

La mer

うみ

昭和 60 年 11 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise
d'océanographie
Tokyo, Japon

日 仏 海 洋 学 会 編 集 委 員 会

委員長：高野健三（筑波大学）

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

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

投 稿 規 定

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

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

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

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

RECOMMANDATIONS A L'USAGE DES AUTEURS

1. «La mer», Bulletin de la Société franco-japonaise d'océanographie, publie les articles et notes originaux dans toutes les disciplines des sciences de la mer et de la pêche.
2. Des résumés en langue française ou anglaise sont obligatoires.
3. Les figures au trait seront tracées à l'encre de Chine noire sur papier blanc ou sur calque. Les légendes des figures et des tableaux sont indispensables.
4. Le Comité de rédaction se réserve la possibilité d'apporter quelques modifications de forme ou d'ajuster certains détails à des normes d'uniformité.
5. Les premières épreuves seront corrigées, en principe, par les auteurs.
6. Les frais d'impression des pages dépassant sept pages seront à la charge des auteurs s'ils sont des membres de la Société. Les auteurs extérieurs à la Société s'en chargeront pour tous leurs pages.
7. Un tiré-à-part en cinquante exemplaires est offert gratuitement aux auteurs. Ceux qui en désirent un plus grand nombre peuvent les faire établir à leur frais.
8. Manuscrits et correspondances devront être adressés au rédacteur en chef, Kenzo TAKANO, Institut des Sciences Biologiques, Université de Tsukuba, Niihari-gun, Ibaraki-ken, 305 Japon, ou à un des rédacteurs étrangers, H. J. CECCALDI (EPHE, Station marine d'Endoume, rue Batterie des Lions, 13007 Marseille, France), E. D. GOLDBERG (Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California 92093, U.S.A.), T. ICHIYE (Department of Oceanography, Texas A&M University, College Station, Texas 77843, U.S.A.), T. R. PARSONS (Department of Oceanography, University of British Columbia, Vancouver, B. C. V6T 1W5, Canada)

Article spécial n°4

Varieties and properties of three recruitment curves*

W. E. RICKER**

In any population of animals some relation must exist between the abundance of the reproducing stock and the number of recruits it produces. A number of expressions have been proposed to describe this relationship. Three of them have only two parameters. These are the inverted parabola, Beverton and Holt's hyperbolic curve, and Ricker's exponential curve (Fig. 1).

Throughout this paper recruitment (R) is defined as the number of members of a year-class that survive to the age of first maturity, or that would survive to that age (at the natural survival rate) if they had not been captured at some earlier age. Such fish are called adults. When first maturity may occur at different ages, recruitment to the median age of first maturity can be used as an approximation to R . The number of fish in the adult stock that produced any year-class is represented by P . When desirable, both P and R can be weighted by the number of eggs produced by an average fish of each of the ages represented.

In addition to P and R , the parameter symbol a appears in one or more of the expressions for all three curves. Its significance is the same in all cases, namely, the rate of recruitment, R_0/P_0 , as P approaches 0. For the Beverton-Holt curve, the symbols α and β are the same as used in RICKER (1975; see especially Appendix III). For the Ricker curve note the following equivalents:

1975	α	β	a
Here	a	b	n

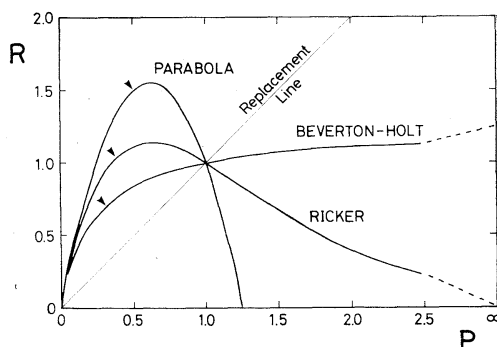


Fig. 1. Examples of the three curves considered, having an initial slope of 5 and a replacement abundance and recruitment equal to 1 in each case. For the parabola, $a=5$, $c=4$; for the Beverton-Holt curve, $\alpha=0.8$, $\beta=1/a=0.2$; for the Ricker curve, $a=5$, $b=1.609$. Maximum surplus recruitment positions are indicated by arrows.

* Received April 10, 1985

** Department of Fisheries and Oceans, Fisheries Research Branch, Pacific Biological Station, Nanaimo, B. C., Canada

The inverted parabola

The inverted parabola has not often been used as a recruitment curve, although it is well known as the Graham-Schaefer curve of surplus production of biomass, or sustainable yield. It is usually written:

$$R = aP - cP^2, \quad (1)$$

$a = R_0/P_0$, which is the rate of recruitment as P approaches 0.

c = a parameter with the dimensions of $[1/P]$.

The positive portion of this curve, which is what interests us, starts at the graph's origin ($P=0$) and ends on the abscissa at $P=a/c$. Between the above positions there are 3 points on the curve that are of special interest.

(i) Because parabolas are symmetrical about a central axis, the point of maximum recruitment (R_m, P_m) must lie half way between the two zero points on the abscissa, i.e. at $P_m = a/2c$. Maximum recruitment is then:

$$R_m = a^2/4c. \quad (2)$$

(ii) When R and P are in comparable units such that $R=P$ at the replacement level of stock, that replacement point is found by putting $R=P$ in expression (1); hence it is:

$$R_r = P_r = (a-1)/c. \quad (3)$$

(iii) With R and P in comparable units, the maximum surplus recruitment (MSR) is the maximum value of $R-P$. This occurs at the point where the curve has a slope of $+1$, and its parameters will be identified by the subscript s . The slope or differential of expression (1) is $a-2cP$. Equating this to 1 we obtain P_s ; putting P_s in (1) gives R_s ; and their difference is the MSR :

$$P_s = (a-1)/2c, \quad (4)$$

$$R_s = (a^2-1)/4c, \quad (5)$$

$$MSR = R_s - P_s = (a-1)^2/4c. \quad (6)$$

A preliminary or approximate fit of a parabola to recruitment data can be made by eye. Choose what seems the best position for the maximum point, and equate its parameters to $a/2c$ and

$a^2/4c$, respectively.

Expression (1) can be fitted mathematically by solving the simultaneous equations:

$$\begin{aligned} a \sum P^2 - c \sum P^3 &= \sum PR \\ a \sum P^3 - c \sum P^4 &= \sum P^2 R \end{aligned} \quad (6a)$$

for a and c . This procedure assumes that P is without error, so that all the variability in the data is in the recruitment observations; but this is usually at least approximately true.

The Beverton-Holt curve

A hyperbolic recruitment curve introduced by BEVERTON and HOLT (1957) has been written in several forms, some of which are:

$$R = \frac{1}{\alpha + \beta/P}, \quad (7)$$

$$R = \frac{P}{\alpha P + \beta}, \quad (8)$$

$$\frac{1}{R} = \alpha + \frac{\beta}{P}, \quad (9)$$

$$R = \frac{aP}{1 + P/K}, \quad (10)$$

$$R = \frac{P}{1 - A(1 - P/P_r)}, \quad (11)$$

Expressions (7)-(9) are merely algebraic transformations using the same parameters. Expression (10) has the form of the 3-parameter curve proposed by SHEPHERD (1982), with his $\beta=1$. Expression (11) was suggested by RICKER (1958) as a form of the Beverton-Holt relationship in which replacement abundance (P_r) would appear explicitly and the single parameter A would describe the shape of the curve with values ranging from 0 to 1.

The parameters used above are as follows:

α = the reciprocal of maximum recruitment, $1/R_m$.

β = the reciprocal of the slope of the curve at the origin, $1/a$.

a = the slope of the curve at the origin, R_0/P_0 .

K = the magnitude of P if recruitment were linear and $R = aP/2$.

A = the complement of the reciprocal of the slope of the curve at the origin, $1-1/a$.

P_r = stock size at the replacement level, if $R=P$ at replacement.

Table 1 gives the corresponding values of the parameters for the three notations used in expressions (7)-(11). In a stock that conforms to the Beverton-Holt relationship maximum recruitment would occur only if the stock became indefinitely large, but for practical purposes a finite value of P can be used, corresponding to (say) 0.95 R .

Expressions for replacement (P_r) and the point of maximum surplus recruitment (P_s, R_s) are found in the same way as for the parabola. P_r is obtained by putting $R=P$ in any one of expressions (7)-(11), and the result is shown in line 6 of Table 1. To obtain maximum surplus recruitment, the differential of, for example, expression (8) is:

$$\beta/(\beta + \alpha P)^2. \tag{12}$$

With R and P in comparable units this can be equated to 1, giving:

$$P_s = (\sqrt{\beta} - \beta)/\alpha. \tag{13}$$

Substituting this in expression (8):

$$R_s = (1 - \sqrt{\beta})/\alpha, \tag{14}$$

$$MSR = R_s - P_s = (1 - \sqrt{\beta})^2/\alpha. \tag{15}$$

Corresponding expressions for expressions (10) and (11) are obtained by substituting the equivalent parameters from Table 1.

For an approximate fit of a Beverton-Holt

Table 1. Relationships among the parameters of 3 forms of the Beverton-Holt curve; also the maximum value of recruitment (obtained when $P \rightarrow \infty$). Expressions for or containing A and P_r require that $R_r = P_r$ at the replacement level of stock.

Symbol	Corresponding symbol for expression			Line No.	
	No. 7-9	No. 10	No. 11		
Expressions(7)-(9)	α	—	$1/aK$	A/P_r	1
	β	—	$1/a$	$1-A$	2
Expression (10)	a	$1/\beta$	—	$1/(1-A)$	3
	K	β/α	—	$P_r(1-A)/A$	4
Expression (11)	A	$1-\beta$	$1-1/a$	—	5
	P_r	$(1-\beta)/\alpha$	$K(a-1)$	—	6
Maximum R	R_m	$1/\alpha$	aK	P_r/A	7

curve to data it is usually easiest to estimate by eye the level of maximum recruitment ($=1/\alpha$) and the slope of the curve at the origin ($=1/\beta$). However, if the maximum is not available because the R observations are not close to constant at the largest observed P values, it may be possible to estimate the replacement point, which is $R=P=(1-\beta)/\alpha$ provided R and P are in comparable units.

The simplest way to fit a Beverton-Holt curve mathematically, if P is substantially without error, is to use expression (9) and regress $1/R$ on $1/P$. The slope of the line is an estimate of the quantities in line 2 of Table 1, while the ordinate intercept gives those in line 1. However, an R value computed from such a fit is the harmonic mean of actual values of R at the given P . This can be adjusted to an arithmetic mean by multiplying each of the computed values of R by the ratio of the sum of the observed values to the sum of the computed values.

The Ricker curve

A possible type of recruitment curve for animal populations was suggested by RICKER in 1954. The same curve was discussed by BEVERTON and HOLT (1957), using different parameters, and RICKER (1958) introduced still another version. In order of appearance these three forms of the curve were:

$$\frac{R}{R_m} = \frac{P}{P_m} e^{1-P/P_m}, \tag{16}$$

$$R = aPe^{-bP}, \tag{17}$$

$$R = Pe^{n(1-P/P_r)}, \tag{18}$$

Table 2. Relationships among the three forms of the Ricker curve shown in expressions (16)-(18). Expression (18) requires that $R=P$ at replacement. (ln=natural logarithm)

Expr. No.	Symbol	Corresponding parameter in symbols of expression			Line No.
		No. 16	No. 17	No. 18	
16	R_m	—	a/be	$P_r e^{n-1}/n$	1
	P_m	—	$1/b$	P_r/n	2
17	a	R_{me}/P_m	—	e^n	3
	b	$1/P_m$	—	n/P_r	4
18	n	$1 + \ln(R_m/P_m)$	$\ln a$	—	5
	P_r	$P_m(1 + \ln(R_m/P_m))$	$(\ln a)/b$	—	6

- R_m = maximum recruitment,
 P_m = parental stock needed for maximum recruitment,
 $a = R_0/P_0$, the rate of recruitment as $P \rightarrow 0$,
 P_r = stock size at the replacement level, if $R = P$ at replacement,
 $b = 1/P_m$,
 $n = P_r/P_m$.

The relationships among the three pairs of parameters above are shown in Table 2. Note that the quantities P_m , R_m , and P_r are all included. The point of maximum surplus recruitment on a RICKER curve is found, as usual, by equating the differential to 1, provided $R = P$ at replacement. In the symbols of expression (17) this is:

$$(1 - bP)ae^{-bP} = 1. \quad (19)$$

Unfortunately this expression can be solved for P only by iteration (successive approximations). The P_s value obtained is substituted in (17) to get R_s , and MSR is $R_s - P_s$.

Expression (16) can often be used for preliminary or approximate fitting of this relationship to data. On the graph of R plotted against P , simply select a best position for the apex of the curve by eye, and read R_m and P_m from the axes. The other forms of the curve can then be written, using the transformations in the No. 16 column of Table 2. Your eye will presumably endeavour to select an arithmetic mean position for the maximum point in the vertical direction, so the result will be an AM curve (see below). This method is of course not available if the data do not include a recognizable maximum.

However, the usual way of fitting any of these expressions has been to compute the ordinary regression of the natural logarithm of R/P against P . The slope of this line is negative; with sign changed, it is an estimate of the quantity represented by the symbols in line 4 of Table 2. The ordinate intercept of the fitted line is an estimate of the quantity represented by the symbols in line 5. This method implies that P is known without error, so that all the variability in the data is in the recruitment R . This will usually be at least approximately true; but if not, it means that the estimated slope is numerically too small (i.e. it should be steeper),

so that both b and a are underestimated.

The R values computed by this method of fitting are the geometric means (GM) of R at any value of P . The corresponding arithmetic means (AM) can be computed by one of the methods described in RICKER (1975, Section 11.4.2). Simplest is to compute for each observed P the GM value of R , then multiply these by the ratio of the sum of the observed values of R to the sum of the computed values.

A method of fitting the curve directly by iteration, using a computer, was used by CUSHING and HARRIS (1973), which provides an AM curve. It of course weights the observations somewhat differently, but it too assumes that P is free of error. Other computer programs are available, for example by P. K. TOMLISON in ABRAMS (1971). If a computer program is used, care should be taken to discover what kind of curve it estimates (AM, GM or other), and on what basis.

Discussion

1. For most fish stocks the point of maximum surplus recruitment (MSR) is not the same as the point of maximum sustainable yield (MSY), the principal exceptions being Pacific salmon (*Oncorhynchus*) that are fished only in or near their spawning river. To estimate MSY , the gains made by the growth of the fish during each year, or part thereof, must be balanced against the losses from natural mortality during the same period, in order to identify a best rate of fishing. For example, one of the methods suggested by BARANOV (1918), RICKER (1945) or BEVERTON and HOLT (1957)—all described in RICKER (1975)—can be used to estimate the rate of fishing that will produce greatest yield per unit recruitment. However, the rate of fishing that produces maximum yield per recruit is not necessarily the one that will generate the abundance of spawners that produces MSR . Thus to estimate the rate of fishing that gives a true MSY there will usually have to be a trade-off between having most recruits, and getting maximum yield from a unit number of them.

2. SCHNUTE (1985) showed that all three of the curves described above, as well as intermediate types, can be represented by a single

3-parameter expression:

$$R = aP(1 - \beta\gamma P)^{1/r}. \quad (20)$$

When $\gamma = +1$ this becomes a parabola; when $\gamma = -1$ it is the Beverton-Holt hyperbola; and when $\gamma = 0$ it is the Ricker exponential curve (because $(1 - \beta\gamma P)^{1/r} \rightarrow e^{-\beta P}$ as $\gamma \rightarrow 0$). By using 3 parameters a much greater variety of shapes can be obtained than with only two. For example, the maximum level of recruitment, relative to the replacement level, can be made independent of the initial slope (a), whereas with the Ricker curve R_m/R_r has a minimum value of 1 when $a = e = 2.718$ (provided R and P are in comparable units), and increases when a is either larger or smaller.

Unfortunately, even with a good computer the mathematical fitting of a 3-parameter curve can be tedious, and it may pose serious problems because the observed values of R at a given P usually vary widely, and because the data may include only a part of the total region of interest. It may be necessary to put constraints on one or more of the parameters to avoid obtaining a biologically ridiculous result. There is of course no objection to doing this; if a 2-parameter curve is chosen it automatically puts a major constraint on the kinds of results obtainable. However, it may come to a point where a freehand curve is about as representative as anything fitted mathematically. In fact, SHEPHERD (1982) has described an empirical method of fitting an expression somewhat similar to expression (20) that differs little from a freehand approach. With a mathematical expression, how-

ever, it is possible to compute limits of variability about the central trend.

References

- ABRAMSON, N. J. (1971): Computer programs for fish stock assessment. FAO Fish. Tech. Paper **101**, 1-154.
- BARANOV, F. I. (1918): On the question of the biological basis of fisheries. Nauchnyi Issledovatel'skii Ikhtologicheskii Institut, *Izvestiya*, **1**, 81-128. (In Russian).
- BEVERTON, R. J. H. and S. J. HOLT (1957): On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Min. Agr. Fish., Fish. Invest. (Ser. 2), **19**, 533 pp.
- CUSHING, D. H., and J. G. K. HARRIS (1973): Stock and recruitment and the problem of density-dependence. Rapp. Procès-Verb. Conseil Explor. Mer, **164**, 142-155.
- RICKER, W. E. (1945): A method of estimating minimum size limits for obtaining maximum yield. *Copeia* 1945 (2), 84-94.
- RICKER, W. E. (1954): Stock and recruitment. J. Fish. Res. Board Canada, **11**, 559-623.
- RICKER, W. E. (1958): Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Canada, 119, 300 pp.
- RICKER, W. E. (1975): Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Canada, 191, 382 pp. Also available in French and Russian.
- SCHNUTE, J. (1985): A general theory for analysis of catch and effort data. Can. J. Fish. Aquatic Sci., **42**, 414-429.
- SHEPHERD, J. G. (1982): A versatile new stock-recruitment relationship for fisheries, and the construction of sustainable yield curves. J. Conseil Expl. Mer, **40**, 67-75.

Comparison of Lagrangian and Eulerian diffusion near the bottom*

Takashi ICHIYE** and Shoichiro NAKAMOTO**

Abstract: About 360,000 barrels of brine per day were discharged from a diffuser at 22 m deep 20 km south of Freeport, Texas, during 1980 and 1981. Salinity plumes near the diffuser were measured once a month with a towed sled equipped with a sensor fixed 0.8 m high from the bottom. Currents near the diffuser were measured with moored current meters continuously once every four minutes. On nine occasions of plume monitoring the moments of the salinity profiles lateral to the mean current are computed at three distances from the diffuser for each plume. The skewness and kurtosis of the salinity profiles seem to indicate the Gaussian distribution of the profiles. The lateral diffusivity is determined by comparing the second moments with a theoretical solution of the Fickian diffusion equation. The Eulerian correlation function is determined from the current data collected during the period of plume monitoring. The ratio of the Lagrangian to the Eulerian integral time scale is determined by comparing the Lagrangian and Eulerian eddy diffusivity. The Lagrangian time scale is larger in general, but more variable than the Eulerian one. Truncation of the integration limits for calculating moments from salinity profiles reduces estimated values of kurtosis and standard deviation (nominal width of the plume) from the theoretical values obtained for the Gaussian distribution.

1. Introduction

Diffusion in the ocean has been studied for decades in relation to pollution problems. Field experiments were carried out by using dye or drifters in the upper layer of the ocean. This is essentially a Lagrangian approach which provides data related to diffusion processes. However, the Lagrangian type field experiments are difficult to carry out for a long period of time. Further data process and analysis are intricate and the procedures are not well established.

On the other hand, in recent years many projects have been launched to measure currents with moored current meter arrays, particularly in shallow waters for monitoring environmental problems in various parts of the world. These programs were mainly devoted to determine currents of tidal and infratidal frequencies. Current spectra in the shallow waters contain substantial energy between the inertial-tidal frequencies and the surface wave frequencies (ICHIYE & TSUJI, 1984). Therefore, the diffusion of pollutants,

temperature, salinity or nutrients depends on turbulence of such frequency ranges. However, there is no definite theory which rationalizes relationships between Eulerian correlation function (CF) or spectra with Lagrangian equivalents, though a number of attempts were made to determine such relationships (LUMLEY, 1962; CORRSIN, 1963; KRAICHNAN, 1964) in the inertial subrange.

In order to determine the relationships between Lagrangian and Eulerian CFs, some experiments were carried out in the atmospheric boundary layer (HAY and PASQUILL, 1959; HANNA, 1980). These measurements were for a high frequency range between 10^{-3} sec^{-1} and 1 sec^{-1} , where the ocean turbulence contains relatively low energy. Further, these data did not seem to provide universally applicable relationships, though some speculation of such relationships was applied by OKUBO et al. (1983) in order to explain dye diffusion data and current data collected with moored current meters. There is an urgent need for conclusive oceanic experiments.

The results discussed here are of preliminary nature, since the data were not collected for the

* Received April 2, 1985

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

specific purpose of comparing the Lagrangian diffusion with Eulerian current measurements. However, it shows some direction for future study.

2. Data source

The Strategic Petroleum Reserve Program of the U.S. Department of Energy has discharged brine from a diffuser at the bottom of 22 m deep water about 20 km south of Freeport, Texas, almost continuously at a rate of 360,000 barrels a day since 1980. Currents were measured with a moored current meter array near the

diffuser and other hydrographic data were collected by a group of Texas A&M University researchers. Once a month horizontal and vertical distributions of salinity were measured with a salinity sensor attached to a sled which was towed by a small boat (RANDALL et al., 1981).

The horizontal salinity distribution was determined at a height of 0.8 m from the bottom with this sensor within about 8 to 10 hours. An example of the salinity concentration above the ambient salinity is plotted in Fig. 1 with location of sampling stations.

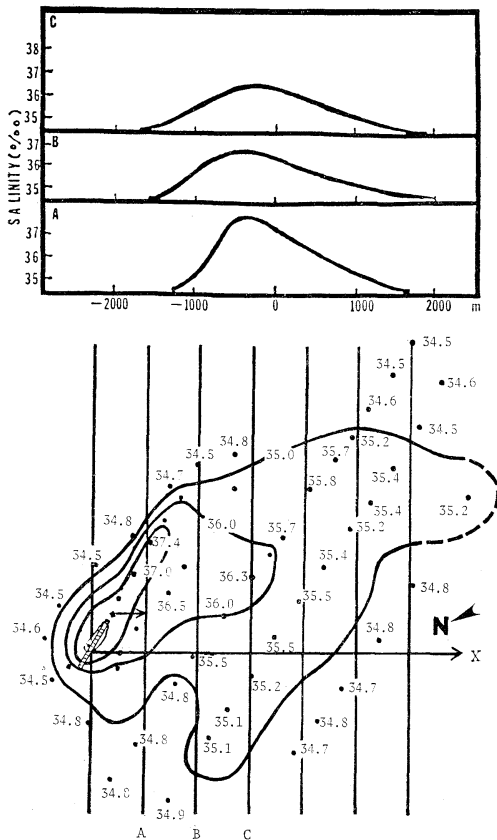


Fig. 1. Salinity contours of a brine plume on August 26, 1980 (Run 3). Brine pit salinity is 216‰ and bottom ambient salinity is 34.4‰. The direction of the bottom current (speed 27 cm s^{-1}) is shown with the arrow in the direction of the x -axis. The distance between transverse sections is 488 m (Randall, 1983; lower panel). The transverse profiles are shown in the upper panel at three distances (488 m, 976 m and 1464 m).

3. Diffusion of brine

Since the brine plume is much larger than the diffuser as indicated in Fig. 1, the source is considered as a point. An approximate solution of Lagrangian diffusion of the brine plume for the continuous point source can be expressed from equation (4.18) of FRENKIEL (1953) in dimensional terms as

$$S(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi L_y \bar{v}^2 \gamma x} \times \exp\left\{-\frac{U}{4x} \left(\frac{y^2}{L_y \bar{v}^2} + \frac{2z^2}{L_z \bar{w}^2}\right)\right\}, \quad (1)$$

where S is the salinity concentration above the ambient value, Q is the brine discharge rate per unit time, x , y and z axes are parallel to and lateral to the mean flow U , and vertically upwards, respectively, \bar{u}^2 , \bar{v}^2 , and \bar{w}^2 are mean squares of x -, y - and z -components of turbulent velocity, respectively. Parameters L_x , L_y and L_z represent x -, y - and z -components of the Lagrangian integral scale of turbulence defined by, for instance,

$$L_x = \int_0^\infty R_x(\alpha) d\alpha, \quad (2)$$

with $R_x(\alpha)$ being the Lagrangian CF of turbulent velocity in the x -direction and

$$\gamma^{-2} = (\bar{v}^2 L_y / \bar{w}^2 L_z), \quad (3)$$

which represents a ratio of vertical to horizontal diffusivity. An impermeable boundary is at $z=0$.

Frenkiel's (1953) model was derived for the isotropic turbulence $L_x=L_y=L_z$ and $\bar{u}^2=\bar{v}^2=\bar{w}^2$. His approximate solution (4.18) was obtained by neglecting the effect of the longitudinal turbulent

velocity $(\bar{u}^2)^{1/2}$ against the advective effect of U .

Solution (1) can be compared to the solution of the Fickian equation of diffusion

$$U \frac{\partial S}{\partial x} = K_y \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 S}{\partial z^2}, \quad (4)$$

which yields a solution for a point source at the origin with the impermeable boundary at $z=0$ as

$$S(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi(K_y K_z)^{1/2} x} \cdot \exp\left(-\frac{Uy^2}{4K_y x} - \frac{Uz^2}{2K_z x}\right). \quad (5)$$

Therefore, the eddy diffusivities K_y and K_z in the Fickian equation are expressed with the Lagrangian parameters as

$$K_y = \bar{v}^2 L_y, \quad K_z = \bar{w}^2 L_z. \quad (6a), (6b)$$

4. Horizontal diffusion of brine

As shown in Fig. 1, salinity distributions at about 0.8 m from the bottom were determined every month from April 1980 through March 1981. During salinity sampling, currents were measured with a moored current array near the diffuser at four depths (3.7 m and 7.7 m below the surface and 0.5 m and 7.8 m above the bottom). The current meter at 7.8 m yielded most consistent data during the salinity monitoring and thus these data are utilized for this study.

For each salinity sampling the mean current is determined from the current data and x - and y -axes are taken parallel to and perpendicular to the mean current, respectively. The salinity profiles along the y -axis are determined at three distances from the source as shown in Fig. 1. The theoretical distribution along the y -axis are

Table 1. Moments of salinity concentration profiles across a brine plume.

Run #	Date	x (m)	t (hrs)	m_0 (ppt)	m_2 (m ²)	r_3	r_4
#1	4/10/80	244	.5	58.1	17×10^5	6×10^{-3}	2.39
		488	1.04	57.5	18×10^5	2×10^{-5}	2.39
		732	1.56	47.9	11×15^5	2×10^{-3}	2.68
#2	8/1/80	488	3.39	25.05	81×10^4	2×10^{-6}	2.33
		976	6.78	23.15	95×10^4	2×10^{-3}	2.36
		1464	10.17	16.35	70×10^4	5×10^4	2.37
#3	8/26/80	488	.50	31.55	39×10^4	.19	2.59
		976	1.00	27.3	53×10^4	.26	2.48
		1464	1.51	25.6	49×10^4	.03	2.55
#4	10/1/80	244	.85	87.9	84×10^4	1×10^{-3}	2.57
		732	2.54	77.2	90×10^4	.03	2.997
		1464	5.08	64.2	99×10^4	.02	3.00
#5	10/22/80	244	.45	32.9	64×10^4	.01	2.34
		732	1.36	23.7	54×10^4	1×10^{-2}	2.42
		976	1.81	25.2	60×10^4	7×10^{-4}	2.34
#6	12/29/80	244	.48	53.2	12×10^5	.17	2.60
		732	1.45	55.5	17×10^5	.34	2.76
		2196	4.35	41.1	16×10^5	.02	2.43
#7	1/28/81	732	2.5	59.9	16×10^5	.017	2.44
		1464	5.1	64.1	21×10^5	8×10^{-4}	2.26
		2196	7.6	50.8	19×10^5	.068	2.48
#8	2/25/81	244	.97	93.2	14×10^6	2×10^{-4}	2.12
		732	2.90	78.5	14×10^5	8×10^{-3}	3.24
		1464	5.81	55.1	15×10^5	.14	2.45
#9	3/31/81	244	.42	38.6	77×10^3	.288	2.67
		499	.84	36.4	81×10^3	.299	2.73
		732	1.27	26.1	69×10^3	7×10^{-3}	2.52

x : distance from the source

t : x/U (U , mean speed)

m_0 : the mean concentration across the profile

m_2 : the second moment or nominal width squared

r_3 : skewness

r_4 : kurtosis

determined from the relations

$$m_0 = \int_{-\infty}^{\infty} S dy, \quad m_1 = \int_{-\infty}^{\infty} y S dy, \quad (7)$$

$$m_i = \int_{-\infty}^{\infty} (y - m_1)^i (S/m_0) dy, \quad (8)$$

for $i=2$ to 4. Then skewness r_3 and kurtosis r_4 are determined from

$$r_3 = m_3 \cdot m_2^{-3/2}, \quad r_4 = m_4 \cdot m_2^{-2}. \quad (9)$$

In Table 1, m_0 , m_2 , r_3 and r_4 are listed at three distances from the source for nine runs. The time t is defined as x/U . For the Gaussian profile, $r_3=0$ and $r_4=3$. In general r_3 is small compared to unity and r_4 is close to 3. Skewness shows a degree of deviation of the actual profile from the Gaussian. However, deviation of r_4 from 3 may be partly due to the truncation of the integration limits of the observed profiles (see Appendix).

Significant deviations from the Gaussian distribution were observed within 100 m from the source (not shown), where processes near the diffuser have strong effects on the salinity distribution. ZURBUS and MAMEDOV (1976) also observed a tendency that profiles of dye plumes near the surface become more Gaussian as apart from the source.

The value of m_2 corresponds to the square of the standard deviation σ if the salinity profile along the y -axis is represented by the normalized Gaussian distribution such as

$$f(y) = (\sqrt{2\pi}\sigma)^{-1} \exp\{-y^2/(2\sigma^2)\}. \quad (10)$$

Then 2σ represents a virtual width of the brine plume. Solution (5) averaged with z becomes equivalent to (10) and

$$\sigma = (2K_y x/U)^{1/2} = m_2^{1/2}. \quad (11)$$

(Salinity profiles are almost uniform with height up to 3 m from the bottom.)

