

---

Tome 4

Novembre 1966

Numéro 4

---

う み

La mer

昭和 41 年 11 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise  
d'océanographie  
Tokyo, Japon

# 日 仏 海 洋 学 会

## 編 集 委 員 会

委員長 今村 豊 (東京水産大学)  
委員 青木 斌 (東海大学) 星野通平 (東海大学) 市村俊英 (東京教育大学) 井上 実 (東京水産大学) 岩下光男 (東海大学) 岩田憲幸 (国立防災科学技術センター) 川原田 裕 (気象庁) 丸茂隆三 (東京大学) 永田 正 (東京水産大学) 奈須敬二 (鯨類研究所) 奈須紀幸 (東京大学) 西村 実 (水産庁) 大柴五八郎 (理化学研究所) 佐々木忠義 (東京水産大学) 杉村行勇 (気象研究所) 杉浦吉雄 (気象研究所) 高木和徳 (東京水産大学) 高野健三 (東京大学) 富永政英 (東京学芸大学) 渡辺精一 (理化学研究所)

## 投 稿 規 定

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

Rédacteur en chef  
Comité de rédaction

Yutaka IMAMURA (Tokyo University of Fisheries)  
Bun Aoki (Tokai University) Michihei Hoshino (Tokai University)  
Shunei Ichimura (Tokyo Kyoiku University) Minoru Inoue (Tokyo University of Fisheries) Mitsuo IWASHITA (Tokai University) Noriyuki IWATA (National Research Center for Disaster Prevention) Yutaka KAWARADA (Meteorological Agency) Ryuzo MARUMO (University of Tokyo) Tadashi NAGATA (Tokyo University of Fisheries) Keizi Nasu (Whales Research Institute) Noriyuki NASU (Tokyo University) Minoru NISHIMURA (Fisheries Agency) Gohachiro OSHIBA (Institute of Physical and Chemical Research) Tadayoshi SASAKI (Tokyo University of Fisheries) Yukio Sugimura (Meteorological Research Institute) Yoshio SUGIURA (Meteorological Research Institute) Kazunori TAKAGI (Tokyo University of Fisheries) Kenzo TAKANO (University of Tokyo) Masahide Tominaga (Tokyo Gakugei University) Seiichi Watanabe (Institute of Physical and Chemical Research)

## RECOMMANDATIONS A L'USAGE DES AUTEURS

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

## A Note on Tidal Vorticity\*

Shigehisa NAKAMURA\*\*

**Résumé:** Une solution approchée de l'équation des tourbillons obtenue dans le cas où un courant de marée existe au voisinage d'une côte droite montre que le tourbillon côtier se propage vers le large en onde progressive et que sa valeur absolue est inversement proportionnelle à la distance de la côte. La relation entre le tourbillon et le coefficient de viscosité turbulente que nous avons établie est comparée avec le tenseur de la viscosité turbulente que HAYAMI avait précédemment obtenu pour l'écoulement stationnaire. On voit que le coefficient de viscosité turbulent supposé constant dans notre solution correspond à un des éléments diagonaux de son tenseur, bien que les conditions aux limites ne soient pas les mêmes. A titre d'exemple se montre un résultat d'une mesure qui s'accorde qualitativement avec le résultat théorique.

### 1. Introduction

The author tried to study on tidal vorticity at coast referring to some field data (NAKAMURA, 1966). The theoretical result was not exact mathematically but gives a relation between vorticity and distance from coast.

In the coastal region, tidal currents are significant comparing to other components of currents. Introducing a concept of vorticity, vorticity associated with tidal currents is an interesting problem. This vorticity might be defined as "tidal vorticity".

The concept of vorticity, already before, was introduced to study oceanic circulation by oceanographers (STOMMEL, 1958). But it seems that vorticity has not been introduced into problems of coastal and near shore phenomena.

In this article, the author would like to study on tidal vorticity by use of successive approximation method to the vorticity equation. The relation between vorticity and distance from coast, and mechanism of time change in vorticity are studied, which shows that vorticity is inversely proportional to the distance from coast. After that, coefficient of eddy viscosity is studied in relation to vorticity.

### 2. Vorticity equation

Vorticity equation is derived from the equations

\* Received Sept. 8, 1966

\*\* Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

of motion and the equation of continuity. And, here, vorticity averaged from sea surface to bottom is considered. Cartesian co-ordinates taken, and  $x$  and  $y$  axes correspond to a coast line and to normal line to the coast line, respectively. The  $x$ - $y$  plane is horizontal near the sea surface, and  $z$  axis is vertical and upward positive.

Vorticity equation is

$$\frac{D\omega}{Dt} = \nabla(\eta \nabla\omega) - f \frac{\partial\omega}{\partial z}, \quad (1)$$

where

$$\omega = \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}, \quad (2)$$

and

$$\frac{D}{Dt} \equiv \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial z} \quad (3)$$

and  $u, v, w$  are  $x, y, z$ -components of current velocity, respectively,  $f$  is known as Coriolis' factor which is equal to  $2\Omega \sin \varphi$ .

Considering about vertical motion of sea water,

$$w_{z=\zeta} = \frac{\partial \zeta}{\partial t} \quad \text{at sea surface}, \quad (5)$$

$$w_{z=-H} = 0 \quad \text{at bottom}. \quad (6)$$

And by integration of each term of the equation (1) from sea surface  $z=\zeta$  to bottom  $z=-H$ ,

$$\frac{D}{Dt} \left( \int_{-H}^{\zeta} \omega dz \right) = \nabla \left[ \eta \left( \nabla \int_{-H}^{\zeta} \omega dz \right) \right] - f \frac{\partial \zeta}{\partial t} \quad (7)$$

or, when  $\zeta \ll H$ ,

$$\frac{D\varpi_0}{Dt} = \nabla[\eta \nabla \varpi_0] - \frac{f}{H} \frac{\partial \zeta}{\partial t}, \quad (8)$$

where

$$\varpi_0 = \frac{1}{H} \int_{-H}^{\zeta} \varpi dz. \quad (9)$$

Hereafter,  $\varpi_0$  is rewritten as  $\bar{\omega}$ .

### 3. Successive approximation to vorticity equation

Vorticity equation (8) is a non-linear equation, which is solved here by successive approximation method.

Now assume a solution of the equation (8) as

$$\varpi = \sum_{n=1}^{\infty} \varpi_n e^{in\omega t}, \quad (10)$$

and assume current velocity and level of sea surface as

$$u = \sum u_n e^{in\omega t}, \quad (11)$$

$$v = \sum v_n e^{in\omega t}, \quad (12)$$

and

$$\zeta = \sum \zeta_n e^{in\omega t}. \quad (13)$$

Substitute the equations (10), (11), (12) and (13) into the equation (8), and the reduced vorticity equation is

$$\sum \left[ in\omega \varpi_n e^{in\omega t} + u_p \frac{\partial \varpi_q}{\partial x} e^{i(p+q)\omega t} + v_p \frac{\partial \varpi_q}{\partial y} e^{i(p+q)\omega t} \right] = \sum \left[ \eta \nabla^2 \varpi_n \cdot e^{in\omega t} - \frac{in\omega f \zeta_n}{H} \cdot e^{in\omega t} \right], \quad (14)$$

where  $n, p$  and  $q$  are integers, and  $p+q=n$  ( $n \geq 1$ ).

Equate the terms of the same power of  $e$  in the equation (14), and the following differential equations are obtained;

$n=1$ ,

$$i\omega \varpi_1 = \eta \nabla^2 \varpi_1 - i\omega \frac{f \zeta_1}{H}. \quad (15)$$

$n=2$ ,

$$3i\omega \varpi_2 + u_1 \frac{\partial \varpi_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial \varpi_1}{\partial y} = \eta \nabla^2 \varpi_2 - \frac{2i\omega f \zeta_2}{H}. \quad (16)$$

$n=3$ ,

$$3i\omega \varpi_3 + u_1 \frac{\partial \varpi_2}{\partial x} + u_2 \frac{\partial \varpi_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial \varpi_2}{\partial y} + v_2 \frac{\partial \varpi_1}{\partial y} = \eta \nabla^2 \varpi_3 - \frac{3i\omega f \zeta_3}{H}. \quad (17)$$

For convenience of calculation, consider that dependency of  $\varpi_n$  to  $y$  only for a fixed value of  $x$  and  $\nabla^2$  is assumed to be able to write in a form of  $\partial^2/\partial y^2$ .

Partial solution of 1st order approximation is derived from the equation (15)

$$\varpi_1 = [C_1 e^{-(1+i)\sqrt{\frac{\omega}{2\eta}} y} + C_2 e^{(1+i)\sqrt{\frac{\omega}{2\eta}} y}] e^{i\omega t}. \quad (18)$$

By use of equation (18), partial solution of 2nd order is derived from the equation (16).

$$\begin{aligned} \varpi_2 = & \left[ -\frac{f \zeta_2}{H} - \frac{C_1^2}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\eta}{2\omega}} e^{-(1+i)\sqrt{\frac{\omega}{2\eta}} y} \right. \\ & \left. + C_2^2 e^{(1+i)\sqrt{\frac{\omega}{2\eta}} y} \right] e^{2i\omega t} \\ & + \varpi_1' \int \frac{1}{[\varpi_2']^2} \left\{ v_1 \frac{\partial \varpi_1}{\partial y} \varpi_1' dy \right\} e^{2i\omega t} dy, \quad (19) \end{aligned}$$

where

$$\varpi_1' = B_2 e^{(1+i)\sqrt{\frac{\omega}{2\eta}} y}. \quad (20)$$

And partial solution of  $n$ th order is

$$\begin{aligned} \varpi_n = & \left[ -\frac{\zeta_n f}{H} - \frac{C_1^n}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\eta}{n\omega}} e^{-(1+i)\sqrt{\frac{\omega}{2\eta}} y} \right. \\ & \left. + C_2^n e^{(1+i)\sqrt{\frac{\omega}{2\eta}} y} \right] e^{ni\omega t} \\ & + \varpi_n' \int [\varpi_n']^{-2} \left\{ \left[ \sum_{p+q=n} v_p \frac{\partial \varpi_q}{\partial y} \right] \varpi_n' dy \right\} e^{ni\omega t} dy, \quad (21) \end{aligned}$$

where

$$\varpi_n' = B_n e^{(1+i)\sqrt{\frac{\omega}{2\eta}} y} \quad (22)$$

and  $B_n, C_1, C_2, C_1^n$  and  $C_2^n$  are constants which are determined by given boundary conditions.

### 4. Conditions to tidal vorticity

It is already known that velocity gradient is larger in a coastal region than in offing. And, consider a synoptic flow pattern of parallel current to the coast (HIGUCHI and NAKAMURA, 1966). Under these conditions, the solution of the vorticity equation

$$\varpi = \sum \varpi_n e^{in\omega t}$$

is shown by the following form, which is sum of the partial solutions of each order;



$$\begin{aligned}
\bar{\omega}_{Re} = & -\frac{\zeta f}{H} \\
& -e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y} \cdot \frac{C_1}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\eta}{\omega}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y + \omega t\right) \\
& -e^{-\sqrt{\frac{2\omega}{2\gamma}}y} \cdot \frac{C_1^2}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\eta}{2\omega}} \cos\left(-\sqrt{\frac{2\omega}{2\gamma}}y + 2\omega t\right) \\
& -e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y} \cdot \frac{\sqrt{2}v_1C_1}{4\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y + 2\omega t - \frac{\pi}{4}\right) \\
& -e^{-\sqrt{\frac{3\omega}{2\gamma}}y} \cdot C_1^3 \sqrt{\frac{\eta}{3\omega}} \cos\left(-\sqrt{\frac{3\omega}{2\gamma}}y + 3\omega t\right) \\
& + e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y} \cdot \frac{\sqrt{2}v_1^2C_1^2}{4(\sqrt{3}-1)\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y + 3\omega t - \frac{\pi}{4}\right) \\
& -e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y} \cdot \frac{v_2C_1^4}{4(\sqrt{3}-1)\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y + 3\omega t\right). \tag{23}
\end{aligned}$$

From the equation (10) and (21), it is sure that the solution of the vorticity equation has the term  $\left(-\frac{\zeta f}{H}\right)$  so that  $\left(-\frac{\zeta f}{H}\right)$  is inserted instead of the terms  $\left(-\frac{f}{H}[\zeta_1 e^{i\omega t} + \zeta_2 e^{2i\omega t} + \zeta_3 e^{3i\omega t}]\right)$  in the equation (23).

Using an approximation

$$e^{-ax} = 1 - ax + \frac{ax^2}{2} - \dots \doteq \frac{1}{1+ax} \tag{24}$$

the solution (23) is rewritten,

$$\begin{aligned}
\bar{\omega}_{Re} \doteq & \frac{1}{\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y+1} \left[ -\frac{C_1}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\eta}{\omega}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y + \omega t\right) - \frac{v_1C_1}{2\sqrt{2}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y + 2\omega t - \frac{\pi}{4}\right) \right. \\
& + \frac{v_1^2C_1^2}{2\sqrt{2}(\sqrt{3}-1)\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y + 3\omega t - \frac{\pi}{4}\right) - \left. \frac{v_2C_1^4}{4(\sqrt{3}-1)\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y + 3\omega t\right) \right] \\
& + \frac{1}{\sqrt{\frac{2\omega}{2\gamma}}y+1} \left[ -\frac{C_1^2}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\eta}{2\omega}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y + 2\omega t\right) + \frac{v_1C_1^2}{4(\sqrt{3}-\sqrt{2})\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{\gamma}}y + 3\omega t\right) \right] \\
& + \frac{1}{\sqrt{\frac{3\omega}{2\gamma}}y+1} \left[ -C_1^3 \sqrt{\frac{\eta}{3\omega}} \cos\left(-\sqrt{\frac{3\omega}{2\gamma}}y + 3\omega t\right) \right] - \frac{\zeta f}{H}. \tag{25}
\end{aligned}$$

If the solution is limited to the approximation of 1st order only, non-linear effect is not included and

$$\bar{\omega}_{Re} \sim -\frac{\zeta f}{H} - \frac{1}{\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y+1} \cdot \frac{C_1}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\eta}{\omega}} \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\gamma}}y + \omega t\right). \tag{26}$$

This solution shows that, in coastal region, Coriolis' effect is as much as  $\left(-\frac{\zeta f}{H}\right)$  and the solution has a part which is inversely proportional to distance  $y$  from coast in case of large value of  $y$ . And that, the solution shows that the vorticity is propagated from near coast to offing as if it were a progressive wave; with wave number  $\sqrt{\frac{\omega}{2\eta}}$  and frequency  $\omega$ .  $C_1$  of the equation (26) should be determined by a given boundary condition.

### 5. Relation to coefficient of eddy viscosity

Even when the solution of the vorticity equation is taken up to higher order approximation, it can be found that the equations (22) and (23) have the factor of  $y^{-1}$  in case of large value of  $y$ . Now again, consider about the equation (26) for fairly distant region from coast. Then,

$$\varpi_{Re} \sim -\frac{\zeta f}{H} - \frac{C_1}{4y} \left(\frac{2\eta}{\omega}\right) \cos\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2\eta}}y + \omega t\right). \quad (27)$$

From the above solution, a relation between  $\varpi_{Re}$  and  $\eta$  is found. If the Coriolis' effect is negligible, it is easily found that  $\varpi_{Re}$  is proportional to  $\eta$ . Through this derivation of the solution, coefficient of eddy viscosity has been considered as a constant which is independent of time and location. Formerly HAYAMI introduced (HAYAMI, 1949) a relation between vorticity ( $\varpi = \text{rot } u$ ) and eddy viscosity  $\eta$  as a tensor ( $\eta \equiv \eta_{ij}$ ) for a steady flow, that is

$$\eta = \eta_{ij} = \begin{pmatrix} \eta_{11} & \eta_{12} & \eta_{13} \\ \eta_{21} & \eta_{22} & \eta_{23} \\ \eta_{31} & \eta_{32} & \eta_{33} \end{pmatrix} \\ = (C^2) \cdot |\text{rot } u| \cdot z^2 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (28)$$

where  $i, j=1, 2$  and  $3$ . Comparing the relations (27) and (28), these are fairly similar each other in the relation between  $\varpi$  and  $\eta$ . Exactly speaking,  $\eta$  in the equation (27) seems to correspond to  $\eta_{22}$  in the equation (28).

### 6. A solution referred to field data

Synoptic flow pattern in relation to distance from the coast is able to write as following, when the bottom configuration is rather simple.

$$\bar{u} = p \log y + q, \quad (29)$$

where  $\bar{u}$  is current velocity at  $y$  distant from the coast,  $p$  and  $q$  are constants which should be determined from observed data of current velocity in the field. In a case of the flow pattern, currents are parallel with each other so that vorticity may be described as follow in this case;

$$\varpi = py^{-1}. \quad (30)$$

This relation is acceptable for some field data which was already introduced by HIGUCHI and NAKAMURA (1966). And that, the relation between vorticity and distance from coast in equation (30) has good correspondency to the relation (27).

This result seems to show the relation between vorticity and distance from the coast can be determined referring to the observed data of current velocity, and that the relation obtained from successive approximation method is consistent in relation to the result of field data qualitatively.

The author would like to acknowledge to Dr. S. HAYAMI, Dr. K. YANO, Dr. Y. IWAGAKI and Dr. H. HIGUCHI for their valuable suggestions to this study.

### References

- HAYAMI, S. (1949): Study on process of sedimentation. Symposium on sedimentation in Kyoto, 1-8. (in Japanese)
- HIGUCHI, H. and S. NAKAMURA (1966): On tidal currents at Eastern Harima Coast. Ann. Dis. Prev. Inst., Kyoto Univ., No. 9, 771-777. (in Japanese)
- NAKAMURA, S. (1966): Courant de marée et tourbillon dans la région côtière. La Mer; Bull. Soc. franco-japonaise d'océanogr., 4(7), 108-110. (en japonais)
- STOMMEL, H. (1958): The gulf stream. Calif. Univ. Press, 105-125.

## 潮流による渦度に関する考察

中 村 重 久

**要 旨:** 沿岸付近では潮流にともなう巨視的渦度がみられる。ところでこれまでに渦度の概念をこのような沿岸付近の問題に導入した例はほとんどないように考えられる。ここでは直線状の海岸線の付近で潮流が存在する場合について、渦度方程式を逐次近似法によって解いてみた。この結果、渦度の絶対値は海岸線からの距離に逆比例し、海岸付近の渦度は進行波の性質をもって沖へ伝播していくことがわかった。

かつて速水が2次テンソル型式で示した、定常流に対する渦動粘性テンソルと、上に導かれた渦度方程式の解においてみられる渦度と渦動粘性係数との関係とを対比してみると両者の境界条件は若干異なるが、対応関係はよく似ていることがわかった。また、上に解を導くにあたって定数として用いた渦動粘性係数は、渦動粘性テンソルの対角成分の一つに対応するものと考えられる。

また、現地観測資料にもとづき、潮流流速の距岸距離に対する分布を対数分布と考えるとき、この観測資料から導かれる渦度は、潮流によって生じたもので、海岸線からの距離に逆比例する。これは、逐次近似法による解と定性的に一致する。

## 河口付近の津波・うねりについて\*

中村 重久\*\*

### Tsunami et houle au voisinage des bouches d'un fleuve

Shigehisa NAKAMURA

**Résumé:** Une étude porte sur la variation du niveau d'eau au voisinage des bouches d'un fleuve, causée par la remonte d'une onde longue (tsunami ou houle) se propageant du large, dans le cas où le gradient du fond et la profondeur du fleuve sont constants. Une solution approchée des équations du mouvement et de continuité par la méthode d'approximations successives montre que l'atténuation de la variation du niveau dépend de la vitesse moyenne de l'écoulement normal, de la profondeur et de la distribution verticale de la vitesse. La vitesse de la propagation de la variation du niveau et son atténuation au cours de la remonte sont calculées. Ce résultat n'est pas valable s'il a lieu le déferlement ou la courbure de l'axe du fleuve au voisinage des bouches.

#### 1. 緒 論

河口付近の水位変動の問題は、現象そのものの機構を明らかにするという面で興味ある問題であるとともに、実際の問題に対する一つの示唆を導き出すという意味で重要な問題を含んでいると思われる。

ここでは初めに河口付近の水位変動について 1 次元解析を行ない、逐次近似法によって得られる結果を簡単に考察する。つぎに、この解析の結果を参考として、現地で記録された結果および現地踏査で得られた結果について考察する。第 3 に河口付近で河川が彎曲している場合の水位変動の問題について図式的解法によって簡単な考察をし、天塩川の地形と対比してみる。

#### 2. 1 次元解析

いま、河口から流軸に沿って河の上流に向けて平均水面を  $x$  軸、河床から鉛直上方に  $z$  軸をとる。河床勾配を  $I_0$  とし、河の水面は河流のみがある場合河床 (勾配  $I_0$ ) と平行で、水深  $h$  は一定であるとする。また河口より溯上する水位変動

を  $\zeta$  とする。このとき運動方程式および連続方程式は

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -fv^2 - g \left( I_0 + \frac{\partial \zeta}{\partial x} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial x} [(\zeta + h)v] \quad (2)$$

で与えられる。ここに  $v$  は水の水平運動速度、 $w$  は垂直速度、(1) の摩擦抵抗項は流速の 2 乗に比例すると考え、比例係数を  $f$  とする。この  $f$  は水底の摩擦係数とよばれているものに相当する。(1) における  $w$  として水面の垂直運動速度をとると  $w = \partial \zeta / \partial t$  である。また流速の水平成分について対数分布則が成立つとして

$$v = \mu \log z + \nu \quad (3)$$

これから

$$\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\mu}{z} \quad (4)$$

を得る。 $z$  として水深をとり、 $z = \zeta + h$  とすれば (1) および (2) 式は

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\mu}{\zeta + h} \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial t} &= -fv^2 - g \left( I_0 + \frac{\partial \zeta}{\partial x} \right) \quad (5) \\ \frac{\partial \zeta}{\partial t} &= - \frac{\partial}{\partial x} [(\zeta + h)v] \quad (6) \end{aligned} \right.$$

河流  $v_0$  が定常状態で時間的変化がないときには

\* 1966 年 9 月 20 日受理

\*\* 京都大学防災研究所 Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

$$\begin{cases} v_0 \frac{\partial v_0}{\partial x} = -fv_0^2 - gI_0 & (7) \\ 0 = -\frac{\partial}{\partial x} [hv_0] & (8) \end{cases}$$

であるから、

$$v = -v_0 + u$$

と考え、運動方程式の摩擦項における  $v$  の符号を考慮すれば、(5) および (6) 式はつぎのようになる。

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} - v_0 \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\mu}{\zeta + h} \frac{\partial \zeta}{\partial t} \\ = -f(-2v_0u + u^2) - g \frac{\partial \zeta}{\partial x} & (9) \\ \frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} [\zeta(-v_0 + u) + hu] & (10) \end{cases}$$

上の方程式の解が

$$\begin{cases} u = \sum u_n e^{in\omega t} & (11) \\ \zeta = \sum \zeta_n e^{in\omega t} & (12) \end{cases}$$

で与えられるとすれば、(9) および (10) を解くことは (11) および (12) の  $u_n$  および  $\zeta_n$  を  $x$  の関数として表式を導くことにほかならない。(11) および (12) を (9) および (10) に代入すると運動方程式は

$$\begin{aligned} & \sum \left[ in\omega hu_n - hv_0 \frac{\partial u_n}{\partial x} + in\omega \mu \zeta_n - 2fhv_0 u_n \right. \\ & + gh \frac{\partial \zeta_n}{\partial x} \left. \right] e^{in\omega t} + \sum_{p,q} \left[ ip\omega u_p \zeta_q + hu_p \frac{\partial u_q}{\partial x} \right. \\ & + v_0 \zeta_p \frac{\partial u_q}{\partial x} + fhu_p u_q - 2fv_0 \zeta_p u_q + g\zeta_p \frac{\partial \zeta_q}{\partial x} \left. \right] e^{i(p+q)\omega t} \\ & + \sum_{\alpha,\beta,\gamma} \left[ \zeta_\alpha u_\beta \frac{\partial u_\gamma}{\partial x} + f\zeta_\alpha u_\beta u_\gamma \right] e^{i(\alpha+\beta+\gamma)\omega t} = 0 \quad (13) \end{aligned}$$

また連続方程式は

$$\begin{aligned} & \sum_n \left[ in\omega \zeta_n - v_0 \frac{\partial \zeta_n}{\partial x} + h \frac{\partial u_n}{\partial x} \right] e^{in\omega t} \\ & + \sum_{p,q} \frac{\partial (\zeta_p u_q)}{\partial x} e^{i(p+q)\omega t} = 0 \quad (14) \end{aligned}$$

となる。上の二つの式で  $e$  の指数の等しい項をとって計算できるものとする、 $n=1$  に対しては

$$\begin{cases} i\omega hu_1 + hv_0 \frac{\partial u_1}{\partial x} + i\omega \mu \zeta_1 - 2fhv_0 u_1 \\ + gh \frac{\partial \zeta_1}{\partial x} = 0 & (15) \\ i\omega \zeta_1 - v_0 \frac{\partial \zeta_1}{\partial x} + h \frac{\partial u_1}{\partial x} = 0 & (16) \end{cases}$$

ここにおいて、非線型効果は  $v_0$  と  $u_1$  および  $\zeta_1$  との積を含む項であらわされる。 $n=2$  に対しては

$$\begin{cases} 2i\omega hu_2 + hv_0 \frac{\partial u_2}{\partial x} + 2i\omega \mu \zeta_2 - 2fhv_0 u_2 \\ + gh \frac{\partial \zeta_2}{\partial x} + i\omega u_1 \zeta_1 + hu_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} + v_0 \zeta_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} \\ + fhu_1^2 - 2fv_0 \zeta_1 u_1 + g\zeta_1 \frac{\partial \zeta_1}{\partial x} = 0 & (17) \\ 2i\omega \zeta_2 - v_0 \frac{\partial \zeta_2}{\partial x} + h \frac{\partial u_2}{\partial x} + \frac{\partial (\zeta_1 u_1)}{\partial x} = 0 & (18) \end{cases}$$

以下、同様にして、 $n=n$  の場合には

$$\begin{aligned} & \left[ in\omega hu_n + hv_0 \frac{\partial u_n}{\partial x} + in\omega \mu \zeta_n - 2fhv_0 u_n \right. \\ & + gh \frac{\partial \zeta_n}{\partial x} \left. \right] + \sum_{p+q=n} \left[ ip\omega u_p \zeta_q + hu_p \frac{\partial u_q}{\partial x} \right. \\ & + v_0 \zeta_p \frac{\partial u_q}{\partial x} + fhu_p u_q - 2fv_0 \zeta_p u_q + g\zeta_p \frac{\partial \zeta_q}{\partial x} \left. \right] \\ & + \sum_{\alpha+\beta+\gamma=n} \left[ \zeta_\alpha u_\beta \frac{\partial u_\gamma}{\partial x} + f\zeta_\alpha u_\beta u_\gamma \right] = 0 \quad (19) \end{aligned}$$

また (14) 式より

$$\begin{aligned} & in\omega \zeta_n - v_0 \frac{\partial \zeta_n}{\partial x} + h \frac{\partial u_n}{\partial x} + \sum_{p+q=n} \frac{\partial (\zeta_p u_q)}{\partial x} \\ & = 0 \quad (20) \end{aligned}$$

$\zeta_n$  および  $u_n$  をもとめるために (19) および (20) 式をつぎのように書きかえる。すなわち、

$$\begin{aligned} & (-v_0^2 + gh) \frac{\partial^2 \zeta_n}{\partial x^2} + [in\omega \mu + 2fv_0^2] \frac{\partial \zeta_n}{\partial x} \\ & + (in\omega - 2fv_0) in\omega \zeta_n = F_n \quad (21) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_n = & \frac{1}{(in\omega - 2fv_0)h} \left[ (v_0 - gh) \frac{\partial \zeta_n}{\partial x} \right. \\ & \left. - in\omega \zeta_n (v_0 + \mu) - G_n \right] \quad (22) \end{aligned}$$

ただし、 $F_n$  および  $G_n$  は非線型項を含む。 $\zeta_n$  および  $v_n$  の  $x$  に対する特性を考える。これは水位変動  $\zeta_n$  の溯上特性を与える。(21) および (22) から  $u_n$  の特性は  $\zeta_n$  によって定まるから、ここで

は  $\zeta_n$  に着目する。(21) は  $\zeta_n$  に関する2次微分方程式であるから、 $\zeta_n$  は

$$\zeta_n = A_n e^{-A_n^+ x} + B_n e^{-A_n^- x} + C_n(x) \quad (23)$$

なる関数形を有する。ここに  $A_n$  および  $B_n$  は定数、 $C_n$  は  $x$  の関数である。 $\zeta_n$  の  $x$  に対する特性は初期条件および境界条件が与えられた場合  $A_n^+$  および  $A_n^-$  で定まるから、ここで  $A_n^+$  および  $A_n^-$  の計算が必要である。 $A_n^+$  および  $A_n^-$  は次式で与えられる。すなわち、

$$A_n^\pm = \left[ \frac{1}{2(-v_0^2 + gh)} \left\{ -[in\omega\mu + 2fv_0^2] \pm [(in\omega\mu + 2fv_0^2)^2 - 4(-v_0^2 + gh)]^{1/2} \right\} \right] \quad (24)$$

$n=1$  のとき (21) において  $F_1=0$  であるから (24) の  $A_1^\pm$  そのものが  $\zeta_1$  の  $x$  に対する特性を与える。この場合 (23) において  $G=0$  である。

$n=2$  のとき、 $F_2 \cdot G_2 \neq 0$  であるが、 $F_2$  および  $G_2$  の特性は  $A_2^\pm$  によって与えられることになるから、ここでは  $A_2^\pm$  に着目することにより  $\zeta_2$  の  $x$  に対する特性を知ることができる。

さらに一般に、 $n=n$  のとき  $A^j$  によって  $\zeta_n$  の  $x$  に対する特性が与えられ、 $F_n$  および  $G_n$  は  $A^j$  ( $j$  は整数で、 $1 \leq j < n-1$ ) によって特性づけられる。とくに  $\mu=0$  の場合については若干の計算例がある<sup>1)</sup>。この計算例でみられたと同様に、ここでも (24) は  $v_0^2 = gh$  の極く周辺では現実の現象を正しく与えないのではないと思われる。

### 3. 津波およびうねりへの応用

一般に河における水位変動は河を溯上するとともに変化する。河口からの距離とともに水位変動の振幅が小さくなる場合、(23) の  $A_n^\pm$  の実数部が負の値をとる場合は境界条件を満さない。河口から  $x$  の距離における水位変動が  $x$  が増すとともに小さくなる場合、この条件を満すのは  $A_n^\pm$  のうちいづれか一つである。今、この条件を満すのが  $A_n^+$  であるとすれば、水位変動は

$$\zeta = \sum \zeta_n e^{in\omega t} = [\sum A_n e^{-A_n^+ x} + \sum C_n(x)] e^{in\omega t} \quad (25)$$

と書くことができる。この  $\zeta$  に関する解は河床勾

配  $I_0$  は一定、水深  $h$  は一定、河流  $v_0$  は一定なる条件の下で得られたものである。厳密に言えば、実在の河川では上述の条件をつねに満しているとはいえない。ところで、1964年6月16日の新潟地震による津波が阿賀川を溯上した際の痕跡記録が建設省北陸地方建設局によって得られている<sup>1)</sup>。これによれば、概略の傾向は上の (25) によってあらわされると考えても差支えないと思われる。

また1964年2月4日のAleutian地震による津波が利根川を溯上した際の水位記録を河口から上流へ65kmの範囲についてみると、(24)を導出する際に考えた条件を満している範囲については、(25)の解が適用できるものと考えられる。利根川に津波が到達したのは2月4日18時10分頃である。各測点の水位記録から潮位変化を引き去ったものは津波を主成分とする水位変化と考えられる。津波の成分については河口から減少してきた波高が、河の流水断面積が小さくなる14km付近で波高は高くなっている。この河口より14km付近の津波については(25)をそのまま適用することはできない(Fig. 1)。また津波の第1波の周期についても同様な傾向がみられるよう

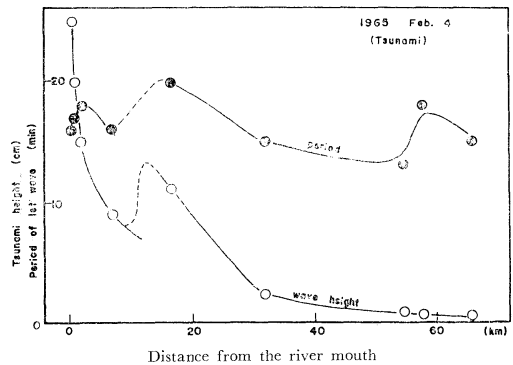


Fig. 1. Wave height and period of Tsunami in the Tone River which was caused by Aleutian Earthquake on 4 Feb., 1964.

あるが、誤差を考慮すると、この傾向は顕著であるとはいえない。また各測点の津波の到達時刻から、津波の第1波の伝播速度  $C$  をもとめてみると Fig. 2 のようになる。ここでも河口より14km付近で  $C$  が異常に大きくなっている。

一方、この津波の記録された時の潮位変化に着目し、河口からの距離に対して潮位差を图示する

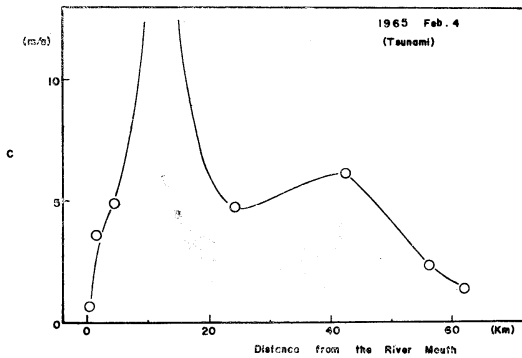


Fig. 2. Propagation velocity of 1st wave of Tsunami in the Tone River on 4 Feb., 1964.

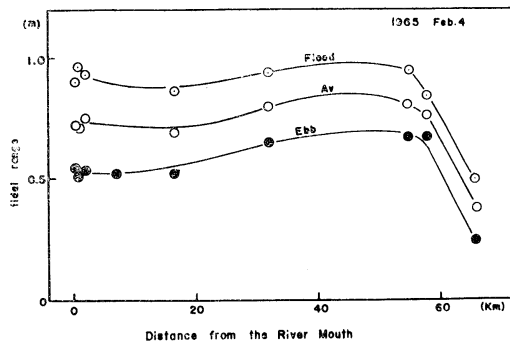


Fig. 3. Tidal range in the Tone River on 4 Feb., 1964.

と Fig. 3 のようになる。この地域は日潮不等が顕著で上げ潮時と下げ潮時とでは、その潮位差がかなり異なる。図には上記二つの場合の潮位差の平均をも示した。これでは津波の場合にみたような潮位差の増大は河口から 14 km 付近ではみられないようにみえる。ところで潮位変化を長波とみなして、その伝播速度をもとめた結果は Fig. 4 の

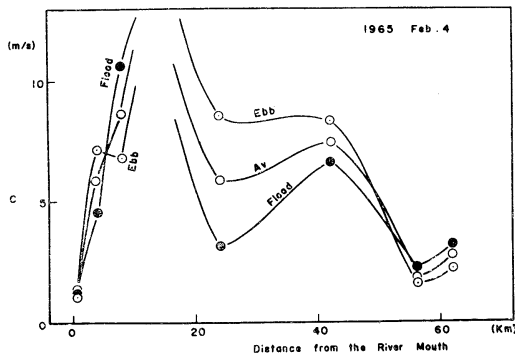


Fig. 4. Propagation velocity of tidal wave in the Tone River on 4 Feb., 1964.

ようになる。これは津波の場合によく似た傾向を示す。このことから、潮位差については河口から 14 km 付近ではあまり増大しないか、増大するとしても津波の場合よりも極く狭い範囲に限られているものと考えられる。

G. F. CARRIER (1966)<sup>2)</sup> は水深の変化するところを伝播する波の変形について解析している。これは、いわゆる GREEN の公式<sup>3)</sup>

$$\frac{\zeta}{\zeta_0} = \left(\frac{b_0}{b}\right)^{1/2} \left(\frac{h_0}{h}\right)^{1/4} \quad (26)$$

の別の型の導出と考えられる。ここに  $\zeta$  および  $\zeta_0$  は幅  $b$  および  $b_0$ 、水深  $h$  および  $h_0$  における波高である。CARRIER の結果は、GREEN の公式と同様、河川を溯上する水位変動に対して適用できると考えられる。すなわち、 $x$  軸を波の進行方向にとり  $x=0$  および  $x=x_0$  における水位変動の振幅(波高)を  $\zeta(0)$  および  $\zeta(x_0)$ 、また水深を  $h_0$  および  $h(ax)=h_1$  とすると

$$\frac{\zeta(x_0)}{\zeta(0)} = \left(\frac{h_0}{h_1}\right)^{1/4} \left(\int_0^{x_0} h^{1/2}(ax) dx\right)^{-1/3} \quad (27)$$

この第 1 因子は地形のこまかい変化には関係しないで、初めの深さと終りの深さとのみで定まるものであり、第 2 因子は波の dispersion によって生じるもので trajectory に沿うて水深に顕著な変化があっても  $(x_0)^{-1/3}$  程度の値である。

利根川における津波に対して上の結果を応用できるものではないかと思われる。しかし、上式には水位変動の周期あるいは周波数の効果は含まれていない。また、河流の考慮もしていない。利根川における津波と潮位変化と、この水位変動の周期あるいは周波数の効果がかかなり顕著なものではないかと思われる。

前にみた 1 次元解析は波としての異常水位が碎波しない場合に適用できるものであり、また GREEN の公式あるいは G. F. CARRIER の式も波が長波とみなすことができ、碎波のない場合に適用できると考えられる。碎波が発生する状態では、波の性質は長波のそれとはかなり異なったものである。現地の踏査資料および記録によれば、河口部にうねりあるいは津波が進入してきて波が碎ける例が少なくない。四国の仁淀川および物部

川は顕著な河口閉塞現象がみられるところであつて、目視観測にもとづく資料によれば、Fig. 5 のようになっている、河口 B. P. 点においてうねり

4. 河口付近の彎曲の効果

前にみた異常水位の河口からの溯上に関する解析は河川の流軸に沿って、あるいは河川が直線状で水位変動は河口で流軸方向に進むという条件のもとで適用できる。河幅が一定で、河川の流軸が河口付近で曲率をもっているような場合、その曲率の効果がどの程度であるかという問題は殆んどこれまで考えられていないようである。解析的に取扱うためには河川内の水の運動を円柱座標であらわすと便利であると考えられる。水の運動が定常流である場合については研究されている<sup>6)</sup>。けれども、水の運動が長波のような周期運動を含むような場合についての研究は殆んどないようである。この場合波の進行方向は必ずしも流軸に一致しない。したがって、このような条件下での波の問題を解析的に取扱うとかなり面倒な計算の必要が生ずる。ここではこのような解析に見通しをたてる一助として、あるいは概略の傾向を把握するために図式的解法を用いて考察してみる。

今、河口が海岸線に直角に開いていて、流軸の曲率半径が  $R = \frac{1}{2}(r_1 + r_2)$ 、河幅が  $B = r_1 - r_2$  ( $r_1 > r_2$ ) であり、河岸の曲率の中心が流軸の曲率の中心と同じで、海岸線上にあるとする。河川内の点は  $(r, \theta)$  であらわされる。ただし  $r_2 < r < r_1$ 。河岸は垂直で、河床とともに摩擦効果を及ぼさない程度に滑らかな場合を考える。水深は一定で、河床勾配はなく、河流は微小で無視できるものとする。異常水位の進行方向(便宜的に波線という)が河口において流軸と一致している場合を考え、波線に河岸で反射する以外の現象が無視できる程度に小さいとする。

河口で河幅いっぱいに入ってきた異常水位(長波の性質をもつものと考え、以下波と呼ぶ)が直線的に進み、回折も屈折も考えない場合、河口からある距離  $R \cdot \theta$  だけ溯上して波線が収斂し、河幅  $B$  のうち河岸から  $b$  の間のみを波線が通過する。ここでは河口に最も近いところでみられる波線の収斂部に着目し、そこでの  $\beta = b/B$  なる量を考える。河口での波高を  $\zeta_0$ 、波線の収斂部でとすると、次のように書ける。

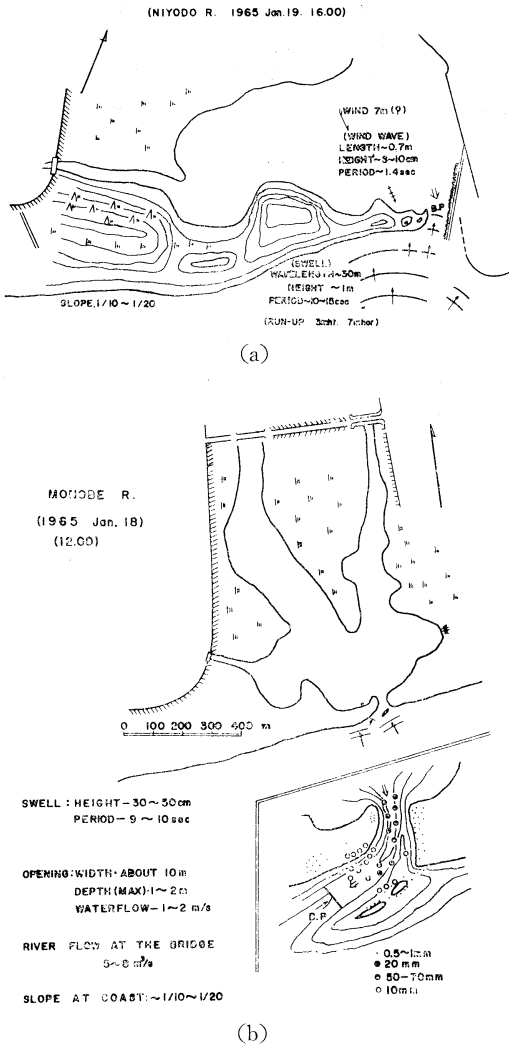
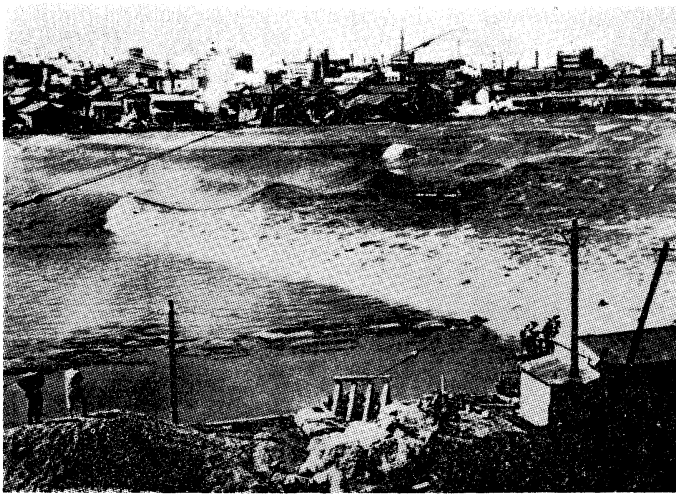


Fig. 5. Sketches of wave breaking at the mouth of the Niyodo River and Monobe River with several conditions.

