

---

Tome 6

Novembre 1968

Numéro 4

---

う み

La mer

昭和 43 年 11 月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise  
d'océanographie  
Tokyo, Japon

# 日 仏 海 洋 学 会

## 編 集 委 員 会

委員長 今村 豊 (東京水産大学)  
委員 星野通平 (東海大学) 井上 実 (東京水産大学) 川原田 裕 (気象庁) 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 (東京大学) 富永政英 (東京学芸大学) 宇野 寛 (東京水産大学) 渡辺精一 (理化学研究所)

## 投 稿 規 定

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. 論文には必ず約500字の和文の要約をつけること。
5. 図および表は必要なものみに限る。図はそのまま版下になるように縮尺を考慮して鮮明に黒インクで書き、論文の図および表には必ず英文 (または仏文) の説明をつけること。
6. 初校は原則として著者が行なう。
7. 報文には1編につき50部の別副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) 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 (University of Tokyo) Masahide TOIUNAGA (Tokyo Gakugei 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.

## Observation on the Swimming Speed of Fish in an Annular Trough—II\*

### Swimming Performance of Anchovy by its Rounding Direction

Makoto INOUE\*\* and Kôichi MIYASAKA\*\*

**Résumé:** En améliorant le bassin que nous avons utilisé dans la première partie de ce mémoire de façon que l'eau circule à vitesse constante, nous observons le mouvement de l'anchois par rapport au sens de la circulation de l'eau. La plupart des anchois qui circulaient dans le sens des aiguilles d'une montre pendant 8 à 10 jours dans un vivier circulent toujours dans le même sens dans le bassin expérimental et la plupart des anchois qui y circulaient en sens inverse des aiguilles d'une montre pendant 8 à 10 jours circulent toujours dans le même sens, ce qui indique la supériorité du réflexe conditionné dans le sens du mouvement.

#### 1. Introduction

Anchovy *Engraulis japonica* have been used as the living bait in the pole and line fishing for skipjack and for that reason, those caught by purse seines are kept alive in octagonal crawls (see Fig. 1). Anchovy shoals kept in the crawls usually are swimming around either clockwise or counter clockwise, and according to the study of SUEHIRO (1936), it has been well known that the number of clockwise swimming shoals in crawls is larger than that of counter clockwise swimming ones.

In the present study, the anchovy removed from a crawl in which they had rounded either clockwise or counter clockwise were tested in the annular trough of an apparatus to measure

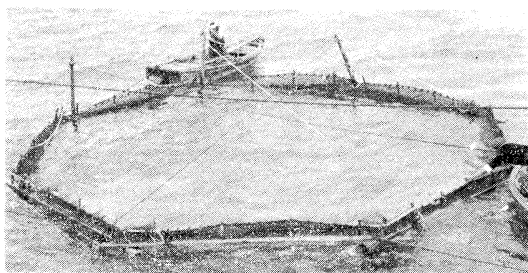


Fig. 1. A crawl for anchovy.

\* Received Sept. 10, 1968

\*\* Tokyo University of Fisheries

the swimming speed and endurance related to the cruising speed, especially focusing on the difference of swimming capacity in roundings to the clockwise and counter clockwise directions. According to the results of the experiments, it became obvious that the fish which rounded to the clockwise direction in a crawl show a salient superiority of swimming performance in rounding to the right in the trough, too, and quite the reverse is true for the counter clockwise swimming fish.

#### 2. Apparatus

The method used here to measure the swimming speed of fish in an annular trough with a striped background is that which used by BRETT *et al.* (1958), JOHNS (1963) and INOUE (1967) who is one of the authors of this paper. The Inoue's apparatus is very similar to which devised by BRETT, and the details of the construction has been described in his previous paper, but it was somewhat modified in the present study as follows.

The annular trough for water current is rotated by a 1/2 horsepower electric motor linked to a torque converter, instead of a hand gear which was used in the previous study, and thus more regular current speed can be obtained in the trough. Besides, the water current is driven freely to both directions of the right and left by

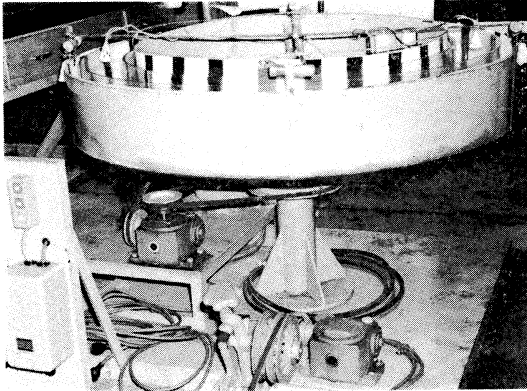


Fig. 2. The apparatus used to observe the swimming speed of fish. Note two suspended miniature lamps at the opposite point over the trough.

changing direction of the trough. The visual screen is rotated by the same assembly as that used in the previous study. The speeds of the visual screen and current are readily adjusted, ranging from 10 to 70 cm/sec of the former and from 20 to 55 cm/sec of the latter when the trough is filled with water up to depth of 7.5 cm.

The visual screen was made of a white long, narrow paper with vertical strips of black papers, 4 cm wide, stuck on at 12 cm intervals to produce a regular alternating pattern. The reason that this pattern is used is due to the result in the author's previous experiment (INOUE, 1967) showing the most effective eliciting on the optical response of goldfish. At the preliminary test in the present study several anchovy showed more positive response to the moving strips than gold fish.

### 3. Fish

The present study is constituted of three experiments; Experiments I, II and III. Experiment I was carried out from 30th November till 5th December, 1967, using the anchovy swimming around clockwise in a crawl (called as clockwise fish, hereafter). Experiment II was performed for dace *Triblodon hakonensis* and roach *Carassius carassius* in collaboration of the result of Experiment I, from 1st to 4th, February, 1968. Experiment III was performed from 19th till 24th, March, 1968, using the anchovy rounding counter clockwise in a crawl (called as counter clockwise fish).

The anchovy used in Experiments I and III were captured alive by purse seines in Tokyo Bay and then immediately removed into crawls from the seine. A crawl of which depth is 3 m is composed of a frame and a net, as shown in Fig. 1 and the net is made of hemp plam with fine meshes. The clockwise fish used in Experiment I were kept for ten days in the crawl and the counter clockwise fish used in Experiment III for eight days before commencing the experiments. Their body length was 10 cm or so. Dace and roach which were obtained at a market were 8~10 cm and 5 cm long, respectively. Before the experiments for anchovy, hundreds of fish in the crawl were removed into a round bamboo basket of 110 cm diameter and set near the pier, 200 m off the shore of the Tateyama Fishing Laboratory of Tokyo University of Fisheries in Chiba Prefecture, where the present study was performed. About one hundred of them were again transferred to the same shaped bamboo basket floating an outside concrete tank with dimension of 4×5×1.5 m in front of the laboratory. In every trial of the experiments, about ten fish were scooped with a small nylon net from the basket and an only single fish among them was induced into the trough of the apparatus, selecting carefully a blue coloured, no wounded and full-scaled anchovy. Before the start of trials, if the fish shows an abnormal behaviour, such as, hovering head downwards, touching on the wall or bottom of the trough with its nose, or showing no locomotor response to a current and visual screen, it is taken out and a new one is put in again.

The fish kept in the basket of the concrete tank were substituted for a new group of another basket in the sea every day or every two days, for fear of their fatigue, because they were confined unfed in a narrow space.

In Experiment I, as clockwise fish had been kept in the water temperature of 17~18°C in a crawl, the temperature of the apparatus was maintained at 17~18°C or little higher. In Experiment III for counter clockwise fish, the water temperature of a crawl was 13°C, and as it was seemed too low to get a active movement of fish in the trough, the experimental temperature was raised by 2°C. In Experiment II for

dace and roach acclimated at 20°C, experimental temperature was also maintained at 20°C.

No illumination was given on the apparatus in Experiments I and II, but in order to carry on Experiment III illumination was provided by two 40 W warm-white fluorescent tubes.

#### 4. Experimental Procedure

Preceding the experiment, in order to release the most desirable swimming performance of anchovy in the trough, the combined effect of direction and speed of the visual screen and current was considered.

The species responding strongly to a rotating visual screen shows a striking rheotropic response to a current and orientates against a current, as pointed out by JOHNS (1963). First, according to the test on the combined directional effects of the visual screen and current the best way was, as it was expected, found in the case when the fish was forced to rotate in opposite direction of the visual screen and current.

Next, the quantitative relation of their speeds was tested, but we could find no definite relation between them. This is, perhaps, caused by the variation of individual behaviour in being subjected to the stimulus. Thus the speeds of the current and visual screen were adjusted in each trial corresponding to the movement of each test fish.

In order to measure the swimming speed of fish in the apparatus it is desirable to force the fish maintain at a certain position of the trough, not to gain ground, that is to say, fish does not headway against a current, nor to lose ground,

that is to say, it lags behind a current, because the swimming speed is directly represented by the current speed in the trough. When a current speed is slow and the screen speed is also slow, a fish gains ground, but due to increasing a speed of current, it gradually decreases its swimming speed of gaining ground, and at last, at a certain point the speeds of fish and a current just balances and maintains a position. By this way, the cruising swimming speed of fish was obtained, but the maximum swimming speed was measured by another way, described in the explanation of Experiment III.

Without the rotation of the visual screen, an anchovy does not easily release a rheotropic movement in the trough, and even in the case when it is swimming steadily under the rotation of the screen, if the rotation of it stops, the movement of fish seems to be refused and soon fish streams with a current. The effect of the rotating visual screen, thus, is very significant to release the rheotropic response of fish, and it is necessary to rotate the visual screen continuously during a trial.

Table I shows the results of the experiment to see the effect of the rotating visual screen on anchovy. The figures in the table show the mean swimming speed with gaining ground (+) or losing ground (-) of two test fish for two minutes in each trial. The experimental conditions are as follows:

The speed of a current streaming counter clockwise is kept steadily and only the speed of the visual screen rounding to clockwise is

Table 1. The effect of the visual screen on the swimming performance of anchovy. The swimming speed is calculated from the rounding number of fish in the trough for two minutes. + and - mean the facts that the fish swims with gaining ground and with losing ground, respectively.

Fish and body length	A 10.9 cm		B 10.9 cm	
Current speed	53 cm/sec		42 cm/sec	
Trial number	Screen speed	Swimming speed	Screen speed	Swimming speed
1	19.0 cm/sec	+5.6 cm/sec	22.0 cm/sec	0 cm/sec
2	20.0	+5.5	29.0	-1.1
3	22.0	+4.2	35.6	-1.2
4	24.6	+3.8	40.0	-2.1
5	32.0	+3.7	43.0	-2.4
6	35.6	-0.8	46.0	-3.6

increased gradually for each trial. From this table, it can be understood that it is possible, in some degree, to control the swimming speed of fish by changing the rotating speed of the visual screen. A clear difference of the swimming performance between the fish A and B, the former is gaining ground and the latter losing ground, may be due to the difference of rheotropic response between them.

## 5. Results

### Experiment I

#### 1) Comparison of swimming performance of clockwise fish in the case of right and left roundings

After a test fish induced in the annular trough settled down we rotate the visual screen to the right and in a few second after the fish had followed it, we let a current to the left, adjusting the speeds of the screen and current to desired ones in order to make it swim steadily. The observed swimming manner of the fish in this case is one of the following four types:

1) maintains a certain position, facing to a current, 2) gains ground, facing to a current, 3) loses ground, facing to a current and 4) streams with a current. A test fish showing the manner of anyone of the last two was regarded as unrheotropic and changed by a new one. To the fish under the conditions of 1) and 2) the experiment was carried out by changing the swimming direction for every five minutes by alternation of the current and screen, and the number of gaining ground or losing ground was counted in each trial.

When the observation of the first trial for five minutes was over, the rotations of the visual screen and the trough were stopped and with decreasing of a water stream the movement of the fish was gradually vanishing. After it stopped completely in the trough and took a rest for one minute, we switched on again and the second trial began. The visual screen rotates to the left and the current streams to the right, as reverse to the first trial, then the fish is made to swim to counter clockwise. If the fish appears to react poorly to a moving screen or a current at the beginning of the second trial, especially to

the left, a slight touch with a slender glass probe is given to its caudal fin in order to elicit the swimming. When the tactile stimulus was given on a fish no more than three times and it showed no response, the trial was renewed and the fish was recorded as "unrheotropism".

Such both trials were repeated 8~10 times in one experiment and the difference of swimming capacity of anchovy between roundings to the left and right was observed. By the change of the rotating direction of the current speed, the running speed of the fish to the right was somewhat slower. This may be due to the difference in rounding capacity of the motor to both ways.

Fig. 3 shows the results of the experiment for seven clockwise anchovy. In each experiment, the speeds of the current and visual screen were adjusted in order to force the fish swim as possible as actively. In this figure, the positive ordinate represents the rounding number in the case of gaining ground, and the negative ordinate represents the rounding number in the case of losing ground. The abscissa represents the order of trials, even numbers clockwise roundings and odd numbers counter clockwise roundings.

Experiment A in Fig. 3 indicates the results of the experiment performed for a fish of 11.2 cm long under such condition that the current speed is 35.0-37.0 cm/sec and the screen speed 23.5 cm/sec. At the first trial to the right rounding, the fish rounded 3.7 times in the trough, gaining ground for five minutes but at the second trial to the left roundings, it lost ground one time, even though it was swimming against a current, and at the third trial to the right, it gained again ground 3.5 times. After repeating nine times such trials, it became obvious that the fish showed a superiority of swimming performance in the right rounding.

In Experiment B, although the fish showed a rather negative rheotropic performance in the trials to the right compared with Experiment A, it did not show any rheotropic response in the left roundings and was often streamed with a current, without any active beating of the caudal fin.

In Experiment C, no clear difference between the right and left roundings was found. In

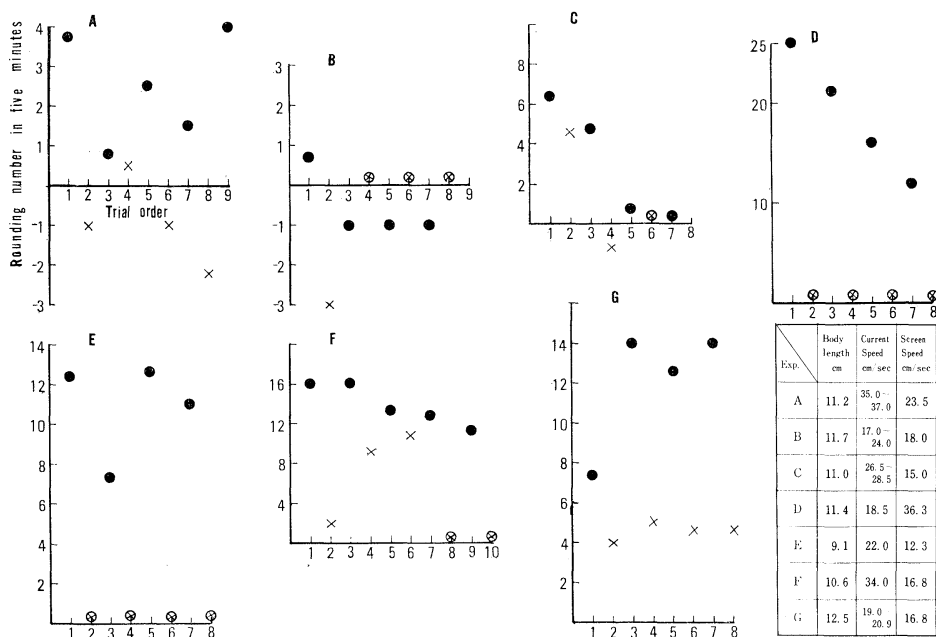


Fig. 3. The comparison of the swimming performance of clockwise fish in the case of the left and right roundings. Dot mark means the anchovy rounded to the right and cross mark the one to the left. Cross mark enclosed by a circle means the fact that a test fish shows unrhethropic movement. The figures indicated in the third column of the annexed table show the speeds of currents and the preceding one is that of the right direction.

Experiments D and E the rheotropism of each test fish in the left rounding is very weak or vanishes completely, in spite of a steady rheotropism to the right way, and in Experiment F, too, at the trials of Nos. 8 and 9 to the left, a vanishing rheotropism was found. In Experiment G, a clear difference was appeared between the both.

In conclusion, a series of the seven experiments using clockwise anchovy shows the superiority of swimming performance in the rounding to the right or clockwise direction.

**2) Swimming speed and endurance of clockwise fish**

It is a matter of interest whether or not there is a difference of endurance between the roundings of clockwise anchovy to the right and left with the cruising speed. Cruising or endurance speeds have been standardized over different lengths of time, e.g. 20 to 25 minutes by FRY and HART (1948), 60 minutes by ERETT (1958). In this paper, however, cruising speed of fish is defined as a initial speed before they begin to

lose ground and fall back by increasing current speed, and that it can be sustained for periods of the order of a half hour.

The anchovy induced in the trough was forced to move at either way and it showed a definite easiness to round to the right compared with to the left. If a higher current speed is given at the first stage of the experiment, even the fish is rounding to the right, it is liable to be streamed with a current, because it might be impossible to acclimate quickly to a high speed. Thus, each experiment was commenced under a lower current speed and then it was increased gradually, watching carefully the swimming manner of the fish, but the rotating speed of the visual screen was usually kept constantly.

Fig. 4 shows the relation between the cruising speed and the endurance time of nine fish out of fifteen fish tested, among which six fish showing no or poor rheotropism were omitted from the figure. Among the nine fish showing in Fig. 4, seven swam to the right and the remainder to the left. Endurance time is indicated with the period

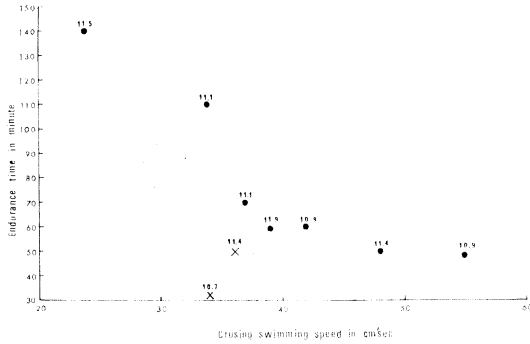


Fig. 4. The relation between the cruising speed of anchovy and the endurance time. Dot and cross marks are the same as those in Fig. 3. Figures near these marks show the body length of test fish in cm.

from the start of the experiment till the fish is streamed by a current owing to its fatigue. Unfortunately, as few numbers of the fish rounded to the left, the precise comparison was not expected, however, as far as the data show, the swimming endurance of the fish rounding to the right exceeded that of the left.

This result is similar to the one obtained in Experiment I, that is to say, clockwise anchovy show the superiority of swimming performance in the rounding to the right.

Judging from the curve of the stamina it is found that the consumption of the stamina is dependent on the cruising speed, namely a higher swimming speed consumes the stamina in a shorter time and a slower speed sustains the stamina for a longer time. Further experiments will reveal whether the relation between the cruising speed and the endurance of anchovy will be represented by a linear or curvilinear curve.

### Experiment II

#### Supplementary test of dace and roach

It might be doubted whether the superiority of anchovy in the right rounding, which had rounded to the right in a crawl, is revealed by the mechanism of the apparatus used or the experimental procedure, or by the natural behaviour or the accustomed performance of the fish. To make those clear, the same experiment as Experiment I-1 was carried on with six dace

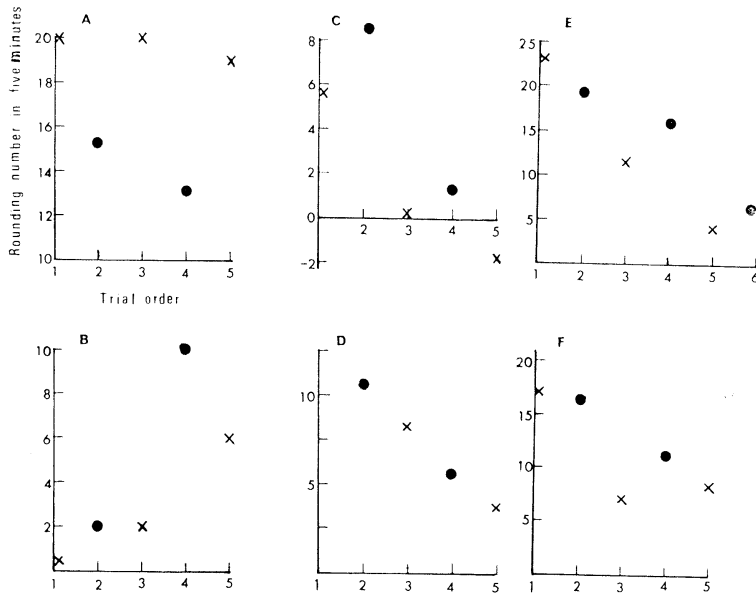


Fig. 5. The comparison of the swimming performance of dace (A, B, C and D) and roach (E and F) in the case of the left (×) and right roundings (●). The current speeds are 27.5~30.4cm/sec and the screen speeds 24.1~25.2 cm/sec.



and two roach which had been kept in a rectangular glass aquarium with dimension of  $45 \times 10 \times 30$  cm for six months after they were caught in a river in Tateyama. They always repeated only straight and turning swimming performances and never been accustomed with rounding movement.

The results obtained from the experiment are shown in Fig. 5, and no clear difference in their swimming performances was found in any trials between roundings to the right and to the left. Therefore, it becomes clear that the results obtained in the previous experiments are not due to the character of the apparatus or the experimental procedure. But it is not yet clear

whether it depends on fish's natural behaviour or accustomed performance so long as this experiment concerns.

### Experiment III

#### 1) Comparison of the swimming performance of counter clockwise fish in the case of right and left roundings

To investigate whether or not the reverse to the results obtained in the Experiment I may exist, that is, if counter clockwise fish are used, they might be apt to do left rounding as clockwise fish were apt to do right rounding in the Experiment I, the almost same experiment procedures were taken except we used two small

Table 2. The comparison of the swimming performance of counter clockwise fish in the case of the left and right roundings. + and - mean the same facts as in Table 1. The figure enclosed with parenthesis shows trials order.

Fish	Current speed cm/sec Screen speed cm/sec	Body length cm	Rounding number in left way	Rounding number in right way
A	16.2—18.5	10.3	+ 8 (1)	-10 (2)
	16.4—16.9		+ 4 (3)	-10 (4)
B	16.2—18.3	10.8	+ 4 $\frac{1}{4}$ (1)	- 3 $\frac{1}{2}$ (2)
			+11 $\frac{1}{2}$ (3)	+ 1 $\frac{1}{2}$ (4)
	16.4—16.8		+11 $\frac{1}{2}$ (5)	0 (6)
C	11.2—18.1	11.2	+10 $\frac{1}{2}$ (1)	- 4 $\frac{1}{2}$ (2)
			+ 9 $\frac{1}{2}$ (3)	-19 $\frac{1}{2}$ (4)
	16.4—16.8		- 2 (5)	-22 (6)
D	16.2—18.5	10.2	+12 (1)	+ 5 $\frac{1}{2}$ (2)
			+11 $\frac{3}{4}$ (3)	+ 6 (4)
	16.4—16.9		+11 (5)	+ 5 $\frac{1}{4}$ (6)
E	16.1—17.1	9.7	+12 $\frac{3}{4}$ (1)	-16 (2)
	16.4—16.8		+ 1 (3)	-20 (4)
F	16.2—17.8	9.3	+11 (1)	+ 1 (2)
	16.4—16.8		- 3 (3)	- 6 $\frac{1}{2}$ (3)
G	19.5—20.1	9.5	+15 (1)	unrheotropism (2)
	23.7—24.3		+11 $\frac{1}{2}$ (3)	unrheotropism (4)
H	22.6—24.3	9.8	+20 (1)	+20 (1)
	23.7—24.3		+20 (3)	+ 5 $\frac{1}{2}$ (4)

lamps on the trough.

Before the trough begins to rotate a test fish was lured under the suspended lamps over the water surface, and then the lamps and the trough being rotated in the opposite direction each other, the fish swam very well following the light with a manner substantially possessed by it and gaining ground against a current. The speeds of the current and screen were almost not necessary to change for each experiment because the effect of the lamps to elicit the swimming of fish was very high.

The results obtained in a series of eight experiments were shown in Table 2. A clear difference of the swimming performance was found in the table except Experiment F, in which the rounding numbers of the fish decreased as the trial advances, not depend on the rounding direction, perhaps, due to the fatigue by repeated trials.

Consequently, it may be emphasized that this tendency is very similar to the results obtained in Experiment I-1.

## 2) Maximum swimming speed

Following BAINBRIDGE (1959) the maximum swimming speed of fish in the present study is defined as the highest speed which could be maintained for one minute. The maximum current speed produced by the rotation of the trough is 55 cm/sec, on the other hand, the maximum swimming speed of most of fish is over 55 cm/sec. Therefore, in the case that fish was still gaining ground even when the current speed reached at the maximum, the maximum swimming speed was calculated by following formula:

$$S=C+G$$

Where,  $S$ , the maximum swimming speed of fish in cm/sec during a minutes,  $C$ , the maximum current speed which is 55 cm/sec constantly and  $G$ , the swimming speed of against a current in cm/sec which is obtained as follows:

102 cm (the mean diameter of the annular trough)  $\times$  3.14  $\times$  rounding numbers of fish for one minute  $\div$  60.

Fig. 6 shows the maximum swimming speeds of twenty one test fish in various lengths, twelve of them were made to round to the left and

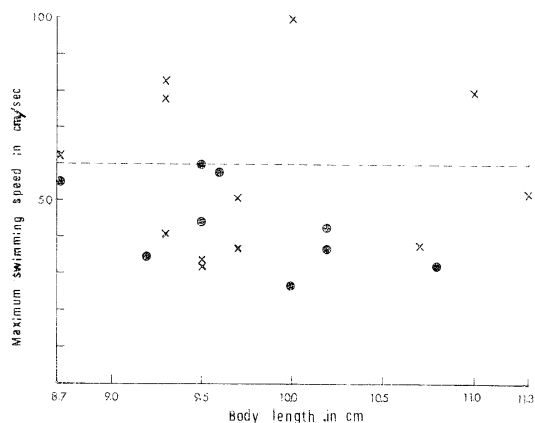


Fig. 6. The maximum swimming speed of various anchovy. Cross mark means the left rounded anchovy and dot the right rounded one.

the remainder to the right. The maximum swimming speed of eight fish which swam in the speed over 55 cm/sec were calculated by the above manner. The highest swimming speed in all was 100 cm/sec, but the difference of swimming speed by body length was not clear.

The water temperature was noticed. The temperatures of the acclimation and experiment were seemed to be pretty lower than that of Experiment I, so that, a preliminary test to see the effect of lower temperature was performed with four fish. Every half were made to round to the left and the right with the current speed of 30 cm/sec and the screen speed of 25 cm/sec, and the three fish swam with a constant speed for one hour but they appear to be not fatigued at all, except one fish which round to the right slowed down the speed within 30 minutes. Therefore, it seems that the lower temperatures of the acclimation of 13°C and of the experiment of 15°C would give no great influence on the swimming performance of test fish.

In this experiment, the mean maximum cruising speed seems to be about 60 cm/sec. In Fig. 6, among the fish swimming in high speeds of over 50 cm/sec, seven were the ones rounded to the left and furthermore, they swam, except one, in the speed of over 60 cm/sec, in which only one fish swam to the right. We can suggest that the fish which have rounded to counter clockwise in a crawl swim faster in the trough to the left (counter clockwise) than to

the right. The cruising speed of anchovy observed in the sea by OKABE and WAN (1936) was about 40 cm/sec for fish of unknown length, and by the study of KIMURA (1931) it was about 60 cm/sec, which was observed with a cinecamera in the annular tank of a laboratory for a mixed shoal with sardine *Sardinops melanosticta*.

According to the study of BAINBRIDGE (1959), the maximum swimming speed which a spindle-shaped fish can maintain for one minute usually is 8~10 B.L. cm/sec (B.L. means body-length). His formula is able to apply to the top case in Fig. 6, but, here, the individual variation is so large that it may be hard to say that the maximum swimming speed of anchovy is proportional to their body length.

## 6. Discussion

From the study it is obvious that the clockwise anchovy in a crawl shows the superiority of swimming performance to the right in the annular trough and the reverse is also true for counter clockwise fish. From this phenomena it may be given as a conclusion that the anchovy conditioned to round to a regular direction for a few days could have got a habit to round to that direction, in other words, previous conditioning and handling betowed to the fish could have effect on their swimming performance.

This conclusion will be supported by the author's experiment for non-conditioned dace and roach, showing no difference in their swimming performance between roundings to the right and to the left. This also is supported by a fact obtained from Macloed's study (1967) on bass fingerlings *Micropterus salmoides* that the fish forced to swim around in a regular direction in his oval tank showed a speed of 2.39 cm/sec, on the other hand, the fish not forced to swim in regular way showed a speed of only 0.85 cm/sec.

The conditioned swimming performance of anchovy seems to be quite stable, and in fact, as reported by SUEHIRO (1936), anchovy in a crawl never change their swimming way even when they are interrupted their swimming course by an obstacle, and furthermore, even one removed from one crawl to another they took the same course as before. SUEHIRO (1936)

also supposed that anchovy has an advantage to the right round over the left from the result that once anchovy expired out of water, the death rigor set in nearly all of them towards the right when observing them from the dorsal side. His supposition accords with our result in Experiment I for clockwise fish, but in Experiment III for counter clockwise fish, the reverse was found. This inconsistency must be proved in future by using the anchovy which are caught by nets and immediately removed in the apparatus, that is, not conditioned to round to any way in crawls.

## 7. Summary

1) The water mass in the annular trough surrounded by a striped screen was streamed by the rotation of the trough, and the difference in the cruising speed and the maximum swimming speed of anchovy between roundings to the right and left was investigated. In the last experiment, two small lamps suspended over the water surface were used as optical stimulus to release a swimming performance, together with the striped screen.

2) In Experiments I and III, test fish were made to change their swimming direction to either way of the right and left every five minutes and observed the difference of the swimming performance. As the result, it became obvious that anchovy which had rounded to the right in a crawl were superior in rounding to the right compared with the rounding to the left, and *vice versa*. It might be said that anchovy kept in a crawl for eight or ten days, rounding to a regular way before being transfered into the apparatus have been conditioned to round in the same way. Thus, previous conditioning could have effected on swimming performance.

In Experiment II for dace and roach, which were non-conditioned fish, no difference was found in both roundings.

3) As only two fish swam with rounding to the left for a long time, the comparison of swimming performance by its rounding was not clear. But it can be found, as far as a few data show, that the endurance time of the fish which had rounded to the right in a crawl is longer in rounding to the right than to the left. The

endurance time is proportional to the cruising speed.

4) The maximum swimming speed of anchovy which rounded to the left in a crawl attains over 60 cm/sec in rounding to the left. Among the 21 test anchovies, the highest maximum swimming speed was about 10 B.L. cm/sec.

### Acknowledgements

The authors wish to express their gratitude to the students of Tokyo University of Fisheries, T. MORINAGA, M. YUWATA and L. Va PHONG for much help in carrying out the experiments, and also high appreciation to Dr. M. TOMINAGA for his valuable suggestion to prepare manuscript in English.

### References

- BAINBRIDGE, R. (1959) : Speed and stamina in three fish. *Exp. Biol.*, **37**(1), 129-153.
- BRETT, J. R., M. HOLLANDS and D. F. ALDERDICE (1958) : The effect of temperature on the cruising speed of young sockeye and coho salmon. *Jour. Fish. Res. Bd. Canada*, **15**(4), 587-605.
- FRY, F. E. J. and J. S. HART (1948) : Cruising speed of goldfish in relation to water temperature. *Jour. Fish. Res. Bd. Canada*, **7**(4), 169-175.
- INOUE, M. (1967) : Observation on the swimming speed of fish in an annular trough-I. Effect of visual screen on goldfish. *La mer (Bulletin de la Société franco-japonaise d'océanographie)*, **5**(4), 238-243.
- JOHNS, E. R. H. (1963) : The reaction of fish to moving background. *Jour. Exp. Biol.*, **40**, 437-446.
- KIMURA, K. (1931) : On the manner of swimming of sardine in a confined space. *Bull. Jap. Fish. Sci.*, **4**(2), 21-25.
- MACLEOD, J. C. (1967) : A new apparatus for measuring maximum speed of small fish. *Jour. Fish. Res. Bd. Canada*, **24**(6), 1241-1252.
- OKABE, G. and T. WAN (1936) : Study of fish school. *Jour. Fish. Sci.*, **31**(12), 703-705.
- SUEHIRO, Y. (1936) : Manner of swimming peculiar to sardines. *Acta Zooecology*, **1**(1), 21-25.

## 円形水槽による魚の遊泳速度の測定-II

### カタクチイワシの回転方向による遊泳行動

井 上 実 宮 坂 絃 一

要 旨 : 第1報の実験に用いた装置は、黒白のシマ模様だけが回転したが、本実験では水流も定速で流れるように改造した。この装置により、カタクチイワシの右回り、左回りによる遊泳行動の相違を調べた。魚はイケスの中で、8~10日間、右回りをしていたものと、左回りをしていたものを用いた。その結果、イケス内で右回りをしていた魚は装置の中でも右回りが、イケス内で左回りをしていたものは左回りが優れており、条件づけられた回転方向に運動の優位性を示した。

## 漁業における火光の集漁効果とその操法の研究 (IV)\*

今 村 豊\*\*

### Etude de l'effet du feu dans la pêche et de son opération (IV)

Yutaka IMAMURA

**Résumé:** L'intérêt particulier porte sur la relation entre le feu et la pêche au filet. Nous proposons une méthode de calcul de la clarté autour de la lampe sous-marine ainsi qu'une méthode de détermination du nombre maximum des bateaux de pêche en pleine activité dans une pêcherie dans le cas où l'intensité lumineuse du feu est fixée.

#### 2) 網漁業と火光との関係 (その 1)。

火光を用いて行なう網漁業について、火光と操業との関係を和歌山県、田辺湾の“たき入れ網”漁業で述べる。この漁業は田辺地方では明治40年頃から始められたという。この漁業の当地方での最盛期は昭和23年頃で、この漁業は初めから火光利用方式のものであった。当地方でこの漁業に採用していた集魚灯は、初期は薪を燃やす方式、すなわち“たいまつ”によるものであった。“たき入れ網”の名称はこれから生まれた。この漁業を別名“夜たき網”とも呼んでいる。その後、この網の光源は順々に石油灯、アセチレンガス灯に変わって昭和8年頃からすべて電化された。

#### (1) 漁業の概要

i) 漁具 この網の概要をFigs. 55~56に示す。この漁具は“まき網”と“しき網”とを兼ねたような形状のものである。元来、この網は“しき網”から発展した漁具である。この網の浮子方の長さは72 m、沈子方の長さは46 m、網の深さは54 mである。この網の網目は各部によって若干異なるが、おもな部分の網地の目合は16~17節である。網の両端には各々浮子引綱、手綱および沈子引綱を Fig. 56 のように取り付ける。この網の両袖の下に18 kgの沈子が各々取り付けられている。

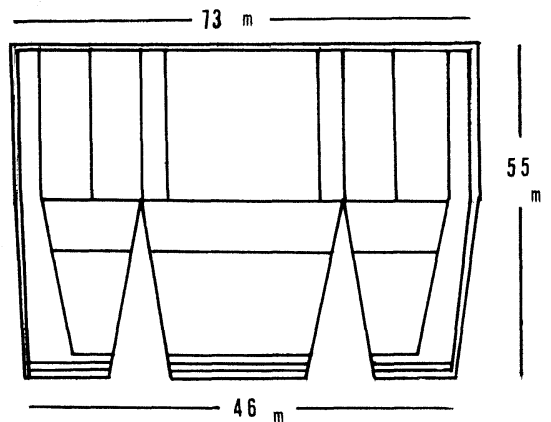


Fig. 55. Plan of Takiireami (lampara-net).

