

Tome 2

Mars 1965

Numéro 2

う み

La mer

昭和40年3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 岩下光男 (東海大学) 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) 杉浦吉雄 (気象研究所) 高野健三 (東京大学)

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. 論文には必ず和文 (または仏文) の要約をつけること。
5. 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. 報文には一編につき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 Yutaka INAMURA (Tokyo University of Fisheries)
Comité de rédaction Mitsuo IWASHITA (Tokai University) Yutaka KAWARADA (Meteorological Agency) Ryuzo MARUMO (University of Tokyo) Tadashi NAGATA (Tokyo University of Fisheries) Noriyuki NASU (Tokyo University) Minoru NISHIMURA (Fisheries Agency) Gohachiro OSHIBA (Institute of Physical and Chemical Research) Tadayoshi SASAKI (Tokyo University of Fisheries) Yoshio SUGIURA (Meteorological Research Institute) Kenzo TAKANO (University of Tokyo)

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.

Courants marins induits par le vent et la non-uniformité de la densité de l'eau superficielle dans un océan*

Kenzo TAKANO**

Résumé: On construit une solution du problème des courants marins induits par la force d'entraînement du vent et la non-uniformité de la densité de l'eau superficielle dans un océan en forme de parallélepède rectangle, en faisant l'hypothèse simplificatrice essentielle: le gradient vertical de densité qui, multipliée par la composante verticale de vitesse, se montre en un terme non linéaire dans l'équation de densité est une constante dans le sens vertical mais une variable de la latitude. Il paraît que la variation du paramètre de Coriolis avec la latitude n'est pas exclusivement essentielle dans quelques cas, étant donné que d'autres termes introduits par la variation horizontale du gradient vertical de densité moyen peuvent bien agir sur les courants tout comme celle-là. Un exemple numérique sera montré dans une note prochaine.

Position du problème

Une série de notes précédentes (TAKANO, 1962a, b, c; 1964) a été consacrée à l'étude de la circulation générale, permanente ou périodique, de l'eau hétérogène induite par la force d'entraînement du vent et la non-uniformité de la densité de l'eau en surface d'un océan en forme de parallélepède rectangle. Lorsque les solutions ont été illustrées par des calculs numériques, on a supposé que la non-uniformité de la densité a été bornée dans le sens méridien, et c'est pourquoi l'on a appelé, en première approximation, la circulation induite par une non-uniformité de la densité *circulation convective*, car une non-uniformité de la densité en surface dans le sens méridien, telle qu'elle est observée dans la nature, sera probablement due à la non-uniformité du flux de chaleur effectivement transféré à la surface de l'océan par de divers processus complexes, bien que la circulation convective soit distinctement et proprement définie par la circulation induite par la non-uniformité du *flux de chaleur*.

Ce qui est à noter dans les résultats des études précédentes, c'est l'importance du gradient vertical de densité moyen ou le gradient vertical de densité β au repos de l'eau en état fondamental qui est considéré comme constant partout et qui se montre en $w\beta$ en forme

linéarisée dans l'équation de densité, avec la composante verticale de vitesse w . Si β est si important, il n'est pas très convaincant de le supposer une constante, alors qu'aucun état fondamental ne peut s'établir sans β constant.

Dans la présente note où β n'est plus constant, il ne s'agit ni de l'état fondamental ni de l'état perturbé. On aborde directement le problème sans admettre au départ un état fondamental.

Le gradient vertical moyen $\frac{\rho_H - \rho_0}{H}$ est une fonction non seulement de la latitude mais encore de la longitude, même si la profondeur H et la densité au fond ρ_H sont constantes et que la densité en surface ρ_0 , regardée pour ainsi dire comme un facteur moteur de la circulation, soit donnée par une fonction de la latitude seule, dans le cas où il s'agit uniquement du régime produit par la variation de la densité en surface en fonction de la latitude. Ainsi voit-on que:

1° La variation de la densité en surface avec la longitude intervient dans la circulation induite par sa variation avec la latitude par l'intermédiaire de la variation du gradient vertical moyen de la densité avec la longitude. La variation de la densité en surface avec la latitude intervient également dans la circulation induite par sa variation avec la longitude par l'intermédiaire de la variation du gradient ver-

* Manuscrit reçu le 16 Février 1965

** Faculté des Sciences, Université de Tokyo

tical moyen de la densité avec la latitude.
 2° Il vaudra mieux de se réserver d'employer le mot *courant convectif* ou *circulation convective* dans un tel problème, car la variation de la densité en surface avec la longitude n'est pas aussi facile à prévoir par les conditions atmosphériques que celle avec la latitude dont la cause primaire est probablement attribuable à la non-uniformité du flux de chaleur transféré à la surface l'océan.

Mise en équation du problème

Les équations du mouvement, l'équation de densité et l'équation de continuité s'écrivent :

$$A \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - ku + fv = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \quad (1)$$

$$A \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} - kv - fu = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \quad (2)$$

$$0 = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g, \quad (3)$$

$$w \frac{\partial \rho}{\partial z} = A' \frac{\partial^2 \rho}{\partial z^2}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (5)$$

où les axes de coordonnées *OX*, *OY* et *OZ* sont orientés vers l'est, le nord et le bas et où *u*, *v* et *w* désignent les trois composantes de vitesse, ρ la densité, *p* la pression, *g* l'accélération de la pesanteur, *f* le paramètre de Coriolis, *A* et *k* les coefficients de frottement et *A'* le coefficient de diffusion, tous les trois supposés constants.

Tous les termes non linéaires sauf $w \frac{\partial \rho}{\partial z}$ sont négligés. On n'est pas sûr, exactement comme dans des études précédentes, si l'on peut négliger $u \frac{\partial \rho}{\partial x}$ et $v \frac{\partial \rho}{\partial y}$, notamment celui-ci dans une région près de la frontière ouest. D'un autre côté, il sera justifié, sans grave ennui sauf tout près des frontières est et ouest, de faire l'approximation qui permet d'introduire le coefficient de proportionnalité *k* pour simplifier des termes de frottement.

Les conditions aux limites s'écrivent :

$$\left. \begin{aligned} \rho &= \rho_0(x, y), \\ A \frac{\partial u}{\partial z} &= -\tau_x(x, y), \\ A \frac{\partial v}{\partial z} &= -\tau_y(x, y), \\ w &= 0, \end{aligned} \right\} \text{à la surface } (z=0),$$

$$\left. \begin{aligned} \rho &= \rho_H(x, y), \\ A \frac{\partial u}{\partial z} &= A \frac{\partial v}{\partial z} = w = 0, \end{aligned} \right\} \text{au fond } (z=H), \quad (6)$$

$$u=0 \left\{ \begin{aligned} &\text{à la frontière ouest } (x=0) \text{ et} \\ &\text{à la frontière est } (x=L), \end{aligned} \right. \quad (7)$$

où $\rho_0(x, y)$, $\rho_H(x, y)$, $\tau_x(x, y)$ et $\tau_y(x, y)$ sont des fonctions données de *x* et de *y*.

On suppose les développements suivants :

$$u = u_0 + \sum_{s=1}^{\infty} u_s \cos \frac{s\pi}{H} z, \quad (8)$$

$$v = v_0 + \sum_{s=1}^{\infty} v_s \cos \frac{s\pi}{H} z, \quad (9)$$

$$w = \sum_{s=1}^{\infty} w_s \sin \frac{s\pi}{H} z, \quad (10)$$

$$\rho = \sum_{s=1}^{\infty} \rho_s \sin \frac{s\pi}{H} z, \quad (11)$$

$$p = p_0 + \sum_{s=1}^{\infty} p_s \cos \frac{s\pi}{H} z. \quad (12)$$

Les développements (8) à (12) et les conditions aux limites (6) permettent d'obtenir :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\tau_x}{AH} + \sum_{s=1}^{\infty} \left\{ \frac{2\tau_x}{AH} - \left(\frac{s\pi}{H} \right)^2 u_s \right\} \cos \frac{s\pi}{H} z,$$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = \frac{\tau_y}{AH} + \sum_{s=1}^{\infty} \left\{ \frac{2\tau_y}{AH} - \left(\frac{s\pi}{H} \right)^2 v_s \right\} \cos \frac{s\pi}{H} z,$$

$$\frac{\partial w}{\partial z} = \sum_{s=1}^{\infty} \frac{s\pi}{H} w_s \cos \frac{s\pi}{H} z,$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial z} = \frac{\rho_H - \rho_0}{H} + \sum_{s=1}^{\infty} \left[\frac{2}{H} \{ \rho_H (-1)^s - \rho_0 \} \right]$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{s\pi}{H} \rho_s \left] \cos \frac{s\pi}{H} z, \right. \\
 \frac{\partial^2 \rho}{\partial z^2} &= \sum_{s=1}^{\infty} \left[\frac{2}{H} \cdot \frac{s\pi}{H} \{ \rho_0 - \rho_H (-1)^s \} \right. \\
 & \left. - \left(\frac{s\pi}{H} \right)^2 \rho_s \right] \sin \frac{s\pi}{H} z, \\
 \frac{\partial p}{\partial z} &= - \sum_{s=1}^{\infty} \frac{s\pi}{H} p_s \sin \frac{s\pi}{H} z.
 \end{aligned}$$

Le premier membre de la relation (4) s'exprime alors par le produit de deux séries infinies. En première approximation, on se permet de ne garder que le premier terme de la série représentant $\frac{\partial \rho}{\partial z}$. Il vient ainsi au lieu de la relation (4):

$$\begin{aligned}
 & \frac{\rho_H - \rho_0}{H} \sum_{s=1}^{\infty} w_s \sin \frac{s\pi}{H} z \\
 &= A' \sum_{s=1}^{\infty} \left[\frac{2}{H} \cdot \frac{s\pi}{H} \cdot \{ \rho_0 - \rho_H (-1)^s \} \right. \\
 & \left. - \left(\frac{s\pi}{H} \right)^2 \rho_s \right] \sin \frac{s\pi}{H} z. \quad (4')
 \end{aligned}$$

L'équation (4') est apparemment pareille à celle des notes citées plus haut si l'on met $\beta = \frac{\rho_H - \rho_0}{H}$, mais en est essentiellement différente, car β dans les notes précédentes est le gradient vertical, constant, en état fondamental, tandis que β dans la présente note est le gradient vertical moyen à un point (x, y) et variable avec x et y .

La densité au fond $\rho_H(x, y)$ peut être considérée comme une constante. D'ailleurs, on peut mettre $\rho_H = 0$ sans perdre la généralité. Donc, en général $\rho_0 \leq 0$.

Après avoir éliminé w_s , p_s et ρ_s , on obtient les deux équations par rapport à u_s et à v_s :

$$\begin{aligned}
 & \left\{ A\lambda^2 + k + \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left(\rho_0 \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \frac{\partial}{\partial x} \right) \right\} u_s \\
 & - \left\{ f - \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left(\rho_0 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} \right) \right\} v_s \\
 &= \frac{2}{H} \left(\tau_x + \frac{g}{\lambda^2} \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \right), \quad (13) \\
 & \left\{ f + \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left(\rho_0 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + \frac{\partial \rho_0}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} \right) \right\} u_s
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \left\{ A\lambda^2 + k + \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left(\rho_0 \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial \rho_0}{\partial y} \frac{\partial}{\partial y} \right) \right\} v_s \\
 &= \frac{2}{H} \left(\tau_y + \frac{g}{\lambda^2} \frac{\partial \rho_0}{\partial y} \right), \quad (14)
 \end{aligned}$$

où $\lambda = \frac{s\pi}{H}$.

En opérant $f + \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left(\rho_0 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + \frac{\partial \rho_0}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} \right)$ sur (13) et $A\lambda^2 + k + \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left(\rho_0 \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \frac{\partial}{\partial x} \right)$ sur (14), on a:

$$\begin{aligned}
 & [G_s] u_s + [F_s] v_s \\
 &= \frac{2}{H} \left\{ f + \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left(\rho_0 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + \frac{\partial \rho_0}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} \right) \right\} \\
 & \times \left(\tau_x + \frac{g}{\lambda^2} \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \right) \\
 & - \frac{2}{H} \left\{ A\lambda^2 + k + \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left(\rho_0 \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \frac{\partial}{\partial x} \right) \right\} \\
 & \times \left(\tau_y + \frac{g}{\lambda^2} \frac{\partial \rho_0}{\partial y} \right), \quad (15)
 \end{aligned}$$

où $[G_s]$ et $[F_s]$ désignent les opérateurs:

$$\begin{aligned}
 [G_s] &= \left(\frac{g}{A'\lambda^4 H} \right)^2 \left\{ \frac{\partial \rho_0}{\partial y} \left(\rho_0 \frac{\partial^3}{\partial x^3} + \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \right. \\
 & + \frac{\partial^2 \rho_0}{\partial x^2} \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \left(\rho_0 \frac{\partial^3}{\partial x^2 \partial y} \right. \\
 & \left. \left. + \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 \rho_0}{\partial x \partial y} \frac{\partial}{\partial x} \right) \right\}, \quad (16)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [F_s] &= K_0 + K_1 \frac{\partial}{\partial x} + K_5 \frac{\partial}{\partial y} + K_2 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \\
 & + K_4 \frac{\partial^2}{\partial x^2} + K_3 \frac{\partial^3}{\partial x^2 \partial y}, \quad (17)
 \end{aligned}$$

et si l'on met $\frac{\partial^2}{\partial y^2} = -\alpha^2$, il vient:

$$\begin{aligned}
 K_0 &= -f^2 - (A\lambda^2 + k)^2 + \frac{g}{A'\lambda^4 H} (A\lambda^2 + k) \rho_0 \alpha^2 \\
 & + \left(\frac{g}{A'\lambda^4} \right)^2 \frac{\alpha^2}{H^2} \left(\frac{\partial \rho_0}{\partial x} \right)^2, \\
 K_1 &= \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left\{ -\rho_0 \frac{df}{dy} - f \frac{\partial \rho_0}{\partial y} \right. \\
 & \left. - (A\lambda^2 + k) \frac{\partial \rho_0}{\partial x} + \frac{g\alpha^2 \rho_0}{A'\lambda^4 H} \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \right\}, \\
 K_2 &= \left(\frac{g}{A'\lambda^4 H} \right)^2 \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \frac{\partial \rho_0}{\partial y},
 \end{aligned}$$

$$K_3 = \left(\frac{g}{A'\lambda^4 H} \right)^2 \rho_0 \frac{\partial \rho_0}{\partial y},$$

$$K_4 = - \frac{g}{A'\lambda^4 H} (A\lambda^2 + k) \rho_0,$$

$$K_5 = \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left\{ f \frac{\partial \rho_0}{\partial x} - (A\lambda^2 + k) \frac{\partial \rho_0}{\partial y} \right. \\ \left. + \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left(\frac{\partial \rho_0}{\partial y} \frac{\partial^2 \rho_0}{\partial x^2} - \frac{\partial \rho_0}{\partial x} \frac{\partial^2 \rho_0}{\partial x \partial y} \right) \right\}.$$

Rappelons qu'une opération similaire a permis d'éliminer u_s complètement dans les notes précédentes. Ce n'est toutefois pas le cas du présent problème. Lorsque ρ_0 dans les premiers membres des équations (13) et (14) n'est pas variable avec x , il n'y a aucune difficulté particulière à la présence de $\frac{\partial \rho_0}{\partial y}$ par rapport aux cas précédents où $\frac{\partial \rho_0}{\partial y} = 0$.

Le premier terme de (15) est négligeable. On obtient une solution particulière du système d'équation (13) et (14), indépendante de x , pour τ_x , τ_y et $\Delta\rho$ données indépendamment de x , exactement comme dans les cas précédents. Il vient alors :

$$[G_s]u_s + [F_s]v_s \neq [F_s]v_s, \quad (15') \\ K_2 = 0.$$

Il est bien connu que l'opérateur $K_1 \frac{\partial}{\partial x}$ dans (17) est capable d'intensifier ou d'affaiblir la composante v_s , près de la frontière ouest par rapport à celle près de la frontière est. Dans le présent cas, $K_1 = - \frac{g}{A'\lambda^4 H} \left(\rho_0 \frac{df}{dy} + f \frac{\partial \rho_0}{\partial y} \right)$.

Lorsque l'on met :

$$\rho_0 = -\Delta\rho \cos \frac{\pi}{l} y - \Delta\rho = -2\Delta\rho \cos^2 \frac{\pi}{2l} y,$$

$$f = 2\omega \sin \frac{y}{R},$$

R et ω étant le rayon et la vitesse angulaire de la terre, on a :

$$K_1 = - \frac{2\omega g}{A'\lambda^4 H} \Delta\rho \left[\frac{2}{R} \cos \frac{y}{R} \cos^2 \frac{\pi}{2l} y \right. \\ \left. - \frac{\pi}{l} \sin \frac{y}{R} \sin \frac{\pi}{l} y \right].$$

Quand ρ_0 n'est pas variable avec y , le deuxième terme s'annule et K_1 , représentant la variation du paramètre de Coriolis, est positif partout. Cependant, quand ρ_0 est variable avec x , le deuxième terme intervient et K_1 peut être négatif, ce qui serait à peu près équivalent à la diminution du paramètre de Coriolis avec la latitude si l'on négligeait $\frac{\partial \rho_0}{\partial y}$. Le terme K_1

disparaît à $y^* = \pm 2,55 \times 10^8$ cm ou $23,0^\circ$ N ou S pour les valeurs numériques : $R = 6,370 \times 10^8$ cm, et $l = 2\pi \times 10^8$ cm. L'effet de $\frac{df}{dy}$ ne surmonte

celui de $\frac{\partial \rho_0}{\partial y}$ que pour $|y| < y^*$, tandis que celui-ci est prédominant pour $|y| > y^*$. On sait déjà que $\frac{df}{dy}$ est essentiel dans un certain nombre de problèmes des courants marins. Pourtant, en apparence son importance peut se

trouver affaiblie devant $\frac{\partial \rho_0}{\partial x}$ ou $\frac{\partial \rho_0}{\partial y}$, dans quelques cas bien que $\frac{df}{dy}$ puisse y rester

enfin, probablement avec une très faible possibilité, le plus essentiel, car ρ_0 et ses dérivées sont déjà des résultats du flux de chaleur et des courants établis par des causes quelconques sous l'influence plus ou moins considérable de $\frac{df}{dy}$ et elles sont des fonctions implicites de $\frac{df}{dy}$.

Il faudrait ainsi reconnaître l'importance de $\frac{\partial \rho_0}{\partial x}$ ou de $\frac{\partial \rho_0}{\partial y}$ à côté de celle de l'augmentation du paramètre de Coriolis avec la latitude.

Lorsque ρ_0 dans les premiers membres des équations (13) et (14) est variable non seulement avec y mais encore avec x , il n'existe plus de solution particulière indépendante de x et on s'heurte à une grosse difficulté pour le rang $s=1$, alors que l'analyse mathématique ne soit pas particulièrement difficile pour les rangs supérieurs. A cet égard, on laisse de côté pour le moment le cas où le gradient vertical de densité moyen dans l'équation de densité varie avec la longitude ainsi qu'avec la latitude.

Solution

On donne aux seconds membres des relations (13) et (14):

$$\begin{aligned}\tau_x &= T_x' \cos \alpha y + T_x'' \sin \alpha y, \\ \tau_y &= T_y' \cos \alpha y + T_y'' \sin \alpha y, \\ \rho_0 &= \Delta \rho' \sin \alpha y - \Delta \rho'' \cos \alpha y - \bar{\rho}_0,\end{aligned}$$

$T_x', T_x'', T_y', T_y'', \Delta \rho', \Delta \rho''$ et $\bar{\rho}_0$ étant des constantes données. On reviendra dans une note prochaine au problème des courants marins induits par ρ_0 variable avec x .

La densité ρ_0 et ses dérivées par rapport à y sont supposées constantes dans le premier membre de (15). C'est aussi le cas du paramètre de Coriolis. La solution ainsi obtenue ne sera valable au voisinage de y^* , mais servira tout de même à avoir une idée de l'aspect général de la circulation dans les deux domaines $|y| > y^*$ et $|y| < y^*$.

La solution formelle s'écrit:

$$\begin{aligned}u_s &= \cos \alpha y \left[U' + \sum_{n=1}^4 \frac{f a_n' - \frac{g \rho_0 \alpha}{A' \lambda^4 H} \delta_n a_n''}{A \lambda^2 + k + \frac{g \rho_0}{A' \lambda^4 H} \delta_n^2} e^{\delta_n x} \right] \\ &+ \sin \alpha y \left[U'' + \sum_{n=1}^4 \frac{\frac{g \rho_0 \alpha}{A' \lambda^4 H} \delta_n a_n' + f a_n''}{A \lambda^2 + k + \frac{g \rho_0}{A' \lambda^4 H} \delta_n^2} \right], \quad (18) \\ v_s &= \cos \alpha y \left\{ V' + \sum_{n=1}^4 a_n' e^{\delta_n x} \right\} \\ &+ \sin \alpha y \left\{ V'' + \sum_{n=1}^4 a_n'' e^{\delta_n x} \right\}, \quad (19)\end{aligned}$$

où

$$\begin{aligned}U' &= \left\{ f V' - \frac{g \alpha}{A' \lambda^4 H} \frac{\partial \rho_0}{\partial x} V'' \right\} / (A \lambda^2 + k), \\ U'' &= \left\{ \frac{g \alpha}{A' \lambda^4 H} \frac{\partial \rho_0}{\partial x} V' + f V'' \right\} / (A \lambda^2 + k), \\ V' &= \frac{2}{H} \cdot \frac{R' K_0 - R'' \alpha K_5}{K_0^2 + \alpha^2 K_5^2}, \\ V'' &= \frac{2}{H} \cdot \frac{R'' K_0 + R' \alpha K_5}{K_0^2 + \alpha^2 K_5^2}, \\ R' &= f T_x' - (A \lambda^2 + k) T_y' - \frac{A \lambda^2 + k}{\lambda^2} g \alpha \Delta \rho',\end{aligned}$$

$$R'' = f T_x'' - (A \lambda^2 + k) T_y'' - \frac{A \lambda^2 + k}{\lambda^2} g \alpha \Delta \rho'',$$

et δ_n sont les racines complexes de l'équation:

$$(K_0 + K_1 \delta_n + K_4 \delta_n^2)^2 + \alpha^2 (K_5 + K_3 \delta_n^2)^2 = 0.$$

Les coefficients a_n' et a_n'' sont supposés constants, a_n'' sont déterminés par a_n' , et à leur tour a_n' sont déterminés par les conditions aux limites latérales (7).

On met $a_n'' = i a_n'$ pour $n=1, 3$ et $a_n'' = -i a_n'$ pour $n=2, 4$ et $\delta_1 = -p_1 + q_1 i$, $\delta_2 = -p_1 - q_1 i$, $\delta_3 = p_3 + q_3 i$, $\delta_4 = p_3 - q_3 i$.

La relation (19) s'explique alors:

$$\begin{aligned}v_s &= \cos \alpha y [V' + e^{-p_1 x} \{ (a_1' + a_2') \cos q_1 x \\ &+ i(a_1' - a_2') \sin q_1 x \\ &+ e^{p_3(x-L)} \{ (a_3' + a_4') \cos q_3(x-L) \\ &+ i(a_3' - a_4') \sin q_3(x-L) \}] \\ &+ \sin \alpha y [V'' + e^{-p_1 x} \{ -i(a_1' - a_2') \cos q_1 x \\ &+ (a_1' + a_2') \sin q_1 x \\ &+ e^{p_3(x-L)} \{ i(a_3' - a_4') \cos q_3(x-L) \\ &- (a_3' + a_4') \sin q_3(x-L) \}], \quad (19')\end{aligned}$$

si $a_n' e^{\delta_n x}$ et $a_n'' e^{\delta_n x}$ ($n=3, 4$) dans (19) sont remplacés par $a_n' e^{\delta_n(x-L)}$ et $a_n'' e^{\delta_n(x-L)}$ respectivement.

On n'explique pas u_s en raison de l'intérêt spécial porté à v_s aussi bien que les relations déterminant les coefficients a_n' en raison de leur longueur et de l'économie de l'espace.

Pour λ très grand, il vient:

$$\begin{aligned}U' &\propto \lambda^{-2} T_x', \lambda^{-8} T_x'', \lambda^{-2} T_y', \lambda^{-6} T_y'', \\ &\lambda^{-2} \Delta \rho', \lambda^{-8} \Delta \rho''; \\ U'' &\propto \lambda^{-8} T_x', \lambda^{-2} T_x'', \lambda^{-6} T_y', \lambda^{-2} T_y'', \\ &\lambda^{-8} \Delta \rho', \lambda^{-2} \Delta \rho''; \\ V' &\propto \lambda^{-4} T_x', \lambda^{-10} T_x'', \lambda^{-2} T_y', \lambda^{-8} T_y'', \\ &\lambda^{-4} \Delta \rho', \lambda^{-10} \Delta \rho''; \\ V'' &\propto \lambda^{-10} T_x', \lambda^{-4} T_x'', \lambda^{-8} T_y', \lambda^{-2} T_y'', \\ &\lambda^{-10} \Delta \rho', \lambda^{-4} \Delta \rho''; \\ \delta_n &\propto \lambda^3; \\ a_n' &\propto T_x', T_x'', T_y', T_y'', \Delta \rho', \Delta \rho''.\end{aligned}$$

La série infinie $\sum v_s \cos \lambda z$ n'est donc pas convergente sur les frontières $x=0$ et L . Cependant, elle est uniformément et absolument convergente dans le domaine $0 < \varepsilon_1 \leq x \leq L - \varepsilon_2 < L$ défini par des nombres positifs quelconques ε_1 et ε_2 . Toutes les opérations mathématiques

qui nous ont conduits à la solution formelle ci-dessus sont bien justifiées dans ce domaine.

On se borne ici à signaler que la variation horizontale du gradient vertical de densité, verticalement constant, donné d'une manière approchée à l'équation de densité pour la linéarisation du problème peut avoir un effet comparable à celui de la variation du paramètre de Coriolis avec la latitude.

Une note prochaine montrera un exemple numérique.

Bibliographie

TAKANO, Kenzo (1962a): Circulation générale per-

manente dans un océan. Rec. Oceanogr. W. in Japan, **6**, 59-155.

TAKANO, Kenzo (1962b): Circulation générale permanente dans un océan—un calcul numérique complémentaire—. Journ. Oceanogr. Soc. Japan, **18**, 59-68.

TAKANO, Kenzo (1962c): Circulation générale permanente dans un océan—un calcul numérique complémentaire—(suite et fin). Journ. Oceanogr. Soc. Japan. 20th Anniv. Vol., 200-212.

TAKANO, Kenzo (1964): Variation annuelle de la circulation générale dans les océans. La mer, **1**, 51-61; **2**, 1-21.

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

要旨：海面で、海水の密度が一様ではない事と、風の応力が働く事とによって立方体の海の中に生ずる大循環を求める。密度の式に含まれる鉛直安定度は鉛直方向には常数であるが、緯度の函数としては変るものと仮定する。この鉛直安定度の緯度変化から導かれるいろいろな項は、コリオリのパラメーターの緯度変化と同じやうな働きもするので、ある場合には、コリオリのパラメーターの緯度変化はさほど重要ではなくなってくる。現実に近いと思はれる数値を使った計算例を次の報文で述べる。

On the Reserved Nutrient Matters*

Yoshio SUGIURA**

Résumé: Les matières nutritives se composent de partie conservatrice et de partie non conservatrice. Alors que Redfield et d'autres ont appelé celle-là *preformed part* (partie préformée), nous proposons de l'appeler *reserved part* (partie réservée) et précisons le fondement de cette proposition. La possibilité d'évaluer la partie conservatrice est étudiée pour chacun des composants principaux des matières nutritives, phosphate, silicate et nitrite (par exemple, phosphate réservé pour le phosphate). Il s'ensuit que seul le phosphate réservé vaut la peine d'être traité quantitativement. A titre d'indication, se montrent des exemples qui rendent claire la signification océanographique du phosphate réservé.

Abstract: With respect to reserved or preformed nutrient matter, the meanings of the terms "reserved" and "preformed" were considered. And the term of "reserved" was recommended in preference to the term of "preformed". For each member of major reserved nutrient matters, its feasibility in evaluation was discussed. Consequently, it was concluded that reserved phosphate alone was available for quantitative treatment. The oceanographical significance of reserved phosphate was shown with several examples.

Introduction

In regard to "preformed nutrient," Redfield (1963) defined it as follows:

"The nutrient present in a sample of seawater may be separated into two fractions: (1) nutrients of oxidative origin which have been regenerated from organic matter, and (2) preformed nutrients which were present as such in the water at the time it sank from the surface. The quantity of a nutrient of oxidative origin may be estimated from the apparent oxygen utilization (AOU) by applying the $\Delta O/\Delta P$ ratio. The difference between this quantity and the total quantity of nutrient present in inorganic form gives the quantity of preformed nutrient present". To my opinion, the above definition is partly true but questionable in some respects. In this paper, the concept about the "preformed" nutrient will be discussed in view of the feasibility in evaluation.

Reserved phosphate

It was already established by the present author (SUGIURA, 1964-a) that in the Oyashio and the northern part of Kuroshio regions, the

in situ phosphate concentration consisted of two parts: One is dependent on temperature and chlorinity, and the other independent of them. Such properties as temperature or chlorinity are called conservative which can be decided by the mixing ratio when different water masses are completely mixed. Consequently, the former part of phosphate mentioned above is to be regarded conservative. On the contrary, the latter part of phosphate can not simply be evaluated by mixing ratio. That is to say, the latter part is of non-conservative property.

As reported in the previous paper, when waters with the same temperature and chlorinity are selected among those collected in a certain region and phosphate concentration is plotted against AOU, a straight line is obtained whose inclination is close to $1/272$ in the atomic ratio of P/O. Therefore, as far as waters with the same temperature and chlorinity are concerned, the observed phosphate concentration can be expressed as follows:

$$P_{ob} = P_r + (\Delta P/\Delta O)(O_s - O_{ob}) \quad (1)$$

where

* Received Feb. 18, 1965

** Meteorological Research Institute

P_r : reserved-phosphate concentration, $\mu\text{g at/l}$,
 P_{ob} : observed-phosphate concentration, $\mu\text{g at/l}$,

$\Delta P/\Delta O$: a constant whose value is 1/3.04 when phosphate and oxygen concentrations are respectively expressed in terms of $\mu\text{g at/l}$ and ml/l ,

O_s : saturation amount of dissolved oxygen, ml/l ,

O_{ob} : observed amount of dissolved oxygen, ml/l .

The observational data show that the value of P_r depends on temperature and chlorinity values. $(O_s - O_{ob})$ *i. e.* AOU shows the oxygen required in oxidative decomposition at depth. The value of $(\Delta P/\Delta O)$, that is, the inclination of the straight line is very close to the ratio of phosphate released to oxygen required in oxidative decomposition of composite plankton samples, which is, according to Fleming (1940),

$1/276 \cdot (\Delta P/\Delta O)(O_s - O_{ob})$ is independent of temperature and chlorinity. Therefore, it can be said that P_r is the conservative part of phosphate and $(\Delta P/\Delta O)(O_s - O_{ob})$, the non-conservative part of phosphate. The former may not be considered as the "preformed" phosphate as defined by Redfield. Because only thing we can observe is *in situ* values of temperature, chlorinity and phosphate concentration, and we are ignorant of values shown by the water mass in question at the time it sank from the surface. The conservative part of phosphate is not more than the phosphate whose concentration is defined as the y-intercept of a straight line given by the equation (1). This view is somewhat different from the Redfield's concept. Therefore, in order to avoid confusion, it is proposed that the term "preformed" should better be replaced by the term "reserved".

Several examples showing the usefulness of

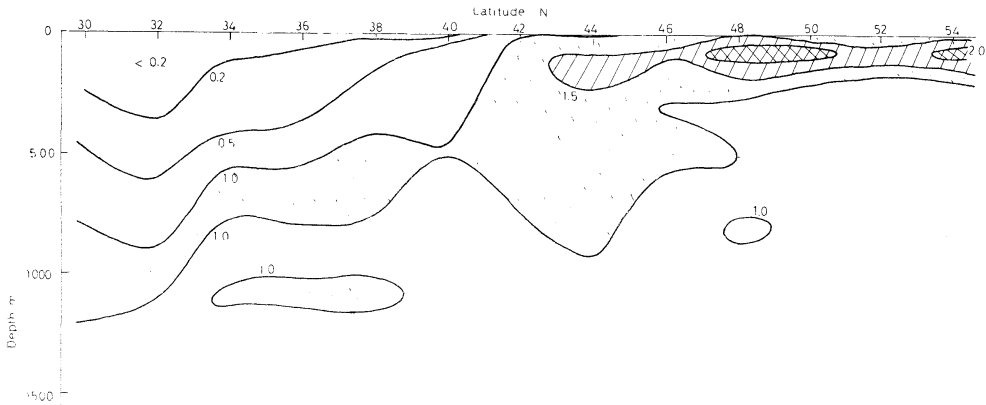


Fig. 1. Distribution of reserved phosphate ($\mu\text{g at/l}$) along the meridional line 165°E in the North Pacific.

* Redfield said, "The relation of the change in concentration of oxygen in sea-water to that of the nutrient elements does not agree well with the expectation raised by the statistical composition of plankton. This discrepancy requires examination". It is the present author's opinion that the discrepancy comes from the mistreatment, as far as phosphate is concerned, in which the water masses are not classified in terms of chlorinity and temperature or chlorinity and density in drawing the phosphate to AOU diagram.

reserved phosphate will be given below. Fig. 1 shows the distribution of the reserved phosphate on the cross section along the meridional line 165°E across the northern frontal region of Kuroshio. By the domain in which the reserved-phosphate concentration is above $1.0\mu\text{g at/l}$, the so-called Oyashio under-current can easily be traced.

Distribution of reserved phosphate is independent of that of phosphate. For example,

as far as waters with the density of δ_t 27.0 to 27.4 in the Indian Ocean are concerned, the phosphate-rich water in the northern part contains less reserved-phosphate as compared with the phosphate-poor water in the southern part which comes from the circumpolar sea in the Antarctic Region.

The cold water mass often appears in the Kuroshio region off the Kii Peninsula or the southern coast of the central Honshu. The water in the cold water mass is richer in phosphate and silicate and has lower chlorinity and temperature than the surrounding Kuroshio waters at the same depth. There is an idea that the cold water mass may possibly be different from the surrounding Kuroshio waters. But since the reserved-phosphate concentration in the waters with the same density is nearly the same between the cold water mass and the surrounding Kuroshio waters, and since waters with the same concentration of reserved phosphate may be regarded as those of the same origin, it may be inferred that both kinds of waters are probably the same and the observational result has been derived from up-welling (SUGIURA, 1964-b).

In the Subarctic Pacific Region, the vertical distribution of temperature and chlorinity in the surface layer in summer suggests that properties of water in the upper surface layer may be regarded as those in summer, and properties of waters in the lower surface layer as those in winter, of the same water mass. In winter, properties of water become homogeneous throughout the whole column of the surface layer due to convection. As time proceeds on towards summer, temperature in the upper surface layer increases due to the increasing solar radiation, in consequence of which dissolved oxygen in the upper surface layer becomes to be liable to escape out of the water. If escape of oxygen takes place, the reserved-phosphate concentration decreases as seen in the following equation:

$$P_r = P_{ob} + (\Delta P / \Delta O) (O_{ob} - O_s) \quad (2)$$

which is the altered form of the equation (1).

Actually, in the Subarctic Pacific Region, the

* And partly to advection

reserved-phosphate concentration evaluated from the observed concentrations of phosphate and oxygen by using the equation (2) is smaller in the upper surface layer than in the lower surface layer. The reason may partly be ascribed to escape of oxygen*. Assuming that the reserved-phosphate concentration is kept approximately constant in both seasons, the amount of loss of oxygen from the sea can be estimated by the following formula:

$$(\Delta O / \Delta P) ((P_r)_w - (P_r)_s) \quad (3)$$

where $(P_r)_s$ denotes the value calculated from the equation (2) by using the observed value of dissolved oxygen in summer and $(P_r)_w$ denotes the reserved-phosphate concentration of the same water mass in the winter season.

