
Tome 21

Février 1983

Numéro 1

La mer

うみ

昭和 58 年 2 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise
d'océanographie
Tokyo, Japon

日 仏 海 洋 学 会

編 集 委 員 会

委員長	高野健三 (筑波大学)		
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)
	西村 実 (東海大学)	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. 報文の投稿者は本会会員に限る。
2. 原稿は簡潔にわかりやすく書き、図表を含めて印刷ページで10ページ以内を原則とする。原稿(正1通, 副1通)は、(〒101) 東京都千代田区神田駿河台2-3 日仏会館内 日仏海洋学会編集委員会宛に送ること。
3. 編集委員会は、事情により原稿の字句の加除訂正を行うことがある。
4. 論文(欧文, 和文とも)には必ず約200語の欧文(原則として仏語)の要旨をつけること。欧文論文には欧文の要旨のほかに必ず約500字の和文の要旨をつけること。
5. 図及び表は必要なものみに限る。図はそのまま版下になるように縮尺を考慮して鮮明に黒インクで書き、論文の図及び表には必ず英文(又は仏文)の説明をつけること。
6. 初校は原則として著者が行う。
7. 報文には1編につき50部の別刷を無料で著者に進呈する。これ以上の部数に対しては、実費(送料を含む)を著者が負担する。

Rédacteur en chef	Kenzo TAKANO (University of Tsukuba)
Comité de rédaction	Saburo AOKI (Toyo University)
	Yusho ARUGA (Tokyo University of Fisheries)
	Masao HANZAWA (Kobe University of Mercantile Marine)
	Makoto INOUE (Tokyo University of Fisheries)
	Yoshimi MORITA (Tokyo University of Fisheries)
	Masaaki MURANO (Tokyo University of Fisheries)
	Minoru NISHIMURA (Tokai University)
	Shiro OKABE (Tokai University)
	Kazunori TAKAGI (Tokyo University of Fisheries)
	Yutaka UNO (Tokyo University of Fisheries)

RECOMMANDATIONS A L'USAGE DES AUTEURS

1. Les auteurs doivent être des membres de la Société franco-japonaise d'océanographie.
2. Les notes ne peuvent dépasser dix pages. Les manuscrits à deux exemplaires, dactylographiés sur papier fort, doivent être envoyés au Comité de rédaction de la Société franco-japonaise d'océanographie, c/o Maison franco-japonaise, 2-3, Kanda Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo, 101 Japon.
3. Le Comité de rédaction se réserve le droit d'apporter, le cas échéant, des modifications mineuses aux manuscrits ainsi que de demander aux auteurs de les corriger.
4. Des résumés en langue japonaise ou langue française sont obligatoires.
5. Les figures au trait seront tracées à l'encre de Chine noire sur papier blanc ou sur calque. Les légendes des figures et des tableaux sont indispensables.
6. Les premières épreuves seront corrigées, en principe, par les auteurs.
7. Un tirage à part des articles en cinquante exemplaires est offert gratuitement aux auteurs. Ceux qui en désirent un plus grand nombre peuvent les faire établir à leurs frais.

最大波高の超過確率*

中 村 重 久**

Local Probability of Maximum Wave Height*

Shigehisa NAKAMURA**

Abstract: Maximum wave height was studied with an assumption of Poisson process to obtain a local probability of its appearance. The concept of the local probability was already introduced by NAKAMURA (1981) in a study of invasive tsunami. A modified Poisson process was considered to find a good fit to the observed result. As a specific application, a case study was undertaken for maximum wave height at Susami, the south of Japan, in order to obtain local parameters which characterize the yearly or monthly maximum wave height. Additional remark is a way to consider the wave period in the analysis.

1. 緒 言

波浪やうねりの予測は、海洋学的に興味のあるところであると同時に、沿岸の諸産業の災害対策に関連して必要なことである。また、外洋においては船舶の航行に関連して考慮にいれなくてはならない。一般に波の予測は、エネルギー平衡方程式に立脚して力学的手法による試みが続けられてきた（たとえば、KINSMAN, 1965 参照）。たしかに、力学的にみて、波の原因としての気象擾乱とそれによって発生した波との因果関係は、ある程度わかっており、波浪予報も実際に行われるようになってきている（たとえば、ISOZAKI and UJI, 1973）。ところで、このエネルギー平衡方程式を利用したとしても、1年間のうちに起りうる最大波高はどの程度かを知るのには現在のところ不可能と考えられる。この点で、波浪の予測に関して、統計的手法、時系列論的手法、確率論的手法などを援用することも考えられる。従来の波浪の統計的研究では、たとえば、平均波や有義波が関心の的

であった。ただ、外洋において、ただ1波の最も大きな波に出合った船舶が沈没し、海岸地帯では最高波が1波あるいは数波あらわれただけでかなりの被害を蒙ることを考えると、最大波高を対象とした検討が必要であると考えざるを得ない。実際に、このような予測に関連して必要なのは、ある程度以上の波がいつ頃どの程度の確率であられるかということである。これは、すなわち、波高の超過確率を考えることにほかならない。

ところで、GUMBEL (1953)によると、サンプルサイズに比べてごく少数を対象とした場合の distribution of exceedances は極値から上位の部分について一般にポアソン過程で近似できるといわれている。津波の高さの予測に関しては、従来、多くの研究でポアソン過程としての取扱いを行ってきた（たとえば、NAKAMURA, 1981）。NAKAMURA (1981)はこれらの研究に立脚して津波の高さの超過確率の地域的特性を検討するひとつの便宜的手法として変形ポアソン過程を考えた。このような背景から、波浪に関連した波高の予測の問題として、波高の超過確率を変形ポアソン過程として求めてみることを考えた。とくに、予測の問題としては、たとえば、どの月に、あるいは、どの年に、大きい波が起る可能性が高いかを知る必

* 1982年6月4日受理 Received June 4, 1982

** 京都大学防災研究所附属白浜海象観測所,
〒649-23 和歌山県西牟婁郡白浜町堅田畑崎
Shirahama Oceanographic Observatory, DPRI,
Kyoto University, Katada-Hatasaki,
Shirahama, Wakayama, 649-23 Japan

要がある。そこで、ある海域にある測点で計測された波の長期間の記録から、その年間最大波高 H_{max} から、 H_{max} の超過頻度を求め、さらに、与えられた期間に対する年間最大波高 H_{max} の超過確率を求めることを考えた。ここでは、紀伊半島南西部の周参見(和歌山県田辺漁港事務所所管)の記録を利用した。

2. 変形ポアソン過程

変形ポアソン過程はNAKAMURA (1981) が津波の高さを解析している間に導入したものである(付録参照)が、その数学的根拠はなお検討すべき余地があるようである。ここにおいて、解析の対象として年間最大波高 H_{max} (以下において簡単のため H と書く) を考える。着目する H のうち最も小さいものを H_0 とすると、 T 年間に H_0 以上の H が N_0 回みられる頻度は $A_0 = N_0/T$ である。ここで、 H を変形ポアソン過程に従うとみるとき

$$A = A_0 \exp(-\beta(H-H_0)^n) \quad (1)$$

と書ける。ただし、 β および n は年間最大波高の地域的特性を表すパラメータと考えられる。このとき、 t 年間に少なくとも1回、年間最大波高が H 以上になる確率を

$$P = 1 - \exp(-A \cdot t) \quad (2)$$

によって求める。とくに、(1)において $n=1$ とすれば、本来のポアソン過程を考えることになる。また、 $H_0=0$ とえらべば、計算が簡単になる。このように(1)と(2)とを用いる場合には、とくに超過確率を考えるために、着目した H より小さいものについての分布にはあまり注意を払わないでもよいことを意味する。今の場合、 H の最も大きいものの周辺に対する漸近的近似に焦点をあわせて考えることとする。この場合、 H の小さなものについての妥当性が薄弱になることは、すでにGUMBEL (1958) も指摘しているところである。

いま、観測期間を T 年間とし、その間の観測記録から H が H_i 以上になる頻度が N_i 回であったとする。このとき、期間 T に対する H_i の平均年間超過頻度を $A_i \equiv N_i/T$ であらわす。観測期間が

十分長ければ、GUMBEL (1958) が述べているような考え方で近似として(1)および(2)のあてはめが考えられるであろう。観測記録にもとづいて H_i のうちのひとつ H_0 に対する N_0 および A_0 を求めて、(1)にあてはめれば、任意の H に対して平均年間超過頻度 A が求まることになり、さらに(2)を用いて、期間 t 年間に少なくとも1回年間最大波高が H 以上になる確率、すなわち、期間 t 年間にに対する年間最大波高 H の超過確率 P が求まることになる。

3. 年間最大波高の出現頻度と超過確率

いま、波の記録例として、紀伊半島南西部の周参見漁港 (Fig. 1 参照) で得られた資料のうち、1974年4月から1981年9月までのものを利用することにする。この波の記録は、2時間ごとに20分間ずつ記録されたもので、比較的長期間にわたって得られている例のひとつと考えてよいであろう。この記録のうち年間最大波高 H をとりだし、その超過出現頻度 A を求めると Fig. 2 の白丸のようになる。この Fig. 2 で、最も大きい H の周辺の傾向に適合するような曲線として、つぎのような3曲線を求めてみた。すなわち、上位3点に

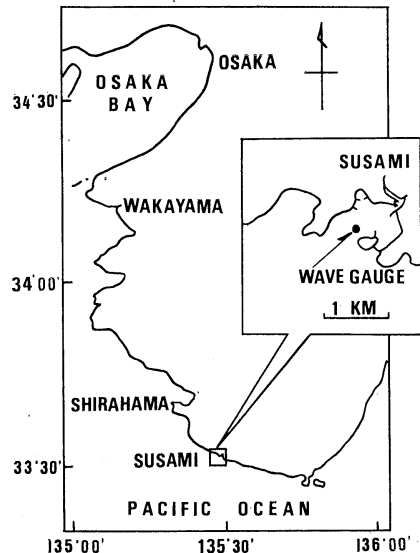


Fig. 1. Location of the wave gauge for study at Susami on the west coast of Kii Peninsula.

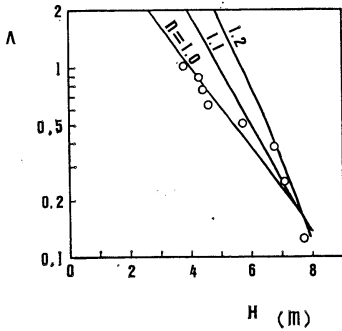


Fig. 2. Exceedance frequency of the yearly maximum wave height.
 (a) $n=1.2$, $A=53.3 \exp(-0.5 H^{1.2})$; (b) $n=1.1$, $A=17.0 \exp(-0.5 H^{1.1})$; and (c) $n=1.0$, $A=7.39 \exp(-0.5 H)$.

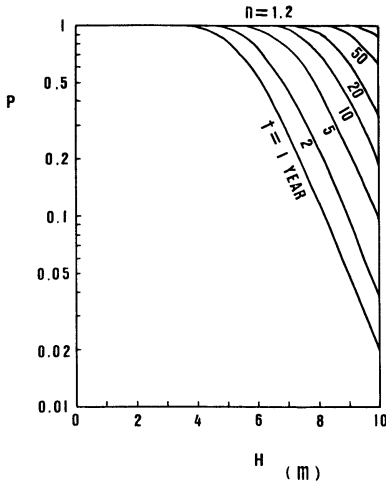


Fig. 3. Exceedance probability P of the yearly maximum wave height. $H(m)$ referring to (a) in Fig. 2 (time duration t is taken as a parameter).

着目すると

$$A = 53.3 \exp[-0.5 H^{1.2}] \quad (3)$$

そして、上位4例に対しては

$$A = 17.0 \exp[-0.5 H^{1.1}] \quad (4)$$

あるいは、図中の8点の全般的傾向に対して

$$A = 7.39 \exp[-0.5 H^{1.0}]. \quad (5)$$

いま、もし、この(3)が(1)に対応できるものとすれば、そして、ここで考えた波を変形ポア

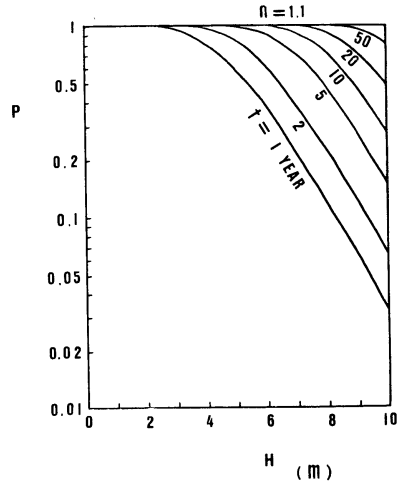


Fig. 4. Exceedance probability P of the yearly maximum wave height. $H(m)$ referring to (b) in Fig. 2 (time duration t is taken as a parameter).

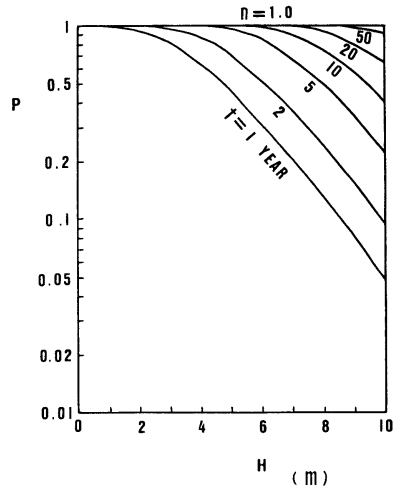


Fig. 5. Exceedance probability P of the yearly maximum wave height. $H(m)$ referring to (c) in Fig. 2 (time duration t is taken as a parameter).

ソン過程として考えることができるならば、(3)に対応した超過確率が(3)の A を用いて、(2)によって求まることになる。計算の結果は Fig. 3 のようになる。(3)のかわりに(4)および(5)を用いた場合は、Figs. 4 および 5 のようになる。

4. 最大波高の統計的特性

これまで、年間最大波高の出現頻度とその超

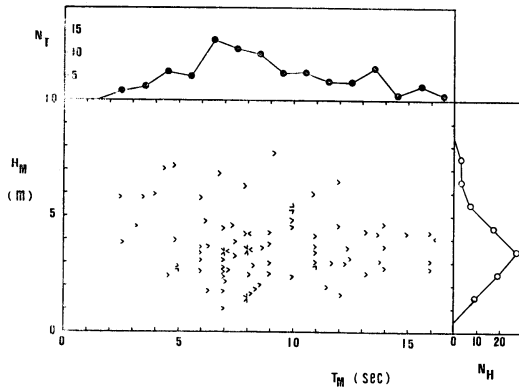


Fig. 6. Frequencies (N_H and N_T) of the monthly maximum wave height. H_M (m) and its period T_M (sec) for 86 months from April 1974 to September 1981 at Susami Wave Station.

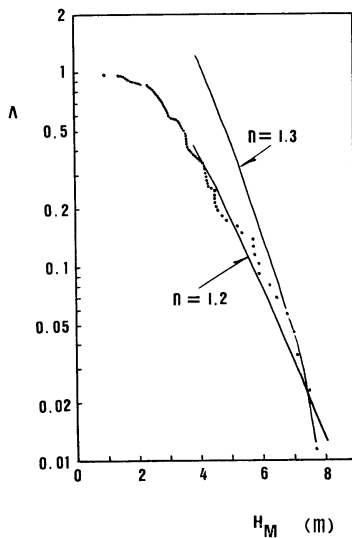


Fig. 7. Exceedance frequency λ of the monthly maximum wave height H_M (m). The two asymptotes are: (a) $n=1.3$, $\lambda=24.43 \exp(-0.5 H_M^{1.3})$; and (b) $n=1.2$, $\lambda=5.37 \exp(-0.5 H_M^{1.2})$.

過確率について検討したが、この場合、波浪の特性のうち、波高のみに着目したにすぎない。波の周期特性については何も考慮していない。ちなみに、さきに用いた周参見漁港の波の記録から、ここでは月最大波高 H_M とそれに対応する周期 T_M とをとりだし、その出現頻度をみると Fig. 6 のようになる。月最大波高は、記録からみて 7.8 m に

達しており、最も頻度の高い H_M は 3-4 m の範囲にある。また、それと対応して波の周期としては、最も頻度の高いのは風浪としての 6-7 sec であり、別に、うねりとしての 13-14 sec にも第 2 のピークがみられる。

ここで、周参見の月最大波高についての月平均超過頻度 λ_M を求めると、その結果は Fig. 7 のようになる。1974年から1981年までの期間の H_M の上位少くとも 8 例は最近 4 年間に得られたものである。この上位 8 例に着目すると、その傾向は、たとえば

$$\lambda = 24.43 \exp[-0.5 H_M^{1.3}]$$

と書ける。また、全般的傾向を

$$\lambda = 5.37 \exp[-0.5 H_M^{1.2}]$$

によって表わすこともできよう。これからみて、年間最大波高としてサンプリングした場合に数えおとした最大波高の一部が、月最大波高として数えられていることがわかる。

ところで、上にみた特性には季節的変動に対する考慮はなされていない。月最大波高は 1 年間を通じて季節的にどのように変化しているのだろうか。

周参見の場合、 H_M は年によって大変異なった傾向を示し、 H_M の年平均をとることの意味に注意しなければならないが、ここでは便宜的に 1 月、2 月、3 月、……のそれぞれの月について H_M と T_M との 8 年間の平均 \bar{H}_M と \bar{T}_M とをとり、それによって 1 年の間に \bar{H} はどのように変化するかを表わすことにした。その結果は Fig. 8 に示した。これによると、まず (i) 3 月には、台湾坊主のような気象擾乱によって \bar{H}_M が大きく、 \bar{T}_M は約 9 sec である。つぎに (ii) 8 月も \bar{H}_M が大きく、これは台風によるうねりとみられる。8、9、10 月には \bar{T}_M は 10 sec 以上であり、とくに 8 月には \bar{T}_M は 12 sec となっている。そして、(iii) 12 月には、冬季節風により、 $\bar{T}_M \sim 6.6$ sec の風浪としての \bar{H}_M が顕著となることがわかる。ただし、Fig. 8 には平均的年周変化があらわれているということであり、個々の年によっては、かなり傾向の異な

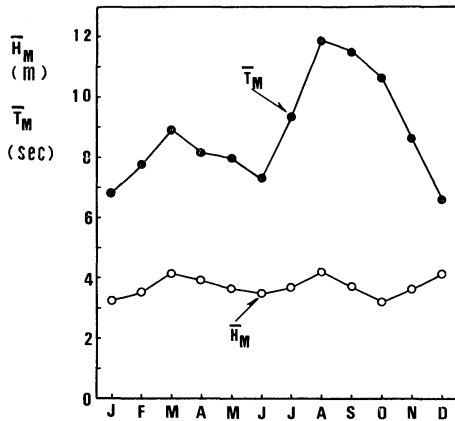


Fig. 8. Annual variation of the averaged monthly maximum wave height. \bar{H}_M (m) and its period \bar{T}_M (sec).

ることもある。なお、周参見の有義波についてその季節変化を TSUCHIYA *et al.* (1978) が検討しているが、そこで示されているように処理すると月平均有義波波高は非常に小さい値となってしまう。ただし、月平均有義波周期として TSUCHIYA *et al.* (1978) は、うねりの卓越する月でも、2-3 sec を考えているが、これは資料の処理の誤りによるものと考えられる。

5. 結 言

最大波高の超過確率を求める方法として、変形ポアソン過程を適用してみた。これによって、年間最大波高の予測に、ひとつの目安を与えることができたと信じている。周参見の観測記録によって、年間最大波高の超過確率の計算例を示し、なお残された問題点について考察をした。

本研究において土屋義人教授の示唆を得た。また、資料収集には芹沢重厚、片山富晴両君の助力を得た。なお、周参見漁港の波浪観測記録の利用は和歌山県田辺漁港事務所の内海光三所長、橋本晃工務課長、ならびに観測担当関係諸官の好意によるものである。ここに記して感謝の意を表する。

付録 変形ポアソン過程への道程

確率論でよく知られているように、ある事象が、

(a) 一定時間間隔に、一定の平均値をもって起り、
 (b) 各事象がたがいに独立に起るときには、一定の時間間隔内にその事象が起る回数はポアソン分布をなす。したがって、単位時間に平均 a 回事象が起るとすると、時間 t の間に n 回事象が起る確率は $(at)^n e^{-at}/n!$ である。この特別な場合として、 $(0, t)$ の間に 1 回も事象の起らない確率は e^{-at} であり、少くとも 1 回起る確率は $1 - e^{-at}$ である (たとえば、宮武・中山, 1960)。水文統計においては、降雨量の頻度分布に関する累加曲線をあらわすにあたり、逆 J 字形分布としてポアソン分布をあてはめると適合度がよいといわれるが、ポアソン分布はパラメータがただ 1 個であり、簡単ではあるが、解析には不十分であるとして、理論的にも指数分布曲線を採用している (たとえば、岩井・石黒, 1970)。

ところで、地震の発生についてはポアソン分布がよく対応し、その理論的概念もうけいれやすい。さらに、海底地震によって発生する津波についても、地震発生の場合と同様であろうという類推からポアソン分布をあてはめることができると考えられたようである (NEWMARK and ROSENBLUTH, 1971)。特定の地域での津波の来襲頻度についてのポアソン分布のあてはめは、WIEGEL (1970) をはじめとして、RASCON and VILLAREAL (1975) など、1970 年代に入って多数の応用例がみられるようになってきた。折しも、NAKAMURA (1978a) は津波対策の経済性を考えるためには津波の地域的来襲頻度を知る必要があることを論じた。NAKAMURA (1978b) は、WIEGEL (1970) や RASCON and VILLAREAL (1975) と同様の手法で、フィリピンの津波危険度評価にポアソン分布の応用を試みた。この時は、津波の資料数が少数であったため、分布の適合性を詳細に吟味するまでにはいたらなかった。NAKAMURA (1979) は、さらに、インドネシアの津波の発生頻度の解析にあたり、あらたに補助的パラメータを導入することにより、単純なポアソン分布 (ポアソン過程における事象の生起頻度として WIEGEL (1970) や RASCON and VILLAREAL (1975) が用いた)

$$P=1-\exp(-A \cdot t);$$

$$A=A_0 \exp(-\beta(H-H_0)) \quad (A1)$$

をそのまま用いるよりも、実用上分布特性をうまく説明できることを明らかにした。このとき用いた補助的パラメータを n とすれば、

$$A=A_0 \exp(-\beta(H-H_0)^n) \quad (A2)$$

とあらわすことができる。

NAKAMURA (1979) は (A2) で特徴づけられる過程を便宜的に変形ポアソン過程 (これに対応する分布を変形ポアソン分布) と名づけてはいるが、これは確率論的に導びかれたわけではなく、(A1) の応用にあたって発見的に補助的パラメータを導入したということにすぎない。しかし、この実用上の便利さは他の分布の適用よりもすぐれていて、簡単であることから、その後、東南アジアの津波発生頻度の解析 (NAKAMURA, 1980)、大阪への津波来襲頻度の解析 (NAKAMURA, 1981) などにも応用された。

1970年代の後半には海岸工学の分野で、波浪の統計解析においてワイブル分布 (Weibull distribution) の応用がみられるようになったが、この分布は非破壊試験におけるサンプリングの問題であらわれるものである (GUMBEL, 1958)。式の表示からみても、パラメータの数からみても、ポアソン分布より複雑となり、データに適合するパラメータを見出すまでの手順もかならずしも簡単であるとはいえない。実用性からみると、できるだけ簡単な表示式を用い、パラメータが容易に求まることが望まれる。しかも、とくに津波の場合は、最も大きい津波にどのように対処するかは、頻度の高いものに対処する問題より重要と考えられる。波浪の問題でも、津波と同様なことを検討する必要が生じることもあるであろう。これが、本

文でみられるように簡単な式で地域的波浪特性をとらえようとした考え方の出発点であり、道程である。

文 献

- GUMBEL, E. J. (1958): *Statistics of Extremes*. Columbia Univ. Press, N.Y. 375 pp.
- ISOZAKI, I. and T. UJI (1973): Numerical prediction of ocean wind waves. *Pap. Meteorol. Geophys.*, **24**, 207-231.
- 岩井重久・石黒政儀 (1970): 応用水文統計学. 森北出版, 東京. 370 pp.
- KINSMAN, B. (1965): *Wind waves*. Prentice-Hall, N.J., 676 pp.
- 宮武 修・中山 隆 (1960): モンテカルロ法. 日刊工業社, 東京. 237 pp.
- NAKAMURA, S. (1978a): A concept of tsunami economics. *Mar. Geodesy*, **1**, 361-373.
- NAKAMURA, S. (1978b): On statistical tsunami risk of Philippines. *Southeast Asian Studies*, **15**, 581-590.
- NAKAMURA, S. (1979): On statistics of tsunami in Indonesia. *Southeast Asian Studies*, **16**, 664-674.
- NAKAMURA, S. (1980): A note on statistics of historical tsunamis in Southeast Asia. *Proc. Internat. Conf. on Engineering for Protection from Natural Disasters*, AIT, Bangkok, p. 883-894.
- NAKAMURA, S. (1981): On local probability of invasive tsunami. *Mar. Geodesy*, **5**, 265-272.
- NEWMARK, N. W. and E. ROSENBLUTH (1971): *Fundamentals of Earthquake Engineering*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 640 pp.
- RASCON, O. A. and A. G. VILLAREAL (1975): On a stochastic model to estimate tsunami risk. *J. Hydraulic Res.*, **3**, 383-403.
- TSUCHIYA, Y., Y. KAWATA, T. SHIBANO, S. NAKAMURA, T. YAMASHITA, H. YOSHIOKA, S. SERIZAWA and KARDANA (1978): Beach processes of Shirahama "a pocket beach". *Bull. Disaster Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.*, **28**(256), 33-68.
- WIEGEL, R. L. (1970): *Earthquake Engineering*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 518 pp.

