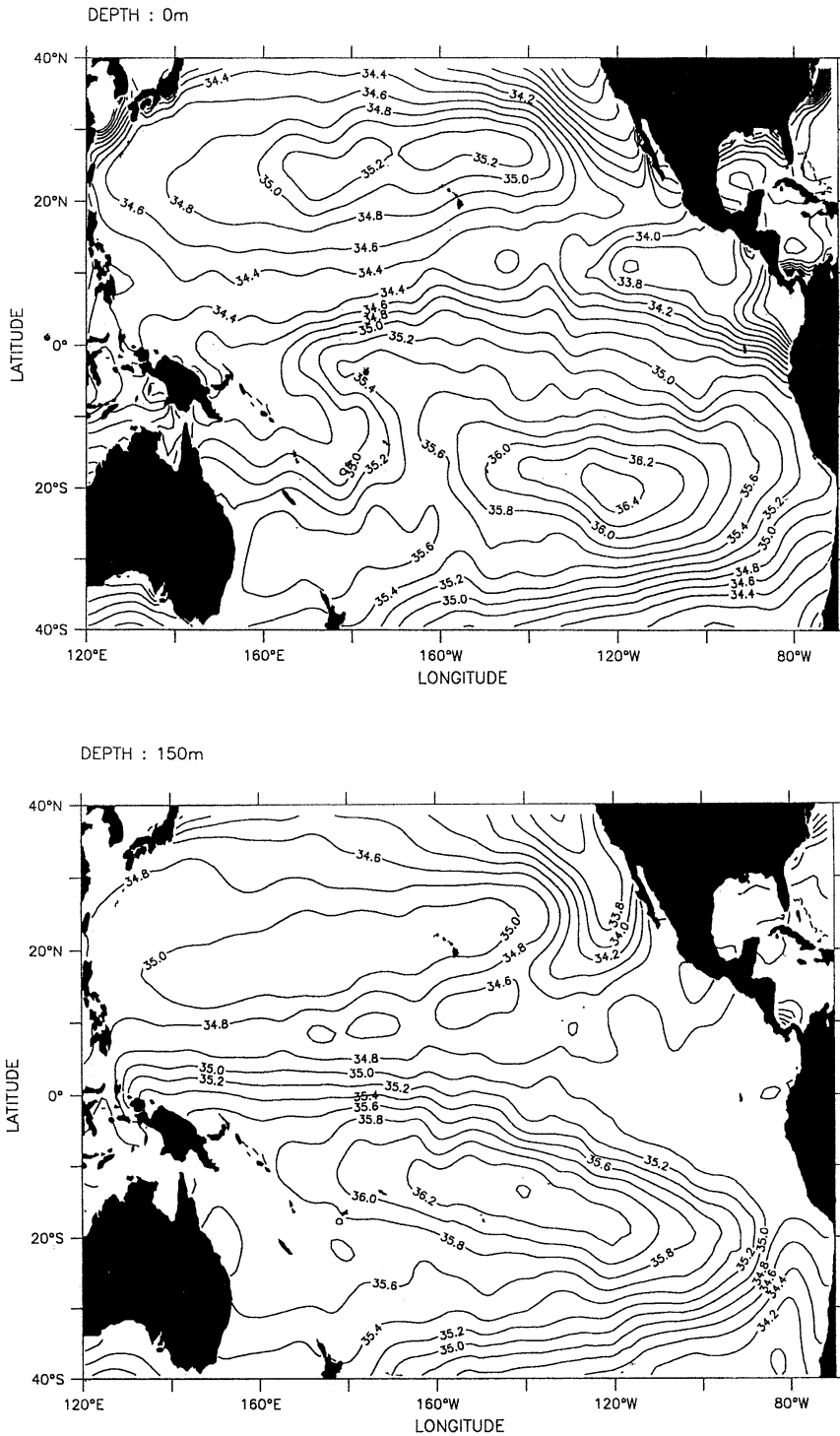


Fig. 1. Climatological salinity at 0 m and 150 m from LEVITUS (1982), modified for 40°N to 40°S.

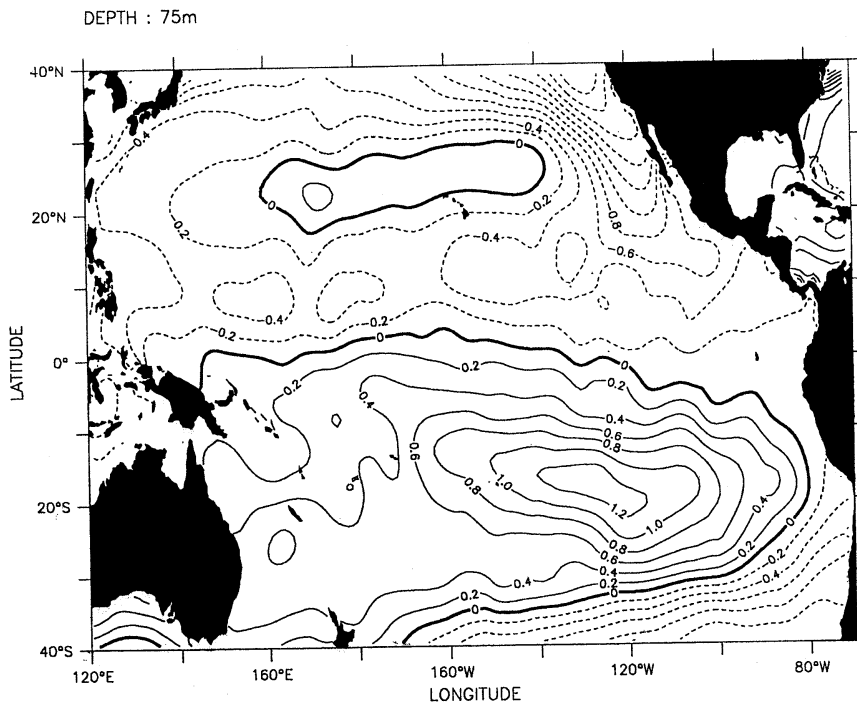
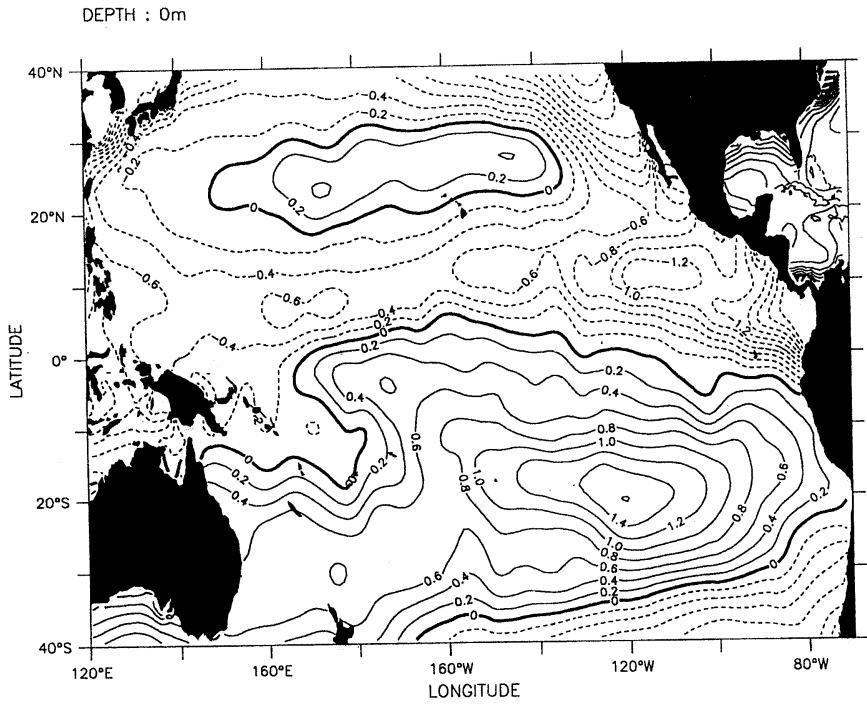


Fig. 2a and 2b. Salinity at 0 and 75 m subtracted the average over the Pacific between 40°N and 40°S based on LEVITUS'(1982) data.

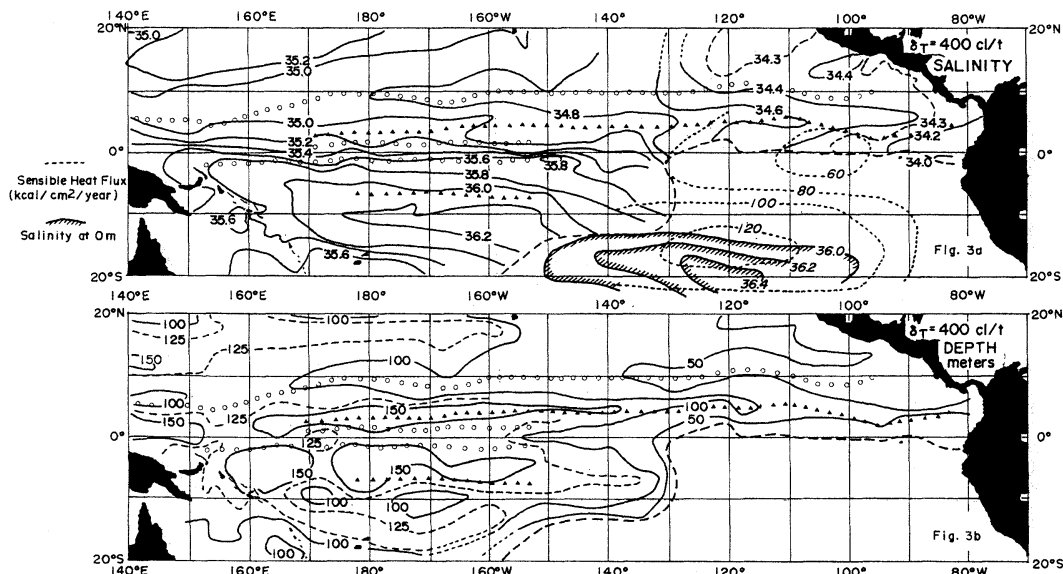


Fig. 3a and 3b. Salinity and depth at and of 400 cl/t thermocline anomaly surface (TSUCHIYA, 1968).

The axes of maxima and minima of acceleration potential are indicated by closed triangles and circles, respectively.

Full lines with hatch in Fig. 3a: Salinity at 0m from LEVITUS (1982). Shortdashed lines in Fig. 3a: Sensible heat flux ($\text{kcal}/\text{cm}^2/\text{year}$) from BUDYKO (1974). When divided by 600, the number equals evaporation minus precipitation in cm^2/year .

boundary to beyond 160°E, though the surface SW region is limited only east of 160°W. In the North Atlantic Ocean the Mediterranean outflow may contribute to extend the SW area at 150 m particularly through Supra 37 Water between 20°N and 30°N.

In order to show locations of high salinity water more clearly, salinity anomalies are determined from LEVITUS' (1982) data by subtracting the average of from 40°S and 40°N and over the Pacific Ocean at 0 m and 75 m and plotted in Fig. 2a and 2b, respectively. The latter depth is chosen to represent anomalies independent on atmospheric influences. These figures indicate positive anomalies dominate in the tropical South Pacific over the North Pacific with the difference of maximum values by 1.2 psu for both depths.

3. The surface SW and its subduction

In order to visualize formation of the surface SW area and its subduction, salinity and depth of 400 cl/t surface are shown from TSUCHIYA (1968) in Fig. 3a and 3b respectively. These

figures indicate that the 400 cl/t surface outcrops in the eastern part of the tropical South Pacific.

In Fig. 3a the surface salinity contours from LEVITUS (1982) are overlaid in the outcropped area together with the sensible heat flux contours from BUDYKO (1974) in $\text{kcal}/\text{cm}^2/\text{year}$. The numbers in BUDYKO contours almost equal evaporation minus precipitation in cm^2/year when divided by 600. If surface salinity is produced simply by difference of evaporation (E) and precipitation (P) as in a standstill water body, then high salinity area and high $E-P$ area should coincide. However, Fig. 3a indicates that the center of the high salinity area is about 530 km south of the high $E-P$ area. This is speculated as a result of the Ekman pumping and surface current as discussed later.

In the context of ventilated thermocline models (LUYTEN *et al.*, 1983), the SW is forced downwelling by the Ekman pumping in the outcropped region. The pumping velocity at the bottom of the upper Ekman layer w_h is given by:

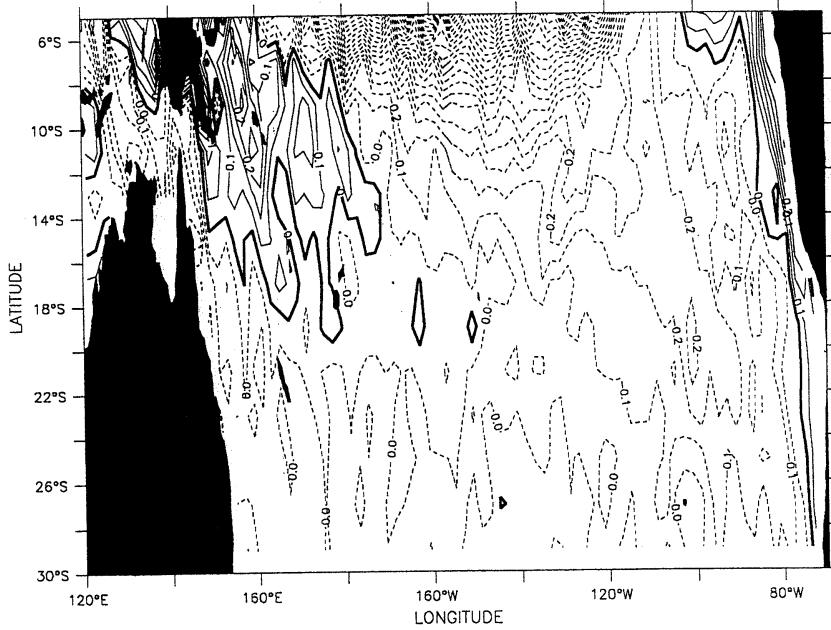


Fig. 4. Ekman pumping velocity (10^{-6} cm/s) at 50 m. Full lines indicate upward, broken lines downward.

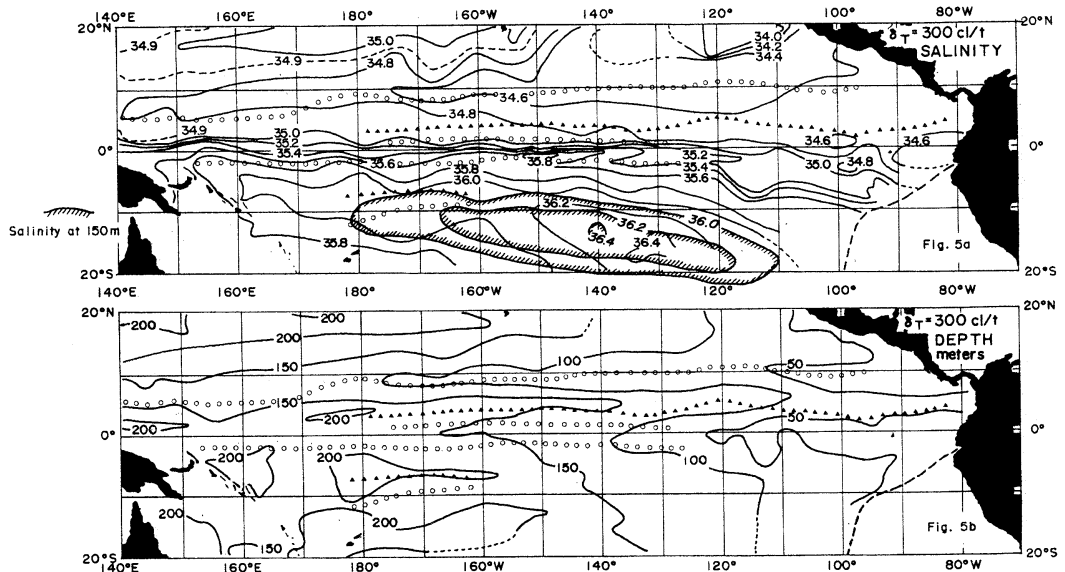


Fig. 5 a and 5b. Salinity (psu) and depth (m) at and of 300 cl/t thermosteric anomaly surface from TSUCHIYA (1968). Full lines with hatch in Fig. 5a show salinity at 150 m from LEVIRUS (1982). The axes of maxima and minima of accelerated potential are indicated by closed triangles and circles, respectively.

$$w_h = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{T_x}{f} \right) - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{T_y}{f} \right) \quad (1)$$

where T_x and T_y are eastward and northward

components of the wind stress, respectively and f is the Coriolis parameter.

The distribution of w_h is shown in Fig. 4. The downwelling region of Ekman pumping extends

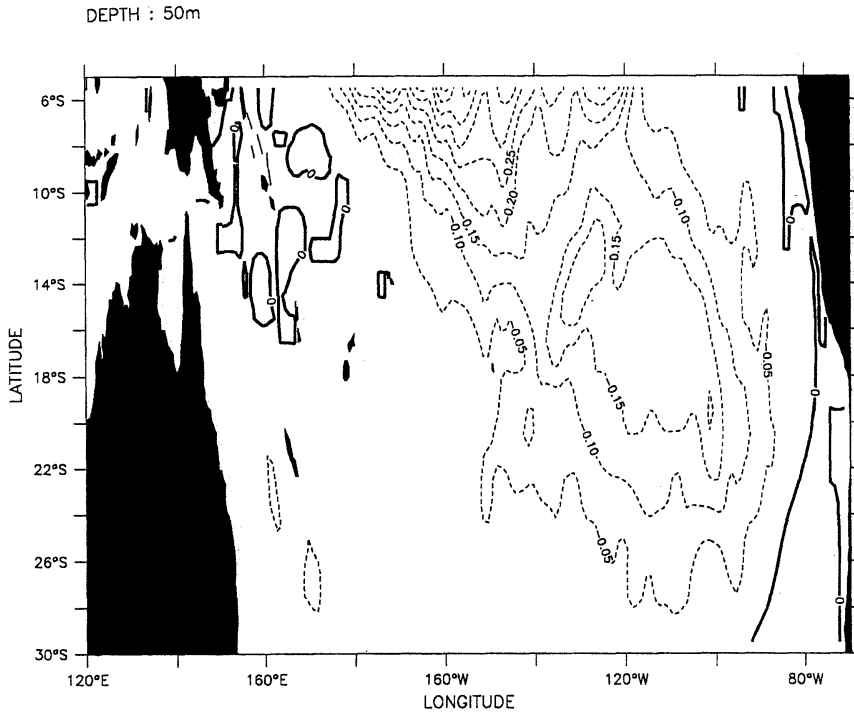


Fig. 6. Salt anomalies flux by Ekman pumping. (The mean salinity is taken from 5°S to 30°S and 120°E to 80°W, flux unit is psu $\times 10^{-5}$ cm/s.)

zonally from the east coast to 160°E with a decreasing width of velocity above 0.2×10^{-5} cm/s, though within 5° latitude of the equator equation (1) is not applicable because of f being close to zero. The westward extension of the downwelling zone explains the same pattern of the SW at the 400 cl/t surface together with the effect of the westward subduction flow. The depth and the salinity at 300 cl/t surface are shown in Fig. 5a and 5b, respectively. Also, in Fig. 5a salinity at 150m is shown from LEVITUS' (1982) chart.

When the surplus salinity is defined at $S - \bar{S}$, where \bar{S} is the surface salinity averaged over the South Pacific Ocean, the surplus salinity flux F_s due to the Ekman pumping is expressed by

$$F_s = \int w_h (S - \bar{S}) d\sigma \quad (2)$$

the integral represents the whole surface of the South Pacific Ocean. Excess salinity flux chart is shown in Fig. 6, where reference depth of S and \bar{S} is taken at 50 m instead of surface because the Ekman pumping w_h can be computed only at

this depth.

4. Mixing of the high salinity core

As Fig. 3a indicates, the salinity values in the core of the SW decreases downstream as the water is advected. This suggests that mixing processes are occurring, though subduction thermocline models are based on non-dissipative flow. By use of decrease of salinity in the core we can estimate the eddy diffusivity there.

Since the data available are rather crude, it is not possible to determine details of dissipative processes but it may be adequate to estimate an order of magnitude of such parameters. Conventional models of eddy diffusion depend on the gradients of materials, and only the vertical gradients of salinity can be estimated from the observed data, with some confidence. Therefore, only the vertical diffusion coefficient is treated.

