
Tome 23

Février 1985

Numéro 1

La mer

う み

昭和 60 年 2 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise
d'océanographie
Tokyo, Japon

日 仏 海 洋 学 会 編 集 委 員 会

委員長： 高野健三（筑波大学）

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

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）、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（正副 1 通ずつ）の送り先は、高野健三（〒305 茨城県新治郡桜村 筑波大学生物科学系）、または海外委員。

Rédacteur en chef: K. TAKANO (Université de Tsukuba)

Rédacteurs étrangers du bureau d'édition: H. J. CECCALDI (EPHE, Station marine d'Endoume), T. ICHIYE (Texas A&M University), T. R. PARSONS (University of British Columbia)

Comité de rédaction: S. AOKI (Université de Toyo), Y. ARUGA (Université des Pêches de Tokyo), M. HANZAWA (Université de Marine Marchande de Kobe), M. INOUE (Université des Pêches de Tokyo), Y. MORITA (Université des Pêches de Tokyo), M. MURANO (Université des Pêches de Tokyo), S. OKABE (Université de Tokai), K. TAKAGI (Université des Pêches de Tokyo), Y. UNO (Université des Pêches de Tokyo)

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 au rédacteur en chef, Kenzo TAKANO, Institut des Sciences Biologiques, Université de Tsukuba, Niihari-gun, Ibaraki-ken, 305 Japon, ou à un des rédacteurs étrangers, H. J. CECCALDI (EPHE, Station marine d'Endoume, rue Batterie des Lions, 13007 Marseille, France), T. ICHIYE (Department of Oceanography, Texas A&M University, College Station, Texas 77843, U. S. A.), T. R. PARSONS (Department of Oceanography, University of British Columbia, Vancouver, B. C. V6T 1W5, Canada)

Article spécial n° 1

Emigration of fish: a change in opinion*

D. H. CUSHING**

1. Introduction

Today the International Council for the Exploration of the Sea collects information on the gut contents of many fishes in order to make estimates of natural mortality by age and to improve estimates of recruitment. In other words predation is considered the main agent of natural mortality. Many years ago such a project might not have been undertaken because it was thought that fish emigrated from their native stocks to perhaps a significant extent.

2. The distant recoveries from tagging experiments

TANING (1934, 1935) reported the results of tagging experiments on adult cod at Iceland and West Greenland and discussed the distant recoveries from these sites and also from earlier work on Faroe Bank and from the shelf around the Faroe Islands. His results are summarized in Table 1. From the four tagging sites fish were recaptured from Newfoundland, East Green-

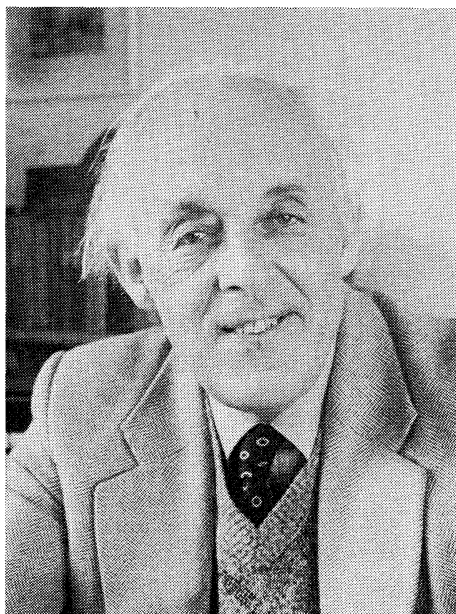


Table 1. Distant recoveries of cod from tagging experiments in Iceland, West Greenland, Faroe and Faroe Bank (from TANING, 1934, 1937) (% recovered shown in brackets)

Numbers recovered from:—

Position of tagging	Number tagged	Newfoundland	W Greenland	E Greenland (Denmark St)	Iceland	Faroe	Faroe Bank	Norway	Orkney	Northern North Sea
Iceland (1925-35)	4939	1 (0.02%)	17 (0.34%)	1 (0.02%)	—	2 (0.04%)	—	2 (0.04%)	—	—
West Greenland (1924-32)	8500	—	—	—	256 (3.0%)	—	—	—	—	—
Faroe (1909-32)	6183	—	—	—	—	—	2 (0.03%)	—	1 (0.016%)	1 (0.016%)
Faroe Bank (1910)	585	—	—	—	—	2 (0.3%)	—	—	—	—

* Received July 13, 1984

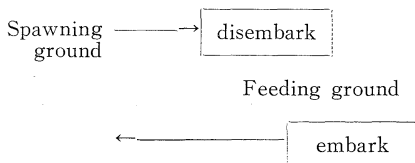
** 198 Yarmouth Rd., Lowestoft, Suffolk, UK
 NR32 4AB

land, Faroe Islands, Faroe Bank, Norway, the Orkney Island and the Northern North Sea. There are two classes of recovery, those at a low level 0.02-0.04% and those at a high level between Iceland and West Greenland (and vice versa), 0.34%-3.0%. The exchange between the Faroe Islands and Faroe Bank is perhaps intermediate, 0.03%-0.3%. SIGURDSSON (1982) reported 4 tags recovered off Norway and 2 off Shetland from taggings off Iceland; the percentage recovered were 0.01% (for two tags off Norway) and 0.03% (for one tag off Shetland). LEBED *et al.* (1983) reported thirteen recoveries at Iceland and Faroe from tagging in the Barents Sea (62,286 cod were tagged, a return of 0.02%).

In general genetic studies have shown that the chance of exchange between major cod stocks is low (excluding that between Iceland and West Greenland); with two haemoglobins and seventeen transferrins. JAMIESON and TURNER (1979) have shown that the chance of mixture between such stocks is as low as 0.01%. The low level recoveries quoted above (0.01% to 0.04%) are of the same order, if a little higher, but the numbers recovered are very low. The exchange between West Greenland and Iceland is very much greater; as yet the genetic evidence of distinctness of these stocks is indecisive (JAMIESON and JONSSON, 1971). JAMIESON and JONES (1967) have found a difference of one transferrin locus between the stocks of cod on Faroe Bank and those on the Faroe Island shelf. Hence there is some agreement between the evidence from genetic studies and that from tagging.

3. The hydrographic containment of a stock

The simple model of how a stock is contained within a current or tidal system is expressed as part of JONES (1968) triangle of migration:—



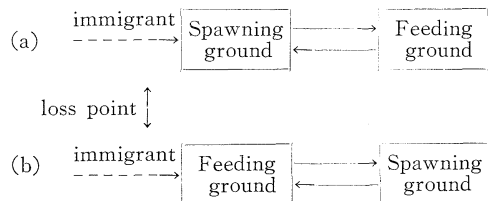
The arrows indicate the denatant and contra-natant migrations in a current or tidal system.

The point of disembarkation might be relatively close to the spawning ground whereas that of embarkation might be relatively far; however distance between the two is not a necessary part of subsequent argument.

Each migration may be relatively quick. From the Vestfjord in northern Norway to the Svalbard Shelf in the Barents Sea is about 800 km; at 24 km d^{-1} (JONES, 1968), the distance might be covered in 29 d. JONES *et al.* (1979) have shown that plaice in the Southern Bight of the North Sea migrate to the spawning ground on the south bound tide and sit on the sea bed on the north bound, selective tidal transport; after spawning they change the procedure, migrate north on the north bound tide and sit on the bottom on the south bound. If the average tidal fetch is 14 km, the migration to and from the Central North Sea takes about 22 d.

If the migrations are quick, the points of embarkation and disembarkation become important. One might imagine that cod disembark from the West Spitsbergen current near Bear Island and spread north towards Spitsbergen and east across the Svalbard Shelf. Then they feed all summer and later embark on the currents and return to the Vestfjord. An analogous argument could be made on the migration structure of the Southern North Sea plaice.

The embarkation point may well be downstream of the point of disembarkation. Further downstream there may be a loss point beyond which the fish must look elsewhere for its migration circuit. There are two ways in which new circuits might arise.



If the animal were a plaice it switches behaviour on the spawning ground. The second alternative (b) is to be preferred because in (a) it would have to return across the loss point to the old feeding grounds. The West Greenland cod established its migration circuit (JONES, 1968) in the second form, (b). Hence the im-

migrant found a new point of embarkation and after spawning in the north of West Greenland, a new point of disembarkation on the new feeding ground. I assume that the West Greenland spawning arose on the offshore banks from Iceland immigrants and not from the fjord stocks.

4. The West Greenland cod stock

The West Greenland cod stock built up from 1912 with good year classes, 1917, 1922, 1924, 1926, 1934 and 1936 and high catches were made in the fifties and sixties (CUSHING, 1982). Between 1917 and 1936 the fishery progressed northwards on the coast of West Greenland. It is likely that larvae and immature cod drift in the Irminger current to the East Greenland current round Cape Farewell to West Greenland (JONES, 1968).

The West Greenland tagging experiment (1924-36) showed that recaptures at Iceland started in 1930:-

	Recaptures	
	Greenland	Iceland
1924	1	0
1925	15	0
1926	16	0
1927	16	1
1928	6	0
1929	9	0
1930	16	7
1931	32	47
1932	44	35
1933	22	57
1934	48	53
1935	58	44
1936	31	12
	314	256

During the thirties there were many changes in distribution particularly between 1930 and 1935, as a consequence of climatic change (see CUSHING, 1982). The percentages recovered at Iceland from West Greenland on a longer time scale were:-

1924-8	1.8%
1929-33	54.5%
1934-9	42.1%
1944-4	38.7%
1945-9	3.2%
1950-2	5.7%
1968-9	5.8%

Thus the period 1930-44 was one of high recapture rate at Iceland. The fishery declined in the late sixties.

The West Greenland stock lies downstream of the Icelandic in the Irminger and the East and West Greenland currents. The high rate of return between 1930 and 1944 suggests perhaps a strong Irminger and a strong countercurrent. The period of the fishery lasted from 1912 to 1970 (however it still persists at a low level). Before that period cod did not reach West Greenland and did not survive on the offshore banks. Then the loss point may have been in the Denmark Strait, but in the thirties it must have shifted westward. As the climate ameliorated, cod (perhaps as larvae and immature fish as well as adults) colonized West Greenland and a spawning ground was established there, downstream from Iceland; in other words the immigrants survived on the new feeding ground for a significant period — and they returned to Iceland at a high rate. The migration and the establishment of a new stock may have been an abnormal event.

5. Natural mortality

Taning's figure (Fig. 1) shows the spread of distant recoveries from Newfoundland to Norway, tagged on the Icelandic spawning grounds; it was reproduced in Russell's (1937) paper on fish migration. The extensive migration to West Greenland was also shown. The proportions recovered were not shown and one might have believed that the emigration was significant. Any student of populations hopes that loss by emigration is balanced by a gain in immigration, but in fishes such a balance depends on the distribution and strength of the currents. But if either immigration or emigration were high, the stocks would not necessarily be genetically distinct.

However, an opinion emerged — that any estimate of natural mortality may include a component of emigration. BEVERTON and HOLT's (1957) estimate of natural mortality from the transwar-time year classes of Southern North Sea plaice (0.1) was and remains the only well established measure, but such animals were not visualized as particularly vigorous migrants.

The genetic studies on North Atlantic cod

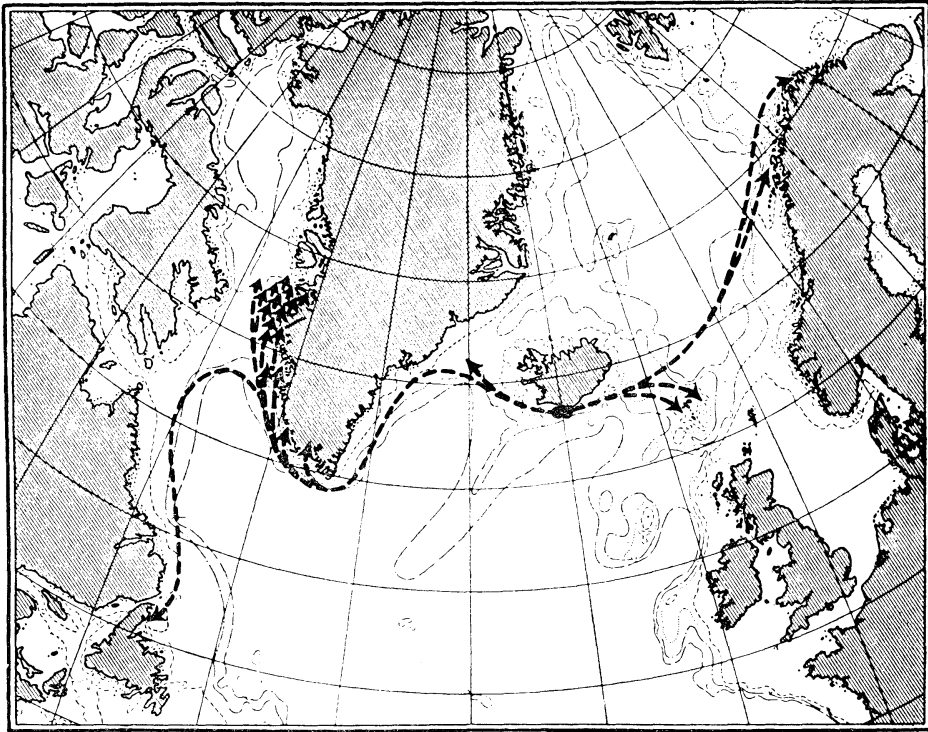


Fig. 1. The distant recoveries of cod from liberations on the Iceland spawning ground (TANING, 1937).

stocks (summarized in JAMIESON and TURNER, 1979) showed that the chance of mixture was low. There is no conflict between this result and that of the low recovery rates (In Table 1) — even if the number of tags returned is very low. The high recoveries between Iceland and Greenland and vice versa are probably the result of a temporary colonization; because of such an exchange, a genetic distinction would not be expected until many generations had elapsed i. e. towards the end of the period of the fishery.

The results of the genetic studies was a change in opinion, that emigration need not be considered a necessary component of natural mortality. Then such death is due to disease or predation. If we except the recorded disasters due to disease (see SINDERMAN, 1971). the predators take amongst their prey, the normally sick, and the problem of natural mortality becomes a study of predation. Even senescent fish may be killed by predators and need not die of old age.

6. The unit stock

In any population study the stock under examination must be defined. In the early days of fisheries research a common sense approach sufficed. For example, the cod stocks in the North Atlantic were separated from each other by deep water, which a demersal fish would not cross. But cod crossed the Denmark Strait in numbers and TANING (1937) quoted examples of the pelagic capture of cod. SIGURDSSON (1982) makes the same point for the plaice.

However, the need for stock definition differs with circumstance. BEVERTON and HOLT (1957) devised a model for the mesh regulation of cod, haddock and plaice in the North Sea. In other words, the stock with respect to a given mesh size comprised a number of species. In the Gulf of Thailand the "stock" comprises a much larger number of species. But the more usual problem is to define stocks at a subspecific level, such as the cod stocks in the North Atlantic. To understand the dependence of recruitment on parent stock, the stock must be properly

defined or the estimates of recruitment will be biased. So long as recruitment is estimated quantitatively by cohort analysis, the stock must be properly defined — for the same reason.

There is a difference between evidence from the distribution of fish tagged on the spawning ground and that from genetic evidence. The spread of tags describes the stock area on the feeding ground (provided that fishermen are there) and the genetic evidence provides evidence of the discrete nature of distinct stocks, that is, a low rate of mixture. The evidence of the low rate of mixture from tagging is of the same order (always excepting the West Greenland colonization) but that from tagging is more expensive: ten tags recovered from distant grounds require 100,000 released on the spawning ground. From the nature of the hydrographic containment of the stock, it is possible that the distant recoveries are distributed by the differences in current and counter-current.

7. Discussion

The purpose of this paper is to portray a change in opinion. Taning's chart of distant recoveries from Iceland (with no indication of the proportion recovered) appeared to be a picture of emigration. Despite BEVERTON and HOLT's (1956) estimate of the natural mortality of plaice, gossip on the natural mortality of other species always included the possibility of emigration.

The genetic estimate of mixture in the North Atlantic cod stocks showed that emigration and immigration need not be considered under normal circumstances: the colonization of West Greenland is seen as an anomalous event. Then the central problem in the estimation of natural mortality becomes the measure of predation. The genetic study of stocks has not developed as might have been expected, perhaps because the dramatic results for the North Atlantic cod stocks have not been repeated in other species, possibly for technical reasons. It is possible, of course, that such differences do not exist in other species. It is however, my view that population studies will remain for ever suspect unless supported by studies on genetics and migration.

References

- BEVERTON, R. J. H. and S. J. HOLT (1957): On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Lond.*, **19**, 533 pp.
- CUSHING, D. H. (1982): *Climate and Fisheries*. Academic Press, 295 pp.
- JAMIESON, A. and B. J. JONES (1967): Two races of cod at Faroe, *Heredity* **22**, 610-612.
- JAMIESON, A. and J. JONSSON (1971): The Greenland component of spawning cod at Iceland. *Rapp. Procès-Verb. Cons. Int. Explor. Mer.*, **161**, 65-72.
- JAMIESON, A. and R. J. TURNER (1979): The extended series of Tf alleles in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). 699-727, *In* B. BATTAGLIA and J. BEARDMORE (eds), *Marine organisms: Genetics, ecology and evolution*, Plenum Press, New York.
- JONES, F. and R. HARDEN (1968): *Fish Migration*, Arnold London, 325 pp.
- JONES, F., R. HARDEN, G. P. ARNOLD, M. GREER WALKER and P. SHOLES (1979): Selective tidal stream transport and the migration of plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in the Southern North Sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **38**(1), 331-337.
- LEBED, NI, IY PONAMARENKO and N. A. YARAGINA (1983): Some results of cod tagging in the Barents Sea in 1966-1982, *CM* 1983, G21, 22 pp.
- RUSSELL, E. S. (1937): Fish migration. *Biol. Rev.*, **12**, 320-337.
- SIGURDSSON, A. (1982): Long distance migrations of plaice (*Pleuronectes platessa* L.). *Rit. Fiski deildar VI*, **4**, 27-31.
- SINDERMANN, C. J. (1971): *Principal diseases of marine fish and shellfish*. Academic Press, New York, 369 pp.
- TANING, A. V. (1934): Survey of long distance migrations of cod in the North Western Atlantic according to marking experiments. *Rapp. Procès-Verb. Cons. int. Explor. Mer.*, **89**(3), 5-11.
- TANING, A. V. (1937): Some features of the migration of cod. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **12**, 5-35.
- TEMPLEMAN, W. (1979): Migration and intermingling of Stocks of Atlantic cod, *Gadus morhua* of the Newfoundland and adjacent areas from tagging in 1962-66. *Bull. ICNAF*, **14**, 5-50.

TV 映像信号による魚群行動計数装置*

有元 貴文**・井上 実**

Video activity counter (VAC) for monitoring fish locomotion

Takafumi ARIMOTO and Makoto INOUE

Abstract: Locomotory activities of fish were monitored by means of a VAC (Video Activity Counter) equipped with VTR system. The apparatus consists of a couple of borderline system electronically generated on TV image. When the fish crosses the borderline, the intensity of contrast to the background changes, so that the passing direction and frequency are registered by VAC. This method can be applied to the automated long-term experiments on the diurnal activity of fish, free from disturbance caused by the observer himself.

Preliminary tests were conducted on the variations of locomotory activities of a group of five individuals of *Tilapia nilotica* in an experimental tank with controlled water temperature (16.5-27.0°C) and illumination (0.01-75.0 Lux). In each experimental condition, the recorded frequency of fish locomotion was compared to the one observed with VTR. Fish swam actively as a school for high temperature and illumination. The success proportion for locomotory registration by VAC ranged from 60 to 90%. This variation was due to both schooling behaviour and swimming speed of each individual.

魚類の行動に関する研究はこれまでに数多く報告され¹⁾、研究目的によって実験の方法にはさまざまなものがある。そのなかでも水槽実験による方法は、実験条件の設定が厳密に行えること、および、研究の目的に応じた特定の行動パターンを抽出できるという利点がある。この場合、最も信頼できる資料は観察者が直接観察して得た記録であろう。しかし、観察者の存在が魚類本来の行動に影響を及ぼす可能性を除去したいとき、あるいは長時間にわたる連続的な資料を必要とする研究などでは、各種の自動的な行動検出・記録装置が開発され、実験に使用されてきている²⁾。これらの装置としては、光リレーやストレイン・ゲージなどのセンサーを利用したものと、スチール写真やVTRなどの画像情報を利用したものとに大別でき、それぞれ特徴がある。そのため、研究の目的とする行動の種類に応じて最適なものを選択することが必要であり、また、直接観察の補助的な資料としてその結果を利用する限りにおいては、極めて有効な研究手法と考えられる。

本研究では、魚類の移動行動を検出する目的でTV映像信号をセンサーとして用い、移動方向とその頻度を検出する装置を試作した。この魚群行動計数装置の仕組みについて概要を述べ、また、これを用いてテラピア(*Tilapia nilotica*)の活動性について行った予備的な実験の結果および装置の計数精度について報告する。

本文に入るに先立ち、魚群行動計数装置の製作に協力いただいた俣漁法、池内靖博氏、並びに、実験魚の行動特性について御助言いただいた千葉県立勝浦高等学校水産科教諭、村上勝男、大谷修司両氏に対し厚く御礼申し上げる。また、実験を行うにあたって協力いただいた東京水産大学4年次生、高橋和也君に感謝の意を表する。

実験方法

動物の行動研究にTVを利用する方法は、離れたところから遠隔操作で実験の観察ができるという利点がある。さらに、この映像をVTRによって記録することで、瞬間的な行動の微細な解析や、長時間にわたる行動の連続的な解析が可能となり、行動研究の手法として一般的になってきている。

TVカメラから出力される映像信号は背景に対する物体のコントラストを電氣的に変換したもので、これによ

* 1984年7月27日受理

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

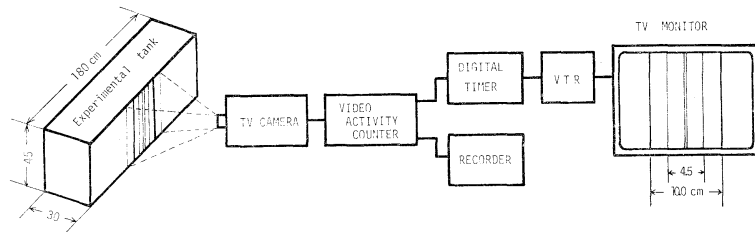


Fig. 1. Arrangement of the experimental system for monitoring fish locomotion.

