
Tome 9

Août

1971

Numéro 3

う み

La mer

昭和 46 年 8 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 星野通平 (東海大学) 井上 実 (東京水産大学) 川原田 裕 (気象庁) 森田良美 (東京水産大学) 永田 正 (東京水産大学) 西村 実 (東海大学) 大柴五八郎 (理化学研究所) 杉浦吉雄 (気象研究所) 高木和徳 (東京水産大学) 高野健三 (理化学研究所) 富永政英 (台湾大学) 宇野 寛 (東京水産大学) 渡辺精一 (理化学研究所)

投 稿 規 程

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 (欧文, 和文とも) には必ず約200語の英文 (または仏文) の Abstract (Résumé) をつけること。欧文論文には英文 (または仏文) の Abstract (Résumé) のほかに必ず約500字の和文の要旨をつけること。
5. 図および表は必要なもののみに限る。図はそのまま版下になるように縮尺を考慮して鮮明に黒インクで書き、論文の図および表には必ず英文 (または仏文) の説明をつけること。
6. 初校は原則として著者が行なう。
7. 報文には1編につき50部の別刷を無料で著者に進呈する。これ以上の部数に対しては、実費 (送料を含む) を徴収する。

Rédacteur en chef Yutaka IMAMURA (Tokyo University of Fisheries)
Comité de rédaction Michihei HOSHINO (Tokai University) Makoto INOUE (Tokyo University of Fisheries) Yutaka KAWARADA (Meteorological Agency) Yoshimi MORITA (Tokyo University of Fisheries) Tadashi NAGATA (Tokyo University of Fisheries) Minoru NISHIMURA (Tokai University) Gohachiro OSHIBA (Institute of Physical and Chemical Research) Yoshio SUGIURA (Meteorological Research Institute) Kazunori TAKAGI (Tokyo University of Fisheries) Kenzo TAKANO (Institute of Physical and Chemical Research) Masahide TOMINAGA (Taiwan University) Yutaka UNO (Tokyo University of Fisheries) Seiichi WATANABE (Institute of Physical and Chemical Research)

RECOMMANDATIONS A L'USAGE DES AUTEURS

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

On the Solitary and Cnoidal Wave Equation*

Motoyasu MIYATA**

Abstract: A method of approximation for non-linear shallow water wave theory is discussed. An expansion scheme which is different from the conventional Friedrich's method is introduced and it is shown that the equation for the solitary and cnoidal waves to second-order approximation can be expressed as a single differential equation of the water surface elevation $H(X, T)$ as follows:

$$H_{TT} = gD \left(H + \frac{3}{2D} H^2 + \frac{D^2}{3} H_{XX} + \frac{1}{2D^2} H^3 + \frac{2D}{3} H_x^2 + \frac{4D}{3} HH_{XX} + \frac{2D^4}{15} H_{XXXX} \right)_{XX}$$

where X is the horizontal coordinate, T is the time variable, g is the acceleration of gravity, and D is a constant representing the depth of the water under consideration. The propagation velocity, the pressure variations and the velocity components of the motion are also obtained as functions of $H(X, T)$. It is shown that some of the results are different from those of previous work. Profiles of the horizontal velocity component based on several solitary wave theories and experimental data are compared in order to examine the validity of the obtained results. Some comments are made on "the moment of instability".

1. Introduction

Since the report on the existence of the solitary wave (SCOTT RUSSELL, 1845), an extensive literature has been published on finite amplitude (non-linear) shallow water waves. The first theoretical study of the solitary wave was made by BOUSSINESQ (1872). MCCOWAN (1891) obtained the solitary wave by using a different method. KORTEWEG and de VRIES (1895) discovered the cnoidal wave which was derived from the same equation as the solitary wave. Several attempts have been made in the past decade to obtain higher-order solutions for the equation of the solitary-cnoidal type (LAI-TONE, 1960; WEHAUSEN and LAITONE, 1960; CHAPPELEAR, 1962; SAEKI and IZUMI, 1969). However, these investigations were based on Friedrich's method (FRIEDRICH, 1945), in which all the variables were expanded in terms of a "stretching parameter". No discussion has been made on the relationship between this stretching parameter and Ursell's parameter which plays an important role in the shallow-

water wave theory (URSELL, 1953). The primary concern of the present paper is to obtain explicitly the equation for the solitary and cnoidal waves to second order by using Ursell's expansion scheme and to clarify the meaning of the order of approximation in terms of Ursell's parameter.

2. Formulation of the problem

The expansion method to be employed is based on the arguments by URSELL (1953) who formulated the problem in the Lagrangian coordinate system. The present author is going to use the Eulerian scheme which has the advantage that the equations can be solved explicitly.

The motion is assumed to be two-dimensional and irrotational. The bottom is assumed rigid and horizontal, and its equation is taken to be $Z = -D = \text{const.}$ Then the equations governing the wave motion are expressed in terms of Euler variables:

$$\Phi_{XX} + \Phi_{ZZ} = 0 \quad (1)$$

where Φ is the velocity potential defined by

$$U = \Phi_X, \quad W = \Phi_Z$$

The kinematic and dynamic boundary conditions

* Received August 2, 1971

** Geophysical Institute, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113

at the free surface $Z=H$ on which the pressure is assumed to be zero are written as follows (e.g. see STOKER, 1957):

$$\frac{\partial H}{\partial T} + \frac{\partial H}{\partial X} \frac{\partial \Phi}{\partial X} - \frac{\partial \Phi}{\partial Z} = 0 \text{ at } Z=H \quad (2)$$

$$gH + \frac{\partial \Phi}{\partial T} + \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{\partial \Phi}{\partial X} \right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial Z} \right)^2 \right\} = 0 \text{ at } Z=H \quad (3)$$

Since the bottom is the solid boundary,

$$\Phi_z = 0 \text{ at } Z = -D \quad (4)$$

If we use the non-dimensional variables (e.g. see BOUODIMOS, 1968),

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{X}{L} && (L: \text{wave length}) \\ z &= \frac{Z}{D} && (D: \text{depth}) \\ \eta &= \frac{H}{A} && (A: \text{wave amplitude}) \\ t &= \frac{\sqrt{gD}T}{L} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

and

$$\phi = \frac{1}{AL} \sqrt{\frac{D}{g}} \Phi,$$

then the equations (1), (2), (3) and (4) can be rewritten as:

$$\phi_{xx} + \frac{1}{\delta_1^2} \phi_{zz} = 0 \quad (6)$$

$$\eta_t + \delta_2 \eta_x \phi_x - \frac{1}{\delta_1^2} \phi_z = 0 \text{ at } z = \delta_2 \eta \quad (7)$$

$$\eta + \phi_t + \frac{\delta_2}{2} \phi_x^2 + \frac{\delta_2}{2} \frac{1}{\delta_1^2} \phi_z^2 = 0 \text{ at } z = \delta_2 \eta \quad (8)$$

$$\phi_z = 0 \text{ at } z = -1 \quad (9)$$

where

$$\left. \begin{aligned} \delta_1 &= \frac{D}{L} && (\text{relative depth}) \\ \delta_2 &= \frac{A}{D} && (\text{relative amplitude}) \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

The scaling factor $\frac{1}{AL} \sqrt{\frac{D}{g}}$ for Φ was determined after the solution of the linear theory (LAMB, 1932, § 228). The choice of this factor is more reasonable than $\frac{L}{D^2 \sqrt{gD}}$ which was used by some authors (e.g. BENNEY and LUKE, 1964), since the dependence of Φ on A is clear, although both give the same results in this particular problem. It should be noted that three scaling parameters A , L and D are used here. In Friedrich's expansion, only two reference lengths were considered in the basic formulation, one for the vertical variable, the other for the horizontal variable (His "stretching parameter" corresponds to δ_1 in this case). In the present expansion scheme the two vertical variables Z and H are non-dimensionalized by two different reference lengths D and A respectively.

We consider the case when both δ_1 and δ_2 are small quantities. These two parameters are independent of each other and the type of the solution to be obtained depends on the ratio of δ_1^2 to δ_2 . The dependence of the non-linear shallow-water wave equation on this fundamental ratio was systematically analysed by URSELL (1953) so that it is sometimes called Ursell's parameter, although STOKES (1880, § 11) was the first to call attention to this critical ratio in explaining what Ursell later referred to as "long-wave paradox".

Here we restrict the solution to the solitary-cnoidal type, that is,

$$\delta_1^2 = \delta_2 = \epsilon \quad (11)$$

ϵ being small compared with unity.

Now we expand ϕ at the bottom of the water $z = -1$ (Fig. 1).

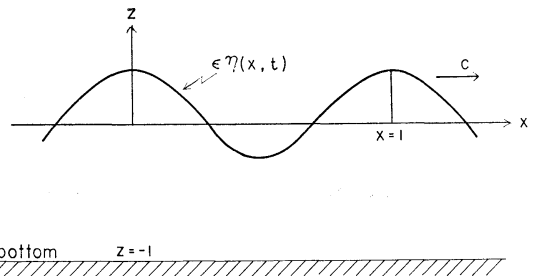


Fig. 1. Schematic wave profile with non-dimensional variables.

$$\phi = \sum_{n=0}^{\infty} \phi_n (z+1)^n \quad (12)$$

where ϕ_n are functions of x and t . Then from Eq. (9),

$$\phi_z = \sum_{n=0}^{\infty} \phi_n (z+1)^{n-1} \Big|_{z=-1} = 0. \quad (13)$$

$\therefore \phi_1 = 0$

From Eq's (6), (11) and (12),

$$\sum_{n=0}^{\infty} n(n-1)\phi_n (z+1)^{n-2} + \varepsilon \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\partial^2 \phi_n}{\partial x^2} (z+1)^n = 0$$

or

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left\{ (n+1)(n+2)\phi_{n+2} + \varepsilon \frac{\partial^2 \phi_n}{\partial x^2} \right\} (z+1)^n = 0.$$

Therefore,

$$\phi_{n+2} = - \frac{\varepsilon}{(n+1)(n+2)} \frac{\partial^2 \phi_n}{\partial x^2} \quad (14)$$

By putting $\phi_0 = \varphi$ and using Eq's (12), (13) and (14), we obtain:

$$\phi = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \varepsilon^n}{(2n)!} \frac{\partial^{2n} \varphi}{\partial x^{2n}} (z+1)^{2n} \quad (15)$$

and

$$\phi_z = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \varepsilon^{n+1}}{(2n+1)!} \frac{\partial^{2(n+1)}}{\partial x^{2(n+1)}} (z+1)^{2n+1}. \quad (16)$$

Substitution of (15) and (16) into (7) and (8) gives the governing equations in the following expanded form:

$$\eta_t + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-\varepsilon)^n}{(2n)!} \left\{ \eta_x \varepsilon (1+\varepsilon\eta)^{2n+1} \frac{\partial^{2n+1} \varphi}{\partial x^{2n+1}} + \frac{(1+\varepsilon\eta)^{2n+2}}{2n+1} \frac{\partial^{2n+2} \varphi}{\partial x^{2n+2}} \right\} = 0 \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \eta + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-\varepsilon)^n (1+\varepsilon\eta)^{2n}}{(2n)!} \frac{\partial^{2n+1} \varphi}{\partial t \partial x^{2n+1}} \\ + \frac{\varepsilon}{2} \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-\varepsilon)^n (1+\varepsilon\eta)^{2n}}{(2n)!} \frac{\partial^{2n+1} \varphi}{\partial x^{2n+1}} \right\}^2 \\ + \frac{1}{2} \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-\varepsilon)^{n+1} (1+\varepsilon\eta)^{2n+1}}{(2n+1)!} \frac{\partial^{2n+2} \varphi}{\partial x^{2n+2}} \right\}^2 = 0. \end{aligned} \quad (18)$$

3. First-order equation

The term "order" refers to the power of the parameter ε throughout the present paper. Now Eq's (17) and (18) are approximated by

their leading powers ε^0 and ε^1 .

$$\eta_t + \varphi_{xx} = \varepsilon \left(-\eta_x \varphi_x - \eta \varphi_{xx} + \frac{1}{6} \varphi_{xxx} \right) + E(\varepsilon^2) \quad (19)$$

$$\eta + \varphi_t = \varepsilon \left(\frac{1}{2} \varphi_{xxt} - \frac{1}{2} \varphi_x^2 \right) + E(\varepsilon^2) \quad (20)$$

where $E(\)$ denotes the lowest order of the terms omitted.

Differentiating (19) with respect to t , differentiating (20) with respect to x twice, and then subtracting the latter from the former, we obtain

$$\begin{aligned} \eta_{tt} - \eta_{xx} = \varepsilon \left(-\eta_{xt} \varphi_x - \eta_x \varphi_{xt} - \eta_t \varphi_{xx} - \eta \varphi_{xxt} \right. \\ \left. - \frac{1}{3} \varphi_{xxxxt} + \varphi_{xx}^2 + \varphi_{xxx} \right) + E(\varepsilon^2). \end{aligned} \quad (21)$$

The right-hand side of this equation can be simplified by using the following relationship between the two differential operators $\frac{\partial}{\partial t}$ and $\frac{\partial}{\partial x}$:

$$\frac{\partial}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial x} + E(\varepsilon). \quad (22)$$

The proof of this formula is given by KEULEGAN and PATTERSON (1940, § 3) for the dimensional variables $\left(\frac{\partial}{\partial T} = -\sqrt{gD} \frac{\partial}{\partial X} \right)$. Note that we are restricting ourselves to waves propagating in the positive x -direction only. Applying (22) to (20) gives the relationship between the two variables η and φ .

$$\eta = -\varphi_t + E(\varepsilon) = \varphi_x + E(\varepsilon). \quad (23)$$

Now Eq. (21) becomes:

$$\begin{aligned} \eta_{tt} - \eta_{xx} = \varepsilon \left\{ \frac{1}{3} \eta_{xxxx} + 3\eta \eta_{xx} + 3\eta_x^2 + E(\varepsilon) \right\} + E(\varepsilon^2) \\ = \varepsilon \left(\frac{1}{3} \eta_{xx} + \frac{3}{2} \eta^2 \right)_{xx} + E(\varepsilon^2). \end{aligned} \quad (24)$$

This is the non-dimensionalized form of the well-known equation for the solitary and cnoidal waves. If in particular, we assume that the wave advances without change of form, then the solitary wave solution is found to be:

$$\eta = \text{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2} (x - ct) + E(\varepsilon) \quad (25)$$

where c is the non-dimensionalized expression for the propagation velocity C :

$$c = \frac{C}{\sqrt{gD}} .$$

The velocity of propagation can be defined in general (BOUSSINESQ, 1872) by:

$$\eta_t + (\eta c)_x = 0 . \quad (26)$$

Differentiating (26) with respect to t and substituting in (24) gives

$$(\eta c)_{xt} + \eta_{xx} + \varepsilon \left(\frac{1}{3} \eta_{xx} + \frac{3}{2} \eta^2 \right)_{xx} + E(\varepsilon^2) = 0$$

which is integrated with respect to x , subject to the condition that η and its derivatives vanish for $x = \infty$:

$$(\eta c)_t + \eta_x + \varepsilon \left(\frac{1}{3} \eta_{xx} + \frac{3}{2} \eta^2 \right)_x + E(\varepsilon^2) = 0 . \quad (27)$$

Suppose we put

$$c = 1 + \alpha \quad (28)$$

where α is of the order ε , then by using (22) and (26)

$$\begin{aligned} (\eta c)_t &= \eta_t + (\alpha \eta)_t \\ &= (-\eta c)_x - (\alpha \eta)_x + E(\alpha \varepsilon) \\ &= -\{(1 + 2\alpha)\eta\}_x + E(\varepsilon^2) . \end{aligned} \quad (29)$$

Substituting (29) in (27) and performing the integration with respect to x , we obtain:

$$\alpha = \frac{3}{2} \left(\frac{3}{2} \eta + \frac{1}{3\gamma} \eta_{xx} \right) + E(\varepsilon^2)$$

or

$$c = 1 + \varepsilon \left(\frac{3}{4} \eta + \frac{1}{6\gamma} \eta_{xx} \right) + E(\varepsilon^2) . \quad (30)$$

From Eq. (19),

$$\varphi_{xx} = (-\eta c)_x + \varepsilon \left(-\eta^2 + \frac{1}{6} \eta_{xx} \right)_x + E(\varepsilon^2)$$

which, upon integrating and replacing c by (30) gives:

$$\varphi_x = \eta + \varepsilon \left(-\frac{1}{4} \eta^2 + \frac{1}{3} \eta_{xx} \right) + E(\varepsilon^2) \quad (31)$$

and

$$\varphi_{xx} = \eta_x + \varepsilon \left(-\frac{1}{2} \eta \eta_x + \frac{1}{3} \eta_{xxx} \right) + E(\varepsilon^2) . \quad (32)$$

Now the horizontal velocity ϕ_x can be obtained to first order and the vertical velocity ϕ_z to second order.

$$\begin{aligned} \phi_x &= \varphi_x - \frac{\varepsilon}{2} \varphi_{xxx} (z+1)^2 + E(\varepsilon^2) \\ &= \eta + \varepsilon \left\{ -\frac{1}{4} \eta^2 + \frac{1}{3} \eta_{xx} - \frac{1}{2} \eta_{xx} (z+1)^2 \right\} \\ &\quad + E(\varepsilon^2) , \end{aligned} \quad (33)$$

$$\begin{aligned} \phi_z &= -\varepsilon \varphi_{xx} (z+1) + \frac{\varepsilon^2}{6} \varphi_{xxxx} (z+1)^3 + E(\varepsilon^3) \\ &= -\varepsilon \eta_x (z+1) + \varepsilon^2 \left\{ \frac{1}{2} \eta \eta_x - \frac{1}{3} \eta_{xxx} \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{6} \eta_{xxx} (z+1)^2 \right\} (z+1) + E(\varepsilon^3) . \end{aligned} \quad (34)$$

It should be noted that in order for the original equation representing the wave motion (Eq. (6)) and the boundary condition (Eq. (7)) to be valid to first order, ϕ_z must be evaluated to second order. Also noteworthy is the fact that the lowest order of ϕ_z is ε^1 rather than ε^0 . This is the fundamental characteristic of the shallow water wave, and it was actually implied in the assumption that $\delta_1^2 = \varepsilon$.

It can be easily verified that the obtained results (Eq's (33) and (34)), after transformed back in dimensional forms, agree with those of BOUSSINESQ (1872) and KEULEGAN & PATTERSON (1940). However, they are different from the results of MCCOWAN (1891) and LAITONE's first-order approximation (1960).

The function ϕ_t can be obtained in a similar manner. From (20) and (23),

$$\varphi_t = -\eta + \varepsilon \left(-\frac{1}{2} \eta^2 - \frac{1}{2} \eta_{xx} \right) + E(\varepsilon^2) , \quad (35)$$

$$\begin{aligned} \phi_t &= \varphi_t - \frac{\varepsilon}{2} \varphi_{xxt} (z+1)^2 + E(\varepsilon^2) \\ &= -\eta + \varepsilon \left\{ -\frac{1}{2} \eta^2 - \frac{1}{2} \eta_{xx} + \frac{1}{2} \eta_{xx} (z+1)^2 \right\} \\ &\quad + E(\varepsilon^2) . \end{aligned} \quad (36)$$

Since the motion is irrotational, the same Bernoulli equation can be applied to the entire field. Thus we can obtain the pressure distribution:

$$P = -\rho gZ - \rho\Phi_T - \frac{\rho}{2}(\Phi_x^2 + \Phi_z^2)$$

or

$$\frac{P}{\rho gA} = -\frac{1}{\varepsilon}z - \phi_t - \frac{1}{2}(\varepsilon\phi_x^2 + \phi_z^2) \quad (37)$$

The right-hand side of this equation is non-dimensionalized so that it may be compatible with Eq. (8) which is a special case of Eq. (37). Another way of non-dimensionalizing, say, multiplying $\frac{A}{D}$ by (37), would make the order of the equation higher in ε . Now we can define the non-dimensional pressure p by (37) and substitute (33), (34) and (36) in the right-hand side.

$$p = -\frac{1}{\varepsilon}z + \eta - \varepsilon\eta_{xx} \left(\frac{1}{2}z^2 + z \right) + E(\varepsilon^2). \quad (38)$$

It is significant to note that there exist non-hydrostatic pressure variations, contrary to Laitone's result (1961). To clarify this discrepancy, we reexpress (38) in dimensional variables.

$$\frac{P}{\rho gA} = \frac{H-Z}{A} - \frac{L^2}{D}H_{xx} \left\{ \left(\frac{Z}{D} \right)^2 + \frac{2Z}{D} \right\} + E(\varepsilon^2). \quad (39)$$

By changing the definition of the non-dimensional pressure from $\frac{P}{\rho gA}$ to $\frac{P}{\rho gD}$, we could call the non-hydrostatic term second order, as Laitone did. However it does not mean that this term can be neglected in the first-order approximation. It is obvious that in order for Eq. (37) to be valid to first order, this term must be retained. The order of the equation should not be confused with that of the variables. The fact that we are dealing with a first-order equation does not necessarily mean that each variable in the equation is of the same order. In fact it has been shown in this section that the order of ϕ_z is different from that of ϕ_x . Laitone's result of the hydrostatic distribution is the direct outcome of the zeroeth-

order equation (linear theory) rather than the first-order equation. This point was overlooked, probably due to the use of Friedrich's expansion method in which the meaning of the order of approximation relative to the wave motion was ambiguous. For the same reason, the velocity components obtained by Laitone differ from the present results. Velocity distributions based on several solitary wave theories will be compared in Section 6.

4. Second-order equation

Eq's (17) and (18) are approximated by their leading powers ε^0 , ε^1 and ε^2 .

$$\begin{aligned} \eta_t + \varphi_{xx} = & \varepsilon \left(-\eta_x\varphi_x - \eta\varphi_{xx} + \frac{1}{6}\varphi_{xxx} \right) \\ & + \varepsilon^2 \left(\frac{1}{2}\eta_x\varphi_{xx} + \frac{1}{2}\eta\varphi_{xxx} - \frac{1}{120}\varphi_{xxxx} \right) \\ & + E(\varepsilon^3) \end{aligned} \quad (40)$$

$$\begin{aligned} \eta + \varphi_t = & \varepsilon \left(-\frac{1}{2}\varphi_x^2 + \frac{1}{2}\varphi_{xxt} \right) \\ & + \varepsilon^2 \left(\eta\varphi_{xt} - \frac{1}{24}\varphi_{xxxx} + \frac{1}{2}\varphi_x\varphi_{xx} \right. \\ & \left. - \frac{1}{2}\varphi^2_{xx} \right) + E(\varepsilon^3) \end{aligned} \quad (41)$$

Cross differentiating the above two equations results in the following equation which corresponds to (21),

$$\eta_{tt} - \eta_{xx} = \varepsilon F_1 + \varepsilon^2 F_2 + E(\varepsilon^3) \quad (42)$$

where

$$\begin{aligned} F_1 = & -\eta_{xt}\varphi_x - \eta_x\varphi_{xt} - \eta_t\varphi_{xx} - \eta\varphi_{xxt} \\ & - \frac{1}{3}\varphi_{xxxxt} + \varphi^2_{xx} + \varphi_x\varphi_{xxx} + E(\varepsilon^2) \end{aligned} \quad (43)$$

and

$$\begin{aligned} F_2 = & \frac{1}{2}\eta_{xt}\varphi_{xxx} + \frac{1}{2}\eta_x\varphi_{xxx} + \frac{1}{2}\eta_t\varphi_{xxx} \\ & - \frac{1}{2}\eta\varphi_{xxxx} - \frac{1}{30}\varphi_{xxxxx} - \eta_{xx}\varphi_{xt} \\ & - 2\eta_x\varphi_{xxt} + \frac{1}{2}\varphi^2_{xxx} - \frac{1}{2}\varphi_x\varphi_{xxxx} + E(\varepsilon). \end{aligned} \quad (44)$$

Using (23), F_2 can be reduced to:

$$F_2 = \eta_x\eta_{xxx} + \eta^2_x - \frac{1}{30}\eta_{xxxxx} + E(\varepsilon). \quad (45)$$

Now each term in the right-hand side of (42) is to be evaluated to first order. From Eq's (26) and (30), η_t can be rewritten as:

$$\eta_t = -(\eta c)_x = -\eta_x + \varepsilon \left(-\frac{3}{2} \eta \eta_x - \frac{1}{6} \eta_{xxx} \right) + E(\varepsilon^2) \tag{46}$$

$$\therefore \eta_{xt} = -\eta_{xx} + \varepsilon \left(-\frac{3}{2} \eta_x^2 - \frac{3}{2} \eta \eta_{xx} - \frac{1}{6} \eta_{xxxx} \right) + E(\varepsilon^2) \tag{47}$$

Other higher derivatives (φ_{xxx} , φ_{xt} , φ_{xxt} and φ_{xxxxt}) can be obtained by differentiating (32) and (35). These results, together with (31), (32) and (35), are substituted into (43):

$$F_1 = 3\eta \eta_{xx} + 3\eta_x^2 + \frac{1}{3} \eta_{xxxx} + \varepsilon \left(3\eta \eta_x^2 + \frac{3}{2} \eta^2 \eta_{xx} + \frac{5}{3} \eta_x^2 \eta_{xx} + 3\eta_x \eta_{xxx} + \frac{4}{3} \eta_{xxxx} + \frac{1}{6} \eta_{xxxxx} \right) + E(\varepsilon^2) \tag{48}$$

If we put (45) and (48) into (42) and rearrange the terms, the wave motion under consideration now reduces to a single differential equation for the free surface η .

$$\eta_{tt} - \eta_{xx} = \varepsilon \left(\frac{3}{2} \eta^2 + \frac{1}{3} \eta_{xx} \right)_{xx} + \varepsilon^2 \left(\frac{1}{2} \eta^3 + \frac{2}{3} \eta_x^2 + \frac{4}{3} \eta \eta_{xx} + \frac{2}{15} \eta_{xxxx} \right)_{xx} + E(\varepsilon^3). \tag{49}$$

The corresponding equation in dimensional variables is given in the Abstract and in Section 8.

The propagation velocity can be obtained in the same way as for the first-order equation:

$$c = 1 + \varepsilon \left(\frac{3}{4} \eta + \frac{1}{6} \frac{\eta_{xx}}{\eta} \right) + \varepsilon^2 \left(-\frac{1}{8} \eta^2 + \frac{13}{48} \frac{\eta_x^2}{\eta} + \frac{5}{12} \eta_{xx} + \frac{19}{360} \frac{\eta_{xxxx}}{\eta} \right) + E(\varepsilon^3) \tag{50}$$

The equation corresponding to (31) becomes:

$$\varphi_x = \eta + \varepsilon \left(-\frac{1}{4} \eta^2 + \frac{1}{3} \eta_{xx} \right) + \varepsilon^2 \left(\frac{1}{8} \eta^3 + \frac{3}{16} \eta_x^2 + \frac{1}{2} \eta \eta_{xx} + \frac{1}{10} \eta_{xxxx} \right) + E(\varepsilon^3) \tag{51}$$

so that the horizontal and vertical velocities are now written as:

$$\begin{aligned} \phi_x &= \varphi_x - \frac{\varepsilon}{2} \varphi_{xxx} (z+1)^2 + \frac{\varepsilon}{24} \varphi_{xxxx} (z+1)^4 + E(\varepsilon^3) \\ &= \eta + \varepsilon \left\{ -\frac{1}{4} \eta^2 + \frac{1}{3} \eta_{xx} - \frac{1}{2} \eta_{xx} (z+1)^2 \right\} + \varepsilon^2 \left\{ \frac{1}{8} \eta^3 + \frac{3}{16} \eta_x^2 + \frac{1}{2} \eta \eta_{xx} + \frac{1}{10} \eta_{xxxx} + \left(\frac{1}{4} \eta_x^2 + \frac{1}{4} \eta \eta_{xx} - \frac{1}{6} \eta_{xxxx} \right) (z+1)^2 + \frac{1}{24} \eta_{xxxx} (z+1)^4 \right\} + E(\varepsilon^3), \end{aligned} \tag{52}$$

$$\begin{aligned} \phi_z &= -\varepsilon \varphi_{xx} (z+1) + \frac{\varepsilon^2}{6} \varphi_{xxxx} (z+1)^3 - \frac{\varepsilon^3}{120} \varphi_{xxxxx} (z+1)^5 + E(\varepsilon^4) \\ &= -\varepsilon \eta_x (z+1) + \varepsilon^2 \left\{ \frac{1}{2} \eta \eta_x - \frac{1}{3} \eta_{xxx} + \frac{1}{6} \eta_{xxx} (z+1)^2 \right\} (z+1) + \varepsilon^3 \left\{ -\frac{3}{8} \eta^2 \eta_x - \frac{7}{8} \eta_x \eta_{xx} - \frac{1}{2} \eta \eta_{xxx} - \frac{1}{10} \eta_{xxxx} + \left(-\frac{1}{4} \eta_x \eta_{xx} - \frac{1}{12} \eta \eta_{xxx} + \frac{1}{18} \eta_{xxxx} \right) (z+1)^2 - \frac{1}{120} \eta_{xxxxx} (z+1)^4 \right\} (z+1) + E(\varepsilon^4). \end{aligned} \tag{53}$$

The equation corresponding to (36) is:

$$\begin{aligned} \phi_t &= \varphi_t - \frac{\varepsilon}{2} \varphi_{xxt} (z+1)^2 + \frac{\varepsilon^2}{24} \varphi_{xxxxt} (z+1)^4 + E(\varepsilon^3) \\ &= -\eta + \varepsilon \left\{ -\frac{1}{2} \eta^2 - \frac{1}{2} \eta_{xx} + \frac{1}{2} \eta_{xx} (z+1)^2 \right\} + \varepsilon^2 \left\{ \frac{1}{4} \eta^3 - \eta_x^2 - \frac{4}{3} \eta \eta_{xx} - \frac{5}{24} \eta_{xxxx} + \frac{1}{2} \left(\eta_x^2 + \eta \eta_{xx} + \frac{1}{2} \eta_{xxxx} \right) (z+1)^2 - \frac{1}{24} \eta_{xxxx} (z+1)^4 \right\} + E(\varepsilon^3). \end{aligned} \tag{54}$$

Then the pressure distribution is given by:

$$\begin{aligned}
 p = & -\frac{1}{\varepsilon}z + \eta - \varepsilon\eta_{xx} \left(\frac{1}{2}z^2 + z \right) + \varepsilon^2 \left\{ \eta_x^2 + \eta\eta_{xx} \right. \\
 & + \frac{5}{24}\eta_{xxxx} - \frac{1}{4}\eta_{xxxx}(z+1)^2 \\
 & \left. + \frac{1}{24}\eta_{xxxx}(z+1)^4 \right\} + E(\varepsilon^3). \quad (55)
 \end{aligned}$$

The obtained results for velocity components and pressure variations do not agree with those of Laitone's second-order approximation.

It must be emphasized that the solutions expressed as equations (50), (52), (53) and (55) are in very general forms in the sense that permanency of the wave form has not been assumed. Once the shape of the water surface η is known, these equations enable us to evaluate the propagation velocity, velocity components and pressure variations (See Section 8 for the corresponding equations in dimensional variables). The problem of finding a functional form which satisfies the differential equation (49) will be discussed in the following section.

5. Solitary wave solution

By solving Eq. (49) for η we can find the two types of waves which advance without change of form. Here we present the non-periodic solution, that is, the solitary wave. For such a permanent type wave, the propagation velocity c must be constant, so that by introducing a new variable,

$$\xi = x - ct,$$

Eq. (49) can be rewritten as:

$$\begin{aligned}
 (c^2 - 1)\eta_{\xi\xi} = & \varepsilon \left(\frac{3}{2}\eta^2 + \frac{1}{3}\eta_{\xi\xi} \right) + \varepsilon^2 \left(\frac{1}{2}\eta^3 + \frac{2}{3}\eta_{\xi}^2 \right. \\
 & \left. + \frac{4}{3}\eta\eta_{\xi\xi} + \frac{2}{15}\eta_{\xi\xi\xi\xi} \right)_{\xi\xi} + E(\varepsilon^3). \quad (56)
 \end{aligned}$$

Integrating (56) with respect to ξ subject to the condition that η and its derivatives vanish at infinity, multiplying by η and integrating again, we obtain,

$$\begin{aligned}
 (c^2 - 1)\eta^2 = & \varepsilon \left(\eta^3 + \frac{1}{3}\eta_{\xi}^2 \right) + \varepsilon^2 \left(\frac{1}{4}\eta^4 + \frac{4}{3}\eta\eta_{\xi}^2 \right. \\
 & \left. + \frac{4}{15}\eta_{\xi}\eta_{\xi\xi\xi} - \frac{2}{15}\eta^2_{\xi\xi} \right) + E(\varepsilon^3). \quad (57)
 \end{aligned}$$

To solve this equation, we put η in the following form.

$$\eta = \eta^{(1)} + \varepsilon\eta^{(2)} + E(\varepsilon^2) \quad (58)$$

where $\eta^{(1)} = \text{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi$ (Eq. (25)). The functional form of $\eta^{(2)}$ is to be determined. At the crest of the wave ($\xi=0$),

$$\eta_{\xi} = 0 \text{ and } \eta = 1 + \eta_0^{(2)} + E(\varepsilon^2)$$

where $\eta_0^{(2)}$ is the value of $\eta^{(2)}$ at the crest. Taking this condition into account and substituting (58) into (57), we find:

$$c^2 - 1 = \varepsilon \left\{ 1 + \varepsilon \left(\eta_0^{(2)} - \frac{1}{20} \right) \right\} + E(\varepsilon^3). \quad (59)$$

Now (57) becomes a differential equation for $\eta^{(2)}$:

$$\begin{aligned}
 \eta^{(2)} \left(2 - 3 \text{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi \right) + \frac{2\sqrt{3}}{3}\eta_{\xi}^{(2)} \text{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi \\
 \times \tanh \frac{\sqrt{3}}{2}\xi = \frac{3}{4}\text{sech}^6 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi - 2 \text{sech}^4 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi \\
 + \left(\frac{5}{4} - \eta_0^{(2)} \right) \text{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi + E(\varepsilon). \quad (60)
 \end{aligned}$$

The solution of (60) can be found, together with $\eta_0^{(2)}$, by letting $\eta^{(2)}$ be expressed as a power series of $\text{sech} \frac{\sqrt{3}}{2}\xi$.

$$\begin{aligned}
 \eta^{(2)} = & \text{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{4}\text{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi \right) + E(\varepsilon), \\
 \eta_0^{(2)} = & \frac{5}{4}.
 \end{aligned}$$

Therefore,

$$\begin{aligned}
 \eta = & \text{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi + \varepsilon \text{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi \\
 & \times \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{4}\text{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2}\xi \right) + E(\varepsilon^2) \quad (61)
 \end{aligned}$$

and

$$c^2 = 1 + \varepsilon + \frac{6}{5}\varepsilon^2 + E(\varepsilon^3). \quad (62)$$

Attention should be paid to the fact that ε in (61) and (62) is the ratio of the amplitude of $\eta^{(1)}$ to the water depth. If we modify the

amplitude by using (61) and write the new amplitude as A' ,

$$A' = A(\eta_{\max} - \eta_{\min}) = A\eta_{\xi=0}.$$

Now ε should be replaced by ε' which is the ratio A'/D . From (61), $A' = A\left(1 + \frac{5}{4}\varepsilon\right)$, and we have:

$$\varepsilon' = \varepsilon\left(1 + \frac{5}{4}\varepsilon\right) + E(\varepsilon^3)$$

or

$$\varepsilon = \varepsilon'\left(1 - \frac{5}{4}\varepsilon'\right) + E(\varepsilon'^3). \quad (63)$$

The modification of A to A' and ε to ε' requires a change of L through the relationship $\left(\frac{D}{L}\right)^2 = \frac{A}{D} = \varepsilon$. Since both x and t are non-dimensionalized by the wave length L , $\xi (=x - ct)$ is also affected. The modified wave length L' is given by:

$$\frac{L'}{L} = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon'}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(1 - \frac{5}{8}\varepsilon\right) + E(\varepsilon)^2. \quad (64)$$

Replacing ε in (61) and (62) by the right-hand side of (63), and dropping primes, we rewrite the wave form:

$$\eta = \operatorname{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2} \xi - \frac{3}{4} \varepsilon \operatorname{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2} \xi \left(1 - \operatorname{sech}^2 \frac{\sqrt{3}}{2} \xi\right) + E(\varepsilon^2) \quad (65)$$

where ξ is now modified as:

$$\xi = \left(1 - \frac{5}{8}\varepsilon\right)(x - ct)$$

and the propagation velocity:

$$c^2 = 1 + \varepsilon - \frac{1}{20}\varepsilon^2 + E(\varepsilon^3). \quad (66)$$

The above results for the solitary wave form and its propagation velocity are in agreement with those obtained by LAITONE (1960). In particular, the propagation velocity agrees also with the results of HUNT (1955) and LONG (1956) which were based on Weinstein's expansion method (1926). It is interesting to note that starting with the second-order equa-

tions (40) and (41), we have obtained η only to the order of ε^1 . This should be no surprise if we consider the fact that the original equation (56) can be divided by $(c^2 - 1)$ whose lowest order is ε^1 .

Eq. (49) also provides the solution for a periodic wave of permanent type, that is, the cnoidal wave. The difference from the solitary wave is only in the integration of this single equation. The expressions for velocity components and pressure variations obtained in the foregoing section are valid for the cnoidal wave as well as for the solitary wave.

6. Discussion

It may be worthwhile to compare the obtained results with those of previous work. The horizontal component of the particle velocity induced by the solitary wave is selected to represent one of the most important characteristics of the solutions. The horizontal velocities directly beneath the crest ($x=0$) are evaluated by using several theories and are compared. The results are plotted in Figures 2 and 3. Fig. 2 shows the case for $\varepsilon=0.389$ ($D=0.596$ ft, $A=0.232$ ft), and Fig. 3 for $\varepsilon=0.522$ ($D=0.619$ ft, $A=0.323$ ft).

In both cases the first-order velocity profile, which is calculated from Eq. (32) together with Eq. (25), is identical with those by BOUSSINESQ (1872) and KEULEGAN & PATTERSON (1940). It also coincides with Laitone's second-

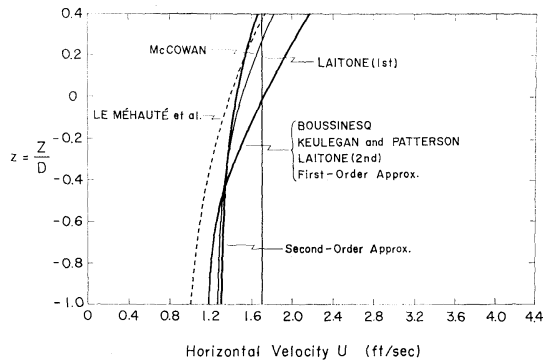


Fig. 2. Horizontal velocity beneath wave crest ($x=0$) induced by the solitary wave. $D=0.596$ ft, $A=0.232$ ft. Experimental data (dotted line) are from Le MÉHAUTÉ *et al.* (1968) for the non-breaking wave of period 3.06 sec.

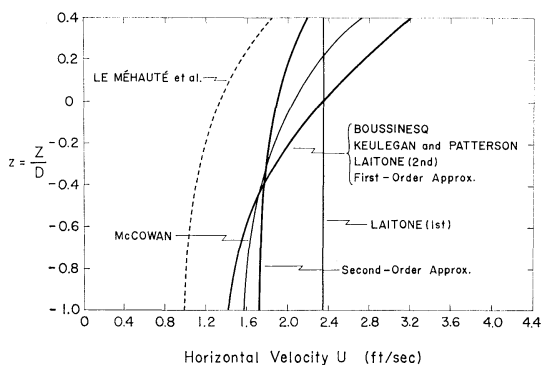


Fig. 3. Horizontal velocity beneath wave crest ($x=0$) induced by the solitary wave. $D=0.619$ ft, $A=0.323$ ft. Experimental data (dotted line) are from Le MÉHAUTÉ *et al.* (1968) for the near-breaking wave of period 2.2 sec.

order approximation (but not with the first), as would be expected from the discussion at the end of Section 3. His first-order theory gives the constant velocity profile as shown in the figure. The second-order velocity is evaluated from Eq. (52) (or the equivalent formula in Section 8), after η being replaced by Eq. (65). The profile agrees with none of the other theories. McCowan's velocity is determined by using tables and figures of MUNK (1949) which are based on McCowan's solitary wave theory (1891). Experimental data by Le MÉHAUTÉ *et al.* (1968) are reproduced in dotted line. Although their experiments were performed only on the periodic waves (period 3.06 sec for Fig. 2 and 2.2 sec for Fig. 3), they might be described by the solitary wave theory in the vicinity of the crests, since the generated waves were observed to have short high crests and long flat troughs.

Inspection of Figures 2 and 3 indicates that the obtained second-order approximation may give a better agreement with the experiments, although for the smaller ϵ McCowan's theory appears to serve as well. It might be thought unacceptable to apply the present results to the waves of such large relative amplitudes (ϵ) because of the original assumption of ϵ being small compared with unity. In fact, comparison of the two figures implies that the larger the relative amplitude becomes, the less applicable is the theory for practical use. However, as is indicated by Fig. 2, the second-order approxi-

mation seems to be valid even for the wave with ϵ as big as 0.4. The precise applicability of the results remains to be investigated.

7. Comment on the moment of instability

BOUSSINESQ (1872) tried to explain the frequent occurrence of the solitary wave by introducing a time-invariant integral "moment of instability". He proved that the solitary wave was the only wave for which the moment of instability was a minimum. This explanation seems to have been supported by some authors (KEULEGAN & PATTERSON, 1940; HONMA, 1957). The present author is trying to show that this moment of stability has no particular significance. BOUSSINESQ proposed the integral,

$$M_S = \int_{x_0}^{\infty} \left[Hx^2 - \frac{3H^3}{D^3} \right] dx$$

and claimed that this integral was independent of time. In his proof, however, he subtracted the energy E of the wave from M_S as:

$$M_S - \frac{6}{D^2} E = \int_{x_0}^{\infty} \left[H^2 x - \frac{3H^3}{D^3} - \frac{6H^2}{D^2} \right] dx$$

and knowing that $\frac{dE}{dt} = 0$, he showed that $\frac{dM_S}{dt}$ was negligible. This procedure was not proper since the subtraction was performed between two different orders. In our non-dimensional variables the integrand can be written:

$$\epsilon^3 (\gamma^3 x - 3\gamma^3) - 6\epsilon^2 \gamma^2$$

where the last term represents the energy. It is obvious that subtracting any combination of the third-order terms from the second-order term (or vice versa) does not affect the total value to second order. Therefore his proof shows nothing more than that the energy itself is invariant in time.

8. Summary and conclusions

The second-order equation for the solitary and cnoidal waves is obtained as a single differential equation of the surface elevation H .

$$\frac{1}{g}H_{Tr} = \left(DH + \frac{3}{2}H^2 + \frac{D^3}{3}H_{xx} + \frac{1}{2D}H^3 + \frac{2D^2}{3}H_x^2 + \frac{4D^2}{3}HH_{xx} + \frac{2D^3}{15}H_{xxx} \right)_{xx}$$

(Eq. (49)).

The propagation velocity is expressed as:

$$C = \sqrt{gD} \left(1 + \frac{3}{4D}H + \frac{D^2}{6} \frac{H_{xx}}{H} - \frac{1}{8D^2}H^2 + \frac{13D}{48} \frac{H_x^2}{H} + \frac{5D}{12}H_{xx} + \frac{19D^4}{360} \frac{H_{xxx}}{H} \right)$$

(Eq. (50)).

If, in particular, we assume that C is constant, we find the solitary wave:

$$H = A \operatorname{sech}^2 \theta \left(1 - \frac{3A}{4D} \tanh^2 \theta \right),$$

$$\theta = \frac{\sqrt{3}}{2L} \left(1 - \frac{5}{8} \sqrt{\frac{D}{L}} \right) (X - CT) \quad \text{(Eq. (65))},$$

$$C = \sqrt{gD} \left(1 + \frac{A}{2D} - \frac{3A^2}{20D^2} \right) \quad \text{(Eq. (66))}.$$

These results for the solitary wave shape and its propagation velocity agree with previous work. (LAITONE, 1960, HUNT, 1955; LONG, 1956). However, the pressure distribution and velocity components are different from those obtained by LAITONE. They can be written in general forms as:

$$P = \rho g \left\{ H - Z - H_{xx}(Z^2 + 2DZ) + DH_x^2 + DHH_{xx} + \frac{1}{24}H_{xxx}(Z^4 + 4DZ^3 - 8D^3Z) \right\}$$

(Eq. (55)),

$$U = \sqrt{\frac{g}{D}} \left\{ H - \frac{1}{4D}H^2 - \frac{1}{6}H_{xx}(3Z^2 + 6DZ + D^2) + \frac{1}{16D}H_x^2(4Z^2 + 8DZ + 7D^2) + \frac{1}{4D}HH_{xx}(Z^2 + 2DZ + 3D^2) + \frac{1}{120}H_{xxx}(5Z^4 + 20DZ^3 + 10D^2Z^2 - 20D^3Z - D^4) \right\}$$

(Eq. (52)),

$$W = \sqrt{\frac{g}{D}} \left\{ -H_x + \frac{1}{2D}HH_x + \frac{1}{6}H_{xxx}(Z^2 + 2DZ - D^2) - \frac{3}{8D^2}H^2H_x - \frac{1}{8D}H_xH_{xx}(2Z^2 + 4DZ + 9D^2) - \frac{1}{12D}HH_{xxx}(Z^2 + 2DZ + 7D^2) - \frac{1}{360}H_{xxxx}(3DZ^4 + 12DZ^3 - 2D^2Z^2 - 28D^3Z + 19D^4) \right\} (Z + D)$$

(Eq. (53)).

It should be noted that the pressure is not hydrostatic even in the first-order approximation. The employed method of successive approximation in terms of Ursell's parameter has the advantage that the order of approximation has definite meaning in relation to the wave motion. Comparison of several theories and experimental data indicates that the obtained results may be applicable for practical use. It has also been shown that the moment of instability by BOUSSINESQ (1872) has no particular significance.

Acknowledgements

The author is indebted to Prof. K. YOSHIDA under whose supervision the work was done. Thanks are also due to L. SPIELVOGEL, T. HAMADA, K. KAJIURA, Y. NAGATA, R. HARVEY and H. NAGASHIMA for their discussions and suggestions; and to Miss T. OSADA for preparing the figures and typing the manuscript.

