

う み

La mer

昭和 45 年 8 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 (理化学研究所) 富永政英 (埼玉大学) 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 部の別刷を無料で著者に進呈する。これ以上の部数に対しては、実費 (送料を含む) を徴収する。

---

Rédacteur en chef Yutaka IMAMURA (Tokyo University of Fisheries)  
Comité de rédaction Michihei HOSHINO (Tokai University) Makoto INOUE (Tokyo University of Fisheries) Yutaka KAWARADA (Meteorological Agency) Minoru NISHIMURA (Tokai University) Gohachiro OSHIBA (Institute of Physical and Chemical Research) Yoshio SUGIURA (Meteorological Research Institute) Kazunori TAKAGI (Tokyo University of Fisheries) Kenzo TAKANO (Institute of Physical and Chemical Research) Masahide TOMINAGA (Saitama 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.

## Contribution of Sorption Process to the Precipitation Mechanism of Metal Elements in Sea Water (1)\*

Noburu TAKEMATSU\*\* and Tadayoshi SASAKI\*\*\*

**Abstract:** To evaluate the contribution of sorption process to the precipitation mechanism of metal elements in sea water, experiments of sorption of zinc and strontium on montmorillonite and kaolinite, major components in sediments, were carried out.

The values of distribution coefficients  $K_d$  were 15,000 at pH 8.2 and 7,000 at pH 8.0 in the zinc-montmorillonite system; 2,000 at pH 8.2 and 1,000 at pH 8.0 in the zinc-kaolinite system; and 2.5~3.0 at pH 8.0 in the strontium-montmorillonite system.

The amount of strontium sorbed on kaolinite could not be detected by the method used.

Assuming that the concentration of zinc in sea water is  $10 \mu\text{g/l}$ , the calculated concentration of sorbed zinc was 150 ppm at pH 8.2 and 70 ppm at pH 8.0 in montmorillonite and 20 ppm at pH 8.2 and 10 ppm at pH 8.0 in kaolinite.

The calculated concentration of strontium sorbed on montmorillonite was 20~25 ppm at pH 8.0 assuming that the concentration of strontium in sea water is  $8.0 \text{ mg/l}$ .

The concentration of zinc in marine sediments is 130 ppm, so that a considerable part of zinc in sediments is attributed to the sorption process.

In case of strontium, the sorption process will play a minor role in the precipitation mechanism because the strontium concentration of carbonate free deep-sea clays is 120 ppm.

### 1. Introduction

GOLDBERG and ARRHENIUS (1958) compared the average elemental concentrations in deep-sea sediments of the Pacific with those in igneous rocks and reported that Mn, Ni, Cu, Co, Pb, Mo, Yb, Y, La, Sc, Ba and B were enriched up to 30 times in the pelagic sediments.

WEDEPOHL (1960) found that the elements such as Zn, Ni, Pb, Cu, Co, Mn and Mo were enriched in the pelagic sediments more than in the near-shore sediments and that these elements were richer in the sediments of the Pacific than in those of the Atlantic.

GOLDBERG (1965) suggested that this unusual chemical composition of deep-sea sediments is related to wide spread dispersion of ferromanganese minerals on the sea floor and emphasized the necessity of investigating the sorption process on the surface of the nodules and of the oxidizing or reducing character of the sedi-

mentary systems.

This unusual chemical composition of deep-sea sediments is an ultimate result of cumulation of elemental fractionations in company with various processes as follows:

1. Degradation of igneous rocks by weathering and dissolution of chemical elements.
2. Transportation of materials weathered from igneous rocks by rivers or as airborne dusts to the ocean.
3. Transportation of materials carried to the sea to its floor.
4. Diagenesis of deposits in sediment-water intersurface.

Therefore, the study on the process by which the materials in sea water are transported to the ocean bottom is important to elucidate the unusual chemical composition in pelagic sediments.

The following three processes are considered to be possible as the transportation mechanism:

1. Sorption of metal elements on inorganic suspended materials such as clay minerals and iron and manganese oxides which have large ion-exchange and sorption capacities, and

\* Received July 20, 1970

\*\* The Institute of Physical and Chemical Research

\*\*\* Tokyo University of Fisheries and the Institute of Physical and Chemical Research

transportation of them to the sea floor.

2. Sorption of metal elements on organic suspended matters and deposition of them. Such organic suspended matters may be decomposed by bacteria in the course of precipitation through water column or after deposition, but metal elements and bacteria are enriched and offer a site to promote various reactions.
3. Uptake of metal elements by organisms and precipitation of them as remains.

The first comprehensive adsorption study of metal elements in sea water were attempted by KRAUSKOPF (1956) to find the factors controlling the concentration of minor elements in sea water.

He measured the amounts of thirteen metals (Zn, Cu, Pb, Bi, Cd, Ni, Co, Hg, Ag, Cr, Mo, W, V) in sea water adsorbed on six adsorbents ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , apatite, clay, plankton, peat-moss), but only qualitative results were obtained owing to lack of sensitivity and precision.

To determine the origin of elements in marine sediments, elaborate studies of the partition of elements in various components of sediments and of the occurrence of elements along with their chemical forms in sediments have been made by use of several processes including dialysis, exchange of sorbed ions, chelation and separation according to settling velocity, density and magnetic susceptibility. (GOLDBERG and ARRHENIUS, 1958; HIRST, 1962 a and b; CHESTER and HUGHES, 1966)

However, an alternative way to clarify the complicated precipitation mechanism of elements in sea water is to evaluate the contribution of possible factors to their mechanisms by experiments under the conditions similar to those of the sea as possible.

Accordingly, the authors carried out experiments on the sorption of zinc and strontium on montmorillonite and kaolinite in sea water to determine the contribution of sorption process to the precipitation mechanism of elements in sea water.

## 2. Method of experiment

Zinc or strontium chloride solution of various concentrations is added to 100 ml of filtered sea water in 200 ml polyethylene conical flask to

give definite concentrations.

After addition of  $1 \mu\text{Ci}$  of  $^{65}\text{Zn}$  or  $5 \mu\text{Ci}$  of  $^{85}\text{Sr}$  as a tracer, 5.0 ml of solution is pipeted out to measure count in the initial solution.

Thereafter, 0.1 g of a clay in case of zinc or 10.0 g of a clay in case of strontium is added to the solution and the mixture is shaken. The pH of sea water is controlled with several drops of 1 per cent equimolecular solution of sodium carbonate and sodium bicarbonate.

The suspensions stand for more than 100 hours at  $15^\circ\text{C}$  in a thermostat bath with shaking occasionally.

Reaching an equilibrium state, 50 ml of suspension is centrifuged at 5,000 rpm and 5.0 ml of supernatant is withdrawn. Activities of the supernatant and the initial sea water are measured at the same time on a scintillation counter and distribution coefficient is calculated from both of these. To check the sorption on the wall of apparatus used, blank tests were made with the same procedure except that the clay minerals has not been added, but no sorption was found within the precision of this experiment.

Clay minerals were purified by levigation.

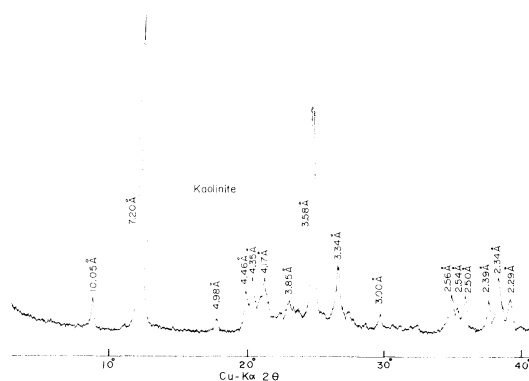


Fig. 1a. X ray diffraction pattern of kaolinite.

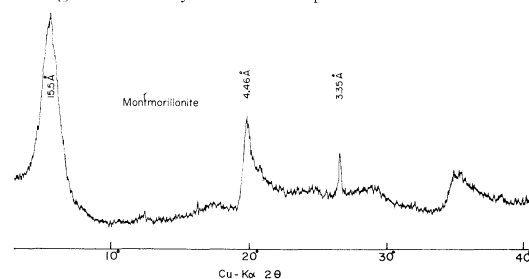


Fig. 1b. X-ray diffraction pattern of montmorillonite.

X-ray diffraction patterns of clay minerals are shown in Fig. 1. Clay minerals were pure enough for this experiment, though a small quantity of quartz was contained. Furthermore, clay minerals were converted into sodium form by passing through a sodium form Dowex 50 W-X 8 column (SLABAUGH, 1954).

### 3. Results and discussion

The results of experiments of zinc and strontium are shown in Tables 1 and 2, respectively. The distribution coefficient  $K_d$  ( $K_d$  equals (activity/g clay)/(activity/ml sol.)) is calculated from the equation:

$$K_d = (C_{\text{initial}}/C_{\text{final}} - 1) \times \frac{V}{W}$$

Where  $C_{\text{initial}}$ : count in sea water before sorption,  $C_{\text{final}}$ : count in sea water after sorption,  $V$ : volume of sea water (ml), and  $W$ : weight of clay mineral (g).

The precision of this experiment is within  $\pm 20\%$  as seen by comparing the first and second rows for each system in Tables 1 and 2. As any difference between the sorbed amounts of zinc and strontium standing in suspension for 100 hours and for more than 100 hours could not be recognized, it was considered that the equilibrium of sorption had been reached within 100 hours.

The results listed in Tables 1 and 2 were obtained from experiments for a week. The distribution coefficient increases with increase of pH. This may be related to the chemical form of zinc sorbed on clays.

CHESTER (1965) reported that the zinc adsorbed by illite from sea water is mainly the unhydrolysed ion. The distribution coefficient of zinc for montmorillonite is larger than for kaolinite by an order of magnitude and this is attributed to the difference of ion exchange capacities rather than that of particle sizes between montmorillonite and kaolinite.

According to GRIM (1962) the ion exchange capacities (meg./100 g) of montmorillonite and kaolinite are 80~150 and 3~15, respectively.