ってTV画面上に映像パターンを提示している。このTV映像信号をセンサーとして利用した行動計測法は近年次々に開発されてきている。これらはTV画面上に基準線を設定し、その線上を動物が横切ったとき映像信号の変化からその動きを検出するもので、Scanning-Line comparator³⁾やBorder-Line Detector⁴⁾といった装置が1975, 1976年にそれぞれ報告されている。さらに、1983年にはVideo Activity Monitoring Processor (VAMP)が開発され⁵⁾、魚類の遊泳行動について行った実験の結果も報告され⁶⁾、行動研究に有効であることが確認されている。

これらの方法の利点としては、TV映像信号の変化を情報として動物の移動行動を検出する仕組みであるため、魚の遊泳している水槽内には何ら装置を備える必要もなく、自由遊泳の状態をそのまま観察・計測できることであり、さらに、魚の行動域に合わせてTV画面の測定範囲を自由に設定できることがあげられる。

本研究で試作した魚群行動計数装置も前述の装置と同じ趣向でTVカメラと組み合わせて使用され、TV映像信号そのものをセンサーとして行動の検出と計数を行うものである。すなわちFig. 1に示すようにTVカメラで実験水槽を映し、画面中央部に電気信号として縦に2本の基準線を発生させる。実験魚がその基準線を横切ったとき、背景に対して魚影の示すコントラストが信号として魚群行動計数装置に入力される。TV画面には2本の線が映し出され、その2本の基準線を通過した時間差から魚の移動方向を判定し、さらにその回数をカウンターに積算するように設計した。

Fig. 2に装置の概観を示した。背景に対して魚影の示すコントラストを検出するための感度レベルの設定ボリュームと、2本の基準線の間隔を設定するボリュームとがあり、これらを調整することによって実験状況に応じた最適な計数条件を設定できる。また、実験魚の遊泳方向別に通過表示ランプと積算カウンターが作動する。同時に、TVモニター、VTR、および記録計への出力端

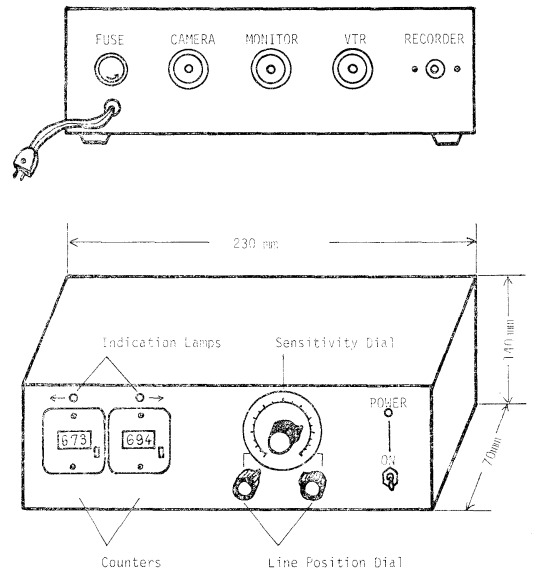


Fig. 2. Front and back views of VAC (Video Activity Counter) for monitoring fish locomotion.

子をそなえた。

実験魚にはテラピア *Tilapia nilotica* (平均体長 8.5 cm) 5尾を使用し、水温と照度についての条件を変えて活動性の変化を検討した。実験水槽は 180×30×45 cm のアクリル製水槽を用いた。

実験条件としては、水温 22.0°C、照度 12.0 lx を基準として、水温 22.0°C において照度を 0.01, 12.0, 75.0 lx の3段階に、また照度 12.0 lx において水温を 16.5, 22.0, 27.0°C の同じく3段階に変化させた。それぞれの条件下で、照度については2時間以上、水温については1日以上順応時間をとった後、水槽内でのテラピア5尾群の遊泳行動を観察した。観察時間は10分間とし、水槽中央部の通過回数を魚群行動計数装置により測定した。実験は1983年10~12月にわたり、測定は午後1時~5時に実施した。

実験の際に、装置の計数精度を確認する目的で VTR

によりテラピアの水槽内での遊泳行動を記録し、同時に装置の作動状況を経時的に記録計へ出力させ、両者の比較を行った。実験条件の設定については、実験魚に対する視覚的な攪乱を避けるために水槽全体を白色の模造紙でおおい、水槽前面の中央部に幅10 cmの観測窓を設けて Fig. 1 のように TV 画面上に映し、そこを通過する魚の行動を VTR で記録した。魚群行動計数装置によって電氣的に発生させた基準線はその観測窓の中央に縦に2本平行して映し出される。2本の基準線の間隔は自由に設定できるが、本実験では最も接近させた条件を採用した。このとき、実験水槽の奥行が30 cmであるため、2本の基準線の幅は水槽前面で4.5 cm、水槽後方では5.5 cmに相当する。TV 画面上に映し出された魚体長をもとにして実験魚の三次元的な遊泳位置を判定することも可能であるが⁷⁾、本研究では TV 画面上での平面的な観察をするにとどめた。

結果および考察

実験水槽内において、テラピア5尾群は水槽の長軸方向を往復する形の遊泳行動をとる。このとき、実験魚が水槽中央部を通過する行動を魚群行動計数装置により検出し、記録計にその行動状況を出力させる。また、同時に VTR によって行動の記録を行った。

ここで、魚群行動計数装置の精度に影響する要因としては、実験魚が2本の基準線を通過するときの行動様式であり、さらに、群れとして行動した際には2尾以上が同時に基準線上に出現し、あるいは個体間の通過間隔が僅小で後続個体が連続して基準線を通過する場合などが考えられる。

Fig. 3 には、2本の基準線を実験魚が通過するときの様式を示した。(a) は水槽内を右から左へ、あるいは左から右へ直線的に移動して基準線を通過する場合である。また (b)、(c) は水槽中央部で実験魚が滞留し、あるいは左右に往復して基準線を何回か通過する場合である。また、(d) のように観測窓の中に2尾以上が同時に出現する場合があります、この状態を実験魚が群れとして行動しているものとみなして、2~5尾群の出現状態より、群の出現率を調べた。

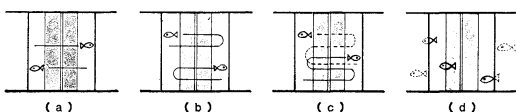


Fig. 3. Behavioural patterns of *Tilapia nilotica*, in locomotion of the central borderline on the TV image.

装置の作動原理としては、2本の基準線を魚が通過したときの時間差から水槽中央を通過したこと、およびその方向を判定して計数する。そのため、(a) のように1尾だけが直線的に通過する場合は装置は正確に作動するが、(b)~(d) のよに基準線上で滞留したり、あるいは群れとして行動した場合には装置が正確に作動しないことがあった。

装置の作動状況は記録計に出力させており、その記録例を Fig. 4 に示した。記録紙の紙送り速度は4 cm/分とし、移動の方向とその時刻を読みとることができる。さらに、VTR の映像記録をもとに、実験魚が基準線を通過したときの時刻をデジタルタイマーで0.01秒単位で読みとり、2本の基準線間の通過時間を調べた。これらの資料をもとに、装置が作動しなかったときの実験魚の通過様式を検証し、装置の計数精度について検討することとした。ここで、実際の資料としては実験魚の移動方向についての情報も含まれるが、本研究では両方向の通過回数を合計して解析を行った。

既に記したように、水温および照度条件を変えた5通りの実験を行い、10分間の観察をもとに水槽中央部の1

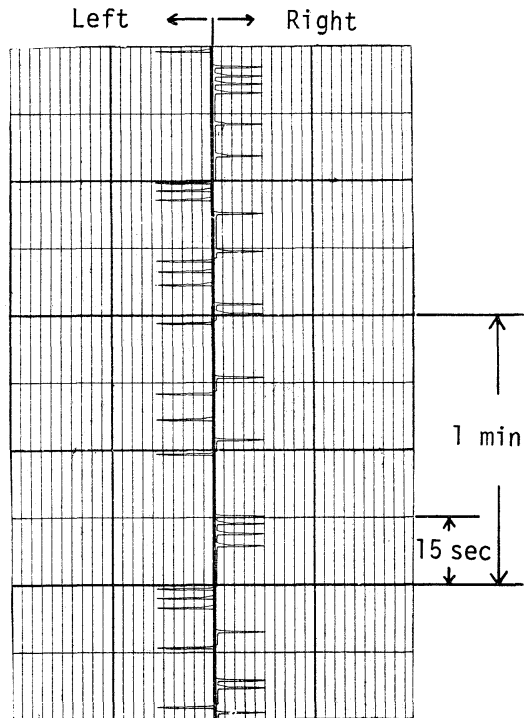


Fig. 4. An example of the recorder showing the locomotory activity of *Tilapia nilotica* crossing the borderline.

分間当り通過回数を求め、活動性の変化について検討した。

Fig. 5 は照度 12.0 lx において水温を 16.5, 22.0, 27.0°C の 3 段階に変化させ、テラピア 5 尾 群の活動性を調べた結果を示した。VTR による観察では、1 分間当りの水槽中央部通過回数は水温が高くなるにつれて増加し、テラピアの活動性の高まっていることがわかる。魚群行動計数装置による計数の結果でもその傾向は同じであるが、全体に実際の通過回数よりも少なくなっている。特に通過回数の増加している 27.0°C の水温条件で両者の差が大きく現れている。このことについて、Fig. 5 の下図に水温条件による群れの出現率を示したが、水温が 27.0°C のとき群れとして行動する割合が増加し、これが装置の計数結果を低いものになっていることが考えられた。

Fig. 6 には照度条件による活動性の変化を示した。水温は 22.0°C で、照度を 0.01, 12.0, 75.0 lx と 3 段階に変化させた結果、照度の増加に伴って 1 分間当りの通過回数は増加し、また、75.0 lx の条件で装置の計数結果と実際の通過回数との誤差が大きくなっていった。照度

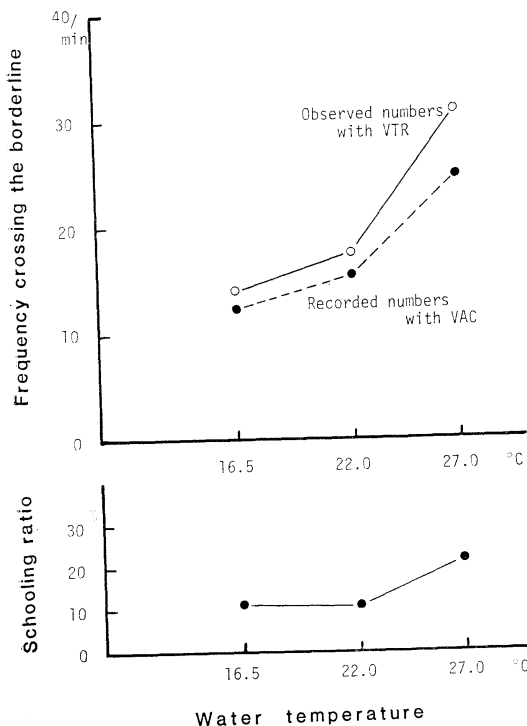


Fig. 5. Locomotory activity and schooling ratio for the adapted conditions of the water temperature.

段階による群れの出現率の変化を Fig. 6 の下図に示したが、照度の増加に対応して群れとして行動する割合が増えており、水温条件についての結果と同じく、これが装置の計数精度に影響していることが考えられた。

そこで、魚群行動計数装置の作動状況に影響する要因について、VTR の資料をもとにさらに詳細な検討を行った。まず、実験魚が基準線を通る際の遊泳速度を現すものとして 2 本の基準線間の通過時間をとりあげ、水温と照度の各実験条件ごとにとりまとめた。但し、Fig. 3 に示した通過様式のうち基準線上に滞留またはその位置で往復遊泳した事例は除外し、Fig. 3-(a) に示したように直線的に基準線上を通過した場合のみを資料として扱った。

Fig. 7 に水温条件による通過時間の頻度分布を示した。それによれば、16.5°C の条件では通過時間は 0.20 ~ 0.25 秒の場合が多いのに対して、22.0°C および 27.0°C ではピークが 0.10 ~ 0.15 秒と通過時間が短くなり、水温の増加によって遊泳速度の高まっていることが示唆された。Fig. 7 の図中には、装置が作動しなかった場合の頻度を黒塗りで示したが、通過時間が短く 0.20 秒以下のとき計数を失敗する事例が増加している。このことより、遊泳速度が速く、基準線間の通過時間差が僅小であ

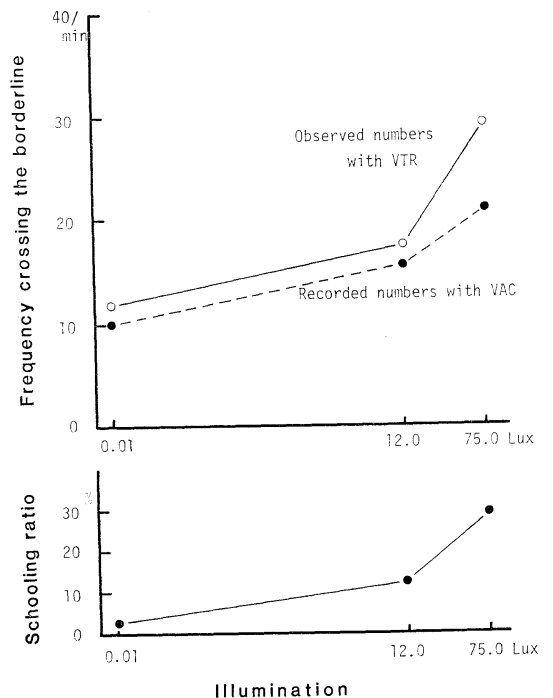


Fig. 6. Locomotory activity and schooling ratio for the adapted condition of the illumination.

る場合に装置が作動しない場合のあることがわかる。

Fig. 8は、照度条件別の通過時間の頻度分布を示している。水温についての実験結果と同様に、照度の増加によって2本の基準線間の通過時間は短縮され、また、通過時間が0.20秒以下の場合に装置が計数を行わない事例が多くなっている。

次に、Figs. 5, 6でも見たように、実験魚が群れとして基準線を通過した場合の装置の作動状況を調べた。すなわち、群れのなかで先行する個体とその後にすぐ続いて基準線を通過した個体との時間間隔をとりあげて考えた。

Fig. 9に水温条件による基準線通過間隔の頻度分布を示した。水温の高くなるにつれて通過間隔は短くなり、27°Cの条件下では通過間隔が2秒以下の事例が極めて多く、実験魚が連続して基準線を通過していることがわかる。Fig. 10は照度についての結果であるが、75.0lxのとき2秒以下の通過間隔が多くなり、同じく照度の増

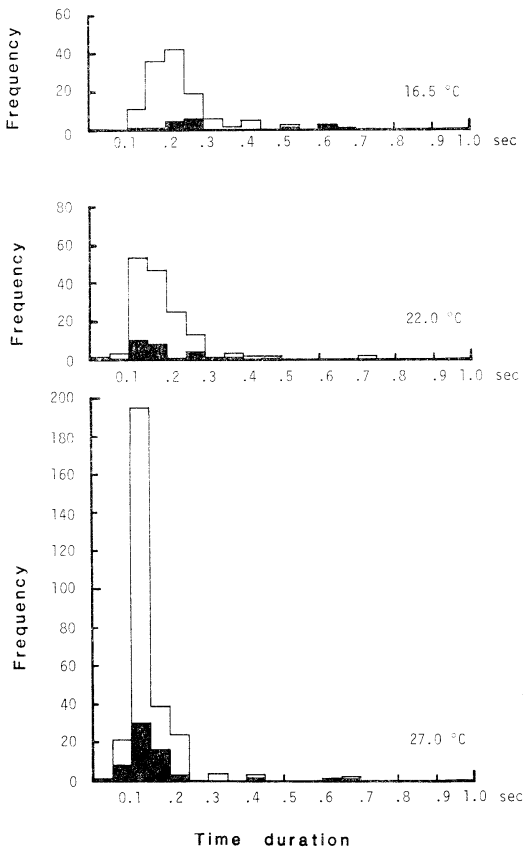


Fig. 7. Frequency histogram of the time duration required for crossing two borderlines for a given temperature.

加により群れとして行動する場合が多くなっていることが確認できた。

このことについて、基準線を通過する個体間の時間間隔と装置の作動状況を検討するため、Fig. 11に水温16.5°C、照度12.0lxの条件での解析結果を示した。下図は通過間隔による計数の成功回数と失敗回数を示し、上図には通過間隔を0.1秒刻みで計数成功率を求めて示した。16.5°Cの水温条件では通過回数そのものが少ないが、先行個体と後続個体の基準線通過間隔が0.3秒以下では計数の行われていないことが示されている。

また、Fig. 12は27.0°C、12.0lxのときの基準線通過間隔と計数成功率の関係を示したが、このように実験魚の活動性が高く通過頻度の多い場合は、Fig. 11にくらべて明瞭ではないが、同じく0.2~0.3秒を境にして計数成功率が上昇している。

以上のように、今回試作した魚群行動計数装置は実験対象魚の遊泳速度と群れの個体間間隔によって計数の成功率が左右される。そのため、水温と照度段階を変えて行ったテラピア5尾群の活動性に関する実験では高水温、高照度条件で活動性が高まり、水槽内での遊泳速度

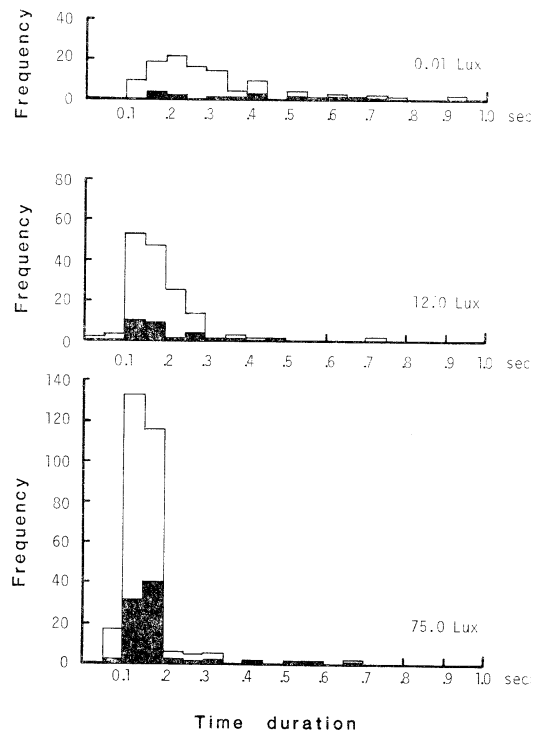


Fig. 8. Frequency histogram of the time duration required for crossing two borderline for a given illumination.

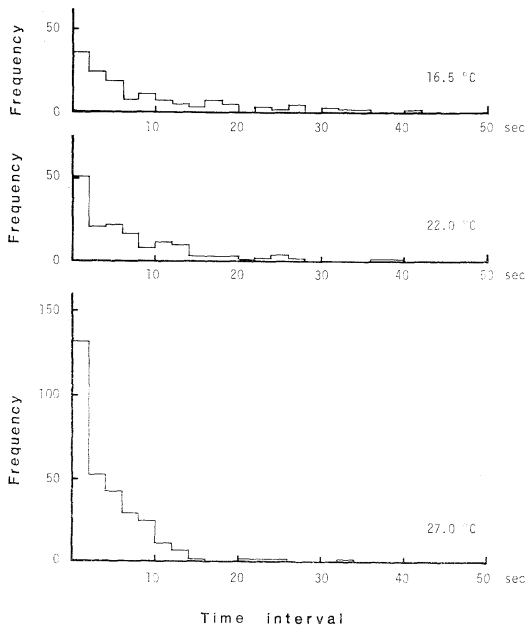


Fig. 9. Frequency histogram of the time interval for crossing the borderlines for a given temperature.