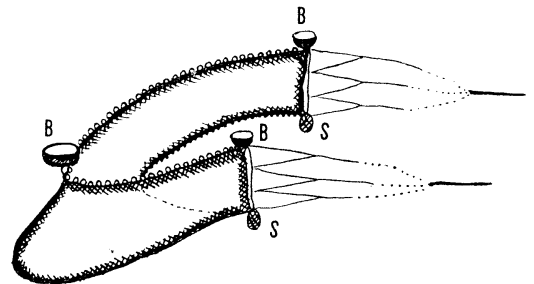


Fig. 56. Working of Takiireami; B means floating cask, and S sinker (stone).

ii) 漁船 この網1箇統の船の編成は親船(15トン位の動力船、引船兼漁獲物運搬船)1隻、網船(長さ7~9 m、幅2 mの無動力船)2隻、伝馬船1隻、および灯船(無動力船)2隻、計6隻である。

\* 1968年9月19日受理

\*\* 東京水産大学 Tokyo University of Fisheries

iii) 集魚灯 この網の灯船は2隻以下に限られている。灯船の集魚灯は水中灯, 水上灯各1個ずつである。調査時, 水上灯の光力は1.5 KW, 水中灯の光力は1 KW 以下に組合の規定によって制限されていた。

iv) 漁期と漁場 当海区の漁期は規定によって“たき入れ網”は4月1日から11月30日までと決められていた。この漁業の漁獲物はカタクチイワシ, ウルメイワシ, アジ類, およびサバ類などであった。漁場は漁期によって異なっていた。すなわち, 4~8月の期間は主として田辺湾内の沿岸寄に, 8~11月の期間は田辺湾の外に展開されていた。

v) 漁法 この網の操業の概要を Fig. 57 に示す。親船は網船, 灯船, および伝馬船を引いて日

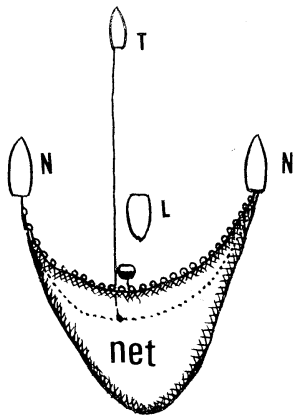


Fig. 57. Operating-view of Takiireami; T means towing boat, N netting boat, and L lighting boat.

没ごろあらかじめ定めた漁場に到着する。漁場において, 親船は網船と共に錨を入れて待機する。灯船は潮上に向かって互にはなれて漕ぎのぼる。次いで, 灯船は適当なところに錨を入れて, 静かに点灯して集魚に当る。点灯後, 2時間ぐらいして, 水上灯に笠をかぶせ光束を概ね1/4にしぼって指向性とする。これによって, 広い範囲に集まっていた魚は次第に狭い範囲内に密集するようになる。灯船は集魚開始の時から水上灯, 水中灯の両灯を同時に点灯する。灯船が集魚灯の光束をしぼると同時に, 2隻の網船は投網準備を完了する。次いで, 灯船は錨を揚げ, 潮流に乗って静かに網

船に向かって接近する。灯船が網の前方15 mぐらゐまで来たとき, 網船は互に180度に展開しながら投網をはじめ。この場合, 灯船は網の中心部に向かって漕ぎ, または, 潮に流されて進入する。このとき, 伝馬船は網の中央部の引網を取って潮上に向かって漕ぎながら網成の調整にあたる。灯船が網の中央に入って来たとき, 両網船は一斉に揚網を開始する。このとき, 灯船は水中灯を消し船内に収納する。次いで, 灯船は急いで反転消灯して網の外に漕いで出る。網の外に脱出した灯船は次の漁場に向かって移り, そこで再び点灯して集魚を始める。この網の1回の操業に要する時間は, 投網に30分, 揚網に30分位を必要とする。1晩で, 網船は2隻の灯船を交互に利用しながら4~5回操業する。もちろん, 網船の操業回数は魚の灯付の良否によって左右される。

#### (2) “たき入れ網” 漁法の吟味

この漁場で, この漁業に使用された各漁船はいずれも無動力で, 船型, 大きさともにほとんど同じであった。また, 各船の網の構造, 大きさも, またほとんど同じであった。各船の操業する漁場は漁期によって湾内と湾外に区別されているが, 同じ時期において各船はほとんど同じ条件の漁場で操業していた。

湾内漁場の面積はおおよそ幅3.6~5.4 km, 長さ22 kmの細長く岸に沿った限られた水域内で, その広さはほぼ88 km<sup>2</sup>である。漁場が湾内に展開した場合, 風波, 潮流が操業に当って各船に与える影響はこの漁場内ではどこでも同じと考えてよいであろう。この網の操業において, 各網の網丈は湾内ではどこでも海底に接着していた。灯船の光力は各船とも規定の最高光力で点灯していた。したがって, 各灯船の光力は各網とも同じであったとみてよいであろう。網1箇統の人員は各網とも30~35名の範囲であった。

この漁業を調査した昭和27年には各網船とも, まだ魚群探知機は使用していなかった。また, この網の操業に当って, 集魚用の“まき餌”は全く使われていなかった。この漁業では, 操業は, 満月を中心にして, その前後の5日間, 各船一斉に休漁していた。

Table 54. Monthly catch of 57 boats in Tanabe Bay. The catch was classified into good rank of over a quarter and poor rank of below three-quarter with marks of circle and cross, respectively.

Boats		April		May		June		July	
		order	catch (kg)	order	catch (kg)	order	catch (kg)	order	catch (kg)
No. 1	○	17200		2396	○	7680	○	27665	
2	○	7170		3220	○	11550	○	27300	
3		4470		1905	○	10530	○	25110	
4	×	1215		2220		3990		7965	
5	○	11010	○	14445	○	6465	○	28620	
6		5130	○	8775	○	7665		16920	
7		4665		6975		3525	○	21885	
8	○	7725	○	7200	○	17430		15450	
9	○	9450	○	11475	○	8250		5550	
10	○	6210	○	10260	○	5670	○	17640	
11		4050		6675		4425		7485	
12		2310	×	1225		2205		7200	
13		2775	○	11160		5025	○	18825	
14	○	5550		6165	○	8190		17040	
15		3465	○	7815	○	6345		6060	
16	○	6480	○	7590		4410	○	26325	
17		4590	○	7530	○	9225	○	31095	
18		2760		6150		5085		4500	
19	○	7335		6180		3825		9630	
20	○	6120		3930	○	8370	○	17640	
21		2190		3555		3015		15285	
22	×	630		3015		1935		11760	
23	○	6690	○	8775		3015		14760	
24		5040		6750		2190		7920	
25	○	5605	○	9975		4320		7110	
26		1680		2250		4590		10395	
27	○	6405		5445		3900	○	18855	
28		2475		2310		3150	○	27640	
29		5055	○	18510		1740		3555	
30		1815		2400		1680		2550	
31	○	8175	○	14175	○	12270	○	44355	
32	×	285		2610	×	360		1635	
33	×	780	×	1050		2385		9450	
34		3135	×	1275		1200		1620	
35		1835	×	660	×	570	×	930	
36	×	945	×	645		1005	×	810	
37	×	195	×	450	×	465	×	705	
38		4880		2700	×	285	×	1185	
39		2455		2880		1920	×	930	
40		3285	○	12975	○	5625	○	21045	
41		3825		1755		965		7620	
42	×	360	×	1200		2025		2730	

43		2685		3375	×	855		10980
44		1995	×	675	×	345	×	915
45		3150		3270		900		1410
46		2325		4155		1665		7155
47	×	975		3210		3195		4245
48	×	1335	×	315	×	840	×	1275
49		1470		1470	×	480	×	175
50		3240	×	1095	×	435	×	720
51		1950		2355		965		2130
52	×	0	×	240	×	0	×	0
53	×	1215	×	300	×	390	×	750
54	×	1275		1530	×	300	×	465
55	×	930	×	1250	×	270	×	120
56	×	945	×	885	×	390	×	0
57		3010		2122		1205		2128

i) 昭和 27 年度、湾内漁場で操業した全網数は計 57 箇統であった。これら各網船の 4~7 月にわたる各月別の漁獲重量 (kg) を Table 54 に示す。この漁場で、各船の操業上の条件はすべて同じであるから、各船の 1 晩の操業回数は魚の灯付が良好な場合に多く、灯付が悪い場合に少なくなる。Table 54 からわかるように漁獲量の多かった船はたまたま湾内の魚道に沿って、また漁獲量の少なかった船は魚道からはずれて操業したとも考えられる。すなわち、この漁場では、各船の出漁と休漁は一斉に同じように実施されているので各船間の漁獲量の差異はおもに各船の漁場選択の適否によって生ずるものと考えてよいであろう。この漁場のよう限定された狭い水域内に出現した同じ種類の魚に対して、魚の灯火反応はほとんど同じであって、これらの魚の間には灯付の良否はほとんどないとみてよいであろう。すなわち、同じ種類の魚では、この漁場において灯火に対する反応は常に同じであると考えられる。魚の灯付の良い夜には、各船とも魚の灯付は良くなり、魚の灯付が不良な夜には、各船とも魚の灯付は悪くなる訳である。

Table 54 で、月別に漁獲量の上位にある 1~14 位までの船を、その月での成績の特に良いものに、漁獲量の下位から 1~14 位までの船をその月での成績の特に不良のものとする。次に、4~7 月の 4 か月間の各船の成績について、良の回数と不良の回数とによって Table 54 の網船をそれぞれ区分

Table 55. Occurring frequency of good (○) or poor (×) catches on 57 boats showing in Table 54. See Table 54 on circle and cross marks.

Good catch \ Poor catch	Good catch					Total
	0	1	2	3	4	
0		4	8	8	3	23
1	7	0	0	0	0	7
2	5	0	0	0	0	5
3	5	0	0	0	0	5
4	6	0	0	0	0	6
Total	23	4	8	8	3	46

すると Table 55 のようになる。この表で、57 隻の網船の内、23 隻の網船は良の成績を 1~4 回占めているが、これらの船は不良の成績を占めたことはなかった。他の 23 隻は不良の成績を 1~4 回占めているが良の成績を占めたことはない。このことから、良の成績を占めた船は一般に他の船に比べ休業日数も少なく、そのうえ、漁場の選択もじょうずな船であったと考えてよいであろう。これに反して、成績の不良を占めた船は他の船に比べ休業日数も多く、漁場の選択も適切でないままに魚道をはずれて数多く操業したものと考えられることができる。そこで、57 統の網船の内、休業日数が多く、漁場の選択も技能も未熟と考えられる成績の下位の 23 統の漁船を除いた残りの 34 統の網船について 4~7 月の最大漁獲の船に対する各船の漁獲量



Table 56. Distribution of fishing-boats which caught over  $1/n$  against the largest catch in every month.

The Month		April	May	June	July
C*		17200 (kg)	18510 (kg)	17430 (kg)	44355 (kg)
$\frac{1}{n}$					
$1 \sim \frac{1}{2}$		3	8	5	8
$\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$		18	13	15	12
$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{8}$		10	9	9	9
$\frac{1}{8} \sim \frac{1}{16}$		3	4	2	2
$\frac{1}{16}$ and less		0	0	3	3
Total		34	34	34	34

\* C means the largest catch.

の比を月ごとに区分してTable 56 に示す。

湾内漁場に直角座標  $(x,y)$  をとり、魚群の集団における個体の分布密度  $\rho$  が

$$\rho = \rho_0 e^{-\left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2}\right)}$$

で表わされるならば、 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = k^2$  で与えられるだ円上では魚の個体密度は  $\rho_0 e^{-k^2}$  で、このだ円の面積は  $\pi abk^2$  である。この魚群集団を目標に操業する場合、漁船が漁場内に一様に分布していると仮定すれば、このだ円内に操業する網船の数  $N$  は  $k^2$  に比例する。また、これらの船は魚の個体密度が  $\rho_0 e^{-k^2}$  以上のところで操業しているので、漁獲量は操業位置における魚の個体密度に比例する。このことから、漁獲量の最高を  $F_0$  とすると、これらの船の漁獲量は  $F_0 e^{-k^2}$  を越える。よって、漁獲量の最高に対する比が  $e^{-k^2}$  を越える網船の数  $N$  は  $k^2$  に比例する。したがって、 $e^{-k^2} = \frac{1}{n}$  とおくと

$$-k^2 \log e = -\log n$$

$$k^2 = \frac{1}{\log e} \cdot \log n = 2.303 \log n$$

である。したがって、最高漁獲の  $\frac{1}{n}$  以上を収める網船の数  $N$  は  $\log n$  に比例する。Table 57 ならびに Fig. 58 は  $\log n$  と  $N$  との関係を示す。

この図によれば、分布の中心における魚群密度の  $\frac{1}{8}$  のところまでは海面一様に網が用いられて

Table 57. Number of fishing boats obtained the catch of over  $1/n$  the largest catch. For explanation on  $n$  see text.

Month	April	May	June	July
$\frac{1}{n}$				
2	3	8	5	8
4	21	21	20	20
8	31	30	29	29
16	34	34	31	31

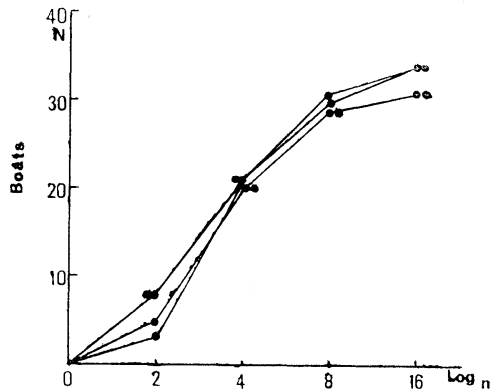


Fig. 58. Relation between the density of fish shoal in which the catches of over  $1/n$  the largest catch were obtained and the number of boats which obtained the catch of over  $1/n$  the largest catch. The figure was translated from Table 57.

いるが、それ以外の海面ではそれほど多くは利用されていないようである。

ii) 灯火に対する魚の行動

灯船が漁場で点灯したとき、まず初めにイワシ類が灯火に向かって集まる。集まった魚は灯火の近くの明るい水域内に群を形成し、静かに行動する。しかし、この魚群はしばらくしておもむろに下層に向かって沈降し始める。この沈降したイワシ群は水面下 3~6 m の深さのところ静かに安定するようになる。この網の浮子方の長さは 72 m、沈子方の長さは 46 m であるが、この網漁具でこの魚群を完全に包囲するためには、魚群を完全に灯火より水平距離で 7~12 m 以内に密集させなければならない。魚群を効果的にこの範囲内に集めるためには魚が光を認め、なおその光に静かに安定するような明るさ、すなわち、数 (1~10)

lux の照度が水面下 3~6 m の水域内に構成されることが望ましい。この網で水中灯を消した場合、水上灯で水面下 10 m のところを 1~10 lux にするために必要な水上灯の光力は次式を用いて計算できる。(III. I. 1), (3) の (6) 式)

$$I_{\varphi=0} \times \frac{r^2}{(1.33)^2} \times e^{-\mu r} = C$$

これから、 $C$  の値は  $15 \times 10^{12}$  cd が限度である。操業に当って、灯火はある段階で光束をしぼるから、水深 6 m のところの魚群に対し、灯の直下より水平距離で 7~12 m 以内に光束を限ることは可能である。しかし、限られた水域内の照度値は光束をしぼることによって当然増大する。仮に、光束を笠で  $\frac{1}{4}$  にしぼった場合、魚の生息層 (水面下 6 m) で 1.5 KW の白熱電球の光度、 $C$  の値はおよそ  $10^4$  cd になる。したがって、この漁業で用いる 1.5 KW の水上灯だけでもこの場合は過大光力になるので、ある程度、光源の光度を減光する必要がある。この漁業では集魚用として 1 KW の水中灯が併用されている。そこで、水中灯による水中の明るさについて述べる。

a) 水中灯からの光が臨界入射角  $\varphi = 48.8^\circ$  以上で水面に到達した場合、光は全反射して再び水中に入るので水中の明るさは光束を 1/2 に絞ったと同じになる。すなわち、

$$\frac{r^2}{n^2} \cdot e^{-\mu r} = \frac{2C}{I} \tag{1}$$

魚の光に集まる低い方の明るさの限界、すなわち、 $I = 10^{-4}$  lux。1 KW の  $C$  の値は  $1.6 \times 10^3$  cd。この漁場における  $\mu$  を 0.1 とすると、この場合 1 KW の水中灯で、 $10^{-4}$  lux の明るさまでの距離  $r$  の値は (1) 式を用いて計算すると、 $r \approx 85$  m である。したがって、1 KW の水中灯を各船が点灯して集魚する場合は、各船間の光の交錯を防ぐために、各灯船は概ね 200 m ぐらい互に離れて集魚する必要がある。海が澄んで、 $\mu$  の値が小さく、0.03 のときは  $r \approx 220$  m となって、灯船はおおよそ互に 450 m ぐらい離れて点灯することが必要になる。すなわち、魚が光を認める低い限界の照度 ( $10^{-4}$  lux) はこの漁場で光源から 85~200 m ぐらい離れた水域に構成される。

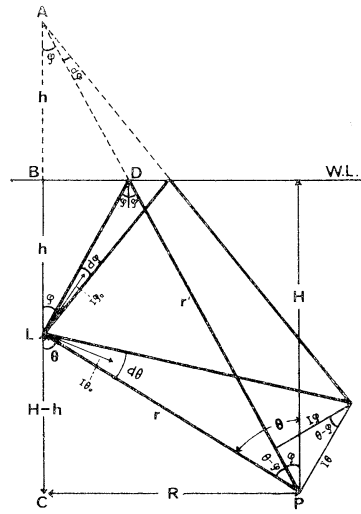


Fig. 59. Reflection and transmission of the light by an underwater lamp. See the text on each mark.

b) 水中灯による水中の明るさについて川上<sup>1)</sup>は次の方法で述べている。

水中灯の場合、水中のある点で受ける光は Fig. 59 に示すように光源から直接に到達するものと、水面で一度反射してから到達するものがある。今、水深  $h$  m にある光源から水平距離  $R$ 、水深  $H$  のところで直接に受ける光に垂直な面の明るさ  $I$  は次の式で示される。

$$I = I_0 + I_{\varphi} \cos(\theta - \varphi) \tag{2}$$

ここに、 $I_0$  は図に示すように直接受ける光による明るさで、光源と受光面との距離を  $r$  とし、鉛直方向と光線とのなす角を  $\theta$ 、光の強さを  $I_0$  とすると

$$r = \sqrt{R^2 + (H-h)^2} \quad \sin \theta = \frac{R}{r}$$

故に、 
$$I_0 = I_{\theta_0} \cdot \frac{1}{r^2} \cdot e^{-\mu r} \tag{3}$$

(2) 式の 2 項は水面で反射してきた光で、表面での反射率を  $k_{\varphi}$ 、光の径路を  $r'(AD+DP)$ 、光線と鉛直上方とのなす角を  $\varphi$ 、光の強さを  $I_{\varphi}$  とすると

$$r' = \sqrt{R^2 + (H+h)^2} \quad \sin \varphi = \frac{R}{r'}$$

故に、 
$$I_{\varphi} = I_{\varphi_0} \cdot \frac{k_{\varphi}}{r'^2} \cdot e^{-\mu r'} \tag{4}$$

これから、(2) 式で  $I$  を求めることができる。ただし、 $k_{\varphi}$  は臨界入射角 ( $\varphi = 48.8^\circ$ ) 以上では 1 と

なる。

iii) 操業の解明 4~7月の湾内の漁場は幅 5.4 km, 長さ 23 km の制約された狭い水域である。したがって, この漁場は長軸が  $\frac{23}{2}$  km, 短軸が  $\frac{5.4}{2}$  km のだ円と仮定すると, その面積は

$$\pi \times \frac{5.4}{2} \times \frac{23}{2} = \frac{\pi}{4} \times 5.4 \times 23 \quad (\text{km}^2)$$

仮に, 魚群の集団が全漁場を被うとしても, 個体密度が中心の  $\frac{1}{16}$  以下の水域で操業する場合も度々ある。このことを考えると, 個体密度が中心の  $\frac{1}{8}$  以上の海面は全漁場の  $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$  であるから

$$\frac{\frac{\pi}{4} \times 5.4 \times 23}{3 \sim 4} \doteq 32.5 \sim 24.4 \text{ km}^2$$

すなわち, この漁場の有効面積は 24.4~32.5 km<sup>2</sup> にすぎない。この狭い面積内にて 30 箇統の網船は操業している。このため, 1 箇統の網船に許容される漁場の面積は 0.75~1.1 km<sup>2</sup> にすぎない。漁場が濁った場合は 1 回の操業に必要な海面は  $4 \times 10^{-2}$  km<sup>2</sup> で充分である。しかし, 透明度の高いときには 1 回の操業に必要な海面は  $2 \times 10^{-1}$  km<sup>2</sup> になる。すなわち, 操業に当って少なくとも  $2 \times 10^{-1}$  km<sup>2</sup> 以上の許容海面が与えられないと 1 KW の水中灯は集魚効果を充分発揮することは出来ない。このことから, この漁場では 1 晩に 4~6 回の操業が網船 1 箇統に割り当たられた面積, すなわち 0.75~1.1 km<sup>2</sup> の海面に許容される限度であることがわかる。操業の実状も, 大部分の船の 1 晩の操業は 4~6 回であった。この合致はこの考え方にもある程度の根拠があるとみてよいであろう。

### (3) 漁業診断

この漁場の各網の灯船の集魚灯の光力は網の大きさ, 操業法からみて, 過大光力となっている。そこで, この集魚灯の光力を小さくすると, 能率の良い 1 回操業あたりの許容海面は今までよりも狭くてよいことになる。そうすると, 漁場で最高  $\frac{1}{8}$  以上の漁獲を収める網船の数は増加する。しかしこの反面, 1 網ごとの漁獲は全体として減少する懸念がでてくる。田辺湾内の漁場で, この漁業を合理的に操業するためには, 各船が輪番に出漁す

るようにして, 1 晩の出漁網船を 30 箇統ぐらに制限することも賢明な方法であろう。仮にあらかじめ集まった魚を光力の調節で散逸させることなく完全に漁獲でき得れば, 出漁日数の減少によって生ずる各種の不利はある程度解決できるであろう。

今回のこの漁場でこの網について, 調べた結果から, この漁業について次のような診断が可能である。この漁場の広さ, 集魚灯の光力, およびその使用方法からみて, 網船の数はこの漁場では既に飽和に達していることがわかる。

3) 網漁業と火光との関係(その2) 網漁業と火光との関係をサンマ棒受網について述べる。

#### (1) サンマ漁業の現況

サンマ漁業の発展は明治年間, 大正から昭和の初期, および昭和 20 年以降の 3 段階に区分することができる。特に今次の戦争終了後のサンマ漁業の発展は注目に値するものがある。サンマ漁業は明治年間の“まき網”操業から大正~昭和初期の“刺網”操業に, 更に今日の“棒受網”操業へと順々に変革されてきた。サンマの“まき網”は魚群が南下して沿岸に接近する太平洋岸の中部地方以南で多く操業された。次いで, 刺網によるサンマの漁獲が始められて漁場は次第に沖合に広がり, 漁期もそれに応じて早くなった。すなわち, 漁場の中心は千葉, 茨城, 福島各県の沖合に移った。昭和 20 年以降, サンマの漁法が火光利用の棒受網に全面的に切換えられて, 漁場は北太平洋全域に飛躍的に拡大した。今日, サンマ漁場は東北地方の太平洋沿海を中心に北海道の沿海, および沖合に広がっている。明治~大正年代のサンマ漁業は普通, 地方単位で操業されていた。しかし, 漁船が大型化し, 船の行動圏が拡大するようになった。すなわち, この漁業は海域的にも, 漁期的にも圧縮, 集中され, 重点操業へと移行した。サンマの昭和 27 年から昭和 30 年までの漁獲の季節変動を Fig. 60 に月別に示す。この図からわかるように, サンマの主たる漁獲は 10~11 月に集中している。サンマの漁獲量は昭和 9~11 年を指数 100 とすれば昭和 30 年度の漁獲は実に  $2.8 \times 10^3$  で著しい

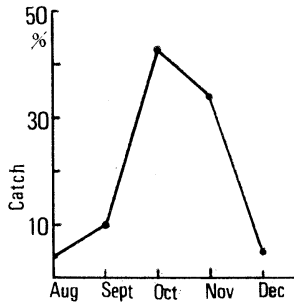


Fig. 60. Percentage of monthly catch of saury throughout the fishing seasons from 1952—1955.

増加がみられた。この漁獲量の増加は刺網漁法から火光利用の棒受網に漁法が切換えられたことによるものである。

サンマ棒受網漁法は火光で魚を集め、その魚の運動を制御しながら魚を狭い特定のところまで誘い、濃密な魚群を人為的に形成させることがねらいである。また、棒受網の漁具は軽快で、その操業は簡便で迅速に出来るという利点がある。

## (2) 棒受網の操業法

この漁業に当る漁船の大部分は 100 トン未満である。サンマ漁船の操業法は次のとおりである。漁船の右舷側を集魚舷、左舷側を投網舷と一般に呼んでいる。集魚舷の集魚灯は白熱灯、昼光色灯、水銀灯および白色、昼光色、青緑の蛍光灯などである。集魚灯はすべて水上灯で、電球を数本の灯竿に取り付け舷外に張出し、水面から 1~2m の高さで点灯する。船は日没ごろ集魚灯に点灯して静かに漁場を航走しながら広い範囲から魚を集める。この時の船の速さは魚が楽に船に追泳できる程度がよい。船に追尾する魚が多くなれば、船は静かに停止し潮流のまにまに漂泊する。この場合、船の集魚舷は風上に、投網舷は風下になるように操船する。潮流に対しても、船は投網舷が潮下に在るようにして、網の展開を良くすることが大切である。集魚に当り、初め漁船は投光器を用いて海面を水平に広く照射しながら魚群の集中、濃密化を計る。この漁業では、集魚の初期効果は灯火が照射する海面の広さに比例して示されるとみてよい。集魚灯で集められた魚は次に舷側の誘導灯を介して順次、投網舷の方に誘導される。す

なわち、魚の誘導は集魚灯を魚群の移動に応じて順々に消し、誘導灯を順次点灯しながら魚群を船首、または、船尾を通過させてあらかじめ設置されている網の内に静かに誘導する。この方法は船底の深い船で多く用いられ、船底の浅い船では直接、魚は船底を集魚舷から投網舷に潜って移る方法がとられる。網の中央上方に吊されている誘導灯の下で魚群が静かに安定すると、捕獲灯の赤色電球を点灯して誘導灯を全部消灯する。このとき、魚は捕獲灯の直下で急激に水面まで浮上して濃縮群を形成する。このとき、漁夫はすかさず揚網して漁獲を完了する。1 回の操業が終ると、船は直ちに集魚灯を再点灯して集魚に当る。船は 1 晩にこの作業を何回も漁況によって繰り返して行なう。

## (3) 集魚灯の効果

これまでに示した実験、および漁業の実体から、光源からの配光の分布曲線の形状と魚が集まる空間の外側の形状との間には密接な関係が認められる。

点光源の集魚灯の高さを  $h$  m、その光源の光度を  $C$  cd とする。この場合の水中の明るさについて再び調べる。(III・1.1). (3) および Fig. 48 参照)

$$I_{\varphi} = \frac{k_{\varphi} \cdot e^{-\mu r}}{h^2 \left( \frac{1}{\cos \theta} + \frac{r}{hn} \right) \left( \frac{\cos \varphi}{\cos^2 \theta} + \frac{r}{hn} \cdot \frac{\cos \theta}{\cos \varphi} \right)} \cdot C \quad (2)$$

(2) 式\*から計算すると、

$$\frac{I_{\varphi}}{C} \cdot h^2 = 10^{-4} \sim 10^{-6} ** \quad (3)$$

(3) 式に対して

$$\left( \frac{r}{hn} \right)_{\varphi} / \left( \frac{r}{hn} \right)_{\varphi=0} ***$$

\* (2) 式の  $k_{\varphi}$  は Fresnel の式を用いて ( $I_0 = C$ )

$$k_{\varphi} = \frac{I_0 - I_r}{I_0} = 1 - \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{n \cos \theta - \cos \varphi}{n \cos \theta + \cos \varphi} \right)^2 + \left( \frac{\cos \theta - n \cos \varphi}{\cos \theta + n \cos \varphi} \right)^2 \right\} \quad (2')$$

\*\*  $\frac{I_{\varphi}}{C} \cdot h^2 = 10^{-4} \sim 10^{-6}$ .  $\mu = 0.15 \sim 0.03$ ,  $h = 1$  m とすれば

$$C_r = \frac{k_{\varphi} \cdot e^{-\mu r}}{\left( \frac{\cos \varphi}{\cos^2 \theta} + \frac{r}{n} \cdot \frac{\cos \theta}{\cos \varphi} \right) \left( \frac{1}{\cos \theta} + \frac{r}{n} \right)} = 10^{-4} \sim 10^{-6} \quad (3')$$

\*\*\* (3') 式から  $10^{-4}$  の場合の  $r$  を計算すると Table 58 のようになる。

Table 58. Calculation values of  $r$ . For explanation on  $r$  see text.  $(\sin \varphi = \frac{\sin \theta}{1.33})$

$\theta$	$\varphi$	$r(m)$	$(\frac{r}{hn})_{\varphi=\theta}$	$(\frac{r}{hn})_{\varphi=0}$	$(\frac{r}{hn})_{\varphi=\theta} / (\frac{r}{hn})_{\varphi=0}$
0°	0°	22.01		16.5	
15°	11°13'	23.06	17.33		1.05
30°	22°5'	23.03	17.31		1.05
45°	32°7'	22.98	17.27		1.05
60°	40°37'	22.94	17.25		1.05
75°	46°34'	22.15	16.65		1.01

の値は  $\mu$  の値が 0.03~0.15 の範囲ではほぼ一定である。すなわち、光源から出る同じ照度の明るさの点の軌跡は相似となる。よって、この明るさを含む水面下の体積は光源直下の深さの 3 乗に比例すると考えてよい。サンマを集める灯火 ( $C$  cd) の影響は

$$I_{\varphi} = \frac{k_{\varphi} e^{-\mu r}}{(1 + \frac{r}{hn})^2} \cdot C \quad (4)$$

で示される。この (4) 式を改めて (5) 式を得る。

$$(nh+r)^2 \cdot e^{\mu r} = \frac{k_{\varphi} \cdot n^2 \cdot C}{I_{\varphi}} \quad (5)$$

したがって、 $C$  の影響は  $r$  の自乗で測ることができる。

Table 59 の各級漁船の灯火について吟味する。サンマ漁船の集魚灯は火光が天空に逃げないように笠でこれをおおっている。集魚用の灯火は白熱灯の 500W 電球を 12~30 個を用いていた。この集魚灯を仮に点光源として取り扱おうと、500W の白熱電球の光度  $C$  は 830 cd で、光束を  $\frac{1}{2}$  にしぼった場合は、集魚点の光度  $C$  の値は  $2 \times \{1.0 \sim 2.5\} \times 10^4$  cd になる。光源の高さ  $h$  を 1.5 m とすると、 $I_{\varphi}$  は (3) 式から下のようになる。

$$I_{\varphi} = \frac{(2 \sim 5) \times 10^4}{(1.5)^2} \times (10^{-4} \sim 10^{-6}) \div 2 \sim 0.01 \text{ lux}$$

先に述べたサンマの集魚実験からわかるように、サンマが灯火に向かって集まるのに必要な火光刺激の低い方の限界値は  $10^{-2}$  lux ぐらいである。そこで、 $10^{-2}$  lux の明るさをサンマが集まる低い限界とすると、操業に当って、光源の直下にある  $10^{-2}$  lux の明るさの深さ  $r$  の自乗内に含まれるサンマがこの集魚灯の影響を受けて集まるとみてよい。

低い方の明るさの限界の深さ  $r$  を  $dr$  だけ増すことによる光度  $C$  の増し分を  $dC$  とすると、(5) 式の対数微分をとって

$$\left( \frac{2}{nh+r} + \mu \right) dr = \frac{dC}{C} \quad (6)$$

この式で  $r$  の値は大きいから  $r$  に対して  $nh$  を省くと次式が得られる。

$$(2 + \mu r) \cdot \frac{dr}{r} = \frac{dC}{C} \quad (7)$$

(7) 式を改めて

$$2 \frac{dr}{r} = \frac{2}{2 + \mu r} \cdot \frac{dC}{C} \quad (8)$$

ここで、 $\frac{2}{2 + \mu r}$  は  $\mu$  の値が比較的小さい場合 (透明度の高い海)、 $r$  の値の変動によっても大きな変化はおきてこないから近似的にこれを一定とみなすと、 $r$  と  $C$  との関係は (8) 式を積分して

$$r^2 = AC^{\frac{2}{2 + \mu r}} \quad (9)$$

で示すことができる。ただし、(9) 式の  $A$  は常数である。これから、集魚灯の集魚効果は  $C$  の  $\frac{2}{2 + \mu r}$  乗に比例することになる。 $C$  の値がある大きさ以上では、 $C$  の変動に対する  $\mu$  の影響が強くなるので  $r$  の値は考えられるほどには大きく変化していない。このことは (5) 式を計算してみてもわかる。したがって、この場合、 $\frac{2}{2 + \mu r}$  を一定として取り扱っても大きな支障はないのである。サンマ漁場の大部分を占める北太平洋の北海道、東北海区の透明度は概して 15~18 m である。したがって、この海の光の消滅係数  $\mu$  の値  $(\frac{1.7}{D})$  は 0.1 ぐらいである。この漁場で、サンマが集魚灯に向かって集まる低い限界の明るさを  $10^{-2}$  lux (実験値から) として、この値よりいくぶ

Table 59. Catch of saury by five tonnage class boats in Chiba Prefecture, 1954. 10 19 tons class is a standard of ratio.

