
Tome 16

Février 1978

Numéro 1

う み

La mer

昭和 53 年 2 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 (気象研究所) 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 (気象庁) 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語の英文(または仏文)のAbstract (Résumé)をつけること。欧文論文には英文(又は仏文)のAbstract (Résumé)のほか必ず約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。

Pédacteur en chef Masahide TOMINANAGA (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 (Meteorological Research Institute) 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 (Japan Meteorological Agency) 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 Japan.
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.

Tolerant Spectrum to Heavy Metals in Marine Bacteria Isolated from the Sea of Hiuchi*

Akira KURATA** and Yoichi YOSHIDA**

Abstract: The tolerant limit and tolerant spectrum to several kinds of heavy metals were examined with 219 bacterial strains of 4 groups which were isolated from the sea water and the bottom sediments in the Sea of Hiuchi polluted by many kinds of heavy metals discharged from the industrial waste waters. The maximum concentrations of each metals to which at least one strain in every group could grow in the liquid medium were 70 $\mu\text{g/ml}$ in Cu, 150 in Zn, 700 in Cr and 250 in Ni. The bacterial strains isolated from sea water tended to less survive to the respective maximum concentration of each metal than those isolated from the bottom sediments. Moreover, some of these strains had tolerance to two or more kinds of metals. About 37% of the tested strains had tolerance to the respective maximum concentrations of two kinds of heavy metals, of which 17% had tolerance to three kinds of metals, 7.3% to four kinds of metals and 1.8% to five kinds of metals.

1. Introduction

The distribution and content of heavy metals in the coastal marine environments are well documented by many investigators on a large scale. In spite of many recent works, the tolerant spectrum of a number of microorganisms including bacteria, fungi, protozoa and algae to heavy metals in the coastal regions has remained largely unexplored. Almost always microorganisms must be affected by many kinds of heavy metals contained in the industrial waste waters in the polluted coastal regions. It may be ecologically significant to clarify the mechanisms of microorganisms to acquire a complex tolerance, which may be called cross resistance, to two or more component of pollutants in the coastal regions polluted by all sorts of pollutants.

The purpose of this paper is to demonstrate whether marine bacteria isolated from the sea water and the bottom sediments in the coastal region polluted by a great number of heavy metals are tolerant to what kind of and how many kinds of heavy metals, and whether they

can grow on how high concentration of each metal.

2. Experimentals

(1) Collection of samples

Samples of sea water and bottom sediments were collected at the designated stations in the Sea of Hiuchi. Location of these stations is shown in Fig. 1. Samples of sea water were

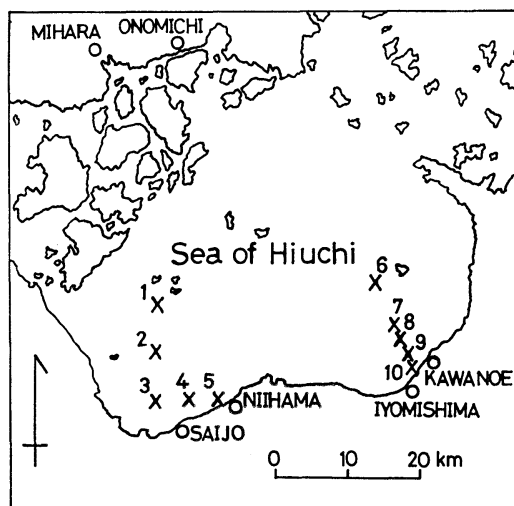


Fig. 1. Location of sampling stations in the Sea of Hiuchi.

* Received August 15, 1977.

** Laboratory of Microbiology, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Oiwake-cho, Kitashirakawa, Sakyo-ku, Kyoto, 606 Japan.

collected aseptically from a 5 m depth by using the ZOBELL sampler (ZOBELL, 1946) and those of bottom sediments were collected by using a core sampler described by KIMATA *et al.* (1960).

(2) Isolation and enumeration of bacteria

Immediately after collection of samples, the bacterial isolation was done in a laboratory on the investigation ship. Samples of sea water and bottom sediments were diluted stepwise with the aseptic sea water in screw-cap test tubes. An aliquot of each dilution was aseptically placed onto Petri dishes containing sterile liquid agar. After two week incubation at 20 °C, colonies of bacteria were counted as the population of total viable bacteria and colonies were inoculated onto agar slants. The agar slants were incubated at 20°C. Pure cultures obtained by this isolation method were tested for the limit of tolerance and the spectrum of tolerance to several kinds of heavy metals. The agar plates, the agar slants and the liquid media were prepared consistently with slightly modified ZOBELL 2216 medium (ZOBELL, 1946), which had the following composition; poly-peptone 5.0 g, FeSO₄ · 7H₂O 0.05 g, KH₂PO₄ 0.05 g and agar 12.0 g (except for the liquid medium) in 1000 ml of sea water with pH 7.6.

(3) Bacterial growth

Bacterial growth in the liquid media containing the progressive concentrations of each heavy metal was determined turbidimetrically by a Leitz Photometer (at 640 mμ) everyday for three days of early incubation and thereafter on every three days.

(4) Determination of the content of heavy metals in the samples of bottom sediments

The content of heavy metals in the samples of bottom sediments was determined by atomic absorption spectrophotometry according to the method described in the previous paper (KURATA, 1974).

3. Results and discussions

Analyses for Ni, Cu, Zn, Pb, Cr and Cd in the surface layer of bottom sediments (0 ~ 2 cm) are summarized in Table 1. The Sea of Hiuchi has been extensively eutrophicated recently by allochthonous organic substances

Table 1. Content of heavy metals (μg/g dry matter) in the surface layer (0~2 cm) of the bottom sediments in the Sea of Hiuchi.

Station (Depth)	Ni	Cu	Zn	Pb	Cr	Cd
1(32 m)	8.4	24.0	101.8	405.7	10.4	0.61
2(16 m)	6.6	21.7	109.1	428.6	10.8	0.52
3(10 m)	6.7	60.0	168.2	514.8	16.6	0.74
4(11.5 m)	8.6	115.2	231.8	302.9	23.1	0.73
5(9 m)	10.9	289.1	277.3	414.3	39.4	0.55
6(19 m)	5.5	36.5	122.7	271.4	16.0	0.26
7(23 m)	8.0	42.6	127.3	171.4	17.2	0.13
8(24 m)	9.6	55.7	150.0	285.7	19.7	0.29
9(18 m)	14.9	110.9	531.8	328.6	29.5	1.90
10(14 m)	10.3	41.3	104.5	457.1	13.5	ND*

* ND: not detected.

contained in the industrial and domestic waste waters, especially from many large paper-making manufactures along the coast and also intensely polluted by various kinds of metals discharged from many metallurgical manufactures mainly dealing with plenty of heavy metals. Station 5 gave high values in most kinds of examined heavy metals. The variation in the Cu levels was greater than that of any of the other metals and there was somewhat similar pattern in the Cu, Zn and Cr levels. The level of Pb concentration was highest as compared with any of the metals at most of stations except for a Zn concentration at Station 9. Ni and Cr were more evenly distributed at each station and Ni content varied from 5.5 to 14.9 μg/g dry matter with an average of 9.0 μg/g dry matter. This is a considerably low concentration in comparison with the results obtained in the Sea of Aso and Miyazu Bay where the bottom sediments are intensely polluted particularly by Ni as described in the previous paper (KURATA *et al.*, 1977). Appreciably high level of Cd was found in the bottom sediments at each station except for Station 10. Comparing with the content of heavy metals in the bottom sediments of the Sea of Aso and Miyazu Bay, the bottom sediments in this marine environments have been polluted extensively by Cu, Zn and Pb.

The counts of total heterotrophic bacteria in each sample of sea water and bottom sediments

from which the tested strains were isolated are shown in Table 2. In total, 219 strains of bacteria were isolated from sea water and bottom sediments in order to examine their tolerance in the liquid media containing the progressive concentrations of five kinds of heavy metals; 52 strains from sea water and 167 from the surface layer (0 ~ 2 cm) of bottom sediments. Total heterotrophs existed in the range of 10^5 cells per ml even in sea water and also largely existed in the range from 10^5 to 10^7 cells per g wet matter in the bottom sediments, owing to the eutrophication in the nutrient level.

All of the strains isolated were examined for

Table 2. Description of the habitat from which the tested strains were isolated

Collection date	Station (Depth)	Transparency (m)	Total heterotrophs	Number of isolate
Aug. 30, 1973	3 (10 m)	1.9	1.3×10^5 cells/ml	52 (Group 1)
	1 (32 m)	5.0	7.9×10^5 cells/g wet matter	56 (Group 2)
	3 (10 m)	1.9	8.5×10^6	55 (Group 3)
	5 (9 m)	1.4	1.2×10^7	56 (Group 4)

Table 3. The survival rate of the tested strains to the progressive concentrations of heavy metals

Concentration of metals ($\mu\text{g/ml}$)	Number of survival			
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
0	52*(100)**	56(100)	55(100)	56(100)
Cr 25	43 (82.7)	48(85.7)	48(87.3)	46(82.1)
50	11 (21.2)	30(53.6)	22(40.0)	10(17.9)
60	8 (15.4)	29(51.8)	22(40.0)	10(17.9)
70	5 (9.6)	28(50.0)	22(40.0)	9(16.1)
80	0	0	0	0
Cr 50	32 (61.5)	51(91.1)	46(83.6)	38(67.9)
100	31 (59.6)	48(85.7)	45(81.8)	36(64.3)
200	21 (40.4)	44(78.6)	43(78.2)	31(55.4)
300	20 (38.5)	44(78.6)	42(76.4)	31(55.4)
500	2 (3.8)	33(58.9)	20(36.4)	13(23.2)
700	1 (1.9)	31(55.4)	18(32.7)	13(23.2)
900	0 (0)	16(27.6)	13(23.6)	7(12.5)

* Numbers of the tested strains.

** Percentage.

the viability in the liquid media containing the progressive concentrations of Cu, Cr, Zn, Ni and Pb. The results with the case of Cu and Cr are given in Table 3, which shows that the

Table 4. The tolerant limit of the tested strains to several heavy metals

Concentration of metals ($\mu\text{g/ml}$)	Number of survival			
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
0	52*(100)**	56(100)	55(100)	56(100)
Cu 70	5 (9.6)	28(50.0)	22(40.0)	9(16.1)
Zn 150	1 (1.9)	4 (7.1)	1(1.8)	2(3.6)
Pb 250	45 (86.5)	43(76.8)	49(89.1)	44(78.6)
Ni 250	1 (1.9)	10(17.9)	7(12.7)	3(5.4)
Cr 700	1 (1.9)	31(55.4)	18(32.7)	13(23.2)

* Numbers of the tested strains.

** Percentage.

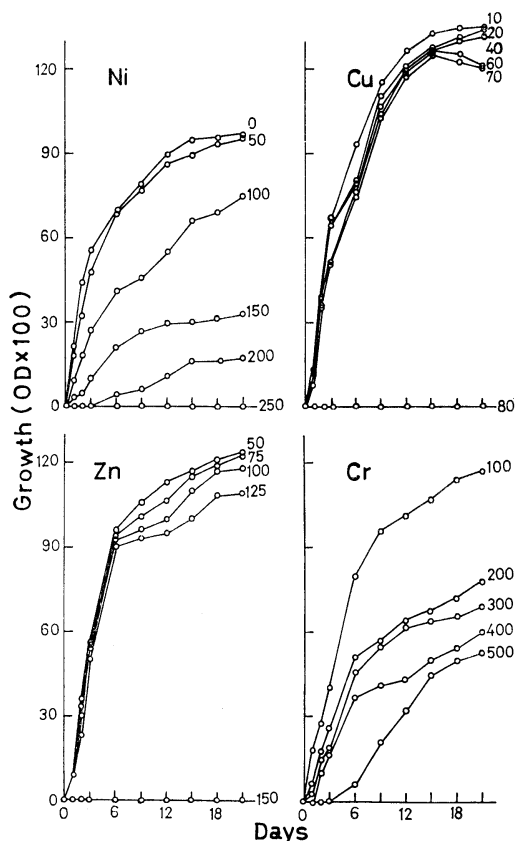


Fig. 2. Growth curves of a strain in each medium containing the progressive concentrations ($\mu\text{g/ml}$) of four kinds of metals during the three week incubation.

number of strains survived are reduced in proportion to the metal concentrations in the liquid media both in the case of Cu and Cr. However, the rate of reduction of survival strains for the progressive concentrations of a metal clearly differed from each other in the strain group; Group 1 was less survival than any of the other groups both in the case of Cu and Cr. The maximum concentration of each metal to which at least one strain in every strain group can be tolerant is significantly different with the kind of metals as illustrated in Table 4. The extremely high concentration of Pb was detected in the bottom sediments at the most of stations as shown in Table 1. At the time of preparation of medium, Pb could not be prepared with the medium more than 250 $\mu\text{g/ml}$ without any precipitation. It seems reasonable that Pb exists mostly with the insoluble form in the marine bottom sediments. It is guessed that the other kind of heavy metals also may probably exist in the insoluble form in the sediments.

Growth curves of a strain in each medium containing the progressive concentrations of four kinds of metals during the three week incubation are shown in Fig. 2. In this strain, the growth was rather stimulated in the presence of considerable amounts of Cu and Zn than in the absence of heavy metals, and growth curves showed the similar pattern in the progressive concentrations of Cu and Zn or Ni and Cr. However, the pattern of growth curves of tested strains differed variously according to the kind of metals added to the medium and according to the strain of isolated bacteria. It must result from the difference of the structure of cell wall based on the bacterial taxonomical characters. Further studies on the taxonomy and physiology of these strains are desirable.

All of the strains were examined in their tolerance to the progressive concentrations of each metal until the maximum concentration to which at least one strain in every strain group could survive. The tolerance of all strains to two kinds of metals in respective maximum concentrations is summarized in Table 5. There were many strains which had

tolerance to many pairs of metals in the combination, as shown in Table 5. The strains which had tolerance to many pairs of metals were found mostly in Group 2. On the contrary, most of the strains belonging to Group 1 had little tolerance to many pairs of metals. It may be certainly asserted that bacterial

Table 5. The tolerant spectrum of the tested strains to two kinds of heavy metals

Combination of metals	Number of survival			
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
0	52*(100)**	56(100)	55(100)	56(100)
Pb, Ni	1 (1.9)	10(17.9)	7(12.7)	2(3.6)
Pb, Cu	4 (7.7)	26(46.4)	22(40.0)	8(14.3)
Pb, Zn	1 (1.9)	4(7.1)	1(1.8)	2(3.6)
Pb, Cr	1 (1.9)	27(48.2)	17(30.9)	10(17.9)
Ni, Cu	0	9(16.1)	7(12.7)	1(1.8)
Ni, Cr	0	10(17.9)	5(9.1)	2(3.6)
Ni, Zn	1 (1.9)	4(7.1)	1(1.8)	0
Cu, Zn	0	4(7.1)	1(1.8)	0
Cu, Cr	0	21(37.5)	13(23.6)	6(10.7)
Zn, Cr	0	4(7.1)	1(1.8)	2(3.6)
Total	8	119	75	33
Kind of strain	6 (11.5)	33(58.9)	26(47.3)	16(28.6)

* Numbers of the tested strains.

** Percentage.

Table 6. The tolerant spectrum of the tested strains to three kinds of heavy metals

Combination of metals	Number of survival			
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
0	52*(100)**	56(100)	55(100)	56(100)
Pb, Ni, Zn	1 (1.9)	4(7.1)	0	0
Pb, Ni, Cu	0	9(16.1)	7(12.7)	1(1.8)
Pb, Ni, Cr	0	9(16.1)	5(9.1)	1(1.8)
Pb, Zn, Cu	0	4(7.1)	1(1.8)	0
Pb, Zn, Cr	0	4(7.1)	1(1.8)	2(3.6)
Pb, Cu, Cr	0	21(37.5)	5(9.1)	5(8.9)
Ni, Zn, Cu	0	4(7.1)	0	0
Ni, Zn, Cr	0	4(7.1)	1(1.8)	0
Ni, Cu, Cr	0	9(16.1)	5(9.1)	1(1.8)
Zn, Cu, Cr	0	4(7.1)	1(1.8)	0
Total	1	72	26	10
Kind of strain	1 (1.9)	21(37.5)	9(16.4)	7(12.5)

* Numbers of the tested strains.

** Percentage.

Table 7. The tolerant spectrum of the tested strains to four kinds of heavy metals

Combination of metals	Number of survival			
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
0	52*(100)**	56(100)	55(100)	56(100)
Pb, Ni, Zn, Cu	0	4(7.1)	0	0
Pb, Ni, Cu, Cr	0	9(16.1)	5(9.1)	1(1.8)
Pb, Ni, Zn, Cr	0	4(7.1)	0	0
Pb, Zn, Cu, Cr	0	4(7.1)	1(1.8)	0
Ni, Zn, Cu, Cr	0	4(7.1)	0	0
Total	0	25	6	1
Kind of strain	0	9(16.1)	6(10.9)	1(1.8)

* Numbers of the tested strains.

** Percentage.

Table 8. The tolerant spectrum of the tested strains to five kinds of heavy metals

Combination of metals	Number of survival			
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
0	52*(100)**	56(100)	55(100)	56(100)
Pb, Ni, Zn, Cu, Cr	0	4(7.1)	0	0

* Numbers of the tested strains.

** Percentage.

strains isolated from the bottom sediments have more extensive tolerant spectrum to heavy metals than the strains isolated from sea water in the coastal regions polluted by various kinds of heavy metals.

The tolerant spectrum of all tested strains to three kinds of heavy metals is shown in Table 6 and that of four kinds of heavy metals is shown in Table 7. These spectra showed emphatically the quite similar inclinations. As shown in Table 7, Group 1 has no strain which has the tolerance to four kinds of metals. This sustained further the above-mentioned assertion. Moreover, the tolerant spectrum of tested strains to all of the examined metals is given in Table 8. Four strains which had tolerance to five kinds of metals were included only in Group 2 and all of the other strains failed to survive in the maximum concentrations of five kinds of examined heavy metals. Recently, MCLEAN (1974) reported that the fresh water algae *Stigeoclonium tenue* and *Cladophora glomerata* showed the tolerance to Cu, Pb and Zn, and that *S. tenue* showed greater tolerance

to Fe. SALIBA and KRZYZ (1976) reported that adults of *Artemia salina* showed an increased tolerance to 50 $\mu\text{g/ml}$ of Cu. All of the tested strains could not survive beyond the Ni concentration of 250 μg per ml of medium, whereas bacterial strains isolated from the Sea of Aso often could grow even in the twofold concentration of Ni as described in the previous paper (KURATA *et al.* 1977). Therefore, it is suggested in general that bacteria isolated from the marine environments polluted by many kinds of heavy metals must be tolerant of course to the same kind of heavy metals and that they may also have tolerance in the wide range to various kinds of heavy metals. However, it also appears that the degree of tolerance of bacteria existed in the polluted marine environments is not always in proportion to the total content of heavy metals in the bottom sediments. In the coastal marine environments, bacterial tolerance to heavy metals must be affected by the concentrations of utilizable dissolved organic matters and growth factors which are effective for the bacterial growth in the presence of inhibitory substances.

Acknowledgements

The authors wish to thank the crew of Shirafuji-maru of Nansei Reg. Fish. Res. Lab. for their assistance in the sampling program.

References

- KIMATA, M., A. KAWAI and Y. ISHIDA (1960): The method for sampling of marine bottom muds. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **26**, 1227-1230.
- KURATA, A. (1974): Cobalt content in the shallow sea sediments. J. Oceanogr. Soc. Japan, **30**, 199-202.
- KURATA, A., Y. YOSHIDA, H. KADOTA and F. TAGUCHI (1977): Distribution of Ni-tolerant bacteria in water and sediments of the Sea of Aso. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **43**, 1203-1208.
- MCLEAN, R. O. (1974): The tolerance of *Stigeoclonium tenue* Kütz. to heavy metals in South Wales. Br. Phycol. J., **9**, 91-95.
- SALIBA, L. J. and R. M. KRZYZ (1976): Acclimation and tolerance of *Artemia salina* to copper salts. Mar. Biol., **38**, 231-238.
- ZOBELL, C. E. (1946): "Marine Microbiology". Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., U.S.A., p. 28-30.

燧灘海域から分離した細菌の重金属耐性および耐性スペクトル

倉田 亮, 吉田 陽一

要旨: 燧灘海域の海水および海底堆積物から 219 株の従属栄養細菌を分離し, それらの重金属耐性ならびに耐性スペクトルについて調べた。ZOBELL 2216 培地に Cu, Zn, Pb, Ni および Cr の 5 種類の重金属を 1 種類ずつ添加した場合, Cu については $70 \mu\text{g/ml}$ の濃度まで, Zn については $150 \mu\text{g/ml}$ まで, Pb については $250 \mu\text{g/ml}$ まで, Ni については $250 \mu\text{g/ml}$ まで, Cr については $900 \mu\text{g/ml}$ まで, それぞれ生育する細菌が認められた。また, これらの重金属に耐性を示した細菌は, 1 種類の金属に対してはかなり高濃度にまで耐性を示したが, 金属の種類が 2 種以上になると耐性を示すものの割合は著しく減少する傾向がみられた。しかし, 2 種類あるいはそれ以上の金属が含まれる場合にも強い耐性を示すものがあり, 四阪島付近の海底堆積物から分離した若干の細菌は 5 種類の重金属が同時に添加された場合 (重金属合計量 $1,420 \mu\text{g/ml}$) にも耐性を示した。一般的に, 海水から分離された細菌よりも海底堆積物から分離された細菌の方が耐性が強く, 耐性スペクトルも広がった。これら重金属耐性菌の示す耐性限界および耐性スペクトルは, これらの細菌が分離された地点によってかなり相違し, 堆積物中の重金属濃度とは必ずしも一致しない。

走査電子顕微鏡によるやむし *Sagitta nage* ALVARINO の繊毛感覚器官の構造*

永 沢 祥 子**, 丸 茂 隆 三**

Fine Structure of Ciliary Sense Organs of a Chaetognath *Sagitta nage* ALVARINO Observed by Scanning Electron Microscopy*

Sachiko NAGASAWA** and Ryuzo MARUMO**

Abstract: This paper deals with the arrangement of ciliary sense organs of *Sagitta nage* and their fine structure observed by scanning electron microscopy. The ecological and physiological roles of these organs are discussed. These organs are sometimes called tangoreceptors, tactile organs, fan-shaped tufts, sensory tufts, ciliary tufts, ciliary sense organs, stiff cilia, hairs or sensory spots.

Ciliary sense organs are oriented in two ways: transversely (T) and longitudinally (L) to the body axis. *Sagitta nage* has a large number of ciliary sense organs on the two pairs of lateral fins unlike other chaetognaths such as *S. regularis*, *S. hispida*, *S. enflata*, *S. elegans*, *S. ferox*, *S. neglecta* and *S. oceania*. There are 6 to 7 longitudinally oriented organs and about 15 transversely oriented ones on the dorsal and ventral sides of the anterior fins. No longitudinally oriented organs are found on the posterior fin and 11 transversely oriented ones on the tail fin. The 15-16 mm adult of *S. nage* has about 600 ciliary sense organs. The cilia are about 0.5% of the body length. Newly hatched larvae also have ciliary sense organs.

SEM micrographs of T and L organs on the body surface and T organs on the lateral and tail fins indicate that the fine structure of all T and L organs is identical. Each organ consists of a protuberance mound with a tuft of many fine, stiff cilia emerging from the center. The cilia are 60 to 70 μm long and about 0.2 μm in diameter.

Ciliary sense organs may be analogous to the mechanoreceptor organs of the lateral line system of fishes which detect water motion in the surrounding environment. SEM micrographs of a spermatophore and a sperm of *S. nage* are also shown.