Reserved silicate

Reserved silicate can be defined as a conservative part of silicate. But, if the reserved silicate is evaluated in the same way as is the reserved phosphate, negative value is often obtained (SUGIURA, 1964-c). This fact indicates that silicate differs from phosphate in its behaviour. In case of silicate, the non-conservative part seems to consist of two parts, of which one is related to AOU but another not. In other words, there is another kind of non-conservative silicate except the oxidative one. There seems to be at present no way to evaluate the non-conservative part not relating to AOU. Accordingly, the evaluation of the reserved silicate is difficult.

Reserved nitrate

Reserved nitrate can also be defined as a conservative part of nitrate. According to Redfield, the value of the ratio of $\Delta N / \Delta O$ is 16/276 in atomic unit in the composite sample of marine plankton. But, actually when data of sea water analyses are plotted in the nitrate to AOU diagram, points scatter, as shown in Fig. 2 probably due to poor precision of determination or some other unknown causes, to so much degree that the $\Delta N / \Delta O$ ratio can not be definitely determined. Therefore, it is difficult to evaluate the reserved nitrate by the following equation:

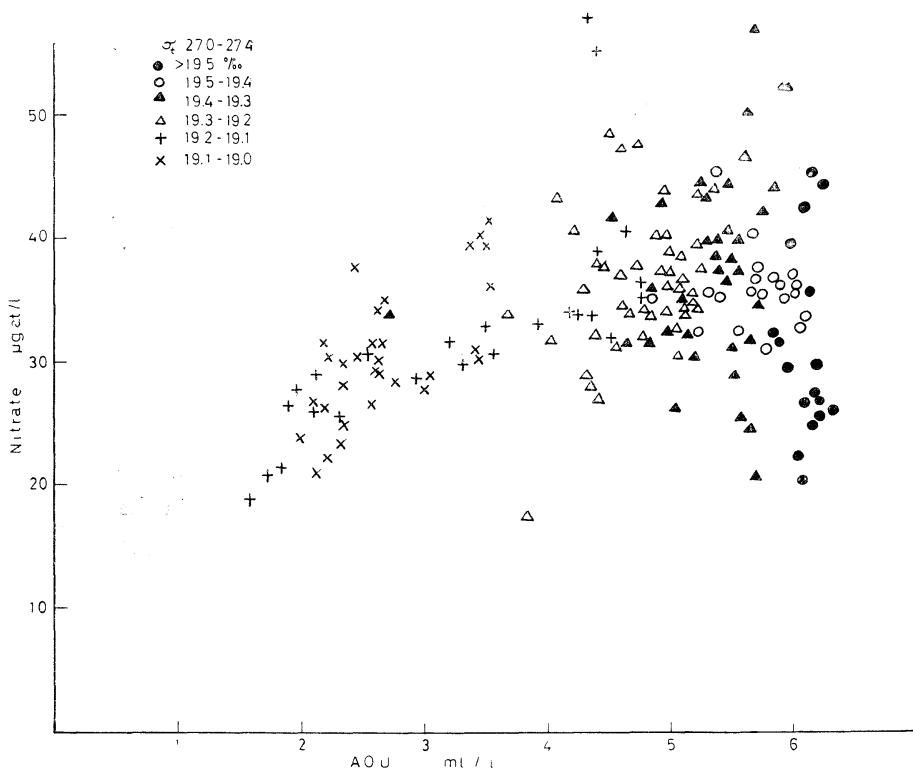


Fig. 2. The nitrate to AOU diagram.

$$N_r = N_{ob} - (\Delta N / \Delta O)(O_s - O_{ob})$$

where N_r shows the reserved-nitrate concentration and N_{ob} shows the observed-nitrate concentration.

Conclusion

Even though there is a general concept of reserved nutrient matters, an individual member fit for a quantitative treatment seems to be at present reserved phosphate alone among them. Because neither reserved silicate nor reserved nitrate can be evaluated from a clearly defined formula which is respectively due to the co-existence of non-conservative part not related to AOU or due to poor correlation between nitrate and AOU.

Acknowledgments

The author wishes to express his hearty thanks to prof. Y. MIYAKE, Tokyo Kyoiku University for his kind discussion.

References

- FLEMING, R.H. (1940): The composition of plankton and units for recording population and production. Proc. 6th Pacific Sci. Cong. Calif., 1939, 3, 535-540.
- REDFIELD, A.C., B.H. KETCHUM and F.A. RICHARDS (1963): The influence of organisms on the composition of sea water. M.H. Hill, ed., "The Sea, Ideas and Observation on Progress in the Study of the Seas." Vol. 2. Intersci. Publ., New York, 554.
- SUGIURA, Y. and H. YOSHIMURA (1964-a): Distribution and mutual relation of dissolved oxygen and phosphate in the Oyashio and the northern part of Kuroshio regions. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, 20, 14-23.
- SUGIURA, Y. (1964-b): Some chemico-oceanographical properties of the Kuroshio and its adjacent regions. Recent Researches in the Fields of Hydrosphere, Atmosphere and Nuclear Geochemistry, Maruzen Co., Tokyo, 49-63.

SUGIURA, Y. and S. CHAITIAMVONG (1964-c): Relation of silicate concentration to dissolved oxygen amount in sea water collected in the northern

frontal region of Kuroshio. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, 20, 89-92.

保存性栄養塩について

杉浦吉雄

要旨：栄養塩類 (nutrient matters) は保存性 (conservative) と非保存性 (non-conservative) の二部よりなる。前者に対して REDFIELD らは “preformed” なる言葉を用いたが、著者はこれを “reserved” と称することを提唱し、その根拠を述べた。栄養塩類の主要構成員であるリン酸塩、ケイ酸塩、硝酸塩のおおのにつき、conservative part (例えば, phosphate については reserved phosphate) の評価の可能性を論じ、結論として, reserved phosphate のみが定量的取り扱いを受けるに足ることを明らかにした。また, reserved phosphate の海洋学的意義を例示した。

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***

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—

Résumé : La production totale de la pêche en 1963 est, 22.000 baleines exceptées, 6,70 millions de tonnes, inférieure à celle de 1962 de 0,16 millions de tonnes, soit de 2%, selon le rapport annuel statistique de la production de la pêche et de la pisciculture publié par le Ministère de l'Agriculture et des Forêts au mois de Décembre 1964. La production de la pêche qui n'avait cessé d'augmenter rapidement depuis 1956 a manifesté un état stagnant en 1963 et enfin une diminution en 1963. Compte tenu d'une telle situation actuelle, d'une part on prend des mesures pour maintenir et enrichir les ressources maritimes, encourager les pêches côtières, elever la productivité par l'amélioration de la structure de la pêche et d'autre part on poursuit des recherches qui permettront d'établir le diagnostic et les moyens du contrôle des ressources maritimes, de prévoir les conditions hydrologiques et les conditions des pêcheries, de développer la technique de la pisciculture, de prévenir la pollution des eaux, d'améliorer et construire les pêcheries côtières et de perfectionner les instruments de pêche. Nous présentons brièvement la situation actuelle des recherches faites dans notre pays, en regardant principalement les établissements administrés par le Ministère de l'Agriculture et des Forêts.

1. はしがき

昭和39年12月に発表された「昭和38年漁業養殖業生産統計年報、農林省」によると、昭和38年（1月～12月）の漁業総生産高は、670万トンのほか鯨類2万2,000頭となっており、38年の総生産量は前年の37年より約16万トン、比率にして2%の減少であった。31年以降順調にしかも急速に伸びてきた漁業の漁獲量（第1表参照）も37年の伸びなやみの後を受けて、ついに38年には前年を下まわる結果となった。その原因については、いろいろ挙げることができようが、要するに、戦後処女資源漁場を求めて外延的に展開してきたわが国の遠洋漁業が、よう

やく頭打ち、ないしそれに近い段階に達し、これに対し、沿岸、沖合漁業の生産は依然停滞気味で、海況の変化等に関連して不安定な状態を示していることが主な要因になっているように思われる。もはや、従来の性能のまま、ただ規模を拡大することで、生産を増大させることはきわめて困難になりつつあるといえよう。このような漁業生産の動向に対処して、水産資源の維持増大、沿岸漁業の振興、漁業構造改善による生産性の向上等の方策が進められつつあるが、漁業研究としては、まず、その基礎となる水産資源の診断と管理方式、海況、漁況の予測、増養殖技術の進展、水質汚濁の防止、沿岸漁場の改良造成、漁撈手段の改良などの技術を確認すべく研究が進められている。

水産試験研究を大別すると、各種魚類の資源の研究、魚類の生活の場（環境）としての海洋の研究、増養殖に

* 1965年3月1日受理

** Tasuku HANAOKA 水産庁 Fisheries Agency

*** Toshiyuki HIRANO 東海区水産研究所 Tokai Regional Fisheries Research Laboratory

関する研究、水質汚濁防止のための水質の研究、漁船および付属設備、器機に関する研究、漁具漁法の研究、水産物の利用加工に関する研究にわかれる。そしてこの他に漁業経営に関する研究がある。ここでは、現在農林省の水産研究機関が実施している研究を中心としてその概要を紹介する。

2. 資 源

最近の沿岸、沖合漁業における漁業生産性の向上と、遠洋漁業における国際的資源管理および漁獲制限などの問題を背景として、漁業資源の適性維持と漁業生産性向上をはかるために、資源の診断と管理、漁況の予測を目標として研究が進められている。対象として取り上げられている魚類或は、漁業は、沿岸・沖合資源として、ニシン、イワシ類、サンマ、カツオ・沿岸マグロ類、サバ類、アジ類、ブリ、スルメイカ等の浮魚資源、スケトウダラ、カレイ類、ホッケ等冷水性底魚類の他、暖水性底魚類がある。又遠洋および国際資源としてサケ、マス、タラバガニ、北洋底魚、以西底魚、マグロ、海獣が挙げられる。そしてこれらの夫々の魚類について担当する海区水産研究所（水研）或は関係水研が協同し、又関係する都道府県水産試験場（水試）の協力を得て、夫々の研究段階に応じて漁業生物学的調査を実施し、勿論その研究の進展、漁業の形体により多少は研究の重点を異にするが、夫々対象魚種の生活の実体を明らかにするために、①発育段階、生活周期別の分布様式。②漁獲率、自然死亡率、加入率、成長率などの資源特性値。③産卵場、産卵量および補給・補充機構、産卵場・成育場・漁場の形成機構。④漁業（漁民の生産）の実態。⑤資源状態の評価と予測などの研究が行なわれている。また沿岸漁業では、ある漁場で資源維持をはかるためには、魚類群集全体として最大恒常生産量をあげるための生産体系の確立が必要な場合がある。このために、群集としての魚類の棲息領域における資源の管理手段の考究も行なわれている。この他、モジャコ（ブリの稚仔）がハマチ養殖種苗として近年盛んに採捕されるようになったが、ブリ定置網漁業によるブリ漁獲と関連して、その許容限度を明らかにすることが必要になっている。そのために、「モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響」に関して、特に調査研究が実施されている。

3. 海 洋

海洋の研究は、魚の研究にとって資源研究と共に車の両輪をなすものであって、各魚類の生活の場としての環境、漁場形成、およびその海洋構造に関する研究として実施されてきたが、特に、昭和38年初頭に起った日本近

海の異常冷水現象によって、その重要性が再認識された感が深い。この異常冷水現象とは能登以西の日本海沿岸、西日本から房総、鹿島灘沖に至る太平洋沿岸海域で異常寒冷化が目立ち、各地で魚類の斃死現象がみられ、漁況にも大きな影響を及ぼしたものである。この現象はその後の漁業資源の分布、消長また再生産に与える影響が憂慮されたので、各水研では2月以降所属調査船による調査を実施するとともに、都道府県にも依頼して、その実体の把握に努めた。いうまでもなく、海洋はあらゆる魚類の生活の場（環境）として漁業資源の分布、消長、再生産などに大きな関係を持っている。従って、海洋の調査研究は、ある種の魚類を対象として、関係水研、水試が独自で実施するもののみでなく、これらを総合して、全国的に、長期にわたって海況変動の動向を把握し、予報の手段を見出すためのものであることが必要である。このような定期的海洋調査網の拡充、資料の迅速かつ正確な処理、分析、情報の交換、通報の組織化、予報体制の確立は、異常冷水現象の出現を契機として、緊急に必要であることが痛感された。そして、39年度から、“沿岸・沖合漁業漁況海況予報事業”としてとり上げられ、各海区水研、都道府県水試の協同調査研究として前記の方向が強力に推進されようとしている。現在、資源研究、海洋研究によって得られた知識と、このような協同調査とに基づいて、各海区水研では、夫々担当海域における漁業の「短期漁況予報」（10日毎）、「漁場海況概報」（1か月毎）、「長期漁況予報」（3か月毎）を発行している。さらに調査研究面の飛躍的な能率化をはかり、これらの調査研究の結果を迅速に水産行政に反映させるとともに、積極的な漁業指導を行なうために、“水産データ・センター”の設立が強く要望されている。

この他、海洋の研究には、増養殖漁業に関する環境条件としてミクロの海洋研究がある。特に、東海区水研では、小田和湾に海洋観測塔二基を設置して、ノリ漁場の環境を研究している。この観測塔は水温、電気伝導度、潮位を自動自記式に連続観測している。

一方、ビキニ環礁における核爆発実験以来、海洋放射能汚染及びこれによる水産物の被害に対する対策が問題になっており、原子力平和利用の進捗に伴ってこの問題は益々重要となってきている。そしてこれに対処するため、①一般海洋生物放射能調査、②特殊地点放射能調査、③元素分析調査が行なわれ、さらに④海洋生物の放射性元素蓄積に関する研究が実施され、海洋生物による放射性核種のとりこみ方、生体内にとり入れられた核種の時間的増減並びにその除染などについて実験的な検討が行

なわれている。今後はさらに放射性廃棄物の海洋投棄にともなう諸問題に資する研究を推進する必要がある。

4. 資源・海洋研究の反省と問題点

資源及び海洋の研究は、上述したように対象魚類に応じて、積極的、組織的に進められ、多くの成果を挙げてきているが、まだまだ解明されないことが多く、研究者の間で、これについて、科学論の立場から、きびしい反省がおこっており、今後研究を進める問題点を提起している。今簡単にそれを要約すると、魚類の分布、成長、減耗、移動および環境条件などの諸属性についての個々の研究が、統一されていないということが、最も大きな問題であると指摘している。そして、個別研究が統一されない原因の一つは、自然における生物主体系と環境系、および社会における生産力系のはたらきの複合である諸現象の法則性を明らかにする上に、まず必要なこれらの系の分離が、研究過程において行なわれていないところにある。さらにこれらの各々の系における諸属性を統一する基本的な概念が共通になっていないということが、根拠のある法則性を求めえない他の一つの原因であるとしている。

5. 黒潮及び隣接海域国際協同調査 (CSK) について

国連の政府間海洋学委員会 (IOC) の決議に基づいて、昭和40年 (1965年) 夏から数年に亘って、黒潮に関係する国々によってCSKが実施されることになっている。そして、この調査は、水産面としても極めて重要であるということから、FAOでもその水産面海洋学 (Fishery Aspects of Oceanography) としての調査研究を含めることを積極的に提案し、実施されることになった。わが国の水産としても、黒潮に関する水産海洋学の調査研究の重要性は今さら云々するまでもなく、上述の資源・海洋の研究の大半は実はCSKそのものであるという過言ではない。この意味で、農林省の水産研究機関は、現在実施している資源・海洋の研究を通して、これに参加することになっているが、その中でも、水産面海洋学としての黒潮は、特に沿岸・沖合重要魚類の卵・稚仔の輸送機構として極めて重要な役割をもっている。CSKにおいて、黒潮に関する海洋物理、化学、生物学的諸研究の進展に伴って、水産面では、上記卵・稚仔輸送機構としての黒潮の解明をはじめ、多くの水産海洋の諸研究が進展するものと期待される。

6. 増養殖

近年の沿岸漁業の不振は、いきおい増養殖業のぼつ興

をうながし、沿岸漁業の構造改善事業においても、増養殖業は重要な部分を占め、「獲る漁業より作る漁業へ」との標語さえ生まれるにいたった。特に瀬戸内海を中心とする西日本は、その条件に恵まれているため、海産生物の増養殖業が急激に盛んになりつつある。沿岸資源を培養し且漁民への指導普及を目的として国費による栽培漁業センターが設置されたのをはじめ、各処に養殖用種苗センター等の施設が設置されるようになってきた。そしてこれらの情勢に対応して、次の研究が進められている。

(1) 増養殖技術の改善

種苗の大量生産、稚魚の育成、養殖方法の改善に関する研究に重点を置き、魚類については、親魚 (タイ類、ヒラメ、フグ、シラウオ、草魚、レン魚等) の確保、親魚の成熟促進、それらの人口受精、ふ化飼育、幼生の天然餌料の大量生産、天然種苗の採捕 (アナゴ、サヨリ)、飼育魚の人工餌料の効率および放養密度、これに伴う魚病の研究とその対策、淡水魚の投薬効果およびセコケ病のビタミンEの効果等の研究が行なわれている。

貝類については、アワビの種苗生産に重点をおき、幼生の大量培養に成功し、稚貝の海面放流の効果調査の域に進んでいる。その他ホタテ貝、カキ、アカガイ、ホッキ貝等に関する研究がある。又真珠については、量の増大より品質の向上を目的として、真珠研究所で研究が進められている。藻類については、産額が多いアサカサノリに重点をおき、内湾の干拓、埋立による漁場のそう失、および近時頻繁におこる環境条件の不良等に耐え得る品質への改良、寒冷地における春秋期の養殖の可能性の追求、チシマクロノリの生長、胞子放出の制限あるいは促進などの研究が進められている。いずれも種苗の大量生産を最終目的としている。この他ワカメの品質改良やコンブ等についての研究がある。

(2) 水域の合理的利用

浅海および内陸河川、湖沼の合理的利用を目的とする諸研究が行なわれている。すなわち懸濁物質係数による貝類漁場の特性区分による新規漁場の開発および深部貝類の漁場特性、ノリ漁場の海洋学的環境条件の追求、養殖イカダの構造改善、利根川上流域の調査、河川湖沼における天然餌料の生産増加に関する研究などを挙げることができる。

7. 水質

最近の経済成長にともない臨海工業地帯の造成、あるいは新産業都市の建設は、他産業、ことに水産業に対する公害問題などを伴い、慎重な検討が必要となっている。

水産業に対する公害問題は、被害の予測や実態の調査について、水産の研究機関が取り扱わねばならぬことが多い。

これにもまして、急を要するものは、現実に起りつつある水質汚濁の対策に関する研究である。主要水域における見過しがたい汚濁の事例に対し、経済企画庁では、水質基準作成の作業を進めているが、資料作成のための調査研究は水産研究機関の仕事になっている。このため年々計画された河川について、主として都道府県水試が、水質調査、あるいは生物調査を行なっている。このような水質基準作成の計画された水域以外に、各地にも汚濁問題が頻発し、その検討に従事しなければならぬことが多い。例えば、農薬の集中使用に伴う水産生物の被害問題、石油コンビナートの油臭魚問題などがある。以上についてまとめると、水質汚濁に関する研究は、(1)水質基準作成の基礎とするための研究、(2)各地で起った公害問題を解決するための調査研究、(3)水質汚濁問題の基礎研究に大別され、夫々研究が進められている。

8. 漁船および付属設備、器機

漁業の近代化を進めるための基礎となる漁船および付属設備、器機については、主として水産庁の漁船研究室が研究を進めている。そして現在実施している研究の課題は次のようなものとなっている。

- (1) 沿岸旋網漁船・大中型船尾トロール漁船の船型に関する基礎試験研究
- (2) 機関潤滑油の特殊添加剤の研究
- (3) 測器の開発研究
- (4) その他

9. 漁具漁法

遠洋漁業においては、国際関係から漁業の制限、制約を受けつつ、諸外国と競争して操業しており、このような制限、制約下で資源保持を図りつつ、漁獲性能を向上し、漁撈技術の確立をはかることが要請される。

沿岸、沖合漁業については、従事者の不足、経営の不安定などの情勢下で、漁撈方式の合理化、操業能率の増大漁撈機械の開発による自動化、省力化などが必要となっている。

このような情勢に対応して取り上げられている課題は、(1)漁群集約に関する基礎研究、(2)漁具構成に関する研究、(3)漁撈器機の利用に関する研究、(4)漁群行動生態に関する研究、(5)漁業測定に関する研究となっている。

10. 利用加工

経済の高度成長による国民所得の増加および国民の食嗜好の変化などによって、わが国の食料需要が大きく変

りつつある現状において、水産物に対する需要も変化し、これに対する生産の立場からの対応策が要望されている。またこのような変化に関連して畜産の振興も必要となり、家畜飼料を水産物にも求められている。一方、経済の高度成長を支えるためには、輸出の増大を一層はからなければならぬが、このうち水産物の輸出の増大も必要である。

水産業の側からすれば、付加価値を高め、漁業および加工経営の安定をはかることが必要で、このためには漁獲物の鮮度保持、加工原料の開発と適性の維持、加工品の品質改善、新製品の創成なども必要である。また沿岸漁業振興の有力な一翼として的高级魚の養殖のための新しい餌料の開発を進めることも望まれている。このような情勢において、漁獲物の保蔵、加工などを適切に行なうための研究およびその基礎となる水産物の特性についての知見を得るための研究が種々行なわれている。

以上について、研究の大課題を挙げると、

(1)水産物の特性に関する研究、(2)漁獲物および加工品の品質保持（保蔵に関する研究）、(3)漁獲物の付加価値の増大および加工品の価値向上（加工に関する研究）ということになる。

以上、駈足で、現在わが国の政府の研究機関を中心として実施している水産試験研究の動向を紹介した。これは、主に昭和39年11月に発行された「昭和39年度農林水産試験研究年報水産編、農林水産技術会議事務局」に基づいて要約したものである。

第1表 漁獲量累年表 単位：1,000トン

	総数	外洋漁業	一般海面漁業	浅海養殖業	内水面漁業	内水面養殖業	捕鯨業	
昭和26年	3,930	11	3,763	88	60	6	6,335	1951
27	4,823	13	4,633	113	53	9	7,816	52
28	4,598	39	4,348	144	57	8	6,631	53
29	4,541	79	4,224	145	82	9	9,591	54
30	4,907	185	4,473	154	82	11	11,866	55
31	4,772	167	4,320	180	90	13	14,124	56
32	5,407	205	4,862	244	81	14	15,439	57
33	5,506	246	4,951	214	78	15	19,922	58
34	5,884	362	5,205	225	75	15	20,527	59
35	6,192	677	5,140	284	74	15	19,649	60
36	6,710	887	5,400	322	81	18	20,845	61
37	6,864	813	5,533	362	84	20	22,237	62
38	6,698	689	5,510	389	84	23	22,370	63

フランスの学会・研究だより*

西 村 実**

A propos de sociétés scientifiques et recherches en France

1. 学会、会議

○第3回 I O C の活動

UNESCO の第3回政府間海洋学委員会 (I O C) は 1964年6月10日より19日までの間、パリで開催されメンバー国51か国中31代表、22機関と非メンバー国のオブザーバーが参加した。この会議はカナダの CAMERON 博士が議長、ソ連の TCHEROUROV、アルゼンチンの CAPURRO 大佐が副議長として開催され、次に示した七つの結論が採択された。

海洋科学研究委員会と海洋資源調査評議委員会によって認められた、海洋の国際的研究計画に関するレポートの企画が認められ、I O C は UNESCO から四か国語で発行し、速やかに関係国に配布するよう強く要望した。

印度洋国際観測と赤道大西洋の国際研究に関する二つのレポートが提示された。委員会はこの二つの重要な観測についての勧告を正式に採択し、またこれらの観測のときに得られたデータによって作成される図集 (Map) の準備のため詳細計画を立てるべきであると強調した。

委員会は事務的計画として“Kuroshio とその近隣地区に関する一般的研究”と題する国際的な新計画も採択した。

海洋データ交換に関して介在する難しい問題を解決できるような新しい指針を採用した。

海洋固定観測 station の標識と識別に関し、海洋航海政府間国際評議機構とその事務局が共同で行なった重要な作業が完成されたことを報告、且つ了承した。またこの評議会の第3回総会で採択された勧告を検討した結果、本委員会もこの勧告に基づくルールを各メンバー国が採用するよう勧告した。

国際海洋計画の完遂のため、各国の協力事項に関するプログラムが採択された。

1965～1966年度の海洋科学に関する UNESCO の予算

* 1965年2月4日受理

** Minoru NISHIMURA 水産庁漁船研究室 Fishing Boat Laboratory, Fisheries Agency

と計画が検討され、また第2回世界海洋会議の準備状態を検討した。

第4回 I O C 委員会終期まで、委員会事務局のメンバーとして、議長にインドの PANIKKAR 博士、副議長に日本の菅原博士、フランスの LACOMBE 教授が選出された。(C. O. No. 9, '64)

○ C C O E C 第47回総会

Comité Central d'Océanographie et d'Etude des Côtes の第47回総会が 1964年6月25日、中央水路局長 CHATEL 氏司会の下で開催された。

まず Centre National d'Etude Océanographique (国立海洋研究センター) が創設された場合に現委員会がいかなる立場をとるかについて意見が交換された。次に L. DANGEARD 教授から P. GIRESE 氏の“Sienna 河口における堆積の形式”に関する論文が紹介され、また P. HOMMERIL, C. LARSONNEUR 両氏の“Kornog 沿岸の英仏海峡のドレッジ”に関する報告も示された。

LACOMBE 教授は 1964年6月10日から19日まで Paris で開催された第3回 I O C の報告と、1964年6月8日から10日までの間 Lille で, Société Hydrotechnique de France によって開催された第8回 Hydraulique デーの報告を併せて行なった。

また地中海の、コルシカ島と Provence の間に設置された buoy laboratory の任務について披露した。終りに GEBCO 委員長 GOUGENHEIM 氏より 1964年5月4日から9日までモナコで開催された第1回 GEBCO 総会における決定事項並びに勧告事項が紹介された。

(C. O.No. 8, '64)

○ CNGG 海洋物理学学会の開催

国立測地、地球物理学委員会の海洋物理部会は 1964年6月26日、GOUGENHEIM 氏議長の下で開催され、次の研究発表と討議が行なわれた。

L. GLANGEAUD : Rapport sur la réalisation du Centre de recherches géodynamiques.

地球物理研究センターの実現について

L. DANGEARD : Figures et structures observées au cours du tassement des vases sous l'eau.

採水ビンによる観測結果

B. SAINT-GUILY : Convection verticale et diffusion thermique dans l'Atlantique Sud.

南大西洋の vertical convection と熱拡散

A. GOUGHENHEIM : Compte rendu de la première réunion du Comité GEBCO tenue du 4 au 9 mai 1964 à Monaco.

1964年5月4日より9日までモナコで開催された第1回 GEBCO 委員会について

H. LACOMBE : Présentation des mesures de courants superficiels et profonds effectuées en octobre 1962 entre la Provence et la Corse (chaîne RANA).

Provence とコルシカの間で1962年10月行なわれた、表層並びに深層流の測定結果

(C. O. No. 9, '64)

2. 観測ブイ、調査船の建造

○新海洋調査船“Cathérine Laurence”号

国立科学研究センター (CNRS) は元の木造トロール船“Cathérine Laurence”号を購入し地理学と地球物理学研究のための装備を行なった。1964年7月30日、本船就航を機に、Fécamp で披露が行なわれた。本船は長さ24m、排水量100トン、Diesel 215 P. S. の機関を有し、定員は乗組員と研究員を含め14人である。

本船は L. GLANGEAUD 教授指揮の下に、géodynamique 調査班で必要な基本的な測定を行なうことになっている。本船の装備しているコアサンプラーは、従来から用いられている重力型のものと、C. BOFIER, J. BOUTIERS によって完成された amagnétique 型ものを新しく用いている。採集されたサンプルは Sorbonne の地球物理学研究室で分析されることになっている。(C. O. No. 9, '64)

3. 海洋調査

○Buoy laboratory 付近の磁場の攪乱

1963年にこの事に関し、パリの地球物理研究所の R. SCHLICH 氏指示の下に Ville-franche 湾で実験が行なわれた。この実験はまず buoy laboratory による磁場の攪乱がどの程度のものであるかを調べ、ブイの金属塊 (220トン) の影響からのがれるためには、磁場測定器をブイからどの位の距離をはなしたらよいかを決定した。

この実験には二つの型の magnétomètres が用いられた。一つは Sud-Aviation 型で他は Pittlemore 型のものである。前者は Saint Jean-Cap Ferrat の海上用信号機のある陸上に備えられ、海上で測定されたデータを換

算するためのものであった。後者は完全に磁性のない“ふくらまし式”のゴムボートにのせられ、検出用のゾンデ (Sonde) は水面下 1m におかれた。このボートは、船外機をとりつけた同じような他のゴムボートで曳船された。

この実験では二つの事項の測定を行なった。すなわち 1) 湾の中には“Calm zone”があり、ここの磁場は、ある与えられた時間には、この zone の中のどの地点でもその値が同じである。2) この zone の中に buoy laboratory を曳航した後、buoy から種々な距離並びに方向における磁場の測定が行なわれた。

ブイによって生じた異常は各方向について négative で且つ同じ値を示していた。またブイから少くとも200m の所では攪乱の影響はほとんど認められなかった。ブイに向けて測定を進めてゆくと、100m 位の所から、ブイによって生じた磁場は bipole 磁針の磁場と等しいような値となり、実験結果から推定するとその magnetic moment は 2.2×10^8 (CGS 単位) に等しいと思われる。

結果としてブイより 200m の距離における攪乱の値は 2.75 γ 、280m より以遠では 1 γ 以下であることがわかった。

○南大西洋におけるダイヤモンドの採掘

新聞報道によれば、1963年に西南アフリカの Angola から Cape 沖合で行なわれた調査でダイヤモンドが発見されたといわれる。この調査を行なった船は“Marine Diamond Campany”によって建造されたもので、ダイヤモンドを含む砂を海底から採掘し、機械的に選別する作業をする。このようにして、1963年7月には毎日700カラット (ct) のダイヤモンドが採掘された。大部分のダイヤモンドは小粒だが、あるものは10ct以上もあった。

この事業は日産120ctのダイヤモンドを採掘することで採算が合うといわれ、日産700ctとすると毎日580ctの利潤があるわけである。1ctが\$30として日産\$17,400 (85,000フラン) である。ちなみにこの事業のため建造された第1船“Diamant Kus”号の船価は2億2千万フランであった。(C. O. No. 8, '64)

4. 技 術

○深海用検潮儀

新しく開発された深海用検潮儀 (marégraphe) の実験が、1964年7月20日から30日の間、海洋ドンジャ船 Garigliano 号で Sein 島南方60哩の地点で行なわれた。

この装置は海洋開発委員会の要請に基づき、フランス深海研究協議会の L. ERDELYI が水路局と協力して開発したものである。

その原理は、振動する絛 (corde) の性質を用いたもので、鋼鉄の絛の振動周期を測定することにより、水の高さ (ヘッド) の振動を決定する。ウネリの圧力による振動は、hydraulic filter によって eliminate できるようになっている。受感部は海底に沈められ、計測部は船上にとりつけられる。水深が 100m から 500m の所で、36時間にわたり 4 か所で測定が行なわれ、沖合における潮汐が初めて観測された。大陸棚傾斜で行なわれたこれらの観測の結果は、Brest で測定された潮汐より平均 30 分速いことが観測され、その amplitude は約 0.6 であった。(C. O. No. 8, '64)

5. 人 事

◦ CARRUTHERS 博士へのフランス海洋アカデミー賞授与

1964年6月26日、フランスの海洋アカデミーは J. N. CARRUTHERS 博士に "Manley Bendall" 賞を授与した。

博士は1895年生、1920年に Leeds 大学で、その偉大な功績により Master of Science の称号を得、更に8年後ロンドンで Doctor of Science のタイトルを得た。

1920年以降、博士は英国の農水産省の Fisheries Research Staff に属していた。当初は地質学を専攻していたが、その後水塊の運動と、その海洋生物並びに漁業に与える影響について研究を行なった。すぐれた研究者として、また天賦の才能によって、1924年以降海流測器の多くの型式を開発した。これらの測器は測定結果を充分示すばかりでなく、漁業者が使用しうる位に安い価

格で製作された。彼が Fisheries Research Staff として勤務した19年間、ブリテン島周辺の海流に関する多くの研究とその漁船が魚の卵と幼魚の異動並びに魚種の分布に与える影響について研究を行なった。

1939~1945の大戦中は、英国海軍水路局に転職し海洋部長に任ぜられた。この頃から氏は海洋調査が重要であることを予測し、自国のみならず他の海洋国においても海洋調査の発展が重要であるという観念から大いなる努力をほらした。また1953年には、大英帝国の国立海洋研究所創立直後氏は招へいされて同研究所の副所長に任命され、1960年の停年まで在職した。退官後は主席科学官としてこの研究所に貢献した。

この研究所において博士は戦前と同様に漁業開発用として海洋観測装置の開発に従事し、海流調査分野で活躍した。しかも博士の有する知識の広さは上記の分野のみならず他の研究とくに海洋学の発達および将来についてその考えを披露している事実でも察せられよう。

CARRUTHERS 博士自身行なった多くの業績、長期にわたる海洋開発のための国際委員会会議並びに3年間の任期中に副議長をつとめた国際海洋物理学会の功績には英国ばかりでなく諸外国からの各種の榮譽が与えられている。

今回の海洋アカデミーの授賞は海洋科学の分野においては個人に対しての最高の榮譽であると思う。

(C. O. No. 8, '64)

ウォー艇長の印象*

依田啓二**

Le Capitaine de vaisseau Houot à bord du Shinyo-Maru

Résumé : Le vaisseau-école Shinyo-Maru du Collège de Pêches de Tokyo a participé en navire collaborateur à l'expédition du bathyscaphe français F. N. R. S. III en 1958. Je me souviens du Capitaine de vaisseau Houot qui a passé cinq jours à bord du Shinyo-Maru.

