

---

Tome 10

*Mai*

1972

Numéro 2

---

う み

La mer

昭和 47 年 5 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise  
d'océanographie  
Tokyo, Japon

# 日 仏 海 洋 学 会

## 編 集 委 員 会

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

## 投 稿 規 程

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

---

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

## RECOMMANDATIONS A L'USAGE DES AUTEURS

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

## アワビ類の増殖に関する生態学的研究—I\*

### 放流メガイの分布と移動

宇野 寛\*\* 小池康之\*\* 門間春博\*\*\*

## Ecological Studies on the Propagation of the Japanese Abalones (Genus *Haliotis*)—I. Distribution and Movement of *Haliotis sieboldii* in the Natural Environment

Yutaka UNO, Yasuyuki KOIKE and Haruhiro MONMA

**Abstract:** The tagging experiments of abalone (*Haliotis*) were conducted in the preserves of Kominato Marine Biological Laboratory, Chiba Prefecture during September 1965 to January 1966. Three species of abalone, *Haliotis discus*, *H. gigantea* and *H. sieboldii* were tagged and released in the waters of the preserves. The distribution and movement were observed by means of SCUBA diving.

After releasing, *H. sieboldii* dwelt in the study site but the other species migrated outside of the site. *H. sieboldii* tended to aggregate at the microhabitat as in case of *H. discus*. The individuals first newly settled in the favorable microhabitat were apt to occupy it in succession. The index of aggregation in *H. sieboldii* was calculated, attaining to the high value in the spawning season.

### 1. はじめに

天然水域に放流したアワビ類の移動、分布、分散、すみつき、すみ場などを知ることは本属の増殖に関する重要な課題と考えられる。これらの生態学的調査はほとんど行なわれておらず、再捕による成長などについて藤本ら(1964)<sup>1)</sup>、野中ら(1969)<sup>2)</sup>、神奈川水試(1969)<sup>3)</sup>などの報告があるに過ぎない。著者らは海底地形を詳しく調査した海区にアワビ類を標識放流した後SCUBAによる潜水調査を行ない、その移動、分布、すみつき、生息密度などに関する知見を得たのでここに報告する。調査に御協力下さった東京水産大学技官、古川武氏に謝意を表する。

### 2. 調査方法

調査は千葉県天津小湊町、東京水産大学小湊実験場禁漁区内の約1,123m<sup>2</sup>にわたる海区で行なっ

た。海区内の主な岩に番号を刻んだ真鍮棒(径10mm,長さ200mm)を82本打ち込んで調査場所を明瞭に区画した。海底地形を詳細に調査すると共に、各岩面に優占する海藻群落を記録した。

放流に用いたアワビ類は実験場周辺の磯から採捕したクロ(*Haliotis discus*)、メガイ(*H. sieboldii*)、およびマダカ(*H. gigantea*)の3種類である。これらにステンレス製クリップ式の標識をつけて個体を識別すると共に殻長を測定し、1965年9月2日から4日にわたり、海区内の一定場所に放流した。放流後3日目までは毎日、以後約25日毎に5回の潜水調査を行ない、各個体の生息位置を海底図に記録してそれらの移動、すみつきおよび分布状況を検討した。これとは別に、放流後3日間に海区内で発見した個体はその場所で標識をつけ、もとの付着岩面に戻して同様の調査を行ない、前者との移動の相違を比較した。調査中、アワビにはなるべく触れないように留意した。

### 3. 結果

調査場所は Fig. 1 に示す通り内浦湾の支湾の

\* 1972年4月6日受理

\*\* 東京水産大学水族生態学教室 Ecological Laboratory, Tokyo University of Fisheries

\*\*\* 東北大学農学部水産学教室 Department of Agriculture, Tohoku University

湾口附近に位置する面積 1,123 m<sup>2</sup> の海区である。水深、底質および植生は Fig. 2, 3 に示す通りである。水深は湾奥側から沖にかけて、3.4-7.5 m、底質は同様に転石、礫、砂と変化する。径 1.5 m 以上の岩が 179 個点在し、これらの岩面積は 285 m<sup>2</sup> で総面積の 25.4% に相当する。植生は湾奥側からホンダワラ類、アラメ・カジメの混生および

カジメへと変化する。優占する海藻により海区を細分し、それぞれの底質・面積および植生を示すと Table 1 に示す通りとなる。

主な海藻に季節的な消長が観察された。I, II 区に優占するカジメは冬から春にかけて著しく繁茂し、秋に凋落する。9月の台風時期には II, V 区の岩と砂底との間に漂流し、いわゆる藻の状態になったものが多数観察された。11, 12月には中央葉を残して葉部が流失する。III, IV, V 区に優占するホンダワラ類は冬から春にかけて繁茂し、IV 区では草丈は水面にまで達している。夏には茎の下部を残して大半が流失する。III区に密生するチャンオグサも冬から春にかけて著しく繁

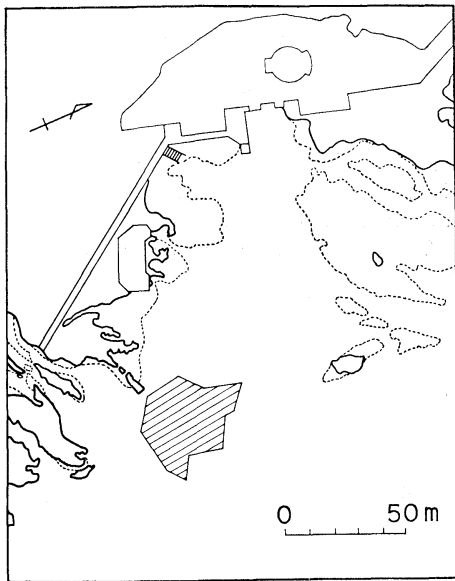


Fig. 1. The experimental area at the preserves in the Kominato Biological Laboratory, Tokyo University of Fisheries. Oblique lines show the study site; solid line, high water level; dotted line, low water level.

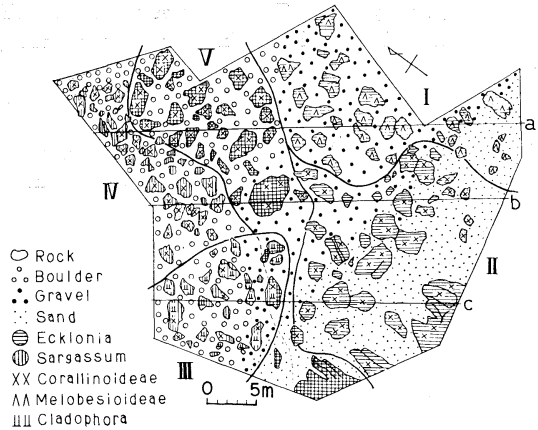


Fig. 2. Physical bottom conditions and vegetation in the study site. Roman numerals show the area defined basing on the dominant algae.

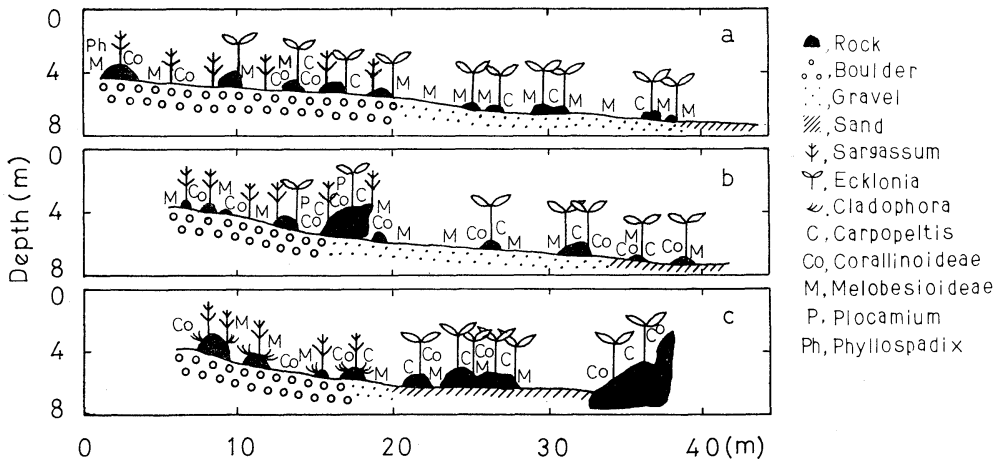


Fig. 3. Bottom profiles of the transections at the a, b and c lines in Fig. 2.

Table 1. The physical bottom conditions and flora at the study site.

Area	Area			Substratum	Dominance species	Undergrowth*
	Total, (a)	Rock, (b)	b/a×100			
I	237.1 m <sup>2</sup>	50.4 m <sup>2</sup>	21.2%	Sand and gravel	Ecklonia	Mel. and Car.
II	346.7	100.7	29.0	"	"	Cor., Mel., and Car.
III	142.5	33.1	23.6	Stone and gravel	Sargassum	Cor., Mel., and Cla.
IV	169.5	40.4	23.8	Stone	"	Cor., Mel., Plo., Car., and Phy.
V	226.8	59.8	26.4	Gravel	Ecklonia Eisenia	Cor., Mel., Cla., Car., and Plo.

\* Cor., Corallinoidea; Mel., Melobesioideae; Car., Carpopeltis; Cla., Cladophora; Plo., Plocamium; Phy., Phyllospadix.

Table 2. Number and shell length in mm of tagged abalone.

Species	Item	Ind. tagged on land	Ind. tagged in water	Shell length in mm		
				Max.	Min.	Average
<i>Haliotis sieboldii</i>		68	10	156	64	104.2
<i>Haliotis gigantea</i>		23	2	154	59	107.4
<i>Haliotis discus</i>		4	0	122	92	111.3
Total		95	12	—	—	—

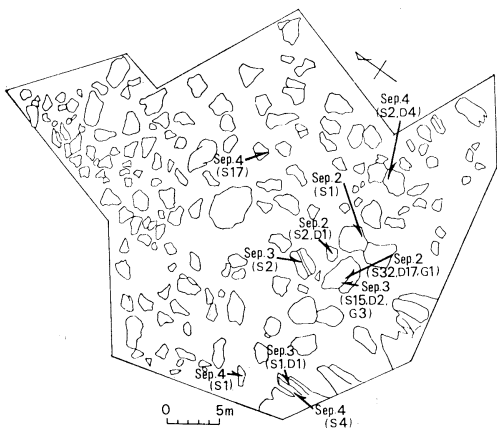


Fig. 4. Released positions of tagged abalones. S, D and G show *Haliotis sieboldii*, *H. discus* and *H. gigantea*, respectively.

茂する。

放流に用いたアワビは成貝であり、その大きさと数および放流位置は Table 2, Fig. 4 に示す通りである。放流後海区内に残ったのは主にメガイであり、クロとマダカはそれぞれ2個体を残してほとんどが海区外へ移行した。

メガイの移動距離は Fig. 5 に示す通りである。

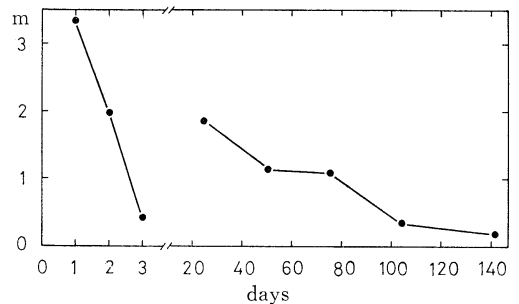


Fig. 5. Variation in moving distance of abalones released, *H. sieboldii* in the study site.

1, 2 および 3 日後に前位置からそれぞれ 3.3, 2.0, および 0.4 m 移動した。長期間の移動距離は 26, 50, 76, 104 および 141 日後にそれぞれ 1.8, 1.1, 1.1, 0.4 および 0.2 m となり、日数の経過に伴って減少する傾向を示した。これらのほとんどが沖に向かって移動し、湾奥側へ移動したものはわずかに 1 個体のみであった。

海区内におけるメガイ生息数の変動は Fig. 6 に示す通りである。標識個体は放流後 26, 50, 76, 104 および 141 日にそれぞれ 27 (放流数の 37.0%), 29 (39.7%), 30 (41.1%), 27 (37.0%) および 25

Table 3. Comparison with sessile rates (number of sessile ind./number of tagged ind.×100) of *H. sieboldii* between two tagging methods.

Method	Days elapsed							
	1	2	3	26	50	70	104	141
Tagging on land	58.0	48.8	44.8	31.7	39.7	39.7	36.5	33.3
Tagging in water	60.0	62.5	60.0	70.0	40.0	50.0	40.0	40.0

Table 4. Record of tagging experiment of *H. sieboldii* in the study site at Kominato, Chiba Pref. conducted Sep. 1965 to Jan. 1966.

Days elapsed after tagging	9	26	50	76	104	141
Number of tagged and recaptured individuals. Figures show the number of shells tagged, and those in circles shells left the area.	73	27	21	20	18	15
			⑥	①	②	③
				④	①	①
				②	③	③
		④		②	②	②
			⑧	⑥	③	②
					③	③
			③	④	③	②
					①	①
				④	②	②
					②	④
					②	②

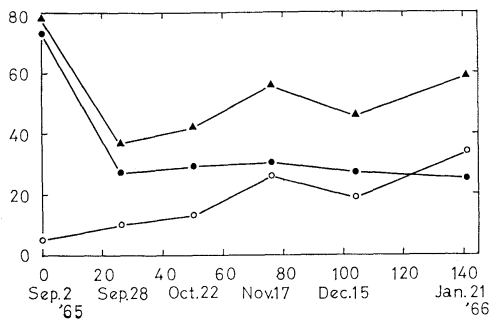


Fig. 6. Variation of the standing crop of *H. sieboldii* in the study site conducted Sep. 1965 to Jan. 1966. Triangle, black and white circles present the total, tagged and immigrated individuals.

(34.2%) 個体調査海区に住みついていた。一方海区外からの移入個体の数は次第に増加し、141日後には34となった。この結果総個体数は76日後までに56(調査開始時の71.8%)となり、以後

ほぼ一定する。

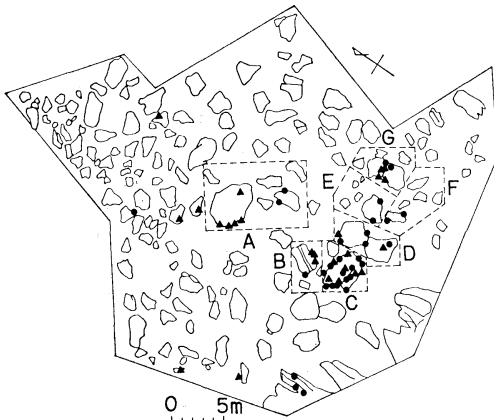
陸上および水中で標識したメガイのすみつき率(生息数/放流数×100)の相違は Table 3 に示す通りである。放流後26日までのすみつき率は後者の方が高いが、50日以後はほぼ同じになる。

メガイの個体別移出入状況を見ると、Table 4 に示す通り、放流後最初(26日後)にすみついた27個体はその後移動することが少なく、141日後でもその57%に相当する15個体が残っている。これに反し、最初に移出した個体は再移入後も長くはすみつかず、同一個体でも調査期間中何回も移出入した例も見られる。

放流後の分布状況の1例を見ると Fig. 7 に示す通り、多数個体がA-G区域の岩に集中していることが分る。この傾向はすべての調査時に認められた。A-G区域内の生息密度の変動は Table 5 に示す通りである。C区域の生息密度は10、11月

Table 5. Seasonal variation of density (number of Ind. per 1 sq. m) of *H. sieboldii* in the microhabitats defined A-G in Fig. 7.

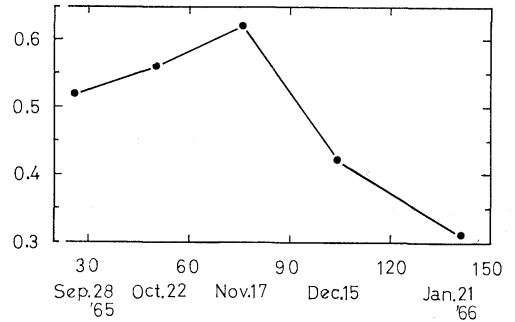
Micro-habitat	Rock area	Date expt.		Sep. 28, '65		Oct. 23		Nov. 17		Dec. 15		Jan. 21, '66	
		Days		26		50		76		104		141	
		n	d	n	d	n	d	n	d	n	d	n	d
A	19.3	2	0.10	2	0.10	7	0.36	7	0.36	7	0.36	7	0.36
B	4.9	6	1.22	3	0.61	4	0.82	2	0.41	6	1.22	6	1.22
C	8.8	13	1.48	17	1.93	20	2.27	14	1.59	11	1.25	11	1.25
D	10.4	2	0.19	5	0.48	6	0.58	5	0.48	8	0.77	8	0.77
E	4.8	2	0.42	2	0.42	2	0.42	2	0.42	4	0.83	4	0.83
F	4.1	3	0.73	2	0.49	2	0.49	3	0.73	3	1.73	3	1.73
G	12.2	1	0.08	2	0.16	6	0.49	3	0.25	5	0.41	5	0.41

Fig. 7. Typical distribution of abalones, *H. Sieboldii* in the study site on November 17, 1965. Black circle, tag-released individuals; Triangles, emigrated ones from outside of the site. A-G show microhabitats where abalones are distributed according to clumped pattern.

に著しく高まり、12月以降明瞭に低下している。これに反し、B区域では逆の傾向を示し、その他の区域では著しい変化は見られない。Table 5からIVLEV (1955)<sup>4)</sup>にしたがって集中度指数、 $\zeta = \sqrt{\sum \alpha^2 / n}$  ( $\alpha$ は平均生息密度からの偏り、 $n$ は測定区域数を表わす)を求めると Fig. 8に示すような結果となった。集中度指数は9, 10, 11月にかけて次第に高まり12, 1月には急激に低下している。

#### 4. 考 察

調査海区はホンダワラ類が優占する浅所（水深

Fig. 8. Seasonal variation in the index of aggregation ( $\zeta = \sqrt{\sum \alpha^2 / n}$ ) of *H. sieboldii*.  $\alpha$ , absolute deviation from the average density of the abalones;  $n$ , number of measurement.

3.5-5 m) とカジメが優占する深所 (5-7.5 m) とに2分できる。放流後メガイだけが本海区にすみついた結果 および浅所に放流したメガイがほとんど深所へ移行した結果とさらにクロ、マダカおよびメガイがそれぞれ生息水深を異にしている事実 (猪野, 1952; 井上, 1965; 宇野, 1967)<sup>5-7)</sup>などを考え合わせると、本海区の環境はメガイに適したものと推定できる。

調査海区内のメガイ生息数は放流後2ヶ月間は定着数の変動と移出入によって増減するが、海区外からの移入に伴って次第に増加し、3ヶ月以後はほぼ一定した。また、陸上および水中で標識した個体のすみつき率は約2ヶ月以後ほぼ同程度となっている。したがって、標識放流による影響は約2ヶ月で解消するものと考えられる。

放流後最初にすみついたメガイは長期間 その場所を占有し続ける。これはクロが Shelter を利用する場合の傾向とよく一致する(翠川ら, 1966)<sup>8)</sup>。

小区域内における生息密度および集中度指数が急激に高まる時期はこの地域におけるメガイの産卵期と一致する(猪野, 1952)<sup>5)</sup>。アワビ類の季節移動に関しては猪野(1952)<sup>5)</sup> および岸上(1894)<sup>9)</sup> が親貝の浅所移動を報告しているが、本調査で観察されたメガイの集中現象も産卵に関係するものと考えられる。

メガイは本海区のような単調な海底地形でもクロと同様比較的限られた場所に集中してすみつく傾向を示した。この一定区域と他の場所との相違を見出すことは現在のところ困難であるが、すみ場の条件として重要な研究課題であろう。潮間帯における巻貝類の行動および生息場所はその環境とくに光・偏光(NEWELL, 1958a, b; BURDON-JONES *et al.*, 1959; OHBA, 1960; CHARLES, 1961a, b; EVANS, 1961)<sup>10-16)</sup>、餌料(BAKKER, 1959)<sup>17)</sup>、流速(HAAFTEN, 1959)<sup>18)</sup>、酸素欠乏(ALLEN, 1963)<sup>19)</sup>、温度・塩分量(ARNOLD, 1957, 1959)<sup>20)21)</sup>などの諸条件に深い関係をもつ事実から考え、アワビの場合もこれらの環境要因が複雑に作用し合ってすみ場が限定されるものと思われる。

## 5. 要 約

1. 環境のよく調査された 1,123 m<sup>2</sup> の海区にクロ・マダカ・メガイの成貝を標識放流し、141日間その移動とすみつき状況について潜水調査を行なった。
2. 放流後メガイだけが海区内にすみつき、クロとマダカは海区外へ移行したことから本海区はメガイに適した環境と推定できる。
3. メガイの成貝はほとんどが深所へ移動した。移動距離の変動から、すみ場に分散するまでに3日を要するものと考えられる。
4. 海区内のメガイ生息数は放流各個体の定着および移出入によって増減するが、海区外からの移入に伴って次第に増加し、76日以後ほぼ一定となった。

5. 陸上および水中で標識した個体のすみつき率の比較から、標識による影響は約2ヶ月で解消すると思われる。
6. メガイは天然水域では限られた場所に集中分布し、クロと同様最初にすみついた個体が長期間すみ場を占有し続ける傾向を示す。
7. メガイの集中度指数は10月下旬から11月中旬の産卵盛期に最大となった。

## 文 献

- 1) 藤本 武, 山田静男 (1964): 茨城県浅海増殖事業の効果性に関する調査—V. エゾアワビの移殖成長効果について(第1報). 昭和37年度茨城水試験報, 33-39.
- 2) 野中 忠, 中川征章, 佐々木正, 松浦勝己 (1969): 静岡県沿岸の磯根資源に関する研究—V. 南伊豆におけるアワビの成長. 静岡水試研報, 2, 41-48.
- 3) 神奈川県水産試験場 (1970): 磯根資源調査. 神水試資料, 147, 1-21.
- 4) IVLEV, B.C. (1955): (児玉ら訳), 魚類の栄養生態学—魚の摂餌についての実験生態学—新科学文献刊行会, 1-261.
- 5) 猪野 峻 (1952): 邦産アワビ属の増殖に関する生物学的研究. 東海区水研報, 2, 31-36.
- 6) 井上正昭 (1965): 標識放流から見たアワビ属の移殖に関する一二. 水産増殖臨時号, 5, 23-31.
- 7) 宇野 寛 (1967): アワビ類の増殖に関する生態学的諸問題. うみ, 5(1), 37-41.
- 8) 翠川忠康, 野中 忠, 宇野 寛 (1966): アワビの水槽中での行動. 水産庁磯根資源資料—I, 5-10.
- 9) 岸上鎌吉 (1894): あわび研究第一報. 水産調査報告, 3(1-2), 1-25.
- 10) NEWELL, E. G. (1958a): The behaviour of *Littorina littorea* (L) under natural conditions and its relation to position on the shore. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 37, 229-239.
- 11) NEWELL, E. G. (1958b): An experimental analysis of the behaviour of *Littorina littorea* (L) under natural conditions and in the laboratory. *Ibid*, 37, 241-266.
- 12) BURDON-JONES, J. L. and J. VERWEY (1959): The role of water currents in the orientation of marine animals. Neel. Zool., 13, 493-499.
- 13) OHBA, S. (1960): Photo-orthokinetic behaviors of *Monodonta labio*, a Littoral Sea-snail. Biol. J. Okayama Univ., 3(3), 123-149.
- 14) CHARLES, G. H. (1961a): The orientation of *Littorina* species to polarized light. J. Exp. Biol., 38, 189-202.
- 15) CHARLES, G. H. (1961b): The mechanism of orientation of freely moving *Littorina littoralis*



- (L) to polarized light. *Ibid*, **38**, 203-212.
- 16) EVANS, F. (1961): Responses to disturbance of the periwinkle *Littorina punctato* (Gmelin) on a shore in Ghana. *Proc. Zool. Soc., Lond.*, **137**, 393-402.
- 17) BAKKER, K. (1959): Feeding habits and zonation in some intertidal snails. *Arch. Neel. Zool.*, 230-257.
- 18) VAN HAAFTEN, J.L. and J. VERWAY (1959): The role of marine animals. *Arch. Neel. Zool.*, **13**, 493-499.
- 19) ALLEN, J. A. (1963): Ecology and functional morphology of molluscs. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 1963, 253-288.
- 20) ARNOLD, D. G. (1957): The response of Limpet, *Patella vulgata* L., to waters of different salinities. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **36**, 121-128.
- 21) ARNOLD, D. G. (1959): The reactions of the Limpet, *Patella vulgata* L., to certain of the ionic constitutions of sea water. *Ibid*, **38**, 230-257.