The distribution coefficient of strontium is smaller than that of zinc by more than three figures. Sorption of strontium on kaolinite could not be detected due to lack of sensitivity of

the experimental method used, though 10.0 g of kaolinite was suspended in 100 ml of sea water in comparison with 0.1 g in case of zinc.

In Table 2, M and K stand for montmorillonite and kaolinite respectively and the prefix (Na-) represents pretreated clays by a sodium form ion exchanger.

From Table 2, it seems that the untreated montmorillonite sorbs more strontium than the treated one by a sodium form cation exchanger.

This might be ascribed to the effects of organic substances, because the greater part of organic substances contained in clays are removed by passing through an ion exchange resin column, and SIEGEL (1966) reported that more zinc is sorbed on clays from artificial sea water in the presence of glycine. But more detailed studies are necessary to prove this phenomenon.

The amount of zinc sorbed on clays is plotted versus the amount of zinc in the initial sea water in Fig. 2. The amount of sorbed zinc is almost proportional to the amount in solution in the region of low concentration. But at pH 7.4 kaolinite is nearly saturated above the concentration of 50  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ .

The distribution coefficient decreases as the concentration of zinc in solution increases. This

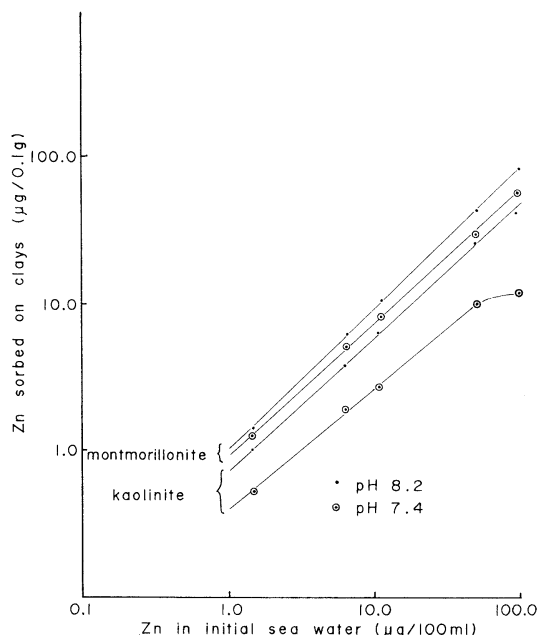


Fig. 2. Isotherms of zinc sorption by kaolinite and montmorillonite in sea water at 15°C.

Table 1a. Zinc sorption on clays. pH 7.4, 15°C

Amount of zinc added to sea water ( $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ )	Counts in sea water before sorption	Counts in sea water after sorption	Distribution coefficient
montmorillonite (0.1 g)			
0.43	7,920	1,130	6,000
0.45	8,320	1,280	5,500
5.47	8,620	1,890	3,600
10.46	8,390	2,500	2,400
50.44	7,990	3,460	1,300
100.44	8,130	3,700	1,200
kaolinite (0.1 g)			
0.47	8,640	5,520	570
0.42	7,610	4,780	590
5.43	7,830	5,550	410
10.44	8,040	6,180	300
50.48	8,790	7,100	240
100.47	8,620	7,640	130
blank test			
0.44	8,050	8,100	
0.40	7,220	7,430	

Table 1b. Zinc sorption on clays. pH 8.0, 15°C

Amount of zinc added to sea water ( $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ )	Counts in sea water before sorption	Counts in sea water after sorption	Distribution coefficient
montmorillonite (0.1 g)			
0.43	7,550	646	11,000
0.43	7,460	466	15,000
5.43	7,520	966	6,800
10.45	7,850	1,120	6,000
50.50	8,650	2,160	3,000
100.48	8,370	3,050	1,700
kaolinite (0.1 g)			
0.45	7,860	3,580	1,200
0.44	7,720	3,800	1,000
5.42	7,390	4,690	580
10.46	8,020	5,550	440
50.45	7,790	5,440	430
100.45	7,870	6,410	230
blank test			
0.42	7,290	7,110	

appears to be due to the saturation phenomenon which may be affected mainly by the pH.

The distribution coefficients when the concentration of zinc in solution after sorption has approached  $1\ \mu\text{g}/100\text{ ml}$  that corresponds to the concentration in sea water, are  $\sim 15,000$  at pH 8.2,  $\sim 7,000$  at pH 8.0 and  $\sim 4,000$  at pH 7.4 in the zinc-montmorillonite system;  $\sim 2,000$  at pH

Table 1c. Zinc sorption on clays. pH 8.2, 15°C

Amount of zinc added to sea water ( $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ )	Counts in sea water before sorption	Counts in sea water after sorption	Distribution coefficient
montmorillonite (0.1 g)			
0.41	7,060	337	20,000
0.47	8,060	298	26,000
5.45	7,790	445	17,000
10.43	7,470	646	11,000
50.45	7,670	1,150	5,700
100.44	7,500	1,380	4,400
kaolinite (0.1 g)			
0.43	7,380	2,590	1,900
0.45	7,790	2,400	2,300
5.43	7,400	3,090	1,400
10.45	7,690	3,580	1,200
50.47	8,110	4,140	960
100.44	7,510	4,460	680
blank test			
0.46	7,400	7,980	

Table 2. Strontium sorption on clays. pH 8.0, 15°C

Kind of clays	Amount of strontium added to sea water ( $\text{mg}/100\text{ ml}$ )	Counts in sea water before sorption	Counts in sea water after sorption	Distribution coefficient
Na-M	0	27,800	22,200	2.5
M	0	28,100	21,800	2.9
Na-M	1	27,600	22,200	2.4
M	1	27,800	21,400	3.0
Na-K	0	28,200	28,200	0
K	0	28,370	28,310	0
Na-K	1	28,260	28,260	0
K	1	27,500	26,950	0
blank test				
	0	27,540	27,870	
	1	27,900	26,870	

8.2,  $\sim 1,000$  at pH 8.0 and  $\sim 600$  at pH 7.4 in the zinc-kaolinite system.

Assuming that the concentration of zinc in sea water is  $10\ \mu\text{g}/\text{l}$  (GOLDBERG, 1965), the calculated concentration of sorbed zinc are  $\sim 150$  ppm at pH 8.2,  $\sim 70$  ppm at pH 8.0 and  $\sim 40$  ppm at pH 7.4 in montmorillonite and  $\sim 20$  ppm at pH 8.2,  $\sim 10$  ppm at pH 8.0 and  $\sim 6$  ppm at pH 7.4 in kaolinite. These results indicate that the amount of zinc sorbed on sediments is influenced by the pH of sea water and the composition of sediments.

Calculating from the results of CHESTER (1965), the distribution coefficient of zinc for illite is  $\sim 3,500$  at pH 8.2 and  $26^\circ\text{C}$ .

This corresponds to the concentration of  $\sim 35$  ppm. As the concentration in marine sediments is 130 ppm (WEDEPOHL, 1960), the considerable part of zinc in sediments is explained by the sorption process considering the amount of zinc in lattice of silicate minerals. The calculated concentration of strontium sorbed on montmorillonite is  $20\sim 25$  ppm at pH 8.0 assuming that the concentration of strontium in sea water is  $8.0\text{ mg/l}$  and only a little strontium is sorbed on kaolinite.

As the concentration of strontium in carbonate free marine sediments is 120 ppm (WEDEPOHL, 1960), or  $50\sim 250$  ppm (TUREKIAN, 1964), the sorption process will make a minor contribution to the precipitation mechanism of strontium.

Calculated distribution coefficients of zinc from Krauskopf's data, which involve many problems, are 5,000 for bentonite, 5,000 for peat-moss,  $60,000\sim 200,000$  for apatite and  $450,000\sim 600,000$  for  $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$ . This shows that it is necessary to obtain distribution coefficients for various adsorbents such as organic suspended matter in sea water, iron and manganese oxides and so forth to clarify the contribution of sorption process to the precipitation mechanism of metal elements in sea water.

#### Acknowledgments

The authors wish to thank Professor Y. MIYAKE, Tokyo Kyoiku University for his kind encouragement.

Also they would like to thank T. HAMADA, Senior Scientist, Chief of Radiation Laboratory and F. SAWAYANAGI, Scientist of Crystal Physics Laboratory, of the Institute of Physical

and Chemical Research for their helpful advice.

#### References

- CHESTER, R. (1965): Adsorption of zinc and cobalt on illite in sea-water. *Nature*, **206**, 884-886.
- CHESTER, R. and M. J. HUGHES (1966): The distribution of manganese, iron and nickel in North Pacific deep-sea clay core. *Deep-Sea Res.*, **13**, 627-634.
- GOLDBERG, E. D. (1965): Minor elements in sea water. *Chemical Oceanography Vol. 1*. Academic Press, London and New York, 163-196.
- GOLDBERG, E. D. and G. O. S. ARRHENIUS (1958): Chemistry of Pacific pelagic sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **13**, 153-212.
- GRIM, R. E. (1962): *Applied Clay Mineralogy*. McGraw-Hill Book Co., New York.
- HIRST, D. M. (1962a): The geochemistry of modern sediments from the Gulf of Paria I—The relationship between the mineralogy and the distribution of major elements. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **26**, 309-334.
- HIRST, D. M. (1962b): The geochemistry of modern sediments from the Gulf of Paria II—The location and distribution of trace elements. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **26**, 1147-1187.
- KRAUSKOPF, K. B. (1956): Factors controlling the concentration of thirteen rare metals in sea water. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **9**, 1-32B.
- SIEGEL, A. (1966): Equilibrium binding studies of zinc-glycine complexes to ion-exchange resins and clays. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **30**, 757-768.
- SLAUBAUGH, W. H. (1954): Cation exchange properties of bentonite. *J. Phys. Chem.*, **58**, 162-165.
- TUREKIAN, K. K. (1964): The marine geochemistry of strontium. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **28**, 1479-1496.
- WEDEPOHL, K. H. (1960): Spurenanalytische Untersuchungen an Tiefseetonen aus dem Atlantik—Ein Beitrag zur Deutung der geochemischen Sonderstellung von pelagischen Tonen. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **18**, 200-231.