A diffusion-advection equation

$$U \frac{\partial S}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial S}{\partial z} \right) \quad (3)$$

Table 2. Depth differences Δh (in m) for $\Delta S=0.2$ psu above and below salinity maximum determined from CTD profiles.

at 180°	above	$\Delta z = 7.8 \pm 2.5$
	below	$\Delta z = 8.8 \pm 2.8$
at 160°W	above	$\Delta z = 8.7 \pm 2.5$
	below	$\Delta z = 13.1 \pm 1.3$

is integrated vertically in the core of the SW, where U is the advection velocity, K is the eddy diffusivity and z is the vertical axis positively upward. Integration of (3) with z from $z=z_2$ (lower boundary) to $z=z_1$ (upper boundary) and averaging with depth leads to

$$\bar{U} \frac{\partial \bar{S}}{\partial x} = \frac{1}{h} \left[\left(K \frac{\partial S}{\partial z} \right)_1 - \left(K \frac{\partial S}{\partial z} \right)_2 \right] \quad (4)$$

where the bar indicates the vertically averaged values, h is the thickness of the core layer and suffices 1 and 2 represent the upper and lower boundary, respectively. The differential at the upper and lower boundary in equation (4) can be replaced with the difference $\Delta S/\Delta z$ to use observed salinity distributions. By taking $\Delta S=0.2$ psu from AIM and using cross sections at 160°W and 180°, sectionally averaged values of vertical salinity gradients determined from the data are listed in Table 2. Although accuracy of $\partial S/\partial x$ determined from the data is far from perfect because of a large distance between 160°W and 180°, the value of K from equation (4) is given by

$$K = U \times 1.37 \times 10^{-4} \text{ (in m}^2\text{/s)} \quad (5)$$

with U between 0.1m/s and 0.5m/s, K is of the order of $10^{-5}\text{m}^2\text{/s}$ which is much larger than molecular diffusivity of $2 \times 10^{-8}\text{m}^2\text{/s}$ (SVERDRUP *et al.*, 1945) but reasonable as the eddy diffusivity estimates by others.

Other estimates by curvefitting of an analytical form to vertical profiles of the observed salinity based on a model (CRANK, 1956) are presented in Appendix. Both estimates indicate that the eddy diffusivity is in practical terms small and the subduction may be treated as non-dissipative processes except in frontal areas.

5. Conclusion

Since publication of the ventilated thermo-

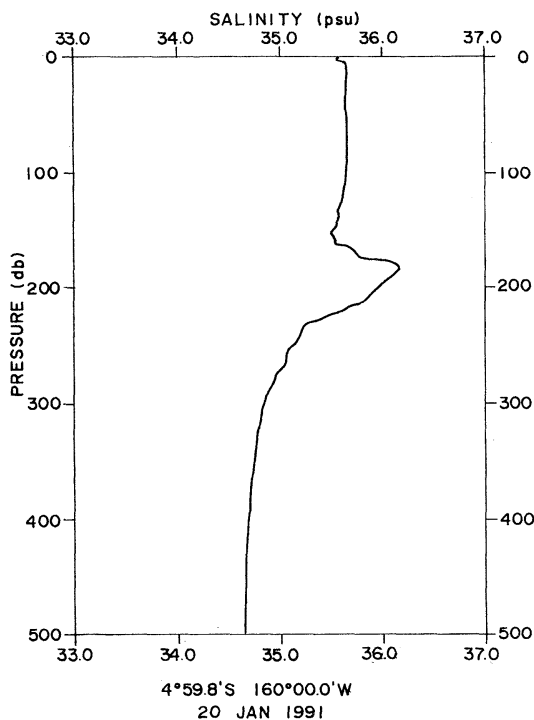


Fig. 7. An example of salinity profile at 5°S 160°W with CTD (Jan. 20, 1991).

cline model by LUYTEN *et al.* (1983), a number of papers were published both on theoretical and descriptive sides of the subjects. These papers are based on nondissipative dynamics of geophysical fluid. However, the diffusive processes are certainly working in the eastern side of the South Pacific Ocean in the formation of above 36 salinity water, because the thickness of the salinity core increases and the maximum salinity decreases westwards as the subducted water with the high surface salinity is advected.

The JAPACS 1991 cruise data are inadequate to study such processes, particularly because too large longitudinal distances between two meridional sections and also distances from the subduction (subcropping) longitude.

Acknowledgement

Kentaro ANDO at JAMSTEC provided the salinity data collected during JAPACS 1991 which was funded by special Coordination Funds for Promoting Science and Technology of Japan Science and Technology Agency.

Prof. SUDO of Tokyo University of Fisheries

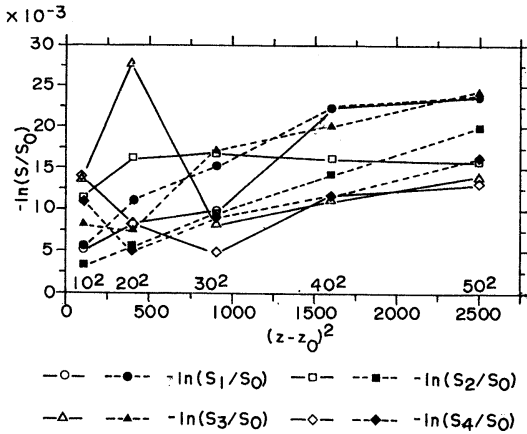


Fig. 8. Plots of $-\ln(S/S_0)$ versus $(z-z_0)^2$ in m^2 .
 S_1 at $160^\circ W$, $4^\circ S$ ($S_0=36.10$ psu, $z_0=180$ m),
 S_2 at $160^\circ W$, $5^\circ S$ ($S_0=36.15$ psu, $z_0=180$ m),
 S_3 at $180^\circ W$, $4^\circ S$ ($S_0=36.08$ psu, $z_0=180$ m),
 S_4 at $180^\circ W$, $5^\circ S$ ($S_0=36.18$ psu, $z_0=190$ m).
 Open symbols for positive $z-z_0$ and closed symbols for negative $z-z_0$.

contributed substantially to this paper by redrawing Figs. 2 and 3 and by correcting many mistakes and inconsistencies of the first draft, besides typographical errors. If the paper becomes readable, we owe it to him.

Appendix

Estimates of K from diffusion equation

Distribution of salinity S advected by current U in x -direction with diffusivity K is given by (CRANK, 1956)

$$S = \frac{M}{2\pi [K(x-x_s)/U]^{1/2}} \exp \left[-\frac{U(z-z_0)^2}{4K(x-x_s)} \right] \quad (A)$$

where M is total salt initially concentrated at $z=z_0$ and at the source point $x=x_s$.

Vertical profiles of salinity from CTD data during JAPACS 1991 were used to determine the coefficient of $(z=z_0)^2$ in (A) or

$$\alpha^{-1} = U/4K(x-x_s) \quad (B)$$

by plotting $\ln(S/S_0)$, against $(z-z_0)^2$, where S_0 is salinity at $z=z_0$. The latter can be determined as a depth of maximum salinity. The longitude x_s is assumed as the subduction point, though

salinity maximum there is not so sharp as the plane source indicated by the theoretical curve of equation(A). Fig. 8 indicates the plot of $\ln(S/S_0)$ versus $(z-z_0)^2$ for S profiles at $160^\circ W$.

Two profiles at $160^\circ W$ are used for α that is at $5^\circ S$ and $4^\circ S$, whereas z_0 is at $180^\circ W$ for both latitudes where Fig. 7 indicates an example of S at $5^\circ S$. The value of K determined from the average of $5^\circ S$ and $4^\circ S$ is $5.5 \pm 3.4 \times 10^{-5} m^2/s$ for $U = 10^{-1} m/s$. The SD is from different ranges of curve fitting in $|z-z_0|$. This is the same order of magnitude as the one determined from the averaged vertical gradient of salinity equation (5), though number is about 4 times of (5).

The same method applied to 180° profiles of latitude $5^\circ S$ ($z_0=190m$) and $4^\circ S$ ($z_0=180$ m) yields $4.6 \pm 3.1 \times 10^{-5} m^2/s$. These values may be less reliable than those at $160^\circ W$, because the distance between the supposed source longitude and the actual stations is too large. However, the order of magnitudes of K are within a range of other estimates.

References

- ANDO, K., T. ICHIYE and K. MUNIYAMA (1992): Watermasses and hydrography in the central and western tropical Pacific Ocean. submitted to J.Oceanogr.
- BUDYKO, M.I.(1974): Climate and Life. Academic Press, 508 pp.
- COCHRANE, J.D.(1958): The frequency distribution of water characteristics in the Pacific Ocean. Deep-Sea Res, 5, 111-127.
- CRANK, J.(1956): The Mathematics of Diffusion, Clarendon Press, Oxford, 347pp.
- LEVITUS, S.(1982): Climatological Atlas of World Ocean. NOAA Prof. Pap. 13, US Dept. of Commerce, 173 pp.
- LUYTEN, J.R., J.PEDLOSKY and H.STOMMEL(1983): The ventilation thermocline. J. Phys. Oceanogr. 13, 1093-1104.
- MONTGOMERY, R.B.(1958): Water characteristics of the Atlantic Ocean and of the world oceans. Deep-Sea Res.5, 134-148.
- TSUCHIYA, M.(1968): Upper Water of the Intertropical Pacific Ocean. Johns Hopkins Oceanography Studies, Vol.4, 50pp.
- WORTHINGTON, L.V.(1982): The water masses of the world ocean: Some results of fine-scale census. p.42-69, In: Evolution of Physical Oceanography, B.A.WARREN and C.WUNSCH (eds), MIT Press, 623 pp.

太平洋の 36 psu 以上の高塩分水

市栄 誉, 張 平

要旨: 1991年1~3月のJAPACS航海で, 南東太平洋の180度以東, 南緯30度以北の200 m 深近く及び浅で36 psu 以上の高塩分水を見いだした. 全太平洋でこの塩分範囲の水はこの海域だけである. LEVITUS (1982) の塩分分布図及び土屋 (1968) の等比容偏差面 (等サーモステリック・アノマリー面) 分布図によれば, この水の起源は, 赤道と南緯10度との間で西経150度と100度との間の海面の高塩分水が沈降したものである. この沈降及び西への移流は西経160度以東, 赤道以南の下向きのエクマン・ポンプ流により助長されている. 180度線及び西経160度の南緯4度及び5度における塩分の鉛直分布に, 水平移流と鉛直拡散の釣り合った式とその解とを適用したところ, 鉛直拡散係数の大きさが $10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ 程度となった.

Underwater visibilities in different optical type water mass of the oceans*

Tsutomu MORINAGA**, Akihiro IMAZEKI**, Hisayuki ARAKAWA**
and Takashi KOIKE***

Abstract: In order to find how much the range of fish's vision is affected by the oceanic environmental conditions such as optical properties and turbidities of sea water, the relationships between the underwater optical environments and the tuna's visual perception limits for the different branch line leaders or the small fish as bait were investigated by means of taking the case of tuna longlining gear.

The intensities of underwater spectral irradiance in every tuna fishing ground of the world extremely vary with sea regions and depths of water. According to the Jerlov's optical classification of oceanic water mass, each water type of the Coral Sea in the Pacific Ocean, the western region of the Mediterranean Sea and the Andaman Sea in the Indian Ocean corresponds to Type IA to IB, IB, and II to III, respectively. When the steelwire-strand leader, of which specifications are 1.7mm in multifilament diameter, #28 and 3×3 plys, and the nylon-gut leader are 2.0mm in monofilament, #150 are set into water of those sea regions, the ranges of tuna's vision are 4.3, 3.6 and 2.7m for the former, and 1.2, 1.1 and 0.9m for the latter in each of the above-mentioned sea regions, respectively; and, in case of a piece of mackerel having its fork-length of 250mm, the ranges become 41, 28 and 16m, respectively.

1. Introduction

MORINAGA *et al.* (1990) introduce a study on the analysis of a phenomenon that the catch rate is fairly improved by applying a certain material to the fishing gear during their experimental tuna longlining operations in the Indian Ocean. In the first place, as the starting point of tuna's food-searching behaviours and their reactions to the fishing gear, the greatest distance at which tuna can see each of the fishing gear or the small fish as bait is investigated through the survey conducted simultaneously with those fishing operations. As a results, it is known that the distance at which tuna can see the leader of branch line varies with the materials applied to it; that such the distance for the leader made of nylon-gut is shorter than that for the leader made of steelwire-strand,

suggesting that the improvement in catch rate mentioned above attributes to this reason.

The traditional studies along the field of fishing technologies are concentrated on the fish's behaviours including their ecological investigations, but any efforts to solve the problems what are caused a certain action of fish are not developed at all. For example, it is not seldom that the only one kind or type of fishing gear is used in every sea region without paying an attention to different underwater environmental conditions from region to region, wasting efficiencies in catch rate and operating cost. One of major objects of this study is, however, to find how much underwater visibilities are varied with the oceanic environmental conditions such as optical properties and turbidities of sea water. Based on this concept, the distributions of underwater irradiance in different sea regions were obtained through the observations in the wide range of oceanic waters. Furthermore, the relationships between the underwater optical environments and the ranges of tuna's visual

* Received December 8, 1992

** Tokyo University of Fisheries, 5-7 Konan 4-chome, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan

*** Faculty of Bioresources, Mie University, Kamihama-cho 1515, Tsu, Mie, 514 Japan

Table 1. The list of observation stations.

Ocean	Region	Observation Position	
Pacific Ocean	Kuroshio	33°54.5' N	139°34.0' E
	Off-Hawaii region	19°59.9' N	139°53.7' W
	Coral Sea	25°00.7' S	163°00.0' E
Indian Ocean	Andaman Sea	6°05.3' N	96°40.8' E
Atlantic Ocean	Central region	23°43.0' N	33°09.0' W
Mediterranean Sea	Western region	38°15.2' N	7°48.2' E

Table 2. The specifications and inherent contrasts of objective things.

Branch line	Material	Diameter	Inherent contrast
Wire leader	# 28, 3×3 plys	1.7 mm	6.3
Nylon leader	# 150, Monofilament	2.0 mm	1.1
Horse mackerel*	Dorsal fin**	250 mm***	16.0

* Bait ** Hooking method *** Fork length

perception for the different leaders or the small fish as bait were investigated by means of taking the case of tuna longlining gear.

2. In situ observations and optical properties of objects

The observations of underwater irradiance, which was regarded as one of representative factors to denote the underwater environmental conditions evaluated from an optical point of view, were carried on twice—one was in the winter of 1990–91 and the other was also in the winter of 1991–92—by the Umitaka-maru, Research and Training Boat of Tokyo Universities of Fisheries. As the observation stations shown in Table 1, the positions of these stations are distributed over a wide range of different oceanic regions covering the Pacific, Indian, Atlantic Ocean, and the Mediterranean Sea. Among the regions mentioned above, those in the Pacific, Atlantic Ocean, and the Mediterranean Sea coincide with the sea regions of tuna longlining operations reported by TAYAMA(1980).

A spectral radiant irradiance meter, type SR-8, manufactured by Ishikawa Sangyo Co., Ltd. was used for the observations of underwater irradiance and each spectral irradiance of such 8 wave lengths as 443, 481, 513, 554, 599, 664, 683, and 709nm was measured. The practical surveys were carried on at every depth of 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30m around the sun's meridian passage time.

A branch line including a leader with hook and a small fish as bait were chosen as the objective

things in the observations. In respect to the optical properties of those things, the numerical values obtained by MORINAGA *et al.*(1990) through their water-tank experiments were also applied to this study (refer to Table 2).

3. Results and discussion

3-1. Distributions of underwater irradiance

Fig. 1 shows the distributions of relative values of irradiance. Among all the sea regions investigated, such two regions as the Coral Sea in the Pacific Ocean and the Andaman Sea in the Indian Ocean are chosen as the examples of the excellent underwater environments of which water has an outstanding optical transmittance. A common optical feature to both regions is that the wave length of the best light transmittance is 481 nm of blue light and the worst one is 709nm of red light. Furthermore, it is also common to those two regions that a certain wavelength range of spectral lights tends to decrease their transmittance from shorter wave lengths towards the longer ones according to such order as 554, 599, 664, and 683 nm. These optical characteristics are also seen at every observation station.

A water layer in which light transmittance decreases to 10% of its value in the water surface locates in the depth of 90m for the spectral light of 481 nm, 33 m for 554 nm, and 4m for 709 nm in the Coral Sea. And each corresponding value in the Andaman Sea is 25 m, 20.5 m and 3.2 m, respectively. This means that the transmittance of each spectral light considerably varies with

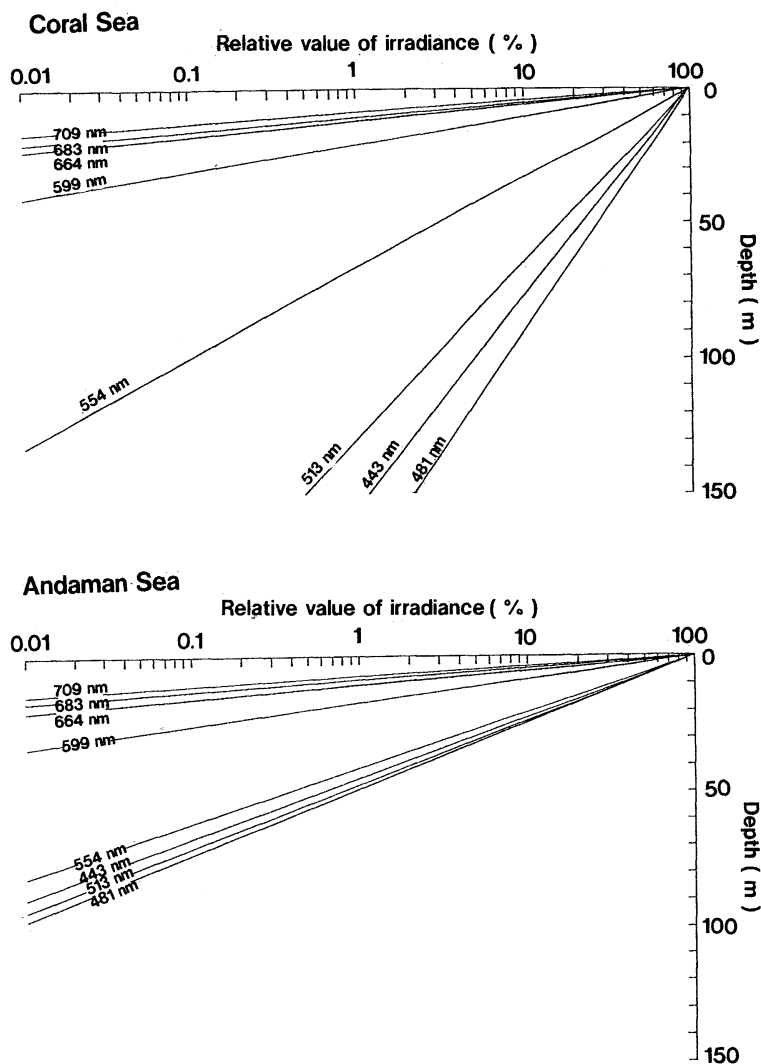


Fig. 1. Depth distribution of spectral relative irradiance in the Coral Sea and the Andaman Sea.

the sea regions as well as the wave lengths.

Fig. 2 exhibits the distribution of spectral light energies classified by depth in the same sea regions as those in Fig. 1. In comparison of both diagrams, there are little differences in light attenuation rates on the longer wavelength side than around 550 nm, while those on the shorter wavelength side are very large. The cause for such phenomena attributes to the attenuation due to light absorption of sea water itself so far as the longer wavelength side is concerned, while that in case of the shorter wavelength side is due to light absorption as well as scattering by suspended matters and dissolved substances in sea

water. This suggests that there are much differences in quantities of suspended matters and dissolved substances in different sea regions.

An optical classification of oceanic water mass is brought forth by JERLOV (1951, 1976) as a result of his global-scale observations of underwater spectral irradiance in the different oceans in the world. According to his study, there are 5 types of oceanic water mass in the world which are designated as I, IA, IB, II and III in order of the better light transmittance. For instance, the values of attenuation coefficient for irradiance, of which wave length is 475 nm, in each watermass type are expressed as 0.018

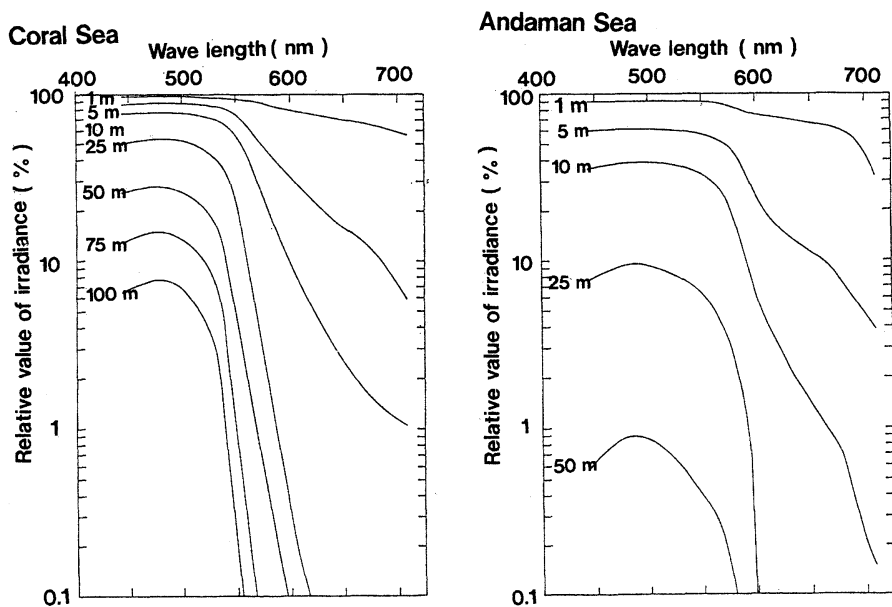


Fig. 2. Distributions of spectral light energies by depth in two sea regions.

