
Tome 17

Novembre 1979

Numéro 4

う み

La mer

昭和 54 年 11 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise
d'océanographie
Tokyo, Japon

日 仏 海 洋 学 会

編 集 委 員 会

委員長 富永政英 (鹿児島大学)
委員 星野通平 (東海大学) 井上 実 (東京水産大学) 森田良美 (東京水産大学) 永田 正 (東京水産大学) 西村 実 (東海大学) 杉浦吉雄 (鹿児島大学) 高木和徳 (東京水産大学) 高野健三 (理化学研究所) 宇野 寛 (東京水産大学) 山路 勇 (東京水産大学) 今村 豊 (東京水産大学) 神田献二 (東京水産大学) 半沢正男 (舞鶴海洋气象台) 増田辰良 (東京水産大学) 柳川三郎 (東京水産大学)

投 稿 規 定

1. 報文の投稿者は本会会員に限る。
2. 原稿は簡潔にわかりやすく書き、図表を含めて印刷ページで12ページ以内を原則とする。原稿(正1通, 副1通)は、(〒101) 東京都千代田区神田駿河台2-3 日仏会館内 日仏海洋学会編集委員会宛に送ること。
3. 編集委員会は、事情により原稿の字句の加除訂正を行うことがある。
4. 論文(欧文, 和文とも)には必ず約200語の欧文(原則として仏語)の要旨をつけること。欧文論文には欧文の要旨のほかに必ず約500字の和文の要旨をつけること。
5. 図及び表は必要なもののみに限る。図はそのまま版下になるように縮尺を考慮して鮮明に黒インクで書き、論文の図及び表には必ず英文(又は仏文)の説明をつけること。
6. 初校は原則として著者が行う。
7. 報文には1編につき50部の別刷を無料で著者に進呈する。これ以上の部数に対しては、実費(送料を含む)を著者が負担する。

Rédacteur en chef Masahide TOMINAGA (Kagoshima University)
Comité de rédaction Michihei HOSHINO (Tokai University) Makoto INOUE (Tokyo University of Fisheries) Yoshimi MORITA (Tokyo University of Fisheries) Tadashi NAGATA (Tokyo University of Fisheries) Minoru NISHIMURA (Tokai University) Yoshio SUGIURA (Kagoshima University) Kazunori TAKAGI (Tokyo University of Fisheries) Kenzo TAKANO (Institute of Physical and Chemical Research) Yutaka UNO (Tokyo University of Fisheries) Isamu YAMAZI (Tokyo University of Fisheries) Yutaka IMAMURA (Tokyo University of Fisheries) Kenji KANDA (Tokyo University of Fisheries) Masao HANZAWA (Maizuru Marine Observatory) Tatsuyoshi MASUDA (Tokyo University of Fisheries) Saburo YANAGAWA (Tokyo University of Fisheries)

RECOMMANDATIONS A L'USAGE DES AUTEURS

1. Les auteurs doivent être des Membres de la Société franco-japonaise d'océanographie.
2. Les notes ne peuvent dépasser douze pages. Les manuscrits à deux exemplaires, dactylographiés sur papier fort, doivent être envoyés au Comité de rédaction de la Société franco-japonaise d'océanographie, c/o Maison franco-japonaise, 2-3, Kanda Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo, 101 Japon.
3. Le Comité de rédaction se réserve le droit d'apporter, le cas échéant, des modifications mineuses aux manuscrits ainsi que de demander aux auteurs de les corriger.
4. Des résumés en langue japonaise ou langue française sont obligatoires.
5. Les figures au trait seront tracées à l'encre de Chine noire sur papier blanc ou sur calque. Les légendes des figures et des tableaux sont indispensables.
6. Les premières épreuves seront corrigées, en principe, par les auteurs.
7. Un tirage à part des articles en cinquante exemplaires est offert gratuitement aux auteurs. Ceux qui en désirent un plus grand nombre peuvent les faire établir à leurs frais.

The Apparent Diffusion Coefficients of Metals in Marine Sediments*

Noburu TAKEMATSU**

Abstract: The apparent diffusion coefficients of Cl, Sr, Ba, Mn, Co, Zn and Ce in marine sediments were determined experimentally. The apparent diffusion coefficient of Cl in the near-shore and deep-sea sediments was about 6×10^{-6} cm²/sec. The apparent diffusion coefficients of Sr, Mn, Co, Zn and Ce, and that of Ba in the near-shore sediment were smaller than that of Cl by factors of about 5 and 20, respectively. The apparent diffusion coefficients of Sr and Ba in the red clay were, respectively, about 15 and 150 times smaller than that of Cl. Those of Mn and Zn in the red clay were about three orders of magnitude smaller than that of Cl. The smaller values of the apparent diffusion coefficients of metals in the red clay may be due to the presence of iron-manganese oxide minerals in the red clay.

1. Introduction

The diffusion coefficients or the apparent diffusion coefficients of radionuclides in sediments, originating from radioactive fallout or from nuclear fuel reprocessing plants, have been estimated from their vertical distribution in sediments (LERMAN and TANIGUCHI, 1972; LERMAN and LIETZKE, 1975; HETHERINGTON and JEFFERIES, 1974; TAKEMATSU and KISHINO, 1975). DUURSMA and co-workers have developed a method for determining the apparent diffusion coefficients of metals in sediments from the apparent diffusion coefficients of chloride ion in sediments and their distribution coefficients of sorption (DUURSMA and HOEDE, 1967; DUURSMA and BOSCH, 1970; DUURSMA and EISMA, 1973). By a different method, LI and GREGORY (1974) have measured the apparent diffusion coefficients of major cations and anions in a red clay.

In this study, the apparent diffusion coefficients of Cl, Sr, Ba, Mn, Co, Zn and Ce in two different marine sediments were measured experimentally in connection with migration of these elements during diagenesis in marine sediments.

2. Experimental methods

The experimental procedures for measuring the apparent diffusion coefficients in sediments were almost the same as those by DUURSMA and BOSCH (1970). Polyethylene tubes (1.5 cm ϕ \times 15 cm) were filled with a sediment. The sediment sample was centrifuged at 1,500 rpm for 10 minutes to yield sediment with water content equivalent to the *in situ* value and with air bubbles removed. The tubes were kept in a constant temperature water bath (15°C). After a day, sea water on the top of the sediment column was removed with a pipette, 1 ml of tracer solution was added on the top of the sediment column, and the tube was closed with a rubber stopper.

After an adequate period of diffusion, the tubes were frozen to -20°C in a deep-freezer. When the content was frozen, the plastic tubes were cut lengthwise with hot knives and removed. The frozen sediment was kept in the deep-freezer at -20°C for about two weeks to dry the sediment to some extent. The sediment columns were then cut into 0.5 or 1.0 cm sections with razor blades. The radioactivity of each section was measured with a β -counter or a γ -counter. The water content of the sediment samples was obtained from the difference in weights between a sample after initial preparation (centrifuging) and after oven drying.

* Received April 16, 1979

** The Institute of Physical and Chemical Research,
Wako-shi, Saitama-ken, 351 Japan

The linear diffusion in a direction (+x) is expressed by the following formula:

$$A(x, t) = Q / (\pi D_A t)^{1/2} \exp(-x^2 / 4D_A t), \quad (1)$$

where $A(x, t)$ is the activity at the depth of x (cm) and time t (sec), Q is the amount of the instant release, and D_A is the apparent diffusion coefficient (cm^2/sec). The activity ratio of the n -th section relative to the first one is given as follows:

$$\log A_n(x_n, t) / A_1(x_1, t) = -(x_n^2 / 4D_A t) \log e + (x_1^2 / 4D_A t) \log e. \quad (2)$$

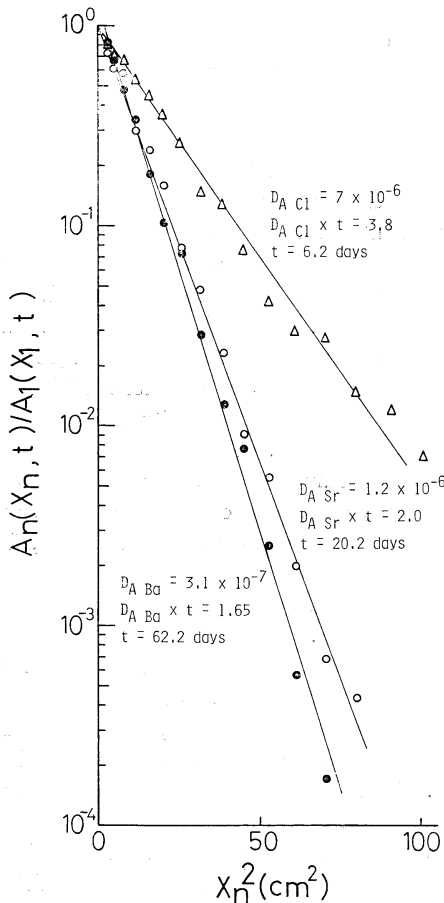


Fig. 1. Semi-logarithmic plots of $A_n(x_n, t) / A_1(x_1, t)$ versus x_n^2 of Cl, Sr and Ba in the near-shore sediment (Sed. 1). $A_n(x_n, t)$ is the activity at the depth of x_n (cm) and time t (sec). The ratio of the first section is omitted because it is always one.

D_A was found by plotting $A_n(x_n, t) / A_1(x_1, t)$ against x_n^2 on semi-logarithmic paper for one value of time t .

A near-shore sediment sample and a deep-sea sediment sample were used for diffusion experiments. The former was collected from Funka Bay ($42^\circ 24' \text{N}$, $140^\circ 31' \text{E}$, 102 m) and had the odor of hydrogen sulfide. The latter was a red clay collected from the western North Pacific Ocean ($27^\circ 00' \text{N}$, $137^\circ 30' \text{E}$, 4,500 m).

3. Results and discussion

The results are given in Table 1 and Figs. 1-6. In the near-shore sediment (Sed. 1), the apparent diffusion coefficient (D_A) of Cl was $7 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sec}$. D_A values of Sr and Ba were smaller than that of Cl by factors of about 6 and 20, respectively. D_A values of Mn, Co and Zn were nearly equal to that of Sr, and the value of D_A of Ce was twice as large as that of Sr. These values of D_A , however, were not those for the typical sediments containing sulfides. During experimental procedures, the color of the sediment changed from black to grey. This indicates that the sediment was oxidized to some extent. The sediment which was oxidized to a greater extent by stirring it in the atmosphere (Sed. 1') gave smaller values

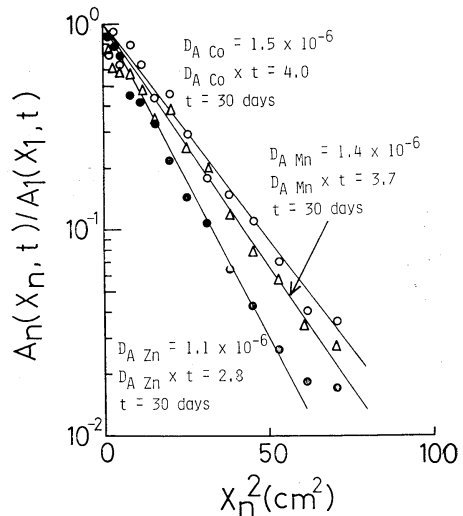


Fig. 2. Determination of the apparent diffusion coefficients of Mn, Co and Zn in the near-shore sediment (Sed. 1).

of D_A for Co and Zn.

In the deep-sea sediment (Sed. 2), the value of D_A of Cl was 5.5×10^{-6} cm²/sec, which was comparable to that in the near-shore sediment. D_A values of Sr and Ba were smaller than those in the near-shore sediment by factors of about 3 and 8, respectively. The estimation of D_A values of Mn and Zn in the deep-sea sediment was difficult because of the change of slopes in the semi-logarithmic plots of $A_n(x_n, t)/A_1(x_1, t)$ versus x_n^2 . D_A values estimated from the upper part of the sediment column were 3×10^{-9} cm²/sec, about 3 times smaller than the estimate of D_A from the lower part. The values estimated from the upper part may include errors due to disturbance in the sediment-solution interface and to activity in the solution. Those estimated

from the lower part may be affected by radioactive impurities. In this study, the values estimated from the upper part were adopted. The values of D_A of Mn and Zn in the red clay were more than two orders of magnitude smaller than those in the near-shore sediment.

The measured D_A of Cl was equal to those reported by DUURSMa and BOSCH (1970), LI and GREGORY (1974) and TAKEMATSU and KISHINO (1975). This means that the value of D_A of Cl is independent of different kinds of sediments and that chloride ion interacts little with sediment particles (DUURSMa and BOSCH, 1970; LI and GREGORY, 1974). The measured values of D_A of Sr in the near-shore and deep-sea sediments were larger than those estimated from its vertical distribution in lake sediments

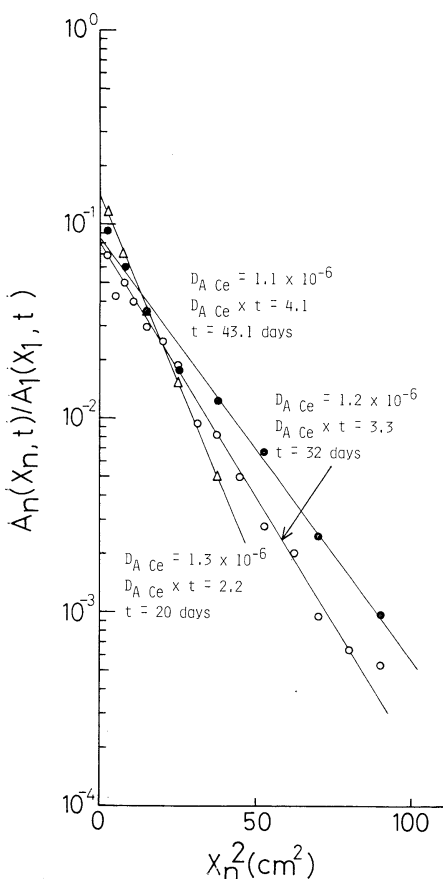


Fig. 3. Relation of the apparent diffusion coefficients of Ce to different durations of diffusion (Sed. 1).

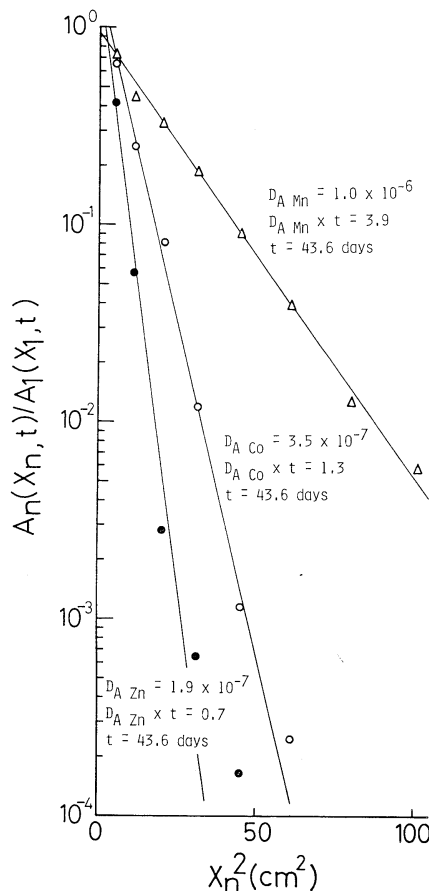


Fig. 4. Determination of the apparent diffusion coefficients of Mn, Co and Zn in the near-shore sediment oxidized to a greater extent (Sed. 1').

(LERMAN and LITZKE, 1975, 1×10^{-7} to 2×10^{-8} cm^2/sec). The measured value of D_A of Ce was two times larger than that estimated from its vertical distribution in the sediments of the Irish Sea (HETHERINGTON and JEFFERIES, 1974).

The apparent diffusion coefficients of metals are dependent on their distribution coefficients of sorption. According to LI and GREGORY

(1974), the diffusion coefficient of metals in the interstitial water of sediments (D_{Aj}) can be related to that in the bulk solution (D_j^*) as follows:

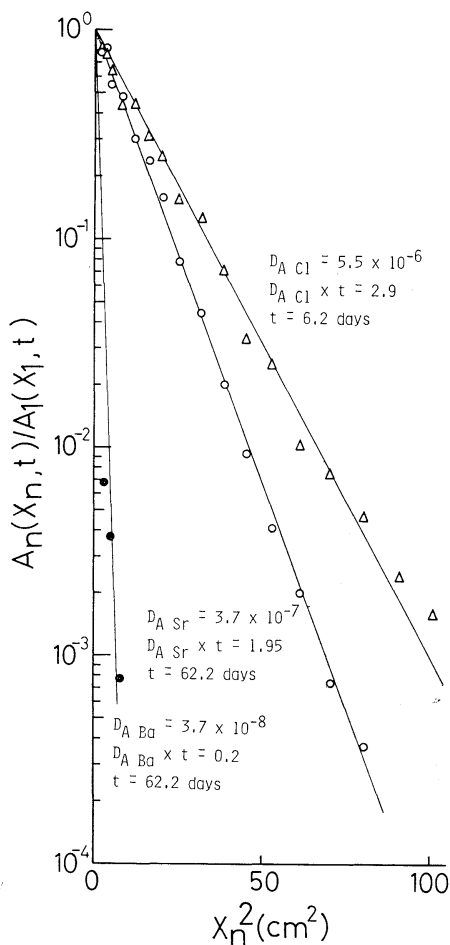


Fig. 5. Determination of the apparent diffusion coefficients of Cl, Sr and Ba in the red clay (Sed. 2).

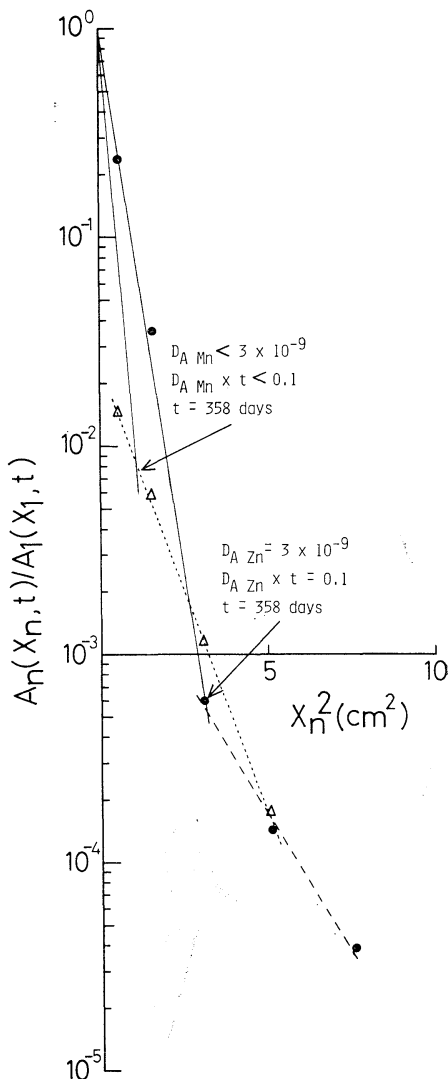


Fig. 6. Determination of the apparent diffusion coefficients of Mn and Zn in the red clay (Sed. 2).

Table 1. The apparent diffusion coefficients of metals in marine sediments (cm^2/sec .)

	Cl	Sr	Ba	Mn	Co	Zn	Ce	Water content (wt. %)
Sed. 1	7×10^{-6}	1.2×10^{-6}	3.1×10^{-7}	1.4×10^{-6}	1.5×10^{-6}	1.1×10^{-6}	1.2×10^{-6}	68.6
Sed. 1'	—	—	—	1.0×10^{-6}	3.5×10^{-7}	1.9×10^{-7}	—	—
Sed. 2	5.5×10^{-6}	3.7×10^{-7}	3.7×10^{-7}	$< 3 \times 10^{-9}$	—	3×10^{-9}	—	59.0

$$D_{Aj} = D_j \alpha / \theta^2 (1 + K_j), \quad (3)$$

where α is a constant close to one, θ is the tortuosity of the bulk sediment, and K_j is the distribution coefficient of sorption. DUURSMa and BOSCH (1970) have suggested the following approximate equation:

$$D_{Aj} = D_{Acl} / (1 + K_j), \quad (4)$$

where D_{Acl} is the apparent diffusion coefficient of Cl in sediment and 6×10^{-6} cm²/sec in ordinary sediments.

According to TAKEMATSU (1979), the distribution coefficients of transition metals for hydrated ferric oxide are about two orders of magnitude larger than those for clay minerals, and the sequence of the distribution coefficients is Cu > Zn > Ni > Co > Mn. The distribution coefficients of Mn and Co for manganese dioxides are much larger than those for hydrated ferric oxide. Therefore, the smaller values of D_A of Co and Zn for the more oxidized near-shore sediment may be due to the oxidation of Fe²⁺ to Fe³⁺, and the smaller values of D_A of Mn and Zn in the red clay may be due to the presence of micro-manganese nodules in the red clay (TAKEMATSU, 1978).

Acknowledgement

The author would like to thank Prof. M. NISHIMURA and Dr. S. TSUNOGAI, Hokkaido University, for their kind encouragements throughout this work. The author is also grateful to Dr. J. R. MILLER of York University for reading the manuscript. This study was partly supported by a scientific research grant from the Ministry of Education, Science and Culture in 1976 and 1977.

References

- DUURSMa, E. K. and C. HOEDE (1967): Theoretical, experimental and field studies concerning molecular diffusion of radioisotopes in sediments and suspended particles of the sea. Part A: Theories and mathematical calculations. *Neth. J. Sea Res.*, **3**, 423-457.
- DUURSMa, E. K. and C. J. BOSCH (1970): Theoretical, experimental and field studies concerning diffusion of radioisotopes in sediments and suspended particles of the sea. Part B: Methods and experiments. *Neth. J. Sea Res.*, **4**, 395-469.
- DUURSMa, E. K. and D. EISMA (1973): Theoretical, experimental and field studies concerning reactions of radioisotopes with sediments and suspended particles of the sea. Part C: Applications to field studies. *Neth. J. Sea Res.*, **6**, 265-324.
- HETHERINGTON, J. A. and D. F. JEFFERIES (1974): The distribution of some fission product radionuclides in sea and estuarine sediments. *Neth. J. Sea Res.*, **8**, 319-338.
- LERMAN, A. and H. TANIGUCHI (1972): Strontium-90—diffusional transport in sediments of the Great Lakes. *J. Geophys. Res.*, **77**, 474-481.
- LERMAN, A. and T. A. LIETZKE (1975): Uptake and migration of tracers in lake sediments. *Limnol. Oceanogr.*, **20**, 497-510.
- LI, Y.-H. and S. GREGORY (1974): Diffusion of ions in sea water and in deep-sea sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **38**, 703-714.
- TAKEMATSU, N. (1978): The chemical forms of transition elements in marine sediments. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **34**, 242-249.
- TAKEMATSU, N. (1979): Sorption of transition metals on manganese and iron oxides, and silicate minerals. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **35**, 36-42.
- TAKEMATSU, N. and M. KISHINO (1975): The diffusion coefficients of radionuclides in the sediment. *La mer*, **13**, 5-14.

海底堆積物中における金属元素の拡散係数

竹 松 伸

要旨: 海底堆積物中における Cl, Sr, Ba, Mn, Co, Zn および Ce の拡散係数を室内実験によって測定した。

沿岸および深海堆積物中における Cl の拡散係数は約 $6 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sec}$ であった。沿岸堆積物中における Sr, Mn, Co, Zn および Ce の拡散係数は Cl のそれに比べて約 5 分の 1, Ba の拡散係数は Cl のその 20 分の 1 の値であった。

赤粘土中における Sr および Ba の拡散係数は Cl のそのそれぞれ約 15 分の 1 および 150 分の 1 の小さい値を示した。Mn および Zn の拡散係数は Cl のそれより約 3 桁小さい値であった。赤粘土中において金属元素の拡散係数が小さいことは、赤粘土中に存在する微細なマンガノ層によるこれらの元素の収着に起因する。

Phytoplankton Photosynthesis in a Eutrophic Estuary with Special Reference to Salinity Gradient*

Takuji TERADA** and Shun-ei ICHIMURA***

Abstract: Photosynthesis of estuarine phytoplankton population was studied in relation to salinity gradient in a highly eutrophic estuary of Shimoda Bay and its adjacent area. It was confirmed experimentally that photosynthetic activity increases in marine phytoplankton and decreases in freshwater phytoplankton with salinity increase up to 25-30‰ and it rapidly drops above 30‰ in marine phytoplankton. Estuarine phytoplankton population consists of freshwater and marine phytoplankters and the property of community photosynthesis is determined by the proportion of both phytoplankton groups in population, and also by their distinct photosynthetic response and adaptability to salinity variation. The effect of nutrient variation on photosynthesis is considered using Carperon's model (1971). In a highly eutrophic estuary, the rate of nutrient utilization is near the maximum at the lower region of estuary and is within the rate-compensation capacity at the outer part of the estuary.

1. Introduction

Estuary is characterized by a wide variety of physical and chemical conditions, especially the strong spatial and temporal changes of salinity, which could influence on the floristic and faunistic distribution of various organisms. Biological processes under such variable environment have attracted attention of biologists, and the effect of salinity change on the growth and physiological properties of organisms living in estuaries has been studied by many investigators.

Possible influences of salinity on estuarine phytoplankton dynamics have been studied by several investigators (BARLOW *et al.* 1963; ICHIMURA, 1967; CARPERON *et al.* 1971; QASIM *et al.* 1972) but field study on the salinity gradient and its effect on phytoplankton photosynthesis is rather limited (NAKANISHI and MONSI, 1965; MAEDA *et al.* 1973). The effect

of salinity on phytoplankton photosynthesis may be considerable but it is often difficult for verification, because other environmental factors giving effects on algal photosynthesis may also change with salinity.

The present investigation intends to reveal the effect of salinity gradient on phytoplankton photosynthesis as the factor controlling phytoplankton dynamics in an estuary.

2. Materials and methods

Field observations were made at several stations in the Shimoda Bay estuary during 1975 to November 1976. The results will be described in detail elsewhere. The effect of salinity on photosynthesis rate was examined by two series of experiments using water samples taken from the surface at St. 1 (river water) and St. 11 (transitional region between estuary and open ocean) in Fig. 1. In a series (Series I), water samples were adjusted the salinity to various levels by the addition of artificial sea water (ASW; GESSNER and SCHRAMM, 1971) or distilled water (DW), and nutrients were then added to give the following final concentrations; 50 μM KNO_3 , 2.5 μM KH_2PO_4 , 50 μM Na_2SiO_3 and 0.2 μM Fe (as NaFe EDTA). For other series (Series II), salinity, pH, and nutrients in the sample were altered with adding either a

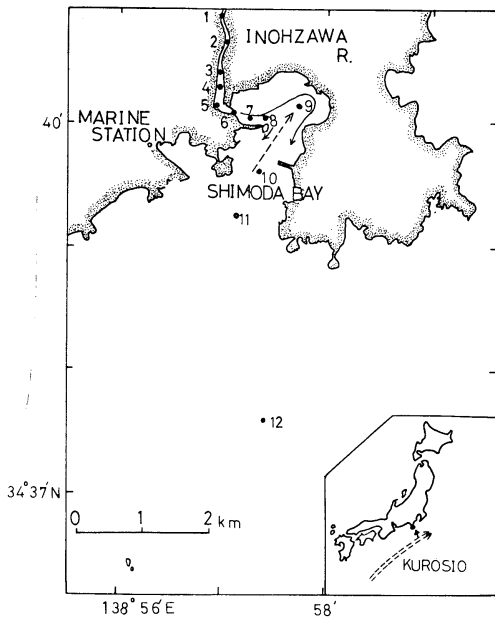
* Received May 7, 1979

Contributions No. 345 from the Shimoda Marine Research Center, The University of Tsukuba

** Department of Botany, Faculty of Science, Tokyo Kyoiku University

Present address: Kinomoto Senior High School, Kumano, Mie, 519-43 Japan

*** Present address: Institute of Biological Sciences, The University of Tsukuba, Sakura-mura, 300-31 Japan



modified sea water (MSW) or filtered river water. The pH and inorganic total carbon, by adding in both ASW and DW, were adjusted to those of the original samples. The altered sea waters for the series I did not show any noticeable change in the concentrations of nutrients and pH, but silicate and nitrogen in the altered river water decreased slightly with increase of salinity (Fig. 2). Noticeable changes in the concentration of total inorganic nitrogen, silicate and total inorganic carbon were found in the water samples for the series II. The former two nutrients showed a decrease and the latter one increased with increase of salinity.

←Fig. 1. Location of sampling stations in Shimoda Bay and its adjacent area. Solid and broken lines indicate the direction of mainflow of river and ocean waters, respectively. St. K is located at 34°30'N, 138°57'E.

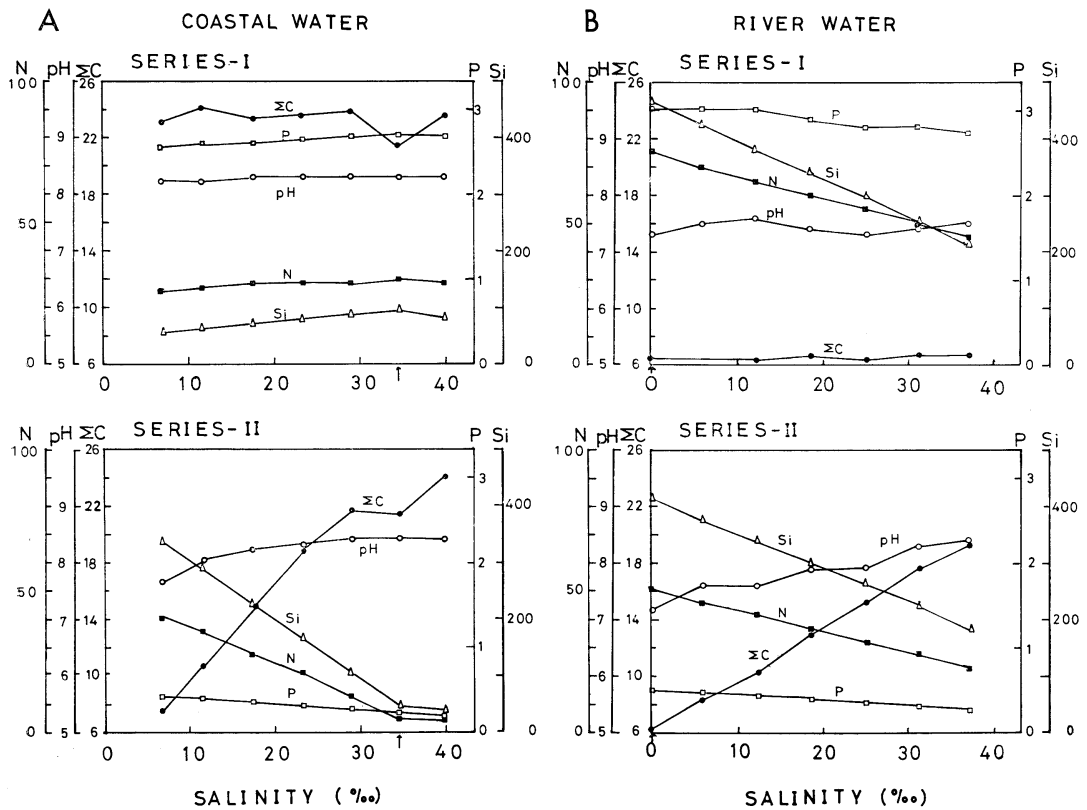


Fig. 2. Changes in various forms of nutrients and pH of water samples induced by salinity modification for Experiments I and II. N indicates total inorganic nitrogen of NH_4^+ , NO_2^- and NO_3^- . N; $\mu\text{g-at. N/L}$, P; $\mu\text{g-at. P/L}$, Si; $\mu\text{g-at. Si/L}$, C; mg C/L .

Each treated sample contained in a 500 ml Pyrex glass bottle was incubated under fluorescent lights of 7 Klux for 6 hours at the *in situ* temperature for avoiding possible instantaneous osmotic shock caused by abrupt change in salinity. Subsequently, the samples were placed into 50 ml Pyrex glass bottles and 0.5 ml of 5 μ Ci radioactive sodium bicarbonate solution was then added. Two light and one dark bottles were prepared for each salinity treatment. The samples were incubated for 2 hours under 30 Klux of an incandescent lamp (3200°K) at the temperature adjusted to the *in situ* condition. The experimental light intensity seemed to be a saturated intensity for photosynthesis. After the incubation, photosynthetic reaction was stopped by adding a few drops of neutral formaldehyde. Exposed sample was filtered through a Millipore HA filter and radioactivity was determined with a liquid scintillation counter (Beckman LS 3155 T).

3. Results

Photosynthesis-salinity curves are shown in Fig. 3. Photosynthesis rate increased in marine phytoplankton and decreased in freshwater phytoplankton with salinity increase up to 25–30 ‰ in both series of experiments I and II. At above 30 ‰, photosynthesis rate rapidly dropped even in marine phytoplankton. Highest rate of photosynthesis was measured at salinity lower than the *in situ* salinity of coastal water (34.23 ‰). Since the nutrient levels were fairly the same in both altered and original samples (coastal water, Series I), it can be predicted that a major factor governing the photosynthetic activity in this estuary is salinity.