Les glucides dissous en poids moléculaire élevé dans l'eau du Golfe de Sagami*

Masahiro OCHIAI**, Atsuko SUZUKI** et Takahisa HANYA**

Résumé: Après avoir désaliné l'eau du Golfe de Sagami avec la membrane en ultra-filtration (Amicon UM-10), les glucides dissous en poids moléculaire élevé retenus sur la membrane ont été analysés. Ils ont été hydrolysés et les sucres produits ont été dosés par la chromatographie en phase gazeuse. Les teneurs en glucides dissous se sont rangées de 20 à 130 $\mu\text{g/l}$ et le carbone de glucides dissous ont constitué de 2 à 7% du carbone organique dissous. On a pu diviser les glucides dissous en deux groupes suivant le dessin de la composition des sucres. Les glucides qui ont été constitués par seulement le glucose et le rhamnose se sont trouvés dans l'eau profonde.

1. Introduction

La matière organique dissoute dans l'eau de mer constituant un grand nombre de composés organiques, il est très important de révéler ses espèces chimiques pour savoir ses rôles divers dans la mer. On trouve surtout les glucides dissous sont très importants comme le substrat pour des microbes dans la mer aussi bien que les acides aminés et les protéines. Bien que l'on ait mesuré les glucides dissous dans des régions de mer différentes (WALSH et DOUGLASS, 1966; HANDA, 1966), la connaissance sur la composition détaillée de sucres n'est pas encore suffisante jusqu'à maintenant (BURNISON, 1978; MOPPER *et al.*, 1980; LIEBEZEIT *et al.*, 1980). Nous avons dosé les glucides dissous par la chromatographie en phase gazeuse après les hydrolyser par l'acide chlorhydrique et révélé la composition de sucres de glucides dissous.

Nous remercions Monsieur le professeur N. Taga et les membres de son laboratoire à Ocean Research Institute, University of Tokyo, qui nous ont offert l'eau du Golfe de Sagami.

2. Matériel et méthode

L'eau de mer a été prélevée dans le Golfe de Sagami (35°06'N, 139°20'E) dans 10 couches

* Manuscrit reçu le 25 juin 1982

** Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université Métropolitaine de Tokyo, Fukasawa 2-1-1, Setagaya-ku, Tokyo, 158 Japan

de 0 à 1,200 m au 27 juillet, 1979, avec un échantillonneur de Van Dorn (25 litres). L'eau de mer a été conservée à -20°C au congélateur jusqu'à l'analyse. Après avoir été filtré par la filtre en fibre de verre (Whatman GF/C), qui avait été préalablement calciné à 450°C pendant 2 heures, le sel dans l'eau de mer a été éliminé par la membrane en ultra-filtration (Amicon UM-10) qui a retenu des composés en poids moléculaire plus que 60,000. Pour compléter le désalinage, on a lavé la solution restée sur la membrane quatre fois avec l'eau bidistillée. L'échantillon désaliné a été lyophilisé et celui séché a été analysé pour les sucres par la méthode de OCHIAI (1980).

3. Résultat et discussion

Les glucides qui ont été retenus par cette membrane en ultra-filtration (Amicon UM-10) ont été responsables de 44% de glucides dissous totaux d'après le résultat examiné utilisant l'eau douce du Lac Saino-Ko, Japon (Tableau 1). On n'a pas pu faire surtout de la différence de la composition relative de sucres dans les échantillons entre retenu sur la membrane et sans fractionné (Fig. 1). Le résultat suggère que l'on peut évaluer la composition de sucres dans l'échantillon sans fractionné du résultat obtenu de celui fractionné.

Le profil vertical du carbone organique dissous est indiqué sur la Fig. 2. La concentration

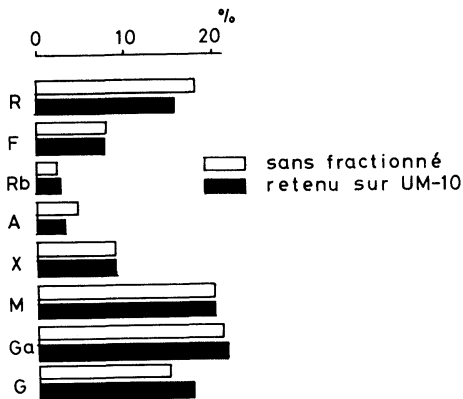


Fig. 1. La composition relative de sucres dans les eaux sans fractionnée et retenus sur la membrane.

R, rhamnose; F, fucose; Rb, ribose; A, arabinose; X, xylose; M, mannose; Ga, galactose; G, glucose.

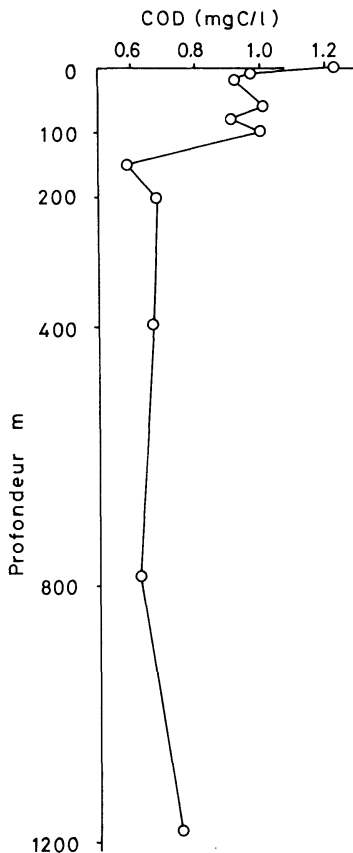


Fig. 2. Le profil vertical du carbone organique dissous.

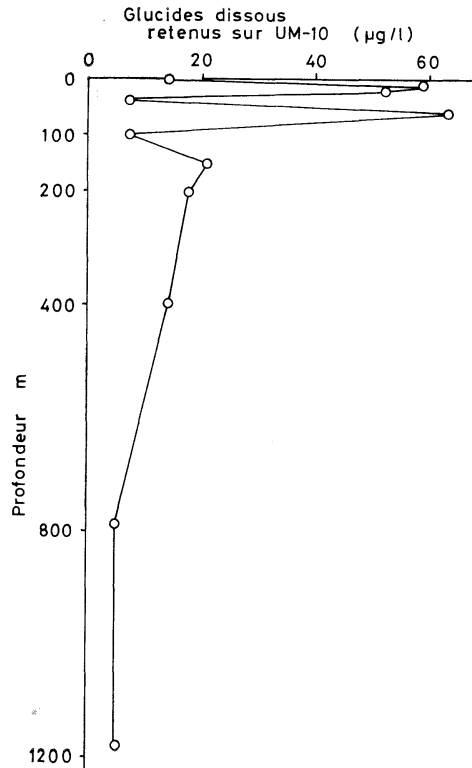


Fig. 3. Le profil vertical de glucides dissous en poids moléculaire élevé.

en carbone organique dissous a été haute dans l'eau de la surface, diminué brusquement à 10 m et a donné la valeur constante de 0.9 à 1.0 mgC/l à partir de 20 m jusqu'à 100 m. Elle a été de 0.7 à 0.8 mgC/l dans plus profond que 150 m. La Fig. 3 indique le profil vertical des glucides dissous sont la somme de huit sucres dosés: rhamnose, fucose, ribose, arabinose, xylose, mannose, galactose et glucose. La teneur en glucides a été basse dans l'eau de la surface et a donné la valeur relativement haute de 10 m jusqu'à 60 m à part 40 m. Elle a été basse (moins de 20 µg/l) dans plus profond que 100 m. Les teneurs en glucides se sont étendues de 20 à 130 µg/l dans l'eau du Golfe de Sagami quand on a corrigé les valeurs mesurées par le taux des glucides retenus par cette membrane (Amicon UM-10). Les teneurs dans l'eau du Golfe de Sagami ont été plus basses que celles d'après HANDA (1966) qui a dosé des glucides dissous dans l'eau de l'Océan Indien par la méthode de

Tableau 1. La teneur en glucides dissous dans les eaux sans fractionnée et retenue sur la membrane ($\mu\text{g/l}$).

	RH	FU	RI	AR	XY	MA	GA	GL	Total
S.F.	27.2	11.9	3.9	6.8	13.5	29.8	31.0	22.6	147.5
R.S.M.	10.8	5.2	1.9	2.3	5.9	13.3	13.9	11.3	64.0

S.F., échantillon sans fractionné. R.S.M., échantillon retenu sur la membrane (Amicon UM-10).
 RA, rhamnose; FU, fucose; RI, ribose; AR, arabinose; XY, xylose; MA, mannose;
 GA, galactose; GL, glucose.

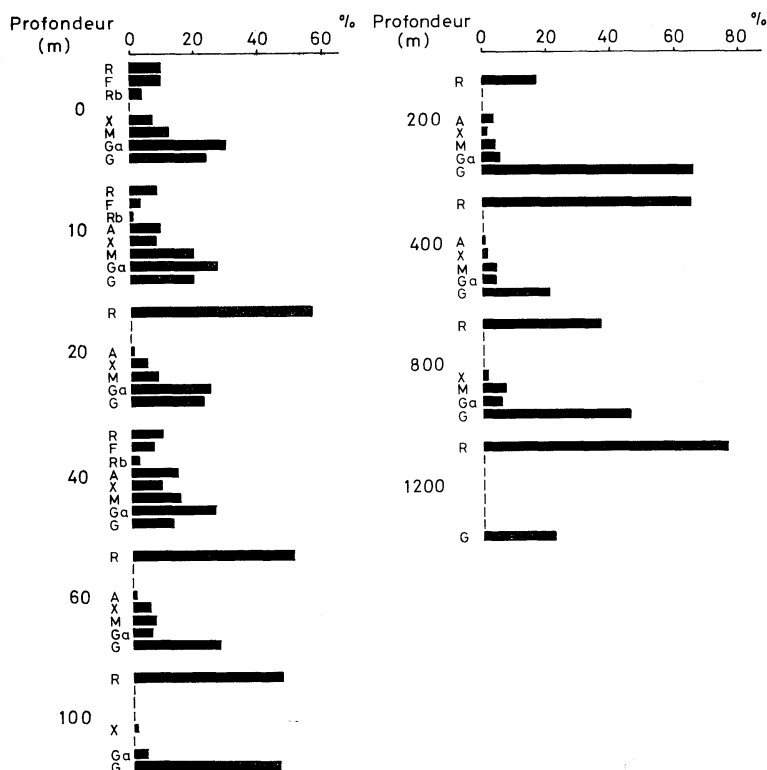


Fig. 4. La composition relative de sucres de glucides dissous en poids moléculaire élevé dans les eaux du Golfe de Sagami.

la réaction au phenolsulfrique et a donné des valeurs de 190 à 660 $\mu\text{g/l}$.

Le carbone de glucides dissous a constitué de 2 à 7 % du carbone organique dissous à part la valeur de 0 m et on n'a pas trouvé les taux trop bas quand les glucides dissous ont été dosés par la chromatographie en phase gazeuse.

La Fig. 4 indique la composition relative de sucres dans les eaux de chaque profondeur. On a pu diviser les glucides dissous en deux groupes suivant le dessin de la composition de

sucres. Bien que les hexoses tel que glucose, galactose et mannose aient été prédominants à 0, 10 et 40 m, le pourcentage en chaque sucre parmi les glucides n'a pas été si large. Tandis que rhamnose et glucose ont constitué plus que 80 % des glucides à plus profond que 60 m et les autres sucres ne se sont presque rien trouvés ou ont été très petite concentration. OCHIAI (1981) qui a fait l'expérience de décomposition de l'extrait des algues attachés sur des galets a montré que la composition de sucres dans

l'extrait est devenu presque identique à la fin de décomposition de 30 jours. BURNISON (1978) qui a mesuré des glucides en poids moléculaire élevé (PM plus que 300,000) dans le Golfe de Quint a montré que galactose a été prédominant (51 % de glucides) en été mais chaque sucre est devenu identique en hiver. Bien que des hexoses ont été prédominants parmi des sucres dans les eaux de 0, 10 et 40 m, les autres sucres ont existé aussi en certains taux. On a trouvé que cette composition relative de sucres était semblable à celle de glucides déjà dégradés en partie. Tandis que la composition de sucres d'autre groupe a été bien différente de celle de sucres déjà connue. La composition de sucres que MOPPER *et al.* (1980) ont analysés dans quelques régions de mers a été aussi bien différente de celle de sucres dans cette étude. BARBER (1968) a présumé que la matière organique dissoute dans la mer profonde pouvait être constituée par les composés résistants à la dégradation microbienne, comme la cellulose. Dans les résultats de cette étude on peut expliquer l'existence de glucose comme un composant de la cellulose mais il nous reste encore à révéler l'existence de larges quantités de rhamnose.

Cette étude étant préliminaire, pour révéler des rôles divers des glucides dissous dans la mer il est nécessaire d'accumuler beaucoup de données sur les glucides dissous dans nombre de régions de mers et des données de facteurs qui régissent la

production et la dégradation de glucides dissous dans l'eau de mer.

Bibliographie

- BARBER, R. T. (1968): Dissolved organic carbon from deep water resists microbial oxidation. *Nature*, **220**, 274-275.
- BURNISON, B. K. (1978): High molecular weight polysaccharides isolated from lake water. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **20**, 353-355.
- HANDA, N. (1966): Distribution of dissolved carbohydrate in the Indian Ocean. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **22**, 50-55.
- LIEBEZEIT, G., M. BOLTER, I. F. BROWN and R. DAWSON (1980): Dissolved free amino acids and carbohydrates at pycnocline boundaries in the Sargasso Sea and related microbial activity. *Oceanologica Acta*, **3**, 357-362.
- MOPPER, K., R. DAWSON, G. LIEBEZEIT and V. ITTEKOT (1980): The monosaccharide spectra of natural waters. *Mar. Chem.*, **10**, 55-66.
- OCHIAI, M. (1980): Determination of dissolved carbohydrates in natural water by gas-liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, **194**, 224-227.
- OCHIAI, M., T. NAKAJIMA, and K. OGURA (1981): Decomposition of organic matter extracted from sessile microbes in the Tamagawa River. *Water Purif. Liq. Wastes Treat.*, **22**, 689-695. (en japonais)
- WALSH, G. E. and J. DOUGLASS (1966): Vertical distribution of dissolved carbohydrate in the Sargasso Sea off Bermuda. *Limnol. Oceanogr.*, **11**, 406-408.

相模湾海水中的高分子溶存炭水化物

落合正宏, 鈴木淳子, 半谷高久

要旨: 相模湾海水を限外ろ過膜 (Amicon UM-10) にて脱塩後, 限外ろ過膜上に残った高分子溶存炭水化物を分析した。高分子溶存炭水化物を塩酸加水分解し, 生成した単糖類をガスクロマトグラフィにより定量した。溶存炭水化物濃度は 20~130 $\mu\text{g}/\text{l}$ で, 炭水化物態炭素は溶存有機炭素の 2~7 % を占めた。溶存炭水化物は構成する単糖組成比より 2つのグループに分類される。深層水中にはラムノース, グルコースのみからなる溶存炭水化物が存在する。

A Preliminary Observation on the Neuston in Suruga Bay*

Hiroshi HATTORI**, Katsuhisa YUKI***, Yu. P. ZAITSEV****
and Sigeru MOTODA*****

Abstract: Observations were made at two stations located in the inner part of Suruga Bay, central Japan. Chlorophyll *a* and microplankton in the surface film and in the subsurface layers (10, 20, 50, and 100 cm depth) were observed on the samples of water. Zooplankton sampling was made by towing nets (0.35 mm mesh width) through the depths of 0-16 cm and 5-50 cm. In water samples, a large accumulation of phytoplankton cells was observed in the surface film compared with those in the subsurface layers, but only a slight increase of chlorophyll *a* was found in the surface film. Dinoflagellates, consisting mainly of *Prorocentrum micans*, were markedly concentrated in the surface film. A blue-green alga, *Anabaena* sp., and three species of diatoms, *Chaetoceros breve*, *Synedra gailionii*, and *Rhabdonema arcuatum*, were found in the surface film, but not in the subsurface layers. Tintinnids which were major components of microzooplankton mainly consisted of *Tintinnopsis beroidea*, *T. sp.*, and *Dadayiella ganymedes*. The tintinnids were distributed throughout the depth of sampling off Yui (Stn. 1), but largely concentrated in the surface film with less number in the subsurface layers off Miho Key (Stn. 2). In net samples, Spumellaria (Radiolaria), Hyperiidia (Amphipoda), *Lucifer*, brachyuran zoea and megalopa (Decapoda), *Creseis* and *Cavolina* (Pteropoda), and fish larvae and eggs were mainly collected from 0-16 cm layer but rarely from 5-50 cm layer. They are considered to be hyponeuston (0-5 cm depth). Eighteen species of copepods belonging to the Candaciidae, the Pontellidae and the Sapphirinidae occurred in hyponeuston and the dominant species were *Labidocera acuta*, *L. truncata*, *Pontellopsis yamadae*, *Pontella chierchiaie*, and *Pontellina plumata*.

1. Introduction

The term "neuston" was proposed by Swedish hydrobiologist, E. NAUMANN, for pelagic communities distributed only in the surface skin layer of the pond (NAUMANN, 1917). The studies of neuston were then extended to the sea by ZAITSEV (1960). A thin layer just below the surface of the water is called "surface film" or "skin layer" where characteristic organisms and some substances accumulate. Recently the knowledge of this layer has been extensively advanced (GARRETT, 1965; GOERING and

MENZEL, 1965; HARVEY, 1966; JARVIS *et al.*, 1967; WILLIAMS, 1967; NAKAJIMA, 1970; MARUMO *et al.*, 1971; NISHIZAWA, 1971; TAGUCHI and NAKAJIMA, 1971; TSYBAN, 1971; SAIJO *et al.*, 1974; VAN VLEET and WILLIAMS, 1980). The communities in the aerial side of the surface film are called "epineuston" and those in the water side within 1 mm depth are called "air contour communities". The communities from the surface to about 5-cm depth are called "hyponeuston" (GEITLER, 1942; ZAITSEV, 1961).

Several types of samplers have been devised for the purpose of collecting these special communities in the surface film and underlying very shallow layer (for the microorganisms: GARRETT, 1965; HARVEY, 1966; for zooplankton and fish larvae, ZAITSEV, 1960, 1962; DAVID, 1965; BIERI and NEWBURY, 1966; SAMEOTO and JAROSZYNSKY, 1969; BEN-YAMI *et al.*, 1970; KOMAKI and MORIOKA, 1975; MATSUO

* Received June 18, 1982

** Laboratory of Oceanography, Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai, 980 Japan

*** Matoya Bay Oyster Research Laboratory, Matoya, Mie, 517-03 Japan

**** Institute of Biology of the Southern Seas, Odessa Branch, Odessa 270011, USSR

***** Faculty of Marine Science and Technology, Tokai University, Shimizu, 424 Japan

et al., 1976; MORIOKA, 1981). On the occasion of the visit of an author (ZAITSEV) to Japan by the research fellowship awarded by Japan Society for the Promotion of Science, the authors planned a cooperative research on the neuston in Suruga Bay, Pacific coast of central Japan. The plan was designed to compare the communities of phytoplankton and microzooplankton in the surface film (air contour communities) and those in the subsurface layer (plankton), and to compare the communities of zooplankton and fish larvae in the upper 5-cm depth (hyponeuston) and those in the 5-50 cm layer (plankton).

2. Material and methods

Two stations off the coast of Yui (Stn. 1) and off the Miho Key (Stn. 2) of Suruga Bay were occupied in the daytime on November 21, 1980 (Fig. 1). The weather was fine and calm and the sampling of neuston was successfully completed.

Series I. Water sampling for microplankton observations and chlorophyll *a* measurements

i. Sampling of air contour communities (surface film communities)

A simple rectangular screen, 90×45 cm, made of nylon cloth of 77 meshes per 10 cm (mesh width, 1.1 mm) was prepared. To one side of the net, a pipe made of vinyl chloride, 18 mm in diameter, 45 cm long, was attached. Both ends of the pipe were closed with rubber corks so that the pipe floated on the sea. At the opposite side of the pipe, 3 weights were attached

(30 g altogether) to the screen. In sampling, the screen was cast into the sea holding a line connected to the pipe. The screen cast was suspended under the floating pipe. It was then hauled above the sea surface by holding the pipe. The surface film water adhering to the mesh openings of the screen by surface tension was raised in the air and drained into a bottle through funnel. This collection can be made only by a small boat on a calm sea. One liter of surface film water was obtained by 10-15 casts of this screen. Two liters of water sample was taken from surface film at each station.

ii. Sampling of water from 10, 20, 50, and 100 cm depth (subsurface communities)

For sampling the water from 10, 20, and 50 cm depths, a simple type of sampler, so-called Mayer's bottle (RUTNER, 1963), was employed. One liter glass bottle is weighted with lead at the bottom of the bottle; lowered with the stopper in place, and opened at the desired depth by a jerk on the line. Five liters of water were taken each from 10, 20, and 50 cm depths at the two stations. For sampling from 100 cm depth a Van Dorn water sampler, 10 liters in capacity, was employed. Five liters of water were taken from 100 cm depth at each station.

Five liters of sample water thus collected were used for observing the microplankton species and measuring chlorophyll *a*. Measurements of temperature, salinity, and dissolved oxygen were made on the surface water and the water from 100 cm depth. Measurements at other depths were not performed.

Triplicate water samples of 50 to 200 ml from each layer were filtered through a 25 mm diameter Whatman GF/C glass fiber filter to which 1% MgCO₃ suspension was added during the filtration procedure. Chlorophyll *a* and pheophytin contents were determined fluorometrically (STRICKLAND and PARSONS, 1972) with a spectrofluorophotometer RF-500 (Shimadzu Seisakusho Ltd.).

Remainder of the water sample was fixed in 1% buffered (sodium borate) formalin and was left to stand for 24 hours allowing all the plankton settled down. The plankton which settled on the bottom of the jar was pipetted out and observed under a microscope.

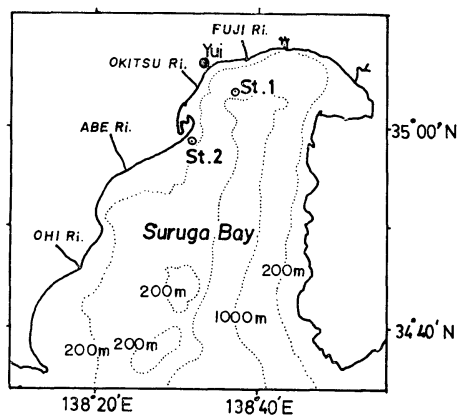


Fig. 1. Location of stations in Suruga Bay.

Series II. Net zooplankton

Neuston has been collected with various types of net (ZAITSEV, 1960, 1962; DAVID, 1965, BIERI and NEWBURY, 1966; BEN-YAMI *et al.*, 1970; KOMAKI and MORIOKA, 1975; MATSUO *et al.*, 1976; MORIOKA, 1981). In this study, for sampling hyponeuston from 0–16 cm depth, a conventional ring plankton net was transformed to the elliptical mouth net of which the frame of mouth is 55 cm in longer diameter and 32 cm in shorter diameter. The net is 180 cm long, and made of polyethylene cloth, 0.35 mm mesh width. The styrene foam floats, 14×11×9 cm, were attached to both sides of the longer diameter of the mouth frame so that a half of the net submerged in the water. Sampling depth was thus 0–16 cm and the effective mouth area in the water (the lower half) was 720 cm². Another net, ordinary conical net, 45 cm in mouth diameter and 180 cm long, made of 0.35 mm mesh width polyethylene cloth, was towed at the same time in such a way that the top of the mouth ring was positioned at the level of 5 cm below the surface by a 1.5 kg sinker attached to the lower part of the mouth ring, and a 4 kg sinker attached on the tow line at about 2 m in front of the bridle. This net sampled the zooplankton from the depth of 5–50 cm with 1,590 cm² of mouth area. Both the elliptical neuston net and the ring plankton net were towed at a speed of 1.7 m·sec⁻¹ for 10 minutes. The ship was maneuvered to trace a circular path, so that both nets were not subjected to the turbulence of water at the wake of the boat. If the nets were properly positioned, the neuston net would sample the communities in the upper 16 cm, and the submerged plankton net would sample the zooplankton in 5–50 cm depth. The animals found in the elliptical neuston net but not in the ring plankton net could be considered to be hyponeuston distributed in the 0–5 cm layer. These animals were selected from the samples and sorted by genus, family or higher levels except copepods which were sorted by species. In sampling the nets were not equipped with flow-meter, so that accurate volume of water filtered by net was unknown. Calculation of volume of water entering into the nets was made simply multi-

plying the mouth area of the nets to distance of tow, assuming that the filtration coefficient is 100%. This would cause some underestimation of the number of animals per unit volume of water.

3. Results

I. Surface film and subsurface layers (10, 20, 50, and 100 cm depth), (water sample):

Table 1 shows temperature, salinity, and dissolved oxygen at the surface and 100 cm depth at Stn. 1, off the coast of Yui, and Stn. 2, off the Miho Key of Suruga Bay. At Stn. 1, there was a slight difference in salinity between the surface and 100 cm depth. The concentration of chlorophyll *a* in the surface film and subsurface layers down to 100 cm is shown in Fig. 2. Vertical changes in abundance of phytoplankton and microzooplankton at Stns. 1 and 2 are given in Figs. 3 and 4.

i. *Chlorophyll a*

Chlorophyll *a* concentration was in the range of 0.28–0.38 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ at Stn. 1, and in the range of 0.57–0.81 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ at Stn. 2 throughout the depths (0–100 cm). A slight increase was found in the surface film at both stations (Fig. 2). At Stn. 1, the chlorophyll *a* concentration was 0.38 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ at the surface film, decreasing to mini-

Table 1. Temperature, salinity and dissolved oxygen (DO) at the surface and 1 m depth at Stns. 1 and 2.