緒 言

GRASSI (1883)¹⁾ はやむしの体表には2種類の触毛斑が多数あると報じたが、その体表における分布は示していない。AIDA (1897)²⁾ は *Sagitta regularis* の触毛斑には2種類あり、第一の型では毛は長く、体軸に対して垂直の方向に、第二の型では毛は短かく、体軸に平行に配列していること、

および2種類の触毛斑の体表における分布を模式図に示した。HORRIDGE and BOULTON (1967)³⁾ のEM (電子顕微鏡)による組織学的な研究によれば、底生性の *Spadella cephaloptera* の体表には構造の異なる繊毛と剛毛の2種類の毛があり、それらの配列図が示された。FEIGENBAUM (1977)⁴⁾ は麻酔剤を用いて、やむしの運動を停止させ、2属5種のふ化直後の個体、幼体および親を観察し、これらのやむしの触毛斑について詳細な分布図を明らかにした。それによると、触毛斑はふ化直後のやむしにすでに現われ、成長とともにその数は

* 1977年9月9日受理

** 東京大学海洋研究所 〒164東京都中野区南台1-15-1

* Received September 9, 1977

** Ocean Research Institute, University of Tokyo.
Minamidai 1-15-1, Nakano-ku, Tokyo 164.

増加する。触毛斑は頭部, 体幹部, 尾部のみならず, 後鰭, 尾鰭にも存在する。これまで調べられた *Sagitta* 属, *S. regularis* (AIDA, 1897)³⁾, *S. hispida*, *S. enflata* および *S. elegans* (FEIGENBAUM, 1977)⁴⁾ *S. ferox*, *S. neglecta* および *S. oceania* (永沢, 未発表) では触毛斑は前鰭にはなく, 後鰭の背面と腹面に1対ずつ存在する。

ここでは *S. nagae* について触毛斑の分布, さらに触毛斑の外観の詳細な構造を走査電子顕微鏡写真に基づいて述べ, その生態的, 生理的役割について検討する。ただし, EM による組織学的な研究は行なっていない。

この研究は文部省科学研究費一般研究 D264199 および財団法人日産科学振興財団助成金 741012 の補助を得て行なわれた。

材料および方法

1977年9月10~16日に淡青丸で駿河湾, 相模湾およびその隣接黒潮海域において, 夜間に網目 0.33 mm のネット (バケツとして 500 ml のポリびんを使用) で, 表層を5分間曳いて採集したプランクトン試料から, やむしを取り出し, 種を同定した。その大部分は SEM (走査電子顕微鏡) 用の試料にするために, グルタルアルデヒド, オスミウム酸で二重固定した。残りは中性ホルマリンで固定後, 一部はヘマトキシリンで染め触毛斑の分布の研究に供し, 他は厚さ 4 μm の切片とし, ヘマトキシリン, エオシンで二重染色し, 触毛斑の断面を LM (光学顕微鏡) で観察するために用いた。ふ化直後の *S. nagae* の触毛斑については, 精包を付着した数個体のやむしを1日足らず飼育している間に産卵があり, ついで仔虫がふ化したので, それらの仔虫を用いた。

SEM の試料作成について述べる (Fig. 1)。やむしをろか海水で洗浄後, 約 0.01% w/v の MS222 (メタアミノ安息香酸エチルメタンホルン酸塩) を含むろか海水に移すと, 1分たらずで麻酔にかかり, 運動を停止する。麻酔した個体は大きさにより二つまたは三つに切断し, グルタルアルデヒド, オスミウム酸により二重固定し, アルコール系列による脱水後, 試料中のアルコー

ルを酢酸イソアミルで置換し, 臨界点乾燥を HCP-1 で行なった。乾燥した試料を両面テープをはった試料台に載せ, Eiko 1B-3 型イオンコーターで金を蒸着し, 走査電子顕微鏡 JSM-35 で触毛斑を観察した。なお, SEM 用試料作成の前固定までの予備実験は東京大学理学部附属三崎臨海実験所で試みた。

やむしのように水分が多く, 体が軟らかい動物プランクトンについては, SEM 用に試料を作成するよい方法がこれまでほとんど検討されていない。やむしの体の外部形態の細部を SEM で調べた例は少なく, COSPER and REEVE (1970)⁵⁾ がやむしの口部について詳細な構造を明らかにしたのが最初である。ここで用いた固定液の濃度および固定時間を試料作成の過程とともに Fig. 1 に示した。

結 果

1. 触毛斑の分布

ふ化直後の *S. nagae* は体に比して長い毛を有する触毛斑をすでにもっていた (Fig. 2A)。生後4日の *S. nagae* では触毛斑の存在は顕著であった (Fig. 2B)。しかし, これらの触毛斑の分布については調べなかった。

体長 15~16 mm の *S. nagae* 50個体について触毛斑を観察し, 分布の概要を Fig. 3 に示した。触毛斑の配列に個体差はほとんどなかった。触毛斑にはその毛が体軸に平行, および垂直に配列する2種類がある。それぞれを L, T とよぶことにする。L は主として背中線および腹中線に沿って存在する。また L は前鰭より前では体の脇にも分布する。T は背・腹中線の両側に2縦列をなして, ほぼ左右対称に分布する。L は T に比べて小規模で毛も少ない。T は体の前部とくに前鰭の始まるあたりまでは大きい, 体の後部では小規模になる。染色した試料では触毛斑は大小の斑点にみえる。体の前の方では大きな斑点 (T) と小さな斑点 (L) が多数あり, 触毛斑が密集している。一方, 後部では T, L が存在するが T の規模が小さく, L の数も少ないので全体的に触毛斑はまばらな分布である。尾部では触毛斑の数はさらに減る。

Procedure	Reagent	Duration	Temperature
anesthetization	0.01 % w/v MS222	1 min.	room temperature
↓			
fixation	0.5 % glutaraldehyde	30 min.	0-4°C
↓	0.5 % glutaraldehyde	4-6 hrs.	
washing	0.1 M phosphate buffer	10-30 min.	0-4°C
↓	0.1 M phosphate buffer	until the next step	
fixation	1 % osmium tetroxide	10 min.	0-4°C
↓			
washing	0.1 M phosphate buffer	10 min.	0-4°C
↓	distilled water	10 min.	
dehydration	50, 70, 80, 90, 95, 100 % ethyl alcohol	10 min., 10 min., 10 min.	0-4°C
↓			
replacement	isoamylacetate	until the next step	room temperature
↓			
drying	(critical point drying, HCP-1)		40°C
↓			
coating	(Eiko 1B-3 ion coater)		
↓			
examination with SEM (JSM-35)			

Fig. 1. Procedures to prepare the soft biological specimens for SEM used in the present study.

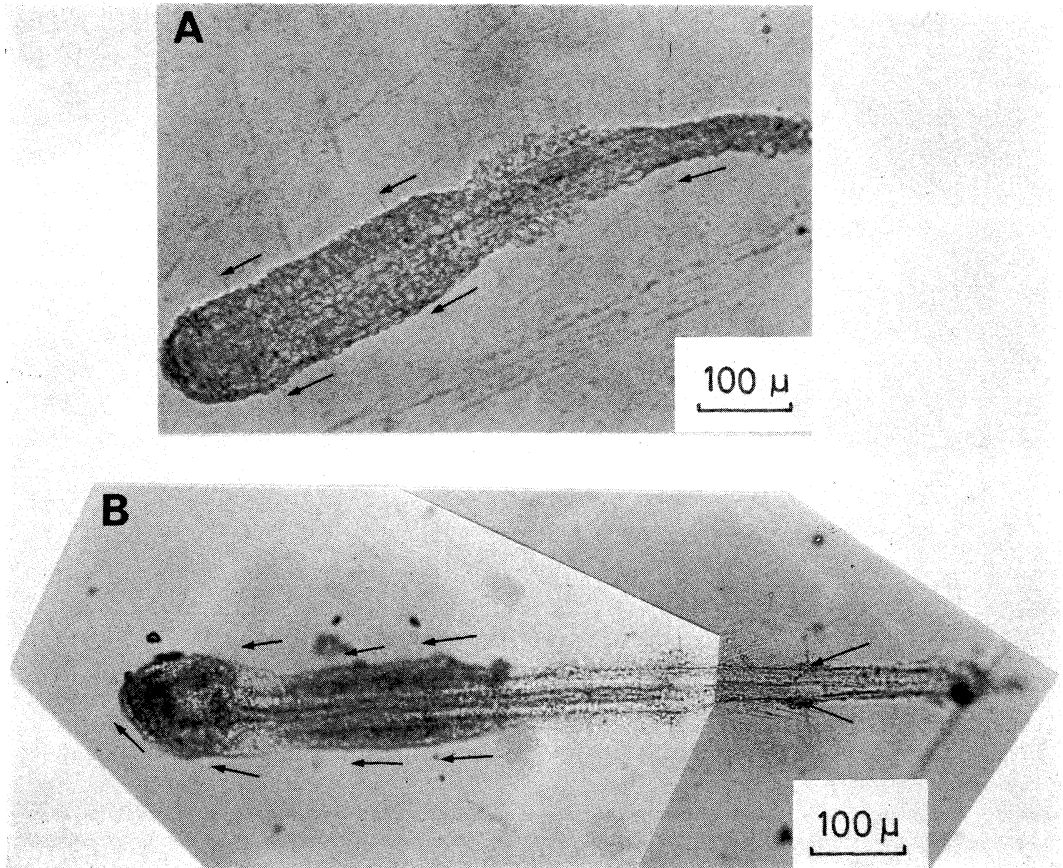


Fig. 2. *Sagitta nagae* larvae. Arrows show cilia of the sense organs. (A) Newly hatched (B) Fourth day.

S. nagae の2対の鰭は長く、幅が広いので、鰭の破損が著しくない場合には、鰭の特徴から若い個体でも容易に同定できる。他のやむしに比べて *S. nagae* は広い面積の鰭をもち、鰭には多数の触毛斑が存在した。前鰭上部の縁に沿って背・腹面

それぞれに L が 6~7、それより体に近い方に T がおよそ 15 存在した。後鰭、尾鰭の背・腹面それぞれには L は存在せず、T のみがそれぞれ 7, 11 あった。後鰭には T が鰭の縁に沿って存在するが、一つだけは鰭と体の中間に位置していた。尾鰭には T が Fig. 3 のように左右対称に配列していた。前鰭のつけねから二~三目までの T の基部は三角形にもりあがっていた。こうして、*S. nagae* の体中にはおよそ 600 の触毛斑が分布している。毛の長さは T, L とも体長の約 0.5% であった。また、触毛斑はふ化直後の *S. nagae* では頭の先端に見られた (Fig. 2B) が、成熟した個体では認められなかった。

FEIGENBAUM (1977)⁴⁾ によれば、触毛斑の数は成熟した *S. hispida*, *S. enflata* でそれぞれ約 400, 600 であり、両種の毛の長さは体長のそれぞれ 1.5, 0.5% である。また、触毛斑は *S. hispida*, *S. elegans* では一生を通じて頭部の先端にあるが、*S. enflata* ではふ化直後の個体では頭に存在する

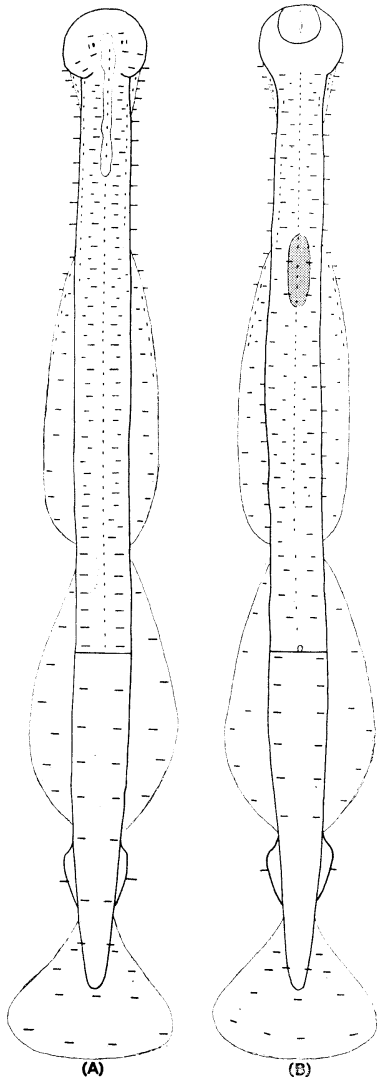


Fig. 3. Ciliary sense organ patterns of mature *S. nagae*. Fifty specimens of 15-16 mm long were examined and compared to make these composite drawings. Ciliary sense organs are arranged either longitudinally (—) or transversely (---) to the body axis. (A) Dorsal view of basic pattern (B) Ventral view of basic pattern.

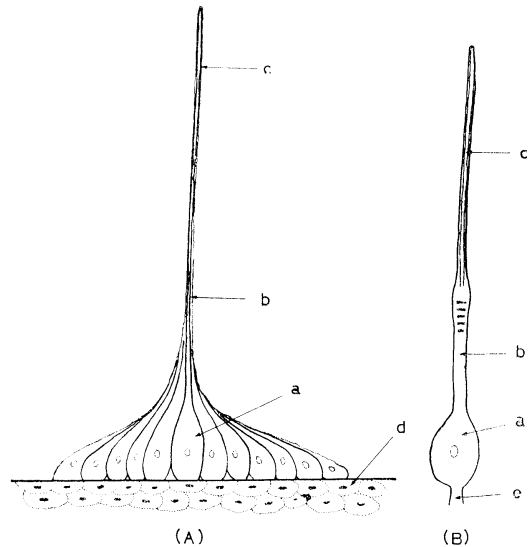


Fig. 4. (A) Diagram of a vertical section through a ciliary sense organ. (B) Diagram of a sensory neuron found in the ciliary sense organ. Fig. 4B is based on BULLOCK and HORRIDGE (1965) and HORRIDGE and BOULTON (1967). The detailed structure of the sensory neuron in *S. nagae* has not yet been described. (a) cell body of a sensory neuron (b) dendrite (c) cilium (d) epithelial cells (e) axon

のに親では頭部のどこにもない (FEIGENBAUM, 1977)⁴⁾。 *S. naga* の触毛斑の数, 体表における分布様式, 毛の長さは *S. hispida*, *S. elegans* より

も *S. enflata* とよく似ている。 *S. naga* の触毛斑については時岡 (1940)⁶⁾ が前鰭より前の部分の背面における分布図を示した。そこでは触毛斑は大小の斑点として示され, 毛の存在およびその生え方は示されていない。 *S. naga* を新種とした ALVARIÑO (1967)⁷⁾ および鬼頭 (1967)⁸⁾ はこのやむしの分類学的な形質の記載および図を示した

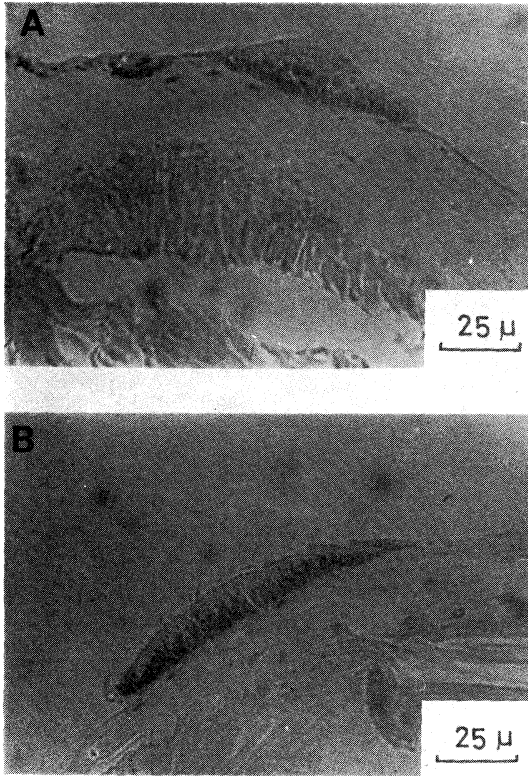


Fig. 5 (A) (B) Micrographs of a transverse section through ciliary sense organs, cut at 4 μm thick. Sensory cells are stained darkly with hematoxylin while cilia and dendrites are stained with eosin.

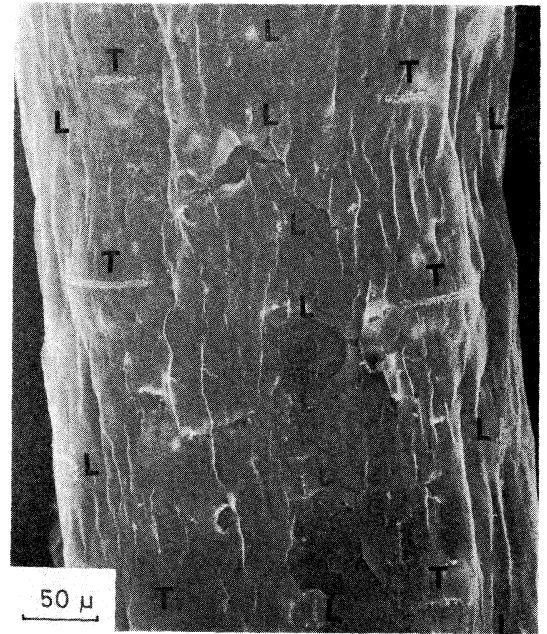


Fig. 6. An SEM micrograph showing the arrangement of transversely oriented ciliary sense organs (T) and the longitudinally oriented ones (L).

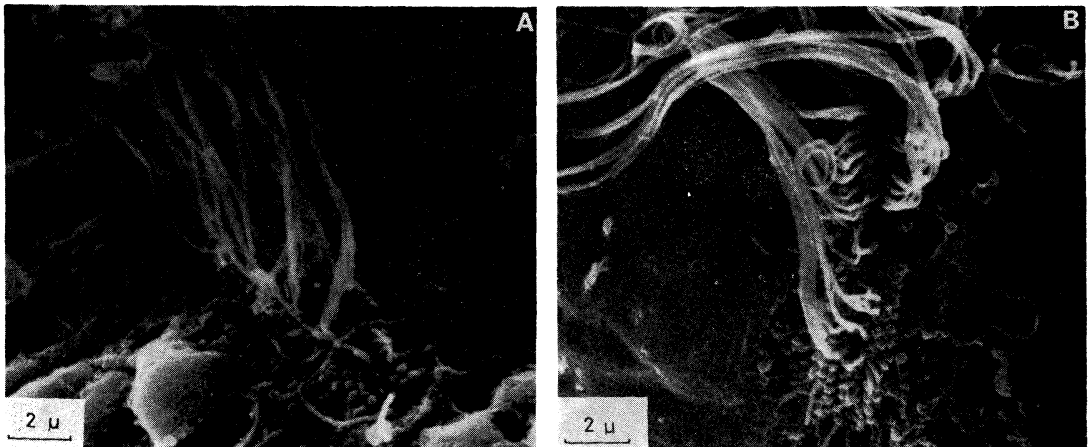


Fig. 7 (A) (B) Stiff cilia found in the center of a ciliary sense organ T.

が、両者とも触毛斑の記載と図は示していない。従って、*S. nageae* の触毛斑の分布については時岡 (1940)⁶⁾ 以来、その詳細が本研究によりはじめて明らかにされた。

2. 触毛斑の構造

(1) LM による観察

触毛斑の切片を観察すると、触毛斑は表皮の上にもりあがり、中心部に繊毛がはえている (Fig. 4A)。感覚性ニューロンの模式図 (Fig. 4B) は BULLOCK and HORRIDGE (1965)⁹⁾ の機械受容器 (mechanoreceptor) の模式図および HORRIDGE and BOULTON (1967)³⁾ の *S. cephaloptera* の繊毛感覚器官 (ciliary sense organ) の構造に関する記載に基づいてかいた。繊毛と樹状

突起 (dendrite) はエオシンに、感覚細胞 (sensory cell) はヘマトキシリンによく染まった (Fig. 5A, B)。

(2) SEM による観察

触毛斑 T, L は角の丸いひし形をなして表皮の上にもりあがり、中心部に繊毛の束がある (Fig. 6)。繊毛の径はおよそ $0.2 \mu\text{m}$ 、その長さは $60 \sim 70 \mu\text{m}$

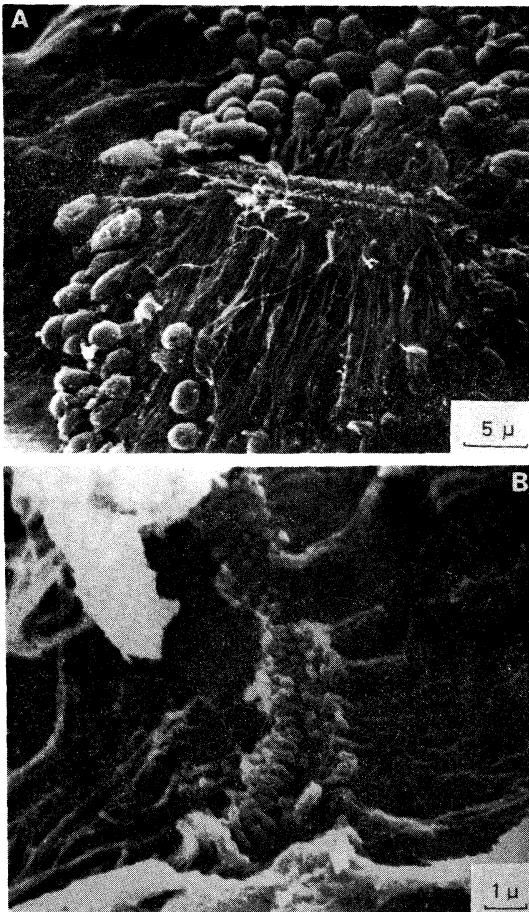


Fig. 8 (A) (B) Stubs of broken cilia in the center of a ciliary sense organ T.

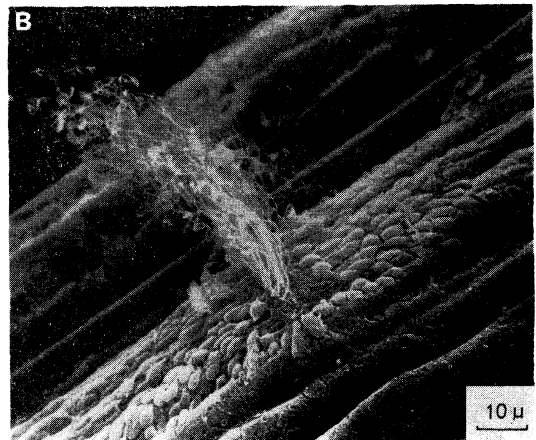
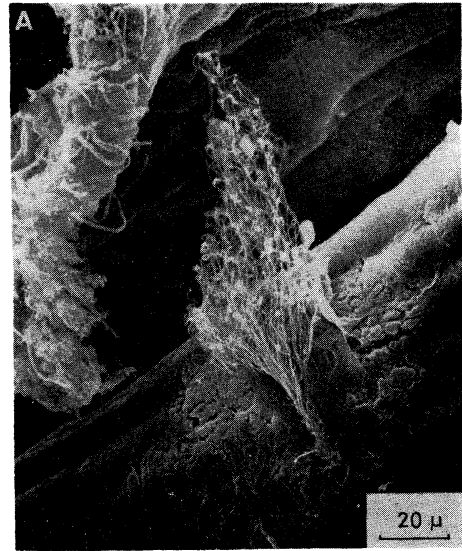


Fig. 9. (A) The cuticle surrounding the base of a ciliary sense organ is about to come off. Longitudinal ridges on the body surface are due to shrinkage. (B) The cuticle surrounding the base of this sense organ has been removed. The numerous round structures on the body may be sensory cells. Longitudinal ridges are also due to shrinkage.

であった (Fig. 7 A, B)。これは *S. cephaloptera* の繊毛 (HORRIDGE and BOULTON, 1967³⁾) とほぼ同じである。Figs. 6, 9, 10 ではやむしの体に隆起線が見られる。これは試料を処理する過程で収縮したためである。まず、触毛斑 T の構造について述べる。

触毛斑の中心部を拡大すると繊毛が見られる (Fig. 7 A, B) が、繊毛は破損しやすく途中で切断され、その切株のみが見える場合が多い (Fig. 8 A, B)。クチクラがはがれかかり (Fig. 9A), はがれる (Figs. 8A, 9B) ともりあがった部分が露出す

る。この大部分は紡錘形の感覚細胞の集まりであると思われるが、EM で確かめなければ断定はできない。*S. cephaloptera* の触毛斑は感覚細胞から 1 本の樹状突起がのびて、その先端が繊毛で終る構造である。(HORRIDGE and BOULTON, 1967³⁾)。 *S. nageae* でも *S. cephaloptera* の触毛斑と同じく、感覚細胞からでる樹状突起が分岐せず 1 本であるならば、繊毛と同数の感覚細胞が存在するはずである。触毛斑の走査電子顕微鏡写真から繊毛の計数を正確にはできないが、およそ 200~300 であった。*S. cephaloptera* の触毛斑はおよそ 190 の繊毛からなる (HORRIDGE and BOULTON,

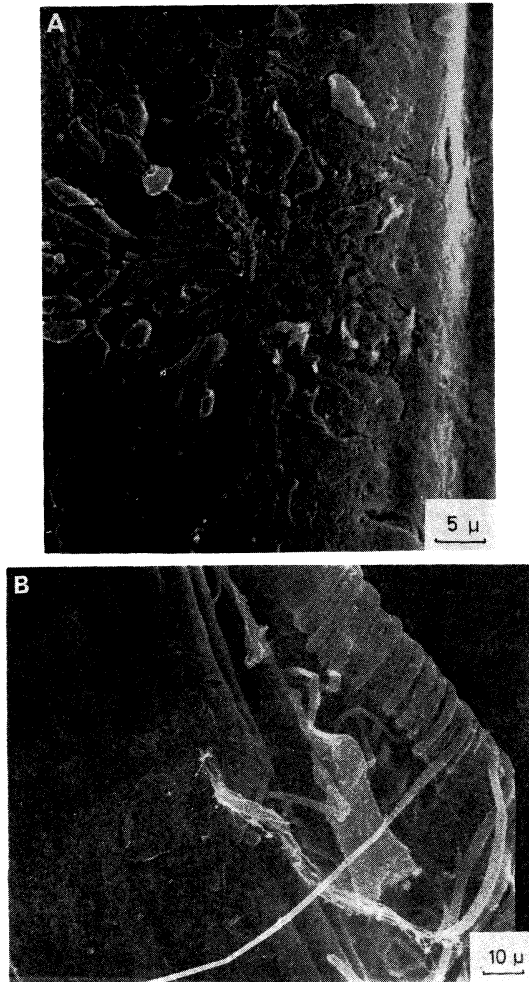


Fig. 10. (A) A ciliary sense organ L with only stubs of cilia. (B) A complete ciliary sense organ L. Stiff cilia are few in number in L. Longitudinal ridges are due to shrinkage.