In order to verify whether such distinctive changes of photosynthesis rate at different salinity regimes occur in other samples, further experiments were conducted with the coastal water taken from the surface at St. 12 and offshore water (St. K), in which salinity was changed into various levels as the Series I. Samples showed the highest rates at the *in situ* salinity (34.32 ‰ for coastal water and 34.33 ‰ for offshore water) as shown in Fig. 4-A. On the other hand, the highest rate in the sample from the transitional region between estuary and open

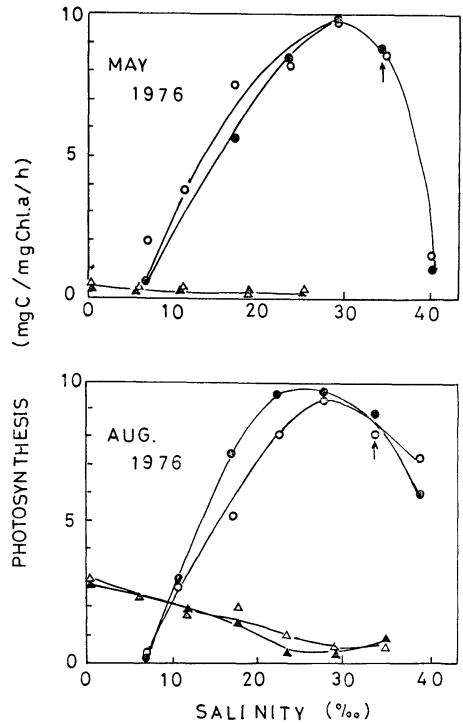


Fig. 3. Effects of salinity change on photosynthetic activity of freshwater phytoplankton (triangles) and marine phytoplankton (circles). Filled and open marks are the results of Experiments I and II, respectively. Arrows indicate original salinity level for the marine sample.

ocean was measured at the salinity lower than the *in situ* salinity of 34.27 ‰. There were no significant differences in generic composition of phytoplankton populations between these three stations; dominated by *Chaetoceros* and *Nanicaula*. It is expected that the optimum salinity for photosynthesis of the sample from the transitional region has been adaptatively shifted towards lower salinity. In order to confirm this possibility, additional experiments were carried out using the above three samples. Salinity of each subsample was adjusted to 20 ‰ with ASW, and another portion of sample was remained at the original salinity. Both samples were enriched with nutrients to give the final concentrations of 50 μ M in KNO_3 , 2.5 μ M in KH_2PO_4 , 100 μ M in Na_2SiO_3 and 0.2 μ M in Fe (as NaFe EDTA). They were incubated in a large outdoor pool

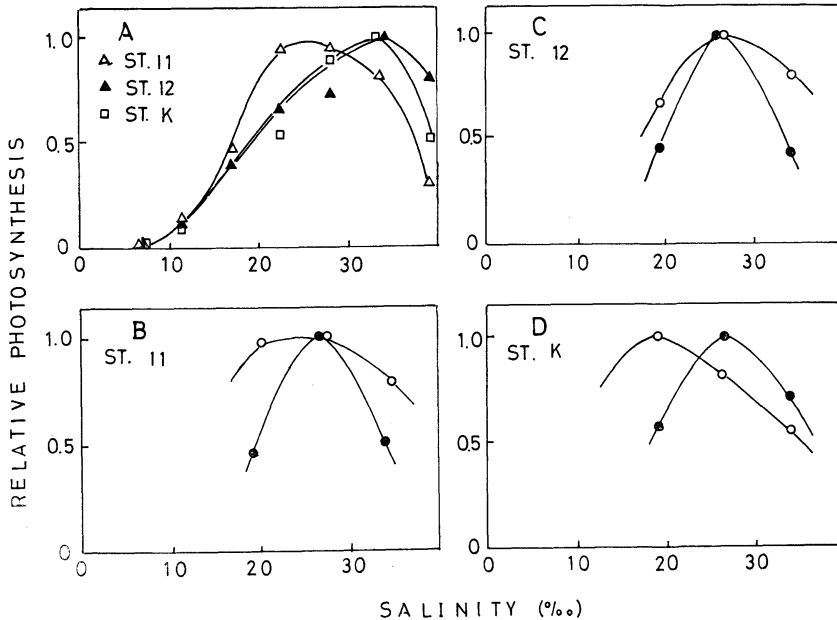


Fig. 4. Effects of salinity on photosynthetic activity of phytoplankton. A: Photosynthesis was measured at different salinities using samples taken from the surface at St. 11 (34.27‰ S), St. 12 (34.33‰ S) and St. K (34.33‰ S). Photosynthesis of the samples was measured after 5 day incubation under the natural light (closed circle). A part of each sample was adjusted its salinity to 20‰ before the 5 day incubation (open circle). B: St. 11, C: St. 12, D: St. K.

with running sea water for five days. After the exposure, the salinity of these samples was further changed into three levels of 20, 27 and 34‰ by adding distilled water or ASW. Then the samples were incubated under fluorescent lights of 7 Klux for determining photosynthesis for seven hours. Photosynthesis of samples shifted to 20‰ was compared with that for original samples (Fig. 4-B, C and D). The shift gave most significant effect on the sample from St. K. After the incubation, generic composition of phytoplankton population was examined under a microscope. Dominant genus was *Skeletonema* in 20‰ samples, and *Chaetoceros* and *Skeletonema* were abundant in the unmodified samples. *Navicula* was abundant in the original waters but it became less abundant in the waters after the incubation. Chlorophyll *a* in the water increased to 6-11 fold for five days. These results suggest that during the incubation period phytoplankton adjusted to new salinity have grown.

4. Discussion

As stated in other paper (TERADA and ICHIMURA, 1979), the Shimoda Bay estuary is highly eutrophic and a sharp physical and chemical gradient, especially salinity and nutrients, is formed seawards. Photosynthetic response of phytoplankton population to such changing environment may also be altered with biological factors such as species composition, physiological state of algae and their adaptability. The following consideration was made by assuming that phytoplankton population in estuary is a mixed population of freshwater and marine phytoplankton derived from a discharging river water and from the adjacent sea, and thus the proportion of each component group in population may be responsible for photosynthetic character of estuarine phytoplankton as a whole. If the density of estuarine phytoplankton population is assumed to be diluted in parallel with salinity variation, each biomass of freshwater and marine phytoplankton groups in mixed

phytoplankton population at a given salinity s is indicated by $C_f(1-s/S)$ and $C_m \cdot s/S$ respectively, and total phytoplankton biomass is $C_f(1-s/S) + C_m \cdot s/S$, where C_f is population density in the river water, and S and C_m are salinity and population density in the adjacent sea water. S is likely analogous to optimal salinity for photosynthesis of marine phytoplankton. Photosynthesis rate of mixed population at a given salinity will be indicated as follows;

When a given salinity s is $0 \leq s \leq S$, photosynthesis rate of the sample, $P_{(s)}$, is described as

$$P_{(s)} = \frac{P_{f(s)} \cdot C_f(1-s/S) + P_{m(s)} \cdot s/S}{C_f(1-s/S) + C_m \cdot s/S} \quad (1)$$

When a given salinity is $S \leq s$,

$$P_{(s)} = P_{(m)} \quad (2)$$

$P_{f(s)}$ and $P_{m(s)}$ are photosynthesis rates of freshwater and marine phytoplankton, in terms of mg CO₂/mg Chl. *a*/hr respectively. In the equation 1, $P_{(s)}$ and $P_{(m)}$ are replaced by $P_f \times f(s)$ and $P_m \times m(s)$, where P_f and P_m are photosynthesis rate of freshwater and marine phytoplankton under optimal salinity condition, and

$f(s)$ and $m(s)$ are relative photosynthesis rate of respective phytoplankton group. The relative photosynthesis-salinity curves in Fig. 5, from which $f(s)$ and $m(s)$ are derived, are constructed from the data obtained by the foregoing experiment on the effect of salinity on phytoplankton photosynthesis, and S is estimated to 30‰ from these curves. If the parameters (P_f , P_m , C_f and C_m) are given, photosynthetic function of estuarine phytoplankton to salinity variations

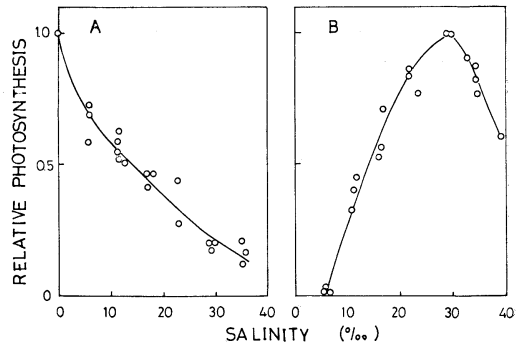


Fig. 5. Relative photosynthesis rate-salinity curves for freshwater phytoplankton (A) and marine phytoplankton (B).

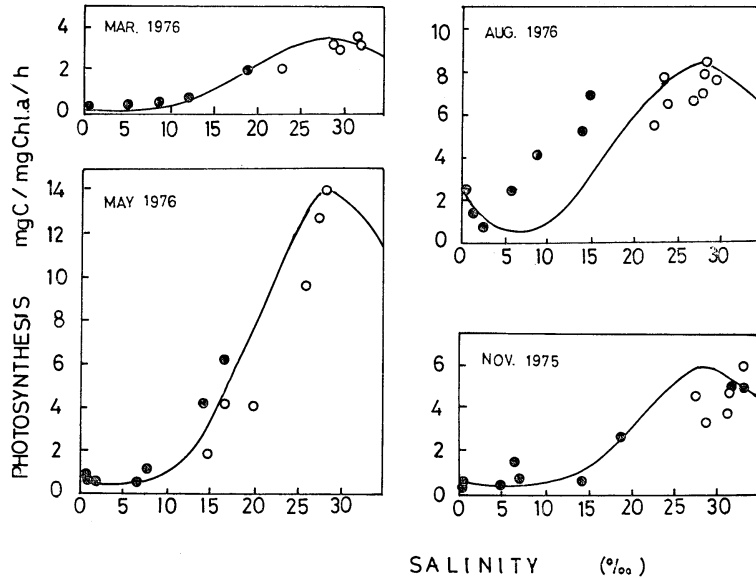


Fig. 6. Photosynthetic responses of estuarine phytoplankton population to salinity variations. Photosynthesis curves predicted as a function of salinity are shown by solid lines and values measured actually are indicated with filled circles for the samples taken from a depth of 1 m and with open circles for the surface samples.

can be deduced by using the above equations.

Fig. 6 shows the photosynthesis-salinity curves calculated by using the equations with parameters measured actually in the Shimoda Bay estuary in November, March, May and August, and photosynthetic rates measured *in situ* are also inserted into the figure. The predicted results coincided fairly well with actual values measured. This documents that photosynthetic behavior of phytoplankton in the estuary is primarily controlled by salinity gradient. The actual values in August were far apart from the calculated curve in a salinity range between 5‰ to 20‰. This may be due to the adaptation of marine phytoplankton to lower salinity. If the photosynthesis-salinity curve shifts 6‰ towards low salinity, both values coincide fairly well. Why such adaptation occurred in August? At that time, neritic phytoplankton might have sufficient time to adapt to low salinity water brought by flood of the River Inohzawa. As shown in the present experiments, photosynthetic adaptation of phytoplankton to new salinity regime occurs at least within a few days. QASIM *et al.* (1972) noticed that a wide adaptability of phytoplankton to change of salinity due to the monsoon system along the southwest coast of India, where monsoon rain and land runoff bring about marked reduction in salinity. This may be the same in the Shimoda Bay estuary. Photosynthesis rates calculated are slightly lower than actual values in the surface phytoplankton and slightly higher than those in the samples from a depth of 1 m. This may be considered not only as a result of the difference of environmental condition but due to the difference in proportion of freshwater and neritic phytoplankton groups in mixed population.

The nutritional factor may be nonlimiting on photosynthesis in highly eutrophic estuary such as Shimoda Bay. In the transitional region from the estuary to open ocean, photosynthetic activity rapidly drops towards the open ocean. As has been discussed in other paper (TERADA and ICHIMURA, 1979), this is probably caused by a lowering of nutrient concentration.

CARPERON *et al.* (1971) explained the process of eutrophication in tropical estuary by a model

of simplified food chain. The model consists of four components, i.e. nutrient pool, phytoplankton, herbivorous zooplankton and carnivorous zooplankton. Components are related to each other with a hyperbolic function. We will apply Carperon's model to the present estuary. As has indicated in other paper (TERADA and ICHIMURA, 1979), the levels of PO₄-P and total inorganic nitrogen at St. 11 and St. 12 in the coastal waters are low throughout the year, and salinity is optimal for photosynthesis. Chlorophyll *a* is always low at St. 12 and fluctuates temporarily at St. 11. At St. 7, salinity at a depth of 1 m is usually higher than 20‰. According to Carperon's model these features indicate that the rate of substrate utilization is within the rate-compensation capacity at St. 12 and is the maximum at St. 11, and exceeds at St. 7. We should infer that the area from St. 1 to St. 9 is eutrophic, from St. 10 to St. 11 is mesotrophic and the area near St. 12 is oligotrophic. If this explanation is true and eutrophication of the estuary proceeds further, instability of water will expand into more far area from the estuary.

In conclusion, the photosynthesis of phytoplankton in the highly eutrophic Shimoda Bay estuary is primarily affected by salinity and by nutrients in the adjacent waters of the estuary. As the result of the interaction of both nutrient and salinity, the higher photosynthetic activity is measured in the lower region of the estuary where salinity is optimal for photosynthesis of marine phytoplankton and nutrients are considerably high compared with the open ocean.

Acknowledgement

The authors are indebted to Professor H. WATANABE, Director of the Shimoda Marine Research Center, for the use of the laboratory facilities of the center during the experiments.

References

- BARLOW, J. P., C. J. LORENZEN and R. T. MYREN (1963): Eutrophication of a tidal estuary. *Limnol. Oceanogr.*, **8**, 251-262.
- CARPERON, J., S. A. CATTELL and C. KRASNICK (1971): Phytoplankton kinetics in a subtropical estuary: eutrophication. *Limnol. Oceanogr.*, **16**, 599-607.

- ICHIMURA, S. (1967): Environmental gradient and its relation to primary productivity in Tokyo Bay. *Records Oceanogr. Works Japan*, **9**, 115-128.
- GESSNER, F. and W. SCHRAMM (1971): Salinity: plants. *In: Marine ecology. Vol. 1. Environmental factors, Part 2*, pp. 705-820. Ed. by O. KINNE, London: Wiley Interscience.
- MAEDA, O., M. ZAMMA and S. ICHIMURA (1973): Photosynthetic response of estuarine phytoplankton to salinity variations in their habitat. *La mer*, **11**, 137-140.
- NAKANISHI, M. and M. MONSI (1965): Effect of variation in salinity on photosynthesis of phytoplankton growing in estuaries. *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo Sect. III*, **9**, 19-42.
- TERADA, T. and S. ICHIMURA (1979): Environmental properties and the distribution of phytoplankton biomass and photosynthesis in a small eutrophic estuary of Shimoda Bay. *La mer*, **17**, 137-144.
- QASIM, S. Z., P. M. A. BHATTATHIRI and V. P. DEVASSY (1971): The influence of salinity on the rate of photosynthesis and abundance of some tropical phytoplankton. *Mar. Biol.*, **12**, 200-206.

富栄養河口域における植物プランクトン群集の光合成、 とくに塩分傾度との関係

寺田 卓二, 市村 俊英

要旨: 植物プランクトン群集の光合成と塩分との関係を、富栄養化の著しい下田湾河口域で調べた。実験系において、光合成は塩分の増加とともに20~30%までは海産植物プランクトンでは高まり、淡水植物プランクトンでは低下する。淡水、海産植物プランクトンからなる河口域植物プランクトン群集の光合成は、群集内における両者の存在比および塩分の変化に対する光合成反応の種特異性と適応性によって決定されることが明らかにされた。また CAPERON (1971) のモデルから、下田湾河口域植物プランクトン群集の栄養塩摂取速度は、河口域下流で最大、隣接域の外洋では補償附近であると推定された。

顎毛の形態的特徴とこれに基づくやむしの同定*

永沢祥子**, 丸茂隆三**

Identification of Chaetognaths Based on the Morphological Characteristics of Hooks*

Sachiko NAGASAWA** and Ryuzo MARUMO**

Abstract: Very few information on the predators of chaetognaths is attributed to the difficulty in detecting chaetognaths since they are easily digested in the stomach of predatory animals. The grasping spines fortunately remain in the stomach of predators even when chaetognaths are eaten by other organisms. This suggests that the grasping spines are reliable character for species identification.

The present study includes SEM micrographs showing hooks of 25 species and 1 form from 4 genera of chaetognaths distributed in the Japanese waters. The present study is also the attempt to identify chaetognaths found in the stomach of predators based on the morphological characteristics of grasping spines. It was possible to identify meso- and bathypelagic chaetognaths based only on the hooks since these species have large hooks whose point and shaft end are characteristic. In contrast, epipelagic species with small hooks were not easy to be identified except species with serrated hooks and the genus *Krohnitta*. In this case the characteristics of eyes and pigmented regions are useful for the identification. Detected hooks, however, were mostly large ones of meso- and bathypelagic chaetognaths. The morphological characteristics of hooks were compared in 2 mesopelagic, 5 bathypelagic and 5 epipelagic chaetognaths for the species identification.

Chaetognaths ingested by the following fishes were identified: an Alaska pollack *Theragra chalcogramma* near the Kuril Islands in the Sea of Okhotsk, a Japanese mackerel *Scomber japonicus* in Sagami Bay and a butter fish *Pampus argenteus* in the East China Sea. The Alaska pollack fed on the young specimen of *Eukrohnia hamata*, Japanese mackerels on *Sagitta nagae* and *S. crassa* f. *naikaiensis* and butter fishes on *S. nagae* and *S. neodecipiens*. In the stomach of a saury collected near the Kuril Islands in the North Pacific there were large numbers of lateral plates together with hooks. A chaetognath has a pair of lateral plates. This suggests that the calculation of lateral plates found in the stomach makes it possible to presume how many chaetognaths were ingested.

1. 緒言

やむしは筋肉、泡状組織、鱗、繊毛環、貯精囊、眼色素や顎毛の特徴に基づいて同定される(時岡, 1940)¹⁾。しかし、やむしの体は脆弱で採集中に損

傷されやすいので、これらの特徴は損傷個体の同定には必ずしも役に立たない。顎毛はキチン質でできており、じょうぶでほとんど損傷をうけない。また、やむしが他の生物に摂食されても、その顎毛は消化されずに捕食者の胃中に残る (RENFRO and PEARCY, 1966²⁾; NEMOTO, 1967³⁾, 1977⁴⁾)。このような場合には種の同定の手がかりとなるのは顎毛のみである (NAGASAWA and MARUMO, 1973)⁵⁾。

* 1979年6月12日受理

Received June 12, 1979

** 東京大学海洋研究所,

〒164 東京都中野区南台1-15-1

Ocean Research Institute, University of Tokyo,

Minamidai 1-15-1, Nakano-ku, Tokyo, 164 Japan

serratodentata グループ (FURNESTIN, 1957⁶⁾; ALVARIÑO, 1967⁷⁾; PIERROT-BULTS, 1976⁸⁾) に属する種類, *Pterosagitta draco* および *Eukrohnia* 属の若い個体の顎毛にある鋸歯は光学顕微鏡でも確認できる。しかし, 光学顕微鏡では顎毛の観察はしにくく, 詳細な構造が十分調べられない。これに対し, 走査電子顕微鏡 (SEM) で顎毛を観察することには次のような利点がある。

1) 顎毛を横から, 刃部側から, あるいは峯側から観察できる。たとえば, 顎毛の刃部を正面からみても, 刃部に鋸歯のある顎毛では歯が突出している状態が認められ (Fig. 9e), また顎毛の尖端部が曲がっている状態がよくわかる (Fig. 9f)。

2) 走査電子顕微鏡写真から顎毛の大きさを測定することは容易であり, また種の同定も可能で

ある。たとえば, あらかじめ調査しておいたやむしの顎毛の長さや体長の相対成長の直線に基づいて, おきあみ *Thysanopoda* の胃内容物中に見出された顎毛の長さを測定することにより, このおきあみが捕食したやむしの体長を推定する (NE-MOTO, 1977)⁴⁾ ような場合に有効である。

NAGASAWA and MARUMO (1973)⁹⁾ は SEM を用いて, 6種のやむしの顎毛についてその構造を明らかにした。さらにおきあみの胃内容物中に発見された顎毛を手がかりにして, おきあみが捕食していたやむしの種を同定した。

本研究では, すでに発表した6種を含む4属25種1型のやむしについて顎毛の構造を SEM で調べた。そのうち12種について顎毛の特徴を記載した。さらに, スケトウダラ, マナガツオ, マサバ

Table 1. Data on specimens of chaetognaths examined with SEM.

Species	Cruise	Date	Area	Range of body length (mm)	No. of specimens examined
<i>Sagitta crassa</i> f. <i>naikaiensis</i>	K T-69-06	10 May 1969	Suruga Bay	8.0- 8.8	11
<i>Sagitta minima</i>	K T-69-06	10 May 1969	Suruga Bay	6.2- 7.1	15
<i>Sagitta regularis</i>	K T-69-06	10 May 1969	Suruga Bay	5.2- 6.2	14
<i>Sagitta neglecta</i>	K T-69-06	9 May 1969	Suruga Bay	6.0- 8.8	11
	K T-72-16	2 Nov. 1972			
<i>Sagitta nagae</i>	K T-73-06	10 June 1973	Suruga Bay	2.0-19.9	23
	K T-69-06	9 May 1969			
<i>Sagitta bedoti</i>	K T-72-16	2 Nov. 1972	Suruga Bay	8.8-14.2	12
<i>Sagitta pulchra</i>	K H-67-05	26 Dec. 1967	150° E	12.2-16.2	9
<i>Sagitta pacifica</i>	K T-69-06	9 May 1969	Suruga Bay	10.5-13.3	5
<i>Sagitta pseudoserratodentata</i>	K T-69-06	9 May 1969	Suruga Bay	7.5-10.0	11
<i>Sagitta enflata</i>	K T-69-06	9 May 1969	Suruga Bay	15.3-18.3	6
<i>Sagitta hexaptera</i>	K T-69-06	9 May 1969	Suruga Bay	24.3-29.3	5
<i>Sagitta ferox</i>	K T-69-06	12 May 1969	Suruga Bay	7.6-11.2	7
<i>Sagitta robusta</i>	K H-67-05	26 Dec. 1969	150° E	10.0-13.9	7
<i>Sagitta elegans</i>	K H-67-05	9 Feb. 1968	150° E	19.2-24.0	3
<i>Pterosagitta draco</i>	K T-69-06	10 May 1969	Suruga Bay	8.1-10.0	7
<i>Krohnitta subtilis</i>	K T-69-06	9 May 1969	Suruga Bay	11.8-13.7	12
<i>Krohnitta pacifica</i>	K T-69-06	9 May 1969	Suruga Bay	5.6- 8.2	10
<i>Sagitta decipiens</i>	K T-69-06	9 May 1969	Suruga Bay	10.2-19.3	9
<i>Sagitta neodecipiens</i>	K T-69-06	12 May 1969	Suruga Bay	8.3-10.3	8
<i>Sagitta lyra</i>	K H-67-05	9 Dec. 1967	150° E	22.5-35.3	6
<i>Sagitta scrippsae</i>	K H-67-05	9 Dec. 1967	150° E	22.3-29.7	5
<i>Sagitta macrocephala</i>	K H-67-05	9 Dec. 1967	150° E	16.0-23.0	7
<i>Sagitta zetesios</i>	K H-67-05	9 Dec. 1967	150° E	12.2-24.0	5
<i>Eukrohnia hamata</i>	K H-67-05	9 Dec. 1967	150° E	22.3-23.0	2
<i>Eukoohnia bathypelagica</i>	K H-67-05	9 Dec. 1967	150° E	6.3-22.2	6
<i>Eukrohnia fowleri</i>	K H-67-05	9 Dec. 1967	150° E	31.0-32.0	2
				Total	218

の胃内容物から検出されたやむしを顎毛の特徴および眼色素の特徴(永沢, 丸茂, 1976)⁹⁾に基づいて, 種の同定を行なった。

魚の胃内容物中のやむしの標本を提供された北海道区水産研究所竹内勇博士, 東北区水産研究所小達和子技官, 東海区水産研究所鈴木秀称博士および西海区水産研究所三尾真一博士に深く感謝する。

2. 材料と方法

東京大学海洋研究所の淡青丸 KT-69-6, KT-72-16 および KT-73-6 次航海で駿河湾において, 同研究所の白鳳丸 KH-67-5 次航海で 150°E の海域において採集した 4 属 25 種 1 型のやむし (Table 1) の顎毛について, 走査電子顕微鏡 JSM-35 を用いてその構造を調べた。試料はホルマリン固定標本から顎毛をとりはずし, 表面の付着物を除くため蒸留水で洗浄した後乾燥し, 両面テープをはった試料台に載せ, 炭素と金を真空内で蒸着して作成した。

3. 結果および考察

1. 顎毛の構造 (Fig. 1)

顎毛の模式図と各部の名称を時岡 (1940)¹⁾, HYMAN (1959)¹⁰⁾ および本研究の結果に基づいて示した (Fig. 1)。光学顕微鏡による観察に基づいて, 顎毛は従来次のように記述されている (時岡, 1940¹⁾; HYMAN, 1959¹⁰⁾)。顎毛はキチン質で, ゆるくわん曲した棘状を呈し, その幅広い基部の腹側および背側にはそれぞれ腹柱, 背柱があって筋肉に付着点を与えている。顎毛は基部, 軸部および先端部からなる。軸部の背側を峯, 腹側を刃とよび, この刃部に鋸歯状突起を有するものがある。軸部の末端には微小な尖端部がソケットのようにはまりこんでいる。著者らは SEM で顎毛を観察し, 次のことを明らかにした。顎毛表面には 5 本の隆起線があり, そのうち 3 本は背柱から軸部末端近くまで走る。残りの 2 本の隆起線は背側にある 3 本より短かく, 腹柱上部から軸部末端より離れた所まで走る。峯側にある隆起線は普通 2 本しか見えない。尖端部は毛筆状を呈する。顎毛の構

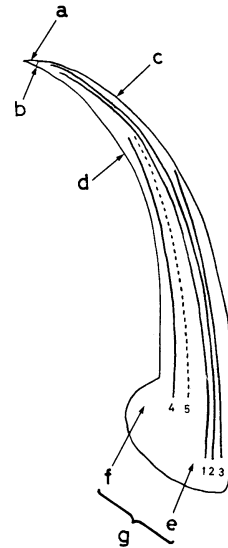


Fig. 1. Schema and terms of a grasping spine based on TOKIOKA (1940)¹⁾, HYMAN (1959)¹⁰⁾ and the present study. a: point, b: shaft end, c: back, d: edge, e: dorsal column, f: ventral column, g: base, 1, 2, 3, 4 and 5: ridge.

造は *Sagitta lyra* (ALVARIÑO, 1967)⁷⁾ および *Eukrohnia* 属を除いて, 個体の成熟度, 顎毛の長短により相違しなかったが, 蒸着の具合では外観が異なって見えることがあった。

2. 軸部末端と先端部の特徴 (Fig. 2)

走査電子顕微鏡写真に基づいて, 各種の軸部末端と先端部の特徴を示した (Fig. 2)。中・深層性やむしは表層種に比べて, 顎毛は大きい。また種により先端部と軸部末端に特徴の差がわずかに認められたが, 表層種では種ごとの特徴は微妙な相違であり, 先端部と軸部末端も近縁種はよく似ていた。したがって, 顎毛の先端部と軸部末端の特徴は中・深層性やむしの同定には有効であるが, 表層種では役に立たなかった。顎毛のわん曲の仕方, 顎毛とともに胃内容物中にしばしば見られる眼の形態を用いれば, 表層種の同定も可能である。ただし, 魚の胃内容物調査で発見される顎毛は中・深層種の大型のものである場合が多く, 表層性やむしの微小な顎毛は見落されやすい。

3. 顕著な特徴のある顎毛

本研究で調査した全種類の顎毛の走査電子顕微鏡写真を示した (Figs. 3~8) が, ここでは鋸歯を

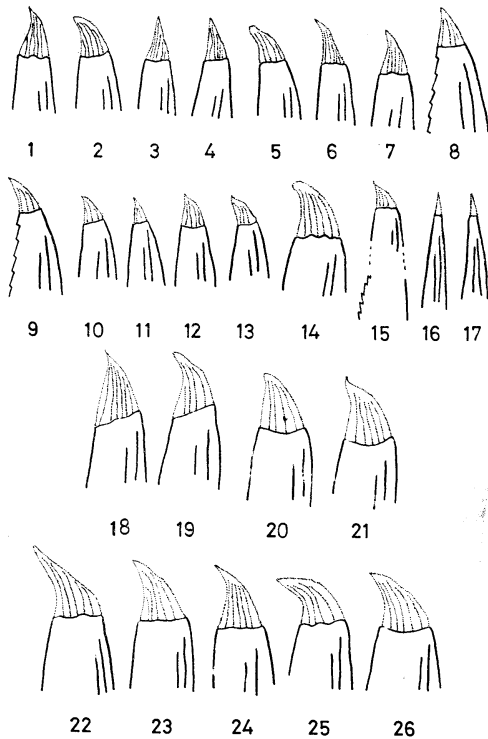


Fig. 2. Diagrams showing the shaft end and the point of grasping spines of chaetognaths examined in the present study. 1: *Sagitta crassa* f. *naikaiensis* TOKIOKA, 2: *Sagitta minima* GRASSI, 3: *Sagitta regularis* AIDA, 4: *Sagitta neglecta* AIDA, 5: *Sagitta nagae* ALVARIÑO, 6: *Sagitta bedoti* BÉRANECK, 7: *Sagitta pulchra* DONCASTER, 8: *Sagitta pacifica* TOKIOKA, 9: *Sagitta pseudoserratodentata* TOKIOKA, 10: *Sagitta enflata* GRASSI, 11: *Sagitta hexaptera* D'ORBIGNY, 12: *Sagitta ferox* DONCASTER, 13: *Sagitta robusta* DONCASTER, 14: *Sagitta elegans* VERRILL, 15: *Pterosagitta draco* (KROHN), 16: *Krohnitta subtilis* (GRASSI), 17: *Krohnitta pacifica* (AIDA), 18: *Sagitta decipiens* FOWLER, 19: *Sagitta neodecipiens* TOKIOKA, 20: *Sagitta lyra* KROHN, 21: *Sagitta scrippsae* ALVARIÑO, 22: *Sagitta macrocephala* FOWLER, 23: *Sagitta zetesios* FOWLER, 24: *Eukrohnia hamata* (MÖBIUS), 25: *Eukrohnia bathypelagica* ALVARIÑO, 26: *Eukrohnia fowleri* RITTER- ZÁHONY.

有する種類, *Krohnitta* 属, および中・深層種の顎毛についてその特徴を述べる。ただし, 中層種 *Sagitta lyra* の顎毛は, 成熟度により形態が変わって (ALVARIÑO, 1967)⁷⁾ 種同定の役に立たないので除き, その近縁種 *S. scrippsae* (ALVARIÑO,

1962)¹¹⁾ も除いた。

(1) 鋸歯を有する顎毛

Sagitta pacifica (Fig. 3a, b) と *S. pseudoserratodentata* (Fig. 3c, d) は顎毛の刃部全体に鋸歯を有し, 鋸歯は基部にむいている。歯は前者の方が密である。*Pterosagitta draco* (Fig. 3e, f) は顎毛の刃部の基部に近い方に前種とは異なる形の鋸歯を有し, 歯は先端部にむいている。*Eukrohnia* 属3種の幼体の顎毛には刃部の途中に深いきれこみのある鋸歯がある (時岡, 1940)¹⁾。体長 6.3, 6.7, 14.3 mm の *Eukrohnia bathypelagica* では顎毛の内側の2本のみ (左右あわせて4本) 鋸歯が見られた (Fig. 4a, b)。1976年2月3日に岩手県大槌湾で 47→0 m の鉛直曳で得られた体長 4.7 mm の *Eukrohnia* の幼体には, 8本の顎毛のうち6本 (左右あわせて12本) に鋸歯があった。*Eukrohnia* 属のやむしは成長とともに鋸歯を有する顎毛の数は減り, 成体では鋸歯はまったく認められない。

(2) *Krohnitta* 属の顎毛 (Fig. 4c, d)

背柱, 腹柱を欠く。他属の顎毛とはわん曲の仕方, 外観が異なる。基部では太く, 基部より 2/3 の所から極端に細くなり, わん曲も著しく, 尖端はするどく鉛筆の芯のようである。

(3) 中・深層種の顎毛

軸部末端と先端部に特徴がある。

① *Sagitta decipiens* (Fig. 4e)

尖端は軸部のわん曲に応じて曲がり, 鋭い毛筆状を呈す。隆起線が太くて明瞭である。

② *Sagitta neodecipiens* (Fig. 4f)

尖端は軸部のわん曲に応じて曲がり, 2/3 の所で細くなりさらに曲がる。隆起線が太くて明瞭である。

③ *Sagitta macrocephala* (Fig. 5a)

顎毛はきわめて大きく, 軸部はゆるやかに曲がる。尖端部は 1/3 の所で曲がる。

④ *Sagitta zetesios* (Fig. 5b)

尖端部全体がゆるやかに曲がる。

⑤ *Eukrohnia hamata* (Fig. 5c, d)

軸部はほぼまっすぐで, 末端近くでわずかに曲がる。

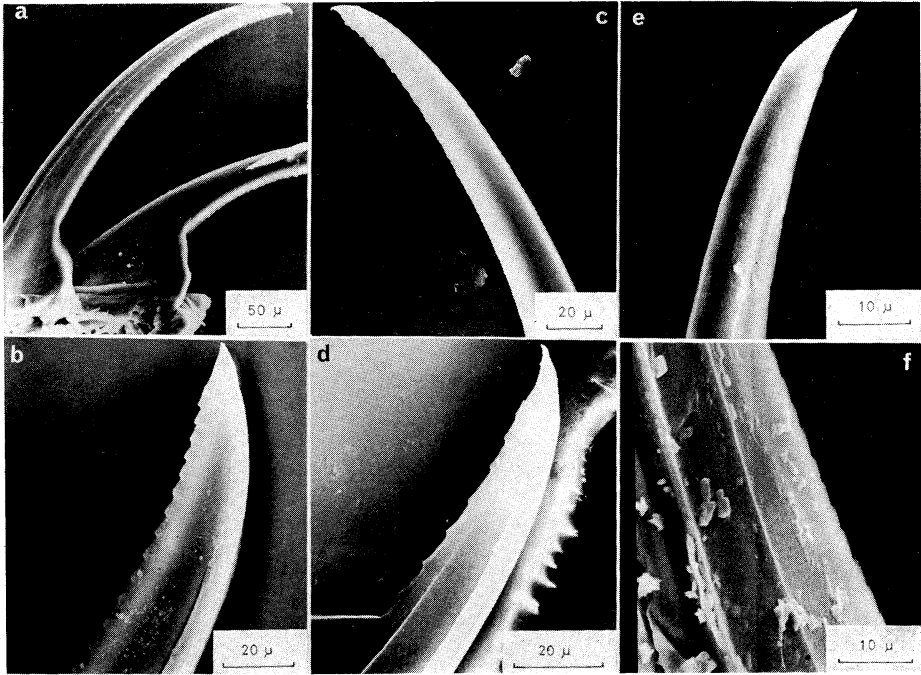


Fig. 3. SEM micrographs of grasping spines. a, b: *Sagitta pacifica*, c, d: *Sagitta pseudo-serratodentata*, e, f: *Pterosagitta draco*.