References

BENNEY, D. J., and J. C. LUKE (1964): On the interaction of permanent waves of finite amplitude. *J. Math. Phys.*, **43**(4), 309-313.
 BOUODIMOS, E. L. (1968): Linear and nonlinear wave motion. *Rev. of Geophy.*, **6**(2).
 BOUSSINESQ, M. J. (1872): Théorie des ondes et des remous qui se propagent le long d'un canal rectangulaire horizontal, en communiquant au liquide contenu dans ce canal des vitesses sensiblement pareilles de la surface au fond. *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, **17**, 55-108.

- CHAPPELEAR, J. E. (1962): Shallow-water waves J. Geophy. Res., **67**(12).
- FRIEDRICHS, K. O. (1948): On the derivation of shallow water theory. *Comm. Pure Appl. Math.*, **1**, 109-134.
- HONMA, H. (Ed.) (1957): *Applied Hydraulics*. Maruzen Co., Tokyo.
- HUNT, J. N. (1955): On the solitary wave of finite amplitude, *Houille blanche*. **10**, 197-203.
- KELLER, J. B. (1948): The solitary wave and periodic waves in shallow water. *Comm. Pure Appl. Math.*, **1**, 323-339.
- KEULEGAN, H. G., and W. G. PATTERSON (1940): Mathematical theory of irrotational translation waves. *J. Res. NBS*, **24**, 47-101.
- KORTEWEG, D. J., and G. de VRIES (1895): On the change of form of long waves advancing in a rectangular canal and on a new type of long stationary waves. *Phil. Mag.*, [5], **39**, 422-443.
- LAITONE, E. V. (1960): The second approximation to cnoidal and solitary waves. *J. Fluid M.*, **9**, 430-444.
- LAMB, H. (1932): *Hydrodynamics*. 6th ed., Dover Publications, New York.
- Le MÉHAUTÉ, B., D. DIVOKY, and A. LIN (1968): Shallow water waves: a comparison of theories and experiments. *Proc. Amer. Soc. Civil Eng.* (11th Conf. Coastal Eng.), **1**, 86-107.
- LONG, R. R. (1956): Solitary waves in the one- and two-fluid system. *Tellus*, **8**(4), 460-471.
- MCCOWAN, J. (1891): On the solitary wave. *Phil. Mag.*, **32**(5), 45-58.
- MCCOWAN, J. (1894): On the highest wave of permanent type. *Phil. Mag.*, **38**(5), 351-357.
- MUNK, W. H. (1949): The solitary wave theory and its application to surf problems. *Ocean Surface Waves*, *Annals of the N. Y. Academy of Sciences*, **51**(3), 376-424.
- SAEKI, H., and K. IZUMI (1969): On the higher-order approximations of the finite amplitude waves. *Proc. 16th conference on coastal engineering*, Japanese Society of Civil Engineering. pp. 1-6.
- SCOTT RUSSELL, J. (1845): Report on waves. Report of the 14th meeting of the Brit. Assn. for Advancement of Science, pp. 311-390, London.
- STOKER, J. J. (1957): *Water waves*. Interscience Publishers, New York.
- STOKES, G. G. (1880): On the theory of oscillatory waves. *Trans. Camb. Phil. Soc.*, **8**, 441-455, 1849 (Mathematical and physical papers, **1**, 197-229, Cambridge, 1880).
- STOKES, G. G. (1891): Note on the theory of the solitary wave. *Phil. Mag.*, [5], **31**, 314-316. (Mathematical and physical papers, **5**, 160-162).
- URSELL, F. (1953): The long-wave paradox in the theory of gravity waves. *Proc. Camb. Phil. Soc.*, **49**, 685-694.
- WEHAUSEN, J. V., and E. V. LAITONE (1960): *Surface Waves*. *Handbuch der Physik*, **9**, 446-778.
- WEINSTEIN, A. (1926): Sur la vitesse de propagation de l'onde solitaire. *Proc. 2nd Int. Congr. Appl. Mech. Zurich* (Sept.), 445-448.

ソリタリー・クノイダル波の近似解について

宮 田 元 靖

要旨: 非線形浅海波の方程式を近似的に解く方法について考察を試みた。特にソリタリー・クノイダル型の運動は水面昇降 $H(X, T)$ に関する次のような微分方程式によって第2次近似まで記述されることが分った。

$$H_{Tt} = gD \left(H + \frac{3}{2D} H^2 + \frac{D^2}{3} H_{XX} + \frac{1}{2D^2} H^3 + \frac{2D}{3} H X^2 + \frac{4D}{3} H H_{XX} + \frac{2D^4}{15} H_{XXXX} \right)_{XX}$$

ここに, X は水平方向の座標, T は時間, g は重力加速度, D は定数で水深を表す。波速, 圧力変化, 粒子の速度成分は $H(X, T)$ の関数として求まる。

得られた結果のうち一部は既存の理論結果と異なっており, ソリタリーウェーブの水平粒子速度を例にとって比較検討した。

A Preliminary Review of Our Knowledge on the Early Life Histories of Clupeiformes from Indian Waters with Provisional Keys for Identifying the Eggs and Early Larvae*

P. BENSAM**

Abstract: A brief preliminary review of the literature available on the eggs and early larvae of the Clupeiform fishes dealt with so far from the Indian coastal waters is given with general notes on the characteristic features of the eggs and larvae. The chief methods of identifying the eggs and larvae are mentioned, with provisional keys for their identification.

1. Introduction

Our present knowledge relating to the eggs and larvae of Clupeiformes occurring in the seas around India is rather meagre and scanty, although almost all of the species are economically important, including even some which constitute valuable fisheries such as sardines and anchovies. In spite of more attention being paid to this group in this respect than in the past, adequate information on the distinguishing characteristics of the eggs and larvae of the various species, not to mention about those of closely allied ones, are still wanting. This has obviously been causing difficulties in assessing the localities and periods of occurrence of the eggs and larvae of different species, their vertical and horizontal distribution and allied aspects, which are of basic importance in understanding the lifehistories of the concerned species and their rational exploitation.

With work on the Clupeiform eggs and larvae increasing in recent years and in the absence of a collected account so far, it has been thought desirable to make an attempt to pool together all the available information on the eggs and larvae of the Clupeiformes from Indian waters with notes on their characteristics and provisional keys for their identification. This

paper is based on the published work of various authors; and it is hoped that this review would serve to assess the present state of our knowledge on this subject and to focus our attention in filling up the existing lacunae and on the future lines of work to be carried out.

It may be noted in this connection that in a review of this nature only the papers dealing with characteristic features, identification, etc., and those which undoubtedly assign the eggs and larvae to the respective species are taken into consideration. Many a paper reporting mere occurrence of eggs and larvae for the first time without explaining how they are identified; those without giving adequate descriptions and figures; those containing passing references as well as those dealing with unidentified eggs and larvae have not been included for the present purpose because of their limited value. For all available literature so far on Clupeiform eggs and larvae reference may be made to the bibliography by JONES and BENSAM (1968). One of the earliest reports dealing with work on the eggs and larvae of species occurring in the seas around India must date back to the twenties, by Dr. H. C. DELSMAN from the Java coast; and his pioneer work appears to have served as a fillip in awakening interest of workers towards this subject, as may be seen from contributions emanating since then.

2. Review of literature

Family Elopidae:

* Received August 10, 1971

** Central Marine Fisheries Research Substation, Tuticorin, Madras, India. (Present Address: Laboratory of Fishery Biology, Tokyo University of Fisheries, Minato-ku, Tokyo 108)

This family is represented by a single species in Indian waters, namely *Elops saurus* Linnaeus (*E. indicus* Swainson). Postlarvae were described by GOPINATH (1946), NAIR (1946, 1952b), KUTHALINGAM (1958) and metamorphosis was dealt with by ALIKUNHI and RAO (1951). Adequate information on the eggs and larvae are still wanting.

Family Megalopidae:

Descriptions of the postlarvae of the only species, *Megalops cyprinoides* (Broussonet), were given by WEBER and DE BEAUFORT (1913), DELSMAN (1926c), GOPINATH (1946), KUTHALINGAM (1958) and metamorphosis was worked out by ALIKUNHI and RAO (1951). Nothing is known on the characteristics of the eggs and larvae.

Family Albulidae:

This family is also represented by a single species, *Albula vulpes* (Linnaeus). Larvae were described by WEBER and DE BEAUFORT (1913), DELSMAN (1926c) and GOPINATH (1946).

Family Dussumieridae:

Some controversy is existing as to the separate identity of the two species occurring in Indian waters, *Dussumieria acuta* (Cuvier and Valenciennes) and *D. hasselti* Bleeker, since the similarities between the two are reported to be close.

Notes on the eggs and larvae of *D. acuta* were given by DELSMAN and HARDENBERG (1934) and KUTHALINGAM (1961); and those of *D. hasselti* were given by DELSMAN (1925), DEVANESAN and CHACKO (1944) and MAHADEVAN and CHACKO (1962). The features to distinguish their eggs and larvae, if any, have not been clearly brought out.

Family Chanidae:

DELSMAN (1926c, 1929b) gave descriptions of the eggs and larvae of *Chanos chanos* (Forsk.) the only species under this family. Since then some contributions have emanated on the occurrence of the eggs and larvae along Indian coast also.

Family Dorosomidae:

Of the two species represented in Indian waters, the eggs and larvae of *Anodontostoma chacunda* (Hamilton) were described by DELS-

MAN (1926b, 1933), DEVANESAN and CHIDAMBARAM (1941) and BAPAT (1955); but details of the larval history are not published so far.* The eggs and larvae of the other species *Nematolosa nasus* (Bloch) have not yet been identified.

Family Clupeidae:

This family comprises the majority of the pelagic shoaling species supporting some of the important fisheries. Some work has been done on the eggs and larvae of the following:

Hilsa ilisha (Hamilton): Found mostly in rivers, lakes and backwaters, this species sometimes occurs in the coastal waters also. Contributions on its eggs and larvae were made by KULKARNI (1950), JONES and MENON (1950, 1951) and HORA and NAIR (1940). The eggs and larvae from the marine environment have not so far been recorded. With the information already available it would be possible to identify the eggs and larvae from the sea also.

Hilsa kanagurta (Bleeker): DELSMAN (1926a) described certain eggs and larvae and pointed out the possibility that they belonged to this species. No further work has been done so far.

Ilisha elongata (Bennet): The eggs and a few early larvae were described by DELSMAN (1930a) from the Java coast. Postlarvae remain unknown.

Kowala coval (Cuvier): DELSMAN (1933) assigned certain eggs to this species. Further work on the eggs and early larvae from Indian waters was done by NAIR (1952a) and BAPAT (1955). Three post larvae have been identified by the present writer.

Opisthopterus tardoore (Cuvier): BENSAM (1968) described the eggs and a few early larvae. Information relating to postlarval development, however, remains to be worked out.

Pellona ditchela Valenciennes: DELSMAN (1930) assigned some eggs and larvae to this species. Positive identification and postlarval history are not yet dealt with.

Sardinella albella (Valenciennes): Certain eggs and their larvae were stated by DELSMAN (1926a) to probably belong to this species. CHACKO and MATHEW (1955) described the

*See Postscript, below (p. 21).

eggs and larvae of *S. albella* but their account does not give reasons for identifying them to this species. The differences found in the two contributions make fresh study of the eggs and larvae desirable.

Sardinella fimbriata (Valenciennes): The eggs and early larvae from Java coast were described by DELSMAN (1926a), giving cogent reasons for the identification. BAPAT (1955) gave brief notes on the eggs from Indian coast. Details of the postlarval history remain unknown.

Sardinella jussieu (Lacépède): CHACKO (1946, 1950) gave brief notes on the eggs and early larvae of this species. But, NAIR (1959) is of the view that the eggs described by CHACKO (*l. c.*) were not sardine eggs. Salient features of the eggs larvae and juveniles identified as of this species have been described in a recent paper (BENSAM, in press).

Sardinella longiceps Valenciennes: DEVANESAN (1943) collected the eggs of this fish from Indian waters. NAIR (1960) gave an account of the eggs and early larvae. Information relating to postlarval history remains unknown.

Sardinella perforata (Cantor): The only account available so far is that of DELSMAN (1933) on the eggs and early larvae.

Sardinella sirm (Walbaum): DELSMAN (1926a) referred certain eggs as probably belonging to this species. Similar eggs were collected by JOHN (1951) from Indian waters also. Nothing is known on larval history.

Family Engraulidae:

Commercially the second in importance among Clupeiformes, nothing substantial is known on the eggs and larvae of the various species. The few species that have received attention are listed below.

Anchoviella commersonii (Lacépède): DELSMAN (1931) referred to the characteristic features of the eggs and GOPINATH (1946) dealt with postlarval stage. Early larval development remains unknown.

Anchoviella heterolobus (Ruppel): Certain eggs and larvae were assigned by DELSMAN (1931) to belong to this species. DEVANESAN and VARADARAJAN (1942) also dealt with

them.

Anchoviella indica (Van Hasselt): Apart from the description by DELSMAN (1931) on the eggs and early larvae, nothing substantial is published subsequently.

Anchoviella tri (Bleeker): DELSMAN (1931) described certain varieties of eggs referable to subspecies or species closely related to this fish, such as *A. baganensis*, *A. b.* var. *megalops* or *A. tri* proper. JOHN (1951) described the eggs and early larvae of *A. tri* from Madras coast. Any comprehensive account of the early life history is still lacking.

Coilia dussumieri Cuvier and Valenciennes: DELSMAN (1932b) described the eggs and early larvae, probably referable to this species. JONES and MENON (1952) gave an account of the larval development.

Setipinna breviceps (Cantor): DELSMAN (1932a) described the eggs and early larvae, identified as of this species. Nothing is known on postlarvae.

Setipinna taty (Valenciennes): The eggs and a few larvae were described by DELSMAN (1932a). Postlarvae have not been recorded so far.

Thrissocles grayi (Bleeker): DELSMAN (1929a) assigned certain eggs and their larvae to this species, followed by VIJAYARAGHAVAN (1957). However nothing substantial is known on the post larvae.

Thrissocles mystax (Schneider): Apart from the work of DELSMAN (1929a) on the eggs and early larvae, nothing definite is known on the early development of this species.

3. Characteristic features of Clupeiform eggs

The Clupeiform eggs found in the seas around India are pelagic and transparent. The vast majority of them are spherical (Figs. 1-7), but the eggs of *Anchoviella* spp. are elliptical (Figs. 8-9). Generally the egg has a single protective membrane, the egg capsule. However in the eggs of *Ilisha* and *Pellona* spp. an outer gelatinous coat is also reported to be present (Fig. 7). In a few cases like certain *Anchoviella* a knob is present at the animal pole (Fig. 9). A micropyle is reported to be present in certain *Pellona* spp. Inside the egg

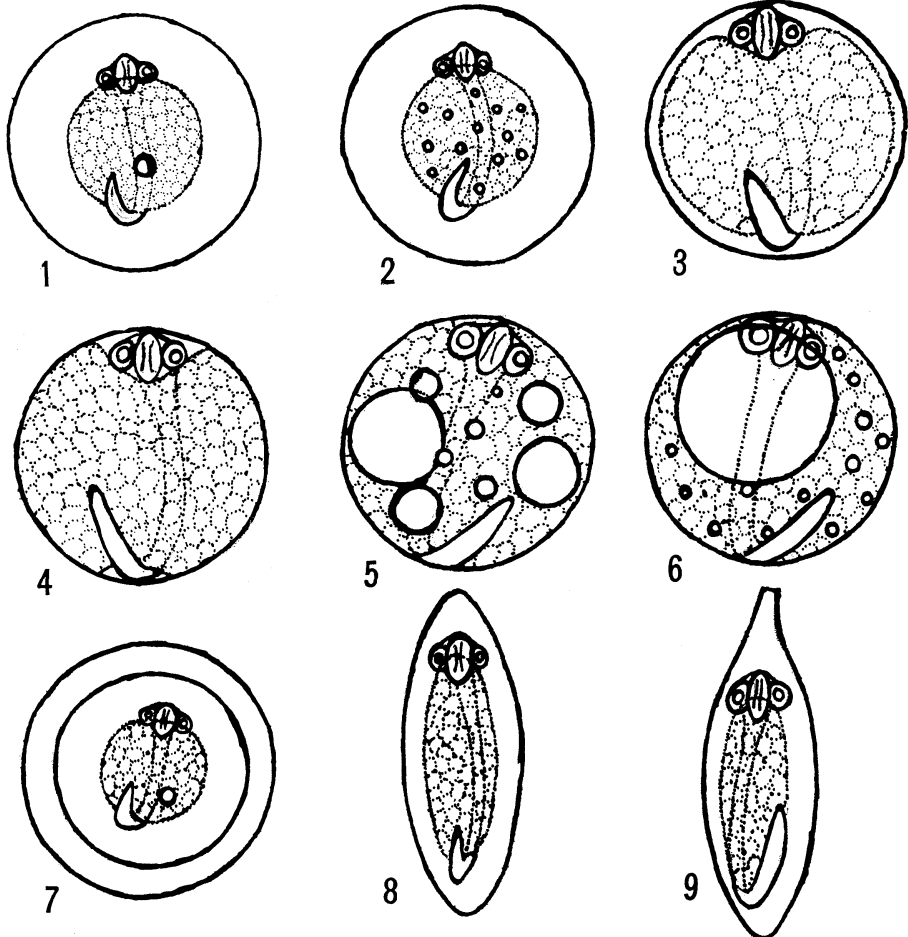
capsule is the generally spherical yolk mass on which the embryo develops. The perivitelline space lying in between the yolk and egg capsule is quite wide in the eggs of *Sardinella* spp. (Fig. 1), narrow in the eggs of *Thrissocles* spp. (Fig. 3) or almost unrecognizable in the eggs of *Opisthopterus tardoore* (Fig. 4). The yolk is highly vacuolated and generally transparent but in the eggs of *Chanos chanos* the yolk has a yellow tinge. An oilglobule is present in the eggs of most *Sardinella* spp. but absent in the eggs of *Thrissocles* and some *Anchoviella* spp. The oilglobule may be one in number as in the eggs of sardines (Figs. 1, 7) or numerous as in *Kowala* (Fig. 2) or *Anodontostoma* sp. The

diameter of the oilglobules also differs ranging from narrow sizes as in the above two (Fig. 2) to a wide range as in *Coilia* and *Setipinna* spp. (Figs. 5, 6), where one or two oilglobules may be considerably larger than the rest.

In the Clupeiform eggs described so far from Indian waters only the embryonic region shows pigmentation. This is chiefly confined to sardines and is in the form of black pigment spots distributed on the dorsal surface of the embryo in advanced stages of development.

4. Characteristics of Clupeiform larvae

The newly hatched larvae are pelagic, transparent and elongated in shape and do not have

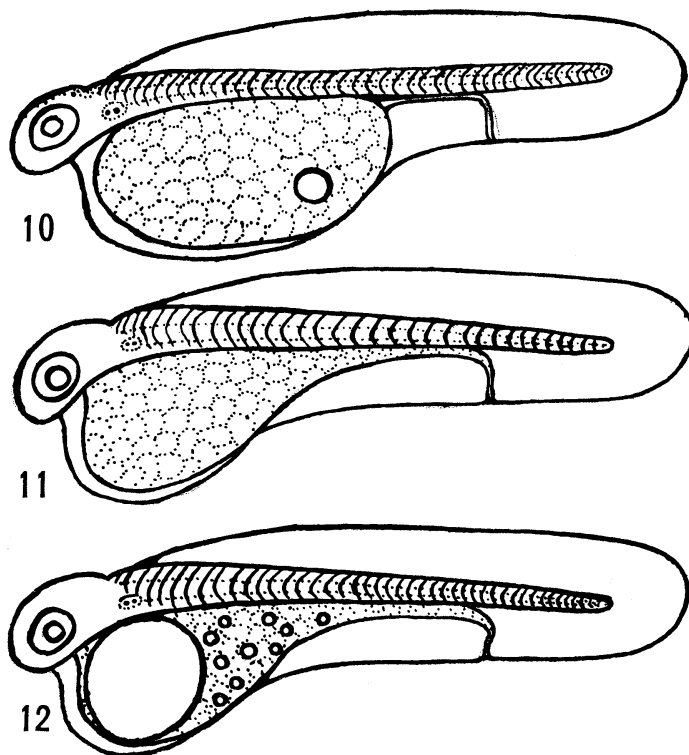


Figs. 1-9. Chief egg types of Clupeiformes: of *Sardinella* (Fig. 1); of *Kowala coval* (Fig. 2); of *Thrissocles* (Fig. 3); of *Opisthopterus tardoore* (Fig. 4); of *Setipinna* sp. (Fig. 5); of *Setipinna melanochir* (Fig. 6); of *Pellona* (Fig. 7); of *Anchoviella* (Figs. 8 and 9).

mouth. The anus is situated behind the middle region of the body. The eyes are generally unpigmented. Pigment spots are present on the dorsal side of the body in the newly hatched larvae of sardines, such as *Sardinella* spp. (Fig. 10). The yolk sac is prominent and generally occupies the anterior third or half of the length. It is somewhat globular in shape with a rounded off hinder margin in the newly hatched larvae of *Sardinella*, *Kowala*, etc., but pyriform in shape with a gradually tapering hinder margin in the case of *Anchoviella*, *Thrissocles*, *Coilia*, *Setipinna*, *Opisthopterus*, etc. (Figs. 11, 12). The larval finfold is transparent and mostly unpigmented, but in the newly hatched larvae of *Chanos chanos* many fine branching pigment cells are reported to be present on the finfold. The myotomes have an angular appearance and the muscle fibres show a crossed arrangement, which is characteristic of Clupeiform larvae. The numbers of preanal, postanal and total myotomes of the

newly hatched larvae do not tally with the adult vertebral number, because the total number in this stage is more than the latter; and the position of the anus is more posterior than in the adult. The anus makes a forward movement in the course of development, thus reducing the preanal number, increasing the postanal number, and bringing their disposition similar to the adult condition. By this time the total myotome number also corresponds to the adult condition.

The prolarval period lasts for about a couple of days, at the end of which the eyes get pigmented, yolk is fully utilized, mouth is formed, pectoral fin bud has developed, caudal raylets are formed and the pigments present on the dorsal side have migrated to the ventral aspect of the alimentary canal. All these features mark that the larvae have passed on to the postlarval phase of its development. Nothing adequate is known on the changes undergone by the larva during its postlarval history. How-



Figs. 10-12. Three prolarval types of Clupeiformes: of *Sardinella* (Fig. 10); of *Thrissocles-Opisthopterus-Anchoviella* type (Fig. 11); of *Setipinna* (Fig. 12).

ever, based on the description of the post-larvae of some species given by some authors, it appears that the larva during this phase increases in length and height, becomes more massive and less transparent and develops the dorsal fin, anal fin and ventral fin in succession, besides the growth of pectoral and caudal fins. The disposition of the dorsal fin in relation to the ventral fin undergoes changes in conformity with the adult conditions. There is a slight increase in pigmentation during the early postlarval phase, especially in the anterior half of the ventral aspect of the tail. In the late postlarval condition the pigmentation increases, particularly in the caudal fin followed by appearance of blackish brown branching chromatophores on the sides. The scales and scutes are recognizable in the late postlarval phase accompanied by orientation of the jaws to form a terminal mouth in the case of clupeids and inferior mouth in engraulids. The anus occupies the adult position in the late postlarval stage.

5. Methods of identifying the eggs and larvae

Workers from the seas around India have followed chiefly two ways of identifying the eggs and larvae which they have come across. These are based on indirect and direct evidences.

1. Method of indirect evidence

In this, the eggs and larvae occurring in a certain area are assigned to a particular species based on the relative abundance of the spawners there and on their neritic pelagic distribution. Although identification by this method may prove valid in cases where only one species or more with distinctive characteristics between them are involved, in circumstances where many species with closely allied features and overlapping spawning seasons and localities are involved, this may not be quite reliable. This particularly is so in the case of tropical fishes where the number of closely allied species are considerably more than in the case of temperate fishes. This is obviously due to the fact that in the tropics speciation takes place more rapidly than in the temperate regions. Thus in the place of a single cold water species a large number of closely related species are present

in the same family.

2. Method of direct evidence

This method is based on the features distinguishing the eggs and larvae of one species from the other and on assigning them to the species to which they belong by linking their distinguishing characters with those of the adults. The following ways have been followed by workers:

a. Comparison of ripe ova with the eggs: In this method, a sound knowledge of the characteristic features of the ripe ovarian ova, chiefly the size range, nature of vacuolation of the yolk, presence or absence of oilglobules, size of oilglobules, nature of egg capsule, etc., is an essential prerequisite. In cases where the planktonic eggs retain the size range of the ripe ova, without undergoing significant increase in size, their identification based on the distinguishing features of the ova may be easier, as in the case of *Opisthopterus tardoore*, *Anchoviella* spp. etc. But in the case of certain clupeids such as *Sardinella* spp. the size range of the planktonic eggs is considerably more than that of the ripe ova. This is due to the fact that in the ripe ova of *Sardinella* a perivitelline space is absent and it develops after coming into contact with seawater. By absorbing seawater the egg capsule becomes larger and larger till the fully formed embryonic condition. But the size of the yolk, representing the ripe ovum, does not undergo a corresponding increase and remains the same in size. Hence in identifying the eggs of *Sardinella* also a knowledge of the size range and other characters of the ripe ova would be useful.

b. Comparison of myotome number and vertebral count: An accurate assessment of the number of larval myotomes after it gets stabilized and of the adult vertebral number and tallying them with each other is another way of directly assigning the eggs and larvae to the species to which they belong. This method is quite useful and reliable in cases where the range of vertebral number of the species does not overlap the range of another related species, such as in the case with *Opisthopterus tardoore*. But among species where the vertebral number

overlaps one another such as in the case of *Anchoviella* spp., *Thrissocles* spp., certain *Sardinella* spp. etc., this method alone may be of limited value.

c. Grading eggs, larvae and juveniles: Availability of graded series of eggs, larvae and juveniles from an early stage of development till the early juvenile condition when all distinguishing features have developed is another way of identifying them to the species to which they belong. However, when closely allied species are involved this method should be applied with caution, because the same stages of development may show the same pattern of features.

d. Artificial fertilization: This is perhaps the most reliable method of identifying the eggs and their larvae to the species to which they belong. This may also be used to confirm identifications made by other methods.

e. Pooling all the available data: From the foregoing it is apparent that in many of the cases any one method of identification may not be adequate and that as far as possible and depending upon the circumstances more than one method should be taken into consideration in assigning the eggs and larvae to the species to which they belong.

6. Provisional keys for identification

The following keys are based on a perusal of literature available on live eggs and larvae from Indian waters and includes those identified either positively or based on reliable data of indirect evidence. It is hoped that these would serve as an aid in the follow up work on Clupeiform eggs and larvae from Indian waters, either confirming or modifying the identifications made so far.

A. Key for eggs

- (1) Eggs elliptical in shape (3), (4)
- (2) Eggs spherical..... (15), (16)
- (3) Eggs with a knob (5), (6)
- (4) Eggs without knob..... (9), (10)
- (5) Eggs pyriform and stout..... (7), (8)
- (6) Eggs elongated and slender
..... *Anchoviella insularis*

- (7) Breadth about half of length
..... *A. commersonii*
- (8) Breadth about 3/4 of length.. *A. indicus*
- (9) Oilglobule absent..... *A. zollingeri*
- (10) An oilglobule present..... (11), (12)
- (11) Oilglobule small, 0.05 mm. in diameter
..... *A. heterolobus*
- (12) Oilglobule large, 0.07-0.12 mm.
in diameter..... (13), (14)
- (13) Oilglobule diameter 0.07-0.08 mm. *A. tri*
- (14) Oilglobule diameter 0.10-0.12 mm.
..... *A. baganensis*
- (15) Eggs with two egg membranes. (17)-(20)
- (16) Eggs with single egg membrane
..... (21), (22)
- (17) Inner egg membrane thicker than
the outer *S. albella*
- (18) Inner egg membrane thinner than
the outer..... *Hilsa* spp.
- (19) Outer egg membrane is gelatinous;
with a single oilglobule of 0.35 mm.
..... *Ilisha elongata*
- (20) 5-6 colourless oilglobules present
..... *Pellona ditchela*
- (21) One or more oilglobules present
..... (23), (24)
- (22) Oilglobule absent..... (42), (43)
- (23) Eggs with single oilglobule... (25), (26)
- (24) Eggs with more than one oilglobule
..... (32), (33)
- (25) Perivitelline space quite narrow
..... *Dussumieria* spp.
- (26) Perivitelline space very wide.. (27)-(29)
- (27) Egg diameter 0.589-0.749 mm.
..... *Sardinella jussieu*
- (28) Egg diameter about 1.1 mm.
..... *S. perforata*
- (29) Egg diameter 1.4-1.5 mm.... (30), (31)
- (30) Diameter of yolk 0.85 mm.. *S. fimbriata*
- (31) Diameter of yolk 1.01-1.19 mm.
..... *S. longiceps*
- (32) A wide perivitelline space present
..... *Kowala coval*
- (33) Perivitelline space narrow or
almost absent..... (34), (35)
- (34) Narrow space present all around
yolk..... *Anodontostoma chacunda*
- (35) Perivitelline space almost absent and
not present all around yolk.. (36), (37)

- (36) Oilglobules in the form of one enormous in size and others of minute sizes.....*Setipinna melanochir*
- (37) Oilglobules more or less of graded sizes (38), (39)
- (38) Oilglobules placed near tail of embryo.....*S. breviceps*
- (39) No polarization of oilglobules. (40), (41)
- (40) Egg diameter 1.1-1.5 mm.....*S. taty*
- (41) Egg diameter 1.05-1.1 mm.*Coilia dussumieri*
- (42) Egg with a wide perivitelline space *Sardinella sirm*
- (43) Eggs with a narrow perivitelline space (44), (45)
- (44) Perivitelline space chiefly confined to head and tail regions of embryo (46), (47)
- (45) Perivitelline space, though narrow, is present all around yolk... (48), (49)
- (46) Yolk yellowish, vacuoles minute *Chanos chanos*
- (47) Yolk colourless, vacuoles large *Opithopterus tardoore*
- (48) Diameter of egg 1-1.1 mm. *Thrissocles grayi*
- (49) Diameter of egg 0.8-0.9 mm. . *T. mystax*
- (12) Preanal myotomes 40 *S. fimbriata*
- (13) Preanal myotomes 41.....*S. longiceps*
- (14) Preanal myotomes 50.. *Dussumieria* spp.
- (15) Oilglobules 5-6 in number, clustered near end of yolk sac ... *Pellona ditchela*
- (16) Oilglobules numerous, up to 10, without polarization..... (17), (18)
- (17) Preanal myotomes 34 or more. (19), (20)
- (18) Preanal myotomes not more than 32 *Hilsa* spp.
- (19) Preanal myotomes 34..... *Kowala coval*
- (20) Preanal myotomes 37 *Anodontostoma chacunda*
- (21) Black branching chromatophores on finfold *Chanos chanos*
- (22) No pigmentation on larval fin. (23), (24)
- (23) Preanal myotomes not more than 35 (25), (26)
- (24) Preanal myotomes 38 *Opithopterus tardoore*
- (25) Oilglobule absent..... (39), (40)
- (26) One or more oilglobule present (27), (28)
- (27) Only one oilglobule present.. (29), (30)
- (28) More than one oilglobule present (33), (34)
- (29) Diameter of oilglobule 0.05 mm. *Anchiviella heterolobus*
- (30) Diameter of oilglobule 0.075-0.12 mm. (31), (32)
- (31) Oilglobule diameter 0.075-0.08 mm. *Anchoviella tri*
- (32) Oilglobule diameter 0.10-0.12 mm. *Anchiviella baganensis*
- (33) Newly hatched larva with one enormous and a few small oilglobules *Setipinna melanochir*
- (34) Oilglobules more or less of graded series (35), (36)
- (35) Preanal myotomes in newly hatched larva are 30 in number... *Setipinna taty*
- (36) Preanal myotomes above 35.. (37), (38)
- (37) Postanal myotomes about 18 *Setipinna breviceps*
- (38) Postanal myotomes about 31 *Coilia dussumieri*
- (39) Anus in newly hatched larva does not open out..... *Anchoviella zollingeri*
- (40) Anus in newly hatched larva opens

B. Key for early larvae

- (1) Yolk in the newly hatched larvae rounded off posteriorly..... (3), (4)
- (2) Yolk pyriform and tapers posteriorly (21), (22)
- (3) Oilglobule absent *Sardinella sirm*
- (4) One or more oilglobules present (5), (6)
- (5) Only a single oilglobule present. (7), (8)
- (6) More than one oilglobule present (15), (16)
- (7) Anus not opening out in newly hatched larva..... *Sardinella jussieu*
- (8) Anus opens out in newly hatched larva..... (9), (10)
- (9) Oilglobule less than 0.2 mm. in diameter (11)-(14)
- (10) Oilglobule 0.35 mm. in diameter *Ilisha elongata*
- (11) Preanal myotomes 37-38 in number *Sardinella perforata*

- out (41), (42)
 (41) Preanal myotomes 28 (43), (44)
 (42) Preanal myotomes 17-32
 *Thrissocles* spp.
 (43) Newly hatched larva not more
 than 2.3 mm. *Anchoviella indicus*
 (44) Newly hatched larva 2.5 mm.
 *Anchoviella insularis*

Acknowledgements

This paper has been written in the course of my training in Fishery Biology at the Ichthyological Laboratory of the Tokyo University of Fisheries (formerly, Imperial Fisheries Institute), Tokyo, under the scholarship offered by the Ministry of Education, Government of Japan. I am grateful to the Government of India for selecting me for the same and to the Government of Japan for offering it. I am indebted to Associate Professor Kazunori TAKAGI at the Tokyo University of Fisheries for the kind help he has been giving in the course of my work; and for critically going through the manuscript and offering constructive suggestions. I am also indebted to Prof. Reizo ISHIYAMA for the valuable guidance being given in my work.

References

- ALIKUNHI, K. H., and S. N. RAO (1951): Notes on the metamorphosis of *Elops saurus* Linn. and *Megalops cyprinoides* (Broussonet) with observations on their growth. *J. Zool. Soc. India*, **3**, 99-109.
- BAPAT, S. V. (1955): A preliminary study of the pelagic fish eggs and larvae of the Gulf of Mannar and the Palk Bay. *Indian J. Fish.*, **2**, 231-255.
- BENSAM, P. (1968): The embryonic and early larval development of the long finned herring, *Opisthopterus tardoore* (Cuvier). *J. Mar. Biol. Ass. India*, **9**, 76-83.
- . (in press): Notes on the eggs, larvae and juveniles of the Indian sprat, *Sardinella jussieu* Lacépède. *Indian J. Fish.*, **13**.
- CHACKO, P. I. (1946): On the bionomics of the Indian sprat (*Sardinella gibbosa*) (Cuv. & Val.) *J. Bombay Nat. Hist. Soc.*, **46**, 407-408.
- . (1950): Marine plankton from the waters around Krusadi Island. *Proc. Indian Acad. Sci.*, **31B**, 162-174.
- and M. J. MATHEW (1956): Biology and fisheries of the sprat, *Sardinella albella* (Cuv. & Val.) in the west coast of Madras State. *Govt. Madras Fish. St. Rep. & Yearbook 1954-55*, 103-108.
- DELSMAN, H. C. (1925): Fish eggs and larvae of the Java sea, 4. *Dussumieria hasseltii* (Blkr.). *Treubia*, **6**, 297-307.
- . (1926a): Fish eggs and larvae from the Java sea, 7. The genus *Clupea*. *Ibid.*, **8**, 219-239.
- . (1926b): *Ibid.*, **8**. *Dorosoma chacunda*. *Ibid.*, **8**, 389-394.
- . (1926c): *Ibid.* 10. On a few larvae of empang fishes. *Ibid.*, **8**, 400-412.
- . (1929a): *Ibid.* 12. The genus *Engraulis*. *Ibid.*, **11**, 275-281.
- . (1929b): *Ibid.* 13. *Chanos chanos* (Forsk.). *Ibid.*, **11**, 281-286.
- . (1930): *Ibid.* 14. The genus *Pellona*. *Ibid.*, **12**, 37-46.
- . (1931): *Ibid.* 17. The genus *Stolephorus*. *Ibid.*, **13**, 217-243.
- . (1932a): *Ibid.* 19. The genus *Setipinna*. *Ibid.*, **14**, 109-114.
- . (1932b): *Ibid.* 20. The genus *Coilia*. *Ibid.*, **14**, 114-116.
- . (1933): *Ibid.* 22. *Clupeoides lile* (C.V.). *Ibid.*, **14**, 247-249.
- DEVANESAN, D. W. (1943): A brief investigation into the causes of the fluctuation of the annual fishery of the oilsardine of Malabar (*Sardinella longiceps*), determination of its age and an account of the discovery of its eggs and spawning grounds. *Madras Fish. Bull.*, **28**, 1-38.
- and P. I. CHACKO (1944): On the bionomics of the rainbow sardine, *Dussumieria hasseltii* (Bleeker). *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, **10**, 143-145.
- and K. CHIDAMBARAM (1940): On two kinds of fish eggs hatched out in the laboratory of the West Hill Biological Station, Calicut. *Curr. Sci.*, **10**, 259-261.
- and S. VARADARAJAN (1942): On the hatching of fish eggs in 1940-41 in the laboratory of West Hill Biological Station, Calicut. *Proc. Indian Sci. Cong.*, 29th sess., Pt. 3, 157-158.
- GOPINATH, K. (1946): Notes on the larval and postlarval stages of fishes found along the Trivandrum Coast. *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, **12**, 7-21.
- HORA, S. L., and K. K. NAIR (1940): Further observations on the bionomics and fishery of the Indian shad, *Hilsa ilisha* (Hamilton) in Bengal waters. *Rec. Indian Mus.*, **42**, 35-50.
- JOHN, M. A. (1951): Pelagic fish eggs and larvae

A Preliminary Review of Our Knowledges on the Early Life Histories of Clupeiformes from 167
Indian Waters with Provisional Keys for Identifying the Eggs and Early Larvae

- of the Madras coast. J. Zool. Soc. India, **3**, 38-66.
- JONES, S., and P. BENSAM (1968): An annotated bibliography on the breeding habits and development of fishes of the Indian region. Bull. Cent. Mar. Fish. Res. Inst., **3**, 1-154.
- and P. M. G. MENON (1950): Spawning of *Hilsa ilisha* in the Hooghly River. Sci. & Cult., **15**, 443-444.
- and ———. (1951): Observations on the life history of the Indian shad, *Hilsa ilisha* (Hamilton). Proc. Indian Acad. Sci., **33**, 101-125.
- and ———. (1952). Observations on the development and systematics of the fishes of the genus *Coilia* Gray. J. Zool. Soc. India, **4**, 17-36.
- KULKARNI, C. V. (1950): Breeding habits, eggs and early life history of the Indian shad, *Hilsa ilisha* (Hamilton) in the Narbada River. Proc. Nat. Inst. Sci. India, **16**, 169-176.
- KUTHALINGAM, M. D. K. (1958): Studies on post-larvae and feeding habits of some fishes found in the Madras plankton. J. Madras Univ., **28B**, 1-11.
- . (1961): Observations on the lifehistory and feeding habits of a plankton feeder, the rainbow sardine (*Dussumieria acuta* Cuv. & Val.) with a note on the method of securing stomach contents of live fish. J. Zool. Soc. India, **13**, 24-33.
- MAHADEVAN, S., and P. I. CHACKO (1962): A preliminary report on the bionomics of the rainbow sardine, *Dussumieria hasseltii* (Bleeker). Govt. Madras Fish. St. Rep. & Yearbook 1957-58, 77-85.
- NAIR, R. V. (1946): Fish eggs and larvae of the Madras plankton. Proc. Indian Sci. Congr. (33rd Sess.), Pt. 3, 127.
- . (1952a): Studies on the lifehistory, bionomics and fishery of the white sardine, *Kowalla coval* (Cuv.). Proc. Indo-Pac. Fish. Council., 3rd Meet., Sect. 2, 103-118.
- . (1952b): Studies on some postlarval fishes of the Madras plankton. Proc. Indian Acad. Sci., **35B**, 225-244.
- . (1960): Notes on the spawning habits and early life history of the oilsardine, *Sardinella longiceps* Cuv. & Val. Indian J. Fish., **6**, 342-359.
- VIJAYARAGHAVAN, P. (1957): *Studies on fish eggs and larvae of the Madras coast*. University of Madras, 79 p.
- WEBER, M., and L. F. DE BEAUFORT (1913): *The fishes of the Indo-Australian Archipelago*, 2. E. J. Brill, Leiden. 404 p.
- N.B.: After sending this manuscript to print, a paper discussing postlarvae in the 5 stages has been published; P. Bensam, 1971, Indian J. Fish., **14** (1-2): 48-53.

インド産ニシン目魚類の初期生活史と卵稚仔による種の同定

P. BENSAM

要旨: インド沿岸で重用されるニシン目魚類の卵稚仔に関する研究を進展させるために, 既往の知見を再検討し, インド産のもの6科27種類の卵稚仔の特徴を明らかにすることを試みた。その結果は, 暫定的なものではあるが, 卵稚仔による種の検索表にまとめることができた。

海中におけるアワビ種苗の生産技術 に関する実験的研究*

渋 井 正**

Experimental Studies on the Productive Technique of the Young Abalones, *Haliotis discus hannai*, in the Sea

Tadashi SHIBUI

Abstract: The experimentally settled collectors, on which the young abalones, *H. discus hannai*, were attached, were hung down from the raft into the sea at the depth of five meters (Open system). And the remaining rates of the young abalones in the above manner, were compared with those in the case of rearing, by using running water system at the time, after two months from the beginning of the experiments. In the present experiment, the average remaining rate of open system (about 50%) was lower than that in the case of rearing by the running water system (about 80%). In the present paper, the reason of the above fact was speculated, from the view point of the sea water conditions and the densities of benthic diatoms. In future, if we consider about the physiological view point such as taxonomical, preferential and habitual etc., and or from the other aspects, as environmental conditions—the structure of the collector, water temperature and many other conditions in the bay or inlet, it will be able to produce the young abalones by the open system in an industrial scale.

1. はじめに

アワビ類の幼生飼育技術の発展は近年いちじるしく、相良(1963)¹⁾・大場(1964)²⁾・菊地(1964)^{3,4)}・今井(1967)⁵⁾の報告および種苗生産研究協議会の討論(1962~1964)の結果から数10万個の種苗生産が可能となった。そして現在、その種苗生産のほとんどは陸上施設で行なわれており、技術開発の方向もこのような施設を基底として行なわれている。しかし著者は自然海を利用してアワビ種苗の生産を行なうことに着目し、稚貝の附着したコレクターを筏から直接海中に垂下し(以下この垂下方式をオープン・システムと呼ぶ)、稚貝の残存率と走性や夜間の行動および珪藻密度との関連について若干の知見を得たので報告する。

2. 材料および方法

実験を行なった場所は宮城県の北端部に位置す

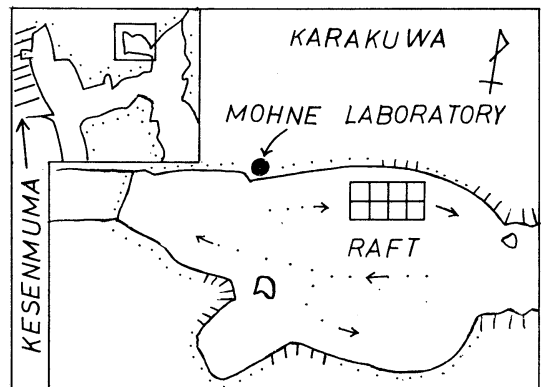


Fig. 1. Map showing the location of the Oyster Research Institute, Mohne Laboratory and the raft at which the experiments were carried out. The arrows indicate tidal current.