Table 3. The values of attenuation coefficient for downward irradiance in each sea region.

Location	Wave Length (nm)							
	443	481	513	554	599	664	683	709
Kuroshio	3.50	3.29	4.62	7.34	22.9	39.9	45.8	57.5
Off-Hawaii region	2.88	2.81	3.93	7.03	22.8	40.1	45.4	61.0
Coral sea	2.74	2.55	3.57	6.93	22.4	39.5	45.4	56.6
Andaman Sea	10.3	9.42	9.76	11.2	27.6	45.8	53.6	65.0
Atlantic Ocean	2.88	2.74	4.08	6.83	22.8	39.5	45.4	57.1
Mediterranean Sea	4.59	4.39	5.53	7.92	23.7	41.0	46.8	59.0

($\times 10^{-2} m^{-1}$)

m^{-1} for water type I, $0.025 m^{-1}$ for IA, $0.033 m^{-1}$ for IB, $0.062 m^{-1}$ for II and $0.116 m^{-1}$ for III, respectively. All the measurements obtained through the above-mentioned observations for this study are closely examined on the basis of the optical classification by JERLOV (1976) (refer to Table 3). Thus, it is concluded that each type of oceanic water mass in the Kuroshio region, the off-Hawaii region, and the Coral Sea region of the Pacific Ocean, the Andaman Sea region of the Indian Ocean, the central region of the Atlantic Ocean, the western region of the Mediterranean Sea almost coincides with the Jerlov's Type IB, IA, IA to IB, II to III, IA and IB, respectively.

3-2. Ranges of fish's visual perception for objects

Whether a fish can visually perceive an object submerging in the sea or not is decided by such three factors as the size of the object, its contrast to the background, and brightness in the water (NAKAMURA, 1989).

An apparent size of any submerged objects visually perceived is decided by a visual angle (i.e. an observation direction angle) at an observation position. The apparent size of the object is related to the visual angle by the following equation,

$$D = 2 \cdot r \cdot \tan(\phi/2) \dots\dots\dots(1)$$

where D stands for dimensions of the object, r denotes a distance from the observation position to the object, and ϕ indicates the visual angle or the observation direction angle of the object.

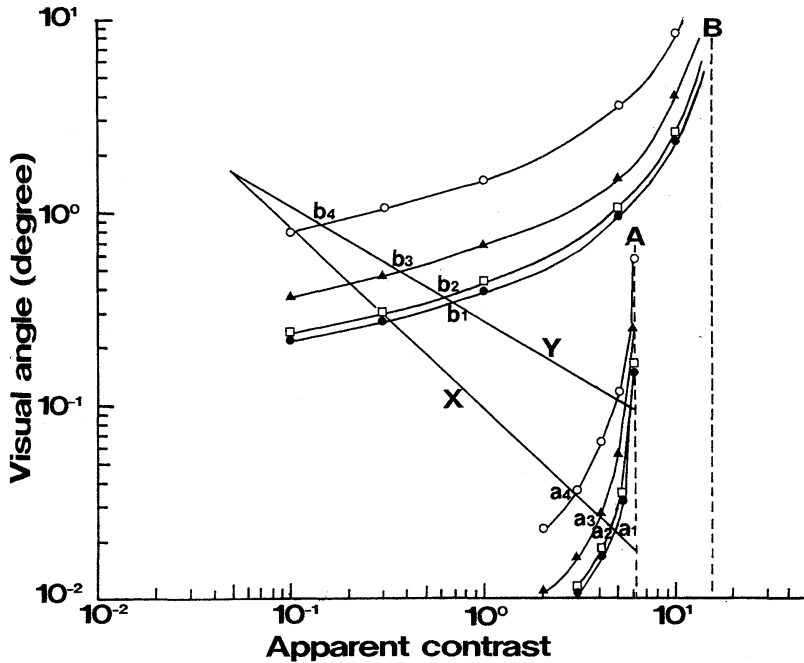


Fig. 3. Relation between apparent contrast and visual angle with regard to a wire leader and a small fish.

Symbols ●, □, ▲ and ○ denote the Coral Sea, the off-Hawaii sea region, the Mediterranean Sea and the Andaman Sea, respectively. Broken lines A and B show inherent contrast of 6.3 for the steelwire-strand leader and 16.0 for the small fish as bait, respectively. The lines X and Y exhibit the relationships between visual angle at the limit of discrimination and apparent contrast. Points a and b stand for the positions crossed with the lines X and Y, respectively.

It is introduced by DUNTLEY (1963) that the inherent contrast of the submerged object is related to its apparent contrast by the following equation,

$$C(r) = C(o) \exp(-\alpha \cdot r) \cdot Bb(o) / Bb(r) \tag{2}$$

where $C(r)$ stands for an apparent contrast at a distance r from the object, $C(o)$ denotes an inherent contrast at a position of the object, α is a beam attenuation coefficient, and $Bb(o)$ and $Bb(r)$ are values of radiance from backgrounds at the position of the object and at a distance r from the object, respectively.

Furthermore, with regard to underwater brightness, it is considered on the assumption that the environment is favoured with the sufficiently bright conditions.

Based on the above descriptions, Fig. 3 is arranged to show the relation between the apparent contrast and the visual angle (i.e. observation direction angle) resulted by the use

of equations (1) and (2). The two object things discussed in the diagram are the steelwire-strand leader and the small fish as bait. Besides, the diagram is arranged on the basis of such assumptions that the $Bb(o) / Bb(r)$ of the equation (2) is evaluated as 1, and the value (α) of beam attenuation coefficient is estimated to be 3 times as much as the attenuation coefficient for downward irradiance (TYLER, 1968). The values of beam attenuation coefficient of which wave length is 481 nm, in each sea region are calculated to be 0.078 m^{-1} in the Coral Sea, 0.084 m^{-1} in the off-Hawaii sea region, 0.13 m^{-1} in the Mediterranean Sea, and 0.28 m^{-1} in the Andaman Sea, respectively.

According to Fig. 3, if the visual angles to see the steelwire-strand leader become smaller (i.e. if the distances from the observing position to wire leader become longer), the values of apparent contrasts would become gradually smaller than those along the broken line A, showing the successive contrast reductions. In case of the

Table 4. The ranges of tuna's vision for the branch line leaders and small fish as bait in each sea region.

Oceanic region	Beam attenuation coefficient	Wire (D:1.7mm)	Visibilities	
			Nylon (D:2.0mm)	Mackerel (L:250mm, H:70mm)
Coral Sea	0.078 m ⁻¹	4.3 m	1.2 m	41 m
Off-Hawaii region	0.084	4.2	1.2	39
Mediterranean Sea	0.13	3.6	1.1	28
Andaman Sea	0.28	2.7	1.96	16

Letters D, L and H denote diameter, fork length and body height, respectively.

small fish as bait, the apparent contrasts also show a similar reducing tendency. But, since the size or thickness of the branch line itself is very small, such a tendency is affected by the background near the object and scattering lights due to suspended particles existing in the light path as introduced by MORINAGA *et al.* (1985). The visible range is controlled by the two elements of visual angle and apparent contrast. According to the NAKAMURA's method (1989), a limited visible range in the clear water is obtained by means of regarding the line visual acuity as 0.90 which is 5 times as much as the visual acuity of skipjack tuna (SCHWASSMANN, 1974) and the contrast threshold as 0.05 (HESTER, 1968) and shown by the straight line X in the diagram. Thus, the line X exhibits the relationship between visual angle at the limit of discrimination and apparent contrast, its right-upper side is the visible part and its left-down side is the invisible part. The respective intersection, a_1 , a_2 , a_3 and a_4 , of the line X and the curved line of the fishing gear expresses the visual angle and apparent contrast for the visible limit in each sea region.

On the other hand, in case of the small fish as bait, the limit of visible range is obtained by means of regarding the visual acuity of skipjack tuna to be 0.18 (NAKAMURA, 1968) and the contrast threshold to be 0.05 and exhibited by the line Y. The respective intersection, b_1 , b_2 , b_3 and b_4 , of the line Y and the curved line of the bait in each sea region is shown in the diagram for the same purpose as the case of the fishing gear.

3-3. Underwater visibilities in different optical type water mass

Table 4 shows the limits of underwater distances at which a fish can see the branch line and the bait in each sea region. Those visible distances in the Coral Sea which has the clearest

water as proven through the underwater irradiance observations are greatest, comparing with other sea regions, indicating 4.3m for the wire leader, 1.2m for the nylon leader, and 41m for a piece of mackerel as bait. But, these visible distances in turbid water of the Andaman Sea which locates not a long way off the coastal water become considerably shorter showing almost 65% to 80% for the leader and approximately 40% for a mackerel as bait, of those values in the Coral Sea. Such the visible distances in the Bay of Bengal of the Indian Ocean are introduced by MORINAGA *et al.* (1990) for the fishing gear and the small fish as bait of which specifications are identical with those of this study, informing that the values in the Bay of Bengal are identical with those in the Mediterranean Sea. According to the above descriptions, it is understood that the visible distances from a fish to a certain object considerably vary with the underwater optical environments.

So far as the underwater optical environment is concerned, it comes to be known through Fig. 2 that the blue light is most prominent in the spectral light composition at the layer from 50 m to 100 m deep. This is considered to be related to the discovery, which is introduced by KOBAYAHSI (1962) and KAWAMURA *et al.* (1981), that the greatest spectral sensing value of tuna's eye is found in the spectra of which wave lengths are more or less 490 nm.

As for a galvanized steelwire filament and a monofilament of nylon-gut as materials of the leader, NAKAMURA *et al.* (1991) reported recently that both have the values of spectral reflection radiance in the wavelength range from 380 to 760 nm, but they are nothing to do with the wave length, and the reflection rate of the former is larger as much as almost 5 times of that of the latter. It is also revealed by them

that the greater part of hues (i.e. almost 90%) for a colored steelwire-strand leader provided with a rust-preventive coating is a red color. This phenomenon coincides with the fact proven by MORINAGA *et al.* (1992) that, so far as visibilities of any objects in clear sea water, the red colored object is harder to see than the blue or green colored ones. Such an aspect of affairs can be satisfactorily proven also from a viewpoint of improvement in catch rate of tuna. As for the hues of the bait fish in opposition to the case of fishing gear, the blue-tone colors of small bait-fish's skin are theoretically more useful because of their longer range of sight. It can be said, therefore, that each skin color of mackerel and saury which are used nowadays for tuna longlining operations through a varied experience meets well with such a requirement.

Acknowledgements

The authors express their sincere thanks to Dr. K. MATSUIKE, professor of Tokyo Univ. of Fisheries for his valuable comments on this paper. Also, thanks are due to Prof. Y. SAOTOME, Captain of the T/S Umitaka-maru of Tokyo Univ. of Fish., and the crews for their support during the observations.

This study was partially supported by a grant from the academic foundation of 100th anniversary of Tokyo Univ. of Fish..

References

- DUNTLEY, S. Q. (1963): Underwater visibility, M. N. HILL (ed.), The sea, John Wiley & Sons, New York. p.452-455.
- HESTER, F. J. (1968): Visual contrast thresholds of the goldfish *Carassius auratus*. Vision Res., **8**, 1315-1335.
- JERLOV, N. G. (1951): Optical studies of ocean water. Rep. Swedish Deep-Sea Exped., **3**, 1-59.
- JERLOV, N. G. (1976): Marine optics. Elsevier Sci. Publ., Amsterdam, 231 pp.
- KAWAMURA, G., W. NISHIMURA, S. UEDA and T. NISHII (1981): Vision in Tunas and Marlins. Mem. Kagoshima Univ. Res. Center S. Pac., ol. 1, No. 2.
- KOBAYASHI, H. (1962): A comparative study on electroretinogram in fish, with special reference to ecological aspects. J. Shimonoseki Coll. Fish., **11**, 407-538.
- MORINAGA, T., H. ARAKAWA, H. SATOH and K. MATSUIKE (1992): Colors of submerged objects observed from a viewpoint above the sea surface. La mar. **30**, 73-82.
- MORINAGA, T., K. MATSUIKE and T. ONO (1985): Ranges for taking photographs and displacement of colors in turbid water. J. Tokyo Univ. Fish., **72**, 71-83. (in Japanese)
- MORINAGA, T., T. KOIKE and K. MATSUIKE (1990): Underwater visibility of a branch line of longline gear to tuna in the Bay of Bengal. La mer **28**, 117-122. (in Japanese)
- NAKAMURA, E. L. (1968): Visual acuity of two tuna, *Katsuwonus pelamis* and *Euthynnus affinis*. Copeia, 41-49.
- NAKAMURA, Y. (1989): Fundamental study on relationship between turbidity of water and visual acuity of fish. J. Tokyo Univ. Fish., **76**, 83-122. (in Japanese)
- NAKAMURA, Y., Y. KURITA, Y. MATSUNAGA and S. YANAGAWA (1991): Optical characteristics of snood in tuna longline fishing. Nippon Suisan Gakkaishi, **57**(8), 1437-1443.
- SCHWASSMANN, H. O. (1974): Refractive state, accommodation and resolving power of the fish eye. M. A. AIL (ed.) Vision in Fishes, Plenum Press, New York, p.279-288.
- TAYAMA, J. (1980): Maguro-no-hanashi. Kyoritsu-kagaku Books, Tokyo. (in Japanese)
- TYLER, J. E. (1968): The Secchi disc. Limnol. Oceanogr., **13**, 1-6.

大洋の光学的水塊分類における水中視認距離

森永 勤・今関昭博・荒川久幸・小池 隆

要旨：水中視認距離が海洋環境（海水の光学的性質や濁り等）でどのように変化するかを知る目的で、まぐろ延縄操業を例にとり、海中光環境と漁具（釣り糸）あるいは餌（小魚）における視認限界との関係を調べた。

世界のまぐろ漁場における海中分光照度の分布は海域や水深で顕著に変わる。JERLOVの光学的水塊分類に従うと、太平洋・珊瑚海域では水型ⅠA～ⅠB、地中海・西部水域ではⅠBおよびインド洋・アンダマン海域ではⅡ～Ⅲにそれぞれ該当する。これらの海域の水中に、太さ（直径）1.7mmの釣元ワイヤ（#28, 3×3）や2.0mmのナイロンテグス（#150, モノフィラメント製）の各釣り糸を設置した場合、まぐろの水中視認限界距離はそれぞれの海域では前者4.3, 3.6および2.7m, 後者1.2, 1.1および0.96mである。また、尾叉長250mmの鯖の餌ではそれぞれ41, 28および16mである。

Variability in the flux of rapidly sinking particles at the Chirikov Basin of the northern Bering Sea in summer 1988*

Hiroshi SASAKI^{*2}, Hiroshi HATTORI^{*3}, Osamu MATSUDA^{*4},
Atsushi TANIMURA^{*5} and Mitsuo FUKUCHI^{*5}

Abstract: A time-series sediment trap was deployed at 13 m above the bottom at the Chirikov depocenter (about 50 m depth) of the northern Bering Sea from 20 June, 1988 to 24 September, 1988. Twelve consecutive samples were collected with a time interval of 8 days. According to the physical conditions (temperature, current speed and direction) around the trap site, the deployment period can be separated into three distinct short periods, phase I (from 20 June to 7 August), phase II (from 7 August to 31 August) and phase III (from 31 August to 24 September). Averaged daily carbon flux was higher in phase I (490 mgC m⁻²) than those in phase II (425 mgC m⁻²) and in phase III (439 mgCm⁻²). In phase I, northward flowing and cold Bering Shelf Anadyr Water (BSAW) induced to produce autochthonous large sinking particles (LG) around the trap site and also carried allochthonous small particles (SM) from the south. In phase II, when the cold BSAW and warm Alaskan Coastal Water (ACW) occurred alternatively, LG fraction decreased possibly due to the less influence of BSAW. In phase III, BSAW replaced ACW, and LG fraction increased again, though the fecal pellet composition of LG were quite different from that in Phase I. The LG increase in phase III was primarily attributed to a fall phytoplankton bloom and intensified herbivorous grazing activities.

1. Introduction

The continental shelf of the northern Bering Sea has been recognized as an area of high marine production at several trophic levels (MCROY *et al.*, 1972; SAMBROTTO *et al.*, 1984), because the advection of oceanic water from the basin of the Bering Sea is primarily responsible for the high biomasses of the shelf area (SPRINGER and ROSENEAU, 1985; SPRINGER *et al.*, 1989; GREBMEIER *et al.*, 1988). The benthic biomass, in particular, at the Chirikov Basin of the northern Bering Sea is extremely high, which

indicates the close coupling between pelagic sedimentation of organic matter and high abundance and biomass of benthic fauna (GREBMEIER *et al.*, 1988; GREBMEIER *et al.*, 1989; GREBMEIER and MCROY, 1989). This has been verified by sediment trap studies in this area (FUKUCHI *et al.*, 1993).

A preliminary report of the last study with a time-series sediment trap (96-day deployment) showed that considerable amount of organic particles sank onto the bottom, and the high flux continued for about 3 months in summer. From the data of a short-term trap deployment (1 day), sinking particles were dominated by zooplankton fecal pellets, marine snow-like particles and diatom cells (FUKUCHI *et al.*, 1993).

In summer season, physical oceanographic regime in the northern Bering Sea includes 3 water masses; Anadyr Water (AW), Bering Shelf Water (BSW) and Alaskan Coastal Water (ACW). These water masses are defined by T/S profiles and were characterized following bottom water properties: AW (S > 32.5, T = -1.0 to 1.5°C) on the western side of the Sea,

* Received February 5, 1993

^{*2} Faculty of Science and Technology, Senshu University of Ishinomaki, Ishinomaki, Miyagi, 986 Japan

^{*3} Department of Marine Sciences and Technology, Hokkaido Tokai University, Minamiku, Sapporo, 005 Japan

^{*4} Faculty of Applied Biological Sciences, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Hiroshima, 724 Japan

^{*5} National Institute of Polar research, Itabashi-ku, Tokyo, 173 Japan

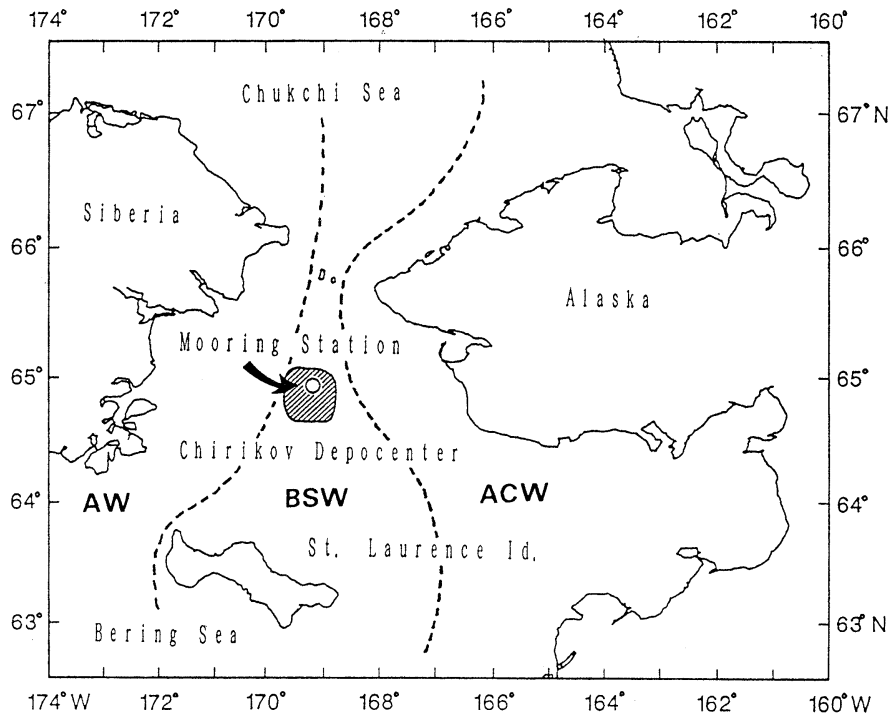


Fig. 1. Location of mooring station for time-series sediment trap experiment ($64^{\circ}58.62' N$, $169^{\circ}10.08' W$) at the Chirikov Basin of the northern Bering Sea. Shaded area indicates the main depocenter of the Basin (GREBMEIER *et al.*, 1988).

