

La mer

うみ

昭和 59 年 5 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise
d'océanographie
Tokyo, Japon

日 仏 海 洋 学 会

編 集 委 員 会

委員長	高野健三 (筑波大学)		
委員	青木三郎 (東洋大学)	有賀祐勝 (東京水産大学)	半沢正男 (神戸商船大学)
	井上 実 (東京水産大学)	森田良美 (東京水産大学)	村野正昭 (東京水産大学)
	西村 実 (東海大学)	岡部史郎 (東海大学)	高木和徳 (東京水産大学)
	宇野 寛 (東京水産大学)		

投 稿 規 定

1. 日仏海洋学会誌「うみ」は、海洋学および水産学の分野での原著論文・原著短報・総説・資料・書評などを掲載する。
2. 用語は仏・日・英のいずれかとする。論文には約 200 語の仏文または英文要旨をつけること。欧文論文には欧文要旨のほかに約 500 語の和文要旨をつけること。
3. 図はそのまま版下になるように縮尺を考慮して鮮明に黒インクで書くこと。図・表には欧文の説明をつけること。カラー写真など特殊なものには実費を申し受けることがある。
4. 編集委員会は投稿原稿を審査する。また、原稿の字句の加除訂正を行うことがある。
5. 初校は著者が行う。
6. 著者が日仏海洋学会員である場合には、刷上り 7 ページをこえた ページの印刷実費は著者の負担とする。会員でない場合には第 1 ページから著者の負担とする。
7. 1 篇について 50 部の別刷を無料で著者に進呈する。これ以上の部数に対しては実費 (送料を含む) を著者が負担する。
8. 原稿の送り先は、編集委員長 高野健三 (〒305 茨城県新治郡桜村 筑波大学生物科学系)。

Rédacteur en chef	Kenzo TAKANO (University of Tsukuba)
Comité de rédaction	Saburo AOKI (Toyo University)
	Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries)
	Masao HANZAWA (Kobe University of Mercantile Marine)
	Makoto INOUE (Tokyo University of Fisheries)
	Yoshimi MORITA (Tokyo University of Fisheries)
	Masaaki MURANO (Tokyo University of Fisheries)
	Minoru NISHIMURA (Tokai University)
	Shiro OKABE (Tokai University)
	Kazunori TAKAGI (Tokyo University of Fisheries)
	Yutaka UNO (Tokyo University of Fisheries)

RECOMMANDATIONS A L'USAGE DES AUTEURS

1. «La mer», Bulletin de la Société franco-japonaise d'océanographie, publie les articles et notes originaux dans toutes les disciplines des sciences de la mer et de la pêche.
2. Des résumés en langue française ou anglaise sont obligatoires.
3. Les figures au trait seront tracées à l'encre de Chine noire sur papier blanc ou sur calque. Les légendes des figures et des tableaux sont indispensables.
4. Le Comité de rédaction se réserve la possibilité d'apporter quelques modifications de forme ou d'ajuster certains détails à des normes d'uniformité.
5. Les premières épreuves seront corrigées, en principe, par les auteurs.
6. Les frais d'impression des pages dépassant sept pages seront à la charge des auteurs s'ils sont des membres de la Société. Les auteurs extérieurs à la Société s'en chargeront pour tous leurs pages.
7. Un tiré-à-part en cinquante exemplaires est offert gratuitement aux auteurs. Ceux qui en désirent un plus grand nombre peuvent les faire établir à leur frais.
8. Manuscrits et correspondances devront être adressés à la Rédaction en chef, Kenzo TAKANO, Institut des Sciences Biologiques, Université de Tsukuba, Niihari-gun, Ibaraki-ken, 305 Japon.

Spontaneous Sexual Maturation of *Penaeus Japonicus* Bate in a Southeast Italian Sandy Pond*

Lumare FEBO**

Abstract: The possibility of obtaining spontaneous sexual maturation in *Penaeus japonicus* Bate raised under quasi commercial production conditions, is of potential interest with regard to large-scale broodstock production, particularly in geographic areas in which the species is not native. Although considerable data are available on induced maturation experiments, in Penaeid shrimps, few references can be found in the literature to their spontaneous maturation in ponds on a commercial scale. The present paper describes a preliminary research in which spontaneous sexual maturation was obtained in *P. japonicus* spawners bred for 194 days (from October to May) in a 510 m² sandy pond. The outstanding results are: a high percent of females bear spermatophores (98.1%) and are sexually mature (83.0% between stages II and IV of gonad development); a high percent of females are at stage IV with a gonadosomatic index (13.4) comparable to that of Penaeids maturing in the wild.

Introduction

Penaeus japonicus Bate is considered a very important species for Italian aquaculture (LUMARE and PALMEGIANO, 1980; Lumare, 1982a).

However, this Penaeid shrimp is not native to the Italian seaboard and this becomes a decisive factor in broodstock production operations.

The present approach to the problem was made by drawing upon previous experiments on the native Italian Penaeid shrimp *P. kerathurus* (LUMARE 1979 a, b). Also in the case of *P. japonicus* the induction of sexual maturity by means of unilateral eyestak ablation has been proved much more effective than simple environmental parameter control (LUMARE, 1982b). Despite the considerable advantages of the first method and the fact that it is still open to further improvement, there are still a number of important drawbacks. These consist mainly of: a) low percent fecundity of females, which means a low percent of fertilized eggs and thus a small number of larvae; b) small number of eggs produced per female and per spawn (17,500 on the average; LUMARE, 1981), prob-

ably due to the artificial laboratory conditions; c) high operating costs and the considerable risk involved in maintaining the artificial conditions.

With a view to overcoming the aforesaid obstacles to improved planning of mass production of eggs and larvae, also in economic terms, an attempt has been made to achieve sexual maturation in large numbers of *P. japonicus* directly in open ponds.

Materials and Methods

At the end of September 1980, a batch of 500 second generation adult specimens of *Penaeus japonicus* bred in captivity (age 6 months; average size 23.9 g, 14.4 cm; sex ratio 1:1) was placed to spend winter on the southeast coast of Italy (Gulf of Taranto). The animals were placed in a 510 m² (34 × 15 × 1 m) earth pond with sand bottom and greenhouse protection against the winter weather. The daily water recirculation rate was kept at about 1/3 the total volume.

For reasons quite unrelated to the experiment, a second batch of 1,769 young specimens (age 2.5 months; average size 8.2 g, 10.5 cm) was added to the first. The entire shrimp population was fed on mussel flesh (*Mytilus galloprovincia-*

* Received May 25, 1983

** Institute for the Biological Exploitation of Lagoons
— National Research Council — Via Fraccacreta,
1 — Lesina (Italy).

lis), sardines (*Clupea pilchardus*), silversides (*Atherina boyeri*) and imported deep-frozen squid (*Todarodes* sp.). The first two feeds were used regularly, while the other two were used whenever available. Whatever the feed mix used, mussel accounted for about 35% of the total. The daily food ration varied from 1% to 15% of shrimp body weight, depending on the temperature of the water.

Every day, between 7–9 a.m., the water temperature was checked, as especially in conjunction with the winter minimum temperatures, it represented a high risk factor in batch survival.

The chemical parameters of the water and the redox potential of the bottom were measured periodically.

At a water temperature deemed optimal for the attainment of sexual maturity, the whole batch was recovered and biometrized. The shrimps examined consisted of males and females respectively exceeding 14.5 and 15.5 cm in size; i. e., the sub-batch most certainly corresponding to the initial group of 500 adults.

The stage of maturity reached by these specimens was recorded and, for the females, also the stage of gonad development according to RAO (1968), as well as their fecundity conditions (i. e., whether they bore spermatophores or not). The gonadosomatic index (G. I.) was calculated for 10 specimens at gonad development stage IV using the following formula:

$$G. I. = \frac{\text{weight of ovary} \times 100}{\text{weight of animal body}}$$

Results

Figure 1 shows the temperature and salinity records of the pond water. On May 11, 1981, after 194 days' culture, the pond was drained and the whole shrimp population recovered. The total catch amounted to 1,745 specimens, i. e., 77% of the initial population of 2,260 shrimps placed in the pond. The population of older specimens consisted of 397 examples, which represented 79.4% of the original sub-batch.

Table 1 sums up the biometric data of the *Penaeus japonicus* population, with special reference to the older sub-batch, and to the data referring to the main physico-chemical parameters observed for the water.

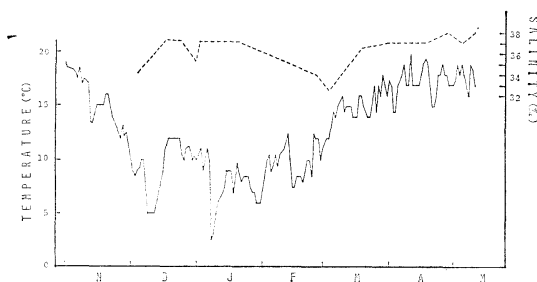


Fig. 1. Temperature and salinity record in the pond.

The sub-batch of 397 adults comprised 206 females and 191 males; i. e., a sex ratio of 1.1 : 1.

The data referring to the stage of sexual maturity and fecundity reached by the female population are set out in Tab. 2. The percentage of fecund females was 98.1%, while that of mature spawners (gonad stage II to IV) was 83.0%.

The distribution of the various ovary development stages is shown in Tab. 3. The percent of stage IV ovaries, i. e., those suitable for the release of viable eggs, was found to be particularly high (74.8%).

Several females with stage IV gonads were sacrificed and their gonadosomatic index was determined. An average value of 13.4 was found.

Discussion

Very little of the considerable amount of data available on induced maturation in the Penaeid shrimps (IDYLL, 1971; ALIKUNHI *et al.*, 1975; ARNSTEIN and BEARD, 1975; WEAR and SANTIAGO, 1976; AQUACOP, 1977; HALDER, 1978; PRIMAVERA, 1978; LAUBIER-BONICHON, 1978; LUMARE, 1979; KELEMEC and SMITH, 1980) refer to spontaneous maturation in ponds on a commercial scale.

CONTE *et al.* (1977) achieved sexual maturity in *Penaeus stylirostris* and *P. setiferus* in 1,000 m² ponds in Corpus Christi (Texas).

LICHATOVICH *et al.* (1978) obtained spontaneous reproduction of *P. merguensis* in 200 m² ponds in Fiji. Recently RODRIGUEZ (1981) successfully raised sexually mature specimens of *P. kerathurus* under extensive conditions in salt pans on the southwest coast of Spain.

Table 1. Experimental conditions in greenhouse pond of *Penaeus japonicus*.

Date	1-10-1980	17-12-1980	20-1-1981	25-2-1981	11-5-1981
No. of specimens	500(+1760)				397(+1348)
Average weight (g)	26.25±2.81				37.08±4.05
females					
males	20.34±2.56				25.68±3.64
Breeding period (days)					194
Survival rate (%)					79.4(+77.2)
Density (spec./m ²)	0.98(+3.45)				0.78(+2.64)
Pond area	510				510
Biomass (g/m ²)	23.3(+27.6)				29.3(+40.5)
T air (°C)		13.8	9.7	11.2	21.0
T water (°C)		11.5	10.5	12.0	22.2
S‰		37.1	37.0	43.0	38.0
O ₂ (mg/l)		8.6	9.5	—	7.5
pH		8.20	8.30	8.35	8.30
N-NH ₄ ⁺ (μg/l)		123	115	87	468
N-NO ₂ ⁻ (μg/l)		2.6	6.4	7.0	0.3
N-NO ₃ ⁻ (μg/l)		22.3	5.2	92.0	36.0
P-PO ₄ ⁼ (μg/l)		12.6	1.6	8.0	1.6
Bottom redox (range)		+70; +90	+5; +220	+70; +200	—
Water flow rate (l/s)		—	2	2	2

The figures in brackets refer to the batch of younger specimens not taken into account in the experiment.

Table 2. Degree of sexual maturity and fecundity with related percents for sub-batch of *Penaeus japonicus* adults.

	Mature fecund females	Immature fecund females	Immature unfecund females	Mature unfecund females	Mature males	Immature males
No of specimens	171	31	4	0	191	0
%	83.6	15.0	1.9	0	100	0

Table 3. Distribution of different stages of ovary development and related percents in adult female *Penaeus japonicus*.

Ovary stage	II	III	IV
No. of specimens	21	22	128
%	12.3	12.9	74.8

It has been found that *P. japonicus* fails to reach sexual maturity on a commercial scale in breeding farms in Japan (UNO, personal communication).

Experiments in Japan (YASUDA, 1956 a, b; 1958) have also shown how the sexual maturity and thus the reproduction of *P. japonicus* in nature are linked to variations in thermal and salinity gradients. In the Japanese Seto Inland and Ariake seas, peak reproduction occurs when salinity has gradually been reduced to 27‰ and

23‰, respectively, and the temperature has risen to about 28°C.

Early laboratory tests run on *P. japonicus* specimens (LUMARE, 1981) subjected to unilateral eyestalk ablation showed that when the temperature is reduced to just under 17°C it is possible to block spawning while allowing oogenetic processes to continue; it was found that spawning could be reactivated simply by raising water temperature to above 18°C. For this reason, when the water temperature in the pond reached 20°C, it was decided to collect the whole batch and check the degree of sexual maturity of the adults. This experiment showed that low salinity is not a necessary prerequisite for *P. japonicus* to reach sexual maturity; full sexual maturity occurs in *P. japonicus* above 18°C at a salinity of about 38‰.

The percentage of fecund females is particularly significant (98.1%). This is an extremely high value compared with the figures for ablated spawners raised in captivity in outdoor tanks having a small base area (4.3 m²); in the latter case the percent ranged from 36.6% to 69.9% (LUMARE, 1981). The availability of a high percentage of fecund females obviously makes it easier to obtain fertilized eggs that can thus produce larvae.

One important feature was the high percent of mature spawners, i. e., with gonads actively undergoing oogenesis. Also significant is the percent of mature females with stage IV ovaries (74.8%) compared with the average of 25.0% obtained for ablated spawners raised in small outdoor tanks (LUMARE, 1981). It is also noteworthy that the stage IV of sexual maturity reached in the present experiment was characterized by highly developed gonads with larger dilations in the proximal section of the posterior lobes, as are found in specimens normally matured in the wild; this is indicated by the high gonosomatic index (13.4). This is an improvement on the gonosomatic index of less than 11 that is generally found in stage IV of matured ovaries in ablated Penaeids (LUMARE, 1979).

Unfortunately the experiment described in the present paper could not be continued as the egg and larvae production facilities were unavailable at the time.

Only 13 days later when it was possible to re-examine the sub-batch was it found that the ovaries had been emptied in more than 91.7% of the cases.

At this date the females were in any case subjected to unilateral eyestalk ablation and several days later 850,000 eggs were collected 91.0% of which were fertilized; the mean number of eggs spawned by each female was 50,000 with a hatch rate of about 50%.

Conclusion

The possibility of obtaining large numbers of sexually mature females of *Penaeus japonicus* under commercial conditions can have important applications in improving Penaeid shrimp broodstock production.

The reasons for this successful outcome are probably due to a) low farming density; b)

high quality feed, a good proportion of which always consisted of mussels; c) the gradual increase in temperature until optimal gradients were reached and, lastly, d) the combined action of all the other physico-chemical factors, which were kept within bounds compatible with a favourable environment. The reproducibility of the results could in future become the basic criterion for developing the mass production of broodstock for both large-scale breeding and restocking purposes in areas where the species is not indigenous.

References

- ALIKUNHI, K. H., POERNOMO, A., ADISUKRESNO, S., BUDIONO, M. and BUSMAN, S. (1975): Preliminary observations on induction of maturity and spawnings in *Penaeus monodon* Fabricius and *Penaeus merguensis* De Man by eyestalk ablation. Bull. Shrimp Cult. Res. Cent., I(1): 1-11.
- AQUACOP (1977): Observations sur la maturation et la reproduction en captivité des crevettes *Peneides* en milieu tropical. 3rd Meeting of the I. C. E. S. Working Group on Mariculture, Brest, France, May 10-13. Actes de Colloques du CNEXO, 4: 157-178.
- ARNSTEIN, D. R. and BEARD, T. W. (1975): Induced maturation of the prawn *Penaeus orientalis* Kishinouye in the laboratory by means of eyestalk removal. Aquaculture, 5, 411-412.
- CHOE, S. (1971): Body increases during molt and molting cycle of the oriental brown shrimp *Penaeus japonicus*. Mar. Biol., 9, 31-37.
- CONTE, F. S., DURONSLET, M. J., CLARCK, W. H. and PARKER, J. C. (1977): Maturation of *Penaeus stylirostris* (Stempson) and *P. setiferus* (Linn.) in hypersaline water near Corpus Christi, Texas. Proc. 8th Ann. Meet. World Maric. Soc., San Jose, Costa Rica, 9-13 January, 327-334.
- HALDER, D. D. (1978): Induced maturation and breeding of *Penaeus monodon* Fabricius under brackishwater pond conditions by eyestalk ablation. Aquaculture, 15, 171-174.
- IDYLL, C. P. (1971): Induced maturation of ovaries and ova in pink shrimp. Comm. Fish. Rev., 33(4), 20.
- KELEMEC, J. A. and SMITH, I. R. (1980): Induced ovarian development and spawning of *Penaeus plebejus* in a recirculating laboratory tank after unilateral eyestalk enucleation. Aquaculture, 21, 55-62.
- LAUBIER-BONICHON, A. (1978): Ecophysiologie de la reproduction chez la crevette *Penaeus japonicus*.

- Trois années d'expérience en milieu contrôlé. Oceanol. Acta, **1**(2), 135-150.
- LUMARE, F. (1979a): Reproduction of *Penaeus kerathurus* using eyestalk ablation. Aquaculture, **18**, 203-214.
- LUMARE, F. (1979b): Studio comparativo di metodologie di riproduzione indotta su *Penaeus kerathurus* Forskäl 1775 (Decapoda, Natantia). Atti. Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem. B, **86**, 114-126.
- LUMARE, F. (1981): Artificial reproduction of *Penaeus japonicus* Bate as basis for commercial production of eggs and larvae. World Conference Aquaculture 21-25 September, Venice, pp. 1-20.
- LUMARE, F. (1982a): Prova di accrescimento di *Penaeus japonicus* Bate (Decapoda, Natantia) in un im pianto ittico del Meridione. Riv. It. Piscic. Ittiop. AXVII **2**, 73-83.
- LUMARE, F. (1982b): Comparative study of induced reproduction in *Penaeus japonicus* Bate using en vironmental conditioning alone and combined with eyestalk ablation. Boll. Inf. Doc. Ist. Sfrutt. Biol. Lagune CNR **2**, 1-28.
- LUMARE, F. e PALMEGIANO, G. B. (1980): Acclimatazione di *Penaeus japonicus* Bate nella Laguna di Lesina (Italia sud-orientale). Riv. It. Piscic.
- Ittiop. A. XV (2), 53-58.
- PRIMAVERA, J. H. (1978): Induced maturation and spawning in five-month-old *Penaeus monodon* Fabricius by eyestalk ablation. Aquaculture **13**, 355-359.
- RAO, P. V. (1968): Maturation and spawning of penaeid prawns of the southwest coast of India. FAO, Fish. Rep., **57**(2), 285-301.
- RODRIGUEZ, A. (1981): Growth and sexual maturation of *Penaeus kerathurus* (Forskäl, 1775) and *Palaemon serratus* (Pennant) in salt ponds. Aquaculture, **24**, 257-266.
- WEAR, R. G. and SANTIAGO, A. JR. (1876): Induction of maturity and spawning in *Penaeus monodon* Fabricius 1978, by unilateral eyestalk ablation (Decapoda, Natantia). Crustaceana, **31**(2), 218-220.
- YASUDA, J. (1956a): Shrimps of the Seto Inland Sea of Japan. Proc. I.P.F.C., **6**(3), 378-386.
- YASUDA, J. (1956b): Fishery-biological studies on the shrimps of Inland Sea (II), ecological studies on several species. Proc. I.P.F.C., **9**, 1-81.
- YASUDA J. (1958): Fishery-biological studies on the shrimps of Inland Sea. Proc. I.P.F.C., **11**, 171-198.

イタリア南東部の砂池におけるクルマエビの自然成熟

LUMARE FEBO

要旨: 養殖環境においてクルマエビを自然成熟させることは、多量の種苗生産のうえから重要である。特に、養殖場所が原産地でない場合には水産学上の深刻な問題となる。人工的な成熟促進に関する多くの研究に比べて自然成熟に関する研究はほとんどないが、本研究では 510m² の砂池において 194 日間で自然成熟させた例を報告する。

主要な結果として、98.1% の雌が精莢を有し、83.0% が生殖腺の発達度が II から IV の成熟度であった。そして、生殖腺発達度 IV のほとんどの雌は天然のイセエビと同じ生殖腺指数 13.4 であることが判明した。

Utilisation d'*Orchestia gammarellus* (PALLAS) (Amphipoda, Talitridae), à des Fins de Nutrition en Aquaculture: Résultats Préliminaires chez le Homard, *Homarus gammarus* LINNAEUS*

Annik LACHAUX**, Alain VAN WORMHOUDT***, Hervé LUCIEN-BRUN†
et Yves HÉNOCQUE††

Résumé: Des homards juvéniles sont élevés pendant 4 mois en logettes individuelles afin d'étudier leur croissance. Les animaux sont répartis en 2 lots recevant chacun une nourriture différente: *Artemia salina* congelés utilisés habituellement dans les écloséries (Lot I) et *Orchestia gammarellus* récoltés sur les plages de l'île de Bailleron puis mis en élevage (Lot II). La nourriture à l'aide d'*Orchestia* permet d'obtenir de meilleurs résultats; les animaux muent plus souvent: 2 fois pour le lot I, et 3 fois pour le lot II, ils sont plus grands: 16,5 mm et 19,5 mm pour la longueur du céphalothorax; et leur poids est supérieur: 2,5 g et 5,67 g respectivement pour chacun des deux lots. Les teneurs en protéines, ADN et ARN confirment ces premiers résultats: 40 mg et 130,5 mg de protéines par individu; 2 mg et 4,3 mg d'ADN; 3,2 mg et 7,9 mg d'ARN respectivement pour les lots I et II. L'utilisation de proies vivantes permet également d'observer une éthologie alimentaire différente ainsi qu'une différenciation des pinces préparant mieux le homard à une vie sauvage dans le cas d'opération de repeuplement.

