

La mer

う み

昭和 62 年 11 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise
d'océanographie
Tokyo, Japon

SOCIÉTÉ FRANCO-JAPONAISE D'OcéANOGRAPHIE

Comité de Rédaction

(de l'exercice des années de 1986 et 1987)

Directeur de publication: K. TAKAGI *Rédacteur en chef:* H. SEKI

Comité de lecture: S. AOKI, Y. ARUGA, M. HANZAWA, M. HORIKOSHI, A. KAMATANI,
M. MURANO, M. OGURA, S. OKABE, H. SUDO

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

Secrétaire du Comité: Y. YAMAGUCHI

Note pour la présentation des manuscrits

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

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

Le manuscrit devra être présenté sous la forme suivante:

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

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

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

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

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

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

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

Ecological interrelationships of zooplankton in Tokyo Bay*

Sachiko NAGASAWA**

Abstract: This paper describes interrelations (predator-prey relationships and symbiosis) of the most abundant zooplankters and microorganisms in Tokyo Bay. The predation impact by *Sagitta crassa* on *Oithona davisae* was 10%. Polychaetes or unknown predators may eat 0.2% of *S. crassa*, but the predation impact by other animals on chaetognaths is unknown. Peritrich ciliates were attached to 18% of *Centropages abdominalis*. Bacterial attachment was observed in 8.5% of *Acartia omorii*. Ten percent of *S. crassa* suffered from bacteria, whereas parasitic infection took place in 2.7% of this chaetognath. Specimens of *S. crassa* in Tokyo Bay which is heavily eutrophicated by man's activities include normal, shaven, headless and deformed animals.

1. Introduction

Tokyo Bay which has an average depth of 17 m and covers an area of 1000 km² is located on the eastern side of Honshu Island, Japan. This bay is surrounded with a densely populated and industrialized area that introduces a large amount of nutrients into the bay. Frequent occurrence of red tide is due to elevated concentrations of nutrients.

This paper describes interrelations of the most abundant zooplankters (some species of copepods, *Oithona davisae* (NISHIDA, 1985), *Acartia omorii* (UEDA, 1986) and *Centropages abdominalis* and a chaetognath, *Sagitta crassa*) and microorganisms (bacteria, ciliated protozoans and trematode larvae) in Tokyo Bay. Predator-prey relationships and symbiosis are discussed; the former includes *O. davisae* - *S. crassa* and *S. crassa* - polychaetes or unknown predators, whereas the latter includes phoresis (*C. abdominalis* - peritrich ciliate *Zoothamnium*), bacterial colonization (*A. omorii* - bacteria, *S. crassa* - bacteria) and parasitic infection (*S. crassa* - larval trematode *Terrestia* sp. (SHIMAZU, 1982)). Discussion is focused on the ecological aspects of these relationships taking place in the planktonic ecosystem in Tokyo Bay.

2. Materials and methods

Samples used for predator-prey relationships

* Received September 9, 1987

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

were collected on 13 and 14 July 1979. Water samples of 10 l were collected from depths of 0, 5, 10, 15, 20 and 30 m at 4 stations (see NAGASAWA and MARUMO, 1984a) and were filtered through a 20 μ m mesh. The specimens retained on this mesh were preserved in buffered 5% formalin seawater and used for counts of adults and copepodites of *O. davisae* and *S. crassa*. Measurements of water temperature were made at each depth of water sampled. On the basis of the estimated daily ration of this chaetognath (NAGASAWA and MARUMO, 1984a), the consumption of prey/l/day was obtained, and the impact of predation by *S. crassa* on *O. davisae* was calculated. The incidence of shaven chaetognaths (NAGASAWA, 1986a) was examined for five samples consisting of 1056, 1273, 1143, 2447 and 1180 individuals.

The nine samples used to investigate phoresis were obtained from 5 January through 2 May 1985 (see NAGASAWA, 1986b). The incidence of *C. abdominalis* with the peritrich ciliate *Zoothamnium* was determined in Shinhamako (see NAGASAWA, 1984), a saline lake connected to Tokyo Bay.

Fifteen samples obtained from 13 January through 4 July 1983 (see NAGASAWA and NEMOTO, 1986) were used for determination of the incidence of *A. omorii* with bacteria. The percentage of deformed chaetognaths in 27 samples collected on 13 and 14 July 1979, and 24 and 25 June 1982 (see NAGASAWA, 1985; NAGASAWA *et al.*, 1985b) was calculated. Chaetog-

naths whose guts were infected by larval trematodes were counted in 12 samples obtained on 13 and 14 July 1979 (NAGASAWA and MARUMO, 1984b). The body lengths of 232 chaetognaths with parasites, 274 deformed animals and 672 normal animals were measured to obtain the size composition of the three groups.

3. Results

1) Predator-prey relationships

The water of the inner part of Tokyo Bay was stratified with a thermocline between 10 and 15 m. The average temperature was 24.7°C at the surface and 18.7°C at the near-bottom. The daily ration of *S. crassa* was 7.1 prey (*O. davisae*). The mean abundance of *Sagitta* (3.1 ind./l) above the thermocline results in the consumption of 14.9 prey/l/day. This is 10% of the adult copepod (*O. davisae*) population (147 ind./l) and 1% of the total prey available (1293 ind./l including copepodites and adults of this copepod).

The incidence of shaven chaetognaths was 0.4, 0.1, 0.3, 0.2 and 0.1% for five samples. The mean value was 0.2% (0.1 SD, standard deviation). This value is far lower than the incidence of chaetognaths with head damage caused by bacterial attack, ranging from 1.6 to

13.3% (NAGASAWA *et al.*, 1984; NAGASAWA, 1985). The rare occurrence of shaven chaetognaths suggests that the predation impact of polychaetes or unknown predators on *S. crassa* occurs in only 0.2% of the population (NAGASAWA, 1986a).

2) Symbiosis

Copepods (*C. abdominalis*) carrying peritrich ciliates *Zoothamnium* began to appear on 4 February and disappeared on 18 April. The incidence of such copepods ranged from 0 to 39.8% with a mean of 18.1%. A small number of *A. omorii* and some shrimp larvae were covered with *Zoothamnium*, whereas chaetognaths never carried peritrichs. Two pronounced peaks of incidence were observed, although this does not directly indicate a quantitative temporal variation in peritrich population.

The incidence of copepods (*A. omorii*) with bacteria (cf. NAGASAWA and NEMOTO, 1986) ranged from 0 to 29.1% with a mean of 8.5%; it was low in January and February and increased from January through April, and then decreased in July. The April samples had the highest incidence despite little change in environmental factors such as temperature, salinity and chemical oxygen demand (NAGASAWA and NEMOTO, 1986). On the whole, the difference

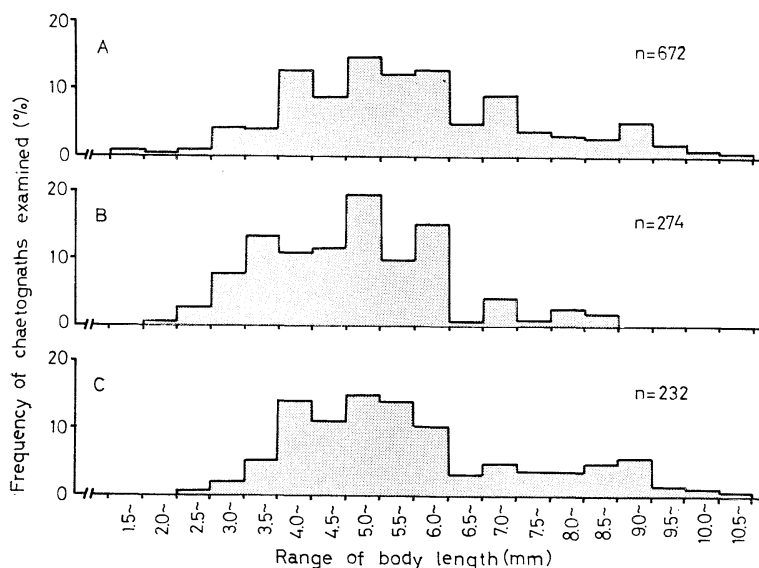


Fig. 1. Size composition of normal chaetognaths (A), deformed ones (B) and those infected with larval trematodes (C) obtained from Tokyo Bay on 13 and 14 July 1979.

in the percentage of copepods with bacteria was seasonally significant at the 1% level.

The percentage of deformed chaetognaths which became abnormally knotty and flabby in July 1979 ranged from 2.5 to 38.5% with a mean of 12.4%. In contrast, the percentage of such abnormal chaetognaths in June 1982 ranged from 0.2 to 19.1% with a mean of 3.9%, which is very low compared with the mean value in July 1979. This difference was significant at the 1% level and may be due to the difference in the year of sampling rather than to differences in month or sampling station location.

The percentage of infection by larval trematodes ranged from 0.8 to 4.7% with a mean of 2.7%. Most infected chaetognaths (88-100%) had one metacercaria and some of them had more than one. The chaetognath population in Tokyo Bay is more frequently infected with larval trematodes than in Suruga Bay (NAGASAWA and MARUMO, 1979) and the East China Sea (NAGASAWA and MARUMO, 1981). The mean body length of chaetognaths infected with larval trematodes, 5.9 mm (1.8SD), was almost the same as that of normal chaetognaths, 5.8 mm (1.7SD). Due to the lack of large specimens, however, the

mean body length of deformed chaetognaths was 5.0 mm (1.3SD). The size composition of deformed chaetognaths and those with parasites was similar to that of the normal chaetognaths, although deformed specimens larger than 9.0 mm and specimens infected with parasites less than 2.5 mm were not found (Fig. 1). The absence of larger deformed animals may be due to high mortality and slower growth rates of deformed animals as a result of being handicapped by bacterial colonization and diminished feeding (NAGASAWA, 1985; NAGASAWA *et al.*, 1985b).

4. Discussion

Some ecological features of plankton in Tokyo Bay are summarized in Fig. 2. Chaetognaths feed mostly on copepods as reported by many authors elsewhere. In contrast, data concerning predators of chaetognaths are scarce, although they are sometimes recorded as gut contents of fish or other chaetognaths. Chaetognaths with partial head, which may be attributed to predation by polychaetes or unknown predators, are occasionally found in preserved samples (PIERCE, 1951; GHIRARDELLI, 1968; FEIGENBAUM, 1979; KING, 1979; NAGASAWA, 1986a).

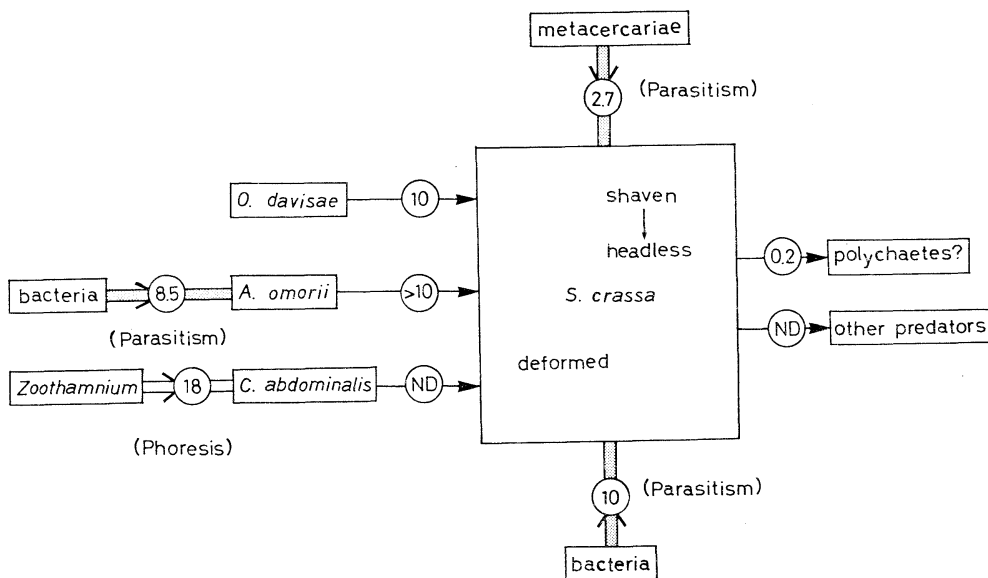


Fig. 2. Summary of interrelations among animals examined in Tokyo Bay. Encircled numbers are the mean percentages of the respective interactions taking place. ND indicates no data. Predator-prey relationships are shown with arrows. Thick shaded lines indicate parasitism, whereas a thick white line indicates phoresis.

Sagitta crassa which is the dominant chaetognath in Tokyo Bay has little impact on the prey available in summer; the number of prey eaten accounted for only 10% of the adult *O. davisae* and 1% of the copepodites and adults of this copepod. In the laboratory *S. crassa* fed on more *A. omorii* than *O. davisae* when these food organisms were separately offered (NAGASAWA and MARUMO, 1984a). They also reported that *S. crassa* 5 to 7 mm in length showed negative electivity for *O. davisae*, indicating that predators avoid *O. davisae* when three copepod species of different size were offered at the same time. The daily ration of *S. crassa* is not available in terms of the number of *A. omorii* in Tokyo Bay. In addition, there are no data on the precise density of *A. omorii*. If the predation impact of *S. crassa* on *A. omorii* which is a more preferable prey than *O. davisae* is determined, it will probably account for more than 10% of the population. Few reports are available which discuss the impact of predation on any species of chaetognath. The present study is the first attempt to estimate the impact of predation by polychaetes or some other animals on *S. crassa*.

Ciliated protozoans might be used to indicate the condition of activated sludge (CURDS and COCKBURN, 1970). *Zoothamnium* on copepods occurred in Tokyo Bay waters in 1985 for the first time since 1982 when I began to examine zooplankton there. This suggests that the quality of water is changing, although it remains obscure whether the quality is improving or not.

Unlike phoresis, bacterial colonization of copepods (*Acartia* spp.) occurred prior to 1985 not only in Tokyo Bay but also in coastal waters in different parts of the world (NAGASAWA, 1986c). Very little data on viable bacterial counts and microflora in the areas studied are available. The tendency for bacteria to become attached to copepods may depend on the physiological activity and developmental stages of copepods rather than on bacterial numbers in the water (NAGASAWA, 1986c). Vibrionacean bacteria were few or absent in the inner part of Tokyo Bay in 1972 (SIMIDU *et al.*, 1977), whereas they accounted for 20 to 40% of bacterial flora in 1964 to 1965 (KANEKO *et al.*, 1969). Such a change in bacterial flora may indicate

the advance of eutrophication in Tokyo Bay, since the abundance of Vibrionaceae is low in the seawater of eutrophic areas as reported by SIMIDU and TAGA (1980). Although the species of bacteria associated with copepods were not determined, it is likely that *Vibrio* are present in colonies of bacteria as SIMIDU *et al.* (1971) and NAGASAWA *et al.* (1985a) suggested. The growth of *Vibrio* is inhibited by *Skeletonema costatum* in mixed culture (KOGURE *et al.*, 1979). In January a red tide of *S. costatum* occurred at the time of plankton collection. This implies that the presence of *S. costatum* has an effect of the numbers of *Vibrio*. It is of importance to examine this relation in Tokyo Bay where red tides of *S. costatum* frequently occur and the incidence of copepods with bacteria seasonally changes.

Copepod-bacteria associations can be parasitic, since scars representing sites of previous bacterial attachment which seem to have damaged the copepod exoskeleton can be found (NAGASAWA, 1986d), and in addition the bacterial invasion of the inner part of the copepod was shown to occur in some individuals (NAGASAWA, 1986d).

Bacterial colonization was often found in the muscles of deformed chaetognaths, and the musculature of the body wall looked as though it had degenerated (NAGASAWA, 1985; NAGASAWA *et al.*, 1985b). As a result, chaetognaths with bacteria changed shape and appeared quite distinct from normal animals. I found deformed chaetognaths with food, sperm balls (NAGASAWA, 1987) and parasites. In other words, some chaetognaths with bacteria not only contained copepods and parasites in their guts but also had sperm balls on the body evidencing reproductive behaviour. However, feeding and reproductive activity are greatly reduced in these deformed animals (NAGASAWA, 1985; NAGASAWA *et al.*, 1985b), further suggesting that chaetognath-bacteria associations are parasitic.

Chaetognath-metacercaria associations are a common form of parasitism. This parasitic infection was found in 2.7% of the chaetognath population in Tokyo Bay. Chaetognath-bacteria associations were higher (12.4%) than or similar (3.9%) to parasitic infections. Copepod-bacteria associations were observed in 8.5% of the copepod population. In short, more or less 10% of

each of copepod and chaetognath population in Tokyo Bay suffer from bacteria and such chaetognaths are somewhat more abundant than those with parasites. In addition, the mean body length of deformed chaetognaths was smaller than that of normal chaetognaths as well as those infected with parasites. These findings suggest that bacterial colonization of chaetognaths is more serious than parasitic infection and that the former has substantial effects on the mortality and/or growth rate of chaetognath populations.

Acknowledgements

I thank Prof. T. NEMOTO for his interest in this study, Mr. N. NAKATA for providing plankton samples obtained from 13 January through 4 July 1983, and the captain, crew members and scientists on board the R/V Tansei Maru for their cooperation at sea. Thanks are due to Mr. and Mrs. Y. HASUO who made sampling in Shinhamako possible.

References

- CURDS, C. R. and A. COCKBURN (1970): Protozoa in biological sewage-treatment processes-II. Protozoa as indicators in the activated-sludge processes. *Water Res.*, **4**, 237-249.
- FEIGENBAUM, D. (1979): Predation on chaetognaths by typhlocoelid polychaetes: one explanation for headless specimens. *J. Mar. Biol. ASS. U. K.*, **59**, 631-633.
- GHIRARDELLI, E. (1968): Some aspects of the biology of the chaetognath. p. 271-375. *In* F. S. RUSSELL and M. YONGE (eds.): *Advances in Marine Biology*, Vol. 6. Academic Press, NY.
- KANEKO, S., S. NAGAOKA, B. TAKEHARA and S. KOGANEI (1969): Hygienic studies on the microflora of fresh fish I. Microflora in Tokyo Bay. *J. Jap. Veteri. Med. Ass.*, **22**, 15-20.
- KING, K. R. (1979): The life history and vertical distribution of the chaetognath, *Sagitta elegans*, in Dabob Bay, Washington. *J. Plankton Res.*, **1**, 153-167.
- KOGURE, K., U. SIMIDU and N. TAGA (1979): Effect of *Skeletonema costatum* (GREV.) CLEVE on the growth of marine bacteria. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **36**, 210-215.
- NAGASAWA, S. (1984): Laboratory feeding and egg production in the chaetognath *Sagitta crassa* TOKIOKA. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **76**, 51-65.
- NAGASAWA, S. (1985): Ecological significance of deformed chaetognaths associated with bacteria. *Bull. Mar. Sci.*, **37**, 707-715.
- NAGASAWA, S. (1986a): Will head-damaged chaetognaths become headless? *J. Plankton Res.*, **8**, 1217-1220.
- NAGASAWA, S. (1986b): The peritrich ciliate *Zoothamnium* attached to the copepod *Centropages abdominalis* in Tokyo Bay waters. *Bull. Mar. Sci.*, **38**, 553-558.
- NAGASAWA, S. (1986c): The bacterial adhesion to copepods in coastal waters in different parts of the world. *La mer*, **24**, 117-124.
- NAGASAWA, S. (1986d): High incidence of copepod-bacteria associations in Tokyo Bay waters and Woods Hole waters. *La mer*, **24**, 177-185.
- NAGASAWA, S. (1987): Sperm emission in the chaetognath *Sagitta crassa*. *J. Plankton Res.*, **9**, 755-759.
- NAGASAWA, S. and R. MARUMO (1979): Parasites of chaetognaths in Suruga Bay, Japan. *La mer*, **17**, 127-136.
- NAGASAWA, S. and R. MARUMO (1981): Chaetognaths as food of demersal fishes in the East China Sea. *Bull. Seikai Reg. Fish. Lab.*, (56), 1-13.
- NAGASAWA, S. and R. MARUMO (1984a): Feeding habits and copulation of the chaetognath *Sagitta crassa*. *La mer*, **22**, 8-14.
- NAGASAWA, S. and R. MARUMO (1984b): Parasitic infection of the chaetognath *Sagitta crassa* TOKIOKA in Tokyo Bay. *Bull. Plank. Soc. Japan*, **31**, 75-77.
- NAGASAWA, S. and T. NEMOTO (1986): The widespread occurrence of copepod-bacterial associations in coastal waters. *Sylogus*, (58), 379-384.
- NAGASAWA, S., U. SIMIDU and T. NEMOTO (1984): Bacterial invasion of chaetognaths under laboratory and natural conditions. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **40**, 327-333.
- NAGASAWA, S., U. SIMIDU and T. NEMOTO (1985a): Scanning electron microscopy investigation of bacterial colonization of the marine copepod *Acartia clausi*. *Mar. Biol.*, **87**, 61-66.
- NAGASAWA, S., U. SIMIDU and T. NEMOTO (1985b): Ecological aspects of deformed chaetognaths and visual observations of their periphytes. *Mar. Biol.*, **87**, 67-75.
- NISHIDA, S. (1985): Taxonomy and distribution of the family Oithonidae (Copepoda, Cyclopoida) in the Pacific and Indian Oceans. *Bull. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo*, (20), 1-167.
- PIERCE, E. L. (1951): The chaetognaths of the west coast of Florida. *Biol. Bull.*, **100**, 206-228.
- SHIMAZU, T. (1982): Some helminth parasites of marine planktonic invertebrates. *J. Nagano-ken Junior Coll.*, (37), 11-29.
- SIMIDU, U. and N. TAGA (1980): Microbiological survey in Tokyo Bay and its adjacent areas.

- Bull. Coast. Oceanogr., **17**, 108-112.
SIMIDU, U., K. ASHINO and E. KANEKO (1971):
Bacterial flora of phyto- and zooplankton in the
inshore water of Japan. Can. J. Microbiol., **17**,
1157-1160.
SIMIDU, U., E. KANEKO and N. TAGA (1977):

- Microbiological studies of Tokyo Bay. Microbiol.
Ecol., **3**, 173-191.
UEDA, H. (1986): Taxonomic reexamination and
geographic distribution of copepods known as
Acartia clausi in Japanese coastal and inlet
waters. J. Oceanogr. Soc. Japan, **42**, 134-138.

東京湾における動物プランクトンの生態的相互関係

永 沢 祥 子

要旨: 東京湾に卓越する動物プランクトンどうし及び動物プランクトンと微生物の相互関係(捕食-被捕食および共生)について述べる。やむし *Sagitta crassa* によるかいあし類 *Oithona davisae* への捕食率は10%であった。多毛類などによる *S. crassa* への捕食率は約0.2%と計算されたが、多毛類以外の生物によるやむしへの捕食の実態はまだ不明である。つりがねむしはかいあし類

Centropages abdominalis の18%に付着していた。細菌の付着はかいあし類 *Acartia omorii* の8.5%に観察された。*S. crassa* の10%が細菌に感染していたのに対し、寄生虫の感染は2.7%のやむしに起こっていた。人間活動の影響を強く受けて富栄養化した東京湾にすむ *S. crassa* は、正常なもの、著しく変形したもの、坊主になったもの、頭のないものを含んでいる。

瀬戸・海峡部における流れの特性, ドップラープロファイラーによる流速測定*

高杉由夫**・肥後竹彦**・埜口英昭**

Characteristics of velocity distributions in a strait: Current measurements by Doppler Current Profiler*

Yoshio TAKASUGI**, Takehiko HIGO** and Hideaki NOGUCHI**

Abstract: Current measurements by Doppler Current Profiler (DCP) were made along two sections in the Neko Seto strait, a small strait in the western part of the Seto Inland Sea. The currents in the strait are vertically uniform and semi-diurnal tidal currents are predominant. The currents vary from eastward flow to westward flow, mostly normal to the strait and a strong eastward current, caused by topographical effect, reversal to the westward transport is observed near the southern end of the strait.