BSW ($S=31.8$ to 32.5 , $T=0$ to $1.5^{\circ}C$) in the middle region, and ACW ($S < 31.8$, $T > 4^{\circ}C$) near the Alaska coast (COACHMAN *et al.*, 1975; GREBMEIER *et al.*, 1988; DEAN, *et al.*, 1989). BSW and ACW are distinct in water properties and form a well-defined frontal zone, while AW and BSW are less distinct. The two water masses (AW and BSW) with a combined water properties is called as Bering Shelf-Anadyr Water (BSAW).

These complicated physical properties of waters in the northern Bering Sea can display a variability of biological processes over relatively small spatial and temporal scales. Thus, an understanding of frequencies, magnitude and spatial-temporal scales of particle flux variability is important to model biological productivity with reference to physical and chemical water properties.

In the present study, a time-series sediment trap were deployed at the main depocenter of the Chirikov Basin of the northern Bering Sea in summer 1988. This experiment was conducted to

understand the possible influences of physical water conditions on the sedimentation processes of particulate organic matter flux at the Chirikov Basin area. This paper deals primarily with variabilities of large sinking materials including fecal pellets and zooplankton captured in the trap at the main depocenter of the northern Bering Sea.

2. Materials and Methods

The experiments were conducted at a station ($64^{\circ}58.62' N$, $169^{\circ}10.08' W$) located at the main depocenter of the Chirikov Basin in the northern Bering Sea at the depth of 49 m (Fig. 1), during the cruises of ISHTAR Leg I, 1988 of R/V T. G. Thompson and ISHTAR Leg IV, 1988 of R/V T. Washington. The moored time-series sediment trap, described by FUKUCHI *et al.* (1993), was situated 13 m above the bottom to reduce the influence of sediment resuspension. The trap was designed to collect 12 consecutive samples with a collection interval of 8 days from 20 June 1988 to 24 September 1988 (Table 1). Neutralized

Table 1. Sampling intervals of time-series sediment trap experiment conducted at the Chirikov Basin in the northern Bering Sea, 1988.

Sample No.	Sampling period	
	opening	closing
1	12:00 20 June	— 12:00 28 June
2	12:00 28 June	— 12:00 6 July
3	12:00 6 July	— 12:00 14 July
4	12:00 14 July	— 12:00 22 July
5	12:00 22 July	— 12:00 30 July
6	12:00 30 July	— 12:00 7 Aug.
7	12:00 7 Aug.	— 12:00 15 Aug.
8	12:00 15 Aug.	— 12:00 23 Aug.
9	12:00 23 Aug.	— 12:00 31 Aug.
10	12:00 31 Aug.	— 12:00 8 Sept.
11	12:00 8 Sept.	— 12:00 16 Sept.
12	12:00 16 Sept.	— 12:00 24 Sept.

formalin in filtered sea water (ca. 10% v/v) served for sample preservation during deployment.

Collected materials with the time-series sediment trap were splitted into two aliquots; one was used for batch analyses of organic carbon and nitrogen (FUKUCHI *et al.*, 1993), and the other for the size fractionation analyses of the present study. Particles in this study were further divided into two fractions, Large-sized particle fraction (LG), and Small-sized particle fraction (SM), according to a procedure as follows. Particles with a small volume of seawater (ca. 50 ml) was gently injected into a settling column (approximate size of 50mm × 500mm) with 3.2% NaCl solution. The particles were separated into two fractions, LG with higher sinking rates and SM with lower sinking rates, after a given period of time. The settling column was exposed to cold condition (about 4°C) in the laboratory.

The sinking rate to differentiate two particle fractions was calculated under the following assumptions. The maximum northward current speed (daily mean) near the station is 35 cm sec⁻¹ (R. TRIPP, personal communication). The horizontal expansion of the main depocenter is about 50 km, which is roughly estimated from the distribution range of dense benthic biomass (GREBMEIER and MCROY, 1989). The approximate location of the trap mooring site was in the center part of the depocenter. Then, for large particles which start sinking at the outer

edge of the depocenter to reach the bottom (ca. 50 m) at the mooring site, the minimum sinking rate is calculated to be approximately 60 m d⁻¹. The sinking rate of LG fraction is >60 m⁻¹ and that of SM fraction <60 m⁻¹.

Although this separation procedure is quite preliminary, the LG fraction is expected to be an approximate indication of autochthonous particles in the water column above the depocenter. Since LG fraction represents the minimum estimate of the autochthonous materials, SM fraction probably include both of auto-chthonous and allochthonous materials, the latter of which would mostly come from the south with northward current.

Sample particles separated were used for Particulate Organic Carbon (POC) determinations, organic matter analyses (sterols), inorganic matter analyses, and microscopic examinations of fecal pellets, zooplankton and phytoplankton. The present study covers only results of POC, fecal pellets and zooplankton.

Zooplankton swimmers larger than about 1 mm were removed carefully from LG fractions and were examined for the species compositions and abundances. Aliquots of LG fractions were used for examinations of large fecal pellet (ca. >0.1mm) compositions and abundances under a dissecting microscope. POC contributions of fecal pellets were estimated based on a conversion factor of pellet volume to carbon according to the data of JOHANNES and SATOMI (1966). Aliquots of LG and SM fractions were filtered through GF/F glass fiber filters and were analyzed for POC with a Infra-red gas analyzer (Horiba LIA-2) as described by SASAKI and NISHIZAWA (1989).

3. Results

Particulate flux

The POC flux at 13 m above the bottom of the depocenter revealed a relatively small fluctuation between sampling intervals, where a factor of about 1.7 difference was found (Fig. 2). Fluxes of LG fractions varied in the range of 127 to 271 mgC m⁻²d⁻¹ with a mean flux of 205 mgC m⁻²d⁻¹. SM fluxes were in the range of 138 to 342 mgC m⁻²d⁻¹ with a mean flux of 257 mgC m⁻²d⁻¹, being slightly larger than those of LG. The relative contribution of LG increased

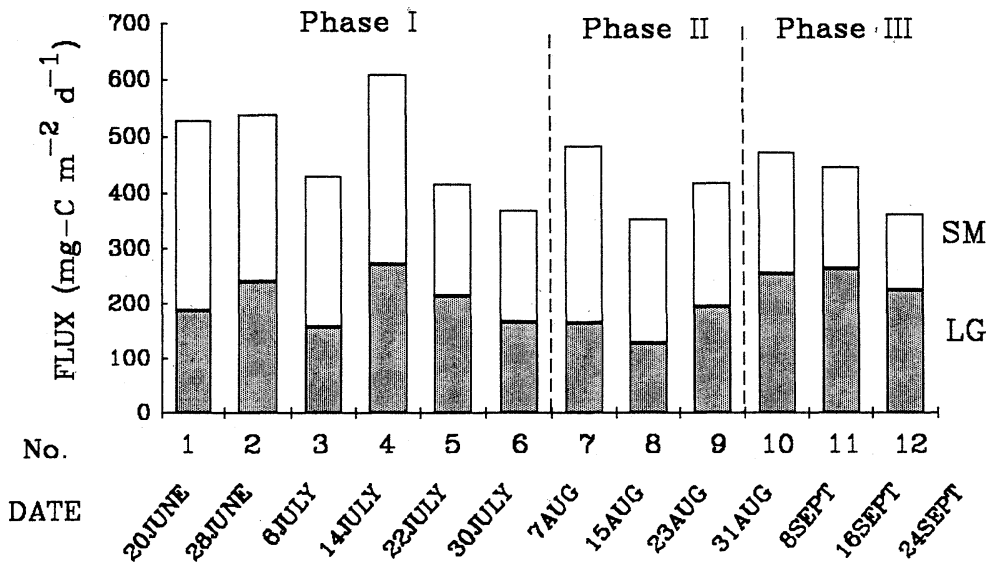


Fig. 2. Variability of downward flux of particulate organic carbon (POC) at the Chirikov depocenter. Trap-collected particles were classified into two groups: Large-sized particle fraction (LG) and Small-sized particle fraction (SM), according to their sinking rates.

towards the end of the mooring period.

Microscopic observations of LG showed that the dominant component were two different types of fecal pellets; cylindrical pellets and elliptical pellets. The fecal pellet fluxes in terms of POC were shown in Figs. 3-a & b. While the cylindrical pellets mostly occurred in the 1st half of the mooring period, the abundance of elliptical pellets increased towards the end of the period, particularly between 16 September and 24 September. In two fecal pellet types, large pellets (> 1 mm) predominated in carbon contribution to small pellets (0.1-1mm). Few fecal pellets and zooplankton swimmers were observed in the SM fractions which were dominated by diatoms (SASAKI *et al.*, 1992).

POC contributions of total fecal pellet (cylindrical and elliptical pellets) of LG fractions showed that the relative abundance of total pellets varied between a sampling interval (Fig. 3-c). In two periods of 14 July to 30 July and 16 September to 24 September, estimated carbon contributions of total pellet accounted for about 100% of the measured total LG carbon. In other periods, LG fractions were mainly composed of both fecal pellets and marine snow-like particles possibly derived from appendicularian houses as suggested by FUKUCHI *et al.* (1993).

The averaged carbon contribution of fecal pellets to mean LG fraction were 49 % through the entire observation period.

Trap-collected zooplankton

Table 2 shows the list of zooplankton captured in LG fractions of the sediment trap. They were classified into four representative groups; oceanic species, coastal species, cosmopolite and others, according to SPRINGER *et al.*, (1989). Oceanic and coastal species were occupied by copepods. A predominant animal in numerical abundance was a small cosmopolite copepod, *Pseudocalanus* spp. Few benthic animals, such as Cumacea, were found in the trap samples.

Variabilities in abundance of trap-collected zooplankton other than cosmopolite copepod *Pseudocalanus* spp. are shown in Fig. 4. On the average, trap-collected zooplankton was dominated by oceanic copepods except for the period of 8 September to 24 September, and coastal copepods (*Calanus marshallae*) occurred as a low percentage of the total population through the period. A high relative abundance of the oceanic group possibly indicates an occurrence of water mass transported from the southern Bering Sea where the oceanic copepods originally inhabited.

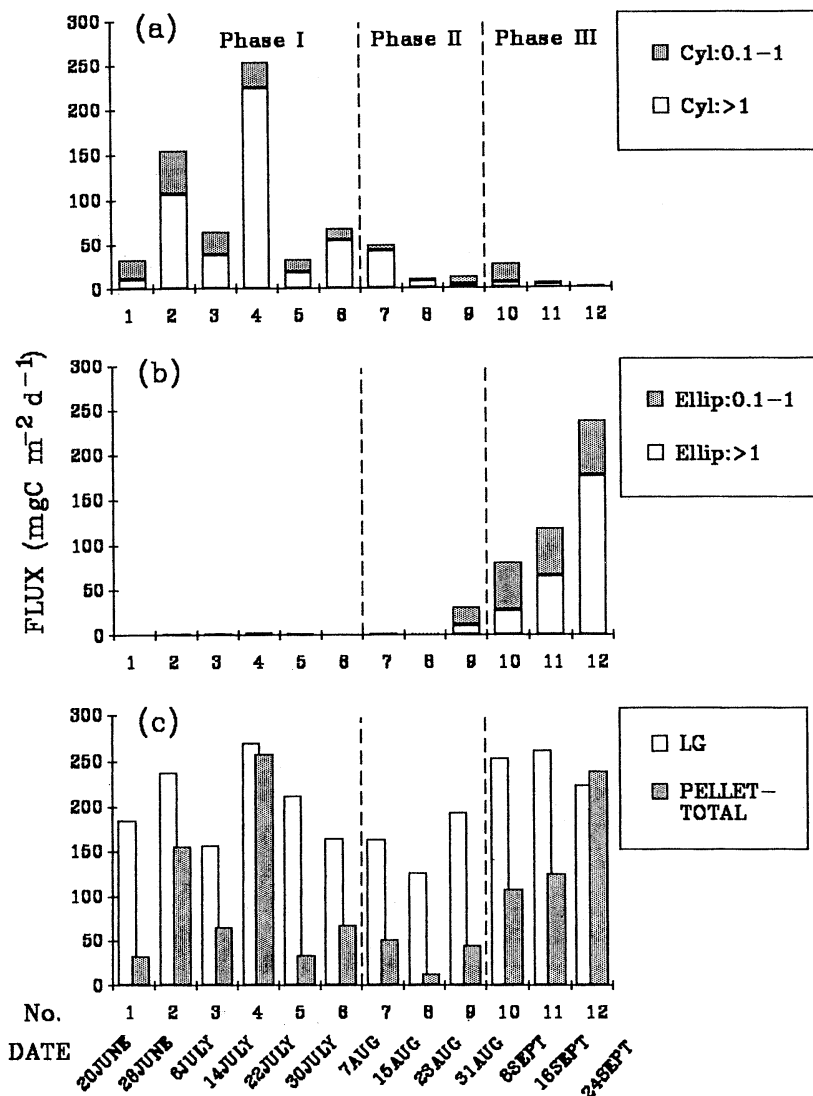


Fig. 3. Variability of zooplankton fecal pellet fluxes of the LG fraction in terms of POC ($\text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$). (a): Estimated fluxes of cylindrical fecal pellets (Cyl) for two different size groups (0.1-1 mm and > 1 mm), (b): estimated fluxes of elliptical fecal pellets (Ellip) for two different sizes (0.1-1 mm and > 1 mm), (c): sum of cylindrical and elliptical fecal pellet fluxes (PELLET-TOTAL), and measured fluxes of LG fraction (LG).

Typical oceanic copepods, primarily *Neocalanus cristatus*, *N. flemingeri*, *Eucalanus bungii* were abundant ($> 50\%$ of total zooplankton) from the end of June to middle of August. However, the copepod abundance obtained in this study (inds. sample $^{-1}$) may not show the exact animal density in the water mass, primarily because of the avoidance of animals from the trap, and the degree of influence of northward current on the

advective particle transportation can not be quantitatively estimated.

Current flow

The eight-day mean current flow at 24 m depth near the sediment trap site at the Chirikov basin was generally northward along the axis in the range from 5 to 19 cm^{-1} (Fig. 5-b; R. TRIPP, personal communication). The 8 day

Table 2. Representative species of four groups of zooplankton communities in the LG fractions of trap samples.

GROUP	SPECIES
OCEANIC SPECIES	<i>Neocalanus cristatus</i> <i>N. plumchrus</i> <i>Eucalanus bungii</i> <i>Metridia pacifica</i>
COASTAL SPECIES	<i>Calanus marshallae</i>
COSMOPOLITE	<i>Pseudocalanus</i> spp.
OTHERS	Polychaeta Chaetognatha Cirripedia Cumacea Amphipoda (Gammaridea) Decapoda larvae Appendicularia Copepoda <i>Scoreithricella minor</i> <i>Acartia tumida</i> <i>Oithona</i> spp. <i>Euterpina</i> spp. unidentified

mean current speeds are inevitably smaller than the daily maximum speed mentioned before (35 cm^{-1}). The period of 8 day corresponds to the collection interval of the sediment trap. The

eight-day mean water temperature were in the range of 0.4 to 5.1°C (Fig. 5-a). The current speed, direction and water temperature data show a marked fluctuation between the sampling interval, which may be related to the passage of a frontal zone between BSAW and ACW.

4. Discussions

Rapidly sinking particles should represent the agents transported vertically from the upper productive layers to depths as forms of relatively large fecal pellets and marine snow (e.g. ANGEL, 1984; FOWLER and KNAUER, 1986). However abundances, qualities and variabilities of particles transported with advective water movements (allochthonous particles) can not be related to biological processes in the upper layers. Since the Chirikov basin area is in very complicated water conditions, it is necessary for trap-collected particles to be primarily separated as autochthonous rapidly sinking particles (LG in this case) and allochthonous small particles (SM).

The current data (Fig. 5) showed that the waters at the trap site during the period of sample Nos. 1 through 6 (from 20 June to 7 August) is in low temperature, and in continuous and strong northward current which is possibly

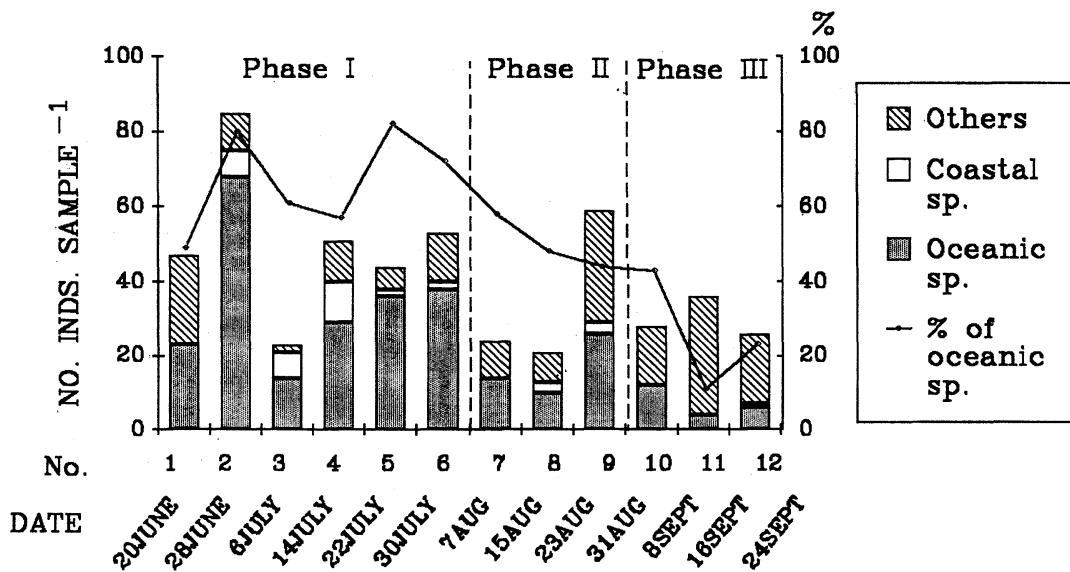


Fig. 4. Variability of zooplankton abundance collected in the LG fractions, and contributions of oceanic copepods to total zooplankton. Total zooplankton includes oceanic copepods (Oceanic sp.), coastal copepods (Coastal sp.) and other zooplankton (Others) (see Table 2).

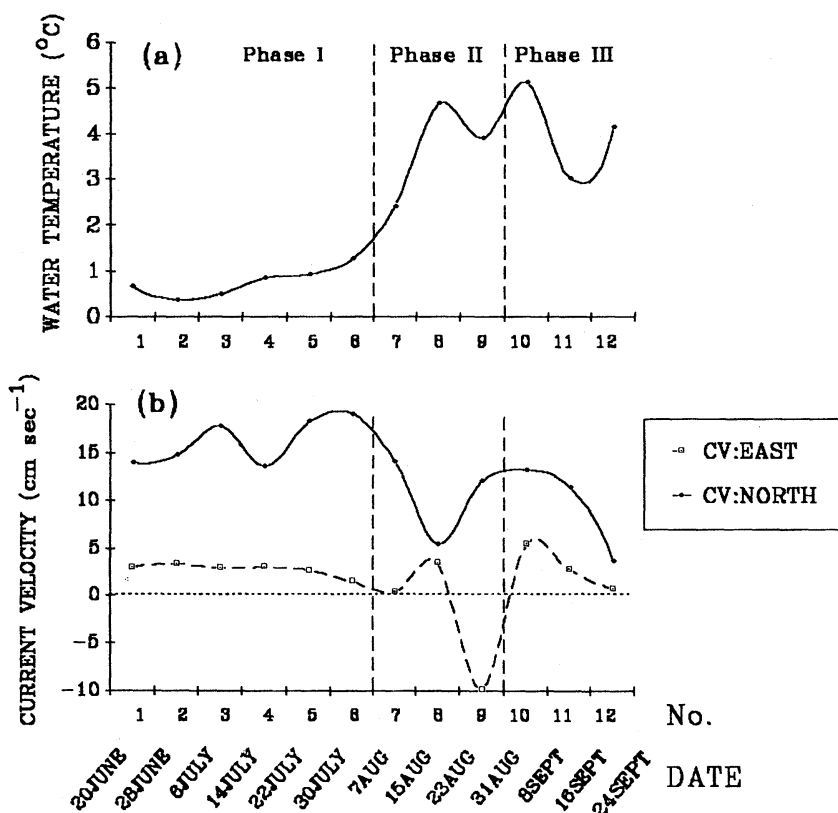


Fig. 5. Variabilities of 8-day mean water temperature (a) and current velocities both of northward (CV: NORTH) and eastward (CV: EAST) components at the Chirikov depocenter (TRIPP, personal communication). The period of 8-day corresponds to the collection interval of time-series sediment trap.