* 1971年8月10日受理

** 岩手県水産試験場 Iwate Prefectural Fisheries
Experimental Station, Miyako-shi, Japan

る気仙沼湾近くの舞根湾である (Fig. 1)。湾口の深さは約 40 m で、実験に使用された筏が設置された場所の深さは 5~15 m である。

オープン・システム オープン・システムの残

$$\text{存率} \left(= \frac{\text{実験開始時の個体数} - \text{死亡個体数} - \text{脱落個体数}}{\text{実験開始時の個体数}} \times 100 \right)$$

として、

$$\text{生残率} = \frac{\text{実験開始時の個体数} - \text{死亡個体数}}{\text{実験開始時の個体数}} \times 100$$

と区別した) の実験に供したエゾアワビ稚貝は 9 月中旬に人工採苗した殻長 1~2 mm のものと稚貝の餌料としての珪藻類が附着しているコレクター (23×23 cm) を使用した。これらのコレクターを 3 種の方法で海表面から 5 m の深さに筏から紐で垂下固定した (Fig. 2, A, B, C)。まづ容量約 25 l の半透明なポリエチレン容器に対して、海水の交流を良くするために容器側面の前後 2ヶ所に直径 10 cm の円形の穴を穿った。この容器はウミタナゴなどによるアワビ稚貝の捕食 (木下, 1937,

渋井 1971)^{6,7)} を防ぐために、あるいはコレクターから脱落した稚貝が直接海底に落下することなく、これを住み場として残存することを期待したものである。また容器の底部には脱落稚貝の住み場 (シェルター) としての役割と、容器が水中において安定を保つためにカキ殻を 1 容器当り 20 枚程収容した。そしてこの容器 1 個につき内部に前述のコレクターを 10 枚ずつ収容した (A)。次にコレクター 10 枚を重ねてその片隅を紐で結んで扇形となし、ポリエチレン容器のすぐ上部に垂下した (B)。第 3 にビニール被覆鉄線を骨組 (40×60 cm) として、これに目合い 2 cm のポリエチレン製ネットを取りつけ、これを 2 枚重ねてその一方を結んで蝶番型としたもの (開閉式ネット, 今井他 1971)⁸⁾ の間に前述のコレクターを一層にはさんで垂下した (C)。さらに陸上におけるアワビ稚貝のタンク飼育法をそのまま海表面に移した状態に酷似した飼育法として、稚貝が飼育容器から逃亡する事が物理的にほとんど不可能な状態で 過海水の連続的供給と通気を行ないながら飼育した (D)。そして容器の底部に直径 1 cm の穴を 1ヶ所穿って排水口とした。ポリエチレン容器に穿った穴およびコレクターの設置方向は舞根湾の潮流を考慮して (Fig. 1), すべて湾口と湾奥を結ぶ線に平行になるように固定した。それぞれの実験項目について 5 個の容器を使用した。従ってコレクターの総数は 200 枚、アワビ稚貝の総数は 10,400 個体である。

走流性 稚貝の正の走流性を確かめるために、細長いポリエチレン・トレイ (5×5×60 cm) を 20 cm 間隔で a, b, c 区に区別し、最初 b 区の中央部に稚貝を置き、一方のトレイは止水とし他方は a 区の最外端から 500 ml/min の 過海水を流し、1 時間後の稚貝の分布頻度について統計的に比較した。これは光の影響を除外するために暗黒の条件のもとに行なわれた。

稚貝の脱落時間 アワビ稚貝がコレクターから脱落する時間的な経過を知るために餌料珪藻類が全く附着していないコレクター 10 枚と珪藻類が 5,000±530 org./mm² の密度に増殖したコレクター 10 枚を用意し、コレクター 1 枚当り殻長 2~5

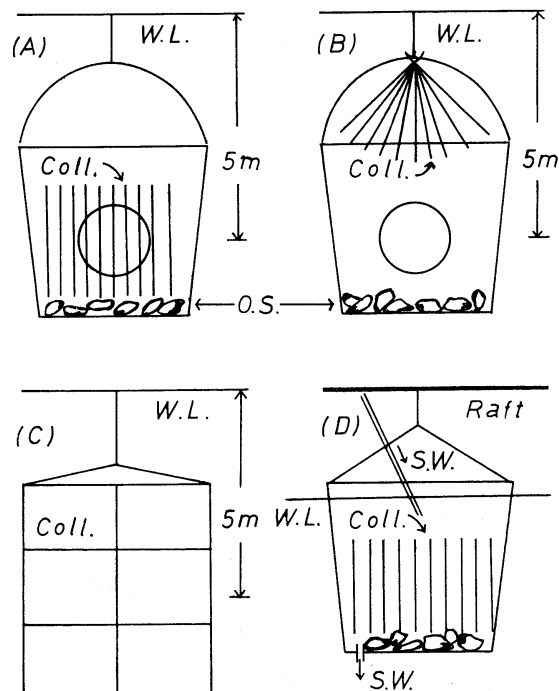


Fig. 2. Various rearing vessels (A-D) used for the experiment. Coll., Collector; O.S., Oyster shell; S.W., Sea water; W.L., Water level.

mm のアワビ稚貝を100個体附着させ、それぞれの5枚に対してはその中央帯に幅3cmの黒ビニール幕をシェルターとして表裏に取りつけ他のコレクターにはこれを取りつけることなく Fig. 2, Bの方法で垂下し、午前と午後それぞれ1回づつ3日間稚貝の個体数を測定した。

珪藻密度と稚貝の残存率 光や栄養塩類の調節によって種々の密度に珪藻類が増殖したコレクター30枚を用意し、最初コレクター1枚当り殻長2~5mmの稚貝を100個体附着させて Fig. 2, Bの方法で垂下し10日後に残存率を測定した。

3. 結果

10月中旬の実験開始時には殻長1~2mmであったエゾアワビ稚貝は12月下旬の実験終了時には殻長2.5~5mmに成長した。コレクターから脱落することなく、また死亡することもなく残存した稚貝の残存率は Fig. 3 に示した。この結果によれば残存率が最も高かったのは海表面における流水方式(D)で約80%であった。次は10枚重ねにしたコレクターの片隅を紐で結んで扇形としたものをポリエチレン容器のすぐ上部に垂下した場合(B)で、さらにコレクター10枚をポリエチレン

容器の内部に収容した場合(A)の残存率は約50%であった。残存率が最も低かったのは開閉式ネットにコレクター6枚を一層に組立てて垂下した場合(C)で、残存率は約45%であった。これらについてさらにコレクター面の部位による稚貝の生息密度を調査した。コレクターの最外端から内側に5cmの外縁面(a)とその内側面(b)との単位面積当りの密度比を示せば Table 1 の通りである。このようにアワビ稚貝は海水の流れや動きの良い部分に移行する走性、すなわち正の走流性のある事を示唆するものと思われた。この点に関しては別の実験結果(Table 2)からも止水と流水との間には稚貝の分布頻度に有意義(危険率5%)が認められ、暗黒の状態では流れに向かって移行する個体が多いという結果が得られた。次にアワビ稚貝がどんな時間にコレクターから脱落するかを確かめるために行なった実験結果を Fig. 4 に示した。これによると稚貝が脱落するのはそのほとんどが夜間であり、特に餌料が全くない場合には脱落がはげしく3日後には残存率が60%弱となった。また稚貝の住み場形成にとって有効である事を期待して黒ビニールテープ(シェルター)をコレクターに取りつけたが、これを取りつけない場合のコレクターと比較して残存率の差は認められなかった。附着珪藻類の密度とアワビ稚貝の残存に関する実験結果は Fig. 5 に示した通りで、実験開始時から10日後に80%以上の残存率を示した場

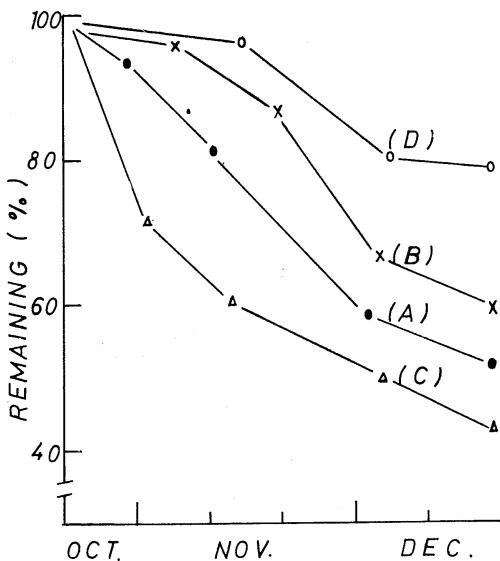


Fig. 3. Relationship between period of experiment and remaining rate of the young abalones on the collectors conditioned variously.

Table 1. The inhabiting ratio of the young abalones between outside(a) and inside(b) of the collector.

Experimental No.	A	B	C	D
Ratio (a:b)	11:1	8:1	3:2	5:4

Table 2. Experiment on the taxis of the young abalone.

Experimental No.	Sea water	No. of inds. experimented	Distribution in poly. tray		
			a(%)	b(%)	c(%)
1	Still water (control)	840	22.6	44.0	33.3
2	Running water	1,280	39.8	31.3	28.9

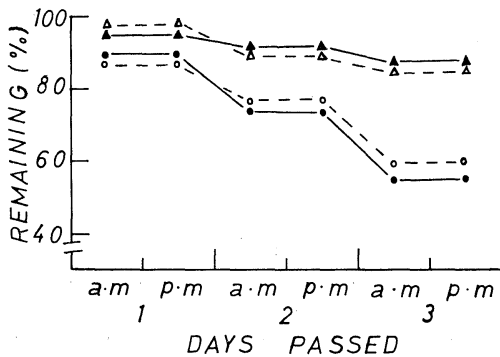


Fig. 4. The remaining rate of the young abalones on the collector, according to the days passed. Δ , In case of benthic diatoms were cultured on the collector ($5,000 \pm 530$ org./mm²); \blacktriangle , Ditto, the shelter was bundled to the collector; \circ , No food; \bullet , Ditto, the shelter was bundled to the collector.

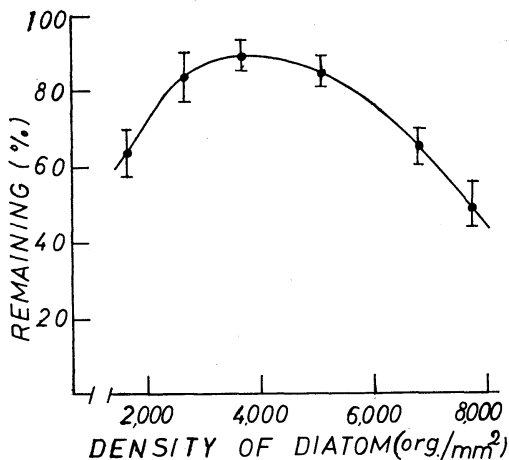


Fig. 5. Relationship between remaining rate of the young abalones and density of benthic diatoms.

合の珪藻密度は 2,000~5,500 org./mm² の範囲であり、8,000 org./mm² 以上では稚貝の残存率は低く 40% 以下であった。

4. 考察

アワビ種苗の生産に関して現在広く行なわれているような方法、すなわち稚貝が飼育容器から逃亡する事が物理的に不可能な条件のもとで、過剰海水の連続的供給と通気を行ないながら飼育することは、稚貝の初期減耗を防ぐ意味では 2ヶ月後の

生残率が約 80% で、オープン・システムの場合の平均約 50% (Fig. 3, A, B, C) よりも高い値を示した。今回の実験のみからアワビ種苗の生産効率をうんぬんする事は困難であるが、将来何百万、何千万個という単位でアワビ種苗を生産するようになった場合、前者の流水方式に要する機械的、人的エネルギーは生産された種苗の原価高となる事が予想される。そこで流水方式とオープン・システム方式の残存率の相違を稚貝の正の走流性や夜間の脱落および餌料珪藻の密度との関連において考察し、オープン・システムにおいてどのようにすれば残存率を高め得るか、その可能性について検討してみたい。小池他 (1970)⁹⁾ はナシロアワビ (*H. sieboldii*) について昼間における定位方向が海水の流入方向とほぼ一致すると述べているが、エゾアワビ稚貝の住み場としても海水の流れや交換は不可欠の条件であると考えられる。それは走流性の実験 (Table 2) や海水を飼育容器に対して連続的に供給しながら通気を行なった場合に生残率が高い事 (Fig. 3, D)、さらにコレクターを重ねて垂下した場合にはコレクターの外縁面に個体群密度が高く、コレクターが一層の場合または比較的均一に分布するなどからうかがい知れる事が出来る (Table 1)。稚貝がコレクターから脱落するのはほとんど夜間で、特にコレクター面に餌料珪藻が全くない場合には珪藻が増殖している場合よりも多く脱落したという事実 (Fig. 4) は、稚貝の摂餌行動 (猪野, 1943, 酒井, 1962, 宇野, 1976b)^{10, 11, 12)} と関連しているものと考えられる。クロ・メガイ・エゾアワビとも摂餌行動は日週性を示し夜間に摂餌するとされている。アワビ類の住み場として宇野 (1967a)¹³⁾ は一般に直射日光のあたらない蔭の部分に集中分布すると述べている。また門馬・佐藤 (1969, 1970)^{14, 15)} は成員の夜間における行動様式を Moving type, Homing type, Staying type に分類して論じている。今回の実験においてコレクターに黒ビニールのシェルターを取りつけて、いわゆる Homing type の個体群がこれを住み場として残存率が高まる事を期待したが効果は認められなかった (Fig. 4)。実験に供したようなサイズ (殻長 2~5 mm) の稚貝で

は固定的な住み場をまだ形成しないのかあるいはコレクターとかシェルターの構造上の欠かんのためであったのかを明らかにする事は出来なかった。シェルターよりもむしろ餌料珪藻の適切な密度の方が稚貝の残存をうながす要因として大きく作用しているという結果が得られた (Figs. 4, 5)。この場合の珪藻は *Nitzschia laevis* が優占種でその他 *Navicula* や *Amphora* 等が混在した状態のコレクターを使用して、殻長 2~5 mm のエゾアワビ稚貝の残存率が高かった珪藻類の密度は 2,000~5,500 org./mm² という結果を得たが、今後はさらに珪藻の種類や稚貝の殻長をも関連させて研究の要がある。

以上の結果からオープン・システム法においてアワビ稚貝の生理生態的要求を満たしながら飼育するためには、まず海水の交換や流れが良好な湾や入江を選定し、深度別に珪藻類の増殖やその他の附着生物について季節的に調査し、さらに夜間の脱落を防ぐために目合い 2~3 mm の網で稚貝の附着したコレクターをすっかり覆ってしまう (著者等は現在岩手県山田湾で実験中で、かなり良好な結果が得られている) 等の処置を施すことによって、近い将来海中を利用してかなり確実性のあるアワビの種苗生産システムを設定する事が可能であろうと考えられる。

5. 結論

オープン・システム法による飼育の2ヶ月後の残存率は平均約 50% で、流水方式の場合の平均約 80% よりも低い値であった。この現象を主として海水の流通と稚貝の夜間の行動および附着珪藻の密度との関連において論じた。今後さらに稚貝の習性やコレクターの構造およびオープン・システム法を行なう場合の立地条件を実証的に検討することによって、将来は海中利用によるアワビ

種苗の大量生産が可能であろうと推論した。

本研究を行なうに当たり終始御指導を戴いた故今井丈夫博士、並びに原稿の御校閲を戴いた東京水産大学教授宇野寛博士に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 相良順一郎 (1963): 種苗生産用餌料—アワビを中心として. 水産増殖, 臨時号 2, 19-26.
- 2) 大場俊雄 (1964): トコブシの増殖に関する研究 I. 産卵習性について. 日水誌, 30(9), 742-748.
- 3) 菊地省吾 (1963): エゾアワビのタンク採苗について. 水産増殖, 臨時号, 2, 15-18.
- 4) KIKUCHI, S., (1964): Study on the culture of abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. Cont. at the 1964. Peking Sym. (Gen: 041) 185-202.
- 5) IMAI, T., (1967): Mass production of Molluscs by Means of Rearing the Larvae in Tanks. Venus, 25(3), 159-167.
- 6) 木下虎一郎 (1937): 浅海増殖の害敵生物. 北水試パンフレット, 4.
- 7) 浜井 正 (1971): エゾアワビ稚貝の害敵生物に関する実験的研究. 日水誌, 37(12), 1173-1176.
- 8) 今井丈夫 (1971): 浅海完全養殖. ホタテガイの養殖技術, 216, 恒星社厚生閣.
- 9) 小池康之・宇野 寛・山川 絃・辻ヶ堂諦 (1970): ナシロアワビの生態学的研究. うみ, 8(4), 231-233.
- 10) 猪野 峻 (1943): アワビの摂餌と成長. 日水誌, 11(5~6), 171-174.
- 11) 酒井誠一 (1962): エゾアワビの生態学的研究. I. 食性に関する実験的研究. 日水誌, 28(8), 766-779.
- 12) 宇野 寛 (1967b): アワビ. 養魚学各論, 643-677. 恒星社厚生閣.
- 13) 宇野 寛 (1967a): アワビ類の増殖に関する生態学的諸問題. うみ, 5(1), 38-39.
- 14) MOMMA, H., and R. SATO (1969): The locomotion behavior of the disc abalone, *Haliotis discus hannai* Ino, and the Siebold's abalone, *Haliotis sieboldii*, in the fishing grounds. Tohoku Jour. Agr. Res., 20(3), 150-156.
- 15) MOMMA, H., and R. SATO (1970): The locomotion behavior of the disc abalone, *Haliotis discus hannai* Ino, in a tank. Tohoku Jour. Agr. Res., 21(1), 20-25.

寄 稿

Les cohérences canonicales et leurs distributions statistiques*

Motoyasu MIYATA**

1. Introduction

Nous généralisons l'idée de la cohérence multiple pour étudier l'association entre deux ensembles de variables complexes. Les cohérences canonicales se définient de la même manière que Hotteling a introduit les corrélations canonicales (HOTTELING, 1936). Nous présentons la théorie des cohérences canonicales avec leurs distributions statistiques.

2. Cohérences canonicales

Soit U un vecteur à q dimensions dont les composantes u_k sont des variables aléatoires complexes, et soit Σ la matrice de covariance de U . On a alors:

$$\Sigma = E[UU]^* = \begin{pmatrix} S_{11} & \dots & S_{1q} \\ \vdots & & \vdots \\ S_{q1} & \dots & S_{qq} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

où E désigne l'"espérance mathématique" et $*$ dénote "adjoint". Les éléments de la matrice de covariance sont:

$$S_{lm} = E[u_l \bar{u}_m] \quad (2)$$

où la notation $-$ dénote "conjugué". Puisque on ne s'intéresse qu'à des variances et des covariances, on présume que $E[u_k] = 0$.

Soit U partagé en deux sous-vecteurs à p et à $(q-p)$ composantes (supposons que $p \leq q$ pour la commodité), et Σ en quatre sous-matrices comme décrites ci-dessous:

$$U = \begin{pmatrix} U_I \\ U_{II} \end{pmatrix} \quad \Sigma = \begin{pmatrix} \Sigma_{II} & \Sigma_{I II} \\ \Sigma_{II I} & \Sigma_{II II} \end{pmatrix} \quad (3)$$

avec

* Manuscrit reçu le 2 août 1971

** Institut Géophysique, Université de Tokyo, Tokyo 113

$$U_I = \begin{pmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_p \end{pmatrix} \quad U_{II} = \begin{pmatrix} u_{p+1} \\ \vdots \\ u_q \end{pmatrix}$$

$$\Sigma_{II} = \begin{pmatrix} S_{11} \dots S_{1p} \\ \vdots \quad \quad \vdots \\ S_{p1} \dots S_{pp} \end{pmatrix} \quad \Sigma_{I II} = \begin{pmatrix} S_{1p+1} \dots S_{1q} \\ \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ S_{pp+1} \dots S_{pq} \end{pmatrix}$$

$$\Sigma_{II I} = \begin{pmatrix} S_{p+11} \dots S_{p+1p} \\ \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ S_{q1} \dots S_{qp} \end{pmatrix} \quad \Sigma_{II II} = \begin{pmatrix} S_{p+1p+1} \dots S_{p+1q} \\ \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ S_{qp+1} \dots S_{qq} \end{pmatrix}.$$

Notons que $\Sigma_{II}^* = \Sigma_{II I}$, $\Sigma_{II II}^* = \Sigma_{II II}$ et $\Sigma_{I II}^* = \Sigma_{II I}$.

Considérons deux fonctions linéaires $z_I = L^* U_I$ et $z_{II} = M^* U_{II}$, où L et M sont des vecteurs arbitraires complexes de colonne. z_I et z_{II} sont des scalaires. Chacune de ces fonctions est normalisée pour que sa variance soit égale à l'unité, ce qui s'écrit en:

$$E[z_I \bar{z}_I] = E[L^* U_I U_I^* L] = L^* \Sigma_{II} L = 1, \quad (4)$$

$$E[z_{II} \bar{z}_{II}] = E[M^* U_{II} U_{II}^* M] = M^* \Sigma_{II II} M = 1. \quad (5)$$

Le problème est alors de prédire z_I à partir de z_{II} . L'erreur ou le résidu ici introduit ε est;

$$\varepsilon = z_I - z_{II}. \quad (6)$$

Nous avons alors:

$$E[\varepsilon \bar{\varepsilon}] = E[(z_I - z_{II})(\bar{z}_I - \bar{z}_{II})] \\ = L^* \Sigma_{II} L + M^* \Sigma_{II II} M \\ - L^* \Sigma_{II I} M - M^* \Sigma_{II I} L. \quad (7)$$

On doit choisir L et M de façon que l'équation (7) soit minimée sous les conditions (4) et (5). Utilisons des multiplicateurs lagrangiens λ et μ (tous les deux étant réels), la fonction à minimiser s'écrit:

$$g = E[\varepsilon \bar{\varepsilon}] + \lambda(L^* \Sigma_{II} L - 1) + \mu(M^* \Sigma_{II II} M - 1) \\ = (1 + \lambda)L^* \Sigma_{II} L + (1 + \mu)M^* \Sigma_{II II} M \\ - L^* \Sigma_{II I} M - M^* \Sigma_{II I} L - \lambda - \mu. \quad (8)$$

La fonction g est réelle dont les variables sont complexes. Pour obtenir le minimum de g , nous employons la technique ordinaire. Appliquons l'opérateur différentiel $\frac{\partial}{\partial l_k} = \frac{\partial}{\partial l_k^R} - i \frac{\partial}{\partial l_k^I}$ aux éléments de L , où l_k^R et l_k^I sont les parties réelle et imaginaire de l'élément l_k . Il vient, symboliquement:

$$\frac{\partial g}{\partial L} = (1 + \lambda)L^* \Sigma_{II} - M^* \Sigma_{III} = 0. \quad (9)$$

De même,

$$\frac{\partial g}{\partial M} = (1 + \mu)M^* \Sigma_{III} - L^* \Sigma_{II} = 0. \quad (10)$$

Joignons (4) et (9), ainsi que (5) et (10), pour avoir:

$$1 + \lambda = M^* \Sigma_{III} L \quad (11)$$

$$1 + \mu = L^* \Sigma_{III} M. \quad (12)$$

Puisque $(1 + \lambda)$ et $(1 + \mu)$ sont réels et que $(M^* \Sigma_{III} L)^* = (L^* \Sigma_{III} M)$, il vient $1 + \lambda = 1 + \mu$ ($\equiv r$). Minimiser (7) est donc équivalent à maximiser $2r (= E(z_I \bar{z}_{II}) + E(\bar{z}_{II} z_I))$. Il s'ensuit que r donne une mesure de l'association entre les deux ensembles de variables U_I et U_{II} .

Récrivons (9) et (10) en:

$$r \Sigma_{II} L - \Sigma_{III} M = 0 \quad (13)$$

$$- \Sigma_{III} L + r \Sigma_{III} M = 0. \quad (14)$$

De (13) et (14), il vient:

$$(\Sigma_{III} \Sigma_{III}^{-1} \Sigma_{III} - r^2 \Sigma_{II}) L = 0. \quad (15)$$

Cette équation donne les valeurs propres $r_1^2, r_2^2, \dots, r_p^2$ et leurs vecteurs propres correspondants L_1, L_2, \dots, L_p . Puisque $\Sigma_{III} \Sigma_{III}^{-1} \Sigma_{III}$ et Σ_{II} sont hermitiques et définies positives, toutes les valeurs propres sont positives. Si on prend pour r_k les racines carrées positives $r_k = +\sqrt{r_k^2}$, on peut définir p cohérences canonicales. Les éléments d'un vecteur propre L_k représentent les coefficients complexes de chaque variable dans le premier ensemble (u_1, u_2, \dots, u_p). Les coefficients pour le second ensemble ($u_{p+1}, u_{p+2}, \dots, u_q$) émanent de (14). Soit M_k les vecteurs correspondant à ($u_{p+1}, u_{p+2}, \dots, u_q$) comme suit:

$$M_k = \frac{1}{r_k} \Sigma_{III}^{-1} \Sigma_{III} L_k. \quad (16)$$

L_k, M_k , et r_k se rapportent par

$$r_k = M_k^* \Sigma_{III} L_k = L_k^* \Sigma_{III} M_k. \quad (17)$$

Supposons que $r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_q \geq 0$. r_1 porte le maximum d'information parmi les r_k . Nous appelons ceci "intergroup coherence" (MIYATA, 1970). Les quantités $L_1^* U_I$ et $M_1^* U_{II}$ représentent l'alliage linéaire normalisé de U_I et U_{II} qui donne la cohérence maximum. Les éléments des vecteurs sont analogues aux coefficients qui apparaissent dans la méthode ordinaire de regression des variables complexes. Ici pourtant, seuls les modules étant déterminés uniquement, les phases sont relatives en dedans de l'ensemble.

De (4), (5), (7) et (17), il vient:

$$E[\varepsilon \bar{\varepsilon}] = 2(1 - r_k) \geq 0 \\ \therefore 0 \leq r_k \leq 1 \quad (18)$$

Dans le cas spécial où $p=1$, il n'y a qu'une cohérence canoncale r_1 . Elle est identique à la cohérence multiple, cependant, les valeurs des éléments de M_1 sont différentes des coefficients de la regression ordinaire.

3. Distribution statistique

FISHER (1928) et HSU (1939) ont développé la théorie statistique des corrélations canonicales. On peut manipuler les cohérences canonicales de la même manière. GOODMAN (1963) a discuté des aspects de la distribution gaussienne des variables complexes. Il a obtenu les distributions de la cohérence multiple et la cohérence partielle. La correspondance entre la statistique des variables réelles et celle des variables complexes est bien résumée dans l'article de JAMES (1964). Nous employons son résultat pour notre cas.

Supposons que chacune des composantes \hat{u}_k de la vecteur \hat{U} a la distribution gaussienne. Notons que \wedge désigne la statistique relative à l'échantillon. Soit \hat{r}_k des cohérences canonicales de cet échantillon et soit $\|\hat{r}_k\|$ la matrice diagonale. Ceci posé, on a:

$$\|\hat{r}_k\| = \begin{pmatrix} \hat{r}_1 & & 0 \\ & \hat{r}_2 & \\ 0 & & \hat{r}_p \end{pmatrix}$$

La distribution de $\|\hat{r}\|$ dépend des cohérences

canonicales r_k de la population qui sont définies par (15). Elle s'écrit :

$$\frac{\pi^{p(p-1)} \Gamma_p(n)}{\Gamma_p(p) \Gamma_p(q-p) \Gamma_p(n-q+p)} \cdot (I - \|r_k\|^2)^n (\hat{r}_k^2)^{q-2p} (I - \|\hat{r}_k\|^2)^{n-q} \cdot F(n, n, q-p; \|r_k\|^2, \|\hat{r}_k\|^2) \cdot \Pi(\hat{r}_k^2 - \hat{r}_l^2)^2 d\hat{r}_1^2 \dots d\hat{r}_p^2. \tag{19}$$

$\Gamma_p(n)$ est la fonction gamma des multivari-ables complexes exprimée en :

$$\Gamma_p(n) = \pi^{\frac{1}{2}p(p-1)} \prod_{k=1}^p \Gamma(p+1-k), \tag{20}$$

et F est la fonction hypergéométrique complexe (Voir JAMES, 1964 ou CONSTANTINE, 1963).

Quand $p=1$, la distribution (19) devient :

$$\frac{\Gamma(n)}{\Gamma(q-1) \Gamma(n-q+1)} (1-r_1^2) (\hat{r}_1^2)^{q-2} (1-\hat{r}_1^2)^{n-q} F(n, n, q-1; \hat{r}_1^2 r_1^2) \tag{21}$$

Cette expression nous donne la distribution de la cohérence multiple (GOODMAN, 1963).

Bibliographies

- ANDERSON, T. W. (1958) : *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*, John Wiley & Sons, New York, 394 pp.
- BARTLETT, M. S. (1947) : The general canonical correlation distribution, *Ann. Math. Statist.*, **18**, 1-17.
- CONSTANTINE, A. G. (1963) : Some noncentral distribution problems in multivariate analysis, *Ann. Math. Statist.*, **34**, 1270-1285.
- FISHER, R. A. (1928) : The general sampling distribution of the multiple correlation coefficient, *Proc. Roy. Soc. London, Ser. A*, **121**, 654-673.
- FISHER, R. A. (1938) : The statistical utilization of multiple measurements, *Ann. Eugen.*, 376-386.
- GOODMAN, N. R. (1963) : Statistical analysis based on a certain multivariate complex Gaussian distribution (An introduction), *Ann. Math. Statist.*, **34**, 152-177.
- HOTTELING, H. (1936) : Relations between two sets of variates, *Biometrika*, **28**, 321-377.
- HSU, P. L. (1939) : On the distribution of the roots of certain determinantal equations, *Ann. Eugen.*, **9**, 250-258.
- JAMES, A. T. (1964) : Distributions of matrix variates and latent roots derived from normal samples, *Ann. Math. Statist.*, **32**, 874-882.
- KHATRI, C. G. (1965) : Classical statistical analysis based on a certain multivariate complex Gaussian distribution, *Ann. Math. Statist.*, **36**(1), 98-114.
- MIYATA, M. (1970) : Complex generalization of canonical correlation and its application to a sea-level study, *J. Mar. Res.*, **28**(2), 202-214.
- ROY, S. N. (1958) : *Some Aspects in Multivariate Analysis*, Wiley, New York.
- WAHBA, G. (1968) : On the distribution of some statistics useful in the analysis of jointly stationary time series, *Ann. Math. Statist.*, **39**(6), 1849-1862.

資 料

南アフリカ連邦の超音波魚群量計測に 関する電算機フローチャート*

柴田 恵司** 見元 孝一***

1. 緒言

魚群探知機による魚群量推定に関する研究は横田¹⁾によって始められた。1962年 MITSON²⁾が底魚の魚群量自動計測装置について報告を行なって以来、本方式の自動化に対する関心が高まり、英国、Norway、U.S. S.R. およびわが国において自動計測装置が考案され、実用に供せられつつある。一方、DOWD³⁾が電算機オンライン方式を導入して以来、現在では英国 (Lowestoft, Aberdeen)、ノルウェーなどにおいて実用化の段階にはいつている。この方式に属するものとして、わが国にも、石井⁴⁾による極めて独創的なパターン分析法による方式がある。

1970年2月、水産庁調査船開洋丸がケープタウンに入港し、南ア連邦 Division of Sea Fisheries を訪れた際、当時調査団副団長であった大滝英夫技官 (西海区水研) が、同所の Dr. Theo H. VAN ECK から、南ア連邦西海域で実施している魚群量計測に関する電算機フローチャートを参考資料として入手した。帰国後、同氏からコピーの提供を頂いたので、Dr. T. H. van ECK の承諾を得て、若干の知見を加えて報告する。

「フローチャート」を入手し提供された大滝英夫博士、および公表することを快諾された Theo H. VAN ECK 博士に深謝する。

なお、この報告は既に昭和45年度漁業資源調査方法の開発に関する研究報告会(水産庁)に報告書として提出したものの一部である。

2. 計測装置

この計数方式は ELLIS⁵⁾ (Kelvin Hughes 社) が 1967

* 1971年7月10日受理

** Keishi SHIBATA 長崎大学水産学部 Faculty of Fisheries, Nagasaki University, Nagasaki

*** Koichi MIMOTO 西海区水産研究所 Seikai Regional Fisheries Laboratory, Nagasaki

年に開発したものであり、計測装置全体は次の三つの部分に大別される。

- (i) 魚群探知機 (Humber 型* Kelvin Hughes 社)
周波数*: 30 KHz ($2\alpha/\text{Kyard}=16\text{ dB}$ から推定)
出力音圧: $168.8\text{ dB}/\mu\text{bar/volt}$
音響出力*: 約 4.5 kW (出力音圧から計算)
振動子寸法*: 正横方向 30 cm
- (ii) 資料処理装置 (data process)
波高分析装置* (pulse height analyser)
- (iii) 電子計算機
(以上の*内は推定)

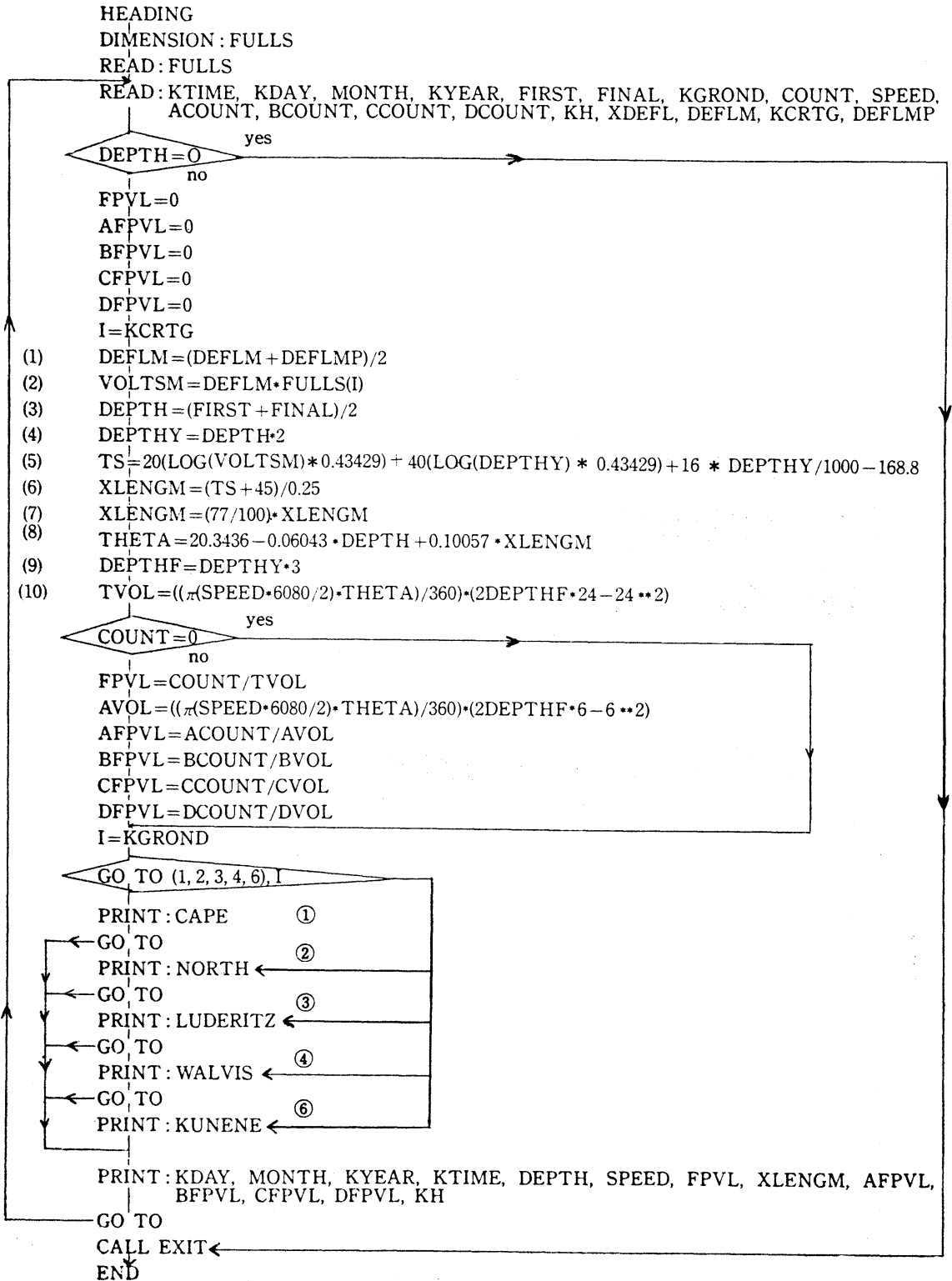
CUSHING は (ii) の data process を経ないで、魚探で得られる情報をすべて船上で tape punching まで行ない、さん孔された tape を研究室の電算機で処理している。

Norway の調査船 G. O. Sars は電算機による船上完全処理を行なっている。また、CRAIG⁶⁾ は pulse height analyser の段階までの tape punching を船上処理で行なっている。南ア連邦については、この点明らかでないが、ほぼ CRAIG と同様の方法を採用しているものと考えられる。

3. フローチャート

南ア連邦のフローチャートを第1表に示す。これによると、魚探で得られた情報、すなわち魚の深度および魚からの echo の振幅を資料処理装置 (data process) であらかじめ分類集計し、平均深度、平均振幅、総パルス数等を求める。たとえば、魚からの echo の数 (COUNT) を海底から 1 ヒロごと、つまり 0~1, 1~2, 2~3, 3~4 ヒロおよびその合計に相当する 0~4 ヒロの五つに分けて 30 分ごとに集計し、また、その間における全 echo の振幅 ($\mu\text{ volt}$) を 30 分ごとの平均値として求め、これらの結果を計算回路に導く。

第1表 南アフリカ連邦で使用中的魚探による資源量計測に関する電算機のためのフローチャート。



第1表のフローチャートに使用した名称は下記のとおりである。

FULLS : 設定感度においてシンクロスコープでのフルスケールに相当する信号強度 (μ volt)

KTIME : 時刻

KDAY : 日

MONTH : 月

KYEAR : 年

FIRST : 航走30分間隔毎の計数開始時の水深(ヒロ)

FINAL : " 終了時 " (ヒロ)

KGROND : 海域名

COUNT : 航走 30 分当り海底から 4 ヒロ上までの層において計数した魚体数

SPEED : 船速(ノット)

ACOUNT : 航走 30 分当り海底から第 1 番目の 1 ヒロ層における魚の総数

BCOUNT : " 2 "

CCOUNT : " 3 "

DCOUNT : " 4 "

KH : 調査線番号

XDEFL : その計数間隔30分における魚体からの信号強度のブラウン管で読み取った値の最大

DEFLM : 同上の平均振幅

KCRTG : シンクロスコープの設定感度(補正用)

DEFLMP : 直前の30分間計数時におけるDEFLMの値

VOLTSM : KRCRTG を補正した平均信号振幅(ここで信号が μ volt 単位で示される)

DEPTH : 水深(送受波器から海底まで) (ヒロ)

DEPTHY : " (ヤード)

DEPTHF : " (フィート)

TS : 魚体の平均標的強度(デシベル) $T_s = -Lp$

XLENGM : 魚体の平均体長, Hake, (センチメートル)

THETA : 使用振動子の正横方向の有効探知全角(度)

TVOL : 本機で探索した30分間ごとの底層4ヒロにおける探知した水の体積(立方フィート)

FPVL : 同上の範囲における単位体積(1立方フィート)当りの魚の総数(魚群密度)

AVOL : 航走30分当りの海底から第1番目の1ヒロ層における探知した水の体積(立方フィート)

BVOL : " 2 "

CVOL : " 3 "

DVOL : " 4 "

AFPVL : " 第1番目の1ヒロ層における単位体積当り魚群密度

BFPVL : " 2 "

CFPVL : " 3 "

DFPVL : " 4 "

計算方法について、第1表の左端に付けた番号に従って説明する。

(1) 計算しようとする計測時間区画(30分ごと)とすぐ前の時間区画における魚からの echo の1尾当り平均測定振幅(DEFMLM)を求める。

(2) この平均測定振幅を絶対振幅(μ volt)に変換するため、計測時における送受信感度調整値($I=KRCRTG$)を補正する。

(3) 計測開始時と完了時(30分経過後)の水深(ヒロ)の平均(DEPTH)。

(4) 計測時間区画における平均水深(3)をヤードに換算(DEPTHY)。

(5) 魚の平均 echo 振幅および水深(海底から4ヒロ上までを計測するから魚の深度の最大誤差は8ヤード、平均4ヤード)から魚の平均標的強度(わが国で用いる反射損失に負の符号を付したものを)を求める。この関係をわが国で常用されているソナー方程式で示すと、

$$T_s = -Lp = 20 \log_{10} p_R + 40 \log_{10} x + 2ax/1000 - 20 \log_{10} p_{01}$$

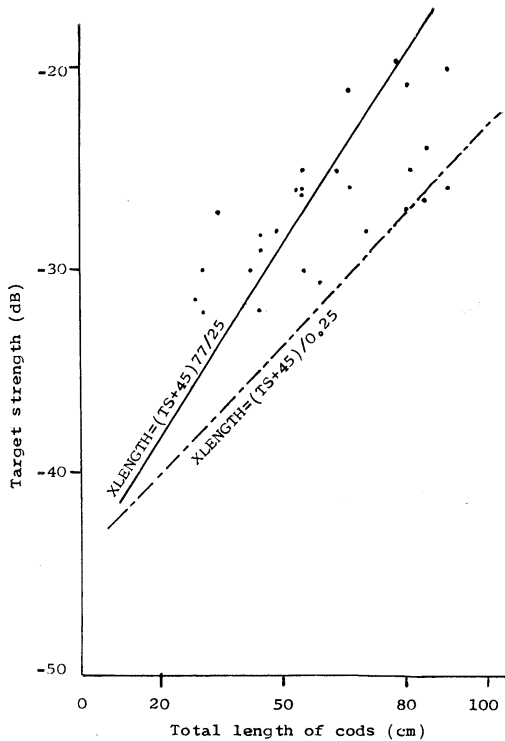
ここで、 $20 \log_{10} p_R = 20 \{ \log_e (VOLTSM) \} \times 0.43429$, $40 \log_{10} x = 40 \{ \log_e (DEPTHY) \} \times 0.43429$, $2ax/1000 = 16 \times (DEPTHY)/1000$, ($\alpha = 8\text{dB/Kyard}$ は 30 KHz), $20 \log_{10} p_{01} = 168.8\text{dB} / \mu\text{bar/volt}$

(6), (7) 標的強度から平均体長(cm)を求める。

第1図に CUSHING ら⁷⁾ が測定した結果によって、Codの体長と標的強度の関係を示す。また、この図における鎖線および実線はそれぞれ(6)式および(7)式を示す。Hake と Cod が相似のものであるとすれば、比較的に一致するようである。

(8) 平均体長の魚体に対する探知可能範囲角度(全角)。

この魚探のビームパターンにおける第1零角 θ_0 は、本式における右辺第1項および第2項 (DEPTHF=1) から $20.3486 - 0.06043 = 20.2882$ である。矩形振動子の第1零角は、 $(2\pi a/\lambda) \sin(\theta/2) = 3.14$ であるから、この式を解いて振動子寸法 $2a = 28.5\text{ cm}$, ELLIS ら⁸⁾ によれば $2a = 6\lambda$ としているから大体一致する。 $2a = 28.5\text{ cm}$ から本機の送受感度積指向性 $40 \log_{10} R(\theta/2)$ を求め、第2図に示す。またこの式の右辺第2項は吸収減衰係数 α に対する補正であり、第3項は標的強度すなわち反響余裕値の変化に対する補正である。前者の補正値が大きい場合は魚体深度が深い場合、すなわち反響余裕値が小



第1図 CUSHING の Cod の測定 data⁷⁾ を引用した魚体長に対する標的強度と計算式(6), (7)の関係。

さい場合であり、その変化傾向は、探知範囲角が小さい部分、 $(\theta/2) < 5^\circ$ の曲線部分に近似させてある。(二重点で示す)。これに反して後者は $10.12^\circ > (\theta/2) > 5^\circ$ の曲線に近似させてある。この図によれば両者の補正直線が囲む部分は $40 \log_{10} R(\theta/2)$ によく近似している。

- (9) ヤードにおける深度をフィートに換算。
- (10) 探知した海水の量。

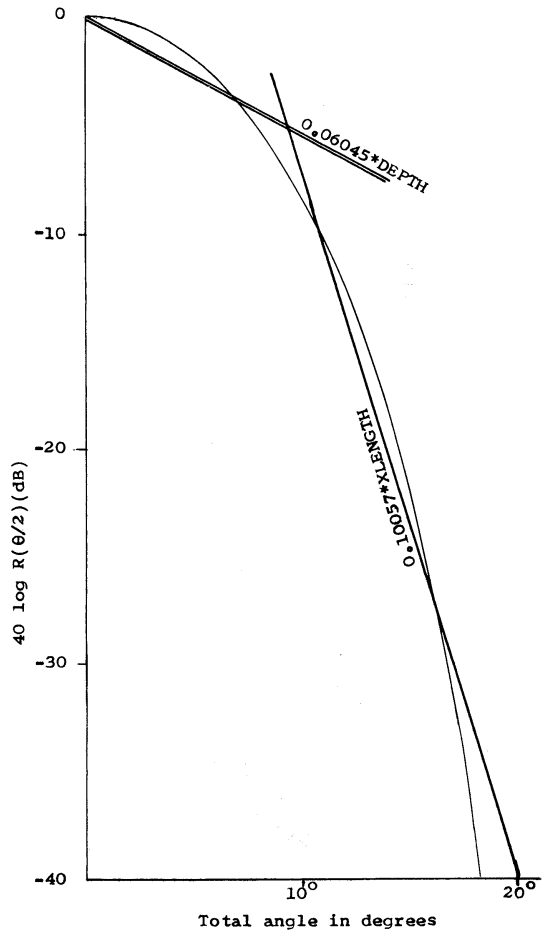
$$TVOL = \{(\text{SPEED}) \times 6080/2\} \times (\pi\theta/360) \times \{(\text{DEPTHF}) \times 2 \times 24 - 24^2\} \text{ [立方フィート]}$$

ここで、SPEED: 船速(ノット), 1マイル=6080 フィート, /2: 計算時間区画が1/2時間, $\pi\theta/360 = \tan(\theta/2)$, $\theta < 20^\circ$ であるから, $\pi\theta/360 = \tan(\theta/2)$, フィート=4 ヒロ: 測定層の厚さである。この式を再び書きなおすと,

$$TVOL = V_s \times 0.5 \times \{\tan(\theta/2)\} \{(\text{DEPTHF}) \times 2 \times 24 - 24^2\} \text{ [立方フィート]}$$

ここで V_s はフィートで示した船速, 同様にして海底から 0~1 ヒロの間に対する探知水量は,

$$AVOL = V_s \times 0.5 \{\tan(\theta/2)\} \{(\text{DEPTHF}) \times 2 \times 6 - 6^2\} \text{ [立方フィート]}$$



第2図 送受波感度積指向性パターンと計算式(8)における補正項の関係。但し θ は全角である。なお、この指向性パターンは式(8)の第一項および第二項から単一矩形振動子と仮定して算出された。

以上の如き方式で30分ごとの計算を繰り返して、漁場別に、計測年月日、時間、平均水深(ヒロ)、船速(ノット)、海底から4ヒロの間の魚群密度、平均魚体長(cm)、海底から1ヒロごとの4層別魚群密度をまとめてプリントさせる。

4. 結語

南ア連邦のこのシステムについて、フローチャート以外の資料がないから、結語を急ぐことはできないが、調査に当たって次の諸点について充分な考慮が必要である。

- 1) Overlap counting の補正または防止

深度 x にある任意の大きさの魚体を探知し得る角度範囲を ϕ , その魚を探知し得る最大距離を χ_{\max} とすると,

$$\chi = \chi_{\max} R(\phi) \quad (2 \bar{\phi} = \theta)$$

また、調査を行なった時の船速を V_s 、パルス発射間隔を T_p とすると、その魚体から得られるべき echo の数 m は

$$m = 2x \tan \phi / V_s T_p$$

したがって、本システムのように魚からの echo の総数および平均振幅をとり扱う場合、 $m \leq 1$ になるように計画されねばならない。このためには次の手段が考えられる。

(a) V_s および T_s を大きくする。

(b) ϕ は周波数および振動子寸法に反比例するから適当な周波数および振動子寸法を選定する。

(c) 音源と標的間の距離を小さくするため、振動子を深層に曳航する。この方法によれば、海表面に存在する気泡層や船体動揺の影響を少なくする効果もあるから安定した echo を得ることができる。

曳航式振動子を用いた魚探調査は DOWD によって始められたが、CUSHING, CRAIG も同様の方法を採用している。ECK は CUSHING の指導をうけているから、おそらく曳航型の振動子を用いているものと考えられる。

2) 探知した海水体積

1尾の魚から1個の echo を得る方式を採用した場合、1回の送受波で探知する水の体積(球殻の一部)は、CUSHING⁹⁾ によれば、

$$V = 2\pi(r_1^3 - r_2^3)(1 - \cos \sqrt{\theta_\alpha \cdot \theta_\beta})/3$$

ここで、 r_2, r_1 はそれぞれ計測層の上下縁であり、また

$\theta_\alpha, \theta_\beta$ は任意の寸法の魚体に対する最大探知範囲角度(半角)における船の進行方向およびそれに直角方向の角度である。したがって前述の TVOL は、

$$\sqrt{\theta_\alpha \cdot \theta_\beta} = (\theta/2) \text{ とすれば、}$$

$$\text{TVOL} = (2\pi/3) \times [(\text{DEPTHF})^3 - \{(\text{DEPTHF}) - 24\}^3] \times \{1 - \cos(\theta/2)\} \times 30/T_p$$

であると考えられる。ここで θ は全角、 T_p は分単位である。

文 献

- 1) YOKOTA, T., T. KITAGAWA and T. ASAMI (1953): J. Japan Soc. Fish., **19**, 341-375.
- 2) MITSON, R. B., and R. J. WOOD (1962): J. Cons. Int. Explor. Mer., **26**, 281-291.
- 3) DOWD, R. G. (1969): FAO Fish. Rep., **78**, 20-21.
- 4) ISHII, T., and S. TANAKA (1969): FAO Fish. Rep., **78**, 24-27.
- 5) ELLIS, G. H., *et al.* (1964): Mod. Fish. Gear of World, **2**, 363-366.
- 6) CRAIG, R. E., and S. T. FORBES (1969): Fiskdir. Skr. Ser. HavUnders., **15**, 210-219.
- 7) CUSHING, D. H., *et al.* (1963): J. Brit. Instn. Radio Engrs., **25**, 299-303.
- 8) CUSHING, D. H. (1969): J. Fish. Res. Bd Canada, **25**, 2349-2364.