Further, the extent of the recirculation region or the region with reversal currents is estimated by the experimental results in an open-channel flume. The region may be defined by the ratio of reattachment length to protruding topography length, which is about 4 in the strait.

1. まえがき

瀬戸内海のように多数の島々が散在する海域では、多くの瀬戸や海峡などの海峡群があり、この海峡群を通じて内海内の海域相互間や、内海外の他の海域とつながっている。これら海峡群における流れの特性は、それにつながる海域の水位、流れなどの物理的諸特性を支配し得るほど、海域の水理現象にとって重要な役割を果たしていると考えられる。一方、明石および鳴門海峡の海水交換の研究(清水・川村, 1981; 今里・淡路, 1982)にみられるように、人間の生産活動や生活に密接に関係する沿岸海域の物質循環を解明するためにも、海峡群を通しての海水交換が重要であることが注目されている。海峡群では流れが激しく、係留系による通常の流速測定が困難であることなどのため、流れについての実測データは

非常に乏しく、断面の流速分布など流れの構造については未知の点が多い。このため、海峡群の水理にとって最も基礎的な要素である流れの実態を知ることは非常に意義のあることである。

海峡強流域の流れを、従来のように係留線による流速計で測定することは不可能であると考えられるが、近年、船で航走しながら海中の多層の流速が測定できる超音波ドップラープロファイラー(DCP)が開発されている(松澤ら, 1985; 山県・神崎, 1985)。そこで、このDCPを使用して、瀬戸内海の小瀬戸で瀬戸断面の流速分布の測定を行った。

ここでは、瀬戸における流速分布の実態を述べるとともに、この測定から観測された地形形状の急激な変化に伴う逆流現象について報告する。

2. 測定方法

流速分布の測定は、瀬戸内海の安芸灘北部に位置する広島県の呉市と下蒲刈島との間にある猫瀬戸を対象として行った(Fig. 1)。猫瀬戸は幅が約1kmの狭い瀬戸

* 1987年8月14日受理 Received August 14, 1987

** 中国工業技術試験所 海洋利用研究室,
〒737-01 広島県呉市広末広2-2-2
Government Industrial Research Institute, Chu-
goku, Hiroshiro 2-2-2, Kure, Hiroshima,
737-01 Japan

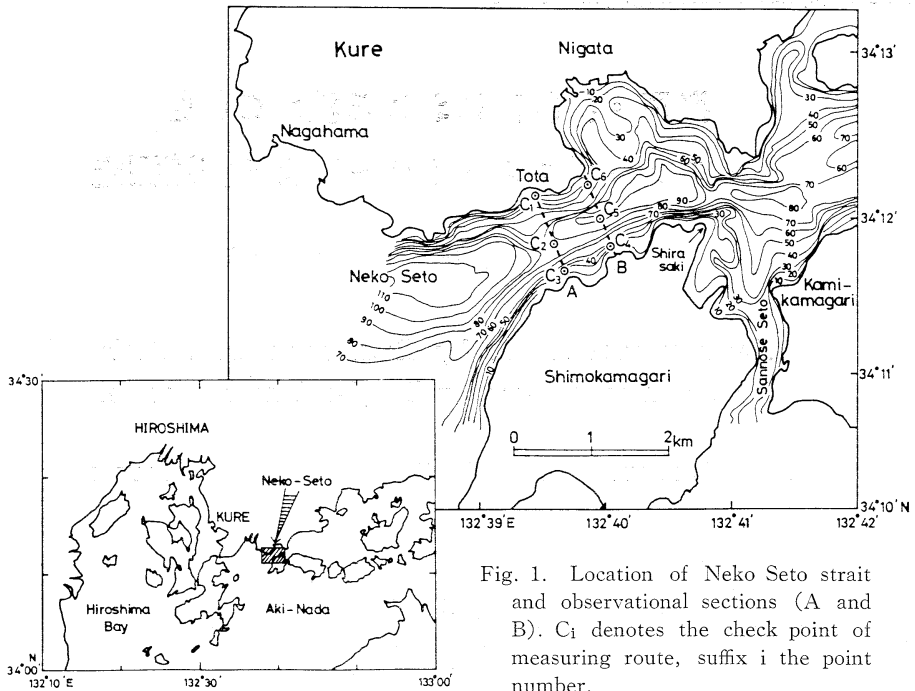


Fig. 1. Location of Neko Seto strait and observational sections (A and B). C_i denotes the check point of measuring route, suffix i the point number.

で、最狭部付近の水深は最大90mである。この瀬戸のすぐ東側にも三之瀬瀬戸という安芸灘につながる小さな瀬戸があり、瀬戸の流れは上げ潮時には、猫瀬戸では東向き、三之瀬瀬戸では北向きの流れとなり、上蒲刈島の北側の海域で合流して東向きに流れる。また、下げ潮時には、猫瀬戸は西向き、三之瀬瀬戸は南向きの流れを示す。

測定期間は、大潮期を少し過ぎた1985年8月19日10時から20日10時までの25時間である。Fig. 1のA, Bの2断面において、DCPを装備した船(5t)で航走しながら瀬戸断面の流速を測定した。A断面の C_1 点から出発して C_2, C_3 , B断面の C_4, C_6 の順に5~6ノットで航走し、これを1時間毎25回連続して測定した。この間、測定中の位置確認のために設けたマーカーブイで測定位置をチェックした。1回の断面流速測定に要した時間は約20~25分である。

使用したDCP(日本無線社製)は測定可能深度が2~100m(水深5m以上で水深の80%以内の範囲)、測定層の厚さは2m(40m以浅の場合)と6m(水深40~100m)であり、測定層数は最大16層である。この装置の測定性能については、測定船を停船係留して、静止状態でのMTCM-4型流速計との測定比較がある(松澤ら, 1985)。そこで、航走時での性能を調べるため、航路灯浮標にアンデラー流速計(RCM)を係留し、その回りを半径約50

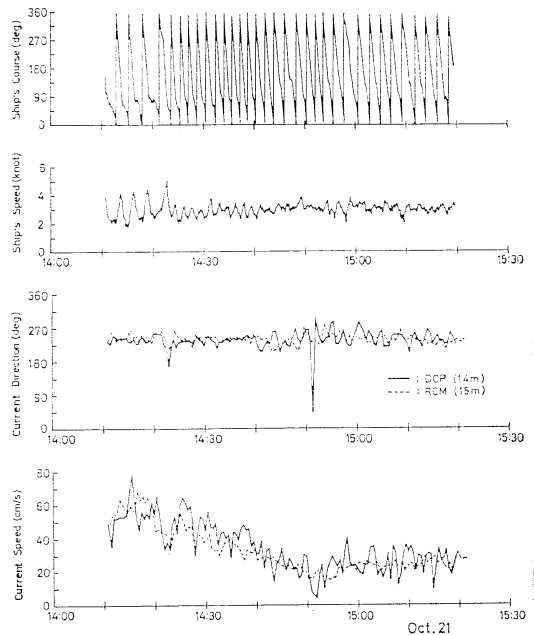


Fig. 2. Time series of ship's course, ship's speed, current directions and current speeds by DCP and RCM. The former turned with a radius of 50m around a moored Aanderaa Current Meter (RCM). DCP denotes the Doppler Current Profiler.

mで回りながら DCP で流速を測定した (Fig. 2)。このときの船速は3~4ノットである。RCMに比べてDCP

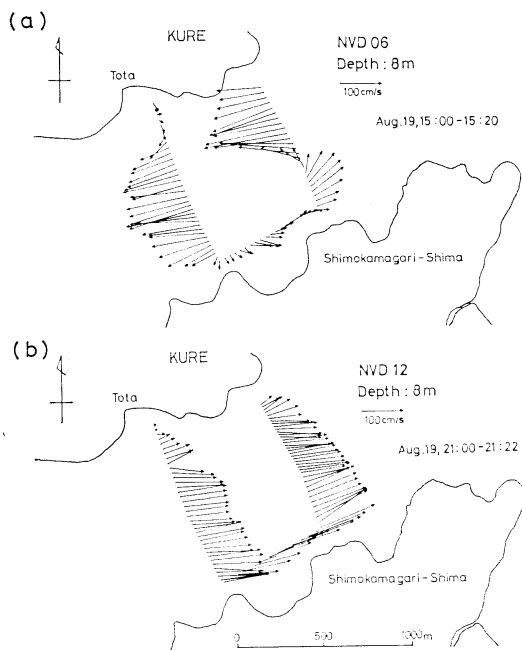


Fig. 3. Horizontal velocity vectors measured by DCP at maximum westward flow (a) and maximum eastward flow (b) in Neko Seto strait. NVD 06 means that NVD represents the title name of data observed and 06 shows the 6th of observations which were conducted at every one hour.

の方が変動が大きいものの、これは両者のサンプリング間隔の違いから生じていることもあり、この点を除けば、流向、流速ともよく対応している。この結果からみて、DCPの測定値は従来の係留系による測定方法による値と本質的な差はみられないことが明らかにされた。

DCPによる猫瀬戸の測定では、測定層の厚さを6mとし、1.5秒間隔で得られる生データに平均化時間20秒の平滑化を施したものを3秒間隔で収録した。

3. 測定結果

3.1. 断面流速分布

断面流速測定結果の一例を Fig. 3 に示す。図は西流最強時(下げ潮最強)および東流最強(上げ潮最強)の水平流速ベクトルで、第一層、水深8mにおけるものである。猫瀬戸の最大流速は西流時に現われ、2 m/s 強の流速値を示す。西流最強時には、西側のA断面では戸田の岸近くで流れが弱く、この付近から瀬戸中央に向かって水平シアーは大きいものの、強流帯は幅広く分布している。これに対して、東側のB断面では下蒲刈島側で東向きの流れとなっており、大きな逆流が見られる。この逆流の最大流速はほぼ1 m/sにも達し、逆流域は瀬戸中央部近くまで及んでいる。この大きな逆流は、下蒲刈島の白埼付近の、瀬戸に突出した地形のため一旦狭まった瀬戸断面が、すぐ西で急激に広がったことにより、流れにはく離が生じたものと考えられる。一方、東流最強時の流速分布は、A、B両断面とも逆流域もなく、水平シアーも小さく、ほぼ一様な流速分布を示している。

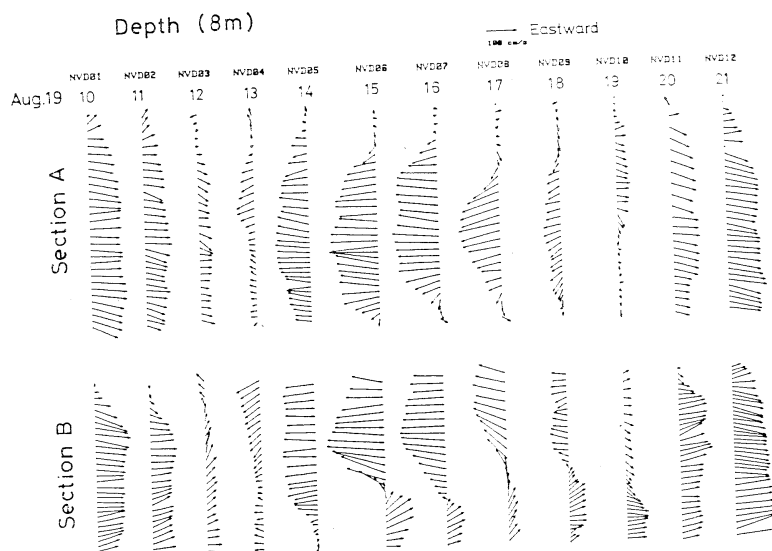


Fig. 4. Temporal change of horizontal velocity vectors at 8m depth.

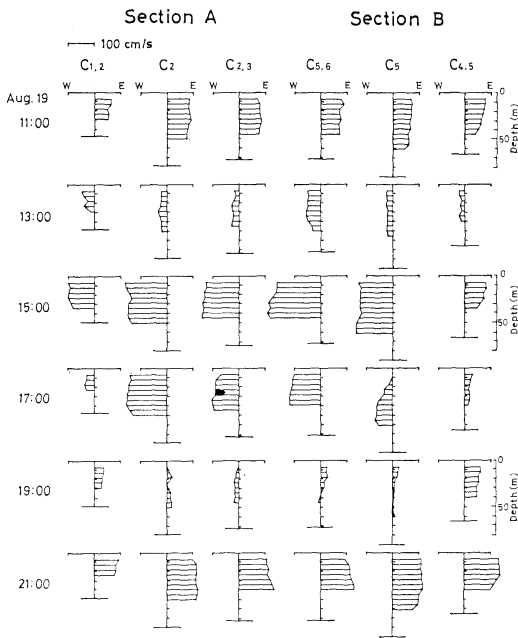


Fig. 5. Vertical distributions of the current normal to the section at specific points. The $C_{i,j}$ denotes the middle point between C_i and C_j . Currents near the bottom cannot be measured, because the range of DCP measurements is limited within 80 per cent of the depth.

このように瀬戸部では複雑な地形のため、上げ潮時と下げ潮時とで流速分布の様相が大きく異なることが明確に示されている。

Fig. 4 は水平流速ベクトルの一潮汐間における変化を示したもので、第一層、水深 8 m のものである。A, B 両断面とも西流時において流速の水平シアーは大きい。特に、B 断面では西流最強時の 1 時間前頃から下蒲刈島側での逆流が始まって、最強時に最も大きくなり、この逆流は東流に転流するまで続いている。一方、東流時においては両断面とも水平シアーも小さく、ほぼ一様に流れていることがわかる。

Fig. 5 は A, B 断面、それぞれ 3 地点における断面に直角な水平流速成分の鉛直分布を示したものである。図は一潮汐間の変化を 2 時間おきに示しているが、いずれの場合も流速の鉛直シアーは小さく、流れの激しい瀬戸部の流速分布は、鉛直的にはほとんど一様であるといえる。

Fig. 6 は A, B 両断面の鉛直平均流速の時間変化を示したものである。下蒲刈島側の測点 (C_3 および C_4)

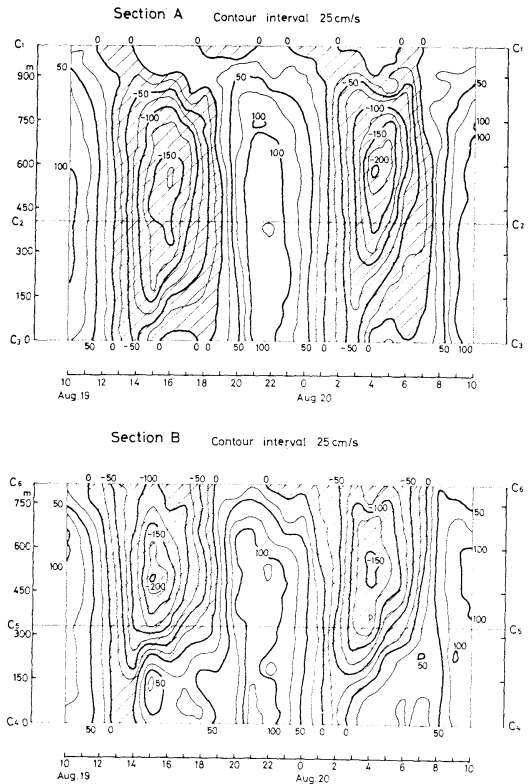


Fig. 6. Time sequences of axial current, the normal component of the vertically averaged current. Shaded portions indicate the westward flow.

位置を基準として断面の位置を表している。両断面とも最大流速を示す位置は瀬戸中央部よりやや呉側に存在している。流れは西流の方が速く、最大 2 m/s である。A 断面が、 C_1 点付近を除いて等値線は瀬戸断面と平行になっており、流速は断面全体で時間と共にほぼ一様に変化しているのに対して、B 断面では島側の逆流のため、等値線の形は複雑になっている。西流最強時のこの逆流域は C_4 点から 220~230m (逆流の中心は約 150m) の位置にある。このような逆流域においては、恒流成分と 1/4 日周期成分が大きく観測されることになる。Table 1 は A, B 両断面の特定点における鉛直平均流速の 25 時間の資料から 1 日、半日、1/4 日周期潮群について調和分解した結果である。次節に示すように、断面流量は半日周期で規則正しく変動しているのに対して、流速については、断面中央部の $C_{1,2}$, C_2 , $C_{2,3}$, C_3 , $C_{3,4}$ 点では半日周期成分が強いが、岸近くの C_1 , C_3 , C_6 および強い逆流の生じていた C_4 , $C_{4,5}$ では、恒流成分および

Table 1. Harmonic analysis of velocity at specific points. D1, D2, D4 and V0 denote diurnal tide, semi-diurnal tide, 1/4 diurnal tide and residual component, respectively. Phase is shown in lag from 0000 20 August 1985.

		D1		D2		D4		V0
		Amp. (cm/s)	Phase (deg)	Amp. (cm/s)	Phase (deg)	Amp. (cm/s)	Phase (deg)	(cm/s)
Sec. A	C ₁	2.1	313	15.2	34	13.0	115	8.7
	C _{1,2}	12.8	5	103.0	55	5.8	345	-6.6
	C ₂	19.0	8	135.5	61	18.1	340	-17.6
	C _{2,3}	18.4	65	122.7	58	4.0	345	-6.0
	C ₃	8.3	56	70.3	50	25.6	139	20.7
Sec. B	C ₄	16.6	16	36.4	28	29.7	130	43.0
	C _{4,5}	14.9	336	57.0	31	19.7	161	33.3
	C ₅	17.2	58	123.2	52	10.4	277	-5.7
	C _{5,6}	19.4	54	130.5	54	8.3	324	-15.0
	C ₆	9.0	89	62.2	41	11.7	355	-29.4

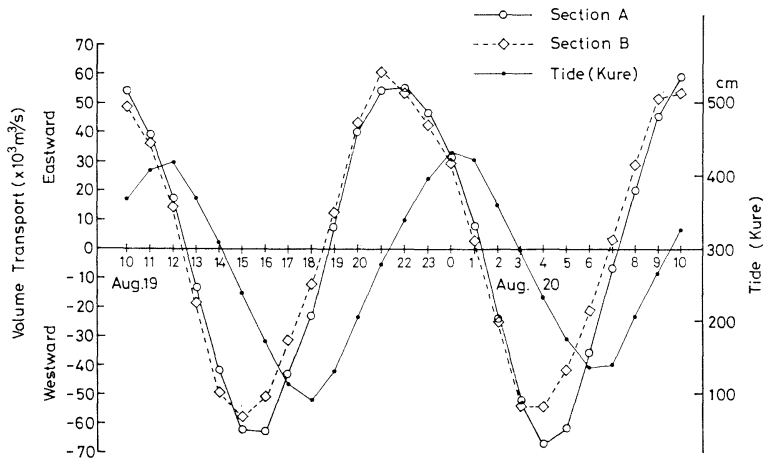


Fig. 7. Time series of the volume transport.

1/4日周期成分が強く, C_{4,5}点では, 恒流成分は半日周期成分の58%, 1/4日周期成分は35%にも達している。

このように, 猫瀬戸のような狭い範囲においても, 断面内の位置によって, 流れの状態が著しく異なることが明らかにされた。

3.2 断面流量

Fig. 7は断面の流速を積分して求めた断面流量の25時間における時間変化を示したものである。A断面とB断面では測定時間に少しずれがあり, B断面の方が平均して約10分程度遅れて測定されているため, 図中ではB断面の位相が少し進んでいるように描かれている。測定時における最大流量は $70 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度である。A, B両断面の流量は等しくなるはずであるが, 西流最強時頃にその差が大きく, 最大 $15 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の差がみられ

る。この理由として, 測定にかからない岸近くや海底付近の流量が影響しているためか, 逆流がみられるような大きなシアアのあるところでの測定誤差が大きいためか, あるいは, 測点の位置, 取り方に問題があるためかなどが考えられる。しかし, この西流最強時以外では両断面とも流量はほぼ等しくなっており, 現地での瀬戸断面における流量測定としてはよい結果を示している。

A, B両断面の流量の調和分解結果をTable 2に示す。流量はほとんど半日周期で変動しており, その振幅は $55 \sim 59 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ である。これらは大潮期を少し過ぎた頃の一昼夜観測の結果に基づいたものであるが, 過去の潮流観測資料(海上保安庁, 1982)を基に, M₂およびS₂分潮に対する流量の調和定数を計算してみると, 振幅はM₂が $48 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$, S₂が $17 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ とな

Table 2. Harmonic analysis of volume transport. Symbols are the same as in Table 1.

	D1		D2		D4		V0 (10 ⁹ m ³ /s)
	Amp. (10 ³ m ³ /s)	Phase (deg)	Amp. (10 ³ m ³ /s)	Phase (deg)	Amp. (10 ³ m ³ /s)	Phase (deg)	
Section A	7.41	26	59.4	57	1.93	322	-2.96
Section B	7.25	38	54.9	49	1.34	211	0.75

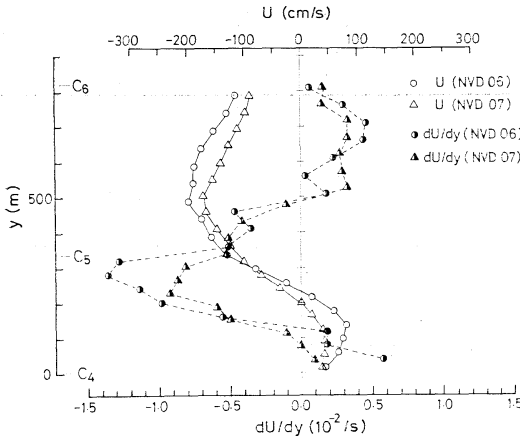


Fig. 8. Distributions of mean velocity U and velocity gradient dU/dy in section B at reverse flow occurrence. y denotes distance along the section from point C_4 .

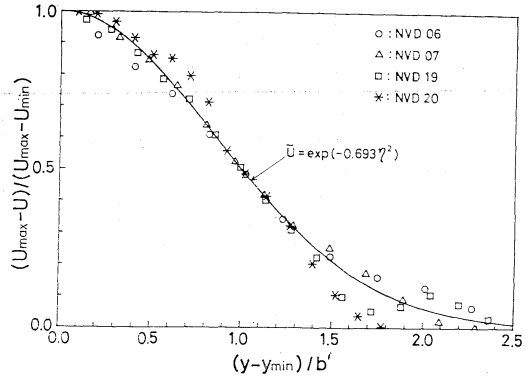


Fig. 9. Comparison of the velocity distributions at reverse flow occurrence with the Gaussian distribution. U_{max} and U_{min} are maximum and minimum velocities at section B, respectively.