BSAW. From Nos. 7 through 9 (from 7 August to 31 August), water temperature increased to 4 to 5°C, and the current speeds and directions were relatively unstable. This may indicate an alternative occurrence of surrounding water masses including cold BSAW and slightly warm ACW in the transition zone. From Nos. 10 through 12 (from 31 August to 24 September), water temperature is high (about 4°C), and continuous and weak northward current were observed. This stream corresponds to ACW. According to these water conditions, the whole observation period can be separated into three short period; phase I (Nos. 1 through 6), phase II (Nos. 7 through 9) and phase III (Nos. 10 through 12).

Average parameters of sediment trap material in three phases at the Chirikov depocenter were summarized in Table 3. Average water

temperatures and current speeds were recalculated from the data in Fig. 5.

In phase I, an average total POC flux (490 mgC m⁻²d⁻¹) was higher than those in other phases. The flux of LG fraction was fairly high and the contribution of LG to total POC (42%) was slightly less than that of SM fraction (58%). Fecal pellets, a typical autochthonous source accounted for about 50% of LG POC. Fecal pellets obtained in this phase were mostly cylindrical forms.

Possible producers of these cylindrical pellets were relatively large oceanic copepods, such as *N. flemingeri* and/or *N. cristatus*, primarily because these pellets occurred in general accordance with the oceanic copepods mentioned above (Fig. 4, Table 3). This was supported by a previous study (SASAKI *et al.*, 1988), showing that the same-sized cylindrical pellets were

Table 3. Average parameters of sediment trap material at 36 m depth in three phases at the Chirikov depocenter in the northern Bering Sea. Average water temperature and current velocities at 24 m depth were recalculated from the current flow data (Tripp, personal communication).

Phase	I	II	III	Mean
Date	20 June~7 Aug	7 Aug~31 Aug	31 Aug~24 Sept	
Sample No.	1~6	7~9	10~12	1~12
Water temperature (°C)	0.76	3.65	4.08	
Current velocity (cm sec ⁻¹)				
Eastward component	2.68	-2.06	2.90	
Northward component	16.06	10.31	9.21	
Flux of LG fraction				
POC (mg m ⁻² d ⁻¹)	205	162	247	205
Fecal pellet POC (mg m ⁻² d ⁻¹)	103	37	158	100
CFP* ¹ POC (mg m ⁻² d ⁻¹)	101	25	12	60
EFP* ² POC (mg m ⁻² d ⁻¹)	2	12	146	40
Fecal pellet contribution to total LG POC (%)	50.2	22.8	64.0	48.8
Flux of SM fraction				
POC (mg m ⁻² d ⁻¹)	285	263	192	257
Total Flux (LG+SM)				
POC (mg m ⁻² d ⁻¹)	490	425	439	462
Contribution of LG (%)	41.8	38.1	56.3	44.4
Contribution of SM (%)	58.2	61.9	43.7	55.6
Trap-collected Zooplankton				
Number of oceanic copepods (No. trap ⁻¹)	34.7	16.7	7.3	
Contribution of oceanic copopods to total zooplankton* ³	66.8	50.0	25.7	

*¹CFP: Cylindrical Fecal Pellet

*²EFP: Elliptical Fecal Pellet

*³total zooplankton: zooplankton number except for small copepods (*Peudocalanus* spp.)

actually egested by oceanic calanoid copepods (e.g. *C. cristatus*, *C. plumchrus*).

Based on these results; fairly high autochthonous production and advective inputs of allochthonous particles were strongly influenced by the northward flowing BSAW during the period of phase I. The northward current (BSAW) carried abundant nutrients to allow for high primary production and as a consequence it followed the high animal activities (autochthonous production) (SPRINGER *et al.*, 1989). This strong current concurrently carried allochthonous organic matter from the south onto the shallow Chirikov basin during summer season.

The total POC flux in phase II slightly decreased to 425 mgC m⁻²d⁻¹, and contributions of LG fraction and fecal pellets were apparently

less than those in other phases. The decrease of LG fraction suggests the low autochthonous particle production primarily due to the decrease of influence of nutrient rich BSAW. On the other hand, no marked decrease of SM was found in this phase, possibly indicating that fairly high advective water movements still remained and they transported particles from surrounding waters including northward flowing BSAW.

In phase III, BSAW was replaced by ACW. Both of LG flux and fecal pellet flux were highest through the whole period, indicating the intensified autochthonous production. The increase of autochthonous sinking particles may be related to a fall bloom of phytoplankton which was observed using a time-series water sampler deployed with the same mooring system

(TANIGUCHI, personal communication). The fall bloom allowed to enhance fecal pellet production of herbivorous zooplankton.

Fecal pellets dominated by fresh, large (>1 mm) and elliptical pellets were the most important component of sinking particles, in contributing at least 36% of total POC flux. The producers of these fecal pellets, however, were not specified among the trap-collected zooplankton communities in this phase. No marked occurrence of the large fecal pellet producers were found in the net-collected zooplankton communities when the trap was recovered (HATTORI *et al.*, 1991; FUKUCHI *et al.*, 1993).

The compositions of zooplankton in a given location was a reliable indicator of the occurrence of the associated water mass in the northern Bering Sea as described by SPRINGER *et al.* (1989). For example, no marked increase of oceanic copepods collected in the trap was found in phase III, which supported the water mass replacement occurred between phase I and phase II in the physical processes of BSAW entering into the Chirikov basin area.

Average total carbon flux through the period in the present study ($462 \text{ mgC m}^{-2}\text{d}^{-1}$) was slightly lower than that reported previously ($501 \text{ mgC m}^{-2}\text{d}^{-1}$) which was obtained using another aliquot of the same trap sample (FUKUCHI *et al.*, 1993). The small difference between two aliquots is owing to the zooplankton carbon contribution, representing an average capture rate of zooplankton into the trap ($39 \text{ mgC m}^{-2}\text{d}^{-1}$). The present data show exact particle flux, because most of large zooplankton swimmers were excluded from the LG samples.

Average fecal pellet contribution was $101 \text{ mgC m}^{-2}\text{d}^{-1}$, accounting for 22% of total flux and about 5 % of primary production ($2 \text{ gC m}^{-2}\text{d}^{-1}$, ROBIE *et al.*, 1991). The relative contribution of pellets is not prominent, compared with those in the other shallow productive seas (DUNBAR and BERGER, 1981; KNAUER and MARTIN, 1981; SASAKI and NISHIZAWA, 1981; WEFER *et al.*, 1988). For example, BODUNGEN *et al.*, (1987) showed that $> 90\%$ of sinking particles at 100 m was krill fecal pellets, which approximately corresponded to 20% of daily primary production during austral spring at a station (JV 85) in the

Bransfield Strait, Antarctica. The last result suggests that the heavy grazing pressure of krill on the primary producers regulates the size of the downward particulate flux during austral productive season.

In the present study area, relatively low fecal pellet contribution may indicate that high primary production at the northern Bering Sea induced by advective nutrient supply is not controlled severely by herbivorous zooplankton (SPRINGER *et al.*, 1989) and provides rich foods for benthic animals (GREBMEIER *et al.*, 1988; GREBMEIER and MCROY, 1989; FUKUCHI *et al.*, 1993).

Large biogenic particle flux, LG contribution including fecal pellets and zooplankton in this case provide a primary information on the relative importance of autochthonous sources among the sedimenting material onto the bottom in the shallow waters in which an advective water movement is important in carrying many kinds of particles.

Acknowledgments

We thank Drs. V. ALEXANDER and P. MCROY, University of Alaska for their help facilitating this work; Mr. R. TRIPP, University of Washington for allowing us to use his unpublished data; officers, crew and some ISHTAR investigators of the R/V T.G. Thompson and R/V T. Washington for their help on board. This work was supported with a grant from the Monbuscho International Scientific Research Program (63044144), and from the US National Science Foundation (DPP #84-05286).

References

- ANGEL, M. V. (1984): Detrital organic fluxes through pelagic ecosystems. *In*: M. J. R. FASHAM (ed.), *Flows of energy and materials in marine ecosystems: theory and practice*, Plenum Press, New York, pp. 475-516.
- BODUNGEN, B. V., G. FISCHER, E.-M. NOTHIG and G. WEFER (1987): Sedimentation of krill faeces during spring development of phytoplankton in Bransfield Strait, Antarctica. *Mitt. Geology-Palaontology Institute, University of Hamburg*, **62**, 243-257.
- COACHMAN, L. K., K. AAGAARD and R. B. TRIPP (1975): *Bering Strait: the regional physical oceanography*, University of Washington

- Press, Seattle, Washington, 172pp.
- DEAN, K. G., C. P. MCROY, K. AHLNAS and A. SPRINGER (1989): The plume of the Yukon river in relation to the oceanography of the Bering Sea. *Remote Sensing of Environment*, **28**, 75-84.
- DUNBAR, R. B. and W. H. BERGER (1981): Fecal pellet flux to modern bottom sediment of Santa Barbara Basin (California) based on sediment trapping. *Geological Society of America Bulletin*, **92**, 212-218.
- FOWLER, S. W. and G. A. KNAUER (1986): Role of large particles in the transport of elements and organic compounds through the oceanic water column. *Progress in Oceanography*, **16**, 147-194.
- FUKUCHI, M., H. SASAKI, H. HATTORI, O. MATSUDA, A. TANIMURA, N. HANDA and C. P. MCROY (1993): Temporal variability of particulate flux in the northern Bering Sea. *Continental Shelf Research*, **13**, 693-704.
- GREBMEIER, J. M., H. M. FEDER and C. P. MCROY (1989): Pelagic-benthic coupling on the shelf of the northern Bering and Chukchi Seas. II. Benthic community structure. *Marine Ecology Progress Series*, **51**, 253-268.
- GREBMEIER, J. M. and C. P. MCROY (1989): Pelagic benthic coupling on the shelf of the northern Bering and Chukchi Seas. III. Benthic food supply and carbon cycling. *Marine Ecology Progress Series*, **53**, 79-91.
- GREBMEIER, J. M., C. P. MCROY and H. M. FEDER (1988): Pelagic-benthic coupling on the shelf of the northern Bering and Chukchi Seas. I. Food Supply source and benthic biomass. *Marine Ecology Progress Series*, **48**, 57-67.
- HATTORI, H., A. TANIMURA, M. FUKUCHI and O. MATSUDA (1991): Distribution of copepods in the northern Bering and the Chukchi Seas in October 1988. *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.*, **4**, 175-177.
- JOHANNES, R. E. and M. SATOMI (1966): Composition and nutritive value of fecal pellets of a marine crustacean. *Limnology and Oceanography*, **11**, 191-197.
- KNAUER, G. A. and J. H. MARTIN (1981): Primary production and carbon-nitrogen fluxes in the upper 1500 m of the northeast Pacific. *Limnology and Oceanography*, **26**, 181-186.
- MCROY, C. P., J. J. GOERING and W. W. SHIELDS (1972): Studies of primary production in the eastern Bering Sea. In: A. Y. TAKENOUTI *et al.*, (eds.) *Biological oceanography of the northern North Pacific Ocean*, Motoda commemorative Vol. 3, Idemitsu Shoten, Tokyo, pp. 199-216.
- ROBIE, W. S., C. P. MCROY and A. M. SPRINGER (1991): Phytoplankton biomass distribution in the Northern Bering and Chukchi Seas. In: *Results of the Third Joint US-USSR Bering Chukchi Expedition (BERPAC)*. US Fish and Wildlife Service, Biological Report (in press).
- SAMBROTTO, R. N., J. J. GOERING and C. P. MCROY (1984): Large yearly production of phytoplankton in western Bering Strait. *Science*, **225**, 1147-1150.
- SASAKI, H., H. HATTORI and S. NISHIZAWA (1988): Downward flux of particulate organic matter and vertical distribution of calanoid copepods in the Oyashio Water in summer. *Deep-Sea Research*, **35**, 505-516.
- SASAKI, H. and S. NISHIZAWA (1981): Vertical flux profiles of particulate material in the sea off Sanriku. *Marine Ecology Progress Series*, **6**, 191-201.
- SASAKI, H. and S. NISHIZAWA (1989): Downward flux of zooplankton fecal pellets in the upper 2000 m water column of the Izu Trench, western North Pacific. *Journal of Oceanographical Society of Japan*, **45**, 258-269.
- SASAKI, H., S. TAGUCHI, H. HATTORI, O. MATSUDA, A. TANIMURA and M. FUKUCHI (1992): Variability in downward diatom flux in the northern Bering Sea in 1988 summer. *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.*, **5**, 166-167.
- SPRINGER, A. M. and D. G. ROSENEAU (1985): Copepod-based food webs: auklets and oceanography in the Bering Sea. *Marine Ecology Progress Series*, **21**, 229-237.
- SPRINGER, A. M., C. P. MCROY and K. R. TURCO (1989): The paradox of pelagic food webs in the northern Bering Sea-II. Zooplankton communities. *Continental Shelf Research*, **9**, 359-386.
- WEFER, G., G. FISCHER, D. FUETTERER and R. GERSONDE (1988): Seasonal particle flux in the Bransfield Strait, Antarctica. *Deep-Sea Research*, **35**, 891-898.

1988年夏季の北部ベーリング海・キリコフ海盆地における 急速沈降粒子フラックスの変動

佐々木 洋・服部 寛・松田 治・谷村 篤・福地光男

要旨 : 1988年の夏季に(6月20日から9月24日までの96日間), 北部ベーリング海のキリコフ海盆地の定点(水深50m)において, 時系列採集型のセディメントトラップを用いて沈降粒子の採集を行った。卓越する海流の違いから, 観測期間は3期に分けられ(1期; 6月20日~8月7日, 2期; 8月7日~8月31日, 3期; 8月31日~9月24日), それぞれの時期において異なった粒子沈降過程が観察された。特に大型の急速沈降粒子の挙動に注目した結果, 1期においては, 北上するアナディール海流の影響が強く, 現地性生産および北方海域からの粒子の輸送のいずれも豊富であるのに対して, 2期においては, 北上海流の影響が弱く, 現地性生産は低下する。3期において, アラスカ沿岸水が進入し, 現地性生産が増加し, 移流による粒子の輸送は最小となる。

移動光幕に対するウグイの反応*

安 永一**・有元貴文**

Reaction of dace, *Tribolodon hakonensis*, toward the movement of light curtain*

Young-il AN** and Takafumi ARIMOTO**

Abstract: Reaction of dace *Tribolodon hakonensis* toward the movement of light curtain was studied in the circular channel. A light curtain was created by a sideways beam projector through a 1 mm slit of the center drum, and was rotated at five different speeds (4.7, 6.8, 9.4, 12.4, 17.3 cm/sec) with four levels of lighting voltage (40, 60, 80, 100 V). The results are as follows:

(1) The fish showed a tendency of escape behaviour by keeping a position in front of the moving light curtain, while an optomotor reaction was not clearly observed under any conditions. (2) The escape behaviour was more typical under the stronger contrast conditions of light curtain. (3) Under the weaker contrast conditions, the escape behaviour was more apparent at the slower movement of light curtain.

1. 緒 言

漁法への応用を目的として、水槽や水路内で魚類の遊泳方向を制御しようとする研究が数多く報告されている (PAVLOV, 1967; 井上, 1975)。これらの研究において魚類の視覚運動反応を利用する方法がよく知られているが、この場合の視覚目標としては黒白の縦縞模様を基本条件とし、その他にも網目模様や魚型模様などが用いられている (井上・近藤, 1972)。また光を刺激として利用した実験では水槽内での光源の移動 (井上・笹倉, 1973)、あるいは光の点滅によるみかけの移動 (有元・他, 1979b)、そして水槽内に投影した光束の移動 (有元・他, 1979a) や、スポットライトによるパターン模様を水槽底面に照射し、これを移動させる方法 (PARTRIDGE, 1982) などが報告されている。これらの実験の目的は光の移動によって魚に追従行動を解発することであるのに対し、ストロボ光 (PATRIC *et al.*, 1985; SAGER and HOCUTT, 1987) や断続光 (小池, 1989) などによって遮断、駆集効果を目的とした研究も多い。このように光刺激の条件によって魚の反応が異な

ることについて基礎的な検討を行うため、本研究では小型の円形水路を用い、移動光幕に対するウグイ *Tribolodon hakonensis* の反応行動を観察した。

2. 材料および方法

実験魚には体長4~6cmのウグイを用いた。実験水槽はFig. 1のように透明アクリル製の円形水路 (外径70cm, 水路幅20cm, 水深15cm) を用いた。水路外壁は黒い紙でおおい、実験魚に与える視覚的な影響を除去した。照明装置として水路内側に位置する光源を覆うように黒色円筒を置き、その円筒に幅1mmの垂直なスリットを設けた。このスリットを通して水路の内側から外側に向けて光が照射される。光源は白熱電球 (100V, 25W) で、照射光の明るさを変化させるためにスライドダックスを利用し、光源の入力電圧を40, 60, 80, 100Vの4段階に設定した。またこの黒色円筒を変速装置付きのモーター (1/2HP) によって回転させ、光幕を移動させた。回転方向は時計回り、反時計回りのいずれにも自由に、また、速度も調節できるようにした。回転速度は5分間の回転数として9回から13, 18, 24, 33回までの5段階とした。このとき水路中央部での移動速度はそれぞれ4.7, 6.8, 9.4, 12.6, 17.3cm/secに相当する。

実験手順として、実験魚1尾を飼育水槽から暗室内の実験水路に静かに移して、60分以上暗順応させた。そ

* 平成2年12月1日受理 Received December 1, 1992

** 東京水産大学, 〒108 東京都港区港南 4-5-7
Tokyo University of Fisheries, Konan 4-5-7,
Minato-ku, Tokyo, 108 Japan

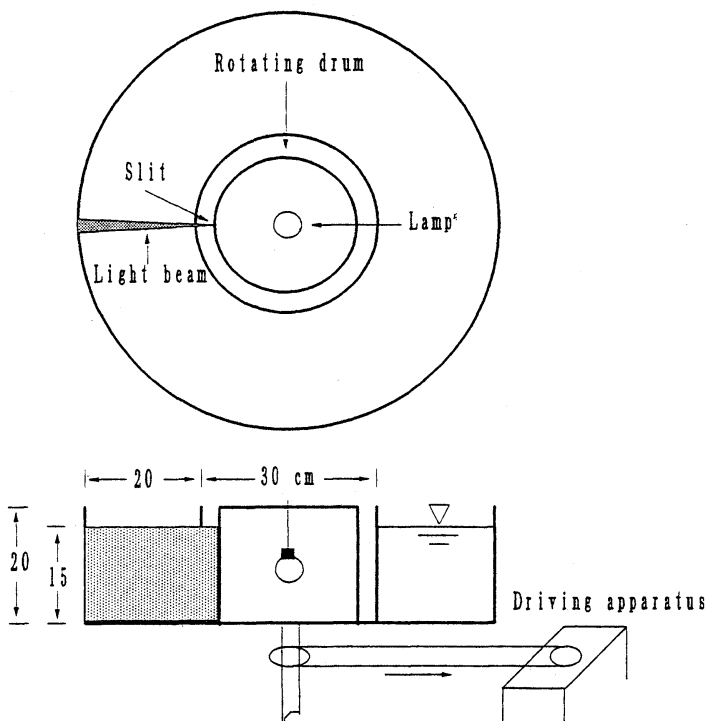


Fig. 1. Experimental apparatus with the light curtain projector, which is driven by a motor.