1. Introduction

Le succès d'un élevage aquacole dépend d'une alimentation bien adaptée, chez le homard juvénile (*Homarus gammarus*). On utilise couramment *Artemia salina* congelé qui donne des résultats acceptables. Cependant cet aliment a un coût élevé et son utilisation sous forme congelée pose des problèmes de conservation et d'approvisionnement.

De récentes recherches ont visé à mettre au point un aliment composé adapté aux besoins spécifiques du homard (CONKLIN *et al.*, 1980; MOREAU *et al.*, 1981; LUCIEN-BRUN *et al.*, 1984). Les résultats semblent encourageants

mais l'utilisation de ce type d'aliment, de même que l'utilisation de nourriture congelée, ne permet pas de préparer les juvéniles à leur future vie dans la nature au cours d'opérations de repeuplement.

Le but essentiel de ce travail est d'évaluer les performances de croissance de l'évolution du comportement de prédation de jeunes homards nourris à l'aide de proies vivantes. Des analyses de contenus stomacaux de homards sauvages (*Homarus americanus*) réalisées au large de Terre-Neuve (CARTER et STEELE, 1982) ont permis de déterminer les proies les plus communes: Oursins, Bivalves, Crustacés, Polychètes et Ophiures. D'AGOSTINO (1980) remarque une bonne croissance et une coloration foncée de type sauvage chez de jeunes homards se nourrissant d'Amphipodes tubicoles (forte proportion de *Calliopius laeviusculus*).

Nous avons utilisé pour cette expérience un Amphipode Talitridé proie: *Orchestia gammarellus* qui peut atteindre 2 cm de longueur et colonise l'étage supralittoral, il se trouve en particulier dans les algues rejetées par la mer sur le

* Reçu le 17 Septembre 1983

** Station d'Essai et de Formation en Aquaculture, Saint Laurent des Eaux, 41220 La Ferte Saint Cyr, France.

*** Laboratoire de Biologie Marine, 29110 Concarneau, France.

† Ecole Pratique des Hautes Etudes, Station Marine d'Endoume, 13007 Marseille, France.

†† Maison Franco-Japonaise, Chiyoda-ku, Tokyo 101, Japon.

rivage. Plusieurs critères ont permis de déterminer ce choix: élevage aisé selon la technique préconisée par CHARNIAUX-COTTON (1957), taille idéale pour les jeunes homards et mobilité satisfaisante dans l'eau; des observations directes (HIRTLE et MAN, 1978) montrent que les homards réagissent positivement à l'odeur ainsi qu'à la vue de proies en mouvement. De plus, comme tout détritivore il semble être un synthétiseur efficace de protéine.

2. Matériel et Méthodes

Les homards juvéniles *Homarus gammarus* ont été obtenus à l'écloserie A. P. A. S. U. B.*, ils proviennent de femelles grainées pêchées dans le milieu naturel.

Les larves sont élevées selon la méthode décrite par HUGHES *et al.* (1974) et nourries avec des nauplii d'*Artemia salina* de la Baie de San Francisco**. A partir du stade IV les juvéniles sont élevés individuellement et nourris avec des *Artemia salina* congelés provenant des Salins du Midi***. Les homards utilisés sont âgés de 7 mois, l'élevage est réalisé dans des récipients tronconiques en matière plastique d'un diamètre de 12 cm, à parois percées, répartis en 2 lots expérimentaux de 10 individus chacun dans 2 bacs protégés par un couvercle. Dans chaque récipient, un segment du tuyau sert d'abris aux homards. L'élevage se fait en circuit ouvert à une température variant de 14°C en avril 1982 à 18°C en juillet 1982. Ces chiffres correspondent aux moyennes mensuelles des températures de l'eau de mer dans le Golfe de Morbihan.

— Lot I: reçoit une ration journalière individuelle de 0,4 à 0,6 g d'*Artemia salina* adultes congelés correspondant à 2 à 6% de poids sec de nourriture par rapport au poids frais de l'animal. Un taux de 3,5 à 5% permet une croissance optimale d'après une étude effectuée par A. P. A. S. U. B. (ANONYME, 1982).

— Lot II: reçoit une ration journalière individuelle de 3 *Orchestia* adultes pendant les 1^{er} et 2^{ème} cycles d'intermue et de 5 *Orchestia* pendant les cycles suivants correspondant respectivement

* A. P. A. S. U. B. Ecloserie de l'île d'Houat, 56 Quiberon, France.

** San Francisco Bay brand.

*** Midisel, Mas de la Pêcherie, 30240 Le Grau-du-Roi, France.

à un poids moyen de 0,26 g et 0,44 g.

Le consommation de chaque homard du lot II est notée tous les jours en dénombrant les proies restantes. L'équivalence poids sec de nourriture/poids frais de homard est calculée. Pour le lot I les *Artemia* non consommés sont évacués par les orifices des boîtes d'élevage à cause des mouvements des jeunes homards; cette mesure n'a pu être effectuée en raison de sa complexité.

Les *Orchestia* sont élevés sur un substrat humide, en petit nombre selon la technique préconisée par CHARNIAUX-COTTON (1957) ou en grand nombre selon la technique de GRAF (1968). Les algues du genre *Ascophyllum* ou *Fucus*, fraîches ou séchées puis réhydratées, sont utilisées comme base alimentaire. Il est important de noter qu'*Orchestia* peut vivre immergé dans l'eau de mer pendant plusieurs dizaines de jours.

La croissance des jeunes homards de chaque lot est suivie en notant pour chaque individu:

— la durée d'une mue à la mue suivante: T en nombre de jours,

— la longueur du céphalothorax de l'exuvie: Lc, mesurée du creux de l'orbite à l'extrémité postérieure du céphalothorax,

— le poids frais: les animaux sont essuyés à l'aide de papier absorbant, la pesée a lieu 15 j après la mue,

— en début et fin d'expérience 3 homards par lot sont prélevés et lyophilisés le poids sec est noté, les teneurs totales en protéines, ADN et ARN sont déterminées. Le dosage des protéines est effectué par la méthode de Folin (LOWRY *et al.*, 1951), l'ARN est dosé par la méthode à l'orcinoïl de SCHNEIDER (1957) et l'ADN par la méthode de BURTON (1968).

Pendant les 4 mois d'expérience on observe l'évolution du comportement de prédation et l'évolution de la coloration des animaux.

3. Résultats

Variation de la consommation d'Orchestia en fonction de la croissance: Chaque homard du lot II consomme en moyenne: 1,14, 1,82, 2,34 *Orchestia* par jour pour les périodes d'intermue n° 1, 2, 3 correspondant respectivement à 3,14%, 3,12% et 2% de poids sec de nourriture par rapport au poids frais du homard (Tableau 1). En fin d'expérience la mue n° 4 n'a pas été

Tableau 1. Variation de la consommation moyenne d'*Orchestia* par homard et par jour en fonction de la croissance.

Période d'une mue à la mue suivante	T ₁ (0 à 42j)	T ₂ (42 à 69j)	T ₃ (69 à 102j)
Consommation moyenne d' <i>Orchestia</i> par homard par jour*	1,14 (0,36)	1,82 (0,39)	2,34 (0,64)
Poids frais moyen (g) d' <i>Orchestia</i> ingéré par homard par jour	0,09	0,158	0,203
Poids sec moyen (g) d' <i>Orchestia</i> ingéré par homard par jour	0,028	0,045	0,058
Poids sec (%) de nourriture par poids frais de homard	3,14	3,12	2

* Entre parenthèses sont indiqués les intervalles de confiance au seuil de sécurité 95%.

Tableau 2. Durée d'intermue, croissance pondérale chez le homard européen *Homarus gammarus* en fonction de l'alimentation.

	Lot I				Lot II			
	1	2	3	4	1	2	3	4
T								
T(j)	39	35	46	—	42	27	33	8
I ₉₅	1,03	1,4	—	—	1,8	0,77	2,6	—
Pf(g)	0,97	1,54	2,5	—	0,89	1,44	2,9	5,67
I ₉₅	0,21	0,29	0,3	—	0,14	0,37	0,48	0,75

Lot I : nourriture *Artemia salina* congelés.

Lot II : nourriture *Orchestia gammarellus* vivants.

T_{1, 2, 3, 4}: périodes d'intermue.

T(j): période d'une mue à la mue suivante en nombre de jours.

Pf(g): poids frais moyen en gramme. Pesée 15j après la mue.

I₉₅: intervalle de confiance au seuil de sécurité 95%.

effectuée, la consommation pendant la durée séparant les mues n° 3 et 4 n'a pas été établie. *Temps d'une mue à la mue suivante*: La durée d'intermue diffère entre les deux lots, l'écart observé devient significatif dès la deuxième mue: plus de 45 j pour le lot I et 35 j pour le lot II. En considérant toute la durée de l'expérience les homards du lot I ont mué 2 fois et ceux du lot II, 3 fois (Fig. 1, Tableau 2).

Croissance linéaire et pondérale: Les longueurs du céphalothorax ne sont pas significativement différentes entre les deux lots pour la même période d'une mue à la mue suivante (Fig. 1):

— 11 mm à T₁ pour les deux lots;

— 13,8 mm et 13,7 mm à T₂, 16,5 mm et 16,8 mm à T₃ respectivement pour les lots I et II.

De même l'évolution des croissances pondérales des deux lots est identique après la première mue observée (T₂), le poids frais moyen est de 1,54g pour les homards du lot I et 1,44g pour ceux

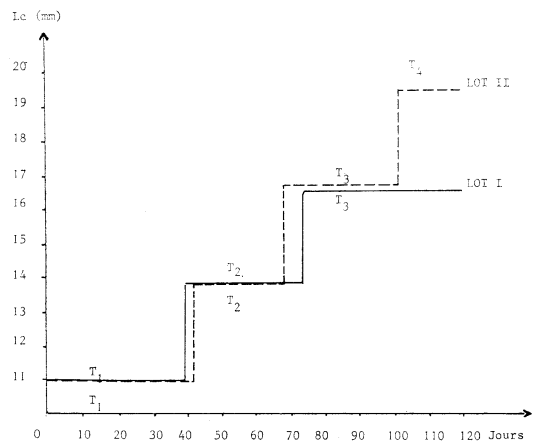


Fig. 1. Croissance linéaire: longueur du céphalothorax (Lc) en fonction du temps (jours) pour les lots I et II chez le homard européen *Homarus gammarus*.

Tableau 3. Teneurs en protéines et acides nucléique chez le homard européen
Homarus gammarus.

Nombre de jours	0j	120j Lot I	120j Lot II
Poids sec (g)	0,17 (0,17)	0,6 (0,3)	1,4 (0,4)
Protéines totales (mg)	26 (3,5)	40 (3)	130,5 (4,3)
Protéines (mg) P. sec homard (g)	151,8 (9,7)	71,5 (2,6)	90,8 (4,2)
ADN total (mg)	1 (0,4)	2 (1)	4,3 (2,9)
Hyperplasie	—	0,77	0,85
Hypertrophie	—	0,13	0,13
ARN total (mg)	1,6 (0,5)	3,2 (1,3)	7,9 (1,9)
ARN (mg) P. sec homard (g)	9 (1,6)	5,6 (1,7)	5,5 (1,5)

Lot I : nourriture *Artemia salina* congelés.

Lot II : nourriture *Orchestia gammarellus* vivants.

Entre parenthèses sont indiqués les intervalles de confiance au seuil de sécurité 95%.

du lot II (Tableau 2).

Après la deuxième mue les poids frais moyens sont respectivement de 2,5 g et 2,9 g. Seuls les homards du lot II ont mué 3 fois, le poids moyen est de 5,67 g. Cependant si l'on considère la croissance comparée après le même temps d'expérience on observe des différences significatives de taille et de poids entre les deux lots: après 120 j les longueurs céphalothoraciques sont de 16,5 mm et 19,5 mm, les poids de 2,5 g et 5,67 g respectivement pour les lots I et II.

Teneurs en protéines et acides nucléiques: Les teneurs en protéines les plus élevées sont obtenues avec le lot II. La teneur en protéines totales est 3 fois supérieure à celle observée pour le lot I: après 120 j d'expérience respectivement 130,5 mg et 40 mg. Exprimées par rapport au poids sec du homard, les teneurs observées sont de 71,5 mg/g pour le lot I et 90,8 mg/g pour le lot II (Tableau 3).

En fin d'expérience on observe un doublement de la valeur moyenne (4,3 mg) d'ADN du lot II par rapport au lot I (2 mg). Cet écart n'est cependant pas significatif car les intervalles de confiance sont larges. Par une méthode de calcul décrite par DURAND *et al.* (1965) il est possible d'estimer la part relative de la multiplication cellulaire et du grandissement cellulaire. Cette méthode a été appliquée chez *Palaemon serratus* par CAMPILLO *et al.* (1975) et VAN WORMHOUDT et SELLOS (1980). L'Hyperplasie représente respectivement 85,5% et 86,7% de la croissance pour les lots I et II tandis que

l'hypertrophie 14,5% et 18,3% (Tableau 3).

Les teneurs en moyennes observées varient de 1,6 mg en début d'expérience à 3,2 mg pour le lot I et 7,9 mg pour le lot II. Il y a donc doublement de la teneur totale moyenne en ARN dans le lot II par rapport au lot I. Rapportées au poids sec de homard les teneurs en ARN ne sont pas significativement différentes.

Ethologie alimentaire et coloration des homards: L'utilisation de nourriture vivante ou morte conditionne l'activité des homards. Les animaux qui reçoivent des *Artemia* congelés ramassent la nourriture grâce à leurs péréiopodes, ceux nourris avec *Orchestia* capturent les proies en mouvement, lorsqu'elles passent à proximité à

Tableau 4: Différenciation des pinces chez le homard européen *Homarus gammarus*: longueur et largeur en mm des pinces gauches et droites chez les homards (N^{os} 1-4) du lot II (nourriture *Orchestia gammarellus* vivants) présentant une différenciation en fonction de la croissance en jours.

N ^o	Temps (j.)	Longueur (mm)		Largeur (mm)	
		pince G.	pince D.	pince G.	pince D.
1	57j (T3)	20	20	4	3
	87j (T4)	23	23	5	4
2	66j (T3)	20	20	4	3
	95j (T4)	23	23	5	4
3	T4: mue mangée	—	—	—	—
	116j (T5)	29	29	6	8
4	93j (T4)	25	25	4	5

l'aide de leurs pinces. Dans certains cas plusieurs captures d'*Orchestia* sont nécessaires pour obtenir un succès suivi de l'ingestion de la proie, dans un intervalle de temps variant de quelques secondes à plusieurs dizaines de minutes.

De plus 4 homards du lot II recevant des proies vivantes présentent une différenciation des pinces en marteau et ciseaux après 4 mois d'expérience (Tableau 4), aucun ne présente cette différenciation dans le lot I. On observe en fin d'expérience un écart de largeur entre les pinces droites et gauches de 1 mm après la troisième mue (T₄) et 2 mm après la quatrième mue (T₅) chez le homard ayant effectué cette mue après 120 j d'expérience.

On peut noter également que la coloration dans les deux lots varie du brun-rouge foncé au brun-vert foncé.

4. Discussion

Les croissances linéaires et pondérales pour les lots I et II sont en corrélation; le lot II présente une croissance générale supérieure. La comparaison de la croissance du lot I à celle d'un lot de croissance optimale d'après une étude effectuée par l'A.P.A.S.U.B. (ANONYME, 1982) ne met pas en évidence de différences, le lot I pouvant donc être pris comme référence. L'observation principale est la diminution de la durée moyenne du cycle d'intermue (T) observée chez les juvéniles du lot II, qui peut être en rapport avec l'apport d'une nourriture vivante et non congelée; entre le mois d'avril et le mois d'août les homards du lot II muent 3 fois et ceux du lot I muent 2 fois. L'augmentation de taille ou de poids d'un animal donne un aperçu global du phénomène de la croissance, mais ne permet pas de distinguer une croissance vraie d'une croissance par accumulation d'eau et de lipides.

Les analyses biochimiques effectuées permettent de cerner plus précisément les phénomènes liés à la croissance dans les deux lots. L'augmentation de la teneur en protéines totales dans les lots I et II est bien corrélée avec l'augmentation du poids frais et des teneurs totales en ADN. Le taux protéique significativement supérieur dans le lot II après 120 j est représentatif d'une masse musculaire plus importante; il est étroitement lié au raccourcissement du cycle

de mue. Le rapport protéine sur poids sec, indice d'un bon état physiologique des animaux, reste supérieur dans le lot II.

La quantité d'ADN total par animal est représentative de l'augmentation du nombre des noyaux donc de la multiplication cellulaire, elle reste supérieure en moyenne dans le lot II. Pendant tout la phase d'étude l'hyperplasie représente le phénomène majeur de la croissance dans les deux lots; cependant dans le lot II par rapport au lot I la part relative de la multiplication cellulaire est plus importante, le grandissement cellulaire étant équivalent dans les deux lots.

La teneur en ARN considérée comme un indicateur des synthèses protéiques est plus élevée dans le lot II; rapporté au poids sec de homard ce taux est identique, et la synthèse protéique est donc similaire dans les deux lots. L'évolution des teneurs en protéines, ADN et ARN par homard permet de conclure à une meilleure croissance du lot nourri avec *Orchestia* vivants et confirme les résultats obtenus lors de l'étude de la croissance linéaire et pondérale. Cette croissance n'est pas due à une hypertrophie cellulaire mais à la combinaison des phénomènes d'hyperplasie dominante et hypertrophie.

D'après les observations sur la coloration des homards des lots I et II, il n'apparaît pas de différences si l'on considère les difficultés d'appréciation des couleurs. Cependant, toutes les proies utilisées n'ont vraisemblablement ni la même valeur nutritive ni la même composition en protéines et pigments. Ainsi, en utilisant *Talitrus saltator* (Amphipode Talitridé), les juvéniles se décolorent rapidement (A.P.A.S.U.B. résultats non publiés), d'autre part les essais portant sur l'utilisation d'aliments composés ont donné des résultats similaires (MOREAU *et al.*, 1981; LUCIEN-BRUN *et al.*, 1984). D'AGOSTINO (1980) remarque également que la nourriture à base de crevettes *Palaemonetes* sp. ne permet pas le dépôt de pigments bruns-verts ou noirs dans l'exosquelette du homard mais que l'utilisation de certains Amphipodes permet le développement d'une coloration de type sauvage.

L'utilisation de proies vivantes chez le homard permet également de mettre en évidence une phase d'apprentissage et l'acquisition d'une technique de capture d'une part et une différenciation

tion des pinces en marteau et ciseaux présentant entre elles un écart dans leur largeur variant avec la taille du homard d'autre part. Ce fait a été également observé à l'écloserie de Houat lors de l'expérience où *Talitrus saltator* était utilisé comme proie vivante (HÉNOCQUE, comm. pers.)

De plus les animaux ainsi nourris de proies vivantes ne sont pas conditionnés comme le sont ceux alimentés régulièrement avec une nourriture inerte. Ces critères les rendent beaucoup plus aptes à affronter la vie sauvage dans le cas de lâchers pour le repeuplement.

Remerciements

Nous remercions très vivement Messieurs les professeurs H. J. CECCALDI, Directeur du Laboratoire à l'École Pratique des Hautes Etudes, Marseille, et J. Y. GAUTHIER à l'Université de Rennes, Monsieur A. LEROUX et l'équipe du Laboratoire de Bailleron, Séné, ainsi que tout le personnel et les chercheurs de l'A.P.A.S.U.B. Plœmeur, pour leur accueil et leurs précieux conseils.

Bibliographie

- ANONYME (1982): Alimentation artificielle du homard en écloserie. Fiche technique N° 3, A. P. A. S. U. B., Plœmeur.
- BURTON, K. (1968): Determination of DNA concentration with diphenylamine. *in* Methods in enzymology, 12B, 163-168.
- CAMPILLO, A., M. REGNAULT et P. LUQUET (1975): Evolution des acides nucléiques au cours du développement larvaire de la crevette rose: *Palaemon serratus* (Pennant). Rev. Trav. Inst. Pêche marit., **39**, 333-342.
- CARTER, J. A. et D. H. STEELE (1982): Stomach contents of immature lobsters (*Homarus americanus*) from Placentia Bay, Newfoundland, Can. J. Zool., **60**, 337-347.
- CHARNIAUX-COTTON, H. (1957): Croissance, régénération et déterminisme endocrinien des caractères sexuels d'*Orchestia gammarellus* Crustacé Amphipode. Thèse Fac. Sci. Univ. Paris, série A, N° 2999, 559 p.
- COCKLIN, D. E., L. R. D'ABRAMO, C. E. BORDNER et N. A. BAUM (1980): A successful artificial diet for the culture of juvenile lobsters: effect of lecithin. *Aquaculture*, **21**, 243-249.
- D'AGOSTINO, A. (1980): Growth and color of juvenile lobsters (*Homarus americanus*) kept on diets of natural and artificial foodstuff. Tech. Rep., 58, Maine Sea Grant Publ., 41-48.
- DURAND, G., G. FAUCONNEAU et E. PENOT (1965): Etude biochimique de la croissance de l'intestin grêle, du foie et de la carcasse du rat, rôle respectif de la multiplication et du grandissement cellulaire. Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys., **5**, 163-187.
- GRAF, F. (1968): Le stockage du calcium avant la mue chez les Crustacés Amphipodes: *Orchestia* (Talitridé) et *Niphargus* (Gammaridé hypogé). Thèse Fac. Sci. Univ. Dijon.
- HIRTLE, R. W. M. et K. H. MAN (1978): Distance, chemoreception and vision in the selection of prey by American lobster (*Homarus americanus*). J. Fish. Res. Board Can., **35**, 1006-1008.
- HUGHES, J. T., R. A. SHLESER et G. TCHOBANOGLOUS (1974): A rearing tank for lobster larvae and other aquatic species. Prog. Fish Cult., **36**, 129-133.
- LOWRY, O. M., J. M. ROSEBROUGH, A. L. FARR et R. J. RANDALL (1951): Protein measurement with Folin phenol reagent. J. Biol. Chem., **193**, 267-275.
- LUCIEN-BRUN, H., A. VAN WORMHOUDT, A. LACHAUX et H. J. CECCALDI (1984): Effets de régimes composés sur la croissance de homards juvéniles, *Homarus gammarus* L. II. Estimation biochimique de la composition optimale du régime alimentaire en protéines. *Aquaculture* (ss. presse)
- MOREAU, G., Y. HÉNOCQUE et A. VAN WORMHOUDT (1981): Effect of compounded diets on juvenile lobsters *Homarus gammarus* L.: growth, survival, protein, nucleic acid and digestive enzymes. Abst. Pap. World Maricult. Soc., Venise, Poster No. 106, 21-25.
- SCHNEIDER, W. C. (1957): Determination of nucleic acids in tissues by pentose analysis. *in* Methods in enzymology, 680-681.
- VAN WORMHOUDT, A. et D. SELLOS (1980): Aspects biochimiques de la croissance: acides nucléiques et enzymes digestives chez *Palaemon serratus* (Crustacea Natantia). Oceanol. acta, **3**, 97-105.