は碎波の状態 (Spilling Breaker)<sup>4)</sup> となり、それより上流側へ波は進入しない。このような現象には前述の解析は適用できない。さらに、新潟地震の際、信濃川に津波が溯上したときにみられた bore は Fig. 6 のようであつて、この種の問題の解析には特性曲線法<sup>5)</sup> を用いる例が多いと思われる。





新潟市民を驚ろかして押し寄せた津波。  
信濃川新潟気象台前で (同気象台提供)

Fig. 6. Photographic record of tsunami-bore in the Shinano River on 16 June, 1964. (From "Photographic Report of Disaster by Niigata Earthquake", by Niigata Nippo Press, 1965)

$$\beta = \frac{b}{B} \leq \frac{\zeta_0}{\zeta} \quad (28)$$

河幅を示す量として  $k^{-1} = (r_2/r_1)$  を導入する。このとき  $\beta$  と  $k^{-1}$ , および  $\beta$  をパラメーターとして  $\theta$  と  $k^{-1}$  との関係は Fig. 7 に示されるよう

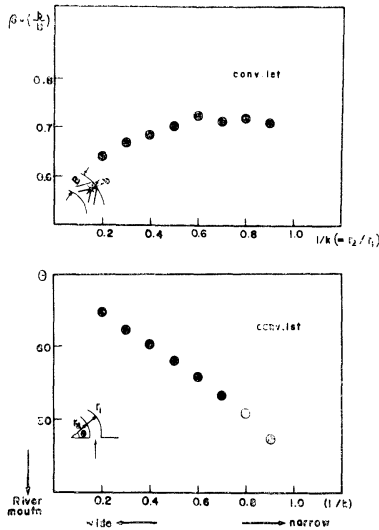


Fig. 7. Relations between  $\beta$ ,  $\theta$  and  $k^{-1}$  for normal incidence of wave to coast line.

である。この図から、河幅の広いところでは河口よりかなり上流部に波線の収斂部がみられ、河幅

がせまくなるとともに波線の収斂部は河口部に近くなる。

河口に入ってくる波の進行方向が河口における流軸と  $\varphi$  なる角度であるとき、 $\beta$  と  $\varphi$  との関係は  $k^{-1}$  をパラメーターとすると Fig. 8 になる。また波線の収斂部のみられる位置  $\theta$  も波の入射角  $\varphi$  との関係は、 $k^{-1}$  をパラメーターとすると Fig. 8 になる。ここに  $\varphi$  を Fig. 8 にみるように、河口の流軸に対する偏角で、流軸の曲率の中心側に正とする。河口で流軸方向に波が侵入する場合に比べて  $\varphi = -15^\circ$  付近で  $\beta$  は max. となる。この場合、実際に河口を通して河川内へ入る波線の幅は  $B \cos \varphi$  であるから、 $\beta$  から波高の変化を知ろうとする場合は  $b/(B \cos \varphi)$  と  $\varphi$  との関係をみた方がよい。この関係を Fig. 9 に示

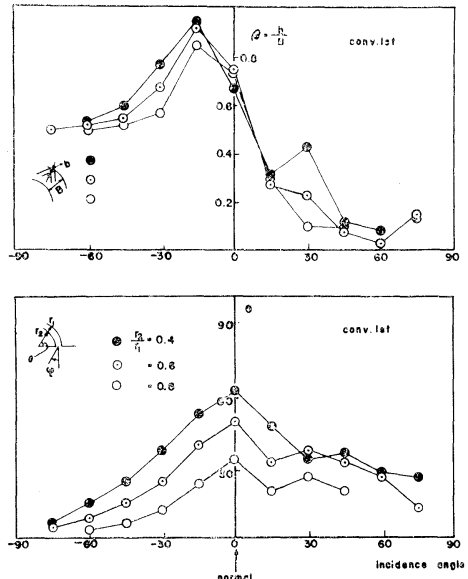


Fig. 8. Relations between  $\beta$ ,  $k^{-1}$ ,  $\theta$  and  $\varphi$  for oblique incidence of wave to coast line.

す。これをみると  $30^\circ < \varphi < 60^\circ$  の付近で波高は max. となり、 $\theta = 30^\circ$  の付近では波高が河口に入る前の波高の 10 倍から 20 倍にもなる可能性がある。

ここに考えたような河口形状をもつ河川の例と

して天塩川（北海道）をあげることができる。天塩川の河口部は Fig. 10 にみるように水深は必ずしも一定ではないが、概略の傾向をみるために天

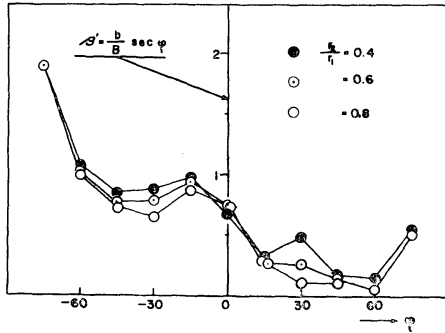


Fig. 9. Relations between  $\beta \sec \varphi$  and  $\varphi$  for oblique incidence of wave to coast line.

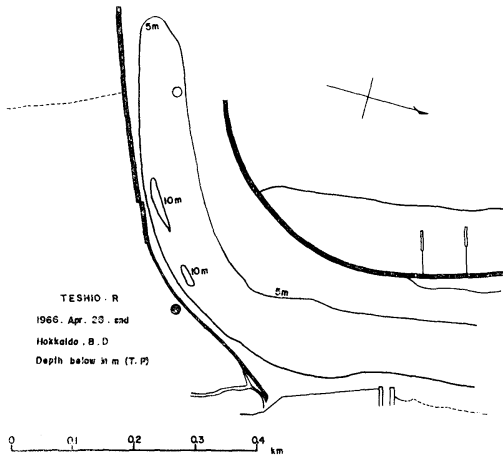


Fig. 10. Topography of the mouth of the Teshio River.

塩川について  $r_1$  として  $0.45 \sim 0.5 \text{ km}$ ,  $r_2$  として  $0.3 \text{ km}$  をとると  $0.6 < (r_2/r_1) < 0.67$  となる。これと Fig. 7 および 9 から、波が河口で流軸の方向に進入するとき天塩川河口から約  $0.3 \text{ km}$  の位置で  $\beta \sim 0.7$  となる。したがって波高は河口における値の約  $1.4$  倍にも達することがある。図中に黒丸で示されている位置では河流による効果なども少なくないと思われるが、この位置にある護岸（ケーソン）が建設後、時の経過とともに破損の傾向にあるのは、上述のような波の効果によるところが大きいのではないと思われる。

河口を広義の意味にとれば<sup>7)</sup>、高知港口（浦戸

湾口）もこの一例と考えられる。1964年2月4日の Aleutian 津波についてみると港口の彎曲部で波高が港外よりも高くなり、湾内では再び低減している。この地では潮位差が大きいので港口（湾口）での潮流が河流におきかわることになる。この種の問題において河流あるいは潮流が顕著に大きい場合には、地形などの境界条件のほかに波と流れとの相互作用をも考慮しなくてはならないであろう<sup>8)</sup>。

以上は流軸が河口付近で曲率を有するような場合について、図式的な方法によって波の溯上を考えた。このような方法の欠陥の一つは波の進行方向のみを考慮して、周期や波長、波高といった波を特性づける要素が含まれていないことである。このような問題は今後の解析的、実験的研究および現地資料の蓄積によって、更に解明されるであろう。ここでは実際の河口について若干の考察を行なった。

### 謝 辞

この研究をはじめめるにあたって指針を与えられ、御指導いただいた京大防災研究所矢野勝正教授、有益な示唆をいただいた岩垣雄一教授および樋口明生助教授に心から感謝の意を表す。また貴重な資料を利用させていただいた建設省関東地方建設局利根川下流工事事務所および国土地理院、北海道開発局留萌開発建設部天塩港修築事業所、運輸省第3港湾建設局高知港工事事務所並びに高知県土木部には心から敬意と謝意を表す。なお、作図には矢野保男君の手をわずらわした。

### 参 考 文 献

- (1) 矢野勝正・中村重久 (1965): 河口付近の異常水位に関する研究 (I). 京大防災研究所年報, 第 8 号, 281-296.
- (2) CARRIER, G. F. (1966): Gravity waves on water of variable depth. J. Fluid Med., Vol. 24, pt. 4, 641-659.
- (3) LAMB, H. (1932): Hydrodynamics, 6th ed., Intersci. Pub., 274.
- (4) 速水頌一郎 (1955): 砕波の機構 (II). 海岸工学講演会講演集, 13-15.
- (5) LE MÉHAUTÉ, B. (1965): On surge on a dry bed and wave run-up, 'Recent Studies on

- Tsunami Run-up I', U.S.-Japan Coop. Sci. Res. Seminars on Tsunami Run-up. Apr. 1965, Sapporo.
- (6) 材本嘉雄 (1966): 開水路彎曲流の内部機構(II), 京大防災研究所年報, 第9号, 529-538.
- (7) 防災ハンドブック編集委員会編 (1964): 防災ハンドブック, 第6編 海岸防災, 582-583.
- (8) LONGUET-HIGGINS, M. S. and R. W. STEWART (1961): The changes in amplitude of short gravity waves on steady non-uniform currents. J. Fluid Mech., 10, 529-549.

## Decision of the Direction of Setting Purse Seine in due Consideration of the Behaviour of Anchovy Shoals\*

Makoto INOUE\*\* and AYODHYOA\*\*

**Résumé:** Nous étudions des facteurs déterminant la direction du jet de la seine à poche au golf de Tateyama à Chiba-ken par les données de la pêche du Katsu-maru entre le mois de juin 1951 et le mois de mai 1952. On ne tient habituellement pas bien compte des directions du vent et du courant marin à la pêche à la seine à poche, alors qu'elles sont généralement des facteurs importants déterminant la direction du jet. Dans la plupart des cas (80% de tous les jets), la topographie du fond y a été considérée comme facteur le plus essentiel, car les pêcheurs croient que les anchois surpris par le bruit du bateau et le mouvement de la seine s'habituent à s'enfuir vers la profondeur.

### 1. Introduction

The fishing methods of purse seine in Japan are divided into two types, *i.e.* the day-time seining and the night-time seining which uses an attracting fish lamp. The method of the day-time seining is at first to locate the existence of shoal by means of sighting or by the aid of fish finder, and then to enclose the shoal in a round shape of the net.

In the daytime seining to observe the swimming course of shoals is one of the important factors to obtain success, but very little is known at present of the environmental factors influencing the swimming course of fish. According to the studies of GAWN and SAUNDERS (1951), which are quoted in the book of Ilmo HELA and Taivo LAEVASTU (1961), the direction of fish in current is usually headed to the current, whereas in weak current other directions and orientations occur. N. B. MARSHAL (1965) said that in a strong flow, for instance, it is essential for neutrally bouyant fish to face into the stream and swim upstream as fast as the current carries them down, if they are to hold a steady position. Following to the opinions, the current must be one of the factors to decide the direction of setting purse seine, but not the whole.

Besides, if the precise direction of movement is observed, the shoal changes its course to

unexpected direction immediately before the net is set, as soon as it is frightened by the sound of the engine of boat or the motion of net in the water. This is one the serious reasons of failure in the operation of the daytime seining.

In the present paper, the problems that which direction of shoal changes its course when frightened by the external stimuli caused by a boat or net, and how the fishermen are coped with this situation to obtain success in the daytime fishing were studied.

### 2. Data

The source data used in the present paper were obtained from the logbook of a seiner, the Katu-Maru, 18 tons in gross tonnage, whose base harbour is Tateyama, Chiba Prefecture.

The operation of that ship was done by two boat purse seining system in daytime. The source data analyzed in the present studies were of throughout one year from June 1951 to May 1952. In the logbook, there are records of weather, wind, current, fish species caught, catch and in addition the schematic records indicating the direction of the seine just after setting the net. The method of searching fish was chiefly due to the aid of fish finder. The species of fish caught were anchovy *Engraulis japonica*, *Trachurus japonicus*, *Clupanodon thrissa* and *Sardinops melanosticta*. As about 90 percent of whole catch were occupied by anchovy, in the present paper only anchovy

\* Received Sept. 21, 1966

\*\* Tokyo University of Fisheries

was studied. The average catch of anchovy was about 400 kg per one operation throughout the fishing season. The anchovy shoals was classified into 3 types according to the size of fish which composed the shoals, and the measurements of each size class revealed as follows: small size fish 5-8 cm in body length; middle size fish 8-12 cm; large size fish over 12 cm.

The both directions of the wind and the seine recorded in the logbook were reclassified into 8 directions *i.e.* N, NE, E, SE, S, SW, W, NW and N, and the direction of the seine was

shown with a mark of U, which means such a fact that two seiners were situated at the top of U type after completing the circle, in another word, the bunt (bag) of seine was placed at the position of the bottom of it. Tateyama Bay was divided into 9 sections from the configuration of the contour lines as shown in Fig. 1.

The directions of the seine recorded in the logbook were plotted on the chart in each month as shown in Fig. 2 or 3, but in the present paper most of them were omitted on account of space consideration and only the

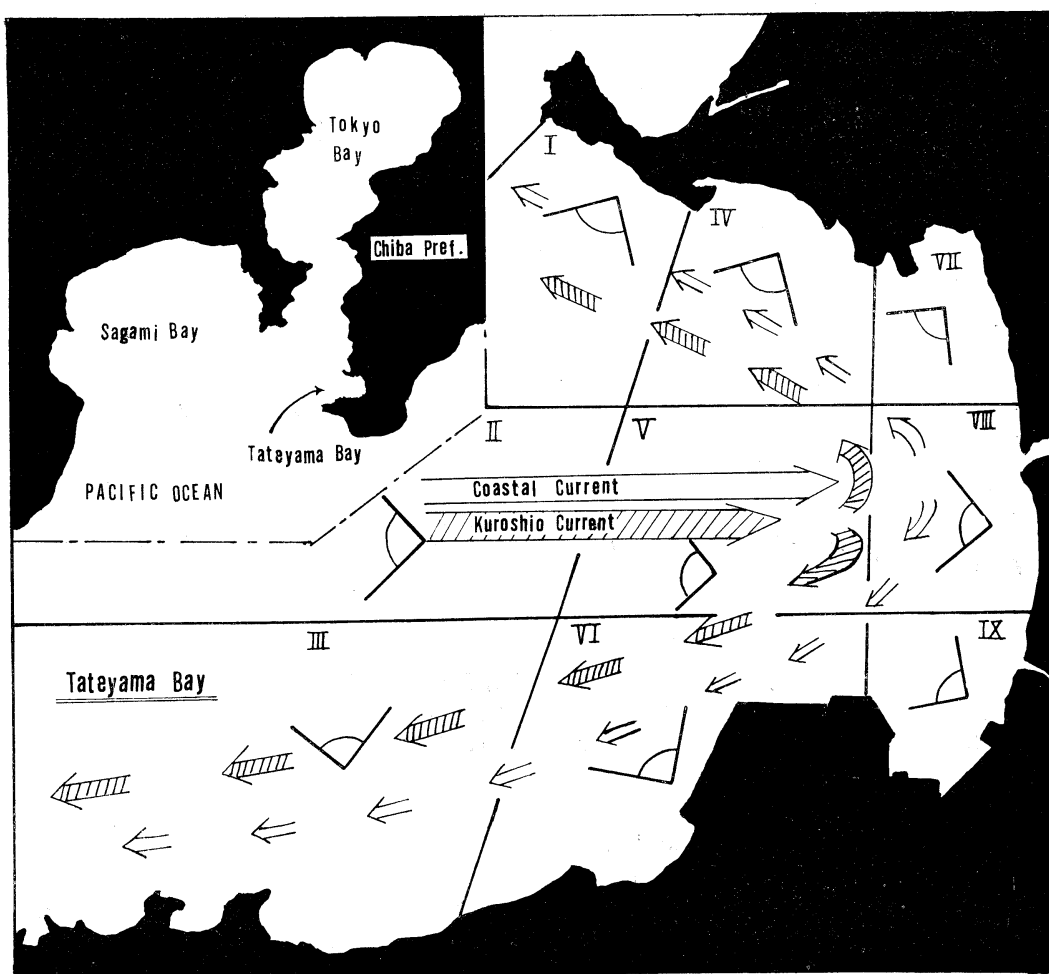


Fig. 1. Schematic presentation of the current in Tateyama Bay, and geographical position of the bay.

White arrow marks show the flowing of the coastal current and oblique lined arrow marks the flowing of the branch of the Kuroshio-current. Sectors of an angle of 90° show the direction of the deep in each section.

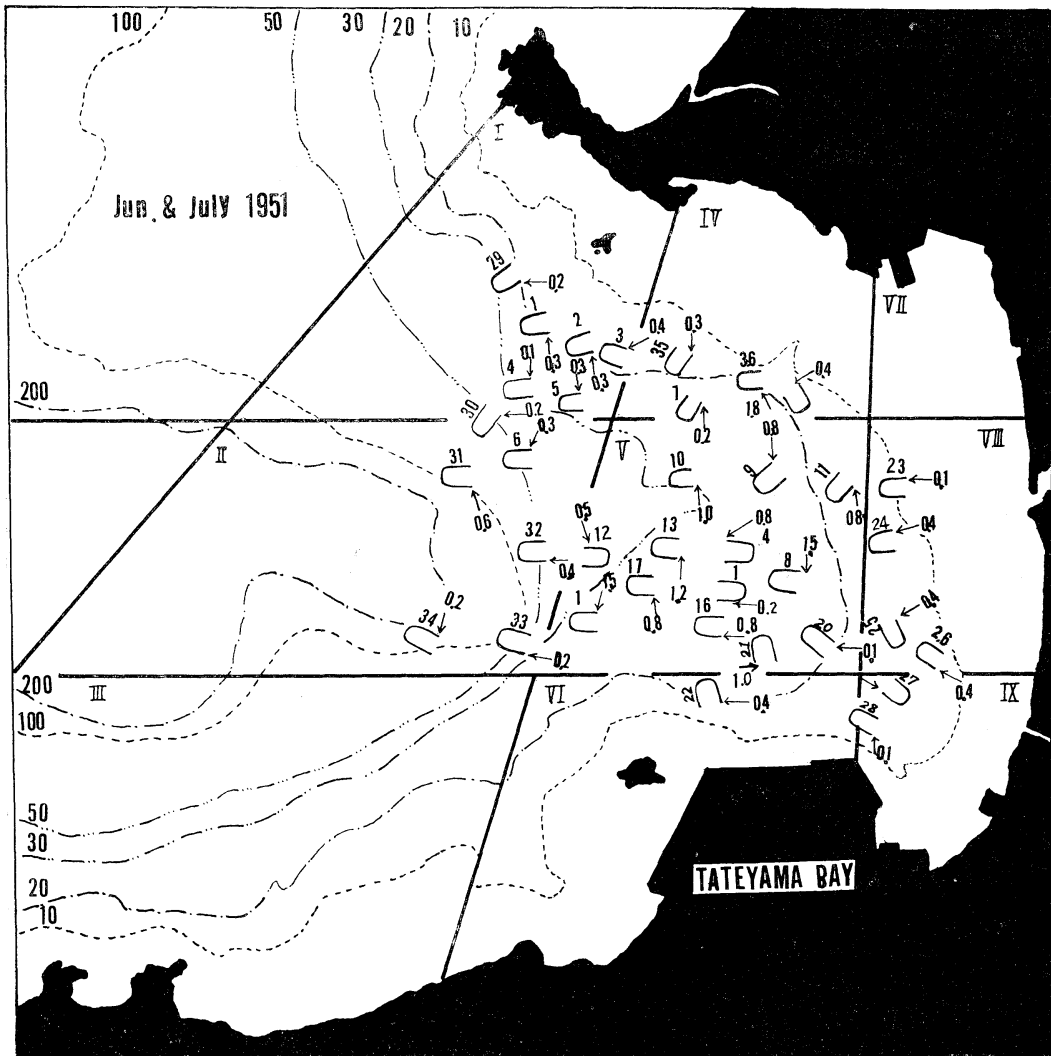


Fig. 2. The direction of seine, June and July, 1951.

Arrow marks and the figures beside them show the direction of wind and its speed (m/sec).  
The figures beside U type show the number of the data shown in Table 1.

data of June, July (the summer season) and December, January (the winter season) were shown as examples, respectively, in Figs. 2, 3 and Table 1.

### 3. Results

It has been said that wind and current are the factors to be due considered for the decision of the direction of setting purse seine in addition to the swimming course of fish shoal.

The desirable net form against wind after

completing the circle at the view point of the convenience of hauling net working is that two seiners are situated on the lee as shown in Fig. 4, which shows a typical form of the net against not only the wind but the current which are running counter to each other. If the decision of setting the net was affected by only the wind, this type should have been exceeded in quantity in Fig. 5 showing the relation between the direction of the seines and the wind, but in fact, result obtained from the figure was

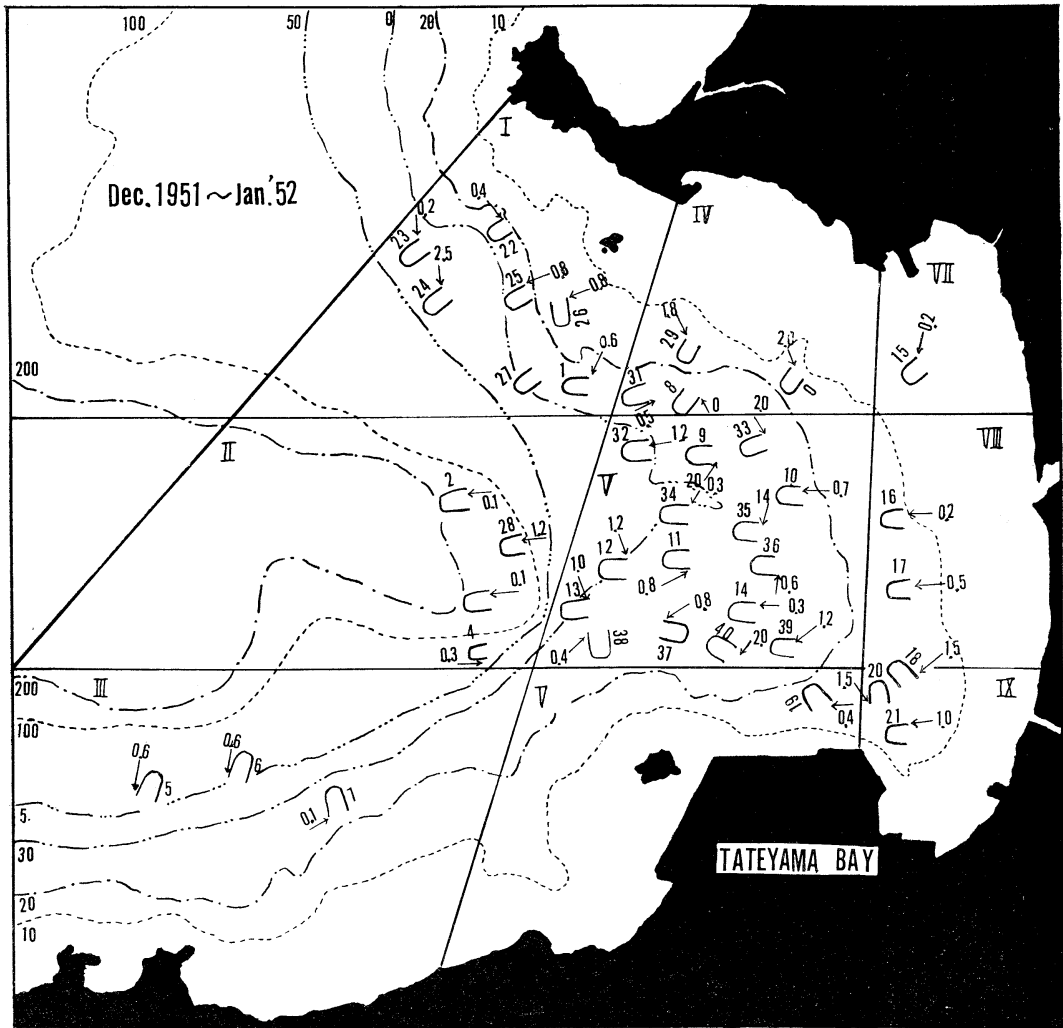


Fig. 3. The direction of seine, Dec. 1951 and Jan. 1952.

contrary so much to the estimation stated above. Throughout the period of the research, the maximum wind speed was 3 m/sec and the frequency of occurrence of the wind speed over 2 m/sec was only 13 times it is equal to 8% of the whole operation (162 times). According to the fishermen, as the purse seining operation has not been subjected to the influence of the wind speed below 2 m/sec, it is not necessary to consider the effect of the wind in usual operations.

The net form against the current must be considered from two points of view; the one

is the biological effect to the swimming course of fish as stated in the introduction, and the other is the hydrodynamical effect to the operation itself, because the net during the operation is often transformed in its form by the current. The effects of the both are always completely counteracting in directional aspect, because the desirable direction of the seine against the hydrodynamical effect should be down the current as shown in Fig. 4 and against the biological effect should be up the current if the fish has a rheotaxis (orientation to current). According to the fishermen, a special attention is

Table 1. Records of the operations shown in Figs. 1 and 2.

No.	June, July Fig. 1					No.	Dec., Jan. Fig. 2				
	Date	Time	Weather	Size of fish	Catch		Date	Time	Weather	Size of fish	Catch
1	June 17	15.40	c	S	P	1	Dec. 30	14.15	c	S	Nil
2	17	14.15	b	S	P	2	19	16.10	b	L	Nil
3	24	10.45	b	S	P	3	19	13.25	b	L	E
4	26	10.15	b	M	E	4	17	17.00	b	M	E
5	26	11.30	b	M	G	5	19	8.05	b	L	E
6	14	8.30	c	S	Nil	6	19	13.25	b	L	E
7	19	10.50	b	S	G	7	19	10.15	b	L	E
8	22	7.15	b	S	E	8	20	16.15	c	S	G
9	24	15.20	b	S	G	9	17	15.25	b	M	E
10	17	16.50	b	S	G	10	25	8.05	c	S	P
11	22	15.00	b	S	Nil	11	17	14.15	b	M	E
12	14	6.05	b	S	G	12	13	8.10	c	M	G
13	13	13.10	b	S	G	13	13	10.10	c	M	G
14	30	12.00	r	M	E	14	21	8.00	c	M	G
15	20	17.05	r	S	G	15	9	17.10	b	S	P
16	30	13.30	r	S	G	16	12	15.50	c	S	E
17	13	14.40	b	S	G	17	12	17.50	c	S	E
18	24	12.15	b	S	Nil	18	12	13.35	c	S	E
19	24	13.30	b	S	E	19	20	18.15	b	S	E
20	22	12.25	b	S	G	20	12	11.50	b	S	Nil
21	22	16.25	b	S	G	21	27	14.40	b	S	G
22	22	16.25	b	S	P	22	26	13.50	b		E
23	22	11.00	b	S	E	23	26	14.50	b		E
24	22	9.50	b	S	E	24	26	16.40	b		E
25	22	8.25	b	S	E	25	27	13.20	b		E
26	30	15.40	r	S	G	26	Jan. 28	8.25	b		E
27	24	6.15	b	S	P	27	10	8.00	b	S	P
28	26		b	M	G	28	27	17.20	b		E
29	July 30	11.15	c	—	—	29	5	11.30	b	S	G
30	17	9.15	c	M	P	30	5	12.20	b	S	G
31	17	19.30	c	M	E	31	27	14.45	b	S	G
32	17	6.10	c	M	E	32	24	11.20	c		E
33	17	7.30	?	M	E	33	24	12.40	c	M	G
34	7	6.45		L	E	34	26	15.10	c	M	G
35	7	17.45	c	M	E	35	14	8.35	c	S	Nil
36	10	8.15	b	S	G	36	10	9.20	b	S	G
						37	26	9.15	b	S	Nil
						38	29	8.15	b	S	Nil
						39	24	8.50	c	M	E
						40	24	13.50	c	M	G

Time: starting period of setting seine

Weather: b—blue sky; c—cloud; r—rain

Size of fish: S—small; M—middle; L—large

Catch: P—poor (less than 400 kg);

G—good (400–1,000 kg);

E—excellent (over than 1,000 kg)



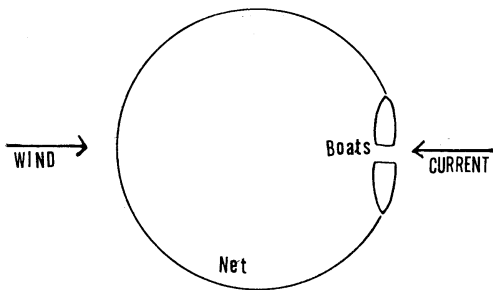


Fig. 4. Typical form of two boat purse seine against wind and current after setting the net.

not paid in slow current on the relation between the current and the operation, and in the case of a swift current the fishing is given up. However, in the present paper, the relation is checked up to make sure by comparing with Figs. 1 and 5, indicating the direction of the seine and the direction of current, respectively.

The detailed informations on the current in Tateyama Bay are not certain, but according to the observation by Tateyama Fisheries Experimental Station and a few data recorded on the logbook of the *Katu-Maru* providing the source data for the studies, there are two different streams of the current as shown in Fig. 1; the one is the coastal current running from the west, Sagami Bay, and the other a branch of the Kuroshio-current. The former is flowing into the bay all the year round and the latter is flowing only in summer when the origin makes its force predominant. The two different streams are running from the same direction and divided into two ways at the center of the bay as shown in Fig. 1 and the one is running counter-clockwise along the shore towards the north and the other half-roundly clockwise along the shore towards the south, and their speeds are usually below one mile per hour. Other streams such as the tidal current or the stream from the rivers are neglected from the consideration because of their lower speeds.

If the direction of the seine was decided by only the swimming course of fish, which was estimated from the direction of the current, the most of the operations should have been done so as to cut the movement of fish. Similarly,

if the direction of the seine was decided by only the direction of the current itself in due consideration of the hydrodynamic effect on the operation the most of the seine should have been set in the direction of the down current. However, in fact, the comparison of Figs. 1 and 5 shows such a result that the relation between the direction of the seine and the current was close neither on the biological effect nor on the hydrodynamical effect, and thus, Fig. 5 suggests the possibility of the existence of another factor affecting the direction of the seine.

According to the fishermen operating in Tateyama Bay it has been said that the most important factor to determine the direction of the seine is the direction of inclination of the bottom, which is found from the structure of the contour lines, and this is called the precondition for the daytime seining in the present paper. This precondition is of course based on many data obtained from the records of fish finder and the practical knowledges of the fishermen on the behaviour of the fish, *i.e.* the shoals of anchovy near the surface descend immediately to the bottom when a motor boat approaches them (this will be recognized by the traces of fish finder), and then or at the same time they will run away to a deeper place of the sea, but the latter is only recognized from the fishermen's experiences, because there is no record to evidence it.

In the present paper it was studied that how many percent of the operations depends on the precondition to shoot the purse seine, and in this case what difference occurred by the size of fish or by the section. It was clear at only a glance of Figs. 2 and 3 that the seines opened to the shallower part were remarkable in quantity and this fact means that most of setting net are done so as to cut the retreat of frightened shoal. Here, as the directions of the deeper were different in each section they were determined as shown in Fig. 1 with sectors of an angle of  $90^\circ$ , judging from the contour lines, and the directions of the shallower were opposite to them. To research this matter in detail in each section, the ratio of the number of the seines opened to the shal-

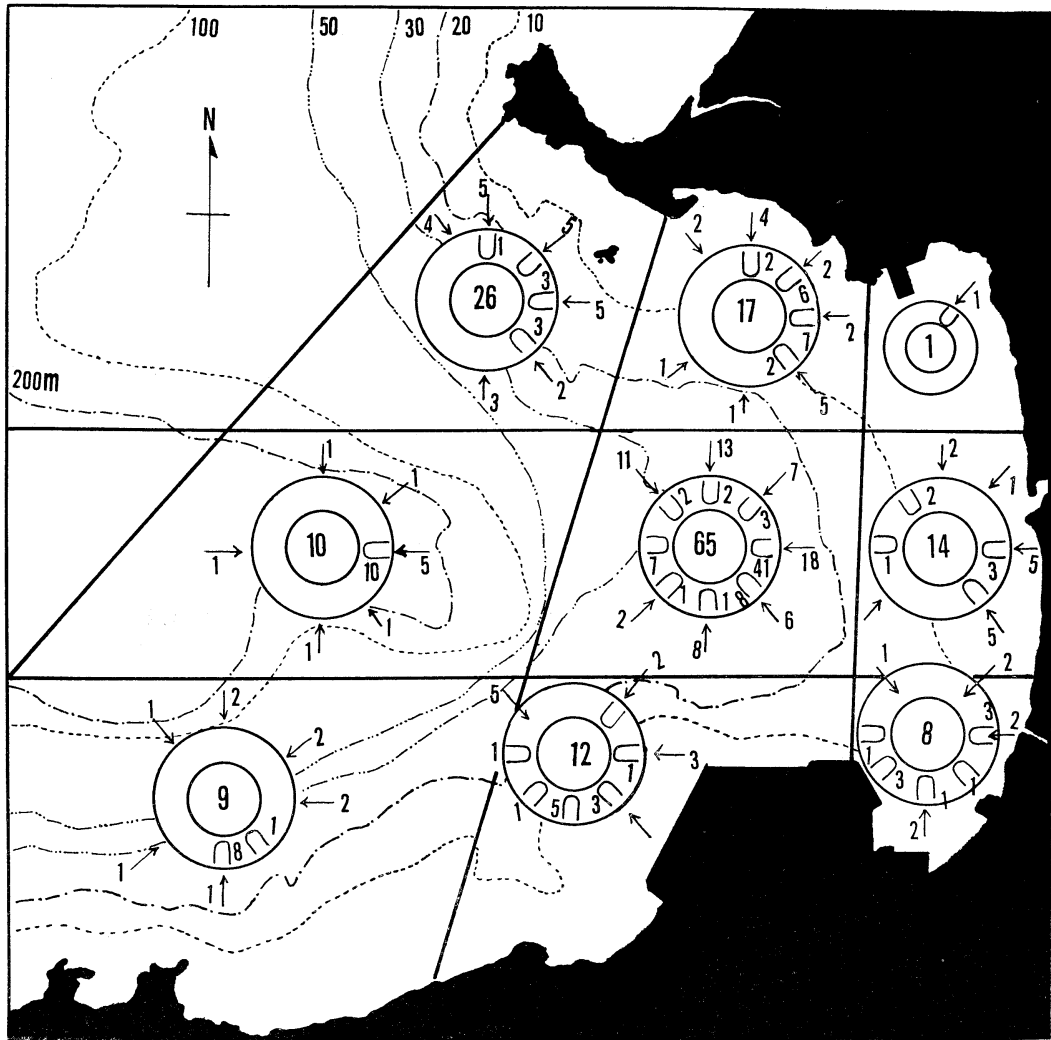


Fig. 5. Relation between the direction of seine and wind.

Figures in the center circle show the total number of operations in each section, and figures at the opening of U type the number of operations in each direction. Figures beside arrow marks show the frequency of occurrence of wind.

lower part (n) to the number of the whole operation (N) were shown with a fraction in each section in Table 1. Section I was 22/26, II 10/10, III 9/9, IV 8/14, V 52/65, VI 8/12, VII 1/1, VIII 8/14 and IX 5/8, and their total came to 130/162 and it equals 80%. From the results it was found that the direction of setting purse seine in Tateyama Bay was decided in a considerable degree depending on the direction of inclination of the bottom.

It was clear, too, that the value of  $n/N$  varied in the difference of the section and the size of fish, namely, the values in Sections I, II and III were larger than in the others, and simultaneously the values for the middle and large size fish were larger than for the small one, and this tendency was remarkable especially in Sections I, II and III. To explain these facts the authors established the following two assumptions:

- (i) The tendency that the shoals run away to the deeper when frightened by the sound of engine or the motion of net increases according as the angle of inclination of the bottom increases. (the bottom of sections I, II and III is far more steep than of the others)
- (ii) This tendency is more remarkable for the middle and large size fish than for the small one, (as the topographical effect of the assumption (i) always occurs together with the biological effect of the assumption (ii) the separation of the both may be pretty difficult.

Though these assumptions should be certified in future by biological studies, in the present studies they were checked up by analyzing the data in Tables 2 and 3. Section V, the center part of Tateyama Bay, is the most valuable fishing area and fishes of various size have appeared in it as shown in Table 2. In this section, the value of  $n/N$  for the middle and large size fish was far greater than the small one, and it may evidence the assumption (ii). This is also suggestable from the following matter. The catch over 1,000 kg is 36 times in the whole operation of 162 times and the catch of nil was 22 times as shown in Table 2. The operation with over 1,000 kg catch was assumed here as success, (the average catch per one operation was about 400 kg), while the operation with no catch was assumed as unsuccess. The success of the operation does not always depend on the direction of setting purse seine, because if the aimed shoal is of a very large, even with unsuccessful operation it may be easy to gain over 1,000 kg catch, on the other hand, the operation of unsuccess may be completely due to a mis-judgment of the direction of setting purse seine against the movement of shoals, because even if the handling net itself is failure a little fish ought to remain in the net. The number of the operation of unsuccess was 22 times and among them the number of the seine opened to the shallow was 17 times, and that all of them was done only for the small size fish appearing in the coastal area of Sections VI-XI. From the

results it may be realized too, that the decision of setting purse seine depends on the size of fish, that is, for the small size fish the direction of seine is not certain, whereas, for the middle and large size fish it is almost uniformity *i.e.* to the deeper place of the sea.

Table 2. Number of the operations for different sizes of anchovy in 9 sections in Tateyama Bay.

Size of fish Section	Large	Middle	Small	Un- known	Total
I	8/10	5/5	7/9	2/2	22/26
II	6/6	4/4			10/10
III	3/3	3/3	3/3		9/9
IV		2/3	7/8	6/6	15/17
V	2/2	18/18	29/42	3/3	52/65
VI			8/12		8/12
VII			1/1		1/1
VIII			8/14		8/14
IX			5/8		5/8
Total	19/21	30/31	70/99	11/11	130/162

Note: Numerator of the fraction shows the number of the seine opened to the shallow, and denominator shows the number of the whole operation in each section.

Table 3. The numbers of success and unsuccess on the operation.

Success		
The number of success		36
— seine opened to the shallower part of the sea		31
— seine opened to another direction		5
Seine opened to the shallower part of the sea		31
— for the fish of middle & large size		21
— for the fish of small size		10
Unsuccess		
The number of unsuccess		22
— seine opened to the shallower part of the sea		17
— seine opened to another direction		5
Seine opened to the shallower part of the sea		17
— for the fish of middle & large size		0
— for the fish of small size		17

It was found in Table 2 that 32 operations (20 % of the whole operation) were done contrary to the precondition that a frightened shoal will run away towards the deeper part of the sea, and they were done in due consideration of other factors. The other factors considered here are the position of the sun, the pursuit of the predator and etc. According to the fishermen, in a very short period after sunrise and sunset anchovy shoals rush to the direction of the sun.

This was checked up in Table 3, and the period referring to the movement of fish was

fixed within 30 min. after sunrise, on the other hand, the data of sunset were omitted from the consideration because the direction of the seine is affected by the inclination of the bottom in Sections II and V, where most of the operation at dusk was done exclusively. The operation due to the pursuit of the predators, shark and yellow-tail, were seen only twice in Section I. The explanation on the remainders of 22 operations taking off 10 operations stated above is difficult because many factors influencing the purse seine operation may be acting on each other.

Table 4. The records of the operations where the direction of seine opened to the position of the sun within 30 min. after sunrise.

Date	Weather	Starting period of the operation	Period of sunrise	Section	Size of fish	Catch	Direction of seine
June 17, 1951	clear	5 h 05 m	4 h 38 m	IX	middle	good	E
Aug. 27, 1951	"	5 h 35 m	5 h 09 m	IX	small	nil	E
Aug. 29, 1951	"	5 h 20 m	5 h 11 m	V	"	good	SE
Sept. 3, 1951	"	5 h 30 m	5 h 15 m	IX	"	poor	NE
Sept. 4, 1951	"	5 h 45 m	5 h 16 m	V	"	good	E
Sept. 5, 1951	"	5 h 35 m	5 h 16 m	V	"	good	SE
Sept. 10, 1951	"	5 h 45 m	5 h 19 m	IX	"	poor	SE
Sept. 29, 1951	"	5 h 20 m	5 h 34 m	VIII	"	good	NE

#### 4. Conclusion

In the purse seine operation in Tateyama Bay the direction of inclination of the bottom is a very important factor to decide the direction of setting net, so that, 80% of the whole operations are done in due consideration of contour lines, and it seems to be influencing differently the size of fish and the fishing area.

The precondition used in the studies "a frightened anchovy shoal goes down to the deeper place of the sea" must be confirmed by means of a biological investigation, and at the same time, it must be examined, too, the middle and large size fish percept the external stimuli such as the sound of boat engine or

the motion of net more sensitively than the small one.

#### Acknowledgment

The authors express their sincere thanks to Mr. Katutaro SUZUKI, the owner of a seiner, the Katu Maru, for providing the valuable data for this study.

#### References

- HELA, Ilmo and Taivo LAEVASTU (1961): Fisheries hydrography. (Fishing News)  
 MARSHALL, N. B. (1965): The life of Fishes. (Weidenfeld & Nicolson)

## カタクチイワシ群の生態を考慮した旋網の投網方向の決定

井 上 実    ア ヨ デ ィ ヤ

**要 旨：** 千葉県館山湾におけるカタクチイワシ巾着網の投網方向を決定する要因について考察した。用いた Data は 2 艘まき巾着網漁船勝丸 (Katsu-Maru) の 1951 年 6 月から 1952 年 5 月までの 1 ヶ年分の操業記録である。一般に、巾着網の投網方向の決定には風向や潮流方向が大きい要素となるが、館山湾では風や潮は操業上余り考慮されない。全操業の 80% は等深線の形状、特に深みの方向を考慮して行われた。これは、漁船の音や網の動きで威嚇されたカタクチイワシは深みの方向に逃げると漁業者は考えているので、網はその退路を遮断する形、つまり、巾着網の網口が浅い方向を向いた形に投網される。この傾向は小型魚よりも中型・大型魚に対してははっきり現われた。

## A New Species of *Sagitta* (Chaetognatha) Collected off the Izu Peninsula\*

Masataka KITOU\*\*

**Résumé:** La nouvelle espèce "*Sagitta izuensis*" a été trouvée dans un échantillon de plancton levé de 2500 m de profondeur au large sud-ouest de la péninsule d'Izu par le bateau de recherche Tansei-maru de l'Institut de Recherche Océanique de l'Université de Tokyo. L'échantillon est un corps de mi-maturité. Elle appartient au groupe composé de *Sagitta bedoti*, *S. bedoti* f. *minor* et *S. pulchra*, mais en diffère par sa largeur du corps, la nageoire, etc.

### 1. Introduction

*Sagitta izuensis* n. sp. described in the present paper was found from the deep-sea collection by the R. V. Tansei Maru, Ocean Research Institute, University of Tokyo. This new species belongs to the group formed by *S. bedoti* BÉRANEK, *S. bedoti* f. *minor* TOKIOKA and *S. pulchra* DONCASTER.

Only one specimen, a holotype, was caught by oblique haul from the depth of 2500 m (estimated by wire angle), with a 160-cm opening-closing plankton net (OMORI, 1965) at station 115-2 (32°38.8'N, 138°38.5'E) located in the sea south of the Izu Peninsula, on April 25, 1965. The holotype is deposited in the Ocean Research Institute, University of Tokyo.

### 2. *Sagitta izuensis* n. sp.

Maturity stage of the holotype is recognized to be medium, as a result of the examination of the ovary, testis and seminal vesicle: The ovaries reach to the posterior part of the anterior fin. Some of ova increased in size. The tail cavity was filled with spermatozoa (Fig. 1).

Body length is 41.0 mm, excluding the tail fin; the tail segment occupies 16% of the body length. The body is so flaccid and transparent as to see easily the ovaries and the intestines, but it is not bulky and tumid as *S. hexaptera*

or *S. maxima* groups. The neck is distinct. There is no constriction at the tail septum. The body is widest at the level of the middle of the anterior fin. The lateral field is wide.

The anterior fin begins at the level of the posterior end of the ventral ganglion. It is extremely narrow at the anterior three-fifths and broadens at the posterior end of it.

