
Tome 9

Novembre

1971

Numéro 4

う み

La mer

昭和 46 年 11 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise
d'océanographie
Tokyo, Japon

日 仏 海 洋 学 会

編 集 委 員 会

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

投 稿 規 程

1. 報文の投稿者は原則として本学会員に限る。
2. 原稿は簡潔にわかりやすく書き、図表を含めて印刷ページで12ページ以内を原則とする。原稿は、東京都千代田区神田駿河台2-3 日仏会館内 日仏海洋学会編集委員会宛に送ること。
3. 編集委員会は、事情により原稿の字句の加除訂正を行なうことがある。
4. 論文(欧文, 和文とも)には必ず約200語の英文(または仏文)のAbstract (Résumé)をつけること。欧文論文には英文(または仏文)のAbstract (Résumé)のほか必ず約500字の和文の要旨をつけること。
5. 図および表は必要なものみに限る。図はそのまま版下になるように縮尺を考慮して鮮明に黒インクで書き、論文の図および表には必ず英文(または仏文)の説明をつけること。
6. 初校は原則として著者が行なう。
7. 報文には1編につき50部の別刷を無料で著者に進呈する。これ以上の部数に対しては、実費(送料を含む)を徴収する。

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

RECOMMANDATIONS A L'USAGE DES AUTEURS

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

ヤマトテナガエビ *Macrobrachium japonicum* (De Haan) の幼生の発生について*

森 実 庸 男** 南 沢 篤**

The larval development of *Macrobrachium japonicum* (De Haan) reared in the laboratory

Tsuneo MORIZANE and Atsushi MINAMIZAWA

Abstract: The fresh water prawn, *Macrobrachium japonicum* (De Haan) commonly inhabiting the riffle of rivers in Japan, were reared in the laboratory under the conditions of water temperature 24.2-31.4°C, salinity 5.3-6.6‰ Cl and feeding on *Artemia salina* nauplii. The larvae went through nine zoeal stages to the first postlarvae in 42 days approximately. The morphological characters of each zoeal stage were described and figured in detail (Plates I-X).

The differences of morphological characters of appendages and variance of body length on each early developmental larvae were slight, in general, and the similarities are great among *Macrobrachium japonicum*, *M. rosenbergi*, *M. nipponense* and *M. formosense*.

1. 緒 論

ヤマトテナガエビ *Macrobrachium japonicum* (De Haan) はわが国河川の上流部、流れの早い浅瀬などにすむテナガエビ科に属するエビである。

テナガエビ属の幼生の発生については、*Macrobrachium rosenbergi* (UNO and KWON, 1969), テナガエビ *M. nipponense* (KWON and UNO, 1969), ミナミテナガエビ *M. formosense* (諸喜田, 1966) の報告がある。本種については久保 (1941) および上田 (1961) の分類学的研究があるのみで幼生の発生に関するそれは皆無といって良い。

著者らはテナガエビ科 幼生の飼育の研究を進めていたが本種の抱卵エビを得る機会を得て、その幼生を飼育することができ、2, 3 の知見を得たのでここに報告する。

抱卵親エビの採取にあたっては高知県西土佐村、竹内国一氏の協力を得た。ここに深謝の意を

表します。本文の校閲をいただいた東京水産大学宇野寛教授にも深謝いたします。

2. 材料及び方法

1969年7月28日、四万十川上流、高知県西土佐村口屋内で採取した抱卵親を、愛媛県宇和島市の水産試験場まで輸送した。到着後、ただちに約20%海水の入ったパンライト水槽 (500 l 容) に収容した。

水温 24.2-31.4°C, 塩分量 5.3-6.6‰ Cl, 爆気を行いつつ、6-13日毎に飼育水の4/5量を換水するという条件で飼育した。7月30日-31日の間に、体長、7.1 cm, 体重 10 g の抱卵エビから約10,000尾のふ化幼生を得た。これらの幼生は以後この水槽で9月15日まで47日間飼育された。飼料としてサンフランシスコ産 *Artemia salina* のノープリウスを充分量投与し、飼育開始から15日経過してアサリ肉細片 (肉を包丁でこまかく叩き、よく水洗したもの) を毎日 10 g ずつ投与した。

幼生の成長・変態を見るため、最初の10日間は

* 1971年10月5日受理

** 愛媛県水産試験場 Ehime Prefectural Fisheries Experimental Station

毎日、以後2日に1度、10個体ずつ取りあげた。シャドウ・グラフで体長を測定し、ろ紙で水分を吸収した後、即時に直示天秤(島津製作所)で体重を測定し、平均値を求めた。サンプルはその後、30%アルコールにグリセリンを1/3加えた液で固定し、後に付属肢を分解し、アップ描画装置でスケッチした。

3. 結 果

1st Stage (Plate I, Figs. 1-12)

眼柄をもたない。額角はほぼ真直にのび、頭角、頭胸甲上に歯をもたない。第6腹節と尾節は分かれていない(Fig. 1)。尾節は三角形で7対の羽状毛をもつ(Fig. 12)。第1触角(Fig. 3)の柄部は分節せず、内鞭は1本の羽状毛、外鞭は太く短い瘤状で先端に毛をもつ。第2触角(Fig. 2)の葉片部の先に9本の羽状毛をもち、鞭部は棒状で先に1本の長い羽状毛をもつ。大顎(Fig. 4)は未発達で先端に門歯らしきものが2個みられ、切歯部の歯は大きく、臼歯部の歯は短かく小さい。第1顎肢(Fig. 5)は3つの葉片部よりなり、底節、基節、内肢の先端にそれぞれ、4, 6, 1本の剛毛をもつ。第2顎肢(Fig. 6)の基節は3葉に分かれ、それぞれ2本の毛をもち、内肢相当部は3本の毛をもち、外肢相当部は広く扁平で周縁に5本の羽状毛をもつ。第1顎脚(Fig. 7)は分かれており、内肢の先端に2本の毛があり、内縁に2本の毛をもち、外肢は内肢より著しく長く、先端に2対の羽状毛をもつ。第2顎脚(Fig. 8)の内肢は3つの関節に分かれ、先端に1本の剛毛と2本の毛をもち、外肢は同様に2対の羽状毛をもつ。第3顎脚(Fig. 9)は第2顎脚より大きい、同じ形態である。第1歩脚(Fig. 10)と第2歩脚(Fig. 11)は分かれているが嚢状である。第3-第5歩脚、游泳肢は現われない。第3腹節脊部に三つの色素が見られる。

2nd Stage (Plate II, Figs. 13-23)

眼柄をもつ。1眼上棘ができ、第5腹節後縁に突出した棘が生じる(Fig. 13)。尾節(Fig. 24)は著しく変形しないが、後縁の中央に1対の小棘が生じる。第1触角(Fig. 15)の柄部が分節し、

分節部分に数本の毛が生じる他は著しい変化はない。第2触角(Fig. 14)の葉片部の外側に1本の毛と鞭部の先端に2本の毛が生じる。大顎(Fig. 16)、第1顎肢(Fig. 17)には著しい変化がない。第2顎肢(Fig. 18)の基節の毛はそれぞれ3, 3, 2本となり、内肢相当部の毛は変わりなく、外肢相当部の羽状毛は6本となる。第1顎脚(Fig. 19)、第2顎脚(Fig. 20)は著しい変化はない。第3顎脚(Fig. 21)の内肢は4節になる。第1歩脚(Fig. 22)、第2歩脚(Fig. 23)はそれぞれ発達して現われる。ともに内肢は4節で、指節先端の剛毛は著しく長く、外肢は先端に2対の羽状毛をもつ。第3歩脚はまだ現われない。

3rd Stage (Plate III, Figs. 25-37)

尾節が腹節と分節して、腹節が7節となり、頭胸甲上の額角基部近くに棘が生じる(Fig. 25)。尾節(Fig. 37)は分かれ、尾扇肢が新たに出現するが、尾扇肢の内肢は未だ発達せず、小さな葉状を呈しているが、外肢は比較的発達して、6本の羽状毛をもつ。第1触角(Fig. 27)の上節の先端の内側に小さな隆起ができ、その先に1本の剛毛をもち、柄部末端には2本の羽状毛をもつ。柄部第2節目の内側に1本の長い羽状毛ができる。又、基節外側には隆起が生じ、その上には2-3本の毛が生じる。第2触角(Fig. 26)の葉片部外側の先端にくぼみが出き、内側縁の羽状毛は増加して11本となる。鞭部は3節に分節し、先端の羽状毛は消え、数本の毛を残す。大顎(Fig. 28)の切歯部の歯数が増す。第1顎肢(Fig. 29)の外肢相当部の基節に1本の毛が生じる他は著しい変化はない。第2顎肢(Fig. 30)も著しい変化はないが、基節基部の毛は4本となる。第1顎脚(Fig. 31)は内肢の基部縁辺の毛が増す他は著しい変化はない。第2顎脚(Fig. 32)、第3顎脚(Fig. 33)ともに著しい変化はない。第1歩脚(Fig. 34)、第2歩脚(Fig. 35)は著しい変化はないが、外肢先端のやや下方に1対の短かい羽状毛が現われる。第3歩脚(Fig. 36)は2股の嚢状となって現われるが、第4、第5歩脚は現われない。

4th Stage (Plate IV, Figs. 38-51)

頭胸甲上に新たに1棘が現われ、2棘となる

(Fig. 38)。尾節 (Fig. 51) の幅は狭くなり、後縁には4対の羽状毛があり、その中央に1対の小棘と後縁外側近くに1対の棘をもつ。尾扇肢の内肢は発達して、6本の羽状毛をもち、外肢の羽状毛は増加して9本になる。第1触角 (Fig. 40) の柄部基節外側の隆起は角型に張り出し、その反対側には鋭く短い突起が生じる。柄部末端の羽状毛は3本となり、柄部内側の羽状毛も3本となる。第2触角 (Fig. 39) の葉片部外側の先端に棘が生じ、内縁の羽状毛は14本となる。大顎 (Fig. 41) と第1顎肢 (Fig. 42) は著しい変化はない。第2顎肢 (Fig. 43) の外肢相当部の羽状毛は9本に増加する他は著しい変化はない。第1顎脚 (Fig. 44)、第2顎脚 (Fig. 45) は著しい変化はない。第3顎脚 (Fig. 46) の内肢の指節の剛毛の数が増え、外肢の先端やや下方に短い1対の羽状毛が生じる。第1歩脚 (Fig. 47) と第2歩脚 (Fig. 48) は著しい変化はない。第3歩脚 (Fig. 49) は第2歩脚に比較して小さいが、形態的には同様で、内肢は4節に分かれ、先端に剛毛をもち、外肢の先端に2対の羽状毛とやや下方に短い1対の羽状毛をもつ。第5歩脚 (Fig. 50) は囊状となって出現するが、第4歩脚は出現しない。

5th Stage (Plate V, Figs. 52-66)

全形に著しい変化はない (Fig. 52)。尾節 (Fig. 66) は長方形となり、後縁の外側に新たに1対の小棘が生じる。尾扇肢の外肢、内肢の羽状毛はそれぞれ14、10本となる。第1触角 (Fig. 54) の柄部基節外側の突起は鉤形になり始め、その上方の毛は数が増す。柄部末端の羽状毛は4本となり、内側の羽状毛は4本となる。第2触角 (Fig. 53) の葉片部の羽状毛は17本になる。大顎 (Fig. 55) 第1顎肢 (Fig. 56) は著しい変化がない。第2顎肢 (Fig. 57) の基節部の毛は4、3、3本となる。第1顎脚 (Fig. 58) の内肢基部の縁辺の毛の数が増す他に大きな変化はない。第2顎脚 (Fig. 59) の外肢先端のやや下方に1対の短い羽状毛が現われる他は大きな変化はない。第3顎脚 (Fig. 60) は大きな変化はない。第1歩脚 (Fig. 61)、第2歩脚 (Fig. 62)、第3歩脚 (Fig. 63) は著しい変化はない。第5歩脚 (Fig. 65) の内肢が5節となっ

て現われるが、外肢は現われない。指節の先端は長い棘状である。第5歩脚は全歩脚の内肢と比較して、最大である。第4歩脚 (Fig. 64) は2肢の囊状として現われる。

6th Stage (Plate VI, Figs. 67-81)

額角上棘の前に数本の毛が生ずる他に大きな変化はない (Fig. 67)。尾節 (Fig. 81) は更に組長くなり、その背側縁上のほぼ後半に3対の小棘があり、後縁には外側に1対の長大な棘とその内側に3対の短い羽状毛と中央に1対の小棘がある。尾扇肢の外肢、内肢の羽状毛はそれぞれ19、13本である。第1触角 (Fig. 69) の柄部外側基部の鉤形突起に毛が生じ、分節した部分とその下方の2ヶ所で毛が取り巻き始める。柄部末端の羽状毛は5本となり、内側の羽状毛は6本となる。第2触角 (Fig. 68) の葉片部羽状毛は数を増して、20本になり、鞭部は4節に分節して、葉片部より長くなる。大顎 (Fig. 70) は切歯部の歯数が増す。第1顎肢 (Fig. 71) は大きな変化はない。第2顎肢 (Fig. 72) の外肢縁辺の羽状毛は12本となる。第1顎脚 (Fig. 73)、第2顎脚 (Fig. 74) は大きな変化はない。第3顎脚 (Fig. 75) の外肢の1対の短い羽状毛が長くなり、その下方に1対の短い羽状毛が生じて、4対の羽状毛となる。第1歩脚 (Fig. 76)、第2歩脚 (Fig. 77)、第3歩脚 (Fig. 78) は大きな変化はない。第4歩脚 (Fig. 79) は内肢が4節となり、指節の先端に剛毛をもち、外肢の先端に2対の羽状毛をもって、現われる。第4歩脚は全歩脚中最小であり、外肢は内肢に比較して小さい。第5歩脚 (Fig. 80) は大きな変化はない。游泳肢は現われない。

7th Stage (Plate VII, Figs. 82-97)

全形に大きな変化はない (Fig. 82)。尾節 (Fig. 96, 97) は更に細長くなり、尾扇肢の外肢羽状毛は27本、内肢羽状毛は22本となる。第1触角 (Fig. 84) の内外鞭部ともに発達し、外鞭部の内側に数本の剛毛が生ずる。第2触角 (Fig. 83) の葉片部羽状毛は31本となり、鞭部は5節となる。大顎 (Fig. 85) に大きな変化はない。第1顎肢 (Fig. 86) の内肢相当部の毛は2本となる。第2顎肢 (Fig. 87) の葉片部は大きく発達して、29本

の羽状毛となる。第1顎脚 (Fig. 88) の内外肢ともに縁辺の毛が増加する。第2顎脚 (Fig. 89) は著しい変化はない。第3顎脚 (Fig. 90) の外肢羽状毛は4対から5対となる。第1歩脚 (Fig. 91), 第2歩脚 (Fig. 92) の外肢はともに3対の羽状毛が5対となる。第3歩脚 (Fig. 93) の外肢は3対の羽状毛が4対となる。第4歩脚 (Fig. 94) の外肢は先端の2対の羽状毛のやや下方にもう1対の短い羽状毛が生じる。第5歩脚 (Fig. 95) の前節縁辺に数本の剛毛が生じる。游泳肢の bud が出現する。

8th Stage (Plate VIII, Figs. 98-114)

全形に大きな変化はない (Figs. 98)。尾節 (Figs. 113, 114) は後縁の方がやや狭くなり、外肢の羽状毛は28本、内肢の羽状毛は30本となる。第1触角 (Fig. 100) の外鞭部は発達し長くなり、内鞭部は2節に分かれる。第2触角 (Fig. 99) の葉片部の羽状毛は35本となり、鞭部は8節に分かれる。大顎 (Fig. 101) は切歯部、臼歯部ともに歯数が増加する。第1顎肢 (Fig. 102) の外肢の剛毛が増加する。第2顎肢 (Fig. 103) の葉片部の羽状毛は35本となる。第1顎脚 (Fig. 104) の内肢縁辺の毛が増加する。第2顎脚 (Fig. 105), 第3顎脚 (Fig. 106) は大きな変化がない。第1歩脚 (Fig. 107), 第2歩脚 (Fig. 108) の内肢先端は分枝始め、螯部の原基の徴候が現われる。第2歩脚外肢の羽状毛は1対増えて、6対となる。第3歩脚 (Fig. 109) の外肢の羽状毛は4対から5対になる。第4歩脚 (Fig. 110) の外肢の羽状毛は3対から先端の2対を含む5対となる。第5歩脚 (Fig. 111) の前節の剛毛が増え、前節と指節との間に棘状の剛毛が現われる。游泳肢 (Fig. 112) は分枝し、出現するが、わずかの毛を除いては毛は現われない。

9th Stage (Plate IX, Figs. 115-131)

全形に大きな変化はない (Fig. 115)。尾節 (Fig. 130, 131) は大きな変化はなく、尾扇肢の外肢羽状毛は43本となり、内肢羽状毛は34本となる。第1触角 (Fig. 117) は発達し、柄部の2列の剛毛群がそろい、柄部先端の羽状毛は6本となり、内側の羽状毛は8本となる。外鞭部は2つに分枝し、外側は3節に分かれ、内鞭部は5節に分

かれる。第2触角 (Fig. 116) の葉片部の羽状毛は39本となり、鞭部は11節に分かれる。大顎 (Fig. 118) は発達して切歯部、臼歯部ともに歯数が増加する。第1顎肢 (Fig. 119) は著しい変化はない。第2顎肢 (Fig. 120) の葉片部の羽状毛は37本に増加する。第1顎脚 (Fig. 121) は発達し、外肢と内肢の縁辺の毛は増加する。第2顎脚 (Fig. 122), 第3顎脚 (Fig. 123) は著しい変化はない。第1歩脚 (Fig. 124), 第2歩脚 (Fig. 125) の螯部は発達し、不動指と可動指に分節する。螯部は第2歩脚の方が比較的大である。第1歩脚の外肢の羽状毛は5対から6対となる。第2歩脚の外肢羽状毛は6対から7対となる。第3歩脚 (Fig. 126) の外肢羽状毛も5対から6対となる。第4歩脚 (Fig. 127), 第5歩脚 (Fig. 128) は著しい変化はない。游泳肢 (Fig. 129) はよく発達し、外肢は5-9本の剛毛をもち、内肢は第1游泳肢 (Fig. 129f) を除いて、1-3本の剛毛をもつ。

Postlarva (Plate X, Figs. 132-150)

眼上棘、頭胸甲上の棘が消え、額角上縁に9歯が現われ、歯の間に2-3本の剛毛をもち、下縁は歯をもつ。第5腹節の側後縁部の棘は消える (Figs. 132, 133)。尾節 (Figs. 148, 149, 150) の後縁中央が棘状に突出し、その外側に1対の羽状剛毛をもち、その外側に1対の短い棘をもち、その外側に1対の長大な棘があり、後縁端は1対の小棘をもつ。尾節後半の2対の小棘は側縁よりやや内側に移動する。尾扇肢は内外肢ともに羽状毛が増加し、尾扇肢外肢の側縁には剛毛を生じ、側後縁には2つの連なった棘が生じる。第1触角 (Fig. 134) の柄部の羽状毛は消え、無数の剛毛が群生している。内外鞭ともに著しく長くなり、節も多くなっていて、外鞭は内鞭よりも長い。柄部の基部には statocyst が形成される。第2触角 (Fig. 135) の鞭部は著しく長くなり、節も増加し、葉片部周辺の羽状毛は増加して41本となる。大顎 (Fig. 136) は著しく変化し、切歯部は門歯らしきものが2個見られ、臼歯部は瘤状の隆起が数個みられる。第1顎肢 (Fig. 137) の内肢の毛は消える他は著しい変化はない。第2顎肢 (Fig. 138) の基節部は簡単な2葉となり、剛毛が密生して、内肢

Table 1. The recognized characters of larva, *Macrobrachium japonicum* (De Haan) fed on *Artemia salina* nauplii. Water temperature 24.2-31.4°C, salinity 5.3-6.6‰ Cl.

Zoea stage	Item	Recognized characters
1Z		Sessile eyes, fan-shaped telson with 7 pairs of spine, buds of 1st and 2nd pereopods
2Z		Stalked eyes, rostrum with dorsal tooth, supra-orbital spine, telson with 8 pairs of spine, 1st and 2nd pereopod
3Z		Uropod, bud of 3rd pereopod
4Z		Rostrum with two dorsal teeth, uropod biramous with setae, 3rd pereopod, bud of 5th pereopod
5Z		Telson narrower and elongated, 5th pereopod, bud of 4th pereopod
6Z		Telson more narrower, 4th pereopod
7Z		Buds of pleopod
8Z		Pleopods biramous and bare, incomplete chela
9Z		Pleopods with setae
Postlarva		Rostrum with teeth on upper and lower margin, chela of 1st and 2nd pereopod, exopodites of all pereopods disappear

Table 2. Growth of larva, *Macrobrachium japonicum* (De Haan) in the laboratory.

Zoea stage	Item	Days		Body length (mm)			No. of specimen
		Mean	Range	Mean	Max.	Min.	
1Z		0	0- 1	1.7	1.8	1.6	15
2Z		2	1- 4	1.9	2.0	1.7	27
3Z		5	4- 7	2.2	2.4	2.0	17
4Z		6	5- 7	2.6	3.0	2.2	19
5Z		8	8	2.9	3.3	2.9	20
6Z		15	10-22	3.4	3.8	2.8	30
7Z		27	18-36	4.2	4.6	3.7	30
8Z		32	24-42	4.6	5.0	4.3	20
9Z		38	32-42	5.4	5.9	4.5	11
PL		45	42-47	6.6	7.0	6.2	2

の毛はなくなる。外肢周縁の羽状毛は増加して51本となる。第1顎脚 (Fig. 139) は内肢が縮小し、その基部の外側が大きくふくらんで無数の毛が並び、外肢も基部外側が大きくふくらんで10本の羽状毛が並んでいる。第2顎脚 (Fig. 140) の内肢の先端から2節まで横に拡がり、先端には無数の剛毛が並び、外側には数本の剛毛が並んでいる。第3顎脚 (Fig. 141) の外肢は小さくなり先端の羽状毛は短く数も減小している。内肢は3節で内側に無数の剛毛が並んでいる。第1歩脚 (Fig. 142), 第2歩脚 (Fig. 143) の内肢は5節となり完全な螯脚として発達し、螯部は可動指と不動指が整って、指の先方には無数の剛毛が叢生して、全節に剛毛が生じる。外肢はなくなる。第3歩脚 (Fig. 144),

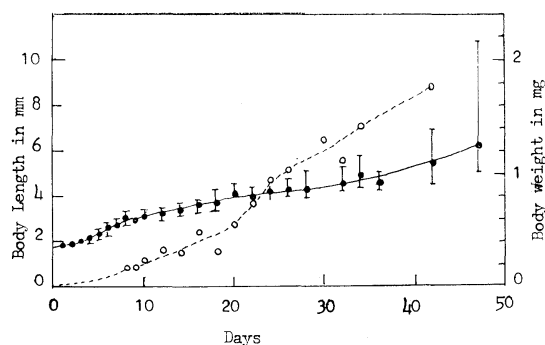


Fig. 1. Growth of larva, *Macrobrachium japonicum* (De Haan) in the laboratory. Closed circle, body length; open circle, body weight.

Table 3. Development of larvae, *Macrobrachium japonicum* (De Haan) in the laboratory.

Date	Days	Stage	Mean body length (min.-max.) (mm)	Mean body weight (mg)
7. 30	0	1	1.7 (1.6-1.8)	—
31	1	1-2	1.8 (1.7-2.0)	—
8. 1	2	2	1.9 (1.8-2.0)	—
2	3	2	2.0 (1.9-2.1)	—
3	4	2-3	2.1 (1.9-2.2)	—
4	5	3-4	2.3 (2.0-2.6)	—
5	6	3-4	2.6 (2.2-2.8)	—
6	7	3-4	2.7 (2.5-3.0)	—
7	8	5	3.0 (2.7-3.3)	0.16
8	9	5	2.9 (2.8-3.1)	0.17
9	10	—	3.1 (2.9-3.4)	0.23
11	12	6	3.2 (2.9-3.5)	0.33
13	14	6	3.4 (3.1-3.7)	0.30
15	16	6	3.6 (3.3-3.9)	0.48
17	18	6-7	3.7 (3.3-4.3)	0.30
19	20	6-7	4.1 (3.8-4.6)	0.54
21	22	6-7	3.9 (3.7-4.4)	0.75
23	24	7-8	4.2 (3.8-4.6)	0.95
25	26	7-8	4.3 (4.1-4.8)	1.04
27	28	7-8	4.3 (3.9-5.2)	—
29	30	7-8	— — —	1.31
31	32	7-9	4.6 (4.2-5.3)	1.12
9. 2	34	7-9	4.9 (4.4-5.8)	1.42
4	36	8-9	4.6 (4.3-5.1)	—
10	42	8-p	5.5 (4.5-7.0)	1.78
15	47	8-p	6.2 (5.0-10.9)	—

第4歩脚 (Fig. 145) の内肢は6節となり, その末節は完全な指節となり, 全節に剛毛をもち, 外肢はなくなる。第5歩脚 (Fig. 146) も同様に6節で全節に剛毛をもつ。歩脚は何れも長く成長するが, 第5歩脚は最も長い。溶泳肢 (Fig. 147) は発達して, 外肢周縁に17-23本の羽状毛をもち, 内肢も第1游泳肢 (Fig. 147 k) を除いてはよく発達し, 周縁に11-15本の羽状毛をもつ。又, 第2-第5游泳肢 (Fig. 147 l-o) は内肢内側に小さな突起ができるが, 第1游泳肢にはない。

各期の主な特徴および成長は Tables 1, 2 および Fig. 1 に示してある。本種幼生はこの飼育実験の条件では9つのゾエア期をへて postlarva に変態する。各ゾエア期の平均体長は第1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ゾエアおよび postlarva でそれぞ

れ 1.7, 1.9, 2.2, 2.6, 2.9, 3.4, 4.2, 4.6, 5.4 および 6.6 mm であり, 平均体重は第 5, 6, 7, 8, 9 ゾエアでそれぞれ 0.17, 0.30, 0.95, 1.12, 1.78 mg である。

4. 考 察

本種幼生は今回の飼育条件で9つの zoea 期をへて, postlarva に変態する。ふ化幼生は体長 1.7 mm であり, 45 日間で 6.6 mm の postlarva に成長する。

Zoea 令期はテナガエビ (KWON *et al.*, 1969) のそれと同様であり, オニテナガエビ (UNO *et al.*, 1969) より少ない。Zoea の体長はテナガエビのそれより小さいが postlarva は逆に大きい。各 stage の形態は付属肢 (第 3, 4, 5 歩脚および游泳肢)

の出現状態についてテナガエビとは相異なる。これらの相違は飼育条件から種の間で異っているため正確な比較ができない。種間の相違を比較検討することは今後このこされた興味ある課題と言える。

5. 摘 要

1. 筆者らは1969年7月30日から9月15日まで47日間、塩分量 5.3-6.6‰, 水温 24.2-31.4°C の条件下でヤマトテナガエビ幼生を *Artemia salina* の幼生を投与して飼育した。

2. 本種幼生は9つのゾエア期をへて, postlarva に変態した。各ゾエア期における形態的特徴を詳述し図示した。

3. 孵化幼生は平均体長 1.7 mm であり, 本実験の条件下では42日後に平均体長 6.6 mm の postlarva に変態する。

文 献

- 上田常一 (1961): 日本淡水エビ類の研究. 園山書店, 1-186.
- 久保伊津男 (1941): 邦産テナガエビ科蝦類の研究 I. *Palaemon*. 水講研報, 34(1), 5-26.
- KWON, C. S. and Y. UNO (1969): The larval development of *Macrobrachium nipponense* (De Haan) reared in the laboratory. *La mer*, 7(4), 278-294.
- 諸喜田 茂充 (1966): ミナミテナガエビ (*Macrobrachium formosense* Bate) の増殖に関する研究 -I. 室内飼育水槽での幼期変態について. 沖縄生物学会誌, 6(8), 1-12.
- UNO, Y. and C. S. KWON (1969): Larval development of *Macrobrachium rosenbergi* (De Man) reared in the laboratory. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 55(2), 179-190, Pls. 12.

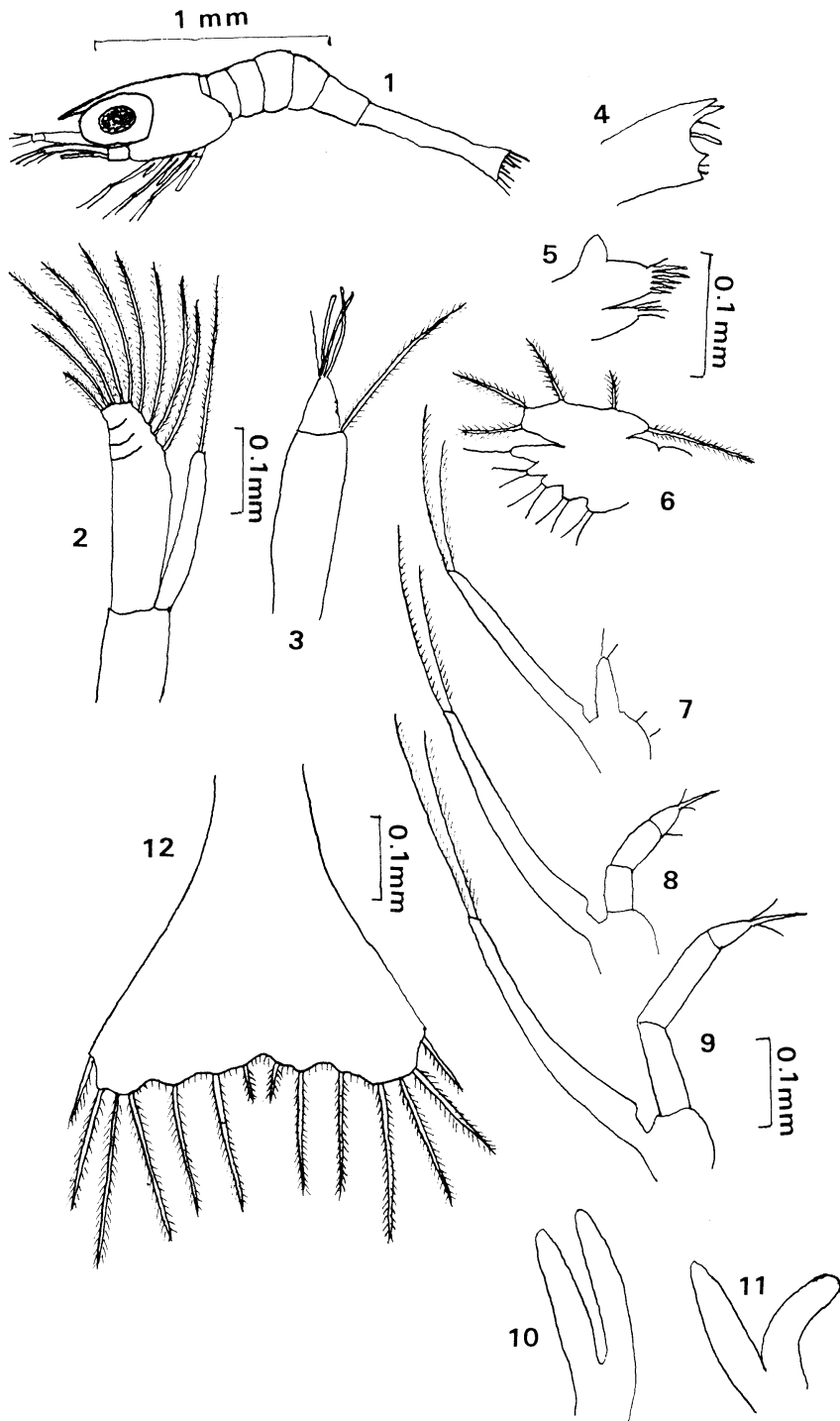


Plate I. *Macrobrachium japonicum*, 1st stage (Figs. 1-12).

1, lateral view; 2, antenna; 3, antennule; 4, mandible; 5-6, first and second maxillae; 7-9, first, second and third maxillipeds; 10-11, first and second pereopods; 12, telson.

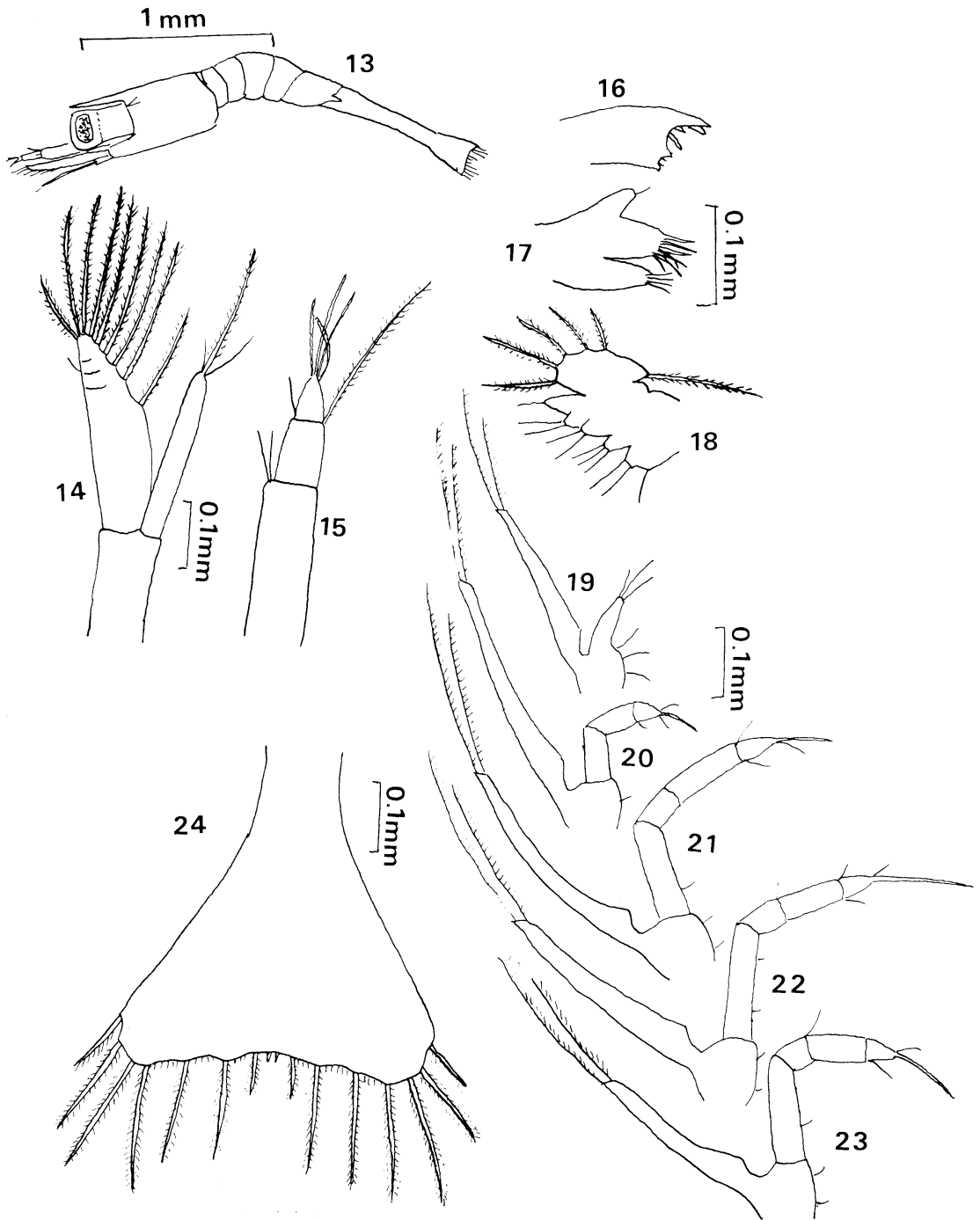


Plate II. *Macrobrachium japonicum*, 2nd stage (Figs. 13-24).
13, lateral view; 14, antenna; 15, antennule; 16, mandible; 17-18, first and second maxillae;
19-21, first, second and third maxillipeds; 22-23, first and second pereopods; 24, telson.

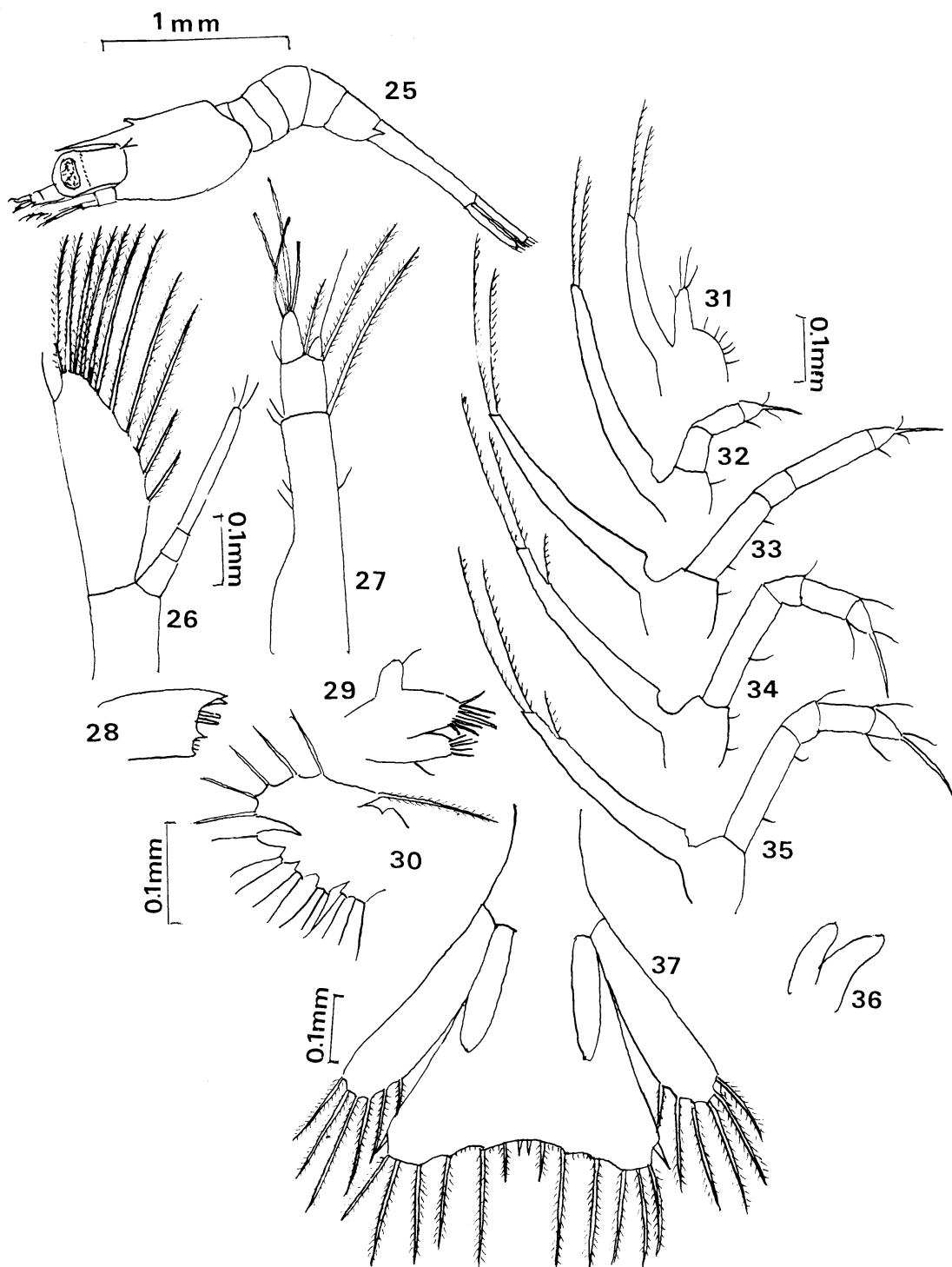


Plate III. *Macrobrachium japonicum*, 3rd stage (Figs. 25-37).

25, lateral view; 26, antenna; 27, antennule; 28, mandible; 29-30, first and second maxillae; 31-33, first, second and third maxillipeds; 34-36, first, second and third pereopods; 37, telson and uropod.