Abstract: Juvenile lobsters are reared for four months in individual containers in order to study their growth. The animals were divided into two batches which received different food: frozen *Artemia salina* routinely used in hatcheries, for batch I, and *Orchestia gammarellus* collected on the beach of Bailleron Island and then reared, for batch II. Feeding with *Orchestia* gave better results than in the other case: the animals moulted more frequently (twice for batch I and three times for batch II) and became larger (16.5 mm and 19.5 mm in cephalothorax length) and heavier (2.5 g and 5.67 g in body weight) respectively for each of the two batches. These first results are confirmed by the protein, DNA and RNA contents: 40 mg and 135.5 mg of total proteins per individual; 2 mg and 4.3 mg of total DNA; and 3.2 mg and 7.9 mg of total RNA respectively for batches I and II. Utilization of living preys allows the observation of a different alimentary behaviour and claws differentiation leading to a better adaptability of the lobster to wild life in the case of restocking operations.

養殖飼料としてのヨコエビ *Orchestia gammarellus* の利用価値 ヨーロッパアンロブスター *Homarus gammarus* の場合 (予報)

アニク・ラシヨール, アラン・ファン・ウォルムート,
エルヴェ・リュシアン・ブラン, イブ・エノック

要旨: ヨーロッパアンロブスター *Homarus gammarus* の稚蝦の成長を調べるために、個体別に4カ月間飼育した。稚蝦群を区分し、それぞれ異った飼料を、すなわち、第1群にはふつうに養殖場で使われる冷凍ブラインシュリンプ *Artemia salina* を、第2群にはバイユロン島産ヨコエビ *Orchestia gammarellus* の畜養したものを与えたところ、飼育期間中に第2群でよりよい結果がえられた。例えば、脱皮回数でみると、第1群で2回に対して第2群では3回、成長量でみると、頭胸甲長では、第1群の16.5 mm に対し第2群の19.5 mm、体重では2.5 g に対して5.67 g であった。このような第2群の優位はタンパク質(1個体当たり40 mg に対して130.5 mg)、DNA(2 mg に対して4.3 mg) およびPNA(3.2 mg に対して7.9 mg)の含有量の違いにも認められた。活き餌を使うと蝦の摂餌行動が変わり、さらに稚蝦を放流したあと蝦の鉗の形が自然環境によりよく適応するようになることも分った。

Settling Velocity of Resuspended Matter in the Hiuchi-Sound of the Seto Inland Sea*

Kichihiro KAWANA**, Terumi TANIMOTO** and Eiichi SUMI***

Abstract Measurement of temporal variations of the three components of flow velocity fluctuation and the vertical distribution of resuspended matter has been carried out concurrently for one tidal cycle at an anchored station in the Hiuchi-Sound of the Seto Inland Sea. The friction velocity u_* and the vertical eddy diffusivity A_z are determined from the flow velocity fluctuation. The vertical distribution of resuspended matter is analyzed by using A_z . The settling velocity of resuspended matter is estimated to be in the range of $2.4 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-4}$ m sec⁻¹.

An in situ measurement by a settling tower has been done, simultaneously with the flow measurement, for the settling velocity of suspended matter near the bottom. The measured result supports the range of the settling velocity estimated from the vertical distribution of resuspended matter.

1. Introduction

Tidal resuspension of estuarine sediments is largely controlled by the turbulent flow in the benthic boundary layer. Accurate knowledge of both bottom turbulence and sediment movement is necessary for understanding the resuspension mechanism of bottom sediment. The direct measurement of bottom turbulence was made by BOWDEN and FAIRBAIN (1956) and BOWDEN and HOWE (1963), by using an electromagnetic flow meter. GORDON and DOHNE (1973) got time series of tidal current velocities in the benthic boundary layer with a pivoted vane-current meter. WISEMAN (1969) and SEITZ (1971, 1973) used an acoustic Doppler shift current meter for measuring bottom turbulence. WILLIAMS and TOCHKO (1977) and TOCHKO (1978) used an acoustic traveltime sensor. Recently, a new instrument system combining a current meter with a beam attenuation meter for measuring both the near-bottom water flow

and sediment movement concurrently has been constructed by LAVELLE *et al.* (1978), CACHIONE and DRAKE (1979) and BUTMAN and FOLGER (1979).

Very turbid water has been observed near the bottom in a wide area of the Seto Inland Sea (KAWANA and TANIMOTO, 1981). The turbid bottom water is thought to be produced by resuspension of bottom sediment. Measurement of temporal variations of bottom water flow and the vertical distribution of resuspended matter has been carried out at an anchored station. The three components of flow velocity fluctuation were recorded for one tidal cycle, by using an acoustic current meter. The friction velocity (u_*) and the vertical eddy diffusivity (A_z) have been estimated from time series of flow velocity fluctuations. An in situ measurement by a settling tower has been done, simultaneously with the flow measurement, for the settling velocity of suspended matter near the bottom.

This report is focused on the vertical transport of bottom sediment. We analyze herein the vertical distribution of resuspended matter in terms of the vertical eddy diffusivity (A_z) and discuss the range of settling velocity of resuspended matter.

* Received December 5, 1983

** Government Industrial Research Institute, Chugoku. Hiro-machi, Kure, Hiroshima, 737-01 Japan

*** National Research Institute for Pollution and Resources. Yatabe, Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan

2. Methods

The sampling station shown in Fig. 1 is located in the Hiuchi-Sound of the Seto Inland Sea. The Seto Inland Sea lies between three major islands of Japan. It is shallow with average depth of about 30 meters, sprinkled with numerous islands and connected to the outside seas by two channels and one strait. The industrial development and growing population in the surrounding land have brought about serious water pollution problem. Pollutants released from sediment severely influence the water quality.

The flow velocity was measured with an acoustic current meter. The current meter is designed to measure three-dimensional velocity fluctuation. The acoustic path between transducers for each velocity component measurement is 0.2 m. As the sing-around method is used, the flow velocity can be measured irrespective of the sound velocity. An azimuth compass is mounted on the meter. This allows to obtain the current direction relative to the earth's magnetic field. The current meter was mounted at a height of 0.7 m with a frame sitting on the bottom. The electrical signals from the current meter were collected on the surface ship. Details of the design of the current meter were described in another note (SUMI, 1974). A 12-hour continuous record of flow velocities was initially digitized at intervals of one second and divided into segments of 10 minutes duration. The mean velocity of the horizontal current \bar{u} , the root mean-square value (rms value, $u' = \sqrt{\bar{u'^2}}$) of the longitudinal velocity fluctuation along the mean current direction, transverse velocity fluctuation (v'), vertical velocity fluctuation (w') and the mean product \overline{uw} were calculated for each ten-minute record. The vertical distribution of the beam attenuation coefficient was measured by an in situ beam attenuation meter every hour during the period of continuous flow measurement. The beam attenuation coefficient is useful as an indicator of the concentration of suspended matter (DRAKE, 1974; BAKER *et al.*, 1974; LAVELLE *et al.*, 1978). The general outline of the apparatus used in this study is the same as the one described by JERLOV (1976).

In order to investigate the relation between the settling velocity of suspended matter and

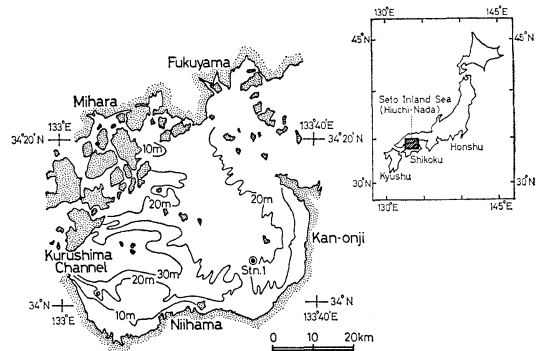


Fig. 1. Sampling station. Solid lines are depth contours in meter.

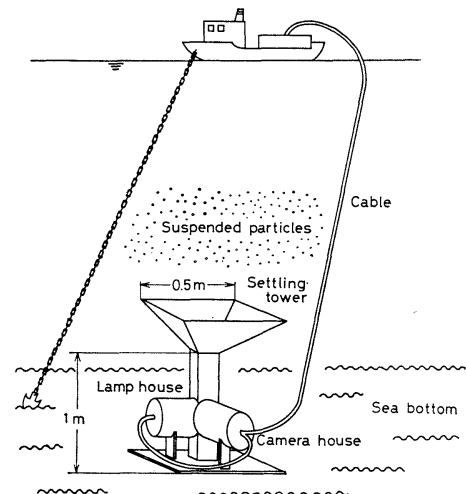


Fig. 2. Apparatus for the settling velocity measurement.

particle diameter, an in situ measurement of the settling velocity was carried out at the anchored station. The schematic view of the apparatus for the settling velocity measurement is shown Fig. 2. The apparatus consisted of a settling tower, a camera and a lamp. The upper part of the tower was an inverse regular pyramid (0.5×0.5×0.5 m) in shape and its lower part was a square tube (0.1×0.1×1 m) which was made of transparent acrylic plate. The upper surface of the tower was open to sea water so as to collect suspended matter, which settled down to the lower part. The settling particles in the tower were recorded photographically at close proximity to the bottom. The camera was shutterless. The lamp was connected with

a timing circuit on board to emit a flash light at a given time interval. Prior to water flow measurement the apparatus was placed gently on the floor. The disturbance by this operation was vanished one hour after, which was observed by a diver. The measurement of settling velocity was carried out during water flow measurement. Because the lens focus was fixed, few photographs show suspended matter distinctly. Each particle area was computed from usable photograph and was converted into the diameter D of the equivalent sphere having the same surface area. The settling velocity W was determined from the locus of each particle.

3. Results and discussions

1. Time series of flow velocity fluctuations

The tide in the Hiuchi-Sound is of semi-diurnal type and tidal range is 1.3 to 3 m. The current is generally slow except near the Kurushima channel. A weak counter-clockwise circulation is observed in the eastern part of the area. The area is floored mostly with mud sediment which contains much organic matter. Sandy sediment is observed only near the channel. Turbid bottom water has been observed

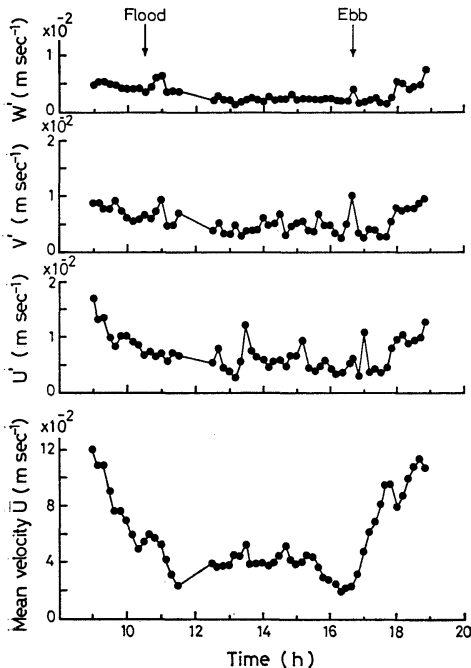


Fig. 3. Time series of \bar{u} , u' , v' and w' .

during summer throughout a wide area (KAWANA and TANIMOTO, 1981).

The time series of \bar{u} , u' , v' , and w' are shown in Fig. 3. Small turbulent fluctuations are observed in \bar{u} . On the whole, however, \bar{u} changes periodically with a tidal period. The value of \bar{u} increases to $12 \times 10^{-2} \text{ m sec}^{-1}$ at the strongest flood time and decreases to $2 \times 10^{-2} \text{ m sec}^{-1}$ at slack tide. During ebb flow, \bar{u} is slow and remains at a nearly constant level. The bottom water flow does not follow the semi-tidal period. This may be due to the effect of the bottom topography. The rms values of all the three components become maximum at the strongest flood time and have the same period as \bar{u} . While u' and v' are of nearly the same magnitude, the vertical fluctuations seem to be about one-half as large as the horizontal component fluctuations. The relations between u' and v' and between u' and w' are shown in Fig. 4. By least square method we obtain the ratios of

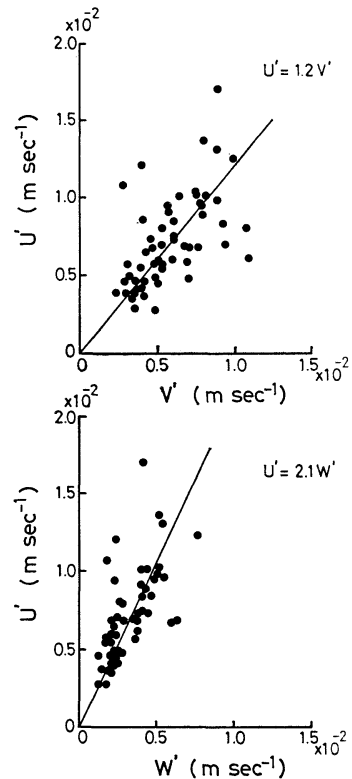


Fig. 4. Relations between u' and v' and between u' and w' . Solid lines are determined by least square method.

u'/v' and u'/w' as follows;

$$u' = 1.2v', \quad u' = 2.1w'. \quad (1)$$

The longitudinal (u'^2), lateral (v'^2) and vertical (w'^2) components of the turbulent kinetic energy are distributed in the ratios 1 : 0.7 : 0.23. These ratios are in good agreement with the measurement of BOWDEN and HOWE (1963), SEITZ (1971), GORDON and DOHNE (1973), HEATHERSHAW (1976) and TOCHKO (1978).

The friction velocity u_* is a characteristic scaling parameter in the benthic boundary layer. It is not a directly measurable quantity but can be determined from the longitudinal and vertical velocity fluctuation measured at only one elevation in a constant stress layer ($u_*^2 = -uw$). SUMI and ISHIKAWA (1975) and SUMI (1976) showed that the thickness of the constant stress layer was a few meters. The time series of u_* is shown in Fig. 5. It ranges from 1×10^{-3} to 4×10^{-3} m sec⁻¹. Its average value over one tidal cycle (\bar{u}_*) is 2×10^{-3} m sec⁻¹. The ratio w'^2/u_*^2 is generally thought to be in a certain range. SOULSBY (1977) showed that the ratio w'^2/u_*^2 in the marine bottom layer ranged from 1.4 to 2.6. This study gives $w'^2/u_*^2 = 2.4$ on the

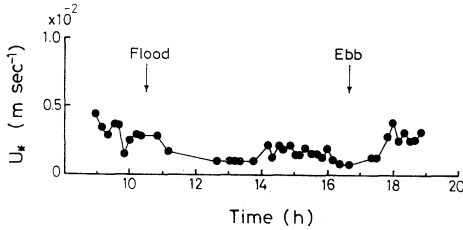


Fig. 5. Time series of u_* .

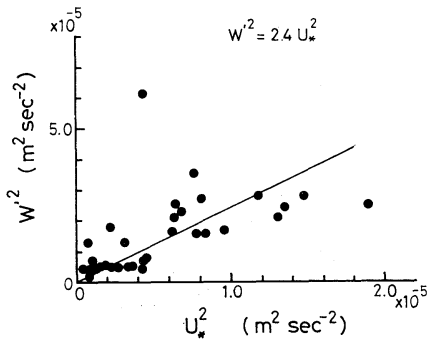


Fig. 6. Relation between u_*^2 and w'^2 . Solid line is determined by least square method.

average (Fig. 6), which falls within Soulsby's range.

According to the mixing length hypothesis of Prandtl, the vertical eddy diffusivity (A_z) in the constant stress layer is expressed as follows;

$$A_z = \kappa u_* z, \quad (2)$$

where κ is the von Karman's constant which is approximately equal to 0.4 for clear water and z is the height from the bottom. With $\kappa = 0.4$, the average value of A_z over one tidal cycle is obtained as

$$A_z = 0.08z. \quad (3)$$

Using A_z we shall analyze the vertical distribution of resuspended matter in the next section.

2. Vertical distribution of resuspended matter

The vertical distribution of the beam attenuation coefficient is shown in Fig. 7. The beam attenuation coefficient is uniform vertically in an upper layer about 12 meters thick. Its temporal variation is fractionally observed in the surface layer. An appreciable change is observed near the bottom. Suspended matter near the bottom is so distributed that the concentration is maximum at the bottom and decreases exponentially with the height from the bottom. The elevated concentration is thought to be produced by resuspension of bottom sediment. The net attenuation coefficient due to resuspended matter is defined by subtracting the uniform value in the upper layer from each measured value. The vertical distribution of the net beam attenuation coefficient due to resuspended matter is shown in Fig. 8. The resuspended load per unit area at a given time, $Q(t)$, is obtained by

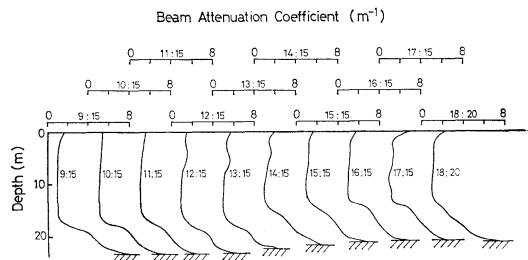


Fig. 7. Temporal variation of the vertical distribution of the beam attenuation coefficient. Numerals denote the sampling time.

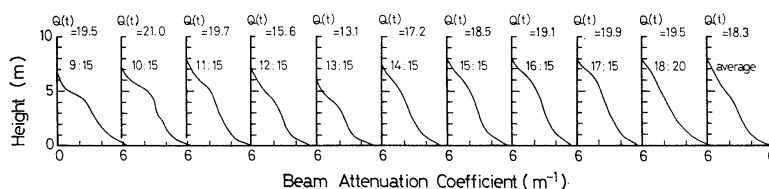


Fig. 8. Temporal variation of the vertical distribution of the net beam attenuation coefficient due to resuspended matter. Ordinate: Height from the bottom. The averaged distribution is obtained by averaging ten samples from 9:15 to 18:20.

integrating the area under the curve in Fig. 8;

$$Q(t) = \int_0^{\infty} \alpha(t, z) dz, \quad (4)$$

where $\alpha(t, z)$ is the beam attenuation coefficient at t . The values of $Q(t)$ at each observation time are also shown in Fig. 8. $Q(t)$ remains at almost the same level from 9:15 to 11:15 and then slightly decreases with time. Slack tide appears from 11:30 to 12:00 and the bottom water flow is very slow (Fig. 3). Minimum value of $Q(t)$ is observed at 13:15, about one hour behind slack tide. The bottom water flow becomes again very slow from 16:00 to 16:40, but, $Q(t)$ at 16:15 does not show any decrease. This suggests complicated mechanism of resuspension. $Q(t)$ during ebb flow is low compared with that during flood flow. The resuspension of bottom sediment is dependent on bottom turbulence.

ICHIYE (1966) and ICHIYE *et al.* (1972) obtained the vertical eddy diffusivity by analyzing the vertical distribution of suspended matter. Our observation shows, independently of the time, almost the same pattern for resuspended matter, although a slight temporal variation is observed very near the bottom. The vertical eddy diffusivity A_z has been obtained from flow velocity data. Therefore, we assume herein that the vertical distribution averaged over ten samples from 9:15 to 18:20 is a steady-state distribution and analyze, by use of A_z , the vertical transport of resuspended matter. The turbid bottom water is observed throughout the wide area. We assume that the horizontal gradient of the resuspended matter concentration is negligibly small compared with the vertical gradient. The mean velocity of the vertical

component over one tidal cycle is too small to be significant.

Thus, the diffusion equation for resuspended matter is given as follows;

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(A_z \frac{\partial S}{\partial z} \right) + W \frac{\partial S}{\partial z}, \quad (5)$$

where S is the concentration of resuspended matter, t is the time and A_z is given by (2). With a constant W , the steady concentration $S(z)$ is given by

$$S(z) = S_a \left(\frac{a}{z} \right)^{W/k\tilde{u}_*}, \quad (6)$$

where S_a is the concentration at $z=a$ and \tilde{u}_* is the friction velocity averaged over one tidal cycle. Comparison of the measured vertical

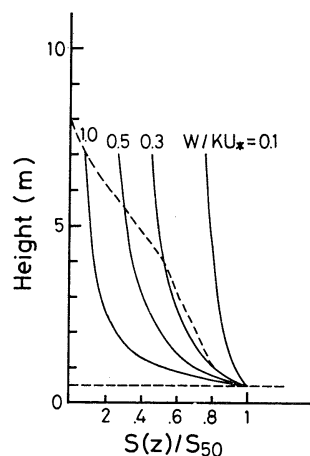


Fig. 9. Comparison of the measured vertical distribution of resuspended matter with the estimated distribution. Dotted line shows the measured value, obtained by averaging ten samples from 9:15 to 18:20.

distribution of resuspended matter with the distribution calculated by (6) is shown in Fig. 9 in terms of the values relative to the concentration at $z=50$ cm. The estimated vertical distribution is to a great extent dependent on the exponent ($\xi=W/\kappa\bar{u}_*$) in (6). No good agreement is seen between measured and estimated values (Fig. 9). This may be due to the fact that the time-derivative $\partial S/\partial t$ and the horizontal advection are not negligible. In the meantime, the best fit is obtained if the range of exponent is

$$\frac{W}{\kappa\bar{u}_*} = 0.3 \sim 0.5. \quad (7)$$

Since \bar{u}_* is equal to $2 \times 10^{-3} \text{ m sec}^{-2}$ (value averaged over one tidal cycle), the settling velocity of resuspended matter is in the following range,

$$W = 2.4 \times 10^{-4} \sim 4.0 \times 10^{-4} \text{ (m sec}^{-1}\text{)}. \quad (8)$$

An in situ measurement of the settling velocity

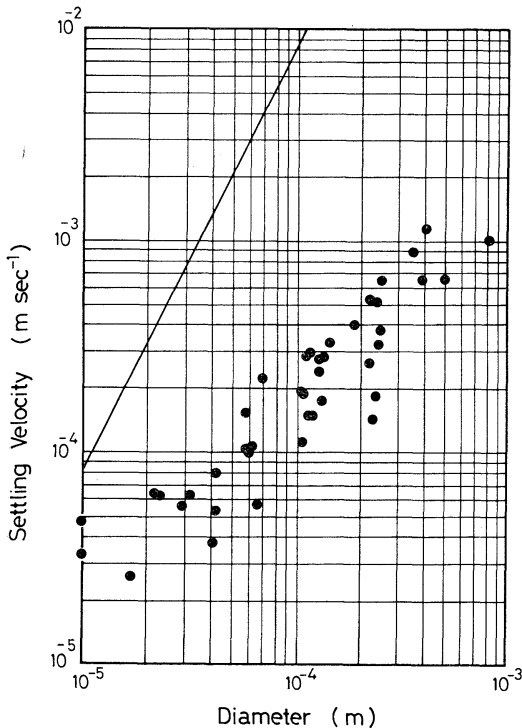


Fig. 10. Relation between the settling velocity and the particle diameter obtained by the in situ measurement. Solid line shows the settling velocity of quartz sand (density=2.65)

of suspended matter was carried out near the bottom by use of the settling tower. The relation between the settling velocity W and the particle diameter D is shown in Fig. 10. The settling velocity ranges from 3×10^{-5} to $1 \times 10^{-3} \text{ m sec}^{-2}$ and the particle diameter is in the range of 10^{-5} to 10^{-3} m . If the particle Reynolds number ($=DW/\nu$) is smaller than 1, the settling velocity of spherical particle increases in proportion to D^2 in accordance with the Stokes law. By the way, the settling velocity of quartz sand (density=2.65) is also shown in Fig. 10. Suspended matter settles down very slowly as compared with quartz sand. Its settling velocity does not increase with D^2 . It is thought that suspended matter is a cohesive particle entraining sea water in itself and has various density depending on its size.