人の前でしゃべるといふことは、私はどうもにが手だ。それは対人度胸といったものが弱いためなのだろうか。従って元来私は英会話は余り得意というわけには行かない。また外国の方々と交際を続ける機会に恵まれなかったせいもあったのであろうが、私は現在親しくお付き合いをしている外国人というものが無い。

職業がら欧米濠など世界各国を次々に回って来たが、その際船務の処理上色々お世話になったり、時折は自らハンドルを握って郊外をドライブして下さったりして、仲よくして下さった方は沢山あっても、それが短い時間であり、たびたびお会いすることもなく、遂にその場だけのお付き合いということに終わっている。

その中で Sydney 港の山下汽船会社支店に勤務して居られた Mr. HAYDEN は、私とはとても仲よくして下さった。

これは私が教授生活に入る前のことだが、たまたま私の船室の book case を見て、中に洋書(専門書外の)が数冊あったので私の収集癖がわかってしまった。そして思いがけもなく私の蔵書と同じ series の Charles Dickens の The Old Curiosity Shop を sign まで書いて私に寄贈された。その友情には感激した。当時相当の御高令だった Mr. HAYDEN は私の唯一の外国人畏友と言えよう。

前おきが長くなって恐縮だが……、ところが私にとっても幸運がおとずれた。

それはウォー艇長と共に船内生活実に5日間に及び、しかも隣席で三度三度の食事を摂り、broken English で話し合う機会を得たことだ。

ウォー艇長——もっと厳格にいうと、フランス海軍の

Bathyscaphe 艇長ウォー少佐と言わなければならないであろうが、ウォー艇長といわせて頂こう。この方が何となく懐しく思えてならないからである。

本会々長佐々木忠義博士の御尽力で、フランス海軍の Bathyscaphe が日本に來航し、世界的な日本海溝の調査に当ることになった時のことだ。

昭和33年7月、私は遺憾ながら専門外なので、Bathyscaphe には乗艇研究させてはいただけなかったが、この海溝調査終了後、その定係港宮城県女川から東京水産大学練習船神鷹丸を使って Bathyscaphe を東京湾まで引航しようというので、私の専攻の seamanship に参考になるだろうという故熊瀨教授の好意と、これは後で加わった付加条件だが、神鷹丸に乗って行かれるウォー艇長・オバーン副長等の接待も兼ねるといふ責任まで付けられてしまったのだ。

英会話——仏会話……はたと困惑した。

私は語学(英語)は最も好きな学科の一つだったが、学生時代フランス語は第二外国語として余り勉強しなかった。これはいまだに後悔(航海ではない)していることだが、結局後年 Paris 見物のときには大いにくやまれたことなのだ。

しかし、私の予期した通りこんな心配は全く要らなかった。ウォー艇長は始終美しい英語でゆっくり話して下さるし、私の broken English でも如才なく理解していただいたからだ。

そして一緒に船内生活を続けて行くうちに、ウォー艇長は実に立派な gentleman であることを知った。ただ立派の二字では表現し尽せない。容姿からの印象はさることながら、武人としてはもちろんであるが、ざりとて豪快といった感じはなく、物腰は至極やわらかく抱擁力は豊かで、そのよく洗練された応待ぶり、落ち着いたある態度、礼儀正しくおごらず高ぶらず、一面おかし難い

* 1965年2月16日受理

** Keiji YODA 東京水産大学 Tokyo University of Fisheries

威厳さも備えておられ、これ以上どんなに美辞麗句を書き並べても表現できるものではない。いわんや私の貧しい脳みそとこのつたないペンでは困難なことだろう。

当時神鷹丸船長は小沢敬次郎氏（現海鷹丸船長）であったので、私の第二のつとめてある接待の方は少しも苦勞はいらなかった。

協力船として海鷹丸も女川港に姿を現わしていた。7月4日最後の海溝調査が進められ、これが無事に終了してそのまま女川を後にして東京に向うことになった。

海上は割合に静かであった。日本における重大使命を果たして満足しているかのようにガッシリと落ち着いて見える *Bathyscaphe* はやがて神鷹丸の引航にまかせることになった。

なにしろ神鷹丸は *spare room* もない狭い練習船であるから、*Bathyscaphe* の一行全員が乗組むことはとても無理であった。食堂も学生室のベッドに囲まれた小さい *space* を利用したのだが、こんなまづしい設備ではあったが、三度の食事は少なくとも私にとっては楽しいものだった。ということは、中心人物であるウォー艇長の高潔な人格がそうさせたことは申すまでもない。

さて割合に穏やかな航海が続いたが、2日目の夕刻には淡いながらガスにおそわれた。小沢船長と共に私も徹夜船橋にあって、とうとう午前3時頃眠りに就いたこともあった。

さてその頃になると *baker* の乗っていない神鷹丸では食糧庫に貯えてあるパンを続けて食事に出すより外はなかった。

そこで三日目の朝食のときのこと。ところどころカビの斑点のあるパンが食卓に出た。小沢船長はすぐボーイに注意したが、代りの物はもちろんなかった。私は恐縮してウォー艇長に「失礼ですが、こんなパンより用意が出来なくて」とおわびすると、そんなことは気にしてはいないといった風に実に晴々した様子で、「心配無用ですよ」と軽く言っただけで、カビをナイフで取りいつものようにハムエッグと共に口に入れられた。私が心配そうに見ている前で……。

私は感謝の気持で一杯だった。しばらくは何も言えなかった。*bakery* の設備のないことを理解して居られると共に、私達に恥をかかせないようにとの寛大な思いや

りというか、我慢されたというか、如何にも武人の風格を現わした広く高いあの青空のような心境には、私はただただ感激にひたるばかりだった。そして心の中で手を合わせたことだった。

やがて少し間をおいて私は例のこわれた英語で、「これは健康にいいかも知れませんがね。ペニシリンですよ」と小声で言ったら、ウォー艇長は「そうです、そうです」とニコニコして私の冗談に対して、かえって同情の笑顔を向けて下さった。全く恐縮したことだった。

この朝食は「カビ」というユーモアならぬユーモアがあって、かえってウォー艇長との親密さは数倍増大し、立派な人格を更に確認証拠づけたことになり、益々敬慕の念を深めることになったのである。

人間にはそれぞれ異なった特徴を持っていて、変わったよきがあるものだ。荒けずりのままでよい場合もあり、柔和そのものでよい場合もある。

しかし、ウォー艇長のように、武人としての威厳もあり、学者としての穏健さも厳肅さも兼ね備え、しかも *gentleman* としての社交性も豊富な人は少ないと確信する。つまり強さと静けさの両立した敬愛すべき人格者とでもいうのであろうか。

また、同行されたオバーン副長には、私は *Bathyscaphe* について懇切な解説をたまわったが、ウォー艇長とは少し違ったタイプの立派な人である。若く明るく、そして彼の名優 *James Dean* に似た秀才型といった感じを受けた。ウォー艇長と共に忘れ得ぬ一人である。この誌上をかりて感謝の意を表し御健康を祈念する次第である。

僅か5日ばかりの交際ではあったが、ウォー艇長は私の一生の中で最も大切な最も懐かしい印象を残した一人として終生忘れることのできないことであろう。

先般再度の御来日の際には遂にお目にかかるチャンスがなかったのは真に残念だが、またいつの日かお会いできる日もあろうかと楽しみにしている。

過日佐々木会長及び今村編集委員長からのお話があった、何か書いてはとの好機に、厚かましくもこの「うみ」に投稿させて頂き、いつかは書き留めておきたいと思っていたことが、今度活字になることができたことを深く感謝してペンをおくことにする。

ルイ・ファージュ先生*

佐々木 忠義**

Professeur Louis Fage

ルイ・ファージュ先生 (Prof. Louis Fage 1883—1964) は、1964年5月28日に81才の高令で他界されました。

先生は、その研究生生活をバニュルス (Banyuls) の海洋生物研究所と国立自然史博物館およびパリ大学付属海洋研究所で送られました。海洋研究所では、20年にわたって海洋生物学を教えられました。同研究所の創設にあたっては、役員としてあるいは改革委員として参画され、総会では副委員長をつとめられました。

1942年に科学アカデミーに入られ、1955年にはその委員長に推されました。

多方面におたる動物学者として、魚類、環状虫類、甲殻類、海蜘蛛科類、蜘蛛類をそれぞれ同様の厳密さをもって研究せられ、そのいずれも立派に成功されました。

主な御活動は、海洋学の研究にあてられました。またもっともすぐれた洞穴生物学者でもあり、“季節的熱周期と生物周期との関係についての分析”の御労作は、この辺の事情を雄辯に物語っています。これらの御研究は、イワシ科の魚類に応用され、実際の漁業に必要な、基礎的な水族生態学上の資料を提供されました。

ルイ・ファージュ先生は、種々の甲殻類の夜間の垂直移動を発見され、プランクトン生物群に関する従来の概念を大きく修正されました。

ルイ・ファージュ先生は、戦後のフランス海洋学の再建のための主な推進者でありました。科学研究センターや海洋開発委員会では、自ら司会をしたいろいろな委員会で働き、そしてたたかかってこられました。そして、フランス海洋学のための国家的な設備を準備されました。

海洋調査船“カリブソ” (Calypso) 号や深海潜水艇 (Bathyscaphe) の事業を担当されたのもその一つです。

なお、今年1月に進水した“ジャン・シャルコー”

(Jean Charcot) 号は、先生の御努力になる主要な成果となったわけです。

私は、在外研究員として渡仏中、前記の海洋研究所でファージュ先生にたびたび御目にかかりました。ファージュ先生を通して、フランスの多数の海洋学者と知己を得ることができました。フランス各地の、いろいろな研究所を訪ねる時は、いつも事前にファージュ先生が親切的なアレンジをして下さったものです。

Bathyscaphe の来日や日仏協同の日本海溝調査などについての先生の御支援、また本誌の創刊号にメッセージを寄せられるなど、日仏の水産・海洋学の協力の促進につくされた先生の御功績は、まことに大きいものがあります。

いまは亡き先生を偲びつつ……。 (1965. 3. 10 記)



地中海でプランクトン採集中のルイ・ファージュ教授 (1956年、先生73才の時)

* 1965年3月15日受理

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

資 料

JEDS について*

赤 松 英 雄**

Au sujet de la JEDS (Expédition japonaise de la mer profonde)

Résumé : Depuis l'installation de l'équipement comprenant un câble conique de 13.000 m de long, un treuil et d'autres appareils spécialement conçus pour la recherche de la mer profonde dont le navire océanographique de la Météorologie Nationale "Ryofu" a été muni en 1959 grâce à la donation (130.000 dollars) de la Fondation Rockefeller, 9 expéditions ont été effectuées jusqu'à présent dans des régions qui s'étendent de la fosse des Kouriles au sud de Honshu, notamment dans la fosse du Japon. Les résultats de ces expéditions ont été publiés l'un après l'autre dans les sections physique, chimique, biologique, géologique et géophysique des rapports "Reports of JEDS" édités par le Comité de l'Expédition japonaise de la mer profonde qui comptent 4 volumes et 55 notes techniques jusqu'à la fin de 1964.

1959年3月、ロックフェラー財団よりの補助金13万ドルによって気象庁の観測船凌風丸に全長 13,000 m のテーパード・ワイヤ・ロープ (9~17 mm) とそれに必要な巻揚機や深海観測用の各種測器一式が装備されて以来1964年までに9回の深海観測が日本海溝を中心として行なわれてきた。また凌風丸に深海観測装置が装備されるのを契機に日本における深海研究の総合連絡にあたるため、1958年6月26日、日本学術会議の中に海洋学研究連絡委員会深海研究小委員会が発足することになり、この小委員会のメンバーは各大学、各研究所の代表者と和達清夫委員長ほか21名の幹事、委員で構成され設立された。その後1959年8月31日には深海観測の実施にあたって実際に乗船する人々が集って詳細な実施計画を検討する必要がある、日本学術振興会内に深海研究委員会が和達清夫委員長ほか38名の委員で構成設立され、海洋物理、海洋化学、海洋生物、海洋地質の4部門に分かれて凌風丸による深海観測 (Japanese Expedition of Deep Sea) の計画について協議し、運営にあたることになった。

* 1965年1月29日受理

** Hideo AKAMATSU 気象庁海洋気象部海洋課
Oceanographical Section, Marine Division,
Japan Meteorological Agency

1959年の最初の調査後、深海研究委員会によって計画され、実施された観測には航海毎に一貫番号を付して、JEDS-1, JEDS-2, ……というように呼ばれることになり、これらの調査結果については JEDS contribution number を付してそれぞれの機関 (主として気象庁の (Oceanographical Magazine) で印刷された報告、論文の Collected paper をもって "Reports of JEDS" として発表することになった。現在これは Volume 4 を刊行し、55編の論文、報文が発表されている。

以下凌風丸による JEDS について試験段階から現在に至るまで順次総括的に述べることにする。

試験航海

1956年5月、巻揚機製作ならびに取り付けにあたった気象庁、石川島造船所、海上電機 K.K., 東芝電気 K.K. の各関係者が乗船し、東京湾および相模湾において最初の試験が行なわれた。当時我々としてはこの種の観測には全く未経験であり、すべての装置は新しく設計されたものばかりであるために戸惑った。この試験はワイヤーの繰り出し、巻揚げ、採泥作業、ハイドロフォンの性能、ガラス球破壊音、深海用音響測深機等について行なわれた。また気象庁では川本疆雄博士が主となって深海測器の研究を進めており、この航海にポールブレーカ

の実験主任として活躍していたが、5月9～10日の悪天候による船の動揺のため極度に疲労し、5月11日未明殉職され、深海観測の尊い犠牲となった。

JEDS-1

1959年6月23日より29日にかけて相模湾および Ramapo Deep 付近において行なわれた。23日は相模湾でまづコアサンプラー、ドレッジ等の試験ならびに報道関係者にその運転状況を公開し、翌24日浦賀に入港、報道関係者が下船したのち Ramapo に向った。この航海には前回の試験航海と同様寺田海洋気象部長をはじめ海洋物理、化学、生物、地質の観測メンバー17名と各メーカーからの派遣員総勢20名余が乗船した。この航海で新たに装備した音響測深機により $31^{\circ}4.8'N$, $142^{\circ}09.5'E$ で 9,695 m を観測し、また $30^{\circ}24.6'N$, $142^{\circ}18.7'E$ 付近の水深 8,540 m の底質 22 cm を採取することができた。そのほかボールブレーカーの作動を各深度毎に試験し、実用可能の希望もかなえられ、海中雑音をマグネチックテープに録音することにも成功した。

1959年8月31日には第2回の深海研究委員会が開催され、規約の決定と9月に行なわれる事実上の第1回目の調査である JEDS-2 についての計画案の概要が示された。またこの席上読売新聞社から6月、7月にあわせて100万円の寄付があり、主として深海測器の購入等についての協議がなされた。

JEDS-2

さきに行なわれた各種測器の試験および予備観測の教訓を活かし、いよいよ本観測に入ったのが1959年9月5日から30日までの間、日本海溝北部から千島海溝南部にかけて25名の各部門のメンバーにより行なわれた。この観測中テーパードワイヤーの接続部(補強部)から断線して三脚式ピストンコアラーを落しさせたり、よりもどり箇所があったりして随分苦労した。各層観測は特殊のインペラーにより作動する型式の採水器を使用したワイヤー自体のよりもどりを考慮に入れなかったために不調であったり、止め金具を残して採水筒、温度計を落しさせてしまったりして十分な観測ができないので、従来の4,000 m 用5HP巻揚機を使用して最北部の観測ラインの5点をどうにか観測することができた。これは今後の観測に大きな教訓となった。この反面、生物、化学、地質部門の観測は大成功であった。中でも深海生物部門では頭足類の「キヨタウマ」(ひれのついた“たこ”)をはじめ多種多様の深海生物の採集に成功し、採泥は水深8,005 m の地点で 85 cm の柱状試料の採取に成功した。9月末には台風59-15号が接近したために観測をきりあ

げ、岩手県山田港に避難し、最大風速 37m/sec を観測したことは記憶に生々しい。

この観測が終わった報告会の席上、増沢謙太郎観測主任は「本観測ではワイヤーがキンクしたり、切断したり、して随分苦労したが、各官庁、各大学の方々のチーム・ワークが良く、今度のような成果をあげることができたことはわが国の共同研究に関し模範的なありかたとして誠に喜ばしい事であった」と述べている。

JEDS-3

1960年5月12日から6月20日にかけて Ramapo Deep ($30^{\circ}30'N$, $142^{\circ}30'E$) 付近を中心として $30^{\circ}N$ 線上に沿って $147^{\circ}38'E$ から $139^{\circ}30'E$ にかけて行なわれた。前半の5月12日から6月2日にかけては各部門別の観測が行なわれ、後半は Swallow Type の「つりあいうき」を使用して深海流の直接測定を試みたが測器の不調のため失敗に終わったので Ramapo Deep 付近の海底地形の精査にあてられた。前半の東京出港のさいは Demonstration をかね約30名が乗船し、一部は八丈島で下船し、残り20名余で観測が遂行された。

この観測から各層観測は JEDS-2 の苦い経験を生かし一応海底近くまでの観測が可能となった。これはテーパードワイヤーの先端径 9 mm に径 2.4 mm のワイヤーを特殊のワイヤー・クリップで接続し、この小さいワイヤーの方にナンセン型の採水器を取り付けて行なったものであり、この観測での最深観測層は 8,274 m であった。また採泥は $29^{\circ}54'N$, $147^{\circ}38'E$ 付近の水深 6,138 m の海底の柱状試料 317cm を採取し、驚喜したものであった。観測が順調に進むにつれて重量物の運搬は人海戦術だけに頼っていることもできず、後部観測デッキにデリック取り付けの必要性が叫ばれるようになった。

JEDS-4

この航海も前回と同じく前・後半に分けられ、前半は1961年5月10日から24日にかけて $38^{\circ}N$, $144.5^{\circ}E$ 付近の日本海溝東斜面部において、1,000 m 層と 3,000 m 層の深層流の測定を「つりあいうき」を使用して行なった。この観測のさい船位決定のためのアンカード・ブイを設置しようとして失敗に終わったが、ローランによって一応目的を達成し、1,000 m 層では 223° , 55.4 cm/sec , 3,000 m 層では 219° , 1.4 cm/sec の値を得た。後半は6月5日から30日まで $38^{\circ}N$ 線上の $143^{\circ}E$ から $148^{\circ}E$ までの6点についてそれぞれの部門による観測を行なった。この調査から前回まで行なわれなかった海底地熱温度勾配の測定や海上磁気の測定およびバクテリア採集が新たに観測項目として加えられた。今回の観測では 37°

59.5°N, 145°57.8'E に海山を発見し、山の高さは2,450 m であり“Ryofu Kaizan”と命名された。この海山の斜面に沿って、ドレッジを行なったところマンガン塊が大量に採取され、その大きさは53 cm, 45 cm, 42 cm 等であった。また38°44'N, 148°01'E 付近の水深5,250 m では8 m のピストン・コアラーを使用して長さ404.5 cm の柱状試料を得た。この長さは凌風丸で行なった JEDS の中で最も長いものである。

海底地熱温度勾配の測定は3点成功し、海溝西側、西斜面、東側平坦部でそれぞれ0.273, 1.14, 2.05 μ cal/cm² sec で東方に向うにしたがって多くなっていた。

その他の部門についても大体所期の目的を達成することができた。

JEDS—5

1962年5月8日～31日と6月8日から30日までの2回にわたって行なわれ、前期は主として34°N, 160°E 付近の海台のまわりで深層流がどのような影響を受けているかを調査するのが目的で、海洋物理、化学的な観測が主であった。海台上ではピストン・コアラーによる海底堆積物の柱状試料の採取、斜面において堆積層内の地熱温度勾配の測定およびビームトロールによる底層と底棲生物の採集を1点づつ行なった。後期は34°N 線上を141°E から148°E まで観測し、主として地球物理、化学、生物の部門について行なわれた。

今回の観測から、かねて要望されていた後部デッキに重量物運搬用のデリックが装備され、小人数でも重い測器の運搬や海中降下および揚取作業はスムーズに行なえるようになった。また各層観測には新たに全長8,500 m のテーパードワイヤー(2.4～4.5mm)をもつ20 HP の高速巻揚機が装備されたが今回の観測には調整不良のため十分その威力を発揮することができなかった。その後検討が加えられ、21 の採水器の製作や調整箇所の整備を行ない、現在は高速巻揚機の威力を十分發揮している。

JEDS—6

1963年5月7日から6月22日の間、北海道南東沖の日本海溝と千島海溝との間の鞍状部およびこれにつながる海域について行なわれ、観測メンバーは各部門あわせて17名であったが、中間の函館寄港を境にして若干人員の交替をした。前半の23日間は主として海溝にそって深層流の海洋調査と若干の底質採取のほか、化学、海上地磁気、海底地熱温度勾配の測定、海底地形の調査を行なった。後半の21日間も前半同様各部門について調査した。この

観測での各層観測は16点、化学分析用の試水の採集6点、海底温度勾配の測定5点、採泥5点、深海プランクトンの採集2点、ベンストと底質採集のためのビーム・トロール5点、底層流測定3点であった。

安井正氏がさきに述べている*ように「JEDS も回を重ねるごとに観測項目も逐次多くなって成果も上ってきたものの、その反面いろいろの欠点も目立ってきた。それは限られた日数のうちで多種多様の項目を総括的にやろうとする結果それぞれの専門家がたった2, 3点の観測をするために3週間近くも長い間船に束縛されるという不便さである。日本には凌風丸のほかに優秀な深海調査設備をもった観測船があることでもあるし、少し分散して部門別に専門の航海をするような方向に転換することが深海研究を大きく飛躍させる上から必要であろう。」

この現われとしてかどうか JEDS—7 は水路部の拓洋によってなされた事は喜ばしいことである。

JEDS—7

この観測は水路部の拓洋によって1963年7月4日から27日にかけて凌風丸が行なった JEDS—6 とほとんど同じ海域について行なわれた。観測項目は各層観測、採泥、海底地熱温度勾配の測定、海上地磁気であった。海底地熱温度勾配の測定は4点成功し、JEDS—6 および JEDS—7 の結果を総合すると北海道、千島沖の日本海溝付近は Heat flow が小さく、東北沖の結果と一致する。また海上地磁気の観測は JEDS—6, 7 とともにプロトン磁力計の自動記録方式を採用し、この結果を総合すると海域全体を通じ北東—南西の Trend が顕著であることと、42°N～44°N, 144°E～148°E 海域には海溝にほぼそって600 γ を越える正負の異常帯がある。また海山(3個)ではほぼ正の帯磁を示す約1,000 γ に達する異常が見られ玄武岩質を予想させるという報告がされている。

JEDS—8

この観測はさきに行なった JEDS—6 の海域よりさらに範囲を広げて40°N～44°N, 144°E～160°E でかこまれた海域について1964年4月20日から5月29日にかけて行なった。

前半の17日間は各層観測12点、海底地熱温度勾配の測定3点、採泥3点、後半の21日間は各層7点、採泥7点、このほか化学、生物、海底地形、底層流の測定が行なわれた。この観測で特筆すべきことは42°03'N, 144°39'E 付近の水深1,770 m の地点で底層流の測定に見事成功したことである。過去数回の失敗の原因が解明され、遂に成功に至ったことは誠に喜ばしいことである。また41°16'N, 146°05'E 付近の海山でドレッジを実施中テ

* 日本海洋学会誌 Vol. 18, No. 3. p. 161

ーパード・ワイヤーを切断したために残り 3,000 m 余となってしまったので上記のほとんどの観測は小型巻揚機 (20HP 高速巻揚機) で行なったものである。

その後 1964 年 11 月、凌風丸は日本鋼管清水造船所において新たなテーパード・ワイヤー (9~16 mm), 15,000 m の巻きかえを行なった。今後の観測が期待される。

JEDS—9

この観測は水路部の拓洋が 1964 年 9 月 5 日から 17 日にかけて 145°E 以西の関東東方海域において、主として一般海洋観測を行なったものである。詳細についてはいづれ “Reports of JEDS” に発表されることであろう。

以上凌風丸の深海観測設備のテスト期から今日に至るまでの観測経過の概要について述べた。現在深海研究委員会では 1965 年 4~5 月に行なわれる JEDS—10 について計画中で、主として伊豆海嶺をはさむ東—西線について行なわれる予定である。

1965 年度には凌風丸の代船建造の見通しも明るくなったので、1967 年頃から再び最新鋭の装備で JEDS も引きつづき行なわれることであろう。

今までの経験と技術を活かし、使い易い船にすると同時にますます深海調査が発展して行く事を祈らずにはおられない。
(Jan.1965)

フランスにおける水中音響研究*

西 村 実**

Recherche acoustique de la mer en France

Résumé : Le sondeur des poissons appelé type Langevin a été inventé par le Pr. LANGEVIN après la Grande Guerre. Beaucoup d'études acoustiques distinguées ont été faites pour les problèmes physiques et chimiques aussi en France qui en a partagé la réputation mondiale avec la Grande-Bretagne. Cependant, couverte de nombreuses études qui ont été publiées les unes après les autres aux Etats-Unis après la Seconde Guerre mondiale, la recherche acoustique en France est aujourd'hui peu connue ou méconnue, au moins au Japon. A titre d'information, nous présentons quelques travaux qui permettent d'entrevoir l'activité actuelle dans ce domaine en France.

1. ま え が き

魚群探知機の送受波器に Langevin 型というのがある。これは主に 20~50 kc 程度の低周波において用いる圧電あるいは電歪型の振動素子を二枚の金属板ではさんで使用する方式を言うのであるが、第 1 次世界大戦頃フランスの LANGEVIN 教授によって発明されたものである。一方物理、化学の面でも超音波に関するデータは数多く発表されており、フランスは英国と共に水中音響研究については古い歴史をもっている。

しかしながら、第 2 次世界大戦後は、米国のデータが多く発表され、フランスの水中音響学に関するデータは、

少くともわが国では余り知られていないように思う。

しかしながら、最近フランスで建造される海洋、漁業調査船などの設備をみると、魚群探知機、Sonar などの機器が一船に数台もとつけられ、またこれら船舶は勿論、本誌でしばしば紹介している buoy laboratory あるいはバチスカーフには水中聴音器を装備している例が多く、海中音についての研究にも深い関心を持っていることがわかる。

わが国では魚群探知機、聴音器などの研究の進歩は周知の通りであるが、最近水中音の工学的、生物学的な関心が高まり、本年の春季水産学会でも“水産動物と音環境”に関するシンポジウムが開催される予定になっている。これを機に最近フランスで発表された文献の内容を二、三紹介することにより、同国の研究の現状をうかがい知

* 1965 年 2 月 4 日受理

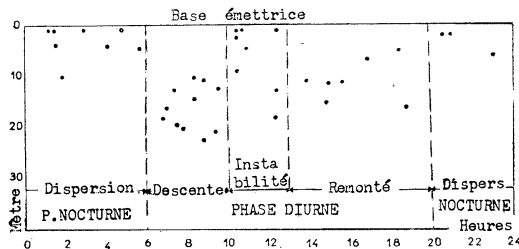
** Minoru NISHIMURA 水産庁漁船研究室 Fishing Boat Laboratory, Fisheries Agency

ることが出来ると思うので、それらの要点を紹介する。

1. 音響測深機、魚群探知機関係

フランスにおける漁業は、日本、英国、ドイツなどに比べてその規模が小さい故か、魚群探知機関係の研究は少いように思う。同国の調査船などに装備されている音響機器類も、英国、ドイツよりの輸入品が多いようである。しかし、魚群探知機によって調査した魚群の生態については色々の文献が発表されている。

A. PERCIER¹⁾, J. FURNESTIN²⁾, G. KURC³⁾などは魚群探知機により主にイワシの生態を調査した結果を発表している。特に A. PERCIER は昼夜にわたる片口イワシ (Anchovy) の遊泳水深の日変化について述べている。すなわち夜間、イワシは海表面付近に分散しているが、日出前後には DSL が形成されて徐々に海底にむけて降下し (午前5時30分頃)、6時30分頃にはこの DSL から魚がとび出して群を形成し、DSL の降下に従って魚群はその上方を降下して大きい集団となり、DSL より魚群がとび出してから約30分後 (7時頃)には通常みられる大きさの魚群になる。これらの関係を示したものが第1図で、A. PERCIER は魚の遊泳層を四つの期にわけて説明している。すなわち、第1は夜の期間 (phase nocturne) で、午後8時から翌朝6時までで、片口イワシの水深は2~12mの範囲である。第2は午前6時から10時までの“降下期”で魚群は12mから28mの範囲に分布し、第3は午前10時から午後1時までの“不定期”で魚群の遊泳水深は不定である。第4は午後1時から8時までの“上昇期”で魚群は DSL の発生とともに上昇し、最後には夜間の状態になる。



第1図 片口イワシの遊泳水深と時刻との関係 (A. PERCIER, 横軸は時間、縦軸は水深)

魚群の遊泳水深の日変化については従来より経験的にいわれていたが、PERCIER は魚探記録より片口イワシについてはっきり証明しているわけである。筆者も1957年に東支那海でグチなどの底魚につき⁴⁾、また1960年には南太平洋でビンチョウマグロの遊泳層の日変化について

発表したが⁵⁾、片口イワシの場合とほぼ同様な傾向を示しており、興味のある問題である。

R. LENIER は魚探記録の解析について第2回世界漁具会議に報告を行なっている⁶⁾。たとえば、イワシ、マグロ、ニシン、サバ、タラ、ツノザメなどは魚群探知機の記録上で特有な記録像を示していることを指摘しており、魚探記録上で魚種の判別が可能であると述べている。

2. 海中音測定関係

海中に感度の高い水中マイクロホン (hydrophone) をいれて聴音すると、種々の音源からの音が mix された音を聴くことができる。海中の音源としては、沖合においては風浪、降雨、熱雑音、魚類、船舶音、沿岸では海岸における波の破碎、砂礫の摩擦、甲殻類などが考えられている。これらの海中音は生物の環境要因として、また生物音は魚群相互の通信連絡 (たとえば生殖音)、魚群の自衛のための威嚇音など魚種特有の鳴音を発する場合が多い。

フランスの Ecole Fractigue des Hautes Etudes の動物音響研究室の R. G. BUSNEL A. DZIEDZIC⁷⁾などはイルカ (*Phocoena phocoena* L.) の鳴音の特性についての論文を発表しているし、更に同氏らは海中音のレベルの日変化並びにフジツボの発する音についても系統的な論文を発表している⁸⁾。また D. GUINOT-DUMORTIER, B. DUMORTIER⁹⁾ はカニ (たとえば *Ovalipes ocellatus*, Herbst) の発音機構について生物学的検討を加えている。

R. G. BUSNEL の海中雑音のレベルの日変化並びにフジツボの発する音についての研究は筆者の興味をひいたので、この論文を要約して紹介したいと思う。

原著は“Rythme du Bruit de Fond de la Mer à proximité des Côtes et Relations avec l'Activité acoustique des Populations d'un Cirripède fixe immergé”で、CAHIERS Océanographiques No. 5, May 1962 に発表されているものである。標題は“沿海々底の海中雑音のリズムと、定着水没蔓脚類群の発音活動との関係”である。この論文は標題からみられるごとく二つの部分からなっている。すなわち、第1部は海底の海中雑音の変化についてであり、第2部はフジツボの発する音について述べている。

(1) 海中雑音レベルの変化

測定は1959年から1961年にかけて地中海のコルシカ島、マジョルカ島周辺の観測点で行なわれたものである。測定に用いた測定器は次のようなものである。

・No. 1 測定系

a) hydrophone は 100 c/s より 10 kc までほぼ平

坦な周波数特性を有する HP 40 型 ADP (Ammonium Dihydrogen Phosphate) 振動子で、120 m の cable で前置増幅器に接続される。

- b) 増幅利得 23 db の前置増幅器
- c) 直線的周波数特性を有する主増幅器

。No. 2 測定系

a) hydrophone は 100 c/s より 10 kc までほぼ平坦な周波数特性を有する HP 20 型 ADP 振動子で 15 m のケーブルで前置増幅器に接続される。

- b) 増幅利得 17db の前置増幅器
- c) 最大 70 db の利得を有する主増幅器

。記録および分析装置

a) テープスピード 19 および 38 cm/sec の磁気録音機
b) 50~10 kc の帯域幅を有する Magnetron の磁気録音機

- c) A 6 F 主増幅器と録音機の間に入する高域濾

波器

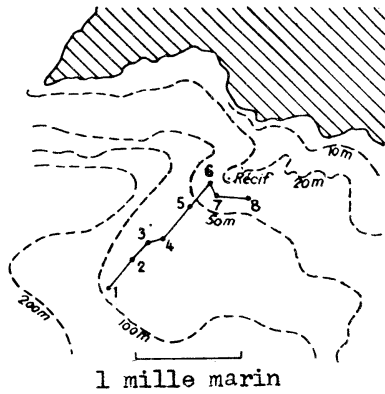
d) その他: Brüer and kjaer のレベル計, 高, 低帯域濾波器, ソナグラフ

測定方法は、水深、沿岸よりの距離、海底の状況などが同一の地点を選んで hydrophone を海中にいれ、少くとも 48 時間の間、毎時 30 分ごとに海中雑音レベルを測定したものである。これらの測定結果を要約すると、

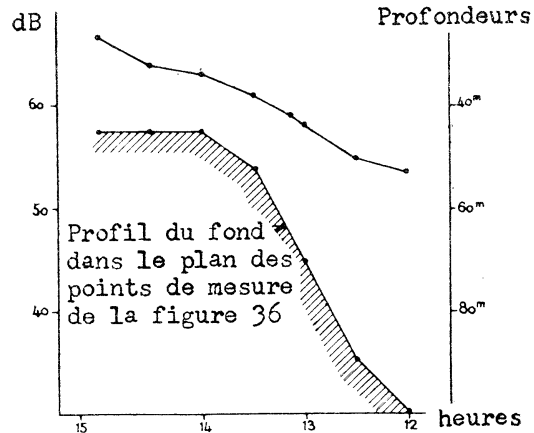
(1) 地中海においては、同一条件の海面で測定した雑音レベルの間には地域的の大した変化が認められなかった。

(2) 沖合から沿岸に近づくに従って海底の状況(岩, 砂, 泥)に応じて雑音レベルは増加してゆく。(第 2 図参照)

(3) 岩礁の多い沿岸では、海中雑音レベルは日没とともに増加し、日出とともに減少し、そのレベル差は約 10 db である。(第 3 図参照) この雑音レベルの変化は日周

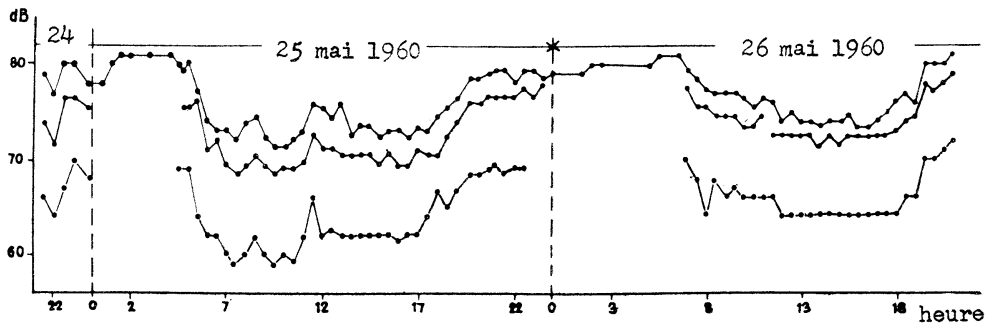


A



B

第 2 図 水深と雑音レベルとの関係。(R. G. BUSNEL, A: 測定海面, B: 雑音レベル, 0 db: $2 \times 10^{-4} \mu\text{bar}$ である)



第 3 図 海中雑音レベルの日変化。(BUSNEL, 横軸: 時刻, 縦軸: 音圧, 0 db: $2 \times 10^{-4} \mu\text{bar}$)

変化を行なっている。

(4) 岩の多い沿岸の海中雑音の主な音源は動物の生態に関係すると思われる。

(5) 測定を行なった同一条件の海面では、雑音レベルの著しい季節的变化は認められなかった。

(6) 岩の多い海岸での雑音の周波数分布をみると、5,600 c/s 以上の帯域において高いレベルを示した。

(7) 沖合(或は深海)における雑音レベルには周期的変化はほとんど認められない。また雑音レベルは極めて低く約 50 db (0 db : $2 \times 10^{-4} \mu \text{bar}$, 従って $6.2 \times 10^{-2} \mu \text{bar}$) で、岸に近づくに従って 70~80 db ($6.2 \times 10^{-1} \sim 2 \mu \text{bar}$) に達している。

3. フジツボの発する音

フジツボの音の研究を行なったのは、船上と陸上の水槽中である。水槽は 15 l 入りのプラスチック製で、毎分 5 l の水が還流できるような装置がとりつけられ、更にその水温を常時 $16^\circ \pm 0.5^\circ \text{C}$ に保てるようにしている。またこの水槽は明るい所にはおいてあるが、太陽光線が直接あたらないようになっている。

測定に用いた聴音器は既に述べた HP 40 型 hydrophone と増幅器ならびに cut off 周波数が 8,000 c/s の濾波器である。濾波器出力の端子には連続記録がとれるよう Brüel and Kjaer のレベルレコーダーを接続してある。

測定に用いたフジツボは大西洋産の *Balanus perforatus* で 150 個体準備した。測定結果をまとめると次の通りである。

(1) 自然光の下における“パチパチ”という音のレベルは、hydrophone より 50 cm の距離で 70 db であり、衝撃音 1 個の継続時間は 1~3 millisecond である。

(2) 長期間にわたる測定の結果、音圧レベルは日没に増加し、逆に日出には減少し、海面におけると同様な結果が得られている。

(3) 光の有無による発音活動の変化を調べるため、3 日間暗闇の中にフジツボを置いて観測した結果、音圧レ

ベルには変動がなかった。また明るさを急に变化した場合にも、音圧レベルの急激の变化が認められた。

(4) 適度な人工光のもとでも、太陽光と同じような現象が認められたが、一定の閾値を越すと逆な現象が生ずる。

以上が BUSNEL の論文の要旨だが、海中雑音の音源の一つがフジツボであることを解明している。わが国においても、岩の多い沿岸の海中雑音の音源が、橋本、間庭によって岩に付着している生物であると指摘されていることと考えあわせると⁸⁾、水中音研究者にとって興味あることであろう。

4. むすび

フランスで発表された二、三の水中音響の論文の紹介だけで同国の水中音響研究の現状を論ずるのは早計かも知れないが、今後、引き続き資料を蒐集して調査するつもりである。

文 献

- 1) A. PERCIER : Les activités du Bateau Pilote-Pêche Donibane. Revue des travaux de l'Institut des Pêches Maritime. Juin 1959.
- 2) J. FURNESTIN : Ultrason et pêche à la sardine au Maroc. Les essais du bateau-pilote-de pêche "Jean-François". Bull. Inst. Pêches Maritime Maroc No. 1. (1953).
- 3) G. KURC : Detection de la sardine par les ultrasons sur la côté vendéenne. Bull. "Science et Pêche", Inst Pêches Mar. Paris No. 20. (1955).
- 4) 橋本富寿・西村 実 : 漁船研究技報12. (1958).
- 5) 西村 実 : 同 15. (1961).
- 6) R. LENIER : Detection et localisation des bancs de poisson. Modern Fishing Gear of the World. p. 376. Fishing News L. T. D. (1964).
- 7) R. G. BUSNEL et A. DZIEDZIE : Rhythme du bruit de fond de la mer à proximité des côtes et relations avec l'activité acoustique des populations d'un cirrpede fixé immergé. Cahiers Océanographiques, XIV^e année, no. 5, mai (1962).
- 8) 橋本富寿・間庭愛信 : 漁船研究技報12. (1958).