Fig. 4. SEM micrographs of grasping spines. a, b: *Eukrohnia*, c: *Krohnitta subtilis*, d: *Krohnitta pacifica*, e: *Sagitta decipiens*, f: *Sagitta neodecipiens*.

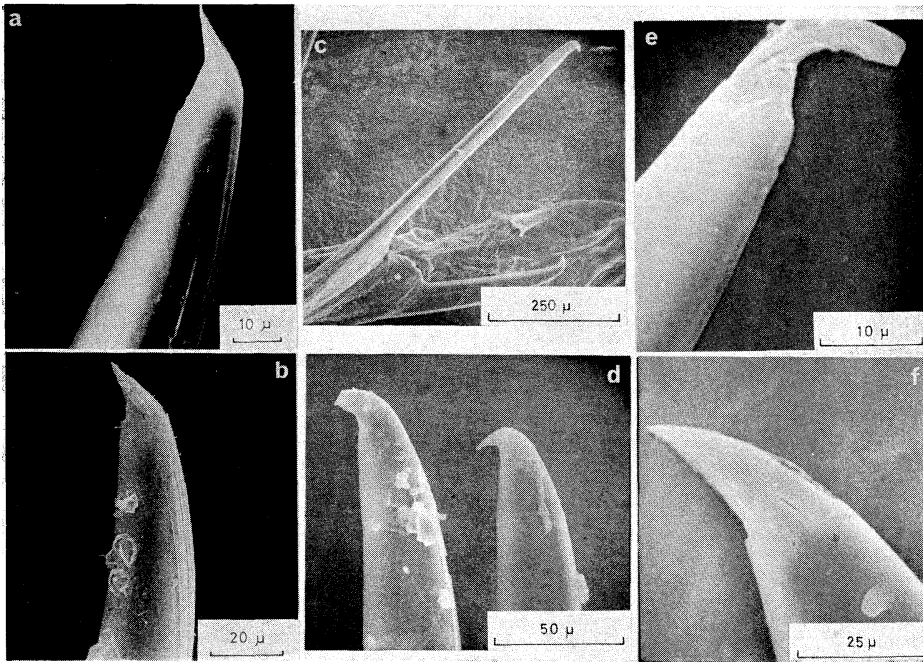


Fig. 5. SEM micrographs of grasping spines. a: *Sagitta macrocephala*, b: *Sagitta zetesios*, c, d: *Eukrohnia hamata*, e: *Eukrohnia bathypelagica*, f: *Eukrohnia fowleri*.

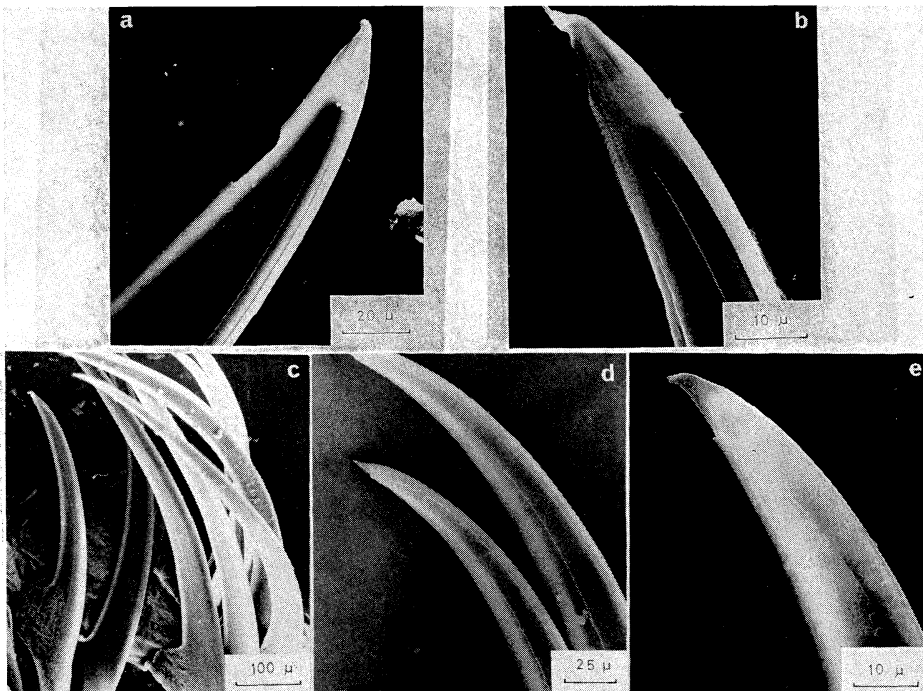


Fig. 6. SEM micrographs of grasping spines. a: *Sagitta lyra*, b: *Sagitta scrippsae*, c: *Sagitta enflata*, d: *Sagitta hexaptera*, e: *Sagitta elegans*.

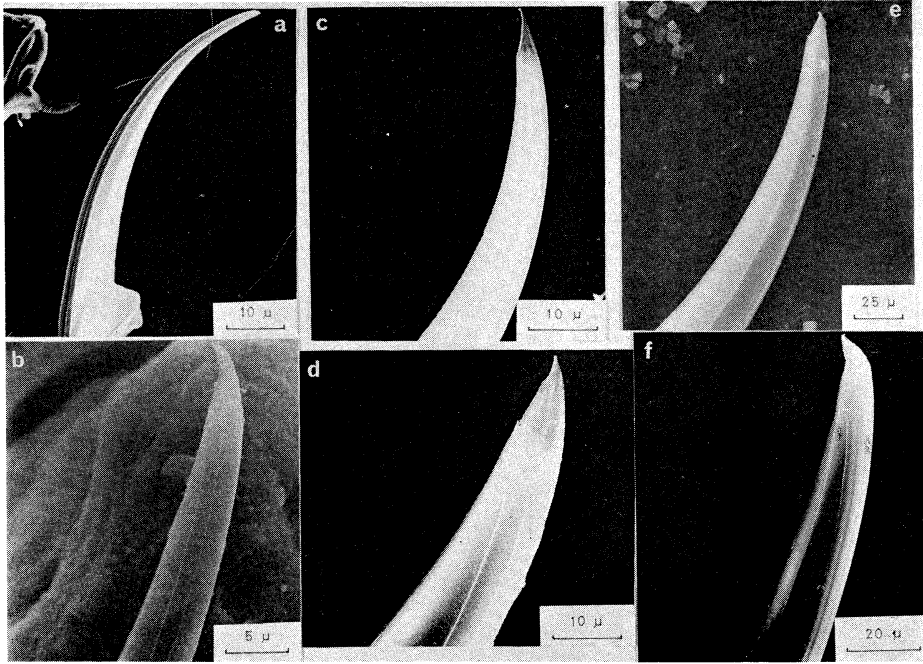


Fig. 7. SEM micrographs of grasping spines. a, b: *Sagitta nageae*, c: *Sagitta bedoti*, d: *Sagitta pulchra*, e: *Sagitta ferox*, f: *Sagitta robusta*.

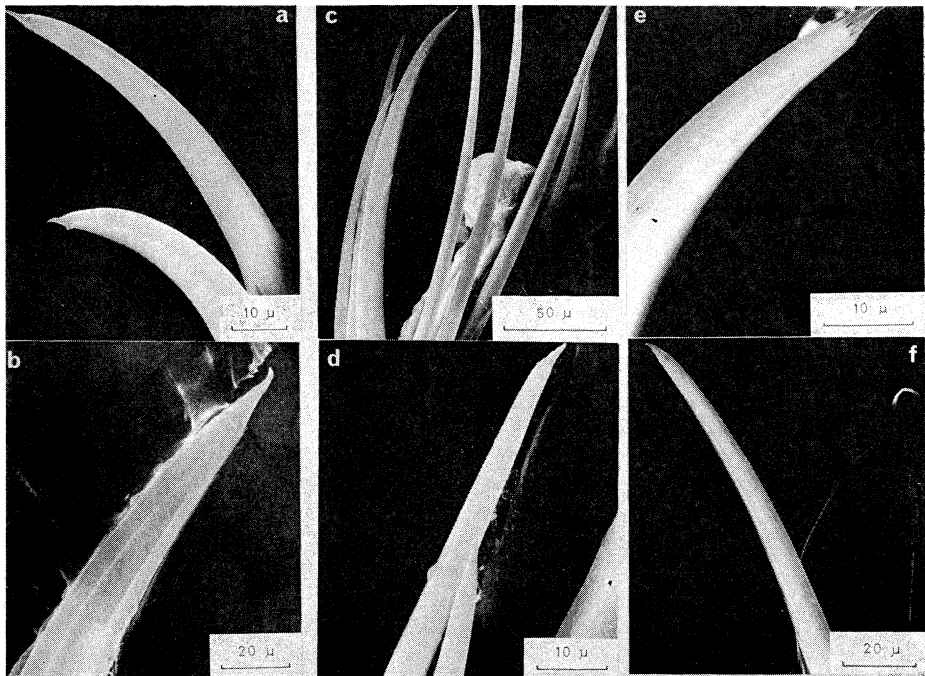


Fig. 8. SEM micrographs of grasping spines. a, b: *Sagitta regularis*, c, d: *Sagitta neglecta*, e: *Sagitta crassa* f. *naikaiensis*, f: *Sagitta minima*.

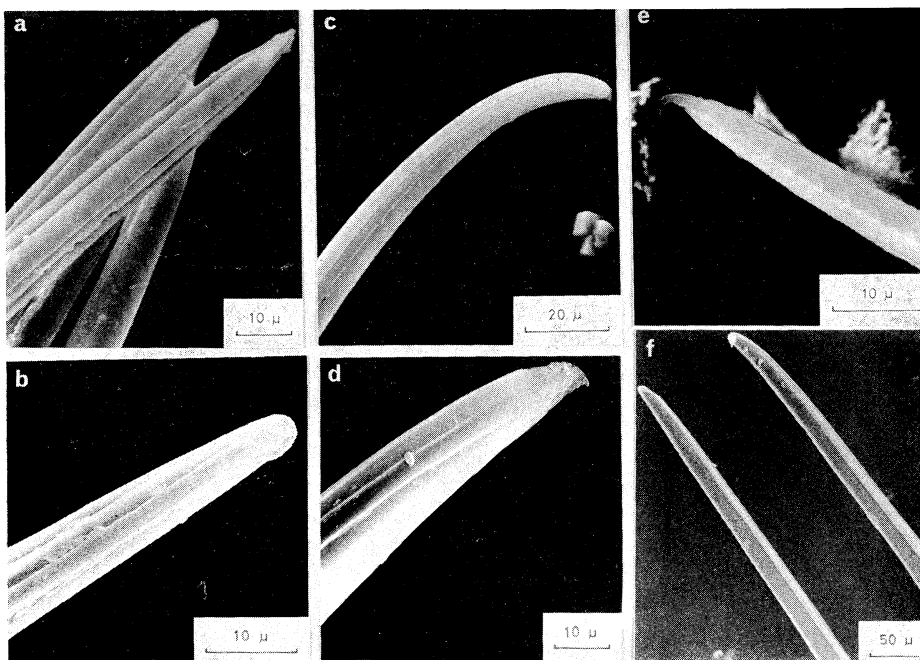


Fig. 9. Photographs showing merits of observing by SEM. Three ridges are seen on the back of grasping spines in (a) *Sagitta decipiens*, (b) *Sagitta pulchra*, (c) *Sagitta enflata* and (d) *Sagitta nagae*. Projections of serrations are seen in (e) *Sagitta pacifica*. Curvature of the point is seen in (f) *Sagitta macrocephala*.

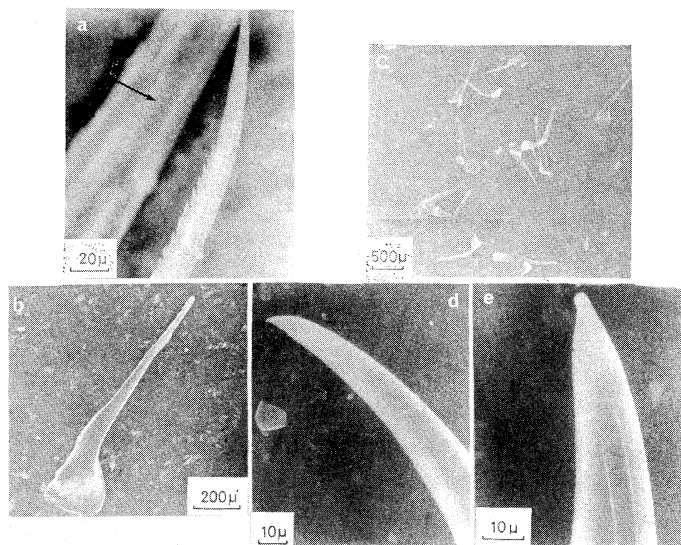


Fig. 10. SEM micrographs of grasping spines and lateral plates found in the stomach of various fishes. a: *Eukrohnia hamata* found in the stomach of an Alaska pollack *Theragra chalcogramma*. Arrow shows a lateral plate. b, c: lateral plates found in the stomach of a saury *Cololabis saira*, d: *Sagitta nagae* found in the stomach of a butter fish *Pampus argenteus*, e: *Sagitta neodecipiens* found in the stomach of a butter fish *Pampus argenteus*.

Table 2. Characters of grasping spines of 12 chaetognath species.

Species	Size	Curvature of the shaft	Ridge	Serration	Point
<i>Sagitta pacifica</i>	small	gently curved	clear	yes	gently curved
<i>Sagitta pseudoserratodentata</i>	small	gently curved	clear	yes	gently curved
<i>Pterosagitta draco</i>	small	gently curved	clear	yes	gently curved
				(only a part of the shaft)	
<i>Krohnitta pacifica</i>	small	curved	clear	no	very sharp
<i>Krohnitta subtilis</i>	small	curved	clear	no	very sharp
<i>Sagitta decipiens</i>	large	gently curved	very clear	no	gently curved
<i>Sagitta neodecipiens</i>	large	gently curved	very clear	no	gently curved
<i>Sagitta macrocephala</i>	very large	gently curved	clear	no	curved in one thirds of the point
<i>Sagitta zetesios</i>	large	gently curved	clear	no	gently curved
<i>Eukrohnia hamata</i>	large	almost straight	clear	yes (only young specimens)	curved in two thirds of the point almost perpendicular to the shaft
<i>Eukrohnia bathypelagica</i>	large	almost straight	clear		curved in the middle of the point almost perpendicular to the shaft
<i>Eukrohnia fowleri</i>	large	almost straight	clear		gently curved

尖端部は2/3の所で曲がる。

⑥ *Eukrohnia bathypelagica* (Fig. 5e)

軸部はゆるやかに曲がる。尖端部は1/3の所でほぼ直角に曲がる。

⑦ *Eukrohnia fowleri* (Fig. 5f)

軸部はゆるやかに曲がり、尖端部は軸部のわん曲に応じて曲がる。

顎毛を用いて、捕食されたやむしの種同定を行なうために、上述したやむしの顎毛についてその特徴をまとめた (Table 2)。

4. 胃内容物中のやむしの同定

(1) スケトウダラ *Theragra chalcogramma* (PALLAS)

スケトウダラの胃内容物から検出された顎毛の写真を示した (Fig. 10a)。このスケトウダラは1975年6月24日にオホーツク海の48°28'N, 153°54'Eで底曳トロールを30分曳いて得られた。体長は40.5 cm, 湿重量は540 gであった。Table 2に基づいて、これは *Eukrohnia* 属の若い個体の顎毛であると同定された。

3種の *Eukrohnia* 属のうち、*E. fowleri* は最も深い層に生息し、千島・カムチャッカ海溝、ベーリング海では普通1,000 m以深にみられる (TCHINDONOVA, 1955)¹²。*E. hamata* は北部北

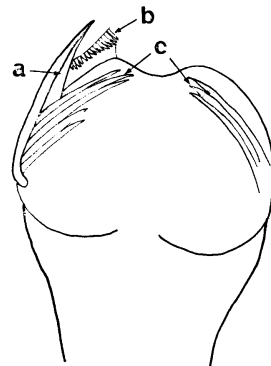


Fig. 11. Head of *Sagitta nage* found in the stomach of a butterfish *Pampus argenteus*. In this diagram anterior teeth are not shown. The lateral plate on the right hand has already got out of place. It is almost impossible to see the lateral plate in the alive or fixed specimens, but chaetognaths found in the predator's stomach sometimes look like this. It is easy to recognize the lateral plate. a: lateral plate, b: posterior teeth, c: grasping spines.

太平洋、ベーリング海では表層を除き2,000 mまで分布し、とくに120~270 mに多い (小鳥, 1969)¹³。*E. bathypelagica* は同じ海域で150~1,370 mに分布し、とくに550~880 mに多い (小鳥, 1969)¹³。しかし、個体数は前者が後者よりはるかに多い (KOTORI, 1972)¹⁴。顎毛の一部

に鋸歯を有するような若い *Eukrohnia* について、その分布深度は明らかでないが、成体より浅い層に分布する可能性がある。大槌湾で *E. hamata* とと思われる体長 4.7 mm で顎毛に鋸歯を有する個体が 47→0 m の鉛直曳で採集された。スケトウダラは遊泳性底生魚類で 100~300 m に生息する(前田, 1974)¹⁵⁾ ので、*E. fowleri* を捕食することはなく、*E. hamata* か *E. bathypelagica* のどちらかを捕食したと考えられる。両者の分布密度(小鳥, 1969¹³⁾; KOTORI, 1972¹⁴⁾) の比較から、スケトウダラは *E. hamata* の若い個体を捕食したと考えるのが妥当であろう。

Fig. 10a の顎毛のそばにあるものは側板(lateral plate)である。これはやむしの頭部の側背側にあり、顎毛と歯を支える(Fig. 11)と同時にこれらを動かすための筋肉に付着点を与えている。側板は無構造の軟骨状を呈している(Fig. 10b)。1976年7月27日に北部北太平洋の 44°52'N, 150°50'E で採集されたサンマ *Cololabis saira* (BREVOORT) の胃内容物中には、多数のやむしの頭部骨格が他の餌の残骸とからみあって圧縮されていた。やむしが魚の胃の中で消化作用をうけると、側板ははずれやすくなり、単独でもみられた(Fig. 10c)。側板は1個体のやむしに1対あるので、これを計数すれば捕食されたやむしの数が求められる。

(2) マナガツオ *Pampus argenteus* (EUPHRA-SEN)

1973年11月5日に東シナ海の 30°03.0'-01.2'N, 123°35.0'-36.0'E (水深 70 m) で、機船底曳網トロールを1時間曳いて採集されたマナガツオ3個体はやむしを捕食していた。消化はかなり進んでいたが、顎毛(Fig. 10d, e)と眼の特徴から、これらは *Sagitta nageae* と *S. neodecipiens* と同定された。マナガツオの尾叉長および湿重量は、それぞれ 16.0 cm, 117 g; 16.3 cm, 112 g; 17.5 cm, 139 g であった。

東シナ海には *Sagitta nageae* は多数分布し(MATSUZAKI, 1975)¹⁶⁾、*S. neodecipiens* は中層種であるが分布の上限は浅く、50~60 m であるから(永沢, 未発表)、これらのやむしは水深 70 m の海域で採集されたマナガツオにより捕食された。

(3) マサバ *Scomber japonicus* (HOULTUYN)

神奈川県小田原の末神漁場の定置網で1976年4月26日、8月10日に採集されたマサバの胃内には、捕食直後らしいやむしが見出された。やむしの体は曲がったり、切断されたり、その鱗はいたんでいたが、同定は容易であった。4月26日の試料では尾叉長および湿重量がそれぞれ 20.4 cm, 80 g; 21.2 cm, 94 g; 21.6 cm, 93 g の1年魚(飯塚, 1967)¹⁷⁾ は *Sagitta crassa* f. *naikaiensis* と *S. nageae* を捕食していた。8月10日には尾叉長 22.2 cm, 湿重量 101 g のマサバは *S. crassa* f. *naikaiensis* のみを捕食していた。

マサバは沿岸表層性の魚類であり、未成魚以後その餌生物はあまり変わらない。主要な餌生物はカタクチイワシ、稚魚、おきあみ、いか、端脚類、等脚類、その他の動物プランクトンである(宇佐美, 1967)¹⁸⁾。やむしは捕食されていても見落されやすいので、餌生物として扱われなかったのか、あるいは「その他の動物プランクトン」としてまとめられていたと思われる。

今後、さらに多くの種類の魚の胃内容物に見出されるやむしの同定を行ない、やむしのある種類とその捕食者を明らかにすることは、食物連鎖の解明のために重要である。また、魚の餌としてのやむしの重要性、やむしを捕食する魚の摂餌生態とやむしの分布との関係などについて検討を加える必要がある。

文 献

- 1) 時岡 隆 (1940): 毛顎動物門, 日本動物分類. 5 巻, 2号, 三省堂, 東京, 129 p.
- 2) RENFRO, W. C. and W. G. PEARCY (1966): Food and feeding apparatus of two pelagic shrimps. J. Fish. Res. Bd Can., 23, 1971-1975.
- 3) NEMOTO, T. (1967): Feeding pattern of euphausiids and differentiations in their body characters. Inf. Bull. Planktol. Japan, Commemoration Number of Dr. Y. MATSUE, 157-174.
- 4) NEMOTO, T. (1977): Food and feeding structures of deep-sea *Thysanopoda* euphausiids, p. 457-480. In N. R. ANDERSEN and B. J. ZAHURANEC (eds.), Oceanic Sound Scattering Prediction. Plenum Press, New York.
- 5) NAGASAWA, S. and R. MARUMO (1973): Structure of grasping spines of six chaetognath species

- observed by scanning electron microscopy. Bull. Planktol. Soc. Japan, **19**, 63-76.
- 6) FURNESTIN, M. L. (1957): Chaetognathes et zooplankton du secteur Atlantique Marocain. Revue Trav. Inst. Pêch. marit., **21**, 1-356.
 - 7) ALVARIÑO, A. (1967): The Chaetognatha of the Naga Expedition (1959-1961) in the South China Sea and the Gulf of Thailand. I. Systematics. Naga Rep. Univ. Calif. Scripps Inst. Oceanogr., **4**, 1-197.
 - 8) PIERROT-BULTS, A. C. (1976): Histology of the seminal vesicles in the *Sagitta serratodentata*-groups: (Chaetognatha). Bull. zool. Mus., **5**, 19-29.
 - 9) 永沢祥子, 丸茂隆三 (1976): 眼および眼色素の特徴による若いやむしの同定. 日本プランクトン学会報, **23**, 96-102.
 - 10) HYMAN, L. H. (1959): The Enterocoelus Coelomates—Phylum Chaetognatha, p. 1-71. In E. J. BOELL (ed.), The Invertebrates: Smaller Coelomate Groups, V. McGraw-Hill, New York.
 - 11) ALVARIÑO, A. (1962): Two new Pacific chaetognaths: their distribution and relationship to allied species. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif. Tech. Ser., **8**, 1-50.
 - 12) TCHINDONOVA, Y. G. (1955): Chaetognaths of the Kurile-Kamchatka Trench. Trudy Inst. Okeanol., **12**, 298-310.
 - 13) 小島守之 (1969): 北部北太平洋およびベーリング海における毛顎類の垂直分布. 日本プランクトン学会報, **16**, 52-57.
 - 14) KOTORI, M. (1972): Vertical distribution of chaetognaths in the northern North Pacific Ocean and Bering Sea, p. 291-308. In A. Y. TAKENOUTI *et al.* (eds.), Biological Oceanography of the Northern North Pacific Ocean. Idemitsu Shoten, Tokyo.
 - 15) 前田辰昭 (1974): スケトウダラの分布. 移動と海洋環境, p. 99-106. 西脇昌治編, 海洋学講座13 資源生物論. 東京大学出版会, 東京.
 - 16) MATSUZAKI, M. (1975): On the distribution of chaetognaths in the East China Sea. Oceanogr. Mag., **26**, 57-62.
 - 17) 飯塚景記 (1967): 東北海区に來遊分布するマサバの年齢と成長について. 東北区水産研究所研究報告, **27**, 21-44.
 - 18) 宇佐美修造 (1968): サバの生態と資源. 水産研究叢書 18, 日本水産資源保護協会, 東京, 116 p.

東京湾における微小繊毛虫類の分布*

久 米 恒 雄**

Distribution of the Marine Micro-ciliates in Tokyo Bay*

Tsuneo KUME**

Abstract: Marine ciliated protozoans with the size of 5 to 95 μm in sea water samples collected at Tokyo Bay were enumerated by using the filter counting method. At the inner part of the bay, ciliates in surface water samples fluctuated seasonally within the range of 10^4 to 10^7 cells/l with the change of phytoplankton biomass and sea water temperature. Smaller ciliates (5 to 25 μm in size) appeared dominantly occupying more than 50 % of the ciliate cells of 5 to 95 μm throughout the year. Hymenostomatida and Gymnostomatida of Holotricha dominated, but Hypotrichida, Oligotrichida and Heterotrichida of Spirotricha constituted only less than 20 % of the ciliates. The vertical distributions of ciliates during the summer stagnation period were approximately correlated with those of phytoplankton in the inner part of the bay where these organisms were more abundant and the water was more eutrophicated by land discharges. These correlations with the distribution of microplankton reduced in the outer part of the bay, and the biomass of these organisms also decreased one order of magnitude. Close correlations were found among the seasonal fluctuations of ciliates, phytoplankton, sea water temperature and chlorophyll *a*, but there was no correlation between the distributions of microplankton and particulate protein or seston amounts in the inner part of the bay. The inverse correlations of seasonal fluctuations were observed between the ciliate biomass and the ratio of heterotrophic bacteria to ciliates, and between the ciliate biomass and the ratio of phytoplankton cells to ciliates. These results suggest the close interactions among ciliates, heterotrophic bacteria and phytoplankton through the prey-predator relationships and the promotion of growth of each organism by other.

1. 緒 言

従来のネット採集によって得られたプランクトン調査の報告例では、繊毛虫類のうちの有鐘類が動物プランクトン中で橈脚類やオキアミ類に次ぐ生物量を占めるため、有鐘類の知見は古くから得られている。しかし、他の繊毛虫類の殆んどはネット採集法によっては得ることができず、しかも化学的固定処理による細胞の形状変化が著しいた

めに、それらの生態学的重要性は認められながらも軽視される傾向にあった (WOOD, 1965¹⁾)。海洋の食物連鎖に関する研究の中で、従来主として調査されてきた植物プランクトンを直接摂食することに端を発し高次栄養段階生物へ進む系列ばかりでなく、非生体の溶存態・懸濁態有機物を栄養基質とする従属栄養微生物を捕食する微小動物プランクトンが介在する腐食性食物連鎖 (saprophagic food chain) の機能が重視されつつある (SEKI, 1972²⁾; STRICKLAND, 1972³⁾; JØRGENSEN, 1976⁴⁾)。この後者の系列の中で 100 μm 以下の大きさの微小繊毛虫類は、細菌の捕食者であると同時に、大型動物プランクトンの被食者となることによってエネルギー輸送の機能を有する (HEINLE

* 1979年7月3日受理

Received July 3, 1979

** 東京大学医科学研究所生物製剤試験製造施設,

〒108 東京都港区白金台 4-6-1

Laboratory of Biological Products, Institute of Medical Science, University of Tokyo, 4-6-1, Shiroganedai, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan

et al., 1977⁵⁾). 本報告では、このような機能をもつ微小繊毛虫類の沿岸海中における分布と季節変動を観察するために東京湾において従属栄養細菌、植物プランクトン及び懸濁物の分布調査を併せて行なった結果を述べる。

2. 方法

微小プランクトンの計数: 微小プランクトン計数用試水は前報(久米, 1979⁶⁾)と同様の方法によって東京湾の観測地点において採取した(Fig. 1)。試水は1% Utermöhl 固定液を加えて固定し、冷所に一晩静置し、上澄液を取り除き底部の沈殿区分を遠心操作(1,500 r.p.m., 5分間)によって10.0 ml にまで濃縮し、栓付小型試験管に移し冷暗所に保存した(TAYLOR, 1976⁷⁾)。次に、これらの濃縮固定試料を Nucleopore フィルター(25 mm 径, 5 μ m ポアサイズ)上に滴下し、250 mm Hg 以下で吸引濾過した。蒸留水を注ぎ固定剤成分を洗滌除去し、5% エリスロシン(5% フェノール中)を滴下し30~60分間染色した。蒸留水による脱色後、風乾と包埋処理をし濾紙標本とした(Fig. 2)。濾紙標本作製用の固定液、染色液および蒸留水等は、使用前にガラス繊維濾紙(Whatman GF/C)を用いて濾過した。繊毛虫類の同定は、HALL (1953⁸⁾), CORLISS (1961⁹⁾) および内

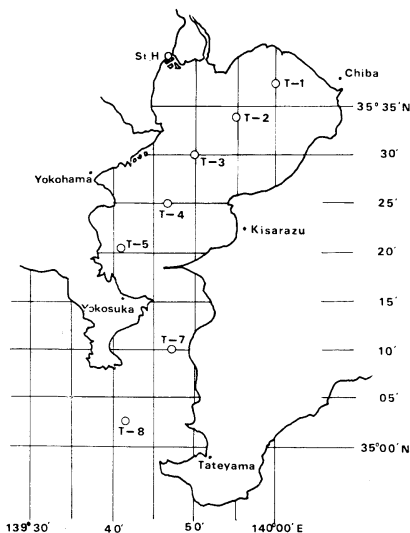


Fig. 1. Sampling locations in Tokyo Bay.

田(1964¹⁰⁾)の記載に従った。

従属栄養細菌の計数: 海水試料は滅菌試薬ビンまたはJZ型サンプラー(ZOBELL, 1941¹¹⁾)を用いて採取したのち、直ちに冷暗所に保存した。採取後2時間以内に滅菌海水を用いた段階希釈を行ない、寒天平板上に塗布した(BUCK and CLEVERDON, 1960¹²⁾)。寒天平板培地は改変2216Eを用いた(Table 1)。暗所20°Cに10日間培養したのち、平板上に出現したコロニー(c.f.u.)を計数した(GUNDERSEN *et al.*, 1972¹³⁾)。

懸濁物分析用海水試料の採取: 海水試料は塩ビ製バケツまたはVan Dorn型採水器を用いて採水し、直ちにプランクトンネット地GG54を用いて濾過し、ポリエチレン容器に移した。採水器具および試水容器は使用前に希塩酸による洗滌を行なった。

セストン重量の測定: 使用前に熱希塩酸と蒸留水による洗滌を行なったメンブランフィルター(Millipore HA)を用いて濾過を行ない、3.6%ギ

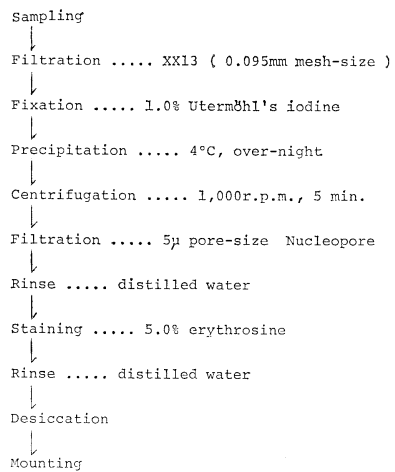


Fig. 2. Procedures for the preparation of filter samples of fixed microplankton.

Table 1. Composition of modified 2216E medium

Bacto-peptone (Difco.)	5.0 g
Bacto-yeast extract (Difco.)	0.5 g
Ferric citrate	0.05 g
Distilled water	200 ml
Aged sea water	800 ml
pH	7.0-7.4

酸アンモニウム溶液を注ぎフィルター上の海塩を除去した (BANSE, *et al.*, 1963¹⁴⁾). 濾過直後, -20°C に試料を凍結保存した。フィルター上に保持された懸濁物重量は, 濾過前後の濾紙重量差から求めた。濾紙重量は $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ にて約2時間乾燥し, デシケーター中に一昼夜冷却後に測定した。

懸濁態蛋白質の測定: 前記のセストン重量測定用試料を用い, 90%アセトンを加えて色素成分を充分除去し, アセトンを蒸発除去したのち, アルカリ溶解した。蛋白質含有量はフェノール試薬法 (LOWRY *et al.*, 1951¹⁵⁾) によって測定し, 子牛アルブミン量に換算した。

クロロフィル *a* の測定: 海水試料をガラス繊維濾紙 (Whatman GF/C) を用いて濾過し, LORENZEN (1967¹⁶⁾) の方法によって抽出および測定を行った。

3. 結果

1. 東京湾湾奥部沿岸における微小プランクトンの季節的分布変動

1975年9月から1976年9月まで毎月1回ずつ東京湾湾奥部の晴海埠頭 (St. H.) において採取した表面海水試料中に含まれる $5\sim 95\ \mu\text{m}$ の大きさ

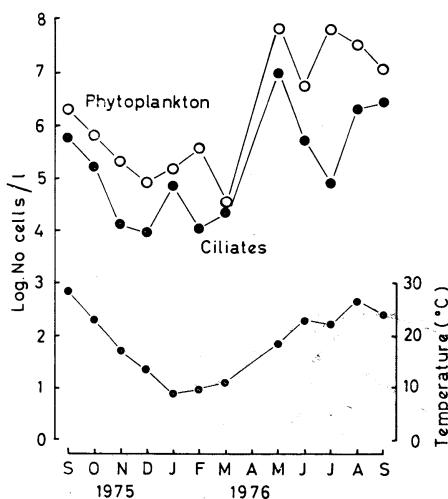


Fig. 3. Seasonal fluctuations of microplankton ($5\sim 95\ \mu\text{m}$) in surface water at Station H in Tokyo Bay.