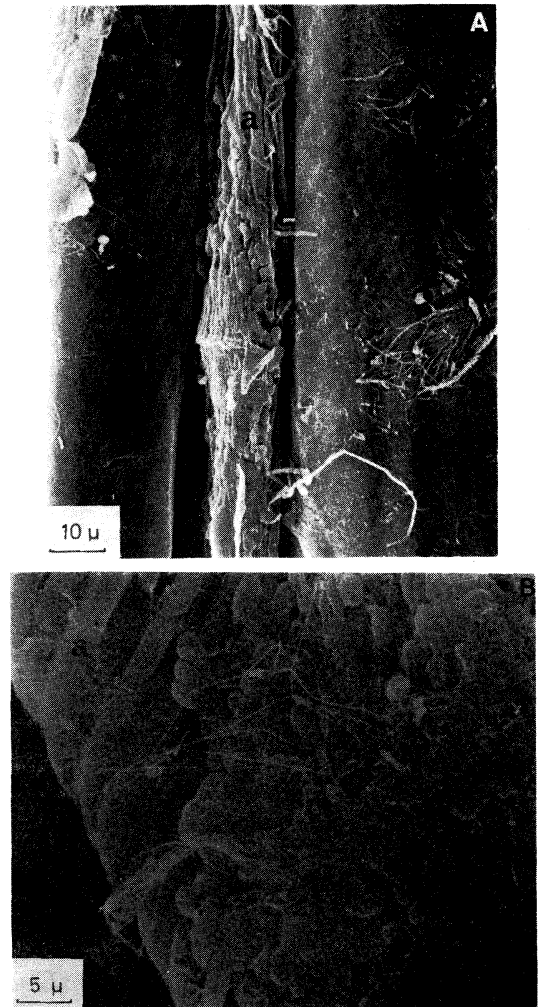


Fig. 11 (A) (B) A ciliary sense organ T on the lateral fin (a).

1967)³⁾。

触毛斑Lの形態、構造はTと同じであるが、全体的に小規模 (Figs. 6, 10A, B) で、繊毛数も少なく (Fig. 10B), およそ50で、100をこえることはないと思われる。

前(後)鰭にあるT (Fig. 11A, B) および尾鰭にあるT (Fig. 12 A, B, C, D) は体表にあるTと構造が同じであった。鰭上にあるTもクチクラははがれやすく、Fig. 12Dを除くと大部分ははがれたり、はがれかかって感覚細胞と思われる紡錘形の細胞が見えている。

S. nagae は *S. hispida* (REEVE and WALTER,

1972¹⁰⁾; REEVE and COSPER, 1975¹¹⁾) で報告されているように、精包を体表に付着した個体がしばしば採集される。触毛斑の観察中に貯精のうの表面に付着した精子塊が見出された (Figs. 13, 14 A)。精子は1この扁平な楕円形の細胞の頭部と1本の鞭毛からなる (Fig. 14 B)。頭部の大きさは長径 $1.9 \mu\text{m}$, 短径 $1.5 \mu\text{m}$, 鞭毛の太さは $0.2 \mu\text{m}$, 鞭毛の長さはおよそ $10 \mu\text{m}$ であった。この精子塊はおよそ60の精子からなっていた。

考 察

やむしの体表に分布する繊毛からなる器官が、

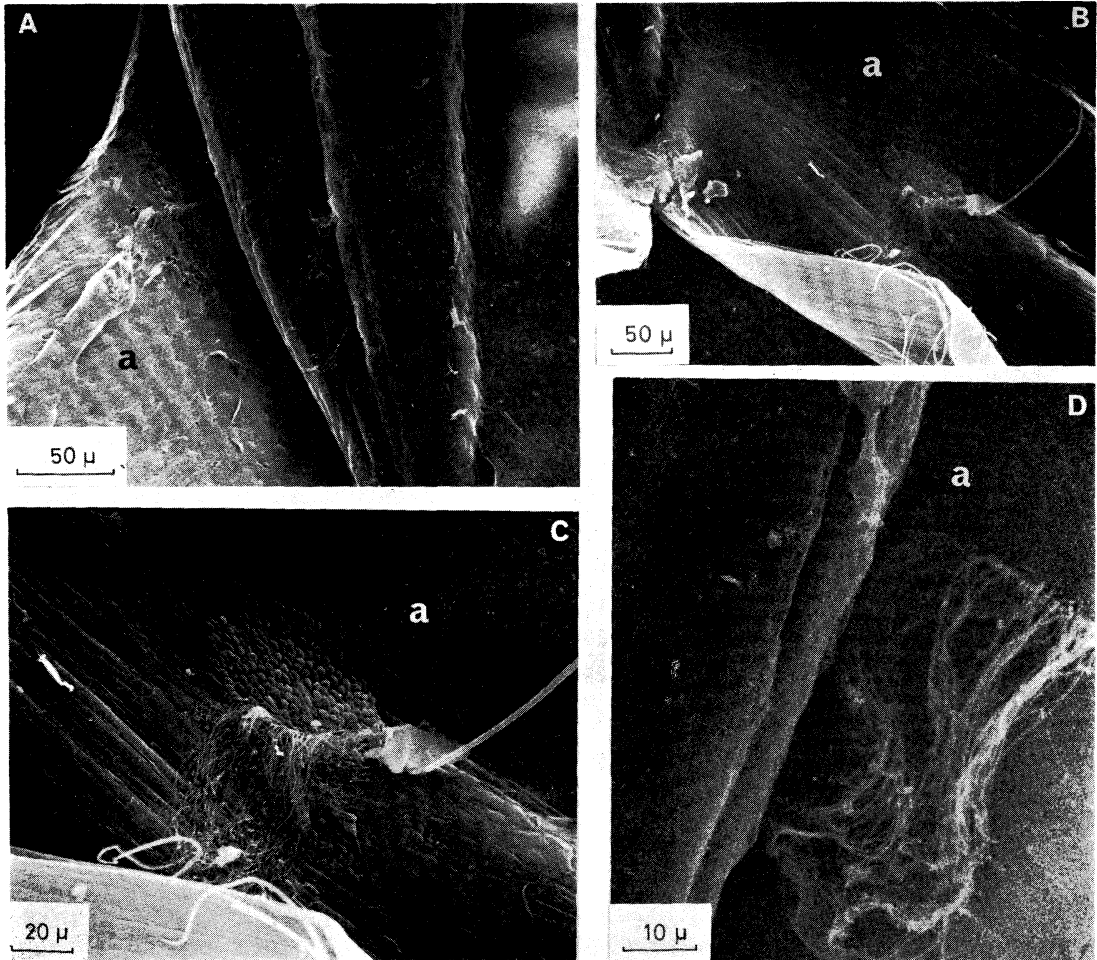


Fig. 12. (A) (B) A ciliary sense organ T on the tail fin (a) with the cuticle removed. (C) Enlarged view of (B). (D) A ciliary sense organ T on the tail fin (a). This organ is covered with cuticle except on its center.

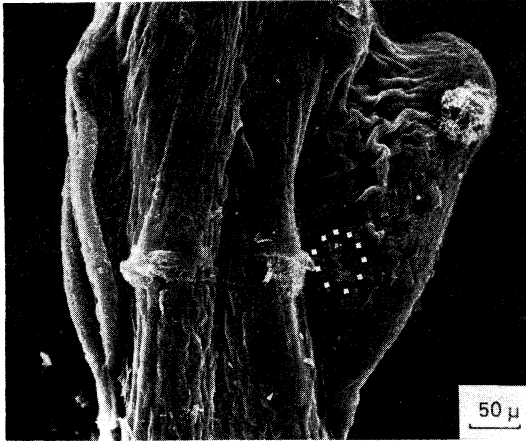


Fig. 13. An SEM micrograph of a spermatophore found on the seminal vesicle. A dashed circle surrounds a spermatophore.

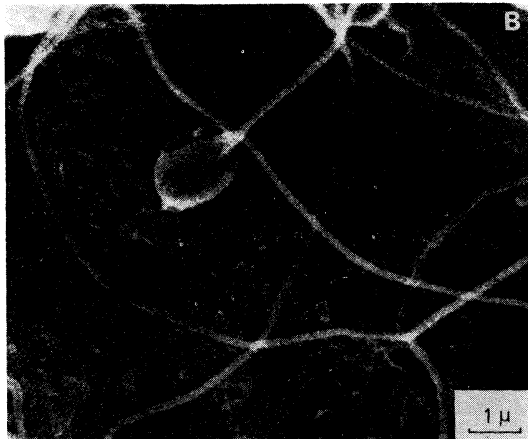
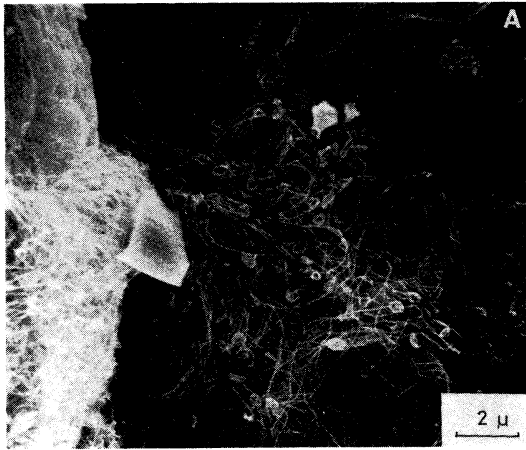


Fig. 14. (A) Enlarged view of the spermatophore in Fig. 13. (B) An SEM micrograph of a sperm of *S. nage*.

触覚の機能をもつと最初に考えたのは GEGENBAUR (1870)¹²⁾ で, BURFIELD (1927)¹³⁾ はそれらを触覚器官と名づけた。それ以来, 多くの文献の中で (HYMAN, 1959¹⁴⁾ 参照), この器官は触覚と関係していると考えられてきた。しかし, この考えはやがて疑問視されるようになった。BIERI (1966)¹⁵⁾ は *S. regularis*, *Pterosagitta draco* の感覚毛にふれるとやむしはどう反応するか, また, やむしを小さなふたつきびんに入れてびんの振動方法, その速度を変えると, どのように反応するかを調べた。その結果, 感覚毛は水の動きを知る機能があり, 縦列をなしてはえている感覚毛は魚の側線と相同な器官で, 水中における低周波数の振動を感知する機能をもつと考えた。HORRIDGE and BOULTON (1967)³⁾ は *S. cephaloptera* が 1~3 mm 離れた所で振動する (9~20 サイクル/秒) 針を攻撃するが, 化学的な刺激には敏感でないことを実験で確かめた。さらに EM による繊毛感覚器官の組織学的な研究に基づいて, この器官は第一次感覚細胞から樹状突起がでて, その先端が繊毛で終る機械受容器であり, 感覚細胞は皮下神経集網と関連し, 軸索の集団が細胞のまわりに分布していることを明らかにした。機械的な刺激に敏感な繊毛感覚器官があるので, *S. cephaloptera* は発振器による振動に対して暗黒下で高い感受性を示した (HORRIDGE and BOULTON, 1967)³⁾。

こうして, はじめ触覚器官と考えられ, 触毛斑と名づけられたこの器官は, 触覚を含めた機械的な刺激を感じる機能をもつ機械受容器である。この器官は fan-shaped tufts, sensory tufts (BIERI, 1966)¹⁵⁾, ciliary tufts, ciliary sense organs, stiff cilia (HORRIDGE and BOULTON, 1967)³⁾, hairs, sensory spots (FEIGENBAUM, 1977)⁴⁾ など様々によばれている。ここでは繊毛感覚器官とよぶことにする。繊毛感覚器官 T は体の前後, L は体の左右の方向からの振動や攪流によって生じる水の動きを感知するのであろう。水の動きによって柔軟性のある多数の繊毛に生ずる変化, たとえば屈曲, 角度の変位が感覚細胞を刺激する。外周に起る変化, すなわち水の動きのちがいは繊毛に生ずる屈曲や角度の変位の程度を異にする。やむしは

刺激の微妙な相違を判別することにより、餌や捕食者の存在と位置を知り、摂餌や逃避の行動をおこす。やむしの眼はレンズまたはそれに相当する構造を欠く(EAKIN and WESTFALL, 1964)¹⁶⁾ので、像を結ぶことはできない。また、暗黒下でやむしは活発に捕食行動をする事実は、摂餌行動において視覚に依存しているとは考えられない。やむしは視覚に頼らずに全身にある多数の繊毛感覚器官に神経をはりめぐらして、外界の情報をとらえつつ、行動していると思われる。従って、繊毛感覚器官はやむしにとって非常に重要な器官であり、ふ化直後のやむしにすでに存在することは十分理解できる。

繊毛感覚器官はBIERI (1967)¹⁵⁾により魚の側線器官と相同であると考えられた。繊毛感覚器官と側線器官の末梢にある管器 (canal organs) や遊離感丘 (epidermal neuromasts) の走査電子顕微鏡写真を比べると、両者の外部形態はよく似ている。管器や遊離感丘の構造や機能の研究およびそれらの器官のもつ繊毛細胞の電気生理学的な研究は、いろいろな魚を用いて数多く行なわれている(FLOCK, 1967¹⁷⁾, 1971¹⁸⁾)。しかし、やむしの繊毛感覚器官の構造、機能は底生性の *S. cephaloptera* で調べられた(HORRIDGE and BOULTON, 1967)³⁾のみである。本研究では浮遊性やむし *S. nagae* について、繊毛感覚器官の外観の詳細が明らかにされた。*S. nagae* では繊毛が体軸に平行および垂直に配列する繊毛感覚器官は基本的に同じ構造である。*S. nagae* には *S. cephaloptera* で観察された剛毛(HORRIDGE and BOULTON, 1967)³⁾は見出されなかった。また、体表および鱗上の繊毛感覚器官に構造上の差違はなかった。今後、*S. nagae* について感覚性ニューロンの構造およびシナプスの存在場所を明らかにするために、EMによる組織学的な研究を行なうことが必要である。

謝 辞

マイアミ大学のREEVE博士にはSEM用試料作成にあたり、次のようなご教示をいただいた。その御厚意に感謝する。繊毛感覚器官の繊毛のように繊細な部分を固定するには、やむしをMS222

で麻醉し、0.5%以下のグルタルアルデヒドで固定し、臨界点乾燥法を用いるのがよい。東京大学農学部羽生功助教授には、試料の解析に関して種々ご教示をいただいた。パラフィン切片作成にあたり、東京大学海洋研究所資源生物部門の方々にお世話になった。また、東京大学農学部電子顕微鏡室の御厚意により、試料の乾燥および蒸着はそれぞれHCP-1、Eiko 1B-3型イオンユーターを使用させていただいた。ここに感謝の意を表す。

引用文献

- 1) GRASSI, G. B. (1883): I. Chetognati. Fauna Flora Golf. Neapel. Mon. 5, 1-126.
- 2) AIDA, T. (1897): Chaetognaths of Misaki Harbor. Annotnes zool. jap., 1, 13-21.
- 3) HORRIDGE, G. A. and P. S. BOULTON (1967): Prey detection by Chaetognatha via a vibration sense. Proc. R. Soc. B., 168, 413-419.
- 4) FEIGENBAUM, D. L. (1977): Nutritional ecology of the Chaetognatha with particular reference to external hair patterns, prey detection, and feeding. Ph. D. Diss., Univ. Miami, 106p.
- 5) COSPER, T. C. and M. R. REEVE (1970): Structural details of the mouthparts of a chaetognath, as revealed by scanning electron microscopy. Bull. Mar. Sci., 20, 441-445.
- 6) 時岡 隆 (1940): 毛顎動物門. 日本動物分類, 5巻2号, 129p. 三省堂, 東京.
- 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) 鬼頭正隆 (1967): 毛顎類. p. 40-51, 元田茂編, 日本海洋プランクトン図鑑5, 蒼洋社, 東京.
- 9) BULLOCK, T. H. and G. A. HORRIDGE (1965): Structure and function in the nervous system of invertebrates. I, 798 p. W. H. Freeman and Company, San Francisco and London.
- 10) REEVE, M. R. and M. A. WALTER (1972): Observations and experiments on methods of fertilization in the chaetognath *Sagitta hispidia*. Biol. Bull., 143, 207-214.
- 11) REEVE, M. R. and T. C. COSPER (1975): Chapter 6. Chaetognatha, pp. 157-184. In Reproduction of Marine Invertebrates, 2 (eds. A. C. Giese and J. S. Pearse). Academic Press, New York, San Francisco, London.
- 12) GEGENBAUR, C. (1870): Grundzuge der Vergleichenden Anatomie. Zweite Auflage, Leipzig. 892 p.

- 13) BURFIELD, S. T. (1927): *Sagitta*. Proc. Trans. Lpool biol. Soc., **41**, 1-104.
- 14) HYMAN, L. H. (1959): Phylum Chaetognatha, pp. 1-71. *In* The Invertebrates, 5. McGraw-Hill, New York.
- 15) BIERI, R. (1966): The function of the "wings" of *Pterosagitta draco* and the so-called tango-receptors in other species of Chaetognatha. *Publ. Seto mar. biol. Lab.*, **14**, 23-26.
- 16) EAKIN, R. M. and J. A. WESTFALL (1964): Fine structure of the eye of a chaetognath. *J. Cell Biol.*, **21**, 115-152.
- 17) FLOCK, Å (1967): Ultrastructure and function in the lateral line organs, pp. 163-197. *In* Lateral Line Detectors (ed. P. Cahn). Indiana University Press, Bloomington, Indiana.
- 18) FLOCK, Å. (1971): The lateral line organ mechanoreceptors, pp. 241-263. *In* Fish Physiology V. Sensory systems and electric organs (eds. W. S. HOAR and D. J. RANDALL). Academic Press, New York and London.

網系の伸びによるトルクの自記装置*

永田 正**, 杉崎 馨***

Automatic Recorder for Measuring the Torque Induced in Elongated Netting Cord

Tadashi NAGATA and Kaoru SUGIZAKI

Abstract: It is well known that torque is induced in elongated netting cord. This is the particular characteristic of netting cord that can not be seen at the case of metal wire. Since netting cord is visco-elastic body, the elongation and the torque under a constant load change with time. A recorder for recording automatically the change of the torque, making use of servo mechanism, was made by way of experiment. It can also record the elongation. Curves for cremona 3-9 cord were obtained by use of this recorder and it was found that the recorder operates satisfactorily as expected.

はじめに

網系に張力を加えれば伸びを生じるのは言うまでもないが、その他に上撚りの解ける方向に回転しようとするトルクを生じる。これは針金のような均質な構造のものにはみられない現象であって、例えば網系の一端におもりを着けてつすとおもりが回転をはじめ、網系の上撚りがどんどんほどけてしまうというようなことが起る。

そこで網系に張力を加えたときの張力の大きさと、それによって生じる伸びとトルクの大きさとの関係を測定することは、網系の力学的性質を解明するための手がかりとなるし、また網系を漁具として用いるときの性能に関する一つの指標を与えることになると思われるが、今までにこのような測定はほとんど行なわれていない。

なお、網系の応力とひずみの関係を調べるとき

には、網系が粘弾性体であることを考慮しなければならない。それ故トルクの測定についても、張力を加えた瞬間の網系の伸び及びトルクの大きさを測定しただけでは不十分であって、一定の張力を加えて置いたときのそれらの量の時間的変化、すなわちいわゆるクリープの現象を測定することが必要である。この目的のために、トルクの変化をサーボ機構によって自動的に追尾して記録紙上に記録し、同時に伸びの変化も記録することができるような装置を試作した。

1. 原理

網系を伸ばしたときのトルクを測るために先ず考えられるのは、網系のトルクによって針金を振り、その振れの角を測定してトルクの大きさを求める方法である。すなわち針金をつるしてその上端を固定し、下端に網系を結びつけて引張れば網系は伸びてトルクを生じるから針金は振れる。それ故針金の下端の振れの角度を測定すれば網系のトルクが求まる。この方法でトルクの測定の精度を上げるためにはなるべく長い針金を使って、同じ大きさのトルクに対する振れの角を大きくした方がよい。しかしこのようにすると、網系も針金

* 1977年10月16日受理

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

*** ニチモウ(株)戸畑営業所, 北九州市戸畑区銀座2-6-27
Tobata Business Place of Nichimo Co. Ltd.,
Ginza 2-6-27, Tobata-ku, Kitakyushu City, 804
Japan.

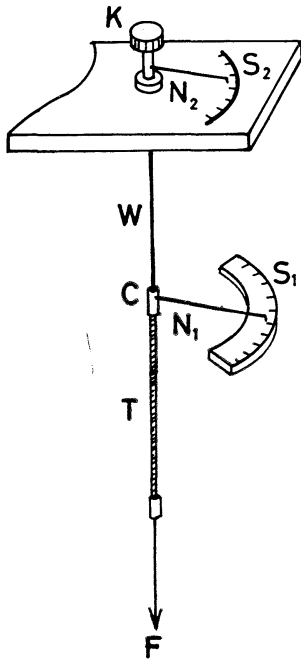


Fig. 1. Diagram of a plan for measuring the torque induced in elongated netting cord.

とともに振れ、その振れの大きさが無視できなくなるおそれがある。この振れの角が無視できない程大きくなれば、測定したトルクの大きさが実際の値よりも小さくなる可能性があるし、また伸びの大きさにも影響が及ぼされるかも知れない。これを防ぐには Fig. 1 のような方法が考えられる。針金 W の下端の網系を取りつけるためのチャック C に指針 N_1 をつけ、その回転角を目盛板 S_1 で読めるようにする。さらに針金の上端は鉛直な回転軸に固定する。この回転軸をつまみ K で回転させた角度は指針 N_2 と目盛板 S_2 を使って読み取る。そこで先ず指針 N_1 を目盛板 S_1 の 0 に合わせて置く。網系 T に張力 F を加えると針金が振られるから指針 N_1 が回転を始めるが、このとき針金の上端をつまみ K によって、 N_1 の回転方向と逆方向に回転させる。そうすれば指針 N_1 はもとに戻りはじめるから、つまみ K をさらに回転させ、 N_1 を目盛板 S_1 の 0 に戻す。このときの指針 N_2 の位置を目盛板 S_2 で読めば、網系のトルクによって針金が振られた角度を求めることができる。時刻が経過すれば網系のトルクが変化して指

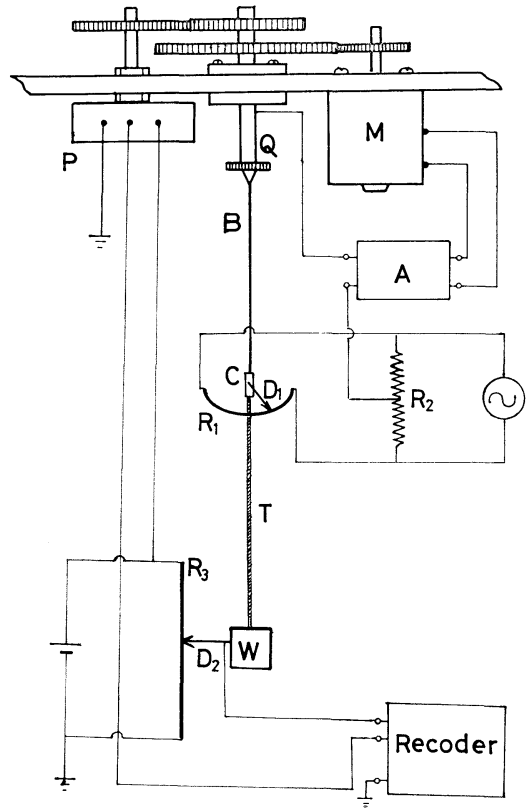


Fig. 2. An automatic control system for recording the change of the torque induced in elongated netting cord, making use of servo mechanism.