フランスの海洋調査・研究施設などの近況*

高野 健 三**

この 1, 2 年の間に作られ, あるひは計画された施設を中心にして, フランスの近況を Brèves nouvelles de France や Cahiers Océanographiques などから手あたり次第に拾って, ただ雑然と紹介する。

観測船ジャン・シャルコによる Norante, Polymède, Nestatlante, Géomède, Gestland, Phygib 観測や, 観測船 Origny, Atlantis II (アメリカ), Discovery (イギリス), Bannock (イタリー) と共に実施した地中海協同調査 Médoc 1969 (この成果の一部は昨年東京で開かれた “The Ocean World” でも発表され, 注目を集めた), あるひは, 近年, 観測機器をさらに充実してきたパチスカフ Archimède による調査, それらの成果などはここでは割愛した。

新しい浮き研究塔

浮き研究塔 (bouée-Laboratoire) については, 本誌でもすでに紹介された (うみ, 3, 47-49, 1965; 4, 118-122, 1966)。

この研究塔は, 1970 年 4 月 17 日にマルセイユ港に帰り, 解体中である。耐用年数がつきたのである。

クストーの提案によって, コメクソ (C.O.M.E.X.O., 1961年にフランス政府が設けた海洋開発委員会。これが発展して解消し, 1967年にクネクソ, すなわち国立海洋開発センターが発足した) がその建造を決定したのが 1962年, 1964年 1 月にコルシカ島とニースの中間に設置され, 翌年 2 月, 火災をおこして居住区が使へなくなるまで, 同じ点にとどまって観測を続けてみた。

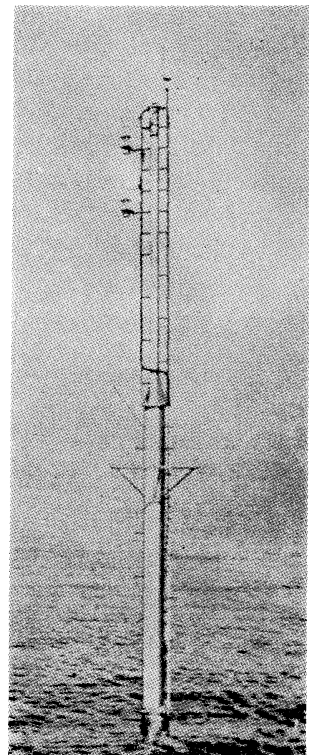
火災を受けた部分を修復ののち, 1968年 5 月に別の点に繋留された。この点は 1 年を通じていつも気象条件が悪いといふ理由で選定され, ふつうの観測船では得られない貴重な資料——特に大気と海洋間の相互作用について——が得られたのであるが, 天候, 海況が悪いだけに塔の傷みもひどく, とりわけ 1969 年から 70 年にかけての冬がきびしく, 2 年足らず, 通算 3 年ほどの稼働のち解体されることになった。どちらかといへば短い命だ

った。

これに代る新しい塔は Bohra II と呼ばれる。その設計は Pentagone 81 を作った Neptune 社が受持っている。排水量 870 トン, うち本体が 170 トン, おもりが 200 トン, 観測機器をのせた研究室部分が 70 トンで, 最初の浮き研究塔よりもずっと大きい。塔の内部の構成は最初のものに似ていて, 下部に発電機群, 圧搾空気, 上部に研究室, 居住室があり, 乗組員 2 名, 研究者 4 名, 計 6 名が定員である。

上部は直径が約 10 m の八角形で, いろいろな捲上機が備へられ, 計測器を海中に下ろしたり, 海中から引上げたり, 食糧品その他の荷役に使はれる。この部分は取りはずしが可能である。

この塔も近く地中海 (La Ciotat の南 55 マイル) に設置され, 海洋力学, 生物, 大気海洋間の相互作用の研究



第 1 図 気象・海洋観測浮き BOO 1。

* 1971 年 8 月 9 日受理

** Kenzo TAKANO 理化学研究所 The Institute of Physical and Chemical Research

を行ふ予定である。

これとは別に、風速と波高を無線伝送する浮きが、Levant 島の沖に今年初め設置された。BOO 1 と呼ばれる(第1図)。この浮きは重さ 8.5 トン、長さ 28.5 m、化学電池を備へ、6 ヶ月間電源を補給しなくてすむ。伝送距離は 200 km である。製作は COMEX (Compagnie maritime d'expertise-équipement) である。同じ浮きはいくつも作られ、近くアドリア海に繋留される。

この浮きを、ボーリング予定地に設置し、海況・気象条件がボーリングに最も適してゐる期間、および、その海況・気象条件に最も適した機材をきめるのである。

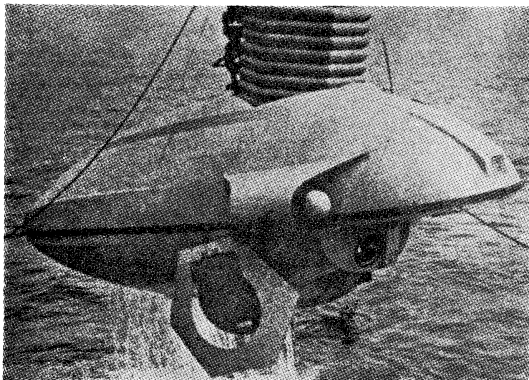
潜水円盤 S.P. 3000 (Soucoupe plongeante 3000)

円盤という訳語が適切かどうか分らないが、“空飛ぶ円盤”の円盤と同じ言葉である。

円盤は、球(バチスカフ)ほどにはかさばらず、球よりは運動性能がよいが、潜水深度が浅いことと潜航時間が短いことが弱点である。そこで、耐圧能力を大きくするために特殊金属、ガラス、合成樹脂、FRP などの研究を進めるとともに、潜航時間をのばすことに努力が払はれてきた。S.P. 3000 は、そのやうな研究、努力が生んだ第1号機とみられるもので、5,000 m~6,000 m の深海を調査できる本格的な円盤への第一歩である(第2図)。

S.P. 3000 は、クネクソ(Centre National d'Exploitation des Océans, CNEXO)の発注でセマ(Centre d'Etudes Marines Avancées, CEMA)が製作した。長さ 8 m、巾 3 m、いろいろな機器を含めた総重量は約 8 トン、3,000 m の深さにまで潜れる。S.P. 3000 の 3000 はこの深さを示してゐるのである。

その形が、すでに以前に映画などで紹介されたこれま



第2図 S.P. 3000 (ジャン・シャルコの甲板上に引き上げられる寸前)。

での円盤とかなり違ふのは、姿勢の安定性が改良されてゐるからである。

直径 40 cm の2つの推進器を持ち、およそ4ノットの早さで走る。塔乗者は直径 2.10 m の球に入り、48時間潜航してゐることができる。行動半径は20マイルである。

フランスは今のところ、下にかかげる5つの円盤を持ってゐる。

名称	所属	乗員数	潜航時間	最大水深(m)
S.P. 350	Campagnes Océanographiques françaises	2	3~24	350
S.P. 500 2基	同上	1	4~24	500
(海の蟹)				
S.P. 3000	CNEXO	3	8~48	3000
Total Sub	Compagnie Française des Pétroles	4	10	60

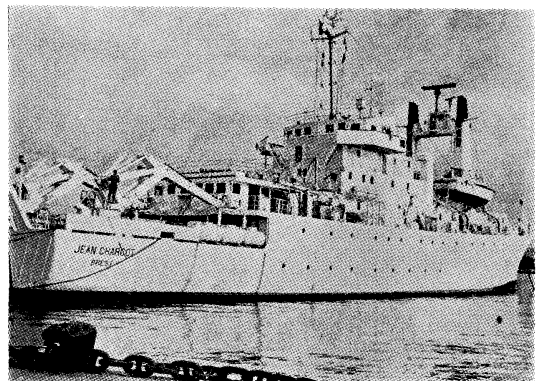
1970年5月に最初の臨海試験を行った(註)。

S.P. 3000 の本体の建造費は 250 万フラン、附属機器が 200 万フラン、併せて 450 万フランである。

S.P. 3000 は海上を走らないから母船、支援船が必要である。バチスカフに比べれば扱ひやすいといっても、これだけの大きさ、重さのものを海面に吊り下げたり、海面から引き上げられる観測船は、Jean Charcot しかない。ジャン・シャルコについては本誌 4、第 120 ページに簡単に紹介されてゐる(第3図)。ごく近い将来にはあとで述べる Noroit が利用できるやうになるが、支援船の都合で現在は、利用が不便である。

さしあたり、次の運航計画を持ってゐる。

(1) 沈没した潜水艦の発見、救助、調査。まづ、地中海のカマラ岬(Cap Cammarat)沖に沈んでゐる潜水艦ユーリディス(Eurydice)を調査する。



第3図 ジャン・シャルコ。

(2) 工場廃棄物への応用。ペシネ社(Société Péchiney 世界有数の化学メーカー)の依頼により、同社が南仏プロンバンス地方沖のカシデーニュ(Cassidaigne)峡谷に捨ててある赤泥の振舞を観察する。赤泥の動き、沈積の様子、動植物に対する影響などを調べるわけである。

(3) 深海動植物の研究。マルセーユ大学のアンドゥーム(Endoume)臨海実験所の参加が予定されてある。

(4) 中央大西洋海嶺の観察。この海嶺の平均の深さは2,000 m くらゐしかないから、S.P. 3000 の行動範囲である。

Noroit は昨年末に進水した 870 トンの研究船、海中調査支援船である。クネクソに所属する。長さ 50 m, 速力 12 ノットで、乗組員 18 名、研究者、技術者 12 名が乗りこむ。後甲板が船の長さの半ばを占めるくらゐに広くとってあるので、特異な船型である。この広い後甲板に S.P. 3000 がおかれたり、5.5×2.45×2.45 m のコンテナ研究室が 1 または 2 基おかれる。

この型(NOROIS型、NOROISはnavires océanographiques de recherches, d'observations, d'intervention et de soutienの頭文字を集めたもの)の船はさしあたり3隻相次いで作られる予定である。

Triton

Triton はギリシャ神話に出てくる海の神であるが、ここでは海中作業・研究支援船である。長さ 74 m, 巾 11.85 m, 1,510 トン、すでに就航してある筈である。本来の役目は潜水作業基地であるが、潜水艦の救助にもあたるし、もちろん通常の海洋観測も行ふ。

塔載機器として特に目立つものは、テレノート(無人潜水観測艇、うみ、4, 120~121を参照)と260 mの深さに沈めることのできる「海の家」と小潜水艇 Griffon である。海の家には2名の潜水技術者を収容できる。グリフォン(ギリシャ神話の半ば鷲、半ば獅子の怪物)は乗員2名で、最大潜航深度は600 m、潜航時間は4時間まで、長さ9 m, 巾2.3 m, 15トンである。国立海洋開発センターとInstitut Français du Pétrole(フランス石油研究所)との出資で作られ、主に石油資源の開発に利用される。

石油資源開発用の小潜水艇としては、上の表の中にも出てくる Total Sub がある。

Compagnie Française des Pétroles(フランス石油会社)が作ったもので、長さ6.15 m, 巾2.25 m, 高さ1.70 mのポリエステル製で、重さ4.7トン、最大速度は6ノット。4ノットの速さで10時間潜航できる。3馬

力のモーター2基で推進し、他の1基のモーターで油圧ポンプを動かし、姿勢の安定をはかる。

海中ジープともいふべきもので、乗員は6名、重い機器を積むときは4名、常に海水と接してある。潜水艇でのやうに、気体に接して生きてゐるのではない。潜水者たちは、おのおの呼吸装置を持ってゐるので、ジープから数10 m外へ出て仕事をする時には、細い管でジープとつながってゐる。前部には捲上機があるほか、熔接道具、熔接箇所をガンマ線、超音波で検査する装置を持ってゐる。

建造費はおおよそ100万フランである。

Cryos と Capricorne

1968年9月に発表されたフランスの海洋開発計画指針“Océan”(この抄訳は海洋科学1, 96-99にのってゐる)には海洋生物資源の開発が第二にあげられてゐる。その開発を推進するために、クネクソは2隻の漁業研究船を建造した。

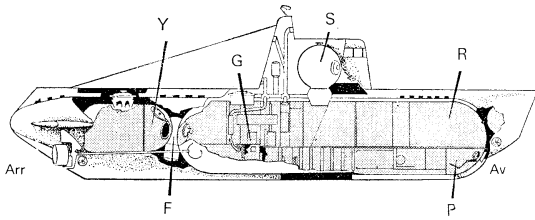
Cryos は昨年2月に進水したトロール船で、長さ48.70 m, 11ノットの速さで航続距離は7,500マイルである。Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes(I.S.T.P.M., 漁業研究所)によって運航され、通常の海洋観測も行ふが、主として高緯度の冷い海での漁業の研究にあたる。

Capricorne は一昨年末に進水した。長さ46.55 m, 巾9.30 m, 12ノットの速さで航続距離は13,000 kmである。乗組員21名、研究者・技術者14名、計35名が乗込む。建造費は諸装備とも500万フランをやや上廻る。Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer(O.R.S.T.O.M.)が運航にあたり、大西洋東部の熱帯海域を調査・研究する。

Argyronète

アルジロネット(水グモ)はフランス石油研究所とクネクソが建造中の特殊潜水艇である。船体はGrenobleのNeyrpic-Alsthom工場で作られ、今は内部設備の製作がMarseilleのCEMAに引きつがれてゐる。1973年に完工の予定である。1972年に行はれる予定のPrécontinentに使はれる筈だったが、特殊合金の開発が遅れたため、就航が先にのびたのである。

その特色は、飽和潜水技術者が住める「海中の家」と、内部が1気圧に保たれてゐる普通の潜水艇とが結合されてゐること、および8日間にわたって潜航できることであり、本格的な潜水研究船のはしりといへよう。



第4図 アルジロネト。

Av: 前部; Arr: 後部; F: 球形の通路; G: エンジン; P: 操縦席; R: 1気圧の乾いた室; S: 投棄可能な球形タンク; Y: 潜水技術者の居住区

この型のもは、アメリカにはすでに3隻 (Deep Quest, Deep Diver, Roughneck) あるが、ずっと小さく、潜水時間もずっと短い。しかし、建造費は Argonète よりはずっと高いやうで、例へば Deep Quest は 5,500 万フランくらいについてゐるやうである。

船体の長さは 28 m で、600 m の圧力に耐えられる 2 つの円筒部を包んでゐる (第4図)。その 1 つは長さ 16.30 m, 直径 3.70 m, 壁の厚さ 3 cm の普通の潜水艇ふうである。内部は 1 気圧であり、6 名の乗員が生活する。他の 1 つはこれより小さく、長さ 5 m, 直径 2.50 m の「海中の家」である。4 名の潜水技術者が 3 日間生活できる。これら 2 つの円筒部は球形の通路で結ばれてゐる。この通路はまた外部、つまり海中への出入口となつてゐる。4 名の潜水技術者に吸気を供給するなど、いろいろな面で支援するには、医師を別にして、3~4名の技術者が必要である。艇の運転もしなければならぬ。1 気圧の乾いた室がこれらの要員を収容してゐるのであ

る。建造費は 2,000 万フランを上廻ると思はれる。

アルジロネトは大深度飽和潜水、海洋の基礎研究、工業への応用、特に石油開発、および救助作業といふ 4 つの使命を持つてゐる。

この型の特殊潜航艇は 4 隻作られ、地中海、北海、メキシコ湾にそれぞれ 1 隻づつ配置され、残りの 1 隻は海域を特にきめずに使はれる予定である。

D'Entrecasteaux

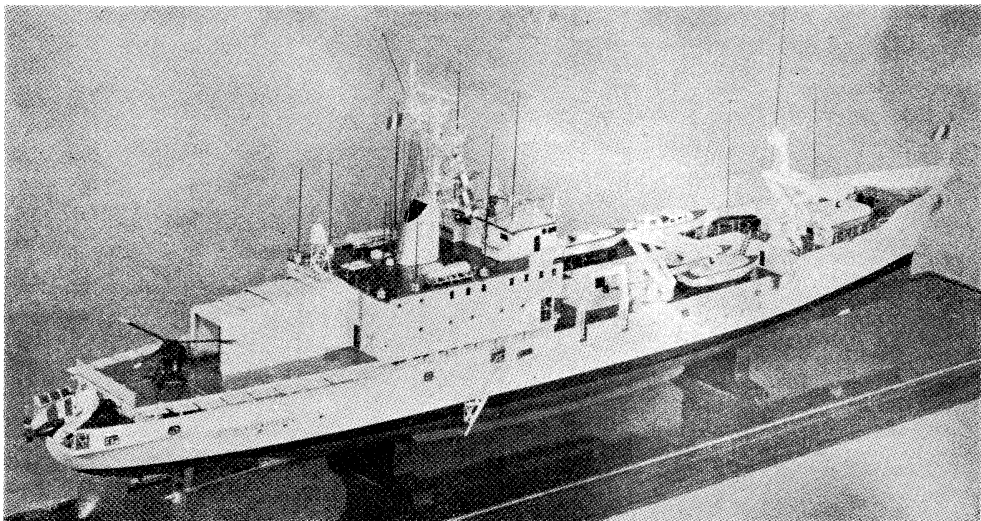
ほとんどすべての研究船、調査船はクネクソと何らかの関係があるが、最後にクネクソに属さない海軍の新造観測船を紹介しよう。D'Entrecasteaux (ダントルカストー、1793 年に死んだ南仏の航海者の名) は、2,500 トン、速力 15 ノット、38 名の研究者、技術者が乗込む。第 1 の目的が海底調査だから、浅海用、深海用などいろいろ取りまぜて 5 基の測深儀を持つ。さらに、海底に沈んだ船舶や物体を発見するためのソナー、空中写真を撮るためのヘリコプターを備へてゐる。第 5 図はその模型である。

第 2 の目的は、他の海洋観測、重力観測、地震探査、地磁気測定であるが、特に海中の障害物の発見、海中通信技術を向上させるために音波の伝播が重要課題となる。

建造費はおよそ 5,000 万フランである。

航海衛星はもちろん利用できる。また S.P. 3000 ものせることができる。データ処理のため近く電子計算機が積まれる予定である。

前出の海洋開発計画指針に、これまでの通常の型、つ



第5図 ダントルカストーの模型。

まりジャン・シャルコふうの多目的観測船は作らないと述べられてゐる。

かうして見てくると、たしかにフランスでは通常の、多目的観測船が少なく、特殊船に重点がおかれてゐることが分る。また、コンテナ研究室を多く使って、2つの相次ぐ航海の間の、港での休止期間を短かくするやう力めてゐる。

汚染除去船

海洋汚染に対して戦ふ手段の1つとして、Technocéan社によって、油汚染除去船の研究が進められてゐる。排水量17,000トン、全長90mのうち、後半分45mは双胴船式に船体が左右に分かれ、その間隔が30mある。前進速度は12ノット、後進速度は3ノットである。

毎時10,000m³の汚染海水を船艙に吸込み、沈澱法で油を分離し、浄化された海水を排出する。分離油は10,000m³まで貯蔵できる。海が荒れてゐる時でも、双胴部の内水面は十分に静かで、海水の吸込みに支障がない。計算によれば、振巾8m、周期8.5secの波でも、双胴部のつけ根、吸込口の近くでは振巾90cmにしかない。

したがって、この船は、バチスカフなど小さな潜水艇をここに収めて、潜水母船としても働ける。アメリカ海軍はすでに双胴潜水母艦を持つてゐる。

潜水試験

クネクソは、セマ(Centre d'Etudes Marines Avancées)とコメックス(Compagnie Maritime d'Expertise)と協定を結び、高圧に対する動物の適応を高圧函を使って研究してゐる。

これら2つの私立機関のほか、Groupe d'Etudes et de Recherche Sous-marines(GERS)、海軍のCentre d'Etude et de Recherches Techniques Sous-Marine(CERTSM)やその他公私のいろいろな機関がこの事業に参画してゐる。

研究の順序としては、高圧函での動物実験、人体実験、最後に本当の海での実験となる。

(1) Boucafond II, III

水深約800mに相当する圧力での3匹の牡山羊の生理反応を調べたセマの実験である。Boucafond IIでは800mの深さで7日間はほぼ無事に過したが、減圧の際、500mの深さから障害が出始め、30mの深さで2匹が、0mで最後の1匹が死亡した。

今年の5月に行はれたBoucafond IIIでは、同じく3匹の牡山羊が800mの深さに相当する圧力の下で7日間生きのびた。7日間の滞在を終って減圧に6日かけたが、生還の後、3匹のうち1匹は死亡した。

(2) Hydra

コメックスが猿を使って行った5回の実験である。最初の2回の実験では0mに帰ってから死亡した。3回目から5回目の実験では、700mの深さに約10時間とどまったのち、けいれんは生じたが、生きて帰った。

しかし、この実験では結局、寒さを克服できなかったやうである。

豚や猿も実験材料となつてゐる。1昨年12月に、海軍のGERSは豚を750mの深さに相当する圧力に20時間おいてゐる。健康はまったく損はれなかった。この小豚は特にこの実験のために、ヨーロッパの豚とアジアの野豚から作られたさうであるが、なぜこのやうな混血が必要なのか分らない。

人体実験としては、

(1) Physalie V

フィザリの意は“かつをのゑぼし”である。コメックスのこの実験で、昨年11月に2名が520mに相当する圧力に耐へ、世界記録となった。滞在期間は210時間で、非常に多くの貴重な資料が得られた。しかし、まったく障害がなかったわけではなく、特に460mを過ぎてからはいろいろな障害が見られるが、結論としては520mで浅での作業の可能性を損ふものではなかったとされてゐる。第6図はその実験の風景である。

一方、セマの実験で、昨年末、技術者2名が250mと400mの深さに達してゐる。

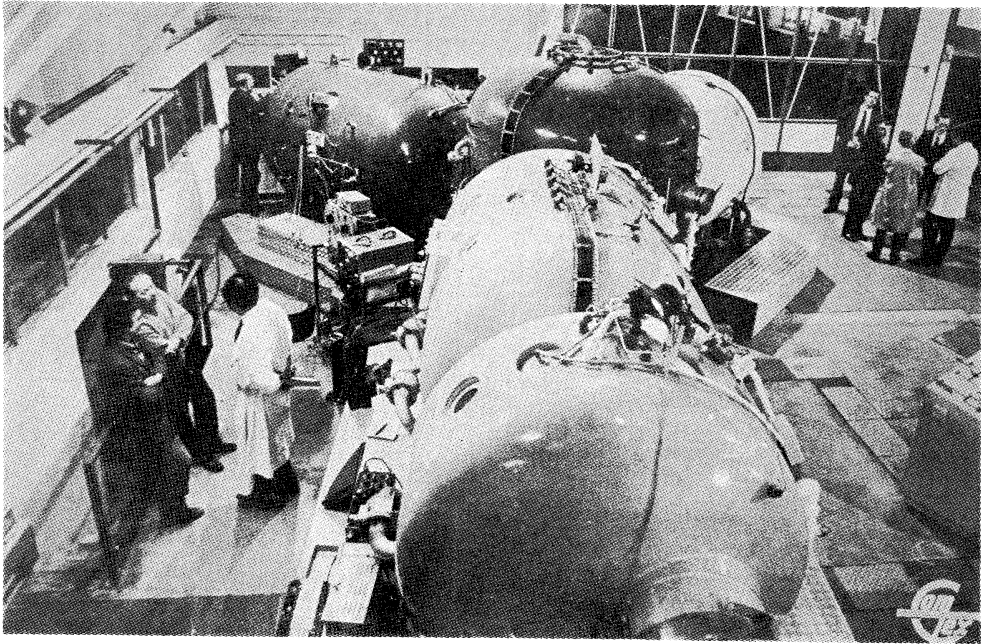
(2) Janus II

ジャヌスはギリシャ神話に登場する軍神である。

コメックスを主体とする実験で4段階にわかれる。第3段階までは高圧函での実験である。第1段階では、コメックスの3名が、200mの深さに13日間滞在し、毎日2時間づつ250mの深さで2回仕事をしたことになってゐる。実験設備、その制御、実験結果のすべてが良好で、先の見通しが明るくなった。

第2段階では、同じメンバー3名でほぼ同じ実験がずっと大きな高圧函の中で行はれ、第3段階では、他の3名が、4~6mの深さで4日を過ごしたのち、200mの深さに6日間滞在し、毎日2時間づつ250mの深さで過ごした。海面に戻るのに4日かかつてゐる。

この高圧函は世界最大の装置で、内径5mの球を三方から囲む3つの函からできてゐる。1,200mまでの圧



第6図 フィザリ V の実験風景。

力を作り、温度を 0° から 60° まで変えることができる。球の内部は上下に分れ、下側の半球には水が満たしてあり、海中と同じ環境が再現される。

第4段階には石油グループ ELF-ERAP も研究費を支出し、実施には DORIS 社も加はった。(ELF-ERAP は 1968 年 10 月、150 m の深さで作業が行はれた Janus I にも研究費を出してゐる)。

臨海実験はコルシカ島の Ajaccio 湾で昨年 9 月に行はれ、第 1、第 2 段階に参加したコメックスの 3 名が、船上で 21 バール (ほぼ 200 m の深さの圧力) の函に入ってから 200 m の深さに降り、毎日 2 時間づつ 2 回、200 m の深さでパイプのハンダづけとボルト締め作業にあたった。

技術上の支障が生じたため、実験は予定よりも早く切りあげられたが、大陸棚で人間が十分に活動できることが分り、2,600 万平方キロメートル (因みに、ヨーロッパの陸地面積は 1,000 万平方キロメートル) の大陸棚の開発が約束されたさうである。

Janus II も Physalie V も、これまで人類が試みたことのない試験であったが、これらの試験と平行して、昨年、あるひは今年になってから別の実験も進行してゐる。

(3) Béluga

ベリュガ I, II, III までである。ベリュガは北海産のイ

ルカの一種であることから分るやうに、この一連の実験は、北極海の冷い水中で作業するためのものである。

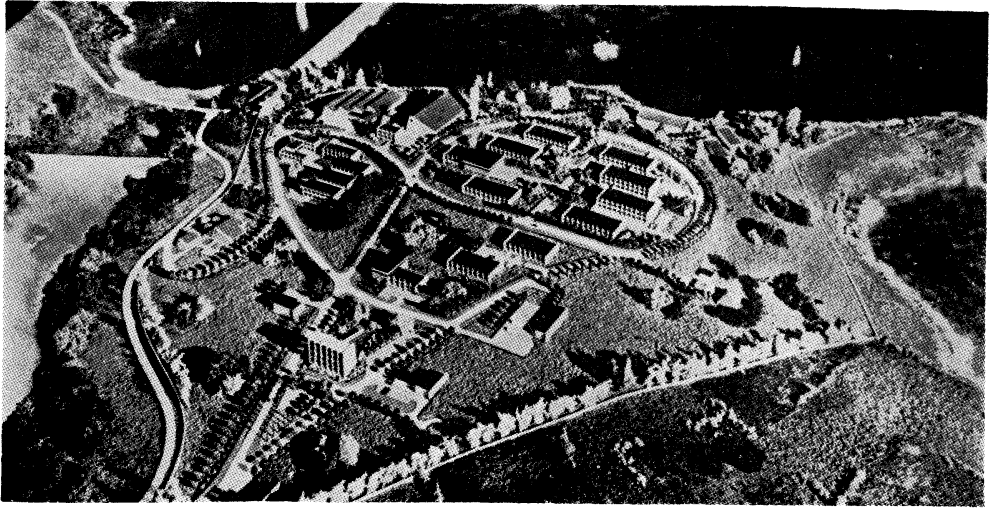
マルセーユのコメックスに設置されているクネクソの大きな高圧函を使い、深さ 180 m、零下 2°C の水中で働く 5 名の技術者の生理反応と、この水温での作業技術、機器・装備の研究が目的であった。この条件でも、1 日に 2 回、それぞれ 60~90 分程度は作業ができるのである。作業服、その他の機器も期待通りの性能を示したが、今後改良を重ねられるだらう。

高圧函の中の水中ではなく、実際の冷水中での生活、作業は今年 6 月に、コメックスにより Labrador 沖で実施された。

潜水作業のための実験、研究に力を注いでゐることが、雑然と列挙したこれらのことがらからも見てとれる。パチスカフ“アルキメデス”などを考へあはせると、人間が海の中に入ってゆくこと、入ってゆかうとすることが、フランスの特色と云へよう。さきに述べた新造船でも、海中作業、潜水作業の支援を任務とするものが少なくなった。

水路部の移転

1720年に創設されたフランス海軍水路部は今年中にパリからブレストに移転する。ブレストにはすでによく知られてゐるやうに、1968年に発足した国立海洋開発セン



第7図 ブルターニュ海洋研究所の完成時の模型。

ター (CNEXO) の中心機関と云ってもよいブルターニュ海洋研究所 (Centre Océanologique de Bretagne, COB; 第7図参照) がある。その結果、フランスのほとんどすべての観測航海はプレストを基地とすることになった。また、COB の中には Bureau National des Données Océaniques (海洋データセンター, B.N.D.O.) が設けられること、水路部の計算センターと B.N.D.O. とは密接な関係があること、水路部の観測の多くはブルターニュ地方沖の大陸棚では行はれてゐること、などから、プレストに移転する方が仕事がしやすいのである。写真・印刷工場もここに作られるので今後は海図や要報などはすべてプレストで印刷されることになる。

COB は、バラバラに散ってゐる研究者達を一個所に集めて研究の効率を高めること、海洋研究機器、機材を開発すること、調査・研究航海の基地になること、を目的として、1968年12月来建設が続けられ、昨年7月第一棟の開所式が行はれた。

3,000 m² の研究室, 1,500 m² の工場, 倉庫が建設済みであり、現在は 50×20×20 m の実験池などのほか、データセンターが建設中である。

人員は1972年には200名, 1975年には400名となる予定である。

クネクソは最近地中海と太平洋にも研究所を設けた。

温度計の較正

少し古い話になるが、観測船ジャン・シャルコで使はれてゐる温度計のゼロ点のずれの測定をフランス国立海洋開発センターの依頼で Ménaché が行ったことがあ

る。1968年の2月である。

Richter et Wiese の防圧温度計が25本, Y社の防圧温度計9本, 被圧温度計10本で、この較正に先立つ較正は1965年の6月と10月の間に行はれてゐるから、約2年半の間にゼロ点がどれだけ動いたかといふことである。

これら4本のうち、Richter et Wiese の5本とY社の防圧2本は故障があつて試験から除かれた。

結果は次のやうになつたさうである。

(1) Richter et Wiese については、

変化がなかつたもの	10本
0.01°C の変化があつたもの	8本
0.02°C の変化があつたもの	2本

(2) Y社の防圧については

0.04°C の変化があつたもの	1本
0.05°C の変化があつたもの	2本
0.07°C の変化があつたもの	2本
0.09°C の変化があつたもの	1本
0.10°C の変化があつたもの	1本

(3) Y社の被圧について

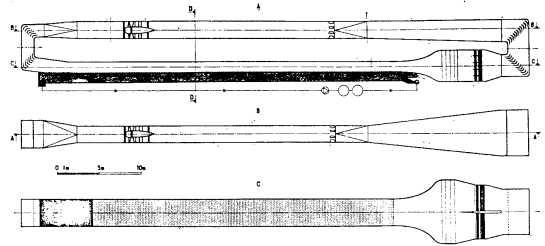
0.02°C の変化があつたもの	2本
0.04°C の変化があつたもの	2本
0.05°C の変化があつたもの	1本
0.06°C の変化があつたもの	1本
0.08°C の変化があつたもの	1本
0.17°C の変化があつたもの	2本
0.18°C の変化があつたもの	1本

変化がかなり大きく、1年間に2, 3度も検定する方がよいものもある。したがつて、そのやうな温度計を長

い航海で使ふ場合には、その前後に検定する必要がある。

I.M.S.T. の風洞水槽

クネクソ, Comité de Recherches Atmosphériques de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), 文部省, その他の協力の下に, マルセーユの Institut de Mécanique Statistique de la Turbulence (乱流統計力学研究所) に風洞つき水槽がほぼ完成した。大気・海洋間の相互作用, 特に波, 水の流れ, 風の間いろいろな形での運動エネルギー, 熱エネルギーの交換を研究するための施設で, 第8図に見られるやうに, 風洞の長さは 61 m, 高さ, 巾ともに 7.5 m, 実験部分の大きさは $40 \times 3.2 \times 1.5$ m であり, 水路の実験部分は $40 \times 2.6 \times 1$ m である。風速は 0.5~14 m/sec, 水流の速さは 1~10 cm/sec, 空気と水の温度はそれぞれ独立に 5~35°C, 湿度は 60~100% の間で変へることができる。これらの量は良い精度で制御されてゐて, 例へば温度の時間変化, 空間変化は 0.1°C くらゐに抑へられる。



第8図 マルセーユ大学の風洞水槽。
上は鉛直断面図, 中は風洞部分の水平断面図,
下は水槽部分の水平断面図。

また, 任意の形の波を作る波おこし機もある。

1972年の初めには, データ処理装置など周辺機器や附属装置もすっかり完成することになってゐる。

(註) 人間がのらない状態で試験中, 母船との間のつなぎ索が切れ, S.P. 3000 は 3,000 m をこえる深さで行動不能に陥った。地中海のできごとである。パチスカフ “アルキメデス” がかけつけ, その自動腕によつておもり (人間のおもみの代りに結びつけられてゐたもの) を切りはなし, 浮上させることに成功した。

仏欧海洋開発事情視察報告

1971年3月8日から14日まで、フランスのボルドー市で国際海洋開発会議・展示会が開催された。当学会は、この会議と展示会参加ならびに仏欧海洋開発事情視察団を派遣した。この事業は、基本的には1969年9月30日の幹事会で決定した方針に従って実施したものである。ここに、つぎの通り視察団報告を記して関係各位の御参考にご供する次第である。

目 次

1. ボルドーの国際海洋開発展示会について	森川吉郎 (三井物産株式会社) 及川実 (国際海洋開発会議・ 展示事務局)
2. 国際海洋開発に出席しての印象と日本への期待	大山高志 (日刊工業新聞)
3. フランス石油研究所の潜水調査船を中心にして	川崎寛司 (日立製作所)
4. CEMA を訪れて	野津治郎 (三井海洋開発)
5. フランスの海洋潜水技術について	清水信夫 (深田サルベージ)
6. フランスの海洋探査技術の一端について	高橋弘治 (日本電気)
7. イギリスにおける水理学研究について	飯田茂隆 (竹中工務店)
8. (英国) 国立理科学研究所 (NPL) 船舶部門の概要	寺田邦夫 (三菱重工) 小林秀造 (大成建設)
9. ヨーロッパの港湾施設について	土肥稔 (大成建設) 大内一憲 (中川防蝕)
10. ヨーロッパで視た海洋計測機器について	小林五郎 (沖電気)
11. 西ヨーロッパにおける水産物の流通機構	平沢豊 (東水大)
12. ヨーロッパの海洋開発はどこまで進んでいるか	佐々木忠義 (東水大)

1. ボルドーの国際海洋開発展示会について

森川吉郎 ・ 及川実
(三井物産株式会社) (国際海洋開発会議・展示事務局)

1. まえがき

1971年3月9日より14日までフランスのボルドー市において、海洋開発に関する国際会議・展示会が開催された。この種の展示会は既に日本をはじめ、アメリカ、イギリス、ドイツ等で行われているが、フランスにおいては今回が第1回目である。海洋開発の先進国にしては遅すぎる位であるが、それだけにその総力をあげ、万全の準備がなされてきた。以下この展示会の模様を簡単に紹介する。

2. 展示会の概略

ボルドーは例のブドウ酒で有名なフランス南西部の人口50万位の都市であるが、この郊外の海岸沿いに展示場

と会議場が新しく作られ、その間は徒歩で約10分位の距離である。そのすぐそばに立派なホテルも二つ建てられていた。展示場は敷地約40万平方メートル、展示ホールは約5万平方メートルであるが、さすがに展示ホール全部では広すぎるので、今回はその約3分の1が使用されていた。

出品社の数は全部で210社で1970年東京で行われた国際海洋開発展の233社と大差はない。序で乍ら1969年の英国ブライトン市での国際海洋開発展では200社、1970年米国ヒューストン市でのOTC (Offshore Technology Conference) の会議では380社であった。

日本からは代理店を通じて5社が出品していると聞いたが、メーカー名は見られず、僅にスピロテクニクと提

携している日本アクアリング社の名前が見られただけであった。

出品物は大きく分けると、港湾設備と輸送に関するもの、海洋環境の探究設備に関するもの、資源開発に関するもの及び各種電子応用計測器が主なもので、実物展示もかなりあったが概して言えばパネル模型が多かった。

実物展示では CEMA-CNEXO の潜水艇、COMEX の潜水実験用タンク並にダイビング用機器が印象に残る。

一般にこの種展示会にあり勝ちな啓蒙的、未来予想的な面は少く、現実的、見本市的であっただけに、特に目新しいものはなかったが、その代りブースについている説明員は技術的によく心得ていて、専門家の質問にも十分納得の行くような説明を行っていた。目立ったのはフランス海軍が一番大きなブースをとり、海洋開発に関する activity を誇示していたことで、計測装置、潜水装置等大がかりなものを出品して、海軍軍人が丁寧に説明していた。

3. 出品会社及び出品物

参加国別に出品社数を見ると次の通りである。

フランス	162 社
カナダ	24 社
スイス	16 社
イギリス	3 社
アメリカ	3 社
西ドイツ	3 社
オランダ	2 社
ポルトガル	1 社

フランス以外の国からはフランスの商社を通じて出品している所もあるので実質的には上記数を上廻ると思われる。

次に参加会社名と出品物の主なものを列記する。

CIE FRANÇAISE D'ENTREPRISES METALLIQUES (PARIS)

ペンタゴン 81

NEPTUNE GASCOGNE

Strange and Production Column

SOGREAH (GRENOBLE-GARE)

技術研究コンサルタント (特に流体関係)、消波工、水力機器

L'ELECTRONIQUE APPLIQUEE (MONTROUGE)

超音波レベル計、ブイ用電子機器

CNEXO

Brest の海洋センター, Argyronète,

Diving Saucer 3000, Jean Charcot

GAMLEN NAINTE S.A. (CLICHY)

オイル・フェンス, 油水分離剤

MOTOROLA-SCAIB (PARIS)

Range Positioning System, Miniponder,

Motorola Beacon Interrogator

BERTIN & Cie (PLAISIR)

海洋に関する応用研究開発

SHELL

石油掘削

SOCIETE ANONYME DE TELECOMMUNICATIONS (PARIS)

通信機器, 宇宙関係エレクトロニクス

DELFT HYDAULICS LABORATORY (HOLLAND)

水理研究

JAEGER (PERRET)

船舶時計

SERRA FRERES

港湾, 潜水作業

THE PLESSEY COMPANY LIMITED (ESSEX, ENGLAND)

海洋エレクトロニクス機器

CARRIER-KHEOPS S.A. (PARIS)

水中コネクタ

CIE FRANÇAISE THOMSON HOUSTON-HOTCHKISS BRANDT (CHATOU)

各種モニタリング装置

GROUPEMENT ATOMIQUE ALASCENNE ATLANTIQUE

Irregular Wave Generator

COMEX (MARSEILLE)

潜水作業, 同作業用機器

L'INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE (PARIS)

海底探査技術及機器, Argyronète

DIRECTION TECHNIQUE DES CONSTRUCTIONS NAVALES (PARIS)

潜水調査船

QUINTAS & QUINTAS S.A.R.L. (PORTUGAL)

漁網, ロープ

TEKELEC AIRTRONIC (SEVRES)

セイコー製卓上電子計算機

- HISPANO-SUIZA (BOIS-COLOMES)
 ガスタービン
- OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
 ET TECHNIQUE OUTRE-MER (PARIS)
 海洋科学技術の研究
- GEOMECANIQUE (RUEIL)
 海洋地質探査装置
- COMPAGNIE DEUTSCH (SAINT-CLOUD)
 水中コネクター
- SOCIETE D'ETUDES, RECHERCHES ET
 CONSTRUCTIONS ELECTRONIQUES (PARIS)
 航海用電子機器
- CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES
 TECHNIQUES SOUS-MARINES (TOULON)
 海洋技術研究
- NICOLON N.V. (ENSCHEDÉ HOLLAND)
 油水分離浣布, 水工事用布
- LA CERAMIQUE FERRO-ELECTRIQUE
 (MONTROUGE)
 圧電素子
- COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE
 (PARIS)
 地質探査, 環境調査, 電波探知システム
- CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
 SCIENTIFIQUE
 海洋学研究
- WIRTSCHAFTVEREINIGUNG INDUSTRIELLE
 MEERESTECHNIK E.V. (GERMANY)
 海洋産業協会
- 又 ASTEO や米国の MTS もブースを設けていた。以
 上の他参加会社名を列記すると
- ALCATEL
- ALPINE GEOPHYSICAL ASSOCIATES
- ALPINE MARINE PROTEIN INDUSTRIES INC.
- ALPINE PIONEER INC.
- ALSTHOM
- ATELIERS ET CHANTIERS DE BRETAGNE
- ATELIERS ET CHANTIERS DE DUNKER-
 QUE ET BORDEAUX FRANCE GIRONDE
- ATELIERS ET CHANTIERS DU HAVRE
- AURIEMA FRANCE
- BECKMAN
- BISSETT-BERMAN CORP.
- BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES
- ET MINIERES
- BURTON ELECTRICAL ENGINEERING
- CARTRIDGE ACTUATED DEVICES INC.
- CHANTIERS ET ATELIERS DE LA PERRIERE
- CHANTIERS NAVALS DE LA CIOTAT
- CHANTIERS NAVALS FRANCO-BELGES
- COCEAN ET COCEAN TECHNOLOGY
- CODEVINTEC
- COMITE D'EXPANSION AQUITAINE
- COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
- COMPAGNIE FRANÇAISE DES PETROLES
 "TOTAL"
- C.G. DORIS
- COMPAGNIE GENERALE TRANSATLAN-
 TIQUE
- COMPAGNIE DES MESSAGERIES MARITIMES
- COMPAGNIE RADIO-MARITIME
- COMPAGNIE DE SIGNAUX ET D'ENTRE-
 PRISES ELECTRIQUES
- CONSTRUCTIONS NAVALES INDUSTRIEL-
 LES DE LA MEDITERRANEE
- CORBLIN
- COULTRONICS FRANCE S.A.
- CREUSOT-LOIRE
- CROUZET
- DACONICS
- DANESA
- DELTA SCIENTIFIC CORPORATION
- DRAEGERWERK AG
- DUBIGEON-NORMANDIE
- ELECTRICITE DE FRANCE
- EMERSON-CUMING FRANCE S.A.
- ENGINS MATRA
- ESSO-CHIMIE
- ESSO STANDARD S.A.F.
- EUROMATEC
- FEDERATION HORLOGERIE SUISSE
- GROSSOL
- GUILLOUARD
- GURLEY-TELEDYNE
- HEMPFEL PEINTURES MARINE FRANCE S.A.
- INFO-MAX
- INTERNATIONAL NICKEL
- JUPITER

- KURT GOHLA
 LABOLATOIRE CENTRAL DE
 TELECOMMUNICATIONS
 MICRON RESEARCH AND DEVELOPMENT
 CORP.
 MONTRES ROLEX S.A.
 MOTEURS BAUDOIN
 OCEAN SONICS
 OCEAN STRUCTURES
 PACIFIC ELECTRO MAGNETIC CORP.
 PARIS-LABO
 PECHINEY GROUPE
 PORT AUTONOME DE BORDEAUX
 PORT AUTONOME DE NANTES-SAINT-
 NAZARE
 SCHOTTEL-WERFT JOSEF BECKER KG
 SERCEL
 SERNAME
 SERVICES ET INSTRUMENTS DE
 GEOPHYSIQUE
 SINTROM EUROPE LTD.
 SNECMA
 SOCIETE AGENAISE DU LIVRE POUR TOUS
 SOCIETE ANONYME DE TELECOMMUNI-
 CATIONS
 SOCIETE EUROPEENNE D'ETUDES ET
 D'ESSAIS D'ENVIRONNEMENT
 SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION
 SOCIETE EUROPEENNE DE REPRESENTA-
 TION INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE
 SOCIETE INDUSTRIELLE DES ETABLISSE-
 MENTS PIEL
 SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE
 AEROSPATIALE
 SOCIETE WILD PARIS
 SOURIAU ET CIE
 SPIROTECHNIQUE
 SUBER S.A.
 SYSNA AEROWATT
 TECHMATION
 TELEMAR
 VILLE DE BREST
 VILLE ET PORT DE ROTTERDAM
 WARN MANUFACTURING CO. INC.
- ARMOR
 ARMOSIG
 ATERIERS BIGATA S.A.
 BAKER INTERNATIONAL S.A.
 BOSTON INSULATED LTD.
 CERTINA
 CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE
 CHAMBRE REGIONALE DE COMMERCE
 ET D'INDUSTRIE DE BRETAGNE
 COMPAGNIE INDUSTRIELLE RADIO-
 ELECTRIQUE
 COMPAGNIE DES SALINS DU MIDI ET DES
 SALINES DE L'EST
 DERBY
 EBAUCHES S.A.
 E.D.F. BORDEAUX
 ELF-ERAP
 ENICAR
 EQUIPEMENTS MECANIQUES ET
 HYDRAULIQUES
 ETERNA
 FAVRE-LEUBA
 FULMEN
 GALEAZZI
 GROUPEMENT D'EQUIPEMENT PETROLIER
 HOWALDTSWERKE DEUTSCHE WERFT
 JAQUET-DROZ
 KLEBER-COLOMBES
 LABORATOIRE CENTRAL D'HYDRAULIQUE
 DE FRANCE
 MARCONI SPACE AND DEFENSE SYSTEMS
 LTD.
 METEOROLOGIE NATIONALE
 MINISTERE DE L'EQUIPEMENT
 MINISTERE D'ETAT CHARGE DE LA
 DEFENSE NATIONALE
 MORVAN HUMANISME
 MOTEURS DIESEL DLD
 NEYRPIE
 NORDDEUTSCHE SEEKABELWERKE A.G.
 OFFICE MUNICIPAL DU TOURISME
 (ARCACHON)
 OMEGA
 PHILATEXTE

POCLAIN S.A
 POLYVAER
 PONT-A-MOUSSON
 PYROMECA
 RAYVILLE
 ROAMER
 SAGEM
 SOCIETE ENTREPOSE G.T.M. POUR LES
 TRAVAUX PETROLIERS MARITIMES
 SOCIETE NATIONALE DES PETROLES
 D'AQUITAINE
 SYNDICAT NATIONAL DES ENTREPRISES
 DE TRAVAUX IMMERGES
 TECHNIQUES LOUIS MENARD
 TEN CATE FRANCE S.A.
 TREFIMETAUX G.P.
 WHITE FISH AUTHORITY
 ZODIAC
 GUIDE DE L'EAU
 LA PECHE MARITIME
 INDUSTRIE DU PETROLE EN EUROPE
 NAVIRES, PORTS ET CHANTIERS
 OCEAN INDUSTRY (Gulf Publishing Company)
 PETROLE INFORMATION
 SPECIAL EQUIPMENT OFFSHORE
 LE JOINT FRANÇAIS
 CANADIAN GROUP
 BARRINGER RESEARCH
 B.C. RESEARCH
 CANDIVE SERVICES LTD.
 CATALINA EXPLORATIONS & DEVELOP-
 MENT LTD.
 C-TECH LTD.
 CANADIAN OCEANOGRAPHIC DATA
 CENTRE
 DOMINION WELDING ENGINEERING
 CO., LTD.
 F.P.E. ELECTRIC LTD.
 FATHOM OCEANOLOGY LTD.
 DEPARTMENT OF FISHERIES AND
 FORESTRY
 GARRETT MARINE LTD.
 GEOCON LTD.
 HALIFAX SHIPYARDS

HERMES ELECTRONICS LTD.
 INTERNATIONAL HYDRODYNAMICS LTD.
 KETING EXPLORATION SERVICES LTD.
 LOCKHEED PETROLEUM SERVICES LTD.
 MACINNIS FOUNDATION
 NEYRPIC CANADA LTD.
 PENGU HYDRA PULL OF CANADA LTD.
 POLCON CORPORATION
 R.B.H. CYBERNETICS LTD.
 SPAR AEROSPACE PRODUCTS LTD.
 SUBCOM SYSTEMS LTD.