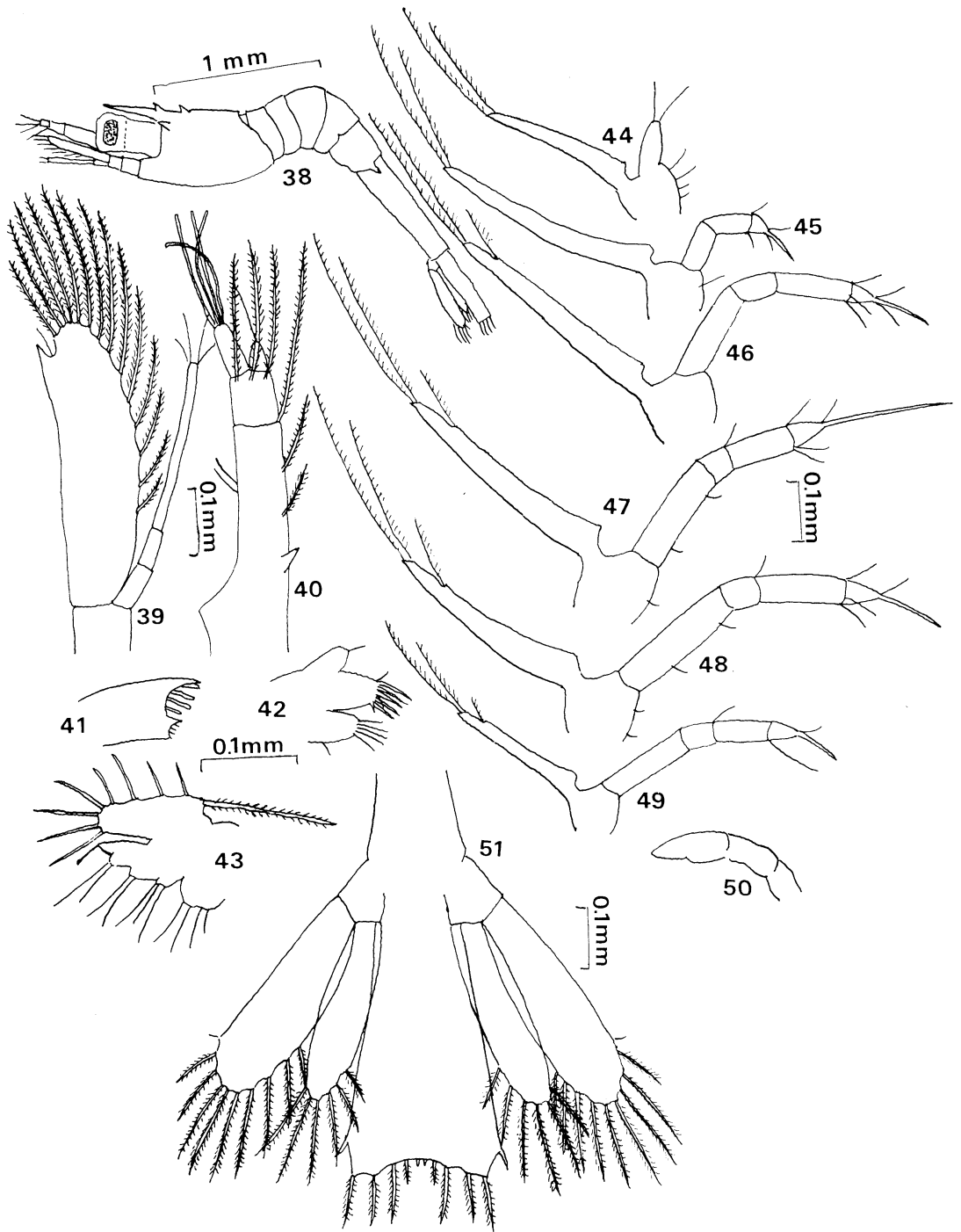


Plate IV. *Macrobrachium japonicum*, 4th stage (Figs. 38-51).

38, lateral view; 39, antenna; 40, antennule; 41, mandible; 42-43, first and second maxillae; 44-46, first, second and third maxillipeds; 47-50, first, second, third and fifth pereopods; 51, telson und uropod.

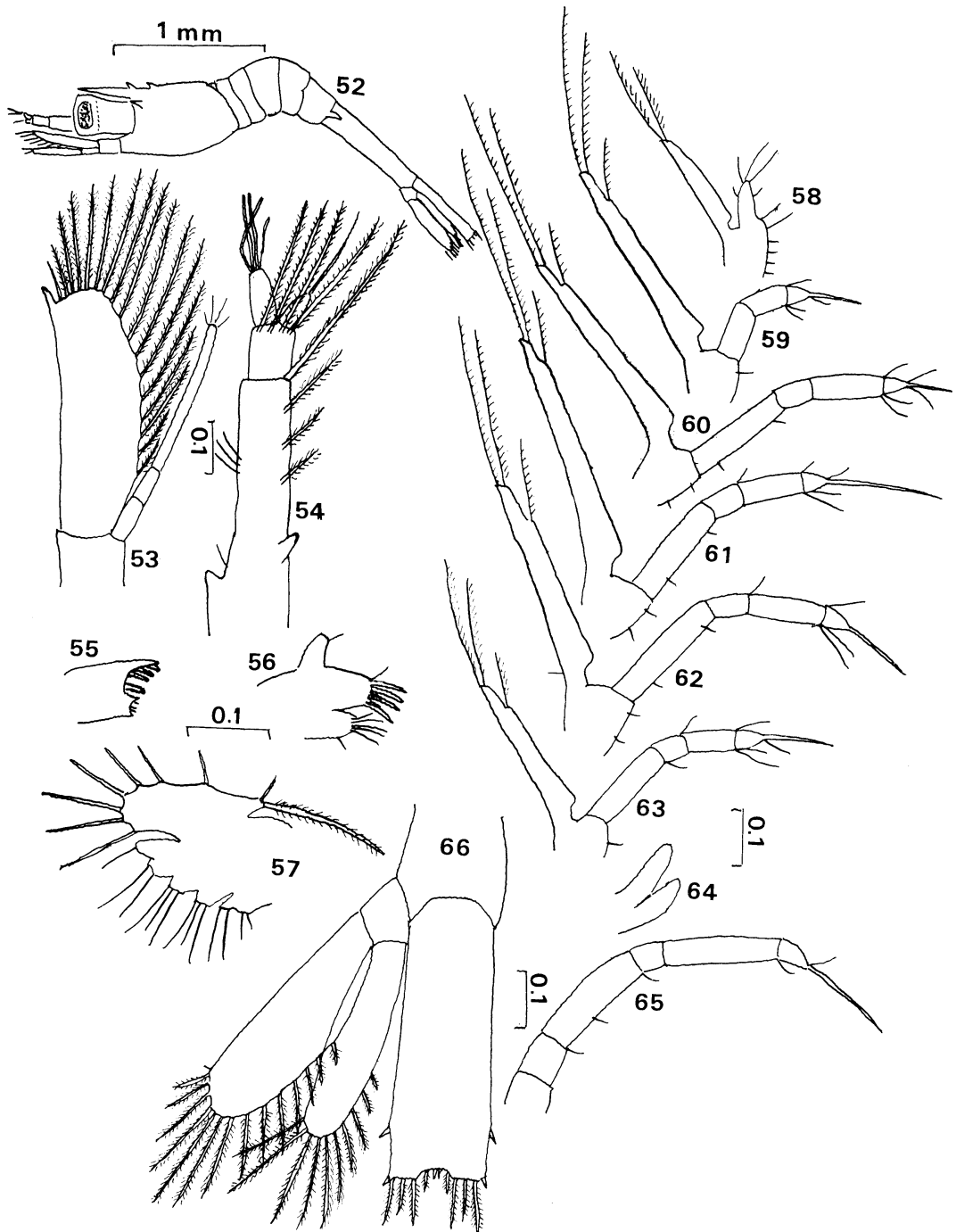


Plate V. *Macrobrachium japonicum*, 5th stage (Figs. 52-66).

52, lateral view; 53, antenna; 54, antennule; 55, mandible; 56-57, first and second maxillae; 58-60, first, second and third maxillipeds; 61-65, first, second, third, fourth and fifth pereiopods; 66, telson and left uropod.

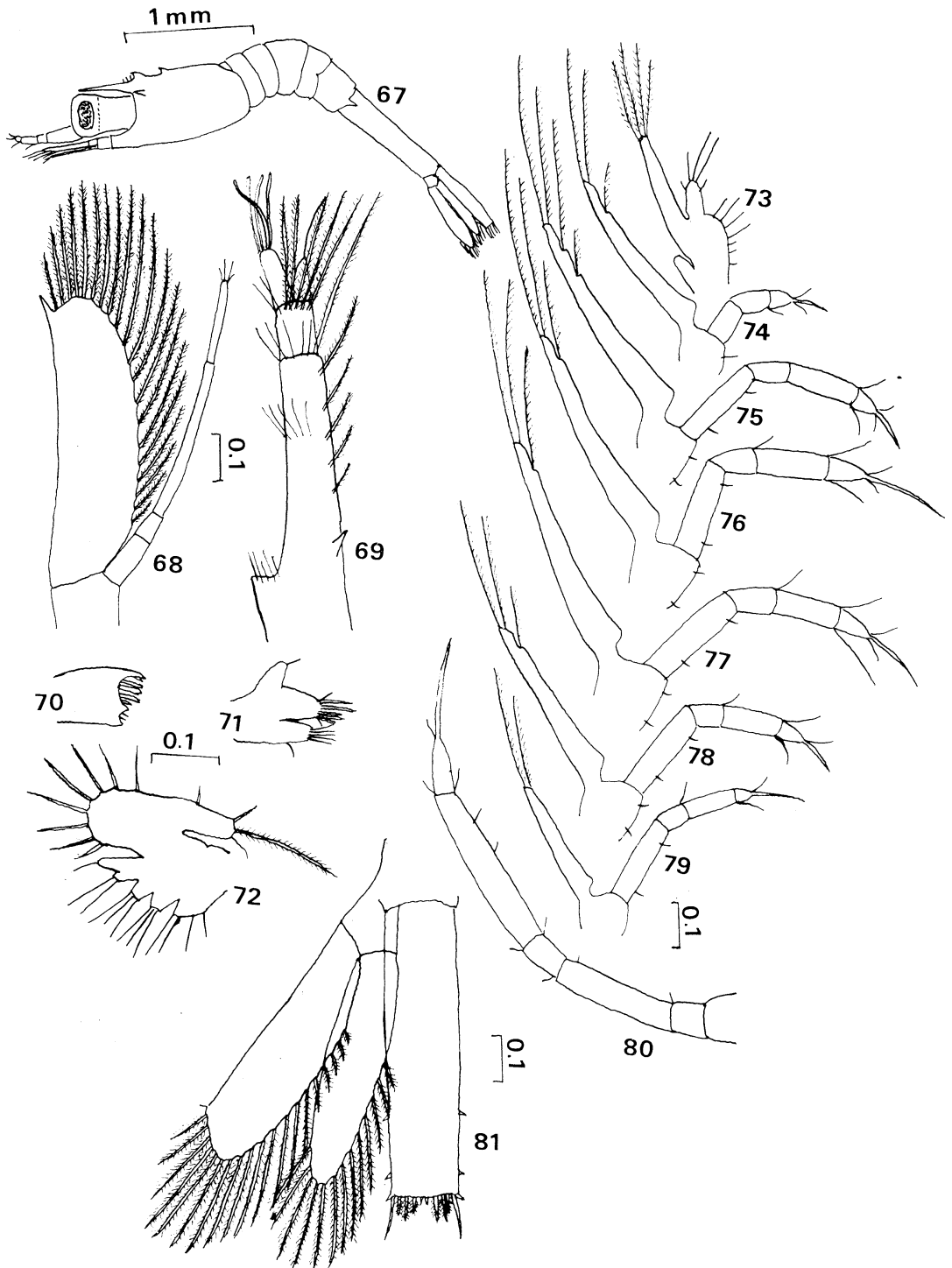


Plate VI. *Macrobrachium japonicum*, 6th stage (Figs. 67-81).

67, lateral view; 68, antenna; 69, antennule; 70, mandible; 71-72, first and second maxillae; 73-75, first, second and third maxillipeds; 76-80, first, second, third, fourth and fifth pereopods; 81, telson and left uropod.

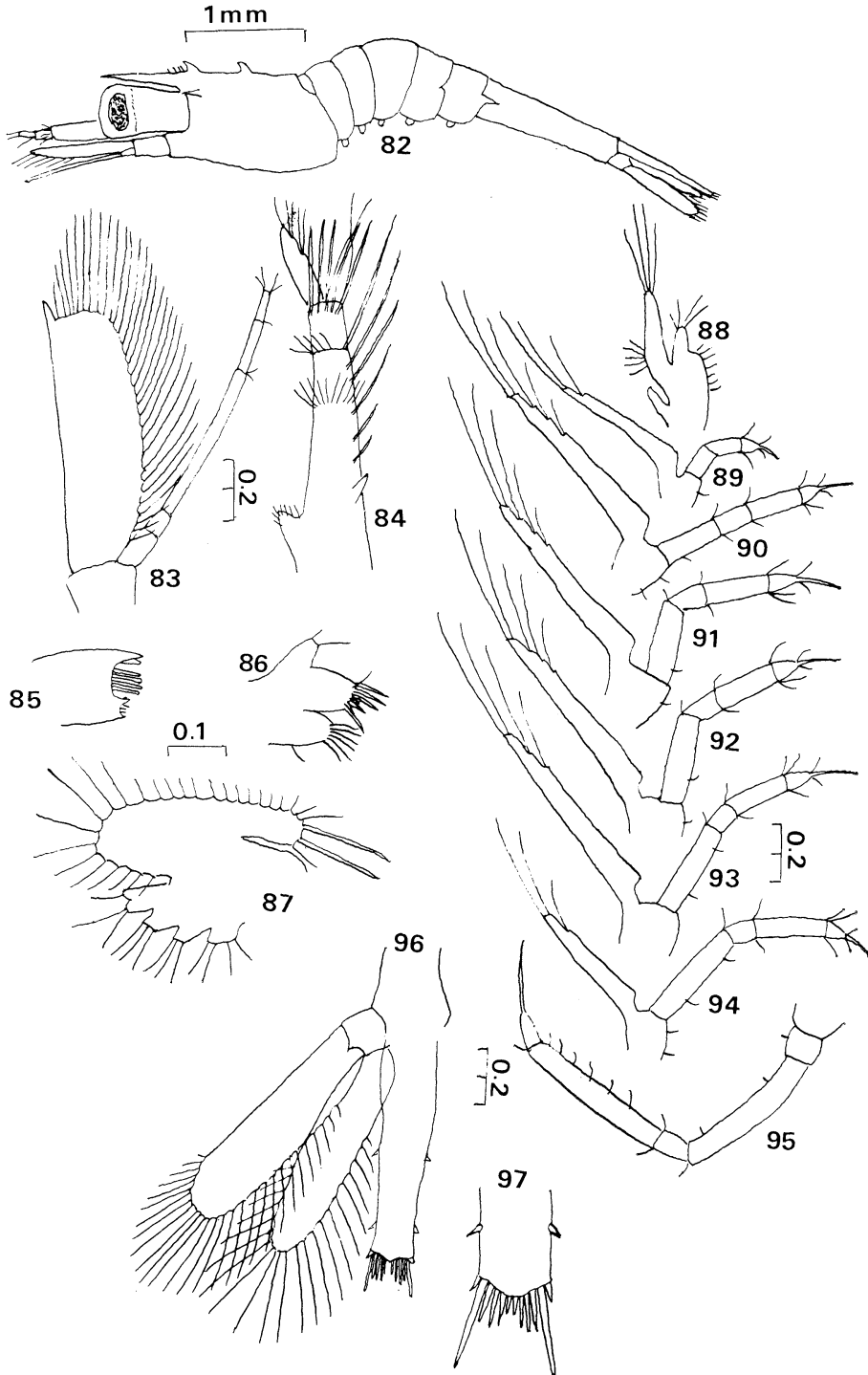


Plate VII. *Macrobrachium japonicum*, 7th stage (Figs. 82-97).

82, lateral view; 83, antenna; 84, antennule; 85, mandible; 86-87, first and second maxillae; 88-90, first, second and third maxillipeds; 91-95, first, second, third, fourth and fifth pereopods; 96, telson and left uropod; 97, distal part of telson.

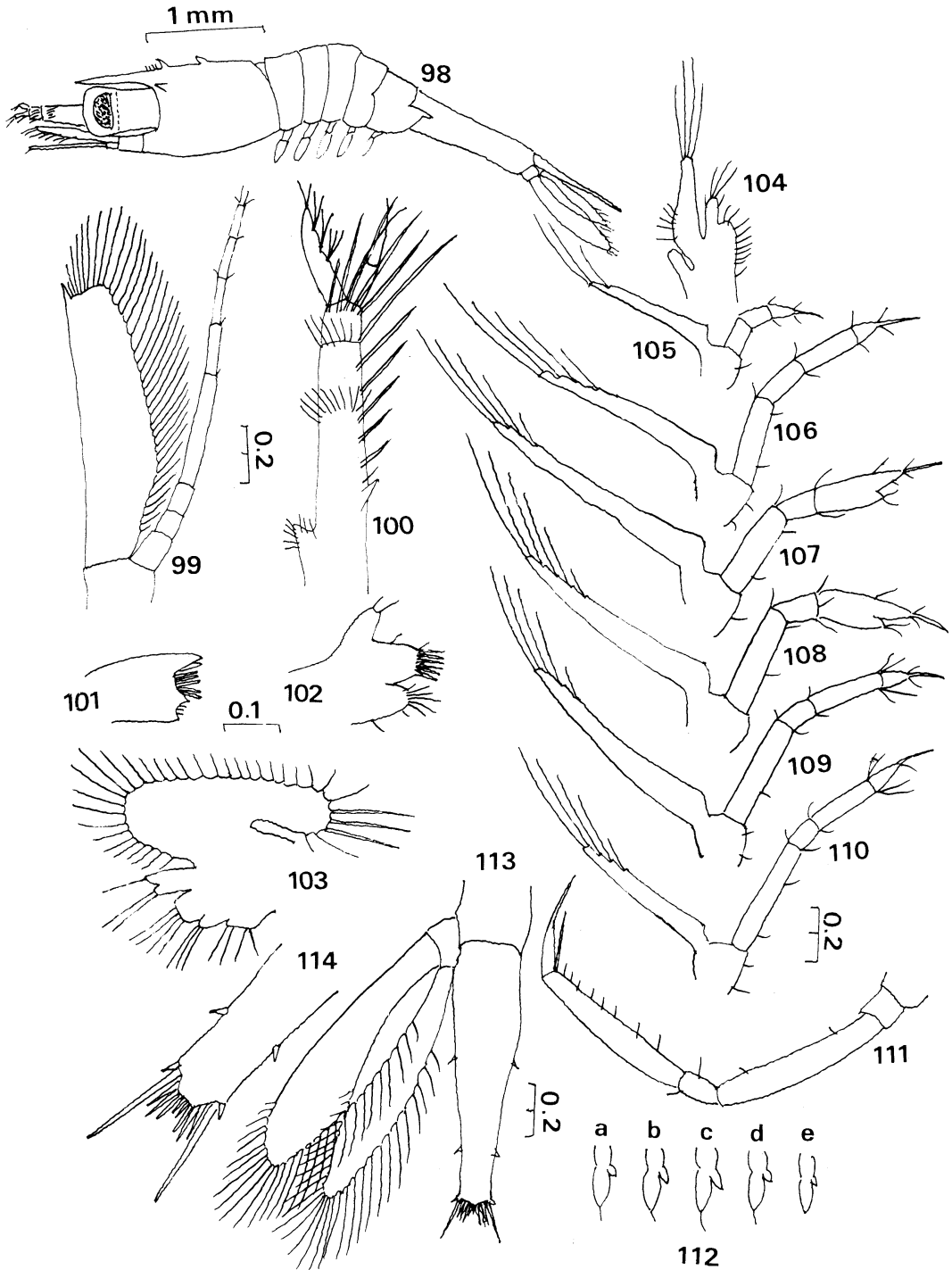


Plate VIII. *Macrobrachium japonicum*, 8th stage (Figs. 98-114).

98, lateral view; 99, antenna; 100, antennule; 101, mandible; 102-103, first and second maxillae; 104-106, first, second and third maxillipeds; 107-111, first, second, third, fourth and fifth pereopods; 112 a-e, first, second, third, fourth and fifth pleopods; 113, telson and left uropod; 114, distal part of telson.

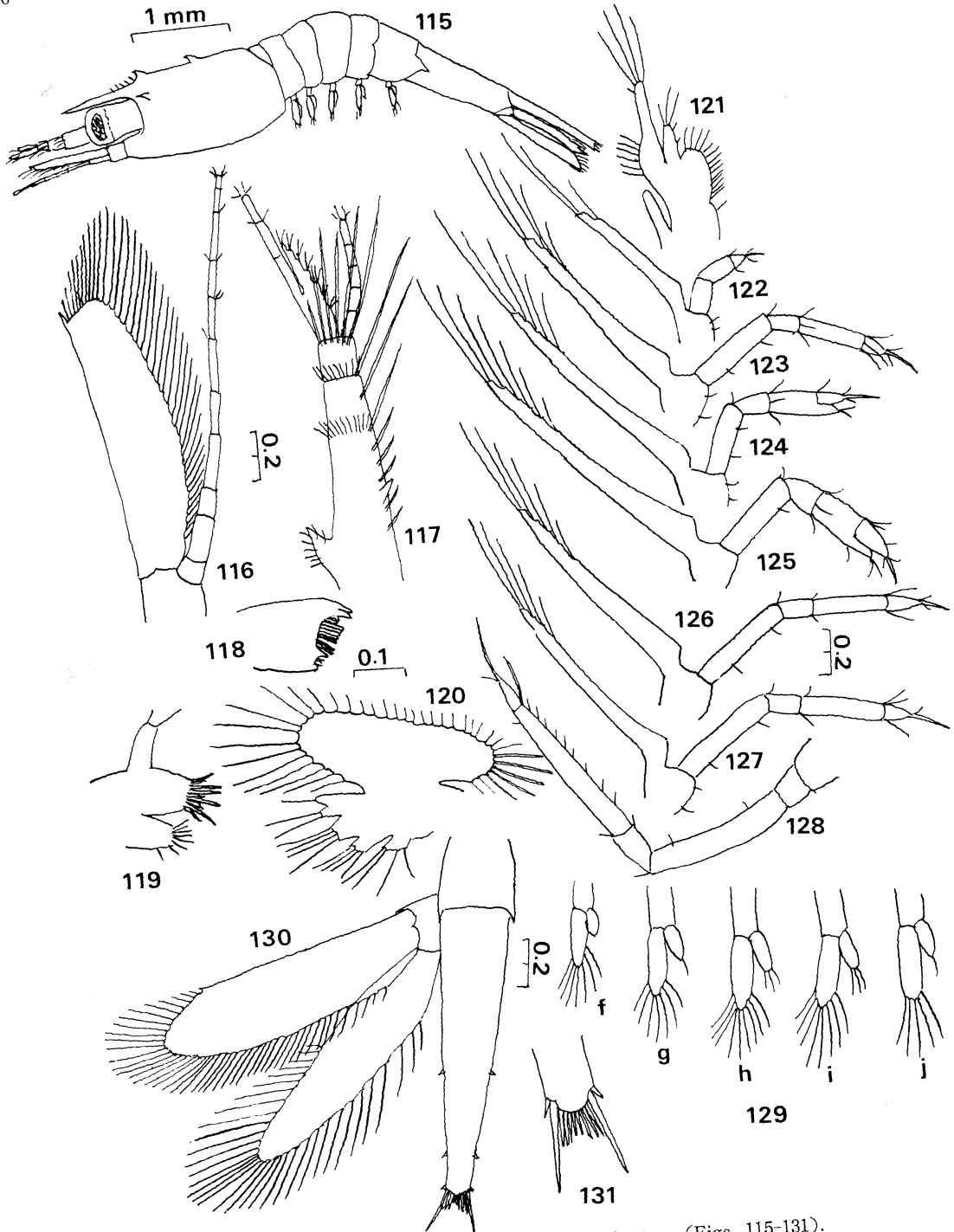
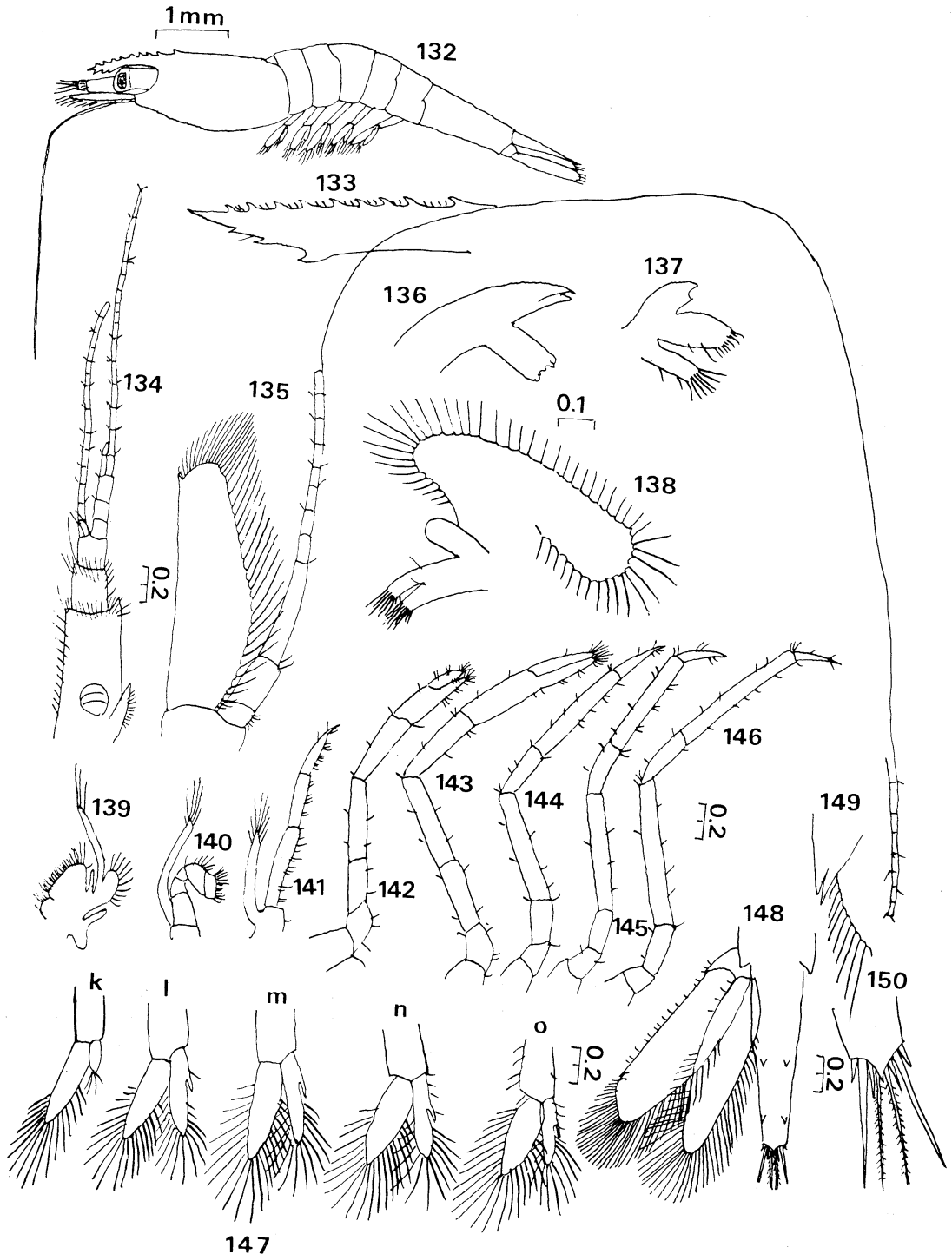


Plate IX. *Macrobrachium japonicum*, 9th stage (Figs. 115-131).
 115, lateral view; 116, antenna; 117, antennule; 118, mandible; 119-120, first and second maxillae; 121-123, first, second and third maxillipeds; 124-128, first, second, third, fourth and fifth pereiopods; 129 f-j, first, second, third, fourth and fifth pleopods; 130, telson and left uropod; 131, distal part of telson.



147
Plate X. *Macrobrachium japonicum*, Postlarva (Figs. 132-150).

132, lateral view; 133, rostrum; 134, antennule; 135, antenna; 136, mandible; 137-138, first and second maxillae; 139-141, first, second and third maxillipeds; 142-146, first, second, third, fourth and fifth pereopods; 147 k-o, first, second, third, fourth and fifth pleopods; 148, telson and left uropod; 149, outer ramus of left uropod; 150, distal part of telson.

The Distribution of Suspended Matter in Sea Water off the Coast of Tokai-mura*

Noburu TAKEMATSU**, Noboru OKAMI**, Motoaki KISHINO**,
Masaaki FUKUDA*** and Tadayoshi SASAKI****

Abstract: The properties and the distribution of suspended matter in sea water off the coast of Tokai-mura were studied extending from 1968 to 1970 in relation to the behavior of radioactive elements discharged into the coastal sea.

Inorganic suspended matter consisted chiefly of montmorillonite, chlorite, illite, kaolinite, quartz and feldspar, which were identified by means of X-ray diffraction.

The measurements of organic and inorganic suspended matter were made by a gravimetric method using an HA-Millipore filter. The concentration of total suspended matter decreased with the distance from the coast, but the ratio of organic fraction to total suspended matter increased and reached sixty per cent at 5 km from the coast.

The horizontal and vertical distributions of suspended matter were investigated by an *in situ* beam transmittance meter. There was a linear-relation between the concentration of suspended matter and the attenuation coefficient of sea water. The distribution of the attenuation coefficient showed that the concentration of suspended matter was nearly two times higher in winter than in summer, and that part of sediments was stirred up by currents and turbulence.

1. Introduction

When radioactive wastes are discharged into the coastal sea, the radioactive nuclides in the wastes will be sorbed on suspended matter in sea water and transported to the bottom. And the coastal environment will be polluted by the radioactive nuclides.

Therefore, the properties (kinds of inorganic components, organic content and particle size of suspended matter) and the distribution of suspended matter in sea water off the coast of Tokai-mura where a group of institutes for atomic energy is found, were surveyed four times between July 1968 and December 1970.

Inorganic suspended matter has been examined under a microscope (ATKINS *et al.*, 1954; GUNNERSON and EMERY, 1962) and by means of X-ray diffraction (ISHII and ISHIKAWA,

1964; TAKEMATSU *et al.*, 1970). Microscopic methods get off with a relatively small amount of sea water, but demand skillfulness in measurement and have difficulty to determine the average components.

The concentration of suspended matter has been measured gravimetrically with a membrane filter (BANSE *et al.*, 1963) and a glass fiber filter (HOBSON, 1967; BUCHAN *et al.*, 1967). The pore size of a glass fiber filter is not smaller than ca. 1μ and non-uniform, while a membrane filter of uniform pore size can be obtained in a wide range of pore size (0.025μ - 14μ). In this study, an HA-Millipore filter (0.45μ) was used to determine the concentration of organic and inorganic suspended matter.

The distribution of suspended matter in sea water can, of course, be investigated by the gravimetric method described above, but this method is complicated in the procedure and time-consuming. Using an *in situ* beam transmittance meter, the distribution of suspended matter can be surveyed easily and rapidly, and the fine structure of its distribution can be

* Received October 8, 1971

** The Institute of Physical and Chemical Research

*** Japan Atomic Energy Research Institute

**** The Institute of Physical and Chemical Research,
Present address: Tokyo University of Fisheries

obtained. In this case, however, it is necessary to determine the relation between the concentration of suspended matter and the attenuation coefficient measured by a beam transmittance meter, because the size and the composition of suspended matter are different in each area (JONE and WILLS, 1956; OTTO, 1966). The *in situ* beam transmittance meter has been developed to measure the attenuation coefficient of sea water which controls the penetration of radiant energy from the sun and sky. Recently, this instrument has been used to study the temperature inversion with upwelling (PAK *et al.*, 1970), the possibility of low-density down-slope flow (DRAKE, 1971) and so forth.

2. Methods

a. Qualitative and quantitative analyses of suspended matter in sea water

Identification of inorganic suspended matter was carried out by a technique mentioned by TAKEMATSU *et al.* (1970). Sea water of 100–200 l was filtered through a 142 mm diameter HA-Millipore filter. The suspended matter on the filter was put on a sample plate for X-ray diffraction and dried in the air. To distinguish between clay minerals, the sample was treated with glycerol and 6N hydrochloric acid.

The concentration of total suspended matter was measured mostly by a technique described by BANSE *et al.* (1963). The organic content of total suspended matter was determined by the difference of weights of the matter before and after ignition. The inorganic content was estimated by the difference of weights between the total and the organic suspended matter.

b. Measurement of the attenuation coefficient of sea water

An *in situ* beam transmittance meter of a 50 cm path length was trially made for measur-

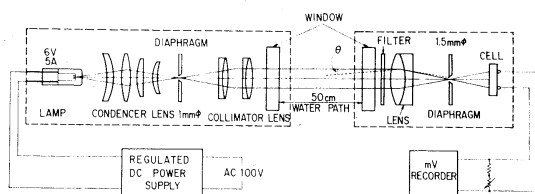


Fig. 1. Optical system and electrical circuit of *in situ* beam transmittance meter.

ing the attenuation coefficient of sea water. A diagram of the optical system and the electrical circuit is shown in Fig. 1.

The light source is a tungsten lamp with a quartz case in which iodine gas is sealed. This lamp is small and long-lived. A light flux from the lamp is focused on a pinhole and made parallel by collimator lenses. The lens-system of the receiver is designed to prevent ambient light and scattered light reaching the photocell as far as possible, with a lens ($f=80$ mm) and a pinhole (1.5 mm diameter). The acceptance angle (2θ) is $1^{\circ}05'$ (Fig. 1). The filter is a blue filter (Toshiba V-B46) and the sensor of light is a solar battery (Sharp SBC-111). This instrument is submersible to a depth of 150 m.

The attenuation coefficient was calculated from the following equation:

$$\alpha = 4.61 (\log R_A - \log R_W) + 0.148 \text{ (m}^{-1}\text{)},$$

where α is the attenuation coefficient, R_A and R_W are readings of a recorder in the air and in the water, respectively, and 0.148 is a constant for compensating the difference of reflection of light on the surface of glass windows between in the air and in the water.

3. Results and discussion

a. Identification of inorganic suspended matter

The results of X-ray diffraction of the suspended

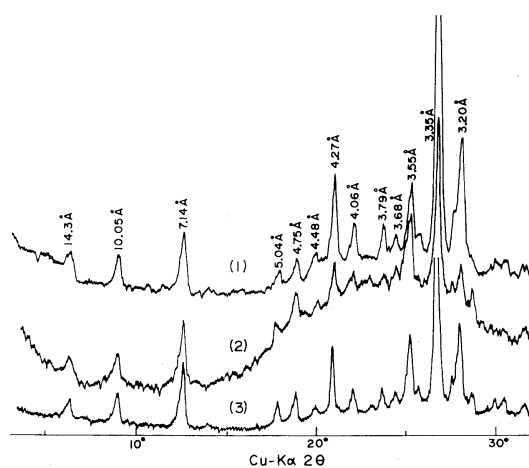


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of suspended matter in sea waters at the mouth of the River Kuji (1) and 5 km off the coast (2), and the suspended portion of sediment at 5 km from the coast (3).

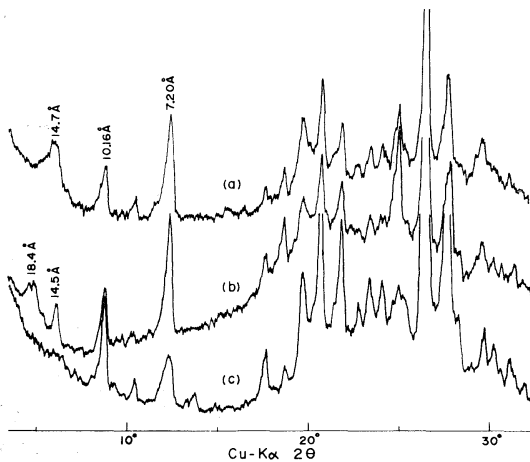


Fig. 3. X-ray diffraction patterns after reagent treatments. (a) untreated (b) glycerol (c) hydrochloric acid.

ed matter in surface sea waters at the mouth of the River Kuji (1) and 5 km off the coast (2), and the suspended portion of a sediment at 5 km from the coast (3) are shown in Fig. 2.

The X-ray diffraction pattern of suspended matter at 5 km from the coast (2) has a high base line on account of organic matter but the positions of peaks are the same in three samples. The X-ray diffraction patterns after reagent treatments are shown in Fig. 3, from which the presence of montmorillonite, chlorite, kaolinite, quartz and feldspar was ascertained.

b. The organic content of total suspended matter

The organic content of total suspended matter is obtained against the attenuation coefficient α (Table 1). As the attenuation coefficient decreases with the distance from the coast, the organic portion of suspended matter increases from the coastal to the open sea.

The averages of the total concentration and the organic content of suspended matter in twelve surface sea water samples were 0.25 mg/l

Table 1. The organic content of total suspended matter against the attenuation coefficient α .

$\alpha < 1.0$	$1.0 < \alpha < 2.0$	$2.0 < \alpha < 3.0$	$3.0 < \alpha$
70 % (7)	42 % (6)	29 % (7)	23 % (8)

The number in parenthesis is the number of samples.

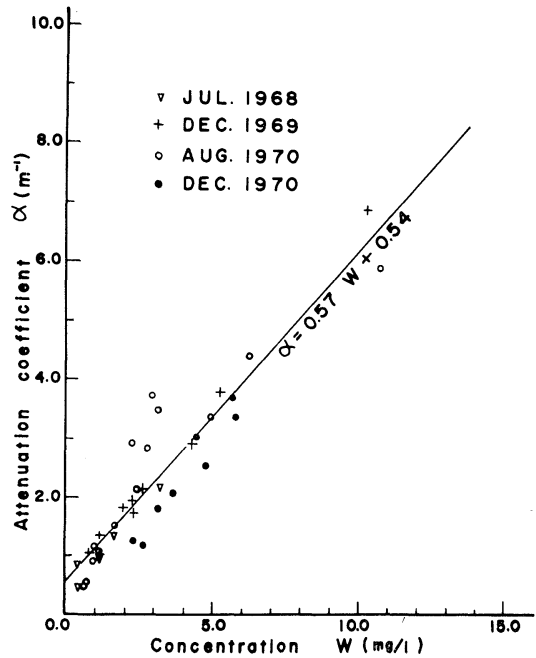


Fig. 4. Relation between concentration of suspended matter and attenuation coefficient of sea water.

and 68 %, respectively. These samples were collected in the area 20 km east to west and 30 km north to south off the coast of Tokaimura, during the period November 21 to 27, 1969.

c. The relation between the concentration of suspended matter and the attenuation coefficient of sea water

The relation between the concentration of suspended matter and the attenuation coefficient is shown in Fig. 4. The number of samples is 37 in all (5 in July, 1968; 10 in December, 1969; 14 in August, 1970 and 8 in December, 1970).

The data in August, 1970, scatter considerably and those in December, 1970, show higher concentrations against the attenuation coefficients. The former was analysed within a week after collection and the scattering may not be attributed to the analytical error. But the latter was analysed after a month and the deviation may be due to the formation of organic aggregate (SHELDON *et al.*, 1967).

The relation between the concentration of suspended matter W (mg/l) and the attenuation

coefficient α (m^{-1}) obtained by the least squares method is:

$$\alpha = 0.57 W + 0.54.$$

When the concentration of the suspended matter is zero, the attenuation coefficient is 0.54. The greater part of this value is attributed to the scattering of particles below 0.45μ and the absorption of dissolved organic matter in sea water. The slope given by this equation is similar to that of suspension of the River Thames mud in tap water in the results of JONES and WILLS (1956).

d. The particle size of suspended matter

The particle size of suspended matter was presumed by a method introduced by BURT (1957). He proposed a method to estimate average particle size by comparing the relation between the concentration of suspended matter and the attenuation coefficient for natural water samples to the theoretical one.

Theoretical relations between scattering attenuation coefficient and concentration of suspended matter presented in terms of particle diameter by BURT (1957) are shown Fig. 5. These relations are for the acceptance angle of 6° . Although the acceptance angle of our beam transmittance meter is $1^\circ 05'$, this difference has only a little influence on an estimated particle size in relatively small diameter. Our result is added to Fig. 5 by a broken line. This figure shows that the particle size of suspended matter in the area investigated is

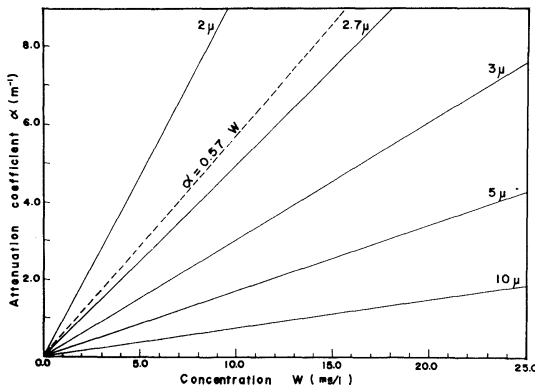


Fig. 5. Theoretical relations between scattering attenuation coefficient and concentration of suspended matter presented in terms of particle diameter by BURT (1957).

$2 \sim 3 \mu$.