が速くなること、および、群れとして行動する割合が増加することで個体間の間隔が短縮され、これらの原因で装置の計数精度が低下したことになる。現在の装置の機構では基準線上を数個体が重なって移動する場合には何尾通過したかを検出するのは困難であるが、そのような

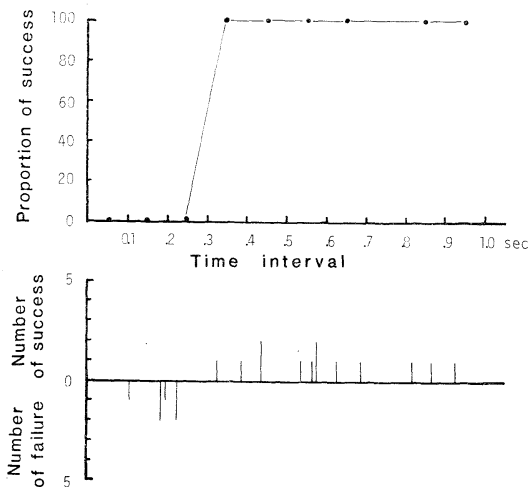


Fig. 11. Success proportion for locomotory registration in relation to the time interval of each individual fish crossing the borderline, in the case of 16.5°C, 12.0 Lux.

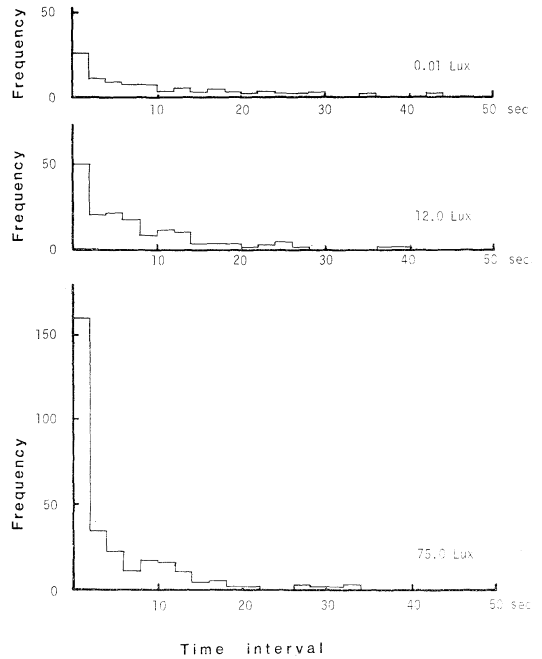


Fig. 10. Frequency histogram of the time interval for crossing the borderlines for a given illumination.

事象を解決するために装置の仕組みを複雑にするよりも、対象魚の遊泳速度や群れ行動といった行動特性を事前に把握しておき、装置の使用方法で研究目的に対応することが適当と考えられる。

この目的で本研究の5通りの実験結果をまとめると、

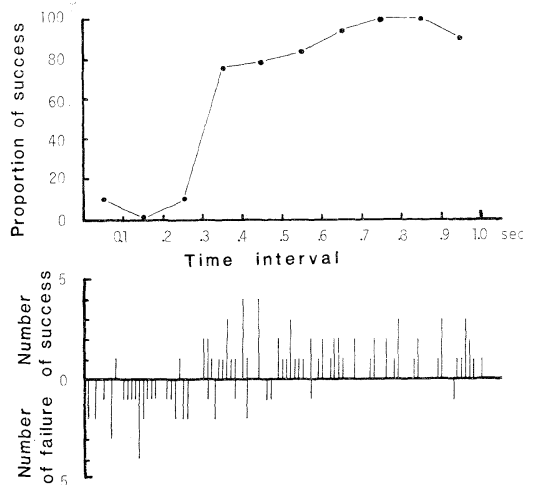


Fig. 12. Success proportion for locomotory registration in relation to the time interval of each individual fish crossing the borderline, in the case of 27.0°C, 12.0 Lux.

装置の計数成功率は70~90%という値が得られている。ここで、75.0lxの照度条件の実験で、順応を十分に行う以前の記録によると群れで行動した割合が54.3%と通過回数の半数を占め、特に4尾群、5尾群としてまとまって行動する場合が多く、このために装置の計数成功率は61.5%と低くなっていた。このときの資料も含めて6回の実験結果をもとに、群れの出現率と計数失敗率の関係をFig. 13に示した。これまでに推察してきたとおり、群れの出現率が高くなるにつれて計数の失敗率は直線的に増加しており、一次回帰させたときの相関係数は0.99と極めて高い値が得られた。このことにより、装置の作動状況に対して群れの出現率の影響が大きいことが明らかとされた。

最後に、魚群行動計数装置による計数結果と実際の魚群の通過回数の関係をFig. 14に示した。一次回帰させたときの両者の相関係数は0.98と高く、実験対象魚の遊泳速度や個体間の間隔等についての行動特性を予備実験

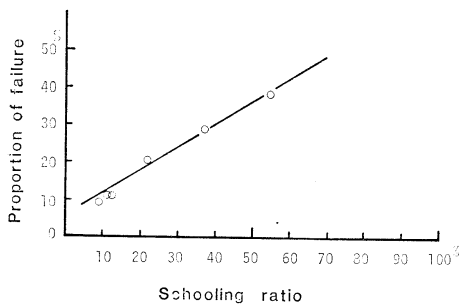


Fig. 13. Relationship between the schooling ratio and the failure proportion for locomotory registration.

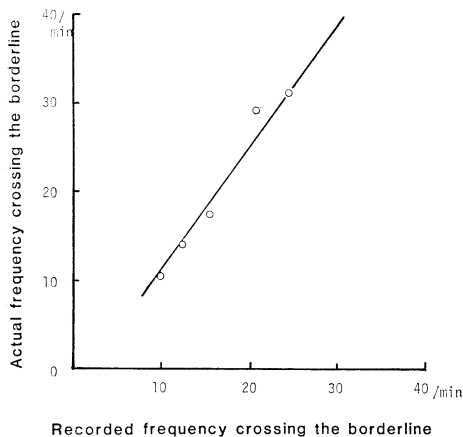


Fig. 14. Relationship between the recorded and actual number of fish locomotion.

により事前に把握しておけば装置の計数結果を補正することができ、さらに、装置の計数結果をもとに実際の魚群の通過回数を推定し、活動性について検討することは十分に可能と考えられる。

今後、このような短時間の予備実験を事前に済ませておき、その結果をふまえて装置の補正を行った上で長時間にわたる魚群の遊泳活動の日周変化に関する実験を行う予定である。更に、本研究では用いなかった移動方向についての情報を得られることから、漁具を想定したトラップに対する実験魚の行動、流水中での走流行動、そして索餌場への接近行動などについての観察を行う際に、本装置を有効に活用していきたい。

要 約

魚類の遊泳行動を自動的に記録するために魚群行動計数装置を試作し、VTRと組み合わせたシステムで予備的な実験を行った。本装置はTV画面上に電気的に設定した基準線上を魚が横切ったとき、背景に対する魚影のコントラストを検出する機構であり、通過方向とその頻度を記録することができる。

本報告では、テラピア (*Tilapia nilotica*) 5尾群を用いて実験水槽の水温および照度を変化させ、各実験条件下における遊泳行動の変化を記録した。その結果、高水温・高照度条件でテラピアの活動性は高まり、5尾が群れを成して活発に遊泳することが観察された。魚群行動計数装置の精度はVTRから求めた実際の通過頻度に対して60~90%の範囲にあり、実験魚の遊泳速度および群れとして行動する割合が増加すると計数精度は低下することが確認された。このことより、装置の計数結果を補正するために実験対象魚種の行動特性に関する調査を事前に実施し、その結果をふまえて長期にわたる実験を行うことが可能である。

文 献

- 1) 井上 実 (1978): 魚類の行動と漁法. 恒星社厚生閣, 東京 211 pp.
- 2) 山岸 宏・古田能久・福原晴夫 (1976): 水界生物生態研究法 I. 115-147. 共立出版, 東京.
- 3) KRUK-de BRUIN, M. and O. TISSING (1975): A "T.V.-scanning-line comparator" for recording locomotory activity of animals. *Oecologia(Berl.)*, **20**, 189-195.
- 4) van LENTERN, J.C., R.W. van der LINDEN and A. GLUVERS (1976): A "border-line detector" for recording locomotory activities of animals. *Oecologia(Berl.)*, **26**, 133-137.

- 5) KAUFMAN, R. (1983): VAMP (a Video Activity Monitoring Processor) for the registration of animal locomotor activity. *J. Exp. Biol.*, **104**, 295-298.
- 6) KOCH, F. and W. WIESER (1983): Partitioning of energy in fish: Can reduction of swimming activity compensate for the cost of production? *J. Exp. Biol.*, **107**, 141-146.
- 7) 長谷川英一 (1983): 群中個体間の位置関係. *海洋科学*, **15**, 203-206.

日本近海上層水温場の構造とその変動の特徴

—気象庁海洋気象ブイロボット資料から—*

矢野善博**・花輪公雄**・鳥羽良明**

Characteristics of the upper ocean thermal structure with its variations around Japan

—from records of Ocean Data Buoys obtained by J.M.A.—

Yoshihiro YANO, Kimio HANAWA and Yoshiaki TOBA

Abstract: Characteristics of the thermal structure and its variations of the upper ocean around Japan were investigated by using the data obtained at three Ocean Data Buoy Stations (Nos. 3, 4 and 6) which had been operated by the Japan Meteorological Agency. Buoy Nos. 3, 4 and 6 are located at 25°40'N, 135°55'E (south of Honshu), 28°20'N, 126°05'E (eastern part of the East China Sea) and 37°45'N, 134°23'E (in the Japan Sea), respectively. Two time series with the length of about one year were selected for each buoy. Though water temperatures were usually measured at three depths shallower than 50 m, depths of the sensors were different case by case. After proper corrections were made for the data, the time series were reproduced and their spectral analyses were made.

Our conclusions are as follows:

(i) Every time series of water temperature shows the abrupt changes which can not be explained as the result of the air-sea heat exchange and/or the vertical mixing in the sea. Therefore, these variations seem to be due to the passage of water masses with sharp fronts. The water masses have various vertical structure and passing time and spatial scales.

(ii) In summer, diurnal variations dominate in sea surface temperature and their maximum amplitude is as much as 0.5°C (at Buoy No. 3). Rapid drops of the temperature in the upper layer are found in the warming season when the wind is strong, but in the lower layer there are considerable variations which are not associated with the storm. At Buoy No. 6, after the storm events, there are sometimes variations with near-inertial periods in the lower layer; inertial gravity waves may be propagating downward.

(iii) Semidiurnal variations are dominant in the thermocline below the mixed layer at Buoy No. 3 and this seems to be the internal tide. At Buoy No. 4 there are temperature variations which are caused by tidal excursion in the upper 50 m.

1. はじめに

近年、気候変動への関心が高まる中で、大気へ直接影響を及ぼす海洋の唯一の状態量である表面水温(SST)の分布と、その時間的変動の実態を明らかにする試みが数

多く行なわれている。特にエル・ニーニョとの関連の中で大規模スケールでの研究が盛んである。

表面水温の形成には様々な物理過程が関与しているが、最近、KURASAWA et al. (1983)は本州南方に位置する Ocean Weather Station T (29°N, 135°E)の海上気象資料、海洋各層観測資料を解析し、海洋上層水温場の成り立ちには、風による混合や日射などの鉛直1次元過程にとどまらず、水平移流や水平混合による熱輸送が重要であることを示した。南方海域に限らず日本近海

* 1984年5月20日受理

** 東北大学理学部地球物理学教室
〒980 仙台市荒巻巻青葉

Department of Geophysics, Faculty of Science,
Tohoku University, Sendai, 980 Japan

は多量の熱を大気に放出しており、SST 形成にはこのような3次元過程が関与していると考えられ、まず熱輸送を担う実態を明らかにすることが重要な課題となっている。

風の応力の印加や浮力の投入といった大気からの強制に直接応答する、変動の激しい上層水温場を考察しうる少ない既存の資料のひとつとして、気象庁が設置している海洋気象ブイロボットの観測資料がある。広い海洋の中での pointwise の資料ではあるが、日本近海に配置されたこれらのブイの資料を観察し、上層水温場の構造やその変動の特徴を捉えておくことは、より詳細な次の段階の考察のために有意義であろう。今回、すでに印刷刊行された資料から水温を始めとする幾つかの観測項目の時系列を再生し、上層水温場の構造とその変動について考察したので、そのスペクトル解析結果も含めて記述する。

2. 海洋気象ブイロボットおよび資料の取扱い

気象観測の洋上での空白域を補って海上気象をリアルタイムで提供しているブイロボットは、試験運用の後、1972年より実用運用が開始された。現在の所 No. 3, 4, 6, 7, 8 の5台が稼働している。これらの設置点を Fig. 1 に示す。観測は3時間ごとに16項目について行なわれ、資料は気象衛星センターへFM送信される。観測値は後に「気象庁海洋気象ブイ・ロボット観測資料」として印刷公表される。ブイは保守点検のために1年に1度の割合で回収されている。したがって、ひと続きの連続資料としては、最長で1年程度である。ブイの仕様やその運用、その他の情報については AKAMATSU (1970), 赤松 (1971, 1972), 河野 (1974a, b) などを参照されたい。また、ブイ資料と観測船による資料との比較検討も行われており、赤松 (1972), 河野 (1975), 沢田 (1983), 羽鳥 (1983) などがある。比較の結果は各観測項目とも概ね良好である。

今回データセットを作成したブイは、No. 3 (本州南方海域), No. 4 (東シナ海東部), No. 6 (日本海) で、水温計測に欠測の少ないものを2シリーズずつ (1シリーズの長さは約1年で、各シリーズを Series I, II と名づけ、SI, SII と略す) を選んだ。Table 1 にブイの位置とデータセットの期間を示す。取扱った観測項目は、風速、風向、気圧、気温、湿球温度、水温 (3水深) である。このうち、風速、風向は10分間の平均値で、気温、湿球温度とともに海面上 7.5 m の所で計測されている。3つの水温センサの水温は、ブイとシリーズごとに異なっており、合わせて Table 1 に示した。

印刷資料の中には明らかに誤記入と思われる部分や、電波伝播状態不良のためと思われる欠測が存在する。これらに対しては、連続2回までの不良および欠測箇所を、両側の有効な資料を用いて線形補間により差し替えあるいは補った。

水温については特に次の手続きで器差補正を行なった。3つの水温センサの水深は 50 m 以浅なので、冬

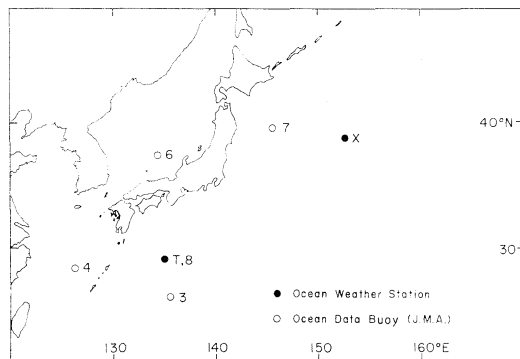


Fig. 1. Location of the Ocean Data Buoy Stations operated by the Japan Meteorological Agency (○) and the old Ocean Weather Stations T and X (●).

Table 1. Location of Ocean Data Buoy Stations, the depths of water at stations, observational periods obtained (a) and used for calculating spectra (b), and the depths of water temperature sensors.

Buoy No.	Location	Depth (m)	Series No.	Observational period		Sensor Depths (m)
				(a)	(b)	
3	25°40'N, 135°55'E	3470	I	1976/10/17-1977/10/13	1977/ 5/ 1-1977/10/13	3, 20, 50
				1981/ 8/26-1982/ 9/17	1981/ 8/26-1982/ 5/ 8	2, 20, —
4	28°20'N, 126°05'E	115	I	1974/ 9/ 5-1975/ 5/ 9	1974/12/ 1-1975/ 5/ 9	3, 10, 25
				1980/10/19-1981/ 8/31	1980/10/19-1981/ 7/ 2	2, 20, 50
6	37°45'N, 134°23'E	2570	I	1978/10/14-1979/ 8/11	1978/10/14-1979/ 4/30	3, 20, 50
				1979/11/ 3-1980/10/30	1979/11/ 3-1980/ 7/15	2, —, 50

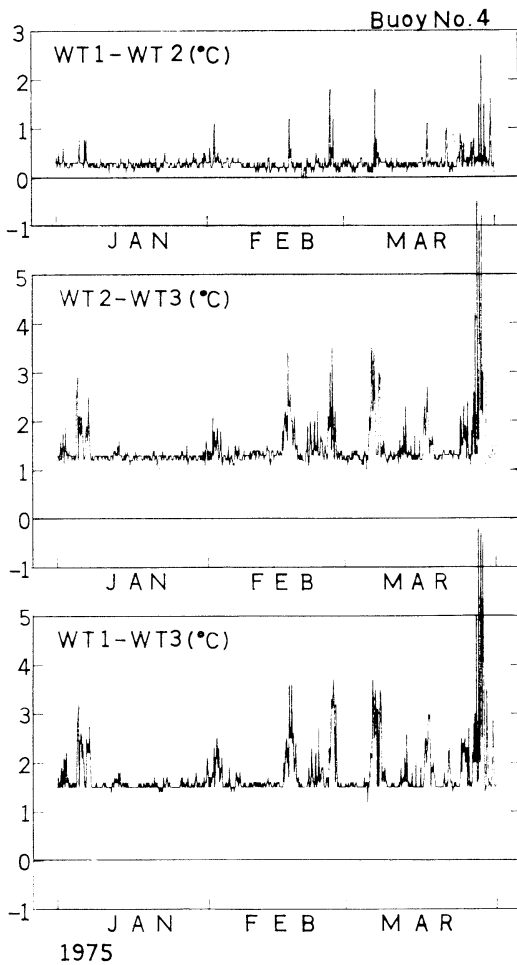


Fig. 2. Temperature differences between three depths at Buoy No. 4 from January to March in 1975 (SI). WT1, 2 and 3 are water temperature at 3m, 10m and 25m depths, respectively.

Table 2. Values of correction for water temperature. Three time series were corrected.

Buoy No. Series No.	WT1 (°C)	WT2 (°C)	WT3 (°C)
3, I	+0.1	—	—
3, II	—	—	—
4, I	—	+0.3	+1.5
4, II	—	—	—
6, I	—	—	—
6, II	+0.5	—	—

季は表層混合層に入る。したがって、3つの水温値はほとんどの観測時刻で同じ値を示すことになる。すなわち、それぞれのセンサの水温差を取ることで器差を見積

ることができる。Fig. 2 に水温差の時系列の一例を示す。この例では少なくとも2つのセンサに器差があり、この期間中にその値は一定と見なせる。水温の絶対値については、諸機関で行なった観測船による資料からブイの設置期間中のものを収集し比較した。これらの資料数は必ずしも十分ではないが、絶対値の精度は $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ よりは小さいと判断できた。Table 2 に本研究で施した補正值（結果的に3シリーズに対して）を示す。

3. ブイ設置点の海況

それぞれのブイの水温時系列を示す前に、ブイ設置域の海況について簡単に触れる。

No. 3 ブイは本州南方海域、旧 OWS-T のさらに南に位置し、北緯 20~25 度を東向きに流れる亜熱帯反流のやや北方にあたる。反流は 0.1~0.7 m/s の流速を持ち、200~300 m 層まで構造を持つ東西に走る亜熱帯前線を伴う (UDA and HASUNUMA, 1968)。表層の前線部は夏季に北方に移動するといわれている (TAKEUCHI, 1980)。

No. 4 ブイは、南西から北東に伸びる大陸斜面より 50 km 西側の東シナ海東端に位置する。黒潮は琉球舟状海盆西側の大陸斜面に沿って流れ、その西側の前線は春季には頻りに波動状擾乱を伴い、時には渦状水塊として切離することが人工衛星熱赤外面像から観察されている (HUH, 1982; 柴田, 1983)。

No. 6 ブイは日本海中央部よりやや南方に位置する。対馬暖流の第1分枝と、朝鮮半島東岸を北上し東流する第3分枝（東鮮暖流）の間の海域である。TOBA et al. (1984) の示した人工衛星熱赤外面像によると、日本海には東流する第3分枝を境として、北の寒流域にも南の暖流域にも直径 100 km 程度の渦が多数存在している。

4. 上層水温場の構造とその変動

4.1. No. 3 ブイ（本州南方海域）

(1) 全般的記述とスペクトル解析結果

Fig. 3 に No. 3 ブイでの水温と風速の絶対値の時系列を示す。時系列は便宜的に低水温期（混合層が発達している時期、このブイでは12~4月）と高水温期（50 m 以浅に成層がある時期、5~9月）のそれぞれ5カ月のふたつに分けて示してある。この図式化は他のブイについても同じである。

近似的に SST とみなせる最上層水温 (WT1) は、3月下旬まで平均 0.04 (SI)~0.03 (SII) $^{\circ}\text{C}/\text{day}$ の割合で降温し、 20°C 前後の最低水温となる。以後、昇温に

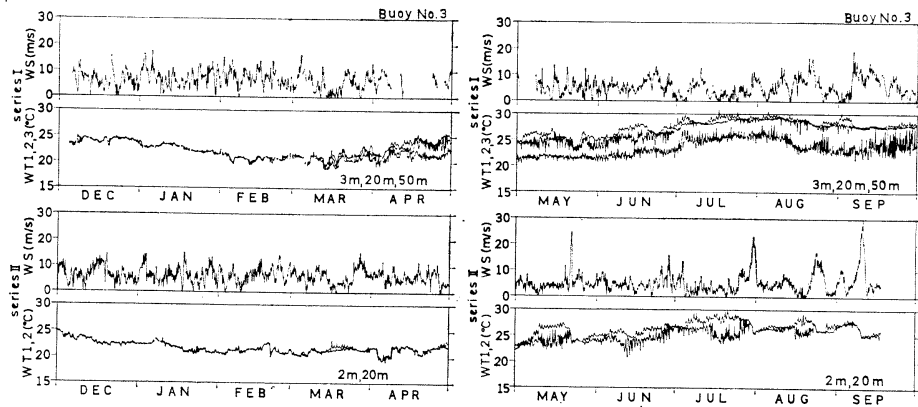


Fig. 3. Time series of wind speed (WS) and water temperature (WT1, 2, 3) at Buoy No. 3 for series I (upper panels) and II (lower). Note that WT3 in SII was not available.