## アワビ類の増殖に関する生態学的研究-II\*

天然水域における漁獲後の移出入

小池康之\*\* 山川 紘\*\* 石田周而\*\* 宇野 寛\*\*

### Ecological Studies on the Propagation of the Japanese Abalones (Genus *Haliotis*)—II. Recruitment of Abalones in the Natural Environment after Catching

Yasuyuki KOIKE, Hiroshi YAMAKAWA, Syuji ISHIDA and Yutaka UNO

**Abstract:** The recruitment of abalone after catching was researched at the study site (about 1000 m<sup>2</sup>) in the preserves of Kominato Marine Biological Laboratory, Chiba Prefecture during October 1966 to December 1967. The distribution and migration of abalones recruited from outside of the site were observed by means of SCUBA diving.

The study site were re-populated in number within two or three months, being due to recruitment of abalones from other site. *H. sieboldii* newly dwelt in the site tended to congregate on the almost same microhabitat as shown in the previous report. The process of recruitment of abalone in the natural environment was discussed.

#### 1. はじめに

天然水域におけるアワビ類の分布・分散・移動・すみつき・すみ場などの生態学的事項を明らかにすることは本類の増殖上重要な課題である。著者らはさきに放流メガイの移動・すみつき・分布などに関する報告を行なった(宇野ら, 1972)<sup>1)</sup>。今回は一定海区内に生息するアワビ類をすべて採捕し、その後の移入状況について観察調査を行なったの

で報告する。調査に御協力下さった東京水産大学技官古川武氏に謝意を表わす。

#### 2. 方 法

調査は前報と同様、千葉県小湊町東京水産大学実験場地先の禁漁区内 1,123 m<sup>2</sup> の海区で行なった。SCUBA 潜水によって海区内で発見したアワビ類をすべて採捕した後、1966年10月-1967年12

Table 1. Seasonal variation in standing crop of abalones in the study site after catching.

Date	Oct. 18	Nov. 29	Dec. 27	Jan. 21	Mar. 3	May 20	Jun. 18	Aug. 3	Sep. 30	Dec. 3
	1966			1967						
Days after catching	0	42	70	95	136	214	243	289	347	411
<i>Haliotis sieboldii</i>	44	29	32	33	42	42	49	59	49	49
<i>Haliotis discus</i>	6	6	6	14	23	7	2	5	8	11
<i>Haliotis gigantea</i>	2	0	2	1	2	0	0	0	1	1
Total	52	35	40	48	67	49	51	64	58	61

\* 1972年4月6日受理

\*\* 東京水産大学水族生態学教室 Ecological Laboratory, Tokyo University of Fisheries

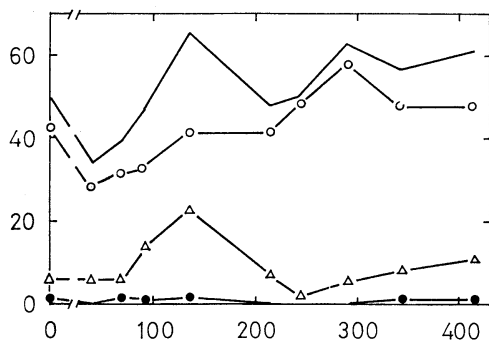


Fig. 1. Seasonal variation in standing crop of abalones in the study site after catching. Solid line, total number; circles, *Haliotis sieboldii*; triangles, *H. discus*; dots, *H. gigantea*.

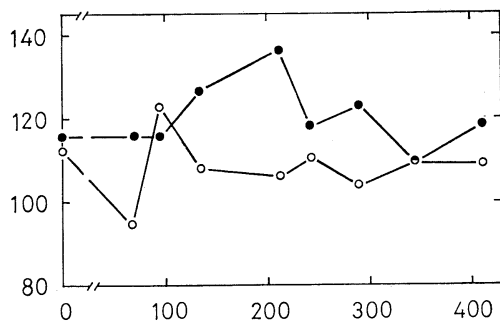


Fig. 3. Variation in average shell length of abalones, recruited in the study site. Circles, *H. sieboldii*; dots, *H. discus*.

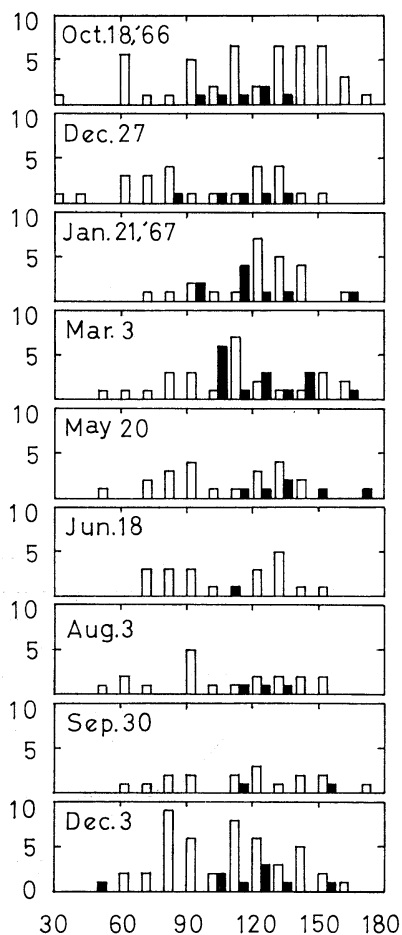


Fig. 2. Frequency distribution of shell length of *H. sieboldii* (white) and *H. discus* (Black) recruited in the study site.

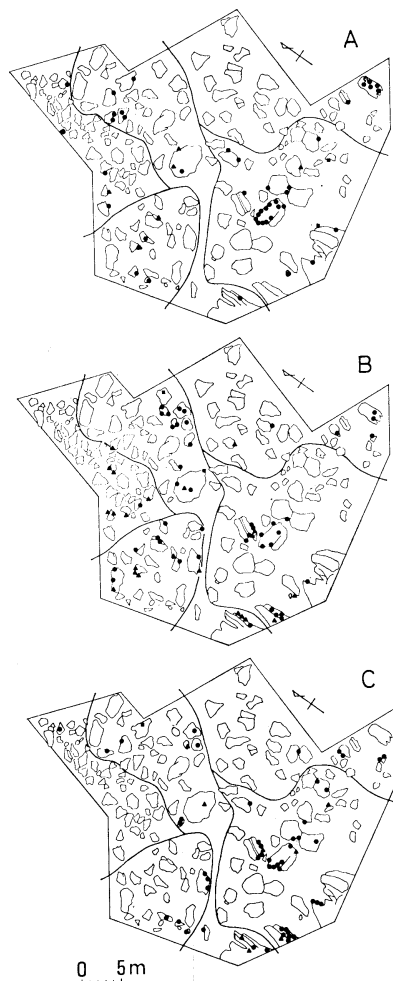


Fig. 4. Distributions of abalones in the study site. Dots, *H. sieboldii*; triangles, *H. discus*; squares, *H. gigantea*. A, Oct. 18, 1966 (before catching); B, Mar. 3, 1967 (136 days elapsed after catching); C, Sep. 30 (347 days).

月の411日間に9回の潜水調査を行ない、その移出入状況を観察した。移入個体は前報と同様に附着位置を海底図に記録すると共に、標識による個体識別と殻長測定を行ない、もとの岩面にもどした。その後の各調査時には、新しく移入した個体には同様の操作を行ない、それまでに標識した個体はその場で番号を読み取って附着位置を記録した。標識できない小型個体は殻長測定と位置の記

録にとどめた。

3. 結果

1966年10月18日に調査海区内に生息するメガイ (*Haliotis sieboldii*), クロ (*H. discus*), マダカ (*H. gigantea*) をすべて採捕し、42, 70, 95, 136, 214, 243, 289, 347 および 411 日後にそれぞれ潜水調査を行なって生息個体数を確認した。

Table 2. Record of tagging experiment of *Haliotis sieboldii* in the study site at Kominato, Chiba Pref. conducted Oct., 1966 to Dec., 1967.

Date Days after catching	Nov. 29 1966	Dec. 27	Jan. 21 1967	Mar. 3	May 20	Jun. 18	Aug. 3	Sep. 30	Dec. 3
	42	70	95	136	214	243	289	347	411
Number of tagged and recaptured individuals. Figures show the number of shells tagged, and those in circles shells left the area.	17	8	7	7	5	5	5	3	3
					②	②	②	②	②
			①	①	①	①	①	①	①
		⑨	1	1	①	①	①	①	①
			⑧	2	②	②	②	②	②
				⑥	1	①	①	①	①
					⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
		9	4	2	2	2	2	2	2
				②	②	②	②	②	②
			⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
			9	2	2	2	1	①	①
					⑦	⑦	⑦	①	①
								⑥	⑥
					20	6	5	5	5
						⑩	⑩	①	①
							②	②	
							⑫	⑫	
					16	11	9	5	
							④	④	
							②	②	
						⑤	⑤	⑤	
						10	6	4	
								③	
							④	④	
								②	
								①	
							18	7	
								③	
								④	
								⑩	
								⑩	
								⑧	
								⑦	
								①	
Total	17	17	21	34	32	35	49	35	30

個体数の変動は Table 1, Fig. 1 に示す通りである。3種類の総個体数は42日後に35(実験開始時の67.3%)となり、136日後の67(128.9%)まで漸増する。214日後には49(94.2%)に減少するがその後再び増加し、多少の増減を繰り返しつつほぼ安定し、411日後には61(117.3%)となった。種類別に見ると、メガイは42日後に29個体(65.9%)が移入し、289日後に59(134.1%)となるまで漸増する。347および411日後にはそれぞれ49(111.4%)となり一定する。クロは42および70日後には採捕時と同様6個体(100%)が移入した。95および136日後にかけて急増し、それぞれ14(233.3%)および23(383.3%)となった。214および243日後に急減して7(116.7%)および2(33.3%)となったが、その後411日後の11(183.3%)まで漸増し、メガイより大きい変動が認められた。マダカは本海区にはほとんど生息せず、全調査を通じて7個体を認めたに過ぎなかった。

メガイおよびクロの全調査時における殻長分布と平均殻長の変化は Fig. 2, 3 に示す通りである。メガイは最初(42日後)に採捕時より小型個体(平均94.6mm)が移入したが、95日後には大型個体(122.7mm)が多くなった。136日後には採

捕時とほぼ同大(107.9mm)となり、411日後まで大きい変動は見られない。これに反し、クロは最初に実験開始時とほぼ同大(115.8mm)の個体が移入している。136日以後大型(126.3mm)となり、214日後に最大(135.8mm)となる。その後再び小型化し、変動しつつ411日後には最初とほぼ同大(119.8mm)となった。

移入個体の分布の例を Fig. 4 に示す。実験開始時(Fig. 4, A)には数箇所の岩に集中分布していることが認められる。移入個体は136日後(Fig. 4, B)までは海区内に分散する傾向を示したが、その後次第に一定場所に集中しはじめ、347日後(Fig. 4, C)および411日後には実験開始時とほぼ同様な集中分布を示した。

個体別移入状況を標識メガイについてみると、Table 2 に示す通りである。実験開始後42日(第1回観察)目に17個体が移入してきた。70日(第2回)目にはこの17個体の中8個体が住みつき、9個体が移出したが、新しく9個体が移入したのでその現存量は合計17個体となり、前回と同数となった。95日(第3回)目の現存量は21個体となった。これらは第1回移入個体の中で住みついた7個体に移出後再移入した1個体を加えた8個体、第2回移入個体の中で住みついた4個体およ

Table 3. Record of tagging experiment of *Haliotis discus* in the study site at Kominato, Chiba Pref. conducted Oct., 1966 to Dec., 1967.

Date Days after catching	Nov. 29 1966	Dec. 27	Jan. 21 1967	Mar. 3	May 20	Jun. 18	Aug. 3	Sep. 30	Dec. 3
	42	70	95	136	214	243	289	347	411
Number of tagged and recaptured individuals. Figures show the number of shells tagged, and those in circles shells left the area.	6	2	②	②	②	②	②	②	②
		④	④	③	①	①	①	①	①
				④	④	④	④	④	④
			10	①	①	①	①	①	①
				⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨
				17	⑩	⑩	⑩	⑩	⑩
					3	③	③	③	③
									①
							1	①	①
								3	①
								②	
Total	6	6	10	19	3	1	3	2	2

び今回新しく移入した9個体の総計21個体からなっている。現存量は移入個体がそのまま住みついて累積的に増大するのではなく、その一部は移入、住みつきおよび移出を通じて新しい個体と交替しながら全体として増大してゆく。

移入個体で住みついたものはその場所を占有し続けて定着し、再移入個体は定着しない傾向を示した。移入を3回以上繰返す個体はみられなかった。

クロの個体別移出入状況をみると Table 3 に示した通りである。その移出入ははげしく、調査海区に長く定着することがない。

#### 4. 考 察

本調査海区で殆んどすべてのアワビ類を漁獲した後、もとの現存量に回復するのはメガイで 95-136 日を要した。NEWMAN (1966)<sup>2)</sup> は南アフリカ産アワビ (*H. midae*) でその回復に 6 ヶ月から数年を要すると報告している。一般に回復に要する期間はアワビの種類、漁場および周辺の資源量、動植物相、漁場の物理化学的特性などによって規定されるものと考えられる。野中ら (1969)<sup>3)</sup> は一洞穴に住むクロとメガイを漁獲した後、それらの回復状況を調査し、メガイの添加量が少ないのは洞穴周辺の底質(砂礫地)に影響されたものと考えている。

漁獲後のアワビの移出入に関する調査から、本海区のような簡単な海底地形でも前報(前出)の放流した場合と同様に穴場的な集中分布(宇野, 1967)<sup>4)</sup> を示す結果を得たが、漁獲後集中分布を示すに要する期間は放流した場合(宇野ら, 1972)<sup>4)</sup> よりはるかに長い。前者では調査海区から自然移入したアワビが集中分布を示すようになるのであるから、後者のように一定場所に高密度で放流する場合よりはるかに長期間を要するものと考えられる。

種類別に回復状態をみると、クロのそれはメガイよりも早くかつ大型個体が多い。この点は両種の生息環境(猪野, 1952)<sup>5)</sup> や行動(宇野, 1967)<sup>4)</sup> などの生態的相違によるものと考えられる。

本海区におけるアワビの現存量の変動から考え

ると、メガイのそれは漁獲後その個体数が漸増するのに反し、クロでは12月から増大しはじめ3月に最大となった後7月以降低下する一つの山となって描かれる。この現象は季節的移動と考えられ、冬から春にかけて浅所に移動することを示し、岸上(1894)<sup>6)</sup>、猪野(1952)<sup>5)</sup> および宇野ら(1972)<sup>4)</sup> の示した現象と同様である。

漁獲後の現存量の回復を個体別に調査した結果からみると、メガイの場合移入してきた個体がそのまま住みついて累積的に増大するのではなく、その一部が常に移出入を繰返して交替しながら増大することがわかった。最初に移入した個体は実験終了時(漁獲後411日)には現存量の僅か10%を占めるにすぎない(Table 2)。移入個体は毎回僅かの個体が穴場の場所に住みつきここを占有し続ける。このようにしてアワビは移入・すみつき・移出を繰返し、徐々に新旧個体の交替を繰返しながら穴場の場所に集中し、その場所の収容可能な一定数まで増加して、アワビ個体数の回復が完了すると考えられる。この点は翠川ら(1966)<sup>7)</sup> の行なったクロについての水槽実験結果に矛盾しない。

クロが本調査海区に定着しないのはここがクロの住み場として適しないのか、クロの活潑な行動性によるものか不明である。産業上重要なクロについてその住み場所における移出入を生態学的に研究することが将来に残された課題となるであろう。

#### 5. 要 約

1. 1,123 m<sup>2</sup> の海区に生息するアワビ類を全て採捕した後、411 日間にわたりその回復状況を調査した。
2. 本海区における回復期間は 95-136 日(約 3-4 ヶ月) 後であったが、メガイが正常な分布状態にもどるまでには約 7 ヶ月以上を要するものと考えられる。
3. 本海区へ移入したアワビの大きさは、クロでは最初から漁獲前とほぼ同大であり、その後かなりの変動が認められた。メガイは最初に小型個体に移入したが、その後漁獲前とほぼ同大となり一定する。

4. メガイの移入個体は、放流した場合と同様最初に住みついた個体が長期間住み場を占有する。クロには同一場所に定着する傾向が認められなかった。
5. 移入個体は毎回わずかのものが住みつき、大部分の個体が入れ代りつつ次第に集中し、穴場の収容可能な一定数まで増加して漁場の回復が完了する。

#### 文 献

- 1) 宇野 寛, 小池康之, 門間春博 (1972): アワビ類の増殖に関する生態学的研究-I. 放流メガイの分布と移動. うみ, **10**(2), 43-49.
- 2) NEWMAN, G. G. (1966): Movements of the South African abalone, *Haliotis midae*. Investl. Rep. Div. Sea Fish. S. Africa, (56), 1-10.
- 3) 野中 忠, 中川征章, 佐々木正, 松浦克己 (1969): 静岡県沿岸の磯根資源に関する研究 III. 住み場に関するアワビの行動. 静岡水試研報 (2), 31-36.
- 4) 宇野 寛 (1967): アワビ. 養魚学各論, 643-677. 恒生社厚生閣.
- 5) 猪野 峻 (1952): 邦産アワビ属の増殖に関する生物学的研究. 東海区水研報, (5), 1-102.
- 6) 岸上鎌吉 (1894): あわび研究第一報. 水産調査報告, **3**(1-2), 1-25.
- 7) 翠川忠康, 野中 忠, 宇野 寛 (1966): アワビの水槽中での行動. 水産庁磯根資源資料—I, 5-10,

## Basic Studies on Method of Farming Oysters

### (*Crassostrea gigas* THUNBERG)—I\*

#### On Distribution of Larvae

Yoshimitsu OGASAWARA\*\*

**Abstract:** Oyster larvae, about the time of their birth, are extremely heterogeneous in distribution. But this distribution tends to become homogeneous because of tidal currents, wind and waves, and also because of the ascending currents liable to occur at complicated sea bottoms, especially in channel and rugged bottom areas.

On the other hand, the distribution of such larvae becomes heterogeneous due to current rips, haloclines and thermoclines. In a bay in which tidal currents are not strong, the distribution is apt to become dense because the vertical movement of water masses is not evident.

In such places as the Seto Inland Sea, the larvae are constantly moving to and fro at the mercy of the tidal current, and this makes prediction of spats collection very easy. In contrast, in bays facing open sea, this prediction is difficult to perform since the larvae, once they go out of the bays, will not always come back.

In order to conduct a survey of oyster larvae for prediction of spats collection, it is necessary to determine the survey spots, plankton sampling time and frequency. And for this purpose, the most important thing is to grasp fully previously the conditions of the waters concerned, that is their geographical and oceanographical characteristics.

#### 1. Present status of oyster culture in Japan and purpose of investigation

In Japan, the production by a shallow-sea culture showed an yearly increase and it culminated to 549,100 tons in 1970. Production of oyster, shown in Fig. 1 extremely decreased just after the World War II, but it has shown a rapid increase year after year, and the production in 1968 was 40,928 tons (meat weight). However, after 1968 it continued to decrease extremely and it showed 23,149 tons in 1970. Fig. 1 shows a total production in Japan as well as a production in Hiroshima Prefecture. This variation of the production shows that the production of Hiroshima Prefecture always accounts 60-75% of the total production of Japan. The main reason for the decrease of total production in Japan for these years are that a decrease of production in Hiroshima as main producing center and a decrease by enemy and competitor or damage by typhoon. The

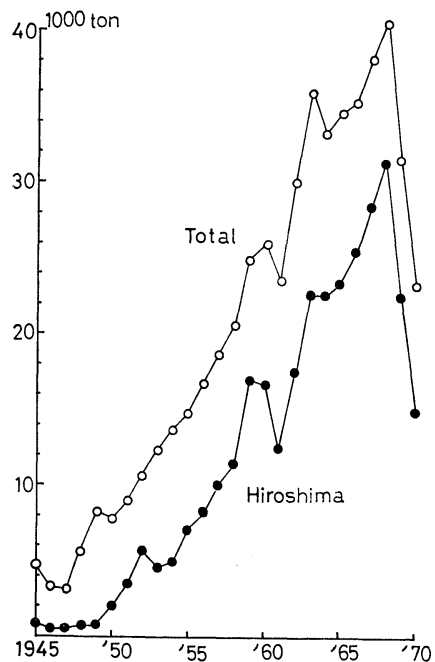


Fig. 1. Production of oyster (without shell) in Japan (total) and Hiroshima.

\* Received April 8, 1972

\*\* Tokyo University of Fisheries



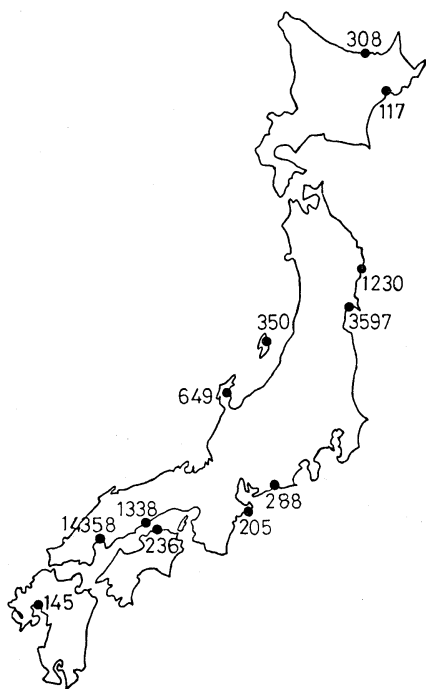


Fig. 2. Production of oyster (without shell) in each place (1970). (Unit : ton)

maximum production of Hiroshima is 31,188 tons in 1968. In 1969 it is 22,461 tons and only 14,358 tons in 1970 which is 36 % decrease from 1969.

Oyster culture is important fisheries next to Pearl culture and Nori culture in Japanese shallow-sea culture, and main producing places in Japan and their production are shown in Fig. 2 and it shows that oyster beds spread widely from Hokkaido to Kyushu, and Tohoku district (Miyagi Pref., Iwate Pref.) have big production second to Hiroshima.

Hiroshima district where have the biggest production in Japan, is said to be a cradle of oyster culture and it is said that oyster culture began 400 years ago there. The greater part of oyster culture method in Japan are raft culture by hanging method and long line culture except sowing culture and stick culture that are used on a small scale. Rack culture, a kind of hanging method is used in very shallow-sea on a small scale in various places. 98 % of production is made by raft culture in Hiroshima and long line culture is prevailing in

Tohoku district.

Oyster production of Japan ranks the second in the world next to U. S. A. and species of cultured oyster is only *Crassostrea gigas* (THUNBERG), and all of the oyster seed for culture are spat-collected in Japan and a part of oyster seed is exported North Pacific Coast of U.S.A., France and other countries.

When starting oyster farming, the first thing to do is to secure a sufficient quantity of good spats. In fact, such spats, although limited in quantity, have recently come to be produced artificially with the rapid progress of shell-fish seed farming techniques. The reality is, however, that the greater part of the spats needed is obtained from the sea at the spawning time by the use of spat collectors.

In Japan, the oyster spawning time ranges from June to August. Spats are collected most actively in Hiroshima in July, and in Miyagi in August. In these months, related research organizations in various parts of the country make a study of larvae emergence conditions and predict the opportune time for collecting spats.