The posterior fin is triangular, fairly shorter than the anterior and widest behind the tail septum.

In both fins, the narrow anterior portion is devoid of fin rays, and there is a conspicuous rayless-zone along the trunk.

The head is small in proportion to the long body.

The hooks are 6/6 in number. These are well curved and have no serrations (Fig. 1-b).

The anterior teeth are 11/11 in number. Rows of them meet in an acute angle.

The posterior teeth are 17/16 in number and longer than the anterior.

The vestibular organs have small papillae.

The eyes are circular in outline, and eye pigment is concentrated as in Fig. 1-c.

The collarette is distinct near the neck.

The corona ciliata could not be seen completely, using a weak solution of neutral red, but it is known that the corona ciliata is long; it begins at the posterior margin of the brain in front of eyes and exceeds the neck septum (Fig. 1-d).

The intestinal diverticula are absent.

The seminal vesicles are wedge-shape, and the antero-lateral corner of them protrudes up-

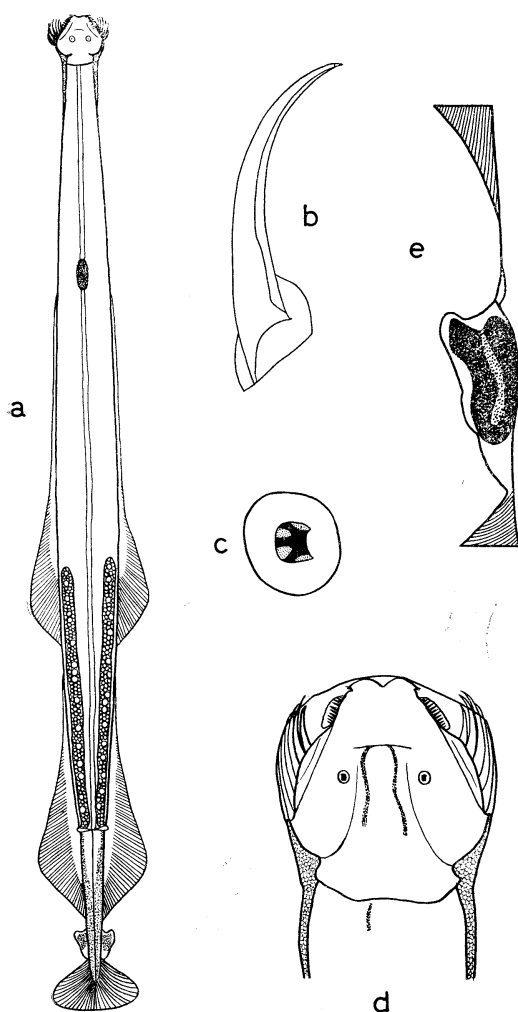
\* Received Sept. 27, 1966

JEDS Contribution No. 75

\*\* Oceanographical Section, Marine Division, Japan Meteorological Agency

Table 1. Comparison of characters of systematical importance among four species of *Sagitta*.

	<i>S. izuensis</i>	<i>S. bedoti</i>	<i>S. bedoti</i> f. <i>minor</i>	<i>S. pulchra</i>
Body	flaccid and transparent	rigid and opaque	somewhat flaccid and opaque	flaccid and opaque
Body length (mm)	41	up to 30	up to 13.5	up to 23
Tail (%)	16	22-26	22-31	16-25
Anterior fin	begins the posterior end of the ventral ganglion, is narrow at the anterior three-fifths, which are devoid of the fin rays, and has a conspicuous but short rayless-zone	begins at the anterior part of the ventral ganglion, is normal in shape, and has conspicuous rayless-zone along the trunk	begins behind the middle of the ventral ganglion, is normal in shape, and has conspicuous rayless-zone along the trunk	begins behind the middle of the ventral ganglion, is normal in shape, and has fin rays restricted at the posterior margin
Seminal vesicle	wedge-shape and touches the tail fin	ovoid and touches the both posterior and tail fins	ovoid and touches the both posterior and tail fins	low wedge-shape and touches the both posterior and tail fins

Fig. 1. *Sagitta izuensis* n. sp.

a: body, dorsal; b: hook; c: eye, right;  
d: head; e: seminal vesicle.

wards. They touch the tail fin and are separated from the posterior fin (Fig. 1-e).

### 3. Remarks

*Sagitta bedoti* group composed of *S. bedoti*, *S. bedoti* f. *minor* and *S. pulchra* has following taxonomical characters. Namely, the corona ciliata is very elongate; it begins just behind the brain and extends to the anterior portion of the trunk. The intestinal diverticula are absent. The anterior and posterior fins are provided with a conspicuous rayless-zone. As illustrated in the preceding chapter, *S. izuensis* n. sp. has these characters. Therefore, it is judged that this animal belongs to that group. In comparison with the taxonomical characters among the four species, *S. izuensis* n. sp. is distinguished from the remained three species on the body length, tail ratio to the body length, anterior fin and seminal vesicle (Table 1).

### Acknowledgements

The author is indebted to Professor Ryuzo MARUMO, Ocean Research Institute, University of Tokyo, for permitting the examination of the precious specimen.

### Reference

- OMORI, M. (1965): A 160-cm opening-closing plankton net, 1. Description of the gear. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, 21(5), 212-218.

伊豆半島の南西沖合で採集された毛顎動物の新種  
*Sagitta izuensis* について

鬼 頭 正 隆

**要 旨:** 新種 *Sagitta izuensis* は東京大学・海洋研究所の観測船淡青丸が伊豆半島の南西沖で、2500 m 深に達する斜め引きを行なった際得られたプランクトン試料の中から発見された。標本は1個体で、中程度に成熟していた。本種は *Sagitta bedoti*, *S. bedoti minor*, *S. pulchra* で構成されるグループに属しているが、体長; 前鱗, 貯精囊から、これらの種と区別される。



## Notes on the Catadromous Eels obtained from off the Coast of Niigata, the Sea of Japan, with Special Reference to the Histology of some of the Organs\*

Yoshiharu HONMA\*\*

**Résumé:** Afin d'éclaircir des conditions physiologiques de l'anguille en migration catadrome (*Anguilla japonica* TEMMINCK et SCHLEGEL), les divers organes des cinq individus capturés au large de la côte de Niigata, la Mer du Japon, ont été examinés histologiquement en comparant avec ceux de l'anguille de l'eau douce. On a trouvé l'hyperplasie remarquable des tissus des glandes endocrines suivantes: la glande hypophysaire, le cortex surrénal, le corpuscules de Stannius et les îlots de Langerhans suivant la maturation sexuelle et la migration de frai. Mais dans les autres organes viscéraux tels que le fond et le pyllore d'estomach, l'intestin, le rein et la rate, au contraire, on a trouvé l'atrophie et la dégénérescence éminentes. Il n'y a pas eu de différence marquée entre les activités thyroïdiennes chez l'anguille catadrome et chez celle de l'eau douce et la variation de la figure histologique de la glande thyroïdienne chez la première a été plutôt légère. Dans la foie de l'anguille catadrome, on a trouvé l'accroissement de la teneur en le gras déposé. Les oeufs ovariens développaient jusqu'au stade de la vitellogénèse (dont le diamètre a été de 0,3mm), tandis que les cellules sexuelles mâles dans les testicules étaient au stade de la spermatide. Nous avons discuté si l'anguille catadrome du Japon permet d'atteindre à la place de frai présumée ou non.

### 1. Introduction

The Japanese eel, *Anguilla japonica* TEMMINCK et SCHLEGEL, occurs widely in the coasts of subtropical and temperate regions of China, Korea and Japan, from south of Tong-King Bay to north of the southern Hokkaido. The spawning place of this eel, however, has not been elucidated, in spite of the great efforts carried out by the Japanese fishery scientists.

Based on the results of the distribution of adult Japanese eels, movements of oceanic currents and records of catch of the leptocephaline larvae, MATSUI (1957) has explained the supposed spawning place, which is situated near Taiwan and Okinawa (Ryukyu Islands).

\* Received Oct. 1, 1966

Presented at the Eleventh Pacific Science Congress of the Pacific Science Association, held at the University of Tokyo, Japan, August-September 1966, and organized by the Science Council of Japan.

\*\* Department of Biology, Faculty of Science, Niigata University, Niigata, Japan

When NISHIMURA (1961) has introduced Tucker's startling new hypothesis (TUCKER, 1959) to the Atlantic eel problems including several papers of criticism to the Tucker's (D'ANCONA, 1959; JONES, 1959 and DEELDER, 1960), he also expressed his very suggestive opinion on the life-span of the Japanese eel distributed in the Japanese Islands.

The mature catadromous eels, on the other hand, taken in the open-sea of the Islands were reported by several investigators, such as HIRASAKA and HONMA (1954), HONMA (1956, 1958), MATSUI (1957) and UCHIDA (1958). It is considered that biological data of these records will be of value to solve a Japanese eel problem.

This paper deals chiefly with the histological description of some of the endocrine, digestive and hematopoietic organs of the catadromous eels taken from offshore waters of Niigata in the Japan Sea during the course of the author's investigation from January, 1961 to December, 1964. It will be also given a summary of known records of catch of the catadromous eels by the author himself.

Table 1. Records of catch of the Japanese catadromous eels, *Anguilla japonica*, from off the coast of Niigata, the Sea of Japan.

Specimen	Items	Date of collection	Location	Depth of collection (m)	Sex	Total length (mm)	Weight of body (g)	Weight of gonad (g)	Diameter of egg (mm)	Weight of liver (g)	Journal
			139°11'E 38°20'N								
A		Jan. 20, 1954	off Awashima Isl.	0-250	♀	635.0	540.0	ca. 30.00	0.30	/	J. Fac. Sci., Niigata Univ., Ser. II, 2: 1-4 (1954)
B		Apr. 8, 1955	off Uchino, Niigata City (Sado Strait)	0-120	♀	688.0	337.5	13.28	0.28	/	J. Fac. Sci., Niigata Univ., Ser. II, 2: 95-99 (1956)
			138°47'E 38°17'N								
C		Nov. 30, 1955	off north-eastern part of Sado Isl.	0-350	♀	733.0	760.0	21.70	0.29	13.9	Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 24: 87-92 (1958)
D		Dec. 5, 1955	off northern part of Awashima Isl.	0-250	♂	401.0	74.2	0.48	/	1.1	Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 24: 87-92 (1958)
E		Dec. 16, 1957	off the mouth of River Agano	0-15	♀	838.0	1,140.0	31.00	0.20	24.2	Collecting and Breeding (Tokyo), 20: 308-309 (1958)
F		Jan. 4, 1961	off Akadama, Sado Isl. (Sado Strait)	0-290	♀	ca. 650.0	/	34.10	0.33	9.2	Jap. Sea Fish. Res. News (121), 3 (1961)
G		Dec. 20, 1961	off Akadama, Sado Isl. (Sado Strait)	0-210	♀	705.0	/	18.70	0.29	9.6	/
H		Apr. 4, 1962	Tassha, Aikawa-machi, Sado Isl.	Sandy beach	♀	650.0	360.0	/	0.28	/	Jap. Sea Fish. Res. News (139) 3, (1962)
I		Feb. 24, 1964	off eastern part of Awashima Isl.	?	♂	575.0	/	/	/	/	/
J		Dec. 29, 1964	off north-western part of Awashima Isl.	0-210	♀	850.0	937.5	50.8	0.29	14.7	/

## 2. Materials and Methods

The whole specimens used were taken by trawl net which touches the bottom in the off-shore waters of Niigata, including Sado and Awashima Islands. The materials described here are shown in Table 1. Among them, merely J-specimen was secured by the author himself under the vigorous condition. Detail of description, therefore, is given chiefly on J-specimen, because the others were under the bad condition for histological use. After the diagnosis and measurements of bodily parts were carried out immediately, the organs were removed and immersed in Bouin's fixative, embedded in paraffin, cut serially at 8 to 10 micra thick and stained with Delafield's hematoxylin-eosin, Heidenhain's iron-hematoxylin-light green, Heidenhain's azan triple stain, Mallory's triple stain, Halmi's paraldehyde fuchsin-orange G and light green, and PAS. The size of eggs was measured with micrometer.

To make a comparison with the histologic picture of the catadromous eel several individuals of the freshwater eels from inland-waters of Niigata during winter season were also examined and described.

## 3. Observations

### Pituitary Gland (Plate I, Figs. 1 to 8)

Though OLIVEREAU (1963 and 1965) and KNOWLES and VOLRATH (1966) made a detail of histochemical examination of the pituitary gland of the Atlantic eel, both in normal and medicinally treated, the subdivisions and topography of the gland of the mature catadromous eel in the Japan Sea are closely similar to those of the Atlantic eel. Schematic designs of the median sagittal section of the gland are also coincide well with each other (HONMA, 1958). The rostral pars distalis is composed chiefly of fusiform or wedge-shaped acidophil (carminophil) cells arranged in the radial manner to form follicles. However, chromophobe cells under degranulation which seem to be derived from the acidophil cells, and basophil cells in small number are also recognized in this lobe. In the interfollicular spaces there are small masses or irregularly arranged cords of basophil

cells which are considered as thyrotropic cells (OLIVEREAU, 1963). These cells, angular in shape, are stained positively with AF. In the dorsal region of this follicular structure there is found convoluted cell cord of chromophobes. The proximal pars distalis forms the convoluted cords and follicles in small number which are constructed from large polyhedral cells with rich granular cytoplasm. Many of them are carminophil  $\alpha$ -cells, but a small number of cyanophil  $\beta$ - (and also AF-weak positive) cells considered as gonad-stimulating cells are found near the border of connective tissue septa. The capillaries run along the narrow spaces between these septa. Though the outer layer of the pars intermedia consists of the distinct cords, the interior of this gland showed an indistinct structure. The cell of the pars intermedia is high columnar and acidophilic, and its nucleus is situated near the apex of the cell.

The extremities of the pars nervosa are enveloped in the cell cords of the pars intermedia under the convolution, and the digitations of the nervosa are occupied with a considerable amount of CH-positive neurosecretory granules. Moreover, the fine neurosecretory granules can be pursued from the nervous tracts of the pars nervosa to the vicinity of the hypothalamus through pituitary stalk. Within a mass of neurosecretory granules there are found a small number of Herring bodies showing a colloidal condition. Other colloid droplets are also seen in the nerve tracts just beneath the ependyma. Noticeably, the cells arranged in the vesicular condition which might be originated from ependymal layer are encountered in the ramified pars nervosa. The author shall now describe the picture of the nucleus lateralis tuberis which is situated in the posterior region of the hypothalamus just dorso-anterior to the ependymal layer of the recessus infundibuli. The shape of the cell is usually polymorphous with a large lobated nucleus. The size of the cell attains 50 to 70  $\mu$  in longer axis and 22 to 33  $\mu$  in shorter. Although distinct nucleoli, two or three in number, were detected in the nucleus, there was no indication of prominent secretory phase in the cytoplasm.

On the contrary, a fairly flattened feature of

the pituitary gland and a few cell types in differentiation in the adeno-hypophysis of the freshwater eel were already described (HONMA, 1958), and present examination has also demonstrated such situation. For example, it was difficult to recognize the basophil cells in the follicular epithelium of the rostral pars distalis and in the proximal one.

#### **Thyroid Gland** (Plate II, Figs. 1 to 2)

As reported in the preceding paper, the thyroid gland of the eel is a compressed thin plate-like organ lied in the periphery of the ventral aorta between the first afferent branchial artery and the second one (HONMA, 1956, 1958). It seems that the distribution and density of the thyroid follicles are compact. However, there is no prominent difference between the histological pictures of the thyroid glands of the freshwater eel and of the catadromous one, except of a slightly indication of distortion and atrophy of the nucleus in the latter. Each follicle is surrounded with a flattened epithelium which is composed of cubic or low columnar cells, 7 to 15  $\mu$  in height. Its nucleus is small and round, and is situated near the basal margin of the cell. Commonly, the size of the follicle attains about 100  $\mu$ , although some gigantic follicles, ca. 1 mm in diameter, are occasionally encountered. The lumen of the follicle is large, and is occupied with rich smooth colloid stained deeply with eosin or azocarmine. Interfollicular space is occupied with rich capillaries and scanty connective tissues. Accordingly, general feature of the gland indicates an inactive condition.

#### **Adrenal Cortical Tissue** (Plate II, Figs. 3 to 4)

The adrenal cortical tissue of the eel is situated only in the anterior part of the head kidney as the compact large clumps (CHESTER-JONES *et al.*, 1964). The tissue is embedded in the thick wall of the collagenous connective tissue of both the left and right posterior cardinal veins. The adrenal cortical cells (=interrenal cells) are arranged in the several layers of cords and form several lobules. Many sinusoids run within the tissue.

In the present examination the cell of the freshwater eel is cylindrical or columnar in shape and stained with acidic dyes, and its nucleus is located in the apical part of the cell. The

cell of the catadromous eel, on the other hand, is also acidophilic, however its shape is polymorphous, 14 to 15  $\mu$  in size, and has an eccentrically placed nucleus, round in shape. Near the periphery of the cell faced to the connective tissue strand a considerable number of vacuoles are demonstrated. Within a mass of the interrenal cells the adrenal medullary cells (=chromaffin cells) are recognized in the state of dispersion or of small masses. The cell is smaller than the interrenal cell, 10 to 11  $\mu$  in size, and is stained deeply with acidic dyes. The nucleus is placed in a corner of the cell, and its shape is distorted. In many case the chromaffin cells occupy more inner part of the wall of the cardinal vein. Anyhow, an indication of hypertrophy of the adrenal tissues was demonstrated in the catadromous eel as compared with that of the freshwater one.

#### **Corpuscles of Stannius** (Plate II, Figs. 5 to 8)

A pair of the corpuscles of Stannius of the eel are small spherical bodies, embeded completely in the ventral side of the proper kidney just terminal of the posterior cardinal vein (CALLAMAND, 1943). Usually, the corpuscles are not visible with naked eye until the sheath of connective tissue covering the kidney is removed. It is encapsulated with collagenous connective tissue bundles, and is compactly packed with a number of vesicular or alveolar components.

The corpuscles of the Japanese freshwater eel are occupied with many lobular structure, composed of epithelium-like cells with indistinct outline arranged in the cord and still in radial manner. A marked increase in the number of alveolus took place in the corpuscles of the catadromous eel. Each alveolus is composed of cylindrical or high columnar cells. As the cells are arranged more or less in a radial manner, the lumen-like space formed in the center of the alveolus is very narrow. A large round nucleus having several distinct nucleoli is located roughly in the basal or proximal part of the cell. The basal part of the cell has an affinity for basophilic dyes, and PAS-positive fine granules are also demonstrated in this part. The apical one, on the other hand, shows a fine-granular condition and an affinity for acidic dyes when stained with azan trichrome. There

is a streak of capillary in the space of connective tissue surrounding each lining of the alveolus. The amount of the basophil granules in the cells of the freshwater eel is considerably fewer than that of the catadromous one.

Therefore, it is considered that the corpuscles are endocrine in nature, and the picture of the catadromous eel presented here shows an active secretory phase.

#### **Ovary** (Plate III, Fig. 3)

As described previously (HONMA, 1954, 1956, 1958), the maturity condition of ovaries of the catadromous eel examined is not so advanced; merely an early phase of the vitellogenesis in the egg was encountered. This stage is characterized by the presence of large PAS-positive yolk vesicles in the oocyte. A round nucleus with deeply stained nucleoli, ten or more in number, in the eccentric region, is surrounded with many of these vesicles. The karyoplasm appears to be a foamy condition, while the ooplasm in a small amount is mainly dispersed near the periphery of the nuclear membrane. On the other hand, the eccentric region of the oocyte is occupied mainly with the fine yolk globules, although some of the globules invade into the centripetal region, *i.e.*, the region of yolk vesicles. The periphery of the oocyte is encircled with the thin membranes, such as oolemma (=zona radiata), granulosa (=follicular epithelium), and theca interna and externa in turn.

In a European eel which is temperate species like the Japanese eel, FONTAINE *et al.* (1964) reported that the diameter of ova emitted spontaneously in the aquarium condition attains 1.4 mm. On the contrary, the largest diameter of the egg of the Japanese mature catadromous eel examined is reached merely 0.33 mm; the mean diameter of the egg contained in the ovary of each individual is shown as tabulated (Table 1).

#### **Testis** (Plate III, Figs. 1 to 2)

In the freshwater eel the testis is the lobulated and corrugated organ elongated from the region of esophagus to posterior to cloaca (BERTIN, 1956). The author finds a similar situation in the Japanese eel. Although a lobule is very small and thin, it is composed of a number of

small cysts. Each cyst is occupied with spermatogonia in growth period, 7.3 to 11.0  $\mu$  in diameter. The nucleus of the spermatogonial cell is round in shape, having a large prominent nucleolus in its central region and many chromatin granules arranged grossly in the radial manner. The cytoplasm is light, and considerably rich in its amount. The wall of the cyst is surrounded by a thick layer of fibrous connective tissue, and a narrow cystic cavity is produced.

On the other hand, the testis of the catadromous eel is constructed from the undulate thick lobules, showing a marked increase in its volume. Although the size of each cyst is larger than that of the freshwater one, the cell in the stage of spermatid contained in an expanded cyst is relatively small, 3.6 to 4.4  $\mu$  in diameter. The chromatin granules are concentrated in the center of the cell, forming a large mass. Expansion of a dimension of the cystic cavity takes place, as the wall becomes thin. As a result, the capillaries in the interstitial tissue are visible easily.

Generally speaking, the maturity of the cells contained in a single testis as a frilled organ of the catadromous eel is synchronous.

#### **Pancreas** (Plate III, Figs. 4 to 6)

The pancreas of the eel, as a thin elongated lobe, is located close on the spleen and runs along the intestine. In the freshwater eel the exocrine or zymogenous tissue is composed of numerous compound acinar glands, whose cells are pyramidal in shape and stained deeply with acidic dyes. The apical part of the cell is occupied with a large number of acidophilic zymogen granules. The islets of Langerhans, consisted of several masses of A- (acidophil) cells and moderate number of D- (basophil) cells, are scattered in this exocrine tissue.

On the contrary, in the catadromous eel, a great diminution and degeneration of the exocrine tissue is noticed, while a notable increase in the number and size of the islets owing to the hypertrophy and hyperplasia of the islet cells is seen. It is very difficult to recognize the basophil cells, while many light B- (chromophobe) cells, degranular in the cytoplasmic condition, are encountered in the islets of the

catadromous eel.

**Liver** (Plate III, Figs. 7 to 8)

As mentioned by ROBERTSON and WEXLER (1960), there are differences between the structures of the livers of fishes and mammals. Although any definite hepatic lobules with a central vein is also absent, the cell cords in two layers surrounding a venule are seen in the liver of the eel. The precise histochemical demonstration was not carried out, however many round vacuoles and intricated fine spaces produced by routine procedures and found in the liver cell of the catadromous eel are considered as fat droplets and glycogen, respectively. Each venule among the cell cords is indistinct on account of the fatness of the cells. On the contrary, merely coarse granular condition was detected in the liver cell of the freshwater eel. Accordingly, the accumulation of nutrient in the liver of the eel during the seaward migration or prespawning season was intimated. Another notable change is detected in an increase of the amount of the connective tissue in the liver of the catadromous eel.

**Fundus of Stomach** (Plate IV, Figs. 1 to 2)

Detail of the histological condition in the alimentary tract of the European glass, yellow and silver eels was already presented (BERNDT, 1938). In the Japanese freshwater eel corresponding to European yellow one, the mucous epithelial cell of the fundus of stomach is high columnar, ca.  $22\mu$  in height, and its nucleus, longish ovoid in shape, is present near the base of the cell. The cell of the gastric gland is indicated the condition of hypertrophy with an eccentrically placed nucleus. Beneath this gland a thin layer of the submucosa and, in turn, a thick layer of circular muscle are seen. There is found small quantity of vascularization in the submucosa. On the other hand, the mucous epithelium of the catadromous eel is flat, consisting of cubic cells, ca.  $7\mu$  in height. The nucleus occupies the center of the cell, and its long axis is parallel to the circular direction. The cell of the gastric gland is cubic in shape, and the nucleus in irregular shape occupies also the center of the cell. As a result of a marked degeneration and atrophy of the epithelium and the gland as a whole, the invasion of the sub-

mucosa between the mucous epithelium and the glands taken place, and a marked development of the blood vessels into the submucosa is recognized. Moreover, the thickness of the layer of circular muscle is less than that of the freshwater eel.

**Pylorus of Stomach** (Plate IV, Figs. 3 to 4)

While the mucous epithelium of the pyloric portion of the freshwater eel is constructed from the high columnar cells (ca.  $25\mu$  in height) with eccentrically placed long ovoid nuclei, that of the catadromous eel is from low columnar cells ( $11$  to  $18\mu$  in height) with centrally located ovoid nuclei. The alveolar pyloric glands in normal appearance are found in the region of the lamina propria of the freshwater eel. On the other hand, the arrangement of the gland cells of the catadromous eel falls into disorder, and many lacunae or spaces are developed in the glandular region. Therefore, an increase in the amount of the connective tissue is brought about following the degeneration of the glands. The layer of the circular muscle of the freshwater eel is appeared as fine condition, while that of the catadromous eel is in coarse and loose with slightly degeneration.

**Intestine** (Plate IV, Figs. 5 to 8)

There is found a notable difference in the pictures of the histological cross section of the intestines between the two. The mucous epithelium lining the villus of the catadromous eel decreases its height and thickness remarkably, following a great diminution of the folding epithelia as a whole (ca.  $44$  to  $90\mu$  in cell height for the freshwater eel and ca.  $18$  to  $22\mu$  for the catadromous eel). As a result of the degeneration and atrophy of the epithelial components, a fairly wide space is brought about in the intestinal tube. The microvilli forming commonly the harmonized striated border is scarcely visible and no process of the mucus formation is recognized in the goblet cell. The degeneration is also seen in the lamina propria, accompanying a decrease of the amount of the connective tissue and of the number of lymphatic cells derived from the reticular cells. It is, therefore, difficult to chase the lymphatic cells which invade into the epithelium, while the capillaries are visible without difficulty. The

layers of the submucosa, circular and longitudinal muscles and adventitia are largely atrophied in the catadromous eel.

#### **Kidney** (Plate V, Figs. 1 to 4)

In the parenchymatous tissue of the kidney of the catadromous eel, a picture of hemorrhage and relatively decrease of number of the lymphocytes were noticed. An early indication of the capillary-glomerulosclerosis is recognized, however there is no pronounced vacuolization in the epithelium of tubules.

#### **Spleen** (Plate V, Figs. 5 to 8)

Though the mesothelium, derived from the peritoneum, of the spleen of the catadromous eel is very thin, the layer of fibrous connective tissue is thick; the whole capsule is 14 to 18  $\mu$  in thickness. The thickness of capsule of the freshwater eel is reached nearly a half of that of the catadromous eel. The framework of the trabecula, *i.e.*, connective tissue stroma, is fine like threads, and less amount of the tissue and the sheathed and trabecular arteries are detected in the freshwater eel. Accordingly, a large number of the parenchymatous lymphoid cells and red pulps (=red blood cells) occupy a fairly wide area of the spleen. On the contrary, in the catadromous eel, a marked increase in the amount of the stroma is presented, and disappearance of the parenchymatous tissue, particularly of the lymphoid cells, are noticed. This condition brought about the picture of well-defined distribution of the blood vessels.

#### **4. Discussion**

Recently, the effects of aging and of sexual maturation on the various organs and tissues of the salmonid fishes have been elucidated by ROBERTSON and his collaborators (1960 to 1962). By their continuous histological examination on the migrating and spawning Pacific salmon and aged castrated one under the starvation, degenerative changes with or without atrophy were described in the pituitary, thyroid, spleen, thymus, liver, kidney, cardiovascular system, stomach, intestine, skin and muscle. On the contrary, pronounced hyperplasia was detected in the adrenal cortical tissue and islets of Langerhans. In the present study, the author found a similar situation in a case of the

Japanese mature catadromous eel obtained from the deeper bottom of the Japan Sea. In order to clarify the leading factor of postspawning death in the Pacific salmon, the effect of feeding has also been investigated histologically in several organs and tissues (MCBRIDE *et al.* 1964). A marked atrophy, and often degeneration of the alimentary tracts and liver was detected in postspawned unfed controls and fish spawned in the wild, while no or much less changes of such indications in fed fish. In the Japanese char, the Iwana, that feed actively in the spawning beds, death shortly after their first spawning has not been observed by the author and his collaborator (HONMA and TAMURA, 1965). These communications would suggest that a marked deterioration and derangement of of the tissues under the starvation are intimately related to the cause of postspawning death in some of the fishes. It was sometimes described that the European silver eel caught in the estuary of northern Europe, open-sea of Baltic and North Seas also reveals a profound degeneration of the alimentary tract and marked enlargement of the sense organs and eye diameter etc. (BERTIN, 1956; BERNDT, 1938). Nobody confirms the fact that the mature European catadromous eels in the northern seas certainly return to the breeding place located in the Sargasso Sea. Whether or not these catadromous eels can travel across the Atlantic Ocean is obscure. Again, the orientation disposition of the navigation, exact routes and depth of a long journey carried out by the eel under the deterioration are quite unknown. Nearly identical situation is encountered in the case of the Japanese eel.

During the course of his longstanding experiments on the European eel, FONTAINE (1961) reported that the silver eels under the period of seaward migration can survive several months in the seawater aquarium tank with rotating current, and, surprisingly, from one female individual treated with carp pituitary powder in combination with other substances he succeeded in obtaining a completely ripe egg emitted spontaneously in the laboratory condition; the diameter of the largest ovum attains 1.4 mm (FONTAINE *et al.*, 1964). He mentioned that a histological researching of some of the

organs and tissues of this eel\* is now in progress in his laboratory. BÖETIUS *et al.* (1962) induced the sexually most advanced European silver eels treated with chorionic gonadotropin in combination with estrogenic substances, and mature ova of these attain 0.56 mm in their maximum diameter. On the other hand, the present author has merely obtained a maximum egg diameter of 0.33 mm, and the most advanced stage of the spermatogenic cell is spermatid in the Japanese mature catadromous eels. A complete maturation of the testis, *i.e.*, emission of the milt in the aquarium tank, of the European eel was also reported by FONTAINE (1961). Accordingly, it is supposed that the complete maturation of the gametes of the eels in the open ocean will be brought about very rapidly near the spawning grounds. In the consulted literature the author has not encountered reports dealing with the maturity of the eel caught near the spawning grounds.

It is well known that the eels inhabited in the temperate regions become inactive and lose their appetite under the condition of low water temperature (15°C), and at temperatures below 5°C they do not migrate at all (MATSUI, 1952; BRUUN, 1963). The water temperatures of the locations where the Japanese catadromous eels were caught from off Niigata of the Japan Sea by the trawl net are very low: below 3°C in depths at 200 to 300 m, 2°C at 400 m in the winter season. Therefore, the lowest level of physiology and behavior of the eel is presumed. In fact, in the histologic picture of the thyroid gland presented in this paper, no indication of active contranantant migration against the warm Tsushima Current which flows north along the coasts of Japanese mainland (Honshu Island) was detected. It seems probable that the catadromous eels in the deeper zone of the Japan Sea do not tided over the years there, but will die as soon after debility. For example, one dead body of the mature eel was washed ashore at Aikawa-machi, Sado Island, on April 4, 1962. There is one difficult point about this supposition: the dead mature eels have never been

\* The external feature of this remarkable individual is illustrated in his greeting card for the New Year (1996). How it is a perfect marvel!

discovered by the trawl net operated in the deeper bottom (200 to 500 m in depth), nor the eels that were found in the stomach of some of the bottom-fish in larger size.

Although a much speculative assumption about spawning area of the American eel was presented (VLADYKOV, 1964), the author does not intend to discuss the spawning grounds of the Japanese eel hitherto supposed and its source of the populations distributed in the inlandwaters of the Japanese Islands. It is believed, however, that the findings mentioned above would be of value to supplement our knowledge in the fields of marine biology and comparative endocrinology.

## 5. Summary

In order to know a certain physiological condition of the catadromous eel taken from off the coast of Niigata in the Sea of Japan, various organs of five individuals were examined histologically, and, simultaneously, comparison with the pictures of those of the freshwater eels was carried out. A marked hyperplastic condition in the tissues of endocrine glands, such as pituitary, adrenal cortical, corpuscles of Stannius and islets of Langerhans, was detected following the maturation of the gonads and spawning navigation. On the contrary, certain visceral organs, *e.g.*, fundus and pylorus of stomach, intestine, kidney and spleen showed pronounced atrophy and degeneration. There is no striking difference between the thyroid activities of the catadromous eel and of the freshwater one; the picture indicated rather mild condition. In the liver of the catadromous eel an increase in the amount of fat deposition is noticed. The development of the ovarin egg is reached an early phase of vitellogenesis (ca. 0.3 mm in diameter), while the spermatogenic cells in the testis are identified as spermatids. Possibility of their return to the supposed breeding place of the Japanese catadromous migrating eels is discussed.

## References

- BERNDT, O. (1938): Morphologie und Histologie des Rumpfdarmes von *Anguilla fluviatilis* und die Veränderungen desselben in Individualzyklus.

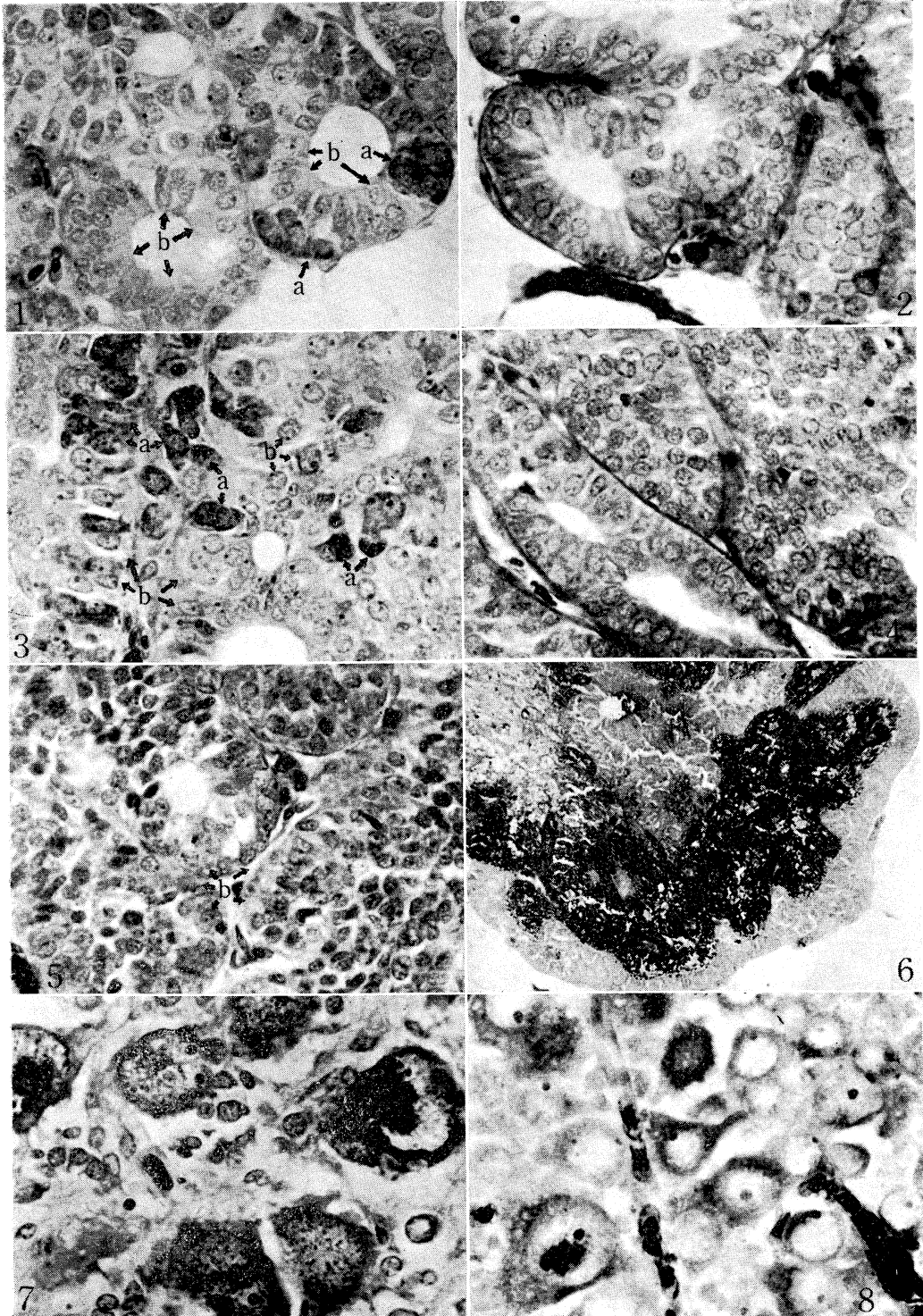


- Zool. Jahrb., **64**(4), 437-482.
- BERTIN, L. (1956): Eels: a biological study. 192 pp. Cleaver-Hume Press Ltd. (London).
- BÖETIUS, J., I. BÖETIUS, A. M. HEMMINGSEN, A. F. BRUUN and E. MØLLER-CHRISTENSEN (1962): Studies of ovarian growth induced by hormone injections in the European and American eel (*Anguilla anguilla* L. and *Anguilla rostrata* LE SUEUR). Medd. Danmark Fisk-Hav., **3**(7), 183-198.
- BRUUN, A. F. (1963): The breeding of the north Atlantic freshwater eels. Advances in Marine Biology, Vol. 1: 137-169.
- CALLAMAND, O. (1943): L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) les bases physiologiques de sa migration. Ann. l'Inst. Océanogr., **21**: 361-438.
- CHESTER-JONES, I., I. W. HENDERSON and W. MOSLEY (1964): Methods for the adrenalectomy of the European eel (*Anguilla anguilla* L.). J. Endocrin., **30**: 155-156.
- FONTAINE, M. (1961): L'Anguille européenne suc-combe-t-elle sans se reproduire? Compt. Rend. Acad. Sc., Paris, **252**: 1258-1260.
- FONTAINE, M. (1963): Evolution of form and function of endocrine organs with special reference to the adrenal gland. Proc. XVI Internat. Congr. Zool. (Washington), **3**: 25-34.
- FONTAINE, M., E. BERTRAND, E. LOPEZ et O. CALLAMAND (1964): Sur la maturation des organes génitaux de l'Anguille femelle (*Anguilla anguilla* L.) et l'émission spontanée des oeufs en aquarium. Compt. Rend. Acad. Sc., Paris, **259**: 2907-2910.
- HIRASAKA, K. and Y. HONMA (1954): A catadromous eel from the Sea of Japan. J. Fac. Sci., Niigata Univ., Ser. II, **2**(1), 1-4.
- HONMA, Y. (1956): Another catadromous eel from the Sea of Japan. J. Fac. Sci., Niigata Univ., Ser. II, **2**(3), 95-99.
- HONMA, Y. (1958a): On two new specimens of the catadromous eels from Sea of Japan, with special reference to its pituitary gland. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **24**(2), 87-92.
- HONMA, Y. (1958b): On some catadromous eels from the Central Japan Sea. Kagaku (Science), Tokyo, **28**(4), 204-205. (in Japanese)
- HONMA, Y. and E. TAMURA (1963): Studies on the endocrine glands of the salmonoid fish, the Ayu, *Plecoglossus altivelis* TEMMINCK et SCHLEGEL. V. Seasonal changes in the endocrines of the land-locked form, the Koayu. Zoologica, N.Y., **48**(1), 25-32, 3 pls.
- HONMA, Y. and E. TAMURA (1965): Studies on the Japanese chars, the Iwana (Genus *Salvelinus*). I. Seasonal changes in the endocrine glands of the Nikko-iwana, *Salvelinus leucomaenis pluvius* (HILGENDORF). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **31**(11), 867-877.
- KNOWLES, Sir F. and L. VOLRATH (1966): Cell types in the pituitary of the eel, *Anguilla anguilla* L., at different stages in the lifecycle. Zeit. Zellforsch., **69**: 474-479.
- MATSUI, I. (1952): Studies on the morphology, ecology and pond-culture of the Japanese eel (*Anguilla japonica* TEMMINCK et SCHLEGEL). J. Shimonoseki Coll. Fish., **2**(2), 1-245, 3 pls. (in Japanese with English summary)
- MATSUI, I. (1957): On the records of a leptocephalus and catadromous eels of *Anguilla japonica* in the waters around Japan with a presumption of their spawning places. J. Shimonoseki Coll. Fish., **7**(1), 151-167.
- MCBRIDE, J. R., U. H. M. FAGERLUND, M. SMITH and N. TOMLINSON (1964): Post-spawning death of Pacific salmon: sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) maturing and spawning in captivity. J. Fish. Res. Bd. Canada, **20**(1), 95-100.
- NISHIMURA, S. (1961): Dr. Tucker's new hypothesis to the Atlantic eel problem, with a speculation on the migration and reproduction of the Japanese eel. J. Oceanogr. Soc. Japan, **17**(2), 108-114. (in Japanese)
- OLIVEREAU, M. (1963): Effets de la radiothyroïdectomie sur l'hypophyse de l'Anguille. Discussion sur la "pars distalis" des Téléostéens. Gen. Comp. Endocrin., **3**(3), 312-332.
- OLIVEREAU, M. (1965): Action de la métopirone chez l'Anguille normale et hypophysectomisée, en particulier sur le système hypophyso-cortico-surrénalien. Gen. Comp. Endocrin., **5**(1), 109-128.
- ROBERTSON, O. H. and B. C. WEXLER (1960): Histological changes in the organs and tissues of migrating and spawning Pacific salmon (Genus *Oncorhynchus*). Endocrin., **66**(2), 222-239.
- ROBERTSON, O. H. and B. C. WEXLER (1962a): Histological changes in the pituitary gland of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) accompanying sexual maturation and spawning. J. Morph., **110**: 157-168.
- ROBERTSON, O. H. and B. C. WEXLER (1962b): Histological changes in the pituitary gland of the Pacific salmon (Genus *Oncorhynchus*) accompanying sexual maturation and spawning. J. Morph., **110**: 171-184.
- ROBERTSON, O. H. and B. C. WEXLER (1962c): Histological changes in the organs and tissues of

## PLATE I

- Fig. 1. Sagittal section of the rostral pars distalis of pituitary gland of the catadromous eel. Deep acidophil (a) and a few number of basophil (b) cells in differentiation and chromophobe cells are seen.  $\times 450$
- Fig. 2. Sagittal section of the rostral pars distalis of pituitary gland of the freshwater eel. No basophil cells in differentiation are encountered.  $\times 450$
- Fig. 3. Thyrotropic basophil (b) cells between the interfollicular spaces of the catadromous eel.  $\times 450$
- Fig. 4. Sagittal section of the proximal pars distalis of pituitary gland of the freshwater eel. No basophil cells are encountered.  $\times 450$
- Fig. 5. Sagittal section of the proximal pars distalis of pituitary gland of the catadromous eel. The gonadotropic basophil (b) cells near the border of connective tissue septa are detected.  $\times 450$
- Fig. 6. A part of pars intermedia of pituitary gland of the catadromous eel. The pars nervosa surrounded by the pars intermedia is occupied with a considerable amount of CH-positive neurosecretory granules.  $\times 125$
- Fig. 7. The neurosecretory cells of the nucleus lateralis tuberis of the catadromous eel showing the lobated nuclei with distinct nucleoli in sagittal section.  $\times 600$
- Fig. 8. The neurosecretory cells of the nucleus preopticus of the freshwater eel showing the granular condition of the cytoplasm in sagittal section.  $\times 600$