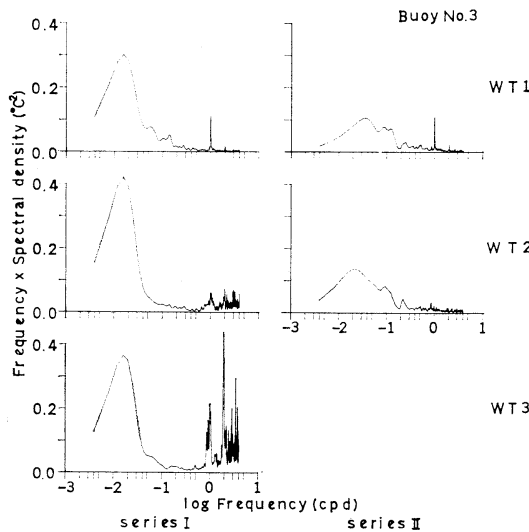


Fig. 4. Spectra of water temperature at Buoy No. 3 for SI and SII. Note that the spectra are variance conserving plots. The period of each series used to calculate the spectra is shown in Table 1. Spectra for SII were obtained from data in which annual and semi-annual variations were removed.

転じ, 7, 8月に約 30°Cの最高水温に達する。冬季の変化は夏季に比べ短周期変動も小さく穏やかである。一方, 夏季の低風速時には 0.5°C 程度の振幅を持つ1日周期の変動がみられ, 日射による加熱と思われる(例えば, SI では7月下旬, 8月下旬などが顕著である)。

以上のことはスペクトル解析にも明瞭に現われている。Fig. 4にSI, SIIの2048個の資料からFFT法

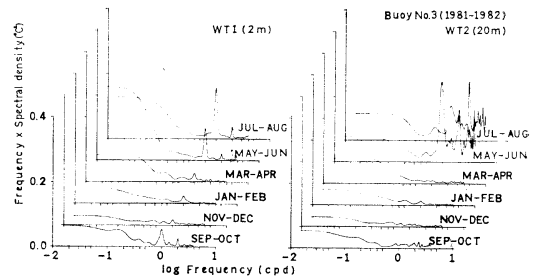


Fig. 5. Evolution of spectra of water temperature at Buoy No. 3 for SII. Spectra are obtained from about two months of data in which the linear trend is removed. Note that the spectra are also variance conserving plots.

で計算した分散保存型のスペクトル(自由度80)を示す。自由度が80の時の95%信頼区間は, 各スペクトル値の72%から134%の区間である。SIIでは, 1年および半年周期の変動をあらかじめ除いてある。また, Fig. 5に2カ月ごと512個の資料から線形トレンドを除いた後計算したSIIのスペクトルを示す。これらから, WT1は夏季(5~8月)に1日周期の変動が顕著であることがわかる。

WT2(20m層)とWT3(50m層, SIIは欠測)の変動は, 冬季はWT1と同じ水温値の変動を示し, 混合層が50m以深に達していることがわかる。夏季はWT1以上に大振幅を持つ短周期変動が卓越する。スペクトルからは, 周期1日・半日の所にピークが存在する。後者は明らかに内部潮汐波動とみなしうる。Fig. 6(a)にSIの1982年5月中旬のWT2の時系列の拡大図を示す。M₂の潮汐周期の変動(18日~19日)とその約2倍

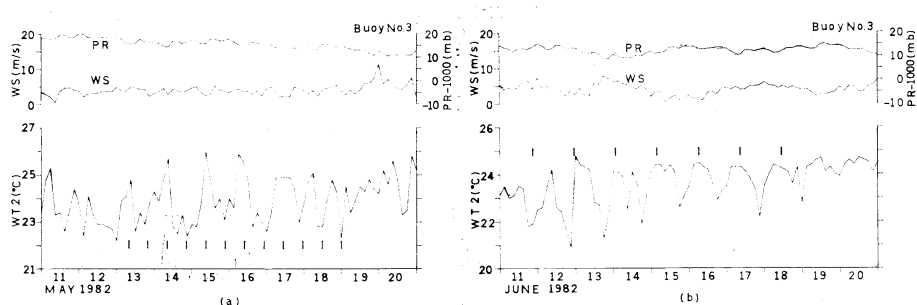


Fig. 6. Enlarged time series at Buoy No. 3, May 11-20, 1982 (a) and June 11-20, 1982 (b). Wind speed (WS) and atmospheric pressure (PR) are shown in the upper panel, and water temperature at 20 m depth (WT2) in the lower panel. Marks at even intervals in the lower panel represent the period of semidiurnal tide (=12.42 hours) in (a) and 95 % of inertial period (=27.7 hours) in (b). Temperature variations with semidiurnal period are dominant in (a), and they are not associated with any storms, as the wind was weak during the period. There is a drop in sea surface temperature (WT1) on June 12 caused by weak wind mixing, and WT2 fluctuations, which have a slightly shorter period than the inertial period, continue for a week (b).

の周期の変動(13日~16日)とが顕著な期間が見られる。MAGAARD and MCKEE (1973) も内部潮汐変動の間欠的な出現を、流速資料の解析から指摘している。この期間中、風は弱く、風に起因する変動ではないと考えられる。

(2) 風の強制に対する水温場の応答

冬季の水温場の変動と風の強制との関係は明確でない。厚い混合層のために、下層低温水のエントレインメントによる上層の水温低下は顕著に現われない。夏季は、風の強制に対して、表層から 20 m 層までの水温低下と一様化が生じる。S II から例をあげれば、5月下旬、7月下旬、8月下旬、9月下旬の応答が顕著である。WT1 の水温低下の大きさは、最大 2°C 程度である。これによって生じた低温は 1 週間程度持続している。したがって、風の強制による水温偏差のライフタイムとして 1 週間程度をあげることができる。

50 m 層、あるいは水温一様層より下にある 20 m 層では、水温の低下のような直接の応答は見られない。S I の 8 月下旬、9 月上旬の強制に対しては、やや遅れて短周期変動の振幅が増大している。風の強制に対する後流(wake)として、慣性周期より数%短かい周期を持つ慣性重力波が生成されるといわれている(GONELLA, 1971; KUNDU, 1976)が、この場合の変動の周期は M₂ の潮汐周期に一致している。慣性周期に近い周期の変動は、S II の 6 月中旬の 20 m 層の水温に現われている(Fig. 6 (b))が、始めの 2, 3 日は慣性周期より 10% 近くも短かいものであった。

(3) 異水塊の通過による水温変動

前のふたつの項で記述した変動の他に、興味深い現象として、海洋側に原因を求めざるをえない急激な昇温・降温がある。例えば、S II の 4 月上旬の急激な降温と 5 日後の昇温は、WT1, WT2 とともに約 2.5°C の変動幅を持つ。この変化が 20 m 層までのものだと仮定しても、 $2 \times 10^4 \text{ J/cm}^2$ の熱量の得失が短時間に生じたことになる。大気海洋間の熱交換による昇降温、あるいは下層水のエントレインメントによる降温では説明できない。このような水温の急変をもたらすものは、KURASAWA et al. (1983) が指摘しているように水温前線を伴う水塊の通過によると判断できる。このような変動は季節によらず頻繁に存在する。S I の夏季の 50 m 層水温では、7 月上旬と 8 月中旬に 2.5°C に及ぶ昇降温が見られる。数日にわたる期間での変化であるが、これも日射などを原因と考えることはできない(注)。

異水塊の鉛直構造もさまざまであることがうかがえる。例えば、S I の 3 月中旬の 2 回の連続した降温・昇温のように 50 m 層までに及ぶものや、5 月下旬の降温・昇温のように 50 m 層は変化がないもの、S II の 7 月中旬のように表層は大きな変化がないのに 20 m 層だけが降温するものもある。

異水塊の通過には周期性はみられない。S II のスペクトル(Fig. 4)では 5 日~100 日周期の所で丘状を呈して

(注) S II の 50 m 層水温が欠測のため、毎年この時期に観測されるかは断定できないが、この変化は 3 節で述べた TAKEUCHI (1980) の指摘する表層亜熱帯前線の夏季の北方への移動を捉えたものかもしれない。

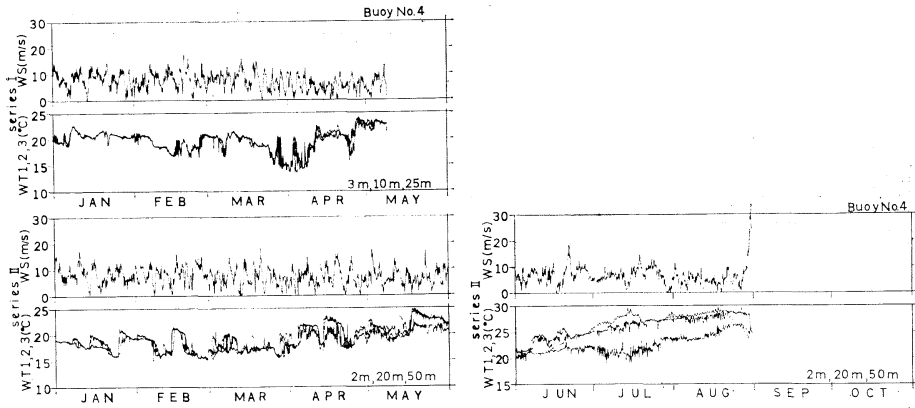


Fig. 7. Time series. Same as in Fig. 3 except for Buoy No. 4. Note that the depths of water temperature are different between SI and SII.

おり、顕著なピークはない。SIのスペクトルの60日周期の所でのピークは、1年と半年周期の変動を抜いていないため、年変化の高調波として現われたことによると思われる。今回の資料では流速資料が有効でないため、異水塊の空間スケールを評価することはできなかった。

4.2. No. 4 ブイ (東シナ海東部)

Fig. 7 に No. 4 ブイでの水温と風速の絶対値の時系列を示す。また、前節の Fig. 5 と Fig. 6 に対応するスペクトルを Fig. 8 と Fig. 9 に示す。Fig. 8 のスペクトルは、短い時系列のために SI, SII とも1年および半年周期の変動は除いていない。

冬季は SI, SII ともに水温差 3~7°C を持つ2つか3つの水塊が数日から10数日の間隔で交互に観測されている。これは、3節で述べた HUH (1982) や柴田(1983) が人工衛星熱赤外面像から示したように、低水温 (3月で 15°C 程度) の東シナ海陸棚水と、高水温 (22°C 前後) の黒潮水、そしてそれらの混合水の3つの水塊がブイ設置点を通過していることの現われであろう。すなわち、黒潮前線の波動と黒潮から切離した渦の通過であり、南大西洋バイトに沿うガルフ・ストリームによく見られる波動と同様のものである。このことは、水温の急変が風の強制と対応がないことも矛盾しない。

黒潮系水の通過の周期性については、柴田 (1983) がラグ相関解析から20日周期を主張しているが、今回の時系列のラグ相関解析 (ここには示さない) では明瞭な周期性はみられず、スペクトル解析でも5日以上周期で全体的にエネルギーが高かった。NAGATA (1983) によるフェリーで観測した吐噺海峡の表面水温変動のスペクトルは、年によって卓越周期がかなり変動することを示している。

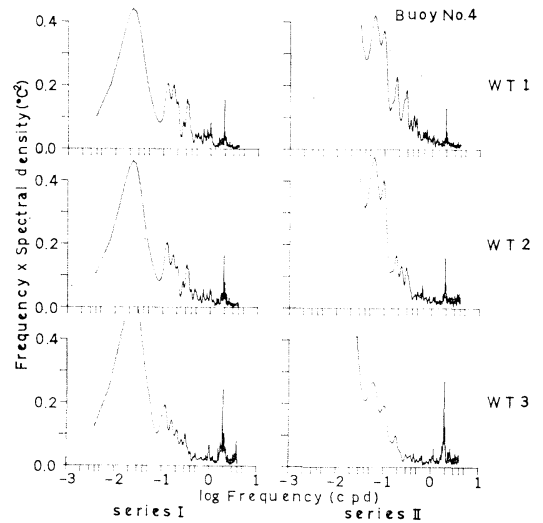


Fig. 8. Time series. Same as in Fig. 4 except for Buoy No. 4. Note that the spectra are variance conserving plots. The period of each series used to calculate the spectra is shown in Table 1.

半日周期の変動は No. 4 ブイでも見られる。しかし、No. 3 ブイでは季節によらず WT1 より WT2, WT3 の変動が大きい内部潮汐であるのに対して、このブイでは春季に全層にわたり顕著である。このことから、このブイの半日周期の変動は順圧潮汐によると判断できる。すなわち、黒潮と東シナ海陸棚水の間には水温勾配が存在し、半日周期のタイダル・エクスカージョンにより現われたものである。変動の大きさを Fig. 9 の2カ月ごとのスペクトルからみれば、5・6月以降は WT1 の変動が小さくなる。これは日射による表面加熱のために表層で

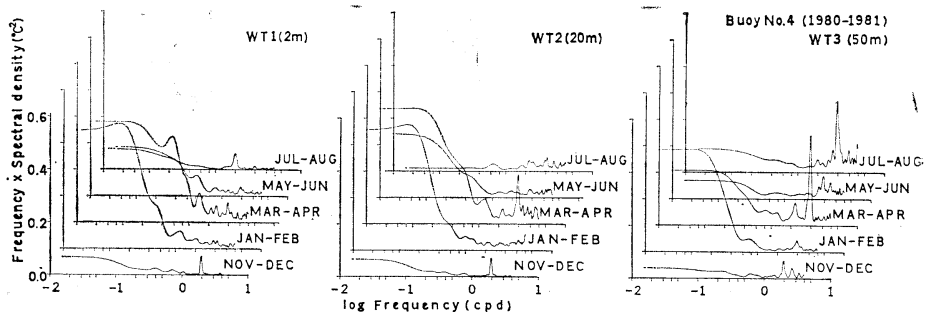


Fig. 9. Evolution of spectra. Same as in Fig. 5 except for Buoy No. 4.

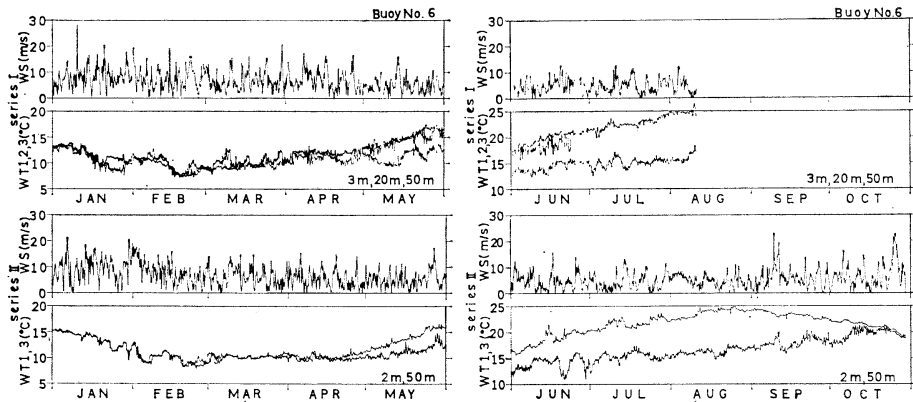


Fig. 10. Time series. Same as in Fig. 3 except for Buoy No. 6. Note that WT2 in SII was not available.

の水温の水平勾配が小さくなったことによる。このことは、日本海洋資料センターがまとめた海洋環境図(1975)の、表面の夏季と冬季の水温分布からも推察できる。

黒潮系の高温水の通過時の記録を詳しく見れば、急な立ち上がりと緩やかな降温、それに続く急な降温が特徴的である。これは水塊の前面前線がシャープであり、後方で混合が生じていることを示している。SIIの時系列から、黒潮系高温水の水塊のほとんどが50m深まで構造を持つていることがわかる。

4.3. No. 6 ブイ (日本海)

Fig. 10 に No. 6 ブイでの水温と風速の絶対値の時系列を示す。また、Fig. 5 と Fig. 6 に対応するスペクトルを Fig. 11 と Fig. 12 に示す。Fig. 11 のスペクトルは、SI, SII ともに1年および半年周期の変動は抜いていない。

SST (WT1) は2月に7~8°Cの最低水温、8月に20°C程度の最高水温を示し、No. 3 ブイより大きな年周変化を示す。夏季の弱風時の変動は、No. 3 ブイと同様、日射による日周変化を示すが、より高緯度のためその振幅は小さい。50m層の最低水温はSSTのそれと同

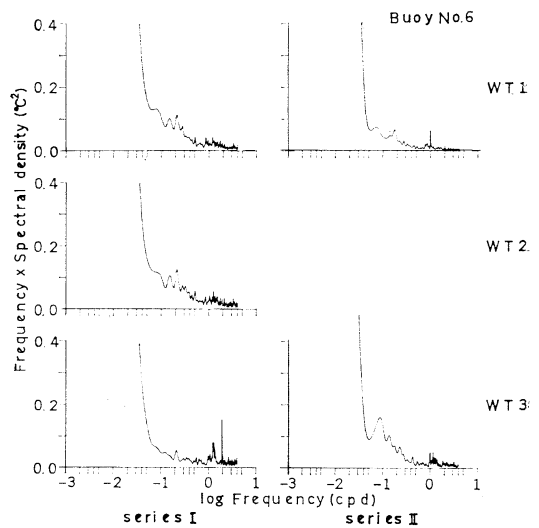


Fig. 11. Spectra. Same as in Fig. 4 except for Buoy No. 6. Note that the spectra are variance conserving plots. The period of each series used to calculate the spectra is shown in Table 1.

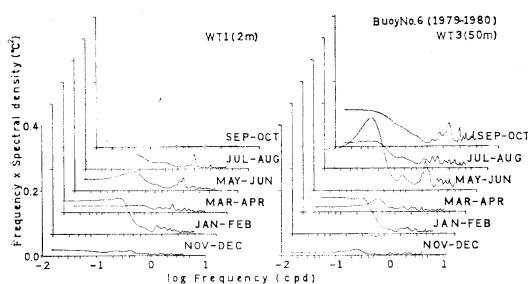


Fig. 12. Evolution of spectra. Same as in Fig. 5 except for Buoy No. 6.

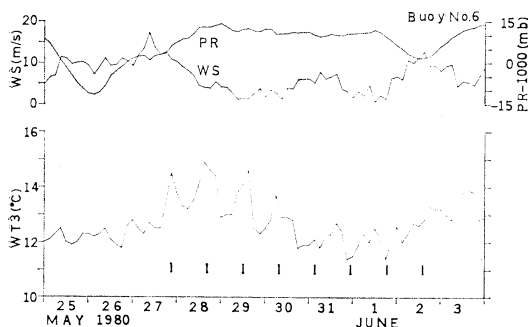


Fig. 13. Enlarged time series of Buoy No. 6 from May 25 to June 3 in 1980. Wind speed (WS) and atmospheric pressure (PR) are shown in the upper panel, and water temperature at 50 m depth (WT3) in the lower panel. On May 26 a depression passed the station and the wind became stronger. Temperature variations which have near-inertial periods are seen after that time. Marks at even intervals in the lower panel indicate the inertial period of 19.7 hours at Buoy No. 6. The near-inertial oscillation was generated by the strong wind on May 27 and continued to May 30. Then, the phase change occurred due to the weak wind on May 30, and the near-inertial oscillation again appeared on May 31.