It should be kept in mind that an estimated particle size by this method is the one normalized to quartz-like materials.

e. The distribution of the attenuation coefficient of sea water

Observations were made during the periods July 17 to 19, 1968; November 29 to December 4, 1969; August 25 to September 4, 1970 and December 11 to 22, 1970. The location of each station in 1970 is shown Fig. 6.

The vertical distribution of the attenuation coefficient of Sts. 22 and 19, in summer and in winter, 1970, is shown in Fig. 7.

In case of St. 22 in summer, the values of attenuation coefficient in surface and bottom layers were large and its value in the intermediate layer was minimum. The large value of the surface layer is due to particulate materials discharged from the River Kuji and that of the bottom layer is attributed to the fine sediment stirred up from the bottom by currents.

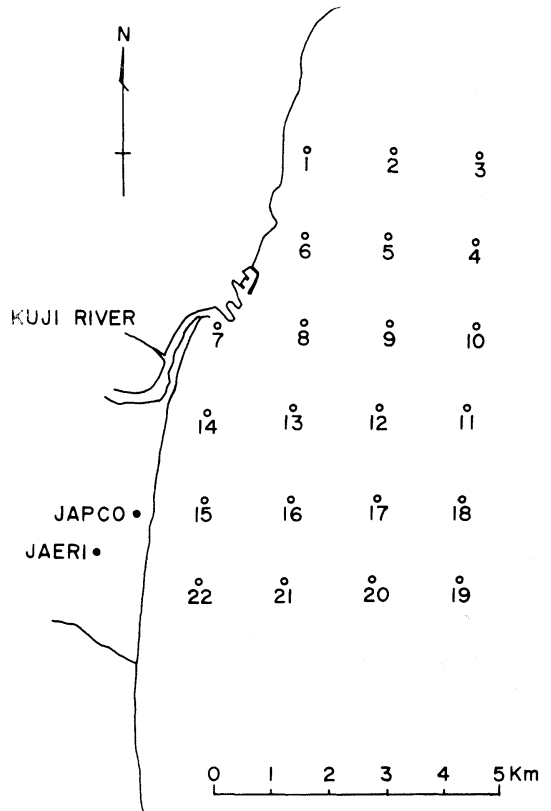


Fig. 6. The location of each station in 1970.

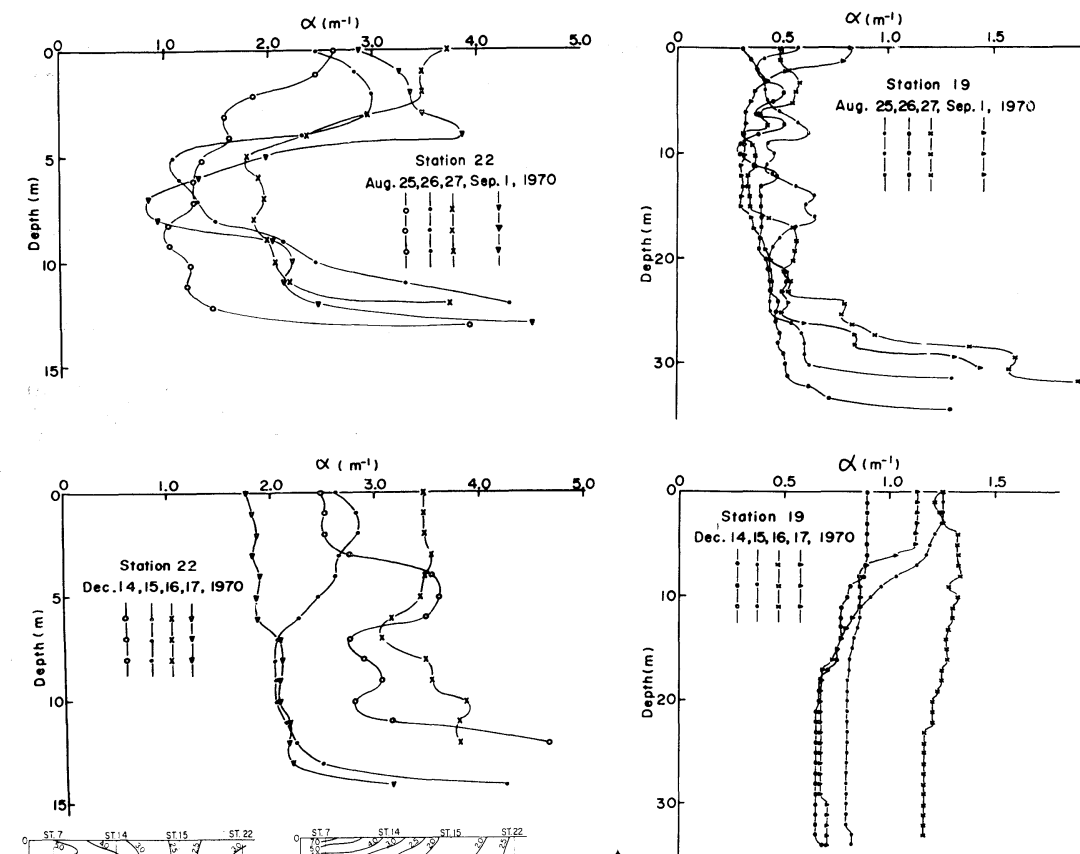
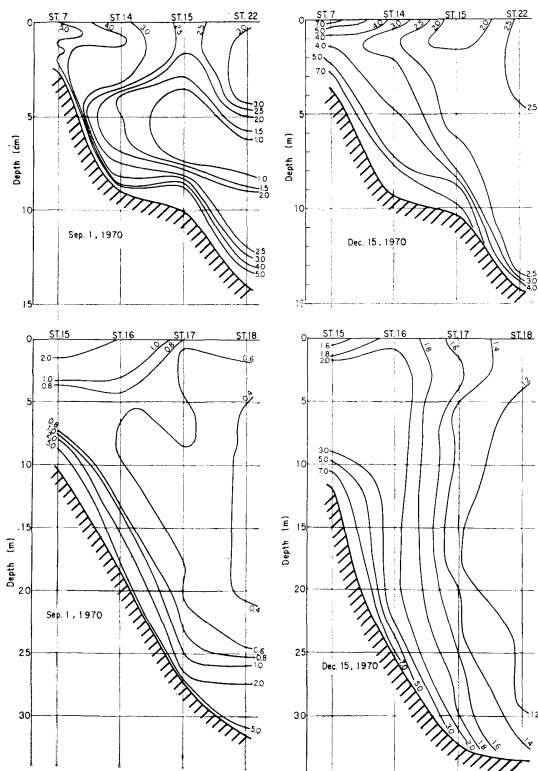


Fig. 7. Vertical distribution of attenuation coefficient of Sts. 22 and 19, in summer and in winter, 1970.



← Fig. 8. Distribution of attenuation coefficient on sections traversing from St. 7 to St. 22 and from St. 15 to St. 18, in summer and in winter, 1970.

In winter, the attenuation coefficient was generally larger than that in summer and the minimum in the intermediate layer was not so conspicuous as in summer. This shows that turbulence in winter is stronger than in summer.

On the other hand, the distribution of St. 19 was different from that of St. 22. The attenuation coefficient in summer was nearly constant from the surface layer to the intermediate layer, although it showed small fluctuations, and the stirring up of fine sediments was observed in the bottom layer. In winter, it was larger than that in summer and constant from the intermediate layer to the bottom layer. And there was not a layer of concentrated suspended

matter. It may be considered that on account of violent turbulence in winter, most of the fine sediments have been already stirred up from the bottom and a small amount remains on the bottom.

POSTMA (1961) studied the transport and accumulation of suspended matter in the Dutch Wadden Sea and showed a relation clearly between current velocity and the amount of fine sediments stirred up from the bottom.

The presence of a layer of concentrated suspended matter near the bottom is observed not only in shallow water but also in deep water. EWING and THORNDIKE (1965) found a layer of strong scattering near the ocean floor in the Atlantic Ocean by a nephelometer and called it a bottom nepheloid layer. EITREIM *et al.* (1969), HUNKINS *et al.* (1969) and EWING and CONNARY (1970) also observed the layer in many areas. BETZER and PILSON (1971) confirmed by measuring the concentra-

tion of particulate iron the presence of high concentration of suspended matter near the bottom and the remarkable coincidence with the bottom nepheloid layer. HUNKINS *et al.* (1969) and BETZER and PILSON (1971) ascribed the bottom nepheloid layer to bottom currents and turbulence.

Fig. 8 shows the distribution of attenuation coefficient on sections traversing from St. 7 to St. 22 and from St. 15 to St. 18, in summer and in winter, 1970. In Fig. 8, the distribution patterns are simpler, the values are larger and the increase in concentration of suspended matter near the bottom at 5 km from the coast is less outstanding in winter than in summer. Although the amount of suspended materials supplied by the River Kuji is much more in summer than in winter, the value of the attenuation coefficient was larger in winter than in summer. Another source of suspended matter is the sea floor. Therefore, it is assumed

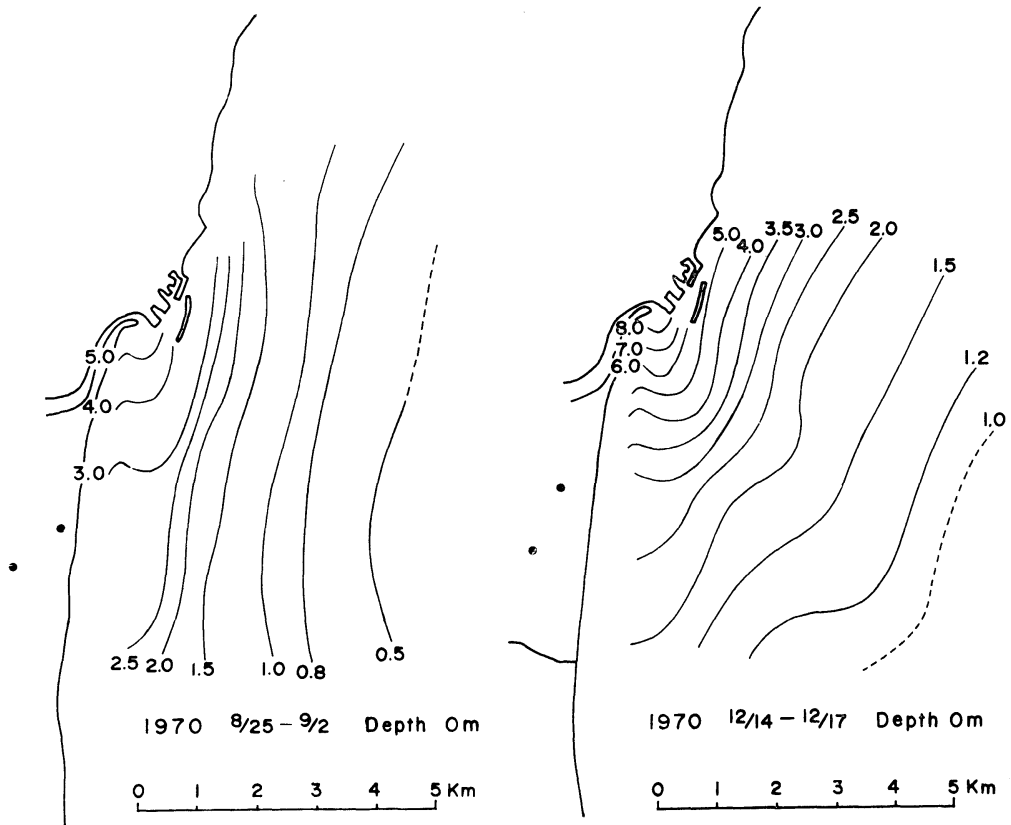


Fig. 9. Distribution of average attenuation coefficient of surface water in summer and in winter, 1970.

that fine sediments deposited on the sea floor during calm seasons are made into suspension by turbulence in winter.

As seen from Fig. 7, the attenuation coefficient varies considerably day by day. Average values in surface water for four days in summer and in winter were calculated in each station and plotted (Fig. 9). Fig. 9 shows that the concentration of suspended matter was nearly two times higher in winter than in summer. The fact of higher concentration of suspended matter in winter was reported by BUCHAN *et al.* (1967) in a coastal area and by HOBSON (1967) in a deep sea area. BUCHAN *et al.* ascribed this fact to biological processes rather than physical ones and HOBSON to the transported materials from the coast by advection. But from our results and the results with a nephelometer (HUNKINS *et al.*, 1969; EWING and CONNARY, 1970), it is reasonable to consider that in winter a larger amount of fine sediments is stirred up by turbulence.

Acknowledgements

The authors would like to thank Dr. S. UNOKI of The Institute of Physical and Chemical Research for his valuable advice and criticism.

Also they wish to thank Mr. G. KUROSU, Japan Atomic Energy Research Institute and Mr. K. HARUYAMA, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation for helping oceanographical surveys.

References

- ATKINS, W. R. G., Pamela G. JENKINS and F. J. WARREN (1954): The suspended matter in sea water and its seasonal changes as affecting the visual range of the Secchi disc. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **33**, 497-509.
- BANSE, K., C. P. FALLS and L. A. HOBSON (1963): A gravimetric method for determining suspended matter in sea water using Millipore filters. *Deep-Sea Res.*, **10**, 639-642.
- BETZER, Peter R. and Michael E. Q. PILSON (1971): Particulate iron and the nepheloid layer in the western North Atlantic, Caribbean and Gulf of Mexico. *Deep-Sea Res.*, **18**, 753-761.
- BUCHAN, S., G. D. FLOODGATE and D. J. CRISP (1967): Studies on the seasonal variation of the suspended matter in the Menai Straits. I. The inorganic fraction. *Limnol. Oceanogr.*, **12**, 419-431.
- BURT, Wayne V. (1957): On the attenuation of light in the sea. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **36**, 223-226.
- DRAKE, David E. (1971): Suspended sediment and thermal stratification in Santa Barbara Channel, California. *Deep-Sea Res.*, **18**, 763-769.
- EITTREIM, S., M. EWING and E. M. THORNDIKE (1969): Suspended matter along the continental margin of the North American basin. *Deep-Sea Res.*, **16**, 613-624.
- EWING, M. and E. M. THORNDIKE (1965): Suspended matter in deep ocean water. *Science*, **147**, 1291-1294.
- EWING, M. and S. CONNARY (1970): Nepheloid layer in the North Pacific. *Geological Investigations of the North Pacific*, GSA Memoir, Geological Society of America, New York.
- GUNNERSON, C. G. and K. O. EMERY (1962): Suspended sediment and plankton over San Pedro Basin, California. *Limnol. Oceanogr.*, **7**, 14-20.
- HOBSON, L. A. (1967): The seasonal and vertical distribution of suspended particulate matter in an area of the northeast Pacific Ocean. *Limnol. Oceanogr.*, **12**, 642-649.
- HUNKINS, K., E. M. THORNDIKE and G. MATHIEU (1969): Nepheloid layers and bottom currents in the Arctic Ocean. *J. Geophys. Res.*, **74**, 6995-7008.
- ISHII, J. and T. ISHIKAWA (1964): Detection of mineral components of suspended matter in sea water by X-ray diffractometer. *Study on Oceanography (Hidaka commemorative volume)*, 288-295.
- JONES, D. and M. S. WILLS (1956): The attenuation of light in sea and estuarine waters in relation to the concentration of suspended solid matter. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **35**, 431-444.
- OTTO, L. (1966): Light attenuation in the North Sea and the Dutch Wadden Sea in relation to Secchi disc visibility and suspended matter. *Neth J. of Sea Res.*, **3**, 28-51.
- PAK, H., G. F. BEARDSLEY, Jr. and R. L. SMITH (1970): An optical and hydrographic study of a temperature inversion off Oregon during upwelling. *J. Geophys. Res.*, **75**, 629-636.
- POSTMA, H. (1961): Transport and accumulation of suspended matter in the Dutch Wadden Sea. *Neth. J. of Sea Res.*, **1**, 148-190.
- SHELDON, R. W., T. P. T. EVELYN and T. R. PARSONS (1967): On the occurrence and formation of small particles in seawater. *Limnol. Oceanogr.*, **12**, 367-375.

TAKEMATSU, N., N. OKAMI and T. SASAKI (1970):
Examination of inorganic suspended matter in

sea water by means of X-ray diffraction. La
mer, 8, 1-5.

東海村沖における海水中の懸濁物の分布

竹松 伸 岡見 登 岸野元彰 福田雅明 佐々木忠義

要旨: 低レベル放射性廃液が沿岸海洋に放出された場合、廃液中の放射性核種は懸濁物に収着され、懸濁物と共に沿岸近くに沈積し、沿岸の海洋環境を汚染する。

そこで、本研究では、東海村沖の懸濁物の性質（無機懸濁物の種類、有機懸濁物の割合、粒径）および分布を、1968年7月から1970年12月までの3年間に、4回調査したので報告する。

X線回折の結果、無機懸濁物としては、モンモリロナイト、緑泥石、イライト、カオリナイト、石英、長石などが顕著なものとして同定された。

全懸濁物量は沖合にゆくに従って減少するが、有機懸濁物の全懸濁物に対する割合は沖合にゆくに従って増加し、5 km 沖合では約 60% であった。

懸濁物の水平・鉛直分布は濁度計を用いて測定した。その結果、一般的に冬期における消散係数は夏期のほぼ2倍であること、流れにより底質が巻き上げられていることなどが明らかになった。

また、懸濁物の濃度と消散係数との間には直線関係があり、濁度計により海水中の懸濁物の濃度を測定できることが明らかになった。

Perturbations à grande échelle de l'atmosphère sur le Pacifique Nord*

Motoyasu MIYATA**

Abstract: Cross spectral analysis of surface atmospheric pressure values from sixteen points on a $10^\circ \times 10^\circ$ grid in the North Pacific Ocean has been made. The results indicate that the large-scale atmospheric disturbances with frequencies 0.1 cpd to 0.7 cpd move eastward at a speed of 1750 km/day at 40°N and 2410 km/day at 30°N . No such disturbances are found at 20°N and 10°N .

I. Introduction

Dans un article précédent, l'auteur a fait une brève remarque sur la possibilité d'existence des longues ondes atmosphériques sur l'Océan Pacifique Nord, qui se propagent vers l'est à une vitesse constante (MIYATA et GROVES, 1971). Le présent article est un compte-rendu de la recherche plus approfondie de ces perturbations atmosphériques à grande échelle. Nous employons la méthode statistique de l'analyse des séries temporelles et nous l'appliquons à des séries de pression atmosphérique.

II. Préparation des données

Nous avons lu, à partir des cartes du temps synoptiques à la surface, les valeurs de la pression atmosphérique en seize points sur le Pacifique Nord (voir la figure 1 pour les emplacements) à des intervalles de six heures. Nous avons alors examiné ces seize séries par le procédé automatique pour éliminer les erreurs évidentes en valeurs et en succession.

Le présent article concerne principalement les ondes dans la gamme de fréquences d'un cycle par plusieurs jours. Il nous faut supprimer le bruit du fond à plus haute fréquence pour éviter les erreurs causées par le «aliasing». Les oscillations diurnes et semi-diurnes dues à la marée atmosphérique sont surtout embarrassantes. Pour éliminer ces variations à haute fréquence nous avons appliqué un filtre digital

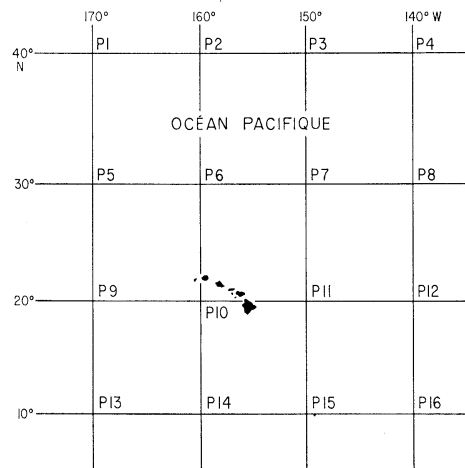


Fig. 1. Les emplacements des seize points qui comprennent le treillis de pression

à chacune des seize séries de la manière suivante:

Soit x_t les données à l'entrée du filtre et y_t celles à la sortie. Le filtrage digital ici employé est simplement un processus pour faire la moyenne pondérée ou une convolution des fonctions discrètes:

$$y_t = \sum_{k=-M}^M w_k x_{t-k} \quad (1)$$

avec $(2M+1)$ représentant le nombre des valeurs additionnées, et w_k , les poids symétriques du filtre ($w_k = w_{-k}$). Nous avons appliqué un noyau de neuf poids aux seize séries, chacune consistant en 5226 valeurs à six heures d'intervalle ($M=4$, $t=6$ heures). Les neuf valeurs du noyau sont:

* Manuscrit reçu le 8 Octobre 1971

** Institut Géophysique, Université de Tokyo, Tokyo 113

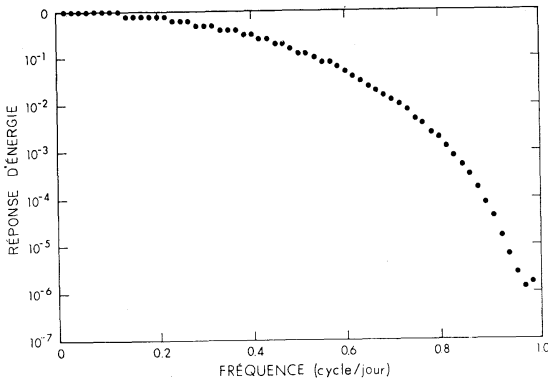


Fig. 2. La réponse d'énergie du filtre passe-basse (2).

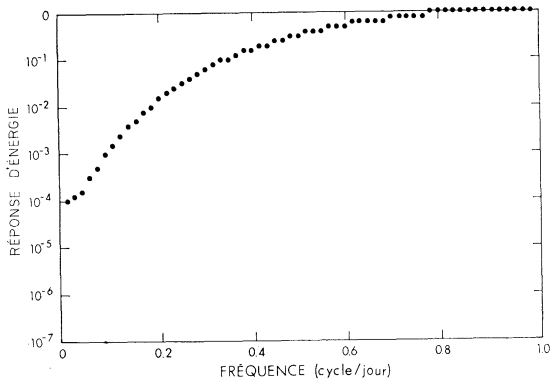


Fig. 3. La réponse d'énergie du filtre passe-haut (3).

$$\begin{matrix} 0,012079. & 0,064125. & 0,124609. \\ 0,186022. & 0,226329. & 0,186022. \\ 0,124609. & 0,064125. & 0,012079. \end{matrix} \quad (2)$$

Nous avons calculé les valeurs de sortie toutes les douze heures, de sorte que la fréquence de Nyquist soit 1 cpj (cycle par jour). Sa réponse d'énergie est indiquée sur la figure 2 pour les bandes de fréquences de 0,0 à 1,0 cpj à des intervalles de 1/60 cpj.

Il est avantageux de filtrer préalablement les données de sorte que le spectre compté soit le plus uniforme possible. On sait par des études préparatoires que les spectres présentent une montée vers la fréquence zéro. Pour supprimer cette montée, nous avons filtré les seize séries avec un filtre passe-haut. Le filtre se compose des cinq valeurs suivantes:

$$-0,01. \quad -0,26. \quad 0,55. \quad -0,26. \quad -0,01. \quad (3)$$

Sa réponse d'énergie est donnée sur la figure 3.

Nous avons finalement utilisé les données de seize séries simultanées à 2606 valeurs chacune, à des intervalles de douze heures, couvrant la période de janvier 1951 à juillet 1954.

III. Interprétation des figures

Nous avons construit la matrice des densités spectrales à 16×16 composantes suivant la méthode décrite dans l'Appendice. A partir de cette matrice nous avons compté les cohérences et les phases entre toutes les séries. Avant d'examiner les résultats, nous devons faire quelques remarques sur l'interprétation des figures.

La densité d'énergie ou le spectre d'énergie est tracé à l'échelle logarithmique (voir, par exemple, la figure 4). Quoique les valeurs spectrales soient seulement calculées pour les soixante-et-une fréquences discrètes, elles sont interconnectées par des lignes droites. Les limites de confiance ou l'intervalle de confiance avec une probabilité de 95 %, indiquées par des flèches, sont obtenues à partir d'un tableau (MUNK, SNODGRASS and TUKER, 1959). Nous avons déterminé le paramètre ν (le nombre de degrés de liberté; voir l'Appendice) avec la relation:

$$\nu = \frac{2L}{N} = \frac{2 \times 2602}{60} = 87. \quad (4)$$

La phase à une fréquence donnée correspond à la cohérence tracée juste au-dessous (voir, par exemple, la figure 8). Les phases estimées correspondent aux points milieux des bars d'incertitude indiqués, qui sont calculés d'après la formule (Ap.-22) dans l'Appendice au niveau de confiance de 95 %. Quand les limites de confiance excèdent la figure, on se sert des points qui représentent ces valeurs estimées. On indique les cohérences, estimées par des points accompagnés de bars d'erreur pour les intervalles de confiance de 95 %, déterminées par les équations (Ap.-18), (Ap.-19) et (Ap.-20). La limite de confiance l_0 pour l'hypothèse nulle H_0 (voir les équations (Ap.-23) et (Ap.-26)) devient 0,25 dans notre cas pour $\nu=87$ et $\alpha=0,05$. C'est-à-dire, la probabilité est de 5 % pour que la valeur de la cohérence estimée

entre deux séries complètement incohérentes excède 0,25. Autrement dit, si les valeurs de la cohérence dans les figures sont au-dessus de 0,25, elles sont significatives avec une confiance de 95 %.

IV. Résultats

Nous allons examiner des relations entre seize séries de pression. La figure 4 montre les spectres d'énergie pour les quatre séries de pression le long de 170°W de longitude—p1 (40°N), p5(30°N), p9(20°N) et p13(10°N). Il y a une tendance générale vers les dérangements d'énergie plus grands sous les latitudes plus élevées, comme on doit s'y attendre. Cette même tendance se retrouve dans les figures 5, 6 et 7, chacune d'elles présente les spectres de quatre séries le long d'un méridien particulier (160°W, 150°W et 140°W respectivement). A part cette différence en énergie tous les spectres ont en gros la même allure avec une diminution vers la fréquence plus élevée. Nul trait saillant ne se manifeste. Quelques-uns des spectres (particulièrement p6) impliquent une grande activité autour de 0,2 cpj. Cela peut être une manifestation des ondes atmosphériques à la période de cinq jours (GROVES et MIYATA, 1967), mais tous les pics ne sont pas assez larges pour garantir une sûreté statistique. Nous n'en discuterons pas dans le présent article.

La phase et la cohérence entre les séries de pression à partir des points adjacents le long d'un méridien donné, montrent le caractère partout semblable dans la région envisagée (figures 8 à 19). La phase est toujours près de zéro, pour la fréquence de 0,0 à 0,4 cpj. La cohérence aussi, est toujours grande dans cette gamme de fréquences. En particulier, les séries des trois points dans le sud-est (p14, p15 et p16) montrent la phase uniforme et la cohérence élevée dans toutes les bandes de fréquences de 0,0 à 0,9 cpj (figures 17, 18 et 19).

Les pressions des deux points adjacents de latitude sont d'une cohérence plus importante que celles des deux points adjacents de longitude. On trouve deux types généraux des relations. Chez le premier, la différence de phase s'accroît

à mesure que la fréquence augmente, presque jusqu'à 0,7 cpj, avec la cohérence assez élevée. On voit ce trait pour toutes les paires latitudinales par 40°N et 30°N (p1-p2, p2-p3, p3-p4, p5-p6, p6-p7 et p7-p8. Voir les figures 20 à 25). Chez le second, le déphasage est uniforme et près de zéro, et la cohérence est grande à l'intérieur de la gamme entière de fréquence envisagée. Toutes les six paires latitudinales par 20°N et 10°N (p9-p10, p10-p11, p11-p12, p13-p14, p14-p15 et p15-p16) montrent ce trait (figures 26 à 31).

Tableau 1.

Index de Fréquence	Déphasage pour 40°N (en degrés)	Déphasage pour 30°N (en degrés)
7	15,7	13,3
8	28,3	20,0
9	27,3	18,7
10	35,7	31,3
11	34,0	24,7
12	41,0	27,3
13	50,3	35,0
14	53,0	32,3
15	56,7	36,0
16	58,3	45,0
17	57,3	52,7
18	68,7	64,7
19	68,3	80,0
20	72,0	79,0
21	70,3	74,0
22	67,0	79,0
23	73,7	64,0
24	80,7	72,0
25	76,0	72,7
26	79,7	77,7
27	81,0	85,0
28	82,3	48,7
29	82,7	62,7
30	77,0	85,7
31	79,7	81,7
32	87,7	84,7
33	80,7	88,3
34	68,0	72,3
35	80,0	76,7
36	84,7	79,3
37	85,7	70,0
38	87,0	58,3
39	91,0	53,7
40	107,0	69,7
41	108,3	58,3

Le déphasage linéairement croissant le long des parallèles (40°N et 30°N), ainsi que l'absence du déphasage le long des méridiens s'accordent avec le modèle de la perturbation qui s'avance vers l'est à une vitesse approximativement constante. La vitesse de propagation V_j de cette perturbation, pour le déphasage ϕ_j (en degrés) à une fréquence f_j (cpj) donnée se calcule avec

$$V_j = d \frac{360}{\phi_j} f_j \quad (5)$$

où d est la distance entre les deux points. Nous avons calculé \bar{V} , la moyenne de la vitesse pour 40°N et 30°N de la façon suivante. D'abord nous avons pris la moyenne des trois valeurs des déphasages respectivement pour 40°N (p1-p2, p2-p3 et p3-p4) et pour 30°N (p5-p6, p6-p7 et p7-p8) pour chaque fréquence de 0,12 cpj à 0,68 cpj. Les moyennes ainsi obtenues sont données dans le tableau 1. Nous avons omis quelques premières valeurs dont l'estimation peut manquer de précision.

Ensuite, nous avons calculé la valeur V_j

selon l'équation (5), et obtenu la moyenne avec son erreur probable.

$$\bar{V} \text{ (pour } 40^\circ\text{N)} = (1,75 \pm 0,04) \times 10^3 \text{ km/jour}$$

$$\bar{V} \text{ (pour } 30^\circ\text{N)} = (2,41 \pm 0,08) \times 10^3 \text{ km/jour}$$

Donc, les ondes de pression avec une fréquence de 0,12 à 0,68 cpj pour 30°N se propagent plus vite vers l'est que celles pour 40°N.

V. Conclusions

L'analyse des valeurs de la pression atmosphérique à la surface réparties en seize points sur une grille de 10° × 10° sur l'Océan Pacifique Nord a été effectuée. Le résultat indique l'existence des perturbations à grande échelle des fréquences de 0,1 cpj à 0,7 cpj, qui s'avancent vers l'est à la vitesse de 1750 km/jour à 40°N et 2410 km/jour à 30°N. Aucune perturbation identique n'existe ni à 20°N ni à 10°N.

Le présent auteur exprime ses vifs remerciements à M. Gordon GROVES qui a bien voulu surveiller cette recherche à Institut Geophysique de Hawaï. Les calculs ont été exécutés au Centre de Calcul et Statistique, Université de Hawaï.

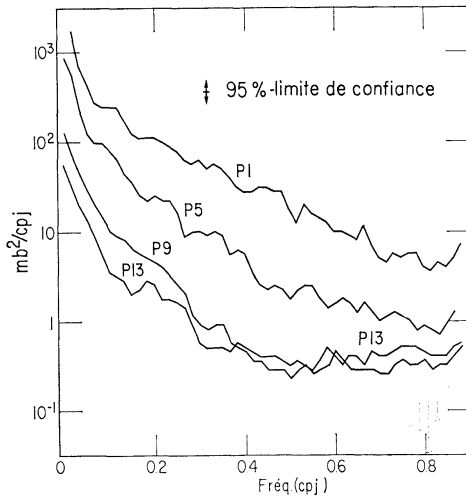


Fig. 4. Les spectres d'énergie pour les quatre séries de pression le long de 170°W de longitude—p1 (40°N), p5 (30°N), p9 (20°N) et p13 (10°N).

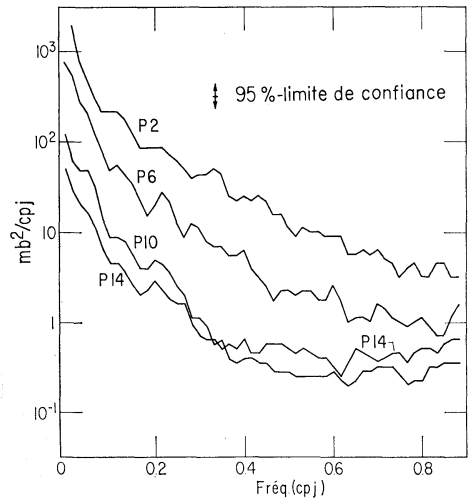


Fig. 5. Les spectres d'énergie pour les quatre séries de pression le long de 160°W de longitude—p2 (40°N), p6 (30°N), p10 (20°N) et p14 (10°N).

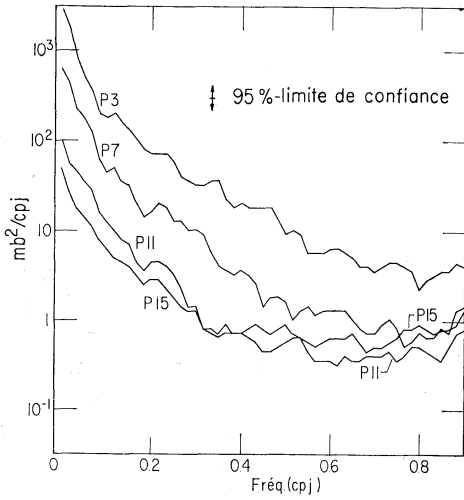


Fig. 6. Les spectres d'énergie pour les quatre séries de pression le long de 150°W de longitude—p3 (40°N), p7 (30°N), p11 (20°N) et p15 (10°N).

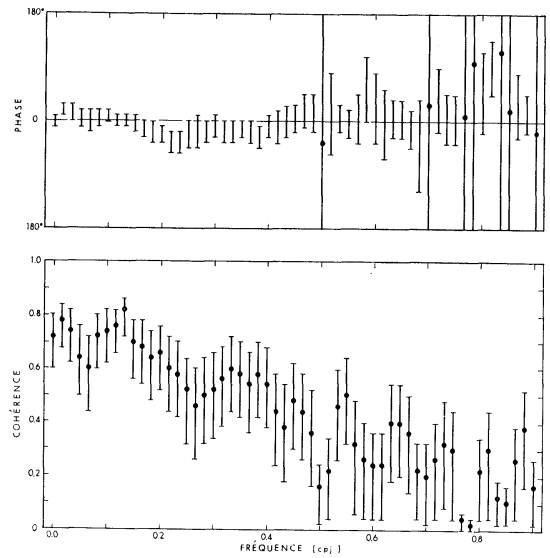


Fig. 8. Phase et cohérence entre p1 et p5. (Une phase positive indique que p5 mène p1.)

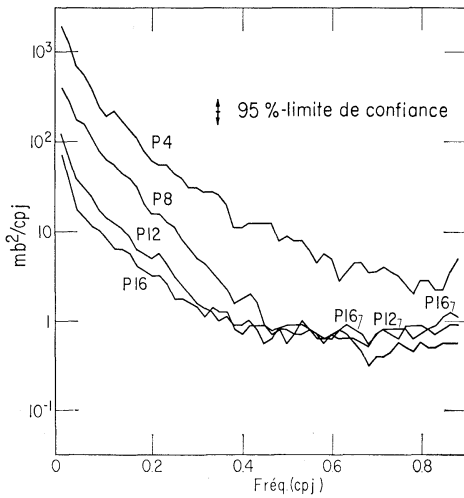


Fig. 7. Les spectres d'énergie pour les quatre séries de pression le long de 140°W de longitude—p4 (40°N), p8 (30°N), p12 (20°N) et p16 (10°N).

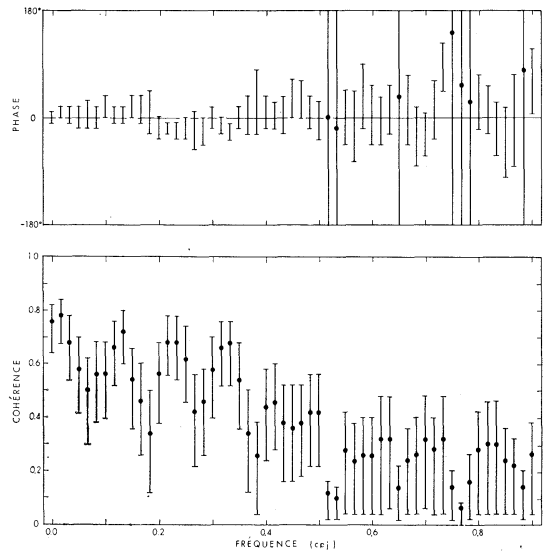


Fig. 9. Phase et cohérence entre p2 et p6. (Une phase positive indique que p6 mène p2.)

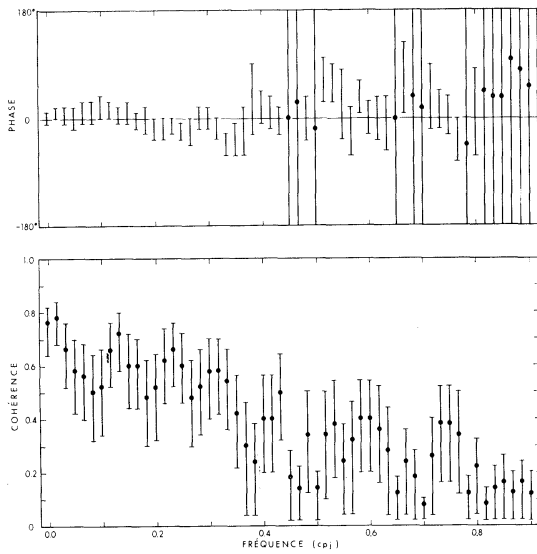


Fig. 10. Phase et cohérence entre p3 et p7.
(Une phase positive indique que p7 mène p3.)

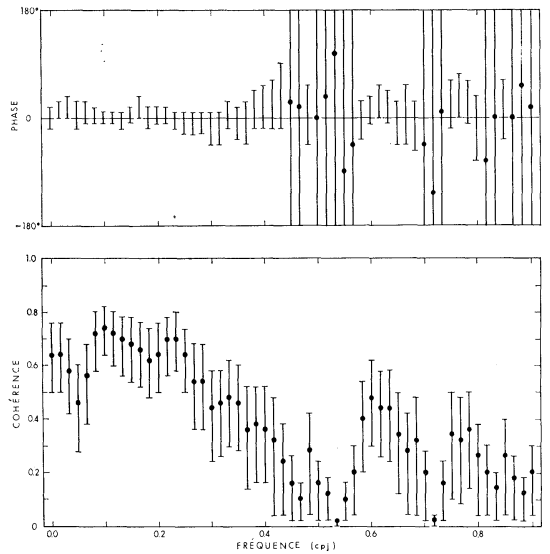


Fig. 12. Phase et cohérence entre p5 et p9.
(Une phase positive indique que p9 mène p5.)

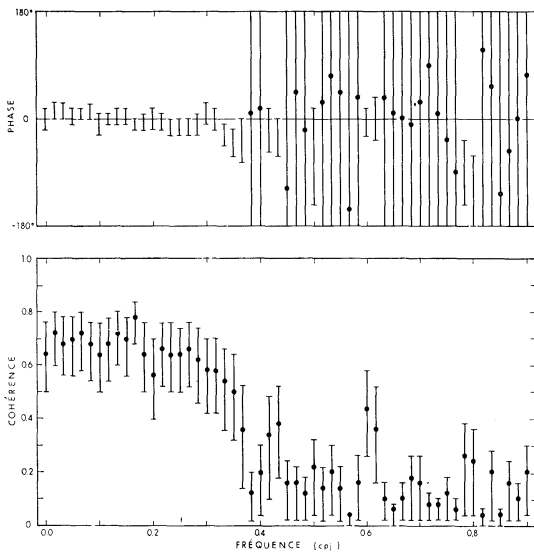


Fig. 11. Phase et cohérence entre p4 et p8.
(Une phase positive indique que p8 mène p4.)

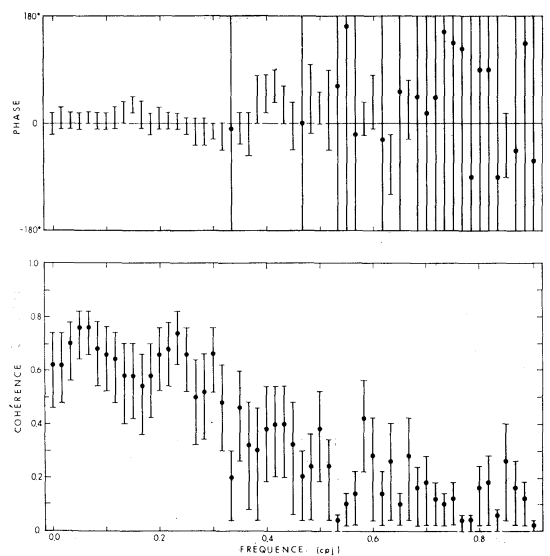


Fig. 13. Phase et cohérence entre p6 et p10.
(Une phase positive indique que p10 mène p6.)