Surveys of the larvae, on which the predictions are based, thus have an extremely high significance. However, no reliable and accurate method of surveying the distribution of the oyster larvae in sea water has ever been established. This is because sea water conditions constantly show dynamic changes and oyster larvae cannot live independently of such changes.

This report deals with the results of the survey conducted mainly in the Hiroshima and Tohoku district for several years on the distribution of oyster larvae to obtain basic materials for the above-mentioned predictions of higher accuracy.

## 2. Method

Locations of hydrographic and plankton sampling stations in Hiroshima district are shown in Fig. 3, at locations 1, 2, and 5, surveys were made for a total of 24 hours at intervals of 3 to 6 hours to study the kaleidoscopic changes in the vertical distribution of the larvae. In these surveys, sampling was

made on the water surface and in the depths of 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, 3.0 m and 4.0 m.

All plankton samples were obtained by pumping out 100 liters of water through a net of No. N.P. 75 silk bolting cloth. The samples were preserved in 10 percent formalin solution, and counting of the oyster larvae was made at a magnification of 100 diameters.

At locations 3 and 6, many sampling substations were set up as shown in Figs. 4 and 5 to examine the horizontal distribution of the larvae, and vertical sampling was performed by the use of a plankton net (No. N.P. 75)

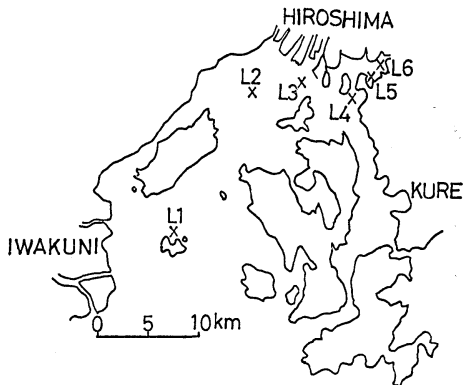


Fig. 3. Chart of Hiroshima Bay and established locations for observations on the oyster larvae

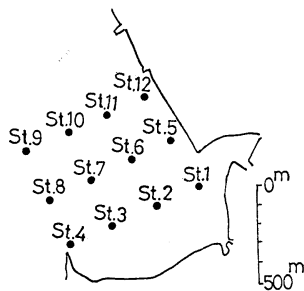


Fig. 4. Established station for observation on horizontal distribution of the oyster larvae at Kaita Bay. (L. 6 in Fig. 3)

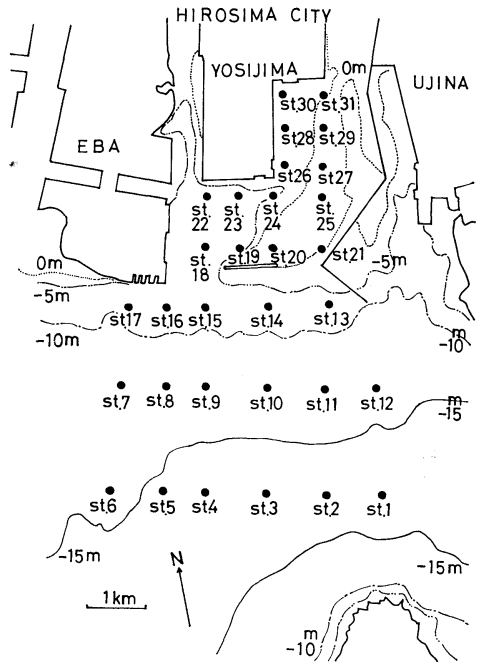


Fig. 5. Established stations and depths for observations on horizontal distribution of the oyster larvae in Yoshizima. (L. 3 in Fig. 3)

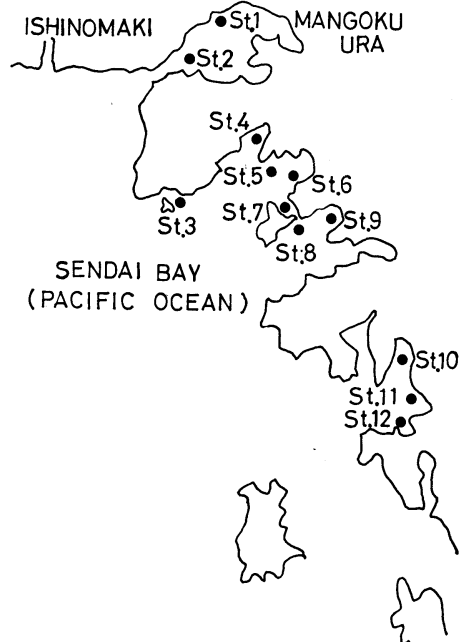


Fig. 6. Chart of west coast of Ozika Peninsula and established stations for observations on distribution of the oyster larvae.

30 cm in diameter. The samples thus obtained were processed as in the case of location 1.

A few surveys were made by almost the same method used in Hiroshima at Ozika Peninsula (Fig. 6), Miyagi Prefecture where conditions of the sea are very different from ones of Hiroshima and the results of the surveys were discussed and compared with the same surveys in Hiroshima.

At location 4 in Hiroshima kaleidoscopic changes in distribution of larvae were studied at mid-tide by the following method:

Sea water was pumped out from the depth of 1.5 m continuously for 30 minutes, and the number of oyster larvae was counted at an interval of 1 minute. The samples were subject to processing and counting in the same way as mentioned above.

In the laboratory, a few simple experiments were made for obtaining swimming patterns of oyster larvae in the sea water with different quantity of salinity.

Sea water of 11 grades with different percentage of chlorine containing from 2.85% to 18.33% was made in glass test tubes and about 30 pieces of oyster larvae 250-300  $\mu$  shell height were put in each tube and distribution of larvae was observed. On transfer of larvae to a test tube, larvae were first put in the sea water with the same percentage of chlorine as water in the test tube, then larvae sank after current was made, and larvae were transferred to test tube by sucking up by micro-pipet. Artificial halicline was made by putting sea water with high salinity into lower part of the test tube, sea water with low salinity on it carefully and slowly, larvae were put in the sea water with the same percentage of salinity as sea water on upper layer of the test tube, and larvae distribution was observed by using the above-mentioned method of transfer of larvae. Since artificial halicline vanishes slowly, the observation was made within one hour and the existence and duration of halicline was confirmed beforehand by using sea water with solution of carmin.

### 3. Results and discussion

#### *On the horizontal distribution*

Table 1. Occurrence of the oyster larvae (number/100 l. sea water) in each station of four times observations at Kaita Bay. (L. 6 in Fig. 3)

Observed time St. No.	1st	2nd	3rd	4th
	11:20~ 13:20	16:40~ 18:40	23:20~ 1:45	5:45~ 7:00
1	34	41	94	21
2	27	17	159	135
3	30	12	116	76
4	20	26	83	90
5	18	48	235	143
6	29	90	148	256
7	40	36	245	1824
8	51	28	119	767
9	49	29	307	868
10	30	44	392	3176
11	26	16	266	4764
12	27	23	275	4170

Flood tide 12:00, 0:40

Ebb tide 18:05, 6:35

Horizontal distribution of oyster larvae were surveyed in Kaita Bay (L. 6 in Fig. 3), south-east of Hiroshima city, late in July when the number of the larvae become largest. Table 1 shows the results of the four consecutive surveys conducted at an interval of 6 hours at a total of 12 survey points set up as shown in Fig. 4.

The 1st and 3rd samplings were made around the time of flood tide, while the 2nd and 4th samplings were conducted centering on the time of ebb tide.

As clearly shown in Table 1, the number of the larvae was relatively small at each station so far as the 1st and 2nd samplings were concerned, with their condition of distribution remaining seemingly almost unchanged. In the 3rd and 4th samplings, on the other hand, the number of the larvae was generally larger. Although no noticeable change was observed in the number of larvae each time at Stations 1 and 4, the numbers were vastly different among Stations 10, 11 and 12. The distance between the two neighboring stations was only 300 meter, but nevertheless the number of larvae differed largely, for instance, between Stations 1 and 8, Stations 5 and 2, and Stations 6 and 11. This shows that the number of larvae was great in some portions of the sea

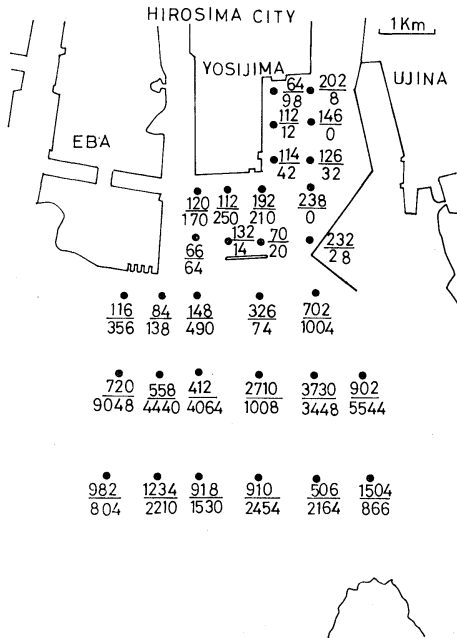


Fig. 7. Horizontal distribution of the larvae at Yoshizima. (L. 3 in Fig. 3).

Numerator: Number of the oyster larvae at flood tide (/100 l sea water)

Denominator: Number of the oyster larvae at ebb tide (/100 l sea water)

and was extremely small in other portions. Despite the tidal current running in the bay, no correlation was observed, as in Table 1, between the tidal rhythm and the rhythm of changes in the number of larvae.

It has already been known that the number of the larvae changed drastically with the passage of time and thus the distribution of the larvae was extremely heterogeneous. Fig. 7 shows the results of the survey conducted over a wide area centering on the estuary largely influenced by fresh water. (L. 3 in Fig. 3) The black circles show the larvae sampling spots. Of the fractional numbers shown here, the numerator indicates the number of the larvae sampled about the time of flood tide, while the denominator indicates the number at the time of ebb tide.

As these figures show, the number of larvae was greater in water off the coast than in the estuary area. In fact, in the estuary area where the influence of fresh water was large the

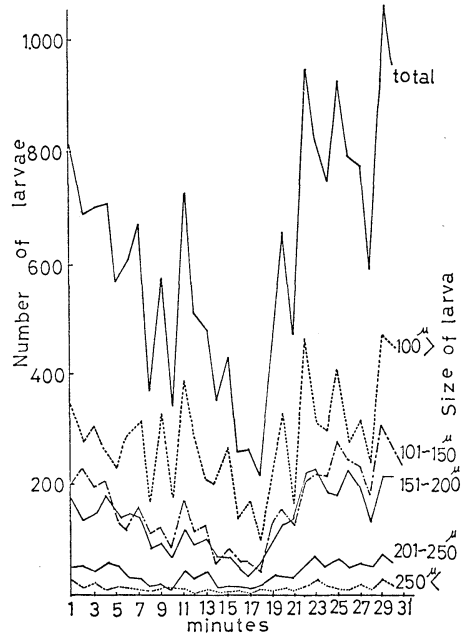


Fig. 8. Occurrence of the oyster larvae (number /100 l sea water) in every minute at Kanawa. (L. a in Fig. 1)

number of the larvae was extremely small at the time of ebb tide. In contrast, the larvae were very large in number at Station 7 through 12 where the coastal water encounters water off the coast.

Stations 19, 20, 21 and 25 are seed beds for the spats collection, but the number of these spots are not so many as compared with off-shore localities. Generally the seed beds require dense distribution of larvae, but if the method of spats collection has to be improved in the future, it is possible to collect many spats easily off-shore.

Fig. 8 shows the kaleidoscopic change of the number of the larvae in sea water when it is pumped up from a depth of 1.5 meter.

As clearly shown in these figures, the large changes occurred in the number of the larvae at the timelag of 1 to 2 minutes. From these phenomena, it is considered that the larval distribution pattern was very heterogeneous. In this investigation, it is not easy to understand the shape of water masses where the larvae were distributed densely. However, it is apparent that there are some dense masses

of larvae in sea water and they are moved with the current.

Collection of oyster seed in Miyagi Prefecture is prevailing in the west coast of Ozika Peninsula (A sketch map of the west coast of the Ozika Peninsula is shown in Fig. 6) rather than in Matsushima Bay in recent years.

The condition of sea of this area is very different from that of Hiroshima. Hiroshima faces the almost closed Inland Sea with current by tidal rhythm and sea water is exchanged with sea water of the open sea repeating reciprocal motion. On the contrary, the west

coast of the Ozika Peninsula directly faces the Pacific Ocean, and there is no land preventing the flow, so that sea water of the open sea is always flow in the coast. Therefore, salinity of the sea water of the Ozika Peninsula is generally higher than that of Hiroshima district and besides a big difference of salinity between upper layer and lower layer in the sea cannot be observed. Since swell from the open sea is always advancing towards the coast, directions and scales of wind and current (Kuroshio, Oyashio) strength of the open sea always greatly influence temperature and salinity of

Table 2. Larval appearance at St. 1—St. 12 in west coast of Ozika Peninsula.  
(Number: Oyster larvae/100 L. sea water)

Date	St.	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11	St. 12
7/13		6	5	0	2			0		3	0	1	
14		1	4	1	9	11	4	2		4		4	1
15		0	3	4			5	4		0	2	10	5
16		0		1	0	4	1	0		0	1	0	16
17													
18		10	165	77	7	9	8	10	8	9	7	10	32
19		11	79	5	4	7	11	8		27	12	7	3
20		2	87	51	223	86	32	38		43	64	12	20
21													
22		79	101	83	151	156		296	139	98	140	105	6
23		3	2	138	193	84	49	81	82	233			
24		96	88	93	325	84	84	21		41	13		31
25		73	96	28	48	11	13	69	44	123			
26		58	279	78	222	305	85	395	483	165		68	7
27		129	79	102	291	330	1060	310		745	108	83	322
28		76	45	96	169	568	568	422		945	536		962
29		191		318		373		708		307	364	410	233
30		542	275										
31		540											
8/1		177	27	143	288	664	2074	184					
2		102				1136	864						
3		399	609										
4		339	835	279		303							
5		201											
6													
7		172	213	19		29							
8		67	78										
9		49	10	2		2	2						
10													
11		16	9	9	3	2	8						
12		76	60	62	29	15	15						
13		455	12	434	228	102	102						
14		117											
15		152											

the coastal waters.

Contrary to that the sea water of the Inland Sea is exchanged with that of the open sea repeating reciprocating motion, a whole stretch of the sea water of the Ozika Peninsula is exchanged by one-way traffic method. Distribution of oyster larvae is greatly influenced by this phenomenon. Particularly, at the time of oyster seed collection in July and August, it is difficult to predict seed collection by surveying the condition of oyster larva appearance on seed bed because of this phenomenon. The

reason for the difficulty is that the results of the survey lose the confidence due to change of the sea without reappearance.

The results of the survey of larval appearance made at the Stations numbering from Station 1 to Station 12 on the Fig. 6 at the west coast of the Ozika Peninsula from July 13 till August 15 are shown on Table 2. Table 3 shows the results of the same survey made at the same stations as Table 2 from July 2 till August 5 next year. The number in the table means the number of oyster larvae collected after

Table 3. Larval appearance at St. 1—St. 12 in west coast of Ozika Peninsula.  
(Number: Oyster larvae/100*l.* sea water)

Date	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11	St. 12
7/2									4	0	0	0
3												
4										2		
5									0			
6									2	0		1
7		2										
8	0		5	0	0	1	0		0		0	0
9	0	0										0
10	0	0	0	3	0	0	0		0			
11			0		0	1	4		0			
12											0	0
13										0	0	1
14			1	0	0	0	0		0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	1	0		0	1		
16	0	0	4		0	3	1		0	0	0	0
17	1		0	0	0	0	0		0	0	0	0
18		4		1	2	1	0		0			
19	105	18	18	0	14	1	36		25	1	3	9
20	23	97	4	22	83	19	27		52			
21	3	45	29	0	33	30	1		7	1	3	0
22	2	2	3	3	6	9	7		0	0	4	8
23	12	21	4		31	26	40		21	3	11	7
24	6	9	9	1	0	0	0		0	1	4	2
25		26	16	7		21	6		0		4	8
26	20	186	30		26	24	3		5	4	4	7
27	57	84	25	14	2	3	1		8	0	9	3
28	45											
29	33	68	30	0	5	14	0		5			
30	16	5	101	3	33	26	46		26	4	8	2
31	7	22	18	12	3	10	23		10	7	3	13
8/1		1889	1444	141	302	112	349		131	100	69	155
2		1281			432		386			222	89	
3				110	173	324						
4	242	748	244	1033	517	448	328		1539			
5	185	609	146	286	877	227	1246		774	286	28	48

plankton net was drawn up vertically from 1.5 m water depth to water surface and it is changed into the number of larvae per 100 l sea water.

It is observed from Tables 2 and 3 that numbers of collected larvae show considerable difference at each station. Table 3 indicates that it takes a long term for appearance of a number of larvae after appearance of very few larvae. These results are influenced by unstable meteorological conditions, and stations with early larvae appearance and with slow appearance are clearly indicated. However, a number of larvae appear somewhat simultaneously at each station in the beginning of August. Table 2 indicates that larvae seldom appeared in the beginning of July, but a few of them appeared in the middle of July and a number of them appeared at the end of July. These slow or rapid larval appearance in a short period is greatly influenced by yearly meteorological conditions. However, it is observed the same in the both years that the time for appearance of a number of larvae at all stations is almost the same.

The results of observation of larval appearance

made every one hour for 12 consecutive hours at Stations 5, 10, and 12 are shown in Figs. 9, 10 and 11. Larvae were collected by drawing up a plankton net vertically from 1.5 m water

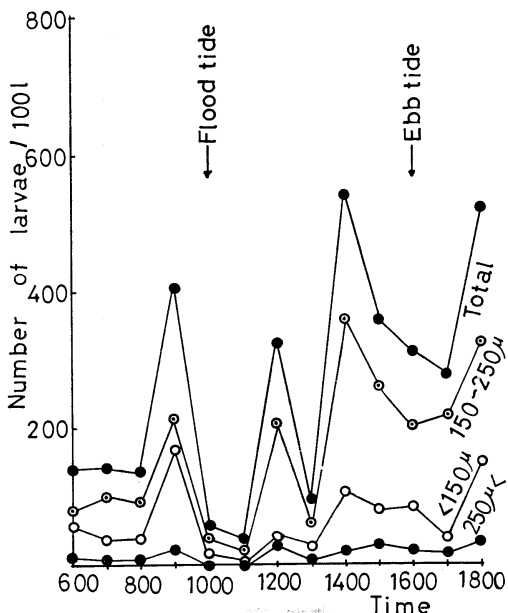


Fig. 9. Pattern of larval appearance observed every one hour for 12 consecutive hours at St. 5 in west coast of Ozika Peninsula.

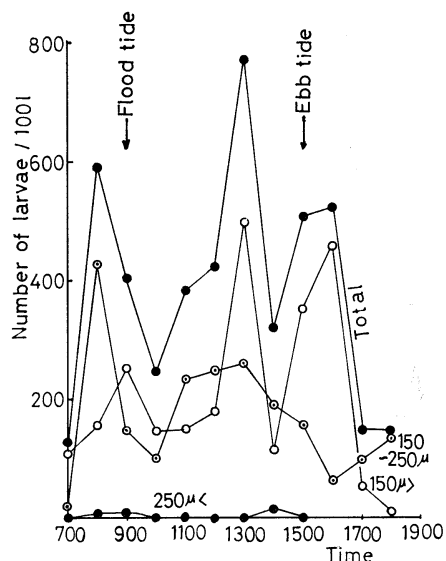


Fig. 10. Pattern of larval appearance observed every one hour for 12 consecutive hours at St. 10 in west coast of Ozika Peninsula.

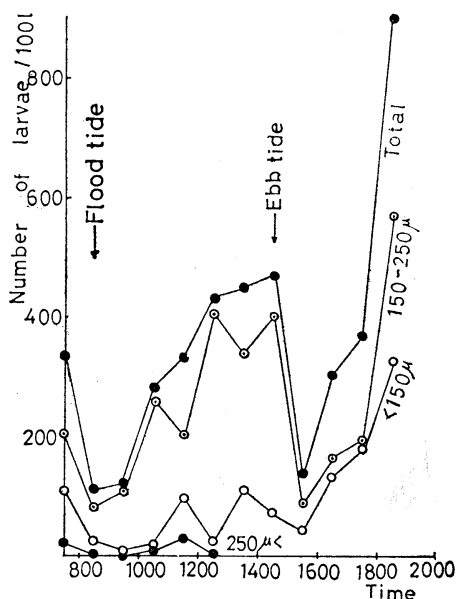


Fig. 11. Pattern of larval appearance observed every one hour for 12 consecutive hours at St. 12 in west coast of Ozika Peninsula.

depth to water surface and the numbers are changed into the number of larvae per 100 l. sea water, and 3 types of shell height, *i.e.*, under 150  $\mu$ , 150-250  $\mu$ , and over 250  $\mu$  are observed. The conditions of larval appearance at all these three stations indicate that number of larvae changes very much as time goes by. It is observed from Fig. 9 that number of larvae changes keeping a certain percentage among larvae of each size. This results indicates that larvae of each size are mixed up very well in a homogeneous condition and there are water masses with or without dense distribution of larvae. However, Fig. 10 indicates that number of larvae between under 150  $\mu$  shell height and 150-250  $\mu$  shell height does not indicate any mutual quantitative connection and they are mixed up. It may be laid down as a general rule that such an area has poor dispersion of sea water and maintains permanently a heterogeneous distribution at the time of larval birth.

Condition of larval appearance shown on Fig. 11 is similar to one of Fig. 9. There is a slight time difference of tidal rhythm among these three stations but not big. However, similarity in time of larval appearance cannot be observed and each three station show a completely independent pattern.

The results of observation of larvae appearance made every one hour for 24 consecutive hours at Stations 2 and 5 are shown in Tables 4 and 5. (The observation of Table 4 was made by Miyagi High school of Fisheries.) It is not laid down from these results that condition of larval appearance has big mutual quantitative connections with night and day, tidal rhythms, water temperature or specific gravity of the sea water, but these two stations are rather independent. Since larval appearance is always changing and shows very complicated pattern in the both stations the same as aforementioned three stations, it is very difficult

Table 4. Pattern of larval appearance observed every one hour for 24 consecutive hours at St. 2 in west coast of Ozika Peninsula.

Time	Wind	Water temp. °C	Water S.G.	Tide	Number of larvae/100 l					Spat	
					100 $\mu$ >	100~150 $\mu$	150~200 $\mu$	200~250 $\mu$	250 $\mu$ <		Total
9:00	SE 1	25.8	23.3		30	50	17	1	0	98	0
10:00	"	25.9	23.5		0	20	14	6	2	42	0
11:00	"	26.8	23.1		0	10	6	15	1	32	0
12:00	"	27.5	20.3		0	11	8	1	0	20	0
13:00	"	28.6	23.3	Ebb	0	4	2	8	0	14	0
14:00	S 1	27.6	23.3		6	26	6	0	0	38	2
15:00	"	26.3	23.3		0	9	27	19	7	62	12
16:00	SE 1	26.2	22.9		5	109	71	38	0	223	0
17:00	"	26.5	23.1		6	62	54	35	1	158	0
18:00	"	26.3	23.3		2	27	16	7	16	68	0
19:00	"	26.0	23.4	Flood	6	4	38	8	3	59	0
20:00	"	26.5	23.3		0	16	22	18	4	60	0
21:00	S 1	26.2	23.5		1	36	53	10	1	101	0
22:00	"	26.1	23.3		3	146	134	17	7	307	0
23:00	SE 1	26.8	23.5		2	70	59	9	6	146	0
24:00	"	26.8	23.5		1	36	22	5	1	65	0
1:00	"	26.9	23.2	Ebb	0	0	7	5	2	14	0
2:00	0	26.5	23.3		0	8	6	5	1	20	0
3:00	0	26.0	23.3		0	11	14	2	6	33	0
4:00	0	25.9	23.2		14	39	20	8	1	82	10
5:00	0	26.0	23.2		81	7	24	17	1	130	8
6:00	SE 1	25.8	23.2		33	48	106	65	32	284	13
7:00	"	25.9	23.7	Flood	6	95	55	8	0	164	1
8:00	S 1	25.9	23.5		4	55	26	7	2	94	5



to find a rule of larval appearance from the results of these surveys.