り、猫瀬戸の大潮期における半日周期の流量振幅は、 $65 \times 10^9 \text{m}^3/\text{s}$ 程度になる。

4. 逆流域の流速分布特性と範囲

ここでは、従来からの測定方法では捉えられなかったような地形性による逆流現象について検討してみる。

Fig. 8 は逆流の起こっている NVD 06 および NVD 07 における断面に直角方向の流速（鉛直平均）とその水平シアアの分布である。この分布はデータ数 7 個、水平距離にして約 45m 間の平均値から求めたものである。NVD 06 が西流最強時で、NVD 07 はそれより流速が少し弱まった頃のものであり、NVD 06 に比べて逆流域も小さい。水平シアア dU/dy のもっとも強いところは、いずれも、逆流域よりやや順流（西流）域に入った付近に位置しており、NVD 06 では、 C_4 点から約 270m の位置で、絶対値で最大 $0.014/\text{s}$ となっている。このように、この逆流域の逆流側から順流側にかけては強い過度の形成がみられる。

Fig. 9 は大きな逆流のみられる NVD 06, 07, 19, 20 における流速分布を次のガウス分布で近似したもので

ある。

$$\tilde{U} \equiv \frac{U_{max} - U}{U_{max} - U_{min}} = \exp(-\alpha\eta^2)$$

$$\eta \equiv (y - y_{min})/b$$

ここで、 U は流速、 U_{max} 、 U_{min} は断面での最大流速および最小流速であるが、 U_{min} は最大の逆流速度でもある。 y は C_4 点からの距離で、 y_{min} は U_{min} となる距離、 b は流速が U_{min} の位置から $(U_{max} - U_{min})/2$ になる点までの距離、 $\alpha = 0.693$ である。

NVD 20 については、このガウス分布からのずれが少し大きい、全体的にみると、この曲線で近似でき、地形形状の急激な変化によって生ずる逆流域の流速分布は、開水路流れ等において混合層で成立するとされているガウス分布にはぼしたがるものと考えられる。

水路断面の急激な変化によって生ずる逆流現象については、水路の水門や堰の背後に生ずるはく離流として水工学の分野では重要視され、古くから実験的研究がなされてきた。ここでは、猫瀬戸の西流時における逆流現象を断面急拡部流れの開水路実験結果（津津ら、1986）と対比してみる。

瀬戸の流れは水深 10m 以浅の地形に支配されるものと

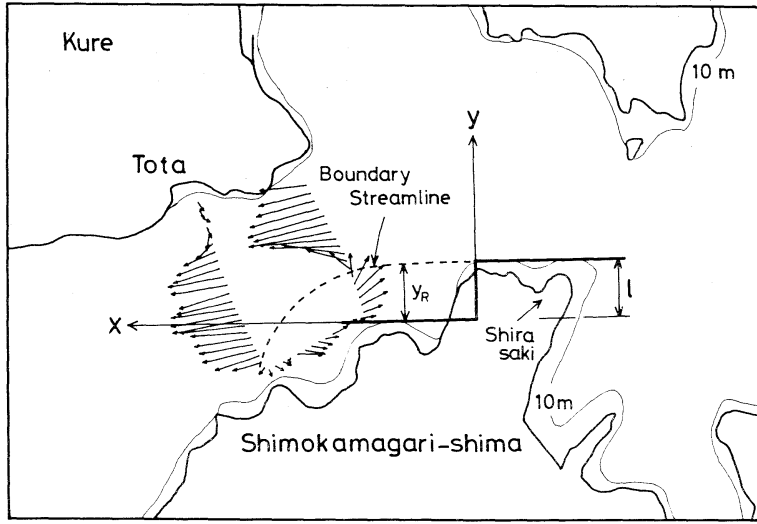


Fig. 10. Schematic diagram of the coordinate system for analysis of recirculation region. l denotes the protruding topography length, y_R the length between x-axis and boundary streamline.

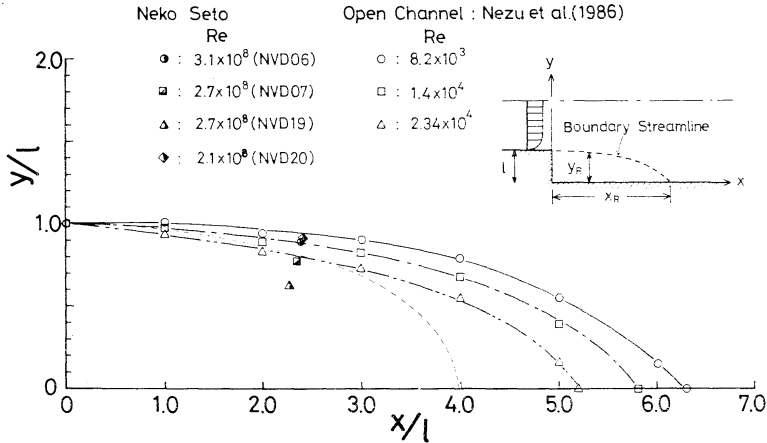


Fig. 11. Boundary streamline in open-channel step flow and in the reverse flow at the Neko Seto strait. Re denotes the Reynolds number, x_R the reattachment length. Open symbols stand for the experimental results in an open-channel flume (NEZU *et al.*, 1986), half closed symbols for the Neko Seto reverse flow.

し, Fig. 10 に示すように, 西向きを x 軸, 北向きを y 軸とし, 東側から入ってきた流れが, 白埼の突出部をすぎたところから急に断面が広がることにより, その背後にはく離を伴った局所流ができるものと考え, 一次元開水路実験における段落流れなどと同じ取り扱いができるとして, はく離流線を求める。はく離流線 y_R は流速を U , 水深を h としたとき, $\int_0^L U h dy = 0$ となる点 L と

して定義する。

Fig. 11 は, 猫瀬戸の B 断面におけるはく離位置 y_R と祢津ら (1986) の段落流れの開水路実験によるはく離流線を示したものである。ここで, 猫瀬戸でのレイノルズ数 $Re = V l / \nu$ は断面平均流速 V , 地形突出部の長さ l , $\nu = 0.01$ として求めた。実験では Re 数は $10^3 \sim 10^4$ であるのに対し, 瀬戸の流れは 10^8 のオーダーであ

る。実験結果から、はく離流線は Re 数が増加するにしたがって減少する傾向がみられる。しかし、猫瀬戸での結果は、水路実験の結果のような一定の傾向は示さず、 y_R の位置は $x/l=2.3\sim 2.5$ で、 $y/l=0.65\sim 0.9$ とバラついている。さらに、はく離流線が x 軸と接する点、すなわち再付着点 x_R については、苅津ら (1986) は過去の開水路実験の結果 ($Re=2.5\times 10^3\sim 3.7\times 10^4$) をまとめた。それによれば、 Re 数が増加すると x_R は減少し、Fig. 11 に見られるように逆流域は小さくなり、逆流流量も減少する。また、 x_R/l はほぼ 5 に収束するようである。

猫瀬戸での観測結果からは直接この x_R を求めることはできないが、A断面の流速分布では逆流が生じていないことから、このA断面の位置が x_R にあたると推定して x_R/l を求めると、約 3.8 となる。この値は実験における推定値 $x_R/l=5$ よりも小さいが、これは瀬戸部での流れが Re 数 10^3 と開水路の流れよりも 10^4 もオーダーが大きいことから x_R/l の値も小さくなることが考えられ、瀬戸部での地形形状に伴う逆流域の範囲 x_R/l は 4 程度であると推定される。

複雑な瀬戸においての一次元化や座標の取り方など、検討すべき点もあるが、はく離流線や逆流域の範囲については開水路における実験と同じような取り扱いができると考えられる。

5. あとがき

DCP を用いて瀬戸断面の流速分布の測定を行った。その結果、流速分布は鉛直的にはほぼ一様であること、

瀬戸の複雑な地形の変化により、西流時には地形性ははく離に伴う大きな逆流現象が観測され、上げ潮時と下げ潮時とで流速分布の様相が大きく異なることなど、従来の係留系による流速測定では捉えられなかった瀬戸断面内の流れの実態を知ることができ、さらに、断面流量も正確に把握することができた。また、逆流現象についても、過去になされた開水路実験結果と比較して、その範囲についての検討を試みた。

この逆流現象を含めて、複雑な海峡群の流れの構造を明らかにするためには、さらに観測を重ねて、詳細なデータの蓄積を待たねばならないが、本報告はその足掛りとなるものと考えられる。

文 献

- 今里哲久・淡路敏之 (1982) : 明石・鳴門海峡を通しての海水交換の数値実験. 沿岸海洋研究ノート, **20**, 19-32.
- 松澤誠二・甲斐源太郎・神崎 正 (1985) : 小型超音波ドップラー式流況精査装置の開発. 海洋科学技術センター試験研究報告, **15**, 111-122.
- 苅津家久・中川博次・天野邦彦 (1986) : 開水路段落ちにおける剥離流の乱流構造に関する研究. 第30回水理講演会論文集, p. 601-606. [土木学会, 東京]
- 清水浩輔・川村雅彦 (1981) : 明石海峡を通じたの海水交換. 海と空, **57**, 41-56.
- 海上保安庁 (1982) : 水路部 観測報告 (潮汐編), 17 [海上保安庁, 東京. 86pp.]
- 山県 守・神崎 正 (1985) : 高度システム化による本四明石海峡大橋建設海域の調査. 土木学会誌, **9**, 9-16.

Salinity effect on the growth rate of bacterioplankton in the Teshio River estuary during winter*

Takeshi NAGANUMA** and Humitake SEKI**

Abstract: The Teshio River estuary in northern Japan has a "salt wedge", creating three layers—surface (river water), bottom (seawater) and intermediate (river-sea interface). Growth rates of bacterioplankton from these layers were determined under variable salinity conditions (0-50‰) during winter including freezing period. Sample bacterioplankton showed varying degree of halophilism (growth in salt conditions), ranging from nonhalophilic (surface) to slight halophilic (bottom) with the interface (intermediate) layer neither distinctly nonhalophilic nor halophilic characteristics. Bacterioplankton were also shown to be salt-tolerant at or near their optimal growth temperatures. These results suggest that bacterioplankton contribute more to estuarine productivity in winter when primary phytoplankton production declines.

1. Introduction

Since primary productivity is low in subarctic estuaries, heterotrophic bacteria greatly influence their productivity. The bacterial support of estuarine food webs through detritus food chains has been shown by: 1) high bacterial activities in water column (SEKI *et al.*, 1969) and sediments (SIZEMORE *et al.*, 1973), 2) nutrient value of detritus bacteria (DARNELL, 1961; PAERL, 1974), and 3) interaction between bacteria and bacteriovors in waters and sediments (ZOBELL, 1946; CHUA and BRINKHURST, 1973).

Estuarine bacteria have been categorized as halophiles (requiring salt) of marine origin, non-halophiles of freshwater origin, and indigenous bacteria acclimatized to the brackish environment (e.g., SEKI *et al.*, 1969; COLWELL *et al.*, 1981). Their response to salinity, however, has been studied primarily with isolates (e.g., STANLEY and MORITA, 1968; SINGLETON *et al.*, 1982a; 1982b). To better understand bacteria halophilism and its ecological importance in estuaries, growth studies of natural bacterioplankton are preferable. Such bacteria are free-living and probably more numerous than attached epibacteria, but show relatively less metabolic activities (review in PEDROS-ALIO and BROCK, 1983; else, BELL and ALBRIGHT, 1982; PALUMBO *et*

al., 1984; ALBRIGHT *et al.*, 1986; CLARKE and JOINT, 1986). Furthermore, bacterioplankton can be more easily studied since standing stock and *in situ* growth rates can be estimated by direct microscopy, giving an approximation of their importance to estuarine productivity.

Estuarine environments in the subarctic zone are physically stable during winter because of both low water discharge from terrestrial snow and the dampening effect of surface ice on river water movement. This stability makes winter the best season to study the relationship between bacterial halophilism and the salt environment of the estuary.

In northern Japan, the Teshio River estuary shows these conditions, hence was suitable for studying salinity effects on the growth of bacterioplankton collected from layers of varying salinity.

2. Materials and methods

The Teshio River of Hokkaido is the fourth longest river in Japan (256 km) and has the tenth largest area of watershed (5,590 km²). Its estuary is a "positive estuary", i.e., evaporation is less than the volume of entering freshwater (MCLUSKY, 1981). The seawater intrusion is more than 15 km along the river bottom, thus it is a "salt wedge type" (SEKI and EBARA, 1980). At its lowest course, the river flows parallel to the coast line but is forced to be nearly perpendicular to the Sea of Japan by a

* Received June 2, 1987

** Institute of Biological Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki-ken, 305 Japan

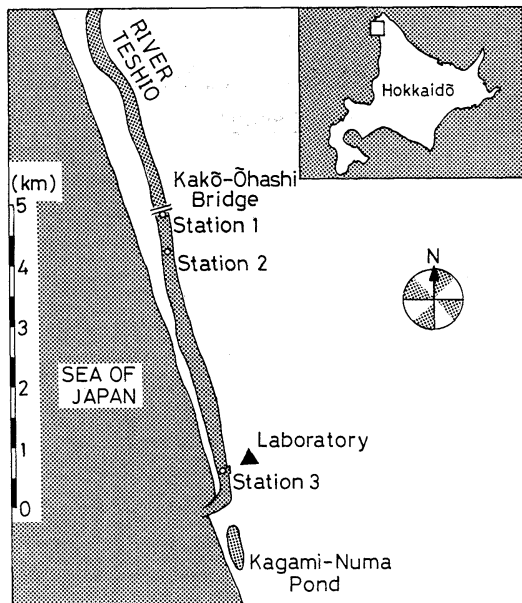


Fig. 1. Station locations in the Teshio River estuary, Hokkaido, Japan.

concrete breakwater at the estuary mouth (Fig. 1). The maximum depth of the study area was 4 to 5 m (within 5 km above the estuary mouth). This area is frozen from December to March or April every winter, with the ice cover developing first upstream. Samples were taken during four winter periods as follows: late non-freezing (October 1984), just pre-freezing (December 1985), early freezing (January 1985), late freezing (March 1984). Sampling sites (and times) were as follows: Station 1—beneath the Kakoh-Ōhashi Bridge (October, January, and March), Station 2—near the edge of ice cover (December), Station 3—off the Teshio Harbour (October and December). Station 2 was selected as an alternative of Station 1 in December when thin ice cover made sampling at Station 1 dangerous. In January and March, Stations 2 and 3 were not sampled because of unavailability of boat. All samples were taken in the morning, with those from the boat when and where water was ice free (October and December) and those on the ice cover when the ice thickness was 30–50 cm at Station 1 (January and March). Vertical profiles of both water temperature and salinity were measured with a Tohodentan EST-3. Water samples were collected with

sterilized Hyroht bottles (1,000 ml) from the surface to the bottom. The intermediate sampling depth was determined at each investigation according to the vertical salinity profile. In the estuary, surface water was low in salinity (below 0.2‰), due to the influence of river water. The bottom layer, however, received seawater from the Sea of Japan, thus its salinity was comparable to that outside the river. Samples from the intermediate layer were brackish and varied in salinity.

Immediately after sampling, pH of each water sample was measured with a Toa-Denpa DMIA, and dissolved oxygen (DO) was determined by the Winkler method. Each water sample was filtered through glass fiber filters (Whatman GF/C), thereafter both filtrate and filters were frozen for later chemical analyses.

Inorganic nitrogen (total of $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$) and inorganic phosphorus ($\text{PO}_4\text{-P}$) were determined according to GOLTERMAN (1969) and STRICKLAND and PARSONS (1972). Dissolved organic carbon (DOC) in each filtrate was measured with a Beckman TOC Analyzer 915B. Particulate organic carbon (POC) on the filter was measured with a Yanagimoto CHN Analyzer MT-2. Chlorophyll *a* was determined by the methods of STRICKLAND and PARSONS (1972), using the formula of JEFFREY and HUMPHREY (1975).

To estimate standing stock and growth rate (increase in cell number), bacterioplankton were counted by the acridine orange direct count (AODC, HOBBI *et al.*, 1977; ZIMMERMANN *et al.*, 1978; PETTIPHER, 1983) as follows: a known volume of sample water was filtered through a Nuclepore membrane filter (pore size = 0.2 μm) prestained with Sudan black B solution (5 mg dissolved in absolute ethanol, which was then diluted to 50% with distilled water). Bacterial cells on the filter were stained with several drops of acridine orange solution (10 mg dissolved in 6.6 mM phosphate buffer, pH 6.7) and thereafter were counted under a Nikon epifluorescent microscope (NAGANUMA and SEKI, 1985).

Specific *in situ* growth rates of bacterioplankton were determined with chemostats (NAGANUMA and SEKI, 1985). These rates were determined within the initial 12 hours at a dilution rate of

0.16 hr⁻¹ in dark at *in situ* temperature.

Bacterial growth rates under various experimental salt conditions were determined for the following samples: October—all layers from Station 3 only, December—surface sample from Station 2 but intermediate and bottom samples from Station 3, January and March—all samples from Station 1 only. A 2 ml water sample from each depth was added to a series of test tubes, each with 20 ml of sterilized medium (sodium chloride dissolved in tap water). For growth rate determination, quintuple inoculates of each of ten salinity media (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 50 ‰) were incubated for a maximum of 12 hours. Inoculates were incubated at 15 and 25°C for samples from October, but at 0°C for those from December, January and March. The incubations were stopped with 1 ml of 37% formalin at known intervals in the time-course.

3. Results

Environmental Parameters

Distinct vertical stratification was observed in

temperature and salinity profiles in the Teshio River estuary for all samples taken, except at Station 1 in October when river flushing water increased with heavy rain (50–80 mm) just before sampling (Fig. 2). At that time, all environmental parameters were similar to those of the surface layer (SL) at Station 3. The surface salinity of all samples was below 0.2 ‰. Due to intruding seawater, the bottom layer (BL) salinity ranged from 19.6 ‰ (January) to 35.1 ‰ (October). The brackish intermediate layer (IL) had salinities between those of the surface and bottom layers.

The pH was nearly neutral (6.8–7.4) at the surface, but at the bottom it was similar to seawater (8.0–8.3), except at Station 1 in March when it was 7.2. Intermediate layer pH values were between those of the surface and bottom layers.

The dissolved oxygen (DO) was high throughout the water column in all samples (Fig. 2), ranging from 10.4 to 13.1 mgO₂·l⁻¹ in the surface layer, 9.3 to 11.2 mgO₂·l⁻¹ in the intermediate layer, 7.9 to 11.7 mgO₂·l⁻¹ in the bottom

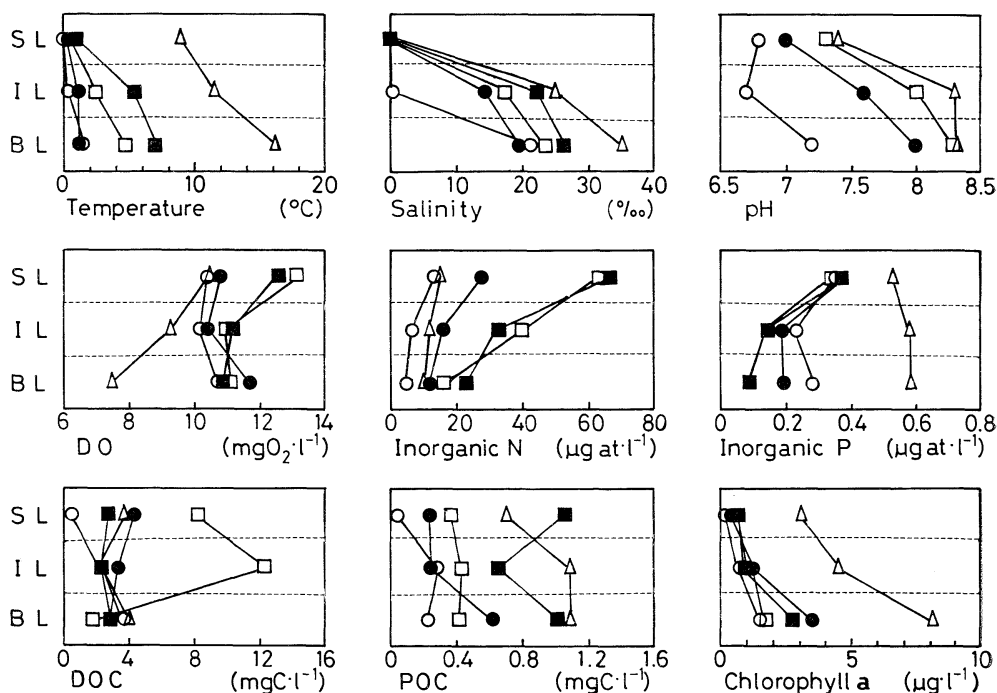


Fig. 2. Environmental measurements in the Teshio River estuary: triangle—October at Station 3, open and filled square—December at Stations 2 and 3, filled circle—January at Station 1, open circle—March at Station 1.

layer. Even the lowest DO ($7.9 \text{ mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$, October, Station 3, bottom) was 93% of saturation.

The surface concentration of inorganic nitrogen (inorganic-N) was higher than those in both intermediate and bottom layers (Fig. 2). This difference was most distinct in December when concentrations of surface, intermediate and bottom layers were 63.3-67.4, 32.8-39.7 and 15.8-23.1 $\mu\text{g-at} \cdot \text{l}^{-1}$, respectively. Throughout the study, nitrate-N made up the largest component of total inorganic-N, except in March when ammonium-N increased to more than 70% of the total. The highest nitrate-N fraction, above 90% of the total, was observed in October.

Overall inorganic phosphorus (inorganic-P) level in the surface layer was only slightly higher than in other layers (Fig. 2). However, the inorganic-P level varied the most in the bottom layer, ranging from 0.09 to 0.58 $\mu\text{g-at} \cdot \text{l}^{-1}$, and the least in the surface layer, 0.34 to 0.53 $\mu\text{g-at} \cdot \text{l}^{-1}$ (Fig. 2). In winter, the inorganic-P level was higher in river water than in seawater. It was highest in October when river flushing was the greatest, but distributed evenly throughout the water column.

Dissolved organic carbon (DOC) levels were nearly the same ($0.04\text{-}4.39 \text{ mgC} \cdot \text{l}^{-1}$), except those taken at Station 2 in December (Fig. 2). During that time, early winter, river flushing decreased sharply and the $\text{mgC} \cdot \text{l}^{-1}$ level rose to $8.14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ in the surface (river water) and 12.29

$\text{mgC} \cdot \text{l}^{-1}$ in the intermediate (brackish water).

Particulate organic carbon (POC) increased with depth in the estuary throughout the study, except at Station 3 in December when it was the highest in the surface and the lowest in the intermediate (Fig. 2). This increase was the most distinct at Station 3 in October and Station 1 in January when POC difference between river and sea water was $0.4 \text{ mgC} \cdot \text{l}^{-1}$. An increase with depth was even more obvious in the vertical profile for chlorophyll *a* content (Fig. 2).

Bacterioplankton Standing Stock Density and In Situ Growth Rate

Standing stock densities varied most with time of sampling, but there was some depth variation (Fig. 3). Sample densities ranged from $1.3 \times 10^8 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$ at Station 1 in March (bottom) to $9.8 \times 10^8 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$ at Station 3 in October (surface).

In situ growth rates, however, varied most by depth. These rates were usually the highest and showed the greatest range at the surface, 0.035 to 0.211 hr^{-1} (generation time of 19.8-3.3 hours). The overall highest surface rate was 0.211 hr^{-1} at Station 2 in December. The bottom layers usually showed the lowest growth, with a range from 0.002 to 0.87 hr^{-1} (generation time of 346-8.0 hours). The overall lowest rate was 0.002 hr^{-1} at Station 1 in January. The

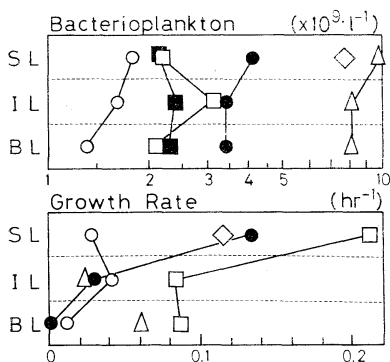


Fig. 3. Standing stock density and growth rate of bacterioplankton in the Teshio River estuary. Symbols are as in Fig. 2, with an additional symbol of diamond—October at Station 1.