## 海水中の元素の沈殿機構に対する収着過程の寄与 (1)

竹 松 伸 佐々木忠義

**要旨:** 海水中の金属元素の沈殿機構に対する収着過程の寄与を明らかにするため、海底堆積物中の主成物であるモンモリロナイトとカオリナイトへの亜鉛とストロンチウムの収着実験を行なった。分配係数 (Kd) は、亜鉛-モンモリロナイト系では、pH 8.2 で 15,000, pH 8.0 で 7,000; 亜鉛-カオリナイト系では、pH 8.2 で 2,000, pH 8.0 で 1,000; ストロンチウム-モンモリロナイト系では、pH 8.0 で 2.5~3.0 であった。ストロンチウム-カオリナイト系では、本実験の感度では収着は認められなかった。

求められた Kd から、海水中の亜鉛の濃度を  $10 \mu\text{g/l}$  として、モンモリロナイトおよびカオリナイトへの亜鉛の収着量を求めると、モンモリロナイトでは、pH 8.2 で 150 ppm, pH 8.0 で 70 ppm; カオリナイトでは、pH 8.2 で 20 ppm, pH 8.0 で 10 ppm であった。また海水中のストロンチウムの濃度を  $8.0 \text{ mg/l}$  として、ストロンチウムのモンモリロナイトへの収着量を求めると、pH 8.0 で 20~25 ppm であった。

海底堆積物中の亜鉛の濃度は 130 ppm であるので、海底堆積物中の亜鉛のかなりの部分は収着によって説明できる。炭酸塩を除いた海底堆積物中のストロンチウムの濃度は 120 ppm であり、ストロンチウムの場合には、収着現象の寄与は小さいことを示している。



## 魚類の顔面骨の研究—II\* 220魚種の尾舌骨 (Urohyal) の形状について

草 下 孝 也\*\*

### Research on Facial Membrane Bones of Fish—II.

#### Regarding Feature of Urohyal on 220 Species

Takaya KUSAKA

**Abstract:** The author made a comparative observation on the facial membrane bones of *Teleostei*. It was characterized by the discovery of an interesting fact on urohyal. Therefore, he made the presentation of the previous report<sup>1)</sup> regarding feature of urohyal on 100 species living around Japan.

After that, he has continuously observed 120 additional species of *Teleostei*. They were mainly obtained from central Japan, southern Japan, the Bismark Arch. and northwest Africa. Throughout the study, 220 species in 93 Families in 15 Orders were observed.

As a result, the special feature of the shape of urohyal is obvious in each Family or Genus. In many cases comparing two or more species within the same Genus, in spite of the close resemblance in general shape of urohyal, some difference among them can be distinguished.

In conclusion, since all urohyals have individual shapes and feature, the author recognizes that it is possible to determine the fish species only by means of examining the urohyal.

#### 1. 緒 言

著者は魚類の顔面骨の観察を行なっているが、その中で特に尾舌骨の形状が非常によく種類の特徴を示すことを認め、主に日本産の硬骨魚類 100 種の尾舌骨の形状について、前報<sup>1)</sup>で発表した。その後の観察で新たに 120 種についての知見を得たので、既報の魚種を参照しつつ、尾舌骨の形状の種属的特徴を主体に検討した結果を述べる。

#### 2. 観察魚種

今回報告する 120 種のうち、約 40 種は東京近県で得られたもので、内 8 種は外来の観賞用熱帯魚であり、20 数種は鹿児島県奄美大島で入手した。

一方、水産庁俊鷹丸のビスマルク諸島方面の調査資料を入手できたので、約 40 種の南太平洋の魚類が含まれ、又、アフリカ沿岸のタイ類 10 種がある。既報分を合せて 220 種は、分類上 15 目、93 科に含まれるもので、大部分は 1 科について 1 種、あるいは数種であるが、コイ科、サバ科、アジ科、フエダイ科、タイ科、スズメダイ科、カレイ科では 10 種前後の同科の種類、又、サケ属、カマス属、マハタ属、フエダイ属、タカサゴ属、*Dentex* 属、*Tilapia* 属、スズメダイ属、メバル属では同属の数種の尾舌骨を比較検討することができた。なお、前報に掲載したが、ワカサギ、ウナギ、サワラ、メジナ、シロキスについては観察が不確実であったので、改めて検討したものを示した。

\* 1970年7月21日受理

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

† 調査に加わり、資料の整理を担当した井田斉博士の好意により譲って戴いた。

### 3. 各魚種の尾舌骨の形状

1. ニシン目, 1.1. ニシン亜目, 1.1.1. コノシロ科, 101. コノシロはやや細長く, 下辺が左右に拡がり, 下辺の中心線が下方に僅かにのび, 前端部は上からみて十字形をしている。

1.1.2. ウルメイワシ科, (−1. 前報参照以下同じ)

1.1.3. ニシン科, (−2, 3, 4.)

1.1.4. カタクチイワシ科, (−5.)

1.1.5. オキイワシ科, 102. サイトウは平板で単純な羽根形であるが, 全体に極めて薄く特に上方が薄いのが特徴である。

1.2. サケ目ではほとんどのもので下辺後半が左右に拡がり, 上面形が細長いスペード又はペン軸形をしている。

1.2.1. サケ科, (−6. ~10.)

1.2.2. アユ科, (−11.)

1.2.3. ワカサギ科も下辺が左右に拡がり, 側面形は細長い花びら状である。103. ワカサギは下辺後方が紡錘形に拡がり, 側面形は前方が棒状である。104. シシヤモは拡がり少なく, 105. カラフトシシヤモは前者に似るが, 下辺がほぼ直線状で前方に細く延びている。

1.3. ワニトカゲエソ目, 1.3.1. ヨコエソ科, 106. ヨコエソは平板で長三角形をなし, 図に示したように生長線と思われる縞模様が明瞭である。

2. ハダカイワシ目, 2.1. ハダカイワシ亜目, 2.1.1. エソ科, 107. ワニエソは下辺が左右に少し拡がり, 側面形は細長く下辺が大きく湾曲している。

2.1.2. ハダカイワシ科は上辺前方に左右に少し拡がった部分があり, 後半は薄い平板で下方を頂点に二等辺三角形をなしている。108. イバラハダカは前方が細く延びず, 上辺の左右への隆起が発達している。109. アラハダカ, 110. セツキハダカでは前部が細く延長し, 後者は全体により一層細長い。

2.2. ミズウオ目, 2.2.1. ミズウオ科, 111. ミズウオは前端部が左右に厚いが, その後は全く薄くなり後端部は裂けている。

3. コイ目では下辺の左右への拡がり著しい点

が共通している。

3.1. カラシン目, 3.1.1. カラシン科, 112. メチネスは長さが短かく, 左右の拡がりむしろ下方に向いて発達し, 前面形は鞍形をした独特な形状である。

3.2. コイ目, 3.2.1. コイ科は下辺が左右によく拡がり, その後縁は載形か, 切込んでいる。(−13. ~19.) 113. フナは拡がり最もよく発達し, 上面図はほぼ正三角形で, −17. キンギョとは多数個体で比較しないと区別しがたい。

114. シナイモツゴは全体が大きく反りあがり, 前方が太い。−19. モツゴとよく似ているが, 前者の方が垂直部分が広くより発達している。

3.2.2. ドジョウ科, 115. ドジョウは前端部が大きく二又になり, 垂直部と下辺の拡がりよく発達し, 後方は消失したかのように見え, 特異な形状をしている。

3.3. ナマズ目, 3.3.1. ゴンズイ科, (−20.)

4. ウナギ目は前端部が発達し, 後方は発達が悪く, むしろ退化したかのようにみえる。

4.0.1. ウナギ科, 116. ウナギは後方に僅かに突出があるだけで, 大部分が円板状の前端部のみである。

4.0.2. アナゴ科, 117. マアナゴは前端部がこぶ状に発達し, 後部は細長いへら状である。

5. ダツ目, 5.1. ダツ目は細長く前方上方に突起がある。

5.1.1. ダツ科, (−22.)

5.1.2. サンマ科, (−23.)

5.2. トビウオ目, 5.2.1. サヨリ科, (−24, 25.)

5.2.2. トビウオ科, (−26, 27.)

6. メダカ目, 6.0.1. メダカ科, 118. メダカは細長く, 前上方に突起があり, 後方は上辺下辺共に左右に拡がり, その後縁は切込んでいるという特殊形である。これとは全く異なって, 6.0.2. タツプミノール科, 119. グッピー, −28. タツプミノールでは下辺が僅かに拡がるのみで, 上面形はペン軸状である。両者共, 前方に突起があり, 前方から見ると少し幅がある。前者は下辺の拡がりより少なく, 下辺が下に反っている。

7. ヨウジウオ目, 7.0.1. ヤガラ科は単に細長

く、-29. アオヤガラは単に細板状であるが、120. アカヤガラは棒状で、後半が少し左右に拡がり、櫛の形をしている。

8. キンメダイ目, 8.0.1. キンメダイ科, (-30.)

8.0.2. グソクダイ科は下辺が僅かに拡がり、

121. *O. microphthalmus* は前方に突起があり、後方の高さが高い。122. ホシエビスは前方が突起状に厚く、その高さで上辺が始まっている。123. ヒメエビスは前種に似るが、前方の隆起が著しく、上辺が高く始めて後方であまり高くない。又上面形も異なっている。

9. スズキ目, 9.1. ボラ亜目, 9.1.1. トウゴロウイワシ科, (-31.)

9.1.2. ボラ科, (-32.)

9.1.3. カマス科は下辺が細長く、後方で左右に二又になり、その先が各10数本の毛状に分岐するという独特な形状である。-33. ヤマトカマス, 124. アカカマス, 125. *S. genie* では上面図で見られるように全体形が、前者で最も細く、中者は中庸で、後者はその後方が最もよく拡がっている。前部上面の形状、あるいは後者の前端が上向きになっている点も相異なる。

9.2. キノボリウオ亜目, 9.2.1. キノボリウオ科は前上方の発達がよく、126. キツシングラミーは前方以外は下辺が多少拡がるが、平板で、前方から高く後方があまり高くなく、後縁は丸い。127. パールグラミーは下辺が著しく拡がり、垂直部は後方にとがっている。

9.2.2. ライギョ科, (-34.)