Therefore, m_2 should increase linearly with x . However, Table 1 indicates that m_2 is almost constant for each plume. On the other hand, the mean concentration along y is given by

$$\bar{S} = m_0 = U^{-1}(\pi x K_y K_z)^{-1/2} \times \exp\{-U_z^2/(4K_z x)\}, \quad (12)$$

if Equation (5) is applicable. This equation indicates that m_0 decreases with x . The values of m_0 determined from the data generally show such a tendency with three exceptions among 18 pairs of profiles. However, since (12) contains an exponential form depending on the vertical eddy diffusivity K_z , K_y cannot be determined from decrease of m_0 with a distance x unless K_z is known. Relation (11) can be used to determine K_y when σ^2 or m_2 is computed from the observed data. Many values of horizontal eddy diffusivity quoted by OKUBO (1972) were obtained in this way.

Determination of m_0 and m_2 depends on truncation of integration limits for the plume, since it is impossible to integrate a salinity profile to infinite values of y . Effects of this truncation on the estimation of σ^2 is also shown in the Appendix. The estimated σ^2 decreases with truncation factor k which is defined as the ratio of an estimated integration limit a to the theoretical σ . The salinity decreases in general as a distance from the source increases. Therefore, the estimated value of the limit a decreases as the distance x increases. Thus, m_2 determined from the data is smaller than the theoretical value of σ^2 .

5. Comparison of the Fickian and Lagrangian eddy diffusivity

Equation (6a) shows that the K_y can be determined from the CF of the Lagrangian turbulent velocity v . This velocity can be obtained by use of drifters in the upper ocean layer but it is almost impossible for the bottom boundary layer unless new techniques for tracking the drifters near the bottom are developed. On the other hand, the current near the bottom was monitored within the current meter array as described above. Therefore, if the relationships between the Eulerian and Lagrangian CFs are known, the current meter data can be used for determining K_y .

There is no convincing theory for relationships between the two CFs. HAY and PASQUILL (1959) assumed that the two functions have similarity with different time of t_E and t_L for Eulerian and Lagrangian processes and determined the ratio t_L/t_E as 4 from experiments using pollen dispersion in the atmospheric boundary layer.

Table 2. Comparison of the Fickian and Lagrangian diffusivity.

Run #	Date	U cm s ⁻¹	\bar{v}^2 cm ² s ⁻²	K_f at a distance of						n			
				244 m	488 m	732 m m ² s ⁻¹	976 m	1465 m	2196 m	T_E 10 ³ s	mean	S.D.	
1	4/10/80	.13	4.26	458.02	234.08	100.81					1.66	357	199
2	8/1/80	.04	3.84		33.21		19.57	9.67			3.46	16	7
3	8/26/80	.27	7.13		106.62		79.40	45.43			4.32	25	8
4	10/1/80	.08	2.33	136.99		49.03		27.12			2.62	117	78
5	10/22/80	.15	7.08	198.18		55.60	46.30				3.45	41	28
6	12/29/80	.14	7.40	340.55		167.21			51.52		3.46	73	46
7	1/28/81	.08	2.24			86.03		56.31	34.03		2.59	101	37
8	2/25/81	.07	2.73	203.66		67.54		34.99			4.32	87	64
9	3/81/81	.16	9.93	25.38	13.35	7.54					5.19	3	1

U : mean speed,

\bar{v}^2 : mean square turbulent velocity,

T_E : Eulerian integral time scale,

n : ratio of the Lagrangian to Eulerian time for correlation function,

SD : standard deviation.

TSUJI (1978) confirmed this estimation by comparing the current determined with a drifter and a current meter for several hours in the surface layer of the coastal water of Seto Inland Sea. When the two CFs have similarity with different time related by $t_L = n t_E$, then the Lagrangian integral scale of the turbulence L_y can be estimated from the Eulerian correlation function $R_E(t_E)$ as

$$L_y = \int_0^\infty R_L(t_L) dt_L = n \int_0^\infty R_E(t_E) dt_E. \quad (13)$$

The $R_E(t_E)$ is determined by use of the current meter data sampled every 4 minutes at 1.8 m above the bottom. The calculation of R_E is based on a method of DAVIS (1976) and the averaging time of the data is taken from 9 a.m. to 9 p.m. of each salinity monitoring which was carried out only during the daytime. Therefore, calculation used 180 data points. The eddy diffusivity K_y calculated by Equation (11) from m_2 determined by salinity profiles is listed as K_f in Table 2 which also includes \bar{v}^2 and $T_E = \int_0^\infty R_E(t_E) dt_E$ with the time interval of 12 hours. Then n can be determined from the formula

$$n = K_f (\bar{v}^2 T_E)^{-1}. \quad (14)$$

Since K_f has different values at different distances from the source, the mean value and its standard deviation are determined from each plume and listed also in Table 2.

6. Discussion

Values of n listed in Table 2 are much larger than 4 except for Run 9. Therefore, contention of HAY and PASQUILL (1959) and TSUJI (1976) is not verified. In fact, n is much larger than unity. Since \bar{v}^2 is within a range of 2 to 10 cm² s⁻², and the Eulerian integral time scale $T_E (=L_y)$ within 2×10^3 to 5×10^3 s, Lagrangian time scale T_L must be much larger and is more variable than T_E . These facts indicate that the particle can in general preserve its identity much longer than the current measurements at a fixed station or the Eulerian CFs suggest, but the duration time of such preservation varies more widely than that determined by Eulerian measurements.

An example of the Eulerian CF determined by use of the current meter data of Run 5 is plotted against $h (=t_E/T_E)$ in Fig. 2. An expression which is determined by curve fitting is given by

$$R(h) = \exp\left\{\frac{-h}{b(m^2+1)}\right\} \cos\left(\frac{bh}{m^2+1}\right). \quad (15)$$

This expression was derived theoretically under the assumption of the Markov process of diffusion for a periodic current (FRENKIEL, 1953; ICHIYE and CARNES, 1981). The theoretical equation has $b=1$, whereas the curve fitting yields $b=1.1$. Therefore, the Eulerian CF for the tidal current seems to be expressed by a universal relationship.

The above argument is based on the assumption that the Lagrangian and Eulerian CFs have

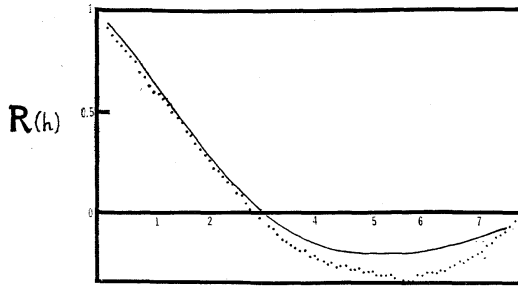


Fig. 2. Eulerian correlation function with $h = t_E/T_E$. Dotted line: from Run 5 (October 22, 1980). Full line: theoretical curve of Equation (14) with $b=1.1$, $m=1.5$.

similarity. This might be valid because CF determined from the current meter data can be approximately expressed with a universal formula. However, this should be verified both by more rigorous mathematical derivation and with field experiments consisting of simultaneous current measurements with the Eulerian and Lagrangian methods, that is, with moored current meters and with drifter tracking. Computer modeling can be used for tracking particles released in the prescribed current fields which have mean currents and random components with known spectral features. Such modeling will fill the gap of the analytical method and the experimental results.

Appendix. Effects of truncation in concentration profiles

To compute the moments of a concentration distribution S along the y -axis from (7) and (8), the integration limits can not be extended to infinity but must be truncated. This truncation may cause kurtosis different from the theoretical value of 3 even if the distribution is exactly Gaussian as given by (10). On the other hand, the skewness estimated by use of the observed profiles represents deviations from the Gaussian. The effect of truncation on kurtosis can be estimated for the Gaussian distribution by introducing the truncated integrals μ_2 and μ_4 for m_2 and m_4 , respectively, where

$$\mu_i = \int_{-k\sigma}^{k\sigma} f(y) \cdot (y - \mu_1)^i dy. \quad (A.1)$$

The kurtosis determined from the truncated

integrals is defined as r_4' which can be expressed as

$$r_4' = \mu_4 \cdot \mu_2^3 = 3 \{ \text{erf}(k/\sqrt{2}) - \sqrt{2\pi}/3 \} k^3 \times (3 + k^2) \exp(-k^2/2) \cdot \{ \text{erf}(k/\sqrt{2}) - \sqrt{2/\pi} k \exp(-k^2/2) \}^{-2}, \quad (A.2)$$

by introducing (10) for $f(y)$ and using the definition of the error function (erf), after the integration limits are taken as $y = \pm k\sigma$. For $k=1$ to 5 the values of r_4' are as follows:

$k=1$	2	3	4	5
$r_4' = 0.462$	2.469	2.836	2.986	2.9997

Therefore, the truncation effect may be negligible if the limits are taken 3 times the nominal width of the plume or standard deviation of the concentration σ .

The standard deviation σ estimated from the observed concentration profile also is modified by the truncation. Again, for the Gaussian distribution the estimation of σ can be obtained from the observed distribution as

$$\mu_2/\mu_0 = \int_0^{k\sigma} f(y)(y - \mu_1)^2 dy \left(\int_0^{k\sigma} f(y) dy \right)^{-1}. \quad (A.3)$$

By introducing (10) for $f(y)$, this ratio yields

$$\mu_2/\mu_0 = \sigma^2 N = \sigma^2 \{ 1 - \sqrt{2/\pi} k \exp(-k^2/2) \text{erf}(k/\sqrt{2}) \} \quad (A.4)$$

instead of σ^2 , where N is a correction factor. Values of N for $k=1$ to 4 are as follows:

k	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
N	0.291	0.552	0.774	0.873	0.973	0.994	0.998

This indicates that the truncated integration yields smaller values than σ for the Gaussian distribution. This explains the approximate constancy of σ in the plume at different distances from the source, since the integration limits become smaller because of lower salinity as the distance from the source increases.

References

CORRSIN, S. (1963): Estimates of the relation between Eulerian and Lagrangian scales in large Reynolds number turbulence. *J. Atmos. Sci.*, **20**, 115-119.

- DAVIS, R.E. (1976): Predictability of sea surface temperature and sea level pressure anomalies over the North Pacific Ocean. *J. Phys. Oceanogr.*, **6**, 249-266.
- FRENKIEL, F.N. (1953): Turbulent diffusion: Mean concentration distribution in a flow field of homogeneous turbulence. *Advances in Applied Mechanics*, **3**, 61-107, Academic Press, N.Y.
- HANNA, S.R. (1980): Lagrangian and Eulerian time-scale relations in the daytime boundary layer. *J. Appl. Meteor.*, **20**, 242-249.
- HAY, J.S. and F. PASQUILL (1959): Diffusion from a continuous source in relation to spectrum and scale of turbulence. *Advances in Geophysics*, **6**, 345-365, Academic Press, N.Y.
- ICHIYE, T. and M. CARNES (1981): Sediment dispersion and other environmental impacts of deep-ocean mining in the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Marine Environmental Pollution, 2. Dumping and Mining* (Edited by R.A. GEYER), 475-517, Elsevier Sci. Pub. Co., Amsterdam.
- ICHIYE, T. and M. TSUJI (1984): Spectra of currents in a shallow sea. 1. Turbulence aspect. *La mer* (Tokyo), **22**, 104-114.
- KRAICHNAN, R.H. (1964): Relation between Lagrangian and Eulerian correlation times of a turbulent velocity field. *Phys. Fluids*, **7**, 142-153.
- LUMLEY, J.L. (1962): An approach to the Eulerian-Lagrangian problem. *J. Math. Phys.*, **3**, 309-312.
- OKUBO, A. (1971): Oceanic diffusion diagram. *Deep-Sea Res.*, **18**, 789-802.
- OKUBO, A., H.H. CARTER, R.E. WILSON, B.G. SANDERSON and E.N. PARTCH (1983): A Lagrangian and Eulerian diffusion study in the coastal surface layers. Final Report to U.S. Dept. of Energy. Sp. Rept. 46. Ref. 83-1, Marine Science Research Center, SUNY, Stony Brook, N.Y., 295 pp.
- RANDALL, R.D. (1983): Analysis of the discharge plume. Evaluation of Brine Disposal from the Bryan Mound Site of the Strategic Petroleum Reserve Program, Tech. Rept. to Dept. of Energy from TAMU Res. Fdn. 1983-I, 108 pp.
- TSUJI, M. (1979): Note on the estimation of the Lagrangian and Eulerian time scale ratio from dye plume and current observations. *Bull. Nat. Res. Inst. Pol. & Res.*, **8**, 1-9.
- ZHURBAS, V.M. and R.M. MAMEDOV (1976): Experimental study of the diffusion of dye plumes in the surface layer of the sea. *Oceanology* (English translation by AGU), **16**, 562-564.

海底近くのラグランジュ流とオイラー流の拡散の比較

市 栄 誉, 中 本 正一郎

要旨: 1980年と1981年に約36万バレルの濃塩水を毎日テキサス州フリーポートの南の沖合約20kmの所で、深さ22mの所の拡散穴から海中に放出した。拡散穴の近くの塩水のプルームを底から0.8m上の高さで塩分計をそり状のものにつけ、毎月一回測った。それと同時に流速を拡散穴近くの繫留流速計で4分毎に連続して測った。その中9回のデータを使い、平均流の方向に直角に拡散穴から3つの距離をとり、塩分の水平分布を求め、それから塩分のモーメントを計算した。スキウネスとクルトシスはガウス分布に近いことを示している。第2次モーメントから横拡散係数をフィックの式の解と比べて求めた。一方流速計のデータからオイラー流の流れの相関関数を求め、ラグランジュおよびオイラーの積分時間尺度を、それぞれの拡散係数を比べることによって定めると前者が後者よりはるかに大きい、その変動もまた大きい。モーメントを計算する場合、積分の限界が有限があるため、たとえガウス分布でもクルトシスや標準偏差が理論値より小さくなるのでその差の見積りを行った。

暴風に対する浅水域流速の応答*

中村重久**・芹沢重厚**

Response of shallow water current to a storm

Shigehisa NAKAMURA and Shigeatsu SERIZAWA

Abstract: A current response to a local storm is studied by using a simple shallow water model. A linear differential equation is derived to describe the relation between a given unidirectional surface wind stress and the resulting current velocity. The current response to the wind is governed by both the surface wind stress and the initial condition for the current. The model accounts, to some extent, for an observed response of the current and the sea level in Tanabe Bay.

1. 緒言

沖合での擾乱によって誘起される沿岸水位の変動と関連した問題は、たとえば中村(1985)が数値モデルによって検討している。ここでは、暴風に対する浅水域の水の線型的応答について理論的モデルの展開を試みる。

一様で均質な海に対する気象擾乱の作用についての理論的研究はすでに1920年代にみられる(PROUDMAN and DOODSON, 1924; PROUDMAN, 1929; NOMITSU, 1935など)。とくに、台風と関連した問題については和達(1938)の例をあげることができる。HANSEN (1956)の数値モデルによる北海の高潮の研究を契機に、台風による高潮の数値シミュレーションが行なわれるようになった(CHARNOCK and CREASE, 1957; MIYAZAKI *et al.*, 1961; MIYAZAKI, 1963; JELESNIANSKI, 1965, 1970; REID and BODIN, 1968; SOBEY *et al.*, 1977; TANAKA and ONO, 1978)。この総括は NAKAMURA (1981) や DEACON and DEACON (1982) にもみられる。この高潮への数値シミュレーションの応用は、複雑な条件下での現象の対応などにおいて実用上便利である。一方、現象の力学的機構を検討するためには単純化した解析的モデルを考えるのが好都合なことが多い。

たしかに、風と水位変動に関する問題でも、Erie 湖のように数百キロメートルのスケールの現象(SHWAB, 1982)ではコリオリ力を考える必要があるが、現象のスケールが数十キロメートル程度の場合(HEATHERSHAW, 1982; THOMPSON, 1982)にはコリオリの効果は無視できるものと考えられ、それよりも海面と海底のまさつの応力が重要になる。ただ、これらの研究では、流速の直接観測の結果を用いているわけではない。また、たとえば、陸棚上での流速観測結果が海と風の変動と現象論的に対応していても、その力学的解釈はそれほど簡単なものではなさそうにみえる(BUCHWALD and SZOEKE, 1973; LAVELLE *et al.*, 1975)。

これまでに、中村ら(1982)は、田辺湾で観測される42分周期の水位変動の特性を調べ、超音波式流速計によって田辺湾内での台風時の流速の観測記録を得た(海象(流れ)観測グループ, 1983; 中村・芹沢, 1984)。その結果を検討してみると、この42分周期の現象のすべてが沖合を東進する低気圧や黒潮の変動にするもの(中村, 1985)とは考え難い。田辺湾のごく近くの約10キロメートル半径程度の海域の気象擾乱によるものも考えられる。中村・芹沢(1984)は、田辺湾の約30 km南東方にある周参見で年間を通じてみられる約12分周期の水位変動の特性を調べ、中村(1983, 1984)は、これを放物線状海底地形の陸棚の静振と考えた。このような静振として田辺湾の42分周期の現象を力学的にとらえることも可能なのである。

ところで、TOMINAGA (1982)は、枕崎港の水位変動

* Received April 3, 1985, revised Aug. 10, 1985

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

を低気圧に伴って移動する微気圧振動に対する共振として説明した。この理論を紀伊半島南西海岸の水位変動にも適用することを考えた（個人的情報）が、このような岸沿いに伝わる現象については、ここでは、とくに考えない。スケールの大きいところでは、サイクロンによるケルビン型高潮 (FANDRY *et al.*, 1984) なども研究されているが、本文では、スケールとして10kmのオーダーの局所的な水域の問題として、風の変化にともなう浅水域の水の運動の特性を簡単なモデルによって検討する。

2. 基礎方程式

いま、座標系として直交座標系を考え、東向きに x 軸、鉛直上方に z 軸をとる。着目する水域は座標原点付近に限るものとし、海岸線は原点から十分離れ（たとえば東方に）ていて x 軸と直交している場合を考える。ここで問題の出発点として、線型化した運動方程式と連続の方程式とを考える。すなわち、

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau}{\partial z}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -(\zeta + h) \frac{\partial u}{\partial x}. \quad (2)$$

ここに、水深を h (一定) とし、 u は x 軸方向の流速、 ζ は静水面を基準にとった水面の変位、 ρ は海水の密度、そして t は時間、 g は重力加速度である。また、 τ は内部剪断応力である。ここで、流速のかわりに流量

$$U \equiv \int_{-h}^{\zeta} u \, dz \quad (3)$$

を用いると、上の (1) および (2) より、

$$\frac{\partial U}{\partial t} = -g(\zeta + h) \frac{\partial \zeta}{\partial x} + (\tau_s - \tau_b), \quad (4)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\frac{\partial U}{\partial x}. \quad (5)$$

ここで、海面での風による応力を τ_s 、流れの海底に及ぼすまきつ力を τ_b とする。

荒川 (1932a, b, c) によれば、湖海の静振では、振幅の減衰に対する分子粘性の効果は微小である。ただ、外海に面している湾の副振動には現実に減衰が認められる。これは乱流粘性によるものと考えべきである (中村, 1980)。ここでは、以下の解析を簡単とするため、便宜的に

$$\tau_b = \kappa U \quad (\kappa: \text{正の実数}) \quad (6)$$

と書ける場合について考える。とくに、

$$\zeta \ll h \quad (7)$$

なる条件のもとでは、(4) より

$$\frac{\partial U}{\partial t} = -gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \tau_s - \kappa U. \quad (8)$$

また、(8) と (5) とから ζ を消去すると、

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} + \kappa \frac{\partial U}{\partial t} - gh \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial \tau_s}{\partial t}. \quad (9)$$

これは、海面の風の作用が τ_s である場合の流量 U を与える式である。

3. 風に対する流れの応答

海面上の風速は一般に時間の関数であり、したがって、 τ_s についても

$$\tau_s = \tau_s(t)$$

ということになる。しかし、その関数形は必ずしも簡単ではない。ここでは、まず、解析の便宜上

$$\tau_s = 0 \quad t < 0, \\ = \tau_0 (= \text{const.}) \quad t \geq 0, \quad (10)$$

と書ける場合を考える。

ここで、 x の関数 $f(x)$ が $x > 0$ に対して与えられているとき、 $f(x)$ のラプラス変換は

$$f(s) = \int_0^{\infty} e^{-sx} f(x) \, dx$$

である。これを簡単に

$$f(s) = Lf(x)$$

と書く。ここに、(10) より

$$L\left(\frac{\partial \tau_s}{\partial t}\right) = \tau_0 \cdot \delta(t).$$

ただし、 $\delta(t)$ はディラックのデルタ関数である。

とくに、海上の風が時間とともに強くなり、

$$\tau_s = 0 \quad t < 0, \\ = \alpha t + \tau_0 \quad t \geq 0, \quad (10')$$

で与えられる場合には

$$L\left(\frac{\partial \tau_s}{\partial t}\right) = \alpha$$

ということになる。

ここで、対象水域での流量分布が

$$U = U_0 \exp(px) \quad p: \text{複素数}$$

とする。このとき、

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = p^2 U. \quad (11)$$

ここで、(9) のラプラス変換をもとめると、(10) あるいは (10') と (11) あるいは (11') とから、

$$f(s) = \frac{L\left(\frac{\partial \tau_s}{\partial t}\right) + \kappa f(0) + f'(0) + sf(0)}{s^2 + \kappa s + p^2 gh} \quad (12)$$

したがって、(12) のラプラス変換により、

$$U = \frac{\left(\frac{\partial \tau_s}{\partial t}\right) + f(0) + f'(0)}{a-b} [\exp(-at) - \exp(-bt)] + \frac{f(0)}{b-a} [a \exp(-at) - b \exp(-bt)]. \quad (13)$$

ただし、 a および b は次式の根である。

$$s^2 + \kappa s + p^2 gh = (s+a)(s+b) = 0. \quad (14)$$

したがって、

$$b-a = -2i\sqrt{4p^2 gh - \kappa^2}. \quad (15)$$

とくに、 $f(0)=0$ 、 $f'(0)=0$ の場合には、

$$U = \frac{\left(\frac{\partial \tau_s}{\partial t}\right)}{b-a} [\exp(-at) - \exp(-bt)]. \quad (16)$$

あるいは、(11) と (15) を用いて、(16) から (9) の解はつぎのように導びかれる。

$$U = \frac{\left(\frac{\partial \tau_s}{\partial t}\right) \exp\left(\kappa t + px + \frac{\pi}{2} i\right)}{\sqrt{4p^2 gh - \kappa^2}} \times \sin(\sqrt{4p^2 gh - \kappa^2} \cdot t) \quad (17)$$

このとき、(17) の解における U の変動の周期 T は、 p が実数の場合には、

$$\frac{2\pi}{T} = \sqrt{4p^2 gh - \kappa^2}. \quad (18)$$

すなわち、 T は h のほか p および κ によって定まることになる。ここで、 U の変動が周期性をもつためには実数 p に対して

$$4p^2 gh - \kappa^2 > 0 \quad (19)$$

でなくてはならない。この場合、実数の τ_s に対して

虚数の U が与えられることになる。実際の現象では、風の作用に対応した流れや水位の変動があらわれるわけであるから、 p を単なる実数として考えるのは妥当ではなさそうである。

もし $4p^2 gh - \kappa^2 < 0$ なら (17) の $\sqrt{4p^2 gh - \kappa^2}$ は虚数となる。このとき、(17) のかわりに解は

$$U = \frac{\left(\frac{\partial \tau_s}{\partial t}\right) \exp(\kappa t + px)}{\sqrt{|4p^2 gh - \kappa^2|}} \times \sinh(\sqrt{4p^2 gh - \kappa^2} \cdot t) \quad (17')$$

と書ける。つまり、ここで考えた風の作用下での流速は、時間的にも空間的 (x 軸方向) にも単調増加の変化を示すことになり、振動的変化は現われない。しかし、 $(\partial \tau_s / \partial t)$ に周期的変動成分があれば、それに対して U も振動すると考えられるであろう。

ここで、(13) にたちもどってみると、 U の値を決定する因子として、風の作用のほかに、風の吹きはじめの流れの初期条件 $f(0)$ および $f'(0)$ が重要なことがわかる。この場合でも、 U の変動の周期に対しては (18) を考えればよい。

4. 流速と水位との関係

連続方程式 (5) に (17) を代入して、その結果を整理すると U に対応して ζ がもたまる。すなわち、

$$\zeta = \frac{-\left(\frac{\partial \tau_s}{\partial t}\right) p \exp\left(\kappa t + px + \frac{\pi}{2} i\right)}{\sqrt{4p^2 gh - \kappa^2}} \times \sin(\sqrt{4p^2 gh - \kappa^2} \cdot t - \varphi). \quad (20)$$

ただし、

$$\tan \varphi = \frac{\kappa}{\sqrt{4p^2 gh - \kappa^2}}.$$

もし p が実数でなければ、上の U および ζ が単純な周期的変動ではなくなるだけのことである。それでも、(17) と (20) とから、

$$\frac{U}{\zeta} = -\frac{\sin(\sqrt{4p^2 gh - \kappa^2} \cdot t)}{p \sin(\sqrt{4p^2 gh - \kappa^2} \cdot t - \varphi)} \quad (21)$$

という一定の関係がある。

ここで、 κ や p の値が T 、 h 、 φ とどのような関係にあるかについて、上に得られた結果にもとづいて考えてみる。まず、(18) と (21) とから

$$T\kappa = 2\pi \tan \varphi \quad (22)$$

という関係が導びかれる。したがって、 T と φ とがわ

かれば κ は (22) によって決定されることになる。また、別に、

$$\kappa^2 - 4p^2gh = -(2\pi/T)^2, \quad (23)$$

$$(1 - 1/\tan^2\varphi)\kappa^2 - 4p^2gh = 0, \quad (24)$$

であるから、この (23) と (24) とを、 κ^2 と p^2 についての連立方程式として解くと、

$$\kappa^2 = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \tan^2\varphi, \quad (25)$$

$$p^2 = (1 - \tan^2\varphi) \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 / 4gh, \quad (26)$$

ということになり、 κ^2 および p^2 は (25) および (26) によって、 h , T , φ の観測値が与えられれば決定できることになる。

また、(17) の U および (20) の ξ をみればわかるように $\sqrt{2p^2gh - \kappa^2}$ は変動の周期を特徴づけると同時に、振幅の増幅率の逆数にも関係している。 p が実数の場合は現実性がないが、 p が虚数の場合は単調な変化が考えられる。このことから考えて、 p が複素数の場合に現実に即した解を与えることになるか。以下において、実測からみて、ここで考えたモデルに対応するとみられる例についての検討をする。

5. 実測からみた流れの風に対する応答

海象 (流れ) 観測グループ (1983) は 1981 年 7 月から 1983 年 7 月までの 2 年間、京大白浜海洋観測塔の約 500 m 沖合、水深約 15 m の固定した測点で、超音波式流速計を設置して、流速の連続観測を行った。測点の位置は Fig. 1 に示す。測点周辺の海岸線や海底地形はこの図からみてもわかるように複雑である。ただ、流速の記録をみると、東向き成分の変動は顕著であるが、北向き成分は微弱である。このような傾向から、記録された流速の東向き成分を、上に考えたモデルの流速の成分とみなすことにすれば、モデルによってどの程度記録の力学的解釈が可能か検討できるものと考えた。

たまたま、この測点では、1981 年 10 月 22 日、台風 8124 号の影響を受けた流れの典型的な記録が得られた。当時の気象条件を、気象庁発行の極東天気図 (地上) からみれば Fig. 2 となる。すなわち、10 月 22 日 9 時に四国南方約 500 km にあった台風は、紀伊半島南方海上を北東進し、22 日 21 時には伊豆諸島付近に位置している。1981 年 10 月 22 日の流速の観測記録の一部 (6-24 時) を東向き成分 u_E と北向き成分 u_N について Fig. 3 に示した。こ

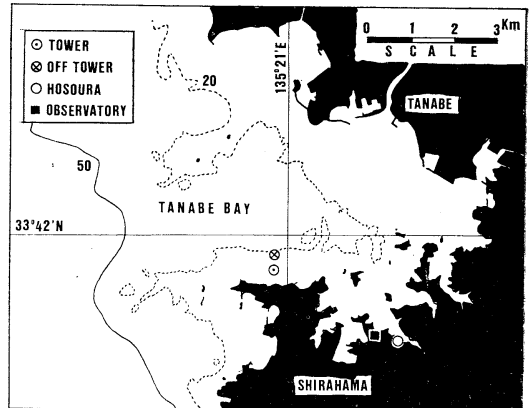


Fig. 1. Coastline and bottom topography of Tanabe Bay—Dotted lines for 20 m depth and a full line for 50 m depth.

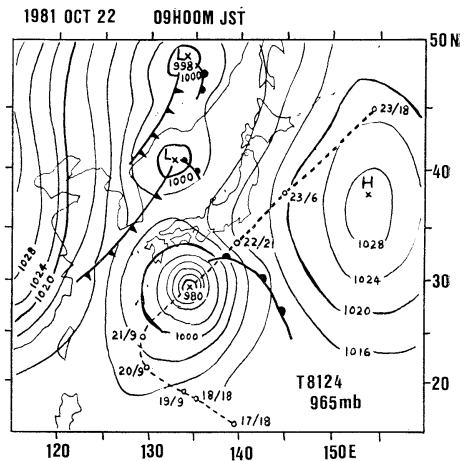


Fig. 2. Synoptic weather chart of surface at 09h 00m JST on October 22, 1981 (taken from the Far East Weather Chart published by Japan Meteorological Agency)—Typhoon 8125 track is shown by a dotted line from 18h 00m JST Oct. 17 to 18h 00m JST Oct. 23, 1981.