4. 海洋観測船

ボルドー港の岸壁にはアメリカの KANE 号, フランスの JEAN CHARCOT 号, ソ連の AKADEMIK BERNADTSKI 号の 3 隻の海洋観測船が繋留され, 日をきめて公開されていた。KANE は排水量 2,634 トン, JEAN CHARCOT は 2,200 トン, AKADEMIK BERNADTSKI は約 6,800 トンであって, KANE と AKADEMIK BERNADTSKI は内部を見る機会を得た。KANE は米海軍が海洋調査のために建造した 2 番目の船で, 乗組員 44 人, 科学者 34 人, 極めて開放的で内部を詳しく説明してくれた。ウインチ, クレーン, ソナー, ラジオ関係, 航行装置, 気象海象観測装置等が完備していて, 日本にも度々訪れたことがある由。

AKADEMIK BERNADTSKI の方はソ連で一番立派な観測船ということで, これも設備は完備しており居室も立派なものであった。乗組員に女性が多いのが目についた。一年位かかって世界中を廻っていると言っていた。

5. むすび

フランスにおける海洋開発の国際会議と展示会は今回を第 1 回目として今後 3 年毎にボルドー市で開催されることになった。次回は 1974 年に開かれる。会場にボルドーという地方都市が選ばれたためもあってか, 無闇に混雑することもなく, 適当な落ちつきが感ぜられて好感もたれた。展示会も徒に大を競わず, あるがままを公開すると言った態度で, 背伸びした所は見られなかった。海洋開発もフランスではこの段階まできているのである。各々その目標を明確に打出して着実に進んでいるのがハッキリと見られた。1972 年には東京で第 2 回の国際海洋開発会議と展示会が開かれる。日本はその展示会を通じて何を示すであろうか。日本と比較したくなるような展示会であった。

2. 海洋開発国際会議に出席しての印象と日本への期待

大 山 高 志

(日刊工業新聞社)

日仏海洋学会は1971年3月9日から12日まで、フランスのボルドー市で開かれたフランス海洋開発国際会議・展示会に出席することを主目的にすると同時に、欧州各国の海洋開発の現状を視察するための仏欧海洋開発視察団を派遣した。日刊工業新聞社はこれを後援したが、私は視察団に同行して取材、報道した。以下、取材を通じての欧州における海洋開発について感じた点を述べる。

視察団は日仏海洋学会長、東京水産大学教授佐々木忠義氏を団長とする16名で編成、3月5日午前、日航機でパリ向け羽田を出発した。同月30日、日本に帰国するまでの間、チーム全員は佐々木団長を中心にミッチリとフランス、スペイン、西ドイツ、イギリス、ノールウェーなどの海洋開発の現状とこんごの方向について視察した。

5日夜おそくパリの中心地であるオペラ座の向い合わせのル・グランドホテルに着いた一行は、旅の疲れもいやす間もなく、佐々木団長の熱心な向学精神のもとに、9日から始まるフランス海洋開発国際会議へ出席参加するに当たってのこまごまとしたアドバイスなどを受ける。

8日、パリから特急列車でボルドーに向う。はじめのスケジュールでは、エールフランス機で飛ぶことになっていたが、ストで急遽、列車に変更となったものである。このストであとあとまで計画に狂いが生じ、チーム一体はおかげで列車での旅を満喫した。もっともこれで体調をくずした人も数名でて、日本から携行したクスリが大いにもてた。

会議はアメリカ、西ドイツ、イギリス、ソ連、中国など世界45カ国から約2千名の関係者が集った。発表された論文は257件である。

10日午前、この会議関係のために新しく建てられた国際会議ホールのマイクに立ったフランス政府のオフトリー通産相は、主催者を代表して「各国から多くの海洋開発の専門家の参加を得て、世界の海洋開発が力強く進んでいることを非常によろこばしく思っている。各国が手をとりあって海洋開発を一段と活発に推進し、この巨大事業を成功させることがわれわれ人類に課せられた使命である」と開会のあいさつを述べた。このあとアメリカ

カ、イギリス、西ドイツ、日本、フランスの順で、海洋開発の現状と政策について説明が行われた。この5大国がもっとも海洋開発に力をいれており、世界の海洋開発を推進してゆく中核国とみられている。こうしたことから全体会議で、まず現状と政策の説明が行われたものである。

日本の現状と政策については、佐々木団長が説明したが、10月1日に発足した海洋科学技術センターの設置計画（この時点ではまだ計画）について詳しく述べた。これに対する各国の反響は大きく、翌日の新聞、テレビで報道され、日本の海洋開発の面目をさらに高めた。夜に行われたレセプションの会場でも、佐々木団長も疲れを忘れて熱心に応えた。

10日午後の各会場にわかれての研究発表では、佐々木団長が座長をつとめる第2セッションで、東京水産大学平沢豊教授が「漁業の開発と将来の方向」と題し、先進国は従来の遠洋漁業から、沿岸地域を開発し、遠洋は発展途上国が行なうことがこれからの方向であると問題を提起、参加者の拍手をあげた。

11日はチームの竹中工務店技術研究所主任研究員飯田茂隆氏が「タックス工法による海底炭鉱断層破砕帯における止水安定工事」また中川防蝕KK電防技術部技術サービス課長代理大内一憲氏が「海中鉱構物の電気防食」についてそれぞれ論文を発表し、質問を受けるなど参加者の関心の深さを物語っていた。

会議最終日の12日はシャダン・テルマス首相(兼ボルドー市長)が「海洋開発はまだ新しい学問である。今回の会議は沿海地域産業開発、水産物流通と栽培漁業の開発など部門をまとめて開いたが、こんごは科学技術の進展で、各部ごとにそれぞれ国際会議が開かれるようになるだろう。それがわれわれ人類の生活を大きく変えることになるだろう。各国が協力をさらに深めて、海洋開発を推進することを大いに期待する」とあいさつ、またルイ・アルマン会議名誉議長も「今回の会議は非常に有意義で、多大の成果をあげることができた」と述べ、4日間の幕を閉じたのである。また会議名誉委員会は、次回を1974年10月に、同じくボルドー市で開くことを決め、各国からの

多数の会議参加を要請した。

12日の研究発表で注目された点は、チームの東京水産大学教授宇野寛氏が「くるまえびの増殖に関する基礎研究」と題し、くるまえびの栽培について発表したことに對し、フランス国立海洋開発センター（CNEXO）国立農事試験所のほか、ギリシャの国立海洋研究所から技術指導の要請を受けた。

こうして、このボルドー市で開かれた国際海洋開発会議・展示会は、多くの国から政府関係者、学者、研究者らが集り、論文を発表し合って、世界が海洋開発に丸くなって取組んでいることを確認し合うと同時に、その方向を認識することによって、さらに飛躍発展を目指すという大きな成果をあげたのである。

デルマス首相もあいさつで述べているように、海洋開発はこれからの学問であり、これからの巨大産業である。こうした国際会議に出席、参加することによって、各国の専門家と直接に話合うことが、海洋開発の重要性、早急に手がけなければならない課題などをハダで感じることができたことである。この意義は大きい。この感想はチーム全員が持った。こうした国際会議にはチャンスをつくって極力、参加すべきであると強調したい。

会議期間中に西ドイツ、イギリスの研究者と話合ったが、その時に彼等から出た質問に「こんどの会議で日本からの論文発表のなかに、本州・四国架橋や青函トンネル計画などが含まれていないのは何故か。またエレクトロニクス関係も見当らない。いろいろと開発が進んでいるように聞いているが」ということであった。

チームの、この関係者に聞いてみたところ「会議に出席してみてわかったことだが、各国の論文発表の内容が参加前ではよくわからなかったから、あまりズレたものを発表しても、外国の笑いものになってもとの考え方で、

遠慮した傾向はある。ところがそうでないことがわかった。次回に参加する時は、自信を持って提出したい」と語っていた。これらからも海洋開発に関する国際交流をもっと活発にする必要があると考える。と同時にわれわれ報道関係の積極的な活動による情報供給とリードに大きな責任と使命のあることを強く感じたものである。

会議、欧州各国の海洋開発の進展状況などを視察してのわが国の海洋開発との比較は、フランスとはかなりの差があるが、その他の国とは同等もしくは少し進んでいるとの感じを受けた。とくに海洋開発を産業として軌道に乗せようとしている点では、はるかにわが国の方が先行しているといえる。たしかに海洋開発の学問的な分野では未知のものも多いが、それを産業サイドの面から取りあげ、掘り下げてゆこうとしているのが、わが国ではなかろうと思った。海洋開発は、多種多様であり、またそれが総合されるものであるが、個々の技術については、十分な力を持っているものが多く、それをいかにシステム化するかが、わが国海洋開発を進めるうえでの重要な課題である。と同時に学界、産業界が一体化する体制を早急につくるべきであるといいたい。例えば海洋工学会、海洋開発産業会議などを設けることが肝要である。

海洋科学技術センターが発足したが、この組織と並んで海洋工学会ないしは海洋開発産業会議を置き、秩序だった海洋開発を進めることが、効果的な成長をあげ得ることにつながると思う。

また科学技術庁は海洋開発局を設け、わが国の海洋開発の一元化された行政を行い、その育成振興に力を注ぐべきである。現在、わが国の海洋開発が総花的であるのは、やむを得ないが、一元化された行政によって重点施策を打ち出し、海洋開発が産業として進展するよう指導すべきである。

3. フランス石油研究所の潜水調査船を中心にして

川 崎 寛 司

(日立製作所)

1. まえがき

さる3月5日から3月30日の間、日仏海洋学会主催による仏欧海洋開発事情調査団に参加し、佐々木教授団長ほか団員の方々と共にフランス・ボルドー市で開催され

た「国際海洋開発会議・展示会」に出席し、引つづきフランスを始めとするヨーロッパ諸国の企業、研究所の海洋開発事情を視察する機会を得た。

私はこれらの中でフランス石油研究所（IFP, Institut Français du Pétrole）の概要と同研究所が国立海洋開発

センタ (CNEXO, Centre National pour l'Exploitation des Océans), 海洋高等研究所 (CEMA, Centre d'Etudes Marines Avancées) と共同で建造中の潜水調査船を中心にし、国際海洋開発会議と併催された展示会に展示されたその他の潜水船についても合わせて報告したい。

2. IFP の概要

我々はボルドー市で開催された国際海洋開発会議・展示会に出席後、マルセイユ、モナコ、マドリッド (スペイン) の各地の関係機関を訪問し、3月19日(金)再びパリに入り、午前10時から12時の間IFPを訪問した。

IFP はパリの西方約 10 km, 車で約 20 分の道のりのマルメゾンにその本部がある。ここはナポレオン一世に縁のある地で妃のジョセフィーン邸のあった場所といわれる、27 エーカ (109,000 m²) の広大な敷地で、大木が多く研究所としては最適の閑静な場所である。

この研究所は、1945年政府の方針によって創設されたもので

1. 科学及び技術の研究
2. 技術者の教育訓練
3. 関係文献、情報の管理

が主な業務になっている。その主な内容を挙げると、

数学、物理学などの基礎学科、石油化学、石油掘さく法、などの応用部門、特許関係等広範な分野に亘っている。また、フランス国内の30以上の大学と連絡をとりながら研究を効果的に進める一方内外業界の指導に当たっている。

業界の技術者の教育のために学校 (École nationale supérieur du Pétrole et des Moteurs) を持ち、新進の技術者の教育をして幹部技術者、スペシャリストの養成をする他、定期的にシンポジウム、セミナーを開いて技術者達の勉強の援助をしたり、より具体的な技術の教育、実地訓練も行なう。

マルメゾンの他にグルノーブル、ソレーズ、ヴェルダンに研究所の分室がある。

研究所の従業員は約 1,700 人で、その内訳は

幹部及び技師	542 人
技術員	884 人
作業員	236 人

となっている。(この数字は1昨年と変りがない。)

年間予算は訪問時の説明によると、220 mF、この中の約 75 % が石油税、その他は依託研究、特許料等による収入であるということであった。

研究所の運営は、工業界、教育界、その他科学研究部門、公立機関の代表者から成る委員会によって行なわれ、政府その他の機関から選ばれた人達による監査が行なわれる。

また、IFP は 1965 年以来7つの系列会社を設立している。それらはIFPの全額出資のものもあり、30%程度のももある。出版、石油掘さく、建設、天然ガス関係、石油掘さく装置機器の製作販売、サービス、航空写真、技術コンサルタントなど多岐に亘っており、IFPで完成した成果を企業化している。

このように、研究所と企業の結びつきが円滑に行なわれている点も一つの特色といつてよいであろう。今回の国際会議では、IFP から6件の研究発表があった。

3. 潜水調査船アルジロネト

IFPの海洋開発計画は、1963年頃から本格的に始められたように聞いている。それ以来現在までに開発された海洋開発用機器はその主なもののみを挙げて見ても20数件に及ぶ。しかもそのいづれもが世界の海洋開発の第一線で活躍している。

アルジロネト (Argyronète) はこれら1連の海洋開発計画を更に強力に推進すべく、IFP, CNEXO, CEMA, が協力して建造を急いでいる潜水調査船である。

フランスの潜水技術が世界的に認められていることは周知の通りである。CEMA では 1962 年頃から海底住居による潜水実験を行っており、1965年9月には関係部署と協力して6人の潜水者が100mの海底で1ヶ月間の海底生活をしている。これはプレコンチナン第3次実験として知られている。

これら1連の実験から、次の問題を解決することが今後この分野の研究を促進するのに大切であるという結論に達した。

1. 従来のような海底住居では行動範囲が限定され、移動する場合には大規模な装置が必要になる。
2. 海底住居と海上或いは陸上の基地の間に動力供給、信号伝達のためのケーブルが必要になること。
3. 2の理由によって活動が制限される。
4. 深海で作業する潜水作業員の心理学的制約がある。

などである。こういった諸点について検討した結果、海底住居は、

自分で移動可能であること。

動力その他自給式であること。

という基本的な方針が決定した。これに至るまでのクス

トー氏の貢献が大きかった由である。

以上のようないきさつを経て、1968年9月2日、CNEXO、IFP、がアルジロネトを共同して建造することになり、契約書に調印された。経費はCNEXO、IFPが1/2ずつ負担する。IFPの指導によってCEMAで建造すること。研究結果、ノウハウはIFPの所属とすること。アルジロネトはCNEXOが所有すること。特許料等の分配など細部に亘る取決めが行なわれ、2,000 mF、2年間の予定で着工した。

尚、アルジロネトについては今回の会議で発表され、展示会にはそのモデルが展示された。

【註】 アルジロネトは水中の絹の鈴の中に住むという水ぐもの意。

計画時のアルジロネトの諸元

排水量 (海上)	225 トン
(海中)	300 トン
Boyancy Coeff.	15 %
全長	27.8 m
幅	6.8 m
高さ	8.5 m
潜水深度 (通常)	300 m
" (最大)	600 m (300 m 以上は附加装置を要する。)
巡航速度 (海上)	6 ノット
最大速度 (海上)	7 ノット
海中速度	4 ノット
海上航続距離	400 マイル
乗員	10 人 (潜水者 4 人, 乗組員 6 人)
連続潜水時間	3 日 (補助動力源を使って 8 日迄延長可能。)

動力, 海上 D.E. 225 HP, 2,400 rpm.

船で使用する DC. (30 kW, 120 V) 用補助発電機と、バッテリー充電用の主発電機(80 kW, 160 V) も駆動する。

主発電機は潜航中は電動機として油圧ポンプ(2台)を駆動する。

油圧ポンプから吐出された圧油は油圧モータに導かれ、推進機を駆動する。

つまり、静油圧駆動方式である。

海中、1,200 kWh のバッテリーを用いる。

海底作業時 20 kW (バッテリーのみ)

100 kW (補助動力を使う場合)

推進機(主) 船尾の2ケのプロペラによる。各軸の動

力, 75 HP, 330 rpm. プロペラの外側にはそれぞれ円筒 (Nozzle) があり、上下2点で船体に支持されている。この支点を中心にして回転させることによって調査船の水平面内の進路を定める。また船尾には左右2枚の水平翼があってこれによって調査船の垂直面内の進路が定まる。

(補助) 水平方向 2, 垂直方向 2, 海底作業場付近における低速移動用である。

大気圧室 (main hull) 直径 3.7 m, 長さ 12 m, 高張力鋼 (SMR タイプ)

この内部は外部を観測しながら運転する部分と研究室, 居住室, 制御室, 指令室, 機関室になっている。

均圧室 (subsea house), 直径 2.1 m, 長さ 24.8 m, 20 m³ の容積があり, SMR タイプの鋼で作られている。直径 1.5 m の扉を通して大気圧室につながる。通常は第1番目の扉を使い, ここから潜水夫が海中に入出入りすることができる。

脱出球 大気圧室の上方にあり, 非常の場合は全員がこれに乗り移り脱出する。脱出操作は球の内側から行なう。

脱出球の後方には海上航行中の空気取入れ, 排気口及びエンジンの排気口などがある。またアンテナ, 航海灯もここに備えている。

空気, 酸素, ヘリウム混合ガス等 330 l×25 本, 250 気圧航海用機器としては

三次元自動操縦装置, ソナーシステム, レーダ, ラジオ, 水中電話, などがある。

海中の作業操作, 移動は, 観測用窓から海中を観察したり, 大気圧室, 脱出球, 均圧室付近に配置した6台のTVカメラによって行なう。

着底用油圧脚

以上、アルジロネトの仕様の概略を述べた。潜水調査船内に海底住居を組みこむという思想はアルジロネトが始めてではなく、後で述べるディープダイバ、シルェルフダイバーにおいて既に採用されているが、アルジロネトの性能は上記の潜水調査船に比してかなり勝っているといえよう。移動可能な海中作業基地として使用しうるのみならず、海底石油掘削作業の監視、一般海底探査、次期のプレコンチナン実験に偉力が発揮されるものと期待している。

最近の情報によると完成は頭初計画よりおくれ1972年となり、建造費もかなり超過している由である。

4. 展示会場に陳列されたその他の潜水調査船

ボルドー市の展示場にはアルジロネトのモデルの他、シェルフダイバ、SP 3000、水中スクータハボス、(以上は実機)、トータルサブー 01、バシスカーフの活動状況の写真などが展示された。これらの主な仕様を次に示す。

1. シェルフダイバー

Perry Submarine Builders 製

深度	240 m
乗員	4 人 (潜水夫 2 人, 操船観測者 2 人)
長さ	7 m
幅	1.7 m
動力(主)	10 HP
(補)	3 HP×2 (スラスト)
自重	9 トン
最大速度	3 ノット
航続時間	1 ノットで 10~12 時間, ソナー, TV, 照明等を同時に使うと, 1 ノットで 5~7 時間

240 m の海底で潜水夫はハッチから出入りし、作業をすることができる。またこの潜水調査船は、海底に敷設されたパイプラインの検査をする設備(詳細不明)を持ち、比較的良好な条件で、3~5マイル/日 の能力がある。

2. ダイビングソーサー SP 3000

CEMA 製

深度	3,000 m
乗員	3 人
長さ	5.7 m
幅	3.4 m
潜水時間	48 時間 (48 時間迄酸素供給が可能)
速度	3 ノット
航続距離	20 マイル
電力	4 kW/h
推進	本体両側のトンネル内に 2 ケのプロペラがあり、誘導電動機直結、

その他、マニピュレータ。採取資料保管ホール。撮影機

設備。照明装置。

ジャイロコンパス。深度計。温度深度記録計。海上海中電話。ソナー装置。

等豊富な計器類が装備されている。

3. トータルサブー 01

COMEX, MAREX, SEP 合作

深度	60 m
乗員	5 人
長さ	6.15 m
幅	2.25 m
高さ	1.7 m
重さ	5.3 トン
速度	4 ノット(水中)

これは特に新しいものでなく今回はモデルが展示された。ウェットタイプで乗組員はすべてアクアラングを着用して乗る。単に潜水夫を作業現場迄輸送するだけでなく、海底で工具等を使用できるような設備があり、特徴のある潜水作業員輸送兼作業船である。

4. 水中スクータ、ハバス (Havas) MK-III

長さ	4.4 m
深度	100 m
動力	2.5 HP 2 段変速電動機
速度	6 km/h

このスクータは、4~8 mm の厚さのファイバークラス、プラスチックで作られている。

5. むすび

以上、IFP 訪問の際に入手した資料、展示会場での見聞をもとにして IFP の活動の一端を紹介した。筆者の勉強不足のためその業績を十分伝え得なかったのではないかと恐れている。

今回は、佐々木団長の御尽力により誠にスムーズに関係企業、研究所の視察ができ、斯界の権威に拝眉の栄を得ると共に、最新の研究や設備について直接説明を伺うことができた、心から御礼申し上げて本稿を終る。

4. CEMA を訪れて

野 津 治 郎

(三井海洋開発株式会社)

1. まえがき

1971年3月15日東京水産大学の佐々木教授を団長とする仏欧海洋開発事情視察団の一行に加わって、仏国 Marseille にある CEMA を訪れ、その活動を眼のあたりに見る機会を得た。

2. CEMA の概要

(1) CEMA は、Centre d'Etudes Marines Avancées (海洋高等研究所) の略であり、クスター・グループ (Cousteau Group) のなかにあつて海洋開発上の技術的諸問題を取り扱う研究所として 1953 年に設立された。

特に深海潜水における人体の生理学的研究並びに動物を使っての諸実験を行なっており、この方面での貴重なデータを学界及び業界に提供している。責任者は、Roger Brenot 氏であるが、Marseille 大学理学部のシュトール (Chouteau) 教授が実質的な所長として研究及び実験を指導している。その間、国立海洋開発センターである CNEXO や、半官半民の石油研究所である IFP、仏海軍、更には民間の専門企業 COMEX などとも縦横に緊密な連繋を取っているようである。

(2) 因みに、Cousteau Group には、CEMA のほかに幾つかの会社や機関がある。例えば COF は海洋の調査観測を行なう調査船を有しており、LSC 及び THA は米国 Los Angeles でかつての豪華客船 Queen Mary 号を使って海洋博物館を経営するほか、海洋都市の研究、映画、TV フィルムの製作に従事している。EUR は欧州諸国の海洋開発関係諸機関と連絡を保ちつつこの方面の事業及び研究を促進することを目的とする協会である。このように極めて広範囲の分野で活躍しているグループである。

3. CEMA の活動

CEMA の扱っている技術的研究は、深海飽和潜水における生理学的実験、潜水用具、深海潜水船の設計建造、観測用大型小型ブイ、海底作業システムなど多方面に亘っているが、今回見学の際聴取することを得た若干のもの

のについて次に記す。

(1) CEMA の活動の最大のものは、彼らが Physio 01 と呼んでいる潜水生理学研究のための Test Chamber である。高圧を使用する関係上周囲をコンクリートで固めた実験場が、Marseille 港の構内にある。ここにおいて CEMA は、1962 年以降仏国政府の海中居住計画である Precontinent 計画の一翼を担って、深海高圧下における飽和状態での居住並びに作業のための諸テストを行なつて来ているわけであるが、最近行った実験としては、1969 年に雄の山羊を使っての一連のテストが有名である。この場合、酸素とヘリウムの混合気体を用い、81 気圧 (対応水深 800 m) 下で 7 日間に及ぶ諸試験を行ない貴重なデータを得ている。このうちには密室が生理に及ぼす影響、摂餌が生理に及ぼす影響などのテストも含まれている。

この Test Chamber は次頁の図に見られるように、ABC の 3 つの部分から成っている。

A は、直径 2.4 m 容積 7 m³ の球体であり、150 気圧迄のテストが可能である。装置としては次のものがある。

耐圧ガラスの覗き窓	2 ケ
上部ハッチ	1 ケ
減圧室との連絡ハッチ	1 ケ
医薬品ロックアウト	1 ケ
食糧ロックアウト	1 ケ
汚水用ロックアウト	2 ケ (117 l)
電線用貫通ピース	4 ケ (18 回線)
呼吸ガス浄化装置 (炭酸ガス、湿気、メタンガス、アンモニアガス等の浄化)	

温度、湿度、圧力の調整、酸素混合比の調整は自動的に行われる。

B は、内径 1.46 m、長さ 2.5 m、容積 3.86 m³ の円筒で A とハッチを以て接続し、水平に設置されており、57 気圧迄テスト可能であり、減圧室に使われる。この円筒には次の装置が設けられている。

覗き窓	2 ケ
ハッチ	3 ケ

医薬品ロックアウト 1ヶ

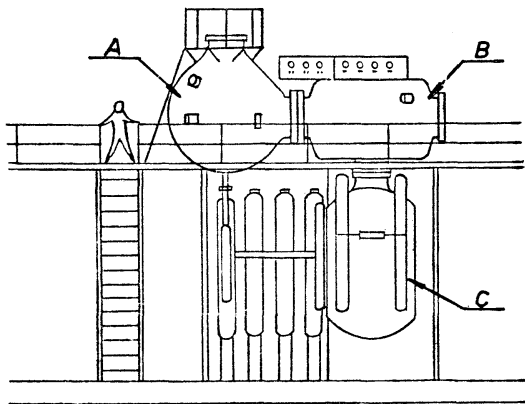
汚水用ロックアウト 1ヶ

冷房装置 (CO₂, 湿度調整用)

温度, 湿度, 圧力, 酸素分圧の調整が可能であるほか, 通常の照明設備と各種撮影機とカメラを備えている。

CはBと同じ寸法の円筒で, Bとハッチを以って垂直に接続されており, 覗き窓2ヶ, ハッチ2ヶ, 隔壁貫通ピース17ヶ, 呼吸ガス浄化装置を備えており, 水を満たして Wet Chamber とすることができる。

以上の Chamber には, 夫々貫通ピースにより電線が取り付けられており, 研究室内の Control Box に接続されている。研究室には, 質量分析装置, 呼吸ガス分析装置, 酸素量測定装置, 炭酸ガス, メタンガス分析器, Caribration Pump, 12チャンネルグラフ式測定装置, 電圧記録装置が設置され, 監視, 調整を行なうようになっている。



この Test Chamber のほかに, 小動物を使つての実験用に内径 40 cm, 長さ 1.7 m, 容積 165 l の円筒があり, 225 気圧迄のテストを行なうことができる。

この実験場内に Instru 01 と呼んでいる外圧テスト用の Chamber がある。内径 2.5 m, 8 m³ の容積を持ち, 全重 42 吨, 最大水深 5,000 m の水圧下における球体及び機器類の耐圧テストを行なうことができる。この Chamber は, 上半分と下半分に分かれており, ボルトを以って締められている。上半分を吊り上げ移動するために 25 吨の天井走行クレーンを使用している。また特殊の Stuffing Box には 200 本以上の電線が納められており, 細密な Stress Analysis を行なうことができる。

(2) 次に CEMA の活動のうち大きなものは各種潜水調査船の設計建造である。即ち, 写真記録装置を備え, 観測者が乗れる手軽な探査船の開発が必要であるという

ことから 1959 年に最初の潜水円盤 SP 350 が建造された。これは次の要目を持つ。

重量(空中で) 4,500 kg

高さ 1.5 m, 長さ 2.85 m, 巾 2.85 m

楕円形耐圧殻寸法: 高さ 1.43 m, 直径 2 m

航行深度 900 m

作業深度 350 m

電源持続 3 時間

酸素補給 24 時間

移動性 バラストにより上昇下降

定員 パイロット 1, 調査員 1

舷窓 (直径 12 cm) 2ヶ

広角展望窓 (170°) 3ヶ

16 mm 映画撮影用舷窓 1ヶ

採集用マニピュレーター及び保管箱

音声録音器

推力 360° 回転ウォータージェット

内部圧力 大気圧

炭酸ガス吸収, 酸素補給装置 1式

航行はジャイロコンパス及び3方向超音波サウンダーを使用して行なう。

現在迄に 562 回の潜水を行なっている。

Diving Saucer (潜水円盤) SP 800 は次のようなものである。

重量 4,040 kg

高さ 1.95 m, 長さ 2.85 m, 巾 2.85 m

球形船殻直径 1.85 m

作業深度 800 m

最大速力 1.5 knot

平均作業範囲 4~5 海里

電源持続 3 時間

酸素供給 36 時間

移動 バラストにより上昇下降

その他は SP 350 と大体同様であるが推力は油漬け可変モーター駆動のプロペラによっている。3人乗りである。

“海の蚤” SP 1000 と呼ばれるものは 1人乗りの小型潜水船で, より大型の潜水船である深度迄潜水した後更に深く潜る目的で設計された。

重量 2,400 kg

高さ 1.35 m, 長さ 2.9 m, 巾 1.93 m

円筒状内殻 長さ 2 m, 直径 1.03 m

作業深度 1,000 m

航行はジャイロのほか, 前方及び下方向にトランス

ヂューサーがあり地形と深度を記録しながら行なう。

通信は水中超音波電話、曳航係留用電話、サーフェスラジオ（20 哩到達可能）、超音波追尾機、トランシーバーなどを使用している。

又米国 Westinghouse 社の Deep Star 4000 もこの CEMA で設計建造されたのである。

大型の Diving Saucer では SP 3000 で次の要目を持っている。

重量	7,000 kg
高さ	2.1 m, 長さ 5.7 m, 巾 3.4 m
球形内殻直径	1.94 m
定員	3 名
作業深度	3,000 m
潜水速度	3 knot
作業範囲	20 海里
酸素補給	48 時間

更に現在前述した CNEXO, 及び IFP からの依頼で多目的潜水船 Argyronète 号の設計建造を行なっているが、これは 6 人の乗組員が気圧下の船室に居住し、4 人のダイバーが海中に出て作業できるというもので潜水

深度 600 m, 8 日間の行動が可能といわれている。

4. むすび

さて以上のような研究, 設計, 実機建造を行なうために CEMA は Marseille 港に面した風光明媚な土地に総合研究本館を建設中であった。恐らくもう完成している頃であろう。

今回の訪問で特に感じたことは次の点である。

(1) 仏国政府, 仏海軍, 国立の研究所などと極めて密接な連絡を保ち, これを有効に生かしていること。

(2) 米国の海洋開発関係の諸機関に比較して, 必しも尨大な施設, 陣容を擁しているわけではなく, 寧ろ質素と云ってよい位の設備をよく工夫して, しかも非常に高度の実績をあげていること。

(3) これは研究所員全員が, 技術に極めて研究熱心であるからにはほかならないが, なお全員が未知の世界に対して熾烈な探求心を持っており, かつ極めて大胆であること。

この最後の, 「大胆」であるということには特に感銘を受けたのであり, われわれ海洋開発産業に志ざすものは, 常にこれを心掛けねばならないと感じた次第である。

5. フランスの深海潜水技術について

清水 信 夫

(深田サルベージ株式会社 深海開発研究班)

1. まえがき

アクアラング潜水器やプレコンチナン計画で広く世界に知られているフランスの潜水技術の現状の一端をこのたび幸にも日仏海洋学会主催による仏欧海洋開発事情視察団に参加してうかがい得たことは, 当地が潜水技術のメッカとして世界に冠たる存在であるだけに潜水分野に籍を置く者にとって筆舌にあらわせない数々の感銘を受けた。

欧州, 特にフランスでは水中減圧室 (SDC), 水中エレベータ (PTC), 船上減圧室 (DDC), を中心とするヘリウム・酸素の混合ガスを使用した深海潜水技術は各種の海洋開発に広く活用されており, 特に海底石油の開発には欠かせない支援技術として高く評価されている。

とりわけ高圧環境下での人体生理学等の潜水医学の研

究は深海潜水が人間を高圧下の環境に同化させることが前提なので最も大きな比重をもって安全性と経済性の両面から積極的に推進され深海潜水技術の開発の基礎となっている。

今回の視察ではフランスのボルドー市で開催された国際海洋開発会議・展示会の展示会場をはじめとしてマルセイユの海洋高等研究所(セマ), コメックス, モナコの海洋博物館, パリの IFP, ゼノア(イタリア)のガリアッチ社等を訪れて潜水装置や研究施設を見学したが, このうち最も印象の深かったフランスの代表的な潜水会社であるコメックス社についてその概要を報告する。

2. コメックス社の概要

コメックス社は 1963 年現社長のヘンリー・ドローズ氏 (41 才) によって創設された潜水会社で深海潜水作業

を中心に各種潜水装置の設計, 製作, 販売を行っている。

本社はマルセイユにあり, この他海外には英国のノホーク, ノルウェーのスタンバンガー, 西アフリカのガボン, アラビアのダバイ, 極東地区ではシンガポール, 北米ではカナダのトロントにあり, はば世界にサービスネットを持つ総合潜水会社である。

我々が訪れたのは3月15日の午後で, 午前中に海洋高等研究所で潜水医学の権威ドクター・シュトー氏の高圧医学研究室を見学した後であったのでなおさら印象深く感じた。

場所はマルセイユ郊外の閑静な住宅が点在している中にあり, 潜水という業務内容とその所在地から受けるイメージがあまりにもかけはなれているので当初意外な感を受けた。

今回, 我々視察団全員がコメックス社を訪問できたことは佐々木団長の格別な努力とコメックス社の好意によるものである。最近の日本の経済技術の発展に対する警戒心は予想外に強く, 社内の写真撮影は全て禁止されたことは見学的価値が高いだけに誠に残念であった。我々が見学したマルセイユの本社には高圧実験センターがありコメックスの数々の深海潜水技術がここから誕生していることがその研究設備からうかがわれた。

(1) コメックスの高圧実験センター

ここは1964年ドローズ社長によって創設されコメックス社の深海潜水技術開発の中心的存在となっている。潜水実験は同社の医学研究担当のドクター・フラックが指導し1966年にはヘリウム・酸素の混合ガスを使用した50mから266mの深さまでの10分から数時間にわたる潜水作業を可能にする減圧表を確立している。最近では潜水深度の増加に伴う減圧時間の増加を考慮して飽和潜水の開発に力を入れている。飽和潜水は単に潜水効率が良ければよくなく作業水深が飽和深度より深くとれるという利点があり, このように応用された飽和潜水の方法はルデオン法と呼ばれコメックスでは特にこの点に注目し, 開発を行い現在までに, 44m (飽和水深)/100m (作業水深), 83m/120m, 87m/150m, 198m/250m, に成功している。

更に1968年には超深海潜水実験を行ない270mを1回, 325mを2回, 330mを2回, 355mを1回, 最大360mを1回それぞれ成功している。最近の話では500m潜水にも成功したとの事である。なおヘリウム・酸素の混合ガス潜水では660m以上になるとヘリウム中毒になり神経の錯乱やてんかん症状が, ひび等の霊長類

を使った実験で判明し, ヘリウム以外を使用した動物実験による潜水実験を始めている。最近では1200mまでのシミュレーション潜水が実施できる7基のチャンバーを装備し, 専ら飽和潜水の訓練や実験に使用している。なおこれらのチャンバーは高圧研究用施設としては世界的に見て最大の規模のものである。ここでは約50名の研究者が実験研究に徒事している。年間の研究開発費は百万ドルとの事であった。

(2) 主な実験について

コメックス社は高圧実験センターでのシミュレーション実験や洋上での実験をくりかえし行っているが, それらは一連の開発計画に基づいている。以下主な実験計画の概要について報告する。

(イ) ジーナス1号計画

この実験は1968年にマルセイユ沖で行われた。3名1チームのダイバーが2チーム実験に参加し, 150mの飽和潜水を8日間行い, その間1日2回的水中作業を行った。

(ロ) ジーナス2号計画

ジーナス1号実験で得られたデータを基にしてジーナス2号計画が1970年4月に高圧実験センターで行われた。その第1次実験はダイバーの生理的諸問題を解決するために計画された。ダイバーは198m相当圧の高圧チャンバーで8日間の飽和潜水を行い, この深さでもダイバーが生活できることを実証した。また同実験はルデオン法を適用し, ダイバーは1回2時間の水中作業を高圧実験チャンバーのウェットルームにおいて252m相当圧下で行った。

同計画の第2次, 第3次実験は1970年9の月にクネスコ(国立海洋センター)と協同で行った。実験に使用した高圧チャンバーはネクソと資金を出しあって製作し, その直径は5.6mで, 上室は居住用のドライチャンバー, 下室は水中作業実験用のウェットルームである。内容積は45.5m³である。この実験では3名1チームのダイバーが2チーム参加し, 198m相当圧で6日間飽和潜水を行い, ウェットルームでは252m相当圧の水中で1回2時間の作業を1日2回それぞれ行った。第4次実験はアストラゲイル号(ASTRAGALE)を使用してアジャシオ湾(BAY OF AJACCIO)で行った。潜水深度は第2次, 第3次実験と同じ198mであるが期間は8日間であった。この実験は第2次, 第3次実験の内容を洋上で実際に行った点に意味がある。この実験で目標にした潜水深度は海底石油の開発に必要な海中作業の範囲を拡大する意図で設定され, 洋上実験では水中作業に

主眼が置かれた。ここで実施した水中作業はインパクトレンチを使用したフランジの接続及びその解体作業で、これには252mの海底に動力源として油圧動力ユニットを設置した。また水中溶接は6インチパイプのT型溶接を行った。パイプの連結作業はクランプとフランジが30.5cmで重量が360kg、長さ2.6mの材料を使用し、海底で組立て、これを作業終了後に7kg/cm²の加圧テストを行い確認している。この実験で使用したガス組成はヘリウム98%酸素2%（酸素分圧0.5気圧）で、各作業は252mの海底で行い、作業終了後は途中の減圧なしに198mに設置された基地に戻っている。（飽和潜水のルデオン法）

（ハ） ジーナス号計画の成果

- 1) ダイバーは252mで通算35時間水中作業を行い、30cmのフランジの組立てと重量物を操作し、また溶接、切断作業を行っている。
- 2) 1回の最長作業時間は252mの海底で3時間9分であった。
- 3) 減圧所要時間は96時間であった。
- 4) 主要な課題の一つであった耐寒についてはヒーター付スーツと加熱した呼吸ガスによって解決している。
- 5) 使用した混合ガスはほとんど回収している。

（3） 作業用機器

イ） 水中用X線撮影装置

これは水中溶接や金属試験を水中にて非破壊テストにより行うもので、その操作は水中にてダイバーがリモートコントロールでX線を照射して撮影を行うよう設計されている。海底パイプラインの検査や大型海洋構造物の点検等に利用されている。

ロ） 超音波測定器

主として金属の厚さや腐食の度合を調査するもので上記のX線装置もほぼ同じ目的で開発された。

ハ） トータルベル

自航式のダイビングベルで海上より電気の供給をうけ

て4つのプロペラで自在に運動する。浮力はニュートラルで上下方向にも運動し、主として観察用として開発されたがダイバーの出入や飽和潜水用のダイビングベルとしても使用できる。

ニ） 水中油圧装置

海底に設置された油圧動力源でダイバーはここからブラッシング、グライデング、ねじこみ、ドリリング用機器の油圧の供給を受けて工具の操作を行う。油圧は海面から電力を供給されて駆動する。ダイビングベルにも取り付けられるよう設計されている。

ホ） 火薬を用いた切断工具

厚さ約5cm以下のスチールを自在に切断できる性能があり、またケーブル専用のカッターは火薬を用いて5cmのケーブルの切断が可能である。

ヘ） 水中溶接用チャンバー

パイプラインの補修時に溶接部を部分的にこのチャンバーを用いてドライにし、溶接ができるよう開発されたものである。600mmのパイプまで溶接できる。

3. むすび

コメックス社の技術開発はクネクソをはじめ海洋高等研究所や各石油会社と共に開発計画を組み、基礎実験から営業的な展開まで一貫して行っている。特に現在までにまゝこぼした陰にはクネクソの援助が大きい。

深海潜水技術の開発は高圧医学を基礎とするため基礎研究に多大の費用が必要であり、協同開発は基本理念となっていることを痛感した。また特に財政的な面で、石油開発会社の援助が開発に具体的目標をもたせ、積極性をあたえていることも見のがせないが、コメックスの若い体質が持つ海洋開発への果敢な姿勢こそ発展の最も重要な要素のように思えた。

さいごに今回の視察中に示された団長をはじめとする皆様方の温い御指導に対して心から感謝して本稿を終らせたいと思います。

6 フランスの海洋探査技術の一端について

高 橋 弘 治

(日本電気株式会社 電波応用事業部海洋開発室)

1. まえがき

海洋開発に対するとりくみ方について、米国の巨大な投資力を背景にした強力な技術開発に対応して、フランスの基礎科学を土台に地味ではあるが着実な、それでいてユニークな技術開発が比較に出されることが多い。

ここではフランスのボルドー市で開催された国際海洋開発会議・展示会ならびに各地で訪問した施設等を通じて得られた情報をもとに、フランスの海洋探査技術の開発状況の一端について、機器を中心に報告する。

2. 海中探査

海中探査への適用技術としては、光学利用と音響利用等いろいろのものが考えられる。この分野での技術開発については特に注目すべきものはなかったが、機器の国産化への努力がここ数年の間に強力に押し進められているように感ぜられた。

2.1 水中 TV

閉回路水中 TV は、ダイバー用、リモコン用等各種のものが開発実用化されている。展示会での THOMSON-SPIRO TECHNIQUE 社のダイバー用は、ビジコン利用の走査線 625 本の高分解能型で、使い易さの上で種々の考慮がはらわれている。この TV の特長の 1 つは、水深 100 m 迄使用できるカメラに装着可能な、9 cm × 12 cm のブラウン管を用いたビューファインダーが付属していることである。

水中でダイバーがカメラを目標に確実にむけるためには、このビューファインダーが是非必要であって、このような設計は恐らく現場での使用結果を充分にとり入れたものと思われた。

2.2 ソナー

水中物体の探知用として、SONIC と呼ばれる CTFM (連続波周波数変調送信) ソナーが THOMSON-CSF 社で開発されている。CTFM ソナーはその特性上単位時間当りの情報量が多く、高速首振りスキャニングが可能のため、障害物探知用として潜水船には必要不可欠の装置となっている。SONIC もこの目的で開発された

もので、水深 2,000 m まで使用できる。探知距離は 10 m から 1,500 m でエコーはブラウン管に PPI 表示される。

現在世界の大半の潜水艇に装備されているものは、米国 STRAZA 社のもので、フランスで建造されたダイビングソーサー、海軍のグリッホーにもこれが装備されており、SONIC は今後の需要に応ずるための国産化製品と思われた。