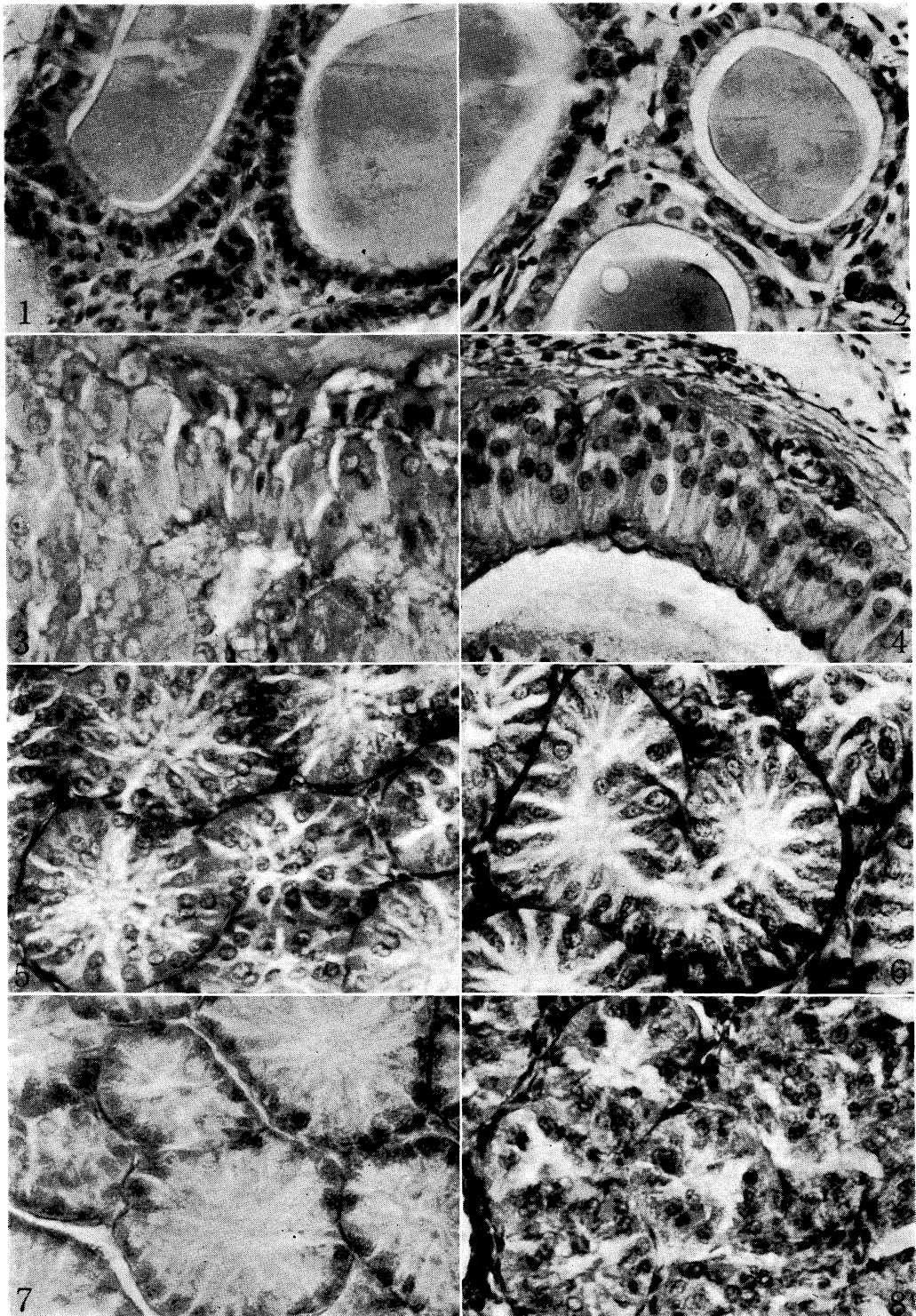
PLATE I



## PLATE II

- Fig. 1. Thyroid follicles of the catadromous eel indicating an inactive condition. Note the shrunk nuclei in the epithelium, the rich colloid in the lumen, and the capillaries around each follicle.  $\times 450$
- Fig. 2. Thyroid follicles of the freshwater eel indicating a mildly active condition. Note the ovoid nuclei in the cubic epithelial cells and rich colloid in the lumen.  $\times 450$
- Fig. 3. A hyperplastic picture of the adrenal cortical tissue of the catadromous eel. In the upper right side faced to the connective tissue strand the adrenal medullary cells in smaller size are seen.  $\times 600$
- Fig. 4. The adrenal cortical tissue of the freshwater eel without any pathologic picture.  $\times 600$
- Fig. 5. A part of the corpuscle of Stannius of the catadromous eel consists of aggregates of numerous ovoid lobules or alveoli. Each alveolus is constructed from the cylindrical cells arranged in a radial manner.  $\times 600$
- Fig. 6. A part of the corpuscle of Stannius of the freshwater eel. Basophilic granules in the cytoplasm are demonstrated.  $\times 600$
- Fig. 7. The corpuscle of Stannius of the catadromous eel to show the PAS-positive granules in the marginal part of the cells.  $\times 600$
- Fig. 8. The corpuscle of Stannius of the freshwater eel which composed of alveoli with indistinct cell outline.  $\times 600$

PLATE II

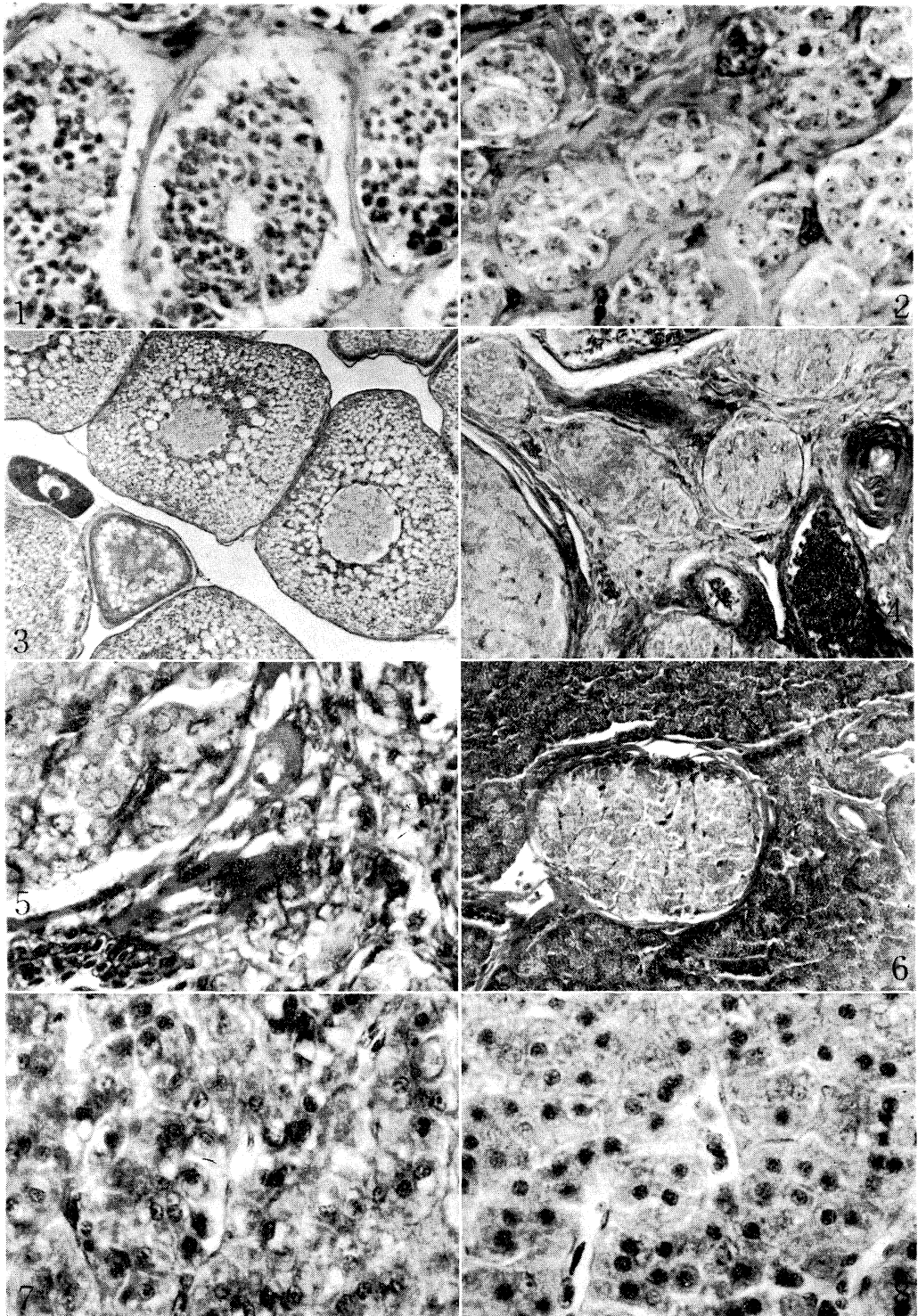


## PLATE III

- Fig. 1. A part of the testis of the catadromous eel. Each cyst contains a number of spermatids, and the lumen is formed in the center of the cystic epithelium. Note the thin cystic wall of the connective tissue.  $\times 450$
- Fig. 2. A part of the testis of the freshwater eel. Each cyst contains the spermatogonia in growth period. Note the thick cystic wall of the connective tissue.  $\times 450$
- Fig. 3. Ovarian eggs in an early phase of the vitellogenesis, *i.e.* the yolk vesicle stage, of the catadromous eel. Maximum diameter of which are reached 0.33 mm.  $\times 125$
- Fig. 4. A part of the pancreas of the catadromous eel indicating a great diminution and degeneration of the exocrine tissue, and a marked increase in the number of the islets of Langerhans.  $\times 125$
- Fig. 5. Higher magnification of the pancreas of the catadromous eel. Note the islet in the upper corner of the left side and heavily degenerative exocrine tissue with abundant connective tissue stroma and vascularization in the right side.  $\times 600$
- Fig. 6. A healthy pancreatic tissue of the freshwater eel. Islet of Langerhans is seen in the center of this picture.  $\times 125$
- Fig. 7. Section of the liver of the catadromous eel showing a heavy accumulation of the fat droplets. A marked increase in the amount of the connective tissue is also seen in this picture.  $\times 600$
- Fig. 8. Section of the liver of the freshwater eel showing coarse granular condition of the hepatic cells.  $\times 600$



PLATE III

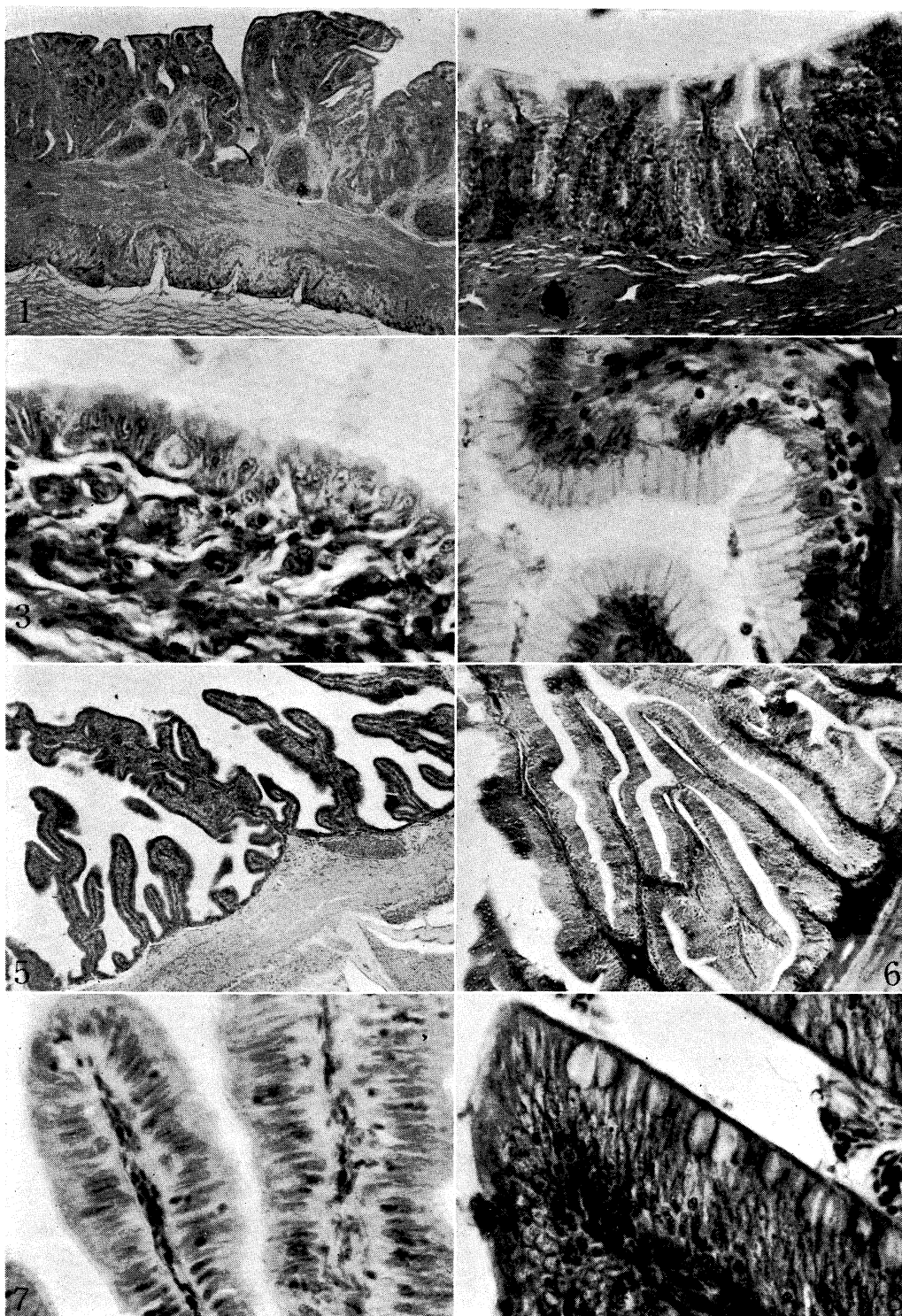


## PLATE IV

- Fig. 1. Cross section of the fundus of stomach of the catadromous eel. Note a pronounced degenerative change in the mucous epithelium and gastric gland. A marked increase in vascularization is also seen in this picture.  $\times 125$
- Fig. 2. Cross section of the fundus of stomach of the freshwater eel indicating a healthy condition.  $\times 125$
- Fig. 3. Cross section of the pylorus of stomach of the catadromous eel. A pronounced degeneration of the mucous epithelium, particularly the cuticle border consists of microvilli, and the pyloric gland are noticed.  $\times 600$
- Fig. 4. Cross section of the pylorus of stomach of the freshwater eel showing a healthy condition.  $\times 600$
- Fig. 5. Cross section of the intestine of the catadromous eel. Note a pronounced atrophy of the folding epithelia, *i.e.* the villi.  $\times 125$
- Fig. 6. Cross section of the intestine of the freshwater eel showing a healthy condition.  $\times 125$
- Fig. 7. Higher power view of a part of the villus of the catadromous eel in a condition of marked reduction.  $\times 600$
- Fig. 8. Higher power view of a part of the villus of the freshwater eel in a healthy condition.  $\times 600$



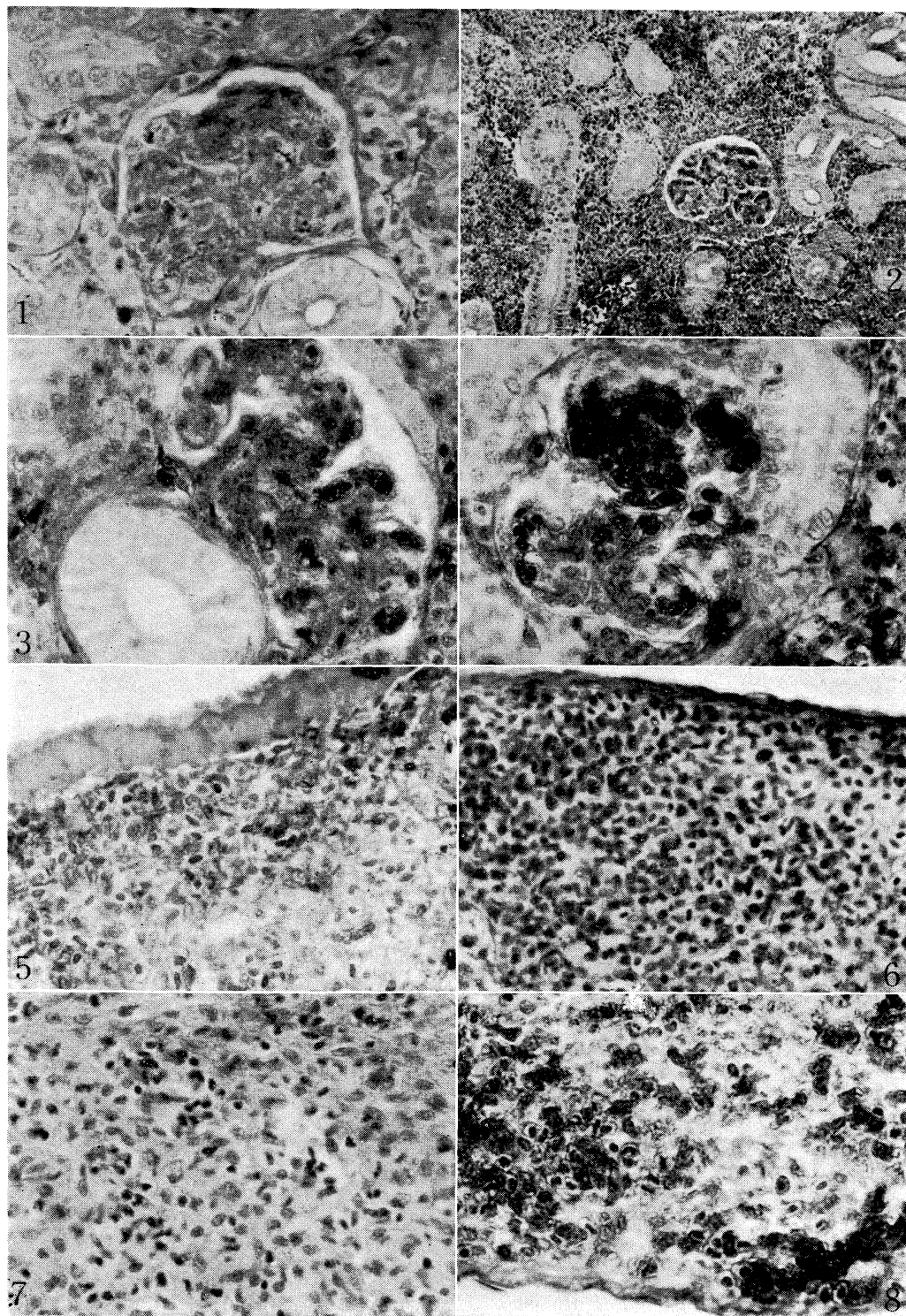
PLATE IV



## PLATE V

- Fig. 1. A part of the kidney of the catadromous eel. An early phase of the capillary-glomerulosclerosis is indicated.  $\times 600$
- Fig. 2. Section of the kidney of the freshwater eel showing a healthy condition.  $\times 125$
- Fig. 3. A segment of the nephron and the section of the glomerulus in an early sclerotic state in the catadromous eel.  $\times 600$
- Fig. 4. A segment of the neck region of nephron and a glomerulus in healthy condition of freshwater eel.  $\times 600$
- Fig. 5. A part of the spleen of the catadromous eel. Note the thick capsule and decrease in number of the lymphoid cells.  $\times 450$
- Fig. 6. A part of the spleen of the freshwater eel. Note the thin capsule and the compact condition of the parenchymatous tissue.  $\times 450$
- Fig. 7. Higher magnification of the spleen of the catadromous eel to show the rich stromatous tissue.  $\times 600$
- Fig. 8. Higher magnification of the spleen of the freshwater eel in healthy condition.  $\times 600$

PLATE V



- senile castrated kokanee salmon (*Oncorhynchus nerka kennerlyi*). Gen. Comp. Endocrin., 2(5), 458-472.
- ROBERTSON, O. H., M. A. KRUPP, S. F. THOMAS, C. B. FAVOUR, S. HANE and B. C. WEXLER (1961): Hyperadrenocorticism in spawning migratory and nonmigratory rainbow trout (*Salmo gairdnerii*); comparison with Pacific salmon (Genus *Oncorhynchus*). Gen. Comp. Endocrin., 1(5/6), 473-484.
- TUCKER, D. W. (1959): A new solution to the Atlantic eel problem. Nature, 183(4660), 495-501.
- UCHIDA, K. (1956): The catadromous eels obtained from the East China Sea. Abstract, Ann. Meet. Jap. Soc. Sci. Fish., Tokyo.
- VLADYKOV, V. D. (1964): Quest for the true breeding area of the American eel (*Anguilla rostrata* LE SUEUR). J. Fish. Res. Bd. Canada, 21(6), 1523-1530.

## 日本海新潟沖の降りウナギ

——特に内分泌器、消化器および造血器の組織像との関連において——

本 間 義 治

**要 旨:** 大西洋産ウナギの生活史については TUCKER (1959) が一大反響をよぶ新説を出し、日本産ウナギのそれについては西村 (1961) が示唆に富む推論を発表している。これらの議論が正しいかどうかを検討する一手段として、中部日本海佐渡・粟島近海の深所から底曳網によって得られた降りウナギ (表 1) の生理状態を、淡水産ウナギと比較しながら組織学的にしらべてみた。

下垂体は全体が肥厚し、生殖腺刺激細胞も出現しており、神経葉に多量の神経分泌物が貯蔵されていたが、頭部神経分泌細胞の活動は不活発であった。甲状腺は淡水ウナギのそれよりさらに機能低下像を示し、副腎皮質は大いに肥厚し、スタニッス小体は著しい分泌状態を呈した。膵臓の外分泌部は甚だしく退行し、代ってランゲルハンス氏島の増生が顕著である。卵巣卵は卵黄形成の初期にあり、精巣は精子細胞で占められていた。肝臓には結合織と脂肪の蓄積が目立ち、胃底、幽門部、小腸はいずれも著しい萎縮と退行の像を示している。また、腎糸毬体には硬化症の兆がみえ、脾臓はリンパ球が減少し、代って結合織が増殖していた。

成熟中で、しかも飢餓条件下にある降りウナギのこれら諸臓器の病的組織像は、新潟沖の降りウナギが冬季低温の日本海に長時間留まることも、また対馬暖流に逆って予想されている暖海の産卵場へ到達することも困難であろうことを示唆しているように思える。

本稿作製に当り、東京水産大学の尾崎久雄博士の御援助をいただいたことを記して、感謝の意としたい。

## Chaetognaths Collected on the Sixth Cruise of the Japanese Expedition of Deep Seas\*

Masataka KITOU\*\*

**Résumé :** On a effectué deux échantillonnages à 0~1000 m et 0~3000 m de profondeur au large sud-est de Hokkaido à bord du bateau "Ryofu-Maru" de la Météorologie Nationale. Voici ce que nous en avons obtenu. 1° Les corps en pleine maturation dans les échantillons de *S. zetesios* ont 33,8 à 42,5 mm de longueur, alors que ceux précédemment levés de la région du Kuroshio en ont 25,7 à 25,5 mm. 2° Il existe une grande quantité d'*E. hamata*, dont la longueur maximum est 22,5 mm. On ne trouve aucun corps en pleine maturation. 3° La longueur maximum [de *S. neodecipiens* est 14,5 mm, tandis que celle des échantillons obtenus jusqu'à présent est 13,2 mm. 4° Des méfis entre *S. lyra* et *S. scrippsae* sont trouvés. 5° Ces deux échantillonnages indiquent que la composante principale est *E. hamata* et que la composante secondaire est *S. bedoti* et *S. lyra* entre 0 et 1000 m et en outre de ces deux composantes *E. bathypelagica* entre 0 et 3000 m de profondeur. 6° La comparaison des nombres des espèces obtenues montre que *S. macrocephala*, *E. bathypelagica* et *E. fowleri* se répartissent verticalement jusqu'à plus de 1000 m de profondeur.

### 1. Introduction

The Japanese Expedition of Deep Seas, the Sixth Cruise (JEDS-6), was carried out on the Pacific side of North Japan in May-June 1963 on board the R. V. Ryofu Maru of the Japan Meteorological Agency. In this expedition, plankton collection was made at Station G 207, of which the approximate location was shown in Fig. 1.

The materials were collected by vertical hauls from the two depth of 1000 m and 3000 m to the surface with a 130-cm conical net, which was used on the Fourth Cruise of JEDS. The net has a mouth ring with 130 cm in diameter and a conical filtering part with 500 cm in side length; the filtering part is composed of coarse nylon cloth, 3.0 mm×3.0 mm mesh apertures, with 400 cm in side length and bolting cloth GG 54, 0.33 mm×0.33 mm mesh apertures, with 100 cm in side length.

In processing the samples, all chaetognaths were picked up and sorted into species. In the measurement of the body length, tail fin was excluded.

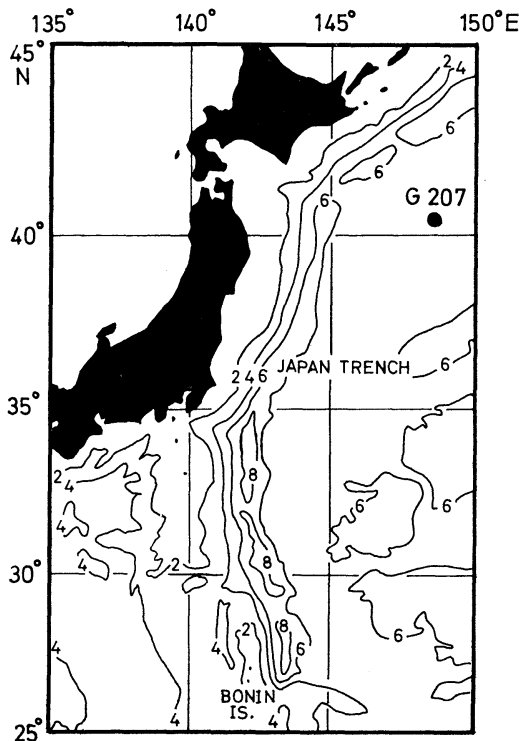


Fig. 1. Approximate location of the sampling position.

\* Received Oct. 4, 1966  
JEDS Contribution No. 76

\*\* Oceanographical Section, Marine Division, Japan Meteorological Agency

## 2. Species identified and some morphological notes

Following eighteen species of Chaetognatha were identified from the present materials.

*Sagitta hexaptera* D'ORBIGNY  
*S. lyra* KROHN  
*S. scrippsae* ALVARIÑO  
*S. enflata* GRASSI  
*S. elegans* VERRILL  
*S. bedoti* BÉRANECK  
*S. serratodentata pacifica* TOKIOKA  
*S. ser. pseudoserratodentata* TOKIOKA  
*S. regularis* AIDA  
*S. minima* GRASSI  
*S. decipiens* FOWLER  
*S. neodecipiens* TOKIOKA  
*S. zetesios* FOWLER  
*S. macrocephala* FOWLER  
*Pterosagitta draco* (KROHN)

*Eukrohnia hamata* (MÖBIUS)

*E. bathypelagica* ALVARIÑO

*E. fowleri* RITTER-ZÁHONY

### (1) *Sagitta zetesios*

In the preceding paper (KITOU, 1966), the author reported that the small-sized specimens of *S. zetesios*, being fully mature in the range from 22.7 mm to 25.5 mm in body length, were found in the Kuroshio waters on the Fifth Cruise of JEDS and also, the number of the posterior teeth was not always useful to distinguish *S. zetesios* from *S. planctonis* STEINHAUS, as a result of the examination of *S. zetesios* caught in the Transitional region between the Kuroshio and the Oyashio waters on the Fourth Cruise of JEDS.

In the present materials, the small forms were not found, and the fully mature specimens were more than 33.8 mm in body length (Table 1).

Table 1. Measurements of *Sagitta zetesios* caught at St. G 207 (JEDS-6).

Body length (mm)	Tail (%)	Posterior teeth	Starting point of anterior fin in relation to ventral ganglion	Top of ovary	Sperm in tail
42.5	21	13	behind	over ventral ganglion	empty
37.0	22	14	behind	over ventral ganglion	empty
33.8	22	10	behind	over ventral ganglion	empty
29.5	24	14	at posterior end	at anterior fin	?
28.8	22	18	at posterior end	at anterior fin	?
27.7	23	18	at posterior end	at anterior fin	full
26.4	25	15	behind	at posterior fin	full
26.2	23	13	behind	at posterior fin	full
23.5	24	14	behind	at posterior fin	full
22.3	22	10	at posterior end	at posterior fin	full
20.6	22	10	at posterior one-third	at posterior fin	full

The specimens of both *S. planctonis* and *S. zetesios*, being in the range from 15 mm to 32 mm in body length from the "Discovery" collection, were well distinguished by the number of the posterior teeth; more than 14 in *S. zetesios* and less than 14 in *S. planctonis* (DAVID, 1956). However, the posterior teeth of *S. zetesios* ranging from 20.6 mm to 29.5 mm in the present sample were not always more than 14 in number (Table 1), as in the sample of JEDS-4 (KITOU, 1966). Therefore, the

number of teeth is recognized to be not valid to distinguish the species as pointed out by ALVARIÑO (1962).

### (2) *Eukrohnia hamata*

The largest specimen was 25.5 mm in length, but all specimens were not fully mature, because the ovaries were short and eggs were small. The detailed results of the measurement on the twenty-one specimens are shown in Table 2. With regard to the body length of

Table 2. Measurements of *Eukrohnia hamata* caught at St. G 207 (JEDS-6).

Body length (mm)	Tail (%)	Sperm in tail	Testis (mm)	Ovary (mm)
25.5	27	full	—	2.2
24.6	26	empty	—	1.7
23.6	26	full	—	1.7
23.5	27	full	—	2.1
23.5	25	full	—	1.7
23.3	21	full	—	1.7
19.4	25	full	—	1.2
17.0	23	—	1.5	0.6
15.9	24	full	—	0.5
15.6	24	—	1.3	0.3
15.5	23	—	1.2	0.4
15.0	23	—	1.4	0.4
14.9	24	—	1.5	0.2
13.5	25	—	1.4	0.3
13.4	24	—	1.2	0.1
12.9	24	—	0.7	0.1
12.1	25	—	0.6	0.2
11.4	25	—	—	0.2
10.8	23	—	—	0.2
10.6	25	—	0.2	0.1
10.2	25	—	—	0.1

*E. hamata* caught near Japan, a few studies can be referred to (TCHINDONOVA, 1955; KITOU, 1963, 1966). According to them, the largest specimen was 28 mm in length. In the Africa, the largest specimen reached to 40 mm (KRAMP, 1917).

### (3) *Sagitta neodecipiens*

In comparison with the specimens of *S. neodecipiens* caught in both Shellback area of the East Pacific (TOKIOKA, 1959) and the sea south of Japan (KITOU, 1966), a larger specimen was caught on the present cruise.

As a result of measurement, following values were obtained. Body length is 14.5 mm. Tail occupies 25% of the body length. Hooks are 6/6. Anterior teeth are 10/9. Posterior teeth are 20/19. Ovaries reach to the anterior end of the posterior fin. Tail is filled with sperm.

### 3. Curious specimens of *Sagitta*

The author pointed out in the preceding paper (KITOU, 1966) that the examination of the collarete and the nervous system at the posterior portion of the anterior fin was useful to distinguish *S. scrippsae* from *S. lyra*. In the present materials, curious five specimens are found (Table 3).

Table 3. Measurements of interspecific hybrid produced between *Sagitta lyra* and *Sagitta scrippsae*.

Body length (mm)	Tail (%)	Colla-rette	Nervous system at the posterior portion of the anterior fin
35.1	13	thick	<i>S. scrippsae</i> -type at right side, but <i>S. lyra</i> -type at left side
37.3	15	thin	<i>S. lyra</i> -type
34.1	15	thin	<i>S. lyra</i> -type
33.8	17	thick	<i>S. lyra</i> -type
33.0	16	thick	<i>S. lyra</i> -type

These specimens are ranging from 33.0 mm to 37.3 mm in length. They have the collarete like in *S. scrippsae*, but the nervous system at the posterior portion of the anterior fin is different from that of *S. scrippsae*. The four specimens among them have the nervous system of *S. lyra*, and remained one has that of *S. scrippsae* at the right side and that of *S. lyra* at left side.

These specimens seems to be the interspecific hybrid produced between two species. Therefore, the five specimens are excluding in Table 4.

### 4. Chaetognath communities

Detailed quantitative result is shown in Table 4. Throughout the two depths from the surface to 1000 m and 3000 m, chaetognath communities are characterized by the predominance of *E. hamata*; 67 per cent and 46 per cent of the total chaetognaths, respectively. Next to it, *S. lyra* (7%) and *S. bedoti* (7%) were main components at the former depth, and *E. bathypelagica* (12%), *S. bedoti* (10%) and *S. lyra* (5%) at the latter depth. While, the warm water species such as *S. hexaptera*, *S.*



Table 4. Number of individuals (per haul) of each species collected with 130-cm conical net at St. G 207 (JEDS-6).

Hauling depth (m)	0~1000	0~3000
Location	40°24'N 148°30'E	40°23'N 148°27'E
Date	June 17 1963	June 16-17 1963
<i>Sagitta hexaptera</i>	10	—
<i>S. lyra</i>	150	85
<i>S. scrippsae</i>	52	21
<i>S. enflata</i>	1	—
<i>S. elegans</i>	28	19
<i>S. bedoti</i>	136	159
<i>S. serratodentata pacifica</i>	1	1
<i>S. ser. pseudoserratodentata</i>	4	—
<i>S. regularis</i>	1	—
<i>S. minima</i>	13	8
<i>S. decipiens</i>	—	4
<i>S. neodecipiens</i>	13	4
<i>S. zetesios</i>	13	10
<i>S. macrocephala</i>	3	10
<i>Pterosagitta draco</i>	3	2
<i>Eukrohnia hamata</i>	1356	724
<i>E. bathypelagica</i>	80	186
<i>E. fowleri</i>	5	32
Damaged specimens and juv.	162	300
Total	2030	1563

*minima* and *Pterosagitta draco* which were prevalent in the Kuroshio waters on the JEDS-5 Cruise and *S. elegans* which is usually dominant in the Oyashio waters were less than 5 per cent. Above-mentioned chaetognath communities are similar to those in the Transitional region on the JEDS-4 Cruise.

Among the eighteen species identified, *S. macrocephala*, *E. bathypelagica* and *E. fowleri* are representative bathypelagic forms. The

vertical range of the distribution of these species must be over 1000 m depth, because their individual number is larger at 0~3000 m depth than at 0~1000 m depth. Also, at 0~3000 m depth, their large specimens were caught; the maximum was 24.0 mm in *S. macrocephala*, 22.1 mm in *E. bathypelagica* and 34.5 mm in *E. fowleri* in body length.

#### Acknowledgements

The author wishes to express his hearty thanks to Dr. Yutaka KAWARADA, the Japan Meteorological Agency, for his encouragement throughout this work. Thanks are also due to research stuffs and crew of the R. V. Ryofu Maru for their serious effort on sampling works.

#### References

- ALVARIÑO, A. (1962): Two new Pacific chaetognaths, their distribution and relationship to allied species. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. California, 8 (1), 1-50.
- DAVID, P. M. (1956): *Sagitta planctonis* and related form. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool., 4 (8), 437-451.
- KITOU, M. (1963): On chaetognaths collected in the Japan Trench-1. The Fourth Cruise of Japanese Expedition of Deep Sea. Oceanogr. Mag., 15 (1), 63-66.
- KITOU, M. (1966): Chaetognaths collected on the Cruise of the Japanese Expedition of Deep Seas. La mer, 4 (3), 15-23.
- KRAMP, P. L. (1917): Chaetognatha collected by the Tjalfe expedition to west coast of Greenland in 1908-1909. Vidensk. Medd. fra Dansk. natur. Foren., 69, 17-55.
- TCHINDONOVA, Y. G. (1955): Chaetognatha of the Kurile-Kamchatka Trench. Trudi Inst. Okeanol., 12, 298-310. (in Russian)
- TOKIOKA, T. (1959): Observation on the taxonomy and distribution of chaetognaths of the north Pacific. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 7 (3), 349-456.

## 第6回深海観測で採集された毛顎動物について

鬼頭正隆

要旨: 1963年6月, 気象庁観測船凌風丸は北海道南東沖で, 0-1000 m 層と 0-3000 m 層の鉛直引き採集を行なった。これらの試料から, 次の結果を得た。1) 黒潮水域で採集された *S. zetesios*



の標本中からは、22.7-25.5 mm で完熟した個体が得られたが、今回の調査では、完熟個体は 33.8-42.5 mm であった。また DAVID は体長が 15-32 mm の *S. zetesios* では、後歯が 14 以上で、近縁種の *S. planctonis* と区別するのに有効な特徴としたが、かならずしも 14 以上ではなかった。

2) 多量の *E. hamata* が採集されたが、最大体長は 25.5 mm で、完熟個体は検出されなかった。

3) 今までに得られた *S. neodecipiens* の最大体長は 13.2 mm であったが、これより大きい 14.5 mm の個体が検出された。

4) *S. lyra* と *S. scrippsae* との種間雑種とみられる個体を得られた。

5) 2つの採集を通じて、組成の主要な構成要素は *E. hamata* で、2次的要素は 0-1000 m 層では *S. bedoti*, *S. lyra*, 0-3000 m 層ではさらに *E. bathypelagica* が加わった。

6) 両層で得られた各種類の個体数を比較してみると、*S. macrocephala*, *E. bathypelagica*, *E. fowleri* の鉛直分布範囲は 1000 m 以深に達していることがわかる。これら 3 種の大きな個体は 0-3000 m 層の試料から得られた。

## Houle dans un canal en L\*

Haruko NAKAZAWA\*\* et Kenzo TAKANO\*\*

**Résumé:** Le mouvement oscillatoire dû à un train d'ondes sinusoïdales incident dans un bassin portuaire, rectangulaire, par un canal semi-infini communiquant avec le bassin est déterminé en fonction de la période et des paramètres géométriques du bassin au moyen d'une méthode proposée dans une note précédente. Nous montrons d'abord que cette méthode est valable et d'emploi commode pour ce problème. La variation de l'amplitude de la surface libre avec la période est très compliquée. Au voisinage de quelques-unes des périodes de résonance, l'amplitude augmente ou diminue d'une manière frappante en aiguille, même quand il a lieu une très faible change de la période. L'amplitude de résonance est tout de même inférieure à celle dans le cas où le bassin communique avec le large semi-infini par une ouverture de largeur égale à celle du canal. La méthode dite de LAMB n'est pas utilisable pour les gammes de périodes que nous avons choisies.

### Nature et analyse du problème

On considère un bassin portuaire, rectangulaire, muni d'un canal droit sur le côté, semi-infini, à fond lisse et horizontal. Une couche de liquide parfait, pesant de hauteur constante  $h$  emplit le bassin et canal. Ceci étant, il s'agit de déterminer, dans le cadre de l'approximation linéaire et irrotationnelle, l'ensemble du mouvement agité par un train d'ondes sinusoïdales venant de l'infini par le canal. La figure 1 représente le schéma de l'installation ainsi que les axes de coordonnées. Nous nous bornons ici au cas où l'extrémité du canal est disposé à un coin du bassin, car une étude théorique et expérimentale (IPPEN et FATTAH, 1964) a porté sur le problème de l'oscillation agitée par un train d'ondes venant du large dans un bassin rectangulaire qui communique avec le large par une entrée à un de ses coins, comme figuré par les pointillés dans la figure 1 et il est donc intéressant de mettre en relief l'effet de la différence de la condition extérieure du bassin sur l'oscillation intérieure, en établissant une comparaison entre les deux résultats.

Il est, d'autre part, à remarquer qu'un d'entre nous a déjà abordé un problème de ce genre et

proposé une méthode analytique dans une note précédente (TAKANO, 1963). Le calcul numérique n'a toutefois pas été fait d'une manière suffisante pour que la validité de la méthode soit bien constatée. Nous nous proposons alors de faire un calcul numérique détaillé sur l'amplitude de l'oscillation de la surface libre dans le bassin aussi bien que de vérifier la validité de la méthode proposée précédemment.

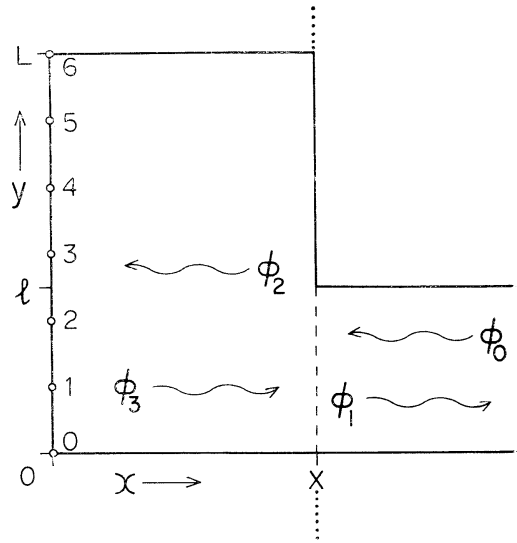


Fig. 1. Schéma de l'installation. Le potentiel est calculé aux 7 points indiqués par les chiffres à gauche. Les pointillés figurent l'installation dans le cas où le bassin communique avec le large sans canal.

\* Manuscrit reçu le 14 Octobre 1966

Contribution N° 80 de l'Institut de Recherche Océanique, Université de Tokyo

\*\* Institut de Recherche Océanique, Université de Tokyo

L'hypothèse de l'irrotationnalité du mouvement permet d'introduire le potentiel des vitesses en forme complexe  $\phi' = \phi(x, y) \cosh kz e^{i\omega t}$  où  $\omega$  est la pulsation unique du problème et  $k$  le nombre d'onde déterminé par la formule d'AIROY  $\omega^2 = gk \tanh kh$ ,  $g$  étant l'accélération de la pesanteur.

Le potentiel s'écrit:

$$\phi(x, y) = \begin{cases} \phi_0 = e^{ik(x-X)}, \\ \phi_1 = b_0 e^{-ik(x-X)} \\ \quad + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos p_n y e^{-\sqrt{p_n^2 - k^2}(x-X)} & \text{pour } x \geq X, \\ \phi_2 + \phi_3 = 2 \left\{ c_0 \cos kx \right. \\ \quad \left. + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \cos q_n y \cosh \sqrt{q_n^2 - k^2}(x-X) \right\} & \text{pour } x \leq X, \end{cases}$$

où  $\phi_0$  désigne la houle incidente,  $\phi_1$  la houle réfléchie,  $\phi_2 + \phi_3$  la houle dans le bassin,  $p_n = n\pi/l$ ,  $q_n = n\pi/L$  et  $b_n$  et  $c_n$  ( $n=0, 1, \dots$ ) sont des coefficients constants à déterminer par les conditions à  $x=X$ .