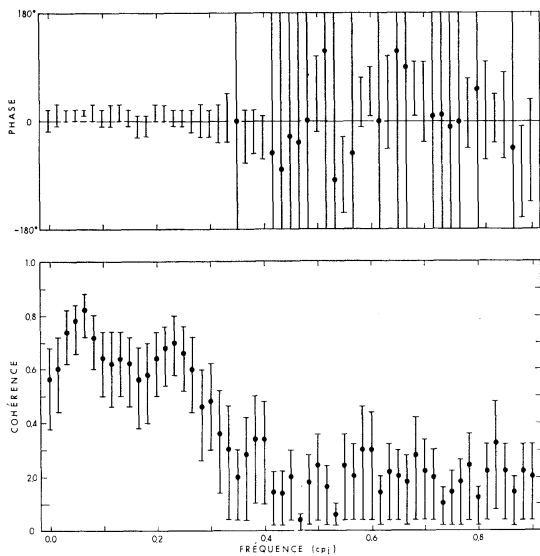


Fig. 14. Phase et cohérence entre p7 et p11.
(Une phase positive indique que p11 mène p7.)

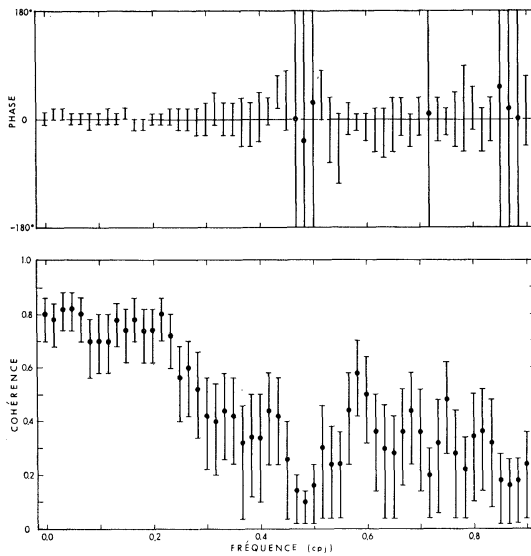


Fig. 16. Phase et cohérence entre p9 et p13.
(Une phase positive indique que p13 mène p9.)

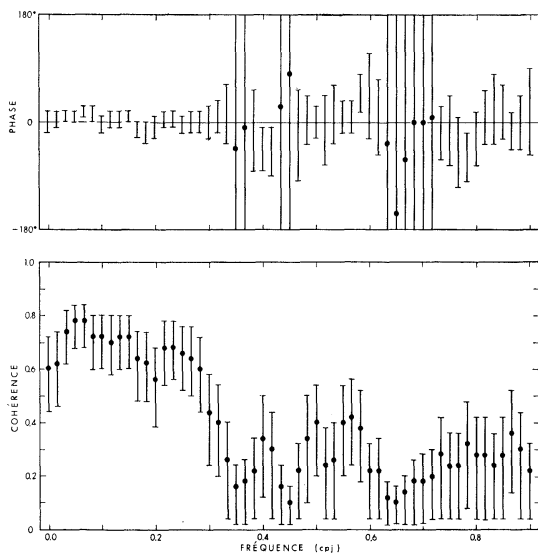


Fig. 15. Phase et cohérence entre p8 et p12.
(Une phase positive indique que p12 mène p8.)

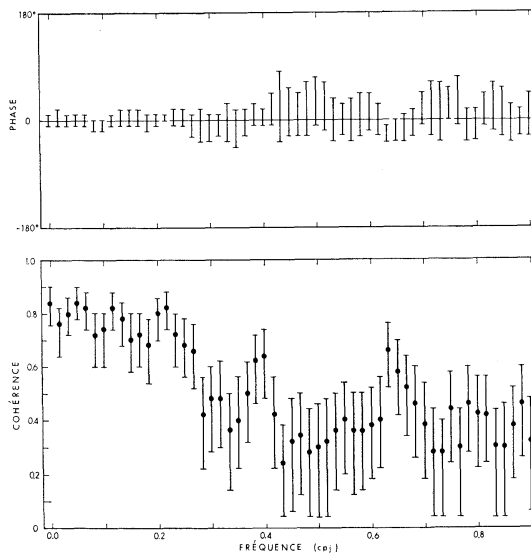


Fig. 17. Phase et cohérence entre p10 et p14.
(Une phase positive indique que p14 mène p10.)

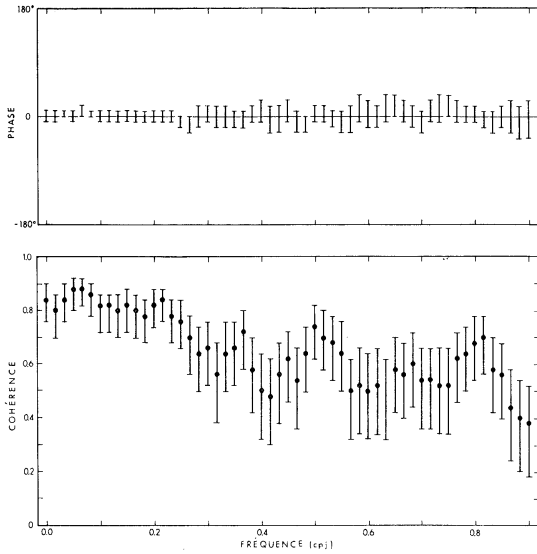


Fig. 18. Phase et cohérence entre p11 et p15.
(Une phase positive indique que p15 mène p11.)

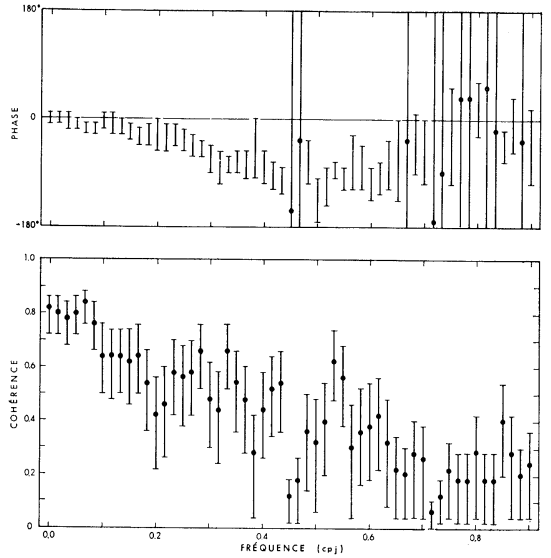


Fig. 20. Phase et cohérence entre p1 et p2.
(Une phase positive indique que p2 mène p1.)

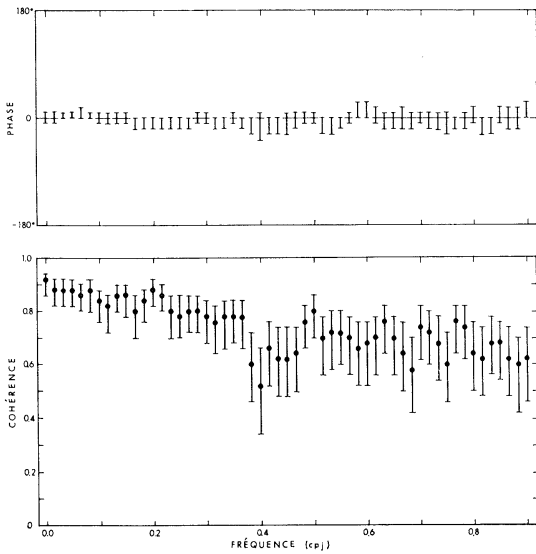


Fig. 19. Phase et cohérence entre p12 et p16.
(Une phase positive indique que p16 mène p12.)

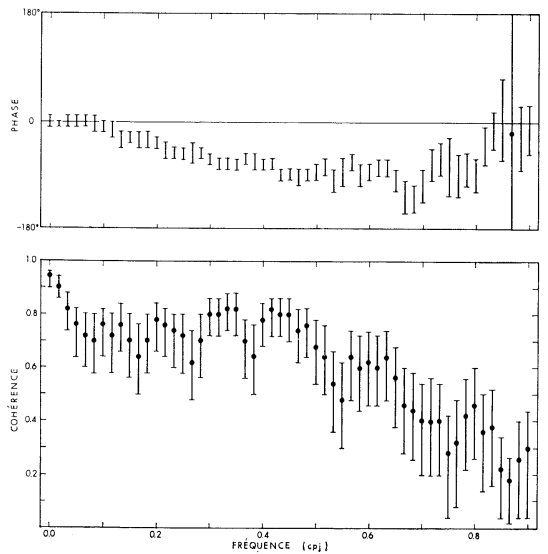


Fig. 21. Phase et cohérence entre p2 et p3.
(Une phase positive indique que p3 mène p2.)

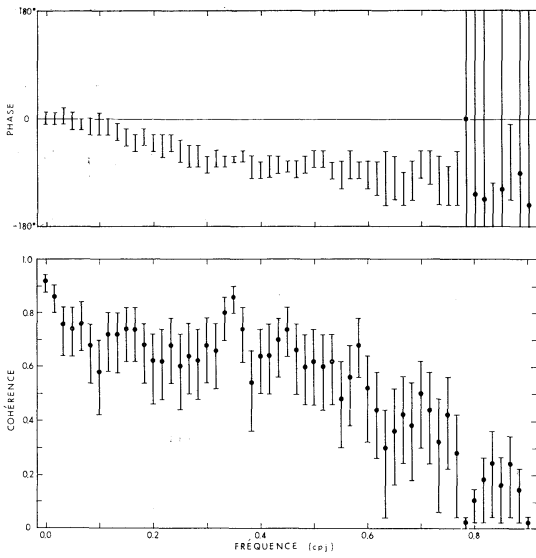


Fig. 22. Phase et cohérence entre p3 et p4.
(Une phase positive indique que p4 mène p3.)

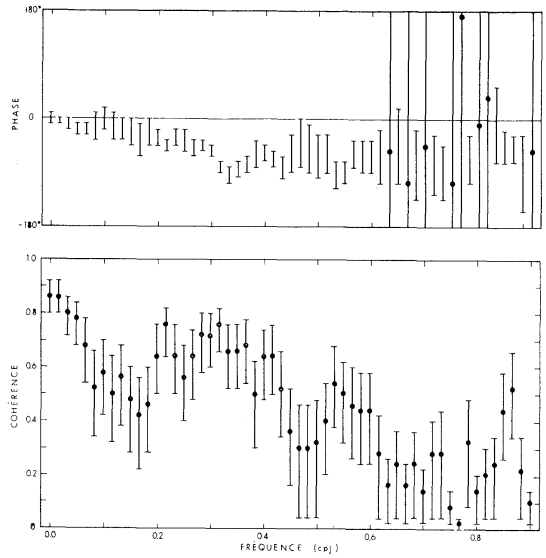


Fig. 24. Phase et cohérence entre p6 et p7.
(Une phase positive indique que p7 mène p6.)

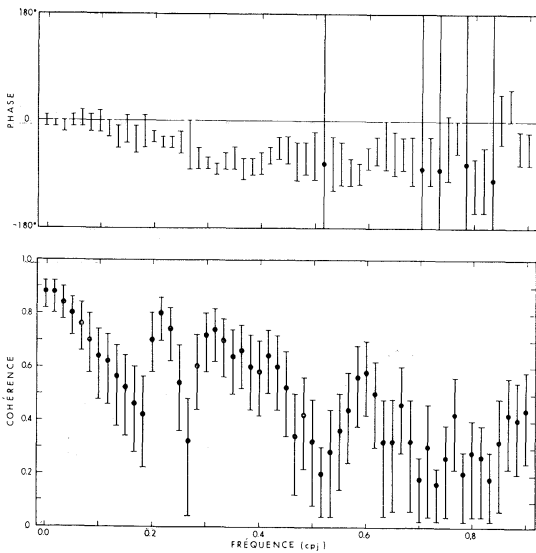


Fig. 23. Phase et cohérence entre p5 et p6.
(Une phase positive indique que p6 mène p5.)

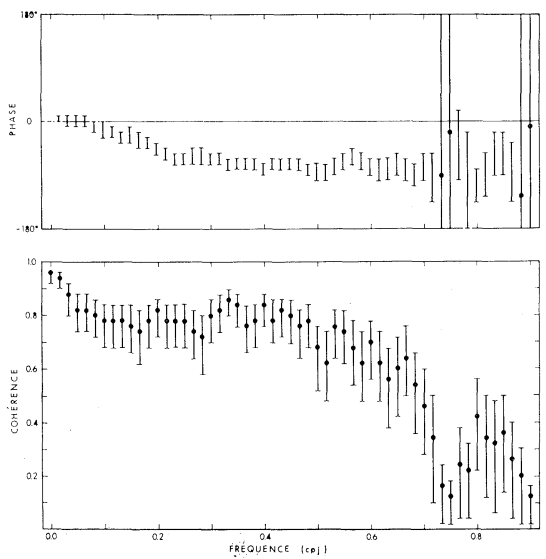


Fig. 25. Phase et cohérence entre p7 et p8.
(Une phase positive indique que p8 mène p7.)

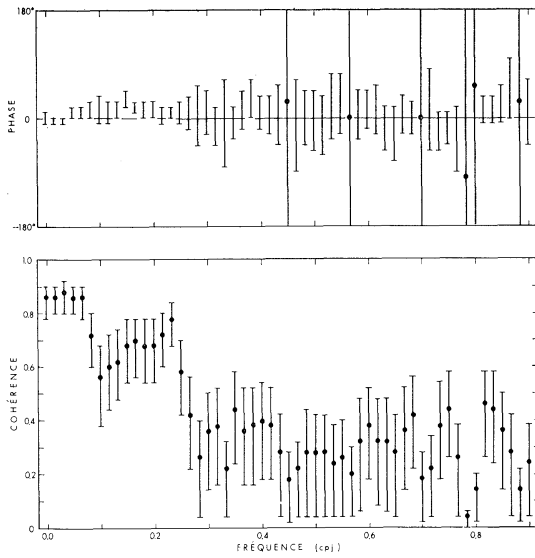


Fig. 26. Phase et cohérence entre p9 et p10.
(Une phase positive indique que p10 mène p9.)

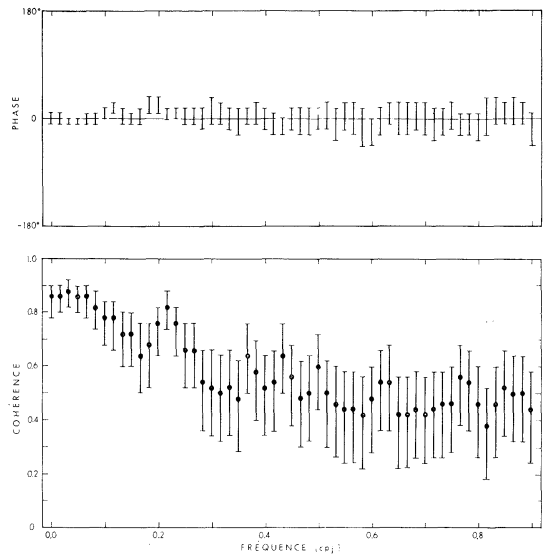


Fig. 28. Phase et cohérence entre p11 et p12.
(Une phase positive indique que p12 mène p11.)

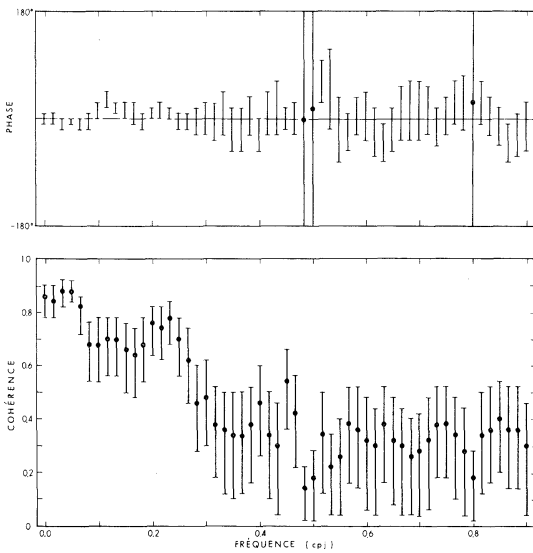


Fig. 27. Phase et cohérence entre p10 et p11.
(Une phase positive indique que p11 mène p10.)

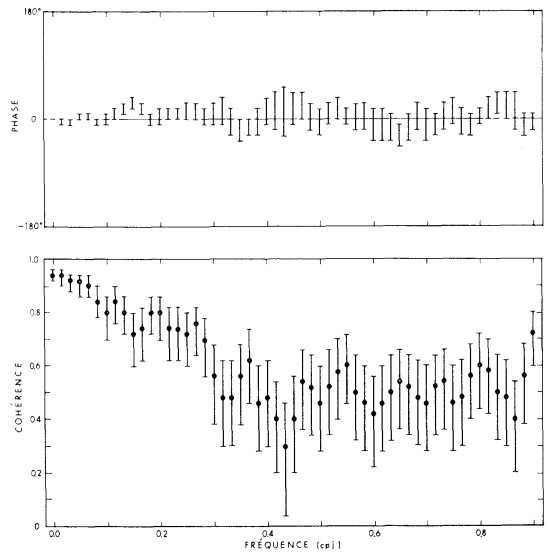


Fig. 29. Phase et cohérence entre p13 et p14.
(Une phase positive indique que p14 mène p13.)

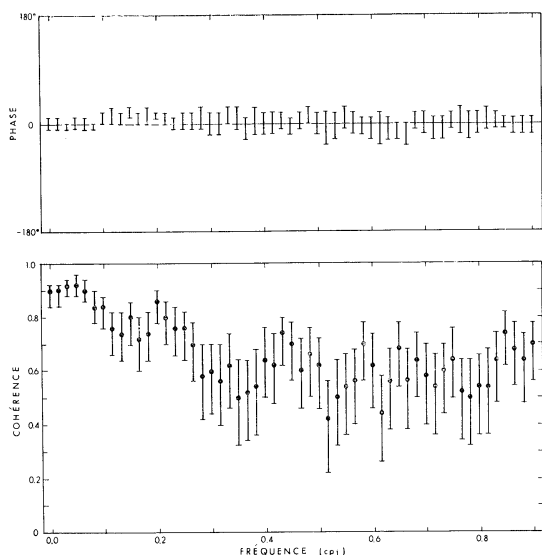


Fig. 30. Phase et cohérence entre p14 et p15.
(Une phase positive indique que p15 mène p14.)

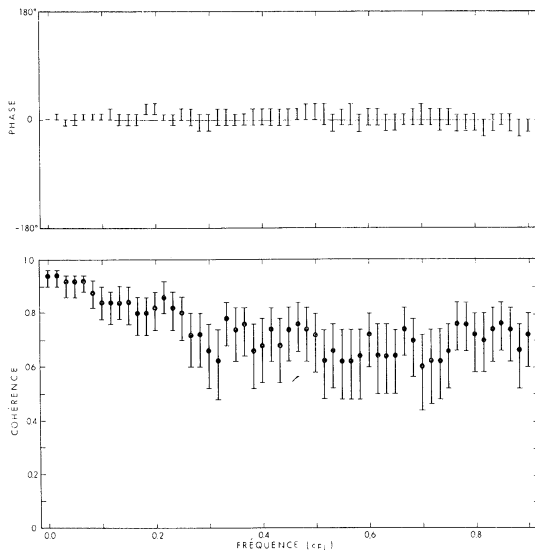


Fig. 31. Phase et cohérence entre p15 et p16.
(Une phase positive indique que p16 mène p15.)

Bibliographie

- ABRAMOWITZ, M., and I. A. STEGUN (1964): *Handbook of Mathematical Functions*. National Bureau of Standards Applied Mathematics Series 55, U.S. Department of Commerce; 1046 pp.
- AMOS, D. E., and L. H. KOOPMANS (1963): *Tables of the Distribution of the Coefficient of Coherence*. Office of Technical Services, U. S. Department of Commerce.
- BARTLETT, M. S. (1948): Smoothing periodograms from time series with continuous spectra. *Nature*, **161**: 686-687.
- BENDAT, J. S., and A. G. PIERSOL (1967): *Measurement and analysis of random data*. John Wiley & Sons, New York.
- BLACKMAN, R. B., and J. W. TUKEY (1958): *The measurement of power spectra from the point of view of communications engineering*. Dover Publications, New York; 190 pp.
- COOLEY, J. W., and J. W. TUKEY (1965): An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series. *Mathematics of Computation*, **19**(90): 297-301.
- GOERTZEL, G. (1968): An algorithm for the evaluation of finite trigonometric series. *Am. Math. Monthly*, **65**: 34-35.
- GOODMAN, N. R. (1957): On the joint estimation of the spectra, cospectrum and quadrature spectrum of a two-dimensional stationary Gaussian process. *Sci. Pap. Engng. Statist. Lab.*, N.Y. Univer., **10**; 168 pp.
- GOODMAN, N. R. (1963): Statistical analysis based on a certain multivariate complex Gaussian distribution (an introduction). *Ann. Math. Statistics*, **34**(1): 152-177.
- GROVES, G. W. (1955): Numerical filters for discrimination against tidal periodicities. *Trans. Amer. Geophys. Un.*, **36**: 1073-1084.
- GROVES, G. W. (1956): Periodic variation of sea level induced by equatorial waves in the easterlies. *Deep-sea Res.*, **3**(4): 248-252.
- GROVES, G. W., and F. GRIVEL (1962): Some relationships between sea level and wind in the equatorial Pacific. *Goefis. Intern., Mexico*, **2**(1): 1-14.
- GROVES, G. W., and M. MIYATA (1967): On weather-induced long waves in the equatorial Pacific. *J. Mar. Res.*, **25**(2): 115-128.
- GROVES, G. W., and E. J. HANNAN (1968): Time series regression of sea level on weather. *Rev. of Geophys.*, **6**(2): 129-174.
- HAMMING, R. W. (1962): *Numerical Methods for Scientists and Engineers*. McGraw-Hill Book Co., New York; 411 pp.
- HOLSTEN, W. G., and G. W. GROVES (1966): A system of macro programs for time series analysis. *HIG Report*, **66**(10), Hawaii Institute of Geophysics, University of Hawaii.
- JENKINS, G. M. (1961): General consideration in the analysis of spectra. *Technometrics*, **3**(2): 133-166.

JENKINS, G. M., and D. G. WATTS (1968): *Spectral analysis and its application*. Holden-Day Inc., San Francisco.

MIYATA, M., and G. W. GROVES (1971): A study of the effects of local and distant weather on sea level in Hawaii. *J. Physical Oceanography*, **1**(3): 203-213.

MUNK, W. H., F. E. SNODGRASS, and M. J. TUCKER (1959): Spectra of low-frequency ocean waves. *Bull. Scripps. Inst. Oceanogr.*, **7**(4): 283-362.

PARZEN, E. (1961): Mathematical considerations in the estimation of spectra. *Technometrics*, **3**(2): 167-190.

ZETLER, B. D., and G. W. GROVES (1964): A program for detecting and correcting errors in long series of tidal heights. *Int. Hydrogr. Rev.*, **41**(2): 103-107.

Appendice : Analyse de Spectre Croisé

I. Matrice des densités spectrales.

Soit $u_k(t)$ une composante d'un vecteur réel à q dimensions, qui décrit un processus stationnaire des multivariables de la moyenne nulle. La transformation finie de Fourier, $U_k(f)$, d'une réalisation du processus se pose:

$$U_k(f) = \frac{1}{L} \sum_{t=1}^L u_k(t) e^{-2\pi i f t / L} \quad (\text{Ap.-1})$$

Soit $A(f)$ le vecteur aléatoire à q dimensions dont les composantes sont $U_k(f)$. Pour un échantillon de grand nombre, la matrice de covariance $H(f)$ de $A(f)$ est approximativement égale à la matrice des densités spectrales «aliasées».

$$E[A(f)A^*(f)] \simeq H(f) = \begin{pmatrix} S_{11}(f)S_{12}(f)\dots S_{1q}(f) \\ S_{21}(f)S_{22}(f)\dots S_{2q}(f) \\ \vdots \\ S_{q1}(f)S_{q2}(f)\dots S_{qq}(f) \end{pmatrix} \quad (\text{Ap.-2})$$

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

$$S_{lm}(f) = E[U_l(f)\bar{U}_m(f)] \quad (\text{Ap.-3})$$

avec $\bar{}$ dénotant conjugué. On présume que $E[U_k(t)] = 0$. Notons que $H(f)$ est hermitique. Les éléments diagonaux s'appellent densités spectrales ou densités d'énergie et les éléments non-diagonaux, densités spectrales croisées.

Il y a plusieurs méthodes pour calculer les éléments d'une matrice spectrale. Dans le présent article, nous employons une modification de la méthode de Bartlett pour l'analyse harmonique (BARTLETT, 1948). Le procédé pour construire la matrice spectrale consiste en trois étapes: (i) on coupe chaque série temporelle en des segments avec quelque chevauchement et on

applique un filtre numérique à chacun de ces segments, (ii) on calcule alors les coefficients de Fourier pour chaque segment, et (iii) on estime finalement les densités d'énergie et les densités spectrales croisées en prenant la moyenne appropriée des coefficients de Fourier sur les segments.

Cette méthode a des avantages. Puisque l'on effectue l'analyse harmonique indépendamment pour chaque partie de la série temporelle, il est aisé de distinguer les phénomènes non-stationnaires. Si, par exemple, les données des mois d'hiver demandent à être examinées, on peut utiliser les coefficients de Fourier correspondant à ces mois. Cette méthode est utile aussi pour le cas où des trous séparent les données. Elle est économique, à moins qu'une haute résolution de la bande de fréquence ne soit nécessaire. Chaque étape de la méthode se décrit en détail ainsi qu'il suit.

(i) Soit L le nombre total des données dans une série temporelle. Coupons cette série en p segments à $2N$ termes, où $2N$ est un nombre entier pair. (Nous choisissons un nombre pair, de sorte que la fréquence de Nyquist soit harmonique.) Les segments sont admis à chevaucher l'un sur l'autre. La proportion de L à $(p \times 2N)$ définit «la coefficient de chevauchement», r :

$$r = \frac{L}{2Np} \quad (\text{Ap.-4})$$

Quand $r=1$, il correspond aux segments aboutissants. A mesure que r diminue, les segments se chevauchent plus en plus. Pour réduire l'effet d'énergie dans toutes les bandes de fréquences sauf celle dont il est question, chaque segment est multiplié en série par un filtre numérique (diminué par «une fenêtre de données»), comme

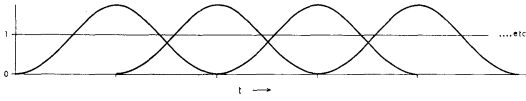


Fig. Ap.-1. La configuration pour «une fenêtre de données» appliquée en série à chaque segment avec un coefficient de chevauchement $r=0, 5$.

l'indique schématiquement la figure Ap.-1, (d'après GROVES et HANNAN, 1968).

(ii) Désignons par $g_j^l(t)$ les données discrètes qui sont «diminuées» dans j-ième segment de la série $u_l(t)$. Si l'on développe $g_j^l(t)$ comme une fonction périodique sous la forme,

$$g_j^l(t) = \frac{a_{j0}^l}{2} + \sum_{k=1}^{N-1} \left(a_{jk}^l \cos \frac{\pi kt}{N} + b_{jk}^l \sin \frac{\pi kt}{N} \right) + \frac{a_{jN}^l}{2} \cos \pi t \quad (\text{Ap.-5})$$

alors on peut déterminer les coefficients de Fourier a_{jk}^l et b_{jk}^l .

$$a_{jk}^l = \frac{1}{N} \sum_{t=0}^{2N-1} g_j^l(t) \cos \frac{\pi kt}{N} \quad (\text{Ap.-6})$$

$$b_{jk}^l = \frac{1}{N} \sum_{t=0}^{2N-1} g_j^l(t) \sin \frac{\pi kt}{N} \quad (\text{Ap.-7})$$

(iii) Après avoir calculé les coefficients de Fourier pour la série $u_l(t)$ on peut estimer sa densité spectrale en faisant la moyenne de $(a_{jk}^{l^2} + b_{jk}^{l^2})$ sur tous les segments.

$$S_{ll}(f_k) = \frac{2N}{p} \sum_{j=1}^p (a_{jk}^{l^2} + b_{jk}^{l^2}) \quad (\text{Ap.-8})$$

Le suffixe k de f est l'indice pour la bande de fréquence. f_k se rapporte à N par:

$$f_k = \frac{k}{2N \delta_t} \quad (\text{Ap.-9})$$

ou δ_t est l'intervalle de l'échantillonnage. L'équation (Ap.-8) permet d'évaluer la densité d'énergie pour les $(N+1)$ bandes de fréquences, de f_0 à f_N (la fréquence de Nyquist), à $1/N$ fréquence (en unités Nyquist) d'intervalle.

De même, la densité d'énergie pour la série $u_m(t)$ est:

$$S_{mm}(f_k) = \frac{2N}{p} \sum_{j=1}^p (a_{jk}^{m^2} + b_{jk}^{m^2}) \quad (\text{Ap.-10})$$

La densité spectrale croisée est donnée par

$$S_{lm}(f_k) = C_{lm}(f_k) + iQ_{lm}(f_k) \quad (\text{Ap.-11})$$

où $C_{lm}(f_k)$ est la densité co-spectrale,

$$C_{lm}(f_k) = \frac{2N}{p} \sum_{j=1}^p (a_{jk}^l a_{jk}^m + b_{jk}^l b_{jk}^m) \quad (\text{Ap.-12})$$

et $Q_{lm}(f_k)$ la densité quadrature-spectrale,

$$Q_{lm}(f_k) = \frac{2N}{p} \sum_{j=1}^p (a_{jk}^l b_{jk}^m - a_{jk}^m b_{jk}^l) \quad (\text{Ap.-13})$$

On répète le procédé ci-dessus pour toutes les paires possibles des q séries, pour construire la matrice des densités spectrales à q dimensions dans l'équation (Ap.-2).

II. Propriétés statistiques

Les valeurs estimées dans la matrice des densités spectrales se basent sur la série temporelle finie disponible, qu'on peut considérer comme un échantillon de la population de la série d'une longueur infinie. La statistique des caractères spectrales a été étudiée par GOODMAN (1957, 1963). On présume que les séries temporelles sont des processus aléatoires stationnaires laplaciens. La fonction de la densité d'énergie, $S_{ll}(f)$, obéit à une loi du χ^2 . La loi dépend du nombre de degrés de liberté qu'on détermine par le nombre total des données et le nombre de fréquences désirées. L'intervalle de confiance pour la densité d'énergie peut être déterminé par le tableau existant de la loi du χ^2 .

On peut décrire les propriétés de la corrélation croisée entre deux séries temporelles $u_l(t)$ et $u_m(t)$ par deux fonctions de fréquence, cohérence $\rho_{lm}(f)$ et phase $\phi_{lm}(f)$:

$$\begin{aligned} \rho_{lm}(f) &= \frac{S_{lm}(f)}{\sqrt{S_{ll}(f)S_{mm}(f)}} \\ &= \sqrt{\frac{C_{lm}^2(f) + Q_{lm}^2(f)}{S_{ll}(f)S_{mm}(f)}} \end{aligned} \quad (\text{Ap.-14})$$

$$\phi_{lm}(f) = \tan^{-1} \left[\frac{Q_{lm}(f)}{C_{lm}(f)} \right] \quad (\text{Ap.-15})$$

avec $S_{ll}(f)$, $S_{mm}(f)$, $C_{lm}(f)$ et $Q_{lm}(f)$ étant donnés par les équations (Ap.-8), (Ap.-10),

(Ap.-12) et (Ap.-13). GOODMAN (1963) a obtenu la fonction pour la distribution de la cohérence de l'échantillon, qui est basée sur l'évaluation faite par l'utilisation de la méthode de périodogramme.

$$x_{\mu}(\hat{\rho}^2; \rho^2) = \mu(1 - \rho^2)^{\mu}(1 - \hat{\rho}^2)^{\mu-2} \times {}_2F_1(\mu, \mu; 1; \rho^2 \hat{\rho}^2) \quad 0 \leq \hat{\rho} \leq 1 \quad (\text{Ap.-16})$$

où ρ est la cohérence de la population, et ${}_2F_1(\mu; \mu; 1; \rho^2 \hat{\rho}^2)$ dénote la fonction hypergéométrique, et μ est un nombre entier paramétrique égale au nombre des bandes de fréquence sur lesquelles on fait la moyenne des coefficients de Fourier. La notation fonctionnelle (f) pour ρ et $\hat{\rho}$ est sous entendue. La formule (Ap.-16) peut s'appliquer à la cohérence évaluée avec d'autre méthodes, si l'on substitue μ par $\nu/2$, où ν est le nombre de degrés de liberté. $x_{\mu}(\hat{\rho}^2; \rho^2)$ s'écrit (voir, par exemple, Abramowitz et Stegun);

$$x_{\mu}(\hat{\rho}^2; \rho^2) = \frac{(1 - \rho^2)^{\mu}(1 - \hat{\rho}^2)^{\mu-2}}{\Gamma(\mu)\Gamma(\mu-1)} \times \sum_{j=0}^{\infty} \frac{\Gamma^2(\mu+j)}{\Gamma^2(j+1)} \rho^{2j} \hat{\rho}^{2j} \quad (\text{Ap.-17})$$

avec $\Gamma(k)$ dénotant la fonction gamma dont l'argument est k . Alors, la fonction de la distribution cumulative de la cohérence de l'échantillon est exprimée par

$$\begin{aligned} X_{\mu}(\hat{\rho}^2; \rho^2) &= \int_0^{\hat{\rho}^2} x_{\mu}(y; \rho^2) dy \\ &= \frac{(1 - \rho^2)^{\mu}}{\Gamma(\mu)\Gamma(\mu-1)} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{\Gamma^2(\mu+j)}{\Gamma^2(j+1)} \int_0^{\hat{\rho}^2} y^j (1-y)^{\mu-2} dy \\ &= \frac{(1 - \rho^2)^{\mu}}{\Gamma(\mu-1)} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{\Gamma(\mu+j)}{\Gamma(j+1)} \rho^{2j} I_{\hat{\rho}^2}(j+1, \mu-1) \end{aligned} \quad (\text{Ap.-18})$$

où $I_{\rho}(j+1, \mu-1)$ est la fonction bêta incomplète.

L'équation (Ap.-18) permet d'établir l'intervalle de confiance. On peut obtenir la limite inférieure ρ_1 et la limite supérieure ρ_2 de confiance, au seuil de signification de $\alpha\%$, en résolvant les equations suivantes.

$$X_{\mu}(\hat{\rho}^2; \rho_1^2) = \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ap.-19})$$

$$X_{\mu}(\hat{\rho}^2; \rho_2^2) = 1 - \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ap.-20})$$

Pour la distribution de phase de l'échantillon $\hat{\phi}(f)$, on a montré que

$$\sqrt{\frac{2(\mu-1)\hat{\rho}^2(f)}{1-\hat{\rho}^2(f)}} \sin [\hat{\phi}(f) - \phi(f)] \quad (\text{Ap.-21})$$

a la loi du t à $2(\mu-1)$ degrés de liberté, où $\phi(f)$ est la phase de la population (Groves et Hauman, 1968). La limite inférieure $\phi_1(f)$ et la limite supérieure $\phi_2(f)$ de confiance sont donc données par:

$$\begin{aligned} \phi_1(f), \phi_2(f) &= \hat{\phi}(f) \pm t_{2(\mu-1)}(1-\alpha) \sin^{-1} \\ &\times \sqrt{\frac{1}{2(\mu-1)} \frac{1-\hat{\rho}^2(f)}{\hat{\rho}^2(f)}} \end{aligned} \quad (\text{Ap.-22})$$

où $t_{2(\mu-1)}(1-\alpha)$ dénote le point de la loi du t avec une probabilité de $100(1-\alpha)\%$.

En dehors de l'intervalle de confiance pour chaque estimation de la cohérence, il est utile de connaître la limite de confiance pour l'hypothèse nulle H_0 , telle que:

$$H_0; \rho(f) = 0 \quad (\text{Ap.-23})$$

où $\rho(f)$ est la cohérence de la population. Pour calculer cette limite, d'après l'équation (Ap.-18), on a:

$$\begin{aligned} X_{\frac{\nu}{2}}(\hat{\rho}_0^2; 0) &= \frac{1}{\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)\Gamma\left(\frac{\nu}{2}-1\right)} \\ &\times \frac{\Gamma^2\left(\frac{\nu}{2}\right)}{\Gamma^2(1)} \int_0^{\hat{\rho}_0^2} (1-y)^{\frac{\nu}{2}-2} dy \\ &= \frac{\frac{\nu}{2}}{\frac{\nu}{2}-1} \{1 - (1 - \hat{\rho}_0^2)^{\frac{\nu}{2}-1}\} \end{aligned} \quad (\text{Ap.-24})$$

On peut obtenir la limite au niveau de confiance de $100(1-\alpha)\%$ en resolvant,

$$X(l_0^2; 0) = 1 - \alpha \quad (\text{Ap.-25})$$

Donc,

$$l_0 = \sqrt{1 - \left\{ \alpha \left(1 - \frac{2}{\nu}\right) + \frac{2}{\nu} \right\}^{\frac{1}{\frac{\nu}{2}-1}}} \quad (\text{Ap.-26})$$

III. Formation de la matrice des densités spectrales à 16 x 16 composantes.

Les données préparées consistent en seize

séries, chacune ayant 2606 valeurs à douze heures d'intervalle. Après soustraction de la moyenne, on a coupé chaque série en quarante deux segments à 120 valeurs se chevauchant également et également espacés ($L=2606$, $p=42$, $N=60$). Le coefficient de chevauchement est alors $r=0,5$ (équation (Ap.-4)). Nous avons choisi cette valeur de telle sorte que le chevauchement compense les parties diminuées et que la contribution d'une portion de la série soit approximativement la même que celle de l'autre (voir la figure Ap.-1). Nous avons appliqué à chaque segment «la fenêtre de données» de Lanzos carrée D_λ .

$$D_\lambda = \left\{ \frac{\sin \frac{2\lambda-1}{2N+1}}{\frac{2\lambda-1}{2N+1}\pi} \right\}^2,$$

$$\lambda = -N+1, -N+2, \dots, 0, \dots, N \quad (\text{Ap.-27})$$

La fréquence de Nyquist a été d'un cycle par jour. Pour les bandes de fréquences de 0,0 à 1,0 cpj à des intervalles de 1/60 cpj, les soixante et une paires des coefficients de Fourier ont été calculées pour tous les segments. Nous avons utilisé la méthode de Goertzel pour éviter de longs calculs (GOERTZEL, 1958). Nous avons alors construit la matrice des densités spectrales à 16×16 composantes pour chacune des soixante et une bandes. Nous avons finalement contrebalancé tous les filtrages préalables dans chacune des matrices de seizième ordre. Les résultats sont valables de 0,0 à environ 0,9 cpj, après lequel le filtrage excessif réduit la précision des valeurs évaluées.