の繊毛虫類および植物プランクトンの分布変動は Fig. 3 に示す如くであった。細胞数の周年変動は概して水温の変動に伴って増減変動がみら

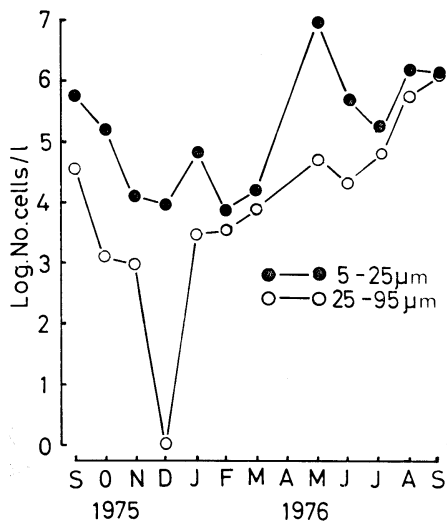


Fig. 4. Seasonal changes of micro-ciliates classified into different sizes of $5\sim 25$ and $25\sim 95\ \mu\text{m}$ in surface water at Station H in Tokyo Bay.

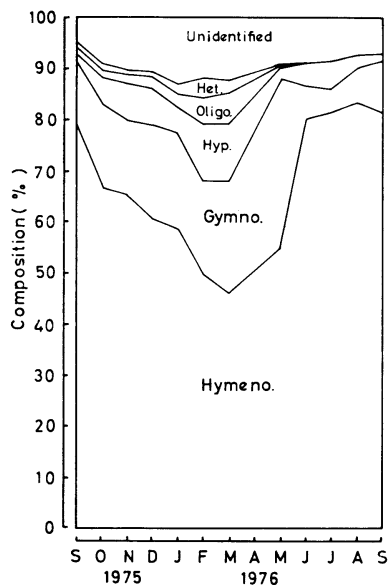


Fig. 5. Seasonal changes of the composition of micro-ciliates in surface water at Station H in Tokyo Bay. Hymeno., order Hymenostomatida; Gymno., order Gymnostomatida; Hypo., order Hypotrichida; Oligo., order Oligotrichida; and Het., Heterotrichida.

れ、絨毛虫類は5月【 $(1.04 \times 10^7/l)$ 】と12月 ($8.56 \times 10^3/l$) にそれぞれ最高・最低出現細胞数を示した。植物プランクトンの変動では、絨毛虫類の周年変動とほぼ同様な傾向が認められ、5月 ($7.16 \times 10^7/l$) と3月 ($3.38 \times 10^4/l$) にそれぞれ最高・最低細胞数が出現した。

絨毛虫類を $25 \mu m$ を境に2群に分別した計数結果は Fig. 4 に示す如くであった。小型群は $5 \sim 95 \mu m$ の細胞のうち $52 \sim 100\%$ を占め、秋から冬にかけて 90% 以上を占めた。

絨毛虫類の種類組成とその周年変化は Fig. 5 に示す如くであった。出現した 90% 以上が全毛垂綱 (Holotrichia) の裸口目 (Gymnostomatida) と膜口目 (Hymenostomatida)、旋毛垂綱 (Spirotrichia) の異毛目 (Heterotrichida) と少毛目 (Oligotrichida) および下毛目 (Hypotrichida) で占められた。膜口目は $46 \sim 83\%$ の最高出現率であり、旋毛垂綱は 40% 以下の出現率であった。

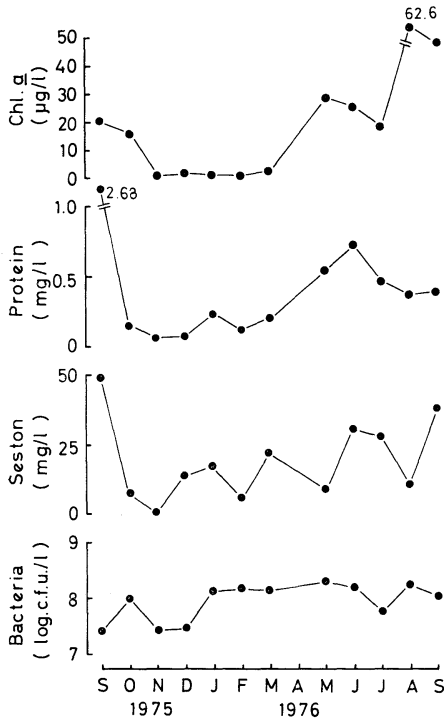


Fig. 6. Seasonal fluctuations of viable counts of heterotrophic bacteria and amounts of seston, particulate protein, chlorophyll *a* in surface water at Station H in Tokyo Bay.

2. 東京湾湾奥部における絨毛虫類の分布と植物プランクトン、従属栄養細菌および懸濁物の分布との関係

東京湾湾奥部晴海埠頭において1975年9月から1976年9月まで毎月1回採取した表面海水試料中の従属栄養細菌数、セストン重量、懸濁態蛋白質量およびクロロフィル *a* 量の分布変動は Fig. 6 に示すごとくであった。概してこれらの分布量は春から夏にかけて増加し、秋から冬にかけて減少する傾向が観察された。

絨毛虫類とその餌料となりうる従属栄養細菌の分布変動との間には Fig. 7 に示す関係が認められた。従属栄養細菌の生菌数は最高 2.05×10^8 c.f.u./l (5月)、最低 2.47×10^7 c.f.u./l (12月) であり、その季節的増減変動と絨毛虫類のそれとの間には明瞭な相関関係は認められなかった。しかし、絨毛虫類細胞数の増減変動と従属栄養細菌生菌数の絨毛虫類細胞数に対する比の増減変動との間には全く逆の増減関係が明らかに認められた。この観察結果は、従属栄養細菌群集の一部が絨毛虫類群集によって選択的に捕食されていることを示唆し

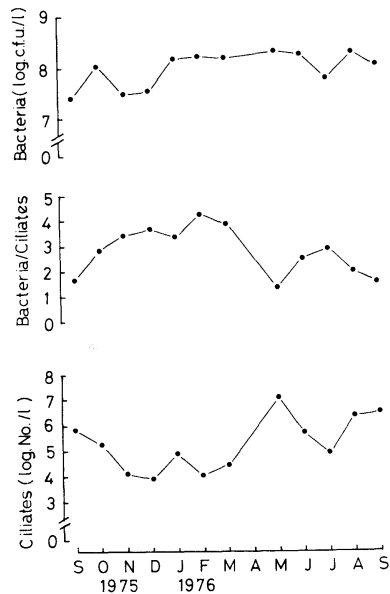


Fig. 7. Seasonal fluctuations of micro-ciliates in relation to heterotrophic bacteria and the ratio of heterotrophic bacteria to micro-ciliates in surface sea water at Station H in Tokyo Bay.

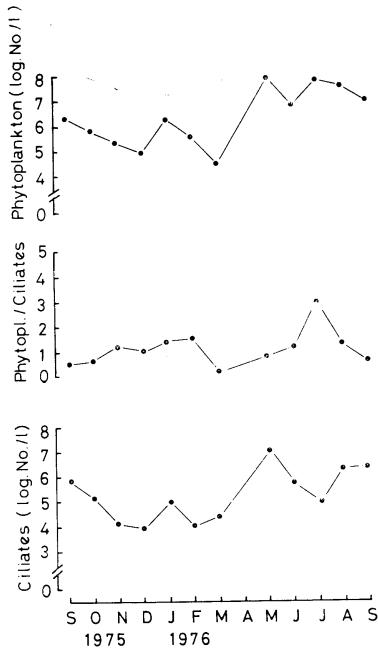


Fig. 8. Seasonal fluctuations of micro-ciliates in relation to phytoplankton and the ratio of phytoplankton to micro-ciliates in surface sea water at Station H in Tokyo Bay.

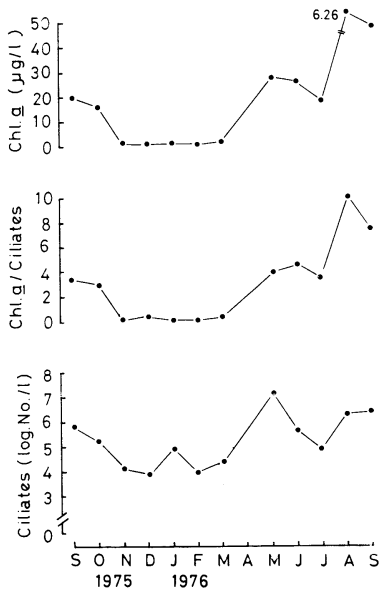


Fig. 9. Seasonal fluctuations of micro-ciliates in relation to chlorophyll *a* and the ratio of chlorophyll *a* to micro-ciliates in surface sea water at Station H in Tokyo Bay.

ている。

繊毛虫類と植物プランクトンとの細胞数の増減変動との間には Fig. 8 に示されるごとく、ほぼ並行的な関係が認められると共に、繊毛虫類細胞数の変動と植物プランクトン細胞数の 繊毛虫類細胞数に対する比の変動との間にもほぼ逆の増減関係が認められた。この結果は、繊毛虫類群集の増殖が、その被食者である細菌と共働的に有機物の無機化と栄養塩類の回帰を早めて、植物プランクトン群集の増殖を促進していることを示唆している。一方、繊毛虫類とクロロフィル *a* 量との季節的変動の関係は Fig. 9 に示すごとくであった。この両者の間にも冬季を除きほぼ並行的な増減関係が認められた。そして、クロロフィル *a* 量の増減変動とクロロフィル *a* 量の 繊毛虫細胞数に対する比の増減変動との間にも、冬季を除きほぼ並行的な関係が認められた。

さらに、Fig. 10 に示すごとく懸濁態蛋白質量は最大 2680 µg/l (9月), 最小 67 µg/l (12月) で、その季節的増減変動と繊毛虫類細胞数の変動との間には、夏季を除いてほぼ並行的な増減関係が認められた。ここに得られた懸濁態蛋白質量の値に

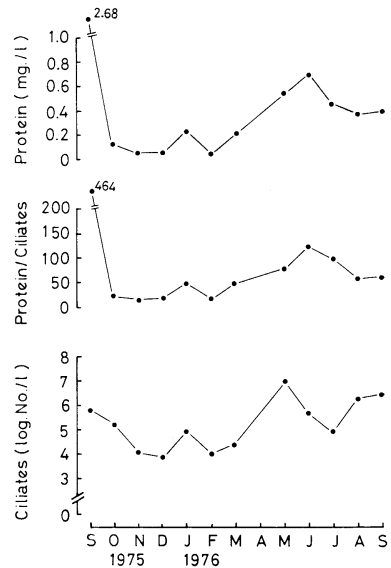


Fig. 10. Seasonal fluctuations of micro-ciliates in relation to particulate protein and the ratio of particulate protein to micro-ciliates in surface sea water at Station H in Tokyo Bay.

は、5~95 μm の生物態蛋白質と非生物態蛋白質とのすべての量が含まれている。従って、海水中の懸濁態蛋白質の増減に対して、繊毛虫類の増減に起因する蛋白質が大きく寄与していることを上記の結果は示唆している。

3. 夏季の東京湾における微小プランクトン、 従属栄養細菌および懸濁物の分布

1976年6月20日から23日までの4日間、東京大学海洋研究所の淡青丸航海 (KT 76-9) において、東京湾観測地点 (Fig. 1) から採取した海水試料中に含まれる 5-95 μm の繊毛虫類、植物プランクトン細胞数、従属栄養細菌生菌数、セストン重量、懸濁態蛋白質量およびクロロフィル *a* の測定を行ない、これらの鉛直および水平分布に関して検討を行なった。

湾奥部の T-2 と中央部の T-5 の観測点では、繊毛虫類と植物プランクトン細胞数の間にそれぞれ並行的な鉛直分布が認められた (Fig. 11a)。湾口部 T-7 では両者の鉛直分布は、細胞数は湾奥部に比べて少なかったが、ほぼ並行的であった (Fig. 11b)。しかし、湾外の観測点 (T-8) では、両者の細胞数は湾内におけるよりも少なく、しかも並行的鉛直分布の傾向は認められなかった (Fig. 11c)。一方、湾内におけるセストン重量や懸濁態蛋白質の分布断面をプロットしてみると、それぞれ湾奥部から湾口部にかけて減少する傾向が認められた (Fig. 12a, b, c)。

更に、観測点 T-2 から T-8 までの表層海水中における水平分布の変動について検討した結果、5~95 μm サイズの繊毛虫類と植物プランクトン細胞数は、それぞれ湾奥部から湾口部へかけて減少する傾向が認められた。繊毛虫類は 5~25 μm の小型の種類の出現率が湾奥部と湾口部で高く、湾中央部では逆に 25~95 μm の大型の種類の出現率が高かった。従属栄養細菌の分布は多摩川河口 (T-3) に生菌数のピークが出現したが、T-5 にかけて急激に減少し、更に湾口部にかけてほぼ均一に分布する傾向が認められた。セストン量、懸濁態蛋白質量およびクロロフィル *a* 量は、いずれも T-1 から T-5 にかけて急激に減少し、T-5 から湾口にかけてほぼ均一に分布する傾向が認めら

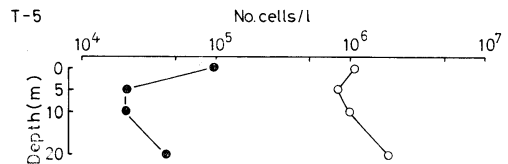
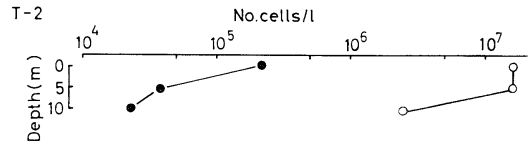


Fig. 11a. Vertical distributions of microplankton (5-95 μm) in sea water at Stations T-2 and T-4 in Tokyo Bay (June 1976). ●—, ciliate; ○—, phytoplankton.

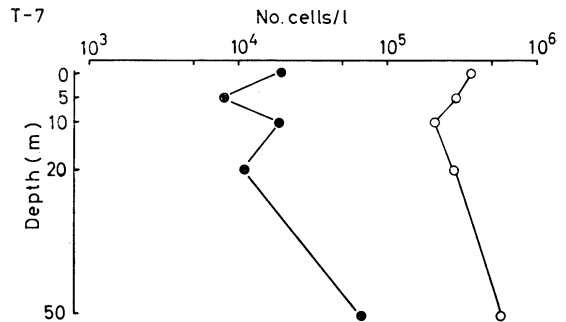


Fig. 11b. Vertical distributions of microplankton in sea water at Station T-7 in Tokyo Bay (June 1976). Symbols are as in Fig. 11a.

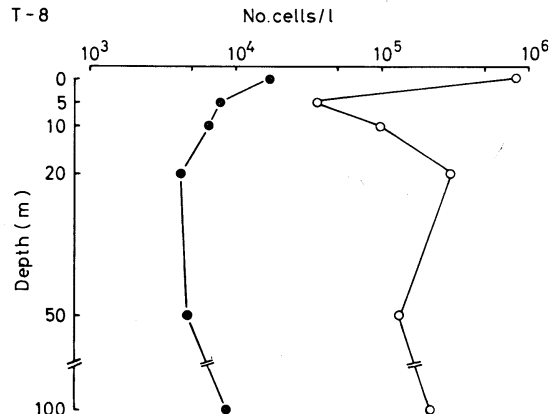


Fig. 11c. Vertical distributions of microplankton in sea water at Station T-8 in Tokyo Bay (June 1976). Symbols are as in Fig. 11a.

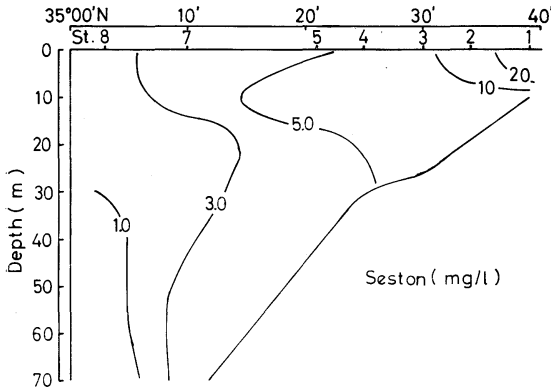


Fig. 12a. Distribution profile of seston in Tokyo Bay (June 1976).

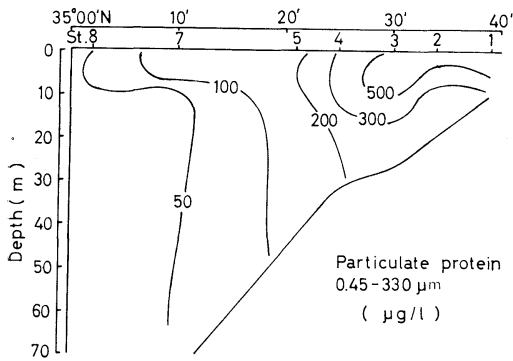


Fig. 12b. Distribution profile of particulate protein (0.45-330 μm) in Tokyo Bay (June 1976).

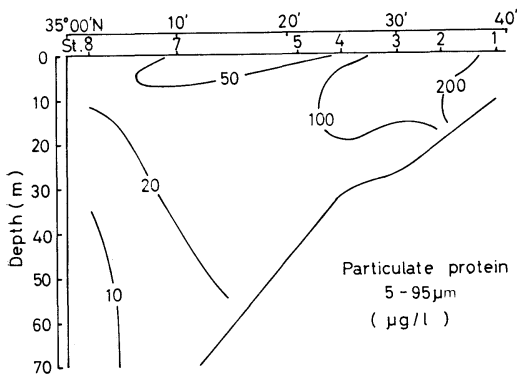


Fig. 12c. Distribution profile of particulate protein (5.0-95 μm) in Tokyo Bay (June 1976).

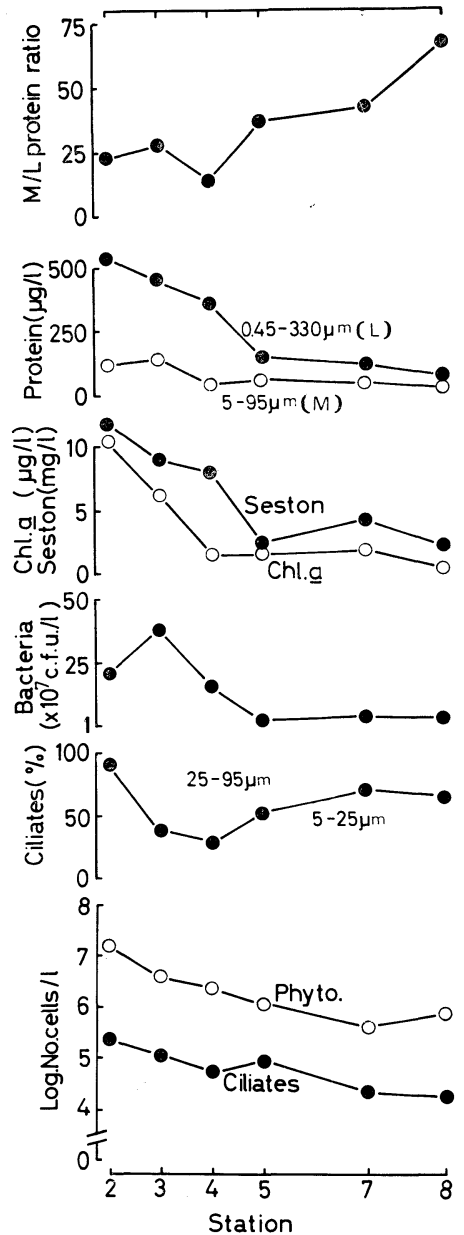


Fig. 13. Horizontal distribution of microplankton (5-95 μm), heterotrophic bacteria, seston, particulate protein and chlorophyll *a* in surface sea water of Tokyo Bay (June 1976).

れた。しかし、懸濁態蛋白質については、0.45-330 μm のサイズ (T-protein) のうちで 5-95 μm のサイズ (M-protein) の画分の占める割合は、湾奥部から湾口部にかけて約3倍に増加する傾向が認められた (Fig. 13)。

4. 考 察

本研究で調査の行なわれた富栄養化水域のみならず外洋の真光帯においても、絨毛虫類の生物量は全プランクトン個体数のうち多くの部分を占め、しかも有機懸濁物や植物プランクトンの分布と密接な関係のあることが観察されている (BERS *et al.*, 1975¹⁷⁾)。

富栄養化水域における有機物の分解は、従属栄養細菌群の細胞外酵素による作用のみならず、動物プランクトンの摂食作用に負う面がより多く、後者の作用によって生じた未消化の有機物の一部は下層に沈降する途中において無酸素層を形成する一因となることが観察されている (SEKI *et al.*, 1974¹⁸⁾)。同時に一部は従属栄養細菌群の栄養基質として用いられ、さらにその増殖個体群の一部が絨毛虫類の捕食作用によって再び大型プランクトンの餌料となる経路の存在が本研究の観察結果から示唆される。さらに、絨毛虫類と植物プランクトンおよびクロロフィル *a* との分布変動の相関から、また、絨毛虫類と従属栄養細菌群の変動関係から、それぞれの生物群の間には捕食・被食関係や増殖促進作用を介して密接な相互作用の存在が示唆される。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり試料の採取に御協力を頂いた東京大学海洋研究所淡青丸乗組員および関係者に謝意を表す。

References

- 1) WOOD, E.J.F. (1965): Marine Microbial Ecology. Chapman and Hall, London, 234 pp.
- 2) SEKI, H. (1972): The role of microorganisms in the marine food chain with reference to organic aggregate. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., **29** (Suppl.): 245-259.
- 3) STRICKLAND, J.D.S. (1972): Research on the marine planktonic food web at the Institute of Marine Resources: A review to the past seven years of work. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., **10**: 349-414.
- 4) JØRGENSEN, C.B. (1976): August Pütter, August Krogh, and modern ideas of the use of dissolved organic matter in aquatic environments. Biol. Rev., **51**: 291-328.
- 5) HEINLE, D.R., R.P. HARRIS, J.F. USTACH and D.D. FLEMER (1977): Detritus as food for estuarine copepods. Mar. Biol., **40**: 341-353.
- 6) 久米恒雄 (1979): 海産絨毛虫類の分離および保存培養に関する検討. うみ, **17**: 62-64.
- 7) TAYLOR, F.J.R. (1976): Treatment of micro- and nanoplankton samples. In, H. F. STEEDMAN (ed.), Zooplankton Fixation and Preservation. UNESCO Press, Paris. p. 32-33.
- 8) HALL, R.P. (1953): Protozoology. Prentice-Hall, New Jersey, 682 pp.
- 9) CORLISS, J.O. (1961): The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification and Guid to the Literature. Pergamon Press, London, 310 pp.
- 10) 内田 亨 (1964): 新日本動物図鑑(上), 北隆館, 東京, p. 88-136.
- 11) ZOBELL, C.E. (1941): Apparatus for collecting water samples from different depths for bacteriological analysis. J. Mar. Res., **4**: 173-188.
- 12) BUCK, J.D. and R.C.C. CLEVERDON (1960): The spread plate as a method for the determination of marine bacteria. Limnol. Oceanogr., **5**: 78-80.
- 13) GUNDERSEN, K., C.W. MOUNTAIN, D. TAYLOR, R. OHYE and J. STEIN (1972): Some chemical and microbiological observations in the Pacific Ocean off the Hawaiian Islands. Limnol. Oceanogr., **17**: 524-531.
- 14) BANSE, K., C.P. FALLS and L.A. HOBSON (1963): A gravimetric method for determining suspended matter in sea water using Millipore filters. Deep-Sea Res., **10**: 639-642.
- 15) LOWRY, O.H., N.J. ROSENBOUGH, A.L. FARR and R.J. RANDALL (1952): Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem., **193**: 265-275.
- 16) LORENZEN, C.J. (1967): Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: Spectrophotometric equations. Limnol. Oceanogr., **12**: 343-346.
- 17) BEERS, J.R., F.M.H. REID and G.L. STEWART (1975): Microplankton of the North Pacific central gyre; Population structure and abundance, June 1973. Int. Rev. ges. Hydrobiol., **60**: 607-638.
- 18) SEKI, H., T. TSUJI and A. HATTORI (1974): Effect of zooplankton grazing on the formation of the anoxic layer in Tokyo Bay. Est. Coast. Mar. Sci., **2**: 145-151.

Semidiurnal Oscillations over the Spherical Earth*

Motoyasu MIYATA**

Abstract: Laplace's tidal equation over the spherical earth for the case of semidiurnal component (S_2) is fully investigated. It is shown that the equation for S_2 can be reduced to a Schrödinger wave equation. The result indicates that the pressure field tends to be confined in the equatorial belt. Complete solutions can be obtained in terms of spheroidal wave functions.

1. Introduction

The solar semidiurnal tide (S_2) with frequency of twice daily has aroused much interest, particularly to meteorologists in connection with the atmospheric pressure variations. Among others, HAURWITZ (1956) made an extensive study of observed S_2 in the atmosphere. One of his results is given in Fig. 1 as an example. In the figure equilines of the amplitude of barometric pressure variations for S_2 component are shown. It is to be noted that the amplitude decreases steadily polewards from the equator, suggesting a tendency of confinement in the equatorial region. It is known that such equatorial confinement of the semidiurnal component is typical of pressure variations not only in the atmosphere but also in the ocean.

In this paper the present author is going to make a detailed analysis of Laplace's tidal equation at the S_2 frequency. Calculations of the semidiurnal oscillations have been made by numerous authors (WILKES, 1949; KERTZ, 1957; SIEBERT, 1961; FLATTERY, 1967). However, all of these previous works are based on the expansion method of Hough (1898): solving an infinite set of linear algebraic equations numerically (See LONGUET-HIGGINS, 1967, for the technique). A much simpler and presumably more accurate method will be employed here. It will be shown that the equation for S_2 can be reduced to a Schrödinger wave equation

which will clarify the implication of the above-mentioned equatorial confinement. The motion under consideration will be shown to behave like an inertial oscillation near the poles; the pressure field becomes infinitesimally small whereas the velocity components remain finite as the latitude approaches 90 degrees.

Complete analytical solutions in terms of spheroidal wave functions will be obtained for several cases and discussed.

2. Reduction of the tidal equations

Laplace's tidal equations with no forcing over the spherical earth are given by:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - 2\Omega v \sin \theta = -\frac{1}{R \cos \theta} \frac{\partial p}{\partial \phi}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + 2\Omega u \sin \theta = -\frac{\partial p}{R \partial \theta}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{gh}{R \cos \theta} \left[\frac{\partial u}{\partial \phi} + \frac{\partial}{\partial \theta} (v \cos \theta) \right] = 0, \quad (3)$$

where

ϕ : longitude,

θ : latitude,

t : time,

u, v : eastward and northward components of velocity,

p : perturbation pressure,

g : acceleration of gravity,

h : depth of the fluid,

Ω : angular velocity of the earth.

We seek periodic solutions propagating longitudinally: the solutions are proportional to $e^{i(s\phi - 2\Omega\sigma t)}$, where s is an integer and σ is the non-dimensional frequency.

* Received July 30, 1979

** Institute of Oceanographic Sciences, Wormley, Surrey, UK

Present address: Geophysical Institute, University of Tokyo, Hongo, Tokyo, 113 Japan

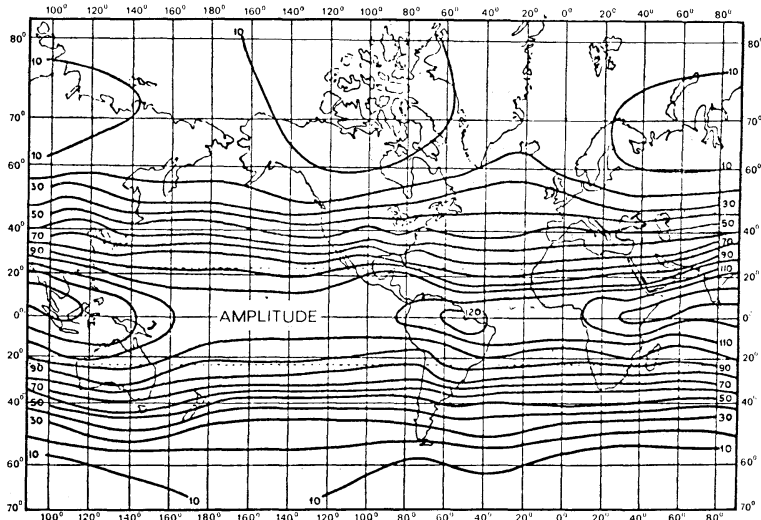


Fig. 1, Geographical distribution of semidiurnal component of pressure variations in the atmosphere. Values indicate the magnitude of the amplitude in 10^{-2} mb. (After HAURWITZ, 1956)

If we define new variables by :

$$\begin{aligned}
 u^* &= \cos^{1/2} \theta, \\
 v^* &= iv \cos^{1/2} \theta, \\
 p^* &= \frac{p}{2\Omega R} \cos^{-1/2} \theta,
 \end{aligned}$$

then Equations (1), (2) and (3) take the simpler forms:

$$\sigma u^* - \sin \theta v^* - s p^* = 0, \quad (4)$$

$$\sin u^* - \sigma v^* + D p^* = 0, \quad (5)$$

$$s u^* - D v^* - \varepsilon \sigma \cos^2 \theta p^* = 0, \quad (6)$$

where

$$D = \cos \theta \frac{d}{d\theta} - \frac{1}{2} \sin \theta$$

and

$$\varepsilon = \frac{4\Omega^2 R^2}{gh}. \quad (7)$$

From Equations (4), (5) and (6), we obtain,

$$(\sigma D + s \sin \theta) p^* = (\sigma^2 - \sin^2 \theta) v^*, \quad (8)$$

$$(\sigma D - s \sin \theta) v^* = (s^2 - \varepsilon \sigma^2 \cos^2 \theta) p^*. \quad (9)$$

Elimination of v^* from Equations (8) and (9) yields the single differential equation for p^* :

$$\left[(\sigma D - \sin \theta) \left\{ \frac{1}{\sigma^2 - \sin^2 \theta} (\sigma D + \sin \theta) \right\} - (s^2 - \varepsilon \sigma^2 \cos^2 \theta) \right] p^* = 0. \quad (10)$$

For the solar semi-diurnal component we can put $\sigma=1$, neglecting the difference between the solar and the sidereal day. Then the above equation becomes:

$$\left(\frac{d^2}{d\theta^2} + l^2 \right) p^* = 0, \quad (11)$$

where

$$l^2 = \varepsilon \cos^2 \theta - \frac{1}{4}(1-2s)(3-s) \sec^2 \theta + \frac{1}{4} - s.$$

Equation (11) can be recognized as a Shrödinger wave equation with potential energy $1/4(1-2s)(3-s) \sec^2 \theta - \varepsilon \cos^2 \theta$. The problem now is to find an infinite set of eigenfunctions p^* with associated eigenvalues.

3. Solutions and discussions

The character of the solutions of Equation (11) depends on the sign of l^2 . When $l^2 > 0$,

the solutions are sinusoidal; when $l^2 < 0$, they are exponential. In general, there exist two critical latitudes $\theta = \pm\theta_0$, at which l^2 changes sign. Between the two critical latitudes the eigenfunction is sinusoidal, and outside these latitudes it becomes exponentially small. Thus the pressure variation tends to be confined in the "equatorial belt". Values of the critical latitudes for some cases will be given after the solutions are obtained below.

When $s=0$ (and $\sigma=1$), the solutions of the tidal equations have been investigated completely, since they are expressed in terms of elementary functions. As first noted by SOLBERG (1936), the solution for $p(s=0, \sigma=1)$ can be written as

$$p = \sin(\varepsilon^{1/2} \sin \theta) \text{ or } \cos(\varepsilon^{1/2} \sin \theta). \quad (12)$$

Consequently, the present attention will be restricted to the case for $s \neq 0$.

If we introduce new variables by,

$$\mu = \sin \theta, \quad q = p^* \cos^{-1/2} \theta,$$

then, Equation (10) can be transformed into:

$$\left[\frac{d}{d\mu} (1-\mu^2) \frac{d}{d\mu} - \frac{(s-1)^2}{1-\mu^2} - \varepsilon\mu^2 + \varepsilon - s \right] q = 0. \quad (13)$$

This is the spheroidal wave equation and its solutions are well known (e.g. STRATTON *et al.*, 1956). Therefore, the semidiurnal oscillations under consideration is one of the few exceptions for which analytical solutions of the Laplace's

tidal equation are possible. (For other known exceptions, see CHAPMAN and LINDZEN, 1970, p. 114). ECKART (1960) was the first to derive the equation equivalent to (13) by starting with the tidal equations on Mercator coordinates.