9.3. サバ亜目, 9.3.1. シイラ科, (-35.)

9.3.2. サバ科は略平板で後方になめらかなのび、へら状か上辺後方がとがっている。(-36. ~42.)

129. キワダは、-38. クロマグロ、-42. ヒラソウダに似るが、比較的細長い点、下辺の拡がり異なる。128. メバチもへら状であるが、下辺前方が左右に隆起しているのが特徴で、その上方に左右に貫通した小孔がほとんどの個体に見られた。130. イソマグロは上辺後方がとがり、-36. マサバに似るが、後上方にかけて太い隆起線が発達している。131. グルクマは他と異なり、全体が薄片

状で、上辺後端もややとがるが下辺後端が僅かに突出している。132. サワラは下辺後端が直角三角形で、上辺が後半で厚くなり後方に突出している。133. カマスサワラは前者に似るが明らかに細長く、上辺が後方で隆起し後端で突出している。

9.3.3. タチウオ科, (-43.)

9.3.4. マカジキ科, (-44, 45.)

9.4. アジ亜目, 9.4.1. アジ科は前方から高く、あるいは突起になっているのが普通である。

134. *D. pinnulatus* は前端の突起がそのまま上辺につづき、全体に高さが低く、同属の-47. ムロアジとよく似ているが、下辺の拡がり前者で少なく、後者は上面形が矢羽根状である。135. *A. mate* は前方は前二者と同じであるが、後半が高くなっており、マアジに似るが、下辺後方がとつくり形によく拡がっている。

136. *Carag. diversa*, 137. *Carag. malabariensis* は略平板で高さが高く、よく似ているが、前者で上辺が大きく湾曲している点が異なる。138. ナガバエ, 139. *G. speciosus* は前方に傾いた突起があり、前方の高さが他のいずれよりも低いが、後方はかなり高い。前者は後端上下がとがり後縁が湾曲するが、後者は後端が丸く後縁は截形である。

9.4.2. ヒイラギ科は垂直部が薄く、隆起はしてないがそれらしい線が3, 4本見える。下辺は拡がりがあり、140. コバンヒイラギでは僅かで、垂直部が広く高い。141. *E. novaehollandiae* では上面形がペン先状によく拡がり、垂直部は前者ほど広くなく、高さもより低い。

9.5. イボダイ亜目, 9.5.1. イボダイ科 (-52, 53. 前報の-51. 図は不正確)

9.5.2. タカベ科, (-54.)

9.6. スズキ亜目, 9.6.1. ハタンボ科 (富永, 67頁)<sup>2)</sup> は同属の142. ハタンボ, 143. *P. xanthoptera* で、前方のみに厚味が発達している点と後半の形状が似ている。前者は前端が斜め上を向いて菱形に発達し、上辺が上に出た曲線であり、後者は前端が前方を向いたこぶ状で、上辺は凹んだ曲線である。144. ナガサキキンモドキは前二者と異なり、垂直部が薄い板状で低く後方に延び、前

端下方が左右に延び、それから細長い薄片が後方に出ているので、上面形は矢印状という変わった形をしている。

9.6.2. テンジクダイ科, (-55.)

9.6.3. ムツ科, (-56.)

9.6.4. ユゴイ科, 145. ギンユゴイは前端に突起があり、下辺は拡がって上面形が矢羽根状で、その後端は垂直部後縁より突出している。

9.6.5. キントキダイ科, (-57.)

9.6.6. ハタ科では、大半が幅の広い青竜刀を思わせる形で、-58. マハタ, 147. モヨウハタ, 148. アオハタモドキ, 149. *E. damelii* は下辺が僅かに拡がるが、上辺と共に隆起線になって後方に延び、後縁は深く湾曲、その上下は鋭どとがり特に下方は長く後に突出する。第1者は高さが高く、第2者は上辺が直線状、第3者は下辺前半に、第4者は後方まで拡がりが見られる。

146. オヤニラミはほぼ平板で前方からかなり高さがあり、後縁の湾曲が上記より明らかに浅く、下辺後端の突出も少ない。

9.6.7. フェダイ科は前端部が発達し、下辺がほとんど拡がらず太い線となり、又、上方斜めに隆起線が発達し、下辺が延長突出するので後縁は湾曲する。フェダイ属の5種はよく似ているが、150. イツテンフェダイは前端部の発達も最もよく、上辺後端は欠けてほぼ直角であり、151. ヒメフェダイは上辺が短かく、下辺が細長く著しく突出する。152. クラカケタルミ, 153. ヨスジフェダイ, 154. *L. rufolineatus* は下辺が全体に僅かに拡がり、上面形はペン軸状で、前者の前端部が突起状の点、中者の上辺後端の延びの少ない点、後者では上辺前方に欠刻があり、そこからすぐ高さが高くなっている点が異なる。155. アオダイは前端部の厚味が少なく、上方に突起をもっている。156. ハナフェダイ, 157. ヒメダイは同属でよく似ている。前掲の数種とやや異なり、前方がかなり高く後方があまり高くない。前者は上辺が後方にのびず、後者はのびて側面形が明らかに細い。又後者の隆起線はよく発達して左右にひさし状にでている。9.6.7'. イシフェダイ科, 158. オオグチイシチビキは、前端部が細く前方に突出し、下辺

前方が少し拡がるだけの薄い板状で、全体に細長く上下辺は後方にのびて鋭どとがっている。

9.6.8. シマイサギ科は前端に突起があり、下辺が左右に拡がるが、-60. シマイサギは全体に細く、159. ヤガタイサギは高さも拡がりもより大きく、上辺前方がかなり左右に拡がり、又、後上方に小さくひさし状に出た部分がある。

9.6.9. イサキ科は前端が隆起し、下辺に拡がりがある。-61. イサキは下辺の拡がり少なく、-62. コショウダイは拡がりよく、160. *P. sordidus* は高さが高く上面形はとっくり状である。161. フタスジタマガシラは前3者と著しく異なり、下辺はよく拡がって長六角形をなし、上辺前方が左右に拡がっているので全体に独特な形状である。

9.6.10. タカサゴ科は下辺が拡がり、前方で低く、次第に後方で高くなっている。次の3種は同属でよく似ているが、162. タカサゴは上面形がペン先状で、これを標準にすれば、163. クマササハナムロは側面も上面もより細長い。164. ヌメウメイロは下辺の拡がり少なくペン軸状で高さは最も高い。

9.6.11. イトヨリ科, 165. ニジイトヨリは下辺中程が紡錘形に拡がり、上辺は厚くなり直線状に後上方に延びて突出している。

9.9.12. タイ科<sup>3)</sup>は、-65. クロダイ, -66. ヘダイ以外はいずれも拡がりほとんどなくほぼ平板で高さが高く、隆起線が1, 2本あるので、コウモリの翼状に見える。-63. マダイ, 166. チダイ, 171. *P. lanarius* は高さが高く、かつ高い部分が広く、前者は下辺後方の突出が少なく、中者は下辺が大きく弧を描き、後者は前端と上辺が厚く隆起する。これらより上方部が狭いものが、167. カナリーチダイ, 169. マルダイ, 170. アフリカマダイで、いずれも前方に小突起があり似ているが、前者は後縁の湾曲が深く、中者は上辺前半がより高く、後者は上辺前方がより低い。168. *C. unicolor* は後縁が深く湾曲し、上方部が最も狭く、172. セナガキダイは前端に突起があり、下辺が最も厚く隆起している。173. ナミレンコ, 174. オウメレンコ, 175. ナガレンコは同属で下辺の厚味が

少ない点が共通し、前者は下辺が後方によく突出し、中者はその突出が少なく、後者は上辺が前方から高く後方であり高くないので区別できる。

9.6.13. フェフキダイ科は下辺が拡がらず上辺前半のみが紡錘形に左右に拡がる特徴をもっている。176. キツネフェフキ, 177. アミフェフキは高さが高く、下辺が後方に突出し、似ているが、上辺の傾斜が前者で急で、後者で緩く側面形がより長い。

9.6.14. メジナ科, 178. メジナは下辺の拡がりは僅かで、全体に薄く、前端に前後に幅広い大きな突起がある。

9.6.15. ゴクラクメジナ科, 179. テンジクイサギは前種に似て、より前後に幅広く薄い大きな突起が前端にあり、下辺は左右に拡がるが中程でくびれている。

9.6.16. クロサギ科, 180. *G. filamentosus* は上辺が太く棒状で、それから薄い部分が下方、後方へと板状に拡がり、一見して特異な形をしている。

9.6.17. ニベ科は前方にむいた突起があり、下辺が多少拡がるが、垂直部中程にある隆起線が発達し、—68. イシモチではそれほどでないが、181. ニベではひさし状に左右にでており、下辺は拡がり前方のみである。

9.6.18. イシダイ科, (—69.)

9.6.19. ヒメジ科は前端から高さがやや高く、下辺は次第に後方で左右に拡がると共に、上辺も後方が紡錘形に左右に拡がる特徴がある。182. ミナミヒメジは上辺前方が高く、やや隆起し、上辺の拡がりは最も少ない。183. アカヒメジは全体により細く、上辺の拡がりは最も長い。184. オオスジヒメジは上、下辺とも拡がり最も大きく、その上辺は花びら状である。185. オジサンは上下辺の拡がり後方に偏り、上面から見ると前半は全く細い。(—70. は不正確)

9.6.20. タカノハダイ科, (—71.)

9.6.21. キス科, 186. シロキスは前端に細長い突起があり、前端が左右に幅広く、そのまま後方に拡がりが発達し、上面形が長方形に近い。

9.6.22. アマダイ科, (—73.)

9.6.23. ハタハタ科, (—74.)