れをみても東向き成分の変動は顕著であり、北向き成分の変動は小さいことがわかる。ここでは 10 cm/s 以下の小さい変動よりも約 40 cm/s 程度の変動に注目することにした。Fig. 3 には観測塔で得られた風向と風速とをあわせて示し、また、測点および細浦の潮位も示した。

風の記録をみると、風向は 15 時から約 30 分間のうちに NE から NW に変っている。この風向の階段関数的変化に対して、風速は時間経過とともに強くなる傾向を示している。実際の現象は 3 次元的なものであるが、便宜的に風の東向き成分の変動を考えると、風と流れとに関

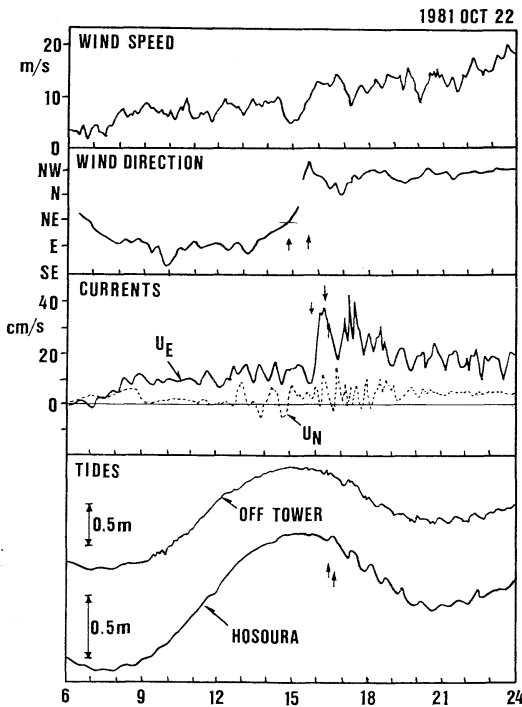


Fig. 3. Wind speed and direction recorded at the Shirahama Oceanographic Tower, eastward and northward currents observed at a station off Tower by an ultrasonic type current meter and tides observed at a station off Tower and at Hosoura.

するモデルを実測例と対比しやすい。風の東向き成分の変動を階段関数的にとらえれば、Fig. 3の例は(10)に対応するとみなされる。もし、風の東向き成分は時間とともに単調に増加する傾向があるとみれば、それは(10')に対応させることも考えられる。流速の東向き成分と風の東向き成分との関係について、どの程度モデルと対応づけるであろうか。流速 u_E の記録をみると、その時間的な変化の特徴は(17)によって示されているようにみえる。ただし、周期性のある変動を説明するには p が実数であると考えられるわけにはいかない。合理的な解は(17'')と考えられるが、それでも、これによって観測された結果がすべて説明できているとは言えそうにない。もし、半経験式として、(17)に実パラメータ ε を導入して、を

$$U = \frac{\left(\frac{\partial \sigma_s}{\partial t}\right) \exp\left(\kappa t + px + \varepsilon + \frac{\pi}{2}i\right)}{\sqrt{4p^2gh - \kappa^2}} \times \sin(\sqrt{4p^2gh - \kappa^2} \cdot t) \quad (17'')$$

考えることができたとするれば、(17'')の実数部が U を特

性づけることになる。ただ、この場合、この(17'')は、本文で当初考えた基礎方程式や条件を満しているかどうかは保障のかぎりではない。ここでは、(17'')をあくまでも半経験式と考えておくべきであろう。以下は(17'')に対しても(23)のような関係があるものとしての検討である。

ここで、Fig. 3に示された流速の東向き成分と潮位とを比較してみると、観測結果からみて(21)にみられる U/ζ に対応した傾向があるようにもみえる。 φ に対応すると考えられる位相差もみとめられる。ただ、定性的に対応するようではあるが、定量的には十分であるとは言えない。

いま、かなりあらっばい仮定のもとで、ここで考えたようなごく単純化したモデルによって、田辺湾の流速変動の例 (Fig. 3) に対する p および κ の値が計算できるものとする。田辺湾の湾口付近で平均水深を 20 m とし、重力加速度を 9.8 m/s^2 とする。Fig. 3 の u_E の記録を参考にして、流速が減衰して $1/e$ 倍になるまでに 3 時間かかったとすると、

$$|1/\kappa| = 10800, \text{ あるいは、} |\kappa| = 0.0000925.$$

この値を(18)に代入して、田辺湾にみられる流速変動の周期42分の例に対する p を計算すると、

$$|p| = 0.00008906.$$

したがって、

$$|1/p| = 11.228 \text{ km}$$

ということになり、田辺湾の42分周期の変動現象のスケールは大体10キロメートルのオーダーであると言える。この数値的結果に力学的意味がどの程度あるか若干の問題も残ってはいるが、この数値が中村ら (1982) や中村 (1984) によって得られたスケールの大きさに大体一致していることは興味あることである。この詳細については、さらに別の面からの検討や、別に得られたデータの解析をまつ必要があるものと考えている。

謝 辞

本研究をまとめるにあたり、海象 (流れ) 観測グループの協同観測の成果の一部を利用した。また、検潮記録の利用には和歌山地方気象台の御好意を得た。

参 考 文 献

荒川秀俊 (1932a): セイシュの老衰について. 海と空, 12(2), 35-40.
 荒川秀俊 (1932b): 直方水槽内の水の自由振動. 海と空, 12(7), 147-152.

- ARAKAWA, H. (1932c): Seiches of various water, *Geophys. Mag.*, **5**, 37-48.
- BUCHWALD, V. T. and R. A. SZOEKE (1973): The response of a continental shelf to travelling pressure disturbances. *Australian Jour. marine and Freshwater Res.*, **24**, 143-158.
- CHARNOCK, H. and J. CREASE (1957): North Sea surges. *Sci. Progress*, **45**, 494-511.
- DEACON, G.E.R. and M.B. DEACON (eds) (1982): *Modern concepts of oceanography*. Hutchinson Ross Pub. Co., Stroudsburg, Penn., 119-136.
- FANDRY, C.B., L.M. LESLIE and R.K. STEEDMAN (1984): Kelvin type coastal surges generated by tropical cyclones. *Jour. Phys. Oceanogr.*, **14**, 582-593.
- HANSEN, W. (1956): Theorie zur Errechnung des wasserstandes und der Strömungen in Randmeeren nebst Anwendungen, *Tellus*, **8**, 287-300.
- HEATHERSHAW, A.D. (1982): Some observations of currents in shallow water during a storm surge. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **14**, 635-648.
- JELESNIANSKI, C.P. (1965): A numerical calculation of storm tides induced by a tropical storm impinging on a continental shelf. *Monthly Weather Review*, **93**, 343-358.
- JELESNIANSKI, C.P. (1970): Bottom stress time-history in linearized equations of motion for storm surges. *Monthly Weather Review*, **98**, 462-478.
- 海象(流れ)観測グループ (1983): 田辺湾における流れの長期連続観測. 京大防災研究所年報, No. 26B-2, 637-672.
- LAVELLE, J. W., G. H. KELLER and T. L. CLARKE (1975): Possible bottom current response to surface winds in the Hudson shelf channel. *Jour. Geophys. Res.*, **80**, 1953-1956.
- MIYAZAKI, M. (1963): A numerical computation of the storm surge of Hurricane Carla 1961 in the Gulf of Mexico. *Tech. Rep. No. 10*, Dept. Geophys. Sci., Univ. Chicago, 52 pp+13 figs.
- MIYAZAKI, M., T. UYENO and S. UNOKI (1961): Theoretical investigation of typhoon surges along the Japan coast. *Oceanogr. Mag.*, **13**(1), 51-75.
- 中村重久 (1980): 大阪湾の固有振動と高潮津波との関係 (3). *La mer*, **18**, 179-183.
- NAKAMURA, S. (1981): On factors magnifying a storm surge. *Proc. XIXth Congress IAHR New Delhi, Subject B(a)*, paper No. 5, 47-54.
- NAKAMURA, S. (1983): Seiche on a parabolic sea shelf. *Proc. 1983 Tsunami Symposium Hamburg*, ed. E.N. BERNARD, PMEL NOAA, 251-263.
- 中村重久 (1984): 周参見の棚静振 (2). *La mer*, **22**, 1-7.
- 中村重久 (1985): 沖合擾乱によって誘起される沿岸水位変動について. *La mer*, **23**, 111-117.
- 中村重久・芹沢重厚 (1983): 周参見の棚静振. *La mer*, **21**, 89-94.
- 中村重久・芹沢重厚 (1984): 田辺湾で観測された台風時の流れ. *La mer*, **22**, 124-130.
- 中村重久・吉岡 洋・芹沢重厚 (1982): 白浜海洋観測塔周辺の水位変動. *La mer*, **20**, 233-230.
- NOMITSU, T. (1935): A theory of tsunamis and seiches produced by wind and barometric gradient, *Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. A*, **18**, 201-214.
- PROUDMAN, J. (1929): The effects on the sea of changes in atmospheric pressure. *Proc. Roy. Soc.*, **2**, 197-209.
- PROUDMAN, J. and A.T. DOODSON (1924): Time relations in meteorological effects on the sea. *Proc. Lond. Math. Soc., Ser. 2*, **24**, 140-149.
- REID, R.O. and B.R. BODIN (1968): Numerical model for storm surges in Galveston Bay. *Jour. Waterways and Harbor Div., ASCE*, **94**, 33-57.
- SCHWAB, D.J. (1982): An inverse method for determining wind stress from water-level fluctuations. *Dynamics of Atmosphere and Oceans*, **6**, 251-278.
- SOBEY, R.J., B.A. HARPER and K.P. STARK (1977): Numerical simulation of tropical cyclone storm surge. *Research Bulletin No. CS14*, Dept. Civil and Systems Eng., James Cook Univ. of North Queensland, 140 pp+Appendices.
- TANAKA, T. and Y. ONO (1978): Finite element analysis of typhoon surge in Ise Bay. *US-Japan Seminar on Interdisciplinary Finite Element Analysis*, J-11, Aug. 7-11, 1978, Cornell Univ., Ithaca, N.Y., 1-21.
- THOMPSON, K.R. (1982): The influence of local winds and the southern North Sea on the level of the River Thames. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **15**, 605-610.
- TOMINAGA, M. (1982): Onset of edge waves by small scale atmospheric fluctuation, *La mer*, **20**, 237-251.
- 和達清夫 (1938): 颱風によって生ずる大阪湾の津波について. *海と空*, **18**, 421-438.

Application of infrared absorption spectrometry for measuring the photosynthetic production of phytoplankton by the stable ^{13}C isotope method*

Hiroo SATOH**, Yukuya YAMAGUCHI***, Nobuhiko KOKUBUN****
and Yusho ARUGA**

Abstract: The application of infrared absorption spectrometry was examined for measuring the photosynthetic rate of phytoplankton by the stable ^{13}C isotope method. In laboratory experiments using the cultured marine diatom, *Skeletonema costatum*, the photosynthetic rates obtained by the present method showed good agreement with those by the ^{14}C method, indicating the usefulness of infrared absorption spectrometry. The advantage of the present method is its ease of use and effectiveness of saving labour and time for the analysis of ^{13}C abundance in samples, compared with those by mass spectrometry or by nuclear magnetic resonance. Some technical problems in the application of stable ^{13}C isotope for measuring the photosynthetic rate of phytoplankton were also examined.

1. Introduction

Since the epoch-making work of STEEMANN NIELSEN (1952), the ^{14}C method has long been applied for measuring the photosynthetic rate of natural phytoplankton in the aquatic environments. The high sensitivity of the ^{14}C method extended the possibility of measuring the phytoplankton production even in waters of low productivity, and our global knowledge of primary productivity has been constructed (e.g. KOBLENTZ-MISHKE, 1965; ARUGA, 1973).

Despite of its ease of use and its sensitivity, the use of ^{14}C radioisotope in the natural environment has been severely restricted, particularly in Japan, mainly due to its radioactivity hazards. Thus, it is better to use stable isotopes, which have no hazardous radioactive problems, instead of radioisotopes. The stable ^{13}C isotope for the determination of the uptake rate of carbon in photosynthesis was first introduced by SLAWYK *et al.* (1977) using cultured phytoplankton. Recently, HAMA *et al.* (1983) demonstrated the usefulness of application of stable ^{13}C isotope

for measuring the photosynthetic rate of natural phytoplankton. Although it has gradually been adopted (e.g. MIYAZAKI *et al.*, 1985a, b), the ^{13}C method has been used not so widely yet for determining the photosynthetic activity in natural waters. One of the main reasons is the difficulty and complexity of working with a mass spectrometer (MS) or with nuclear magnetic resonance (NMR). Technical skill is needed for operation and maintenance of these instruments. The incidental and most practical problem of handling these instruments is that a considerable length of time is required for analyzing a sample.

To overcome these problems, infrared absorption spectrometry, which was first proposed by MCDOWELL (1970), has recently been developed for measuring the ^{13}C abundance in plant materials or in exhaled breath using the JASCO EX-130 ^{13}C analyzer (Japan Spectroscopic Co., Ltd., Tokyo) by several investigators (KOKUBUN and SASAKI, 1979; KOKUBUN and YANAGISAWA, 1982; YANAGISAWA and KUMAZAWA, 1982). The instrument is easy to use and enables the researcher to save labour and time in the analysis.

In this paper we describe the results of experiments conducted to show the usefulness of infrared absorption spectrometry for measuring the ^{13}C abundance in phytoplankton for the calculation of photosynthetic activity.

* Received August 15, 1985

** Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato-ku, Tokyo 108

*** College of Liberal Arts, Saitama University, Shimo-ookubo 255, Urawa-shi, Saitama 338

**** Japan Spectroscopic Co., Ltd., Ishikawa-cho 2967-5, Hachioji-shi, Tokyo 192

2. Material and methods

The concentrations of organic carbon and the isotopic ratio of ^{12}C and ^{13}C of the phytoplankton samples were determined by infrared absorption spectrometry using the JASCO EX-130 ^{13}C analyzer (Japan Spectroscopic Co., Ltd., Tokyo). Details of this system were described by KOKUBUN and SASAKI (1979), KOKUBUN and YANAGISAWA (1982) and/or YANAGISAWA and KUMAZAWA (1982). The phytoplankton samples collected on glass fiber filters (Whatman GF/C) were automatically dropped into the combustion furnace where the samples were immediately oxidized to carbon dioxide at 900°C with O_2 gas inflowing continuously (100 ml/min). The carbon dioxide evolved was introduced into the absorption cell in the system with a carrier gas and the absorption intensity of infrared radiation by $^{12}\text{CO}_2$ or $^{13}\text{CO}_2$ was measured in two different infrared regions. Time required for the analysis of one sample was only about 3 minutes. The calibration curves for the determination of ^{13}C content were made according to the method described by OKANO *et al.* (1983), and the atom percent of ^{13}C was calculated using the following equation:

$$^{13}\text{C atom \%} = \frac{^{13}\text{C}}{^{13}\text{C} + ^{12}\text{C}} \times 100.$$

The photosynthetic rate of phytoplankton was calculated with the following equation in the same way as HAMA *et al.* (1983):

$$P(\text{mgC/m}^3/\text{hr}) = \frac{\text{POC} \times (a_{is} - a_{ns})}{T \times (a_{ic} - a_{ns})} \times f,$$

where a_{is} is the atom % of ^{13}C in incubated sample, a_{ns} the atom % of ^{13}C in natural sample (natural abundance), a_{ic} the atom % of ^{13}C in total inorganic carbon, POC the particulate organic carbon in incubated sample (mgC/m^3), T the duration (hours) of incubation, and f the discrimination factor of ^{13}C ($f=1.025$).

The marine diatom *Skeletonema costatum* (GREVIELLE) CLEVE was cultured in the medium (SW-II) of IWASAKI (1961) under illumination of $100 \mu\text{E/m}^2/\text{sec}$ (L:D cycle of 14:10 hr) and 20°C . The cells in their logarithmic growth phase were harvested and diluted with the filtered seawater, and used for the experiments.

First experiment: The time course of $^{13}\text{CO}_2$ uptake by the alga was examined under the same conditions as in culture. Samples were transferred into the 300 ml BOD bottle, added with $\text{Na}_2^{13}\text{CO}_3$ (6.78 % of a_{ic} ; Prochem, UK) and incubated for 1, 2, 3 and 4 hours. After incubation, the samples were filtered immediately through precombusted glass fiber filters (Whatman GF/C) and stored at -20°C until analysis. The samples were completely dried at 60°C and the concentrations of organic carbon (^{12}C and ^{13}C) were measured by the infrared absorption spectrometry mentioned above.

Second experiment: To examine the enrichment effect of inorganic carbon on the estimation of photosynthetic rate, samples were added with different concentrations of ^{13}C , 5.51 and 12.6 % of a_{ic} , and incubated under the same conditions as in the first experiment. After incubation, the samples were treated with the same procedures as described above.

Third experiment: The effects of washing with filtered seawater or exposure to HCl fumes for removing inorganic carbonate from the samples retained on glass fiber filters were examined. The loss of organic ^{13}C by the fixation with chemicals (0.04 % HgCl_2) was also examined.

All these experiments were followed by experiments using the ^{14}C method. The samples were filtered through Millipore RA filters (pore size, $1.2 \mu\text{m}$), solubilized with acetone, and then added with Dimilume-30 (Packard, USA) as liquid scintillation cocktail with chemiluminescence inhibitor. Their radioactivities were counted with a Mark-III liquid scintillation counter (Seale Analytic Inc., USA).

The concentrations of chlorophyll *a* in the samples were determined according to the method in SCOR-UNESCO (1966).

3. Results and discussion

Table 1 shows the natural abundance (atom %) of ^{13}C in cultured *Skeletonema costatum* determined by infrared absorption spectrometry (IR). Even though the carbon content in the samples varied considerably from 26 to $602 \mu\text{g}$, the natural abundance of ^{13}C was almost constant with the mean value of 1.098 % (S.D. 0.006, C.V. 0.55 %). In samples of lower carbon content than $25 \mu\text{g}$, the natural abundance obtained was

Table 1. Natural abundance (atom %) of ^{13}C in cultured diatom *Skeletonema costatum*.

Sample No.	^{12}C (μg)	^{13}C (μg)	atom % of ^{13}C
1	26.07	0.290	1.100
2	84.89	0.953	1.110
3	89.79	0.986	1.087
4	151.78	1.695	1.104
5	152.03	1.686	1.097
6	240.60	2.683	1.103
7	365.10	4.027	1.091
8	548.22	6.061	1.094
9	557.74	6.169	1.099
10	588.40	6.534	1.098
11	595.46	6.620	1.100
Mean			1.098
S.D.			0.006
C.V. (%)			0.55

fluctuated. Although the natural abundance of ^{13}C is fluctuated within several percents in natural samples depending on the species and environmental growth conditions (FONTUGNE and DUPLESSY, 1981; OKANO *et al.*, 1983), the natural abundance of ^{13}C is generally about 1.10%. Thus, the natural abundance of ^{13}C obtained in the present measurements is considered to be reasonable, indicating that the present IR method is reliable enough to determine the ^{13}C abundance in phytoplankton samples for the calculation of their photosynthetic rates. In addition, it is noted that the sensitivity of IR must be maintained for obtaining the accurate value of ^{13}C abundance. It is also advisable to prepare the samples containing at least more than 25 μg of carbon.

A linear relationship was obtained between the ^{13}C abundance in *Skeletonema costatum* and the incubation time when *S. costatum* samples were incubated with an a_{ic} of 6.78% (Fig. 1). The regression obtained under the light was

$$Y = 0.12X + 1.06 \quad (r = 0.964, n = 12),$$

where Y is the ^{13}C abundance in samples and X is the incubation time. The mean photosynthetic rate calculated from this equation was 2.03 mgC/mg. chl. a/hr. The rate coincided well with that measured by the ^{14}C method in the same samples. This result indicates that the sufficient increase of ^{13}C abundance in the samples for measuring their photosynthetic rate can be

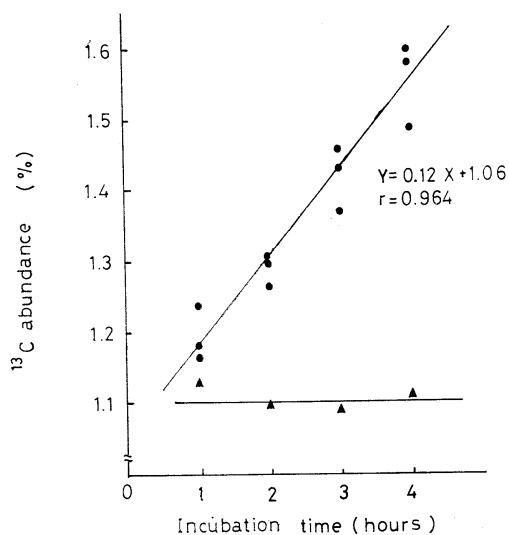


Fig. 1. Relationship between the incubation time and the ^{13}C abundance in *Skeletonema costatum* ($a_{ic} = 6.78\%$). Solid circle, a_{is} of the light bottle. Solid triangle, a_{is} of the dark bottle.

Table 2. Effects of different concentrations of a_{ic} and chlorophyll a on the determination of photosynthetic rate.

a_{ic} (%)	Chl. a (mg/m 3)	Photosynthetic rate (mgC/mg. chl. a/hr)
5.51 ($n=3$)	0.4	$2.01 \pm 0.17^*$ (8.5)**
5.51 ($n=3$)	4.0	$2.34 \pm 0.22^*$ (9.4)**
12.6 ($n=3$)	4.0	$2.08 \pm 0.11^*$ (5.3)**

* S.D., ** C.V. (%)

obtained within the incubation time of 2 to 4 hours.

In the ^{13}C method, it is required to add more isotope-containing carbon than in the ^{14}C method because of its lower sensitivity. This enrichment might accelerate or reduce the activity of carbon uptake. Table 2 shows the results of enrichment experiments for the carbon uptake under different concentrations of a_{ic} and chlorophyll a . The photosynthetic rates obtained at two concentrations of a_{ic} , 5.51 and 12.6%, were 2.34 mgC/mg. chl. a/hr (S.D. 0.22, C.V. 9.4%) and 2.08 mgC/mg. chl. a/hr (S.D. 0.11, C.V. 5.3%), respectively. No marked difference was observed in the photosynthetic rate obtained in the sample of reduced chlorophyll a concentration (0.4 mg/m 3). Thus, it is concluded that the enrichment of ^{13}C -bicarbonate in such an amount can be

Table 3. Effects of washing the filter with filtered seawater (F.S.W.) or exposure of it to HCl fumes for removing inorganic carbonate.

	Washing with F.S.W. (mgC/mg. chl. a/hr)	Exposure to HCl (mgC/mg. chl. a/hr)
^{13}C (n=4)	2.69±0.77* (29)**	2.36±0.18*(7.8)**
^{14}C (n=4)	2.63±0.25* (9.4)**	2.36±0.12*(5.2)**

* S.D., ** C.V. (%)

considered to have no significant effect on the carbon uptake of natural phytoplankton. Similar results were demonstrated by HAMA *et al.* (1983) with the marine phytoplankton and also by MIYAZAKI *et al.* (1985a) in the lake.

It is absolutely necessary in the ^{13}C method to remove completely unused ^{13}C -bicarbonate because a large enrichment of ^{13}C is needed. In the ^{14}C method, unused ^{14}C -bicarbonate can be removed generally by "fumig" the filter over HCl (STRICKLAND and PARSONS, 1972). Similarly, unused ^{14}C -bicarbonate can be removed by "washing" the samples with filtered seawater (MCMAHON, 1973). To check these problems, the effect of "washing" with filtered seawater or "fumig" over HCl was examined. Samples of cultured *Skeletonema costatum* (chl. a 2.0 mg/m³) were incubated with ^{13}C or ^{14}C for 3 hours under the same conditions, and used for the different treatments after filtration. The value obtained by both treatments was determined with 6.4 % of the coefficient of variation (Table 3). The results indicate that unused bicarbonate can be removed adequately by "washing" or "fumig".

There exists another unavoidable problem accompanying in the ^{13}C and ^{14}C methods. Several researchers have argued over the problems of "losses" of fixed carbons from the cells; the loss during chemical fixation (SILVER and DAVOLL, 1978; SHIMURA *et al.*, 1978) and the loss through cellular damage during vacuum filtration (ARTHUR and RIGLER, 1967). The most serious cause of loss can be considered to be chemical fixation at the end of incubation. To check this problem, losses of ^{13}C and ^{14}C activity after chemical fixation of the algal cells were examined. The cells which took up ^{13}C or ^{14}C tracer were fixed with mercuric chloride (0.04 %), and filtered through Whatman GF/C

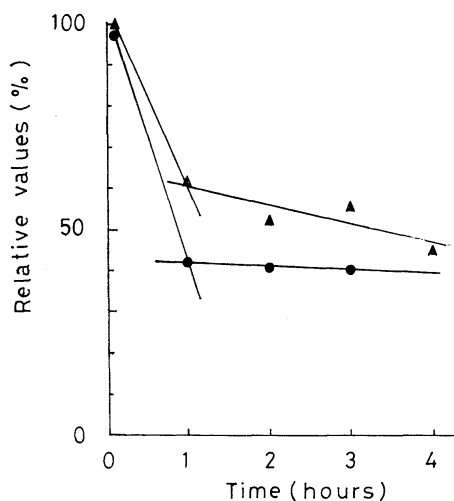


Fig. 2. Decrease of the retained ^{13}C (solid triangles) and ^{14}C (solid circles) in *Skeletonema costatum* cells due to the loss caused by fixation with HgCl_2 (0.04 %).

filters (for ^{13}C) or Millipore RA filters (for ^{14}C) at intervals of one hour. The amount of ^{13}C or ^{14}C retained in the fixed cells was expressed relative to the levels found in the unfixed cells (Fig. 2). In the cells filtered immediately after fixation, the amount of both ^{13}C and ^{14}C retained was almost 100 %. However, it decreased to 64 % and 41 %, respectively, after one hour of fixation. Thereafter, only a slight decrease was observed relative to the time of fixation until the final level of about 46 % in ^{13}C and about 40 % in ^{14}C was reached (Fig. 2). A little difference observed between the results in ^{13}C and ^{14}C might be attributed partly to the difference of filters used to filtration. Losses in the samples treated with such a strong fixative as mercuric chloride were two times higher than those of the unfixed samples when filtered immediately after incubation. The extracellular release in *Trichodesmium thiebautii* treated with a similar fixative was reported to be 3 to 6 times higher than that in the unfixed samples (SHIMURA *et al.*, 1978). One of the reasons for this difference could be attributed to the fact that *Skeletonema costatum* cells used in the present study form their skeleton tightly. In any way, ^{13}C or ^{14}C incorporated in the cells can be partly lost by chemical fixation. Hence, it is emphasized that the best way to perform the experiments

is without chemical fixation. In addition, it is best to conduct a filtration immediately after incubation and wash the cells sufficiently with filtered seawater or expose them to HCl fumes.

In conclusion, the results of the present study suggest the effectiveness of infrared absorption spectrometry to determine the ^{13}C abundance in phytoplankton samples for calculating the rate of photosynthetic carbon uptake. The simplicity and briefness of this method will save labour and time in analysis.

Acknowledgements

We would like to thank Mr. Kohichi KURIHARA, Japan Spectroscopic Co., Ltd., for his help in the analysis of ^{13}C .

References

- ARTHUR, C.R. and F.H. RIGLER (1967): A possible source of error in the ^{14}C method of measuring primary productivity. *Limnol. Oceanogr.*, **12**, 121-124.
- ARUGA, Y. (1978): Productivity of Plant Community in Water II —Phytoplankton—. Series of Ecological Studies 8. Kyoritsu Shuppan Co., Tokyo. 82 pp. (in Japanese)
- FONTUGNE, M.R. and J.C. DUPLESSY (1981): Organic carbon isotopic fractionation by marine plankton in the temperature range -1 to 31°C . *Oceanologica Acta*, **4**, 85-89.
- HAMA, T., T. MIYAZAKI, Y. OGAWA, T. IWAKUMA, M. TAKAHASHI, A. OTSUKI and S. ICHIMURA (1983): Measurement of photosynthetic production of a marine phytoplankton population using a stable ^{13}C isotope. *Mar. Biol.*, **73**, 31-36.
- IWASAKI, H. (1961): The life-cycle of *Porphyra tenera* in vitro. *Biol. Bull.*, **121**, 173-187.
- KOBLENTZ-MISHKE, O.J. (1965): Magnitude of primary production of the Pacific Ocean. *Oceanologia*, **5**, 325-337.
- KOKUBUN, N. and Y. SASAKI (1979): Use of stable isotope—Determination of $^{13}\text{CO}_2$ by infrared absorption spectrometry and its application to the diagnosis by breath test. *Kagaku to Seibutsu*, **17**, 384-389. (in Japanese)
- KOKUBUN, N. and Y. YANAGISAWA (1982): Use of the stable isotope in life science (5). ^{13}C determination with infrared absorption spectrometry. *Radioisotopes*, **31**, 269-277. (in Japanese)
- MCDOWELL, R.S. (1970): Determination of carbon-13 by infrared spectrometry of carbon monoxide. *Anal. Chem.*, **42**, 1192-1193.
- MCMAHON, J.W. (1973): Membrane filter retention—a source of error in the ^{14}C method of measuring primary production. *Limnol. Oceanogr.*, **18**, 319-324.
- MIYAZAKI, T., Y. HONJO and S. ICHIMURA (1985a): Applicability of the stable isotope method using ^{13}C and ^{15}N simultaneously to the estimation of carbon and nitrogen assimilation in a eutrophic, freshwater lake, Lake Nakanuma, Japan. *Arch. Hydrobiol.*, **102**, 355-365.
- MIYAZAKI, T., Y. HONJO and S. ICHIMURA (1985b): Uptake of carbon and inorganic nitrogen in a eutrophic lake, Lake Nakanuma, Japan, from spring through summer. *Arch. Hydrobiol.*, **102**, 473-485.
- OKANO, K., O. ITO, N. KOKUBUN and T. TOTSUKA (1983): Determination of ^{13}C in plant materials by infrared absorption spectrometry using a simple calibration method. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **29**, 369-374.
- SCOR-UNESCO W.G. 17 (1966): Determination of photosynthetic pigments. *Unesco Monogr. Oceanogr. Methodol.*, **1**, 9-18.
- SHIMURA, S., Y. YAMAGUCHI, Y. ARUGA, Y. FUJITA and S. ICHIMURA (1978): Extracellular release of photosynthetic products by a pelagic blue-green alga, *Trichodesmium thiebautii*. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **34**, 181-188.
- SILVER, M. W. and P. J. DAVOLL (1978): Loss of ^{14}C activity after chemical fixation of phytoplankton: Error source for autoradiography and other productivity measurements. *Limnol. Oceanogr.*, **23**, 362-368.
- SLAWYK, G., Y. COLLOS and J.C. AUCLAIR (1977): The use of the ^{13}C and ^{15}N isotopes for the simultaneous measurement of carbon and nitrogen turnover rates in marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, **22**, 925-932.
- STEEMANN NIELSEN, E. (1952): The use of radioactive carbon (C^{14}) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, **18**, 117-140.
- STRICKLAND, J.D.H. and T.R. PARSONS (1972): A Practical Handbook of Seawater Analysis. *J. Fish. Res. Board Canada No. 167*, 311 pp.
- YANAGISAWA, K. and K. KUMAZAWA (1982): Determination of ^{13}C concentration by infrared absorption method using approximation formula. *J. Sci. Soil Manure Japan*, **53**, 347-349. (in Japanese)

安定同位体 ^{13}C を用いた赤外分光法による植物 プランクトンの光合成生産の測定

佐藤博雄, 山口征矢, 国分信彦, 有賀祐勝

要旨: 植物プランクトンの光合成を測定するために, 安定同位体 ^{13}C を用いた赤外分光法を検討した。培養した海産珪藻 *Skeletonema costatum* を用いて比較した結果, 本法による光合成速度は ^{14}C 法による光合成速度とよく一致した。本法は質量分析法や核磁気共鳴法と比較して簡便であり, 迅速な分析が可能である。また, 本法を用いた場合の無機炭酸除去および植物プランクトンの固定についても技術的な検討を行った。

Influence de la salinité sur la composition corporelle des acides aminés libres dans les oeufs et les premières larves de *Dicentrarchus labrax* (LINNAEUS, 1758) (Pisces, Teleostei, Serranidae)*

Christakis MARANGOS**, Hiroki YAGI** et Hubert J. CECCALDI**

Résumé: Les concentrations des acides aminés libres (AAL) totaux, AAL non-essentiels et AAL essentiels ont été mesurées par chromatographie liquide haute performance (HPLC) chez les larves du poisson *Dicentrarchus labrax* en fonction de la salinité à la température 17°C. La salinité varie de 11‰ à 47‰ suivant des intervalles de 9‰. Les concentrations moyennes d'AAL totaux des larves varient de la valeur minimale à la valeur maximale de 26,53 ± 4,96 µmol/g poids frais pour une salinité de 11‰ de 44,97 ± 0,86 µmol/g poids frais pour une salinité de 47‰.