The calculated eigenvalues based on the table by STRATTON *et al.* (1956) are listed in Table 1 for four wave numbers $s = \pm 1, \pm 2$. The integer n represents the latitudinal mode whose definition is given by Eq. (15). The positive and negative signs of s indicate eastward and westward propagation of the wave respectively. The values in the parentheses are the equivalent depths h in km, which are converted from ε through the relationship (7). ($4\Omega^2 R^2/g$ is set to be 88.11). Values in the brackets in the last row for $s = -2$ are the equivalent depths due to FLATTERY (1967) who calculated them by the conventional Hough's method. It can be seen that the difference between the two results are small, though not entirely negligible. Flattery's result might have been subject to round off errors because of his complicated numerical procedures.

The eigenfunctions $q(\mu; s)$ in terms of the spheroidal wave functions can be expanded in associated Legendre polynomials $p_j^s(\mu)$:

$$q = S_{ml}(\varepsilon, \mu) = \sum_j D_j(\varepsilon/ml) P_{m+j}^m(\mu), \quad (14)$$

where $m = |s-1|$ and l is an integer greater than or equal to m . It is known that the spheroidal wave function S_{ml} has $l-m$ zeros, between -1 and 1 . Accordingly, the latitudinal mode number n can be defined by:

$$n = l - m. \quad (15)$$

The coefficients D_j for $S = \pm 1, \pm 2$ and $n = 0, 1, 2, 3$ are tabulated from the table by STRATTON *et al.* (1956), and are listed in the Appendix. Using those values of D_j , the eigenfunctions q are calculated from Eq. (14). The results are normalized in such a way that

$$\int_{-1}^1 q^2 d\mu = 1. \quad (16)$$

The non-dimensional amplitude $Z = q \cos \theta$, and the corresponding eigenfunctions for the velocity components U and V are shown as functions

Table 1. Eigenvalues ε determined by Eq. (13). Values in parentheses are equivalent depths in km. Values in brackets in the last row are equivalent depths due to FLATTERY (1967).

	$n=0$	$n=1$	$n=2$	$n=3$
$s=1$	1.455 (60.57)	6.616 (13.32)	16.68 (5.28)	31.61 (2.79)
$s=-1$	5.765 (15.28)	15.69 (5.61)	30.56 (2.89)	50.36 (1.75)
$s=2$	4.879 (18.06)	12.85 (6.87)	25.64 (3.44)	43.15 (2.04)
$s=-2$	11.12 (7.92) [7.8519]	23.78 (3.71) [3.6665]	41.32 (2.13) [2.1098]	63.62 (1.39) [1.3671]

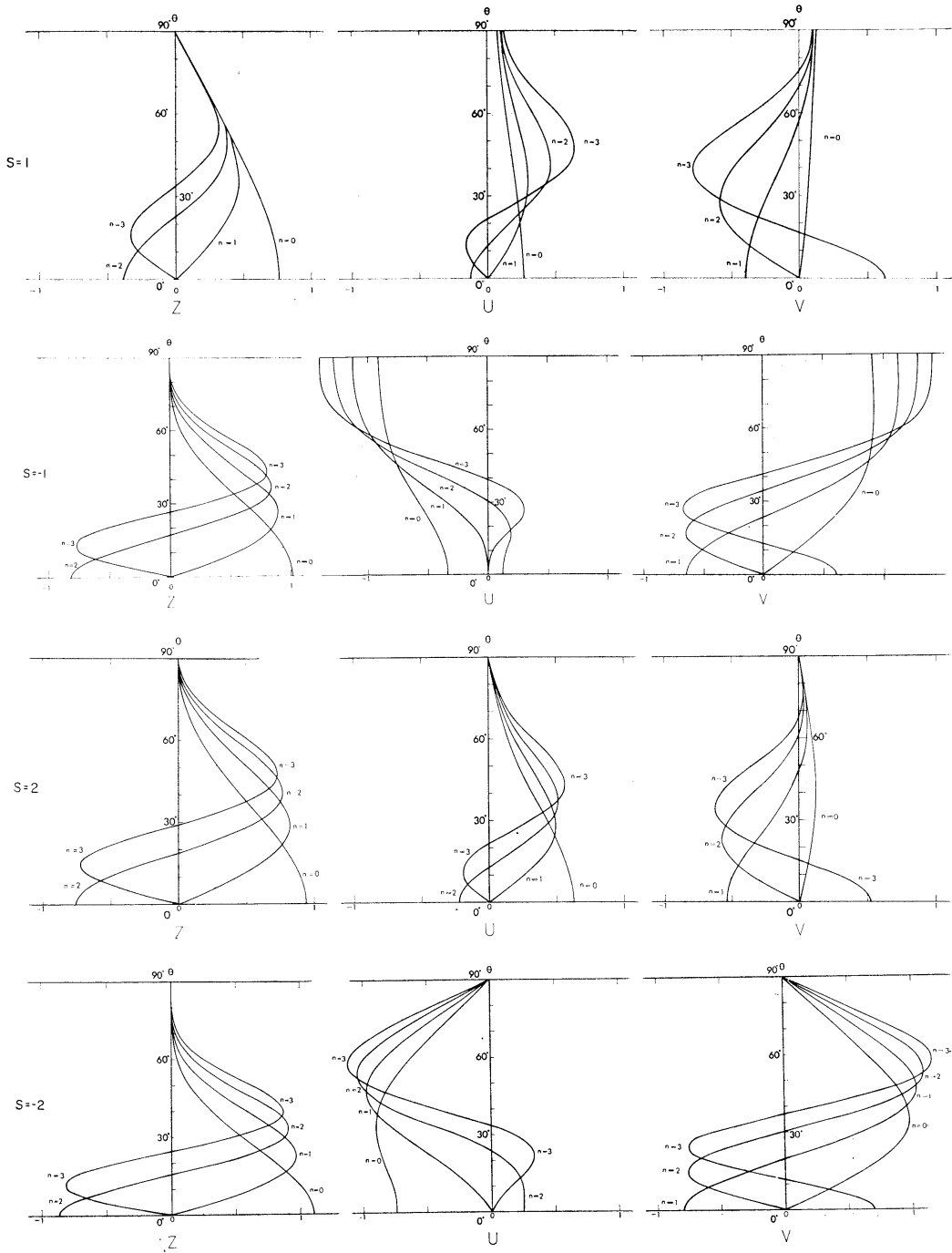


Fig. 2. Eigenfunctions Z , $U/(2n+1)$ and $V/(2n+1)$ of the tidal equations for the semidiurnal component. s and n represent the wave number and the latitudinal mode respectively.

Table 2. Critical latitudes where l^2 in Eq. (11) changes sign.

	$n=0$	$n=1$	$n=2$	$n=3$
$s=1$	—	—	—	—
$s=-1$	$\pm 32.9^\circ$	$\pm 47.8^\circ$	$\pm 54.9^\circ$	$\pm 59.3^\circ$
$s=2$	$\pm 38.6^\circ$	$\pm 55.6^\circ$	$\pm 62.8^\circ$	$\pm 66.9^\circ$
$s=-2$	$\pm 27.2^\circ$	$\pm 41.5^\circ$	$\pm 48.8^\circ$	$\pm 53.5^\circ$

of θ in Fig. (2). The functions U and V drawn in the figure are all divided by $(2n+1)$. $U(=u/\cos\theta)$ and $V(=v/\cos\theta)$ are related with Z by:

$$U(\mu; s) = \frac{1}{\cos\theta} \left\{ \mu \frac{\partial}{\partial\mu} + \frac{s}{1-\mu^2} \right\} Z(\mu; s) \\ = \frac{1}{1-\mu^2} \sum_j D_j [(m+j)\mu^2 + s] P_{m+j}^m \\ - \mu(j+1) P_{m+j+1}^m, \quad (17)$$

$$V(\mu; s) = \frac{1}{\cos\theta} \left\{ \frac{\partial}{\partial\mu} + \frac{s}{1-\mu^2} \mu \right\} Z(\mu; s) \\ = \frac{1}{1-\mu^2} \sum_j D_j [(m+j+s)\mu] P_{m+j}^m \\ - (j+1) P_{m+j+1}^m,$$

(Note $m=|s-1|$).

It is seen from the figure that Z is confined in the "equatorial belt" except for the case $s=1$. This was expected from Eq. (11). In fact, the determination of the critical latitudes by $l^2=0$ leads to Table 2, where it is seen that for the case $s=1$, no critical latitudes exist. For the other three cases, ($s=-1, \pm 2$) the lower modes tend to be more confined. However, none of the velocity components show such tendency. This result suggests that the motion under consideration becomes the inertial oscillation near the poles. If we put $\varphi=2/\pi-\theta$ and take φ to be small, then from Eq. (8),

$$v^* \sim -\frac{1}{\varphi^2} \left(\varphi \frac{d}{d\varphi} + \frac{1}{2} - s \right) p^*. \quad (18)$$

And also from Eqs. (4) and (6), we obtain:

$$u^* \sim -\frac{1}{\varphi^2} \left(\varphi \frac{d}{d\varphi} + \frac{1}{2} - s \right) p^*. \quad (19)$$

Eqs. (18) and (19) imply that as $\varphi \rightarrow 0$, u^* and v^* can become large compared with p^* , but

u^*/v^* approaches unity. This is indeed characteristic of the inertial oscillation.

4. Conclusions

Laplace's tidal equation for the semidiurnal oscillations over the sphere can be reduced to a Schrödinger wave equation which indicates that in general there exist two critical latitudes $\pm\theta_0$, outside of which the pressure variations decay exponentially towards the poles. However, such "equatorial confinement" does not occur to the corresponding velocity fields. The waves become inertial oscillations near the poles. It is shown that the equation can be solved in terms of the spheroidal wave functions. By this method the eigenvalues and eigenfunctions for several cases are obtained explicitly.

Acknowledgement

The author wishes to express his appreciation and gratitude to Drs. D. WEBB, A. MASUDA and K. KAJIURA for helpful discussions and criticism.

References

- CHAPMAN, S. and R. S. LINDZEN (1969): *Atmospheric Tides*. D. Reidel Pub. Co., Dordrecht-Holland.
- ECKART, C. (1960): *Hydrodynamics of Oceans and Atmospheres*. Pergamon Press, New York.
- FLATTERY, T. W. (1967): *Hough Functions*. Technical Report No. 21, Dept. of Geophysical Sciences, University of Chicago.
- HAURWITZ, B. (1956): The geographical distribution of the solar semidiurnal pressure oscillation. *Meteorol. Pap.* 2(5), New York University.
- KERTZ, W. (1957): *Atmosphärische Gezeiten in Handbuch der Physik* (ed. by S. FLÜGE) 48, 928-981, Springer Berlin.
- LONGUET-HIGGINS, M. S. (1968): The eigenfunctions of Laplace's tidal equations over a sphere. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, A262, 511-608.
- SIEBERT, M. (1961): Atmospheric tides in *Advances in Geophysics* 7, Academic Press, New York, 105-182.
- SOLBERG, H. (1936): Über die freien Schwingungen einer homogenen Flüssigkeitsschicht auf der rotierenden Erde I. *Astrophys. Norweg.*, 1, 237-340.
- STRATTON, J. A., P. M. MORSE, L. J. CHU, J. D. C. LITTLE and F. J. CORBATO (1956): *Spheroidal Wave Functions*. Technology Press of M. I. T.
- WILKES, M. V. (1949): *Oscillations of the Earth's Atmosphere*. Cambridge University Press.

Appendix

Expansion coefficients D_j relating the eigenfunctions q and associated Legendre functions (Eq. (14)) are shown in Tables A1 (symmetric

modes) and A2 (antisymmetric modes). Note the normalization by (16). Integers in the far left end correspond to j . 7.021(-01) should read 7.021×10^{-1} etc.

Table A1. Expansion coefficients D_j for symmetric modes.

	$s=1$		$s=-1$		$s=2$		$s=-2$	
	$n=0$	$n=2$	$n=0$	$n=2$	$n=0$	$n=2$	$n=0$	$n=2$
0	7.021 (-01)	1.767 (-01)	3.221 (-01)	7.182 (-02)	8.624 (-01)	2.589 (-01)	6.954 (-02)	1.362 (-02)
2	-1.082 (-01)	8.045 (-01)	-6.841 (-01)	1.047 (-01)	-4.946 (-02)	4.868 (-01)	-1.190 (-03)	1.558 (-02)
4	2.675 (-03)	-3.767 (-01)	1.264 (-04)	-1.663 (-02)	1.563 (-03)	-1.328 (-01)	2.349 (-05)	-1.877 (-03)
6	-2.606 (-03)	5.557 (-02)	-1.651 (-06)	1.443 (-03)	-2.698 (-05)	1.610 (-02)	-3.783 (-07)	1.417 (-04)
8	1.656 (-07)	-4.156 (-03)	1.558 (-08)	-8.268 (-05)	3.484 (-07)	-1.157 (-03)	4.808 (-09)	-7.664 (-06)
10	-6.244 (-10)	1.901 (-04)	-1.102 (-10)	3.401 (-06)	-2.939 (-09)	5.567 (-05)	-4.865 (-11)	3.145 (-07)
12	0.	-5.903 (-06)	6.035 (-13)	-1.058 (-07)	1.834 (-11)	-1.931 (-06)	3.987 (-13)	-1.016 (-08)
14	0.	1.329 (-07)	0.	2.580 (-09)	0.	5.068 (-08)	-2.690 (-15)	2.651 (-10)
16	0.	-2.274 (-09)	0.	-5.072 (-11)	0.	-1.044 (-09)	0.	-5.713 (-12)
18	0.	0.	0.	8.216 (-13)	0.	1.734 (-11)	0.	1.034 (-13)
20	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	-1.594 (-15)

Table A2. Expansion coefficients D_j for antisymmetric modes.

	$s=1$		$s=-1$		$s=2$		$s=-2$	
	$n=1$	$n=3$	$n=1$	$n=3$	$n=1$	$n=3$	$n=1$	$n=3$
1	8.390 (-01)	3.812 (-01)	1.686 (-01)	6.452 (-02)	6.329 (-01)	3.020 (-01)	2.948 (-02)	1.011 (-02)
3	-2.311 (-01)	6.781 (-01)	-1.272 (-02)	6.824 (-02)	-9.299 (-02)	3.682 (-01)	-1.693 (-03)	8.943 (-03)
5	1.765 (-02)	-4.945 (-01)	6.029 (-04)	-1.868 (-02)	6.491 (-03)	-1.626 (-01)	7.350 (-05)	-1.863 (-03)
7	-5.935 (-04)	1.137 (-01)	-1.939 (-05)	2.532 (-03)	-2.673 (-04)	2.974 (-02)	-2.404 (-06)	2.150 (-04)
9	1.384 (-05)	-1.360 (-02)	4.494 (-07)	-2.215 (-04)	7.285 (-06)	-3.206 (-03)	6.068 (-08)	-1.715 (-05)
11	-1.967 (-07)	1.017 (-03)	-7.851 (-09)	1.385 (-05)	-1.413 (-07)	2.327 (-04)	-1.212 (-09)	1.024 (-06)
13	1.989 (-09)	-5.238 (-05)	1.071 (-10)	-6.557 (-07)	2.050 (-09)	-1.225 (-05)	1.959 (-11)	-4.791 (-08)
15	0.	1.981 (-06)	-1.171 (-12)	2.440 (-08)	-2.311 (-11)	4.914 (-07)	-2.613 (-13)	1.809 (-09)
17	0.	-5.743 (-08)	0.	-7.349 (-10)	0.	-1.555 (-08)	2.922 (-15)	-5.646 (-11)
19	0.	1.320 (-09)	0.	1.830 (-11)	0.	3.988 (-10)	0.	1.482 (-12)
21	0.	0.	0.	-3.834 (-13)	0.	-8.465 (-12)	0.	-3.318 (-14)

球面上での半日周潮解

宮田元靖

要旨: ラプラスの潮汐方程式の自由振動解のうち半日周潮を持つもの (S_2) を論じた。 S_2 に対するラプラス方程式はシュレーディンガー方程式に帰着され, 一般に圧力場が赤道域で卓越することが示された。解析解が楕円体波動関数により表現され, いくつかの例が具体的に求められた。

寄稿

オセオニア地方への出張レポート*

加藤重一**

Report on a Tour of Duty to the Oceania*

Jūichi KATOH**

Abstract: The author visited Papua New-Guinea, Australia and New Zealand for a period of one month (June 5-July 4) as a Ministry of Education Short-term Overseas Research Scientist (fiscal 1979) with the theme, Research Concerning the Construction of Ocean Farms, and the scopes, (1) Hydraulic study of marine environment in the Coral Sea, (2) Hydraulic study of environment concerning the construction plan of large scale salmon and trout farming in New Zealand, and (3) Study of basic problems in environmental assessment.

During the tour of duty, the author obtained deeper understanding of the significance of "environment" by feeling in person three special types of nature: the Coral Sea (Great Barrier Reef), gorges at the foot of glaciers, and grassland and/or desert. With this understanding as the core of this report, the author intends to give his views on the construction and planning of culture facilities in the various areas covered by the tour of duty.

序

筆者は54年度文部省短期在外研究員として、1カ月間(6月5日~7月4日)パプアニューギニア、オーストラリア、およびニュージーランドの3カ国を下記のテーマ並びに内容をもって訪問し、その任をおえた。

課題: 養殖施設建設に関する調査研究

内容: 1. サンゴ海域における海洋環境水工学的研究
2. ニュージーランドにおける大規模サケ・マス養殖場建設計画に関する環境水工学的研究

この出張目的の背景には、水産水域環境なるも

のをより客観視して、その方向と方法を正しく樹立し、もって研究教育面に反映しようとするねらいがあった。なぜなら本講座の設置はきわめて新しく、その学問的体系化すらもまだ十分固結しておらず、その上未踏の研究テーマにたえず直面するので、早急にこのねらいを達成する必要があるからであった。たとえば、漁場造成(例: 人工漁礁設置)における計画基本の欠除や、各種養殖施設建設における設計基準の未制定、さらには地域開発における調整問題の方法論等、環境保全という言葉をとおして、まったく性質の異った研究テーマに一本線を通し、本講座の体系樹立を計る必要が痛感されるわけである。そうして出張をおえた現在、以下にのべるように上記テーマ内容に関する収穫もさることながら、それにもまして眼前に展開されたいくつかの自然は、これを“環境というもの”との関連性においてみようとする時、直観として、あまりにも大きい隔たりのようなも

* 1979年7月25日受理

Received July 25, 1979

** 東京水産大学海洋環境工学科環境水工学講座,
〒108 東京都港区港南 4-5-7
Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan

のを感じないわけにはいかなかった。現在、サンゴ礁や砂漠などは、これらを取り上げて披露するには値しないであろうけれども、こと“環境”という単語をあてはめようとする時、自然保護ないしは資源確保等を潜在的に意識して何の疑問もな

くこの言葉を使用しているわれわれにとって、戸惑いを通りこして、今一度、原点にかえって考える必要をともかくも感じたことであった。そこで、この出張のもう一つのテーマとして、

3. 環境アセスメント手法の根本問題について

期 間	旅行区間および滞在地	研 究 先
54年6月5日～	(日本) 発	
54年6月8日	ニューギニア国着	ポートモレスビー国立水産研究所
54年6月10日～	ニューギニア国発	国立水産基地 (ケアンズ)
54年6月10日	オーストラリア国着	オーストラリア博物館 (シドニー)
出張期間	オーストラリア国発	農水産省水産研究所ロトルア分場
および	54年6月14日	農水産省水産研究所 (ウェリントン)
研究先	ニュージーランド国着	農水産省水産研究所クライストチャーチ分場
54年6月27日～	ニュージーランド国着	メルボルン州立水産研究所
54年6月27日	オーストラリア国着	アデレード州立水産研究所
		パース州立水産研究所
54年7月3日～	オーストラリア国発	
54年7月4日	(日本) 着	

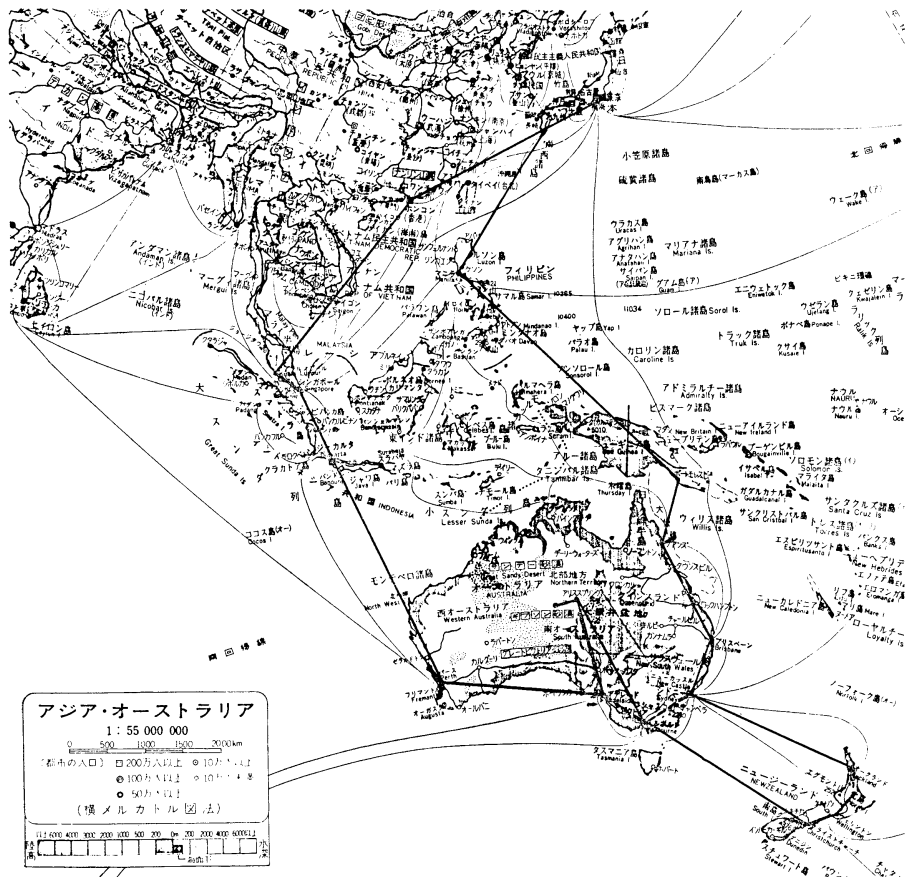


図1 旅行ルート

を加えておく。以下重点的にレポートしよう。
日程は前ページの表の通りである (cf. 図1)。

1. グレート・バリア・リーフ (Great Barrier Reef : 大堡礁) の環境調査に関連して

パプアニューギニア 第一次産業省水産部ポートモレスビー研究支所

訪問日 6月8日～9日

本研究は1968年創立で、ポートモレスビー市街中心部より8kmはなれた Kanudi にある。ここでは、1. 水産資源の調査、2. 開発に妥当な対象生物の生物生態学的研究および社会への実地指導等を目的としている。具体的には、漁船漁業としては、マグロおよび飼料生物に関する水産研究、増殖面では、イセエビ・淡水でのテラピア等について調査研究が行なわれている。また、環境面では、上流ダム建設に対するアセスメントとして、モレスビー郊外を流れる Purari 川その他のエスチュアリ (マングローブ地区とそれに関連する湾内) の水質に関するデータの解析、そのほかザリガニ、バラムンディ (肺魚) (cf. 写真1)、



写真1 バラムンディ魚

特殊サンゴ等の生物について興味もたれていた。パプアニューギニアは建国後10年と日はあさく、ハイランドと称する広大な高地地区は未開である。文化と原始との調整が初期段階にあり、とくに現地の人々の就職率が低く、首都ポートモレスビーでは、カーフェーの状態では夜は外出が自由でない。素足のスチュワードさんや親切なハイヤーのドライバー君らは、礼儀正しく、秩序あり

清潔である点、かような調整問題の解決はそう遠くないと感じられた。

シドニー国立博物館 訪問日 6月13日

グリーンアイランド 訪問日 6月10日

当初の計画では、オーストラリア博物館管轄のリザードアイランド研究所を訪問する予定であったが、日程初日の航空機トラブル (やむなくマニラ経由で2日おくれる) で同じ特性をもつグリーンアイランドを訪問した (シドニー博物館魚類部長 Paxton 博士の示唆による)。おとにきくグレート・バリア・リーフとはどんな所か、短時間で正鵠をえていないかもしれないが一言でまとめよ

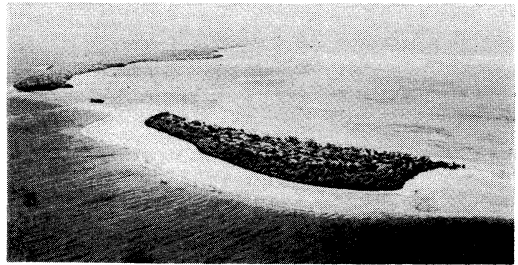


写真2 グレート・バリア・リーフの一部

う。オーストラリア東海岸南緯9°～22°辺まで延長2,000kmにわたり、概して、幅15～140km、長さ50～100km単位で、いわゆるサンゴ礁棚が大陸沿岸にそって断続的に存在する。現地では、それらに番号が13ほど付してある。これらのサンゴ礁は、砂浜、草地、湿地、ユーカリ雨林、マングローブ繁茂地等種々な地目を現出し、それぞれに趣きをそえ、自然のままに人間が適当に利用している (cf. 写真2)。気候は熱帯性、年間2,000mmの雨量を記録し、12月から3月迄はいわゆるサイクロンシーズンとなる。これらのリーフの間には、コンチネンタルアイランドと呼ばれる花崗岩の基盤をもつ陸島が多く点在し、サンゴ礁はこれらの島を包囲するように存在する。グリーンアイランド (cf. 写真3) はかようなコンチネンタルアイランドで、ケアンズより東方26kmの海上にあるほぼだ円形をした32エーカーの小島である。写真3にみられる幅広いサンゴ礁棚 (いそ棚) は筆者の興味をひくところであった。つまり外洋

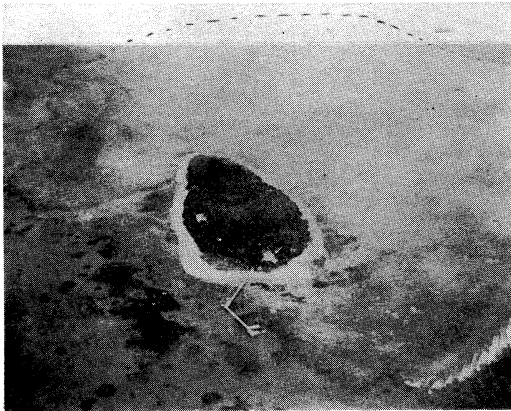


写真3 コンチネンタルアイランド（サンゴ礁棚に注意）

は深く、貿易風による波浪はこのリーフによって防がれ、いわゆるバリアーの役をなすわけである。これがグレート・バリアー・リーフの典型であるが、内側（大陸までの距りは15~100 km）は水深あさく、外海水の交流は少いようにみうけられた。そのためかあるいは訪問時間によるのかどうかはわからないが、水色・透明度は案外良好でなく、注意すると、時には海岸から浮泥が拡散しているのが間々みられた。ここに工学的的手法導入による環境保全策がチラッと頭をかすめた。これはバリアー・リーフでなくとも大洋の真中にあるサンゴ礁においても、マングローブの枯死堆積による浸出液により濃褐色の水がラグーンの中にみられる現象もある。熱帯のサンゴ礁といえば、一般に美しいという印象を与えるが、決してそのようなところばかりでないことを付言したい。また、美しいところは養殖や環境問題の対象にはならないのである。もしかようなサンゴ礁で、本学で計画されているマグロ養殖計画が実施されるとどんな環境問題が生じるか、生物サイドの計画規模方法を承わらないと細部の点はきまらないが、環境水工学的見地からすれば、とくに環礁内の水質保全、サンゴ棚の合理的開発等が焦点となろう。ここでは生物調査が基礎学として旺んに行われていた。“仮にここでマグロなど、水産面での開発計画がなされたら……”という問いをのぞかせたとたん、それは冗談だろうといったような顔をされたが、いろいろな本サンゴ海水域環境のデータ

ーを提供してくれた。何れにしても、環境保全が先行されねばならない。

2. 氷河・山麓地区におけるサケ・マス大規模増殖計画その他に関連して

訪問先：ニュージーランド農林水産省水産研究局各所水産試験場

ニュージーランドの首都ウェリントン市内の農林水産省水産研究局に Waugh 局(所)長を訪問した。氏の紹介と案内で以下の四つの支所とハッチェリを視察した。

ロトルア支所（マス増殖研究所） 6月17日
ウェリントン郊外甲殻・軟体類ハッチェリ

6月19日
クライストチャーチ・サケマスハッチェリ

6月21日
グレナリフ支所（サケ増殖研究所） 6月23日

DC 10 事件や鉄道およびホテルのストライキ等のため、オークランドの支所見学は日程の都合がつかず、キャンセルし、ただちに当地よりバスで北島のほぼ中央に位する温泉地ロトルア町ロトルア湖畔の支所に Fish 博士をたずねた。ここではエコサウンディングによる数種のマスの生態調査が意欲的に研究され、すばらしい成果をあげていた。また環境面では水質、とくに底泥の影響をみるためのボーリングによる土質試験も行なわれ、その土性について意見を交換した。その周辺に連続して存在する十数の美しい湖は名のごとく（翠湖、碧湖等）正に一幅の画の連続であった。野鳥のむらがる森林地帯、それに包囲された広大な芝生の牧場と、その末端に必ずといってよいほど存在する水面は幻のような光を反映し、おもちゃのような白鳥と黒鳥が浮いていた。ひとは、日本より開発がおくれているというが、筆者の眼には、たしかに文明はほんの少しおくれているかもしれないが、文化はより高いと評価された。住民の少いせいもあろうが、いわゆる欧州の合理精神は、どんな家庭のすみずみにも、公衆トイレの中にも易くみとめられる。原住の人びとはマオリと呼ばれ、ポリネシア海洋民族である。ハワイアンを基調とする歌とおどりは、目をむき舌を出して

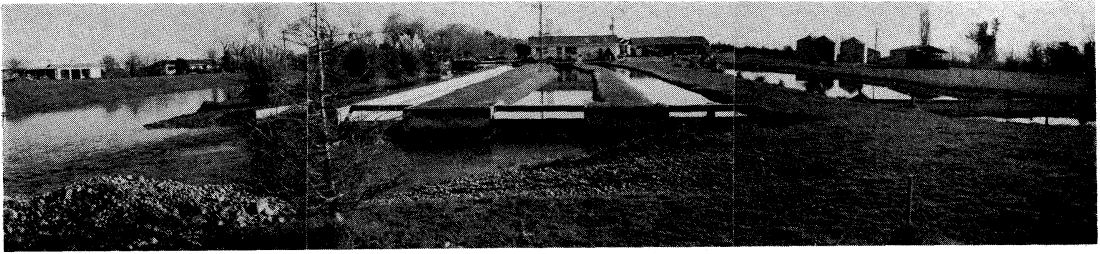


写真4 マス・ハッチェリー

威嚇を表現する男性の所作を加え、これが一種のフォーマルをかもし、ニュージーランド全体の特異性としてストレンジャーの筆者に緊張をゆるめさせた。純粹のマオリは稀ときく。そのためか混血の踊り娘は魅惑的であった。

せわしない日程をこなすために、夕ぐれ、丘にかこまれたウェリントンにとび、翌日郊外にあるイセエビや二枚貝のハッチェリーをみせてもらう。イセエビを孵化槽に実際にみたのは初めてであった。すべての設備がステンレスでしつらえてあることは清潔感があった。生物的な内容についてかなり詳しい説明をきいたが、専門外のことと、口を充分開かないニュージーランド英語の不なれのため、十分に理解しえなかったと思うが、やはりそのライフサイクルや人工礁の合理的な設計については、まだ十分な知見は得られていないようであった。筆者の研究より、投石事業のprincipleを披歴したが、それを熱心にノートしていた。ウェリントン周辺の水色や透明度は、風のためか、あまり良好でなかった。

ニュージーランド南島にあるクライストチャーチは、オーストラリアのパース、アデレードと同様 Garden City とよばれるにふさわしく美しい。市中を曲りくねってながれる清流の河畔にはゴルフ場、原生疎林、戦争モニュメント(門や碑)が点在し、市の中央にある教会は、市全体をひきしめてまとまりを見せていた。郊外南西にあるサケのハッチェリーをさっそくに案内される。写真4はカラーでないのだからわからないが、施設は明るく、無意識に日本の津軽石川のそれと対比した。もちろん水工学的にこれらの施設をみればプリミティブであるが、これは日本と同様に予算上やむをえ



写真5 ラカイヤ河



写真6 ソッケイサーモン

ない。しかし、生態を考慮した工夫がなされている点に関心をもたれた。

翌日は氷河山麓にある Rakaia 河 (cf. 写真 5) 上流の Gleneriffe 地方 (河口より 100 km, クライストチャーチより 150 km 内陸に入る) のサケ増殖場を訪れた。本流は写真のように自然のまま、網目のような河道がみられる。水は飛砂のため濁っているが、支流は清冽であった。写真 6 のような 10~15 kg もの親魚が産卵のため、この長距離を遡上してくるのをまのあたりにし感激した。あごに標識をつけ放流し、卵は別のレースウェーで孵化管理される。その生態、とくに回帰性