の後、光幕用電球を点灯し、その5分後から光幕を駆動装置によって時計回り方向あるいは反時計回り方向に最低速から順次5段階の速度で回転させた。これを1シリーズとして光幕用電球の入力電圧別に対して5シリーズずつ実験を行い、各速度段階について1分おき、5分間ずつ移動光幕に対するウグイの反応を観察した。

実験は1990年9月～11月にかけて東京水産大学魚群行動学実験室で行った。その間の実験水温並びに飼育水温は17.8～20.2℃であった。

3. 結果

照明装置による水路内の明るさについて、輝度計 (Topcon, SR-1) を用いて放射輝度を測定し、水槽内の照射中心からの距離別に Fig. 2 に示した。なお、入力電圧100 V の条件で照射中心部の放射輝度は $4.634 \times 10^{-3} \text{ W sr}^{-1} \text{ m}^{-2}$ であり、これを基準として80, 60, 40V の輝度を相対値として表した。同時に照度についても照度計 (Minolta, T-1) を用いて測定を行ったが、電圧40, 60, 80, 100V の場合、それぞれ中心部で約0.1, 1.1, 3.8, 8.6 lux であった。

Fig. 2 より、輝度は照射中心から3 cm までの距離内

で急激に減少するが、それ以後はあまり変わらなかった。このことから3 cm 以内の部位が幕状の光 (以下、光幕と称す) になっていることがわかる。

ここで、光幕の明るさにはコントラストという概念が用いられる。すなわち、コントラスト C は、光幕中央部の放射輝度 L と背景の放射輝度 (ここでは光幕中央部から20cm 離れた位置での放射輝度) L_b から、次のように定義される (ANTHONY, 1981; 森永・他, 1990)。

$$C = \frac{L - L_b}{L_b}$$

上の式で、40V, 60V, 80V, 100V の場合のコントラストはそれぞれ約22, 208, 486, 1173 であった。ここで40V, 60V の場合をコントラストが小さい条件、80V, 100V の場合をコントラストが大きい条件と取り分けた。

移動光幕に対する魚の行動は光幕の明るさと速度によって変化する。観察結果より移動光幕の回転方向に対し、同じ方向に泳ぐ場合と反対方向に泳ぐ場合の2通りがあった (Fig. 3)。ここで同方向へ泳ぐ場合について、光幕の前で逃げるように泳ぐ時を回避、光幕の後ろで追いかけるように泳ぐ時を追従と分類した。回避と追従の中でも、光幕が1周回転する間、光幕を通過することなく光

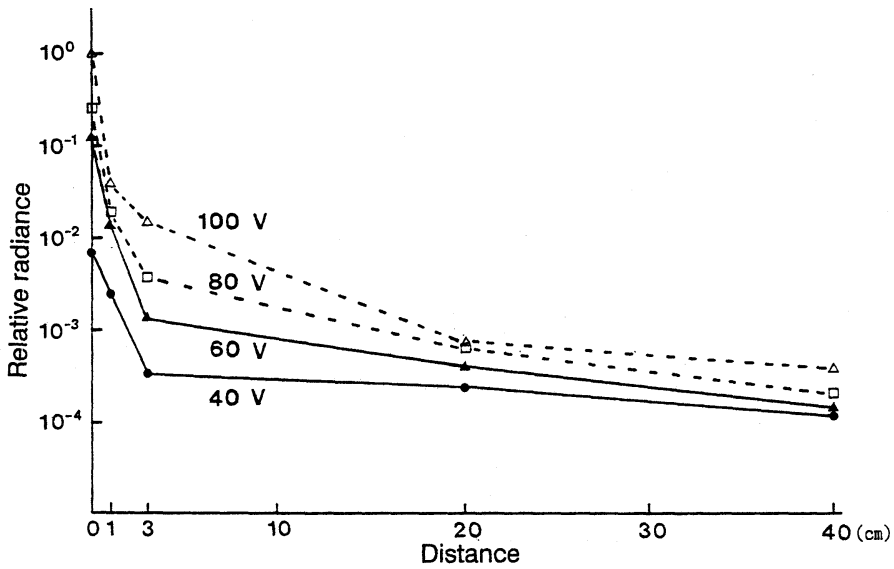


Fig. 2. Relation between relative radiance and distance from the center of light curtain, according to the input voltage of incandescent lamp (25W).

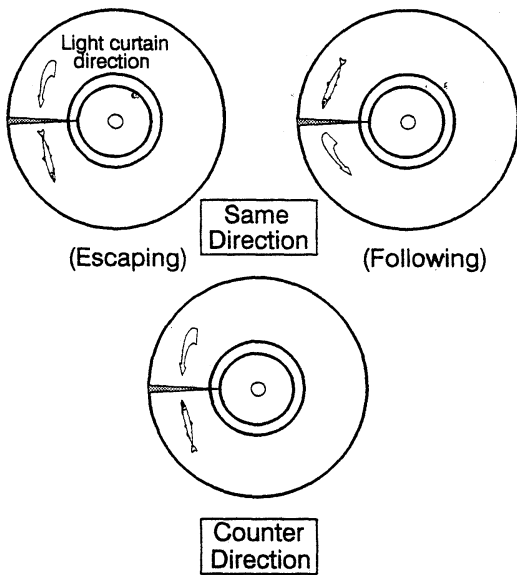


Fig. 3. Classification of behavioral patterns of fish to the rotating light curtain.

幕の前方あるいは後方の位置で続けて泳ぐ場合をそれぞれ連続回避, 連続追従とした。これに対して光幕が1回転する間に光幕を通過してしまった場合を一時回避, 一時追従とした。一方, 光幕とは逆方向に遊泳して光幕を通過する場合を逆通過とする。これらの行動分類に従ってウグイの移動光幕に対する反応を観察, 計数した。

Fig. 4は移動光幕に対するウグイの反応を全資料か

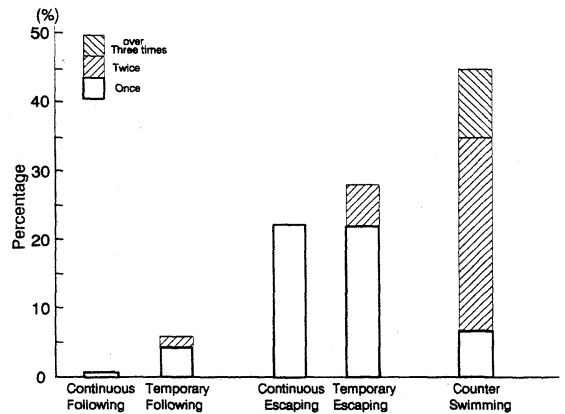


Fig. 4. Main patterns of fish reaction to the light curtain for each rotation. Left and right hatching show the behavioural succession for two and over three times, respectively.

ら行動パターン別に示した。視覚運動反応と判断された光幕への追従行動は連続追従で0.6%, 一時追従で5.6%と全体中で極めて少なかった。これに対して, 回避行動は連続回避で22.3%, 一時回避で27.9%と追従行動に比べはるかに多かった。逆通過については, 追従・回避行動と違って3回以上連続して見られる場合が多く, 他の行動とは異なる傾向であった。

このように円型水路内でウグイは移動光幕に対して回避, 追従, 逆通過の様々な行動を示した。そのうち, 比較的安定して同じ行動を示した連続回避について, 光幕の回転数と遊泳回転数との関係をFig. 5に示した。視

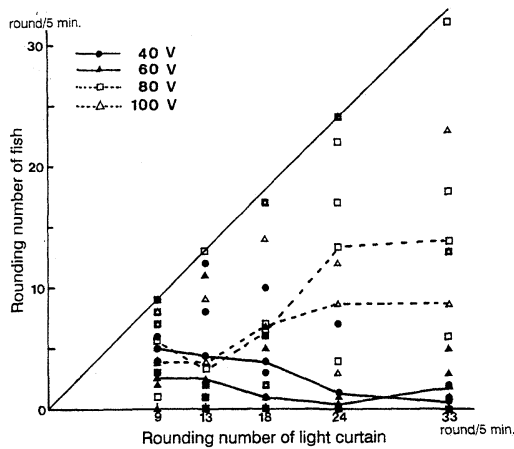


Fig. 5. Relation between the rounding number of fish and that of the light curtain, in case of continuous escaping, for 5 min. The lines represent the average trend for five trials in each lighting condition. Plots on the 45° line mean the complete escaping reaction through 5 min. observation.

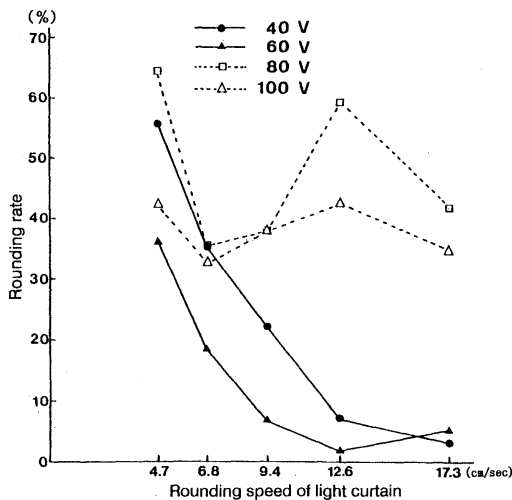


Fig. 6. Rounding rate of fish for the rounding speeds of light curtain according to the lighting voltage, for the continuous escaping and following behaviours, for 5 min.

覚運動反応による追従行動について個体により反応の異なることが知られているが (JONES, 1963; SHAW and TUCKER, 1965; INOUE, 1967), 回避行動についても同様に試行間の差が大きく, 光幕の回転数と一致して連続回避を続ける場合もあれば, 殆ど反応を示さない場合もあり, 5段階の移動速度を通じて反応に個体差が大きかつ

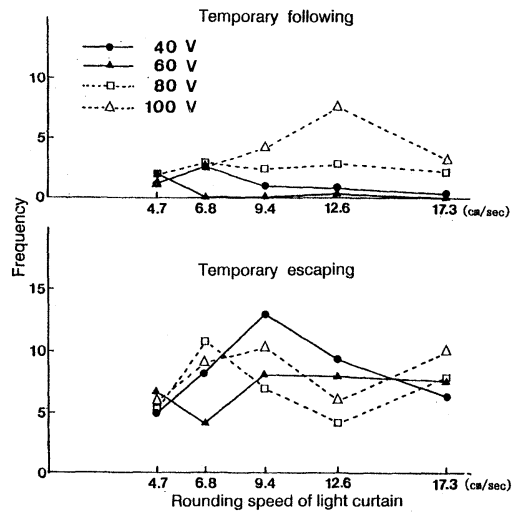


Fig. 7. The reaction of fish for the various rounding speeds of light curtain for 5 min., according to the lighting voltage, in case of the temporary following and escaping behaviour.

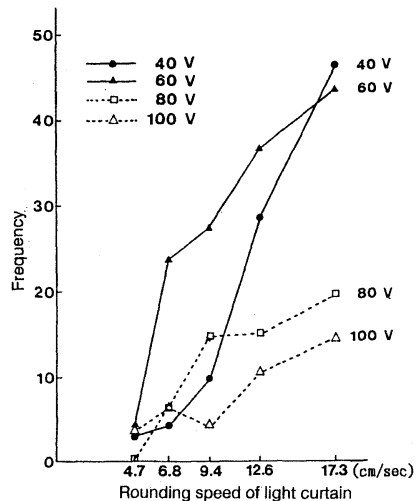


Fig. 8. The reaction of fish for the various rounding speeds of light curtain for 5 min., according to the lighting voltage, in case of the counter swimming against the light curtain.

た。光幕の明るさ別に5尾の平均値をとってみると移動速度が低い場合にはおおむね同様な結果がみられた。光幕速度を速めると, コントラストが小さい40V, 60Vの条件では回転数が減少する傾向が見られた。結果として全体的にコントラストの大きい80V, 100Vの条件で回避遊泳の回転数が増加する傾向が見られた。

ここで, 魚類の遊泳行動を一定方向に制御するという

目的に対して、光幕の移動と同方向に遊泳した連続回避・追従の遊泳回転数の平均値を光幕回転数に対する割合として求め、この同方向回転率をFig. 6に示した。コントラストが小さい条件では光幕速度の増加により同方向の回転率が減少する傾向がみられる。一方、コントラストが大きい条件では全体に回転率は高いが、速度の変化に対して一定の傾向は見られなかった。

光幕と同方向に遊泳した場合について、その行動が1周末満ちか続かない一時的な同方向遊泳もしばしばみられ、このときの一時追従、一時回避の頻度をFig. 7にまとめた。一時追従反応は全体的に少なかったが、コントラストが大きい条件でやや増加する傾向があった。また一時回避反応については光幕速度並びにコントラストに対して特に傾向はみられなかった。これに対して、逆方向への遊泳行動はFig. 8にみられるように光幕速度の増加によって多くなり、またコントラストが大きくなって少なくなる傾向がみられた。すなわちコントラストが小さい条件40V, 60Vの場合は80V, 100Vより積極的に反対方向に泳いでいることを示している。このことはFig. 6で同方向の回転率が減少したことに対応しており、光刺激の条件によって逆方向の遊泳行動が主となることを示している。

4. 考 察

視覚運動反応による追従遊泳を解発する目的で、移動光源を視覚目標として用いる場合がある。例えば、有元ら(1979a)はニジマスについて、視覚目標として水槽内に投影した光束を12.6~45.2cm/secで回転移動させて追従反応を観察し、低速条件で比較的良好な視覚運動反応の解発されることを報告している。また井上ら(1973)は水槽で光源を12cm/secの速度で移動させ、カクチイワシが光の移動に対して追従遊泳することを報告している。しかし黒木ら(1953)、高橋(1978)によれば、49~1050cm/secと高速で光を移動させた場合、嫌忌的な行動が起こることも報告されている。このように視覚運動反応を起こす上で、視覚刺激用の目標の移動速度は重要な要因となる(井上, 1975)。本実験で用いた4.7~17.3cm/secという光幕の移動速度は0.9~3.5 B.L./secに相当し、これまでの視覚運動反応に関する実験で検討された約1~4 B.L./sec(有元・他, 1979a, 1979b; 井上・近藤, 1972; 井上・笹倉, 1973; 井上, 1975; PAVLOV, 1967)の視覚目標移動速度とだいたい同じである。しかし、本実験ではどの速度条件に対してもウグイは視覚運動反応と認められる追従行動は示

さず、むしろ威嚇効果によると考えられる回避行動を示した。この原因の一つとして光照射方法の違いがあげられる。

まずスリットによる水路に照射された光幕のビーム幅の影響が考えられる。小池(1989)はマアジについて、照射光のビーム幅が狭い状態で点滅する場合に嫌忌性を示すと報告している。その他、威嚇刺激としてこれまでの実験で報告されている振り回し光束(黒木・中馬, 1953)、移動光膜(高橋, 1978)、ストロボ光(PATRICK *et al.*, 1985; SAGER and HOCUTT, 1987)などは何れも短い周期での明暗の差を用いているが、照射する時の光のビーム幅は一樣に狭かった。また、灯下におけるカタクシイワシの群れ形成について、円形水路全体を照明した場合にはよくまとまった群れを作って泳ぐが、水路の局部照明の場合、局部光野のなかに集合する傾向は少なく、むしろ水路全体に分散する傾向がみられた。そして、局部光野を移動させた場合はさらにまとまりが悪くなった(井上・笹倉, 1973)ことも報告されている。

次に光源から照射される光の方向について、BEN-YAMI(1976)とNIKONOROV(1971)は照射光の方向によっては走光性の強い魚種であっても負の反応を示すことを指摘している。すなわち、魚種によって水上灯によく集まる魚種、水中灯によく集まる魚種、あるいは両方同時に利用した場合によく集まる魚種を分類しながら、適切な光源を選択することの重要性を指摘している。ニジマスが水槽の上部の移動光束に対しては追従遊泳行動を示した(有元・他, 1979a)が、水槽の側面の見掛け上の移動光に対しては負の反応を示した(有元・他, 1979b)こともこの原因と関係があらう。

一方、視覚運動反応では視覚目標と背景とのコントラストを強めることで高い追従反応を解発できることが知られているが(SHAW, 1965; PAVLOV, 1967)、本実験に用いた光幕条件ではコントラストが強い場合に回避反応を多く示した。以上の考察から本実験で用いた移動光幕はウグイに対して威嚇光として作用し、回避遊泳行動が解発されたものと考えられ、このような狭水路において魚類の行動を制御する手段として有効であると考えられる。

5. 要 約

移動光幕に対するウグイの反応を調べるため小型の円形水路を用いて実験を行った。実験条件として光幕用電球の入力電圧を40, 60, 80, 100 Vの4段階とし、また移動速度を4.7, 6.8, 9.4, 12.6, 17.3cm/secの5段階に変

化させた。

1. ウグイはどの条件に対しても視覚運動反応と認められる追従遊泳より回避遊泳を多く示した。
2. 光幕のコントラストが強い条件で回避遊泳が多かった。
3. 光幕のコントラストが弱い条件では、光幕の移動速度の遅い場合に回避遊泳が多かった。

文 献

- ANTHONY, P. D. (1981): Visual contrast thresholds in the cod *Gadus morhua* L. *J. Fish Biol.*, **19**, 87-103.
- 有元貴文・柴 宏有・井上 実 (1979a): 魚の視覚運動反応と漁法 IV. 移動光束に対するニジマスの行動. 東水大研究報告, **66**, 23-35.
- 有元貴文・柴 宏有・井上 実 (1979b): 魚の視覚運動反応と漁法 V. 点滅光に対するニジマスの行動. 東水大研究報告, **66**, 37-46.
- BEN YAMI, M. (1976): Fishing with light. Fishing News Books Ltd., London, pp. 38-48.
- INOUE, M. (1967): Observation on the swimming speed of fish in an annular trough- I. Effect of visual screen on goldfish. *La mer*, **54**, 237-243.
- 井上 実・近藤友義 (1972): 魚の視覚運動反応と漁法 I. 視覚模様と反応. 東水大研究報告, **58**, 9-16.
- 井上 実・笹倉邦夫 (1973): カタクチイワシの灯下におけるむれ形成について. *うみ*, **11**, 45-54.
- 井上 実 (1975): 視覚運動反応と魚類の行動. *うみ*, **13**, 79-90.
- JONES, F. R. H. (1963): The reaction of fish to moving background. *J. Exp. Biol.*, **40**, 437-446.
- 小池 隆 (1989): 断続光に対するアマジの行動反応に関する研究. 三重大生物資源紀要, **2**, 23-53.
- 黒木敏郎・中馬三千雄 (1953): 漁業用嫌忌光の研究-I 振り回し光束について. *日水誌*, **18**, 26-29.
- 森永 勤・小池 隆・松生 治 (1990): ベンガル湾におけるまぐろ延縄漁具の枝縄の水中視認距離. *うみ*, **28**, 117-122.
- NIKONOROV, I.V. (1971): Methods of continuous fishing. Israel Program for Scientific Translations Ltd., pp.20-43.
- PARTRIDGE, B. L. (1982): The structure and function of fish schools. *Scientific American*, **246**, 90-99.
- PATRICK, P. H., A. E. CHRISTIE, D. R. SAGER, C.H. HOCUTT and J., Jr. STAUFFER (1985): Responses of fish to a strobe light/air-bubble barrier. *Fish. Res.*, **3**, 157-172.
- PAVLOV, D. S. (1967): The optomotor reaction of fish. *FAO Fish. Reports*, **62**, 803-808.
- SAGER, D. R. and C. H. HOCUTT (1987): Estuarine fish responses to strobe light, bubble curtains and strobe light/bubble-curtain combinations as influenced by water flow rate and flash frequencies. *Fish. Res.*, **5**, 383-399.
- SHAW, E. and A. TUCKER (1965): The optomotor reaction of schooling carangid fishes. *Anim. Behav.*, **13**, 330-336.
- 高橋 正 (1978): 移動光膜の魚類行動に及ぼす影響について. *日水誌*, **44**, 869-874.

資 料

和歌山県周参見浦の津波資料について*

中村 重久**

On historical tsunamis at Susami-ura in Wakayama Prefecture*

Shigehisa NAKAMURA**

Abstract: This work is a notice on historical tsunamis at Susami-ura in Wakayama Prefecture. There has been a little description kept in Susami-ura, even though it is located to face the northwestern Pacific. In fact, only briefings of the past tsunami hazards are found. The author studies these brief descriptions for evaluation of the present tsunami protection works on the coast.