Date	Class of boat	Numbers of boats	Operation days			Total Catch (kg)	Catch per one boat in a day	
			Total days	Mean	Ratio		Catch (kg)	Ratio
9. 12 ∫	(tons) 10~19	15	17	1.13	100	144670	8510	100
	20~29	26	29	1.11	98	274125	9452	111
	30~39	8	9	1.12	99	48750	4527	53
	40~49	3	4	1.33	118	58125	14531	171
9. 14	50~80	14	21	1.50	133	336750	16035	188
9. 15 ∫	10~19	18	28	1.56	100	190500	6803	100
	20~29	29	43	1.48	95	322875	7508	110
	30~39	11	18	1.64	105	208875	11604	171
	40~49	2	2	1.00	64	37500	18750	276
9. 19	50~80	16	22	1.37	88	380250	17284	254
9. 20 ∫	10~19	19	26	1.37	100	376500	14480	100
	20~29	35	70	2.00	146	1206375	17233	119
	30~39	11	22	2.00	146	512625	23301	161
	40~49	3	6	2.00	146	114375	19062	131
9. 24	50~80	18	36	2.00	146	881625	24489	169
9. 25 ∫	10~19	23	46	2.00	100	592500	12880	100
	20~29	34	61	1.79	90	945750	15504	119
	30~39	11	22	2.00	100	416250	18920	147
	40~49	3	8	2.67	134	135000	16875	131
9. 29	50~80	17	42	2.47	124	774375	18437	143
9. 30 ∫	10~19	19	29	1.53	100	252375	8702	100
	20~29	30	48	1.60	105	649125	13523	155
	30~39	9	17	1.89	124	358125	21066	243
	40~49	4	8	2.00	131	163125	20390	234
10. 4	50~80	16	23	1.44	94	693000	30130	345
10. 5 ∫	10~19	23	40	1.74	100	353250	8831	100
	20~29	33	56	1.70	98	173625	3100	35
	30~39	10	23	2.30	135	255750	11119	126
	40~49	4	9	2.25	129	95625	10625	119
10. 9	50~80	18	33	1.83	105	437625	13261	150
10. 10 ∫	10~19	27	43	1.59	100	544125	12654	100
	20~29	33	63	1.91	120	1095375	17386	137
	30~39	11	23	2.00	126	427875	18603	147
	40~49	3	7	2.33	147	148875	21267	168
10. 14	50~80	15	27	1.80	113	536250	19860	157
10. 15 ∫	10~19	27	60	2.22	100	786000	13100	100
	20~29	34	85	2.50	113	1203000	14152	108
	30~39	11	32	2.90	131	430500	13453	103
	40~49	3	7	2.83	127	121875	17410	133
10. 19	50~80	14	33	2.36	106	579950	17574	134

10. 20	(tons)							
	10~19	26	37	1.42	100	151125	4084	100
	20~29	28	58	2.07	146	372750	6426	157
	30~39	11	19	1.73	122	115500	6078	149
∫	40~49	3	8	2.67	188	58125	7265	128
	50~80	14	30	2.14	151	390375	13012	319
10. 24								
10. 25	10~19	28	55	1.96	100	528750	9613	100
	20~29	35	76	2.17	111	949125	12488	137
	30~39	10	19	1.90	97	320625	16875	175
	40~49	4	7	1.75	89	78000	11143	116
∫	50~80	16	29	1.81	92	440625	15193	158
10. 29								
10. 30	10~19	20	27	1.35	100	229770	8510	100
	20~29	29	51	1.76	130	434010	8510	100
	30~39	10	24	2.40	178	313760	13073	153
	40~49	4	7	1.75	130	86950	12421	146
∫	50~80	15	30	2.00	148	109020	20301	238
11. 3								
11. 4	10~19	26	66	2.54	100	591260	8958	100
	20~29	37	90	2.43	96	928145	10313	115
	30~39	10	28	2.80	110	336700	12025	134
	40~49	3	11	3.67	144	149850	13623	152
∫	50~80	18	43	2.39	94	819550	18059	213
11. 8								

ん明るい値、実験値の、仮に 4 lux として  $r$  の値を (5) 式を用いて計算すれば、 $r \doteq 30$  m になる。この  $r$  の値を  $\frac{2}{2+\mu r}$  に代入すると、

$$\frac{2}{2+\mu r} = \frac{2}{2+0.1 \times 30} = \frac{2}{5}$$

したがって、この場合の漁船 1 隻の 1 晩当りの漁獲量は集魚灯の光度  $C$  の  $\frac{2}{5}$  乗に比例するものと考えてもよいであろう。

サマンの灯火に向かう低い方の明るさは  $10^{-2}$  lux であるが、この明るさを  $4 \times 10^{-2}$  lux と仮定すれば、 $r$  の値は (5) 式から、55 m である。この  $r$  の値を、 $\frac{2}{2+\mu r}$  に代入すると、

$$\frac{2}{2+\mu r} = \frac{2}{2+0.1 \times 55} = \frac{1}{4}$$

である。この場合、漁船 1 隻の 1 晩当りの漁獲量は集魚灯の光度  $C$  の  $\frac{1}{4}$  乗に比例するということができる。(漁獲は集魚量に比例するとみてよい)

#### (4) 誘導灯の効果

右舷の集魚灯に集まったサンマを左舷の網の内まで誘導するために誘導灯が使われる。魚群の誘

導法は前に述べた二つの方法がある。右舷から左舷に移動した魚は誘導灯の光力に比例して、時間の経過にしたがって次第に誘導灯の下で深く沈降するようになる。そこで、網の操作に当っては、まず集魚灯に集まった魚を逃がすことなく誘導灯に集め、誘導灯に集まった魚を完全に漁獲することが大切である。そのためには、誘導灯の光力はある適正さが要求される。誘導灯の光力を決める場合、誘導灯の光で投下中の網が判然と映しだされないように、すなわち、魚が網の陰影におそれて散逸することのないようにすることも同時に考えなければならない。誘導灯の光力はあらかじめ集魚灯に集まっていた魚の遊泳深度の限界点における明るさを誘導灯で網丈の範囲内に構成する程度が望ましい。左舷の網の上に張出した誘導灯の位置から仮に 18 m の外側に入れられた網の深さを 20 m とすれば、この網が誘導灯で直接に映し出されないようにするには誘導灯は次の条件が必要である。(Fig. 61 参照)

光の屈折角  $\varphi$  は  $\left( \tan \varphi = \frac{18}{20} \text{ から} \right)$  42 度以下に、そのときの入射角は

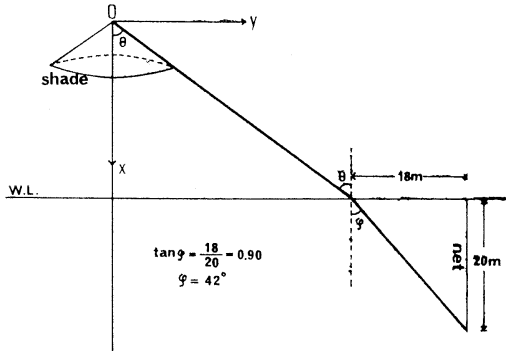


Fig. 61. Relation between an attracting fish lamp and the position of a dip-net. See the text on marks.

$$\left( n = \frac{\sin \theta}{\sin \varphi} \dots \dots 1.33 = \frac{\sin \theta}{\sin 42^\circ} \right)$$

63度以下にする必要がある。誘導灯がこの条件に合致するためには次のような計算から誘導灯の光束は笠で $\frac{1}{4}$ 以上に絞る必要がある。この計算は図の光源の笠を直円錐とみなし、その中心線が側線となす角を $\theta$ とすると頂点Oで張る立体角 $\omega$ は

$$\omega = 2\pi \int_{\cos \theta}^1 y \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx = 2\pi(1 - \cos \theta)$$

ただし、 $y^2 + x^2 = 1$  で与えられるから

$$\frac{2\pi(1 - \cos 63^\circ)}{4\pi} \leq \frac{1}{2} \times (1 - 0.45) \leq \frac{1}{4}$$

したがって、誘導灯の白熱電球の数は、この場合、集魚灯(光束を $\frac{1}{2}$ に絞る)の電球数の $\frac{1}{2}$ 以下が適当である。

(5) 捕獲灯の効果

操業中、誘導灯によって左舷の網側に集まった魚を網ですくい獲るために捕獲灯、すなわち赤色灯を点灯する。赤色灯を点灯すると同時に誘導灯は消灯する。このとき誘導灯に集まっていた魚は急激に水面近く浮上し赤色灯の下で濃群をつくる。この赤色灯の利用は漁業者が経験的に知ったことであるが、その効果は今日でも高く評価してよいであろう。

たとえば、誘導灯の明るさで10 luxの深さのところにいる魚を網ですくいうる深さ、仮に水面下10 mまで浮上させるに必要な赤色灯の光力は次のように考えられる。

今、白熱灯の10 luxと赤色灯の20 luxとの明

Table 60. Numbers of saury-gathering-lamp in five tonnage class boats.

Class of boat (ton)	White lamp (W)	Numbers of lamps	Ratio, light-strength
10~19	500	13	100
20~28	500	19	146
30~39	500	23	177
40~49	500	26	200
50~80	500	29	223

ろさが魚に与える光刺激の効果がほぼ同じであると推定すると、先に示した(5)式

$$(nh+r)^2 \cdot e^{\mu r} = \frac{k\varphi n^2}{I_\phi} \cdot C$$

において、 $r=10$  m,  $h=1.5$  m,  $n=1.33$ ,  $\mu=0.18$  として、これを上式に代入すると

$$\begin{aligned} & \{(1.33 \times 1.5) + 10\}^2 \cdot e^{0.18 \times 10} \times \frac{20}{(1.33)^2} \\ & \quad \div 1.04 \times 10^4 \text{ cd} \end{aligned}$$

すなわち、捕獲灯(赤色灯)の光度Cの値は $1.04 \times 10^4$  cdより小さいことが必要である。赤色電球の光束は同じ白熱電球の $\frac{1}{2}$ ぐらいであるから、赤色電球500 Wの光度は白熱電球500 Wの光度830 cdの $\frac{1}{2}$ すなわち、415 cdとなる。この場合、捕獲灯の光束は笠で $\frac{1}{4}$ 以上に深く絞るので捕獲灯(赤色灯)の光度は $1.66 \times 10^3$  cd以上になる。これから、捕獲灯として使用する赤色灯(500 Wの電球)の数は

$$\frac{1.04 \times 10^4}{1.66 \times 10^3} \div 6$$

すなわち、6個以下が適当である。

(6) 漁業の診断

Table 59 についていろいろ検討する。

i) 10~19トン級の船を基準にして、この級の集魚灯(500 Wの白熱電球)の電球の数を指数値100にとれば他の各級の船の指数値はTable 60で示すとおりである。

各級の漁獲量の指数値を1隻平均の操業日数にしたがい、すなわち10~19トン級の操業日数を100%として、操業日数が10~19トン級船の80~120%, 80%以下、および120%以上の3個の枠



Table 61. Ratio of daily catch per one boat in four tonnage class of over 20 tons to the catch of 10-19 tons class.

Month	Ratio class date	80~120%				80% and less				120% and more			
		20~29	30~39	40~49	50~80	20~29	30~39	40~49	50~80	20~29	30~39	40~49	50~80
		Sept.	12~14	111	53	171							
	15~19	110	171		254		276						
	20~24								119	161	131	169	
	25~29	119	147								131	143	
Oct.	30~4	155			345					243	234		
	5~9	35			150					126	119		
	10~14	137			157					147	168		
	15~19	108			134					103	133		
	20~24								157	149	128	319	
Nov.	30~3								100	153	146	238	
	4~8	115	134		213						152		
Geo-metric Mean		107.1	115.5	140.8	184.9		276		123.2	149.6	146.1	202.7	

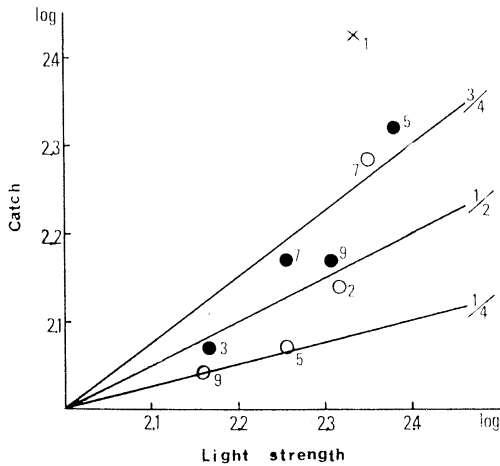


Fig. 62. Relation between the light-intensity of fishing lamps and the unit catch. Abscissa shows the ratio of light-strength of each tonnage class boats shown in Table 59 to that of 10-19 tons class. Ordinate shows daily catch per one boat.

- : Operation days of 80-120 % against 10-19 tons class
- : Operation days of over 120 % against 10-19 tons class
- × : Operation days of less 80 % against 10-19 tons class

Figures near the marks show the frequency.

内に充当してみると、Table 61\* のようになる。

この表から、1日1隻の平均漁獲量の指数を級別に幾何平均(G・M)を求め、その結果を光力の指数に対してプロットすると Fig. 62 に示すとおりである。

これらの図および表から、漁船1隻の平均操業日数は、20トン以上の船では10~19トン級の船に比べ多くなっている。操業日数の多い場合は少ない場合よりも単位努力あたりの漁獲量の指数値は高いことがわかる。1隻平均の操業日数があまり変わらない場合は、単位努力当りの漁獲量は光力の  $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$  乗に比例して示されている。しかし、50~80トン級の船では、この傾向は期待される値よりも単位努力当りの漁獲量の方が甚しく多いことがわかる。

ii) 漁船をトン数の級別に、操業1日平均漁獲量が特に多い船、少し多い船、および、特に少ない船を抽出して、これらの船の操業において、(a)

\* Table 61 は1隻平均の操業日数が10~19トン級に対して80~120%、80%以下、120%以上に区分して、1隻1日平均漁獲量の10~19トン級船に対する比率の平均値を求めて示した。

Table 62. Relation between the catch, the net and fishing lamps.

Class of boat	Gear	Catch		
		Good	Ordinary	Poor
10 (ton)	Size of net	19m×21m	19m×20m	23m×18m
	Gathering light	white 500W×15	white 500W×12	white 500W×12
	Luring light	white 500W×5	white 500W×5	white 500W×5
19	Catching light	red 500W×4	red 500W×4	red 500W×3
20	Size of net	38m×22m	20m×20m	20m×20m
	Gathering light	white 500W×21	white 500W×18	white 500W×18
	Luring light	white 500W×9	white 500W×5	white 500W×5
29	Catching light	red 500W×4	red 500W×6	red 500W×6
30	Size of net	45m×44m	22m×20m	21m×18m
	Gathering light	white 500W×30	white 500W×20	white 500W×20
	Luring light	white 500W×3	white 500W×5	white 500W×5
39	Catching light	red 500W×5	red 500W×4	red 500W×4
50	Size of net	21.4m×21m	24m×22m	22m×20m
	Gathering light	white 500W×30	white 500W×24	white 500W×24
	Luring light	white 500W×6	white 500W×8	white 500W×9
80	Catching light	red 500W×6	red 500W×6	red 500W×6

網の大きさと漁獲量との関係。(b)誘導灯,捕獲灯の光力と漁獲量との関係。(c)棒受網の各種の漁獲要素と漁獲量との関係。以上の項目について調べ,この関係を Table 62 に示す。

この表からわかるように,漁獲量が少し多い船は漁獲量の特に少ない船に比べ誘導灯および捕獲灯の電球数の差はなく,ほとんど同じである。しかし,漁獲量の多い船は漁獲量の少ない船に比べ使用した網の大きさは(10~19トン級の場合を除いて)いくらか大きくなっている。また,漁獲量の特に多い船は漁獲量の少し多い船に比べ集魚灯,誘導灯の光力はいくらか大きくなっている。各級内で,網の大きさは漁獲量の特に多い船のほうが少し多い船に比べ大きくなっている。しかし,漁獲量の特に少ない船と少し多い船とでは船のト

ン数が增大するにしたがい集魚灯の光力は増強されている。しかし,網の大きさはいくらか大きくなっていない。漁獲量の特に多い船はトン数が增大するにしたがい集魚灯の光力は増強されている。また,同時に網の大きさも船のトン数(10~39トンの範囲内)の増大にもなって大きくなっている。

iii) 東北太平洋水域の夜間のサンマの遊泳層は比較的浅く,操業中にサンマが水面を飛躍しながら灯火の照射水域に集まるのがしばしば見られる。しかし,集魚に当たっていたずらに強い光力の集魚灯を使用することは,広い範囲から魚を集める反面,灯火に集まった魚を下層に深く潜らせ,灯火から遠く去らせることになる。このように灯火から遠く,深く離れている魚を網の上に誘導す

るためには誘導灯と集魚灯との調整が必要である。またこのような状態の魚を捕えるには網の大きさはますます深く大きくすることが条件になる。今日のサンマ漁船の集魚灯の光力は30KW以内に制限され、各船は一応この範囲内で光力を競って増加している。集魚灯の光力にしたがって、誘導灯および捕獲灯の光力は大きくする必要がある。しかし、この漁業に用いられる網はこの漁法の性質からその大きさにもある程度の限界がある。したがって、集魚灯の光力は網の大きさとの均衡を保つためにも自然にある限界が考えられる。この限界内での光力の範囲、すなわち、サンマの集魚条件の許容光度内では網の大きさ、操業上の各条件が概ね同じであれば各船の単位努力あたりの漁獲量は集魚灯の光度  $C$  の  $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$  乗に比例するとみてよい。集魚灯の光力を増大して集められた魚の何%が最終的に漁獲されているか? これについては更に検討が必要である。

iv) Table 62 からわかるとおり、各船の誘導灯の電球数が集魚灯の電球数の  $\frac{1}{4}$  以下の場合、概ねこれらの船の漁獲量は多くなっている。30トン未満の船の灯火は集魚灯の電球数に対して誘導灯の電球数は  $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ 、30トン以上の船ではこの関係は概ね  $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{10}$  の割合になる。したがって、千葉県下のこの年のサンマ漁船の集魚灯と誘導灯との光力比は各級の船とも概ね適切であったといえる。Table 63~70 から、各灯火の相対関係をみると、30トン以下の船では集魚灯の光力に対して誘導灯の光力は少し強く、誘導灯の光力に対して捕獲灯の光力は20トン以下の船では少し弱くなっている。このいずれの場合も、集魚灯でせっかく集められたサンマの内、そのいくらかは誘導、捕獲の行程で逃散していることになる。

v) 漁船の1晩1隻当りの漁獲量が船の集魚灯の光度  $C$  の  $n$  乗に比例すると、Fig. 62 によって示されるように、 $n$  の値は10~19トンの漁船、および20~49トンの漁船では  $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$  乗であるのに対し、50~80トンの大型船の  $n$  の値は  $\frac{3}{4}$  乗となったものと考えられる。すでに述べたとおり、サンマの集魚灯を等で光束をに絞った場合、誘導灯の

Table 63. Catch of 10-19 tons class boats through the season.

Catch		Good	Ordinary	Poor
		Tonnage		
		18	16	17.6
Boats	No.			
	1	13518 kg	11525 kg	6408 kg
	2	13800	11027	6563
	3	12895		6439
	4	12025		7687
	5	11981		5355
	Total	64219	22552	32452
	Mean	12843	11276	6490

Table 64. Relation between the catch and the elements of fishing, in 10-19 tons class boat.

Catch		Good	Ordinary	Poor
		Tonnage		
		18	16	17.6
Element of fishing	Catch per one boat	12843 kg	11276 kg	6490 kg
	Size of net	19m × 21m	19m × 20m	23m × 18m
	Gathering lamp	500W × 15	500W × 12	500W × 12
	Luring lamp	500W × 5	500W × 5	500W × 5
	Catching lamp	500W × 4	500W × 4	500W × 3
	Total candles of (C) gathering lamp	12450cd	9960cd	9960cd
	$C^{1/3}$	23.3	21.5	21.5

Table 65. Catch of 20-29 tons class boats through the one season.

Catch		Good	Ordinary	Poor
		Tonnage		
		27	25.4	25.1
Boats	No.			
	1	14250 kg	12800 kg	8250 kg
	2	15528	13200	10185
	3	15154	12898	10020
	4	15270		7870
	5	15223		6597
	Total	75435	38898	42922
	Mean	15087	12966	8585

Table 66. Relation between the catch and the elements of fishing, in 20-29 tons class boats.

Element of fishing	Catch		
	Good	Ordinary	Poor
Tonnage	27	25.4	25.1
Catch per one boat	15087 kg	12966 kg	8585 kg
Size of net	38m×22m	20m×20m	20m×20m
Gathering lamp	500W×21	500W×18	509W×18
Luring lamp	500W×9	500W×5	500W×5
Catching lamp	500W×4	500W×6	500W×6
Total candles of gathering lamp (C)	17430cd	14940cd	14940cd
$C^{1/3}$	2559	24.6	24.6

Table 67. Catch of 30-39 tons class boats through the one season.

Boat	Catch		
	Good	Ordinary	Poor
Tonnage	37	32.5	33
1	17213 kg	15870 kg	9510 kg
2	17962	15614	12610
3	18337		12905
Total	58612	31484	35025
Mean	17837	15742	11675

Table 68. Relation between the catch and the elements of fishing in 30-39 tons class boats.

Element of fishing	Catch		
	Good	Ordinary	Poor
Tonnage	37	32.5	33
Catch per one boat	17837 kg	15742 kg	11675 kg
Size of net	45m×44m	22m×20m	21m×18m
Gathering lamp	500W×30	500W×20	500W×20
Luring lamp	500W×3	500W×5	500W×5
Catching lamp	500W×5	500W×4	500W×4
Total candles of gathering lamp (C)	24900cd	18260cd	18260cd
$C^{1/3}$	29.2	25.5	25.5

Table 69. Catch of 50-80 tons class boats through the one seasons.

Boats	Catch		
	Good	Ordinary	Poor
Tonnage	66	66	74
No. 1	21563 kg	21088 kg	6060 kg
2	25294	21224	10534
3	24101	20409	17344
4	22908		11456
5	22500		14028
Mean	23273	20907	11884

Table 70. Relation between the catch and the elements of fishing in 50-80 tons class boats.

Element of fishing	Catch		
	Good	Ordinary	Poor
Tonnage	67	66	74
Catch per one boat	23907 kg	20907 kg	11884 kg
Size of net	21.4m×21m	24m×22m	22m×20m
Gathering lamp	500W×30	500W×24	500W×24
Luring lamp	500W×6	500W×8	500W×9
Catching lamp	500W×6	500W×6	500W×6
Total candles of gathering lamp	24900 c	19920 c	19920 c
$C^{1/3}$	29.2	27.1	27.1

光力は集魚灯の光力の $\frac{1}{4}$ 以下にする必要がある。捕獲灯(赤色灯)は誘導灯と同じ大きさの光力の赤色灯(仮に誘導灯が500Wの白熱灯の電球5~6個の場合)5~6個以内で誘導灯に集まっていた魚を水面下10m以浅まで容易に浮上させることが可能である。

## vi) 結び

今日のサンマ漁船は一途に集魚灯の光力を強大にすることによって、より広い水域から、より沢山の魚を集めようと努めている。集魚灯の光力が大きくなることによって魚の集まる水域は必然的に広く深くなり、より多くの魚が灯火に集まってくることも確かである。このようにして集められた魚を散逸させることなく確実に漁獲するのでなくては集魚灯の強大化は無意味である。集魚灯の

魚を誘導灯で反対舷の網の内に誘導するに当たって、誘導灯の光力と集魚灯の光力との相対関係が集魚灯に対して誘導灯が強い、あるいは弱い場合、ならびに捕獲灯の光力が誘導灯の光力に対して余り弱いような場合はいずれも集魚した魚のいくらかは散逸することになる。

これまで述べたことは、集魚灯の光力 $C$ の電球 $n$ 個を点光源として扱ったものである。しかし、各船は操業に当り、集魚灯は2~4本の灯竿に $n$ 個の電球を配分して点灯している。各灯竿は右舷に3~5mの間隔で舷外に張り出されている。したがって、灯竿1本の光力は $\frac{n \cdot C}{2 \sim 4}$ である。このため誘導灯の光力は $n \cdot C$ の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$ よりも更に小さくても実際はよいわけになる。また、捕獲灯の光力は誘導灯の光力が小さくなるにしたがって、更に小さくてよいことになる。

サンマ漁業の集魚灯の光力はますます大きくなる傾向がある。これについては集魚灯、誘導灯および捕獲灯との光力の相互関係と漁具の大きさとの関係から充分吟味することが肝要である。

#### IV. 総括

1) 本文の要約 火光利用漁業の要点は対象魚を広い水域から限定された狭い水域内に多く集めることである。漁業者は火光を利用して自由に魚の行動を統御することを目標にしている。そのためには火光と魚の相対的な関係を把握することがまず必要である。

集魚灯の沿革は光源の変遷史である、漁業者は経験的に集魚灯の光力と集魚量との間にある関係があることを学んでいた。漁業の合理化を目標とする火光利用の漁業は今日なお多くの問題がある。

集魚灯の研究には次の各分野がある。(i) 光学的に水中の明るさの研究から進む分野。(ii) 生物学的に光に対する魚の生態の研究面から進む分野。(iii) 光に対する魚の行動を漁法学的に研究してゆく分野。

火光利用漁業ではこれらの各分野の研究成果を総合して漁法学的な知見を確立することが肝要で

ある。本研究は上記の(iii)項の研究を主として行なったものである。すなわち、この研究は火光の有効利用を主眼とする漁撈技術の基礎研究を主とし、併せて火光に対する魚の運動を実験的に調べた。実験に用いた魚種はイワシ *Engraulis japonica*、サバ *Scomber japonicus*、アジ *Trachurus japonicus*、イサキ *Parapristipoma trilinealum*、ムロアジ *Decapterus muroadsi* で、この実験結果の要約はおおむね次のようであった。

i) 上記の魚種は暗い所では個々ばらばらに運動するが、ある明るさ以上の所では容易に例外なく魚群を形成して運動するようになる。(a) サバは灯火に集まる場合と集まらない場合がある。サバは光の明るい所で活発に行動する。光の明るさに対してサバが安定する水域は $10^{-2}$  lux位の所である。(b) アジは光源の光力が小さい場合はよく光源に接近するが、光力が大きい場合は光源から遠くはなれて泳ぐ。灯火に対して魚の時間的に長く、静かに安定して泳ぐ水域は薄暗い所である。(c) イワシは灯火の光力が小さい場合は初め明るい水域に集まるが時間の経過にしたがって薄暗い方に移る。灯火の光力がある程度高くすることで、魚の光源近くの明るい水域にとどまる時間は長くなる。(d) イサキは常に光を避けて行動する。イサキは明るい水域で群をなして行動するが、暗い水域では成群することなく個々ばらばらに行動する。

ii) サバ、アジ、イワシ、ムロアジの類は強制的にある時間、ある強さの光で照射した後に、自由に放した場合、光を照射しないで放した場合に比べ魚の明るい水域内にとどまる時間は概ね長くなる。

iii) 光の波長に対する魚の運動は概ね次のとおりである。上記の魚について、白色灯に対する単位1時間当りの運動は概ね薄暗い側に長い間とどまる。この傾向は青白色灯に対しても同様に示される。しかし、青色、桃色の灯火に集まる魚の多くは光源近くの明るい水域に多く長くとどまる。緑色灯に集まる魚はほとんど光源近くの明るい水域にとどまる。

iv) 自然魚の火光に集まる状態をアジについて段階的に示すと次のようである。(a) 魚は明暗の

境界付近に静かにばらばらに現われ、除々に成群する。(b) 明るさになれるにしたがって魚は光源に向かい静かに移動する。(c) 魚群は明るい水域と薄暗い水域との間を交互に往来する。(d) 灯火に誘われた魚は初めの間は群のまま注意深く静かに行動する。この間、魚は餌に関心を示すことは少ない。しかし、時間が経過するにしたがって、魚は摂餌をはじめ、群も次第に乱れてくる。

v) 東北海区のサンマが火光に対して良く集まり、安定する明るさは1~5 lux位である。また、サンマの集まる明るさの低い限界は $10^{-2}$  lux位である。魚が灯火に集まるまでの時間は光源の光力によって差があるが、他に魚の生息する水域の水温構成によっても遅速が認められる。

2) 火光利用の漁業について論評すれば次のようである。

i) 釣漁業はただ光源の光力をいわずらに大きくしているのが現状である。その結果、逆に釣りの効果を減殺しているのが一般的な傾向である。

ii) 釣りの場合、火光は魚の走光性を刺激して、魚を極限された水域内に集めることを目的とする場合と、水中を明るく照射することで魚の餌の発見を容易にすることを目的とするものがある。

iii) 火光利用の網漁業では光源の光力と操業法ならびに漁具との調和がとれてないようである。いずれも漁具に対して過大光力となっている。

iv) 火光利用の漁業で、灯火は漁撈作業の過程に順応して光力の調節、波長の変更が必要である。しかし、このことは今日、全く採用されていない。また採用されていても非効果的なものが多いようである。

### 3) 総合および結論

i) 火光利用漁業で漁撈作業の前提条件として行なう集魚は常にある時間を単位として実施されている。光に対して積極的に反応を示す、走光性の強い魚でも長い時間、強い光に照射された場合は明るい光の部を避けて薄暗い方に移るようになる。この明暗の境、魚の退避する水域の照度は $10^{-2}$  lux ぐらいである。火光利用の漁業では光源によって構成される $10^{-2}$  lux 位の水域に関心を持つことが肝要である。

ii) 光源を基準に、 $10^{-2}$  lux の明るさの水域は光源の光度に比例して遠く、深い所に構成される。したがって、灯火に集まった魚を完全に漁獲するために用いる漁具の大きさは光源の光力に比例して決めねばならない。

iii) “まき網”に用いる集魚灯の光力は年々強大になっている。集魚灯の光力の増大に伴って漁具の大きさもそれにしたがって大きくする必要がある。この場合、集魚灯の光はむだなく効果的に使用されると考えてよい。すなわち、火光に集まった魚の大部分は漁具の対象となって獲られるであろう。敷網類に用いられる集魚灯の光力も年々大きくなっている。しかし、敷網類は操作の面からいたずらに大型化することは困難である。したがって、この漁業の集魚灯の光力の大きさは漁具との関係からある枠があることがわかる。漁具と光力の均衡している範囲内で光力の増大は有意であるが、この範囲外では無意味となって光力の浪費である。光力を大きくすれば集魚量はそれに比例して増加するが、漁具の大きさが一定の場合、漁撈作業の過程における魚の逃散は光力に比例して多くなる。

iv) 今日、火光利用漁業はすべて集魚灯の光力を競って大きくする傾向がある。これは集魚の絶対数が大量であればある程度の逃散も意に介することなく多くの漁獲があるためである。海には集魚灯の光力を弱める条件が沢山あるため、漁業者はより強力な光を使う必要に迫られている。更に、生息深度の大きい魚群を対象とするようになったために光力の強化が行なわれている。

v) 白熱集魚灯の光力の増大は漁船という枠内で考えると、ある限界が見出される。このため、集魚灯に色灯の利用が考えられるようになった。そのねらいは、(a) 螢光集魚灯の光力の増大による経済的な負担の軽減。(b) 色灯の波長の物理的特性を利用して、白熱灯に比べすぐれた集魚効果が期待される。(c) 波長に対応する魚の生態が系統的に少しずつ解明されてきた。以上のことなどで色灯に対する関心は次第に高まっている。

火光利用漁業を日本の全漁業の一環としてながめると、沿岸から沖合へ、沖合から遠洋へという

政策に沿って推進されてきた。火光利用漁業は歴史的にみて沿岸を漁場とし、沿岸性の魚を漁獲しながら発展してきたものである。しかし、今日のように年々悪化してゆく沿岸漁業の環境の下で営まれる火光方式の集魚には解決を必要とする多くの問題がある。古い時代、すなわち、魚の資源量が豊富で漁業人口も少なく、漁業の規模も小さく、漁法も幼稚であった時代には集魚灯の光力は小さくても漁業者は十分に漁業目的を達し得たと考えられる。しかし、今日のように漁業の規模が大きくなるにしたがい、漁獲量はこれに見合って大きくする必要はある。しかし、現実には沿岸漁場の多くは荒廃し、生息する魚の量は昔に比べ著しく減少している。このような条件下で、効果的に魚を火光で集めるためには集魚灯の光力を一段と強めて広範囲の水域を照射しながらより多くの魚を集める必要がある。沿岸では漁業に好適な漁場の範囲は年々圧縮されている。その結果、この圧縮された狭い漁場内に多くの漁船が飽和状に集まって互に操業を競う結果になっている。この場合、各船の灯火は相互に妨害光として作用する結果となる。一般に沿岸の好漁場内には常に各種の漁業が同時に操業するのが普通である。このため、ある漁業に対しては集魚灯の火光は全く操業の邪魔になることもある。相異なる性格の漁業が狭い漁場内で共存することは容易ではない。火光利用漁業の問題はここにも在る。

漁業の合理化はすべての漁業の課題である。これを火光利用の漁業について次に述べる。

(i) 網漁業では網の大小、網の操作法、および操業速度と光源の光度とを対比しながら光源の光度を決めることは合理的である。(ii) 光源の光度を大きくする場合は常に漁場の条件、他の漁業との関係を考える必要がある。このことは漁業秩序維持の前提である。(iii) 漁具が大型化するにしたがって集魚灯の光力は増大される必要がある。限られた広さの漁場内で大型の網で操業が行なわれる場合、漁場内に許容される網数にも自然にある枠がある。すなわち、今日の火光利用の漁業では漁場ごとの網の大きさに対応して灯火の光力を定め、それに応じて漁場内に操業する船の数などを

調整する必要がある。(iv) 火光利用の釣漁業は概ね操業軽快にして沖合性を持つものである。しかし、釣り用の灯火は先ず広い、深い水域の魚を釣獲可能な狭い特定の水域内に集めるための条件を満たす必要がある。次いで、釣漁では火光は可及的に長い時間に亘って特定の水域内に魚をとどめ、魚が光に安定しながら静かに行動するとともに漸次索餌するような火光が欲求される。釣漁業の灯火は網漁用に比べ漁場、漁況に対応しながら、その使用、取扱いについて充分注意することが肝要である。

火光利用の漁業の歴史は古いが、その割に進歩の少ないのもこの漁業であろう。これらの原因は次のように考えられる。

(i) 古くから漁業の多くは極地に偏在し、孤立して行なわれてきた。そのため、各人の狭い経験の範囲内で習得した知識だけに依存して漁が営まれてきた。(ii) 光源の幼稚な時代には漁業者は光源の選択の自由を持っていなかった、そのため古いものの踏習を繰り返していた。反面、これらの幼稚な灯火でさえ充分な集魚が可能な良い漁業条件が与えられていた。

昭和10年以降、集魚灯が全国的に電化されるに至り、火光利用漁業にも新しい変化が現われてきた。すなわち、次の諸点である。

(i) 漁業者が自由に光源の質、量の選択がある程度可能になった。光力の増大に因って従来の月明時の休漁が解消され、漁獲量は急激に増加した。(ii) 集魚灯の光力の強化は反面に弊害も生じている。すなわち、火光に対する魚の集魚機構が十分に解明されないままに、何らの根拠もなく集魚灯の光力に制限を加え、または使用を禁止するなどは火光漁業の真の発展を促すものではないであろう。(iii) 集魚灯の光力を制限した結果、漁業者は新しく色灯について関心を注ぐようになった。色灯は白熱灯に比べ、その効果は電力の節約の面から、集魚効果の面からも今後に大きな期待が持たれている。(iv) 今日までの火光利用の漁業では、漁業者の関心は光源に集中されてきた。この反面、火光に集まる魚の生態、行動についての漁業者の関心は少なかった。ただ、魚の灯付が良い、悪い

という結果だけが漁業者の議論の対象になって、その原因を探究する努力は一般に欠けていた。(v) 火光利用漁業では第2次大戦以後、光源に関する限り集魚灯は著しい発展が認められる。すなわち、漁業者の希望する条件の光源はある程度まで自由に生産できるようになっている。(vi) 火光利用の漁業では火光に集まる魚の生態を詳細に解明し、光と魚の運動との、反応の調和点を見出すことが肝要である。(vii) 良く火光に集まる魚族がある期間、全く灯火に集まらないで逆に光を避ける場合がある。この問題は光と魚の相対関係以外に、生化学的な別な分野からの研究が必要となってくる。

漁業の生産を合理的に高めるについては、漁業当事者の研究的努力はもちろん、漁業の研究者は常に漁業者と緊密なつながりを保ちながら、漁業者の提起する問題について適確な解決を与えなければならないであろう。

4) 謝辞 本論文は昭和41年6月21日付、京都大学の論博第130号の内容である。本論文の作成に当って直接実験に御協力頂いた本学の井上実、城戸卓夫、小倉通男、小池篤、竹内正一ならびに当教室で卒論を作成された各氏に対して深く御礼を申上げる。本研究を行なうにあたって御助言と指導を有難くした京都大学教授川上太左英博士、ならびに本稿の御校閲を頂いた京都大学教授木俣正夫博士、故松原喜代松博士に深甚なる謝意を表す。本論文作成の過程において終始有益なる御教示を頂いた東京水産大学名誉教授田内森三郎博士、本研究に当っていろいろと便宜を計って頂くとともに、発表の場を与えて頂いた日仏海洋学会長(東京水産大学教授)、佐々木忠義博士および“うみ”の編集委員各位に厚くお礼申上げる。

#### 参 考

- 1) 川上太左英(1967): 昭和42年度水産業改良普及員研修資料(水産庁調査研究部)



## The Larval Development of *Palaemon modestus* (Heller) in the Laboratory\*

KWON Chin Soo\*\* and Yutaka UNO\*\*

**Résumé:** Les auteurs ont cultivé la larve de *Palaemon modestus* (Heller) par la larve d'*Artemia salina* dans un bassin à eau de 27,8~28,2°C et de 3,12~4,03‰ Cl. Elle se métamorphose en postlarve normale via deux périodes de zoé et quatre périodes postlarvaires. La forme larvaire à chaque période est décrite avec l'illustration. Sa reproduction appartient au type défini par SOLLAUD.

### 1. Introduction

The small fresh water prawn, *Palaemon modestus* (Heller) distributes from upper Tungush river (Russia) to Formosa, according to Holthuis' report (1950). This species is commonly present in shallow rivers, lakes, marshes and pools in Kyeung-sans-namdo province of south Korea; especially a large mass of this species can be found in Nak-dong river, which is located near Pusan, Korea.

Larval development of this species was reported by LIU (1949), but he did not give a complete characteristics of the larva and did not look into the ecological and morphological aspects. The present paper is an account of larval development, growth and morphological difference according to habitation-places.

This experiment was done in the laboratory of Tokyo University of Fisheries; and our acknowledgements are due to Prof. KIM Im Bae in Pusan Fisheries College for collecting and sending specimens from Korea and also to Assistant H. YAMAKAWA of the University for helping with the apparatus.