Les concentrations d'AAL diminuent lorsque la salinité décroît et leur variation est plus prononcée entre 20 et 29‰. La composition d'AAL totaux a été également mesurée dans les oeufs de la même espèce; pour une combinaison de 14°C et 38‰, la concentration d'AAL totaux est de 1,57 µmol/g poids frais. Chez les larves et dans les oeufs, la concentration en AAL non-essentiels est toujours supérieure à celle des AAL essentiels.

1. Introduction

Le loup, *Dicentrarchus labrax* est un poisson relativement courant sur les côtes méditerranéennes et atlantiques de la France (FAO, 1973). Depuis quelques années, cette espèce fait l'objet de nombreuses recherches du fait de la rentabilité potentielle de son élevage. Sa biologie a été bien étudiée récemment (BARNABÉ, 1976). De nombreuses études sont faites aussi sur les conditions de son élevage intensif (TESSEYRE, 1979) et l'écologie trophique de ses larves (IIZAWA, 1983). Plus tard, ALLIOT *et al.* (1983) ont étudié l'influence combinée des facteurs salinité et température sur la croissance et la composition corporelle d'alevins de *D. labrax*. Grâce à ses travaux, on se rend compte que la biologie et la physiologie de cette espèce sont très influencées par les facteurs du milieu. Les acides aminés libres (AAL) participent en effet de manière importante aux mécanismes d'osmorégulation des animaux marins et le degré d'

euryhalinité de ces derniers peut être limité par la capacité de la réserve ("pool") d'AAL à répondre aux fluctuations de la salinité. C'est la raison pour laquelle, dans ce travail, nous avons étudié leur rôle dans la régulation osmotique chez les larves de *D. labrax* en évaluant leurs compositions qualitatives et quantitatives en fonction de la salinité.

2. Matériel et méthodes

Les larves de *D. labrax* utilisées pour l'analyse des acides aminés libres (AAL) ont été obtenues auprès de l'écloserie de Delta-aquaculture (Martigues-Ponteau) en mars 1985 et transportées dans un sac en plastique rempli à moitié d'eau de mer et gonflé à l'oxygène. Les larves provenaient d'oeufs pondus sans injection hormonale par quelques femelles. Leur éclosion avait eu lieu la nuit précédente.

Pour l'étude de l'influence de la salinité sur la concentration des AAL, les larves sont réparties dans 5 bacs dont la salinité a été progressivement ajustée à différentes valeurs de 11 à 47‰ à des intervalles de 9‰. La plus faible salinité a été atteinte en 3 heures. La température de l'eau a été fixée à 17°C. Les oeufs

* Manuscrit reçu le 10 août 1985

** Laboratoire de Biochimie et Ecologie des Invertébrés marins, E. P. H. E. Centre d'Océanologie de Marseille, U. A. C. N. R. S. -41, 13007 Marseille, France

Tableau 1. Concentrations (en $\mu\text{mol/g}$ de poids frais) des acides aminés libres dans les œufs du loup *D. labrax*. A, total des acides aminés libres non-essentiels; B, total des acides aminés libres essentiels; (les chiffres entre parenthèses indiquent la déviation standard).

Acides aminés libres	$\mu\text{mol/g}$	Acides aminés libres	$\mu\text{mol/g}$
Non-essentiels		Essentiels	
ASP	0,03 (0,01)	HIS	0,03 (0,01)
GLU	0,07 (0,01)	ARG	0,07 (0,01)
ASN	0,04 (0,01)	THR	0,06 (0,01)
SER	0,15 (0,02)	TRP	Traces —
GLN	0,06 (0,01)	MET	0,06 (0,01)
MSO	Traces —	VAL	0,11 (0,02)
GLY	0,09 (0,01)	PHE	0,10 (0,02)
TAU	0,04 (0,01)	ILE	0,14 (0,02)
ALA	0,15 (0,02)	LEU	0,53 (0,10)
AABA	0,03 (0,01)	LYS	0,42 (0,03)
ORN	0,25 (0,04)		
TYR	0,05 (0,01)		
A Total	0,95 (0,12)	B Total	1,52 (0,16)
		Total global	2,47 (0,27)

Tableau 2. Concentrations ($\mu\text{mol/g}$ de poids frais) des acides aminés libres chez les larves de *Dicentrarchus labrax* en fonction de la salinité. (Les chiffres entre parenthèses indiquent la déviation standard).

Acides aminés	Salinité (‰)				
	11	20	29	38	47
ASP	0,53 (0,11)	0,64 (0,03)	0,94 (0,12)	1,03 (0,01)	0,98 (0,01)
GLU	1,94 (0,43)	2,51 (0,05)	2,86 (0,17)	2,74 (0,03)	3,02 (0,07)
ASN	0,38 (0,12)	0,59 (0,02)	0,63 (0,09)	0,79 (0,01)	0,99 (0,02)
SER	1,14 (0,29)	1,22 (0,02)	2,13 (0,26)	2,95 (0,05)	1,83 (0,01)
GLN	1,04 (0,26)	2,04 (0,06)	1,61 (0,10)	1,75 (0,04)	2,54 (0,02)
MSO	0,26 (0,09)	0,30 (0,01)	0,42 (0,03)	0,41 (0,01)	0,53 (0,01)
GLY	1,32 (0,27)	1,61 (0,05)	2,20 (0,24)	2,58 (0,22)	2,61 (0,01)
TAU	5,34 (1,08)	6,15 (0,13)	7,78 (0,57)	7,44 (0,31)	8,34 (0,15)
ALA	0,51 (0,11)	0,52 (0,02)	1,23 (0,05)	1,54 (0,02)	1,31 (0,13)
AABA	0,27 (0,04)	0,30 (0,01)	0,35 (0,03)	0,34 (0,01)	0,37 (0,12)
ORN	0,88 (0,05)	1,13 (0,04)	1,32 (0,03)	1,38 (0,05)	1,52 (0,03)
TYR	2,37 (0,47)	2,56 (0,05)	3,84 (0,12)	3,62 (0,02)	3,54 (0,14)
Total	15,97 (3,33)	19,57 (0,33)	25,32 (1,80)	26,55 (0,76)	27,59 (0,16)
HIS	0,68 (0,20)	0,74 (0,01)	1,00 (0,14)	1,10 (0,01)	0,97 (0,01)
ARG	0,47 (0,10)	0,41 (0,02)	0,65 (0,03)	0,78 (0,01)	0,54 (0,01)
THR	0,53 (0,11)	0,52 (0,02)	0,85 (0,04)	1,04 (0,02)	0,84 (0,02)
TRP	0,60 (0,09)	0,66 (0,12)	0,91 (0,01)	0,92 (0,07)	1,01 (0,23)
MET	0,83 (0,13)	1,08 (0,05)	1,29 (0,04)	1,30 (0,01)	1,49 (0,09)
VAL	1,01 (0,18)	1,06 (0,05)	1,52 (0,05)	1,66 (0,01)	1,55 (0,09)
PHE	1,75 (0,29)	2,20 (0,05)	2,73 (0,08)	2,68 (0,01)	2,98 (0,10)
ILE	0,85 (0,14)	0,91 (0,01)	1,24 (0,01)	1,31 (0,01)	1,29 (0,01)
LEU	1,82 (0,23)	2,17 (0,06)	2,49 (0,13)	2,43 (0,02)	3,22 (0,20)
LYS	2,01 (0,06)	2,40 (0,05)	2,34 (0,13)	2,08 (0,15)	3,50 (0,03)
Total	10,56 (1,57)	12,16 (0,12)	15,01 (0,40)	15,30 (0,17)	17,38 (0,71)
Total global	26,53 (3,96)	31,73 (0,11)	40,33 (2,20)	41,85 (0,93)	44,97 (0,86)

ont été incubés dans des tubes de 200 ml contenant 150 ml de l'eau de mer filtrée à 0,45 μ aux salinités de l'expérience. La durée d'incubation était de 3 jours afin de permettre aux larves de s'adapter aux différentes salinités. Cela permettait aussi d'éviter tout cannibalisme par ouverture de la bouche, qui se produit 4 à 5 jours après l'éclosion de l'œuf. Au bout de 3 jours les larves ont été prélevées et une fois leurs poids frais mesurés, elles ont été gardées au congélateur, avant que leurs AAL ne soient analysés. Pour chacune des salinités, 2 échantillons ont été préparés.

Pour mesurer la concentration d'AAL, nous avons utilisé la méthode de SCHARFF et WOOL (1964) qui consiste à précipiter les protéines par l'acide sulfosalicylique et à récupérer les AAL du surnageant. Les échantillons frais, larves ou œufs, ont été broyés à 0°C avec 4 ml de tampon phosphate 0,01 M (pH 7,0) et 1 ml d'acide sulfosalicylique à 3%. Après centrifugation à 6000 g pendant 30 min, le surnageant a été recueilli. Pour l'analyse en chromatographie liquide haute performance (HPLC), le surnageant peut être utilisé directement. L'étalon externe était de 50 pmol/ μ l.

La technique de HPLC est basée sur les travaux de Lindroth et MOPPER (1979) et JONES *et al.* (1981).

3. Résultats

Dans cette expérience, nous avons identifié 22 AAL dont 12 non-essentiels qui sont: acide aspartique (ASP), acide glutamique (GLU), asparagine (ASN), sérine (SER), glutamine (GLN), méthionine sulfoxyde (MSO), glycine (GLY), taurine (TAU), alanine (ALA), acide α -aminobutyrique (AABA), ornithine (ORN) et tyrosine (TYR) et 10 AAL essentiels qui sont: histidine (HIS), arginine (ARG), thréonine (THR), tryptophane (TRP), méthionine (MET), valine (VAL), phénylalanine (PHE), isoleucine (ILE), leucine (LEU) et lysine (LYS).

La concentration de chaque acide aminé (μ mol/g, poids frais) dans l'œuf de *D. labrax* est donnée dans le Tableau 1. Ces résultats nous montrent que le total des concentrations d'AAL essentiels des œufs est d'environ 2 fois plus grand que celui d'AAL non-essentiels. La concentration moyenne d'AAL non-essentiels est de

0,90 \pm 0,11 μ mol/g et celle d'AAL essentiels est de 1,57 \pm 0,17. La concentration moyenne d'AAL totaux dans l'œuf est de 2,47 \pm 0,27 μ mol/g en poids frais. Parmi AAL non-essen-

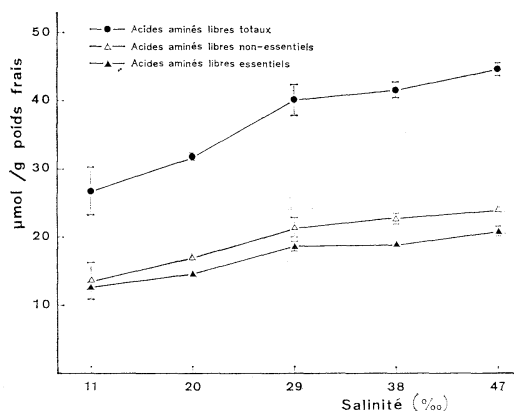


Fig. 1. Concentrations (μ mol/g de poids frais) des acides aminés libres totaux (—●—), non-essentiels (—△—) et essentiels (—▲—) chez les larves du loup *D. labrax* en fonction de la salinité.

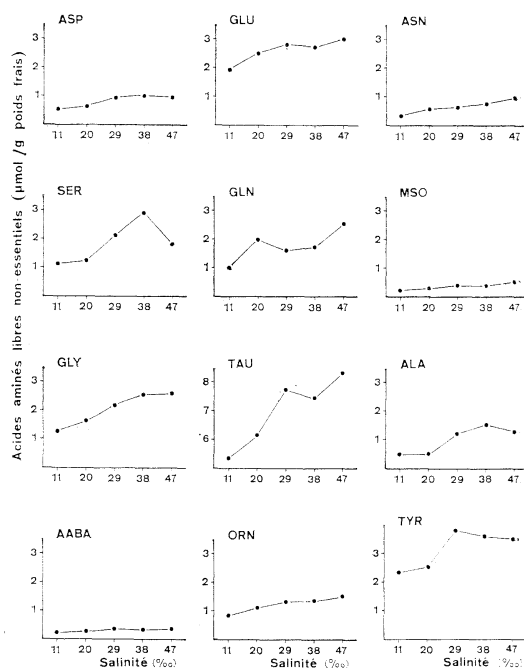


Fig. 2. Concentration de chaque acide aminé libre non-essentiel (μ mol/g de poids frais) chez les larves du loup *D. labrax* en fonction de la salinité.

tiels, les plus fortes concentrations sont observées pour SER, ALA et ORN, et parmi AAL essentiels, ce sont VAL, ILE, LEU et LYS.

Les concentrations moyennes de chaque AAL pour les larves de *D. labrax* à 5 salinités différentes, sont données dans le Tableau 2. Pour une salinité de 11‰, la concentration des AAL totaux est de $26,58 \pm 3,96 \mu\text{mol/g}$, poids frais, $31,73 \pm 0,11$ pour une salinité de 20‰, $40,33 \pm 2,20$ pour une salinité de 29‰, $41,85 \pm 0,93$ pour une salinité de 38‰ et $44,97 \pm 0,86$ pour une salinité de 47‰.

Ces résultats nous montrent également que la concentration totale d'AAL non-essentiels est supérieure à celle des AAL essentiels, et cela pour toutes les salinités.

La Figure 1 illustre la variation des concentrations moyennes d'AAL totaux, AAL non-essentiels et AAL essentiels en fonction de la salinité. Sur cette figure, nous pouvons observer une diminution des AAL quand la salinité décroît et que les variations d'AAL totaux, AAL non-essentiels et AAL essentiels sont plus prononcées

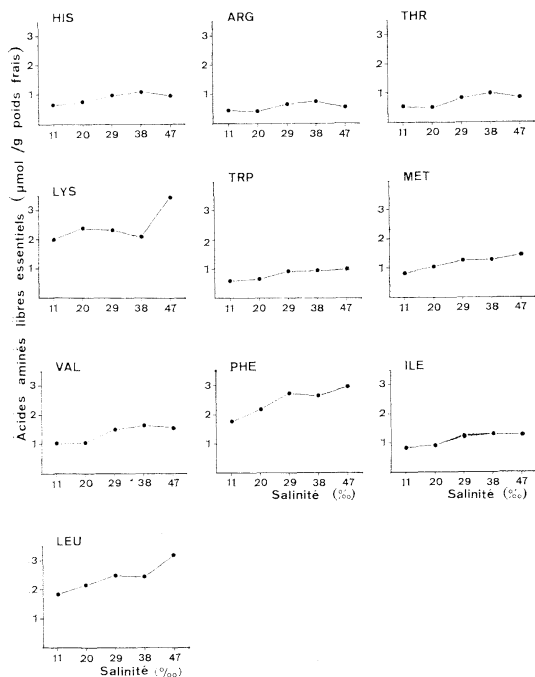


Fig. 3. Concentration de chaque acide aminé libre essentiel ($\mu\text{mol/g}$ de poids frais) chez les larves du loup *D. labrax* en fonction de la salinité.

entre 20‰ et 29‰.

Les concentrations de chaque acide aminé données dans le Tableau 2 sont représentées sur la Figure 2 pour les AAL non-essentiels et sur la Figure 3 pour les AAL essentiels. Ces figures montrent que tous les AAL ne subissent pas les mêmes variations en fonction de la salinité, certains varient plus que d'autres, mais la tendance générale est orientée vers une diminution des AAL lorsque la salinité diminue. L'AAL dont la concentration est la plus forte est la TAU quelle que soit la salinité. Les AAL non-essentiels qui présentent les plus fortes variations

Tableau 3. Compositions en acides aminés libres des œufs et des larves de *Dicentrarchus labrax* (μmol pour 100 μmol d'acides aminés libres totaux). A, œufs à 14°C et 38‰; B, larves à 17°C et 11‰; C, larves à 17°C et 20‰; D, larves à 17°C et 29‰; E, larves à 17°C et 38‰; F, larves à 17°C et 14‰.

Acides aminés	œufs		Larves			
	A	B	C	D	E	F
Non-essentiels						
ASP	1,29	1,98	2,01	2,34	2,45	2,18
GLU	2,79	7,32	7,92	7,08	6,54	6,72
ASN	1,62	1,42	1,87	1,57	1,86	2,21
SER	5,87	4,28	3,85	5,29	7,05	4,07
GLN	2,22	3,92	6,44	3,99	4,17	5,65
MSO	traces	0,99	0,95	1,05	0,98	1,18
GLY	3,48	4,97	5,08	5,45	6,17	5,79
TAU	1,70	20,14	17,37	17,29	17,78	18,54
ALA	5,95	1,92	1,62	3,04	3,69	2,91
AABA	1,21	0,99	0,93	0,86	0,80	0,81
ORN	10,20	3,31	3,55	3,28	3,29	3,38
TYR	2,14	8,93	8,07	9,51	8,64	7,86
Total	38,47	60,17	59,66	60,75	63,42	61,30
Essentiels						
HIS	1,13	2,57	2,33	2,47	2,64	2,16
ARG	2,79	1,79	1,30	1,62	1,87	1,20
THR	2,35	1,98	1,63	2,10	2,47	1,87
TRP	Traces	2,27	2,09	2,25	2,19	2,25
MET	2,47	3,14	3,42	3,20	3,09	3,30
VAL	4,61	3,79	3,35	3,76	3,97	3,44
PHE	4,09	6,61	6,92	6,76	6,41	6,62
ILE	5,75	3,21	2,87	3,08	3,13	2,87
LEU	21,25	6,84	6,83	6,18	5,81	7,15
LYS	16,92	7,57	7,56	5,79	4,96	7,78
Total	61,53	39,83	40,34	39,25	36,58	38,70

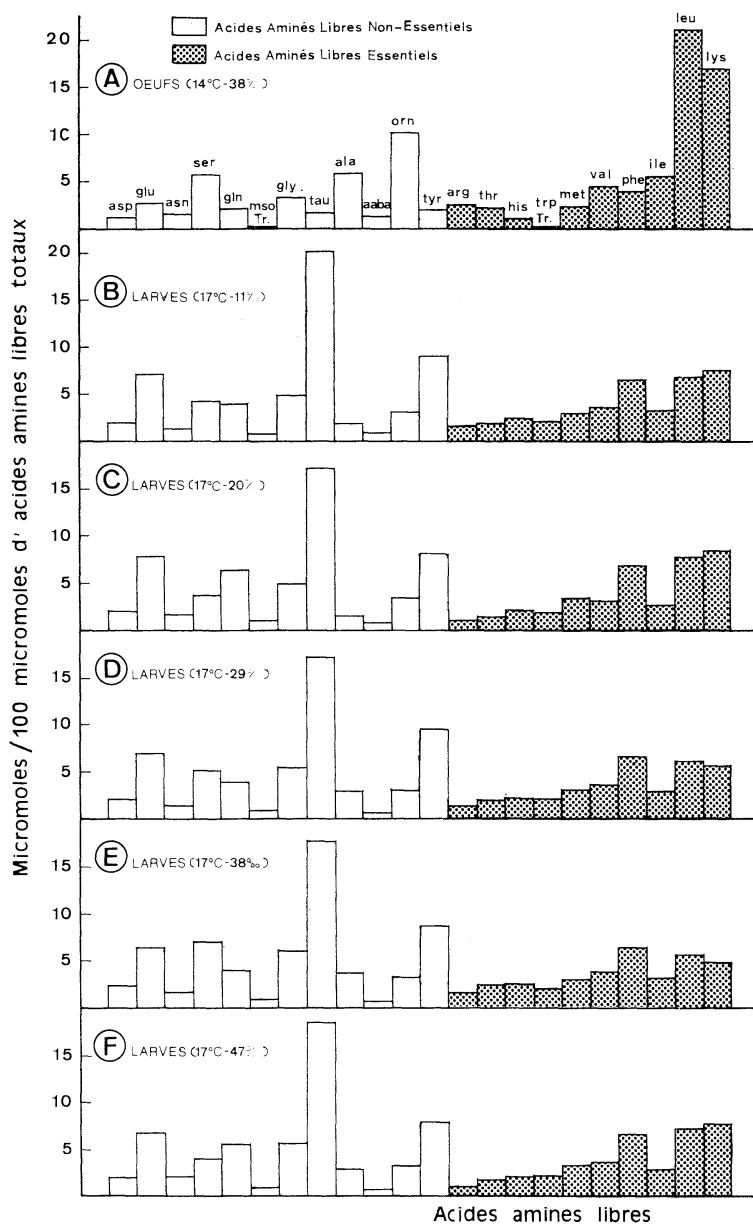


Fig. 4. Compositions en acides aminés libres non-essentiels et essentiels des larves et des œufs du loup *D. labrax*.

sont SER, GLN, TAU, ALA et TYR. Parmi les AAL essentiels les plus fortes variations sont observées pour LEU et LYS.

Pour mettre en évidence la représentativité de chaque AAL par rapport au total des AAL, nous avons présenté dans le Tableau 3 et la Figure 4, les résultats des Tableaux 1 et 2 en

$\mu\text{mol}/100$ d'AAL totaux. Cette représentation nous montre que certains AAL, malgré leur diminution avec la dessalure, peuvent être proportionnellement plus importants dans les faibles que dans les fortes salinités.

La Figure 4 nous permet aussi de mieux appréhender l'évolution des AAL à partir de l'œuf

jusqu'aux larves élevées à différentes salinités. D'après cette figure, nous pouvons observer que les plus fortes variations concernent les acides aminés suivants: TAU, GLU, GLN, ALA, TYR, LEU et LYS.

4. Discussion

Au cours de cette expérience, nous avons observé que la salinité a une influence importante sur les concentrations des AAL chez les larves de *D. labrax* lors de l'éclosion. D'après ces résultats, nous observons que la concentration en AAL diminue de façon importante avec la salinité. La régulation osmotique, par le jeu de la composante amino-acide, semble se faire de façon plus importante entre 20‰ et 29‰. La salinité voisine de 29‰ peut être considérée comme un seuil critique pour cette espèce. Ces résultats concordent avec ceux obtenus chez la truite arc-en-ciel, *Salmo gairdneri* (KAUSHIK, 1977) et sur *Penaeus kerathurus* (RICHARD, 1974, 1982).

La teneur en TAU modifie considérablement la somme des AAL. Malgré de nombreuses observations sur les modifications de la teneur de cet AAL chez les poissons, les invertébrés ou d'autres animaux, la fonction exacte de ce composé sulfurique chez les poissons est encore mal connue. Les formes marines en ont une teneur beaucoup plus élevée que les formes d'eau douce (SIMPSON *et al.*, 1959) ce qui permet de supposer son importance dans l'osmo-régulation.

Contrairement à l'œuf embryonné, les larves de *D. labrax* sont très sensibles aux agressions mécaniques et physicochimiques (BARNABÉ, 1976). Cela peut expliquer le fait que dans l'œuf les AAL essentiels sont presque deux fois plus importants que les AAL non-essentiels et chez les larves, les concentrations d'AAL non-essentiels sont plus importantes que celles des AAL essentiels.

Bibliographie

- ALLIOT, E., A. PASTOUREAUD et H. THEBAULT (1983): Influence de la température et de la salinité sur la croissance et la composition corporelle d'alevins de *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, **31**, 181-194.
- BARNABÉ, G. (1976): Contribution à la connaissance de la biologie du loup *Dicentrarchus labrax* (poisson serranidé) de la région de Sète. Thèse de Doctorat, Univ. des Sci. et Tech. du Languedoc, Montpellier, 426pp.
- FAO (1973): Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Vol. 1. Méditerranée et Mer noire.
- JONES, B. N., S. PÄÄBO et S. STEIN (1981): Amino acid analysis and enzymatic sequence determination of peptide by an improved phthalaldehyde precolumn labeling procedure. *J. Liquid Chromatogr.*, **4**, 565-586.
- IZAWA, M. (1983): Ecologie trophique des larves du loup *Dicentrarchus labrax* (L) en élevage. Thèse. 3ème cycle, Univ. des Sci. et Tech. du Languedoc, Montpellier, 140pp.
- KAUSHIK, S. J. (1977): Influence de la salinité sur le métabolisme azoté et le besoin en arginine chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdnerii*). Thèse Doctorat es Sciences, Univ. de Bretagne Occidentale, 227pp.
- LINDEROTH, P. et K. MOPPER (1979): High performance liquid chromatographic determination of subpicomole of amino acids by precolumn fluorescence derivatization with *o*-phthalaldehyde. *Anal. Chem.*, **51**, 1667-1674.
- RICHARD, P. (1974): Contribution à l'étude du développement larvaire de l'organogenèse chez *Palaemon serratus* et du métabolisme des acides aminés libres chez cette espèce et *Penaeus kerathurus*. Thèse 3ème cycle, Univ. Aix-Marseille, II, 139pp.
- RICHARD, P. (1982): Rôle biologique et écologique des acides aminés libres chez quelques crustacés décapodes marins. Thèse Doct. es Sci., Univ. Aix-Marseille, II, 192pp.
- SCHARFF, R. et I. G. WOOL (1964): Concentration of amino acids in rat muscle and plasma. *Nature*, London, **202**, 603-604.
- SIMPSON, J. W., K. ALLEN et J. AWAPARA (1959): Free amino acids in some aquatic invertebrates. *Biol. Bull.*, **117**, 371-381.
- TESSEYRE, C. (1979): Etude des conditions d'élevage intensif du loup (*Dicentrarchus labrax*). Thèse 3ème cycle, Univ. des Sci. et Tech. du Languedoc, Montpellier, 140pp.

ヨーロッパ産スズキ科魚類 *Dicentrarchus labrax* (LINNAEUS, 1758) の卵及び孵化直後の幼生体内における遊離アミノ酸含有量に及ぼす塩分の影響

クリスタキス・マランゴス, 八木宏樹, ユベール・J・セカルディ

要旨: ヨーロッパ産スズキ *Dicentrarchus labrax* の卵を異なる塩分条件で孵化させた場合の幼生体内における 22 種の遊離アミノ酸含有量および含有割合の変化を, 高速液体クロマトグラフ (器具として) HPLC を用いて測定した。実験は水温 17°C において, 塩分を 11‰ から 47‰ の範囲で 9‰ 間隔で変化させて行なわれた。その結果, 孵化直後の同種幼生の体内に含有される遊離アミノ酸量は, 塩分 11‰ で孵化させた場合に最低値, 体重 1 g あたり $26.53 \pm 3.96 \mu\text{mol}$ を, 塩分 47‰ で孵化させた場合に最高値, 体重 1 g あたり $44.67 \pm 0.86 \mu\text{mol}$ を示し, 塩分の減少とともにアミノ酸含有量 (必須アミノ酸および可欠アミノ酸共) が減少する事実が観察された。

幼生におけるアミノ酸含有量と比較するために, 同種の発眼卵についてもアミノ酸含有量が 14°C - 38‰ の条件下で測定され, アミノ酸総量は 1 g あたり $1.57 \mu\text{mol}$ であった。測定された必須アミノ酸 10 種と可欠アミノ酸 12 種の各アミノ酸について, 塩分と体内含有量の関係が論議された。

Visit to Chinese oceanographic establishments*

Takashi ICHIYE**

1. Introduction

During June and July of this year, I visited six main oceanographic establishments in four cities in China by invitation of Academia Sinica (AS) through efforts of Dr. Hanli MAO, Deputy Director Emeritus, Institute of Oceanology (OI), AS, Qingdao. We (invitation was extended to my wife who had lived in Manchurian District for more than 16 years) arrived at Beijing on May 31, then visited IOAS from June 4 to June 8. We went through Shanghai to Hangzhou from June 9 to 14, visiting the Second Institute of Oceanology, NBO there. On June 13 we flew to Hangzhou, visiting the South Sea Institute of Oceanography, AS from June 14 to 17, then we flew to Dalian, visiting Institute of Marine Environmental Protection, NBO from June 19 to 28. Then we returned to Qingdao, staying there until July 23, while I worked at IOAS and also visited Shangdong College of Oceanography and the First Institute of Oceanography, NBO. My purposes of visit are to present seminars and lectures mainly on my current research subjects and to prepare joint research programs to be submitted to USNSF mainly on dynamics and hydrography of the East China Seas and other adjacent seas of China. A more detailed report will be published in this journal after I collect sufficient materials through correspondence with various oceanographers who cordially treated me during my visit.

2. Outline of oceanographic establishments in China

It seems to me that in China oceanography becomes one of priority sciences as a part of the national modernization programs which include improving people's living standard and developing science in general. Therefore, oceanography is not only considered as one field of

science, but as contributing to economical development by helping marine transportation, fisheries, petroleum production, etc. State organizations supervising oceanography are AS which emphasizes oceanography as academic science and NBO which is more or less mission-oriented, though at most institutions the boundary is not so sharp as Japanese agencies such as Japan Meteorological Agency, Hydrographic Department or Japanese Fisheries Agency. Unlike US or Japan, very few universities offer an oceanography program *per se*. Only exception may be Shangdong College of Oceanography (SCO) which was established as the college for ocean sciences only but has expanded its scope recently to include even humanity programs.