1. 緒 言

和歌山県の枯木灘海岸の中心にすさみ町は位置している。北西太平洋に面していて、過去に巨大地震津波の来襲があったはずである。しかし、津波の資料はごくわずかしか残っていない。一般に、人々とのかわりない巨大津波は記録として残らない。また、孤立した集落がすべて津波で消滅しても記録に残らないであろう。それでは、すさみ町のうちで、記録の残されている周参見浦の資料から、何を学びとることができるだろうか。とくに、現在の津波対策との関連からみた検討を試みたい。

2. 周参見浦の資料

すさみ町のなかでも、周参見地区はその中心である。しかも、津波の被害の記録は、この周参見地区のみに残されている。この地区は、周参見川の河口（概位 135° 29.8' E, 33° 32.8' N）周辺に発達しており、古くは、周参見浦とよばれたところである（すさみ町誌, 1978）。

ここで、関連の資料を含めた年代記の概要を以下に示す。

① 948（天歴2年）：小河内天光神社創立。〔伝承である

* 平成2年9月29日受理, Received September 29, 1992

** 京都大学防災研究所附属白浜海象観測所, 和歌山県西牟婁郡白浜町堅田畑崎
Shirahama Oceanographic Observatory, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Katada-Hatasaki, Shirahama, Wakayama, 649-22 Japan

が、人々の集るところであった証拠になる〕。

②1662（寛文2年）：田辺藩瀬戸鉛山村を紀州藩周参見組に編入（南紀徳川史）。〔現在の白浜町の一部は周参見組の一部であった〕。

③1707（宝永4年）：萬福寺に一基の風化ははなばしい宝篋印塔がある（1723年10月4日建立）。宝永地震の時の溺死者134名の供養塔である。このように多くの死者が出たにもかかわらず、家屋の流失や船の破損等の被害状況やその他のことについては、記録もないし、口伝も残っていない。

④1716-1740（享保のころ）：庄屋谷三郎左衛門、津波防止策として周参見下地海岸に一大防波堤を築く（伝承）。

⑥1854（安政元年）：周参見王子神社裏山（大日山）に逃げ、避難した。

〔安政4年丁巳正月に、為後鑑として石碑が建てられた。すなわち、安政紀年十一月五日□時卒然大地震裂洪浪激然浸屋舎災害不可勝言矣然若我山村後背山獄山上一小□安大日如来村民避難於此而咸得免想當田佛力擁護象举尊信□一日村民相議日為佛恩謝□建一ヶ之碑誌其□欲以永不忘云原

⑦1946（昭和21年12月21日午前4時19分）：〔地震そのものよりも津波の被害の方が遥かに大であった。とくに、周参見の中心部の下地・堀地・本城・平松方面では未曾有の大惨状を呈した。とくに、第1波は最も大きく、一丈七尺（約8m）、下地堤防を越えること五尺（約1.5m）、死者17名、家屋

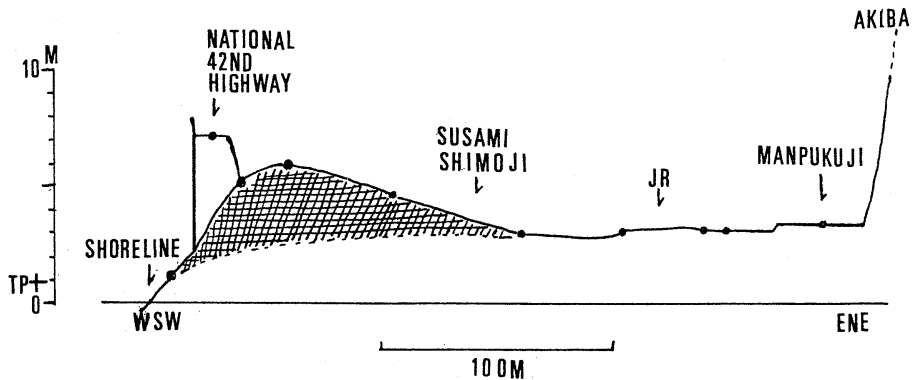


Fig. 1. A schematic cross-section of Shimoji in Susami.

- 1) The section is taken on a line from Manpukuji to the shoreline (along a line of ENE-WSW on the map in which the recent leveling result is included at the 1963 revision by Susami Country).
- 2) Akiba is a hill of 70.8m high (above T. P.).
- 3) Manpukuji has been used for a most convenient refuge.
- 4) The notation 'JR' is for the location of the rail road of the Kisei Line of JR Nishinippon Co.
- 5) Shimoji in Susami is a main block of residences.
- 6) One of the traffic is the national 42nd highway.
- 7) The area of the mound (mesh mark) is the estimated cross-section of the tsunami-barrier constructed in the first half of 1700s just after the 1707 tsunami event.

の倒壊流失136戸，床上浸水は漁船流失41隻，耕地荒廃6町，財貨流失数千万円，沿岸の被害殊に甚大にして酸鼻を極む。安全地帯は小学校・萬福寺等なり。このとき，紀伊半島南部は隆起，白浜以北の海岸は沈下した（たとえば，中村，1991）。[町誌（1978）の中の体験談の一部を要約すると次のようになる。

- ①下地の堤防の海側に建っていた家は真先に流され，夫婦2人溺死，婆さんは流木の2間丸太にしがみついたまま，堀地の方へ押し上げられ，赤堀店の座敷から床の間まで上って行ったという。
- ②堀地の方は2階に逃げ上がったが，すぐ梯子を津波に持って行かれ，外に出ることもできなかった。
- ③橋詰の住宅の人々で，畳の上へ乗ったまま流され，海岸の方と，もとの位置と300mほどの間を2度半往復し，おしまいに，そっと降りてみると，足が地面に着いて，立つことができた。
- ④津波後，海が永らく濁りかえていたし，それに，海藻が一面に流れてきているものだから，大方の死体は半月ばかりも見付からなんだ。津波に流された人々のうち，2人は1週間後に死体となって見付かった。
- ⑤地震の直後にカタカタバリバリという音がした。鉄道の踏切からみると，吾妻製材所の建物がひっ

くり返っていた。（中略）潮は3-4尺（1-1.3m）ぐらいであった。津波はいったん引いたので鉄道線路沿いに萬福寺の方へ逃げて，門に入った時，第2波が押し寄せてきた。その時，何干という丸太が，ゴトゴトガタガタと噛み合うような音をたてて，川の堰を切った様に溢れ押し寄せて来た。

- ⑥鉄道レールは（津波のあと）水圧で曲りくねっていたが，線路のおかげで助かった。
- ⑦周参見における津波の波高，4m。

3. 考 察

町誌によれば，1786年（天明6年）のききん対策としての200石常備米の記録がある。もし，1人1日の糧食を2.5合とすれば，4人1家族として1日1升が必要である。

上にみたように，1707年には134名の溺死者があった。200石常備は，周参見の集落の規模が1786年に150戸であったとして，約120日（約4ヶ月）分の糧食に相当する。1992年8月末現在の人口動態調査（すさみ町実施）によれば，周参見地区では163戸である。このように戸数や人口動態をみる場合，すさみ町の各地あのように限られた生産能力をもった地域で自給自足の生活を維持するために，過去において，海外への移民が重要な役割を果た

てきたものと考えなくてはならないだろう。

ところで、すさみ町の資料の中に、伝承として、1716-1740年(享保のころ)周参見下地海岸に大防波堤を庄屋谷三郎左衛門が築いたとされている。これは1707年津波の経験に基づく長期的津波防災対策と言える。

周参見に保管されている地図にもとづいて、地名とその位置を、現在の地図と対応させてみると、伝承の大防波堤がどのようなものであったか推定できるものと考えられる。

津波時の避難場所としての萬福寺から海岸線までの鉛直断面を現在の地図からもとめるとFig.1のようになる。萬福寺(TP+3.4m)の裏山は秋葉山(頂上:TP+70.8m)である。かつての周参見の集落の中心は下地にあったものと推察される。現在のJR紀勢本線は当初は下地のはずれを通っていたが、最近約100年間に、人口の増加や社会の変化によって、集落の規模は大きくなり、堀地・本城へと土地利用も拡大して行った。現在では、交通路の整備も進展して、国道42号線は、下地の西方にあり(Fig.1)、わづかな海浜が残されている。

ここで、明治以降の地形変化の要因としてJRと国道42号線とがある。そのうちのJRは、それ以前の地形に大きな変化を与えていないようである。国道のない頃の地形がわかれば、伝承の大津波防波堤の形状もわかる。すさみ町の測量結果にもとづいて、国道のない頃の地形をFig.1のように推定した。図中の曲線(実線)は自然地形としては周辺の地形や土壌とからみて不自然である。一般的な考え方にたつならば、秋葉山から萬福寺・下地を経て、地形は点線のようなものとみるべきであろう。このように考えてくるとFig.1の網目の部分が、伝承の大津波防波堤として人工的に造成されたものと考えられる。これを防波堤としてみると、この防波堤は土盛方式

で海浜沿いに約300mの長さであり、Fig.1の断面の幅1mに対して270m³の土砂を投入していることになる。全長にわたって同一断面とすると約81000m³の土砂の投入を考えなくてはならない。すなわち、1700年代前半に、周参見では、高さ約6m(TP上)の防波堤を築造したという伝承は、正しいと受けとめる必要がある。

ちなみに、81000m³を、1716-1740年の25年間に投入したとして、毎年平均324m³を築堤のために人力で運んだことになる。当時の農閑期で漁業も難かしい冬期を中心に築堤の作業はすすめられたものであろう。

ところで、1854年津波や1946年津波での被害は記録として残されている。それでも、1854年津波では‘村民は裏山へ避難できた’と記されていることから判断して、享保の防波堤は津波から逃れるだけの時間をつくるのに効果があったと評価できよう。ただし、1946年津波のように、下地堤防を越える時には、被害は甚大なものとなることは避けられない。なお、すさみ町では、現在までのところ、1944年津波および1960年チリ津波については何の情報も得ていない。

最後に、本文をとりまとめるにあたり、建設省・和歌山県・すさみ町の関係各位には、資料収集および資料利用に際して、いろいろと御配慮いただいた、ここに記して、心から感謝の意を表す。

参考文献

- 中村重久(1991):南日本の基本水準面変化からみた古代・中世の津波資料の評価, *La mer*, **29**, 108-112.
 すさみ町誌編さん委員会(1978):すさみ町誌一上, ぎょうせい, 東京, 1036pp.
 すさみ町誌編さん委員会(1978):すさみ町誌一下, ぎょうせい, 東京, 851pp.

学 会 記 事

1. 1992年11月20日(金) 東京水産大学において平成5年度学会賞受賞者候補推薦委員会(第一回)が開かれ、委員長に石野 誠氏を選出し、推薦の方法及び次回の日程を決めた。

2. 1992年12月14日(月) 日仏会館において日仏関連学会連絡協議会が開催され、本学会からは、高木副会長、佐伯・須藤幹事の3名が出席した。議事の概要は下記の通り。

1) 会館活動報告(秋山)

- ① 日仏会館会員数 1502(1992年12月現在)
- ② 関連学会総数 24
- ③ 講演会総数 35
- ④ 文化講座
- ⑤ 日仏学者交換
- ⑥ 日仏共同研究
- ⑦ 第9回渋沢・クローデル賞
- ⑧ 第7回日仏学術シンポジウムの延期について
1991年フランスで開催された第6回日仏学術シンポジウムに続き、次回は日本で1994年に第7回が予定されていたが、これはちょうど会館の移転時期と重なるため、1年間延期し、新館の完成を待って1995年にシンポジウムを開催したいと考えている。

2) 日仏会館新館建築計画についての報告(山口:日仏会館建設実行委員会委員長)

昨年度の関連学会連絡協議会での報告では、会館運営の財源確保のため一部をテナント・ビルとし、専門会社にその運営を委託する予定であることをお知らせした。

しかし、昨今のレンタル市場の悪化のため、管理・運営を委嘱していた三井不動産より次々と見積の変更が提出され、8月に入ってついにレンタル計画の延期が提案された。これを受けて、建設実行委員会において数回討論を重ねた結果、計画中止もやむを得ないとの結論に達した。さらに、9月に開催された建設委員会において、正式にレンタル事業中止の決定がなされた。

なお、テナント・ビルの中止により、建設全体の規模は縮小されるが、本来の会館棟、特に学会活動

に関する部分には、従来の計画通り変更はないので安心していただきたい。

3) フランス事務所からの報告(アンサール フランス学長)

去る11月1日付けでフランス学長に任命された。大変光栄に存すると同時に大きな責任を感じている。伝統のある日仏会館の活動に全力を尽くしたい。

会館建物の移転という歴史的な境目にある現在、会館の使命について考えてみたい。

フランス側としては、日本社会に関する理解が今まで以上に必要とされているので(P.クローデルの時代ではまださほどではなかった)、日本研究の方向に仕事を進めて行きたいと考えている。一方、日本側はフランス人学者の研究を知る必要性があるものと思われる。この両者の活動を同時にどううまく行って行くかが大切になる。

そこでフランス側として日本研究をどう進めていくかについて述べる。

まず研究の焦点を絞り、社会科学・人文科学の分野で体系的かつ総合的な研究を行う。そのスタッフは、会館研究員5名と会館付留学生5名を中心に、フランス人学者のネットワークを作り研究チームとする。そしてその研究成果を雑誌として、年3・4回出して行きたい。

それと同時に、日本研究の分野を細分化し、それぞれの分野についての研究者・研究所をリストアップした「日本年鑑」の発行も考えている。

こうした活動は、学長独自に行うものではなく、仏外務省あるいは日本側と協調した形でやって行けることが望ましい。

なお、研究分野を限定するといったが、学者招聘に関してはこの限りではないことを付け加えておきたい。

4) 学会活動報告

5) 新館建築計画に関する質疑応答

各学会代表者より、①現在のフォワイエに当たる部屋、②学会事務室、③詳しい設計の公表時期についての質問があり、山口建設実行委員長より以下の回答があった。

① 学会が使用できるフォワイエ的な部屋は用意してある。ただ、財政的事情から最悪の場合は実費(電気代等)を頂くことになるかもしれない。さらに、夜間利用を含めた管理については、現在より一層合理的な方法を検討して行きたい。

② 学会事務室として共同のスペースを準備してある。希望等はまた改めて伺うことになる。

③ 今は基本設計が終わり実施設計に入った段階で、これからまだ変更もありうるので、はっきりとした新館計画をお知らせすることは、まだできない。

3. 1992年12月21日(月) 東京水産大学において学会賞受賞者候補推薦委員会(第二回)が開かれ、研究業績についての審議の結果、岸野元彰氏(理化学研究所)が最適者との結論に達し、この結論を会長に報告することとした。

4. 1993年1月19日(火) 東京水産大学において平成4年度第2回幹事会が開かれた。主要な議事は下記の通り。

1) 日仏関連学会連絡協議会(1992.12.14)の報告(上記参照)。

2) 仏日海洋学会総会が1993年1月22日に開催される。

3) 学会誌(La mer)の編集及び刊行計画について

① 通常号の刊行を優先させ、特集号(JECSS VIプロシーディングス)は30巻4号とする。なお、この特集号は200頁以上となるみこみで、企画者側からは印刷費のうち50万円を負担するほか、200部を買い上げるという申し出があった。内容や性格を考慮して、この特集号には受賞記念講演等学会活動に関連する記事の掲載はなるべく取りやめ、また、無料別刷りも作成しないこととする。

② 会則、会員名簿等は遅れの回復とあわせ、なるべく早く掲載するようにする。名簿は氏名、勤務先のローマ字を入れることを検討する。また、各巻最終号には役員名簿のほか、校閲者名を記載して謝意を表すようにする。

③ 期限のある募集や行事予定など会員への連絡事項は、遅れが回復するまでは、学会誌へのはさみ込み等により機能させる。

4) 平成5年度事業計画について

① 関幹事から、大学の一般教養課程の縮小とこれに伴う講義科目のテーマ化により、教養レベルの海洋学の教科書の需要が見込まれるようになったの

で、学会としても前向きに取り組むのがよいのではないかとの提案があり、具体的に検討することを確認した。

② 学会研究発表会、総会の期日は5月31日(月)を第1候補として予定する。

5. 新入会員

(正会員)

氏名	住所	紹介者
伊藤 希	〒305茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学生物科学系	関文威
大越 健嗣	〒986宮城県石巻市南境新水戸1 石巻専修大学理工学部	佐々木洋
荒川 久幸	〒108東京都港区港南4-5-7 東京水産大学海洋生産学科	松生 治
市川 香	〒816福岡県大野城市白木原1-2-9 大象閣201号	今脇資郎
野村 英明	〒108東京都港区港南4-5-7 東京水産大学資源育成学科	村野正昭
能登谷正浩	〒108東京都港区港南4-5-7 東京水産大学資源育成学科	有賀祐勝

6. 住所変更

小池 隆	〒514津市上浜町1515 三重大学生物資源学部
長谷川英一	〒514津市上浜町1515 三重大学生物資源学部
松本 宗治	〒111台東区柳橋1-13-4芙蓉海洋開発
南雲昭三郎	〒152目黒区中根1-17-23
齊藤 誠一	〒041函館市港町3-1-1 北海道大学水産学部

7. 退会

(正会員)

岩井 保, 竹田正彦, 吉田陽一, 早乙女雄二郎, 井上 清, 佐野徳夫, 石井丈夫

(賛助会員)

日立造船技術研究所, 三信船舶電具

8. 逝去

依 悟, 黒木敏郎

9. 受贈図書

青島海洋大学学报, 22(3-4)

Physics and Shallow Sea Novitates, No. 3039-3050

海洋与湖沼, 23(1-4)

Chinese Science Bulletin, 37 (17-24)
 J. Oceanogr. Soc. Korea
 Aquatic Living Resources, 5 (3)
 東海大学海洋学部30年史
 海洋産業研究資料, 23(4,5,6), 24(3)
 海洋産業研究ニュース, 23 (6,7)
 南大洋における海洋プレート形成域(リフト系)の
 解明に関する研究
 勇魚, No. 7
 広島日仏協会報, No. 119
 Marine Science and Fisheries, No. 12
 NTT R & D, 41(12), 41(1,2)
 航海, No. 114
 なつしま, No. 122
 湖沼実習施設年報, 1991年度
 養殖研究所ニュース, No. 24
 海洋調査要報, 2(4)
 神奈川県立博物館研究報告, No. 22

第4回ロブスター国際ワークショップ
 組織委員会事務局
 TEL : 092-44-2121
 FAX : 092-44-2125

日本学術会議シンポジウム

「海の生態系と生物資源—環境との調和をめざして—」
 表記のシンポジウムが日本学術会議と、日仏海洋学会
 等の共催により開催されます。

日 時 : 平成5年8月27日(金) 午後1時~5時
 場 所 : 日本学術会議講堂 東京都港区六本木7-22-34
 電話03-3403-6291

プログラム

開会の挨拶13 : 00
 平野礼次郎(会員 北里大・水産)
 座長 有賀祐勝(東京水産大)
 海の生態系とはなにか13 : 10
 谷口 旭(東北大・農)
 海の環境と生物資源の変動..... 13 : 45
 杉本隆成(東大・海洋研)
 環境収容力—サケを例として ...14 : 20
 井田 斉(北里大・水産)

(休息)

座長 隆島史夫(東京水産大)
 マグロは絶滅するか15 : 10
 鈴木治郎(遠洋水研)
 サメは保護されるべきか15 : 45
 谷内 透(東大・農)
 マイワシに替わる魚種16 : 20
 渡辺良朗(中央水研)
 閉会の挨拶16 : 55
 有賀祐勝(会員 東京水産大)

シンポジウム開催の趣旨

近年、海の生物資源の利用とその管理について、生態系
 の保全や維持という観点から論ぜられるようになって
 います。従来の単一種の資源評価や管理ではなく、特定
 の生物の利用が生態系全体に与える影響を考慮する必要
 があるという考えに基づいています。しかし、はたして
 海の生態系について一般にどれだけ理解されているか甚
 だ疑問です。また、視座によって生態系に対する考えが
 異なる場合もあります。今回は、海の生態系に関わる基

10. お知らせ

第4回「イセエビの生物学と資源管理に関する国際ワー
 クショップ」

表記の国際ワークショップが日仏海洋学会共催のもとで
 下記のように開催されます。

主 催 : ロブスターに関する国際ワークショップ組織
 委員会

会 期 : 平成5年7月25日(日)~7月31日(土)

会 場 : 北里大学水産学部 Marine Hall

セッション 総述者

1. 初期生活史 J. Booth (ニュージーランド)
 B. Phillips (オーストラリア)
2. 沿岸回帰機構 S. Cobb (米国)
3. 生理学 L. Quakenbush (米国)
4. 生化学 金沢昭夫 (日本)
5. 水産養殖 橋高二郎 (日本)
6. 資源培養 J. Addison (米国)
 R. Bannister (英国)
7. 漁業管理 P. Breen (ニュージーランド)

使用言語 : 英語

参加申込期限 : 平成5年4月20日

問い合わせ先 : 〒022-02 岩手県気仙沼郡三陸町越
 喜来 北里大学水産学部

本的な概念や問題点を検討し、併せて種の多様性維持や環境保護という視点も織り込んで、現在注目されているいくつかの生物資源について考えてみることにし、本シンポジウムが企画されました。多数のご来聴を期待しています。

共催団体（予定）

日本水産学会、漁業経済学会、水産海洋学会、日仏海洋学会、日本魚類学会、日本プランクトン学会、日本海洋学会、日本魚病学会、日本増殖学会、日本水産工業学会

日仏海洋学会役員・評議員

(1992—1993年度)

顧問：

ユーベル・プロシェ ジャン・デルサルト ジャック・ローベル アレクシス・ドランデール ベルナル・フランク ミシェル・ルサージュ ローベル・ゲルムール ジャック・マゴール 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