	Depth (m)	Temp. (°C)	Salinity (‰)	DO (ml/l)
Stn. 1	0.0	20.4	32.7	5.31
	1.0	21.3	33.4	5.19
Stn. 2	0.0	21.2	34.6	5.18
	1.0	21.3	34.2	5.19

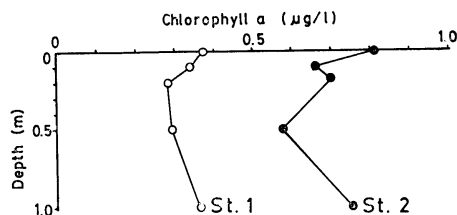


Fig. 2. Vertical profiles of chlorophyll *a* at Stn. 1 (open circle) and Stn. 2 (solid circle).

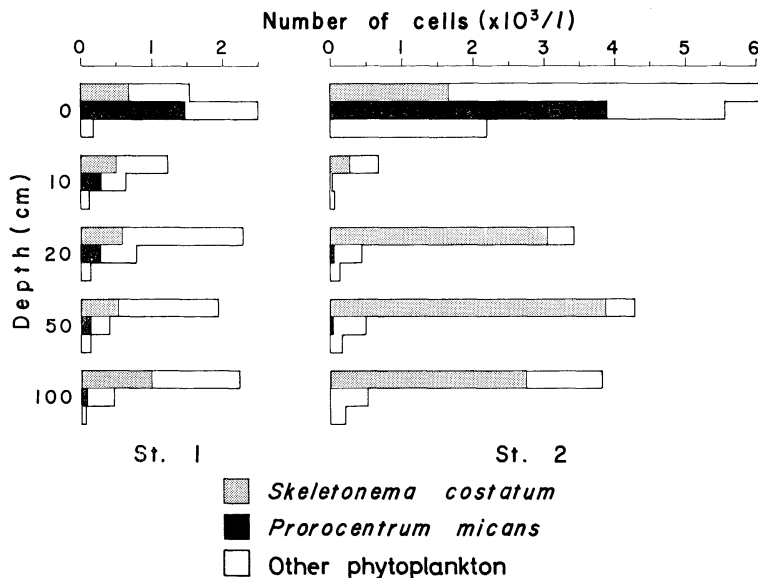


Fig. 3. Vertical changes in the cell number of diatoms (top), dinoflagellates (middle), and other phytoplankton (bottom) at Stns. 1 and 2.

imum value of $0.28 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ at 20 cm and then increasing to $0.37 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ at 100 cm depth. At Stn. 2, chlorophyll *a* was at its maximum value of $0.81 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ at the surface film and decreased to $0.58 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ at 50 cm, then increased to $0.77 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ at 100 cm depth.

ii. Microplankton

Phytoplankton

The maximum cell density of the phytoplankton was present in the surface film, and the minimum was observed at 10 cm depth at both stations (Fig. 3). Total cell number in the surface film at Stn. 1 ($4,200 \text{ cells}\cdot\text{l}^{-1}$) and at Stn. 2 ($13,800 \text{ cells}\cdot\text{l}^{-1}$) was 2.1 and 18.4 times larger than that of 10 cm depth, respectively. No remarkable fluctuation was observed below 20 cm depth maintaining below $3,200$ and $5,000 \text{ cells}\cdot\text{l}^{-1}$ at Stn. 1 and Stn. 2, respectively.

Superiority of the dinoflagellates in the surface film was markedly indicated at both stations. The main organism of this group was *Prorocentrum micans* which was almost confined to the surface film, especially at Stn. 2. In addition to *P. micans*, the diatoms, *Skeletonema costatum* and *Asterionella bleakeleyii*, and dinoflagellates, *Prorocentrum dentatum* and *Scrippsiella trochoidea*, were also common in the sur-

face film at Stn. 1, while at Stn. 2, *S. costatum* and unidentified naked dinoflagellates were next to *P. micans* in cell number.

In the subsurface layers, the diatoms were predominant below 10 cm depth at both stations, and *S. costatum* was the most abundant species at all depths. This species occupied from 70% to 90% of the total diatom cells below 20 cm depth at Stn. 2, while the bulk of the diatoms at Stn. 1 in the subsurface layers was mainly composed of other species belonging to the genera *Chaetoceros*, *Fragilaria*, *Navicula*, and *Nitzschia*.

Other than the diatoms and the dinoflagellates, blue-green algae, coccolithophorids, silicoflagellates, and euglenoids were recorded. Of these, the first two groups commonly occurred in the surface film at Stn. 2, and the remaining groups were constantly distributed in small number throughout the whole depths at Stn. 1.

At Stn. 1 and Stn. 2, the number of species recorded was 41 and 33 in diatoms and 21 and 15 in dinoflagellates, respectively. Species occurring in the surface film were 10 and 9 in diatoms and 7 and 3 in dinoflagellates at respective stations. Among the phytoplankton species, a blue-green alga, *Anabaena* sp. ($551 \text{ cells}\cdot\text{l}^{-1}$ at Stn. 2), and three species of diatoms, *Chae-*

toceros breve (125 cells·l⁻¹ at Stn. 1), *Synedra gaillonii* (551 cells·l⁻¹ at Stn. 2) and *Rhabdonema arcuatum* (551 cells·l⁻¹ at Stn. 2), occurred only in the surface film.

Microzooplankton

The maximum occurrence of the microzooplankton was observed at 50 cm depth at Stn. 1 and in the surface film at Stn. 2 (Fig. 4). The tintinnids were mostly composed of *Tintinnopsis beroidea*, *T. sp.*, and *Dadayiella ganymedes*. The tintinnids were major components of the microzooplankton throughout the whole depths at both stations except at 20 and 50 cm depths at Stn. 2, where the copepod nauplii were dominant. A large concentration of tintinnids in the surface film at Stn. 2 was noticed.

A large number of a holotrich ciliate, *Mesodinium rubrum*, occurred below 10 cm depth at Stn. 2. Most of them were either destroyed or deformed by the formalin preservative. They were not counted in Fig. 4. However, there was a tendency for gradual increase in number of this species with increasing depth, and at least 19,500 cells·l⁻¹ were present at 100 cm depth at Stn. 2, whereas it was rare at Stn. 1.

- ii. Hyponeuston (0-5 cm) and plankton (5-50 cm), (net samples):

Assuming that filtration ratio of both neuston net and plankton net is 100%, volume of water filtered was expressed by the product of duration of tow (10 minutes), ship's speed (1.7 m sec⁻¹), and effective mouth area (neuston net, 720 cm²; plankton net, 1,590 cm²).

Samples were sorted primarily into fourteen to fifteen categories, and the number of animals in each category per cubic meter of water was calculated (Table 2). The number of individuals

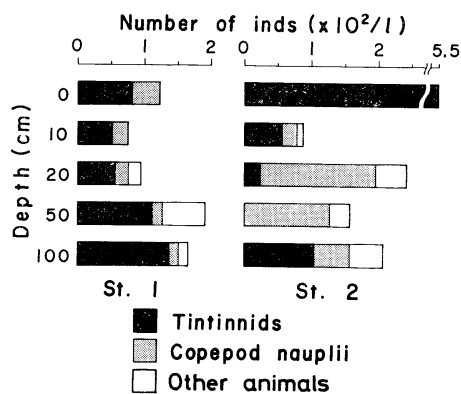


Fig. 4. Vertical changes in the individual number of microzooplankton at Stns. 1 and 2.

Table 2. Density of animals in each group (inds·m⁻³) in the neuston net sample (0-16 cm layer) and the plankton net sample (0-50 cm layer). Numerals in parentheses are percentage occurrence in each net.

	Stn. 1		Stn. 2	
	neuston	plankton	neuston	plankton
Radiolaria	1.11 (2.09)	0.23 (0.23)	0.14 (0.04)	0.06 (0.02)
Nemertinea	—	—	0.11 (0.03)	—
Chaetognatha	2.96 (5.57)	5.78 (5.59)	4.16 (1.14)	4.54 (1.32)
Polychaeta	0.11 (0.22)	—	—	0.15 (0.04)
Copepoda	34.74 (65.48)	70.91 (68.66)	275.84 (75.60)	226.37 (65.76)
Amphipoda	0.26 (0.49)	0.04 (0.04)	0.21 (0.06)	0.09 (0.03)
Luciferidae	0.38 (0.27)	0.05 (0.05)	0.41 (0.11)	—
Other Decapoda	0.09 (0.18)	0.10 (0.10)	0.36 (0.09)	0.17 (0.05)
Heteropoda	0.22 (0.41)	0.54 (0.53)	0.66 (0.18)	0.20 (0.06)
Pteropoda	0.22 (0.41)	0.06 (0.06)	0.96 (0.26)	1.48 (0.43)
Other Gastropoda	2.41 (4.54)	1.83 (1.77)	2.08 (0.57)	1.73 (0.50)
Echinodermata	0.22 (0.41)	0.54 (0.53)	0.44 (0.12)	0.15 (0.04)
Appendicularia	9.24 (17.76)	32.16 (22.43)	76.93 (21.09)	108.25 (31.44)
Thaliacea	0.66 (1.24)	0.44 (0.43)	2.30 (0.63)	0.99 (0.29)
Fish eggs	0.05 (0.10)	0.04 (0.04)	0.10 (0.03)	0.03 (0.01)
Fish larvae	0.22 (0.41)	0.02 (0.02)	0.18 (0.05)	+ (+)
total	53.05	103.28	364.85	344.22

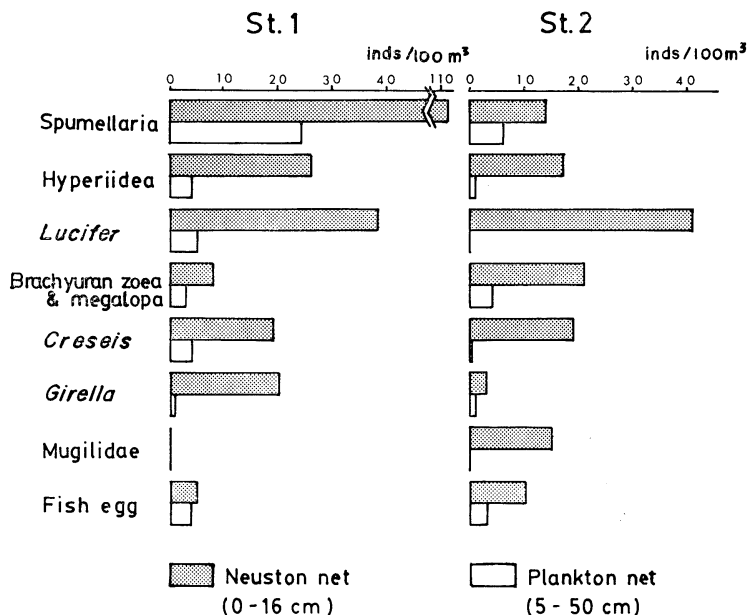


Fig. 5. Density of animals (inds \cdot 100 m $^{-3}$) in the neuston net sample (0-16 cm layer) and the plankton net sample (5-50 cm layer).

per unit volume of water collected by plankton net (5-50 cm depth) was twice that of neuston net (0-16 cm depth) at Stn. 1 (neuston net, 53.1 inds \cdot m $^{-3}$; plankton net, 103.3 inds \cdot m $^{-3}$), while almost the same at Stn. 2 (neuston net, 364.9 inds \cdot m $^{-3}$; plankton net, 344.2 inds \cdot m $^{-3}$). The animals present in the neuston net sample (0-16 cm depth) and absent or present in small number in the plankton net sample (5-50 cm depth) were ranked to hyponeuston. They were Spumellaria (Radiolaria), Hyperiidea (Amphipoda), *Lucifer* and brachyuran zoea and megalopa (Decapoda), *Creseis* and *Cavolina* (Pteropoda), larvae of *Girella* and Mugilidae, and fish eggs (Fig. 5).

In copepods, Candaciidae, Pontellidae and Sapphirinidae were mainly found in the neuston net samples. Eighteen species belonging to the above three families were identified. The number of those animals per 100 m 3 in both nets was calculated (Table 3). These neustonic copepods were different in species composition and abundance between Stn. 1 and Stn. 2. *Pontellina plumata* (14.1 inds \cdot 100 m $^{-3}$, 36%) and *Sapphirina gastrica* (6.3 inds \cdot 100 m $^{-3}$, 16%) were abundant in the neuston net at Stn. 1, while *Labidocera acuta* (50.1 inds \cdot 100 m $^{-3}$, 25%),

L. detruncata (29.7 inds \cdot 100 m $^{-3}$, 15%), *Pontellopsis yamadae* (42.3 inds \cdot 100 m $^{-3}$, 21%), *Pontella chierchiaie* (14.1 inds \cdot 100 m $^{-3}$, 6%), and *Pontellina plumata* (11.0 inds \cdot 100 m $^{-3}$, 5%) were abundant in the neuston net at Stn. 2.

4. Discussion

Comparison of dissolved matter and seston between the surface film and the subsurface layers has been made by several workers (HARVEY, 1966; WILLIAMS, 1967; NAKAJIMA, 1970; NISHIZAWA, 1971; MARUMO *et al.*, 1971; TAGUCHI and NAKAJIMA, 1971; THOMAS *et al.*, 1971; SAIJO *et al.*, 1974; WANDSCHNEIDER, 1979). Most of them have mentioned that high accumulation of dissolved matter and seston was observed in the surface film. CHAPMAN (1981) mentioned, however, that there was little or no microlayer enhancement for any of iodine species, phosphate and several forms of dissolved nitrogen. Most of authors did not mention the accumulation of chlorophyll *a* in the surface film. In this study, high concentration of phytoplankton was observed in the surface film at Stn. 2 and a slight increase in chlorophyll *a* at both stations (Fig. 2). TAGUCHI and NAKAJIMA (1971) re-

Table 3. Density of neustonic copepod species (inds·100 m⁻³) in the neuston net sample (0-16 cm layer) and the plankton net sample (5-50 cm layer).

	Stn. 1		Stn. 2	
	neuston	plankton	neuston	plankton
<i>Candacia bipinnata</i>	3.1	0.7	—	—
<i>C. pachydactyla</i>	1.6	—	—	—
<i>C. simplex</i>	—	—	3.1	0.7
<i>C. aethiopica</i>	—	0.7	3.1	0.7
<i>C. curta</i>	1.6	—	—	—
<i>C. sp.</i>	1.6	—	—	—
<i>Labidocera acutifrons</i>	—	—	1.6	—
<i>L. acuta</i>	1.6	—	50.1	0.7
<i>L. detruncata</i>	—	—	29.7	0.7
<i>L. kröyeri</i>	—	—	4.7	—
<i>L. minuta</i>	—	—	3.1	—
<i>L. sp.</i>	—	—	3.1	—
<i>L. immature</i>	—	—	1.7	—
<i>Pontella securifer</i>	—	—	7.8	—
<i>P. chierchiae</i>	—	—	14.1	—
<i>P. immature</i>	—	—	6.3	—
<i>Pontellopsis villosa</i>	3.1	—	9.4	—
<i>P. armata</i>	—	—	1.6	—
<i>P. yamadae</i>	—	—	42.3	—
<i>P. sp.</i>	1.6	—	4.7	—
<i>P. immature</i>	1.6	—	6.3	1.4
<i>Pontellina plumata</i>	14.1	—	11.0	—
<i>Sapphirina darwinii</i>	1.6	—	—	—
<i>S. gastrica</i>	6.3	2.1	—	—
total	37.8	3.5	203.7	4.2

ported that chlorophyll *a* in the surface film was sometimes high, but in other times low compared with in subsurface water, in Mutsu Bay, Aomori, and Oshoro Bay, Hokkaido, and it was always low in Futami Bay, Bonin Islands. Lower concentration of phytoplankton cells (Fig. 3) and chlorophyll *a* (Fig. 2) in the surface film at Stn. 1 than at Stn. 2 was probably due to the effect of land water at Stn. 1, as indicated by low salinity.

Remarkable concentration of the dinoflagellates, consisting mainly of *Prorocentrum micans*, was observed in the surface film, resulting in the great cell number of total phytoplankton in the film. *P. micans* is well known to be a phototactic species which migrates towards the surface during daytime (HASLE, 1950, 1954). HARVEY (1966) reported that minute flagellates preferentially inhabited the surface film in the

offshore water of California, and that sometimes *P. micans* was the most abundant species in the surface film. Similar observation has been reported by WANDSCHNEIDER (1979) in the North Sea area about 75 km west of the Island of Sylt. On the other hand, MARUMO *et al.* (1971) in tropical waters of the Pacific Ocean and TAGUCHI and NAKAJIMA (1971) in the coastal water of Japan reported that the diatoms were dominant over dinoflagellates in the surface film. In this study, the diatoms dominated overwhelmingly in the subsurface layers.

Supumellaria, Hyperiidæ, *Lucifer*, brachyuran zoea and megalopa, *Creseis*, larvae of *Girella* and Mugilidæ, and fish eggs mainly occurred in the surface layer (0-5 cm). These organisms have been reported as neuston except *Lucifer* (see ZAITSEV, 1971). MATSUO (personal communication) observed in Suruga Bay that maxi-

imum number of *Lucifer* was at 10 m depth and the second maximum existed in the surface layer (0-10 cm).

Pontellids have been reported as neuston (HEINRICH, 1960, 1971; SHERMAN, 1963, 1964; ZAITSEV, 1971; KOMAKI and MORIOKA, 1975; TURNER *et al.*, 1979; TURNER and COLLARD 1980; NETO and PAIVA, 1981). In this study, among 18 neustonic copepod species, 10 were pontellids of which the dominant species were *Labidocera acuta*, *L. detruncata*, *Pontellopsis yamadae*, *Pontella chierchiaie*, and *Pontellina plumata*. Likewise former studies TURNER *et al.* (1979), and TURNER and COLLARD (1980) reported 15 pontellid species from 0-10 cm layer on the eastern continental shelf of the Gulf of Mexico, and HEINRICH (1971) reported 9 pontellids taken by near-surface (0-30 cm) net tows in the eastern South Pacific Ocean (5°N-35°S, 90°W) of which 6 species did not occur in this study (*Pontella danae*, *P. tenuiremis*, *P. valida*, *P. whiteleggei*, *Pontellopsis lubockii*, and *P. regalis*). NETO and PAIVA (1981) collected 7 pontellid species from 0-25 cm layer near the Cape Verde. MATSUO (unpubl.) observed 17 species of pontellids from 0-10 cm layer in Suruga Bay and the dominant species in September were almost similar to the present observation. Relative scarcity of pontellids in the surface layer (0-5 cm) at Stn. 1, and abundance in the surface layer at Stn. 2, will indicate that they do not prefer low salinity (32.7‰) in the surface at Stn. 1 (Table 1). SHERMAN (1964) reported that pontellids except *P. yamadae*, are distributed in the water of high temperature (over 26°C) and salinity (over 34.5‰) in the central Pacific.

BEN-YAMI *et al.* (1970) mentioned about the net avoidance of neustonic animals by bridles and shackles positioned in front of the mouth ring. HEMPEL and WEIKERT (1972) and MORIOKA (1981) were afraid of overestimating the number of animals collected by floating neuston net, as fish larvae tended to aggregate around floating subjects. In this study, the floats were attached behind the mouth frame of the net so that fish larvae aggregating near the float would not enter the net.

Acknowledgement

The authors appreciate kind help given by Mr. H. KISHIMOTO, Mr. T. ITO, and Mr. M. KANEKO, Tokai University, Shimizu, during the field and laboratory works.

References

- BEN-YAMI, M., A. HERZBERG, S. PISANTY and A. LOURIE (1970): A side-tracking neuston net. *Mar. Biol.*, **6**, 312-316.
- BIERI, R. and T.K. NEWBURY (1966): Booby II, a quantitative neuston sampler for use from small boats. *Publ. Seto mar. biol. Lab.*, **13**, 405-410.
- CHAPMAN, P. (1981): The sea surface microlayer: Measurements of dissolved iodine species and nutrients in coastal waters. *Limnol. Oceanogr.*, **26**, 387-390.
- DAVID, P.M. (1965): The neuston net. A device for sampling the surface fauna of the ocean. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **45**, 313-320.
- GARRETT, W.D. (1965): Collection of slick-forming materials from the sea surface. *Limnol. Oceanogr.*, **10**, 602-605.
- GEITLER, L. (1942): Zur Kenntnis der Bewohner des Oberflächenhäutchens einheimischer Gewässer. *Biologia Generalis*, **16**. (after RUTTNER, 1963)
- GOERING, J. J. and D.W. MENZEL (1965): The nutrient chemistry of the sea surface. *Deep-Sea Res.*, **12**, 839-843.
- HARVEY, G.W. (1966): Microlayer collection from the sea surface: A new method and initial results. *Limnol. Oceanogr.*, **11**, 608-613.
- HASLE, G.R. (1950): Phototactic vertical migration in marine dinoflagellates. *Oikos*, **2**, 162-175.
- HASLE, G.R. (1954): More on phototactic diurnal migration in marine dinoflagellates. *Nytt Mag. Bot.*, **2**, 139-147.
- HEINRICH, A.K. (1960): On the surface plankton of the central Pacific. *Trudy Inst. Okeanol.*, **41**, 42-47 (in Russian)
- HEINRICH, A. K. (1971): On the near-surface plankton of the eastern South Pacific Ocean. *Mar. Biol.*, **10**, 290-294.
- HEMPEL, G. and H. WEIKERT (1972): The neuston of the subtropical and boreal Northeastern Atlantic Ocean, a review. *Mar. Biol.*, **13**, 70-88.
- JARVIS, N.L., W.D. GARRETT, M.A. SCHEIMAN and C.O. TIMMONS (1967): Surface chemical characterization of surface active material in seawater. *Limnol. Oceanogr.*, **12**, 88-96.
- KOMAKI, Y. and Y. MORIOKA (1975): "Hopping Boy", a simple wood-framed neuston net. *Bull*

- Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab., No. 26, 67-72.
- MARUMO, R., N. TAGA and T. NAKAI (1971): Neustonic bacteria and phytoplankton in surface microlayers of the equatorial waters. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 18, 36-41.
- MATSUO, Y., T. NEMOTO and R. MARUMO (1976): A convertible neuston net for zooplankton. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 23, 26-30.
- MORIOKA, Y. (1981): A multilayer surface zooplankton sampler. *Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, No. 32, 65-71.
- NAKAJIMA, K. (1970): Suspended materials in surface skin. Progress report, 1969-1970. Studies on the Productivities of Biocoenose in Northern Cold Waters, Akkeshi Bay Research Group, JIBP-PM, p. 53-58.
- NAUMANN, E. (1917): Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons II. Über das Neuston des Süßwassers. *Biol. Zbl.*, 37, 98-106.
- NETO, T. and I. PAIVA (1981): Neuston do arquipelago de Cabo Verde. *Bol. Inst. Nac. Invest. Pescas, Lisboa*, No. 5, 5-61. (in Portuguese with English and French abstract)
- NISHIZAWA, S. (1971): Concentration of organic and inorganic material in the surface skin at the Equator, 155°W. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 18, 42-44.
- RUTTNER, F. (1963): *Fundamentals of Limnology* (3rd ed., translated by D.G. FREY and F.E.J. FRY). Univ. Toronto Press. 295 pp. (1st ed. 1940)
- SAIJO, Y., O. MITAMURA and K. OGIYAMA (1974): Chemical composition of surface film in the coastal sea area and in freshwater lakes. *Jap. J. Limnol.*, 35, 110-116.
- SAMEOTO, D. D. and L. O. JAROSZYNSKI (1969): Otter surface sampler; A new neuston net. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26, 2240-2244.
- SHERMAN, K. (1963): Pontellid copepod distribution in relation to surface water types in the central North Pacific. *Limnol. Oceanogr.*, 8, 214-227.
- SHERMAN, K. (1964): Pontellid copepod occurrence in the central South Pacific. *Limnol. Oceanogr.*, 9, 476-484.
- STRICKLAND, J.D.H. and T.R. PARSONS (1972): *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fish. Res. Bd. Canada Bull. No. 167. 311 pp. (1st ed. 1968).
- TAGUCHI, S. and K. NAKAJIMA (1971): Plankton and seston in the sea surface of three inlets of Japan. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 18, 20-36.
- THOMAS, W.H., E.H. RENGER and A.N. DODSON (1971): Near-surface organic nitrogen in the eastern tropical Pacific Ocean. *Deep-Sea Res.*, 18, 65-71.
- TSYBAN, A.V. (1971): Marine bacterioneuston. *J. oceanogr. Soc. Japan*, 27, 56-66.
- TURNER, J.T. and S.B. COLLARD (1980): Winter distribution of pontellid copepods in the neuston of the eastern Gulf of Mexico continental shelf. *Bull. mar. Sci.*, 30, 526-529.
- TURNER, J.T., S.B. COLLARD, J.C. WRIGHT, D.V. MITCHELL and P. STEELE (1979): Summer distribution of pontellid copepods in the neuston of the eastern Gulf of Mexico central shelf. *Bull. mar. Sci.*, 29, 287-297.
- VAN VLEET, E. S. and P. M. WILLIAMS (1980): Sampling sea surface films: A laboratory evaluation of techniques and collecting materials. *Limnol. Oceanogr.*, 25, 764-770.
- WANDSCHNEIDER, K. (1979): Vertical distribution of phytoplankton of a natural surface film. *Mar. Biol.*, 52, 105-111.
- WILLIAMS, P.M. (1967): Sea surface chemistry: Organic carbon and organic and inorganic nitrogen and phosphorus in surface film and subsurface waters. *Deep-Sea Res.*, 14, 791-800.
- ZAITSEV, YU. P. (1960): The existence of neuston biocenosis in the sea pelagic zone. *Naudovy Zapysky Odeskoyi Biolohichnoyi Stantsiyi AN UkrRSR*, 2, 37-42. (in Ukrainian)
- ZAITSEV, YU. P. (1961): A device for collecting plankton from the surface water layer. *Byulleten Izobreteniya*, 10, 52. (in Russian)
- ZAITSEV, YU. P. (1962): Equipment and methods in hyponeuston research. *Voprosy Ekologii*, 104, 107-109 (in Russian)
- ZAITSEV, YU. P. (1971): *Marine Neustonology*. IPST, Jerusalem. 207 pp. (Translated from Russian)