北太平洋の大規模大気擾乱

宮 田 元 靖

要旨: 北太平洋上における長周期気象変動の概略を得るため表層大気圧を $10^\circ \times 10^\circ$ の 16 個の格子点上で読みとった値をクロススペクトル解析した。その結果, 40°N , 30°N 付近でそれぞれ一定速度 1750 km/日, 2410 km/日 で東方に進む周波数 0.7 cpd までの大気圧の波動が存在することが認められた。このような気圧の波は 20°N , 10°N においては存在しないと思われる。

資 料

駿河湾産サクラエビ, *Sergestes lucens*, の 年別漁獲量統計*

Statistiques du rendement d'année de la pêche des sergestes, petites crevettes de la Baie de Suruga, Japon

高 木 和 徳**

1. 解 説

サクラエビ, *Sergestes lucens* HANSEN, は駿河湾の特産として著名であり, 同海域における重用水産物の一つである。サクラエビの分布は, 詳しくみれば駿河湾に限られるわけではなく, 隣接の相模湾と東京湾でも知られるが, その量はわずかで, 漁業の対象となることはない。

駿河湾産サクラエビの漁獲は, 主としてさくらえび揚繰巾着網漁業による。少量は, 他の2艘旋揚繰巾着網あるいは小型定置網類によっても水揚げされるが, それらは無視される程度に止まっている。

中沢 (1915: 14) によれば, さくらえび揚繰巾着網漁業の起源は, 明治27年 (1894) 11月に始まる。しかし, その漁獲量統計は, 庵原郡水産組合が調べ, 中沢 (p. 18) が公表した明治37年~大正元年 (1904~1912) のものより前の記録については知られていない。

昨年, 静岡県水産試験場 (1970) が公表した明治37年~昭和45年 (1904~1970) の年別漁獲量統計表によれば大正2~7年 (1913~1918) の漁獲量については不明とされている。この統計表はサクラエビの漁獲量について現在まで知られているもっとも広汎な長期記録といえよう。

たまたま, 東京水産大学水産資源学研究室に保管されている故久保伊津男教授所蔵資料のなかに, 明治41年 (1908) から昭和14年 (1939) 5月までの漁獲量統計表の残されていることが, 最近明らかにされた。この資料は, 2通1組の文書からなり, 庵原郡水産会 (1939) の作製したものである。

この統計表では, まず静岡県水産試験場 (1970) の資料の上記不明部分が明らかにされているばかりでなく, 大正11年 (1922) 10月から昭和14年 (1939) 5月までの月別漁獲量が示されている。毎年6~9月は休漁期間でこれら4か月の欄は設けられていない。

サクラエビの漁獲量統計には, このほかに農林省静岡県統計調査事務所* が, 昭和28年 (1953) 以降, 静岡農林水産統計年報* に公表しているものをはじめとして, 何らかの形式で発表されたものがいくつかある。それらのうち, 上掲の久保資料のなかにあって, 昭和28年 (1953) ごろ, おそらく静岡県漁業協同組合連合会が配布した, 無名氏 (? 1953) の年別漁獲量統計資料 (図形式) は, 大正8年~昭和27年 (1919~1952) の範囲を抜けていて, 長期統計という点では無視できないものの一つとみられる。

いうまでもないことであるが, これらの公表値には, 随所に多少の異同があって, それらの異同は, 算出の基礎, 方法および処理などの異同, あるいは誤記などによるものと推察される。

これらの統計量を利用する場合には, 上記のような異同を再検討することが必要であるが, それに先立って, 主要資料を比較対照した結果が Tables 1, 2 である。統計量については, まず公表値を挙げ, 原表示単位が尺貫法による場合には, すべて1貫を3.75 kg として換算値を付記した。(Fig. 1)

2. 注 解

この統計対照表の詳細な検討は, 将来の課題として残されるが, 本報でとくに付記すべき点を挙げれば, 次のとおりである。各項のはじめに付けられた一連番号は, 表のなかで, 2表を通じて一貫した注解番号 (右肩付き

* 1971年10月12日受理

** Kazunori TAKAGI 東京水産大学 Université nationale des Produits de la Mer de Tokyo

* 一部の異同については参考資料の項参照。

Table 1. Rendement annuel des sergestes, *S. lucens*, par quelques documents (A-D) mit l'un L'autre en contraste (I: 1904-1939). A, Nakazawa (1915); B, Association locale de la pêche du District d'Ihara (1939, non publié); B-a, par la période de la pêche; B-b, par le calendrier; C, anonyme (?1953); D, Station expérimentale de la pêche de Shizuoka (1970). Numéros suffixes, voir le texte en détail.

年度	A 中沢 (1915) ¹⁾		B 水産会 (1939)		C 無名氏 (?1953)		D 水試('70)	
	貫	kg	a 漁期別 貫	b 歴年別 kg	貫	kg	貫 ⁷⁾	kg
04	1,582,465.5	5,934,245.6						5,932,500
1905	1,609,039.2	7,543,288.6						6,033,750
06	984,117.0	3,690,438.8						3,690,000
07	885,705.3	3,321,394.9	885,705	3,321,394				3,322,500
08	1,252,625.0	4,697,343.8	1,252,625	4,697,344				4,698,750
09	793,009.5	2,973,785.6	793,295	2,974,856				2,973,750
1910	80,850.5 ²⁾	303,189.4	808,555	3,032,081				303,750
11	1,094,825.0	4,105,593.8	1,094,825	4,105,594				4,106,250
12	985,215.0	3,694,556.3	985,215	3,694,556				3,693,750
13			1,132,015	4,245,056				.....
14			1,732,010	6,495,038				.....
1915			1,916,530	7,186,988				.....
16			1,532,200	5,745,750				.....
17			707,182	2,651,933				.....
18			722,400	2,709,000				.....
19			508,711	1,907,666	505,249	1,894,684	1,950,000	
1920			642,202	2,408,258	642,202	2,408,258	2,437,500	
21			1,156,750 ³⁾	4,337,813	1,156,750 ³⁾	4,337,813	4,350,000³⁾	
22			636,853 ⁴⁾	2,388,199	1,816,002	6,810,008	6,900,000	
23			981,497 ⁵⁾	3,680,614	295,939	1,109,771	1,563,213 ⁹⁾	5,862,049
24			1,846,997	6,926,239	1,121,156	4,204,335	1,112,828	4,173,105
1925			1,419,231	5,322,116	1,938,687	7,270,076	1,969,561	7,385,854
26			472,434	1,771,628	1,133,397	4,250,239	1,134,006	4,252,523
27			398,904	1,495,890	471,198	1,766,993	474,092	1,777,845
28			269,588	1,010,955	398,204	1,493,265	321,178	1,204,418
29			1,035,821	3,884,329	386,323	1,448,711	385,977	1,447,414
1930			464,199	1,740,746	1,007,437	3,777,889	1,008,292	3,781,095
31			1,538,613	5,769,799	581,560	2,180,850	581,488	2,180,580
32			1,579,524	5,923,215	1,750,291	6,563,591	1,340,633	5,027,374
33			518,909	1,945,909	1,356,174	5,085,653	1,356,135	5,085,506
34			773,494	2,900,603	364,812	1,368,045	368,320 ¹⁰⁾	1,377,450
1935			206,610	774,788	789,652	2,961,195	789,652	2,961,195
36			370,683	1,390,061	266,635	999,881	319,351	1,197,566
37			238,498 ⁶⁾	894,368	266,290	998,588	293,660	1,101,225
38			438,862	1,645,733	316,886	1,188,323	329,621	1,236,079
39							360,951	1,351,566

Table 2. Rendement annuel des sergestes, *S. lucens*, par quelques documents (C-E) mit l'un l'autre en contraste (II: 1940-1970). C-D, voir la légende de la table précédente; E, bulletin statistique local de Shizuoka. Numéros suffixes, voir le textes en détail.

年度	C 無名氏 (?1953)		D 水試 ('70)	E 統計年報	
	貫	kg	kg	貫	kg(t)
1940	290,882	1,090,808	1,087,000		
41	349,740	1,311,525	1,312,500		
42	92,744	347,790	300,000		
43	68,016	255,060	262,000		
44	.....	.....	.....
1945	293,144	1,099,290	1,393,991		
46	371,731	1,393,991	1,312,500		
47	293,144	1,099,290	1,087,500		
48	259,044	971,415	937,500		
49	235,333	882,499	825,000		
1950	263,300	987,375	994,875		
51	301,200	1,129,500	1,365,000		
52	315,000	1,181,250	1,908,000	.....¹²⁾	
53			1,619,000	.....
54			1,926,000	458,619	1,719,821
1955			1,354,050	.....¹²⁾	
56			2,927,450	.....
57			2,089,005	.....
58			2,152,358		2,415,574
59			4,126,413		4,177,350
1960			2,829,018		2,802 xxx¹³⁾
61			3,014,490		2,879 xxx
62			4,199,736		3,972 xxx
63			7,435,786		7,423 vxx
64			4,204,415		4,275 xxx¹⁴⁾
1965			3,962,901		4,136 xxx¹⁵⁾
66			6,251,833		5,895 xxx
67			7,747,520		7,292 xxx¹⁶⁾
68			7,675,605		7,651 xxx
69			3,381,425		3,396 xxx
1970			4,051,761		3,965 xxx

番号)に対応する。

1) 中沢(1915)の統計表は、庵原郡水産会(1939)のものと同算出の基礎と方法とを同じくしていることは明らかである。当該年10月から翌年5月までを1期とする漁期年度別統計は、明治38年(1904)から昭和13年(1938)まで35年間、一貫した資料によって公表されることにな

った (Fig.1)。

2) 明治43年(1910)漁期年度についての中沢の表示量は、次の2つの理由によって誤記とみられる: i) 庵原郡水産会(1939)の算出量 (Table 1)はこの年度の月別漁獲量の合計と合致している; ii) 中沢(1915: 18)は、庵原郡水産組合調べの年別漁獲量 (Table 1)のほかに、漁業者の覚書による年別豊凶度を表示している、それによれば、当該年間の各年度ごとの豊凶は、大漁、大漁、七分、八分、九分、大漁、大漁 [太字は筆者による]、七分、大漁の順になっている。明治43年度を大漁とすれば、この表示値は不当に低すぎる。

3) 大正10年漁期(1921~1922)までの漁獲量は年度別だけで表示されており、各年度の月別内訳はない。

4) 第1文書(解説参照)の月別統計表(漁期別合計付き)の見出しには、“自大正十年十月至昭和十四年… [太字は筆者による]”となっているが、表の構成からみれば、大正11年漁期(1922~1923)からのものでなければならぬ。

5) 大正12年漁期(1923~1924)の月別漁獲量の合計は、976,497貫であって、表示されている年度別総漁獲量 (Table 1)よりも、5,000貫不足である。ただし、この漁期の10月漁獲量は不詳記号で表わされている。なおこの統計表でみれば、第2文書(解説参照)の分を含めて、不詳記号はあと一か所、昭和13年漁期(1938~1939)の10月漁獲量にも適用されているのであるが、この漁期の月別漁獲量の合計は、表示された年度別総漁獲量 (Table 1)と合致している、不詳記号は0を意味している。

6) 昭和12年漁期(1937~1938)の月別漁獲量の合計は、238,508貫であって、表示されている年度別総漁獲量 (Table 1)よりも10貫超過している。

7) 統計量表示単位は原本では千貫となっているが、これは貫と読みかえるのが適当である。

8) 大正10年(1921)以前の年別漁獲量までは、庵原郡水産会(1939)の適用した算出方法を準用して表示しているはずである。しかし、大正11年(1922)以降の年別漁獲量については、明らかに別の算出方法に切り換え

ている。それは、庵原郡水産会 (1939) の漁期年度別に対して、おそらく歴年別である。切り換えがいつ行なわれたとしても、その時すでに、少なくともこの大正10年 (1921) までのものについては、算出方法を改めるに足る基礎資料が入手できないまま、漁期年度別のものが残されたのであろう。

この事情は、静岡県水産試験場 (1970) の統計表についても、そのままあてはまると推察される。

9) 庵原郡水産会 (1939) の月別漁獲量統計から算出した歴年別漁獲量によると、大正12年 (1923) の漁獲量は、295,939貫 (Table 1) であって、無名氏 (?1953) の表示量は過大という点で特徴的である。しかし、この表示量は静岡県水産試験場 (1970) のものに近似している。

10) 昭和9~13年 (1934~1938) の5年間の年別漁獲量については、別に鶴田 (1940) が言及している。その統計量 (p. 20) は、庵原郡水産会の調査に基づくものと記されている。しかし、これらの表示量は、本報で取り扱っている同会 (1939) の月別統計表から算出した歴年別量とではなくて、この無名氏 (?1953) の表示量に合致していることは Table 1 に見られるとおりである。

ただし、昭和10年 (1935) の漁獲量だけは例外で、鶴

田 (1940) によれば、689,652貫 [太字は筆者による] となっているが、これはおそらく誤記である。庵原郡水産会 (1939) の月別漁獲量統計から算出した歴年別漁獲量は大正12年 (1923) の分 (上記注解第9項) を含めて、無名氏 (?1953) の表示量との間に、多少の過不足が認められるのであるが、唯一の例外として、ここで問題にしている昭和10年 (1935) 漁獲量だけについては、両者は互いに合致しているからである。

なお、鶴田 (1940) の報告記録は、その大部分がのちに再録公刊 (鶴田, 1942) されているが、漁獲量統計を含む小部分は再録記事から除外されている。

11) 農林水産統計年報における表示単位は、本報で取り扱っている期間内で、貫, kg, t の順に変っている。Table 2 ではトン表示の場合の1t未満部分は星印で補った。

12) 静岡農林水産統計年報では、昭和27~28 (参考資料の項参照), 30~32年 (1952~1953, 1955~1957) の漁獲量は明らかにされていない。ただし、さくらえび揚繰巾着網漁獲量は昭和29年 (1954) 以降の全公表期間に亘って表示されていて、この値は一般にサクラエビの漁獲量を代表するに足るほど近似している。

13) 表示量 (Table 2) はさくらえび揚繰巾着網によ

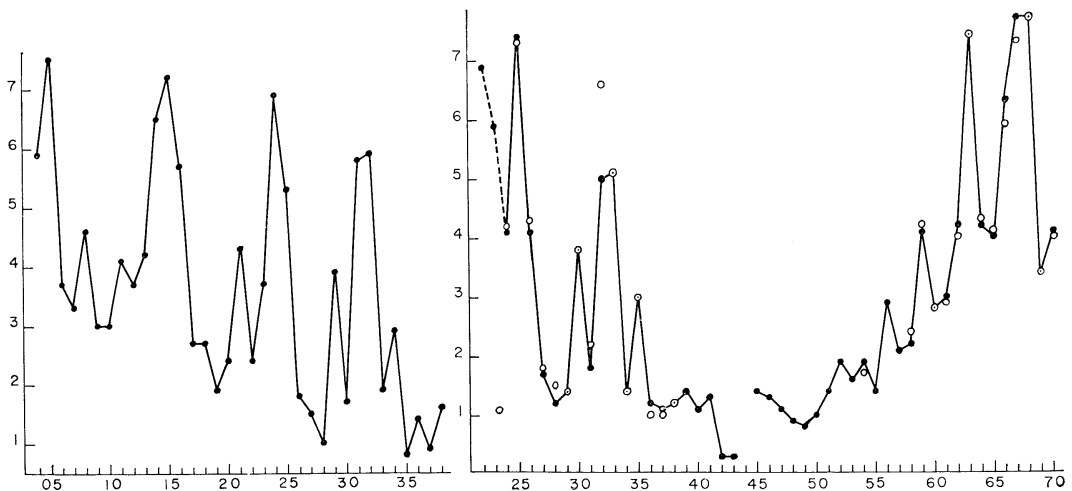


Fig. 1. Rendement annuel (ordonnée; 1,000 t en unité) de 1904 à 1970 des sergestes, *S. lucens*, dans la Baie de Suruga. Gauche: rendement de 1904 à 1938 (abscisse) par la période de la pêche, ou octobre à mai prochain; d'après Nakazawa (1915) et l'Association locale de la Pêche du District d'Ihara (1939, non publié). Droite: rendement de 1922 à 1970 (abscisse) par l'année du calendrier, les mois de juin à septembre non compris en général; cercle noir, d'après la Station expérimentale de la Pêche de Shizuoka (1970); ceux de 1922-1923, suivés par la ligne interrompue, peut-être variables; cercle blanc pour 1923-1938, dérivé du document particulier (1939) dit ci-dessus; cercle blanc pour 1954-1970, d'après le bulletin statistique local de Shizuoka.

る漁獲量に等しい。漁具別漁獲量統計によれば、この年には表示量とは別に、“その他の小型定置網”で76tの漁獲がある。従って、これを加えて、年別漁獲量は2,878tでなければならない。

14) 地区別漁獲量合計欄によれば、4,088tで、表示量 (Table 2) よりも187t 不足である。この合計量は、昭和40年 (1965) と昭和41 (1966) 年の統計表にも、引続き再録されている。

15) 地区別漁獲量合計欄によれば、4,135tで、表示量 (Table 2) よりも1t 不足である。この合計量は、昭和41年 (1966) の統計表にも、引続き再録されている。

16) 静岡農林水産統計年報の当年版の表示量は9,373tで、この値は地区別漁獲量の合計と一致している。しかし、翌年版以降この総漁獲量は7,292tとされている。Table 2 ではこの訂正值を表示した。静岡農林水産統計年報の公表量と静岡県水産試験場 (1970) の表示量との間の差は、他の年の場合13~357tの範囲にあるが、昭和42年 (1967) の場合、この訂正值を適用してもなお、両者の算定量の差は465tに及び、ここで取り扱っている期間では最大の差異を示していることが注目される。

3. 参考資料

本報で言及した資料を列挙すれば、次のとおりである。なお、これらのなかには、すでに述べたように、未公刊資料というべきものが含まれているが、ここではすべて一括して列挙し、未公刊資料に類するものには、要目のはじめに星印を付した。

* 無名氏 (?1953): さくらえび漁業について。謄写版4枚。[おそらく静岡県漁業協同組合連合会が配布した

もの]

* 庵原郡水産会 (1939): 桜蝦月別調査の件、静岡県水産試験場宛文書、3枚、昭和14年6月7日付; 桜蝦月別調査追加報告ノ件、静岡県水産試験場長宛文書、2枚、昭和14年8月12日付、水産会印に添えて品川氏捺印あり
中沢毅一 (1915): 駿河湾桜蝦調査報告。水講試報, 11(2), 1~21, 4 pls.

農林省静岡県統計調査事務所, 編 (1954~1971): 静岡農林水産統計年報。[要目の詳細は省略; 創刊年(1953)に限って、下記のように静岡農林統計協会が編集者である; また創刊年から2年間分は、“統計資料から見た静岡県の農林水産業”という書名で刊行された]

* 静岡県水産試験場 (1970): サクラエビ漁場調査。静岡県水産試験場。謄写刷, 21枚。

静岡農林統計協会, 編 (1953): 統計資料から見た静岡県の農林水産業, 昭和27年。[謄写刷; 要目の詳細は省略]

* 鶴田三郎 (1940): 桜蝦漁業調査。?!静岡県水産試験場。ii+21p。別に青刷2葉。[謄写刷; 表紙上の表題は、“桜蝦漁業調査書(庵原郡由比町)”]

鷄田三郎 (1942): 駿河湾における桜蝦漁業。水産研究誌, 東京, 37(2), 26-30.

終りに、統計資料の一部について、供与を受け、あるいは閲覧の便宜をえた静岡県水産試験場長五十嵐正治氏、および静岡県農業講習所主査桜井清一氏に対して、厚く御礼申しあげる。

チェーン乗船の記*

Report of the Oceanographic Works observed by the Author on Board R/V Chain

瀬川 爾 朗**

1971年の8月から11月にかけてウッズホール海洋研究船チェーンによる南太平洋調査に参加した。外国の船に乗ったということ自身はきわめて月並なことだと思うが、日本の船にしか乗ったことのない筆者にとって、その最初の体験はかなり印象が深いので、あえて記録にとどめることにする。

ウッズホール海洋研究所のチェーンは船令28才、大きさ約2,000トンという船である。例えば、東大海洋研究所の白鳳丸などと較べると大変にきたない船であり、外観をみただけでは決して乗りたいたいと思う船ではない。ウッズホール海洋研究所では逸早く船上観測データの自動処理を試みた所であって、世界にさきがけて電子計算機を船上で使用している。また、筆者の専門である船上重力計の新しい型のものが数年前から使用されているということ、さらにウッズホール海洋研究所は地味ではあるが海洋観測の基礎に相当力をいれている研究所であること、これらの事情により、筆者はあえて、日本に来たこともないチェーンに乗船することにしたのである。

筆者の参加中に船上でなされたことは、連続観測に属するものとして、人工衛星測位、重力測定、地磁気測定、音波探査(エアガン、スパーカー)、12 KHz 測深、3.5 KHz 測深などがあり、ステーションにおける観測には、コアサンプリング、ドレッジ、水中カメラ、底層流測定などがあった。これらの観測は可能なかぎりの自動処理化がなされているが、にもかかわらず、10人におよぶ Technician を常時ウォッチスタンダーとして使用している。観測のウォッチは6交替で24時間おこなわれる。

機械によって処理しかねる部分、または自動処理化を

試みるよりも人間を使った方が安いと思われることを全てウォッチにやらせ、ほとんどのものは船上で処理するようになっている。これらの観測、観測装置のいくつかについて以下にのべたいと思う。

チェーンという船

チェーンはもともと第二次世界大戦中につくられた潜水艦救助艇である。戦後、ウッズホール海洋研究所がこれをゆづりうけ研究船として改造した(Fig. 1)。エンジンは4基でTwin Screwをもち、Diesel Electric方式

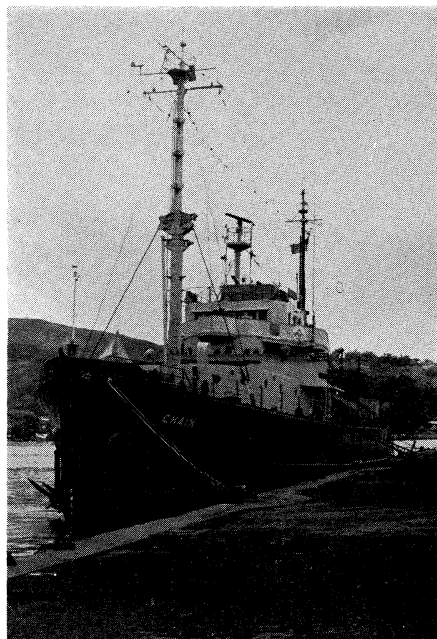


Fig. 1. R/V chain of the Woods Hole Oceanographic Institution (Photo at Papeete, Tahiti).

* 1971年10月15日受理

** Jiro SEGAWA 東京大学海洋研究所 Ocean Research Institute, University of Tokyo

である。飲料水は完全に自給自足できる。エンジンが大変古いので度々故障したが船体は必要以上に強固で、今後10年以上は使えるとのことである。

頑丈すぎる船体は観測にとっての上なく有用である場合がある。筆者の経験では、1,000 トンを越す船はエンジンの振動やウォーターハンマーによって船体が非常に大きく振動する。船が老化するほどこの振動は大きくなる傾向がある。筆者にとってなじみの深い東京水産大学の海鷹丸(1,450 トン)、東大海洋研究所の白鳳丸(3,200 トン)などは良く振動する船の例である。海鷹丸はエンジンによる床面の振動が特に著しく、エンジンの回転を変えていくとその振動のモードが違ってくる。白鳳丸は床面の振動がきわめて小さい船として設計されたものである。確かに、海況のおだやかな時には振動は少なく、床面の鉛直加速度は5 gal 以下(手で触れてかすかに感じる程度)である。しかし、一旦、波浪が激しくなると、船が水塊によりたたかかれると、船体が彎曲運動をし、ほぼ2 Hz の振動が発生する。この振動の振幅はかなり大きく継続時間も長い。これらの船とくらべるとチェーンでは音以外に体に感じる振動は全くないといってよい。さらに面白いことは、アンカーの揚げ下ろしの音がきわめて小さいことである。これは船体の厚さによるというよりはアンカー揚げ下ろし方式の構造によるのだと思うが、船首に近い所に寝ていた筆者にとって幸いなことであった。

従来から行なわれている海洋観測のほとんどは船体の振動(波浪による船の動揺とは区別して)をそれほど気にしなかったように思える。船上に装備された電子計算機もそれほど振動の影響をうけないことがわかってい。しかし、将来海洋観測が次第に高度になるにつれ、海上における「安全度の高いプラットフォームとしての船」の振動が問題とされる時があるに違いない。

人工衛星測位

日本ではまだ実現されていないが、世界的には海洋観測が人工衛星に基づいてなされているということはもはや常識となっている。

正確な位置に基づいた観測でなければ、その観測がいかにすぐれていても世界から相手にされないというのが現実で、このことは特に国際的な共同観測を行なおうとするとき切実な問題となる。今では人工衛星測位は資金さえ与えられれば可能な時代であるので、できるだけ早くそれが実現することを望む。

現在、観測船が使用している人工衛星航法は、アメリカ

海軍のNNSS方式(Navy Navigation Satellite System)によるものがほとんどで、位置決定のための装置はアメリカのITT社やMagnavox社などのものが普及している。しかし、人工衛星測位は万能ではなく、その実状が日本ではあまりよく知られていないので、チェーンに搭載されているMagnavox 702 CA装置を中心として人工衛星測位の現状をのべたいと思う。

現在、6個のTransit衛星が高度600マイルの極軌道にそって飛んでいる。これらの軌道は鳥かごで地球を囲ったような形をしている。

回転周期は約 $1\frac{3}{4}$ 時間で、149.988 MHzと399.968 MHzの非常に周波数の安定な電波を出している。このうち1個の古い衛星は電波の出力が弱まり使用不能になりつつある。しかし、不完全な信号として、その電波が受信機にとびこんでくるので、かえって他の衛星の邪魔をすることがある(Fig. 2)。

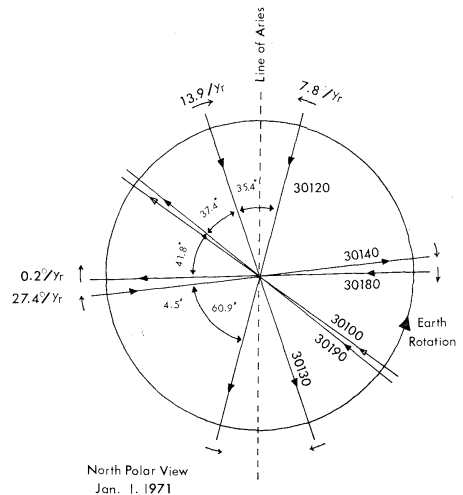


Fig. 2. Orbital separation of the five operational Transit satellites (No. 30100 satellite is wrong in radio wave transmission).

人工衛星による位置決定の方式はIntegrated Doppler Shiftをはかる方式による。Integrated Dopplerをはかることにより1つの人工衛星が頭上を通過する(one satellite pass)間の衛星と船との直視距離が最小(Minimum slant range)となるときの、その距離と時間がわかる。この距離と時間から地球上の船位として2つの可能な位置が与えられるので、あらかじめ船の大略の位置がわかっておれば可能な2つの位置の中から1つを選ぶことができる(Fig. 3)。このようにしてきめられた位

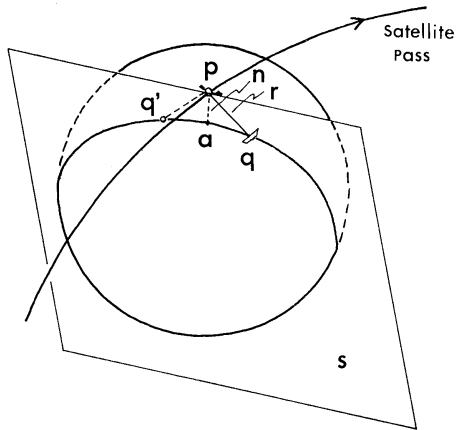


Fig. 3. Principle of the position fix in NNSS. p; a satellite, q; a ship, q'; conjugated point of the ship relative to a satellite, r; a minimum slant range between the satellite and the ship, n; a normal from the satellite to the earth, a; an intersection between a normal n and the earth surface, s; a surface on which both the satellite and the ship are located.

置はきわめて正確なもの（誤差0.1海里以下）である。

航海衛星はVHF帯及びUHF帯（正確な周波数は前述）の2種類の電波を同時に送信している。2種類の電波を使う理由は、Doppler Shift が電離層の状態によって影響されることを補償するためであるが、電離層の影響は周波数の逆数幅に比例するので、2つの電波による観測ができないときには周波数の高い方の測定を優先する。

2つの電波は Doppler Shift 測定用として使われる以外に時間や軌道パラメーターなどの情報を位相変調方式によってのせ正確に2分毎に送られてくる。航海衛星用受信機はこれらの情報を2分毎に受信するので衛星と船との距離は2分間隔でしかきめられないことになる。Doppler shift は航海衛星と船との相対速度によって変わるので位置決定のためには船の速度も知る必要がある。また衛星と船との直視距離が最短となる時間は2分間隔の中間で起ることもあるので、この時の最短直視距離、時間、船位は前後の値を内挿することにより行なう。結局、航海衛星からえられる位置は、天空に1度衛星が現われて消えるまで（one satellite pass 約10~20分間）の間に1点だけであって、その前後の位置は船速から求められる。

航海衛星が水平線上に現われる前に、受信機と連結された電子計算機に位置計算に必要な船側の情報を記憶させる。これを Initialization というが、その内容は、ユ

リウス日、グリニッジ平均時間、推測緯度経度、アンテナ高、船速、船首方位を含む。推測位置は数度の誤差をもっていてもよい。アンテナ高は電波の受信アンテナの地球に対する準楕円体面からの高さであって海面からの高さではない。その時船がいる場所のジオイド高（または近似的には海面高）は、すでに他の衛星の軌道解析からもとめた地球上のジオイド高の分布図より近似的に知ることができる。船速はできるだけ正確であることが望ましく、 ± 1 ノットの誤差は平均して $\pm 1/4$ 海里の位置の誤差を生じる。

航海衛星は現在30分~2時間の間隔で天空に現われる。衛星が出現する時刻は、必要なパラメーターが与えられれば予測できるが、そのプログラムは Satellite Alert program といわれる。衛星の軌道を予測するのは予測に必要なパラメーターが新しいほどよい。必要に応じてアメリカの Naval Oceanographic Office に申込み手に入れることができる。パラメーターが6箇月以上古いものになると出現時間の予測はほとんどでたためになる。長期航海の場合には軌道予測はあてにならないので、受信機を常に Ready の状態にして待機させておく必要が生じる。Initialization の中でユリウス日、グリニッジ時間、推測船位などは衛星を待機している間にどんどん変わっていくので、電子計算機は最初の数値に従って Initialization の内容を時間とともに書き替えていくようにプログラムされている。船速もかわるときには、人間が手で値を入れかえるか、あるいは船速計と電子計算機を直結する必要がある。航海衛星の出現頻度が30分~2時間であることを考えると、1つ前の衛星できめた位置をつかって次の衛星の初期条件とするのが最も適当である。

さて、航海衛星が水平線上に現われ受信機が衛星の信号の最初の Time Mark を受信すると Doppler shift の計算がはじまる。衛星から送られてくる信号は約150 MHz と約400 MHz の搬送は、搬送波を位相変調することによって送られる固定及び変動パラメーター、2分毎の正確な Time Mark である。Magnavox 社の702CA受信機では搬送波信号の周波数は23秒のゲート間隔により2分間に5度カウントされる。各ゲート間隔の間に1秒の休みがあり $23 \times 5 + 1 \times 5 = 120$ 秒となる。衛星の軌道パラメーターは2分間に1度づつ送られる。衛星が水平線上に存在している時間は普通16~18分ぐらいなので、受信機は1度信号を受信したならば、それ以後16分間だけ受信を継続するようにプログラムされている。即ち、衛星の軌道パラメーターは16分間に8回受信され、

この間に固定パラメーターは同じ値が8回くりかえされるわけである。この固定パラメーターに対しては多数決制(Majority vote)が適用され(受信ミスが含まれると考えられる情報の中から)最も信頼しうる値が採用される。変動パラメーターに対しては多数決制は適用されない。

このようにして1個の衛星が頭上を通過する間に150 MHz, 400 MHz 双方に対して、それぞれ40個の Doppler Count と Doppler Count の差が与えられ、また多数決によって定められた1組(11箇)の固定パラメーター(ケプラーパラメーター)と1組(8~13箇)の変動パラメーターが与えられる。

1つの衛星が通過する間にえられた40組の Doppler Count から衛星と船との間の最短直視距離及び直視距離が最短となったときの時間を内挿により求める。この時間の軌道に対して直視距離が最小となる地球上の点は衛星の軌道に直交するある面内にある。この面と地球表面との交線が船の位置を通る線である。さらに最短直視距離がわかれば、その交線上の2点のいずれかが船の位置となる。2点のいずれかを選択するためには Initialization で与えられた推測位置に近い方を選べばよい。Magnavox 社702CAの受信システムは衛星からの最初の信号が受信されてから4分後の時間をもって測位の時間とするようにプログラムされている。位置の計算は逐次近似により必要な精度がえられるまでくりかえされるが、反復計算の回数(Iteration)や、衛星の高度、軌道方向(N~S, S~N)、軌道をのぞむ方位などが測定位置とともに表示される。

航海衛星が水平線上に現われればいつでも位置が測れるというものではない。衛星の高度が 10° より低いとき

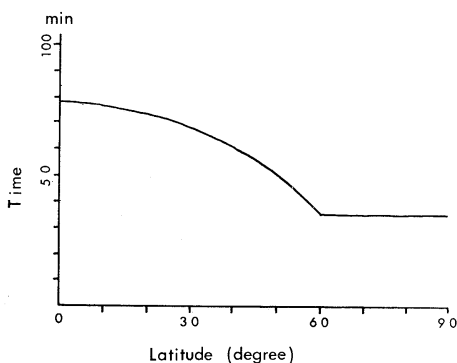


Fig. 4. Satellite pass availability chart: Average time between satellite passes versus latitude.

や 75° より高いときには電波が弱いとか逐次近似が収斂しないとかのために位置が求められないことがある。衛星が現われる頻度は赤道で少なく極地方で多い。軌道面が互に 45° の角度をなした4個の衛星がまわっていると、衛星が現われる間隔の平均は Fig. 4 のように表わされ、その値は35分から80分の間である。このうち高度の低すぎるものと高すぎるものが欠測となる場合を考えると、3個に1個ないしは2個が欠測となる場合も頻々ありうる。赤道付近にいたとすると、時により3~4時間あまりも位置がはかれないことになる。当然のことながら船位をもっと細かく知るために人工衛星による以外に、船速を時間積分するとか、電波航法(Loran A, Cあるいはオメガ)などにより位置の変化を連続的にはかる必要がある。チェーンにおいてはDead Reckoningと衛星測位とを組み合せ、電子計算機で最適位置を求めプロッターにより航跡図を書かせている。

音波探査

12 KHz 測深儀と3.5 KHz 測深儀は昼夜を問わず作動しているものであるが、3.5 KHz 測深儀について非常にすぐれた点と、大変困った点とを感じたのでそれについて述べる。

3.5 KHz の音波は海底表層の10~20 mほどの厚さの遠洋性堆積物をよく透過するのでその存在を知るのに非常に都合がよい。舟状海盆や海底山脈の谷間などに水平な堆積層がみられるが、このような場所でコアサンプリングを行なえばほとんど100%の確率で長いコアをとることができる。エアガンやスパーカーでは、さらに深い部分の層を問題とするために表層の部分は読みとりにくい。

3.5 KHz の困った点は可聴周波数帯にあることで、寝室まで非常によく聞えることである。チェーンでは、研究を目的とするいわゆる 'Scientist' が3.5 KHz の音が最もよく聞える場所で寝ることになっているが、これに慣れるのには1週間はかかる。日本の観測船では12 KHzですら乗組員の睡眠の邪魔になるということで問題にされることを考えるとアメリカのやり方をそのまま真似するわけにはいかないことと思う。やはりエアガン・スパーカーと同様にトランスデューサーを船尾から曳航せざるをえないと思う。

エアガンとスパーカーは同時に使われることがある。エアガンの発する音波の帯域幅が20~100 Hz, スパーカーのそれが50~300 Hz なので、これを適当なバンドパスフィルターと共に使うと好みの帯域幅の記録がえられ

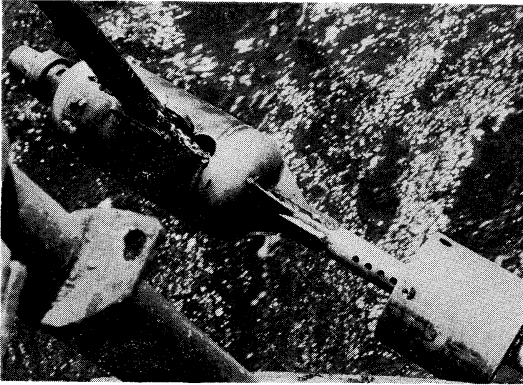


Fig. 5. An air gun (par air gun) used on the Chain.

る。

エアガンは Bolt 社のエアガン (別名 Par Air Gun) を使用していたが (Fig. 5), このエアガンの特徴は, 手入れなしで連続使用可能な回数が50,000サイクル以上であること, 即ち爆破の繰り返し間隔を10秒とすると500,000秒 \div 6日間は少なくともほおっておけることになる。チェーンで使われているガンは, 曳航のためのブレイドの型や, 曳航のしかたはウッズホール海洋研究所のものであるが, 爆発室 (Firing Chamber) は Bolt 社のものである。

チェーンでの使い方をみると, ほとんど2週間は手を触れずに作動していた。さらに Bolt 社のエアガンは爆発室の容積を簡単にかえることができることと, 爆発の Timing を Solenoid Value で制御できることである。動作が外部トリガー型であることは, スパーカーに同期させて同時に使用することを可能とする。

スパーカーは高圧ケーブルにより 10 KV の電圧をか



Fig. 6. A sparker electrode used on the Chain.

け, Fig. 6のような構造の電極によって音波を発生させている。この電極はケーブルの芯線にさしこんだ銅のロッドを一方の極とし, 編組をケーブルの外周に巻きつけたものを他方の極とした手づくりのものである。

エアガンやスパーカーからの音波を受信するハイドロフォンアレイ, 別名 'Eel' は, 観測船によってさまざまなものが使われているが, チェインでは外径25mm, 長さ30mの細い Eel が使われている。この細い Eel は外径60~90mmの太い Eel にくらべ曳航ノイズがきわめて小さい。ハイドロフォンは15cmの間隔で200個並べたものが並列に接続され, プリアンプがつけられている。

エアガン, スパーカーともに 5,000 m 以上の深海底海域で非常によく動作していた。チェーンはエンジンが古いので12ノット以上の速度はでないが, 筆者の参加した時期は特に故障がひどく, 観測は10ノット以下で行なわれた。

柱状採泥

チェーンの船上作業の中で最もすぐれていると思われるものはピストンコアサンプリングである。コアサンプリングに100%成功するためのポイントは, 採泥地点の選択とコアラの Mistripping の防止, 及び着底時の正しい確認にある。チェーンでのコアサンプリングは甲板作業のやり方としてみても非常に要領の良いものである。

コアラの錘りは約900kgあり, ロングコアを目的としているためにかかなり重い方に属する。錘りには5個の穴があいており熱流測定やコアヘッドカメラなどコアサンプリングと同時に進行される観測のための装置を挿入する所である (Fig. 7)。コアラのパイプ, 即ち

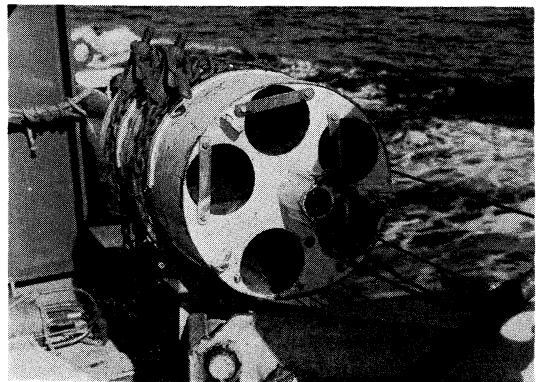


Fig. 7. A weight stand of a piston corer used on the Chain.

Core barrel は外径約 4 inch, 長さ 30 ft のステンレスチール製で, これをつなぎ合わせるにより必要な長さのパイプをつくる。パイプのつなぎ目には 10 inch の長さのリングをとおし, 両側 4 本ずつのビスでとめる。Core barrel の内側には適当な長さのプラスチックパイプ, 即ち Core liner を挿入し (Core barrel の長さに等しくなるまで適当な長さのパイプをつづけてさしこむ), この中に堆積物があるようになっている。また, つなぎ目にはゴムテープを巻き, 水が出入りしにくいようにする。Core barrel の下端には刃のついたリング (Core cutter または Nose cone) と Core catcher をつける。Core liner は透明で比較的柔らかなプラスチックが使われている。

このコアラーの性格を Hvorslev の理論による Clearance Ratio で表現すると, $C_i=0$, $C_o=21.4\%$, $C_a=176\%$ となる。このことは, Nose Cone の内径と Core liner の内径とが等しく, Nose Cone の外径にくらべ Core barrel の外径がやや太すぎるということを表わす。この計算では特に Core barrel のつなぎのリングによる外径のみだしが非常にきいていることになる。

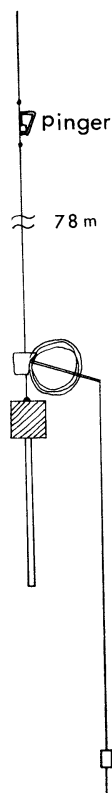


Fig. 8. Suspension alignment of the piston corer used on the Chain.

Hvorslev の理論は堅さが深さとともに一律な堆積物について考えられたもので, 実際の海底の堆積物にはかならずしも良くあてはまらない。チェーンのコアラーは Hvorslev の理論を無視したやり方があちこちにみられる。

コアラーのサスペンションの方法を Fig. 8 に示したが, その構成はピストンコアラー, トリップングアーム, パイロットコアラー, ソナーピンガーである。ピストンコアラーは, パイロットコアラーが着底したときにアームに働いていた下向きの力がとれ, 主コアラーをつりあげていたクランプがはずれて自由落下し, 引き抜きのときにピストン作用によりさらに深く貫入させることを目的としたコアラーである。はじめのべたように, 主コアラーをつりあげている装置のクランプが不用意にはずれる (Mistripping) ための失敗が非常に多い。波浪による船の動揺がはげしいとき特にこの失敗が多いが, チェーンのコアラーでは, クランプ装置に圧力スイッチをつけて 2 重のクランプを行なうことにより Mistripping を避けている。圧力スイッチは Fig. 9 のような構造をもち, 500~1,000 m の深さになったときはじめてクランプをはずしうる状態にする。

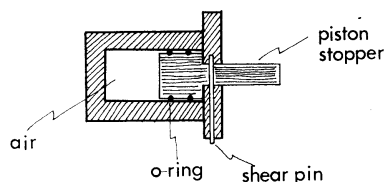


Fig. 9. A pressure switch to prevent the piston corer from mistripping.