パ リ - 便 り*

富 永 政 英**

Nouvelles de Paris

Résumé : L'auteur décrit ce qu'il voit, ce qu'il entend et ce qu'il pense au cours de son séjour à Paris, en nous faisant part de l'activité océanographique en France, notamment au Muséum National d'Histoire Naturelle où il travaille éventuellement. Il est d'ailleurs fort impressionné de la cuisine française. Il vit sa vie avec entrain à Paris, alors qu'il était accablé, dit-il, de la vie à Tokyo.

去年の11月末にパリーに着いてまる2か月たちました。12月、1月と冬のさい中ですから北緯50°の地は朝9時ごろやっと明るくなり、夕方は5時すぎに暗くなり初めるようなわけで、そのうえ曇天の日が多く寒いので東京からやってきた私など室内蟄居が多くてまだあちこちの見物や調査などやって居りませんので有益な報告はできません。

例年の冬の状態を知りませんからわかりませんが土地の者は今冬は暖かくて太陽が多いといっています。例えばこの12月(1964年)はパリーで曇天17日、晴れ又は太陽が輝いた日は10日、そして雨の降った日が4日、1965年1月は曇天10日、晴天10日、雨天11日であります。雪らしい雪は12月末に一回降ったきりです。气象台発行の天気図をみて居りますと、1月末まで大西洋の北緯35°くらいに軸のある海洋性の高気圧が卓越しており、ときどき深い気圧の谷が北ヨーロッパを通過して谷の中で低気圧が発達し、1月20日などはパリーで気圧973 mbまでさがり、大雨が降りました。そしてセーヌ河の水位が48時間に1 m増加したり、イギリスなどで洪水になったりしております。気温はクリスマス前後のころは昼間-4°Cくらいで大変冷かったのですが、元日以後暖かいことが多く曇っていても10°Cくらいのことがあります。暖冬のためかどうかわかりませんが、1月27日の新聞にはChamonixの近くBlaitière 峯(3,520m)で26日午後大きななだれがあってスキー学校の生徒が4人死んだことが報ぜられております。天気のこととは直接は海洋学の分野ではありませんが雨量、積雪量、気団の消長など海面の状態と関係が深いので海洋をやっているものも無関

心ではおられない気がします。

私が勉強している所はパリーにある Muséum National d'Histoire Naturelle に所属する海洋物理研究室で H. LACOMBE が directeur で20名くらいの研究室員が活躍しております。LACOMBE はおもに地中海の海況、内部波などのデータを永年蒐集し、若手の研究員の指導や更に研究室の運営など多忙を極めておるようです。地中海のコルシカ島とフランスの沿岸を結んだ Nice の南約70海里のところに bouée laboratoire があります。これは COMEXO (le Comité d'Exploitation des Océans) において J. Y. COUSTEAU が計画し予算を出して建設したもので、海面下50mまで達する大きな柱の中に研究室が上下に仕切っており、最下部の空間には水が溜っていて錘の作用をし、海面上は少し広く作ってあって寝泊り可能、Cuisine もあり、また風速計などもついております。そして現場(北緯42°47', 東経7°29')は2,680mの深さであって3,650mのケーブルで海底に固定されております。風波が強くとも横ゆれはしないそうです。ここで水温、塩分、流速などを測定しており幾多の興味ある結果が得られつつあるようです。LACOMBE 指導のもとに J. GONELLA という若い人がおもに観測をし、データの解析をしております。それらの結果は Cahiers Océanographiques に発表されつつありますから日本でも知ることができるでしょう。最近深さ20mのところでは流速をはかり、bouée の回転を差引いて慣性流をくわしく測定し発表されています。また thermocline の深さの変化に約17時間周期のものが著しいことが注目され、これも慣性運動と résonance した内部波であると解釈されています。とくに内部波の理論的業績として研究所の B. SAINT-GUILY 教授のものがいくつか La Houille Blanche, n° 5 (1962), Compte Rendu Acad. Sci. t.

* 1965年2月15日受理

** Masahide TOMINAGA 東京学芸大学 Gakugei University of Tokyo

256 (1963), *Journal de Mécanique* Vol. II, n° 4 (1963) などに発表されております。SAINT-GUILY は海洋大循環のこともやっておりますが現象の本質を物理的に解釈しようとする理論家です。過去において偉大な数学者の出たフランスですから科学者で応用数学を得意とする者が多く、SAINT-GUILY もそのひとりかと思えます。Grenoble 大学にいて有限振幅の波の計算を *La Houille Blanche* に発表した JOLAS などそのひとりです。アメリカと異って海洋学に対する予算はそんなに豊かではなさそうで、観測データの不足を理論的手段で cover しようとする面もたしかにあります。私は今内部波発達のメカニズムなどを考えておりますが滞在期間が長くないのでここで一仕事しようなど大それたことは予期できず残念です。

フランスではあまりセミナーとか discussion などやりませんが、LACOMBE の研究所では月1回ぐらい午後3時半から2時間順番で研究発表を行ない、質問や discussion が盛です。この集りを *la conférence* と云っております。初め会議かと思ったらそうでなくてセミナーのようなものでした。12月は CREPON という人の G. E. K. による1962年のインド洋の海流観測の話、ソマリー半島からマダカスカル島附近までのインド洋西部の観測で最近の *Cahiers Océanographiques*, XVI^e année, n° 10 (1964) に発表されております。アフリカ東岸に近い赤道附近の風と表面近くの海流が詳しく観測されておりますので、興味があります。

研究所の若い人達は昼食を午後1時からたっぷり1時間かかって、道路一つ隔ててあるパリー大学理学部の食堂 (Cantine) に行つてとります。私もしばしば10人くらいの人達と賑かにテーブルを囲んでここで昼食をとりますが、割引なしの私の場合一食4フラン(約300円近い)、それに40サンチームで赤いブドウ酒(アルコールの強さ

11°とある)を飲んでフランスの大衆料理を食べます。朝はいわゆる *petit déjeuner* であってミルク入り紅茶又はコーヒーとパン少々ですが昼この食事をとると夕方時になってもあまり腹がすかない。どうも日本の昼食は粗末のようです。カロリーの多い食品が日本とほぼ同値ですから、収入が日本の約3倍というフランス人は大へん恵まれた食生活です。パリーは住宅難で人が多いというが東京のそれとはオーダーが違い、たとえば *métro* のラッシュ (*l'affluence* といいますが) など大したこともなく東京の中央線、山手線で鍛えた強者は拍子ぬけの感じです。も少しもまれないと一日の仕事がすんだ感じがしない。それで東京では疲れ切っている私もパリーでは疲れを覚えず夜9時から初まる演奏会などに出かけようかと思うくらいです。日曜の夜になると私の居るアパートのあちこちは8時から12時ごろまでパーティーで大はしやぎ (*party* のことは *soirée* とか云ってますが) パーティーをやらぬ私は他人の騒ぎを聞きながらあまり *happy* ではありません。とにかく東京人よりパリーの方がスタミナがあふれております。とにかく東京はもっと縮小して、食生活を改善しなくてはなりませんね。なお話のついでに海洋ともいくらか関係ありますので街の *poissonnerie* に並んでいる海の魚の名をならべますと、*carrelet* (カレイ), *turbot* (ヒラメ), *hareng* (ニシン), *daurade* (タイの大形のようにみえる), *maquerreau* (サバ), *mulet* (ボラ), *colin* (タラ) 等々、貝類は *moule* (カラス貝のようなもの), *praire* (アカガイの如きもの), *St Jacque* (ホタテ貝), それに *crevette* (クルマエビ), *langoustine* などのエビ、New Found Land の方から遙々とってきた *encornet* というイカは大変美味でありました。魚の話でこの雑文を一応終ります。

(昭和40年2月初旬、パリーにて)

行 事

第4回深海研究に関するシンポジウム

Quatrième symposium sur la mer profonde

日 時：昭和39年12月2日13時～20時 場 所：気象庁講堂

理化学研究所海洋物理研究室・日本海洋学会・日本学術振興
会深海研究委員会・日仏海洋学会・東海大学海洋学部 共催

- 1) 北太平洋西部深層水の溶在酸素の分布……………杉 村 行 勇
- 2) 深海測深について……………西 村 実
- 3) わが国の深海潜水調査船について……………平 野 美 木・佐々木忠義
- 4) 深層流成層圏大循環の諸問題……………宇 田 道 隆
- 5) 深海底の鉱物資源……………新 野 弘
- 6) 深海水の電気伝導度に及ぼす炭酸物質の影響……………三宅泰雄・杉浦吉雄・KILHO PARK

開会の辞 和達清夫

ご挨拶申し上げます。この深海研究ということがわが国で始まりましたのは、思い起せば8年前に三宅さんがアメリカに行かれた時にこういう話を始められてそれが実って今日に至ったものであります。ここに深海研究がわが国で非常に盛んになった機会に三宅さんに厚くお礼申し上げたいと思う次第であります。それ以来わが国は海洋国であることと、また国のそばに深海が非常に広く

存在しているということから、わが国の海洋学者の量、質共に優れていることはもちろんでありますけれども、わが国において非常に深海研究が盛んになりまして、数々の優秀な論文も出て、世界において高く評価されている今日、真にご同慶の至りであります。私はただお世話をするだけで、この研究にご一緒に加わってやるということも充分できません。真に申しわけないと思っておりますが、今後共この深海研究がわが国においてますます発展することを心からお願いして開会の辞といたします。

講演要旨および討議

1. 北太平洋西部深層水の溶在酸素の分布

Distribution de l'oxygène dissous dans les couches profondes à l'Océan Pacifique du nord-ouest

杉 村 行 勇^{*}
Yukio SUGIMURA

Résumé : Les Expéditions japonaises de la mer profonde (JEDS) et d'autres observations hydro-

* 気象研究所 Meteorological Research Institute

logiques montrent que l'oxygène dissous dans les eaux profondes augmente vers le nord entre 38°N et 40°N. En tenant compte de la température *in situ*, de l'oxygène dissous à 5 km de profond et du relief du fond, WOOSTER et les autres (1960) ont signalé l'existence d'une circulation anticyclonique profonde au Pacifique et que le teneur en oxygène dissous de 4.5~5 ml/l observé au sud de la Nouvelle-Zélande diminue, grâce à des courants se dirigeant vers le nord, jusqu'à 3,5 ml/l à l'est du Pacifique Nord, tandis que la température *in situ* monte de 0,5°C à 1,5°C près. D'autre part, МЫПОМУЕВ (1958) a montré qu'il se trouve une circulation anticyclonique dans les couches plus profondes que 2.000 m et un courant se dirigeant vers le sud dans les couches moins profondes au Pacifique Nord-Ouest. Des résultats de JEDS se présentent par comparaison à ces études précédentes.

1. はしがき

日本深海観測 (JEDS) などによって観測された深層水の溶在酸素の分布をみると, 明らかに, 38°N と 40°N との間で, 北に向うとともに溶在酸素量の増加が認められる。

WOOSTER ら (1960) は, 水深 5 km の現場水温, 溶在酸素量および海底地形より, 太平洋には時計まわりの大循環の存在することを示唆している。すなわち, ニューゼaland南部の海域における溶在酸素量 5~4.5 ml/l は, 海水の北上により北太平洋東部の 3.5 ml/l にまで減少し, 一方, 現場水温は 0.5°C から約 1.5°C まで上昇することを指摘した。

また, МЫПОМУЕВ (1958) は, 水深 3,500 m までの各層における循環を検討し, 2,000 m 以深には時計まわりの大循環が存在するが, それより浅いところでは, 北太平洋西部については, 北より南下する流れを推定している。

これらの研究が行なわれるまでには, 20°N より 40°N, 140°~160°E の海域における深層の観測値が少なかったため, 一般的な循環の形が論じられているのみである。

JEDS における観測結果が, いままでの研究結果とどのような関係をもつかは興味ある問題である。

2. 資料と観測結果の処理

資料はその大部分を JEDS REPORT (Vol. 1~3) によったが, 一部は最近数年間の気象庁海洋観測資料, 水路要報および VITIAZ 号, OB 号の観測結果などを併用した。

主として水深 5 km における水温, 塩素量, 溶在酸素量の分布をしらべたが, 4 km および 3 km の分布についても検討を加えた。

海底地形については, 水路部発行の日本近海深図を参照し, これより 5 km, 4 km, および 3 km の各等深線を図に示した。

3. 水温の分布

水深 5 km においては, 一般に北の海域ほど水温が高く, 20°N, 147.5°E の 1.47°C あるいは 29°N, 153°E の 1.46°C から 40°N 以北の 1.55°C にまで上昇する。

4 km の水温についてもこの傾向は同様である。

フィリピン海盆の深層水温は, 5 km で 1.58~1.69°C, 4 km では 1.51~1.58°C で, 伊豆・小笠原海嶺をへだてて隣接する海水の水温よりも高い値を示す。

ポテンシャル水温についても同じ傾向を示す。すなわち水深 5 km では, 20°N 付近の 1.00~1.05°C より, 40°N 付近の 1.09~1.10°C にまで上昇する。

4. 塩素量の分布

この海域における塩素量は 5 km で 19.20‰, 4 km では 19.19~19.20‰ で極めて均一である。またフィリピン海盆深層水との差も認められない。

5. 溶在酸素量の分布

30°N に沿った溶在酸素量は, 142°E~148°E の海域では, 3.5 ml/l 以下である。また, 38°N, 143°~148°E においても 3.3~3.5 ml/l の範囲におさまる。35°N, 156.5°E では, 3.67 ml/l を示している。

また, 40°N~44°N, 144°~160°E の海域においては, 5 km の溶在酸素量が 3.7~3.8 ml/l を示し, 明らかにそれ以南の海域とは異なっている。

30°N, 150°E 付近の他の測定値を参照すると, 3.6~3.7 ml/l という値が示されており, 酸素量からみて, 30°N~40°N, 150°E 以西の深層水は, 他の深層水と区別しなければならない。

水深 4 km の溶在酸素量の分布は, 5 km のそれとやや異なっている。しかし溶在酸素量の多い海域が 40°N 以北に存在することは同様である。

安井, 南日 (1962) による 38°N, 144.5°E 付近の鈎合浮子を用いた 3,000 m の深層流の測定では, 219°の方向に 1.4 cm/sec の流れが観測されている。また, 赤

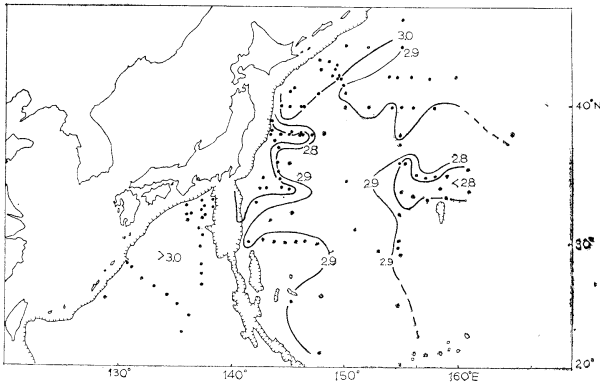
松, 南目ら (1963, '64) による 31°N~30°N, 142°E 付近の深層流測定では, 2,000 m で南に向う流れが観測された。

3 km における溶在酸素の分布は, ことに沿岸部においてこの南下流の影響を受けているものと考える。

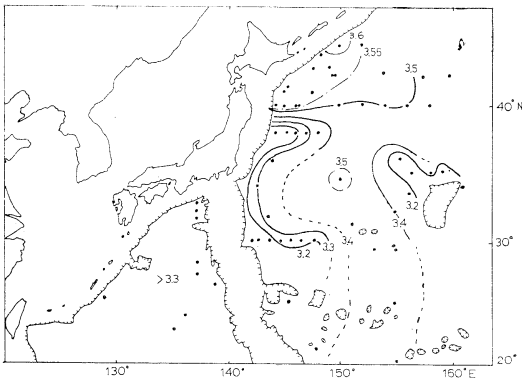
5 km および 4 km の水深では, 一般に北上するほど溶在酸素量が増し, しかもポテンシャル水温も上昇するという関係が現われる。また, 西に向うほど溶在酸素量が減少し, 岸に近い点ではポテンシャル水温が上昇するという関係がある。

海底からの熱流によって海水が温められて深層水の水温が上昇し, また, 流れの方向に向って溶在酸素量が減少するならば, 40°N 付近における水温と溶在酸素量の関係はこれと反対の関係にある。

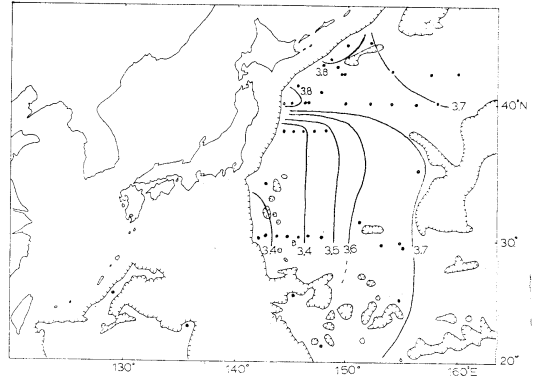
30°N と 40°N の間の海域では, 溶在酸素量とポテンシャル水温の分布からみて, 一般に西向き深層流が考えられる。



Distribution of dissolved oxygen (ml/l) at 3 km depth.



Distribution of dissolved oxygen (ml/l) at 4 km depth.



Distribution of dissolved oxygen (ml/l) at 5 km depth.

また, 40°N, 145°E 付近の高い溶在酸素量を示す深層水 (3.75 ml/l 以上) は, 日本海溝と千島海溝連結部の地形的要因による深層からの上昇流を考えれば説明できる。日本列島沿いの 5 km 等深線あるいは 4 km 等深線に沿った溶在酸素量の少ない深層水は, この海域での深層水が, 150°E 付近の深層水よりも長く滞留するために起った溶在酸素の消費によって起ったものであろう。

40°N に沿った測定点間の密度流の計算結果では 158°E 付近に北上する流れがあるが, 他はすべて北より南下する深層流を示している。したがって, 150°E と 160°E の間を通り, 北上する深層流があるならば, これは, かなり東寄りに北上するものでなければならない。

討議者 多賀信夫 (東大海洋研)

酸素というものが生物学的な意味で非常に不安定な物質であって, 何か微生物の方と関係があるのではないかと言うことなので, 二, 三述べる。

演者がふれたように酸素は生物学的に考えて非常に安定な物質でないという点が一番問題になると思う。また, 演者が酸素というものを流れの方向を見出すための一つの手掛りとするのにはいろいろ問題があると言われたことももっともなことで, 今まで RAKESTRAW その他の方がやられた酸素が微生物的な要因によって減ってゆくということを一応数字で表わされたが, 恐らく RAKESTRAW の実験ではビンに水をつめてその減少量を測ったと思う。しかし, 深層水を考える時には, そこで起る微生物現象を考えると, かなりの水圧が加わっていることを考えなければならぬ。従って, 採取した水を室内の常圧の下

で測った数字と現場の水圧の加わっている所での値とは多少違ってくるのではないか。今後、加圧下で微生物作用による酸素の減少量がどの位か、こういう研究をすれば、現場の観測値と理論的な推定値とが合ってくるのではないかと考えられる。

一応酸素が非常に不安定な物質であるということを生物学的な面からだけ考えてみると、水圧の加わった現状において生物的要因以外に何か酸素が減る要因があるかないか、たとえば化学的にも何か減る要因があるかないかお聞きしたい。若し無いとすれば、微生物的な要因だけを圧力という *facfor* も入れて考えてもらえばなお正確な推定値が出るのではないかと考える。

もう一つは、酸素の生物的要因による減少量を計る場合、これは実験的に行なわなければならないが、一応水のあるビンの中に貯えてやるのであるが、そのビンに貯えるという条件にも一つの問題があると思う。古い論文であるが、ZOBELL と ANDERSON がやはり RAKESTRAW の出された年代と前後していると思うが、ビンに水を貯えて酸素の減少量を測る時に、そのビンの *solid surface* がバクテリアの増殖に影響して、同じ水を取っても減少量に差があるという実験結果が出ている。従って、実験を行なう場合にビンの容積をなるべく大きくして器壁の影響をある程度無視できる状態で実験する必要があると思う。

現場において酸素が何かの要因で減少してゆくことを推定する場合、いくつかの難点があると思うが今述べたように水圧とか容器の影響というようなものがあるが、そういう点を考慮に入れて実験を行なえばかなり正確な酸素の減少に対する推定値が出るのではないかと考える。

それからもう一つ考えられることは、深層の流れを物理的以外の方法で測れるとしたら、酸素以外にいろいろな影響のない安定な物質を対象として行なえないものであろうか。以上のようなことがお話を聞いて考えられた点である。その他まだいろいろあると思うが、一般討議で他の方からうかがいたいと思う。

一般討議 (座長: 佐々木忠義)

杉浦 (気象研) 杉村さんに。RILEY の大西洋の酸素減少率と、RAKESTRAW の太平洋の減少率が実際にどの位差があるか。

杉村 (気象研) 5,000 m の減少率で、RAKESTRAW は $2.5 \times 10^{-10} \text{ ml/l/sec}$ 、RILEY の値を extrapolate すると $4 \times 10^{-10} \text{ ml/l/sec}$ になり、6 乗も違う値がでる。3,500 m レベルで考えても大西洋の値は 10^{-14} ml 位、太平洋は 10^{-10} 位でそこにも 4 乗位差がある。

杉浦 10^{3-4} の開きがあるが、非常に奇妙なのはこのようにして計算した流速がたとえば、 ^{14}C や SWALLOW の中立ちで測った流速に近い値を与えている。一方 WYRTKI は太平洋の鉛直分布を論ずるにあたり、大西洋での RILEY が測った 10^{3-4} 小さな酸素の減少率を用いて、実際に観測された酸素の鉛直分布に理論値が合うといている。そこで開きができてくる。このへんは今後とり扱いに注意すべき点だと思う。鉛直分布において 10^{3-4} も小さい値を用いて得た理論的結果から実験結果によく合うという。酸素減少率の大きい方を用いるべきか、小さい方を用いるべきかに迷う。何か考えを聞かせていただきたい。

三宅 (教育大) 先程、講演者と討議者から話があったように溶在酸素と生物の関係は非常に重要な問題である。私も 7~8 年前に酸素最小層の論文を書いた。その時私が考えたことは、それまでは主として水平な流れの間において酸素が消費されてゆくと考えられていた。私は鉛直の方向における有機物質の沈降がきいてくると考えた。特に生産力の高い海域では酸素最小層の酸素量が非常に減ってくる。酸素最小層は δ_t にして 27 位の所に必ずでてくるので、何か *organic debris* の沈降と関係があると主張した。一方酸素が減る代りに炭酸物質が増え、増えただけ炭酸物質と減った酸素量はほぼ *comparable order* になることを指摘した。このように深い所では沈降はあまりきかなくなってくるので、水中の有機物或は有機化合物等の生物学的又は化学的な酸化が物をいってくる。たとえば RAKESTRAW があいう値をすでに出したが、これは一つの海水について出したわけで、小さなビンに貯えているので細菌学的な条件がすっかり変り、水中の有機物の量も代表的なものかどうかかわからないので、これですぐ計算にあてることは危険性があると思う。試みはおもしろいが、これを念頭におかなければならない。

杉村さんにおうかがいしたい。そこに 5,000 とか 4,000 とか、どういふ extrapolation を行なったか。化学反応とすれば exponential の肩に E/kt 、つまり activation energy を kt で割った形がでてきて結局大きな差は出てこないはずだ。もっとも圧力による化学反応の rate が問題だが一応温度だけの函数を考えると、10 倍も変わってくることは私にはふにおちない。

二谷 (水路部) スピードを出される式で水中での消費量とその推定の仕方はいろいろあるとして、それ以外に鉛直拡散係数を考えなくてよいか。

杉村 今のところ考えていない。鉛直混合の速さという

ものは人工的な放射能のあれから考えると速いのでそれをやはり考えに入れていかないといけない。あの場合は無視した。

二谷 kに10とか100を入れて無視できるからぬかしたかと思った。

杉村 WYRTKI の考えをそのまま借用した。

三宅 RAKESTRAW, SUESS の ^{14}C で行なった値 0.4 mm/sec, 講演者の計算は 1 cm/sec 位, 実測値が cm の order でよく合っていると言われたが私は合っていないと思う。実測値と計算値と ^{14}C による計算値とはかなり互いにくい違っている。そこに今後の問題点があるのではないかと思う。一致していると言うのはふにおちない。

山路 (科学博物館) 生物学的にみてよく酸素の飽和度というが、その時3,000, 4,000, 5,000 m では100気圧ずつ圧力を増す。図では割合量の変化が少ない。1,000 m 位ずつ下るとどの程度飽和度は変るか。

杉村 3,000 m で約30~40%でほとんど変らない。3,500 m 以深では酸素の飽和度は一定で35~40%である。

PARK (オレゴン大) 酸素の飽和度に対して、一たん水が沈めば大気がないから酸素の飽和度は考えられない。1,000 m, 2,000 m の場合, 100気圧, 200気圧だがもはや phase がないので飽和度という concept はできないと思う。

佐々木 (東水大) 生物の方にうかがいたい。多賀さんの討論の中に実際は試料を常圧で行なっているが加圧下で行なうべきだと提案があったが当然のことで、どこかで行なっている所はないか。オレゴン大学ではどううか。アメリカは加圧下で行なう傾向があるようだが。

PARK 私達の大学では pH が圧力に対してどのような影響があるか研究している。また CaCO_3 が溶けると、圧力に対してどのような影響があるか。次に溶存ガスに入ってくる。日本の方が良い加圧装置がある。たとえば日向野さんの所に恒温槽の中で圧力を変えることのできる立派な機械があるが、私達の所にはない。加圧下の化学の仕事は日本が先に行くと思う。

奥水 (気象庁) PARK さんに。Phase がないから飽和%を深い所で論じても意味がないというが、下の水もかつては極前線あたりの表面にあった水で、いろいろの経過を経て現在深層にあるので飽和%も意味があると思う。

PARK 溶存ガスに対するスライドをお見せする。オレゴンの沖 10 km 位離れた所で深さ 200~2,000 m 位で

測った溶存ガスの飽和状態である。全炭酸の%分布は1気圧下とすると200%以上に上り、300%の所もある。始め100%位でその深さに入ったとしても生物的影響や地球化学的影響が非常に大きくて2倍、3倍の大きな差をもってくる。同様に酸素も生物的影響が大きい。その分布は僅か50mの深さで30%以下になる。このデータは上昇流のある時とった。従って一つの指標にはなるが、海面下においての飽和%は意義がなくなる。あらゆる水は表面にあったといえるが、その後生物的影響、地球化学的影響が大きいので表面にあったといってもその意義がなくなってくる。

三宅 Dr. PARK はそこを誤解している。酸素の飽和%は意味がないというが、酸素に関しては非常に意味がある。酸素の場合酸化による消費以外にはない。表面で飽和又は過飽和したらそれ以後はそれを下回る数値しかとらない。 CO_2 のようなものは大きくなる可能性がある。酸素とか窒素とか、つまり窒素の場合は多少いわゆる denitrification で窒素の供給がないとはいえないが、そういうものについては飽和%というものは非常に大事な意味をもっていると考えている。

秋山 (気象庁) 私も前に同じような仕事をしたが、非常に近い二つの点の間に酸素量に無視できない差がでてきた。あるいは千島海溝の JEDS-2 と JEDS-6, 8 の観測で、ほとんど近い海域でやや酸素量に差があったので等量線を引くのには苦労した。今回は150点違った船のデータもプロットされているので等量線を引くのには苦労されたか。その分布図は信頼性があるか。

杉村 一つだけ等量線を引く場合苦労したのは、5,000 m レベルで非常に観測値が少ないのでむずかしかった。JEDS-2 とその後の観測値で非常に似かよった点で違いが認められた。しかし、テフロンコーティングした2l採水器を用いた昨年と今年の結果は良く合っている。JEDSの最初の頃の新しい採水器を使って深層観測を行なったデータは今われわれの持っている結果より小さな値を出している。COOPER らが指摘するように深層観測で新しい採水器では金属面が露出していると酸素を消費する原因となり0.1~0.2 mlに達する場合があると報告している。千島海溝を横断した最初の頃の観測結果はその原因のためと考え、JEDS-2の頃の値は参考値にとどめ等量線を引くときには考慮しない。エージングしてある古い金属製採水器はそれによる溶存酸素の減少は考えなくて良いが、新しい金属製のもので深層の溶存酸素を考える場合その値に対して信頼性がなくなると思う。

2. 深海測深について

Sondage en mer profonde

西 村 実*

Minoru NISHIMURA

Résumé : L'importance de la recherche sur la mer profonde n'a cessé d'augmenter dans le cadre de l'océanographie et de l'exploitation des ressources marines. Ce qui y intervient immédiatement, c'est la profondeur ou le relief du fond à un point donné, étudiés à l'heure actuelle au moyen du sondeur ultrasonique. En raison de la perte considérable de l'énergie ultrasonique due à la distance très longue de la propagation entre le bateau et le fond et de la nécessité de donner une énergie puissante à l'émetteur, il y a beaucoup de problèmes techniques à résoudre tels que les dimensions de l'émetteur le choix de la fréquence, de la forme de l'onde ultrasonique à transmettre, le plan du système de récepteur, le rapport signal-bruit, le bruit parasite de la mer, le bruit de la propulsion du bateau, etc. Pour augmenter la précision du sondage, il est indispensable de mesurer le plus précisément possible la vitesse du son qui est variable avec la température, la salinité et la pression au cours de la propagation d'une part et il faut tenir compte de la directionnalité de l'émetteur et du récepteur qui a été l'objet de nombreuses études depuis 1958 d'autre part. Au second lieu se présentent des résultats des mesures faites par la France, les Etats-Unis, la Grande-Bretagne et le Japon. Au Japon, on a enregistré, déjà en 1940, 10.400 m à la fosse du Japon et une dizaine de bateaux océanographiques sont munis d'un sondeur pour la mer profonde.

1. 緒 言

最近深海の調査が、海洋学上からも、また海洋開発漁場開発の面からも重要性を増して来た。深海調査において問題になるのは、その場所の水深あるいはその近傍の海底地形であろう。これらの調査は今日専ら超音波を用いる音響測深機によって行なわれている。

深海用音響測深機的设计上において重要な点は、超音波の伝播距離が非常に長い為、超音波の伝播損失が大きく、超音波の送信パワーを航路保安機に比べかなり大きくする必要があり、送波器の寸法、周波数の選定、送信波形、受信系の設計などにおいて検討すべき問題が多い。また受信側ではエコーと海中雑音、走航雑音とのS/N比が問題となる。

次に測深の精度を高めるためには、次の2点について特に考慮しなければならない。すなわち一つは音の伝播速度であり、他は送受波器の指向性である。音響測深では船—海底—船間を音波が往復する時間を計測するわけであるから、この経路において、水温、塩分、圧力ある

いはDSLなどによって変化する音速の値を高い精度で測定しておかないと、測深の精度が低下する。

船より輻射される超音波のビーム幅の選定は、海底に忠実な地形図を求めるのに特に重要で、特に1959年以降超音波ビーム幅と測深の忠実性に関しては議論が活発でこの問題をとり扱った論文が多い。

これは、超音波の輻射に用いる送受波器が指向性を有するため、海底が傾斜している場合に船から海底までの最短距離が記録され、船の直下の水深記録が前者の記録の残響の中に含まれ解読できないから、水深の誤差が生じ、また忠実な地形図が得られない。

以上深海測深機設計上並びに測深の精度について一般的に論じたい。

一方、わが国をはじめ英米仏などの諸国においては主な海洋調査船に深海用音響測深機が装備されている。わが国の深海測深の例はすでに1940年に日本海溝の調査において10,400mが記録されているが、今日では水路部の“拓洋”をはじめ約10隻の船が深海用音響測深機を装備し各方面において深海測深が行なわれている。これらの調査の現状についても簡単にふれたい。

2. 超音波の伝播と損失²⁾

* 水産庁漁船研究室 Fishing Boat Laboratory, Fisheries Agency

超音波送波器の指標点(送波器より 1 m の距離)における指向性主軸方向の送波音圧を p_{s1} , 超音波が x km の水深を伝播して海底に達し, そこにおける反射波が再び x km の距離を伝播して受波器に入射する音圧を p_R とすれば, p_{s1} と p_R との間には次の関係がある。

$$20 \log p_R = 20 \log p_{s1} - T(x) \quad (1)$$

$$\text{ここで } T(x) = 20 \log 2x + 2\alpha_V x + L_b + q + 60 \quad (2)$$

但し $T(x)$: 伝播損失 (db), α_V : 鉛直方向吸収係数 (db/km), L_b : 海底の反射損失 (db), q : 走航減衰量 (db), また(2)式右辺第5項は指標点の距離を 1 m としてあるので, この式の単位 (km) に合わせるための補正項である。

一方, 受波系について考えると, 雑音音場の音圧スペクトルレベルを N_P (db), 受波系の周波数帯域幅を Δf , 記録を認識する閾値を M (db) とすれば, 記録を認識するためには受波器には次式で示される音圧 p'_R が入射しなければならない。

$$20 \log p'_R = N_P + 10 \log \Delta f + M - G_R \quad (3)$$

ここで G_R は指向性選波率である。

従って $p_R = p'_R$ が成立しなければならないから, これら(2), (3)式の数値を求めて, これに見合うよう p_{s1} を設計しなければならない。(1)式は指標点の送波音速で示した出力であるがこれを送波器の全音響出力 p_s で表せば

$$10 \log p_s = 20 \log p_{s1} - G_S - 70.9 \text{ (db)} \quad (4)$$

従って, (1), (2), (4)式より p_s と p_R との関係は

$$10 \log p_s = 20 \log p_R + 20 \log 2x + 2\alpha_V x + L_P + q - G_S - 10.9 \text{ (db)} \quad (5)$$

で示される。ここで G_S は送波器の指向性利得である。(3), (5)式でみられる如く, 測深機の送信出力を決定するためには, 多くの factor が含まれている。深海測深で特に問題になるのは(5)式の $20 \log 2x$ と $2\alpha_V x$ の項である。また吸収係数 α_V は $\alpha_V = 0.0038f^{5/2}$ の形で周波数に比例し, 海底の反射損失は $L_b = 4.8f^{1/2}$, $q = \phi(f)$, であって, それぞれ周波数に関係しているので周波数の選定が問題になってくる。

いまたとえば測深機の周波数を 10 kc とすれば $\alpha = 0.7 \text{ db/km}$ となり $x = 10 \text{ km}$ とすれば,

$$2\alpha_V x = 14 \text{ db}$$

となる。また $20 \log 2x = 26 \text{ db}$ である。

一方 $L_b = 10 \text{ db}$, q は約 10 db (4~5 kt), G_S は送受波器の指向性の半減角 3° とすれば 32 db となる。受波器への最少必要入力音圧を 0 db とすると 12.1 db すなわち全音響出力は約 100 W となる。更に海底の傾斜による反射, あるいは船の走航雑音量を考慮して実際上は

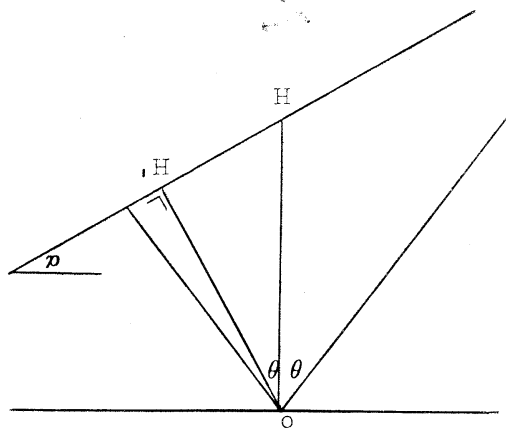
この計算値より 10 db 以上大きい値をとっておく必要があるだろう。10 kc において 3° の半減角を有する送波器は直径 2 m の面積を有するから, 船への装備上の問題もからんで来るので, 周波数などの選定には十分な検討を要する。