駿河湾のニューズトンに関する予備的観察

服部 寛, 結城勝久, Yu. P. ZAITSEV, 元田 茂

要旨: 1980年11月に駿河湾奥部2地点において海面皮層と下層(10, 20, 50, 100 cm 水深)のクロロフィル量と植物プランクトンおよび微小動物プランクトンを採水法によって調べ、海面皮層の微小生物相の特徴を観察した。同時に、ニューズトンネット(0-16 cm 層)とプランクトンネット(5-50 cm 層)の同時水平曳網を行ない、0-16 cm 層に出現し、5-50 cm 層に現れないもの、即ち0-5 cm 層に分布すると思われる表層性動物プランクトン(Hyponeuston)を記録した。

観察の結果、クロロフィル *a* は海面皮層で少し高い値を示すのみであるが、植物プランクトンは海面皮層に集積し、渦鞭毛藻類、特に *Prorocentrum micans* が優占することを認めた。藍藻類の *Anabaena* sp., 珪藻類の *Chaetoceros breve*, *Synedra gaillonii*, *Rhabdonema arcuatum* は海面皮層にのみ出現した。微小動物プランクトンでは、有鐘繊毛虫類が大部分を占め、主に *Tintinnopsis beroidea*, *T.* sp., *Dadayiella ganymedes* が含まれ、由比沖(Stn. 1)では全層を通じて出現し、三保半島沖(Stn. 2)では特に海面皮層に著しく集積していた。

ネット採集により得られた試料の内、0-5 cm 層に主に出現した動物プランクトン(Hyponeuston)は、橈脚類以外では Spumellaria(放散虫類), Hyperiidia(端脚類), *Lucifer* と短尾類幼生(十脚類), *Creseis* と *Cavolina*(翼足類), 稚仔魚と魚卵などで、橈脚類では Candaciidae, Pontellidae, Sapphirinidae に属する18種で、特に *Labidocera acuta*, *L. detruncata*, *Pontellopsis yamadae*, *Pontella chierchiaie*, *Pontellina plumata* が著しかった。

Variability of the Oceanic Condition in the Bungo Channel*

Tetsuo YANAGI**

Abstract: The ocean characteristics and their change in the Bungo Channel are investigated with use of transparency, water temperature and salinity data at 28 stations which were obtained every month from 1964 to 1977. As for the seasonal variation, water temperature minimum appears in March at all layers in the whole area but maximum one appears in August at 0 m depth in the whole area, in September at 10 m depth in the central and southern regions and in October at 50 m depth in the southern region. Seasonal variations of salinity and transparency differ in the northern and southern regions, that is, minimum transparency and salinity appear in October in the northern region but minimum salinity appears in August and minimum transparency in April in the southern region. Water temperature anomaly from the averaged seasonal variation has the same phase in the whole area and has the period of about 5 years. It has its origin in the open sea. Salinity anomaly has also the same phase in the whole area and has the period of about 3 years. It has its origin in the variation of the precipitation in the Seto Inland Sea. Transparency anomaly in the northern region is strongly affected by salinity and that in the southern region by water temperature. These facts show that the Bungo Channel is the connecting area of coastal sea and open sea.

1. Introduction

Variability of oceanic condition in the coastal sea, such as the Seto Inland Sea, has been shown to some extent in this last decade (e.g. YANAGI, 1982). However, that in the area on the continental shelf such as the Bungo Channel (Fig. 1) has not been shown yet. As the sea on the continental shelf is a connecting area of open sea and coastal sea, its oceanic condition is ready to vary due to the variation of open sea condition. On the other hand, human activity spreads its industrial field from the coastal area to the shelf area as the coastal area has not already sufficient space. We have to make clear the characteristic variability of oceanic condition on the shelf as soon as possible in order to progress the harmonic development with human activity and nature there. There are a few projects of industrial development in the Bungo Channel. The routine oceanic observations such as transparency, water temperature

and salinity have been carried out every month from 1964 by Ehime and Oita Prefecture Fisheries Observatories. The variability of oceanic condition in the Bungo Channel with use of those observational data from 1964 to 1977 is shown in this paper.

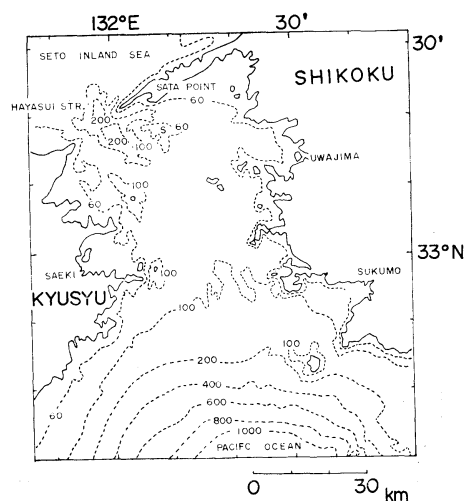


Fig. 1. Bathymetric chart of the Bungo Channel. Dotted lines represent contours in metre.

* Received September 1, 1982

** Department of Ocean Engineering, Faculty of Engineering, Ehime University, Matsuyama, 790 Japan

2. Data

Transparency has been observed every month at 28 stations which are shown in Fig. 2. In this figure, E- denotes the observation station by Ehime Prefecture Fisheries Observatory and O- that by Ooita Prefecture Fisheries Observatory. Water temperature has been observed every month at 0, 10 and 50 m depths at 28 stations. Salinity, however, has been observed every month at 0 and 10 m depths only at 15 stations

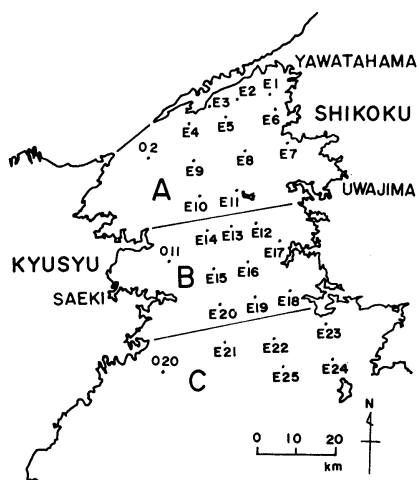


Fig. 2. Observation stations. E- denotes the observation station by Ehime Prefecture Fisheries Observatory and O- that by Ooita one. The Bungo Channel has been divided into three regions, the northern one A, the central one B and the southern one C.

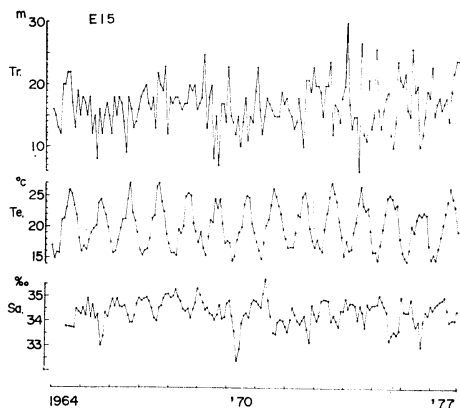


Fig. 3. Observed transparency, water temperature and salinity in 10 m below the sea surface at Stn. E-15 every month from 1964 to 1977.

(E-1, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 15, 21, 23, 24, 25 and O-2, 11, 20) in Fig. 2. The Bungo Channel has been roughly divided into three regions, the northern part A, the central part B and the southern part C. An example of raw data are shown in Fig. 3, which are transparency, water temperature and salinity in 10 m below the sea surface at Stn. E-15 in the central region B. Only the salinity observation started in June, 1964. We can see that the regular seasonal variation is dominant in water temperature time series. On the other hand, random fluctuation is dominant in transparency time series. The characteristics of salinity time series is situated between the water temperature and transparency.

3. Analysis

(1) Averaged horizontal distribution

Averaged values over the whole period from 1964 to 1977 are calculated and those results are shown in Fig. 4. The averaged transparency has the largest value of about 20 m in the south-eastern part and has the smallest one of about 12 m in the north-eastern part. Averaged water temperature and salinity at 10 m depth are about

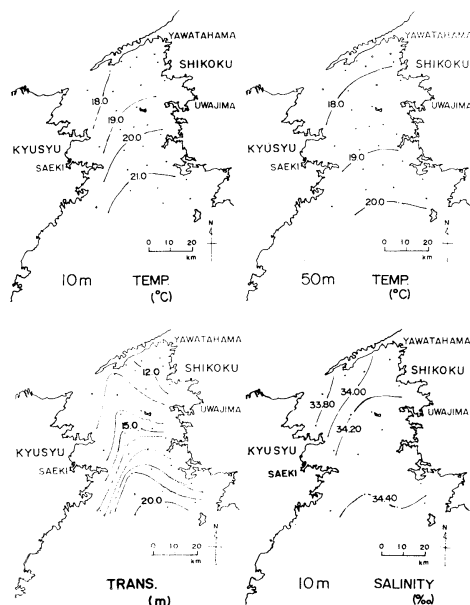


Fig. 4. Averaged water temperature at 10 m and 50 m depths, salinity at 10 m depth and transparency over the whole period.

21°C and 34.40‰ in the southern part and are 18°C and 33.80‰ in the northern part, respectively. Those at 0 m depth are closely similar to those at 10 m depth. Averaged water temperature at 50 m depth has a little lower value of 20°C in the southern part and has the same

value of 18°C as that at 10 m depth in the northern part. The coincidence of averaged water temperature in different layers in the northwestern part is due to the strong vertical mixing by tidal current around Hayasui Straits. The coastal sea water which is identified as

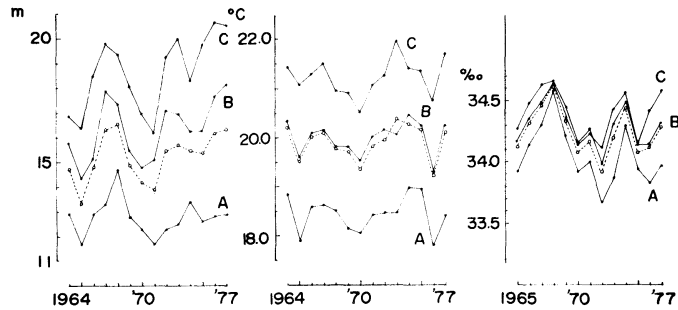


Fig. 5. Yearly averaged transparency in each region (solid line) and in the whole area (broken line), and yearly averaged water temperature and salinity at 10 m depth.

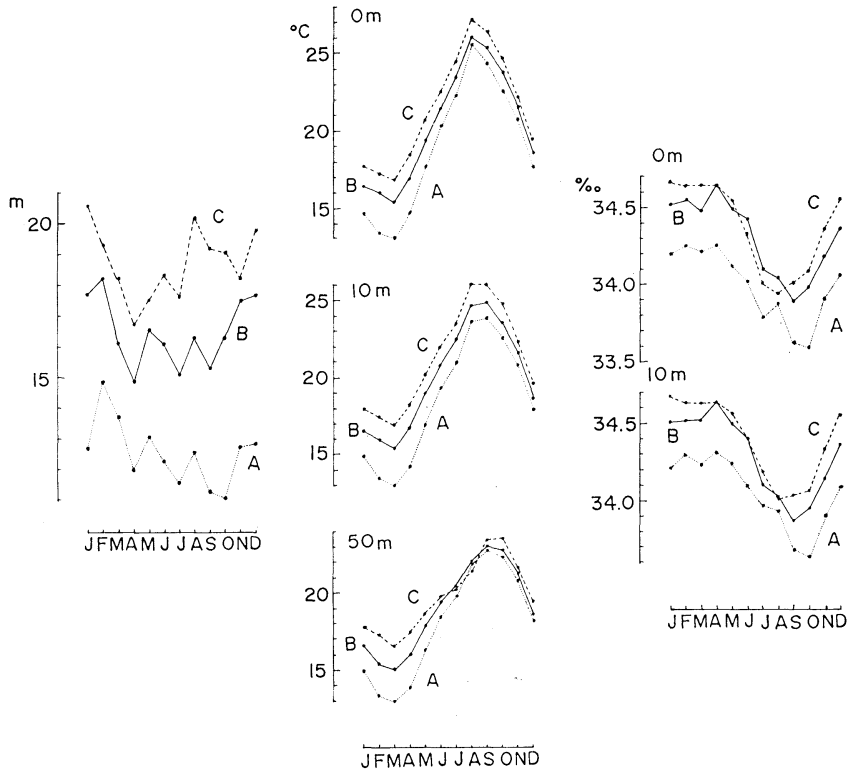


Fig. 6. Averaged seasonal variation of transparency in A (dotted line), B (solid line) and C (broken line) regions. Those of water temperature and salinity at each depth.

colder, fresher and lower transparency is suggested to flow out along the western coast of the Bungo Channel from Fig. 4.

(2) *Year-to-year and seasonal variations*

Transparency, water temperature and salinity are averaged every year and the yearly averaged values in A, B and C regions are obtained (Fig. 5). The changes of yearly averaged values of water temperature at 0 m and 50 m depths are similar to that at 10 m depth and that of salinity at 0 m depth is also similar to that at 10 m depth. Variability with the period of four or five years in transparency, that of three or six years in water temperature and that of three years in

salinity are seen to be dominant. The year of high transparency corresponds to that of high water temperature or high salinity, e.g. in 1967-1968 or 1973-1974.

The seasonal averaged values over the whole period are calculated in each regions A, B and C (Fig. 6). Transparency has the smallest value in October only in A region and that has the smallest one in April in B and C regions. The month of transparency minimum in A region corresponds to salinity one in A region. This is due to the maximum precipitation in September in the Seto Inland Sea (YANAGI, 1982). Water temperature has the minimum value in March

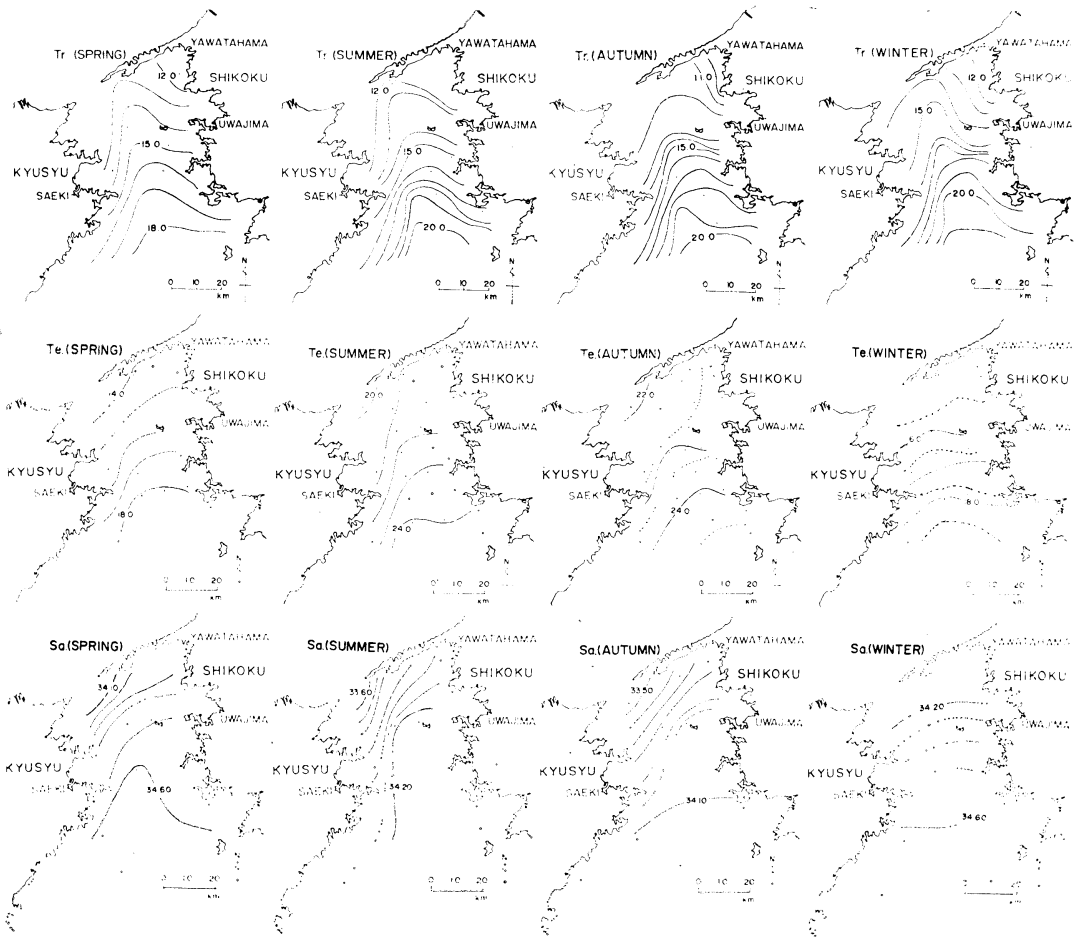
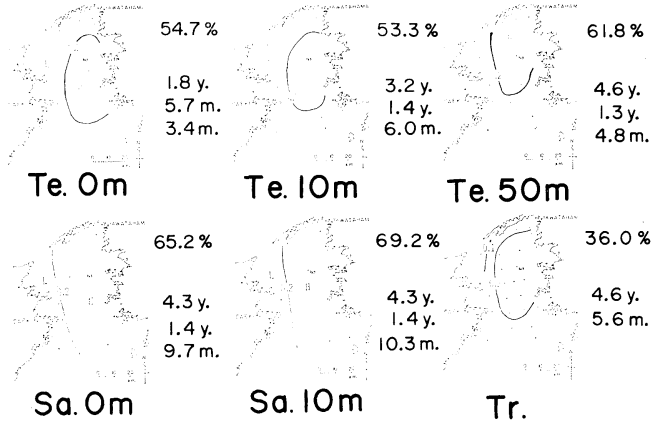
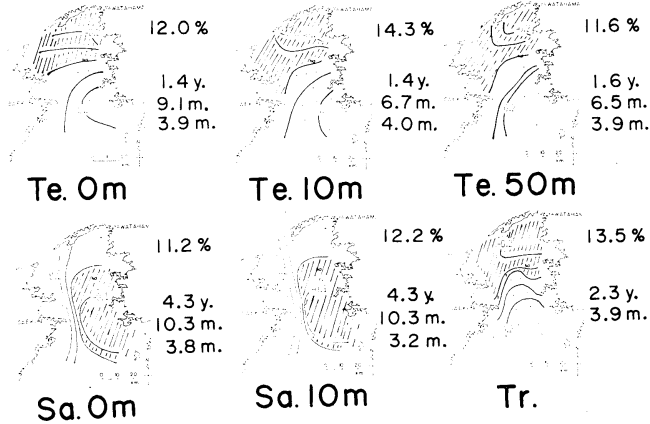


Fig. 7. Horizontal distribution of averaged seasonal variation of transparency, water temperature and salinity at 10 m depth. Here spring means from March to May, summer from June to August, autumn from September to November and winter from December to February.

1st mode



2nd mode



3rd mode

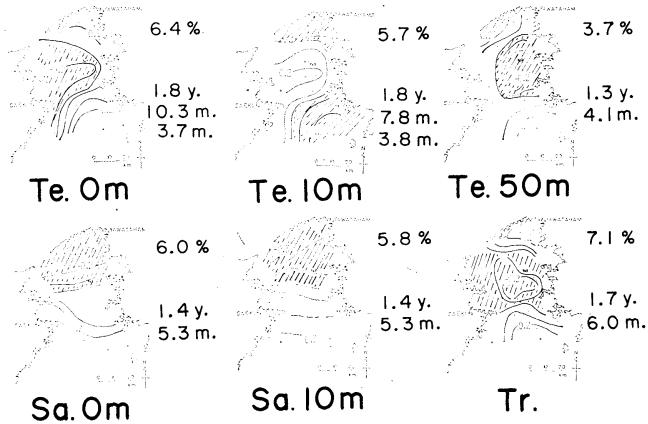


Fig. 8. Spatial distributions of the 1st, 2nd and 3rd mode EOF. Number of percentage denotes the contribution ratio of this mode to the total variance. Other numbers denote the periods of significant peak in frequency spectrum of this mode.

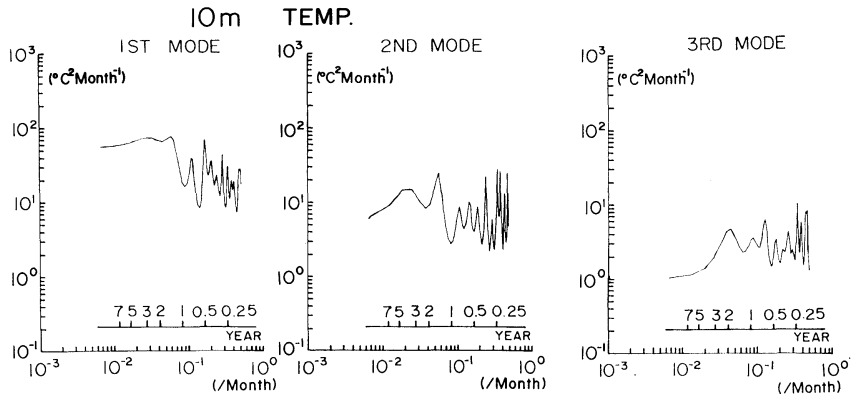


Fig. 9. Frequency spectrum of each mode EOF of water temperature at 10 m depth.

at all depths in the whole area but the maximum one in August at 0 m depth in the whole area, in September at 10 m depth in B and C regions and in October at 50 m depth in C region. In C region the minimum salinity value of about 34.00‰ appears in August and the maximum one of 34.70‰ in January. This seasonal variation is the same as that in Kuroshio region (MASUZAWA, 1972). On the other hand, the seasonal variation of salinity in A region is similar to that in the Seto Inland Sea (YANAGI, 1982). The seasonal variation of salinity in B region is situated between A and C regions.

The detailed horizontal distribution of seasonal variation is shown in Fig. 7. Here spring means from March to May, summer from June to August, autumn from September to November and winter from December to February. The horizontal distributions of transparency in summer and autumn are similar and the area having the sharp gradient exists in the central part. The horizontal distributions of water temperature and salinity at 10 m depth from spring to autumn are quite similar, that is, colder and fresher water exists along the western coast of the Bungo Channel. Such distribution does not exist in winter, that is, the contour line runs from west to east. This is thought to be due to the minimum precipitation in winter in the Seto Inland Sea.

(3) Empirical-orthogonal-function analysis

Empirical-orthogonal-function (EOF) analysis provides an objective means of decomposing

space-time variability of transparency, water temperature and salinity in the Bungo Channel (e.g. YANAGI, 1982). It is carried out after removing the seasonal variation because its variation is fairly dominant. Fig. 8 presents the largest three EOF modes. The first mode accounts for 50-70% of the total variance except the lower contribution ratio of 36% of transparency and represents an almost uniform variation in the whole area with a slight amplification in the eastern part. The frequency spectrum for each temporal mode is obtained with use of the maximum entropy method. Examples of water temperature at 10 m depth are shown in Fig. 9. The significant periods with spectrum peak are shown in Fig. 8. As for first mode, the longer periods from 2 years to 5 years are seen. Second modes have lower contribution ratios from 11% to 14%. Those of water temperature and transparency have anti-phase between in the northern part and in the southern part. On the other hand, those of salinity have anti-phase between in the eastern part and in the western part. The significant periods of second mode exist around one year. Third modes account for 3% to 7% of the total variance. Third spatial mode of salinity corresponds to second mode of water temperature. As for water temperature, third modes at 0 m depth and 50 m depth show the anti-phase distribution to that at 10 m depth. The significant periods of third mode exist in higher frequencies.

4. Discussion

Transparency is regulated by the number of plankton and detritus. In general, coastal water is so full of nutrients, plankton and detritus that transparency of coastal water is lower than that of open sea water. This is reflected in the averaged horizontal distribution of transparency as shown in Figs. 4 and 7. We can see the difference between the seasonal variations of transparency in A and C regions. The northern A region is apt to have the effect of coastal water, that is, the lowest transparency appears in October due to much precipitation in September in the Seto Inland Sea. Much precipitation carries much nutrients from land to sea, feeds many plankton and lowers down transparency and salinity values as shown in Fig. 6. Moreover, the year-to-year variation of transparency in A region seems to depend on that of salinity, e.g. higher transparency corresponds to higher salinity in 1968 and 1974 as shown in Fig. 5. The year of high salinity means the smaller effect of coastal water to the said area. On the other hand, the southern C region is apt to have the effect of open sea water, that is, the lowest transparency appears in April. The increasing water temperature and much nutrients due to the vertical convection in winter feed many plankton and lower down transparency value in spring as shown in Fig. 6. Moreover, the year-to-year variation of transparency in C region is similar to that of water temperature, e.g. higher transparency corresponds to higher water temperature in 1967 and 1973. Higher water temperature means the stronger influence of open sea water with poor nutrients to the said area. Transparency variation in B region is situated between that of A region and that of C region as shown in Figs. 5 and 6. As a whole viewpoint, the year-to-year variations of transparency in A, B and C regions are similar as shown in Fig. 5 and this is reflected in 1st mode EOF in Fig. 8(a). However, the variation from 1967 to 1968 and that from 1978 to 1979 show anti-phase between the northern and southern regions and this is reflected in 2nd mode EOF in Fig. 8(b).