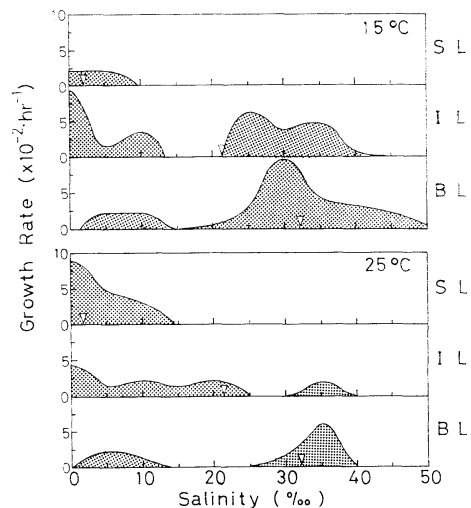


Fig. 4. Bacterioplankton growth in variable salinity in the surface, intermediate and bottom layers in the Teshio River estuary in October. Incubated at 15 and 25°C. Wedges indicate *in situ* salinities.

intermediate layer growth rate varied the least, 0.024–0.084 hr⁻¹ (generation time of 28.9–8.2 hours).

Bacterioplankton Growth in Variable Salinity Conditions

October (Fig. 4)—At 15°C, surface layer growth occurred only below 10‰, with an unclear peak at 0‰. The intermediate layer growth pattern showed double bimodality with a gap (no growth) between 15 and 20‰, and bimodal curves above and below the gap. The latter showed the greatest growth around 0 and 10‰, while the former peaked at about 25 and 35‰. Bottom layer growth was bimodal but the gap was minimal. The peaks were at 5–10‰ and 30‰, with the latter showing a much higher rate of growth.

At 25°C, surface layer growth occurred up to nearly 15‰, but was much higher at or near

0‰. Intermediate layer growth showed a gap between 25 and 30‰, with three peaks below (0, 10 and 20‰) and one above (35‰). Bottom layer growth was bimodal with peaks at 5 and 35‰ and a gap between 15 and 25‰. The latter peak was at a much higher salinity than at 15°C-incubation.

December (Fig. 5)—Surface layer growth occurred below 20‰, with a minimal peak around 0‰. Intermediate layer growth was not distinctly bimodal but did show slight maxima at about 0 and 30‰. Bottom layer growth was continuous from near 0 to 50‰, with peaks at 5, 20, 30 and 40‰. The most growth was at 30‰.

January (Fig. 5)—Surface layer growth occurred over the entire salinity range of 0 to 50‰, with two slight peaks at about 0 and 30‰. The intermediate layer pattern showed a small growth peak around 0‰, a short gap, and continuous growth between 15 and 45‰ with peaks at about 20 and 30‰. The bottom layer growth had two peaks, a small one at about 10‰ and much larger one at about 30‰. There was minimal growth at 20‰, although that was the concentration where the intermediate layer bacteria showed their greatest growth.

March (Fig. 5)—Surface layer growth occurred only below 10‰, with a peak at about 0‰. The intermediate layer growth showed a continuous pattern from 0 to 50‰ but with distinct peaks at 0, 15 and 35‰, the greatest of which was at 15‰. The bottom layer showed the same range but growth from 0 to 5‰ was minimal and there were peaks at about 10, 25 and 40‰.

4. Discussion

Environment

The Teshio River, typical of those flowing through the peaty plains in Hokkaido, has a well developed bottom salt wedge in the estuary (SEKI and EBARA, 1980). During our winter study, levels of both organic and inorganic nutrients were in the mesotrophic range (nutrient-middle, The Oceanographical Society of Japan, 1975). These conditions may have been constant for many years, as evidenced by the continual commercial harvest of *Corbicula ja-*

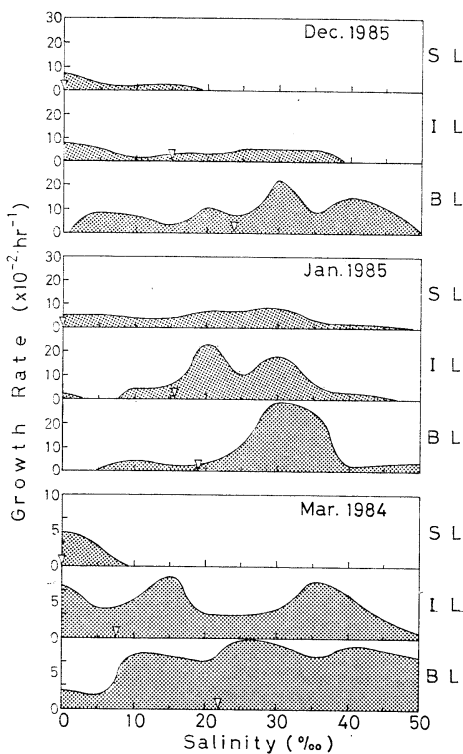


Fig. 5. Bacterioplankton growth in variable salinity in the surface, intermediate and bottom layers in the Teshio River estuary in December, January and March. Incubated at 0°C. Wedges indicate *in situ* salinities.

ponica, a bivalve which inhabits the sandy bottom of nonpolluted estuaries.

The inorganic-N level (Fig. 2), especially nitrate-N, correlated negatively with salinity, forming an "estuarine sink" (SHARP *et al.*, 1982; BARNES, 1984). This "sink" was most distinct in December when the surface inorganic-N level was the highest. In October, there was a predominance of nitrate-N (above 90% of inorganic-N), attributable to record rain fall (50–80 mm) just before sampling, as observed elsewhere (ZEDLER and ONUF, 1984). This surface-rich and bottom-poor inorganic-N distribution suggests an important role of the Teshio River as a nitrogen source for the coastal waters as well as a source of particulate organic matter (SEKI and EBARA, 1980).

The inorganic-P level was highest at the surface, except in October when the intermediate and bottom levels were higher (Fig. 2). At that time, phosphorus, bound in sediment, may have diffused into the water as soluble phosphate, perhaps due to redox potential change caused by the autumn temperature decrease and the low DO content ("estuarine source", SHARP *et al.*, 1982). The Teshio River is also a source of phosphorus for the coastal waters.

The dissolved organic carbon (DOC) level was below 4 mgC l⁻¹, except at Station 2 in December when surface and intermediate layers reached 8.14 and 12.29 mgC·l⁻¹, respectively (Fig. 2). These local highs may have been due to both seasonal humus increase in the Sarobetsu River discharge, a tributary to the Teshio (SEKI and EBARA, 1980), and plasmolytic release from freshwater halophobic phytoplankton at the freshwater-seawater interphase ("osmotic hypothesis", MORRIS *et al.*, 1978). The plasmolytic release, however, was minor since it was only 90 µgC·l⁻¹ at the surface, based on the relationship between carbon and chlorophyll *a* concentration (C:Chl.*a*=60:1, VOLLENWEIDER, 1974; soluble cell contents=50%). The December Station 2 highs may also have resulted from: 1) increased nutrient quality and quantity, 2) greater light availability at the edge of the ice, 3) increased residence time of water, and 4) population interactions (CHRISTIAN *et al.*, 1984).

The particulate organic carbon (POC) increased with depth (Fig. 2), but this increase was not

necessarily caused by either the bottom liquid mud flow (BARNES, 1984) or sedimentation, since the difference in the POC level between surface and bottom layers was, at most, 0.4 mgC·l⁻¹.

The chlorophyll *a* concentration was the highest in the bottom layer (Fig. 2), as also noted by SEKI and EBARA (1980), probably from concentrations of marine diatoms such as *Chaetoceros* or allied species. The highest chlorophyll *a* levels (µg·l⁻¹) for each layer reached in October, a time when both temperature and inorganic-P were high—surface 3.1, intermediate 4.5 and bottom 8.1. Based on the 8.1 bottom chlorophyll *a* level, diatom biomass was estimated to a maximum of 0.24 mgC·l⁻¹ (diatom-C:Chl.*a*=31:1, RIEMANN *et al.*, 1982), comprising 22% of the POC there.

Bacterioplankton Standing Stock Density and In Situ Growth Rate

Our bacterioplankton densities, made by the acridine orange direct count (AODC) method, were similar to those using phase contrast microscopy for the same river in October 1979 (SEKI and EBARA, 1980). Minor differences between the two methods can be expected in rivers with low turbidity, like the Teshio. Bacterioplankton standing stock varied by sampling times rather than by layers (Fig. 3) and was the highest in October and lowest in March. This temporal variation suggests that winter decrease of bacterioplankton standing stock is due to a high bacteriovory : bacterial propagation ratio.

The *in situ* growth rate (GR, hr⁻¹) was highly correlated with DOC concentration (C, mgC·l⁻¹), despite the small sample size (n=4), as follows:

$$\begin{aligned} \text{surface layer,} & \quad \text{GR} = 0.023 \times C + 0.024 \\ & \quad \quad \quad (r = 0.998) \\ \text{intermediate layer,} & \quad \text{GR} = 0.995 \times C + 0.017 \\ & \quad \quad \quad (r = 0.954) \\ \text{bottom layer,} & \quad \text{GR} = -0.043 \times C + 0.159 \\ & \quad \quad \quad (r = -0.894) \end{aligned}$$

where *r* is the correlation coefficient. The high correlation coefficient suggests a close relationship between bacterial growth and DOC of terrestrial origin discharged into this subarctic estuary in winter. *In situ* growth rate was not correlated with *in situ* temperature when analyzed with the Arrhenius equation, suggesting thermal selection or acclimatization of bacterioplankton.

Table 1. Estimation of bacterioplankton production in the Teshio River estuary ($\mu\text{gC}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$).

	October	December	January	March
Surface	8.5	4.5	5.2	0.6
Intermediate	1.9	2.5	0.9	0.6
Bottom	4.7	1.8	0.1	0.1

Bacterioplankton production can be estimated from standing stock and *in situ* growth rate (assuming cell volume = $0.1 \mu\text{m}^3$, specific gravity = 1, water content = 80%, and carbon content in dry weight = 20%), and is summarized in Table 1. Although this bacterioplankton production is low (e.g., MURRAY and HODSON, 1985), it undoubtedly is an important component of overall estuarine productivity during frozen conditions when the primary phytoplankton production declines.

Bacterioplankton Growth in Variable Salinity Conditions

Surface layer growth of bacteria from all sample times occurred only in media with a salinity below 10–20‰, except in January when the upper limit was 50‰, perhaps because of river-sea water mixing prior to sampling (Figs. 4 and 5). Growth below 10–20‰ is characteristic for non-halophilic bacteria (LARSEN, 1962), if one accounts for some variation in nutritional conditions (JONES, 1964). Other than in January, surface layer growth showed the widest salinity range in December when the surface DOC levels peaked ($8.14 \text{ mgC}\cdot\text{l}^{-1}$)—maybe organic matter can extend saline tolerance ranges of surface layer bacteria. The organic nutrient, for example, trypton has been shown to make an estuarine bacterium more salt-tolerant (SINGLETON *et al.*, 1982a). In the presence of optimal quantity and quality of organic matter estuarine bacteria may be more resistant to salinity change than expected.

Bottom layer growth showed multiple peaks, with gaps (no growth) between peaks in October, but little or no growth around 0‰ salinity (Figs. 4 and 5). These multiple peaks probably reflect various levels of halophilism within the category of "slight halophiles" (best growth at 20–50‰, LARSEN, 1962) in this estuary.

Intermediate layer growth also showed multiple peaks, probably reflecting both river bacteria, which grow best at about 0‰ salinity, and marine bacteria, approximately 35‰. Peaks which were not observed in both surface and bottom layers, however, did occur in October and January. Hence the intermediate layer was not simply a river-sea water mixture but included a unique habitat for bacteria found only in estuaries. That indigenous estuarine bacteria, neither strictly nonhalophilic nor marine, do exist. COLWELL *et al.* (1981) found an estuarine-indigenous bacterium, confirmed as such by its physiological features (SINGLETON *et al.*, 1982a; 1982b). Accordingly it is no wonder that similar or other indigenous bacteria may occur in various estuaries such as at the Teshio River mouth, despite differences in climate, topography, water quality, etc.

Temperature affected halophilism (growth in salt environment) in two ways (Fig. 4). First, for surface bacteria, the higher the temperature (25°C), the higher the growth peak, whereas for intermediate and bottom bacteria, the lower the temperature (15°C), the higher the growth peaks. Second, for surface and lower intermediate (below a gap) bacteria, the higher the temperature (25°C), the wider the range of salt tolerance, while for bottom and upper intermediate (above a gap) bacteria, the ranges were narrower. Reciprocal experiments gave reverse results. These effects of temperature-salinity interactions were similar to those associated with growth of a marine bacterium (STANLEY and MORITA, 1986; MORITA, 1975). Temperature-salinity-growth relationships can be seen in an idealized diagram that shows both halophilic-psychrophilic marine bacteria and nonhalophilic-psychrotrophic river bacteria (psychrophilic = able to grow at 0°C; psychrotrophic = able to grow at both 0°C and 25–30°C; BROCK *et al.*, 1984).

Estuarine bacterioplankton, such those in the Teshio River estuary, may be more active and contribute more to estuarine productivity than expected. This is because: 1) bacterioplankton salt-tolerance increases in the presence of organic matter, 2) "slight halophiles" (i.e., grow best at 20–50‰ salinity), an important component of the estuarine bacterioplankton community, are more responsible for various salinity, 3) indige-

nous estuarine bacteria may be more important than previously recognized, and 4) bacterioplankton are more resistant to salinity shift at optimal temperatures.

References

- ALBRIGHT, L. J., MCCRAE, S. K. and MAY, B.E. (1986): Attached and free-living bacterioplankton in Howe Sound, British Columbia, a coastal marine fjord-embayment. *Appl. Environ. Microbiol.*, **51**, 614-621.
- BARNES, R.S.K. (1984): *Estuarine Biology* (2nd ed.), *Studies in Biology* **49**. Edward Arnold, London. 76 pp.
- BELL, C.R. and ALBRIGHT, L.J. (1982): Attached and free-floating bacteria in a diverse selection of water bodies. *Appl. Environ. Microbiol.*, **43**, 1227-1237.
- BROCK, T.D., SMITH, D.W. and MADIGAN, M.T. (1984): *Biology of Microorganisms*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 847 pp.
- CHRISTIAN, R.R., STANLEY, D.W. and DANIEL, D. A. (1984): Microbiological changes occurring at the freshwater-seawater interface of the Neuse River Estuary, North Carolina. p. 349-365. *In* *The Estuary as a Filter*, KENNEDY, V.S. (ed.). Academic Press, New York.
- CHUA, K.E. and BRINKHURST, R.O. (1973): Bacteria as potential nutritional resources for three sympatric species of turbidific oligochaetes. p. 513-517. *In* *Estuarine Microbial Ecology*, STEVENSON, L. H. and COLWELL, R.R. (eds.). University of South Carolina Press.
- CLARKE, K.R. and JOINT, I.R. (1986): Methodology for estimating numbers of free-living and attached bacteria in estuarine water. *Appl. Environ. Microbiol.*, **51**, 1110-1120.
- COLWELL, R.R., SEIDLER, R.J., KAPER, J., JOSEPH, S.W., GARGES, S., LOCKMAN, H., MANEVAL, D., BRADFORD, H., ROBERTS, N., REMMERS, E., HUQ, I. and HUQ, A. (1981): Occurrence of *Vibrio cholerae* serotype 01 in Maryland and Louisiana estuaries. *Appl. Environ. Microbiol.*, **41**, 555-558.
- DARNELL, R.M. (1961): Trophic spectrum of an estuarine community, based on studies of Lake Pontchartrain, Louisiana. *Ecology*, **42**, 553-568.
- GOLTERMAN, H.L. (1969): *Methods for Chemical Analysis of Fresh Water*, IBP Handbook 8. Blackwell, Oxford. 172 pp.
- HOBBIE, J.E., DALEY, R.J. and JASPER, S. (1977): Use of Nuclepore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.*, **33**, 1225-1228.
- JEFFREY, S.W. and HUMPHREY, G.F. (1976): New spectrophotometric equations for determining chlorophyll a, b, c₁, and c₂ in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanzen*, **167**, 191-193.
- JONES, G.E. (1964): Effect of chelating agents on the growth of *Escherichia coli* in seawater. *J. Bacteriol.*, **87**, 483-499.
- LARSEN, H. (1962): Halophilism. p. 297-342. *In* *The Bacteria* (Vol. IV), GUNSALUS, I.C. and STANIER, R.Y. (eds.). Academic Press, New York.
- MCLUSKY, D.S. (1981): *The Estuarine Ecosystem*. Blackie, London. 150 pp.
- MORITA, R. Y. (1975): Psychrophilic bacteria. *Bacteriol. Rev.*, **39**, 144-167.
- MORRIS, A.W., MANTOURA, R.F., BALE, A.J. and HOWLAND, R.J.M. (1978): Very low salinity regions of estuaries: important site for chemical and biological reactions. *Nature*, **274**, 678-680.
- MURRAY, R.E. and HODSON, R.E. (1985): Annual cycle of bacterial secondary production in five aquatic habitats of the Okefenokee Swamp ecosystem. *Appl. Environ. Microbiol.*, **49**, 650-655.
- NAGANUMA, T. and SEKI, H. (1985): Population growth rate of the bacterioplankton community in a bog, Matsumi-ike, Japan. *Arch. Hydrobiol.*, **104**, 543-556.
- PAERL, H.W. (1974): Bacterial uptake of dissolved organic matter in relation to detrital aggregation in marine and fresh water systems. *Limnol. Oceanogr.*, **19**, 966-972.
- PALUMBO, A.V., FERGUSON, R.L. and RUBLEE, P. A. (1984): Size of suspended bacterial cells and association of heterotrophic activity with size fractions of particles in estuarine and coastal waters. *Appl. Environ. Microbiol.*, **48**, 157-164.
- PEDRÓS-ALIÓ, C. and BROCK, T.D. (1983): The importance of attachment to particles for planktonic bacteria. *Arch. Hydrobiol.*, **98**, 354-379.
- PETTIPHER, G.L. (1983): *The Direct Epifluorescent Filter Technique*. John Wiley & Sons, New York. 193 pp.
- RIEMANN, B., SØNDERGAARD, M., SCHIERUP, H.-H., BOSSELMANN, S., CHRISTENSEN, G., HANSEN, J. and NIELSEN, B. (1982): Carbon metabolism during a spring diatom bloom in the eutrophic Lake Mossø. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, **67**, 145-185.
- SEKI, H. and EBARA, A. (1980): Effect of seawater intrusion on microorganisms in the River Teshio, Hokkaido, Japan. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **36**, 30-34.

- SEKI, H., STEPHENS, K.V. and PARSONS, T.R. (1969): The contribution of allochthonous bacteria and organic materials from a small river into a semi-enclosed sea. *Arch. Hydrobiol.*, **66**, 37-47.
- SHARP, J.H., CULBERSON, C.H. and CHURCH, T.M. (1982): The chemistry of the Delaware Estuary. General considerations. *Limnol. Oceanogr.*, **27**, 1065-1028.
- SINGLETON, F.L., ATTWELL, R.W., JANGI, M.S. and COLWELL, R.R. (1982a): Influence of salinity and organic nutrient concentration on survival and growth of *Vibrio cholerae* in aquatic microcosms. *Appl. Environ. Microbiol.*, **43**, 1080-1085.
- SINGLETON, F.L., ATTWELL, R.W., JANGI, M.M. and COLWELL, R.R. (1982b): Effects of temperature and salinity on *Vibrio cholerae* growth. *Appl. Environ. Microbiol.*, **44**, 1047-1058.
- SIZEMORE, R.K., STEVENSON, L.H. and HEBELER, B.H. (1973): Distribution and activity of proteolytic bacteria in estuarine sediments. p. 133-143. *In Estuarine Microbial Ecology*, STEVENSON, L.H. and COLWELL, R.R. (eds.). University of South Carolina Press.
- STANLEY, S.O. and MORITA, R.Y. (1968): Salinity effect on the maximal growth temperature of some bacteria isolated from marine environments. *J. Bacteriol.*, **95**, 169-173.
- STRICKLAND, J.D.H. and PARSONS, T.R. (1972): *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fish. Res. Bd. Can. Bulletin 167, Ottawa. 310 pp.
- The Oceanographical Society of Japan (1975): The present status of investigation related to pollution in the marine environment. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, Special Number, October 1975. 244 pp. (in Japanese).
- VOLLENWEIDER, R.A. (1974): *Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environment*. IBP Handbook 12. Blackwell, Oxford. 225 pp.
- ZEDLER, J.B. and ONUF, C. (1984): Biological and physical filtering in arid-region estuaries: seasonally, extreme events, and effects of watershed modification. p. 415-432. *In The Estuary as a Filter*, KENNEDY, V.S. (ed.). Academic Press, New York.
- ZIMMERMANN, R., ITURRIAGA, R. and BECKER-BIRCK, J. (1978): Simultaneous determination of the total number of aquatic bacteria and the number thereof involved in respiration. *Appl. Environ. Microbiol.*, **36**, 926-935.
- ZOBELL, C.E. (1946): *Marine Microbiology*. Chronica Botanica, Waltham. 240 pp.

天塩川河口域冬季におけるバクテリオプランクトン 群集の成長速度におよぼす塩分の影響

長 沼 毅 ・ 関 文 威

要旨: 北海道北部に位置する天塩川河口域には、表層(河水)・底層(海水)・中層(両者の混合水)の3層からなる顕著な「塩水くさび」現象が観察される。これら3層に生息しているバクテリオプランクトン群集の好塩性特性を、河口域結氷期を含む冬季に研究した。バクテリオプランクトン群集の好塩性特性は、非好塩性(表層)から低度好塩性までであり、特に中層においては明らかにそのどちらでもない特徴もみられた。これらは、成長最適温度付近で耐塩性を増加させている。河口域の生産におけるバクテリオプランクトンの寄与は、特に植物プランクトンの一次生産が低下する冬季において大きくなりうるが、細菌の好塩性特性の上から明確に示された。

サザエの生態学的研究

II. 稚貝の生息場所*

山崎 明人**†・石渡 直典**

Population ecology of the spiny turban shell *Batillus cornutus*

II. Habitat of juvenile shell*

Akihito YAMAZAKI**† and Naonori ISHIWATA**

Abstract: The habitat of the spiny turban shell juveniles *Batillus cornutus* (LIGHTFOOT) is investigated 7 times during the period of November 1981 to January 1985 in both intertidal and subtidal zones of marine preserves on the Pacific coast of Chiba Pref., Japan. Juvenile shells of less than 10 mm in shell height are frequently recognized to live with a related species small turban shell *Marmarostoma stenogyrum* (FISCHER) together in a symbiotic connection especially with association of articulated coralline algae (Corallinoidea) in the subtidal zone.