3. 超音波ビームに基づく誤差

海底が平坦で傾斜がない場合には送波器の指向性に基づく誤差はない。しかし測量を行なう船がピッチング, ローリングをする場合あるいは海底が傾斜しているような場合には第 1 図に示す如き理由により誤差が生ずる。すなわち海底傾斜角を α とすると, O 点より輻射された超音波パルスは, O 点より海底への垂線との交点 H' に時間的に H より早く達して反射する。従って O 点で測深しうる深さは OH' で, OH の深さはエコーが残響内に入って測定できない。海底傾斜が一樣な場合には幾何学的に実水深を $h = OH' \sec \alpha$ ($\alpha > \theta$ の場合) より求めることができるが, 海底地形が複雑な場合にはこの補正はむずかしく, 従って測深記録から海底地形を求めることは困難である。

浅海の場合には送波器の指向角を 3° 前後にすれば, 補正を行なわなくても, 実用的に海底地形を測深記録から求めうる³⁾。しかしたとえば水深 10,000 m の場合, 指向角を 3° としても, 音波が海底を照射する面積は, 直径 1,000 m の円(円型送波器の場合)となり海底地形が複雑な場合船の直下の水深あるいは地形を誤差なく求めることはなかなか困難である。

音響測深における忠実性については, 橋本, 西村³⁾, Ph. M. COHEN⁴⁾ が指向性の異なる送波器を用いて実験的



第 1 図

に論じている。また D. C. KRAUSER⁹⁾ は海底地形の代表的なものを仮定し、それぞれの場合に対して適用しうる修正の計算式を導いている。宮島⁶⁾ は超音波パルスの包絡線の形、指向性、反射面の状況、反響余裕度などを総合的に考慮した理論を求めている。

船が波浪中で動揺した状態で測深を行なう場合には、船の傾斜に基づく誤差を考慮しなければならない。しかしこの誤差を最小限にするための一方法として音波の輻射方向をつねに鉛直に保つような方法も講じられている。D. G. TUCKER, J. G. HENDERSON⁷⁾ は波浪による送受波器の傾斜を防止するための Automatic Stabilizer について述べている。

以上の如き対策を講じて、超音波の指向性に基づく誤差を除くことは可成り困難で、今後なお研究すべき問題であろう。

4. 音速に基づく誤差

音響測深において誤差の生ずる原因は海面、水温などによる音速の変化である。音響測深においては、海面と海底間の超音波の往復時間を測定するわけであるから、経路における音速の値の精度が重要である。

海水中の音速は測定する海面の温度、塩分、圧力などによって変化し、これらと音速との関係については桑原⁸⁾ がすでに1939年に計算式を導き論文を発表している。しかしながら、米国の水路部において実験の結果、或る深さにおいては桑原の式より計算して求めた値が実際より3~4m 違いことがわかり、桑原の計算式を修正した W. D. WILSON⁹⁾ の計算式を同水路部では実際に用いている。すなわち音速 $V_{m/sec}$ は

$$V = 1449.14 + V_T + V_P + V_S + V_{STP}$$

$$V_T = f(T) \quad T: \text{水温 } ^\circ\text{C} \text{ (各式は紙面の都合で省略)}$$

$$V_P = f(P) \quad P: \text{水圧 } \text{kg/cm}^2$$

$$V_S = f(S) \quad S: \text{塩分 } \%$$

$$V_{STP} = f(S, T, P)$$

で示される。この計算式は

$$-4^\circ\text{C} < T < 30^\circ\text{C}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 < P < 1,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$0 \% < S < 37\%$$

の範囲において標準偏差 0.030 m/s で計算に適用される。

一方、測深にあたって、各層の海水の音速を実測するための装置が考案されている。すなわち Sing around 法を用いている velocity meter が開発され、1/5,000 の精度を要求される測深においてはこのような velocity meter を使用すべきであると N. W. LORD は指摘して

いる¹⁰⁾。

従って深海測深においても、音速による測深の誤差を少くするためには、海底までの音速を実測することが必要であろう。

5. 現用深海用音響測深機

すでに述べたように深海用音響測深機においては、大きい音響出力、鋭い指向性の送波器を用いる必要がある。更に音響測深機そのものの機械的精度が高いように設計されていなければならない。

このような目的のため、記録機構においてペン（あるいは螺状導体）の駆動を行なう電動機は同期電動機を用い、音叉発振器あるいは水晶発振器などによって電動機の回転を制御している。実用機においてはこのような制御を行なうことにより記録機構の精度を1/5,000以上に保っている。

今日、海上保安庁拓洋、東京大学淡青丸で装備されている深海用音響測深機の諸元を示せば次の如くである。

- (1) 測深レンジ $\begin{cases} 0 \sim 2,000 \text{ m の整数倍 (第1記録)} \\ 200 \text{ m 拡大表示 (第2記録)} \end{cases}$
- (2) 記録ペン速度の精度 $\pm 1/5,000$ 以上
- (3) 周波数 10 KC
- (4) 送信出力 (電気出力) 約 2 kW
- (5) 超音波発射方式 多重発射方式
- (6) 送受波器・送波器: Alfer (フェライトコア入)
1,160 mm ϕ , 500 kg
指向角 (半減角) 約 7°
○受波器 Alfer (フェライトコア入)
550 mm ϕ , 130 kg
指向角 (半減角) 約 18°
- (7) 測深能力 13,000 m
- (8) その他 (a) 同期電動機の制御は 1.5 KC の水晶発振器で行なう (b) 記録ペンの回転は、必要に応じ JY 信号 (1秒間隔) によって記録機において監視することができる。

6. 測深例

今日わが国で深海測深機を装備しているのは海上保安庁の拓洋、東大の淡青丸 (いずれも精密深海用測深機)、明洋 (海上保安庁)、凌風丸 (気象庁)、海鷹丸 (東水大)、長崎丸 (長崎大) などは精密深海用に準ずる測深機を装備している。

わが国で始めて深海の音響測深が行なわれたのは、1940、1941年の兩年、である。すなわちこの兩年の間前後3回にわたり陽光丸および富山丸に100型音響測深機を装備して日本海溝の測深を行ない、10,398 m を記録

している。当時の使用機の周波数は 14.5 KC, 送信出力 1.5 kW, 多重発射方式を採用し, エコーと海中雑音との S/N 比を高めるためと, 記録密度を高めるため 1,000 m の超音波伝播に要する時間間隔で超音波を輻射した方式であった。

戦後は上記の測量船, 海洋調査船などの建造に併行して深海用の音響測深機が装備され, 深海の測深が活発に行なわれ¹¹⁾¹²⁾, 特に1962年5月, フランスのパチスカーフ, アルキメデス号の日本海溝調査において, 協力した海上保安庁の拓洋が, 千島沖の日本海溝において最大 9,550 m の測深を行ない, その付近の地形測量を行なった¹³⁾。その他海洋調査と併行して上記の船舶が各海面で 8,000 m 以上の測深記録を得ている。

7. 結 言

深海測深においては測深の精度が問題であり, 超音波送波器の指向性と記録の忠実度との関係を今後更に究明する必要があると考える。また音速の実測も実施する必要があるだろう。幸い, 近時優秀な深海測深機を装備する海洋調査船が内外ともに増加しているので, 測量線も増加し, 深海の海底地形が順次解明してゆくの, 海洋学あるいは漁場学上に深海測深機が貢献するものと思う。

本文を執筆するにあたり種々御教示いただいた海上保安庁水路部小野測量課長, 小谷, 桜井両技官に深謝する。

文 献

- 1) 橋本富寿: 超音波測深並びに魚探の研究, 水産研究会 (1956).
- 2) 西村 実: 超音波研究会資料 (1963. 11. 19).
- 3) T. HASHIMOTO and M. NISHIMURA (1959): International Hydrographic Review. 36 (1).
- 4) P. H. M. COHEN (1959): I. H. R., 36 (1).
- 5) D. C. KRAUSER (1962): I. H. R., 39 (1).
- 6) 水路要報, 第72号 (1962. 10).
- 7) D. G. TUCKER and J. G. HENDERSON (1960): I. H. R. 37 (1).
- 8) S. KUWAHARA (1939): I. H. R., 16 (2).
- 9) W. D. WILSON (1960): Jour. of Acoustic Soc. of Amer., 21 (10).
- 10) N. W. LORD (1964): I. H. R., 41 (1).
- 11) M. YASUI and others (1961): Oceanogr. Mag., 13 (1).
- 12) 今吉文吉: 航海学会 (1962. 11. 4).
- 13) 佐々木忠義 (1963): うみ 1 (1). 9.

討議者 赤松英雄 (気象庁)

音響測深機的设计に必要なことがらを詳細に述べられた。私としてはその専門ではないので言うことはない。

私達船に乗って音響測深機を使って実際に使用する立場として, 更に設計上考慮していただければもっと良くなるのではないかとということらについて話したい。

まず, 測深を行なっていて一番困ることは, 先ほど話しのあった雑音である。航行中, しかも荒天の場合非常に雑音が入り記録紙は全部黒くなりどころが海底だかわからないことがよくある。このとき減衰器を調節して海底を探してもわからない。この原因が何かということだが, それについて気象庁の舞鶴海洋気象台の清風丸という小さい船であるが, 送受波器を船底から突出させ, その船首側にラッセル車のような波切り装置を付けてある。そうすればアワによる雑音が減り効果があるのではないかと。それから非常に精度の良い測深機を付けてその能力を最大限に発揮させるには, 先程話しにあったがまず音速を正確に測らなければならない。話しの中に velocity meter というのがあるとのことであるが, 本来ならば最深部を観測したなら船を止めて海底近くまで各層観測を行ない音速を計算すべきではないかと思う。

次に, 記録器を操作する場合, 1週間ないし10日間連続運転をする。そうするとモーターとかギヤの部分は非常に発熱, 磨耗して一航海中満身に記録できない。それ故設計のときに考えるべきであるが材質の検討が必要である。

それから連続運転して後から北緯何度, 東経何度の所に最深部があったとか山があったとかいうのであるが, その前にまず船の位置の精度がどの程度かということを検討しなければならない。現在はロランで位置を決めるが, ロランの5分ごと10分ごとに位置を出すことは今の段階では不可能だと思う。最近自動ロランとコースレコーダーと対になって開発されつつあるが, こういう機械も音響測深機と併用して使うべきではないかと思う。

一般討議 (座長: 淵 秀隆)

淵 (気象庁) 日本電気の高橋さん, 深海用 PDR として周波数, ビーム幅について話していただきたい。また今後の問題など, 新しい船に付ける場合参考になる。

高橋 (日本電気) プリントに仕様がのっているが, 深海を測るためには水中の減衰が非常に大きいので周波数を下げなくてはならない。PDR の設計の場合周波数を何 KC にするかが問題になった。一つは減衰からおさえられ, 一つは測深誤差で一番問題になる指向性でおさえられる。指向性を狭くし, 周波数を低くすると寸法が大きくなる。船の大きさが決まっているので制約される。総合的に協議の結果 10 KC に決った。外国では 12 KC, 13 KC という値が多い。送信出力は計

算式より出し、ある余裕をプラスして 2 kW とした。この値は今までのデータも参考にして 13,000 m まで測れるだろうと決めた。

第1記録器と第2記録器を別々にして読み取りの測深精度を上げる問題は、記録器を1台にして記録紙の幅を広げるか副尺式(一部拡大して記録)にするかいろいろ考えた。しかし今までの記録紙を標準としたいこと、また拡大したときどれだけ読み取り精度が上がるか、使用上どの程度問題があるか考えて第2記録器で拡大する方法をとった。一番問題になっているのは第1記録器の中の2,000 m の1/10の所を第2記録器がいつも追いかけてひろはなければならない。連続観測の場合監視なしの記録を取ることが望ましいがこの機械は人が常に追いかけてなければならない。外国のPDRは深海測深用として開発されていないようだ。一般の測深機に精密な記録器を組み合わせたものが多い。各海洋研究所で手を加え、使い易いように作っている。私の方から今後の機械について使用者の意見を聞きたい。国際観測等で記録紙の統一、記録方法、タイムマークの入れ方等の統一で問題はないか。

宇田(東水大) 千島海溝でアルキメデス号の観測のとき、最深部で行なう予定だったが思ったより浅かった。ラマポ海淵で海図上の10,500 mを探しても10,000 m以上はなかった。こういう場合、位置が違ったのか。外国のPDRと一緒に測深した場合にデータがどの位の精度で得られるか。

佐々木 あの時私も乗っていたが目標を10,000 m以上とした。ソ連のデータを唯一のたよりとした。従って位置を探すことが先決問題であった。非常に北であるためロランがきかなく位置をさがすのに困難であった。ここだという位置にきて測深したが浅かった。一方ソ連は自分の論文をよく訂正している。従ってソ連

のデータに疑問をもつことと位置が北のため電波のステーションの関係で正確に得られないことがある。

宇田 チャレンジャー海溝で同じデータがとれるか。

佐々木 チャレンジャーの場合、トリエステの報告ではPDRでなく何百という爆薬を爆破してその反射音を聞きその場所を求めて潜水し、トリエステの水圧計で測り、温度、塩分、緯度等のfactorで修正し10,916 mが出た。

宇田 水路部の拓洋ではどこまで測れるか。

西村(漁船研) いちおう13,000 mの能力テストの結果がある。

三宅 測深の問題ではないが、海水中の超音波の減衰の問題である。戦争中海中の気泡が非常にきくと海軍で考えて実験を行なった。私達の立場から考えると海中では気泡はできにくい。ごく表面で波でformとかbubbleができるが数m以深ではbubbleのできるチャンスは少ない。最初の図で気泡層を考えているのだが水中で気泡ができることは考えなくてもよいと思う。

西村 気泡層は自然にできるものより船が走り波を切るときにしびきあるいは気泡ができる。それが船底に巻きこまれる可能性が多い。また船の速度が遅いときは良いが、早くなると船底には非常にでこぼこがありそのため圧力の分布も異ってくる。そのため表面近くで気泡ができる。この気泡はpowerを計算する場合にネックになる。減衰の原因になるし、振動子の面を摩擦し気泡が破裂し雑音とか吸収の大きな原因になる。深い所まで気泡層があって減衰を起すのではない。吸収は気泡、プランクトン、魚などによる減衰がある。深い所はわからないが緩和現象といわれるもので吸収があるであろうと考えている。

3. わが国の深海潜水調査船について

Sous-marin de recherche

平野 美木* 佐々木 忠義**

Yoshiki HIRANO and Tadayoshi SASAKI

Résumé : Le Comité Spécial du sous-marin pour la recherche de la mer profonde composé par

* 川崎重工業株式会社 Kawasaki Heavy Industry Co., Ltd.

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

des spécialistes de domaines a débuté dans le siège de la "Société japonaise de la construction navale" pour mettre au point le projet de la construction d'un sous-marin de recherche par le budget de l'Etat.

Voici les principales caractéristiques de cet engin :

- 1° Profondeur limite de plongée : 1.000 m,
- 2° Autonomie parfaite en plongée et en surface sans énergie fournie par le bâtiment base,
- 3° Capacité de s'installer sur le fond,
- 4° Capacité de déterminer la position en plongée,
- 5° Equipement scientifique.

En tenant compte de ces caractéristiques et la sécurité de l'engin, on a déterminé : longueur : 16 m, largeur : 5.0 m, hauteur : 4.5 m, déplacement : 85 tonnes. Ce qui caractérise cet engin, c'est qu'il est muni de nombreux appareils scientifiques et que l'on dispose d'une grande quantité d'énergie électrique à leur fournir. L'auteur en explique la structure détaillée, le coefficient de sécurité et l'équipement scientifique.

わが国にも、国費で深海潜水調査船を建造しようという計画が進められ、それを強力に推進し実行するために、社団法人日本造船研究協会内に、各分野の専門家よりなる潜水調査船特別委員会が発足した。同協会は、第1段階として、科学技術庁の委託費を得て、潜水調査船の試験研究に着手した。

この特別委員会は、下記のような2部会、4委員会より構成され、それぞれ分担をきめて作業を推進している。

- 基本要目調査部会
 - 設計小委員会
 - user 側小委員会
- 実験研究部会
 - 船体強度小委員会
 - 動力用電池小委員会

このようにして、潜水深度 750 m を目標とする、わが国初の深海潜水調査船の建造準備体制は整いつつある。そこで、ここにその概略について述べる。

1. 潜水調査船の試設計

昨年海洋技術審議委員会より総理大臣宛に答申された“海洋科学技術推進の基本方策について”に記述されている。潜水調査船の試設計について申し述べる。

但し、此の潜水調査船の試設計は目下必要な造船工学上の基礎実験を施行中であり、この結果に依り多少の設計変更があるものと考えられるので、以下に述べる数字が最終的のものでない事をお断りしておく。

答申書に記述されている本潜水船に求められている性能は、

- (1) 潜航深度1,000 m以浅。
- (2) 作業中は母船よりの動力補給を行わずに水上、水中を自航出来ること。

- (3) 海底沈座の可能なこと。
- (4) 海中にて船位が決定出来ること。
- (5) 観測用諸装置をもつこと。

等である。

この潜水調査船は大陸棚海底の比較的広い面積の調査を目的としている、謂わば UTILITY TYPE とも称される潜水船である。従って、上述の性能の外に、

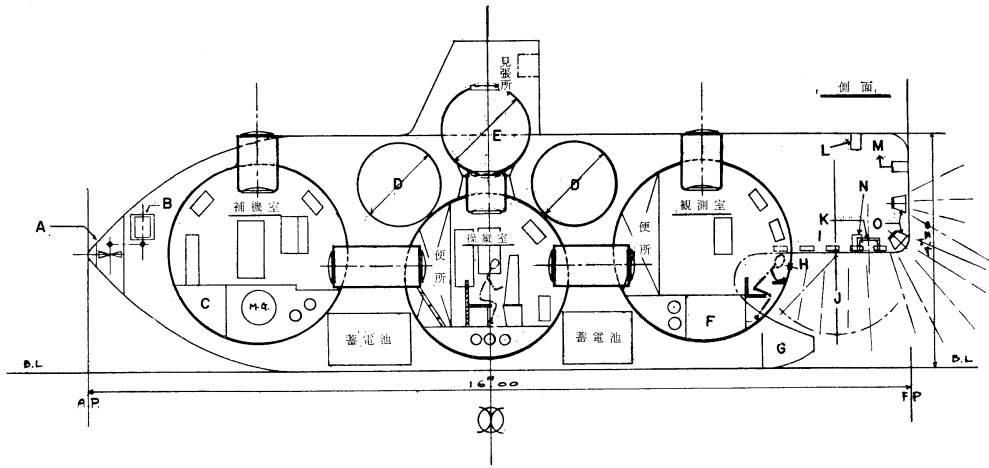
- (1) バチスカーフ方式の潜水船に比べ潜航回数が多いこと。
- (2) 1回の潜航に要する費用が少ないこと。
- (3) 潜航操作が簡単なこと。
- (4) 安全に潜航出来ること。
- (5) 時間、日、を異にして、同じ海底地点に到達することが出来ること。

等が重要な設計の要素として入って来る。

次にこの点を勘案して、設計の方針は船体の重量を支えるのにガソリンフロートを用いるバチスカーフの方式でなく、耐圧船殻内の空気浮力に依って船体全重量を支える方式となる。この方式の許に一応とりまとめた主要要目は下記の通りとなった。

概略配置図を第1図に示す。

主要寸法		
船の長さ		16.0 m
船の幅		5.0 m
船の深さ		4.5 m
吃水		約 3.0 m
排水量		約85トン
乗員数		5人
速力	水中	約4ノット
	水上	約4ノット
行動能力	航続時間	水中約4ノット



第1図 深海潜水調査船概要配置図.

にて3時間
約2ノットにて15時間
(1回の充電による)
潜航回数 4回
(1回の補気による)

- 船 体 耐圧船殻は高張力鋼製耐圧球3個よりなる。破壊圧力、150 kg/cm²。
非耐圧船殻は軟鋼及びアルミニウムを用いる。
- 推進装置 前進後進用に船尾両舷に1対の可逆プロペラを有する、駆動モーター9馬力。
上下運動用として両舷中央部に1対の可逆プロペラを有する、駆動モーター3馬力。
前後船体傾斜匡正用として船尾部に1個の可逆プロペラを有する、駆動モーター1馬力。
- 蓄電池 鉛蓄電池 2,000 AMPERE-H のもの50個。
- 視 窓 100 mm 直径のガラス製 又は樹脂製のもの3個。
- 船外照明灯 1,000ワット 2個
100ワット 10個
- 船外通信装置、水中電話装置 2台
無線機 2台
- 航海計器 ジャイロコンパス 1個
深度計 3個
傾斜計 1個
ソナー 1式
音響測深儀 1式
- 空気清浄装置、空気調整装置

マニプレーター 油圧リモコン式 1個
観測器具のための重量約1トン、容積1 m³ (耐圧船殻内のみにて)。

次に此の試設計を成立せしめるための事前研究項目の一つである耐圧船殻の強度の問題について述べる。

(A) 耐圧船殻の形状について

凡ての潜水船はその形式の如何をとわず水中に在る時は全体比重は海水のそれに密着に等しくなくてはならない。水より重い船体構造物、諸機装品、観測機具、及び水より軽くても耐圧船殻内に在る物及び人員等の重量は凡て海水より軽い物で支える必要がある。本試設計では此の軽い物に空気を用いているのであるが、外圧に耐えて此の空気を1気圧の許に保持している船殻構造を耐圧船殻と称し、此の船殻の重量と、その船殻の cover する浮力との差を pay-load と称する。

pay-load は一般的に潜航深度の少ない程大となり、又強く軽い材料を使用することに依り大となる。

又此の2条件が同じならば船の排水量が大きい程大となるが最も能率的な耐圧船殻の形を選定するために次の計算を行なった。

今本船の耐圧船殻に使用する鋼材として造船所にて最も工作的に自信をもっている高張力鋼として、抗張力、60 kg/cm²、降伏点、46 kg/cm² の材料を使用することとし、且つ耐圧船殻の破壊強度を一応 150 kg/cm² を目標として計算をした。(従って安全率を2.0とすれば使用深度 750 m となり、2.5とすれば 600 m となる)。

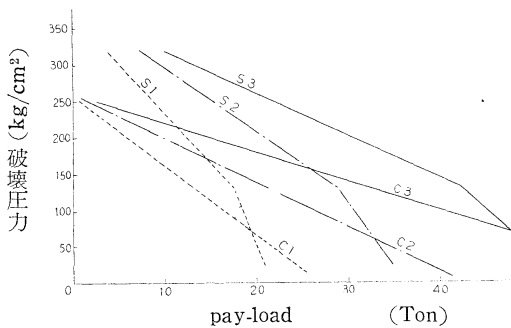
なお、船の排水量を約85トン以下と想定した。

計算例は、

(a) 耐圧船殻を球型として

直径3.0 m のもの3個を組合せたとき
 直径3.5 m のもの2個を組合せたとき
 直径3.5 m のもの3個を組合せたとき

- (b) 耐圧船殻を円筒型として
 浮力を(a)の各例に等しくする
 長さとの直径の比を3.5とする
 補強フレームの間隔を 500 mm とする
 以上の6例に依り耐圧力対 pay-load を計算した。
 これを図示したのが第2図である。



第2図 破壊圧力—pay-load.

- S1 : 球形 1 (直径 3 m × 3) C1 : 円形 (直径 3 m × 3)
 S2 : " 2 (" 3.5 m × 2) C2 : " (" 3.5 m × 2)
 S3 : 3 (" 3.5 m × 3) C3 : " (" 3 m × 3)

この図に依り判断されることは、

- (1) 破壊圧力 75 kg/cm² 以上では耐圧船殻の型は球の方が pay-load を大にし得て有利、それ以下では円筒型船殻の方が有利となる。
- (2) 球の組合せは成る可く大きい球を用いた方が有利である。
- (3) 球型船殻を使っても、此の鋼材を使用する限りにて於て 400 kg/cm² の耐圧力にて pay-load は 0 となる。
- (4) 安全率 2.5, 使用深度 1,000 m の点を拾うと、3.5 m 直径の球型 3 個を組合せた場合でも pay-load は 22 トン位になる。此の型の潜水船を設計してみると pay-load 22 トンでは納まらず、上述の制限内にては 1,000 m の潜水船は不可能と云う事になる。

もとより pay-load で cover する部品の重量を成る可く小にするため非耐圧船体にアルミニウムを使用する等の工夫は必要であるが、船の安全性、又水中復原性能の確保のための重量を潜航性能向上のために振り替える事は厳に戒む可き事であり、又主任務である観測機具の重量を極度に小さくする事も造船技術者として注意しなくてはならない事である。

(B) 安全率について

安全率とは耐圧船殻の破壊圧力を使用圧力で割った商である。本設計に於ける安全率のとり方について述べる。

軍用潜水艦に於ては此の値は 1.5~1.7 としているが、本船の様に軍用潜水艦に比して深度の大きい潜水船については上述の値とは異なった考察を必要とする、陸上、水上構造物の安全率は大体 4~8 を採っているが、この値を採ったのでは大抵の潜水船は成立たない。

海上又は陸上にある構造物と異なり、海中にて船に掛る load は海水圧のみであるため、load に対して余裕を考へる必要がない事と、耐圧船殻の破壊圧力は縮尺模型に依る実験にて確認出来ると云う相似則が存在するため、安全率は可成り小には出来るが尚、不確定要素として、

- (1) 耐圧船殻材料の物理的諸元のバラツキに対する余裕……これは鋼材の寸法公差、強度のバラツキ、及び溶接強度のバラツキ等である。
- (2) 操船上の過誤に対する余裕……これは操船の不馴れ、又故障、洩水に依って規定深度より深く落下した際応急措置のとり得る時間的余裕である。
- (3) 船体の衰耗に対する余裕……これは此船の計画耐用全期間を通じて十分な強度を持たせる可く予め衰耗をみて設計してあるが、同じ船、同じ材料でも腐食の程度に差があり、又これは就役後の手入れの良否に依り差がある事に対する余裕である。

等の要素に依り安全率は考察されるが、一般的に、

- (1) 使用深度の大きい船程安全率は小にして良い……これは破壊迄の安全域が大きいためである。
- (2) 地球上の最深部まで入り得る潜水船では過誤に基く落下に対する余裕は不用である。本船に対する安全率は、模型試験の破壊圧力の結果に依り今後更に検討するのであるが造船技術者としては、操船者の練度及び乗員の安心感を深く考えて一応 2.5 をとりたく考えている。なお、本考察に関連して耐圧船殻の設計に當って考えなくてはならないことは、

- (1) 耐圧船殻は成る可く simple な型状とすること。
 - (2) 耐圧船殻内の艦装は就役後も船体材料の腐蝕の点検及び手入れが容易に出来る様装備する事。
 - (3) 電線、パイプ、軸等の耐圧船殻を貫通する数を出来る限り少なくすること。
- 等に依り安全性を高める必要がある。

2. 潜水調査船の計測機器

この潜水調査船を利用して、広範に亘る海洋の研究に役立てるためには、どのような計測機器を設備したらよ

いか。この問題には、多くの海洋研究者が深い関心をよせていることであろう。

そこで、まず出来るだけ多くの希望を集計し、次にこれらの希望を、潜水調査船という限定された機能を持った特殊船にいかにして採り入れるかということについての検討が進められた。

その結果、下記のような諸計測機器は、その重量、大きさ、所要動力等を考慮して潜水調査船に設備することが可能であるという見通しがついた。

記

1. 写真撮影装置
Still—Stereo とする
Movie—16mm とする
2. 採泥装置
柱状採泥—採泥器を自重で落下させる方式として
Core の採取を行なうもの
円筒 dredge—magic hand で掬いながら採取するもの
3. 重力測定装置
Reading Accuracy 0.01m. gal
4. 放射線測定装置 シンチヘッド、レートメーター
5. 磁気測定装置
プロトン磁力計2個を使用し地磁気絶対値を測定すると同時に Vertical Gradient も測定して海底の地磁気異常源の大きさ深さを決定する。
6. プラントン・深海生物採取装置
プラントンの採取 船体のまわりにパイプをまわして水と共に吸引する。
プラントン以外のものの採取 マジックハンド方式による。
7. 採水装置
一般の潜水調査船で採り入れられているものと同様なもので、各層採水を行なう。
8. 光学系装置
海中の照度、放射照度、濁り度、偏光等の測定を行なう。
9. サリノメーター
10. 底層流測定装置
サーミスターを利用し、微速の底層流をも測定する。
11. 音速測定装置
各層における音速の測定を行なう。
12. ヒートフロー測定装置
潜水船の自重で、測定部の所要の長さが海底に入

る。

13. 海底構造音波探査装置
音波反射記録から海底構造の探査を行なう。
14. 水中テレビ装置
船内において、随時、広範囲の撮像を行なう。
15. その他

これらの各種の計測機器は、可及的に国産品を使用する。従って、中には至急に研究・開発を要するものもある。

以上のような各種の計測機器を設備した深海潜水調査船の建造に関しては、目下関係方面においてその実現に努力している。

討議者 磯野充浩 (川崎重工)

安全率についてであるが、講演者は一般の軍用潜水艦の安全率の数値と陸上あるいは水上の一般構造物の安全率の数値をあげて説明されたが、本船はいわゆる民需用の海にもぐる潜水調査船という観点から非常に安全率が大切だと思う。そういう意味で時間の許す限り説明願いたいと思う。

もう一つ pay-load と破壊圧力の図があるが、円筒形の場合はいずれも破壊圧力と pay-load が直線的に変化しているが、球形の場合は破壊圧力が 150 kg/cm^2 よりちょっと高い所で屈曲点がある。これは鋼材の物理的限界からこのようになったと思うがこの点についても説明願いたい。

一般討議 (座長・庄司大太郎)

平野 (川崎重工) 安全率の問題は非常に大事なことである。軍用潜水艦の安全率は1.5~1.7と非常に低い。本船はそのままではいけない。陸上または水上の構造物、船舶は2~8であるが、こういう値をとったのでは潜水船は成り立たない。耐圧球に加わる荷重は水圧だけで非常に単純である。また1/4位の模型実験で相似則が成り立ち実際の破壊圧力を示す。この実験でかなり安全率を小さくすることができる。これに対して不確定要因はまず耐圧船殻を構成する材料の物理的諸元のバラツキがある。次に操船する場合、操縦者のエラーにより規定深度より深く潜水する可能性がある。また、腐食の問題がある。耐用年数は一応7年と考えているが、同じ材料でも場所により違うし手入れの程度によっても異なる。このような未知の factor のために安全率を考えるが、深い所に入るほど小さくてよい。以上のことから2.5という数字を出したが今なお検討中である。本船は圧力を受けるものであるのだから

くシンプルな形にして安全度を高めるようにしている。

二番目の質問に対して、図において球形の三つの曲線がほぼ同じ破壊圧力で折れている理由は、これより上では材料の弾性破壊の部分で、下は塑性破壊の部分である。弾性破壊は球の一部がへこんで破壊する。塑性破壊は球全体かまたは一部が落ち込む形式をとる。この境界点が材料の降伏点によるのでどの形式も一致している。円筒形の場合も出てくるが、この 500 mm にしたのは屈曲点が出ないように設計した。

宇田 観測窓の大きさはどの位か。

平野 直径 100 mm を考えている。

宇田 窓ガラスの厚さは。

平野 50 mm 厚のガラスになると思う。

宇田 600~750 m 潜水するのにどの位時間がかかるか。

平野 早く潜水しようとすれば水をたくさん入れてマイナスの浮力をつければ石を落したように落ちる。耐圧船殻の荷重のかかり方が急だと思わぬことが起きるので、1分間に 10~20 m の早さを考えている。模型の耐圧実験もこの位の圧力のかけ方をしている。

宇田 測器をいろいろ付けた後のバランスというか安定性はどうか。

平野 安定性は海中における復元力の問題である。(以下図を書いて説明)

三宅 潜水船を何に使うか問題である。潜水調査船の一番の特長は実際に現場に行って目で見て観察でき、その記録がとれることである。表面から 750 m まで

の連続記録がとれることではないか。他の調査、観測でできないような特長を最大限に生かしてゆく。最近発展した写真撮影、ビデオテープとか光学的な装置に重点を置く方がよい。万能式は考えない方がよいと思う。

佐々木 潜水船でできることは“見てくること”である。エレクトロニクスが発達しているので、海洋学者が船上において間接的にデータが得られる。そういう方向に進めるべきだと思う。目で見てくることにどれ程意義があるかという、諸外国で学者が潜水して現象を目でつかんでくることがブームになってきている。国でせっかく作るのだから見てくるのが中心であるが、種々の装置を積み見ると同時に客観的データもとるようにした方がよいと思う、これによって payload が犠牲になるわけでもない。十分なスペースと浮力があるので無いより有った方がよいだろう。

岩下(東海大) この調査船で1,000とか500 m あるいはもう少し浅い所で各所に測定器具を設置して、それをまた回収してくるというような運搬作業ができるかどうか。マジックハンドの操作関係でどの程度までつかまえられるか。

平野 マジックハンドは船内からリモコンで操作する。本船の前にあるくちばし状の下にいろいろな物を格納する場所がある。重量は最大 5 kg、大きさは 300 mm 角がつかめるアームがある。マジックハンドの手はその時に応じて適当な形を選べばよい。

4. 深層流成層圏大循環の問題

Quelques problèmes sur la circulation en mer profonde

宇 田 道 隆*

Michitaka UDA

Résumé : J'expose d'abord l'historique et la situation actuelle de la recherche sur la circulation des eaux plus profondes que quelques centaines de mètres. Les nombreuses mesures directes, continues, par les bateaux stationnaires et les appareils automatiques sont indispensables pour bien comprendre la réalité de la circulation profonde qui est, à notre connaissance actuelle, bien que limitée, plus variable que l'on ne s'est imaginé autrefois. Un coup d'oeil est jeté sur les rôles possibles des courants de turbidité, des raz de marée, des typhons et des courants de marée dans la formation des rides photographiées sur les fonds océaniques. Les eaux circulant dans les couches

* 東京水産大学 Tokyo University of Fisheries

profondes proviennent principalement des régions environnant le Continent Antarctique et de l'Atlantique Nord mais partiellement, crois-je, des régions au-dessus du plateau continental au Pacifique Nord couvertes de glaces en hiver. Le tableau 2 montre la variation du teneur en oxygène dissous avec le temps au Pacifique Nord, par comparaison à la température dans les couches profondes (tableau 1). Les figures 1 et 2 montrent la distribution de l'oxygène dissous dans les sections verticales méridiennes à l'est et à l'ouest du Pacifique Nord. A signaler qu'il se trouve une frontière discontinue remarquable à $10^{\circ}\text{S}\sim 20^{\circ}\text{S}$. La figure 3 montre la topographie de la couche à salinité minimum aux environs du Japon et la figure 4 le passage des eaux originaires d'océan Antarctique au Pacifique Nord. Je suggère enfin les méthodes et les techniques à prendre à l'avenir pour la recherche de la circulation profonde.