The settling velocity estimated from the vertical distribution of resuspended matter falls within the range of the in situ measured result.

4. Conclusions

Measurement of the temporal variation of the bottom water flow and the vertical distribution of resuspended matter has been carried out at an anchored station. The three components of flow velocity fluctuations in the benthic boundary layer were recorded for one tidal cycle by an ultrasonic current meter. The mean velocity of the horizontal flow \bar{u} increases to about $12 \times 10^{-2} \text{ m sec}^{-1}$ at the strongest flood flow and decreases to $2 \times 10^{-2} \text{ m sec}^{-1}$ at slack tide. The rms values of three components have the same period as \bar{u} . The longitudinal (u'^2), lateral (v'^2) and vertical (w'^2) components of the turbulent kinetic energy are in the ratios 1 : 0.7 : 0.23. The friction velocity u_* ranges from 1×10^{-3} to $4 \times 10^{-3} \text{ m sec}^{-1}$. Its average over one tidal cycle \bar{u}_* is $2 \times 10^{-3} \text{ m sec}^{-1}$. The vertical eddy diffusivity A_z near the bottom is determined according to the mixing length hypothesis of Prandtl.

The vertical distribution of resuspended matter was measured every hour during the period of flow measurement. The vertical distribution of resuspended matter is analyzed by use of A_z determined from flow velocity data. The settling velocity of resuspended matter is estimated. An in situ measurement by a settling

tower has been done, simultaneously with the flow measurement, for the settling velocity of suspended matter near the bottom. The measured result supports the range of settling velocity estimated from the vertical distribution of resuspended matter.

References

- BAKER, E. T., R. W. STENBERG and D. A. MC-MANUS (1974): Continuous light-scattering profiles and suspended matter over Nitinat Deep-Sea Fan. *In* *Suspended Solids in Water*, ed. by R. J. GIBBS, Plenum Press, New York, pp. 155-172.
- BOWDEN, K. F. and L. A. FAIRBAIN (1956): Measurement of turbulent fluctuations and Reynolds stress in a tidal current. *Proc. Royal Soc. of London, Series A*, **237**, 422-430.
- BOWDEN, K. F. and M. R. HOWE (1963): Observation of turbulence in a tidal current. *J. Fluid Mech.*, **17**, 271-284.
- BUTMAN, B. and D. FOLGER (1979): A new instrument system for long-term sediment transport studies on the continental shelf. *J. Geophys. Res.*, **84**, 1215-1220.
- CACCHIONE, D. A. and D. E. DRAKE (1979): A new instrument system to investigate sediment dynamics on continental shelves. *Marine Geology*, **30**, 299-312.
- DRAKE, D. E. (1974): Distribution and transport of suspended particulate matter in submarine canyons off southern California. *In* *Suspended Solids in Water*, ed. by R. J. GIBBS, Plenum Press, New York, pp. 133-153.
- GORDON, C. M. and C. F. DOHNE (1973): Some observations of turbulent flow in a tidal estuary. *J. Geophys. Res.*, **78**, 1971-1978.
- HEATHERSHAW, A. D. (1976): Measurements of turbulence in the Irish Sea benthic boundary layer, *In* *The Benthic Boundary Layer*, ed. by I. N. MCCAIVE, Plenum Press, New York, pp. 11-31.
- ICHIYE, T. (1966): Turbulent diffusion of suspended particles near the ocean bottom. *Deep-Sea Res.*, **13**, 679-685.
- ICHIYE, T., N. J. BASSIN and J. F. HARRIS (1972): Diffusivity of suspended matter in the Caribbean Sea. *J. Geophys. Res.*, **77**, 6576-6588.
- JERLOV, N. G. (1976): *Marine Optics*. Elsevier, Amsterdam, 231 pp.
- KAWANA, K. and T. TANIMOTO (1981): Temporal variation of resuspended matter for one tidal cycle in the Hiuchi-Nada area. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **37**, 173-178.
- LAVELLE, J. W., R. A. YOUNG, D. J. P. SWIFT and T. L. CLARK (1978): Near-bottom sediment concentration and fluid velocity measurements on the inner continental shelf, New York. *J. Geophys. Res.*, **83**, 6052-6062.
- SEITZ, R. C. (1971): Results of a field study using the 3-axis doppler shift current meter. Chesapeake Bay Institute, Technical Report, 72.
- SEITZ, R. C. (1973): Observations of intermediate and small scale turbulent water motion in a stratified estuary, Parts I and II. Chesapeake Bay Institute, Technical Report, 79.
- SOULSBY, R. L. (1977): Similarity scaling of turbulence spectra in marine and atmospheric boundary layers. *J. Physical Oceanogr.*, **7**, 934-937.
- SUMI, E. (1974): On the result of field measurements with a two-layer type ultrasonic current meter. *Bull. National Res. Inst. for Pollution and Resources*, **4**, 21-31. (in Japanese with English abstract)
- SUMI, E. (1976): Suspension mechanism of particles in the estuary. *Proc. of the 23rd Jap. Conf. on Coastal Eng.*, 195-199. (in Japanese)
- SUMI, E. and K. ISHIKAWA (1975): Boundary layer structure in shallow water. *Bull. National Res. Inst. for Pollution and Resources*, **5**, 23-31. (in Japanese with English abstract)
- TOCHKO, J. S. (1978): A study of the velocity structure in a marine boundary layer — instrumentation and observations. Doctoral Dissertation, Woods Hole Oceanographic Institution.
- WILLIAMS, A. J. 3rd and J. S. TOCHKO (1977): An acoustic sensor of velocity for benthic boundary studies. *In* *Bottom Turbulence*, ed. by J. C. J. NIHOUL, Elsevier, Amsterdam, pp. 83-97.
- WISEMAN, W. J. (1969): On the structure of high-frequency turbulence in a tidal estuary. Chesapeake Bay Institute, Technical Report, 59.

瀬戸内海の燧灘における再懸濁物質の沈降速度

川名吉一郎, 谷本照巳, 鷺見栄一

要旨: 瀬戸内海の燧灘において海底近傍の流速変動を3次元的に測定すると同時に, 再懸濁物質の鉛直分布の時間変動に関する調査が行なわれた。流速変動の観測資料から摩擦速度 (u_*) と鉛直渦動粘性係数 (A_z) が決められ, この A_z を使って再懸濁物質の鉛直分布を解析して再懸濁物質の沈降速度の範囲が $2.4 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-4} \text{ m sec}^{-1}$ であると推定された。

一方, 沈降実験水槽を使った懸濁物質の沈降実験も現場の海底近傍で行なわれた。その実験結果は再懸濁物質の鉛直分布から推定された沈降速度を支持していた。

Underwater Observations on the Surface Swarm of a Euphausiid, *Euphausia pacifica* in Sendai Bay, Northeastern Japan*

Yukio HANAMURA**, Yoshinari ENDO*** and Akira TANIGUCHI***

Abstract: Underwater observations on surface swarms of a euphausiid, *Euphausia pacifica* HANSEN, were made by SCUBA diving in Sendai Bay, northeastern Japan, and their behavior was recorded by using underwater camera and video television system. The area discolored into brownish-red by the surface swarm of euphausiids was nearly circular-shaped, about 20 m in diameter. During the underwater observations, upper surface of the main body of the swarm usually lay between 1-2 m below the surface and the bottom surface between 3 and 7 m depths. The deepest part of the swarm exceeded 10 m depth. Density of euphausiids within the swarm was not uniform and varied from about 10 to 72 inds l^{-1} . The hand net collection indicated the density at 58 inds l^{-1} or more in the upper part of the swarm. The orientation of individuals within the swarm was not necessarily uniform. Swimming speed was roughly estimated *in situ* to be about 8-10 cm s^{-1} during their ordinary swimming behavior.

The swarm seemed to be composed of adult euphausiids, measuring from 12.3 to 21.5 mm in total length. Spermatophores of males were fully developed, but none of females attached spermatophore.

Although *in situ* observations on euphausiid swarms should give invaluable informations for understanding their behavioral biology, such kind of works are very scant. To our knowledge, the following four southern species are the only euphausiids whose swarms have been observed *in situ*: *Euphausia superba* DANA by PAVLOV (1969), RAGULIN (1969) and HAMNER *et al.* (1983), *E. vallentini* STEBBING by RAGULIN (1969) and *Nyctiphanes capensis* HANSEN and *N. australis* G.O. SARS by FENWICK (1978).

A North Pacific euphausiid, *Euphausia pacifica* HANSEN is known to aggregate into dense swarm at the surface in the daytime in coastal waters of Sanriku district, northeastern Japan. We can detect this phenomenon within a limited season, i. e., a period from February to May. Local fishermen long have commercially exploit-

ed this surface swarming euphausiid and call it "Esada" in Japanese. The Esada fishery is now an important item of the fishing industry in Sanriku district (KOMAKI, 1967; ODATE, 1979) (Figs. 1 and 2).

On March 27, 1983, we made underwater observations on surface swarms of *E. pacifica* by SCUBA diving and recorded their behavior by using underwater camera (Nikonos III, Nihon Kogaku Co.) and video television system (QI

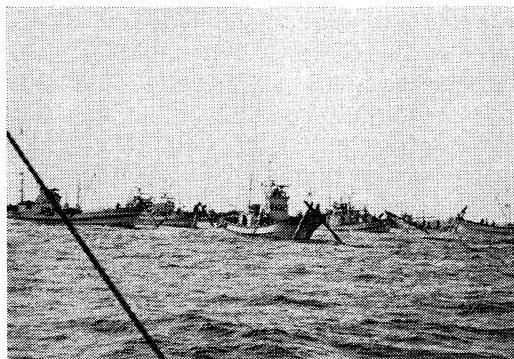


Fig. 1. A fleet of "Esada" fishing boats in Sendai Bay, northeastern Japan, in late March.

* Received November 11, 1983

Requests of reprints should be mailed to A. Taniguchi.

** Enkai Chosa Kaihatsu Co., Ltd., Hokkai Bldg., Chuo-ku S-2, W-13, Sapporo 060, Japan

*** Laboratory of Oceanography, Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai 980, Japan

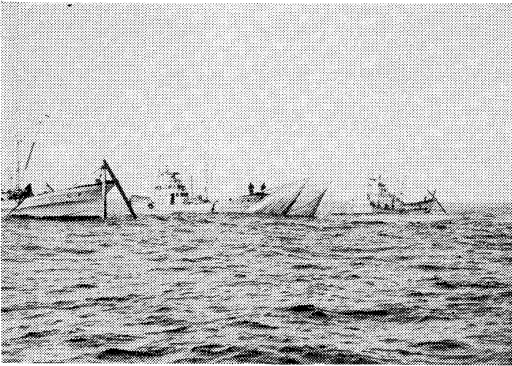


Fig. 2. "Esada" fishing boats showing the double boom surface trawl net mounted on the bow. The net on center boat is now being hauled.



Fig. 3. SCUBA divers and tenders operating the underwater video recording.

Underwater Color TV System QAC-107E, QI Inc.) (Fig. 3). We were able to monitor the behavior of one particular swarm for more than one hour.

It was overcast and calm. We encountered the largest swarm of the three, which we found on that day, at 0900 hrs at $37^{\circ}54'N$, $141^{\circ}24'E$, about 23 miles SSW of Kinkazan Island (Fig. 4). The swarm was indicated by a flock of sea gulls, *Larus crassirostris* VIEILLOT, which are believed by fishermen to be a better indication of euphausiid swarms than echo sounder. The gulls floating above the swarm were observed to feed on euphausiids which were densely concentrated just below the surface (Fig. 5).

The depth of the water was 102 m (Fig. 6). Water temperature was $6.7^{\circ}C$ through top 20 m. Uniformly low temperature throughout the water column is characteristic of the swarming season of *E. pacifica* (KOMAKI, 1967). The area dis-

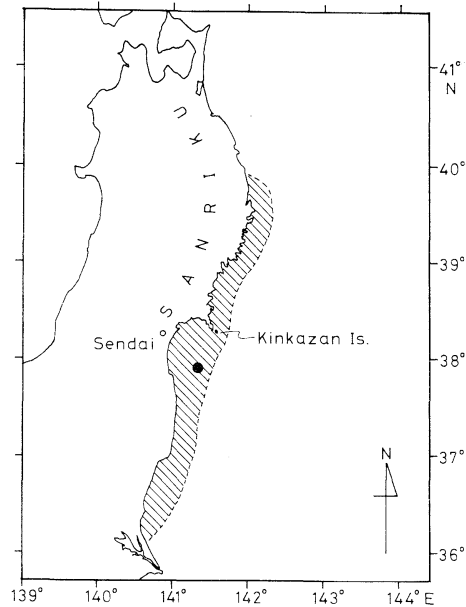


Fig. 4. Location of the station where the present *in situ* observation on the euphausiid swarm was carried out. Hatched area indicates "Esada" fishing grounds in coastal waters of northeastern Japan.

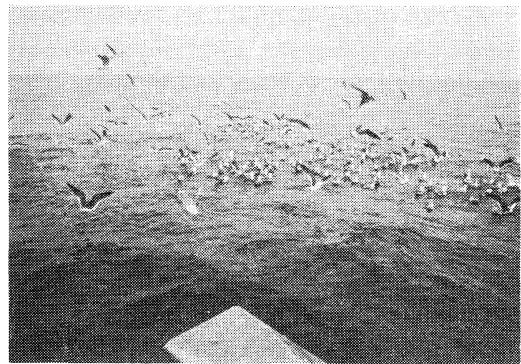


Fig. 5. A flock of the sea gulls floating on the euphausiid swarm.

colored into brownish-red by the surface swarm was nearly circular in shape and about 20 m in diameter. Some individuals were jumping up into the air within a very limited area, i.e., about $0.5m^2$, which was a part of the heavily discolored one.

When the first diving operation started, the main body of the swarm lay below some 50 cm depth. The upper surface of the swarm was distinct and flat somewhat like a cloud seen from

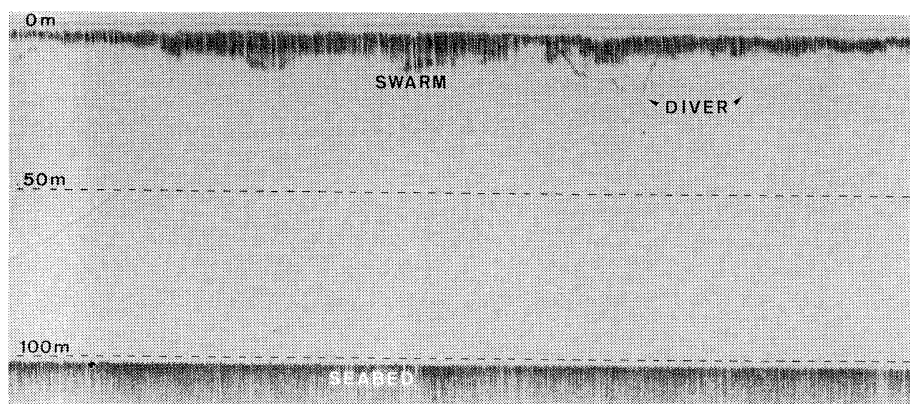


Fig. 6. An echogram of the euphausiid swarm observed. No sign of predators underneath the swarm is seen, while the echo of divers is recorded.

an airplane. Some small upward protrusions from the main body of the swarm reached the sea surface, where euphausiids were jumping up into the air. During the underwater observations, the swarm was observed to descend slowly: its upper surface gradually shifted down to 1-2m depth by the end of the observations (1000 hrs).

The bottom surface of the swarm was changeable in shape and not very distinct. It usually lay between 3 and 7 m depths, while the edge of some downward protrusions exceeded 10m depth (Fig. 6). It was not clear, however, whether these variabilities of the bottom surface are due to its own amorphous nature or the results of continuous descending motion of the swarm. HAMNER *et al.* (1983) observed that the Antarctic krill swarms moved in an ameboid fashion.

Horizontal and vertical heterogeneity in euphausiid densities could be observed within the same swarm (Figs. 7 and 8). They were in the habit of aggregating more densely in the upper part of the swarm than in the lower part. By analysing the underwater photographs, we could estimate their density in the upper part to be between 36 and 72 inds l^{-1} . The divers could count about 10 l^{-1} in the lower part.

The hand net (23 cm in diameter and 2.5×3.0 mm mesh aperture) samplings made simultaneously indicated that the density in the upper part of the swarm was 58 l^{-1} . This value might be underestimated to a certain extent for some

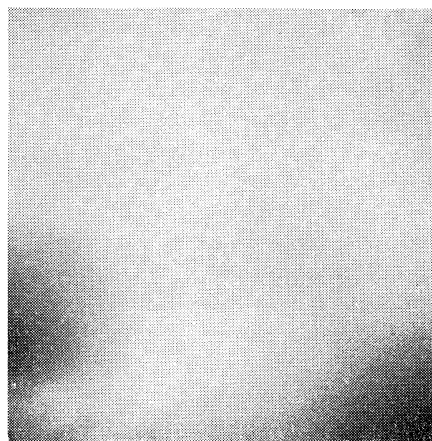


Fig. 7. The swarm photographed from below. Left dark shadow is of the boat. Dark area at center shows the highly dense part of the swarm.

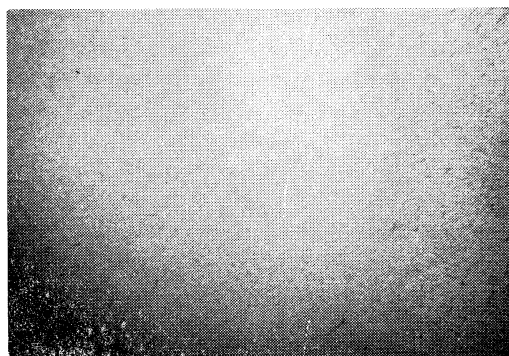


Fig. 8. The swarm from below. Heterogeneity in density is evident.

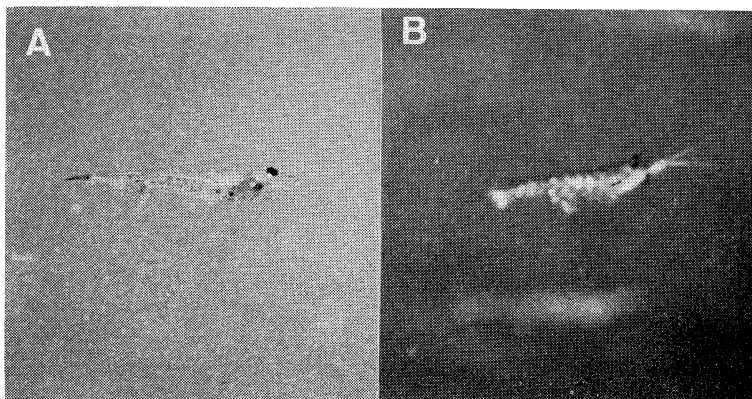


Fig. 9A-B. (A) A euphausiid which is swimming slowly in a usual manner. Bright reflection of flashlight from luminescent organs is clear. Black eye and red mouth part are also conspicuous. The pleopods were beating but the thoracic legs were folded up. (B) A slow swimming euphausiid (out of focus). Upper flagellum of antennule is stretched forward and lower one somewhat downward.

euphausiids had been observed to escape the hand net used. These values obtained here are within the range of the previously reported densities of euphausiid swarms (*cf.* MAUCLINE, 1980).

Captain K. ABE, one of the most experienced local fishermen estimated that the expectable commercial catch from this swarm would become three tons. It corresponds to the daily catch per boat averaged over nearly 200 Esada fishing boats operating in this area.

Despite almost transparent body of *E. pacifica*, divers can readily find them in the water. A vivid red color of the mouth part and black eyes were apparent in the lateral view. No perceivable luminescence was recorded, while a flashlight brightened the luminescent organs brilliantly (Fig. 9A). During the continuous swimming by beating pleopods, their body was nearly stretched and the upper flagella of the antennules directed forward but the lower flagella somewhat downward (Fig. 9B). Similar position of antennules was recently observed in *E. superba* by HAMNER *et al.* (1983). Unless divers disturb the water, euphausiids kept swimming in their manner. They never collided with divers, underwater camera, etc., although their reaction was slow and they approached very close to obstacles. We observed that a number of animals failed to escape and engulfed in the upward eddies formed by bubbles from

the mouthpiece of SCUBA or by the screw of the fishing boat. On the other hand, they always escaped successfully by a rapid action from diver's hand, which were slowly extended to about 10 cm behind or underneath them. The clear water column free of euphausiids was formed along the TV cable and safety rope suspended from the boat into the swarm. The diameter of this column was about 20 cm. These indicate that the effective distance for their successful escape is rather short, i. e., about 10 cm.

The orientation of swimming individuals was not always uniform. It was occasionally observed that some individuals swim obliquely upwards but others downwards or a few animals swim in reverse direction (Fig. 10). This phenomenon was much remarkable in the highly dense part. On the other hand, the uniform orientation was regularly observed in less dense part, while it could be also seen in the highly dense part (Fig. 11). The uniform orientation in the margin of the swarm seems to help in keeping the aggregation.