The seasonal variations of water temperature shown in Fig. 6 show a little difference hori-

zontally and vertically. That in the northern region is the same as that in the Seto Inland Sea (YANAGI, 1982) but that at 50 m depth in the southern region is the same as that in Kuroshio Region. The year-to-year variation of water temperature in the Bungo Channel is related to that in the North Pacific Ocean. KORT (1970) revealed the dominant period of 5 to 6 years in the variation of water temperature in the North Pacific Ocean. Such variation gives effect to those in the Seto Inland Sea (YANAGI, 1982) and in the Bungo Channel. First mode EOF of water temperature shown in Fig. 8(a) mainly represents such year-to-year variability. Year-to-year variation of water temperature shown in Fig. 5 is very similar to that in the Seto Inland Sea shown in Fig. 3(a) of YANAGI (1982), e.g. lower water temperature in 1965, 1970 and 1976. Therefore, the period of such year-to-year variability is considered to be around 5 years. Second mode EOF of water temperature appears in year-to-year variation from 1973 to 1974 as shown in Fig. 5. Such variability may depend on the strength of influence of open sea water. Third mode EOF of water temperature is affected by the baroclinic variation. Such variation, for example, is seen in seasonal variation of water temperature from August to October as shown in Fig. 6.

Seasonal variation of salinity in A region is similar to that in the Seto Inland Sea but that in C region is similar to that in Kuroshio region. On the other hand, year-to-year variation of salinity in the whole area is strongly regulated by the precipitation in the Seto Inland Sea, that is, the lower salinity year shown in Fig. 5 corresponds to the larger precipitation year in the Seto Inland Sea e.g. in 1965, 1972 and 1976 (YANAGI, 1982). The variation of precipitation in the Seto Inland Sea has the dominant period of about 3 years and this is reflected in 1st mode EOF of salinity. Third mode EOF of salinity is seen in year-to-year variation from 1975 to 1976, in seasonal variation from July to August at 0 m depth and in that from September to October at 0 m and 10 m depths as shown in Figs. 5 and 6.

5. Conclusion

YANAGI and AKIYAMA (1982) revealed the wide range variabilities of oceanic condition in Uwajima Bay (Fig. 1) whose periods are from 5-6 years to 10-15 days with use of multiyear series of water temperature and salinity data at one station. In this paper I have shown the year-to-year variabilities of water temperature and salinity can be considered as the same in the whole area of the Bungo Channel though their origins differ. However, the phases of year-to-year variation of transparency differs a little in the northern and southern regions because transparency in the northern region strongly affected by the coastal oceanic condition and that in the southern region by the open ocean condition. Seasonal variations of water temperature, salinity and transparency differ in the northern region and in the southern region. That is, that in the northern region is strongly affected by the coastal seasonal variability and that in the southern region by the open ocean seasonal variability. According to EOF analysis, variation with shorter periods such as several months has not a simple spatial mode both horizontally and vertically. We have to clarify the physical mechanism of such variability with higher frequency and complex spatial mode in the near future.

Acknowledgement

The author expresses his sincere thanks to Prof. H. HIGUCHI of Ehime University for his encouragement. He also thanks to Mr. H. TAKEOKA of Ehime University for his helpful discussions, to Mr. Y. MIYAZAKI of Nikken Technical Consultant Co. Ltd. and Mr. H. ITO of Yamasaki Construction Co. Ltd. for their helping in data analysis. The data processing was carried out on a FACOM 230-28 of Ehime University and on a FACOM M-200 of the computer center of Kyushu University. This study is a part of the special project research "The ocean characteristics and their change" by the Ministry of Education, Science and Culture.

References

- FISHERIES AGENCY (1964-1977): Marine Observation Table.
- MASUZAWA, J. (1972): Water characteristics of the north Pacific central region. *In* Kuroshio (H. STOMMEL and K. YOSHIDA ed.), Univ. of Tokyo Press. p. 95-127.
- KORT, V.G. (1970): Large-scale sea-air interaction. *Okeanologia*, **10**, 222-240.
- YANAGI, T. (1982): The ocean characteristics and their change in the Seto Inland Sea. *La mer*, **23**, 161-168.
- YANAGI, T. and H. AKIYAMA (1982): Variability of the dynamical state of the Bungo Channel—Variabilities of water temperature and salinity in Uwajima Bay—. *Mem. Ehime Univ.*, **13**, 191-200. (in Japanese)

豊後水道の海況・変動特性

柳 哲 雄

要旨: 1964~1977年, 毎月1回豊後水道内の28点で得られた透明度・水温・塩分データを用いて豊後水道の海況変動特性を明らかにした。季節変動については, 最低水温は全域全層で3月に出現するが, 最高水温は0m層で8月, 中央部と南部の10m層で9月, 南部の50m層では10月に出現する。北部においては塩分と透明度の最低値は10月に出現するが, 南部においては塩分の最低値は8月, 透明度の最低値は10月に出現する。水温の経年変動は全域同位相, 周期は約5年で, 塩分のそれは全域同位相, 周期は約3年である。透明度の経年変動は北部では塩分の, 南部では水温の影響を強く受けて, 北と南で位相がずれる。

海浜における Water Table の挙動*

山本秀行**, 阿部友三郎**

The Behavior of Water Table in the Seashore*

Hideyuki YAMAMOTO** and Tomosaburo ABE**

Abstract: Field observations were carried out to investigate the relation between the behavior of water table and the change of sea level in Heisaura Seashore, Tateyama City, Chiba Prefecture and in Nishihama Seashore, Yuza-cho, Yamagata Prefecture. Heisaura Seashore and Nishihama Seashore face the Pacific Ocean and the Sea of Japan, respectively. The amplitude of tides in Heisaura Seashore was smaller than that in Nishihama Seashore. Coefficients of permeability in those seashores were obtained by means of the quasi-one-dimensional non-stationary groundwater flow model. The values of the permeability coefficients obtained by the present observations in each seashore were in the same order of magnitude in comparison with those estimated from the sand size distribution.

1. 緒言

一般に、海浜の砂面下には海水、地下水等の透水現象による浸潤面が形成されている。この浸潤面は、Water Tableと呼ばれている。浸透層内でのWater Tableの挙動は、主として潮位の影響により位置的および時間的に変動すると予想される。

Water Tableの挙動は、海浜の構成物質と密接に関係し(EMERY and FOSTER, 1948)、海浜変形を引き起こす要因になり得ることがGRANT(1948)によって示唆されており、その挙動を調査、研究することは、養浜、護岸等に対処する上で非常に重要であると思われる。

本研究は、Water Tableの挙動を明らかにして行く一環として、主に潮位の変化によってWater Tableがどのように変動するかを、現場観測により明らかにすることを目的とした。さらに、このような透水現象に対して準一次元非定常モデルを

適用し、若干の考察を試みた。

2. 観測

現場観測は、1980年8月28日から8月30日まで千葉県館山市平砂浦、1980年12月20日から12月24日まで山形県遊佐町西浜海岸にて実施された。

Fig. 1は海浜の仮想断面図であり、砂面からWater Tableまでの距離を測定するために設置されたパイプの状態を表わしている。測定に用いたパイプは、内径15 mm、長さ1.0~1.7 mで、随所に直径3 mmの穴があいている。穴の部分にはフィルターが装備されており、パイプの中には浸透

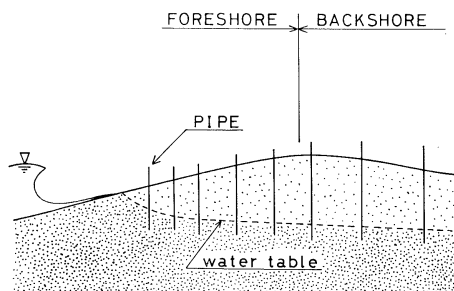


Fig. 1. Hypothetical beach and cross section showing the water table.

* 1982年5月10日受理 Received May 10, 1982

** 東京理科大学理学部物理学教室
〒162 東京都新宿区神楽坂1-3
Department of Physics, Faculty of Science,
Science University of Tokyo, Kagurazaka 1-3,
Shinjuku-ku, Tokyo, 162 Japan

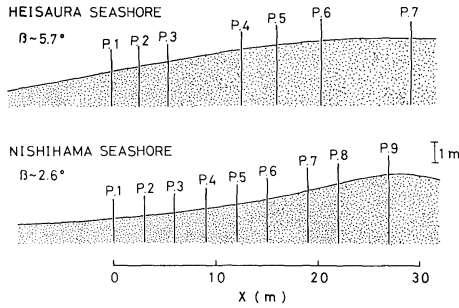


Fig. 2. Beach sand profiles in Heisaura Seashore and Nishihama Seashore, and the arrangement of pipes for measuring depth to water table. β is the beach slope.

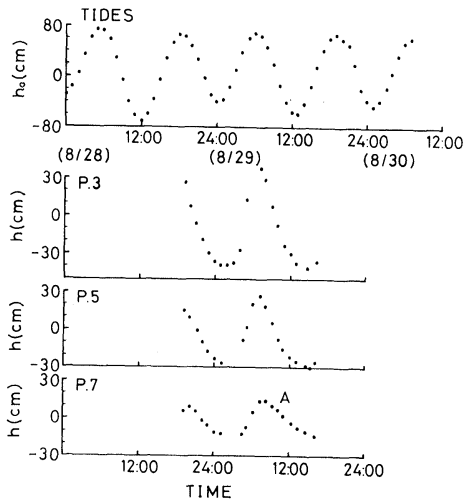


Fig. 3. Records of tide in Heisaura Seashore and of water table measured at P. 3, P. 5 and P. 7.

水のみが入り込むようになっている。砂面から Water Table までの距離は、長さ 2.0 m のベークライト性センサーをパイプ内に挿入することによって測定した。このセンサーは、その先端が水面に接した場合の急激な電気抵抗変化を感知できるように工夫されている。

各海浜の形状とパイプの設置位置を Fig. 2 に示す。x 座標軸は、最も海側の測定点を基点としている。

3. 観測結果

千葉県平砂浦での潮位記録と、1 時間毎に各測定点で観測された Water Table の変動記録のう

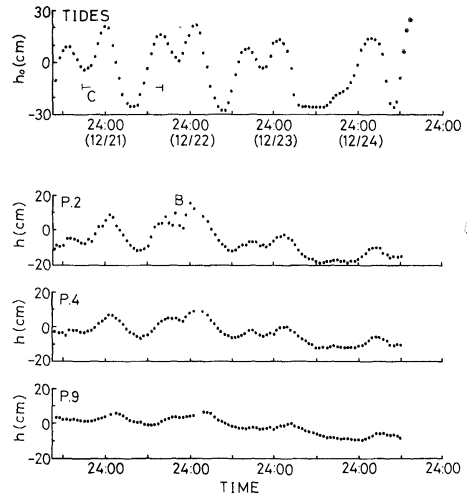


Fig. 4. Records of tide in Nishihama Seashore and of water table measured at P. 2, P. 4 and P. 9.

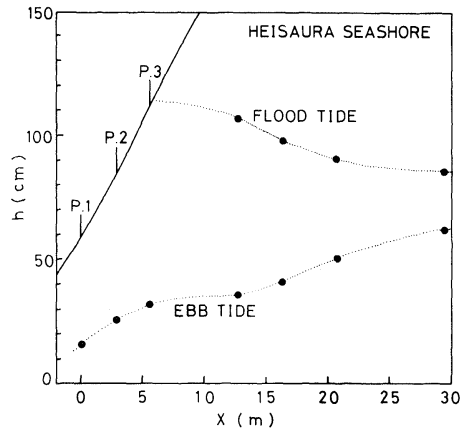


Fig. 5. Water table profiles at flood tide and ebb tide in Heisaura Seashore.

ちから、代表的な測定点について Fig. 3 に示す。Fig. 4 は、山形県西浜海岸での観測例である。観測期間を通じて、平砂浦での潮位変動は潮汐周期 12 時間が卓越しており、その最大変動幅は約 1.6 m であった。西浜海岸の場合は、種々の要因により潮位変動が複雑になっており、その最大変動幅は約 0.6 m であった。

観測から、Water Table は潮位変動に应答して変動し、その変動が陸方向へ順次伝搬して行く傾向が確認される。さらに、Water Table の変動の振幅は、陸側ほど減少する傾向も明らかに認めら

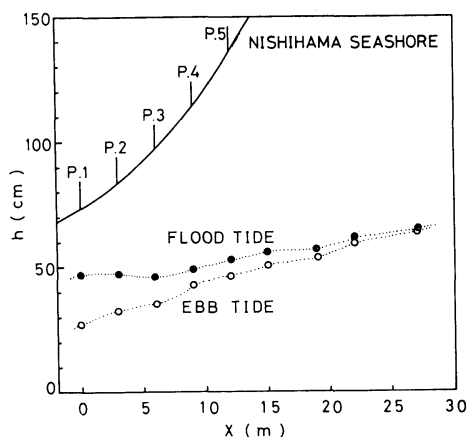


Fig. 6. Water table profiles at flood tide and ebb tide in Nishihama Seashore.

れる。Fig. 3 に示された測定点 P. 3, P. 5 における測定記録からはさほど明確に認められないが、P. 7 に記した A 部分に変動の非対称性がみられる。また、Fig. 4 に示した測定点 P. 2 における測定記録の B 部分は、他の部分に比べ複雑な様相を呈している。これは、P. 2 付近まで打ち上げ波が遡上したことによる砂面下への海水の浸透が原因であろうと思われる。

Fig. 5, Fig. 6 に示した海浜側面図は、平砂浦および西浜海岸での満潮時、干潮時における Water Table の状態を表わしている。上述のように、平砂浦および西浜海岸における潮位の変動幅はそれぞれ約 1.6 m と約 0.6 m であるが、それに相応して Water Table の変動域は、平砂浦の場合は西浜海浜の場合と比較して広がっている。また、Water Table の状態が陸側から海側へ傾斜している傾向も認められるが、これは陸側からの浸透水によるものであると推察される。その平均的な傾斜は、平砂浦の場合は 10^{-3} 程度、吹浦の場合は 10^{-2} 程度であった。

4. 準一次元非定常透水モデル

海浜での透水現象について、Fig. 7 に示すように Water Table の上の海浜の勾配を無視して、境界面を鉛直壁で置き換えて検討してみる。

等方性透水であり、浸透流速がダルシー (Darcy)

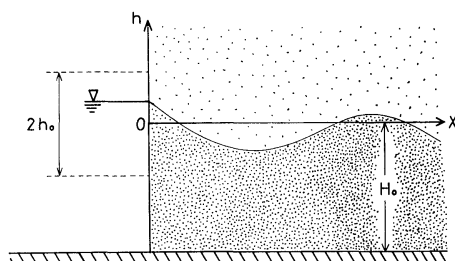


Fig. 7. A schematic representation of the quasi-one dimensional non-stationary groundwater flow model.

の法則に従うとすれば、透水理論から基礎方程式は (1) 式のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \beta \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [(H_0 + h) \cdot u] &= 0 \\ u &= -k \frac{\partial h}{\partial x} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここで、 k は透水係数、 β は貯留係数、 H_0 は滞水層の厚さ、 h は Water Table の変位、 u は x 軸方向の流速を表わしている。

いま、 $H_0 \gg h$ の場合を考え、境界条件を

$$\left. \begin{aligned} h &= h_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) & (x=0) \\ h &= 0 & (x \rightarrow \infty) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

とする。ここで、 h_0 は潮位変動の振幅、 T は潮汐周期である。

(3) のような無次元量を導入すると、(1) 式の解は (4) 式で表わされる。

$$X^* = \frac{x}{H_0}, \quad h^* = \frac{h}{h_0}, \quad t^* = \frac{k}{\beta H_0} \cdot t \quad (3)$$

$$\begin{aligned} h^*(X^*, t^*) &= \exp\left(-\sqrt{\frac{\pi}{T^*}} \cdot X^*\right) \\ &\times \sin\left(\frac{2\pi}{T^*} \cdot t^* - \sqrt{\frac{\pi}{T^*}} \cdot X^*\right) \end{aligned} \quad (4)$$

ここで、 $T^* = \frac{k}{\beta H_0} \cdot T$ である。

このモデルでは、Fig. 5, Fig. 6 から推察される陸から海側へ向けての地下水による移流や、海浜勾配は考慮していない。しかし、潮位変動が陸方向へ順次伝搬し、その伝搬に位相の遅れが生じ

ること、変動の振幅は陸方向へ行くにしたがって指数関数的に減少すること等がわかり、後述のごとく (Fig. 8) 現場観測から得られた知見と一致する。

前述したA部分の非対称性 (Fig. 3) については、(4) 式からは説明されない。しかし、海浜勾配による汀線移動の効果をも、Fig. 7 に示した境界 ($X=0$) を平行移動させることに対応させて考えてみると、(4) 式から水位の時間的変動の割合は、対象とする測定点に境界が近づくにつれて大きくなり、遠ざかるにしたがって減少することが予想される。このことから、A 部分 (Fig. 3) の非対称性が定性的に説明できるものと考えられる。

5. 透水係数の推定と考察

各海浜における潮汐の1周期分の変動に対して、その期間に観測された各測定点での Water Table の最大変動幅 Δh が、陸方向にどのように減少するかを示したのが Fig. 8 である。西浜海岸に関する Δh の傾向は、Fig. 4 に示した潮位記録中の C 部分に対応するものを示してある。Fig. 8 から、両海浜とも陸方向距離 X について Δh の指数関数

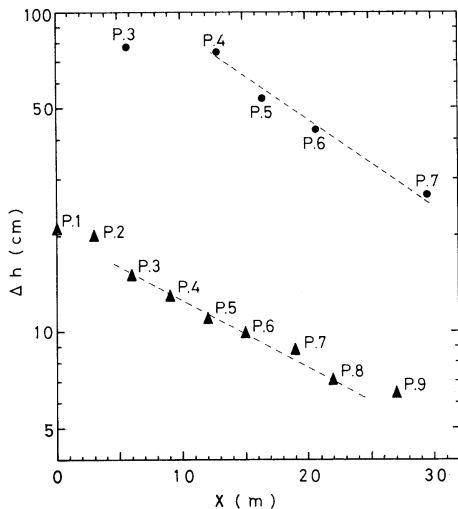


Fig. 8. Relation between the amplitude of water table Δh measured at each pipe and the distance X taken in the landward direction.

●, Heisaura Seashore;
▲, Nishihama Seashore.

Table 1. The coefficients of permeability in Heisaura Seashore and Nishihama Seashore. K_1 is the obtained permeability coefficient, and K_2 is the permeability coefficient estimated from the sand size distribution.

	K_1 (cm/sec)	K_2 (cm/sec)
Heisaura Seashore	1.3×10^{-1}	0.32×10^{-1}
Nishihama Seashore	$T_1 3.4 \times 10^{-1}$	0.45×10^{-1}
$T_1 \sim 23.3$ hrs		
$T_2 \sim 14.7$ hrs	$T_2 2.2 \times 10^{-1}$	

的に減少する領域が認められる。しかし、この傾向が観測全領域にわたってみられるわけではない。例えば、平砂浦の場合の測定点 P. 3 は指数曲線からずれている。これは、実際の海浜では上述のように汀線移動の効果があり、さらに打ち上げ波による砂面下への海水の浸透が存在するためと考えられる。

前述したモデルを用いて、指数関数的に減少している領域の減衰係数から透水係数を見積もることができる。算出にあたり、滞水層の厚さを、平砂浦の場合は千葉県南部漁港事務所の地質調査データ (1977年4月~7月) から 5 m、西浜海岸の場合は山形県庁による地質調査データ (1979年6月20日) から 10 m とした。

Table 1 に、算出された透水係数と、各海浜の粒度分布から推定された透水係数の値 (久保田ら, 1980) を示す。貯留係数の値は 1.0 とした。吹浦で観測された潮位変動には、2つの卓越周期 11.7 時間および 23.3 時間が確認されるため、その各々について透水係数を求めた。算出された透水係数は、粒度分布から推定される透水係数と比較して若干大きめではあるが、オーダ的にはほぼ一致していると思われる。

6. 結論

Water Table の挙動と潮位変動との関係を調べるために、千葉県館山市平砂浦 (1980年8月28日~8月30日) および山形県遊佐町西浜海岸 (1980年12月20日~12月24日) にて現場観測を実施した。観測された Water Table の挙動から、準一次元非定常透水モデルを用いて各海浜での透水係数を

算出した結果、粒度分布から推定される透水係数とほぼオーダーが一致した。しかし、潮位変動による汀線移動、透水層の非等方性および陸から海へ向けての地下水による移流効果等は、このモデルでは表現されておらず、詳細な Water Table の挙動については、さらに検討を要する。

7. 謝 辞

本研究にあたり、貴重な地質調査データを提供してくださった山形県庁および千葉県南部漁港事務所の関係者の方々に厚く感謝の意を表します。また、56年度・阿部研究室所属の卒業研究生諸氏

には、現場観測にあたり多大の協力、援助を受けたので、ここに感謝いたします。

文 献

- EMERY, K. O. and J. F. FOSTER (1948): Water tables in marine beaches. *J. Mar. Res.*, **7**, 644-654.
- GRANT, U.S. (1948): Influence of the water table on beach aggradation and degradation. *J. Mar., Res.*, **7**, 655-660.
- 久保田敬一・河野伊一郎・宇野尚雄 (1980): 透水一設計へのアプローチ. 鹿島出版会. 79 pp.
- YAMAMOTO, H. and T. ABE (1981): The behavior of swash. *La mer*, **19**, 69-74.

Comments on Ocean Mixed Layer Experiment (OMLET)*

Takashi ICHIYE**

1. Introduction

A proposal on the ocean mixed layer study (OMLET) was presented, as a part of the WCRP (World Climate Research Programme) oceanographic programme, by Dr. Yoshiaki TOBA of Tohoku University at the Joint CCCO/JSC Study Conference on the large scale experiment held in Tokyo from 10 to 14 May 1982. This note is to express my opinion of it as candidly as possible but with some restraints, because of the reason that these comments will be published.

2. Comments on the Proposed Experiment

First, the name of the proposed experiment is a misnomer. Its main purpose is not studying the mixed layer specifically but trying to measure some variables contained in the heat transport equation of the upper ocean layer. Toba quoted results of analysis of the data collected at the Ocean Weather Station Tango (29°N, 135°E) in the period of 1950 to 1953. The results showed that the change of the heat content of the upper 200 m layer does not correspond to the heat flux through the sea surface, obviously because of the advection and mixing below the surface. This conclusion may be applicable in any other areas of the ocean with a modest level of water motion. An extraordinary feature of the proposal is that it tries to measure the advection and mixing processes near this station by shipboard measurements combined with moored systems using instrumentation mainly available at the present.

The design of the experiment is rather sketchy and thus cannot be commented in detail. How-

ever, it is certain that there is no reliable method to measure the convective term $\nabla \cdot \vec{v}T$ in the heat equation, where \vec{v} is the current vector, T is water temperature and ∇ represents gradient, even if \vec{v} is the horizontal components \vec{v}_h only. In order to determine the horizontal convective term $\nabla_h \cdot \vec{v}_h T$ with the space and time resolution comparable with the fluctuations of the heat content in the upper layer, the vertical spacings of the current and temperature sensors should be close enough to determine these parameters which may vary strongly in the vertical direction. Further, the horizontal spacings of these sensors should be determined to provide the horizontal gradients of the advective heat flux but it is most difficult, since it may depend on the mean fields of temperature and current as well as the time and space scales of the fluctuations to be studied.

It is almost impossible to determine $\partial wT/\partial z$, in the present stage of instrument development, where w and z are the vertical velocity and coordinate, respectively. And yet the vertical heat transport at the subsurface levels cannot be ignored for the heat budget in the upper layer.

The turbulent heat transfer term referred by Toba as $\nabla \cdot \vec{v}'T'$ may be calculated from the observed data of velocity and temperature in the upper layer. However, here again the delineation of the mean and fluctuating parts of velocity and temperature depends on the temporal and spacial scales of the phenomena to be studied and thus will cover the whole scope of the turbulent mixing processes in the ocean (TURNER, 1981). The problem of suitable resolution in time and space may be more difficult than for the gradients of the mean advective heat transport discussed above.

Lastly, what is the purpose of measuring each

* Received July 10, 1982

** Department of Oceanography, Texas A&M University, College Station, TX 77843, U.S.A.

term of the heat transport equation as defined by Toba? If it is to determine the ratio of the advective term and the turbulent term, the methodology and instrumentation proposed will not guarantee delineation of these two terms. Even if it is just to determine the contribution from each term of $\mathbf{V} \cdot \bar{\mathbf{v}}T$, the proposed experiment may fail because of many reasons cited above, particularly lack of instruments measuring vertical current.

3. A Suggestion for Alternative Programs

The mixed layer problem is certainly one of the most important subjects in the physical oceanography in recent years as stressed by TURNER (1981). This has been substantiated by appearance of a monograph by NILER (1977) and a collection of papers dealing with the subject by KRAUS (1977). Details of dynamics of the mixed layer are left to these three references.