針 N_1 が動くから、これを絶えず監視していて、つまみ K を回して指針 N_1 がいつも 0 を指すようにすれば、トルクの変化を指針 N_2 の目盛の変化によって知ることができる。

以上の方法によれば網系のトルクの時間的変化を測定できるはずであるが、これを実際に長時間にわたって手動で行なうのは困難である。そこで自動化するためにサーボ機構を用いた。その原理を図で示せば Fig. 2 のようになる。ピアノ線 B を軸 Q からつるし、B の下端のチャック C から試料の網系 T をつるす。チャック C にはこれと垂直に金属の腕 D_1 がつけてあり、C が回転すると D_1 の先端は、C を中心とする水平な円周上に置かれた抵抗 R_1 に沿って機械的な摩擦がなく動けるようになっているとする。 R_1 の実際の構造は後

述する。R₁の両端は電源につないであり、はじめ平衡状態では D₁の先端は抵抗 R₁の midpoint に触れている。D₁の先端の電位はピアノ線 B を経て軸 Q から取り出し、増幅器 A の一方の入力端子に入れている。増幅器 A のもう一方の端子は、その両端を R₁ と同じ電源につないである抵抗 R₂ の中間タップにつないである。この状態では腕 D₁の先端と抵抗 R₂の中間タップは同じ電位であるから増幅器 A の入力端子間に電位差が生じ、これが電力増幅されてサーボモーター M を回転させる。モーター M の回転は歯車によって適当に減速されて軸 Q に伝えられる。モーター M の回転方向はその入力端子に増幅器 A の出力端子をつなぐときの極性によって変えることができる。そこで M の回転が軸 Q に伝ってピアノ線 B の上端を回転させたとき、その結果としてピアノ線の下端のチャック C が網糸 T のトルクに逆らって最初の平衡の位置に戻るような方向にモーター M が回転するようにする。このように調整しておけば、いわゆるサーボ機構の働きによって、クリープによって網糸 T のトルクが変化しても、その上端のチャック C は絶えず平衡の位置を保ち、網糸 T のトルクの変化はピアノ線 B の上端の軸 Q の回転角の変化となって表われる。軸 Q の回転は歯車によって全回転式ポテンシオメーター P に伝えられる。それ故ポテンシオメーター P の両端の端子に一定の電圧を与えておき、中間端子の電圧を 2 ペン式の自記電圧計の一方の入力端子に加えておけば、軸 Q の回転角の変化すなわち網糸のトルクの変化が記録される。2 ペン式の自記電圧計の他の一方の入力端子は網糸 T の伸びの時間的変化の記録に利用する。そのためにもおもり W に直角にとりつけた腕 D₂の先端が、鉛直に固定した抵抗 R₃に沿って滑るようにしておき、抵抗 R₃の両端に一定電圧を

加えておけば、腕 D₂の電圧は網糸 T の伸びによって変化するから、これを自記電圧計の端子に加えればよい。

Fig. 2 において、腕 D₁の先端が抵抗 R₁に沿って摩擦なく動けるようにしてあると言ったが、その実際の構造を示したのが Fig. 3 (a) である。V はチャック C を中心とする 2 つの垂直な同軸円筒面で囲まれた容器でその水平断面は (c) に示したように扇形である。この容器 V には水道水が入れている。腕 D₁は (b) に示してあるように先端に鉛直な金属板 E₃ がつけてあって、腕 D₁が回転するとき E₃ は容器 V の内壁に触れないで動くように

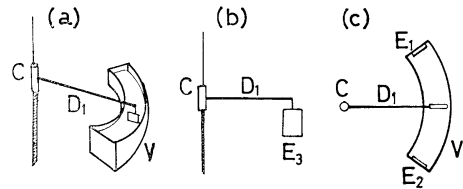


Fig. 3. A potentiometer with no mechanical friction, using water as conductor.

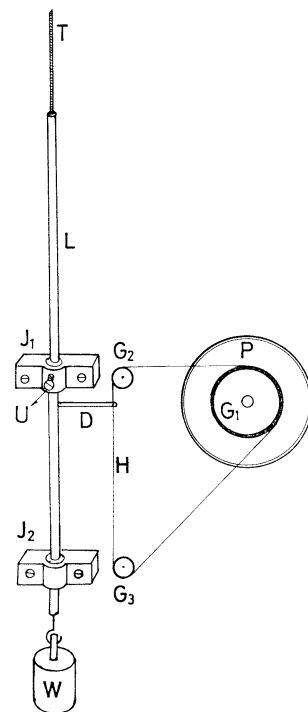


Fig. 4. System for recording the creep of the elongation of netting cord.

なっている。金属板 E_3 は抵抗 R_1 の中間端子電極の作用をするとともに、ダンピング用の抵抗板の役目もする。(c) はチャック C 、腕 D_1 、容器 V の相対関係を示す上面図である。容器 V の両端には電極板 E_1, E_2 が固定してある。この2つの電極に加えた電圧を分圧して電極 E_3 から取り出された電圧がサーボ増幅器の入力に加えられる。

Fig. 2 では網系の伸びを記録する原理的な方法として直線型ポテンシオメーター R_3 を用いるものとして説明したが、実際に市販されている計測用の直線型ポテンシオメーターとして入手できたのはストロークが 10 cm のものであった。これを網系の測定に使用するとすれば安全をみこんで伸びが 8 cm 位以下位に抑えなければならない。そのためには測定する荷重の範囲を小さくするか、網系の長さを短かくするかしなければならない。前者が望ましくないのは言うまでもないし、後者は測定の精度に関係してくる。そのため実際には

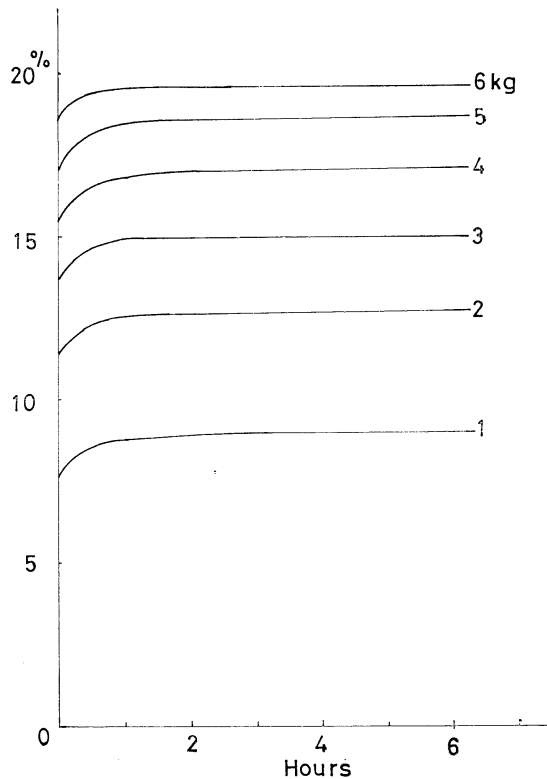


Fig. 5. Creep curves for the elongation of cremona 3-9 cord under constant load.

Fig. 4 のような方法を用いた。鋼鉄棒 L は軸受け J_1, J_2 によって、Fig. 2. のピアノ線 B および網系 T をつり下げた鉛直線に沿って自由に上下に動けるようにしてある。先ず網系 T が張力が加わらないで真直に伸びている状態でその下端を鋼鉄棒 L の上端に結合し、ビス U によって鋼鉄棒 L を止めておく。鋼鉄棒 L の下端にはおもり W をつるしておく。準備が終わったらビス U をゆるめるとクランプがはずれて測定が開始され、網系 T が伸びるから、鋼鉄棒 L はおもり W とともに降下する。 P は網系 T の伸びを測定するための全回転式ポテンシオメーターで、その軸につけたプーリー G_1 に巻きつけた三味線系 H は案内用のプーリー G_2, G_3 を経てループを形成している。鋼鉄棒 L に直角につけた腕 D の端は三味線系に結びつけてあるから、網系 T に荷重が加わって鋼鉄棒が降下したとき腕 D の移動によって三味線系が動かされてプーリー G_1 が回転するから、ポテンシオメーター P は網系 T の伸びに比例して回転する。それ故 P の中間タップの電圧を記録計の入力に加えれば、系

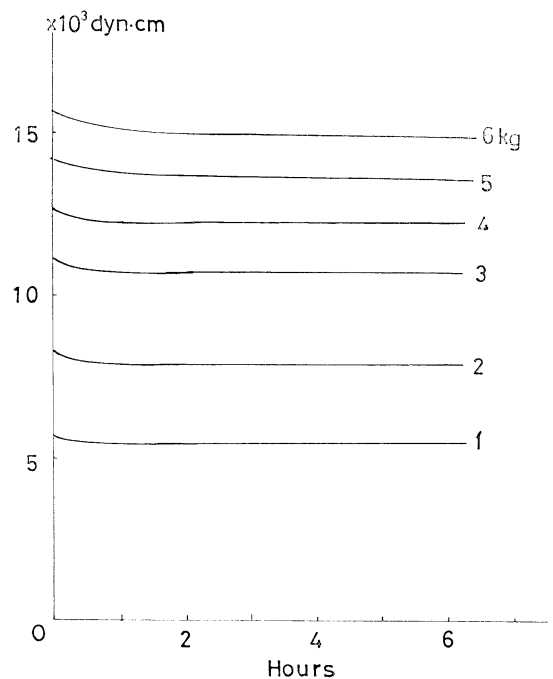


Fig. 6. Curves showing the change of torque induced in cremona 3-9 cord under constant load.

の伸びの変化を記録することができる。

2. 測定結果

トルクの測定用のピアノ線としては、JIS 規格の G-3522 で、線径 0.4 mm、線長 910 mm のものを使った。実測の結果ヤング率は $20 \times 10^{11} \text{ dyn} \cdot \text{cm}^{-2}$ 、剛性率は $8.2 \times 10^{11} \text{ dyn} \cdot \text{cm}^{-2}$ であった。

このピアノ線を使って3号9本のクレモナ糸について測定した。荷重は 1 kg から 6 kg の間の 1 kg 毎に変化し、各荷重についての測定の平均値によって、一定荷重に対する伸びのクリープ曲線を描いたのが Fig. 5 である。次に一定荷重に対するトルクの時間的変化を示したのが Fig. 6 であって、トルクは時間とともに減少している。また Fig. 5 と Fig. 6 を見ると、荷重を加えてからほぼ 2 時間の後には、伸びもトルクもともに変化が微小になる。それで荷重 2 時間後の伸びとトルクの関係を表したのが Fig. 7 である。

Fig. 5 によれば田内¹⁾が指摘したように、荷重が大となる程伸びの割合が小さくなっているのがわかるが、Fig. 6 によればトルクについても、荷重が大きくなってもトルクはそれに比例しては増えないことがわかる。しかし Fig. 7 によれば、荷重の増加に対して、伸びよりはトルクの方が増加の割合が大きい。

なお測定に用いた糸の長さは 60 cm である。

3. 考 察

測定を行ったのは3号9本のクレモナ糸であるが、太さのちがう糸や材質のちがう糸についても測定を行うべきである。またこの現象を理論的に解析するためには、一定荷重に対するクリープの

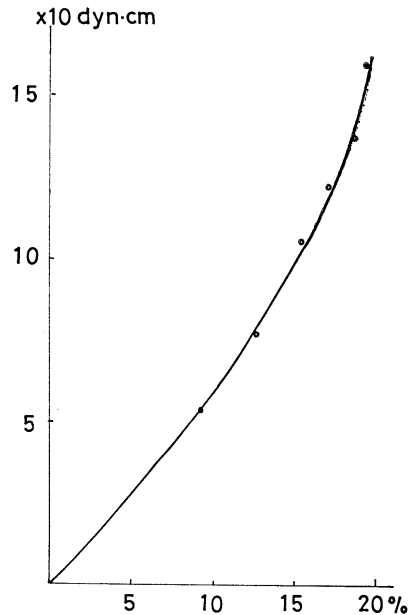


Fig. 7. Relation between the elongation and the torque of cremona 3-9 cord under constant load, at the time two hours after the cord is loaded. abscissa: elongation, ordinate: torque.

測定だけでなく、一定の伸びを与えておいたときの緩和を測定する必要がある。ただしそのためには張力の測定が行なえるように装置を改造しなければならない。また伸びによって生ずるトルクの大きさと、糸の長さを一定に保って振るとき必要なトルクの大きさを測定して比較することも必要であろう。

文 献

- 1) 田内森三郎 (1927): 水産講習所試験報告. 22, 318.

大和堆漁場の形成機構に関する研究 I*

海 洋 構 造

柳川三郎**, 柏俊行**, 井上清**

Studies on the Formation of Fishing Ground around Yamato Bank I. Oceanographic Structure

Saburo YANAGAWA, Toshiyuki KASHIWA and Kiyoshi INOUE

Abstract: Oceanographic observations and angling experiments of squids were carried out on board the T/S Shinyo-maru of Tokyo University of Fisheries in July 1976 and in July 1977 in the squid fishing ground around Yamato Bank of the Sea of Japan. The offshore (oceanic) water structure was studied through such aspects as streams, temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, turbidity and suspended matter in the water around the bank. There was a water mass having high turbidity in the surveyed area. A particular effort was made to make clear the mechanism of formation of the turbid water.

Thermocline, halocline and oxycline were found in the layer between 20 and 30 m deep of the surveyed water. It was suggested that the warm water of upper layers went down and the cold water of lower layers went up in the mid area between Yamato Bank and North Yamato Bank. The boundary between the warm and the cold water was located in the depth of 150 m. A core of high salinity and low oxygen content was found in the upper layers of the boundary. Such water structure is not considered to be temporary because a similar trend is seen in the water temperature distribution obtained 5 days after our survey by the R/V Hakuho-maru of the University of Tokyo.

A highly turbid water with approximately 10 m thickness existed in the depth between 40 to 50 m. The turbidity ranged from 0.5 to 1.30 m⁻¹. These values are 3 to 7 times as high as the turbidity measured in the layer between 40 and 60 m deep of the Kuroshio. In the highly turbid layer seston weight was 1.1 - 1.8 mg/l and chlorophyll *a* was 0.5 - 0.8 µg/l. The majority of seston were small particles less than 8 µ in diameter.

Besides, the quantitative analysis of phyto- and zooplankton showed that diatoms occupied a comparatively large part of the plankton population in the layer. However, no remarkable difference was found in the composition of plankton as compared with other areas. From such features, a high turbidity of the layer is presumed to be due to the abundant particles of phytoplankton detritus. The origin of the turbid water layer in the surveyed water is considered to be different from that in the Kuroshio.

本研究は、大和堆漁場の海洋調査とイカ釣獲実験を行うことにより、イカ漁場の形成機構を究明することを目的としている。まず、第一報として漁場内の海洋構造について述べる。

日本海は、太平洋とは海洋構造を異にしている。特に大和堆海域は、海底地形の変化が急であり、しかも対馬暖流とリマン海流とがぶつかり極前線を形成していることが多い等、漁場として興味深い海域である。

従来、海洋構造を研究する場合、流れ、水温および塩分等を調査し、水の動きや密度の面から水塊構造が吟味されて来た。このことは、勿論不可

* 1977年11月4日受理

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

欠の要素であるが、漁場というものを考えた場合、これだけでは十分であるとは言えない。何故ならば、漁場はあくまで生物がそこで生産されるか、または集まり、比較的長い時間とどまらなくてはならない。そのためには餌の存在が最も重要であろう。また、卵からかえったばかりの稚魚は、短時間のうちに最初の餌に会わねば死亡してしまうことを考慮するならば、餌の存在量ばかりでなく、その分布状態が生産の豊凶と密接に関係してくる。

これらの観測より本調査では、流れ、水温、塩分、酸素および pH 等の調査の外に、餌の存在を知る手段として濁度の測定を加えた。

しかしながら、海中の濁度は、海中に存在する小さな粒子（植物プランクトン、デトリタス、無機懸濁物）による散乱および吸収や溶存有機物による吸収、さらに水自身による散乱および吸収の総合的結果であるから、物質との関連は単純ではない。したがって、この補充として懸濁物量、粒径分布およびクロロフィル量を測定した。

本海域における従来の研究には、宇田 (1934)¹⁾、宮崎 (1953)²⁾、南沢・山本 (1958)³⁾、中村 (1968)⁴⁾ および中井・蓮本 (1973)⁵⁾ 等がある。宇田¹⁾ は、1933 年秋における日本海全域にわたる水温、塩分、酸素、pH、塩養塩、流れおよび水深等の観測資料にもとづいて、上層海流の変化と海水の層重について報告した。宮崎²⁾ は、日本海の水塊を T-S

diagram および T-O₂ diagram により分析し、水塊の層重状態を示した。南沢・山本³⁾ は、大和堆を中心に水温および塩分を測定し、同時にサバ漁業試験を行った。中井・蓮本⁵⁾ は、夏期における日本海の水塊模式図の作成した。さらに、中村⁴⁾ は、日本海において水塊別に、thermosteric anomaly δ_t (cl/ton) の幅を示した。

しかしながら、未だ未解決の問題が非常に多く、特に大和堆付近においては資料が乏しい。

1. 観測方法

(1) 観測点分布

本観測は、1976 年 7 月 26 日から 7 月 28 日および 1977 年 7 月 25 日から 7 月 26 日の間に、東京水産大学神鷹丸によって行われた。観測海域は、日本海中央部 39°-27' N, 134°-22' E を中心とする大和堆および北大和堆海域である。

観測日時、位置および天候を Table 1 に、また、観測点分布を Fig. 1 に示す。St. 2, 3, 5 および 7 は、それぞれ大和堆南縁、大和堆北縁、北大和堆南縁および北大和堆北縁に該当する。

各観測点の水深は、Table 2 のようである。

1977 年の観測に関しては、上記 St. 1, 3 および 5 において濁度測定を行い、高濁度を把握してこの層を中心としての採集を行った。これらよりセストンの重量、粒子の大きさ、クロロフィル量などの測定および顕微鏡による内容物の同定を行っ

Table 1. Position of the observation stations and concomitant data.

St.	Date	Time	Position		Wind		W.	B.	Temperature	
			Lat. (N)	Long. (E)	D.	F.			Air	Sea
1	July 26, 1976	0450-0830	38°46.4'	134°50.0'	S	4	b	1012.6	24.3	23.0
2	"	0949-1155	38°59.6'	134°40.5'	S	3	b	1012.6	27.2	23.4
3	"	1330-1548	39°12.7'	134°29.5'	S SW	4	c	1010.8	25.5	23.3
4	"	1715-1950	39°26.5'	134°21.9'	S SW	5	o	1009.8	23.5	21.7
5	July 27, 1976	0450-0700	39°38.5'	134°12.3'	S SW	3	f	1012.5	21.6	21.6
6	"	0835-1335	39°52.3'	134°10.8'	S SW	3	b	1012.1	24.2	22.2
7	"	1455-1720	40°04.6'	133°54.8'	S SW	3	bc	1011.1	25.0	22.6
8*	July 27-28, 1976	1900-2000	40°17.6'	133°54.2'	WNW	2	bc	1011.3	23.0	22.2
1'	July 25, 1977	1405-1845	38°47.1'	134°50.9'	SW	3	bc	1012.6	28.1	25.6
3'	July 26, 1977	0700-1030	39°12.3'	134°31.0'	SW	3	bc	1013.9	27.5	25.3
5'	"	1400-1630	39°39.1'	134°11.0'	W	2	bc	1012.6	27.6	25.9

D.=Direction F.=Force W.=Weather B.=Barometer

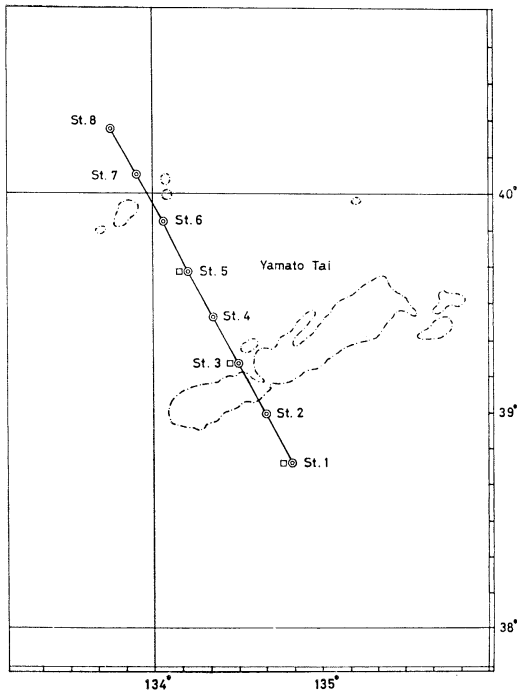


Fig. 1. Observation stations around Yamato Bank in the Sea of Japan. ⊙, stations occupied in the survey of July 1976; □, stations occupied in the survey of July 1977.

Table 2. Water depths at the observation stations occupied in July 1976.

St.	Depth (m)
1	more than 2500
2	1000
3	740
4	2000
5	1390
6	950
7	1147
8	2550

た。

(2) 使用測器および観測方法

流向および流速: G. E. K. (理研式電磁海流計) を使用し, 各観測点において表層流を測定した。

水温: 転倒温度計と B.T. を併用し, 各観測点において表層から 1,000 m 深まで測定した。転倒温度計による測定水深は, 10・20・30・50・100・300・500・700 および 1,000 m 深である。さらに, St. 8 においては 25 時間の連続観測が行われた。

塩分: 表層・10・20・30・50・100・200・300・500・700 および 1,000 m 深の各層より採水し, サリノメータ(AUTO-LAB. INDUSTRIES PTY LTD. MK III 型) を使用して測定した。さらに, St. 8 においては上記と同様の各層について, 6 時間間隔で 4 回の測定を行った。

溶存酸素および pH: 上記と同様の試水について, ウインクラ法および pH メータ (日立堀場製, M-7 型) を用いて測定した。

濁度: マーテック XMS 型水中濁度計 (光路長 1 m, 最大透過波長 493 nm, 半値幅 53 nm) を使用して, 各観測点における表層から 160 m 深までを連続的に観測した。St. 8 においては 6 時間間隔で 4 回の観測を行った。

セストン乾燥重量: 表層・25・50・100 および 200 m 深の各観測点における海水 10 l を孔径 0.45 μ のミリポアフィルターで濾過し, 70°C で 2 時間乾燥後秤量した。

懸濁物粒子の粒径分布: 表層・20・50・100 および 200 m 深の各観測点における海水について, コルタカウンター (COULTER ELECTRONICS INC. ZBI 型) を使用して, 1~50 μ の粒子について測定した。

クロロフィル a; 濁度極大層およびその周辺で採水した海水をガラスファイバーフィルター (Whatman GF/C) で濾過後, 実験室において 90% アセトンで抽出して, 分光光度計 (日立 101 型) を用いて吸光度を測定し, SCOR-Unesco (1966)⁶⁾ の式により算定し。

2. 観測結果および考察

(1) 流れ

G.E.K. による測流結果は, Table 3 のようである。

岡崎 (1977)⁷⁾ は, 大和堆南西部において測流し, 流速ベクトルの変動は慣性周期的であり, 潮汐の影響は非常に小さいと述べている。

以上の観点より海域による流れの変化を比較すると, 大和堆南縁から大和堆と北大和堆の中間に至る間の流速は小さく, 流向には統一性がない。これに対し, 北大和堆南縁から北大和堆北方に至る

Table 3. Currents of surface layer measured by G. E. K. in July 1976.

St.	Current	
	Set (deg.)	Rate (knot)
1	139	0.58
2	295	0.43
3	182	0.31
4	60	0.30
5	196	1.30
6	231	0.59
7	83	1.20
8	135	2.00

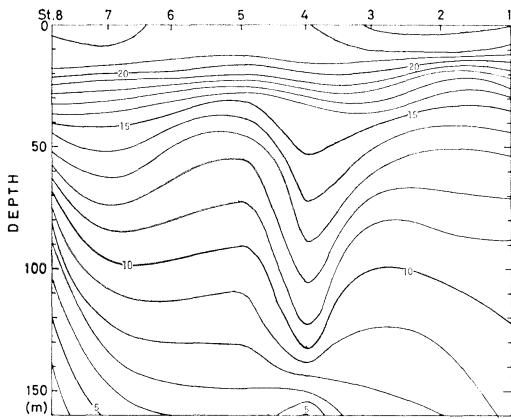


Fig. 2-a. Vertical profile of water temperature (°C) from surface to 160 m deep in July 1976.

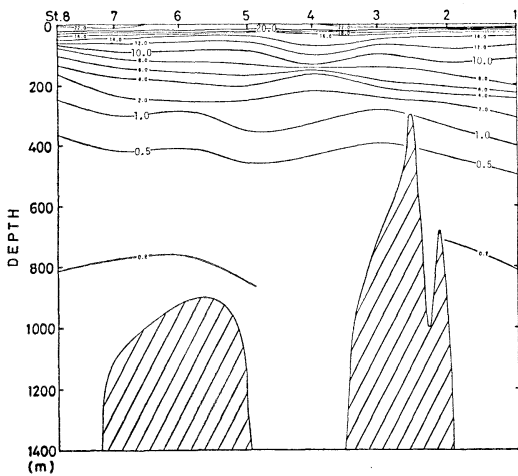


Fig. 2-b. Vertical profile of water temperature (°C) from surface to 1,400 m deep in July 1976.

間の流速は大きく、流向は北大和堆南縁から北大和堆上に至る間では南西流で北大和堆北縁から北大和堆北方に至る間では東ないし南東流である。

(2) 水温

水温の鉛直断面図を Fig. 2-a, b に示す。

表層水温は、大和堆と北大和堆の間から北大和堆上に至る間ではやや低い値を示し、北上するに従い低下する傾向がある。温度躍層は、全観測点を通じて 20~30 m 深に存在する。大和堆北縁から北大和堆南縁に至る間の 30~300 m 深における等温線は、150 m 深を境にして、以浅では急激に降下し、以深では上昇している。この傾向から暖水沈降および冷水湧昇の現象が推察される。1976 年日本海スルメイカ長期漁況海況予報資料⁹⁾によれば、当時の 50 m 深の極前線は本観測点 St. 8 の北方約 15海里に存在した。本観測における 5°C

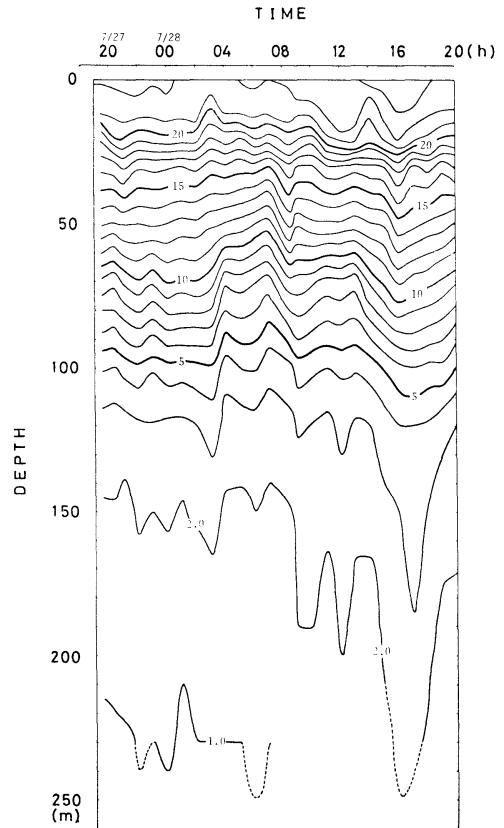


Fig. 3. Variation of water temperature (°C) at St. 8 from 1900 on 27 July to 2000 on 28 July 1976.