Some reports were made in the past concerning larval distribution. Following opinions are different from my report: HORI (1926) reports that *C. gigas* larvae in Kanazawa, Kanagawa Prefecture, can be observed much in the flood tide, decreasing in falling, increasing in rising, and few in the ebb tide, and few in a place with rapid current. PRYTHERCH (1929) reports that *C. virginica* larvae in Milford Harbor can be observed much in the ebb tide and sink on the sea bottom with current. On the contrary, PERKINS (1931) reports that larvae can be observed much on the lower layer without current and halicline, and the most in the place with the strongest current when current velocity is big. Contrary to these above-mentioned reports, CARRIKER (1951) reports that larvae are not controlled by halicline, or they gather in a current pocket

without regular distribution, and AMEMIYA (1931) reports that *C. gigas* larvae swim in slack water at the ebb and flood tide, gather most densely at the ebb tide and horizontal migration is not performed.

#### *On the vertical distribution*

In order to study the vertical distribution pattern of the larvae, a survey was conducted at Spot L. 5 in Fig. 3 for a total of 24 hours at an interval of 3 hours. The results are shown in Figs. 12 and 13.

As is clearly shown in this figure, the vertical distribution of the larvae changed with the passage of time, and the change was closely related with the quantity of chlorine contained in water.

Similar survey was conducted also at L. 1 (shown in Fig. 1.). The results are shown in Figs. 14, 15, 16, and 17. As a rule, the water temperature distribution is correlated with the

Table 5. Pattern of larval appearance observed every one hour for 24 consecutive hours at St. 5 in west coast of Ozika Peninsula.

Time	Wind	Atmos. temp. °C	Water temp. °C	Water S. G.	Tide	Number of larvae/100L.			
						150μ >	150~ 250μ	250μ <	Total
20:00	W	26.3	30.2	24.3		1630	850	72	2552
21:00	"	26.1	30.0	"		420	760	75	1255
22:00	"	25.7	29.5	24.1		1780	780	20	2580
23:00	"	25.5	"	24.2	Ebb	380	1870	350	2600
24:00	"	"	29.4	24.1		2030	530	57	2617
1:00	WNW	"	"	23.6		450	2370	560	3380
2:00	"	"	"	"		660	3050	350	4060
3:00	E	"	"	"		1560	910	61	2531
4:00	"	25.1	"	"		5110	1426	57	6593
5:00	"	24.9	"	"	Flood	7900	1060	86	9046
6:00	S	"	29.2	23.5		2240	2050	136	4426
7:00	S S E	"	29.5	23.9		15200	780	139	16119
8:00	S S W	26.2	"	23.1		22800	650	345	23795
9:00	S	26.4	30.0	23.5		18300	3040	79	21419
10:00	SW	27.8	30.2	22.8		13900	1440	38	15378
11:00	"	30.6	30.3	"	Ebb	4700	1340	52	6092
12:00	"	"	30.6	22.9		5800	1450	68	7318
13:00	"	31.2	30.5	"		700	430	60	1190
14:00	S	31.7	30.1	22.7		2800	450	17	3267
15:00	S	29.9	"	"		3900	990	55	4945
16:00	SW	29.6	30.6	22.9		2700	610	20	3330
17:00	"	29.3	30.7	23.5	Flood	11300	3240	216	14756
18:00	"	28.7	"	23.8		3700	758	59	4517
19:00	S	27.4	30.2	"		2700	270	32	3002

chlorinity distribution to some extent. This was the case also with this survey spot. It may be said, therefore, that the larvae distribution is correlated with both the quantity of chlorine and the temperature of water.

As already mentioned, the condition of seashore of Hiroshima is different from seashore

of the west coast of the Ozika Peninsula in various points. In inner part of the bay in the Inland Sea, since the difference of salinity and temperature between upper layer water and lower layer water is remarkable and halicline or thermocline is easily formed, many cases are

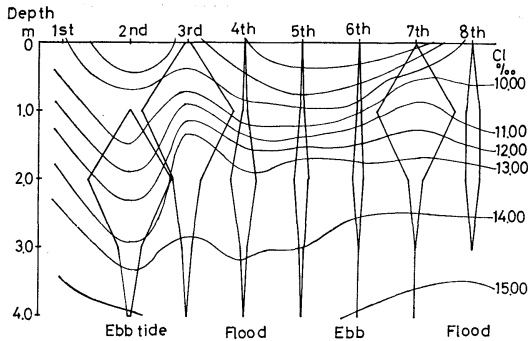


Fig. 12. Vertical distribution of oyster larvae and chlorinity in each depth. (L. 5 in Fig. 2)

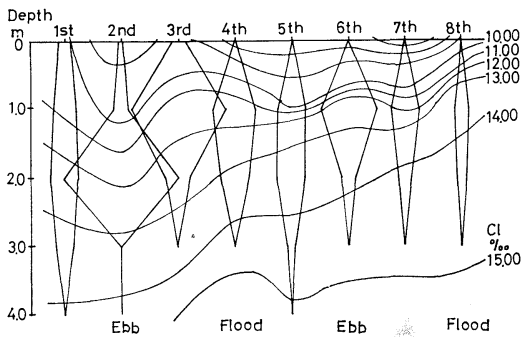


Fig. 13. Vertical distribution of oyster larvae and chlorinity in each depth. (L. 5 in Fig. 3)

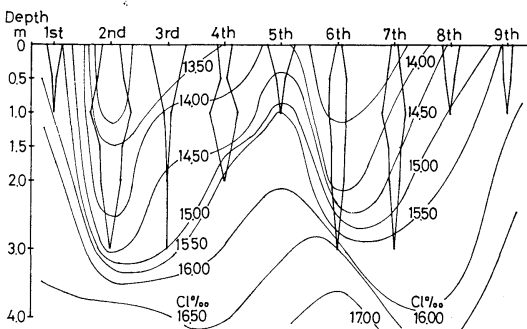


Fig. 14. Vertical distribution of oyster larvae and chlorinity in each depth. (St. 1, L. 1 in Fig. 3)

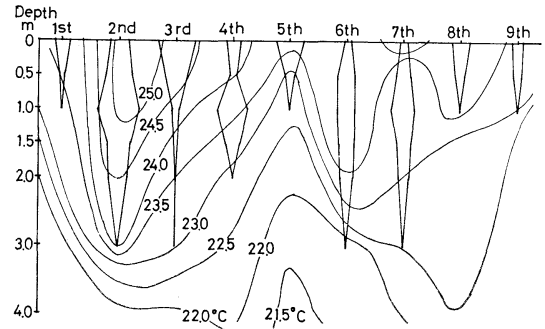


Fig. 15. Vertical distribution of oyster larvae and water temperature in each depth. (St. 1, L. 1 in Fig. 3)

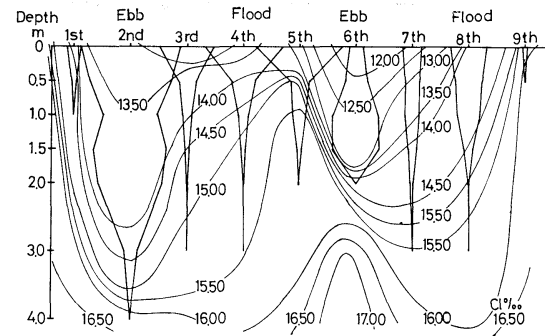


Fig. 16. Vertical distribution of oyster larvae and chlorinity in each depth. (St. 2, L. 1 in Fig. 3)

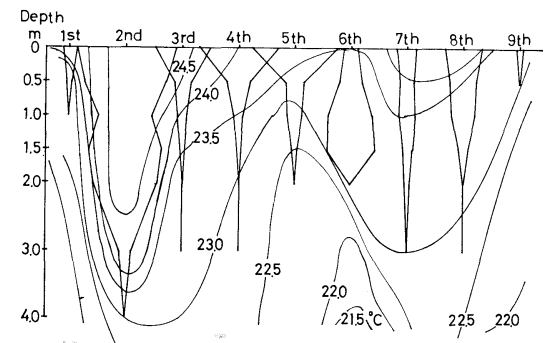


Fig. 17. Vertical distribution of oyster larvae and water temperature in each depth. (St. 2, L. 1 in Fig. 3)

observed that much of oyster larvae gather near halicline or thermocline. The reasons for this phenomenon are presumed that larvae gather by themselves because of its own select ability but it is preferably presumed that larvae with little swimming ability cooping in a water mass at birth place are always transferred with sea flow and besides, water mass is not easily mixed up with other water mass and remain for some period keeping the difference of salinity or water temperature.

Of course, since water masses are mixed up each other due to violent ascending current or descending current particularly at places with rapid current, complicated coast, or places with rugged sea bottom because of geophysical and chemical action, larval distribution cannot retain the regular form and it gradually get homogeneous. However, on the other hand, halicline or thermocline are formed and such an unusual phenomenon is occurred because water mass where a number of larvae are swimming is pushed up to near the surface of the sea or pushed down by offshore sea water with high salinity, or inflow of river water, low temperature of layer or slow moving of sea water with high salinity due to tidal rhythm.

Table 6 shows the results that sea water

with different salinity is put in each glass test tube and the larval distribution in the tube is observed. A type-graph shown in Fig. 18 indicates the larval distribution in a test tube with two different salinity of sea water.

It is indicated from Table 6 that most of larvae gather on upper layer with over 15‰ of chlorinity, and larvae gather only near the surface particularly with 18.33‰ of chlorine and no larvae sink in middle or lower layer. On the contrary, it is presumed that most of the larva sink in the bottom with low salinity as under 4.92‰ of chlorine and larva die within one hour with under 3.41‰ of chlorine. A

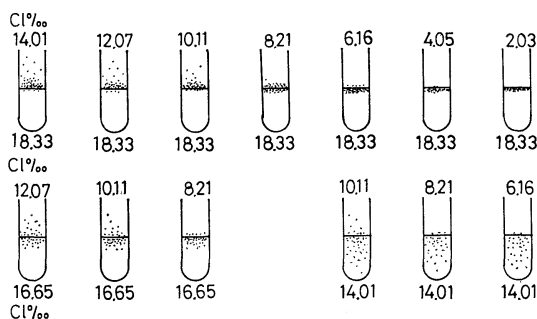


Fig. 18. Distribution of oyster larvae in sea water with halicline. (water temperature:  $25.3 \pm 0.1^\circ\text{C}$ )

Table 6. Distribution of oyster larvae in each sea water with different chlorinity. (water temperature:  $23.5\text{--}25.1^\circ\text{C}$ )

Time Cl‰	After 5 minutes	After 15 minutes	After 30 minutes	After 60 minutes
2.85	All larvae go down to bottom, do not swim	Same	Same	All larvae died Do not move
3.41				
4.92		Few larvae swim at bottom	Same	
6.76	Majority of larvae swim at bottom	Same	Same	Same
8.43	Majority of larvae swim in lower layer			Majority of larvae swim in lower layer
10.80	All larvae distribute widely	Same	Same	Same
11.80				
13.32				
15.01	Majority of larvae swim in upper layer	Same	Same	Same
16.65			All larvae swim at near surface	
18.33				

few larvae are swimming in the bottom but they will weaken and die at last after a long time in the sea water with 4.92 ‰ of chlorine. Many larvae are swimming from the middle layer to the bottom in the sea water with 6.76 ‰-8.48 ‰ of chlorine but they are alive for a long time and will not die because of low salinity.

Larvae are widely distributed and swimming actively from the upper layer to the bottom in the test tube with 10.80 ‰-13.32 ‰ of chlorine. It is difficult to decide optimum range of chlorine directly from these results but it can be understood that chlorine with under 7.00 ‰ is not suitable by this experiment.

Larvae seldom gather densely in artificial halicline with under 14.01 ‰ of chlorine of high salinity in under layer of a test tube. Fig. 18 shows 7 types of experiment that high salinity is 18.33 ‰ of Cl and low salinity in upper layer is from 14.01 ‰ to 2.03 ‰ of Cl. In this experiment, high percentage of larval gathering can be clearly seen near halicline as decreasing of chlorinity in upper layer. This type-graph indicates that larval distribution has strong relation with specific gravity of the sea water but it cannot be explained simply only by geophysical specific gravity because dead larvae sink in the bottom of the sea with 18.33 ‰ of chlorine. This experiment will be made many times in the future in order to certainly comprehend the pattern of distribution and to prove a reason for such a distribution.

Some investigators have an opinion that larval growth is strongly influenced by salinity, and other investigators have an opposite opinion that larvae have very wide ecological range. AMEMIYA (1926), CLARK (1935), LUCKE and RICCA (1941), CLELAND (1947) belong to the latter, and CLARK reports that salinity range of *C. virginica* is 14.5 ‰-39 ‰, AMEMIYA reports salinity range of *C. angulata* is 21 ‰-43 ‰, optimal range is 28 ‰-35 ‰, salinity range of *C. virginica* is 15 ‰-35 ‰, optimum range is 25 ‰-29 ‰. RANSON (1948) reports that larvae of *Gryphaea* (*Crassostrea*) type cannot grow by salinity of open sea and equable salinity under 23 ‰ is required. He reports the following:

*Ostrea edulis* 25 ‰-28 ‰

<i>O. lurida</i>	18 ‰-23 ‰
<i>Gryphaea angulata</i>	18 ‰-23 ‰
<i>G. gigas</i>	18 ‰-33 ‰
<i>G. virginica</i>	12 ‰-19 ‰

It is understood that salinity range extends widely from the results of our several experiments.

On the other hand, SATO (1948) reports that larvae of *C. gigas* swim in shallower water than 2 m in Matoya Bay, larvae gather in crowds at the edge of current flowing out, and they are floated at the surface by current. And a lot of larvae can be seen in upper layer in daytime and in lower layer in the night. On the contrary, COLE and KNIGHT JONES (1949) reports that larvae of *O. edulis* perform a vertical migration in day and night and a lot of larvae can be seen in lower layer in the daytime in Conway, Millford River. KORRINGA (1941) at Oosterschelde, and COLE (1939) at Helford River report that number of larvae is almost equable without difference between surface and bottom. LAMBERT (1946) reports that almost equable distribution of natural larvae can be seen at Oosterschelde.

The above-mentioned investigator's reports are mutually different and do not agree to my report but the main reason for the difference are considered that oyster species as the object of survey are different and the conditions of each place and surroundings are different.

## References

- AMEMIYA, I. (1926): Notes on experiments on the early developmental stages of the Portuguese, American and English native oysters, with special reference to the effect of varying salinity. J. Mar. biol. Assoc. U. K., **14**, 161-175.
- . (1928): Ecological studies of Japanese oysters, with special reference to the salinity of their habitats. J. Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo, **9**, 333-382.
- . (1931): Kaki no hanshoku. Suisan do-butsumu, Iwanami koza.
- CARRIKER, M. R. (1951): Ecological observations on the distribution of oyster larvae in New Jersey estuaries. Ecol. Monog., **21**, 19-31.
- CERRUTI, A. (1941): Osservazioni ed esperimenti sulle cause di distruzione delle larve d'ostrica nel Mar Piccolo e nel Mar Grande di Taranto. Arch.

- di Oceanogr. Limnol., Roma, **1**, 165-201.
- CLARK, A. E. (1935): Effects of temperature and salinity on the early development of the oyster. Prog. Rep. Atl. biol. Sta., 16-10.
- CLELAND, K. W. (1947): Some observations on the cytology and oogenesis in the Sydney Rock oyster (*Ostrea commercialis* I. and R). Proc. Linn. Soc. N. S. W., **72**, 159-182.
- COLE, H. A. and E. W. KNIGHT JONES (1939): Some observations and experiments on the setting behaviour of larvae of *Ostrea edulis*. J. Cons., **14**, 86-105.
- . (1939): Further experiments in the breeding of oyster (*Ostrea edulis*) in tank. Fish. Invest. Ser. 2., **41**, 1-47.
- . (1941): The fecundity of *Ostrea edulis*. J. Mar. biol. Assoc. U. K., **25**, 243-260.
- . and E. W. KNIGHT JONES (1949): The setting behaviour of larvae of the European flat oyster, *Ostrea edulis* L. and its influence on methods of cultivation and spat collection. Fish. Invest. Min. Agr. Fish. Food Ser. 2, **17**, 1-39.
- DAVIS, H. C. (1949): On cultivation of larvae of *Ostrea lurida*. Anat. Rec., 105 (abstract).
- . and A. D. ANSELL (1962): Survival and growth of larvae of the European oyster, *Ostrea edulis*, at lowered salinities. Biol. Bull., **122**, 33-39.
- . and A. CALABERSE (1969): Survival and growth of larvae of the European oyster (*Ostrea edulis* L.) at different temperatures. Biol. Bull., **136**, 193-199.
- GALTSOFF, P. S. (1964): The American oyster, *Crassostrea virginica* Gmelin. Fish. Bull., **64**, 1-480.
- HORI, J. (1926): Notes on the full-grown larva and the Japanese common oyster, *Ostrea gigas* THUNBERG. J. Imp. Fish. Inst., **22**, 1-7.
- . and D. KUSAKABE (1926): Preliminary experiments on the artificial culture of oyster larvae. J. Imp. Fish. Inst., **22**, 47-52.
- IMAI, T. and M. HATANAKA (1949): On the artificial propagation of Japanese common oyster, *Ostrea gigas* THUN. by non-colored naked flagellates. Bull. Inst. Agric. Res. Tohoku Univ., **1**, 1-8.
- KIKUCHI, S. (1960): Considerations on the distributions of oyster larvae in Matsushima Bay. Bull. Tohoku Regio. Fish. Res. Labo., **16**, 118-126.
- KORRINGA, P. (1941): Experiments and observations on swarming pelagic life and setting in the European flat oyster, *Ostrea edulis* L. Arch. neerl. Zool., **5**, 1-249.
- KORRINGA, P. (1951): Difficulties encountered in tank-breeding of oysters (*Ostrea edulis*). Rapp. cons. Explor. Mer., **128**, 35-38.
- . (1952): Recent advances in oyster biology. Quart. Rev. Biol., **27**, 266-308, 339-365.
- LAMBERT, L. (1946) Les huitres des cotes francaises. Peche maril., **29**, 31-33.
- LOOSANOFF, V. L. and J. B. ENGLE (1940): Spawning and setting of oysters in Long Island Sound in 1937, and discussion of the method for predicting the intensity and time of oyster setting. Bull. Bure. Fish., **49**, 234.
- LUCKÉ, B. and R. A. RICCA (1941): Osmotic properties of the egg cells of the oyster (*Ostrea virginica*). J. gen. Physiol., **25**, 215-227.
- MANNING, J. H. and H. H. WHALEY (1954): Distribution of oyster larvae and spat in relation to some environmental factors in a tidal estuary. Proc. Natio. Shellfish. Assoc., **45**, 56-64.
- MEDCOF, J. C. (1955): Day and night characteristics of spatfall and of behaviour of oyster larvae. J. Fish. Res. Bd. Canada, **12**, 270-286.
- NEEDLER, A. W. H. (1940): Helping oyster growers to collect spat by predicting sets. Progr. Rep. Atl. biol. Sta., **27**, 8-10.
- PERKINS, E. B. (1931): Progress of oyster investigations in Barnegat Bay during 1930. Rept. Dept. Biol., New Jersey State Agric. Exper. Stat., New Brunswick, N. J.
- PRYTHERCH, H. F. (1931): Investigation of the physical conditions controlling spawning of oysters and the occurrence, distribution, and setting of oyster larvae in Milford Harbor, Connecticut. Bull. U. S. Bur. Fish., **44**, 429-503.
- RANSON, G. (1948): Écologie et répartition géographique des *Ostreides* vivants. Rev. sci., Paris, **86**, 469-473.
- SATO, T. (1948): Magaki yosei no seicho to hyoson hiju tono kankei. Quart. J. Suisan Kenkyukai **1**, 90-110.
- SATO, S., H. KANNO, and S. KIKUCHI (1960): On the low-salinity, green water and oyster larvae during the seed-oyster-collecting season in Matsushima Bay. Bull. Tohoku Regio. Fish. Rese. Labo., **16**, 87-117.
- WESTLEY, R. E. (1968): Relation of hydrography and *Crassostrea gigas* setting in Dabob Bay, Washington. Proc. Natio. Shellfish. Assoc., **58**, 42-45.

## カキ養殖の基礎研究—I

### 幼生の分布について

小笠原義光

**要旨:** 海中に産出されたマガキの卵は、受精後ふ化していわゆる幼生となり、一定の期間自由な浮遊生活を経た後に固着生活に入る。幼生のこの特性を利用して、付着時期に達した幼生が大量に出現する時期、場所を調べ採苗を行なうが、採苗予報の基礎となる幼生の出現傾向、分布状況を確実に把握するためにいくつかの調査を行なった。

カキの産卵は、連鎖的に、また大量に行なわれるので、初期には幼生が非常に不均等な分布を示すと思われるが、干満潮流や風、波浪などによって、また複雑な地形、特に、水道部や海底の起伏によって起こる上下向流のために、短期間に均等な分布を示すようになる。しかし、一方において、潮目や温度・塩分の躍層、渦流によって濃淡のある不均一な分布を形成し、分散と集合が絶えず繰り返えされているものと思われる。

潮流の弱い湾では、垂直的な水塊の移動が少ないため、幼生が濃密に分布する層を形成しやすい。瀬戸内海に面する各湾では、干満による潮汐流はあっても、幼生は海水と共に往復運動を繰り返しているため、採苗予報は易しいが、外洋に面して潮流が一方にのみ流れざる場所では、幼生の出現傾向を把握することが困難で、採苗の予報がむずかしい。

採苗予報のための幼生分布調査には、調査場所や採集の時刻、回数を決定しなければならないが、まず調査対象海域の立地条件や潮の流れ、すなわち、地理学的な特性と海洋学的な特性を十分に把握しておくことが重要である。

## 総 説

### 仔魚の摂食について\*

岩 井 保\*\*

#### Feeding of Teleost Larvae: A Review

Tamotsu IWAI

**Abstract:** In the last decade intensive studies were carried out in the field of biology of teleost larvae in relation to determining recruitment of fishery resources and rearing technique in marine aquiculture. Especially, many investigators suggested that feeding conditions during the larval stages influence the survival of fish. In the present review the available information about feeding activity of teleost larvae constitutes a main part including feeding incidence, feeding behavior and related senses of larvae.