じであるが、水温は混合層内に入る10月まで昇温している。

風の強制に対する応答も No. 3 ブイと同様であるが、50 m 層の応答に違いがある。No. 3 ブイは半日周期の内部潮汐波動が卓越するが、このブイでは 9・10月のスペクトル (Fig. 12) にその存在は認められるものの、むしろ慣性周期 (1.224 cpd) に近い変動が 5・6月、9・10月にみられる。応答の一例として、S II の 5月下旬の 50 m 層水温の時系列を Fig. 13 に示す。5月27日、31日の風の強制に対して慣性重力波が励起されていることがわかる。

この海域でも冬季・夏季ともに風の強制とは対応のない、異水温を持つ水塊の通過による急激な昇降温が頻繁に存在する。各層の水温の変化のしかたから、表層から少なくとも 50 m 層まで異なる水温構造を持つもの (a)、50 m 層より浅い層に限られるもの (b)、表層は目立たないが 50 m 層で顕著なもの (c) の 3 ケースに分類できる。(a) として、S I の 2月中旬、S II の 1月から2月の変化をあげることができる。(b) として、例えば S I の 1月下旬、2月下旬、3月上旬の変化を、(c) として、S I の 4月から5月の変化、S II の 6月の変化などをあげることができる。

3節に述べた TOBA et al. (1984) の示した 100 km 程度の渦には、幅 10~20 km の高水温帯と低水温帯が渦巻き状の構造をしているのが見られる。上記の水温変動はこのような構造の一部を観測しているものと推察される。

5. まとめ

気象庁海洋気象ブイロボット No. 3 (本州南方海域)、No. 4 (東シナ海東部)、No. 6 (日本海) のそれぞれ約 2 年分の時系列を再生し、スペクトル解析結果も含め、上層水温場の構造とその変動の特徴を記述した。主な結果は次の通りである。

(1) いずれのブイ (海域) においても異水温を持つ水塊の通過による急激な昇温・降温が頻繁に存在する。水塊の通過には顕著な周期性はなく、また、鉛直構造も様々であることがわかった。No. 4 ブイの水塊は黒潮系の高温水、東シナ海陸棚水と両者の混合した水塊である。

(2) 風の強制に対する応答は、成層度が強くなる夏季に顕著であり、1回の強制でおよそ 20 m 層までの水温を鉛直に一様化し、SST の低下をもたらす。低下の大きさは諸条件により異なるが、No. 3 ブイでは最大 2°C に達する。水温一様層より下層の応答は、風の強制よりもやや遅れて短周期内部波動が顕著となる。No. 3 ブイでは成層時に常に見られる半日周期の内部潮汐波動の振幅が増大する。No. 6 ブイでは慣性周期に近い波動が発生することが多い。

(3) 夏季の弱風時の SST は、日射による加熱のため日周変化を示す。No. 3 ブイでは振幅 0.5°C 程度であるが、より高緯度に位置する No. 6 ブイではこれよりもやや小さい。

(4) No. 4 ブイの SST は他のブイでは顕著でない半日周期の変動が存在する。この海域の表層水温の水平勾配と半日周期の順圧潮流のタイダル・エクスカージョン

による変動である。

第1節に述べたように、日本近海の正味の気象海洋間の熱交換量は海洋側の出超であり、海洋内部で熱収束が生じていることを示している。本研究に用いた資料は、本州南方海域や日本海においても、OWS-TにおいてKURASAWA et al. (1983) が指摘したのと同様に水温前線を伴う水塊が熱を輸送する実体であることを示唆している。しかしながら、本資料は pointwise であるので、人工衛星熱赤外資料などと組み合わせて、さらに空間構造を明確にしていく必要がある。

6. 謝 辞

本研究を進めるにあたり気象庁の遠藤昌宏、木村吉宏、佐伯理郎、安藤正の各氏にお世話になった。深く謝意を表す。本研究は文部省科学研究費(課題番号58740183)の援助を受けた。

文 献

- AKAMATSU, H. (1970): The Ocean Data Station Buoys of the Japan Meteorological Agency. *Oceanogr. Mag.*, **22**, 75-94.
- 赤松英雄 (1971): 日本海のブイ・ロボット。海の気象, **17**, 75-94.
- 赤松英雄 (1972): 改造2号ブイ・ロボットとその運用結果について。研究時報, **24**, 283-293.
- GONELLA, J. (1971): A local study of inertial oscillations in the upper layers of the ocean. *Deep-Sea Res.*, **18**, 775-788.
- 羽鳥光彦 (1983): 気象庁6号ブイ・ロボットの波浪観測値の吟味。研究時報, **35**, 119-126.
- HUH, O.K. (1982): Spring season flow of the Tsushima Current and its separation from the Kuroshio: Satellite evidence. *J. Geophys. Res.*, **87**, 9687-9693.
- 海洋資料センター (1975): 海洋環境図 外洋編一北西太平洋。日本水路協会, 東京, 日本, 164 pp.
- KAWAMURA, H., K. HANAWA and Y. TOBA (1984): On the characteristic structure of horizontal mixing at the northern edge of the Kuroshio and the Kuroshio Extension. *Ocean Hydrodynamics of the Japan and East China Seas*. Ed. T. ICHIYE, Elsevier, Holland, 333-346.
- 河野幸男 (1974a): ブイ・ロボット3号機。測候時報, **41**, 143-150.
- KAWANO, Y. (1974b): Marine meteorological buoy of the Japan Meteorological Agency. *Oceanogr. Mag.*, **25**, 57-71.
- 河野幸男 (1975): ブイ・ロボット(第3号)観測値の吟味。測候時報, **42**, 278-285.
- 気象庁 (1977, 1978, 1981, 1982, 1983): 気象庁海洋気象ブイ・ロボット観測資料。第1, 2, 4, 5, 6号。
- KUNDU, P.K. (1976): An analysis of inertial oscillations observed near Oregon coast. *J. Phys. Oceanogr.*, **6**, 879-893.
- KURASAWA, Y., K. HANAWA and Y. TOBA (1983): Heat balance of the surface layer of the sea at the Ocean Weather Station T. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **39**, 192-202.
- MAGAARD, L. and W. D. MCKEE (1973): Semi-diurnal tide currents at 'site D'. *Dee-Sea Res.*, **20**, 997-1009.
- NAGATA, Y. (1983): Variations of the sea surface temperature across the Kuroshio in the Tokara Strait. *IOC Tech. Ser. No. 24*, Time series of ocean measurements, **1**, 35-36.
- 沢田芳夫 (1983): 観測船と海洋気象ブイの比較観測。海と空, **59**, 19-29.
- 柴田 彰 (1983): 東シナ海大陸棚外縁に沿う黒潮の蛇行。海と空, **58**, 113-120.
- TAKEUCHI, K. (1980): Numerical study of the Subtropical Front and the Subtropical Countercurrent. Doctoral dissertation, *Ocean Res. Inst.*, University of Tokyo, 45 pp.
- TOBA, Y., H. KAWAMURA, F. YAMASHITA and K. HANAWA (1984): Structure of horizontal turbulence in the Japan Sea. *Ocean Hydrodynamics of the Japan and East China Seas*. Ed. T. ICHIYE, Elsevier, Holland, 317-332.
- UDA, M. and K. HASUNUMA (1968): The eastward Subtropical Countercurrent in the Western North Pacific Ocean. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **25**, 201-210.

福井県梶地先におけるバフンウニの 漁業生物学的研究—V.

個体群の生殖巣指数*

難波高志**, 前川邦輝***, 石渡直典****

Studies concerning the fishery biology of the sea urchin *Hemicentrotus pulcherrimus* (A. AGASSIZ) in Kaji, Fukui Prefecture—V.

Gonad index of the sea urchin population*

Takashi NANBA**, Kuniteru MAEKAWA*** and Naonori ISHIWATA****

Abstract: The gonad index of the sea urchin population is studied in six stations on the coast of Kaji, Fukui Prefecture, during the 1968 fishing season. The gonad weight GW increases in proportion to the body weight W as given by $GW = pW - q$. The gonad index varies with differences of habitat, and may be correlated with the amount of food available per individual.

前報(石渡ら, 1981)では福井県梶地先におけるバフンウニ個体群の殻径成長は西水域の水深 2 m 以浅で最も速く, 2~3 m, 3 m 以深(高瀬沖), 東水域の順に遅くなり, 生息場所によって遅速があることを知った。本報では本地先の各生息場所における生殖巣指数について調べた結果を述べる。

1. 調査方法

1968年漁期中の7月31日~8月8日, 福井県坂井郡三国町梶地先において, バフンウニの生殖巣指数について調査を実施した。調査地点として西水域の水深 2 m 以

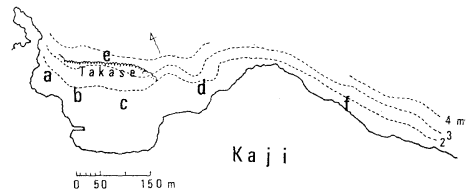


Fig. 1. Five (a-e) western and one (f) eastern stations for sampling of the gonads of the sea urchin on the coast of Kaji, Fukui Prefecture. a-d and f, in waters shallower than 2 m; e, in waters deeper than 3 m.

* 1984年4月20日受理

Received April 20, 1984

** 福井県あゆ種苗センター, 〒910 福井市中の郷 3
Fukui Prefectural Ayu Farming Center, Nakano-go 3, Fukui-shi, Fukui, 910 Japan

*** 福井県水産試験場, 〒914 敦賀市浦底 23
Fukui Prefectural Fisheries Experimental Station, Urasoko 23, Tsuruga-shi, Fukui, 914 Japan

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

浅(1.5~2 m)に4地点(a~d), 3 m 以深(3~4 m)に1地点(e), 東水域の 2 m 以浅(1.5~2 m)に1地点(f), 計6地点を選定し(Fig. 1), スキューバを使用して, 各地点から大小30個体を採集した。採集後, 各個体につき, 殻径, 体重を測定した後, 赤道に沿って殻を割り, 生殖巣と消化管内容物を取り出し, 湿した布の上で表面の水分を除いて, 秤量し, 各地点について体重(除消化管内容物)と生殖巣重量との関係を調べた。

2. 調査結果

上記の方法で *a* 地点において調べた結果は Fig. 2, A に示すようになる。体重 (*W*) と生殖巣重量 (*GW*) との関係はほぼ直線であるので、一次式 ($GW = pW - q$) を当てはめれば、最小二乗法で次の回帰直線が求められる。

$$GW = 0.129W - 0.226 \quad (1)$$

すなわち、*W* が大きくなるにつれて、*GW* は直線的に増加する。これと同様の傾向は *b*~*f* 地点においても見られる。ただ、上記の関係式における定数 *p*, *q* の値が各地点によって異なる (Table 1)。

(1) 式を書き換えると、

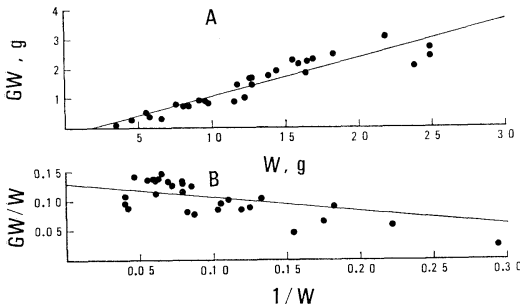


Fig. 2. (A) Relationship between body weight (*W*) and gonad weight (*GW*) of the sea urchin at station *a* (Fig. 1) on the coast of Kaji, Fukui Prefecture, during the 1968 fishing season.

$$GW = 0.129W - 0.226.$$

(B) Relationship between reciprocal of body weight ($1/W$) and gonad index (GW/W) in the same condition as seen above.

$$GW/W = 0.129 - 0.226(1/W).$$

Table 1. Values of constants *p* and *q* in equation ($GW = pW - q$) for the relationship between body weight (*W*) and gonad weight (*GW*) of the sea urchin at stations (*a*-*f*) on the coast of Kaji, Fukui Prefecture, during the 1968 fishing season.

Station	Constant		Body weight g
	<i>p</i>	<i>q</i>	
<i>a</i>	0.129	0.226	3.4~24.9
<i>b</i>	0.157	0.119	2.1~54.7
<i>c</i>	0.128	0.110	3.9~44.4
<i>d</i>	0.196	0.714	3.3~33.2
<i>a-d</i>	0.153	0.308	2.1~54.7
<i>e</i>	0.086	0.071	3.6~18.5
<i>f</i>	0.110	0.205	1.9~18.6

$$GW/W = 0.129 - 0.226(1/W) \quad (2)$$

となる。したがって、体重の逆数 ($1/W$) に応じて、生殖巣指数 (GW/W) は増減することになる。直接 $1/W$ と GW/W との関係も求めても、これは同じである (Fig. 2, B)。同様の傾向は *b*~*f* 地点においても認められる。

3. 考察

体重 (*W*) が大きくなるにつれて、生殖巣重量 (*GW*) は直線的に増加するが、生殖巣指数 (GW/W) は一定の極限值に近づくように漸増する。すなわち、これらの関係は次式、

$$GW = pW - q, \text{ または, } GW/W = p - q/W$$

で示される。この場合、上式の $GW/W = p - q/W$ において、*q* が *W* に比べて小さいので、 q/W を近似的に無視すると、 $GW/W \approx p$ となる。

本地先の各地点における生殖巣指数の近似値 (*p*) は *d, b, a, c, f, e* 地点の順に低下し、生息場所によって差異が見られる。また、*p* は生息密度と相関し (Fig. 3)、概して、食物である海藻類が豊富で、生息密度が低い西水域の水深 2 m 以浅 (*a*~*d*) では高く、これに比べて、海藻類が乏しく、生息密度が高い西水域の 3 m 以深 (*e*) と東水域 (*f*) では低い傾向がある。なお、*p* は殻径成長 (石渡ら, 1981) と相関し、成長が速い西水域の水深 2 m 以浅では高く、成長が遅い西水域の 3 m 以深と東水域では低い傾向が認められる。

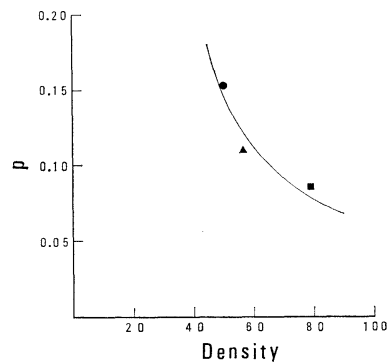


Fig. 3. Relationship between mean density (number of individuals/4 m²) per station and approximate value of gonad index (*p*) of the sea urchin population on the coast of Kaji, Fukui Prefecture, during the 1968 fishing season. Circle, for western stations (*a*-*d*); square, for another western station (*e*); triangle, for eastern station (*f*).

本邦産ウニ類の生殖巣重量については福井県をはじめ山口県および北海道などで類似の調査知見が得られている。川名 (1938) によれば、福井県越前町梅浦と三国町梶地先の7月におけるバフンウニの調査では水深4m以浅のものは殻が大形で、殻径の割合に生殖巣重量も大きい、それ以深のものは殻が小形で、生殖巣重量も小さい。また、中村、井上 (1965) によれば、山口県下各地先におけるバフンウニ・ムラサキウニ・アカウニ3種類の生殖巣重量は地域により、また、同一地域においても生息場所によって差異がある。山口県豊北町和久地先の5月と9月における同じ3種類についての生殖巣重量の調査 (井上ら, 1969) では岸から沖合に行くにつれて、体重の割にはそれが小さくなるのが認められている。また、川村 (1965) は北海道礼文島船泊の6~7月におけるエゾバフンウニの生殖巣指数 (生殖巣重量×10/体重) を求めた。この結果によると、生殖巣指数は地域により差異があり、また、同一地域においても浅所のは深所のものより高く、その差異は海藻類の生育状態と関係がありそうである。そのほか、MOORE (1934) はアイリッシュ海マン島の Port Erin 付近の2地点において *Echinus esculentus* の生殖巣指数 (生殖巣容積×10/殻容積) の季節的変化を求めている。この結果は、浅所のは深所 (35~40 m) のものより殻が大形で厚く、生殖巣指数も周年高く、それらの差異は食物としての海藻類の量と関係があることを示唆している。本調査結果で

も生殖巣指数に差異を生ずる環境要因は、各生息場所における食物量と生息密度が相互に関係した個体当たり利用し得る食物量の多寡であり、それが摂食量や代謝量に作用し、その結果、生殖巣指数に差異を生ずるものと思われる。水温その他の物理的要因も摂食量や代謝量に作用し、その結果、生殖巣指数に差異を生ずるであろうが、本調査事例のごとき近距離の生息場所においては、物理的要因の差は僅少であるので、それが生殖巣指数に大差を生ずることはないものと思われる。

文 献

- 井上 泰, 中村達夫, 角田信孝, 寺尾百合正, 重宗新治, 西村忠恭 (1969): 天然漁場におけるウニ類の生態と漁場環境に関する調査研究. 山口外海水試研報, **10**, 1-46.
- 石渡直典, 伏見 浩, 前川邦輝, 難波高志 (1981): 福井県梶におけるバフンウニの漁業生物学的研究—Ⅲ 個体群の殻径成長と死亡. うみ, **19**, 143-148.
- 川村一広 (1965): 礼文島船泊のエゾバフンウニの生態について. 第2報. 北水試報, **3**, 19-38.
- 川名 武 (1938): バフンウニの増殖について. 水産研究誌, **33**, 104-116.
- MOORE, H.B. (1934): A comparison of the biology of *Echinus esculentus* in different habitats. Part I. J. Mar. Biol. Ass. U.K., **19**, 869-885.
- 中村達夫, 井上 泰 (1965): 山口県のウニと築磯事業効果について. 山口外海水試研報, **6**, 1-70.

和歌山県日高川の津波史料について*

中 村 重 久**

On historical documents of tsunamis around Hidaka River in Wakayama-ken

Shigehisa NAKAMURA*

Abstract: Historical documents of tsunamis around Hidaka River in Wakayama-ken were reviewed with recently found documents on 1854 Tsunami. Comments are made upon the urban design and the flood control for future possible tsunamis of 1854 Tsunami's magnitude.

1. 緒 言

わが国では古くからの津波の史料が集成されている(たとえば、田山, 1904¹⁾; 都司, 1981²⁾; 宇佐美, 1983³⁾, 渡辺, 1983⁴⁾). このような史料の集成は津波年表(たとえば IIDA et al., 1967⁵⁾; SOLOVIEV and GAO, 1974⁶⁾)の基礎資料として重要であり, また, 津波の実態を知り, その予測や対策に関連して必要なものである(中村, 1984⁷⁾). ところで, このような史料の残されていないところやそれが世にあらわれていないところは, 年表や史料集などからみて, 大きな津波の来襲はなかったかのごとく考えられ, 津波の被害がなかったものとされる傾向が強い。

いみじくも御坊市(和歌山県)北塩屋のまんじゅう屋の山本清七記すところの“つなみ心得咄し”が発見され, その解説が塩崎登彦氏によってなされた。この史料は, 現在の御坊市を中心として日高川周辺の1854年の津波の実態を知ることのできる貴重なものである。ちなみに, これまでにみることのできる資料で, 日高川周辺について, これほど詳細な記述をしたものはない。

ここでは, はじめに, 既往資料で日高川周辺の津波についての記述をとりあげ, つぎに, “つなみ心得咄し”の本文の紹介をし, さらに, 現時点における津波の問題との関連について考察する。

* 1984年6月18日受理

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

2. これまでの資料

日高郡誌(森彦太郎編, 1923⁸⁾)をみても, 日高川周辺の津波についての記述はごくわずかである。直接関連のある部分のみをとっても以下の通りである。

1707年(宝永4年10月4日)の地震・津波については, “日高川口付近にありては名屋浦の民家多く流失せしが源行寺は本堂庫裏等の破損に止まる。罹災民に対しては[名屋浦鑑]御救として粥等被下之云々”とある。

1854年(嘉永7年11月4・5日)の地震・津波については, “日高川地方にありては, 浪頭, 新町に寄せ家中に魚躍の奇観を呈し, 北塩屋沿海の民戸全く漂没し, 名屋浦の民は多く源行寺本堂に避難す。日高川を溯る小舟は木葉の疾風に散るが如く, 岩内社前大野に輻輳して, 或は傾き, 或は破る[野口村誌]吉原にては, 洪浪, 田井の切戸を越ゆるに至り, 避難せんとして, 舟を西川に浮べたるが為め, 却って沈没溺死せし者あり”と。また, [名屋浦鑑]には, “昨四日朝辰下刻大地震, 潮高きこと津浪のごとし。五軒家にて三尺位, 塩屋辺にて五尺, 伝へ聞く印南辺にては八尺位と云々。今日申下刻又大地震, 西南海大に震動すること数万之雷一時に落る如し。暫くして大津浪来り地震は尚止まず海中鳴ること炮の如し, 地震頻りに震, 大なるもの世の常ならず次第に相減じて両三年にして止む炮の如く鳴るもの俗名海鉄炮といふ。予は最初源行寺に走る。出本堂板椽見え, 初度浪及本堂御拝雨落, 再度浪不入門内, 三度之浪及本堂御拝踏三段庫裏者庭而已云々”。

これが, 和歌山県災害史(1963)⁹⁾では, “御坊町付近流失家屋百三十戸, 御坊町は全部浸水, 松原村では旧

井の切戸を突破して津波侵入，御坊藪では源行寺本堂御拝の雨落まで（海岸から八百米），南塩屋では法華堂まで，塩屋では南の王子神社石段の九段目まで，それぞれ津波が達した”。とされている。

ついでながら，続日高郡誌（1975）¹⁰⁾では，“昭和19年12月7日（1944）東南海大地震 日高郡への影響は少なかった”。また，昭和21年12月21日（1946）南海道大地震 について，〈塩屋村役場〉は“午前4時20分の初震後，約10分で地鳴りと共に潮鳴りが轟々ときこえ，5分後には津波が押しよせてきた。電灯は消え一面の暗夜で，辛うじて避難した。海辺に近い部落は全く物品を搬出する暇もなく，ただ子供や老人を避難させる余裕がなかった。幸いに津波の速さは子供の走る程度で，村民の生命に被害はなかった”と記しているにすぎない。