The swimming speed of individuals in the swarm could not accurately be measured, because of their escape behavior from the submersible measure we used. The swimming euphausiids could be easily followed by the dry suit diver carrying an underwater video TV camera followed by thick cable (Fig. 3), whose speed was limited to less than $20\text{--}25\text{ cm s}^{-1}$.

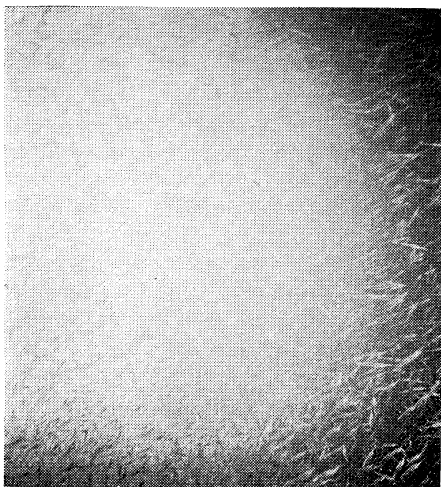


Fig. 10. An example of non-uniform orientation in the highly dense part of the swarm.

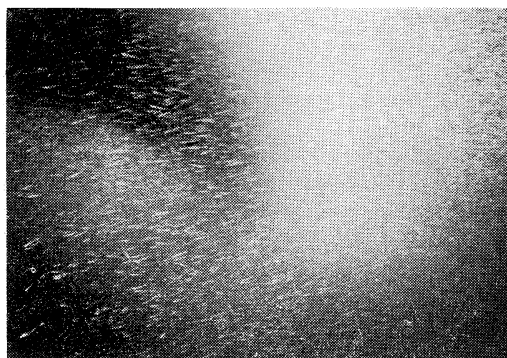


Fig. 11. An example of the uniform orientation. Almost synchronous swimming is apparent over the field.

By some trial *in situ* measurements, their normal swimming speed was roughly estimated to be $8\text{--}10\text{ cm s}^{-1}$. This is a lower value than TERAZAKI's record of $14.3\text{--}22.2\text{ cm s}^{-1}$ for this species, which might be accelerated by a wind-driven local stream along a breakwater (TERAZAKI, 1980). When they escaped from some obstacles such as camera and measure, they rapidly change the swimming directions and swam away at much faster speed. Even in these cases, however, tail-flipped backward motions reported recently for *E. superba* (HAMNER *et al.*, 1983) were rarely observed.

Probably because of their small body size (around 16.5 mm in total length), we could not

observe their feeding, defaecation, mating or molting *in situ*, if any. Bioluminescence was not recorded either. Later examination of gut contents of the specimens collected from this swarm evidently indicates that their feeding activities were not high. One-liter water samples taken around the swarm, however, contain some fecal pellets of euphausiids. Further analyses of the gut contents in relation to feeding and digestion rates are needed. Since no molts were found in these water samples, the molting might hardly occur. Unless the matings had been completed quite instantaneously, our video TV records can not stand to confirm that matings occurred in the swarm. We think that the surface swarms in spring are closely related to breeding behavior. But the mating and breeding are most likely to occur only at the end of the swarming season (ENDO, *in press*). Therefore, it is no wonder that no sign of mating was recorded in this observation made in the middle of the swarming season.

Fish predators such as sand lance, *Ammodytes personatus* GIRARD, despite their stomachs full of euphausiids in this season, were not observed in and around the swarm. A hypothesis that the surface swarms are formed by euphausiids pursued by the predators which hunt them from depths (*cf.* KOMAKI, 1967) was not applicable to this case. The predators, a flock of sea gulls, were afloat above them (Fig. 5). When the swarm disappeared from diver's sight, the gulls also left. Causes and function of the surface swarming, however, should be determined by further *in situ* observations through the swarming season.

No macrozooplankton other than *E. pacifica* were observed or recorded by any underwater photographs and video records of the swarm. Neither did hand net samples contain other zooplankton. Esada catches landed at the fish markets in this area were usually composed of an almost monospecific population of *E. pacifica* with a few exceptions. In only a few exceptional cases, the catches contained amphipod *Parathemisto* sp. and sand lance *A. personatus*; these mixed catches were poor in commercial value.

Two hand net samples taken from the swarm revealed that the percentages of male were

61.9% and 63.4%, which were significantly greater than 50% ($p < 0.01$). The same trend was commonly found in most *E. pacifica* swarms (ENDO, in press). Body length, from the anterior tip of the rostrum to the posterior end of the telson, ranged from 12.3 to 21.5 mm, showing that animals collected were all adults. Spermatophores of males were fully developed but none of females attached spermatophore. These results together with those of full analyses of the net samples, water samples and photographs and video TV records will be reported elsewhere.

Acknowledgements

We greatly appreciate the collaboration of research divers, Messrs. Hiromi NOMURA, Satoshi YAMAMOTO, Noritaka UEDA and Osamu NAKASAI. Our thanks are also due to Captain Kitaro ABE of the "Juho-Maru VIII" and his two sons for their kind assistance in the field. This work was partially supported by a research grant from the Enkai Chosa Kaihatsu Co., Ltd., Sapporo.

References

- ENDO, Y. (In press): Daytime surface swarming of *Euphausia pacifica* (Crustacea: Euphausiacea) in the Sanriku coastal waters off northeastern Japan. Mar. Biol.
- FENWICK, G.D. (1978): Plankton swarms and their predators at the Snares Islands. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., **12**, 223-224.
- HAMNER, W. M., P. P. HAMNER, S. W. STRAND and R.W. GILMER (1983): Behavior of Antarctic krill, *Euphausia superba*: chemoreception, feeding, schooling, and molting. Science, N. Y., **220**, 433-435.
- KOMAKI, Y. (1967): On the surface swarming of euphausiid crustaceans. Pac. Sci., **21**, 433-448.
- MAUCLINE, J. (1980): The biology of mysids and euphausiids. Adv. Mar. Biol., **18**, 1-677.
- ODATE, K. (1979): An euphausiid Crustacea exploited along the Sanriku and Joban coast. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., **40**, 15-25 [In Japanese with English abstract].
- PAVLOV, V. YA. (1969): The feeding of krill and some features of its behaviour. Trudy VNIRO, **66**, 207-222 (Translated from Russian into English, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Lowestoft, Translation, New Ser., **94**, 1970).
- RAGULIN, A.G. (1969): Underwater observations of krill. Trudy VNIRO, **66**, 231-234 (Translated from Russian into English, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Lowestoft, Translation, New Ser., **92**, 1970).
- TERAZAKI, M. (1980): Surface swarms of a euphausiid *Euphausia pacifica* in Otsuchi Bay, northern Japan. Bull. Plankton Soc. Japan, **27**, 19-25.

仙台湾のツノナシオキアミ (*Euphausia pacifica*) 濃密浮上群の潜水観察

花村幸生, 遠藤宜成, 谷口 旭

要旨: 1983年3月27日, 三陸沿岸の仙台湾において, スクーバダイビングによるツノナシオキアミ (*E. pacifica*) の濃密浮上群の潜水観察を行い, 同時に水中カメラおよび水中ビデオを用いてその行動を記録した。海表面はオキアミの浮上群によって赤褐色に変色しており, その形状は船上から直径ほぼ 20 m の円形と認められた。潜水観察中, 群本体の上縁は通常 1~2 m 層にあり, その上の清澄な海水との間に明瞭な境界を成しているのが観察された。一方下縁は平坦ではなく 3~7 m 層に見られ, その境界は上縁に比べ不明瞭であった。最深部は 10 m を越えていた。群内で, オキアミ各個体の游泳方向は必ずしも揃っていなかった。個体密度も群の部分によって異なり, 少ないときには約 10 個体・ l^{-1} であり, 最大では 72 個体・ l^{-1} と推算された。ハンドネットによる採集では, 群上部の個体密度は少くとも 58 個体・ l^{-1} であることを示した。水中で観察されたオキアミ個体の通常の游泳速度は約 8~10 $cm s^{-1}$ であった。

ハンドネットによる採集物は体長 12.3~21.5 mm の成体から構成されていた。雄の精包は充分成熟していたが, 精包を貯精囊につけた雌は発見できなかった。

資 料

津波の古記録とその意義について*

中 村 重 久**

Old Documents of Tsunamis and Their Evaluation*

Shigehisa NAKAMURA*

Abstract: Old documents of 1854 Ansei Tsunami at Koza, Wakayama, recently found by the author show that the descriptions about a tsunami behaviour could be quite different from each other. Emphasis is placed on importance of finding yet-unknown documents and revising tsunami catalogues.

1. 緒 言

わが国では古くから津波による被害が多く、これに関連した資料としては、印刷出版されたものとしては1904年の大日本地震史料¹⁾がある。その後も史料の発掘と検討が重ねられ、その成果は、たとえば宇佐美(1983)²⁾によってとりまとめられている。とくに、地震津波のみを表にしたものもみられ、そのうちで最近改訂されたものとして渡辺(1983)³⁾の表がある。このような史料や表は津波の実態を知り、津波の予測や対策に関連して必要なものである。

史料の発掘と検討のための調査は現在もなおすすめられており(たとえば、羽鳥, 1980⁴⁾; 都司, 1981⁵⁾)、このようにして既往の史料の確認が重ねられることになる。この意味において、史料の発掘作業は現在もなお重要な意義をもっている。

ここでは、ごく最近解読された古記録を紹介して、そこに記されているところを現代の視点から考察する。

* 1984年3月2日受理

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

2. 津波の古記録

古記録の解読は一般に容易ではない。ここに示す例は、1854年12月24日(安政元年11月5日)安政南海地震に関連したもので和歌山県古座地方で最近解読されたものである。この解読には、山出泰助氏(古座町教育委員, 串本町史編さん委員)があたり、著者はその解読文をみせていただいた。その内容は以下に記すとおりである(Fig. 1 参照)

(1) 御達口上

此程御達申上候去ル四日、五日の大地震組内あれ模様、追々御達申上候筋被取調候処、左一ツ書の通り御座候

[古座浦]

五日の津波ニ而 一、人家五拾八軒 皆流失但し所持の道具類、且聊貯有之候品都而食物の類不残流失仕り何連も危命相助り候儀ニ御座候

一、破船三艘 廻船

右濱着口上書追而御達申上候筈

一、屋敷下タ波川除石垣 六ヶ所

是ハ何連も屋敷下タ波川除の儀ニ付、早々御普請不被成遣候而は少々ニ而も波立候敷、洪水いたし候は、追々崩増可致、左候而は同浦皆あれニ相成候間、急々御見分被為成遣被下度奉存候

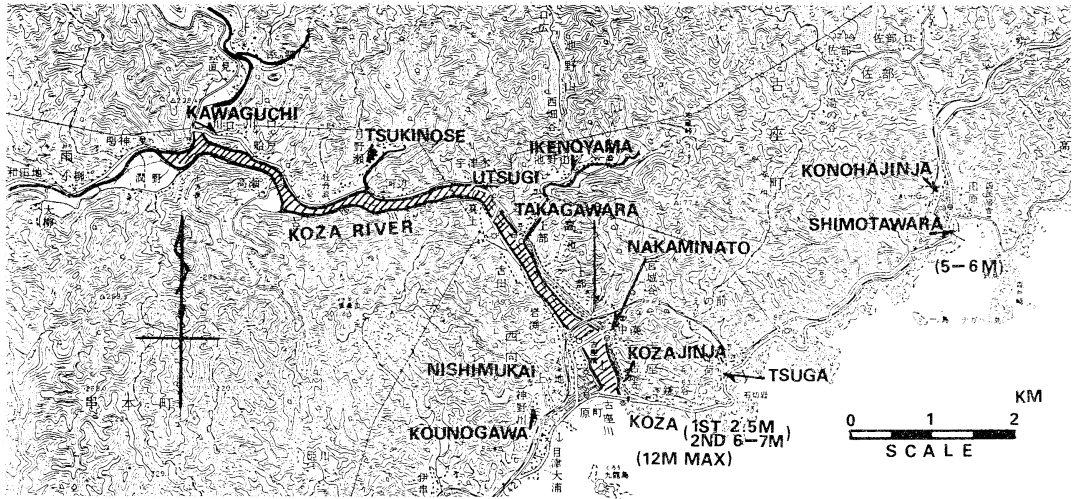


Fig. 1. Inundation of 1854 Ansei Tsunami in Koza district, Wakayama ($33^{\circ}30'N$, $135^{\circ}50'E$)

- (1) Highest tsunami at Koza was about 12m. The first crest seems to be about 2.5m in height followed by the second one of at least 5 to 6m.
- (2) Tsunami affected at least the hatched area from Koza to Kawaguchi and to Ikenoyama.
- (3) Sea-fish was occasionally caught in the river and on the rice fields at Utsugi and Tsukinose after the tsunami.
- (4) Tsunami height at Shimotawara should be 5 to 6m.

一、漁船網貝財等流失無御座候

[下田原浦]

一、人家四軒 流失

一、同三拾軒余

是ハ高波ニ而過半、又ハ皆潰等ニ相成筋 但、所持の諸道具、食物等ニ相成筋但、所持の諸道具、食物等不殘流失仕候、漁船ハ不殘沖立仕候ニ付流失ハ無御座候、屋敷地、且波除堤等 数多大破ニ相成り、急々家建仕候義難出來候間、早々御見分被為成遣候様仕度奉存候

一、細魚網式丈流失仕候得共、翌日拾ひ揚げ御座候

[大嶋浦]

一、人家貳拾四軒 半潰

内小家壹軒、皆潰、但地震ニ而

但シ、急卒の事故諸道具ハ取出シ候間合無之不殘流失ニ相成、取訳食物流失いたし別而難洪仕申候、尤、漁船網貝財等流失無御座候

一、屋敷下タ波除石垣 五ヶ所

右大破ニ相成申候、古座浦同様急場ニ早々御

普請被成遣下候様仕度奉存候

[神野川]

一、人家四軒 皆潰

但諸道具類ハ勿論、所持仕候品々食物等不殘流失仕候

[高川原]

一、人家三軒 皆潰

右ハ海岸ニ而ハ無御座候得共、地震ニ而皆潰ニ相成り申候、尤諸道具類不殘取失申候 (寅十一月 古座組大庄屋より代官所宛)

これは被害届に相当するもので公的に確認されたものと考えられる。

古座の1854年の津波については、宇佐美²⁾も羽鳥⁴⁾もその要点を記しているが、最近、古座町田原の「木の葉神社」の棟札が山出氏によって解説され判明したところによると、つぎようになる。

(2) 木の葉神社棟札

干時安政元年寅六月十五日 伊勢伊賀大和大地震人家震潰候由 此辺ニ而ハ常々地震ニ少シ強ク一日之間ニ四五十度震リ申候 伊勢四日市人家震潰

出火ニ而人多く死ス 夫より十一月三日九ツ時より大あられ降ル 四日朝四ツ時大地震ニ而人々大ニ驚キ芝、或は川の浮船ニ逃んとせしに大津浪と成肝を潰して山々江逃る 在中野宿して五日 我家へ皆々帰りけるに 四日津浪濟候より家野山野に持運びしを 五日ニ我家々々江持返しハ七ツ時持納しに七ツ半時又々大地震大津波と成 在中之者男女老若共啼叫んで 山野ニ逃ゲ遁レしが共地震止ミ不申 追々震リ強 西ニ当テ何共不覚雷の落懸る如く大ニ鳴 われ人々皆死と存じ啼より外に便りなし 山之木柴ニ至ルまで地震ニ動き 志やら志やらと鳴ル事力任せに柴をふるが如し 同四ツ半頃より次第ニ磯ギ 九ツ頃より志ずまり明ル六日食物衣類家財不残谷々峯々ニ持運び 小屋を結び候而然共時々小ゆり不絶 小震りと申も常之大地震なり 村方損亡書上ニ有之候 濱辺吹上ゲ屋敷通 大堤切ニ而家納屋八十七軒家財食物共流失 畑物ハ麦大根共流失仕り 山籠り中稼無之 小前大ニ難仕候得共地震相止不申候ニ付 極月十日時分まで山ニ住 夫より我家我家ニ帰りしが共家悉く震ゆがみ或は潰れ在中無事成家壺軒もなし 卯正月唐船漂流 勢州礪浦江入津 同廿七日当浦前漕送ル 三月十日東南ニ当リ大筒火矢を放ス如ク去ル霜月四日五日大地震ハ 東海道山陽道南海西海道北より大東ハ地震なし 九月廿日大風雨大浪諸国大破同廿八日勢州より下大地震 此辺ハ格別ニ無之浪三尺程川へつく十月二日 江戸大地震出火数々有之 江戸落中野ニ成ル由 去ル霜月より未ダ小ゆり不止 不常歳に候 依之有増記シ置キ申候

以上

千時庄屋平三郎代

鳥居再建 安政貳年卯十月

棟梁 藤兵衛 弟子大工 善之助

弟子

大工 定助 大工 孫蔵

3. 考 察

安政南海地震による古座の津波は、宇佐美²⁾によれば波高は3丈(9m)とされているが、羽鳥⁴⁾はつぎのように記している。すなわち

“……安政南海道津波(12月24日)の高さは

1949年のものより上回り、河口付近の古座海岸で4.5~5mと推定される。なお、安政東海地震(12月23日)では“地震洪浪之記”によると、住民は地震で山や寺へ避難し、津波は下地(神社付近の集落)で「石垣一はいの浪ニ候、夫故人家壺軒茂損し無之」とあり、たいしたことはなかった。東海津波の高さは、古座で3m程度とみなせよう。”

ところで、古座浦切目屋文書、下田原大葉神社木簡、西向浦小山弥八郎手記のほか、古座組大庄屋文書(古座町役場所蔵)などをもとに山出氏(1980)⁶⁾が震源地から古座までの津波伝播を逆伝播図法によってもとめ、津波の速さを \sqrt{gh} (g :重力加速度、 h :水深)として、伝播時間を試算した結果によれば、第1波の到来は地震後20分とされている。また、山上に逃れて間もなく押し寄せた津波は、下地の石垣一はいの高さだったといわれる。山出氏によれば、“当時の石垣は現存しないが下の町の町道の高さとみてよいだらうということで、これは海面上8~9尺(約2.5m)の高さになるだろう。当時の脆弱な石垣を破損するだけの水勢もなく、被害はまぬかれたが、それでも波は河内様の淵までおしのぼった”とされている。さらに、山出氏によれば、“この日の第2波は、古座浦では2丈5尺(7.6m)と記録されている。……波は4丈(12m)ほどの高さに増幅されて町なかへ打ち上げたと、地形の変更がもたらす津波の影響を、切目屋日記の記録者は指摘している”。

このようにみえてくると、同一の地域の同一の津波についても、その記述された時期あるいは時代によって、表現にかなりの相違があらわれていることを否定できない、古記録は、最も当時の状況を正確に記述したものであるとみるかぎり、原文にたちもどって史料に忠実な津波の評価をすべきであろう。可能ならば、津波の記述や評価が時代とともにどのように変化していったかを追跡することが必要である。

科学的記述法にしたがう津波の表をつくるために津波の高さをメートル法で表示してしまうと、その数値が絶対的眞実であるかのように扱われることになりかねない。その数値のあらわれる背景

や経過を見失なわないことが重要である。

津波の年表は、単に日本周辺のみでなく、世界的なスケールでとりまとめられ、ひろく利用されている (IIDA *et al.*, 1967⁷⁾; SOLOVIEV and GAO, 1974⁸⁾)。これらの津波年表の基礎は、本文でも例示したような古記録にもとづく情報である。このようなことからみても、古記録の発掘、翻訳と、それにもとづく津波年表 (地震年表についても同じ) の改訂をしていく必要があるものと考えられる。

謝 辞

本研究は土屋義人教授の示唆による。一部は文部省科学研究費補助金 (自然災害特別研究) によった。また、古座町教育委員・串本町誌編さん委員の山出泰助氏には関連資料についての御紹介をいただいた。

参 考 文 献

- 1) 田山 実 (1904): 大日本地震史料. 震災予防調査会報告, No. 46 甲, Z, 1-606, 1-595.
- 2) 宇佐美竜夫 (1983): 資料日本被害地震総覧. 東京大学出版会 (第5刷), 1-335.
- 3) 渡辺偉夫 (1983): 改訂日本およびその周辺の津波の表. 地震, Ser. 2, Vol. 36, 83-107.
- 4) 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報, Vol. 55, 505-535.
- 5) 都司嘉宣編 (1981): 紀伊半島地震津波史料一三重県・和歌山県・奈良県の地震津波史料. 防災科学技術研究資料 No. 60, 科学技術庁国立防災科学技術センター, 1-392.
- 6) 山出泰助 (1980): 文化財報 Nos. 5-6, 古座の文化と歴史, 古座町文化財委員会, 1-4.
- 7) IIDA, K., D. COX and G. PARARAS CARAYANNIS (1967): Preliminary catalog of tsunamis in the Pacific. Hawaii Institute of Geophysics, University of Hawaii, HIG-67-10, Data Report No. 5.
- 8) SOLOVIEV, S. L. and N. CH. GAO (1974): Catalog of tsunamis in western coast of the Pacific Ocean. Academy of Sciences USSR, Izdat. Nauka, 1-130 (in Russian).

附録 古記録の傍証としての現在の標高

古記録の記述は、高さの表示の基準点が多岐にわたるため、現在の標高とはかならずしも正確に対応できるとはかぎらない。また、基準点にえらんだ場所の地盤高が地震などにもなって変わった可能性も考えられる。ただ、もし、現在の東京湾中等潮位 (T. P.) を基準として判断した結果が、古記録の記述とつじつまがあうならば、その記録の傍証として、現在の測量の結果や地図を利用できるといえる。

本文中に示した古記録に関連して、和歌山県串本土木事務所および和歌山県古座川町役場の調査結果によれば、本文 Fig. 1 の地名に対応して、以下のような標高値が得られている。すなわち、

- | | |
|---------------------|----------------|
| 1. 古座 (古座橋下流側右岸) | T. P. + 3.84 m |
| 2. 池野山 (左岸畑面) | T. P. + 13.2 m |
| 3. 池野山 (右岸田畑面) | T. P. + 7.9 m |
| 4. 宇津木 (古座川左岸田畑面) | T. P. + 6.6 m |
| 5. 月の瀬 (古座川左岸田畑面) | T. P. + 7.1 m |
| 6. 月の瀬 (古座川左岸牡丹岩付近) | T. P. + 9.7 m |
| 7. 川口 | T. P. + 11.8 m |

1854年安政津波の時、宇津木や月の瀬では津波のあと海の魚を手づかみで捕えたということと考えあわせると、本文中の古座川河口の津波の高さが最高4丈(12m)の記述はかなり信頼度の高いものとみられる。

佐々木忠義先生，日仏海洋学会と私*

市 栄 誉**

Late Professor Tadayoshi Sasaki, Japanese-French Oceanographical Society and I*

Takashi ICHIYE**

Summary: I knew late Professor Tadayoshi Sasaki during early fifties when he just returned from France after a few years' stay there. In these years he was a sort of pied piper of oceanographers of my generation who were bent to be rebellious, though he was ten years senior and already a professor at the Tokyo University of Fisheries. I met him occasionally here after I moved to the U.S. in 1957. Last time I met him was in 1982 and in Japan. As the president of the Japanese-French Oceanographical Society he was rather generous enough to allow publishing by the Society the first JECSS (Japan and East China Seas Study) Workshop Proceedings which I edited.