の等温線は、北大和堆上の約 180 m 深より急激に浅くなる傾向を示し、北和堆北方点では約 120 m 深に達している。このことからこの北方において

Table 4. Variation of water Temperature (°C) at St. 8 from 1900 on 27 July to 2000 on 28 July 1976.

Depth (m)	Temperature (°C)	
	Variation	Difference
0	21.9-23.3	1.4
20	18.0-22.3	4.3
50	10.5-14.7	4.2
70	6.5-10.3	3.8
100	3.3- 6.0	2.7
200	1.0- 2.8	1.8

極前線が予想される。また、400 m 以深の水温は、0.0~0.5°C の範囲であり、中井・蓮本 (1973)⁵⁾ の日本海固有水の値と一致している。

St. 8 における水温の時間変動は、Fig. 3 のようである。表層から 200 m 深間における各層水温の変動幅を Table 4 に示す。変動幅は、20 m および 50 m 層が最も大きく、水深の増加とともに小さくなる。20 m 以浅は水温 20°C 以上、400 m 以深には 0.0~0.5°C の海水が常時存在している。

(3) 塩分

塩分鉛直断面図を Fig. 4-a,b に示す。大和堆南方から北大和堆北縁に至る間の約 140 m 以浅は高

Table 5. Variation of salinity (‰) at St. 8 from 2000 on 27 July to 1500 on 28 July 1976.

Depth (m)	Salinity (‰)	
	Variation	Difference
0	33.8-33.9	0.1
20	33.9-34.0	0.1
50	34.2-34.4	0.2
70	34.2-34.3	0.1
100	34.1-34.2	0.1
150	34.0-34.0	0.0

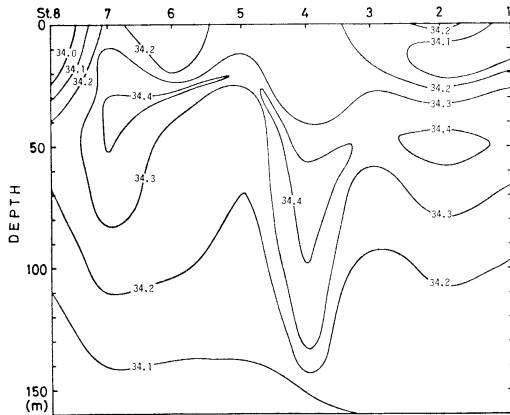


Fig. 4-a. Vertical profile of salinity (‰) from surface to 160 m deep in July 1976.

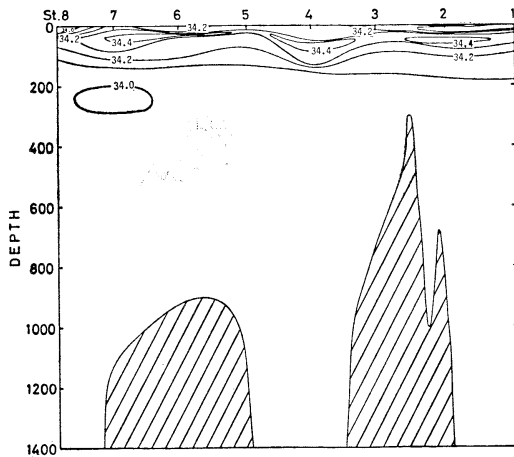


Fig. 4-b. Vertical profile of salinity (‰) from surface to 1,400 m deep in July 1976.

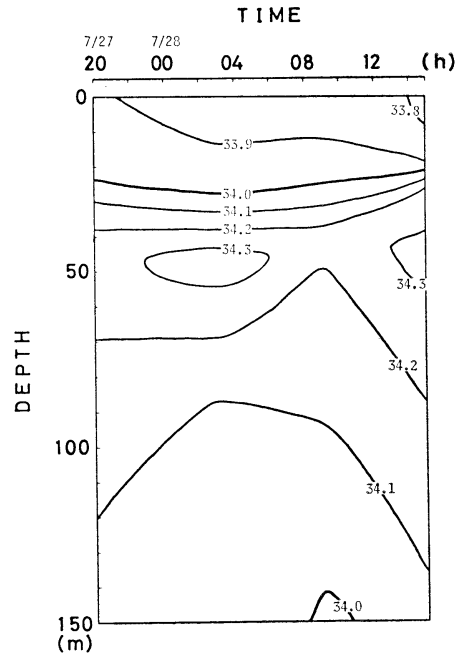


Fig. 5. Variation of salinity (‰) at St. 8 from 2000 on 27 July to 1500 on 28 July 1976.

塩分域であり, 34.4‰ 以上の高塩分は大和堆南縁の約 50 m 深, 大和堆と北大和堆の中間の約 70 m 深および北大和堆上からその北縁に至る約 45 m 深を中心として分布している。大和堆北縁から北大和堆南縁では, 30~150 m 深の等塩分線が急激

に降下し, 高塩分コアを形成している。この場所において前述のごとく等温線の著しい降下がみられる。以北においては 70~150 m 深の等塩分線は北上にともない浅くなる傾向を示している。この

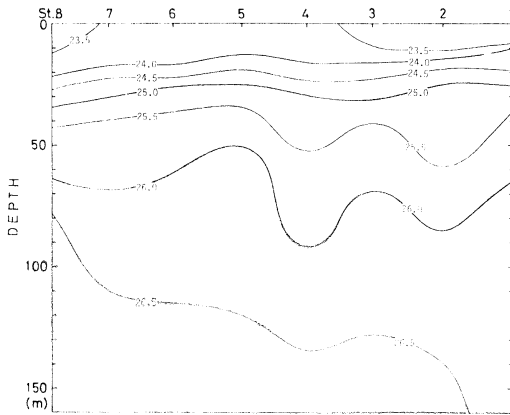


Fig. 6-a. Vertical profile of density (σ_t) from surface to 160m deep in July 1976.

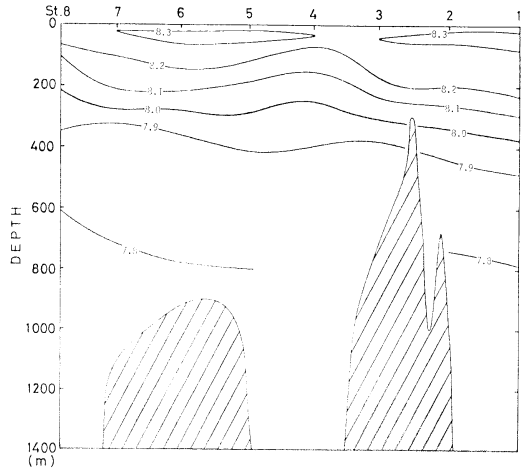


Fig. 6-b. Vertical profile of density (σ_t) from surface to 1,400 m deep in July 1978.

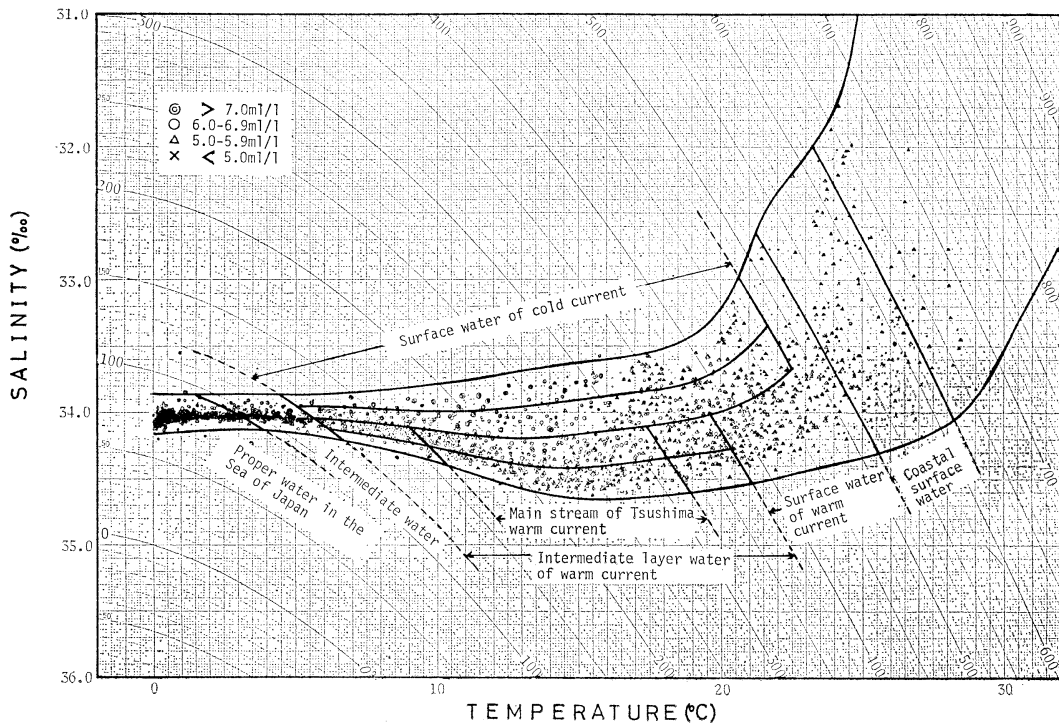


Fig. 7. Water masses in the Sea of Japan by mean of T-S diagram. Date Partly quoted from Journal of Oceanography (1934), Hydrographic Bulletin (1950), Oceanographic Promt Reports of Maizuru Marine Observatory (1976).

傾向は、等温線の場合も同様である。

St. 8 における塩分の時間変動は、Fig. 5 のようである。また、表層から 150 m 深間における各層の塩分の変動幅を Table 5 に示す。塩分の変動幅は、各層のうちで 50 m 深が最も大きい、0.2 ‰ 程度である。

(4) 現場密度

σ_t の鉛直断面図を Fig. 6-a, b に示す。密度躍層は、大和堆南方から北大和堆に至る間の 20~30 m 深に存在する。大和堆南方から北大和堆北方に至る間の 80 m 以深の等密度線は、北上するにともない浅くなる傾向を示している。さらに、200 m 以深は 27.0 の値ではぼ一定している。

日本海における従来からの観測資料（海洋時報 1934⁹⁾、水路要報 1950¹⁰⁾、舞鶴海洋気象台海洋速報 1976¹¹⁾・1977¹²⁾）および本観測における測定値を T-S diagram に示すと Fig. 7 のようになる。

中村 (1968)⁴⁾ は、日本海において水塊別に thermosteric anomaly δ_t (cl/ton) の幅を示した。この水塊区分によると Fig. 7 は Fig. 8 のよう

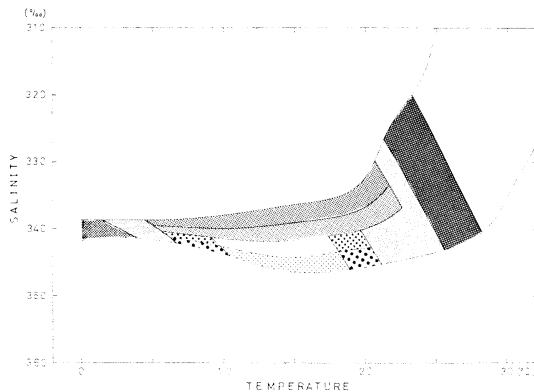


Fig. 8. Schematic representation of Fig. 7.

- Coastal surface water.
- Surface water of warm current.
- Main stream of Tsushima warm current.
- Intermediate layer water of warm current.
- Surface water of cold current.
- Intermediate water.
- Proper water in the Sea of Japan.

に模式化される。これにもとづいて、本観測断面における水塊の層重をみると Fig. 9 のようになる。すなわち、表層から 20 m 深は暖流表層水、20~160 m 深までは暖流中層水（対馬暖流主流部を含む）、160~250 m 深までは中間水および 250 m 以深は日本海固有水である。

(5) 溶存酸素

溶存酸素鉛直断面図を Fig. 10-a, b に示す。

20 m 以浅の暖流系表層水は、5.2 ml/l 以下の低酸素層である。また、20~30 m 深には酸素躍層が存在している。この深度は、温度躍層とも一致している。6.0 ml/l 以上の高酸素域は、大和堆南方から大和堆北縁に至る間の 40~60 m 深および大和堆と北大和堆の中間から北大和堆北方に至る 30~60 m 深に存在する。この部分は、高塩分域と一致している。大和堆と北大和堆の中間の 100 m 深を中心として、5.0 ml/l 以上の低酸素域がコア状に存在する。ここは、前述の等温線の降下および高塩分のコアが認められた所である。北大和堆北縁から北方に至る間は、北上にともない

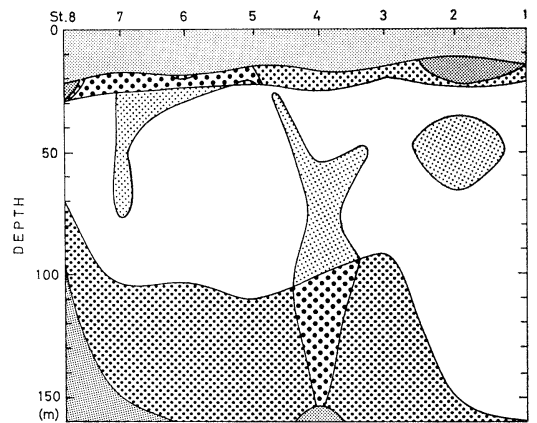


Fig. 9. Schematic representation of warm water masses in the vertical profile from St. 1 to St. 8.

- Surface water of warm current.
- Main stream of Tsushima warm current.
- Intermediate layer water of warm current.
- Surface water of cold current.
- Intermediate water.

値が高くなっている。400 m 深は、5.0~5.5 ml/l の範囲であり、中井・蓮本(1973)⁵⁾ が示した日本海固有水の値と一致している。

St. 8 における溶存酸素の時間変動は、Fig. 11 のようである。また、表層から 150 m 深における各層の溶存酸素の変動幅を Table 6 に示す。変動幅は、50 m 深が最大で 0.9 ml/l を示し、各層ともかなり大きい。20 m 以浅には、5.5 ml/l 以下の海水が常時認められる。20~100 m 深では 6.0 ml/l 以上と 5.5 ml/l の水が交互に出現することが認められ、低酸素水の出現時刻は高塩分水の出現時刻とほぼ一致している。

(6) pH

pH 鉛直断面図を Fig. 12 に示す。pH 値に関しては、場所による相違が非常に小さい。北上するに従い、また、深度が増加するに従いわずかに減小する傾向がある。大和堆および北大和堆の堆上付近の 50 m 深を中心として 8.3 の値が認められるが、この部分は高塩分域および高酸素域とほぼ一致している。また、400 m 以深は、7.8~7.9 の範囲にあり安定した値を示している。

St. 8 における pH の時間変動は、Fig. 13 のようである。また、表層から 150 m 深における各層の pH 値の変動幅を Table 7 に示す。変動幅は、各層とも小さく 50 m 深で最も小さい。この

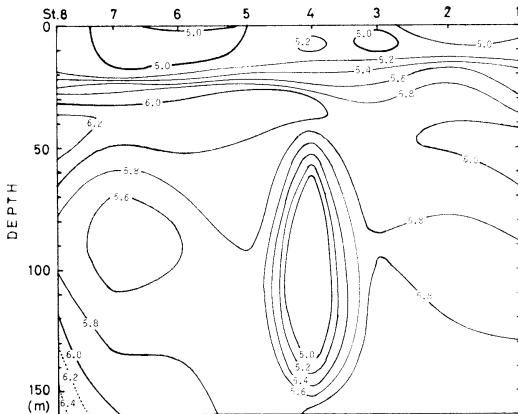


Fig. 10-a. Vertical profile of dissolved oxygen (ml/l) from surface to 160 m deep in July 1976.

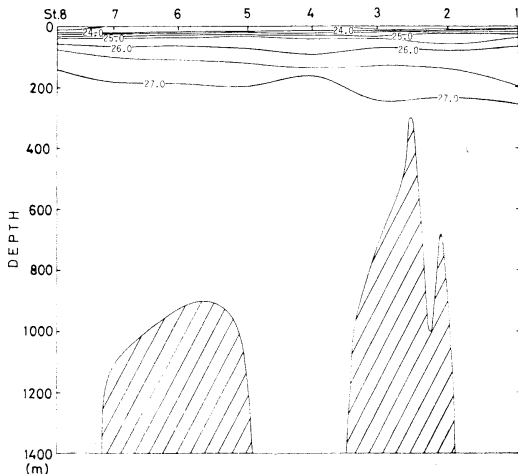


Fig. 10-b. Vertical profile of dissolved oxygen (ml/l) from surface to 1,400 m deep in July 1976.

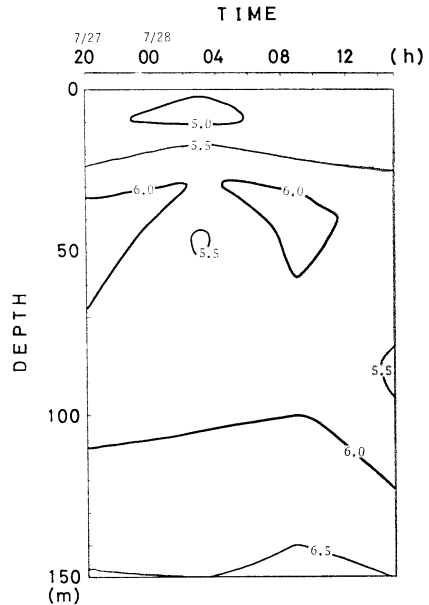


Fig. 11. Variation of dissolved oxygen (ml/l) at St. 8 from 2000 on 27 July to 1500 on 28 July 1976.

Table 6. Variation of dissolved oxygen (ml/l) at St. 8 from 2000 on 27 July to 1500 on 28 July 1976.

Depth (m)	Dissolved Oxygen (ml/l)	
	Variation	Difference
0	5.0-5.1	0.1
20	5.2-5.6	0.4
50	5.4-6.3	0.9
70	5.5-5.9	0.4
100	5.6-6.0	0.4
150	6.2-6.7	0.5

ことは、前述の各要素と対照的である。

(7) 濁度および海中懸濁物

表層から 160 m 深までの濁度の鉛直断面図を

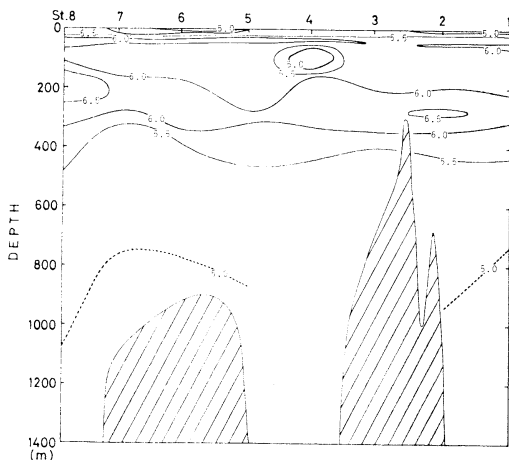


Fig. 12. Vertical profile of pH from surface to 1,400 m deep in July 1976.

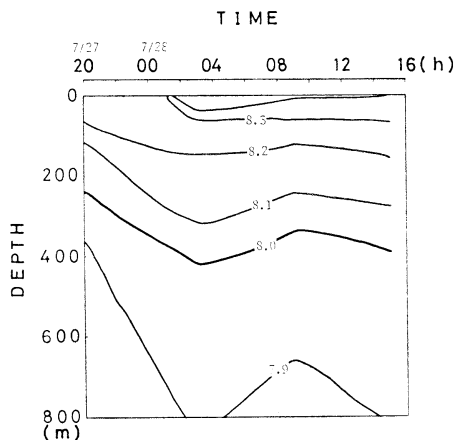


Fig. 13. Variation of pH at St. 8 from 2000 on 27 July to 1500 on 28 July 1976.

Table 7. Variation of pH at St. 8 from 2000 on 27 July to 1500 on 28 July 1976.

Depth (m)	pH	
	Variation	Difference
0	8.2-8.3	0.1
20	8.2-8.3	0.1
50	8.3-8.3	0.0
70	8.2-8.3	0.1
100	8.1-8.3	0.2
150	8.0-8.2	0.2

Fig. 14 に示す。0.20 m⁻¹ 以上の高濁度域は、大和堆南方より北大和堆北方に至る間の 20~60 m 深に存在する。これらの高濁度域は暖流中層水中にあるが、前述の密度や酸素の躍層の下方に近接している。濁度の極大値は、大和堆南方では 50 m 深で 0.5 m⁻¹、大和堆北縁では 42 m 深で 1.30 m⁻¹ および北大和北縁では 50 m 深で 0.57 m⁻¹ であ

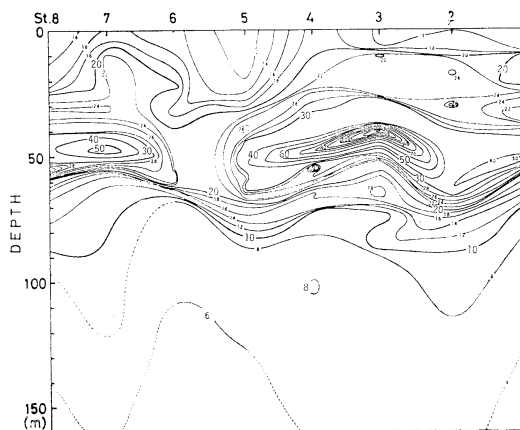


Fig. 14. Vertical profile of beam attenuation coefficient ($\times 10^{-2} m^{-1}$) from surface to 160 m deep in July 1976.

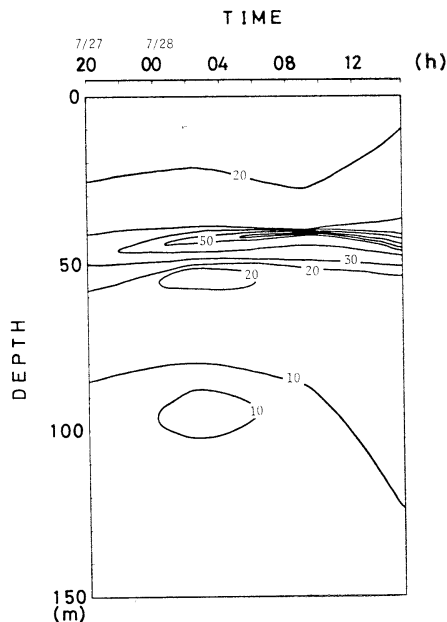


Fig. 15. Variation of beam attenuation coefficient ($\times 10^{-2} m^{-1}$) at St. 8 from 2000 on 27 July to 1500 on 28 July 1976.

Table 8. Variation of beam attenuation coefficient (m^{-1}) at St. 8 from 2000 on 27 July to 1500 on 28 July 1976.

Depth (m)	Beam attenuation coefficient	
	Variation	Difference
0	0.13-0.17	0.04
20	0.16-0.22	0.06
50	0.25-0.32	0.07
70	0.11-0.16	0.05
100	0.08-0.11	0.03
120	0.07-0.11	0.04
48*	0.39-0.68	0.29

* Highly turbid water was found at the layer of 48 m deep.

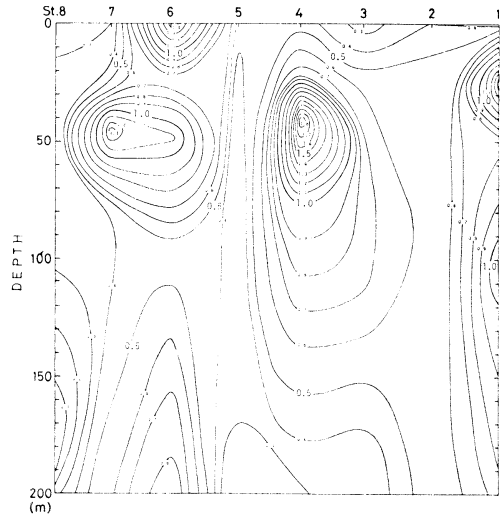


Fig. 16. Vertical profile of seston weight (dry, mg/l) from surface to 200 m deep in July 1976.