前報(山崎・石渡, 1987)では潮下帯におけるサザエ *Batillus cornutus* (LIGHTFOOT) の生息場所の生態的特性について述べた。本報ではこのような特性を備える潮下帯と潮間帯において、サザエ稚貝の生息場所を特に近縁種コシタカサザエ *Marmarostoma stenogyrum* (FISCHER) との生態的関連性に留意して調べ、二三の知見を得たので、その概要を報告する。

1. 調査方法

調査 1 (形態調査) サザエ稚貝の生息場所を調べるに当たって、まず問題となるのは、同じ生息場所を占める殻高 10 mm 以下のサザエ稚貝と近縁小形種のコシタカサザエとが形態的に酷似している点である。そこで、両形を識別するため、東京水産大学小湊実験場地先の潮下帯 (Fig. 1) で、サザエ稚貝とコシタカサザエを採集し、人工採苗によるサザエ稚貝とも比較対照して、天然における両種の殻高別の形態的特徴を観察調査により明らか

にした。

調査 2 (生態調査) 1981年11月5日から1985年1月15日までのサザエ稚貝多発期間 (11~2月) に7回、同地先の潮下帯と潮間帯 (Fig. 1) で、稚貝の生息場所の特徴を調べた。

標本の採集場所として、まず潮下帯に47地点を取り、スキューバ潜水によって海藻を仮根ごと採集した。採集したあとに砂泥やデトリタスが堆積している有節サンゴモ、キントキ、チャシオグサ、マクサなどの種類では、水中ポンプを使用して、堆積物を採集した。ポンプには市販のビニール製手動式石油ポンプの管を切って短くした改造専用品を使用した。このポンプの出水口につけた木綿袋の中に堆積物などが採集できる。海藻と堆積物を別々に、また、調査地点ごとにポリ袋に入れて実験室に持ち帰り、淡水で洗滌し、動物を分離仕分けし、10%ホルマリンで固定した。サザエ類については、種の同定後、計数し、実体顕微鏡測定装置を用いて、殻高を測定した。

これらの地点のほか潮間帯に11地点を取った。干潮時に、各地点に方形枠 (20×20 cm) を置き、枠内のすべての海藻を金属製のへらを使用して、仮根ごと岩面から剝離して採集した。根もとや藻体間に堆積している砂泥やデトリタスを海藻と共に調査地点ごとにポリ袋に入れて実験室に持ち帰り、潮下帯の場合と同様にして、サザ

* 1986年10月17日受理 Received October 17, 1986

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

† 現所属: 千葉県水産試験場, 〒295 千葉県安房郡千倉町平磯

Present Address: Chiba Prefectural Fisheries Experimental Station, Chikura, Chiba, 295 Japan

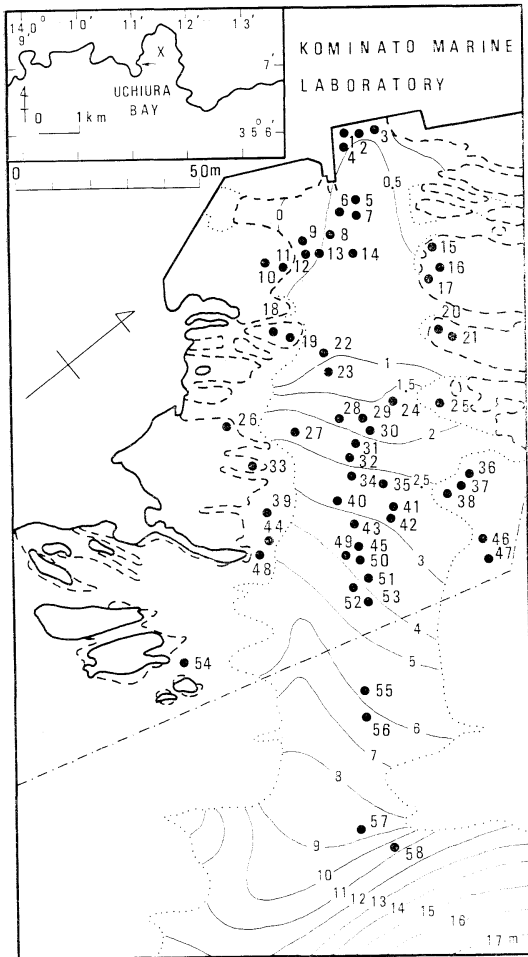


Fig. 1. Sampling stations (1-58, solid circle) for investigations of spiny turban shell juveniles in intertidal and subtidal zones (indicated by arrow in top map) on the coast of Uchiura Bay (cross in top map), Chiba Pref. Solid bold line, tide line at mean high water; broken line, tide line at mean low water; dotted line, boundary between rocky bottom and boulder area; chain line, limit (part) of the preserves; solid thin line, isopleth in meter.

エ類は種の同定後、計数、計測した。

2. 調査結果

サザエ稚貝とコシタカサザエの形態的異同 サザエ稚貝とコシタカサザエの殻高別の形態 (Fig. 2) について見ると、殻高 2.5 mm のサザエ稚貝は軸唇下部にくぼみがあり、中央の螺肋が上下の 2 本に比べて細く、大部分の個体の螺肋に鱗状突起がある (Fig. 2, A)。これに比

べて、コシタカサザエは軸唇下部のくぼみが明瞭でなく、3本の螺肋が滑らかで、ほぼ同じ太さで、螺肋に鱗状突起がない (Fig. 2, D)。殻高 5 mm のサザエ稚貝は軸唇下部にくぼみがあり、3本の螺肋がほぼ同じ太さである (Fig. 2, B)。これに対して、コシタカサザエは軸唇下部のくぼみが明瞭でなく、その外縁が丸みを帯び、3本の螺肋間に間肋が出現し始めている (Fig. 2, E)。殻高 10 mm のサザエ稚貝は軸唇下部外縁が角張り、間肋がなく、蓋の外面には小棘が出現し始めている (Fig. 2, C)。コシタカサザエは軸唇下部が丸く湾曲し、間肋が完成し、蓋の外面の小棘がほとんど目立たない (Fig. 2, F)。

サザエ稚貝の生息場所 各地点におけるサザエ類の採集記録 (Appendix Table 1) を使って、殻高 10 mm 未満のサザエ稚貝とコシタカサザエの潮間帯と潮下帯の各水深における海藻別 (有節サンゴモとその他の海藻) の出現個体数 (Table 1) および殻高 10 mm 以上のサザエの各殻高における海藻別の出現個体数 (Table 2) を求めた。

殻高 10 mm 未満のサザエ稚貝は潮下帯のカニノテ属、ヘリトリカニノテ属、オオシコロ、サンゴモ属などの有節サンゴモ群落から 35 個体、キントキ、エビアマモ群落から 3 個体、また、潮間帯のサンゴモ属群落から 1 個体出現した。殻高 10 mm 以上のサザエは潮下帯のカニノテ属、ヘリトリカニノテ属などの有節サンゴモ群落から 6 個体、キントキ、エビアマモ、アラメ、マクサ、ノコギリモク、マメタワラ、ヤツタモク群落から 25 個体出現した。なお、コシタカサザエは潮下帯、潮間帯の有節サンゴモ群落から多数採集されている。

3. 考察

本地先においては殻高 10 mm 未満のサザエ稚貝は潮下帯に優占して繁茂している有節サンゴモ群落内に高密度で生息している。このことから有節サンゴモ群落が浮遊幼生の着底や着底後の稚貝の生残にとって好適な条件を備えているものと考えられる。この観察結果は、内場ら (1984) が福岡県北九州市馬島地先において、サザエ稚貝がフサイワズタ、有節サンゴモの着生域に濃密に生息していることを観察していることと一致している。

遠山 (1980) によれば、サザエ稚貝は付着珪藻をよく摂食し、良好な成長をするという。したがって、付着珪藻が豊富であると思われる有節サンゴモ群落内では、着底後の稚貝の生残率が高いことが考えられる。また、有節サンゴモは藻体間のすき間が狭く、密集して繁茂しているため、稚貝の好適な隠れ場所となり、害敵動物に

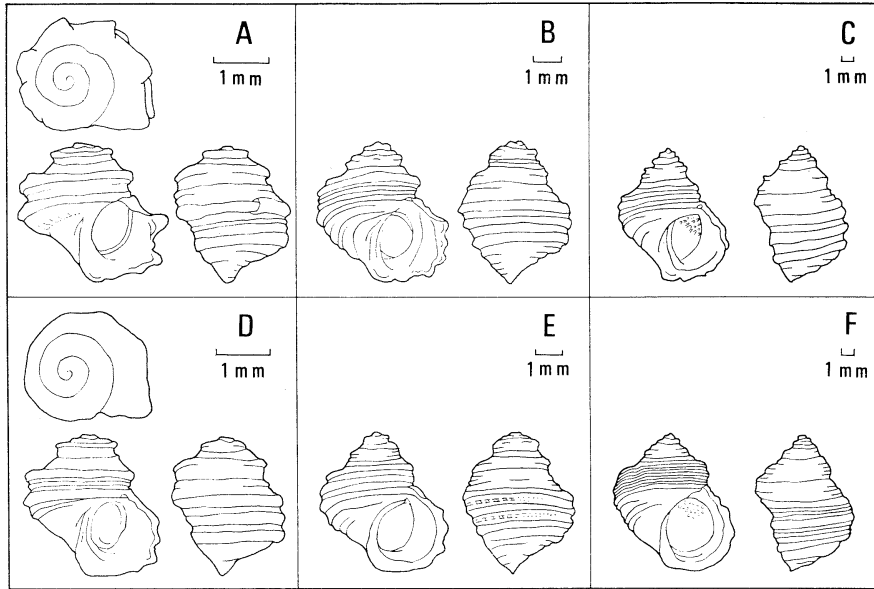


Fig. 2. Morphological comparison in shell form between spiny turban shell juveniles (A-C) and small turban shell (D-F) collected in the subtidal zone. A and D, 2.5 mm in shell height; B and E, 5 mm; C and F, 10 mm.

Table 1. Distribution (total number of individuals) of spiny turban shell juveniles (left column) and small turban shell (right column) collected at stations (Fig. 1) by seven surveys (on Nov. '81 to Jan. '85), in relation to the depth of habitat classified by the intertidal zone (IT) and three layers (in m) of the subtidal zone (ST), and to algal associations (CA, OA) with symbiotic relationships to them. CA, articulated coralline algae; OA, other algae. —, no investigation in concerned place.

Date	IT	ST				IT	ST			
		0-2	2-5	5-10	Sum		0-2	2-5	5-10	Sum
Nov. 1981	1	7	—	—	7	6	40	—	—	40
Feb. 1982	0	—	—	—	—	10	—	—	—	—
Nov. 1982	0	—	—	—	—	18	—	—	—	—
Feb. 1983	0	6	9	—	15	9	31	7	—	38
Dec. 1983	—	1	0	1	2	—	7	0	0	7
Dec. 1984	0	0	1	—	1	14	9	3	—	12
Jan. 1985	—	1	12	—	13	—	11	5	—	16
Sum	1	15	22	1	38	57	98	15	0	113
CA	1	14	21	—	35	57	82	12	—	94
OA	0	1	1	1	3	0	16	3	0	19

よる食害を緩和し、稚貝の生残率を高めていることも考えられる。この点について、内場ら (1984) がサザエ稚貝の生残とヒトデ類などの害敵動物による食害との関係を指摘していることが特記される。また、有節サンゴモは藻体が堅く、密集して繁茂しているので、波浪などによる水の流動を緩衝し、浮遊幼生の着底を促がし、か

つ、稚貝が藻体から脱落、流出するのを防止し、稚貝の生残率を高めていることも考えられる。

ここで特記してよいのは、殻高 10 mm 以上のサザエは潮下帯の有節サンゴモ群落内よりむしろその他の海藻群落内に多数生息している事実である。これは有節サンゴモ群落内に生息していた殻高 10 mm 未満の稚貝が成

Table 2. Distribution (total number of individuals) by size class (in shell height, mm) of spiny turban shell youngs collected at stations (Fig. 1) by seven surveys (on Nov. '81 to Jan. '85), in relation to algal associations (CA, OA) with symbiotic relationships to them. CA, articulated coralline algae; OA, other algae.

Date	Shell height				Sum
	10-20	20-30	30-40	40-50	
Nov. 1981	0	0	0	0	0
Feb. 1982	0	0	0	0	0
Nov. 1982	0	0	0	0	0
Feb. 1983	2	0	0	0	2
Dec. 1983	5	4	0	0	9
Dec. 1984	4	9	0	3	16
Jan. 1985	1	2	1	0	4
Sum	12	15	1	3	31
CA	3	2	1	0	6
OA	9	13	0	3	25

長に伴いこの群落外に生息場所を変えるものと考えられる。この点は統報で詳細に述べる問題である。

文 献

- 内場澄夫, 二島賢二, 山本千裕, 岸本源次 (1984): サザエの生息生態に関する研究—I. サザエ稚貝漁場の形成要因についての検討. 昭57年度福岡水試研業報, 157-165.
- 遠山忠次 (1980): サザエの種苗生産研究. Ocean Age, 2, 59-66.
- 山崎明人, 石渡直典 (1987): サザエの生態学的研究 I. 生息場所の生態的特性. うみ, 25, 124-136.

Appendix Table 1. Sampling records (number of individuals) at 58 stations in the intertidal (IT) and subtidal (in depth in meter below S.S.L.) zones.

Date	Stn. no.	Depth (m)	Spiny turban shell Shell height (mm)					Small turban shell	Algal association
			0-10	10-20	20-30	30-40	40-50		
5 Nov. 1981	12	0.1	1	0	0	0	0	14	<i>Marginisporum</i> spp. (ヘリトリカニノテ属)
	15	IT	1	0	0	0	0	6	<i>Corallina</i> spp. (サンゴモ属)
	27	1.9	0	0	0	0	0	3	<i>Marginisporum</i> spp.
	38	0.7	1	0	0	0	0	8	„
	44	1.5	3	0	0	0	0	15	<i>Marginisporum</i> spp. <i>Corallina</i> spp.
	47	1.4	1	0	0	0	0	0	<i>Serraticardia maxima</i> (オオシコロ)
	54	1.7	1	0	0	0	0	0	„
4 Feb. 1982	17	IT	0	0	0	0	0	10	<i>Corallina</i> spp.
4 Nov. 1982	11	IT	0	0	0	0	0	11	„
	19	IT	0	0	0	0	0	7	„
27 Feb. 1983	9	0.5	2	0	0	0	0	14	Corallinoideae (有節サンゴモ)
	17	IT	0	0	0	0	0	1	<i>Corallina</i> spp.
	20	IT	0	0	0	0	0	2	„
	26	IT	0	0	0	0	0	1	„
	32	1.7	4	0	0	0	0	17	Corallinoideae
	33	IT	0	0	0	0	0	5	<i>Corallina</i> spp.
	52	2.9	7	0	0	0	0	4	Corallinoideae
	55	4.8	2	2	0	0	0	3	„
15 Dec. 1983	1	0	0	1	1	0	0	1	<i>Gelidium amansii</i> (マクサ)
	3	0	0	0	0	0	0	0	„
	5	0.4	0	0	1	0	0	0	<i>Sargassum patens</i> (ヤツマタモク)
	6	0.5	0	0	0	0	0	0	<i>S. tortile</i> (ヨレモク)
	8	0.5	0	0	0	0	0	0	<i>S. horneri</i> (アカモク)
	25	1.1	0	0	0	0	0	1	<i>Eisenia bicyclis</i> (アラメ)
	28	1.1	0	0	0	0	0	0	<i>Cladophora wrightiana</i> (チャンオグサ)
	29	1.9	1	1	1	0	0	5	<i>Phyllospadix japonica</i> (エビアマモ)
	34	2.6	0	1	1	0	0	0	<i>S. serratifolium</i> (ノコギリモク)
	35	2.6	0	0	0	0	0	0	„
	37	1.1	0	1	0	0	0	0	<i>E. bicyclis</i>
	40	3.2	0	0	0	0	0	0	<i>S. serratifolium</i>
	42	3.2	0	0	0	0	0	0	„
	43	3.2	0	0	0	0	0	0	„
56	6.6	0	0	0	0	0	0	<i>Carpopeltis angusta</i> (キントキ)	
57	9.6	1	1	0	0	0	0	„	
58	9.6	0	0	0	0	0	0	„	

Appendix Table 1. (Continued)

23-24 Dec. 1984	2	0.3	0	0	0	0	0	1	<i>G. amansii</i>	
	4	0.5	0	0	1	0	0	5	„	
	7	0.8	0	0	0	0	0	0	<i>S. patens</i>	
	10	IT	0	0	0	0	0	0	<i>Hizikia fusiformis</i> (ヒジキ)	
	11	IT	0	0	0	0	0	3	<i>Corallina</i> spp.	
	13	0.5	0	0	0	0	0	0	<i>S. piluliferum</i> (マメタワラ)	
	14	0.9	0	1	0	0	0	1	„	
	16	IT	0	0	0	0	0	0	<i>H. fusiformis</i>	
	17	IT	0	0	0	0	0	1	<i>Corallina</i> spp.	
	18	IT	0	0	0	0	0	0	<i>H. fusiformis</i>	
	19	IT	0	0	0	0	0	4	<i>Corallina</i> spp.	
	20	IT	0	0	0	0	0	6	„	
	21	IT	0	0	0	0	0	0	<i>H. fusiformis</i>	
	22	1.0	0	0	1	0	0	0	<i>S. piluliferum</i>	
	23	0.9	0	0	0	0	0	0	<i>S. patens</i>	
	24	1.8	0	0	1	0	0	1	<i>P. japonica</i>	
	30	2.0	0	2	1	0	0	2	„	
	31	2.0	0	0	0	0	0	0	<i>C. wrightiana</i>	
	36	1.5	0	0	0	0	0	1	<i>E. bicyclis</i>	
	39	2.0	0	0	0	0	0	0	„	
	41	2.6	0	0	0	0	0	0	<i>C. wrightiana</i>	
	45	3.4	0	0	0	0	0	0	„	
	46	2.0	0	0	1	0	0	0	<i>E. bicyclis</i>	
	48	3.0	0	0	0	0	2	0	„	
	49	3.5	0	1	3	0	1	0	<i>C. angusta</i>	
	50	3.5	0	0	0	0	0	0	<i>S. serratifolium</i>	
	51	4.0	0	0	0	0	0	0	„	
	53	4.0	1	0	1	0	0	1	<i>C. angusta</i>	
	15 Jan. 1985	9	0.7	0	0	1	0	0	3	<i>Amphiroa</i> spp. (カキノテ属) <i>Marginisporum</i> spp.
		32	1.7	1	0	1	0	0	8	<i>Amphiroa</i> spp. <i>Marginisporum</i> spp.
		52	2.7	2	1	0	0	0	2	<i>Marginisporum</i> spp. <i>Amphiroa</i> spp.
55		4.7	10	0	0	1	0	3	<i>Amphiroa</i> spp. <i>Marginisporum</i> spp.	
Total			39	12	15	1	3	170		

北太平洋西部の印南沿岸(和歌山県)における津波*

中村重久**

A note on local tsunamis along the Inami coast (Wakayama Pref., Japan) facing the western North Pacific*

Shigehisa NAKAMURA**

Abstract: This note concerns with the past tsunami hazards along the Inami coast facing the western North Pacific. One of the appreciable remarks is the ancient descriptions of acoustic tsunami precursors after the earthquake in 1854. Geometrical and topographical conditions were considered for evaluating the tsunami hazards. Based upon these considerations, a tsunami hazard map is prepared for the local tsunami protection planning and for the effective public installations to be constructed.

1. 緒言

北太平洋西部の紀伊半島和歌山県沿岸の津波について、最近の史料調査(たとえば、中村, 1984a, b; 1985; 1986; 1987)の蓄積もあり、また津波の挙動・被害状況のほか津波前駆異常音についてもさらに検討を重ねたので報告する。

本文では、1987年を中心として、紀伊半島印南沿岸における史料にもとづき、津波時の状況を明らかにし、また、津波被害図を作成した。ここでは、羽鳥(1980)による記述に含まれていないところについても記し、さらに、現在の対策との関連についても言及する。

2. 津波時の状況

過去の史料の原文をたどることは、現在では容易ではないが、一部は、それぞれの地域の郷土史の中に見出すことができる。印南町史(1987)もそのひとつの例である。ただ、古い史料ほど数が少なく、しかも、その記述は科学的な立場からみて利用できるとは考え難い例もあ

る。そのため、史料の信頼性を検討した後に、次の科学的考察にとりかかることが必要である。

(1) 島田玉置家記録(印南町島田 玉置成行氏所蔵)より:

“嘉永七年卯寅……又々(十一月)同五日昼之七時半時より大地震となり皆々我家飛逃出候処か、海中ばんばんとかみなり落来に成りたり、夫より皆々大き驚き同村之者共津波と存シ我家しまり方も不致して寺之岡へト掛ケ上り候処が、早入日之刻と存シ時海中高く成みなとより塩上り段々と波近く浜天の壱家蔵崩れ……”とある。

(2) 切目勝本源太郎記録並森家記録より:

“十一月……五日之七時頃大地震是又一時余り震り詰め、天地も一所になるかと思ハ敷位之大地震、高き石垣之地は所々二三寸許ひび割れ、地震終る頃より大海西之方に当り大筒続け打之如くドンドンと鳴る音突に大筒数百挺も続け打如打半時計、土佐国遠のつらに当り鳴る所東西凡三四町程之間黒煙立ち上り誠に肝を挫き、昔合戦に用い候地雷火といふ物は斯くあらんと驚怖して見居る中に、海水如池の浪鎮り浪打際より廿間許り沖の方大なる渦まきて次第次第に汐高くなり、……”とある。

なお、同様の内容を記述した古文書は、他にも印南町史資料編に収められている。しかし、このような現印南町島田地区・切目地区については、羽鳥(1980)は何も述べていない。現印南地区の一部について検討している

* 1987年8月19日受理 Received August 19, 1987

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

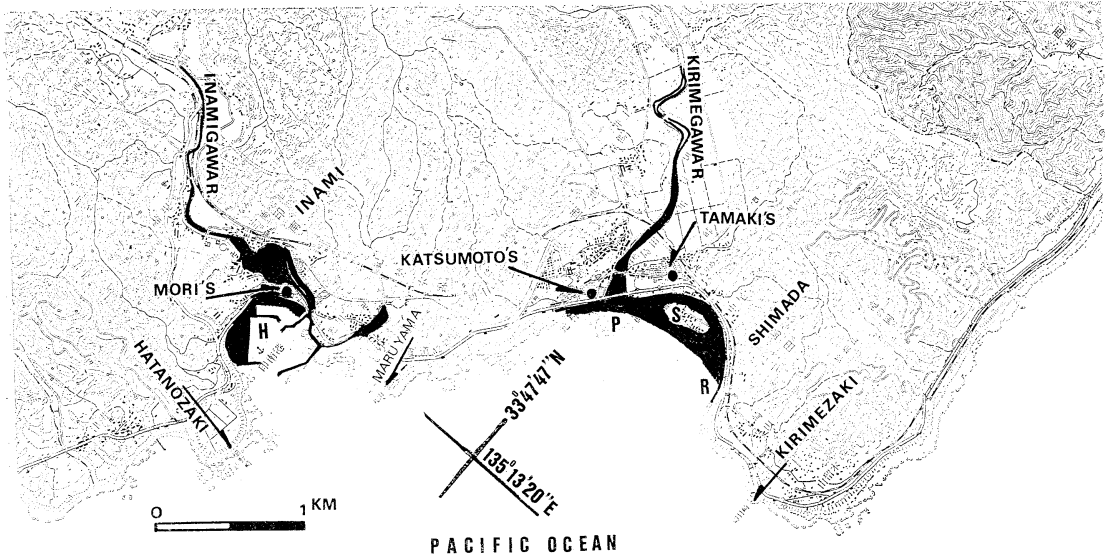


Fig. 1. A tsunami hazard map of Inami district (Wakayama Pref.) facing the western North Pacific.

- (1) The black patches in encre de chine show the areas of the repeated tsunami inundation when the tsunamis hit in 1707, 1854, 1944, 1946 and 1960.
- (2) This map includes the recent man-made coastal lands around "H". These areas had been covered by offshore sea surface by the last event. The construction of these areas has been done in these twenty or thirty years by the time of 1987.
- (3) The River Kirimegawa has been blocked by longshore sand transport for a long time at the place of the mark "P", so that the river flow is around the north of the mark "S" to get to the sea at the mark "R". The area of the mark "P" has been utilized for shoreline fishing.
- (4) The map shows cliffs and points and detached small islands, for example, Hatanozaki, Kirimezaki and Maruyama. No tsunami hit has been recorded or observed by 1987.