ふ化して間もない硬骨魚類仔魚の多くは、個体の維持成長に費すエネルギー源として黄卵囊の栄養物質に依存するところが大きであるが、卵黄の消費とともに自から求めて餌生物を摂食しなければならなくなる。このような栄養源の切りかえは仔魚の生活にとって大きな試練に違いない。それを裏づけるように、魚の一生において死亡率の最も高いのはこの時期といわれ<sup>1-3)</sup>、初期減耗あるいは稚仔減損と称して漁業資源の再生産機構を解明するうえでも、増養殖のための種苗生産の安定を計るうえでも重要な問題として古くから強い関心が払われている。初期減耗の原因としては、適切な初期餌料の不足あるいは仔魚の摂食行動の不成功に由来する飢餓が主な要因と考えられている。人工受精によって得た仔魚を実験水槽で飼育しながら観察すると、死亡の時期も量もかなり正確に知ることかできる。このような飼育実験の結果によると、ほとんどの場合、卵黄消費時に初期餌料の不足と摂食不能に起因すると思われるへい死個体が著しく増大している<sup>4-6)</sup>。しかも、この傾向は海産魚類の仔魚においてとくに顕著であり、海産仔魚の飼育の成否は初期餌料の大量確保の成否にかかっているとさえいわれる。しかし、初期減耗の原因は単に餌不足のみに起因するのではないという見解もあり<sup>7)</sup>、たとえそれが主因としても

仔魚の生活の一転期においては生体機構全般にわたって何らかの変化が起こっているはずであるから、いくつかの要因が複合して現われるものと考えられる。

自然界においては仔魚の大量へい死の起こる時期は種類によって異なり<sup>8,9)</sup>、卵黄消費時に多く現われる傾向はたしかにみられるが、必ずしもこの時期に限定はされていないようである<sup>10)</sup>。残念ながらこのような仔魚の生活は直接追跡することができないので、どのような経過をたどって死に至るのか判然としないことが多い。とくに広い海洋においては、仔魚と餌生物の関係も環境条件によって左右されるであろうし、また、他の生物との関係によっても仔魚の生活は影響を受けるであろう。仔魚が餌生物の豊富な水域へ運ばれれば、当然発育も生残率もよいが、不幸にして不毛の水域に運ばれたりすれば、多くは死滅への道をたどるのであろう。また、仔魚の相手は決して餌生物だけではなく、捕食者もつねに仔魚とともに生活している。仔魚を捕食する淡水産および海産の copepod<sup>11,12)</sup>、ヤムシの類<sup>4)</sup>、他の魚類<sup>13)</sup>、あるいは同種の仔魚の共喰い<sup>14)</sup>などもまた場合によっては初期減耗の遠因になるであろう。

仔魚の生活を脅かす要因は数々あるにしても、やはり仔魚の生活を支える本質的なものは摂食であり、仔魚の保護育成を考える場合にも、まずこの点を考慮する必要がある。仔魚の飼育に関連した初期餌料については優れた総説があるので<sup>4,15,16)</sup>、ここでは主として仔魚の摂食

\* 1972年4月6日受理

\*\* 京都大学農学部水産学教室 Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyoto University

について考察してみたい。

### 1. 摂食開始時の仔魚

摂食開始時の仔魚の大きさは、マイワシで約 4 mm, カタクチイワシで約 3 mm, マアジで約 3.5 mm, サンマの類で 5~6 mm, マサバをはじめ多くのスズキ目魚類で 2.3~2.6 mm というように種類によってさまざまであるが<sup>17,18)</sup>, これはふ化時の体の大きさ,あるいは体形が細長いかわり側扁しているかの違いなどによるのであろう。摂食開始時には, 捕食器官としての顎はもちろん動き, 消化管もほぼ機能的になっていて, 種類によって多少の相違はあっても, 食物の消化吸収は可能であると考えられる<sup>19~21)</sup>。たとえば, 卵黄嚢が少々残っていても, 口が開いていれば仔魚は摂食を行なうのがふつうで, 体に卵黄嚢をそなえながら消化管内に餌の入っている仔魚が採集されることもある<sup>22,23)</sup>, 飼育実験でも餌を投与すれば卵黄をもちながら摂食する仔魚も少なくない<sup>24~29)</sup>。このように卵黄保有期と摂食開始時の重複している仔魚は個体維持の面で有利であるに違いない。しかし, マイワシでは卵黄が吸収されるまで顎は形成されない<sup>30)</sup>, マサバでも顎が機能的になるのは, 卵黄がほとんど消費されてからであり<sup>31)</sup>, 卵黄から餌への切りかえは短期間の間に行なわれるものと思われる。卵黄が消費されて後, 餌がとれずに絶食状態がつづくことと仔魚の衰弱は急激にすすむ。絶食期間が短いうちに餌にめぐり会えばこれを摂食できるが, 絶食が限度をこえると仔魚はもはや餌があってもこれを捕食する能力を失う。その時期はニシンでは絶食生存期間の2/3にあたる頃であるという<sup>32)</sup>。そして, かりに摂食開始が遅れて仔魚の初期成長が遅れたとしても, 摂食可能期間中に一度摂食に成功すれば, その後の成長率は早くから摂食している仔魚のそれと大差なく, 順調に育つという<sup>10,33)</sup>。しかし, 初期の摂食状態のよし悪しは仔魚の健康と無関係とは考えられず, 仔魚期の摂食率が悪いと, さまざまな欠陥をひき起こすことさえあり, ツノガレイの類では体色素の欠陥や奇形をまねく<sup>34)</sup>。

一度摂食に成功すると, 仔魚は連続的に餌を食うことができ, 順調に成長する。ところが最初の摂食に失敗した仔魚はなかなか摂食がうまくできず, たとえ餌生物が存在しても餓死することもある。ツノガレイの類の仔魚は最初の摂食行動に失敗すると, なお, 2, 3回餌生物に向かって体をねじって近づくが, それでも失敗すると30分以上も休息する。この間に最初の摂食に成功した他の仔魚は盛んに食いつづけ, 摂食に失敗した仔魚との間の

摂食量の差はますます顕著になる<sup>34)</sup>。どんな仔魚でも, 最初から摂食に成功する率は低く, ニシンの仔魚でも Baltic 海のものでは 1%, Downs のものでは 10% にすぎない<sup>35,36)</sup>。それが1月のうちに摂食率は前者では約 60%, 後者では約 70% に達し, 両者の差はほとんどなくなる。このように摂食開始時の摂食成功率は魚種により, あるいは同じ種でもふ化時の仔魚の大きさが違うことによっても異なり, 一概には論じにくい, 仔魚の遊泳力と餌生物の量に影響されるところが大きい。

摂食開始時の仔魚は餌生物を選択して捕食することは珍しく, 飼育実験によると, ニシンの仔魚は初めは水面に浮く泡でも, 仔魚の排出物でも区別なく飛びつく。このような無差別な摂食行動をつづけるうちに, しだいに好みの餌を見分けるようになる。初めて餌生物を捕食する際には, おそらく餌生物の動きが刺激となり, 仔魚の本能的働きで飛びつくのであろうといわれる。一方, 自然界ではラン藻や copepod の卵のような運動性のないものを食っている仔魚も多くみうけられ, これらが果して動かなくても食われるのか, あるいは受動的に流されているのが仔魚の眼を刺激して捕食をさそうのかは明らかでない<sup>32)</sup>。同じプランクトンでもよく動く生きた個体と動きのない死んだ個体とを投与して比較すると, 仔魚は摂食開始時には後者をよりよく食うという例もある<sup>24)</sup>。最初は食べるものを食うのが精一杯で, 経験を重ねるうちに餌を選ぶようになるのが一般的な傾向である。マダいの仔魚も開口時には, ケイ藻のような小型の餌生物を投与すると, とくに目立った摂食行動なしにそれらを食っているが, やがて浮遊物に接近しても直ちに食うことはなく, よく確かめてから飛びつくような摂食行動をするようになる<sup>37)</sup>。

### 2. 仔魚の摂食量と餌生物の量

仔魚が必要とする餌の量は仔魚の生活状態によっても異なるであろうが, LASKER<sup>38)</sup> は copepod の nauplii を主食とする 4.6 mm のマイワシの仔魚を例にとり, カロリー計算から, 仔魚が全代謝過程を維持するためには消化率 80% とみて 3.5 個体/時の nauplii を食わねばならないとしている。ただ, 消化率は餌の種類によって左右され, 飼育実験の結果では固い外皮をそなえる餌生物は軟かい餌生物より消化に時間を要し, 消化率もよくない。Artemia の nauplii もよく初期餌料に用いられるが, 消化はよくなく, 9~12 mm のニシン仔魚ではほとんど不消化の状態 で排出され, copepod やフジツボの nauplii と比較しても消化に時間を要する<sup>32)</sup>。したがっ



て、仔魚の餌の必要量の算出にあたっては餌の質を考慮する必要がある。

自然界における仔魚の摂食量についての研究はかなりあるが、結果は必ずしも一致していない。たとえば、ニシン仔魚では 60~70% が摂食していることもある<sup>39)</sup>、ほとんど摂食していないこともある<sup>22)</sup>。イワシ類の仔魚では一般に摂食率が低いという報告が多く、BERNER<sup>40)</sup>は 13,620 尾のカタクチイワシの仔魚のうち、わずか 211 尾の消化管に餌を認めているのみであるし、LEBOUR<sup>22)</sup>はイワシ類の仔魚のほとんどの消化管が空であると報告している。採集された仔魚の摂食率が低い理由としては、仔魚の摂食が活発なのは昼間であるのに夜間に採集されたものが多いためとか、消化が速いので消化管内に餌の滞留する時間が短いためとか（飼育実験の結果はこの推察に対して否定的である<sup>41)</sup>）、調査の際に体に接触することが刺激となって消化管内容物が排出されてしまうためとか、摂食不良で衰弱した仔魚が網にかかりやすくて採集されるためとか、いろいろの推察がなされている<sup>27,22,36,42,43)</sup>。しかし、摂食の状態はイワシ類のみに限らず、どの種でも個体によって、あるいは群によって著しく相違することが知られている。横田<sup>18)</sup>は 1 群の総仔魚数を  $N$ 、そのうち消化管内に餌を有する個体を  $n$  とし、群捕食率  $n/N \times 100$  を計算して比較した結果、多くの種でこの値は群によってまちまちであり、摂食が断続的に行なわれている可能性を指摘した。このように摂食状態が相違するのは、その水域に分布する餌生物の量とか、それを発見して食う仔魚の能力の差によるといわれる。

餌生物の量と仔魚の生残率の関係については肯定的な説と否定的な説とがある。餌生物の量が仔魚の生活に絶対的に不足することはまずないにしても、その量の多少が仔魚の成育条件として強く働く可能性は大きいと考えねばなるまい。SHELBOURNE<sup>23)</sup>によると、12月下旬から 3月上旬にかけて産卵する北海のツノガレイの類の仔魚の生活状態と、餌となるプランクトンの量との間には深い関係がみられるという。すなわち、1月には仔魚の餌となる copepod の nauplii や植物プランクトンに乏しいが、3月上旬までに餌に適したプランクトンは急激に増加する。仔魚の消化管内容物にもこの関係が反映され、1月には摂食個体が少ないのに対し、3月には摂食個体が著しく多くなっている。その結果、1月に生まれる仔魚は成長も悪く卵黄吸収時の生残率も低いが、3月に生まれる仔魚は成長もよく生残率も良好である。北海のニシンには冬季に大型卵を産卵する群と夏季に小型卵を産卵する群とがあるが、夏季に比較して冬季に餌生物

の量が少ないことを考えると、摂食条件の悪い冬季にふ化する仔魚が比較的多くの卵黄をそなえているということは生存上重要な意義があると考えられる<sup>44)</sup>。O'CONNELL and RAYMOND<sup>45)</sup>は飼育実験によってカタクチイワシの仔魚の生残率と投餌量の関係を明らかにした。すなわち、copepod の nauplii を 1 個体/ml/日の割合で与えた群ではふ化後 6~7 日で大量へい死が起こるが、4 個体/ml/日以上与えた群では生残率は比較的良好となる。また、餌の多い方が成長もよく、ふ化後 12 日で、1 個体/ml/日群と比較して、4 個体/ml/日群は 2.5 倍、8 個体/ml/日群は 3 倍の成長を示すという。一般に仔魚の摂食成功率は低いので、飼育の際には高密度の餌を投与すれば生残率・成長率ともに好結果が得られるという<sup>34,46)</sup>。

これに対して MURPHY<sup>47)</sup>は ARTHUR<sup>17)</sup>の資料に基づいて検討し、仔魚と餌生物の比率は採集地点の 70% で 1:500 以上であり、50% の地点で 1:1,500 以上になっていることから、餌をめぐる仔魚の競合は少ないものと推察している。また、横田<sup>18)</sup>によれば、海洋のプランクトンと仔魚の消化管内に出現するプランクトンの体長組成を比較すると、前者では 100 $\mu$  前後に、後者では 200 $\mu$  前後にそれぞれピークがあるところから、そこに最も多いプランクトンがそのまま仔魚の餌となっていないと考えられるという。そして、海洋中の餌生物の分布密度から考えると、たとえば nauplius 幼生は多くの場合に仔魚の 1,000 倍以上も分布しているのに、餌不足によって仔魚を飢餓状態に導くようなことはありえないとし、初期餌料不足に起因する仔魚の大量へい死説を否定している。

自然界における仔魚の 1 日当りの摂食量を推定するのはきわめて困難である。西村<sup>48)</sup>はマイワシ仔魚の摂食状態を調査し、全長 6 mm の仔魚の 1 日の摂食量は copepod の nauplii 60 個体と推定した。イワシ類の仔魚は体が透明で、直線的な消化管内の餌の移動がよく追跡できるところから、飼育実験による摂食量の推定が多くなされている。ニシンの仔魚も餌が豊富であればよく摂食し、消化管は全長 10 mm の仔魚では nauplii 約 15 個体で<sup>35)</sup>、8~10 mm の仔魚では 5~10 個体の nauplii で満腹状態となる<sup>49)</sup>。このようなニシン仔魚の 1 日の摂食量を計算すると、10~11 mm の仔魚で copepod の nauplii なら 30~60 個体、Artemia の nauplii なら 25~50 個体、13~14 mm の仔魚で copepod の nauplii なら 80~120 個体、Artemia の nauplii なら 60~90 個体になるという<sup>50)</sup>。

### 3. 仔魚の摂食機構と餌の大きさ

顎は脊椎動物の進化の歴史において非常に大きな意義を有し、顎の形成によって魚類の摂食活動は飛躍的に効率を増した。現在の硬骨魚類はすべて顎口類に属し、たとえ仔魚といえども摂食活動の中心になるのは顎の働きである。成魚の口の開口状態は種類によって摂食生態を反映して、前上方、前方、前下方など、さまざまな方向に向いているが、仔魚期にはほとんどの種類で口は頭の前端あるいはわずかに前下方に開いている。このような口は体の割合には大型の、しかも動く餌を捕食するのに適しているという<sup>51)</sup>。顎の機能はそれを動かす筋肉や腱の働きによって左右されるが、仔魚の顎には十分とはいえないまでもこれらの構造が発達していて、比較的大型の餌の捕食と飲みこみも可能である<sup>52)</sup>。一般に仔魚期には口が小さいので主食は小型の植物プランクトンで、成長とともに大型の動物プランクトンへ移行するように考えられがちであるが、仔魚は水中を無差別に網を引くような汙過食行動をすることは不可能であって、顎の機能を活用して動く餌生物を捕食するのであるから、仔魚の捕食している餌をみると意外に大型のものがしばしばみられる。横田<sup>15)</sup>は仔稚魚の食性を調査し、主要な餌は甲殻類の幼生が多く、小型の植物プランクトンは意外に少ないことを報告している。

それにしても、仔魚が最初から極端に大型の餌を食べるはずはなく、摂食に当って餌の選択の余地はあっても、口裂の大きさが捕食し得る餌生物のある範囲に限定してしまい、両者の間に密接な関係のあることも周知の事実である<sup>32, 53, 54)</sup>。マイワシの仔魚についていえば、全長4 mmの仔魚では0.08 mmまでの餌を食い、全長10 mmの仔魚では0.2 mmまでの餌を食い、成長とともに大きい餌が食えるようになる。また、同程度の大きさの仔魚でも、口裂の大きさの違いによって摂食する餌の大きさも異なる。たとえば、同じ4 mmの仔魚を比較すると、マイワシでは0.08 mm、カタクチイワシでは0.12 mm、マアジでは0.25 mmの大きさの餌を食うことが可能である<sup>17)</sup>。初期の仔魚の餌としては、copepodの卵、nauplii、軟体動物の幼生が多く、成長とともに同じ幼生でも大型のものが多くみられるようになる。飼育実験でも鞭藻類、ワムシの類、軟体動物や棘皮動物の卵や幼生、フジツボやcopepodなどの幼生が初期餌料として用いられ、仔魚の成長とともにいろいろの組合せで大型の餌に変えていくのがふつうである<sup>15, 16, 55)</sup>。ニシンなど一部の仔魚は最初から比較的大きい *Artemia* の nauplii を投与しても摂食できるが、ブルーギルなど種類によっては

口が小さくてこれを摂食できない仔魚もある<sup>6)</sup>。飼育池に飼育したアユの仔魚の消化管内に出現する餌生物の大きさをみると、餌の大きさと口裂の間に密接な関係がうかがわれ、成長するにしたがって大型の餌が出現するようになる。このようなことから、餌の種類の選択は二次的なもので、餌の大きさが摂食の一次的な要因として強く働いているといえよう<sup>56)</sup>。コイ科魚類の仔魚も植物プランクトンあるいは動物プランクトンを主食とするが、選択性はあまりみられず、口の大きさに支配されているようである<sup>57)</sup>。もちろん餌の大きさといっても、単に体長とか体幅のみで決まるものではなく、長い突出物があれば、たとえ植物プランクトンのように小型のものでも餌としては不適當で、仔魚はこのような餌を避けるであろう。クロダイの仔魚でも成長に伴って大きい餌を食べるようになるが、この場合、必ずしも餌の大きさのみに左右されるのではなく、初期餌料として10~30  $\mu$ の渦鞭毛虫類は摂食されるが、同じ大きさでも動きの速い線毛虫類は捕食されにくい。

代田<sup>58)</sup>は各種の仔魚の摂食と口径の関係を論じ、摂食開始時の仔魚の口径は必ずしも体長に比例せず、仔魚の全長に対する口径の割合はサバ亜目魚類やスズキなどでは大きく、約15~25%、コイ、ニシン、サンマなどではやや小さく、7.8~8.5%、ワカサギ、コノシロ、イカナゴなどではさらに小さく、3~5% というように種類によってかなりの差があることを明らかにし、これが捕食する餌生物の大きさに関係することを強調した。すなわち、相対的に口径の小さいワカサギ、アユ、イカナゴ、キス、コノシロなどの仔魚は植物プランクトン、原生動物、小型 copepod の nauplii しか摂食できないが、口径の大きいカツオ、ブリ、ボラ、スズキ、ニシンなどの仔魚は動物プランクトンを初期餌料として摂食することが可能である。そして、成長のよい魚種ほど仔稚魚期の口径が大きいくという。ニシンでは卵黄吸収時、つまり摂食開始時の仔魚の口径の大きさが系群によって異なり、大型卵から生まれたものと小型卵から生まれたものをこの時期に比較すると、前者の方が口径が大きく、それは直接摂食活動にも影響する<sup>32)</sup>。多くの場合、摂食開始時には仔魚の消化管内に出現する餌生物は意外に小型であるが、仔魚がある程度に成長すると、消化管内の餌生物の大きさは急に大きくなる傾向がうかがわれる。その時期はイワシ類の仔魚で6~7 mm、スズキ目の多くの仔魚で3~4 mm といわれる<sup>18)</sup>。たしかに仔魚の餌が口裂の大きさに左右され、成長とともに自然に大型の餌を食うようになるのは事実であろうが、もちろん食べる大きさの

範囲内で餌の選択も行なわれているものと考えられる。

#### 4. 遊泳運動と摂食

仔魚が十分に摂食するためには自から泳いで餌生物を積極的に探さねばならない。しかし、摂食開始時の仔魚のすべてがたえず餌生物を追い回すだけの遊泳力をそなえているとは思えない。一般に浮性卵からふ化した仔魚の多くは水面近くに腹を上にして浮くか、頭を下にした倒立姿勢からときどき沈下したり浮上したりして不安定な運動をくり返すが<sup>59-61)</sup>、この時期にはまだ開口していないものが多い。マダイやウマズラハギなどの仔魚は倒立沈降と浮上のくり返しの後、やがて水平運動を始めるが、この頃から摂食行動をするようになる<sup>61,62)</sup>。ウシノシタの類の仔魚も初めは腹面を上にして浮遊するが、間もなく尾を振って旋回遊泳をするようになり、3~4日後には底層へ降下して餌を探すようになる<sup>63)</sup>。沈性卵から生まれる仔魚にはふ化時にすでにかなりの遊泳力をそなえるものがある<sup>64,65)</sup>。しかし、摂食活動は卵黄の消費状態とも関係があり、コクチマスの類の仔魚は6°Cでふ化させると、ふ化後2日目になって摂食を始めるが、1.6°Cでふ化させると、ふ化直後から摂食を始める。これは低温でふ化させるとふ化に要する時間が長く、ふ化時に発育がすすんでいて卵黄が少なくなっているためといわれる<sup>66,67)</sup>。

いずれにしても卵黄嚢をそなえた仔魚は遊泳力に乏しく、遊泳運動と休息とを交互にくり返して生活するが、成長とともに持続的に遊泳する時間がしだいに長くなる。摂食開始時のマイワシの仔魚の運動を観察すると、遊泳期と休息期とが交互に起こり、1時間のうち前者は25分、後者は35分を占める。遊泳期または休息期の持続時間は30秒から10分の範囲にあり、長く休めばつぎの遊泳時間は長くなる傾向がみられる<sup>42)</sup>。摂食は遊泳期に行なわれているから、当然、断続的に行なわれていると考えられる。ニシンの仔魚も卵黄嚢をそなえている間は遊泳期に浮上し、休息期に沈下するというような運動をくり返すが、やがて水平運動を始め、S字状の遊泳をするようになる。ニシンの仔魚の遊泳運動を飼育実験によって観察するとつぎの3型に大別できるという<sup>36,68)</sup>：(1) 突進遊泳：0.2~0.5秒の非常に短い時間の速い遊泳で、方向転換時によくみられる；(2) 通常遊泳：数秒間の安定した遊泳で、体を屈曲させて進む。摂食開始時には0.5~8秒間持続する；(3) 索餌遊泳：ゆっくりと蛇行しながら進む遊泳で、S字状になって進むので直線距離ではあまり進まない。摂食開始時には遊泳期が40%、休息

期が60%の割合で遊泳運動をするが、10日もたつと休息期は31~35%に減少する。第3型の泳ぎ方は餌の量と関係があるようで、餌の量の多いときには緩やかに泳ぐが、餌が少ないと速く泳ぐ。餌の豊富なきに遊泳速度が落ちることはIVLEV<sup>69)</sup>も認めている。このような性質は場合によっては活発に泳いで餌の豊富なところへの移動を可能にすることで効果的であろう<sup>36)</sup>。しかし、そこに餌生物が少ないからといって、他の餌の豊富な場所を探り当てるのが、果して仔魚の遊泳力で可能なものかという疑問も残る。

イワシの類の仔魚のように摂食開始時に遊泳と休息を交互にくり返す遊泳方法は摂食の面のみから考えると制限要因として働くように感じられる。しかし、ニシンの仔魚の代謝量は遊泳時には休息時の約10倍になることを考えると<sup>70)</sup>、休息期のあることは仔魚のエネルギー保持という面ではよい影響をもたらすであろう。一方、カレイの類の仔魚は持続的にゆっくり泳ぎながら餌を探して動く。この場合、もし、そこに餌が豊富であれば十分に摂食することができるが、餌の量が少ないときにはイワシの類の仔魚と比較して索餌に空費するエネルギーは大きいであろう。摂食に成功した仔魚と摂食できずにいる仔魚とでは遊泳力にしたいに差ができてくるであろう。オオクチバスの仔魚で行なわれた実験によると、摂食群と絶食群の間にはふ化後4日目から遊泳運動の差が明瞭となり、7日後には後者は衰弱して平衡を失うようになる<sup>71)</sup>。要はたとえ仔魚が餌を探して泳げるとしても、そこに餌が不足していれば仔魚にとってこの激しい運動は徒労に終わるわけで、仔魚が索餌に費したエネルギーが食物の熱量で補われるだけの餌が存在することが必要なのである<sup>3)</sup>。

仔魚の遊泳速度については、いろいろの仔魚で実験的に研究されているが、測定条件などによってもかなり変異があるので、一概にとり扱うことには問題がある。二、三の例をあげると、全長6.5~8mmのニシンの仔魚で0.58~1.03cm/秒<sup>72)</sup>、全長7mmのツノガレイの類の仔魚で1.5cm/秒<sup>73)</sup>、全長4.5mmのウシノシタの類の仔魚で6~9cm/秒<sup>63)</sup>、全長5.2~5.7mmのブルーギルの仔魚で0.2~2.0cm/秒<sup>6)</sup>という値がでていいる。淡水のスズキの類の仔魚は全長7~9mmまでは卵黄嚢をそなえていて遊泳力に乏しく、速度は0.5~1.3cm/秒であるが、全長8~9.5mmで卵黄を吸収すると2.9cm/秒と速く泳げるようになる<sup>74)</sup>。成長とともに遊泳力が増加する例も多くの種類で知られていて、8mmのニシンの仔魚は3cm/秒、20mmの稚魚で30cm/秒の速度