9.7. ツバメコノシロ垂目, 9.7.1. ツバメコノシロ科は下辺が紡錘形に拡がり、上辺が厚く、著しく高く後方にのび、高さは長さより明らかに大きい。—75. ツバメコノシロ, 187. *P. sexfilis* では、全体に厚味が、前者は薄く、後者で厚く前端も著しく発達して二又に開いている。

9.8. ワニギス垂目, 9.8.1. トラギス科, 188. クラカケトラギスは前端、下辺全体が厚く、又、前上方が左右に少し拡がり、上辺は凹凸が著しい。

9.9. ギンボ垂目, 9.9.1. イソギンボ科, 189. カエルウオは前端部のみが著しく発達し、左右に菱形になり、その後部が上方に立上っており、本来の後方部分は全く無い。

9.9.2. ニシキギンボ科, (—76.)

9.10. アシロ垂目, 9.10.1. イタチウオ科, (—77.)

9.11. ウミタナゴ垂目, 9.11.1. ウミタナゴ科, (—78.)

9.12. スズメダイ垂目, 9.12.1. カラスズメ科は前上方に突起があり、下辺が拡がる。テラピア属の3種は上辺が太く直線状で、よく似ているが、190. *T. sparmani* は後縁が側面、上面形とも截形である。191. *T. mossambica*, 192. *T. nilotica* では上辺後端が鋭角にとがり、上面形が矢羽根形であるが、高さが後者でやや低く、後方に比較的のびているので、側面形がより細長い。193. *C. severam* は上半部は前記によく似るが、下辺の拡がり下方にたれさがった形に発達し、全体の高さを著しく高くしている。194. エンゼルフィッシュは垂直部が極めて薄く、下辺の拡がり後方で広く、上面形はペン先状である。

9.12.2. スズメダイ科は下辺がやや拡がり、上辺が厚く、その一部が左右に隆起し、高さが高いのが特徴である。195. カクレクマノミは下辺の拡がり少なく、後端の突出も僅かで、上辺の拡がりはくさび形に見える。

—79. デバスズメと次の3種は同属であるが、前種を除きいずれも下辺が拡がり紡錘形で上面図はよく似ている。196. シリスズメダイは最も高さが高く、上方隆起が前面からみるとやじり形で、

197. アマミスズメは高さが比較的 lowく、上方の隆起は長六角形であり、198. スズメダイは前面形が前者に似るが、上辺が前端中程で低く前者がやや長く見える。199. フタスジリュウキュウスズメは高さが高く頂点が前方に寄り、上方の隆起部は十字形である。200. オヤビッチャは下辺の拡がりやや少なく、高さもやや低く、上辺の隆起も僅かで、全体に細い。201. クラカオスズメダイは上方の隆起が菱形で、上記シリスズメダイに似ているが、上辺が凹凸して頂点がより広い。

9. 13. ベラ亜目は下辺の拡がり少く、上辺が厚い隆起線になっている。

9. 13. 1. ベラ科、-80. ササノハベラはほぼ平板であるが、202. オハグロベラは下辺後方が菱形に拡がり、上辺は特に太く、前方は突起になるところが下方で前端部と密着してしまっている。203. キュウセンは下辺が僅かに拡がり後方にのび突出する。前方に突起があり前後に広く発達している。

9. 13. 2. ブダイ科、204. ツキワブダイは拡がりなく、前方に曲った突起があり、下辺は著しく後方に突出し、上辺後端も突出し、全体に細長い。

9. 14. チョウチョウウオ亜目、9. 4. 1. チョウチョウウオ科はほぼ平板で中央部が上方に狭く高くなっている。205. フェヤツコダイは下辺が僅かに拡がり、垂直部中央に隆起線があり、前端は上辺と直角になり薄く突出している。206. ウミヅキチョウチョウウオは下方はやや厚味があるが、中央部が薄く高く著しく上方にのびている。

9. 14. 2. カゴカキダイ科、207. カゴカキダイは下辺が左右にかなりよく拡がり、その後縁は湾曲して切込んでおり、上辺は前端から高く後方はさらに高い。

9. 14. 3. ニザダイ科は下辺が多少拡がり、垂直部は前半のみが薄く上方に著しく高くのびている。208. シマハギは上面形がほぼ紡錘形で、側面形はL字状である。209. クロハギは前端と下辺前方が左右に拡がり、側面形は後方がそりあがって、釣針形である。210. ニザダイは下辺の拡がり次第に後方で狭くなり、前端が薄く突出状で、下辺後端も突出している。

9. 15. アイゴ亜目、9. 15. 1. アイゴ科、(-81.)

9. 16. ハゼ亜目、9. 16. 1. ハゼ科は前端部のみに厚味があり、後方は薄板で全体に高さが高い。

211. シマハゼは前端が左右に幅広く、上から見ると小円形で、上辺は後方で厚くなっている。212. クモハゼも前端が厚く前者に近いが、下辺後端とががり、上辺後方もとがって上方をむいているので高さが最も高い。213. マハゼは前端部が斜め上方をむいて厚味があり、その上面形はペン先状であり、上辺後端は突出し、高さは比較的に低い。

10. カジカ目、10. 1. カジカ亜目、10. 1. 1. カサゴ科は下辺が多少拡がり、小円筒状の突起が前方に向って発達している。(-82. ~86.)

214. キツネメバルは下辺の拡がり前方から広く中程で狭く後方は全く細い。側面後縁は下方で切れこみ上下後端は突出する。

10. 1. 2. アイナメ科、(-87, 88.)

10. 1. 3. コチ科は高さが著しく低く、左右に拡がり、後端は二又になり、一見虫のような形状である。(松原1110頁)<sup>4)</sup> -89. マゴチは上面形で前方が細く、*I. parilis*は前端から幅広く、前部が四角形にくびれている。

10. 1. 4. カジカ科、(-90.)

10. 1. 5. ホウボウ科、211. ホウボウは前端部が異常に発達し、前面形は正方形で、後方は垂直部のみの薄片である。

10. 2. 1. セミホウボウ科、217. セミホウボウは下辺が拡がり上面形はペン先状で、前端が太く二又になり、上辺も左右に拡がって、上から見るとこれもペン先形に見える。

11. コバンザメ目、11. 0. 1. コバンザメ科では下辺、上辺とも次第に後方で左右に拡がり、その後端は上下とも二又に突出している。全体形は櫛形である。218. コバンザメは全体に比較的細く、219. オオコバンは全体により太く、前上方がこぶ状によく発達している。

12. タラ目、12. 0. 1. チゴダラ科、222. エゾイソアイナメは下辺前方が拡がり、前端部が左右に著しく発達し、前面形がX字状である。

12. 0. 2. タラ科、(-91.)

13. カレイ目、13. 1. カレイ亜目は下辺が著しく

湾曲し鉤形をしている。

13.1.1. ヒラメ科, (—92.)

12.1.2. カレイ科ではいずれも左右に多少拡がりがあり, 側面形の湾曲のしかたなどで区別ができる。(—93.~96.)

221. ムシガレイは上辺後方がのびず, “フ”の字形で, 222. サメガレイは全体に細く, 湾曲が大きい。223. ヤナギムシガレイは上辺が最もよく後にのび, 比較的前後に長い。

13.2. ウシノシタ亜目, 13.2.1. ウシノシタ科, 224. *C. puniceps* は上記のように下辺が湾曲することなく, 前半が細長く後方にのび, 後半は上下に拡がり, 全体が薄片である。

14. フグ目, 14.1. モンガラカワハギ亜目は前端が上方に著しく延長しているのて, 縦に細長い形状である。

14.1.1. モンガラカワハギ科, 225. オキハギは下辺が僅かに左右に拡がり, 前端は著しく高く, その後の上辺は大変低くなるが中程までは多少高さがある。

14.1.2. カワハギ科, (—77.)

14.2. マフグ亜目, 14.2.1. マフグ科, (—78, 99.)

15. アンコウ目, 15.1. イザリウオ亜目, 15.1.1. イザリウオ科, (—100.)

#### 4. 形状と機能との関係

尾舌骨はその前部で, 基鰓骨, 左右の底曲骨に連らなり, 後方にのびて, これに胸部に発達する筋肉がついている。従って, 前方は連結部で, やや隆起しているが高さは低く, 後方に放射状にのびているので, 後方で高く, 側面形が羽根形や三角形であるのが標準の形といえる。たとえば, 9.3.2. サバ科, 9.6.6. ハタ科, 6.6.7. フェダイ科 9.6.12. タイ科などが代表的である。一方, 1.2. サケ亜目, 3.2. コイ亜目のように下辺が左右に拡がる種類が多数あり, 体形的に頭部の幅に関係する場合もあるが, 筋肉の着く面積を広くし牽引する方向を定める機能をもつ形状といえる。

前端は左右の下方の底曲骨と2本の太い靱帯で連なるので, その着生部は前面から見て, 横の8

の字形をするものが多く, 著しい場合は左右に二又になる(115, 118, 187.)。一方, 基鰓骨と連なる部分は前端上方, 又は上辺前方であって, その部分が左右に厚くなったり突起が出たりしている。(6.0.1, 9.12.1.) 2.1.2. ハダカイワシ科では上辺前方に左右に少し拡がった部分が基鰓骨としっかり組みあったように連絡している。

上辺や中央斜めに隆起線状に厚くなっているものが多いが, この部分に筋肉が集中し腫状になって着くためである。(130, 132, 133, 9.6.6, 9.6.7, 9.6.12, 9.12, 9.13.) 157. ヒメダイ, 181. ニペでは, その隆起線が発達して左右に細くひさし状にでている。やはり筋肉の着生面を増大するためであろうが, 上辺が左右に拡がっている形状が見られ, それが前方にあるのが, 159. ヤガタイサギ, 161. フタスジタマガシラ, 9.6.13. フェフキダイ科で, これに対して, 後方で拡がるのが9.6.19. ヒメジ科である。下辺, 上辺共に後方で左右に拡がり, 後端がどちらも二又になっているものは, 118. メダカ, 11.0.1. コバンザメ科である。

尾舌骨の機能を最も表現しているのは9.1.3. カマス科と考えられ, その形状が後方で毛状に分岐しているが, これにより強大な筋肉が着く機能を発揮する形状で, 典型的な肉食性の生態を示すものといえる。尾舌骨が後方に引かれると左右の底曲骨が引きしめられ, 口腔内は急激に拡張され獲物が吸込まれる。従って, 活発, 強力な9.3.2. サバ科, 9.6.6. ハタ科では尾舌骨の形が単純で強大である。113. フナ, 114. シナイモツゴ, 186. シロキスのように下辺の拡がり著しいのは, 雑食性の生態であっても, 強く吸い込む力を出す機能を備えるために発達したものと考える。

左右異体であるにもかかわらず, 13. カレイ目で, 尾舌骨はその変形の影響をうけずほとんど左右対象である。13.1. カレイ亜目で, 鉤形になっているのは体形が著しく側扁し, 頭部の高さが増したために, 尾舌骨が下方に湾曲して高さを補なっていると見られる。

鰓蓋の発達が悪く, あるいは退化している種類では尾舌骨の長さが短かく, 後方から退化消失している。鰓孔の小さい, 9.14.3. ニザダイ科, 14.