Les conditions à  $x=X$  sont données par:

$$\begin{aligned} \phi_2 + \phi_3 &= \phi_0 + \phi_1 & \text{pour } 0 \leq y \leq l, \\ \frac{\partial}{\partial x}(\phi_2 + \phi_3) &= \begin{cases} \frac{\partial}{\partial x}(\phi_0 + \phi_1) & \text{pour } 0 \leq y \leq l, \\ 0 & \text{pour } l \leq y \leq L, \end{cases} \end{aligned}$$

qui permettent d'écrire:

$$\begin{aligned} & \int_0^l (\phi_0 + \phi_1) \cos p_n y dy \\ &= \int_0^l (\phi_2 + \phi_3) \cos p_n y dy \quad (n=0, 1, \dots, \infty), \\ & \int_0^L \frac{\partial}{\partial x}(\phi_2 + \phi_3) \cos q_n y dy \\ &= \int_0^l \frac{\partial}{\partial x}(\phi_0 + \phi_1) \cos q_n y dy \quad (n=0, 1, \dots, \infty). \end{aligned}$$

On a alors:

$$\left. \begin{aligned} l(1+b_0) &= 2(c_0 l \cos kX + \sum_{n=1}^{\infty} c_n e^{-\sqrt{q_n^2 - k^2}X} \\ & \quad \times \cosh \sqrt{q_n^2 - k^2}X \sin q_n l / q_n), \\ 2c_0 L \sin kX &= il(b_0 - 1), \\ b_{ml} &= 4 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_n e^{-\sqrt{q_n^2 - k^2}X} \cosh \sqrt{q_n^2 - k^2}X}{q_n^2 - p_n^2} \\ & \quad \times q_n (-1)^m \sin q_n l, \\ & \quad (m=1, 2, \dots, \infty), \\ iq_m k(1-b_0) \sin q_m l &= \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sqrt{p_n^2 - k^2} \\ & \quad \times \frac{q_m}{q_m^2 - p_n^2} (-1)^n \sin q_m l \\ & \quad + c_m \sqrt{q_m^2 - k^2} e^{-\sqrt{q_m^2 - k^2}X} \sinh \sqrt{q_m^2 - k^2}X, \\ & \quad (m=1, 2, \dots, \infty). \end{aligned} \right\} (1)$$

Dans le cas où  $q_m = p_n$  ou  $q_n = p_m$ ,

$$q_n (-1)^m \sin q_n l / (q_n^2 - p_m^2) = l/2,$$

$$\text{ou } q_m (-1)^n \sin q_m l / (q_m^2 - p_n^2) = l/2.$$

Si  $kX = s\pi$  ( $s=1, 2, \dots$ ), il vient:  $b_0 = c_0 = 1$ ,

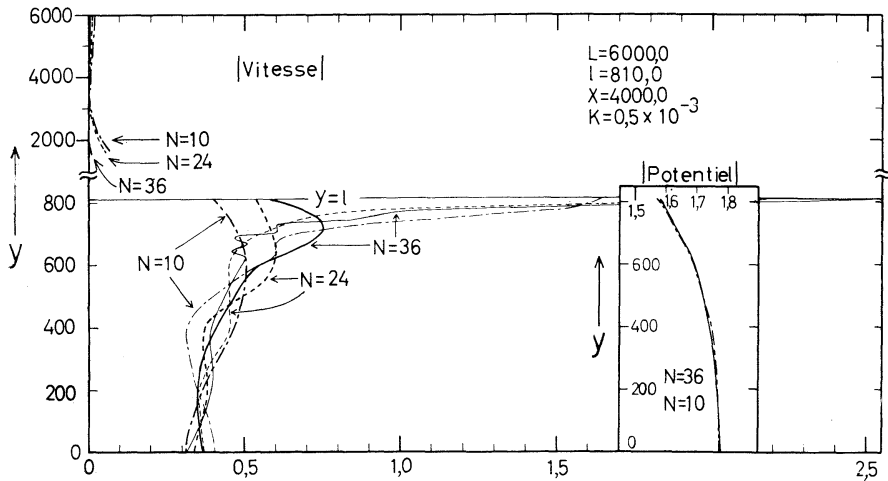


Fig. 2. Potentiel et vitesse à la frontière  $x=0$  en fonction de  $N$  dans le cas où  $L=6000$  cm,  $l=810$  cm,  $X=4000$  cm et  $k=0,5 \times 10^{-3}$  cm $^{-1}$ . Les traits fins désignent  $|\phi_0 + \phi_1|$  et  $|\partial(\phi_0 + \phi_1)/\partial x|$  et les traits gros  $|\phi_2 + \phi_3|$  et  $|\partial(\phi_2 + \phi_3)/\partial x|$ .

Tableau 1. Coefficients  $b_0$ ,  $c_0$ ,  $b_1$  et  $c_1$  en fonction de  $N$  dans le cas où  $L=6000$  cm,  $l=810$  cm  
 $X=4000$  cm et  $k=0,5 \times 10^{-3}$  cm $^{-1}$ .

$N$	9	10	24	36
$b_0$	-0,4841630 -0,8749778i	-0,4856760 -0,8741390i	-0,4892507 -0,8721434i	-0,4900913 -0,8716712i
$c_0$	0,06495235+0,03829219i	0,06489001+0,03817979i	0,06474183+0,03791448i	0,06470676+0,03785209i
$b_1$	-0,06533677-0,03851883i	-0,06082852-0,03579012i	-0,05517079-0,03230938i	-0,05426668-0,03174479i
$c_1$	-0,5489569 -0,3236337i	-0,5486504 -0,3228137i	0,5481035 -0,3209835i	-0,5479897 -0,3205621i

$b_n=c_n=0$  et  $\phi_0+\phi_1=2 \cos k(x-X)$  et  $\phi_2+\phi_3=2 \cos kx$ , quelques soient les valeurs des constantes géométriques  $l$  et  $L$ . Le mouvement devient ainsi un clapotis parfait.

**Calcul numérique**

Il s'agit maintenant de résoudre le système d'équations d'ordre infini (1). Laisant de côté la discussion de l'existence et de l'unicité des solutions du système d'équations d'ordre infini, nous supprimons dans les  $\sum_1^\infty$  qui figurent dans le système (1) les termes d'ordre supérieur à un entier donné  $N$ . Le système (1) s'aboutit alors à un système d'ordre  $2(N+1)$  à coefficients complexes. L'approximation est évidemment d'autant meilleure que l'entier  $N$  est plus grand. Afin de tester comment la solution approchée ainsi obtenue s'améliore et les conditions à  $x=X$  sont satisfaites plus précisément avec l'augmentation de  $N$ , nous prenons successivement  $N=9, 10, 24, 36$  et comparons les résultats les uns avec les autres pour les données numériques suivantes:  $L=6000$  cm,  $l=810$  cm,  $X=4000$  cm et  $k=0,5 \times 10^{-3}$  cm $^{-1}$ . La figure 2 montre  $|\phi_0+\phi_1|$  et  $|\phi_2+\phi_3|$  proportionnels à la pression et leurs gradients horizontaux proportionnels à la composante horizontale de vitesse. La con-

cordance du potentiel est déjà satisfaisante à  $N=10$ . Quant à la vitesse horizontale qu'on obtient en dérivant terme à terme la série du

Tableau 3. Valeurs numériques des paramètres géométriques.

$L/X$	$l$ (cm)	$l/L$	figures
1,5 ( $X=4000$ )	810	0,135	3a, 3b
	1620	0,27	4a, 4b
	2430	0,405	5a, 5b
	3240	0,54	6a, 6b
	4050	0,675	7a, 7b
	4860	0,81	8a, 8b
1,0 ( $X=6000$ )	5670	0,945	9a, 9b
	810	0,135	10a, 10b
	1620	0,27	11a, 11b
	2460	0,41	12a, 12b
	3240	0,54	13a, 13b
	4050	0,675	14a, 14b
4860	0,81	15a, 15b	
5670	0,945	16a, 16b	

Tableau 4. Longueur d'onde et  $k_0X$  à la résonance dans un bassin rectangulaire, fermé.

$L/X$	mode		$k_0X$	longueur d'onde
	$m$	$n$		
1,5 ( $X=4000$ )	0	1	2,09438	12000,0
	1	0	3,14159	8000,0
	1	1	3,77572	6656,4
	0	2	4,18878	6000,0
	1	2	5,23599	4800,0
1,0 ( $X=6000$ )	0	1	3,14159	12000,0
	1	0		
	1	1	4,44287	8485,26
	0	2	6,28318	6000,0
	2	0		
	1	2	7,02482	5367,57
2	1			

Tableau 2. Amplitude  $|\phi_2+\phi_3|$  le long de  $x=0$  en fonction de  $N$ .

$N$	9	10	36
0	1,1303	1,1292	1,1264
$L/6$	0,9561	0,9551	0,9528
$2L/6$	0,4830	0,4825	0,4815
$3L/6$	0,1571	0,1568	0,1562
$4L/6$	0,7909	0,7899	0,7876
$5L/6$	1,2514	1,2500	1,2464
$6L/6$	1,4193	1,4177	1,4137

potentiel, elle converge beaucoup moins rapidement que le potentiel. On voit toutefois que, sauf au voisinage immédiat du point singulier

à la crête  $y=l$ , la concordance à  $0 \leq y \leq l$  n'est pas médiocre et s'améliore avec  $N$  et que la vitesse à  $l \leq y \leq L$  s'approche du zéro avec  $N$ .

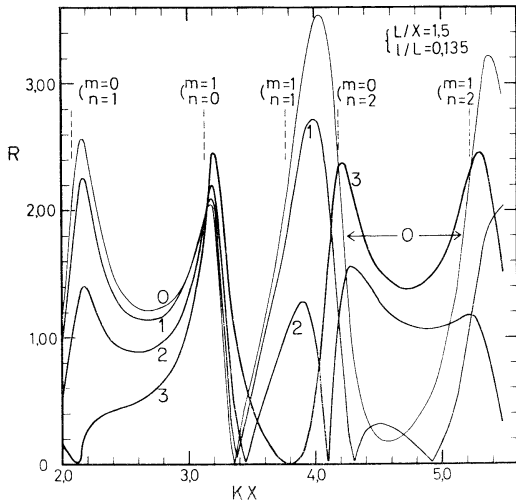


Fig. 3a. Distribution de  $R$  à  $y=jL/6$  ( $j=0, 1, 2, 3$ ) dans le cas où  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,135$ .

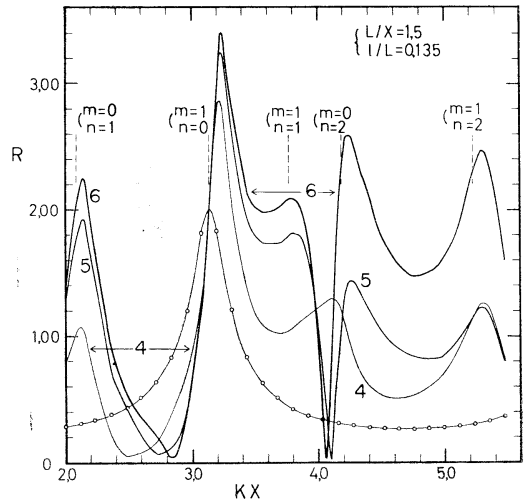


Fig. 3b. Distribution de  $R$  à  $y=jL/6$  ( $j=4, 5, 6$ ) dans le cas où  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,135$ .

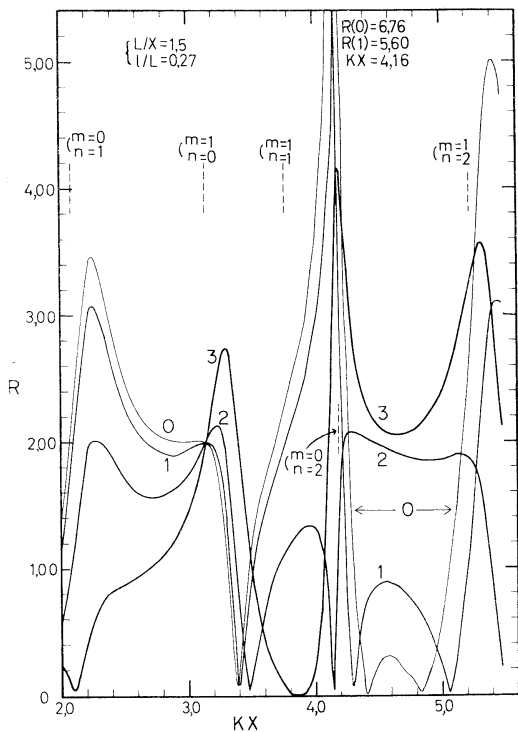


Fig. 4a. Distribution de  $R$  à  $y=jL/6$  ( $j=0, 1, 2, 3$ ) dans le cas où  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,27$ .

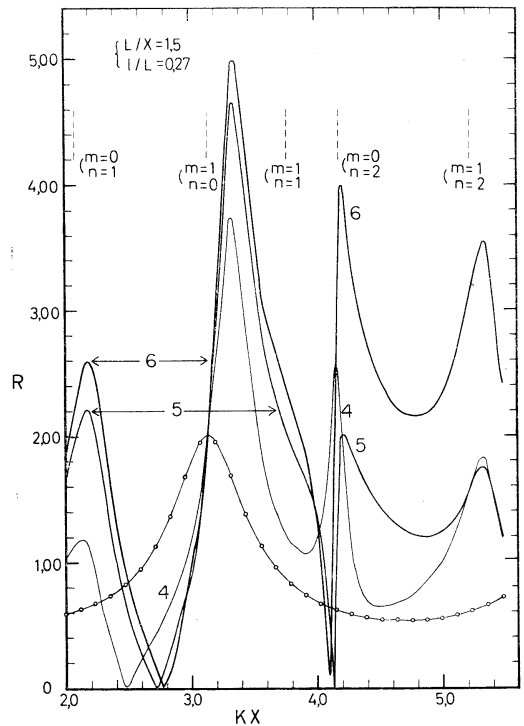


Fig. 4b. Distribution de  $R$  à  $y=jL/6$  ( $j=4, 5, 6$ ) dans le cas où  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,27$ .

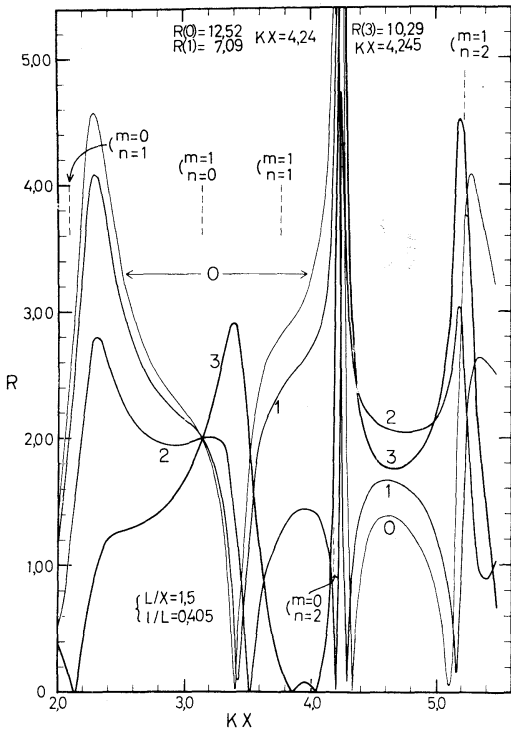


Fig. 5a.  $R$  pour  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,405$ .

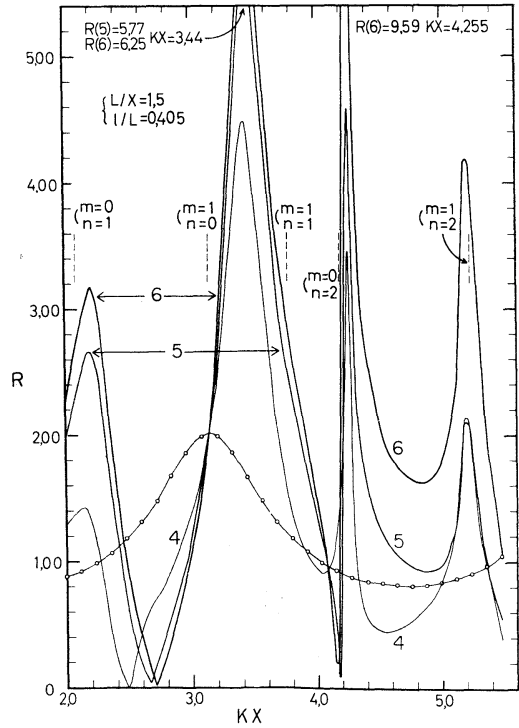


Fig. 5b.  $R$  pour  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,405$ .

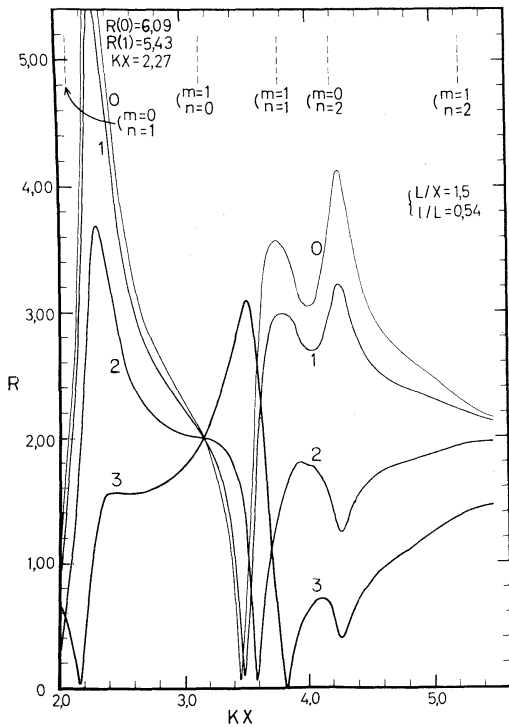


Fig. 6a.  $R$  pour  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,54$ .

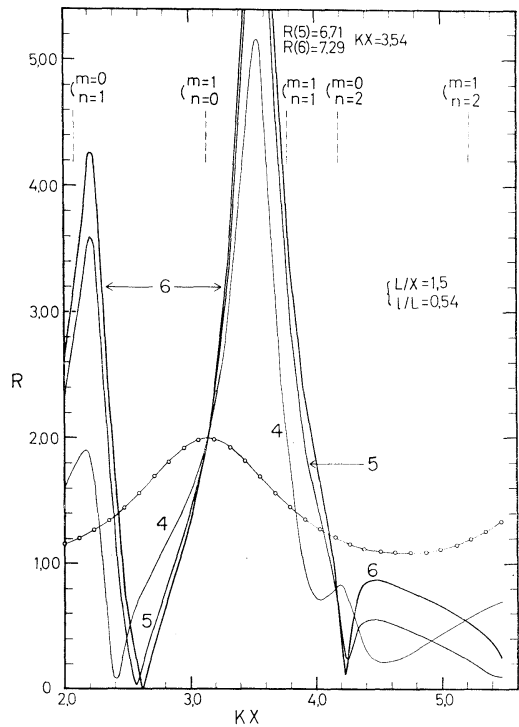


Fig. 6b.  $R$  pour  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,54$ .

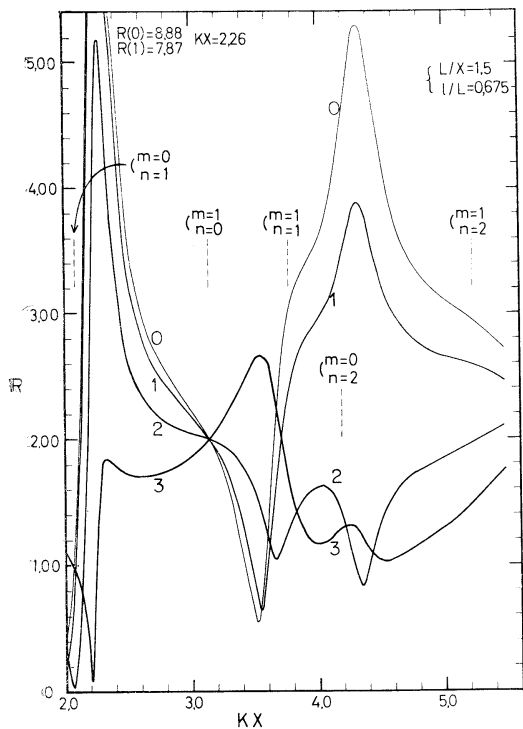


Fig. 7a.  $R$  pour  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,675$ .

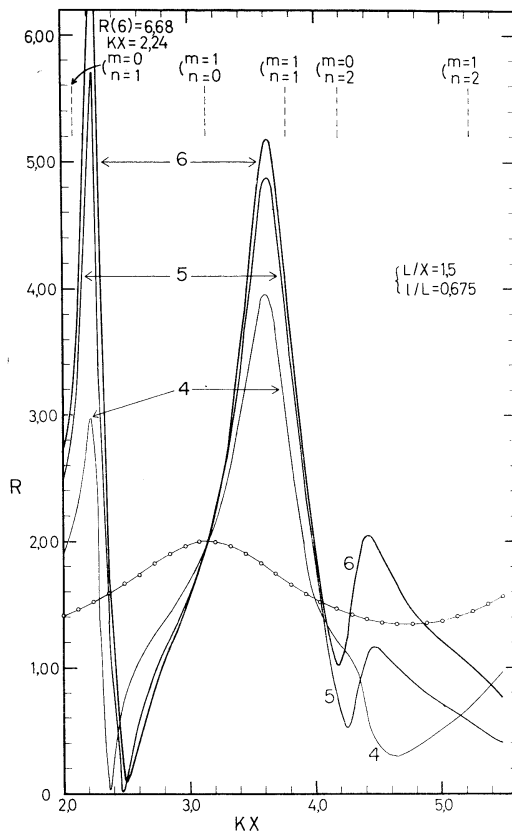


Fig. 7b.  $R$  pour  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,675$ .

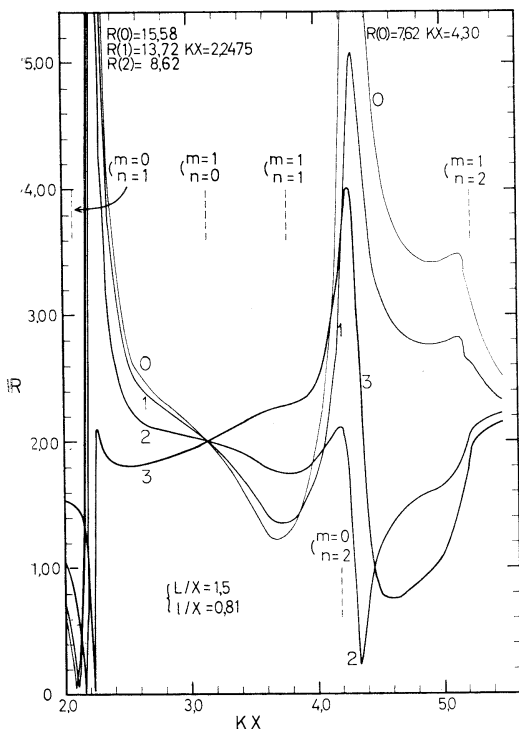


Fig. 8a.  $R$  pour  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,81$ .

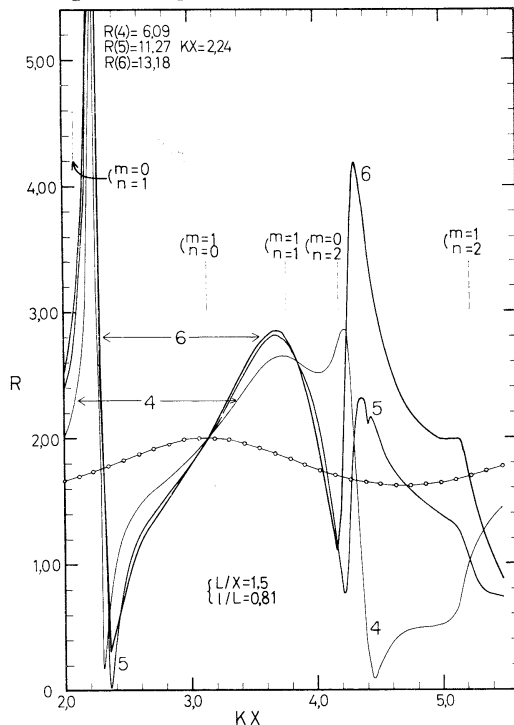


Fig. 8b.  $R$  pour  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,81$ .

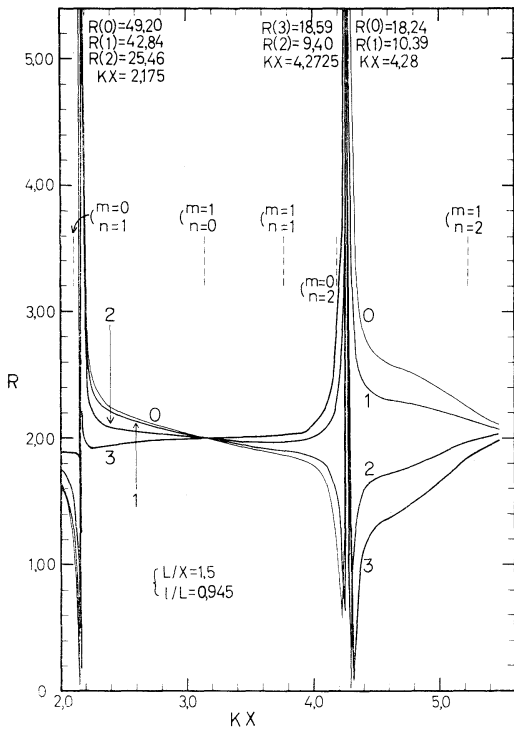


Fig. 9a.  $R$  pour  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,945$ .

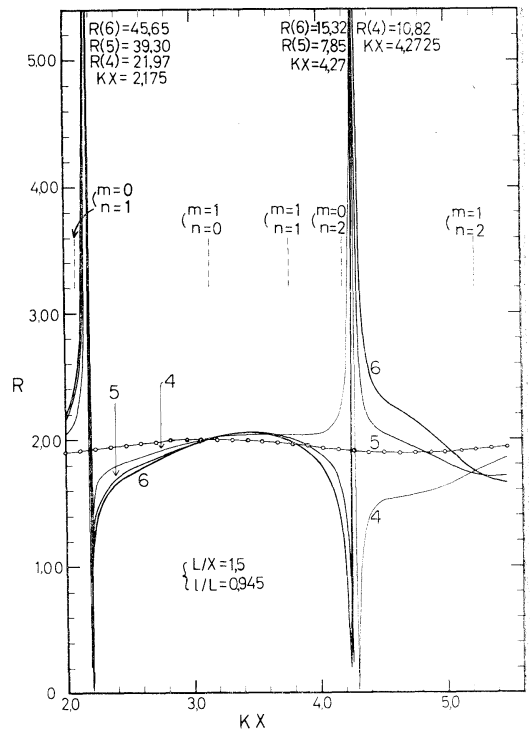


Fig. 9b.  $R$  pour  $L/X=1,5$  et  $l/L=0,945$ .

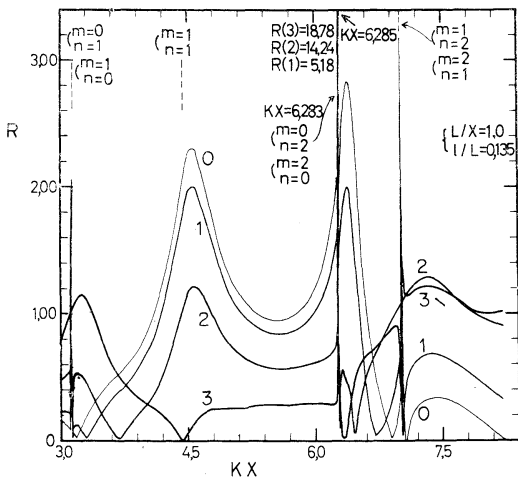


Fig. 10a.  $R$  pour  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,135$ .

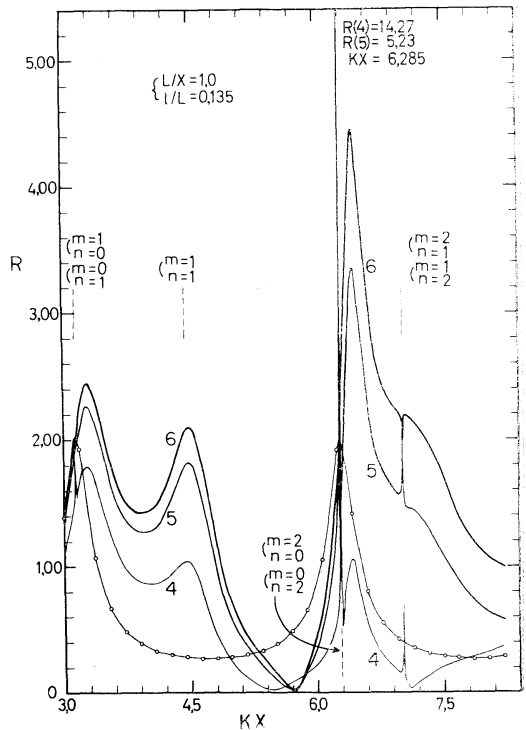


Fig. 10b.  $R$  pour  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,135$ .



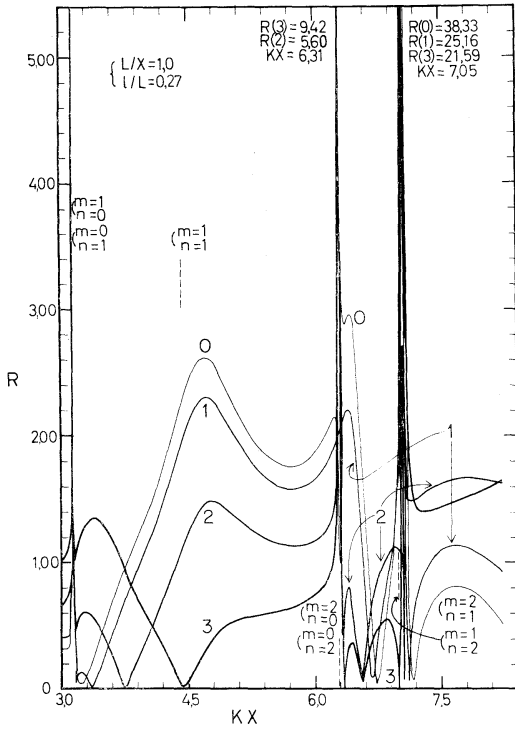


Fig. 11a.  $R$  pour  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,27$ .

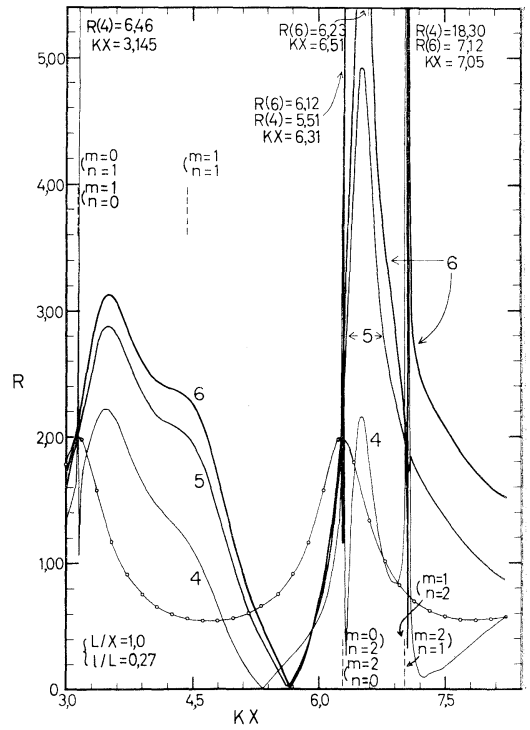


Fig. 11b.  $R$  pour  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,27$ .

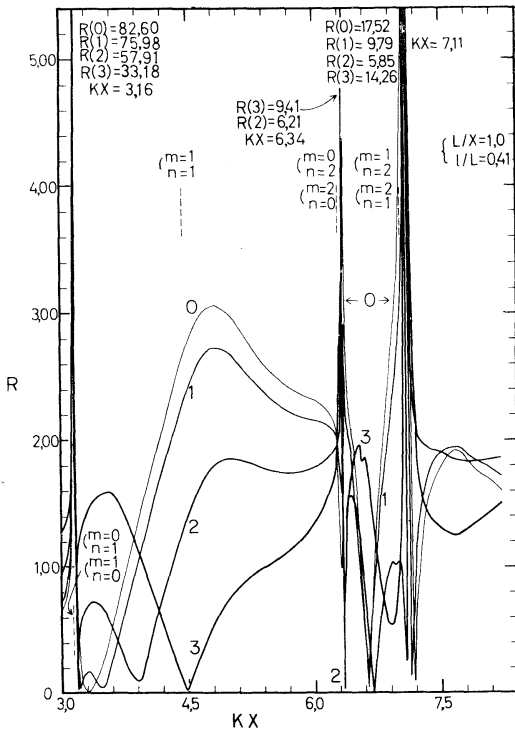


Fig. 12a.  $R$  pour  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,41$ .

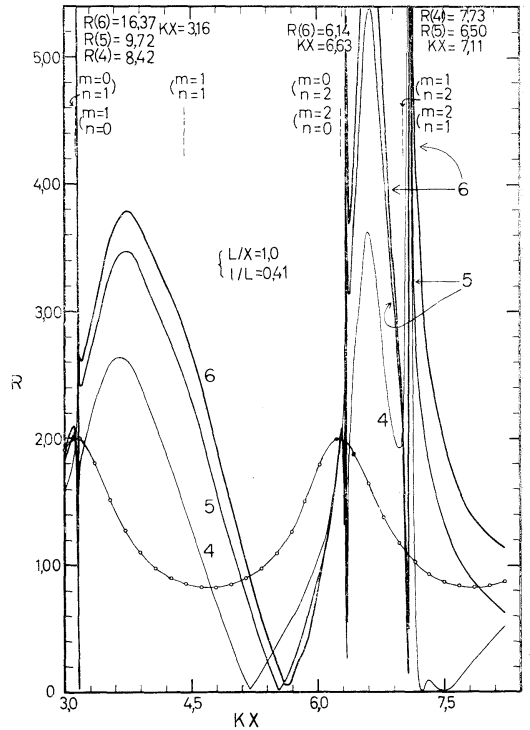


Fig. 12b.  $R$  pour  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,41$ .

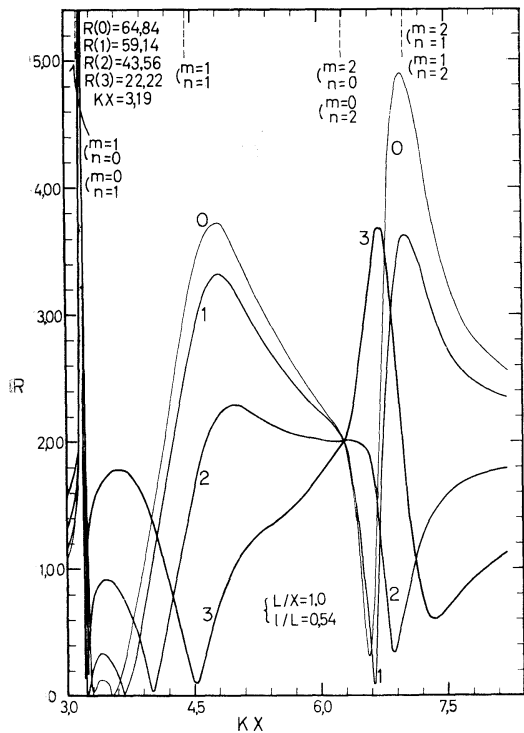


Fig. 13a. R pour  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,54$ .

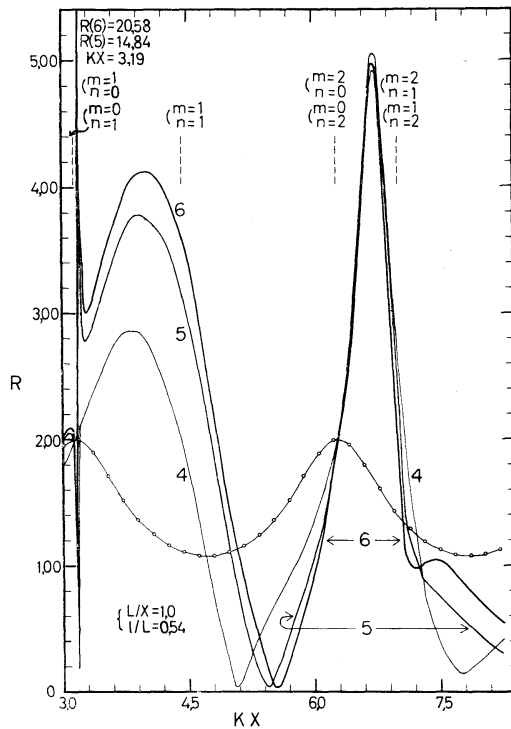


Fig. 13b. R pour  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,54$ .

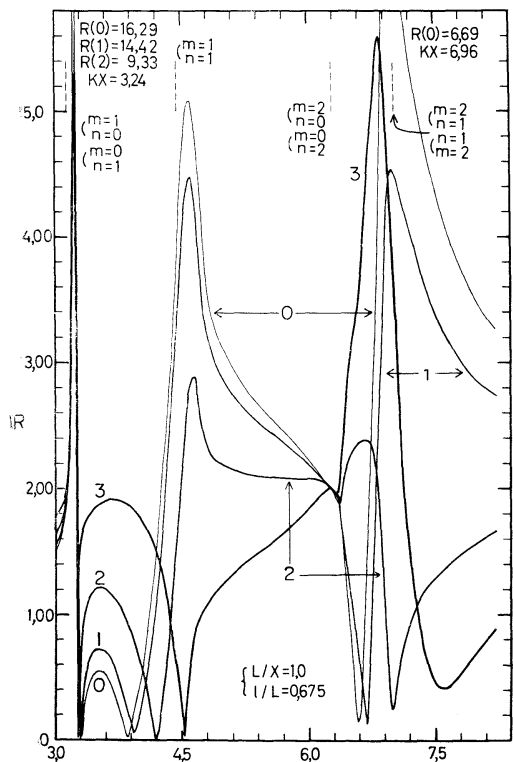


Fig. 14a. R pour  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,675$ .

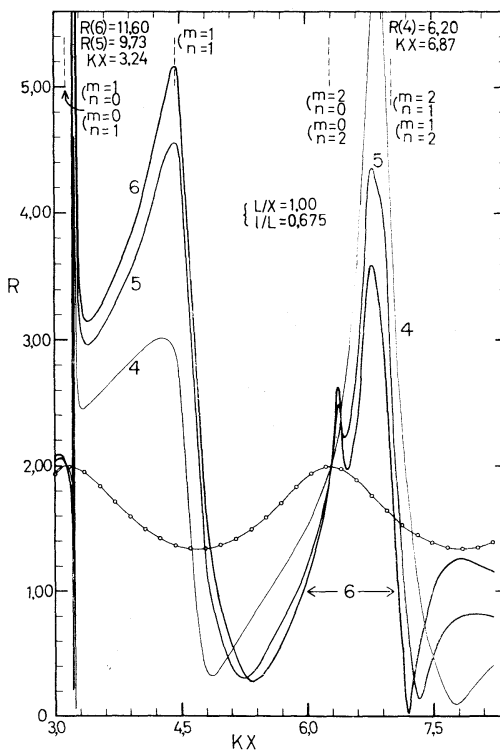


Fig. 14b. R pour  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,675$ .

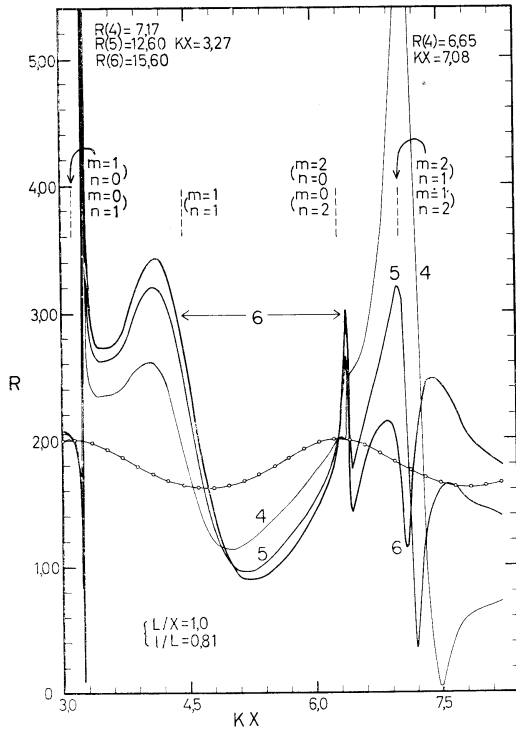


Fig. 15a. Distribution de  $R$  à  $y=jL/6$  ( $j=0, 1, 2, 3$ ) dans le cas où  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,81$ .

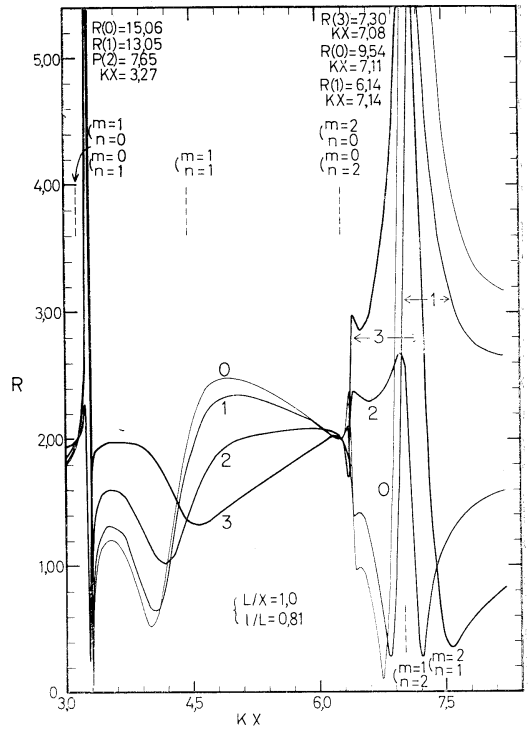


Fig. 15b. Distribution de  $R$  à  $y=jL/6$  ( $j=4, 5, 6$ ) dans le cas où  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,81$ .

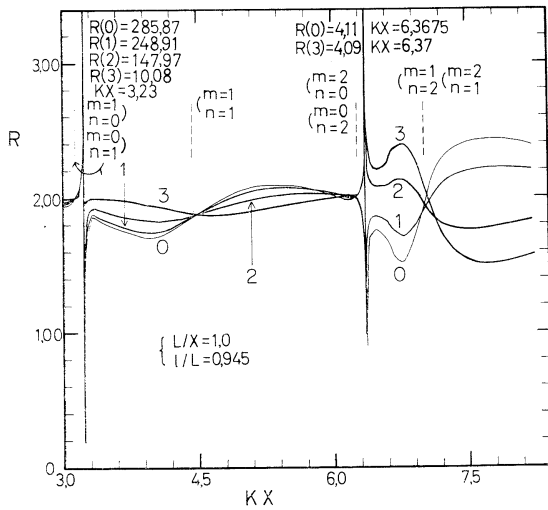


Fig. 16a. Distribution de  $R$  à  $y=jL/6$  ( $j=0, 1, 2, 3$ ) dans le cas où  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,945$ .

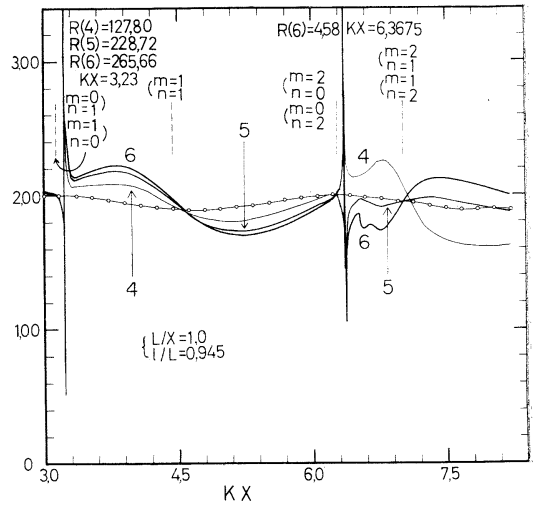


Fig. 16b. Distribution de  $R$  à  $y=jL/6$  ( $j=4, 5, 6$ ) dans le cas où  $L/X=1,0$  et  $l/L=0,945$ .