で泳げるが、これは瞬間的なもので、この速度で持続的に泳げるというものではない。

イワシの類の仔魚のように体の細長いものは重心が前部にあり、体の平衡を保つのに不安定であり<sup>75)</sup>、遊泳活動も敏速とはいえない。ウナギのように体をくねらせて泳ぐので、直線的に進む距離は短いが、索餌能力の面から考えると、速度の高低よりむしろどれだけの範囲を泳いだかという点が重要である。ニシンの仔魚は頭を大きく振ってS字状に泳ぐので、頭部の動く距離は体の進む距離より長く、それだけ索餌面積も広がっている。ニシンの仔魚は主として明るい昼間に摂食を行なうので、1日に12時間索餌できるとして、5分間の平均遊泳距離から計算すると、休息期の一定していないこともあって一概にはいえないが、摂食開始時には1日に400m泳いで摂食をしていることになるという<sup>36)</sup>。

仔魚の摂食遊泳は水中でつねに同一方向へ向かって行なわれるのではなく、左にあるいは右に方向を変えながら行なわれるという。ニシンの仔魚は頭を左右に大きく振って進み、はっきりした方向性はみられない。マイワシの仔魚は摂食遊泳中にはある距離を進むと左または右へ90°方向を変え、しばらく進むとまた90°方向転換をして餌を探す。方向転換は1回の遊泳期に3~4回行なわれるが、ときには6回にもおよぶ<sup>42)</sup>。コクチマスの仔魚も不規則な円運動をつづけながら餌を探す<sup>67)</sup>。もともと仔魚の摂食様式は一定のものではなく、遊泳をつづけながら餌を探すものもあれば、あまり動かずに餌を探すものもあり、種的生活様式によってそれぞれの特徴がうかがわれる。多くのコイ科魚類の仔魚は卵黄消費時期が近づくと、表層あるいは中層へ浮上して泳ぎながら餌を求めるが、底生性のカマツカ、ツチフキ、ゼゼラの仔魚は浮遊期を経ることなく底層の微小な餌生物を食うようになる<sup>57)</sup>。

### 5. 仔魚の走光性と摂食

摂食開始時の仔魚には光に対して集まる性質をもったものが多い。実験的にもマダいの仔魚は明るい方へ集まるので、走光性の餌を与えるのが望ましいと指摘されている<sup>76)</sup>、1,000~1,500 luxの光のもとでは光に向かって群らがり、暗所では遊泳運動が鈍るという観察もある<sup>37)</sup>。フグの類の仔魚にも走光性があり、ふ化槽の明るいところへ集めて飼育できるという<sup>27)</sup>。マイワシやニシンの仔魚でも明るい方へ向かって泳ぐことが認められている<sup>7,22)</sup>。アユやワカサギの仔魚にも同様に走光性がみられる。ニシンの仔魚で白色光を用いてなされた実験に

よると、 $10^0 \sim 10^{-1}$  meter candle 以上で正の走光性がみられ、それより弱い光では負の走光性がみられ、 $10^{-5} \sim 10^{-6}$  m.c. になると光に対する反応は失われる<sup>77)</sup>。ハスの仔魚はふ化後しばらくは光を嫌って砂礫下に潜入するが、浮袋が分化する頃から光を避けるような行動はなくなる<sup>78)</sup>。

コクチマスの仔魚も走光性を示し、暗黒下では体の重心の関係もあって55°前上方に傾斜姿勢をとるが、水平方向から光を当てると、仔魚は光の方向に向かい、傾斜角は30°となる<sup>67)</sup>。

仔魚が明るいところで活発に運動することは摂食によく反映される。つまり、昼間と夜間では摂食量も異なり、摂食活動に日周期性のみられる例も少なくない。カタクチイワシの仔魚は屋外で飼育すると夜間でも摂食するといわれるが<sup>52)</sup>、多くの場合、昼間に摂食が盛んで、夜間には摂食しなくなるようである<sup>17)</sup>。マイワシでは5~6mmの仔魚の摂食状態は昼夜によってあまり差がないが、それより大きい仔魚になると昼間に採集した個体だけが摂食しているという<sup>17)</sup>。ニシンの仔魚や稚魚の消化管内容物の時間的変化から摂食活動を考察すると、日出後まもなく活発となり、日没前後から鈍くなる傾向がうかがわれる<sup>7,32,53,79)</sup>。マイワシ、コクチマス、イカナゴ、ツノガレイの類などの仔魚でも摂食は明るいところで活発で、暗いところではほとんど食わないので、摂食には光が制限因子の一つとなると考えられている<sup>25,80,81)</sup>。もし、光の存在だけが直接仔魚の摂食活動を左右するとしたら、人工的に24時間点灯すれば摂食活動はつづき、全暗黒状態では昼間でも摂食活動は停止するはずである。このような現象はニシンの稚魚で実験的に観察されている<sup>7)</sup>。このような事実から考えると仔魚の摂食活動の日周期性は光によって支配されているかにみえるが、実際には仔魚自身の体内リズムとか、他の生物との関係など、いくつかの要因が複合しているものと思われる。たとえば、琵琶湖のアユの仔稚魚は昼間から夕方にかけて底層で動物プランクトンを捕食し、夜間は表層に浮上して分散する。この場合、餌となる動物プランクトンは昼間には中層から底層に多く分布し、アユの摂食周期とよく一致するという<sup>82)</sup>。自然界では、仔魚とその餌となる動物プランクトンの光に対する反応に類似性があり、その結果として仔魚と餌生物の接触の機会が多くなるのも珍しいことではなからう。

### 6. 仔魚の視覚と摂食

仔魚が明るいときに摂食するのは主として視覚に頼っ

て餌を求めるのであろうということは一般に認められている。仔魚が餌の形と動きを確かめて摂食するには眼が十分に発達している必要がある。しかし、多くの場合、摂食開始時の仔魚の眼が成魚のそれと同程度に発達していることはきわめて珍しく、ほとんどが発達途上にある。たとえば、ニシン(6~8 mm)、ツノガレイの類(6 mm)、マイワシ(6~7 mm)、タラ(4 mm)、ハゼの類(3~4 mm)、イトヨ(7~8 mm)、ウシノシタの類(5 mm)の仔魚の網膜の視細胞層には錘体のみが認められ、桿体がない<sup>88-89)</sup>。また、光に対する網膜運動現象もみられない。仔魚の眼に網膜運動現象が認められるようになる時期は桿体の出現時期とほぼ一致し、ニシンでは30 mm、ツノガレイの類では9~15 mm、イトヨで、14~18 mm、ウシノシタの類で10~12 mm 前後の稚魚期への移行時といわれ、その頃になると摂食行動とか群形成の習性は一段と顕著になる。餌生物の形と動きを正確にとらえるには、眼と中枢神経系が完全に整っている必要がある。ふ化後数日たって摂食を始めたマイワシの仔魚では網膜と中脳の視蓋を結ぶ神経線維は形成されていても、形態視の可能な状態とは考えられず、この時期には仔魚はおそらく運動視によって、動く影を追いながら摂食行動をしているであろう<sup>86)</sup>。

餌生物を捕食できる光の強さの閾値はニシンの仔魚で $10^{-1} \sim 10^{-2}$  m.c.<sup>77)</sup>、ツノガレイの類の仔魚で $10^0 \sim 10^{-2}$  m.c. である<sup>87)</sup>。コクチマスの仔魚が摂食するのに最低必要な明るさは1.5 lux、カワカマスでは0.1 lux である<sup>66)</sup>。しかし、仔魚が餌生物を感知し得る明るさは水中における背景とか、餌生物の形や大きさによっても異なる。フジツボの nauplii と *Artemia* の nauplii をニシンの仔魚に与え、摂食行動を比較すると、前者の場合には13 lux 以上で、後者の場合には0.3 lux 以上で、それぞれ50%以上の摂食率が得られる。これはフジツボの nauplii が *Artemia* の nauplii と比較して小型でかつ透明であるために仔魚の眼にうづりにつくためと考えられる<sup>32)</sup>。

仔魚の眼は左右それぞれ独立して動く。コクチマスの単眼視野は約 $145^\circ$ であり、餌生物に遭遇すると両眼を動かして焦点を合わす。ここにてできる両眼視野は約 $45^\circ$ で、この範囲内に餌生物が入れば、仔魚は餌との間の距離の見当をつけることが可能となる<sup>66,67)</sup>。この仔魚が餌に反応し得る最大距離は約10 mm であり、餌生物が仔魚の接近に気づいて逃げ、視野の外へ消えると、仔魚は反転して再びこれを視野内にとらえようとする。そして、狙いを定めて飛びつくときの口と餌との間の距離はわず

か2~3 mm で、ときには2 mm 以下のこともてる<sup>67)</sup>。摂食開始時のニシンの仔魚でも、餌との距離が2~8 mm のときに最も効果的な摂食が行なわれる。ふ化後1週間以内の全長10 mm のニシンの仔魚が餌を感知できる最大距離は休息時で約8.0 mm、突進あるいは通常遊泳時で約7.0 mm、索餌遊泳時で約10.0 mm と計算されている<sup>86)</sup>。

## 7. 仔魚の側線系と摂食

硬骨魚類の仔魚期にみられる顕著な特徴の一つとして、体表にならぶ感球(neuromast)がある。これは成魚の側線管や孔器にみられるものと構造において本質的な違いはなく、機械的刺激の受容器と考えられるが、仔魚期にはすべて体表に露出し、比較的長いクブラをそなえている点で特異的である。従来、体表の感球は主として仔魚の走流性に関与するものと考えられてきた。たしかに仔魚の走流性に関与する感球の役割は大きいと考えられるが、この場合にも視覚がより重要であるという実験結果もある<sup>88)</sup>。感球はまた仔魚の成群行動に不可欠な受容器ともいわれ<sup>89)</sup>、あるいは捕食者の接近を感知するのに重要な働きをすともいわれる<sup>90)</sup>。しかし、感球はこのような働きとともに餌生物の動きを察知するうえでも大きな役割を果すものと考えられ、仔魚の摂食様式によって感球の発達状態や配列に差のあることも報告されている<sup>90)</sup>。たとえば、水底で摂食行動をするチョウザメの仔魚では頭部腹面に感球が密にならぶが、浮遊して摂食行動をするコイ科のある魚類(*Rutilus*, *Abramis*)やフナなどの仔魚では感球は体側に多くならぶ。後者のうちでも成長とともに底層で摂食するようになる *Abramis* やフナでは摂食様式の移行とともに体の下半部に感球がよく発達するようになる。

感球の発達状態をみると、浮性卵からふ化する仔魚には沈性卵からふ化する仔魚より感球の形成時期の早いものが多い<sup>91)</sup>。とくに、眼の形成が遅い仔魚では感球の形成時期は早く、眼の網膜に色素が沈着する以前に体表の感球が完成し、クブラが敏感に振動しているのが観察される。これは視覚が不十分なことに対する補償的な現象ともうけとれる。水面近くを浮遊しながら生活する仔魚にとって、異物の接近に敏感なことは、たとえそれが餌生物であっても捕食者であっても、仔魚にとっては大きな意義がある。静水中に浮遊する仔魚の感球のクブラは付近を遊泳する動物プランクトンによる水の動きによって振動し、プランクトンが仔魚の眼の死角と思われる尾部腹側方においても、仔魚はそれを感知してその方向へ口を

向けることさえある。たとえ、感球が単独で仔魚の摂食行動を左右する受容器として働くものではないとしても、他の受容器とともに摂食行動に関与していることは否定できない。

### 8. 仔魚の化学受容器と摂食

化学受容器は感球以上に仔魚の摂食活動に重要な働きをしているものと思われるが、眼や感球と比較して形成の遅れる場合が多く、また、その機能の確認方法が困難なため、これを論議するにはなお資料不足といえよう。一般に沈性卵からふ化する淡水魚のなかには比較的早期に味蕾の形成されるものがあり、ナマズの類ではふ化直前の胚の口腔に味蕾の形成が認められている<sup>92)</sup>、コイの仔魚でもふ化後22時間ですでに口腔内に味蕾が観察されている<sup>93)</sup>。その他のコイ科魚類でもふ化後間もない仔魚の口腔に味蕾の形成されるのが観察される。田中<sup>20, 21)</sup>によると、摂食開始時の仔魚の味蕾の発達状態をみると、沈性卵からふ化する仔魚では浮性卵からふ化する仔魚に比べてよく発達し、キンギョ、コイ、ホンモロコなどではとくにその分布密度が高いという。このような魚種による味蕾の発達状態の相違は摂食生態の違いによるところが大きいとし、浮性卵からの仔魚が捕食する餌生物のほとんどはキチン質に包まれた動物プランクトンに限定され、味覚による選択の余地がないのに対し、沈性卵からの仔魚が食う餌生物の種類は多様であり、視覚による一次選択につき二次選択の必要性が生じていることに関連しているのではないかと想像している。動物プランクトンは外皮をこらむってはいても、種々の物質を体外に出している<sup>94)</sup>、仔魚の化学受容器を全く刺激しないとは考えられないが、浮遊性仔魚の初期の摂食行動は主として視覚に頼り、感球と化学受容器の発達によって、餌の選択がより確実性を増すということになるのである。

今一つの化学受容器として重要な働きをする鼻の発生も胚期から始まっているのであるが、ふ化直後の仔魚の鼻腔の嗅覚上皮の機能については明らかでない。摂食開始時の仔魚ではわずかながら嗅覚上皮へ至る神経線維が認められるので、嗅覚も何らかのかたちで摂食行動に関与しているものと思われる。アユの仔魚では鼻腔上皮の線毛運動によって鼻腔および口へ向かう水流の生ずることがあり<sup>95)</sup>、これが嗅上皮を刺激することは十分考えられる。コイ科魚類の多くは同種の魚が傷つくと、皮膚から流出するある種の恐怖物質の刺激で一斉に恐怖反応を示す。この行動はふ化後1か月くらいから現われるように

なる<sup>96)</sup>。この恐怖物質は嗅上皮で感受されるといわれることからみても、ふ化後間もない仔魚の匂い受容器の機能は疑わしいとも考えられる。

### 9. おわりに

自然界で卵からふ化した仔魚が直面する大きな難関は餌生物をどのようにして捕えるかということである。仔魚が摂食に成功するためには、いろいろの条件がそろわねばならないであろうから、飼育条件下でいくつかの要因だけを取り上げて仔魚の摂食条件を一般的に論ずることは困難である。仔魚が摂食を重ねて苦難の時期を脱するには、仔魚の神経系の統合作用と、体の運動力が効果的に働かねばなるまい。いくつかの経験をつみ重ねて仔魚は初めて困難な事態に対処できるようになり生残りが可能となる。

種苗生産に関連する仔魚の飼育においても、仔魚がどのような状態で最もよく摂食して育つかという点が重要な課題になるのはいうまでもない。そのためには、飼育タンクの大きさはどのくらいにして、どのような型にすべきか、タンクの側壁と床はどのような色にすべきか、個体間の競争を避けろる仔魚の収容密度はどのくらいか、餌の質と量はどのようにすべきか、光や水温の条件はいかにすべきかなど、仔魚の摂食生活に適した方策をたてねばなるまい。自然の状態と違うだけに、飼育に際しては仔魚の摂食行動はあらゆる面で制約をうけているに違いないと思われるが、一方では、工夫によって仔魚の摂食条件を改良することも可能と考えられる。BLAXTER<sup>97)</sup>は飼育タンクの上方から光を与え、タンクの上面に縞模様のガーゼの覆いを設置してこれを回転させることによって、水中のニシンの仔魚と餌生物が適当に分散し、仔魚間の摂食競争が避けられることを明らかにしている。また、すでに知られているように、飼育タンクの壁を黒色にすることにより、餌生物とのコントラストをよくして、仔魚の摂食を効果的にする方法も仔魚の飼育に好結果をもたらす。さらに、餌生物が化学受容器を刺激する何らかの物質を出していれば、餌は必ずしも動くものでなくても、仔魚の摂食反応をひき起こす可能性も考えられる。

仔魚期の行動は仔魚の得た経験に左右されることが多い。トウゴロウイワシの類の仔魚を1個体ずつ分離して飼育した場合と、最初から一緒に飼育した場合では、群行動に明瞭な差が現われる。すなわち、前者では一緒にしても個体間の反発が強く群行動は不安定であり、群れをつくるようになってからも離反行動がくり返され、群れの

動きは直進せずにジクザクになるが、後者ではある時期になると統一群行動をするようになる<sup>99)</sup>。完全管理のもとで仔稚魚期を過し、捕食者に追われた経験のないものは、自然界へ放流された場合に捕食者から逃れるすべを知っているであろうか。このようなことから考えても仔稚魚期に種々の刺激を用いて、摂食行動を含めて生存するために有効な学習をさせることも飼育管理の面で残された課題といえよう。

### 文 献

- 1) FABRE-DOMERGUE P. et E. BIÉTRIX (1897): La période critique postlarvaire des poisson marins. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, **3**, 57-58.
- 2) HJORT, J. (1914): Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. Rapp. Proc.-Verb., **20**, 1-228.
- 3) ニコルスキー (1964): 魚類生態学 (亀井健三訳). 315 pp. 新科学文献刊行会.
- 4) MORRIS, R. W. (1956): Some aspects of the problem of rearing marine fishes. Bull. Inst. Océanogr., (1082), 1-61.
- 5) RASQUIN, P. (1958): Ovarian morphology and early embryology of the pediculate fishes *Antennarius* and *Histrio*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **114**, 327-372.
- 6) TOETZ, D. W. (1966): The change from endogenous to exogenous sources of energy in bluegill sunfish larvae. Invest. Indiana Lakes and Streams, **7**, 115-146.
- 7) 倉田 博 (1959): ニシン稚魚の飼育について. 北水研報, (20), 117-138.
- 8) MARR, J. C. (1956): The "critical period" in the early life history of marine fishes. J. Cons. Int. Explor. Mer., **21**, 160-170.
- 9) FARRIS, D. A. (1960): The effect of three different types of growth curves on estimates of larval fish survival. J. Cons. Int. Explor. Mer., **25**, 294-306.
- 10) MAY, R. C. (1971): Effects of delayed initial feeding on larvae of the grunion. *Leuresthes tenuis* (AYRES). Fish. Bull., **69**, 411-426.
- 11) LILLELUND, K. (1967): Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss carnivorer Cyclopiden auf die Sterblichkeit der Fischbrut. Z. Fisch. Deren Hilfswiss., **15**, 29-43.
- 12) LILLELUND, K. and R. LASKER (1971): Laboratory studies of predation by marine copepods on fish larvae. Fish. Bull., **69**, 655-667.
- 13) LÉBOUR, M. V. (1924): The food of young herring. J. Mar. Biol. Ass. U.K., **13**, 325-330.
- 14) ROSENTHAL, H. (1970): Anfütterung und Wachstum der Larven und Jungfische des Hornhechtes *Belone belone*. Helgoländer wiss. Meeresunters., **21**, 320-332.
- 15) 平野礼次郎・大島泰雄 (1963): 海産動物幼生の飼育とその餌料について. 日水誌, **29**, 282-297.
- 16) MAY, R. C. (1970): Feeding larval marine fishes in the laboratory: A review. Calif. Mar. Res. Comm., CalCOFI Rep., **14**, 76-83.
- 17) ARTHUR, D. K. (1955): The particulate food and the food resources of the larvae of three pelagic fishes, especially the Pacific sardine, *Sardinops caerulea* (GIRARD). Ph. D. Thesis, Univ. Calif. Scripps Inst. Oceanogr., 231 pp.
- 18) 横田滝雄 (1961): 後期仔魚の食性の研究. 南水研報, (14), 7-40.
- 19) 岩井 保 (1969): 仔魚の腸管の構造と吸収形態. 化学と生物, **7**, 125-131.
- 20) 田中 克 (1969): 仔魚の消化系の構造と機能に関する研究 I. 前期仔魚の消化系の発達. 魚雑, **16**, 1-9.
- 21) 田中 克 (1969): ————— II. 摂餌開始時の仔魚の消化系の特徴. 魚雑, **16**, 41-49.
- 22) LÉBOUR, M. V. (1921): The food of young clupeoids. J. Mar. Biol. Ass. U.K., **12**, 458-467.
- 23) SHELBOURNE, J. E. (1957): The feeding and condition of plaice larvae in good and bad plankton patches. J. Mar. Biol. Ass. U.K., **36**, 539-552.
- 24) JOHN, K. R. and A. D. HASLER (1956): Observations on some factors affecting the hatching of eggs and the survival of young shallow water cisco, *Leucichthys artedi* LESUEUR, in Lake Mendota, Wisconsin. Limnol. Oceanogr., **1**, 176-194.
- 25) RUBINOFF, I. (1958): Raising the atherinid fish *Menidia menidia* in the laboratory. Copeia, 1958,

- 146-147.
- 26) 笠原正五郎・平野礼次郎・大島泰雄 (1960): クロダイ人工孵化仔魚の飼育とその成長について. 日本誌, **26**, 239-244.
- 27) 藤田矢郎 (1962): 日本産主要フグ類の生活史と養殖に関する研究. 長崎水試論文集, (2), 1-121.
- 28) IWAI, T. (1969): Fine structure of gut epithelial cells of larval and juvenile carp during absorption of fat and protein. Arch. Histol. Jap., **30**, 183-199.
- 29) LAURENCE, G. C. (1969): The energy expenditure of largemouth bass larvae, *Micropterus salmoides*, during yolk absorption. Trans. Amer. Fish. Soc., **98**, 398-405.
- 30) LASKER, R. (1962): Efficiency and rate of yolk utilization by developing embryos and larvae of the Pacific sardine *Sardinops caerulea* (GIRARD). J. Fish. Res. Bd. Canada, **19**, 867-875.
- 31) 渡部泰輔 (1970): マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究. 東水研報, (62), 1-283.
- 32) BLAXTER, J. H. S. (1965): The feeding of herring larvae and their ecology in relation to feeding. Calif. Mar. Res. Comm., CalCOFI Rep., **10**, 79-88.
- 33) 千葉健治 (1961): 種苗の計画生産に関する基礎的研究. I. コイ仔魚・稚魚期の生長・生残に及ぼす餌の影響について. 淡水研報, **11**, 105-128.
- 34) RILEY, J. D. (1966): Marine fish culture in Britain. VII. Plaice (*Pleuronectes platessa* L.) post-larval feeding on *Artemia salina* L. nauplii and the effects of varying feeding levels. J. Cons. Int. Explor. Mer, **30**, 204-221.
- 35) ROSENTHAL, H. (1969): Untersuchungen über das Beutefangverhalten bei Larven des Hering *Clupea harengus*. Mar. Biol., **3**, 208-221.
- 36) ROSENTHAL, H. and G. HEMPEL (1970): Experimental studies in feeding and food requirements of herring larvae. In "Marine food chains" (ed. J. H. STEELE), pp. 344-364. Oliver and Boyd.
- 37) 山下金義 (1963): マダイ養殖の基礎的研究 II. 稚仔の餌料について. 水産増殖(臨時号), (2), 101-106.
- 38) LASKER, R. (1965): The physiology of Pacific sardine embryos and larvae. Calif. Mar. Res. Comm., CalCOFI Rep., **10**, 96-101.
- 39) BOWERS, A. B. and D. I. WILLIAMSON (1951): Food of larval and early post-larval stages of autumn spawned herring in Manx waters. Rep. Mar. Biol. Stat. Pt. Erin, **63**, 17-26.
- 40) BERNER, L. (1959): The food of the larvae of the northern anchovy *Engraulis mordax*. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., **4**, 1-22.
- 41) MORRIS, R. W. (1955): Some considerations regarding the nutrition of marine fish larvae. J. Cons. Int. Explor. Mer, **20**, 255-265.
- 42) SCHUMANN, G. O. (1965): Some aspects of behavior in clupeid larvae. Calif. Mar. Res. Comm., CalCOFI Rep., **10**, 71-78.
- 43) BLAXTER, J. H. S. (1969): Development: Eggs and larvae. In: "Fish physiology" Vol. 3 (ed. W. S. HOAR and D. J. RANDALL), pp. 177-252. Academic Press.
- 44) HEMPEL, G. (1965): On the importance of larval survival for the population dynamics of marine food fish. Calif. Mar. Res. Comm., CalCOFI Rep., **10**, 13-23.
- 45) O'CONNELL, C. P. and L. P. RAYMOMD (1970): The effect of food density on survival and growth of early post yolk larvae of the northern anchovy (*Engraulis mordax* GIRARD) in the laboratory. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., **5**, 187-197.
- 46) FLÜCHTER, J. (1965): Versuche zur Brutaufzucht der Zeezunge *Solea solea* in kleinen Aquarien. Helgoländer wiss. Meeresunters., **12**, 395-403.
- 47) MURPHY, G. I. (1961): Oceanography and variations in the Pacific sardine population. Calif. Mar. Res. Comm., CalCOFI Rep., **8**, 55-64.
- 48) NISHIMURA, S. (1957): Some considerations regarding the amount of foods daily taken by an early postlarva of sardine. Ann. Rep. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab., (3), 77-84.
- 49) BLAXTER, J. H. S. und G. HEMPEL (1961): Biologische Beobachtungen bei der Aufzucht von Heringsbrut. Helgoländer wiss. Meeresunters., **7**, 260-283.