3. つなみ心得咄し

“頃は嘉永七年寅霜月五日大地震大津浪にて誠に恐ろしき事，

四日朝五ツ半時大地震，四ツ時より八ツ半時迄高汐にて津波上り候とてや村中皆々心配致し，諸道具，着類皆々山へ持出し，諸人用心致し候処其夜何事もこれなく，それ故五日朝より諸道具，着類，家を片付け残らず相納め候処，当日七ツ時大地震誠に諸人心心配致し候処，未申の間にて山もくずる様にどんどんと鳴り，此と鳴り止り候節津波上り，此浪引くと又候式度目の浪上り，此浪引くと又三度目の浪上り，此浪壹番大浪に御座候誠に恐ろしき事筆紙に記しがたく候。

一，五日八ツ半時頃より清七和田祭礼当てに御坊へ仕込に参り候処，大地震ゆり出し，それより直ぐ様罷り帰り名屋浦辺天田渡し場へ参り候節に，川口より津浪上り，渡し舟向いへ付く手前にて津浪に出合い，のり合三人，船頭 天田伊三郎 右四人 矢のつく如くに野口迄相流れ，船頭伊三郎終に水死仕り，残り三人相助かり候。渡し場に有合わせ候小船六七はいれ残らず岩内野口迄相流れ候。

其有様を清七見るより直に名屋浦へ逃げ込み，持合わせ候 荷物 相捨て，風呂敷の内より 札式 入れ置き候紙入銭四百文取り出し懐中致し，御坊辺へ心差し候処，名屋浦にて右紙入れ落とし，ひろわんと致し候節西の方より浪上り，こわたまらじと其のまま捨て置き，それより名屋浦御宮を心差し 田地を横切れに東へはしり，直ぐ様宮へ上り 戌亥の方に下がり松有之，直ぐ様右松へ取り登り候節に足元壹尺程ぬらし，右松のこずえへ登り，念仏を申し，只生きる心地は少しもなくあじ居り候節

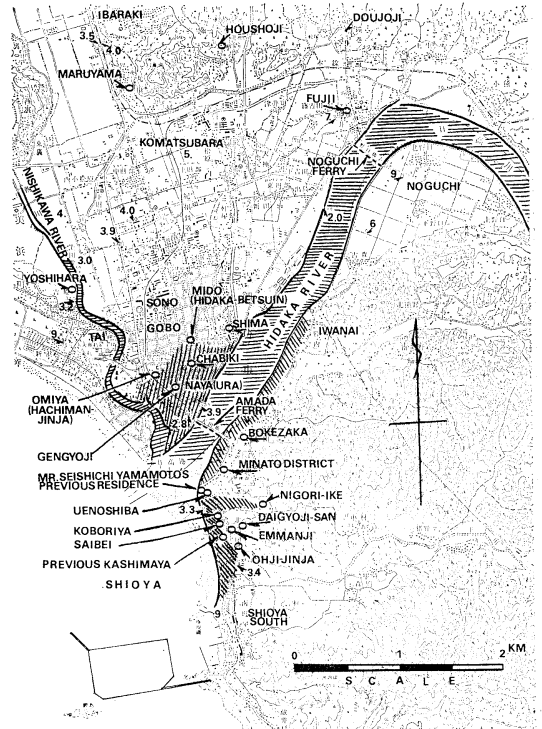


Fig. 1. Affected area of 1854 Tsunami around Hidaka River, Wakayama ($33^{\circ}53'N$, $135^{\circ}10'E$). Hatching: no effect. Numeral: present elevation in meters. (after the National Geographical Institute)

に，浪は六尺程にて茶換辺まで上りそれより引き浪に相成り候。其時，松の枝にて助かり候人は，我等と名屋浦佐野屋殿と，ふじ田甚吉の息子 浅吉殿と右三人に御座候。

それより浪引き候節，日も西へ入り夕方に相成り候節，ふしぎなる哉此神前に石燈籠に燈明の光り相見え誠に不思議なる事に候それより松枝を下り，三人連れにて源行寺の方へ心差し候得共，道もわかりかね田地畑けを横切りに源行寺南迄参り候源行寺の本堂に名屋浦の人々堂中に集まり念仏のみ申し候。

此処にて右兩人に別れ我等下野へ心差し候処，おせい殿は何れかに逃げ明家にて御座候。それより紺桶殿へ参り候得共当家にておせい殿に出合い右の有様咄し致し候節に又候南の方にて浪の音致し，直ぐ様おせい殿と同道にて御坊西町へ逃げ込み，それより御堂へ逃げ込み候時，浪は御堂裏門前迄見え，それより本堂へ上り見れば数百人の人々念仏をとえ居り候内にも地震度々ゆり夜四ツ時頃月の入又候地震ゆり，此地震本堂ゆりつぶれ

候程の大地震に御座候。

其時我等思ひ候には、とても命はなき物と先ず小松原へ心さし母親兄キにも合い度く思ひ先ずおせい殿にわかかれ、それより小松原に参り候内も度々地震ゆり候。

御坊、新町、嶋村辺の人皆々道成寺会下法性寺（鳳生寺の誤か）又は丸山へ登り、我等は小松原にて兄キ家内皆々畑ケ中へむしろ敷念仏をとなえ居り候。

其夜明七ツ時頃より我等家内をあんじ小松原家内とわかかれ、それより藤井村渡し場迄参り候節に明け方に相成り候 右渡しを渡り野口村高森・岩内へ参り、右岩内天田の間、畑ケ田地へ波打込み船流れ込み、それより木爪坂を打越湊迄参り候 此辺津浪にて散乱に相成り候。家木道具数々流れ道も分り兼ね候事に御座候。此辺にて村内三人に出合い、先ず家内無事の様子承り安心致し候。

先ず家内老人は何れに相逃げ候哉と尋ね候得共皆々上の芝に居候様承り、それより上の芝へ登り、文次郎殿畑ケ中に皆打集り、我等顔見合い、物もいわずに泣くばかり、其日八ツ時頃親仁平右衛門殿野口村田淵健庵殿よりむかい参り野口へ相預け候。前老母は荊木村森伝大夫殿方へ相預け、家内は我等とお房、糸吉、敬治郎と四人連にて文次郎殿に世話に相成り森屋新兵衛殿と仲間にて小家掛同居致し候、右小家に七八日程住居致し、それよりふじ田万平殿へ引き移り右万平殿藤井村にて奉公致し候て右家明家に御座候。それゆえ文太夫殿と同居致し右家にて三十日程住居仕り候。それより大手お梅茶屋の古家買取り、かり立普請致し先ず店出し致し、極月十三日引移り、親仁、老母引取り目出度正月致し候。

併し乍ら右小屋掛にて商売難出来 それゆえ安政武卯五月当家普請仕り候 右普請甚だ六ツヶ敷それゆえ親類懇切の方にも御意申し銀子調達致し候。

- 一 銀貳百目 野口村 田淵健庵殿
- 一 銀百目 下野口村佐竹九郎兵衛殿
- 一 銀五拾目 荊木村 酒屋長三郎殿
- 一 銀五拾目 御坊中町 ふじや藤助殿
- 一 銀五拾目 新町 和屋喜太夫殿
- 一 銀百目 明神川 徳市殿
- 一 銀貳百五十目 印南原中津由右衛門殿
- メ 八百目也

右銀子にて普請致し盆前に引移候

誠に右津波恐ろしき事御座候

年々此事家内へ読みきかせ誠に〃〃

恐るべし〃〃〃〃〃〃

- 一 親類懇切の方より津浪見舞品々
右に記るす歡ぶべし

紀小竹 三原 孫三郎殿

- 一 壺ツ身布子 壺枚
- 一 刻煙草 壺包
- 新町 和泉屋喜太夫殿
- 一 嶋四布ふとん 壺枚
- 一 嶋小ふとん 壺枚
- 一 味 噌
- 一 錢貳拾目
- 是は当喜太夫殿極内々にて下さる
- 新町 和泉屋庄右衛門殿
- 一 白 米 壺斗
- 一 嶋ふとん 壺枚
- 一 嶋木綿切
- 一 浅黄かすり袖無羽織壺枚
- 但し、糸吉へ
- 一 (のし印)風呂敷 壺枚 但し武巾
- 御坊 藪屋忠右衛門殿
- 一 嶋布子 壺枚
- 但しお房へ
- 一 嶋木綿切 壺丈四尺
- 但し右同断
- 一 古足袋 壺足
- 御坊 岩屋屋久兵衛殿
- 一 嶋壺ツ身 壺枚
- 但し敬治郎へ
- 一 腰 巻 壺枚
- 但し右同断
- 一 く き 沢山
- 一 風呂敷 壺ツ
- 但し武巾くき包候共
- 御坊 紀小竹屋五右衛門殿
- 一 古 壺 五枚
- 一 青梅嶋綿入半天 壺枚
- 一 じゅばん 壺枚
- 一 古 帯 壺筋
- 此武品五兵衛殿内々
- 御坊 米屋儀兵衛殿
- 一 小 豆 五升
- 御坊 ふじ屋 藤助殿
- 一 飯 くき添 壺重
- 一 古平□ 壺ツ
- 一 下 駄 貳足
- 一 錢 貳拾目
- 新町 和泉屋幸三郎殿

- 是は庄右衛門殿息子
- 一 銭貳拾目
但し極内々
御坊 紀小竹屋藤兵衛殿
- 一 下 駄 壱足
但し皮はなを添
- 一 杓 子 貳本
御坊 紀小竹屋利喜蔵殿
- 一 味 噌 壱鉢
但しどんぶり共
御坊 紀小竹屋佐兵衛殿
店手代中
- 一 飯 台 壱ツ
- 一 茶 わ ん 三ツ
- 一 箸 箱 壱ツ
御坊 仮家半之丞殿
- 一 半 古 平 壱ツ
- 一 そうめん箱 壱つ
- 一 小 箱 壱ツ
御坊 吉田屋長兵衛殿
- 一 くわんす 壱ツ (鐘子のことか)
御坊 森本屋善兵衛殿
- 一 三ツ組どんぶり鉢 壱組
御坊 米屋源兵衛殿
- 一 金 貳 朱
- 一 いらじゃこ 壱籠
御坊 天田屋文右衛門殿
- 一 味 噌 壱重
当浦羽山氏
- 一 餅 壱重
小松原 中屋吉右衛門殿
- 一 茶のみ茶わん 拾人前
御坊 天性寺
- 一 小豆飯 壱重
- 一 味 噌 壱重
- 一 餅 少し
下野 足袋屋太助殿
- 一 白 木 綿 壱反
- 一 足 袋 貳足
但し清七へ
- 一 古 帯 壱筋
吉原惣通り 平蔵殿
- 一 茶漬茶わん 拾人前
御坊 米屋吉兵衛殿
- 一 くき 沢山
大阪 近江屋久兵衛殿
- 一 茶呑茶わん 拾人前
南塩屋 松屋由兵衛殿
- 一 そば切 拾五膳 但し、だし付
荊木村 森角大夫殿
- 一 白 木 綿 五尺五寸
- 一 味噌漬茄子 壱重
但し 味噌共
嶋村 橋本屋弥兵衛殿
- 一 小 豆 飯 大壱重
- 一 に し め 壱重
荊木村 酒屋長三郎殿
- 一 嶋綿入羽織 壱枚
- 一 酒のかす 沢山
立石村 お津太殿
- 一 白 米 三升
当浦 ふじや佐兵衛殿
- 一 炭 壱俵
当家にて日数三十日程借家仕候
印南原 中津由右衛門殿
- 一 飯 大壱重
- 一 に し め 壱重
是は本家と貳家共
- 一 小 竹 四束
- 一 嶋 布 子 壱枚 但しお房へ
- 一 前 だ れ 壱枚
- 一 嶋 女 袷 壱枚 但しお房へ
- 一 嶋 切 八尺
- 一 銭貳百文 小松原 玉置禎庵殿
- 一 嶋四布ふとん 壱枚
- 一 あ ん ど 壱ツ
- 一 銭貳拾目 荊木村 森伝大夫殿
- 一 母人霜月八日より極月廿一日迄世話に相成候帰宅
の節左の通り
- 一 四布ふとん 壱枚
- 一 貳巾ふとん 壱枚
- 一 座ぶとん 壱枚
- 一 前 だ れ 壱枚
- 一 足 袋 壱足
- 一 嶋 単 物 壱枚 但し老母へ
- 一 嶋袖無羽織 壱枚 但し桑吉へ
- 一 味噌漬茄子 壱重 但し味噌共
新町 角屋嘉右衛門殿 御内義

- 一 嶋小立裕 壹枚 但し糸吉
 - 一 嶋単物 壹枚 但し敬治郎へ
 霧沢時治郎殿
 - 一 紅無地 八尺 足袋屋伊兵衛殿
 - 一 帯 式筋
 - 一 小足袋 式足
 下野
 - 一 嶋三布ふとん 壹枚
 - 一 小箱類 色々
- 津浪後お房、糸吉敬治郎、清七誠に世話に相成時に食つぶし候

天田村 由良仲右衛門殿

- 一 白味噌 壹重 三尾 光明寺
- 一 嶋木綿 壹枚
- 一 嶋小切 色々
- 一 古綿 少し 田辺 秋津 油屋殿
- 一 へちま 壹斤 当浦 権六殿
- 一 へちま 壹斤 当浦 天田屋喜兵衛殿
- 一 米 五升 小松原 中屋七兵衛殿
- 一 米 式斗 三尾 光明寺
- 一 嶋小立裕 壹枚 但し糸吉へ
- 一 裕半天 壹枚 但し糸吉へ
- 一 古足袋 壹足 但し糸吉へ
- 一 小ばっち 壹足 但し糸吉へ
- 一 茶男帯 壹筋 但し清七へ
- 一 銭 五百文
- 一 白米 壹斗 小松原 玉置養徳殿
- 一 餅 壹重
- 一 風呂敷 壹ツ
- 一 銭銀等 大小式ツ
- 一 つい立 小壹ツ
- 一 小びようぶ 壹ツ 茶免 かじや大助殿
- 一 庖丁 壹丁 小松原 中屋利兵衛殿
- 一 白米 五升 但し人物共
- 一 足袋 壹足 但し老母へ
- 一 嶋布子羽織 壹枚 但し老母へ
- 一 嶋前たれ 壹枚 但し老母へ
- 一 木綿嶋切
- 一 ふとんがわ
- 一 小米 沢山 但し重箱共
- 一 よむぎ 沢山
- 一 梅干 壹重
- 一 麴 大壹枚
- 一 四布風呂敷

- 霜月分
- 一 米 壹斗八升 壹人前三升づつ六人前
- 極月分
- 壹斗式升 壹人前三升づつ四人前
- 但し壹人前六升づつ式度被下
- 是は御上様より被下候事
- 一 米 壹斗 御坊村
 藤井村
 江川村

右の通り誠に難有仕合に御座候歎ぶべし
 附り

- 一 津浪にて流候家数数百拾軒
 流死人数 拾壹人 南は才一郎殿
 鹿嶋屋より南へ流れ残る東は才兵衛殿
 小堀屋円満寺辺小西治郎衛門殿辺東え残る又宮下
 清助殿より橋詰迄流れ西は道より西は残る 奥は
 森岡うばへ橋迄家木流よる、中奥は太行寺山、に
 ごり池下迄家木流れよる。

4. 考 察

前節の津波史料については、その記述の信頼性や正確さをはかる目安をも考慮して、津波そのものに関連しない部分もすべて示した。これまでの史料などから、1854年の津波によって被害の及んだ範囲は、日高川流域については Fig. 1 のようになる。“この(1946)地震で紀伊半島の南部潮岬付近の海岸は、平均海面に比較して隆起し、富田村以北の海岸は逆に平均水面に比較して沈下した。紀伊半島中部海岸の地盤沈下は南海道大地震後も続き、海南市・大崎村・由良町・比井崎村・白浜町・新庄村など海浜低地は屢々大潮に襲われ被害を受けるようになった”(続日高郡誌, 1975¹⁰⁾)とされており、これに対応する記述は、KANAMORI (1973)¹¹⁾ にもみとめられる。河川計画や都市計画による改修工事対象外の日高川周辺の地盤高が、現在と当時(1854年)とほぼ同じと考えると、最高水位は T.P.+4m 程度と推定される。ちなみに、日高川は洪水が多く、元和6年(1620)以来、被害の記録が残されており、最近の例では、昭和28年7月17-18日(1953)には天田橋・野口橋を流失した。このようなことから、日高川下流部の河川堤防の天端は天田橋地点で T.P.+6.9m (1984年現在)となっている。1854津波クラスの来襲で注意すべきは、北塩屋の国道42号線路面(T.P.+2.9m)および日高川口右岸側の一部(T.P.+3.6-2.3m)である。もちろん、西川下流の浜ノ瀬(T.P.+2.6m)もその対象である。

謝 辞

本研究の一部は土屋義人教授の示唆にもとずき、文部省自然災害補助金（自然災害特別研究）によった。津波の史料は、御坊市文化協会長の塩崎登予彦氏より提供いただき、また、日高川河川計画関連資料の利用は和歌山県御坊土木事務所の御好意によった。

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, 乙, 1-606, 1-590.
- 2) 都司嘉宣編 (1981): 紀伊半島地震津波史料——三重県・和歌山県・奈良県の地震津波資料. 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.
- 3) 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.
- 4) 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, 36, 83-107.
- 5) IIDA, K., D. COX and G. PARARAS-CARAYANIS (1967): Preliminary catalog of tsunamis in the Pacific. Hawaii Institute of Geophysics, University of Hawaii, HIG-67-10, Data Report No. 5.
- 6) SOLOVIEV, S.L. and Ch. N. GAO (1974): Catalog of tsunamis in western coast of the Pacific Ocean. Academy of Science, USSR, Izdat. Nauka, 1-130 (in Russian).
- 7) 中村重久 (1984): 津波の古記録とその意義について. *La mer*, 22, 1977.
- 8) 和歌山県日高郡役所 (森彦太郎編) (1923): 日高郡誌. 1694 pp. (同 (1970): 日高郡誌(上), 812 pp., 名著出版)
- 9) 和歌山県 (1963): 和歌山県災害史. 574 pp.
- 10) 続日高郡誌編集委員会 (1975): 続日高郡誌(上). 1782 pp.
- 11) KANAMORI, H. (1973): Mode of strain release associated with major earthquakes in Japan. *Annual review of earth and planetary sciences*, 1, 213-239.