### 2. Method

The berried specimens, *Palaemon modestus* were collected from Nak-dong river, Korea under following conditions: water temperature 22.5~31.7°C, pH 6.6~7.6, oxygen content 7.0~9.3 mg/l and salinity 0.35~0.44‰ Cl. The prawns were transported on July 9, 1967 to Tokyo

University of Fisheries. After arriving, they were kept in aquaria under the conditions of salinity 3.12~4.03‰, water temperature 26.8~27.7°C and pH 7.8~8.1. Larvae used for the experiments, were hatched from second filial generation-adults reared in the laboratory. The aquariums during the experiment were controlled with thermostat and heater to maintain constant temperature (26.8~27.7°C), and they were sand-filtered by means of an air-lift and flowed into rearing pouches, the rate of flow was about 0.2 l per minute. The figure of an aquarium for the experiment is shown in Fig. 1. The aquaria was fitted with three pouches which are made of bolting silk to promote the effect of feed-capacity and prevent the larvae from being siphoned out. Any change in salinity brought about by evaporation was controlled by means of the addition of clean fresh water. Salinity was checked every day by Winkler's method, and the water temperature checked twice a day at a.m. 10 and p.m. 8 to ensure a constant water temperature. 48 individuals of newly hatched larvae were placed under constant temperature

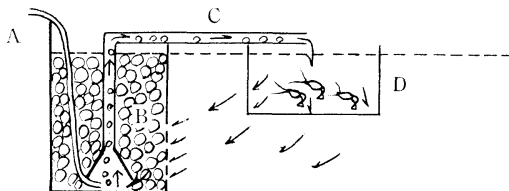


Fig. 1. The arrangement for filtration and circulation of water. A, air tube; B, sand box; C, return tube; D, rearing pouch (12×12×15 cm); total volume of aquaria: 30 l. (see the text).

\* Received Oct. 3, 1968

\*\* Tokyo University of Fisheries

(27.8~28.2°C) and salinity (3.12~4.03‰) for investigations on development when fed on *Artemia* nauplii in sufficient quantities so as to maintain normal growth. During the experiment, aeration and filtration of the aquaria was continuously operated so that dissolved air in the water was in a state of saturation. The result of periodic checks by Winkler's oxygen analytic method showed almost saturated states of D.O. in the temperature involved. For investigation on molting of each larval stage, individuals of the various stages were placed one in 300 liter-flask for individual observation and assurance of molting periods. After molting, the specimens were anesthetized with 1% T-cain solution, and placed on slide-glass for observation. After dissection all parts of the larval appendages, they were sketched by camera-lucida under a common microscope. The length of each appendage was measured with a micrometer. Finally, the remains of the larvae of each stage were put in 30% alcohol-glycerine solution to preserve the characteristics of each larval stage for further comparison on developmental differences with other *Palaemonid* larvae.

### 3. Result

The adult female can carry about 32~68 eggs in laboratory rearing. The eggs are slightly oval in shape, measuring  $144 \times 98 \mu$  on average and its color bright-gray. The larva emerges from the eggs as zoea.

First zoea (Pl. 1, figs. 1~17): body length 3.76, carapace length 1.09 mm. Carapace (fig. 2) with a branchiostegal spine, rostrum without tooth and straight. Abdomen of six somites, the last of which is separate from the fan-shaped telson (fig. 17). The pleula of fifth abdominal somite is pointed posteriorly. Telson with 14 spines. Eyes sessile, base of it appears chromatophores.

Antennule (fig. 3) simple; the single basal segment bears terminally a long plumose seta and a short outer flagellum; outer flagellum with three slender and one stout aesthetes and a short seta. Antenna (fig. 4) biramous; basis segmented; flagellum with eight segments and a peduncle, longer than scale with six short setae; scale of a long basal segment, which is convex

on inner side, and four short terminal segments, with 21 plumose setae on inner blade and a small simple seta and a small spine at distal tip on outside.

Mandible (fig. 5) without palp; incisor process with three teeth at tip; molar process with two teeth; two movable teeth in angle between molar and incisor processes. First maxilla (fig. 6) uniramous; coxa with four inwardly directed short spines; basis with four short teeth and two spines; endopod simple, palp-like, with a terminal short spine. Second maxilla (fig. 7) plate-like, biramous; protopod three-lobed, armed with three, three and three setae; endopod unsegmented, bears a seta on the lobe near the mid-portion and one setae terminally; exopod a flattened gill bailer with 18 setae around the margin, the last posterior seta larger than the other.

First maxilliped (fig. 8) biramous; coxa reduced; basis with two medially directed setae; endopod unsegmented, with four terminal and one medial plumose setae; exopod larger than endopod, with four apical and two sub-apical plumose setae; epipod biramous. Second maxilliped (fig. 9) biramous; coxa reduced, basis with two setae; exopod five-segmented, with two strong spines at junction of ultimate and penultimate segments, ultimate segment with smaller spines, a seta and a strong terminal claw; exopod longer than endopod, with a cylindrical unsegment with four apical and three pairs of sub-apical setae. Third maxilliped (fig. 10) biramous, with three setae on proximal segment; endopod with four apical and three pairs of sub-apical setae.

First and second pereiopod (figs. 11-12) biramous; endopod three-segmented with rudimentary chela; exopod without apical and sub-apical setae. Third pereiopod (fig. 13) biramous, endopod rudimentary segmented, exopod without seta. Fourth and fifth pereiopod (figs. 14~15) uniramous, rudimentary segmented. Pleopod (fig. 16) biramous without seta.

Prominent groups of yellowish orange chromatophores located on anal part and the base of pereiopod.

Second zoea (Pl. 2, figs. 18~34): body length 4.17, carapace length 1.33 mm. Differs from first zoea in the followings: carapace (fig. 19) with a supra-orbital and two pairs of branchio-

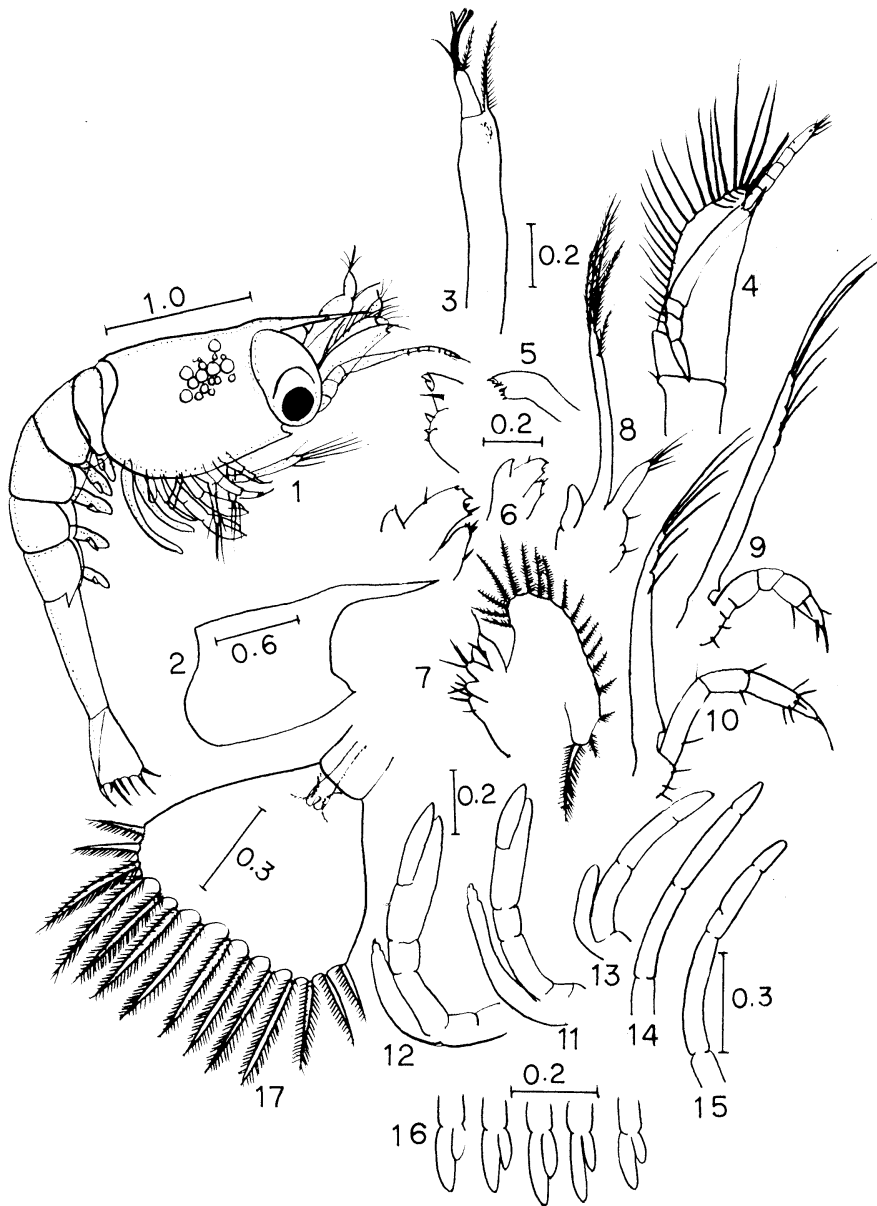


Plate 1. Larval development of *Palaemon modestus*. Figures 1~17 of first zoea. 1, lateral view; 2, carapace; 3, antennule; 4, antenna; 5, mandible; 6, first maxilla; 7, second maxilla; 8, first maxilliped; 9, second maxilliped; 10, third maxilliped; 11, first pereiopod; 12, second pereiopod; 13, third pereiopod; 14, fourth pereiopod; 15, fifth pereiopod; 16, pleopod; 17, telson. Scale shows in mm.

stegal spines. Rostrum with a dorsal tooth. Telson (fig. 34) with 14 large and two small spines. The outlines of uropods are often visible within telson. Antennal scale (fig. 24) with about 29 setae and no short distal segment; antennal flagellum with 14 segments, longer than the former stage, the terminal segment with six short setae. Antennule (fig. 20) with three peduncle segments, segments marked by long setae on inner side and several small setae at outer side; five long, four media and one short setae on distal portion of peduncle. Mandible (fig. 22) almost similar to postlarva in shape; incisor process with two teeth; both processes degenerated.

First maxilla (fig. 23) degenerated, without spine and tooth. Second maxilla (fig. 24): protopod three-lobed, armed with one, two and two setae; exopod setose. Maxilliped (figs. 25~27) almost similar to the former stage in shape. First and second pereopods (figs. 28~29) more advanced than the former. Third pereopod (fig. 30) almost similar to the third maxilliped in shape. Fourth and fifth pereopods (figs. 31~32) fully developed, four-segmented and terminate with claw. Pleopod (fig. 33) armed appendices internae except first pleopod.

Chromatophores more prominent than the former, especially base of antenna and ventral portion of abdomen.

First postlarva (Pl. 3, figs. 35~50): body length 4.76, carapace length 1.40 mm. Rostrum (fig. 36) shorter than antennal scale, with about four dorsal teeth, the first of which is on the carapace directly over the posterior margin of the orbit. Carapace (fig. 36) with antennal and branchiostegal spines. Posterior margin of fifth abdominal pleura pointed. Telson (fig. 50) similar to zoeal stage with 12 large and 2 small spines. Uropod (fig. 50) biramous, unsegmented; inner ramus rudimentary; outer ramus with about 22 plumose setae and a small spine. Length of antennal scale (fig. 38) about 3.5 times its width; antennal flagellum over half of body length, with about 30 segments. Antennular peduncle of three segments; stylocerite less than 1/2 the length of the basal segment containing a statocyst and a short ventral tooth. Inner antennular flagellum (fig. 37) simple, five-segmented. Outer antennular flagellum three-segmented, bearing on the

antipenultimate segment two, and on the penultimate segment two aesthetes, and a tuft on the ultimate segment. Mandible (fig. 39a) strong, incisor process stouter than those of larval mandible, with four teeth. Teeth of molar process large and stout, without movable teeth.

Basal portion of first maxilla (fig. 39b) bilobed; coxa with seven inwardly spines; basis with nine spines; endopod with two short teeth on distal. Basal portion of second maxilla (fig. 40) bilobed, each lobe bearing on its inner surface seven setae; endopod unsegmented without setae; exopod setose. Basal portion of first maxilliped (fig. 41) bilobed, the lobes with coarse spines; exopod with four apical and two sub-apical spines. Second maxilliped (fig. 42) with four-segmented endopod, ultimate and penultimate segments wider than long, armed with coarse spines; exopod with four apical and two sub-apical setae; epipod small, bilobed. Third maxilliped (fig. 43) with four segmented endopod, coarsely setose throughout; endopod reduced; epipod tiny, bilobed.

First pereopod (fig. 44) chelate, somewhat stouter and shorter than second pereopod; exopod rudimentary. Second pereopod (fig. 45) chelate, cutting edges of chela without serrations or teeth. Exopod of third pereopod (fig. 46) rudimentary; endopod fully developed. Fourth and fifth pereopod (figs. 47~48) fully developed. Pleopod (fig. 49) with setae.

Uropod (fig. 50) biramous; inner ramus bare; outer ramus with a spine and about 22 setae on the outer margin. Telson (fig. 50) resembles to the former but elongated and narrower, with 12 large and two small spines.

Second postlarva (Pl. 4, figs. 55~67): body length 5.03, carapace length 1.52 mm. Rostrum (fig. 52) with about six dorsal and no or a ventral teeth. Posterior margin of abdominal pleura rounded. Telson (fig. 67) more elongated and narrower posteriorly than anteriorly, armed with eight stout and posterior, two lateral spines and two anal setae. Uropodal endopod (fig. 67) setose; exopod sparsely setose along outer edge with a tooth, a movable spine in the disto-lateral corner and about 26 setae around the tip and on inner edge.

Antennal and antennular flagellums (figs. 53~54) more segmented. Exopods of first,

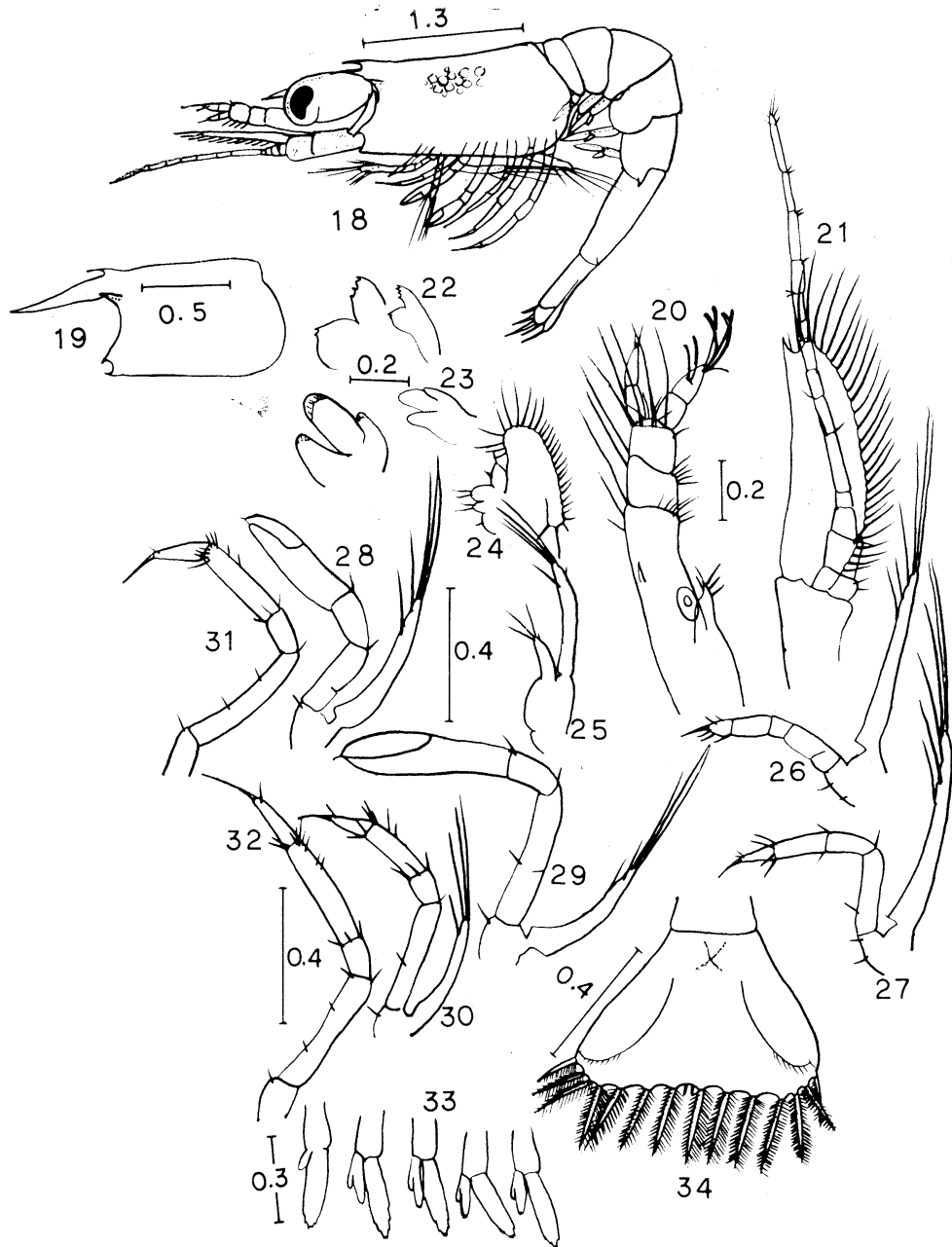


Plate 2. Larval development of *P. modestus*. Figures 18~34 of second zoea. 18, lateral view; 19, carapace; 20, antennule; 21, antenna; 22, mandible; 23-24, 1st-2nd maxilla, 25-27, 1st, 2nd and 3rd maxilliped; 28-32, 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th pereiopod; 33, pleopod; 34, telson.

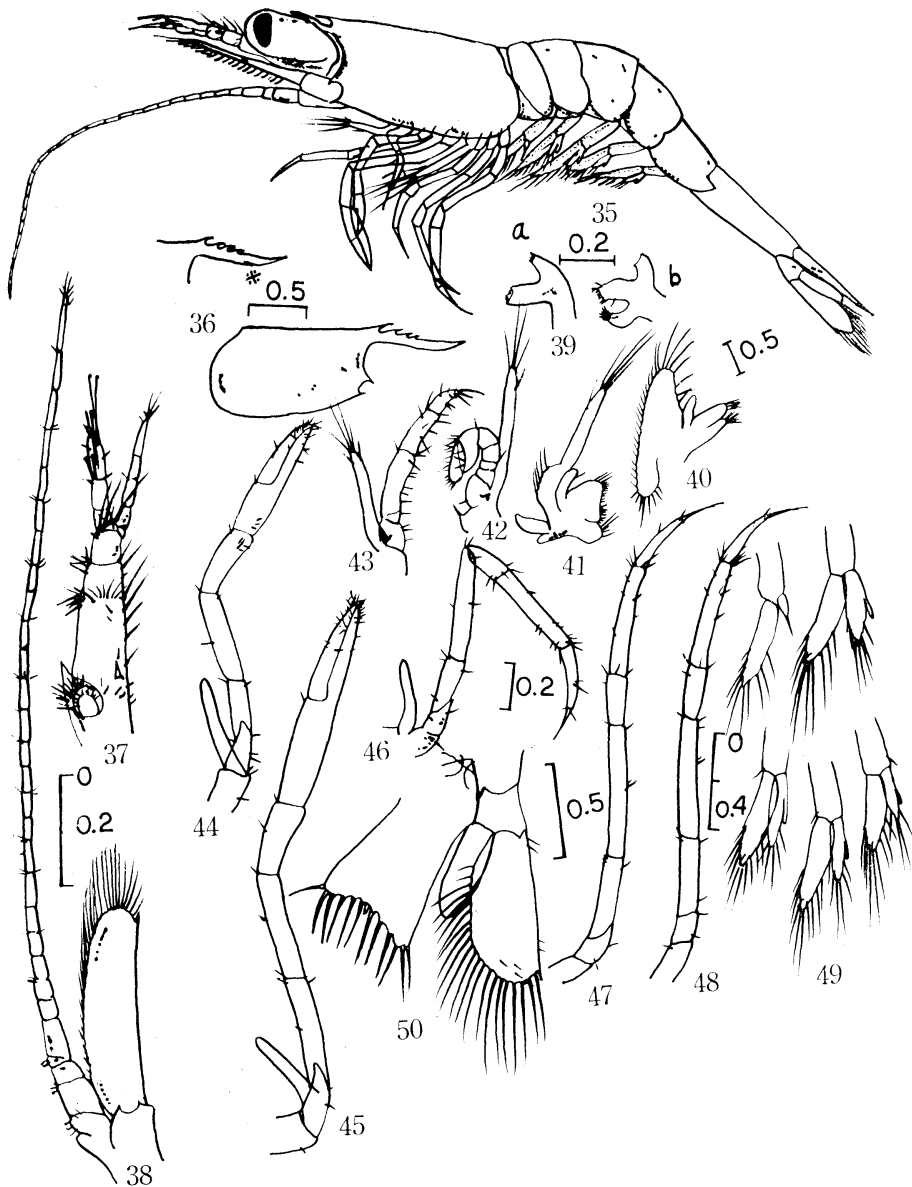


Plate 3. Laval development of *P. modestus*. Figures 35~50 of first post-larva. 35, lateral view; 36, carapace; 37, antennule; 38, antenna; 39a, mandible, 39b, 1st maxilla; 40, 2nd maxilla; 41-43, maxilliped; 44-48, pereopod; 49, pleopod; 50, telson.

second and third pereopods degenerated. Number of setae and spines of all appendages more increased.

Third postlarva (Pl. 5, figs. 68~85): body length 6.11, carapace length 1.73 mm. Telson (fig. 85) more elongated and narrower posteriorly, armed with six lateral and two large, two media and four small posterior spines, and two anal setae. The forms of appendages almost resemble to the former except in size and numbers of segment, setae and spines.

Fourth postlarva (Pl. 6, figs. 86~103): body length 6.36, carapace length 1.83 mm. Telson (fig. 103) more elongated and narrower, armed with six lateral, two large and four small posterior spines, and two anal setae.

Fifth postlarva (Pl. 7, figs. 104~121): body length 7.26, carapace length 2.01 mm. Rostrum (fig. 105) with 6~7 dorsal and about two ventral teeth. Telson (fig. 121) armed with six lateral, two long and a anal spines, and two anal setae. The larva in this stage has the morphological characters of post larva of common type, classified by Sollaud's three basic types of larval development. The characteristics of each stage is shown in Table 1.

The larva of *P. modestus* molts in the laboratory a day after hatching to the zoea, and from the second zoea regularly spends molting period, two days per a molting. The growth of larva is shown as Table 2 under present experimental conditions. The relationship between the stage number ( $x$ ) and body length ( $y$ ) may be expressed by the Brooks' formula (1886),  $y = \beta e^{\alpha x}$ , where  $\alpha$  and  $\beta$  represent constants. Computing the approximate value, the following relation be obtain  $y = 3.322 e^{0.1135 x}$ . (Fig. 2) According to the same method of computing, carapace length and abdomen length are also fit on the Brooks' formula, each  $\alpha$  and  $\beta$  values are as follows: Carapace length  $\alpha = 0.0935$ ,  $\beta = 1.052$ ; abdomen length  $\alpha = 0.1184$ ,  $\beta = 2.323$ . The correlation between both of abdomen and carapace length is shown in Fig. 3. The relationship between both of carapace ( $X$ ) and abdomen ( $Y$ ) lengths may be expressed by the linear formula,  $Y = aX + b$ , where  $a$  and  $b$  represent constants. Computing the approximate value, the following relation be obtain  $Y = 4.25X$

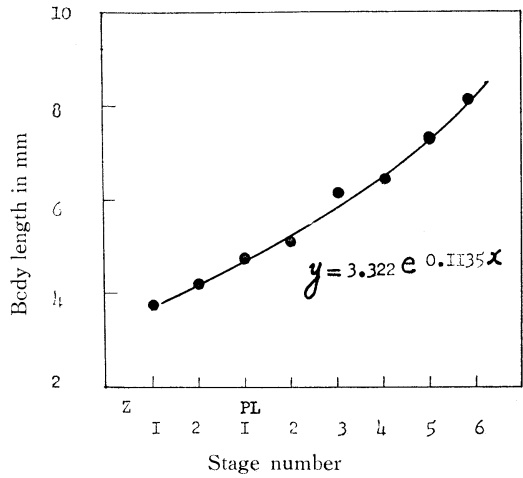


Fig. 2. Body length/stage relationship for laboratory in larvae of *Palaeomon modestus* (Heller). Z and PL represent Zoael and Postlarval stages.

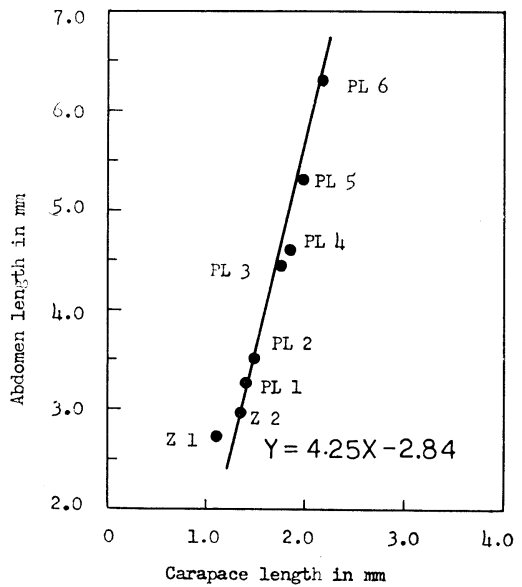


Fig. 3. Correlation between carapace length ( $X$ ) and abdomen length ( $Y$ ) of developmental stage. Z and PL represent zoeal and postlarval stages. Arabian numerals are stage number.

-2.84.

#### 4. Discussion

The female of this species carried eggs from 32 to 68 under laboratory conditions. The diameter of the eggs averaged  $144 \times 98 \mu$ , th-

Table 1. The characteristics of larva, *Palaemon modestus* (Heller), fed on *Artemia salina* nauplii.

Item Stage	Carapace length	Body length	Inter- moult No.	Recognized Characteristics
1st Zoea	1.09 mm	3.76 mm	1	Sessile eyes; antennal flagellum with 9 segments, longer than the scale; 1st and 2nd pereopods armed with rudimental chela; pleopods biramous without setae and all pleopods appear, but imperfectly without apical setae.
2nd Zoea	1.33	4.17	2	Stalked eyes; rostrum with dorsal teeth; super-orbital spine appears; antennal flagellum with about 14 segments; endopods of 1st and 2nd pereopods armed with apical setae; pleopods with appendices internae, but both of endopods and exopods armed without setae yet.
1st Postlarva	1.40	4.70	3	Rostrum with 4~6 dorsal teeth; super-orbital spine disappears; mandible, maxilla, maxilliped, pereopods and pleopods show postlarva's characters; antennal flagellum with about 28 segments, its length is almost 4 times longer than the scale; fan-shaped telson transforms into triangle and biramous uropods appear, but the endopod is naked.
2nd Postlarva	1.52	5.03	4	Rostrum with 5~6 dorsal and a ventral teeth; antennal flagellum with about 33 segments; posterior margin of telson is narrow and elongated, with a pair of lateral, 4 pairs of distal spine and a pair of long plumose seta; uropods biramous perfectly.
3rd Postlarva	1.73	6.11	5	Antennal flagellum with 38 segments; telson with 3 pairs of lateral and 4 pairs of distal spine, a pair large and 3 pairs small, and also centro-distal portion armed with a pair of long plumose seta (anal seta).
4th Postlarva	1.83	6.36	6	Rostrum with 6 dorsal and a ventral teeth; the antennal flagellum with 48 segments; telson with 3 pairs of lateral and 3 pairs of distal spine, outer a pair long and inner 2 pairs small.
5th Postlarva	2.01	7.26	7	Rostrum with 6 dorsal and 2 ventral teeth; antennal flagellum is longer than the former stage; appendices internae of pleopods armed with a seta on the base of it; telson with outer a pair of long and a short anal spine on central portion only.
6th Postlarva	2.18	8.44	8	All appendages in form are almost similar to the former stage except for the size and numbers of seta armed on each appendages.



Table 2. The intermoult periods and growth of larva, *Palaeomon modestus* (Heller); water temperature: 26.8°C~27.7°C, chlorinity: 3.12‰~4.03‰, rate of flow: about 0.2 l/min., pH: 7.8~8.1, date of hatching: June 20, 1968; food: Artemia nauplii.

Stage	Item	Intermoult periods	Body length			Carapace length			Abdomen length			Number of specimens	Remark
			Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean		
Z. 1		1 day	3.84	3.67	3.76	1.12	1.05	1.09	2.72	2.63	2.69	7	1st Zoea
Z. 2		2	4.39	4.17	4.17	1.34	1.29	1.33	3.05	2.28	2.29	8	2nd Zoea
PL. 1		4	4.89	4.63	4.70	1.41	1.38	1.40	3.48	3.22	3.29	6	1st Postlarva
PL. 2		6	5.29	4.83	5.03	1.53	1.47	1.52	3.76	3.36	3.51	7	2nd Postlarva
PL. 3		7~8	6.22	6.03	6.11	1.74	1.72	1.73	4.48	4.31	4.38	7	3rd Postlarva
PL. 4		9~10	6.42	6.29	6.36	1.85	1.81	1.83	4.57	4.48	4.53	8	4th Postlarva
PL. 5		11~12	7.34	7.17	7.26	2.04	1.95	2.01	5.30	5.22	5.25	8	5th Postlarva
PL. 6		13~14	8.74	8.13	8.44	2.22	2.17	2.18	6.52	5.96	6.26	7	6th Postlarva

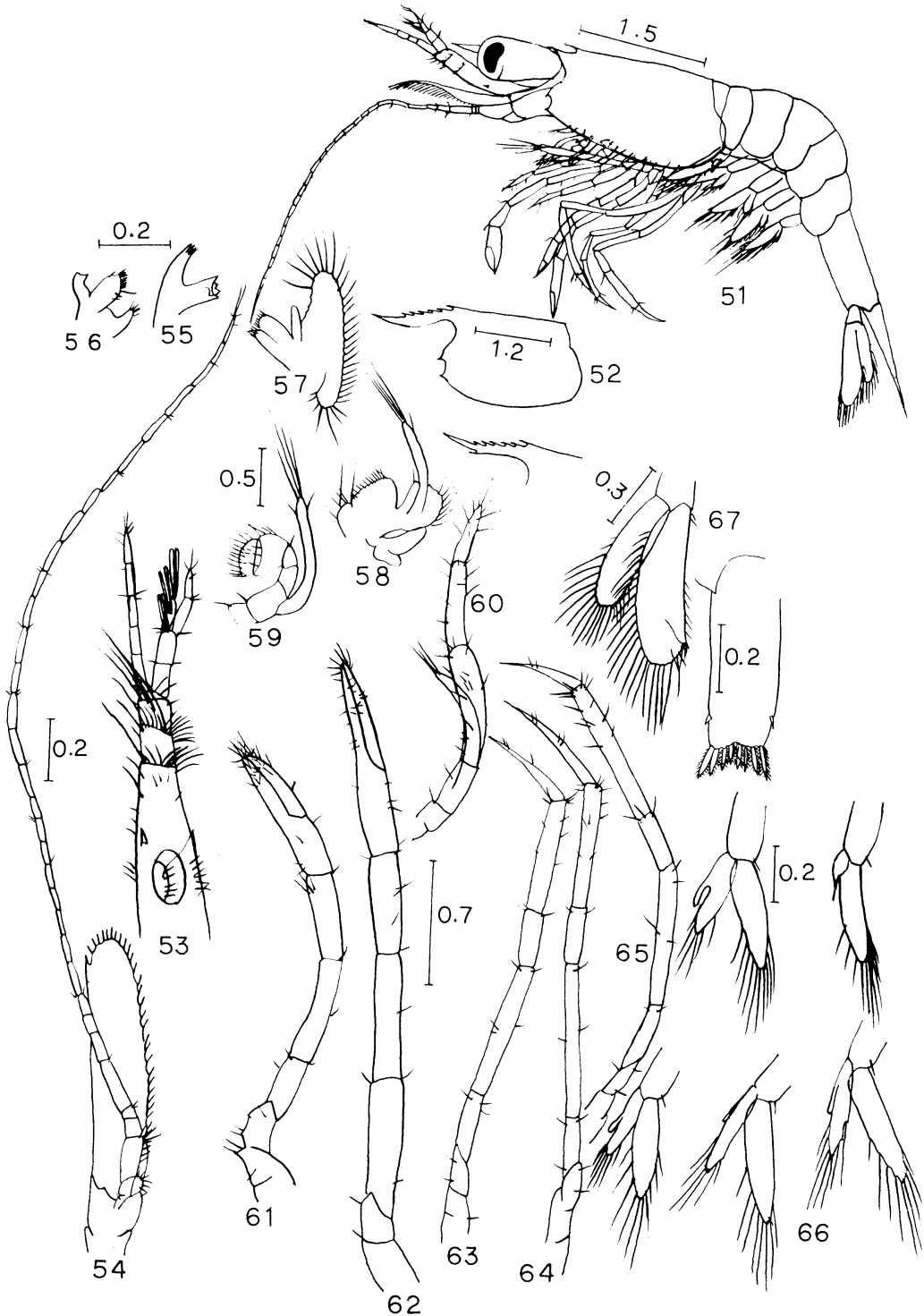


Plate 4. Larval development of *P. modestus*. Figures 51~67 of second postlarva. 51, lateral view; 52, carapace; 53, antennule; 54, antenna; 55, mandible; 56-57, maxilla; 58-60, maxilliped; 61-65, pereopod; 66, pleopod; 67, telson.

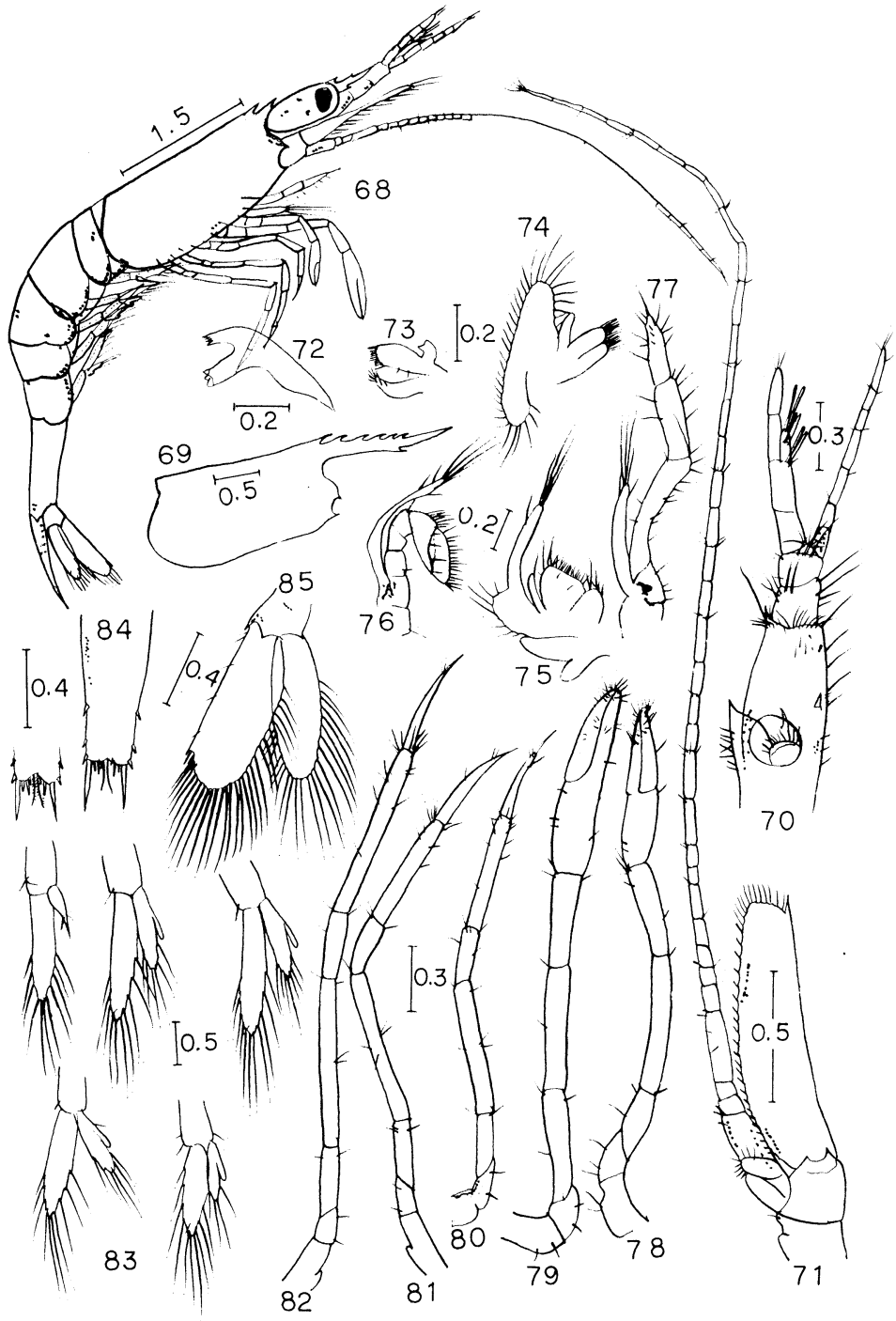


Plate 5. Larval development of *P. modestus*. Figures 68-85 of third postlarva. 68, lateral view; 69, carapace; 70, antennule; 71, antenna; 72, mandible; 73-74, maxilla; 75-77, maxilliped; 78-82, pereiopod; 83, pleopod; 84, telson; 85, uropod.