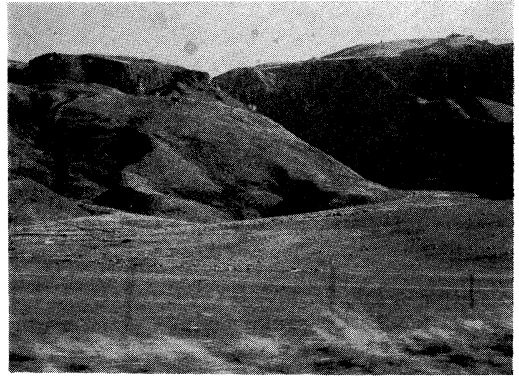


写真 7 ニューゼーランド郊外一般風景

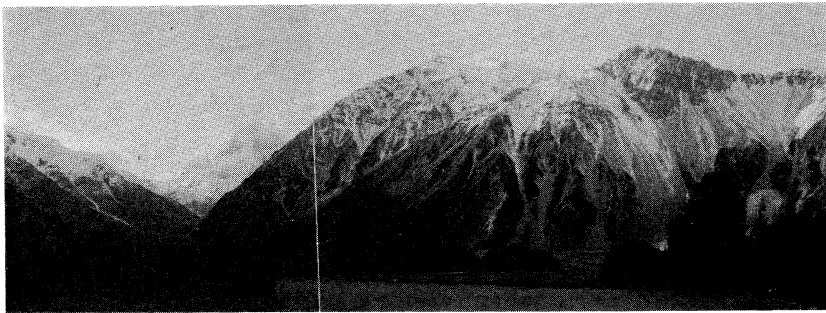


写真 8 マウントクック山



写真 9 プカキ河

(耳石などについても) や水質調査等が行なわれていた。行程 200 km の間は殆んど牧場地で、写真 7 でみるような美しい渓谷である。その間に人や車を見ることは稀である。ここで仕事をされている Dougher 氏の家庭に招待された。気になることは子弟の教育と保健の問題である。質問が終わらないうちに明解な説明がかえってきた。電話と機動力が完備している (因みにオーストラリアでは Flying Doctor Base や、School of Air 組織が有名である)。氷河のもと、文明から疎外されて

いる現場ではあっても、筆者には決してへき地とは思えないことが不思議であった (cf. 写真 8, 9)。おそらく氏も同様であろうとたしかに感取した。

3. 砂漠あるいは草原野における養殖に関して
シドニーのほぼ中心セント街にあるオーストラリア水産養殖試験場 (office のみ) へ Wisely 部長および Martin 技師を訪問した。ここは多くの支所を各地に有し、海面・内水面ともにさまざまな養殖試験が実施されている。とくにカキ、エビ、

淡水魚は意欲的であった。約半日を費してミーティングをもった。とくに施設建設に限って日本の状態を説明し、discussした。そのうち興味のもたれたのは、Farm Dam とよばれる大陸砂漠中に存在する淡水面での養殖である。養殖といっても、ここでは自然の湖水を利用するという程度で、ニジマス、ヒメマス、カワマス、マリコッド、淡水性のスズキ、ナマズ、テラピア、草魚等、非常に多くの魚種の養殖（畜養）計画である。そこで日程をアレンジしてもらい、水産土木的に興味のあるところとして、砂漠中の内水面を視察した。アデレードよりアリススプリングに至る1,200 kmの原野をまのあたりにみた。写真10は、シンプソン砂漠より流れるハミルトン河の水脈である。また、写真11は約100 km/hで、数時間、赤い直線を走っても360°の地平線以外何もものもない、オーストラリア原野の典型である。ときには野生のカンガルーが見られた。この空間は、筆者の思考能力を一時とめた。どのように表現しようか、何に根拠をおいて説明すればよいか、中々ま

とまらないという状態である。つまり、広いということが素適とも、さびしいとも、うらやましいとも、そのような感情をひとまずおしこめた状態である。その時の気持をむりにさがすと、もし今、車がエンコしたらどうなるだろうかと、いやに心細くなった次第である。かような無限性の前に、Farm Damの魚族どもをどうしようか、などはもっと先の話である……と、考えることをやめた。Wisely 部長は、工学的手法は是非必要であると強調されたが、ともかくも、開発という行為をなすとき、この大自然を環境という言葉におきかえるには、何かもう一つのプロセスないしは内容についてみる必要がある。つまり、環境ということは今までは何の抵抗もなく使用していた頭脳には、すぐさまその間の距りとそれをうめる充填物を見出しえず、しばらく落ちついて考えざるをえないと切に思った。“人間は、もともと何の意味もない自然という存在を、ある意義目的をもって利用する”，という気のつかない潜在意識をもって、自然=環境とするには今はすぐには直結しないというわけである。目的→手段→方法→実施というフローチャートをあてはめるには、まず、その実態を知らねばならないということであって、Farm Dam という養殖計画を直ちに批判しえない気持にかられた。この問題提起は重要であり、近時の捕鯨問題をはじめとし、一般水産開発や地域開発計画の調整等は、この原点を見失うところにトラブルが生ずるといって過言ではない。筆者の提唱する基本6項目実施の必要性を痛感した次第である。特に環境アセスメントにおいては、計画の妥当性と実施についての判定者と、各分野の境界領域の専攻者に関する体制づくりが

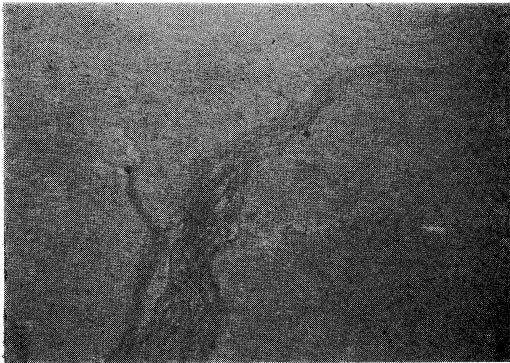


写真10 ハミルトン河（シンプソン砂漠）



写真11 砂漠（草原野）風景

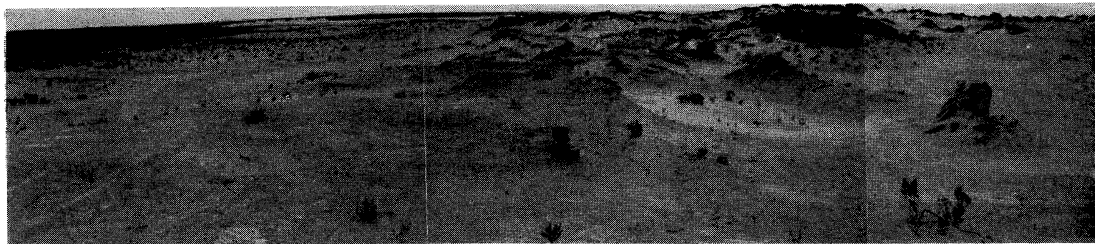


写真 12 ピナクルス付近

肝心であろう。

最後にこの旅の終わりを記念するともいうべく、地上の鐘乳石群を砂漠に見学しえたことを報告しよう。写真 12 および 13 は、この近くのイセエビ漁場基地を見学した際におとづれた、まだあまり世間には知られていないピナクルス風景である。ここはパース北方 250 km の地点で、写真のような石筍が砂漠地表面にニョキニョキと林立し、生長しつつある。十分成因はわからないが、往時の海底であった塩分と石灰を含む地質が陸化し、そこに生えた植物が、石灰を含有する地下水を吸い上げ、ライムストーンを沈積し、有機体が枯死したあとこれが核となって、のち長年月間に風と水との作用で外側にも石灰が付着して行き、次第に大きな石柱に成長したという。約 400 年前、オランダ人により西オーストラリアが発見された時すでにこの石柱群は海上より望見された、と古書に記されている由である。この辺一帯は塩分が強いため牧畜は不適とされる。

オーストラリアは隕石でも有名で、世界第 5 位のものをパース博物館で見学し、その鉄塊の芸術性に驚歎したが、たまたまスカイラブもこの地区に落下するといううわさを思い出した。既に暗い夕刻であった。思わず空を仰ぐと、ソレムな南十



写真 13 ピナクルス砂漠

字星の四つ星が、いつもは横棒の右の星が小さく見えにくいですが、この時ばかりは砂漠地平線に連続する天の川の中にハッキリと輝いて見られた。

大サンゴ海、氷河もとの野溪および草原と砂漠という三つの特異な自然を肌で感取し、“環境”の意義についてより深い認識をえたこと、これはとくに環境工学にたずさわる筆者にとっては得がたい経験であり、本研究の成果が当然本講座の研究および教育面に反映され、はかり知れない効果を期待しうることに疑いはない。かような機会を与えられたことに対し感謝する次第です。

資 料

東京水産大学海洋・水産科学技術交流訪中団報告*

佐々木 忠 義**

Report of the China Exchange Group in Marine and Fisheries Sciences and Technology of Tokyo University of Fisheries*

Tadayoshi SASAKI**

目 次

はじめに	15. 上海魚品加工廠
訪中団の構成	16. 上海海洋漁業公司
日 程	17. 東海水産研究所
訪問先と講演	18. 田中和夫講演
I. 北 京	19. 柳川三郎講演
1. 国家水産総局招宴	20. 外山健三講演
2. 故 宮	IV. 青 島
3. 中国側講演	21. 青島市招宴
4. 増田辰良講演	22. 山東海洋学院
5. 平沢 豊講演	23. 黄海水産研究所
6. 在中日本大使館	24. 中国科学院海洋研究所
II. 福 建	25. 佐々木忠義講演
7. 廈門市接見	26. 松生 治講演
8. 廈門水産学院	27. 大塚一志講演
9. 厦 門 大 学	28. 平沢 豊講演
10. 小笠原義光講演	29. 三浦昭雄講演
11. 三浦昭雄講演	30. 鈴木 裕講演
12. 廈門市招宴	31. 宮崎芳夫講演
13. 福建省招宴	32. 加藤重一講演
III. 上 海	33. 三浦昭雄講演
14. 上海市水産局招宴	

* 1979年8月25日受理
Received August 25, 1979

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

はじめに

このたび、中国・国家水産総局の招請に応じて、東京水産大学は去る4月28日(土)から5月12日(土)までの15日間、学長佐々木忠義団長以下13名の教官を中心に構成した「東京水産大学・海洋水産科学技術交流訪中団」を中国に派遣した。

この交流訪中団は、北京、福州、厦門(アモイ)、上海、青島などの諸都市を訪れ、各地の海洋・水産科学技術関連分野の大学・学院・研究所・工場・公司等広く教育・研究機関を見学・参観することができた。そして、これらの分野の科学技術者、専門家、関係者たちと終始友好的に意見の交換、交流を行った。さらに、各訪問先において当訪中団員は、それぞれ中国関係者に対して各々の専門分野について延べ16回にわたり、予め打ち合わせた内容について講義や講演を行った。各回とも中国側より高い評価を受けた。

この15日間の訪中の間並びにその前後を通して、中国側がわが訪中団に対して終始示された遺憾なき誠心誠意の処遇に対して、私は団員一同と共に衷心より感謝の意を表する次第である。

私は、1974年(昭和49年)11月4日(月)から11月22日(金)までの19日間、中国海洋学会(代理理事長刘志平氏)の招請に応じて日本能率協会国際海洋開発会議・展示会事務局(事務総長十時昌氏)が派遣した産学協同の構成になる「日本海洋学・水産学・海洋開発交流訪中団」の団長として訪中した(その訪中団報告は、日仏海洋学会誌 *La mer* 第13巻第2号に掲載されている)。それから5年目、私は再度訪中することができたのである。再度の訪中を通して、私は中国の関連分野の各位と、古い古い友人関係を持つことができた。

我が国からの、こうした海洋・水産科学技術分野についての交流訪中団派遣は今回で2回目になるわけである。

今回の訪中団は、前に記した通り東京水産大学の教官を中心に構成したもので、各団員はそれぞれ多くの貴い経験、体験をされたことと思う。その訪中団員各位が、訪中の状況について分担執筆されたものを、増田辰良教授に取りまとめて貰い、この訪中団報告書ができあがったのである。

この報告書が、大方の各位にとって何らかの御参考になれば、まことに幸甚に存する次第である。

終りに、今回の訪中団派遣について、中国・国家水産総局(副局長鮑光宗先生、肖峰先生、科学教育局長平隆先生)、並びに衆議員議員田川誠一先生らの積極的な御

協力と御支援を得たことに対して衷心より厚く御礼を申し上げたい。

東京水産大学海洋・水産科学技術交流訪中団団長
佐々木 忠 義
(東京水産大学学長)

訪中団の構成

- 団 長： 佐々木忠義(東京水産大学学長)
副団長： 田中 和夫(東京水産大学食品工学科教授・食品冷凍工学)、
伊沢巳之次(産業貿易株式会社社長)
秘書長： 青木 益夫(産業貿易株式会社社務部長)
団 員： 柳川 三郎(東京水産大学漁業生産工学科教授・漁船航海学)、
宮崎 芳夫(東京水産大学漁業生産工学科教授・漁船運用学)、
鈴木 裕(東京水産大学漁業生産工学科教授・漁船計器学)、
外山 健三(東京水産大学食品工学科助教授・水産工業化学)、
増田 辰良(東京水産大学資源増殖学科教授・水産動物学)、
三浦 昭雄(東京水産大学資源増殖学科助教授・藻類増殖学)、
加藤 重一(東京水産大学海洋環境工学科教授・環境水工学)、
松生 治(東京水産大学海洋環境工学科教授・環境測定工学)、
大塚 一志(東京水産大学海洋環境工学科講師・漁場環境学)、
平沢 豊(東京水産大学教養科教授・水産経営学)、
小笠原義光(東京水産大学水産資源研究施設教授・魚族育成学)、
関口 哲平(国際交易株式会社企画部長)
通 訳： 萩村真理子(産業貿易株式会社)

日 程

- 4月28日(土)
10:30 JL 781 便で新東京国際空港成田発
13:50 北京首都空港着
14:00 前門飯店で国家水産総局と訪中団日程打ち合わせ
17:50 国家水産総局主催の招宴に出席(北京烤鸭店)

- 4月29日(日)
 09:30 故宮参観
 14:00 前門飯店で「中国における水産学の基本教育」について説明を受け質疑応答
- 4月30日(月)
 08:30 増田辰良・平沢豊は前門飯店で中国関係者に講演, 他の団員は2組に分かれて講演会に同席
 14:00 北京動物園・万寿山頤和園参観
 16:00 佐々木団長・田中副団長は在中日本大使館を表敬訪問
 18:00 国家海洋総局主催の招宴に出席(国際倶楽部)
- 5月1日(火)
 08:00 万里長城参観
 12:00 定陵参観
 19:00 北京天橋劇場で芭蕾舞晚会(パレー)観劇
- 5月2日(水)
 08:15 中国民航157便で北京首都空港発
 11:35 福州空港着
 12:00 福州人民大廈で福建省水産局から日程説明
 13:30 自動車で福州発
 17:30 泉州着
 18:30 泉州発
 20:45 廈門着
 21:00 廈門市革命委員・廈門水産学院と廈門大学の教官などに接見
- 5月3日(木)
 07:30 廈門水産学院訪問
 13:30 廈門大学訪問
 16:00 小笠原義光・三浦昭雄は廈門華僑大廈で中国関係者に講演, 他の団員は雨の廈門湾遊覧
 18:00 廈門市革命委員会主催の招宴に出席(廈門華僑大廈)
- 5月4日(金)
 07:30 自動車で廈門発
 12:00 莆田着
 14:00 莆田発
 16:45 福州着
 18:00 福建省革命委員会主催の接見招宴に出席(福州人民大廈)
 20:45 福建省映画「武夷山下」観賞
- 5月5日(土)
 08:00 福州市第2脱胎廠(漆器)見学
 09:00 福州市彫刻廠見学
 10:30 中国民航584便で福州空港発
 11:45 杭州空港着
 13:00 杭州空港発
 13:40 上海空港着
 15:00 錦江ホテルで日程打ち合わせ
 16:00 佐々木団長は交通大学を訪問, 他の団員は上海市内バス見学
 18:40 上海市水産局主催の招宴に出席(国際飯店)
- 5月6日(日)
 08:00 上海魚品加工廠見学
 10:00 上海海洋漁業公司見学
 13:30 東海水産研究所訪問, 田中和夫・柳川三郎・外山健三は東海水産研究所で中国関係者に講演, 他の団員は預園参観
 18:32 汽車(132号車)で上海駅発(車中泊)
- 5月7日(月)
 16:00 青島駅着
 18:30 青島市革命委員会主催の招宴に出席(青島公会堂)
- 5月8日(火)
 08:30 山東海洋学院訪問
 15:00 黄海水産研究所訪問
 19:00 沈陽雑技団の公演観劇
- 5月9日(水)
 09:00 中国科学院海洋研究所訪問
 14:30 佐々木忠義・松生治は山東海洋学院で, 大塚一志は黄海水産研究所で, 平沢豊は海洋研究所でそれぞれ中国関係者に講演, 一部の団員は友誼商店見学
 16:00 三浦昭雄は黄海水産研究所で中国関係者に講演
 19:00 鈴木裕は山東海洋学院で, 宮崎芳夫は黄海水産研究所で, 加藤重一・三浦昭雄は海洋研究所でそれぞれ中国関係者に講演
- 5月10日(木)
 08:30 青島市内バス見学
 14:00 汽車(104号車)で青島駅発(車中泊)
- 5月11日(金)
 05:32 北京駅着
 10:30 北京飯店で国家水産総局と会見
 14:00 北京市内バス見学
 18:00 訪中団が国家水産総局および海洋総局を主体とした中国関係者に対して答礼宴を催す(鴻賓楼飯店)

5月12日(土)

09:00 CA 925 便で北京首都空港発

14:10 新東京国際空港成田着

訪問先と講演

今回の訪中団の訪問先は北京・福建・上海・青島の4地域で、北京からの行程には国家水産総局の平陵科学技術教育局長・田成山外事局幹部・李大成外事局幹部3氏の同行案内を受けた。

I. 北京**1. 国家水産総局招宴**

日 時: 4月28日(土) 17:50~21:00

場 所: 北京烤鴨店

出席者: 佐々木忠義・田中和夫・青木益夫・柳川三郎・宮崎芳夫・鈴木裕・外山健三・増田辰良・三浦昭雄・加藤重一・松生治・大塚一志・平沢豊・小笠原義光・関口哲平・萩村真理子 16名

接待者: 李奔水産総局副総局長・平陵科学技術教育局長・楊憲章外事局処長・潘宣言科学技術教育局副処長・田成山外事局幹部・孫基蓮外事局幹部・崔東珠外事局幹部・李大成外事局幹部・潘志高国家海洋総局処長・陳海寬海洋総局幹部 10名

北京の前門外にある有名なレストラン北京烤鴨店での招宴は催された。北京料理のうちでも高級なのが北京ダックで、丸焼のアヒルの皮つきの肉に、生ネギと油ミソを添えて麦粉の皮で包んで食べる烤鴨子(カオヤアツ)の接待を受けた。



第1図 五一国際労働節前夜の天安門広場

2. 故宮

日 時: 4月29日(日) 09:30~12:00

参観者: 訪中団 16名

案内者: 平陵・楊憲章・田成山・崔東珠・李大成 5名

500年の歴史をもつ明・清両朝の故宮(紫禁城)へ天安門を経て午門から入り、博物院を参観した。

3. 中国側講演

日 時: 4月29日(日) 14:00~18:00

場 所: 北京前門飯店7階会議室

出席者: 訪中団 16名

平陵・楊憲章・潘宣言・田成山・孫基蓮・崔東珠・李大成・銭志林水産総局科学技術教育局幹部 8名

題 目: 中国における水産学の基本教育

潘宣言水産総局科学技術教育局副処長から中国の水産教育と科学技術について次の説明が行われた。

中華人民共和国の成立以前には、海洋科学技術者を養成する大学はなかったが、成立後国家は海洋科学技術教育を重視し、政府の教育部(日本の文部省)には科学教育局を、各都市にも科学教育所を設けて教育の振興に当たっている。国家の成立初期には水産学校は全国に僅かに6校しかなかったが、現在では20数校に発展している。このうち、水産専門の大学・専門学校クラスは、大連水産学院・浙江水産学院・厦門水産学院・瀋江水産専門学校の4校があり、その他に農学関係の大学や学院に水産系(日本の水産学部)がある。一例をあげれば、山東海洋学院の水産系などである。

大学が目的としているのは、行政や企業の高級技術者の養成と水産科学研究であるが、大衆の生産指導をするのが水産学校の任務でもある。これらの学校の管理に当たっているのは、各校に設けられている共産党委員会で、教学や資材などの重要な問題は委員会で討議して委員長が実施する体制である。

水産学校の教学の機構としては海洋漁業系・養殖系・水産品加工系・漁業機械系・造船系の5つの学部があり、それぞれの下に、海洋漁場・海洋漁業資源・海水養殖・淡水漁業・冷凍技術・水産品加工技術・缶詰食品技術・漁船動力装置・漁業機械・漁業電子計測器・漁港建築・エンジン管理・漁船製造の13の専門(日本の学科)がおかれている。

各専門には教学研究室があって、それぞれの専門の教学計画を始めとして、テキストの編集や教学要項(日本の指導要項)の作成に当たり、科学研究の任務もっている。しかし、これらの専門は固定的なものではなく、必要性に基づいて変わり得る。

具体例を青島市にある山東海洋学院にとると、1974年には5学部8学科で構成されていたのが、1979年には海

洋水理気象系・海洋物理系・海洋化学系・海洋生物系・海洋地質系・水産系・数学系と後2者が増設されて7学部となり、新設された水産学部は水産養殖学と海洋漁業学の2学科よりなっている。

学修年限は、水産学院の場合では高等学校卒業生で4年間、水産専門学校の場合は2年ないし4年間で、1・2年生で基礎科目と専門基礎科目を学び、3・4年生で専門科目を学ぶカリキュラムになっている。

卒業するには、履修・卒業論文・卒業試験を必要とする点は日本の制度と変わらないが卒業証書を手にした後、就職は国家が各卒業生に割り当てる点が日本と際立って異なる点である。

教師の数は驚く程多く、学生数が5千人程度の水産学校で、教師が1,500人もいるというのが中国である。比率でいえば先生1人に学生3人という、恵まれた環境である。中国も教師の質を重視して、教学の効果を高めることに努力している。まず、大学卒業生や研修生の中から教師として資質のある者を選別して、校内外で研修させたり、学術研究に参加させたりしている。

教師は教学に従事し、科学研究に従事するわけであるが、その両者、あるいはいずれか一方を担当する3種類の教師を順番に交代させる制度もとられている。また、古い教師の役割を十分に発揮させて、若い教師の水準を高めるために、老壮青3代が協力している。

中国は最近10年来、林彪・4人組の破壊に遭い、発展を阻害されたが、それを粉碎後、新生中国の水産関係も回復しつつあり、水産教育を充実させることに邁進している。

解放以前にはたった1つの研究所に20数名の技術者しかいなかった中国の水産科学技術分野も、解放後30年にわたる中国共産党の積極的な支持と努力で改善された。現在中国における水産科学技術機関は中央の各省と地方地区で120数か所に増大し、そこで従事している研究者数も2千名を超える。これらの研究機関では漁業に関する基礎科学と応用科学を研究している。

中国科学院の海洋研究所・水生生物研究所・動物研究所や国家海洋総局所属の研究所では水産科学の基礎的な研究を行っている。また、教育部系統の水産関係の各大学や専門学校、例えば山東海洋学院とか厦門大学などでも基礎と応用の研究を実施している。科学研究の方針としては、漁民の生産にとって必要なものを優先させ、長期的な目的で基礎研究や応用面のレベルの向上に重点をおいている。

国家水産総局の直轄研究所としては海洋関係で、青島

の黄海水産研究所・上海の東海水産研究所・広州の南海水産研究所があり、淡水関係では、黒竜江水産研究所・湖北省の長江水産研究所・広州の珠江水産研究所があるほか、上海には漁業機械計測器研究所もある。これらの研究所には資源・漁撈・養殖・加工・冷凍・機械・計測器などの研究室が設置されている。なお現在中国では、中央水産科学設計院という新しい機関が設立準備中である。

中国では特におこなっていた海面漁業の分野で、ジャンクの動力化を図り、漁具・漁法の改良が研究された。現在の海洋における国営漁業は漁業機械や漁具ならびに航海の省力化と安全性を高めることに主眼がおかれている。

中国の海岸線は1万8千余km（日本のそれは26,700km）で、5千を超える島を有するが、国家海洋局の研究所や関係大学によって海洋資源の調査が大規模に行われた結果、禁漁区や禁漁期や制限漁具などの幼魚保護の規定が作られ、水産資源繁殖保護条令が制定された。渤海湾におけるタイショウエビ（標準和名はコウライエビ）の資源や養殖も研究され、今や85%の確率を誇る生産量予報を毎年発表している。

中国の海面養殖は解放以前はかなりおこなっていたが、1950年代に海水養殖の研究に力をいれた結果、コンブの筏式養殖に成功し、種苗生産・海面施肥・南方移殖などにも進展がみられ、今では20万tの生産をあげ、国内はもとより、一部は輸出さえ可能になった。最近、中国ではコンブの新品種を育成し、ヨード含有量を20ないし58%高め、単位面積当たり8ないし40%も生産量を向上させた。また1960年代にはノリの完全養殖に成功し、南方から北方に生産域が拡大された。南方ノリの場合、乾燥重量で1ムー（666.7m²）当たり400数斤（1斤は500g）の生産量とのことなので、約300g/m²になる。これらの海藻類のほかには1960年代にはタイショウエビ・イガイ・ホタテガイ・アワビ・ナマコなどや魚類の人工ふ化および養殖にも成功している。

タイショウエビについては、山東省の文登県人民公社における養殖生産量は1ムー当たり1,102斤とのことであるから、826g/m²というのが現状である。なお、イガイの養殖は全国に普及している。

中国の4大淡水魚アオウオ・ソウギョ・ハクレン・コクレンについては、1958年に始めてハクレンとコクレンを池中で繁殖させることに成功し、その後アオウオとソウギョでも成功した。これらの成功はコイの脳下垂体による産卵促進に基づいているが、1970年代には人工合成した黄体生成ホルモンを使用している。このようなホル

モンによって人工種苗の生産コストが低下し、淡水魚の養殖は大いに発達した。その結果、1ムー当たり1千斤以上の生産地も出現した。750g/m²である。北方では発電の余熱を利用して、産卵ふ化を早め、種苗の大型化を図り、広面積の水域に放流して生産をあげている。なお、ウナギの人工繁殖の研究にも着手しており、1975年に日本から輸入したオニテナガエビとそれ以前に輸入したテラピアが今では繁殖し、養殖成績も良好である。

中国の淡水養殖は8つの文字一水(水質)・種(種苗)・餌(餌料)・密(放養密度)・混(混養)・輪(適期)・防(魚病防止)・管(管理)に総括される。

漁船の設備・魚類の加工方法・小魚や低価値魚の利用・水産物の廃棄物利用・葉の抽出利用などの面で、大衆の経験も吸収して中央直轄研究所が主な役割を果たしており、一定の成果を収めている。

中国の水産界は林彪・4人組の破壊によって世界の水産先進国とは相当な隔たりがあり、それは古い設備・低い技術・狭くて遅い情報収集などに顕著にみられる。しかし、4つの近代化の実現意欲に燃える新生中国は先進国に追い付く確固たる自信をもち、水産資源の繁殖保護・淡水魚種の増養殖・水産物の品質向上に重点をおいて努力している。日本は世界的な水産国なので、絶えず交流を重ねて学習して行きたいというのが中国側の真意である。

説明後、次の質疑応答があった。

問：学生数に対して教師数が異常に多いのはなぜか。

答：中国で教師と呼ばれている人の中には研修生は含まれていないが、養成中の者がおり、また、林彪・4人組の破壊によって、学校の統廃合が行われ、学生を募集していない学校もある。

問：設立準備中の中央水産科学設計院とはどのような内容か。

答：国家水産総局に所属し、漁船や加工の分野も包含する予定である。

問：中国の養殖業が世界に誇り得るものは混養技術にあると考えられるが、その根拠は何か。

答：混養によって生産向上を実践していることは事実であるが、基礎理論の解明が遅れている。

問：タイショウエビの漁獲予報の確率が85%というのはかなり高率だが。

答：渤海湾は半閉鎖的な海域で、3省1市にとり巻かれており、黄海水産研究所とその他の研究所との協同研究で、タイショウエビの黄海から渤海湾への回遊状況を多年にわたって徹底的に追跡し、そ

の産卵状況や気象海況資料と物理化学的状況とから総合的に判断して、その年の予報を発表している。過去10数年間続けており、初めは的中率が低かったが、次第に高率になってきた。漁船や漁具の準備はすべてこの予報に基づいて行われている。予報後も定点と大面積の観測調査を続行し、このような資源調査によって、タイショウエビは春には養い、夏には保護し、秋に漁獲するように管理されている。

4. 増田辰良講演

日時：4月30日(月)08:30~12:00

場所：前門飯店 409号室

出席者：佐々木忠義・田中和夫・加藤重一・宮崎芳夫・小笠原義光・三浦昭雄・青木益夫・萩村真理子 8名

楊憲章・潘宣言・李大成・国家水産総局科学技術教育局の高季仁・故復元・陰愛菊・海洋局の牛玉山・林昌其・淡水局の賈建三・姚鴻震・漁政局の叢春泉・物資局の童景文・供鎖局の崔德榮・中国水産編輯部の郁倩輝・中国水産学会の遅英傑・北京農展館の何鼎偏・北京市水科所の唐素英・中国科学院動物研究所の張有為・中国農業科学院の李竹青 19名

題目：日本の水産と水産生物・アワビの種苗生産と増殖

資料を配布後、日本の海の生物環境を中国のそれと対比させ、日本の主な水産生物を漁業養殖業生産統計年報に基づいて解説した。日本の水産資源生物は、海面漁業の対象種として90項目、海面養殖業として18項目、内水面漁業として25項目、内水面養殖業として7項目の合計延べ140項目に分類されている。これらを生物種に分類すると、魚類が78項目162種、両生類・爬虫類および海産哺乳類の脊椎動物が5項目17種、海綿類・花虫類・貝類・頭足類・甲殻類・棘皮類および尾索類の無脊椎動物が31項目91種で、水産動物としての合計は114項目270種であり、このほかに海藻類の7項目46種を加えて、水産生物全体としては121項目316種にも及んでいる。このように、日本の水産物は極めて多様であり、高価格の魚種が多いことが諸外国に比べて特異な点である。

FAO年報によれば、1972年に史上始めて1,000万tの大台を記録して以来、日本の水産業の生産量はほぼ同じ水準を維持しており、世界の総漁業生産量の15%以上を占め、第1位を保っている。この生産量の実に98%が海

産種で、日本がいかに海洋国であるかを知ることができるであろう。また、水産生物のうち動物と植物との生産量の比は93.5%対6.5%である。その水産動物の生産量は、魚類・貝類・頭足類・甲殻類・棘皮類の順で多く、中でも魚類は総生産量の80%を超える高率を示している。それぞれの項目の主要魚種別生産量と構成比を説明した後、1912年以来63年間にわたる日本の累年水産生産量と、それに対する海面養殖業と内水面養殖業の構成比について述べた。

なお、日本のアワビ種苗の生産技術は確立され、今では中間育成の段階に入り、すでに民間でも生産可能であり、放流技術およびその追跡調査も向上し、生産に貢献している現状について解説した。

5. 平沢 豊講演

日 時：4月30日（月）08:30～11:30

場 所：前門飯店 7号室

出席者：佐々木忠義・柳川三郎・鈴木 裕・外山建三・松生 治・大塚一志・関口哲平 7名
平陵・銭志林・田成山・崔東珠・科学技術教育局の芮宜善・陳德隆・黄斌・海洋局の林志英・供鎖局の胡光珉・漁政局の陳中礼・梅可庸・物資局の侯螢・中国水産編輯部の陳根録・中国水産学会の華炎・趙志偉・廈門水産学院の胡鶴永・馮志哲・北京市水産局の田春思・中国農業科学院の高潤英 19名

題 目：マグロ養殖業の資源管理と漁業経営

日本のマグロ漁船は1977年現在2150隻あり、うち50t以上は1340隻である。これら多数の漁船は全海洋を漁場としており、漁法は同一なので漁場利用と漁業経営、経済の関連をみるのに好都合である。日本のマグロ漁業の本格的発展は1953年頃から始まった。第1期は1953～63年で大西洋まで漁場を發展させた時期、第2期は1963～1968年で全海洋に展開し終った時期で、漁獲率の低下が始まった時期、第3期は1968年以降で漁獲率低下が顕著になった時期である。

未利用の沖合・遠洋漁場は資源豊度が高いから漁業者は通常漁船を大型化し、これを利用しようとする。第1期は漁獲率は大型船の方が小型船より4倍位高かった。ただし魚価は安く、加工・輸出が主であった。第2期は多数の漁船が遠洋に進出したので、魚獲率は小型船と同じになってしまった。しかし、冷凍設備の導入で魚価は同一になった。第3期は遠洋での漁獲率は小型船より低下してしまっ

た。このため漁業経営を維持してきた。

しかし、日本においてもマグロの価格が他の物価に比較して永久に上りつづけることはできない。他方、現状のままでは漁獲率は確実に低下していく。漁獲率低下は航海日数の延長となり、経費増となる。現状のままでは日本のマグロ漁業は200海里問題や石油ショック問題がなくても崩壊するときに必ず来る。

未利用漁場の存在、魚価の上昇は漁獲率低下の危険を一時的に隠ぺいするので、放置しておく

と資源破壊、漁業の存続不可能になる。資源の許容範囲内で、最もコストを低くする操業形態を確立することが漁業管理の要点である。

以上のことをスライドを持っていったが使用できなかった

ので、黒板で具体的に図・表で説明した。これに対し、中国の出席者よりマグロの魚価上昇の原因、冷凍技術と魚価との関係、漁獲規制の具体的方法、その程度、統計のとり方等の質問が出された。この漁業管理と関連して中国側から、渤海湾における大正エビの管理についての説明があった。毎年