3. Qingdao

Qingdao may be considered as the center of oceanographic activities in China with three institutes mentioned above with an additional fishery institute which I did not visit. Among the three institutes, IOAS seems to be the center of academic oceanography with more than 600 scientific and technical persons operating three research vessels of 3300, 1100 and 720 tons each. It covers all phases of oceanography but right now is rather heavily involved in geophysical-geological oceanography. Prof. MAO, Prof. G. GUAN and others are working on hydrography of the Yellow and East China Seas. Prof. MAO and his group have been working for some years on meso-scale eddies south of Cheju Island. My former colleagues at my Department, Mr. G. FANG and Mr. F. ZHANG are continuing their previous research topics with expanded scopes, the former on numerical modeling of tidal current in the Bohai and Yellow Sea with non-linear bottom stresses and the latter on hydrographic measurements of the Yantze River effluent for applying his models of diffusion in a shear current.

My discussions with Dr. MAO and Messrs. FANG and ZHANG have resulted in two joint

* Received Oct. 14, 1985

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

projects. One is to study bottom dissipation processes in the Bohai for tidal and wind-driven currents using analytical and numerical modeling. The results will be calibrated by analyzing historical current data of the Bohai for tidal and wind-driven currents using analytical and numerical modeling. The results will be calibrated by analyzing historical current data of the Bohai collected by Chinese oceanographers. The other project is to study the exchange of the Kuroshio with the shelf water over the shelf break in the East China Sea. Three approaches will be tried. One is two-layer numerical modeling in a rectangular sea with the Kuroshio flowing in the upper layer with appropriate boundary conditions on open and solid boundaries. (This approach will be pursued also jointly with Mr. L. LI of Dalian). The other is stability analysis of the baroclinic Kuroshio along the curved shelf break. The third is EOF analysis of hydrographic data and IR images along the Kuroshio from north of Taiwan to its turning point west of Kyushu.

We also discussed with Dr. MAO about the Fourth JECSS (Japan and East China Seas Study) Workshop. The JECSS III was convened in May this year at Tsukuba University with co-conveners Prof. Kenzo Takano and myself and its plenary session decided that the JECSS IV will be held in China in 1987. I recommended Qingdao as the meeting place, since half of the oceanographers in China are working there and also good lodging facilities are available. Later Prof. TAKANO concurred with this proposal. Dr. MAO gracefully accepted the recommendation and will head the organizing committee for this meeting. He has started to solicit funds for the workshop from Academia Sinica, NBO, Ministry of Education and others.

The First Institute of Oceanography, NBO is comparable to IOAS in size of personnel and facilities including research vessels but it emphasizes on applied sciences, particularly providing basic data for port and harbor construction in the Bohai, and the Yellow Sea and studying resources and environmental problems of coasts of Jiangsu and Shandong Provinces. It also participated in international programs such as FGGE and Antarctic programs. Mr. Z. XIA is active in analytical and numerical modeling of the Yellow and East China Seas. Shangdong

College of Oceanography (SCO) includes undergraduate teaching of oceanography, but its faculty members engage in research often jointly with those of other institutes. Dr. Z.H. JING is active in theoretical work on circulation of the Yellow Sea and upper ocean dynamics.

During my stay in Qingdao I discussed at three institutes about possible field experiments by use of current meters offered by Prof. TAKANO on board Chinese ships to be deployed on the edge of the Kuroshio in the East China Sea. I also discussed a scheduled visit of the R/V Keitenmaru of Kagoshima University in early next year and probably in summer too. I suggested a preliminary experiment of deploying Takano's current meters on the first cruise of this ship with some Chinese scientists on board.

My two lectures at IOAS were on dynamics of the circulation of the northern East China Sea, particularly branching of the Tsushima Current and review of recent researches of the marginal seas in the U.S. About twenty to thirty audiences attended. I also gave two lectures at SCO on oceanic turbulence and diffusion and on dynamics of Langmuir circulation. Some students and faculty from other departments attended these lectures.

4. The Second Institute of Oceanography

The Second Institute of Oceanography, NBO is located in Hangzhou which is famous for scenic West Lake nearby and also has many historical sites because it was the capital of Sung Dynasty. Hangzhou is not a sea port and the research vessels of the institute are berthed in Shanghai. Closeness to Shanghai and the Chanjian delta stimulate the institute's activities on the marine pollution and delta formation. Prof. Y. YUAN and his several students are active in numerical modeling of the circulation of the East China Sea. Although mixing of the large-scale effluent from the Chanjian with the shelf water may change the circulation on the shelf and provides a unique example in the world ocean, systematic field study of this subject by measuring currents and hydrography is yet to come. Also change of the delta by fluctuations of the Changian transport and by wind, wave and tidal current will be an important topic both in scientific merits and environmental and economic aspects.

Some monitoring of the delta by aerial photography seems to be started but the results are not published yet. I gave a talk on the Tsushima Current and circulation in the Japan Sea for audience of about 20 scientists. I also discussed some of physical oceanography problems studied there with Prof. Y. YUAN and Prof. J. SU who are intensively working on circulation of the East China Sea. Mr. S. MURATA from Tsukuba University is also working on modeling at the Institute since last year.

5. South Sea Institute of Oceanography in Guangzhou

South Sea Institute of Oceanography in Guangzhou belongs to AS. Its size seems to be almost the same as IOAS in Qingdao, with about 300 scientists and technicians and two large research vessels. Their activities are focussed on the South China Sea, though the tropical Pacific Ocean is also included. Moreover, since the sea off the Pearl River delta has been found to store a large amount of petroleum, exploration and extraction of this resource are going on extensively as a joint enterprise with Britain, the United States and Japan. Thus the institute seems to devote its efforts to this direction mainly in geological and geophysical fields but also in physical and chemical oceanography, particularly for wave measurements and prediction, hurricane forecast, hydrography near the delta and others. Prof. J. GAN was a student of Prof. MAO and has worked on statistical analysis of hydrographic data of the East China Sea. Mr. T. YANG, Chief of Physical Oceanography Division, also a student of Prof. MAO has been active on various analytical modeling of wind-driven circulation of the Bohai, currents induced by a hurricane and others. He is currently preparing three dimensional numerical modeling of the circulation in the South China Sea jointly with Canadian oceanographers at Institute of Ocean Sciences. Prof. GAN and Mr. YANG recently moved from Qingdao to Gangzhou to start physical oceanography program there.

Both reminded me that the South China Sea is similar to the Gulf of Mexico in a sense that the Pearl River delta corresponds to the Mississippi delta with rich petroleum reserve

offshore and the circulation is strongly influenced by the Kuroshio or the Gulf Stream, though the Gulf of Mexico is actually the latter's origin. The circulation and the hydrography of the South China Sea may become closer to those of the Gulf of Mexico if the former is rotated by 90° clockwise. Therefore they asked me to give a lecture on the circulation and hydrography of the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea which I obliged.

6. Institute of Marine Environmental Protection

Institute of Marine Environmental Protection at Dalian belongs to NBO and is mission-oriented as other institutes of NBO. It is relatively new (about 6 years old) but expanding rapidly. Mr. L. LI studied at my department in 1982-83 and worked on numerical modeling of the northern East China Sea with me. He arranged my visit there. He and Mr. DOU, Chief of Physical Oceanography Section asked me to give three lectures on three days on topics related to the marine pollution. I chose diffusion and dispersions of pollutants in the ocean, scientific results of monitoring ocean dumping in the U.S. and shallow water dynamics and physical oceanography related to pollution control. At present the institute's primary interest is focussed on the Bohai and the northern Yellow Sea. Particularly the Bohai is now in the stage of rapid development in both industrialization and petroleum exploration. Also Dalian and Tienjin are both among the busiest ports in China, only second to Shanghai. Therefore, a number of problems occur in relation to the marine pollution. As the basic problem for pollution caused by oil spill, Mr. DOU and his group are developing numerical models mainly for wind-driven circulation in the Bohai. These models are barotropic but they will expand these to two-layer or three dimensional models because the Bohai is influenced by effluents from three rivers.

The Tienjin-Lyuda districts seem to be most concentrated industrialized area in China. Their industrial wastes are now discharged into the Bohai which has a narrow mouth connected with the Yellow Sea. Therefore, eventually the Bohai will be highly contaminated. The government is planning to prevent this by introducing the

ocean dumping. The plan includes barge dumping in the northern Yellow Sea. Unlike the US practice, they are considering to use a barge which dumps the wastes almost instantaneously by pressure discharge from the barge tank. In the US a barge dumps the waste continuously for tens of kilometers while cruising with a speed of several knots. In order to determine the most efficient monitoring scheme of dumping, a laboratory experiment was started by simulating an instantaneous dumping in a tank.

7. Concluding remarks

Due to excellent arrangements through Dr. MAO, our trip was very successful not only for scientific purposes, but also in familiarizing with both historical and recent cultures of China. We experienced throngs of modernization processes everywhere we visited. At the same time in many places other than mentioned above, such as Beijing, Shenyang and Shanghai, historical relics and sites of more than 5 thousands years old are well-preserved or restored by national and local governments. So we were always thrilled with fast development side by side with the old tradition which could be traced back thousands of years ago.

In oceanography many institutions' attention seems to be focussed on geological and geophysical problems and on fisheries. This is understandable because oceanography also should serve to the people's living and offshore oil and mineral resources as well as living resources in the sea are very important to the Chinese.

Physical oceanography seems to be lagging behind these disciplines because it cannot provide immediate solution for economical development, though basic data for coastal development, marine transportation and harbor construction are sought

mainly through physical oceanography techniques. Also pollution aspects of industrial development has begun to be recognized, thus physical oceanography serves to this purpose extensively.

In practical aspects, scarcity of modern instruments of physical oceanography such as current meters, profiling instruments, and others may hamper extensive field works, although there are a number of research vessels with modern navigation equipments. Also difficulty in access to computers both small, intermediate and large in size is a hindrance to numerical modeling.

Many Chinese scientists including oceanographers repeated to us that one common problem in development in science now is shortage of experienced researchers and qualified teachers of age from 35 to 50 years old, because many researchers and scholars of the age range suffered from the Cultural Revolution during their formative years. However it is emphasized here that the scientific community is well aware of this fact. Particularly in physical oceanography recent graduates from major universities in physics, mathematics and engineering in Beijing, Shanghai and other big cities have been employed in most institutions I visited. These students are mainly doing research at graduate levels of MS or PhD of the US standard under tutelage of some researchers. If this practice is fortified with introduction of some formal courses on basics of physical oceanography at each institution or nearby institute of higher education, the future of Chinese physical oceanography will be bright.

We express our gratitude to Dr. MAO who arranged our trip and also to Messrs. F. ZHANG, L. LI, M. ZHOU and X. ZHANG who accompanied us in Beijing, Shanghai, Hangzhou, Shenyang and in between.

資料

第4回日仏学術シンポジウム「海洋学、海岸域利用と管理」出席報告

ローヌ川をこえ、右手に塩田が見えたと思うともうマルセイユの空港であった。9月半ばの南フランスの夏の名残りを色濃く留めた夕刻であった。空港にはシンポジウムの組織委員長であるセカルディ教授その人がみえて、私達を快く迎えて戴いた。

第4回日仏学術シンポジウム「海洋学、海岸域利用と管理」は、1985年9月16日～20日の5日間マルセイユ市国際貿易センターで開催された。日仏学術シンポジウムは理工学、医学、仏文学などの20あまりの学会で日仏間の共同研究課題について3年に一度、日仏両国で交互に開催されてきた。

1964年10月、仙台における日本水産学会と併行して、東北大学において日仏水産増養殖シンポジウムが開催され、セカルディ教授をはじめ在日の研究者を含めると約10名のフランス人科学者が参加した。それ以前より日仏学術シンポジウムの一環として海洋学を取り上げることが論議されていたが、セカルディ教授が仙台より帰国されて後、この問題が具体化されて第4回より、海洋学の分野でもシンポジウムの開催が計画されることになった。その後の問題と本シンポジウムの開催予告は、本誌23巻1号に掲載されている。

プログラムは別記の通りであるが、日本人参加予定者のうち参加できなかった人もあり、当初のプログラムとは多少異っている。

会議は、マルセイユ市の中心街にある国際貿易センターで行なわれた。A、BおよびCの三会場が設けられ、C会場は自由討論の場で、使用時間はテーマ毎に決められたが、内容等はテーマの範囲内では自由であったために討論は極めて活発であった。今後、学会の一つの運営方法として参考になる点が多かった。

本シンポジウムの特徴の一つは上述のように各課題の発表以外に別会場で専門の少人数グループによる自由討論会を開催したことである。各テーマの問題点の抽出と今後の研究協力のあり方についてかなり突込んだ討論が可能となり、テーマによってはその取りまとめが行われ、次回シンポジウムへの足がかりとした。しかし、分野によっては討論会を開催しなかったところもあり、また、座長を務めた日本人参加者の意見の取りまとめが行われていない部分もあるために詳細を報告するには至っていない。

ない。

シンポジウム最終日の水産増養殖の討論会において、「1988年、第4回日仏水産増養殖シンポジウムのプログラムの設定」が討議された。その際、フランス側の希望としては、次回の日本における第5回日仏学術シンポジウムの「海洋学」において、「赤潮」「人工魚礁」「生物資源開発」「水産増養殖」の4つのテーマを取り上げた要望が提案された。この問題については今後の日仏間の協議にゆだねられるが、「海洋学」という広い範疇のなかで、この問題に日仏海洋学会がどう対処するか、十分討論が必要であろう。

各テーマの発表、討論はシンポジウム全体の運営とあわせて成功裡に終了しえたと考えられる。発表会場での公用語は日本語とフランス語であり、通訳を担当した人達の献身的なともいふべき努力によりほとんどの課題で同時に通訳され、質疑討論についてもあまり大きな支障はなかった。会場における自由討論は英語で行われた。次回日本で本シンポジウムが開催される場合一応、英語を公用語としたいことを日本側から提案したが、日本の海洋、水産研究者の多くが外国語として英語を使用している実情からやむをえないことであるが、フランス側の立場を考えると今後一考を要する点である。

また、本シンポジウムを通じて、フランス側の希望として、海洋学全般を広く取り上げることよりも水産増養殖を主体とした沿岸の生物資源開発に重点をおきたいことが明瞭であった。

シンポジウム終了後、9月21日、22日は、マルセイユ市内および市外の海洋関連諸施設の見学旅行が実施された。主な視察先は次の通りである。1月21日：潜水技術開発研究所(COMEX)、国立深海潜水研究所(INPP)、ブラドの人工海浜(海水浴場)、マルセイユ港、フォス港湾施設、9月22日：メーズ海洋生物研究所(生物的廃水処理施設)、パルヴァス水産増養殖センター(IFREMER所属)。

本シンポジウムの開催に関して、フランス政府諸機関、マルセイユ市および地方諸機関、商工会議所、在マルセイユ日本総領事館の御支援を戴き、マルセイユ大学では、総長より各参加者に参加証が手渡された。また、本シンポジウムの運営にはセカルディ教授をはじめとするフランス側組織委員会、通訳の人達を含めた実行委員会の御努力も一方ならぬものがあつた。これらの方々に厚く感謝の意を表する次第である。

なお、年内に Proceedings が発行される予定であるので各話題提供者の報告の詳細はそれを御参照戴きたい。

(香川大学農学部 岡市友利)

プログラム (要約)

9月16日 (月) 午前・午後

テーマ1: 海洋物理および堆積力学

座長 大草 — M. VIGNEAUX

C. MIGNIOT 「沿岸整備のための物理モデルの利用法」, 冨永政英 (市川 代読) 「円形気圧系によって発生する慣性周期の陸棚波による沿岸への影響 (基礎理論)」, 市川雅史, 吉岡 洋, 国司秀明 「沿岸域における流れの長期連続観測」, J. -C. SALOMON 「沿岸における海洋循環モデル」, 大草重康, 小菅 晋 「波による海底不飽和地盤の不安定」, F. OTTMANN 「沿岸における浚渫・埋め立ての及ぼす影響」, P. GALICHON 「砂嘴の発達過程」, J. -P. BARUSSEAU 「アフリカ西海岸線 (セネガル モーリタニア) の変化, 沿岸の堆積及び浸蝕過程」, J. M. JOUANNEAU, J. GRANBOULAN A. FERAL, M. VILLEROT 「ジロンド河口における凝集性細粒堆積物の物理化学的性質の研究」

討論会: 「沿岸の海洋物理 及び 堆積力学における日仏協力」

9月17日 (火) 午前

テーマ1: 海洋物理及び堆積力学 (前日よりの続き)

座長 市川 — A. GUILCHER

A. GUILCHER 「フィニステール県における海岸管理の諸問題」, L. -R. LAFOND 「沿岸における堆積物動態: コタントン西海岸の例」, 川端豊喜, 長谷川恒孝, 茅田弘荘 「アマモの生応及び移植実験について」, A. MEINESZ, Ch. -F. BOUDOURESQUE, A. JEUDY de GRISSAC, J. -P. LAMARE, J. -R. LEFEVRE, A. MANCHE 「プロヴァンス州の沿岸環境保護と整備: 総括と展望」, Ch. -F. BOUDOURESQUE, A. JEUDY de GRISSAC 「沿岸堆積物の遷移に及ぼす群生顕花植物の役割」, Y. DESPEYROUX 「カンシュ湾の堆積水理学」 加藤重一 「浮防波堤の消波効果」

討論会: 「堆積力学に関する日仏協力」

テーマ2: 赤潮 座長: 岡市 — C. ALZIEU

P. LASSUS 「赤潮とその漁業資源に及ぼす重要性」, 岡市友利 「日本沿岸域における赤潮発生に関する環境学的背景」, J. -P. BERTHOME, P. LASSUS 「フランスの貝類養殖における有毒鞭毛藻による汚染とその収支」, J. -L. BIRRIEN, P. LE CORRE, C. VIDEAU 「1983年夏 Iroise 海 Douarnenez 湾における *Gyrodinium aureolum* の発生」, 福代康夫 「日本沿岸のまひ性および下痢性貝毒原因渦鞭毛藻の生態について」, C. MARCAILLOU-LE BAUT, P. LASSUS 「食中毒の

原因となる鞭毛藻 *Dinophysis acuminata* のフランス沿岸における挙動 (1983, 84年)」

討論会: 「赤潮研究に関する日仏協力」

討論会 テーマ6: 「人工魚礁」

9月17日 (火) 午後

テーマ3: リモートセンシング

座長: 岡本 — R. CHESSELET

F. VERGER, G. JOLY 「沿岸の海洋研究と沿岸整備におけるリモートセンシング利用」, 宗山 敬, 岡本晴人 (スライド) 「日本沿岸におけるリモートセンシング技術の現状: 海洋学への人工衛星利用」, E. GUILLEMOT, L. MENANTEAU, Y. -F. THOMAS, J. R. VANNEY 「沿岸のリモートセンシングと地形図作製」, C. ARMANGAU 「ラングドック沿岸で見られる様々な海洋現象への航空リモートセンシング技術の利用」, T. BELSHER 「リモートセンシングと植物ペントス」, 岡本晴人 「リモートセンシングによる琵琶湖水質調査」, H. DEMARCK, M. LEVEAU, L. WALD 「人工衛星と現場調査から見たローヌ河によるリオン湾の富栄養化 (Eurhogli 調査航海1983年7月より)」

テーマ4: 沿岸の微生物学

座長: 永沢 — A. BIANCHI

A. BIANCHI, M. BIANCHI 「沿岸の管理と微生物」, 関 文威, MCALLISTER (三村 代読) 「海洋での有機物動態における微生物の役割」, C. PHELEPP, C. DELORT, Y. MARTIN 「沿岸の生態系における生物的, 生化学的過程のモデル化と応用」, 山田 久, 鹿山光 「沿岸域の堆積物におけるチッソおよびリンの挙動とリン溶出抑制について」, P. CAUMETTE 「沿岸域の赤潮発生における光合成細菌の役割」, R. DAUMAS, N. HERMIN, N. DROGUE 「海洋堆積物中の有機トレーサーの非生物的消失」, M. J. GAUTHIER, G. N. FLATAU, R. L. CLEMENT, V. BREITTMAYER 「海洋堆積物中における無機物とバクテリアによる重金属 (カドミウム, バナジウム, 鉛) の取り込み, 蓄積, 及び変性」

討論会 テーマ7: 「海洋生物資源開発利用」

9月18日 (水) 午前

テーマ5: 沿岸の生物学的特徴

座長: 吉村 — M. LEVEAU

M. LEVEAU 「海洋有機物に関する序論」, 保坂信仁, 古谷 研, 根本敬久 (永沢代読) 「画像解析による赤潮植物プランクトン生物現存量の解析」, J. -L. BONNEFOMT, P. LELONG, Y. MARTIN 「海洋へ投棄し

た都市廃水中の尿の分解過程におよぼす細菌の働きについて」, M. MARCHAND「沿岸水中の有機塩素化合物」, 吉村廣三, 小泉敏章, 石井 操「日本沿岸堆積内における有機物の分解過程」, J.-C. ROMANO, A.-M. COMPIANO, M. LEVEAU「沿岸の大陸起源指標物質としてのアミノ酸と炭水化物の利用」, 永沢祥子, 根本敬久「日本沿岸における細菌付着の機脚類の出現率」

討論会 テーマ2: 赤潮

9月18日(水) 午後

テーマ5: 沿岸の生物学的特徴

座長: 鹿山一 N. VICENTE

N. VICENTE「沿岸域の有機物の転化と温排水の影響」, 三村 徹「沿岸環境試料のHPLCによるムラミン酸測定とバクテリア生体量の推定」, H. MASSE「沿岸の軟体動物に及ぼす温排水の影響」, 木下秀明「二枚貝発生初期段階における高温耐性, とくにマガキの卵及び幼生について」, J.-F. PAVILLON「溶存態有機物質: 海洋生食物連鎖における役割, あるいは餌料構成物質としての意義」, 鹿山 光「水界生物における脂肪酸の代謝」, G. MILLE, T. EL JAMMAL, J.-C. BERTRAND「沿岸海底泥中の抽出できる有機物質: 炭水化物と脂肪酸」

討論会:「沿岸の海洋生物物理化学に関する日仏協力」

9月18日(水) 午前・午後

テーマ6: 人工魚礁

座長: 山根一 D. BELLAN-SANTINI

D. BELLAN-SANTINI「序論」, 山根隆幹「海中構造物等 (Artificial reefs) による国家的な漁場開発計画とその経済, 社会的影響について」, J. P. LAMARE, A. SIRE, L. HARDY「地中海フランス沿岸での人工魚礁の計画と実施」, 発表研究に関する討論会, J. DUCLERC, J.-R. LEFEVRE「人工魚礁: 効果的生物資源利用のための沿岸域開発技術」, J.-R. LEFEVRE, J. DUCLERC「人工魚礁設置地域決定方式」, 加藤重一「人工礁について」

発表研究に関する討論会

座長: 加藤一 J. P. LAMARE

D. BELLAN-SANTINI, J. HARMELIN「地中海における人工魚礁設置のための自然環境モデル」, 小堀幸彦「魚礁による沿岸漁場開発: 開発計画策定手法について」, P. BREGLIANO, D. ODY「自然岩礁帯と人工魚礁設帯の魚群の構成」, C. DUVAL, J. DUCLERC「人工魚礁設置の有用魚類と漁業に及ぼす影響の推定」, 柿元

皓「人工魚礁における魚の分布と行動」, J. SACCHI, A. LAGIN (DUCLERC代読)「マルチニク島における伝統的漁業のための集魚装置の設置」

討論会:「人工魚礁に関する日仏協力」

9月19日(木) 午前

テーマ7: 生物資源開発

座長: 岩切一 F. DOUMENGE

J. P. TROADEC「沿岸帯状地における漁業と養殖の開発と管理: フランスの現状」, 岩切成郎「日本沿岸の漁業と養殖の管理システム」, J.-M. DESLOUS-PAOLI, J. POPULUS, M. L'HERROUX, M. BRSSIEUX「リモートセンシングによる貝類現存量の推定: 結果と展望」, H. HERAL, J.-M. DESLOUS-PAOLI「Marennes-Oléron 内湾の貝類生産の歴史的考察とその経験論的推定法の試み」, D. BUESTEL, J.-C. DAO「ホタテ貝の放流計画: 結果と展望」, 平山和次「日本における栽培漁業の現状」

9月19日(木) 午後

テーマ7: 生物資源開発

座長: 岩切一 J.-P. TROADEC

岩切成郎「日本の沿岸養殖施設」, F. SIMARD「新しい日本の全国水産開発計画: マリノベーション」, H. FARRUGIO「沿岸漁場の生物経済学的特徴とその試料採集及び管理方法の定義」, D. BAILLY「沿岸域の多目的利用における競合: 日本における実施と法制上の問題」, P. ARZEL「Le Léon (フランス)における海藻利用開発の伝統的施設」

討論会:「生物資源利用・開発に関する日仏協力」

9月20日(金) 午前

テーマ8: 水産増養殖

「第三回日仏水産増養殖シンポジウム」

座長: 平山一 M. FONTAINE

J.-M. RICARD「フランスにおける水産増養殖の現状: 基礎と応用研究の方向づけ・展望」, 中川平介「瀬戸内海における魚類養殖」, D. COVES「孵化場におけるフランス産スズキ *Dicentrarchus labrax* 養殖の現状」, 平山和次「種苗生産用飼料生物としてのシオミズツボワムシの生物学的特性」, F.-J. GATESOUBE, C. LE MILINARE「海産魚類幼魚の栄養要求への飼料(ろ過食プランクトン)栄養価の適応化」, P. LELONG, M. PHELEPP「タイ科幼魚の成長と中間育成」, E. ALLIOT, F. HIDALGO, A. PASTOUREAUD, H. THBAULT「フランス産スズキ稚魚の栄養要求度の推定」, B. CHEVASSUS「サケ科の発生学とその養殖へ

の応用：最近の進歩について」

9月20日（金）午後

テーマ8：水産増養殖 座長：中川一 R. BILLARD

Y. HARACHE「サケの集約養殖と海洋牧場」、中川平介「瀬戸内海における魚類養殖」、P. PRUNET, G. BOEUF「サケ科における内分泌と浸透圧調整」、中川平介「養殖魚に及ぼす薬類の投与効果」、J.-M. PIONETTI「海産魚類幼生におけるエネルギー代謝」、八木宏樹「飼育条件下における甲殻類のチッ素排泄に及ぼす水温と塩分の影響」、F. GALGANI, Y. BENYAMIN, H. J. CECCALDI「クルマエビ科の蛋白分解消化酵素に関する最近データ」、G. LE MOULLAC, P. LUCET「クルマエビ養殖の現状・孵化と成長」

討論会：「水産増養殖における日仏協力」「1988年（日本）第4回日仏水産増養殖シンポジウムのプログラム設定」

「第4回日仏学術シンポジウム・海洋学」 を終わって

9月に入って、「第4回日仏学術シンポジウム・海洋学」の開催当日まで余すところ2週間となった。それまで夏のバカンスで何人かのメンバーが常に欠けていた実行委員会も全員が顔を揃えて、最後の大詰めのためのミーティングが開かれた。それ以前も、3月から7月一杯まで大体2週間に一度の割合でミーティングが繰り返され、その都度、準備の手直し、確認、また、プログラム、参加者の度々の変更に対応策がとられてきた。これらの変更は9月に入ってからもかなりあって、最終プログラムが刷り上がったのが開会当日10日前という状態だった。

今回「日仏学術シンポジウム」として、海洋学が、それ以前に既に開催されていた他の様々な学術交流と並んで、初めて取上げられることが正式に決定されて以来、プログラムの選定、予算、演者の人選、会場など多面にわたる様々な展開がフランス側にあった。その上、日本参加団の中にもかなりの変更があったことで、シンポジウムの円滑な運営に実際上の責任を負う実行委員会のメンバーは、相当振り回されてきた。そのため、メンバー間の連絡の悪い部分があったのも事実で、開会当日まで何があってもおかしくないという不安感を私は持っていた。

参加者の数からだけ言っても、これだけ大規模のシンポジウムを初めて開くのだから、もっと多くの人手が欲

しかったところだが、手弁当では働かないという考えの強いフランス人のことだから、それも思うにまかせなかった。しかし結局は、マルセイユ海洋学センターを中心に、若い学生が少しずつ手伝ってくれるようになり、何とか初日までには一応の準備が整った。

今回のシンポジウムは色々な意味で大変欲張った、野心的なものではなかったかと思う。まずプログラムを一瞥してわかる通り、選ばれたテーマの数の多さと多彩さである。これはフランス海洋学の事情からしてやむを得ないところだが、後援として各省庁が入り、国立公共研究機関が協力するとなれば、ある程度、フランスの海洋学研究全体が納得のいくものにしなければならない。その意味で「海岸域利用と管理」という基本テーマの下に広範囲のテーマが選ばれた。

次に論文発表者の多さである。テーマが多い以上発表論文の数も多くなる訳だが、この点でも、公共研究機関、あるいは、最近さかんに叫ばれているフランスの政治、文化、学問の地方化主義に則って設立され始めている地方単位の研究機関間に片寄りがないようにという配慮もなされなければならなかった。それでもなお調整のつかない部分を残してシンポジウムが始まったため、当日その場になって演者や講演のタイトルの変更があったり、静に近いようなシーンがあったのは日本の参加者の方々がご覧になった通りである。

第三には、新しい試みとしていくつかのテーマについて（人工魚礁、生物資源開発、赤潮、水産増養殖）論文発表日前日に別会場で半日にわたって「自由討論」が行なわれたことである。会場にあてられた部屋には机が「コ」の字型に置かれ、フランス側と日本側が向い合う形で着席し、翌日予定されている座長が一応司会を務めるという以外は全く型にはまらず、自由な質疑応答が展開された。私自身は全部覗いて見た訳ではないが、全般に討論は活発だったようで、「人工魚礁」のグループは、予定外にもう一度会合を持つことを決めた程である。一応原則的には自由討論会場では英語が使われることになっていたが、参加者の中に日仏2ヶ国語が話せる人がいた場合には逐次通訳があった。

第四には、全論文発表の日仏同時通訳という冒険的ともいえる試みがなされたことである。私自身、同時通訳の責任者として、4人の通訳者チームの準備が不十分だったこと、論文著者規約が不明確だったために通訳者側の要望が十分に伝わらず、満足な通訳が出来なかった論文発表がかなりあったことを認めざるを得ない。この経験を教訓に、今後日仏シンポジウムを続けて行く上で必