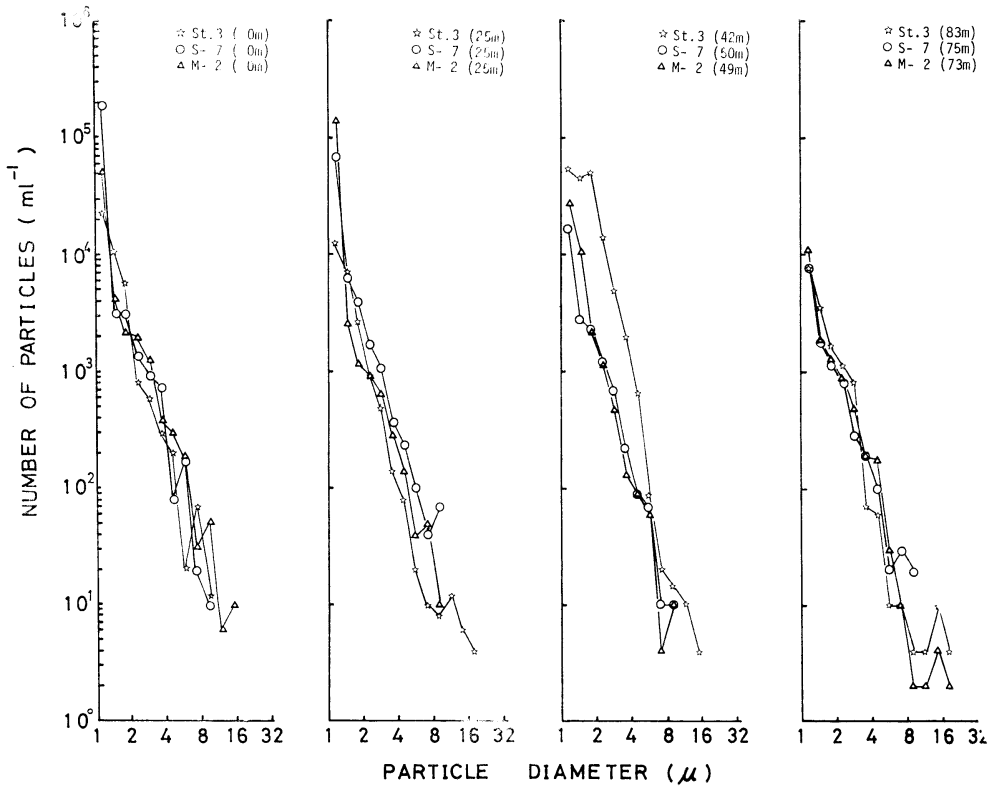


Fig. 17. Size distribution of particles.

- ☆ St. 3 in the present area.
- Main stream of the Kuroshio (After MATSUIKE and MORINAGA 1977).
- △ Cold water mass off Kumano-Nada (After MATSUIKE, unpublished).

り、これを中心として高濁度域が帯状に分布している。

MATSUIKE and MORINAGA (1977)¹³⁾ は、黒潮および隣接海域において、濁度の密な観測を行い、黒潮流中の 50~60 m 深に高濁度水が存在していることを示し、その成因は沿岸水の巻込みによるものであることを明らかにした。しかし、大和堆海域における高濁度域は、黒潮流中の高濁度層のように、沿岸水の巻込みによるものでないことは容易に理解できる。大和堆における高濁度水は、黒潮流中の高濁度水に比べ 3~7 倍濁度が高い。さらに、高濁度水の σ_t は、黒潮では 22.5~23.5 であるのに対して、大和堆の場合は 25.0~26.0 の範囲に存在する。

St. 8 における濁度の時間変動は、Fig. 15 のようである。また、表層から 160 m 深間における各層の濁度の変動幅を Table 8 に示す。変動幅は、濁度の極大層で最も大きい。このことから高濁度域では、かなり活発な海水の動きがあることが推察される。

この高濁度層に関して、最も興味あることは、高濁度層の物質とその成因であろう。筆者らは、この解明のために濁った層およびその近傍より懸濁物を採取した。まず、懸濁物重量の鉛直分布は、Fig. 16 のようである。大和堆南方の 25 m 深、大和堆と北大和堆の中間の 40 m 深、北大和堆上の表層および北大和堆北縁の 45 m 深で、それぞれ 1.1 mg/l 以上の値を示し、これらを中心として懸濁物が多い。これらの層は、高濁度域と一致し

ている。黒潮における懸濁物の重量が 0.3 mg/l、黒潮が沿岸または湾口に接近した所で 0.6 mg/l (SASAKI *et al.*, 1975)¹⁴⁾ であることを考慮するならば、当海域における懸濁物の重量は相当大きいものと言える。

Table 10-a. Cell numbers of phytoplankton at St. 3' in July 1977, determined by Dr. M. Murano.

Species	Number of phytoplankton (cells/l)					
	Depth (m)					
	0	38	48	58	100	150
<i>Corethron hystrix</i>			442	5		1
<i>Thalassiosira</i> spp.	27	1	24	69	266	71
<i>Coscinodiscus</i> sp.			1	13	9	
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>		1		1		1
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>				7	16	
<i>Rhizosolenia hebetata</i>			4		5	1
<i>Rhizosolenia</i> sp.					3	
<i>Bacteriastrum</i> sp.	22		5	9		
<i>Chaetoceros atlanticus</i>					4	3
<i>Chaetoceros concavicornis</i>		21	23			6
<i>Chaetoceros densus</i>	714					
<i>Chaetoceros</i> sp.	15			4	1	
<i>Asterionella japonica</i>					4	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		3	30	74		
<i>Ethmoctiscus</i> sp.						1
<i>Nitzschia seriata</i>	15					
<i>Nitzschia losterium</i>	7	6	13	4	1	1
The others Pennales	87	7	14	19	6	4
<i>Distephanus speculum</i>	1		40	7	13	5
<i>Dinophysis</i> sp.						2
<i>Peridinium</i> spp.	63	17	2	8	15	11
<i>Ceratium furca</i>	62	1				1
<i>Ceratium fusus</i>	2				3	2
<i>Ceratium macroceras</i>	1					
<i>Ceratium hohoidii</i>	1					
<i>Exuviaella</i> sp.					2	5

Table 10-b. Individual number of zooplankton at St. 3' in July 1977, determined by Dr. M. Murano.

Taxa	Number of zooplankton (ind./l)					
	Depth (m)					
	0	38	48	58	100	150
<i>Gymnostomatic</i>						2
<i>Radiolaria</i> sp.						2
<i>Tintinnoinea</i>						66
<i>Ciliata</i> spp.	348	24	66	98	10	18
<i>Globigerinidae</i> spp.		5	7	7	3	2
<i>Copepod</i>	19	106	146	37	10	7
Class <i>Hydrozoa</i> (Jellyfish)				1		
<i>Urochorda</i>	1	2				
<i>Gastropoda</i> (Roll-shell)						1
Order <i>Cladocera</i>	1					

Table 9. Comparison of the distribution constant (m) of particle size. Distribution constant (m) derived from the equation $N = aX^{-m}$ (Where, "N" stands for the number of particles, "X" for diameter of particles, "a" and "m" for constant, respectively.)

Area	Distribution constant			
	0 m	25 m	50 m	80 m
Yamato Bank (St. 3)	3.5	3.1	4.3	3.0
Kuroshio*	3.9	3.2	3.5	2.9
Cold water mass off Kumano-Nada**	3.1	3.6	3.5	3.2

* After MATSUIKE and MORINAGA (1977)¹³⁾

** After MATSUIKE (unpublished)

つぎに、高濁度域およびその周辺における懸濁物の粒径分布と分布定数を Fig. 17 および Table 9 に示す。分布定数 m は、次式 (BRUN-COTTAN and IVANOFF, 1970)¹⁵⁾ により算出したものである。

$$N = aX^{-m}$$

ただし、 X は粒径、 N は粒子数、 a および m は分布定数である。これらの図および表には、黒潮 (MATSUIKE and MORINAGA 1977)¹³⁾ の場合について同時に掲載した。これらより高濁度層における粒径分布の特徴は、粒径 8μ 以下の粒子が非常に多いことである。

この高濁度層のクロロフィル a 量は、 $0.8\mu\text{g/l}$ と多い。この上層および下層においては、 $0.1\sim 0.3\mu\text{g/l}$ である。

つぎに、高濁度層およびその周辺において採取した植物プランクトンおよび動物プランクトンの計数結果を Table 10 に示す。この同定および計数は、東京水産大学村野正昭博士によって行われたものである。高濁度には珪藻 (*Corethron hystrix*) が比較的多いが、他の場所と比較して、さほど顕著な相違があるとは言えない。

したがって、前途のごとく懸濁物重量が大きいこと、小さな粒子が多いこと、クロロフィル a 量が多いことを考慮するならば、この高濁度層には生物の死がいや分解生成物が多く混っており、しかも、それらには植物性のものが多いと推察される。

このように場所に、これらの物質が何故に集積されたかについては、今後の観測データの積みかさねによって明らかにしたい。

3. 要 約

大和堆イカ漁場における特徴を流れ、塩分、酸素、pH、濁度および懸濁物の各面より述べたが、こらを要約すると次のように言える。

(1) 大和堆海域は、大和堆と北大和堆の中間以南は流れが小さく流向に統一性がないが、北大和堆南縁から北大和堆上に至る間は南東流、それ以北は東向きに流れ、流速は比較的大きい。

(2) 表層から 20 m 深までは暖流表層水、20

~160 m 深までは暖流中層水、160~250 m 深までは中間水、250 m 以深は日本海固有水に該当する。

(3) 温度、密度および酸素の躍層は、20~30 m 深に存在する。大和堆と北大和堆の中間部においては、上層から暖水の降下と下層から冷水の上昇があり、150 m 深で両者が境をなしている。その上層に高塩分、低酸素のコアが形成されている。この現象は、本観測の5日後に東京大学白鳳丸が測定した水温分布図 (Ocean Res. Inst., 1976)¹⁶⁾ からも観察される。したがって、この現象の存在期間は、そう短いものでないと推察される。

(4) 40~60 m 深に厚さ約 10 m の高濁度層が存在する。濁度は $0.5\sim 1.30\text{ m}^{-1}$ であり、黒潮中の 40~60 m 深に存在する高濁度域の濁度の 3~7 倍高い。この層における懸濁物重量は $1.1\sim 1.8\text{ mg/l}$ 、クロロフィル a 量は $0.5\sim 0.8\mu\text{g/l}$ であるとともに、粒径 8μ 以下の小さな粒子が多い。植物プランクトンおよび動物プランクトンの同定・計数の結果からは、珪藻が比較的多いものの、他海域と比較してさほど顕著な相違があるとは言えない。これらより、この高濁度層には、生物の死がいや分解生成物が多く含まれており、しかも、植物性のものが多いと推察される。これらの濁った層の成因は、黒潮流中の場合のように沿岸水の巻込みによるものでないことが容易に推察されるが、この問題に関しては今後多くのデータの蓄積により解明されなければならない。

最後に、序文で述べたイカの釣獲実験に関して、釣獲深度と高濁度層とは相当の関連性があることが把握された。

このように海洋の現象と釣獲実験等を対比し、その原因を究明することが漁場の形成機構の解析につながることを考えられる。

謝 辞: 本研究に当たり、終始討論および絶大な御協力を下さった東京水産大学松生治助教授に深甚なる感謝の意を表します。また、プランクトンの同定と計数を行って下さった同大学村野正昭博士、観測に関する御助言を賜った同大学黒木敏郎博士および観測に際し御協力下さった同大学神鷹丸乗組員に深く謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 宇田道隆 (1934): 日本海および其の隣接海区の海況. 水産試験場報告 7, 91-150.
- 2) 宮崎道夫 (1953): 日本海の水塊に就て. 海況予報の研究 II. 水産庁. 北海道区水産研究所研究報告 7, 1-65.
- 3) 南沢 篤・山本 厳 (1958): 大和堆 漁場 開発 調査. 対馬暖流開発調査報告書. (3) 水産庁. 101-109.
- 4) 中村保昭 (1968): 海洋前線 (潮目) に関する水産海洋学の基礎研究. 東京水産大学修士学位論文.
- 5) 中井俊介・蓮本浩志 (1973): 夏季日本海の一般海況について. 水産海洋研究会報 22, 138-141.
- 6) SCOR-Unesco (1966): Determination of photosynthetic pigments. Unesco Monogr. Oceanogr. Methodol. 1: 9-18.
- 7) 岡崎守良 (1977): 流速, 水温, 塩分の連続観測. 漁場形成に関するシンポジウム (白鳳丸 KH-76-3 次研究航海大和堆報告会) 講演要旨集. 東京大学海洋研究所.
- 8) 日本海区水産研究所 (1976): 昭和51年日本海スルメイカ長期漁況海況予報に関する資料 - II
- 9) 神戸海洋気象台 (1934): 第4回, 第5回日本海北部海洋観測報告. 海洋時報 6 (1).
- 10) 海上保安庁 (1950): 水路要報 増刊号 (海洋編), 25-76.
- 11) 舞鶴海洋気象台 (1976): 海洋速報 295 別冊.
- 12) 舞鶴海洋気象台 (1977): 海洋速報 307 別冊.
- 13) MATSUIKE, K. and MORINAGA T., (1977): Beam attenuation and particle-size distribution in the Kuroshio area. *La mer*, 15 (2), 82-93.
- 14) SASAKI, T., MATSUIKE, K., TAKAHASHI, T., KASUGA, I., MORINAGA, T., IKEDA, Y., KOIKE, T., TAKEUCHI, J., and KITAGUCHI, M., (1975): Oceanographic survey of the water off Motobu Peninsula and Nago Bay. *La mer*, 13 (3), 113-133.
- 15) BRUN-COTTAN, J. C., and A. IVANOFF (1970): Particles' size distribution in sea water (abstract), presented at 'The Ocean World': Joint Oceanographic Assembly, IAPSO, IABO, CMG, SCOR, Tokyo, Japan, Sep., 1970.
- 16) Ocean Research Institute (1976): Preliminary Report of The Hakuho Maru Cruise KH-76-3.

Distribution of the Japanese Spiny Lobster Population with Special Reference to Catch Statistics in Section*

Kazunori TAKAGI**

Résumé: La répartition de la langouste japonaise, *Panulirus japonicus*, est passée en revue par rapport à la capture annuelle au Japon. Les statistiques officielles des pêches régionale et préfectorale à la langouste nous fournissent un aspect général de l'aire et de l'intensité de sa répartition. L'analyse additionnelle de la fluctuation de captures nous suggère d'un mode de sa dispersion qui peut être tributaire du système du Kuroshio par la capacité de transport.

The Japanese spiny lobster population, *Panulirus Japonicus*, has provided us a considerable amount of fishery production in Japan. Furthermore, it draws not a little attention since 1974 (Homma 1976) in connexion with the reestablishment of the coastal fisheries in Japan. Few contributions have been given, however, on the general aspect of this production. The present report will add to them a review on the domestic catch statistics of this shellfish for these fifteen years, 1960-1974, to show general trends of qualitative and quantitative distributions of this population in Japan.

Material and Method

The main sources of annual catch evaluation in total and section is the official master statistics, edited by the Fishery Agency, Ministry of Agriculture and Forestry. Emendation of the catch evaluation are made here, if necessary, by reference for concerned years to the official statistics by prefectures edited by local agencies of the ministry; especially for 1964, when the master statistics provide us not so accurate figures or those summed up in 1000 tons, while those for all the other years in one ton.

Catches in section depend on the authorized

* Received November 10, 1977. This paper was read in part at the annual meeting of the Franco-Japanese Society of Oceanography, 31 May 1977, Tokyo.

** Laboratory of Fishery Biology, Tokyo University of Fisheries, Minato-ku, Tokyo 108.

fishery regions as well as prefectures. This report follows, then, the official regional divisions for Japanese fisheries, and here (Fig.1) is referred to Pacific North, Middle and South Regions, Japan Sea North and West ones and East China Sea Region, as well as Inland Sea Region.

Results

TOTAL AND SECTIONAL CATCHES: Total fishery production in Japan here described is based on the official master statistics for all years but 1967 (1935 t) and 1974 (1242 t). The original evaluation for these two years is 1551 and 1289 t respectively; for 1967 the emendation is made by the reevaluation in Tokushima and Nagasaki Prefectures; for 1974, by elimination of Okinawa Prefecture production, which is registered in statistics first for this year after the restoration of this boundary in our territory. The original figure for 1964, as referred to above, is replaced by a revised figure found on the book for succeeding few years, where it is shown as reference data.

The unit production in this study is prefectural ones. For the 15 years treated with here the spiny lobster fishery has produced in 23 littoral prefectures in total, including Tokyo Metropolis. The prefectural production is usually summed up in a single region, with some exception. It is noted here that the production in Hyogo Prefecture is made only in Inland Sea Region, though this prefecture has the opposite coasts in Japan Sea West Region. Exceptions are in

relation to Inland Sea Region and its adjacent ones. Original evaluation in prefectures concerned (seen in Table 1, with asterisk) is independently made on productions from open sea and inland sea regions, which are referable to the local books of statistics, mentioned above. It is apparent that open sea production is dominant there.

Minor emendations are also made for years and prefectures, when they are considered to be reasonable.

These revisions are summarized as total and sectional catches in Table 1.

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION: As far as our survey goes, the spiny lobster fishery in Japan is operated in southern half of the

territory, on the one hand to northernmost prefectures of Fukushima and Yamagata in Pacific and Japan Sea North Regions respectively, and on the other hand to southernmost Kagoshima Prefecture in East China Sea Region. As referred to above, the actual southern limit in Japan is apparently in Okinawa Prefecture which is out of the question here, unless otherwise stated.

As for the inequality in range, in all Pacific and their adjacent regions a large number of littoral prefectures can produce the spiny lobster, except of four littoral ones in Inland Sea Region: Osaka, Kagawa, Okayama and Hiroshima Prefectures. In Japan Sea North and West Regions, a little production has been

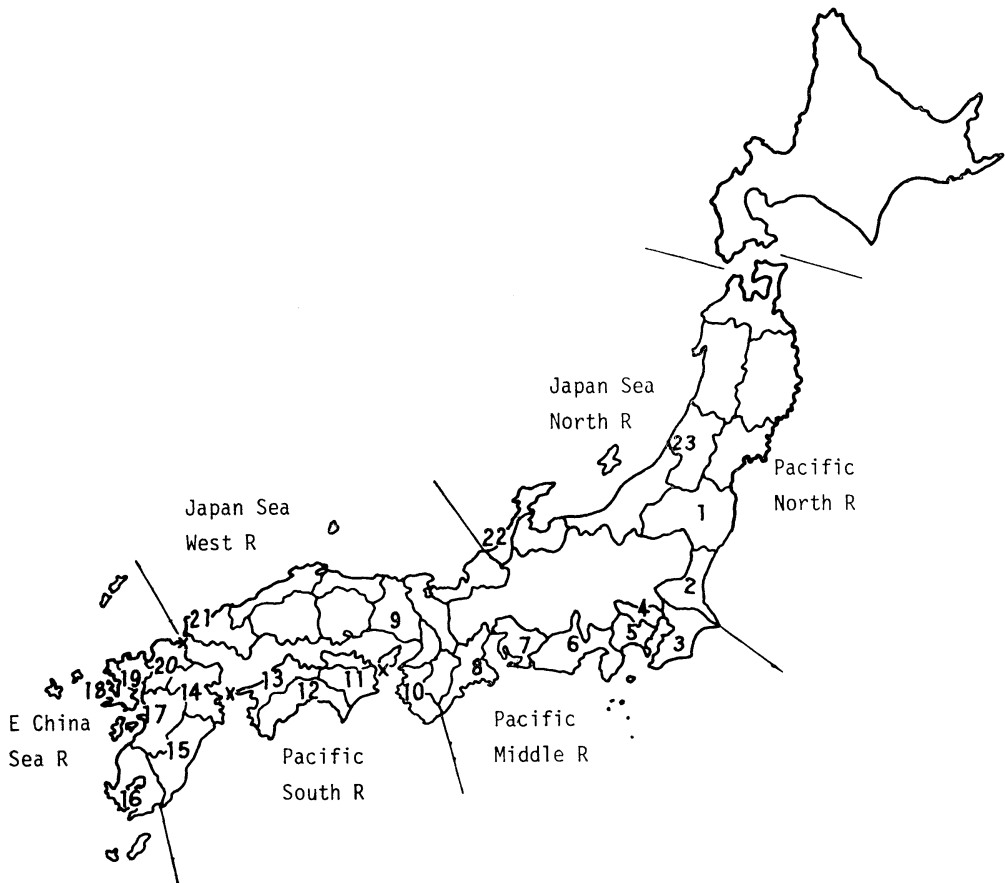


Fig. 1. Administrative sections (1-23) and authorized fishery regions of Japan, in relation to the production of Japanese spiny lobster fishery. Source and section codes (1-23) referable to Table 1. R, region. Inland Sea Region, without nominal indication, defined here by cross marks (x).

known only in three prefectures of Yamagata, mentioned above, Ishikawa and Yamaguchi.

QUANTITATIVE DISTRIBUTION: The total catch in Japanese waters is 1483.9 t in average, and fluctuates between 1242 t in 1974 and 1845 t in 1964 during the 15 years concerned (Table 1; Fig. 2, larger circles). It comes principally from three regional productions in East China Sea, and Pacific South

and Middle Regions.

Regionally speaking (Table 1; Fig. 2, smaller marks), the most remarkable catch occurs in East China Sea Region. It is 533.7 t in average (445-781 t), which is equivalent to 36.0 % of the average total catch; second in Pacific South and Middle ones; the catch is on the same level between them, and corresponding figures are 457.6 t (326-614 t, 30.8 %) and

Table 1. Total, 5 regional and 23 prefectural catches (in ton) by Japanese spiny lobster fishery for 1960-1974. Code numbers 1-23 correspond to those seen in Fig. 1. Asterisk (*), production from an extension over 2 regions. Subnumber with one dash ('), production exclusively from open sea region. %T, percentage of average catch (Mean) to average total catch. In column of catch: 0, less than one ton; —, no registration of catch.

Years	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Mean	%T	
Total	1299	1289	1604	1495	1845	1574	1566	1535	1690	1602	1485	1334	1414	1284	1242	1483.9	100.0	
Pacific North	0	0	0	0	0	0	0	5	—	—	—	2	4	6	3	1.0	0.1	
Middle	394	391	496	439	449	404	463	468	543	536	522	409	497	421	398	455.3	30.7	
South	397	371	454	416	553	518	493	544	614	517	469	411	426	326	355	457.6	30.8	
E. China Sea	474	496	572	618	781	614	577	491	505	520	467	475	445	503	467	533.7	36.0	
Inland Sea	31	29	81	23	33	38	33	32	29	29	27	37	42	28	19	34.1	2.3	
Fukushima	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	0.2	0.0	
Ibaraki	2	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	2	3	4	3	0.8	0.1	
Chiba	3	111	97	82	74	74	90	123	145	173	181	135	117	175	106	96	118.6	8.0
Tokyo	4	31	20	22	25	41	45	51	45	52	65	72	71	74	51	61	48.4	3.3
Kanagawa	5	31	45	65	52	41	32	44	35	25	30	24	12	17	23	18	32.9	2.2
Shizuoka	6	51	66	106	95	98	95	88	75	114	126	158	117	123	122	121	103.7	7.0
Aichi	7	0	0	1	—	0	0	0	—	—	—	—	—	1	1	0.2	0.0	
Mie	8	168	161	219	193	195	142	156	168	179	134	133	98	108	118	101	151.5	10.2
Hyogo	9	1	3	3	1	1	1	1	2	2	2	1	1	—	3	—	1.5	0.1
Wakayama*	10	180	125	215	136	195	216	200	232	301	230	195	172	193	153	171	194.3	13.1
10'	157	111	152	125	181	197	191	225	291	219	187	164	185	144	164	179.5		
Tokushima*	11	75	63	82	61	87	66	66	67	84	75	63	43	43	37	32	62.9	4.2
11'	60	54	69	52	70	56	51	53	70	63	53	35	36	31	28	52.1		
Kochi	12	62	63	64	71	109	87	106	147	129	102	95	84	87	51	50	87.1	5.9
Ehime*	13	3	3	5	5	4	18	13	11	11	12	33	27	35	17	23	14.7	1.0
13'	3	2	5	5	3	10	5	2	8	8	25	7	8	11	15	755		
Oita*	14	31	35	40	33	26	26	18	20	19	12	19	22	21	26	37	25.7	1.7
14'	31	35	40	33	26	26	18	20	19	12	19	22	21	22	37	25.4		
Miyazaki	15	83	105	121	128	164	142	122	97	97	113	90	99	89	67	61	105.2	7.1
Kagoshima	16	124	108	139	164	199	212	177	174	158	186	183	190	189	230	201	175.6	11.8
Kumamoto	17	88	147	182	247	317	194	187	110	146	132	67	59	51	50	136.3	9.2	
Nagasaki	18	261	237	247	203	265	208	213	207	198	197	218	218	197	222	216	220.4	14.9
Saga	19	0	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.4	0.0
Fukuoka*	20	0	0	0	0	—	—	—	0	3	5	—	—	—	—	—	0.5	0.0
Yamaguchi*	21	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	0.0
Ishikawa	22	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	0.0
Yamagata	23	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	0.0

455.3 t (391-543 t, 30.7%) respectively. Subsidiary productions are in Inland Sea Region and on far much lower level in Pacific North, and Japan Sea North and West Regions.

In the 5 prefectures of East China Sea Region of the highest productivity, the production in Nagasaki Prefecture is most conspicuous, that is, 220.4 t in average, which is equivalent to 14.9% of average total catch; this size of production has no equal in any other regions mentioned here; second, 175.6 t in average (11.8% of average total catch) in Kagoshima Prefecture; third, rather higher production of 136.3 t (9.2% of average total catch) in Kumamoto Prefecture. It is interesting that this high productive region includes a provoking contrast to them. This occurs in Saga and Fukuoka Prefectures (0.4 and 0.5 t respectively), both of which are close in location to Japan Sea West Region of very minor productivity.