6. 在中日本大使館

日 時：4月30日（月）16:00～16:40

訪問者：佐々木忠義・田中和夫 2名

中華人民共和国駐在の日本大使館に、佐藤正二特命全權大使と伴正一公使（現在大使）を表敬訪問した。団長より東京水産大学訪中団の目的、名簿、日程、旅程などを記した書類を手渡し、手短かにこれまでのいきさつを説明した。旅程の中に福建省の省都福州と廈門が入っているのにお二人は驚かれ、福建省は海峡を隔てて台湾省と向かい合っており、前面には金門、馬祖両島があるので、これまで外国人を入れず、特に廈門は先生方が戦後訪問される最初の日本人だろうということであった。それだけに招待した中国国家水産総局がこの訪中団にける意気込みもわかると言われた。その他主な話題は中国から日本へ送る500人の留学生に関する件であり、団長から日本の受入れ態勢、文部省、国大協などの態度を説明し、先生方一つ今後とも宜しくお願

II. 福建

7. 廈門市接見

日時: 5月2日(水) 21:00~21:30

場所: 廈門市華僑大廈

出席者: 訪中団16名

平陵・田成山・李大成・劉忠廈門水産学院副校長・駱肇堯廈門水産学院教授水産加工系副主任・肖樹旭廈門水産学院副教授養殖系副主任・唐仲璋廈門大学副校長・鄭重廈門大学教授・李法西廈門大学教授海洋系副主任・黃文禮福建省水産研究所々々長副教授・莊雲潮廈門市外事辦公室主任・李金竜科学委員会副主任・王連勝水産局々々長 13名

8. 廈門水産学院

日時: 5月3日(木) 07:30~12:00

訪問者: 訪中団16名

接待者: 平陵・田成山・李大成・劉忠・駱肇堯・肖樹旭・張蔭喬(海洋漁業)・李元善(淡水養殖)・蘇錦祥(魚類学)・徐世琮(製冷工程)・王素娟(藻類養殖)・郭霍東(漁業機械)・孫金仲(漁業電子儀器)・紀家望(教務所負責人) 14名

廈門水産学院は1912年にウーソン水産専門学校として創立されたが、創立以来37年間にわずか300名の卒業生を出したにすぎなかった。その後1952年に統合されて上海水産学院となり、水産関係の大学として再発足した。以来14年間に4,000人の卒業生と、100名の外国人専門家を養成した。また、この間に東海水産研究所を設立し、水産の発展につくした。しかし、1966年の文化大革命以後、4人組の弾圧と迫害によって教育と科学研究はストップし、6年間は学生の募集もできなかった。したがって教学のレベルは極度に低下し、ついに大学の幹部と教員は上海から追い出され、1972年に廈門へ移り、現在の廈門水産学院を創立した。まだ諸施設や設備面において不十分であるが、社会主義国としての教育方針を貫き、レベルを上げて教学の中心となるように、また、4つの現代化を促進するため努力しており、さらに計画として近く上海水産学院を復活させる予定であるという。

廈門水産学院は次のような5学部11学科で編成されている。

1. 海洋漁業学部 海洋漁場学科
水産資源学科
2. 水産養殖学部 淡水養殖学科
海水養殖学科

このほかに魚類研究室がある。

3. 水産品加工学部 水産品加工学科
制冷工学科
缶詰工学科
4. 漁業機械学部 漁業機械学科
漁業電子設備学科
5. 漁船製造学部 船体設計学科
漁船動力機械学科

本学院の修業年限は4年で、現在教員は400人、学生は1,000人余り在学している。

水産養殖学部の実験室では、ノリの糸状体培養やイガイの人工採苗、コウライエビの種苗生産研究が行われている。淡水関係では研究の主眼を生殖生理におき、ホルモンの利用や合成ポリペプチドの応用研究が行われ、これらはいずれも重要科学研究課題となっている。このほか、ウナギやオニテナガエビの研究、また最近魚類の形態、生態学を基礎とした分類学、さらに環境の保護に関する研究も始まっている。

9. 廈門大学

日時: 5月3日(木) 13:30~15:30

訪問者: 訪中団16名

接待者: 平陵・田成山・李大成・唐仲璋・鄭重(海洋浮遊生物学)・李法西(海洋物理化学)・金徳祥(生物学)・劉光(海洋化学)・顔松濱 幹部 9名

廈門大学は1921年に創設され、現在中国における重点大学の1つとなっている。この大学は発足したばかりの海洋学部を含めて10学部あり、30の専門課程と18の研究所をもち、敷地面積は約100万m²、建物の延面積は174,000m²もある総合大学である。学生数は本科生、研究生、聴講生など合わせて3,168名で、教育にたずさわる職員の総数は2,318名で、この内81名の教授と471名の講師が授業に当たり、4つの現代化と社会主義国家における大学の完成に努力し、教師のレベルアップと基礎理論、物理科学、海洋科学、東洋史学の発展を重点的研究課題としている。

海洋学部は1926年創設という古い歴史を持っているが、1952年に山東海洋学院に合併されて廃止した。この時、残留した一部の教員は生物学部に所属して細々と海洋生物の研究を行っていた。その後1958年になって物理学部の中に海洋物理、化学部に海洋化学の研究室ができた。ごく最近になってこれら海洋生物、海洋物理、海洋化学の研究室を統合して再び海洋学部が発足した。したがって海洋学部としての教育研究態勢はまだ整っていない。

いが、それぞれの学科では次のような研究が行われている。

海洋生物学科：プランクトン、ベントス、水産養殖、
魚類生理等に関する研究

海洋物理学科：水制学、海洋気象に関する研究

海洋化学科：水質、海洋環境の保護等に関する研究

10. 小笠原義光講演

日時：5月3日（木）16:00～18:15

場所：廈門華僑大廈

出席者：平陵・田成山・李大成・廈門大学の唐仲璋・金徳祥・李法西・李復雪・廈門水産学院の李松榮・庄材夢・張道南・王維徳・陳品健・福建省水産研究所の陳文竜・鄭鎮安・何連重・陳木・福建省同安県水産局の蘇安佳・白金法・竜海県水産局の陳永竜・莆田県水産局の肖順洪・富江県水産局の朱明・廈門市水産局の林応琦・廈門市郊区水産分局の楊麒麟・廈門市水産科学実験站の蔡友義・陳清致・廈門市科学委員会の曾文彪 26名

題目：カキの生物学と養殖

世界中で現棲しているカキは100～120種ぐらいであろうといわれている。これらの中で養殖対象種となっているのは10種前後である。一般にカキは幼生型と卵生型の2つに大別できるが、この両者間には生態的に非常に大きな相違点がある。したがってそれぞれの生物学的な相違を十分に把握した上で、その特性を生かすような養殖方法を行うことが重要となる。

世界の各地で行われている養殖方法を、カキの種類、養殖場の環境、養殖技術その他いろいろの観点からメリット、デメリットについての考察を述べ、最後に日本における養殖方法の変遷を、養殖技術の進歩と漁場の生産性から説明した。

11. 三浦昭雄講演

日時：5月3日（木）16:30～18:00

場所：廈門華僑大廈

出席者：廈門水産学院の姚崇永・肖樹旭・王素娟・陳国宜・章景榮・張麗娟・劉周賢・朱仲嘉・廈門大学生物系の陳貞奮・海洋系の傅素宝・廈門市科学委員会の何進順・廈門市水産局の楊忠美・郊区水産分局の曾金土・福建省水産研究所の林大華・林玉水・福建水産学校の陳国治 16名

題目：日本の海苔養殖

日本の海苔養殖の現況を経営体数、漁場面積、施設数および総生産量の変遷を通じて説明した。続いて糸状体の培養、種網作り、葉状体の育成、収穫、乾海苔製造、保蔵および二次加工にわたる全工程について最新の技術を紹介した。とくに経営体数、漁場面積および養殖施設数が減少しているにもかかわらず総生産量はいちじるしく増大し、安定した生産が行われていることや、収穫と乾海苔の製造工程では高度の機械化が進んでいることを述べた。また中国と日本とでは海苔の食用としての利用法が異なるので、それに応じて乾海苔の製造、保蔵の面の相違のあることにもふれた。

12. 廈門市招宴

日時：5月3日（木）18:00～21:00

場所：廈門華僑大廈

出席者：訪中国16名

接待者：王允曉革命委員会副主任（副市長）・平陵国家水産総局科学技術教育局長・李大成幹部・田成山幹部・唐仲璋廈門大学副校長・鄭重教授・金徳祥教授・劉忠廈門水産学院副校長・駱肇堯教授・肖樹旭副教授・姚崇永廈門華僑大廈負責人・賈吉慶福建省水産局副局長・劉金標幹部・黃文豊福建省水産研究所長・張海森福建省外事弁公室幹部・王連勝廈門市水産局長・李金竜廈門市科学技術委員会副主任・莊雲潮廈門市外事弁室主任 18名

13. 福建省招宴

日時：5月4日（金）18:00～20:30

場所：福州人民大廈

出席者：訪中団16名

接待者：許亜福建省革命委員会副主任（副知事）・温附山委員・喬蘇雄福建省水産局長・賈吉慶副局長・張克輝福建省外事弁公室副主任・平陵・田成山・李大成 8名

III. 上海

14. 上海市水産局招宴

日時：5月5日（土）18:40～21:00

場所：国際飯店

出席者：訪中団16名

接待者：孫奇上海市水産局副局長・許竹安外事処副処長・樊景伍科学技術処副処長・曹品梅幹部・曹正

之東海水産研究所々長・陶子実副所長・黄春涛
上海市海洋漁業公司工程師・陳破誼上海魚品加
工廠副総工程師・繆聖賜通訳・寧静淑通訳・楊
海宝通訳・平陵・田成山・李大成 14名

15. 上海魚品加工廠

日時：5月6日(日) 08:00~09:30

見学者：訪中団16名

接待者：陳破誼副総工程師・王世楊主任・郎堅一工程師
・李振民工程師・平陵・田成山・李大成 7名

加工工場は次の5部門に分かれており、また技術者の
養成学校も併設されている。

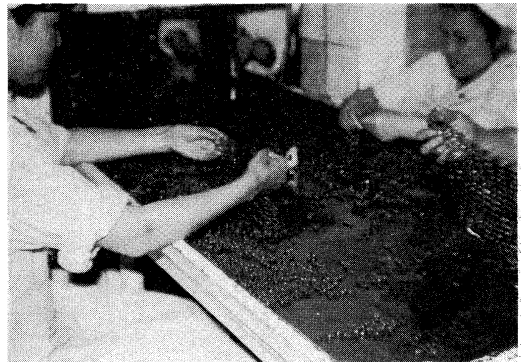


第2図 上海魚品加工廠

装置は1ラインのみであり、能力は1時間に1,200個程
度と考えられる。缶詰ラインは見なかった。作業員はほ
とんど女性で、白の帽子と作業服を着用しており、清潔
な印象を受けた。見学するわれわれも同じ服装に着替える。
製品は僻地へ行くとのことであるが、高級食品と思
われる。

iii. 魚肝油製剤

魚肝油を原料とした薬品の製造であり、ゼラチンで包
んだ肝油錠剤である。ビタミンAは合成品であり、肝油
はそのベースとして使用しているとのことであった。従
って肝油自身からのビタミン油の採取と濃縮は行われて
いないようである。



第3図 魚肝油製剤

i. 製氷・冷凍

製氷は缶式製氷で、1個90kg(日本は135kg)の白色不
透明な角氷を日産500t、見学しなかったが凍結は送風凍
結で日産100t、凍結貯蔵は空気温度 -20°C の下に2,100t
である。冷凍機は中国製で旅大市で製作したものであり、
冷媒はアンモニア、立形単働、高速多気筒が半々ぐ
らい設置されていた。どこへ行ってもアンモニア臭がし
ないのには感心した。生産された氷は漁船の氷蔵用に
廻し、凍結はマナガツオ、タチウオ、ウマズラハギ、フ
グ、マサバ、フウセイ、ホンニベ、ヒラ、ハモなど経済
的に引合う魚類に対して行っている。多くは国内需要の
ための缶詰その他の原料にする。

ii. 缶、びん詰

一日の処理能力150t、年間生産量2,000tということ
であった。折柄日曜日のため実際に見学したのはウマズラ
ハギの味付けびん詰の製造である。解凍した原料の頭、
内ぞろ、皮を除去し、身割り後加熱・調味して、緑色の
広口びん(平2号缶程度)に肉詰めし、連続式の蒸煮装
置で脱気と殺菌を行い、回転式打栓機で密封する。密封

iv. 魚粉と魚油

実際の見学は行わなかったが、ウマズラハギの残滓を
原料にしているとのことであった。魚粉は蒸煮、圧搾、
乾燥、粉碎方式で、魚油は一部石油エーテルで脱脂す
る。1日に原料150tから魚粉を30t生産する。魚油は品
質が悪いので、なめし油などの工業用油として使用す
る。

v. 総合利用

魚類の不可食部分を利用して魚粉と魚油以外に医薬品
を生産することをいう。日本でいう完全利用または有効
利用に該当しよう。残滓のたん白質を加水分解し、遠心
分離機により精製してペプトンまたはアミノ酸とし、注
射薬に使用する製法の工程と製品のケースが見られた。
栄養剤として使用するものと思われる。また見学はしな
かったが、魚類の精巢を原料にしてDNAを分離するこ
とが行われていると聞いた。日本では採算上支障がある
方法であるが、中国では実用化されているのは、両国の
経済体制の違いによるのかも知れない。

16. 上海海洋漁業公司

日 時：5月6日（日）10:00～11:00

見学者：訪中団16名

接待者：東昭生公司副經理・黃春涛生産指揮室副主任・
倉孝慶技術科副科長・季炳元第十漁輪大隊長・
楊正富副大隊長・平陵・田成山・李大成 8名

上海海洋漁業公司の責任者東昭生氏より概要説明があった。それによるとここは、漁業公司、漁船修理工場、水産加工工場の3つに分かれ、総従業員数は8,000人で、前者に4,000人、この中には漁船乗組員が含まれ、後二者には2,000人ずつとのことである。

漁業公司に属する漁船は約200隻、その主なものは底曳網漁船（2そう曳き）100組、旋網漁船（1そうまき）12カ統で、年間12万tの漁獲高をあげている。しかし林彪、4人組追放後の4つの近代化の目標には達していない。主なる漁場は、東海と黄海である。

底曳網漁業は、200t級の2そう曳き船を約100組持ち、常時70組は稼働しており、1カ月に航海操業を行っている。

旋網漁業は、網船1、灯船2より成り、韓国沿岸漁場のアジ、サバを漁獲している。一航海の日数は15日間、1日当たりの操業回数は集魚の状態異なるが、平均集魚時間は1～2時間である。旋網寸法は浮子方900m、網深さ230mである。沪漁391という鋼製旋網漁船を見学したが、その概要は次の通りである。長さ42.5m、重量t数415t、主機関600ps、乗組員26～28名、装備として、パワー・ブロック、ネット・ホーラ、レーダ（0.5、1、2、4、8、16、32海里レンジ）、ソナー（日本の光電製作所製）、磁気コンパス（カード径135mm）、魚探（24kHz、200kHz各1台で、0～100、100～200、200～300、300～400mの4段切替えレンジ）、ロラン（ロランA）、その

他エンジン・テレグラフ、航角指示器、クリノメータなどである。ソナーは漁場水深が約100mであるために、有効に利用されていない。これ以外の製品はすべて中国製である。灯船は長さ27.0m、重量t数150t、主機関380ps、乗組員12～14名、集魚灯は水中灯4、水上灯8で、1灯当たり500～1000Wである。漁獲物の鮮度保持のための冷凍機はなく、防熱した魚艙のみで、氷詰めをする。水氷漬けというのは知らないようであった。沪漁391まき網漁船で200tの漁獲物を積むことができる。

見学後、次の質疑応答があった。

問：旋網船の左舷船尾にあった玉石は何か。

答：魚の威嚇用である。

問：旋網寸法が船に比して小さいが、その理由は何か。

答：ナイロンを用いているが、体積が多くないので、船の容積を考えて小さくしている。しかし実際には大きな網を用いたい。

問：サバの加工利用法および処理能力を越えて漁獲された場合にはどうするか。

答：鮮魚および塩漬け、缶詰などに加工して利用する。漁獲が処理能力を上まわることはない。

問：漁獲と月令との関係は。

答：自然に合わせている。

17. 東海水産研究所

日 時：5月6日（日）13:30～14:00

訪問者：訪中団16名

接待者：曹正之所長・陶子実副所長・林新濯副研究員（水産資源）・沈惠民副研究員（漁場環境）・丁仁福助理研究員（水産資源）・李福庫漁撈研究室負責人・郭南麟漁撈研究室負責人・盧菊英助理研究員（水産品综合利用）・徐玉成助理研究員



第4図 沪漁391鋼製旋網漁船



第5図 東海水産研究所

員(水産品保鮮)・施惠群実習研究員(水産品综合利用)・鄭福麟実習研究員(水産品保鮮)・耿隆坤海水養殖研究室負責人・倪勇実習研究員(魚類学)・占鴻禧実習研究員(魚類学)・繆圣賜詳員・平陵・田成山・李大成 18名

東海水産研究所の曹正之所長より概要説明があった。それによると、ここは1958年に設立され、上海水産研究所と称したが、1972年に現在の名称に改名、1978年に青島市の黄海水産研究所、広州市の南海水産研究所と共に、国家水産総局の管轄下に入り、国立総合水産研究所の1つになった。調査研究の範囲は、文字通り東海であり、他に長江(揚子江)の河口も含まれる。現在職員250名、このうち研究員170名、その他80名である。6研究室に分かれ、内訳は海洋資源、海洋環境、漁具漁法、海水養殖、加工技術、魚類学基礎である。海洋環境には工場廃水を、漁具漁法には漁船そのものを、加工技術には加工機械と不可食部利用の研究を含んでいる。いずれも大変興味ある内容で、是非詳細に見学したかったが、この後われわれ3名の講演が控えているので、以上の説明と立派な魚類標本室(揚子江の淡水魚が多い)を見せて貰っただけで、要した時間は30分ぐらいであった。

18. 田中和夫講演

日 時: 5月6日(日) 14:00~16:30

場 所: 東海水産研究所

出席者: 東海水産研究所の陶子実副所長・徐玉成助理研究員・鄭福麟実習研究員・朱風琳助理研究員・馮志哲廈門水産学院講師・上海魚品加工廠の郎堅一工程師・李振民廠長工程師・上海市水産供銷公司の孔慶沅工程師・漁業機械儀器研究所の倪葉鑫工程師・斯頌声副総工程師 10名

題 目: 水産物の低温による貯蔵

19. 柳川三郎講演

日 時: 5月6日(日) 14:00~16:30

場 所: 東海水産研究所

出席者: 東海水産研究所の丁仁福・鄭玉水・李福庫・謝當樑・俞連福・陸忠張・喬錫弟・朱善失・郭南麟・詹鴻禧・劉其哲・林新濯・潘惠民・鄭元用・潘家楨・上海海洋漁業公司の顧惠庭・楊正富・束昭生・袁水根・黃漢樞・趙建雄・黃春涛・蔡志金・倉孝慶・上海市水産局の樊景伍 25名

題 目: 集魚灯利用漁業

20: 外山健三講演

日 時: 5月6日(日) 14:00~16:30

場 所: 東海水産研究所

出席者: 東海水産研究所の曹正之所長・盧菊英助理研究員・喬慶林実習研究員・常仁亮実習研究員・潘雲英実習研究員・王杏珠実習研究員・阮美君技術員・楊海宝通訳・倪勇実習研究員・廈門水産学院の石樹奮講師・上海加工廠の陳破誥副総工程師・楊明訓工程師・蔣家駒技術員・余明竜技術員・俞愈技術員・上海海洋漁業公司の黃春涛工程師・漁業機械儀器研究所の潘兆巽実習研究員・何維集実習研究員・上海水産供銷公司の毛福明技術員 19名

題 目: 魚類不可食部分の利用方法

IV. 青島

21. 青島市招宴

日 時: 5月7日(月) 18:30~21:00

場 所: 青島公会堂

出席者: 訪中国16名

接待者: 牟周青島市革命委員会副主任・姜同全水産局副局長・頂錫洲外事弁公室副主任・高雲昌山東海洋学院副院長・曾呈奎中国科学院海洋研究所々々長・劉活経国家水産総局黄海水産研究所副所長・丁義驥外事弁公室接待科々々長・呉玉珉工作員・劉永林工作員・平陵・田成山・李大成 12名



第6図 青島海産博物館

22. 山東海洋学院

日 時：5月8日(火) 08:30~11:30

訪問者：訪中団16名

接待者：張国忠山東海洋学院院长・高雲昌副院长・赫崇本教授海洋研究所所长・文聖常教授海洋水文气象系主任海洋研究所副所长・温保華副教授海洋工学研究所所长・張定民副教授水産系海水養殖教研室主任・平陵・田成山・李大成 9名

山東海洋学院副院长高雲昌氏から次の説明があった。

山東海洋学院は1959年の創立で、40年の歴史をもっている。当初は山東大学として2学部であった。現在は7学部あり、(1)海洋水文学部(水文・気象)、(2)海洋物理学部(水声・光学)、(3)海洋化学部(海洋化学)、(4)海洋地質学部(地球物理・地質調査)、(5)海洋生物学部(海洋生物)、(6)水産学部(水産養殖・加工・海洋採捕)、(7)数学部等である。学生数1,200人、教師約400人、実験室41、教室26があり、ほかに付属海洋研究所(研究室10室)を建設中である。この海洋研究所は、これまでどちらかという理学系の内容を主としていたが、ここに新しく、海洋開発部門が設置され、工学系の研究を開始しつつある。その一環として、既設風調付二次元波浪水槽 80m×2.2m×2.0m のほかに、120m×10m×3.7m の二次元波浪水槽と、略 35m×40m×1m の平面水槽を目下建設中であつた。前者の実験水槽では風による波の発生機構を解明しようとする基礎研究と後者の平面水槽では、膠州湾の海流シミュレーションを実施するということであつた(水槽見学者：加藤重一、鈴木裕)。

山東海洋学院では折から西ドイツの出版社の展示会があり、その会場を経て基礎物理の実験室を見学した。

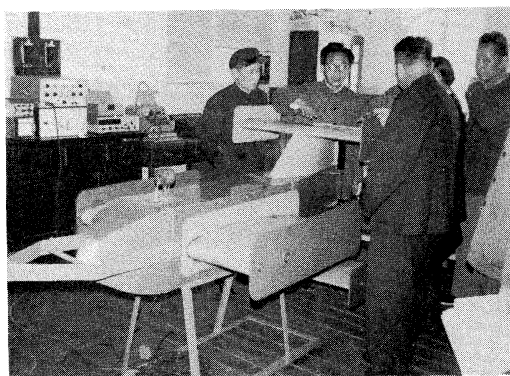
海洋物理学研究室(学生実験室)、水中光に関する実験室では濁度計の試作、光の回折、分光、フォトマルチプライアー(7段式)、分光光度計などが設置され、フィルムの特性を試験していた。

電気実験室、化学館を回り、海水中の無機物、特に重金属の分析、海水の汚染物の研究、電気伝導率による塩分測定器の試作状況などを視察した。

生物方面ではヤムシの発生、培養の研究と基礎生理学実験室、電気生理実験室、海藻標本室の見学、遺伝学実験におけるコンブの遺伝に関する説明を聞いた。

図書館には水産関係1万冊を含めて40万冊の蔵書があるとのこと日本で最近の図書も見られた。

海洋調査機器として、電気水温水深計、電气流速計、深度100m以浅を9~10ノットで曳航できる温度・深度



第7図 曳航式水温・塩分・深度記録計
(山東海洋学院自製)



第8図 自記流速計

の曳航測定器などを自作し、実習及び研究に使用しているとのことであつた。なお、潮汐の研究にも力を入れているとのことだつた。海洋動物研究室を見て、海洋重力測定実験室では海底に垂下し、ジャイロを使用する流れの影響を受けない海洋重力の探査装置を見学した。海洋実習は練習船「東方紅」に30~40名の学生を乗せて約10日間黄海で実施している。

山東海洋学院を視察中、海水中の重金属分析等に関する質疑が行われた。また、佐々木団長から、これを機会に日中の水産海洋学の学術交流を進めたいと希望が述べられた。

23. 黄海水産研究所

日 時：5月8日(火) 15:00~17:30

訪問者：訪中団16名

劉活経副所長から黄海水産研究所について、概略次の説明があつた。

黄海水産研究所は34年の歴史をもち、一時は山東省に属していたが、国家水産総局の所屬となつた。黄海での

研究に従事するため、任務は、海洋・水産の基礎的研究を行い生産に結びつけること、これを応用し将来の発展を期することの2つである。研究者は135人で4研究室がある。

1) 海洋資源研究室

北方海区に生息する魚類、エビの資源、漁獲、繁殖保護を考究し、漁期前に、資源変動の数量予報を発表し、漁期中は漁場予報を出す。近海まで到来するニシン、大正エビの繁殖保護と合理的利用、環境保護をテーマとしている。

2) 海産養殖研究室

海藻類、魚類、エビ類、貝類の増殖を研究。ノリ、コンブ等の海藻の生長、発育と環境との関係を調べている。ノリとコンブの生産技術については基礎研究にもとづいて成果を収め、貝類については、マテガイの種苗、着生予報に成果、カキの移殖、イガイの人工育苗、養殖エビの越冬養殖、人工育苗、人工飼料、人工配合飼料、ナマコについては人工育苗、育成、クロダイ・ヒラメについては人工育苗を実施中であった。

3) 海洋漁撈技術研究室

漁具漁法の改良、網漁具の研究、音響漁具・光線漁具の研究、漁撈機械の研究を行っている。

4) 水産品加工研究室

エビと魚類の冷蔵、保蔵、貝の加工、海藻の総合利用、加工機械の研究を行っている。

漁撈研究室の一部では魚類の発音、聴音発音行動の研究も行っていた。日本産の音波発生器を使用し、麻酔させたスズキに低周波音を聞かせて魚体に差込んだ電極から聴覚電位を記録していた。海上でも多くの生物音の収録を行っており、フウセイ (*Pseudosciaena crocea*)、キグチ (*Pseudosciaena lyactis*) 等の鳴音を定量的に調べていた。

化学実験室では水銀、カドミウム、クローム、鉛、石油汚染物、海洋生物へ沈着した重金属の分析を行っていた。

ノリについては新品種の選別室があり、目標として薄くて長くて幅狭いものを求めていた。グランドケルプから沃度の抽出、ナマコの発生の研究も行っていた。また、スサビノリの採苗、海況調査および調査船について質疑応答があった。

24. 中国科学院海洋研究所

日 時: 5月9日 (水) 09:00~12:00

訪問者: 訪中団16名

接待者: 曾呈奎所長・毛漢礼副所長・呉趨元副研究員植物研究室副主任・劉瑞玉副研究員無脊椎動物研究室副主任・紀明侯副研究員化学研究室副主任・管秉賢物理研究室責任者・沈海洋地質研究室責任者・平陵・田成山・李大成 10名

曾所長の挨拶に続き、呉教授から海洋研究所の概要の紹介があった。

中華人民共和国以前の海洋科学研究は全くなかったが、1950年、青島に海洋生物研究室が設けられた。当時10~20名の研究技術者がいるに過ぎなかった。それが1957年8月に中国科学院海洋生物研究所に拡大し、1959年1月に中国科学院海洋研究所に改称された。

本研究所は、科学技術者が500名、8研究室40組に拡大された。

- 1) 海洋水文物理研究室
- 2) 海洋地質底質研究室
- 3) 海洋化学研究室
- 4) 海洋計測器類研究室
- 5) 海洋植物研究室
- 6) 海洋無脊椎動物研究室
- 7) 海洋脊椎動物研究室
- 8) 海洋実験動物研究室

があり、ほかに海洋調査船3隻と付属工場が1つある。

主な研究課題は次のとおりである。

- 1) 中国海および隣海の総合的調査 (中国海、大陸棚の漁場調査)
- 2) 中国における基礎的理論 (中国海の形成の歴史、浅海の流れ混合状態等)
- 3) 黒潮の構造と変位、海域による変動気候に対する影響
- 4) 海洋地球物理学及び地球化学
- 5) 中国の近海、沿岸、河口における汚染調査と汚染防除法、砂泥の混合状態及びその法則
- 6) 中国沿海における生物の分類分布、海洋動物植物資料収集
- 7) 実験海洋生物学、養殖に関係した育種遺伝、養成の研究
- 8) 有害生物の防除と金属などの影響をおさえる研究
- 9) 海水と生物資源の利用
- 10) 海洋音響学、光学、海洋技術、計測器類の製作

特に中国近海の流れ状態、潮汐、波浪、化学要素、海底の形状、沈積物、生物の種と分布、数量の変化、生態

的特徴などに成果がある。また経済価値のあるコンブ、ノリ、大正エビ、イガイ、ボラについて人工種苗と養殖技術の確立をし、それらが生産部門に応用されている。更に、中国南海における珊瑚礁の生物群落の研究および付着生物、金属に対する防錆、フナクイムシ等の防除について成果を上げている。

見学は2班に分かれ、海洋学については、東海、黄海の黒潮、海底地形、海流、大陸棚調査、潮汐、水塊、海象、気象の研究と最近の海洋汚染に関する研究がある。

また地質研究では大陸棚における堆積物の研究、海洋化学研究室では海水中の窒素、鉄などの分析、特に東海における金属、石油等による汚染の調査、また、金属腐蝕のメカニズムと防蝕方法の研究を行っている。

波浪実験室では波浪測定器の試作、海底設置型繫留ブイの研究を行っていた。磁気コンパスによって得られた流向は、機械装置によってプリントされる。激光測流光学実験室ではレーザーの基礎研究を行っていた。

海藻化学実験室ではコンブの総合利用、ヨード、アルギン酸、ニコチン酸の抽出、海水中の微量元素の分析では、Bi, Cu, Sn, Zn, Cd, Tl, Ag など堆積物中の銀、銅、チタン、マグネシウム、ニッケル、クロム、ベリリウムなどを分析していた。

以上、中国科学院海洋研究所では海洋に関する総合的な研究を意欲的に行っていた。

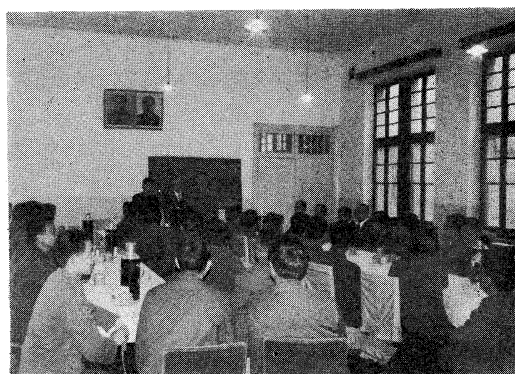
25. 佐々木忠義講演

日 時：5月9日（水）14:30～17:00

場 所：山東海洋学院

出席者：張国忠山東海洋学院々長・高雲昌副院長・赫崇本海洋研究所長・温保華海洋工学室主任以下合計 115名

題 目：東京水産大学の教育体制



第9図 山東海洋学院での講演

26. 松生 治講演

日 時：5月9日（水）14:30～17:30

場 所：山東海洋学院

出席者：文聖常教授・張定民副教授（通訳）以下海洋学院・黄海水産研究所・海洋研究所の研究員 合計 37名

題 目：海洋光学の現状

海中における光の散乱・吸収・偏光等の光学現象に関する研究成果の現状や海洋物理学・海洋生物学への海洋光学の応用例としてのリモートセンシングの基礎研究、沿岸の埋立て浚渫ともなう海中の濁りに関する研究、濁りの水産生物への影響、海洋の光合成 efficiency の研究等について紹介した。

山東海洋学院の海洋物理学部には水声（海中音響学）及び海洋光学の2学科があり、大変うらやましく思えた。

27. 大塚一志講演

日 時：5月9日（水）14:40～16:00

場 所：黄海水産研究所

出席者：劉活経黄海水産研究所副所長以下 30名

題 目：漁海況予報——その問題点と改善の方向

漁海況予報の目的、原理、手法についてまず概括的な説明を行った。

次いでその問題点として、資料収集・漁海況のモニタリングが必ずしも充分でないこと、海況変動機構・再生産機構などの基礎的研究が不足していること、また速報体制、予報の内容、利用のされ方にも改善の必要があることを述べた。

さらに日本における研究の現状として、水産海洋研究会・日本海洋学会共催によるシンポジウム、「多獲性魚類の漁獲量変動と海洋環境——海況・魚種間関係の観点から——」（1978年4月）、「漁海況予報の現状と問題点」（1979年4月）の簡単な紹介を行った。

最後に、数値モデルによる漁海況予報の可能性、黒潮大蛇行と冷水塊の切離現象、大正エビの漁況予報などについて、質疑が交わされた。

28. 平沢 豊講演

日 時：5月9日（水）14:30～16:30

場 所：海洋研究所

出席者：小笠原義光

高雲昌山東海洋学院副院長以下16名

題 目：エビ養殖の経済的諸問題

日本のクルマエビ養殖の現状と問題点を報告した。クルマエビに限らず養殖にあつては、対象生物の生態、自然環境条件、技術、経済が密接に結びついて、特有の養殖形態をとっていることを、日本のクルマエビの3主要生産地を具体的に比較しつつ、経営効率を論じた。技術的高度のものが経営的によいとは限らず、養殖においては天然の生産力を如何に合理的に利用するかが、経営効率を高める所以であるかを報告した。

中国側からクルマエビの生産性の比較の仕方、販売、流通の組織、需要、将来の生産拡大の可能性についての質問が出、同席の小笠原教授には具体的な養殖の方法について質問が集中した。同教授は最近の日本の種苗の大量生産技術について説明し、多大の感銘を与えた。

29. 三浦昭雄講演

日 時: 5月9日(水) 16:00~18:00

場 所: 黄海水産研究所

出席者: 黄海水産研究所長以下約20名

題 目: 養殖ノリの色彩変異体と色彩型の遺伝について
(スライド使用)