I became a member of the Society, which was founded by him in early sixties, in 1978. The Society is unique in Japan since its main purpose is to promote understanding between Japanese and French oceanographers. In the international oceanographic community both countries seem to be under-represented. I reminisced in long-time friendship with a number of French speaking oceanographers and hydrodynamicists including Lacombe, Saint-Guily, Coantic, Nihoul, Hopfinger and Bodennel. I suggested that the Society should devote more to promote international oceanographic programs sponsored by UNESCO. I also recommend that more articles and reports published in *La mer*, the journal of the Society, should be written in western languages in order to facilitate exchange of information between Japan and foreign nations including France. The Society also are encouraged to seek more memberships not only in Japan but also abroad including the United States.

1. 昨年夏，第2回 JECSS (日本海・東支那海研究) ワークショップの紀要その他のことで高野健三教授と度々文通していた頃，同教授から佐々木先生が病気だとの事を知らされていましたが，10月11日に突然亡くなられるとは思いませんでした。私が先生に初めてお会いしたのは1955年に東京でユネスコの海洋物理の会議があり，その直前に私が神戸の海洋気象台から中央気象台の海洋課に転勤になった頃のことと思います。その頃私達の仲間では誰も佐々木先生とはよばず佐々木さんといっていました。確か先生は我々より数年前に

大学を卒業されたので同輩とはいわなくても，まあガキ大将位の程度でつきあってきたように思います。今度初めて先生が私よりも11も年上であることを知ってびっくりしました。特にユネスコの会の時だと思いますが，私達の年代の気象台や大学の連中と一緒に東京のバーにつれて行って貰った記憶があり，官庁の上役や大学の教授連のように官僚的なところや気取ったことがなかったことを憶えています。その頃丁度フランスから帰られ，且つ理研に勤められていたからでしょう。クストーの映画をもってこられ，海洋学者だけに見せてくれたのもその頃のことでしょう。私は1957年に米国にきて以来殆んどお会いしたことがなかったのですが，1960年の半ば頃ワシントンであった海

* 1984年3月21日受理

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

洋技術学会 (Ocean Technology Society) の会で一寸お会いし、更に1970年の日本での海洋世界 (Ocean World) 会議の時にもお会いしたと思います。この時先生は IUGG (国際測地学地球物理学連合) の主催する学会の他に、国際海洋開発展示会を主催され、その時のガイド・ブックは日本の海洋に関する産業を紹介したなかなか立派なもので、今でも私は時々引っぱり出して見ることがあります。丁度その頃は米国では IDOE (国際海洋研究十年計画) が始められようとして、海洋学は1970年代に大きく進歩したのですが、日本の貢献は学問の方でも技術の方でも余り目立たないのはどうしたのでしょうか。(或いは海洋技術の方ではトヨタ、ダットサン、ホンダに相当するものがあるのかも知れません。)

それは別として、その後先生とお会いしたのは1982年4月の日仏海洋学会の年会で、この時は一緒に昼食を食べようと約束したのですが、学会が終って通りに出た時ものすごい人なみにまきこまれて先生を見失ってしまって約束をはたせなかったのは今もって残念に思っています。これはその前の年に第1回の JECSS ワークショップをやった際高野さんと先生のおかげで発表論文を日仏海洋学会誌に発表することを許可されたことのお礼をいう予定でした。(後でできくと昼食時には私の経験した日仏会館の辺の人なみは普通なのだそうです。)

2. 日仏海洋学会は私が日本を出た後1960年に創立されたので実は6、7年前まではそれがあることを知りませんでした。何かのきっかけで、1977年頃私が大学在学中にやった閉塞海の吹送流の簡単な理論をもう一度調べた時その結果は神戸海洋気象台のとう写版の印刷物にしか出ていないので、何かの形で残しておこうと思い、英文に直して当時東海区水研におられた須藤英雄博士にこれを発表する適切な日本の刊行物についてたずねた所、「うみ」が一番よいとの事で、その時初めて会員になった次第です。この寄稿は、「Reminiscences on Wind-driven Circulation in an Enclosed Sea」として「うみ」の第16巻88-94頁に出ております。その後前述したように1981年

JECSS 第1回のワークショップを筑波大学でやった際一応日仏海洋学会から非公式の後援をうけたと思います。

私はこちらの学生や友人達にしょっちゅう中いているのですが、海洋学、特に海洋物理学は戦後、特に1960年代から本当に学問となり始め、主に英語国、特に米国で発達したため、アングロ・サクソンの科学ともいえると思います。これは丁度1920年30年代に量子力学や原子物理学がドイツで盛んになったのに対応できると思います。但し20年30年代は丁度国際協調の盛んな時代で(30年代の中ば頃からドイツでナチが興ってこの傾向は衰えてゆくのですが)、英国やフランス或いは北欧の国からの貢献が盛んで本当に国際科学であったと思います。それで海洋物理でも本当に伸びてゆくには他の国でやっている研究もよく知る必要があると私はいつも中いているのです。不幸にして海洋学又は海洋物理学の方は国際政治の問題が入ってくる傾向があり、特にソ連圏の方は別の研究体制をとり、余り交流がなかったようでした。それでも1970年代の IDOE の時代には MODE (Mid-Ocean Dynamics Experiment) の計画などで割合ソ連圏との協同の研究が盛んだったようです。

3. 第2次大戦後の欧州の海洋研究は表面から見ると戦前に盛んであったドイツ、および北欧の国が余り振わなくなりました。これはむしろこれらの国の主な海洋学者が米国に移り、かつその後若い世代の学者が米国にいつもきているので、丁度接木が果実を沢山作るのと同じように、米国の土台を基にして中欧北欧から移植された海洋学が発展したと考えています。ヨーロッパの中で、フランスだけが特異な存在で私は以前から非常に興味をもっておりました。ただし初めてフランスの海洋物理学者に接したのは1957年の IUGG のトロント会議の時、ラコンブさん (Prof. H. LACOMBE) と一緒にシムコ湖のエクスカッションなどに行ったりしました。彼はその当時私よりも英語が遙かにうまかったので、気楽に話が出来ました。それから1959年のニューヨークの国際海洋会議の時サンギリさん (Dr. B. SAINT-GUILY) の夫妻と私達一家と一緒に食事をし、この時の縁で、1961年の

マルセーユの乱流会議の後でパリに行った際、彼のアパートでランチに招かれたことを覚えています。その後彼と2, 3回何かの会議で会い、また、彼がボルダー(Boulder)のNCAR(国立気象研究センター)に来ていた時、一日程一緒に過ごしたこともあります。尚マルセーユの会議では海洋学者ではありませんが乱流学者のバスさん(Prof. J. BASS), ファーヴルさん(Prof. A. FAVRE)達に会いました。

その後2, 3回フランスに行ったことがありますが、プレストの海洋学センターをおとずれる機会はありませんでした。ただし1972年にベルギーのリエージュのニウールさん(Prof. J. NIHOUL)の主催する二重拡散の国際コロキウムに出た際、流体力学のマルセーユのコアンティックさん(Prof. J. COANTIC)やグルノーブルのホフィンガーさん(Dr. E. J. HOFINGER)に会いました。その後1970年の後半、グルノーブルから米国に海洋汚染の研究の情報を集めにこられたイアサントさん(Dr. HYACINTHE)をサンフランシスコのAGU(アメリカ地球物理連合)の年会で米国の海洋汚染の研究者達に紹介した上一寸した非公式の会議をやったりしました。更に4年前にはプレストの海洋化学者のボドネルさん(Dr. G. BODENNEL)とポルトリユ沖の工業廃棄物の海洋投棄モニタリングの航海で2週間程私共の海洋観測船ジャイア(Gyre)号で一緒になったことがあります。

4. 米国とフランスの間には海洋学では最近特に人工衛星によるドリフターのトラッキングについて協同研究がありますが、それ以外は個人対個人の接触が主なようです。この点日仏海洋学会が積極的にフランスの海洋学界との交換を目的としていることは世界に類のない所だと思います。特にフランスの海洋力学にはポアンカレの伝統があり、今後どのように発展するかが期待されます。そこで、まず気になるのは、どれ位フランスの人々が会員であるかということです。私の所にきて「うみ」を見る限りフランスからの投稿は非常に少ないと思いますが如何でしょうか。

それから、案外日本語の論文や報文が多いことです。これでは日本海洋学会誌と余り変わらない

と思います。少なくとも外国との交流を目的とすれば、日本語の論文は全部仏文でなくても少なくとも英文にすべきだと思います。報文でも、フランスのことを日本に知らせるのは日本語でよいでしょうが、日本のことを知らせる記事(第21巻4号の「水界における植物プランクトンの生体物質のシンポジウム」や学術会議の見解など)は、欧文にすべきでしょう。もし著者が欧文にできない場合、著者の費用で欧文にほん訳したものをのせるのが適当だと思うのですが如何でしょうか。日本語の方は本印刷でなく、オフセット刷にして希望者に実費で売ることも考えられます。これでもし日本の会員の数が減るとすれば、その分だけ外国(特に米国)の会員の数を増やすことが可能です。但しそのためには、もう少し積極的にこちらの学界や出版界を通してP.R.をする必要があると思います。米国の大学、研究所関係の図書館だけでも海洋学の定期刊行物を揃えようとする所は数百あると思いますから。

5. 佐々木先生が会長をしておられた頃、日仏海洋学会は日本海洋学会と違い余り官僚的な所がなかったように思われます。そのため簡単にJECSS-Iの紀要を出すことを引受けて頂きました。もっともこれには高野さんに随分努力して頂いたと思います。その精神をうけて今後学会として重点をおいて頂きたいのは、東亜および東南亜の国々、特に中国、韓国、北朝鮮、フィリピン、インドネシア、インド等の国々に積極的に働きかけることです。学会としては経済的には大変でしょうが、まず日本内の対外援助の諸団体に日本の海洋学界の意志として働きかければ、色々な活路が開けると思います。

これについて、特にユネスコ(UNESCO)のIOC(政府間海洋会議)がパリにあり、日仏海洋学会としてこの会議と連絡をとって第三世界の国の発展をうながすため、その援助をうけたりそのためにIOCの中で学会として協力することも考えられます。米国のREGANの政府は、ユネスコに不満で、今年中に財政政策を変えない限り脱退することを宣言しています。

これはユネスコが今まで余りにも本来の科学文

化教育を忘れ、第三世界国の主張にかくれて、ソ連圏の反米政策を宣伝していると米国民は一般に考えているためです。更に、イスラエルをユネスコから追出そうとする案が時々議題に上るので、ユダヤ系の人が多い米国の学界でユネスコに対する反感がつのってきているようです。

然し、ユダヤ系の学者の中でも例えば生物物理学者のソロモン教授 (Prof. A. K. SOLOMON, ハーヴァード大名管教授で私の長女の最初のアドバイザーでした) は、本年始め、米国の主な新聞に寄稿し、ユネスコが地球諸科学の分野では米国の科学に貢献している点大きいことを強調し、ユネスコから脱退するのは米国の敗北を意味し、したがって米がもっと積極的に参加してその改革を推進すべきだと述べております*。

私は、JECSS I と II の2回のワークショップをやった経験から、中国、韓国の海洋学者はユ

ネスコの後援があれば、それぞれの政府が会議や協同研究の参加を容易にしてくれることを強調しているのも、特に第三世界の協力を得る上で米国についていえるソロモン先生の意見は日本にもあてはまると思います。但し、台湾や北朝鮮の参加は、ユネスコの官僚的な規則を適用すれば難しくなってくるそうですが、この点、学会として働きかければ、例えば、会議などで日本の代表に日仏海洋学会からの決議を委託したり、或いは、時々日本で行われる会議では、学会からオブザーバーを送るなどして)、台湾、北朝鮮のユネスコ主催会議や研究計画に参加することは実際には問題なく解決されるのではないのでしょうか。とにかく、JECSSでも中国の海洋学者は、台湾の参加をむしろ歓迎し、韓国の人々は北朝鮮の人々をよぶのに何等反対しなかったと思います。

* ソロモン先生は、ハーヴァード大医学部の教授をしていた頃1976年および78年にユネスコの米国代表の一員だったそうです。先生の「ユネスコ争いは米国の負けだ」という標題の寄稿 (ヒューストン・クロニクル一読者約60万—という新聞に出たもの) を主な所だけ紹介します。「レーガン大統領の、米国がユネスコから脱退する決意は政治的な立場では許されようが、教育科学文化上には殆んど意味のないことである。それ所か脱退は米国の科学界にとって大きい打撃である。ある種の科学、特に地球科学、海洋学、気候学の分野では世界的なデータが必要なのでユネスコを通して外国の協力を得なければならない。もし米国がユネスコを脱退すれば、第一に被害をうけるのはユネスコおよび海洋研究科学委員会 (SCOR) が後援している世界気候研究計画 (海洋循環と海空相互作用が2つの研究題目で両方も広汎な研究船の参加が必要) で、米国の科学者はこの計画に参加できなくなるだろう。もう一つの被害は、国際地質学連合 (IUGS) の国際地質相関計画で、米国の地質学者、地球物理学者はこの計画から出なければならないであろう。というのは、ユネスコ自身、もしその年間予算3億7,400万ドルの中、米国の寄与の1/4をけずられると、これ等の計画を後援することができなくなるからである。更に、ユネスコは米国の基礎科学を国際科学連合会議 (ICSU) の予算の約1/3を出すことによって援助している。この

ICSU は、未発展国の科学の発展に注意を払っていると同時に先端科学にも大きい影響を及ぼしているのも、米国のユネスコからの脱退は世界中の発展に、特に米国の科学に打撃を加えることになる。米国の科学財団 (NSF) は、昨秋米国地質調査局 (USGS)、国際開発援助庁 (AID)、米国森林局 (US Forest Service)、国立公園局および国務省の代表を加えて米国のユネスコ参加の科学的な利点を調査した所、明らかに米国が大きい利益をうけていることがわかった。更に、アメリカ科学学士院 (NAS) の委員達の調査でも米国がユネスコの一員であることは政治的な不利益に比べて科学的な利益が圧倒的であることを結論している。一方、ユネスコは、特にその官僚機構の運営に他からの援助が必要である。それで米国は、他の国、特にソ連、北欧国および西欧国と一緒に国際諮問委員会をつくり、ユネスコの事務局と協力してその能率の悪い所を改め、ユネスコが円滑に且能率的に活動できるような政策をたてるべきである。米国の科学者と海外の科学者との間に密接な関係をたてるのには、ユネスコを通してまず一代以上もかかっている。ユネスコと政治的に意見が合わないとい捨てることはできない。もしユネスコがなければ、国際科学はこれに相当するものをどうしても作らなければならないからである。

「海洋の動的構造に関する基礎的研究」について

I. 研究計画の評価*

市 栄 誉**

“The Ocean Characteristics and Their Changes” —a special research project supported by the Japanese Ministry of Education, Science and Culture—

I. Evaluation as a Reserch Proposal*

Takashi ICHIYE**

Summary: It is noted that there are some amusing translation errors from the Japanese of the first issue of the Newsletter of “The Ocean Characteristics and Their Changes” distributed by the U.S. N.S.F.

The project, a special research project supported by the Japanese Ministry of Education, Science and Culture, started in 1981 and was continued for three years. The design and organization scheme of the project were published in 1981 as a technical report by the ministry. It contains twelve research subjects dividing in four categories: water motion and its variations, movements of materials in the sea water, structure of the sea bed and its variations and development of the measuring techniques.

The peer review system of the U.S. is explained. As an example its philosophy is applied to evaluate the project based on the 1981 technical report. It seems that the project contains two categories which are almost irrelevant to the ocean variabilities which mean the water motion in the ocean in the intermediate ranges of time and space. Among the category of the research on the water motion, two subjects on shelf and shallow water motion are almost independent with each other and also not related to the problems of the large scale circulation which seems to be main subjects. Thus, these two should be proposed as a subject separate from this project.

The circulation problem includes study of meso-scale eddies in the Kuroshio-Oyashio Confluence Zone and the effect of the bottom topography on the Kuroshio. Because of the time limitation, importance of the subject to the international oceanography and a rather well-written objective of the research design, the latter is recommended as the main theme of the project.

For this theme, it is suggested to study more closely the changes of the Kuroshio when it crosses over the Izu-Bonin Ridge south of Japan. Observational, theoretical and data analysis approaches are recommended with incorporation of recent techniques of satellite remote sensing, moored current meters particularly set up close to the bottom in the deep sea and surface and sub-surface drifters. For deep water circulation separated by the ridge, analysis of chemical tracers in the water including radioactive elements may be useful, particularly considering recent development of the inverse method and some examples of successful application to the deep water circulation in the Japan Sea.

* 1984年4月20日受理

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

1. 序

昨年秋、米国の科学財団 (NSF) から、妙な文書 (TT-82-00-002) が私達の教室に送られて、教授連と研究者連の間で回覧されました。「文部省科学研究者奨学資金による特別研究」のニュース・レター第1号の日本語よりの翻訳、と題した25頁のパンフレットで、ニューデリーのアメリンドという私立出版社から出されたものらしいのですが、第1頁の「ニュースレター刊行について」という巻頭言の著者がピウラ・ヨシジローとあるのにまず私は狐につままれたような気がしました。然し、地震研究所に属していると脚注にあったので、梶浦欣二郎教授であると気がつきました。日本語には所謂インド・ゲルマン語、その他アルファベットを使う言語、例えばヘブライ語、アラブ語、インドの諸語でいう意味の「辞書」が存在しないための誤訳の例でしょう。(中国語にはアルファベットがないが漢字を余り知らない人でも未知の言葉を字画で引くための辞書であります。この辞書は、或いはコンピューターの時代にはアルファベットよりも翻訳に適するかも知れません。)但し、このニュースレターの読者は日本語を知らないばかりでなく、海洋学を全然知らないらしく、アンデラ流速計を *Sanderae* と書いたり、衛星を衛生と間違えたりしているので、私は NSF の Lou Brown (ルーブラウン) にこんな翻訳をアメリカの海洋学者に配布する必要があるかどうかと疑問の手紙を出しておきました。

さて、ニュース・レターの話にもでてますが、本年2月に東大海洋研の寺本俊彦教授より表題の文部省特定研究のニュース・レターの全部および昭和56年度から58年度までの研究報告書一揃えを送って頂き、かつニュース・レターの最後の No. 17 (1984) に平さんが第1号の英訳における人名の誤り、その他について書かれておりますからここではそれ以上申し上げることはありません。

ただ、特にこれ等のぼう大な資料を読み、これについて私の教室の2, 3の人々と話した後で、私が特に感じたことを述べさせていただきます。これは私の意見であって、決して私の同僚の意見ではなく、まして米国の海洋学者の批判でもありませ

ん。実をいうとこちらでは新しい、色々な国内、および国際的な海洋研究計画(例えば衛星利用、ドリフターの利用、大コンピュータの利用等)や将来の方向についての議論が色々な所で盛んに行われ、日本の海洋学研究など殆んど誰も問題にしていなという方が正しいでしょう。

2. ピア・レビューについて

御承知と思いますが、米国では海洋学に限らず、殆どどの学問の研究で、特に連邦政府(州や大学内でもそうですが)から研究費を貰う場合には所謂ピア・レビュー (Peer review) というのをきびしくうけます。ピアアというのは英国でいう貴族とは違い、同輩という意味です。特に、特定の官庁や機関がその業務を行うために研究を委託する場合以外は必ずこの審査を通らねばなりません。最近では委託研究の場合でも2, 3の候補者に計画書を出させ審査することが多くなってきました。

審査の方法は、各計画書に対し NSF や NIH (国家衛生局、生物医学関係の研究費は大部分ここから出る) 或は海軍研究局 (ONR) などで少しずつ違いますが、大体10人から20人までの同じような研究をしている人々に計画書を送り、それに対するコメントの他、大体5つ位の評点(優秀、秀、良、可、不可とでもいっておきます。英語では excellent, very good, good, fair, poor となります)をつけることを頼みます。当然、批評者の名前と所属は秘密で、計画書提出者にはもとより、外部の人には絶対知らさないのが原則です。私にも大体連邦政府の色々な機関から年に、少なくとも4つ、5つの研究計画のレビューが廻ってきます。

3. 「海洋の動的構造」の計画についての批判

まず、昭和56年度の「海洋の動的構造に関する基礎研究」「研究組織計画概要」(44頁)がプロポーザル (proposal) として私の所にレビューを頼んできた際、どういう風に批判するかという点から始めましょう。

この研究計画には、計画研究と公募研究とがあ

り、両方の間にどのような区別があるのか明らかではありませんが、計画研究は文部省が特にその研究計画の必須部分としてまず金を出すものと仮定して話を進めます。

計画研究は、総括班を除いて12の研究題目から成り、何れも海洋学にとって重要なものであると思いますが、これを一つにまとめて「海洋の動的構造」に結びつけるのは全く無理です。しかも、これを3年でやるのは全く無計画といってもよいと思います。(例えば、IDOEの中で海洋生物を除いた殆んどすべての計画を10年でなく3年で、しかも日本だけでやるようなもので、これを一つの計画として推進するのは却って害があります。)