Le tableau 1 représente les termes fondamentaux  $b_0$ ,  $c_0$ ,  $b_1$  et  $c_1$  pour  $N=9$ , 10, 24 et 36. Il ne se trouve aucune différence importante entre les coefficients obtenus par ces valeurs différentes de  $N$ . Comme il s'agit de l'amplitude de l'oscillation dans un bassin, l'essentiel est d'examiner si elle varie sensiblement avec  $N$  ou non. Le tableau 2 précise que l'amplitude à  $x=0$  ne change presque pas avec  $N$ . Il s'ensuit donc que l'on n'a qu'à prendre  $N=9$  pour obtenir l'amplitude de l'oscillation de la surface libre à  $x=0$  (et probablement dans le bassin tout entier), bien que les conditions relatives à la vitesse ne soient pas précisément satisfaites. Etant donné que ce sera aussi le cas pour d'autres valeurs des constantes  $l$ ,  $L$  et  $k$ , nous effectuons un calcul de  $|\phi_2 + \phi_3|$  à  $y=jL/6$  ( $j=0, \dots, 6$ ) le long de  $x=0$ , en faisant varier  $l$ ,  $L$  et  $k$ , comme cela étant figuré dans le tableau 3. Les résultats sont illustrés dans les figures 3 à 16 où les chiffres 0, 1,  $\dots$ , 6 inscrits à côté des courbes signifient les points  $y=0, L/6, \dots, L$  et l'ordonnée  $R=|\phi_2 + \phi_3|$ . Le tableau 4 montre  $k_0X$  déterminé par la relation  $k_0X = \pi \sqrt{(nX/L)^2 + m^2}$  ( $m, n=0, 1, \dots$ : nombres des nœuds) et la longueur d'onde qui font le mouvement résonnant dans le bassin rectangulaire, fermé. Ces  $k_0X$  sont aussi indiquées avec  $m$  et  $n$  dans chaque figure. La résonance n'a naturellement pas lieu à ces  $k_0X$  dans le présent cas où le bassin n'est pas fermé. Il en arrive tout de même des résonances tout près, pour  $kX$  supérieure à  $k_0X$  de quelques % dans la plupart des cas. Au voisinage de quelques-unes des périodes de résonance, les courbes s'élèvent ou tombent brusquement en aiguille, lorsqu'il a lieu une très faible change de  $kX$ . Quand la courbe s'élève trop et dépasse le cadre supérieur de la figure, l'amplitude et  $kX$  au sommet en sont indiquées en haut. Par exemple,  $R(3)$  dénote la valeur maximum de la courbe 3. Il est toutefois difficile de déterminer exactement la valeur de  $R$  au sommet aiguillé, alors que nous l'avons calculée à des intervalles de 0,00025 de  $kX$  au minimum à son voisinage. Les sommets figurés sont donc incertains et probablement sous-estimés. Si l'amplitude augmente trop, les hypothèses que nous avons faites au départ ne sont plus possibles. En

réalité, la viscosité devrait intervenir pour freiner le mouvement.

L'aspect général des courbes est plus compliqué dans le cas où  $L/X=1,0$  que dans le cas où  $L/X=1,5$ . Les sommets aiguillés et les creux crevassés sont plus nombreux dans celui-là. La variation des courbes en fonction de la largeur de l'ouverture est aussi compliquée et difficile à interpréter. Le nombre des sommets tantôt augmente tantôt diminue à mesure que la largeur de l'ouverture s'approche de celle du bassin. Ce qui est à noter, c'est que deux sommets de résonance à  $m=0, n=1$  et à  $m=0, n=2$  (à  $kX$  un peu supérieure à 2 et 4 pour  $L/X=1,5$  et à 3 et 6 pour  $L/X=1,0$ ) s'élèvent d'une manière frappante dans le cas où  $l/L=0,945$  (figures 9a, b et 15a, b), alors qu'ils ne le sont pas dans le cas où  $l/L=0,81$  et que les sept courbes deviennent uniformément plates et convergent à 2,0 dans le cas où  $l/L=0,998$ . Des calculs complémentaires détaillés prouvent que les amplitudes à ces modes de résonance augmentent extraordinairement entre  $l=5700$  et 5850 pour  $L/X=1,0, 1,5$  et 3,0 et que les conditions à la frontière  $x=0$  sont aussi bien satisfaites que dans les autres cas. L'effet du rapport  $L/X$  sur cette particularité n'est toutefois pas très clair.

Les cercles dans les figures 3b à 16b montrent les résultats par  $N=0$ . Ceux-ci sont loin d'être en accord avec les résultats par  $N=9$ , même pour la houle longue dont  $kX$  est voisine de 2,0 pour  $L/X=1,5$  et de 3,0 pour  $L/X=1,0$ . A  $N=0$ , notre méthode devient équivalente à celle de LAMB, qui est fréquemment utilisée à condition que la longueur d'onde soit suffisamment longue. La méthode de LAMB n'est donc pas utilisable pour ces gammes de  $kX$ .

Les courbes 6 des figures 3b et 10b sont obtenues par les mêmes paramètres géométriques que les courbes des figures 6 et 2 de la note précitée (IPPEN et FATTAH, 1964). Une seule différence consiste en condition extérieure du bassin. Voici ce qui résulte de la comparaison: 1° La résonance a lieu à  $kX$  quelque peu supérieure à  $k_0X$  dans tous les deux cas. Si on regarde de près,  $kX$  à la résonance est plus voisine de  $k_0X$  dans notre cas et l'écart de  $k_0X$  est plus fort dans le cas où  $L/X=1,0$  que dans

Tableau 5. Rapport de l'amplitude à la résonance.

$L/X$	mode		rapport
	$m$	$n$	
1,0	0	1	4,2
	1	0	
	1	1	2,5
1,5	0	1	3,5
	1	0	3,5
	1	1	2,0
	0	2	2,4
	1	2	2,0

le cas où  $L/X=1,5$ . 2° L'amplitude de résonance est deux à quatre fois plus grande que dans notre cas, si l'on laisse de côté les sommets aiguillés et regarde et compare seuls les sommets arrondis. Le tableau 5 montre le rapport approximatif de l'amplitude de résonance dans leur cas à celle dans notre cas. 3° Les valeurs de  $kX$  faisant l'amplitude nulle sont les mêmes dans les deux cas. 4° La résonance caractérisée par  $m=1$  et  $n=0$  est d'autant intensifiée que la largeur de l'ouverture devient plus petite dans leur cas, tandis qu'elle ne l'est pas dans notre cas.

Enfin, l'allure qualitative de l'oscillation dans

un bassin communiquant avec un canal semi-indéfini ne diffère pas essentiellement de celle dans un bassin communiquant avec le large semi-indéfini par une ouverture de même largeur que le canal, si celle-ci n'est pas trop large par rapport à la largeur du bassin.

Une fois programmée, notre méthode est d'emploi commode, en tant qu'il s'agit d'un bassin rectangulaire à fond horizontal. Il est espéré que le contrôle expérimental porte sur ce que nous avons obtenu ci-dessus. L'application pratique est toutefois un autre problème. Le mouvement doit être beaucoup plus complexe dans un bassin de forme moins simple et on ne pourra le traiter que par l'analyse numérique.

Une partie du calcul numérique a été faite au Centre de Calcul de l'Université de Tokyo.

#### Bibliographie

- IPPEN, A. T. et Q. N. FATTAH (1964): Wave induced oscillation in harbors: The effect of the variation of geometric parameters on the response of rectangular harbors. MIT Hydrodynamics Laboratory, Report N° 70.
- TAKANO, K. (1963): Propagation de la houle dans un canal à bassin rectangulaire. Rec. Oceanogr. Soc. Japan, 7, 19-25.

## L 字形水路での重力波

中沢春子 高野健三

**要旨:** 深さが一様な L 字形水路 (第 1 図) に重力波 (正弦波連) が入射する場合の水面の振動を, 以前に使った方法 (高野, 1963 年) により, いろいろな波数に対して計算する。この方法が, この種の問題には十分有効であることが分る。  $x=0$  での 7 点 (第 1 図, 丸印の 0 から 6 までの点) における水面の振幅を示す曲線 (第 3~16 図) は, かなり複雑で, 針状の鋭く上がった山や谷があり, 波数の非常に小さい変化に応じて, 幅が著しく変わるので, 山の高さ, 谷の深さを正確に知ることは難しい (数値計算では  $kX$  のきざみを最小 0.00025 まで取った)。第 1 図の  $x=X$  の右側に水路がなく, 点線が示すやうに無限に広がっている場合に比べると, 共振を起す波数は殆ど同じであるが, 針状の山を除けば共振の際の振幅はずっと小さい。曲線の様相は,  $L/X=1.5$  の場合より 1 の場合の方が変化に富むが,  $l$  が  $L$  に近づく時 ( $l/L=0.945$ , 第 9a, b, 第 16a, b 図), 二つの型の共振の振幅が非常に大きくなる。所謂 LAMB の方法で得られた結果 (第 3b 図~第 16b 図の丸印) は, 各図の左端近く (波長が長い場合) でも既に甚しくずれてしまひ, この近似法は使へない。

# 資 料

## 海 面 上 の 風 の 応 力\*

岩 田 憲 幸\*\*

風成海流大循環や、高潮の計算には、海面における風の応力の数値が必らず問題となる。しかし、海面が風によってどのような力をどのような機構で受けるのか、未だはっきりしたことは解っていない—というのは、陸上と違って、海面は風に対して solid でなく flexible であって、更にこの flexible boundary の変動は一定の位相速度で進行する（表面波）という特殊条件下にあるからである。まず始めに、BENJAMINに従って、このflexible boundary の変動を分類してみよう。(BENJAMIN, 1963)

1°. 大気と海洋の境界における粘性応力の影響をひとまず無視しておいて、風速分布は鉛直方向に一定の値  $U_0$  を持つと考えよう。そうすると境界における圧力変動は、運動方程式から (CHANDARASEKHAR, 1961)

$$p = -\rho(U_0 - c)^2 k \eta \quad (1)$$

$\rho$  は大気密度、 $c$ ,  $k$ ,  $\eta$  はそれぞれ、擾乱の波速、波数および境界面における振幅を示す。

しかし、境界層における風速分布は、境界面上で零で、そこから上方に離れるに従って一定の値  $U_0$  に近づくと考えるべきであるから、その途中の境界層内のどこかで  $U(y) = c$  となる筈である。実は、この点が重要で、このような特異点があるために、上述の水位変動と同位相の圧力変動に加えて、水面傾斜と同位相の圧力変動成分があるというのが、MILES の風浪発生理論の要諦である (MILES, 1957)。従って、水面上の圧力変動は、波浪と無関係なランダムな変動を除外すれば、

$$p = \rho \{ -(U_0 - c)^2 + iSc \} k \eta \quad (2)$$

ところで、このような大気の圧力変動に応答する力学系としての水面は、一般の応答系の表現式

$$m \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} + mnk \frac{\partial \eta}{\partial t} + Fk^2 \eta = -p \quad (3)$$

の中で、

\* 1966年7月25日 東海大学同窓会望星クラブにおける例会で講演

\*\* Noriyuki IWATA 国立防災科学技術センター National Research Center for Disaster Prevention

$$m = \frac{\rho_w}{k}, \quad n = 4\nu_w k, \quad F = \frac{\rho_w g}{k^2} \quad (4)$$

と置き換えたものに等しい。(但し、この場合海流と波浪の相互作用は考えない。) (2) と (4) を (3) に代入して、 $c$  に関して解くと、

$$c_{1,2} = \frac{1}{\gamma + 1} \left[ U_0 \mp u - \frac{i}{2} (\gamma n - S_{1,2}) \left( 1 \mp \frac{U_0}{u} \right) \right] \quad (5)$$

$$u = \sqrt{\gamma(\gamma + 1)c_0^2 - \gamma U_0^2} \quad (6)$$

但し

$$\gamma = \frac{\rho_w}{\rho_a}, \quad c_0^2 = \frac{g}{k}$$

また、 $S$  は一般に  $c$  の関数であるから、(5) の  $S_1, S_2$  の値は  $c$  の値として、 $R_{c1}$  と  $R_{c2}$  を使用したときのものである。

(i)  $U_0^2 < \gamma c_0^2$  (Miles Wave)

(6) から  $u > U_0$ 、従って (5) から  $R_{c1} < 0$  即ち擾乱は基本流と反対方向に進行する。この場合は勿論  $U = c$  となる特異点は存在しないから  $S = 0$  従って  $I_{c1} < 0$ 、即ち擾乱は減衰する。しかしいま一つの波は、 $R_{c2} > 0$  となり基本流と同方向に進行する。この波が発達するためには、 $I_{c2} > 0$  となる必要があるが、そのためには、 $S_2 > \gamma n$  即ち粘性によって失われるエネルギーより多量のエネルギーが波面傾斜と同位相の圧力変動によって供給されて始めて風浪は発達する。水と空気の場合は  $\gamma \gg 1$  であるからこのとき (5) から

$$R_{c2} \doteq c_0 - \frac{1}{2\gamma} \frac{(U_0 - c_0)^2}{c_0} \sim c_0 \quad (7)$$

$$I_{c2} = \frac{1}{2} \left( \frac{S_2}{\gamma} - n \right) > 0 \quad (8)$$

即ち、不安定波の波速は、自由表面波の波速とほぼ等しく振幅の増大する割合は、波面傾斜と同位相な圧力の大きさに比例する。

(ii)  $\gamma c_0^2 < U_0^2 < (\gamma + 1)c_0^2$  (Tollmien-Schlichting Wave)

この場合は (6) から  $0 < u < U_0$  となる。従って (5) から  $Rc_1 > 0$ ,  $Rc_2 > 0$  即ち波の進行方向は風と同じである。しかしながら、不安定となる条件は (5) から、

$$\begin{aligned} \gamma n > S_1 \quad \text{ならば} \quad I_{c_1} > 0 \\ \gamma n < S_2 \quad \text{ならば} \quad I_{c_2} > 0 \end{aligned}$$

即ち、 $c_2$  波についてみると、粘性逸散に打勝つエネルギーが、波面斜と同位相の圧力変動によって供給されれば、波浪は発達するという、Miles Wave と同一の機構を持つが、より遅く進む  $c_1$  波については、事情がこれと全く反対となり、粘性はここでは不安定化の作用をしている。

(iii)  $(\gamma+1)c_0^2 < U_0^2$  (Kelvin-Helmholtz Wave)

この場合は、(6) から  $u$  は虚数となり、風速分布が一定で ( $S=0$ )、粘性がなくとも ( $n=0$ )  $I_{c_2} > 0$  となり不安定である。この不安定化の条件は書き直すと  $\gamma \gg 1$  を考慮して

$$\rho_w g \gamma < \rho k U_0^2 \gamma (= -p) \quad (9)$$

即ち、水面変動と同相の圧力変動が、水面変動の重力による復元力に打勝つ時始めて波が発達する。

従って、風による海面の変動は  $(c_0/U_0)^2 = \gamma^{-1}$  を境界として Miles Wave と Kelvin-Helmholtz Wave とに分離される。ところで経験的に求められた波浪のスペクトルは (PIERSON)

$$\begin{aligned} \Phi\left(\frac{c}{U_0}, \theta\right) d\left(\frac{c}{U_0}\right) d\theta \\ = \alpha \gamma^{-2} \left(\frac{c}{U_0}\right)^3 e^{-b\left(\frac{c}{U_0}\right)^4} \frac{U_0^4}{2\theta_0} d\left(\frac{c}{U_0}\right) d\theta \quad (|\theta| \leq \theta_0) \quad (10) \end{aligned}$$

$$\left(\frac{c}{U_0}\right)_{\max} = \left(\frac{3}{4b}\right)^{1/4} \sim 1$$

即ち、風による海水面の変動の大部分は、Miles Wave と考えてさしつかえない。

2°。それでは、このような機構が発生している波面上の風の応力はどのようになっているのであろうか。

境界層内の水平方向の風の圧力傾度が無視出来れば (風浪を考えている限り、さほど広い海域を考えなくともよいから、この仮定は妥当であろう。) 風の全水平応力は境界層内では高度に無関係となり

$$\tau_{\text{tot}} = \rho u_*^2 \tau \quad (u_*: \text{摩擦速度})$$

この全応力は、粘性応力と乱流 Reynolds 応力 (両者を加えたものを  $\tau_e$  とする) および波浪によって惹起された、擾乱の Reynolds 応力  $\tau_w$  とに分けられる。粘性応

力は、水面の極く近くを除いては無視出来る。

$$\tau_{\text{tot}} = \tau_e + \tau_w$$

いま波浪のあるひとつのスペクトル成分を考え、この成分によってひき起された、大気中の擾乱の Reynolds 応力を考えると (LIN, 1954)

$$\left. \begin{aligned} \delta\tau_w = -\rho \overline{uv} = -\rho \frac{\pi}{k} \frac{U_c''}{U_c'} \overline{v c^2}; \quad y < y_c \\ = 0 \quad ; \quad y > y_c \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

即ち、擾乱の速度  $c$  が  $U=c$  となるある高度  $y=y_c$  のところで応力の jump が生じ、それより高いところでは零で、この特異点から海面までは一定値をとる。その大きさは、 $y=y_c$  における、風速分布の曲率と傾度およびその点における擾乱の鉛直速度によって決定される。この特異点における鉛直速度は、第 1 近似では零であるが、第 2 近似までとると、

$$v_c = \frac{\theta_0 k^2}{U_c'} \int_{y_c}^{\infty} (U-c)^2 e^{-ky} dy \quad (12)$$

ところでいま、波面におよぼす大気の圧力変動を

$$p = (\alpha + i\beta) \rho u_1^2 k \gamma \quad (13)$$

とすると、粘性を省略した、大気の擾乱の運動方程式から

$$\hat{p} = -\pi \frac{U_c''}{U_c'^3} \frac{k^3}{u_1^2} \left[ \int_{y_c}^{\infty} (U-c)^2 e^{-ky} dy \right]^2 \quad (14)$$

従って、この  $\beta$  を使用すると、

$$\delta\tau_w = \rho u_1^2 (k\gamma)^2 \beta \quad (15)$$

ところで、この  $\delta\tau_w$  は水位変動のある一つのスペクトル成分に対応する Reynolds 応力であったから、各成分を加算した、擾乱の Reynolds 応力の和は

$$\tau_w(y) = \rho u_1^2 \int_{-\pi}^{\pi} \cos^2 \theta \int_0^{y_c} \beta k^2 \Psi(k, \theta) k dk d\theta \quad (16)$$

$$= \rho u_1^2 \int_{-\pi}^{\pi} \cos^2 \theta \int_{U \cos \theta}^{\infty} \beta \Psi(c, \theta) dc d\theta \quad (17)$$

但し  $\Phi(k, \theta)$  は波数に関する波浪のパワースペクトルで、 $\Psi(c, \theta)$  は波速に関する、波面傾斜のスペクトルを示す。従って  $\tau_w$  は水面に近づくにつれて増大し、水面では

$$\tau_w(0) = \rho u_1^2 \int_{-\pi}^{\pi} \cos^2 \theta \int_0^{\infty} \beta \Psi(c, \theta) dc d\theta \quad (18)$$

となり

$$\tau_w(0) = R \left\{ p \left( \frac{\partial \eta}{\partial x} \right)^* \right\} \quad (19)$$

から求めたものと一致する。

一方 MUNK は

$$p = \rho U(U-c) \beta_J \frac{\partial \eta}{\partial x}$$

という圧力変動を仮定して

$$\tau_w(0) = \rho U \beta_J \int_0^\infty \int_{-\pi}^\pi \{U \cos \theta - c(k)\} k^2 \cos \theta \Phi(k, \theta) k dk d\theta \quad (20)$$

という式を導いた (MUNK, 1955)。この式と (16) とを比較すると, MILES の  $\beta$  の重要性がよくわかるであろう。

さて SCHULEYKIN や IVANOV は, 波面の前面と後面における圧力差を, 波の形をした固定壁上で測定して

$$\tau_w(0) = \rho(U-c)^2 \frac{H}{L} \int_0^1 x \left( \frac{y}{H}, \frac{H}{L} \right) d\left( \frac{y}{H} \right) \quad (21)$$

(但し  $H$  は波高,  $L$  は波長を示す。) という表現式を求め, 適当な仮定をして

$$x \sim \frac{H}{L}$$

従って

$$\tau_w(0) \sim \rho(U-c)^2 \left( \frac{H}{L} \right)^2 \quad (22)$$

としているが, これを (15) と比較してみると, IVANOV では,  $\beta$  の物理的意味がかえってボヤケてしまって, むしろ MILES の解析を改悪してしまったようである。

3°.  $\tau_w$  はこのようにして求めることが出来たが,  $\tau_e$  を平均風速分布で表現するには, どうすればよいかを考えよう。最も簡単なのは, 運動量輸送の仮定を使うことである。この場合, 平均風は  $U=U(y)$ ,  $V=W=0$  とすると

$$u = -l_y \frac{\partial U}{\partial y} \quad (23)$$

ここで  $u$  と  $v$  の相関を考えて

$$|v| = l_y \left| \frac{\partial U}{\partial y} \right|$$

と仮定すると

$$\tau_e(y) = \rho l_y^2 \left| \frac{\partial U}{\partial y} \right| \frac{\partial U}{\partial y} \quad (24)$$

壁の近くで  $l_y = ky$  と置いて

$$\tau_e(y) = \rho \left[ ky \frac{\partial U}{\partial y} \right]^2 \quad (25)$$

しかし (23) を 3次元の運動に拡張すると,

$$\mathbf{v} = -\mathbf{l} \cdot \nabla U \quad (26)$$

即ち

$$u = -l_y \frac{\partial U}{\partial y}, \quad v=0, \quad w=0$$

となり

$$\tau_e(y) \equiv -\rho uv = 0$$

となってしまふ。LETTAU はこの点を指摘して, 新らしい渦度輸送の仮説をたて, (LETTAU, 1964)

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 \tau_e}{\partial y^2} = \frac{\partial}{\partial y} \left[ K \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right] - k^2 \left( \frac{\partial U}{\partial y} \right)^2 \quad (27)$$

ここに  $K$  は渦動粘性係数で, 相似理論から

$$K = lu^*, \quad l = -k \frac{\partial U}{\partial y} / \frac{\partial^2 U}{\partial y^2}$$

であるから, 結局は

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 \tau_e}{\partial y^2} = ku_* \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + k^2 \left( \frac{\partial U}{\partial y} \right)^2 \quad (28)$$

となる。しかし LETTAU が (27) を導いたときには,

$$\frac{\partial l_x}{\partial y} \frac{\partial l_z}{\partial z} \equiv k^2, \quad l_x \frac{\partial l_z}{\partial z} \equiv 0, \quad l_x \frac{\partial^2 l_z}{\partial y \partial z} \equiv 0$$

と仮定したのであるが

$$\frac{\partial}{\partial y} \left[ l_x \frac{\partial l_z}{\partial z} \right] \equiv \frac{\partial l_x}{\partial y} \frac{\partial l_z}{\partial z} + l_x \frac{\partial^2 l_z}{\partial y \partial z} \quad (29)$$

という恒等式をみればすぐわかるように, この仮定は成立しない。それで

$$l_x \frac{\partial l_z}{\partial z} = -k^2 y$$

と仮定すれば

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_e}{\partial y} = U_*^2 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} / \frac{\partial U}{\partial y} + k^2 y \left( \frac{\partial U}{\partial y} \right)^2 \quad (30)$$

となる。しかし (25), (28), および (30) は  $\tau_e = \rho u_*^2$  とすれば, いずれの式も

$$\frac{\partial U}{\partial y} = \frac{u_*}{k} \frac{1}{y} \quad (31)$$

即ち風速の対数分布を与える。

従って



$$\tau_c(U) + \rho u_1^2 \int_{-\pi}^{\pi} \cos^2 \theta \int_{U \cos \theta}^{\infty} \beta \Psi(c, \theta) dc d\theta = \rho u_*^2 \quad (32)$$

ここで注意しなければならないのは、波浪上の風速分布は、最早対数分布ではあり得ないということである。何となれば、風速分布が対数法則に従えば、 $\tau_c = \rho u_*^2$ 、 $\tau_w = 0$  とならなければならない、 $\tau_w = 0$  ならば、風浪は存在しないからである。(32)から風速分布を求めるのは、原理的には逐次近似によればよい。即ち、対数分布の  $U$  を仮定して  $\beta$  を求め、傾斜のスペクトルに、たとえば (10) から求めたものを使用して  $\tau_w$  を計算し  $\tau_c$  を求め、これから (28) あるいは (30) を用いて、 $U$  を求め、この  $U$  に対する  $\beta$  を計算して、再び一連の計算を行えばよい。しかし、もともと線型近似から求めた (32) を逐次近似で解いてもあまり意味はない。

観測の結果からみると、風速  $U$  は近似的には対数分布であり、 $\tau_w(0) = (0.2 \sim 0.3) \rho u_*^2$  である。(MUNK, 1955; STEWART, 1961). 即ち波浪へ入る運動量は、全体の高々2乃至3割である。若しこれより多かったら、風速の対数分布からの偏移も更に目立ってよいであろうから、 $\tau_w(0)$  の値としては、このくらいに評価しておいてよいであろう。しかし、そうだとすると、全体の運動量の流れのうちで、残った7~8割はどうなるのであろうか。 $\tau_w(0)$  は波面における Miles Wave による Form Drag であるから  $\tau_c(y)$  は波の運動と全くランダムな乱流 Reynolds 応力と粘性応力の和でなければならない。しかし、ランダムとしても、粘性層を無視出来る場合は Reynolds 応力は Form Drag として作用するから、観測から求められた  $\tau_c(0)$  の数値は波面における粘性応力の数値に等しいと考えなければならない。

さて MUNK によれば、海面が粗である場合

$$\tau_c(0) = 2.6 \times 10^{-3} \rho U_0^2 \quad (33)$$

( $U_0$  は大体高さ 10 m の風速) としているが、近似的に

$$U_0 = (25 \sim 30) u_* \quad (\text{MILES, 1957})$$

であるから

$$\tau_c(0) = (1.63 \sim 2.34) \rho u_*^2 \quad (34)$$

となり  $\tau_w(0)$  以外の応力がすべて、粘性応力として  $\tau_c(0) = (0.7 \sim 0.8) \rho u_*^2$  でなければならないとすると、MUNK の推定は、2~3 倍大きいことになる。ところで、風成海流の西岸流の流量は応力に比例するから、MUNK の応力を使う限り、流量も 2~3 倍大きく評価されているということになる。

ところで、今までの議論は、 $\tau_c(0) = (0.7 \sim 0.8) \rho u_*^2$  としてきた。これは VAN DORN の水面傾斜の観測や DORRESTEIN の風浪の発達割合から推定した値であるが、VAN DORN の観測にみられる Detergent をまいたときの水面の応力が、すべて粘性応力だという証拠もないし、風浪の発達から求めた  $\tau_w(0)$  も、高周波の波浪は除外しているようである。従って  $\tau_w(0)$  は、実際はこれより大きいのではあるまいか。最近 COX は、野外実験から、

$$F(\sigma, \vartheta) \equiv \alpha \sigma^2 \sigma^{-3} \delta(\vartheta)$$

という波浪のパワースペクトルを仮定すると

$$\tau_w(0) = \frac{1}{2} \alpha \rho U_0^2$$

となると主張しているが、 $\alpha = 7.4 \times 10^{-3}$  とすると

$$\tau_w(0) \doteq 3.7 \times 10^{-3} \rho U_0^2 \quad (35)$$

となり MUNK の応力 (33) より大きく、また  $U_0 \sim 10$  m/s で SHEPPARD の与えた全応力

$$\tau = 1.14 \times 10^{-6} \rho U_0^3 \quad (36)$$

よりも大きくなってしまふ。COX の評価は過大であろうが、風成海流の原因となる  $\tau_c(0)$  は、われわれが考えているものより遙かに小さいのではあるまいか。

しかし以上の議論では、風から波への運動量の流れは考えても、波から海流への運動量の流れは考えていない。もし、従来の応力の推定が、実験観測に合致するとしたならば、その秘密を解く鍵はこの辺にありそうである。

## 文 献

- BENJAMIN, T. B. (1963): Jour. Fluid Mech., **16**, 436-450.  
 CHANDRASEKHAR, S. (1961): Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability.  
 IWATA, N. (1966): Res. Notes NRCDP, No. 3.  
 IVANOV, R. N. (1958): Izv. Geophysical Ser. 673-677.  
 LETTAU, H. (1964): Jour. Atm. Sci., **21**, 453-456.  
 LIN, C. C. (1954): Proc. N. A. S., **40**, 741-747.  
 MILES, J. W. (1957): Jour. Fluid Mech., **3**, 568-582.  
 MILES, J. W. (1965): *ibid.* **22**, 823-827.  
 MUNK, W. H. (1955): Q.J.R.M.S., 320-332.  
 PIERSON, J. W. and L. MOSKOWITZ, (1964): J.G.R., **69**, 5181-5190.  
 STEWART, R. W. (1961): J. Fluid Mech., 189-194.  
 STEWART, R. W. and J. L. RUMLEY, (1965): Jour. Atm. Sci., **22**, 592-596.

## 討 論

宇田 (東水大): 風が非常に強い台風の場合に、波がのされるとか、吹き飛ばされてしぶきが非常にでるとかという時には大変違うのではないかと思う。その時はもう適応できないのではないか?

岩田: 白波が立つような場合は全然問題にならない。

宇田: ある限界というか、今の議論の風速のどのへんまでというのがあるのではないか?

岩田: そうだと思う。結局そういった non-linear の effect がきいてくる場合には今までの議論は問題にならない。

宇田: west wind drift ですか、南半球の暴風圏のような所の地球を回って吹き通っているわけだが、もしオートマチックか何かで非常によい記録が取ればよいではないかと思う。

岩田: 白波の問題をぬきにして、viscous stress を無視すると風の stress は form drag としてかかって来る。そうするとこれは全部波になってしまうはずである。これが表面からわかるようにここまでとると波数  $k$  について 0 から  $\infty$  まで積分してゆくからどんな小さなものでもどんな大きなものでも、viscous stress を問題にしない限り全部波に入ってしまうべきである。

そこで一度入ったものがどういう過程を終るか知らないが、流れになったとすれば波に入った風の energy の何割かが流れになっていはずである。そうすると波に入ったものは結局全体の 2 割か 3 割であるから流れに入るものは更にその 2 割とか 3 割とかと言うことになって非常に小さくなってしまう。

これはだいたい前から疑問に思っている議論しているがどうもはっきりしない。

半沢 (気象庁): 水平方向にある期間風が吹いている場合そういうことが言えるだろうけれども吹域が移動すると、例えば風の方向が変わってきた場合、台風などの場合、風の方向が場所や時間で変わった場合はどうなるか?

岩田: 定常状態に達する場合と発達の段階ではスロープのスペクトルが違うから当然違って来るわけであるが過渡状態の研究は今後の問題である。

梶浦 (地震研): 流れに行く力はどれか、 $\tau_0$  と考えているか?

岩田: いいえ、これは陸上と同じように dissipate するものが相当あると考えている。

## 第2回国際海洋学会議 (モスクワ) について\*

### 1. 主として大気海洋間相互作用について

岩 田 憲 幸 (防災科学技術センター)

1966年5月30日から6月9日まで、モスクワ大学で、第2回国際海洋学会議が開催され、筆者は他の17名の海洋学者と共にこの会議に出席し、研究発表を聞き、討論し自ら論文の発表を行なった。云ってみれば、それだけのことである。然しそれだけのことが何と大変なことであったか。何故大変だったかという点。それは一つには他ならぬ、モスクワで開かれたという特殊性によるものと、国際会議出席という一般的な事柄から来る大変さとに分けて考えておく必要がある。ロシヤにおける国際学会で一番困ったことは、第1にはロシヤ語でないという用が足りないということ、第2には自由に動き廻れないということであった。煙草を買うときも、レストランでも地下鉄でも、ホテルのエレベーターでもロシヤ語以外は駄目なのである。その不便さを取除くためであろうか、学会の会場にも、ホテルにも、空港にも、インツォリスト(交通公社)が出張して、ここに行けば英独仏スペイン語で何とか話が通じるようになっていたのであるが、四六時中通訳がついている訳ではない。ロシヤ語を知らない限り、何をしても、まことに大変なのである。もっともこの大変さは、学会用語であるロシヤ語を知らない奴が悪いのであって、ロシヤ語を知っている人には、大変でも何でもない訳であるから、大変だったといっても、一般性は持ち得ない訳である。然しこれからロシヤへ行く人は、とにもかくにも日常の簡単なロシヤ語の会話は習って行った方がよいであろう。次に自由に動き廻れないというのは、どういうことかという点、例えば、モスクワで何処に泊るのか誰にもモスクワに着くまで解らないように出来ているということである。そのため、大方の人達は、空港で大分長く待たされることになる。筆者は約2時間待たただけであったが、聞くところによると4時間待たされた人があつようである。ホテルが遠いとか、汚いとかいって、ホテルを変えようなど

という了見は、先ず起きない方が得ようである。研究所見学もスケジュールが決っていて、他の日に時間があつたからといっても、実現出来ない。つまり、フリの客はお断りということになっているらしい。

一事が万事この調子なのである。同行のアメリカ人が非能率だとボヤいていたが、あまり能率的とはいえないわれわれから見ても、呆れて判断に苦しむことが多々あつた。

国際会議出席という事も、筆者には初めての経験であつた。何よりもうらやましく感じまた腹立たしくさえ思われたことは、英語圏の連中の遙々たる態度であつた。つまり、英語が会議用語でなくなる限り、彼等は、何処で、どんな会議が持たれようとも、常に at home でいられる訳である。若し日本語が会議用語であつたらシャベリまくってやるのだがという気持ちになつたのは、筆者だけではあるまい。このことを、筆者が嘗てハンブルグ大学留学当時まだ学生であつた Dr. Hasse に話したところ、彼も翌日の発表を控えて気にかかっていたらしく、何分こまかい話になると、英語でしゃべるのは大難だという意味のことをクドクドと述べていたところを見ると、やはり外国語で研究発表をやるというのは、何処の国の人にとっても、有難くないことらしい。

さて、この会議の主催者はソ連科学アカデミーでありユネスコが後援し、世界気象機構、国際原子力機関、食糧農業機構がこれを支持して行われた。その標語は「人類の福祉のための海洋研究」であつたが、宇宙開発における米ソの競争が、ここにも反映しているかの如く、全体で500編にのぼる研究発表のうち、アメリカ人が170、ソ連が150でそれぞれ3分の1を占め、のこりの3分の1をその他の国々が分担する形となつた。

会議は午前中は、総合講演が大講堂で行われ、各国からの招待者が、それぞれ専門の分野について、最近までの研究成果を総合的に概観した報告が行われたあと、午後は四つの部会に分れて、それぞれ、盛沢山の研究発表

\* 1966年7月25日 東海大学同窓会望星クラブにおける例会で講演

という順序であった。参考までに、どのような部会に分れ、何をテーマにして小部会や、シンポジウムが行われたかを見るためプログラムの一部を掲げてみよう。

これで見ると、会議の主なテーマは、「大気と海洋」「海と生命」「海底の構造」「インド洋と南極洋」などであり、別に「海の放射能」「海の生産力」「沿岸過程」に関するシンポジウムが行われた。筆者の専門は大気と海洋に関する物理学であるので、つとめて、この方面の研究発表会場に出席するようにした。

このプログラムにある Section というのは、英、仏、スペイン、ロシア語のイヤホンによる同時通訳が行われたもので、2日間あった。参考までに講演者と講演題目を掲げておく。2日目の議長をしたのは、オランダの Dr. Dorrestein でわれわれ波浪研究者には、おなじみの名前であるが、実際に会ったのは、筆者は初めてである。彼は大変場なれのした名議長で、討論をうまく導いて行ったが、筆者にはなまりのある英語が聞きづらかった。最初の講演は、波浪関係では、ソ連の元老といわれる Schuleykin が、例の馬鹿がかい円形風洞水槽（これは彼の書いた教科書に既に紹介されている。(Theorie der Meereswellen, 東独版) を使った実験結果について簡単な解析を試みたあと、東独の Bruns の波力に関する講演があった。アブストラクトがフランス語で書かれていたからフランス語で話すのかと思っていたら、ロシア語であった。この Bruns ばかりでなく、共産圏の人達は何かという意識的にロシア語を使っているような印象を受けたがどんなものであろうか。続いてソ連の Kitaigorodsky カナダの Stewart と Burling ソ連の Zubkovsky, Volkov, それと筆者という順で、波浪上の大気の擾乱を主題としたいいくつかの研究発表が続いた。Kitaigorodsky は主として熱的な相互作用に Burling と Stewart は力学的な相互作用に重点を置いたものである。特に Stewart の論文は、波浪と大気の流れ変動の直接測定を基礎とした相互相関とスペクトルの計算結果に解析を加えたもので、大方の興味を呼び、一般討論の時間には、彼に質問が集中した。この研究テーマは、われわれも平塚の観測塔を利用して実験観測をすべく、着々と準備していたのであるが、先を越されたのは、全く残念であった。なお、引き続いて米国の Cox の内部波に関する講演のあったことを忘れずにつけ加えねばなるまい。

ところで、このほかの日に行われた Subsection には、イヤホンによる通訳がないため、場合によっては、議長も司会者も講演者もロシア語で、図表の説明までロシ

ヤ語というのがあって、何のこともやらわからずにおしまいということもあった。

然し全体を通じて、小規模な大気と海洋の相互作用に関する研究発表は、わが国の学会と比較すると随分多かったようである。これを主題とした Subsection は6月1日に行われ、議長は Kiel 大学の Dr. Dietrich で司会者が Kitaigorodsky であった。

Dietrich は筆者がハンブルグ大学留学中は西独の水路部の技師で、丁度例の海洋学の教科書を発行した時であったが、現在は Kiel 大学の海洋研究所長をしている人である。この時の講演者は、ソ連の Zilitinkevich 米国の Ostapoff 西独の Hasse などであった。Hasse は Hamburg 大学の Prof. Brocks の弟子で、9月の京都で開催される境界層のシンポジウムには日本にも来るということだから、その時にはまた、研究の続きを聞くことが出来るだろうが、話の内容は Prof. Brocks が長年続けて来た海洋境界層の仕事のデータ解析を主としたものである。

翌日の午後は表面波を主題とした Subsection に出席した。この時の議長は東独の Bruns で司会者はソ連人であった。Brunns は老令と見受けしたが、終始ロシア語で議長をつとめたため、ソ連人の発表となるとさっぱり解らず前以って渡された英文の Abstract から話の内容を推定する以外になかった。取り扱われた題目は、風のエネルギーの波への移行の問題、波と共存する下層大気の乱流構造の問題などで、特に、観測データの解析を中心とした波浪上の構造の共同研究の発表を行ったのは若いソ連の女性で、会場にも相当多くの女性が見受けられたところを見ると、こういう問題は女性に人気があるのかもしれない。

最後に、沿岸過程に関する Symposium が3日間開催されたということをお忘れずにつけ加える必要があろう。筆者は、時間の関係で、そのごく一部しか聞くことが出来なかったが、河口堆積や海岸浸蝕など漂砂の問題、沿岸の地質学的研究、浅海における波浪の変形や海岸構造物の受ける波力などの水理学的研究など広範囲のものであった。この Symposium にはルーマニア、ブルガリヤ、ポーランドなどからの発表が比較的多かったようであるが、これらの国々では、国策として沿岸開発に力を入れているのではなからうか。

この他、海流力学やその他の Symposium などについて記すつもりであったが、紙数もつきたのでこの辺で筆をおくこととする。

III. EVENING SESSIONS OF THE CONGRESS (14.30—17.30)

	Section OCEAN AND ATMOSPHERE		Section OCEAN AND LIFE		Section Marin geology ; structure of the oceanic crust and upper mantle	Symposia
May Tuesday	SECTIONAL SESSION (SIA) Room No. 02		Trophic relations in the pelagial environment (SIIa) Room No. 1610	Bottom fauna (SIIc) Room No. 611	Geophysical investigations; tectonics and geomorphology (SIIa) Room No. 01	Symposium (Syn. 1.) Near-shore processes Room No. 415
June 1 Wednesday	Theory of currents (S1a) Room No. 1610	Hydrography of the Atlantic Ocean (S1b) Room No. 611	SECTIONAL SESSION (SIIA) Room No. 02		Geophysical investigations; tectonics and geomorphology (SIIa) Room No. 01	Symposium (Syn. 1.) Near-shore processes Room No. 415
June 2 Thursday	Theory of currents (S1a) Room No. 1610	Hydrography of the Northern part of the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea (S1b) Room No. 611	Surface waves (S1d) Room No. 1807	Bottom fauna (SIIc) Room No. 01	SECTIONAL SESSION (SIIA) Room No. 02	Symposium (Syn. 1.) Near-shore processes Room No. 415

資 料

	Section OCEAN AND ATMOSPHERE			Section OCEAN AND LIFE		Section Marine geology; structure of the oceanic crust and upper mantle	Symposia
June 3 Friday	Theory of currents (SIa <sub>3</sub> ) Room, 1610	Hydrography of the Pacific Ocean (SIb <sub>3</sub> ) Room No. 611	Hydrography of the Baltic Sea (SIb <sub>5</sub> ) Room No. 1807	Pelagic fauna (SIIf <sub>1</sub> ) Room No. 01	Bottom fauna; trophic relations (SIIf <sub>3</sub> ) Club Hall	SECTIONAL SESSION (SIIB) Room No. 02	
June 6 Monday	Theory of currents (SIa <sub>4</sub> ) Room No. 1610	Hydrography of the Polar Basin and northern shelves (SIb <sub>4</sub> ) Room No. 611	Tides, internal waves, tsunami (SIc) Room No. 1807	SECTIONAL SESSION (SIIB) Room No. 02		Geophysical investigations; tectonics and geomorphology (SIIfa <sub>3</sub> ) Room No. 01	Marine sediments (SIIfb <sub>3</sub> ) Club Hall Symposium Nearshore processes (Sym. Ia) Room No. 415
June 7 Tuesday	SECTIONAL SESSION (SIB) Room No. 02		Pelagic fauna (SIIf <sub>2</sub> ) Room No. 611	Deep sea bottom organisms (SIIf <sub>4</sub> ) Room No. 01	Chemistry of the sea (SIIf <sub>2</sub> ) Room No. 415	Marine optical and acoustical investigations (MI) Room No. 1610	Symposium Primary production (Sym. III) Room No. 1807
SYMPOSIA							
June 8 Wednesday	Oceanographic instruments (Sym. II <sub>2</sub> ) Club Hall	Primary production (Sym. III <sub>2</sub> ) Room No. 1807	Radioecology and radioactivity of the ocean (Sym. IV <sub>1</sub> ) Room No. 01	Biogeochemistry (Sym. V <sub>1</sub> ) Room No. 02	Upwelling areas (Sym. VI <sub>1</sub> ) Room No. 1610	Bioacoustic (Sym. VII) Room No. 611	

MAY 31, 1966

(Tuesday)

Section: Ocean and Atmosphere

Part I (SIA)

Chairman: J. BJERKNES (USA)

Convener: A. S. MONIN (USSR)

Room No. 02

- |             |  |  |
|-------------|--|--|
| 14.30—14.50 | D. L. LAIKHTMAN<br>B. A. KAGAN<br>USSR | Boundary layers of the atmosphere and ocean in interaction.  |
| 14.50—15.10 | W. GERSTMAN<br>GDR                     | On the role of temperature stratification in computing heat and humidity flows at the air-ocean interface. |
| 15.10—15.30 | M. I. BUDYKO<br>USSR                   | The heat balance of the ocean.   |
| 15.30—15.50 | H. E. SUESS<br>USA                     | Ocean mixing rates from carbon-14 and tritium measurements.  |
| 16.10—16.30 | A. R. ROBINSON<br>USA                  | A theory of free inertial currents: path and structure.  |
| 16.30—16.50 | W. H. MUNK<br>USA                      | Abyssal hydrodynamics.   |
| 16.50—17.10 | A. S. SARKISYAN<br>USSR                | Non-stationary surface and deep currents of the North Atlantic Ocean.                                      |
| 17.10—17.30 | K. HIDAKA<br>Japan                     | Non-linear computation of equatorial upwelling.  |