のみである。

3. 地理的条件

現在の印南町の沿岸地形は、概略 Fig. 1 のようになっている。畑野崎・切目崎は、それぞれ T. P.*+23m・20mの海崖の発達した位置にあり、印南地区と島田地区との間の丸山付近も最高 T. P.+29mの海崖のみられる場所である。羽鳥(1980)が参考にし、著者も本文で利用した印南地区の史料にあらわれる森家は印南川河口に近く、当時は海浜に面していたものと考えられる。図中の記号Hは現在の印南漁港域であるが、1854年当時その周辺は海面であった場所であるということで浸水域と同じ黒地で図示した。印南地区のうち丸山に近い位置の浸水域は、光川の地名で、羽鳥(1980)も記録を残している。

* T. P.: Tokyo Pile の略。Pile は基礎工用杭の意、転じて現在は平均海面の意として使用。

ところで、昭和37年8月の印南町全図によれば、上記印南地区森家は1854年当時の汀線から約50mの位置で、その高さは T. P.+3.5mである。これは森家の記録の信頼性を知る貴重な手がかりである。印南地区については羽鳥(1980)以上に新しい史料の利用はできなかった。

切目川は Fig. 1 では記号Pを河口としているようにみえるが、古くから河口閉塞のため、川の流路は記号Sの東寄りになり、河口は記号Rに開いている。記号Sの地域は堆砂によって出来たもので、現在では、地盤高は T. P.+4m~4.7m であり、住居地として利用されている。1854年の津波時には切目川周辺の低地帯 (Fig. 1 の黒いパッチを含む) も浸水したが、死者はなかったと記録されている。

前節に示した玉置家は、切目川左岸にあり、地盤高は T. P.+2~2.5m である。1854年当時は、汀線から約300mの位置にあったものとみられ、現在の切目川の岸までの距離約70mを考えると、立地条件として津波の記録を

ありのままに残す恵まれた位置にあったと言える。

これに対して、勝本家は切目川右岸にあり、現在は国道42号線に接しているが、1854年当時は、汀線から約50mの位置にあり、地盤高も T.P.+13.5m で、津波についてはかなり客観的な判断が可能な立地条件にあったとみられる。

上に述べた海岸線に近い低地帯を除けば、集落や農耕地は比較的標高の高い位置にあり、地震の直接的被害はあっても、1854年の津波による打撃はなかったとみられる。

印南町史編集委員会の平尾茂雄氏によれば（個人的情報、1987）、1707年宝永南海地震時に切目地区で Fig. 1の記号Sの地域に人が住んでいたという記録が残っているといわれる。ただ、印南町史資料編（1987）からもわかるように、切目地区について、1707年には死者21名が過去帳にみられるが、1854年の安政南海地震時の死者の記録はゼロである。

さらに、平尾氏の経験談により、昭和21年（1946年）の南海道地震時の印南地区における津波の挙動とそれに対する住民の対処がわかる。Fig. 1は津波の浸水とそれにとまらぬ被害の平面的ひろがりをとらえるには便利である。しかし、津波の来襲にとまらぬ時間の経過とともにどのようなことが起こり、その時の状況はどうであったかを示してはいない。最終的な結末を類推によって知るのみである。

平尾氏によれば、昭和21年、津波は印南川を溯上し、印南川左岸沿いの住居（木造二階建）を山手側へ押し倒した。この範囲は、印南川河口から約1km上流までとみられる。印南地区の森家と印南川との間は地盤がやや高く、森家の西約300mの通称“浜”（T.P.+1.75m）より集落へ海水が侵入し、そこでの水の深さはひざまであった。印南川右岸河口付近からの避難者は浜からの避難者と道路の交叉点で衝突し、相互に押し合い、そこで死者17名がでた。1946年の津波による浸水域も1854年および1707年の例とよく似ていると考えられるので、ここでは、共通したものとして、Fig. 1の黒いパッチによって、津波被害域推定図を1枚だけ用意した。ところで、印南町史資料編によれば、印南地区について、1707年宝永津波では162名死亡、1854年安政津波では死者なしとされている。いろいろの要因を考慮すべきかもしれないが、ここで単純に死者数からみると、記録に残っているもののうち最も大きかった津波は1707年宝永津波である

と推察される。この推察は、中村（1984a）が和歌山県田辺・白浜沿岸について得た結果とも矛盾がなく、信頼するに足るものと考えている。

4. 津波対策上の問題点

これまでの研究例に新しい史料を加えて検討すると、今後の津波対策の方向をさぐる事が可能となる。

現在、印南沿岸へいつ頃大津波が来襲するか予測することは難しい。それは、地震が南海道沖で生じることを予測することと同じ位である。それに、南米から太平洋を約24時間かかって来襲する津波も考えておく必要がある。1987年現在、印南沿岸は護岸・防波堤などの整備がすすんでいるので、過去の史料にあらわれた災害と同じようなことが起こらないようにという配慮にもとづく対策が講じられていると思う。しかし、1960年チリ地震津波以後の、土地利用の変化・新開地の立地条件・漁港施設等の拡張などが、今後来襲するかもしれぬ津波に耐えうるかどうか・被害軽減に益しているかどうか・これまでとは全く異質の被害が生じるおそれはないかなどの新しい問題を投げかけていることも忘れてはならない。

本文をとりまとめるにあたり、和歌山県日高郡印南町役場には、最新の測量成果にもとづく管内地図の利用に御協力いただき、また、印南町史編集委員会（とくに平尾茂雄氏）には、多数の史料の利用ならびに貴重な情報収集に時間をさいていただいた。印南町島田の光明寺・印南町元村の西蓮寺をはじめ多くの方々の御理解と御好意を得た。

文 献

- 羽鳥徳太郎（1980）：大阪府・和歌山県沿岸における宝永・安政南海道津波の調査・東京大学地震研究所集報，55，505-535。
 印南町編（1987）：印南町史資料編，第一法規出版（株），東京，1362pp。
 中村重久（1984a）：田辺・白浜における津波について，京都大学防災研究所年報，(27B-2)，591-610。
 中村重久（1984b）：津波の古記録とその意義について，La mer，22，69-72。
 中村重久（1985）：和歌山県日高川の津波史料について，La mer，23，26-31。
 中村重久（1986）：巨大津波の前駆異常音について，La mer，24，48-52。
 中村重久（1987）：和歌山の歴史津波，月刊地球，9，220-224。

日仏海洋学会賞受賞記念講演 植食性動物プランクトンの生産生態に関する研究*

谷 口 旭**

Production ecology of the planktonic grazers in the sea*

Akira TANIGUCHI**

このたびは思いもかけず、日仏海洋学会賞を賜ることになりました、大変名誉なこと、ありがたきことと存じております。

私は1965年に北海道大学水産学部を卒業したのち、同学大学院に進学して、元田茂先生、川村輝良先生のご指導の下で、西部太平洋における基礎生産力に関する研究に従事しました。この間に、北大の“おしよろ丸”や水産庁の“開洋丸”などの諸航海に参加して、多くの先輩や同僚の方々とともに、基礎生産力の測定をはじめとして、関連する栄養塩や動物プランクトンの定量データを数多く収集する機会に恵まれました。それらのデータをもとにして、西部太平洋南北にわたる基礎生産力の地理的変動を明らかにし、各海域の海洋学的特性、とくに水温躍層のありかたと基礎生産力との関連についても、いくぶん論議をすすめることができました。この関係の論文は7、8篇ありますが、引用された回数はあまり多くはなく、たまに引用されたときには、生産力に関する数値が引用されたり、図版がそのまま掲載される、というようなものでした。それは、私の論文そのものが descriptive な性格が強かったのですから、当然なことでした。

この研究が一段落したところに、基礎生産力と動物プランクトンとの関係の解析をはじめました。植物プランク

トン-動物プランクトン関係については、古くから研究された例は多いのですが、当時は、現存量による検討は判るところまで判ってしまい、より本当らしい、動的な植物-動物プランクトンの相互関係は、両者の生産量にもとづいて解析しない限りわからないであろう、という段階にありました。動的な解析は動的な資料にもとづいてという、至極もつともな話です。しかし、当時（今なお不十分ですが）、動物プランクトンの生産量のデータはほとんどなかったのです。現場の群集の生産量は言うもおろか、室内飼育実験による個体レベルの生産量すら十分に知られてはいませんでした。当時というのは、1971・72年ごろのことです。

私は同僚の池田勉博士の助言をえて、各海域の動物プランクトン現存量から、その食物要求量を計算し、これを動物プランクトン生産量のかわりの指標にすることにしました。この計算にはいくつもの仮定が必要になり、それだけ結果が不確かになるのはやむをえません。この種の研究では、与えられた仮定内容の確かさあるいは不確かさよりも、どうして、かれこれの項目について仮定を与えるに至ったのか、その思考過程に興味があるのではないのでしょうか。それに、当時、統一された手法を用いて、広汎な海域から基礎生産量と動物プランクトン現存量のデータをたくさん収集していたのは、世界中でも北大の浮遊生物学講座くらいしかありませんでしたから、このような計算を試みることは、講座員の1人としての義務でもあったのだと思います。

この研究で私が主張したかったことは、プランクトンの世界では、植物と動物のかかわりが極めて緊密で、その緊密な関係は、高水温貧栄養の熱帯・亜熱帯海域では

* 1987年6月1日 日仏会館(東京)で講演
Conférence à la remise du Prix de la Société
franco-japonaise d'océanographie

** 東北大学農学部海洋学教室 Laboratory of Oceanography, Faculty of Agriculture, Tohoku University

小型の植食性動物プランクトンによって、また低水温富栄養の高緯度海域では大型の植食性動物プランクトンによって達成されている、という点でした。貧栄養の低緯度海域には、小型の動物プランクトンが少量しかいないという現象は、植物-動物系を最も効率良く作動させるために必要不可欠な（適応と言ってもよい）ことであって、この現象を、動物プランクトンの生産性(生態効率)が貧栄養海域では低いことを示す標徴であるというふうには、誤解してはいけないということです。

この研究は speculative でしたから、引用される時には、結果として出て来た数値よりも、背景にある思考過程の方が尊重されました。動物プランクトンの生産（ここでは食物要求量）を考えるとときには、環境水温と体サイズについて配慮することの重要性が認識されました。それらは肯定的な引用の例ですが、否定的な引用例もないではありませんでした。多くの場合、否定的な意見の方が、その後の研究を発展させるためには、むしろ良い参考になりますが、この場合もそうでした。計算に微小動物プランクトンが入っていないという意見は、この研究の一つの弱点を指摘していますので、このあと、私は微小動物プランクトンの研究を始めることに致しました。

そのころ（1974年）私は北大から、いま在籍している東北大農学部水産学科に移りましたので、新しい研究環境で新しい研究を始めてみたいという意欲もありました。野外での放射性同位元素使用の規制が、ものすごく厳しくなったために、もう基礎生産の研究は止めてしまおうと考えていた矢先でもありました。いずれにしても、微小動物プランクトンの研究に着手するように、全ての条件が揃っていたというわけです。

新しい研究は、まず現場における微小動物の現存量の測定から始められました。東京大学海洋研究所の“白鳳丸”や“淡青丸”はじめ水産庁の“わかたか丸”，南極地域観測船の“しらせ”などに乗船を許され、再び広範囲の海域にわたって、微小動物プランクトンの現存量を統一した手法を用いて測定してきました。その結果は、以下のように要約できます。

微小動物プランクトンの現存量は、絶対量で見れば、富栄養海域であるベーリング海や親潮流域に多く、貧栄養海域である熱帯・亜熱帯外洋域には少ない。しかし、その量をネット動物プランクトン現存量に対する相対量で表した場合には、傾向は逆になって、熱帯・亜熱帯海域に多く、亜寒帯海域で少なくなることは、ほぼ確実である。このような傾向は、近年明らかにされた植物プラ

ンクトン群集のサイズ組成、すなわちナノプランクトン（小型）とマイクロプランクトン（大型）の、それぞれの、絶対量あるいは相対量の地理的変動の傾向と符合する。このことは、微小動物プランクトンの食関係が主としてナノプランクトンとの間で成り立っていることを物語っているであろう。

元田先生の研究室運営の方針の影響の下で、私の研究姿勢は最初から、海洋現場に出かけて行って、その現場で生産量を測定したり標本を採集したりするという、現場指向の強いものでした。はっきり思い出せるだけでも、現在までに22の調査研究航海に参加し、航海日数の総計は1,000日に近くなっております。ところが、その結果にもとづいて出版できた原著論文は30篇を少しこえるくらい、1航海あたり1.4篇あるいは、航海日数33日あたり1篇の論文というところ、案外聞こえはいいのかも知れませんが、この間の年数（20年）で割ると、1年に1.5篇と、効率がかかなり悪いことがはっきりします。

微小動物プランクトンの研究を始めてから暫くして、室内での飼育実験も試みました。繊毛虫プランクトンの飼育は案外むづかしく、安心して実験に利用できる飼育方法を自分なりに確立するために、丸2年、足かけ3年を要しました。ちょうどこの時期に文部省の科研費の助成を3年つづけて得られたこと、また同じく文部省の旅費によって原生動物プランクトン生態学研究集会（1981年フランス）に参加できたことは、本当に幸運でした。これらの補助がなければ、私は飼育実験の計画を途中で投げ出さなければならなかったでしょう。川上玲子さんという、プランクトンの培養の名人とともに実験に当たることができたのも、幸運なことでした。

一旦、飼育方法が確立すると、航海に参加しない時期には、室内で飼育実験をすることができるようになりました。その結果による原著論文はまだ5,6篇しかありませんが、評価は悪くありません。大抵の場合、飼育実験は2～3か月で終わりますから、論文の生産効率は、前後の必要日数を含めても100～150日に1篇となり、航海上とする研究（1.5篇/年）よりも、おおむね効率は良くなります。仕事の早い人は、全ての場合に効率をもっともっと高くすることができるのでしようが、それでもなお、大きな航海に参加するよりも、陸上の実験室内での研究の方が効率が高いという点は変わらないと思われま。研究者間の競争が、主として論文数で戦われるようなところでは、航海に参加することが嫌われ、そのため海を体験しない海洋生物学者の数が増えてきつつある

とも聞きます。そうはならない範囲内で、私は室内飼育実験を続けて行こうと考えております。話が脇道にそれてしまいました。本筋にもどします。

飼育実験では、繊毛虫プランクトン、特に有鐘類の *Favella* の摂食速度、成長速度、呼吸率などの測定ならびに高速度 VTR を用いた摂食行動の観察を行ないました。これらの実験の結果は、それなりに苦労して得られたものではありませんが、ここでは簡単に要約して紹介させていただきます。

Favella taraikaensis の平均的な体重は 330 pgC で、1 個体の虫は、1 時間あたり体重あたりの単位で示すと、0.1-50% 摂食して 6.2% 呼吸で消費し、4-13% 生産すると言えます。これらの幅広い変動値から、危険を承知で平均値を抜き出し、1 日あたりの量に換算（1 日間に増加する個体数および体重を考慮）すると、摂食量は 700%，呼吸は 320%，そして成長が 300% に達する、と言えます。これらの値を正しいとすれば、消化効率 (Assimilation efficiency) は 89%，総生産効率 (Gross growth efficiency = K_1) は 43%，純生産効率 (Net growth efficiency = K_2) は 48% となります。摂食・呼吸・成長ともに極めて活発であることと、消化効率および K_1 がともに大変高いことが明らかになりました。ただし、これらの値は、餌料条件に不足がない状態で得られた値です。

自然海洋中で餌料が充分にあるか否かは、研究者の間で論争的になっています。繊毛虫の餌料になる微細藻類（小型の植物プランクトン）の生長速度は、ほとんどの群で 1 日 1 回分裂（すなわち生産率 100%・ d^{-1} ）程度にすぎないので、繊毛虫の生産もそれを超えることはないであろう、と主張する人もあります。しかし、繊毛虫の栄養源は藻類に限らず、バクテリアを起点とする供給源も併存するから、やはり自然群の生産量は大きいであろう、という人もあります。このことは、微小動物プランクトン研究の分野における重要課題の一つです。

有鐘類の摂餌選択性が強いということは、高速度 VTR 観察によっても確認できましたが、このことも、微小動物プランクトンと基礎生産との関係を検討するためには、欠かせぬ情報です。これらの情報が揃ったところで、改めて、海の植物プランクトンと植食性動物プランクトンとのかかわりを解析したいと考えております。あるいは、ネット動物プランクトンの世界と、微小動物プランクトンの世界は、アメリカのある科学者がいうように、互に別々の世界であって、その間の連絡は希薄なのかも知れません。そうだとすれば、私の以前の研究から

微小動物プランクトンが抜けていたことは、特に欠点でも弱点でもなかった、ということになるかも知れません。

微小動物の飼育実験によって、もう一つ、その呼吸速度が以前に考えられていたよりも、はるかに速いということもわかりました。以前は、単細胞動物の単位体重あたりの代謝（呼吸）速度は、変温性の後生動物のそれよりも 1 桁低いと信じられていましたが、そういうことはなくて、変温動物の体重と代謝との関係が、原生動物・後生動物の区別なく、一本の関係式に収束するらしいことが確認できたわけです。このことは、証拠が揃わない以前からの私の確信の一つでありました。

あらゆるプランクトンの潜在的な生産や代謝のあり方（最適条件下での摂食率、呼吸率および生産率と言い換えてもよい）は、そのプランクトン自身の体重と環境水温とによって決定されている運命的なものであって、それがプランクトンの世界の動態を支配している自然の掟なのだ。従って、植食性動物プランクトンの生理や行動の一断面の適応価値を吟味するときには、摂食とか浮游といったように、人間の勝手なつごうによってバラバラに切り離されてしまった観点にだけ立つと、きっと誤解が生ずる、体重と水温とによって運命づけられている代謝速度にあくまで基礎をおいて、生産性の全体の収支の枠組の中で、ある生理・生態の適応価値が判定されなければならぬ、ということは 1975 年に出版した拙著で強調しておいたことであります。

このたび、栄誉ある日仏海洋学会賞をいただいたことをはげみにして、今後も、この基本的な考え方にそって、植食性動物プランクトンの生産生態に関する研究を進展させたいと存じます。

最後になりましたが、恩師である元田茂先生と川村輝良先生はじめ、北大と東北大の研究室で共に研究し、討論した仲間、また多くの研究航海等で、いろいろ有益な話を聞かせて下さった方々に、心より感謝の念を表します。故岡田雋先生ならびに川村輝良・西沢敏両先生には、私に職を与えて自由に研究をさせて下さったことを深く感謝致します。また、専門が異なるにもかかわらず、私の研究に理解を示して下さい、今般この賞に推薦して下さい野村正先生には、深心よりお礼を申し上げます。

私の両親と妻も、今回の受賞を大変よろこんでくれましたが、たしかに、私の研究成果の半分以上は、両親と妻の支援の賜物という気がします。頒ち合う喜びを得たことを、感謝せずにはられません。

資 料

フランス海洋情報 (5)

Information océanographiques de France N° 5

I. 一般 Informations générales

1. DATAR にデータバンク (La DATA crée sa banque de données)

DATAR (国土改良協議会 Délégation à l'aménagement du territoire) は、外国企業誘致のためのデータバンクをこの程設立した。英仏語での検索可能なこのデータは、日本をはじめ外国7か所の DATAR 事務所順次配備される。データ量としては、今のところカード200枚 (つまり200企業用地) だが、87年末には2,000枚をめざしている。1枚のカードには、地域の特徴 (交通の便、人口、労働力の質と賃金、大学・研究所の有無…), 企業用適地 (現況、投資援助、一般的サービス), および入手可能な宅地・建物などの情報が、93の欄に分けられて収集されている。

2. ユーレカ計画の中の海洋 (37 nouveaux projects de recherches dans le cadre d'Eurêka)

先のストックホルムでの閣僚会議 (1986年12月17日) において、加盟19か国の企業参加による37の新企画が承認され、ユーレカは100の大台にのったが、うち海洋に関係する主な事業を挙げると、

- ・ハリオス Halios (III 2 参照)
- ・ユーロフォル EUROFOR—石油採掘技術のオートメーション化
- ・スーパーサブシー SUPER SUBSEA—潜水艇を利用した液化ガス産出システムの開発
- ・ユーロップ EUROP—水深80mでの作業可能な遠隔操作工作ロボットの開発
- ・アルシポーズ 20,000 ARCHIPOSE—北海に重量2万tのプラットフォームを設置するための平底船の建造などで、すべてが4~5年計画である。

II. 農水産物関係 Agro-alimentaire

1. 海藻についてもう一度 (Encore les algues)

海藻類をベースにした食品の研究開発が盛んなことは先回お知らせしたが、この度アイソトニック飲料 (海藻2%, 海水2%) がカランテック市 (Carantec) の業者

Jacques GUICHOUX 氏によって生まれた。この筋肉疲労回復剤にひき続いて、ダイエット用飲料、およびシーフードレストラン向けのカクテルもお目見えするという。他方、海藻の変換加工専門の GOEMER 社 (社員数65名) も輸出を伸ばしており (今や総売上高の30%を占める)、この程日本の三菱グループと提携した。第1段階は、同社の化粧品、植物性健康食品、ダイエット食品の販売を委ねるだけだが、1988~89年には3百万ドルの投資で北海道に工場を建設するのが主眼で、GOEMER 社は海藻と陸生植物の変換加工技術 (低温粉碎と濾過法) を教える。同社の山東半島への進出も、中国と交渉中である。

2. セーシェルに鯖缶工場 (Une conserverie de thon aux Seychelles)

この新工場は、島政府とフランスの2社 (Armement coopératif finistérien 社と Pêcheurs de Mer 社) の合弁によりヴィクトリア港内に建設中で、本年半ばには稼動開始となる。年産目標は8千tだが、2万tまで拡充可能な設備を持つ。

3. フランスでも“かまぼこ”を生産 (Début de production de Kamaboko en France)

IFREMER と Pêche et Froid 社 (Boulogne-sur-Mer) は、協同で“すり身”の生産に研究工夫を重ねているが、“すり身”は他の企業からもその商品価値を認められはじめている。例えば、大手の調理済シーフード食品会社 CUISIMER 社 (Carentan 市) では、そのカタログ ('86~'87 秋冬号) に“かまぼこ”を登場させた。原料の“すり身”は、まだ日本からの輸入にたよっているが、'87 年末からは“ビブ” (*Trisopterus lucus*) からの国産品となるはずである。

4. 海産生物から芳香性物質を抽出 (Hydrolisats et arômes marins)

魚の加水分解生成物を主に薬品用に生産している LYRAZ 社は、海産生物からの芳香性生成物の自然抽出にも手を染めている。魚 (アンチョビ、サバ、サケ、マグロ)、貝 (カキ、ムール、ホタテ)、甲殻類 (カニ、エビ) から粉末もしくはペースト状で、これを精製し、缶

詰、バター、スープ、ソースの香づけに広く応用しようというもので、すでに一部実用化されている。“すり身”の副産物の加工への使用も検討されている。

III. 漁業と増養殖 Pêches et aquaculture

1. EC 漁業援助計画決定 (L'Europe fixe son programme d'aides à la pêche)

漁業の産業構造改善のための援助計画が、1986年12月4日採択された。このプログラム自体は期間10年にわたるが、計上された予算は5年分で総額420億フラン、原案より3億5千万フラン少い。重点事項は、(1) 代船建造(33m以下の漁船に65%—うち25%は当事国の負担—の援助)(2) 養殖業(70%—同30%—)(3) 調査漁業(4) 操業一時停止補償である。援助額は、“弱い”とされる区域に厚く、ギリシャ、ガリシア(スペイン)、カナリア諸島、西スコットランド、南ブルターニュ、ポルトガル、アイルランド等が上位である。