第4回南極生物学シンポジウムに出席して*

根本 敬 久**

はじめに

第4回南極生物学シンポジウムはパリ, ケンブリッジ, ワシントン D.C. に引き続き, 南アフリカ共和国ウイグルネスにおいて開催された。12ヶ国から (日本, 西ドイツ, 南アフリカ, アメリカ, フランス, 英国, カナダ, ベルギー, オーストラリア, アルゼンチン, チリ, ポーランド), 約 170 名が参加した。日本から参加者は根本敬久 (東大海洋研) および星合孝男教授 (国立極地研) である。またポスターセッションとして福地光男博士 (国立極地研) が参加し, 論文を発表した。

シンポジウムの主題は「栄養塩の循環と食物連鎖」であり, これを水圏と陸圏に含め次の5つの部会に分けて討論を進めた。

1. 海洋の栄養塩の循環
2. 陸圏と淡水系の栄養塩の循環
3. 海洋の食物連鎖
4. 陸圏の食物連鎖
5. 陸圏と海洋および淡水系との相互作用

発表された論文は, ポスターを含めて 120 を上まわる。なおポスターによる参加者は, それぞれ内容をパネルに展示し, 会場の壁に全期間中張り出して討論を行なった。特に1日目, 2日目の夜 8:30~10:00 の間がポスターセッションに当てられ, 多数の参加者による熱心な討論が行なわれた。ポスターを会場の壁に展示し会期中機会をみて十分な討論が進められたことは, 今後の参考として生かしたい点の一つである。

1. 海洋の栄養塩の循環

(座長 BENNINGHOF 博士および TOMO 博士)

スクリップス海洋研究所の HOLM-HANSEN 博士により総観が行なわれた。この中で彼は ^{15}N によってラベルした窒素源を使用して解析した結果, 植物プランクトンによって取り込まれる窒素はアンモニア態が 50~90%, 硝酸態が残り 10~15% を占め, 栄養塩の再生が有光

層においてきわめて高い率で起ることを示した。この第一次生産の量とアンモニア量の flux とからヘテロトローフとオートトローフの生物量を考え, 従来考えられていた diatom—krill へと移る food chain とは別に, heterotrophic な微小生物の重要性和この chain による南極海の food chain の大きな pass way を示した。HOLM-HANSEN 博士等のグループは, この群の生物として繊毛虫を図示し, ポスターセッションにおいては 200 μm 以下の動物プランクトンにより NH_4 が供給される可能性を強調した。

続いて一般発表に移ったが, 発表時間20分, 討論5分とこの種の学会としてはかなり十分な時間が割り当てられたといえよう。講演, ポスターセッションの中で興味があるものは次の如くである。

LUTJEHARMS 博士 (南アフリカ) 等は, 第一次生産とクロロフィル a 量と大洋の前線帯, 収束線との関係を検討し, 近年の資料に基づく南アフリカと南極大陸間の海域の解析を発表した。特に NIMBUS-7 を用いた CZCS により, アグルハス海流の縁辺部がクロロフィル a の急増と関係あることを確めている。

SMITH 博士 (アメリカ) 等は, 南極洋の氷縁域に植物プランクトン現存量が高く, 第一次生産が高いという仮説の検討を試みた。氷縁域においては表層水の安定度と密な関係があり, 高い海域では高い植物プランクトン量が検出されている。しかし, 氷縁域で行なわれているであろう海水藻による海水中への seeding 等については言及されなかった。南カリフォルニア大学の SURRIVAN 博士等は, 海水における微生物群集の生態系の解析を行なった。従来プランクトン, ベントス系においてのみ行なわれているこの種の解析を, マクモード湾の海水における微細藻類, バクテリアおよび原生動物の動態についても行なった。海水の下面に生育する藻類は氷の上面に積る雪による光の到達度の変化に大きな影響を受ける。氷上の雪を一部分取除き, 積ったままの部分と比較しながら解析を行なった点が, 手法として特記されよう。トリチウムでラベルしたチミジンと ^{14}C 二酸化炭素で, 氷下面のオートトローフとヘテロトローフの生産と増殖速

* 1984年7月13日受理

** 東京大学海洋研究所

〒164 東京都中野区南台1-15-1

度を測定するために、SCUBAにより氷下面に培養箱を取り付ける等の手法は興味があった。しかし微生物群集として微小動物プランクトンが重要であるという量的な解析が進められていない点等に今後の問題点が残されている。端脚類が依然として強力な grazer である点等さらに研究を必要とする。

星合教授(国立極地研)は、同じく南極海の海水下面に増殖する海水藻の生態につき検討し、南極洋の秋季にも増殖の極大が認められる点を指摘した。海水藻の植物色素量は最大 $990 \text{ mg chl. } a/\text{m}^3$ に達する。今後これらの藻類の分類から始まる生態の解析が始められよう。

BIGGS 博士等は、HOLM-HANSEN 博士等とともに海表面におけるアンモニアの動態に取り組んだ。この研究はロス海に grid を設置して行なわれたもので、この海域におけるアメリカの総合的計画の一環である。アンモニアの動態を、特に水塊とプランクトン生物量との関係において解析した。彼等によれば、混合層の下にある NH_4 maxima より内部波等物理的な過程による表層への NH_4 の供給、氷の溶解水中の NH_4 量、 NH_4 の多い表

層水、少ない表層水における植物プランクトンの生産の比較等を試みた。 NH_4 量は植物プランクトン色素量と負の相関を示した。混合層下の NH_4 は2つのシグマ t の範囲に集約され、氷堤付近の NH_4 最大層は 27.65~27.80, その他の海域は 27.81~27.90 の範囲に集中した。また海生産量においては、微小動物プランクトンが NH_4 の供給にきわめて重要な役割を果たすことを指摘している。

沿岸海域の研究では、ポスターセッションであったが、海藻特にケルプと呼ばれる *Macrocystis*, *Durville* の類の生長、生産についてケルゲレン島のフランス基地付近海域における DELEPINE 博士等の報告があり、興味があった。フランスは、長期間にわたり亜南極海の研究を続けているが、 $2 \text{ kg}/\text{m}^2$ という高い生物量と、1日に 10~25 mm 成長する高い成長速度、生育期間、現場の栄養塩の変動等の関連分布域の課題には興味があり、今後他の島あるいは大陸の海岸域でもさらに研究したい主題である。



シンポジウム参加者一同

2. 陸圏と淡水系の栄養塩の循環

(座長 P. TREHEN 博士)

直接海洋の沿岸域と結びつくような研究はなかったが、ELLIS-EVANS 博士の Signy 島における栄養塩のサイクルとバクテリアと植物プランクトンの相互作用、マリオン島におけるミズナギドリ幼鳥の穴掘りに基因するグアノの分解、ツンドラ生態系におけるかび類による有機物の分解等に興味があった。日本は亜南極、南極には島をもたず、この種の研究が進められないのは残念である。

3. 海洋の食物連鎖

(座長 EL-SAYED 博士および K.R. KERRY 博士)

この部会は、本シンポジウムの中で最も重要な部会であったと私は考える。現在 BIOMASS 計画が進行しているため、各国ともこの課題についてきわめて多くの報告が行なわれたが、関係者の一人としてこのことを喜ぶたい。シンポジウムの各発表1ページ(英訳のために2ページの分もあるが)の予稿集のうち、この部分は一見して最も盛大なものであった。

まず HEMPEL 教授が南極洋における食物連鎖の現在までの研究の概況を述べた。この中でいくつかの問題点として、底棲生物のプランクトン生物への feed back や *Pleuragramma antarcticum* の外洋域における重要性等が興味を引いた。

続いてオーストラリアの MARCHANT 博士は、微小プランクトンとしての Choanoflagellates の重要性や生態について述べたが、これは日本においても神戸大学の田之上博士等が研究を進めているところから、今後の共同研究を含めて発展を期待したい。

HEMPEL 教授を中心とする西ドイツ科学者の近年における南極研究はめざましい。女性の SCHNACK 博士のかいあし類とおきあみ類の植物プランクトンに対する摂食の変動、KOCK 博士による南極のノトニア魚類のおきあみ類に対する捕食がこの部会で発表された。GEORGE 博士は、昨年のウェリントンのおきあみシンポジウムとほぼ似た内容の講演を行ない、一般的な問題点を指摘したに留まった。

フランスの ARNAUD 博士等によるケルゲレン島付近のかに *Lithodes murrayi* の食性調査からはきわめて多様な餌が検出されたが、その中に海鳥の羽毛がかなり含まれていた点に興味があった。

南アフリカの最南端ビーグル海峡の *Macrocystis* をめぐる食物網の論文は、この食物網の高位にあるラッコの

一種 *Euhydra lutris* の摂食活動が重要で、*Macrocystis* の動態にすら影響を与えている点が報告された。

私はこのシンポジウムで海洋研究所の沖山博士と海洋水産資源開発センターの高橋氏とともに、南極洋のおきあみ漁業で混獲されたいか類の種類とその食性について発表した。いか類は南極洋生態系できわめて重要な位置にある。しかしながら今まで分類学的な研究やソ連邦、アメリカ、ポーランド等の一部の研究を除き、必ずしも充分な研究が進められていなかった。いか類の採集は高橋氏が行ない、分類に関しては BIOMASS 計画の中の作業部会「いか類生態学」の議長である沖山博士が担当し、私はその餌の分類や摂食の日間リズム、いか類の鉛直分布等を担当した。この報告は BIOMASS 計画の中では初めての報告となり、コンピーナーの LAWS 博士の総括の中でも重要視されていたことは共著者とともに喜ぶたいと思う。

Eastman は *Notothenia* 属の魚類の海洋生態系における相互作用の特性を報告したが、この中で *D. mawsoni* の餌料としてあみ類が重要であるという点は南極洋におけるあみ類の動態が明らかでないところからきわめて興味があった。

南極洋の魚類の摂餌生態については、BIOMASS 計画で活躍しているフランスの HUREAU 博士等、KOCK 博士によるおきあみ類を初めとする動物プランクトンに対する捕食の研究がある。底魚的な生態的特性をもつ多くの *Nototheniids* について解析した結果、多くの種について動物プランクトン、マイクロネクトンが重要であることが示された。すなわちサルバ類、端脚類、おきあみ類が出現し、特に 100~400 m 深に分布する *Champsoccephalus gunnari* の成魚では夜間に鉛直移動して上層のプランクトンを捕食するが、幼生はより沿岸寄りて底棲生物を捕食している。これら魚類のおきあみ捕食量は膨大な量に達し、*C. gunnari* 一種だけで1年間サウスジョージア島付近で80万トン、南極海の西大西洋区では240万トン程度であると推定されている。

鳥の食性が海洋生物の分布や量、生態、また他の生物との相互関係の上で捕えられ、報告された点も興味を引いた。CROXALL 博士等は、各種餌料生物の生活史と鳥類、あざらし類の摂食時機の関連を、スコシア海特にサウス・ジョージア島付近の資料について解析した。この結果、ナンキョクオキアミの群集団 (swarm) は雄あるいは雌のみにより構成されるか、または群集団中に雌雄分れて分布している例があることが裏付けされた。この他明らかにされたことは、ゾウアザラシ等の海獣類にと

って魚類も重要な餌であること、中層ネット等で採集されるいか類普通種5種のうち4種はあざらし類の餌料として出現するが他の重要種はトロール等では採集されないこと、ペンギン類に深度計をつけて測定した結果では *Pygoscelis antarctica* の潜水する深度は おきあみ類の分布深度と一致したこと、等である。

アメリカの AINLEY 博士は、ロス海の家鳥、海獣の分布量の対比と海の生産力との関連を論じたが、このうち鯨類の目視による推定分布量は熟練した観察者によらないため計算が必ずしも合っていない点が指摘され、SIBEX においてはこの点に留意して検討することになろう。

この部会は発表数も多く、ポスターセッションも良かった。この中で特に私の興味を引いた点をいくつかあげる。ABRAMS 博士の鳥のエネルギー要求と南大洋の南極区、亜南極区、温帯区およびベンゲラ海流の湧昇域の生産量と海域の分布量や摂食量と比較する試み、FURNESS 博士の家鳥の餌料の研究においては捕食されたいかのくちばし大きさから海鳥の潜水深度を検討する試み、南極海の主要魚類の一つである *Pleuragramma antarcticum* の初期生活史、底棲性の等脚類 *Serolis polita* のエネルギー収支等があった。

4. 陸圏の食物連鎖

(座長 H. H. REMMERT 博士)

この部分は発表数も少なく、特に私個人で気になったのは、亜南極海の島々に人類によりねずみや猫が移入されて繁殖し、島の食物連鎖の中で一つの位置を占めていることである。これらの除去にはかなり努力しているがなかなか困難のようである。

5. 陸圏と海洋および淡水系の相互作用

(座長 W. R. SIEGFRIED 博士)

この部分はいわば全体の総括ともいうべきものである。陸圏と淡水湖の生物の相互作用、島の周辺における漁獲物の残渣の投棄により生じる餌料の供給過多による生殖生態の変動、ひげ鯨類の減少により餌料おきあみを共通餌料とするカニクイアザラシの成長や生殖動態の変化等、多くの興味ある論文が提出された。残念ながら、BIOMASS計画が最後に目指す南極生態系のモデル実験にまで踏み込んだ論文は少なかった。

あとがき

発表の内容の一部は以上であるが最後にコンピーナー

の R. M. LAWS 博士が全体の総括を行ない、5日間にもわたるシンポジウムを終った。

ウィルダネスは南アフリカ・ケープタウンの東にある静かな小さい町で、ウィルダネスホテルの他は特に大きな建物もなく、会期中は一同ほとんどホテル内で発表し、論議し、楽しい団樂も続いた。もちろん国際関係はここにも影を落し、ソ連邦からの参加者はなく、またポーランドからは1名のみが参加した。日本からは星合博士ともども僅かに2名の参加ではあったが、BIOMASS計画が着々と進行している現在、発表討論とともに諸外国の研究者と意見を交換し、またその研究の動向の把握を行なうことができたのは、まことに有意義であったと考える。

発表が終わって Fishbraai (魚のグリル) によるパーティあるいはアフリカダチョウの養殖場見物等、南アフリカの旅情をそそる催しもあり、現地主催者の努力をうかがわせる会合でもあった。

現在南極洋においてはBIOMASS(南極海海洋生態系とその生物資源に関する生物学的研究)計画が進行している。この計画において私は、本シンポジウムのコンピーナーである LAWS 博士(英国・南極研究所長)や HEMPEL 教授(西ドイツ・極地研究所長)、HUREAU 教授(フランス・国立博物館、本シンポジウムのレヴューアーの1人)等と、5人の執理事の1人として計画の遂行に当たっている。考えてみるとこの計画に参加するようになった発端は、1966年にチリー・サンティアゴで行なわれた SCAR, SCOR 主催の「南極海洋学シンポジウム」に参加したことによるといえよう。この機会に、BIOMASS 計画の立案等を行なう SCAR の専門家グループの議長である EL-SAYED 博士とも会い、かつ多くの南極海の研究者とも接触することができた。オーストラリアの BUNT 博士とは他のプログラム WESTPAC で密な協力の場が再現、またスコットランドのオーバンにある海洋研究所長 CURRIE 教授とはこの時以来の仲である。このときのシンポジウムの報告を故佐々木先生の主宰された日仏海洋学会誌「ろみ」に寄稿したのが、私と「ろみ」との関係の初めでもあった。佐々木先生は、南極海の海洋生物研究にきわめて深い理解を示され、「海鷹丸」による BIOMASS 研究航海に関しては参加メンバーの編成、予算の獲得その他に大所高所から努力されたことも記憶に新しい。

仏日海洋学会（パリ）第2回総会の議事録抄*

II. 会員数

現在の会員は85名である。水産分野に偏っているが、学会の目的を達成するために海洋科学のすべての分野の人々に加わって頂くようにつとめる。

IV. 仏日養殖シンポジウム

モンペリエでの第1回シンポジウムのあとをうけて、第2回シンポジウムが1984年10月に仙台で開かれた。フランス人参加者の旅費の一部として、海外協力省から2万フラン（60万円たらず）の補助があった。

3年ごとにこのシンポジウムを開くこと、できれば海外協力省と日仏会館後援の仏日科学シンポジウム（これも3年ごとに行われる）の中に含めること、などがきまった。したがって第3回シンポジウムは、今年秋フランスで開かれる第4回仏日科学シンポジウム（海洋科学分野はマルセーユで9月に開かれる）の一部となる。

V. 第4回仏日科学シンポジウム

海洋科学分野の責任者 CECCALDI 教授から現状の説明があった。海洋科学シンポジウムは9月16日から21日まで、(1) 海洋物理、堆積力学、(2) リモートセンシング、(3) 人工魚礁、(4) 赤潮、(5) 微生物、(6) 沿岸水の物理・化学・生物、(6) 資源開発、(7) 養殖、のおのおのに半日か1日を割りあてる。日本からの参加者の代表は富永政英日仏海洋学会会長であり、コーディネータは平野礼二郎教授である。日本からの参加予定者15名のリストはまだ確定しておらず、日本滞在中のシマール氏が仏日海洋学会を代表して平野教授と検討中である。

総経費は27万フランを予定しており、海外協力省、環境省、文部省、マルセーユ市などから交付される。

VI. (日本の) 日仏海洋学会との関係

第2回仏日養殖シンポジウムのあと日仏海洋学会会長(CECCALDI)らは日仏海洋学会会長らと会談した。日本側の提案は、(1) 日本に滞在するフランス人研究者、フ

ランスに滞在する日本人研究者についての情報、およびフランス海洋科学についての情報を、機関誌「うみ」を通して流すこと、(2) 近い将来に両学会の共同編集によるうみ特別号を刊行すること、(3) 仏日海洋学会員が日仏海洋学会に加入することを歓迎し、当分の間、会費を半額(3,000)円とすること、などであった。

これらの提案に対しては総会出席全員の賛成が得られた。仏日海洋学会の年会費は100フラン(約3,000円)なので、1986年については各会員はその倍額を払って日仏海洋学会にも加入するよう奨めることにした。「うみ」はフランスやその他の外国であまり知られていないが、このようにして日仏海洋学会は「うみ」にも貢献できるだろう。

ローマ字で書かれた日仏海洋学会員名簿が今年末には出来あがるだろう。

故佐々木会長を追悼する論文集が2月中に出版される予定である。

ロビエさんが過去の「うみ」の内容を分析することを提案した。そうすれば、どのような論文を投稿することが望ましいのか、判断のめやすになるだろう。

もう一つの協力事業がリュカ、西川さんから提案された。それは、日仏海洋・水産用語集(日仏海洋学会編集、絶版)とリュカさんの辞典(おもに養殖)とを基礎にして、あらたに海洋・水産用語集を作ることであり、すでに「うみ」編集委員長の意向は打診済みである。

シルベストル氏から彼が編集集中の鯨の用語もつけ加えてほしいという要望があった。

この件についてはリュカ、西川さんとシルベストル氏とが「うみ」編集委員長と連絡を取ることとなった。

VII. 日本に滞在中のフランス人研究者

フランソワ・シマール(東京水産大学、宇野教授)
カテリーヌ・マリオジュール(東京水産大学、小笠原教授; 東北大学、野村教授)

ジャン・マリ・チェリ(東京水産大学、加藤教授)
オディール・ル・カントレック(東京大学、梶原教授)
リエ・シム(鹿児島大学、金沢教授)
エルベ・ジガロフ(鹿児島大学、金沢教授)
ドゥニ・バファイ(鹿児島大、岩切教授)

近く出発する研究者

グッセ(うなぎの養殖、東京日仏会館)
プリエ(長崎大学、右田教授)
ガルコニ(甲殻類の消化管、未定)

* すでにお知らせしたように、昨年2月、フランスに日仏海洋学会が発足した。本年1月25日にパリの海洋研究所で第2回総会が開かれた。日本の日仏海洋学会ときまざまな面での協力が期待されるので、今後、日仏海洋学会の動向や本学会とのかわりなどを掲載してゆきたい。本稿は長文の議事録の一部の抄訳である。なお、両学会の名称はフランス語ではまったく同じなので、区別が必要な際には、それぞれの事務局の所在地(Tokyo と Paris)を末尾にカッコつきでつけ加えている。この抄訳では、フランスのは日仏海洋学会、日本のは日仏海洋学会とした。

メト・デン・アクトル

ガリ氏から、滞日フランス人の研究について、つぎのような重要な質問があった。「フランス各機関が設定している優先（研究）順位を考慮した上で、日本での研究計画が作られているのか」

Ⅷ. 日本海洋学ガイドブック

第一版はすでに刊行済みであるが、これまでの批判やこの総会での意見を取り入れて改訂版を作る。とくに、ガイドブックの目的、仏日・日仏海洋学会の紹介、日本の海洋科学研究政策・研究機関の構成、日本の水産養殖の研究体制に重点をおきたい。

改訂版は実費で販売する。

Ⅸ. 極東諸国での海洋科学研究に関する情報センタ

この計画は、リー氏、クレル氏、リュカさんの構想に発するが、発案者の諒承のもとに現在は仏日海洋学会が実現をはかっている。

極東といっても、第一段階としては日本の文献を扱う。この分野で日本の科学技術が高い水準にあること、したがって情報入手の需要が大きいこと、翻訳(語学)の

能力が手近かに存在すること、などがその理由である。

すでに多くの機関がこの計画に関心を示している。しかし、需要がどのくらいあるのか、どのような情報の提供が期待されているのかをはっきり見きわめるために、関係のありそうな機関にアンケートを実施することにした。この準備期間を経たのちに1986年のはじめから本格活動に入りたい。

X さし当りの事業計画

(1) 海洋・水産用語集の刊行、(2) 日本海洋科学ガイドブックの刊行。

学会の活動を紹介する小冊子を作りたい、という提案もあった。

[付属資料]

- (1) 第2回日仏養殖シンポジウム(1984年10月4日)のプログラム
- (2) 「極東諸国での海洋科学研究に関する情報センタ」設立の趣意書の概要(1984年12月)

(編集委員会)

Livre

Ocean Hydrodynamics of the Japan and East China Seas.

T. ICHIYE, editor, Elsevier, Amsterdam, xviii, 423 pp., illus. US\$ 71.25/Dfl. 185.00
Elsevier Oceanography Series; 39.

The reviewer had once been stationed to a marine observatory facing on the Sea of Japan for almost seven years more than 20 years ago. Making oceanographic investigation in the sea, he got gradually amazed by and interested into differences between oceanography of the Sea of Japan and that of the Northwestern Pacific; for instance water characteristics, biological population, tide ranges and geophysical features. Then, in order to compare them to those of other marginal seas he tried to expand the research area from the Japan Sea to the adjacent marginal seas; those are the Sea of Okhotsk and the East China Sea, later to the South China Sea and further to the Sulu and Celebes Seas.

From the results of his investigations, the reviewer has believed that there should be

another branch of ocean science for marginal seas or semiencllosed seas, say *Oceanomargology*, derived from the general oceanography. However, in the 1960s interest of oceanographers in the world was mainly focused to problems of open oceans, such as general circulation, dynamics of ocean currents and sea-floor spreading. Thus few of oceanographer had payed their attention to his proposal of establishing new field of ocean science for the marginal sea.

In 1980, the reviewer was surprised with great pleasure by hearing that Prof. Ichiye was intending to initiate a new international project to investigate the oceanography of the western marginal seas of the north Pacific; that is the JECSS (Japan and East China Seas Study) Program. Although the present JECSS aimed only at hydrological and dynamical studies of the two adjacent marginal seas, he felt that the program might be an origin of the *Oceanomargology* wishing the area of investigation will be expanded to the further marginal seas and the disciplinary field will also be extended to others such as chemistry, biology and geology.

Since then, the JECSS Program has had slow but steady progress through the workshops in

1981 and 1983, although internationally cooperative study at sea has not yet been activated very much because of lack of financial support by governments due to unfortunate world-wide economic depression.