The one-dimensional models so far developed on the mixed layer as discussed by NILER (1977) and by TURNER (1981) are not un-animously accepted, nor valid and verified in all cases or oceans. The slab model of the mixed layer is attractive in its simplicity but its parameterization is full of ambiguities, whereas the closure scheme approach in the Ekman layer turbulence has a wide gap in observed data, particularly that of turbulent fluctuations of temperature and velocity. These problems may be solved not by a large-scale experiment envisaged by Toba but by more controlled series of experiments coupled with instrumentation development and model building.

An alternative to the large scale experiment proposed by Toba is enhancement of the data collecting program at four Ocean Data Buoy Stations (ODBS) operated by JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY (JMA) (1981). These stations are located at four different oceanic areas: No. 3 at 25°40'N 135°55'E south of the Kuroshio, No. 4 at 28°20'N 126°06'E on the shelf of the East China Sea, No. 5 at 37°45'N 134°23'E in the Japan Sea and No. 7 at 39°30'N 145°30'E in the Oyashio water. The stations are operated mainly for obtaining surface meteorological parameters needed for daily weather forecasting by JMA but these buoys also measure oceanog-

raphic parameters such as surface waves, the speed and direction of the current and water conductivity at 3 m below the surface and water temperature at 3, 20 and 50 m below the surface. Sixteen meteorological and oceanographical parameters measured are transmitted automatically every three hours on the hour on two radio frequencies.

There are several advantages for utilizing these stations in monitoring the mixed layer parameters. First, the stations are located strategically in regions representing four different hydrographic regimes; the subtropical water, the continental shelf, a semi-enclosed deep basin and the subpolar water. Second, the maintenance of the buoy systems seems to be super-ative with overhaul every year and their malfunction has been immediately noticed and rectified. Third, the stations have been operated since about 1975 and two stations (No. 3 and No. 7) are near the previous Ocean Weather Stations which were monitored since about 1946. Therefore, the long-term tendency in the upper layer thermal processes may be studied with these data. Fourth, the buoy systems have been proven to be seaworthy together with sub-surface sensors mounted on the mooring cables.

The only modification needed for monitoring the upper layer oceanographic parameters is to install more temperature and current sensors below the surface and a data-storage device within the buoy hull. Numbers of these sensors and their depth intervals may be decided differently for different stations. Most of the data collected with additional sensors may be stored and retrieved at some intervals instead of transmitting on real time.

The main purpose of data collection with these buoy systems is to obtain information on heat exchange processes in the upper ocean layer in different hydrographic regimes without much extra expense. As for the mixed layer problem the analysis of the data collected may be limited only to develop the one-dimensional models but both the slab model and the closure approach will be substantially improved by increase not only in quantity, but also in the quality of the data. This will be further assisted by the prospect that these data can be collected in different

meteorological conditions and in different hydrological regimes.

4. Concluding Remarks

This note is admittedly vague in its criticism on the proposal of Toba and in suggestions of an alternative. This is mainly because of the nature of the original proposal which has characteristics of the Japanism Sect as explained by BENDASAN (1975). I hope there will be more criticism and comments from scientists involved in the WCRP.

The work is supported by a contract with the Office of Naval Research and partially supported by a contract with the National Aeronautics and Space Administration.

References

- BENDASAN, I. (1975): *On the Japanism Sect* (Japanese edition). Bunshun-Bunko 155-1. Bungei-Shunju-Sha, Tokyo. 316 pp.
- JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY (1981): Data from Ocean Data Buoy Systems No. 4. Japan Meteorological Agency, Tokyo. 158 pp.
- KRAUS, E. B., ed. (1977): *Modelling and Prediction of the Upper Layers of the Ocean*. Pergamon Press, Oxford. 325 pp.
- NIILER, P. P. (1977): One-dimensional models of the seasonal thermocline. In *The Sea*; Vol. 6: *Marine Modeling*, E. D. GOLDBERG *et al.*, eds. Wiley, Interscience, New York. p. 97-115.
- TURNER, J. S. (1981): Small-scale mixing processes. In *Evolution of Physical Oceanography*, B. A. WARREN and C. WUNSCH, eds. MIT Press, Cambridge. p. 140-183.
- TOBA, Y. (1982): Ocean Mixed Layer Experiment (OMLET). Extended abstract presented at the Joint CCCO/JSC Study Conference, Tokyo, 10-20 May, 1982. 15 pp.

海洋温度差利用海水淡水化の洋上における基礎実験*

栗須正登¹⁾, 東 克彦¹⁾, 中根重勝²⁾, 青山恒雄³⁾,
高橋燦吉⁴⁾, 富岡源一郎⁵⁾

A Fundamental Field Experiment on Ocean Thermal Energy Conversion by the Form of Freshwater Production*

Masato KURISU¹⁾, Katsuhiko HIGASHI¹⁾, Shigekatsu NAKANE²⁾, Tsuneo AOYAMA³⁾,
Sankichi TAKAHASHI⁴⁾ and Genichiro TOMIOKA⁵⁾

Abstract: A trial field experiment on OTEC, Ocean Thermal Energy Conversion, was carried out in August of 1980 at the station off Shimane Prefecture, western Japan Sea. The experiment was conducted by the team of Nagasaki University supported by some students and officials concerned. The plant ship Kaio-maru, 510 gross ton, was anchored at the position of NW 38 km from the Cape Hino. The sea depth was about 220 m. The water temperature was about 22~25°C at the surface and was about 2°C at the depth of 190 m. For the pumping the bottom cold water, a flexible vinyl chloride pipe line with a submergible pump was used. The pipe line was composed of a cubic strainer having a size of 8 m³, the main pipe connecting the strainer and a pump sized 180 m in length and 16 inch in diameter, a submergible pump, and connecting pipe between pump and plant ship sized 30 m in length and 14 inch in diameter. The freshwater production plant was assembled from a LiBr heat cycle unit (Fig. 5), and a distillation unit (Fig. 4), sized 130 cm in width, 80 cm in depth and 200 cm in height. The temperature of pumped cold water through the pipe line rose 1.1°C, and that of warm water from surface increased by the heat cycle and reached 44°C. The cold water was pumped up in the rate of 35 m³/h. Only 200 l/h cold water, 1/175 part of pumped water, was used in the plant, and 2.3 l/h freshwater was obtained.

* 1982年6月4日受理 Received June 4, 1982
研究費の一部は文部省科学研究費による。

¹⁾ 長崎大学工学部 〒852 長崎市文教町1-14
Faculty of Technology, Nagasaki University,
Bunkyo-machi 1-14, Nagasaki, 852 Japan

²⁾ 長崎大学水産学部 〒852 長崎市文教町1-14
Faculty of Fisheries, Nagasaki University,
Bunkyo-machi 1-14, Nagasaki, 852 Japan

³⁾ 東京大学海洋研究所 〒164 東京都中野区南台1-15-1
Ocean Research Institute, Minamidai, 1-15-1,
Nakano, Tokyo, 164 Japan

⁴⁾ 日立研究所 〒319-12 日立市久慈町4026
Hitachi Research Institute, Kujimachi 4026,
Hitachi, 319-12 Japan

⁵⁾ 日本無線株式会社 〒181 三鷹市下連雀5-1-1
Nihon Musen Co., Ltd., Shimorenjaku 5-1-1,
Mitaka, 181 Japan

1. 緒 言

太陽から地球に供給されるエネルギーの約半ばは、熱として地球に吸収貯蔵される。ここで貯蔵庫として作用する海洋の役割は大きい。海洋が大陽から受熱する量は、低緯度で大きく高緯度で小さい。そのために生じた地理的な海洋の温度差は、海水の性状と海洋の大循環によって、海洋の垂直的な温度差へと変化する。この垂直的な温度差は季節と海域により異なり、ハワイ諸島付近では20°C以上の温度差が周年表層と500m層間で得られるが、日本周辺で得られる温度差は小さい。しかし、季節的には大きい温度差のみられる海域もあり、日本海西部では夏季の温度差が水深200m

差で 25°C にも達する。冬季に沿海州沖で冷却され沈降した日本海底冷水は、夏季にも 0°C 近い低温に保たれているので、対馬暖流系の上層水との間に大きい温度差が示されるのである。

海洋温度差からエネルギーを取り出そうという計画は、OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion) と呼ばれる。普通は電力としてエネルギーを取り出す方法がとられる。発電の機構は一般には closed cycle と呼ばれるもので、密閉した 2 つの容器をパイプでつなぎ、中間にタービンを設けるものである。容器の片方にアンモニアかフロン液を入れ、これを温水で加熱する。片方の容器内に冷水を通した冷却器を入れておくと、温水側で気化したガスはパイプを通過して冷水側に移動し、液化される。このガスの移動でタービンを駆動するのである。熱電素子を利用して発電する方法も開発中である。大きい温度差の得られる場合には、アンモニア等を使用せず、直接水の蒸発、凝縮によりタービンを駆動する open cycle 法が可能となる。この場合は、温水側タンクの海水は濃縮されてかん水が得られ、冷水側では清水を生産することとなる。つまり、海水濃縮、発電、造水は一連の工程となる。この他に、温度差を利用して海水を持ち上げ、海水で水力タービンを駆動する lift cycle なるものの研究もアメリカで行われている。

アメリカはハワイ沖で実施していた MINI-OTEC を 1979 年に終了し、1980 年から 1 MW 発電を目標とした OTEC-1 のプロジェクトに移行する計画であったが、現在中断されている。MINI-OTEC では、アンモニア closed cycle により発電端出力 53 kW を得たが、プラント駆動に 34.8 kW を消費したので、送電端上は 18.2 kW であった。バージを改造したプラットフォームは 13.6 トンのコンクリートアンカで 1 点繫留され、これからポリエチレン製外径 60 cm のパイプ 658 m が懸垂され、冷水汲み揚げが行われた。温・冷水の温度差は 20.9°C であった。このプラントは 1979 年 8 月から 11 月にかけて約 3 月稼動した。これが実際に稼動した OTEC の唯一の例である。フランスの海洋開発局 (CNEXO) も 1985 年に

open cycle のパイロットプラントを設置するよう検討中という。一方わが国では、通産省のサンシャイン計画によるプロジェクトや、電力会社による陸上発電設備からの温排水と深層冷水の温度差を利用する計画があるが、海上での実験はまだ行われていない。

長崎大学工学部を中心とした実験チームは、長崎大学水産学部の絶大な支援を得て、1980 年 7 月から 8 月にかけて、日本海西部で海洋温度差利用の洋上実験を行った。この実験は、OTEC に関する個々の技術的問題にこだわらず、むしろ洋上におけるシステム運用に関する基礎的問題の検討を意図したものである。すなわち、実験船 (プラント基盤) の深海繫留、深海冷水の汲み揚げ、プラントの駆動等を現場で実施し、OTEC の可能性を確認し、付随する問題点を実際の行動を通して見出そうとしたものである。

プラントは温度差利用海水淡水化用に組まれた。この種の実験は、極めて多くの経費と豊富な研究陣を必要とするもので、本研究班のような小規模なプロジェクトで全うできるものでない。各方面から物心両面での多大な支援を戴いたが、実験スケールは小さく制限され、不完全な情報しか得られなかった部分が多い。しかし、わが国での最初の試行として、結果を報告しておくことは意義があることであり、本研究班の責務であろう。

本実験の実施に当り、長崎大学水産学部、海上保安庁、島根県、長崎県、大社町漁業協同組合、島根県水産試験場から絶大な御支援を戴いた。また、鹿島学術振興財団からは本研究への奨学金を戴いた。厚くお礼申し上げる。また、実験遂行に際しては、長崎大学水産学部練習船長崎丸および鶴水の両船乗組員各位、長崎大学工学部および水産学部の職員並びに学生諸氏その他多くの方々の御協力を頂いた。ここに、これら実験班を支えて下さった方々の御尽力に深謝申し上げる。

2. 実験の設定および施設

(1) 実験実施地点

1980 年 3 月に 40 m の、同年 5 月に 70 m の、ついで同年 6 月には 200 m の深度からの底層水汲

み揚げ実験に成功した後、同年7月16日より8月10日にかけて、島根県日御碕北西 38 km の地点 (Fig. 1) において洋上実験を実施した。同地点付近は、俗に島根沖冷水と呼ばれる冷水塊が強く接岸する海域である。Fig. 1 中の水温鉛直分布図に示されるように、この海域の上層は対馬暖流系水に被われており、夏季は高温であり深層冷水との間に大きい温度差が示される。図は実験時の観測値であるが、わずか 180 m の水深差で 20°C 以上の温度差を示している。ハワイ沖実験での採水層が 650 m であったのに比べ、日本海の夏季は実験状況に恵まれていることがわかる。また温水と冷水の動きをみると、表層水は対馬暖流第1分枝上にあり、南西から補給され、冷水は北方の日本海固有水から補給されるので、温度差資源としては十分な量が確保できる。

実験施設は Fig. 2 のように設置した。実験船には解役された設標船かいおう 512 トンを海上保安庁より管理替えを受け、改造の上使用した。本船は前部に広い甲板を持ち、10 トンクレーンを装備し、甲板にブルワークを設けていないため、この種の作業に適している。また、強力な大型のウインチ類を持つことは深海繫留作業と冷水パイプラインの操作を可能とした。更に広い船倉と開口の大きいハッチを有するため、パイプラインの収納

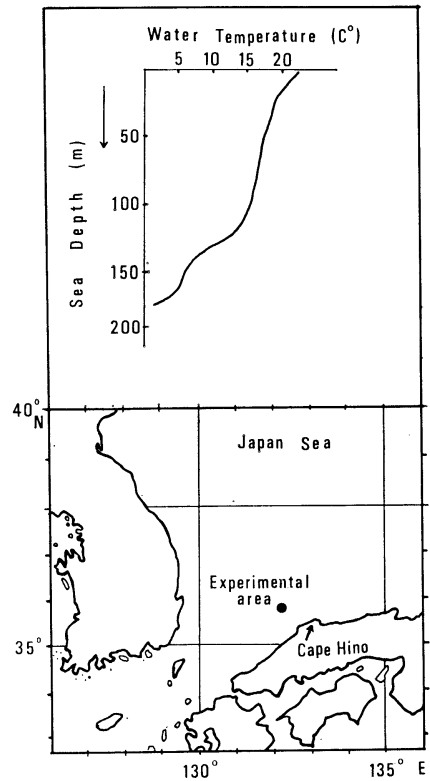


Fig. 1. The map showing the position anchored and the vertical profile of water temperature.

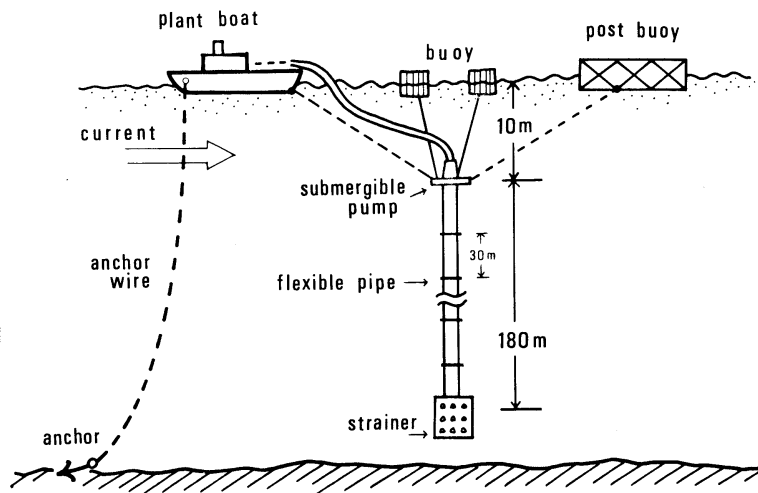


Fig. 2. The general aspect of arrangement of facilities in this experiment.

取り出しに好都合であった。

実験船の繫留は、船首から入れたケッチアンカにチェーン 25 m を付し、これに 25 mm 径のワイヤロープを繋いだ。ワイヤロープの繰出長は 600 m とした。一点繫留であるので風や流れに応じ船はアンカの周りを移動した。揚水用のパイプラインはアンカワイヤとのからみを避け船尾側から垂下した。パイプラインは垂直部分を 6 インチ 30 m の塩化ビニル製フレキシブルパイプ 6 本、全長 180 m で構成し、上端に揚水容量 35 m³/h の水中ポンプをつなぎ、下端には 2 m 立方の鉄製ストレーナを付した。水中ポンプと船上施設間は 4 インチの塩化ビニル製フレキシブルパイプで連結した。パイプラインは船から直接垂下することを避け、竹と発泡スチロール製浮子で組んだ筏で保持し、水中ポンプが水面下 10 m になるように設定した。パイプライン保持用筏は船尾後方に位置することが好ましいので、別に鉄骨と浮体で組んだ筏を用意し、それにかかる流水抵抗でパイプ保持筏を船尾後方の適位に保持するよう工夫した。また、パイプラインにはワイヤロープを添えてそれを船に固定し、パイプラインの補強と垂下揚収の便宜に供した。なお、パイプラインの全重量は 1 トン、実験時の水深は 200~220 m であった。

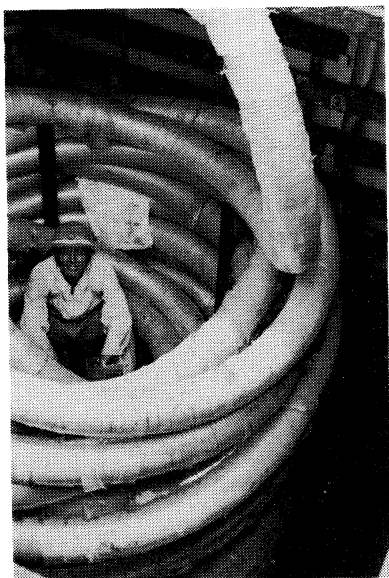


Fig. 3. The handling of the pipe line.

パイプラインは船倉内に大型の回転台を設けて格納した (Fig. 3)。パイプラインの垂下揚収作業はメインデリックを右舷側に出して行ったが、習熟後は垂下または揚収作業を 30 分間で完了できた。

(2) 造水施設

海洋温度差利用による海水淡水化の原理は次のとおりである。表層の温海水を密閉容器に入れ真空に近く減圧すれば、0.03 気圧 (水温 25°C として) で沸騰する。ここで発生した水蒸気を別の容器に導き、冷海水で冷却すれば蒸溜水が得られるという簡単な原理である。

実施上には多くの問題があるが、最大課題の一つは高度の真空を確保する技術であり、その二は、熱の低転換効率の上昇を図ることである。たとえば、温度差 25°C での温度差発電では熱から力への転換効率は 1/100 位とみられている。効率 1/10 に比べると 10 倍の水量を必要とすることになる。あるいは熱交換器の伝熱面積を 10 倍要することになる。海水の場合、熱交換器の材料はかなり高価であるから、この点は重要な課題である。本研究では熱効率を高めるため後述の昇温装置を試作して使用した。昇温装置も含む海水淡水化装置の全貌を Fig. 4 に示す。横 130 cm、奥行 80 cm、高

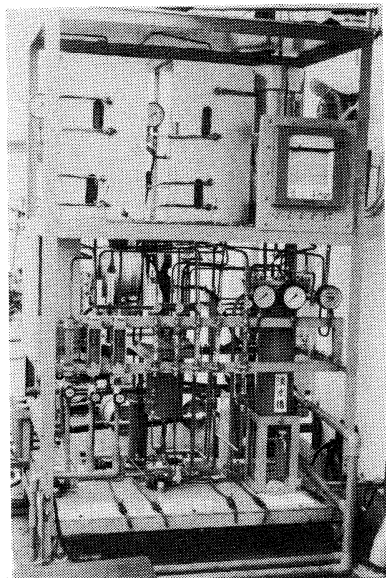


Fig. 4. The front view of the plant.

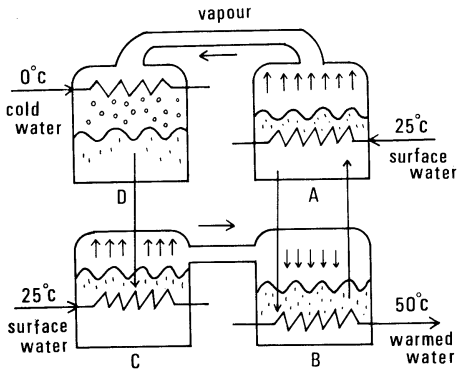


Fig. 5. The principle of chemical heat pump.

さ 200 cm のミニプラントである。

(3) 昇温装置

Fig. 5 に昇温装置の原理を示す。これはケミカル・ヒートポンプまたはケミカル昇温サイクルと呼ばれるものである。詳細は別報(栗須ほか1981)に報告したので、ここでは概略のみをのべる。装置はそれぞれ気相と液相部を持つ A, B, C, D の 4 室で構成される。A と D, B と C の室はそれぞれ気相部でつながっており、A と B, C と D の室は液相部でつながっている。A と B の液相は熱媒液の LiBr 水溶液であり、C と D のそれは純水である。昇温は B 室で行われる。A 室内で表層水により加温され蒸発した水蒸気は、D 室で冷海水で冷却され水となる。A 室の熱媒液は濃縮され B 室の熱媒液と混合する。B 室の熱媒液は A 室と同じ蒸気圧で C 室のそれより低いから、C 室で発生した水蒸気を吸収し凝縮熱を得る。さらにその凝縮による熱媒液の稀釈で稀釈熱も得るので凝縮熱と併せて B 液は昇温することになる。

(4) 実験に関連した諸計測

実験船のアンカロープにかかる張力を、Fig. 6 の方法で適宜計測した。テンションバーは 5 トン用のものを自作して使用した。実験中の水温は、パイプラインの下端と上端にサーミスターを取りつけて測定した。この方法ではサーミスターの器差により、揚水による温度変化の推定誤差が大きくなる恐れがあり、実験後測定法の改良を行っている。そのほか、小野式流速計による測流や、排水口付近についての水温・塩分の空間的微小変化の

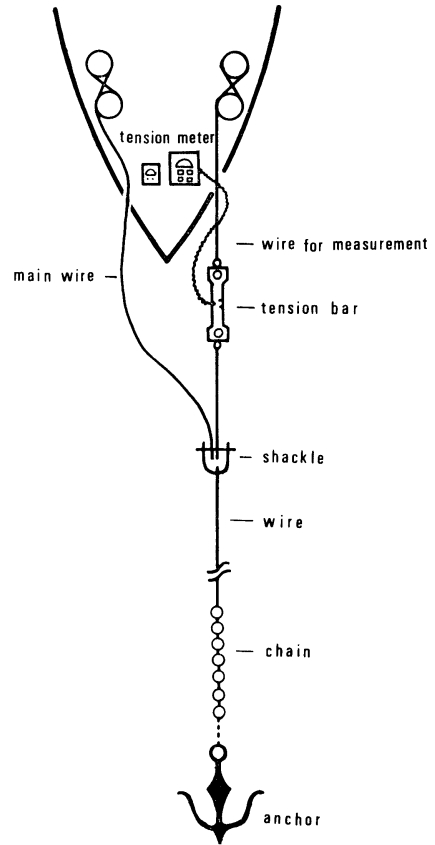


Fig. 6. The measurement of the tension on the anchor wire.

計測も行った。また、アンカロープの形状やパイプラインの状態をモニターするため、日本無線株式会社製のホログラフィック・ソナ(沖野ほか1976)による観測も試行した。これらの結果の一部は、すでに別報(東ほか1981)に報告した。

3. 実験結果

(1) 繫留にかかる問題

静穏な海況下での繫留状況を、ホログラフィック・ソナを装備した練習船鶴水で航走しながら観察した結果によると、アンカロープは垂直に近い角度で垂下して海底に接している。風速 2~4 m/s の平穏時に、Fig. 6 の方法で測定したワイヤ張力は 250~590 kg、平均 440 kg であった。アンカワイヤの自重は 1.5 kg/m であったから水深 200 m として垂直成分は 300 kg であるから、ワイヤは

垂直に近く垂下していたことになる。

実験中に平均風速 15 m の荒天に 2 度見舞われた。この際にはアンカワイヤが張り、アンカを引いて船が多少流れた。この時は荒天のためアンカワイヤの張力測定は不能であった。

(2) パイプライン保持にかかる問題

ホログラフィック・ソナでの観察によると、静穏時にはパイプラインは垂直に保持されている。荒天時の観測は果せなかったが、船がアンカを支点として左右に振れるために、パイプラインは垂直に維持できず、ゆっくり動揺した筈である。また、パイプラインの保持用筏の浮力が大きいため、うねりに乗って上下動を行ったので、パイプラインにはかなりの上下方向の弛張を与えたとみられる。荒天後揚水温度が上層水と等しくなったのでパイプラインを揚収したところ、水中ポンプの直下の塩化ビニル製パイプがねじれ切れていた。その原因がパイプラインの左右動によるものか、上下動によるものか、あるいは海水の流動に上下で大きい変化があったためか不明である。

パイプラインの動揺については、パイプラインの構造、船の繫留方法、気象海象条件等との関係について検討する必要がある。

パイプラインの上下動については、保持機構を改良し、波高変化の影響を消去する必要がある。浮子を並列に使用せず直列に配置するのも一方法であろう。特定層に顕著な流れの不連続がある場合は、その上下のパイプラインの構造を強化する必要がある。

(3) 揚水結果

使用されたパイプラインの揚水能力はパイプの口径などから計算して $60 \text{ m}^3/\text{h}$ が可能であるが、今回は水中ポンプの揚水能力の制限で、実際の最大揚水量は $35 \text{ m}^3/\text{h}$ であった。また、消費電力は 0.16 kW 、パイプラインの圧力損失は 0.6 m であった。

揚水中の海水温上昇の例を示すと、表層 22.5°C 、採水層 2.1°C の時、揚水パイプ出口の水温は 3.2°C で、昇温は 1.1°C であった。

(4) 造水結果

Fig. 4 に示した装置に、冷水と表層の温水を通

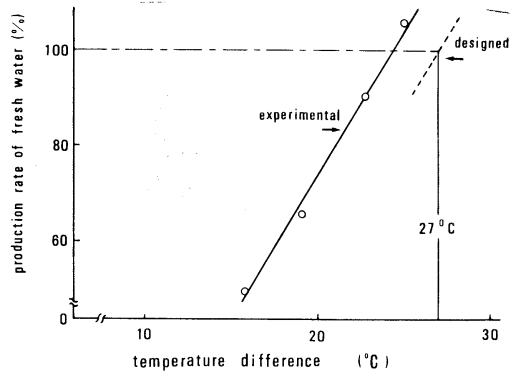


Fig. 7. The relationship between the temperature difference and the amount of water produced.