2. 1990年代に向けて新型漁船 (Un navire des pêches pour 1990)

“ユーレカ”のうちで仏・スペイン協力事業の一つとして、フランスからはIFREMERとManch SA社が参加しているこの企画は、“ハリオス”(Halios)と呼ばれ、最先端の科学技術を結集して産業用新型漁船のモデル数隻の設計建造にあたる。開発の主眼となるのは、探知システム、網の投下・巻上げの自動ロボット化、船上処理の自動化だが、魚の保存・荷下しなどにも工夫が加えられよう。

3. 船内貯蔵新システム (Un nouveau système de stockage du poissons à bord)

コンテナを装備した新式トロール船が、サブル・ドロンス港 Sable d'Olonne で披露された。この鋼鉄製のモデル船は、長さ24.8m、幅7.20m、吃水3.85mで、エンジンは620馬力、スクリューの羽根の向きをコントロールできる。船倉には、300~350kgの魚を収納できるアルミ製のコンテナ102個が設備されており、運搬機とはしけも装備している。コンテナが組立て・分解できるのもミソだが、冷凍装置を切らずに全作業が可能なのが長所である (Seamen Ingénierie 社特許)。

4. トロール網計画用コンピュータソフト (Un logiciel pour chaluts)

IFREMERと国立海洋センター (Boulogne-sur-Mer) は、魚網の設計製作に補助利用できるコンピュータソフトを開発した。「トロール網の計算と作図」なるこのソフトは、情報として、

・トロール網(2枚網または4枚網、大目網)の設計要項

- ・トロール網の設計図のディスプレイ出力
- ・適性トロール網の図面出力
- ・網糸面積と結節重量の計算
- ・網地各面の変化

を容しており、価格は約1万フランである。

照会先: C. LIACOPOULOS

Mission du Centre National de la Mer
Hôtel de Ville BP729
62321 Boulogne-sur-Mer

5. 多国籍水産業: 鯖缶詰日産80t (MULTITRANS-PECHE: 80 tonnes de thon en boîte par jour)

1982年来、フランスとインドネシアの共同出資による水産会社が、Biak島 (Irian-Joya 県) を拠点として好調に稼動しており、現在では月産1,000~1,500tの鯖を生産している。1985年の総売上高は1千2百万ドルで、獲れた鯖はすべて船上で急速冷凍され、ピヤック島経由でタイ(65%)と日本(35%)へ輸出されているが、1989年に予定通り缶詰工場が同地に完成すれば、800人の雇用を生み、日産80tの鯖缶詰を生産できることになろう。鳥の飼料用の工場も建設予定に入っている。

6. フランスの淡水養殖生産量 (Production de l'aquaculture française en eau douce)

養殖専門誌 *Aqua-Revue* (55, cours G. Clémenceau, 33,000 Bordeaux) は、淡水、低塩分水域での生産状況を初めて集計発表した。これによると、年あたりの総生産高は36,550tと見積られている。ただし、以下の区別の必要も指摘されている。

- ・オニテナガエビ *Macrobrachium rosenbergii* のような新種の生産高は正確に把握できる。
- ・マスのように統計指数(食品として)の存在する種については、±15%の誤差で大体正確な把握が可能である。

・コイ・ウナギなどの河川・湖沼の種についての数字は不正確にならざるをえない。

全体として数字は実際の生産より低めとみられるが、主なものをあげると、マス28,000t、コイなどの沼魚7,800t、ウナギ380t、オニテナガエビ90tである。

7. カキの外海養殖 (Elevage d'Huitres plates en mer ouverte)

1970年代の後半、伝染病 (Martelia および Bonamia) が原因でヨーロッパカキの生産は激減したが、1981年以後その対応策として深海底での低密度播種および短サイ

クル養殖が試みられている (Cancale 地方)。一方、この伝統ある方法と平行して、水中養殖も研究されている (Côte du Nord 県ブレア島)。こちらは、全長約 100 m の支線を張り、両端につけた錘 (2~3 t のもの) とブイで水中約 2 m に安定させ、そこに数個の“牡蠣カゴ”を結んだ 4~5 m の綱を、100~150 本吊した柵を作る。平均 20 g の稚牡蠣は、約 6 ヶ月後には出荷可能になるまでに成長する。まだテスト段階だが、生存率は 75% である。はっきりした結果が出るのは 1987 年初めになるが、将来の養殖法として有望である。

照会先: Michel SOULAS

Comité l'Expansion Economique des Côtes du Nord

6, place du Général-de-Gable,

22000 Saint-Brieuc

8. サケの精子の DNA を抽出 (Extraction d'ADN sur laitance de saumon)

JAVENEC 社 (Bretagne) は、サケの精子から DNA を抽出する独自の方法を開発した。同社の方法は従来のアルコール抽出法よりもはるかに無理のないもので、遺伝物質の構造を損うことなく抽出できる。同社の年生産高は 5~10 t で、薬品・化粧品分野で需要が高い。

9. カメノテ漁 (La cueillette risquée du "pouce-pied" *Pollicipes cornupiaë*)

荒磯の岩場に房をなすようにして棲息するこの甲殻類の一種は、肉の豊かな脚が美味 (白ワイン煮かマヨネーズで食べる) で、特にスペインで珍重されている。市場価格もキロ 50~800 フランにもなり漁を呼ぶが、荒磯の岩場での採取は危険度も高い。Belle-Ile-en-Mer (ブルターニュ南部) の解禁期間は 10月15日~11月15日であるが、無許可を含めた密漁者が絶えないので、資源の涸渇が心配されている。

10. 原子力発電の副産物: スズキとタイ 45 t (45 tonnes de bars et de dorades produites à Gravelines)

ダンケルクに近いグラヴリーヌ (Graveline) 原子力発電所では、この排水 (温水) を利用した養魚場も 1983 年以来操業中である。IFREMER 付属の水産試験場とは別に、組合組織のアクワノール AQUANORD 養魚場があり、主にスズキとタイの養殖を行っている。1986年の生産量は約 45 t で、うち 95% はスズキが占めている。成育は良好で、18か月で 300 g にまで達するが、稚魚のロットが不均衡 (孵化場の遠近で差が出る) なのが難点で、これによる生育度差を解決し、安定した稚魚の供給を確

保するために、現地に孵化場も設ける計画がたてられている。他方、IFREMER 試験場で試みられたターボット *Psetta maxima* の養殖結果は上々で、近々この温水での産業飼育魚の仲間入りを果すことになる。

11. 地中海でフランス最大の鮪はえ縄船 (La plus grande unité française de pêche thonière en Méditerranée)

1986年10月に操業を開始した Provence Côte d'Azur 号は全長 35.80 m で、150 m³ の船倉二つをもち、50 t の鮪を収容できる。全長 1.5 km、深度 240 m のはえ縄による生産目標は、漁季あたり 350~400 t を見込んでおり、その取引価格は 13~28 F/kg を予定している。ちなみに、1985年には、フランスは 25~28 m 級のはえ縄船 22隻によってクロマグロ 5,400 t の漁獲を行った。

12. ストック管理: PNDR プログラム (Gestion des stocks: le Programme National sur le Determinisme du Recrutement des animaux marins)

このプログラムは、水産動物資源の補充決定要因的を定めた国家的規模の研究で、IFREMER, CNRS, ナント大学, ORSTOM の共同で進行中である。これは、漁業と資源育成についてトータルな視点を持つべきとの反省にたって 1982年に始まったもので、そこでは“資源補充に関わる環境インパクトのメカニズムの解明”が最優先課題として取り上げられた。これが明らかになれば、もう一方のファクターである種苗の密度インパクトの把握も可能となり、またストックの変動も測定でき、自然補充に加えて人工補充を行うべき種も特定できる。現在、この枠内でホタテガイ、カキ、ヒラメ *Solea vulgaris* の 3 種について追跡研究が行われているが、研究の細目をいくつか挙げると、

- 幼態期分散に対する物理的・生物的作用のメカニズム
- 幼態期、幼態後期の苗種の捕獲法と標本化法
- 幼態期動物の行動とそのモデル化
- 幼態期の栄養摂取
- 定着のしくみ

などである。機関誌 PNDR Informations (季刊) を参照されたい。

編集局: M. A. HERBLAND

c/o IFREMER, Centre de Nantes

B. P. 1049

44037 Nantes CEDEX

Telex 711196

IV. 海洋技術 Technologie océanique

1. ロボットによる海底廃棄物施設 (Galleries) の監視 (Inspection des galleries immergées par robot interposé)

HYTEC社は、放射性廃棄物などの処理用に海底に沈めた“ギャラリー”(廻廊)を監視するためのロボットを開発した。ギャラリーへ通じている井戸から専用のエレベーターで降り立ったこのロボットは、リモコンによって廻廊内を0.5ノットのスピードで進み、装備された種々の計器やカメラを駆使して、廃棄物の厚さ、大きさ、浸食度など必要な情報の収集にあたる。

照会先: HYTEC

501, rue de la Goix de Lavit
34100 Montpellier

2. 海洋の重油汚染への新対抗策二つ: ゴム製のタンカーと炭化水素分離器 (Lutte contre les marées noires: un tanker pneumatique et un séparateur hydrocarbure-eau de mer)

SALLINGER社は、海上での給油と油運送用に“ポリュタンク”(Pollutank)なるゴム製の膨らませると100m³の石油を収容できる一種の軽便タンカーを発明した。このポリアミド材のタンクは、外部はハイパロン、内側はネオプレンで保護されて強く、把手とベルトを装着しており、曳航可能である。また、2人の力で1時間もかからずに準備ができ、数か月放っておいても萎まない。事故を起したタンカーによる被害を軽減するのが目的で考案されたものだが、他にも、例えばトロール船と母船の間の魚の運搬を生かしたままで行うのにも利用でき、飲料水はもちろん、重すぎなければ何でも運べる。

一方、Lannion市(北プルターニュ)の発明家が、海水と炭化水素の分離装置の特許を得た。これは平底船に搭載可能で、PLUGUTTON社が製作を担当する。

3. 気泡探知器 (Un détecteur de bulles)

ダイバーの減圧時の安全確保のための超音波気泡探知器をSODELEC社(マルセユ)が開発した。この携帯用の探知器(1.65kg)は、集音器(乾電池1.5V10本で10時間作動)、受信器、ヘッドホーンから成り、30バールの気圧に耐え、血液中に生じた0.03mmの気泡まで探知できる。医療用にも使える。

4. 地球探査衛星“スポット”(SPOT)の画像をIFREMERでも処理 (L'image SPOT traitée à l'IFREMER)

海藻群落の分布、ヌーメア(Nouméa)でのエビ養殖場の分布、ブラジルのマングローブ林、太平洋のサンゴ

礁、ポルトガルのサド(Sado)河口など、沿岸地域の生態を分析するために、SPOT衛星の画像を処理利用する方法が、プレストのIFREMERによって開発された。これは、近赤外線を吸収する海水の性質を利用したもので、これによって満潮時と干潮時の海岸線、つまり前浜の輪廓が規定できる。また、種々の統計的分析結果を色分け表示することで、海藻、マングローブ林、植物、岩石、砂、泥土といった地形を区別できる(最大解像度10m)。また、別のチャンネルを利用した係数分析を行えば、海水の濁度、水深、海底のタイプなど、海洋生産の潜在能力の測定も可能である。

照会先: M. LOUBERSAC

Service Application de la Télédétection
IFREMER—Brest B.P. 337
29273 Brest CEDEX

5. 海とオプトエレクトロニクス (L'optoélectronique à la mer)

海底光ファイバーケーブル建設では世界の四指に入るSUBMARCOM社は、コート・ダジュールでの2回の敷設実験に成功しているが、これを受けて1987年に1月からMarseille—Ajaccio間390kmの営業用ケーブルの設置に入っている。ケーブルは8基の中継器で結ばれ、深い所では水深2,500mに敷設される。SUBMARCOM方式の実用化に至ったわけで、英国のSTC(国営通信)や米国のATTと組んで、米大陸とヨーロッパを結ぶ8本目のケーブル建設にも加わっており、342km分を担当している。また、1992年を目途に“TAT 9”が計画されており、こちらは80km毎に中継器を置くだけでスループットをさらに増えさせた通信網を、大西洋6,000海里に架け渡すことをめざす。

6. HYTEC社の新型ROVサフィール号(Safir) (Un nouveau ROV, Remote Operating Vehicle, chez HYTEC)

推進器(60W)4基でケーブル式リモコン操縦により動くこの水中探査機には、高性能カラーカメラCCD(10ルックス)と2台の投光器(150W)を一体化したコンテナが装備されており、機械本体に対して180°回転可能である。浮游性を安定保持するために、発泡スチロールのブロックが上部を覆っている。コンパクトなものも特徴で、機械全体の体積は540×460×430mm、自重は38kgあり、水深150mまで降下可能だが、300mのものも特注で製作できる。価格は約20万フラン。

照会先: HYTEC Hydrotechnologie
Bât. A, rue Croix de Lavet

34000 Montpellier.

7. 地中海を掃除する (Nettoyage de la Méditerranée)

世界一汚染の進んでしまった海である地中海をきれいにするために、EC 12か国の援助をうけて、浚渫船の建造が進められている。公海上でガス抜きをする船があると絶たないが、その廃油を集めて処理するのを任とするもので、地中海では初の試みである。ユーゴの Rijeka 港が母港となり、同地には陸上の処理場も設備され、1987年末には全体が本格的活動に入る予定である。

V. 学会等 Nouvelles et livres

1. CNRS (国立科学研究所) と海洋 (Le CNRS et l'océan)

CNRS は、1981年以来、文部省のテコ入れを受けて研究の学際化を推進しており、1985年2月には INSU (Institut national des sciences de l'univers: 国立宇宙科学院) を発足させた。INSU は自前の予算を持つ独立した研究組織だが、CNRS の“陸”“海洋”“大気”“宇宙”の4部門と組織上結びついており、海洋研究にも大きな寄与が期待されている。現在、骨子となっているプログラム内容を挙げると、

- ・海洋と大気的相关 (プログラム名: PNEDC—英国参加)
 - ・海洋への物質の流入
 - ・海洋動物の補充の決定要因
 - ・大陸縁辺の研究 (プログラム名: ECOMARGE)
 - ・中国大陸の大河川—西太平洋間における有機物・無機物の運搬 (プログラム名: DONGAI—中国参加)
 - ・洋上前線の研究 (プログラム名: FRONTAL)
- などで、研究には国立の多くの研究機関が参加しており、

特に IFREMER の役割は大きい。

2. 合成樹脂材船建造シンポジウム (Nantes 市 1988年3月16~18日) (Construction navale en composites, Nantes, 16-18 mars 1988)

この種のシンポジウムは、1984年に Brest で開催されたのに次いで2度目である。主催は IFREMER で、新素材による実例、設計・施工方法、安全基準の問題、保全などのテーマで、全般にわたって研究機関、企業各方面からの参加が予定されている。該細についての問合せは次の通り。

IFREMER—Centre de Brest
Sous-Direction de l'Ingénierie et de la technologie
M. LEMOINE
B. P. 337
29273 Brest CEDEX
Telex: 940627

3. 新刊書: あざろし、せいうち、あしか—生態と生活— (“Phoques, Morses, Otaries—Ecologie et vie sociale”)

著者: Benoit TOLLU (Ecole pratique des Hautes Etudes 教授)

発行所: Edition Rocher (Science et découverte 叢書) Monaco

北極海に棲息するこれら3種の哺乳類について、現時点での動物学的・解剖学的・生理学的理解に加えて、これらの行動、人間との関係をも総合的に論じている。

(文責 嶋野敏夫)

[後記] フランス速報 Flash-France Nos 4 (1986年12月15日付), 5 (1987年1月15日付), 6 (1987年2月15日付) の内容から選択、翻訳 (一部項目につき抄訳) した。

フランス書誌情報検索サービスの案内

日仏会館図書室 (03-291-1141: 担当岡田氏) では次のような書誌情報検索サービスを始めています。学会員諸兄のご利用を勧めます。詳細は上記図書室へご照会下さい。

1. オンライン情報検索 フランスの書誌データベース (DB) を電話回線を利用します。1970年以降の雑誌、会議報告などの情報が得られます。対象 DB の概要は次表の通りです。費用は実費 (オンライン1件10分程度の検索で総額3千円位)。他に経済的なオフライン利用もできます。

DB 名	情報分野	作成機関
LOGOS	フランスの政治関係記事	Documentation française
PASCAL	科学技術全般, 図書館学	CNRS / CDST
FRANCIS	人文—社会科学 (法律, 歴史学を除く)	CNRS / CDSH
LE MONDE	日刊紙ル・モンドの1987年1月1日以降の記事索引	

2. 日本関係雑誌・新聞記事索引 図書室に1987年以降 (新聞は同年4月以降) 受け入れの欧文定期刊行物に掲載された日本関係記事の書誌DBです。パソコンと分類リスト (隔月刊) との何れかで検索できます。

学 会 記 事

1. 昭和62年9月24日(木)日仏会館会議室において、日仏会館と共催で講演会が開催された。

ユベール・セカルディ

(フランス国立高等研究院試験所長)

「マルセイユとその地域における沿岸整備の歴史」

2. 「日仏海洋シンポジウム」について、関係者による2回の準備会(9月7日, 9月14日)を経て、実行委員会が発足した。このシンポジウムは、10月15日の日仏会館学術委員会において「第5回日仏学術シンポジウム(コロック)」の海洋部門参加として正式に認められた。

3. 昭和62年10月30日(金)東京水産大学において日仏海洋シンポジウム実行委員会(第1回)が開かれ、委員長に宇野寛、副委員長に高野健三、事務局長に須藤英雄の各委員を選出した。

シンポジウムの開催時期として昭和63年10月(清水)が予定され、「温排水」、「水産増養殖」、「リモートセンシング」などに関する3つのテーマが検討されている。

4. 新入会員

(正会員)

氏名	所	属	紹介者
----	---	---	-----

五月女 雄二郎	東京水産大学青鷹丸		石野 誠
小河 久 朗	東北大学農学部水産学科		野村 正

5. 住所変更

(正会員)

菅野 尚	085 北海道釧路市桂窓 116		
	北海道区水産研究所		
奈須 敬二	104 東京都中央区勝どき 5-5-1		
	東海区水産研究所		
服部 茂昌	134 東京都江戸川区東葛西 5-2-18-1207		

6. 退 会

三宅泰雄, 苛原 暉, 本橋敬之助, 浜田七郎, 深沢文雄

7. 受贈図書

日本学術会議月報 28(9~12)

海洋産業研究資料 18(4~8)

鯨研通信 (370, 371)

東海大学海洋学部紀要 (25)

滋賀大学湖沼実習施設論文集 (25)

日本航海学会論文集 (77)

航 海 (93)

なつしま (90, 91)

RESTEC (19)

研究実用化報告 36(9~11)

広島日仏協会報 (98, 99)

広島県水産試験場事業報告 (61年度)

広島大学生物生産学部紀要 26(1/2)

農業土木試験場場報 (50)

養殖研ニュース (14)

山東海洋学院学報 17(3, 4)

科学通報 32(16~22)

海洋与湖沼 18(3, 4)

中国水産文摘 (1986)

韓国海洋学会誌 22(3)

Revue des travaux de l'institut des peches maritimes
49(1, 2)

Instituto Nacional de Investigacao das Pescas

Annales hydrographiques 14(761)

日仏海洋学会役員・評議員

(昭和61~62年度)

顧 問 ユベール・プロシエ ジャン・デルサルト
 ジャック・ロベール アレクシス・ドランデ
 ール ベルナル・フランク ミシェル・ル
 サージュ ロベール・ゲルムール ジャック・
 マゴー レオン・ヴァンデルメルシュ

名誉会長 オーギュスタン・ベルク

会 長 宇野 寛

副 会 長 高野健三, 内田 宏

幹 事 (庶務) 須藤英雄, 有元貴文; (会計) 松生 治, 高橋 正; (渉外) 高木和徳, 佐伯和昭; (研究) 関 文威, 小池勲夫; (編集) 有賀 祐勝, 山口征矢

監 事 久保田 穂, 辻田時美

評 議 員 青木三郎, 青山恒雄, 阿部友三郎, 有賀祐勝, 石野 誠, 磯 舜也, 市村俊英, 井上 実, 岩井 保, 内田 宏, 宇野 寛, 岡市友利, 岡部史郎, 岡見 登, 小倉通男, 加藤重一, 梶浦欣二郎, 鎌谷明善, 川合英夫, 久保田穂, 黒木敏郎, 西条八束, 佐伯和昭, 坂本市太郎, 坂本 亘, 末常泰男, 須藤英雄, 関 文威, 平 啓介, 高木和徳, 高野健三, 高橋 正, 多紀保彦, 谷口 旭, 辻田時美, 寺本俊彦, 鳥羽良明, 富永政英, 永田 豊, 奈須敬二, 奈須紀幸, 西沢 敏, 根本敬久, 野村 正, 畑 幸彦, 半沢正男, 日比谷 京, 平野敏行, 増沢讓太郎, 松生 治, 丸茂隆三, 三浦昭雄, 村野正昭, 森田良美

賛 助 会 員

- 旭化成工業株式会社
株式会社旭潜研
阿部嘉方
株式会社内田老鶴園新社 内田悟
有限会社英和出版印刷社
株式会社オセアノート
小樽船用電機株式会社
海上電機株式会社
株式会社川合海苔店
三信船舶電具株式会社
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
全日本爬虫類皮革産業連合会
高岡屋
株式会社鶴見精機
株式会社東京久栄
株式会社東京久栄技術センター
株式会社東京製綱繊維ロープ株式会社
株式会社東急フーズミート
中川防蝕工業株式会社
株式会社西日本流体技研
日本アクアラング株式会社
財団法人日本気象協会研究所
日立造船株式会社
因島工場バイオ事業部
北斗理研株式会社
丸文株式会社
三井海洋開発株式会社
宮本悟
吉野計器製作所
株式会社読売広告社
株式会社離合社
渡辺機開工業株式会社
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
東京都北区栄町 9-2
東京都練馬区春日町 2-15-6
東京都文京区大塚 3-34-3
東京都文京区本駒込 6-15-10
東京都世田谷区北沢 1-19-4-202
小樽市色内町 3-4-3
東京都西多摩郡羽村町栄町 3-1-5
東京都大田区大森本町 2-31-8
東京都千代田区神田 1-16-8
東京都港区南青山 2-2-8 DFビル
高松市寺井町 1079
東京都世田谷区玉川 3-14-5
東京都足立区梅田 4-3-18
東京都台東区上野 6-7-22
横浜市鶴見区鶴見中央 2-2-20
東京都中央区日本橋 3-1-15 久栄ビル
埼玉県川口市柴鶴ケ丸 6906-10
東京都中央区日本橋本町 1-7-1
東京都品川区東品川 4-10-21
東京都千代田区神田鍛冶町 2-2-2 東京建物ビル
長崎県佐世保市棚方町 283
神奈川県厚木市温水 2229-4
東京都千代田区麴町 4-5 海事センタービル内
広島県因島市土生町2274-1
東京都東村山市多摩湖町 1-25-2
東京都中央区日本橋大伝馬町 8-1
東京都千代田区一ツ橋 2-3-1 小学館ビル
東京都中央区かきどき 3-3-5 かちどきビル (株)本地郷
東京都豊島区駒込 7-13-14
東京都中央区銀座 1-8-14
東京都文京区本郷 6-19-7
愛知県渥美郡田原町神戸大坪 230
東京都文京区向丘 1-7-17

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

Tome 25 (1987)