名前からして動的構造というと力学的な研究が想像されますから4つの研究項目の中の「海水流動の構造とその変動」が主なものと思われまます。これに対し、「海水中の物質循環」および「海洋底の構造と変動」は殆んど別な主題で、前者は少しは主項目に関係がありまますが、後者は全く関係のないものです。もし米国で、海洋物理が主体となっている研究プロジェクトにこの両者を入れようとするれば、この2つの分野の専門家達は海洋物理のために研究することを絶対に断わるだろうし、こちらの海洋物理学者はそれ程尊大(arrogant)ではありません。ただ「海洋計測技術の開発」の項目は、主項目に密接な関係があり、一緒にするのは合理的ですが、これについてはまた後で批判します。

4. 「海洋の動的構造」の中の海洋物理学的変動について

以上の理由から12の研究項目の内、この計画に入れるべきものは6つになります。次にこれらについて少し詳しく述べます。まず海洋変動を力学および物理学的の現象だけに限っても、まずその空間および時間のスケールから非常に広汎な問題になり、限られた時間と金と人手ではすべてをカバーできないことは誰が見ても明らかです。

最近、世界的に陸棚や浅海域が、経済面だけでなく海洋学的に見ても興味あることが見出されました。例えば、陸棚やフロントなどは非常に大切な問

題になってきております。このことは、CSANADY, G. T., 「沿岸海洋の循環」ライデン社, 1982年の79頁, および BOWDER, K. F. 等編, 「浅海の流動とフロント」(ロンドン英国王立学会発行, 1982年, 180頁, Transaction of Royal Society of London に発表されたシンポジウムの論文を集めたもの)などの刊行からうかがわれます。それで陸棚および浅海の過程は、海洋変動の一分野として大切なものですから、それ自体一つの総合研究の題目となり得ます。

それでこの計画の中に浅海や陸棚の研究を入れたのは不合理ではありませんが、それでは深海の現象、例えば日本の近くで最も顕著な現象である黒潮とどちらに重点をおくかということになります。この計画では明らかに後者に重点をおいているようです。

次に、問題となるのは2つの陸棚域の研究「陸棚域の海水流動の研究」と「外海・内海系の海水交換機構」があります。この2つの研究項目を少し詳しく調べてみますと、両者は相互に全く無関係な現象を目的としています。その上、外海との交換作用を研究するのではなおさら無関係になってしまうのです。まず前者は、北海道のオホーツク海側の普通の海洋観測が主であり、後者は瀬戸内海の観測が主であり、西日本側の陸棚の現象さえ主な研究対象となっていないことが分ります。

元来、日本列島は九州を除いて非常に狭い陸棚にはほとりまかれていることは海図を見れば直ちに分ることです(地質学者は火山島の特性として説明されるでしょう)。これは、余り世界の他の縁海に見られないので、その意味で陸棚と外洋間の水やエネルギー交換(例えば黒潮・親潮と太平洋岸の陸棚上との交換, 対馬暖流と日本海岸の陸棚上との交換)を研究する場合には、非常に独自の場所なのです。然し、この2つの研究計画を調べた所、上に述べた現象や過程を調べようという意図は見られないようです。更に、本当の陸棚の力学、物理学(または堆積学)を調べるには東支那海、南支那海という世界有数の大きい陸棚があり、これに年間 10^8 トンの沈殿物を運ぶ揚子江やその2倍から3倍を運ぶ黄河があり(ウズボ

ール海洋研究所のジョン・ミリマン (John MILLIMAN) 博士によれば、揚子江は年に丁度、万里の長城に相当する土砂を海に運ぶそうです、他処にない実験場を与えています。もっともこの陸棚の研究をするには少なくとも今のこの「海洋の動的構造」の研究の数倍の金、時間、人手が要るでしょう。然し一方からいえば、ぜひ日本がリーダーになって中国 (本土および台湾) や朝鮮、或いはフィリピンからインドシナ、インドネシアまで含めて研究を完成して貰いたいものです。

5. 外洋の海洋変動の研究について

「海洋変動の研究」の中で日本の海洋学の協同研究として意味のある計画は「黒潮周辺域の海洋構造」と「黒潮の変動と地形効果」の2つになっています。

前者は主として本州東方の黒潮親潮境界域の所謂中規模渦の力学を調べようとしているものと判断されます。この区域の渦は、湾流の流域よりも遥かに数が多く、かつ活発で、本当に渦が海洋大循環に貢献するよい例を提供する所と考えられています。残念なことに、計画書によれば、どういふ点で今までにない観測をするのか (係留系で渦を攔むには MODE 以上の array を使う必要があります)、また、今までの資料で渦の統計をするのとありますがどんなデータで渦を定義するのか、また数値計算では渦をどのように扱うか、更に観測や資料解析で得た結果をどのように数値モデルに組込むか全く説明がないので、3つのバラバラの計画を合せたものと同じようです。然も、3年間に、それぞれの計画は、従来と違った結果が得られそうにもありません。

結局、日本が外洋の海洋変動について、この特定研究でできる範囲で本当に世界に貢献できるのは「黒潮の変動と地形効果」です。更に、昭和56年度の計画書に関する限り、この項の研究目的が最もはっきり書き表わされていると思います。

黒潮と湾流を比べる場合、誰でも一番気がつくのは、黒潮が日本南方で伊豆小笠原海嶺を越えることで、黒潮の冷水塊のことを知らない人でも、少なくとも気象力学や海洋力学をかじった人には

この海嶺が黒潮にどのような影響を与えるかに興味をもつと思います。

実は、1957年に私がウツズホールに初めて日本から着いた時、丁度今メリーランド大の教授をしているアル・ファラー (Al FALLER) が MIT の気象学の学生で、回転タンクの実験を学位論文のためにやっていました。彼は私の黒潮についてのセミナーをきいた後、すぐに大工に作らせた梯形の簡単な海嶺を約一米直径の回転タンクに入れて、流れの速度を色々に変えて、アルミ粉で流跡線の写真をとってくれました。流れは、気象の偏西風を模したもので、環状のタンクの外側を暖め、内側を冷して起したものです。この簡単な実験の時は、回転タンク模型実験のバイオニアのビル・ボンアルクス (VON ARX) をはじめ、死ぬ3,4カ月前であった大ロスビー (ROSSBY) 先生も面白がって見ていたことを覚えています。それで、私としては海洋変動の研究全部をこの題目に費やしてもよいと思うのですが観測の重点をおく海域として都井岬沖と紀伊半島沖を挙げておられるのでしょうか。

6. 海洋工学的或いは海洋化学的な研究計画

次に海洋物理に関係のある題目として「簡易係留測定系の開発」と「海洋構造の音響的診断技術の研究」があります。米国の海洋物理または海洋力学の研究計画では、電子工学を使った測器の開発を特別に含むことは稀です。その理由は、測器の開発は最も時間と金と人手の要る仕事です。たいていの海洋の現象や過程の観測は、その時容易に手に入る (on the shelf) 測器を使うのでなければ、測器の開発だけにこの三者がついやされ、限られた日数ではよい結果が得られないことが多かったからです。

それでも、まず前者についての批判を述べますと、係留測定に関するものは音響切離し装置の改良と係留体の形状を研究するだけでその他は、電磁波による海洋の温度および塩分の測定およびテレメーターの方法の改良です。それぞれほぼ独立の問題であり、かつ、それぞれの測定法や測器が、海洋変動の研究にどのように使われるのか不

明です。更に、電磁流速計や濁度、電気伝導度の測定ですでに存在する測器とどれ程違うのかも明らかにされていません。特に、空中からマイクロ波を利用して、ある程度の深さ（どの程度の深さかは不明ですが）の水温と塩分を測る方法を開発するとあります。海洋物理に必要な深さ（例えば少なくとも海面より数米下）の水温・塩分を電磁波を使って必要な精度で測ることは現在の物理学の原理を越えたもので、そのような測定法を見出したとすれば、当然ノーベル賞に相当すると思われませんが、私は不明なせいか、この方面でノーベル賞をえた研究を知りません。

次に、音響による海洋構造の診断について述べますと、超音波による海洋の表面波の研究などは海洋循環には何等の関係はなく、ただ、こちらで数年前からムンク (MUNK) およびカール・ウンシュ (WUNSCH) 等が計画している音響ホログラフにより、中規模渦を主にモニタリングする計画が最も関係の深いと思われまゝ。それにしても、この計画書だけではムンク等の方法とどう違うのか、或いは海洋変動のどのパラメーターを測るのか、判断に苦しみまゝ。例えば、海洋渦度の測定、流速ベクトルの空間分布の測定というのは具体的にはどういうことなのでしょう。更に、音波の水平或いは鉛直方向の伝搬を利用して温度の鉛直分布や、温度躍層の分布を測定するとありますが、これ等の方法は従来の方法とどれだけ違うのでしょうか。つまり今までの方法よりどれだけ安く、或いは簡単で、かつ精度がよく利用できるかを本当に知りたいのですが、この計画書だけでは全く判断のしようがありません。

私は、始めに「海水中の物質循環」と「海洋底の構造と変動」は海洋物理、または海洋力学という海洋変動とは関係がないと述べましたが、「化学トレーサーによる海水混合の研究」は、特に海流（黒潮）が地形から受ける影響および本州東方の中規模渦の研究にはかなり役に立つと思ひます。特に、日本の海洋分析学は、世界で高く買われています。日本の南方および東方の深層水は、伊豆小笠原海嶺を境にして、水温や塩分その他、酸素や栄養塩など少量ながらはっきりと差があり、

かつ、黒潮前線の中規模渦の中でも渦の向きで放射性核種の分布に差があることが予期されます。更に、今まで日本海の深層循環、特に深層水の年齢など放射性物質の分布から定められた例などがあり、特に最近、ベローニス (VERONIS) をはじめとしてこちらの理論屋の間で盛んに研究されはじめている反転法 (Inverse methods または、techniques) を海嶺の両側の深層水に利用する際には、放射性物質を含めた化学成分が非常に重要な役をすることが予期されます。

しかし、この計画のように海洋化学に適当な題目を見つけて貰って、それを物理の計画にくっつけるのは、むしろ失礼です。海洋物理学者の方から、今までの測定方法ではどうしても決め手がないから、どういう要素をどこでどのようにして測定すればどういう結果が期待できると明らかにして協力を頼むのが科学者間の礼儀というものだと思ひます。

結 語

初めに述べたように、この文は昭和56年度の研究計画書をもとにして、もし私が例えば、NSF からプロポーザルのレビューを頼まれたら、どう答えるかというのが目的でした。今の場合、予算が全然判らない所が NSF の場合と違う点です。連邦政府の機関では、レビューア達からの批判を総合して判断をします。その際、プロポーザルを全部受け入れて要求予算通り出すか、レビューアの意見をいれて予算を削ったり、または、削った上、例えば3年計画のうち1年分だけ金を出し、後は1年毎に成果を見てその度毎にレビューさせるか、全く拒絶するか場合があります。特に、後の2つの場合は、計画書を出した本人はレビューの写しを要求する権利があり、普通必ずこの写しを送ってきます（勿論筆者は誰か分からないようにしてあります）。これは、所謂レフリーされる科学雑誌の場合と同じです。拒絶された場合、全然書き直してもう一度出すか、或いは別の所に出すかする他ありません。但し、政府機関の関係監理者(プログラム・ディレクターも)雑誌の編集者と同じく、自分の所で断った研究計画や論

文が他の機関や雑誌で受け入れられ、それが本当によい研究であった場合、監理者や編集者としての能力を疑われますから、うっかり断わることはできないわけです。

特に、プログラムディレクターは、普通は政府の官僚でなく、それぞれの分野の科学者が2年または3年、NSF、NIHやONRなどで、臨時に働くことになっていますから、もし任期がきた時、余り無茶なことをすると元の大学や、研究機関にもどれなくなる恐れがあります(また、一方では、元いた所に戻ることをばかりを考えているため、自分の出身の所へ金を出すように努力しているという評判をたてられることもあります。特に、最近では、大学の方の俸給が少なかったり、昇進がおそかったりするため、一時的の筈の監理者がもう何年も同じ職にいて官僚化したという評判もたち始めています)。

それで、まず、この研究計画の全体の評点をつけますと、どうしても「可」としかいえません。これは、もし金を出す機関(funding agency)の予算がたっぷりあったら出してもよいということで、それも計画書のままではなく、すっかり改訂した上でのことです。

私の改訂案は、以上に述べたことから次のように要約されます。まず、「海洋の動的構造」は、海洋の力学的物理学的変動に限るべきで、それ以外の研究題目はそれぞれ海洋地質、海底物理および海洋化学の部門に独立の計画として出し、そこでレビューを受けるべきである。特に、力学的物

理学的変動の中でも3年間の期間内で、何か意味のある計画としては、「黒潮の海底地形による変動」に限るべきで、更に、伊豆小笠原海嶺の黒潮に対する影響を観測、理論(数値計算も含む)および過去資料や解析の三方向から徹底的に調べることが最も適当である。更に、観測については、もっと具体的な計画(係留装置の詳しい位置、船による普通の海洋観測では測点、時期、回数など、更に、衛星像の利用、およびドリフターの活用の計画)をたてることが大切である。音響トモグラフィでは、現在可能なだけのことをする(米国でもまだ完全に利用されていないので恐らく今の段階では無理でしょう)。トレーサー利用は、海洋観測の中にくみこんでその結果を深層循環の解析に利用する。係留測定系については、伊豆海嶺上およびその両側の海底近くの流速やシアなどを少なくとも1~2年間測れる、今、市販の測器を最大に利用した装置を作ることなどです。

尚、昭和58年までに得られた結果についての批判は、次の部に述べさせていただきます。

NSFのプロポーザルのレビューと違い私の名前がでるので、余り思いきった批判ができなかったことを諒承して下さい。また、以上の議論で、当然ちゃんとした文献を引用すべき所をしなかったのは、一つには、この文を余り屑のこらない読物として読んで頂こうと思ったからで、次の部では改めるつもりです。日本文については本誌編集委員会が改訂されました。御礼申し上げます。

書 評

「海 と 魚」

宇田 道隆 著
石野 誠 解説

(築地書館 1983年, 190ページ)

本書は世界に先がけて水産海洋学を体系化された故宇田道隆博士により1941年に岩波書店から刊行されたものに、石野誠博士(東京水産大学教授)が解説を加え、復刻刊行されたものである。次代を担うべき青少年に著者が潮目を柱に海洋学的な知識を漁業にどのように役立てるかを平易に語りかけている。

内容は、海洋の研究の歴史から始まり、海水の性質、潮目・海流、魚類の分布回遊、漁場形成へと論を進めている。結びでは将来に対する見通しが語られており、これらには資源培養型・資源管理型漁業の思想、魚群探査システムの発展、情報化時代の到来、乱獲の戒め等が盛り込まれ、40年後の今日の姿を正確に予見している。

記述は単に海洋と漁業の知識を啓蒙的に説いたものではなく、経験を学問的に追求、さらに実験的考察・検証等にもみられるように、専門的でもある。ページをめぐるにつれ知らず知らずの内に海洋研究者は海を科学する心を学び、一般読者、特に若人には、物事を科学的に理解、思考、探求する心が養われ、それは人生航路の羅針盤にも通じている。

全体の流れは、自然を素直な心で眺め、小さなことも見逃さずそれを不思議に——何故?との問いかけ——思う心を説いている。また、漁業者との対話を積極的に進め、それを通して自然を学びその法則性を見出す姿勢が貫かれている。著者の海洋科学に対する並々ならぬ情熱が随所に湧き出ており、当時から名著の誉れが高く40年後の今日においてもその記述は正確であり新鮮さを失わず、取りあげられた問題の多くはなお今日的であり海洋科学の原点でもある。温古知新の精神に通じるものであり、著者の貴重な体験に裏づけられた重みでもある。

なお、用語、名称、数量、単位等については適切な解説がなされているので、40年前の姿と対比してみるのも面白い。また、索引も設けられており読者への配慮が充分なされている。

(中村保昭)

「海と漁の伝承」

宇田道隆 著

(玉川大学出版部 1984年, 392ページ)

真潮、青山潮、明潮、山潮、山掛け潮、舞い潮、込み逆潮、鹿島潮、だるま潮、はね潮、照り潮、桜潮、水潮、しけ潮、冷潮、急潮、狂い潮、縞潮、潮文字、潮神楽、活潮、潮筋、高菜潮、苦潮、濁潮、腐れ潮、白潮、時潮、涸れ潮、重ね潮、混み潮、子売り潮、貝寄せ潮、……

これらは「海と漁の伝承」に記載されている日本各地で潮(シオ)と言われている海流名、流向、海況、潮境、水色、濁り、潮汐などの状態を表わす様々な呼び名の一部である。

著者が昭和2年東大理学部物理学科を卒業され、当時の農林省水産講習所海洋調査部に就職して漁海況業務を担当されて以来、50有年間にわたって全国の漁村、漁港を訪れた機会に、生来の貪欲なまでの知識欲、自然探究心にもとづき、漁民を師と仰ぎ、丹念に聞き取り調査を行って得た膨大なメモをもとに集大成された、まさに労作である。

申すまでもなく、日夜生命を賭して漁業に携わっている漁民は、仕事場である海を誰よりも良く観察し、漁の変化に敏感に対応している。それらは「言い伝え」として、あるいは自身の体験から強く記憶に留められているものであろう。生前、著者は「海の変化を漁民は体験の中から本当に良く知っている。我々の役割りはそれを科学的に理由付けすることだ」と言っておられた。

漁村の衰退、漁業の近代化とともに急速に忘れ去られつつある漁民の貴重な伝承が、著者の晩年、病床に伏し闘病の中で精魂を込めて書き上げられた原稿、そして没後、東京水産大学石野誠教授の一年余にわたる綿密な校訂を経て世に出たことは、単に民俗学的文化遺産に留まるものではなく、そこに秘められた自然の摂理を語る一言一言は、今後の水産海洋学発展の活きた素材となり得るものと考えられる。

21世紀に向けて、気候変動、海洋水産資源変動が注目を集め、その予測が重要な課題となっている現在、コンピューター万能主義に毒されることなく、多くの先人達が生きて来た海と漁の歴史を吟味していただきたい。

(大塚一志)

学 会 記 事

- 昭和59年4月20日 東京水産大学で幹事会を開き、次期会長を評議員の選挙によって選ぶこと、選挙管理は森田良美評議員らが担当すること、幹事会としては富永政英評議員と宇野寛評議員を候補者として推すこと、をきめた。
- 上記幹事会に引き続き、故佐々木会長追悼号編集委員会が開かれた。寄稿(予定)が29篇をこえ、150ページを上廻ると予想されるので、「号」ではなく単行本の体裁をとること、学会内外にひろく買って頂くように積極的に働きかけること、第3号と第4号は合併号として本年中に刊行すること、したがって本年は印刷費がふえるので、経費の調達については5月に発足する次期執行部の努力に期待すること、などが話し合われた。
- J. Y. COUSTEAU 氏の来日に際し、4月26日に日仏会館と共催で、日仏会館ホールでセント・ローレンス川調査のビデオ上映と COUSTEAU 氏の談話があった。
- 会長選挙の開票(5月17日)結果。投票数 90, 有効票 89, 無効票 1, 得票数は富永政英 56, 宇野寛 33, であった。
- 新入会員
氏名 所 属 紹介者
村田 聰 筑波大学環境科学研究科 高野 健三
富田 宏 運輸省船舶技術研究所 富永 政英
- 退会者
(正会員) 天野 宏, 岩田憲幸, 渡辺精一, 福島久雄, 村山三郎, 二谷頼男, 豊重正夫; (賛助会員) 協同低温工業機, (株)オーシャン・エージ社, (社)日本能率協会, 小松川化工機機, 藤田峯雄
- 会員の住所・所属の変更
福田 稚明 〒103 中央区日本橋堀留町1-3-17
三洋水路測量機
奥田 邦郎 〒985 塩釜市新浜町3-27-5
東北区水産研究所海洋部
守安実己郎 Apt. #15. 42 Donovan Terrace.
Moncton. N. B. E1A 4N6 Canada
森安 茂雄 〒573 枚方市伊加賀西町58-24
江面 浩 〒305 新治郡桜村天久保4-7-24
カルムプリアント 306
土田 武雄 〒750 下関市竹崎町4-6-1
地方合同庁舎内下関地方気象台
井上 尚文 〒085 釧路市桂恋119
北海道水産研究所
奈須 敬二 〒100 千代田区霞ヶ関1-2-2
水産庁資源課
- 交換および寄贈出版物
「なつしま」ほか計24種, 37冊。
- 日仏海洋学会 (Société franco-japonaise d'océanographie) の発足
本学会と同じ名の学会がフランスでも発足し、さる2月3日に第1回総会が Paris の海洋研究所で開かれた。その目的は海の研究・開発の面で日仏両国間の交流を盛

にすること、東京に本拠をおく本学会との連絡を緊密にすることである。事務局は Paris の海洋研究所におかれ、会長は Hubert CECCALDI である。

日仏海洋学会役員

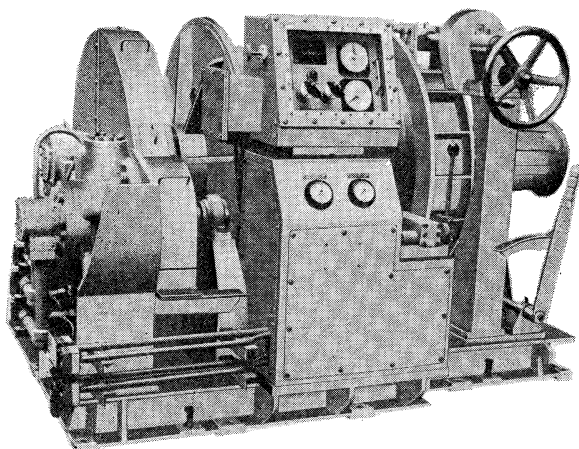
- | | |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 顧問 | ユベール・ブロッシェ ジャン・デルサルト
ジャック・ロペール アレクシス・ドランデール
ペルナル・フランク ミシェル・ルサージュ
ロペール・ゲルムール ジャック・マゴ |
| 名誉会長 | レオン・ヴァンデルメルシュ |
| 会長代行 | 富永政英 |
| 副会長 | 國司秀明, 高野健三, 富永政英 |
| 常任幹事 | 阿部友三郎, 有賀祐勝, 佐伯和昭, 関文威
松生 治, 三浦昭雄 |
| 幹事 | 石野 誠, 井上 実, 今村 豊, 岩下光男,
宇野 寛, 川原田 裕, 神田献二, 菊地真一,
草下孝也, 斎藤泰一, 佐々木幸康, 高木和徳,
高橋 正, 辻田時美, 奈須敬二, 根本敬久,
半沢正男, 丸茂隆三, 森田良美, 山中鷹之助 |
| 監査 | 久保田 穰, 岩崎秀人 |
| 評議員 | 青木三郎, 青山恒雄, 赤松英雄, 秋山 勉,
安達六郎, 阿部宗明, 阿部友三郎, 新崎盛敏,
有賀祐勝, 石野 誠, 石渡直典, 市村俊英,
井上 実, 今村 豊, 入江春彦, 岩井 保,
岩崎秀人, 岩下光男, 岩本康三, 宇野 寛,
大内正夫, 小倉通男, 岡市友利, 岡部史郎,
岡見 登, 岡本 巖, 梶浦欣二郎, 梶原昌弘,
加藤重一, 加納 敬, 鎌谷明善, 川合英夫,
川上太左英, 川村輝良, 川原田 裕, 神田献二,
菊地真一, 草下孝也, 楠 宏, 國司秀明,
久保田 穰, 黒木敏郎, 小泉政美, 小林 博,
西条八束, 斎藤泰一, 斎藤行正, 佐伯和昭,
坂本市太郎, 坂本 亘, 佐々木幸康, 佐藤孫七,
猿橋勝子, 柴田恵司, 下村敏正, 庄司大太郎,
須藤英雄, 関文威, 平 啓介, 隆島史夫,
多賀信夫, 高木和徳, 高野健三, 高橋淳雄,
高橋 正, 高橋正征, 谷口 旭, 田村 保,
辻田時美, 寺本俊彦, 鳥羽良明, 富永政英,
鳥居鉄也, 中野猿人, 永田 豊, 奈須敬二,
奈須紀幸, 西沢 敏, 西村 実, 根本敬久,
野村 正, 畑 幸彦, 半沢正男, 菱田耕造,
日比谷 京, 平野敏行, 深沢文雄, 深瀬 茂,
福島久雄, 淵 秀隆, 増沢謙太郎, 松生 治,
丸茂隆三, 三浦昭雄, 三宅泰雄, 村野正昭,
元田 茂, 森川吉郎, 森田良美, 森安茂雄,
安井 正, 柳川三郎, 山口征矢, 山路 勇,
山中鷹之助, 山中一郎, 山中 一, 吉田多摩夫
マルセル・ジュグラリス, ジャン・アンクテ
イル, ロジェ・ペリカ |

Exploiting the Ocean by...