In the 6 prefectures of Pacific South Region, the regional productivity is represented first by the catch in Wakayama Prefecture, or 194.3

t in average (13.1% of average total), which is the second among the 23 prefectural productions. The second of this region is seen in Miyazaki Prefecture (105.2 t), and the third in Kochi Prefecture (87.1 t). Further minor productions occur in the prefectures affected strongly by Inland Sea waters, of Ehime and Oita (14.7 and 25.7 t respectively), as well as in Tokushima Prefecture (62.9 t).

As for the 6 prefectures of Pacific Middle Region, Mie Prefecture is most productive in catch; its annual catch is 151.5 t in average (10.2% of average total), which is fourth among all the prefectural productions. The second of this region is in Chiba Prefecture (118.6 t in average); The third in Shizuoka Prefecture (103.7 t). The other three prefectures of Tokyo, Kanagawa and Aichi (48.4, 32.9 and 0.2 t respectively) are minor in this region.

It seems noteworthy here that Kii Peninsula represented by Wakayama and Mie Prefectures is remarkably productive (331.0 t in average) on Pacific coasts, since they produce the second and fourth catches through prefectures, as pointed above.

Discussions

GENERAL REFERENCE TO THE FISHERY: The spiny lobster is always caught in Japan by the cooperative fishery (Homma 1976, Kaneda 1976) working within general range of three miles in distance from coasts. This shellfishery is generally operated by means of bottom gill nets, and also locally by pots; no pot fishery has worked but in a certain area of Miyazaki Prefecture (Kaneda 1977, Kuroki 1972). It seems to show a uniformity of fishing effort.

This fishery is under official regulations on season as well as on fish size (Kaneda 1976). The season is closed in 15 prefecture for 2-5 months (3.5 months in average) to protect the spawning activity of the fish. The minimum size restriction is set up in 16 prefectures, and the lower size limit ranges 13-20 cm in body length* by prefectures. These regulations may

* Mie Prefecture set up exclusively the size limitation of 4.2 cm in carapace length. This is convertible to 13 cm in body length.

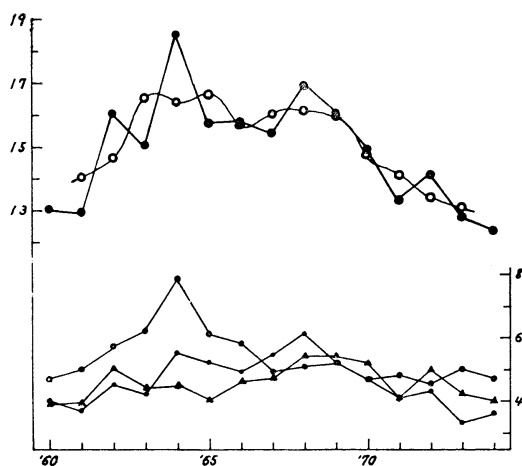


Fig. 2. Annual fluctuation during 1960-1974 (abscissa) of catches (in 100 tons; ordinate) by Japanese spiny lobster fishery. Larger marks, total catch in Japan: annual valuation (closed circle) and its moving average by every three years (open circle); smaller marks, regional catch from Pacific South (closed circle) and Middle (closed triangle) and East China Sea (open circle) Regions. Source referable to Table 1.

be neglected here, if they are a possible factor affecting the size of production from the viewpoint of fishing vulnerability.

RANGE OF DISTRIBUTION: Few detailed descriptions have been made on the domestic distribution of Japanese spiny lobster from both biological and industrial standpoints; if done so, most of them are given geographically but not ecologically.

As for the global distribution, this Indo-Pacific species (Kubo 1954: 99) has been recorded from Japan, Taiwan (Formosa), Hawaii Islands, Tahiti to New South Wales, as well as from Natal (S. Africa).

Within the Japanese territory, our survey may add some evidences to the knowledge of distribution of this species. The northern limit of its range has been known (Kubo 1959) to be in north Miyagi Prefecture on the Pacific coasts, and in Noto Peninsula (Ishikawa Prefecture) on the Japan Sea coasts. It is apparant that Miyagi Prefecture, located between southern Fukushima and western Yamagata Prefectures, must be biologically, or very seldomly recorded, even if it were possible in the range of this shellfish. Yamagata Prefecture should be first referred to here in a scientific report as the northern limit of its range, both biological and industrial.

CONCENTRICITY IN DISTRIBUTION: As far as the present scrutiny goes, the spiny lobster fishery is relatively active in a certain "coastal area washed by Kuroshio and Tsushima Current* (Kubo 1959)" and such an area may be rather clearly defined as a belt of higher productive prefectures from Nagasaki to Chiba, including Kagoshima. Within the area as defined above, most of higher productive prefectures are found on southern half of Japan, in East China Sea Region as well as in Pacific South Region, since the best five is represented by Nagasaki, Wakayama, Kagoshima, Mie and Kumamoto Prefectures.

The trends of concentration has been summarized as "abundant on the Pacific coasts south of Ibaraki Prefecture to west coasts of Kyushu

District (Kubo 1965: 626), "and rare on the Japan Sea coasts north of Yamaguchi Prefecture (Kubo 1960: 101)," though the last mentioned prefecture should be said rather far from the range of concentrative distribution, limited there by Nagasaki Prefecture, as shown already here.

In this connexion, here is noteworthy a contradictory statement on the higher productive Nagasaki Prefecture. Oshima (1976: 1-2) refers to it as one of minor productive prefectures washed by Tsushima Current. He (1976) shows, however, in his Table 1 at the same time its prominent catch based on a statistics (for 1969-1973) by prefectures, and refers to a tendency of higher productivity on south to west coasts of Kyushu District, mentioning the prefecture in question. It is apparent that this contradiction comes from his intention to lay stress too much the lower productivity of spiny lobster fishery on Japan Sea coasts affected by this extension of Kuroshio system.

As pointed out above, an active area of fishery production may includes locally inactive subareas. Among others, Aichi Prefecture (Table 1) shows a striking inactivity in the range of higher productive Pacific Middle Region, because, as referred to by Oshima (1976: 2), on its total range of coasts develop few rocky grounds which must be a necessary factor for profitable establishment of the spiny lobster population.

SECTIONAL HOMOGENEITY AND CENTRE OF DISTRIBUTION: As mentioned above, the total production depends in size considerably upon the three major regions, especially upon southern half of East China Sea Region and Pacific South one; the latter

Table 2. Coefficient of correlation in annual fluctuation for 1960-1974 of Japanese spiny lobster among regional (A-D) catches, and between national total and regional ones (\times Total). Source referable to Table 1.

Region	A	B	C	D	\times Total
Pacific Middle A	\times 0.22	0.62	0.06		0.59
Inland Sea B		\times 0.10	0.13		0.26
Pacific South C			\times 0.40		0.88
East China Sea D				\times 0.72	

* Tsushima Current is considered here on the basis of an illustration by Inoue (1974).

includes an important area of Kii Peninsula.

In such a concentrated area of the three major regions, an interesting homogeneity is recognized. It is concerned with interrelationships in annual fluctuation among sectional catchei (Table 2). The coefficient of correlation, r , of Pacific South Region to Pacific Middle one is so higher ($r=0.62$) than to East China Sea one ($r=0.40$).

As for the other possibilities, the interrelationships in question are apparently low: almost negative ($r=0.06$) between East China Sea and Pacific Middle Regions, and negligible ($r=0.10-0.22$) in relation to Inland Sea Region.

It seems reasonable, therefore, that Pacific South Region is considerably identical with Pacific Middle Region by their close interrelationships mentioned above as well as by their comparable size of fishery production. This supposition may be accepted from biological viewpoint.

It is interesting to note here that Pacific South Region affects by its production dominantly the domestic total one in catch fluctuation (Table 2), since the coefficient of correlation concerned is 0.88. Corresponding relationships of the other regions are: 0.72 in East China Sea Region, 0.59 in Pacific Middle Region, and 0.26 in Inland Sea Region. It is apparent that regions in Japan Sea are negligible herein.

The supposition proposed above seems to be supported by similar interrelationships at the intreregional level, and a homogeneity between

prefectural sections is considerable in the regions concerned. Among important three prefectures of the major regions (9 prefectures in total), the interrelationships in catch fluctuation (Table 3) are found to range between 0.01 and 0.92 in coefficient of correlation.

It is interesting that the coefficient of correlation concerned are important ($r=0.80$) between a contiguous couple of Wakayama and Kochi Prefectures, again in Pacific South Region, and also between a similar couple of Shizuoka and Mie Prefectures ($r=0.46$) in Pacific Middle Region. In fact the former is so high that it ranks second in the 36 cases in total. These interrelationships bring forward may other problems of distributional pattern, which will be reviewed in the future.

After all, when such an interregional homogeneity is accepted between Pacific South and Middle Regions, it is probable first (Kubo 1969: 21) that these regions provide the shellfishery production from the same and big stock of the fish in Japan. Taking into consideration again the extent of concentration of the fish, an important centre of distribution is to be reasonably recognized in the range of this big stock, and may be in the Pacific South Region.

It is taken notice of here that the catch fluctuation is more variable in this region than in the other major regions. The coefficient of variation is given by our data as 17.86% in Pacific South Region, though 11.70 and 16.39% in Pacific Middle and East China Sea Regions respectively. The two Pacific regions as a

Table 3. Coefficient of correlation in annual catch fluctuation for 1960-1974 of Japanese spiny lobster among important prefectures (3-18) of Pacific Middle (PM) and South (PS), and East China Sea (ECS) Regions. Source and code number referable to Table 1.

Prefecture	3	6	8	10'	12	15	16	17	18		
PM	Chiba	3	×	0.33	0.35	0.70	0.53	0.35	0.05	0.47	0.61
	Snizuoka	6		×	0.46	0.24	0.01	0.22	0.58	0.32	0.44
	Mie	8			×	0.02	0.22	0.59	0.54	0.75	0.43
PS	Wakayama	10'				×	0.80	0.04	0.02	0.02	0.45
	Kochi	12					×	0.34	0.07	0.25	0.33
	Miyazaki	15						×	0.03	0.92	0.22
ECS	Kagoshima	16							×	0.12	0.39
	Kumamoto	17								×	0.29
	Nagasaki	18									×

whole is found less variable (13.39%) in comparison with East China Sea Regions. The larger variability of catch fluctuation is known (Kubo 1969) as a negative condition in the centre of distribution. The obscurity found there may be solved in further scrutiny.

When the centre of distribution in Pacific South Region is agreeable, Kuroshio supports this supposition by its possible flow pattern (Inoue 1974, fig. 2.2). The fish may disperse, then, on the two ways depending well upon Kuroshio system, as referred to on the preceding lines. Flowing directly in Pacific South Region, its main current seems to have priority in effect as a transporter of the fish over Tsushima Current, a branch of the system in question. The trends of concentration and regional homogeneity, pointed out above, are found to show a good reflex of the probable role which these components of current system play.

Complementarily speaking, the interrelationships mentioned above in reference to the major three regions may be contemporary (Table 4). The interrelationships in annual catch ($r=0.01-0.51$) between Pacific South Region at a year and one of the others one- or two-year later are always second to the contemporary ones. It suggests that the spiny lobster population in Japanese waters depends for its recruitment principally upon a single or else simple source, which arise probably from Pacific South Regions, as reasoned from the previous lines.

This supposition may be supported by available evidences (Murano 1967, 1971) which tell us concerning the Japanese spiny lobster in the Pacific coasts a so to say all round distribution of phyllosoma larvae at later stages.

Table 4. Dependency represented by coefficient of correlation in annual catch of Japanese spiny lobster of Pacific Middle (PM) and East China Sea (ECS) Regions upon Pacific South Region (PSn), in relation to time lag of 0 (n) to 2 (n+2) years.

PSn	n	n+1	n+2
PM	0.62	0.49	0.51
ECS	0.40	0.01	0.35

Conclusions

1. Based on available official sources of domestic statistics for these 15 years, the Japanese spiny lobster fishery produce annually total catches of about 1500 t in average in southern half of Japanese coasts.

2. The national total catch comes from the major three of authorized fishery regions, that is, Pacific South (31% of average total catch) and Middle (31%) Regions, as well as East China Sea one (36%).

3. Based on administrative sections, the national catch consists of 23 prefectural productions, which may be importantly represented by Nagasaki (15% of average total catch), Wakayama (13%), Kagoshima (12%), and Mie (10%) productions.

4. The domestic range ever known of this Indo-Pacific species is a little emended here from biological and industrial viewpoint. The northern limit of the range is in Miyagi and Yamagata Prefectures on Pacific and Japan Sea coasts respectively, while the southern limit in Kagoshima Prefectures, as here is Okinawa Prefecture out of discussion.

5. A concentricity is recognized in distribution of the fish, and the important area of concentration may be represented by a belt of higher productive prefectures limited by Chiba and Nagasaki, including Kagoshima. An additional concentration is remarkable on Kii Peninsula represented by Wakayama and Mie Prefectures.

6. Judging from reliable interrelationships in fluctuation of regional catches, an important centre of distribution is supposed to be in Pacific South Region, and the dispersion from there is suggested to depend upon the flow pattern of Kuroshio system. It gives us a good image as if the main current of the system has priority in biological effect over Tsushima Current.

7. Close interrelationships in catch fluctuation among important regions may be contemporary. It may support a supposition for Japanese spiny lobster population to be recruited by a simple source.

References

- HOMMA, Akio (1976): [Mariculture of today in Japan,] p. 8-24. in Y. Oshima et al, ed, [Mariculture, revised new edition.] Association of Agriculture and Forestry Statistics, Tokyo. [in Japanese]
- INOUE, Naohumi (1974): [Oceanographical features in western Japan Sea waters,] p. 27-41. in H. Tsukahara et al, ed, [Tsushima Current: its oceanographic structure in relation to fisheries. Fisheries Science Series 5.] Koseisha Koseikaku, Tokyo. [in Japanese]
- KANEDA, Yoshiyuki (1976): [Official regulations in fisheries,] p. 48-63. in Y. Oshima et al, ed, [Mariculture, revised new edition.] Association of Agriculture and Forestry Statistics, Tokyo. [in Japanese]
- KANEDA, Y. (1977): [Illustrations of the Japanese fishing gears in relation to methodology.] Seizando Publ. Co., Tokyo. xx+635 p. [in Japanese]
- KUBO, Itsuo (1954): Systematic studies on the Japanese macrurous decapod crustacea. 3. On the palinurid lobsters. Tokyo Univ. Fish., J. 41 (2): 95-105, pls. III-VI.
- KUBO, I. (1959): [Crustacea,] 40 p. [unpublished printed lecture; mimeographed; in Japanese; referred to by K. Takagi 1969: 21]
- KUBO, I. (1960): [Macrura (Decapoda crustacea),] p. 98-113, pls. 49-56 (in text pagination). in Yo K. Okada et al, ed, Encyclopedia zoologica illustrated in colours, IV. Hokuryu-kan Publ. Co., Tokyo. [in Japanese]
- KUBO, I. (1965): [Macrurous decapoda (Malacostraca, Crustacea),] p. 591-629. in Yo K. Okada et al, ed, New illustrated encyclopedia of the fauna of Japan. Hokuryu-kan Publ. Co., Tokyo. [in Japanese]
- KUBO, I. (1969): [Chapter 3. Subpopulation in fisheries resources,] p. 8-56. in I. Kubo and T. Yoshihara, [Fishery biology, revised edition.] Kyoritsu Publ. Co., Tokyo. [in Japanese]
- KUROKI, Masaru (1972): [Spiny lobster pot fishery by Aoshima Fisheries Cooperative Association in Miyazaki Prefecture.] *Saibaigyogyo Gijutsu-kaihatsu Kenkyu* [Studies of Technological Exploitation for Mariculture], Kobe, 1 (2): 11-15. [in Japanese]
- MURANO, Masaaki (1967): Preliminary notes on the ecological study of the phyllosoma larvae of the Japanese spiny lobster. Inform. Bull. Planktol. Jap. Spec. No., p. 129-137.
- MURANO, M. (1971): Five forms of palinurid phyllosoma larvae from Japan. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. 19 (1): 17-25.
- OSHIMA, Yasuo (1976): Notes on a way of propagating the Japanese spiny lobster. Fish. Eng., Tokyo, 24: 1-3. [in Japanese]
- TAKAGI, Kazunori, compiled (1969): Kuboiana: memorial publication of the late Prof. Itsuo Kubo. The Commemorative Association of the late Prof. Itsuo Kubo, Tokyo. iv+45 p. [in Japanese; bilingually described in part]

漁獲統計からみた日本産イセエビ資源の分布

高 木 和 徳

要旨: 農林省の海区別および県別漁獲量統計 (1960-1974) によって, 日本産イセエビ資源の分布域と分布の集中性について調べた。併せて漁獲量年変動の海区间での相互関係から黒潮系の流型に依存する分散を考察した。

寄 稿

フランスのラングスト漁業*

高 木 和 徳**

Un aspect de la pêche française à la langouste

Kazunori TAKAGI

ラングスト類は *Palinurus* 属のえびで、日本のイセエビ類, *Panulirus* 属のものなどに近縁である。大西洋で5種類知られているが、フランス漁業の主な対象となるのは、ラングスト・ルージュ(または単にラ・ルージュ) *Palinurus elephas* (= *P. vulgaris*) をはじめ、ラ・ローズ *P. moritanicus* およびラ・ヴェルト *P. regius* の3種類である。

その分布域をみると、ラ・ルージュは主にアイルランド、イングランド(とくにコンウォール地方)を北限として、イギリス海峡を隔てて、フランスやスペインなど欧州の大西洋岸からアルジェリア、チュニジア、イタリア、ユーゴスラビア、ギリシア、ブルガリア、トルコなどを含めた地中海各国沿岸***にまで分布する。北限については、さらに北の海域(たとえば外へブライズ諸島)にあるともいわれる。

他の2種類のうち、ラ・ローズは大西洋の 10-25°N の海域(北西アフリカのモリタニア、バハマ、アンチル諸島など)に、ラ・ヴェルトは北西アフリカのモロッコ(カブ・ジュビー)からセネガル(カブ・ヴェルド)、さらにギネア湾を経て中部アフリカのアンゴラ南部までに分布する。

フランスのラングスト漁業は、ラ・ルージュを対象とする沿岸漁業に始まり、他の2種類を対象とする遠洋漁業にまで発展したのが現状である。遠洋漁業の歴史は1900年、現今でもラングスト漁の主要港であるカマレから北上し、イギリス海峡を越えてコンウォール沿岸漁場へ出漁したのに始まるといわれる。この段階ではむしろ沖合漁業というべきかも知れない。しかしその後はスペイン、ポルトガル、モリタニアへと専ら南進の時代に移った。1925年にはバハマ海域への西進も加わった。この報告では、とくに問題のない限り、ラ・ルージュ漁業について述べる。

フランスのラ・ルージュ漁場(図1)の重点は、ブルターニュ沿岸を中心として、シェルブール海区からイル・ド・レーバレーヌ海区までにおかれる。しかしガスコーニュ湾をさらに南下して、スペインとの国境に近いゲタリ(フランスの主要漁港の一つサン・ジャン・ド・リュスの近郊)にも、小規模とはいえこの漁業が成立している。フランスの水産統計書によると、ブルターニュ地方のカマレとオジエルヌのほか、コルシカ島のアジャクシオがこの資源の3大水揚地である。ブルターニュでは、ほかにロスコフやサン・ナゼールなどもまた主要漁港としてラ・ルージュ漁業上無視できない。なお遠洋漁業基地もまたブルターニュ地方にあって、ドアルヌエとカマレの2港に代表される。

すでに言及したように、イギリス海峡を隔てるブルターニュ対岸のコンウォール地方(イングランド)には良好な漁場があるが、イギリス漁業に

* 1977年10月30日受理

** 東京水産大学水産資源学講座

Laboratoire de Biologie des Pêches, Université des Pêches de Tokyo, Minato-ku, Tokyo 108.

*** 地中海での分布については、ギリシア国立海洋学漁業研究所 A. C. LAGGIS 氏の知見に負うところが多い。

については、あとで付記すべきことがある。

ラ・ルージュ漁業は籠漁が主体で、刺網などによる網漁は特例に属する。この点は日本のイセエビ漁業の場合と逆であるが、それはあとで述べるように操業水深の違いに起因するのであろう。籠(図2)はフランス中央山岳地帯から産出する栗材で作った円筒形または半円筒形の横置き筒型のものが古くから用いられていた。現在では化繊網地を鉄棒などで平頭円錐形(いわゆる“インク瓶形”)に成型したものも多く使われる。籠の大きさは、円筒形のもので、直径 60 cm、長さ 120 cm がふつうで、半円筒形のものはいくらか

小形のものである。ブルターニュの漁船は多いもので 200 籠を扱い、日の長さによって 1 日 1~2 回取り揚げる。

ゲタリでの聞き取りによると、ここでのえび漁は 5 t 未満の小形動力船による小規模なものであるが、操業は 1 隻 2 人で、10 籠を 1 単位としている。漁期中は、水深 50-75 m の漁場内で場所を変えながら、取り揚げ時を除けば常時設置し、籠を持ち帰ることはない。なおラ・ルージュの生息深度は、Bourdon (1965) によれば、潮間帯から 90 m までである。ゲタリの漁船は、えび籠漁と同じ漁期中にガスコーニュ湾に来遊するサルド(ハガツオ)を対象とする底刺網をえび籠と交互に操業する。

沿岸漁業での刺網漁は、ブルターニュ北岸のモグリエクでとくに知られている。その主漁場はガ

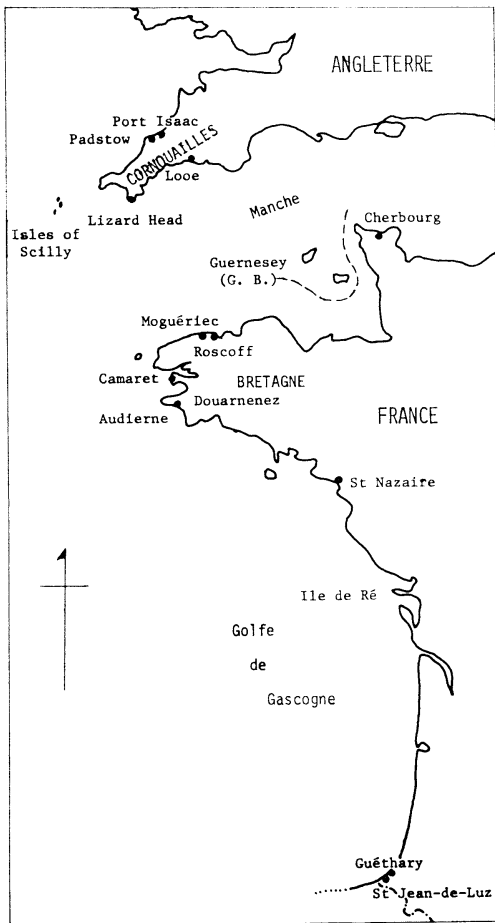


Fig. 1. Carte pour la référence aux pêcheries de la langouste en France et aux Cornouailles de l'Angleterre. フランスおよびコンウォール地方(イングランド)のラングスト漁業参考地図。

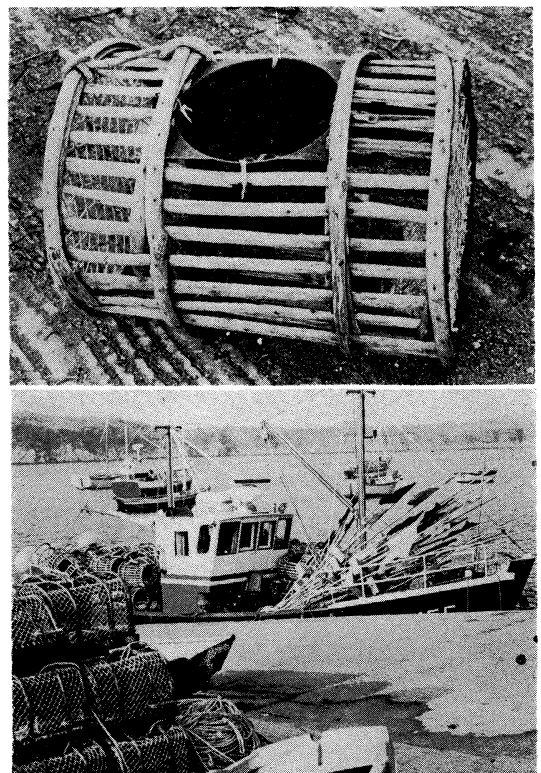


Fig. 2. La modèle à la Bretagne du casier à langoustes (en haut) et un langoustier au port du Conquet (en bas), par les bons soins de MM. Uno et Koike. ブルターニュ風えび籠(上)とえび籠漁船(下)。

ンシー島(チャンネル諸島)沖で、使用反数は1隻当たり約240反(反当り長30m)である。すでに述べたように、遠洋漁業での主漁具も刺網であるが、この場合もほぼ同様に1隻当たり約250反が限度とされる。

主漁期は春から夏で、秋と冬は欧州特有のタンペットによって休みがちである。休漁時はえび籠作りと、ゲタリ漁民は話していた。禁漁期はとく

に設けられていないが、制限体長は18cm(ISTPM ロスコフ分所長ルグリーズ氏による)で、これは全国一律のようである。ルグリーズ氏によれば、ラ・ルージュはかなり大規模に移動すると考えられているが、現在はまだ研究が行届いていない。