Section: Ocean and Atmosphere

Part II (SIB)

Chairman: R. DORRESTEIN (Holland)

Convener: A. D. DOBROVOLSKY (USSR)

Room No. 02

- |             |  |  |
|-------------|--|--|
| 14.30—14.50 | V. V. SHOULEJKIN<br>USSR                 | Physics of wind waves.   |
| 14.50—15.10 | E. BRUNS<br>GDR                          | L'analyse des observations de plusieurs années sur la force de l'ondulation et les dimensions des ondes dans la région occidentale de la Baltique comme une des possibilités de la prévision de la force d'ondulation et des paramètres des ondes dans les eaux côtières des mers sans marées. |
| 15.10—15.30 | S. A. KITAIGORODSKY<br>USSR              | The problems of computation of momentum, heat and moisture eddy fluxes over the ocean.   |
| 15.30—15.50 | R. W. STEWART<br>R. W. BURLING<br>Canada | Observations on waves and the wind field over them.  |
| 16.10—16.30 | S. L. ZUBKOVSKY<br>Yu. A. VOLKOV<br>USSR | Direct measurements of some atmosphere turbulence characteristics in the near water surface layer.   |
| 16.30—16.50 | N. IWATA<br>Japan                        | Wind stress over a disturbed sea surface.  |
| 16.50—17.10 | C. COX<br>USA                            | Modal distribution of semidiurnal internal waves.  |
| 17.10—17.30 | P. E. La VIOLETTE<br>USA                 | A preview of newly constructed sea surface temperature charts of the Pacific, Atlantic and Indian Oceans.  |

## 2. 水産海洋学を中心として

宇 田 道 隆 (東京水産大学)

この会議では前回とちがって共産圏国出席者が 1,000 名以上という全体の半ば以上を占めていたのが特色で、従来カーテンのかげにかくれていたあちらの海洋学のレベル、内容がわかって来て相互理解と知識の交流に大きな前進を与えたのが一つの収穫であろう。ただ中共出席者は見当らなかったのが情況不明である。会場にロシア語が一々はいったのは大へん会議をタドタドしくし、イヤホーンも、同時通訳も不完全だった。将来国際会議の言語が一つになることはわれわれの切なる願いである。しかしお互いに親密になる好機を与えてくれた。親しいカナダの学者が「まあ世界の海洋学者のクラブかお祭りみたいなものだね。ピクチュア・ランゲージ (図, 写真の言葉) で話し合ってる会だ。」といったのは適切だった。立派な講演アブストラクト集の本 1 冊だけみても実に内容豊富で新知見の宝庫の観がある。これを全部聴けたならと欲張った空想をした。しかし現実には研究所の見学などもあって忙しく、いくつもの会場に分れてやる一部しかきけない。「インド洋と南極洋の海洋学」シンポジウム、「生物湧昇」シンポジウムなど特に興味深く、有益であった。後者では 1 日座長をつとめたが、FAO がはじめて協力したシンポジウムだけに、海洋学と漁業の一体となった水産海洋学のシンポジウムとして、特筆に値いするものであり、ソ連がこの方面の研究に国を挙げて努力し、今や世界第一の水産国たらんとして渾身の努力を払っているときだけに、他の部会にも多数の関係研究論文が発表された。最近数年間に水産海洋学の研究にはいった人が多く、大へん熱心な質問攻めにあつたが、この分では近い将来恐るべきものがあると感じた。

ソ連海洋学は過去十年間に急に伸びて今や世界第 2 位で米国に次ぐものと目されている。年々伸長率は 10% 程度の目ざましいものがあり、日本、英国をこの間に追い抜いてかなり大きな差をつけた。北極海方面の研究は米国以上の優秀な成果をあげている模様である。米国の海洋科学研究者 1,500-2,000 人に対し、ソ連は 1,200 人をこえ、これに迫っている。日本は 700 人以上とみられる。ソ連も日本と同様水産など世界海洋進出を旨として活躍しており、海洋調査も世界海洋相手に米国と競争でやっており、この点日本は遠くおくれ、英仏にも劣っている。

ソ連の海洋研究センターは国内に約 50 といわれる。最大研究船ロモノゾフ号 (6,000 トン) ヴィチアズ号 (5,000 トン) など大型船好みで、1961 年 5 万トン (米国 6 万トン、1,000-2,000 トン級が多い) を保有し、基礎研究にもモスクワのソ連学士院海洋学研究所やセバストポールの海洋物理研究所など大へん力を入れており、名高たる学者も多い。私が海洋学をはじめた 1927 年に勉強した海洋光学の論文を書いた、ワス・シュレーキン教授の「暴風海盆での実験」報告をきき、はじめて会って握手したが、あの海の色の論文は自分の処女論文だといっていた。

しかし一般的にソ連の現在の海洋学は大へん組織化され、よく調整されていて各研究所の分担がきまっており、重複無駄の少ないのが特徴のようである。海洋学者の待遇も大へんよく、国内のハイクラスなのはたしかである。しかし個人の自由に欠けている。組織的総括的研究は強力に進められている。独創的研究は極く少数者にのみ許されているもようである。一言にしていえば、皆職分をよくわきまえてそれぞれ一心に努力しているといえよう。応用海洋学的調査はモスクワ国立海洋研究所が潮汐、高潮、海流など米国海軍海洋局 (元の水路部) に沿岸測量局を併せたようなのがやっており、また水産は全ソ連海洋学漁業学研究所 (VNIRO) が全国に支所を 5 ケ所にもち TINRO, PINRO, NIRO など全世界に大活動を開始してすこぶる活気があり、ここの漁場地質調査など徹底したもので星野博士も驚嘆していた。南極北極海洋研究所はレニングラードにあって実によく調べており、海洋新測器 (海流水温塩分等自記) もアレキセーフ博士らを中心に進められ、海水の研究もすばらしい。深海調査潜水船はセヴェリヤンカ I, II 世号がムルマンスク根拠に北大西洋、北極海のニシン漁場調査などで 300 m 以浅に潜航活動している。

大学は 40 大学で海洋学を講じ、実習までやっているのは 4 大学 (モスクワ、レニングラード 2、ウラジオストック 1) で、続々増えるもようである。カリキュラム 3,500 時間で講義と実験実習をやるが、うち 200 時間 (6%) は政治関係 (レーニン、マルクス) とは恐れ入る。毎年 55 名以上の海洋学卒業研究者が加わる。テクニシャンは女性が多い。特に生物関係に多い。海洋研究所員



の30%は女性である。業績は個人より集団で進めるがリーダーはある。政策は革新的な国だが科学的思考は保守的で、古典的な手法が好んで用いられる。建物設備は視察して驚いたが、まことに古めかしいものが多く、帝政時代のを継ぎはぎ増したような感じで、この点異様だった。しかし新築の計画はあり、だんだん建てかえ、移転準備中の話をきいたので数年で面目を新たにすだろう。測器も一部を除いては米国に比し貧弱で、まだ電子計算機よりソロバンを多く使っている。日本とどこいどっこいだろう。

とにかくソ連はマルクス理論をレーニンが実行した大実験国で、まだ実験が続いている国だが、国営の強力な長所と共に短所もあるようで、修正に努めているようすである。大体の感じは富国強兵、勤儉尚武、スパイ政策の国である。この国へ来て「自由」のありがたさを痛感したのは私だけではないだろう。見ぬ憧れの方々は是非来て体験して頂きたいものだ。日本だって米国だって完全に自由とはいえず、腐敗や暗殺、謀略などイヤなことは山ほどあるが、ソ連のように旅行者が、身辺に不安を感じ、見えぬ目のたえざる監視を感じるようなことはない。

科学技術への信頼性と人間性、愛の問題はレーニン信仰だけで片付くだろうか？ 制覇の目的に精進する国民は戦時中の日本を思い出し、その剛情で粘り強いスラブ魂

は苛烈な極北の冬の自然に耐え抜いた人々のものである。

しかし私は個人的にまことに好人物のソ連学者連と交歓し、彼らの熱烈な研究欲に感服した。そして語学の障害をのりこえて水産海洋学にはロシヤ語を学ぶ必要を痛感した。若い日本の方々にもお勧めしたい。過去のレーングラード、現在のモスコウ、未来のシベリヤのどこが中心になるかは知らないが、恐るべき力とエネルギーで伸びるソ連の最も強い影響を、近い将来に蒙るにちがいない日本がこれをどのように受け止め得るか？ 腐敗の暴露されつつある日本が、ただどこでもトップリーダー争いの政争内閣にのみ終始してどうなることか？ 日本は現在海洋学でもトップクラスであるが、有能な人々が充分力を発揮し得ないような欠陥が多い。ソ連は少数者の科学者リーダーに信頼をおいて伸びつつある。しかし自由に物の言えない国、いつ消されるかわからぬ不安な見えざるおそろしさを感じる、ソ連のこれまでは表裏二つの顔が見える。電話帳と地図のない大都会、報道が管制された戦時中の日本同様の国で、通信は片っぱしから検閲されているとみられる。絶えず身辺に目を光らし、耳をすましている者のいる国では人心はイビツにされる。ソ連はもうそれから脱皮し、修正し、自信をもって開放的になって歩いてよい時期ではないだろうかと思った。

### 3. ソビエト雑感

星野通平（東海大学海洋学部）

#### 1. ソビエトの学者

ソビエトというと、ロシア人というと、なにかしら、われわれとはまったくちがった、生活様式・感情をもった国民のように思いがちだ。このたびの学術会議へ出席して、一ばんの感想は、ソビエト人も、アメリカ人も、われわれとあまり変わったところのない、ふつうの人間だということだ。このこと、で大部分の方がたは、すっかり安心されたようだ。安心だけではない。着ているものからも、持物からも、店にならんでいるもろもろの品からも、いささか優越感にひたった人もすくなくなかったろう。

ソビエトの学者についても、マルクス・レーニン主義といった看板をかけて、アメリカの学者などとは、毛色のかかった点があるだろうという先入感をもった人もい

たことだろう。この点も、多分、予想外に感ぜられた人が多かったろう。酒や女や歌は別としても、彼らがいることは、西欧・アメリカの学者が知っていることを、多少おくれてそのまま知っているようなものではないか。イズベスチャがしきりに報道していた、ロモノソフ海流にしても、クロンウエル海流の垂流ではないか。ウジェンツエフの、インド洋海底山脈マントル説にしたところで、アメリカ・西欧にはびこっている、convection current theory を、多少の物的証拠で塗りかえただけのものではないのか。

ソビエトなんて、大したことはないのか、ソビエトの海洋学など、あまり手本にはならないのか。でも、私は、いちがいに、そうはいえないだろうと思う。一面において、かれらの後進性は事実だろう。しかし、すべての人

が痛感したことと思うが、彼らの組織力というか、ブルトーザで整地するように、べた一面、世界の海という海をすべて記載しつくす実行力は、とてもわれわれに真似のできるものではない。これは、社会体制のちがいもあるだろうが、根本的な国民性のちがいによるものではないか、酷寒の雪の曠野にマントにくるまって過ごすことのできる彼ら。30階の建物を煉瓦をかさねてつくりあげる彼ら。パンとジャガイモで生きぬく彼ら。

紙と竹と材木の四畳半。サシミとたくあん。太平洋から日本海まで、わずか 200 km.....。モスコウにいて、私は、あれこれと、ソ連と日本の対比をこころみていた。ロシア人(ソ連人)も人間である。しかし、反面からいうと日本人とはもちろん、アメリカや西欧の人びとは異質の国民であるということをしみじみと感じたのである。彼らのやり方をまねることもできないし、まねようとも思わない。世界の海から資料をあつめるなんて不可能だし、やろうとも思わない。日本的なもの、しかも、世界に通用するようなもの。そういうものをえらばないかぎり、彼らに太刀打できないだろう。

## 2. 海洋研究所

所長は、まったくきいたこともない人だった。A. アクセーノフ博士。40 台後半とみられる、精悍そのもののような人だった。ゼンケビッチが所長だとばかり思っていた。ゼンケビッチが所長だったことはない由。前任者は、コルトだという。アクセーノフにしても、コルトにしても、いわゆる学者とはちょっと質がちがうようだ。いわゆる所長だ。この辺がむずかしいところなんだろう。強烈な学風をもって所員をひっぱっていく所長がいいのか。管理者として有能な所長がいいのか。もちろん、両方ともない所長なんて論外だ。

また新しい観測船をつくった。“アカデミシャン・クールチャトフ号” 7,000 トン。核物理学者だという。クールチャトフというのは。所長に、“たくさん観測船をもっているよだから一隻われわれにしてくれないか” といった。“ますます増大するわが国の科学者の要求にこたえるためには、船はまだ不足している。あげるわけにはいかない。” 真面目にこたえられたのには閉口してしまった。ロシア人って、あまり冗談をいわないのだろうか。

海洋研は3分野にわかれている。

1. 海洋物理研究部門：大気と海洋の物理学。
2. 生物部門：3研究室からなる。ゼンケビッチ(プランクトン)・ボゴロなんとか(ベントス)・ラス

(ネクトン)

3. 地質部門：3研究室。ウージエンツェフ(構造地質・地理物理)・ベズルーコフ(海洋地質・堆積物)・ゼンコビッチ(沿岸地質)

この他に、研究グループがあり、たとえば、化学(海水化学・地球化学)など(オストローム)。

研究者のテーマは、どのようにしてえらばれるか。この間に対して、所長は、しきりと、水産とは関係ない、実的なものと関係がないという点を強調していた。生産と関係のない研究について、なお質問すると、生産部門に、資料を提供するだけだといっていた。その例として、ラス博士をあげた。彼(太平洋会議できた)は、日本海の魚を黒海に移殖する研究をしている由。この生態学的な研究は、理論だけでなく、稚魚の実験も行ない、結果は、国家水産委員会に提出された由。

アカデミーの研究所は、実的なテーマをやらない、ということは、地質研究所でもきいた。しかし、ラス博士の例でもわかるように、基礎的な研究と応用とのむすびつきは、当然考えられているのだろう。

図書室には、日本の学校・研究所の雑誌がかなりならんでいた。6万冊の半分は雑誌だといっていた。小母さんが1人で管理している。各研究室で貸出したものは、なかなかかえってこない、と。日本と同じようなことをいっていた。海洋研報告・海洋学といったものから、ブリロダのようなものまで、9冊ぐらいの本に、海洋関係の論文がのる由。雑誌によってことなるが、投稿してから、4~9カ月して印刷になるという。別刷は30部。

海洋研は、近いうちに新しい建物にうつるようだ。

なお、クレムリンの近くに、海水の水族館をつくる由。

## 3. 広いということ

柳田国男かの文庫で、甲武の国境の峠にたつて、目もはるかにひろがる関東平野をながめて感激した、若人の心境を語ったものをよんだことがある。

たしかに、自然地理的環境は人の心をかえるだろう。

モスコウ郊外の白かばの森のつらなり、シベリアのタイガー。しかし、何にもまして感激的だったのは、オムスクの飛行場の夕陽だった。野原は海だった。地平線は水平線である。みどりの草がはてしなくつづく野末は、丸くみえるほどだった。

この広いということ。これが、今度の旅行の一ぱんの収穫だったかもしれない。地球の上にはさまざまなところが、さまざまなことがある。そのさまざまななかの一つに、シベリアの涯もない広さがある。汽車のとおると

ころは、すべてこれ市である、といった日本に比べて、あのシベリアの広さを、たとえ、垣間みただけではあっても、経験してきたということは、貴重なことであった。あの広さこそソ連なのだ。ソ連人の心なのであろう。

モスコウの工業農業博覧会をみにいったかえりであっ

た。遠い野のはてに、雲か山かともまちがうものを見た。案内の人にきいてみた。あれは山かど。もし山がみえたなら、それは富士山でしょう。案内の人は、こう答えた。山は絶対にみえない、ロシアの平原の広さをいったのか、望郷の心を察していったのかは、わからなかった。

## 第2回海洋科学・海洋工学会議に出席して\*

佐々木 忠 義\*\*

去る6月27日から29日までの3日間、ワシントンのセラトン・パーク・ホテルで第2回の海洋科学・海洋工学会議が開催された。

私は、モスクワでの第2回国際海洋学会議（5月30日～6月9日）に出席、ヨーロッパの海洋開発の最近の実情を視察してワシントンのこの会議に出席した。

アメリカの海洋工学学会（Marine Technology Society）と陸水・海洋学会（American Society of Limnology and Oceanography）の共催で開催されたもので、会議の主テーマは「海洋開発」。その内容も正にテーマにふさわしいものであった。参加者は約3,000人、大部分はアメリカからだったが、カナダ、イギリス、フランスなどからも参加した。

アメリカに本部がある「海産工学」学会が中心となって、この国際的な会議は毎年開催されることとなっている。第3回の会議は、1967年6月6日から9日までのまる4日間、サンディエゴで開催されることになっている。

今年の会議では、一般会場で「沖合いにおける石油回収」、「海洋鉱物資源」、「海洋漁業」などの現状と今後の

見とおし、「海洋開発の法的問題」など、いわゆる海洋開発の概念的な問題について論じられた。第2日目からは、午前・午後ともに四つの専門会場に分かれて「沖合いでの石油回収工業」、「海洋漁業」、「海洋鉱物資源産業の発展」、「海洋環境と漁業工学」、「海洋開発の法的・社会的問題」、「漁業における新しい工業的・技術的概念」、「海洋における鉱物資源の探索」などの研究発表や討論が終始熱心に行なわれた。

この会議での特色は、このような海洋開発に関する最先端の研究をとりあげて討論しているだけでなく、これらの研究や討論を裏づける現実の具体的な姿をそのまま見せてくれたことである。というのは、この会議には約数1,000平方メートルをギッシリ埋めつくした展示会場が併設されたからである。そこには、関連分野の計測器や直接開発用の諸装置などが、そのぼう大な会場に所狭しと展示され、しかも至れり尽くせりの解説、せいたくな説明書、カタログからカラー映画による実演などに至るまで、まことに行き届いていて、その内容や140社に及ぶ出品メーカーの数などから考えても、その基盤産業の幅と厚さのぼう大さには今さらながら驚くばかりであった。わが国からは、株式会社鶴見精機工作所の新製品の出品があり多くの参加者の注目を浴び、大いに意を強くした。今後は、わが国の更に多くのメーカーのかたがたの積極的な参加を期待したい。

\* 1966年7月25日 東海大学同窓会望星クラブにおける例会で講演

\*\* 東京水産大学、理化学研究所 Tokyo University of Fisheries, The Institute of Physical and Chemical Research

## 太平洋学術会議「魚類の回遊に関するシンポジウム」のプロフィール\*

野村 正\*\*

既に 62 才 (停年は 70 才), 現在フランス海洋開発委員会 (COMEXO) の委員長恩師フォンテーヌ教授に久し振りにお会いすることが上京の目的であったのだが, いつの間にかシンポジウムの会場係を仰せ付かる事に相成った。朝 7 時半から日比谷研, 放医研, 日大の方々と共にスライド係やらインフォメーションやらで不なれな会話に冷汗をかかねばならず, 着いて発表を聞くことが出来なかったのは残念であった。もっとも暗幕を張りつめ汗がじんわりとにじみ出る中で, 早口の発表を聞いた処で, 何パーセント理解出来たかは疑問なのではあったが。従って筆者がシンポジウムの報告記を書く資格は全く無く, それは他の適任者におまかせする事にして, ここでは幾らか化学的な目で私なりに興味のあった話や, ヒトの印象記を述べることにする。

芸大女子学生の琴の合奏によって開幕された武道館で印象に残ることと云えば, 朝永さんの魅力ある会長ぶり, 檜山事務総長の日本人離れした堂々たる押し出しぶり, 更には楚々たる着物姿のプリンセスの挙動である, 内外学者の祝辞のうちで岡田要前国立博物館長が 1 人明瞭にゼントルマン・アンド・レディーズと日本的にやっていたのは一つの話題たるにふさわしかった。

さてシンポジウムの最初に, カリフォルニア大 BERN 教授は魚類にもプロラクチン様因子が存在し滲透圧調節に関係があること, 及び尾部下垂体の生理的意義について報告されたようだ。ナポリ海洋研究所 CHIEFFI 教授と連名で, 2 日間のナポリ滞在費と汽車賃だけもつから「魚類のステロイドのシンポジウム」に来ないかとの形ばかりの誘い状をくれたのはこの人であるが, そのためだけだからではないが親しみ易い, なかなか茶目気のある感じよい人であった。魚類の尾部下垂体は故榎並仁博士によって追求され, このものが垂鉛を多く含むこととその機能が深淺回遊に関与するのではないかという仮説から興味をもたれているが, 後記のスタンニウス小体の研究に引き続いて, これら魚類特有の組織の機能の究明は今後諸学者の研究の焦点になるのではあるまいか? それ

はまた魚類の増養殖技術の改良と発展に役立つことになるに違いない。えてして学者が興味本位で行なって来た仕事を実際に役に立つようになって来ていることも意外に多いのである。

初日, 親しく知ることが出来たもう 1 人の先生はカナダの HOAR 教授である。隻脚, 夫人同伴, 一見してヒューマニストであることがわかる。多数の文献を頂戴しているので深くお礼を述べる。サケの系統的分類に従う回遊挙動の違いがスタンニウス小体の組織化学像と関係があると思うがと質すと, それは早急にやらねばならぬテーマだと言われた。

フォンテーヌ先生は同じくサケ類についてのこれまでの研究, 主として回遊準備挙動について概説され, 特に目新しい発表はされなかった。この発表の後で, スタンニウス小体の組織化学像について HOAR 教授が, 電顕像からは, 小体がステロイド分泌をしているようにはみえないとの知見が述べられたようだ。この問題は昨年コペンハーゲンの国際内分泌会議で論争の焦点になった由で, 再びこの会議で延長戦となった訳である。フォンテーヌ教授となつかしきセダー女史によってス小体のステロイドが蛍光定量されているのである。名大の小栗氏は HOAR 教授と同じように, 金魚での電顕像では否定的でむしろ蛋白質性のホルモンの分泌をしているようであると語っている。フォンテーヌ教授は組織化学的に二つのタイプの小体があるように思えるが, この研究を行なっているマダム・ロベーズはまだ若いし今後の研究をみなければならぬ。ス小体は微小でその機能の研究もなかなか困難で, わからぬ事が多いと話された。ところで小栗氏によれば, BERN 教授は四つのタイプを考えているらしい。そして BERN 教授は席上, カナダのイドラー博士は間もなくタラ類? のス小体のステロイドジェネシスを発表するというホットニュースを述べられた。かくして生物系学者と化学系学者のスタンニウス小体への肉迫はいずれが是なるや興味深々である。

ホテル・ニューオータニでの晩さん会では, なつかしい人々と会う事が出来た。ニューヨークはハスキンス研究所のプロバゾリー夫妻。奥さんが老いてなかなか愛くるしい方であるのは意外であった。偶々そばにおられた

\* 1966 年 9 月 20 日受理

\*\* 東北大学農学部 Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai

神戸の女子大藤原輝子博士を紹介して貰う。話が土屋研究室での色素研究に及んだ。新崎先生を中心とするこの海藻グループはよくまとまって行動が目立った。フランスのパニユールス臨海実験所で知ることが出来た海藻専門のフェルドマン夫妻に久闊を叙し、広島大藤山先生岩崎博士が来たり談ずるといふ具合に立食の会も大にぎわいである。江上博士と親しいゴルブマン先生は腹の突出た親しみ易いオジさん先生である。昨年東京の国際生理学科学会議では、男女性ホルモンが魚の嗅覚の感度を高めることを電気生理学的に明らかにした。若い頃フォンテース研究室に留学しフランス語をよく話すし、冗談も飛ばす。コロンビヤ大学教授からワシントン大学に移られたようで、ここに古い名門校を捨てる開拓者精神をみることが出来る。内分泌領域では著書も多く知らぬ人なき世界の大ボスである。今回はエレクトロセファログラムによってサケが母川水に最もよく反応することの証明について述べられた。東大に1年留学したと言うだけあって「次のスライド下さい。」という日本語は堂に入ったものである。

現在カナダの McMaster 大学の分子生物学教授の高橋伊和夫博士と同じ大学のクレールコパー教授は甚だ興味ある報告をされて反響を呼んだ。サメ類の誘引物質の研究であるが、各種物質に対するサメの反応を電氣的に自動的に記録される装置を考案し、これに依ってアミンFなる物質がサメを最もよく引きつけることを示された。このものの構造がおそらく L-isoleucine methyl ester だろうという。近く発表される論文が楽しみである。東大海洋研内田教授等によるウナギの脳下垂体摘出による鰓や腸の酵素能及び能働輸送に与える影響の研究は極めて示唆的である。例えば海水飼育のウナギの鰓の ouabain sensitive な  $\text{Na}^+\text{-K}^+$  activated AT Pase は淡水飼育のものの鰓のそれよりも活性が高く、腸の水の透過性やアルカリ・フォスファターゼは海水に適應させたウナギの方が活発であるという。海水飼育のウナギの脳下垂体を摘出すると、とり出した腸の水の透過性と  $\text{Cl}^-$  activated のアルカリ・フォスファターゼは淡水飼育のウナギの活性程度まで減少する。しかし鰓の場合は  $\text{Na}^+$  の active transport,  $\text{Na}^+\text{-K}^+$  activated AT Pase の活性は変わらない。従って下垂体に支配されない Active transport によるイオンの流通と下垂体の ACTH などに間接的に支配される生理面が明らかにされた。特にフォンテース教授は24時間に  $3\text{ ml/kg-body Wt.}$  のウナギの尿の採集技術に強い関心を示され、後の海洋研の見学の際、大出博士の美事なテクニックのデモンストレーション

ョンに拍手喝采をされたのは印象的であった。日仏のウナギの下垂体や小体の手術に流儀の違いがあることや魚も医学並みにとり扱われていることに興味を覚えたものである。

他方東大松浦・橋本博士らによるクジラの Hb の研究、沼地博士の魚類の LDH, MDH の活性をメルクマーレとするアイソザイムの種的相違性、更に本間博士の日本海下りウナギに関する発表を聞くことが出来ず帰仙したことは残念であったが、第2日目カナダの TSUYUKI 博士が6,000種の魚類血液の Hb を澱粉ゲル電気泳動を駆使して種間差を論じた発表の中で、橋本らの結果は正しいと述べたことは耳に残っている。

工学部の新築の会場がハスラー博士の16ミリフィルムを映写する時は、容量の関係で暗幕で閉ざされた満員の部屋の扇風機を止めねばならないと言ういかにも日本的な東京の夏の国際会議であったが、そのフィルムでウルトラソニックタッキングという時代が既に到来したことが知らされた。

魚類の回帰性に関しては SCHWASSMANN 博による太陽コンパス説、佐藤(隆)、檜山、梶原先生らによるサケの回帰における嗅覚の役割の実地的追求、またドナルドソン博は光など他の多くの因子との関係について夫妻報告された。サケの鼻を塞ぐと母なる川に帰ることを忘れることは日米のサケで同じ結果が得られた訳であるが、イドラー(1961)によれば故郷にサケを引き寄せる臭の本体は母川水の凍結乾燥では飛んで仕舞う部分にあるらしく、またアンバーライト IR-120, IRA-400 を通過させた母川水には感じ、オートクレービングした母川水には反応しないし、透析内液にも反応しないという。先述クレールコパー教授の臭気成分の研究などもあり、一もうけしようと漁網業者が臭気成分について多大の関心を示しているとは川本先生のお話である。

会議の合間に東大日比谷研を訪れて日仏ウナギ問答を行ったり、内田研を見学しフォンテース、ホーア教授らと親しく話したことは有意義であった。アメリカやカナダ人からは開拓精神とスタミナを、フランスからは学問発祥の地のオリジナルなセンスをいくらかでも吸い取ることが出来たような気がし、また研究意欲を刺激されたことも事実である。なおフォンテース先生によればフランスの新聞レアリテには日比谷先生のウナギの人工成熟について掲載されたというし、更に日本の養魚場などで誘引物質(化学物質であり、エサに混じてあるのか、単独なのか不明)が開発され市販されているとの記事を読まれて、是非手に入れたいと洩らされたが、遂に見付

けることが出来なかった。御知知の方は御一報下されば幸いである。またわが国における海草養殖、ハマチ、クルマエビ、タコの養殖技術、ニジマスの海中養殖に関する映画を手に入れたいとの希望を持っておられるので、

この際併せて御協力をお願いする次第である。フォンテース先生は今頃カンボジアで、関心の高まっているOstreiculture について講演をしていることであろう。  
(老人の日)

---

### お 知 ら せ

東京大学海洋研究所 3,200 トン型海洋研究船「白鳳丸」HAKUHŌ-MARU は去る 11 月 1 日、三菱重工業株式会社下関造船所において進水式が挙行された。

# 文 献 紹 介

## Le pétrole et la mer

石 油 と 海

La revue pétrolière, nos 1072, 1073, 1965 年 5 月, 6 月

1965 年 5 月 12 日から 20 日まで、モナコ国の国際石油研究センター(Centre international de Documentation et d'Etudes pétrolières)の後援で、第一回の「石油と海」国際会議がモンテカルロで開かれた。42 ケ国から 850 人を超える専門家が集まり、地質、地球物理、海洋、気象、ボーリング、油による海水の汚染、原油および石油製品、天然ガス、液化ガスの海上輸送、パイプによる水中輸送、潜水技術、国際法等の問題について、約 100 の講演が行はれ、同時に多数の機器が展示された。これらの問題のどれを取りあげても、それぞれ大きなシムポジウムを開ける位で、僅か 1 週間で「石油と海」のすべてを十分に論ずるのは無理であるが、この第一回の会議は、海洋学と石油産業の緊密な協力への新しい道を切り開いたといはれる。

月刊誌 La revue pétrolière は、第 1072 号、1073 号を特輯号として、この会議の報告にあててをり、既に本誌「うみ」第 3 巻第 83~84 頁に報告題目の一部が紹介されてゐる。併せて数百頁に及ぶ報告書の全貌を要約するのは大変難しいので、漫然と並べたてると、錨、鎖、ロープ等を使はないで、補助スクリューで、船または作業塔、観測塔を定位置に止めておく、所謂 ancrage dynamique についての報告がある。テレベル(本誌第 4 巻、第 120 頁参照)での試験によると 30~40 ノットの風速、1 ノット以下の流速で、船の位置は半径 2 メートルの円内におさまる。ほぼ同じ方式によるアメリカのモホール計画では 18,000 フィートの深さで、半径 500 フィートの円内に落ちつく。ジャック・ピカールは、本誌にも屢々紹介されたフランスの大観測塔とアメリカの FLIP (Floating instrument platform) とを比べて、この種の観測塔を固定する必要がある場合には、将来は、この方法を探るのが望ましいと述べてゐる。大きなパイプや作業塔が波の力で損はれるのを防ぐために、多数の穴

をあけた円筒でまほりを包んで、波の力を弱めようとする研究がある。水槽での実験によると、この装置の効果は著しい。

パチスカフと一緒に日本に来たウィルム(現在は、フランス石油研究所技師)は、無人または人間が塔乗する水中艇について、かなり詳しい報告を寄せ、クストーやアリナも、プレコンチナン実験の現況と見通し、海底開発用潜水艇、トラック等について述べてゐる。海中居住に適する健康状態、心理状態の研究もある。このほか、船位決定の最近の技術について総合報告、重力、磁力測定、地震探査、天気予報、高潮の数値計算、油、液化ガスの水中貯蔵庫、港湾での油の積みおろしの時間を短くする方法、油送管を海底に安置させる方法、または海面から吊り下げる方法、液化ガス輸送船の設計、油の代りに天然ガスを使ふ船舶用ボイラーの設計、液化ガス輸送船の安全性の検討等多彩をきはめてゐる。

機器の展示は 48 のスタンドで行はれ、アメリカ、イギリス、ドイツ、ノルウェー、オランダ、スイス、フランスから、60 社が出品した。海洋学の分野では、トランジスターを使って小型化をめざす傾向が強い。海洋地震学では、予めきめられた水圧または時刻に爆発する一連の魚雷(使用深度は 150~5,000 m)、水中作業用として、可聴半径 130 メートルのポータブルソナー等があった。この会議での重要な課題の一つは、100~200 メートルの深さへの潜水および作業だったが、主として、フランスから、この課題に応へるべく、いろいろな装置が出品された。また、テレノート(本誌第 4 巻、第 120 頁)も展示され、注目を浴びた。このほか、作業塔や作業船や水中貯蔵庫の模型や写真、その付属品の実物や模型、モナコ港での油送船の見学等、「石油と海」を網羅して盛況であつたらしい。(高野健三)

# 録 事

1. 東京水産大学の佐伯和昭氏はフランス政府技術留学生として昭和 41 年 9 月 7 日羽田発渡仏された。
2. 昭和 41 年 11 月 4 日、日仏会館会議室において例会が開かれ約 40 名の出席者をえて盛会であった。講演題名および講演者は次の通りである。

コンピーナー：丸茂隆三（東大・海洋研）

司会：川原田 裕（気象庁）

座長：高木和徳（東水大）

1) 沿岸増殖の諸問題

一特にアワビの増殖について一

宇野 寛（東水大）

2) 南極洋生物海洋学の一展望

一南極海洋学シンポジウム

（チリ、サンチャゴ）に出席

して一

根本敬久（鯨研）

なお、講演、討論終了後軽食をとりながら懇談した。

3. 下記の諸氏が入会された。

氏 名	所 属	紹介者
山岡朝人		佐々木忠義
青木 斌	東海大・海洋	星野通平
町田三郎	鯨 研	吉永勝秀
浜田七郎	西海区水研	岡部史郎
小笠原義光	内海区水研	佐々木忠義
井上裕雄	香川大・農	〃

4. 会員の住所、所属の変更

氏 名 新住所または新所属

岡田 要	新宿区揚場町セントラルコーポラス 401 号
神吉孝信	船橋市前原町 1-677 前原団地 30-301
小長谷史郎	中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所
関根 隆	世田谷区下馬町 2-56
金沢昭夫	鹿児島市下荒田町鹿児島大学水産学部

## 日仏海洋学会役員

顧問	ルネ・カピタン ユベール・ブロッシェ ジャン・デルサルト
名誉会長	ジャック・ロベール

会 長 佐々木忠義

常任幹事 大柴五八郎、永田 正、村上 脩

幹 事 今村 豊、岩下光男、川口守一、神田献二、  
菊地真一、高野健三、高木和徳、西村 実、  
松尾邦之助、丸茂隆三、溝口哲夫、山中鷹之助

監 事 高山重嶺、三宅泰雄

評 議 員 赤松英雄、阿部友三郎、阿部宗明、新崎盛敏  
池松政人、石井一美、石野 誠、市村俊英、井上 直  
一、井上 実、今井丈夫、今村 豊、入江春彦、岩崎  
秀人、岩下光男、岩田憲幸、上野福三、宇田道隆、内  
田清一郎、宇野 寛、江上不二夫、大内正夫、大久保  
勲、大島泰雄、大柴五八郎、大村秀雄、岡部史郎、小  
沢敬次郎、小野弘平、梶浦欣二郎、金谷太郎、川合英  
夫、川上太左英、川村輝良、川村文三郎、川口守一、  
川原田 裕、神田献二、菊地真一、鬼頭正隆、木村喜  
之助、草下孝也、楠 宏、国司秀明、黒木敏郎、黒沼  
勝造、久保伊津男、小林 博、小牧勇藏、近藤 仁、  
西条八束、齋藤泰一、齋藤行正、坂本市太郎、佐々木  
忠義、佐々木幸康、猿橋勝子、椎野秀雄、柴田恵司、  
下村敏正、庄司大太郎、末広恭雄、杉浦吉雄、須藤英  
雄、関根 隆、高野健三、高橋淳雄、高山重嶺、高木  
和徳、田畑忠司、田村 保、千葉卓夫、辻田時美、土  
屋靖彦、寺本俊彦、富永政英、鳥居鉄也、中井甚二郎  
中野猿人、永田 正、永田 豊、永野泰一、奈須敬二  
奈須紀幸、南日俊夫、新野 弘、西村 実、新田忠雄  
根本敬久、野村 正、花岡 資、速水頌一郎、半沢正  
男、半谷高久、菱田耕造、日比谷 京、檜山義夫、平  
野敏行、深沢文雄、福島久雄、福富孝治、淵 秀隆、  
藤田亀太郎、星野通平、増沢諒太郎、松江吉行、松尾  
邦之助、松崎卓一、松平近義、松平康男、丸茂隆三、  
溝口哲夫、三宅泰雄、宮崎千博、宮崎正衛、向井正幸  
村上 脩、元田 茂、森川光郎、森田良美、森安茂雄  
安井 正、矢部 博、山路 勇、山中鷹之助、山中  
一、依田啓二、渡辺貫太郎、渡辺精一、渡辺信雄

(50 音順)

モーリス・アンコントル、アンドレ・エビー、フラン  
ソア、グランリー・マルセル・ジュクラリウス、ビエー  
ル・ルイ・ブラン、ロジェ・ベリカ、ビエール・サン・ルー



# うみ；日仏海洋学会誌

## 第 1 卷～第 4 卷

(1963～1966 年)

### 総 目 次

#### 第 1 卷 第 1 号

発刊の辞.....	佐々木忠義	
メッセージ		
日仏海洋学会の歩み.....	大柴五八郎	1
<b>原 著</b>		
千島海溝の海水の化学成分について——深海潜水艇「アルキメデス」号の採水による海水——.....	佐々木忠義・小沢敬次郎・大久保 勲	3
<b>寄 稿</b>		
フランスの波浪予報.....	岩田 憲幸	7
ランス川の潮汐発電のことなど.....	高野 健三	9
フランスの水産事情.....	野村 正	12
「アルキメデス」号による日本海溝調査.....	佐々木忠義	15
フランスの論文紹介・学会だより.....	西村 実	20
<b>行 事</b> .....		22
<b>図書・文献紹介</b> .....		36
<b>録 事</b> .....		41
<b>会員名簿</b> .....		46

#### 第 2 号

<b>原 著</b>		
海水の大循環の年変化.....	高野 健三	1
深海生物研究の生態学的問題.....	原田 英司・成田 哲也	12
<b>寄 稿</b>		
フランスの論文紹介・学会だより.....	西村 実	17
<b>行 事</b> .....		19
<b>文献紹介</b> .....		49
<b>録 事</b> .....		51
<b>会員名簿</b> .....		53

#### 第 2 卷 第 1 号

<b>原 著</b>		
海水の大循環の年変化.....	高野 健三	1

# La mer; Bulletin de la Société franco-japonaise d'océanographie

Tomes 1~4

(1963~1966)

### Sommaire

#### Tome 1 Numéro 1

Avant-propos .....	Tadayoshi Sasaki	
Félicitations		
Historique de la Société franco-japonaise d'océanographie.....	Gohachiro Oshiba	1
<b>Notes originales</b>		
Etude chimique de l'eau relevée de la fosse des Kouriles par le bathyscaphe français "Archimède" .....	Tadayoshi Sasaki, Keijiro Ozawa et Isao Okubo	3
<b>Miscellanées</b>		
Prévision de la houle en France.....	Noriyuki Iwata	7
Usine marémotrice de la Rance, etc. ....	Kenzo Takano	
Activité des pêches maritimes en France.....	Tadashi Nomura	12
Expédition du bathyscaphe français "Archimède" au Japon.....	Tadayoshi Sasaki	15
A propos de publications scientifiques en France .....	Minoru Nishimura	20
<b>Chronique</b> .....		22
<b>Documentations</b> .....		36
<b>Procès-Verbaux</b> .....		41
<b>Liste des membres</b> .....		46

#### Numéro 2

<b>Notes originales</b>		
Variation annuelle de la circulation générale dans les océans.....	Kenzo Takano	1
Aspect écologique de la recherche sur le benthos abyssal en rapport avec le prélèvement à la JEDS-6.....	Eiji Harada et Tetsuya Narita	12
<b>Miscellanées</b>		
A propos de publications scientifiques en France .....	Minoru Nishimura	17
<b>Chronique</b> .....		19
<b>Documentations</b> .....		49
<b>Procès-Verbaux</b> .....		51
<b>Liste des membres</b> .....		53

#### Tome 2 Numéro 1

<b>Notes originales</b>		
Variation annuelle de la circulation générale dans les océans (suite et fin).....	Kenzo Takano	1

総 目 次

速さが鉛直方向に変わる流れの上を伝わる波..... 富永 政英 22  
 ..... 富永 政英 22  
 インド洋南東海域における海況..... 奈須 敬二 27

資 料

私たちの“潜水円盤”は未知の“生命帯”を  
 発見した..... ジャック-イヴ・クストー 33  
 ..... 佐々木忠義訳  
 海底の家..... ジャック-イヴ・クストー 42  
 ..... 佐々木忠義訳  
 海洋における光学的現象と魚業に関するシンポジ  
 ウム..... 49

寄 稿

海の大化学者..... 宇田 道隆 64  
 フランスの学会・研究だより..... 西村 実 66

文献紹介..... 73  
 録 事..... 77

第 2 号

原 著

風の応力と海面での海水密度の不均一さで生ずる  
 海流..... 高野 健三 81  
 保存性栄養塩について..... 杉浦 吉雄 87

寄 稿

わが国の水産試験研究の動向  
 —農林省水産研究機関の調査研究を中心として—  
 ..... 花岡 資・平野 敏行 92  
 フランスの学会・研究だより..... 西村 実 96  
 ウォー艇長の印象..... 依田 啓二 99  
 ルイ・フェージュ先生..... 佐々木忠義 101

資 料

JEDS について..... 赤松 英雄 102  
 フランスにおける水中音響研究..... 西村 実 105  
 バリー便り..... 富永 政英 109

行 事

第4回深海研究に関するシンポジウム..... 111  
 文献紹介..... 140  
 録 事..... 141  
 会員名簿..... 142

第 3 巻 第 1 号

原 著

赤道における強烈な湧昇流の証拠.... 日高 孝次 1  
 Australia~New Zealand 南方水域および Ross  
 海周緑水域の海況..... 石野 誠・奈須 敬二 9

Onde de l'eau se propageant sur un écoulement  
 à gradient vertical..... Masahide Tominaga 22  
 Conditions hydrologiques dans la région sud-est  
 de l'océan Indien..... Keiji Nasu 27

Documentations

Notre soucoupe a découvert une “Zone de vie”  
 inconnue ..... Jacques-Yves Cousteau 33  
 ..... traduit par Tadayoshi Sasaki  
 Les maisons sous les mers ..... Jacques-Yves Cousteau 42  
 ..... traduit par Tadayoshi Sasaki  
 Symposium sur les phénomènes optiques et les  
 pêches maritimes..... 49

Miscellanées

Grands chimistes de la mer... Michitaka Uda 64  
 A propos de sociétés scientifiques et recherches  
 en France ..... Minoru Nishimura 66

Informations

Procès-Verbaux ..... 77

Numéro 2

Notes originales

Courants marins induits par le vent et la non-  
 uniformité de la densité de l'eau superficielle  
 dans un océan ..... Kenzo Takano 81  
 On the Reserved Nutrient Matters ..... Yoshio Sugiura 87

Miscellanées

Tendance de la recherche de la pêche au Japon  
 —Principalement dans le cadre de l'organisation  
 de recherche au Ministère de l'Agriculture et  
 des Forêts—..... Tasuku Hanaoka and  
 Toshiyuki Hirano 92  
 A propos de sociétés scientifiques et recherches  
 en France ..... Minoru Nishimura 96  
 Le Capitaine de vaisseau Houot à bord du  
 Shinyo-Maru ..... Keiji Yoda 99  
 Professeur Louis Fage ..... Tadayoshi Sasaki 101