ずついて回るだろう言葉の問題について二、三思うところを述べさせて載くと、論文発表は英語で行なうのがやはり賢明である。海洋学のように研究範囲が広く、しかも非常に専門化した分野では論文の翻訳、通訳には相当の専門知識が必要である。それだけの学問的、言語的知識を具えた人材が非常に少ないし、また同時通訳というのはそれ自体特別な訓練を必要とする。このように歴大で非常に難しい翻訳に費やすエネルギーと費用を考えると専門研究の発表は英語で行なうのがよいかと考える。だが一方、討論という場になると、逐次にせよ通訳があれば、意思の疎通がスムーズになること、そして言葉のハンディがなくなるために発言が多くなるという利点があり、今後のシンポジウムでは検討に値する。83年のモンペリエ、84年の仙台と2回、日仏水産増養殖シンポジウムで、ささやかながらお手伝いさせて頂いた際感じたことだが、英語で討論ということになると発言者が限定され、あるいは対話が一方通行になることがしばしばある。その点今回は、ラウンドテーブル、自由討論の場では今までより意見のやりとりが活発だったように思う。

最後に、研究論文発表とは別に、数多くのポスターの展示、科学フィルムの上映があったことも挙げておきたい。この実現にも大変な苦勞と準備があったが、話題提供という意味で、新聞、テレビにも取り上げられ、シンポジウムに花を添えたとし、論文発表をしなかった人達や研究室もこれらの展示を通して参加できたことは大いに意味があった。

さて、こうしてシンポジウムが終わってみると色々反省させられること、感じることも多々あるが、何しろ「反省会」というような習慣のないフランスのお困柄であるから、これから述べることは私が個々に聞いたこと、あるいは私個人の感想でもあるとお断わりしておきたい。第一に、これだけの人数が集まり、分刻みの猛烈なスケジュールだったにもかかわらず、大きな事故や手違いもなく無事にシンポジウムを終えることが出来、ホッとしたところである。批判には手厳しいフランス人だが、筆記回答のアンケートによると、全体的に不満よりは満足、あるいは感謝の声が多かった。但しこれもテーマによって多少の差異があり、第一日、第二日はテーマがこれまで日仏交流の比較的小さい分野であること、会期の初めであったため運営の手際が悪かったことで反応が薄いようであった。しかし、水産増養殖をはじめ、これまで交流の実績が積み上げられてきた分野、あるいは人工魚礁のようにフランス側が日本から学ぶも

のが大きい分野では、今後の日仏協力で寄せる期待の大きいことがフランス人研究者の間に感じられる。また、2つの会場が同時に進行するという形については否定的意見が多かったことも付け加えておきたい。

今回のシンポジウム開催に財政援助の形で重要な役割を果たしたプロヴァンス州、マルセイユ市、プロヴァンス地方マルセイユ市両商工会議所等の主催によるレセプションは非常に和やかで寛いだ雰囲気の中で開かれた。出席の日本の方々には毎晩のことでさぞかしお疲れになったことと思う。その他にもエックス・マルセイユⅡ大学や在マルセイユ日本総領事によるレセプションもあり、時には一晩に2つのレセプションに出席するということがあった。本当に御苦勞様でしたと申し上げたい。

このように学術研究に直接関係のない組織や市が、いわばスポンサーの一部であったということも今回のシンポジウムの特徴と言える。学術交流のシンボルともいべきシンポジウムを開催するにはそれなりの費用がかかる。その費用をどこがどの程度負担するかによっておのずからその規模と体裁が決ってくる。前にも述べたように、フランスの地方主義という事情がなかったら、州や市、またその商工会議所がこれ程積極的に参加することもなかっただろうし、シンポジウムの規模もこれだけのものにはならなかっただろう。また6年後のフランスで開催される時、同程度の予算が集められるという保証もない。日本には日本の事情があって、シンポジウムを開催するのに、その出発点からして全く異ったプロセスがあるのだからと思う。このように研究の実体、環境条件や、経済事情の大いに異なる日仏両国が今後も研究協力を続けていくためには大変な努力と意志が必要である。その中でおのずと両国共通の関心のあるテーマ、可能な共同研究のあり方が定められていくのではないだろうか。そうなった時は、具体的な課題に的を絞った専門家のグループ単位の共同作業、その結果の報告という形になっていくのが最も望ましい。手探り的ではあったが積極的な今回の試みを通してそのように強く感じたのである。

(日仏海洋学会 西川明子)

日仏学術シンポジウムに出席して

本シンポジウムは、「海岸域利用と管理」のテーマで開催された。水産増養殖や人工魚礁に重点がおかれていた。私はプランクトンを専門としているので、主要な研究テーマとそれほど深いかかわりはなかった。しかし、

私の研究の場は沿岸である。その点ではテーマと無関係ではない。沿岸のプランクトンに関する研究成果が十分蓄積されていたので、このシンポジウムで発表したいと考えた。このシンポジウムの開催を知るや、参加の申込みをした。マルセイユに滞在し、シンポジウムに出席して感じたことを少し述べる。

論文の発表は、日本人は日本語で、フランス人はフランス語で行なわれた。母国語で発表が行なえることは緊張感はなく、確かに気楽であった。日本語からフランス語への同時通訳はかなりうまくいったらしい。なぜなら日本人は前もって原稿を提出してあったし、通訳と事前の打合わせを十分に行なったから。一方、フランス語から日本語への通訳は十分満足とはいえなかったように思われた。フランス人は原稿を提出していない人もあり、通訳は十分に勉強できず、ぶっつけ本番で日本語に翻訳しなければならぬこともあったらしい。ともかく人の発表をじかに聞いて理解できず、通訳の助けを借りて理解することは不自由なことであり、まだるっこしいことである。フランス人にとっても、また日本人にとっても外国語である英語で話すことは得意であるとはいえない。フランス人が英語を話しながらない理由には深い歴史的背景があるようである。しかし、たいいていのフランスの学者は英語を話せるようである。日本人の英語より上手だと思った。日本人にとっては英語を使用することに対して抵抗はないと思う。日本で開かれる国際会議でさえ、英語が公用語であるし、英語が世界の共通語であるという意識を多くの日本人はもっていると思う。今回のシンポジウムでも、日本人、フランス人の少数が母国語でなく、英語で講演を行なった。また質疑応答の通訳はなかったため、英語が使われた。このようなことから、次のシンポジウムでは英語を使用言語とすることを提案したいと思う。

座長はどのセッションでも日仏から一人ずつが選ばれ、その任にあたった。しかし、両者が前もって顔合わせをし、会の運営について打合わせる機会はなかった。私は根本教授の代わりに座長をすることになった。日本の学会においても座長の経験は乏しく、慣れていないため、心細く不安な思いであった。その上、ペアになる人と面識がなかった。座長の席につく数分前にはじめて相手と会えたという次第であった。したがって、会の進行についてなんの打合わせもないままセッションは始まった。問題もなくセッションは終了したが、私には不満な気分が残った。座長同士の綿密な打合わせがやはり必要なのではないかと思う。

さいごにマルセイユでのもてなしぶりにふれる。昼食は毎日目新しいメニューで、ボリュームたっぷりの料理とおいしいワインをゆっくりと楽しんだ。期間中ほとんど毎日夕食の接待があり、ごちそうめであった。セカルディ先生からはみんな贈物をいただいた。ともかく、私たちは遠来の客として歓待され、徹底的に暖かく丁寧に遇された。その上、さわやかな晴天にめぐまれ、毎日を心地よく過ごした。

(東京大学海洋研究所 永沢祥子)

海洋開発に関する第5回日仏委員会

日本とフランスの政府間で海洋開発に関する共同研究が発足してほぼ10年になる。本年9月11～12日に、科学技術庁で第9回日仏委員会が開かれた。この委員会に先立ち、9日と10日に外務省で日仏シンポジウムが開かれた。

共同研究の課題はつぎの12である。日本側とフランス側の担当者(機関)をカッコ内に示した。

- (1) 魚病(水産庁—National Laboratory of Aquatic Animals Pathology, Brest)
- (2) 日仏共通の種の養殖(水産庁—IFREMER, BrestとEPHE, Marseille)
- (3) 甲殻類の養殖(水産庁—IFREMER, La Tremblade)
- (4) 水産工学(水産庁—IFREMER, Brest)
- (5) 赤潮(水産庁—IFREMER, Nantes)
- (6) 外洋構造物(運輸省港湾局—IFREMER)
- (7) 測器(科学技術庁—IFREMER)
- (8) データ交換(水路部—Bureau National des Données Océanographiques, Centre Océanographique de Bretagne / IFREMER)
- (9) 潜水(海洋科学技術センター—IFREMER)
- (10) カイコ(文部省—IFREMER)
- (11) 海洋エネルギー(電総研—IFREMER)
- (12) 深海鉱床と地質(地質調査所—IFREMER)

これらのほか、「沿岸環境」を新しい課題として取りあげるかどうかについて意見を交換した。フランス側の機関としてしばしば現われる「IFREMER」については別項で紹介する。(編集委員会)

IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) について

1982年にフランス政府は、CNEXO (Centre National pour l'Exploitation des Océans, 国立海洋開発センター) と ISTPM (Institut Scientifique et Technologique des Pêches Maritimes, 漁業研究所) とを統合して新しい機関 — IFREMER — を作ることをきめた。1984年に設立に関する法令がととのい、1985年1月に所長として Yves Sillard がえらばれた。

IFREMER の任務は海の資源を理解し、評価し、利用するための基礎・応用研究を推進すること、海の環境を保全し、開発するための技術を向上させること、そして、社会経済面での海の開発に貢献すること、である。

その本部は Paris にあるが、研究センターは本国には4つ; 北部に Centre de Boulogne-sur-Mer, 北西部に Centre de Brest, 西部に Centre de Nantes, 南部に Centre de Toulon がある。それぞれのセンターはまたいくつかの臨海支所をもっている。たとえば、ブレストのセンターは、Saint-Malo, Roscoff, Concarneau, Lorient, La Trinité に支所をもっている。

海外には Tahiti に Centre océanologique du Pacifique があるほか、Antilles, Guyane, La Réunion, Saint-Pierre-et-Miquelon, Nouvelle-Calédonie の5箇所に駐在員をおいている。

その活動

1. 水産資源

フランスは、1984年に水産物 157,070 トンを輸出し、527,897 トンを輸入した。金額ではそれぞれ約 83 億フラン、5.3 億フランとなり、78 億フランの赤字となっている。魚のかんづめ、冷凍切身、冷凍、なま、あるいはかんづめ甲殻類、鮭、の4種がこの赤字の約 3/4 を占める。いっぽう、世界の消費傾向を見ると、この20年間に、加工水産品の消費 (1980年には3600万トン) は25%ふえているのに反して、なまの消費 (1980年には1500万トン) は8%減となっている。したがって、IFREMER にとっては、水産資源の適正管理や増養殖とならんで、加工、およびその工業化が重要な研究課題となる。

また、IFREMER の外郭団体 France-Aquaculture は、ギリシャ、スペイン、中国、インドネシア、コロンビア、アルジェリヤ、象牙海岸、フィジー、エクアドル、セネガル、マレーシア、ベネズエラ、パナマ、カメルーンなど国外で増養殖の研究や技術援助を行っている。

2. 海洋工学・技術

海洋開発 — さし当りは大陸棚の石油、近い将来にはさらに沖合の深い海底下の石油、マンガン団塊、熱水鉱床など —、および海洋研究に必要な技術を研究し、装備・機器を提供することを目的とする。いくつかの例をあげると、

(1) 海中ロボット

Elit (engin libre inhabité téléacoustique) は1987年に完成の予定で、油井の観察と補助作業を行う。行動深度は1000mまでで、1ノットの速さで連続4時間の作業が可能である。重量は1トンをこえない。200×200ピクセルの画像を海面に送る。Elit の特長は、ケーブルを使わないから行動性がすぐれ、氷海でも使えること、保守が容易で安いこと、海中でのようすが即時海上に伝えられること、である。

(2) 潜水調査船

同じく1987年に完成予定の SAGA (Sous-marin d'Assistance à Grande Autonomie) は600mまで潜れる潜水調査船があるが、ほかの調査船と異なる点は450mまでの深さでは潜水作業者を船外に出したり船内に収容したりして、海中作業基地 (母船) になることである。このため、潜水時間はずっと長くなって6日~10日に及ぶ。第二段階として電源に核エネルギーを使うことも検討されており、もしこれが実現すれば、潜水時間は電源によっては制約されなくなる。

(3) 深海潜水艇

1985年来日した Nautile についてはすでにかなりよく知られているので省略。Nautile が完成する前から活躍していた Cyana は3000mまで潜れる調査船である。

(4) ケーブルつきの潜水調査器

Sar (Sonar Acoustique Remorqué) は1984年に完成したサイドスキャンソナーで、6000mの深さの海底の起伏と堆積物中の音波伝播をケーブルで船に伝える。

(5) 沈船に対する処置

燃料やそのほかの汚染のおそれのある物質を積んだ船が沈んだとき、沈船を発見し、観察し、危険物質をその場で処理したり、吸い上げたり、嚴重に閉じこめたりする技術の研究を1985年から始める。300mまでの深さなら4ノットの流れの中でも使えるケーブルつきの探索器 Erie が作られる予定である。

3. 海洋エネルギー利用の技術

温度差発電については、予備研究の結果、熱帯海域での 5MW~50MW 発電所は検討してみる値打ちがありそうなので、タヒチで 5MW の実証試験が 1982年に始まった。IFREMER は Papeete 港沖の現地調査—1200 m の深さまでの精密な地形調査、流速・水温などの測定、さまざまな材質の海中汚損の研究など—を実施した。上に述べた潜水調査船 Cyana が活躍した。

また、プレストのセンターに 300m³/h の海水汲上げ装置を作り、熱交換器のパイパの汚損試験を行った。

フランスの海岸は波エネルギーには恵まれていないので、IFREMER は輸出用の小型 (100kW~数MW) 装置の研究はしているが、今のところ実地試験の予定はない。

4. マンガン団塊採取技術

IFREMER と原子力委員会およびその下部機関 Technicatome 社は 1983年に Gémonod という組織を作り、マンガン団塊の採取・処理の研究を始めた。その一環として自動採取器 PLA (Préleveur Libre-Autonomie) を製作中で、小さな池での試験は 1985年に予定されている。

5. 海中・海上構造物のふるまいなど

腐食、生物汚損、実験室での研究法の確立、海底地盤の力学強度の測定、うねりによる構造物の振動などの研究を IFREMER だけ、あるいは大学・企業と共同して行っている。

フランスの漁船はほぼすべて 50トン以下の小型船 (約 1万隻、50トン以上の漁船は約 350隻) なので、IFREMER はとくに小型漁船の安全性、居住性、作業性の向上につとめている。

また、浮力材や石油吸収剤、音響カメラなどの研究も進めている。

6. 海洋科学

(1) 海洋物理

海の物理を研究する理由は二つ—海が気候と密接に結びついていること、海、とくにその力学と変動が生物資源の環境として非常に重要なこと—ある。海にはさまざまな時間規模と空間規模をもつ現象があるが、この二つにかかわる時間・空間規模は大きいので、従来の観測手段だけでは扱いきれない。宇宙からの海洋学が必要となる。そこで、IFREMER は気候に対する海の役割、宇宙海洋学の推進、フランス海洋学界への手助け、という 3つの任務をもつ。

第一の課題 (海と気候) については PNEDC (Pro-

gramme national d'étude de la dynamique du climat) という計画があって、この一環として、太平洋では Surtropac、インド洋では Sinode、大西洋では仏米共同で Focal/Séqual 研究が進行中である。これらの研究の目的は、熱帯海域での質量フラックスと熱フラックスの変動の解析であり、国際研究 TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere)—PMRC (Programme mondial de recherche sur le climat, 英語では WCRP) の中で研究—への (フランスの) 参加の下準備という形にもなっている。IFREMER はこれらの研究を装備と経費の面で大いに助けている。

PNEDC での大循環研究としては Topogulf がある。大西洋中央海嶺が北大西洋の大循環に及ぼす影響を調べるのが目的で、キールの Institut für Meereskunde と共同して 1983年に始まり、1985年に終る。オイルーふう測定とラグランジュふう測定が行われ、IFREMER 所属の観測船ジャン・シャルコトル・シュールワが活躍した。

Topogulf は海面から 700m までの海水の動きを扱うが、放射性廃棄物の海底投棄にからんで深層・底層大循環も、ハンブルグの Deutsch Hydrographische Institut と共同で研究されている。計測器の主体は MAP (Module autonome pluridisciplinaire) である。これは、サーミスタチェーン、流速計、カメラ、濁度計などを備えた総合計測器で、海底に数カ月から 1年間係留されて海底境界層を測る。このほか、中立浮きも 1985年 4月から 1年間の予定で追跡されている。

PNEDC は PMRC の WOCE (World Ocean Circulation Experiment) に参加する予定である。この研究は、仏米共同の Topex/Poséidon (人工衛星に積んだ高度計で海面の高さを正確に測る計画) を当てにしているが、補助観測手段として音波立体像法も期待されている。そこで IFREMER は、プレストのセンターで 1984年に、この新しい観測法の研究に着手した。1986年はじめに実地試験を終え、秋には湾流の再循環域にアメリカと共同してこのシステムを展開する。

Topex/Poséidon の人工衛星はフランスのロケット「アリアヌ」によって 1989年に打ち上げられるという線で仏米の間で協議が進んでいるが、1986年春にならないと最終決定に至らない。

1989年に打ち上げ予定のヨーロッパ衛星に Ers 1 がある。この衛星には高度計、散乱計、合成開口レーダが積まれる。これらの衛星の測定データを活用するには海上での風や波や流速の直接測定も必要となる。そこで、

そのための計測器を開発するために1985年に発足するのが Tosca 計画で、衛星打ち上げの前年1988年に完了することになっている。

IFREMER など 8つの機関が寄り集って宇宙海洋学研究グループ GREOS (Groupe de recherche et d'étude en océanographie spatiale) を1983年に組織した。

同じ1983年に IFREMER は、GREOS や気象庁や宇宙開発センター (CNES) と協力して宇宙開発データセンターをプレストに作るようになった。このデータセンターは、Ers 1 のデータの収納・配布・処理、およびほかの衛星データとデータ処理の便宜をフランス海洋学界に提供することを目的としており、1989年から本格的に活動するだろう。

上に述べたいろいろな研究のほかにも Dyome だの Elodyane だの Mizex だのさまざまな計画があり、それぞれの目的に応じた新しい計測法・計測器が必要となる。IFREMER はそれらの開発に当たるとともに保守・管理を引き受けている。

(2) 地球科学と鉱物資源

IFREMER は海洋地殻の起源と移りかわり、およびそれに関連してマンガン団塊や熱水鉱床を調査するとともに、調査に必要な機器を開発する。

また、国際深海底掘削計画 (ODP) のフランス側世話役である。

熱水鉱床についてはジャン・シャルコや Cyana が紅海、インド洋、東部太平洋で調査を続けており、多くの新事実を明らかにしてきた。

IFREMER は Ecors (Etude de la croûte continentale et océanique par réflexion et réfraction sismique) に参加しており、1984年にはガスコーニュ湾でスペインと共同して海底探査を行った。Ecors のイギリス版ともいえる調査が BIRPS (British institutions reflection profiling syndicate) によって行われており、IFREMER は、これに協力して英仏海峡下を探査した。

1984年、85年の日本と共同研究 KAIKO はすでに紹介されているので省略。KAIKO のついでに、1984年にフィリピンと南西諸島の間で Pop という名の調査を行い、シービームによって重要な成果を得た。

(3) 深海生態など

つぎの二つの課題がある。(i) 深海の熱水にともなう生物活動 (ii) 深海生態系についての知識を豊かにすること — とくに放射性廃棄物や有毒物質を深海底に沈めたり埋めこんだりするなどの人為作用が生態系に及ぼす影響を予測するために —

また、沿岸海域の汚染防止はたいせつな課題なので、IFREMER の活動はつぎの五つにも 向けられている。

i) 実態の把握 (沿岸流体力学、堆積力学、分析法 — とくに微量化学成分と微生物の — の確立、生態系のモデリング)、ii) 汚染物質の効果 (都市廃棄物、有機汚染、生態毒物学)、iii) 赤潮などによる環境悪化、iv) 地域研究 (それぞれの海域の特性に応じた環境保全策の提案、カレー地方、ブルターニュ・ノルマンディ地方、ロワール川の川口などに対して)、v) 沿岸海域と海浜の監視。

6. おもな施設・装備

IFREMER は船や各種試験機、検定装置などの大型機器を作り、管理する。

表 1 IFREMER の 観測船

船名	全長 (m)	就航年	仕事
Jean Charcot	74.5	1965	外洋海洋学全般
Le Suroit	56.34	1975	"
Le Noroit	50.55	1971	"
Nadir	55.75	1974	母船(潜水などの)
Thalassa	66.00	1960	寒帯での漁業研究
Cryos	48.70	1970	"
Capricorne	46.55	1970	熱帯での漁業研究
Coriolis	37.50	1964	"
La Pélagia	32.55	1965	外洋・沿岸での漁業研究
Ichtys	20.00	1964	"
Roselys II	20.00	1966	"
Gwen Drez	26.00	1976	"
Thalia	24.50	1978	沿岸海洋学

表 2 IFREMER の潜水調査船・調査器

名称	全長 (m)	最大深度 (m)	就航年	有人・無人
Nautile	8.00	6000	1984	有人
Cyana	5.70	3000	1969	"
Epaulard	4.00	6000	1980	無人
Sar	5.00	6000	1984	" (ケーブルつき)
Raie II	3.00	6000	1978	" (ケーブルつき)

観測船については表1のようになる。ジャン・シャルコは大改造をすませた直後、1983年11月に世界一周の航海に出た。1987年まで4年近くの間、41万km を航行する。その内容の面で、フランスがこれほど大規模の航海を行ったことはない。

潜水調査船・調査器は表2のようになる。

(筑波大学 高野健三 IFREMER, Rapport annuel 1984による)

学 会 記 事

1. 昭和60年8月13日, 日仏会館で日仏海洋・水産用語集編集委員会(仮称, 第1回)が開かれ, 編集方針, 出版方針などが協議された。
2. 昭和60年9月26日, 日仏会館会議室において, 日仏会館との共催で, フランス国立自然博物館館長ジオニックロード・ユーロー氏の「南極海域の魚類; 分類と生態学」の講演が行われた。
3. 逝去 川上太左英
4. 新入会員 佐藤 博雄(紹介者, 有賀祐勝)
5. 交換, 寄贈出版物
 - 1) 千葉県水産試験場研究報告 第43号
 - 2) 日本プランクトン学会報 第32巻 1号
 - 3) 海洋産業研究資料 Vol. 16, No. 4
 - 4) 科学通報 Vol. 30, No. 7
 - 5) EQUINOXE N° 1
 - 6) Bulletin de l'Institut de géologie N° 37 du bassin d'aquitaine
 - 7) 広島日仏協会報 No. 91
 - 8) 沿岸域情報整備調査作業報告書
 - 9) 季刊 海洋時報 第38号
 - 10) 日本学術会議月報 第26巻 第8号
 - 11) 海洋産業研究資料 Vol. 15, No. 5
 - 12) 日本学術会議月報 第26巻 第9号
 - 13) 研究実用化報告 Vol. 34, No. 9
 - 14) なつしま No. 78
 - 15) 鯨研通信 特別号
 - 16) 船と港のはくぶつかん No. 28, 29
 - 17) 航海 第85号
 - 18) ラメール 第54号
 - 19) RESTEC 15号
 - 20) 国内海洋調査一覧 第17号
 - 21) Harvard Journal of Asiatic Studies Vol. 45, No. 1
 - 22) 中国海洋湖沼学报 Vol. 2, No. 1
 - 23) 海洋与湖沼 第16巻 4期
 - 24) 科学通報 Vol. 30, No. 8

日仏海洋学会役員

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

名誉会長 オーギュスタン・ベルク

会長 富永政英

副会長 高野健三, 森田良美

常任幹事 有賀祐勝, 宇野 寛, 佐伯和昭, 関 文威,
 高木和徳, 松生 治

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

監事 久保田 穰, 辻田時美

評議員 青木三郎, 青山恒雄, 赤松英雄, 秋山 勉,
 安達六郎, 阿部宗明, 阿部友三郎, 新崎盛敏,
 有賀祐勝, 石野 誠, 石渡直典, 市村俊英,
 井上 実, 今村 豊, 岩井 保, 岩崎秀人,
 岩下光男, 岩本康三, 宇野 寛, 大内正夫,
 小倉通男, 岡市友利, 岡部史郎, 岡見 登,
 岡本 巖, 梶浦欣二郎, 梶原昌弘, 加藤重一,
 加納 敬, 鎌谷明善, 川合英夫, 川原田裕,
 菊池真一, 草下孝也, 久保田 穰, 黒木敏郎,
 小池勲夫, 小泉政美, 小林 博, 西条八束,
 斎藤泰一, 斎藤行正, 佐伯和昭, 坂本市太郎,
 坂本 亘, 佐々木幸康, 佐藤孫七, 猿橋勝子,
 柴田恵司, 庄司大太郎, 須藤英雄, 関 文威,
 平 啓介, 隆島史夫, 多賀信夫, 高木和徳,
 高野健三, 高橋淳雄, 高橋 正, 高橋正征,
 谷口 旭, 田村 保, 辻田時美, 寺本俊彦,
 鳥羽良明, 富永政英, 鳥居鉄也, 中野猿人,
 永田 豊, 奈須敬二, 奈須紀幸, 西沢 敏,
 西村 実, 根本敬久, 野村 正, 畑 幸彦,
 半沢正男, 菱田耕造, 日比谷 京, 平野敏行,
 深沢文雄, 深瀬 茂, 淵 秀隆, 前田昌調,
 増沢謙太郎, 松生 治, 丸茂隆三, 三浦昭雄,
 三宅泰雄, 宮崎龍雄, 村野正昭, 元田 茂,
 森田良美, 安井 正, 柳川三郎, 山口征矢,
 山路 勇, 山中鷹之助, 山中一郎, 山中 一,
 吉田多摩夫 (五十音順)

マルセル・ジュグラリス, ジャン・アंकテ
 イル, ロジェ・ペリカ

La mer (Bulletin de la
Société franco-japonaise
d'océanographie)

Tome 23 (1985)

Sommaire

Numéro 1

Article spécial

Emigration of fish: a change in opinion
.....D. H. CUSHING 1~ 5

Notes originales

Video activity counter (VAC) for
monitoring fish locomotion
..... Takafumi ARIMOTO and
Makoto INOUE 6~13

Characteristics of the upper ocean thermal
structure with its variations around Japan
—from records of Ocean Data Buoys
obtained by J.M.A.—Yoshihiro YANO,
Kimio HANAWA and Yoshiaki TOBA 14~22

Studies concerning the fishery biology of
the sea urchin *Hemicentrotus pulcher-
rimus* (A. AGASSIZ) in Kaji, Fukui Pre-
fecture—V. Gonad index of the sea urchin
population.....Takashi NANBA, Kuniteru
MAEKAWA and Naonori ISHIWATA 23~25

Documentation

On historical documents of tsunamis around
Hidaka River in Wakayama-ken
..... Shigehisa NAKAMURA 26~31

Quatrième colloque de la biologie
antarctique.....Takahisa NEMOTO 32~35

Compt-rendu de l'Assemblée Générale de la
Société franco-japonaise d'océanographie
(Paris) (extrait)..... 36

Livre 37~38

Procès-verbaux 39~40

Numéro 2

Article spécial

Environmental numerologies
..... Edward D. GOLDBERG 41~42

Notes originales

An internal solitary wave of large
amplitudeMotoyasu MIYATA 43~48

A note on weakly-nonlinear equations of
continental shelf waves (in Japanese).....
..... Shigehisa NAKAMURA 49~54

Colloque

*Microorganisms in the detritus food chain
of the aquatic environment (in Japanese)*
IntroductionMasachika MAEDA 55

うみ(日仏海洋学会誌)

第23巻(1985年)

総目次

第1号

特別寄稿

魚の回遊に関する提言.....D. H. CUSHING 1~ 5

原著

TV 映像信号による魚群行動計数装置.....
.....有元貴文, 井上 実 6~13

日本近海上層水温場の構造とその変動の特徴
—気象庁海洋気象ブイロボット資料から—
.....矢野善博, 花輪公雄, 鳥羽良明 14~22

福井県梶地先におけるバフンウニの漁業生物
学的研究—V. 一群体群の生殖巣指数—
.....難波高志, 前川邦輝, 石渡直典 23~25

資料

和歌山県日高川の津波史料について.....
.....中村重久 26~31

第4回南極生物学シンポジウム
に出席して.....根本敬久 32~35

仏日海洋学会(パリ)第2回総会議事録
(抄)..... 36

書評..... 37~38

学会記事..... 39~40

第2号

特別寄稿

環境数霊術Edward GOLDBERG 41~42

原著

大きな振幅の内部孤立波(英文).....宮田元靖 43~48

弱い非線型陸棚波方程式について.....中村重久 49~54

シンポジウム

「水界における腐食連鎖過程の微小生物」
まえがき.....前田昌調 55

The decay of chaetognaths Sachiko NAGASAWA and Takahisa NEMOTO 56~63

Biomass production of gram-negative bacterioplankton Hun KANG and Humitake SEKI 64~70

Dynamics of a microphagotroph in a small freshwater pond... Harumi KUSANO and Yasunori WATANABE 71~80

Distribution and ecology of bacterivorous flagellates in the marine ecosystem Hiroyuki YAMAMOTO and Yoshio EZURA 81~88

An outline of ecological studies on ciliated protozoa in the aquatic environment..... Masachika MAEDA 89~96

Some problems in the identification of free-living amoebae Keiichi ISHII 97~104

Miscellanées.....105~106

Procès-verbaux107~108

Numéro 3

Article spécial

Hypothesis testing and rigorous statistics as criteria for marine research proposals Tomothy R. PARSONS 109~110

Notes originales

On response of coastal waters to offshore disturbance Shigehisa NAKAMURA 111~117

Measurement of sedimentation potential of sea water..... Hiromitsu HIRAKAWA and Taisuke TAKEISHI 118~122

Relationship between turbidity of water and visual acuity of fish (2) Turbidity level, target size and distance at visual limits in case of small target Yoshihiko NAKAMURA and Kanau MATSUIKE 123~129

A topographic Rossby wave off Ashizuri Point..... Tetsuo YANAGI 130~134

In situ observations on the surface swarm of *Euphausia pacifica* in Sendai Bay in early spring with special reference to their biological characteristics..... Yoshinari ENDO, Yukio HANAMURA and Akira TANIGUCHI 135~140