1. モンガラカワハギ亜目では、尾舌骨の後方が小さく、前方が著しく高く発達し、縦長である。  
 117. マアナゴでは前端部が著しく発達してこぶ状になり、後方部分が細長くついているが、後に引く機能は低下し、退化の途上にあると思われる。  
 116. ウナギ, 189. カエルウオでは後方が全く失われて、前端部だけが残り著しく発達している。

14.2. マフグ亜目, 14.2.1. マフグ科と, 15. アンコウ目, 15.1.1. イザリウオ科で、尾舌骨が見られなかったのは、その生態から尾舌骨本来の機能を果す必要が無くなり、全く退化消失したものと思われる。この点についてはさらに観察を充分に行なう考えである。

## 5. 結 語

尾舌骨の形状が極めて多種多様であるので、ほとんどの科、あるいは属の特徴が明らかであり、又、各々の種についても大部分は明確な差異があり、近縁種の多いものや同属の種類では類似しているのは当然であるが、いずれの場合でも直接形状を比較すれば区別することはかなり容易である。従って、単に尾舌骨の観察のみにより、その種を査定することが可能であるので、さらに多くの広汎な魚種について観察を進めてゆき、尾舌骨による種属の検索表を作りあげたいと考えている。

本篇を発表するにあたり、東海区水産研究所技官阿部宗明博士より種々御教示を賜わり、御懇切な校閲をして戴いたことを深く感謝する。又、貴重な研究材料を提供して戴いた東京大農学部助手安田富士郎博士、同総合研究資料館助手井田齊博士、同理学部研究生富永義昭博士、ならびに当海洋研究所の多くの方々から謝意を表する。

## 文 献

- 1) 草下孝也 (1969): 魚類の顔面骨 (Urohyal) の研究—I. 100 魚種の尾舌骨の形状について, うみ (日仏海洋学会誌), 7 (2). 126—143.
- 2) TOMINAGA, Yoshiaki (1968): Internal morphology, mutual relationships and systematic position of the fishes belonging to the Family *Pempheridae*. Jap. Jour. Ichthyology, 15(2) 43—95.,
- 3) YASUDA, F., N. ODA, S. WATANABE and K. MIZUGUCHI (1969): A list of some sparid fishes in the catches of oversea trawlers, with the proposal of new Japanese names. Jap. Jour. Ichthyology, 16(2), 78—82.
- 4) 松原喜代松 (1963): 魚類の形態と検索, 石崎書店。



Table. Classification of observed 220 species with respective Japanese name.

Species No. 101~225. were done the observation newly and their remarks are date and place obtained, total-, head- and urohyal-lengths in mm and habit etc. Species No. -1.~100. were shown in the previous report and No. -12, 21, 37, 67 and 72. were not observed sufficiently, and then the revised observation were done.

- 
- 1. *Clupeida* Nishin-moku
    - 1.1. *Clupeina* Nishin-amoku
      - 1.1.1. *Drosomatidae* Konoshiro-ka
  - 101. *Konosirus punctatus* (Temminck & Schlegel), Konoshiro, Oct. 1969, Kanagawa, 264, 55, 29.0, Coastal and pelagic
    - 1.1.2. *Steolephoridae* Urumeiwashi-ka
  - 1. *Etrumeus micropus* (Tem. & Sch.), Urumeiwashi
    - 1.1.3. *Clupeidae* Nishin-ka
  - 2. *Sardinops melanosticta* (Tem. & Sch.), Maiwashi
  - 3. *Clupea pallasii* (Cuvier & Valenciennes), Nishin
  - 4. *Harengula zunasi* Bleeker, Sappa
    - 1.1.4. *Engraulidae* Katakuchiiwashi-ka
  - 5. *Engraulis japonica* (Houttuyn), Katakuchiiwashi
    - 1.1.5. *Chirocentridae* Okiiwashi-ka
  - 102. *Chirocentrus dorab* (Forskål), Saitō, Nov. 1969, Bougainville Isl., 460, 76, 28.2, Coastal and pelagic
    - 1.2. *Salmonina* Sake-amoku
      - 1.2.1. *Salmonidae* Sake-ka
  - 6. *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum), Masunosuke
  - 7. *O. keta* (Walbaum), Sake
  - 8. *O. nerka* (Walbaum), Benimasu
  - 9. *O. masou* (Brevoort), Masu
  - 10. *Salmo gairdnerii* (Gibbones), Nijimasu
    - 1.2.2. *Plecoglossidae* Ayu-ka
  - 11. *Plecoglossus altivelis* Tem. & Sch., Ayu
    - 1.2.3. *Osmeridae* Wakasagi-ka
  - 103. (-12.) *Hypomesus olidus* (Pallas), Wakasagi, Jan. 1970, Yamanashi, 83, 17, 4.7, Fresh water
  - 104. *Spirinchus lanceolatus* (Hikita), Shishamo, Dec. 1969, Hokkaidō, 155, 30, 7.2, Coastal and ascending river
  - 105. *Mallotus catervarius* (Pennant), Karafutoshishamo, Aug. 1969, Hokkaidō, 172, 32, 8.8, Coastal
    - 1.3. *Stomiatina* Wanitokageeso-amoku
      - 1.3.1. *Gonostomidae* Yokoeso-ka
  - 106. *Gonostoma gracile* (Günther), Yokoeso, Jan. 1970, Sagami Bay (Kanagawa), 107, 18.5, 6.4, Middle layer
    - 2. *Myctophida* Hadakaiwashi-moku
      - 2.1. *Myctophina* Hadakaiwashi-amoku
        - 2.1.1. *Shinodontidae* Eso-ka
  - 107. *Saurida tumbil* (Bloch), Wanieso, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 210, 48, 15.3, Coastal
    - 2.1.2. *Myctophidae* Hadakaiwashi-ka
  - 108. *Myctophum spinosum* (Steindachner), Ibarahadaka, June 1966, Sagami Bay, 93, 21, 8.2, Middle layer
  - 109. *M. asperum* Richardson, Arahadaka, June 1966, Sagami Bay, 89, 20.5, 9.8, Middle layer
  - 110. *Lampanyctus nanochir* (Gilbert), Sekkihadaka, Jan. 1970, Sagami Bay, 107, 20.5, 10.2, Middle layer
    - 2.2. *Alepisaurina* Mizuuo-amoku
      - 2.2.1. *Alepisauridae* Mizuuo-ka
  - 111. *Alepisaurus borealis* (Gill), Mizuuo, Apr. 1967, Izuōshima Tokyo, 850, 137, 33.0, Pelagic
    - 3. *Cyprinida* Koi-moku
      - 3.1. *Characina* Karashin-amoku

- 3.1.1. *Characidae* Karashin-ka
112. *Metynnis schreitmulleri* Ahl, Mechinesu, Mar. 1669, Tokyo cultured, 135, 25, 8.2, Tropical fresh water
- 3.2. *Cyprinina* Koi-amoku
- 3.2.1. *Cyprinidae* Koi-ka
- 13. *Hypophthalmichthys moritrix* (Cuv. & Val.), Hakuren
- 14. *Ctenopharyngodon idellus* (Cuv. & Val.), Sōgyo
- 15. *Tribolodon hakonensis* (Günther), Ugui
- 16. *Cyprinus carpio* Linné, Koi
- 17. *Carassius auratus* Linné, Kingyo
- 18. *Zacco platypus* (Tem. & Sch.), Oikawa
- 19. *Pseudorasbora parva* (Tem. & Sch.), Motsugo
113. *Carassius carassius* Linné, Funa, July 1969, Saitama, 82, 21, 7.7, Fresh water
114. *Pseudorasbora pumila* Miyadi, Shinaimotsugo, Aug. 1969, Saitama, 45, 8.4, 3.7, Fresh water
- 3.2.2. *Cobitidae* Dojyō-ka
115. *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor), Dojyō, Oct. 1968, Saitama, 114, 15.5, 2.2, Fresh water
- 3.3. *Silurina* Namazu-amoku
- 3.3.1. *Plotosidae* Gonzui-ka
- 20. *Plotosus anguillaris* Lacépède, Gonzui,
4. *Anguillida* Unagi-moku
- 4.0.1. *Anguillidae* Unagi-ka
116. (-21.) *Anguilla japonica* Tem. & Sch., Unagi, Dec. 1969, Aichi, 510, 60, 4.3, Anadromous
- 4.0.2. *Congridae* Anago-ka
117. *Astroconger myriaster* (Brevoort), Maanago, Aug. 1967, Kanagawa, 350, 44, 12.5, Coastal bottom
5. *Belonida* Datsu-moku
- 5.1. *Belonina* Datsu-amoku
- 5.1.1. *Belonidae* Datsu-ka
- 22. *Ablennes anastomella* (Cuv. & Val.), Datsu
- 5.1.2. *Scombresocidae* Sanma-ka
- 23. *Cololabis saira* (Brevoort), Sanma
- 5.2. *Exoctina* Tobiuo-amoku
- 5.2.1. *Hemirhamphidae* Sayori-ka
- 24. *Hemiramphus sajori* (Tem. & Sch.), Sayori
- 25. *Eulopterhamphus viridis* (van Hasselt), Tōzayori
- 5.2.2. *Exocoetidae* Tobiuo-ka
- 26. *Prognichthys agoo* (Tem. & Sch.), Tobiuo
- 27. *Cypselurus poecilopterus* (Cuv. & Val.), Ayatobiuo
6. *Cyprinodontida* Medaka-moku
- 6.0.1. *Cyprinodontidae* Medaka-ka
118. *Oryzias latipes* (Tem. & Sch.), Medaka, Aug. 1969, Saitama, 25.7, 6.4, 2.1, Fresh water
- 6.0.2. *Poeciliidae* Top minnow-ka
119. *Lebistes reticulatus* (Peters), Guppy, Oct. 1969, Tokyo cultured, 46.0, 8.0, 3.4, Female, Tropical fresh water
- 28. *Gambusia affinis* (Baird & Girard), Top minnow
7. *Syngnathida* Yōjiuo-moku
- 7.0.1. *Fistulariidae* Yagara-ka
- 29. *Fistularia villosa* Klunzinger, Aoyagara
120. *F. petimba* (Lacépède), Akayagara, Nov. 1969, Bismark Arch., 726, 257, 46.0, Coastal
8. *Berycida* Kinmedai-moku
- 8.0.1. *Berycidae* Kinmedai-ka
- 30. *Beryx splendens* Lowe, Kinmedai