1. 深層流研究の現状と問題

筆者はかねて北太平洋, 日本近海を中心にして数百m以深のいわゆる成層圏大循環の深層流について調査して来たのでそれを骨子とし, 最近の進歩と併せてまとめ, 関連の諸問題をかかげてみた。

この10数年間に南北に亘る深層観測のデータがよほど増して来た。古くは Carnegie, Discovery, Dana 号等のデータをまとめた岸人三郎, DEFANT, WÜST らの成果があり, SVERDRUP の "Oceans" にも, 最近 HILL 編 The Sea にも明記されているが, 太平洋は大西洋とちがって塩分は少ない(降水が多いことと, 地中海高鹹深層水の流出のないことなどのため)が, 栄養塩はずっと多いかわりに, 溶在酸素量は少ないし, 北極洋水塊流入がなく, 北からの亜寒帯中層水の影響もかなり劣る。南方からの南極洋深層水の影響もその一番大きな源泉である Weddel 海から遠隔のために弱められている。この深層水の動きは果して定期的なものであろうか? その表層の南北源泉域で季節的, 経年的な変化が大気大循環の気候学的な変化に応じて当然起っていると考えねばならないから, 深海に大小の波動をなしてその変化が輸送伝達され, 波及しているとみるべきである。深層流の実測は高野氏の表にもある通り, $1\text{ cm/sec}\sim$ 十数 cm/sec 乃至以上に及び, 北大西洋の米国東岸沖 Gulf Stream 域内でも SWALLOW の中立浮標で何べんも測るたびにちがった値が出るばかりか, 流向まで南下したり東~北東へ向いたり, 大へん変り易くて, よほど今後の密な実測データを集積を待たぬと真実の姿はつかみ難い。早く所要所に定点自記測流記録がほしいものである。従って深層流の輸送量も現在は一つの目安を与えるものに過ぎない。G. Wüst は南大西洋西部海盆で大西洋底層水の輸送量 $2\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$, 亜南極中間層水の北上輸送量 $7\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$, 北大西洋深層水のそれを $27\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$ とした。北上したものが上昇して行く量につき ROBINSON,

STOMMEL (1959) などが説いている。南氷洋の周極海流については古くは CLOWS (1933), DEACON (1937) らの $110\sim 120\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$, 最近ソ連 OB 号などの観測から V. G. KORT (1962) が南極大陸~南阿間 $190\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$, 南極大陸~タスマニア間 $180\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$, 南極大陸~南米間(ドレイク海峡) $150\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$, (米国気象局の F. OSTAPOFF は同海峡上層 2,000 m 以浅で $90\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$, 下層西行逆流 $45\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$, 南太平洋側水位 40 cm 高いとした)。これらは H. U. SVERDRUP の算出値 120, 150, $90\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$ に比し何割か大きい。しかしこのような流量も無流層の確定ができてないのであまいさが残っている。K. WYRTKI (1961) も周極流 $134\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$, 緯度 45° 線を横切る子午線流 $10\times 10^{16}\text{ m}^3/\text{sec}$ と出した。

大洋の深海底にいたる所カメラにうつされた漣痕(Ripple Mark)の成因は未だ不明である。

Turbidity Current (乱泥流)は大陸斜面や海山の斜面から地すべりで砂泥と水の混合物がなだれ落ちて平らな深海底に及ぶものとされるが, $12\sim 55$ ノットの高速で起るといふから, 相当広域に, 例えば有名な1929年11月18日 Grand Banks 沖地震に伴う海底電線の大切断事件のような場合, 深海をさわがして, 漣痕をつくるような変化も考えられようが, 大洋中央域の漣痕の説明には苦しい。チリ津波の太平洋横断のような場合, 一体深海底の水, 大洋周辺沿岸陸棚上の水はどう動くか, 波長が水深に比べて数十倍もある津波の底層水への働きを実証するものがほしい。

台風のような大きなエネルギーをもち水面に大三角浪をたて, 海底地殻に脈動を起すような気象擾乱の通過が深層水にどう影響を与え, 水圧変化が海底にどう働くかを知りたい。少なくとも数百m深に恒在する大洋の水温密度躍層に内波を励起するはたらきをすることは確かである。

潮汐波、潮汐力は現に明らかに潮汐周期卓越の内波の存在を実証している。深海の流れも測るほど意外な大きい値が現われて来て 10 cm/sec~20cm/sec では驚かないようになった (J. C. SWALLOW & L. V. WORSHINGTON, 1961, 西部北大西洋 Blake Plateau 沖で 9~18 cm/sec を測り、水温傾度急変に対応を発見)。

深層流根源水域 南極大陸周辺で暖かい深層水が上昇して来て冬季冷されて 1°~2°C も冷たい、0.05‰ は低鹹で著しく豊酸素 (4.5 ml/l 以上) の南極底層水が形成され、それが世界海洋の主な深層水のもとになる。もちろん北大西洋の北極系底層水もある。(北太平洋の水域でも似たものが陸棚付近でできるだろう。米国水路部の冬季ペーリング海北部観測など参照)。Weddel 海等では水温 0.6°C 内外、塩分 34.6~34.75‰ 位の重い水ができ、沈降し大陸斜面をくだる。Ross 海の McMurdo 湾で 1961年 2月 6日 最高海水密度 σ_t 28.17 の記録 (579 m 深) を得た。N 44°E 7.5cm/sec の流れも測った。西部境界海流では Gulf Stream 下の潜流実測と共に、STOMMEL & ARONS (1960) は北太平洋深層水の南下を予想したが、増沢讓太郎 (1962) の凌風丸観測結果では日本海溝東西横断

D ₁ -D ₆ (30°N)	1,500-5,000 m	26×10 ⁶ m ³ /sec,
	2,500-5,000 m	9.3×10 ⁶ m ³ /sec
E ₂ -E ₆ (38°N)	1,500-5,000 m	23.6×10 ⁶ m ³ /sec,
	2,500-5,000 m	5.1×10 ⁶ m ³ /sec

で平均 24.8×10⁶m³/sec の北上流とだしたし、Pinger でも南東流など色々で、未解決といえよう。

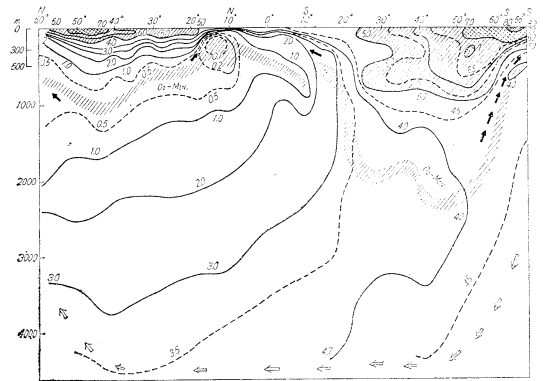
赤道潜流は 20~250 m 深を幅 240 哩に亘り、赤道直下 (太平洋 170°E 以東、大西洋南米ブラジル~南アギネア、インド洋季節で変り、冬発達) 1~3 ノットの大海流で、赤道逆流 (南赤道逆流 6°~10°S も発見する) と共に赤道湧昇域を形成、東部境界海流域では沿岸湧昇流域の向赤道表層流の下方に沿岸よりに向極潜流をカリフォルニア海流域、ペルー海流域、ベンゲラ海流域、カナリー海流域、ギネア海流域で次々に発見し、年中存在が地衡流地形図上 (200 db 付近) に示された。これがチリ沖の hake (底ダラ) 漁業などに関連し、また湧昇が低酸素水をもたらす被害を与えることもあるので面白い。ともかく上層の湧昇流と補償の関係にあるようで、比較的高温、高鹹、低酸素水が主になる。風成沿岸湧昇はふつう 200~300 m 深程度で、岸に沿う風の力に関係し、水温、塩分、酸素、リン (P) の断面分布図で判定できる。

深層流は海嶺、大陸沿岸陸棚、海山に当って上昇流を

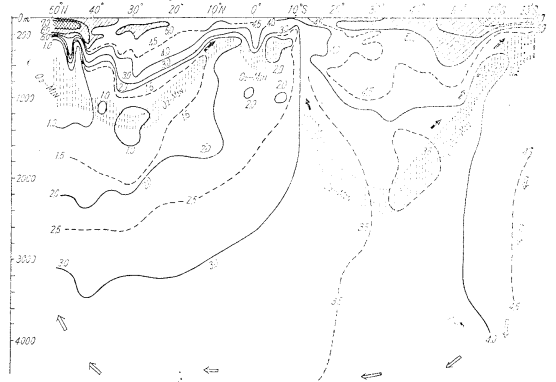
形成し、漁場をつくるが、特に北太平洋北部の上昇流、赤道湧昇、南極大陸付近の深層帰還流の上昇流の解明は重要課題である。

2. 太平洋および付属海の溶在酸素量等と深層循環

海中に溶けている酸素量は冬季は低温で、対流混合、乱渦混合が、盛んなため浅海、深海とも下層にまで豊富化するように運ばれ、等密度面に沿って移流によって遠くへ伝達される。しかし途中生物呼吸によりしだいに消費せられ、生物の死後分解の過程においても「海雪」の状態において消費されて減少する。透光層内の光合成作用によって過飽和の遊離酸素をみる一方、下層で水の流動のないところでは酸素の補給のないために消費のみ行なって無酸素層に近い貧酸素層をみ、それが湧昇する水域では上層の特別高生産力域にしばしば異常な魚類大量斃死現象をすらあらわす。(ペルー沿岸海流域、ベンゲラ海流域、アラビア海、インド南岸沿海などにその例をみる)。従って溶在酸素は深層循環構造を裏書する。G. DIETRICH (1937) はガルフストリーム流域で無



第1図 太平洋東部 O₂ ml/l 分布断面 (148°W~90°W).



第2図 太平洋西部 O₂ 南北断面分布 (145°E~175°E).

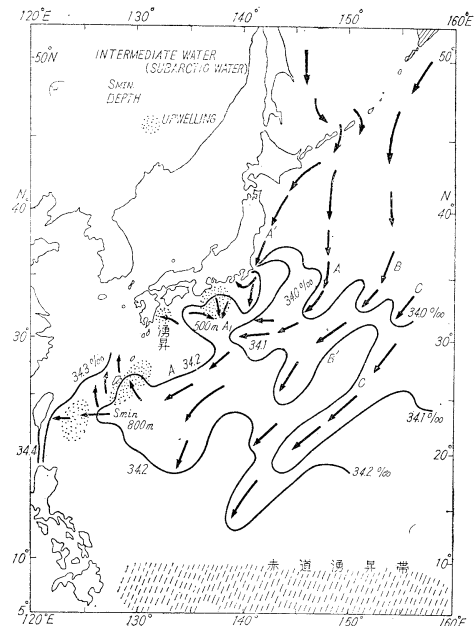
流層の決定に O_2 -Minimum (酸素極小) 層を提案した。年々の対流循環最大深度は溶在酸素の量に対応する空気流通程度により、それは大気循環の影響に相関する。西部、東部太平洋の南北断面における溶在酸素の分布は、過去多数探検調査船のデータによって第1, 2図のようになる。一見両図とも南北両半球の非対称的分布を示していることがわかる。

$10^{\circ}S \sim 20^{\circ}S$ の $200 \sim 1,400$ m 深のゾーンに O_2 分布の顕著な不連続面がみられる。 $25^{\circ}S$ から $60^{\circ}S$ に至る南方では $O_2 > 4$ ml/l の多量であり、 $10^{\circ}S$ から $60^{\circ}N$ に至る北方では $O_2 > 2.5$ ml/l の貧少である。明らかに全水柱を通して溶在酸素量は北半球より南半球で豊富である。酸素極小層は $200 \sim 1,400$ m 深の中間層深度において南半球より北半球で顕著に発達しているのがみられる。そのことは南半球のより高度な生産力に対応するものとみられる。 $3,000$ m 以深の深海では溶在酸素が再び増加して、 3 ml/l をこえる多量を示す。太平洋における O_2 の鉛直分布をみると、 $3,000$ m 以深は $6,000$ m 深まで対数的増加を示している。 $6,000$ m 以深の深海溝内では溶在酸素量は微弱な鉛直的減少を示す。南氷洋の高緯度では、南極大陸に近いパック・アイス帯で、上層から深海底まで冬季の対流盛んなため上層水塊が沈降して、豊富な酸素の溶けた水を底層にあらわす。第1, 第2図を比べると、東部太平洋では西部太平洋より概して酸素が豊富に分布するが、 O_2 -極小層は東部の方に発達している。これは東部の方が上昇流の盛んなことに関係するものであろう。赤道帯水域直下で東部西部とも最も O_2 -極小層が発達し、かつ浅く上層へ突き上っている。W. WOOSTER (1960) は全太平洋 5 km 深における溶在酸素量の分布図を描き、 $55^{\circ}S, 170^{\circ}E$ からはかって $4,000 \sim 5,000$ 哩の北上の間に $4.4 \sim 4.7$ ml/l から $3.8 \sim 3.3$ ml/l に減少していることを示した。筆者の調査によると太平洋付属海の深層の循環の程度は酸素の溶在量とその飽和度 (%) によって示される。南シナ海では、 500 m 以深において O_2 $2.4 \sim 2.9$ ml/l で、 O_2 % $35 \sim 40$ 、東シナ海では 700 m 以深で、 O_2 $2.0 \sim 2.5$ ml/l、 O_2 % $27 \sim 35$ 、日本海は 300 m 以深で O_2 $5.5 \sim 6.0$ ml/l、 O_2 % は $68 \sim 75$ ですこぶる盛んな対流混合による aeration を示す。オホーツク海は 800 m 以深で、 $1.2 \sim 2.5$ ml/l、 O_2 % $16 \sim 31$ 、ベーリング海では 500 m 以深で O_2 $0.5 \sim 2.5$ ml/l となり、北洋は千島海嶺、アリューシャン海嶺をこえて南極洋系深層水がオホーツク、ベーリング両海盆にはいりこんで来るため以外に aeration が低度である。この方面アジア大陸北部縁海の冬季対流は 300 m

深ぐらいまでであり、日本海北部では深海底に達する。

太平洋における溶在酸素の時間的変化を調べると、 O_2 年較差から北点 "EXTRA" ($39^{\circ}N, 153^{\circ}E$) の方が南点 "TANGO" ($29^{\circ}N, 135^{\circ}E$) よりも、ずっと大気流通度の高いことがわかる。東シナ海、南シナ海深層水も太平洋深層水の続流によって補給せられたものとみられるが、日本海の深層は対馬、津軽、宗谷、間宮の4海峡によって敷居でしきられていて、孤立的な日本海固有深層水 (水温 $0^{\circ} \sim 1^{\circ}C$ 、塩分 34.1% 前後) を形成する。太平洋深層水とは大差を示す。 $100 \sim 600$ m 深の中間で北点 "EXTRA" では南点 "TANGO" の上層 (0 m ~ 100 m 深) で、最大の変動の振幅をあらわす。両定点での O_2 年々変化は 800 m 深まで、 1.5 ml/l 以上の振幅をあらわしている。

第1表の北東太平洋定点 "PAPA" ($50^{\circ}N, 145^{\circ}W$) での深層水温変化から1956と1960年の間で 250 m 以浅の上層で $2^{\circ} \sim 10^{\circ}C$ 内外の最低最高値の較差が現われ、 400 m 以深では急減し、 $1,500$ m 深まで $0.4^{\circ} \sim 0.8^{\circ}C$ の較差で、 $2,000 \sim 2,500$ m 以深で $0.1^{\circ}C$ 乃至以下になる。すなわち $1,500$ m 深までは系統的な深層水の降温、昇温があるもようで、これに応じて溶在酸素量の変動も起ると思われる。おそらく、南氷洋起源の深層流の消長に伴って O_2 の輸送量に変動が起るのであろう。第2表は



第3図 塩分極小層(中間水層)深度とその心核塩分より推定した亜寒帯中層水拡延経路。

第1表 北東太平洋定点“PAPA”(50°N, 145°W) 深層水温変化 (CANADA, P. O. G.観測による)

年 水深	水温各年最高値				水温各年最低値				最高最低の 差 極 端 値
	1956	1957	1958	1960	1957	1958	1960	1961	
m									
0	14.80	14.10	12.70	12.70	5.40	5.90	5.20	4.70	10.1
10	13.92	13.74	12.54	12.69	5.37	5.89	5.38	4.82	9.1
20	12.95	13.72	12.51	12.69	5.38	5.90	5.59	4.85	9.9
30	12.69	13.73	12.44	12.69	5.39	5.91	5.44	4.73	9.9
50	7.57	12.23	8.83	9.44	5.41	5.61	5.38		7.5
75	6.75	7.91	7.08	6.62	3.91	5.39	4.84		4.0
100	4.19	7.83	6.22	6.22	3.88	4.85	4.60		4.0
125	4.38	6.00	5.44	5.93	3.90	4.85	4.60		2.1
150	4.44	5.46	5.63	5.90	3.92	4.51	4.48		2.0
175	—	—	5.23	5.81	—	4.26	4.24		1.6
200	4.35	4.27	4.83	5.65	3.78	4.02	3.97		1.9
250	4.09	4.10	4.61	5.40	3.53	3.73	3.85		1.9
300	3.94	4.06	3.97	4.90	3.29	3.71	3.77		1.6
400	3.81	3.90	3.90	4.44	3.61	3.66	3.65		0.8
500	3.65	3.75	3.80	4.03	3.58	3.63	3.48		0.5
600	3.49	3.59	3.66	3.77	3.42	3.48	3.34		0.4
700	3.30	3.44	3.53	3.56	3.21	3.31	3.17		0.39
800	3.14	3.37	3.27	3.31	3.06	2.98	2.86		0.51
1,000	2.84	2.87	2.91	3.00	2.77	2.80	2.60		0.40
1,200	2.53	2.61	2.61	2.69	2.49	2.55	2.29		0.38
1,500	—	3.32	—	2.36	2.22	2.24	1.95		0.41
2,000	—	1.88	—	2.00	1.85	2.14	1.92		0.15
2,500	—	1.68	—	1.75	—	—	1.72		0.07
3,000	—	1.56	—	1.61	—	—	1.58		0.05
3,500	—	—	—	1.53	—	—	1.49		0.04
4,000	—	—	—	1.52	—	—	1.47		0.05

第2表 オホーツク海水温 (T), 塩分 (S), O₂, P の鉛直的分布変化 (その1)

船	大 泊 (海軍)		大 泊 (海軍)			大 泊 (海軍)		
年 月 日	1939. III. 2		1939. IV. 26			1939. V. 13		
位 置	45°-41'N 145°-10'E		46°-27'N 144°-45'E			50°-47'N 145°-09'E		
水 深	T°C	S‰	水 深	T°C	S‰	水 深	T°C	S‰
0m	-1.33	32.75	0m	-1.19	32.25	0m	-0.55	32.07
10	-1.49	32.77	10	-1.29	32.30	10	-1.31	32.39
25	-1.61	32.75	25	-1.33	32.30	25	-1.47	32.68
50	-1.54	32.75	50	-1.48	32.92	50	-1.45	33.04
100	-0.87	32.94	94	-1.59	33.01	100	-1.01	33.22
150	-0.25	33.10	143	-0.62	33.19	146	-1.03	33.24
200	0.43	33.28	196	0.71	—	195	-0.85	33.30
292	0.57	33.44	279	0.88	33.48	287	0.32	33.37
390	1.22	33.64	376	0.81	33.53	350	0.75	33.44

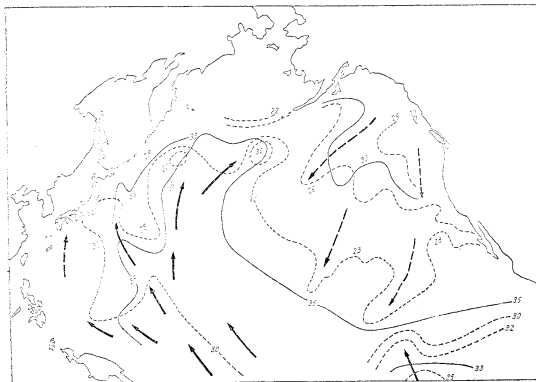
(その2)

船	凌風丸 (気象台)				蒼鷹丸 (水試)					富山丸 (水路部)				
年月日	1942. VII. 14				1935. VIII. 21					1942. III. 23		1942. IV. 19		
位置	50°—21'N 148°—24'E				46°—38'N 146°—32'E					44°—26'N 149°—14.8'E		46°—48'N 153°—0.2'E		
水深	T°C	S‰	σ_t	O ₂	水深	T°C	S‰	O ₂	P	水深	T°C	S‰	T°C	S‰
m					m					m				
0	8.44	32.18	25.02	8.01	0	12.8	32.45	6.55	25	0	0.41	32.70	-0.22	32.76
10	7.68	32.16	25.10	8.53	10	12.67	32.45	6.68	50	10	-0.20	32.75	-0.26	32.77
25	1.32	32.38	25.92	9.49	25	4.56	32.83	8.45	35	25	0.01	32.82	-0.22	32.76
50	-1.42	32.70	26.41	8.10	50	4.12	33.22	6.94	75	50	-0.02	32.83	-0.17	32.83
75	-1.54	32.83	26.42	7.92	100	1.41	33.22	6.94	90	100	0.52	32.97	-0.24	32.82
100	-0.71	33.08	26.60	7.46	146	0.84	33.24	6.90	100	150	—	—	0.57	32.95
125	0.40	33.17	26.58	6.50	195	0.03	33.24	6.72	100	200	—	—	—	—
150	0.70	33.26	26.67	5.90	292	0.65	33.24	6.87	85	300	—	—	—	—
200	0.60	33.37	26.77	5.02	377	1.11	33.51	5.24	108	400	—	—	—	—
300	0.75	33.48	26.85	4.08	472	1.26	33.44	4.75	114	500	—	—	—	—
400	1.24	33.59	26.90	3.75	566	1.64	33.74	3.29	—	600	—	—	—	—
500	1.60	33.80	27.04	2.95	768	1.82	33.96	2.36	173	800	—	—	—	—
600	2.00	34.02	27.19	2.10	960	2.18	34.13	1.41	173	1,000	—	—	—	—
800	2.36	34.18	27.29	1.17	1,440	2.22	34.43	1.38	150					
1,000	2.29	34.36	27.46	0.96	1,929	2.01	34.54	1.48	156					
1,199	2.23	34.38	27.47	1.09	2,893	1.88	34.54	2.04	160					

(底 3,385m)

オホーツク海の水温、塩分、O₂等の冬春夏の鉛直分布とその変化を示すもので、冬季 200 m 以浅の対流混合による循環が5月頃から春季に入り、成層をあらわし始め、7、8月の夏季は中冷水を残存し、(1,500 m 深) 底層に酸素量の多い南極系深層水の進入の影響をみる。

日本近海の S—minimum (塩分極小) 層の地形図を



第4図 北太平洋深層水 (南極洋起源) の動きを溶在 O₂ ml/l (3,000 m 深……, 4,000 m 深——) 分布より推定した図。

描くと第3図のようになり、A、B、Cの3条の矢印経路で親潮系中間層水が南下し、日本南海海盆に侵入し、赤道湧昇、沿岸湧昇によって上層に復帰するものとみられる。従ってこの亜寒帯系中間層水が上層を肥沃化 (P、Nなどの無機栄養塩豊富) する重要因子となる。第4図は南極洋系底層水の経路を 3,000 m 深および 4,000 m 深の O₂ 分布 (1955~'59) から描いたもので南太平洋の中部 (東偏) から北太平洋の西部に向って入りこむさまが推察される。水温、塩分は、3,000 m 深 1.55~1.75°C、34.60~34.78‰、4,000 m 深 1.41~1.65°C、34.65~34.74‰を示す。

すなわち水温が4,000 m 深では3,000 m 深より0.1°C 位低温であるが塩分はほとんど同様であるにもかかわらず、酸素溶存量は下方に向って著しく増加し、0.5~1 ml/l ほど多い。

南極洋起源底層流の消長を最もよく示す指標は O₂ とと思われる。鉛直傾度から拡散混合を求め、水平移流速度も水平傾度を併せて求め得られよう。

200~1,000年程度で一巡するサイクルが深層循環について諸家の測定から考えられるが、だんだん循環周期の

値が小さく発表されて来る傾向にある。従って放射性廃棄物の処理に当っては、日本東方、南方の深海底に投棄した場合意外に早く上層にまで放射性汚染水のもどってくるのが考えられ、北洋漁場、近海漁場において底層流 5~10 cm/sec を仮想して年 880~1,800 漚流動、5 年もすれば上へ出てくるということも考えられる。

ともかく、完全容器でできるだけ流れの弱い貧酸素のくぼんだ海底をみつけることが実際の課題となるであろう。

深層流を自記する流速計を設置した定点洋上観測所は多くの基本的試験を必要とする。地形と深層流の関係を精査することも望ましい。成層圏大循環をマクロにみてどれだけ大気循環の変動を反映するか? ^{14}C などを用いて“aging”を査定することも大規模に多数点で行ないたいものである。tracer をつかって Weddel 海なり、Ross 海から追跡してみる Operation も検討したいものである。

参 考 文 献

- 1) HILL 編 (1963): The Sea. Vols. II, III.
- 2) F. OSTAPOFF (1963): Antarctic Oceanography. (13th IUGG. US.Nat. Rept.)
- 3) Sc. American (1962. Sept.): Antarctic.

討議者 増沢譲太郎 (気象庁)

ただ今、宇田先生の非常に熱心に勉強された該博な知識を総合して紹介して下さったが、これから討論という形式ではなく私の感じたことを述べたい。

深海の流れを測ることは実際に測るなり、推定するなりいろいろ方法があるが非常に手数がかかり期間も長くなる。それ故理論をやる方が観測者にどこを測るのが有効であるか予報するような研究をしてもらいた。良い例は STOMMEL が western boundary current の下層に反流があると推定した。こういうやり方が能率的である。

それから何らかの形で流速計を用いて流れを測る場合、深層流はかなり短周期的変化をしているらしい。われわれ赤松さん、南日さんその他の方が行なった深層流の測定で昨年と今年の 2 回行なったデータは信頼できるものであるが、これによると一般流は日本近海では boundary current でない。一般の流れと推定される所で流速はせいぜい数 cm 位である。一般流速が数 cm の所に中立ちの慣性運動がついてそれが 10 数 cm に及んでいる。したがって、或る 1 時間、2 時間の測定でその流れとすると非常に違った結果を与える。少なくとも中立ちで測定するかぎり慣性運動が除去されるだけの観測

を行なわなくてはならない。中立ちで測定された方々の努力によってはっきりしたことである。

それから今日も酸素とか酸素の分布で深層流を推定する杉村さんの話があったが、ようするに間接的にある適当なトレーサー (化学成分なり、 ^{14}C) によって流れを推定する場合の問題である。酸素は確かに有力な要素であろう。しかし問題はやはり conservative でないということである。酸素の海中における消費の速さは、オーダーとして人によって 2 桁も 3 桁も違う。これは量的に扱う場合に困る。と同時に一方いゆる拡散の問題がある。拡散は海洋力学の中において私はずっとも夢のようなものだと思う。この点についても、もし拡散がああいふ形の拡散係数というもので推定されるものとしても、その係数の見積りはやはりオーダーにしかすぎない。したがって、われわれは一般流を推定する場合においても今日杉村さんは水平移流と酸素の消費の割合をバランスさせたが、その他の項が無視できるという証明はしていないようである。たとえば、二谷さんも言われていたように、鉛直混合はオーダーとしては同じオーダーだと思う。しかし杉村さんの話に本質的にマイナスにはならないと思う。

いずれにしても、あるトレーサーで議論して深層流の一般的動向を知りたい場合、拡散の問題があってそう簡単にいかないのではないかと思う。特に conservative でない要素を使うこと自体に大きな問題を含んでいる。

一般討議 (座長: 高野健三)

星野 (東海大) 深海底の rip current について懐疑的な話をされたが、いわゆる turbidity current についてどう考えるか。もう一つの水質の分布を見ると特に赤道海域等では非常にシャープに表層海流を表現している。他の海域でもかなり表層の水塊が底質に反映されている。Stokes の法則によると何十年もかかるような coccolith みたいなものが、深層流がかなりあると拡散されると思う。

宇田 turbidity current は比較的ローカルな区域に制限される。地震等に関連して大きいのが起る。日本海溝でも起ると思う。上には津波が走り、下にはテラス等の段になっている所で起る。その場合、深層流に対するかき乱しは大きいかもしれないがある区域に制限されると考える。地質の方で gravel の分布等から逆に地震帯で起る turbidity current により、どこまで広がるかその影響範囲を見ていただきたい。地震はアリューシャン、アラスカ、三陸沖、ペルーとか何年おきかにどこかで起っている。その影響がどのように深

層水をかき乱すか、その前後の観測、採集があればかなりわかってくるのではないかと思う。もう一つは **ARRHENIUS** がやっているがかなり下の方に影響があると底質の分布から逆に上の流れや水塊の分布を見るという結論を得ているという。直上だけでなく横に動いて行くものもあると思う。

星野 私と日向野さんとで調べた結果も赤道海域では表層海域の boundary は底質の boundary と合う。したがってあまり強い流れは考えられない。

宇田 流れが強ければおそらくかき乱して泥を巻き上げる。深海へ佐々木さんらが入って見られたところによると着底したときは別だが泥を巻き上げるような急な流れはない。しかし泥の粒子と流れの関係はいろいろ実験公式などがあるが、そういうものから逆にいえるが短時間の強い流れはおさまるとわからない。かりに台風の時に強い流れが起ったとか、またシケの時は観測は行なわないのでわれわれは静かな時の観測が多いのでそこに問題がある。私の言っている流れは 20 cm/sec 以内という報告を引用した。

佐々木 星野さん、地質学的に逆に最大どれ位の流れがあってもおかしくないか。

星野 よりどころは Stokes の法則である。これだけを根拠にすると 4,000 m 沈むまでに 50 年とかいう coccolith の破片が多く石灰質軟泥に入っている。今 20 cm/sec の流れがあるとすると拡散されてかなり北の方まで分布するはずである。しかし 15°N 以北は石灰質は少なくほとんど赤粘土になっている。その点 Stokes の法則自体に問題がある。海水の流れは横だけでなく沈降流も相当深い所までであると思う。

山路 宇田先生に。プランクトンで南極と北洋で良く似た種類がある。南極だけにしかないもの、両方に同じようにいるもの、また一方の極にいるもの、一方の極に両方のものがある、一方の極には両方ともいないことがある。この説明は南極、北極が同じ環境だとい

う説と、深層流があるから他の方へ流れていると考えている人もいる。深層流は今のところどの位の速さであるか。またプランクトンを運ぶ力をもっているか。

宇田 深層を 2,000 m 以深とすれば強い所で約 20 cm/sec で、これを少し越すものもあるかもしれないが、また動かない 0 のところもある。今まで 10 cm/sec 以下の測定値が多い。2,000~3,000 m で 10 cm/sec を越えるものが最近多くでていることは注目すべきである。今の Dipole-theory というか共通な場合、深層の水は同じような海洋環境になっているから種類も似たものがあると聞いている。しかし、北極は氷の下は水で、南極は陸の周囲が水であるが似た点は確かにある。違う点は下の方には南氷洋では冷たい酸素の多い水が入っている。北極では太平洋の水が入っている。そういう海洋構造が違っているから採集した生物の深さ、層によって違ったり共通したりすると思う。

山路 北極の水が南極まで流れて行くことはないか。

宇田 混合することはあるが直接行くことはない。

山路 南極の水が北極に行く可能性が大きいわけか。

宇田 そうだ。太平洋からは北極に行くのが多い。大西洋は北極の水が南へ流れ出るのが多い。

福岡 (気象研) 日本海の水の循環は非常に早いことは事実である。そこで深層の循環について研究する場合、全世界の北極から南極に至る広い範囲で行なうことは大切であるが、たとえば日本海だけの中で深層循環を論じられるようなことを何隻かの船を使って行なうことは、大きな意味の全世界の深層循環と同じように考えられるかどうか。

宇田 似かよった点は、南氷洋の大陸棚の縁、あるいはグリーンランドの陸棚の近くとかあると思う。しかし、オホーツク海やベーリング海は違う。違うといっても全然違うとはいえない。各地域のパターンはそれぞれ特長がある。

5. 深海底の鉱物資源

Ressources minérales dans les fonds océaniques

新 野 弘*

Hiroshi NIINO

Résumé : On a fait de grands progrès dans l'exploitation des ressources minérales dans le plateau continental depuis ces dix ans. On présente l'aspect global de l'exploitation des minéraux combustibles tels que le charbon et le pétrole qui ont été mis à profit tout d'abord en vertu de la facilité de l'exploitation. Les minéraux métalliques et les autres sont beaucoup moins exploités que les minéraux combustibles. Les intérêts du pétrole et des pêches intervenant, le problème du plateau continental est l'objet de nombreux débats dans le cadre de la politique internationale. L'Expédition du Challenger a attiré les océanographes vers la recherche des fonds océaniques. PETERSSON a étudié de la formation des minéraux dans les fonds profonds et évalue que la sédimentation se développe par une vitesse 1 mm à 1.000~100.000 ans. Les principaux minéraux dans les fonds sont énumérés et commentés.

燃料鉱物資源

大陸棚の鉱物資源の開発はここ十年ばかりの間に驚く程長足の進展を見せた。昨年より着手された欧州の北海海底瓦斯田、油田は北海を廻る英、蘭、独の諸国地先の北海大陸棚全面に亘って極めて大規模な調査と併行して掘採作業が実施され、これが完了の暁には欧州各国の工業エネルギー供給コストは驚くほど低廉となり国際貿易に一新転機をもたらすだろうと専門家の間に取り沙汰されている。燃料鉱物は海底から採取するには最も容易であり、調査及び開発計画立案が立て易いので石油、石炭等が先ず対照鉱物資源として選ばれたと考えられる。ソ連の黒海、アメリカのメキシコ湾、カリホルニア沖、ベネゼイラ、中東のアラビア、ベルシャ海底油田をはじめアラスカ海底瓦斯田、北スマトラ海底油田等枚挙にいとまない。日本も遅滞きながら秋田、新潟の海底油田、瓦斯田の開発に手をつけたことは御承知の如くである。

燃料鉱物資源の開発に比べ金属鉱物其他については極めて遅れている。僅かに日本の海底砂鉄としての磁鉄鉱、イルメナイト（チタン鉄）の開発が他国に魁けている位なものである。尤も特殊なケースとしては南阿のダイヤモンド砂鉄がアメリカの Ocean Science and Engineering Inc. の手で採取されて市場価に脅威を与えはじめた。大陸棚問題が国際間の重大問題となったきっかけは海底油田の権益にまつわるものでこれと漁業問題がか

らみ合わされ、いよいよ微妙な国際問題として浮び上って目下検討されつつある。

大陸棚斜面の鉱物資源は大陸棚斜面そのものの調査研究が進展中なのでこれからいろいろな資料が集まって来るものと考えられる。

深海底の鉱物資源

深海底の研究はチャレンジャー号の探検を契機として海洋学者の注目を浴び、その際太平洋、大西洋の深海底から採取されたマンガン塊や燐灰土の塊が深海鉱物の生成の問題として浮び上った。PETERSSON (1955) がその成長を推定して1,000年~10万年に1mm位宛厚さを加えていると発表し深海底で鉱物が堆積されつつあることを明らかにした。

マンガン塊：深海底で最も広く発見されるのがマンガン塊である。その産状は大別して二種に分けられる。

a) 海山の頂部や斜面の露岩上を蔽うて沈積しているもの。例えば銚子沖第二鹿島海山頂を蔽う厚いマンガン層やココス海山上のもので底質は火山岩であっても石灰岩であっても外見上は差した変化の無い状態のもの。

b) 軟かい赤粘土中に点在する円形、葡萄状等の塊、中心部に鯨歯、鯨骨、耳骨、石灰土等を包蔵しているものが多い。

化学分析の結果ではマンガンは主としてマンガンのほかに鉄、珪酸マグネシウム、コバルト、銅、亜鉛、アルミニウム、モリブデン等其の他を含んでいる（第1表）。銅、鉄、マンガン、コバルト等の含まれている比率はマ

* 東京水産大学 Tokyo University of Fisheries

Table 1. Bulk chemical composition of manganese nodules from the Pacific Ocean as determined by X-ray spectrography (MERO, J. L.. 1965).