T.S.K. OCEANOGRAPHIC INSTRUMENTS

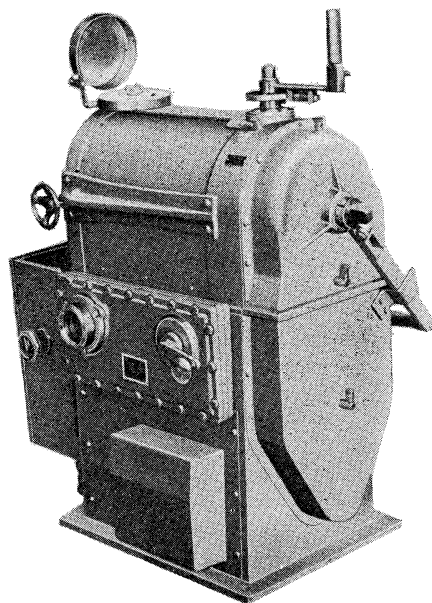
REPRESENTATIVE GROUPS OF INSTRUMENTS AND SYSTEMS

○ T.S.Kの海洋調査用捲上機



単に捲上機(ウインチ)と言
っても、太洋上において、
精密海洋調査に当るには電
氣的・油圧・物理的・機構

的に過酷な使用に耐え、安全・確実に
故障なく使えるものでなければなりま
せん。当社の50余年の歴史は充分にそ
れに御答へ出来ます。観測要件のすべ
てに万全である500m~10,000mまでの
深度用の当社製各種より御選択下さい。



株式会社 鶴 見 精 機

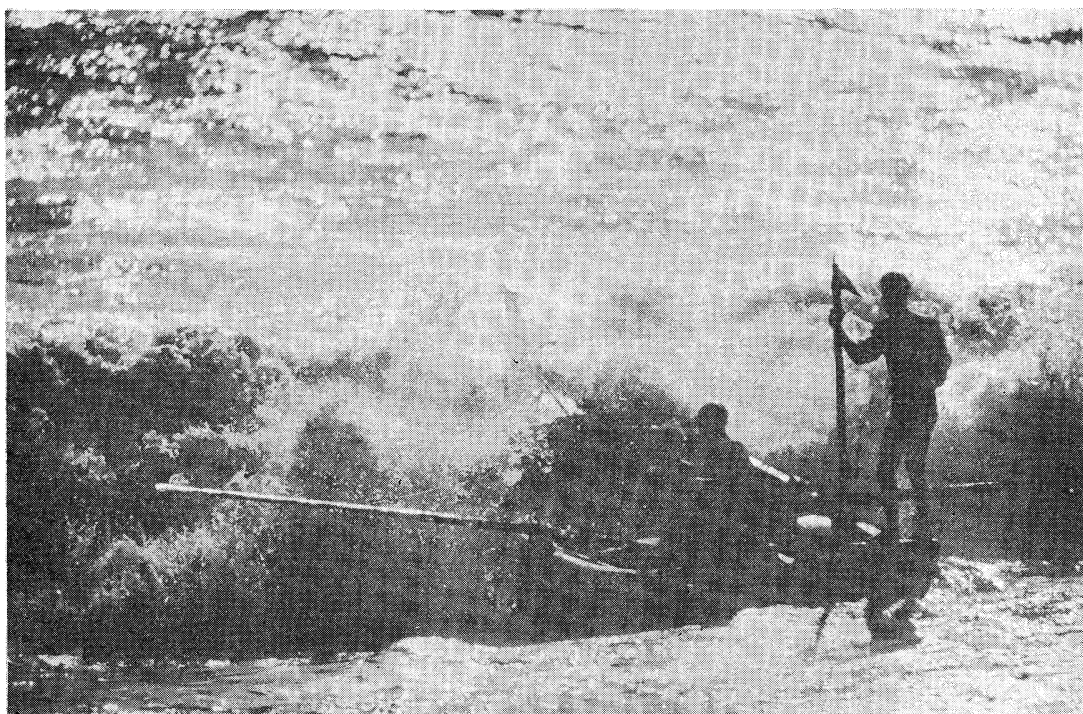
横浜市鶴見区鶴見中央2丁目2番20号 〒230 TEL; 045-521-5252

CABLE ADDRESS; TSURUMISEIKI Yokohama, TELEX; 3823750 TSKJPN J

OVERSEAS OFFICE; TSK-AMERICA INC. Seattle WASHINGTON

IWAMIYA INSTRUMENTATION LABORATORY

好奇心



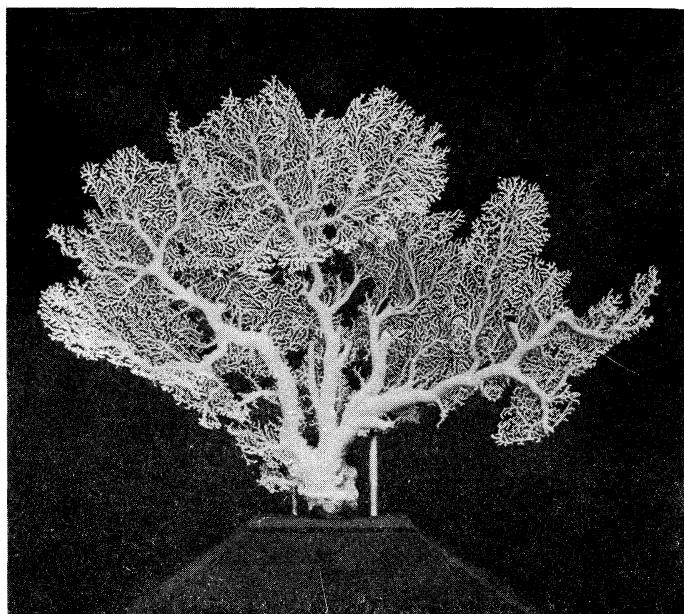
身近なもの、夢のあるもの、美しいもの、未来。自然、動物、魚、鳥、そして人々の笑顔。ほんのちょっとした好奇心が、なにげない情景を感動のドラマに変える。新しい興味が新しい世界を造る。今日から明日、そして未来へ———
好奇心いっぱい。



読売広告社

支社：中央・新橋・渋谷・新宿・池袋・上野・蒲田・立川・横浜・北海道・仙台・名古屋・大阪・広島・小倉・福岡

本社：東京都中央区銀座1-8-14 TEL567-8111代



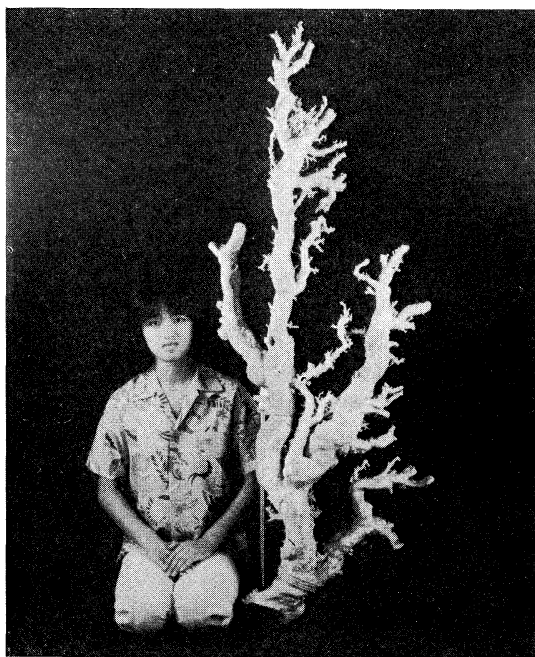
珊瑚美術館

「クイーン・コーラル」 ↑
深海潜水艇“はくよう”により採集された、世界で一番美しい珊瑚。

高さ 1m 幅 1.2m 重さ 12kg

採集場所 徳之島近海

採集年月日 昭和54年7月4日



世界最大の珊瑚 —
高さ 1.6m, 重さ 35kg の歴史上最大といわれる“ジャンボサンゴ”

採集場所 沖縄近海

採集年月日 昭和49年5月

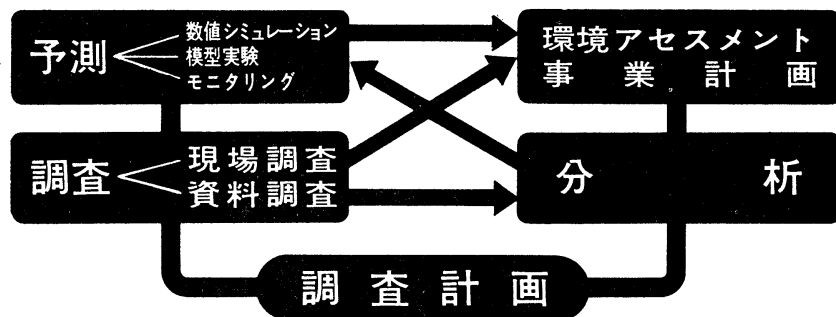
花とさんごと美術館



沖縄さんご園

本社 / 〒903 那覇市首里金城町 3-5 ☎ (0988) 86-3535 (代)
さんご園事業所 / 〒901-03 糸満市字摩文仁 1102 ☎ (09899) 7-3535 (代)
ホテル店事業所 / 〒903 那覇市首里山川町 1-132-1 ☎ (0988) 84-3535 (代)

当社は環境アセスメントを始め環境の質を把握するため、水域及び大気環境調査から分析・予測・解析まで一貫してユーザーの要望に応える環境総合コンサルタントです。



★海洋、河川、ダム湖、湖沼、道路、鉄道の環境実態調査

水質・底質・プランクトン・底生生物・魚類・鳥類・哺乳動物・植生

★海域、河川、ダム湖、湖沼の水質予測解析

潮流・恒流・吹送流解析，COD拡散解析，SS沈降拡散，富栄養化予測解析，ダム湖の水温・濁度予測解析

★環境アセスメント調査

港湾・空港・大規模工業団地・石油精製・石油基地・海の公園・人工海浜造成計画等の環境アセスメント調査

河川・ダム湖・河口堰・鉄道計画等の環境アセスメント調査

★分析・実験

水質分析，底質分析，土壌分析，産業廃棄物分析，生物分析，天気分析，水質汚濁機構解析のための生産量，分解量，溶出量，酸素消費量実験およびAGP試験，土砂の沈降試験，ノリの成育実験，魚類室内実験，土壌中の有害物質の植物検定

★気象海象観測，予報，解析

天気予報，気象観測整理解析，降雨汚水解析，大気・騒音・振動の環境調査，波浪推算調査，波浪予報，漂砂調査，大気拡散シミュレーション



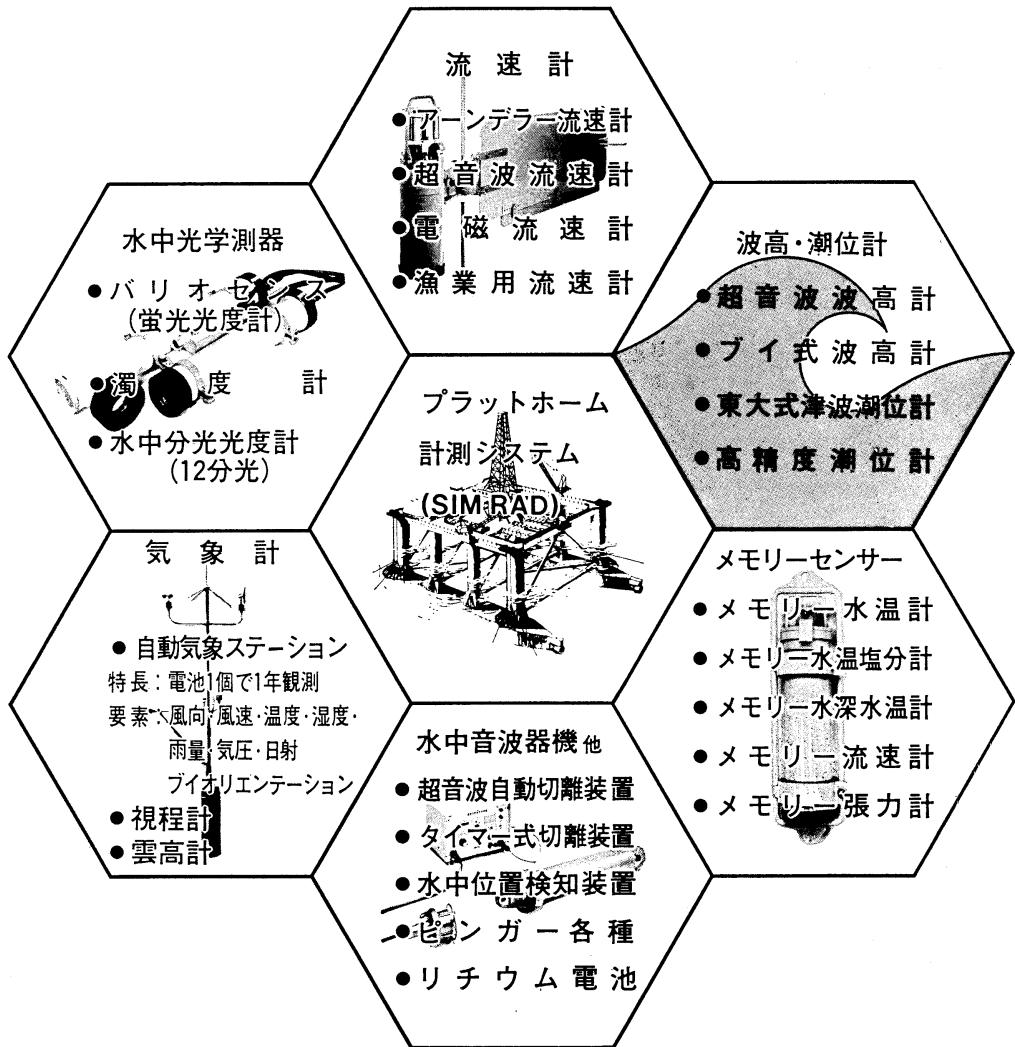
新日本気象海洋株式会社

本社 第二技術研究所 東京都世田谷区玉川3-14-5 TEL 03-708-1161
 第一技術研究所 東京都目黒区上目黒4-17-18 TEL 03-793-0591
 大阪支店 大阪府堺市北安井町2-12第2CBCビル TEL 0722-21-1626
 九州事務所 福岡県北九州市小倉区片野新町1-15 TEL 093-922-2214
 事業所 釜石(岩手県)，小名浜(福島県)，金沢(石川県)，沖縄

ユニオン・エンジニアリングが
 パーフェクトな観測をお約束する

海象・気象計測器

優れた精度・取扱い容易・世界的な実績・豊富な部品在庫・迅速確実なメンテナンス



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
 〒650 KCCビル4F TEL078-332-3381(代)
 東京支店 東京都中央区銀座7丁目18
 〒104 銀座スカイハイツ602号 TEL03-543-5399

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	電気流速計
水中照度計	比重計, 水色計, 標準海水	舶用機器模型及標本類
水中濁度計	ア ク ア ラ ン グ	標 識 票 類
溶存酸素測定器	プランクトンネット類	
サリノメーター	採水器類	

株式会社 ^{ホン}本 ^チ地 ^{ゴウ}郷

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

代表取締役 宮 本 悟 取締役 大 塚 昌 治

賛 助 会 員

旭化成工業株式会社	東京都千代田区有楽町 1-1-2 三井ビル
株式会社内田老鶴園新社 内田悟	東京都千代田区九段北 1-2-1 蜂谷ビル
株式会社 沖縄さんご園	那覇市首里金城町 3-5
株式会社 オセアノート	東京都世田谷区北沢 1-19-4-202
小樽船用電機株式会社	小樽市色内町 3-4-3
社団法人 海洋産業研究会	東京都港区新橋 3-1-10 丸藤ビル
小山康三	東京都文京区本駒込 6-15-10 英和印刷社
三信船舶電具株式会社	東京都千代田区神田 1-16-8
三洋水路測量株式会社	東京都中央区日本橋堀留町 1-3-17
シュナイダー財団極東駐在事務所	東京都港区南青山 2-2-8 DFビル
昭和電装株式会社	高松市寺井町 1079
新日本気象海洋株式会社	東京都世田谷区玉川 3-14-5
株式会社 鶴見精機	横浜市鶴見区鶴見中央 2-2-20
株式会社 東京久米	東京都中央区日本橋 3-1-15 久米ビル
東京製網織維ローブ株式会社	東京都中央区日本橋本町 1-7-1
中川防蝕工業株式会社	東京都千代田区神田鍛冶町 2-2-2 東京建物ビル
日本アクアラング株式会社	神奈川県厚木市温水 2229-4
日本テトラポッド株式会社	東京都新宿区西新宿 2-7-1 新宿第一生命ビル17F
深田サルベージ株式会社	東京都千代田区神田錦町 1-9-1 天理教ビル8階
古野電気株式会社	東京都中央区八重洲 2-3-13 藤和ビル
丸文株式会社	東京都中央区日本橋大伝馬町 2-1-1
三井海洋開発株式会社	東京都千代田区一ツ橋 2-3-1 小学館ビル
宮本悟	東京都中央区かちどき 3-3-5 かちどきビル (狛本地郷)
株式会社ユニオン・エンジニアリング	神戸市中央区海岸通 3-1-1 KCCビル4F
佐野博持	
吉野計器製作所	東京都豊島区駒込 7-13-14
株式会社 読売広告社	東京都中央区銀座 1-8-14
株式会社 離合社	東京都千代田区鍛冶町 1-10-4
株式会社 渡部計器製作所	東京都文京区向丘 1-7-17

昭和59年5月25日 印刷
昭和59年5月28日 発行

う み 第22巻
第2号

定価 ￥1,600

編集者 高野健三

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 小山康三

印刷所 英和印刷社

東京都文京区本駒込 6-15-10

郵便番号: 113

電話: 03(941)6500

Tome 22 N° 2

SOMMAIRE

Notes originales

- Spontaneous Sexual Maturation of *Penaeus Japonicus* Bate in a Southeast
Italian Sandy Pond Lumare FEBO 43
- Utilisation d'*Orchestia gamarellus* (PALLAS) (Amphipoda, Tlitridae), à des
Fins de Nutrition en Aquaculture: Résultats Préliminaires chez le
Homard, *Homarus gammarus* LINNAEUS Annik LACHAUX, Alain Van WORMHOUDT,
Hervé LUCIEN-BRUNT et Yves HENOCQUE 48
- Settling Velocity of Resuspended Matter in the Hiuchi-Sound of the Seto
Inland Sea.....Kichiichiro KAWANA, Terumi TANIMOTO and Eiichi SUMI 55

Miscellanées

- Underwater Observation on the Surface Swarm of a Euphausiid, *Euphausia*
pacifica in Sendai Bay, Northeastern Japan..... Yukio HANAMURA, Yoshinari ENDO
and Akira TANIGUCHI 63

Documentation

- Old Documents of Tsunami and Their Evaluation (en japonais) Shigehisa NAKAMURA 69
- Late Professor Tsdayoahi SASAKI, Japanese-French Oceanographical Society
and I (en japonais).....Takashi ICHIYE 73
- “The Ocean Characteristics and Their Changes” — A special research project
supported by the Japanese Ministry of Education, Science and Culture —
I. Evaluation as a research proposal (en japonais)Takashi ICHIYE 77

Livres 83

Procès-Verbaux..... 84

第 22 卷 第 2 号

目 次

原 著

- イタリア南東部の砂池におけるクルマエビの自然成熟 (英文)Lumare FEBO 43
- 養殖資料としてのヨコエビ *Orchestia gamarellus* の利用価値ヨーロッパロブスター
Homarus gammarus の場合 (予報) (仏文) Annik LACHAUX, Alain Van WORMHOUDT,
Hervé LUCIEN-BRUNT et Yves HENOCQUE 48
- 瀬戸内海の燧灘における再懸濁物質の沈降速度 (英文).....川名吉一郎, 谷本照巳, 鷺見栄一 55

寄 稿

- 仙台湾のツノナシオキアミ (*Euphosi pacifica*) 濃密浮上群の潜水観察 (英文)花村幸生,
遠藤宜成, 谷口 旭 63

資 料

- 津波の古記録とその意義について中村重久 69
- 佐々木忠義先生, 日仏海洋学会と私市栄 誉 73
- 「海洋の動的構造に関する基礎的研究」について—I. 研究計画の評価市栄 誉 77

書 評 83

学会記事 84