Documentations

Au sujet de la JEDS (Expédition japonaise de  
 la mer profonde)..... Hideo Akamatu 102  
 Recherche acoustique de la mer en France....  
 ..... Minoru Nishimura 105  
 Nouvelles de Paris ..... Masahide Tominaga 109

Chronique

Quatrième symposium sur la mer profonde.... 111

Informations

Procès-Verbaux ..... 141

Liste des membres

..... 142

Tome 3 Numéro 1

Notes originales

Evidences of an Intense Upwelling at the  
 Equator ..... Koji Hidaka 1  
 Conditions hydrologiques dans des régions au  
 sud de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande et  
 des régions environnant la mer de Ross.....  
 Makoto Ishino et  
 Keiji Nasu 9

総 目 次

140°E~160°W 間の南極洋における地磁気の局地異常.....友田 好文・小沢敬次郎 19

南極大陸, 130°E~150°W, 沖合の海底地形 ....小沢敬次郎 25

南極大陸, 130°E~150°E, における目視観察について.....小沢敬次郎 27

南極洋における *Euphausia superba* の分布について.....佐々木幸康・井上 清・松生 洽 32

**資料**

メゾスカーフ.....ジャック・ピカール 37  
佐々木忠義訳

**行事**

ジャック-イブ・クストー氏講演記録 ..... 41

**文献紹介**..... 51

**録事**..... 53

第 2 号

**原著**

海面での風の応力と海水密度の不均一さで生ずる海流—その計算例—.....高野 健三 57

**資料**

国際海藻学会に参加して.....土屋 靖彦 66

パリ海洋物理研究所へ留学して.....冨永 政英 70

**総説**

魚類の性成熟に伴う生理化学的な諸変化に関する最近までの研究.....野村 正 73

**文献紹介**..... 83

**文献抄録**..... 86

**録事**..... 88

**書評**..... 90

英仏和, 海洋, 水産学用語集 (A~H) ..... 91

第 4 巻 第 1 号

**原著**

大気の高圧変化と共鳴する内部波発達の可能性について.....冨永 政英 1

鉄板腐蝕減量による海水の流動の簡易測定法.....松平 近義・浜田 篤信 8

**寄稿**

内部波の角振動数 (周期) を与へて波数 (波長) を求める図表.....高野 健三・岡田 春子 14

Local Magnetic Anomaly in the Southern sea between 140°E and 160°W. Yoshibumi Tomoda and Keijiro Ozawa 19

Bathymetric Configuration off the Antarctica, 130°E~150°E .....Keijiro Ozawa 25

Eye Observations off the Antarctica Coast, between 130°E and 150°E, December 1964-February 1965 .....Keijiro Ozawa 27

Distribution de l'*Euphausia superba* dans l'océan Antarctique .....Yukiyasu Sasaki Kiyoshi Inoue et Kanau Matsuike 32

**Documentations**

Le Mésoscaphe.... Jacques Piccard traduit par Tadayoshi Sasaki 37

**Chronique**

Conférences par J.-Y. Cousteau..... 41

**Informations** ..... 51

**Procès-Verbaux** ..... 53

Numéro 2

**Note originale**

Un Exemple numérique des courants marins induits par le vent et la non-uniformité de la densité de l'eau superficielle dans un océan.... Kenzo Takano 57

**Documentations**

Note du cinquième congrès international des algues marines à Halifax....Yasuhiko Tsuchiya 66

Séjour éventuel au Laboratoire d'Océanographie Physique à Paris .....Masahide Tominaga 70

**Compte rendu**

Aspects récents de l'évolution biochimiques des poissons au cours de leur maturation sexuelle ..... Tadashi Nomura 73

**Information** ..... 83

**Notes bibliographiques** ..... 86

**Procès-Verbaux** ..... 88

**Analyses de livres** ..... 90

**Vocabulaire anglais-français-japonais de l'océanographie et des Pêches (A~H)** ..... 91

Tome 4 Numéro 1

**Notes originales**

Sur le développement des ondes internes par l'action des perturbations atmosphériques .... Masahide Tominaga 1

Méthode simple pour mesurer le mouvement de l'eau par la corrosion de la tôle immergée... Chikayoshi Matsudaira et Atsunobu Hamada 8

**Miscellanées**

Abaque de la relation entre la période et la longueur d'onde ..... Kenzo Takano et Haruko Okada 14

総 目 次

資 料

プレコンチナンⅢの実験について.....	15
..... ジャック-イヴ・クストー ..... 佐々木忠義訳	
プレコンチナンⅢの実験結果.....	22
..... ジャック-イヴ・クストー ..... 佐々木忠義訳	
2人乗超小型潜水艇 SUMI-2号について.....	28
..... 塩見 文作	
今年中に開催される海洋関係の主な国際会議.....	33
..... 佐々木忠義	
シンポジウム	
第5回深海研究に関するシンポジウム.....	45
録 事.....	87
英仏和, 海洋, 水産学用語集 (I~N).....	88

第 2 号

山田寿二顧問逝去さる

原 著

ウエーキ島西方海域で記録したギョーについて..	95
..... 小沢敬次郎・小竹 勇	
西部太平洋 142°E~150°E 間の 39°30'N に沿った	
マイクロプランクトンの鉛直断面分布..佐野 昭	98
沿岸付近の潮流と渦度について.....中村 重久	108

寄 稿

日本近海の装飾用珊瑚漁場について..新野 弘	111
地層探査機による東京湾海底探査の一例.....	
..... 千野 純彦	114
ウナギの人工産卵挙動を示す年賀状の写真の説明	
..... モーリス・フォンテーヌ ..... 野村 正訳	117

資 料

フランス海洋学の現状.....高野 健三	118
パイ・ロボット小委員会報告.....	123
E. A. LINK 氏講演記録.....	126

記念講演

海水の大循環について.....高野 健三	133
日仏海洋学会賞メダルについて.....	135

録 事.....	136
----------	-----

書 評.....	139
----------	-----

英仏和, 海洋・水産学用語集 (O~R).....	140
---------------------------	-----

会員名簿.....	147
-----------	-----

第 3 号

原 著

マグロ漁場の Echo-Survey について.....	
..... 西村 実・柴田 恵司	155

Documentations

Précontinent III.....	Jacques-Yves Cousteau traduit par Tadayoshi Sasaki	15
Résultat du Précontinent III.....	Jacques-Yves Cousteau traduit par Tadayoshi Sasaki	22
Petit sous-marin à deux places allemand SUMI-2	..... Bunsaku Shiomi	28
Congrès internationaux sur l'océanographie	prévus pour l'année 1966....Tadayoshi Sasaki	33

Symposium

V <sup>e</sup> symposium sur la mer profonde.....	45
---	----

Procès-Verbaux

.....	87
-------	----

Vocabulaire anglais-français-japonais de l'océanographie et des Pêches (I~N)

.....	88
-------	----

Numéro 2

Nécrologie Hisaji Yamada

Notes originales

Topographical features of two guyots west of	Wake Island.. Keijiro Ozawa and Isamu Kotake	95		
Distribution of microplankton on a vertical	section along 39°30'N, 142°E~150°E in the	Western Pacific .....	Akira Sano	98
Courant de marée et tourbillon dans la région	côtière .....	Shigehisa Nakamura	108	

Miscellanées

Note on the jewel coral fishing ground around	Japan.....	Hiroshi Niino	111	
Sondage du fond de la Baie de Tokyo par le	detecteur des dépôts.....	Sumihiko Chino	114	
Commentaires de la photographie présente sur	la carte de vœux et représentant les Anguilles	frayant .....	Maurice Fontaine traduit pas Tadashi Nomura	117

Documentations

Situation de l'océanographie française.....	..... Kenzo Takano	118
Rapport du Sous-comité des bouées autonomes	Conférence faite par E. A. Link.....	126

Conférence commémorative

Circulation générale dans un Océan.....	..... Kenzo Takano	133
---	--------------------	-----

Médaille du Prix de la Société franco-japonaise d'océanographie

.....	135
-------	-----

Procès-Verbaux

.....	136
-------	-----

Analyses de livres

.....	139
-------	-----

Vocabulaire anglais-français-japonais de l'océanographie et des pêches (O~R)

.....	140
-------	-----

Liste des membres

.....	147
-------	-----

Numéro 3

Notes originales

Echo-Survey of tuna fishing ground.....	..... Minoru Nishimura and Keishi Shibata	155
---	--	-----

総目次

第5回深海観測で採集された毛顎動物について..  
 .....鬼頭 正隆 169  
 西部北太平洋より採集された *Heterokrohnia* (毛  
 顎動物) の一新種.....丸茂 隆三・鬼頭 正隆 178

資料

電気伝導度、塩素量および塩分について.....  
 .....杉浦 吉雄 184  
 海洋の生態的区分.....高木 和徳 194

文献紹介..... 198

名誉会員日高孝次博士モナコ大公アルペール一世  
 記念メダル受賞さる..... 199

録事..... 200

英仏和、海洋・水産学用語集 (S~Z)..... 203

第4号

原著

潮流による渦度に関する考察.....中村 重久 215  
 河口付近の津波・うねりについて...中村 重久 220  
 カタクチイワシ群の生態を考慮した旋網の投網方  
 向の決定.....井上 実・アヨディヤ 228  
 伊豆半島の南西沖合で採集された毛顎動物の新種  
*Sagitta izuensis* について.....鬼頭 正隆 238  
 日本海新潟沖の降りウナギ——特に内分泌器、消  
 化器および造血器の組織像との関連において——  
 .....本間 義治 241  
 第6回深海観測で採集された毛顎動物について..  
 .....鬼頭 正隆 261  
 L字形水路での重力波..中沢 春子・高野 健三 266

資料

海面上の風の応力.....岩田 憲幸 278  
 第2回国際海洋学会議 (モスクワ) について...  
 .....岩田 憲幸・宇田 道隆 283  
 .....星野 通平  
 第2回海洋科学・海洋工学会議に出席して.....  
 .....佐々木忠義 291  
 太平洋学術会議「魚類の回遊に関するシンポジウ  
 ム」のプロフィール.....野村 正 292

文献紹介..... 295

録事..... 296

総目次

Chaetognaths collected on the Fifth Cruise of  
 the Japanese Expedition of Deep Seas.....  
 .....Masataka Kitou 169  
 A new species of *Heterokrohnia* (Chaetognatha)  
 from the western North Pacific.....  
 .....Ryuzo Marumo and Masataka Kitou 178

Documentations

Electrical conductivity, chlorinity and salinity..  
 ..... Yoshio Sugiura 184  
 L'étagement biologique dans la mer.....  
 ..... Kazunori Takagi 194

Information..... 198

Médaille décernée au Dr. Koji Hidaka..... 199

Procès-Verbaux..... 200

Vocabulaire anglais-français-japonais de l'océa-  
 nographie et des pêches (S~Z)..... 203

Numéro 4

Notes originales

A Note on Tidal Vorticity..Shigehisa Nakamura 215  
 Tsunami et houle au voisinage des bouches  
 d'un fleuve..... Shigehisa Nakamura 220  
 Decision of the Direction of Setting Purse  
 Seine in due Consideration of the Behaviour of  
 Anchovy Shoals ..Makoto Inoue and Ayodhyoa 228  
 A New Species of *Sagitta* (Chaetognatha)  
 Collected off the Izu Peninsula..Masataka Kitou 238  
 Notes on the Catadromous Eels obtained from  
 off the Coast of Niigata, the Sea of Japan,  
 with Special Reference to the Histology of  
 Some of the Organs .....Yoshiharu Honna 241  
 Chaetognaths Collected on the Sixth Cruise  
 of the Japanese Expedition of Deep Seas....  
 ..... Masataka Kitou 261  
 Houle dans un canal en L .....  
 .....Haruko Nakazawa et Kenzo Takano 266

Documentations

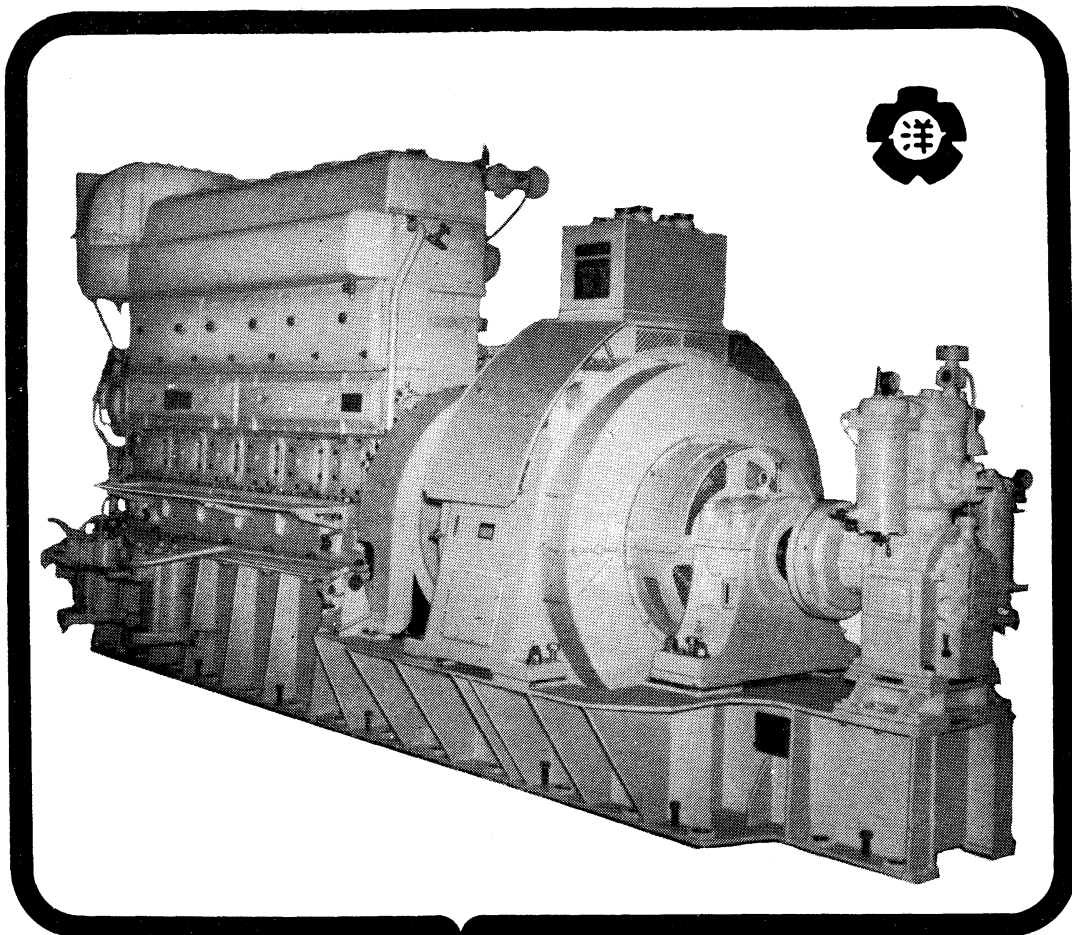
Tension du vent à la surface de la mer.....  
 .....Noriyuki Iwata 278  
 Sur le Deuxième Congrès International  
 d'Océanographie.....Noriyuki Iwata,  
 Michitaka Uda et Michihei Hoshino 283  
 Sur le Deuxième Congrès de la science et de  
 la génie de la mer .....Tadayoshi Sasaki 291  
 Aperçu sur le Symposium de la migration des  
 poissons au Congrès scientifique du Pacifique..  
 ..... Tadashi Nomura 292

Information..... 295

Procès-Verbaux..... 296

Sommaire des Tomes 1 à 4

ながい経験と最新の技術を誇る！  
**大洋の船舶用電気機器**



主要生産品目  
 自励・他励交流発電機  
 直流発電機  
 各種電動機及制御装置  
 船舶自動化装置  
 配電盤

**大洋電機株式会社**

取締役社長 山田沢三

本社 東京都千代田区神田錦町3の16  
 電話 東京 (293) 3061~8  
 岐阜工場 岐阜県羽島郡笠松町如月町18  
 電話 笠松 4111~5  
 伊勢崎工場 群馬県伊勢崎市八斗島町726  
 電話 伊勢崎 1815・1816・1835・816  
 下関出張所 下関市竹崎町399  
 電話 下関 (22) 2820・3704  
 北海道出張所 札幌市北二条東二丁目 浜建ビル  
 電話 札幌 (25) 6347(23)8061・8261

T.S.K.

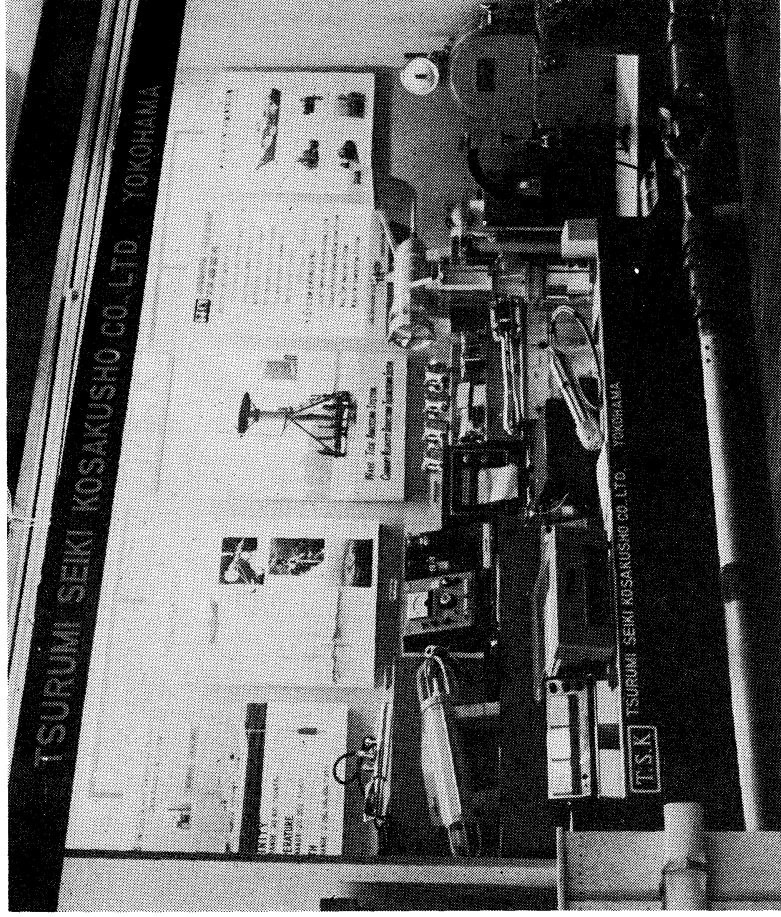
# 株式会社 鶴見精機工作所

THE TSURUMI SEIKI KOSAKUSHO CO., LTD.

No. 1506 TSURUMI-MACHI, TSURUMI-KU,  
YOKOHAMA, JAPAN.

The Synthetic Maker of the Oceanographic  
Instruments and the Marine Instruments

- T.S—W.T. パシサーモグラフ
- T.S—電気式パシサーモグラフ (X.Y レコーダ)
- T.S—曳航式塩分、水深、温度計 (指示) 及 (X.Y レコーダ)
- T.S—塩分計 (E2, E3)
- T.S—バイプロトロン波高、水位計 (記録式)
- T.S—曳航距離深度記録計
- T.S—ブランクトンネットフロメーター
- T.S—自記流向流速計 2 型
- T.S—洋中観測塔用流向流速計 (サボニアスロター)
- T.S—デザタル流速計 (河川、海中両用)
- T.S—ナンセン採水器
- T.S—ドルフィンテンプレッサー (電氣的角度変位式)
- T.S—1 型 1500 m 巻 電動巻揚機
- TRAC—IF ロケットコアサンプラー
- NISKIN'S 底層流速流向記録器



第 11 回 太平洋 学術 会議 (海洋 測器 展示 会 の 当 社 製 品)

株式会社 鶴見精機工作所

電話 横浜 (52) 5 2 5 2 (代表) — 5

岩宮測器研究所

所長 岩宮政雄

## メルタック

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

ポリエチレン、アルミ箔等にも良く接着します。

## ポリロック

含浸、注型、充填用として使用される接着性と作業性の良好なシーリング材です。

## ポリワックス

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

# 東京工材株式会社

東京都中央区築地 4-7-1 TEL (542) 3361 (代)

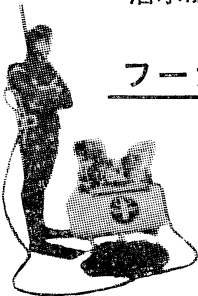
# アクアラング

## aqua-lung



◎ カタログ 進呈 ◎  
潜水服採寸表

### フーカ-潜水具



- 最新式アクアラング器具一式
- フーカ-潜水具  
沿岸工事、水中調査、養魚、養殖、漁業、救難作業等の水中作業に画期的な高能率を示す潜水器具
- ナイロンジャージ付スポンジゴム潜水服  
軽くて強く……保温性がよく……着心地快適
- アクアラング事業部併設  
水中作業のご依頼に応じますのでご照会下さい
- アクアラング講習会常設  
東京にアクアラング訓練用プールを設置

仏国・スピロテック社 日本総代理店  
米国・U.S. ダイバース社

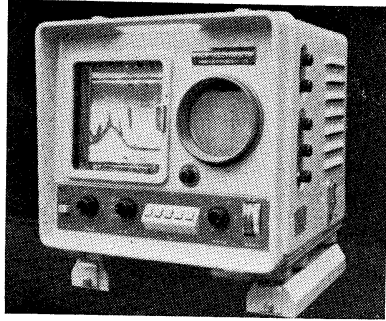
### 日本アクアラング株式会社

九州営業所 福岡市鳥飼1の5の33  
電話 福岡(74) 8907  
名古屋営業所 名古屋市中川区東出町3の1  
電話 名古屋(331) 5016

東京営業所 東京都豊島区巢鴨6の1344  
(国電大塚駅前大塚ビル一階)  
電話 東京(918) 6526 (代表)

本社 神戸市兵庫区高松町22の1  
(帝国酸素株式会社内)  
神戸営業所 電話 神戸(67) 5501 (大代表)





## サンケンの魚群探知機

- 底曳き用
- カツオ・マグロ用
- 鮭・鱒・サンマ用

2周波デラックス



## 株式会社 産 研

本社・工場	沼津市千本郷林1907	TEL(沼津)(代表)(3)4411
研究所	産業科学研究所(全所)	
東京営業所	東京都千代田区神田鍛冶町2の2(今川橋ビル内)	TEL(東京)(代表)(256)1871
札幌営業所	札幌市北四条西7丁目(北瀬連ビル内)	TEL(札幌)(24)3236~8
下関出張所	下関市新地町149の3	TEL(下関)(22)0275
長崎出張所	長崎市旭町3丁目3	TEL(長崎)(2)4631
函館連絡所	函館市鶴岡町3番地の7	TEL(函館)(3)4730
釧路連絡所	釧路市末広町2丁目8(橋北ビル内)	TEL(釧路)(2)6142
稚内連絡所	稚内市港町4丁目59	TEL(稚内)3674
福岡連絡所	福岡市大手門町3丁目8-14	TEL(福岡)(75)6960

# Murayama

## 水中濁度計

## 水中照度計

## 電導度計

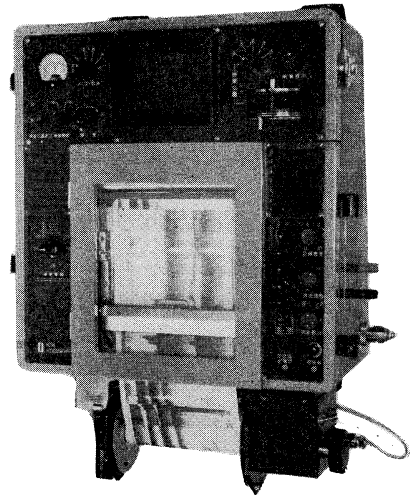


## 株式会社 村山電機製作所

本社 東京都目黒区中目黒3-1163  
 電話(711)5201(代表)~4  
 出張所 小倉・名古屋



自動追尾方式ロラン受信機  
(日、英、仏、加 特許)



ニュービデオグラフ  
トランジスター式、二周波魚群探知機

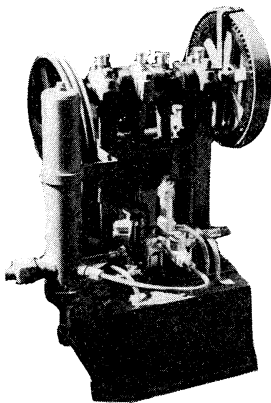


## 古野電気株式会社

西宮市芦原町 85 電(3) 1051

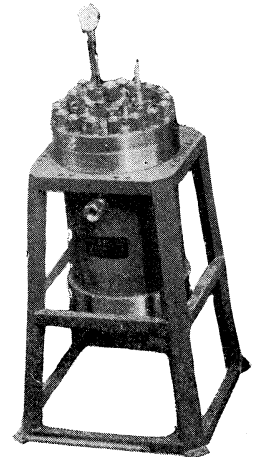
東部支社：東京都品川区五反田 1~423 Tel. (447) 2311 代表  
西部支社：長崎市大黒町 2~1 Tel. (2) 3261 代表

## ヨシダの海洋試験機



超高圧テストポンプ

水圧試験装置  
高圧水圧ポンプ  
流水実験装置  
恒温水槽  
回流水槽  
衝撃試験機  
抗張力試験機  
摩耗試験機



高圧テスト容器

☆その他各種試験機装置設計製作



株式  
会社

## 吉田製作所

東京都台東区上野 3 丁目 13 番 9 号 電話 (832) 4351~5

# TEIKOKU SANSO K.K.

(Filiale de L'AIR LIQUIDE, Paris)

Ses 23 Usines, 23 Agences et Bureaux de vente, 22 filiales,  
100 distributeurs produisent et distribuent :

**Gaz Industriels :** Oxygène, Azote, Acétylène dissous, Argon,  
Néon, Hélium, Xénon, Krypton, Propane, Butane.

**Matériels et produits pour la soudure**

**Installations de séparation et de purification de gaz à basse  
température**

Son Département Développement représente au Japon les procédés  
de nombreuses sociétés, entre autres,

## L'AIR LIQUIDE

Société Chimique de la GRANDE PAROISSE

Société d'Electro-chimie, d'Electro-métallurgie et des Aciéries  
électriques d'UGINE

Compagnie de Filage des Métaux et des Joints Curty (CEFILAC)

Compagnie PECHINEY-SAINT-GOBAIN

Compagnie SAINT-GOBAIN NUCLEAIRE

Compagnie de Produits Chimiques et Electro-métallurgiques PECHINEY

Société KLEBER-COLOMBES

Le Méthane Liquide

Société des Très Basses Températures

Société PRAT-DANIEL

Institut Français du Pétrole

Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil

Compagnie des Compteurs

Société POCLAIN

Société HISPANO-SUIZA

Société NADELLA

Société GURY

Société HYDRO-MECA

Société de Forgeage de Rive de Gier

ete. etc. . . .

---

22/1 Takamatsu-cho, Hyogo-ku, Kobe, Japan

P. O. BOX No. 522, KOBE PORT JAPAN

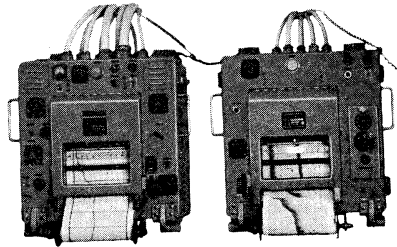
(Siège Légal : Nihon Gas Kyokai Bldg. 38, Kotohira-cho. Shiba,  
Minato-ku, Tokyo, Japan)

# 音響測深機

# ECHO SOUNDER

## 精密深海用音響測深機

精密な深海測深を目的としてI. G. Y. 等で使用しているもので測深能力は13,000m, 精度は1/5000以上の機能を有しています。



### 記録レンジ

第一記録機	0-2000m	0-2200m	多重記録方式
第二記録機	0-200m	100m	ステップシフト
記録精度	±1/5000		
周波数	10KC		
記録方式	螺旋状電極線多重記録方式		
発振出力	約2KW		
増幅方式	ヘテロダイン増幅方式		
記録紙	電解式記録紙 紙巾 216mm 有効紙巾 170mm		
電源	AC 100V 60% 1.5KV		

## PRECISION DEPTH RECORDER

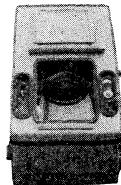
- The main recording apparatus with multiple recording system is able to record the depth of 13,000 meters
- Always keep over 1/5000 of precision because of the crystal controlled recording motor driven by fixed frequency electrical source.

### Sounding range

First recorder	0 to 2000m, 0 to 2200m
Second recorder	multiple recording system 0 to 200m(100m step shift)
Sounding Precision	Precision of recording pen speed Better than $\pm 1/5000$
Frequency	10 KC
Recording system	Spiral electrode wire multiple-recording system
Oscillation output	About 2 KW
Amplifier system	Heterodyne amplification system
Recording paper	First recording channel output 5Wsecond recording channel 10W Electrolytic recording paper paper width 216mm Effective recording width 170mm
Power source	AC 100V, 60%

## 極浅海用精密音響測深機

高性能浅海用測深機で、浅海、湖沼、河川、ダム等の精密測深に最適。



記録目盛	0-10m, 10-20m, ……90-100m
	0-100m ……連続自動記録
精度	±0.1%
周波数	200K%
記録紙	放電破壊記録紙 長さ10m巾150mm
電源	DC 24V 約7.5A

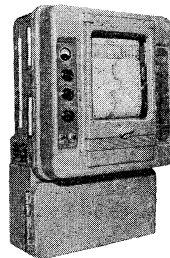
## PRECISION ECHO SOUNDER FOR SHALLOW

Ideal for surveying shallow seas, harbors, lakes, dame, rivers.

- Accurate to 0.1%
- Portable and easily removed.

## 航海用音響測深機

高性能測深機で、客船、貨物船、油槽船、海洋観測船等いづれの船型にも容易に装備でき、操作も簡単で、感度、精度ともすぐれています



記録目盛	0-120(m)	0-720(m)
	100-220(m)	600-1320(m)
	200-320(m)	1200-1920(m)
周波数	23KC	
記録紙	乾式 長さ 10m 巾 150mm	
電源	AC 100,110,115,200,220,230(V) 60% DC 100,110,115,200,220,230(V)	

## ECHO SOUNDER FOR NAVIGATION

MARINE GRAPH is most adaptable to passenger boats cargo boats oceanic observation boats, tankers, etc.

Recording range	0-120(m)	0-720(m)
	100-220(m)	600-1320(m)
	200-320(m)	1200-1920(m)
Frequency	23KC/S	
Recording paper	dry type	length 10m width 150mm
Power source	AC 100,110,115,200,220,230(V) DC 100,110,115,200,220,230(V)	

## 海上電機株式会社

東京都千代田区神田錦町1の19  
電話 東京 291局2611-3, 8181-3



## MARINE INSTRUMENTS CO., LTD.

1-19 KANDA NISHIKI-CHO, CHIYODA-KU, TOKYO  
TEL. TOKYO (291) 2611-3, 8181-3  
CABLE ADDRESS "MARINEINSTRU" TOKYO



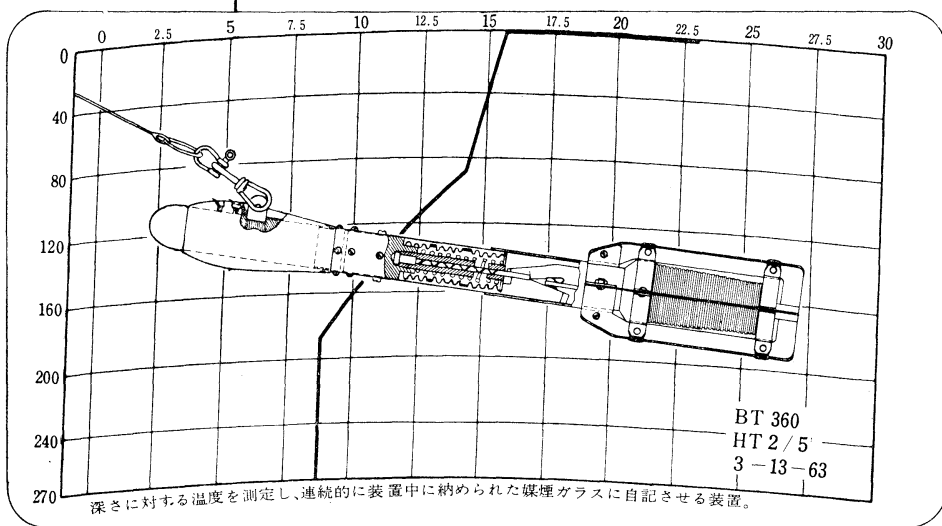
**BT** BATHY THERMOGRAPH

NO.2045 *バシタ-モグラフ*

(THERMARINE RECORDER)

WALLACE & TIERNAN INC.

NEW JERSEY, U.S.A.



Model

FA-190012

FA-190022

FA-190032

Depth Range

0 ~ 60 m.  
(0 ~ 200ft.)

0 ~ 135 m.  
(0 ~ 450ft.)

0 ~ 270 m.  
(0 ~ 900ft.)

Temp. Range

- 1 ~ + 30 °C (28 ~ 90 °F)

海洋観測器械  
日本代理店

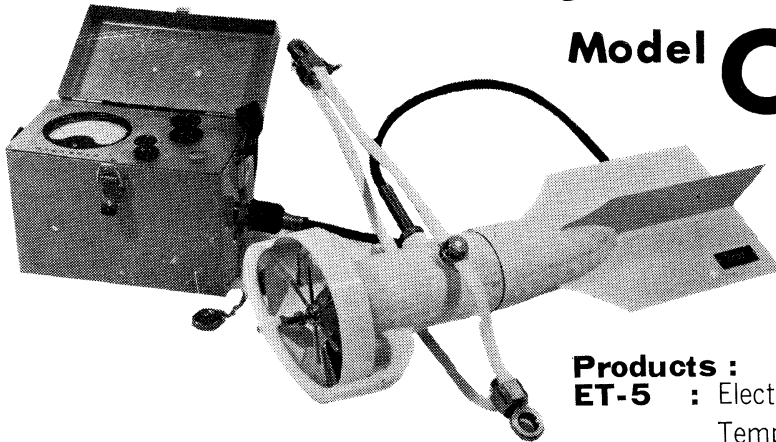


株式会社 離 合 社

本 社 東京都千代田区神田鍛冶町1の2 丸石ビル  
電 話 東 京 (252) 1 5 1 1 (代表)  
大阪営業所 大阪市北区北同心町1の15 電話大阪(351)7346・8019  
工 場 東 京 ・ 浦 和

## Direct-Reading Current Meter

# Model **CM-2**



Catalogues are to be sent immediately upon receipt of your order.

### Products :

**ET-5** : Electric Meter of Water Temperature

**ECT-5** : Salinity Detector

**WE-2** : Pressure Type Wave Gauge

## **TOHO DENTAN CO., LTD.**

Office : 1-309, Kugayama, Suginami-ku, Tokyo Tel. Tokyo (334) 3451~3

# REVERSING THERMOMETER



*Protected*



*Unprotected*

Patented parallax-free back scale, opal glass back sheath enable precise measurements.

Write for details

**YKS**

**Yoshino Keiki Co.**

1-14, NISHIGAHARA KITA-KU  
TOKYO JAPAN

[ Standard Thermometer  
Precise Thermometer  
Mercury Barometer  
Hydrometer ]

# 水路測量と土質調査

## Hydrographic Survey and Marine Geological Survey SANYO Hydrographic Survey Co., LTD.

**業 務** 深淺測量, 底質土質調査, 国土保全測量調査, 海洋資源開発測量調査

防災工事測量調査, マイルポストの測量, 航海保安に必要な調査, 海底ケーブル沈没測量調査, 潮汐, 潮流, 海流, 波浪の観測

一般海洋観測調査, その他一般海事関係の観測調査および関係業務の技術, 科学的研究

**特 色** 高性能の精密計測機の整備拡充

元海上保安庁職員をもつて組織する優秀なる我国唯一の技術陣

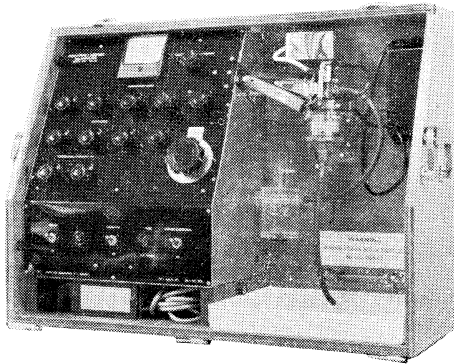
総代理店(連絡先)は全国的組織網を持つ三井物産 K.K の本, 支店出張所

### 三 洋 水 路 測 量 株 式 会 社

東京都港区新橋5丁目23番7号

電 話 (432) 2971~4

## AUTO-LAB INDUCTIVE SALINOMETER



オーストラリア C.S.I.R.O. の BROWN 及び HAMON 両氏によって開発された, ポータブルで恒温槽不用の劃期的精密塩分計。

#### 仕 様

測定範囲 : 標準品は 27.8~42‰ S  
(御注文により 0~42‰ S 可能)

感 度 : 0.0004‰ S

確 度 : ±0.003‰ S

所要水量 : 55 cc

消費電力 : 最大 25 W

寸 法 : 30×68×50 cm

重 量 : 32 kg

#### 製 造 品 目

転倒温度計各種  
標準温度計各種  
水温計各種  
気象用・理化学用温度計

日本および アジア総代理店



株式会社 **渡部計器製作所**

東京都文京区向丘1の7の17  
TEL (811) 5954, 0044 (812) 2360

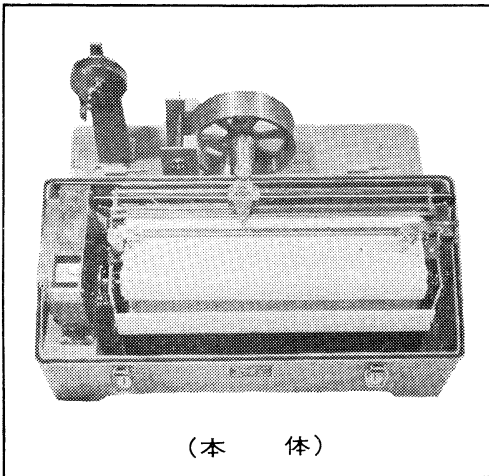
# ストレンゲージ型波向計 (SGWP)



(受感部)

(記録器)

# フース型長期捲自記検潮器 (LFT-III)



(本体)

## 営業品目

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

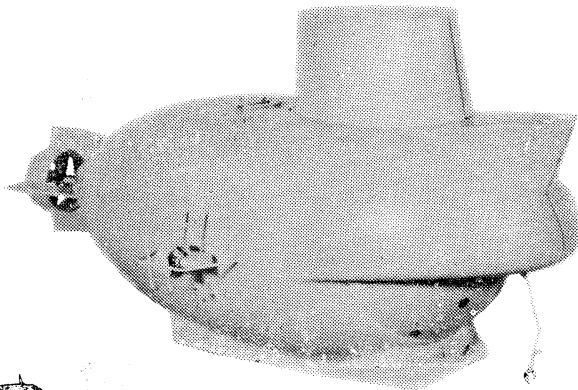
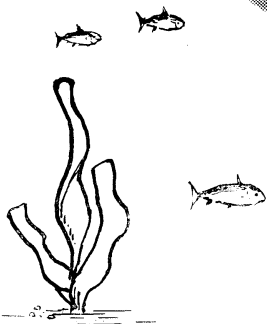
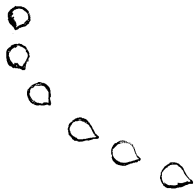
# 協和商工株式会社

東京都豊島区目黒4丁目24番地1号  
TEL (952) 1376代表





海底資源の開発に活躍が期待される川崎重工の潜水調査船



# 川崎重工

本 社 神戸市生田区東川崎町 2-14  
東京支店 東京都港区新橋 1-1-1

## Announce

### Fondation du Prix de la Société franco-japonaise d'océanographie

L'Assemblée générale éventuellement convoquée le 12 Novembre 1965 à la Maison franco-japonaise a reconnu à l'unanimité la fondation du Prix de la Société franco-japonaise d'océanographie. Voici l'essentiel des statuts.

Le Prix est décerné à un (des) membre(s) de la Société franco-japonaise d'océanographie pour ses (leurs) travaux sur l'océanographie ou des pêches, publiés, en principe, dans le Bulletin de la Société franco-japonaise d'océanographie. A cette fin, il est créé le "Comité de recommandation de candidats du Prix de la Société", qui se compose de 13 commissaires élus par le Conseil d'Administration. Le Comité recommande un candidat (des candidats s'il s'agit de travaux en collaboration) au président de la Société. Le président en consulte à son tour le Conseil d'Administration. Le(s) candidat(s) est (sont) admis comme lauréat(s) par la votation du Conseil d'Administration. Le Prix (¥ 30.000) lui (leur) est remis à l'Assemblée générale au mois d'Avril.

---

昭和 41 年 11 月 25 日 印刷  
昭和 41 年 11 月 30 日 発行

う み 第 4 卷  
第 4 号

定価 ¥ 400

編集者 今 村 豊  
発行者 佐々木 忠義  
発行所 日仏海洋学会  
財団法人 日仏会館内  
東京都千代田区神田駿河台2-3  
振替番号：東京 9 6 5 0 3

印刷者 小 山 康 三  
印刷所 英 和 印 刷 社  
東京都千代田区神田司町2-11

---

# 第4巻 第4号

## 目 次

### 原 著

潮流による渦度に関する考察	中 村 重 久	215
河口付近の津波・うねりについて	中 村 重 久	220
カタクチイワシ群の生態を考慮した旋網の投網 方向の決定	井上 実・アヨディヤ	228
伊豆半島の南西沖合で採集された毛顎動物の新種 <i>Sagitta izuensis</i> について	鬼 頭 正 隆	238
日本海新潟沖の降りウナギ 一特に内分泌器, 消化器および 造血器の組織像との関連において	本 間 義 治	241
第6回深海観測で採集された毛顎動物について	鬼 頭 正 隆	261
L字形水路での重力波	中沢春子・高野健三	266

### 資 料

海面上の風の応力	岩 田 憲 幸	278
第2回国際海洋学会議 (モスクワ) について	岩田憲幸・宇田道隆・星野通平	283
第2回海洋科学・海洋工学会議に出席して	佐々木忠義	291
太平洋学術会議「魚類の回遊に関するシンポジウム」の プロフィール	野 村 正	292

文献紹介		295
------	--	-----

録 事		296
-----	--	-----

### 総 目 次

## Tome 4 N° 4

## SOMMAIRE

### Notes originales

A Note on Tidal Vorticity	Shigehisa Nakamura	215
Tsunami et houle au voisinage des bouches d'un fleuve	Shigehisa Nakamura	220
Decision of the Direction of Setting Purse Seine in due Consideration of the Behaviour of Anchovy Shoals	Makoto Inoue and Ayodhya	228
A New Species of <i>Sagitta</i> (Chaetognatha) Collected off the Izu Peninsula	Masataka Kitou	238
Notes on the Catadromous Eels obtained from off the Coast Niigata, the Sea of Japan, with Special Reference to the Histology of Some of the Organs	Yoshiharu Honma	241
Chaetognaths Collected on the Sixth Cruise of the Japanese Expedition of Deep Seas	Masataka Kitou	261
Houle dans un canal en L	Haruko Nakazawa et Kenzo Takano	266

### Documentations

Tension du vent à la surface de la mer	Noriyuki Iwata	278
Sur le Deuxième Congrès International d'Océanographie	Noriyuki Iwata, Michitaka Uda et Michihei Hoshino	283
Sur le Deuxième Congrès de la science et de la génie de la mer	Tadayoshi Sasaki	291
Aperçu sur le Symposium de la migration des poissons au Congrès scientifique du Pacifique	Tadashi Nomura	292

Information		295
-------------	--	-----

Procès-Verbaux		296
----------------	--	-----

### Sommaire des Tomes 1 à 4