A note on change of a front in an oceanic shear flow Takashi ICHIYE and FAGAO Zhang 141~145

Conférence

Studies on the ecology of chaetognaths and their role in marine ecosystems Sachiko NAGASAWA 146~148

Procès-verbaux149~150

やむしのデトリタス化.....永沢祥子, 根本敬久 56~63

グラム陰性バクテリオプランクトンの生物生産..... 姜 憲, 関 文威 64~70

淡水池の落葉分解期における微小動物群集の動態..... 草野晴美, 渡辺泰徳 71~80

海洋における細菌捕食性鞭毛虫の分布および生態..... 山本啓之, 絵面良男 81~88

繊毛虫類の生態研究..... 前田昌調 89~96

自由生活アメーバの培養と同定..... 石井圭一 97~104

資料.....105~106

学会記事.....107~108

第 3 号

特別寄稿

海洋研究計画と成果の評価 (英文) Tomothy R. PARSONS 109~110

原 著

沖合の擾乱によって誘起される沿岸水位変動について (和文) 中村重久 111~117

海水の沈降電圧測定 (和文) 平川廣満, 武石泰亮 118~122

水中の濁りと魚の視力との関係 (2) 濁り濃度と視認限界における物標の大きさ及び距離 (和文) 中村喜彦, 松生 治 123~129

足摺岬沖の地形性ロスビー波 (英文) 柳 哲雄 130~134

仙台湾で観察されたツノナシオキアミ (*Euphausia pacifica*) 濃密浮上群の生物学的特性 (英文) 遠藤宣成, 花村幸生, 谷口 旭 135~140

シャーのある流れの中のプロントの変化についての小論 (英文) Takashi ICHIYE and FAGAO Zhang 141~145

記念講演

毛顎類の生態および海洋生態系におけるその役割に関する一連の研究 (和文) 永沢祥子 146~148

学会記事..... 149~150

Numéro 4

第 4 号

Article spécial

- Varieties and properties of three recruitment curvesW.E. RICKER 153~157

Notes originales

- Comparison of Lagrangian and Eulerian diffusion near the bottomTakashi ICHIYE and Shoichiro NAKAMOTO 158~164
- Response of shallow water current to a storm.....Shigehisa NAKAMURA and Shigeatsu SERIZAWA 165~170
- Application of infrared absorption spectrometry for measuring the photosynthetic production of phytoplankton by the stable ¹³C isotope methodHiroo SATOH, Yukuya YAMAGUCHI, Nobuhiko KOKUBUN and Yusho ARUGA 171~176
- Influence de la salinité sur la composition corporelle des acides aminés libres dans les œufs et les premières de *Dicentrarchus labrax* (LINNAEUS, 1958) (Pisces, Teleostei Serranidae) Christiakis MARANGOS, Hiroki YAGI et Hubert J. CECCADI 177~183

Miscellanées

- Visit to Chinese oceanographic establishments Takashi ICHIYE 184~187
- Colloque interdisciplinaire franco-japonais (en japonais).....T. OKAICHI, A. NISHIKAWA et S. NAGASAWA 188~193
- IFREMER (en japonais) Kenzo TAKANO 194~196
- Procès-verbaux 197
- Sommaire du Tome 23.....198~200
- Liste des membres201~210

特別寄稿

- 生物資源.....W. E. リッカー 153~157

原 著

- 海底近くのラグランジュ流とオイラー流の拡散の比較.....市栄 誉, 中本正一郎 158~164
- 暴風に対する浅水域流速の応答.....中村重久, 芹沢重厚 165~170
- 安定同位 ¹³C 体を用いた赤外分光法による植物プランクトンの光合成生産の測定.....佐藤博雄, 山口征矢, 国分信彦, 有賀祐勝 171~176
- ヨーロッパ産スズキ科魚類 *Dicentrarchus labrax* (LINNAEUS, 1758) の卵および孵化直後の幼生体内における遊離アミノ酸含有量に及ぼす塩分の影響(仏文).....Christakis MARENGO, Hiroki YAGI et Hubert J. CECCALI 177~183

資 料

- 中国の海洋研究機関を訪ねて(英文).....市栄 誉 184~187
- 第4回日仏学術シンポジウム「海洋学」.....岡市友利, 西川明子, 永沢祥子 188~193
- IFREMER について高野健三 194~196
- 学会記事..... 197
- 総目次(第23巻) 198~200
- 会員名簿..... 201~210

IGOM ワーキンググループ

政府間海洋学委員会 (IOC) への海洋汚染に関する助言を行う国連下部機関の一つである GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution) は、1984年3月26~30日に開催されたウィーンの会合においてワーキンググループ24の設立を決定した。その名称は IGOM (Integrated Global Ocean Monitoring) である。

このワーキンググループの職務は次のごとくである：海洋汚染の生物的・化学的状態とその生態学的結果を監視するために必要な科学的基礎・理論的根拠・実行可能性・技術的要求を検討する。すなわち、海洋汚染とその生態学的結果に関連した全海洋の監視研究の科学的正当性をこの分野において既に実行されている実情を顧みながら検討する。このためには、以下のことを明らかにしなければならない。

- (1) 全海洋の監視のために必要な海洋観測の形式。すなわち、観測しなければならないパラメータと観測しなければならない海域。

- (2) 全海洋の監視を行うための方法的実行可能性。すなわち、世界的規模において信頼出来るデータが得られるために十分な採集分析技術の有用性とこれらの技術が実際にどの程度用いることができるかの検討。そして、それらの技術を用いるときはどのような施設を必要とするかの検討。
- (3) 全海洋の監視のために実行できそうな海洋観測の形式。
- (4) 必要とされる海洋観測計画。すなわち、時空間的採集頻度と観測点の分布と位置。
- (5) 全海洋の監視を開始実行するために必要な援助。例えば、インターキャリブレーション、データの信頼性制御、共同観測、データ処理と監視機関間の調整、将来必要な施設。

第一回の委員会が、ソ連グルジュア共和国バツミー市で1985年12月2~6日に開催される。国連環境計画 (UNEP) から選出された関文威 (筑波大学) が本ワーキンググループのメンバーとして今後委員会が続く限り日本から参加する予定なので、「全海洋の監視」に関して意見・希望など御寄せいただければ幸いです。

(筑波大学 関文 威)

日仙海洋学会会員名簿

(昭和60年10月20日現在)

名 譽 会 員

坂口 謹一郎 152 東京都目黒区鷹番 3-17-4 和 達 清 夫 160 東京都新宿区内藤町 1

正 会 員

(あ)

青 木 三 郎	115	東京都北区赤羽台	3-14-29	池 田 豊	105	東京都港区虎ノ門3-19-17	杉松方
青 木 斌	424	清水市折戸	3-20-1 東海大学海洋学部	石 井 丈 夫	164	東京都中野区南台 1-15-1	東京大学海洋研究所
青 山 恒 雄	759-65	下関市吉見永田本町	1944 水産大学校	石 野 誠	108	東京都港区港南 4-5-7	東京水産大学
赤 松 英 雄	790	松山市北持田町	102 松山地方気象台	石 渡 直 典	108	東京都港区港南 4-5-7	東京水産大学
秋 葉 芳 雄	041	函館市港町	3-1-1 北海道大学水産学部	出 雲 義 朗	108	東京都港区白金台 4-6-1	国立公衆衛生院
秋 山 純	222	横浜市港北区錦ヶ丘	25-16	市 栄 譽		Dept. of Oceanography, Texas A & M University, College Station, Texas 77843, U. S. A.	
秋 山 勉	305	茨城県筑波郡谷田部町長峰	気象研究所地球化学研究部	市 村 俊 英	177	東京都練馬区三原台 1-26-6	
浅 田 敏	161	東京都新宿区下落合	3-13-12	糸 洸 長 敬	108	東京都港区港南 4-5-7	東京水産大学
安 達 六 郎	514	津市江戸橋	2-80 三重大学水産学部	稲 葉 栄 生	424	清水市折戸	3-20-1 東海大学海洋学部
阿 部 宗 明	176	東京都練馬区小竹町	2-54	井 上 清	108	東京都港区港南 4-5-7	東京水産大学
阿 部 友三郎	151	東京都渋谷区幡ヶ谷	3-31-3	井 上 尚 文	085	釧路市桂恋	116 北海道区水産研究所
阿 部 保 之	162	東京都世田谷区松原	1-12-10	井 上 実	108	東京都港区港南 4-5-7	東京水産大学
網 尾 勝	759-65	下関市吉見永田本町	1944 水産大学校	井 上 裕 雄	761-07	香川県木田郡三木町池戸	香川大学農学部
新 崎 盛 敏	175	東京都板橋区徳丸	3-33-5	井 上 喜 洋	104	東京都中央区勝どき 5-5-1	水産工学研究所勝どき庁舎
有 賀 祐 勝	108	東京都港区港南	4-5-7 東京水産大学	井 上 敏 彦	363	桶川市泉 2-19-50	東急ドエル桶川ビル 3-109
有 元 貴 文	108	東京都港区港南	4-5-7 東京水産大学	今 関 昭 博	108	東京都港区港南 4-5-7	東京水産大学
(い)				今 村 豊	185	国分寺市東元町	3-33-15
飯 沢 正 人	010-06	秋田県男鹿市戸賀	204	今 脇 資 郎	606	京都市左京区北白川追分町	京都大学理学部地球物理学教室
飯 塚 昭 二	852	長崎市文教町	1-14 長崎大学水産学部	苛 原 暲	162	東京都新宿区富久町	3-6
飯 高 勇之助	577	東大阪市小若江	3-4-1 近畿大学農学部水産学科	入 江 春 彦	852	長崎市三川町	1221-9
池 田 彌 生	108	東京都港区港南	4-5-7 東京水産大学	岩 井 保	606	京都市左京区北白川追分町	京都大学農学部水産学教室

岩 佐 欽 司 104 東京都中央区築地 5-3-1 海上保安庁水路部
 岩 崎 秀 人 171 東京都豊島区目白 4-24-1 協和商工(株)
 岩 下 光 男 064 札幌市中央区南 4 西13丁目 サニ-第二マンション 105
 岩 淵 義 郎 104 東京都中央区築地 5-3-1 海上保安庁水路部
 岩 本 康 三 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
 印 出 忠 行 135 東京都江東区越中島 2 丁目 東京商船大学

(う)

上 原 研 吾 750 下関市彦島西山町 4-16-29 ウンオ電機(株)下関営業所
 上 原 進 104 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所
 上 松 和 夫 336 浦和市太田窪 727
 内 田 至 670 姫路市手柄山 姫路市立水族館
 宇 野 寛 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
 浦 純 二 280 千葉市新港 146 (株)日本港湾コンサルタント水理研究所

(え)

江 口 一 平 850 長崎市南山手町 11-51 長崎海洋気象台海洋課
 江 面 浩 305 茨城県新治郡桜村天久保 4-7-24 カルム プリアント 306
 遠 藤 泰 司 270-11 我孫子市並木 5-2-33
 遠 藤 昌 宏 305 筑波郡谷田部町長峰 気象庁気象研究所

(お)

大 内 正 夫 606 京都市左京区修学院石掛町 6-4
 大 木 紀 子 616 京都市左京区嵯峨野有栖川 1-77 (パーキング・オリエンタルブックス)
 大 草 重 康 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
 太 田 道 靖 143 東京都大田区南馬込 4-41-2
 大 塚 一 志 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
 大 平 辰 秋 251 藤沢市辻堂大平台 2-10-18
 大 山 桂 517 鳥羽市鳥羽 3-3-6 (株)鳥羽水族館

岡 市 友 利 761-07 香川県木田郡三木町池戸 香川大学農学部
 岡 崎 守 良 351 和光市広沢 2-1 理化学研究所海洋物理研究室
 岡 崎 由 夫 085 釧路市城山町 139 北海道教育大学釧路分校
 岡 田 操 062 札幌市豊平区平岸 3 条 3-27 サンコーポ33 (株)水工リサーチ
 岡 部 史 郎 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
 岡 見 登 270-01 千葉県流山市江戸川台東 4-268
 岡 本 巖 520 天津市平津町 2-5-1 滋賀大学教育学部
 小笠原 義 光 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
 小 川 吉 夫 305 茨城県新治郡桜村天王台 1-1-1 筑波大学生物科学系
 奥 田 邦 明 985 塩釜市新浜町 3-27-5 東北区水産研究所海洋部
 小 口 節 子 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
 小 倉 通 男 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
 小 黒 美 樹 773 徳島県小松島市中田町字東山 44-18
 小 坂 丈 子 152 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学
 小 野 泰三郎 249 逗子市新宿 2-2-39
 落 合 弘 明 517 鳥羽市池上町 1-1 鳥羽商船高等専門学校
 尾 本 幹 夫 339 岩槻市西町 3-6-13 (株)応用地質調査事務所埼玉支店
 尾 山 実 美 151 東京都渋谷区本町 3-21-6 羽田荘 6 号

(か)

加賀美 英 雄 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
 加 藤 重 一 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
 加 納 敬 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
 梶 浦 欣二郎 113 東京都文京区弥生 1 東京大学地震研究所
 梶 原 昌 弘 041 函館市港町 3-1-1 北海道大学水産学部北洋水産研究施設
 金 沢 昭 夫 890 鹿児島市下荒田 4-50-20 鹿児島大学水産学部
 金 成 誠 一 060 札幌市北区北10条西 8 丁目 北海道大学理学部
 金 森 悟 464 名古屋市千種区不老町 名古屋大学水圏科学研究所

金谷 太郎 321-14 日光市上鉢町 金谷ホテル内
 鎌谷 明善 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
 川合 英夫 606 京都市左京区北白川追分町 京都大学農学部水産学科水産物理学研究室
 川島 利兵衛 041 函館市港町 3-1-1 北海道大学水産学部
 川澄 修 277 柏市東町 2-3-22
 川名 吉一郎 737-01 呉市広町 15000 通産省工業技術院中国工業技術試験所
 川村 文三郎 253 茅ヶ崎市富士見町 10-31
 川原田 裕 277 柏市旭町 7-4-81 気象大学校
 河田 実 211 川崎市幸区東古市場 37
 菅野 尚 104 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所企画連絡室
 姜 憲 305 茨城県新治郡桜村天王台 1-1-1 筑波大学生物科学研究科

(き)

菊地 真一 164 東京都中野区本町 2-9-5 東京写真大学
 岸野 元彰 351 和光市広沢 2-1 理化学研究所
 北川 庄司 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所海洋物理部門
 北野 康 464 名古屋市千種区不老町 名古屋大学水圏科学研究所
 北村 弘行 654 神戸市須磨区行平町 3-1-27 兵庫県公害研究所
 木谷 浩三 951 新潟市水道町 1-5939-22 日本海区水産研究所
 木瀬 秀兮 684 境港市中野町 2162-1
 木村 耕三 659 芦屋市東山町 116
 木村 茂 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学

(く)

草下 孝也 154 東京都世田谷区若林 1-37-14
 草野 和之 311-41 水戸市双葉台 4-19-12
 國司 秀明 606 京都市左京区北白川追分町 京都大学理学部地球物理学教室
 久保田 穰 254 平塚市平塚 4-16-16
 久米 恒雄 113 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学工学部化学工学科第6研究室
 黒木 敏郎 167 東京都杉並区清水 3-18-17-203
 黒田 一紀 104 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所

黒沼 勝造 185 国分寺市内藤 2-43-6

(こ)

小網 汪世 425 焼津市中港 2-8-1 焼津漁業協同組合内 海洋圏研究所焼津海洋情報センター
 小池 勲夫 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
 小池 隆 514 津市江戸橋 2-80 三重大学水産学部
 小池 康之 294-03 館山市坂田字宮城 東京水産大学坂田実験実習場
 小泉 政美 277 千葉県東葛飾郡沼南町大津ヶ丘 4-15-11
 小島 秩夫 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
 小島 博 779-23 徳島県海部郡日和佐 徳島県水産試験場
 小竹 康之 141 東京都品川区旗の台 5-18-2
 小長 俊二 100 東京都千代田区大手町 1-3-4 気象庁海務課
 小林 彰 510-12 三重県三重郡菟野町菟野 1476
 小林 和男 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
 小林 信雄 413-01 熱海市網代 57-1 丸和水産機
 小林 博 577 東大阪市小若江 3-4-1 近畿大学農学部
 小林 平八郎 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
 小林 正博 424 清水市上清水町 3-15 ㈱小桜海洋開発研究所
 小牧 勇蔵 424 清水市折戸 5-7-1 遠洋水産研究所
 近藤 恵一 104 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所
 近藤 正人 104 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所
 児玉 理彦 300 土浦市東中貫町 2-7 日本テトラポッド㈱

(さ)

西條 八東 464 名古屋市千種区不老町 名古屋大学水圏科学研究所
 斎藤 誠一 102 東京都千代田区麴町 4-5 海事センタービル3F (財)日本気象協会
 斎藤 泰一 236 横浜市平潟町 31-1-414
 佐藤 義夫 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部

- 齋藤行正 652 神戸市兵庫区梅元町 13-28
- 佐伯和昭 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 坂本市太郎 514 津市江戸橋 2-80 三重大学水産学部
- 坂本 亘 606 京都市左京区北白川追分町 京都大学農学部水産学科
- 桜井仁人 890 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木開発工学科
- 桜本和美 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 酒匂敏次 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
- 佐々保雄 060 札幌市北区北9条西7 北海道大学理学部
- 佐々木幸康 237 横須賀市浜見台 2-8-5
- 佐藤博雄 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 佐藤 猛 424 清水市三保 2389 東海大学海洋科学博物館
- 佐藤 猛 郎 862 熊本市大江町渡鹿 223 九州東海大学
- 佐藤 孫 七 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
- 佐野 昭 100 東京都千代田区大手町 1-3-4 気象庁海洋気象部
- 佐野 徳 夫 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 猿木 穎 男 919-21 福井県大飯郡大飯町父子26-13
- 猿橋 勝 子 166 東京都杉並区高円寺北4-29-2-217 地球化学研究協会
- 寒川 強 305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-3 公害資源研究所
- 沢本 彰 三 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部

(し)

- 篠田 裕 273 船橋市海神 3-24-10
- 柴田 恵 司 852 長崎市文教町 1-14 長崎大学水産学部
- 渋谷 勝 治 151 東京都渋谷区代々木 4-16-7
- 島本 信 夫 673 明石市中崎1丁目 6-8 兵庫県水産試験場
- 下村 敏 正 022-01 岩手県気仙郡三陸町越喜来北里大学水産学部
- 庄 司 大 太 郎 141 東京都品川区上大崎 2-9-10
- (有) ジャパン・イングリッシュ・サービス (大橋 善 八) 299-32 千葉県山武郡大網白里町南玉48-2

(す)

- 須賀 次 郎 273-01 千葉県鎌ヶ谷市鎌ヶ谷 523-3 株式会社・マリノメカニク
- 杉 田 治 男 154 東京都世田谷区下馬 3-34-1 日本大学農獣医学部水産学科
- 須 川 隆 二 101 東京都千代田区猿楽町 1-2-1 日本出版貿易株式会社
- 杉 村 允 三 649-35 和歌山県西牟婁郡串本町串本和歌山県水産試験場
- 杉 村 行 勇 305 茨城県筑波郡谷田部町長峰 1-1 気象研究所地球化学研究部
- 杉 森 康 宏 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
- 鈴 木 裕 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 鈴 木 広 志 890 鹿児島市下荒田 4-50-20 鹿児島大学水産学部
- 鈴 木 誠 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 須 藤 英 雄 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学

(せ)

- 瀬 古 勲 683 米子市彦名町大高砂 4448 米子工業高等専門学校電気工学科
- 関 邦 博 237 横須賀市夏島町 2-15 海洋科学技術センター
- 関 文 威 305 茨城県新治郡桜村 筑波大学生物科学系
- 関 興一郎 210 川崎市多摩区宿河原 2089
- 関 根 明 彦 173 東京都板橋区板橋 4-41-9 グリーンハウス 201

(そ)

- 曾 野 和 彦 221 横浜市神奈川区沢渡 64

(た)

- 平 啓 介 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 平 良 恵 仁 901-24 沖縄県中城村字南上原葦山原858 琉球大学図書館
- 多 賀 信 夫 Tungkang Marine Laboratory, Tungkang, Pingtung, Taiwan 916, Republic of China
- 高 木 和 徳 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学

隆島史夫 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学

高杉由夫 737-01 呉市広町 15000 工業技術院中国工業技術試験所

高野健三 305 茨城県新治郡桜村 筑波大学生物科学系

高野秀昭 104 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所

高橋正 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学

高橋淳雄 899-25 鹿児島県日置郡伊集院町妙円寺 1-58-12

高橋正征 113 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学理学部植物学教室

高柳洋吉 980 仙台市荒巻字青葉 東北大学理学部地質学古生物学教室

高山晴光 167 東京都杉並区井草 2-9-2

多紀保彦 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学

武井功 100 東京都千代田区大手町 サンケイ新聞社会部科学デスク

武居薫 759-65 下関市吉見永田本町 1944 水産大学校

武田恵二 031 八戸市新井田小久保尻 1-228

竹内能忠 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部

竹内淳一 649-35 和歌山県西牟婁郡串本町串本和歌山県水産試験場

竹田正彦 783 南国市物部 2-200 高知大学農学部栽培漁業学科

竹松伸 351 和光市広沢 2-1 理化学研究所

龍野幸夫 101 東京都千代田区神田鍛冶町 2-2-2 中川防蝕工業㈱

田代芳男 221 横浜市神奈川区出田町 1 日本大洋海底電線㈱研究開発室

田中彰 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部水産学科

田中克 606 京都市左京区北白川追分町 京都大学農学部水産学科

田中勝行 101 東京都千代田区猿楽町 1-2-1 日本出版貿易㈱

谷口旭 980 仙台市堤通雨宮町 1-1 東北大学農学部水産学科海洋学講座

谷田一衛 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学

俵悟 759-65 下関市吉見永田本町 1944 水産大学校

(ち)

茶円正明 890 鹿児島市下荒田 4-50-20 鹿児島大学水産学部海洋環境物理学教室

(つ)

津久井文夫 425 焼津市小川汐入 3690 静岡県水産試験場

津田良平 577 東大阪市小若江 3-4-1 近畿大学農学部水産学科

辻正明 305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-3 公害資源研究所

辻義人 237 横須賀市夏島町 2-15 海洋科学技術センター

辻田時美 251 藤沢市大庭 3874 湘南ライフタウン 1-1-1134

土隆一 420 静岡市大谷 836 静岡大学理学部

土田明 305 茨城県新治郡桜村吾妻 3-17-3 ドミトリー筑波 2-28

土田武雄 750 下関市竹崎町 4-6-1 地方合同庁舎内下関地方気象台

鶴田新生 759-65 下関市吉見永田本町 1944 水産大学校

(て)

寺崎誠 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所

寺田一彦 167 東京都杉並区天沼 2-29-1

寺本俊彦 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所

(と)

鳥羽良明 680 仙台市荒巻字青葉 東北大学理学部地球物理学教室

富田廣 982 仙台市向山 3-17-28 成田方

富田宏 181 三鷹市新川 6-38-1 運輸省船舶技術研究所

富永政英 185 東京都国分寺市西元町 2-11-44

友田好文 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所

鳥居鉄也 160 東京都新宿区大久保 1-1-5

(な)

内藤宗一 230 横浜市鶴見区汐田町 4-157-3

南雲昭二郎 113 東京都文京区弥生1丁目 東京大学地震研究所

中尾徹 108 東京都港区三田 1-4-28 三田国際ビル5F 千代田ダイヤモンドムーア㈱

中川平介 720 広島県福山市緑町 2-17 広島大学生物生産学部

- 中 田 尚 宏 238-02 三浦市三崎町城ヶ島 神奈川
県水産試験場
- 中 田 雅 893-16 鹿児島県肝属郡串良町下小原
中益田 1246 中田誠方
- 中 田 喜三郎 305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-3
公害資源研究所
- 中 野 猿 人 186 国立市東 4-8-14
- 中 村 泉 625 舞鶴市長浜 京都大学水産実験場
- 中 村 重 久 649-23 和歌山県西牟婁郡白浜町堅田
畑崎 京都大学防災研究所附属白
浜海象観測所
- 中 村 保 昭 850 長崎市国分町 49 水産庁西海区
水産研究所
- 中 村 善 彦 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学
- 中 村 陽 一 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大
学海洋研究所資源環境部門
- 中 村 充 314-03 茨城県鹿島郡波崎町海老台
水産庁水産工学研究所水産土木研
究部
- 仲 村 俊 毅 038-26 青森県西津軽郡鯨ヶ沢町大字
赤石字大和田 39 青森県水産試験
場
- 永 田 豊 113 東京都文京区弥生 2-11-16 東京
大学理学部地球物理学教室
- 永 沢 祥 子 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大
学海洋研究所
- 永 延 幹 男 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大
学海洋研究所
- 奈 須 敬 二 100 東京都千代田区霞ヶ関 1-2-1
水産庁資源課
- 奈 須 紀 幸 164 東京都新宿区余丁町 52-1 余丁町
サンハイツ 301

(に)

- 西 沢 敏 980 仙台市堤通雨宮町 1-1 東北大学
農学部水産学科
- 西 村 実 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋
学部
- 日本造船振興財 105 東京都港区虎ノ門 1-15-16
団図書室
- 日本大洋海底電 221 横浜市神奈川区出田町 1 番地
線研究開発室

(ぬ)

- 布 垣 寛 一 617 京都府乙訓郡長岡町大字今里小学
西口 32-5 三鬼エンジニアリ
ング株式会社
- 沼 田 貞 三 239 横須賀市夏島町 2-15 海洋科学
技術センター

(ね)

- 根 本 敬 久 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大
学海洋研究所

(の)

- 野 津 治 郎 101 東京都千代田区一ツ橋 2-3-1
小学館ビル内 三井海洋開発株式会社
- 野 村 正 980 仙台市堤通雨宮町 1-1 東北大学
農学部水産学科
- 野 村 稔 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学

(は)

- 羽 島 正 紘 359 所沢市並木 3-2 防医大宿舍2-302
- 長谷川 英 一 158 東京都世田谷区深沢 6-18-5 清水
コーポ
- 長谷川 俊 彦 113 東京都文京区本駒込3-29-3平松方
- 橋 口 和 久 471 豊田市広田町稲荷山 15-5
- 畑 幸 彦 783 南国市物部乙 200 高知大学農学
部
- 服 部 茂 昌 951 新潟市水道町 1-5939-22 日本海
区水産研究所
- 服 部 寛 980 仙台市堤通雨宮町 1-1 東北大学
農学部水産学科
- 花 本 栄 二 238-02 三浦市三崎町城ヶ島 神奈川
県水産試験場
- 浜 田 七 郎 850 長崎市国分町 49 西海区水産研
究所
- 早 川 正 己 424 清水市折戸 3-20-1 東京大学海洋
学部
- 原 田 英 司 649-22 和歌山県西牟婁郡白浜町 京大
大学理学部附属瀬戸臨海実験所
- 半 沢 正 男 658 神戸市東灘区深江南町 5-1-1 神
戸商船大学

(ひ)

- 菱 田 耕 造 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋
学部
- 日 向 秀 明 191 日野市旭ヶ丘 3-6-1 国際航業株式会社
日野技術所海洋課
- 日比谷 京 154 東京都世田谷区下馬町 3-34-1
日本大学農獣医学部水産学科
- 平 川 廣 満 890 鹿児島市市元 1-21-40 鹿児島大
学工学部
- 松 山 義 夫 113 東京都文京区本駒込 2-14

- 平 沢 豊 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 平 田 利 夫 Le Barcelone-Bât. 25, 145 rue G. Janvier, 34100-Montpellier, France
- 平 野 敏 行 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
- 平 山 和 次 852 長崎市文教町 長崎大学水産学部
- (ふ)
- 深 沢 文 雄 751 下関市新下関団地 17-38
- 深 瀬 茂 248 鎌倉市雪ノ下 2-14-13
- 福 田 雅 明 103 東京都中央区日本橋堀留町1-3-17 三洋水路測量株式会社
- 藤 井 泰 司 759-22 山口県美祢市大嶺町曾根下 山口県外海水産試験場
- 藤 石 昭 生 759-65 下関市吉見永田本町 1944 水産大学校
- 藤 田 亀太郎 104 東京都中央区銀座 6-2-10 極東鋼弦コンクリート振興株式会社
- 洲 秀 隆 236 横浜市金沢区富岡町 2262-132
- 古 橋 賢 造 041 函館市美原 3-4-4 函館海洋気象台海洋課
- (ほ)
- 星 野 久 雄 253 茅ヶ崎市赤松町 8-57 新潟鉄工社宅 C-406
- 堀 雅 俊 503-22 大垣市赤坂町 3022-1
- 堀 真 之 281 千葉市小仲台町 1070
- 堀 口 孝 男 158 東京都世田谷区深沢 2-1-1 東京都立大学工学部土木工学科
- 堀 越 増 興 153 東京都目黒区目黒 1-3-31 パビオン目黒 302
- 本 間 義 治 950-21 新潟市五十嵐二の町 新潟大学理学部生物学教室
- 本 座 栄 一 305 茨城県筑波郡谷田部町東 1-1-3 通産省工業技術院地質調査所
- (ま)
- 前 川 行 幸 514 津市江戸橋 2-80 三重大学水産学部
- 前 田 明 夫 890 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木開発工学科
- 前 田 昌 調 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 前 田 勝 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 増 沢 譲太郎 248 鎌倉市腰越 5-3-19-305
- 増 沢 寿 238-02 三浦市三崎町城ヶ島養老子 神奈川県水産試験場
- 松 生 洽 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 松 村 皐 月 424 清水市折戸5-7-1 遠洋水産研究所
- 松 本 勝 270-11 我孫子市白山3丁目8番1-102
- 松 本 宗 治 565 吹田市清水 2-1 日本科学工業株式会社 開発部
- 松 山 優 治 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 麻 崎 昭 仁 816 福岡県春日市小倉 1699-11
- 丸 茂 隆 三 162 東京都新宿区矢来町 59
- (み)
- 三 浦 昭 雄 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 三 沢 良 文 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
- 三 宅 泰 雄 166 東京都杉並区高円寺北4-29-2-217 地球化学研究協会
- 三 宅 与志雄 701-43 岡山県邑久郡牛窓町鹿忍 35 岡山県水産試験場
- 三 好 宇 史 103 東京都中央区日本橋兜町 2-56 オリエンタルビル ムサン工業
- 南 四 郎 759-65 下関市吉見永田本町 1944 水産大学校
- 宮 坂 紘 一 164 東京都杉並区下井草 5-10-23
- 宮 崎 道 夫 239 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校数学教室
- 宮 崎 龍 雄 305 茨城県新治郡桜村天王台 1-1-1 筑波大学生物科学系
- 宮 田 元 靖 113 東京都文京区弥生 2-11-16 東京大学理学部地球物理教室
- 宮 山 平八郎 229 相模原市洩野辺 麻布獣医科大学
- (む)
- 村 田 聡 中華人民共和国浙江省杭州 国家海洋局第二海洋研究所
- 村 地 四 郎 720 福山市緑町 2-17 広島大学生物生産学部
- 村 野 正 昭 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学