その他ソーナー関係で気のついた事は、曳航式受波器の開発が、海軍、民間共に進められており、水圧検知器と、これと連動したサーボ機構によって一定深度を曳航できる曳航体も発表されていた。

3. 海底探査

3.1 音響測深

ハードウェアについては特に新技術の開発情報は得られず、詳細については不明である。ボルドーで見学した海軍の測量調査船が使用していた測深機はすべて米国製のものであった。

音響測深の応用技術として SSEE 社から、海底地形を利用する測位のシステムが発表されている。これは対象海域の詳細水深測量データを計算機に記憶させておき、位置ぎめを必要とする船が測深しながら得られたデータを計算機のデータと比較することによって自分の位置を海底に対して決めようとする方式である。シミュレーション試験の結果では、水深 3,000 m で 5% の傾斜地での位置決め精度は、50~100 m のオーダーであるといっている。このシステムは、今後海底地形図が完備されれば、実用化される可能性を充分に持つものと考えら

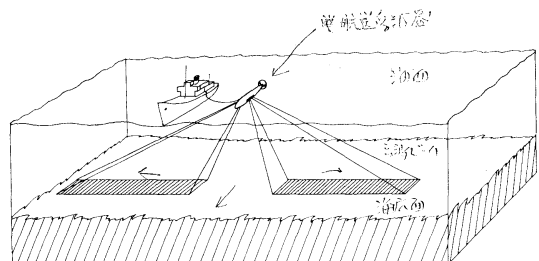


図-1 サイドスキャンソナーの模式図

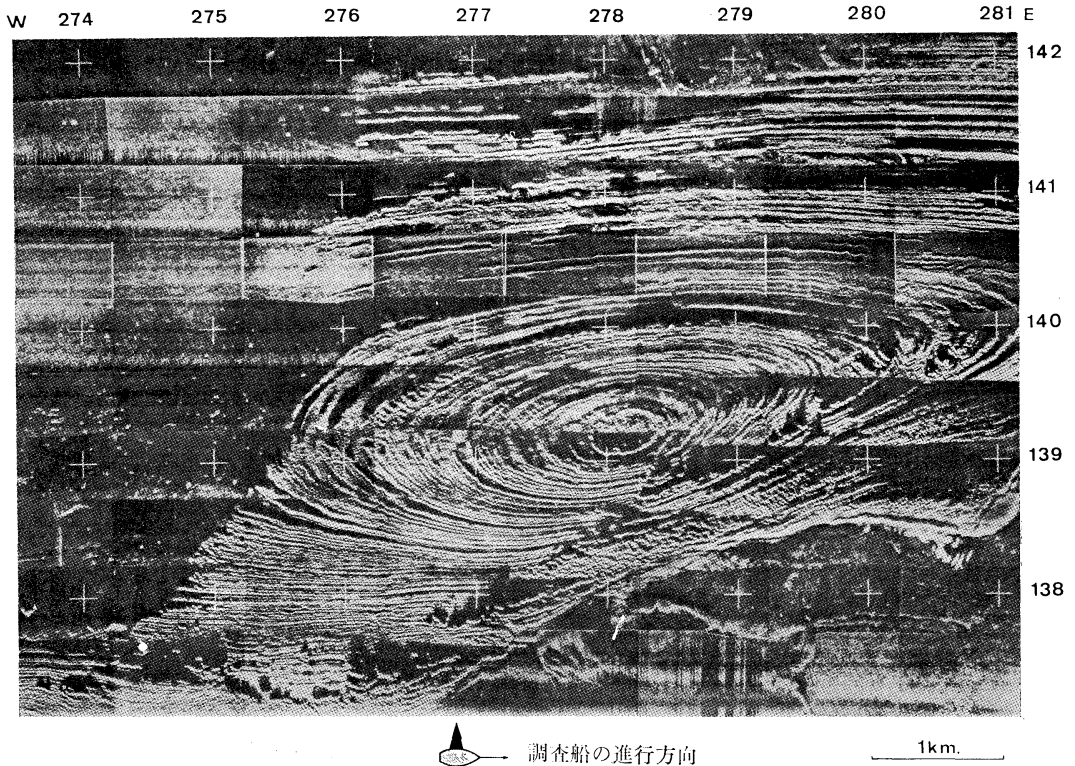


図-2 サイドルッキングソナーの記録例 (5km×8km の海底面の凹凸が表示されている)

れる。

3.2 海底面探査 (サイドルッキングソナー)

海底を音波で走査して二次元的な凹凸を調べる技術はかなり以前から考えられていた。フランスでは、IFP と、THOMSON 社がこれを開発し実用化している。IFP では1963年に開始された石油開発プロジェクトの成果として1967年に試作機を開発しており、周波数約 35 KHz を用いて、船の片側 750 m、両側で 1,500 m の海底面を走査して丁度空中写真の様な海底面図を得ている。1969年には得られた図の縦横比の歪の補正を写真に撮って、光学的に行なう方式を開発した。この結果、得られたモザイク図を集成して 8 km×5 km の海底のデータが得られるようになり、現在充分な実用期に入り、機器も IFP 付属のメーカーで生産される段階に至っている。THOMSON 社で開発中のものは、周波数 200 KHz を用いた高分解能のもので、沿岸での調査、および潜水船に装備することを目的にしているようである。

4. 海底探査

低周波の音波パルスを用いて海底下の地下構造を調査

する音波探査は、海底下の探査技術の主要な部分を占めるものである。この音波探査技術の開発は、最適な波形を有する音源の開発とあってよい。以下に報告する各種の音源方式はスパーカーを除いてすべてフランスで開発されたユニークなもので注目すべき点が多い。

4.1 電歪形広帯域送波器

海底下数 10 m 程度迄の探査には、数 KHz のパルス音波が用いられ、このための残響の少ない、切れあじのよい短パルスの発生機構が要求される。又探査に適した周波数で使用するため、使用周波数が可変な送波器が実現されると有用である。従来の超音波振動子は共振を利用しておるため、能率よく使用するためには単一周波数での使用しかできないのが普通である。モナコ海洋博物館と、THOMSON 社で開発した探査機に使用している送波器は、ピストン面の縦振動モードと屈曲振動モードの周波数をずらせ、これを組合せて広帯域化を計ったユニークな振動子である。この方式によって周波数 3.5~14 KHz の範囲で送波の感度差 ± 2.5 db で使用できるものが製品化された。

4.2 スパーカー

深深度の探査には、数 100 Hz 大勢力の音源が必要で、スパーカーは、全世界で使用されている音源方式の比較的多く使用されているものの一つである。フランスでは、SIG 社が各種の製品を作っており、出力で 18 ジュールから、133 K ジュールのものまでがある。133 K ジュールのは恐らく世界最大の規模と思われる。放電電圧は 18 KV で、6 秒おきに連続した発信が可能となっている。装置はエアコン付きのコンテナハウスに入っており、そのまま移動ができる。スパーカー方式は大エネルギーのものとなると、安全対策、その他について技術問題が多く、それを乗り越えて、このよな大規模なシステムを商業ベースに乗せた開発努力に対して敬意を表したい。

4.3 フレクソター (FLEXOTIR)

地震波の発生には古くから火薬が用いられていた。水中で爆発が起ると、発生したガス体による振動が残り、音波探査には好ましくない。この点を改良する目的で IFP はフレクソターと呼ぶ爆破方式を開発し、現在 13 隻以上の船で使用されている。これは船尾から、先に沢山の穴の明いた鉄球のついたホースを曳航し、このホースを通して火薬 (ダイナマイト 50 gr) を送りこみ、電気信管で着火爆破させるというものである。爆破は鉄のカゴの中で行なわれるため、発生ガスは穴から噴出時、エネルギーを吸収されて分散し、バブル共振が減少して波形がきれいになる特長を有する。又この方式であると爆破深度がいつも一定となるので後の信号処理も容易となる特長もあり、秀れた方式である。しかしいづれにしても火薬を扱う以上危険性はある、又漁業補償の問題もあり、他の非爆薬音源の開発が続けられるのは当然で、以下の新しい方式が出現するに至った。

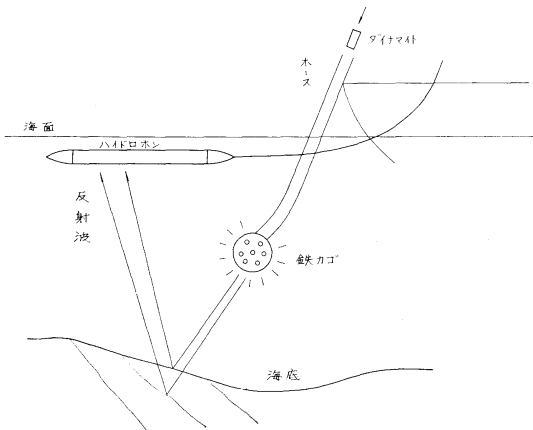


図-3 FLEXOTIR の原理

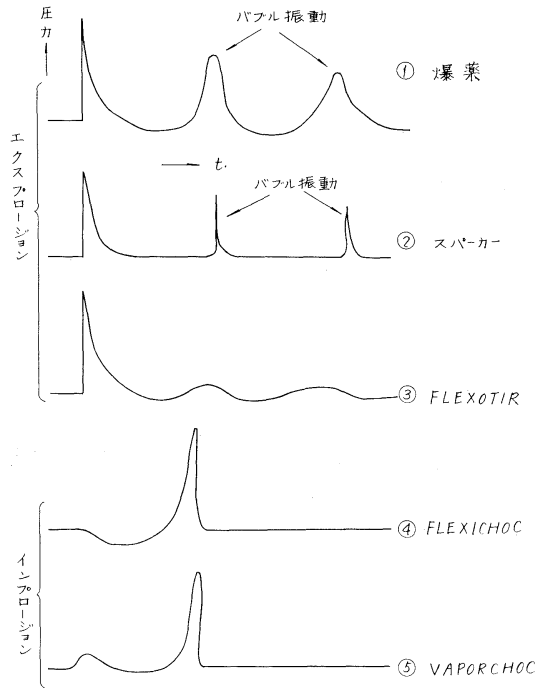


図-4 各方式音源の発生波形

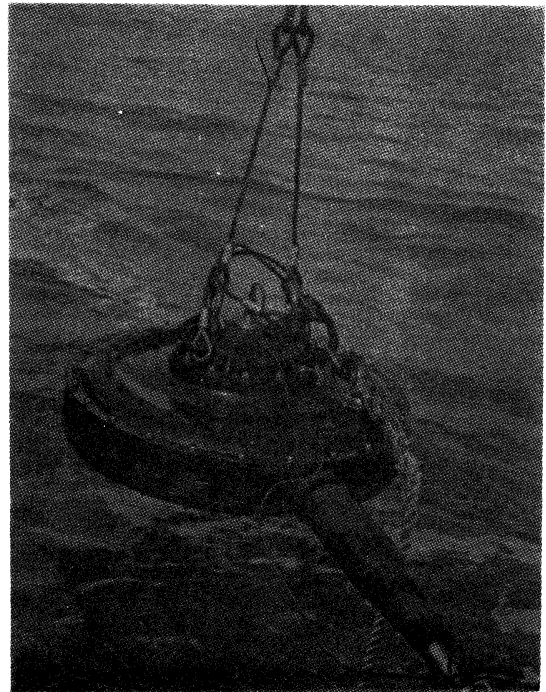


図-5 FLEXICHOC の外観構造
外径 1.47 m, 高さ 0.7 m, 重量 1.3 ton

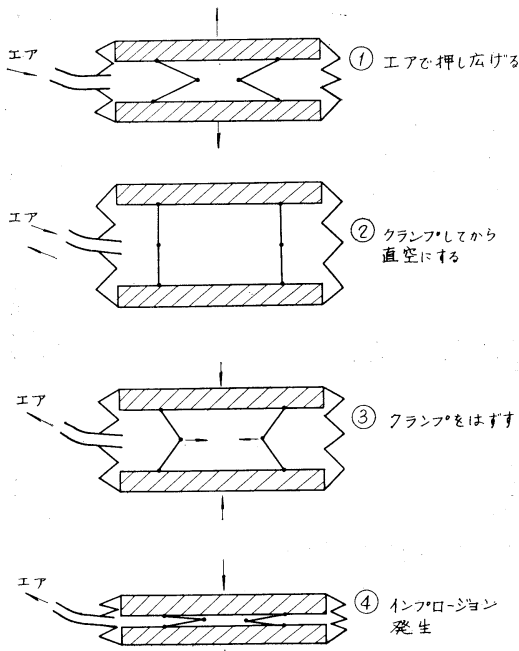


図-6 FLEXICHOC の動作原理

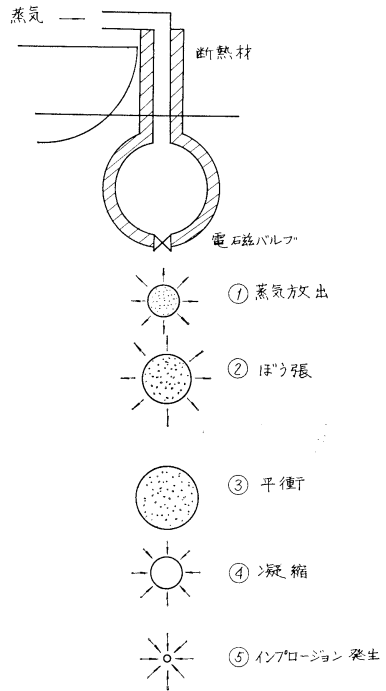


図-8 VAPORCHOC の動作原理

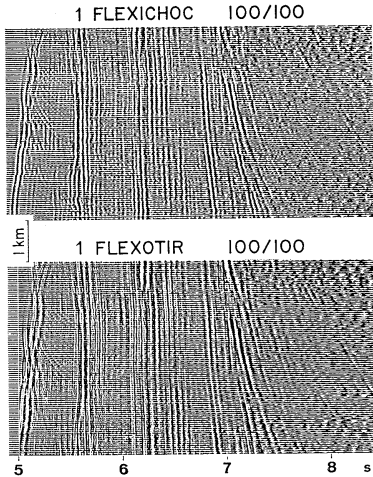


図-7 探査記録の例

4.4 フレクシヨック (FLEXICHOC)

パルス音波の発生という目的から考えると、中心から外へほう張するエクスプロージョンでなくても、始め空間があって、これが急激にしぼんでいって最後に零になり、この時の周囲の水のぶつかりで生ずるしょう撃を利用することも可能であって、数年前これをインプロージョンと呼んで学会で紹介された。フレクシヨックはこのインプロージョン方式のもので、類似の米国の方式に

比べて非常に秀れた方式である。音源は直径 1.4 m 重量 1.3 ton の円板状で、上と下の円板はフレキシブルゴムの周辺部を介して移動できるようになっている。この 2 枚の円板を船上のコンプレッサーで押し広げて機械的に一たんロックし、次に同じコンプレッサーの接続をかえて、2 枚の円板間のエアを吸引して真空にする。この状態で電磁マグネットで、円板を支えているロックをはずすと、円板は周囲の水圧によって押しされ、結果として最後にインプロージョンが発生する。この 1 サイクルの時間はほぼ 10 秒で、発生する音波の勢力は、50 gr ダイナマイトを用いたフレクソティーと同等以上である。この方式では駆動エネルギー源としてエアを使用するが、同じエアを使用するエアガンに比べ、30 気圧程度の低圧ですむので安全性が高く、発生波形もバブル振動がないので適しており、今後地震探査の有力な武器となるものと思われる。

4.5 ペーパーショック (VAPORCHOC)

フレクシヨックと相前後して CGG 社から発表された。インプロージョン方式の音源である。最初の空間を作るのに蒸気を用いようとするもので、水中に蒸気を放出すると蒸気バブルは冷却されて凝縮し、バブルは小さくなって最後にインプロージョンが発生する。その具体

的な装置の詳細は明らかにされていないが、実験的に行なわれた海上探査の結果では、フレクソティーに充分対抗できるものと判断された。フレクシショックのユニークなこともさることながら、このペーパーショックの着眼点のよさは、インプローションに対する基本的な要素の科学的な解明の結果によるものと考えられ、いかにもフランスにおける開発といった感じがする。

5. むすび

以上、今回の視察団の行動を通して得られたフランスの海洋探査技術の一端について御紹介したが、全体的に感じた事は、音波探査技術等で外国特許で押さえられているものに対しては、基本的な問題に立ちかえて新しいアイデアを求め、新技術を開発していこうとする姿の反面、米国で開発済みで国内に売込み中又は購入せざるを得なかったような機器については、できるだけ国産化し、最終的にはすべてを国産技術でまかなっていこうとする意図を感じることができた。

7. イギリスにおける水理学研究について

飯 田 茂 隆

(竹中工務店技術研究所主任研究員)

1. まえがき

今回の仏欧海洋開発事情調査団の訪問先のうち、ロンドンの Hydraulics Research Station (水理学研究所) について報告する。海洋開発はその対象が非常に多く、なかでも海洋資源の探査と採取に一番力をそそいでいるのが現状である。もちろんこれは工業面のことであり、水産関係では栽培漁業がさかんに行なわれようとしている。これらに比べると港湾関係や海浜の開発整備は海洋開発と直接関係がないように考えられがちである。ロンドンの水理学研究所を訪問して港湾、沿岸域の開発整備が重要であり、またその基礎研究が必要であり、海洋開発との関連についてその必要性を痛感した。以下水理学研究所の概要を述べてみたい。

2. 水理学研究所の概要

この研究所はロンドン市の西方約 60 km の Wallingford に在り、その周囲の環境は非常によい。研究所の所在場所としては申し分ない所である。当研究所は国立の研究機関であり海洋、漁業の研究には直接関係してはなくて、土木工学の分野の研究が大部分をしめている。研究所は二つの大きな任務を持っているといわれている。すなわち、自国および海外の土木水理学の分野における特殊な問題の研究調査を行なうことと、これらの研究を管理することである。次に研究所の年間予算は約 6 億円でこの金額は実質の研究費を示している。研究の内訳は基礎研究が 1/3、委託研究が 2/3 である。研究作業に従事している人員は約 140 名で全員国家公務員である。

3. 研究作業の範囲

当研究所での主な研究作業は Open Channel における水の流れの作用、特に土木工学において問題となる点を検討することである。すなわち、地表面に降った水が河川、放水路を下って海に流れ込むまでの問題である。これとは別に、水力発電所の計画、堰や放水路による流れの調整、河川や河口の水流の調整・制御、港湾の開発、海岸浸蝕の防止の研究がある。最近は発電所の Hot Water の問題についても検討を行なっている。これらの検討にはスケールモデルを使用している。なお、スケールモデルを用いる理由としては次のことがいわれている。流体機構の研究が進歩したにもかかわらず土木工学における水理学のプロジェクトで流れの条件の完全な理論的解析を行ないうることはむづかしい。そのためスケールモデルによって計画案に対する基礎的な情報を得るのである。

4. 研究施設

水理学研究所には特別な問題の調査や研究のためにいくつかの恒久施設がある。そのいくつかを紹介する。

i 主な実験室

水理学のモデルテストのために特にデザインされたもので、床面積は 13,000 m² で屋根をささえる柱 8 本で分割されている。輻射による暖房システムは屋根に設けられている。モデルの写真を撮るために天井にいくつかの架構が設けられている。さらに床はモデルの作成が容易にできるようにルーズに固められている。

ii 波の研究のための水槽

波の動きの研究のために4つの水槽があり、その面積は約 3,900 m² で潮汐、潮流、波の発生が可能である。これは港湾の設計のテスト、海浜に対する波の影響の研究、防波堤の研究に用いられる。

iii 用水路、タンク

これらは水理学研究者には必須の設備であり、当研究所には数多く用意されている。自由に傾けることのできる用水路の長さは 3.6 m~122 m、巾は 0.6 m~3.6 m である。4つの Channel には造波機が用意されている。さらにファンによって風による波の発生およびその影響のテストをすることもできる。流速計の校正のためのタンクも用意されている。

5. 作業の概要

当研究所での研究作業の主なものをあげると次のものがある。

i データの収集と評価

Field データの収集とその評価はモデル研究に必要なものであって、研究者が必要とするとき整理された正しいデータが供給できるようになっている。

ii 構造物の研究

水理問題において構造物は水の流れをコントロールするのに必要なものであり、これらの設計計画にあたってはスケールモデルによる計測が行なわれる。放水路、堰、水門などの構造物がよくテストされる。

iii 氾濫の問題

勾配の小さい川の下流域において洪水の見込みは上流域よりも大きくとられている。洪水は川を深くしたり、

広くしたりあるいは築堤、洪水防止用 Channel によって防ぐことができる。これらの検討を行なっている。

iv 沈澱物の移動

河川の研究、入江、海岸の工事において流水による沈澱物の輸送はよく問題にされる。この研究調査は当研究所でも最も力を入れているものの一つであり、基礎研究の多くはこれにあてられている。定常流や波の運動による沈澱物の輸送が検討されていた。この他に砂丘の形成や波紋の研究も進められている。沈澱物の移動の調査には放射性物質や蛍光性物質がトレーサーとして用いられている。これはフィールドにおいても使用されているようである。

v 波の Disturbance の問題と海浜

海浜に関して、この研究所では2つの研究課題をもっている。すなわち、一つは波の運動とその力学的な問題、他の一つは砂と砂利の移動に関係のあるものである。前者は波の影響下での岸壁や防波堤の検討、港の設計、船の係留の方法の検討、後者は海岸線の侵食、砂丘の形成などについての検討が行なわれている。

6. むすび

以上のように波浪の問題、河川の問題、岸壁、防波堤の設計など港湾問題、さらに最近では河川から海への汚水の流入の問題などをスケールモデルを用いて実際面からの検討を行ない、理論と合せて問題解決を進めている点は感心した。我が国においてもやがてこのような実験を行なう時期が来ると思うが、そのときの参考になったと思う。海岸に近い場所での海洋開発、特に土木工事の関係ではこのような実験の必要性を痛感した。

8. イギリス国立科学研究所 (NPL) 船舶部門の概要

寺 田 邦 夫

(三菱重工業株式会社 神戸研究所)

1. まえがき

3月23日 Wallingford の水理研究所 (Hydraulics Research Station) の訪問に引き続き、Heathron 空港の近くにある NPL Ship Division を訪問した。

本 Division の概要を述べる前に、国立科学研究所 (The National Physical Laboratory—NPL) について

簡単に述べる。

NPL は 1900 年に設立され、理論と実際との橋渡しの役目を遂行することにより科学技術の工業化、商業化に貢献することを目標として、今日まで発展を続けてきている。

本部は Teddington (Ship Division と同じ地区—Middlesex) にあり、Ship Division 以外の部門はここ

表-1 The National Physical Laboratory (NPL) の研究部門

Measurement Group
◦ Metrology Centre
◦ Division of Quantum Metrology
◦ Division of Electrical Science
◦ Division of Optical Metrology
◦ Division of Radiation Science
Material Group
◦ Division of Chemical Standards
◦ Division of Inorganic and Metallic Structure
◦ Division of Materials Applications
Engineering Sciences Group
◦ Aerodynamics Division
◦ <u>Ship Division</u>
◦ NPL Hovercraft Unit
◦ Division of Computer Science
◦ Division of Numerical and Applied Mathematics
◦ Central Computer Unit
Administration

にある。表-1 に示すように3グループ、14 部門から成り、約 1,600 名の陣容を有している。

我々の訪問した Ship Division は NPL の一部門であり、大型各種水槽の建設を契機に十数年前に現在地 Feltham に本拠地を構えた。造船の流体力学関係者、いわゆる“水屋さん”のメッカとさえ言われている。

以下、Ship Division の概要につき、我々の見聞した範囲内で述べる。我々一行を案内してくれたのは、船体運動を主に研究している若き造船技術者 Dr. G. R. G. Lewison 氏である。

2. 研究所の所在地

Faggs Road, Feltham, Middlesex (London 郊外 Heathrow 空港の近くに在り、NPL 本部のある Teddington の近く) に所在する。

3. 概 要

英国の船主・造船所に対し、流体力学上の助言を与え、船舶及び他の海上乗物の改良に資することを基本的な目的としている。

本 Division の 1/3 の研究は民間の委託研究であり、研究費をとって実施しており、年間約 £ 100,000 (1 億円) に達している。あとの 2/3 の研究は国家予算によるもので、Division 自体の研究計画に沿って推進しており、この研究結果は公表している。

なお、Teddington にある他の Division の研究はほと

んどが国家予算である。

本 Division では主に次の4つの分野の仕事を行なっている。

(1) 計画中の船の改良と性能評価を行なうためのサービスを船主・造船所に対して行なう。

(2) 企業・国家機関と連携を保ちつつ、船の設計操船に重要な流体力学の問題の研究計画を立案し遂行する。

(3) 船の流体力学上の問題点について政府機関等に助言を与える。また、水槽模型実験の国際的共同研究を行なう。

(4) 船舶以外の海洋構造物等に関係のある研究のために、政府機関、会社に対し実験設備を提供する。さらに、仕事の内容を専門分野別に分類すると次のとおりである。

(1) Resistance and Propulsion of Ships

イ、船体表面に作用する推進抵抗の研究
ロ、造波抵抗の研究

ハ、実験データの解析、船型、プロペラ形状の図式化等に対するコンピュータの応用

(2) Ship Motions

イ、Stabilizer の研究
ロ、波浪中の船体運動の研究
ハ、船の操縦性の研究

(3) Hydroelasticity and Vibration

イ、船体振動、減衰の研究
ロ、ハイドロフォイルの振動の研究

(4) Marine Propulsion Devices

イ、推進機器、操縦機器の研究

(5) High Speed Marine Craft

イ、高速艇、ホーククラフトの流体力学的研究

(6) Ship Designs and Estimates

イ、新船型の開発
ロ、代表船型設計に対する流体力学的データの取りまとめ
ハ、実船と模型船との相関関係の研究

(7) Instrumentation—Electronic, Mechanical

イ、模型実験のための各種装置の設計、製作

(8) Industrial Hydrodynamics

イ、流体力学の問題の委託研究

4. 研究所の陣容

総数約 160 名でその内訳は次のとおり

Scientist 20 名

Experimenter	40 名
Work Shop	80 名
Office Staff	20 名

この他に他部門から約 40 名ばかり派遣されている。

5. 試験装置

主な設備は次のとおりである。(図-1 参照)

(1) 模型製作工場 (Ship Model Manufacture)

船型模型を作る木工場と、プロペラ模型、実験装置等を作る機械工場がある。全体に相当大規模な工場のように見受けられた。

機械工場は採光がよく、精密機械がずらりと並んでおり、高速コンテナ船用のプロペラを製作していた。実験装置はほとんどここで内作しているとのことである。

木工場では超大型タンカ (40 万 DW) の模型を製作中であつた。この模型は AEW (Administration Experiment Works) で使用するものとのことであつた。英国各研究所水槽の模型製作も行なっている。

NC の模型船削成機が 1 台あり、やはり大型タンカの模型を加工中であつた。この機械は W.L. (Water Line) の形状を切削するものである。

ここで作っている模型は木製、ワックス製 (長さ 12 m の模型を製作していた)、及びポリウレタンフォーム製 (最大長さ 4.5 m) の 3 種である。

(2) 操縦性試験水槽 (Manoeuvring Tank)

長さ 30 m、幅 30 m、深さ 2.4 m の大きさの角水槽で屋内にあり、片面に Plunger 型の造波機が設置され、不規則波の発生も可能である。最大波高 300 mm、波長 2~10m の波が発生できる。

超音波位置測定器 (Soner Position) を有し、これで船

を追跡し航路を自動的に記録できるようになっている。

船の操縦は操縦塔より行ない、4 チャンネルの無線操縦装置がある。1 チャンネルはプロペラ回転数制御、1 チャンネルは操舵機の制御、他の 2 チャンネルは計測用を使用し、計測量は電波で記録室に送られる。また天井よりカメラで撮影できるようになっている。

当日はコンテナ船の模型 (L=4 m) の操縦性試験を行っていた。

(3) 曳航水槽 (Towing Tank)

NPL にある 3 つの Towing Tank の内、ここ Feltham にある No. 3 Tank は最新・最大のテストタンクである。本タンクは 1952 年に Feltham に建設することが決まり、1959 年に完成したものである。

主要仕様は次のとおりである。

水槽の大きさ:	長さ	396 m (1,300 ft)
	幅	14.6 m (48 ft)
	深さ	7.6 m (25 ft)
曳引車:	型式	トラス式, 300 ps×4 台の電動機で駆動
造波機:	型	Plunger 型
	最大波長	12.2 m
	最大波高	610 mm (於最大波長)
	最小波長	1.52 m
	最小波高	152 mm

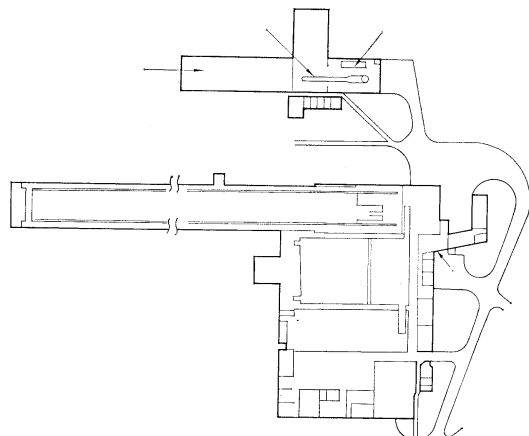


図-1 NPL Ship Division の設備概略図

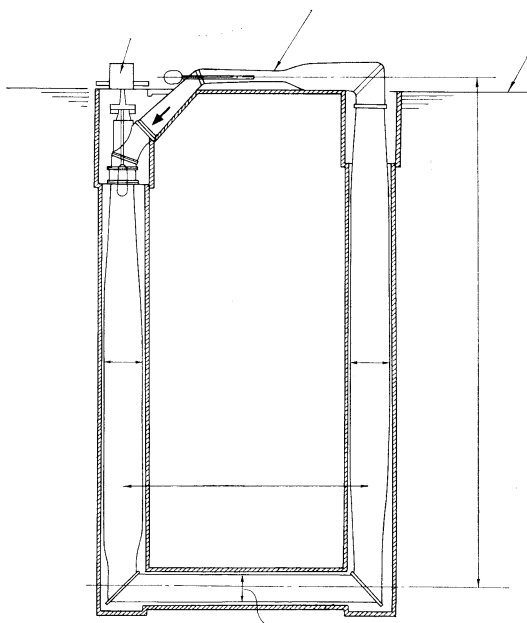


図-2 No. 2 Cavitation Tunnel の概略

水槽両側の側面消波板は油圧装置で自動昇降可能であり、約 20 m 毎に Actuator が取付けられている。

曳引車の制動装置は3段で先ず電気制動、油圧ブレーキ、最後に油圧スプリングによる緩衝装置が取付けられている。

当日は、ホーバクラフトの波浪中における自航テストを実施しており、我々一行も曳引車に塔乗させてもらいその実験状況を見学した。

(4) 空洞試験水槽 (Cavitation Tunnel)

No. 1, No. 2 の2つの Cavitation Tunnel がある。No. 1 Tunnel は Lithgow Tunnel として古くからある小型のものである。

No. 2 Tunnel はよく知られている大型の試験装置であり、その主要仕様は次のとおりであり概略を 図-2 に示す。

Test Section	1.2 m ϕ (44 in)
Max. Velocity	16 m/sec (50 feet/sec)
Max. Pressure	6 kg/cm ²
Model Screw Dia.	305 mm ϕ ~610 mm ϕ
Head	55 m (180 ft)

当日は大型船の操縦性向上のための新しいアイディアである JET FLAT RUDDER (Rudder の内部よりジェット流を吐出させ舵の利きをよくする) の実験準備を行っていた。

(5) 回流水槽 (Circulating Water Channel)

計画・建設に6年の歳月と6億円を費し、1967年に完成したヨーロッパ最大の回流水槽である。本水槽の近くに小型の水槽 (Test Section 0.5 m 口位のもの) があり、これで種々の試験を行ない、この結果にもとづいて大型の水槽が建設された。

主要仕様

型式	;	水平面内回流型
Test Section 幅	;	3.66 m (12 ft)
深さ	;	4.04 m (13 ft 3 in)
長さ	;	17.68 m (58 ft)
水流	;	3.05 m/sec at 27 m ³ /sec (2,300 HP のモータでポンプ稼動)

Test Section の底面は油圧で上下できるようになっており、水深は可変である。両側・底面に観測窓があり試験中の模様は水中テレビカメラでモニターできるようになっている。

当日は特に実施中の試験はなかったが、我々のために本水槽を運転し、水の流れの模様をテレビで観せてくれた。

6. その他

Ship Division での実験データ、各種解析のためのインプットデータは Teddington の NPL 本部にある大型コンピュータに電送され、解析結果がプリントアウトされるようになっている。

この研究所は設立が10数年前とまだ新しいこともあるが、明るく清潔で各機器の手入れ、整備が非常に行きとどいている感じがした。

6. むすび

見学に先立ち、所内の写真撮影は速慮されたいとのことで、カメラは事務所に預けさせられた。これは同所が民間からの委託研究をも実施しているのでこれらの企業の秘密保持の関係からとの説明であった。

約2時間半にわたる同所の見学を終え、夕刻 Lewison 氏等の見送りを受け辞した。

我々一行の中には同所に関係のある業務に携わっている者はおらず、内容の詳細について理解することはできなかったが、海洋開発の一分野である造船工学 (我国ではまだこのようには理解されていないようであるが…) 関係の研究の一端を知ることができ有意義であった。

今後、海洋開発に関連する流体力学上の問題解決に際し、ここ Ship Division で行なっていた研究、実験方法、設備など今回見聞した知識を大いに役立たせることができると思う。

なお、筆者は同所で行なわれているような流体力学の分野には素人であり、国内の同種研究施設についても十分知識がないので、専門家の目からみたら随分と粗雑な内容であろうが、その辺は事情御賢察の上御容赦願いたい。

9. ヨーロッパの港湾施設について

小林 秀 造 土 肥 稔 大 内 一 憲
 (大成建設株式会社技術研究所) (大成建設株式会社) (中川防触株式会社)

I 今回のボルドーでの会議の大きな特色の 1 つとしては、はじめて港湾関係の問題が会議の議題として 5 テーマの内第 1 テーマ「沿岸地帯の工業開発」として採り上げられ、又展示会に参加したことが挙げられる。これは海洋開発が今や初期的段階がら社会施設へと末広がり発展した好ましい結果と考えられる。

A 発表、展示のあった港は、ロッテルダム港、ダンケルク港、コペンハーゲン港、マルセユ港、ハーバ港、ローエン港

B 港湾問題が採り上げられた背景としては、世界貿易量の拡大(下記)によるもので、特に EEC の誕生を始め、経済構造の変革をすすめている先進国においては港湾整備が急務となっているからである。

貿易量		1,200 億ドル
伸び率	世界	11.3 %
	日本	17.0 %

その結果

1. 港湾施設の量的不足
2. 人手不足と施設における新技術の登場
3. 海上輸送(コンテナ, タンカー, 特定物資運搬船, バージライン, カーフェリー)及び陸上輸送(高速道路の普及, トラックターミナル, トラックの大型化)の進歩に比較して、その接点である港湾は本質において立ち遅れている。
4. 加工, 保管, 包装, コンテナ化, コールドチェーン, 輸送品目の変化, パイプライン等流通問題がその本質において変化している。
5. コンビナート等の出現によって加工と流通の一体化による付加価値の増加を求める新しい形態の港が必要となった。
6. 航行中の船舶, コンビナート, 港湾による海洋汚染への対策。
7. 港湾施設の巨大化, 特殊化に伴う自然保護, 住民の環境保全対策等都市計画上の問題がある。

II 我が国の現況

昭和45年度の海上保安庁の白書によれば日本の全港湾

に入港する 100 t 以上の船舶は 43 年度で 277 万隻、10 年間に 3.2 倍(東京湾, 伊勢湾, 瀬戸内海の 3 海域では 4.1 倍)に増え、10,000 t 以上は 7.2 倍(3 海域では 7.4 倍)とすさまじい増え方で、特に浦賀水道についてみるとタンカーから艀まで大小取り混ぜて 1 日約 770 隻が通過している状態である。中でも石油の海上輸送が大幅に増加し、油類の貨物取扱量は、43 年には 33 年の 8 倍にもなっている。その上、船舶が大型化して運動性能が低下し、狭い水路や港湾内での衝突事故の危険が増大している。このような事態に対処するには、船舶の運航を規制したり指導したりしようとするわけであるが、実際には、このような段階はすぎ、船があるから港が必要というような旧来の概念にとらわれない新しい提案が望まれる。

III ロッテルダム港の視察報告

1. ロッテルダムはすべての面にわたってオランダの象徴であり、そこにはオランダ人の気質、技術、国土条件等すべてが集約化されている。しかもオランダは歴史的にヨーロッパの玄関で、ヨーロッパ大陸の人口の 40 %、1 億 5,000 万人がライン川河口を中心として半径 600 km(東京、大阪間の距離に相当)の圏内にあり、ライン川は西ヨーロッパの水路の幹線である。このライン川が海に流れ出る地域にオランダがあり、ロッテルダム、アントワープ、アムステルダム港が出来、ヨーロッパ大陸の海上輸送の 31 % をまかなっている。ロッテルダム市はユーロポート、ボトレクのコンビナート、ロッテルダム港、市街よりなっている。

2. ロッテルダム港

第 2 次世界大戦中ドイツ空軍の爆撃にあって徹底的に破壊された。戦後急速に復興発展し、現在ではニューヨーク港をしのいで世界第 1 の港として世界の海運界の重要な位置を占めている。1961 年に入港した外航船は 25,000 隻、内航船は 25 隻を数え、乗客数 60 万人、取扱貨物量 9,000 万 t に及んでいる。この様な大発展を遂げた理由として

- (1) ミューズ、マイン、モーゼル、ネッカー、ライン上流などの諸河川の運河化が完成し、内陸水運への要衝

としてのロッテルダム港の地位が益々高まったこと。

- (2) ヨーロッパという大市場のほぼ中心に位置していること。
- (3) 政情が安定し、労働力の不安もなく、資金も近隣諸国に比べて低かったこと。
- (4) 英米を主とした外国資本の進出が大きかったこと。
- (5) 港の荷役設備が優れていること。
- (6) 85,000t級タンカーの入港に十分な水深があること。等である。ロッテルダム港は、ロッテルダム市のポートオーソリティによって管理運営されている。

1930年代の経済恐慌後、ロッテルダムは中継貿易から加工貿易へと転身し、原油を精製することを手始めにロッテルダム港の工業化を考え、その郊外ポトレクに一大石油工業地帯を建設した。年間精製能力 1,500 万 t のシェル石油をはじめカルテックス、エッソ等の精油所が集中し、全精製能力は年間 2,500 万 t にのぼり、現在ヨーロッパ第 1 の規模を誇っている。

ロッテルダム港は、諸施設に310隻の船舶を碇泊させることができる。9 万 t 級タンカー船の荷役を24時間で終了して出航することもできる。航路は本船航路 25,000 m (水深 6~15 m)、内陸航路 18,000 m (水深 4 m) である。そして 411 基のクレーン、30基のガントリークレーンが林立している。また現在バース数は 175 である。さらに容量 425,000 t の乾ドック、上屋床面積 65 万 m²、野積場 100 万 m²、冷蔵上屋 18,600 m²、引船 180 隻、コンテナターミナル埠頭 19、コンテナ方式長さ 500 m² 等がある。1956年には世界で最も広いレーダーパイロットシステムが完成した。このため濃霧の時でも安全な航行が可能となった。なお航路水深は 6~15 m で、干満差は 1.7~1.8 である。最近の入港船隻数及び取扱貨物量などは次表のとおりである。

年	入港船隻数	入港船総トン数	取扱貨物量 単位 100 トン
1960	24,344	56,912	83,405
1961	24,553	58,532	90,141
1962	25,636	63,746	96,632
1963	26,351	67,043	103,000(見込み)

ロッテルダム港の管理運営の仕方に特長がある。

- a) 河川及び運河は中央政府の管轄下で港湾として掘りこんだ箇所はすべてロッテルダム市で建設し管理している。
- b) 河川の維持浚渫は中央政府が実施するが、改良工事(水深増、拡幅等)はロッテルダム市で行なっている。
- c) 港湾の管理は公共事業局 (Department of Public

Works) が行なっている。公共事業局は、港湾以外の道路、橋梁などの管理もあわせて行なっている。

- d) 港湾予算は年間 6,000 万~8,000 万ギルダーで、ロッテルダム市の全予算 45,000 万~50,000 万ギルダーの 13~16% を占めている。これに対する収支は、別表のとおりで、収支のバランスは、公債発行と市の納税に対する一部割り戻し(平衡交付金)によってまかなっている。

収 入		支 出 (1ギルダー: 100円)	
岸壁使用料	3,000万 ^{ギルダー}	公債利子	1,700万 ^{ギルダー}
入港料	400万 "	原価償却	1,200万 "
土地使用料	1,100万 "	港湾維持費	1,500万 "
公債		人件費	800万 "
その他		その他	

- e) 港湾管理者は土地、岸壁、水面、クレーン (全体の 40%)、倉庫、臨港鉄道、臨港道路を所有している。クレーンの 425 基の内 40% をロッテルダム市が所有しているのは車用を防ぐためである。
- f) 私企業は荷役作業、引船、輸送、通信、船舶代理業務、上屋の経営などの業務を行なっている。
- g) 土地は25年契約で1ヘクタール当り年間 9,000 ギルダーで貸与し、期限がくれば原形に復して返還することになっている。これは遊休施設ができないための考え方である。
- h) 市所有施設の管理運営業務に対する規制は中央政府が物価審議会のようなもので審議して決定している。民間企業に対しても同様である。
- i) 公債発行に対しては限度がある。しかし現在までは長期計画通り実施されている。
- j) 災害が起こった場合は政府で復旧する。油に対する汚染に対しては各会社で後始末をさせ罰金も徴収される。
- k) ドルフィン使用に対しては全部使用料をとっている。
- l) 貨物輸送のルートはバージ 90%、鉄道 5%、トラック、5% となっている。又、ルール地方、スイス地方への貨物が多いので、中継貨物も多い。
- m) ライン河はドイツ、スイス、ルクセンブルグなど各国を通過しているが、1869年の条約によってこの河は自由に航行できるようになった。各国が河川の汚濁防止に努力しなければ、下流に位置するオランダが最もその害を受けることになる。従って流域の各国間で河川汚濁防止対策が常に考えられている。

3. ロッテルダム港の港湾構造物の現況

- a) 現在建設中のペアトリックス王女港は水深 10.8 m, 岸壁延長 3 km で、一般雑貨を取扱い、1 バース当りの取扱貨物量としては年間 800 t/m を考えている。
- b) ワール港第 1 棧橋 (Waal Haven Pier) のエプロン幅及び上屋の幅は、エプロン幅北側 30 m, 南側 25 m, 上屋の幅北側 20 m, 南側 35 m であり、上屋は 1 階建てで水平引込式起重機を岩壁 50 m 当り 1 基の割合で敷設している。またピアの幅は建設位置及び貸借入の特別の要求によって定められている。

管理者所有の埠頭を私企業に貸与する場合の契約条項と使用料については、完全な上屋が貸与される場合は、普通 1 年間で 1 ヶ月当りの使用料は 1.90~2.25 ギルダー/1 m² である。(バースの使用料も含む) 油による港内汚濁の防止規則としてはロッテルダム港湾規則があり、その内規の中に油防止規則がある。これは油による港内汚濁防止のための特別な施設が設けられ、汚れものは岸の方へ運ばれ、そこで私企業が処理している。(例:陸上又は海上のタンカークリーニングによって)、油による汚濁は油清浄会社などによって注意深く研究されている。シエルは最近汙過機を造りだし、又港湾管理者はユーロポートにおける油防止策を考案中である。コンテナ輸送は現在限られているが、将来は増加の傾向にある。港湾管理者は、将来の可能性に対して電車に見合うように準備している。

IV ユーロポート計画

ロッテルダムの石油工業に一つの転機を与えたのが、スエズ運河の動乱によってもたらされたタンカーの大型化である。したがって世界の諸港はその水深を深めることに努めるようになった。そこでロッテルダムは新しい港湾の建設にその活路を見出すことになった。

世界の石油消費量は将来年率 7.5% の割合で伸びるといわれている。石油精製工業もこの割合で拡張してゆかねばならないことになる。しかし現在のロッテルダム港は水深の点からも、石油精製の関連産業である石油化学工業、合成化学工業発展のため、他に一大港湾の建設が必要となった。これがいわゆる「ユーロポート」の構想

で、ロッテルダム市はボトレクにおける港湾造成計画の完了に先立ちフックファンホルランドの対岸ローゼンブルグの先端にもう一つの港湾造成計画を打ちだした。この計画は 1957 年 11 月 28 日ロッテルダム市評議会において全会一致で採択され、1958 年 6 月 11 日起工された。1960 年 8 月にこのユーロポートに最初の水を流水し、12 月にスウェーデンのタンカーがユーロポート入港第 1 号船として延長 210 m の埠頭バースに入った。

この広大なユーロポートの建設には総工費約 7 億ギルダーが見積もられており、完成は 1970 年代の後半と予定されているが、現在その約 50% が完了し、開発された工場用地にはシエル、カルテックス、エッソ等の石油会社の諸施設が既に設けられている。完成後のユーロポートは北海に直結し、吃水 15 m の 10 万~13 万重量 t のタンカーが自由に入港できる 400 ヘクタールの港湾、220 ヘクタールの賃貸用工業用地、計 1,550 ヘクタールもの巨大な港となる。(ボトレク地区は 830 ヘクタール)超大型タンカーにより輸入される原油はパイプラインにより、ボトレク、ペルニス地帯のシエル、エッソ、カルテックス等の製油所に送られて精製された後、1960 年に完成したライン・パイプラインを通してドイツの工業ヒンターランドに輸送されることになる。このパイプラインの輸送能力は当初は年間 850 万 t であったが、ポンプステーションの増設により 2,000 万 t までの能力の向上が見込まれている。ユーロポートの工業用地は契約最低期間 25 年、1 ヘクタール当り年額約 9,000 ギルダーで貸与されるが、現在すでに 400 ヘクタールが契約済みであり、残りも目下交渉が進行中である。1960 年にシエル化学が合成ゴム工場、1961 年にはイタリアのモンテカチーニ社がポリプロピレン工場の建設に着手し、イギリスの帝国化学も総工費約 10 億ギルダーで今後 10 年間に一大石油化学工場を建設する計画を発表している。又オランダ政府は、この地帯に銹鋼一貫工場、中継貿易用の倉庫、貯蔵所(銹石及び原油用)の設立を計画中であり、これらがすべて実現したらユーロポートはヨーロッパの玄関口となる。