- 8.0.2. *Holocentridae* Gusokudai-ka
121. *Ostichthys microphthalmus* (Bleeker), Dec. 1969, Bismark Arch., 134, 34, 11.7, Coastal
122. *Holocentrus lacteoguttatus* Cuvier, Hoshiebisu, Dec. 1969, Bismark Arch., 120, 37, 11.1, Coastal
123. *H. microstomus* Günther, Himeebisu, Nov. 1969, Bismark Arch., 130, 39, 10.6, Coastal
9. *Percida* Suzuki-moku
- 9.1. *Mugilina* Bora-amoku
- 9.1.1. *Atherinidae* Tōgorōiwashi-ka
- 31. *Atherina bleekeri* Günther, Tōgorōiwashi
- 9.1.2. *Mugilidae* Bora-ka
- 32. *Mugil cephalus* Linné, Bora
- 9.1.3. *Sphyraenidae* Kamasu-ka
- 33. *Sphyraena japonica* Cuvier, Yamatokamasu
124. *S. schlegeli* Steindachner, Akakamasu, Jan. 1970, Kanagawa, 265, 72, 37.8, Coastal
125. *S. genie* Klunzinger, Nov. 1969, Bismark Arch., 650, 174, 91.5, Coastal and pelagic
- 9.2. *Anabantina* Kinoboriuo-amoku
- 9.2.1. *Anabantidae* Kinoboriuo-ka
126. *Helostoma temmincki* (Cuv. & Val.), Kissing gourami, Feb. 1968, Tokyo cultured, 125, 31, 14.0, Tropical fresh water
127. *Trichogaster leeri* (Bleeker), Pearl gourami, Mar. 1969, Tokyo cultured, 110, 25, 7.0, Tropical fresh water
- 9.2.2. *Channidae* Raigyo-ka
- 34. *Channa tadiana* (Jordan & Evermann), Raigyo
- 9.3. *Scombrina* Saba-amoku
- 9.3.1. *Coryphaenidae* Shiira-ka
- 35. *Coryphaena hippurus* Linné, Shiira
- 9.3.2. *Scombridae* Saba-ka
- 36. *Pneumatophorus japonicus* (Houttuyn), Masaba
- 38. *Thunnus thynnus orientalis* (Tem. & Sch.), Kuromaguro
- 39. *Katsuwonus pelamis* (Linné), Katsuo
- 40. *Euthynnus affinis yaito* Kishinouye, Suma
- 41. *Auxis tapeinosoma* Bleeker, Marusōda
- 42. *A. thazard* (Lacépède), Hirasōda
128. *Parathunnus sibi* (Tem. & Sch.), Mebachi, Aug. 1969, Southwest Pacific Ocean, 1,200, 350, 140, Pelagic
129. *Neothunnus albacora* (Lowe), Kiwada, Nov. 1969, Southwest Pacific Ocean, 520, 130, 50, Pelagic
130. *Gymnosarda unicolor* (Rüppell), Isomaguro, Dec. 1969, Southwest Pacific Ocean, 860, 180, 74, Pelagic
131. *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier), Gurukuma, Nov. 1969, Bougainville Isl., 240, 65, 36.0, Coastal and pelagic
132. (-37.) *Scomberomorus niphonius* (Cuvier), Sawara, July 1969, Izuōshima Tokyo, 650, 113, 48, Pelagic
133. *Acanthocybium solandri* (Cuvier), Kamasusawara, Dec. 1969, Southwest Pacific Ocean, 820, 280, 118, Pelagic
- 9.3.3. *Trichiuridae* Tachiuo-ka
- 43. *Trichiurus lepturus* Linné, Tachiuo
- 9.3.4. *Histiophoridae* Makajiki-ka
- 44. *Makaira mitsukurii* (Jordan & Snyder), Makajiki
- 45. *M. mazara* (Jordan & Snyder), Kurokajiki
- 9.4. *Carangina* Aji-amoku
- 9.4.1. *Carangidae* Aji-ka
- 46. *Trachurus japonicus* (Tem. & Sch.), Maaji
- 47. *Decapterus lajang* Bleeker, Muroaji
- 48. *Alectis ciliaris* (Bloch), Itohikiaji

- 49. *Seriola quinqueradiata* Tem. & Sch., Buri  
 -50. *S. purpurascens* Tem. & Sch., Kanpachi  
 134. *Decapterus pinnulatus* (Eydux & Souleyet), Nov. 1969, Bismark Arch., 223, 52, 23.8, Coastal  
 135. *Alepis mate* (Cuvier), Nov. 1969, Bougainville Isl., 250, 58, 19.5, Coastal  
 136. *Carangoides diversa* (Whitley), Nov. 1969, Bougainville Isl., 214, 48, 18.0, Coastal  
 137. *C. malabaricus* Bloch & Schneider, Nov. 1969, Bougainville Isl., 227, 60, 21.0, Coastal  
 138. *Caranx sexfasciatus* Quoy & Gaimard, Nagabae, Nov. 1969, Bougainville Isl., 260, 67, 24.0, Coastal  
 139. *Gnathanodon speciosus* (Forskål), Dec. 1969, Bismark Arch., 115, 29, 9.5, Coastal  
     9.4.2. *Leiognathidae* Hiiragi-ka  
 140. *Gazza minuta* (Bloch), Kobanhiiragi, Nov. 1969, Bismark Arch., 120, 30, 12.7, Coastal  
 141. *Egaulites novaehollandiae* (Steindachner), Nov. 1969, Bismark Arch., 105, 24, 8.2, Coastal  
     9.5. *Stromateina* Ibodai-amoku  
     9.5.1. *Stromateidae* Ibodai-ka  
 -51. *Psenopsis anomala* (Tem. & Sch.), Ibodai (incorrect observation)  
 -52. *Mupus japonicus* (Döderlein), Medai  
 -53. *Pampus argenteus* Euphrasen, Managatsuo  
     9.5.2. *Labracoglossidae* Takabe-ka  
 -54. *Labracoglossa argenti-ventris* Peters, Takabe  
     9.6. *Percina* Suzuki-amoku  
     9.6.1. *Pempheridae* Hatanpo-ka  
 142. *Pempheris japonica* Döderlein, Hatanpo, Sep. 1959, Miyazaki, 148, 48, 15.0, Coastal  
 143. *P. xanthoptera* Tominaga, Jan. 1961, Misaki Kanagawa, 60, 15, 5.4, Coastal  
 144. *Parapriacanthus ransonneti* Steindachner, Nagasakikinmemodoki, Jan. 1961, Misaki Kanagawa, 50, 14, 4.5, Coastal  
     9.6.2. *Apogonidae* Tenjikudai-ka  
 -55. *Apogon semilineatus* Tem. & Sch., Nenbutsudai  
     9.6.3. *Scombropidae* Mutsu-ka  
 -56. *Scombrops boops* (Houttuyn), Mutsu  
     9.6.4. *Duleidae* Yugoi-ka  
 145. *Kuhlia taeniura* (Cuvier), Ginyugoi, Oct. 1969, Chiba, 125, 31, 11.3, Seashore  
     9.6.5. *Priacanthidae* Kintokidai-ka  
 -57. *Priacanthus macracanthus* Cuvier, Kintokidai  
     9.6.6. *Serranidae* Hata-ka  
 -58. *Epinephelus septemfasciatus* (Thunberg), Mahata  
 -59. *Lateolabrax japonicus* (Cuv. & Val.), Suzuki  
 146. *Coreoperca kawamebari* (Tem. & Sch.), Oyanirami, Feb. 1968, Western Japan, 86, 27, 8.5, Fresh water  
 147. *Epinephelus megachir* (Richardson), Moyōhata, Nov. 1969, Southern Japan, 357, 92, 28.5, Coastal  
 148. *E. diacanthus* (Cuv. & Val.), Aohatamadoki, Nov. 1969, Bougainville Isl., 192, 59, 22.5, Coastal  
 149. *E. damelii* (Günther), Dec. 1969, Bismark Arch., 275, 97, 35.5, Coastal  
     9.6.7. *Lutjanidae* Fuedai-ka  
 150. *Lutjanus monostigma* (Cuv. & Val.), Ittenfuedai, Nov. 1969, Bismark Arch., 364, 114, 35.5, Coastal  
 151. *L. gibbus* (Forskål), Himefuedai, Dec. 1969, Bismark Arch., 300, 90, 34.0, Coastal  
 152. *L. malabaricus* (Bloch & Schneider), Kurakaketarumi, Nov. 1969, Bougainville Isl., 380, 116, 38.2, Coastal  
 153. *L. kasmira* (Forskål), Yosujifuedai, Nov. 1969, Bismark Arch., 182, 59, 19.0, Coastal  
 154. *L. rufolineatus* (Valenciennes), Nov. 1969, Bismark Arch., 210, 67, 22.0, Coastal  
 155. *Paracaesio caeruleus* (Katayama), Aodai, June 1966, Kagoshima, 335, 83, 30.2, Coastal  
 156. *Pristipomoides amoenus* (Snyder), Hanafuedai, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 205, 62, 21.8, Coastal  
 157. *P. sieboldi* (Bleeker), Himedai, July 1969, Southern Japan, 440, 96, 37.5, Coastal  
     9.6.7'. *Aphareidae* Ishifuedai-ka  
 158. *Aphareus rutilans* Valenciennes, Ōguchiishichibiki, Dec. 1969, Bismark Arch., 420, 100, 54.2, Coastal