ソナーピンガーは, 普通, コアラーよりもかなり上方にとりつけられる。チェーンでは主ワイヤーとコアラーとの取り付け点から 78 m 上方にピンガーが付けられており, こうするとパイロットコアラーの先端からピンガーまでが丁度 100 m となる。コアラーやドレッジにつけられたソナーピンガーは, きわめて役にたつものであるが, 落失したときの損害が大きくなるため, その取り付けを躊躇することが多い。しかし, ことコアラーに関してはピンガーをとりつけることはコアラーの落失を防ぐもっとも良い方法といえる。しかもワイヤーの断線はコアラーのとりつけ部分で起こる可能性が最も大きいので, かなり上方に取り付けたピンガーが落失する場合はほとんど考えられない。

ピンガーと海底との距離は 1 m の精度で判定できる。これと, ダンピングの調節できる張力計とを併用すれば

海がかなりしけていてもコアラー着底の確認を正確にすることができる。

パイロットコアラーはグラビティコアラーである。Core barrel の金属部分は約1 mで、これに塩化ビニルパイプの Core liner を取り付ける。塩ビパイプの Core liner は金属パイプよりはるかに長いものが取り付けられ、その先に Nose Cone 及び Core catcher が付けられる。コアラーの上端にはゴムパッキングの付いたバルブが付いている。このグラビティコアラーの特徴は、プラスチックのパイプで Core barrel をも兼用している点にある。遠洋性堆積物の表層数 m は、それほど柔らかいわけで、沿岸地域の固い堆積層をのぞき、必要十分な設計であると思われる。

主コアラーがクランプ装置からはずれて自由落下できるため、余分のワイヤー (Slack Wire) をクランプ装置の所に巻き取っておかなければならない。この余分なワイヤーの長さは (自由落下の距離 + α) とする。 α はパイロットコアラー着底及び主コアラーの自由落下によって主ワイヤーの張力が減少するためワイヤーが収縮し、またその衝撃により全体として上方に撥ねあがる分 (Contraction and Rebound) を補償するものである。 α はたかだか数 m のものであるが、その正確な見積りはむずかしい。

ウッズホール海洋研究所におけるピストンコアラーの運動力学の研究は貴重なものである。その方法はコアラーに取り付けた水中カメラとソナーピンガーによるものである。

この研究の成果のいくつかをまとめると、次のようになる。

(1) 降下時のコアラーの姿勢

カメラによる測定によると、チェーンで使われているコアラーの場合、それが降下しているときと停止しているときとでその姿勢に大きな違いがないことがわかった。降下の速度は 20 m/分 から 100 m/分 の間である。

降下時、コアラーの鉛直からの傾きの平均は約 6° で、傾きの変化は $\pm 2^\circ$ である。まれに 10° を越すこともある。コアラーの Orientation は Tripping Arm が Vane の働きをするために風向きとの相関が大きい。しかし、Orientation の変動は比較的小さく平均 $\pm 10^\circ$ 以内である。

(2) 自由落下の時間

コアラーに付けたソナーピンガーによる実験及び計算によれば自由落下の距離と落下に要する時間との関係が Fig. 10 のようであることがわかる。この図によるとと

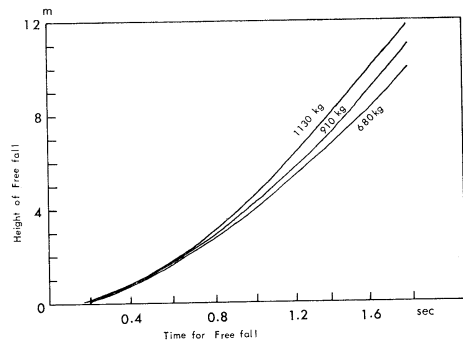


Fig. 10. Relation between the time of free fall and the height of free fall of the piston corer. The weight (kg) indicates total weight of the corer.

りを重くすれば落下速度は速くなるが、コアラーの速度は距離 10 m のところで (重さとは無関係に) 最終速度に達することがわかる。チェーンのコアラーの場合、10 m 落下する時間が約 1.6 秒、落下速度は 8 m/秒である。

(3) 貫入時の状態

主コアラーが Tripping Arm からはずれ自由落下するときコアラーが回転する。この回転角あるいは Orientation の変化は 20° から 60° に達することが多い。まれに、この回転が 10° 以下であることもある。この回転は自由落下時と貫入時とにまたがっておこるので、ピストンが Core liner の中で回転できないときには Core liner と共に回転し、Core の Orientation をみだす可能性がある。実際に Core から調べた地磁気の Declination が Core liner の切れ目を境にして異なった ($\sim 55^\circ$) 例が知られている。

コアラーの鉛直から傾きは、チェーンの場合、水中を降下中にもある程度傾いている ($\sim 6^\circ$) ものであるが貫入時にはさらに平均 6° ほどよけい傾くことがわかった。

貫入中にコアラーが固い層につきあると、異常な傾きをしめし、これがコアラーの屈曲によるものであることがわかる。

コアラーが (自由落下 + ピストン作用) によって貫入するときに要する時間は普通 5 秒以内である。ときには 5 分以上かかるときもあった。コアラーの傾きが $0 \sim 18^\circ$ 以内であるときには、貫入の深さの傾きによる違いはみられない。

コアラーが完全につきさされた後では Wire slacking を適当におこなえばコアラーが動くことはない。船のドリフトが激しいときなど Wire slacking が間に合わず、コアラーが傾いたり回転をしたり半ば引き抜かれたりし

た場合も観察された。

貫入の深さが浅すぎたときにはコアラーが屈曲する。コアラーに取り付けたピンガーによる観測では、コアラーは貫入後30秒以内に完全に曲がるのがわかった。

このほか、貫入時にパイロットコアラーが主コアラーに巻きついたり、ぶつかったりした例も観測されている。

(4) 引き抜き

コアラーが抜きとれるまでの時間は10~30秒である。引き抜くときにコアラーが回転する 경우가多く100~150°の回転がみられる。

(5) コアラーの引き揚げ

引き揚げの時のコアラーは降下時よりも姿勢が不安定である。これは Wire の張力が増しそれが変化するためであろう。また、コアラーが激しく回転するためコアラーの先端からドロがとびちることも観察される。

(6) 主コアラー繰り出しワイヤー (Slack Wire) の長さの決定

Slack Wire の長さはコアラーが自由落下する距離、掛金がはずれる前にパイロットコアラーがもぐり込む深さ、主コアラーが自由落下に移るときの張力減少によるワイヤーの収縮と反撥 (Contraction and Rebound) によってきめられる。

掛金が開放するまでにパイロットコアラーが海底にもぐる深さは、パイロットコアラーの形、重量、堆積物の固さ及びクランプ装置の特性によって異なる。同じコアラーの場合、遠洋性堆積物の固さはほぼ一緒だと考えられるから、コアラーがもぐりこむ深さも一定である。ワイヤーの収縮による距離の変化は、コアラーの重量とワイヤーの長さ、断面積、ヤング率から計算できる。この値はワイヤー長 6,000 m のとき数mである。

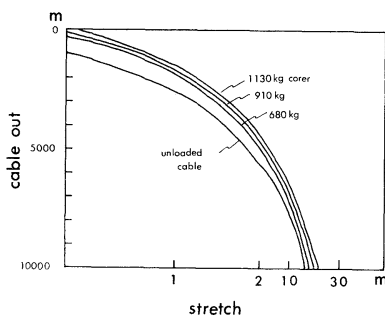


Fig. 11. Relation between the stretch (elongation) of the cable and the total length of the cable out.

ワイヤーの反撥による収縮の場合、張力の不連続点が生じ、ワイヤーを伝って行く速さと主コアラーが海底に着くまでの時間とによって収縮の長さがきまる。Fig. 11 にコアラーを付けたためのワイヤーの staticな伸びと Wire Out の関係、Fig. 12 にワイヤーの反撥によって持ち上がる距離と自由落下の時間との関係が示される。

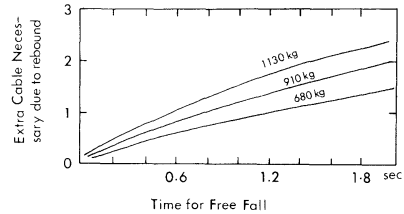


Fig. 12. Relation between the extra cable necessary due to the cable rebound to be added to the tripping wire and the time for free fall.

Slack Wire の長さを厳密にきめることは、その他の不確定要素もあって非常にめんどろである。不確定要素としては、Slack Wire をたばねているテープの強さによって落下時間がかわること、着底時とあわせてワイヤーの繰り出しを停止することがむずかしいこと、ワイヤーは降下しているときその先端が1~2 m上下運動しているので、そのいつの時点でクランプがはずれるかわからないこと、などがある。

以上がチェーンやアトランティスII世を使ったウッズホール海洋研究所のコアラーの力学の研究からの抜萃である。

チェーンにおけるコアサンプリングの甲板作業はきわめて要領が良く、主要な人員2人、それに補助者が1名いれば十分である。作業の手順を Fig. 13 に示した。作

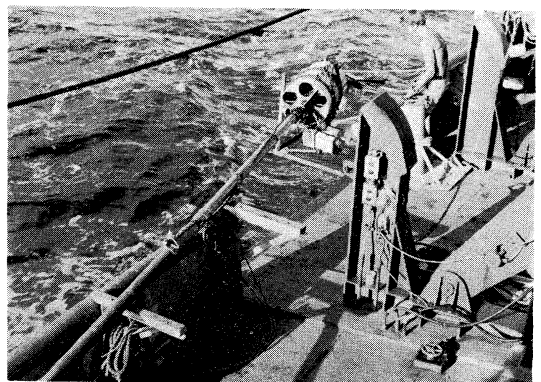


Fig. 13. (1) Stand-by for piston core sampling.

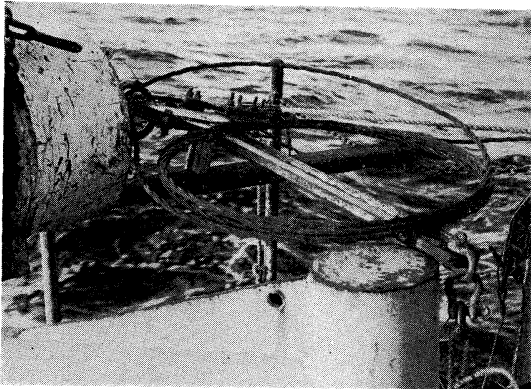


Fig. 13. (2) A slack wire (tripping wire) wound at top of the weight stand.

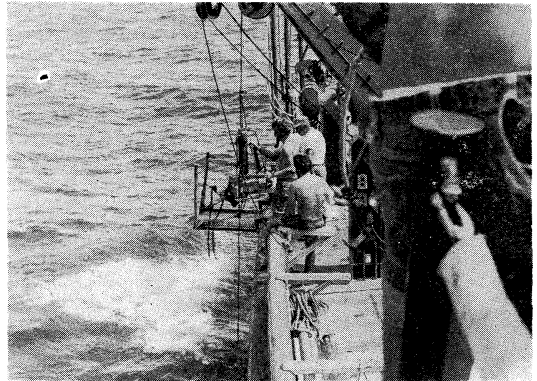


Fig. 13. (5) The pinger is being unrigged.

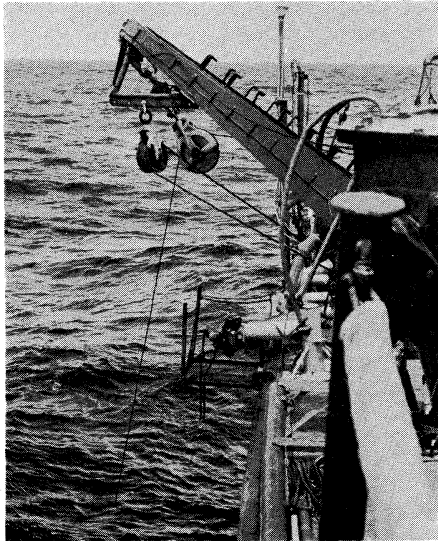


Fig. 13. (3) The corer is being lowered.

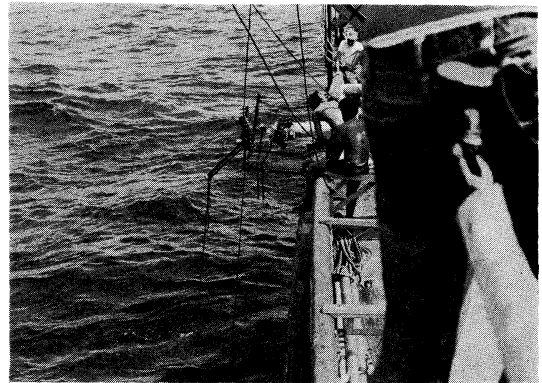


Fig. 13. (6) Tripping arm in sight.

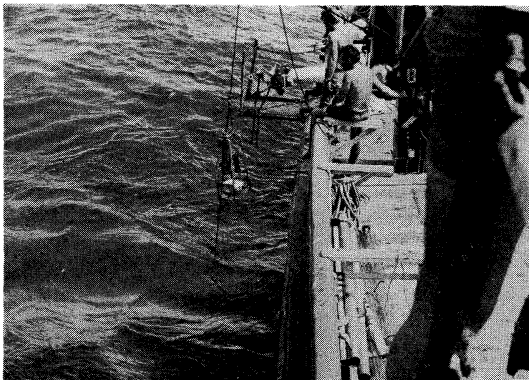


Fig. 13. (4) After the corer is pulled out and the cable is wound up a sonar pinger comes in sight at first.

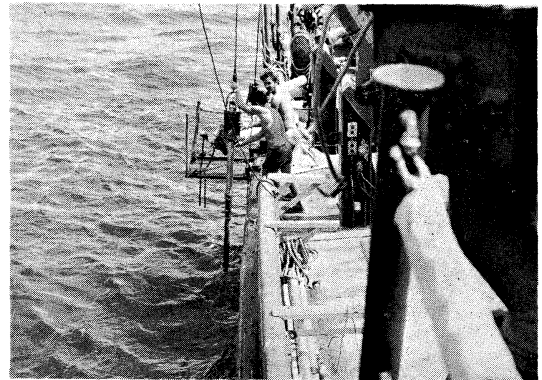


Fig. 13. (7) A pilot corer is about to be on board.

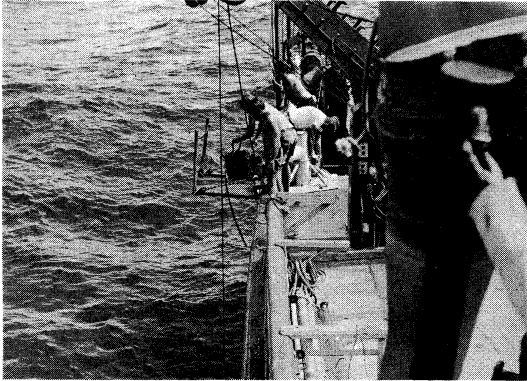


Fig. 13. (8) The main corer is coming in sight.

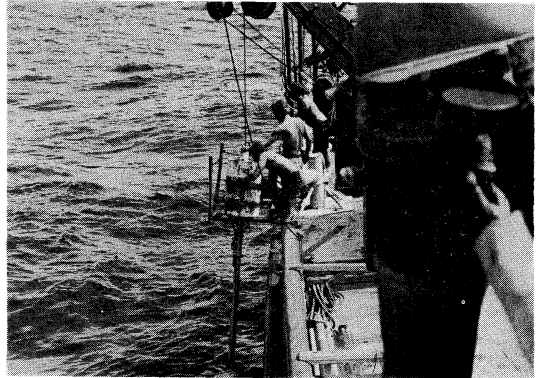


Fig. 13. (11) The main corer is wound by chains to the corer bed.

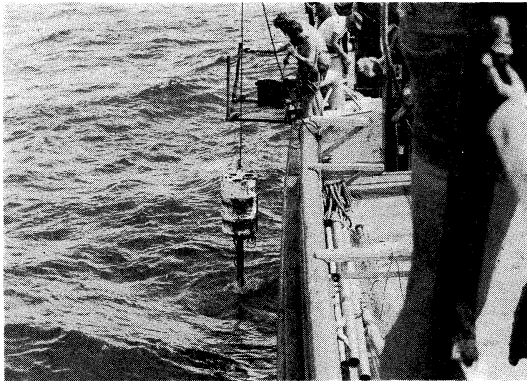


Fig. 13. (9) The main corer is coming out of water.

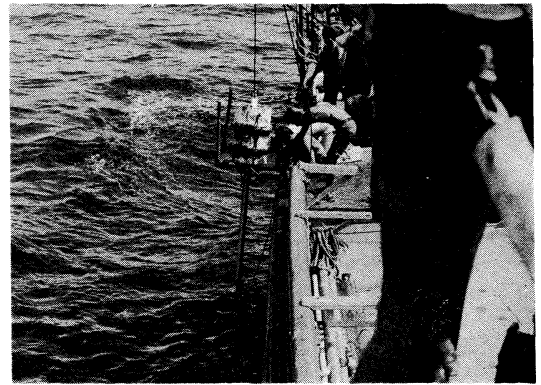


Fig. 13. (12) The corer recovering wire is detached from the core barrel and connected to the cable of a crane.

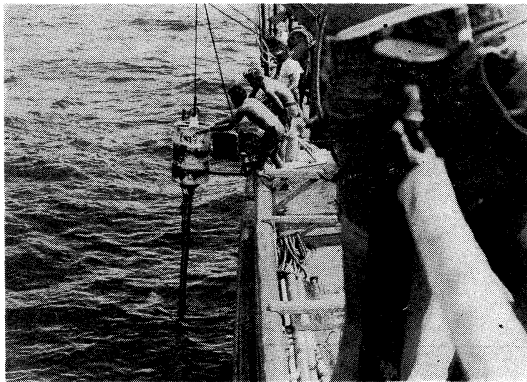


Fig. 13. (10) The main corer is being attached to the corer bed.

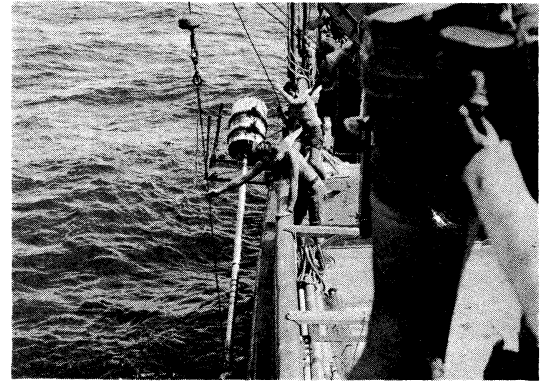


Fig. 13. (13) The core barrel is being pulled upward.

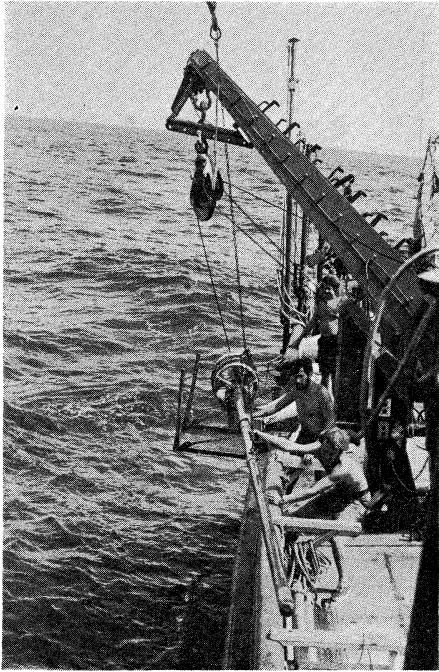


Fig. 13. (14) The main corer on board.

業を容易にしている要因は4つあげられる。第1はコアラーにそわせた揚収用ワイヤー、第2は自在継手型コアラーベッド、第3は Reclining Gantry, 第4は海面に対して低い作業甲板である。

揚収用ワイヤーは Core barrel の先端に近い1点から錘り (Weight Stand) の取り付け点まで張られ、ゴムテープを巻いて Core barrel にそわせている。Core barrel の先端側にはワイヤー取り付けのためのリングとシャックルが付いており、Weight Stand 側にもシャックルが取り付けられている。コアサンプリングのときには揚収用ワイヤーはコアラーと共に海底につきこまれる。揚収用ワイヤーを共に堆積物中につきさすことは、かなり勇気のいることであつたと思うが、よく考えると Clearance Ratio に対する影響は比較的小さいものである。ピストンコアラーは長くなるほどその扱いはやっかいで、特に、垂直に上昇してきたコアラーを横にして甲板に揚収することは大変に手間どるものである。揚収用ワイヤーがあれば、Weight Stand 側のシャックルをはずして、揚収ワイヤーをクレーンのロープにつなぐだけで Core barrel を持ちあげることができる。Core barrel を非常に長くしたときには揚収用ワイヤーの取り付け点を先端ではなく中間の適当な位置にとれば、Core barrel

が曲がることを防ぐことができる。

コアラーを投入する前後にはコアラーは自在継手型のベッドにおかれる。Weight Stand は2本のチェーンでこのベッドに固くしぼり付けられる。投入及び揚収のさいには、コアラーはこのベッドを支点としてスムーズな動きをするために、Core barrel に無理な力がかかるとか、コアラーが船体をたたくということがない。コアラーに他の観測機器、熱流測定用サーミスターとか水中カメラなどを取り付けた場合には、コアラーの姿勢が安定であることが特に必要である。海面の浪が荒いときに、投入時、揚収時にコアラーが Swing をし船体とこすり合ったりして、観測機器を破壊する危険がきわめて大きいからである。

傾斜が可変なガントリーはワイヤーと船体との水平距離を細かに調節できるので大変に便利である。ワイヤーが昇降中に、途中についている機器のとりはずし、コアラーの Weight Stand をベッドにうまくはまる位置にもってくる、とかの操作のときには偉力を発揮する。

甲板が低いと作業にきわめて便利なのは当然である。浪が荒くなると体を浪にさらわれる危険があることが欠点といえるが。

筆者がチェーンに乗船中に行なわれたピストンコアサンプリングは40回ほどであったが、完全な失敗は1度だけで、ほとんど10 m 以上のコアをとることに成功した。最も長いコアは21 m のコアラーでとれた20 m のコアである。

ブーメランコアラーはアメリカの Benthos 社の製作になる自動浮上型コアラーである。Fig. 14 はこのコアラーを投入している時のものである。ブーメランコアラー

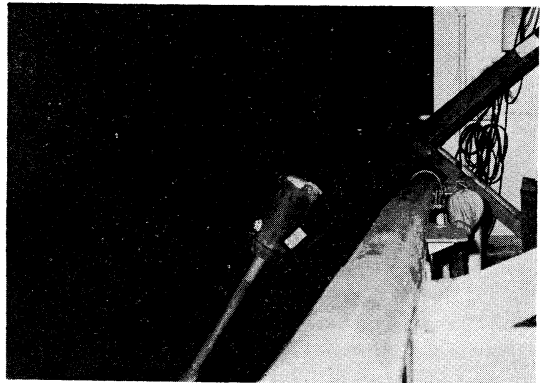


Fig. 14. A Boomerang corer being thrown to the sea.

は鉄製の Core barrel と浮上用ガラスボールを納める容器が1つづきになっており、その中にプラスチックの Core liner と切離装置及び浮き、ストロボライトが組み込まれている。このコアラーにより約 1.2m ほどのコアがとれるが、回収されるのは Core liner, 切離装置, ライトのみであって Core barrel は海底に捨てられる。この構造の詳細は Benthos 社の説明にゆずるとして、実際に使用されたときの感想をのべたいと思う。

チェーンでは15本のブーメランコアサンプリングが行なわれたが、このうち13本が回収された。コアラーを投下するときの容易さは当然のことであるが、その回収はかならずしも容易ではない。ブーメランコアラーは小さく巧みにつくられているため、このことがかえって回収を困難にしている。

ブーメランコアラーが投下されてから浮上するまでの時間は水深 1,000m で15分、6,000m で1時間30分である。この待ち時間に船は他の仕事をすることができるが、一定時間後、浮上したコアラーのライトを発見してから回収するまで30分ぐらひはかかる。ブーメランコアラーの浮きは非常に小さく、1個にまとめられているので、船からそれをつかみとることがはなはだやっかいである。6,000m のコアサンプリングはピストンコアラーで2~3時間、ブーメランコアラーで2時間ほどであるので、この点ではそれほど得ではない。自動浮上式の利点は、数多く行なったときに現われてくるものと思う。チェーンでもブーメランコアラーは狭い海域に集中して投下された。ワイヤー方式によるコアサンプリングでは数10マイルに1点のわりでとれることがほとんどで、その中間での変化のしかたを知ることはできない。ブーメランコアラーを使えば堆積物の状態の短波長での変化を知るのに都合がよいといえる。例えば、10本のコアラーを1マイル毎に投下し2時間後にこれを回収するということはきわめて容易である。

自動浮上型底層流速計

チェーン及びウッズホール海洋研究所でみた自動浮上型底層流速計は2種類ある。いずれも Richardson 型の流速計であるが、自動浮上方式は1つは Scripps 型であり、他は AMF 社型である。これらの浮上方式は共に火薬 (Squib) 内蔵型である。Scripps 型の切離装置は、いわゆる Timed Release といわれるもので水晶時計で制御された時限装置により数日から1箇月程度の観測時間をつくっている。AMF 社のものは超音波呼び出し方式であって、数箇月以上にわたる観測が可能である。一

般に時限方式は値段が安く呼出し方式は高価である。

筆者が実際に体験できた自動浮上方式は10日ほどの期間での時限方式によるものであるが、筆者の参加中に投入された5個の流速計はすべて回収された。しかし、これをもって時限方式が良いとみるのは間違いである。従来の繫留ブイ方式が海域によって成功率が極端に異なるように、自動浮上方式でも海域による違いを考慮する必要がある。チェーンで行なわれた自動浮上観測は赤道に近い南太平洋上においてである。7~8m/秒の西向きの季節風が連日同じようにつづき、海には白浪がチラホラみえるという海況である。10日先の天候が簡単に予測できる気候である。このような海域は海洋観測にとって最も都合がよい所で、当然、ブイ、自動浮上型いずれにしても回収率が高まる。このような良い条件は日本近海では全く期待できない。

日本近海が最もおだやかになる季節は6,7,8月であるが、この時期は同時に台風シーズンでもある。東北から北海道にいたる海域は夏から秋にかけて濃いガスがたたよう。

船が走れないほどの強い風と視界をさまたげるガスはブイ等の回収を不能とする。この意味で、おそらく日本近海の観測についてはあらかじめ浮上時間をきめることが不可能であり、したがって時限方式の切離装置を使うことができないと思われる。

超音波呼び出し方式は費用がかかることを除けば理想的な方式であろう。但し、呼び出し方式では雑音に対する対策を講じる必要がある。単純な音波のパルスによるコードでは海面と海底からの多重反射によって失敗するおそれがある。AMF の呼び出し装置は 10 KHz の搬送音波を 100 Hz で位相変調する方式をとっている。浮上物体に超音波トランスポンダーなどを備えれば浮上中の物体の位置も追跡できる。

海況のよい所では時限方式浮上装置もかなり有効なのでチェーン上でよく観察することのできた Scripps 型流速計についてのべる (Fig. 15)。

流速計本体は 80 cm ほどの長さで、Savonius Rotor, Magnetic Compass, 感圧型レコーダー (Rustrak 社), 増幅器, 時計, バッテリー及び耐圧ケースの外側につけた Vane よりなる。全体として初期の Richardson 型流速計よりも小型につくられている。Rustrak の感圧型レコーダーは小型軽量であること、取り扱いが簡単であること、のために色々な方面に使われる可能性のあるものである。

流速計の全体のシステムを Fig. 16 に示す。流速計の

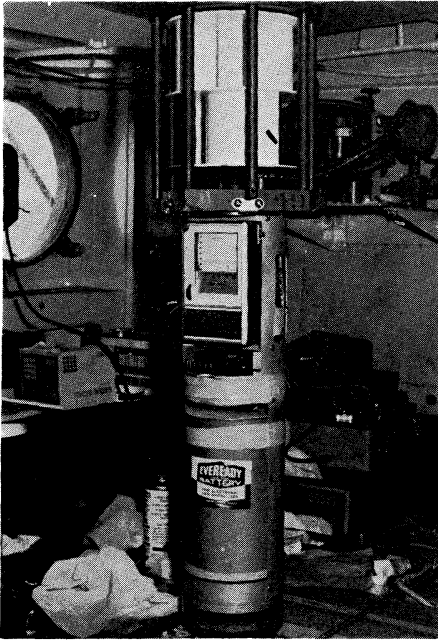


Fig. 15. A Scripps type current meter.

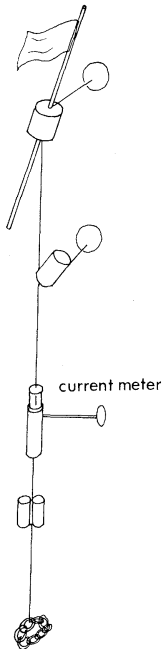


Fig. 16. A typical assembly for current meter with automatic release.

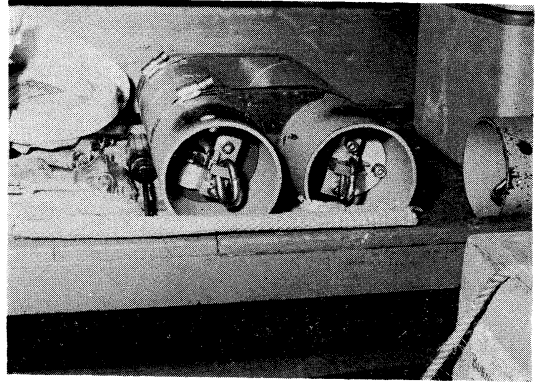


Fig. 17. Scripps type timed release mechanisms assembled for tandem use.

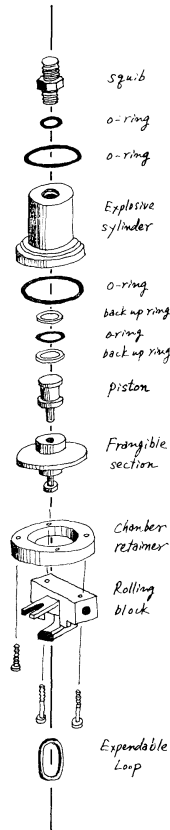


Fig. 18. Schematic diagram of the explosive type release mechanism used by the Scripps Institution of Oceanography.

下方に時限切離装置を2頭立て (Tandem Use) で使い切離をより確実にする。切離装置の下にはバラストを取り付ける。流速計の上方には Syntactic foam 及びガラスボールの浮きをつけ、その上に揚収用の旗竿、ストロボライト、アンテナ、送信機、圧力スイッチ及び Syn-

tactic foam とガラスボールの浮きが付けられている。これをつなぐロープはポリプロピレンやポリエチレンのロープである。

Syntactic foam とガラスボールが同時に使われているのは安全のためで、いずれか一方だけでも浮上する。旗は化学繊維でできており、真赤な色である。竿はアル

ミ製のもので、この中にライト、アンテナ、電気回路、圧力スイッチ、バッテリーが組み込まれている。圧力スイッチは浮上したときのみ回路に電流が流れるようにしたものである。Fig. 17 と Fig. 18 に切離装置の写真及び内部構造を示す。ロープをつないでいる掛金はコの字型をしたもの (Rolling Block) で、これがアルミ製の金具 (Frangible Section) によって押えられている。このアルミ製の金具は爆発室 (Explosive Syllinder) の片面にフタのように取り付けられている。爆発室には刃のついたピストンと火薬のはいったカートリジ (数グラムの火薬と点火用ヒーターが内蔵されている。Squib ともいう) が取り付けられており、火薬が点火するとピストンがアルミのフタを強くたたいてプチ抜き、掛金をはずすしくみとなっている。爆発後、装置内に水がはいることはない。切離装置のタイマーは水晶発振器で制御されている。10日ほどの期間で浮上時間と浮上予定時間との差は ± 0.5 分であった。

回収時に目的物をさがすときにはかなり神経をつかう。位置は人工衛星でコントロールしているから、かなり正確なはずであるが目的物がなかなか見つからないことが多い。

Scripps の装置では、電波、旗、ライトの三段がまえで旧式なやり方のようにもみえるが、目的物が見つからないときの心細さを考えるとこれでも足りないくらいである。船位をはかって「ここだ」というところで目的物が見つかったことは絶対になく電波探知機で探すという操作がどうしても必要であった。

最後に、自動浮上方式の最大の難問であった高圧用浮きが近年次第に容易に手に入るようになってきたことをのべたい。高圧用浮きは、以前には、高張アルミの球ないしはガソリンをつめたプラスチックボールなどであった。最近、潜水艇に使用するために開発された Syntactic foam 及び高張力ガラスボールが使われるようになってきた。Scripps の流速計に使われている浮きは、純浮力 61 lb (2.7 kg) のものを 1 ブロックとする Syntactic foam と外径 10 インチ、純浮力 12 lb (5.5 kg) のガラスボールである。いずれも耐圧強度は 12,000 psi (827 気圧) であって、ほとんどの海底で使用可能である。アメリカにおける値段は Syntactic foam が 20 ドル/浮力 1 kg、ガラスボールで 10 ドル/浮力 1 kg である。したがって、現状ではガラスボールが最も安く安全な高圧用浮きだといえる。

おわりに

チェーンに乗船して特に印象づけられたことは人間の使い方と基礎研究のあり方である。

人間の使い方には国力の差による要素が大きく、日本人にとってすぐには参考にならないものと思う。人間の使い方の特徴を一言でいえば、労働量に比例する給与体系、及び人間の適当な差別である。チェーンの乗組員が昼夜をとわず良く働くのにおどろかされたものだが、それがなんと 20 箇月の連続航海がおわろうとしているときにおいてそうだということで、いよいよおどろいたものである。日本においては、特に国有の観測船の場合「働きすぎ」に対する補償は何ら考えられていない。研究者とて一労働者であることを考えれば働きすぎる必要は全くないわけであるが、より良い成果をうるという代償に支えられて、研究者はしばしば金銭を度外視した労働を試みる。観測船上で頻々起こるように、心のはやる研究者は、労働者としての分限をわきまえた乗組員と衝突しがちである。

アメリカのあり方は、その中に長期間すむ外国人にいわせると、冷酷である、として批判されるが、こと研究に関してみれば、その量と質とを合わせると日本の研究者の 5 倍ぐらいのスピードで仕事が進んでいるようにみえる。

このような人間管理のあり方は基礎研究のあり方にも影響している。

さききのべたピストンコアラによる採泥に関して彼我の比較をすると、まさに基礎研究のあるなしの違いが如実にあらわれている。日本の観測船によってコアサンプリングがはじめられてから 10 年以上の歳月が経過しているが、数年前まで、10 m 以上の長いコアがとれたためしは 1 度もなく、コアサンプリングというのは、はなはだ実りの少ないものという印象が強かった。その理由は、とれたコアをみる専門家はいるが、良いコアをとろうとする人がいなかったことによる。コアラが海底でどうなっているかを調べた人は日本には 1 人もいないし、それを調べようとするのは労多く、むくわれることの少ない仕事に違いない。このことを考えると、真に基礎研究をやるうとするならば、それをやる人間及び機械に思いきった投資をするという覚悟が必要であると思う。それが結局は大きな研究を实らせる根源となる。アメリカは、国力を背景として、そのような無駄ができる国なのだと思う。

ダンスタフナーゼ海洋研究所 (オーバン, スコットランド) について*

Introduction Danstaffnage Marine Research Laboratory, Oban, Scotland

根 本 敬 久**

私は文部省在外研究員として1971年9月より11月迄、ダンスタフナーゼ海洋研究所において研究する機会を得た。この研究所を訪問した日本人の海洋研究者は比較的少ないと考えられるので(私の知る範囲では現在4名、内2名は生化学、水産化学関係)、ここにその一端を紹介したい。なお、資料は私のメモおよびスコットランド海洋生物学協会の1970~1971年の年報、雨宮育著作「世界の臨海臨湖研究所」、石黒鎮雄著「連合王国における海洋科学研究組織」を参照している。

ダンスタフナーゼ海洋研究所(Dunstaffnage Marine Research Laboratory)はスコットランド海洋生物学協会(Scottish Marine Biological Association)に所属し、他の2機関、ミルポート海洋実験所(The Marine Station, Millport)およびエジンバラ海洋研究所(Oceanographic Laboratory, Edinburgh)も共にここに所属していた。

スコットランドの海洋研究、特に海洋生物学の歴史は古く、スコットランド海洋生物学協会も1872年から1876年にかけて行なわれた世界最初の海洋研究船「チャレンジャー号」の大航海に端を発している。この航海について、マレー博士(後にJohn MURRY卿)はスコットランド沿岸における海洋研究は、チャレンジャー号によって得られた深海の研究結果と対比して更にその事象の解明に役立つだろうことを述べた。彼の努力により、連合王国に初の海洋実験所が出来たのは1884年のことである。当初研究は西北部スコットランドに多い運河の荷役に使う平底船「Ark」号を改造した浮き実験室をフォース入江(Firth of Forth)のグラントン(Granton)につないで、行なわれた。

1885年に、マレー博士は、この船をスコットランド西海岸沖の小島、カンブレイ(Isle of Cumbrae)にあるミ

ルポートの砂浜にうつして、以後スコットランド海洋生物学研究の場中心となった。その後、ロバートソン博士(David ROBERTSON)やグラスゴー自然科学者評議会の協力の下にミルポート海洋生物実験所が開所されたのは1897年のことである。4年後にこの団体の名称はスコットランド海洋生物学協会と改称されたが、1914年にScottish Marine Biological Associationとされて現在に至っている。地理的關係よりグラスゴー大学の学者の協力は大きく、特にゲミル博士(J. E. GEMMIL)は知られていた。

1950年にこのスコットランド海洋生物学協会はエジンバラ海洋研究所の運営も引き受けることになったが、この研究所は有名なプランクトン学者ハーデイ卿(A. C. HARDY)に始められたハル大学(University College, Hull)の動物学・海洋学部の研究を発展させたものである。初期の研究はプランクトン研究の成果を漁業の豊凶の検討に応用することであったが、その後プランクトン各種の分布の変化とその環境との関連の研究をも含むに至った。このエジンバラ海洋研究所は1970年自然環境研究会議NERC(National Environment Research Council)の管轄に移される迄この学会の下にあった。

1967年にスコットランド西岸アルガイル州(Argyll County)オーバンに新しい研究所(ダンスタフナーゼ海洋研究所)の建設が始まり、1970年に先に述べたミルポートの実験所から移転が完了した。ミルポートの旧実験所は大学海洋生物研究所として、ロンドン大学およびグラスゴー大学により運営され、主に大学学部学生を対象として海洋生物学の講義、実験が行なわれることになる。

ミルポート海洋生物実験所がオーバン近郊ダンスタフナーゼに移った理由は局外者の私の良く知る所ではないが、先の資料(うみ第7巻第1号)にのべた如く、おそらく研究所の規模が大きくなり新しい施設が必要になったこと、ミルポートがカンブレイ島にあり本島との交通にやや不便であり、且つ所員の生活や子女の教育等にも適

* 1971年11月13日受理

** Takahisa NEMOTO 東京大学海洋研究所 Ocean Research Institute, University of Tokyo

当な場所があればということになったからと思われる。

ダンスタフナージェ海洋研究所は西スコットランド、グラスゴー市より北に約 100 哩離れたオーバン (Oban) 近郊にある。オーバンは人口 7,000 人の町にすぎないが、いろいろな意味でスコットランド北西部 (West Highland) では有名な町である。日本の三省堂から発行されているコンサイス英和辞典 (第10版) にも他の大都市とならんでその位置が記されているのが意外に思われる方もあるかも知れないが、オーバンの一新聞社が発行する案内書によれば 'The gateway to the Highland and Islands' と紹介され、まさにその通りである。ナポリの海洋生物学研究所に半年滞在しその後、1 日来所した北海道教育大学の長尾博士は 'この様な辺鄙な場所に' と感想を述べたが、夏の観光シーズンを終った時であったとは言え静かな好ましい町である。この West Highland 一帯はスコットランドの特色を強く示していると言えよう。少なくとも一滞在者であった私は、地名 (極めて多くの地名がガーリック, Gaelic で付けられている。スコットランド, ケルト族の語), 服装, 会話の模様から酒場にならぶウィスキーの銘柄に至るまで、南のイングランドや、東南スコットランドとはかなり (或は甚だ!) 異なった印象を受けた。