10. ヨーロッパで見た海洋観測機器について

小林 五郎

(沖電気工業株式会社)

1. はじめに

海洋開発の直接目的と考えられる海洋資源の開発, 海洋スペースの利用等を実行するに際しては, まず海洋の状況を知らなければならない。

又海洋でのあらゆる行動, すなわちダイバー, 船の運行, 構造物の建設, 機械装置の運転等には計測装置は必要欠くべからざるものであると言える。

さらに通常の船舶の運行の安全上海洋気象の観測, それによる予測, さらに全地球的気象観測の一環としての海洋観測もきわめて重要なものである。

これら計測装置においては一般にテレメータ装置, 情報処理装置との組合せによって初めて完全に目的を達することが多い。

海洋観測システムと地上での観測システムとの大きな違いは, センサーとそれからのデータの伝送, さらに機器の海洋での設置法にあると言える。

又これら装置の環境に対する耐久性も重要である。

この様な観点から見る様に勉めたのであるが, ごく限られた一端しか見てないと思う。

なお, 地震探鉱等については別稿にあるので省略した。

なお, 論文発表の内容については時間の関係から割愛し, センサーとブイに限定して述べる。

2. センサー

(1) GEOMECHANIQUE 社はハイドロフォン3種を出品していた。

その特長は低周波特性が 3 Hz まで下り, 感度大でプリアンプ不要と言う。

このエレメントを用いて STREAMER を出している。これは前記ハイドロフォンエレメントを 30~100 程組込んだもので, 頭部の重りと船速で深度が決定する。外径 51 mm のなめらかなチューブに入っているので TOWING NOISE が少なくなっている。

(2) THOMSON CSF 社はマーカとダイバー用受信機を出していた。マーカは発振周波数 38 KHz と 25 KHz とがあり, 指向性は垂直方向は無指向性, 水平方向は約 190 度にわたりほぼ一様である。深度は 200 mm までで, 寿命は 1 ヶ月となっている。

受信機は長さ 390 mm 径 50 mm の棒状で, 一端に 2 つのランプ, 他端に 2 つのセンサーがある。センサーが正しく音源に向っているときランプは消灯し, かたよっているとき, その方向のランプが点灯することによって方向判定ができる。使用距離は 700 m までである。

ダイバー用ポータブルソーナはアクティブとパッシブ共用に使える。上部にコンパスがあり, 前面に送受波器があり円筒状である。

アクティブのとき, 時間に対し直線的に変化する周波数変調音波, 50~90 KHz を出し, 反射波の受信出力と送信波とのビート音 250 Hz~2,500 Hz をレシーバで聞き, 距離の判定をする。方向はソーナの指向性 9 度を利用してダイバーが本器の向きを変えたときの可聴音のレベルで判定する。

距離は 2~22 m, 20~90 m, 60~200 m の 3 レンジに分けて用いる。

パッシブのとき, ソノブイ, マーカ等の発音体により位置を決める。ブイは 38 ± 2 KHz の音を出している。距離 1,200 m, 深さ 100 m 内で使用できる。動作時間は 25 H である。

(3) SEP 社 TONGA 2, 3

これは大陸棚内での S.T.D. センサーで 0~50 m 0~300 m で用いる。(S は電導度による)

測深機 (バチメータ) は CNEXO によりバチスカーフ “アルキメデス” のために設計されたものである。

(4) IFP 社 FLEXICHOC

これは機械式パルス発振器で, 圧縮空気の手で平行に開かれた 2 枚の面を持つ水密容器の内部にあるクランプバネが 2 枚の板を固定する。その後内部の空気が減圧される。次に内部の電磁コイルに電流を流してクランプをはずすと, 水圧により 2 枚の板は急激に圧縮されるので海中に減圧パルスが発せられる。パルスは一発しか出ないことが特長である。従って海底探査用音源としてすぐれている。周波数スペクトラムは大体 10 Hz~60 Hz の間に 30 Hz を山として分布している。

SIDE LOOKING SONAR

これは GEOMECHANIQUE 社が製品化している魚形で曳航しながら両側の信号を検出する様になっている。

レンジは 1,500 m, 750 m, 375 m で最大カバー面積 10平方マイル/時 スピード 10 ノット, 指向角 2度—10°—30度, 1.5度—20度, 周波数 3 KHz, 2 KHz

フィッシュ長 4.3 m, 3.5 m

〃 径 50×90 (ダ円), 50 cm

〃 重量 1,000 kg, 450 kg

深度 2,000 m

(5) TELEMAC

この社は大構造物用を目標とした歪計, 温度計, 張力計, 圧力計等である。

方式は振動紋の発振周波数が計測量の変化によって変る様に設計されている。

テレメータを併用しメカニカルコンパレータ又は電子カウンタにより表示をする。

この方式はすでに数10年前フランスで考案されたものである。

(6) PLESSEY ELECTRONICS

音速計は送受波器と反射板との間を短い音響パルスが往復する時間から算出する超音波式である。

本器は25ノットで曳いても精度が落ちないという。

流速計には直読式と磁気テープ記録式がある。

プロペラの構造に特長がみられる。その軸受構造(ナロンベアリング)のため 0.10 ft/sec から回転する。

出力はリードスイッチの接点パルスによっている。

方向は油づけコンパスの針を電磁石でクランプし抵抗板と接触させる。このときの抵抗値から読取る様になっている。

記録式は80日間 1/4 テープに 55,000 データ記録できる。通常流向流速であるが他のセンサーを付けて毎10分ごと 4項目まで記録できる。又トランスデューサを付けてテレメータとし, モニター又は繫留索が切れたとき探すのに用いることもできる。

ケースはステンレスを用いている。

音速/深度データ収集システムは深度 600 m までの深さに対する音速データを XY レコーダに表示し, 又はデジタルに記録できる。信号は周波数変化として船上に送られる。海水温度計は深度と温度の関係を測定するもので 460 m までのプロファイルを 90秒以内に測れる。

弾道形ブルーブに入ったサーミスタがスプールに巻かれた細線に結ばれて船尾から落される。線の他端は第2

のスプールに回かれ金属容器に入っている。船が動くときこのワイヤーがほどかれる。計測ブルーブの鼻先に重りが付いていてランチャーから一定速度で安定に落下するので深さは直接時間スケールで読取れる。460 m をすぎると海底に沈んでしまう。

タイミングピンガーは長さ 1,300 径 300 mm の円筒で外側にパーメンジュールのリング状トランスミッターが付いている。10 KHz/ms のパルスを 1 秒間隔で出している。寿命は 40 H で最大深度 6,000 m まで使用できる。

(7) AEROWATT 社

風速計

外形円筒形のブルーブの下端が強弾性の膜に固定されている。

円筒の表面は縦じままで面が荒れているので, 風速 0.5 ~ 56 m/s まではマサツ係数が一定である。膜にはモーターが働き, これを 2 軸方向に分けてキャパシティブセンサーにより変位を測り風速表示とする。

(8) BERGEN NAUTICK

この会社は機械工作が強く, 機械式流速計を作っている。

メッセージワイヤを引くとスズ膜に流速が記録されるものである。

他の形は流速と流向, 時間, 深さを電気出力とするもので, 流速は接点パルス, 深さ, 方向はポテンショメータによっている。

方向の安定性はベーンによっている。

(9) NUS 社(米)

このセンサーは音速, 深度, 温度, 電導度, 溶存酸素用で全て周波数アナログ方式に統一されている。

又各センサーを機械的に結び合わせてマルチセンサーパッケージにできる様設計されている。デジタルデータロガーはモジュール化されている。「電源並に時計」「シグナルコンディショナー」「スケールカウンタ」「デジタルスキャナ」「シリアライザー」「D-Aコンバータ」

これらに XY レコーダ, 磁気テープ, 紙テープ, チャートレコーダ等が組合される。

ハイドロフォン。Deep sea hydrophone は 1,000 m まで圧力による感度不変である。

プリアンプ, 電源, ノイズフィルタ, 校正回路を内蔵している。

High reliability deep sea hydrophone は数年間安定で 10,000 psi まで圧力変化を受けない。Lead Metaniobate piezo element を用いている。特性は 5~1 KHz 等がある。

(10) BISSETT BERMAN (米)

S.T.D. プロファイリングシステムを出していた。

塩分はインダクティブループによる電導方式で温度圧力の補正を自動的に行っている。

記録は感圧チャートを用いているのでインクが不要である。

チャートは圧力による深度値によりドライブされる。針は温度用と塩分用とある。温度はプラチナセンサーを用いている。

ケースは2,000 m 深度までアルミ合金それ以上は高抗張力合金を用いている。

電源は連続8時間動作する。

(11) 音響式テレメータ装置

1. WHITE FISH AUTHORITY 開発, KELVIN HUGHES 製作。

トロールと船の間で, HEAD LINE HIGHT, 深さ, 水温, 漁獲量等の情報を音波によるテレメータで送るのである。

基本的要求として BOTTOM TRAWLING では2つ又はそれ以上の情報を距離 1,650 m (900 ヒロ) 深さ 550 m (300 ヒロ) 以上のところから送れることである。上記距離と, 電源パワー消費の点から 55 KHz のパルスヘッドラインの中心部に付けた装置から送る。船で受信したパルスはトロールで測られた真の値をチャートディスプレイに記録する。電池の充電間隔は10時間である。

ヘッドライン高を 200 KHz で測定し, 温度はサーミスタを用い, 4項まで取扱える。

3. ブイ

(1) LCT (LAVOURATOIRE CENTRAL de TELECOMMUNICATIONS)

このブイは組立式で, 浮きはガラスファイバー樹脂製で, 長さ 10 m, 径 30 cm のきお状で, 100 kg で, 2人で簡単に持つことができる。又半分に分けて, 自動車, 汽車, 飛行機で持ちこべる。

水中観測器は竿の下からブイロープで 5~10 m つり下げられる。長さ 1.7 m 外径 70 cm, 重さ 300 kg のガラスファイバー製で, 下が電池, 上部が電子回路となっている。上部には気象測器が付き, その上部にホイップアンテナが 5 m 程出ている。棒状浮きの中央より少し上に錘りがあり, その上部から繫留索が出ている。浮きの上半は金属被覆を施してある。観測は風, 気圧, 気温, 温度, 水温, 流速, 波高, ハイドロフォン等が付く。伝送はアナログ又はデジタルで 11 ch. まで可能で, いずれ

かのセンサーを指定する。電波は受信距離 100 km までは V.H.F., 30~35 MHz を用い, 1日8回発射して6ヶ月運転できる電池を持っている。送信は呼出し方式である。長距離 300~400 km では 4 MHz で 200 Hz 帯域の電波を用い, 送信は内蔵時計により3時間ごとに送り, 9ヶ月運転ができる。出力は約 5 watt (アンテナ出力) である。

(2) CNEXO, LABORATORY BUOY. CEMA BUOY 01.

CNEXO は海洋研究, 観測を最上のコンディションで達成できる様にモナコ海洋博物館と共同で海上に浮く研究室の建設の可能性を研究した。このプロジェクトは COMEXO により 1962 年認められた。このラボラトリーブイは地中海で 1964 年から実用されている。

ブイは FROUDE POLE TYPE で排水 260 トン, 全長 65 m, 平均吃水 50 m, 最大チューブ径 3 m, 浮揚部径 1.7 m, バラスト容積 25 m³, 重量 115 トン, 動揺サイクル約 21 sec, ロール, ピッチサイクル約 15 sec 繫留は 2,200~2,500 m 深で2点で行なっている。4人の科学者と2人の乗組員が1ヶ月以上居住できる5つの別々の研究室であり, 4つはエレベータで海中につながっている。1964年~1968年まで研究用に, 1968年からの La Ciotot の南に繫留されたが, 1969~1970年の冬に悪天候で破壊されてしまった。

北大西洋向けブイ (設計)

無線航法ブイで無人全自動で6ヶ月無保守である。形は FROUDE POLE TYPE, 排水 1,300 トン, 動揺サイクル 41 sec, ロール, ピッチ周期 27 sec で運搬は横にして曳航する。波による振巾は非常に少ない。繫留は深さ 2,500 m で3点で行なう。

自動海洋ステーション。(設計)

目的は海面上 2 m までの気象と海面下 0~100 m の海に対しデータ記録とテレメータを行なうのが目的である。形は FROUDE POLE TYPE で排水 2.4 トン, 全長 25 m, 荷重 600 kg, 繫留は 2 m³ の補助の中間ブイ 3個に, 伸びの少ない索で引ばっている。深さ 3,000 m のとき水面上での動きは, 風 20 ノットで流れ 4 ノットのとき径 300 m 以内である。動揺周期 15 sec ロール周期 10 sec である。

自動膨張ブイ (設計)

目的は多数の自動ステーションを早く, 簡単に設置することにある。

構造は進水時に自動的に膨張して浮く。

重量約 400 kg, ブイは漂流させるか又は1本の索で

繫留する。装置は風、海象の数レベルでの検出、レコーダ、テレメータ、電源、信号灯、ビーコン、レーダで、パラシュートによる設置が考えられている。

(3) SYSNA 社

SEA DATA GATHERING SYSTEM

このブイは多目的に設計され、特に波高測定用として水面の動きに良く追従する。波高の検出は重心近くに置いたセンサ、DATA WELL ユニットが CARDAN SUSPENSION によりブイの垂直軸に固定され、液体ダンピングされた加速度計の出力を2重積分することによって行なっている。

- 垂直運動周期 1~1.25 sec 精度 30%
- 1.25~1.65 sec "
- 1.66~33.3 sec "

風は AEROWATT のスタティックアネモメータをマスト上(約 1.0m)に付けてある。

風速 2~56 m/sec 精度 2%

気圧はストレインゲージ、気温はプラチナプループを用いている。水温はバラスト内にプラチナプループが設置してある。

ブイの設計は軽く径が大きく、バラストによりダンブされている。このため装置、電池の取扱が楽である。

周期が短かく、波のうねりのセンサとなり得る。又繫留が楽で、強風に安定という特長がある。すなわちバラスト、シャックルが鉄である他は全てアルミ合金で、ネオプレンフェンダで保護されている。直径 3m、吃水 1.4m、水面上 9m、排水 3.2トン、ローリング周期 4 sec、上下周期 1.6 sec、繫留はブイのバラストの両側 2ヶ所で、索はポリエチレンシースの平行繊維織物ケーブルであるので上下周期を変えることはない。海底近くでは織物ケーブルが海底に引づられて切れることのない様にチェーンを用いている。これはダンパーとして、又錘りとしても働く。

電源は4つの電池室に各セルごとに 2,200 AH at 1A が入っている。電圧は 1.1 volt で全エネルギーは 116 KW H である。送信機は SSB 40 W で4時間ごとに 24 分間に 1,500 メッセージの送信を行うと寿命は8ヶ月となる。送信周波数は 1,000km の距離を考慮して 2~30 MHz を昼夜周波数自動切替で行う。距離 50 km までなら V HF を用いる。テレメータ方式は特に波の測定に便利のためにアナログ方式を選定した。

統計等にデータを用いるときは受信側にデジタル化装置、磁気テープ等を加える。

アナログのチャンネルは 34 で、サブキャリアは 500

~2,500Hz 間を $420+120(n+1)$ Hz に分けて振巾変調を用いている。帯域は 70 Hz, レスポンス 0.5 sec, 精度 1% である。海洋局の最小機能はアナログレコーダで手動スタート、ストップ付である。

データ伝送は 4, 6, 又は 12 時間ごとのセレクトをししておく。ブイの時計は 1 年間で誤差が 1 分以内であるから、ブイネットワークを組むときには各ブイの電波は同一周波数とし、発信時間を 1 分ごとにずらしておけば良い。データ送信の前後にキャリブレーション信号を送ってくる。

(4) ABC 社

この会社は気象海象ブイ各種、ブイシステム設計、ブイ船体、プラットフォーム、センサ全般、データ収集システム全般にわたり取扱うというカタログを出している。

(5) ELECTRONIQUE APPLIQUEE 社

IMPACT POINT FIXED BUOY と SURFACE BUOY: SELF CONTEINED OCEANOGRAPHIC STATION の2種のブイを屋外に展示していた。この社は別に論文発表の方で音響テレメータ式ブイを発表していた。これは CNEXO 向けに ACB と ELA が行なっているもので中間ブイで、流速等を計測し、表面ブイに音響テレメータで伝送する。表面ブイはこの他気象観測を行なって、全てのデータを PDM 変調のデジタル信号として 30 MHz の無線で海岸局へ伝送する様に行なっている。

音響テレメータはテレコマンドとして 24.5 KHz, 70 ms 間隔の 30 ms 巾の2ヶのパルスである。計測は 33 KHz でパルス巾 60 ms を「0」、15 ms を「1」の振巾変調波を用いている。

む す び

海洋観測上重要であるがかならずしも完全ではない塩分計、流速計等に対する新しいものが見られなかった。

ブイ本体については棒状のものが目立った。説明しなかったが、石油開発用に開発されたプラットフォームが各種あるが、この原理を観測ブイ本体として考慮する必要がある様に考えられる。特に IFP のペンタゴン 81 は興味あるものであった。

レーザ応用については展示はもとより論文も気付かれなかった。

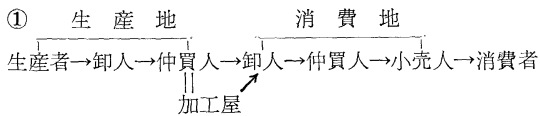
紙数の関係から十分詳細に述べるができなかったのは残念である。

11. 西ヨーロッパにおける水産物の流通事情

平 沢 豊
(東京水産大学)

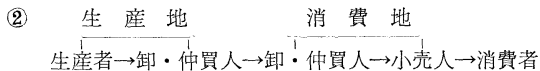
漁業発展の歴史や現在の漁業の様子によって、水産物の流通機構は各国様々の特徴をそなえているが、日本と比較した場合、ヨーロッパはヨーロッパなりの特徴をそなえている。日本では現在、生鮮食品の異常な物価騰貴から、流通機構の近代化が叫ばれている。とくに、水産物の値上り率が高く、これが水産物流通機構の立ち遅れから生ずることが問題となっている。短かい期間ではあったが、今回の調査旅行を通じて、ヨーロッパと日本の流通機構を比較しつつ、日本のその問題点を明らかにしてみよう。

まず日本の水産物流通機構は次の6つの段階を通るのが一般的である。生産者が大企業であり、加工に回される場合は流通経路は短縮されることがあるが、生鮮魚介類や低次加工品では次の経路①がまず主である。



生産者から消費者の手に渡るまで6つの段階を経るが、そのたびごとに手数料がつくので、末端の小売価格は生産者手取額の2~3倍になってしまう。

ヨーロッパでは国により、漁業種、魚種によって異なるが、次の形態の経路②が普通である。



つまり4段階で済むのである。しかも、これは最も複雑の場合であって、多くはこれよりは短い。

日本の水産物の流通機構が複雑なのはそれなりの理由がある。ヨーロッパの漁業は日本にくらべ漁獲されるものが、ほとんど底曳物を中心に単純であり、生産者の規模も大きい。また、生鮮より加工に回る分が大きいのである。勿論、ヨーロッパでも数量は少ないが、多くの魚種がとれる。しかし、これらの魚種は日本のように遠くの都市に送られることがない。例えば、マルセイユでの鮮魚は露店販売である。ここではイワシ、イカ、タコ、アワビ、イガイ、サザエ、カマス、アナゴ、タイ、ペラ、

ハモ等多種の雑多の水産物を販売している。イカ、タコ、アナゴなどは生きたまま販売している。漁船が帰港してそのまま、漁夫または家族などが商人にまじって港で売っている。マルセイユでは漁獲量が少ないので、町に日本のような魚屋は成立せず、直接に売ってしまうので、このような場合、流通経路は③生産者→消費者、④生産者→商人→小売人である。ヨーロッパ北部の主要漁港でも勿論、このような原始的形態が魚市場内に成立するが、生産量が多くなり、消費地が遠隔化すると②の形態になる。③、④と②が合わさると①の形態ができてくる。

以上、日本の水産物流通形態がヨーロッパに比較して複雑になることを述べたが、次に問題点を述べていこう。

A. 政府の対策

日本では46年9月、10月の野菜、水産物の高騰の結果、農林省も流通庁を新設することを検討し始めたが、11月に野菜の価格が下がると、大蔵省、企画庁ではもう熱心ではなくなった。これに対して西欧諸国では生産対策に対しては日本ほど面倒をみていないが、流通対策についてはかなり熱を入れている。オランダには水産物流通局があって、農漁食糧大臣の任命する28人の委員会(漁業関係者)があって、水揚げ取引される数種の魚について最低価格制度をきめている。魚の値が最低価格を割って下落した場合はフィッシュ・ミールとして処分されるが、この時は最低価格と処分額との差額が補償される。このため基金として流通局は水産物の取扱業者から、その額の0.4%づつを徴収している。最低価格は委員会によって決定されるが、消費者の利益を守るために、P.B.Q.(社会経済会議)という特別な政府機関の承認を要する。

オランダの流通局のような組織と最低価格維持制度は英国を除く、北・西ヨーロッパ諸国に多少の違いはあっても共通のものである。英国は業者が自主的に行なっている。国により額は違いますが価格調整のための補助金がだされる。ノールウェイでは一歩進んで、これらの基金で漁夫の賃金の最低保障を行なっている。

わが国は漁業国であり、近年物価問題がやかましくなっているにも拘らず、価格保障は何ら行なわれていない。僅かに、生産調整組合法があり、とりすぎて魚価が下って、休漁した場合、休漁分の経費を基金が補償することになっているが、その額が少なくメリットが生産者に殆んどないため、全然利用されていない。

B. 市場の組織

英国とその他の国ではやり方が異なっている。英国では産地市場の施設は国に属するが、市場内における商活動は自由である。市場には販売人(船主や漁業経営者)と卸・仲買人がおり、販売人は自分の「せり人」を持っている。時には販売人から販売を依頼され、手数料のみをとる独立のせり人もいる。卸・仲買人は販売人から魚を買って他の消費地へ送る。ギリスビー、ハル、フリートウッド等の英国の主要水揚港では販売人が、5~20、卸・仲買人は300~500人と多い。卸・仲買人は通例、トロール等の船主協会に保証金をつみたてる。日本の場合も生産地魚市場は漁協が主に運営し、生産者が握っているのが大きな特徴である。

英国の消費地市場は施設は国有であるが卸・仲買人、買出人に対してその商活動には何の規制もなく自由にまかしてある。これに対して、他のヨーロッパ諸国では市場の公共的性格が明瞭である。

例えば、ドイツでは港と市場施設は市に属しており、市が全額出資の特別会社があって、これが水揚運搬、積荷等の業務の一切を行っている。この会社は事務室等も関係者に貸し、せりの手数料は4%をとっている。イタリア、オランダでは市の役人が、オランダでは国の役人が直接にせりを行っており、デンマークでは国が許可した民間のせり人がいる。ヨーロッパでは英国を除くと、国または市の役人がせりを実行しているのが目立つ特徴である。日本ではせりは卸人が自らやっている。価格が上昇すればするほど卸人の利益になるから、せり人は価格上昇に意図的に努力しており、これが魚価上昇の一因といわれている。市場の公共性という観点からみると、西欧諸国の制度は充分に見習うべきであろう。

なお、西欧諸国では何れもその構内敷地がかなり広く、駐車場等にかんがりのスペースが見られる。また、特に建物構造の特徴として、必ずといってよい程地下室の利用が図られていることで、地下室は大体倉庫、冷蔵庫、醗酵室等にあてられ、土地面積の立体利用を図っている。さらに、一般に水産物と青果物とは別市場になっている。

我が国の築地市場をみると、これは約50年前に、人口約500万人の都市を想定して建設されたものである。それが現在では1,500万人の都市となった。築地に入った水産物の約3割位が、再び近県都市に転送される。築地市場は今では東京都民だけのものではなく、首都圏全体の水産物を賄っている。それなのに、設備は50年前のままであり、青果市場と同居している。地下や2階の土地の立体的利用は全然なされておらず、狭隘のため市場業務の停滞がいちじるしい。すでに、10年以上前から、大井市場の建設が話題に出てはいるが、実現化のメドはまだ全くたっていない現状である。

C. せりの方法と手数料問題

水産物の取り引き法としては一般にせり人による口頭での低値より高値へのせりが日本と同様に採用されているが、オランダ、ドイツ、デンマークでは青果物には全面的に Dutch Action が行なわれており、水産物ではオランダ等で塩蔵ニシンや淡水魚の一部に利用されている。Dutch Auction とは高値から低値の方に下げていくのが特徴であるが、これが完全に機械化されている。すなわち、部屋の正面に時計盤のごとき盤があって、針が高値から低値に動くようになっている。買人は自分の座席に坐っていて、指針が自分の買おうとする値段になったとき、各自の机にあるボタンを押し、電氣的に接続されている指針が止って買値を示し、かつ盤上に買人の番号のサインが出る仕掛になっている。

日本でも大阪の魚市場に4年前に機械せりが導入されたが、機械化が不十分で、従来の手の方が早いという理由で使用されていない。

我が国の場合、機械せりは45年から千葉漁連のノリ入札に使用されているだけで、あとは青果物、水産物を問わずに手で実施されている。その手の合図、数のかぞえ方、早さ等からいって、当事者たちでなければせりの値段は判らない。一般の人にはうかがい知れぬ聖域である。卸人は生産者の出荷に際しては出荷奨励金を、仲買人に対しても代金納入が早いものには奨励金を出しており、これらが、第3者に水産物・青果物の流通につき疑惑をいだかせるもとになっている。

水産物流通の合理化、近代化を進めるためには、まず、入札、せりの機械化による簡明化が是非必要なのである。とともに、西欧諸国の多くの市場がそうであるように、市場運営組織やせり人は公的機関で行なうことが望ましい。水産物流通のうち、土地建物などは多くは日本の場合でも県や市町村有が多い。かかる公的な土地、建物の使用については公的な統制を加えることが望ましい

のである。

手数料については、国によっていろいろ違うが、概しては日本より安い。事例をあげると次の如くである。

(水産物)

オランダ……鮮魚 3%, 塩ニシン 1%

デンマーク……1.25%~3.5%

ドイ ツ……3~4%

(青果物)

オランダ……3~6%

デンマーク……5~6%

ドイ ツ……3.5~7%

日本の場合、築地市場で水産物は 5.5%, 青果物は 8% である。この中には先にのべた出荷と代金納入奨励金が含まれるから、多少低くなっているが、西欧にくらべてかなり割高である。日本では西欧にくらべ流通機構が 2 段階から 3 段階多くなっており、そのたびごとにマージンがとられる。西欧は卸人が生産地・消費地でも同時に出荷人であるが、日本では卸人と仲買人(出荷者)に分かれている。卸人は手数料をとるが仲買人は自ら買って販売との差額をもうける。多くの場合、仲買人の方が卸人よりマージン率は高いとみてよいだろう。かくみてくると中間の手数料は上記の差以上に日本の方が高いとみてよい。

さらに、西欧の市場では魚種により手数料に差がある。大量に扱えるもの、または、加工魚は手数料が低くなっている。これに対して日本では同一である。日本では手数料が同一のため、卸人は値の安い魚よりも高い魚のみの入荷に努力する。この結果、生産地で安い魚が大量に生産されても、築地なり、大阪なりで入荷が制限され、これが消費地魚価高→生産地魚価安の原因ではないかとの批判がでている。卸人がかかる入荷制限を現実に行っているかどうかは明らかでないが、手数料が全水産物に一率、農産物でも一率というのはたしかに合理的ではない。大いに見習うべき点であろう。

D. 水産物加工業と市場組織

西欧諸国ではわが国と違って、加工業の比重が高い。加工業は 2 種あって 1 つはくん製、塩蔵、塩干、マリネード、缶詰、フイレなどで、ニシンと底魚(タラ、ヒラメ、カレイ類)が主体である。これらは Gutting (頭・内臓の除去)、Spilting (魚体を切る)、Skinning (皮をはぐもの)の 3 つの工程に分れ、それぞれ機械化しているが、

ドイツの工場は原魚の供給、廃棄分の移動、搬出等すべてコンベア・システムを採用しており、機械化がとくに進んでいる。最近では冷凍食品の進出が目立ち、フイレ化の機械がいい。

西欧における魚粉工場は日本と違ってかなり大規模のものであり、1 つの独立した産業といってよいほどである。例えば、オランダのエスピア漁港では 350 隻のフィッシュ・ミール専用に建造されたにしん漁船が存在している。これらの漁船には専用の棧橋があって、岩壁には約 10 台の可動式の荷役機械がすえつけられている。この機械が直接に船の魚倉よりエプロン・コンベアーでバラで魚を揚げ、陸上のトラックに直接積込んでいる。この 350 隻のトローラーのうち、185 隻の船主は協同組合を組織しており、組合は専用のミール工場を持っている。

この工場は北欧一の大工場で日産処理能力は 1,800 トン、10 万トンの原料を年間に処理できる。

以上のように加工業が発展しているので、これが水産物流通に日本と違った特徴を与える。

例えば、西欧諸国は水産物について最低価格制をとっているが、この制度もフィッシュ・ミール工場が存在していて、価格の下ささえができるから導入可能である。日本のように生鮮流通が主体であると、魚種によって価格が違うので、最低価格決定は困難であるが、ミールの場合には同一となる。さらに、エスピアの場合、多くの船主が協同組合に加入している。西欧の漁業協同組合は日本と違って、船主さん達の組合で生産組合的な色彩が強い。このため、加工や流通にも多く進出するのである。デンマークでは水産物の流通は (1)せりによるもの (2)協同組合を通じての販売 (3)漁業港からの直接の買付 (4)相対売(消費地)などがある。(2)の方式は協同組合が漁業者から漁獲物の委託をうけて、せり販売所に送り、組合は手数料として 2.5~10% の手数料を漁業者手取から控除するやり方である。日本の場合は組合は産地市場で生産者の魚をならべて仲買人を呼び、せりを行って手数料をとるにすぎないが、デンマークでは魚の輸送も引きうけるなど一歩進んだ形をとっている。

なお、水産物の輸送については、冷蔵貨車が用いられているが、一般貨車と同じく特別の料金はとられていない。西欧では水産物は冷蔵車で運ぶものということが一般化されているためである。冷蔵庫は内部に防熱をほどこしたものであって、構造は比較的簡単にできている。

12. ヨーロッパの海洋開発はどこまで進んでいるか

佐々木 忠義

(東京水産大学)

1971年3月9日から14日まで、フランスのボルドー(Bordeaux)市において国際海洋開発会議と展示会(Oceanexpo '71)が開催された。世界45か国から参加者が集まり、この会議で257件の論文が発表された。

私は、この国際会議の名誉委員に選ばれ、主催者からの要請で開会式で「わが国の海洋開発に関する基調講演」をし会議の第2セッションすなわち「水産物流通と栽培漁業の開発」部門の議長をつとめた。

この国際会議には、わが国からも約30名の海洋開発の関係者が参加し、海洋開発に関する論文を10篇も発表した。それらの論文は、それぞれすぐれたものであった。特に、栽培漁業に関する論文は海外の多くの参加者に大きな反響を呼んだようであった。

この会議を通して、各国の海洋開発への意気込みもよく理解された。たとえば、アメリカの海洋開発の主務機関である大気海洋局(Oceanic and Astropheric Administration: NOAA)の海洋資源・海洋工学開発実行委員長のE.L.ディロン、西独ハンブルグの水路部長H.U.プロール博士、フランス国立海洋開発センターのL.プレーリー長官などの基調講演には、それぞれの国の国情を背景とした海洋開発の姿勢が如実に示されていた。

会議のテーマは、「沿岸地域産業開発」「水産物流通と栽培漁業の開発」「大陸棚の産業開発と機器」「深海探査と開発の可能性」などであった。海洋を開発することは、地球それ自体を開発することになる。海洋を完全に理解し、それをいかに開発するかを知るためには科学者、産業人、利用者などが国際的なスケールで相互の知識、技術、利用方法などを定期的に検討し合うことが必要である。さういふ観点からこの国際会議が開催され、前記のようなテーマが選ばれたのである。

栽培漁業技術は、現時点では、わが国は世界一である、と自他ともに許している。したがって、休憩時間には、ホールにあふれる人たちから、つぎつぎに声をかけられ、是非とも日本の栽培漁業技術を取り入れたいので、近く日本へ研究者を派遣したいとか、日本から専門家を招きたいとか、この分野について交換学生制度を設けたいとかのいろいろな希望や申出でが殺到するという状況であ

った。

海中作業についての各国の研究と技術開発には興味深いものがあった。わが国のシートピア(Seatopia)計画に対する各国の関心の意外に大きいのは驚かされた。

公害問題は、各国共通の悩みであった。こんご、いかにして海洋汚染を最小限度にいとめるか、ということは、会議の期間中あらゆる機会に話題になり、ディスカスされた。特に、生活公害がいかに大きな問題であるかということにも、国際的視野に立っての取組みが必要である、という意見が強かった。

この会議に参加した専門家は5千人以上で、各国から参加した報道関係者は130人の多きに及んだのである。

国際海洋開発会議の行なわれた、国際会議用のスマートな近代建築のホールから、歩いて10分ほどの所に展示会場がある。一階建て、水平に延々とのびたこの建物は、おそらくその規模では世界一であろう。各種の国際的な催し物がここで開催されるのである。その広さは、敷地が40万平方メートル、展示ホール5万平方メートル、野外展示場20万平方メートルというぼう大なものである。

毎年4月に開催される、アメリカのヒューストン市での「沖合いでの石油、天然ガスその他の鉱物資源採取技術」についての会議と展示会はOffshore Technology Conferenceとして有名であるが、毎回8千人から1万人の参加者がある。また、毎年8月から9月の夏季にワシントン市で開催される海洋工学会議と展示会はMarine Technology Societyの主催で、少なくとも数千人以上が参加している。この何れも、多数の論文が発表され展示会も極めて内容が豊かなものである。1972年3月に、イギリスのブライトン(Brighton)で開催される第2回の国際海洋工学会議と展示会(Oceanology International '72)も、もちろんこれらの会議や展示会に匹敵するものであることは十分に想像されることである。

各国での、こうした各種の海洋開発国際会議や展示会と比較して、ボルドーでの展示会は大きな特色を持っていたといえよう。それは、会議のテーマと展示の内容との関連性に十分の配慮をしていたことである。

会議が開催されたボルドー市の港は、大西洋から深く

食い込んだ入り江で、いつも約30万トンの船舶が係留できる広さである。会議中は、この港にフランスの海洋地質調査船ジャン・シャルコ (Jean Charcot) 号やソ連の海洋調査船アカデミー・ベルナーツキ (Academician Vernadsky) 号、その他の調査船が係留されていて、多くの見学者を集めていた。アカデミー・ベルナーツキ号の船長が、偶然にも私の友人の H.G. ノイメン博士だったので、彼の部屋をつぶさにとぞくことができた。オフィスやバー・コーナーをそなえた居室などが、一流ホテル並なものには驚いた。

会議のあと、ヨーロッパ諸国を訪問し、それぞれの国の海洋開発事情を視察した。西ドイツでは、ハンブルグの海洋生物研究所を訪ねたが、7人も研究者が待っていて、ヘルゴラント (Helgoland) 計画つまり海中実験室 (Underwater Laboratory: UWL) 計画について映画やスライドなどを使用して親切にこの計画の詳細を分担者ごとに話してくれた。一般にヘルゴラント計画と呼んでいるのは、正確には海中実験室ヘルゴラント (UWL Helgoland) 計画のことである。私は、わが国のシートピア (Seatopia) 計画について説明し、ボルドーに持参したこの計画の論文のコピーを謹呈しておいた。日、独の海中作業基地計画について、相互に関係者や資料の交換を積極的に進めることに努力し合う約束をしてきた。この点については、帰国後、早速関係官庁に報告し申入れておいた。私自身も微力ながらその実現に努力している。

このヘルゴラント計画の実験のやり方は、アメリカのシーラブ計画で行なった方法や、フランスのプレコンチナン計画、日本のシートピア計画などで行なっている実験方法と大きく違う点がある。それは、海中作業基地への必要な物資例えば真水や電力などの供給を海上の支援船で行なうのではなく、支援船の代りに海上に大型のブイを浮かべてそのブイが支援船の役割を果している点である。そのコントロールは、陸上基地でコンピューターを使って行なっている。現在、深さ23メートルの海底で実験をくり返している。

それぞれの訪問先で、私たちは心あたたまる親切と好意をもって迎えられた。ヘルゴラント計画については上

に述べたが、訪問先で得たいろいろな知見については、この視察団に参加された各位から詳細に報告されている通りである。

ここで、私なりに若干の知見を記すと、若干の重複があると思うが、おおよそ次のようなことになる。共通していえることは、スペイン、フランス、ノルウェイなどをはじめとして、ヨーロッパ諸国が動物蛋白源を水産動物に求めようとしていることである。これは、畜肉に限界がきていることの現われで、世界的な現象である。その水産動物も無限ではなく、その供給限界がこんご10年ぐらいという見解が専門家の間に強い。スペインやフランス、イギリスなどで海藻の栽培や培養技術の開発が急速に進められ、すでに多くの成果を挙げているのは、こうした背景があるからである。こんご、人類は、海藻を直接口にするか魚のエサとして供給し栽培漁業を大いに進展させざるを得ない時代をむかえている。いろいろな種類の海藻の培養技術は、フランスやスペインが世界のトップレベルにあるのではなからうか。

フランスで研究開発を進め、近く完成する予定の潜水調査船と海中作業基地の性能を兼ね備えた潜水船「アルジロネト: Argyronète」の開発は、約1,000mも潜水できるリモート・コントロールで作動する海底資源調査用の潜水機「テレノート: Télénaut」などの技術に基づくものであろう。5本脚の石油掘きく装置パンタゴン (Pentagone) 81、名付けて「ネプチューン (Neptune)」などには、大いに学ぶべきものがある。

海洋計測機器・装置メーカーとして世界に冠たるイギリスのプレッシー (Plessee) 社の技術水準やその経営方針などは、各国から大きな期待を寄せられているわが国の機器装置メーカーにとって参考になる点が多い。

ノルウェイのベルゲンは、起伏に富んだカラフルな町である。人口17万人ほどのこの小都市にある国立の海洋漁業研究所の栽培漁業の研究、特にウナギについての研究には教えられる点が多い。同じ構内にある水族館は、国民の拠金によってつくられたものである。主として、近海の魚類を中心に取扱っている。その水の管理技術が非常にすぐれている。大いに学ぶべき点があると思われる。

書 評

海洋学の創始者達とその業績

Founders of Oceanography and Their Work

サー・ウィリアム・A・ハーダマン (Sir William A. Herdmann) 著 日高孝次訳 (東海大学出版会)

本書の内容の要点は、訳者の序文に実に要領よく名文でまとめられている。

序文の1部を引用しながら本書の内容の概略を紹介しよう。“今を去る1世紀、1872年はエジンバラ大学教授ワイヴィル・トムソンを隊長とする英国科学者の1団が英国軍艦「チャレンジャ」に乗り組み、3年半にわたる世界周航海洋探検の壮途にのぼった年である。チャレンジャ航海が世界の海洋学の発展に寄与した偉大な功績については今更喋々するまでもない。1872年クリスマスの日プリマス港を抜錨、大西洋、太平洋及び南極洋と海洋探検をつづけ、1876年5月プリマスに帰還するまで約3ヶ年半の航海中に得られた成果は明らかに世界の海洋が近代科学によって開拓されたそもそも最初の画期的な大事業であり、そして探検隊帰国後10数年間のエジンバラは世界の学界から「海洋研究のメッカ」と仰がれていたのも周知の通りである。隊長トムソンは永年にわたる船上生活の労苦が災して帰国後1882年惜しくも世を去ったが、後継者のジョン・マレーがこれを襲い、国籍の如何にこだわらず、世界第1級の碩学を選んで探検の資料の整理、分析、吟味、執筆等を依頼し、その結果あの50冊にのぼる長大な「チャレンジャ報告」が完成出版され、現在と雖も斯界の宝典として珍重されていることは決して故なしとしないのである。”

1972年は、探検隊が壮途にのぼって100年目。9月12日から20日まで、「チャレンジャ世界周航海洋探検100年祭」が、トムソン教授がその昔教鞭を執っていたエジンバラ大学で盛大に祝われるという。訳者は、わざわざこの100年祭に出席される予定と聞く。相も変らぬ、海洋学への情熱には頭の下る思いがする。

“海洋学の地盤を探れば、遙か昔フェニキア人以後の博物学者達の観察や航海者達の記録に遡ることが出来る。喜望峰を経てインドに到達した最初の人ヴァスコ・ダ・ガマや初めて太平洋の深さを測ろうとしたマジェランはともに初代の海洋学者である”ことや初期のフェニキア人、カルタゴ人、ギリシャ人等の業績から始まる「海洋学の最も初期の創始者達」(第1章)につづき、1915年19世紀半ばに英国学界の立役者であった有名なマン島の博物学者、エドワード・フォーブスの話へと進んで行く。“フォーブスは「クリミヤ戦争」及び「インドの暴

動」を見ないで逝ったのであるから、彼の短い生涯は平和な時代に過ぎ、学芸一般が大いに進歩し、それ等が盛んに「大学」教育に採用された時代であって彼はそのあらゆる方面に重大な役割を占めていた”(第2章マン島の博物学者エドワード・フォーブスの生涯と業績)。

マン島の大博物学者にして海洋学の元祖であったエドワード・フォーブス教授の生涯と業績の記述につづいて、有名な「チャレンジャ深海探検隊」の指揮者として、その名を永遠に伝えられる後日の海洋学者、サー・ワイヴィル・トムソンの科学者としての生涯について述べられる(第3章サー・ワイヴィル・トムソンと「チャレンジャ」探検)。19世紀における海洋学研究を説明する上から選択した第3のしかも最終の時期に入り、著者はこの時代をその生涯と事業とを大戦勃発迄続けたサー・ジョン・マレーへと話をつづけて行く(第4章近代海洋学の鼻祖サー・ジョン・マレー)。

“「チャレンジャ」探検は国家的な事業であって、19世紀末葉にはこれに続いて「タスカローラ：米国」、「トラヴァイエール：フランス」と「タリスマン：フランス」、「ナチオナル：ドイツ」、「フェトル・ピサニ：イタリア」、「インゴルフ：デンマーク」及び「シボガ：オランダ」等の探検があり、その探検範囲こそ狭いがいづれも重要な国家的探検であり、これ等は総て英国の探検隊が得た基本的な発見を何らかの部面で補う処があった。

これ等に加うるに個人海洋学者の計画に基づく種々の民間探検隊が学問に顕著な貢献をするようになったが、その人々の中から業績の規模とその重要性、その目標に対する熱意努力の点で顕著な例として2名の人物を選ぶことかできる。その2人とはすなわち米合衆国のアレグザンダ・アガッシとモナコ大公アルベール1世殿下とである。……”(第5章アガッシ父子と米国の海洋探検)

“王侯及び貴族が科学に対する寛大な後援者となって知識の向上進歩に多大の貢献をした例は過去において少なしとしない。併し現に君臨している王侯自身が現場の科学戦士として認められ、また名声を博したことは類例稀なことであるに違いない。故モナコ大公はその両者を兼ねていた。大公の探検が他と異っている主な点は深海調査用の測器を考案したり、新しい研究の方法を紹介したりしたことである。大公がモナコの古い岩の南側に

建設し地中海の岸に岨しく聳えたつかの壮麗な海洋学博物館は1910年3月末に落成し、4日間に亘る数々の印象深い祝典によって祝われた。……”(第6章 モナコ大公と海洋博物館)

“沿岸の海洋問題を研究するために実験所を設立しようという運動はアントン・ドールンに端を発するが、これは「チャレンヂャ」が将にかの記念すべき世界1周航海に出帆しようとしていた時(1872年)既にはっきりした形態を整えていたことを想起することは興味深い。臨海生物学実験所といい臨海動物学実験といい何れも皆近代の博物学者の海辺の仕事場を「大規模にした」ものにすぎない。併しそれは最も進歩した最も優秀な生物的研究に便宜を提供したもので、それが自然界の生物に関する我々の知識を向上せしむるにどれだけの影響を及ぼしたかは、如何に過大評価しようとしてもまづ不可能である。ナポリの実験所をアントン・ドールンと切り離して考えることは殆ど不可能である。彼は創設者、出費者、指導者であり、その全機能の中心でまたインスピレーションの源泉であった。彼は1872年その第1の棟を創設しドイツやイタリアの政府や世界中の学術機関から援助を受けはしたものの、惜しみなく提供した私財がその事業の永続と成功とに貢献する処多かつたことは万人の認めるところであったと私は信ずるのである。彼は30年以上に亘って絶えずそれを助成し指導した。その創立25周年記念は1897年4月14日盛大な記念祝典によって祝われ世界の著名な生物学者が悉くこれに参列したのである”(第7章 ナポリ臨海生物学実験所とドールン博士)。

“地球は太陽系中海洋を有する唯一の遊星であると考えられている。これ等の物理学的性質は総て海洋物理学という総括的な術語で纏めることができ、更に大きさ、水深、水温、塩分、密度、圧力、光の透過、粘性及びアルカリ度等に細分すれば便利であろう。”海洋の主な物理学的性質についてこう考え、「海洋の大きさ」、「海洋の水深」、「水温」、「塩分」、「密度」、「圧力」、「海中の色と光」、「粘性」、「アルカリ度」などのそれぞれについて詳細に説明している。(第8章海洋物理学)

海洋における水の運動の幾つかの異なった種類について記述し、あらゆる海流の中で最も著名で最も周知のものであるメキシコ湾流について詳細に説明している。(第9章海流—メキシコ湾流—タイル・フィッシュ)

第10章海底沈澱物では、海底に形成される沈澱物の由来、それらの内容についての権威者の研究が細部に亘り説明してあるので、専門外の者にもその実態を十分に理解することができる。