元 素	Maximum	Minimum	Average
B	0.06	0.007	0.029
Na	4.7	1.5	2.6
Mg	2.4	1.0	1.7
Al	6.9	0.8	2.9
Si	20.1	1.3	9.4
K	3.1	0.3	0.8
Ca	4.4	0.8	1.9
Sc	0.003	0.001	0.001
Ti	1.7	0.11	0.67
V	0.11	0.021	0.054
Cr	0.007	0.001	0.001
Mn	41.1	8.2	24.2
Fe	26.6	2.4	14.0
Co	2.3	0.014	0.35
Ni	2.0	0.16	0.99
Cu	1.6	0.028	0.53
Zn	0.08	0.04	0.047
Ga	0.003	0.0002	0.001
Sr	0.16	0.024	0.081
Y	0.045	0.016	0.033
Zr	0.12	0.009	0.063
Mo	0.15	0.01	0.052
Ag	0.0006	0.00003
Ba	0.64	0.08	0.18
La	0.024	0.009	0.016
Yb	0.0066	0.0013	0.0031
Pb	0.36	0.02	0.09
Ignition Loss at 500°C	39.0	15.5	25.8

ンガン塊を産する海域で著しく違っている。例えばニッケル、銅に富んだマンガン塊は中部東南太平洋に多くその範囲は1千4百万平方哩に及んでいるしニッケル・コバルトに富むマンガン塊はハワイよりソサイテュー群島の間の海底に広く分布している (ARRHENIUS, 1963)。これ等のマンガン塊の調査はドレッジ、ピストンコアラー、海底写真等によりその分布や量が計算することが出来る。

燐灰土：燐灰土はマンガン塊に比して一般に浅い海底より採取されている。熱帯の珊瑚礁周縁の深海や上昇流の強い海山頂、大陸棚斜面等では有孔虫の殻、魚類骨格中

に含まれている。マンガン塊と共存する場合も多く工業的には陸地に近接した堆礁上の資源が採掘し得る可能性が多い。陸上で工業的に採掘されているのはその隆起物である。

石膏其他の硫化物：深海底堆積物中に石膏や Barite ($BaSO_4$)、Celestite ($SrSO_4$)、Anglesite ($PbSO_4$)等の硫化物がありこれらは恐らく浮遊生物の殻を形成した成分に起因するものであって大きな資源であろうが現在では単に科学者の興味をひくにすぎない。

また深海堆積物中に自生した燐灰土や生物遺骸中にはウラニウムを相当量含むことは周知の事実である。

海緑石：海緑石は浅海底にも多いが深海泥土中にも屢々含まれている。暗緑色の粒状で、Fe 20~25%、 K_2O 7~8%の含有量で特徴づけられるように加里源材料として注目される。陸上の水成岩中にも多く戦時中加里源として利用するよう努力がなされたけれど珪酸の分離が困難で工業的な成果は上げ得なかった。資源量は非常に多く緑泥と呼ばれるのはその含量が多いためである。

石灰、粘土：深海底を広く蔽っている石灰質の堆積物は浮遊生物の遺骸を主とするがまた浅海の一部には海水中から折出されたと考えられるものもある。炭酸石灰が工業原料として利用されてはいるが、陸上にあるかつては海底堆積物である石灰岩が殆んど無尽蔵であるので、深海の石灰を利用することは先ず考えられない。珪酸に富む深海の粘土、珪藻土等極めて広範囲に多量に分布する物質も何時かは人類が利用する日が来るかも知れない。試みにピストンコアの錘に付着した余分の粘土で湯呑を作って見たら仲間美しい焼物が出来上った。

深海鉱物資源の採掘

深海鉱物資源の採掘は海水の厚い蔽いがあり、それは流動性が強いから採掘手段に困難を伴う。工業採算はよほどの好条件を要し、また、画期的な採掘手段の考案が必要であろう。

手近な基地を必要とするから陸岸に遠くない深海の堆礁、海谷等に豊富な鉱物資源が見つければそれに適した採掘手段が選ばれるに違いない。日本近海にも堆礁上にマンガン塊、燐灰土等が発見されている。然し量的調査を行なうに至っていない。こうした基礎調査を先ず行なって資源量を確認することが深海鉱物資源開発への第一歩であろう。

参 考 文 献

- 1) ARRHENIUS, G. (1963): Pelagic Sediments. The Sea, vol. 3, 655-727. (ed by M. N. Hill)

- 2) MERO, J. L. (1965): The Mineral Resources of the Sea, Elsevier Publishing Co., 312.
 3) PETERSSON, H. (1955): Manganese Nodules and Oceanic Radium. Deep-Sea Res., 3 Suppl., 335-345.

討議者 加賀美英雄 (東大海洋研)

ただ今の新野先生の話しに多少付け加えたい。潜在的な鉱物資源として今後非常に着目されるだろうと思われるのはマンガン塊とリン酸塩鉱物の問題だと思う。リン酸塩鉱物はかなり多くの地域で大量に知られている。たとえば、ベルギー、南カリホルニア、フロリダ沖等に大量のリン酸塩鉱物がある。カリホルニア沖だけで10億トンに達するリン酸塩鉱物は、その堆積した主な時代が中新世後期からほぼ鮮新世にかけての時代であることがわかっている。この間、中新世後期あたりに、その地域に非常に広汎な浸食活動があったので一時中断しているが、現在は活潑に堆積していることは認められていない。マンガン塊が非常に沢山分布している所は、太平洋では18°N線を中心とした所で、もう一つは南西太平洋に分布している。その分布地域は現在堆積速度が遅い所に限られている。マンガン塊のような鉱物の生成には長い時間がかかると思う。第三紀の頃は現在に比べると非常に堆積速度が遅かったと考えられる。このことから考えて堆積速度の遅かった時期にマンガン塊がたまっただけではないか。現在われわれが利用しうる鉱物の大部分は、生成の主たる時代を第三紀においたのではないかと考えるがこの点について討議していただきたい。

次に、マンガンの source の問題であるが、これはかなり多くの議論がある。

KUENEN によれば、陸地を含めたすべての堆積物中のマンガン (MnO) の平均含有量と、供給源として考えられる全岩石中のマンガンの平均含有量を比較すると、堆積物中に含まれる量が約3倍も多いことがわかった。一方、大洋中に element がとどまっている時間は、マンガンは非常に短い。そうなるとその起源をどこにもっていったらよいかということが議論の対象のようである。多くの人はそれを火山活動に結びつけている。この点に関して、環太平洋においては第三紀の中頃に非常に大量

の火山活動があり、現在われわれの知っている火山の数十倍、数百倍のオーダーの火山活動が知られている。その時代について考えると、マンガン塊に必要なマンガンが風化溶解されるだろうといえる。

一般討議 (座長: 星野通平)

三宅 リン灰石の沈積は酸素の少ない anaerobic な地域に多いということであるが、酸素が少ないということは有機物の生産が多く、それから再生されたリン酸ではないか。そのリン酸がリン酸石灰の solubility に近くなりほとんど飽和して沈積が起ると思う。anaerobic condition に近いことは有機物の生産が盛んであるという指標であって、リン酸の沈積そのものには酸素が少ないことには直接関係がないと思う。深海のリン酸の量は太平洋と大西洋ではかなり違う。太平洋では非常に多く大西洋では少ない。リン酸石灰についてはかなり飽和に近い状態になっていることは確かである。

新野 (東水大) 陸の日本の第三紀のリン鉱床は能登に見られる。これは浅い海に堆った第三紀層と第三紀層からとけて第四紀層あたりにリン鉱がある。このリン鉱の中にはわんそく貝が非常に多い。わんそく貝の殻はリン酸が非常に多い。bank 的なところの第三紀層のリン鉱は鳥のふん等と一緒にあるいは浅い所で別な意味でできたと思うがこれは想像である。深海というか今いった anaerobic condition に近い状態で現在海の底から出るリン灰石と第三紀層の地層の中にある浅海性リン灰石とは何か origin が違うように地質学的に考えられる。その意味で疑問なのは、加賀美さんが述べたが、火山活動によって多量のマンガンが出たというのでそれから nodule ができたことと、もう一つ非常に浅い所にあるマンガンは別な温泉等の活動によりできたもので、深海のマンガンと浅い所のマンガンとは origin が違うと思う。九大の吉村さんはマンガンを専門に研究されているが、それによると種類の異なるマンガンが発見されている。化学的に三宅先生あたりに調べていただいたらおもしろい結果がでるのではないかと思う。

(時間の関係で次の講演に移る)

6. 深海水の電気伝導度に及ぼす炭酸物質の影響

Effet des matières carbonatées sur la conductivité électrique de l'eau en mer profonde

三宅 泰雄* 杉浦 吉雄** Kilho PARK***
Yasuo MIYAKE, Yoshio SUGIURA and Kilho PARK

Résumé : La conductivité électrique de l'eau en mer dépend non seulement de sa chlorinité mais encore quelque peu de sa composition ionique. On a mesuré une petite différence de sa valeur entre les eaux superficielles et profondes à une même chlorinité. Une des causes de cette différence consiste, dit-on, en augmentation d'ions du calcium dans les couches profondes. Compte tenu de l'effet des matières carbonatées, le présent exposé précise qu'un quart de la déviation de la conductivité électrique en eau profonde est attribuable à l'augmentation des matières carbonatées. Celle-ci a donc un effet comparable à celui de l'augmentation d'ions du calcium. La déviation est ainsi à moitié expliquée.

1. はしがき

最近、海水の電気伝導度の精密な測定技術が発達した。海水の電気伝導度は、海水に溶けているそれぞれのイオンによる部分電気伝導度の和として与えられる。したがって、かりに塩素量の等しい海水でも、イオンの組成が少しく異なれば、かならずしも等しい電気伝導度を与えない。実際に、表層水と深層水では、等しい塩素量に対しやや異なる電気伝導度の値が得られることがあり、その差はしばしば塩素量に換算して0.02‰（塩分として0.04‰）くらいになる。Cox¹⁾らは、その原因の一部として深層水におけるカルシウム・イオンの増加をあげている。これによって塩素量として0.005‰くらいの差を生ずる。われわれは、このほかに、深層水における炭酸物質の増加が電気伝導度に影響を及ぼすのではないかと考え、つぎのような考察を行なった。

2. 深海における炭酸物質の鉛直分布

Fig. 1 は、著者の1人杉浦が JEDS-3 (1960) において、微量拡散法により求めた全炭酸濃度 (milli-mole/l) の鉛直分布の1例を示す。この例のように、全炭酸の濃度は深さとともに増加するが、栄養塩とほぼ同様に途中に極大をもつ分布を示す。なお、Fig. 1 には同時に測定した pH と酸素の鉛直分布も示してある。ここに掲げた pH は 15°C の値である。pH の鉛直分布は酸素の

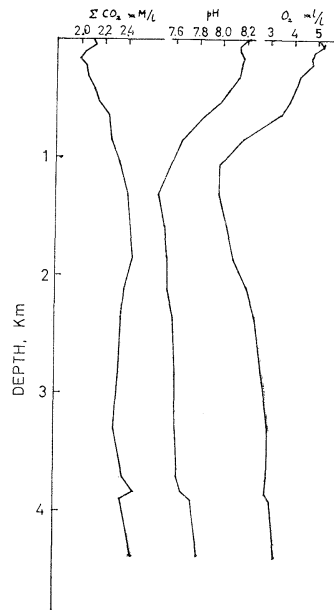


Fig. 1 Vertical distribution of ΣCO_2 , pH and O_2 in deep sea.

分布とほぼ平行する。全炭酸は酸素の減少とともに増し、酸素の増加とともに減る傾向がある。全炭酸濃度と pH の値を用い、猿橋の表²⁾により、炭酸、重炭酸イオンのそれぞれの濃度を求めた。それらの鉛直分布を Fig. 2 に示す。

3. 海水の電気伝導度に及ぼす炭酸物質の影響

BRADSHAW³⁾ は、炭酸ガスの溶存量を変えて海水の電

* 東京教育大学, 気象研究所 Tokyo University of Education, Meteorological Research Institute

** 気象研究所 Meteorological Research Institute

*** オregon州立大学 University of Oregon

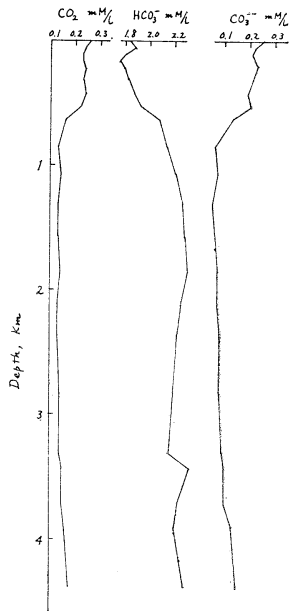


Fig. 2 Vertical distribution of CO_2 , HCO_3^- and CO_3^{--} in deep sea.

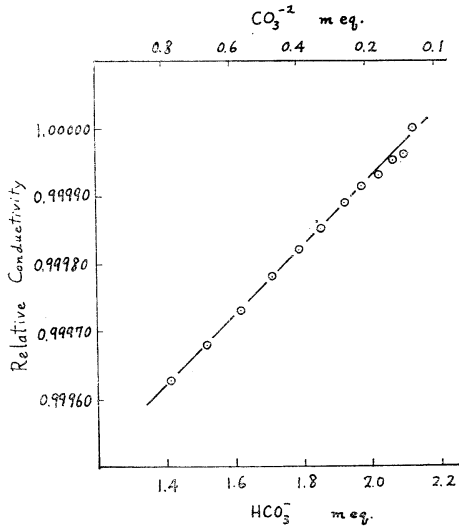


Fig. 3 Changes in conductivity versus bicarbonate and carbonate on concentrations in sea water. From the data of BRADSHAW (in PARK *et al.*, 1964)

気伝導度を測定し、重炭酸イオン、炭酸イオン濃度と比電気伝導度との関係を求めた (Fig. 3)。また、PARK⁴⁾らは Fig. 4 に示すように、海水中に溶存する炭酸の濃

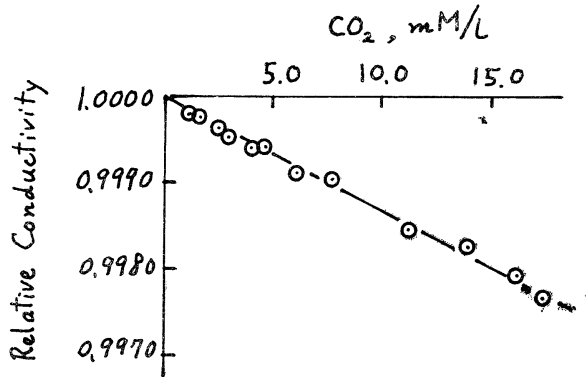


Fig. 4 Electrical conductivity of sea-water as a function of molecular CO_2 content. (from PARK *et al.*, 1964)

Table 1. Effects of HCO_3^- CO_3^{--} and CO_2 on the electrical conductance of Sea water.

Species	Addition of 1 mEq or mM will change sea water conductance by
HCO_3^- (mEq)	+0.033 %
CO_3^{--} (mEq)	-0.018
CO_2 (mM)	-0.013

度が 1 mM/L 増すごとに、海水の比電気伝導度が約 0.013% ずつ低下することを確認した。以上の結果をまとめると Table 1 のようになる。

4. 深海水の炭酸物質が電気伝導度に及ぼす影響

前節に示した炭酸、重炭酸イオン、炭酸イオンの単位濃度当りの電気伝導度の変化率を用いて、Fig. 1 の例に

Table 2. Vertical distribution of excess salinity due to increase in concentration of carbonaceous matter.

Depth, m	Excess S‰	Depth, m	Excess S‰
0	0	1,304	0.009
53	0.001	1,574	0.009
106	0.000	1,844	0.009
159	0.000	2,114	0.009
212	0.000	2,346	0.009
316	0.000	2,828	0.009
420	0.001	3,315	0.009
523	0.002	3,430	0.008
629	0.005	3,709	0.008
843	0.006	3,900	0.008
1,062	0.009	4,382	0.006

つき、海の表面水を基準にして、各深さの水の炭酸物質によってもたらされる電気伝導度の偏差を求め、その値を相当する塩分値に換算した。その結果を Table 2 に示す。

Table 2 に示すように、炭酸物質の濃度の増加に伴う電気伝導度の増加は、塩分に換算して最高 0.009‰ である。この値は Cox らが得ている深海水における偏差(塩分換算, 0.04‰)の約 1/4 に当り、Cox らの与えたカルシウム・イオンの増加による偏差とほぼ同じ値である。したがって、深層水における炭酸物質濃度とカルシウム・イオン濃度の増加によって、塩素量—電気伝導度の偏差の約 1/2 が説明されることになり、残りの 1/2 については、まだ原因が不明である。

参 考 文 献

- 1) COX, R. A., F. CULKIN, R. GREENHALGH and J. P. RILEY (1962): Chlorinity, Conductivity and Density of Sea Water. *Nature*, **193**, 518-520.
Second Report of Joint Panel on the Equation of State of Sea Water, NS/9/114B, Berkeley, Calif. 19. Aug. 1963.
- 2) 猿橋勝子 (1955): 天然水中の物質代謝の研究 (第2報), 水中の炭酸物質の平衡濃度比について. *日化*, **76**, 1294-1308.
- 3), 4) PARK, K., P. K. WEYL and A. BRADSHAW (1964): Effect of Carbon dioxide on the electrical conductance of Sea Water. *Nature*, **201**, No. 4926, 1283-1284.

討議者 (欠席)

一般討議 (座長: 岩下光男)

猿橋 (気象研) 塩素量からの塩分と電気伝導度から出した塩分との実際の観測値の違いはどの位か。

三宅 イギリスで測ったものは 0.02~0.04‰ である。

猿橋 この station では。

三宅 電気伝導度を測っていないのでわからない。今日の討議者の市村さんには炭酸の問題に関する生物学的な話を聞きたかった。

PARK (オレゴン大) ワシントン大学の塩分計とオレゴン大学にあるオーストラリア製の塩分計と硝酸銀の三つの方法で塩分を測った。ワシントン大とオーストラリアの塩分計の差は平均 0.008 位, ワシントン大と硝酸銀の差は平均 0.01 位である。海で測って、約 2 週間後に同じ試料を陸で測った。平均 0.004‰ 位の違いができた。

日向野 (水路部) 炭酸イオンを加えた時、電気伝導度が減ってゆくのは重炭酸イオンが減るためにそういう

ことになったと説明していただきたかった。炭酸の濃度の変化により 9/1,000‰ の変化があることは最大の状態で起り得ることで、実際は採水後船上で炭酸ガスが空气中に逃げてそれより小さい値になっているのではないか。

PARK 炭酸イオンが海水に入ると電気伝導度が下るといことは物理化学からみると矛盾することである。しかし、海水は Mg, Ca, 陰イオンとして SO_4^{2-} また CO_3^{2-} 以外に HCO_3^- が含まれており複雑な溶液である。海水中に CO_2 を入れるのに Na_2CO_3 として入れると、 Na^+ が溶けて電気伝導度が増す。 NaCl を入れると Na^+ , Cl^- が増すため電気伝導度が増す。異った塩の組合わせを入れた結果、 Na_2CO_3 を入れることによる電気伝導度の増し方が少ない。 Na^+ の conductance のデータを入れると CO_3^{2-} による電気伝導度はマイナスになる。これは CO_3^{2-} が他のプラス・イオンと結合した結果プラス・イオンのもつ電気伝導度がなくなり、結果的にはマイナスになる。もちろん、これは海水にしか使えない。炭酸物質が逃げるという問題であるが、なるべく空気に接触させないように努力する。しかし少しは逃げてゆく。pH を測る時、その pH の変化は非常に遅い。逃げてゆく傾向はあるが、逃げが 100% でなく、5% 位のところで測っている。したがって、5% 減ったとしても 9/1,000‰ になる。何回も大気に曝すと水分も逃げてゆく。そうなるど何を測っているかわからなくなる。

宇田 サンゴ礁のような所で何か塩分計で測ったものとの差が出るか。

三宅 サンゴ礁で特に測ったことはないが、理論的に考えれば、 CaCO_3 は飽和または過飽和になっているので、 CaCO_3 が特に溶け込んでくることはない。その影響はそれほど大きくないと思う。

山路 塩分計と電気伝導度計の両方が入っている装置を使ったことがある。河口より海の途中までの所だが、塩分としてメーターには 31 から 15‰ 位までははっきり出ているが、電気伝導度ではそれがはっきりしない。どうしてだか解らないのだが。

三宅 外洋の水でなく河の水が混じっている場合、塩素量に対する他の陰イオン比が海の場合とかなり違ってくる。塩素量に対する電気伝導度が linear になっていない。塩素量 2~10 と薄い場合は問題がかなり複雑である。塩分が 30 とか 35 とか、塩素量にして 18 とか 19 の範囲ではあまり問題にならない。塩素量と電気伝導度はほぼ linear になる。

閉会の辞 佐々木忠義

一言ご挨拶申し上げます。本日はご多忙のところ多数ご参会下さいまして、非常に内容の豊かなシンポジウムをもつことができました。講演者の皆様、それから討議者の皆様、なおいろいろご討議して下さいました参会者の皆様方に厚くお礼申し上げます。

振り返ってみますと本会は第4回の深海研究に関するシンポジウムでございまして、最初にやりましたのは昭和35年でありまして途中どういふことか1年飛びまして今年で第4回、私あと10年位毎年毎年こうして深海シンポジウムをやっているうちには、おそらく今日それぞれお話し下さったような問題が分科会的にそうした問題だ

けでシンポジウムが開けるのではないかと非常な深海研究に対する夢をもっています。来年もおそらくこの時期に行ないますので、更に皆様のご支援を得まして一層立派なシンポジウムにしたいと考えております。

この会場は気象庁の淵課長が大へんご尽力下さいまして、こういう立派な所を提供していただいたわけで、ご関係の皆様がこの場をかりまして厚くお礼申し上げます。

後記：討論の記録はテープレコーダーに収録したものであるが、聞きとりにくい箇所は一部省略した。また、まちがって記録されているところもあると思われるがこの点ご了承願いたい。

文 献 紹 介

Cahiers Océanographiques (1964年第16巻)

No. 8, Septembre-October

Notes techniques

P. BERNARD : Nouveau type d'enregistreur à inscription visible.

記録式の新地震計について

J. P. EHRHARDT, F. BAUDIN-LAURENCIN et G. SEGUIN : Contribution à l'étude du plancton dans le canal Corse-Provence-note préliminaire.

コルシカ-プロバンス間の海峡におけるプランクトンの研究

L. BERTHOIS, R. BATTISTINI et A. CROSNIER : Recherches sur le relief et la sédimentologie du plateau continental de l'Extrême Sud de Madagascar (fin)

Madagascar 海峡最南部の大陸棚の起伏とたい積学的研究

G. R. BERRIT et J. R. DONGUY : La petite saison chaude en 1959 dans la région orientale du golfe de Guinée
ギニア湾東部で1959年認められた“小さな暑い季節”について

Résultats d'observations

Campagne No. 10 de l'“Ombango” (Annexes à la note technique de G. R. BERRIT et J. R. DONGUY)

Ombango 号第10次航海

Marée à Brest

Brest における潮汐

Observations du niveau marin à Nosy-Bé (Madagascar)

Nosy-Bé の潮位観測

No. 9, Novembre

Notes techniques

P. LACROIX et L. LAUBIER : Description, étalonnages et essais préliminaires d'un nouveau courantomètre enregistreur.

記録式の新しい流速計の概要, 検定ならびに基礎試験について

A. MOREAU-DEFARGES : Etude par analogie rhéoelectrique des courants induits par les vents sur l'Atlantique

大西洋上で風のために生ずる流れの電氣的類推による研究

M. EYRIES, M. DARS et L. ERDELY : Marégraphie par grand fond.

深海における潮位の観測

Résultats d'observations

Observations hydrologiques de surface effectuées par le croiseur-école “Jeanne d'Arc” au cours de sa croisière 1963-64 et par l'escorteur-côtier “le Hardi” en mer d'Irlande.

学校練習船 “Jeanne d'Arc” 号の1963~64年度航海

並びに沿岸警備艇 “le Hardi” 号により, Irland 海面で行なった表面海洋観測について

Station hydrologiques des navires météorologiques stationnaires “France I” et “France II”.

定点気象観測船 “France I” と “France II” 号による海洋調査

Marée à Dunkerque

Dunkerque の潮汐

Observations du niveau marin à Dakar.

Dakar における潮位の観測

Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes (Vol. 27, 1963.)

No. 3, Septembre

J. REYSSAC : Chaetognathes de plateau continental européen. (de la baie ibéromarocaine à la Mer celtique.)

ヨーロッパ大陸棚の Chaetognathes

M. C. de SAINT-BON : Les Chaetognathes de la Côte d'Ivoire (espèces de surface)

Ivoire 海岸の Chaetognathes

No. 4, Décembre

A la mémoire de Paul Arné

Paul Arne 氏の追憶

F. GIRON : Copépodes de la Mer d'Alboran. (Campagne du “Président-Théodore Tissier”, juin 1957.)

Alboran 海のコペポダについて (PTT 号, 1957年6月の調査)

M. C. de SAINT-BON : Complément à l'étude des Chaetognathes de la Côte d'Ivoire (espèces profondes)

Ivoire 海岸の Chaetognathes 研究補遺 (深層種)

B. SOULIER : Pêches planctoniques, superficielles et profondes, en Méditerranée occidentale. (Campagne de la “Thalassa”- janvier 1961-entre les îles Baléares, la Sardaigne et l'Algérois.) IV-Euphausiacés
地中海西部の表層並びに深層プランクトンの採集

J. MAZZA : Quelques Trématodes de poissons de l'étang de Berre

Berre 池の魚類の Trematodes について

Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes (Vol. 28, 1964)

No. 1, Mars

C. ALLAIN : L'hydrologie et les courants du détroit de Gibraltar pendant l'été de 1959.

1959年夏期のジブラルタル海峡における海洋観測結果と海流について

No. 2, Juin

C. NEDELEC et L. LIBER : Le chalut.

底曳網

(西村 実)

録 事

1. 昭和39年12月9日、日仏会館において評議員会を開き、会務・会計報告、名誉会員の推薦および評議員の委嘱、学会誌の件、その他について検討した。

引き続き第5回総会が開かれた。会務並びに会計（下表）報告（佐々木会長、大柴常任幹事）、学会誌の編集状況報告（今村編集委員長）が行なわれた。本総会において、次の諸氏が評議員会の決議により名誉会員に推薦された旨報告があった。

岡田弥一郎、小久保清治、菅原 健、日高孝次、山口生知、和達清夫 (五十音順)

また、新たに次の諸氏が評議員に選出された。

阿部宗明（東海区水研）、石井一美（三重大・水）、市村俊英（教育大・理）、今井丈夫（東北大・農）、大村秀雄（鯨研）、川本信之（日大・水）、南日俊夫（気象研）、新田忠雄（東海区水研）、福島久雄（北大・工）、増沢譲太郎（気象庁）、松崎卓一（水路部）、向井正幸（農大） (五十音順)

会員数は12月1日現在、名誉会員5名、正会員251名および賛助会員51件である。

なお、来年度より総会を4月に開くことが決められた。

収 入 昭和39年度会計報告

項 目	収入額(円)	備 考
前年度繰越金	— 65,000	
会 費	366,350	正会員124名 86,350円 賛助会員32件 280,000
広 告 料	110,000	
賛 助 費	141,000	
計	552,350	

支 出

項 目	支出額(円)	備 考
学会誌印刷費	430,000	2巻1号 240,000円 " 2号 190,000
送 料、通信費	41,000	
編 集 費	1,600	
事 務 費	5,000	
交 通 費	1,320	
総 会 費	16,000	4月の懇談会費を含む
予 備 費	57,430	
計	552,350	

総会終了後懇親会が開かれ、多数の参加者を得て盛会であった。

2. 昭和40年2月16日、理化学研究所において編集委員

会が開かれ、第2巻第2号の編集について検討した。

3. 次の諸氏が新たに入会された。

氏 名	所 属	紹介者
川村 輝良	北大・水産	元田 茂
畑 敏男	海洋工学研究所	佐々木忠義
加賀美英雄	東大・海洋研	"
上松 和夫	東水大	永田 正
佐伯 和昭	東水大	佐々木忠義
小林 久信	理研	"
川原田 裕	気象庁	大柴五八郎

4. 日仏海洋学会役員

名誉会長	ジャン・デルサルト
顧問	ルネ・カピタン ユベール・ブロッシエ 山田寿二
会 長	佐々木忠義
常任幹事	村上脩 大柴五八郎 永田 正
幹 事	今村 豊 岩下光男 川口守一 神田猷二 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 (五十音順)
監 事	三宅泰雄 高山重嶺
評 議 員	阿部宗明 石井一美 池松政人 市村俊英 井上直一 今井丈夫 今村 豊 岩崎秀人 岩下光男 岩田憲幸 宇田道隆 宇野 寛 江上不二夫 大島泰 雄 大柴五八郎 大村秀雄 小沢敬次郎 小野公平 梶浦欣二郎 川上太左英 川口守一 川本信之 神田 猷二 菊地真一 木村喜之助 国司秀明 黒木敏郎 久保伊津男 小牧勇蔵 近藤 仁 斉藤泰一 斉藤行 正 佐々木忠義 佐々木幸康 猿橋勝子 庄司大太郎 末広恭雄 杉浦吉雄 関根 隆 高野健三 高橋淳雄 高山重嶺 高木和徳 田畑忠司 辻田時美 富永政英 中井甚二郎 奈須敬二 奈須紀幸 永田 正 永野泰 一 南日俊夫 新野 弘 西村 実 新田忠雄 野村 正 花岡 資 速水頌一郎 半沢正男 菱田耕造 檜 山義夫 平野敏行 福島久雄 福富孝治 淵 秀雄 藤田亀太郎 星野通平 増沢譲太郎 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 三宅泰雄 溝口哲夫 向井正幸 村上 脩 元田 茂 安井 正 山中鷹之助 依田啓二 渡辺精一 渡辺信 雄 オーギュスト・アングレス モーリス・アンコン トル マルセル・ジュクラリウス ピエール・ルイ・ ブラン ロジェ・ベリカ アンドレ・エービー ピエ ール・サン・ルー (五十音順)

日 仏 海 洋 学 会 会 員 名 簿

(昭和40年3月10日現在)

名 譽 会 員

岡 田 要	東京都台東区上野公園 国立科学博物館	鈴木 章 之	東京都豊島区池袋3-1431
岡 田 弥一郎	清水市折戸1000 東海大学水産研究所	須 田 暁 次	東京都杉並区井草2-8-21
小久保 清 治	大宮市吉敷町4-114	長谷川 秀 治	東京都品川区小山7-503
坂 口 謹一郎	東京都目黒区三谷町119	日 高 孝 次	東京都文京区浅嘉町53
菅 原 健	東京都大田区田園調布7-9	山 口 生 知	東京都大田区田園調布6-17
		和 達 清 夫	東京都新宿区内藤町 1

正 会 員

あ		岩 崎 秀 人	東京都豊島区椎名町1-1804 協和商工株式会社
相 川 吉 徳	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	岩 下 光 男	清水市折戸1000 東海大学海洋学部
会 田 陽 三	東京都豊島区要町1-3	岩 田 賢 一	青森県むつ市大湊町西ノ平 海上自衛隊官舎9号
赤 松 英 雄	東京都千代田区大手町気象庁海洋課	岩 田 憲 幸	東京都武蔵野市緑町住宅A17-19
秋 山 勉	同 上	岩 本 康 三	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学
安 達 六 郎	津市大谷町 三重県立大学水産学部	印 出 忠 信	東京都江東区深川越中島町2丁目 東京商船大学
阿 部 友三郎	東京都杉並区馬橋4-499 気象研究所	う	
阿 部 宗 明	東京都中央区月島西河岸通り12-2 東海区水産研究所	上 野 武 夫	東京都千代田区大手町気象庁海洋課
天 野 宏	小田原市幸町 小田原城内高等学校	上 野 福 三	津市大谷町 三重県立大学水産学部
新 崎 盛 敏	東京都文京区弥生町東京大学農学部	上 松 和 夫	浦和市太田窪 727
い		宇 田 道 隆	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学
飯 高 勇之助	大阪府枚方市中振2525-3	内 田 至	同 上
池 田 弥 生	東京都杉並区永福町 346	内 田 清一郎	東京都中野区栄町通り1-28 東京大学海洋研究所
池 松 政 人	清水市折戸1000 東海大学海洋学部	宇 野 寛	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学
石 井 一 美	津市大谷町 三重県立大学水産学部	え	
石 野 誠	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	江 上 不二夫	東京都文京区本富士町 東京大学理学部
石 山 幸 男	釧路市ヌサマイ町12 釧路公民館	江 口 嘉 彦	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学自治寮
市 村 俊 英	東京都文京区大塚窪町 東京教育大学理学部	お	
伊 藤 隆	津市大谷町 三重県立大学水産学部	大 内 正 夫	京都市伏見区深草藤森町1 京都学芸大学地学研究室
井 上 直 一	函館市港町 北海道大学水産学部	大久保 勲	北海道亀田郡亀田町函館海洋気象台
井 上 尚 文	長崎市国分町 西海区水産研究所	小 倉 通 男	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学
井 上 実	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	大 島 泰 雄	東京都文京区弥生町東京大学農学部
今 井 丈 夫	仙台市北六番丁 東北大学農学部		
今 村 豊	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学		
入 江 春 彦	長崎市大橋町200 長崎大学水産学部		

大柴 五八郎	東京都文京区駒込上富士前町 理化学研究所	神吉 孝 信	東京都中央区銀座西 読売新聞社
太田 通 靖	東京都大田区馬込東1-1214	神田 猷 二	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学
大津 皓 三	清水市折戸1000 東海大学海洋学部		
大村 秀 雄	東京都中央区月島西河岸通り12-4 鯨類研究所	き	
大山 桂	東京都新宿区市ヶ谷河田町8 工業技術院地質調査所分室	菊地 真 一	東京都港区麻布新龜土町10 東京大学生産技術研究所
岡崎 守 良	東京都文京区駒込上富士前町 理化学研究所	岸野 元 彰	東京都文京区駒込上富士前町 理化学研究所
岡崎 由 夫	釧路市城山町 139 北海道学芸大学釧路分校	北野 康	名古屋市千種区不老町 名古屋大学理学部
岡見 登	東京都文京区駒込上富士前町 理化学研究所	北野 清 光	北海道余市町 北海道区水産研究所
岡本 巖	大津市石山平津 滋賀大学学芸学部	北村 弘 行	神戸市生田区中山手通り7丁目 神戸海洋気象台
荻野 珍 吉	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	橋高 重 義	東京都新宿区神楽坂 東京理科大学
小沢 敬次郎	同 上	木村 喜之助	宮城県松島町磯崎 木村漁場研究所
小野 弘 平	東京都中央区築地 5-1 海上保安庁水路部	く	
		日下 実 男	東京都千代田区有楽町 朝日新聞社
		草下 孝 也	東京野中野区栄町通り1-28 東京大学海洋研究所
か		国司 秀 明	京都市左京区北白川追分町 京都大学理学部
加賀美 英 雄	東京都中野区栄町通り1-28 東京大学海洋研究所	久保 伊津男	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学
柿沼 忠 男	京都市伏見区横大路東ノ口 京都大学防災研究所	久保田 稔	同 上
柏田 研 一	鹿児島市下荒田町 鹿児島大学水産学部	黒木 敏 郎	函館市港町 北海道大学水産学部
梶浦 欣二郎	東京都文京区弥生町 東京大学地震研究所	黒田 隆 哉	塩釜市東塩釜杉入表 東北区水産研究所
梶原 昌 弘	函館市港町 北海道大学水産学部	黒沼 勝 造	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学
金沢 昭 夫	鹿児島市下荒田町 鹿児島大学水産学部		
金森 悟	名古屋市千種区不老町 名古屋大学理学部	こ	
金成 誠 一	京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所	小泉 政 美	長崎市南山手町5 長崎海洋気象台
鎌谷 明 善	仙台市北六番丁 東北大学農学部	小林 久 信	東京都文京区駒込上富士前町 理化学研究所
亀田 和 久	茨城県東海村 日本原子力研究所	小林 博	下関市吉見永田本町 水産大学校
川合 英 夫	高知市榎橋通り6-2 南海区水産研究所	小林 勝	北海道勇松郡鷓川町字鷓川 鷓川中学校
川上 太左英	舞鶴市長浜京都大学農学部水産学科	駒木 成	北海道余市町 北海道区水産研究所
川口 守 一	東京都千代田区神田錦町1-6 教文館内 フランス物産株式会社	小牧 勇 藏	東京都文京区弥生町東京大学農学部
川田 三 郎	北海道余市町 北海道区水産研究所	小長 俊 二	神戸市生田区中山手通り7丁目 神戸海洋気象台
川村 輝 良	函館市港町 北海道大学水産学部	小長谷 史 郎	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学
川村 文三郎	東京都中央区築地 5-1 海上保安庁水路部	今野 健二郎	同 上
川本 信 之	東京都世田谷区下馬3-49 日本大学農獣医学部水産学科	近藤 仁	同 上
川原田 裕	東京都千代田区大手町 気象庁海洋課	近藤 正 人	長崎市国分町 西海区水産研究所
		さ	
		西条 八 束	名古屋市千種区不老町 名古屋大学理学部