This volume is a kind of the proceedings of the second JECSS Workshop held in late April, 1983 at Tsukuba, Japan. In the preface, Prof. Ichiye, the convener of the workshop and also the editor of the volume, outlines the background and development of the JECSS Program including historical role of the seas in culture exchange and political discord between the surrounding countries and then summarizes the proceedings of the meeting. A paragraph of historical aspects of the seas is worth reading and very interesting even for the reviewer, of course, Japanese, who cannot help admiring erudition of the convener.

Then follow 29 papers, among 37 presented at the workshop, under general subject headings: Hydrography of Open Ocean; Coastal Phenomena; Analytical Modellings; Numerical Modelling; Hydraulic Modelling; Measurement Methodology; Sea Levels and Tidal Currents; Remote Sensing; Turbidity; Wind Waves. The papers are of great variety: Geographically from the Taiwan Strait through the region outside of the Tsugaru Strait; technically from classical hydrology to contemporary satellite oceanography and numerical experiment; phenomenally from general circulation to coastal waves. As a matter of fact, the reviewer cannot properly comment on each individual paper of such wide variety.

Allotment of pages to each paper is geographically and technically uneven, although each paper is very interesting as an independent paper. Therefore, the volume seems to be rather a collection of independent contribution papers under topics which the authors are most interested in or studying right now than of those invited by the convener under subjects which he considered as musts for developments of the JECSS Program. The general subject headings might be put for reader's convenience afterward.

If the second workshop of JECSS aimed to publicize the present activity in countries of participants on study of dynamics in the Japan and East China Seas, this volume will be successful. If the aim of the workshop were to

assist establishing the investigation program in the framework of the JECSS for the next several years, papers reviewing what the recent studies could elucidate and what remains still unsolved would be of most importance. Only one of this kind is the convener's paper entitled "Some Problems of Circulation and Hydrography of the Japan Sea and the Tsushima Current", although some of the papers include concluding remarks proposing what they should study on their subjects for the future. However, this does not mean the volume has little value for future development of the program, but makes participants to the program a little confused in using the volume as a guide line for planning the next stage of the program. Literatures referred in the papers have great value and are important in the future development of the Program.

It is noted in the preface that the four main decisions were made during the workshop. Those are (1) Study of behaviour of the Tsushima Warm Current and other coastal currents by means of drifters (2) Co-ordination of on-going and being planned hydrographic surveys carried out by internationally different organizations (3) Further advanced usage of satellite remote sensing by utilizing SODC (Specialized Oceanographic Data Center) and by standardizing image data with the sea truth around Japan (4) Syntheses of modelling for the seas by different theoreticians. The decisions seem very adequate from the point of view of practical advancement of the program under the present economic conditions. A more ambitious proposal seems to be much more brilliant but may be hardly achieved. The participants were clever enough in adopting very realistic choices.

The reviewer expects the Program will steadily developed under the excellent leadership of both of Profs. T. ICHIYE and K. TAKANO and also expects we could have more valuable collected papers from the third workshop for JECSS Program scheduled to be held in May, 1985.

Masashi YASUI
Meteorological College
Asahicho-7, Kashiwa
277 Japan.

学 会 記 事

1. 昭和59年10月8日, 日仏会館において, 富永会長, 高野副会長および高木常任幹事が日仏海洋学会(パリ)会長セカルディ氏らと会い, 1985年秋に予定されている第4回日仏科学シンポジウムなどについて意見を交換した。
2. 昭和59年10月20日, 東京水産大学で常任幹事会が開かれ, 第4回日仏科学シンポジウムへの日本側からの参加について検討し, 平野礼二郎氏をコーディネータとしてフランス側と連絡をとり, 準備を進めてもらうことにした。
3. 昭和59年12月10日, 東京水産大学において, 昭和60年度学会賞受賞候補者推薦委員会(第1回)が開かれ, 委員長に阿部友三郎氏を選出した。
4. 昭和59年12月10日, 東京水産大学で常任幹事会が開かれ, 日本学術会議会員の推薦について協議した。第6部水産学研究連絡委員会に登録することとし, 学術会議から正式通知が来た段階で会員候補者として丸茂隆三氏を, 推薦人として富永会長を推すこととした。
5. 昭和59年12月26日, 東京水産大学において昭和60年度学会賞受賞候補者推薦委員会(第2回)が開かれ, 審議の結果, 候補者として, 永沢祥子氏を推薦することとし, この旨阿部友三郎委員長から, 会長に報告された。
6. 逝去 神田献二
7. 退会者
三浦知之, 森川吉郎, 大野裕二, 川村輝良, 楠 宏,
川原征一郎, 黒田隆哉
8. 住所変更
村田 聡 中華人民共和国浙江省杭州国家海洋局第2
海洋研究所
斉藤誠一 〒102 千代田麴町 4-5 海事センタービル
3 F
竹内能忠 〒041 函館市日吉町 2-8-15
9. 交換・寄贈出版物
Bulletin de l'Institut de Géologie du bassin d'aquaine など約40種, 70点

日仏海洋学会役員

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

名誉会長 オーギュスタン・ベルク
会長 富永政英
副会長 高野健三, 森田良美
常任幹事 有賀祐勝, 宇野 寛, 佐伯和昭, 関 文威,
高木和徳, 松生 治

幹 事 青木三郎, 阿部友三郎, 石野 誠, 井上 実,
岩下光男, 岡見 登, 川原田裕, 菊池真一,
草下孝也, 斎藤泰一, 佐々木幸康, 佐藤孫七,
高橋 正, 奈須敬二, 根本敬久, 半沢正男,
丸茂隆三, 三浦昭雄, 山中鷹之助

(五十音順)

監 事 久保田 穰, 辻田時美

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, 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,
川原田裕, 菊池真一, 草下孝也, 久保田 穰,
黒木敏郎, 小泉政美, 小林 博, 西条八東,
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, 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, 淵 秀隆, 前田昌嗣,
増沢謙太郎, 松生 治, 丸茂隆三, 三浦昭雄,
三宅泰雄, 宮崎龍雄, 村野正昭, 元田 茂,
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 (五十音順)

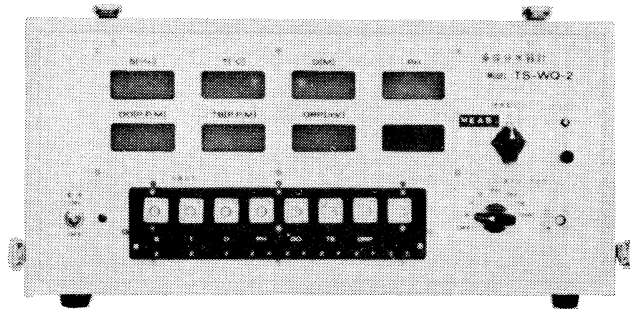
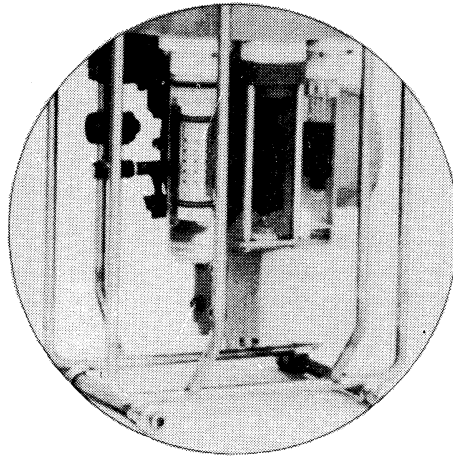
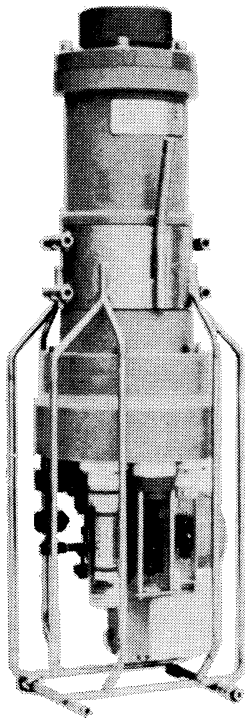
マルセル・ジュグラリス, ジャン・アंकテ
イル, ロジェ・ペリカ

多成分水質計 MODEL TS-WQ-2R

水質調査に新時代を画す！

弊社の水質計測に関する長年の経験とお客様の現場経験に基づく御指導によって設計いたしました。

現場において、合計8項目の水質を同時に、迅速に、容易に、しかも高精度で測定することができます。観測者は、リアルタイムで調査海域の状況を把握しつつ観測計画（測線間隔、測点間距離、測定深度及び深度間隔など）を適切に変更実施することが可能になりました。



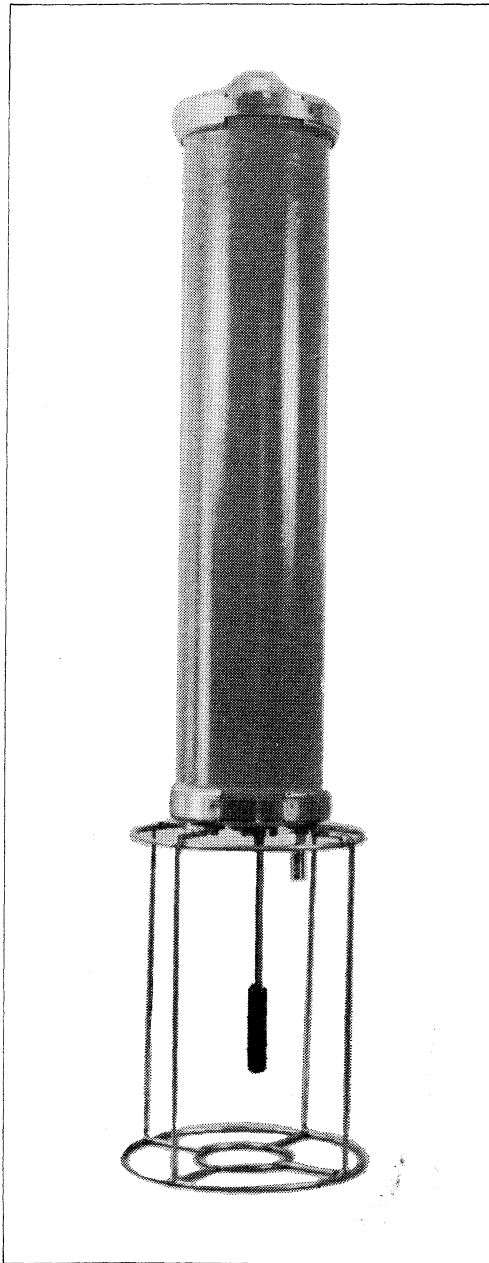
項目 要目	水 温	塩 分	深 度	水素イオン濃度 (PH)	溶 酸 存 量 (DO)	濁 度	酸 化 還 元 電 位 (ORP)	(ブランク)
測定方式	白金抵抗体	電磁誘導	ストレンゲージ	複合ガラス電極	隔膜電極	透過光散乱比較式	白金電極	—
測定範囲	0~32℃	10~35‰	0~50m	4 ~ 12	0 ~ 20 ppm	0~20ppm オプション (0~100ppm) (0~500ppm)	-500 ~ +500mV	—
精 度	±0.1℃	±0.05%	±0.3%FS	±0.05	±0.5ppm	±5%FS	±1%FS	—

T.S.K

株式会社 鶴見精機

横浜市鶴見区鶴見中央2丁目2番20号
 電話(045)521-5252(代) FAX045-521-1717
 テレックス3823750 TSK JPN J

バブルメモリ電磁流速計



BUBBLE MEMORY SYSTEM

UECM2000

UNION
ELECTROMAGNETIC
CURRENT
METER

四大特長

1. バブルメモリデータロガー内蔵

- 1メガビットの高容量バブルカセット方式
- 機械的可動部なく保守不要
- 不揮発性で、媒体エラーなし
- 低電力消費システム
- 各種パソコンに容易に接続可能

2. 多機能マイクロプロセッサ内蔵

- 計測パラメータは簡単なキーボード操作で入力
- 液晶ディスプレイによる対話方式
- ベクトルアベリッジ演算機能
- 装置内のセルフチェック機能

3. 高精度センサ

- コンパクトなベクトル電磁流速センサ
- ハイレスポンスの高性能ホール素子コンパス
- 標準4ch— X、Y流速、コンパス、水温
- オプションセンサー—電気伝導度、深度、濁度

4. 取扱い容易

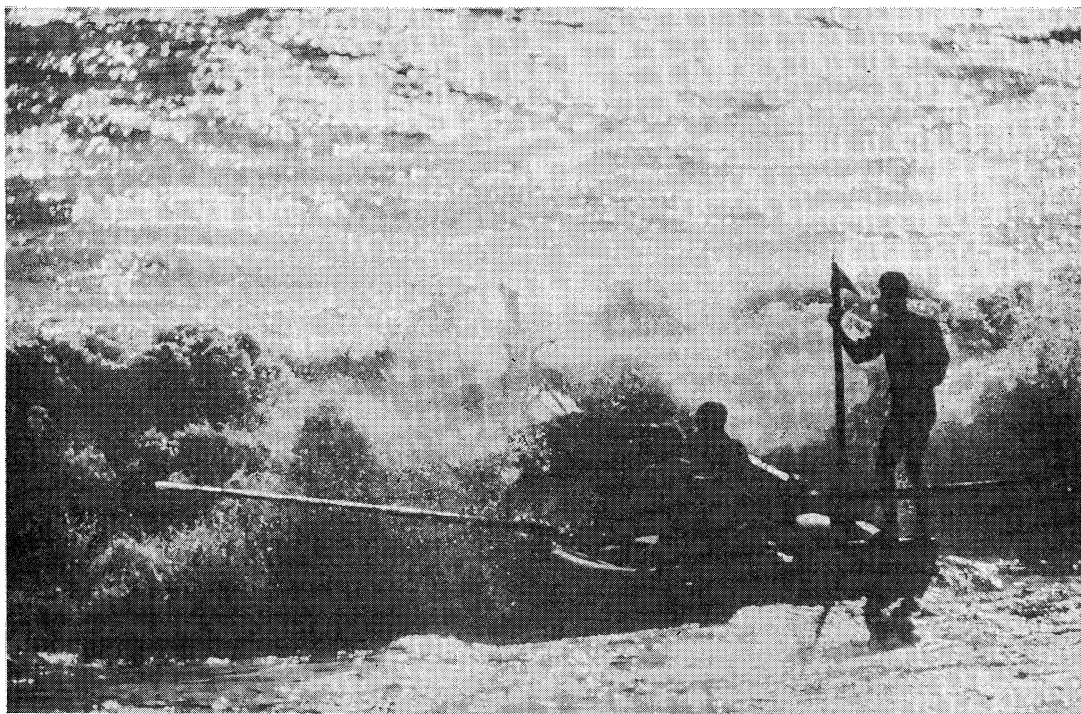
- 軽量、非腐食の特製FRP耐圧ケース
- 係留が容易で、波浪域でも良好なデータ取得
- 接続ミスのない1パック電源使用

この他にも表層域から海深
まで、すべての測流技術を
結集した各種流測計があり
ます。



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 TEL 078-332-3381(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 TEL 03-543-5399

好奇心

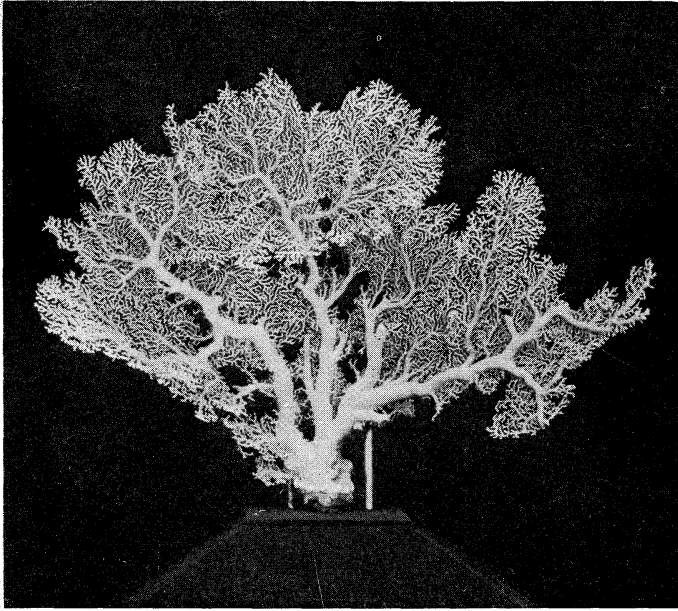


身近なもの、夢のあるもの、美しいもの、未来。自然、動物、魚、鳥、そして人々の笑顔。ほんのちょっとした好奇心が、なにげない情景を感動のドラマに変える。新しい興味が新しい世界を造る。今日から明日、そして未来へ———
好奇心いっぱい。

 **読売広告社**

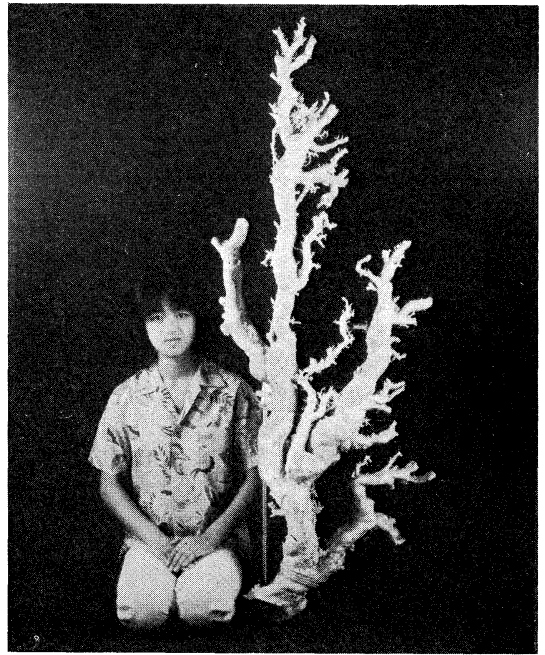
支社：中央・新橋・渋谷・新宿・池袋・上野・蒲田・立川・横浜・北海道・仙台・名古屋・大阪・広島・小倉・福岡

本社：東京都中央区銀座1-8-14 TEL 567-8111 (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)

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	船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 **本 地 郷**

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

代表取締役 宮 本 悟 取締役 大 塚 昌 治

お ね が い

仏日海洋学会第2回総会の議事録抄に記載のとおり、本誌「うみ」や（フランスの）仏日海洋学会を通して、滞日フランス人研究者と滞日日本人研究者の消息を、日仏両国の海洋科学界に伝えることになりました。滞日の海洋・水産科学研究者（日本人）をご存知の方は、姓名

と所属（日本およびフランスでの）、予定滞在期間、専門分野を、事務局にお知らせ下さるようお願いいたします。

（近い将来に行かれる方、近い過去に滞在されていた方も含めて）

お 知 ら せ

この号から「特別寄稿」という欄を設けました。海洋科学の分野の、国内・国外の大家に寄稿をお願いし、毎月1篇づつ掲載します。寄稿は、原著論文ではなく、総

説でもなく、どちらかといえば哲学的思索の産物、あるいは必ずしも海洋科学だけにかかわらない科学評論ふうのものが多くなるでしょう。

日仏海洋学会総会および学術研究発表会

と き	5月30日(木)
と ころ	日仏会館会議室
研究発表の申込み先	東京水産大学環境測定工学講座
申込み締切り	4月26日(金)

Tome 23 N° 1

SOMMAIRE

Article spécial

Emigration of fish: a change in opinion D. H. CUSHING 1

Notes originales

Video activity counter (VAC) for monitoring fish locomotion Takafumi ARIMOTO 6
and Makoto INOUE

Characteristics of the upper ocean thermal structure with its variations
around Japan — from records of Ocean Data Buoys obtained by J.M.A. —
..... Yoshihiro YANO, Kimio HANAWA and Yoshiaki TOBA 14

Studies concerning the fishery biology of the sea urchin *Hemicentrotus*
pulcherrimus (A. AGASSIZ) in Kaji, Fukui Prefecture — V.
Gonad index of the sea urchin population Takashi NANBA, Kuniteru MAEKAWA
and Naonori ISHIWATA 23

Documentation

On historical documents of tsunamis around Hidaka River in Wakayama-ken
..... Shigehisa NAKAMURA 26

Quatrième colloque de la biologie antarctique Takahisa NEMOTO 32

Générale de la Société franco-japonaise d'océanographie (Paris) (extrait) 36

Livre 37

Procès-Verbaux 39

第 23 卷 第 1 号

目 次

特別寄稿

魚の回遊に関する提言 D. H. CUSHING 1

著

TV 映像信号による魚群行動計数装置 有元貴文, 井上 実 6

日本近海上層水温場の構造とその変動の特徴 — 気象庁海洋気象パイロポット資料から —
..... 矢野善博, 花輪公雄, 鳥羽良明 14

福井県梶地先におけるバフソウニの漁業生物学的研究 — V.
— 個体群の生殖巣指数 — 難波高志, 前川邦輝, 石渡直典 23

料

和歌山県日高川の津波史料について 中村重久 26

第 4 回南極生物学シンポジウムに出席して 根本敬久 32

日本海洋学会 (パリ) 第 2 回総会議事録 (抄) 36

評

..... 37

記事

..... 39