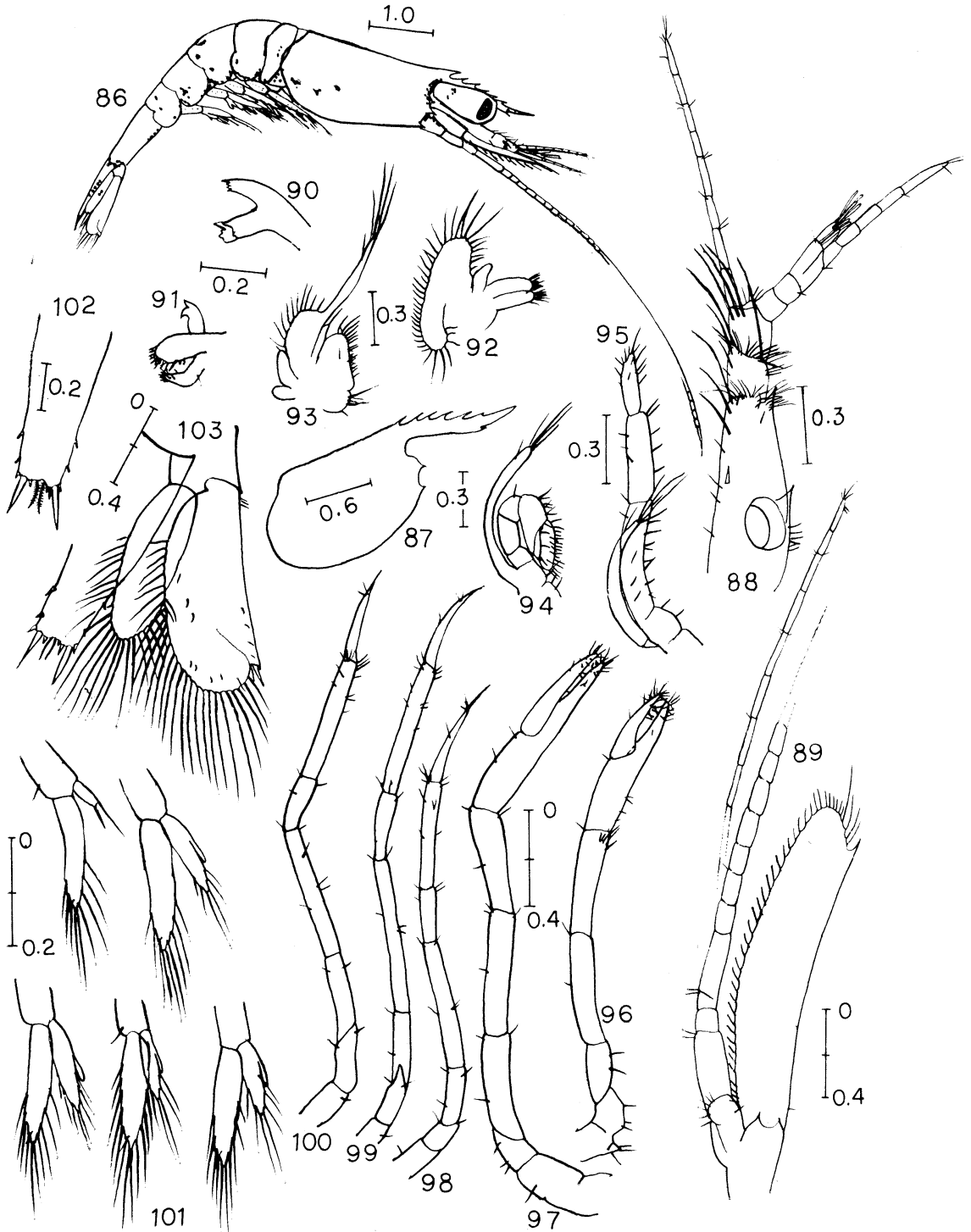


Plate 6. Larval development of *P. modestus*. Figures 86~103 of fourth post-larva. 86. lateral view; 87. carapace; 88. antennule; 89. antenna; 90. mandible; 91-92. maxilla; 93-95. maxilliped; 96-100. pereopod; 101. pleopod; 102. telson; 103. uropod.

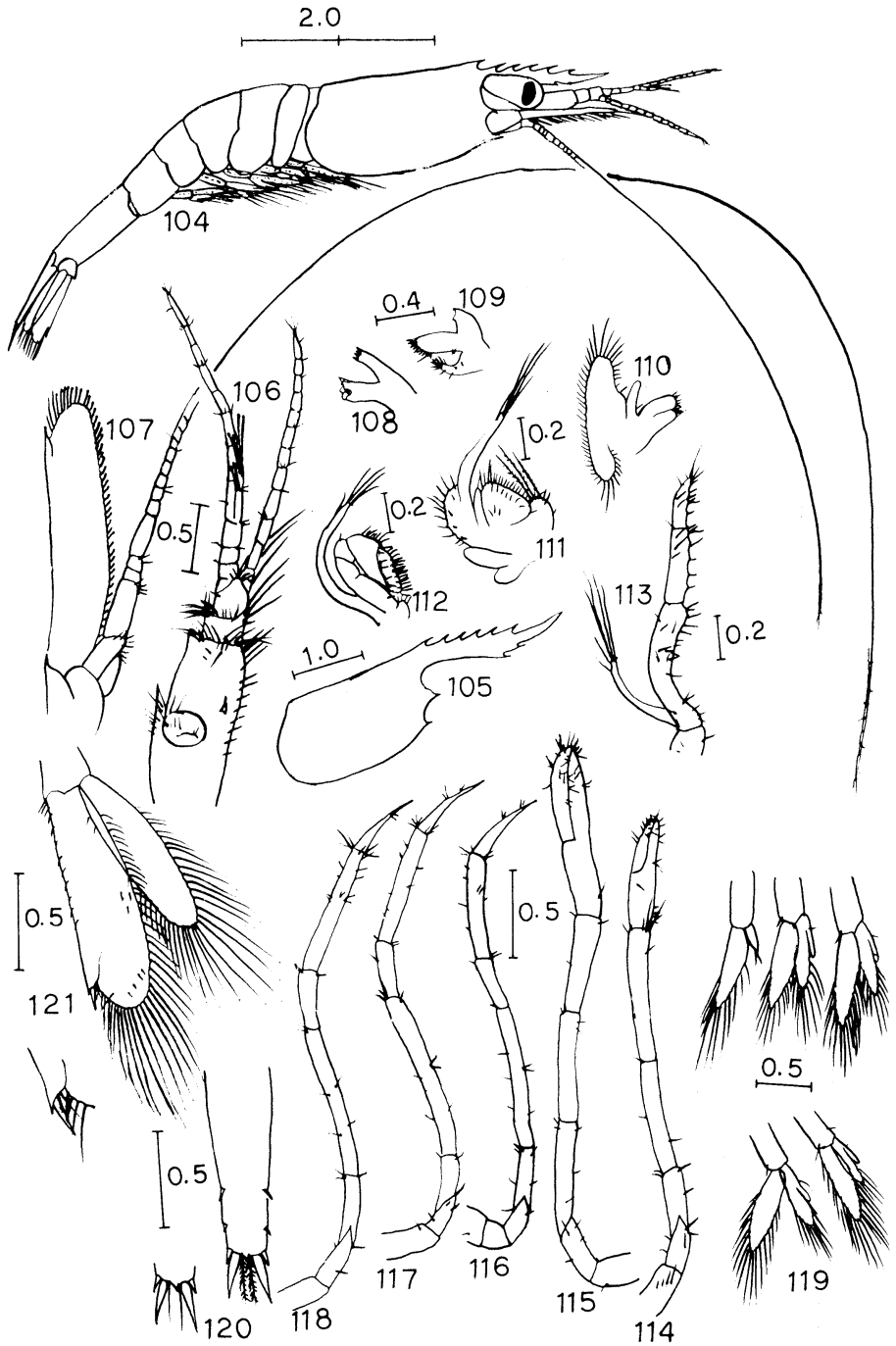


Plate 7. Larval development of *P. modestus*. Figures 104~121 of fifth post-larva. 104, lateral view; 105, carapace; 106, antennule; 107, antenna; 108, mandible; 109-110, maxilla; 111-113, maxilliped; 114-118, pereopod; 119, pleopod; 120, telson; 121, uropod.

Table 3. Three types of larval development.

Type of development	Species	Author	Locality
I Common type	<i>Palaemon paucidens</i>	YOKOYA, '31	Fresh water
	<i>P. macrodactylus</i>	UNO <i>et al.</i> , '65	Brackish
	<i>P. serrifer</i>	UNO <i>et al.</i> (unpublished)	Brackish
	<i>P. orientis</i>	"	"
	<i>P. ortomany</i>	"	Oceanic
	<i>P. pacificus</i>	"	"
	<i>P. squilla</i>	GURNEY, '24	Marine
	<i>P. longirostris</i>	"	Brackish
	<i>Palaemonetes kadiakensis</i>	BROAD <i>et al.</i> , '63	Fresh water
	<i>P. varians</i>	DU CANE, 1839	Brackish
		BOAS, 1889	
	<i>P. pugio</i>	BROAD, '57	Brackish
	<i>P. vulgaris</i>	"	"
	<i>Macrobathium nipponense</i>	UNO <i>et al.</i> , '65 (in press)	Brackish
	<i>M. rosenbergii</i>	LING, '65	"
II Abbreviated type	<i>Palaemonetes antennarius</i>	BOAS, 1889	Fresh water
			Fresh water
	<i>P. paludosus</i>	MEEHAN, '36, DOBKIN, '63	
	<i>Palaemon pandaliformis</i>	SOLLAUD, '23	Fresh water
	<i>Thor sp</i>	DOBKIN, '62	?
	<i>*Palaemon modestus</i>	<i>Present paper</i>	Fresh water
III Complete suppression type	<i>Palaemonetes mesogenitor</i>	SOLLAUD, '23	Fresh water
	<i>Neocardinia denticulata</i>	MIZUE <i>et al.</i> , '60	Fresh water

body length and carapace length, directly after hatching, 3.76 and 6.09 mm, respectively. The egg was found to be slightly larger than any of the *palaemonid* species found in Japan.

The larvae passes through two zoeal stages and four postlarval stages before taking on the normal morphology of the postlarva. According to the developmental Types of SOLLAUD (1923), this species belongs to Type II. The numbers of species that corresponds to this type are very few, *P. antennarius* (Mayer, 1881; Boas, 1889; Sollaud, 1923), *P. paludosus* DOBKIN, (1963) and *P. pandaliformis* (Sollaud, 1923) are the only species reported belonging to this type. It is of interest to note that in the former two species described above are experienced three zoeal stages

before the postlarval stage is reached, while in this species two zoeal stages are experienced. On this particular point, because the eggs of this species are larger than other species and the pleopods of newly hatched zoea are branched; it is believed that the first zoeal stage of the two former species is experienced within the egg and thus the one less zoeal stage in this species. Moreover, the morphology of all the appendages of the 1st~4th postlarvae show characteristics of the postlarvae of species of Sollaud's developmental Type I, but the telson structure is rather more representative of the zoeal stage. The four postlarval stages are experienced before achieving the postlarval characteristics belonging to the Type I (two plumose anal setae and an anal spine at the

terminal of telson). The postlarva of *P. paludosus* (DOBKIN, 1963) is believed to correspond to the first postlarval stage of this species.

SOLLAUD has shown three types in the development of the larvae. The developmental types of the *Palaemonid* shrimp is shown in Table 3. The type I is the basic and common type, which experiences all zoeal stages without abbreviation, Type II which often abbreviates some zoeal stages and further Type III which lacks completely zoeal stage belongs mostly to the fresh water species.

The authors surveyed habitat of *P. paucidens* belonging to Type I and this species of Type II in the vicinity of Seung-am of Nak-dong river near Pusan. At salinity of 0.04‰, large numbers of both species live together and when the salinity rises to 1~2‰, *P. modestus* retreats to the confluents of the tributaries (Unpublished). Of the two fresh water species, the species which belongs to Type II avoids even slight rises in salinity, as stated above, and migrates upstream. In contrast *P. paucidens* is not influenced in the least. From the point of view of Dobkin's consideration, that the larvae of species which live for longer periods in fresh water tend to abbreviate larval stages, it can be that *P. modestus* adapted itself to fresh water earlier than *P. paucidens*. As a result, in the vicinity of the estuary this species is influenced by the change in salinity and migrates more actively. It is of interest to note that larvae of fresh water species abbreviate some larval stages and thus shortens the period of larval life. However, it is necessary to investigate this also from other angles. At least, the sudden changes in salinity are due to cause migration to areas of fresh water and the changes in the kinds of food etc. may be influencing factors.

## 5. Summary

1. *Palaemon modestus* (Heller) was reared in the laboratory from eggs to postlarvae.

2. Under laboratory conditions there are two zoeal stages and four postlarval stages. These are described and figured.

3. First zoea of this species differs from the larva of *Palaemonetes paludosus* in biramous pleopods which are rudimentary in the latter species.

## References

- BOAS, J. E. V. (1889): Über den ungleichen Entwicklungsgang der Salzwasser und Süßwasser-Form von *Palaemonetes varians*. Zool. Jb. Syst., **4**, 793-804.
- BROAD, A. C. (1957): Larval development of *Palaemonetes pugio* Holthuis. Biol. Bull. **112**(2), 144-161.
- BROOKS, W. K. (1886): Report on Stomatopoda collected by H. M. S. "Challenger" during the years 1873-1876. Voy. H. M. S. "Challenger", Zoology, XVI.
- DOBKIN, S. (1962): Abbreviated larval development in a species of *Thor* (Decapoda; Caridea). Amer. Zool., **2**(3), 404-405 (Abstract).
- DOBKIN, S. (1963): The larval development of *Palaemonetes paludosus* (Gibbes, 1850) (Decapoda. *Palaemonidae*), reared in the laboratory. Crustaceana, **6**(1), 41-61.
- GURNEY, R. (1942): The larval development of some British prawns (*Palaemonidae*) II. *Leander longirostris* and *Leander squilla*. Proc. Zool. Soc. London, 961-982.
- HOLTHUIS, L. B. (1950): The *Palaemonidae* collected by the Siboga and Snellius expeditions with Part X. Siboga Exped. Mon., **39**(a9), 1-268.
- LIU, J. Y. (1949): On a fresh-water prawn, *Leander modestus* Heller, and its larval development. Cont. Inst. Zool. Nat. Acad. Peiping, **5**(5), 171-189.
- MAYER, P. (1881): Die Metamorphose von *Palaemonetes varians*. Mitt. Zool. Sta. Neapel, **2**, 197-221.
- MIZUE, K. and Y. IWAMOTO (1961): On the development and growth of *Neocardinia denticulata* De Man. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., **10**, 15-32.
- MEEHAN, O. L. (1936): Note on the freshwater-shrimp, *Palaemonetes paludosa* (Gibbes). Transl. Amer. Micr. Soc., **55**: 433-441.
- SOLLAUD, E. (1923): Le développement larvaire des *Palaemoninae*. I. Partie descriptive. La condensation progressive de l'ontogenèse. Bull. Biol. France et Belg., **57**, 509-603.

ヒメシラタエビ, *Palaemon modestus* (Heller)  
の幼生の発生について

権 晋 洙 宇 野 寛

要旨: 淡水産テナガエビ科に属するヒメシラタエビの幼生を水槽中で飼育した。本種幼生は *Artemia salina* の幼生を投与し、水温 27.8~28.2°C、塩分量 3.12-4.03‰ Cl の条件下で飼育した場合、二つの Zoea 期と四つの postlarva 期を経て正常な postlarva に変態する。幼生の各期における形態を述べ図示した。本種幼生の発生は SOLLAUD の示した省略型に属するものである。



## Circulation générale induite par l'irrégularité de la rotation d'un bassin rempli d'un liquide pesant\*

Hisako HARA\*\* et Kenzo TAKANO\*\*

Même si l'axe de rotation d'un bassin tournant rempli d'un liquide pesant se tient exactement à une direction donnée, le liquide ne peut être au repos par rapport au bassin que si la vitesse rotatoire du bassin est rigoureusement uniforme. Afin d'assigner une limite tolérable à la précision de la rotation du bassin dans une expérimentation sur modèle réduit de la circulation générale dans un océan, nous nous proposons de calculer le mouvement de l'eau dans un bassin rectangulaire produit par une variation périodique de sa vitesse rotatoire. Ce calcul sert évidemment à évaluer l'intensité de la circulation générale qui devrait avoir lieu dans un océan réel à cause de la non-uniformité de la rotation de la Terre.

Pour simplifier le problème, nous faisons les hypothèses suivantes: 1° La profondeur est constante. 2° Il n'y a pas de frottement au fond. 3° Le frottement dû à la turbulence est proportionnel à la vitesse. 4° Tous les termes non linéaires sont petits. 5° L'approximation « plan  $\beta$  » est valable. Toutes ces hypothèses sont justifiées en tant qu'il s'agit de l'évaluation approchée.

Cela posé, les équations du mouvement s'écrivent:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = 2\omega(v \sin \varphi - w \cos \varphi) + \frac{d\omega}{dt}(y \sin \varphi - z \cos \varphi) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} - ku + \frac{A}{\rho} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -2\omega u \sin \varphi - \frac{d\omega}{dt} x \sin \varphi - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} - kv + \frac{A}{\rho} \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}, \quad (2)$$

où l'origine du système de coordonnées se situe sur l'équateur, les axes  $X$ ,  $Y$  et  $Z$  sont orientés respectivement vers l'est, le nord et le bas,  $u$ ,  $v$  et  $w$  sont les composantes de la vitesse,  $p$  est la pression,  $\rho$  est la densité,  $t$  est le temps,  $\omega$  est la fréquence angulaire du bassin,  $\varphi$  est la latitude,  $k$  et  $A$  sont les coefficients de frottement.

L'équation de continuité s'écrit:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (3)$$

Laissant de côté la vitesse elle-même, nous nous bornons à l'intégrale de la vitesse depuis la surface ( $z = \zeta$ ) jusqu'au fond ( $z = H$ ):  $U = \int_{\zeta}^H u dz$  et  $V = \int_{\zeta}^H v dz$ . L'équation (3) devient donc:

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} - \frac{\partial \zeta}{\partial t} = 0. \quad (4)$$

Le troisième terme peut être négligé, si la période du mouvement est plus longue que 2 ou 3 semaines en cas des océans réels (TAKANO, 1965). Cela étant notre cas, il est négligé. L'équation (4) permet donc d'introduire la fonction de courant  $\Phi$  de sorte que  $U = \frac{\partial \Phi}{\partial y}$  et  $V = -\frac{\partial \Phi}{\partial x}$ .

La pression étant éliminée, les équations (1) et (2) se ramènent à:

$$\begin{aligned} k \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) \Phi + \beta \frac{\partial \Phi}{\partial x} \\ = H \frac{d\omega}{dt} \left( 2 \sin \varphi + \varphi \cos \varphi + \frac{H}{2R} \sin \varphi \right) \\ + \left( \frac{\partial \tau_x}{\partial y} - \frac{\partial \tau_y}{\partial x} \right), \quad (5) \end{aligned}$$

où  $\tau_x$  et  $\tau_y$  désignent la force d'entraînement du vent,  $R$  le rayon de la Terre et  $\beta = \frac{\partial}{\partial y}(2\omega \sin \varphi)$ .

On met  $\omega = \omega_0 + \Delta\omega \sin \sigma t$  avec les constantes  $\omega_0$ ,  $\Delta\omega$  et  $\sigma$ , où  $\omega_0 \gg \Delta\omega$ , et  $\beta = 2\omega_0 \cos \varphi / R$  et

\* Manuscrit reçu le 3 Octobre 1968

\*\* Institut de Recherche Océanique, Université de Tokyo

$\varphi = y/R$ . D'ailleurs,  $\beta$  est considéré comme constant.

En cas de la Terre,  $d\omega/dt$  est tout au plus de l'ordre de  $10^{-18} \text{ sec}^{-2}$  et le rotationnel de la force d'entraînement du vent  $\left( \frac{\partial \tau_y}{\partial x} - \frac{\partial \tau_x}{\partial y} \right)$  est de l'ordre de  $10^{-9}$ . La profondeur  $H$  est à peu près  $5 \times 10^5 \text{ cm}$ . L'effet de la rotation non

uniforme est donc de l'ordre de  $10^{-12}$  par rapport à  $10^{-9}$  de l'effet du vent. Celui-là sera donc complètement négligeable.

Supposons que le bassin est borné par  $x=0, L$ . Les conditions aux limites sont  $U=0$  pour  $x=0, L$ . Sans le rotationnel de la force d'entraînement du vent, la solution de l'équation (5) s'écrit en forme de:

$$\begin{aligned} \Phi = & \sin \frac{y}{R} \left[ \cos \sigma t \left\{ \sum_{i=1}^4 (a_i + C_i A_i x) e^{\delta_i x} - \frac{R \sigma k H^2 \Delta \omega}{2(k^2 + \sigma^2)} \right\} \right. \\ & + \sin \sigma t \left\{ \sum_{i=1}^4 D_i (a_i + C_i A_i x) e^{\delta_i x} - \frac{R \delta_i^2 H^2 \Delta \omega}{2(k^2 + \sigma^2)} \right\} \left. \right] \\ & + y \cos \frac{y}{R} \left[ \cos \sigma t \left\{ \sum_{i=1}^4 A_i e^{\delta_i x} - \frac{R \sigma k H \Delta \omega}{k^2 + \sigma^2} \right\} \right. \\ & \left. + \sin \sigma t \left\{ \sum_{i=1}^4 D_i A_i e^{\delta_i x} - \frac{R \sigma^2 H \Delta \omega}{k^2 + \sigma^2} \right\} \right]. \end{aligned}$$

Ici,  $a_i$  et  $A_i$  sont des constantes complexes à déterminer par les conditions aux limites,  $C_i = 2\delta_i / \{R(\delta_i^2 + R^{-2})\}$ ,  $D_i = \sigma(\delta_i^2 - R^{-2}) / (k\delta_i^2 + \beta\delta_i - k/R^2)$  et  $\delta_i$  sont les racines de l'équation:  $(k^2 + \sigma^2)\delta^4 + 2k\beta\delta^3 - 2\{(k^2 + \sigma^2)/R^2 - \beta^2\}\delta^2 - 2k\beta\delta/R^2 + (k^2 + \sigma^2)/R^4 = 0$ .

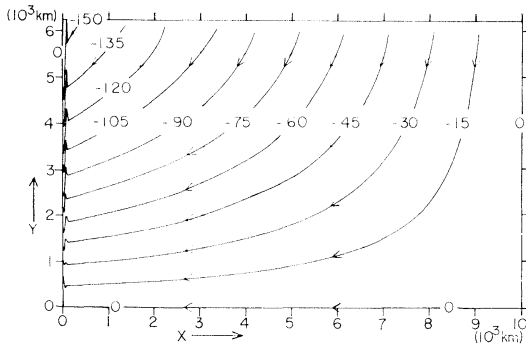


Fig. 1. Lignes de courant dans le cas 1.  $\sigma T = 0$ . (unités:  $10^8 \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$ ).

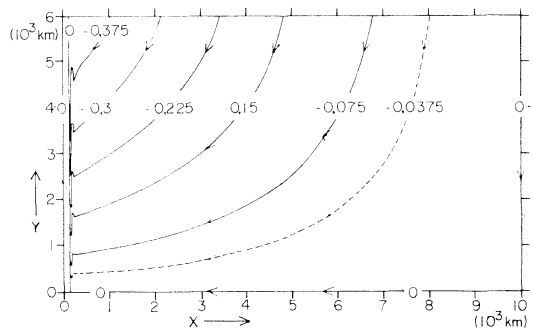


Fig. 2. Lignes de courant dans le cas 2.  $\sigma T = \pi/2$ . (unités:  $10^8 \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$ ). Le détail le long de la frontière ouest est illustré dans la figure 3.

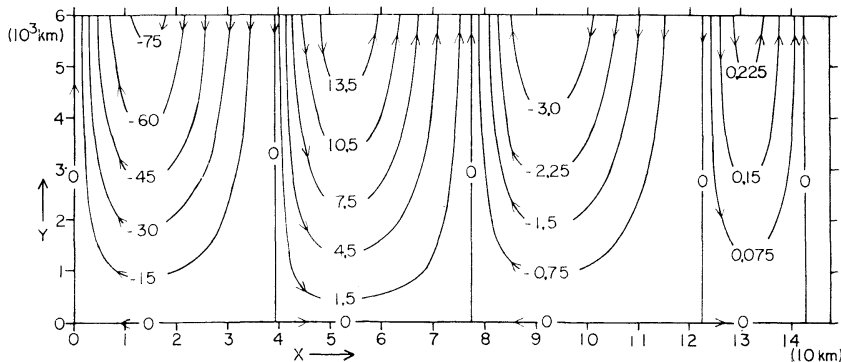


Fig. 3. Lignes de courant le long de la frontière ouest dans le cas 2.  $\sigma T = \pi/2$ . (unités:  $10^8 \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$ ).

Tableau 1

cas	période	$\sigma$	$k$	$\beta$	$R$	$L$	$H$	$\omega_0$	$\Delta\omega$	$\phi_{MAX}$	$\sigma T_0$	$x_0$	$y_0$
1	1 année	$1,99 \times 10^{-7}$	$10^{-7}$	$2 \times 10^{-13}$	$6,37 \times 10^3$	$10^9$	$4 \times 10^5$	$7,27 \times 10^{-5}$	$1,45 \times 10^{-12}$	$1,87 \times 10^{10}$	0	$3,25 \times 10^6$	$6,25 \times 10^7$
2	6 mois	$3,98 \times 10^{-7}$	$10^{-7}$	$2 \times 10^{-13}$	$6,37 \times 10^3$	$10^9$	$4 \times 10^5$	$7,27 \times 10^{-5}$	$3,18 \times 10^{-13}$	$2,87 \times 10^9$	0	$6,25 \times 10^6$	$6,25 \times 10^7$
3	1 mois	$2,64 \times 10^{-6}$	$10^{-7}$	$2 \times 10^{-13}$	$6,37 \times 10^3$	$10^9$	$4 \times 10^5$	$7,27 \times 10^{-5}$	$5,28 \times 10^{-13}$	$1,11 \times 10^{10}$	$\frac{\pi}{6}$	$3,0 \times 10^7$	$6,25 \times 10^7$
4	1/2 mois	$5,32 \times 10^{-6}$	$10^{-7}$	$2 \times 10^{-13}$	$6,37 \times 10^3$	$10^9$	$4 \times 10^5$	$7,27 \times 10^{-5}$	$6,11 \times 10^{-13}$	$4,50 \times 10^{10}$	0	$1,0 \times 10^5$	$6,25 \times 10^7$
5	1,8 sec	0,35	$1,97 \times 10^{-5}$	0,077	10	20,93	5	3,5	$3,5 \times 10^{-4}$	0,153	$\frac{\pi}{2}$	10,8	11,5

表

Il n'y a pas de frontière au nord et au sud. Si l'on installe des frontières à deux latitudes et y impose la condition  $V=0$ , la solution sera plus ou moins modifiée dans les couches limites le long des frontières qui ont plusieurs centaines de kilomètres de large.

A titre d'exemple, les figures 1 et 2 illustrent les lignes de courant à  $\sigma t=0$  et à  $\sigma t=\pi/2$  obtenues par les données numériques suivantes:  $R=6,37 \times 10^3$ ,  $L=10^9$ ,  $\beta=2 \times 10^{-13}$ ,  $H=4 \times 10^5$ ,  $k=10^{-7}$ ,  $\sigma=1,99 \times 10^{-7}$ ,  $\omega_0=7,27 \times 10^{-5}$  et  $\Delta\omega=1,5 \times 10^{-12}$ . Ces valeurs de  $\sigma$  et  $\Delta\omega$  se réfèrent à la variation annuelle de la rotation de la Terre. L'équation (5) suggère que  $\sigma\Delta\omega$  est une des mesures de l'effet de la rotation non uniforme. En cas de la Terre,  $\sigma\Delta\omega$  devient maximum pour la variation annuelle. La répartition des lignes de courant près de la frontière ouest à  $\sigma t=\pi/2$  se montre en détail dans la figure 3. Le maximum des valeurs de la fonction de courant à  $\sigma t=n\pi/6$  ( $n=0, 1, \dots, 5$ ) est  $1,9 \times 10^{10}$ , tandis qu'elle est  $3 \times 10^{14}$  pour  $k=10^{-7}$ , si l'on tient compte du rotationnel de la force d'entraînement du vent en forme de  $0,8 \cos(2\pi y/2R)$ .

Le tableau 1 montre l'intensité de la circulation pour d'autres données numériques.  $\phi_{MAX}$  désigne le maximum des valeurs absolues de  $\phi$  calculée à  $\sigma t=n\pi/6$  ( $n=0, 1, \dots, 5$ ) et  $\sigma T_0$ ,  $x_0$  et  $y_0$  désignent le temp, l'abscisse et l'ordonnée où a lieu ce maximum. Les cas 1 à 4 se réfèrent aux variations annuelle, semi-annuelle, mensuelle et semi-annuelle de la rotation de la Terre et le cas 5 se réfère à une expérience sur modèle réduit. Dans ce dernier cas, la valeur de  $k$  est obtenue par la relation  $k=A/(\Delta x)^2$  où  $A$ , coefficient de viscosité moléculaire, est pris  $0,866 \times 10^{-2}$  et  $\Delta x$ , largeur représentative de la couche limite d'ouest, est provisoirement supposé 20,93. Le terme  $\partial\zeta/\partial t$  peut être toujours négligé.

Le tableau montre que la rotation non uniforme de la Terre n'a pas d'importance, même en comparaison de la variation périodique de la circulation due à la variation périodique de la force du vent dont l'amplitude sera probablement de l'ordre de  $10^{13}$ .

Le résultat ci-dessus sert d'une mesure du contrôle de la rotation d'un bassin tournant expérimental.

## Bibliographie

TAKANO, Kenzo (1965): Periodic variation of the

barotropic components of a wind-driven circulation in an ocean. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, 21, 1-5.

## 水槽の回転むらによって生ずる水槽内の流体の運動

原 尚 子 高 野 健 三

要旨: 回転する水槽の回転軸が正しく鉛直に保たれていても, 角速度にむらがある場合には, 内部の流体は水槽に対して相対的に運動する。模型水槽の回転速度の精度をきめる際の参考にするため, 角速度に周期的な変化を与えて, この運動を計算してみた。地球の自転の角速度も一定ではないので, 現実の海にもこの種の運動がおきている筈であるが, 他の原因による運動に比べてたかだか1%くらいであり, 無視できる。

## 流速の測定値から粘性係数を求める試みについて\*

飯 田 記 子\*\*

Commentaire de la détermination des coefficients de viscosité  
par une mesure directe des courants équatoriaux

Noriko IIDA

Résumé: L'auteur se demande s'il est possible de déterminer les coefficients de viscosité par une mesure directe des courants horizontaux près de l'équateur. La précision actuelle de la mesure paraît loin d'être suffisante pour cela.

定常状態が成り立っているとすれば, 流速の東向き, 北向き, 下向きの成分  $u, v, w$  と力学深度の勾配  $\partial D/\partial x, \partial D/\partial y$  の分布がわかれば, 次の式から水平及び鉛直渦動粘性係数  $A, \mu$  がきまる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial y} \left( A \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \frac{\partial u}{\partial z} \right) - u \frac{\partial u}{\partial x} - v \frac{\partial u}{\partial y} - w \frac{\partial u}{\partial z} \\ + 2\omega v \sin \varphi - \frac{\partial D}{\partial x} = 0, \\ \frac{\partial}{\partial y} \left( A \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \frac{\partial v}{\partial z} \right) - u \frac{\partial v}{\partial x} - v \frac{\partial v}{\partial y} - w \frac{\partial v}{\partial z} \\ - 2\omega u \sin \varphi - \frac{\partial D}{\partial y} = 0. \end{aligned}$$

$\tau_x, \tau_y$  を風の応力の東向き, 北向き成分として, 海面 ( $z=0$ ) では  $\mu \frac{\partial u}{\partial z} = -\tau_x, \mu \frac{\partial v}{\partial z} = -\tau_y$  の関係を使うから  $\tau_x, \tau_y$  の分布も必要である。

上式の第1項をそれぞれ  $A \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}, A \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}$  とし, 1961年の Swan Song 観測<sup>1)</sup>の結果を使って  $A$  と  $\mu$  とをきめようとした試みはあった<sup>2)</sup>。 $A$  と  $\mu$  とは本来正の値であろうが, 場所によって多くの負の値が出てきて, その結果は芳しくなかった。これは主として,  $u, v, w, \frac{\partial D}{\partial x}, \frac{\partial D}{\partial y}$  などが十分な精度で与えられていないことによると思われる。

Swan Song 観測では, 流速の水平成分の誤差は最大 20 cm/sec とされている。そこで  $u, v, w, \frac{\partial D}{\partial x}, \frac{\partial D}{\partial y}$  のすべて, 又はその一部に最大 30% までの変化をでたために与えて結果がどう変わるかを調べるため, 118°W,

\* 1968年10月3日 受理  
\*\* 東京大学海洋研究所 Institut de Recherche Océanique, Université de Tokyo  
現在は京都大学大型計算機センター Actuellement au Centre de Calcul, Université de Kyoto

Table 1. Coefficients  $\mu$  and  $A$  (in C.G.S.).