およそ島嶼は大陸島と海洋島とに区別することができるが、海洋島は更に火山島と珊瑚島とに分つことができる。珊瑚構造は海洋現象中の最大なものの一つであると言わざるを得ない。雄大な珊瑚構造が旅行者、博物学者、詩人等の驚異と好奇心とを惹き起し、その分布と構造とに関する観察事実を説明するために多くの想像や学説が生まれた。航海者達は遠い昔から3種類の珊瑚礁を認め、それに「裾礁」、「堡礁」、「環礁」の名称を附けた。……(第11章珊瑚礁と珊瑚島)

“深海魚の発光が周囲の水を照明したり、餌物を惹きつけたり、また保護警戒したりして多く重宝な目的に役立つことはあり得るが、特殊な発光配置は陸上動物の色彩のように同種類の他の個体が認知識別することを容易にするためとさえ言われている。マレーとヨールトとは熱帯の発光魚は大抵最深層にいたのでなく、中層に棲息し夜分は海面に現われることさえあることを指摘している。……”(第12章海中の「燐光」すなわち発光現象)

“海中に棲息する動植物はその習性とその棲息場所とに従って次の3種に区別することができる。(1)底棲生物(ベントス)海底に附着、或いはその上を匍匐して棲息するもの。(2)遊泳生物(ネクトン)海水中を自由に遊泳するもの。(3)浮遊生物(プランクトン)独力で運動する力を殆ど或いは全然有せず、海水中を浮び海水とともにただようもの。……”プランクトンの語源、プランクトンの細かな分類、その性質とその研究などが、第13章「プランクトン—その性質とその研究」に、そして「プランクトン(続)」、その変化とその諸問題」を第14章で取扱っている。

第15章の応用海洋学、水産養殖—牡蛎及び胎貝の養殖と、第16章の海洋漁業とは相関連し、共に応用海洋学でもある。食糧とくに動物性蛋白質供給源としての漁業とその他の有用産物とについて広範な内容が包含されていて大いに啓発される。

以上の外、海中の餌料物質(第17章)、海洋開発の目的をもって提案された国家的探検に関する覚書(附録)がある。

海洋学の創始者達、そしてその業績、海洋学の発展の歴史が流れるよう展開していく。本書の訳文は少々古風で、……と訳者は断っておられるが、名訳である上に古風なことが、かえって本書の真の心に触れさせてくれたような気がする。

専門家はもちろんのこと、この方面に関心を持たれるかたがた、学生諸君など多くの人たちの必読をおすすめする。(佐々木忠義)

学 会 記 事

1. 昭和46年8月11日、日仏会館会議室において海洋工学学科会の内容についての打合せ会を開いた。当日の出席者は下記のとおりである。

氏名	所属
磯 舜也	東京久栄技術部
新島 五郎	大洋電機株式会社社長室
山中鷹之助	日本アクアラング株式会社社長 兼海洋開発機器部長
田村 純	住友商事株式会社海洋開発部長 兼日本海洋産業株式会社取締役 兼海洋機器株式会社取締役
永井 克正	株式会社ナック資源・開発グループ
山本 利幸	株式会社ナック研究・開発部
重野 隼太	中川防蝕工業株式会社常務取締役
森 英旭	三井物産株式会社開発部

会員異動

新入会員

氏名	住所	(紹介者)
関 文威	東京都中野区南台1-15-1	高野 健三 東京大学海洋研究所
皆川 忠弘	世田谷区赤堤2-23-17	河野方 大柴五八郎
渋井 正	岩手県宮古市大沢	宇野 寛 岩手県立種苗センター
P.ベンサム	東京都港区港南 4-5-7	高木 和徳 東京水産大学
三井海洋開発株式会社	東京都千代田区霞ヶ関 3-25 霞ヶ関ビル 30階 3002号	
中川防蝕工業株式会社	東京都千代田区神田鍛冶町 2-1 東京建物神田ビル	

退会者

氏名	住所・所属
穴見 原樹	千代田区猿楽町1-3 日本出版貿易株式会社
武岡 良介	千代田区猿楽町1-3 日本出版貿易株式会社
住所変更	
氏名	新住所
平野 弘	神奈川県相模原市東林間6-12-20
井上 喜洋	横浜市中区日本大通り-1 県庁内 海区漁業調整委員会
小泉 政美	杉並区高円寺北4-35-8 気象研究所海洋研究部
川合 英夫	京都府舞鶴市長浜

楠 宏	京都大学農学部水産学教室 東京都板橋区加賀1-9-10 国立科学博物館極地研究センター
金巻 精一	東京都練馬区石神井台7-21-15
館石 昭	東京都練馬区石神井町1-12-8
大津 皓三	東京都文京区音羽2-3-15
堀口 孝男	神奈川県横浜市西区高島町1-2-10 京浜港工事事務所
南雲昭二郎	東京都八王子市散田東町711 西八王子ハイッA-4-6
久保 治良	茨城県水戸市石川町石川台4137 県職員住宅3-14号

交換雑誌

農業土木試験場報告	第9号	昭和46年3月	農林省農林土木試験場
農業土木試験場技報	第10号	昭和45年11月	〃
〃	第11号	昭和46年3月	〃
鯨研通信	第237号	1971.5	鯨類研究所
〃	第238号	1971.6	〃
〃	第239号	1971.7	〃
〃	第240号	1971.8	〃
位置安定装置つき半潜式洋上自動掘削システムに関する海外事情調査報告書		46年6月	(社団法人)日本機械工業連合会・海洋機器開発委員会
海底万能作業車の開発に関する調査報告書		46年7月	〃
研究実用化報告	Vol. 20 No. 6~9	1971	電気通信研究所
逐次刊行物目録		昭和44年版	国立国会図書館
航海	No. 34	昭和46年7月	日本航海学会
日本航海学会誌	第45号	昭和46年8月	社団法人日本航海学会
東海大学雑誌目録		昭和46年	東海大学附属図書館
日本プランクトン学会報	第18巻第1号		日本プランクトン学会
Ocean Age	第3巻第9号	1971	オーシャン・エージ社
海洋機器開発	Vol. 3. No. 6~8	1971	(財)日本船用機器開発協会
港湾技術研究所報告	Vol. 10. No. 2	1971.6	港湾技術研究所
港湾技研資料	No. 117	June 1971	〃
			〃
	No. 126		

東海大学紀要 第 5 号 1971

東海大学海洋
学部Cahiers
Océano-
graphiques
XXIII^e année
N° 5-7
1971Service Hyd-
rographique
de la Marine日仏生物学会 Tome 16 N° 1, 2
誌 Novembre 1970Recueil des
Travaux
Vol. VIII 1970Museum Na-
tional D'his-
toire NaturelleSpecial Contri- No. 10 Dec. 1970
butions of the
Geophysical
InstituteKyoto
UniversityRevue des
Travaux
Tome XXXV Fasc. 1 1971Bulletin N° 382-383 1970
de l'Association
de Géographes
FrançaisScience et N° 201-203 1971
PêcheL'Institut
Scientifique
et Technique
des Pêche
Maritimes

分科会の追加について

下記の通り新たな分科会が決定しましたので、御知らせします。

記

データ工学 (Data Engineering Committee)

幹事：古野清孝

日仏海洋学会役員

顧問 ユベール・ブロッシェ ジャン・デルサルト
ジャック・ロベール

名誉会長 アレクシス・ドランデル

会長 佐々木忠義

常任幹事 永田 正, 大柴五八郎

幹事 阿部友三郎, 石野 誠, 井上 実, 今村 豊
岩下光男, 宇野 寛, 川原田 裕, 神田献二
菊地真一, 鬼頭正隆, 草下孝也, 斎藤泰一,
佐々木幸康, 杉浦吉雄, 高木和徳, 高野健三
辻田時美, 富永政英, 奈須敬二, 西村 実,
根本敬久, 半沢正男, 松生 治, 松尾邦之助,
丸茂隆三, 森田良美, 山中鷹之助 (50音順)

監事 久保田穰, 岩崎秀人

評議員 赤松英雄, 秋山 勉, 阿部宗明, 阿部友三郎,
新崎盛敏, 有賀祐勝, 石野 誠, 市村俊英,
井上直一, 井上 実, 今村 豊, 入江春彦,
岩崎秀人, 岩下光男, 岩田憲幸, 上野福三,
宇田道隆, 宇野 寛, 大内正夫, 大柴五八郎,
大村秀雄, 岡部史郎, 小沢敬次郎, 梶浦欣二郎,
金谷太郎, 川合英夫, 川上太左英, 川口守一,
川村輝良, 川村文三郎, 川原田 裕, 神田献二,
菊地真一, 鬼頭正隆, 木村喜之助, 草下孝也,

楠 宏, 国司秀明, 久保田 穰, 黒木敏郎,
小林 博, 小牧勇蔵, 近藤 仁, 西条八束,
斎藤泰一, 斎藤行正, 坂本市太郎, 佐々木忠義,
佐々木幸康, 猿橋勝子, 椎野秀雄, 柴田恵司
下村敏正, 庄司大太郎, 末広恭雄, 杉浦吉雄,
多賀信夫, 高木和徳, 高野健三, 高橋淳雄,
田畑忠司, 田村 保, 千葉卓夫, 土屋靖彦,
辻田時美, 寺本俊彦, 富永政英, 鳥居鉄也,
中井甚二郎, 中野猿人, 永田 正, 永田 豊,
奈須敬二, 奈須紀幸, 新野 弘, 西村 実,
新田忠雄, 根本敬久, 野村 正, 花岡 資,
半沢正男, 半谷高久, 菱田耕造, 日比谷 京,
松山義夫, 平野敏行, 深沢文雄, 福島久雄,
淵 秀隆, 星野通平, 増沢譲太郎, 松井 魁,
松生 治, 松尾邦之助, 松崎卓一, 松平康男,
丸茂隆三, 溝口哲夫, 三宅泰雄, 宮崎千博,
宮崎正衛, 元田 茂, 森田良美, 森安茂雄,
安井 正, 矢部 博, 山路 勇, 山中鷹之助,
山中 一, 依田啓二, 渡辺貫太郎, 渡辺精一
(50音順)

マルセル・ジュクラリウス, イヴ・ド・ムク
シー, ロジェ・ペリカ

賛 助 会 員

井 出 利 明
株式会社内田老鶴園新社 内田至
梅 林 弘 直
小樽船舶電機株式会社
株式会社オルガノ
海上電機株式会社
協同低温工業株式会社
協和商工株式会社
小松川化工機株式会社
小 山 康 三
三信船舶電具株式会社
三洋水路測量株式会社
シュナイダー財団極東駐在事務所
昭和電装株式会社
大洋電機株式会社
株式会社鶴見精機工作所
帝国酸素株式会社
東京工材株式会社
株式会社東京久栄
東京レプ株式会社
株式会社東邦電探
中川防蝕工業株式会社
株式会社ナック
日本アクアラング株式会社
日本海事広報協会海の世界編集部
日本テトラポッド株式会社
日本テレスコム株式会社
社団法人日本能率協会
日本無線株式会社
船舶電球株式会社
有限会社ハラダ電機製作所
ヒエン電工株式会社
深 田 多 満 男
藤 田 潔
藤 田 峯 雄
フランス物産株式会社
古野電気株式会社
三井海洋開発株式会社
三菱重工業株式会社
株式会社吉田製作所
吉野計器製作所
株式会社離合社
株式会社渡部計器製作所

釧路市白金町 11
東京都千代田区九段 1-2-1
東京都千代田区大手町 2-4 新大手町ビル7階 極東貿易株式会社
小樽市色内町 1-20
東京都文京区本郷 5-5-16
東京都千代田区神田錦町 1-19
東京都千代田区神田佐久間町 1-21 山伝ビル
東京都新宿区下落合 1-513 第二正明ビル
東京都江戸川区西小松川 1-2645
東京都文京区本駒込 5-13 英和印刷社
東京都千代田区内神田 1-15
東京都港区新橋 5-23-7 三栄ビル
東京都港区芝罘平町 38 日本ガス協会ビル
高松市福岡町 467
東京都千代田区神田錦町 3-16
横浜市鶴見区鶴見町 1506
神戸市兵庫区高松町 22-1
東京都中央区築地 4-2 築三ビル
東京都中央区八重洲 3-3 八重洲口会館
東京都豊島区池袋 2-1120 ローゼンマンション 302号
東京都杉並区上高井戸 5-327
東京都千代田区神田鍛冶町 2-1 東京建物ビル
東京都中央区銀座 1-5-6
東京都豊島区北大塚 1-16-6 大塚ビル
東京都港区琴平町 35 船舶振興ビル
東京都港区新橋 2-1-13 新橋富士ビル9階
東京都港区六本木 4-11-10 六本木富士ビル
東京都港区芝公園 25号地 協立ビル
東京都港区芝桜川町 25 第五森ビル
東京都目黒区下目黒 1-6-21
東京都豊島区池袋 8-3292
堺市松屋町 1-3
東京都港区芝虎ノ門 8 虎ノ門実業会館 深田サルベージ株式会社
東京都中央区銀座西 7-6 株式会社ビデオプロモーション
東京都江東区南砂 1-3-25 株式会社 中村鉄工所
東京都千代田区神田小川町 3-20-2 増淵ビル
東京都中央区八重洲 4-5 藤和ビル
東京都千代田区霞ヶ関 3-2-5 霞ヶ関ビル 30階 3002号
東京都千代田区丸の内 2-10
東京都台東区上野 3-13-9
東京都北区西ヶ原 1-14
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

お 知 ら せ

第 2 回 国際海洋開発会議と海洋開発展について

第 2 回国際海洋開発会議

会期 昭和47年10月5日(木)ー7日(土) 3日間
会場 東京・大手町・経団連会館

規模 発表論文数約120(予定),参加者数約700(予定)
主催 科学技術庁・日本海洋学会・社団法人海中開発
技術協会・社団法人経済団体連合会海洋開発懇

談会・社団法人日本水産会・社団法人日本機械工業連合会・財団法人日本船用機器開発協会・社団法人日本能率協会

後援 通商産業省・運輸省・農林省・建設省・外務省
・郵政省・労働省・環境庁・経済企画庁・東京都

協賛 (順不同)

日本商工会議所・日本貿易振興会・社団法人日本産業機械工業会・財団法人日本船舶振興会・財団法人海中公園センター・日本ソーダ工業会・社団法人日本気象学会・社団法人日本航海学会・日仏海洋学会・日本海水学会・社団法人鋼材倶楽部・社団法人日本水産学会

・社団法人日本機械学会・日本科学機器団体連合会・電子機械工業会・社団法人日本鋁業会・財団法人日本海事広報協会・社団法人日本電気計測器工業会・社団法人日本造船工業会・海域工学研究会・石油開発公団・日本油圧工業会・社団法人軽金属協会・社団法人強化プラスチック技術協会・財団法人日本科学技術振興財団・社団法人日本水産資源保護協会・日本空気圧工業会・社団法人電気学会・社団法人土木学会・社団法人水産電子協会・社団法人日本造船学会・社団法人日本観光協会・新技術開発事業団・社団法人資源協会・社団法人海洋産業研究会・蓄電池協会・社団法人日本原子力産業会議・社団法人日本船用機械輸出振興会・石

会議日程

10月4日(水)	登録 (東京・大手町・経団連会館)				
10月5日(木)	9:00 } 12:00	開 会 式 基 調 講 演			
		セッション	第 1 会 議 場	セッション	第 2 会 議 場
	13:00 } 17:00	A - 1	海洋環境 沿岸海洋 海洋汚染	B - 1	海洋の調査・探査 海洋開発とエレクトロニクス 測定・計測技術
	8:00 }	レセプション			
10月6日(金)	9:00 } 12:00	A - 2	海洋環境 海象と大気・海洋の相互作用 総合的基礎調査と海洋情報の 管理	B - 2	潜水調査船
	13:00 } 17:00	C - 1	海洋構造物と海洋土木 海洋構造物用の材料および加工技術(防蝕・防錆および腐蝕, 生物附着防止, 海中溶接など)	D - 1	海洋資源 栽培漁業 海洋水産資源と開発 (深海漁業, 新漁法など)
10月7日(土)	9:00 } 12:00	C - 2	海洋構造物と海洋土木 作業用機器装置 (掘削装置, 採油・貯油・運搬装置, 水中マニピュレーター・海洋ロボットなど) 港湾開発	D - 2	海洋資源 鉱物資源 (石油・マンガンなど) の開発 海底下の探査
	13:00 } 17:00	C - 3	海洋土木と海中の作業環境 海洋土木・作業台 (船) Man in the Sea Project & Undersea Habitats	D - 3	海洋資源 海水の淡水化および海中溶存物質の回収 エネルギー資源の利用 (潮汐発電・波力発電・温度差発電など) 海中公園

油鉱業連盟・日本船舶輸出組合・社団法人日本船舶用機
関学会

会議プログラム

この会議では、統一テーマ「あすの海をひらく」のもとに、下記のような4つの専門テーマをもうけ、各テーマにしたがい広く内外より発表論文を募集しています。

1. 専門テーマ
 - 1) 海洋環境
 - 2) 海洋の調査・探査および潜水調査船
 - 3) 海洋構造物・土木および海中の作業環境
 - 4) 海洋資源

発表論文の応募要領

1. 応募資格：特に制限はありません。
2. 応募論文テーマ：会議プログラムに発表されている4つの専門テーマにしたがってください。
3. 提出書類：

- (1)参加申込書(所定の申込書Aを使用してください)
 - (2)梗概原稿 (Abstract)
 - (3)発表論文 (Full paper)
- 提出期限

「参加申込書」および「梗概原稿 (Abstract)」
……………昭和46年12月31日

「発表論文 (Full paper)」……………昭和47年5月31日

梗概原稿 (Abstract)

a)梗概原稿は英文・和文の両文にて提出してください。

- 1) 英文……標準サイズのタイプ用紙 (215mm×1枚に200字以内でタイプし、提出してください。
- 2) 和文……400字詰原稿用紙を使用してください

b)梗概原稿には、下記の事項を記載してください。

- 1) 論文テーマ (英字は大文字)
- 2) 論文提出者の氏名、 役職名および所属機関名
- 3) 所属機関の住所および電話番号
- 4) 発表論文の日時ならびにセッション番号

発表論文 (Full paper)

a)発表論文は英文・和文の両文にて提出してください。

- 1) 英文……標準サイズのタイプ用紙 (215mm×280mm) に、横160mm 縦 220mm 以内にタイプしてください。
- 2) 和文……事務局指定の原稿用紙を使用してく

ださい (原稿用紙は梗概原稿受領後、事務局より送付致します)

b)発表論文には、下記の事項を記載してください。

- 1) 論文のテーマ (英文は大文字)
- 2) 論文提出者の氏名、 役職名および所属機関名
- 3) 梗概原稿 (上記のものと同じ)

c)提出された論文は論文集 (Preprint) に取められ、会議参加者に配布されます。

論文の審査

1. 内外からの応募論文が、予定数をこえる場合は国際海洋開発会議実行委員会において審査いたします。
2. 審査の結果は、事務局より直接応募者に連絡いたします。

論文の発表

1. 論文の発表は会議プログラムにしたがい、時間は1論文につき20分とします。
2. 会議用語は英語または日本語とします。
3. 論文の発表およびディスカッションは同時通訳されます。
4. スライドおよび映写フィルムを使用できます。ただし (1)スライド 35mm (国際規格) に限ります。 (2)映写用フィルム 8mm または16mmのものに限ります。 (3)オーバーヘッド・プロジェクターも使用できます。

書類の提出および問合せ先

東京都港区芝公園25号地 ☎105

社団法人日本能率協会内
国際海洋開発会議・展示会 (ODC) 事務局
TFL:02 (434) 6211 (代)

会議の参加手続および参加料

1. 参加手続

会議参加の希望者は、所定の参加申込書Aに必要事項を記入のうえ、昭和47年8月31日までに事務局まで申込んでください (論文発表希望者は「発表論文の応募要領」をご参照ください)。

2. 参加料

会議登録料

一	般	25,000円	論文集を含む
大	学	12,000円	論文集なし
学	生	5,000円	論文集なし

論文集 (英文) 予価 7,000円

レセプション 5,000円

参加料の払い込み

1. 参加料払い込み期限……昭和47年9月20日 (木)
2. 参加料の払い込みは、「現金」または「銀行振込」のいずれかにして下さい。
3. 参加料の払い戻しはいたしませんので、ご都合の悪い場合は代理の方がご出席下さい。
4. 銀行振込の場合は、下記の銀行口座あてにお振り込み下さい。

第一勸業銀行西銀座支店：日本能率協会

「国際海洋開発会議・展示会事務局」口座

5. 参加料の払い込みを確認次第、詳細な「プログラム」および「参加証」・「領収書」を申込責任者宛にお送りいたします。

申込みおよび問い合わせ先

上記の「書類の提出および問合せ先」に同じ。

第2回国際海洋開発展

「第2回国際海洋開発会議」と同時に「第2回国際海洋開発展」を下記により開催いたします。

会 期 昭和47年10月4日 (水) ~ 9日 (月) 6日間

会 場 東京・晴海・国際貿易センター

出品内容 海洋計測機器・試験機および情報処理装置

潜水用機器 公害・安全対策用機器 海洋土

木・作業用機器 海洋生物資源開発用装置

船舶ならびに船用機器 海水利用技術・プラ

ント 動力用装置 部品材料・防錆防蝕・爆

破棄・加工技術 海洋レジャー関係 海洋エン

지니어リングおよびトータルシステム 海底

同軸ケーブルシステム 海洋開発関連図書・

資料

特別展示・映画上映

日本政府海洋開発実行プロジェクト展示

海外の海洋開発現状展示

海洋生物資源展示

大学・研究機関等の参考展示

海洋調査船 (作業船) の繫留展示一晴海埠頭

海洋開発関連映画の上映

申込および問い合わせ先

東京都港区芝公園25号地 ☎105

社団法人 日本能率協会内

国際海洋開発会議・展示会 (ODC) 事務局

TEL : 03 (434) 6211 (代)

お 知 ら せ

理 研 シ ン ポ ジ ウ ム 「 模 型 作 リ 」

主 催 理化学研究所

と き 1972年3月24日 (金) 10時~17時

と ころ 埼玉県和光市 理化学研究所機械棟会議室
(電話0484-62-1111)

循環模型

高野健三 (理研)

北極海の氷の熱的性質 長谷美達雄 (東大・海洋研)

回転系での水の流れ—北極海に関連して—

解析と模型実験

今脇資郎 (京大・理)

高野健三 (理研)

黒潮の時間変化に関する数値実験

遠藤昌宏 (東大・海洋研)

琵琶湖の水の流動に関する数値実験

I. 一層モデルによる静振と流れについて

今里哲久 (京大・理)

II. 二層モデルによる内部波と流れについて

金成誠一 (京大・防災研)

水産研究における模型作り

土井長之 (東海区水研)

模型作りについての私見

佐々木 建 (東大・理)

総 合 討 論

お 知 ら せ

昭和 47 年度フランス政府給費留学生募集要項

駐日フランス大使館 経済部

このたび、フランス政府は昭和47年度フランス政府給費留学生の募集を行う。フランスで研修を希望する各分野の専門家技術者に対しフランス政府が月額1,100フランを支給し、給費の期間は原則として最高6ヶ月とする。出願資格

- 日本国籍を有すること
- 昭和47年1月1日現在40才以下であること
- 昭和47年1月1日現在で、大学卒業後の専門職歴が4年以上あること、但し大学院に2年以上在籍した者は専門職歴2年以上でよい
- 新制又は旧制大学卒業者であること（旧制高等専門学校卒業者を含む）
- 受験時において健康であること

給費生の対象となるのは両国の交流発展に貢献する経済、産業及び商業の各部門とする。

出願者の書類等はすべて下記に提出すること。提出期間は3月1日から3月10日とする。（期間厳守）

東京都港区赤坂 1-1-2 フランスビル9階
在日フランス大使館 経済部

出願者は別表に示された規定の書類を提出すること。

選考試験は日仏会館（東京都千代田区神田駿河台2-3）に於て3月29日に行われる。試験は仏語での面接と筆記（時間20分）。

志願者はフランス語の知識を有していることが望ましい。予備審査に合格した人々は必要に応じ基礎的語学力を増すように努めねばならない。この点では東京及び京都各日仏学院とアテネ・フランセが便宜を図っている。

別 表

出 願 手 続

出願書類

- I 志願者の勤務先の社長もしくは局長からの給費留学要請書（日本語で6通、仏語又は英語で6通）
 - II 下記の出願書類のうち1, 2, 3の分はA4判の紙を用い1-3を1組づつ左肩をとじて仏文6通と和文6通を提出すること。（仏文は必ずタイプすること）
- 備考 志願者に厳重に語学、技術、専門職業を基準として選考されるので、審査官宛の推せん状の添付は

差し控えること。

1. 願 書

- 氏 名
- 性 別
- 生年月日
- 出生地
- 本籍地
- 現住所
- 現在の職業及び勤務先（会社名、機関名を明記のこと）
- 最終学歴（卒業年月日及び学校名）
- 専攻（出願者の専門を簡単に記述すること）
- 希望留学先機関名、会社名

2. 履歴書

専門学歴、職歴、自己の研究、現在の職務について出来るだけ詳細に記載すること。

3. 留学計画書

フランスで研修しようとする専門分野とその研修を行うための機関名を正確に述べること。

フランス側の公共もしくは私的組織と既に連絡がある場合はそれを併記することが望ましい。

4. 写 真

出願者の最近の写真2枚（4×3.5センチ）和文、仏文願書オリジナルの右肩に糊づけすること。

5. 成績証明書

和文一通

拝啓 本年度フランス政府給費技術留学生募集要項をお送り致しますので、お心当りの方の中に受験希望者がおられましたら、同封要項にて至急御応募下さるよう御推し下されたい。

尚、同試験の説明会を2月18日（金曜日）午後6時よりSABTECH ホールで行ないますので併せてお知らせ致します。 敬具

サブテクホール

所在地 東京都港区赤坂1丁目1-2 フランスビル9階
フランス大使館経済部内

電話 (03) 584-7251

SAVE YOUR MONEY

thru **NAKAGAWA's** Cathodic Protection
& **ZAPCOAT** (inorganic zinc rich paint)
for valuable marine equipments & offshore structures



For complete information, write or cable:

NAKAGAWA CORROSION PROTECTING CO., LTD.

2-1, Kanda-Kajicho, Chiyoda-ku, Tokyo
Phone: Tokyo 252-3171
Cable: NAKAGAWABOSHOKU 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

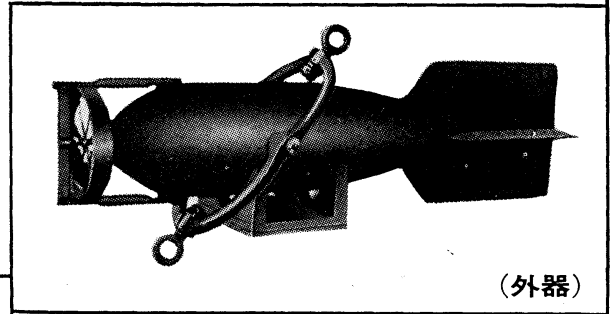
東京都港区新橋5丁目23番7号

電 話 (432) 2971~4

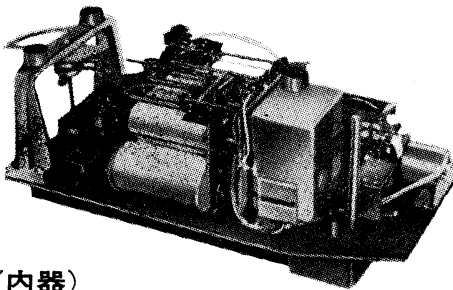
長期捲自記流速計

(NC-II)

本流速計は海中に設置し、内蔵した記録器に流速流向を同時に記録するプロペラ型の流速計で約20日間の記録を取る事が出来ます。但し流速は20分毎に3分間の平均流速を又流向は20分毎に一回、共に棒グラフ状に記録しますから読取が非常に簡単なのが特徴となっております。



(外器)



(内器)

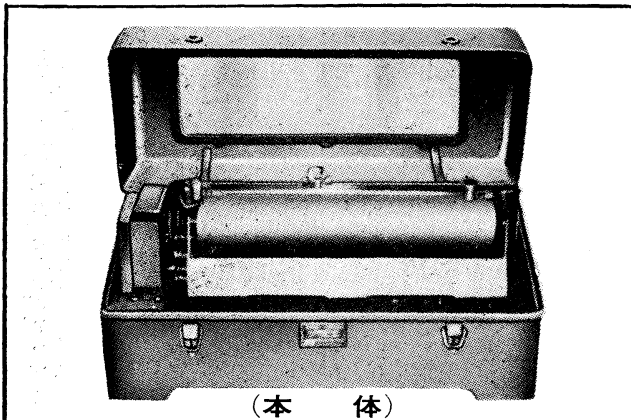
プロペラはA, B, C三枚一組になって居り

A(弱流用).....1m/sec	} 迄一枚毎に検定 してあります。
B(中流用).....2m/sec	
C(強流用).....3m/sec	

弱流ペラーに依る最低速度は約4cm/secです。

フース型長期捲自記検潮器

(LFT-III)



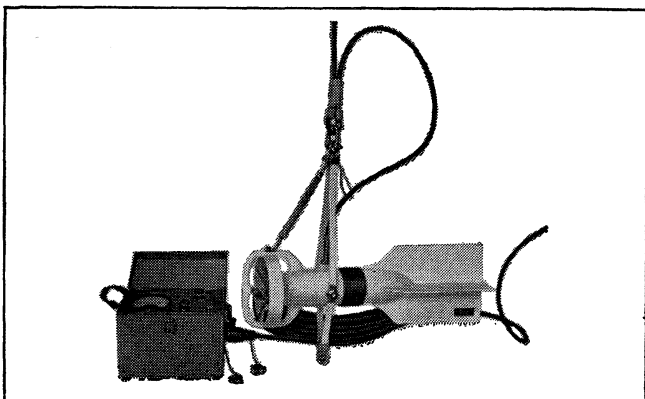
(本体)

営業品目

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

協和商工株式会社

東京都豊島区目白4丁目24番地1号
TEL (952) 1376代表 〒171



Direct-Reading Current &
Direction Meter

Model

CM-2

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

Products

- KM-2: Direct Reading Knot-Meter for Trawl-Boats to Control Adequate Speed
- ET-5: Electric Meter of Water Temperature
- EET-5: Electric Conduction and Temperature Meter for Chlorine

TOHO DENTAN CO., LTD.

Office: 1-8-9, Miyamae, Suginami-Ku, Tokyo. Tel. Tokyo (03) 334-3451~3

T/D は無限の可能性に挑戦する

- ◆漁撈電子機器
- ◆航海計器
- ◆海洋開発機器
- ◆航空機用電子機器
- ◆各種制御機器
- ◆コンピュータ端末機器
- ◆各種情報システム

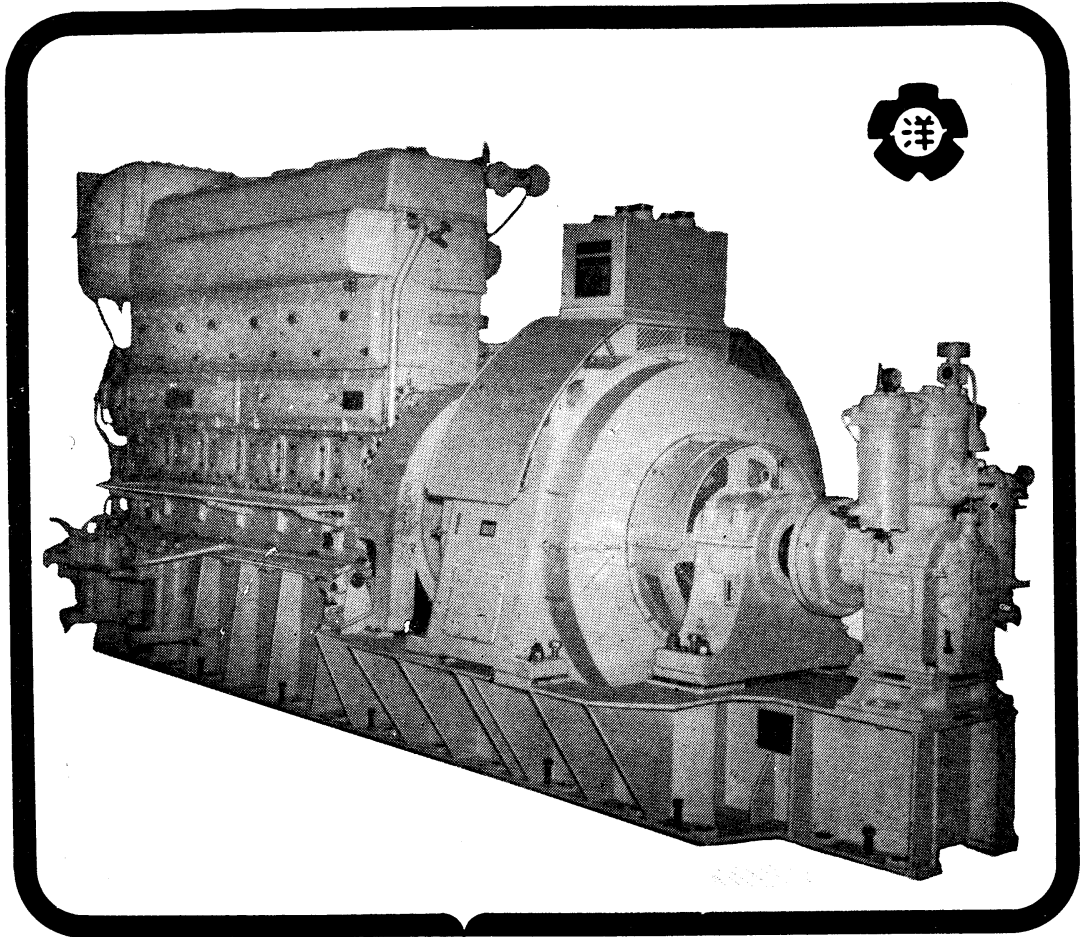
エレクトロニクスで創造する



古野電気株式会社

本社 / 西宮市芦原町9-52 ☎07981652111 (大代) 支社 / 東京都中央区八重洲4-5 藤和ビル ☎03(272)8491 (代) はか37ヶ所

ながい経験と最新の技術を誇る！
大洋の船舶用電気機器



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

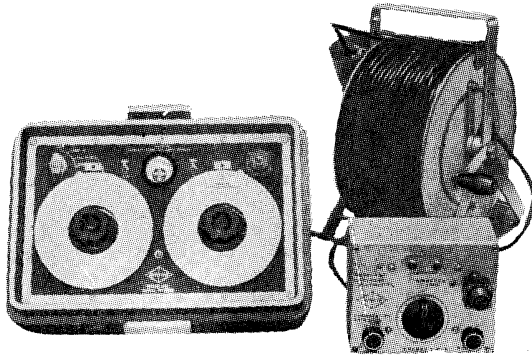
大洋電機株式会社

取締役社長 山田沢三

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

AUTO-LAB PORTABLE S-T BRIDGE

Model 602



オート・ラブ誘導起電式精密塩分計に引続いて、開発された温度と塩分の現場測定用の可搬型海洋測器です。温度、塩分ともダイヤルで直読出来、簡便で堅牢しかも高精度なソリッドステートのユニット結合構造の最新鋭計器です。

温度：0~35°C 1/2 確度 ±0.1°C

塩分：Scale 1. 0~32‰S 確度 ±0.1‰S
Scale 2. 32~42‰S 確度 ±0.03‰S

電源：電池 9V, 200時間使用可能

追加附属品

ステンレス製ケーブルリール
半自動式電極プラチナイザー

製造品目

転倒温度計 各種
電気式水温計 各種
採水器・海洋観測機器
気象用・理化学用温度計
サーモレンジャー
ミグスター 温度調節器

日本およびアジア総代理店

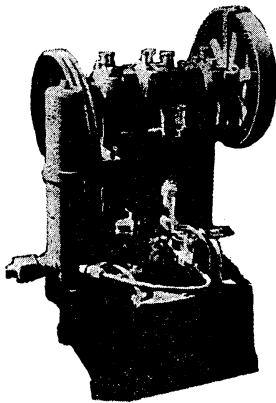


株式会社 渡部計器製作所

東京都文京区向丘1の7の17
TEL (811) 0044 (代表) ☎ 113

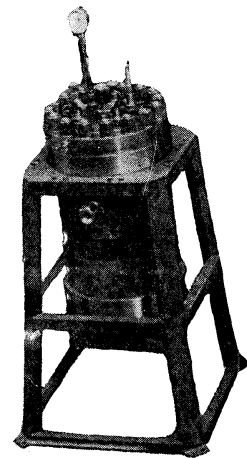
(カタログ御希望の方は誌名御記入の上御請求下さい)

ヨシタの海洋試験機



超高压テストポンプ

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



高圧テスト容器

☆その他各種試験機装置設計製作



株式
会社

吉田製作所

東京都台東区上野3丁目13番9号 電話 (832) 4351~5

メルタック

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

ポリエチレン、アルミ箔等にも良く接着します。

ポリロック

含浸、注型、充填用として使用される接着性と作業性の良好なシーリング材です。

ポリワックス

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

東京工材株式会社

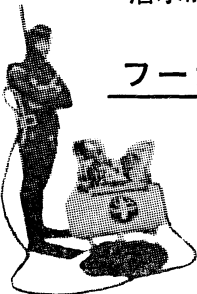
東京都中央区築地 4-7-1 TEL (542) 3361 (代)

アクアラング

aqua-lung



◎ カタログ 進呈 ◎
潜水服採寸表



フーカ潜水具

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

仏国・スピロテック社 日本総代理店
米国・U.S. ダイバース社

日本アクアラング株式会社

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

東京支社 東京都豊島区北大塚1丁目16の6
(国電大塚駅前大塚ビル一階)
電話 東京 (918)6526 (代表)

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

Murayama

計 度 濁 中 水
計 度 照 中 水
計 度 導 電

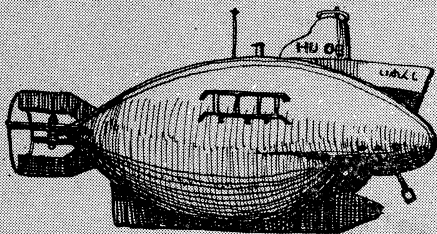


株式会社 村山電機製作所

本社 東京都目黒区五本木 2-13-1

出張所 名古屋・大阪・北九州

海底資源の開発に活躍—潜水調査船“しんかい”



陸・海・空 世界に伸びる 本 社

川崎重工

神戸市生田区中町通 2-16-1

日生川崎ビル 3~7階

東京支社 東京都港区芝浜松町 3-5

世界貿易センタービル

Exploiting the Ocean by...

T.S.K. OCEANOGRAPHIC INSTRUMENTS

REPRESENTATIVE GROUPS OF INSTRUMENTS AND SYSTEMS

T.S.—多要素海象データ—磁気記録装置

概要： 流向，流速，塩分，水温等を連続長期にわたり，測定記録するためのものである。

本システムは各部がビルディングブロック方式で構成しデータ集録及び制御部を共通にして測定対象の増減が容易に行え P.H. 溶存酸素，濁度の測定等システムの拡張性を有します。

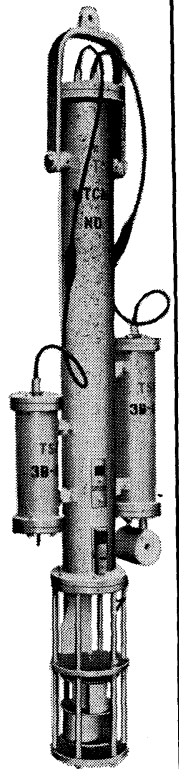
各データはブイあるいは観測支柱等に固定された本器の水中検出記録部により電気量に変換，カセットテープにインクリメンタル方式によってデジタル信号として磁気記録される。

センサー（通常）

	測定範囲	感 度	精 度	備 考
流 向	0~360°	1.4°	±3°	
流 速	0.025~4 m/sec	0.025m/sec	0.5 m/sec 以下 0.025 m/sec	
傾 斜 角	0~35°	5°	0.5 m/sec 以上 0.05 m/sec	±5°
塩 分	10~35‰S	0.03‰S	±0.1‰S	温度補償範囲 0~35°C
水 温	0~30°C	0.05°C	±0.1°C	

データ—レコーダ

記 録 期 間	記 録 間 隔				
	5 分 1ヶ月	15 分 3ヶ月	30 分 6ヶ月	1 時間 1 年	連 続 50 時間
記 録 方 式	インクリメンタル方式				
使用データ—テープ	フィリップス型コンパクトカセットテープ C-120				
記 録 容 量	約 500 万ビット				
記 録 密 度	約 800 ビット/インチ				
信 号 変 換 方 式	位相変調方式				
記 録 内 容	1 アドレス 6 データ— 直列式 アドレス： 機械番号，日付，時刻 データ—： 流向，流速，傾斜角，塩分，水温				



THE TSURUMI SEIKI CO., LTD.

1506 Tsurumi-cho Tsurumi-ku, Yokohama, 230 Japan

CABLE ADDRESS
TSURUMISEIKI Yokohama

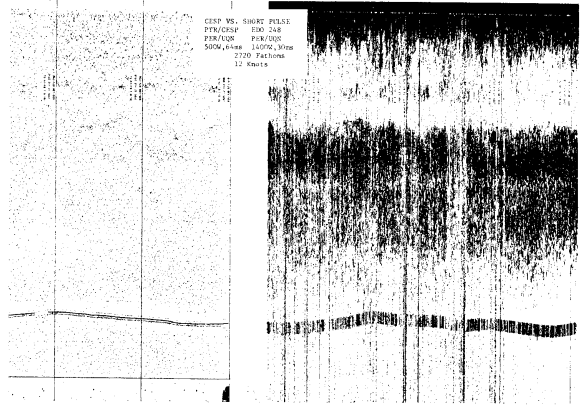
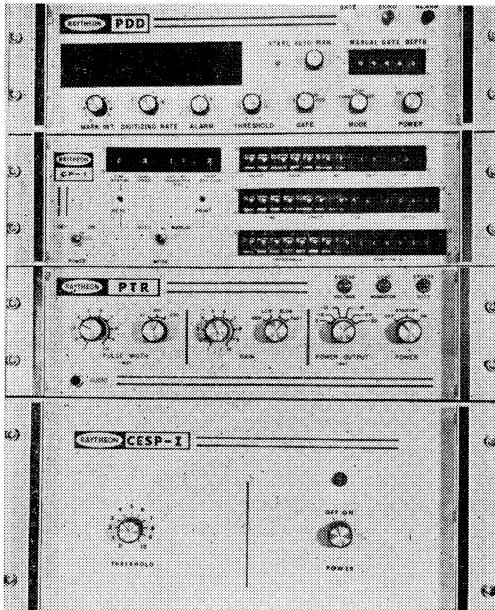
TELEPHONE
Yokohama 521-5252~5

TSK. USA.
3446 Kurtz St.,
San Diego, Calif. 92110, U.S.A

IWAMIYA INSTRUMENTATION LABORATORY

RAYTHEON

海洋探測及び制御システム



(レイセオン社システム)

(従来の音響探測器)

上右の記録を見比べて下さい!!

レイセオン社の音響測深及び地層探査システムにはノイズが入りません。

レイセオンは、石油開発、海洋測量に必要な探査機器を完全なシステムとしてもあるいは従来のシステムを改良するための単独機器としても販売しています。

- 水中深度測定システム
- 海底石油、ガス生産遠隔制御システム
- 高分解能海底地層探査システム
- 深海係留機器放除システム
- 自動デジタル深度トレース・システム
- 各種精密エレクトロ・グラフィック・レコーダ
- 海中地震探査システム(エア・ガン使用)

※本製品はリースでも御利用いただけます。

日本総代理店

技術と情報の



東陽通商

エレクトロニクス部 第1課

本社 東京都中央区日本橋本石町1-2(大東ビル)
〒103 東京 (03) 279-0771(大代表)

大阪 大阪市南区順慶町通2-38(鈴木ビル)
〒542 大阪 (06) 262-3471(代表)

水戸 茨城県勝田市東石川1305-68
〒312 勝田 (0292) 72-3085

昭和 46 年 8 月 25 日 印刷
昭和 46 年 8 月 31 日 発行

う み 第 9 卷
第 3 号

定価 400 円

編集者 今 村 豊
発行者 佐々木 忠義
発行所 日仏海洋学会
財団法人 日仏会館内
東京都千代田区神田駿河台2-3
郵便番号:101
電話 (291) 1141
振替番号:東京96503

印刷者 小 山 康 三
印刷所 英 和 印 刷 社
東京都文京区本駒込5-13
郵便番号:113
電話 (828) 3935

第 9 卷 第 3 号

目 次

原 著

- ソリタリー・クノイダル波の近似解について
(英文) 宮田元靖 147
- インド産ニシン目魚類の初期生活史と卵稚仔
による種の同定 (英文) P. BENSAM 158
- 海中におけるアワビ種苗の生産技術に関する
実験的研究 渋井 正 168
- 寄 稿
- カノニカル・コヒアランスとその統計量 (仏文)
..... 宮田元靖 173

資 料

- 南アフリカ連邦の超音波魚群量計測に関する
電算機フローチャート... 柴田恵司・見元孝一 176
- フランスの海洋調査・研究施設などの近況
..... 高野健三 181
- 仏欧海洋開発事情視察報告 189
- 書 評 225
- 学会記事 227

Tome 9 N° 3

SOMMAIRE

Notes originales

- On the Solitary and Cnoidal Wave Equation
..... Motoyasu MIYATA 147
- A Preliminary Review of Our Knowledge on
the Early Life Histories of Clupeiformes
from Indian Waters with Provisional Keys
for Identifying the Eggs and Early Larvae
..... P. BENSAM 158
- Experimental Studies on the Productive
Technique of the Young Abalones,
Haliotis discus hannai, in the Sea (in
Japanese) Tadashi SHIBUI 168

Miscellanées

- Les cohérences canonicales et leurs distri-
butions statistiques Motoyasu MIYATA 173

Documentation

- A Flow-chart of Computer Coupled with
Echo-sounder for Estimating Fish Stocks
Around the Waters Off South Africa (in
Japanese) Keishi SHIBATA
and Koichi MIMOTO 176
- Brèves nouvelles de grands équipements
océanographiques en France (en japonais)
..... Kenzo TAKANO 181
- Rapport de la visite de l'exploitation de la
mer française et européenne 189
- Analyses de livres 225
- Procès-Vervaux 227