齋藤泰一	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	田中清隆	清水市折戸1000 東海大学海洋学部
齋藤行正	大阪市住吉区杉本町 大阪市立大学理学部	田畑忠司	札幌市北11条西7 北海道大学低温科学研究所
佐伯和昭	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	田村正	函館市港町 北海道大学水産学部
坂本市太郎	津市大谷町 三重県立大学水産学部	田村保	愛知県安城市 名古屋大学農学部水産学教室
佐々保雄	札幌市北9条西7 北海道大学理学部	丹葉節郎	釧路市ヌサマイ町12 釧路公民館
佐々木忠義	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	ち	
佐々木幸康	同上	千葉卓夫	下関市吉見永田本町 水産大学校
猿橋勝子	東京都杉並区馬橋4-499 気象研究所	茶円正明	鹿児島市下荒田町 鹿児島大学水産学部
し		つ	
椎野季雄	津市大谷町 三重県立大学水産学部	辻田時美	塩釜市東塩釜杉入表 東北区水産研究所
柴田恵司	長崎市大橋町200 長崎大学水産学部	辻正明	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学自治寮
下総忠敬	東京都港区芝新橋1-30 新幸ビル 日本テレスコム株式会社	土田武雄	長崎市南山手町5 長崎海洋気象台
下村敏正	長崎市国分町 西海区水産研究所	土屋靖彦	仙台市北六番丁 東北大学農学部
庄司大太郎	東京都中央区築地5-1 海上保安庁水路部	と	
白鳥昌	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	徳田正幸	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学自治寮
す		富永政英	東京都北多摩郡国分寺町国分寺2546
末広恭雄	東京都文京区弥生町 東京大学農学部	鳥居鉄也	東京都新宿区西大久保2-290
杉浦吉雄	東京都杉並区馬橋4-499 気象研究所	な	
須藤英雄	東京都文京区弥生町 東京大学理学部	中井甚二郎	清水市折戸1000 東海大学海洋学部
せ		永田正	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学
関重雄	横浜市港北区篠原町2201	永田豊	東京都文京区弥生町 東京大学理学部
関根隆	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	長野泰一	東京都港区芝白金台町 東京大学伝染病研究所
た		中野猿人	神戸市生田区中山手通り7丁目 神戸海洋気象台
高木和徳	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	中村重久	京都市伏見区横大路東ノ口 京都大学防災研究所
高野健三	東京都文京区弥生町 東京大学理学部	奈須敬二	東京都中央区月島西河岸通り12-4 鯨類研究所
高野秀昭	東京都中央区月島西河岸通り12-2 東海区水産研究所	奈須紀幸	東京都中野区柴町通り1-28 東京大学海洋研究所
高橋淳雄	鹿児島市下荒田町 鹿児島大学水産学部	南日俊夫	東京都杉並区馬橋4-499 気象研究所
高山重嶺	東京都中央区月島西河岸通り12-2 東海区水産研究所	に	
多賀信夫	東京都中野区柴町通り1-28 東京大学海洋研究所	新野弘	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学
竹田正彦	高知県南国市物部 高知大学農学部	西沢敏	函館市港町 北海道大学水産学部
多田利義	仙台市鉄砲町1 仙台管区気象台予報課	西村実	東京都中央区月島西河岸通り12-2 水産庁漁船研究室
辰喜恭五郎	高知市棧橋通り6-2 南海区水産研究所	二谷颯男	東京都中央区築地5-1 海上保安庁水路部
田中於菟彦	彦福岡県宗像郡津尾崎町 九州大学水産実験所官舎	新田忠雄	東京都中央区月島西河岸通り12-2 東海区水産研究所
田中久一郎	金沢市上野本町 金沢大学工学部	仁瓶康三	神戸市生田区東川崎町2-14 川崎重工工業株式会社造船事業部潜水艦設計部

ぬ

布垣寛一 大阪府枚方市香里ヶ丘3-15 B18-201

の

野村正 仙台市北六番丁 東北大学農学部

野村稔 東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学

は

畑敏男 東京都渋谷区原宿1-170-7

花岡資 東京都千代田区霞ヶ関合同庁舎 水産庁調査研究部

浜島謙太郎 長崎市松ヶ枝町 長崎県水産試験場

速水頌一郎 京都市左京区北白川追分町 京都大学理学部

林小八 仙台市北六番丁 東北大学農学部

原田英司 京都市左京区吉田二本松町 京都大学教養部生物学教室

半沢正男 東京都千代田区大手町 気象庁海上気象課

半谷高久 東京都世田谷区深沢 東京都立大学理学部

ひ

樋口明生 京都市伏見区横大路東ノ口 京都大学防災研究所

樋口誉広 東京都中野区橋場町16 伊藤広方

菱田耕造 東京都杉並区馬橋4-499 気象研究所

日比谷京夫 東京都文京区弥生町 東京大学農学部

桧山義夫 同上

平野敏行 東京都中央区月島西河岸通り12-2 東海区水産研究所

平野敏行 東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学

ふ

深沢文雄 下関市吉見永田本町 水産大学校

福尾義昭 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所

福島久雄 札幌市北12条西8 北海道大学工学部

福田雅明 茨城県東海村 日本原子力研究所

福富孝治 札幌市北10条西8 北海道大学理学部

藤井武治 函館市港町 北海道大学水産学部

藤田亀太郎 東京都中央区銀座西合同ビル 極東鋼弦コンクリート振興株式会社

淵秀隆 東京都千代田区大手町 気象庁海洋課

古川史郎 釧路市城山町139 北海道学芸大学釧路分校

古橋賢造 東京都千代田区大手町 気象庁海洋課

降旗常雄 東京都杉並区馬橋4-499 気象研究所

ほ

星野暹 岡山県玉島市乙島岡山県水産試験場

星野通平 東京都文京区茗荷谷47

ま

前田明夫 東京都文京区弥生町 東京大学理学部

前地道義 清水市折戸1000 東海大学海洋学部

増沢譲太郎 東京都千代田区大手町 気象庁海洋課

松江吉行 東京都中野区柴町通り1-28 東京大学海洋研究所

松尾邦之助 東京都大田区新井宿4-1145 前田方

松生治 東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学

松崎卓一 東京都中央区築地5-1 海上保安庁水路部

松平近義 仙台市北六番丁 東北大学農学部

松平康男 福山市沖野上町 広島大学水畜産学部

松村皐月 東京都大田区入新井5-1 日通大森内

間庭愛信 東京都中央区月島西河岸通り12-2 水産庁漁船研究室

丸茂隆三 東京都中野区柴町通り1-28 東京大学海洋研究所

み

三浦昭雄 東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学

水沼栄三 宮崎市船塚町100 宮崎県農学部

溝口哲夫 東京都中央区築地4-2 築三ビル 東京工材株式会社

溝口裕 横須賀市小原台 防衛大学校

三宅泰雄 東京都文京区大塚窪町 東京教育大学理学部

三宅与志雄 岡山県玉島市乙島岡山県水産試験場

宮崎千博 東京都中央区月島西河岸通り12-2 東海区水産研究所

宮崎道夫 横須賀市小原台 防衛大学校

宮山平八郎 東京都千代田区霞ヶ関 文部省科学官室

む

向井正幸 東京都世田谷区世田谷4-461 東京農業大学

村上脩 東京都新宿区西大久保1-433 西大久保アパート407

村田義男 清水市折戸1060 東海大学海洋学部

村山三郎 鹿児島市下荒田町 鹿児島大学水産学部

村地四郎 福山市沖野上町 広島大学水畜産学部

も

元田茂 函館市港町 北海道大学水産学部

本橋敬之助 千葉県柏市幸町56

森川光郎 大津市石山平津 滋賀大学学芸学部

森田良美 東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学

森 安 茂 雄	神戸市生田区中山手通り7丁目 神戸海洋气象台	渡 辺 信 雄	清水市折戸1000 東海大学海洋学部
や		渡 部 宏 一	同 上
安 井 正	舞鶴市北吸無番地 舞鶴海洋气象台	国 外	
安 田 秀 明	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	楠 弘	在アメリカ
柳 川 三 郎	同 上	竹 内 能 忠	Office of Oceanography Unesco Place de Fontenoy, Paris 7, France
矢 部 博	東京都千代田区霞ヶ関合同庁舎 水産庁調査官	寺 田 一 彦	Biology Branch Fisheries Division FAO Via Delle Terme di Carcalla Rome, Italy
山 路 勇	東京都台東区上野公園 国立科学博物館研究部	オーギュスト・アングレス	東京都新宿区市ヶ谷舟河原町15 東京日仏学院
山 田 秀 行	秋田市手形字深田一 北光寮	モーリス・アンコントル	京都市左京区吉田泉殿町8 関西日仏学館
山 中 鷹之助	東京都豊島区巢鴨6-1344 大塚ビル 日本アクアラング株式会社	アンドレ・エービー	東京都中央区日本橋八重洲 2-1 印度支那銀行東京支店
山 本 堯 猷	川崎市港町 125 日本コロンビア株式会社内 日本水中理工機株式会社	ルネ・カピタン	パリ大学法学部教授
八 幡 正 雄	清水市折戸1000 東海大学海洋学部	フランソア・グランリ	東京都港区麻布富士見町 フランス大使館
よ		マルセル・ジュクラリウス	東京都杉並区下高井戸1-81
横 平 弘	釧路市城山町 139 北海道学芸大学釧路分校	フィリップ・タイエ	2 B ^d Mistral Toulon Var France
吉 田 耕 造	東京都文京区弥生町 東京大学理学部	ジャン・デルサルト	東京都千代田区神田駿河台 2-3 日仏会館 日仏会館フランス学長
吉 田 三 郎	山形市小白川町 214 山形大学教育学部地学教室	ピエール・ルイ・ブラン	東京都港区麻布富士見町 フランス大使館
吉 田 陽 一	舞鶴市長浜京都大学農学部水産学科	ユベール・プロシエ	グルノーブル大学法経学部教授
吉 原 友 吉	東京都港区芝海岸通り6丁目 東京水産大学	ロジェ・ベリカ	東京都千代田区神田駿河台 2-3 日仏会館内 在日フランス商工会議所
依 田 啓 二	同 上	ピエル・サン・ルー	神戸市兵庫区高松町22-1 帝国酸素株式会社
わ			
若 林 清	東京都港区麻布斧町168		
渡 辺 貫太郎	北海道亀田郡亀田町函館海洋气象台		
渡 辺 精 一	東京都文京区駒込上富士前町 理化学研究所		

■ 本学会幹事 曾根 徹氏は昭和39年12月4日、脳出血のため死去されました。慎しんでご冥福を祈ります。■

賛 助 会 員 (五十音順)

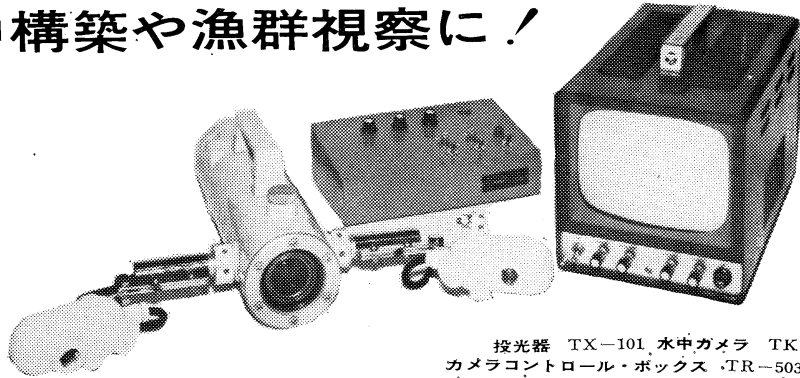
井 出 利 明	釧路市白金町11
伊 藤 精 機 株 式 会 社	東京都千代田区神田神保町 1-63 共益ビル
小 樽 船 用 電 機 株 式 会 社	小樽市色内町1-20
海 上 電 機 株 式 会 社	東京都千代田区神田錦町1-19
九 州 マ リ ン 株 式 会 社	福岡市上祇園町110
協 同 低 温 工 業 株 式 会 社	東京都千代田区神田佐久間町1-21 山伝ビル
株 式 会 社 協 和 産 業	石巻市門脇九軒町84
協 和 商 工 株 式 会 社	東京都豊島区椎名町1-1804

小松川化工機株式会社
株式会社産研
三信船舶電具株式会社
三洋水路測量株式会社
品川フォート・サービス
シュナイダー財団極東駐在事務所
昭和電装株式会社
鈴木製作所
セントラルダイビングセンター
株式会社船舶電工舎
ソニー株式会社
大洋電機株式会社
有限会社泰和電器
株式会社千野製作所
株式会社鶴見精機工作所
帝国酸素株式会社
帝国理化学器械製作所
東京工材株式会社
株式会社東京本山商会
東芝機械株式会社研究所
株式会社東邦電探
日本アクアラング株式会社
日本テトラポッド株式会社
日本テレスコム株式会社
日本無線株式会社
有限会社白洋電機
船舶用電球株式会社
有限会社ハラダ電機製作所
ヒエン電工株式会社
富士真珠株式会社
フランス物産株式会社
古野電気株式会社
株式会社明德印刷出版社
雪印乳業株式会社東京研究所
陽明紙業株式会社
株式会社吉田製作所
吉野計器製作所
理研ビニール工業株式会社
株式会社離合社
株式会社渡部計器製作所

東京都江戸川区西小松川1-2645
沼津市千本郷林1907
東京都千代田区神田司町1-23
東京都港区芝田村町5-7 三栄ビル
東京都港区芝高浜町14
東京都港区芝琴平町38 日本ガス協会ビル
高松市福岡町467
東京都千代田区富士見町2-6
神奈川県足柄下郡真鶴町1947
函館市海岸町120
東京都品川区北品川6-351
東京都千代田区神田司町2-7
東京都港区芝茸手町7
東京都豊島区池袋東1-6 伊藤ビル
横浜市鶴見区鶴見町1506
神戸市兵庫区高松町22-1
東京都中央区日本橋本町3-7
東京都中央区築地4-2 築三ビル
東京都豊島区池袋5-225
沼津市大岡2068-3
東京都杉並区上高井戸5-327
東京都豊島区巣鴨6-1344 大塚ビル
東京都中央区銀座東1-10 銀友ビル
東京都港区芝新橋 1-30 新幸ビル
東京都港区芝桜川町25 第五森ビル
高知市北百石町1-72
東京都目黒区下目黒1-105
東京都豊島区池袋8-3292
堺市松屋町1-3
東京都中央区銀座西5-3
東京都千代田区神田錦町1-6 教文館内
西宮市葺原町85
東京都千代田区神田美土代町6
東京都北区袋町1-1120
東京都千代田区神田司町1-15
東京都台東区東黒門町11
東京都北区西ヶ原1-14
東京都中央区日本橋室町1-1 大栄ビル
東京都千代田区神田鍛冶町1-2 丸石ビル
東京都文京区向丘1-7-17

NIPPON COLUMBIA CO., LTD.

水中構築や漁群視察に！



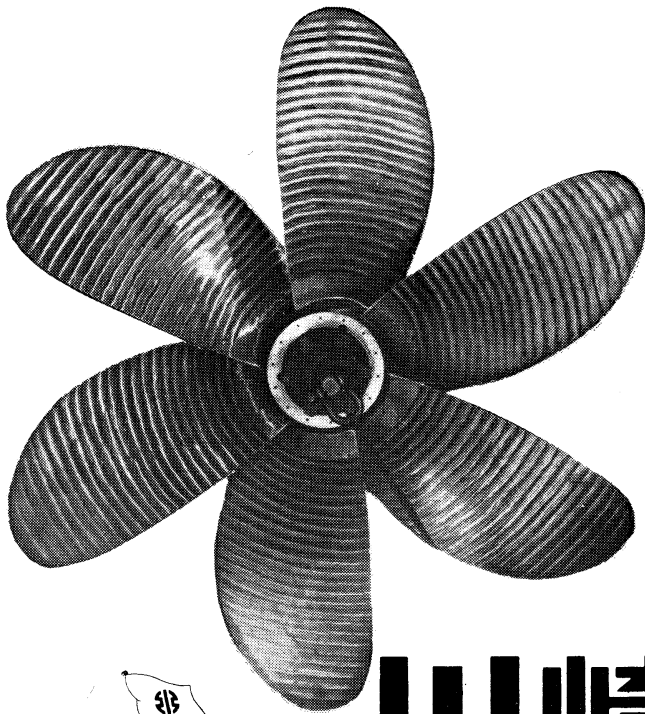
コロムビア水中テレビジョン装置は、水中における構造物や漁群等の視察調査を目的としたもので、取扱いが簡単、小型軽量の可搬形、高感度高解像力等の特長をもって設計されております。特に各種附属装置を併用することによって、他に類のない広範囲な効果を期待できます。

■交流用DHS-2のほかに直流用DHS-2Aも製作しております。詳細は最寄りの営業所へお問合せ下さい。



コロンビア水中テレビ

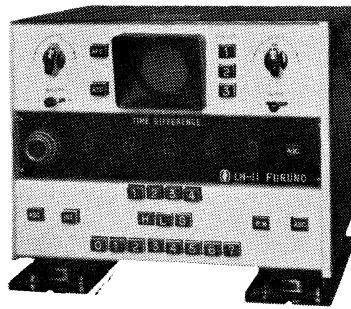
日本コロムビア株式会社 川崎市港町125 電話 川崎(4)2111(大代)



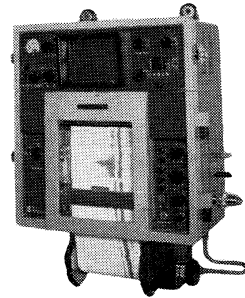
- 新造船／修繕船
- 船用主機械
- 船用補機類
- 産業用機械
- 鉄骨橋梁／水道鋼管

川崎重工

●本社 神戸市生田区東川崎町2-14 (67)5001 ●支店 東京都港区芝田村町1丁目1 (503)1311



オートトラッキングロラン
SSB無線送受信機
船用レーダー
ロラン受信機



ニュービデオグラフ
魚群探知機
音響測深機
無線式ネットゾンデ

古野電気株式会社

本社：西宮市芦原町85 電話(3)1051
工場：東京都品川区五反田1の423
営業所：長崎, 下関, 八戸, 札幌, 清水, 福岡, 塩釜, 新潟

アクアラング

aqua-lung



◎ カタログ 進呈 ◎
潜水服採寸表

フーカー潜水具

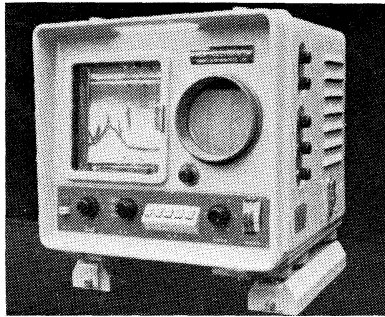


- 最新式アクアラング器具一式
- フーカー潜水具
沿岸工事, 水中調査, 養魚, 養殖, 漁業, 救難作業等の水中作業に画期的な高能率を示す潜水器具
- ナイロンジャージ付スポンジゴム潜水服
軽くて強く……保温性がよく……着心地快適
- アクアラング事業部併設
水中作業のご依頼に応じますのでご照会下さい
- アクアラング講習会常設
東京にアクアラング訓練用プールを設置

仏国・スピロテック社 日本総代理店
米国・U.S. ダイバーズ社

日本アクアラング株式会社

東京営業所 東京都豊島区巢鴨 6の1344 本社 神戸市兵庫区高松町22の1
(国電大塚駅前大塚ビル一階) (帝國酸素株式会社内)
電話 東京(981) 8505 (982) 0216 電話 神戸(67) 5501 (大代表)
(982) 2151



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

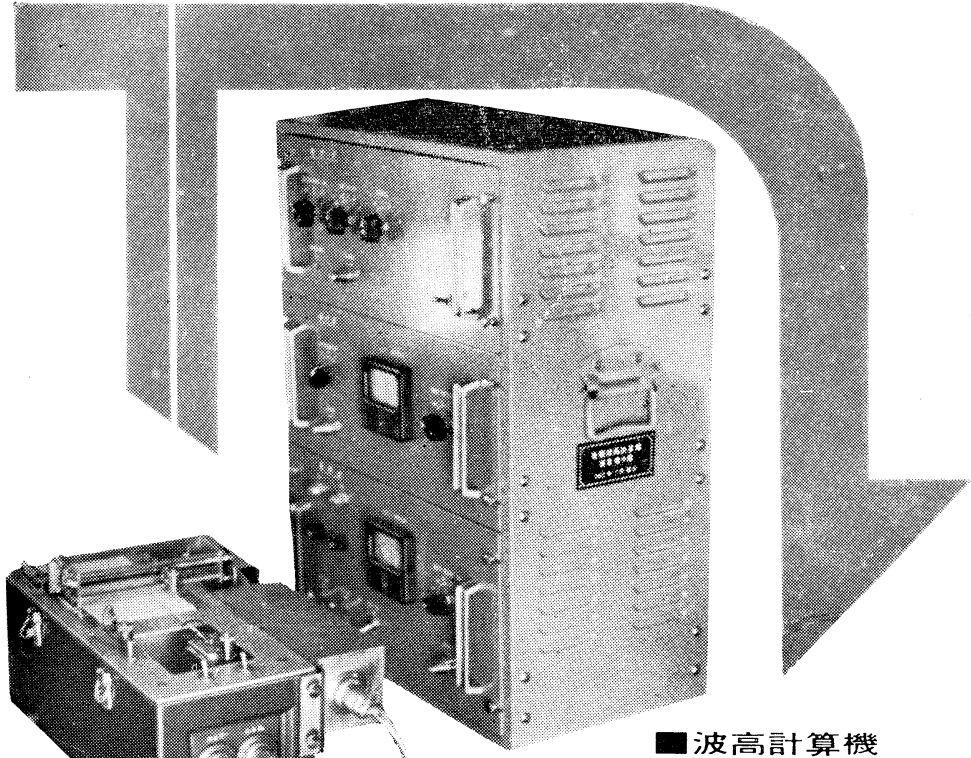
電導度計



株式会社 村山電機製作所

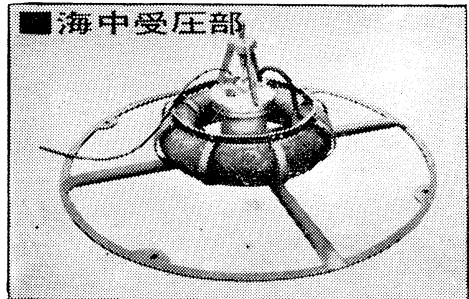
本社 東京都目黒区中目黒3-1163
 電話(711)5201(代表)~4
 出張所 小倉・名古屋

ケーブル式波高計



■波高計算機

ケーブル式波高計
 小野式自記流速計
 直結型波高計
 階段抵抗型波高計
 ステレオ式波高計
 波 圧 計
 土 圧 計
 理研式水中カメラ
 その他海洋観測諸計器



■海中受圧部



■陸上記録部

東京都豊島区椎名町1-1804 電話(951)1858・8147

協和商工株式会社



YOSHIDA SEISAKUSHO

吉田製作所の海洋試験機

流水実験装置

水圧試験装置

高圧水圧ポンプ

船舶実験室用装置

魚具類物理試験装置

階温飼育水槽	遠心沈澱分離機
振盪機	定温水槽
真空ポンプ圧搾機	蒸留水製造器
落差水槽	回流水槽
引張り、摩耗試験機	衝撃試験機

その他物理化学試験器機一般

吉田製作所

取締役社長 吉田信太郎

東京都台東区東黒門町11番地

電話 東京 832-4351(代)

東京工材株式会社

専務取締役 溝 口 哲 夫

東京都中央区築地4-2 (築三ビル四階)

電話 542-3361(代)~5・3367

精密化学・医 科 学・光学諸器械
度量計量器 ・ 硝子器械器具
化学薬品・工業薬品・木製器具

設計 製作 帝国理化学器械製作所

代表者 鈴 木 哲 夫

東京都中央区日本橋本町三丁目七番地

電話 東京 (241) 5061・7458

支店 東京都文京区本郷六丁目五番地

電話 東京 (929) 0038番

工場 埼 玉 県 上 尾 市

TEIKOKU SAN SO 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

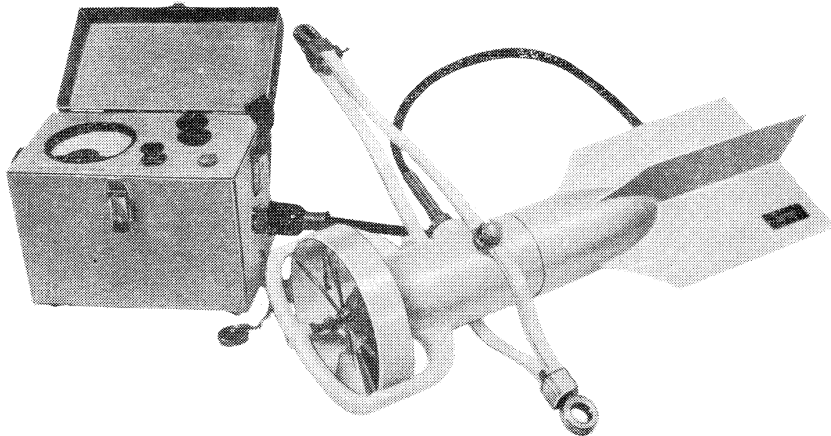
(Siège Légal : Nihon Gas Kyokai Bldg. 38, Kotohira-cho. Shiba,
Minato-ku, Tokyo, Japan)

直読式・携帯型

Dentam

流向○流速測定用

CM-2型電気流速計



全国測量機械店にて取扱っております 御一報次第カタログ送呈

株式
会社

東邦電探

本社・工場 東京都杉並区上高井戸5の327
電話(391)6924・8402・9846

製造
品目

ET-5型	電	気	水	温	計
ECT-5型	塩	分	検	出	計
CM-1S型	微	流	速	計	
CM-1B型	電	気	流	速	計

REVERSING THERMOMETER



Protected



Unprotected

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

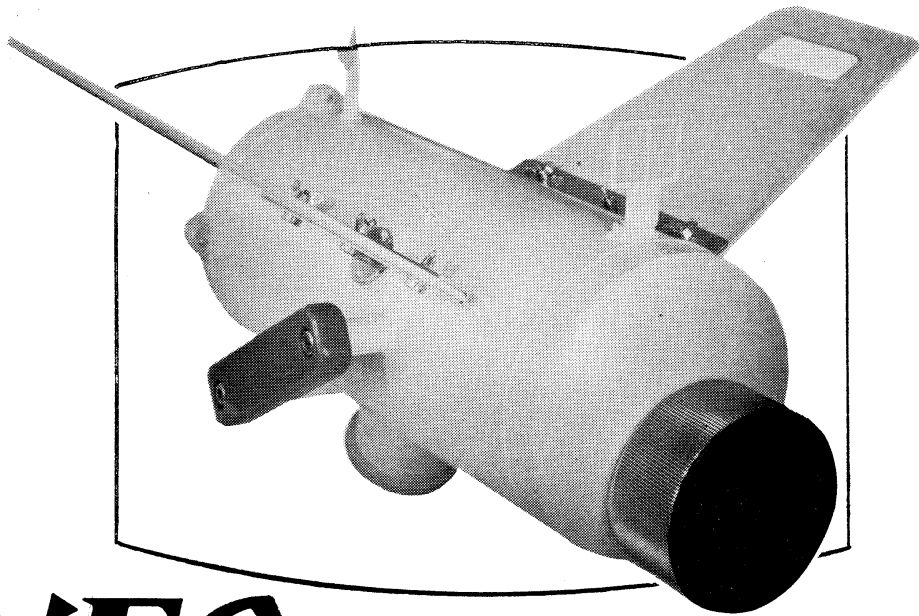
Write for details

YKS

Yoshino Keiki Co.

1-14, NISHIGAHARA KITA-KU
TOKYO JAPAN

[Standard Thermometer
Precise Thermometer
Mercury Barometer
Hydrometer]



NEC

水中テレビジョン-51型

すぐれた特長

1. 水中TVカメラには、高性能全トランジスタ化TI-105(V)形1TVカメラを内蔵している。
2. 水中カメラにはハンドルがついており、潜水夫がハンドルをにぎって遊泳してもカメラが振れないように整流ウイングがついている。
3. 水中TVカメラは小型で流体抵抗の少ない形状しているうえに、水中での重量がゼロであるので、取り扱いや移動が楽になっている。またTVケーブルはカメラから簡単にはずせるようになっている。
4. カメラにはリモートコントロールによる焦点距離および絞り調整を行なうための機器がとりつけられてあり、モニターを見ながら調整することができる。
5. 電源は交直いずれもご使用できる。

性能

1. 最大深度 約80m
2. 被写体距離 約1m～約5m
3. 画角 水平画角 53° 52" 水直画角 41° 43"
4. 所要電源 AC 100V 50/60% DC24V以上 約150VA (AC) 約10AH (DC)
5. 装置重量 水中TVカメラ 陸上 約9.5kg 水中0kg 操作器 約3kg 電源装置 約3.5kg TVケーブル(100m) 約50kg

被写体距離は水の透明度、水中の明るさなどに左右されるが、一般に約1m～約5m程度が適当である。

装置の構成

本装置の構成は下記の通りであります。

- | | |
|-------------------|----|
| 1. 水中TVカメラ | 1台 |
| 2. 操作器 | 1ヶ |
| 3. 電源装置 | 1台 |
| 4. 8吋映像モニター | 1台 |
| 5. TVカメラケーブル 100m | 1本 |
| 6. 同軸コード 3m | 1本 |
| 7. 電源コード 3m | 1本 |
| 8. 収納箱 | 3個 |

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番15号
電話 東京 452局1111(大代表)

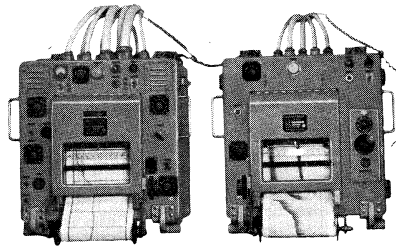
詳細は電波機器事業部営業部へ 東京都千代田区丸の内1丁目8番地(新住友ビル) 電話東京 211局2311(代)

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。



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.

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%	1.5KVVA

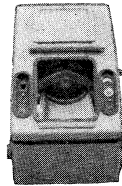
Sounding range

First recorder	0 to 2000m, 0 to 2200m
Second recorder	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	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 長サ10m巾150mm
電源	DC 24V 約7.5A



PRECISION ECHO SOUNDER FOR SHALLOW

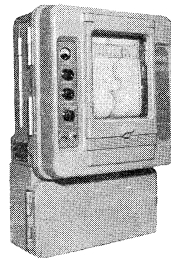
Ideal for surveying shallow seas, harbors, lakes, dame, rivers.

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 長サ 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	23K C/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

水路測量と土質調査

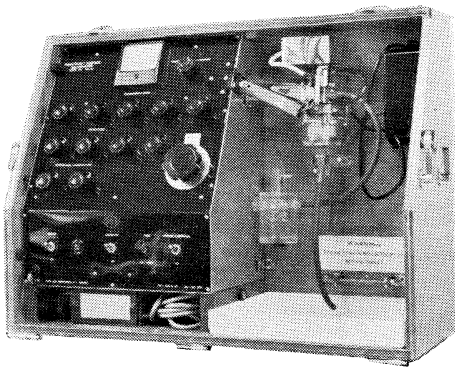
Hydrographic Survey and Marine Geological Survey SANYO Hydrographic Survey Co., LTD.

- 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, 海底ケーブル沈設測量調査, 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

東京都港区芝田村町5丁目7番地
電話 (501) 8972, (581) 6837

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
- 精度 : ±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

'63《新発売》電気伝導度式塩分計



RIGO SALINOMETER

- 塩検範囲 Cl 0 ~ 20‰
- 精 度 0.05‰
- 電 源 A.C. 100 V

—〈特許出願中〉—



温度補償付

曳航型 5 ~ 30°C
実験室型 室温 20°C ± 5°C

NO. 2704 A 曳航型
UNDERWAY

NO. 2704 B 実験室型
RESISTIVE

- 温度補償付である為指示目盛=海水の読み (Cl‰) である。
- 交流を使用している為ばらつきもなく、直ちに指示目盛に達し、高精度を有す。

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

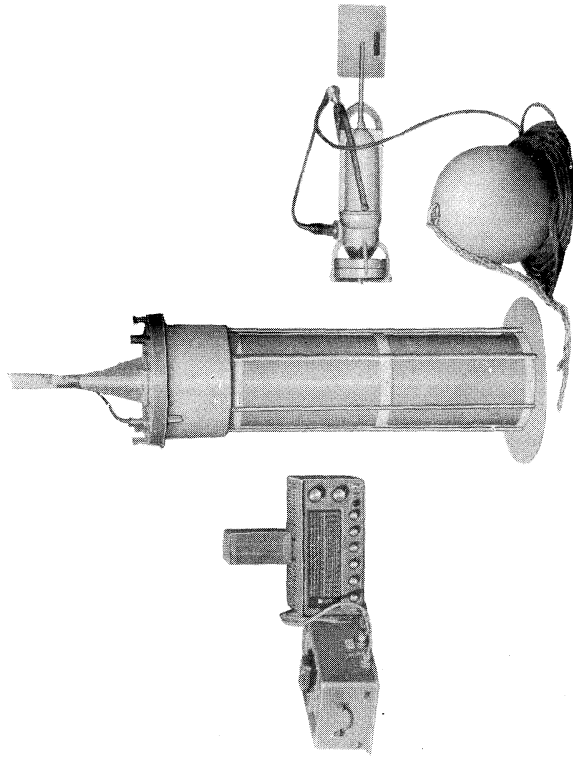
T.S.K.

株式会社 鶴見精機研究所

THE TSURUMI SEIKI KOSAKUSHO CO., LTD.

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

The Synthetic Maker of the Oceanographic Instrument and the Marine Instruments



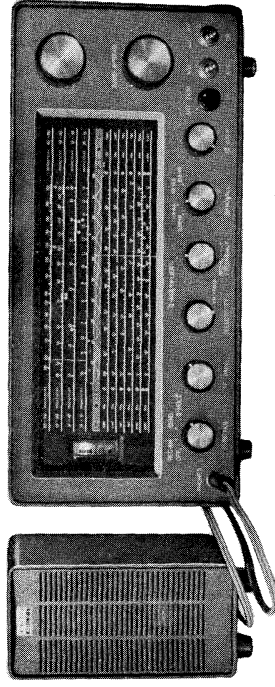
T. S-RADIO CURRENT METER-B

株式会社 鶴見精機研究所

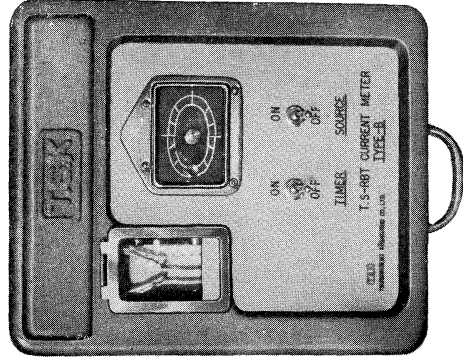
電話横浜 (52) 5252 (代表) —5

岩宮測器研究所

所長 岩宮政雄



RADIO RECEIVER



RECORDER

送信機定格出力	0.5 (~20km)
有効利用区域	5 km
送信間隔	30分間に分間のみ送信
連続使用可能期間	20日間
使用周波数	1.69 MC
送信空中線系	垂直自立式高さ約4 m
流速測定範囲	6 ~ 150 cm/sec
流速測定精度	+ 3 %
流向測定精度	0 ~ 360 度
流向測定精度	+ 5 度
最高使用深度	100 m
電源	平角五号乾電池 (3V) 12ヶ

昭和40年3月15日印刷
昭和40年3月31日発行

う み 第2巻
第2号

定価 ¥400

編集者 今村 豊

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：東京96503

印刷者 小山 康三

印刷所 株式会社 明德印刷出版社
東京都千代田区神田美土代町6

第 2 卷 第 2 号

目 次

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
	ウオー艇長の印象……………依 田 啓 二	99
	ルイ・ファージュ先生……………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
	パリー便り……………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	……………	

Tome 2 N° 2

SOMMAIRE

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

Documentation

Au sujet de la JEDS (Expédition japonaise de la mer profonde) ……………Hideo AKAMATSU	102
Recherche acoustique de la mer en France……………Minoru NISHIMURA	105
Nouvelles de Paris……………Masahide TOMINAGA	109

Chroniques

Quatrième symposium sur la mer profonde……………	111
--	-----

Informations……………	140
-------------------	-----

Procès-Verbaux……………	141
---------------------	-----

Liste des membres