	Depth (m)	1°N			Equator			1°S		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
$\mu$	50	383	-2131	252	17	30	-41	-6	820	-93
	100	73	391	-71	-287	172	-367	-550	723	3146
	150	525	807	-783	-493	133	847	-844	1839	-5272
	200	134	-1994	-167	1753	1031	-474	-261	-79	-208
	250	73	2415	-225	757	4801	-303	-193	5482	-69
	300	180	-46545	628	17150	-8265	-1653	-363	17742	-43
	350	461	-15169	851	5493	4391	-2118	37	-5294	-90
$A/10^5$	25	-19	-13	7	-7	109	-13	5	-18	19
	75	7	-4	5	6	-61	10	15	-25	-24
	125	-2	107	6	-5	-4	-83	4	-51	106
	175	2	-140	-7	-64	91	22	-26	29	-490
	225	70	-2785	-1	-148	-366	11	7	219	6
	275	-50	-2306	-2	192	340	-7	-10	124	-6
	325	-20	673	5	-235	-18	-10	6	-326	2

1°N, 0°, 1°S で、 $A$  については 25 m から 325 m まで、 $\mu$  については 50 m から 350 m まで、それぞれ 7 層で 12 通りの計算をし、更に、これら五つの量のすべて、又は一部を二次の近似式による最小自乗法で、鉛直方向に平滑してから計算をしてみた。 $A, \mu$  の絶対値の桁数はそれぞれ  $10^3 \sim 10^{11}, 1 \sim 10^4$  の範囲におさまる。1°N では、50 m の  $\mu$ 、75 m の  $A$  に正の値が多く現われ、赤道では、25 m の  $A$  に負の値が多く現われ、1°S では、200 m ~ 300 m の  $\mu$  に負の値が、25 m、125 m の  $A$  に正の値が多く現れるが、他の点では計算のたびごとに符号がひんぱんになる。

$\mu$  に関する項を  $\frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \frac{\partial u}{\partial z} \right), \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \frac{\partial v}{\partial z} \right)$  の形においてあるので、 $A$  に関する項も

$$\frac{\partial}{\partial y} \left( A \frac{\partial u}{\partial y} \right), \frac{\partial}{\partial y} \left( A \frac{\partial v}{\partial y} \right)$$

とおく方がよい筈である。計算が少し複雑になるが上と同じ  $u, v, w, \frac{\partial D}{\partial x}, \frac{\partial D}{\partial y}$  で 15 通りの結果を求めてみると、1°N では、50 m の  $\mu$ 、25 m の  $A$  には負の値が多く現れ、赤道では、25 m の  $A$  に正の値が多く現れ、1°S では、50 m の  $\mu$  に正の値が、25 m、125 m の  $A$  に負の値が多く現われ、 $A \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}, A \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}$  の形を使った場合とちょうど正反対になる。他の点では符号がひんぱんになることは同じである。

参考までに計算結果の一部を Table 1 に示す。I は (2) と同じ資料を使ったもの、II は同じ資料であるが、 $A \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}, A \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}$  の代わりに、 $\frac{\partial}{\partial y} \left( A \frac{\partial u}{\partial y} \right), \frac{\partial}{\partial y} \left( A \frac{\partial v}{\partial y} \right)$  を使ったもの、III の方法は I と同じであるが、 $u, v$  だ

けを僅かに変えてみた結果の一つである。I は (2) の結果と一致する筈であるが、やや違うのは、計算の順序の違い、桁数の違いなどによるのであろう。これらの計算の結果から、資料に僅かな誤差が含まれていても、 $A$  や  $\mu$  の値は、大きさだけでなく、符号まで変ってしまうことがわかる。

$\frac{\partial}{\partial x} \left( A \frac{\partial u}{\partial x} \right)$  や  $\frac{\partial}{\partial x} \left( A \frac{\partial v}{\partial x} \right)$  は  $A$  が  $10^{11}$  程度なら、 $\frac{\partial}{\partial y} \left( A \frac{\partial u}{\partial y} \right)$  や  $\frac{\partial}{\partial y} \left( A \frac{\partial v}{\partial y} \right)$  に比べて無視できるくらいに小さい。

このような方法で  $A$  や  $\mu$  をきめるための  $u, v, w, \frac{\partial D}{\partial x}, \frac{\partial D}{\partial y}$  などの精度の限界を求めることは易しくない。  $\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}, \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}, \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}, \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}$  の符号を正しく求めることだけに話を限れば、 $u, v$  の分布の形によって必要な精度は変わってくるが、この Swan Song の例では、表層での大凡の見当として  $10 \sim 15$  cm/sec よりも数倍高い精度が必要である。 $A$  や  $\mu$  を 1 桁の精度で求めるには更に高い精度 (少なくとも 10 倍) が必要となろう。現在及び近い将来の計測ではこの精度は望めそうにもない。

文 献

- 1) KNAUSS, J. A. (1966): Further measurements and observations on the Cromwell Current. Jour. Mar. Res., **24**, 205-240.
- 2) HIDAHA, K. (1968): An attempt to determine the coefficients of vertical and horizontal eddy viscosity in the E. stern Equatorial Pacific. La mer (Bulletin de la Société franco-japonaise d'océanographie), **6**, 1-8.

# 資 料

## 関東近海におけるサバ釣漁業について\*

Pêche du scombre aux environs de la région de Kanto

小 倉 通 男

### 1. ま え が き

サバはわが国において重要魚族資源の一つに数えられ、近年における全国サバ漁獲量は昭和36年(1961)の33万トンから年々増加の傾向を示し、昭和40年(1965)には67万トンと魚類総数の13%を占めるに至っている。海区別・県別に見た場合太平洋中区が全国サバ漁獲量の大半を占め、中区に属する千葉県が毎年全国一の水揚量を誇っている。(第1表)

主漁場は千葉県房総海域(銚子沖、房総沖)および伊豆諸島海域を主とした関東近海サバ漁場である。

この漁場における、サバ漁獲量の大半は戦前は天秤釣、戦後ははね釣によって占められてきたが、昭和38年頃(1963)より、まき網によるサバ漁獲量が全国的に急増している。千葉県房総海域漁場でも昭和39年(1964)よりサバまき網漁業との漁場競合が起り、まき網による阻害現象によってサバはね釣の漁獲量は年々減少傾向をたどっている。

ここでは関東近海におけるサバ釣漁業の実態について種々述べたいと思う。

### 2. 沿 革

徳川時代：関東近海においてサバ釣漁業が発達したのは徳川時代以降で、享和の頃(1801)安房国(千葉県)ではサバ、カツオ、シビの釣漁業が盛んで、これらは三品釣溜漁業とよばれた<sup>1)</sup>。当時のサバ漁業は全国的に釣の方が広く行なわれたが、とくに一本釣が重要であった。この一本釣の多くは天秤釣で、夜焚釣漁法がもっとも盛んであった。太平洋方面ではこの夜焚釣の発達は比較的小おく、安房国では昼釣の方が盛んに行なわれた<sup>2)</sup>。

明治時代：千葉県でも、とくに釣漁業の盛んであった

\* 1968年2月23日 日仏会館における例会で講演

\*\* Michio OGURA 東京水産大学 Tokyo University of Fisheries

安房郡勝山地方の漁船は、明治初年頃(1870)から地先漁場ばかりでなく外房方面にも出漁してサバ釣や突棒、マグロ延縄の3漁業を営んだ。この他、君津郡木更津地方の桜井船も徳川末期より東京内湾～外房の沖合にかけてサバ釣やタイ釣を行なうと共に、各漁村から生魚を買って東京に運搬した。この船は押し送り船と称され、技術的にも県下ですぐれた地位を保持していた<sup>3)</sup>。なお、明治中期(1890)になると千葉県下のサバ釣漁船も夜焚釣を行ない、灯火には松脂を燃やして使用した。神奈川県船も明治時代になると地先漁場ばかりでなく、千葉県の布良沖にも出漁しサバ、カツオ、ムツ一本釣、マグロ延縄などの漁業を季節的に組み合わせ操業していた。この布良沖に出漁していた漁船は7、8人乗り、肩4尺5寸～7尺の天当船で、これが当時の三崎地方における漁業の主流をなしていた<sup>4)</sup>。

大正時代：大正初期(1913)には漁場が沖合へと伸びていったが漁船の遭難が多く、機械力の必要が認められ漁船の動力化、船の大型化が進められた。

千葉県下のサバ釣漁業も天秤釣や延縄のほかにも大正中期(1918)になると投釣漁業が伝播して県下に普及した<sup>5)</sup>。大正6年頃(1917)三崎地方の漁船は集魚灯に石油ランプを使っていたが、その当ても千葉の桜井船は篝火を用い、安い薪を盛んに焚くので石油ランプの神奈川県船についていたサバが皆桜井船の方へ行ってしまったという。しかし、その後集魚灯には石油ランプの代わりにアセチレン灯が取り入れられ、千葉県船も大正中期頃よりこのアセチレン灯を使うようになった。また、とも帆(スパンカまたは蝶々帆)も大正7年頃(1918)三崎の福本氏によって、このとも帆を使いエンジンをかけたまま船を風を立てて操業する方法が考案された<sup>6)</sup>。静岡のサバ釣漁船も大正9年(1920)頃には房総沖まで出漁出来るようになり、はじめて沼津の我入道船が入会操業を行なった。大正年代の海区別サバ漁獲量を見てみると、

第1表 全国：海區別別サバ漁獲量

単位：トン

年次		35	36	37	38	39	40	41
海区・県								
総 数		351,149	337,785	408,838	465,128	495,664	668,574	624,423
海 区	北海道海区	10,332	21,570	43,379	51,012	24,400	52,110	28,066
	北 区	41,804	30,640	50,224	101,940	79,200	146,725	189,279
	太平洋 中区	187,714	153,954	174,229	171,676	203,600	227,981	200,567
	南 区	7,325	5,424	4,374	14,280	22,000	28,972	25,362
	日本海 北区	18,573	38,071	39,595	45,457	52,200	64,213	24,842
	西 区	33,658	44,856	52,958	29,442	57,100	53,732	58,614
	東支那海区	49,204	41,530	42,332	48,219	49,700	86,327	86,188
	瀬戸内海区	2,536	1,738	1,741	3,134	7,100	8,516	11,505
	多獲県	千 葉	101,388	94,308	124,392	119,488	92,100	103,804
静 岡	73,003	46,917	41,160	41,309	49,900	59,255	67,335	
新 潟	12,132	25,630	24,843	34,816	44,300	56,777	19,258	
茨 城	13,313	9,357	19,972	39,825	37,100	67,697	59,170	
長 崎	17,163	13,664	9,723	14,046	34,100	57,724	53,689	

〔註〕 1) 37年以降の漁獲量は外地水揚量が含まれている。

2) 39年度の単位は1.00トン未満が省略されている。

資料は農林省統計調査部：漁業養殖業漁獲統計表・生産統計年報（昭35～41）による。

太平洋方面では一本釣の漁獲が多いのに反し、日本海方面では流網や沖曳網の漁獲が多かった<sup>7)</sup>。

昭和時代前期：千葉県下のサバ漁業はこの時代も天秤釣が主体で、昭和8年頃（1933）も勝山、船形、桜井地方などの漁船はサバ漁の冬～春にかけて外房沖に出稼し、主に平館港を根拠地として操業した。この平館港には各地の廻船が入稼したが、なかでもサバ釣漁船が一番多かった<sup>8)</sup>。当時の天秤釣具は種々改良が加えられ、鉛錘や餌袋の型も変わり、釣糸も天蚕糸に代わって人造テグスが用いられるようになった。投釣（カッポリ釣）も改良型がつけられ引き続き行なわれ、大型船では専業でも操業した<sup>9)</sup>。当時の神奈川県船では二町谷の棒受網船が房総半島沿いに北上して勝浦沖まで出漁したというが、第2次大戦中は徴用で漁船は激減し沿岸で僅かに操業する程度であった<sup>4)</sup>。静岡県船は操業形態もカツオ・マグロ兼業船とサバ釣専業船に分離し、昭和12年頃（1937）はサバ漁業の全盛期で、房総沖や伊豆諸島近海まで出漁した<sup>9)</sup>。農林省統計表からこの時代（1926～1940）の全国サバ漁獲量を調べると、漁船の動力化が進んだ結果、漁獲量でも内地沖合漁業の占める割合が非常

に高くなっている<sup>7)</sup>。

昭和時代後期：戦後の千葉県下におけるサバ釣漁業は、“はね釣”および“はいから釣”漁法の導入と急速な普及によって操業形態が著しく変貌した。したがって、戦前にサバ漁業の主体をなしてきた天秤釣漁業も、現在では大型サバ漁船間ではほとんど操業されず、沿岸小型漁船が季節的に操業する程度で、漁業規模は著しく零細化している。現在、県下で操業されているのは東京内湾の勝山地方や外房の夷隅地方である。はいから釣漁業が県下に導入されたのは昭和20年頃（1945）で、この漁具はカッポリ釣具と立延縄釣具の趣向がミックスされたもので、一時に多獲できるため“はいから釣”の名が出た<sup>10)</sup>。この漁業ははね釣を主業とし、はいから釣を兼業とするものが多い。階層別に見ると5トン未満船が多く小型船の漁業といえる<sup>11)</sup>。

はね釣漁業が千葉県下に導入されたのは昭和22年（1947）で、この漁法は餌に向かって来たサバを迅速に竿に合わせ、跳ね上げて釣るので、漁獲能率が高く、したがって昭和23～25年（1948～1950）にかけて県内各地に急速に普及した。しかし、その後主漁場である房総沖

では増加する漁船数と海況などの影響で衰微の兆候が顕著となったため、済州島沖の未開発漁場への出漁となった。その後、この漁場も李ライン問題のため出漁が不可能となり、止むなく八戸沖や北海道小島沖、襟裳岬沖へと漁場を開拓して行った<sup>12)13)</sup>。県内漁場も昭和35年になると銚子沖に新漁場が開発され、千葉県のサバ漁獲量は34年(1959)の8万トンから35年(1960)には一躍16万トンと空前の豊漁があり、その80%がはね釣によって漁獲された。しかし、37年(1962)を頂点としてはね釣によるサバ漁獲量は減少傾向を見せはじめ、39年(1964)にはじまったサバまき網漁船との漁場紛争によってサバ釣漁船の操業水域は阻害されている。

### 3. 現 況

千葉県は昔から房総沖に優秀なサバ漁場を有し、戦前は天秤釣、戦後ははね釣によりサバ漁業の主体は釣漁業によって優位を保ち、全国サバ漁獲量の中で千葉県は全国一の漁獲量を誇ってきた。また、昭和40年(1965)における全国着業隻数でも1,208隻のうち千葉県船が824隻でもっとも多く、次に静岡、神奈川県船の順となっている。このようにサバはね釣漁業はイワシまき網、サンマ棒受網漁業と共に千葉県における中心漁業の一つで、県内主要漁業の軸を保ってきたが、近年サバまき網の漁獲に反してサバはね釣による漁獲量は減少傾向をたどっている。

昭和35年(1960)以降の千葉県におけるサバはね釣漁業の動向は(第2表)、35年銚子沖にサバの新漁場が開発されると漁獲量は前年に比べ50%増と飛躍的な伸びを示した。36、37年も依然として全漁業の20%を下らず漁獲は好漁を維持したが、37年を頂点として漁獲は減少傾向を見せはじめた。38、39年と引き続いての減少は冷水帯の出現と時化の連続といった海況異変の反映と見ることが出来るが、39年にはじまったサバまき網漁船との漁場紛争は操業水域を制限されることになり、40、41年における漁獲の不振を招いた主因と見られる。この紛争は従来サバはね釣の好漁場であった房総海域に青森、岩手など北部太平洋海区の大型まき網漁船が大挙して進出し、大量のサバの漁獲をあげたことに起因している<sup>14)</sup>。

次にサバはね釣漁船の動向について見てみると、着業総数では昭和34年の1,204隻をピークとして毎年減少し、41年には824隻と9か年間に32%も減少している。これは主として小型船の減少によるもので、一方大型船(10トン以上)は銚子沖漁場が開発された35年一挙に221隻に増加したが、39年以降減少傾向にある。漁船規模の比

率は依然千葉県では5トン未満の小型船が約70%を占めている。これに対して10トン以上の大型船では30~50トン級に著しい増加傾向が見られ、とくにここ2、3年来この規模の中でも39トン型から47トン型へと大型化の傾向が見られる。1隻当りの平均漁獲量からも37年まで主力であった10~20トン級が41年には1/3に減少したのに反して、30~50トン級では急激な増加を見せ、着業隻数の動きと考え併せるとこの規模の経営安定さうかがわれる。

その他のサバ釣漁船の着業総数も33年の1,193隻をピークとして年々減少傾向にあり、41年には810隻になっている。この漁業の主体は5トン未満船で、10トン以上の大型船はごく少数である。漁獲量でも5トン未満船で85%を占め、小型船の漁業ともいえる。

ここで千葉県に水揚げする自県および他県サバ釣漁船の水揚量について6か年間(33~38年)の推移を調べると、サバはね釣でもその他のサバ釣でも、その大半は自県船による水揚げである。しかし、サバはね釣では35年以降銚子沖漁場が開発されてから他県船の水揚げ割合が増加したため、自県船による水揚げは90%から71%に減少している。サバはね釣による水揚げの多い他県船は神奈川、静岡で、この2県で他県船水揚量の70~80%を千葉県に水揚げしている。

前述のようにサバはね釣漁業は房総海域で、サバまき網漁業との漁場競合によって漁獲不振を招いたが、従来、サバはね釣は200mの等深線に広がる海域が主漁場であり、一方まき網は120m以浅の広域漁場でイワシを主に多魚種にわたって漁獲して来た。したがって水深帯により漁場が分離され、またまき網では火光利用が禁止されているので、両者の同一漁場での競合は考えられなかった。しかるに近年まき網では魚探による探魚の有効利用や合成繊維漁網の出現により、浮子方の長さも1,000mを超えるものが多く、200m等深線海域でのサバ群の投網漁獲が可能となり、昭和39年2月には銚子沖サバはね釣漁場でのサバまき網の操業がはじめられた。この漁場競合によってサバはね釣の漁獲は急激に低下した。その原因として、まき網漁法ではサバ群に対しかなり強度の刺激をあたえ、群の逃避潜行性を強めたことが考えられる。そのため、はね釣の操業にあたって適水温にかかわらず点灯、撒餌をしてもサバが浮上しないという阻害現象を起こしてしまった<sup>15)</sup>。

このため県下サバはね釣漁船の業者は40年12月まき網漁業の操業規制を水産庁に陳情した結果、41年2月には水産庁の調停でまき網の操業自粛が暫定的に措置され



第2表 千葉県漁業別サバ漁獲量

漁業種類	年次		35		36		37		38		39		40		41	
	漁獲量	%	漁獲量	%	漁獲量	%	漁獲量	%	漁獲量	%	漁獲量	%	漁獲量	%	漁獲量	%
総計	101,638	100.0	94,308	100.0	124,392	100.0	119,488	100.0	93,435	100.0	103,803	100.0	76,491	100.0		
漁船漁業																
2そうまき・あぐり巾着網	1,746	1.7	31	0.1	2,977	2.4	33,290	27.9	15,316	16.4	28,790	27.7	9,959	13.0		
アジサバ棒受網	1,935	1.9	238	0.3	268	0.2	1,082	0.9	1,047	1.1	2,242	2.2	986	1.3		
サバはね釣	95,533	94.0	89,502	94.9	116,223	93.4	77,667	65.0	70,951	75.9	66,531	64.1	58,372	76.3		
その他のサバ釣	1,555	1.5	4,013	4.2	4,530	3.6	6,570	5.5	4,589	4.9	4,738	4.6	5,790	7.6		
地びき網	162	0.2	33	0.0	16	0.0	93	0.1	60	0.1	28	0.0	279	0.4		
その他の漁業	86	0.1	66	0.1	18	0.0	107	0.1	142	0.2	219	0.2	153	0.2		
定置網業																
ブリ・マダロ定置網	402	0.4	254	0.3	203	0.2	368	0.3	920	1.0	636	0.6	627	0.8		
その他の大型定置網	133	0.1	69	0.1	71	0.1	217	0.2	194	0.2	499	0.5	132	0.2		
その他の小型定置網	81	0.1	35	0.0	72	0.1	87	0.1	210	0.2	115	0.1	187	0.2		

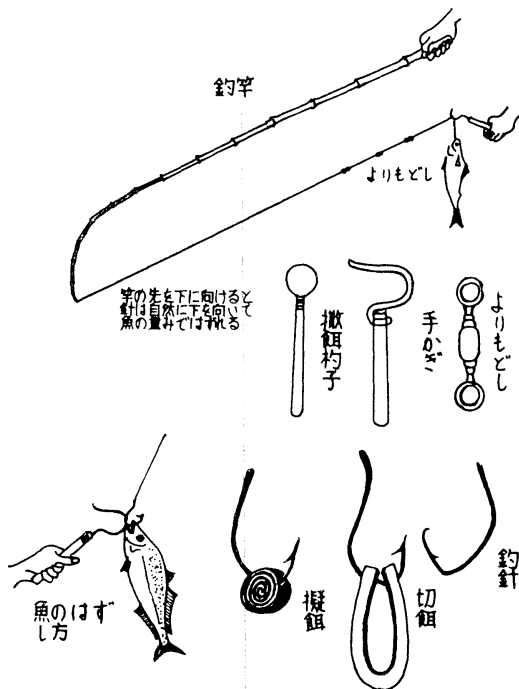
資料は千葉県農林水産統計年報（昭35～41）による。

た<sup>14)</sup>。しかし、この紛争の抜本的解決策が今後に残された課題といえよう。

#### 4. 漁具・漁法

現在、関東近海においてサバ釣漁業の主体をなしているのはサバはね釣漁業なので、ここでは千葉県下で操業されているサバはね釣の漁具・漁法について述べる<sup>16)17)</sup>。

(第1図)



第1図 サバはね釣具 (千葉県)

##### 1) 漁具

###### (1) 釣具

- i) 釣竿—材料は女竹が手軽で安価なので、一般に広く使用される。普通竿の長さは1.5m前後、先端には釣糸取付用の蛇口を、手元には針掛、手床をつける。
- ii) 釣糸—みち糸はナイロン1.0~1.2分、長さ1.8~2.0m、釣元はナイロン7~8厘、長さ60~90cm。釣糸の長さは竿から0.6~1.0m長いのが普通である。
- iii) 釣針—角型寸3~寸5、寸5は大型魚用。
- iv) よりもどし—真鍮製。普通3個。環は釣元に近かい程小さく、末端の環と釣針の距離は短かい程よい。

##### (2) 副漁具

- i) 手かぎ—鉄または真鍮製。12番線が多い。柄は木製、長さ30cm。
- ii) 餌箱—木製。大きさは普通45×25×25cm。
- iii) 撒餌杓子—先はアルミ製、径9cmのお碗型。柄は木製、長さ30~40cm。

##### 2) 特殊設備

- (1) 集魚灯—普通20トン級で電源電圧100V、7.5kW。灯具は300~500W白熱灯10個内外。3トン未満の小型船では発電機1~2kW、灯具は100~150W白熱灯5個内外。
- (2) 肉摺機—シャフト電動式が多い。
- (3) とも帆—船尾マストに操業中、風に立ち撒餌を有効にするためにとも帆がつけられる。蝶の羽根のように2枚合わせで、潮帆の役目をする。
- (4) 魚探機—現在中型船以上ではほとんど装備している。魚探の利用は魚群の早期発見や視界の悪い場合海底の状況で自船の位置を知るなど効果が多い。
- (5) その他の設備—大型船ではサバ釣の他にカツオ一本釣、サンマ棒受網を兼業する船が多く無線電話、方向探知機、交流発電機、ロランなどを装備している。

##### 3) 餌料

- (1) 撒餌—主として冷凍イワシが用いられる。1航海の使用量は小型船で大体100kg前後(冷凍イワシ12~15箱)、中型船では500kg前後である。代用餌料の研究も行なわれているがまだ実用化していない。
- (2) 釣餌—従来切餌が使用されて来た。これはサバの体腹を短冊型に切り、皮を内側、肉を外側にして針につける。しかし、近年切餌を作るのに熟練を要し、また漁獲能率を高める意味で切餌の代わりにゴム風船やナイロン毛糸、綿糸などの擬餌が使われるようになった。

##### 4) 漁法

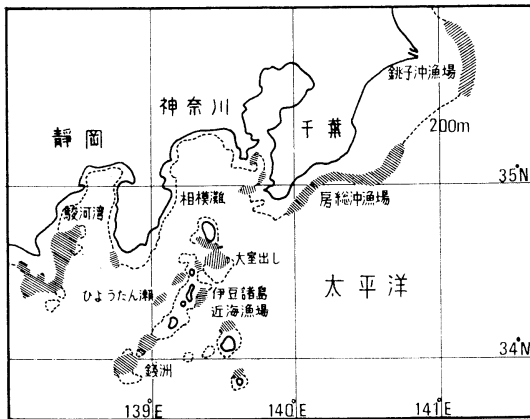
夜間操業で魚群探索には魚探を用いる。魚群を発見すれば舷側の集魚灯を点灯し、撒餌を散布する。魚群が浮上すれば釣獲をはじめ。当初大型船では両舷釣だったが、現在片舷釣である。

- (1) 餌の撒き方—餌はずきのないよう万遍なく撒くことが必要である。

- (2) 釣獲法—釣手は船尾を向いて腰をかける。釣竿は左舷側なら右手に持ち、釣餌が海面に投げられた時、魚と餌の距離が約3 cm位の時すばやく合わせ跳ね上げて釣るのがコツである。釣り上げたサバは手カギで取り入れる。
- (3) 操船法—船尾のとも帆を張って風位に立てる。操業中は舵を使わず船が絶えず風向に対して20°~40°に保つようととも帆で調節する。魚の喰いが止まったときは船を少し前進して新しい餌を撒くか、操業を中止して潮上へのぼって新しい群を見つける。

## 6. 漁場・漁期

関東近海におけるサバの主漁場は、房総海域(銚子沖、房総沖、九十九里)および伊豆諸島近海である。(第2図)



漁場の分布図は、高野秀昭：東海区水研研究報告・第29号による

第1図 関東近海サバ漁場図

- (1) 銚子沖漁場—犬吠岬から南東15~20哩の200 mの等深線に沿った扇形の海域である。この漁場は従来、冬~春期にはいから釣やまき網で操業されていたが、昭和35年1~3月にかけて空前の豊漁があり、サバはね釣の新漁場として注目されるに至った。漁期は主に1月中旬~3月下旬にかけて形成される。
- (2) 房総沖漁場—太東岬から野島崎沖に至る水深200 mの黒潮の外縁部にあたる海域である。古くからサバ漁場として知られ、はね釣を主体とし、はいから釣や棒受網漁業も

行なわれる。漁獲は周年を通じて見られるが、5~6月に多獲される。

- (3) 伊豆諸島近海漁場—房総沖漁場と共に古くから知られており、春期ははね釣、秋期は棒受網の主漁場である。漁場は島嶼、瀬などの200 m等深線の周辺に形成される。主漁場は大室出し、ヒョウタン根、銭洲などである。
- (4) その他の漁場—東京湾口の中の瀬、城ヶ島下漁場、駿河湾口漁場などがあるが、年変動が激しい。

関東近海に來遊するサバの集合様式については花戸<sup>15)</sup>や各海区水研による沿岸重要資源協同研究結果<sup>19)</sup>および宇佐見<sup>20)</sup>によると、越冬期(1~3月)の集合様式は主に房総海域で、産卵期(4~6月)の集合様式は房総海域と伊豆諸島海域に分散し、近年は後者に集合密度が高い。産卵後のサバ群は産卵場を離脱して分散移動をはじめ、北上途次は鹿島灘~三陸沖沿岸でまき網、三陸南部で定置網などで漁獲される。夏には北海道南東海域に達し、北部域で水温下降期に入るとマサバ群は密集しながら南下をはじめ。秋には八戸沖で旋網とはね釣の対象となり、次いで大陸棚岸縁部に沿って房総海域に達して越冬する。このように越冬期の銚子沖は海底地形上の特質と東流する黒潮流軸域および北方冷水域との潮境に遭遇するので餌の供給密度が高くなり、また好適な水温帯(15~17°C)を持続するので、この海域は冬季に漁場を形成しやすい条件をそなえているといえよう。しかし、年々の漁況は関係水域の環境の変動によってもかなり大きく支配されるようである。

以上のように本稿では、関東近海におけるサバ釣漁業の沿革や近年のサバはね釣漁業の動向を中心に述べて来たが、漁獲性能向上の面でも、近年は人工撒餌の研究や集魚灯にも蛍光灯の利用が考えられている。また、神奈川水試ではコマセ撒布機や自動サバ釣機の実用試験など、はね釣の機械化、省力化の面でも研究が進められている。今後のサバはね釣漁業で憂慮されるのはサバまき網漁業との競合問題である。現在、暫定的措置がなされているが、力あるものが勝つという解決ではなく、今後の水産業のあり方と現状をよく分析した抜本的な解決策を望みたい。

## 文 献

- 1) 岸上鎌吉(1914):安房郡水産沿革史、安房郡水産

- 組合, 4~5.
- 2) 山口和雄 (1947): 日本漁業史, 生活社, 309~311
  - 3) 山口和雄 (1935): 明治前期を中心とする内房北部の漁業と漁村経済, アチック・ミュージアム, 54~55, 71~72.
  - 4) 内海延吉 (1961): 沿岸漁業九十年史, 三崎沿岸漁協連合会, 13~14, 299.
  - 5) 片山 年 (1940): 鯖漁業, 水産社, 292~293.
  - 6) 吉田秀一 (1950): 漁業の盛衰記 (三崎と外房のサバ), 太平洋, (4), 8~13.
  - 7) 農商務省・農林省 (1915~'40): 第32~40次農商務省統計表, 第1~17次農林省統計表.
  - 8) 青野寿郎 (1953): 漁村水産地理学的研究, 第1集, 古今書院, 177~178, 159.
  - 9) 焼津漁業協同組合 (1964): 焼津漁業史, 117~529.
  - 10) 渡辺福松・田中輝雄 (1959): 県下主要漁業の漁具・漁法概説, 千葉県水産業協同組合育成対策協議会, 52~53.
  - 11) 千葉県 (1960): 農林統計から見た千葉県のさば釣漁業, 13.
  - 12) 千葉県農林水産部 (1960): 千葉県の水産, 32~33
  - 13) 千葉県サバ・サンマ漁協 (1963): さば漁業概説, 2~4.
  - 14) 農林省千葉統計調査事務所 (1968): 統計からみた千葉県の漁業, 昭和42年度, 48~49.
  - 15) サバまき網対策実行委員会 (1967): さばまき網漁業とさばつり漁業について, 34~36.
  - 16) 石橋宗吉・木村金太郎 (1950): 新漁法・鯖の跳ね釣, 協同書房, 11~52.
  - 17) 千葉水試 (1961): 千葉県の漁具・漁法 II, 2~4.
  - 18) 花戸忠夫 (1966): 昭和38・39年度, 千葉水試事業報告, 70~71, 82.
  - 19) 水産庁 (1963): 昭和35・36年度, 沿岸重要資源協同研究経過報告, 131.
  - 20) 宇佐美修造 (1968): サバの生態と資源, 水産研究叢書 (18) 日本水産保護協会, 59~60.

## フランス海洋生物学の現状\*

### Situation de la biologie marine en France

佐 伯 和 昭

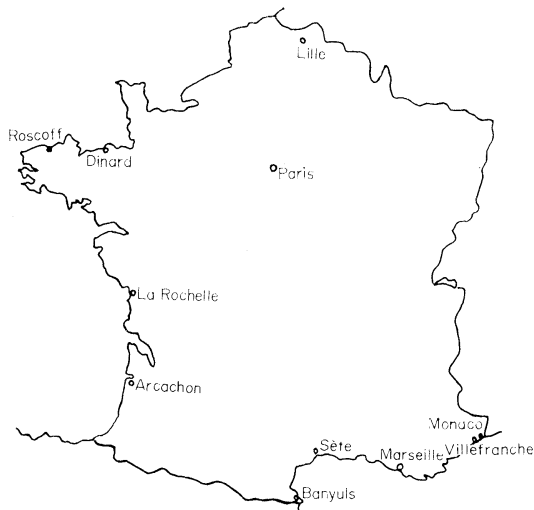
はじめに御了承頂きたいのは、私の専門はいわゆる海洋生物学からはずれており、フランスにおいて見聞したことも、この方面に関してはごく少ないので、この話の内容は表題にふさわしくないかも知れない。私が1966年度フランス政府給費技術留学生として、1966年11月から1年間マルセイユ大学理学部の微生物生態学研究室 (Laboratoire de Microbiologie Ecologique, Faculté des Sciences de Marseille) で勉強した折に見たり、感じたりしたこと、留学期間の最後に訪問できたいくつかの水産、海洋学の試験、研究施設のことなどをお話することで責を果たさせて頂きたい。

私のいたこの研究室は、Louis DEVEZE教授のもとに、助手3人、女性のテクニシャン3人、ちょっとした電気や

木工の仕事をしてくれる技術者1人、ラボランチンのおぼさん1人という構成であった。研究の内容は、石油分解菌による精油工場廃水汚染の浄化、沿岸における硫黄の代謝、海水中の光合成細菌、海洋環境の Actinomyces などを、各人がテクニシャンと共にこつこつやっついていて、研究者相互の仕事の上の連絡や discussion などあまりないようだった。ここで私が行なったのは、石油系物質による水質汚染を石油分解菌を使って浄化するための予備実験として、その菌の増菌培地に下水処理場の活性汚泥を利用した場合、病原菌が汚泥中でどのくらい生存できるかという実験や、腸炎ビブリオの分離など特に述べる程のものはなかったが、それを通してフランス的な物の見方、考え方を吸収することができたように思う。とはいっても、最初の1か月ぐらいは、平板培地に菌を塗る方法ひとつにしても、日本で日常行っていたのとは違うなど、実験操作法や日常生活の習慣の違いなどにな

\* 1968年2月23日 日仏会館における例会で講演

\*\* Kazuaki SAHKEI 東京水産大学 Tokyo University of Fisheries



第1図 水産、海洋学研究施設の所在

じめず、腹を立ててばかりいた。そのうち研究室の生活にもなれて、周囲を見まわす余裕もできてきて、まず感じたことは、日本に比べれば、かなり豊かな研究費もさることながら、テクニシャンの制度の徹底していることだった。テクニシャンにもいくつかの種類や段階があるらしいが、この人たちはみな高校を卒業後、短大程度の専門教育を受けた人たちで、みなしっかりした知識と技術を身につけていて、必要な実験を確実にやってくれる。また、義務教育を終るとすぐ電気関係の職人として、技術を身につけたというおじさんは、頼めばちょっとした採集や実験の器具などすぐ試作してくれるし、研究室の車を運転して、急ぎの器具の買物なども気軽にやってくれる。この様な技術者たちの協力を受けながら仕事のできるフランスの研究者たちを羨しいと思った。

フランスにおける水産、海洋学の調査研究施設については、すでに本誌1巻1号の野村氏、4巻2号の高野氏などのすぐれた紹介記事があるので、それらを参照したい。留学期間も終りに近ずき、かけ足で私の見学したのは次の諸施設であった。

Monaco の Musée océanographique, ここは2回行ったが、その都度休日で、研究室は見学することは出来なかった。博物館と水族館は、それ程のものではないが、数十年前にこれだけ大きなものを作ったということが立派だと思う。

Ville franche-sur-mer の station zoologique, ニースの近くのこの海岸の町には、この他にやはりパリ大学付属の物理的な海洋学の実験場もある。Station zoologique

の方は場長の BOUGIS 教授をはじめとして、主にプランクトンの研究が行なわれている。ここにはまた、パリ近郊のサクレーにある原子力センターの分室があり、ラジオアイソトープを使って、貝類の生体膜の実験などを行っている。他の臨海実験場でもそうであるように、ここでも、何日の何時にこれこれの sample をどれだけほしいと言っておくと、その sample を頼んだ研究者の名札をつけた、地下の小さな水槽にテクニシャンがちゃんと揃えておいてくれるのは、うらやましいと思った。

同じパリ大学の 付属臨海実験場としては、この他に大西洋岸の Roscoff、とスペイン国境に近い地中海の Banyuls-sur-mer がある。Roscoff のはフランス最大の臨海実験場で、立派な設備があり、宿泊設備なども小ぎれいによくととのっていたが、近くのホテルを買いとって、現在なお増築中であつた。この場長 TEISSIER 教授は、ふだんはソルボンヌにあり、副場長の GABIOCH 氏をはじめ、écologie 関係の人が多く見受けられた。ここは入江、干潟などいろいろの海洋環境が集っていて écologie の研究には好都合とのことだった。図書館も立派で特に海洋生物学の分野のコレクションがよいとのことだった。Banyuls の実験場も、規模は Roscoff ほどではないが、充実していた。ここには écologie, plancton, benthos, bacteria などの研究者がいた。私の訪ねた細菌学者の LAGARDE 教授は汚染のことをやっている人だが、その研究生が、沿岸の汚染の検査に大腸菌や腸球菌の検出もやっているが、どんな培地を使っているか教えてやろうとリストを見せてくれたら、腸球菌用には私たちが考案した HORIE-SAHEKI の培地を使っているのびっくりしたが先方も驚いていた。

私が見た大学関係の実験場には、このほか Marseille の Station marine d'Endoume があるが、ここは私のついた教授が前におられた関係もあり、私の研究室の人たちと実験場の研究者とが、種々の知識の交換などでよく往来し、私も集談会などでたびたび行っていたので、特に改めて見学したことはなかった。場長は昨年 パチスカーフで来日された PERES 教授で、彼の専門である benthos をはじめ、plancton、海水化学、海洋細菌その他の研究が行なわれていた。

Paris にはいろいろな研究機関のセンターが沢山あるが、どのようなものがあり、限られた時間ではその内どこへ行くのが私にとって、一番効果的か解らないまま ASTEF (技術留学生の面倒をみてる役所) に頼んで3か所ばかり見学の手配をしてもらった。Muséum National d'Histoire Naturelle では富永先生が留学され