私は1968年夏、この研究所が建設中であった時に訪問する機会を得ている。この事は、'うみ' 7巻1号に報告した通りであるがこれより先、1966年にスコットランド、エジンバラにある海洋研究所を訪問した印象も併せて他日出来ればスコットランドの何処かで若干の研究生活を過したいと考えていた。今回その機会を得たことはまことに幸であった。

ダンスタフナージェ海洋研究所は現在カーリー (R. I. CURRIE) 所長以下 48 名の研究者、研究補助者がおり、事務技術関係に 29 名の職員がいる。数名の空席があるので正式の所員数はこれより上まわる。副所長にはホヤ類の研究で著名なミラー博士 (R. H. MILLER) が当っている。上級主任研究員 (Senior Principal Scientific Officer) にはバーンズ博士 (H. BARENS) ドループ博士 (M. R. DROOP) があり、この 2 人が並ぶ所は或る意味でスコットランドの海洋生物研究の輝かしい歴史と活動をもの語っている。つい近年まで、かいあし類の一種 *Calanus finmarchicus* の生態生理研究で著名なマーシャル博士 (S. M. MARSHALL) も退職後客員研究員 (Research Associate) の形で籍をおいていた。以下、Principal Scientific Officer, Senior Scientific Officer, Scientific Officer, Experimental Officer 等職制がある

がその研究分野は生物学者が多いとは言え多岐にわたっている。

この研究所は殆んど汚染されていない海を眼前にひかえているが、その研究の場としてはロッホ・エティブ (Loch Etive) と ロッホ・クレラン (Loch Creran) (Loch はガーリックで湖又は陸封された海, 細長い入江を示す) および研究所の隣接海域において主に行なわれている。研究船としては、1948年以後ミルポート研究所において活躍している 'Calanus' 号および 1971年1月この研究所に所属した小型の引船型の 'Beaver' 号がある。'Calanus' は約 50 トンの沿岸トロール型の研究船で、ミルポート研究所報告の中にしばしば登場する名であるが、1970年度には 219 日研究航海 (回航日数を除く) に従事している。又、回航日数はドック保守日その他を含めて 64 日である。もっとも私がこの研究所滞在中の様子では通常土・日曜日には研究航海に出ない模様であった。'Beaver' は鉄製の小型曳船で 1970年 12 月以降 3 月末迄に約 100 日研究航海に従事している。これ等の航海スケジュールに現在マウフリン博士 (J. MANCHLINE) によって編成されているが、おおよそ、各プロジェクト毎の航海を作成し、スコットランドほか各地の研究所、大学等からの申込みも適当に編入されている。科学省に属する自然環境研究会議 NERC (National Environment Research Council) では、現在外洋航海も可能な大型研究船を建造中であり 1971年 9 月に進水し、1972年 3 月に完成する予定である。この研究船は名誉ある R. R. S. 'Challenger' と名付けられ、スコットランド海洋生物学協会、各大学、NERC の各機関により共同利用されるが、おそらくオーバンがその母港になるであろうとのことである。

研究所は 2 階建てで西が入口になり、東および南側に各研究室、実験室がある。この部分は外側と内庭に面した側とにそれぞれ研究室、実験室が廊下をはさんである。研究室によって仕様は異なるが、大きな実験室が中央にあり、それを通り抜けて両側に研究者室があるものと、小さな実験室があり、それを通り抜けて研究室に入る型と、廊下より直接研究室に入る個室と三通りあったが、いずれの部屋も鍵がなかった。これは、研究所がやや町を離れた場所にあるとは言え、この土地の人気の悪くないことの一端を示すものと言えよう。個室の単位は比較的狭い。図書室は研究所の入口をつき抜けた所に 1 階 2 階を通してあるが、その図書の配列方法はおそらくミルポートの研究所よりの引き続きで国別に分け、それを更にアルファベット順にならべてあった。又、雑誌或は古書

の一部は、書庫に保存されて必要に応じて取り出して来ていた。しかし、ここでも非常に便利であったのは図書館間の貸借がうまく運営されていたことで、私が研究所にない数冊の本および雑誌の借用を申し入れたところ、アバデー（Aberdeen）大学、ロンドンの自然科学博物館から約20日間の貸与期間でそれぞれ本が届いた。又、1830年の古書はその部分だけ複写されて届けられた。複写された本は後ですべて番号が打たれ製本されて図書に入れられ同時に著者名索引箱にカードが入れられる方式となっている。この著者別索引はここ15年位の各国の雑誌に出た各海洋関係の論文が殆んど網羅されており、英国関係の雑誌、報告は発刊より複製されているものも多い。皮肉を言えば各研究者の業績が日本人学者をも含めて一目で分る仕末で、1人閲覧室で苦笑した次第である。

研究所の北側は約 500 m 離れた所からポンプで引いた海水が絶えず供給される大型の飼育槽が数個おかれ、又パイプを通して小型の水槽が多数室内に設置されている。恒温室は大型、小型室共6室あり、現在主に生理学、生態学的な研究に使用されている。各研究実験室にも海水が供給されるようになっているが、ろ過滅菌はされていない。

この研究所の研究の内容は、ミルポート海洋生物研究所の伝統により生物関係がより充実しているというものの他の物理、化学的な活動も近年進められている。

ロッド・エティブとロッド・クレランの海洋物理的研究はグラントム、エドワード氏等 (B. E. GRANTHAM, A. EDWARDS) によって行われている。グラントム氏は英国南極探検隊に参加して現在研究所を離れているが、エドワード氏は他の生物学者ピッケン氏 (M. PICKEN) 又ポウエル氏 (H. T. POWELL) 等と共に潮位の変化、ロッホ内の水の循環といった点について研究が進められている。これはロッホの海況が直接底棲生物や海藻の生態に関連があるためでもある。現在、ロッド・エティブに3個、オーバンに1個の潮位計が付けられ、その連続記録が解析の資料となっている。ロッド・エティブはロッホにそそぐいくつかの川によって多量の淡水が流れ込む。このロッホはコンネル (Connel) で海につながっているが、この場所の潮流は極めて速い。この淡水のロッホへの拡がり方、速度、底層までの各層の流れの速さ、エントレインメント現象、垂直混合、成層状態等を観測しロッホの海況を明らかにしつつある。エドワード氏は英国国立海洋研究所 (N. I. O.) その他の海洋研究所、大学とも密接な連携の下にこのロッホのモデル実験にまで発展させたいと語っていた。

海洋バクテリアの研究はスタンレイ博士 (S. O. STANLEY) が担当している。現在二つの主題がある。一つは海洋バクテリアの窒素代謝で、もう一つはサウス・ウェールズ大学 (University of South Wales) との協同研究の形で行なわれている海洋微生物による原油の分解である。バクテリアの無機窒素要求と、海洋のデトリタルな物質の分解と窒素源としての有効度の問題が今後進められる課題となろう。

現在使用されている菌株は *Pseudomonas* の1種であるが、この種は硝酸塩窒素を成育に利用出来る。しかし、有機栄養源からその窒素要求を満たすことは出来ない。アンモニア体窒素を窒素源とした場合は、硝酸塩を窒素源とした場合よりも増殖ははるかに低い。又、分泌されるアミノ酸窒素の量と組成も顕著な差がみられる。この研究は、ニューカッスル (Newcastle upon Tyne) 大学のブラウン博士 (C. BROWN) と協同研究で、*Pseudomonas* の窒素の取り込みの機構を明らかにする目的で進められている。

海洋における原油の汚染は最近極めて深刻な問題となっている。英国ウェールズ南岸でおきたトリー・キャニオン号の重油流出の事件は未だにまなましい記憶である。したがって、英国においても海洋における原油・重油の微生物による分解は極めて関心を集めており、カーディフ (Cardiff) にあるサウス・ウェールズ大学の微生物学科との協力がもたれる所以でもある。ある実験においては、原油は籠に入れてダイバーにより海底 30 m の地点に沈めるが、この際原油を沈降させるために銚りを混合する。この海洋現場に沈められた原油を定期的に採取し、その分解過程を微生物学的に追跡し、又原油の組成の変化をガスクロマトグラフィーによって調べる。この研究において興味があったのは、実験室における研究と並行して、大規模な現場実験を行ない、かつ水温、塩分等の環境の資料、微生物量の変化、原油の分解過程を追跡していることであった。実験室内では更に分解の促進の方法、油処理剤の影響等も並行して検討されている。

微細藻類に関する研究もこの研究所の特色の一つである。研究の対象となる藻類のコレクションはターナー氏 (M. F. TURNER) とセラー嬢によって管理されている。ターナー氏は1971年夏スクリップス海洋研究所、ウッズホール海洋研究所、ハスキンス研究所、およびナラガンセット海洋実験所を歴訪し、微細藻類の培養の技術について意見を交換したが、彼は緑色鞭毛藻の1種 *Tetraselmis* を用いてその栄養要求を調べている。例えば、26種のアミノ酸の試験では、セリン、アルギニン、アスパ

ラギンおよびグリシンの各種が硝酸カリウムよりも (70 mg/l の量で) 窒素源として有効である。又グアニン、アデニン、キサンチンおよび尿酸も利用可能である。特に、興味があるのは *Tetraselmis* は受光下では窒素源として多種の栄養源を利用出来るが、暗黒条件下では対象的にその窒素源がせばめられる点であろう。

スコットランドの海洋生物の研究の一つの星はドループ博士 (M. R. DROOP) の藻類の栄養の kinetic work がある。ドループ博士はその写真が日本プランクトン研究連絡会報第 9 号に紹介されているが、私がこの研究所で会った博士も無造作に分けた髪、いつも離さないパイプと全く同じ風貌であった。ビタミン B₁₂ と藻類の関係について挙げた業績は今次の element 鉄に向けられている。鉄は人工放射性鉄を使用する便宜と、鉄が微細藻類の生長に持つ意味が明らかにされていないことも相俟って、興味ある研究となろう。先の研究で使用された Chemostat が *Monochrysis lutheri* を用いて細胞内鉄量と生長速度の特性を検討するために使用された。*Monochrysis* による鉄の取り込みの短期間の実験ではキレート金属は細胞に有効でない。即ち、鉄の取り込み量はキレート剤 EDTA の濃度と逆の変化を示した。鉄の総量と有効鉄量の比は、

$$\frac{\text{Total metal}}{\text{Available metal}} = \frac{\text{Chelating anion} + 1}{K}$$

の関係で示される。

又、キレート樹脂 'Chelex 100' の働きも興味がある。ドループ博士等ははこの研究を海洋現場における鉄の生物学的意義に発展させるべく研究を続けている。しかし、海洋現場における第 1 鉄および第 2 鉄イオンと弱アルカリ性、嫌気状態の培養液におけるこれらのイオンの不安定性がある。キレート物質に対する過敏性も自然状態、又培養条件下において問題となろう。ドループ博士の研究は先ずすべて人工の培養液を用いて藻類のそれぞれの既知の化学的栄養条件に対する反応を解明することになる。これは海洋現場の諸条件の微細藻類に対する影響を理解するのに役立つことになる。

更にドループ博士のグループは藻類→草食性動物の関係を Chemostat を用いて研究している。現在、海産輪虫 *Brachionus plicatilis* を使用してこの研究を行なっているが、問題は必ずしも簡単ではない。スコット氏は (J. M. SCOTT) は先ず、*Brachionus* の生活史を検討したが、Chemostat 中では半数体卵は生活力を失うことが示された。普通培養数性両性生殖の雌は培養体卵を多く産卵し、それは再び両性生殖雌となる。他の条件下では

半数体卵が産出され、雄に発育するか又は受精して培養体雌の休止卵となる。Chemostat 中においては半数体卵はおおよそ同じ率で産卵される。実験器においては培養体および半数体卵は一定の率で産卵されたが、雄の出現数は極めて少なく、休止卵(雌となる)は観察されなかった。半数体卵はかなり多くのものが生存せず雌とならなかった。

スコット氏は又 2 枚貝 *Turtonia minuta* の卵を分離し、*Monochrysis lutheri* および *Tetraselmis chui* を餌として無菌培養することに成功している。約 2 ヶ月間にこの小さな 2 枚貝は約 100 μ 成長した。又、多毛類の 1 種 *Ophryotrocha puerilis* も *Brachiomonas submarina* を餌として無菌海水中で飼育することに成功した。この成長の速度はほぼ普通の飼育状態のものと同じで、その 1 世代は 3~4 週間で完了する。スコット氏はこれ等の各種生物を組み合わせて、無菌定常状態における個体の生長を研究しているが、ドループ博士の研究と共に、更に興味ある発展を考えると考えられる。

スコット氏は又、オーバンのシネマクラブの幹事長? を務めており、丁度 1972 年 1 月に '7 人の侍' が上演されるから、ぜひそれまで滞在する様にと冗談を言ったりした。クラブと言えどドループ博士は今年度のダンスクラブ海洋研究所の釣り・クラブの会長をして釣り大会の案内を出したり、今季節の釣りの地域規則を掲示したりしてこの地の楽しい娯楽の一部をのぞかせていた。

植物プランクトンの現存量の測定や、第 1 次生産の研究はテット博士 (P. B. TETT) によって行なわれている。この主題は近年 (1970 年より) 始められたものであるが、(1) 研究所付近の植物プランクトン相、その季節変化を明らかにする。(2) 植物プランクトン相の自然原因又汚染による長期的変化 (数年以上の) を明らかにする可能性が期待出来る。(3) 植物プランクトンの群集構造を明らかにする等の内容を含んでいる。更に、新しい課題として、ロッホ・エティブの生物種と量のモデルを造り、生態系の変化のシミュレーションを行なうことが加わった。これは例えば、植物プランクトンの場合には第 1 次生産量、動物プランクトンによる捕食量、これ等の季節的変動の変量が先ずとらえられなければならない。このためにロッホ・エティブに多くの観測点を設定し、資料を収集すると共に、C-14 法を用いて現場法による生産量の測定も行なっている。また、他の栄養塩、粒状有機物も測定されている。この研究にはまたストラスクライド大学のウッド博士が協力している。現在迄にロッホ・エティブ

ブヤグリアグ島 (Greag Isles) 付近の観測点で得られた結果の内、興味ある点の一つは植物プランクトンの計数とクロロフィル量で示される現存量との間に特に冬季にずれが認められたことである。これは、小型(8 μ 以下)の鞭毛藻が冬季に出現するためであり、ろ過捕食者の餌として重要であるこの種の生態研究が続けられている。

テット博士は更に植物プランクトンの種と量の関係を理論的な分布型に当てはめる試みを続けている。海洋或は湖のプランクトン、またベントスについてこの種の試みは数多い。例えば、元村、シンプソン (E. H. SIMPSON), フィッシャー (R. A. FISHER), マーガレフ (R. MARGALEF) 等の種の多様性とその量との関係の指数は、現場の生物種と量の資料解析にしばしば用いられている。テット博士は対数正規分布型を植物プランクトンの量およびその順位に当てはめて検討している。これは総種数、中央値を持つ種の個体数、および分布の標準偏差で分布型がきめられる。彼はこの資料の Abundance-Rank 図を用いて各観測点の季節変化や各点間の特性の変化を調べている。

動物プランクトンの生物学はマウフリン博士 (J. MAUCLINE) が中心になって進められている。1967~1970年にロッホ・エティブにおいて斜曳きのネット採集試料が集められ種が同定された。また、ロングハースト型採集器を使用して動物プランクトンの動態を研究する課題が始まった。このロングハースト型採集器の機械部分は当研究所の電気、電子技術者によって作製されたものである。マウフリン博士はおきあみ類のほか、あみ類にも興味を示し西北スコットランドの沿岸域における各種の一般的な生物学はすでに完成し、J. M. B. A. その他に発表されつつある。現在はあみ類各種の成群の原因やその維持の特性を研究している。

エドワード博士 (C. EDWARDS) は、ひどろ虫類の生活史およびそのヒドラ期の研究を続けているが実験室の飼育により、このクラゲ形とヒドラ形のギャップが埋められつつある。種々の条件、水温、餌料量を変えてヒドラを飼育し、生ずるひどろくらの形態や大きさの変化をハーヴェイ氏 (S. M. HARVEY) と共に研究している。小さな皿状の飼育器を多数室内に並べて、その中でこの生物が触手を動かしているのはなかなか楽しい眺めであった。

魚類の研究も各分野にわたって進められているが、その主な研究課題は (1) 魚類の生物学 (Biology), (2) 魚類の代謝、行動、適応等, (3) 魚類の増養殖の3点である。ここで、'Biology' なる語に蛇足を付け加えると、おそら

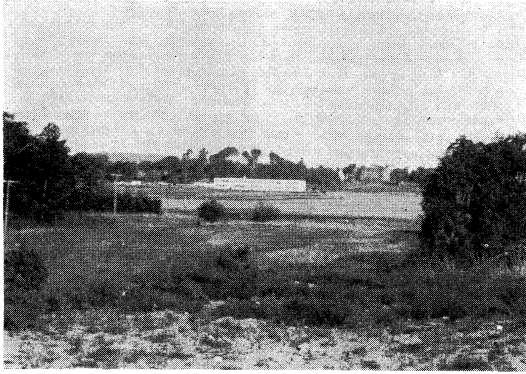
く?この場合一般的な生態特性や生長、生活史等、個体群の動態等の諸問題が含まれると考へ得る。個人の研究内容を説明する場合も 'Biology' を使って相手に簡単に理解させることも可能であるし、また説明不足になる場合もあって良く知られた英語一つも実際にはなかなか難かしいと思つたこともあった。

上記研究課題の内(1)および(3)は比較的近年に開始された課題である。魚類の採集は主に1隻曳き中層トロール、底曳トロール、2m・ストラミンネットおよびニューストーンネットを用いて行なわれるが、特にこの中層トロールは幼稚魚の採集に効果的であった。スコットランド西北岸には多くのロッホがあるが、それぞれのロッホにおける各種魚類の生長や移動は近接したロッホにおいてもかなり異なっており、目下それぞれのロッホにおける、えい、さめ類やたら、かれいの仲間についてその生長率の変化や、生長時期の異同、にしんの稚魚期の行動、食性、さけます類の食性、回遊経路等が研究されており、さけます類の研究は淡(汽)水のロッホのます類も含む所から、ピトロフリイ (Pitlochry) の農水産局淡水研究所の研究者と共同研究としても進められている。

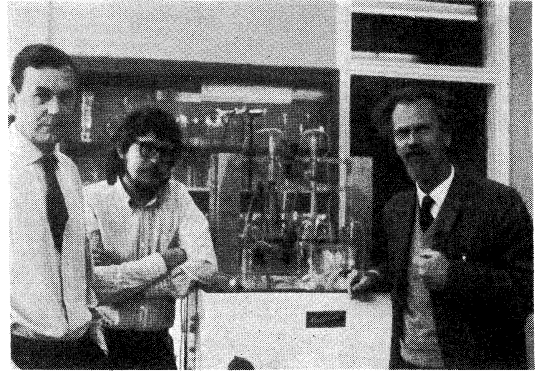
魚類の増養殖も直接水産と関連する研究内容となるが、スコットランド海洋生物研究所がミルポートにおいて運営されていた1900年代初頭にあつては、殆んど水産研究方面とは関係を持っていなかった。このことは、1930年雨宮博士の著書「世界の臨海臨湖研究所」のミルポート研究所の紹介の項にもみえている。スコットランドにはアバディーン (Aberdeen) に水産研究所がある。これは、1890年頃より沿岸数ヶ所に存在していた関連研究所を集めてスコットランド水産研究所となったものであるが、ミルポート研究所で特に水産関連研究が行なわれなかったのもその創立の歴史のほかにこの様な有力な研究所の存在があつたからかも知れない。

しかしながら、人類の利用し得る魚族に関してはスコットランド人は古くから関心を持っており、魚の料理にもスコットランド特有のものも多い。この研究所に滞在中の印象として研究者の思考として「海洋研究」と「水産研究」との間のあまり大きな異和感が感じられなかったのであるが、この点についてはまた項をあらためて書きたい。

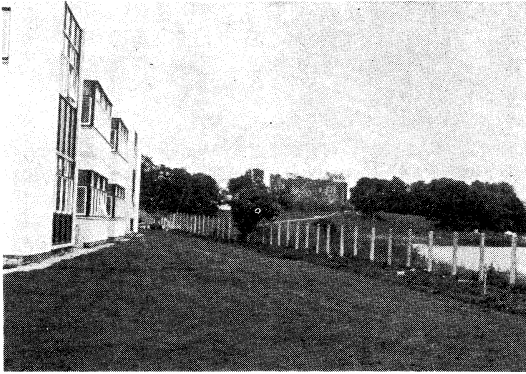
ゴードン博士 (J. GORDON) は 1970 年東京で開催された学会「海の世界」にも出席し、駿河湾および瀬戸内海の養魚場を見学して帰国したが、アードトウ (Ardtoe) のたら類担当員の研究員と共同でロッホ・スウーン (Loch Sween) において養魚池(ロッホをしきった)における研



第1図 ダンスタフナーゼ海洋研究所の遠望で、やや右手にダンスタフナーゼ城が見える。



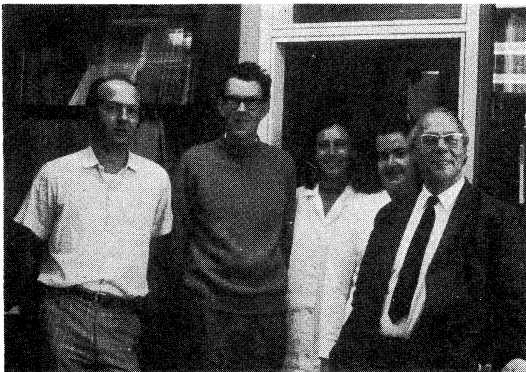
第4図 ドループ博士(右)とスコット氏(左)とその藻類培養器。



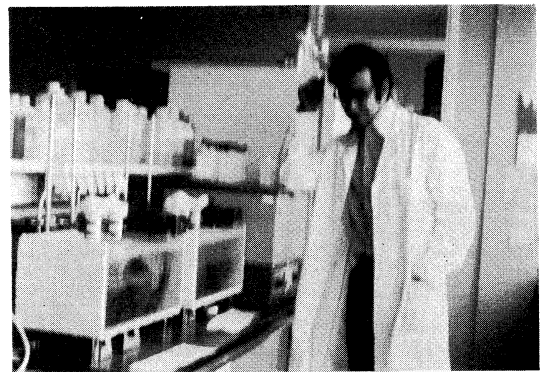
第2図 研究所の裏側より、ダンスタフナーゼ城を望む。右側の入江には白鳥が多数浮んでいることがある。



第5図 マウフリン博士と筆者。グレンクルイテンゴルフコースにて。



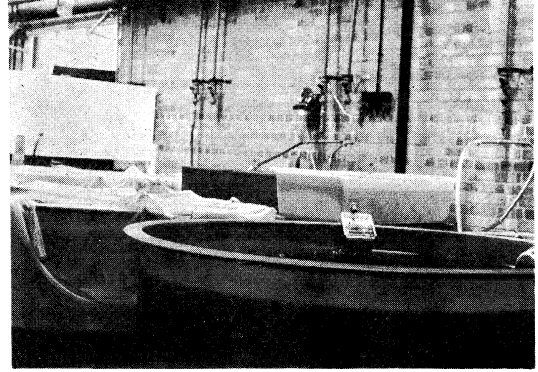
第3図 バーンズ博士とその研究グループ。



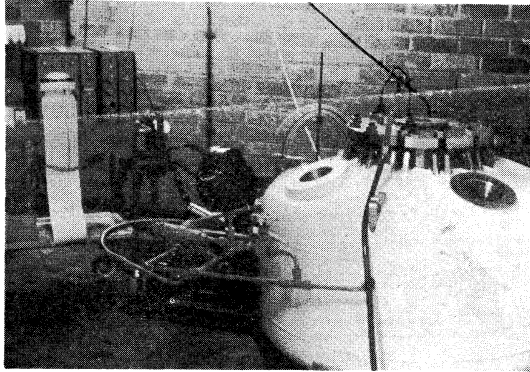
第6図 スタンレイ博士とバクテリアによる原油分解実験中の恒温槽。



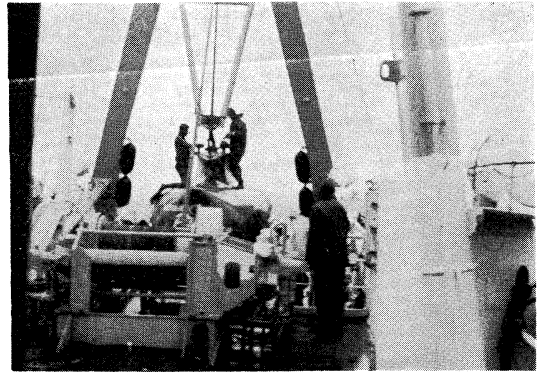
第7図 ベントス選別槽をかこんで、サウスワード博士(左)とバーネット博士(右)。



第9図 海水(流れ式)飼育槽で、左側白色ビニールをかけてあるのは、たら類の稚魚を実験中のもの。



第8図 圧力に対する魚類の適応を実験中のタンク。ブラックスター博士の実験。



第10図 潜水作業直後のPisces号。フロッグマンが2名、バルブの操作をしている。母船甲板上にて。

究を開始したが、ゴードン博士とランドレス氏(P. LANDLESS, バス大学よりの大学院学生)は魚の行動と生理の面を研究することになろう。ランドレス氏はまた魚自身によって操作される魚動? 給餌器の効果を検討中である。

この給餌器は海産魚としてはたらの一種 Saithe, およびにじますについて実験されている。給餌器はトリガーを魚が操作することにより自動的に養魚池に投餌されるが、魚の索餌時間, 量, 成長量その餌料効率等が測定され, 他の方法, 例えば定時間給餌による養魚との効果の比較が行なわれている。魚類の研究関係では, 他大学, 研究所からの訪問研究員も多く, 1970~1971年度にはジョーンズ氏(R. JONES, アバディーン海洋研究所, たらの一種 Haddock の圧力に対する適応について) ウイルソン氏(K. WILSON, アバディーン大学, 油処理剤の幼稚稚魚に対する影響について) パッカード氏(エディンバラ大学, 魚の稚魚生長と脳におけるDNAの変化について) ベル氏(G. BELL, リーズ(Leeds)大学, さめえい類

の卵囊における蛋白構造について)等がこの研究所に滞在して研究を行なった。また, サージェント博士(J. SARGENT, NERC, Fisheries Biochemical Research Unit)等はつがめ類の浮力についての研究を行なった。魚類の代謝, 行動適応についてはブラックスター氏(J. BLAXTER), ギブソン博士(R. N. GIBSON)を中心に研究が進められている。

ブラックスター氏はにしんやかれい類の幼魚の垂直移動を観測塔の中に設置した5個のサーミスターで検出し, 記録計に自記させる方法で検討している。これは幼魚の移動が回路に影響する度に記録されるが, この方法は特に弱い光の変化に対する反応を知るのに有効であろう。タイトラー博士(TYTTLER, スターリング大学)と協力して, タラの水圧の識別を300気圧/時平方の条件迄高めて研究している。圧力に対する反応はやや古典的なECGを胸部より取り出す方法によって検出しているが, この際電気ショックを与える。この方法によれば, 約1%の圧力変化を感知することが出来ると考えられ,

これは魚が 30 m 深にいた場合、30 cm の高さの波が通過した場合とほぼ同じ変化となる。

パウアーズ氏 (R. BOWERS) 等によって行なわれている電気、電子技術グループの協力は大きく、圧力タンク、記録計、心電図記録計の調整等に、多くの貢献をしている。

ギブソン博士は砂岸域におけるカレイ・ヒラメ類の稚魚の行動を調べている。「潮位の変化とこれ等の幼稚魚の移動」および「実験室内における幼稚魚の行動の変化」が目下の主題となっているが、野外の試料ではこれらの幼稚魚は低潮位の 1 時間後に海岸に接近を始めることが明らかにされた。また、種によって分布域が異なるがこれは水位と密接な関係があった。実験室内の研究は赤外線を使って稚魚の行動を自記させる手法で行なわれている。暗黒条件下においては、始めの 24~36 時間は高潮時と一致した時間に活動を示すが次第に消失し、日出と日没時に活動のピークが示されるようになる。もし、幼稚魚が自然光の日変化を受ける容器に入れられるならば、この日変化のリズムがより明らかに示され、潮位変化のリズムは完全に消失する。また、どちらのリズムをより強く示すかは種によって異なることが明らかにされたが、極めて興味ある研究であった。

代謝の研究は同じくたら類、かれい、ひらめ類を中心に進められている。流水式の呼吸気計を用いて遊泳速度と酸素消費量の変化の測定、個体生長に伴う酸素消費量の増大および呼吸域(鰓の面積、および外皮面積)の変化と体重の変化を検討している。ヘモグロビンは魚類の変態或は形態の変化が進む迄出現しないが、孵化後 2, 3 週間後のにしんの心臓や肝臓には 'Peroxidase' の前駆体が認められた。また、呼吸色素を欠く幼魚は無酸素適応を調べる実験も行なわれたが、或る幼魚は無酸素下で 20 分生存した。

魚類の幼稚魚の栄養状態に関する研究はエーリック氏 (K. EHRLICH) によって行なわれているが、ここでは魚に投餌せず 'point of no return' における化学組成が調べられている。また、異なった餌料 (アルテミア・ノウペリウス, ふじつば, ノウプリウス, *Brachionus*) や魚の系統による魚体の化学組成の変化も研究されている。

沿岸域の海魚類の研究は、先に述べたポウエル氏とピッケン氏等によって進められている。ポウエル氏は現在英国海藻学会の会長であり、1971年夏札幌で行なわれた国際海藻学会にも出席した。目下両氏はロッホ・エティブとこれより更に塩素量の低いロッホ・クレランの各沿岸域における魚類相の変化の内、特にコンブ類の生態形

態について研究している。当地産 *Laminaria* の内、*Laminaria saccharina* はロッホ・クレランにおいては低潮位域に分布するが、ロッホ・エティブにおいては *Laminaria digitata* の 'Cape' 型に代っている。この 2 種のこんぶは正常な型においては大きな形態的差が認められるが、ロッホの環境によっては殆んど同一の形態を示す。両氏は各現場環境条件と、こんぶの形態を調べると共に、流水式のタンクの中に光、温度、塩分、海水の流速等の条件を変えた場を造りコンブの形態、生理、生化学的变化を追求している。また、*L. digitata* と *L. saccharina* の移殖実験も行なわれている。

海藻の分布状態を調べるためには、航空機より 15~400 m の高度より海藻の定着床の各種 (赤外線等) の写真を撮影して好結果を得ており、この手法は 1971年 5 月地質学研究所ほかと共同調査で行なわれたハリス島の沿岸堆積の研究にも取り入れられ、ポウエル氏も参加した。オーバンの沖にはマル島 (Mull) がある。1971年 8~9 月には英国科学博物館海藻研究部と共同してマル島およびトレスニッシュ (Treshnish) 島の沿岸で潜水調査が行なわれている。

バーンズ博士は引き続き、ふじつば類の研究に精進している。同博士は *Chthamalus stellatus* の生化学的組成、季節的变化、特に生殖時季に関連した研究を今終えたところであるが、著しい年変化が認められた。この変化は餌料量や水温とは直接関係がないと考えられる。ブラックストック氏 (J. BLAKSTOCK) は数種の卵やその他のアミノ酸の蓄積を調べている。バーンズ博士夫人はまた種の初期発生を広範な海域の試料につき研究しており、特に海水の塩素量との関係が研究されよう。

この研究所で興味ある点の一つは底棲生物の研究であった。ダンスタフナー・ジェ海洋研究所の前身であるミルポート研究所は潮汐干満の差が大きくかつ海岸は岩地が多く、露出潟には多種の底着生物が得られることは、先の雨宮博士の紹介にも見られる。従って、特に底棲生物の研究には伝統があると考えたからである。現在、アンセル博士 (A. D. ANSELL), ゲイジ博士 (J. D. GAGE), ピアソン博士 (T. H. PEARSON) 等が研究を続けているが、興味ある手法が取り入れられている。

1967年以降の試料により生態学的な解析は進められているが、特に 1968年の反復採集した試料につき群集構造がサンダース (H. L. SANDERS) の方法により個体数と種数との関係が検討されたが、この研究は特に個体数の多い多毛類と 2 枚貝の各種について行なわれた。その結果は、個体数の多少にかかわらず軟泥の試料は比較的

似の分布型を示し、流れの速いロッホの部位の砂質底の分布型とは異なり、後者の試料により種の多様性が示された。また、ロッホ・エティブの外側の軟泥底の試料はロッホ内の軟泥底の試料の分布型と異なり、サンダース博士の得た北アメリカ西岸 (Puget Sound) の結果に近かった。軟泥底における種の多様性の減少はサンダース博士の 'Stability-time' 仮説で説明可能である。

各ロッホの大型底棲動物相を比較するため、定量的な採泥はロッホ・レヴェン (Loch Leven) ロッホ・リニー (Loch Linnhe) 等においても行なわれており、この試料は潜水夫によっても採集されている。また、私が滞在中にパッカード社の 'Pisces' 号が回航され、2週間ロッホ・エティブおよびロッホ・リニーにおいて行なわれたが、この際 'Pisces' 号による底棲動物の潜水採集がゲイジ博士、ピアソン博士同乗で行なわれた。'Pisces' 号は 600 m 迄潜水可能な潜水艇で、マジックハンドを持ち、3名乗船可能であり、将来より深い海域においても動物プランクトンその他の調査が開始されるはずである。

アンセル博士は、より生理学がかった研究を続けている。季節的、定量的な大型底棲動物が採集されているが、特に2枚貝についてその酸素消費量、生殖腺の成熟状態、体重の変化、水分量、生化学的組成、蛋白質等の年変化等が *Donax vittatus* について行なわれている。また、体の大きさや水温と心搏数との関係、貝が砂や泥の中にもぐる時の張力筋肉の収縮力の測定等も進められている。底泥中の有機炭素、酸素量と底層より採水された水中の有機炭素、酸素量変化と貝類の化学組成の変化の関連は今後の研究として興味があろう。

この研究所はスコットランドのみならず英国の各大学とその主題に応じて密な研究連絡体制をとっている。現在、6名の大学院学生 (Ph. D. を取得するために研究中の学生) がいる。なお、現在スコットランドにおいて、Ph. D. は約3年で取得出来るが、別に D. Sci. があり、これはかなりの研究実績を必要とする。私の友人は Ph. D. を持つが、約20年の研究生活の後、多くの論文、著書をまとめて最近某大学に D. Sci. を申請し「もしこれが通過すれば私の education の最後のステップとなるだろう」と語った位 D. Sci. の権威は高い。6名の出身大学は、ロンドン大学、サン・ディエゴ州立大学、バス大学、セイロン大学、ニュー・ウエールズ大学 (米国マサチューセッツ州) 等各国にわたっているが、いずれもスコットランド、スターリング大学 (University of Stirling) で Ph. D. を取得する様に登録されている。また、所員の

中でも M. Sci. を取得するためにスターリング大学に登録している研究者がみられる。

若干の研究機器や自動車もこの大学から研究所に提出されており、また電子計算機もスターリング大学のものが使用されたことがある。所員の中にはスターリング大学の教壇に立つ人が多い。ブラックスター氏は「感覚生理学と行動」につき、また彼およびカーリー氏、ゴードン博士、テット博士等は「海洋学」の講義をそれぞれ行なっている。スターリング大学のタイトラー博士 (P. TYTLER) はこの研究所に長期滞在研究員の形で研究を続けているが、大学でも年間を通じて講義を行なっている。

ポウエル氏はストラスクライド大学の研究者と養魚場の支切網について、またヘリオットワット大学 (Heriot Watt 大学) の研究者とこんぶの生化学的組成について共同研究を行なっている。スタンレー博士については先に述べた。また、バーミンガム大学 (University of Birmingham) の電子工学科は「音波による魚の反射損失」の研究をするためにこの研究所を基地にしている。カーリー氏はスターリング大学、グラスゴー大学の名誉講師であり、バーンズ博士はストラスクライド大学、ドループ博士はダンディー大学 (University of Dundee)、ブラックスター氏はスターリング大学のそれぞれ名誉講師となっている。

ミルポートの研究所が現在主に大学学部学生を対象に海洋生物学の講義、実験が行なわれる場となっていることは先に述べたが、1970年、春秋にはスコットランド海洋生物学会の主催する最後の「海洋生態学」のコースが開られて、バーネット博士 (P. R. O. BARNETT) がその主任となった。このコースには54名の学生が出席したが、その内訳はアバデーン大学 (31名)、ダーハム大学 (2名) グラスゴー大学 (19名)、ロンドン大学 (8名)、ニューカッスル大学 (1名)、ウエールズ大学 (8名)、またノッティガム工科大学 (5名)、ウエストハム工科大学 (8名) となる。1970年以後は大学海洋生物実験所 (University Marine Biological Station) としてミルポート研究所は運営されることになる。

ピッケン氏はロッホギルヒード (Lochgilthead) において行なわれたグラスゴー大学の Extra-mural 教育講座の編成を行なった。彼はマレイグ (Mallaig) およびギガ (Gigha) における市民講座にも講演を行ない、オーバン高等学校の学生の指導にも当たっていた。

この研究所は完成後間もないことと、交通の便が特に良くないこととの関連もあって、海外からの訪問者の数は

必ずしも多くない。1970 年度には約 30 名に過ぎなかった。しかし、1972 年 9 月には SCOR の会議が開かれる予定があるなど、今後海洋生物学を中心とした一つの重要な研究機関として国際的にも良く知られて行くと思われる。

研究所のメンバーは、また国際的な視野でも重要な任についている人が多い。カーリー氏は先頃まで IABO (International Association of Biological Oceanography) の会長であり、現在は会計を務めている。国内的にも Challenger Society の総務幹事を務めているほかミルポート海洋生物実験所の運営委員の 1 人でもある。バーズ博士は「Oceanography and Marine Biology」, 「Journal of Experimental Biology and Ecology」の編集長の重職にあり、或る意味では近年の海洋生物研究の一軸であると言っても過言ではない。ブラックスター氏は国際学術誌「Marine Biology」の連合王国の地域編集委員であり、エドワード博士はユネスコの動物プランクトンのコースをレイモント博士 (J. E. G. RAYMONT, Southampton University) と共に運営した。

このほか記録によればヨーロッパ各国で行なわれた各種学会への交流も盛んであった。

去る 9 月初旬この研究所において、'Challenger Society' の会合が開かれた。これは連合王国において、海洋学の振興を目的とするこの団体と各海洋研究所 (NERC に所属、或はその計画による) の代表による合同学会であり、各種の研究発表と事務会合が持たれたが、出席者は 70 余名に達した。中にはコールブルック博士 (M. COLEBROOK), カンヴィシャー博士 (J. W. KANWISHER ウッツホール海洋研究所, アバディーン水産研究所に滞在中), マクインタイヤー氏 (A. D. McINTYRE), ステール博士 (J. STEELE), サウスワード博士 (A. S. SOUTHWARD), ヨンジュー卿 (M. YONGE) 等著名な海洋生物学者も多かった。

この会合を期に各種の展示が所内で行なわれたが、この内特に興味を感じたものの中から 2, 3 報告したい。

1) 水産生物研究に使用されるトランスポンディング音響標識。これは水産生物特に魚の個体の自然環境における行動の調査を目的とする。イングランドの水産研究所 (Fisheries Laboratory, Lowestoft) で開発されたこの標識は船のソーナーと組み合わせ、1 尾の魚を長時間外洋で追跡することが出来た。船からの信号はこの標識で増幅変調され発信される。これを TV 型の方角画面にとらえるが、タラヤカレイに装着して、50 時間に亘り北海で追跡された。結果は、これ等の魚類が海の潮流と

いかに関連して移動するかを示した。しかし、問題が無いわけではない。例えば、検出距離は現在約 500 m であるが、船の定位方法が魚の定位の精度に関連して問題となる。2~3 m (船のゆれの程度) の船の移動も魚の移動とからみ合って魚の行動が不明となる。人工衛星等を用いても船の定位を数 10 以下のオーダーにするには極めて困難であり、またトランスポンダーを用いて定位した場合魚の移動が大きいと次々とトランスポンダーを設置しなければならないだろう。

2) 魚の超音波標識。同じく魚の行動を研究する目的で、先述したタイトラー氏の標識は合成ゴムの中に超音波発信装置を組み込んだもので、1 cm × 4 cm, 重量 5 g (空気中) の大きさである。200 g 以上の魚には取付け可能であり、淡水で 220 m 以内追跡可能である。24~82 時間、285 KHz の音波を発信可能であり、特に興味があったのは尾鰭の振動が測定可能で、魚の活動状態が併せて記録されることである。