- 50) ROSENTHAL, H. (1969): Verdauungsgeschwindigkeit, Nahrungswahl und Nahrungsbedarf bei den Larven des Herings, *Clupea harengus* L. Berich. Deutsch. Wiss. Komm. Meeresforsch., **20**, 60-69.
- 51) ALEEV, Yu. G. (1969): Function and gross morphology in fish. (Translated by M. RAVEH). 268 pp. Israel Program.
- 52) FLÜCHTER, J. (1962): Funktionsanatomische Untersuchungen am Kieferapparat der Heringslarven. Kurze Mitt. Inst. Fischereibiologie. Univ. Hamburg, **12**, 1-12.
- 53) HENTSCHEL, E. (1950): Die Nahrung der Heringslarven. Helgoländer wiss. Meeresunters., **3**, 59-81.
- 54) SHELBOURNE, J. E. (1962): A predator-prey size relationship for plaice larvae feeding on *Oikopleura*. J. Mar. Biol. Ass. U.K., **42**, 243-252.
- 55) LASKER, R., H. M. FEDER, G. H. THEILACKER and R. C. MAY (1970): Feeding, growth, and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory. Mar. Biol., **5**, 345-353.
- 56) 小木曾卓郎 (1960): 鮎種苗生産に関する研究 (第5報) 第二部. 鮎種苗の温泉飼育試験について. 岐阜水試, 13-20.
- 57) 中村守純 (1969): 日本のコイ科魚類 (日本産コイ科魚類の生活史に関する研究). 455 pp. 資源科学研究所.
- 58) 代田昭彦 (1970): 魚類稚仔期の口径に関する研究. 日水誌, **36**, 353-368.
- 59) 遊佐多津雄 (1954): スケトウダラ *Theragra chalcogramma* (PALLAS) "Alaska pollack" の正常発生について. 北水研報, (10), 1-15.
- 60) 遊佐多津雄 (1954): 重要魚種の発生に関する研究. 北海道区資源調査要報, (9), 56-72.
- 61) 山下金義 (1963): マダイ養殖の基礎的研究 1. 稚仔の行動について. 水産増殖, **11**, 189-206.
- 62) 高見東洋・宇都宮 正 (1969): ウマヅラハギの種苗生産に関する研究. 山口県内海水試調研業績, **18**(2), 1-29.
- 63) ROSENTHAL, H. (1966): Beobachtungen über das Verhalten der Seezungenbrut. Helgoländer wiss. Meeresunters., **13**, 213-228.
- 64) 遊佐多津雄 (1960): 重要魚種の発生について. アイナメ *Hexagrammos otakii* JORDAN and STARKS の発生. 東北水研底魚情報, (26), 76-80.
- 65) YUSA, T. (1967): Embryonic development and larvae of the atka mackerel, *Pleurogrammus axonus* JORDAN et METZ. Sci. Rep. Tohoku Univ., 4th ser., Biol., **33**, 301-317.
- 66) BRAUM, E. (1964): Experimentelle Untersuchungen zur ersten Nahrungsaufnahme und Biologie an Jungfischen von Blaufelchen (*Coregonus wartmanni* BLOCH), Weißfelchen (*Coregonus fera* JURINE) und Hechten (*Esox lucius* L.). Arch. Hydrobiol. Suppl., **28**, 183-244.
- 67) BRAUM, E. (1967): The survival of fish larvae with reference to their feeding behaviour and the food supply. In "The biological basis of freshwater fish production" (ed. S. D. GERKING), pp. 113-131. Blackwell Sci. Publ.
- 68) ROSENTHAL, H. (1968): Schwimmverhalten und Schwimgeschwindigkeit bei den Larven des Herings *Clupea harengus*. Helgoländer wiss. Meeresunters., **18**, 453-486.
- 69) IVLEV, V. S. (1960): On the utilization of food by planktophage fishes. Bull. Math. Biophys., **22**, 371-389.
- 70) HOLLIDAY, F. G. T., J. H. S. BLAXTER and R. LASKER (1964): Oxygen uptake of developing eggs and larvae of the herring (*Clupea harengus*). J. Mar. Biol. Ass. U.K., **44**, 711-723.
- 71) LAURENCE, G. C. (1972): Comparative swimming abilities of fed and starved larval largemouth bass (*Micropterus salmoides*). J. Fish Biol., **4**, 73-78.
- 72) BISHAI, H. M. (1960): The effect of water currents on the survival and distribution of fish larvae. J. Cons. Int. Explor. Mer., **25**, 134-146.
- 73) RYLAND, J. S. (1963): The swimming speeds of plaice larvae. J. Exp. Biol., **40**, 285-299.
- 74) HOUDE, E. D. (1969): Sustained swimming ability of larvae of waleye (*Stizostedion vitreum vitreum*) and yellow perch (*Perca flavescens*). J. Fish. Res. Bd. Canada, **26**, 1647-1659.
- 75) BREDER, C. M. and L. A. KRUMHOLZ (1943): On the locomotor and feeding behavior of certain postlarval clupeoidea. Zoologica, **28**, 61-67.

- 76) 岡本 亮 (1969): マダイの稚魚飼育. 日水試, 35, 563-566.
- 77) BLAXTER, J. H. S. (1968): Visual thresholds and spectral sensitivity of herring larvae. *J. Exp. Biol.*, **48**, 39-53.
- 78) 中村守純 (1951): 琵琶湖産ハスの生活史. 資源研彙報, (19-21), 70-78.
- 79) BHATTACHARYYA, R. N. (1957): The food and feeding habits of larval and post-larval herring in the northern North Sea. *Mar. Res. Scot.*, (3), 1-14.
- 80) RYLAND, J. S. (1964): The feeding of plaice and sand-eel larvae in the southern North Sea. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **44**, 343-364.
- 81) BLAXTER, J. H. S. (1969): Experimental rearing of pilchard larvae, *Sardina pilchardus*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **49**, 557-575.
- 82) 東 幹夫 (1964): びわ湖におけるアユの生活史—発育段階的研究の試み—. *生理生態*, **12**, 55-71.
- 83) BLAXTER, J. H. S. (1967): The development of the retina and retinomotor responses in the herring. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **47**, 677-697.
- 84) BLAXTER, J. H. S. (1968): Light intensity, vision, and feeding in young plaice. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **2**, 293-307.
- 85) BLAXTER, J. H. S. and M. STAINES (1970): Pure-cone retinae and retinomotor responses in larval teleosts. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **50**, 449-460.
- 86) SCHWASSMANN, H. O. (1965): Functional development of visual pathways in larval sardines and anchovies. *Calif. Mar. Res. Comm. CalCOFI Rep.*, **10**, 64-70.
- 87) BLAXTER, J. H. S. (1969): Visual thresholds and spectral sensitivity of flatfish larvae. *J. Exp. Biol.*, **51**, 221-230.
- 88) ARNOLD, G. P. (1969): The orientation of plaice larvae (*Pleuronectes platessa* L.) in water currents. *J. Exp. Biol.*, **50**, 785-801.
- 89) CAHN, P. H., E. SHAW and E. H. ATZ (1968): Lateral-line histology as related to the development of schooling in the atherinid fish, *Menidia*. *Bull. Mar. Sci.*, **18**, 660-670.
- 90) DISLER, N. N. (1971): Lateral line sense organs and their importance in fish behavior. (Translated by H. MILLS and M. YARIV). 328 pp. Israel Program.
- 91) IWAI, T. (1968): Structure and development of lateral line cupulae in teleost larvae. In "Lateral line detectors" (ed. P. H. CAHN), pp. 27-44. Indiana Univ. Press.
- 92) LANDACRE, F. L. (1907): On the place of origin and method of distribution of taste buds in *Ameiurus melas*. *J. Comp. Neurol. Psychol.*, **17**, 1-66.
- 93) EDWARDS, L. F. (1930): Origin of taste buds in the oro-pharyngeal cavity of the carp. *Ohio J. Sci.*, **30**, 385-397.
- 94) CORNER, E. D. S. and C. B. COWEY (1968): Biochemical studies on the production of marine zooplankton. *Biol. Rev.*, **43**, 393-426.
- 95) IWAI, T. (1964): Feeding and ciliary conveying mechanisms in larvae of salmonoid fish, *Plecoglossus altivelis* TEMMINCK et SCHLEGEL. *Physiol. Ecol.*, **12**, 38-44.
- 96) PFEIFFER, W. (1963): Alarm substances. *Experientia*, **19**, 113-123.
- 97) BLAXTER, J. H. S. (1970): Sensory deprivation and sensory input in rearing experiment. *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, **20**, 642-654.
- 98) WILLIAMS, M. M. and E. SHAW (1971): Modifiability of schooling behavior in fishes: the role of early experience. *Amer. Mus. Novitates*, (2448), 1-19.

# 学 会 記 事

1. 昭和47年5月16日、東京水産大学において編集委員会が開かれ、第10巻1号の編集が行なわれた。
2. 昭和47年5月30日、東京水産大学において評議員会が開かれた。
  - 1) 会務報告、編集報告が行なわれた。
  - 2) 昭和46年度の収支決算および昭和47年度の予算案が審議された。
  - 3) 学会賞受賞候補者推薦委員会の草下委員長から、宇野寛氏を受賞候補者として推薦した経過について報告があり、宇野氏が受賞者と決定した経過が佐々木会長から報告された。
  - 4) 昭和47年度学会賞受賞候補者推薦委員13名を下記のとおり選出した。  
有賀裕勝、石野 誠、今村 豊、宇野 寛、鬼頭正隆、草下孝也、久保田 穰、斉藤泰一、佐藤任弘、杉浦吉雄、多賀信夫、高野健三、冨永政英
3. 昭和47年5月31日、日仏会館会議室において第13回総会が開かれ、佐々木会長の挨拶に引続き次の報告、審議が行なわれた。
  - 1) 昭和46年度の会務並びに会計報告が行なわれた。  
なお46年度の収支決算(別表)は監事の監査を受けて承認された。  
会員移動: 46年度の新入会員は正会員21名、賛助会員5社、退会は正会員15名(内死亡2名)、賛助会員2社である。  
昭和47年3月31日現在の会員数は名誉会員12名、正会員411名、賛助会員46社である。
  - 2) 今村編集委員長から学会誌第9巻の編集経過報告が行なわれた。  
9巻1~4号は総ページ数307ページで、その内訳は論文14編(和文4、英文9、仏文1)、寄稿3編(英文1、仏文2)、資料5編、シンポジウム6編(和文4、英文2)、記念講演1編、その他学会記事などである。
  - 3) 草下委員長ならびに佐々木会長から学会賞受賞候補者選考ならびに受賞者決定の経過報告があった。
  - 4) 昭和47年度の予算案について審議の結果、別表のとおり承認された。
  - 5) 佐々木会長から海洋工学分科会設置報告が行なわれた。
  - 6) 昭和47年度学会賞受賞候補者推薦委員の選出について報告が行なわれた。

## 昭和46年度収支決算

収 入		
項 目	収入額(円)	備 考
前年度繰越金	20,000	
会 費	550,800	
賛 助 会 費	510,000	102口
学会誌売上	26,330	
広 告 料	360,000	
賛 助 費	100,000	
計	1,567,130	
支 出		
項 目	支出額(円)	備 考
学会誌等印刷費	1,421,200	第9巻
送 料 通 信 費	65,100	
編 集 費	20,000	
事 務 費	17,000	
交 通 費	13,830	
総 会 費	10,000	
次年度繰越金	20,000	
計	1,567,130	

## 昭和47年度予算案

収 入		
項 目	収入額(円)	備 考
前年度繰越金	20,000	
会 費	607,500	450名 90%
賛 助 会 費	525,000	98口
学会誌売上	40,000	
広 告	440,000	
計	1,632,500	
支 出		
項 目	支出額(円)	備 考
学会誌等印刷費	1,450,000	第10巻
送 料 通 信 費	100,000	
編 集 費	20,000	
事 務 費	20,000	
交 通 費	12,500	

総 会 費	10,000
予 備 費	20,000
計	1,632,500

4. 総会終了後引き続き学会賞の授与が行なわれた。  
 昭和47年度日仏海洋学会賞受賞者: 宇野寛氏 (東京水産大学)  
 受賞課題: 水産生物の増養殖に関する生態学的研究 (別項「推薦理由書」参照)  
 佐々木会長から宇野寛博士に賞状, メダルおよび賞金が授与され, 続いて受賞記念講演が行なわれた。
5. 講演終了後懇親会が開かれ, 多数の参加者を得て盛会であった。
6. 昭和47年5月31日, 6月1日の両日, 日仏会館会議室において, 昭和47年度「日仏海洋学会学術研究発表会」が開かれた。

第1日 (5月31日)

午前の部

- 座長: 小泉政美 (気象研)
1. 沿岸用海洋測器の試作について  
 (Obital Velocity Meter, Shaker) .....  
 .....阿部友三郎・○福田直弘・  
 ○矢内秋生 (東理大・理)
2. クストウ氏「第二プレコンチナン計画」報告の解析  
 第四空間の存在の可能性について.....  
 .....塩見文作 (日本海洋産業研)
3. 赤道湧昇の計算..... 日高孝次 (東大海洋研)

午後の部

- 座長: 大柴五八郎 (理研)
4. 海洋気象ブイ・ロボットについて.....  
 .....赤松英雄 (舞鶴海気)  
 代読 渡辺精一 (理研)
- 座長: 宇野 寛 (東水大)
5. 魚骨, 特に尾舌骨に関する漁業資源的研究.....  
 .....草下孝也 (東大海洋研)
6. 千葉県内浦湾で標識されたイセエビの挙動 (続報)  
 ..... 高木和徳 (東水大)

第13回総会

学会賞授賞

学会賞受賞記念講演

- 座長: 辻田時美 (北大・水産)  
 水産生物の増養殖に関する生態学的研究.....  
 ..... 宇野 寛 (東水大)

第2日 (6月1日)

午前部の部

- 座長: 高木和徳 (東水大)
7. 赤潮の生態学的特性 .....辻田時美 (北大・水産)
8. テナガエビ類の交配について.....  
 ..... 藤田正夫・○宇野 寛 (東水大)
9. 海洋大循環と西側海域の流型について.....  
 ..... 斉藤泰一 (東水大)・  
 田畑日出男 (新日本気象海洋KK)

午後部の部

- 座長: 宇野 寛 (東水大)
10. 海洋細菌数と水深との関係 1. 西部  
 北太平洋中央水域ならびに太平洋亜寒帯水域における関係 ...関 文威・○小池勲夫 (東大海洋研)・  
 松本英二 (東教育大)・服部明彦 (東大海洋研)
11. 海中に懸濁する大型集塊内の微小環境における食物連鎖の重要性 .....関 文威 (東大海洋研)
- 座長: 辻田時美 (北大・水産)
12. 東京湾の富栄養に関する生化学的ならびに化学的研究...服部明彦・○辻 堯・関 文威 (東大海洋研)

特別講演

- 座長: 佐々木忠義 (東水大)
1. 第2回国際海洋開発会議・展示会 (1972年10月4日~9日)の現状 (資料配布)  
 (社) 日本能率協会  
 プロジェクトマネジャー 及川 実
2. 沖縄国際海洋博覧会 (1975年3月~8月)の構想  
 (カラー映画上映, 資料配布)  
 (財) 沖縄国際海洋博覧会協会  
 事務次長 佐賀新太郎
7. 下記の諸氏が入会された。

正会員

氏 名	住所及び所属	紹介者
服部 茂昌	北海道区水産研究所	高木 和徳
小久保万寿男	東京都新宿区愛住町 8	佐々木忠義
小池 隆	東京水産大学漁業科	〃
井上 敏彦	〃	〃
北口 正俊	〃	〃
飯高 秀雄	共立出版株式会社	〃
川村 孝一	日本工営株式会社	大柴五八郎
鈴木 猛	〃	〃
矢内 秋生	東京理科大学大学院	阿部友三部

8. 退 会

正会員：長田幸雄，田中久一郎，田中於菟彦，小林久信，貞方 勉

9. 会員の住所所属の変更

氏 名 新住所又は新所属

伊藤 宏	東京都西多摩郡羽村町羽3900 公団住宅 13-407
岩井 保	京都市左京区北白川 京都大学農学部 水産学科
奥田 真二	東京都杉並区西荻南 1-11-9
川上太左英	京都市左京区北白川 京都大学農学部 水産学科
川合 英夫	“ “
川原田 裕	京都府舞鶴市北吸 舞鶴海洋気象台 海洋課
亀田 和久	東京都港区新橋 1-1-13 日本原子力研究所
黒木 敏郎	東京都新宿区西久保 4-170-RE-42
近藤 正人	高知市棧橋通り 6-1-21 南西海区水産研究所
須藤 英雄	東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所放射能部
高橋 正美	静岡県清水市七つ新屋 391-3 石切山 アパート
中村 泉	京都市左京区北白川 京都大学農学部 水産学科
中村 保昭	静岡県焼津市小川汐入 静岡県水産試験場
菱田 耕造	東京都千代田区大手町 気象庁海洋課
皆川 忠弘	千葉県習志野市藤崎 6-16-3 齊藤荘内
三宅 泰雄	東京都杉並区高円寺北 4-29-2-207
本橋敬之助	千葉県柏市明原 3-9-3
矢部 博	静岡県焼津市小川汐入 静岡県水産試験場
山路 勇	東京都港区港南 4-5-7 東京水産大学 水産資源研究施設
横尾 敏博	千葉県黒砂 2-6-9 田久保荘
吉田 陽一	京都市左京区北白川 京都大学農学部 水産学科
吉村 広三	東京都八王子市明神町 1-24-7
P. Bensam	Assistant Fishery Scient C.M.F.R. Substation 93-North Beach Road Tuticorin-1, Via Madras, India

10. 交換及び寄贈図書

- 1) 海洋機器開発, 4(2,3), 1972.
- 2) 淡水区水産研究報告, 21(1), 1971.
- 3) 日本プランクトン学会報, 18(2), 1971.
- 4) 研究成果目録(1951~1970), 昭46, (港湾技術研究所)
- 5) 港湾技術研究所報告, 10(4), 1971, 11(1), 1972.
- 6) 港湾技研資料, No. 130, 1971 No. 131~137, 1972.
- 7) 研究実用化報告, 21(2~4), 1971 (電気通信研究所)
- 8) 日本水路史(1871~1971), (日本水路協会)
- 9) 鯨研通信, 245号~247号, 1972.
- 10) 1971, 「鯨研通信」総目次.
- 11) 海洋開発問題, 1971, (日本機械工業連合会)
- 12) 海洋油濁に関する海外事情調査報告書, (日本機械工業連合会)
- 13) 日本航海学会誌, 46号, 昭46.
- 14) 函館海洋気象台要報, 第16号, 1972.
- 15) 海洋産業研究資料, 3(2,3), 1972.
- 16) 東京大学海洋研究所業績集(昭和45年), Vol. 9, 1971.
- 17) 神戸海洋気象台彙報, No. 186, 187, 1971, No. 188, 1972.
- 18) 国立科学博物館研究報告, 15(1), 1972.
- 19) 航海, 第36号, 1972.
- 20) 広島大学水畜産学部紀要, 10(2), 1971.
- 21) Ocean Age.
- 22) Look Japan.
- 23) CSK Newsletter, No. 36, 1972.
- 24) JODC ニュース, No. 3, 1973.
- 25) Cahiers Océanographiques, XXII<sup>e</sup> Année N° 10, 1971.
- 26) Science et Pêche, N° 208~210, 1971.
- 27) Revue des Travaux de L'institut des Pêches Maritimes, Tome XXXV Fasc. 4, 1971.
- 28) Bulletin de l'Association de Géographes Français, 389~392, 1971.

日仏海洋学会賞受賞候補者推薦理由書

氏名：宇野 寛(東京水産大学)

題目：水産生物の増養殖に関する生態学的研究

推薦理由：宇野氏は永年水産生物(主にサザエ・アワビ類およびテナガエビ類)の増養殖に関する生態学的研究を行い、日仏海洋学会誌「うみ」に発表した水産生物の生態に関する一連の研究を含めて、今日までの業績が斯界の新しい研究発展に示唆する所がきわめて多

いものと認められ、今回の受賞の対象となった。

同氏は自から Scuba 潜水器を使用して海中における水産生物の生態学観察をおこない、サザエ・アワビ類の分布・分散・成長・すみ場所などの問題を究明し、きわめてすぐれた成果をあげている。うみ第5および第8巻に発表したアワビ類の生態学的諸研究はその micro-habitat に関する独特な概念を示したもので、アワビ類の増養殖研究の発展に貢献する所が多い。

近年、世界的な視野から注目されつつある淡水エビ類 (Macrobrachium および Palaemon 属) の増養殖についても我が国ではじめて本格的な研究を行い、世界最大種の一つであるオニテナガエビをマレーシアより移殖して、その種苗生産に関する基礎研究を行うと共に邦産の重要種であるテナガエビの増殖に関する基礎研究を実施し、その成果をうみ第5, 6, 7, 9巻などに発表した。うみ第9巻の論文は本種の産卵周期、幼生の発生、成長と環境要因 (特に塩分量・温度) との関係および摂餌生態を明らかにしたもので淡水エビ類の増養殖に係る生態学的重要事項を明示したものととしてその成果は高く評価される。

以上のごとく、水産学の発展に貢献する所が顕著であり、本賞を受けるに十分値する。

学会賞受賞候補者推薦委員会

委員長 草下孝也

#### 主要論文

- 1954: Studies on the influence of the moonlight upon efficiency of fish lamp. In collaboration with N. Y. Kawamoto. Rep. Fish. Mid Univ. Vol. 1(3), 255-264.
- 1955: Spawning habit and early development of Puffer, Fugu (Torafugu) niphobles. J. Tokyo Univ. Fish. 41(2), 169-183.
- 1962: サザエの増殖に関する基礎研究-特に生態と成長の周期性とに関して, 東水大特研報 6(2), 1-76.
- 1967: アワビ類の増殖に関する生態学的諸問題. うみ, 5(1), 37-41.
- 1967: テナガエビ幼生 *Macrobrachium nipponense* (De Haan) の概要に関する実験生態学的研究 (難波と共著). うみ, 5(3), 206-210.
- 1968: The larval development of *Palaemon modestus* (Heller) in the laboratory. In collaboration with Kwon. La mer, 6(4), 263-278.
- 1969: Larval development of *Macrobrachium rosenbergi* (De Man) reared in the laboratory.

In collaboration with Kwon. J. Tokyo Univ. Fish., 55(2), 179-19. I-XII.

- 1969: The larval development of *Macrobrachium nipponense* (De Haan) reared in the laboratory. In collaboration with Kwon. La mer., 7(4), 278-287.
- 1970: ナシロアワビの生態学的究研 (小池その他と共著). うみ, 8(4), 229-234.
- 1971: Studies on the aquaculture of *Macrobrachium nipponense* (De Haan) with special reference to breeding cycle, larval development and feeding ecology. La mer, 9(2), 123-128.