たことのある LACOMBE 教授の研究室を訪れた(3巻2号参照)。これは私が Jean Charcot 号でのジブラルタル海峡の海洋調査に参加した際の hydrologie の方のデータをもらう目的もあったのだが、Charcot 号の調査については、機会を見て稿を改めて紹介したいと思っている。淡水魚の研究所は大西洋岸の Biarritz を予定していたが、ASTEF でそんなに遠くへ行かなくても、パリにあるからと、メトロの Nation 駅からほど近い Station Centrale d'Hydrobiologie appliquée を紹介してくれた。VIVIER 所長は親切に研究所の概要を説明してくれた。この研究所の大きな仕事の一つは、フランス国内の河川湖沼の水質汚染の調査とその防止対策で、フランス全土の河川流域の工場、その製品、廃水の分析結果などが記録されたカードの入ったキャビネットがずらりと並んでいた。時々それらの川の水質検査を行ない、有害物質が規定量以上だと、汚染原の工場をつきとめ警告を発する仕組みになっているのには感心した。その他の主な仕事には魚病の問題があり、BESSE 及び KINKELIN という2人の獣医出身の研究者がマスのウイルス病やカキの寄生虫などの研究をしていた。養殖については、フランスでは淡水魚はほとんどが game fish なので、淡水養殖には見るべきものがなく、ただ wild life の保護の見地からマスの養殖、放流などをやっているとのことだった。パリで私にとって、どこより行ってみたいのは、やはり Institut Pasteur だった。フランスにおけるパスツール研究所の権威は、いささか神がかり的なので、少々抵抗を感じていた私も、見学してみてもなるほどとうなずかされた。廊下を歩いているだけでも、どこかのんびりとした他の研究所とはちがひ、何か殺気に似たような緊張した空気が感じられて、世界的な研究所とはこういうものかと思った。また、ここはかつてパスツールが住んでいた邸跡で、彼の居室などはそのまま Musée Pasteur として保存されており、研究者たちは微生物学が生い育った同じ建物で自分も研究しており、学問の歴史の流れの中に自分も生きているのだという実感もなかなか勉強しているようだった。しかし、私の訪ねた土壌細菌学の FOCHON 博士の研究室は古びたカマボコ兵舎のような建物で、本館が一杯なので、こんな所で研究しているのだと聞いていた。設備もむしろ粗末で、こんな所でも立派な研究ができるのだと考えさせられたことだった。

Lille の Institut Pasteur は、やはり昔パスツールが研究したことがある古い建物が本館になっており、食品、ウイルス、血液学、水の細菌学及び化学などパリのパスツール研究所にない部門が集まっている。食品細菌学の権

威の BUTTIAUX 博士は日本での腸炎ビブリオの研究に深い関心をもっておられ、フランスでも研究をはじめたいと言っておられた。

ブルターニュ海岸の避暑地 Dinard には Muséum National 付属の Laboratoire maritime があり、LAMI 教授をはじめ数人の研究者が海藻の研究をしており、ベトナム人の研究者が魚の研究をしているとのことだったが、この人には会えなかった。この近くの Rance 川の潮汐発電所については高野氏が本誌1巻1号に解説をよせられているが、2、3年前から操業を開始しているというので見せてもらった。専門的なことはよくわからないが、工事も雄大であり、ここに発電所を作ることを決めたのは、第二次大戦中で、当時はドイツ軍が占領中で、いつ終るかかわからない戦争中に、ひそかに平和になってからの発電所建設の構想をねっていたと聞かされて感動したものだ。

Dinard の対岸 St. Servan には Institut des Pêches があり、ここの他 La Rochelle, Arcachon, Sète などの Institut des Pêches を見学したが、水産試験場といっても、La Rochelle で漁業の専門家に日本の延縄漁業のことを聞かされた他は、ほとんど貝類の細菌検査が大きな仕事で、抜き取り検査で合格したものには、国家の検定合格証をその品質や汚染度に応じて出していた。汚染したものも、大部分は沖のきれいな海水に2~3週間つけておくと浄化されてしまう程度で、塩素消毒が必要な程汚れたものはあまり多くない由で、セートにはフランスでここだけというオゾンによる消毒装置で浄化していた。またここではこの他に、漁業や魚病関係の仕事もしているようだった。

La Rochelle には Institut の他 Station océanographique があり、物理的な海洋学の他、bacteria, benthos、及び舟喰虫などの付着生物の研究が行なわれていた。

私の留学や見学で得られたこれらの乏しい知識を通じて特に感じたことは、フランスは豊かな農業国で、特に海洋の開発が国民生活に必要ではないにもかかわらず、水産、海洋学の研究や応用には深い理解と熱意があること、そして見学先でも、この方面のすぐれた先進国である日本から来たのでは、フランスでは何も見るものがないだろうとたびたび言われたが、日本の学問及び技術的水準が高く評価されていること、自分の専門外の研究者にはあまり多く会わず、行きあたりばったりだったこともあるだろうが、écologie, plancton, benthos などを行っている人が多い割に魚類学者が少ないこと、現在は水質汚染の公害が特にひどい訳ではないが、将来工業の発

展と共に汚染は大きな問題となって来るだろう、その時になってあわてても間に合わないからと、今から積極的に防除に対する研究が行なわれていることなどだった。また薬品や機械、器具などすべて輸入品が多く、高価なので、彼等の研究費を日本円に換算して、日本の何倍と

考えることは、実情に則したものではないが、その点を考慮に入れてもやはり、日本よりは豊かな研究費に恵まれ、水準はともかく、自分の研究の意義、目的をよく理解して、それに誇りと愛情をもって、研究を楽しんでいる研究者が多いのは立派だと思った。

## 録 事

1. 昭和 43 年 10 月 3 日, 理化学研究所において編集委員会が開かれ, 第 6 卷第 4 号の編集を行なった。
2. 下記の諸氏が入会された。

### 正会員

氏 名	所 属	紹 介 者
田 崎 邦 男	東海大(札幌)	佐々木忠義
田 中 満 佐 人	横浜国立大	"
松 本 勝 時	東海大	"
大 森 勝 勝	日立造船因島工場	"
内 藤 宗 一	東海大海洋	岩下光男

### 賛助会員

会 社 名	住 所	紹 介 者
三菱重工業株式会社	東京都千代田区丸ノ内 2-10	佐々木忠義

3. 会員の住所, 所属の変更。

氏 名	新住所または新所属
張 善 徳	東京大学理学部地球物理学教室
栗 田 俊 行	東京都町田市原町田 6-26-18 藤田方
鎌 谷 明 善	東京水産大学
黒 木 敏 郎	東京大学海洋研究所
新 野 弘	東京都世田谷区宮坂 1-42-7
田 中 啓 広	松戸市岩瀬 23-4
依 田 啓 二	富山県新湊市八幡町 3-14-4 富山商船高等専門学校
田 村 正	函館市柏木町 1 函館短期大学

### 4. 死 亡

本学会評議員小野公平氏は昭和 43 年 12 月 1 日, 胃痛のため逝去された。慎んで御冥福を祈る。

また, 本学会評議員大久保勲氏は昭和 43 年 12 月 17 日, 白血病のため逝去された。慎んで御冥福を祈る。

5. 交換および寄贈刊行物。

- 1) 港湾技術研究所報告, 7(2).
- 2) 日本航海学会誌創立20周年記念論文集.
- 3) 日本航海学会誌, 39号.
- 4) 航海, 28号, 43年9月.
- 5) 港湾技研資料, Nos. 47~53.
- 6) 港湾技術研究所要覧, 1968 年版.
- 7) 日仏生物学会誌, N° 33, Déc. 1967.
- 8) 研究実用化報告, 17(10), 1968.

- 9) 広島大学水畜産学会紀要, 7(2).
- 10) 科学博物館研究報告, 11(3).
- 11) Science et Pêche, Nos 171, 172, 1968.
- 12) Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, Tome XXXII Fasc. 2 Juin 1968.
- 13) Cahiers Océanographiques, Nos 7, 8, 1968.
- 14) Memoirs of the College of Agriculture (Kyoto Univ.), No. 94, 1968.

### 日仏海洋学会役員

顧 問 ルネ・カピタン ユベール・ブロッシェ ジ  
ヤン・デルサルト

名誉会長 ジャック・ロベール

会 長 佐々木忠義

常任幹事 大柴五郎, 永田 正, 村上 脩

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, 松尾邦之助, 丸茂隆三,  
森田良美, 山中鷹之助 (50音順)

監 事 高山重嶺, 三宅泰雄

評 議 員 赤松英雄, 阿部友三郎, 阿部宗明, 新崎盛敏,  
池松正人, 石野 誠, 市村俊英, 井上直一,  
井上 実, 今井丈夫, 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, 内田清一郎, 宇野 寛, 江上不二  
夫, 大内正夫, 大島泰雄, 大柴五郎, 大村  
秀雄, 岡部史郎, 小沢敬次郎, 梶浦欣二郎,  
金谷太郎, 川合英夫, 川上太左英, 川村輝良,  
川村文三郎, 川口守一, 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, 黒木敏郎, 黒沼  
勝造, 久保田 穰, 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, 須藤英雄, 高野  
健三, 高橋清雄, 高山重嶺, 高才利徳, 日畑



忠司、田村 保、千葉卓夫、辻田時美、土屋靖彦、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、永野泰一、奈須敬二、奈須紀幸、南日俊夫、新野 弘、西村 実、新田忠雄、根本敬久、野村 正、花岡 資、速水頌一郎、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、藤田亀太郎、星野通平、増沢譲太郎、松井魁、松江吉行、松尾邦之助、松崎卓一、松平近義、松平康男、丸茂隆三、溝口哲夫、三宅

泰雄、宮崎千博、宮崎正衛、村上 脩、元田茂、森川光郎、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、渡辺信雄 (50音順)

モーリス・アンコントル、アンドレ・エービー、マルセル・ジュクラリウス、イヴ・ド・ムクシー、ロジェ・ペリカ、コンスタンタン・エコノム

### 原 稿 募 集

本学会誌「うみ」は会員各位の御協力により、ますますその内容が充実されつつあります。なんといっても学会誌は学会活動の本命であります。

最近フランスを始めイギリス、ドイツ、アメリカなどの関係機関から講読あるいは交換図書のお申込みがあります。このように「うみ」は広範囲にわたり関係者の注目を引くようになりました。御同慶の至りであります。

つきましては、各位の御研究の発表や寄稿、資料欄などに奮って御投稿下さいますようお願いいたします。

原稿締切：第7巻第1号 43年12月末、第2号 44年3月末、第3号 1月末、第4号 9月末。



# 日 仏 海 洋 学 会 会 員 名 簿

(昭和 43 年 11 月 30 日現在)

## 名 誉 会 員

岡 田 要	東京都台東区上野公園 国立科学博物館	鈴 木 章 之	東京都豊島区目白 4-23-20
岡 田 弥一郎	清水市折戸1000 東海大学水産研究所	須 田 暁 次	東京都杉並区井草 2-8-21
小久保 清 治	大宮市吉敷町 4-114	長谷川 秀 治	東京都品川区小山 7-503
坂 口 謹一郎	東京都目黒区三谷町 119	日 高 孝 次	東京都中野区南台1-15-1 東京大学海洋研究所
菅 原 健	東京都大田区田園調布 7-9	山 口 生 知	東京都大田区田園調布 6-17
住 木 諭 介	東京都文京区春日 2-3-305	和 達 清 夫	東京都新宿区内藤町 1

## 正 会 員

(あ)

会 田 陽 三	東京都豊島区要町 1-3	石 山 礼 藏	東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
青 木 斌	清水市折戸1000 東海大学海洋学部	石 渡 直 典	同 上
青 木 洋	東京都練馬区旭町 706 KKイワキ寮内	市 村 俊 英	東京都文京区大塚 3 丁目 東京教育大学理学部
青 山 恒 雄	長崎市国分町49 西海区水産研究所	伊 藤 隆	津市大谷町 三重県立大学水産学部
青 山 祐三朗	東京都世田谷区深沢 1-12-24 三菱重工駒沢アパートF301	伊 藤 倜	茅ヶ崎市浜竹 3-7-50
赤 松 英 雄	東京都千代田区大手町気象庁海洋課	伊 藤 宏	保土谷市富士町 2 丁目 13-16 みゆき荘
秋 葉 芳 雄	函館市港町 253 北海道大学水産学部	井 上 直 一	函館市港町 北海道大学水産学部
秋 山 純	東京都港区港南 4 丁目東京水産大学	井 上 尚 文	長崎市国分町49 西海区水産研究所
秋 山 勉	東京都千代田区大手町気象庁海洋課	井 上 清	東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
安 達 六 郎	津市大谷町 三重県立大学水産学部	井 上 実	同 上
穴 見 原 樹	東京都千代田区神田猿樂町 1-3 日本出版貿易KK	井 上 裕 雄	香川県木田郡三木町池戸 香川大学農学部
阿 部 友三郎	東京都渋谷区幡ヶ谷 3-31	井 上 喜 洋	東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
阿 部 宗 明	東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所	今 井 丈 夫	仙台市北六番丁 東北大学農学部
天 野 宏	小田原市南町1-6-34 小田原城内高等学校	今 井 利 為	清水市折戸 1000 東海大学海洋学部
網 尾 勝	下関市吉見永田本町 水産大学校	今 村 豊	東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
新 崎 盛 敏	東京都文京区弥生 1 丁目 東京大学農学部	今 島 実	東京都台東区上野公園 国立科学博物館
	(い)	苛 原 暲	東京都新宿区市ヶ谷富久町16番地
飯 塚 昭 二	長崎市文教町1-14長崎大学水産学部	入 江 春 彦	長崎市文教町1-14長崎大学水産学部
井 川 良 勝	清水市折戸1000 東海大学海洋学部	岩 井 保	舞鶴市長浜京都大学農学部水産学科
池 田 豊	東京都港区港南 4 丁目東京水産大学	岩 佐 欽 司	東京都中央区築地 5-3-1 海上保安庁水路部
池 松 政 人	清水市折戸1000 東海大学海洋学部	岩 崎 英 雄	広島県福山市緑町 2-17
石 野 誠	東京都港区港南 4 丁目東京水産大学	岩 崎 秀 人	東京都豊島区目白 4-24-1 協和商工株式会社
		岩 下 光 男	清水市折戸 1000 東海大学海洋学部
		岩 田 喜三郎	東京都世田区経堂 3-37-2 若葉荘

岩田 憲 幸 東京都武蔵野市緑町住宅A17-19  
岩本 康 三 東京都港区港南4丁目東京水産大学  
印出 忠 行 東京都江東区深川越中島2丁目 東京商船大学

(う)

浦 純 二 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部  
上野 武 夫 神戸市生田区中山手通7丁目 神戸海洋気象台  
上野 福 三 津市大谷町 三重県立大学水産学部  
上松 和 夫 浦和市太田窪 727  
植松 健 児 千葉市稲毛海岸 5-5, 6-502  
植村 泰 治 神奈川県中郡伊勢原町愛甲原58-817  
宇田 道 隆 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部  
内田 至 姫路市手柄山 姫路市水族館  
内田 清一郎 東京都中野区南台1-15-1 東京大学海洋研究所  
宇野 寛 東京都港区港南4丁目東京水産大学

(え)

江上 不二夫 東京都文京区本郷7丁目 東京大学理学部生物化学教室

(お)

大内 正 夫 京都市伏見区深草藤森町1 京都学芸大学地学研究室  
大草 重 康 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部  
大塚 一 志 東京都港区港南4丁目東京水産大学  
大平 辰 秋 藤沢市辻堂太平台 2-10-18  
奥田 真 司 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部  
小倉 通 男 東京都港区港南4丁目東京水産大学  
小黒 美 樹 徳島県海部郡日和佐町 徳島県水産試験場  
大崎 映 晋 東京都品川区五反田 5-60  
大島 泰 雄 香川県木田郡三木町池戸 香川大学農学部  
大柴 五八郎 東京都文京区本駒込 2-28-8 理化学研究所(駒込研究所)  
太田 通 靖 東京都大田区南馬込 4-41-2  
大津 皓 三 東京都文京区青柳町 30  
大村 秀 雄 東京都江東区深川越中島 1-3 鯨類研究所  
大森 勝 広島県因島市三庄町沖田寮  
大山 桂 東京都新宿区市ヶ谷河田町 8 工業技術院地質調査所分室  
岡崎 守 良 埼玉県北足立郡大和町下新倉 4775 理化学研究所(大和研究所)  
岡崎 由 夫 釧路市城山町 139 北海道学芸大学釧路分校

岡部 史 郎 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部  
岡見 登 埼玉県北足立郡大和町下新倉 4775 理化学研究所(大和研究所)  
岡本 徹 大津市石山平津 滋賀大学学芸学部  
小笠原 義 光 東京都港区港南4丁目東京水産大学  
荻野 珍 吉 同上  
小沢 敬次郎 同上  
小田 滋 仙台市片平町 東北大学法学部  
尾本 幹 夫 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部

(か)

加賀美 英 雄 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所  
柿沼 忠 男 京都市伏見区横大路東ノ口 京都大学防災研究所  
梶浦 欣二郎 東京都文京区弥生1丁目 東京大学地震研究所  
梶原 昌 弘 函館市港町 北海道大学水産学部  
金沢 昭 夫 鹿児島市下荒田町 鹿児島大学水産学部  
金森 悟 名古屋市中千種区不老町 名古屋大学理学部  
金谷 太郎 仙台市片平丁 東北大学理学部  
金成 誠 一 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所  
鎌谷 明 彦 東京都港区港南4丁目東京水産大学  
亀田 和 久 茨城県東海村 日本原子力研究所  
川合 英 夫 高知市棧橋通り 6-2 南西海区水産研究所 高知庁舎  
川上 太左英 舞鶴市長浜京都大学農学部水産学科  
川上 猛 雄 下関市竹崎町 61 大洋漁業KK下関支社  
川口 守 一 東京都千代田区神田錦町 1-6 教文館内 フランス物産株式会社  
川島 利兵衛 函館市港町 北海道大学水産学部  
川俣 実 隆 鹿児島市小川町 1-3 九州潜水科学研究所  
川村 輝 良 函館市港町 北海道大学水産学部  
川村 文三郎 横浜市中区北仲通6-64 第三管区海上保安本部  
川原田 裕 東京都千代田区大手町気象庁海洋課  
神吉 孝 信 船橋市習志野台 6-13  
神田 猷 二 平塚市竜ヶ丘 3-39

(き)

菊地 真 一 東京都港区麻布新竜土町 10 東京大学生産技術研究所  
菊地 誠 治 名古屋市中千種区星ヶ丘 1-26  
岸野 元 彰 埼玉県北足立郡大和町下新倉4775 理化学研究所(大和研究所)

- 北野 康 名古屋市千種区不老町 名古屋大学理学部
- 北村 弘行 神戸市兵庫区荒田町 2-1 兵庫県公害研究所
- 橘 高重 義 東京都新宿区神楽坂 1-3 東京理科大学
- 鬼頭 正隆 東京都千代田区大手町気象庁海洋課
- 木原 興平 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 木村 喜之助 宮城県松島町磯崎 木村漁場研究所
- 木村 健一 千葉市穴川町放射線医学総合研究所
- (く)
- 日下 実男 東京都新宿区中落合 4-23-8
- 草下 孝也 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 楠 宏 東京都台東区上野公園 科学博物館極地部
- 工藤 勝宏 大分県臼杵市港町 大分水産試験場
- 久保田 穰 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 栗田 俊行 東京都町田市原町田 6-26-18 藤田京子方
- 黒木 敏郎 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 黒田 隆哉 塩釜市東塩釜杉入表 東北区水産研究所
- 黒田 一紀 神戸市生田区中山手通り 7 丁目 神戸海洋気象台
- 黒沼 勝造 東京都国分寺市内藤 2-43-6
- (こ)
- 小泉 政美 東京都千代田区大手町気象庁海洋課
- 小出 五郎 東京都渋谷区神南町NHK科学産業部
- 河野 祐一 東京都渋谷区神南町NHK放送センター 映画部撮影課
- 古賀 重行 下関市吉見永田本町 水産大学校
- 小島 良夫 同 上
- 小竹 勇 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 小竹 康之 東京都新宿区神楽坂 1-3 東京理科大学
- 小林 信雄 平塚市金目 1117 東海大学湘南校舎
- 小林 久信 浦和市下大久保 225 埼玉大学理学部
- 小林 庸伸 新潟県西蒲原郡巻町 2 区
- 小林 博 下関市吉見永田本町 水産大学校
- 小林 勝 北海道勇松郡鶴川町字鶴川 鶴川中学校
- 小林 平八郎 東京都文京区弥生 1 丁目 東京大学地震研究所
- 駒木 成 北海道余市町 北海道区水産研究所
- 小牧 勇蔵 東京都文京区弥生 1 丁目東京大学農学部
- 小長 俊二 神戸市生田区中山手通り 7 丁目 神戸海洋気象台
- 小長谷 史郎 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所
- 近藤 仁 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 近藤 正人 長崎市国分町 49 西海区水産研究所
- (さ)
- 西条 八東 名古屋市千種区不老町 名古屋大学理学部
- 斎藤 泰一 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 斎藤 行正 大阪市住吉区杉本町 大阪市立大学理学部
- 佐伯 和昭 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 坂本 市太郎 津市大谷町 三重県立大学水産学部
- 桜井 紀朗 倉敷市児島下の町 9-17-15 日本鉄道建設公団本四連絡調査所
- 佐々 保雄 札幌市北 9 条西 7 北海道大学理学部
- 佐々木 忠義 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 佐々木 信雄 下関市吉見永田本町 水産大学校
- 佐々木 幸康 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 佐藤 猛郎 下関市吉見永田本町 水産大学校
- 佐野 昭 東京都千代田区大手町気象庁海洋課
- 猿橋 勝子 東京都杉並区高円寺北 4-35-8 気象研究所
- 沢本 彰三 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部
- (し)
- 椎野 季雄 津市大谷町 三重県立大学水産学部
- 塩見 文作 東京都北多摩郡狛江町和泉 264
- 柴田 恵司 長崎市文教町1-14長崎大学水産学部
- 篠田 厚 東京都大田区蒲田 4-22-1-403
- 清水 信夫 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 下門 義克 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部
- 下総 忠敬 東京都港区芝新橋 1-30 新幸ビル 暁東電子株式会社
- 下村 敏正 長崎市国分町 49 西海区水産研究所
- 赤築 敬一郎 下関市吉見永田本町 水産大学校
- 東海林 章 東京都港区麻布富士見町 47 阿部建設ビル国際アクアスポーツ株式会社
- 庄司 大太郎 東京都中央区築地 5-3-1 海上保安庁水路部
- 白鳥 昌 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- (す)
- 末広 恭雄 東京都世田谷区松原 4-2-4
- 須賀 次郎 千葉県東葛飾郡鎌ヶ谷町鎌ヶ谷 523
- 杉浦 吉雄 東京都杉並区高円寺北 4-35-8 気象研究所
- 杉村 行勇 同 上

須藤 英雄 東京都文京区弥生2丁目 東京大学  
理学部 地球物理学教室

(せ)

瀬川 爾郎 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学  
海洋研究所

関 重雄 横浜市港北区篠原町 2201

関川 正 茨城県那珂湊市辰ノ口6068県漁連寮

(た)

高木 和徳 東京都港区港南4丁目東京水産大学

高野 健三 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学  
海洋研究所

高野 秀昭 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区  
水産研究所

高橋 淳雄 鹿児島市下荒田町 鹿児島大学水産  
学部

高山 重嶺 東京都国分寺市光町 1-330

多賀 信夫 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学  
海洋研究所

武井 功 東京都千代田区大手町サンケイ新聞  
社会部科学デスク

武居 薫 下関市吉見永田本町 水産大学校

竹田 正彦 高知県南国市物部 高知大学農学部

竹松 伸 埼玉県北足立郡大和町下新倉 4775  
理化学研究所(大和研究所)

田崎 邦男 札幌市南の沢 515 東海大学

多田 利義 東京都杉並区高円寺北 4-35-8 気象  
研究所

辰喜 恭五郎 青森県八戸市鮫町 東北区水産研究  
所八戸支所

館石 昭 東京都練馬区南田中 1058 水中造形  
センター

田中 於彦彦 東京都世田谷区三軒茶屋町 60

田中 久一郎 金沢市小立野2丁目金沢大学工学部

田中 清隆 東京都新宿区角筈 1-1 東海ビル東  
海建設株式会社

田中 満佐人 横浜市南区大岡町 2146 平田方

田中 誉広 千葉県松戸市岩瀬 23-4

棚橋 善克 仙台市片平丁 東北大学医学部

田畑 忠司 札幌市北 11 条西 7 北海道大学低  
温科学研究所

田村 正 函館市柏木町1 函館短期大学

田村 保 名古屋市千種区不老町 名古屋大学  
農学部水産学教室

俵 悟 下関市吉見永田本町 水産大学校

丹葉 節郎 釧路市ヌサマイ町 12 釧路公民館

(ち)

千葉 卓夫 下関市吉見永田本町 水産大学校

茶田 正明 鹿児島市下荒田町 鹿児島大学水産  
学部

張 善徳 東京都文京区弥生2丁目 東京大学  
理学部 地球物理学教室

(つ)

辻田 時美 函館市港町 北海道大学水産学部

辻 正明 東京都目黒区本町4-15-7町田眞平方

土田 武雄 長崎市南山手町 5 長崎海洋気象台

土屋 靖彦 仙台市北六番丁 東北大学農学部

鶴田 三郎 下関市吉見永田本町 水産大学校

鶴田 新生 同上

(て)

寺田 一彦 東京都中央区銀座東 6-1 国立防災  
科学技術センター

寺本 俊彦 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学  
海洋研究所

(と)

富和 一 石川県鳳至郡能都町宇出津 石川県  
水産試験場

富田 広 仙台市北六番丁 東北大学農学部

富永 政英 東京都国分寺市西元町 2-11-44

鳥羽 良明 京都市左京区北白川追分町 京都大  
学理学部

友田 好文 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学  
海洋研究所

鳥居 鉄也 東京都新宿区西大久保 2-290

(な)

内藤 宗一 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部

中井 甚二郎 同上

中野 旭 東京都千代田区大手町気象庁海上気  
象課

中野 猿人 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部

中村 泉 舞鶴市長浜京大農学部水産学科

中村 重久 京都市伏見区横大路東ノ口 京都大  
学防災研究所

中村 武英 横浜市神奈川区出田町1 日本大洋海  
底電線KK研究開発室

中村 保昭 東京都港区港南4丁目東京水産大学

中村 恭和 京都市左京区鹿ヶ谷西寺前 27

永沢 一夫 東京都港区港南4丁目東京水産大学

永田 正 同上

長野 泰一 東京都港区芝白金三光町北里研究所

南雲 昭三郎 東京都文京区弥生1丁目 東京大学  
地震研究所

名古屋鉄道KK経営企画室観光企画課

梨本 一郎 東京都文京区湯島 1-5 東京医科歯  
科大学 医学部衛生学教室

須奈 敬二 清水市折戸 1000 水産庁遠洋水産研  
究所

- 奈須紀幸 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 南日俊夫 東京都杉並区高円寺北 4-35-8 気象研究所  
(に)
- 新野弘 東京都世田谷区宮坂 1-42-7
- 西沢敏 函館市港町 北海道大学水産学部
- 西村実 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部
- 二谷颯男 東京都中央区築地 5-3-1 海上保安庁水路部
- 新田忠雄 横須賀市長井町荒崎 東海区水産研究所分室  
(ぬ)
- 布垣寛一 大阪府枚方市香里ヶ丘3-15B18-201
- 沼田貞三 東京都中央区日本橋通 3-5 日東油料ビル 財団法人中海発技術協会  
(ね)
- 根本敬久 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所  
(の)
- 野崎哲郎 東京都千代田区大手町 2-8 日本ビル K K日立製作所 計測事業部電気計器部
- 乃万俊文 平塚市八幡 1943 農林省農業土木試験場
- 野村正 仙台市北六番丁 東北大学農学部
- 野村稔 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学  
(は)
- 畑敏男 東京都渋谷区神宮前 3-4-1
- 畑幸彦 高知県南国市物部 高知大学農学部
- 花岡資 福岡市箱崎町 九州大学農学部水産学科
- 浜上安司 東京都千代田区内幸町 NHK科学産業部
- 浜田七郎 長崎市国分町 西海区水産研究所
- 早川正巳 川崎市久本町 地質調査所
- 早川康信 岐阜県関市稲河町 9
- 速水頌一郎 清水市折戸1,000 東海大学海洋学部
- 林小八 塩釜市東塩釜杉入表 東北区水産研究所
- 原田英司 京都市左京区吉田二本松町 京都大学教養部生物学教室
- 半沢正男 東京都千代田区大手町 気象庁海上気象課
- 半谷高久 東京都世田谷区深沢 東京都立大学理学部  
(ひ)
- 樋口明生 京都市伏見区横大路東ノ口 京都大学防災研究所
- 菱田耕造 東京都杉並区高円寺北 4-35-8 気象研究所
- 日比谷京 東京都文京区弥生 1 東京大学農学部
- 松山義夫 同上
- 平沢豊 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 平野敏行 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所
- 平野弘 東京都国立市東区 90-2 国立職員宿舎C B-10
- 広瀬秀男 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部  
(ふ)
- 深沢文雄 下関市吉見永田本町 水産大学校
- 福尾義昭 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所
- 福島久雄 札幌市北12条西 8 北海道大学工学部
- 福田雅明 茨城県東海村 日本原子力研究所
- 藤石昭生 下関市吉見永田本町 水産大学校
- 藤井武治 函館市港町 北海道大学水産学部
- 藤井泰司 山口県長門市仙崎町 1640-2 山口県外海水産試験場
- 藤本実 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所
- 藤田亀太郎 東京都中央区銀座西合同ビル 極東鋼弦コンクリート振興株式会社
- 淵秀隆 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部
- 古川史郎 釧路市城山町 139 北海道学芸大学釧路分校
- 古橋賢造 東京都千代田区大手町気象庁海洋課
- 降旗常雄 東京都杉並区高円寺北 4-35-8 気象研究所  
(ほ)
- 星野暹 岡山県邑久郡牛窓町鹿忍 35 岡山県水産試験場
- 星野通平 東京都文京区小日向 1-19-4
- 星野久雄 新潟県西蒲原郡西川町魚戸
- 堀口孝男 横浜市西区高島町 1-2-5 第二港湾建設局横浜調査設計事務所
- 本間義治 新潟市西大畑町5214新潟大学理学部  
(ま)
- 前田明夫 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 前地道義 和歌山県西牟婁郡串本町潮岬
- 増沢譲太郎 東京都千代田区大手町気象庁海洋課
- 増田辰良 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 松井魁 下関市吉見永田本町 水産大学校
- 松井孝允 平塚市金目 1117 東海大学湘南校舎
- 松生洽 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
- 松江吉行 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所
- 松尾邦之助 藤沢市辻堂 1298

- |       |                               |       |                                   |
|-------|-------------------------------|-------|-----------------------------------|
| 松崎卓一  | 東京都中央区築地 5-3-1 海上保安庁水路部       | 森安茂雄  | 東京都杉並区高円寺北 4-35-8 気象研究所           |
| 松平近義  | 仙台市北六番丁 東北大学農学部               |       | (や)                               |
| 松平康男  | 岐阜市川部 483                     | 安井正   | 舞鶴市北吸無番地 舞鶴海洋気象台                  |
| 松本勝時  | 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部           | 安田秀明  | 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学                |
| 町田三郎  | 東京都江東区深川越中島 1-3 鯨類研究所         | 安永明生  | 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部               |
| 間庭愛信  | 東京都中央区勝どき 5-5-1 水産庁漁船研究室      | 柳川三郎  | 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学                |
| 丸茂隆三  | 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所     | 矢部博   | 清水市折戸 1000 水産庁遠洋水産研究所             |
|       | (み)                           | 山岡朝人  | 東京都武蔵野市吉祥寺本町 2-7-3                |
| 三浦昭雄  | 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学            | 山口良臣  | 東京都世田谷区玉川等々力町 1-7-3               |
| 御前洋   | 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部           | 山城宏之  | 東京都港区西新橋 1-4-10 第3森ビル 日営総合設計KK    |
| 水沼栄三  | 宮崎市和知川原町 304-2                | 山路勇   | 東京都台東区上野公園 国立科学博物館研究部             |
| 溝口哲夫  | 東京都中央区築地 4-2 築三ビル東京工材株式会社     | 山中鷹之助 | 東京都豊島区巣鴨 6-1344 大塚ビル 日本アクアラング株式会社 |
| 溝口裕   | 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校          | 山中一   | 清水市折戸 1000 水産庁遠洋水産研究所             |
| 南四郎   | 下関市吉見永田本町 水産大学校               | 八幡正雄  | 東京都千代田区神田錦町 1-19 海上電機株式会社         |
| 三宅泰雄  | 東京都杉並区高円寺北4-35-8 気象研究所        | 山本孝一  | 東京都中央区銀座西1-7 KKナック                |
| 三宅与志雄 | 岡山県邑久郡牛窓町鹿忍 35 岡山県水産試験場       | 山本裕彦  | 清水市折戸1000 東海大学海洋学部                |
| 宮坂紘一  | 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学            |       | (よ)                               |
| 宮崎千博  | 東京都中央区勝どき 5-5-1 東海区水産研究所      | 横平弘   | 札幌市北3条西4 札幌通商産業局                  |
| 宮崎正衛  | 東京都千代田区大手町気象庁海洋課              | 吉田耕造  | 東京都文京区弥生2丁目 東京大学理学部地球物理学教室        |
| 宮崎道夫  | 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校          | 吉田三郎  | 山形市小白川町 214 山形大学教育学部地学教室          |
| 宮山平八郎 | 東京都千代田区霞ヶ関 文部省科学官室            | 吉田陽一  | 舞鶴市長浜京都大学農学部水産学科                  |
|       | (む)                           | 吉永勝秀  | 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学                |
| 村上脩   | 東京都新宿区西大久保 1-433 西大久保アパート 407 | 吉村広三  | 東京都千代田区大手町気象庁海洋課                  |
| 村木義男  | 札幌市平岸北海道開発局土木試験場              | 依田啓二  | 富山県新湊市八幡町3-14-4 富山商船高等専門学校        |
| 村田義男  | 千葉市朝日丘町 3168-17               |       | (わ)                               |
| 村山三郎  | 鹿児島市下荒田町 鹿児島大学水産学部            | 若林清   | 清水市折戸 1000 水産庁遠洋水産研究所             |
| 村地四郎  | 福山市緑町2-17広島大学水畜産学部            | 渡辺貫太郎 | 神戸市生田区中山手通り7丁目 神戸海洋気象台            |
|       | (も)                           | 渡辺精一  | 埼玉県北足立郡大和町下新倉 4775 理化学研究所(大和研究所)  |
| 元田茂   | 函館市港町 北海道大学水産学部               | 渡辺信雄  | 清水市折戸 1000 東海大学海洋学部               |
| 本橋敬之助 | 仙台市北六番丁 東北大学農学部               | 渡部宏一  | 東京都豊島区西巣鴨 4-462 萩原方               |
| 森川光郎  | 大津市石山平津 滋賀大学学芸学部              |       |                                   |
| 森田良美  | 東京都港区港南 4 丁目東京水産大学            |       |                                   |

#### 国外及び外国人会員

- |       |  |      |  |
|-------|--|------|--|
| 飯高勇之助 | College of Fisheries St. John's New Foundland Canada | 国司秀明 | Department of Oceanography, University of Liverpool, U. K. |
|-------|--|------|--|



齋藤常正	Lamont Geological Observatory Palisades, New York, U.S.A. 10964	永田豊	University of California, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California 92038, U.S.A.
浜島謙太郎	Research Department, South-east Asian fisheries Development Center Changi Singapore	アンドレ・ エービー	東京都港区赤坂 1-1-2 フレンチバ ンクビル 印度支那銀行東京支店
松村皐月	The Visibility Laboratory, Scripps Institution of Oceanography, San Diego, California 92152 U.S.A.	アヨデイヤ	PLN-Klender tromalpos No. 38 Djatinegara Djakarta Indonesia
前田弘	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Escuela de Ciencias Marítimas y Tecnología de Alimentos Guaymas, Bahía de Bacochibampo, Apartado Postal No. 484, Guaymas, Sonora, México	イーヴ・ド・ ムクシー	東京都港区南麻布 4-11-44 フラン ス大使館
朴周錫	韓國釜山市影島区南港洞 2 街16番地 国立水産振興院 海洋調査科	キルホ・パーク	Department of Oceanography, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331 U.S.A.
竹内能忠	Office of Oceanography Unesco, Place de Fontenoy; Paris 7, France,	コンスタンタン・ エコノム	神戸市兵庫区高松町 22-1 帝国酸素 株式会社
酒匂敏次	Dept. of Oceanography, Oregon, State University, Corvallis, Oregon, U.S.A.	フィリップ・ タイエ	2B <sup>d</sup> Mistral, Toulon, Var, France
		マルセル・ ジュクラリウス	東京都大田区山王 1-30-9
		ユーベール・ ブロッシュ	グルノーブル大学法経学部
		ルネ・カピタン	パリ大学法学部
		レ・ヴァン・ フォン	東京都港区港南 4 丁目東京水産大学
		ロジェ・ベリカ	東京都新宿区南町 5