Sommaire

Numéro 1

Notes originales

- Observation des antennes et détermination de l'âge chez le homard, *Homarus gammarus*.....Yves HENOCQUE 1~12
- Experimental evaluation of the effects of dumped bauxite residue (red mud) on marine phytoplankton (in Japanese).....Shigemi SUZUKI and Tokimi TSUJITA 13~18
- Chemical composition of volcanics dredged from the Erimo seamount (in Japanese).....Hitoshi AOKI and Yusuke YAGI 19~23
- Timely variations of wind-induced waves in Tanabe Bay during the passage of a March storm (in Japanese).....Shigehisa NAKAMURA 24~30

Miscellanées

- A note on an acoustic tsunami precursor off Sanriku in the northwestern Pacific (in Japanese).....Shigehisa NAKAMURA 31~35
- Information océanographiques de France N° 3 (en japonais)..... 36~38

Analyses d'ouvrages

- Procès-verbaux 40~42

Numéro 2

Notes originales

- Early developmental stages of some marine fishes from India 2. *Ilisha melastoma*, *I. megaloptera*, *Thyssa dussumieri*, *T. mystax* and *Chanos chanos*.....Pathrose BENSAM 43~52
- Etude numérique sur l'interaction résonnante entre des vagues d'amplitude finie.....Hiroshi TOMITA 53~61
- A note on a sporadic gale accompanied by a distant typhoon observed at offshore fixed tower station (in Japanese).....Shigehisa NAKAMURA 62~66
- Distribution of organic carbon, organic nitrogen, total phosphorus and pheopigments in surface sediment from Harima-nada, the Seto Inland Sea, Japan (in Japanese).....Shigeru MONTANI, Kuninao TADA and Tomotoshi OKAICHI 67~72

うみ(日仏海洋学会誌)

第25巻(1987年)

総目次

第1号

原著

- ウミザリガニ *Homarus gammarus* の第1触角による年齢査定(仏文).....Yves HENOCQUE 1~12
- 赤泥が海洋植物プランクトンに及ぼす影響実験.....鈴木繁美・辻田時美 13~18
- 襟裳海山で採取した火山岩の化学組成.....青木 斌・八木祐介 19~23
- 田辺湾における3月暴風通過時の風成波の時間的変動.....中村重久 24~30

資料

- 太平洋北西沿岸の三陸津波の前駆異常音について.....中村重久 31~35
- フランス海洋情報(3)..... 36~38
- 図書紹介..... 39
- 学会記事..... 40~42

第2号

原著

- インド産海産魚初生段階 2. *Ilisha melastoma*, *I. megaloptera*, *Thyssa dussumieri*, *T. mystax* および *Chanos chanos* (英文).....Pathrose BENSAM 43~52
- 有限振幅水面波の共鳴相互作用に関する数値的研究(仏文).....富田 宏 53~61
- 海洋観測塔で記録された遠隔台風による突発的強風.....中村重久 62~66
- 播磨灘堆積物中の有機態炭素・窒素, 全リンおよびフェオフィチンの水平分布.....門谷 茂・多田邦尚・岡市友利 67~72

Colloque

- Aspects actuels de la biotechnologie au Japon et en France (en japonais) 73~84

Miscellanées

- A note to ocean acoustic tomography in a scope of a traditional routine oceanography (in Japanese) Shigehisa NAKAMURA 85~89

Procès-verbaux 90~92

Numéro 3

Notes originales

- Phytoplankton and nutrient distributions off the northern South Shetland Islands (summer 1984—BIOMASS/SIBEX) Frederico P. BRANDINI and Miryam B. B. KUTNER 93~103

- Gymnodinium nagasakiense*, a red-tide forming dinoflagellate, and its culture medium Yoshio NAKANO, Rokuro ADACHI, Shinsuke HIROOKA and Hiroyuki TOMINAGA 104~108

- Biologically effective space in the artificial reef for the spiny lobster (in Japanese) CHEN Sai-bin, Seiichi WATANABE, Yasuyuki KOIKE and Kazunori TAKAGI 109~118

- The experimental ecology on the feeding of *Macrobrachium rosenbergi* larvae in the laboratory (in Japanese) Xiao-tao LIN and Yutaka UNO 119~123

- Population ecology of the spiny turban shell *Batillus cornutus* I. Ecological peculiarities of the habitat (in Japanese) Akihito YAMAZAKI and Naonori ISHIWATA 124~136

- Hydrographic structure around the Tosa-bae, the bump off Shikoku south of Japan, in November 1985 (in Japanese) Yoshihiko SEKINE and Yasushi MATSUDA 137~146

Miscellanées

- A note on extreme tsunami run-up along the coast of Wakayama, Japan (in Japanese) Shigehisa NAKAMURA 147~150

- Informations océanographique de France N° 4 151~155

Procès-verbaux 156~159

シンポジウム

- 日仏におけるバイオテクノロジーをめぐる最近の話題 73~84

資料

- 古典的の海洋トモグラフィについて...中村重久 85~89

学会記事 90~92

第 3 号

原 著

- 南シェットランド諸島北方海域における植物プランクトンと栄養塩の分布 (1984年夏—BIOMASS/SIBEX) (英文) F. P. BRANDINI · M. B. B. KUTNER 93~103

- 赤潮形成渦鞭毛虫類 *Gymnodinium nagasakiense* とその培養液(英文)...中野喜央・安達六郎・広岡慎介・冨永裕之 104~108

- イセエビ礁の生物学的有効空間...陳 賽 斌・渡邊精一・小池康之・高木和徳 109~118

- オニテナガエビ *Macrobrachium rosenbergi* (De Man) 幼生の摂餌に及ぼす餌料密度及び飼育密度の影響...林 小 濤・宇野 寛 119~118

- サザエの生態学的研究 I. 生息場所の生態的特性 山崎明人・石渡直典 124~136

- 1985年11月の四国沖の海底地形「土佐礫」上およびその周辺の海洋構造 関根義彦・松田 靖 137~146

短 報

- 和歌山沿岸の最大津波溯上高について 中村重久 147~150

資料

- フランス海洋情報 (4) 151~155

学会記事 156~159

Numéro 4

第 4 号

Notes originales

Ecological interrelationships of zooplankton in Tokyo Bay.....Sachiko NAGASAWA 161~166

Characteristics of velocity distributions in a strait: Current measurements by Doppler Current Profiler (in Japanese) ...Yoshio TAKASUGI, Takehiko HIGO and Hideaki NOGUCHI 167~174

Salinity effect on the growth rate of bacterioplankton in the Teshio River estuary during winterTakeshi NAGANUMA and Humitake SEKI 175~183

Population ecology of the spiny turban shell *Batillus cornutus* II. Habitat of juvenile shell (in Japanese) ...Akihito YAMAZAKI and Naonori ISHIWATA 184~189

Miscellanées

A note on local tsunamis along the Inami coast (Wakayama Pref., Japan) facing the western North Pacific (in Japanese) Shigehisa NAKAMURA 190~192

Conférence à la remise du Prix de la Société franco-japonaise d'océanographie (en japonais)Akira TANIGUCHI 193~195

Informations océanographiques de France N° 5 (en japonais) 196~200

Procès-verbaux201~202

Sommaire du Tome 25203~205

原 著

東京湾における動物プランクトンの生態的相互関係 (英文)永沢祥子 161~166

瀬戸・海峡部における流れの特性, ドップラープロファイラーによる流速測定高杉由夫・肥後竹彦・埜口英昭 167~174

天塩川河口域冬季におけるバクテリオプランクトン群集の成長速度におよぼす塩分の影響 (英文)長沼 毅・関 文威 175~183

サザエの生態学的研究 II. 稚貝の生息場所山崎明人・石渡直典 183~189

資 料

北太平洋西部の印南沿岸 (和歌山県) における津波中村重久 190~192

日仏海洋学会賞受賞記念講演谷口 旭 193~195

フランス海洋情報 (5) 196~200

学会記事 201~202

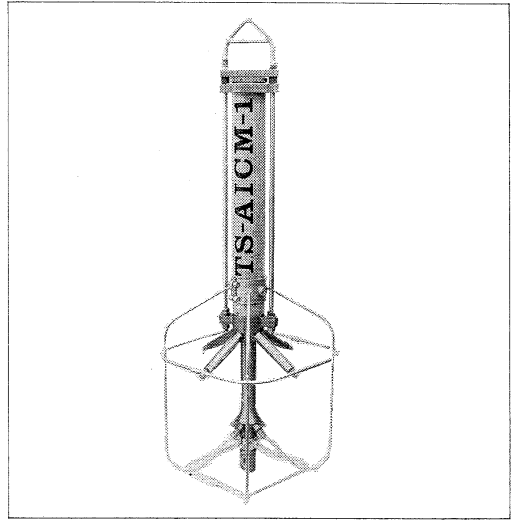
総目次 (第25巻) 203~205

T.S三次元超音波流向流速計

T.S 3-DIMENSIONAL ACOUSTIC CURRENT METER AICM-1

特 徴

- 微弱流から強流まで高精度で計測可能。
- 3次元 (X.Y.Z成分) 流速測定。
- 内蔵ICメモリ方式
(記録の信頼性向上、容量の増大)
- 簡便なDATA処理
データ読出し用インターフェースに接続するだけで、データを直接お手持ちのパーソナルコンピュータに取り込み (RS232C)、各種の処理を行なうことができる。



装置仕様

測定性能	流向	0~360°
	流速	0~300cm/sec
測定精度	流向	±5°
	流速	1cm/sec (0~40cm/sec) 指示値の2.5% (40~300cm/sec)
	分解能	流向 0.1° 流速 1mm/sec
記録間隔	連続、5分、10分 (外部より任意に選定可)	
記録時間	50時間、1ヶ月、2ヶ月	
記録方式	ICメモリ	

環境性能

耐温度	項 目	動作時	保存時
	流向流速計	-2~35°C	-30~+45°C
	データ読出し用インターフェース	+10~+45°C	-30~+45°C

耐湿度	項 目	動作時	保存時
	流向流速計	海 中	35~95%
	データ読出し用インターフェース	35~85%	35~95%

耐圧力	項 目	接触流体	圧 力
	流向流速計	海 水	0~31 kgf/cm ²
	データ読出し用インターフェース	空 気	一気圧

寸法・重量	機 器 区 分	数量	寸 法 (mm)				重量 (kg) ()は水中
			高さ	幅	奥行	最大径	
	流向流速計 (設置架台を含む)	1	980	150	100	370	13 (10)
データ読出し用インターフェース	1	40	150	100			

T.S.K

株式会社 鶴見精機

横浜市鶴見区鶴見中央2丁目2番20号

☎(045)521-5252(代)

FAX045-521-1717 テレックス3823750 TSK JPN J

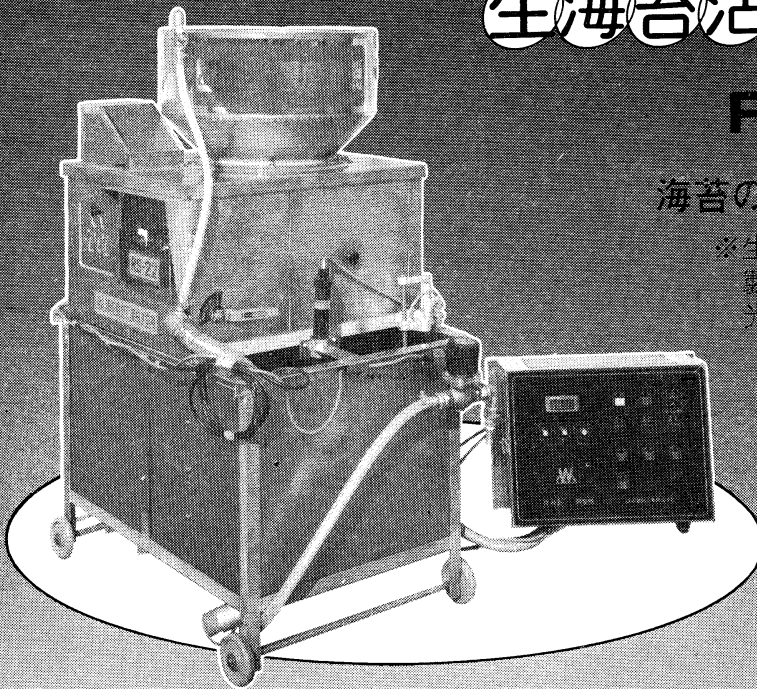
応援します。
 良い海苔づくり—

生海苔活性調整機

RS-2型

海苔の等級が数段あがる

※生海苔を活性化し、海苔
 製品の表面をなめらかに
 光沢よく仕上げます。



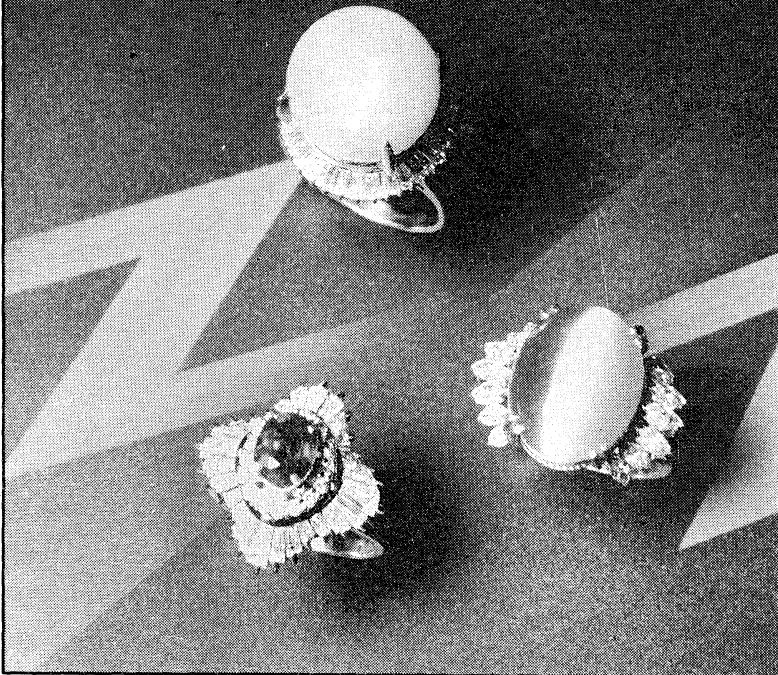
	RS-1型	RS-2型
高	770%	1,400%
幅	990%	950%
機	540%	780%
重	55kg	180kg
モーター	40W 1台 100W 1台	40W 2台 60W 1台 100W 1台 150W 1台



渡辺機開工業株式会社

愛知県渥美郡田原町神戸大坪230
 電話 05312 (2) 1121 (代表)

Pearl & Jewelry



輝
へん
の
な
ま
い
ら
し
ま
し
ま
す

宝石の名門



東京・銀座

東京都中央区銀座6-7-2

電話572-5011(代表)

JEWELER **miwa**

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

営業案内

- 科学魚探SIMRAD
- 理研式GEK
- 曳航式水温計

D.	B.	T.	水中テレビジョン	採	泥	器	類
C / S	T	D	自記流向流速計	電	気	流	速
水中照度計			比重計, 水色計, 標準海水	船	用	機	器
水中濁度計			ア ク ア ラ ン グ	模	型	及	標
溶存酸素測定器			プランクトンネット類	識	票	類	
サリノメーター			採 水 器 類				

株式会社 **本 地 郷**

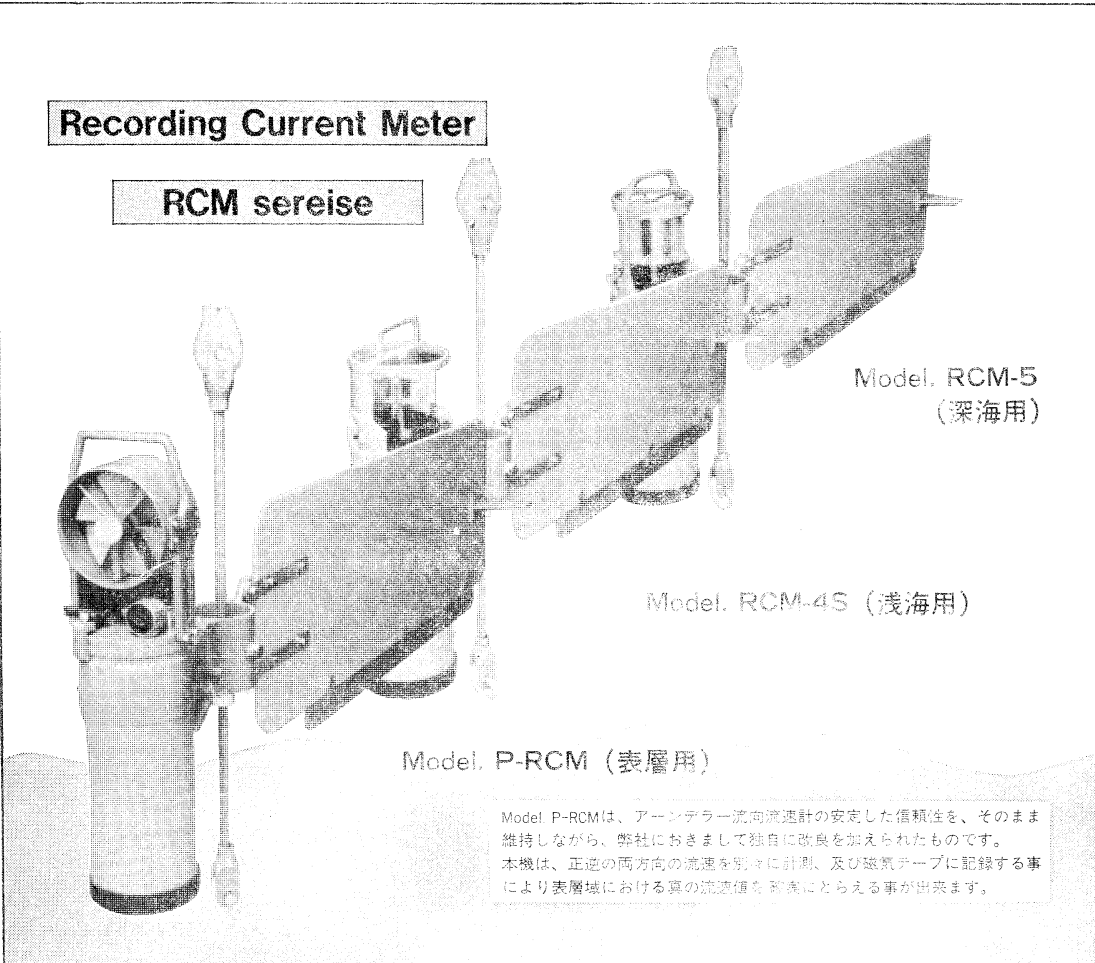
東京都中央区勝どき3丁目3番5号 かしどきビル内 〒104 TEL 533-7771(代)
TELEFAX 533-4094

代表取締役 宮 本 悟 取締役 大 塚 昌 治

アーンデラー表層域流速計 Model P-RCM

表層域(波浪域)測流の決定版!!

永年の豊富な知識と実績により浅海域の計測は新時代を迎えました。



Recording Current Meter

RCM sereise

Model. RCM-5
(深海用)

Model. RCM-4S (浅海用)

Model. P-RCM (表層用)

Model. P-RCMは、アーンデラー流向流速計の安定した信頼性を、そのまま維持しながら、弊社におきまして独自に改良を加えられたものです。本機は、正逆の両方向の流速を別々に計測、及び磁気テープに記録する事により表層域における真の流速値を測定にとらえる事が出来ます。

輸入販売代理店: 株式会社 **ユニオンエンジニアリング**
本社 神戸市中央区海岸通3丁目1-1 KCCビル4F
Tel. (078) 332-3381 ext. Fax. (078) 332-5119 宇650
支店 東京都中央区銀座7丁目18銀座スカイハイツ602号
Tel. (03) 543-5399 Fax. (03) 543-5510 宇104



製造元: **AANDERAA INSTRUMENTS**



DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR
ADDRESS: 5051 BERXGEN, NORWAY

そのほか、弊社取り扱い製品(アーンデラー製品全般、及び他の海洋関連機器)に関する詳細資料を請求下されば御送付させていただきます。

食卓の 豊かさを求めて



(ニューカレドニア・エビ養殖池)

フランスとの共同事業として、現在ニューカレドニアにて、エビの養殖事業に参加しています



tokyu foods

株式会社

東急フーズミート事業部

〒140 東京都品川区東品川 4-10-21 電話 東京 03 (471) 6401 番(代)

日 仏 海 洋 学 会 編 集 委 員 会 (1986-1987)

委 員 長: 高木和徳

副委員長: 関 文 威

委 員: 青木三郎, 有賀祐勝, 半沢正男, 堀越増興, 鎌谷明善, 村野正昭, 小倉通男, 岡部史郎, 須藤英雄
海外委員: H. J. CECCALDI (フランス), E. D. GOLDBERG (アメリカ), T. ICHIYE (アメリカ), T. R. PARSONS (カナダ)

幹 事: 有賀祐勝, 山口征矢

投 稿 の 手 引

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

〒108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学資源育成学科気付

日仏海洋学会編集委員会 委員長 高木和徳

昭和62年11月25日 印刷
昭和62年11月30日 発行

う む 第25巻
第4号

定 価 ￥1,600

編 集 者 高 木 和 徳
発 行 所 日 仏 海 洋 学 会
財団法人 日仏会館内
東京都千代田区神田駿河台2-3
郵便番号:101
電 話 : 03(291)1141
振 替 番 号 : 東京 5-96503

印 刷 者 佐 藤 一 二
印 刷 所 有 限 会 社 英 和 出 版 印 刷 社
東京都文京区本駒込 6-15-10
郵便番号:113
電 話 : 03(941)6500

Tome 25 N° 4

SOMMAIRE

Notes originales

Ecological interrelationships of zooplankton in Tokyo Bay ... Sachiko NAGASAWA 161
Characteristics of velocity distributions in a strait: Current measurements by Doppler
Current Profiler (in Japanese) ... Yoshio TAKASUGI, Takehiko HIGO and Hideaki NOGUCHI 167
Salinity effect on the growth rate of bacterioplankton in the Teshio River
estuary during winter ... Takeshi NAGANUMA and Humitake SEKI 175
Population ecology of the spiny turban shell Batillus cornutus
II. Habitat of juvenile shell (in Japanese) ... Akihito YAMAZAKI and Naonori ISHIWATA 184

Miscellanées

A note on local tsunamis along the Inami coast (Wakayama Pref., Japan)
facing the western North Pacific (in Japanese) ... Shigehisa NAKAMURA 190
Conférence à la remise du Prix de la Société franco-japonaise
d'océanographie (en japonais) ... Akira TANIGUCHI 193
Informations océanographiques de France N° 5 (en japonais) ... 196

Procès-verbaux ... 201
Sommaire du Tome 25 ... 203

第 25 卷 第 4 号

目 次

原 著

東京湾における動物プランクトンの生態的相互関係 (英文) ... 永沢祥子 161
瀬戸・海峽部における流れの特性, ドップラープロファイラーによる流速測定
... 高杉由夫・肥後竹彦・埜口英昭 167
天塩川河口域冬季におけるバクテリオプランクトン群集の成長速度におよぼす塩分の影響
(英文) ... 長沼 毅・関 文威 175
サザエの生態学的研究 II. 稚貝の生息場所 ... 山崎明人・石渡直典 184

資 料

北太平洋西部の印南沿岸 (和歌山県) における津波 ... 中村重久 190
日仏海洋学会賞受賞記念講演 ... 谷口 旭 193
フランス海洋情報 (5) ... 196

学会記事 ... 201
総目次 (第 25 卷) ... 203