名誉会長：オリビエ・アンサール

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) 松生 治 森永 勤

(研究) 関 文威 小池勳夫

(編集) 山口征矢 渡邊精一

監事：久保田穰 辻田時美

編集委員長：村野正昭

評議員：

青山恒雄 有賀祐勝 有元貴文 石井丈夫
石野 誠 石丸 隆 今脇資郎 宇野 寛
大塚一志 岡市友利 梶浦欣二郎 金成誠一
鎌谷明善 国司秀明 黒田一紀 小池勳夫
佐伯和昭 坂本市太郎 坂本 亘 杉森康宏
須藤英雄 関 文威 関根義彦 平 啓介
高木和徳 隆島史夫 高野健三 高橋正征
竹松 伸 谷口 旭 辻田時美 寺崎 誠
寺本俊彦 鳥羽良明 永田 豊 奈須敬二
西沢 敏 畑 幸彦 平野敏行 堀越増興
前田明夫 松生 治 松村臯月 松山優治
丸茂隆三 村野正昭 森永 勤 柳 哲雄
山口征矢 和田 明 渡邊精一

平成5年度学会賞受賞候補者推薦委員会委員

青木三郎 阿部友三郎 石野 誠 今脇資郎
落合正宏 鎌谷明善 小池勳夫 高野健三
竹松 伸 谷口 旭 中村重久 松生 治
村野正昭 柳 哲雄 山口征矢

日本学術会議だより

No.27

秋の総会開催される

平成4年11月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議は去る10月21日から23日まで、第115回総会を開催しました。今回の日本学術会議だよりでは、同総会の議事内容及び総会中に発表した会長談話等についてお知らせします。

日本学術会議 第115回総会報告について

日本学術会議第115回総会(第15期・第4回)は、10月21日～23日の3日間開催されました。

総会の初日は、会長からの前回総会以降の経過報告に続いて、運営審議会附置委員会、部会、常置委員会、国際対応委員会、特別委員会の各委員長、部長からの報告がありました。また、本年9月27日から10月11日までの間、二国間学術交流委員会の代表団がアメリカ合衆国を訪問し、アメリカ合衆国の学術の現状を視察するとともに、大統領補佐官を始めとする連邦政府機関の関係者、国立科学財団の関係者、その他関係機関の関係者との意見交換を行い、多大なる成果が得られたとの訪米報告が行われました。午後からは各部会が開催され、国際対応委員会や研究連絡委員会の在り方等について審議が行われました。

なお、二国間学術交流の成果等に関する「平成4年度日米学術交流について」の会長談話を21日付けで発表しました。

総会2日目は、学術分野における国際貢献に関しての自由討議が行われ、国際貢献の意義、方針等について活発な討議が行われました。本件については、日本学術会議第15期活動計画の中に重点目標として掲げられており、また、昨年秋の第113回総会において内閣官房長官から、学術研究の分野で我が国がどのような国際的貢献をなすべきかについて全学問領域から総合的に検討し、意見を出すよう求められ、以来、日本学術会議としては重要案件として審議してきたものです。

午後からは、米スペースシャトル「エンデバー」で微小重力実験に取り組んだ毛利衛さん、向井千秋さん、土井隆雄さんの三宇宙飛行士を招き、実験成果等の報告をいただいたとともに会員との意見交換が行われました。

なお、「学術分野における国際貢献について」の会長談話を22日付けで発表しました。

総会3日目は、文化としての学術特別委員会を始めとする各特別委員会、各常置委員会が開催されました。

平成4年度日米学術交流について(会長談話)

平成4年10月21日

1 本年度の日本学術会議の二国間学術交流事業として、9月27日から10月11日までの2週間にわたり、私を団長とし、各部所属の会員7名、その他事務局2名、計10名で構成する代表団がアメリカ合衆国を訪問した。

2 今回の日米学術交流は、21世紀に向けて我が国の学術の発展向上を図るためには、日米両国の緊密な連携協力が不可欠であることから、アメリカ合衆国の学術研究の現状と動向について調査するとともに、関係機関の責任者等と忌憚ない意見交換を行うためであった。なお、この機会に、いわゆるビッグ・サイエンスの象徴ともいべきSSC、NASA、NIH等の現地視察を行った。

3 連邦議会の会期末で1993年度予算案の調整等のため極めて多忙な時期であったにもかかわらず、いずれの機関においても、トップ又はそれに準ずる責任者が自ら出席するなど、代表団は温かく誠意あふれた応接を受け、関係者の日本の学術への期待が極めて大きいことが印象的であった。代表団の感想として特記すべき点をいくつか挙げれば、次のとおりである。

(1) アメリカ合衆国の学術政策の基盤は、確固たるものがあり、これに割り当てられる国家予算のスケールも大きい。これは、学術に対する同国の期待の大きさを表すものである。例えば、1863年にリンカーン大統領のイニシアティブで設立された科学アカデミーは、政府からの独立を前提とし、政府、議会の諮問に応えるなど、政府、議会との緊密な連携の下に、国民並びに人類の福祉の向上に寄与しているが、その後設立された工学アカデミー、医学会とともに、総額約250億円余に上る予算を毎年政府から受け取っている。これは、日本学術会議の使命と今後の発展を考える上で参考となるものである。

(2) 学術の国際協力については、日米両国は、経済力、先端科学技術の水準から見ても、世界の中で指導的役割を果たすべき立場にあり、両国の学術交流を中心として新しい時代の知識と技術を創造し、人類の発展に寄与していく必要がある、との認識がアメリカ合衆国の関係者にあり、我が国としても、このことを考慮すべきである。

(3) 日本政府が本年4月に決定した科学技術政策大綱における国家予算の増倍計画については、アメリカ合衆国の関係者は、大きな期待と好意をもつて注目している。

(4) S S C、宇宙開発などのビッグ・サイエンスについては、それぞれの計画が学術における開拓者精神とでもよぶべき情熱をもって推進されていることを、認められた。特に、3名の日本人宇宙飛行士達との懇談は感動的ともいふべき印象を残した。

また、S S C計画への資金面での参画問題については、我が国の学術研究の基盤自体が不十分であり、これの充実強化が優先的課題であること、欧州やアジア諸国等との協力をどう考えるか、S S C計画自体への国民の理解をどう促進するか、など今後早急に検討しなければならない課題があること、などの当方の説明に対して、これを傾聴する姿勢が見られた。

4 今回の日米学術交流の間に形成された代表団の一致した認識は、冷戦終焉後の新しい世界秩序形成過程における諸課題の一つとして、学術のあらゆる領域にわたっての国際協力が今後ますます重要性を持つということであった。そのことは、今回の代表団へのアメリカ合衆国側の対応からも十分窺われるところであった。

5 代表団としては、今回の訪米の結果について、総会、運営審議会、その他の関連の委員会等において会員に報告するとともに、政府関係者に対しても、必要に応じて報告を行う予定である。その上で、日本学術会議会員はもとより、政府並びに国民の間で、我が国の学術に関する国際協力・貢献の在り方について十分な論議が行われるよう強く期待するものである。

6 終わりに、今回の代表団の訪米に当たり、格別の御協力をいただいたアメリカ合衆国側関係者及び在アメリカ合衆国日本大使館の関係者に対し、ここに深い感謝の念を表すものである。

学術分野における国際貢献について(会長談話)

平成4年10月22日

現在、我が国の国際的な貢献が強く求められており、各方面でその方策が討議されているところである。日本学術会議としては、平成3年10月の第113回総会において、時の坂本三十次内閣官房長官から、学術研究の分野で我が国がどのような国際的貢献をなすべきかについて全学問領域から総合的に検討するよう求められ、以来、特別委員会を設けて検討するとともに、今回の第115回総会においても、会員全員による討議を行った。

今回の総会での討議を踏まえ、私としては、次の点を強調したい。

1 本来学術の国際貢献とは、日本における学術研究の成果を広く世界に伝達・発信し、学術の進歩に貢献することである。

2 海外から研究者が進んで来日し、優れた研究成果を挙げられるような高水準の研究施設を整備するとともに、外国人が日本の文化・学術を吸収する能力を高められるような諸条件を整備・充実する必要がある。

3 上記2を実現するためには、省庁の枠を超え、官民の総力を結集して、必要な資金の確保、人材の養成等についての基本方策を策定し、推進する新しいシステム(例えば学術協力機構)が必要である。

上記の趣旨を踏まえ、本会議としては、具体的な貢献策について提案すべく、全力を挙げて検討し、速やかに結論に達したいと考えている。

日本学術会議主催公開講演会

本会議では、毎年公開講演会を開催しています。この講演会は会員が講師となり、一つのテーマを学際的に展開しています。平成4年度最後の公開講演会が決まりましたので、お知らせします。多数の方々の御来場をお願いします。入場は無料です。

公開講演会「科学技術を通じての国際貢献」

日時 平成5年2月22日(月) 13:30~16:30

会場 日本学術会議講堂

演題・演者

「日本の科学技術」 西澤潤一 第5部会員
(東北大学学長)

「社会科学と自然科学との学際研究を通じての国際貢献」
松田武彦 第1部会員
(産能大学学長)

「日本の貴重な体験の伝授」 猪瀬博 第5部会員
(学術情報センター所長)

「21世紀の科学技術」 近藤次郎
日本学術会議会長

(申込み先) はがきに、住所・氏名・郵便番号を明記し、2月15日までに下記宛てお申し込みください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議事務局「公開講演会係」

☎ 03-3403-6291 内線 227,228

御意見・お問い合わせ等がありましたら、下記までお寄せください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(3403)6291

日 仏 海 洋 学 会 会 則

昭和 35 年 4 月 7 日 制定

昭和 60 年 4 月 27 日 改正

平成 4 年 6 月 1 日 改正

- 第 1 条 本会は日仏海洋学会と称する。
- 第 2 条 本会の目的は日仏海洋および水産学者の連絡を密にし、両国のこの分野の科学の協力を促進するものとする。
- 第 3 条 上記の目的を実現するため本会は次の事業を行なう。
- (1) 講演会の開催
 - (2) 両国の海洋学および水産学に関する著書、論文等の相互の翻訳、出版および普及
 - (3) 両国の海洋、水産機器の技術の導入および普及
 - (4) 日仏海洋、水産学者共同の研究およびその成果の論文、映画などによる発表
 - (5) 両国間の学者の交流促進
 - (6) 日仏海洋、水産学者の相互の親睦のために集会を開くこと
 - (7) 会報の発行および出版
 - (8) その他本会の目的を達するために必要な事業
- 第 4 条 本会には、海洋、水産学の分野に応じて分科会を設けることができる。
分科会は評議員会の決議によって作るものとする。
- 第 5 条 本会の事務所は日仏会館（〒101 東京都千代田区神田駿河台 2 丁目 3 番地）に置く。
- 第 6 条 本会に地方支部を置くことができる。
- 第 7 条 本会会員は本会の目的に賛成し、所定の会費を納めるものとする。
会員は正会員、学生会員および賛助会員とする。
- 第 8 条 正会員会費は年額 6,000 円、学生会員会費は年額 4,000 円、賛助会員会費は一年額 10,000 円とする。
- 第 9 条 本会は評議員会によって運営される。
- 評議員の定数は 50 名とし、正会員の投票によって選出される。選挙事務は別に定める選出規定による。
会長は評議員会の同意を得て 5 名までの評議員を追加することができる。
評議員の任期は 2 年とする。ただし、重任を妨げない。
- 第 10 条 評議員はその内より次の役員を選ぶ。ただし、幹事は評議員以外からも選ぶことができる。
会長 1 名、副会長 2 名、幹事 10 名、
監事 2 名
役員は任期は 2 年とする。ただし、重任を妨げない。
役員を選出方法は別に定める選出規定による。
- 第 11 条 本会に名誉会長、顧問および名誉会員を置くことができる。名誉会長、顧問および名誉会員は評議員会の決議により会長これを委嘱または推薦する。
日仏会館フランス人学長を本会の名誉会長に推薦する。
- 第 12 条 会長は本会を代表し、総会および評議員会の議長となる。会長事故あるときは副会長がこれに代わる。
会長、副会長および幹事は幹事会を構成し、本会の庶務、会計、編集、研究発表、渉外などの会務を行なう。
監事は本会の会計を監督する。
- 第 13 条 年に 1 回総会を開く。総会では評議員会の報告を聞き、会の重要問題を審議する。会員は委任状または通信によって決議に参加することができる。
会長は必要に応じて評議員会の決議を経て臨時総会を招集することができる。
- 第 14 条 本会則の変更は総会の決議による。

日仏海洋学会評議員・役員選出規定

1. 本規定は日仏海洋学会会則第9条および第10条に基づき本会の評議員および役員の選出方法について規定するものである。
2. 評議員は正会員の50名連記無記名投票により選出する。
評議員の選挙事務は庶務幹事が行なう。ただし、開票にあたっては本会役員以外の会員2名に立会人を委嘱するものとする。
3. 会長は評議員の単記無記名投票により選出する。
会長選挙の事務は庶務幹事が行なう。ただし、開票にあたっては本会役員以外の会員2名に立会人を委嘱するものとする。
4. 副会長、幹事、および監事は、会長の推薦に基づき評議員会で決定する。
5. 本規定の改正は評議員会の議を経て行なう。

日 仏 海 洋 学 会 賞 規 定

1. 日仏海洋学会賞（以下「学会賞」という）を本学会に設ける。学会賞は本学会員で、原則として本学会誌に発表した論文の中で、海洋学および水産学において顕著な学術業績を挙げた者の中から、以下に述べる選考を経て選ばれた者に授ける。
2. 学会賞受賞候補者を選考するため学会賞受賞候補者推薦委員会（以下「委員会」という）を設ける。
3. 委員会の委員は13名とする。
委員は毎年春の評議員会で選出し、委員長は委員の互選により定める。
会長は委員会が必要と認めた場合、評議員会の同意を得て2名まで委員を追加委嘱することができる。
4. 委員会は受賞候補1件を選び、12月末までに選定理由をつけて会長に報告する。
5. 会長は委員会が推薦した候補者につき無記名投票の形式により評議員会にはかる。投票数は評議員総数の3分の2以上を必要とし、有効投票のうち4分の3以上の賛成がある場合、これを受賞者として決定する。
6. 授賞式は翌年春の学会総会において行ない、賞状、メダルおよび賞金を贈呈する。賞金は5万円とする。
7. 本規定の改正は評議員会の議を経て行なう。

覚 書

1. 委員は各専門分野から選出されるよう十分配慮すること。
2. 受賞者は原則として順次各専門分野にわたるよう十分配慮すること。

賛 助 会 員

旭化成工業株式会社	東京都千代田区有楽町 1-1-2 三井ビル
株式会社 旭 潜 研	東京都北区栄町 9-2
阿 部 嘉 方	東京都練馬区春日町 2-15-6
株式会社 内田老鶴圃 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
(財)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
三信船舶電具株式会社	東京都千代田区神田 1-16-8
株式会社 自然・情報環境研究所	横浜市栄区桂町 1-1, 3-401
昭和電装株式会社	高松市寺井町 1079
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 鶴 見 精 機	横浜市鶴見区鶴見中央 2-2-20
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 東急フーズミート	東京都品川区東品川 4-10-21
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
株式会社 日立造船技術研究所 バイオ研究センター	大阪市此花区桜島1-3-22
宮 本 悟	東京都中央区かきどき 3-3-5 かちどきビル 隣本地郷
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

応援します。
 良い海苔づくり—

生海苔活性調整機

RS-2型

海苔の等級が数段あがる

※生海苔を活性化し、海苔
 製品の表面をなめらかに
 光沢よく仕上げます。



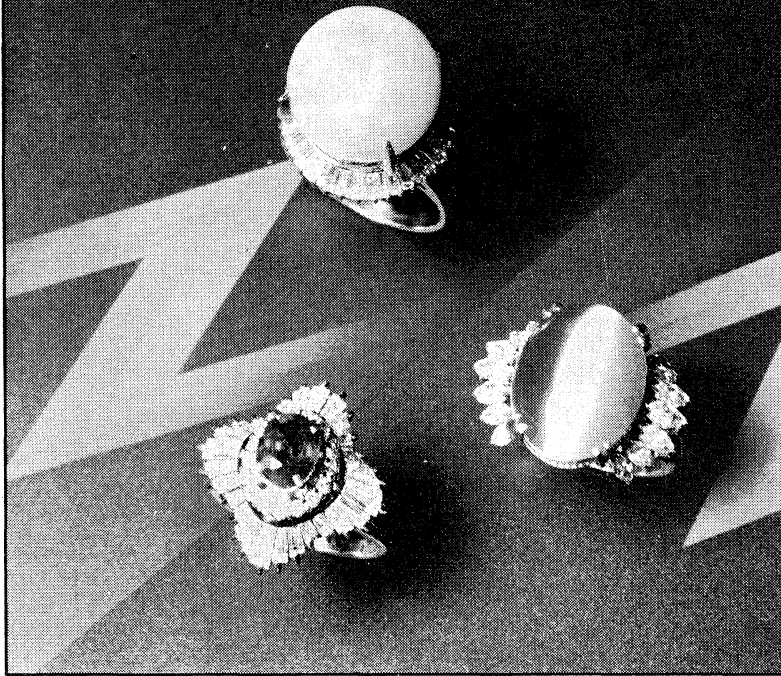
	RS-1型	RS-2型
高 さ	770mm	1,400mm
幅	980mm	650mm
深 さ	650mm	700mm
重 量	65kg	100kg
	40W 1台	40W 2台
モーター	100W 1台	60W 1台
		100W 1台
		150W 1台



渡辺機開工業株式会社

愛知県渥美郡田原町神戸大坪230
 電話 05312(2)1121(代表)

Pearl & Jewelry



輝へんくわのたからばな。

宝石の名門



東京・銀座

東京都中央区銀座6-7-2

電話572-5011(代表)

JEWELER **miwa**

No.7-2, 6-CHOME, GINZA,
TOKYO Phone(03)572-5011

営業案内

- 科学魚探SIMRAD
- 理研式GEK
- 曳航式水温計

D. B. T.
C/S T D
水中照度計
水中濁度計
溶存酸素測定器
サリノメーター

水中テレビジョン
自記流向流速計
比重計, 水色計, 標準海水
ア ク ア ラ ン グ
プランクトンネット類
採 水 器 類

採 泥 器 類
電 気 流 速 計
舶用機器模型及標本類
標 識 票 類

株式会社 **本 地 郷**

東京都中央区勝どき3丁目3番5号 かちどきビル内 〒104 TEL 533-7771(代)
TELEFAX 533-4094

代表取締役 宮 本 悟 取締役 大 塚 昌 治

日仏海洋学会入会申込書

(正会員)

	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： 〒101 東京都千代田区神田駿河台 2-3

(財)日仏会館内

日 仏 海 洋 学 会

郵便振替番号： 東京 5-96503

Tome 31 N° 1

SOMMAIRE

Notes originales

- Supra 36 water in the Pacific OceanTakashi ICHIYE and Ping CHANG 1
- Underwater visibilities in different optical type
water mass of the oceansTsutomu MORINAGA, Akihiko IMAZEKI,
Hisayuki ARAKAWA and Takashi KOIKE 11
- Variability in the flux of rapidly sinking particles
at the Chirikov Basin of the northern Bering Sea in
summer 1988Hiroshi SASAKI, Hiroshi HATTORI,
Osamu MATSUDA, Atsushi TANIMURA and Mitsuo FUKUCHI 19
- Reaction of dace, *Tribolodon hakonensis*, toward
the movement of light curtain (in Japanese)
.....Young-il AN and Takafumi ARIMOTO 31

Faits divers

- On historical tsunamis at Susami-ura in Wakayama
Prefecture (in Japanese)Shigehisa NAKAMURA 37

- Procès-verbaux 41

第 31 卷 第 1 号

目 次

原 著

- 太平洋の 36 psu 以上の高塩分水 (英文)市 栄 誉・張 平 1
- 大洋の光学的水塊分類における水中視認距離 (英文).....森永 勤・
今関昭博・荒川久幸・小池 隆 11
- 1988年夏季の北部ベーリング海・キリコフ海盆域における
急速沈降粒子フラックスの変動 (英文)佐々木 洋・服部 寛・
松田 治・谷村 篤・福地光男 19
- 移動光幕に対するウグイの反応安 永一・有元貴文 31

資 料

- 和歌山県周参見浦の津波史料について中村重久 37
- 学会記事41

日 仏 海 洋 学 会 編 集 委 員 会 (1992-1993)

委員 長: 村野正昭

委 員: 青木三郎, 有元貴文, 半沢正男, 堀越増興, 前田 勝, 落合正宏, 須藤英雄, 山口征矢, 柳 哲雄

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

幹 事: 渡辺精一, 山口征矢

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 村野正昭 気付
日仏海洋学会編集委員会

1993年2月25日印刷
1993年2月28日発行

う む 第31巻
第1号

定 価 1,600

編 集 者 村 野 正 昭

発 行 所 日 仏 海 洋 学 会

財団法人 日仏会館内

東京都千代田区神田駿河台2-3

郵便番号: 101

電話: 03(3291)1141

振替番号: 東京 5-96503

印 刷 者 佐 藤 一 二

印 刷 所 有 限 会 社 英 和 出 版 印 刷 社

東京都北区中里2-7-7

郵便番号: 114

電話: 03(5394)4856