## 賛助会員

井出利明	釧路市白金町 11
伊藤精機株式会社	東京都千代田区神田神保町 1-65 共益ビル
株式会社内田老鶴園新社 内田至	東京都千代田区九段 1-2-1
梅林弘直	東京都千代田区大手町 2-4 新大手町ビル7階 極東貿易株式会社
小樽船舶電機株式会社	小樽市色内町 1-20
海上電機株式会社	東京都千代田区神田錦町 1-19
皖東電子株式会社	東京都港区芝新橋 1-30 新幸ビル
協同低温工業株式会社	東京都千代田区神田佐久間町 1-21 山伝ビル
協和商工株式会社	東京都豊島区目白 4 丁目 24-1
小松川化工機株式会社	東京都江戸川区西小松川 1-2645
株式会社光電製作所	東京都品川区上大崎 2-10-45
小山康三	東京都文京区本駒込 5-13 英和印刷社
株式会社産研	沼津市千本郷林 1907
三信船舶電具株式会社	東京都千代田区神田 1-16-8
三洋水路測量株式会社	東京都港区新橋 5-23-7 三栄ビル
シュナイダー財団極東駐在事務所	東京都港区芝琴平町 38 日本ガス協会ビル
昭和電装株式会社	高松市福岡町 467
大洋電機株式会社	東京都千代田区神田錦町 3-16
株式会社泰和電器	東京都港区芝茸手町 7

株式会社鶴見精機工作所  
帝国酸素株式会社  
東京海上火災保険  
株式会社東京営業第2部  
東京工材株式会社  
東京レブ株式会社  
株式会社東邦電探  
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  
有限会社日本ダイビングスポーツ  
日本テトラポッド株式会社  
日本無線株式会社  
船舶用電球株式会社  
有限会社ハラダ電機製作所  
ヒエン電工株式会社  
福永時男  
藤田潔  
藤田峯雄  
フランス物産株式会社  
古野電気株式会社  
三菱重工業株式会社  
株式会社吉田製作所  
古野計器製作所  
株式会社離合社  
株式会社渡部計器製作所

横浜市鶴見区鶴見町 1506  
神戸市兵庫区高松町 22-1  
東京都千代田区丸ノ内 3-12  
  
東京都中央区築地 4-2 築三ビル  
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  
東京都豊島区巣鴨 6-1344 大塚ビル  
東京都港区琴平町 35 船舶振興ビル  
神戸市兵庫区神田町 3  
東京都港区新橋 2-1-13 新橋富士ビル9階  
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  
広島市観音町 9-1 福永書店  
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錦町 1-6 教文館内  
東京都中央区八重洲 4-5 藤和ビル  
東京都千代田区丸の内 2-10  
東京都台東区上野 3-13-9  
東京都北区西ヶ原 1-14  
東京都千代田区神田鍛冶町 1-2 丸石ビル  
東京都文京区向丘 1-7-17

うみ (日仏海洋学会誌)

第 6 卷 (1968 年)

総 目 次

第 1 号

原 著

海洋上層の渦動粘性の計算 (英文) ……日高 孝次	1
日本近海における表面水の AOU の分布とその意義 — 大気・海洋間における気体交換の遅れ — ……杉浦 吉雄	9
漁業における火光の集魚効果とその操法の研究 (I) ……今村 豊	17
ジブラルタル海峡で観測された半日周期の内部波の発達に対する二層モデルの流速差の効果について (仏文) ……富永 政英	44

シンポジウム

第 7 回深海研究に関するシンポジウム ……	51
------------------------	----

録 事 ……	101
--------	-----

第 2 号

原 著

オレゴン沖の海洋化学 ……杉浦 吉雄	105
日本近海における pH の分布とその意義 ……杉浦 吉雄	115
乱流境界層内のレイノルズ応力 (英文) ……岩田 憲幸	120
風と波の相互作用に関する覚書 (英文) 岩田 憲幸	125
漁業における火光の集魚効果とその操法の研究 (II) ……今村 豊	136
魚の摂餌に関する生態学的研究—I. — 摂餌量の基準としての飽食量 — (英文) ……石渡 直典	148

資 料

海洋学および海洋技術に関する国連専門家グループ第 2 回会合報告 ……小田 滋	151
国際海洋学博覧会 ……佐々木忠義	156
録 事 ……	158

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

Tome 6 (1968)

Sommaire

Numéro 1

Notes originales

An Attempt to Determine the Coefficients of Vertical and Horizontal Eddy Viscosity in the Eastern Equatorial Pacific ……Koji HIDAHA	1
Distribution de l'AOU en eau de surface aux environs du Japon. —Retard de l'échange du gaz entre l'air et l'eau—(en japonais) ……Yoshio SUGIURA	9
Etude de l'effet du feu dans la pêche et de son opération (I) (en japonais) ……Yutaka IMAMURA	17
Effet de la différence de la vitesse de courant entre couches dans la mer sur des ondes internes à la période de marée, engendrées dans la détroit de Gibraltar ……Masahide TOMINAGA	44

Symposium

VII <sup>e</sup> Symposium sur la mer profonde ……	51
---	----

Procès-Verbaux ……	101
-------------------	-----

Numéro 2

Notes originales

Océanographie chimique au large de l'Oregon (en japonais) ……Yoshio SUGIURA	105
Distribution du pH et son interprétation aux environs du Japon (en japonais) ……Yoshio SUGIURA	115
On the Maintenance of the Turbulent Reynolds Stress in the Surface Boundary Layer ……Noriyuki IWATA	120
A Note on the Wind-Wave Interaction ……Noriyuki IWATA	125
Etude de l'effet du feu dans la pêche et de son opération (II) (en japonais) ……Yutaka IMAMURA	136
Ecological Studies on the Feeding of Fishes—I. —Saturation Amount as Indicator of Amount Consumed — ……Naonori ISHIWATA	148

Documentation

Deuxième Session du Groupe des Experts des Nations Unies sur Science et Techniques de la Mer ……Shigeru ODA	151
L'Exposition Internationale des Equipements et Services Océaniques —Oceanology International 69 ……Tadayoshi SASAKI	156

Procès-Verbaux ……	158
-------------------	-----

第 3 号

原 著

黒潮流域の深層海水のscattering function について (英文) ..... 佐々木忠義・岡見 登・松村皐月 165

日本海における鉄アルミニウムの分布とその海洋学的意義 ..... 杉浦吉雄・山本克己 177

漁業における火光の集魚効果とその操法の研究 (Ⅲ) ..... 今村 豊 190

沿岸における安定海水泡沫の生成と飛散 ..... 阿部友三郎・福地直樹 209

資 料

三島の化粧水 ..... 岡部 史郎 217

フランス海洋学者の仕事紹介二つ ..... 富永 政英 220

フランスの海洋開発科学技術協会について ..... 佐々木忠義 222

録 事 ..... 224

海洋開発 5 年計画 ..... 226

1969年度フランス政府給費留学生選考試験要項 ..... 227

第 4 号

原 著

円形水槽による魚の遊泳速度の測定—II カタクチイワシの回転方向による遊泳行動 (英文) ..... 井上 実・宮坂紘一 233

漁業における火光の集魚効果とその操法の研究 (Ⅳ) ..... 今村 豊 243

ヒメシラタエビ, *Palaemon modestus* (Heller) の幼生の発生について (英文) ..... 権 晋洙・宇野 寛 265

寄 稿

水槽の回転むらによって生ずる水槽内の流体の運動 (仏文) ..... 原 尚子・高野健三 279

流速の測定値から粘性係数を求める試みについて ..... 飯田 記子 282

資 料

関東近海におけるサバ釣漁業について ..... 小倉 通男 284

フランス海洋生物学の現状 ..... 佐伯 和昭 290

録 事 ..... 294

会員名簿

総目次 (第 6 卷)

Numéro 3

Notes originales

Scattering Functions for Deep Sea Water of the Kuroshio. Tadayoshi SASAKI, Noboru OKAMI and Satsuki MATSUMURA 165

Distribution du fer et de l'aluminium à la mer du Japon et leur signification océanographique (en japonais) ..... Yoshio SUGIURA et Katsumi YAMAMOTO 177

Etude de l'effet du feu dans la pêche et de son opération (III) (en japonais) ..... Yutaka IMAMURA 190

Production of the Stable Form and its Transport at a Seashore (in Japanese) ..... Tomosaburo ABE and Naoki FUKUCHI 209

Documentation

L'analyse chimique de l'eau à Mishima, Shizuoka, Japon ..... Shiro OKABE 217

Deux travaux des océanographes français ..... Masahide TOMINAGA 220

Association Scientifique et Technique pour l'Exploitation des Océans en France ..... Tadayoshi SASAKI 222

Procès-Verbaux ..... 224

Programme longue échéance en pour l'exploitation des océans au Japon ..... 226

Concours des bourses du Gouvernement français ..... 227

Numéro 4

Notes originales

Observations on the Swimming Speed of Fish in an Annular Trough—II. Swimming Performance of Anchovy by its Rounding Direction ..... Makoto INOUE and Koichi MIYASAKA 233

Etude de l'effet du feu dans la pêche et de son opération (IV) (en japonais) ..... Yutaka IMAMURA 243

The Larval Development of *Palaemon modestus* (Heller) in the Laboratory ..... KWON Chin Soo and Yutaka UNO 265

Miscellanées

Circulation générale induite par l'irrégularité de la rotation d'un bassin rempli d'un liquide pesant ..... Hisako HARA et Kenzo TAKANO 279

Commentaire de la détermination des coefficients de viscosité par une mesure directe des courants équatoriaux (en japonais) ..... Noriko IIDA 282

Documentation

Pêche du scombres aux environs de la région de Kanto ..... Michio OGURA 284

Situation de la biologie marine en France ..... Kazuaki SAHEKI 290

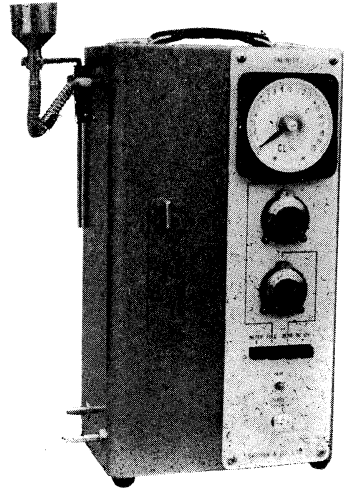
Procès-Verbaux ..... 294

Liste des membres

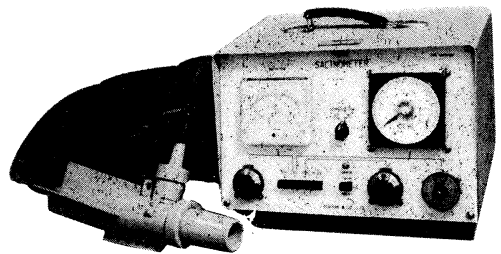
Sommaire du Tome 6

交直両用・オールトランジスタ  
**0~20‰ Cl直読リゴサリノメーター(塩分計)**

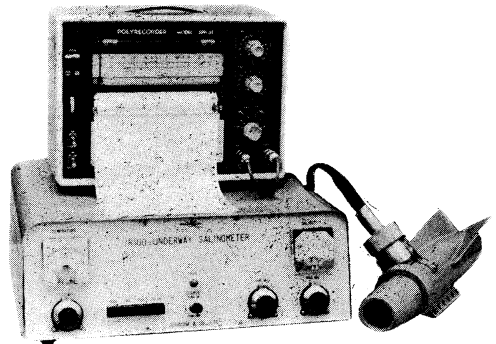
実験室 (AC100V): 携帯用 (DC12V) 兼用  
 塩素量 0~20‰ Cl 直読  
 温度補償回路付  
 2704A RIGO-SALINOMETER



曳航式 ケーブル 50 m  
 塩素量 0~20‰ Cl 水温 -5~35°C  
 現場用 (DC12V).  
 2704B UNDERWAY-SALINOMETER



曳航式 ケーブル 50 m  
 記録計 (2 ペン) 装備  
 塩素量 0~20‰ Cl: 水温 -5~35°C  
 2704C UNDERWAY-SALINOMETER



RIGOSHA & CO., LTD.



2 KAJICHO ICHOME KANDA  
 CHIYODAKU TOKYO JAPAN

本 社  
 東京都千代田区神田鍛冶町 1-2  
 電話 東京 (03) 252-1511(代)  
 郵便番号 1 0 1

株式会社

**離 合 社**

大阪営業所  
 大阪市北区北同心町 1 丁目 15  
 電話 大阪 (06) 351-7346・8019  
 郵便番号 5 3 0

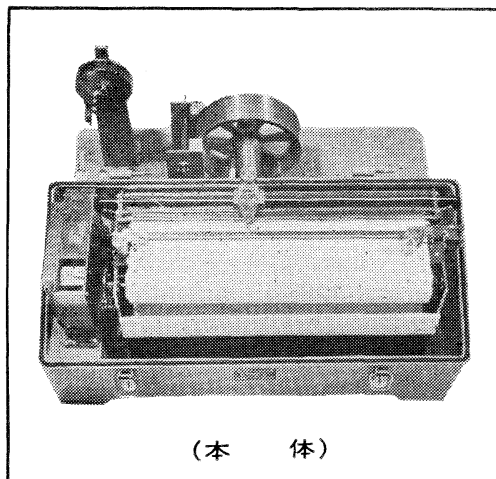
# ストレンゲージ型波向計 (SGWD)



(受感部)

(記録器)

## 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

# TEIKOKU SANSO K.K.

(Filiale de L'AIR LIQUIDE, Paris)

Ses 23 Usines, 23 Agences et Bureaux de vente, 22 filiales,  
100 distributeurs produisent et distribuent :

**Gaz Industriels :** Oxygène, Azote, Acétylène dissous, Argon,  
Néon, Hélium, Xénon, Krypton, Propane, Butane.

**Matériels et produits pour la soudure**

**Installations de séparation et de purification de gaz à basse  
température**

Son Département Développement représente au Japon les procédés  
de nombreuses sociétés. entre autres,

L'AIR LIQUIDE

Société Chimique de la GRANDE PAROISSE

Société d'Electro-chimie, d'Electro-métallurgie et des Aciéries  
électriques d'UGINE

Compagnie de Filage des Métaux et des Joints Curty (CEFILAC)

Compagnie PECHINEY-SAINT-GOBAIN

Compagnie de Produits Chimiques et Electro-métallurgiques PECHINEY

Société KLEBER-COLOMBES

Le Méthane Liquide

Société des Très Basses Températures

Société PRAT-DANIEL

Institut Français du Pétrole

Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil

Compagnie des Compteurs

Société POCLAIN

Société HISPANO-SUIZA

Société NADELLA

Société GURY

Société HYDRO-MECA

Société de Forgeage de Rive de Gier

ete. etc....

---

22/1 Takamatsu-cho, Hyogo-ku, Kobe, Japan

P. O. BOX No. 522, KOBE PORT JAPAN

(Siège Légal : Nihon Gas Kyokai Bldg. 38, Kotohira-cho. Shiba,  
Minato-ku, Tokyo, Japan)

**T.S.K.**

Exploiting the Ocean by...

**T.S.K.**

**OCEANOGRAPHIC**

# 海洋

(海洋開発)(海洋資源)

海洋調査観測用計測器機のあらゆる  
部門の専門製作者として創業以来国  
内はもとより世界各国へ。

---

株式会社 鶴見精機工作所

電話 横浜 045-(521) 5252 (代表)一5



---

# INSTRUMENTS OCEAN!

Ocean's natural resources and its development may be said, primarily, depends on the manufacturer as being a specialist in producing instruments and machinery for all branches of oceanographical study and survey.

We are a corporation with a long experience in this field and our products being distributed to all corners of the world.

---

## THE TSURUMI-SEIKI KOSAKUSHO CO., LTD.

(M. IWAMIYA) PRESIDENT

No.1506, Tsurumi-cho, Tsurumi-ku, Yokohama, Japan Phone: Yokohama (521) 5252 ~ 5

---

Sales Representative in the U.S.A.

**CM<sup>2</sup> INC.**

193 Constitution Drive. Menlo Park, California 94025

Phone: (415) 323-7734

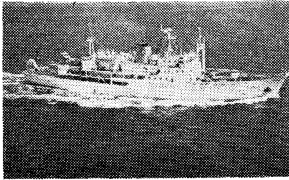
---

岩宮測器研究所

所長 岩宮政雄

---

活躍する新鋭観測船



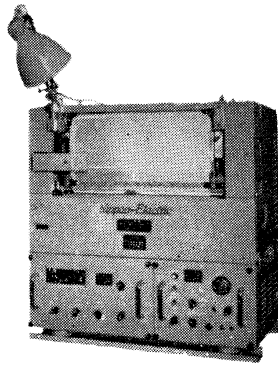
# 12,000メートルの深海をはかる

## 極深海精密音響測深機(P. D. R.)

PRECISION ECHO SOUNDER  
FOR DEEP SEA RESEARCH

12,000 meters below the sea surface can be sounded  
with a good accuracy.

海洋観測船等に装備して12,000m  
までの深海を精密に、かつ連続測  
深・記録する装置です。測深のは  
か各種の観測データの記録器とし  
ても使用できる設計です。特にソ  
ナー・ピンガー用の記録器として  
の使用に便利な構造を有し、連続  
測深ができます。



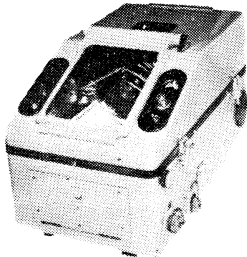
This equipment is for sounding  
sea bottom as deep as 12,000  
meters from a marine research  
ship with very high accuracy.  
It has various ranges of scale;  
however, the scale range is  
automatically shifted from one  
to another with the sudden change  
of depth. The recorder  
is so designed that it can co-  
work with other equipments for  
recording various kinds of data,  
especially with sonar pinger.

### 特長 Feature

- ① 特殊送信方式・拡大測深レンジのため記録上の  
読みとりで真の深さを測定できる。
- ② 内蔵の水晶時計による制御で記録精度は抜群。
- ③ 0~1,000、0~6,000、0~12,000mのフルレ  
ンジで深度変化がひと目でわかる。
- ④ 副記録器は何台でも同期運転ができる。
- ⑤ 読みとりの容易な486mmの乾式記録紙を採用。
- ⑥ 送受信記録器はコンソール・タイプにも、また  
別々に設置することもできる。

- 1) The special transmitting system and the ma-  
gnification of range scale enable the operator  
to take direct reading from the record.
- 2) The self contained crystal watch improves  
the accuracy of recording.
- 3) The recording device has three ranges, 0 to  
1,000 meters, 0 to 6,000 meters, and 0 to  
12,000 meters. Their full range scales make  
reading of the change of depth easy.
- 4) Multiple number of recorders can be opera-  
ted in parallel.
- 5) 486 mm width dry type recording paper is  
adopted, which makes reading easy.
- 6) The transmitter and the receiver can be  
installed in consol or in seperated areas as  
desired.

### 極浅海精密音響測深機



浅海・湖沼・河川・ダム等  
の精密測深に!

PRECISION ECHO SOUNDER  
FOR SHALLOW

for surveying shallow sea, harbors,  
lakes, dames, rivers.

実績が築いた



信頼のマーク

## 海上電機株式会社

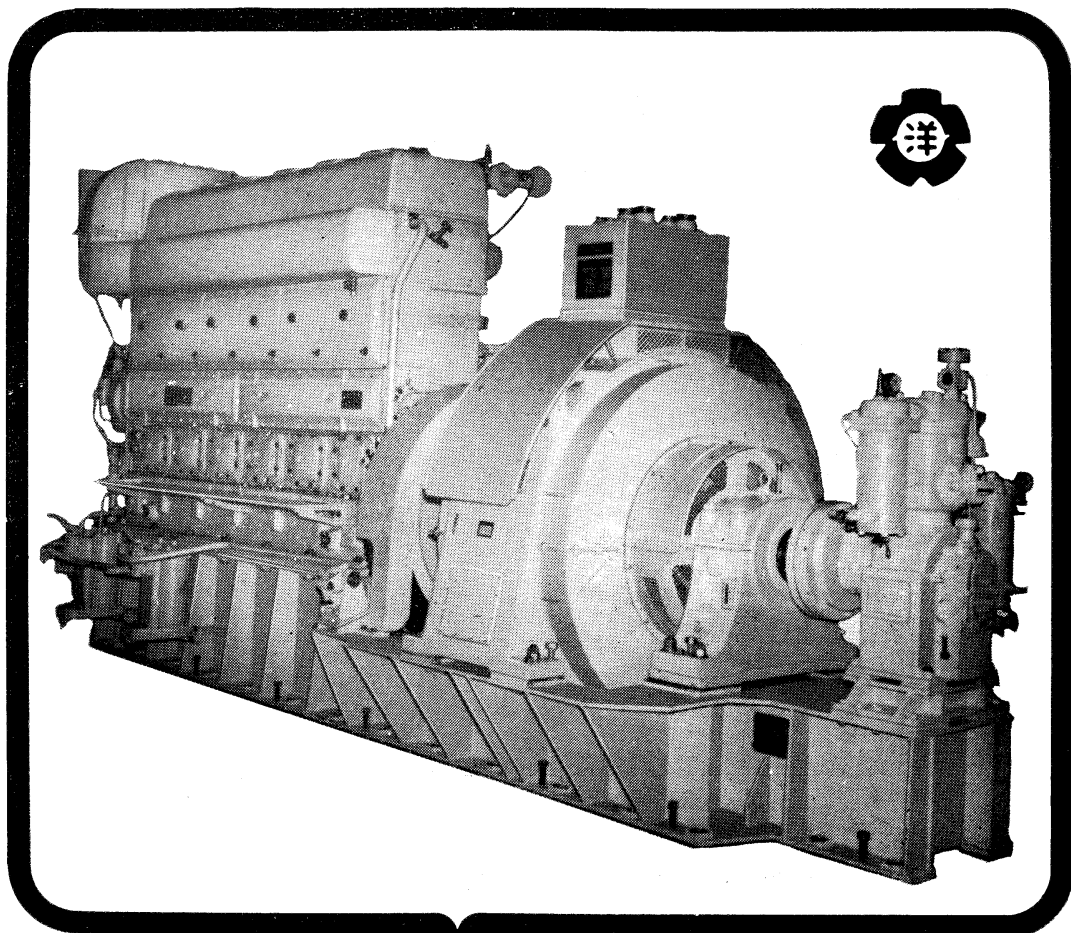
東京都千代田区神田錦町1丁目19番地  
電話 03 (291) 2611 (代表)

MARINE INSTRUMENTS CO., LTD.

1-19 KANDA NISHIKI-CHO, CHIYODA-KU, TOKYO.

CABLE ADDRESS "MARINEINSTRU" TOKYO

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 4-1-1-5  
 伊勢崎工場 群馬県伊勢崎市八斗島町726  
 電話 伊勢崎 1815・1816・1835・816  
 下関出張所 下関市竹崎町399  
 電話 下関 (22) 2820・3704  
 北海道出張所 札幌市北二条東二丁目 浜建ビル  
 電話 札幌 (25) 6347(23)8061・8261

## メルタック

熱溶融型接着剤ですから、溶剤や水を含まないのので乾燥の必要がなく、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

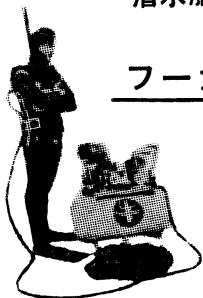
東京都中央区築地 4-7-1 TEL (542) 3361 (代)

# 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能率を示す潜水器具
- ナイロンジャージ付スポンジゴム潜水服  
軽くて強く……保温性がよく……着心地快適
- アクアラング事業部併設  
水中作業のご依頼に応じますのでご照会下さい
- アクアラング講習会常設  
東京にアクアラング訓練用プールを設置

仏国・スピロテック社 日本総代理店  
米国・U.S. ダイバーズ社

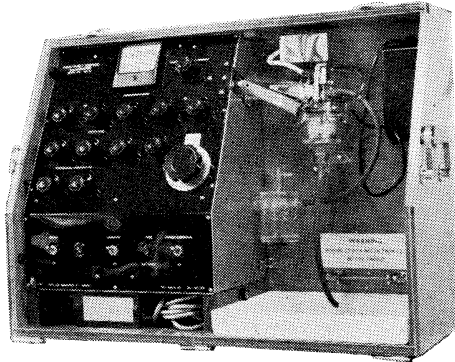
日本アクアラング株式会社

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

東京営業所 東京都豊島区巢鴨6の1344  
(国電大塚駅前大塚ビル一階)  
電話 東京 (918) 6526 (代表)

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

# AUTO-LAB INDUCTIVE SALINOMETER



オーストラリア C.S.I.R.O. の BROWN 及び HAMON 両氏によって開発された、ポータブルで恒温槽不用の劃期的精密塩分計。

仕 様

測定範囲 : 標準品は 27.8~42‰ S  
(御注文により 0~42‰ S 可能)

感 度 : 0.0004‰ S

確 度 : ±0.003‰ S

所要水量 : 55 cc

消費電力 : 最大 25 W

寸 法 : 30×68×50 cm

重 量 : 32 kg

## 製 造 品 目

転倒温度計各種  
標準温度計各種  
水温計各種  
気象用・理化学用温度計

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) 5954, 0044 (812) 2360

# REVERSING THERMOMETER



*Protected*



*Unprotected*

Patented parallax-free back scale, opal glass  
back sheath enable precise measurements.

Write for details

**YKS**

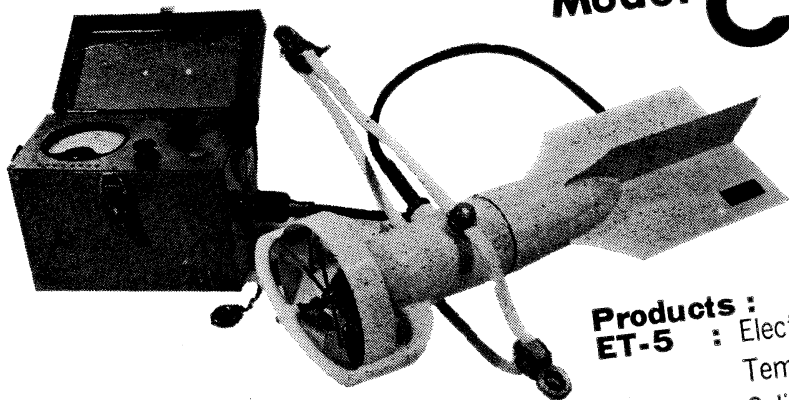
**Yoshino Keiki Co.**

1-14, NISHIGAHARA KITA-KU  
TOKYO JAPAN

[ Standard Thermometer  
Precise Thermometer  
Mercury Barometer  
Hydrometer ]

Direct-Reading Current Meter

Model **CM-2**



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

Products :

ET-5 : Electric Meter of Water Temperature

ECT-5 : Salinity Detector

WE-2 : Pressure Type Wave Gauge

**TOHO DENTAN CO., LTD.**

Office : 1-309, Kugayama, Suginami-ku, Tokyo Tel. Tokyo (334) 3451~3

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

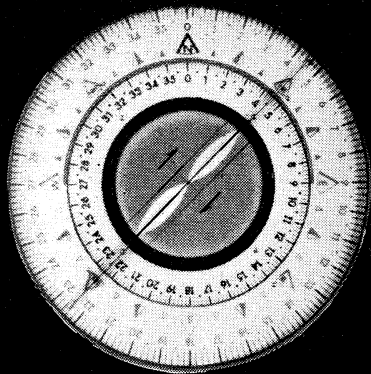
元海上保安庁職員をもつて組織する優秀なる我国唯一の技術陣

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



Bearing Indication of Radio Direction Finder

# ENSURE

## Safety

with

### Koden Radio Navigation Instruments

- Radio Direction Finder
- Loran Receiver
- Echo Sounder
- Fish Finder
- Facsimile Receiver
- Morse Teletype Converter
- Morse Code Selector

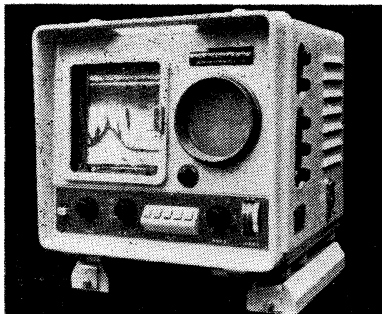


*Koden Electronics Co., Ltd.*

10-45, Kamiosaki 2-chome, Shinagawa-ku, Tokyo, Japan

Tel: Tokyo 441-1131

Cable Address: "KOELEC TOKYO"



2周波デラックス

## サンケンの魚群探知機

- 底曳き用
- カツオ・マグロ用
- 鮭・鯖・サンマ用

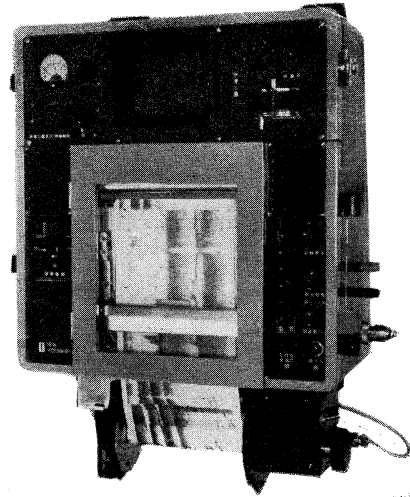


## 株式会社 産 研

本社・工場	沼津市千本郷林1907	TEL(沼津)(代表)③4411
研究所	産業科学研究所(全所)	
東京営業所	東京都千代田区神田鍛冶町2の2(今川橋ビル内)	TEL(東京)(代表)256)1871
札幌営業所	札幌市北四条西7丁目(北瀬連ビル内)	TEL(札幌)(24)3236~8
下関出張所	下関市新地町149の3	TEL(下関)(22)0275
長崎出張所	長崎市旭町3丁目3	TEL(長崎)(2)4631
函館連絡所	函館市鶴岡町3番地の7	TEL(函館)(3)4730
釧路連絡所	釧路市末広町2丁目8(橋北ビル内)	TEL(釧路)(2)6142
稚内連絡所	稚内市港町4丁目59	TEL(稚内)3674
福岡連絡所	福岡市大手門町3丁目8-14	TEL(福岡)(75)6960



自動追尾方式ロラン受信機  
(日、英、仏、加 特許)



ニュービテオグラフ  
トランジスター式、二周波魚群探知機



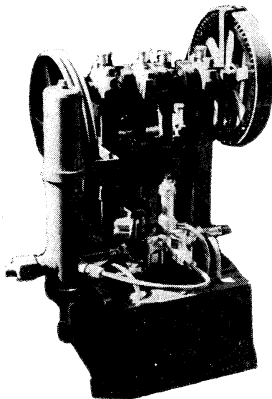
# 古野電気株式会社

西宮市芦原町 85 電(3) 1051

東部支社：東京都品川区五反田 1～423 Tel. (447)2311代表

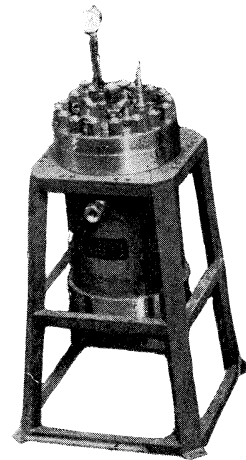
西部支社：長崎市大黒町 2～1 Tel. (2) 3261代表

## ヨシダの海洋試験機



超高压テストポンプ

- 水 圧 試 験 装 置
- 高 圧 水 圧 ポ ン プ
- 流 水 実 験 装 置
- 恒 温 水 槽
- 回 流 水 槽
- 衝 撃 試 験 機
- 抗 張 力 試 験 機
- 摩 耗 試 験 機



高圧テスト容器

☆その他各種試験機装置設計製作



株式  
会社

# 吉田製作所

東京都台東区上野 3丁目13番 9号 電話 (832) 4351～5



# Murayama

計 濁 度 中 水  
計 照 度 中 水  
計 導 度 電

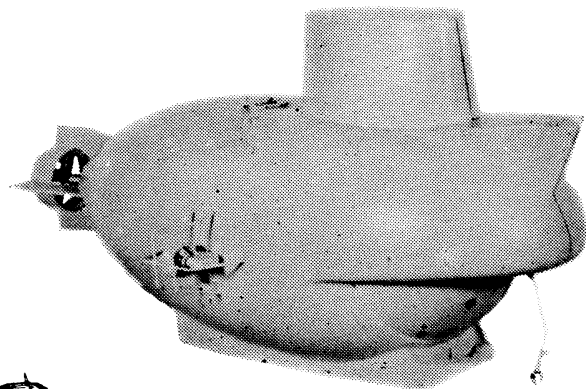
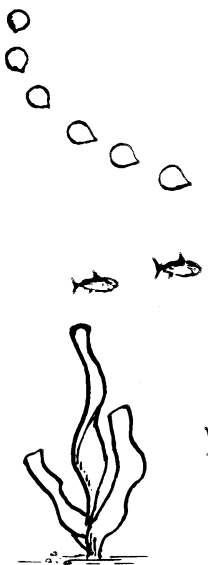


株式 村山電機製作所

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が期待される川崎重工の潜水調査船



## 川崎重工

本 社 神戸市生田区中町通 2-16-1  
日生川崎ビル 3-7 階  
東京支店 東京都港区新橋 1-1-1



潜水器具総合メーカー

# 日本ダイビングスポーツ

本 社 神戸市兵庫区神田町3番地

TEL 神戸 078 (34) 7959  
9451

昭和 43 年 11 月 15 日 印刷  
昭和 43 年 11 月 30 日 発行

う み 第 6 卷  
第 4 号

定価 円 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  
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

# 第 6 卷 第 4 号

## 目 次

### 原 著

円形水槽による魚の遊泳速度の測定-II

カタクチイワシの回転方向による遊泳行動 (英文).....井上 実・宮坂絃一 233

漁業における火光の集魚効果とその操法の研究 (IV).....今 村 豊 243

ヒメシラタエビ, *Palaemon modestus*

(Heller) の幼生の発生について (英文).....権 晋洙・宇野 寛 265

### 寄 稿

水槽の回転むらによって生ずる水槽内の流体

の運動 (仏文).....原 尚子・高野健三 279

流速の測定値から粘性係数を求める試みについて .....飯 田 記 子 282

### 資 料

関東近海におけるサバ釣漁業について .....小 倉 通 男 284

フランス海洋生物学の現状 .....佐 伯 和 昭 290

録 事..... 294

### 会 員 名 簿

総 目 次 (第 6 卷)

## Tome 6 N° 4

### SOMMAIRE

#### Notes originales

Observation on the Swimming Speed of Fish in an Annular

Trough—II. Swimming Performance of Anchovy by its

Rounding Direction.....Makoto INOUE and Kôichi MIYASAKA 233

Etude de l'effet du feu dans la pêche et de son opération

(IV) (en japonais) .....Yutaka IMAMURA 243

The Larval Development of *Palaemon modestus* (Heller) in

the Laboratory .....KWON Chin Soo and Yutaka UNO 265

#### Miscellanées

Circulation générale induite par l'irrégularité de la

rotation d'un bassin rempli d'un liquide pesant

..... Hisako HARA et Kenzo TAKANO 279

Commentaire de la détermination des coefficients de

viscosité par une mesure directe des courants

équatoriaux (en japonais) .....Noriko IIDA 282

#### Documentation

Pêche du scombres aux environs de la région de Kanto .....Michio OGURA 284

Situation de la biologie marine en France .....Kazuaki SAHEKI 290

Procès-Verbaux..... 294

#### Liste des membres

Sommaire du Tome 6