して造水実験を行った結果、僅か 2.3 l/h にしか過ぎないが一応造水の目的を果たした。揚水量 $35 \text{ m}^3/\text{h}$ の内、造水プラントに使用した量は 200 l/h で他は海に放流した。計画では温度差 27°C で造水量 2.2 l/h を予定していたが、実験結果は温度差 25°C で 2.3 l/h であった (Fig. 7)。冷水の使用量は造水量の 100 倍近くになっている。また、使用した温海水は 400 l/h あった。造水の実験値が計画値より高かったのは、冷水を多量に使用したためとみられる。なお、表層水温は $22\sim 26^\circ\text{C}$ であったが、昇温装置により 44°C まで昇温させることができた。

4. 今後の展望

OTECに今大投資をするのはギャンブルだとする意見がある (METZ 1977)。技術的に多くの問題が残されているからである。アメリカは現在 OTEC-1 のプロジェクトを中断している。しかし、石油に代る新エネルギーの開発は、先進工業国に課せられた責務である。太陽エネルギーを大量にストックする海洋から、明日のエネルギーをひき出そうとする OTEC が、海洋やエネルギーの研究者の夢となるのも自然である。

確かに、OTECの実現には、技術面からだけ見ても問題は多い。発電システム、送電システム、プラント構造と海上保持技術、パイプラインの保持、生物汚損、環境問題等々である。

通産省のサンシャイン計画による OTEC 計画

では、1 MW の実験プラント、10 MW のパイロットプラント、100 MW の実用プラントの3段階で開発を進めることを計画している。当面の目標は1 MW の実験プラントの設置で、沖縄周辺海域をモデルとして、フィジビリティ・スタディーが進められている。発電方式としては熱電発電の開発が進められているが、実験プラントではアンモニア closed cycle が採用されることになろう。発電プラントを海上繫留型とするか、水没型とするか、あるいは冷水パイプラインを陸上に導いて陸上設置とするか議論の多いところである。わが国では海洋温度差が安定して得られ易い南方海域が、台風被災の頻度の高い海域でもあるので、深海繫留やパイプラインの設置と保持の技術レベルとも考え併せると、慎重な検討が望まれる。水没または半水没式アンモニア closed cycle の場合は、労務災害防止と水質保全上、ガス漏洩防止について万全を期すことも必要となる。

わが国の南岸には黒潮が流れており、海洋エネルギー利用の条件には恵れている。ただ、温度差発電の観点からすれば、20°C 以上の温度差を安定して得るような条件にはなく、現状では不利である。また、100 MW の OTEC には冷海水、温海水各約 100 万 m³/h が必要とされている。利根川級の大河川の流量に匹敵する大量の水の使用と排出が、周辺の環境や生物生産、漁業等に与える影響についても、十分な事前予察が必要である。温度差発電に有利な条件が、漁場条件と重なる場合も少なくないことも注意しなければならない。この点に関しては、下層水を揚水して上層で藻類の大量栽培を狙うバイオマス計画についても同様に言えることである。

本報告は、海上実験の経過報告にとどまり、上記の諸問題に関して何らかの解を与えるようなものではない。冒頭にも述べたように、OTEC の構想は、大学の講座単位の研究組織での対応には巨

大に過ぎるのである。しかし、兎に角海上実験を果し、ごく小規模ながら造水の可能性を示すことができた。水深 200 m の沖合で 500 トンの船を定置し、180 m のパイプラインを保持することの困難性もみだし、15 m を超す風の連吹の下での作業の苛酷さも体験した。人員・予算面の弱さから、全期間を通して実験遂行にかかる多面的な記録をとることは果せなかったが、今後の実験実施のための多くの参考情報を得た。冷水の排出影響については、特別の変化を検出できなかったが、揚水量 35 m³/h 程度では検出可能な程の影響はなかったものとみられる。

1982 年夏期に第 2 回目の洋上実験を計画中である*。この実験では、揚水能力を有効に使用できるようにプラントの規模を拡大し、発電と造水両面の実験を行う予定である。これらが、わが国 OETC 推進の一助になれば幸いである。

文 献

- エンジニアリング振興協会 (1981): 海洋温度差発電システムの研究. 昭和55年度サンシャイン計画委託調査研究成果報告書. 401 pp.
- 東 克彦・甲中清裕・栗須正登 (1981): 海洋温度差エネルギー利用の研究—実験船の洋上設置と冷水のポンプ up. 長大工学部研報 (17), 9-16.
- HARTLINE, B. K. (1980): Tapping sun-warmed ocean water for power. *Science*, **209** (15).
- 栗須正登・琴浦和樹・宇都幸一 (1981): 海洋温度差エネルギー利用の研究—昇温サイクルの利用を応用した海水淡水化. 長大工学部研報 (17), 17-21.
- METZ, W. D. (1977): Ocean thermal energy: The biggest gamble in solar power. *Science*, **198** (14).
- 沖野睦郎・高良正一・東 陽二 (1976): ホログラフィックスキヤニングソナー. 日本無線技報 (10), 28-34.
- UNITED STATE DEPARTMENT OF COMMERCE (1981): Draft environmental impact statement for commercial ocean thermal energy conversion (OTEC) licensing. Office of Ocean Minerals and Energy, Washington.

* 1982年9月に第1回実験とほぼ同一海域で111トンの曳船を備船して第2回実験を行い、フロン closed cycle 方式により、2 kW の発電を果した。

学 会 記 事

1. 昭和57年11月15日 東京水産大学において昭和58年度学会賞受賞候補者推薦委員会(第1回)が開かれた。
2. 昭和57年12月11日 東京水産大学において編集委員会が開かれ、La mer 第21巻第1号の編集を行った。
3. 昭和57年12月23日 東京水産大学において昭和58年度学会賞受賞候補者推薦委員会(第2回)が開かれ、審議の結果、候補者として中村重久氏を推薦することとし、この旨石野誠委員長から会長に報告された。
4. 新入会員

氏 名	所 属	紹介者
高杉由夫	工業技術院 中国工業技術試験所	川名吉一郎

5. 退会者
(正会員) 渡辺信雄, 水沼栄三
6. 会員の住所・所属の変更

氏 名	新住所または新所属
松本宗治	〒565 吹田市清水2-1 日本科学工業開発部
山中一郎	〒419-01 静岡県田方郡函南町平井 字白道坂1264-77

7. 交換および寄贈図書

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| 1) 養殖研ニュース | No. 4 |
| 2) 鯨研通信 | No. 347, 348 |
| 3) 研究実用化報告 | Vol. 31 No. 10~12 |
| 4) なつしま | No. 61, 62 |
| 5) 海洋時報 | 第27号 |
| 6) 西表だより | 第1号 |
| 7) 高知大学海洋生物教育研究
センター研究報告 | No. 4 |
| 8) 海産研ニュース | No. 5 |
| 9) 隠岐海峡海底地質図 | 20 |
| 10) 船と港のはくぶつかん | No. 18 |
| 11) 航 海 | 第74号 |
| 12) 海洋産業研究資料 | No. 131, 132 |
| 13) 海洋観測資料 | 昭和54年 |
| 14) 広島大学生物生産学部紀要 | 第21巻第1, 2号 |
| 15) 広島県水産試験場事業報告 | 昭和56年度 |
| 16) 日本プランクトン学会報 | 第29巻第2号 |
| 17) 国立科学博物館彙報 | 第15号 |

- | | |
|--|--|
| 18) Bulletin of the National
Science Museum | Vol. 8 No. 4 |
| 19) 農業土木試験場場報 | No. 36 |
| 20) 農業土木試験場報告 | 第23号 |
| 21) 農業土木試験場20年小史 | |
| 22) 科学通報 | Vol. 27 No. 10~12 |
| 23) 海洋学报 | Vol. 4 No. 1~6 |
| 24) 海洋与湖沼 | 第13巻第5期 |
| 25) 韓国海洋学会誌 | 第16巻第1~2号
第17巻第1号 |
| 26) Novitates | May 12, June 4,
June 7 (1982)
N° 326~327 |
| 27) Science et pêche | |
| 28) Revista Cubana de
Investigaciones Pesqueras | Vol. 4 No. 3, 4 |
| 29) Laboratoire d'océanographie
physique | Vol. 18 |
| 30) Boletim do Instituto Nacional
de Investigaçao das Pescas | No. 3 |
| 31) Environnements sédiment-
aires de l'Atlantique nord
au quaternaire | N° 31~32 |
| 32) Revue des travaux de
l'institut des pêches
maritimes | Tome 45 Fasc. 3 |

日仏海洋学会役員

- | | |
|----|---|
| 顧問 | ユベール・ブロッシェ ジャン・デルサルト
ジャック・ロベール アレクシス・ドランデ
ール ベルナル・フランク ミシェル・ル
サージュ ロベール・ゲルムール ジャック・
マゴー |
|----|---|

- | | |
|-------|--|
| 名誉会長 | レオン・ヴァンデルメルシュ |
| 会 長 | 佐々木忠義 |
| 副 会 長 | 國司秀明, 高野健三, 冨永政英 |
| 常任幹事 | 阿部友三郎, 有賀祐勝, 佐伯和昭, 関 文威
松生 治, 三浦昭雄 |
| 幹 事 | 石野 誠, 井上 実, 今村 豊, 岩下光男,
宇野 寛, 川原田 裕, 神田献二, 菊地真一,
草下孝也, 斎藤泰一, 佐々木幸康, 高木和徳,
高橋 正, 辻田時美, 奈須敬二, 根本敬久, |

半沢正男, 丸茂隆三, 森田良美, 山中麿之助
(五十音順)

監査 久保田 穰, 岩崎秀人
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, 入江春彦, 岩井 保,
岩崎秀人, 岩下光男, 岩田憲幸, 岩本康三,
宇野 寛, 大内正夫, 小倉通男, 大村秀雄,
岡市友利, 岡部史郎, 岡見 登, 岡本 巖,
梶浦欣二郎, 梶原昌弘, 加藤重一, 加納 敬,
鎌谷明善, 川合英夫, 川上太左英, 川村輝良,
川原田 裕, 神田献二, 菊地真一, 草下孝也,
楠 宏, 國司秀明, 久保田 穰, 黒木敏郎,
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,
佐々木忠義, 佐々木幸康, 佐藤孫七, 猿橋勝子,
柴田恵司, 下村敏正, 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, 千葉卓夫,
辻田時美, 寺本俊彦, 鳥羽良明, 富永政英,
鳥居鉄也, 中井甚二郎, 中野猿人, 永田 正,
永田 豊, 奈須敬二, 奈須紀幸, 西沢 敏,
西村 実, 根本敬久, 野村 正, 畑 幸彦,
半沢正男, 半谷高久, 樋口明生, 菱田耕造,
日比谷 京, 平野敏行, 深沢文雄, 深瀬 茂,
福島久雄, 淵 秀隆, 増沢譲太郎, 増田辰良,
松生 治, 丸茂隆三, 三浦昭雄, 三宅泰雄,
村野正昭, 元田 茂, 森川吉郎, 森田良美,
森安茂雄, 安井 正, 柳川三郎, 山口征矢,
山路 勇, 山中麿之助, 山中一郎, 山中 一,
吉田多摩夫, 渡辺精一 (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

日 仏 海 洋 学 会 会 則

- 第1条 本会は日仏海洋学会と称する。
- 第2条 本会の目的は日仏海洋および水産学者の連絡を密にし、両国のこの分野の科学の協力を促進するものとする。
- 第3条 上記の目的を実現するため本会は次の事業を行なう。
- (1) 講演会の開催
 - (2) 両国の海洋学および水産学に関する著書、論文等の相互の翻訳、出版および普及
 - (3) 両国の海洋、水産機器の技術の導入および普及
 - (4) 日仏海洋、水産学者共同の研究およびその成果の論文、映画などによる発表
 - (5) 両国間の学者の交流促進
 - (6) 日仏海洋、水産学者の相互の親ぼくのために集会を開くこと
 - (7) 会報の発行および出版
 - (8) その他本会の目的を達するために必要な事業
- 第4条 本会には、海洋、水産学の分野に応じて分科会を設けることができる。分科会は評議員会の決議によって作るものとする。
- 第5条 本会の事務所は日仏会館（〒101 東京都千代田区神田駿河台2丁目3番地）に置く。
- 第6条 本会に地方支部を置くことができる。
- 第7条 本会会員は本会の目的に賛成し、所定の会費を納めるものとする。会員は正会員および賛助会員とする。
- 第8条 正会員会費は年額4,500円、賛助会員会費は一年額10,000円とする。
- この会費は総会の決議によって変えることができる。
- 第9条 本会は評議員会によって運営され、評議員は会員総会により選出される。評議員の任期は2年とする。ただし重任を妨げない。
- 第10条 評議員はその内より次の役員を選ぶ。
- | | | | |
|------|----|-------|-----|
| 会 長 | 1名 | 副 会 長 | 若干名 |
| 常任幹事 | 5名 | 幹 事 | 若干名 |
| 監 事 | 2名 | | |
- 第11条 本会に名誉会長、顧問および名誉会員を置くことができる。名誉会長、顧問および名誉会員は評議員会の決議により会長これを委嘱または推薦する。日仏会館フランス人学長を本会の名誉会長に推薦する。
- 第12条 会長は会を代表し会員総会および評議員会の議長となる。会長事故あるときは副会長がこれに代わる。常任幹事は分科会および地方支部間の連絡を保ち、また会長を補佐して分科会、地方支部の活動の調整にあたり、会の財政を運営する。監事は会の会計を監督する。
- 第13条 年に1回総会を開く。総会では評議員会の報告を聞き、会の重要問題を審議する。会員は委任状または通信によって決議に参加することができる。会長は必要に応じて評議員会の決議を経て臨時総会を招集することができる。
- 第14条 本会則の変更は総会の決議による。

日 仏 海 洋 学 会 賞 規 定

1. 日仏海洋学会賞（以下学会賞という）を本学会に設ける。学会賞は本学会員で、原則として本学会誌に発表した論文の中で、海洋学および水産学において顕著な学術業績を挙げた者の中から、以下に述べる選考を経て選ばれた者に授ける。
 2. 学会賞受賞候補者を選考するため学会賞受賞候補者推薦委員会（以下委員会という）を設ける。
 3. 委員会の委員は13名とする。委員は毎年春の評議員会で選出し、委員長は委員の互選により定める。会長は委員会が必要と認めた場合、評議員会の同意を得て2名まで委員を追加委嘱することができる。
 4. 委員会は受賞候補1件を選び、12月末までに選定理由をつけて会長に報告する。
 5. 会長は委員会が推薦した候補者につき無記名投票の形式により評議員会にはかる。投票数は評議員総数の3分の2以上を必要とし、有効投票のうち4分の3以上の賛成がある場合、これを受賞者として決定する。
 6. 授賞式は翌年春の学会総会において行ない賞状、メダルおよび賞金を贈呈する。賞金は5万円とする。
- 賞 書
1. 委員は各専門分野から選出されるよう十分配慮すること。
 2. 受賞者は原則として順次各専門分野にわたるよう十分配慮すること。

Status de la Société franco-japonaise d'océanographie

- Art. 1** Il est formé une Société qui prend le nom de la "Société franco-japonaise d'océanographie".
- Art. 2** La Société franco-japonaise d'océanographie a pour but de resserrer les relations entre océanographes française et japonais ainsi qu'entre spécialistes des produits maritimes.
- Art. 3** A cette fin, la Société se propose:
- a) d'organiser des conférences,
 - b) de diffuser les traductions d'ouvrages concernant les études océanographiques,
 - c) d'introduire dans chacun des deux pays et d'y diffuser les techniques et les matériels océanographiques des deux pays,
 - d) de promouvoir les études ou recherches communes parmi les savants des deux pays et d'en publier les résultats par publications écrites et par cinéma,
 - e) de promouvoir l'échange réciproque de savants,
 - f) d'organiser des réunions amicales entre savants des deux pays, à l'occasion de leurs visites mutuelles,
 - g) de publier un bulletin scientifique,
 - h) et, généralement, d'exercer toutes activités conformes à son but.
- Art. 4** La Société peut comporter des sections spécialisées dans un domaine particulier.
Ces sections ne peuvent se constituer qu'en vertu d'une décision du Conseil d'Administration.
- Art. 5** Le siège social est fixé à la Maison franco-japonaise, 3, 2-chome, Kanda-Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101.
- Art. 6** Des sections locales de la Société peuvent être constituées par décision du Conseil d'Administration.
- Art. 7** Toute personne s'intéressant aux activités de la Société peut s'inscrire comme membre. Tout membre doit acquitter sa cotisation.
Les membres de la Société se composent de membres ordinaires et de membres donateurs.
- Art. 8** Le montant de la cotisation est fixé comme suit:
- membre ordinaire: 4,500 yens par an.
 - membre donateur: 10,000 yens par an, ou un multiple de cette somme.
- Ce montant peut être modifié par l'Assemblée générale.
- Art. 9** Le Conseil d'Administration gère les affaires de la Société. Les membres du Conseil d'Administration sont élus pour deux ans par l'Assemblée générale, composée de tous les membres de la Société. Ils sont rééligibles.
- Art. 10** Les membres du Conseil d'Administration élisent parmi eux:
- un président
 - des vice-présidents
 - cinq administrateurs-délégués
 - des administrateurs
 - deux commissaires aux comptes
- Art. 11** Le Conseil d'Administration peut, avec l'accord du président, désigner certaines personnes comme présidents d'honneur, membres honoraires ou conseillers de la Société.
Le directeur français à la Maison franco-japonaise est désigné comme président d'honneur.
- Art. 12** Le président, représentant de la Société, préside l'Assemblée et le Conseil d'Administration.
Il peut-être remplacé à la présidence d'une séance par un vice-président.
Les administrateurs-délégués ont pour fonction d'assurer la liaison et la coordination entre les activités de la Société et celles de ses sections spécialisées ainsi que de ses sections locales et de gérer les finances de la Société.
Les commissaires s'occupent de la comptabilité.
- Art. 13** L'Assemblée générale est convoquée une fois par an pour entendre le rapport du Conseil d'Administration et pour délibérer sur les questions importantes concernant la Société.
Tous les membres peuvent participer aux décisions de l'Assemblée générale en s'y faisant représenter par un autre membre ou en votant par correspondance.
Le président peut éventuellement convoquer l'Assemblée générale pour des sessions supplémentaires, avec la décision du Conseil d'Administration.
- Art. 14** Les présents statuts peuvent être modifiés par l'Assemblée générale.

日 仏 海 洋 学 会 会 員 名 簿

(昭和58年1月20日現在)

名 譽 会 員

- | | | | | | |
|--------|-----|------------------------------------|---------|-----|-------------------|
| 坂口 謹一郎 | 152 | 東京都目黒区麩番 3-17-4 | 山口 生 知 | 145 | 東京都大田区田園調布 4-17-2 |
| 日高 孝 次 | 150 | 東京都渋谷区神宮前 6-35-3 コー
プオリンピア 714号 | 和 達 清 夫 | 160 | 東京都新宿区内藤町 1 |

正 会 員

(あ)

- | | | | | | |
|--------|--------|-------------------------------------|---------|--------|---|
| 青木 三 郎 | 112 | 東京都文京区白山 5-28-20 東洋
大学自然科学研究室 | 井 川 良 勝 | 146 | 東京都大田区久ヶ原 5-2-13 信和
パーク(株) |
| 青木 斌 | 424 | 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋
学部 | 池 田 彌 生 | 108 | 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学 |
| 青山 恒 雄 | 164 | 東京都中野区南台 1-15-1 東京大
学海洋研究所 | 池 田 豊 | 105 | 東京都港区虎ノ門3-19-17 杉松方 |
| 赤松 英 雄 | 790 | 松山市北持田町 102 松山地方気
象台 | 石 井 幸次郎 | 130 | 東京都墨田区横網町 1-2-26 ライ
オン・エンジニアリング(株) |
| 秋葉 芳 雄 | 041 | 函館市港町 3-1-1 北海道大学水
産学部 | 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 |
| 秋山 純 | 222 | 横浜市港北区錦ヶ丘 25-16 | 石 野 誠 | 108 | 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学 |
| 秋山 勉 | 100 | 東京都千代田区大手町 1-3-4 気
象庁海洋気象部海洋課 | 石 渡 直 典 | 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 | 出 雲 義 朗 | 108 | 東京都港区白金台 4-6-1 国立公
衆衛生院 |
| 阿部 友三郎 | 162 | 東京都新宿区神楽坂 1-3 東京理
科大学 | 市 栄 譽 | | Dept. of Oceanography, Texas
A & M University, College Sta-
tion, Texas 77843, U. S. A. |
| 阿部 宗 明 | 176 | 東京都練馬区小竹町 2-54 | 市 村 俊 英 | 177 | 東京都練馬区三原台 1-26-6 |
| 天野 宏 | 250 | 小田原市南町 1-6-34 小田原城内
高等学校 | 糸 冽 長 敬 | 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 | 稲 葉 栄 生 | 424 | 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋
学部 |
| 浅田 敏 | 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 | 井 上 清 | 108 | 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学 |
| 新崎 盛 敏 | 175 | 東京都板橋区徳丸 3-33-5 | 井 上 尚 文 | 850 | 長崎市国分町 49 西海区水産研究
所 |
| 荒川 好 満 | 733 | 広島市中区吉島新町 1-21-15-302 | 井 上 実 | 108 | 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学 |
| 有賀 祐 勝 | 108 | 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学 | 井 上 裕 雄 | 761-07 | 香川県木田郡三木町池戸 香川
大学農学部 |
| | | | 井 上 喜 洋 | 250 | 小田原市早川 1-8-8 神奈川県水
産試験場相模湾支所 |
| | | | 井 上 敏 彦 | 136 | 東京都江東区南砂 2-3-1-1331 |
| | | | 今 関 昭 博 | 108 | 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学 |
| | | | 今 村 豊 | 185 | 国分寺市東元町 3-33-15 |

(い)

- | | | |
|---------|--------|--------------------------|
| 飯 沢 正 人 | 010-06 | 秋田県男鹿市戸賀 204 |
| 飯 塚 昭 二 | 852 | 長崎市文教町 1-14 長崎大学水産
学部 |

- 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
- 苛原 障 110 東京都台東区上野 3-3-5 浅井第
3ビル 東久海洋調査
- 入江春彦 852 長崎市文教町 1-14 長崎大学水産
学部
- 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 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋
学部
- 岩田憲幸 233 横浜市港南区日野町 4180 港南台
ひばり団地 5-301
- 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 160 東京都新宿区歌舞伎町2-3-21-506
- 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
- 植村泰治 156 東京都世田谷区桜上水 4-1-9-406
- 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
- 浦原純二 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王台 1-1-1
筑波大学生物科学研究科
- 円田偉久雄 221 横浜市神奈川区出田町1 日本大
洋海底電線(株)研究開発室
- 遠藤泰司 105 東京都港区新橋 2-1-13 新橋富士
ビル9F 日本テトラポッド

(お)

- 大内正夫 612 京都市伏見区深草藤森町1 京都
教育大学理科教育研究室
- 大木紀子 616 京都市左京区嵯峨野有栖川 1-77
(パーキンズ・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
- 太田通靖 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
- 大野裕史 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋
学部
- 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 隼鳥羽水族館
- 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 351 和光市広沢 2-1 理化学研究所
- 岡本 巖 520 大津市平津町 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
- 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
- 小坂丈予 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
- 奥田邦明 980 仙台市荒巻字青葉 東北大学理学
部地球物理学科
- 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
- 落合弘明 517 鳥羽市池上町 1-1 鳥羽商船高等
専門学校

(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
- 金井 一彦 657 神戸市灘区しる谷 1040
- 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
- 川上 太左英 520-23 滋賀県野洲郡野洲町小篠原 1849
- 川崎 寛司 300 土浦市神立町 502 株式会社製作所機械研究所
- 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
- 川原 征一郎 863 熊本県本渡市本渡町大字広瀬 751-1 青少年海の家
- 川村 輝良 041 函館市港町 3-1-1 北海道大学水産学部
- 川村 文三郎 104 東京都中央区築地 5-3-1 海上保安庁水路部内 (財)日本水路協会サービスコーナー
- 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
- 神田 献二 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 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 424 清水市折戸 5-7 遠洋水産研究所 宿舍B-47
- 木瀬 秀兮 684 境港市中野町 2162-1
- 木原 興平 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 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 164 東京都世田谷区若林 1-37-14
- 草野 和之 311-12 那珂湊市平磯町三ツ塚 3551-8 茨城県水産試験場
- 楠 宏 173 東京都板橋区加賀 1-9-10 国立極地研究所
- 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 1181-10
- 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
- 倉田 亮 520 大津市打出浜 滋賀県琵琶湖研究所
- 黒川 治雄 101 東京都千代田区猿楽町 2-2-2 興新ビル4F (株)マリン企画
- 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
- 黒田 隆哉 985 塩釜市新浜町 3-27-5 東北区水産研究所
- 黒沼 勝造 185 国分寺市内藤 2-43-6