#### 日仏海洋学会役員

- 顧問 ユベール・ブロッシェ ジャン・デルサルト  
ジャック・ロベール アレクシス・ドランデル
- 名誉会長 ベルナル・フランク
- 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, 梶浦欣二郎, 金谷太郎,  
川合英夫, 川上太左英, 川口守一, 川村輝良,  
川村文三郎, 川原田 裕, 神田献二, 菊地真一,  
鬼頭正隆, 木村喜之助, 草下孝也, 楠 宏,  
国司秀明, 久保田 穰, 黒木敏郎, 小林 博,  
小牧勇蔵, 近藤 仁, 西条八束, 斎藤泰一,  
斎藤行正, 坂本市太郎, 佐々木忠義, 佐々木幸  
康, 猿橋勝子, 椎野秀雄, 柴田恵司, 下村敏正,  
庄司大太郎, 末広恭雄, 杉浦吉雄, 多賀信夫,  
高木和徳, 高野健三, 高橋淳雄, 田畑忠司,  
田村 保, 千葉卓夫, 土屋靖彦, 辻田時美,

寺本俊彦, 富永政英, 鳥居鉄也, 中井甚二郎,  
 中野猿人, 永田 正, 永田 豊, 奈須敬二,  
 奈須紀幸, 新野 弘, 西村 実, 新田忠雄,  
 根本敬久, 野村 正, 花岡 資, 半沢正男,  
 半谷高久, 菱田耕造, 日比谷 京, 松山義夫,  
 平野敏行, 深沢文雄, 福島久雄, 淵 秀隆,  
 星野通平, 増沢謙太郎, 松井 魁, 松生 治,

松尾邦之助, 松崎卓一, 松平康男, 丸茂隆三,  
 溝口哲夫, 三宅泰雄, 宮崎千博, 宮崎正衛,  
 元田 茂, 森田良美, 森安茂雄, 安井 正,  
 矢部 博, 山路 勇, 山中鷹之助, 山中 一,  
 依田啓二, 渡辺貫太郎, 渡辺精一 (50音順)  
 マルセル・ジュクラリウス, ジャン・アンク  
 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 内田悟  
 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  
 帝国酸素株式会社  
 東京工材株式会社  
 株式会社東京久栄  
 東京製綱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  
 日本テレスコム株式会社  
 社団法人日本能率協会  
 日本無線株式会社  
 船用電球株式会社  
 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 潔 雄  
 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  
 株式会社社離合社  
 株式会社渡部計器製作所

釧路市白金町 11  
 東京都千代田区九段北 1-2-1  
 東京都千代田区大手町 2-2-1 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  
 東京都江戸川区松島 1-34-2  
 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 1-16-8  
 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 1-10-47  
 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 ローズマンション 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  
 東京都港区西麻布 1-2-7  
 東京都豊島区北大塚 1-16-6 大塚ビル  
 東京都港区琴平町 35 船舶振興ビル  
 東京都港区新橋 2-1-13 新橋富士ビル9階  
 東京都港区六本木 4-11-10 六本木富士ビル  
 東京都港区芝公園 25号地 協立ビル  
 東京都港区芝桜川町 25 第五森ビル  
 東京都目黒区下目黒 1-6-21  
 東京都豊島区池袋 8-3292  
 堺市松屋町 1-3  
 東京都港区芝虎ノ門 8 虎ノ門実業会館 深田サルベージ株式会社  
 東京都中央区銀座西 7-6 株式会社ビデオプロモーション  
 東京都江東区南砂 1-3-25 株式会社 中村鉄工所  
 東京都千代田区神田小川町 3-20-2 増淵ビル  
 東京都中央区八重洲 4-5 藤和ビル  
 東京都千代田区霞ヶ関 3-2-5 霞ヶ関ビル 30階 3002号  
 東京都千代田区丸の内 2-5-1  
 東京都台東区上野 3-13-9  
 東京都北区西ヶ原 1-14  
 東京都千代田区神田鍛冶町 1-2 丸石ビル  
 東京都文京区向丘 1-7-17

## お 知 ら せ

## 1976 年度フランス政府給費留学生選考試験について

フランス政府は毎年フランス政府給費留学生を募集しているが、1973年度(1973-1974大学年度)留学生として約80名の日本人学生、研究者、専門家を募集する。給費の対象は、文学、人文・社会学、自然科学、医学、工学、芸術などあらゆる分野にわたっている。

## I 出願について

## A 出願資格

- (a) 出願者の年齢は第一部門(仏文学、語学専攻)は原則として30才未満、第二部門(人文科学)第三部門(自然科学、医学、工学)の者は40才未満。
- (b) 日本人であって二重国籍を持たない者。
- (c) すでに大学を卒業したもの、および1973年3月卒業見込みのもの。東京日仏学院、関西日仏学館のフランス文明講座を卒業したもの、またはアテネ・フランスのブルヴェをもっているもの。外国人学生のためのパリ大学第二課程試験合格者。旧制専門学校卒業者で大学(4年制以上)の専任講師以上の職にあるもの。医学専攻者は医師国家試験合格者であること。ただし芸術を専攻するものは学歴を問わない。
- (d) フランスの大学において学習するに足るじゅう分な仏語学力を有するもの。ただし第三、第四部門の出願者に対しては、なお勉強の上出発前に語学テストを受け、フランスにおいても6週間ないし5カ月の語学研修を受けるならば、選考試験時には上の条件は緩和される。

## B 出願手続

受付期間は1972年10月16日から11月10日まで。

提出書類は、願書、学歴書、最終学校の学業成績証明書、推せん状、写真(4×3.5センチ)。

出願書類の提出先と必要部数は次のとおり。

- 1) 和文 第一、二、四部門は6部、第三部門は10部。文部省大学学術局留学生課(千代田区霞が関3-2-2, 〒100)へ提出

- 2) 仏文、第一、二、四部門はフランス大使館文化部へ3部提出。第三部門はフランス大使館科学部へ5部提出。(港区南麻布 4-11-44 〒106)

## II 選考試験

- 1) 第一、二、四部門の選考試験は二次にわたって行なわれる。予備審査は東京と京都で行なわれる。[11月27日(月)~12月2日(土)]。出願者はこれら2カ所のうちいずれかで受験できる。最終審査は東京で行なわれる。[12月18日(月)~12月20日(水)]。
- 2) 第三部門では予備審査は行われぬ。東京、京都、福岡、札幌の4カ所のうち受験者の希望する所で、面接試験[11月27日(月~)], および仏語の試験[12月16日(土)]が行なわれる。

## III フランス政府給費留学生に対する一般の事項

## 1) 給費額

給費月額750フラン、邦貨約48,000円(場合により500フラン、邦貨約32,000円)となっている。給費期間は6~9カ月で、場合により更に一学年度間更新されることもあるが、この特典は限られている。

## 2) 旅費

往路旅費は原則として留学生の負担であるが、場合によりフランス政府が支給する。帰国旅費はすべてフランス政府が支給する。

## 3) 滞在条件

最近パリに留学生や研修生が集中するために、学生生活の上でいろいろ困難な問題が起きている。そのため、勉学のために特別の事情のある者を除き、留学志望地はパリ以外の大学区を選ぶことになっている。

## 4) 学費

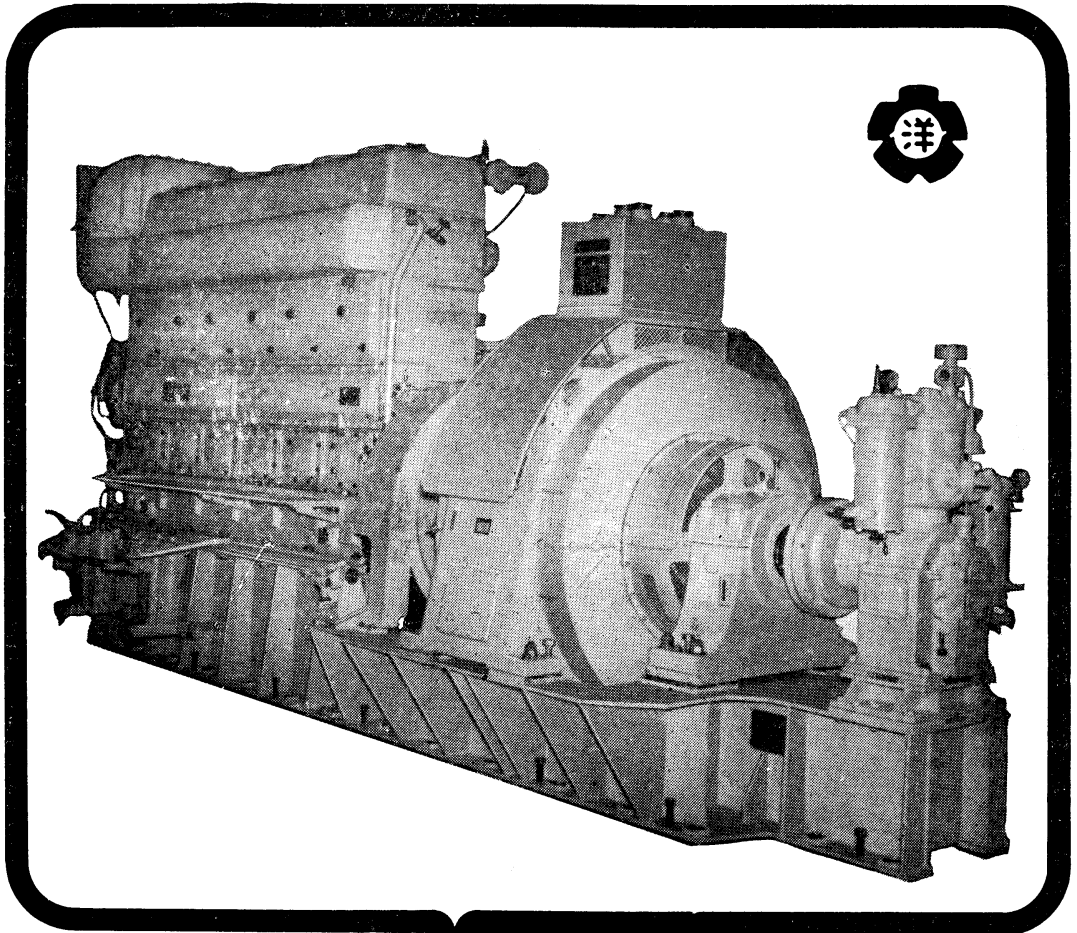
留学中の授業料はフランス政府によって支給される。ただし図書購入費は支給されない。

## 訂 正

本誌第10巻第1号に掲載の杉森論文(9~20ページ)中の horogram を hologram に訂正いたします。なお、同論文 Abstract 1行目の Honogram は Hologram の誤りにつき訂正いたします。



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

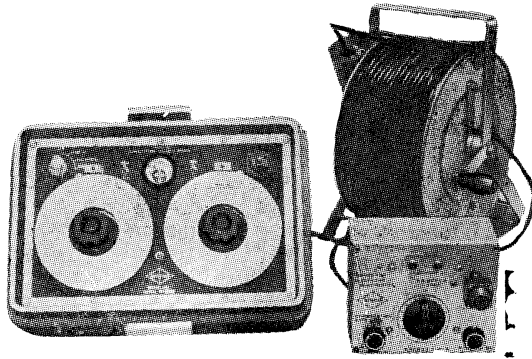
**大洋電機株式会社**

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 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 温度調節器  
ミグスター

日本およびアジア総代理店

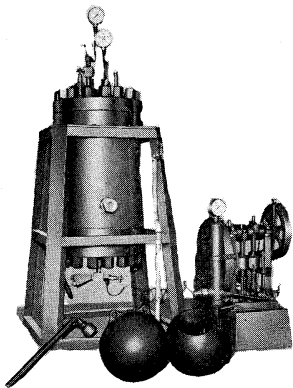


株式会社 渡部計器製作所

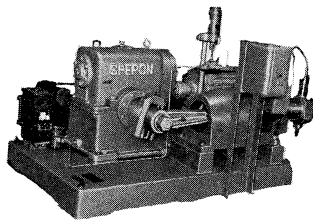
東京都文京区向丘1の7の17  
TEL (811) 0044 (代表) ☎ 113

(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



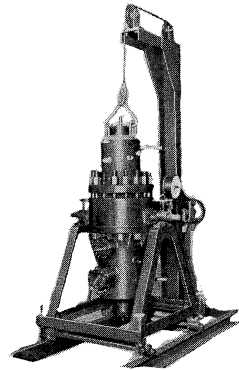
(高圧テスト容器)



(高圧ポンプ)

水圧試験装置  
高圧水圧ポンプ  
透水試験装置  
水流実験装置  
恒温水槽  
回流水槽  
衝撃、抗張力、摩耗試験機

☆ その他各種試験機装置設計製作



(透水試験装置)



株式  
会社

吉田製作所

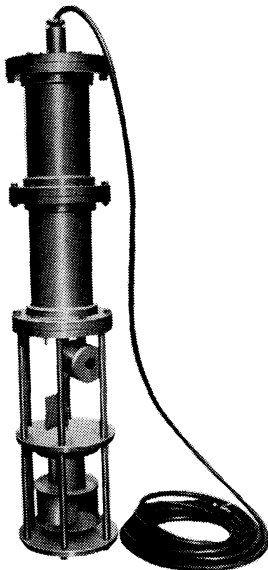
東京都台東区上野3丁目13番9号 電話 (832) 4351~5

Exploiting the Ocean by...

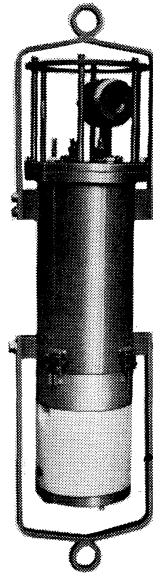
# T.S.K. OCEANOGRAPHIC INSTRUMENTS

INSTRUMENTATION AND SYSTEM DESIGN

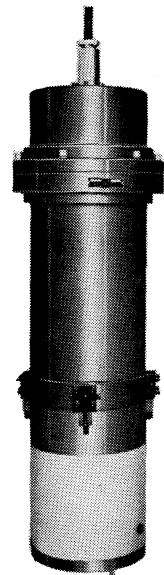
T.S—観測システム用センサー（テレメータ方式）



塩分, 流向, 流速計



溶存酸素, 塩分, 水温計



PH 濁度水温計

	測定範囲	精度	変換周波数	立上り時間	使用最大深度
塩分	10~35 ‰S	±0.1 ‰S	2200~2700 Hz	1 秒以内	1,000 m
水温	0~32°C	±0.1°C	2000~2640 Hz	1 秒以内	1,000 m
流速	0.03~2	0.5 m/sec 以下 ±0.03 m/sec 0.5 m/sec 以上 ±0.05 m/sec	2006~2400 Hz	1 秒以内	5,000 m
流向	0~360°	±6°	2000~2720 Hz	1 秒以内	5,000 m
PH	4~10	±0.3	2080~2200 Hz	2 分以内	80 m
DO	0~15 ppm	±5%	2000~2300 Hz	2 分以内	30 m
濁度	0~100 ppm	0 ppm 以下 ±2.5 ppm 100 ppm 以上 12 ppm	2000~2200 Hz	2 分以内	300 m

## THE TSURUMI SEIKI CO., LTD.

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

CABLE ADDRESS

TSURUMISEIKI Yokohama

TELEPHONE

Yokohama 521-5252~5

TSK. USA.

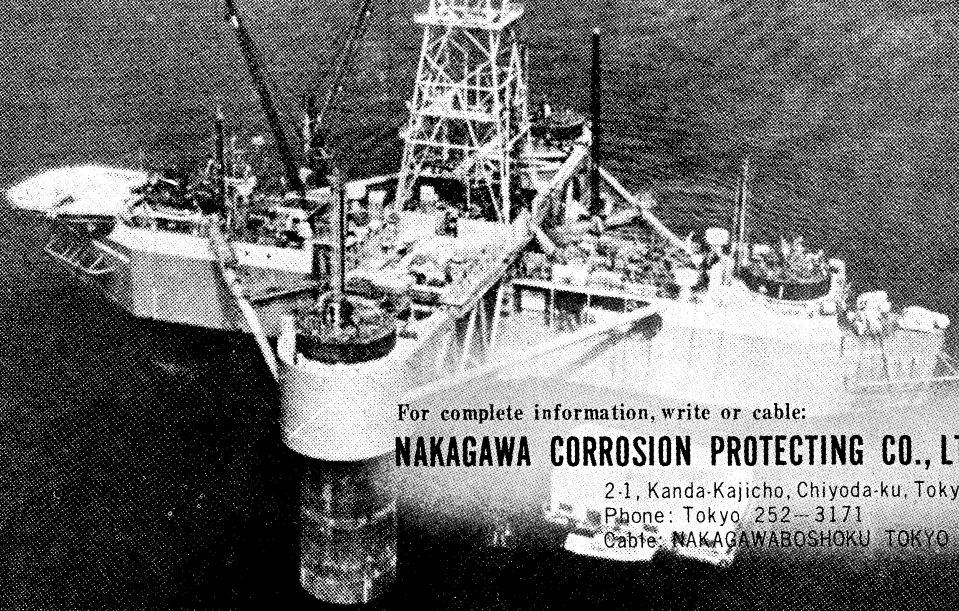
3446 Kurtz St.,

San Diego, Calif. 92110, U.S.A

IWAMIYA INSTRUMENTATION LABORATORY

## SAVE YOUR MONEY

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



For complete information, write or cable:

**NAKAGAWA CORROSION PROTECTING CO., LTD.**

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

Phone: Tokyo 252-3171

Cable: NAKAGAWABOSHOKU TOKYO

## 水路測量と土質調査

*Hydrographic Survey and Marine Geological Survey*

**SANYO Hydrographic Survey Co., LTD.**

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

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

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

**特 色** 高性能の精密計測機の整備拡充

元海上保安庁職員をもつて組織する優秀なる我国唯一の技術陣

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

**三 洋 水 路 測 量 株 式 会 社**

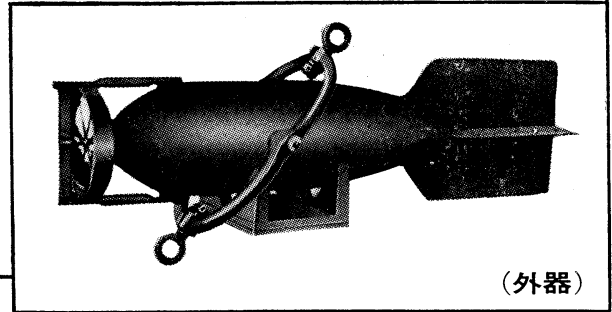
東京都港区新橋5丁目23番7号

電 話 (432) 2971~4

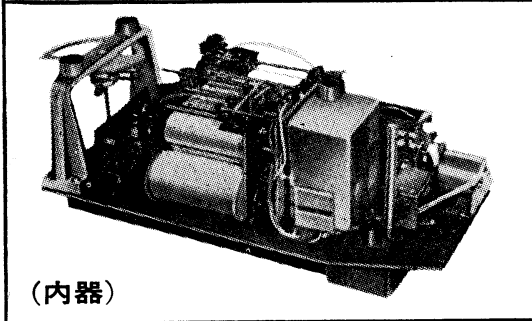
# 長期捲自記流速計

(NC-II)

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



(外器)



(内器)

プロペラはA, B, C三枚一組になって居り

A(弱流用).....1m/sec

B(中流用).....2m/sec

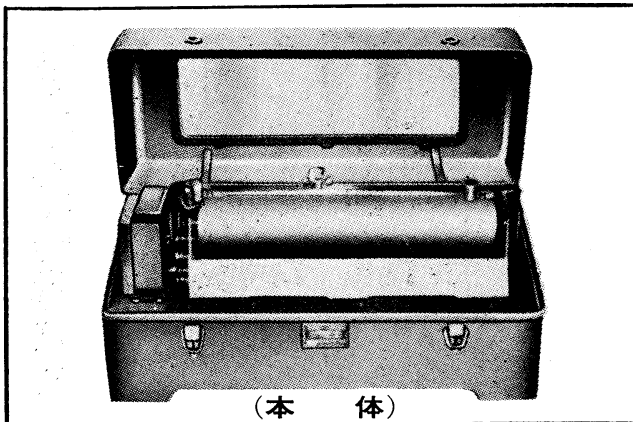
C(強流用).....3m/sec

迄で一枚毎に検定してあります。

弱流ペラーに依る最低速度は約4cm/secです。

# フース型長期捲自記検潮器

(LFT-III)



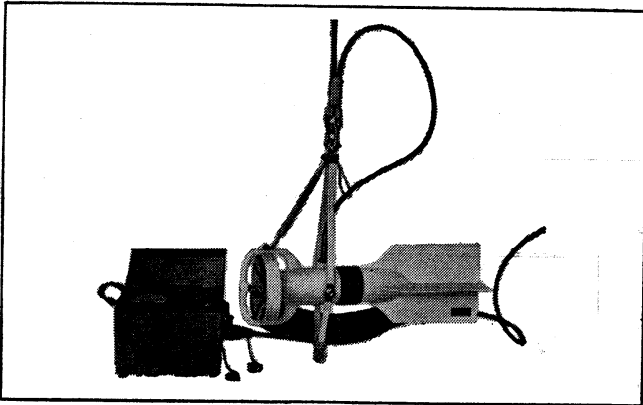
(本体)

## 営業品目

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

# 協和商工株式会社

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



Direct-Reading Current &  
Direction Meter

Model

# CM-2

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

Products

- KM-2: Direct Reading Knot-Meter for Trawl-Boats to Control Adequate Speed
- ET-5: Electric Meter of Water Temperature
- 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



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

## 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

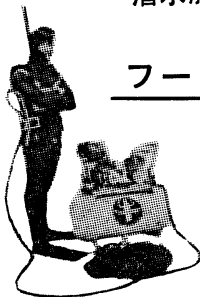
東京都中央区築地 4-7-1 TEL (542) 3361 (代)

# アクアラング



## aqua-lung

◎ カタログ 進呈 ◎  
潜水服採寸表



フーカー潜水具

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

仏国・スピロテック社 日本総代理店  
米国・U.S. ダイバーズ社

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  
(帝國酸素株式会社内)  
神戸営業所 電話 神戸 (67) 5501 (大代表)

# Murayama

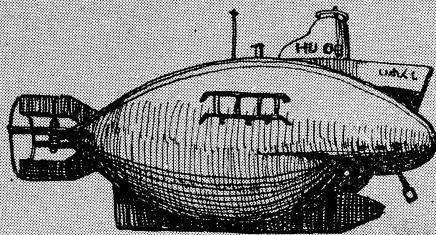
水中濁度計  
水中照度計  
電導度計



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



昭和 47 年 5 月 25 日 印刷  
昭和 47 年 5 月 31 日 発行

う み 第 10 卷  
第 2 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 10 卷 第 2 号

## 目 次

### 原 著

- アワビ類の増殖に関する生態学的研究—I.  
放流メガイの分布と移動……………  
……………宇野 寛・小池康之・門間春博 43
- アワビ類の増殖に関する生態学的研究—II.  
天然水域における漁獲後の移出入……………  
……………小池康之・山川 紘・石田周而・宇野 寛 50

### カキ養殖の基礎研究—I.

- 幼生の分布について (英文) ……小笠原義光 56

### 総 説

- 仔魚の摂食について……………岩井 保 71
- 学会記事…………… 83

# Tome 10 N° 2

## SOMMAIRE

### Notes originales

- Ecological Studies on the Propagation of the  
Japanese Abalones (Genus *Haliotis*)—I.  
Distribution and Movement of *Haliotis sieboldii*  
in the Natural Environment (in Japanese)……Yutaka UNO, Yasuyuki KOIKE  
and Haruhiro MONMA 43
- Ecological Studies on the Propagation of the  
Japanese Abalones (Genus *Haliotis*)—II.  
Recruitment of Abalones in the Natural  
Environment after Catching (in Japanese)  
……Yasuyuki KOIKE, Hiroshi YAMAKAWA,  
Syuji ISHIDA and Yutaka UNO 50

### Basic Studies on Method of Farming Oysters

- (*Crassostrea gigas* THUNBERG)—I.  
On Distribution of Larvae……………  
……………Yoshimitsu OGASAWARA 56

### Compte rendu

- Feeding of Teleost Larvae: A Review (in  
Japanese)……………Tamotsu IWAI 71

- Procès-Vergaux…………… 83