ここで同じ漁場で混獲される類似種オマール *Homarus gammarus* (= *H. vulgaris*) について付け加えておこう。このえびの漁獲深度は50m以浅とされているが、生息深度はラ・ルージュと同じとみられるから、両種の間には分布密度からみて深さによる違いがあるのであろう。盛漁期は春から夏で、冬の荒天時を除けば周年漁獲される。制限体長は23cm(これもルグリーズ氏による)で、さらにオマールの場合抱卵蝦はすべて禁漁対象となる。このえびの産卵期は夏であるが、かなり長期に亘るらしい。移動性はラ・ルージュよりも弱い。

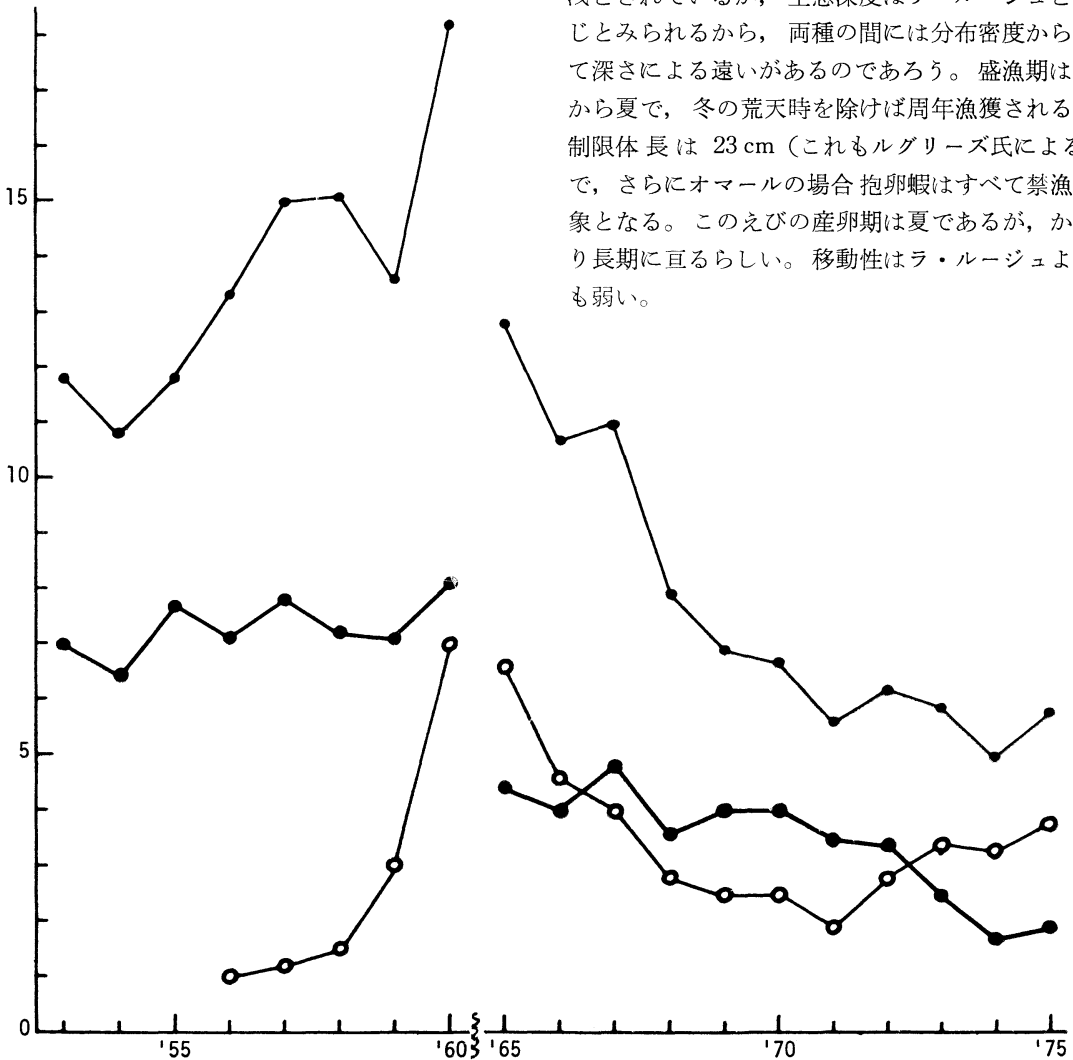


Fig. 3. Fluctuation annuelle de la capture ($\times 100$ tonnes, ordonnée) de la pêche française aux langoustes, pendant les deux périodes de 1953-1960 et 1965-1975 (abscisse). Petit point, capture totale; cercle noir, capture de la rouge; cercle blanc, capture de la rose. 1953-1960年および1965-1975年(横軸)のラングスト漁獲量変動($\times 100$ t, 縦軸)。小丸, 総量; 大黒丸, ラ・ルージュ; 大白丸, ラ・ローズ。

ロスコフには大きな水産物 荷受会社ソシエテ・ラ・ラングストがあって、ひろく鮮魚介類を扱っているが、とくにラングストやオマールについてはフランス国内ではほとんど独占的といわれる。あとで言及するように、イングランドやアイルランドのイセエビの大半がフランスへ出荷されているといわれるが、日本のイモエビの輸入にもこの会社は深い関心を持ち、それだけラングストに対する需要の強いことを社長は強調していた。

ラングストは生鮮品または冷凍品として、また丸のまままたは頭胸部を除いた胴部（いわゆる尾部だけで取り引きされる。胴部だけのものはとくに輸入品目として取り扱われるが、この場合丸のままの取引量と胴部だけのそれとの割合は 6:4 である（1968-1973 年の統計による）。

フランス漁業によるラングスト総生産量（図 3、小丸）についてみると、1953-1960 年の上昇傾向に対して、1965-1975 年には明らかな下降傾向を示している。しかも、1960 年までの 8 年間は 1084-1822 t（平均 1370.1 t）に対して、1965 年からの 11 年間は 500-1280 t（平均 767 t）であるから、近年の減産がいちじるしい。

ラ・ルージュの総生産量（図 3、大黒丸）に限ると、1960 年までの 8 年間は微増というよりも安定傾向を表わしている。年産量はこの 8 年間で 639-809 t（平均 729.5 t）である。1965 年以降は、1970 年までの 6 年間、356-477 t（平均 412.8 t）でむしろ安定しているが、それからの 5 年間は漸減傾向といえるようで、その間 170-346 t（平均 258.2 t）を生産するにすぎない。

遠洋漁業対象種を代表するラ・ローズ（図 3、大白丸）についてみると、漁業生産は 1956-1960 年に 103 t から 700 t まで急増し、この漁業の急激な発達を思わせる。しかし、1965 年からは、この年の 661 t を頂点とする明らかな減産傾向を示している、ただし、ラ・ルージュの近年の漸減期に対応する 1971 年からは、この年の 194 t を底に増産に転じている。しかも、1973 年からは 1965 年ごろのように再び遠洋漁業が沿岸漁業よりも強化されたことが分る。

ラ・ルージュの月別漁獲量については、1 ケ年

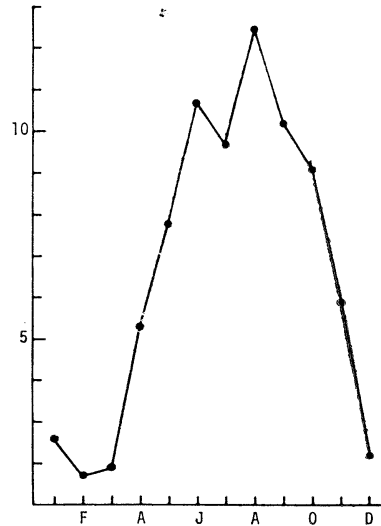


Fig. 4. Fluctuation mensuelle (janvier-décembre 1960, abscisse) de la capture (x10 tonnes, ordonnée) de la rouge dans les eaux françaises. 1960 年 (1-12 月, 横軸) におけるラ・ルージュ 月別漁獲量変動 (x10 t, 縦軸)。

分（1960 年）の統計（図 4）が入手できたにすぎない。この年で見ると、夏に峰が現われる単峯型の変動を示している。

付記 コンウォール地方(イギリス)のクロウフィッシュ漁業

すでに述べたように、コンウォール地方には重要なクロウフィッシュ漁業があって、これに欧州ではさきほど珍らしくないいわば輸出型漁業（国内需要が無視できるか、あるいはそれよりもむしろ強い外国需要に依存している漁業）の一つになっているようである。いうまでもなく、フランスのラ・ルージュはイギリスのクロウフィッシュである。

漁場（図 1）はこの地方南岸のルーおよび北岸のポート・アイザックよりも西側の、シリー群島を含む比較的限られた海域を占めるにすぎないが、地域漁業への貢献度は大きく評価されている。

漁法はここでも籠漁が主体であり、ほかに刺網漁とフランスにない潜り漁とがある。えび籠はこの地方に伝統的な“インク瓶型”をはじめブルターニュ風の円筒形のものも使われる。潜り漁はこ

の地方で土産物としてのウニ類を対象として始まったが、1963年ごろからクロウフィッシュを主な対象とするようになったという。この漁業は現在ではヘイル地先を中心とする北岸で活発であるが、南岸にもリザード・ヘッド地先などの漁場がある。

この潜り漁について1964年には旧来の漁法のものと同様な権利を認めるべきかどうか議論の的になった。その聴聞会記録はドラマチックな内容で、われわれにも誠に興味深い問題を提供してくれるが、それはここでの主題から外れる。

刺網漁は戦前にはかなり普及していたが、近年はあまり見られなくなっていた。しかし漁網材としての化学繊維の進出によって、その復活の兆しがあるといわれる。

コンウォール地方での主漁期は5-6月から10-11月(盛期は9月)で、ブルターニュ地方の場合よりも始終両期とも約1ヶ月ずつあとにずれているようにみえる。操業深度は籠漁で55m以浅、潜り漁の限度はこれよりも約10m浅い。全体としてフランスの漁場よりも浅い傾向があるといえよう。ここでロブスター(フランスのオマール)やエジブル・クラブ(フランスのトゥルトー)の混獲が多いとされるのはそのためであろう。

コンウォール地方のクロウフィッシュ資源は、漁況などを根拠として、外から補給されるものと考えられていて、その補給源はここから南西方にあるとみてよいようである。

筆者は1976年秋とくにスコットランド西岸各地を歴訪した際、スカイ島の西北端の街ダンヴェガン郊外ステインにえび籠漁港があるとのことで、現地調査の目的地の一つにして楽しみにしていた。ところが行ってみると、ここの漁港はなんと18世紀末から50年間続いたあと廃れていて、この地方最古のパブが往時の名残りを止めているだけとのことだった。ここから海峡一つを隔てた外へブライズ諸島がラ・ルージュ漁場であることをすでに述べたが、それを知ったのはスカイ島を去ってから大分あとのことである。

最後に仏英両国ともラ・ルージュの漁業生物学は一般にまだ活発とはいえない段階のようで、筆

者がイセエビ研究ではるか極東の日本から来たと聞いただけで、フランスの業者たちは地元の研究者に当地でもラングスト研究を強化するようせがんでいた。このことに関して、コンウォール地方については、潜り漁の進出が籠漁に危機感を起させ、それがクロウフィッシュ研究推進の強い要請に力となったとされるのが面白い。

この拙文は筆者が在外研究員として英仏両国に1976年秋2ヶ月間滞在中の調査結果の一部をまとめた報告である。筆を起してみると、当然調べておくべきことで漏れたものいかに多かったことが悔まれる。これらについては他日を期したい。

現地調査中当時とくにお世話になったのは、フランス海洋漁業科学技術研究所ロスコフ分所長 M. ルグリズ、ソシエテ・ラ・ラングスト社長ル・レスト、ピアリッツ市立科学教育研究センター所長 A. ペルシエ、海洋漁業中央委員会 M. カボシュ、国立科学博物館次長 J.-C. ウローの諸氏ならびにゲタリ漁民各位(順不同)など、イギリスで海洋生物学会研究所 G. R. フォスター、スコットランド高地島嶼開発局 W. D. マケンジー両氏などである。ここに特記して厚く御礼申しあげる。

主な参考文献

- AUDOIN, J., A. CAMPILLO, M. LEGLISE 1971. Les cantonnements à crustacés des côtes françaises de l'Atlantique et de la Manche. Sciences et Pêches, Nantes, 205: 1-9.
- BOURDON, R. 1965. Décapodes, Stomatopodes. in Inventaire de la faune marine de Roscoff, nouvelle série. La Station Biologique, Roscoff. 45 p.
- Comité Central des Pêches Maritimes 1972-1976. Rapport sur la production de l'industrie des pêches maritimes en 1971 (-1975.) Comité Central des Pêches Maritimes, Paris.
- HEPPER, B. T. 1971. Cornish crawfish investigations. Lab. Leaf. (New Ser.) Fish. Lab. Minist. Agric. Fish. Food (G. B.) 22: i+1-20, 1 fig. on cover.
- THOMAS, G.-M. 1956. La pêche à la langouste, 2^e éd. in Bibliothèque de Travail 338. Institut Coopératif de l'Ecole Moderne, Cannes. 24 p.
- これらのほか France Pêche, N°51 (mai 1961) の水産統計特集も有益であるが、書誌要目の確認もれであり、コンウォール海面漁業区の非公開資料も参考にした。

学 会 記 事

1. 昭和52年11月10日, 東京水産大学において編集委員会が開かれ, 第15巻3号の編集が行われた。
2. 昭和52年11月18日, 東京水産大学において, 昭和53年度, 日仏海洋学会学会賞受賞候補者推薦委員会が開かれた。
3. 昭和52年12月16日, 東京水産大学において, 第2回学会賞受賞候補者推薦委員会が開かれ, 審議の結果, 昭和53年度受賞候補者として根本敬久氏を推薦することとし, この旨, 草下委員長から会長に報告した。

4. 退会者

藤本 実

5. 交換及び寄贈図書

- 1) 鯨研通信 第309, 311号
- 2) 航海 第53号
- 3) 日本プランクトン学会報 24(2)
- 4) 海洋産業研究資料 8(8, 9)
- 5) 研究実用化報告 26(10, 11)
- 6) 淡水区水産研究所, 研究報告 27(1)
- 7) 運輸省, 港湾技術研究所, 要覧 1977年~1978年報
- 8) 英国産業ニュース 12月号
- 9) なつしま 第31~32号
- 10) 千葉県水産試験場研究報告 第39号
- 11) 広島大学, 水畜産学部紀要 16(2)
- 12) 国立科学博物館研究報告 A類(動物学) 3(4)
- 13) 国立科学博物館専報 第10号
- 14) JODC ニュース No. 15
- 15) CSK Newsletter, No. 51
- 16) Science et Peche, N° 270
- 17) Boletin Cientifico, Vol. 1 N. 11
- 18) Bulletin d'Information, N° 106

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・ロペール アレクシス・ドランデール
ベルナル・フランク

名誉会長 ミシェル・ルサージェ

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, 宇野 寛, 永田 正

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 治, 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 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, 岩田恵幸, 宇田道隆, 宇野 寛, 大内正夫, 大村秀雄, 岡部史郎, 梶浦欣二郎, 金谷太郎, 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, 西条八東, 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, 椎野秀雄, 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, 田畑忠司, 田村 保, 千葉卓夫, 辻田時美, 寺本俊彦, 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, 新田忠雄, 根本敬久, 野村 正, 半沢正男, 半谷高久, 菱田耕造, 日比谷 京, 平野敏行, 深沢文雄, 福島久雄, 淵 秀隆, 星野通平, 増沢譲太郎, 増田辰良, 松生 治, 松崎卓一, 松平康男, 丸茂隆三, 三浦昭雄, 三宅泰雄, 宮崎千博, 宮崎正衛, 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, 吉田耕造, 渡辺貫太郎, 渡辺精一 (五十音順)

マルセル・ジュグラリス, ジャン・アンクティル, 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
 大金久展
 株式会社 オーシャン・エージ社
 株式会社 大林組
 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
 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
 東京工材株式会社
 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
 株式会社 ナック
 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
 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
 東京都港区新橋 3-1-10 丸藤ビル 社団法人 海洋産業研究会
 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
 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
 東京都渋谷区東 1-19-3 青山ビル
 横浜市鶴見区鶴見町 1506
 東京都千代田区四番町 5
 東京都中央区築地 4-7-1 築三ビル
 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
 東京都港区西麻布 1-2-7 第17興和ビル
 東京都杉並区方南町 2-4-7 第2細野ビル
 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 藤和ビル
 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

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で直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 毎の水温変動のデジタルデータリスト作成します。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。

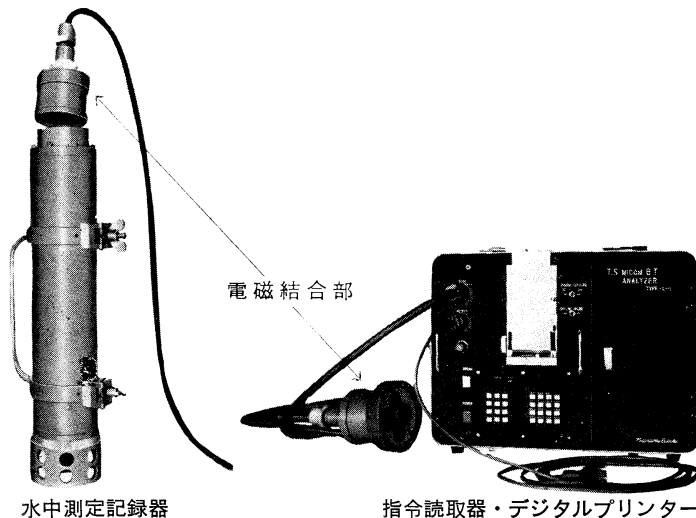
従来の BT ウィンチにより水中に吊り下げ、回収後読取器と接触させることのみでデータリストを作成します。

- 光・電磁結合方式 (特許出願中)

測定器は密閉したままで、データの取出し、深度選択指令、充電及びチェックの全てが行えます。プラグ等の露出部は全く有りません。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。



○ T.S-マイコン B.T 性能仕様

	水温 °C	深度 m
測定範囲	-2 ~ 40	0 ~ 1,000 0 ~ 6,000
分解能	0.001	0.1 % FS
精度	±0.02	±0.2%FS
印字桁数	4 桁	4 桁

型 状 120φ×450L m/m
重 量 約 20 kg (空中)
約 10 kg (水中)

株式会社 鶴 見 精 機

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

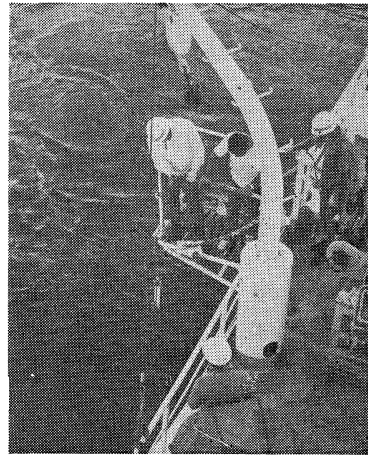
CABLE ADDRESS; TSURUMISEIKI Yokohama, TELEX; 3823750 TSKJPN J

OVERSEAS FACTORY; Seoul KOREA

IWAMIYA INSTRUMENTATION LABORATORY

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(アレジデント札幌) ☎011(251)3747

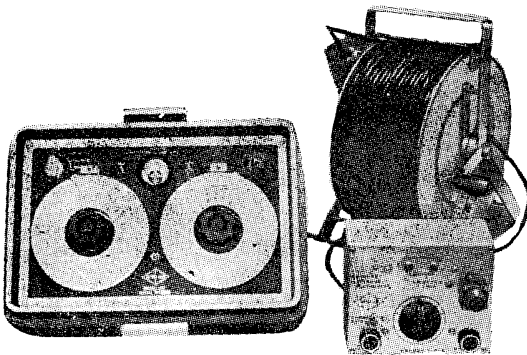
総代理店



三井物産株式会社

AUTO-LAB PORTABLE S-T BRIDGE

Model 602



オート・ラブ誘導起電式精密塩分計に引続いて、開発された温度と塩分の現場測定用の可搬型海洋測器です。温度、塩分ともダイヤルで直読出来、簡便で堅牢しかも高精度なソリッドステートのユニット結合構造の最新鋭計器です。

温度：0~35°C 1/2 精度 ±0.1°C
 塩分：Scale 1. 0~32‰S 精度 ±0.1‰S
 Scale 2. 32~42‰S 精度 ±0.03‰S
 電源：電池 9V, 200時間使用可能

追加付属品

ステンレス製ケーブルリール
 半自動式電極プラチナイザー

製造品目

転倒温度計各種
 電気式水温計各種
 採水器・海洋観測機器
 気象用・理化学用温度計
 サーモレンジャー
 ミグスター 温度調節器

日本およびアジア総代理店



株式会社 渡部計器製作所

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

(カタログ御希望の方は誌名御記入の上御請求下さい)

Murayama

計 度 濁 中 水
計 度 照 中 水
計 度 導 電



株式会社 村山電機製作所

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

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



本社 / 西宮市苜原町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) ほかに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(高松帝陵内) 〒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434878号

メルタック

熱溶融型接着剤ですから、溶剤や水を含まないため乾燥の必要がなく、瞬間的に接着します。

ポリエチレン、アルミ箔等にも良く接着します。

ポリロック

含浸、注型、充填用として使用される接着性と作業性の良好なシーリング材です。

ポリワックス

ワックスを主成分とし、各種ポリマーをブレンドした防湿、密封用のシーリングワックスです。

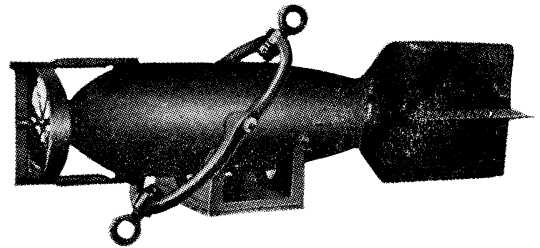
東京工材株式会社

東京都中央区築地 4-7-1 TEL (542) 3361 (代)

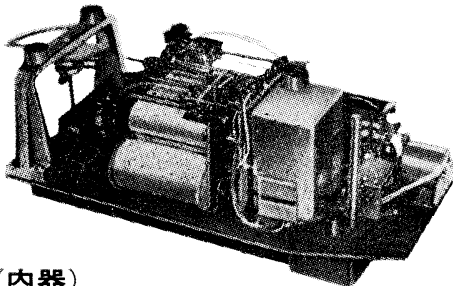
長期捲自記流速計

(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)

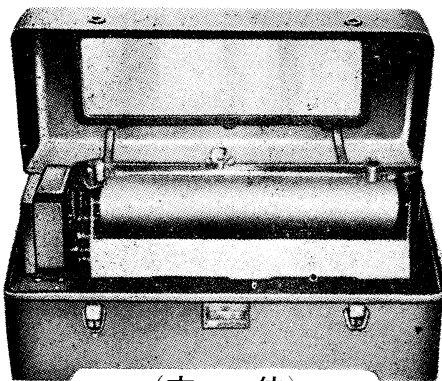
プロペラはA, B, C三枚一組になって居り

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
ケープル式波高計
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

昭和 53 年 2 月 25 日 印刷
昭和 53 年 2 月 28 日 発行

う み 第 16 卷
第 1 号

定価 ¥ 950

編集者 富 永 政 英
発行者 佐 ☆ 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: 1 0 1
電話: 03 (291) 1141
振替番号: 東京 9 6 5 0 3

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: 1 1 3
電話: 03 (941) 6500

第 16 卷 第 1 号

目 次

原 著

- 燧灘海域から分離した細菌の重金属耐性および耐性スペクトル (英文).....倉田 亮, 吉田陽一 1
- 走査電子顕微鏡によるやむし *Sagitta nagae* ALVARIÑO の繊毛感覚器官の構造永沢祥子, 丸茂隆三 7
- 網糸の伸びによるトルクの自記装置永田 正, 杉崎 馨 18
- 大和堆漁場の形成機構に関する研究 I. 海洋構造柳川三郎, 柏 俊行, 井上 清 23
- 漁獲統計からみた日本産イセエビ資源の分布 (英文).....高木 和 徳 36

寄 稿

- フランスのラングスト漁業高木 和 徳 44
- 学会記事..... 49

Tome 16 N° 1

SOMMAIRE

Notes originales

- Tolerant Spectrum to Heavy Metals in Marine Bacteria Isolated
from the Sea of HiuchiAkira KURATA and Yoichi YOSHIDA 1
- Fine Structure of Ciliary Sense Organs of a Chaetognath *Sagitta nagae*
ALVARIÑO Observed by Scanning Electron Microscopy
(in Japanese).....Sachiko NAGASAWA and Ryuzo MARUMO 7
- Automatic Recorder for Measuring the Torque Induced in Elongated
Netting Cord (in Japanese)Tadashi NAGATA and Kaoru SUGIZAKI 18
- Studies on the Formation of Fishing Ground around Yamato Bank I. Oceanographic
Structure (in Japanese)Saburo YANAGAWA, Toshiyuki KASHIWA and Kiyoshi INOUE 23
- Distribution of the Japanese Spiny Lobster Population with
Special Reference to Catch Statistics in SectionKazunori TAKAGI 36

Miscellanées

- Un aspect de la pêche française à la langouste (en japonais).....Kazunori TAKAGI 44
- Procès-Vervaux 49