(こ)

- 河野 祐一 150 東京都渋谷区神南 NHK 放送センター映画部撮影課
- 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 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 良夫 759-65 下関市吉見永田本町 1944 水産大学校
- 小竹 康之 141 東京都品川区旗の台 5-18-2
- 小長 俊二 540 大阪市東区法円坂町 6-25 大阪合同庁舎第2号館大阪管区气象台
- 小林 彰 510-12 三重県四日市市市立富田小学校
- 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 熱海市綱代 57-1 丸和水産(株)
- 小林 博 759-65 下関市吉見永田本町 1944 水産大学校
- 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 (株)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
- 近藤 正夫 730 広島市光町 2-11-31 復建調査設計(株)設計部
- 児玉 理彦 105 東京都港区新橋 2-1-3 新橋富士ビル 日本テトラポッド(株)コンサルタント事業部調査設計部
- (さ)
- 西條 八東 464 名古屋市中千種区不老町 名古屋大学水圏科学研究所
- 斎藤 誠一 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
- 斎藤 泰一 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 斎藤 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 忠義 166 東京都杉並区阿佐ヶ谷北 3-33-16
- 佐々木 幸康 237 横須賀市浜見台 2-8-5
- 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 650 神戸市中央区中山手通 7-14-1 神戸海洋気象台海洋課
- 佐野 徳夫 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学
- 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)
- 塩見 文作 182 狛江市和泉 264 日本海洋産業研究所
- 篠田 裕 275 習志野市谷津町 7-1916 千葉工業大学土木工学科
- 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 正之 275 習志野市谷津町 7-1916 千葉工業大学土木工学科
- 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 104 東京都中央区築地 5-3-1 海上保安庁水路部
- (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)スガ・マリンメカニック
- 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 174 東京都板橋区東山町 36-2
- 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 東京大産大学
- (せ)
- 瀬川 爾 朗 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 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
- (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 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 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 正 征 305 茨城県新治郡桜村天王台 1-1-1 筑波大学生物科学系
- 高橋 淳 雄 890 鹿児島市下荒田 4-50-20 鹿児島大学水産学部水産学科海洋環境物理学研究室
- 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 八戸市尻内町鴨田 7 青森県合同庁舎内 青森県水産事務所
- 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
- 館石 昭 177 東京都豊島区北大塚 3-32-10 木下ビル 水中造形センター
- 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㈱
- 田村 保 464 名古屋市中種区不老町 名古屋大学農学部水産学講座
- 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
- 依 悟 759-65 下関市吉見永田本町 1944 水産大学校
- (ち)
- 千葉 卓 夫 751 下関市楠乃 15-2 東亜大学
- 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 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 100 東京都千代田区大手町 1-3-4 気象庁統計課
- 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 028-11 岩手県上閉伊郡大槌町赤浜 2-106 東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター
- 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 980 仙台市荒巻青葉 東北大学理学部地球物理学教室
- 富 田 廣 231 横浜市中区山下町山下埠頭構内日本雑貨振興センタービル (財) 日本冷凍食品検査協会横浜事務所
- 冨 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 100 東京都千代田区霞ヶ関 3-4-2 商工会館内(財)日本極地研究振興会
- 豊 重 正 夫 101 東京都千代田区猿樂町 1-2-1 日本出版貿易株式会社雑誌課

(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 井 甚二郎 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
- 中 尾 徹 108 東京都港区三田 1-4-28 三田国際ビル 5F 千代田デイズアンドムーア(株)

- 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 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
- 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 420 静岡市追手町 9-6 静岡県農業水産部水産課
- 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 039-34 青森県津軽郡平内町茂浦月泊 10 青森県水産増殖センター
- 永 田 正 277 千葉県柏市中新宿 2-17-11
- 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 田 進 一 653 神戸市東灘区深江南町 5-1-1 神戸商船大学
- 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 424 清水市折戸 5-7-1 遠洋水産研究所
- 奈 須 紀 幸 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所

(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
- 二 谷 穎 男 104 東京都中央区築地 5-3-1 海上保安庁水路部
- 新 田 忠 雄 160 東京都新宿区西新宿 2-7-19 新宿第一生命ビル 6F 日本エヌ・ユー・エス(株)
- 日本造船振興財 105 東京都港区虎ノ門 1-15-16 団法人図書室

(ぬ)

- 布垣寛一 617 京都府乙訓郡長岡町大字今里小字西口 32-5 三鬼エンジニアリング㈱
- 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㈱
- 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)

- 長谷川英一 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
- 長谷川俊彦 113 東京都文京区本駒込3-29-3平松方畑 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 東海大学海洋学部
- 林慎二 100 東京都千代田区内幸町 1-1-3 東京電力㈱建設部土木調査課
- 原田英司 649-22 和歌山県西牟婁郡白浜町 京都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
- 半谷高久 158 東京都世田谷区深沢 東京都立大学理学部
- バンク・ド・ランドシーヌ・エ・ド・スエズ 107 東京都港区赤坂 1-1-2

(ひ)

- 樋口明生 790 松山市文京町 3 愛媛大学工学部
- 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㈱ 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
- 桧山義夫 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 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 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 041 函館市港町 3-1-1 北海道大学水産学部
- 福島久雄 047-02 小樽市桂岡町 62 北海道薬科大学物理学教室
- 福田雅明 120 東京都足立区綾瀬 6-41-2-504
- 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㈱
- 澗秀隆 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋学部
- 古川史郎 085 釧路市城山 1-15-55 北海道教育大学釧路分校
- 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 千葉市中仲台町 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 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 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 100 東京都千代田区大手町 1-3-4 気
象庁
- 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
- 増 田 辰 良 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学
- 松 生 洽 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学
- 松 村 皐 月 104 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海
区水産研究所
- 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)
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 305 茨城県新治郡桜村天久保 3-15-8
ランブハウス15号
- 間 庭 愛 信 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
- 丸 茂 隆 三 156 東京都世田谷区桜丘 1-1-1 東京
農業大学総合研究所
- (み)
- 三 浦 昭 雄 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学
- 三 浦 知 之 164 東京都中野区南台 1-15-1 東京
大学海洋研究所
- 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 ムサシ工業
- 溝 口 裕 359 所沢市所沢 500 防衛医科大学校
物理教室
- 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 相模原市淵野辺 麻布獣医科大学
- (む)
- 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
- 村 山 三 郎 891-01 鹿児島市上福元町 1792
- (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 424 清水市折戸 3-20-1 東海大学海洋
学部
- 本 橋 敬之助 281 千葉県稲毛海岸 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 798-01 愛媛県宇和島市下波 5516
愛媛県水産試験場
- 森 永 勤 108 東京都港区港南 4-5-7 東京水産
大学
- 森 安 茂 雄 540 大阪市東区法円坂町 6-25 大阪
合同庁舎 2号館 大阪管区気象台
- 森 山 剛 一 184 小金井市桜町 2-5-12
- 守 安 実己郎 165 東京都中野区野方 6-39-3
- (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-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 100 東京都千代田区大手町 1-3-4 気象庁海洋気象部
- 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)
- 吉田三郎 990 山形市小白川町 214 山形大学教育学部地学教室
- 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 アスター精機株式会社

外 国 会 員

- Apostolopoulos, Joannes
Regional Development Office of the Aegean Sea Islands, Kavetsou 14, Mytilene-Lesvos Is., Greece
- Ayodhya
Plk Klender Tromalpos No. 38, Djutinegara, Djakarta, 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 University, Corvallis, Oregon 97331, U.S.A.
- 張善徳
韓国釜山特別市釜山鎮区大淵洞 釜山水産大学
- Chouteau, Jacques
Université d'Aix-Marseille III, rue Henri Poincaré, 13397 Marseille Cedex 4, France
- Dandonneau, Y.
ORSTOM Centre B.P. A5, Noumea, Nouvelle Calédonie
- Daniel, Cognie
Deva suo, 34250 Palavas-les-flots, France
- Ddonguy, J.R.
Bibliotheque, 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
Sio Library C-0750c, University of California, San Diego, La Jolla, California 92093, U.S.A.
- Eyries, Ing. Marc
Etablissement Principal du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, Route de Bergot 29, N-Brest, France

- Harada, Kunizi
24 Elvina Av., Avalon, 2107, N.S.W., Australia
- 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
Le 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
韓國釜山市影島區南港洞 2 街 16 番地
國立水產振興院
- 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, Museum
National d'Histoire Naturelle, 43-45, rue Cuvier,
Paris 5°, 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 Marines,
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.
Laboratoire Institute Scientifique et Technique
des Pêcheur Maritimes, Boulogne-sur-Mer 62 (Par
de Calars), France
- Nuitja, I Njoman Sumertha
Faculty of Fisheries, Bogor Agriculture Univer-
sity, Baranangsiang, Bogor, Indonesia
- 朴 周 鎬
韓國釜山市影島區南港洞 2 街 16 番地
國立水產振興院海洋調查課
- Park, P. Kilho
7 Fallswood Court, Rockville, MD 20854, U.S.A.
- Patrik, Soisson
24, Rue de la Lionne, 45000-Orleans, France
- Pères, 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
Division Amenagements Littoraux et Aquaculture,
C.T.G.R.E.F., Entenne de Bretagne, Avenue des
Frères, Lumière 29260, Lesneven, France
- Ruff, Med. S.
Institut für Flugmedizin, 53 Bonn-Bad, Godesberg
Kolner Strasse 70, Germany
- Sournia, Alain
Ichtyologie Générale et Appliquée, Museum
National d'Histoire Naturelle, 43, rue Cuvier,
75231 Paris Cedex 05, France
- Tailliez, Philippe
ZB^d Mistral, Toulon, 83000, France
- Willm, Pierre
Institut Français du Pétrole, 1 et 4 Avenue de
Bois Prean, Rueil-Mal maison (S. et 0.), France
- Yagi, Hiroki
Bat. 4, Station Marine d'Endoume, rue Batterie
des Lions, 13007 Marseille, France

賛 助 会 員

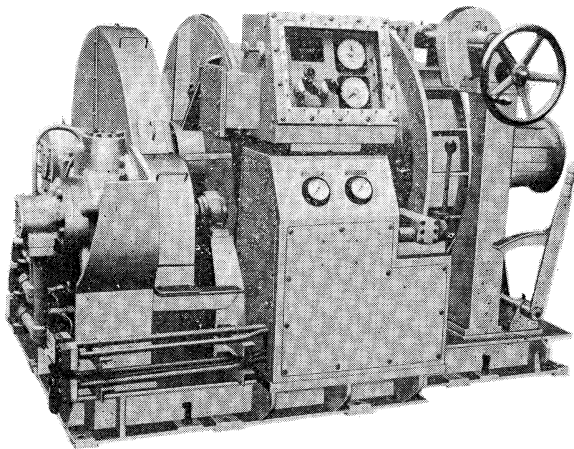
旭化成工業株式会社	東京都千代田区有楽町 1-1-2 三井ビル
株式会社内田老鶴園新社 内田悟	東京都千代田区九段北 1-2-1 蜂谷ビル
株式会社 沖縄さんご園	那覇市首里金城町 3-5
株式会社 オーシャン・エージ社	東京都港区元赤坂 1-7-8
株式会社 オセアノート	東京都世田谷区北沢 1-19-4-202
小樽船舶電機株式会社	小樽市色内町 3-4-3
社団法人 海洋産業研究会	東京都港区新橋 3-1-10 丸藤ビル
協同低温工業株式会社	東京都千代田区神田佐久間町 1-21 山伝ビル
小松川化工機株式会社	東京都千代田区岩本町 1-10-5 TMMビル5F
小山 康 三	東京都文京区本駒込 6-15-10 英和印刷社
三信船舶電具株式会社	東京都千代田区神田 1-16-8
三洋水路測量株式会社	東京都中央区日本橋堀留町 1-3-17
シュナイダー財団極東駐在事務所	東京都港区南青山 2-2-8 DFビル
昭和電装株式会社	高松市寺井町 1079
新日本気象海洋株式会社	東京都世田谷区玉川 3-14-5
株式会社 鶴見精機	横浜市鶴見区鶴見中央 2-2-20
株式会社 東京久栄	東京都中央区日本橋 3-1-15 久栄ビル
東京製網繊維ロープ株式会社	東京都中央区日本橋本町 1-7-1
中川防蝕工業株式会社	東京都千代田区神田鍛冶町 2-2-2 東京建物ビル
日本アクアラング株式会社	神奈川県厚木市温水 2229-4
日本テトラポッド株式会社	東京都港区新橋 2-1-13 新橋富士ビル9階
社団法人 日本能率協会	東京都港区芝公園 3-1-22 協立ビル
深田サルベージ株式会社	東京都千代田区神田錦町 1-9-1 天理教ビル8階
藤田 峯 雄	茨城県北相馬郡藤代町大字毛有 850 株式会社 中村鉄工所
古野電気株式会社	東京都中央区八重洲 2-3-13 藤和ビル
丸文株式会社	東京都中央区日本橋大伝馬町 2-1-1
三井海洋開発株式会社	東京都千代田区一ツ橋 2-3-1 小学館ビル
宮本 悟	東京都中央区かちどき 3-3-5 かちどきビル (株本地郷)
株式会社ユニオン・エンジニアリング 佐野博持	神戸市中央区海岸通 3-1-1 KCCビル4F
吉野計器製作所	東京都豊島区駒込 7-13-14
株式会社 読売広告社	東京都中央区銀座 1-8-14
株式会社 離合社	東京都千代田区神田鍛冶町 1-10-4
株式会社 渡部計器製作所	東京都文京区向丘 1-7-17

Exploiting the Ocean by...

T.S.K. OCEANOGRAPHIC INSTRUMENTS

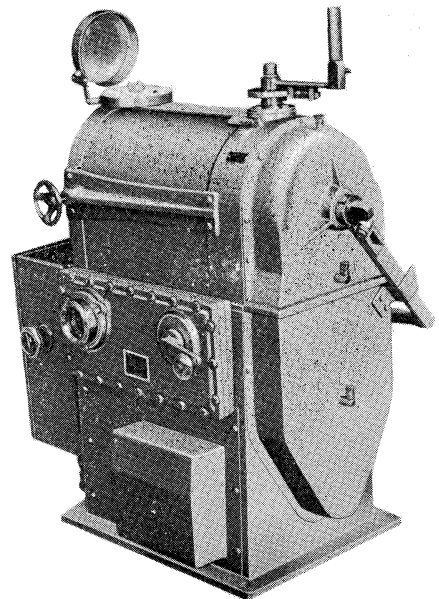
REPRESENTATIVE GROUPS OF INSTRUMENTS AND SYSTEMS

○ T.S.Kの海洋調査用捲上機



単に捲上機(ウインチ)と言
っても、大洋上において、
精密海洋調査に当るには電
氣的・油圧・物理的・機構

的に過酷な使用に耐え、安全・確実に
故障なく使えるものでなければなりま
せん。当社の50余年の歴史は充分にそ
れに御答へ出来ます。観測要件のすべ
てに万全である500m~10,000mまでの
深度用の当社製各種より御選択下さい。



株式会社 鶴 見 精 機

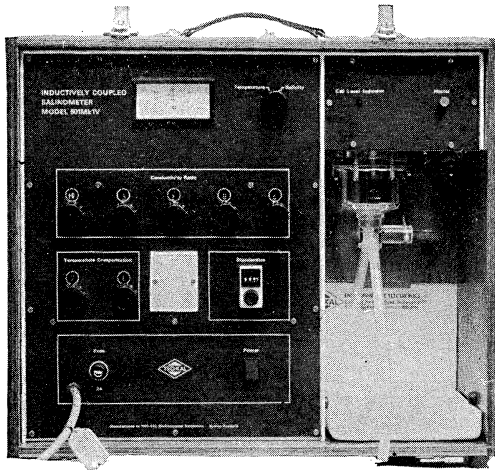
横浜市鶴見区鶴見中央2丁目2番20号 〒230 TEL; 045-521-5252

CABLE ADDRESS; TSURUMISEIKI Yokohama, TELEX; 3823750 TSKJPN J

OVERSEAS OFFICE; TSK-AMERICA INC. Seattle WASHINGTON

IWAMIYA INSTRUMENTATION LABORATORY

INDUCTIVE SALINOMETER MODEL 601 MK IV



海水の塩分測定標準器として、既に定評のあるオート・ラブ 601 MK III の改良型で、小型・軽量・能率化した高精密塩分計です。試料水を吸上げる際に、レベル検出器により吸引ポンプと攪拌モーターとが自動的に切換えられます。温度はメーター指針により直示されます。

測定範囲	0~51 ‰ S
感度	0.0004 ‰ S
精度	±0.003 ‰ S
所要水量	約 55 cc
電源	AC 100 V 50~60 Hz
消費電力	最大 25 W
寸法	52(幅)×43.5(高)×21(奥行)cm

営業品目

転倒温度計・水温計・湿度計・
採水器・採泥器・塩分計・
水中照度計・濁度計・S-T計・
海洋観測機器・水質公害監視機器



株式会社 **渡部計器製作所**

東京都文京区向丘1の7の17
TEL (811) 0044 (代表) ☎ 113

7IL は無限の可能性に挑戦する

- ◆漁撈電子機器
- ◆航海計器
- ◆海洋開発機器
- ◆航空機用電子機器
- ◆各種制御機器
- ◆コンピュータ端末機器
- ◆各種情報システム



エレクトロニクスで創造する



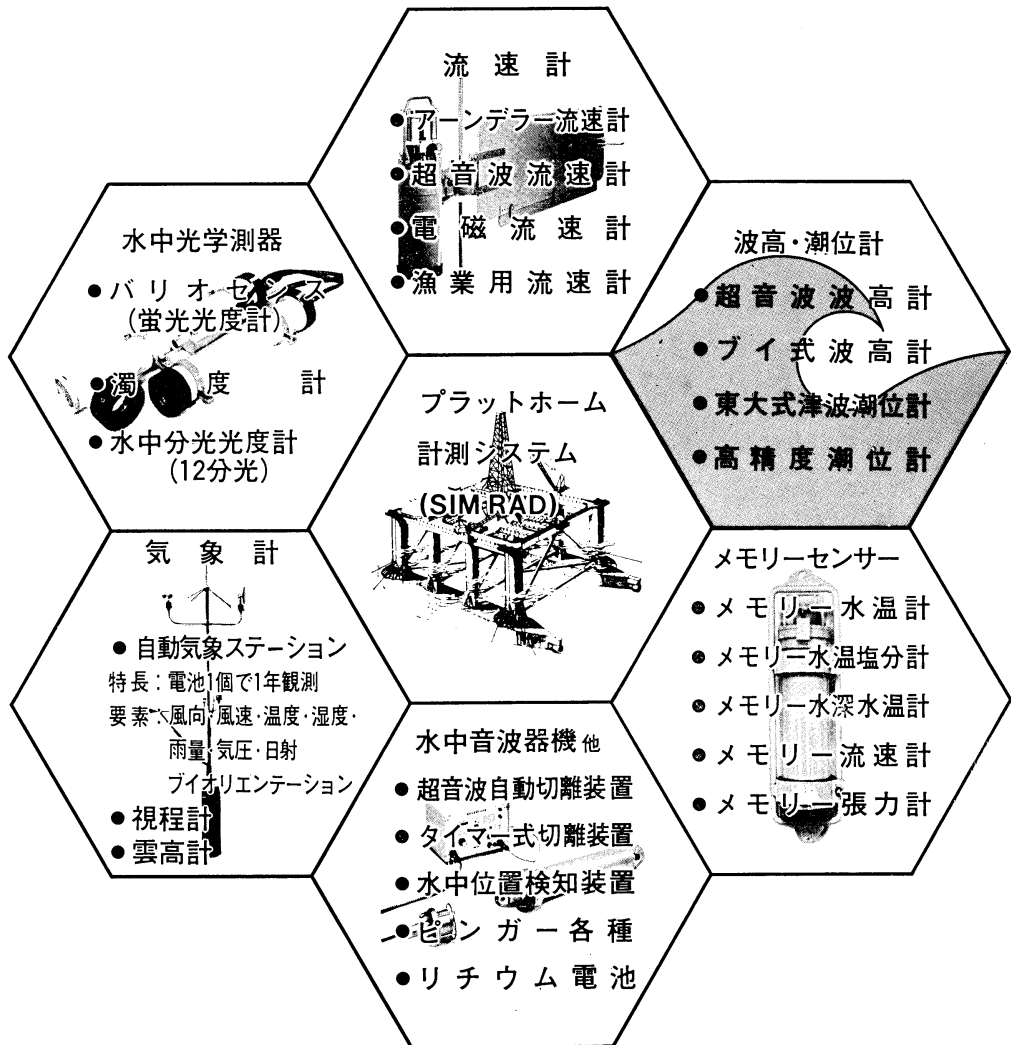
古野電気株式会社

本社 / 西宮市芦原町9-52 ☎0798 (65) 2111 (大代) 支社 / 東京都中央区八重洲4-5 藤和ビル ☎03 (272) 8491 (代) ほかに37ヶ所

ユニオン・エンジニアリングが
パーフェクトな観測をお約束する

海象・気象計測器

優れた精度・取扱い容易・世界的な実績・豊富な部品在庫・迅速確実なメンテナンス



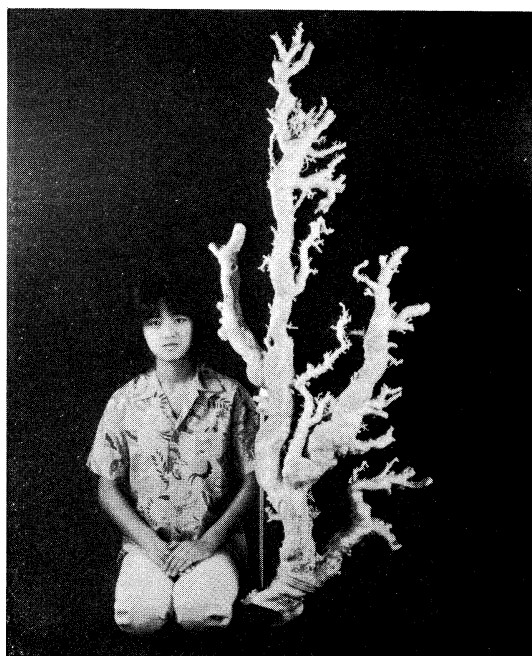
株式会社 **ユニオン・エンジニアリング**

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)

Publications de la Société franco-japonaise d'océanographie

1. Collected Papers on the Carcass of an Unidentified Animal Trawled off New Zealand by the Zuiyo-maru. 1978. 83 pp. ¥ 2,000.
2. La mer (Edition spéciale pour la commémoration du vingtième anniversaire), Sommaire complet, Tomes 1-18 (1963-1980). 1981. 56 pp. ¥ 1,000.
3. Proceedings of the First JECSS (Japan and East China Seas Study) Workshop, 1981. 1983. 94 pp. ¥ 2,000.

昭和 58 年 2 月 25 日 印刷
昭和 58 年 2 月 28 日 発行

う み 第 21 卷
第 1 号

定価 ¥ 1,200

編集者 高野健三
発行者 佐々木忠義
発行所 日仏海洋学会
財団法人日仏会館内
東京都千代田区神田駿河台2-3
郵便番号: 101
電話: 03(291)1141
振替番号: 東京 5-96503

印刷者 小山康三
印刷所 英和印刷社
東京都文京区本駒込 6-15-10
郵便番号: 113
電話: 03(941)6500

Tome 21 N° 1

SOMMAIRE

Notes originales

- Local Probability of Maximum Wave Height (in Japanese)Shigehisa NAKAMURA 1
Les glucides dissous en poids moléculaire élevé dans l'eau du Golfe de Sagami
..... Masahiro OCHIAI, Atsuko SUZUKI et Takahisa HANYA 7
A Preliminary Observation on the Neuston in Suruga BayHiroshi HATTORI,
Katsuhisa YUKI, Yu. P. ZAITSEV and Sigeru MOTODA 11
Variability of the Oceanic Condition in the Bungo Channel Tetsuo YANAGI 21
The Behavior of Water Table in the Seashore (in Japanese) Hideyuki YAMAMOTO
and Tomosaburo ABE 29

Miscellanées

- Comments on Ocean Mixed Layer Experiment (OMLET) Takashi ICHIYE 34

Documentation

- A Fundamental Field Experiment on Ocean Thermal Energy Conversion by the
Form of Freshwater Production Masato KURISU, Katsuhiko HIGASHI, Shigekatsu NAKANE,
Tsuneo AOYAMA, Sankichi TAKAHASHI and Genichiro TOMIOKA 37

Procès-Verbaux 45

Statuts de la Société 47

Liste des membres 49

第 21 卷 第 1 号

目 次

原 著

- 最大波高の超過確率.....中村 重久 1
相模湾海水中の高分子溶存炭水化物 (仏文)落合正宏, 鈴木淳子, 半谷高久 7
駿河湾のニューストンに関する予備的観察 (英文)服部 寛, 結城勝久, Yu. P. ZAITSEV, 元田 茂 11
豊後水道の海況・変動特性 (英文)柳 哲雄 21
海浜における Water Table の挙動.....山本秀行, 阿部友三郎 29

寄 稿

- Ocean Mixed Layer Experiment (OMLET) に対するコメント (英文).....市栄 誉 34

資 料

- 海洋温度差利用海水淡水化の洋上における基礎実験 栗須正登, 東 克彦, 中根重勝, 青山恒雄,
高橋燦吉, 富岡源一郎 37

学会記事..... 45

会 則..... 47

会員名簿..... 49