日本で養殖されているスサビノリには野生型にたいして赤色型、緑色型、黄色型などの変異体がある。これらの色彩型は葉状体はもちろん糸状体でも認められる。なお葉状体ではこれらの色彩型部分からなる区分状斑入りキメラ葉状体と条斑状斑入りキメラ葉とが認められる。上述の色彩型は自記分光光度計による生体可視部吸光曲線によって正確に区別できる。自然受精した各色彩型葉状体の継代培養や、緑色型と赤色型の交雑実験結果などから、上述のノリの色彩型はいずれもメンデル遺伝を行い、すべての変異型は野生型にたいして劣性の単一遺伝子支配を受けていることや、黄色型は赤色型と緑色型との交雑によって生じた組換型であることや、また区分状斑入りキメラは雑種糸状体から生ずる2核または4核の殻胞子から生ずるものであることなどについて述べた。

30. 鈴木 裕講演

日 時: 5月9日(水) 19:00~21:30

場 所: 山東海洋学院

出席者: 山東海洋学院の魏世雄以下22名・黄海水産研究所の劉活経副所長以下2名・海洋研究所の王新成合計25名・張定民山東海洋学院副教授(通訳)

題 目: 水中音響技術の現況

海中における音波の利用についての最新の技術を紹介した。すなわち、音響測深については測深用超音波の周

波数、海底探査装置、魚群探知機では構造と種類、最近の研究の動向、特に魚体の超音波反射、水平方向の魚群探知と装置について述べた。ドブラログ、水中テレメータ、網深度計と入網魚の遠隔監視ならびに水中における距離測定と精密位置測定について述べ、更に水中可聴音の漁業への応用について現況を講述した。

31. 宮崎芳夫講演

日 時: 5月9日(水) 19:00~21:00

場 所: 黄海水産研究所

出席者: 約25名 劉卓夫人通訳

題 目: 網の抵抗と相似法則

当初、こちらより他の題材を用意していたのであるが、前日になって劉夫人より、ここには模型を使って漁具の実験をしているグループがあるので、提出されている論文の内容からできれば、網の抵抗や、相似法則に関する講演をして欲しい、との要望があったので当日になって、上記の題目に変更した。これらの問題に関する現在の日本の研究状態と、その問題点に関する私見を述べたが、終ってかなり熱心な質問が、基本的な部分に集中した。また、回流水槽の建設について討議がなされた。

32. 加藤重一講演

日 時: 5月9日(水) 19:00~21:00

場 所: 海洋研究所

出席者: 山東海洋学院の侯国本・海洋研究所の呉永成・李春生(通訳)以下17名

題 目: 環境工学における調査付:
付: 浮防波堤の開発

環境工学とは、どんな領域を取り扱う学問か、まずその守備範囲として、水産各種増養殖施設、漁港施設、水質保全のための海水交流並びに混合拡散の促進、とくにエアレーション、漁場造成のための人工魚礁設置、波浪制御、とくに浮防波堤の開発、さらに地域開発計画論、とくに海洋牧場、各産業間の調整問題等のテクノロジーアセスメントを挙げて説明し、特に水産と土木との境界領域を密接に関連づけ、水産発展に資することを目的とすることをのべた。ここではトピックスとし、人工魚礁と浮防波堤の最近の進歩についてごく簡単に説明した。

熱心な質疑があり、時間をやや超過したが、とくに浮防波堤開発について興味が示された。その1つとして、波浪エネルギーを減殺するだけでなく、発電などに利用しえないかという、高度な質問があり、浮体をできるだ

け動揺させないで、波浪エネルギーを他に転換する原理は同様であることを説明し、今後の協力を約した。

33. 三浦昭雄講演

日 時：5月9日（水）19:00～22:40

場 所：海洋研究所

出席者：曾呈奎海洋研究所長以下約40名

題 目：(1) 日本のお苔養殖、(2) 養殖ノリの育種学的研究、スサビノリ（条斑紫菜）の葉型変化とその遺伝について、(3) 養殖ノリの色彩変異体と色彩型の遺伝について（以上スライド使用）

(1)では日本のお苔養殖業の規模と最新の技術の体系を述べた。とくに経営体数、漁場面積および養殖施設数が減少しているにもかかわらず生産量はいちじるしく増大し、安定した生産が行われていることを述べた。(2)ではスサビノリの葉型は摘採回数、漁場および年度によっていちじるしく変化するが、同一の摘採回数、漁場および年度では品種に固有の葉型を示し、遺伝的であることを説明して、ナラフスサビノリとオオバアサクサノリの2新養殖品種は選抜育種によって成立したものであることを述べた。(3)では日本で養殖されているスサビノ



第10図 青島駅での別れ

りには野生型にたいして赤色型、緑色型および黄色型などの色彩の変異型がある。これらの変異型のうち赤色型と緑色型は単一の劣性遺伝子支配を受けていることや、黄色型は赤色型と緑色型の劣性遺伝子をもつ組換型であることなどや、また区分状斑入りキメラ葉状体は雑種糸状体から生ずる2核または4核の殻胞子から生ずることなどを述べた。

学 会 記 事

1. 昭和54年8月2日東京水産大学において、編集委員会が開かれた。
2. 昭和54年9月21日東京水産大学において、編集委員会が開かれた。
3. 新入会員

氏 名	所 属	紹介者
寺崎 誠	東大海洋研, 大槌臨海研究センター	丸茂隆三

4. 会員の住所所属の変更

氏 名	新住所又は新所属
森 永 勤	東京水産大学, 海洋環境工学科

5. 正会員日下実男氏は、昭和54年9月11日逝去されました。御冥福を御祈りいたします。

6. 交換及び寄贈図書

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1) 日本プランクトン学会報 | 26(1) |
| 2) 研究実用化報告 | 28(6, 7, 8) |
| 3) 鯨研通信 | 第 327, 328, 329 号 |
| 4) 高知大学, 海洋生物教育研究センター研究報告 | No. 1 |
| 5) 広島大学, 生物生産学部紀要 | 18(1) |
| 6) 海洋産業研究資料 | 10(5, 6, 7, 8) |
| 7) 日本海区水産研究所, 研究報告 | No. 30 |
| 8) 神奈川県立博物館, 研究報告, 自然科学 | 11号 |
| 9) 英国産業ニュース | 9, 10月号 |
| 10) 日本航海学会論文集 | 第 61 号 |
| 11) 国立科学博物館研究報告 A類 (動物学) | 5(3) |
| 12) Bulletin d'Information | N° 126 |
| 13) Preliminary Report of the Hakuho-maru Cruise | KH-74-3
KH-76-3
KH-78-3 |
| 14) Science et Pêche | N° 287, 289 |
| 15) Annales Hydrographiques | 7 |
| 16) Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes | Tome XLI Fasc. 4 |
| 17) Laboratoire d'Océanographie Physique | Vol. XV- 1978 |

日仏海洋学会役員

顧問 ユベール・ブロッシェ ジャン・デルサルト
ジャック・ロベール アレクシス・ドラン
ール ペルナル・フランク ミシエル・ル
サージュ ロベール・ゲルムール

名誉会長 ジャック・マゴー

会長 佐々木忠義

副会長 黒木敏郎, 國司秀明

常任幹事 阿部友三郎, 有賀祐勝, 宇野 寛, 永田 正,
松生 洽

庶務幹事 三浦昭雄

編集幹事 有賀祐勝

幹 事

石野 誠, 井上 実, 今村 豊, 岩下光男,
川原田 裕, 神田献二, 菊地真一, 草下孝也,
斎藤泰一, 佐々木幸康, 杉浦吉雄, 高木和徳,
高野健三, 辻田時美, 奈須敬二, 根本敬久,
半沢正男, 松生 洽, 丸茂隆三, 森田良美,
山中麿之助 (五十音順)

監 事 久保田 穰, 岩崎秀人

評 議 員

青山恒雄, 赤松秀雄, 秋山 勉, 阿部宗明,
阿部友三郎, 新崎盛敏, 有賀祐勝, 石野 誠,
石渡直典, 市村俊英, 井上 実, 今村 豊,
入江春彦, 岩崎秀人, 岩下光男, 岩田憲幸,
宇田道隆, 宇野 寛, 大内正夫, 小倉通男,
大村秀雄, 岡部史郎, 岡見 登, 梶浦欣二郎,
加藤重一, 加納 敬, 川合英夫, 川上太左英,
川村輝良, 川原田 裕, 神田献二, 菊地真一,
草下孝也, 楠 宏, 國司秀明, 久保田 穰,
黒木敏郎, 小泉政美, 小林 博, 小牧勇蔵,
西条八束, 斎藤泰一, 斎藤行正, 佐伯和昭,
坂本市太郎, 佐々木忠義, 佐々木幸康,
猿橋勝子, 柴田恵司, 下村敏正, 庄司大太郎,
杉浦吉雄, 関 文威, 多賀信夫, 高木和徳,
高野健三, 高橋淳雄, 高橋 正, 谷口 旭,
田畑忠司, 田村 保, 千葉卓夫, 辻田時美,
寺本俊彦, 鳥羽良明, 富永政英, 鳥居鉄也,
中井甚二郎, 中野猿人, 永田 正, 永田 豊,
奈須敬二, 奈須紀幸, 西沢 敏, 新田忠雄,
根本敬久, 野村 正, 半沢正男, 半谷高久,
樋口明生, 菱田耕造, 日比谷 京, 平野敏行,
深沢文雄, 深瀬 茂, 福島久雄, 淵 秀隆,
星野通平, 増沢謙太郎, 増田辰良, 松生 洽,
松崎卓一, 丸茂隆三, 三浦昭雄, 三宅泰雄,
宮崎千博, 宮崎正衛, 村野正昭, 元田 茂,
森川吉郎, 森田良美, 森安茂雄, 安井 正,
柳川三郎, 山路 勇, 山中麿之助, 山中一郎,
山中 一, 吉田多摩夫, 渡辺精一

(五十音順)

マルセル・ジュグラリス, ジャン・アンクテ
イル, ロジェ・ペリカ

賛 助 会 員

旭化成工業株式会社
 株式会社内田老鶴園新社 内田悟
 株式会社 オーシャン・エージ社
 株式会社 大林組
 株式会社 オセアノート
 小樽船用電機株式会社
 株式会社 オルガノ
 株式会社 海洋開発センター
 社団法人 海洋産業研究会
 協同低温工業株式会社
 協和商工株式会社
 小松川化工機株式会社
 小 山 康 三
 三信船舶電具株式会社
 三洋水路測量株式会社
 シュナイダー財団極東駐在事務所
 昭和電装株式会社
 新日本気象海洋株式会社
 株式会社 鶴見精機
 東亜建設工業株式会社
 株式会社 東京久栄
 東京製綱繊維ロープ株式会社
 株式会社 東邦電探
 中川防蝕工業株式会社
 日本アクアラング株式会社
 日本海洋産業株式会社
 日本テトラポッド株式会社
 社団法人 日本能率協会
 日本プレスコンクリート株式会社
 深田サルページ株式会社
 藤 田 潔
 藤 田 峯 雄
 フランス物産株式会社
 古野電気株式会社
 丸 文 株 式 会 社
 三井海洋開発株式会社
 宮 本 悟
 吉野計器製作所
 株式会社 離 合 社
 株式会社 渡部計器製作所

東京都千代田区有楽町 1-1-2 三井ビル
 東京都千代田区九段北 1-2-1 蜂谷ビル
 東京都千代田区神田美土代町 11-2 第1東英ビル
 東京都千代田区神田司町 2-3
 東京都千代田区平河町 1-4-3 伏見ビル
 小樽市色内町 3-4-3
 東京都文京区本郷 5-5-16
 東京都港区赤坂 1-9-1
 東京都港区新橋 3-1-10 丸藤ビル
 東京都千代田区神田佐久間町 1-21 山伝ビル
 東京都豊島区目白 4-24-1
 東京都江戸川区松島 1-342
 東京都文京区本駒込 6-15-10 英和印刷社
 東京都千代田区神田 1-16-8
 東京都港区新橋 5-23-7 三栄ビル
 東京都港区南青山 2-2-8 DFビル
 高松市寺井町 1079
 東京都世田谷区玉川 3-14-5
 横浜市鶴見区鶴見町 1506
 東京都千代田区四番町 5
 東京都中央区日本橋 3-1-15 久栄ビル
 東京都中央区日本橋室町 2-6 江戸ビル
 東京都杉並区宮前 1-8-9
 東京都千代田区神田鍛冶町 2-2-2 東京建物ビル
 神奈川県厚木市温水 2229-4
 東京都新宿区西新宿 2-6-1 新宿住友ビル
 東京都港区新橋 2-1-13 新橋富士ビル9階
 東京都港区芝公園 3-1-22 協立ビル
 東京都中央区日本橋本石町 1-4
 東京都千代田区神田錦町 1-9-1 天理教ビル8階
 東京都新宿区四谷 3-9 光明堂ビル 株式会社ビデオプロモーション
 東京都江東区南砂 1-3-25 株式会社 中村鉄工所
 東京都千代田区神田小川町 3-20-2 増淵ビル
 東京都中央区八重洲 4-5 藤加ビル
 東京都中央区日本橋大伝馬町 2-1-1
 東京都千代田区霞ヶ関 3-2-5 霞ヶ関ビル3002号室
 東京都中央区かちどき 3-3-5 かちどきビル (株) 本地郷
 東京都北区西ヶ原 1-14
 東京都千代田区神田鍛冶町 1-10-4
 東京都文京区向丘 1-7-17

うみ(日仏海洋学会誌)

第17巻(1979年)

総目次

第1号

原著

- 夏季ベーリング海における天空および海中の
分光太陽エネルギー分布と海水の光学的性
質(英文)……………松生 治, 中村善彦,
芳賀 正隆 1~10
- 阿蘇海におけるプランクトン, 藻類および魚
介類のNi蓄積(英文)……………倉田 亮,
吉田陽一, 田口二三夫 11~17
- 東シナ海大陸棚縁での短周期内部波の観測
(英文)……………前田 明夫 18~27
- 円弧状海岸の線型波について……………中村 重久 28~32
- 日本産イソメ科多毛環虫類Ⅲ(英文) ……
……………三浦 知之 33~42
- 欧州産アワビ*Haliotis tuberculata* LINNAEUS
の増殖に関する生物学および生態学的研
究 II. 稚貝の成長に関する餌料と餌育密
度の影響(英文)……………小池康之,
ジャン-ピエール・フラッシュ,
ジョゼフ・マズリエ 43~52
- 学会記事…………… 53~54

第2号

原著

- Moiréの方法によるCapillary Waveの測定
……………高山晴光, 阿部友三郎 55~61
- 海産繊毛虫類の分離および保存培養に関する
検討……………久米 恒雄 62~64
- 混合培養系における繊毛虫, 従属栄養細菌お
よび珪藻の相互作用……………久米 恒雄 65~70
- 連続培養系における海産繊毛虫と従属栄養細
菌の相互関係……………久米 恒雄 71~77

La mer (Bulletin de la
Société franco-japonaise
d'océanographie)

Tome 17 (1979)

Sommaire

Numéro 1

Notes originales

- Aerial and Submarine Spectral Solar Energy
Distributions and Optical Characteristics
of the Waters in the Bering Sea during
the Summer……………Kanau MATSUIKE,
Yoshihiko NAKAMURA
and Masataka HAGA 1~10
- Accumulation of Ni from the Environmental
Sea Water and Sediments by Various
Marine Organisms……………Akira KURATA,
Yoichi YOSHIDA and Fumio TAGUCHI 11~17
- Short Internal Waves on the Margin of the
Continental Shelf of the East China Sea
…………… Akio MAEDA 18~27
- Sur l'Ondulation Linéaire le long de la Côte
Circulaire (en japonais)
…………… Shigehisa NAKAMURA 28~32
- Eunicid Polychaetous Annelids from Japan
Ⅲ…………… Tomoyuki MIURA 33~42
- Biological and Ecological Studies on the
Propagation of the Ormer, *Haliotis
tuberculata* LINNAEUS II. Influence of
Food and Density on the Growth of
Juveniles……………Yasuyuki KOIKE,
Jean-Pierre FLASSCH
and Joseph MAZURIER 43~52
- Procès-Verbaux…………… 53~54

Numéro 2

Notes originales

- Measurement of Capillary Wave by the
Moiré Method (in Japanese)
…………… Harumitsu TAKAYAMA
and Tomosaburo ABE 55~61
- Examinations of the Isolation and the Stock
Culture of Marine Ciliated Protozoa (in
Japanese)……………Tsuneo KUME 62~64
- Interactions between a Marine Ciliate, a
Heterotrophic Bacterium and a Diatom
in Mixed Batch Cultures (in Japanese)
……………Tsuneo KUME 65~70
- Interrelationship of a Marine Ciliate and
a Marine Heterotrophic Bacterium in
Continuous Culture Systems (in Japanese)
…………… Tsuneo KUME 71~77

総 目 次

牛込濠における風による静振運動 (英文)
 ……矢内秋生, 阿部友三郎 78~82

鹿児島湾口鞍部における流速変動の特徴,
 特に短周期変動について……桜井 仁人 83~90

バラタナゴおよびアブラハヤの群れ構造の
 光学的測定とその解析……井上 実,
 長谷川英一, 有元貴文 91~103

雑 録

宇野寛教授のフランス叙勲…… 104~105

学会記事…… 106~108

第 3 号

原 著

海産繊毛虫類の細菌捕食特性…久米 恒雄 109~116

海水中の濁度構成物質の光学的特性とその
 モデル化の研究 (I) ……竹松 伸,
 岸野元彰, 岡見 登 117~126

やむしの寄生物……永沢祥子, 丸茂隆三 127~136

富栄養河口域の環境特性と植物プランクト
 ンの現存量と光合成の分布 (英文)
 ……寺田卓二, 市村俊英 137~144

釣漁における食いの低下と魚群の食欲との
 関係について……石渡 直典 145~148

海産浮遊珪藻の種々の塩分条件下における
 増殖と光合成特性 (英文) …志村宗司,
 渋谷春江, 市村俊英 149~155

日仏海洋学会賞受賞記念講演
 魚類の行動と漁法に関する一連の研究
 ……井上 実 156~158

学会記事…… 159~163

Seiche Motions Induced by Wind in the
 Ushigomebori Moat ……Akio YANAI
 and Tomosaburo ABE 78~82

Characteristics of the Currents over and
 near the Submarine Col at the Mouth
 of Kagoshima Bay, Particularly Short
 Period Fluctuation of the Currents (in
 Japanese) ……Masahito SAKURAI 83~90

A Study on the Structure of Fish Schools
 in *Rhodeus ocellatus* and *Moroco
 steindachneri* by the Photographic
 Observation (in Japanese)
 … Makoto INOUE, Eiichi HASEGAWA
 and Takafumi ARIMOTO 91~103

Miscellanées

Nomination de M. Prof. Y. UNO au
 Chevalier dans l'Ordre des Palmes
 Académiques …… 104~105

Procès-Verbaux …… 106~108

Numéro 3

Notes originales

Feeding Patterns of Marine Ciliates Fed
 on the Heterotrophic Bacteria (in
 Japanese) ……Tsuneo KUME 109~116

Optical Properties and Modeling of
 Turbidity Components in Sea Water (I)
 (in Japanese) …Noburu TAKEMATSU,
 Motoaki KISHINO and Noboru OKAMI 117~126

Parasites of Chaetognaths in Suruga Bay,
 Japan (in Japanese)
 ……Sachiko NAGASAWA
 and Ryuzo MARUMO 127~136

Environmental Properties and the Distri-
 bution of Phytoplankton Biomass and
 Photosynthesis in a Small Eutrophic
 Estuary of Shimada Bay
 ……Takuji TERADA
 and Shun-ei ICHIMURA 137~144

On the Relation between Decline of
 Biting in Angling and Appetite of
 Fish School (in Japanese)
 ……Naonori ISHIWATA 145~148

Growth and Photosynthesis Properties of
 Some Planktonic Marine Diatoms at
 Various Salinity Regimes
 …… Soji SHIMURA, Harue SHIBUYA
 and Shun-ei ICHIMURA 149~155

Conférence commémorative

Une Série des Recherches sur les
 Comportements de Poissons et la
 Méthodologie de Pêches (en japonais)
 …… Makoto INOUE 156~158

Procès-Verbaux …… 159~163

総 目 次

第 4 号

原 著

海底堆積物中における金属元素の拡散係数 (英文).....竹松 伸	165~170
富栄養河口域における植物プランクトン群 集の光合成, とくに塩分傾度との関係 (英文).....寺田卓二, 市村俊英	171~177
顎毛の形態的特徴とこれに基づくやむしの 同定.....永沢祥子, 丸茂隆三	178~188
東京湾における微小繊毛虫類の分布久米 恒雄	189~196
球面上での半日周潮解(英文).....宮田 元靖	197~203

寄 稿

オセニア地方への出張レポート加藤 重一	204~211
------------------------------	---------

資 料

東京水産大学海洋・水産科学技術交流訪中 団報告.....	213~229
学会記事.....	230~231

総目次 (第 17 卷)

Numéro 4

Notes originales

The Apparent Diffusion Coefficients of Metals in Marine Sediments Noburu TAKEMATSU	165~170
Phytoplankton Photosynthesis in a Eu- trophic Estuary with Special Reference to Salinity GradientTakuji TERADA and Shun-ei ICHIMURA	171~177
Identification of Chaetognaths Based on the Morphological Characteristics of Hooks (in Japanese)Sachiko NAGASAWA and Ryuzo MARUMO	178~188
Distribution of the Marine Micro-ciliates in Tokyo Bay (in Japanese)Tsuneo KUME	189~196
Semidiurnal Oscillation over the Spherical Earth..... Motoyasu MIYATA	197~203

Miscellanées

Report on a Tour of Duty to the OceaniaJūichi KATOH	204~211
--	---------

Documentation

Report of the China Exchange Group in Marine and Fisheries Sciences and Technology of Tokyo University of Fisheries	213~229
--	---------

Procès-Verbaux	230~231
----------------------	---------

Sommaire du Tome 17

Exploiting the Ocean by...

T.S.K. OCEANOGRAPHIC INSTRUMENTS

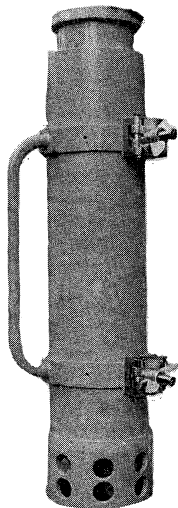
REPRESENTATIVE GROUPS OF INSTRUMENTS AND SYSTEMS

T.S-マイコン BT (特許出願中)

当社の長年にわたるメカニカルBT及び、XBTで開発蓄積された技術を基礎として、さらに最新のマイクロコンピュータ技術を駆使し、完成した数字及びグラフで直ちに測定結果を見る事の出来るものであります。海洋の水温、深度を水中で測定し、A/D変換後、内蔵ICメモリに記憶します。

○特長

- マイクロコンピュータ技術によるものです。
最小水深 10cm 毎の水温度変動のデジタルデータリストを作成します。XYアナログ記録計により水温の鉛直分布図を作成します。
- 操作が簡単です。
従来のBTウインチにより水中に吊下げ、回収後読取器と接触させることのみでデータリストを作成します。
- 光・電磁結合方式 (特許出願中)
測定器は密閉したままで、データの取り出し、深度選択指令、充電及びチェックの全てが行えます。従って漏水事故の皆無。
- 各種データ処理及びストックが可能です。
デジタルプリント、XY記録、カセットテープ録音、さん孔テープ作成、MTオープンリール録音、ご希望に応じどれでも可能です。



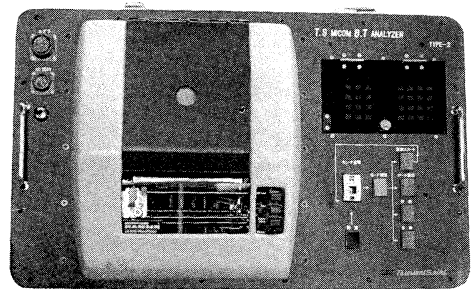
水中測定記録器

○水中測定記録器

0~6,000 m 4種



カプラ



指令読取器デジタルプリント・アナログプロット

○指令読取器 2種

- デジタルプリント
- デジタルプリント・アナログプロット共用

株式会社 鶴見精機

1506 Tsurumi-cho, Tsurumi-ku, Yokohama, Japan 〒230 TEL; 045-521-5252

CABLE ADDRESS; TSURUMISEIKI Yokohama, TELEX; 3823750 TSKJPN J

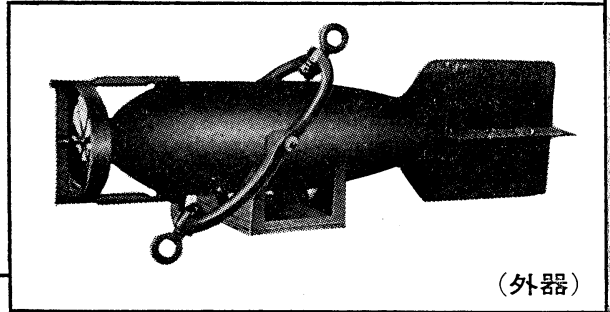
OVERSEAS FACTORY; Seoul KOREA

IWAMIYA INSTRUMENTATION LABORATORY

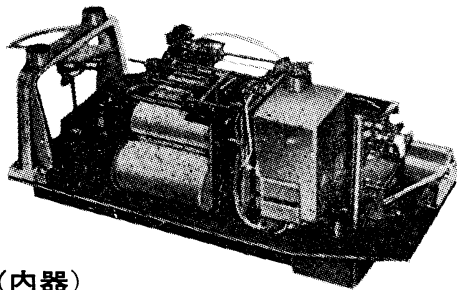
長期捲自記流速計

(NC-II)

本流速計は海中に設置し、内蔵した記録器に流速流向を同時に記録するプロペラ型の流速計で約20日間の記録を取る事が出来ます。但し流速は20分毎に3分間の平均流速を又流向は20分毎に一回、共に棒グラフ状に記録しますから読取が非常に簡単なのが特徴となっております。



(外器)



(内器)

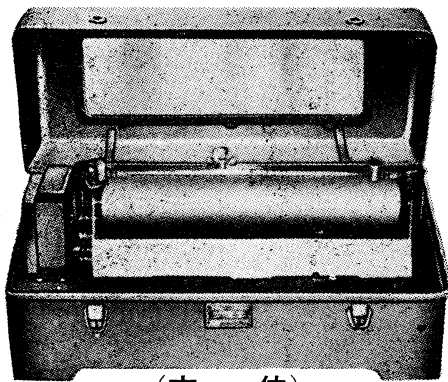
プロペラはA, B, C三枚一組になって居り

A(弱流用).....1m/sec	} 迄で一枚毎に検定 してあります。
B(中流用).....2m/sec	
C(強流用).....3m/sec	

弱流ペラーに依る最低速度は約4cm/secです。

フース型長期捲自記検潮器

(LFT-III)



(本体)

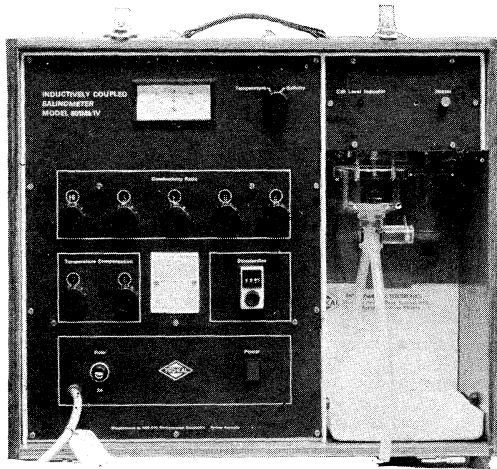
営業品目

階段抵抗式波高計
ケーブル式波高計
フース型検潮器
小野式自記流速計
自記水位計
港施型土圧計
理研式水中カメラ
その他海洋観測諸計器

協和商工株式会社

東京都豊島区目白4丁目24番地1号
TEL (952) 1376代表 〒171

INDUCTIVE SALINOMER MODEL 601 MK IV



海水の塩分測定標準器として、既に定評のあるオート・ラブ 601 MK III の改良型で、小型・軽量・能率化した高精度塩分計です。試料水を吸上げる際に、レベル検出器により吸引ポンプと攪拌モーターとが自動的に切換えられます。温度はメーター指針により直示されます。

測定範囲	0~51 ‰ S
感 度	0.0004 ‰ S
確 度	±0.003 ‰ S
所要水量	約 55 cc
電 源	AC 100 V 50~60 Hz
消費電力	最大 25 W
寸 法	52(幅)×43.5(高)×21(奥行)cm

営 業 品 目

転倒温度計・水温計・湿度計・
採水器・採泥器・塩分計・
水中照度計・濁度計・S-T計・
海洋観測機器・水質公害監視機器



株式 渡部計器製作所
会社

東京都文京区向丘1の7の17
TEL (811) 0044 (代表) ☎ 113

Murayama

水 中 濁 度 計
水 中 照 度 計
電 導 度 計



株式 村山電機製作所
会社

本 社 東京都目黒区五本木2-13-1
出張所 名古屋・大阪・北九州

海洋環境調査 海底地形地質調査

- 水質調査・プランクトン底棲生物調査・潮汐・海潮流・水温・拡散・波浪等の調査(解析・予報)
- 環境アセスメント・シミュレーション
- 海底地形・地質・地層・構造の調査・水深調査・海図補正測量



外洋における海洋調査



三洋水路測量株式会社

本社 東京都港区新橋5-23-7(三栄ビル) ☎03(432)2971~5
 大阪支店 大阪市都島区中野町3-6-2(谷長ビル) ☎06(353)0858-7020
 門司出張所 北九州市門司区港町3-32(大分銀行ビル) ☎093(321)8824
 仙台出張所 仙台市一番町2-8-15(太陽生命仙台ビル) ☎0222(27)9355
 札幌出張所 札幌市中央区大通東2-8-5(プレジデント札幌) ☎011(251)3747

総代理店



三井物産株式会社

7IL は無限の可能性に挑戦する

- ◆ 漁撈電子機器
- ◆ 航海計器
- ◆ 海洋開発機器
- ◆ 航空機用電子機器
- ◆ 各種制御機器
- ◆ コンピュータ端末機器
- ◆ 各種情報システム



エレクトロニクスで創造する



古野電気株式会社

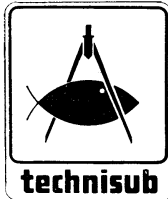
本社 / 西宮市芦原町9-52 ☎0798(65)2111(大代) 支社 / 東京都中央区八重洲4-5 藤和ビル ☎03(272)8491(代) ほか37ヶ所

最高の品質 信頼のブランド

aqua-lung®



France.



Italy.



Australia.



U.S.A.



日本アクアラング株式会社

本社・東京支社：東京都杉並区方南町2-4-7 (第2細野ビル) 〒168 TEL.(03)313-8441

本社・神戸支社：神戸市兵庫区浜中町2丁目18-6 〒652 TEL.(078)681-3201代

九州支社：福岡市中央区港3丁目7-5 〒810 TEL.(092)741-8907・751-0715

横浜営業所：横浜市中区野毛町3-129 〒232 TEL.(045)231-3021

名古屋営業所：名古屋市東区富士塚町3-14 〒461 TEL.(052)951-5016代

大阪営業所：大阪市西区九条通1丁目5-3 〒550 TEL.(06)582-5604代

四国出張所：高松市福岡町4丁目36-9(高松帝酸内) 〒760 TEL.(0878)51-8853

アクアラングは日本においては当社が専用使用権を有している国際的商標です。

商標登録「aqua-lung」登録番号 第494877号 商標登録「アクアラング」登録番号 第494878号

東京支社住所変更 「関東支社：〒243 神奈川県厚木市温水 2229-4 TEL 0462-47-3222」

昭和 54 年 11 月 25 日 印刷
昭和 54 年 11 月 31 日 発行

う む

第 17 卷
第 4 号

定価 ￥950

編集者 富 永 政 英
発行者 佐々木 忠 義
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(291)1141
振替番号:東京96503

印刷者 小 山 康 三
印刷所 英 和 印 刷 社
東京都文京区本駒込 6-15-10
郵便番号:113
電話:03(941)6500

第 17 卷 第 4 号

目 次

原 著

- 海底堆積物中における金属元素の拡散係数 (英文)竹 松 伸 165
富栄養河口域における植物プランクトン群集の光合成,
とくに塩分傾度との関係 (英文)寺田卓二, 市村俊英 171
顎毛の形態的特徴とこれに基づくやむしの同定永沢祥子, 丸茂隆三 178
東京湾における微小繊毛虫類の分布久 米 恒 雄 189
球面上での半日周潮解 (英文)宮 田 元 靖 197

寄 稿

- オセニア地方への出張レポート加 藤 重 一 204

資 料

- 東京水産大学海洋・水産科学技術交流訪中団報告 213

- 学会記事 230

総目次 (第 17 卷)

Tome 17 N° 4

SOMMAIRE

Notes originales

- The Apparent Diffusion Coefficients of Metals in Marine SedimentsNoburu TAKEMATSU 165
Phytoplankton Photosynthesis in a Eutrophic Estuary with Special Reference
to Salinity GradientTakuji TERADA and Shun-ei ICHIMURA 171
Identification of Chaetognaths Based on the Morphological
Characteristics of Hooks (in Japanese)Sachiko NAGASAWA and Ryuzo MARUMO 178
Distribution of the Marine Micro-ciliates in Tokyo Bay (in Japanese)Tsuneo KUME 189
Semidiurnal Oscillation over the Spherical EarthMotoyasu MIYATA 197

Miscellanées

- Report on a Tour of Duty to the OceaniaJūichi KATOH 204

Documentation

- Report of the China Exchange Group in Marine and Fisheries Sciences
and Technology of Tokyo University of Fisheries 213

- Procès-Verbaux 230

Sommaire du Tome 17