(も)

- 望月 賢二 113 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学総合研究資料館水産動物部門
- 元田 茂 166 東京都杉並区阿佐ヶ谷北2丁目35-2
- 本橋 敬之助 281 千葉市稲毛海岸 3-5-1 千葉県水質保全研究所
- 森 幹樹 186 国立市東 4-21-1
- 森川 吉郎 336 浦和市本太 1-5-4
- 森田 良美 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 森谷 誠生 101 東京都千代田区神田錦町 2-9-2 (財)日本気象協会東京本部調査部海洋調査課
- 森実庸男 799-13 東予市河原津 241-5 愛媛県水産試験場東予分場
- 森永 勤 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 森山 剛一 184 小金井市桜町 2-5-12
- 守安 実己郎 Apt #15, 42 Donovan Terrace, Moncton, N.B.E 1A 4N6 Canada

(や)

- 矢内 秋生 161 東京都新宿区中落合 4-31-1 目白学園短大生活科学
- 八木 宏樹 272 市川市東菅野3-11-18 一美荘12号
- 八幡 正雄 101 東京都千代田区神田錦町 1-19 海上電機株式会社
- 矢野 和成 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学研究科
- 安井 正 131 東京都墨田区立花 1-23-3-410
- 安田 公昭 889-05 宮崎県延岡市赤水町 376-6 宮崎大学農学部附属水産実験所
- 柳 哲雄 790 松山市文京町 3 愛媛大学工学部
- 柳 瀬訓 305 茨城県筑波郡谷田部町北郷1番 国土地理院地理調査部
- 柳川 三郎 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 山口 征矢 338 浦和市下大久保 225 埼玉大学教養部生物学研究室

- 山口 良臣 158 東京都世田谷区玉川等々力町 1-7-3
- 山路 勇 640 和歌山市九家ノ丁 7-1
- 山中 鷹之助 193 八王子市台町 1-19-18
- 山中 一 424 清水市折戸 5-7-1 遠洋水産研究所海洋部
- 山中 一郎 419-01 静岡県田方郡函南町平井字白道坂 1264-77
- 山本 秀行 230 横浜市鶴見区生麦 1-6-11 新日本空調生麦寮

(ゆ)

- 結城 勝久 517-03 三重県志摩郡磯部町の矢 889 の矢湾養殖研究所
- 行縄 茂理 424 清水市折戸 5-7-1 遠洋水産研究所海洋部

(よ)

- 吉田 多摩夫 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 吉田 陽一 606 京都市左京区北白川追分町 京都大学農学部水産学科
- 吉永 勝秀 236 横浜市金沢区平潟町 31-2-506
- 吉村 広三 231 横浜市中区北仲通 6-64 海上保安試験研究センター化学分析課

(わ)

- 若木 毅 167 東京都杉並区南荻窪 3-5-12
- 若林 清 424 清水市折戸5-7-1 遠洋水産研究所
- 若松 久芳 411 静岡県駿東郡清水町伏見 620-4
- 渡辺 精一 144 東京都大田区下丸子 2-28-15 アスター精機機

外 国 会 員

- Apostolopoulos, Joannes
Regional Development Office of the Aegean Sea
Islands, Kavetsou 14, Mytilene-Lesvos Is., Greece
- Ayodhya
P.O. Box 183/JNG
Jakarta Timur, Indonesia
- Banse, Karl
Department of Oceanography WB-10, University
of Washington, Seattle, Washington 98195, U.S.A.
- Bensam, P.
C.M.F.R. Substation, 93-North Beach Road,
Tuticorin, Via Madras, India
- Bruns, E.
Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut
für Meereskunde -Bibliothek-, 253 Warenmunde,
East Germany
- Budker, M.P.
Laboratoire de Biologie des Cétacés et Autres
Mammifères Marins, 57, rue Cuvier, Paris-5°,
France
- Burt, Wayne V.
Department of Oceanography, Oregon State Uni-
versity, Corvallis, Oregon 97331, U.S.A.
- 張 善 德
韓國釜山特別市釜山鎮区大洞洞 釜山水産大学
- Chouteau, Jacques
Université d'Aix-Marseille III, rue Henri Poin-
caré, 13397 Marseille Cedex 4, France
- Dandonneau, Y.
Centre ORSTOM B.P. A5, Noumea, Nouvelle
Calédonie
- Daniel, Cognie
Deva suo, 34250 Palavas-les-flots, France
- Donguy, J. R.
Bibliothèque, Centre ORSTOM de Noumea,
B.P. A5, Nouvelle Calédonie
- Didier, Carles
140 Avenue de Mazargues, Bat. 10,
13008 Marseille, France
- Dumas, Frederic
Port Issol Sanary Vav, France
- Essrey, Sharon
Sjo Library C-0750c, University of California,
San Diego, La Jolla, California 92093, U.S.A.
- Eyries, Ing. Marc
Etablissement Principal du Service Hydrographi-
que et Océanographique de la Marine, Route de
Bergot 29, N-Brest, France
- Harada, Kunizi
24 Elvina Av., Avalon, 2107, N. S. W., Australia
- Hénocque, Yves
東京都港区南麻布 4-11-44 フランス大使館
- Hirata, Toshio
La Barcelone-Bat. 25, 145 rue G. Janvier,
34100 Montpellier, France
- Hood, Mary A.
Department of Marine Sciences, Louisiana State
University, Baton Rouge, Louisiana 70803, U.S.A.
- Ichiye, Takashi
Department of Oceanography, Texas A & M
University, College Station, Texas 77843, U.S.A.
- Ivanoff, Alexander
Laboratoire d'Océanographie Physique de la
Faculté des Sciences de Paris, Paris 5°, France
- Joseph, P. S.
Physical Oceanography Division of the National
Institute of Oceanography, Goa, India 40 3004
- 金 麒 英
韓國釜山市影島区南港洞 2 街16番地
国立水産振興院
- Kolpack, Ronald
2038 Thomas Place West Covina,
California 91792, U.S.A.
- Kraft, Gerald F.
Department of Biology, Institute for Freshwater
Studies, Western Washington State College,
Bellingham, Washington 98225, U.S.A.
- Le Grand, Ives
Laboratoire de Physique Appliquée, Muséum
National d'Histoire Naturelle, 43-45, rue Cuvier,
Paris 5°, France
- Lucas, Nadine
96 rue Damrémont, 75018 Paris, France
- Maestrini, Serge Y.
Centre de Recherche en Ecologie Marine et Aqua-
culture de l'Houmeau, Case 5, 17137 Nieul-sur-
Mer, France
- Malmberg, Svend Aage
Oceanografiska Institutionen, Box 1038,
Göteborg 4, Sweden
- Meyers, Samuel P.
Louisiana State University, Baton Rouge,
Louisiana 70803, U.S.A.
- Mimura, Toru
140 Avenue de Mazargues, Bat. 10,
13008 Marseille, France
- Morel, André
Laboratoire de Physique et Chimie Marins,
Université P. & M. Curie (Paris 6), B.P. 8,
F-06230 Villefranche-sur-mer, France
- Nakamoto, Shoichiro
P.O. Box 900, College Station, Texas 77840,
U.S.A.
- Nedelec, C.
Institut Scientifique et Technique des Pêcheurs
Maritimes, Boulogne-sur-Mer
629 (Pas de Calais), France
- Nuitja, I Njoman Sumertha
Faculty of Fisheries, Bogor Agriculture Univer-
sity, Baranangsiang, Bogor, Indonesia

朴 周 鎬
 韓国釜山市影島区南港洞2街16番地
 国立水産振興院海洋調査課

Park, P. Kilho
 7 Fallswood Court, Rockville, MD 20854, U. S. A.

Patrik, Soisson
 24, Rue de la Lionne, 45000-Orléans, France

Pérès, J. M.
 Station Marine d'Endoume, Rue de la Batterie
 des Lions, 13007 Marseille, France

Plutchak, Noel B.
 1120 W 27th, Los Angeles, California, U. S. A.

Querellou, Joel
 Divisions Aménagements Littoraux et Aquaculture,
 C.T.G.R.E.F., Antenne de Bretagne, Avenue des
 Frères Lumière, 29260, Lesneven, France

Ruff, Med. S.
 Institut für Flugmedizin, 53 Bonn-Bad, Godesberg
 Kolner Strasse 70, Germany

ournia, Alain
 Station Biologique, Place Georges Teissiers,
 29211 Roscoff. France

Tailliez, Philippe
 ZB^d Mistral, Toulon, 83000, France

Willm, Pierre
 Institut Français du Pétrole, 1 et 4 Avenue de
 Bois Prean, Rueil-Malmaison (S.-et-O.), France

Yagi, Hiroki
 Bat. 4, Station Marine d'Endoume, rue Batterie
 des Lions, 13007 Marseille, France

梁 龍 林
 韓国釜山市南区大淵洞 599-1
 釜山水産大学

柳 晟 奎
 韓国釜山市南区大淵洞 599-1
 釜山水産大学

温 保 華
 中華人民共和国青島市齊東路 9-24
 山東海洋学院

賛 助 会 員

旭化成工業株式会社
 株式会社内田老鶴園新社 内田悟
 有限会社 英和出版印刷社
 株式会社 沖繩さんご園
 株式会社 オセアノート
 社団法人 海洋産業研究会
 海上電機株式会社
 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
 新日本気象海洋株式会社
 株式会社 鶴見精機
 株式会社 東京久栄
 日本アクアラング株式会社
 日本テトラポッド株式会社
 財団法人 日本気象協会研究所
 深田サルベージ株式会社
 古野電気株式会社
 丸文株式会社
 宮本悟
 株式会社ユニオン・エンジニア
 ング 佐野博持
 株式会社 読売広告社
 株式会社 離合社
 株式会社 渡部計器製作所

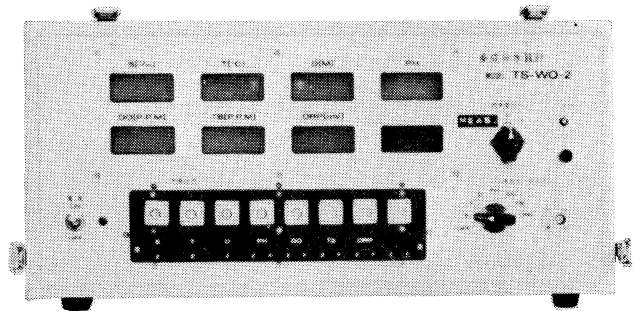
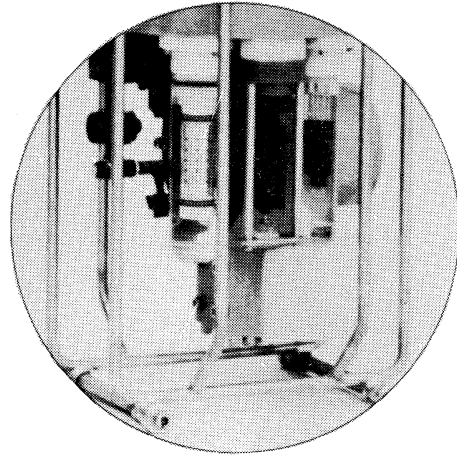
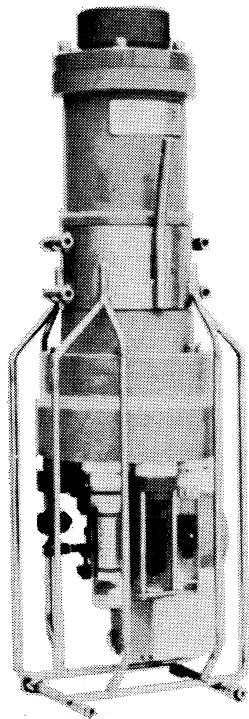
東京都千代田区有楽町 1-1-2 三井ビル
 東京都千代田区九段北 1-2-1 蜂谷ビル
 東京都文京区本駒込 6-15-10
 那覇市首里金城町 3-5
 東京都世田谷区北沢 1-19-4-202
 東京都港区新橋 3-1-10 丸藤ビル
 東京都西多摩郡羽村町栄町 3-1-5
 東京都千代田区神田 1-16-8
 東京都中央区日本橋堀留町 1-3-17
 東京都港区南青山 2-2-8 DFビル
 高松市寺井町 1079
 東京都世田谷区玉川 3-14-5
 横浜市鶴見区鶴見中央 2-2-20
 東京都中央区日本橋 3-1-15 久栄ビル
 神奈川県厚木市温水 2229-4
 東京都新宿区西新宿 2-7-1 新宿第一生命ビル 17F
 東京都千代田区麴町 4-5 海事センタービル内
 東京都千代田区神田錦町 1-9-1 天理教ビル 8階
 東京都中央区京橋 1-6-13 古野ビル
 東京都中央区日本橋大伝馬町 2-1-1
 東京都中央区かちどき 3-3-5 かちどきビル (株本地郷)
 神戸市中央区海岸通 3-1-1 KCCビル 4F
 東京都中央区銀座 1-8-14
 東京都文京区本郷 6-19-7
 東京都文京区向丘 1-7-17

多成分水質計 MODEL TS-WQ-2R

水質調査に新時代を画す！

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

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



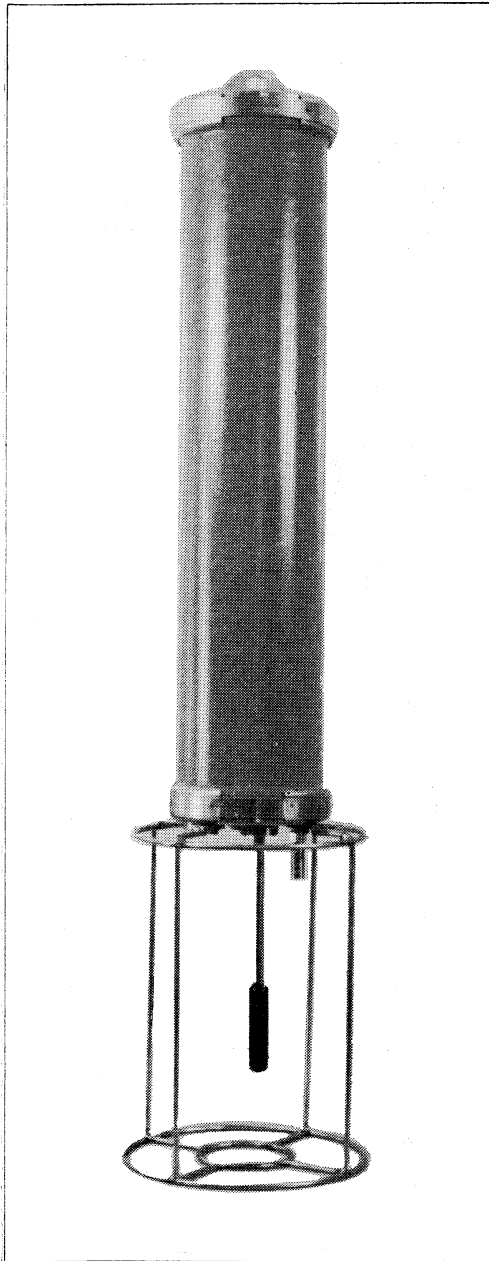
項目 要目	水 温	塩 分	深 度	水素イオン 濃度 (PH)	溶 酸 素 量 (DO)	濁 度	酸 化 還元電位 (ORP)	(ブランク)
測定方式	白金抵抗体	電磁誘導	ストレッチゲージ	複合ガラス電極	隔膜電極	透過光、散乱光比較式	白金電極	—
測定範囲	0~32℃	10~35‰	0~50m	4~12	0~20ppm	オプション (0~100ppm) (0~500ppm)	-500 ~ +500mV	—
精 度	±0.1℃	±0.05%	±0.3%FS	±0.05	±0.5ppm	±5%FS	±1%FS	—

T.S.K

株式会社 鶴見精機

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

バブルメモリ電磁流速計



BUBBLE MEMORY SYSTEM

UECM2000

UNION
ELECTROMAGNETIC
CURRENT
METER

四大特長

1. バブルメモリデータロガー内蔵

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

2. 多機能マイクロプロセッサ内蔵

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

3. 高精度センサ

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

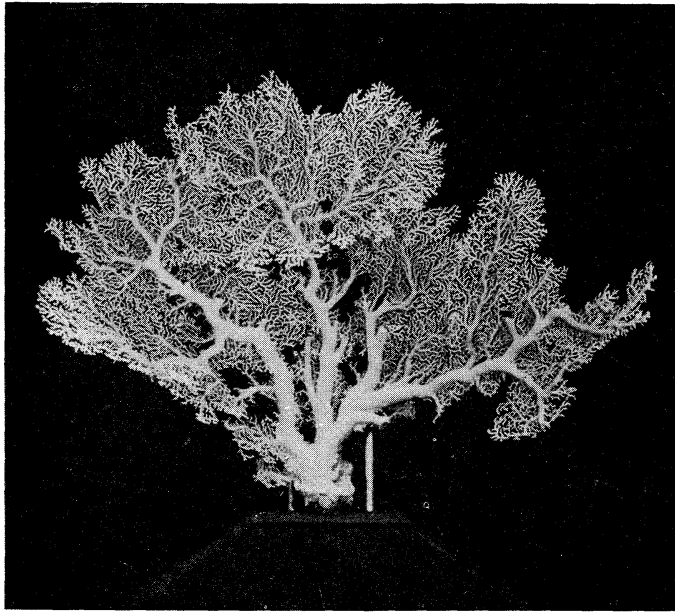
4. 取扱い容易

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

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



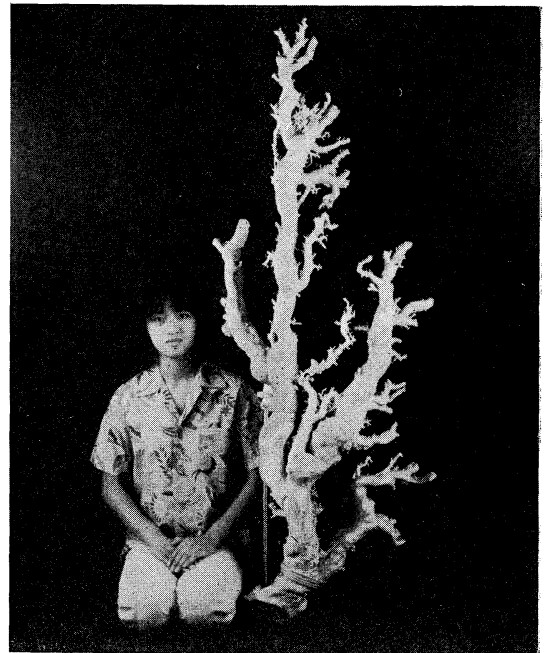
株式会社 **ユニオン・エンジニアリング**
本社 神戸市中央区海岸通3丁目1-1
〒650 KCCビル4F TEL 078-332-3381(代)
東京支店 東京都中央区銀座7丁目18
〒104 銀座スカイハイツ602号 TEL 03-543-5399



珊瑚美術館

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

高さ 1m 幅 1.2m 重さ 12kg
採集場所 徳之島近海
採集年月日 昭和54年7月4日



世界最大の珊瑚 →
高さ 1.6m、重さ 35kg の歴史上最大
といわれる“ジャンボサンゴ”
採集場所 沖縄近海
採集年月日 昭和49年5月

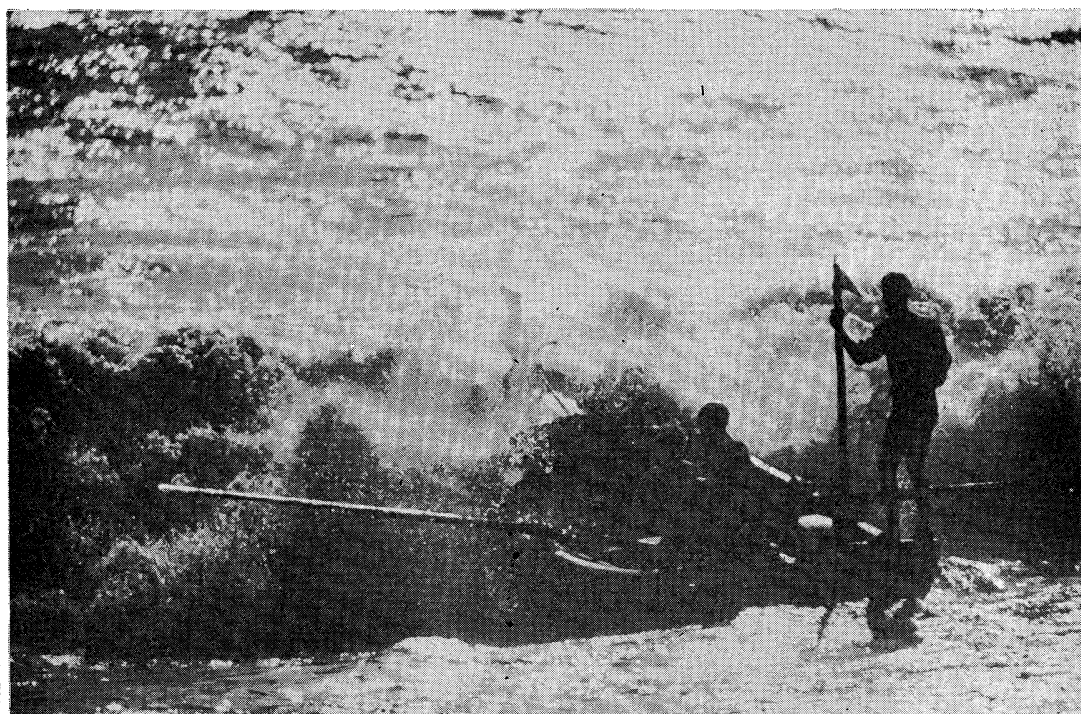
花とさんごと美術館



沖縄さんご園

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

好奇心



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

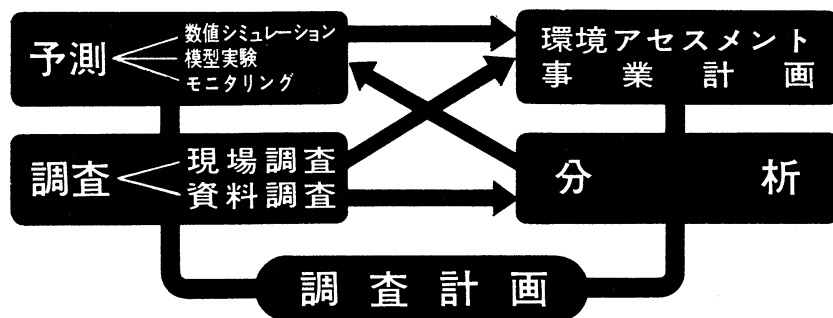


読売広告社

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

本社：東京都中央区銀座1-8-14 TEL567-8111代

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



★海洋、河川、ダム湖、湖沼、道路、鉄道の環境実態調査

水質・底質・プランクトン・底生生物・魚類・鳥類・哺乳動物・植生

★海域、河川、ダム湖、湖沼の水質予測解析

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

★環境アセスメント調査

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

河川・ダム湖・河口堰・鉄道計画等の環境アセスメント調査

★分析・実験

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

★気象海象観測、予報、解析

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



新日本気象海洋株式会社

本社 東京都世田谷区玉川3-14-5 TEL 03-708-1161
 環境分析研究所 東京都目黒区上目黒4-17-18 TEL 03-793-0591
 大阪支店 大阪市西区江戸堀3-2-23 TEL 06-448-2551
 九州事務所 福岡県北九州市小倉区片野新町1-15 TEL 093-922-2214
 事業所 釜石(岩手県)、小名浜(福島県)、金沢(石川県)、沖縄

第12回国際海藻会議 (The XIIth International Seaweed Symposium) 案内

標記国際シンポジウムが明年7～8月サンパウロ大学にて開催されます。その概要は次の通りです。

会期：1986年7月27日～8月1日

会場：ブラジル国サンパウロ市サンパウロ大学

テーマ：変転する世界における海藻利用の新しい発展

講演(研究発表)：

全体講演，招待講演(ミニシンポジウム)，

通常講演，展示講演など。

通常講演は応用藻類学に関するもので，特に

(1) 有用藻類の生物学，分類学，生理学，生態学，遺伝学

(2) 藻類および藻類成分の化学，生化学

(3) 商業用藻類とその製品の生産，利用，加工

などが主な対象分野である。

公式使用語：英語

講演要旨：指定の用紙を使って1986年2月28日までに会議事務局へ提出する。

会議録(Proceedings)：発表論文は審査を受けてから掲載される。原稿の作成については3rd

Circular で案内。

参加費(ホテル—会場間の運賃，開会カクテル，晩餐会，会議録の経費を含む)：

1986年1月31日まで 2月1日以後

参加者 160 USドル 210 USドル

同伴者 10 USドル 10 USドル

エクスカーション：会期前後に9つのエクスカーションが企画されている。

締切日：講演要旨提出 1986年2月28日

参加申込および送金 1月31日

参加申込および送金(割増料金) 5月1日

ホテル予約 5月1日

会議録用原稿提出 7月27日

会議事務局アドレス：

Secretariat

XIIth International Seaweed Symposium,

Especific S/C Ltda.,

Caiza Postal 51.502,

01414 Sao Paulo SP, Brasil

申込用紙その他の案内ご希望の方は，その旨ご連絡ください。コピーをお送りします。

(東京水産大学 有賀祐勝)

営業案内

○科学魚探SIMRAD

○理研式GEK

○曳航式水温計

D. B. T.	水中テレビジョン	採泥器類
C / S T D	自記流向流速計	電気流速計
水中照度計	比重計，水色計，標準海水	船用機器模型及標本類
水中濁度計	アクアラング	標識票類
溶存酸素測定器	プランクトンネット類	
サリノメーター	採水器類	

株式会社 **本 地 郷**

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

代表取締役 宮本 悟 取締役 大塚 昌治

Fourth International Symposium on Invertebrate Reproduction

国際シンポジウム「無脊椎動物の生殖」が来年開催されます。現在、ファーストサーキュラーが配布されていますので、ご請求下さい。

次のテーマが予定されています。

Themes

Papers, posters, and films are invited which relate in a broad sense to the following themes

1. Gametogenesis and fertilization
2. Regulation of reproductive processes
 - Neuroendocrinology
 - Biorythmicity and endocrine control of reproduction
3. Genetic regulation in sexual cells
4. Population dynamics and reproductive strategies
5. Pheromones and other inter-organism chemical communications

発表論文は《Advances in Invertebrate Reproduction》に掲載されます。

期 日： 1986年9月1～6日

場 所： フランス・リール

連絡先： Pr. PORCHT, Pr. DHAINAUT

Laboratoire de Biologie Animale, Université de Lille, F-59655 Villeneuve D'Asco Cedex (FRANCE)

日本における問合せ先：

東京工業大学理学部生物学教室 星 元紀

Tel. 03-726-111 (内) 2570

東北大学農学部水産増殖学教室 野村 正

Tel. 0222-72-4321 (内) 292

昭和 60 年 11 月 25 日 印刷
昭和 60 年 11 月 30 日 発行

う み 第 23 卷
第 4 号

定価 円 1,600

編集者 高 野 健 三

発行所 日 仏 海 洋 学 会
財団法人 日 仏 会 館 内
東京都千代田区神田駿河台2-3
郵便番号：1 0 1
電話：03(291) 1 1 4 1
振替番号：東京 5-96503

印刷者 佐 藤 一 二

印刷所 有限会社英和出版印刷社
東京都文京区本駒込 6-15-10
郵便番号：1 1 3
電話：03(941) 6 5 0 0

Tome 23 N° 4

SOMMAIRE

Article spécial

Varieties and properties of three recruitment curves W. E. RICKER 153

Notes originales

Comparison of Lagrangian and Eulerian diffusion near the bottom
..... Takashi ICHIYE and Shoichiro NAKAMOTO 158

Response of shallow water current to a storm (in Japanese)
..... Shigehisa NAKAMURA and Shigeatsu SERIZAWA 165

Application of infrared absorption spectrometry for measuring the photosynthetic
production of phytoplankton by the stable ¹³C isotope method Hiroo SATOH,
Yukuya YAMAGUCHI, Nobuhiko KOKUBUN and Yusho ARUGA 171

Influence de la salinité sur la composition corporelle des acides aminés libres dans
les œufs et les premières larves de *Dicentrarchus labrax* (LINNAEUS, 1758)
(Pisces, Teleostei, Serranidae) ... Christakis MARENGOS, Hiroki YAGI et Hubert J. CECCALDI 177

Miscellanées

Visit to chinese oceanographic establishments Takashi ICHIYE 184

Colloque interdisciplinaire franco-japonais (en japonais)
..... T. OKAICHI, A. NISHIKAWA et S. NAGASAWA 188

IFREMER (en japonais) Kenzo TAKANO 194

Procès-verbaux 197

Table annuelle 198

Liste des membres de la société franco-japonaise d'océanographie 199

第 23 卷 第 4 号

目 次

特別寄稿

水産資源加入量の近似式に関する考察 (英文) W. E. RICKER 153

原 著

海底近くのラグランジュ流とオイラー流の拡散の比較 (英文)
..... 市榮 誉, 中本正一郎 158

暴風に対する浅水域流速の応答 中村重久, 芹沢重厚 165

安定同位体 ¹³C を用いた赤外分光法による植物プランクトンの光合成生産の測定 (英文)
..... 佐藤博雄, 山口征矢, 国分信彦, 有賀祐勝 171

ヨーロッパ産ズズキ科魚類 *Dicentrarchus labrax* (LINNAEUS, 1758) の卵および
孵化直後の幼生体内における遊離アミノ酸含有量に及ぼす塩分の影響 (仏文)
..... Christakis MARENGO, Hiroki YAGI et Hubert J. CECCALDI 177

資 料

中国の海洋研究機関を訪ねて (英文) 市榮 誉 184

第4回日仏学術シンポジウム「海洋学」 岡市友利, 西川明子, 永沢祥子 188

IFREMER について 高野健三 194

学会記事 197

総目次 (第23巻) 198

会員名簿 199