3) 大形ベントス選別用砂桶。これは、砂質底より採集されたベントスを砂や石や貝殻と選別するための簡単なもので、浮遊選鉱の原理を応用している。これにより、2 枚貝に至る迄極く簡単に選別される。

4) 稚魚の行動のリズム測定。先の魚の行動、生態の研究の項で述べたごとく、幼稚魚の沿岸域における行動のリズムが現場と実験室内で研究されている。この実験室内の装置は、赤外線フィルターにより飼育室を照射し、稚魚の行動がセルを通して記録される簡単なものである。もちろん、水温、環流する水の流速等のコントロールはされる様になっている。この手法はスコットランド訪問前に滞在したスクリップス海洋研究所のエンライト教授の部屋でも行なわれていた、しおまねき類やその他の海岸動物の行動のリズムの研究と対比して興味深かった。特に潮位による活動のリズムと、明暗によるリズムとの組合わせと、それが消失して行く過程、それぞれのリズムのみ持つ種と現場の生態との対比の研究は、水産研究の立場からも重要な主題ではなからうか。

5) いがい (*Mytilus edulis*) の養殖。ヨーロッパ特にスペイン、フランス等では、いごいは価値ある水産物の一つであり、スペインではこの養殖は大きな成功をおさめている。スコットランドにおいてもこの種の養殖が試みられ、オーバン近郊のロッホでその成長、実入りの検討が続けられている。この養殖は、垂下式のロープで採取した稚貝を約 1.5 年後に出来る。いごいは植物プランクトン等第 1 次生産を最も有効に第 2 次生産に転換し、かつ人類が利用出来る形にする生物として注目され

ている。コムリイ氏 (C. A. COMELY) はこの垂下式によるいがいの養殖をオーバンの近郊4ヶ所で実験した所、12呎のロープを使用した場合、表層の成長は下層よりも悪く、これは塩分の低下 (スコットランドは雨が多い) と波の影響によるものと考えられる。アバディーンにある水産研究所のメースン博士 (J. MASON) もこの研究のスコットランドにおける先駆者である。このいがいは燻製にして油漬にした製品がスコットランドで市販されていたが、かなり美味であった。

このほか、展示されたパネルとしては各研究者の項で説明したものを除いてミラー博士によるほや類の形態と適応、ドルーブ博士等による魚類の培養ストレイン、スコット氏による多毛類 (*Ophryotrocha labronica* の飼育、ソラザノ嬢 (L. SOLARZANO) とエーリック氏によるクロロフィル色素や栄養塩の自動分析器、同じくロッド・エティブの栄養塩の分布、ゲイジ博士によるローン入江 (Firth of Lorne) のペントスの群集構造等があった。

これ等のパネルは廊下に沿って並べられ、今後研究所訪問者のための便利に供することになっている。

× × × ×

スコットランドはその歴史的な背景から現在連合王国の他三国、イングランド、ウェールズ、ノーザンアイルランドと比して独自の性格をもっていることは言うまでもない。今回、3ヶ月の短い滞在 (前2回を合わせても4ヶ月) となるが、私はこの国に魅力を感じている。海洋

研究所のあるダンスタフナージェもこのスコットランドの歴史 (或は連合王国としても) の流れの中で極めて由緒ある場所であることは、例えば 'The Stone of Destiny' がこの城にしばらく置かれたことがあったと言う伝承からも明らかである。このオーバンのある West highland はスコットランド東側よりも自然はより豊富で多くのロッホと丘とにつつまれて、町を少し離れば美しい光景が至る所にみられる。

海洋学も所詮人間のする科学であり、各海洋学者の思考を理解する一つの手段として研究者の生れ育った風土を考えないわけには行かないと私は考える。不謹慎なことを書くのを許して頂けるとするならば研究所のみならず日本で見たこともない (最近はかなり変わったラベルにお目にかかれる様になったが) ウイスキーやモルトウイスキー、エクスポート (ビール) の味、塩鯊や燻製、えいの縁側のフライ等の魚料理、ハゲス (羊の胃詰、腸詰ではない)、マッシュド、ターニップ等々をも詳しく紹介した方がよかったかも知れない。しかし、これらは又いづかにか書く機会があると考え。又、ここでは触れなかったが、アバディーンの水産研究所 (名称は Marine Laboratory であるが)、国立海洋研究所等についても又機を見て報告したい。

終りに今回の私の在外研究について御高配御尽力を頂いた関係各位に厚く感謝の意を表す。

学 会 記 事

1. 昭和46年9月29日, 東京水産大学において編集委員会を開き, 第9巻2号の編集を行なった。
2. 昭和46年11月9日, 東京水産大学において編集委員会を開き, 第9巻3号の編集を行なった。
3. 昭和46年11月17日, 東京水産大学において第1回学会賞受賞候補者推薦委員会を開き, 互選の結果草下孝也氏が委員長となり, 評議員全員に往復葉書によって12月14日までに受賞候補1件ずつを推薦してもらうよう依頼することを決定した。

4. 下記の諸氏が入会された。

正会員

氏名	所属	紹介者
森川 吉郎	三井物産株式会社	佐々木忠義
瀬古 勲	米子工業高等専門学校	〃
花本 栄二	神奈川水産試験場	井上 喜洋
土 隆一	静岡大学理学部	大柴五八郎
森実 庸男	愛媛県水産試験場	宇野 寛

5. 退 会

正会員: 田村 正, 谷岡恭也, 森川光郎

6. 住所変更

氏名	新住所
小林 幸隆	東京都千代田区九段北1-3-10
高橋 正美	静岡県清水市楠新田327-2 鈴木方
神田 献二	東京都世田谷区代田3-6-8
猿橋 勝子	東京都杉並区高円寺北4-29-2-203
佐々 保雄	札幌市南10条西21丁目

小牧 勇藏 新潟市西船見町浜浦5939
日本海区水産研究所
寺田 一彦 東京都杉並区天沼2-29-1
御前 洋 和歌山県西牟婁郡串本町有田1157
串本海中公園センター

7. 交換及び寄贈図書

- 1) 宇佐臨海実験所研究報告, 16(2), 1969, 17(1, 2), 1970.
- 2) 東海大学海洋学部業積集 第4集 (昭和44年~45年)
- 3) 海洋産業研究資料, 2(10, 12) 1971.
- 4) 広島大学水産学部紀要, 10(1), 1971.
- 5) 国立科学博物館研究報告, 14(3), 1971.
- 6) 鯨研通信, 241号, 242号, 243号, 1971.
- 7) 海洋機器開発, 3(10), 1971.
- 8) 研究実用化報告, 20(10, 11), 1971.
- 9) 港湾技術報告, 10(3), 1971.
- 10) 港湾技術年報, 昭和46年度.
- 11) 港湾技研資料, No. 127~129, 1971.
- 12) 港湾技研 '71~'72要覧
- 13) 航海 第35号, 1971.
- 14) Ocean Age, 3(10~12), 1971 4(1), 1972.
- 15) Science et Pêche N°204~N°206 1971.
- 16) Revue des Travaux de l'Inst. des Pêches Maritimes, Tome XXXV Fasc. 2, 1971.
- 17) Bulletin de l'association de Géographes Français, N°385~N°388.
- 18) Cahiers Océanogr. XXIII° Année N°8, 1971.

日仏海洋学会役員

顧問 ユベール・ブロッシェ ジャン・デルサルト
ジャック・ロベール
名誉会長 アレクシス・ドラランデル
会長 佐々木忠義
常任幹事 永田 正, 大柴五八郎
幹事 阿部友三郎, 石野 誠, 井上 実, 今村 豊
岩下光男, 宇野 寛, 川原田 裕, 神田献二
菊地真一, 鬼頭正隆, 草下孝也, 斎藤泰一,
佐々木幸康, 杉浦吉雄, 高木和徳, 高野健三
辻田時美, 富永政英, 奈須敬二, 西村 実,
根本敬久, 半沢正男, 松生 治, 松尾邦之助,

丸茂隆三, 森田良美, 山中鷹之助 (50音順)
監事 久保田穰, 岩崎秀人
評議員 赤松英雄, 秋山 勉, 阿部宗明, 阿部友三郎,
新崎盛敏, 有賀祐勝, 石野 誠, 市村俊英,
井上直一, 井上 実, 今村 豊, 入江春彦,
岩崎秀人, 岩下光男, 岩田憲幸, 上野福三,
宇田道隆, 宇野 寛, 大内正夫, 大柴五八郎,
大村秀雄, 岡部史郎, 小沢敬次郎, 梶浦欣二郎,
金谷太郎, 川合英夫, 川上太左英, 川口守一,
川村輝良, 川村文三郎, 川原田 裕, 神田献二,
菊地真一, 鬼頭正隆, 木村喜之助, 草下孝也,
楠 宏, 国司秀明, 久保田 穰, 黒木敏郎,

小林 博, 小牧勇藏, 近藤 仁, 西条八東,
 斎藤泰一, 斎藤行正, 坂本市太郎, 佐々木忠義,
 佐々木幸康, 猿橋勝子, 椎野秀雄, 柴田恵司
 下村敏正, 庄司大太郎, 末広恭雄, 杉浦吉雄,
 多賀信夫, 高木和徳, 高野健三, 高橋淳雄,
 田畑忠司, 田村 保, 千葉卓夫, 土屋靖彦,
 辻田時美, 寺本俊彦, 富永政英, 鳥居鉄也,
 中井甚二郎, 中野猿人, 永田 正, 永田 豊,
 奈須敬二, 奈須紀幸, 新野 弘, 西村 実,
 新田忠雄, 根本敬久, 野村 正, 花岡 資,
 半沢正男, 半谷高久, 菱田耕造, 日比谷 京,

松山義夫, 平野敏行, 深沢文雄, 福島久雄,
 淵 秀隆, 星野通平, 増沢談太郎, 松井 魁,
 松生 治, 松尾邦之助, 松崎卓一, 松平康男,
 丸茂隆三, 溝口哲夫, 三宅泰雄, 宮崎千博,
 宮崎正衛, 元田 茂, 森田良美, 森安茂雄,
 安井 正, 矢部 博, 山路 勇, 山中鷹之助,
 山中 一, 依田啓二, 渡辺貫太郎, 渡辺精一
 (50音順)

マルセル・ジユクラリウス, ジャン・アंक
 ティル, ロジェ・ペリカ

賛 助 会 員

井 出 利 明
 株式会社内田老鶴園新社 内田至
 梅 林 弘 直
 小樽船用電機株式会社
 株式会社オルガノ
 海上電機株式会社
 協同低温工業株式会社
 協和商工株式会社
 栗山ゴム株式会社
 小松川化工機株式会社
 小 山 康 三
 三信船舶電具株式会社
 三洋水路測量株式会社
 シュナイダー財団極東駐在事務所
 昭和電装株式会社
 大洋電機株式会社
 株式会社鶴見精機工作所
 帝国酸素株式会社
 東京工材株式会社
 株式会社東京久栄
 東京製網繊維ロープ株式会社
 東京レプ株式会社
 株式会社東邦電探
 中川防蝕工業株式会社
 株式会社ナック
 日本アクアラング株式会社
 日本海事広報協会海の世界編集部
 日本テトラポッド株式会社
 日本テレコム株式会社
 社団法人日本能率協会
 日本無線株式会社
 船用電球株式会社
 有限会社ハラダ電機製作所
 ヒエン電工株式会社
 深 田 多 満 男
 藤 田

釧路市白金町 11
 東京都千代田区九段 1-2-1
 東京都千代田区大手町 2-4 新大手町ビル7階 極東貿易株式会社
 小樽市色内町 1-20
 東京都文京区本郷 5-5-16
 東京都千代田区神田錦町 1-19
 東京都千代田区神田佐久間町 1-21 山伝ビル
 東京都新宿区下落合 1-513 第二正明ビル
 大阪市東淀川区西中島町 1-195
 東京都江戸川区西小松川 1-2645
 東京都文京区本駒込 5-13 英和印刷社
 東京都千代田区内神田 1-15
 東京都港区新橋 5-23-7 三栄ビル
 東京都港区芝琴平町 38 日本ガス協会ビル
 高松市福岡町 467
 東京都千代田区神田錦町 3-16
 横浜市鶴見区鶴見町 1506
 神戸市兵庫区高松町 22-1
 東京都中央区築地 4-2 築三ビル
 東京都中央区八重洲 3-3 八重洲口会館
 東京都中央区日本橋室町 2-8 古河ビル
 東京都豊島区池袋 2-1120 ローザマンション 302 号
 東京都杉並区上高井戸 5-327
 東京都千代田区神田鍛冶町 2-1 東京建物ビル
 東京都中央区銀座 1-5-6
 東京都豊島区北大塚 1-16-6 大塚ビル
 東京都港区琴平町 35 船舶振興ビル
 東京都港区新橋 2-1-13 新橋富士ビル9階
 東京都港区六本木 4-11-10 六本木富士ビル
 東京都港区芝公園 25号地 協立ビル
 東京都港区芝桜川町 25 第五森ビル
 東京都目黒区下目黒 1-6-21
 東京都豊島区池袋 8-3292
 堺市松屋町 1-3
 東京都港区芝虎ノ門 8 虎ノ門実業会館 深田サルベージ株式会社
 東京都中央区銀座西 7-6 株式会社ビデオプロモーション

藤 田 峯 雄
 フランス物産株式会社
 古野電気株式会社
 三井海洋開発株式会社
 三菱重工業株式会社
 株式会社吉田製作所
 吉野計器製作所
 株式会社離合社
 株式会社渡部計器製作所

東京都江東区南砂 1-3-25 株式会社 中村鉄工所
 東京都千代田区神田小川町 3-20-2 増淵ビル
 東京都中央区八重洲 4-5 藤和ビル
 東京都千代田区霞ヶ関 3-2-5 霞ヶ関ビル 30階 3002号
 東京都千代田区丸の内 2-10
 東京都台東区上野 3-13-9
 東京都北区西ヶ原 1-14
 東京都千代田区神田鍛冶町 1-2 丸石ビル
 東京都文京区向丘 1-7-17

うみ(日仏海洋学会誌)

第 9 卷 (1971 年)

総目次

第 1 号

原著

- 超音波流速計による風浪の方向特性の測定(英文)
岩田憲幸・稲田 亘 1
- 底魚漁場形成機構に関する研究 2. 東部ベーリ
 ング海における卓越風とアラスカ統流系水の拡
 散について(英文).....木原 興平 12

寄稿

- $\sin \varphi/h$ の等値線 (仏文)
片山紀子・宮下佐和・高野健三 23
- 海藻の生産力測定法 (英文)市村 俊英 26

シンポジウム

第 10 回深海研究に関するシンポジウム

1. 海底地震観測の問題点・浅田 敏・島村英紀 35
2. 海棚並びに海山, 海膨の山頂部における漸深
 海帯生物群 (英文)堀越 増興 46
3. 北太平洋西部深層水の温度場とそれから推測
 される流動.....今脇 資郎 54
4. えりも海山についての諸問題.....土 隆一 65
5. 海洋における化合状窒素の収支に及ぼす脱窒
 素の影響について (英文).....F. A. RICHARDS 68
6. 世界の海中作業基地について.....佐々木忠義 78

学会記事 79

第 2 号

原著

- 海中作業基地に関する研究 (英文).....佐々木忠義 85

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

Tome 9 (1971)

Sommaire

Numéro 1

Notes originales

- Estimation of Directional Properties of Wind
 Waves by Ultrasonic Current Meter
Noriyuki IWATA and Wataru INADA 1
- Studies on the Formation of Demersal Fishing
 Grounds 2. Analytical Studies on the Effect
 of the Wind on the Spreading of Water
 Masses in the Eastern Bering Sea
 Kohei KIHARA 12

Miscellanées

- Isoplèthes de $\sin \varphi/h$
 M^{elle} Noriko KATAYAMA,
 M^{elle} Sawa MIYASHITA et Kenzo TAKANO 23
- Current Techniques for Measuring the Pro-
 ductivity of Seaweeds.....Shun-ei ICHIMURA 26

Symposium

X^e Symposium sur la mer profonde

1. Sur l'observation séismique au fond océanique
Toshi ASADA et Hideki SHIMAMURA 35
2. Bathyal Fauna on the Deep-Sea Shelf and
 on the Top of the Rise and Seamount
 Masuoki HORIKOSHI 46
3. Distribution de la température et le mouve-
 ment de l'eau dans les couches profondes
 au Pacifique de l'ouestShiro IMAWAKI 54
4. Problèmes relatifs au Mont Erimo.....
 Ryuichi TSUCHI 65
5. Comments on the Effects of Denitrification
 on the Budget of Combined Nitrogen in the
 OceanF. A. RICHARDS 68
6. Situation actuelle des programmes de péné-
 tration de l'homme sous l'eau.....
 Tadayoshi SASAKI 78

Procès-Vervaux 79

Numéro 2

Notes originales

- Man-in-the-Sea Project in Japan
 Tadayoshi SASAKI 85

総 目 次

TACSS 工法による海底炭鉱断層破砕帯の安定
 化工事について (英文) 飯田茂隆・久保田浩典 96

再生可能なる吸着剤による呼吸ガスの精製に関
 する研究 (英文) 清水 博・神藤郁夫・荒木清一郎 102

日本における海洋鋼構造物に対する電気防食の
 適用 (英文) 中川雅央 110

日本産テナガエビ *Macrobrachium nipponense*
 (De Haan) の増養殖に関する研究一特に産
 卵周期, 幼生の発生および摂餌生態について
 (英文) 宇野 寛 123

水産資源開発の今後の方向と日本漁業のあり方
 について 平沢 豊 129

日仏海洋学会賞受賞記念講演に代つて
 波浪および内部波の研究 富永政英 138

学会記事 140

第 3 号

原 著

ソリタリー・クノイダル波の近似解について
 (英文) 宮田元靖 147

インド産ニシン目魚類の初期生活史と卵稚仔
 による種の同定 (英文) P. BENSAM 158

海中におけるアワビ種苗の生産技術に関する
 実験的研究 渋井 正 168

寄 稿

カノニカル・コヒアランスとその統計量 (仏文)
 宮田元靖 173

資 料

南アフリカ連邦の超音波魚群量計測に関する
 電算機フローチャート 柴田恵司・見元孝一 176

フランスの海洋調査・研究施設などの近況
 高野健三 181

Stabilization of Sheard Zones of Undersea
 Coal Mine Using the TACCS System
 Shigetaka IIDA and Hirosuke KUBOTA 96

Study on the Purification of Breathing Gas
 by Regenerable Adsorbents
 Hiroshi SHIMIZU, Ikuo SHINDO and
 Seiichiro ARAKI 102

Applications of Cathodic Protection System
 to Marine Steel Structures in Japan
 Masao NAKAGAWA 110

Studies on the Aquaculture of *Macro-*
brachium nipponense (De Haan) with
 Special Reference to Breeding Cycle,
 Larval Development and Feeding Ecology
 Yutaka UNO 123

The Direction of Fisheries Development of
 Japan in Future (in Japanese)
 Yutaka HIRASAWA 129

A l'occasion d'avoir reçu le prix de la Société
 franco-japonaise d'océanographie
 Recherches sur les vagues et les ondes
 internes Masahide TOMINAGA 138

Procès-Vervaux 140

Numéro 3

Notes originales

On the Solitary and Cnoidal Wave Equation
 Motoyasu MIYATA 147

A Preliminary Review of Our Knowledge on
 the Early Life Histories of Clupeiformes
 from Indian Waters with Provisional Keys
 for Identifying the Eggs and Early Larvae
 P. BENSAM 158

Experimental Studies on the Productive
 Technique of the Young Abalones,
Haliotis discus hannai, in the Sea (in
 Japanese) Tadashi SHIBUI 168

Miscellanées

Les cohérences canonicales et leurs distri-
 butions statistiques Motoyasu MIYATA 173

Documentation

A Flow-chart of Computer Coupled with
 Echo-sounder for Estimating Fish Stocks
 Around the Waters Off South Africa
 (in Japanese) Keishi SHIBATA
 and Koichi MIMOTO 176

Brèves nouvelles de grands équipements
 océanographiques en France (en japonais)
 Kenzo TAKANO 181

総 目 次

仏欧海洋開発事情視察報告	189
書 評	225
学会記事	227

Rapport de la visite de l'exploitation de la mer française et européenne	189
Analyses de livres	225
Procès-Verbaux	227

第 4 号

Numéro 4

原 著

ヤマトテナガエビ <i>Macrobrachium japonicum</i> (De Haan) の幼生の発生について	235
森実庸男・南沢 篤	
東海村沖における海水中の懸濁物の分布 (英文)	252
竹松 伸・岡見 登・岸野元彰・福田雅明・佐々木忠義	
北太平洋の大規模大気擾乱 (仏文)	260
宮田元靖	

Notes originales

The larval development of <i>Macrobrachium japonicum</i> (De Haan) reared in the laboratory (in Japanese)	235
Tsuneo MORIZANE and Atsushi MINAMIZAWA	
The Distribution of Suspended Matter in Sea Water off the Coast of Tokai-mura	252
Noburu TAKEMATSU, Noboru OKAMI, Motoaki KISHINO, Masaaki, FUKUDA and Tadayoshi SASAKI	
Perturbations à grande échelle de l'atmosphère sur le Pacifique Nord	260
Motoyasu MIYATA	

資 料

駿河湾産サクラエビ, <i>Sergestes lucens</i> , の年別漁獲量統計	275
高木和徳	
チェーン乗船の記	280
瀬川爾朗	
ダンスタフナージェ海洋研究所 (オーバン, スコットランド) について	294
根本敬久	
録 事	305
総目次 (第9巻)	

Documentation

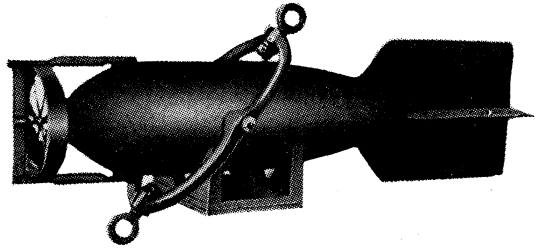
Statistiques du rendement d'année de la pêche des Sergestes, petites crevettes de la Baie de Suruga, Japon (in Japanese)	275
Kazunori TAKAGI	
Report of the Oceanographic Works observed by the Author on Board R/V Chain (in Japanese)	280
Jiro SEGAWA	
Introduction Danstaffnage Marine Research Laboratory, Oban, Scotland (in Japanese)	294
Takahisa NEMOTO	
Procès-Verbaux	305

Sommaire du Tome 9

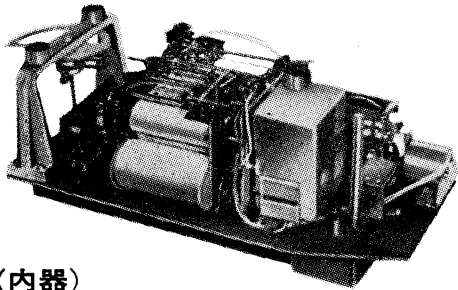
長期捲自記流速計

(NC-II)

本流速計は海中に設置し、内蔵した記録器に流速流向を同時に記録するプロペラ型の流速計で約20日間の記録を取る事が出来ます。但し流速は20分毎に3分間の平均流速を又流向は20分毎に一回、共に棒グラフ状に記録しますから読取が非常に簡単なのが特徴となっております。



(外器)



(内器)

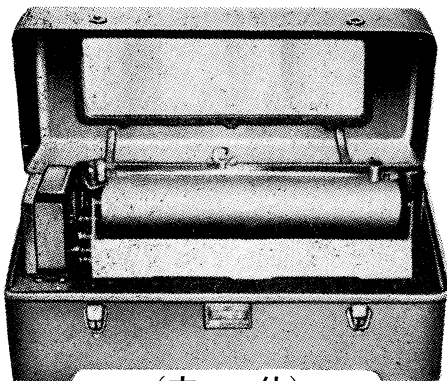
プロペラはA, B, C三枚一組になって居り

A (弱流用).....1 m/sec	} 迄で一枚毎に検定してあります。
B (中流用).....2 m/sec	
C (強流用).....3 m/sec	

弱流ペラーに依る最低速度は約4 cm/secです。

フース型長期捲自記検潮器

(LFT-III)



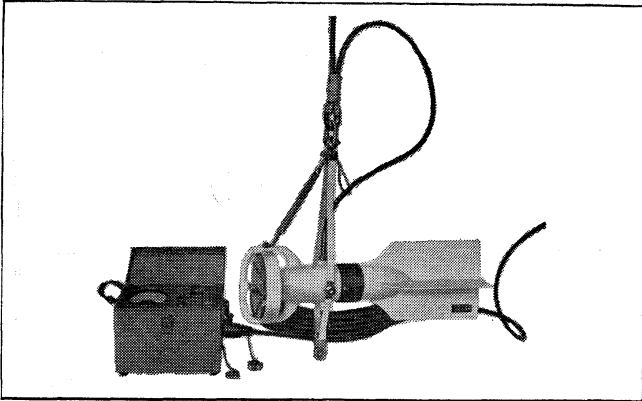
(本体)

営業品目

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

協和商工株式会社

東京都豊島区目白4丁目24番地1号
TEL (952) 1376代表 〒171



Direct-Reading Current &
Direction Meter

Model

CM-2

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

Products

KM-2: Direct Reading Knot-Meter for Trawl-Boats to Control Adequate Speed

EI-5: Electric Meter of Water Temperature

ECT-5: Electric Conduction and Temperature Meter for Chlorine

TOHO DENTAN CO., LTD.

Office: 1-8-9, Miyamae, Suginami-Ku, Tokyo. Tel. Tokyo (03) 334-3451~3

TIL 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



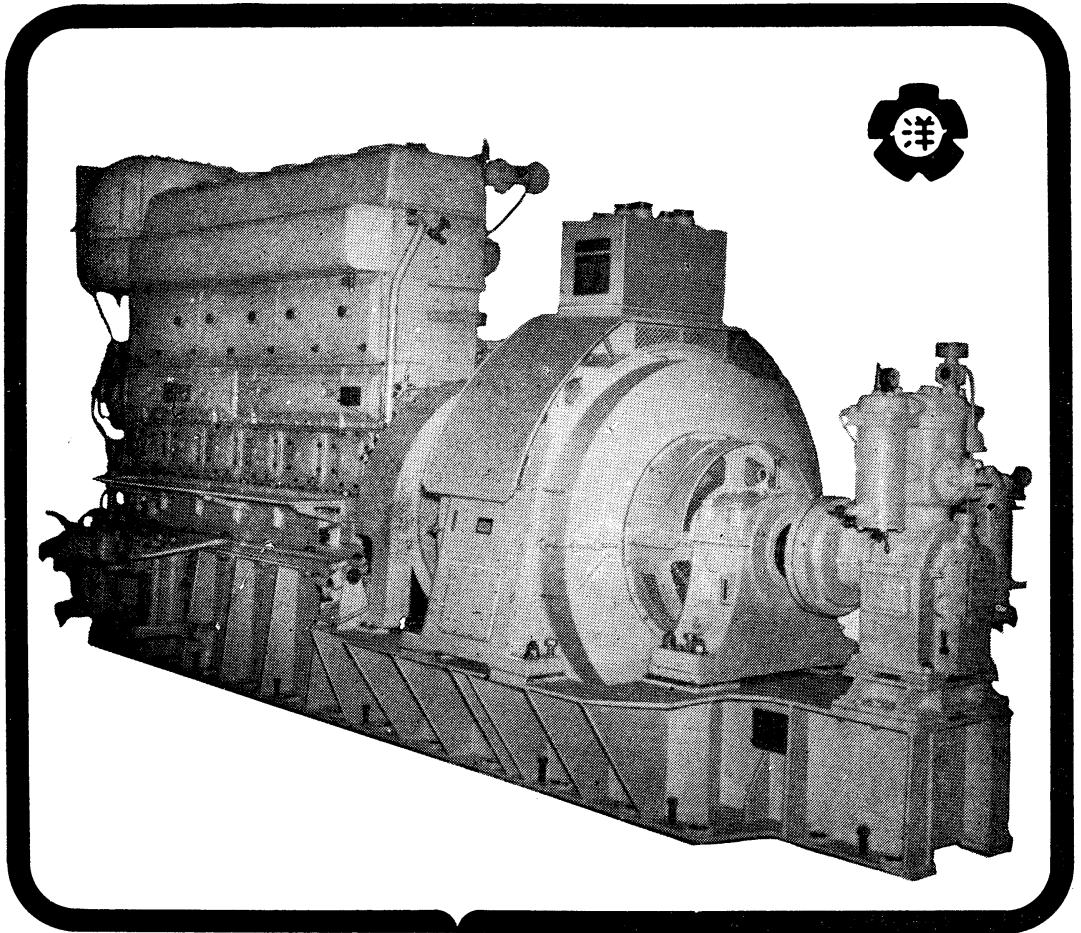
エレクトロニクスで創造する



古野電気株式会社

本社 / 西宮市戸原町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37ヶ所

ながい経験と最新の技術を誇る！
大洋の船舶用電気機器



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

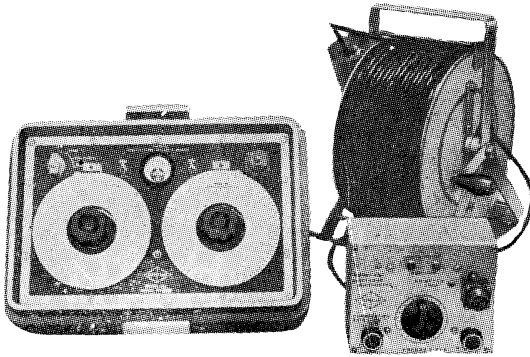
大洋電機株式会社

取締役社長 山田沢三

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

AUTO-LAB PORTABLE S-T BRIDGE

Model 602



オート・ラブ誘導起電式精密塩分計に引続いて、開発された温度と塩分の現場測定用の可搬型海洋測器です。温度、塩分ともダイヤルで直読出来、簡便で堅牢しかも高精度なソリッドステートのユニット結合構造の最新鋭計器です。

温度：0~35°C 1/2 精度 ±0.1°C

塩分：Scale 1. 0~32‰S 精度 ±0.1‰S
Scale 2. 32~42‰S 精度 ±0.03‰S

電源：電池 9V, 200時間使用可能

追加附属品

ステンレス製ケーブルリール
半自動式電極プラチナイザー

製造品目

転倒温度計 各種
電気式水温計 各種
採水器・海洋観測機器
気象用・理化学用温度計
サーモレンジャー
ミグスター 温度調節器

日本およびアジア総代理店

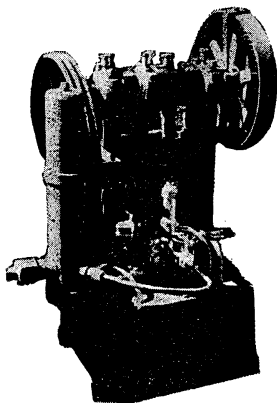


株式会社 渡部計器製作所

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

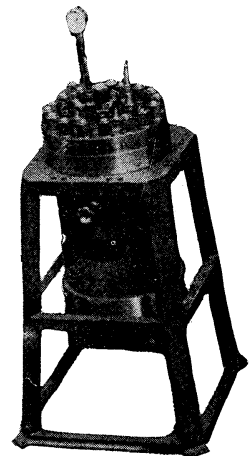
(カタログ御希望の方は誌名御記入の上御請求下さい)

ヨシダの海洋試験機



超高压テストポンプ

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



高圧テスト容器

☆その他各種試験機装置設計製作



株式会社

吉田製作所

東京都台東区上野3丁目13番9号 電話 (832) 4351~5

メルタック

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

ポリエチレン、アルミ箔等にも良く接着します。

ポリロック

含浸、注型、充填用として使用される接着性と作業性の良好なシーリング材です。

ポリワックス

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

東京工材株式会社

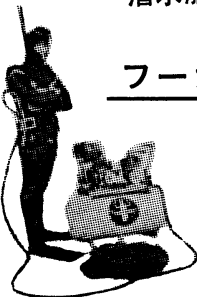
東京都中央区築地 4-7-1 TEL (542) 3361 (代)

アクアラング

aqua-lung



◎ カタログ 進呈 ◎
潜水服採寸表



フーカ-潜水具

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

仏国・スピロテック社 日本総代理店
米国・U.S. ダイバース社

日本アクアラング株式会社

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

東京支社 東京都豊島区北大塚1丁目16の6
(国電大塚駅前大塚ビル一階)
電話 東京(918)6526(代表)

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

Murayama

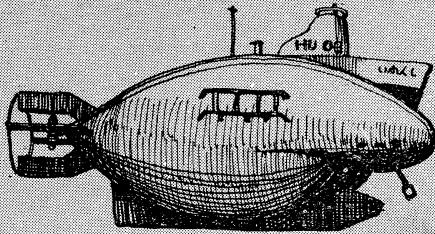
水中濁度計
水中照度計
電導度計



株式 村山電機製作所

本社 東京都目黒区五本木 2-13-1
出張所 名古屋・大阪・北九州

海底資源の開発に活躍—潜水調査船“しんかい”



陸・海・空 世界に伸びる 本 社

川崎重工

神戸市生田区中町通 2-16-1
日生川崎ビル 3~7階
東京支社 東京都港区芝浜松町 3-5
世界貿易センタービル

Exploiting the Ocean by...

T.S.K. OCEANOGRAPHIC INSTRUMENTS

REPRESENTATIVE GROUPS OF INSTRUMENTS AND SYSTEMS

T.S.—多要素海象データ—磁気記録装置

概要：流向，流速，塩分，水温等を連続長期にわたり，測定記録するためのものである。

本システムは各部がビルディングブロック方式で構成しデータ集録及び制御部を共通にして測定対象の増減が容易に行え P.H. 溶存酸素，濁度の測定等システムの拡張性を有します。

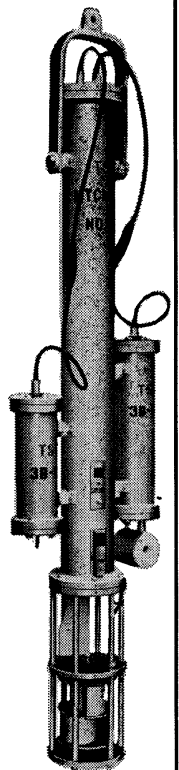
各データはブイあるいは観測支柱等に固定された本器の水中検出記録部により電気量に変換，カセットテープにインクリメンタル方式によってデジタル信号として磁気記録される。

センサー（通常）

	測定範囲	感 度	精 度	備 考
流 向	0~360°	1.4°	±3°	
流 速	0.025~4 m/sec	0.025m/sec	0.5 m/sec 以下 0.025 m/sec	
傾 斜 角	0~35°	5°	0.5 m/sec 以上 0.05 m/sec	±5°
塩 分	10~35‰S	0.03‰S	±0.1‰S	温度補償範囲0~35°C
水 温	0~30°C	0.05°C	±0.1°C	

データ—レコーダ

記 録 期 間	記 録 間 隔				
	5 分 1ヶ月	15 分 3ヶ月	30 分 6ヶ月	1 時間 1 年	連 続 50 時間
記 録 方 式	インクリメンタル方式				
使用データ—テープ	フリップス型コンパクトカセットテープ C-120				
記 録 容 量	約 500 万ビット				
記 録 密 度	約 800 ビット/インチ				
信号変換方式	位相変調方式				
記 録 内 容	1 アドレス 6 データ— 直列式 アドレス： 機械番号，日付，時刻 データ—： 流向，流速，傾斜角，塩分，水温				



THE TSURUMI SEIKI CO., LTD.

1506 Tsurumi-cho Tsurumi-ku, Yokohama, 230 Japan

TSK. USA.

CABLE ADDRESS
TSURUMISEIKI Yokohama

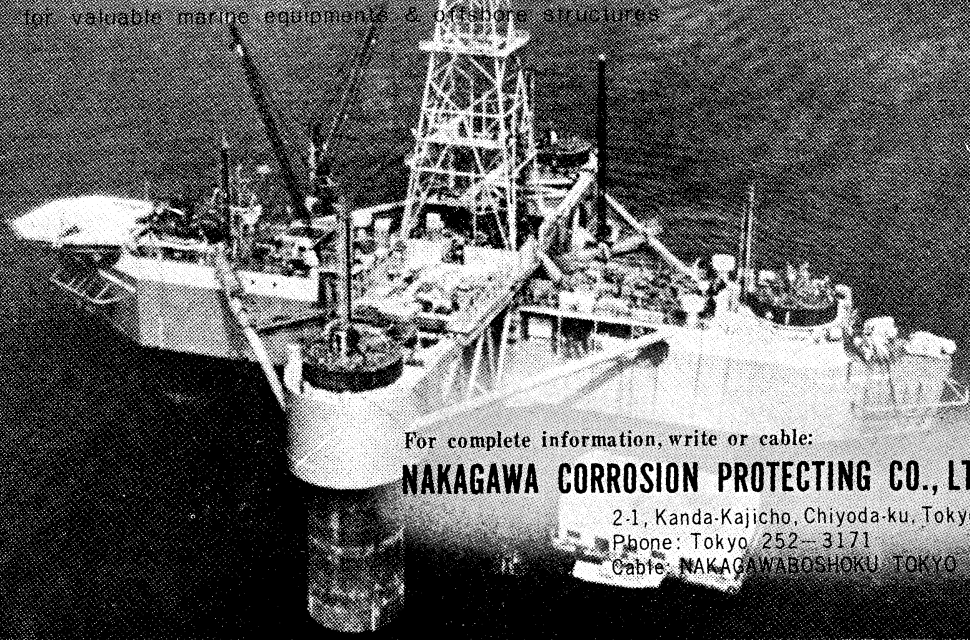
TELEPHONE
Yokohama 521-5252~5

3446 Kurtz St.,
San Diego, Calif. 92110, U.S.A

IWAMIYA INSTRUMENTATION LABORATORY

SAVE YOUR MONEY

thru **NAKAGAWA's** Cathodic Protection
& **ZAPCOAT** (inorganic zinc rich paint)
for valuable marine equipments & offshore structures



For complete information, write or cable:

NAKAGAWA CORROSION PROTECTING CO., LTD.

2-1, Kanda-Kajicho, Chiyoda-ku, Tokyo

Phone: Tokyo 252-3171

Cable: NAKAGAWABOSHOKU TOKYO

水路測量と土質調査

Hydrographic Survey and Marine Geological Survey

SANYO Hydrographic Survey Co., LTD.

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

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

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

特 色 高性能の精密計測機の整備拡充

元海上保安庁職員をもつて組織する優秀なる我国唯一の技術陣

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

三 洋 水 路 測 量 株 式 会 社

東京都港区新橋5丁目23番7号

電 話 (432) 2971~4

昭和46年11月25日印刷
昭和46年11月30日発行

う み 第9巻
第4号

定価 ¥400

編集者 今 村 豊

発行者 佐々木 忠義

発行所 日仏海洋学会

財団法人 日仏会館内
東京都千代田区神田駿河台2-3

郵便番号:101

電話 (291) 1141

振替番号:東京96503

印刷者 小 山 康 三

印刷所 英和印刷社

東京都文京区本駒込5-13

郵便番号:113

電話 (828) 3935

第 9 卷 第 4 号

目 次

原 著

- ヤマトテナガエビ *Macrobrachium japonicum*
(De Haan) の幼生の発生について……………
…………… 森実庸男・南沢 篤 235
- 東海村沖における海水中の懸濁物の分布 (英文)
…………… 竹松 伸・岡見 登・岸野元彰・
福田雅明・佐々木忠義 252
- 北太平洋の大規模大気擾乱 (仏文)……………宮田元靖 260

資 料

- 駿河湾産サクラエビ, *Sergestes lucens*, の年別
漁獲量統計……………高木和徳 275
- チェーン乗船の記……………瀬川爾朗 280
- ダンスタフナージェ海洋研究所 (オーバン, スコ
ットランド) について……………根本敬久 294
- 録 事…………… 305
- 総目次 (第 9 巻)

Tome 9 N° 4

SOMMAIRE

Note originales

- The larval development of *Macrobrachium japonicum* (De Haan) reared in the laboratory (in Japanese)……………Tsuneo MORIZANE and Atsushi MINAMIZAWA 235
- The Distribution of Suspended Matter in Sea Water off the Coast of Tokai-mura……………
……………Noburu TAKEMATSU, Noboru OKAMI, Motoaki KISHINO, Masaaki FUKUDA and Tadayoshi SASAKI 252
- Perturbations à grande échelle de l'atmosphère sur le Pacifique Nord……………Motoyasu MIYATA 260

Documentation

- Statistiques du rendement d'année de la pêche des *Sergestes*, petites crevettes de la Baie de Suruga, Japon (en japonais)……………
……………Kazunori TAKAGI 275
- Report of the Oceanographic Works observed by the Author on Board R/V Chain (in Japanese)……………Jiro SEGAWA 280
- Introduction Danstaffnage Marine Research Laboratory, Oban, Scotland (in Japanese)……………
……………Takahisa NEMOTO 294
- Procès-Vergaux…………… 305
- Sommaire du Tome 9