9.6.8. *Theraponidae* Shimaisagi-ka

- 60. *Therapon oxyrhynchus* Tem. & Sch., Shimaisagi  
159. *T. jarbua* (Forskål), Yagataisagi, Nov. 1969, Bismark Arch., 200, 50, 15.5, Coastal

9.6.9. *Haemulidae* Isaki-ka

- 61. *Parapristipoma trilineatum* (Thunberg), Isaki  
-62. *Plectorhynchus cinctus* (Tem. & Sch.), Koshōdai  
160. *Plectorhynchus sordidus* Klunz, Apr. 1967, Off northwest Africa, 385, 93, 27.4, Coastal  
161. *Scolopsis bilineatus* (Bloch), Futasujitmagashira, Amamiōshima Kagoshima, 204, 50, 10.2, Coastal

9.6.10. *Caesionidae* Takasago-ka

162. *Caesio chrysozona* Kuhl & van Hasselt, Takasago, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 297, 60, 22.0, Coastal  
163. *C. tile* Cuv. & Val., Kumasasahanamuro, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 197, 42, 18.8, Coastal  
164. *C. cuning* (Bloch), Yumeumeiro, Dec. 1969, Bismark Arch., 226, 47, 19.0, Coastal

9.6.11. *Nemipteridae* Itoyori-ka

165. *Nemipterus hexodon* (Quoy & Gaimard), Nijiitoyori, Nov. 1969, Bougainville Isl., 226, 57, 15.0, Coastal

9.6.12. *Sparidae* Tai-ka

- 63. *Chrysophrys major* Tem. & Sch., Madai  
-64. *Taius tumifrons* (Tem. & Sch.), Kidai  
-65. *Mylio macrocephalus* (Basilewsky), Kurodai  
-66. *Rhabdosargus sarba* (Forskål), Hedai  
166. *Ewynnis japonica* Tanaka, Chidai, Nov. 1969, Chiba, 210, 55, 17.2, Coastal  
167. *E. ehrenbergi* (Valenciennes), Kanariichidai, May 1967, Off northwest Africa, 245, 57, 18.5, Coastal  
168. *Chrysophrys unicolor* Quoy, Feb. 1969, Off northwest New Zealand, 600, 150, 43.8, Coastal  
169. *Argyrops auriga* (Valenciennes), Marudai, Apr. 1967, Off northwest Africa, 340, 94, 25.5, Coastal  
170. *Pagrus africanus* Akazaki, Afurikamadai, Apr. 1967, Off northwest Africa, 255, 64, 22.0, Coastal  
171. *P. laniarius* Cuvier, Dec. 1966, Off Southern Africa, 310, 90, 24.0, Coastal  
172. *Cheimereus filus* (Valenciennes), Senagakidai, Feb. 1967, Off northwest Africa, 270, 66, 20.5, Coastal  
173. *Dentex maroccanus* Valenciennes, Namirenko, Apr. 1967, Off northwest Africa, 270, 82, 31.0, Coastal  
174. *D. macrophthalmus* (Bloch), Omerenko, Apr. 1967, Off northwest Africa, 215, 60, 22.5, Coastal  
175. *D. argyrozona* Valenciennes, Nagarenko, Nov. 1966, Off northwest Africa, 340, 95, 34.5, Coastal

9.6.13. *Lethrinidae* Fuefukidai-ka

176. *Lethrinus miniatus* (Schneider), Kitsunefuefuki, Dec. 1969, Bismark Arch., 164, 48, 14.3, Coastal  
177. *L. reticulatus* Cuv. & Val., Amifuefuki, Nov. 1969, Bismark Arch., 194, 58, 16.3, Coastal

9.6.14. *Girellidae* Mejina-ka

178. (-67.) *Girella punctata* Gray, Mejina, Jan. 1970, Chiba, 65, 16, 6.5, Coastal

9.6.15. *Kyphosidae* Gokurakumejina-ka

179. *Kyphosus cinerascens* (Forskål), Tenjikuisagi, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 227, 49, 16.5, Coastal

9.6.16. *Gerridae* Kurosagi-ka

180. *Gerres filamentosus* Bleeker, Nov. 1969, Bougainville Isl., 213, 52, 16.8, Coastal

9.6.17. *Sciaenidae* Nibe-ka

- 68. *Argyrosomus argentatus* (Houttuyn), Ishimochi  
181. *Nibea mitsukurii* (Jordan & Snyder), Nibe, Jan. 1970, Kanagawa, 225, 52, 15.0, Coastal

9.6.18. *Oplegnathidae* Ishidai-ka

- 69. *Oplegnathus fasciatus* (Tem. & Sch.), Ishidai

9.6.19. *Mullidae* Himeji-ka

- 70. *Upeneus bensasi* (Tem. & Sch.), Himeji (incorrect observation)  
182. *U. vittatus* (Forskål), Minamihimeji, Nov. 1969, Bougainville Isl., 220, 52, 23.4, Coastal  
183. *Mulloidichthys auriflamma* (Forskål), Akahimeji, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 231, 53,

## 25.5, Coastal

184. *Pseudupeneus barberinus* (Lacépède), Ōsujihimeji, Nov. 1969, Bismark Arch., 290, 77, 30.4, Coastal  
 185. *P. trifasciatus* (Lacépède), Ojisan, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 168, 45, 19.2, Coastal  
     9.6.20. *Aplodactylidae* Takanohadai-ka  
 -71. *Goniistius zonatus* (Cuv. & Val.), Takanohadai  
     9.6.21. *Sillaginidae* Kisu-ka  
 186. (-72.) *Sillago japonica* Tem. & Sch., Shirokisu, Aug. 1969, Kanagawa, 157, 23, 9.8, Coastal  
     9.6.22. *Branchiostegidae* Amadai-ka  
 -73. *Branchiostegus argentatus* (Cuv. & Val.), Shiroamadai  
     9.6.23. *Trichodontidae* Hatahata-ka  
 -74. *Aretoscopus japonicus* (Steindachner), Hatahata  
     9.7. *Polynemina* Tsubamekonoshiro-amoku  
     9.7.1. *Polynemidae* Tsubamekonoshiro-ka  
 -75. *Polydactylus plebeius* (Broussonet), Tsubamekonoshiro  
 187. *P. sexfilis* (Valenciennes), Nov. 1969, Bismark Arch., 184, 45, 6.2, Coastal  
     9.8. *Trachinina* Wanigisu-amoku  
     9.8.1. *Parapercidae* Toragisu-ka  
 188. *Parapercis sexfasciata* (Tem. & Sch.), Kurakaketoragisu, Jan. 1970, Kanagawa, 137, 32, 6.5, Coastal  
     9.9. *Bleniina* Ginpo-amoku  
     9.9.1. *Bleniidae* Isoginpo-ka  
 189. *Istiblennius enosimae* (Jordan & Snyder), Kaeruuu, Aug. 1969, Chiba, 115, 22, 1.2, Seashore  
     9.9.2. *Pholidae* Nishikiginpo-ka  
 -76. *Azuma emmnion* Jordan & Snyder, Fusaginpo  
     9.10. *Ophidiina* Ashiro-amoku  
     9.10.1. *Brotulidae* Itachiuo-ka  
 -77. *Hoplobrotula armata* (Tem. & Sch.), Yoroitachiuo  
     9.11. *Embiotocina* Umitanago-amoku  
     9.11.1. *Embiotocidae* Umitanago-ka  
 -78. *Ditrema temminki* Bleeker, Umitanago  
     9.12. *Pomacentrina* Suzumedai-amoku  
     9.12.1. *Cichlidae* Kawasuzume-ka  
 190. *Tilapia sparmani* A. Smith, Aug. 1967, Tokyo cultured, 90, 23, 6.2, Tropical fresh water  
 191. *T. mossambica* Peters, Apr. 1969, Tokyo cultured, 195, 56, 20.5, Female, Tropical fresh water  
 192. *T. nilotica* (Linné), Aug. 1967, Tokyo cultured, 225, 62, 23.5, Male, Tropical fresh water  
 193. *Cichlasoma severam* (Heckel), Apr. 1969, Tokyo cultured, 180, 44, 12.5, Tropical fresh water  
 194. *Pterophyllum eimekei* Ahl, Angel fish, Feb. 1967, Tokyo cultured, 117, 28, 10.5, Tropical fresh water  
     9.12.2. *Pomacentridae* Suzumedai-ka  
 -79. *Chromis caeruleus* (Cuv. & Val.), Debasuzume  
 195. *Actinicola percula* (Lacépède), Kakurekumanomi, Aug. 1966, Kagoshima, 54, 13.3, 5.3, Seashore  
 196. *Chromis analis* (Cuv. & Val.), Shirisuzumedai, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 120, 22, 9.3, Seashore  
 197. *C. isharae* (Schmidt), Amamisuzume, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 170, 35, 13.0, Seashore  
 198. *C. notatus* (Tem. & Sch.), Suzumedai, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 105, 22, 8.5, Seashore  
 199. *Tetradrachmum reticulatus* (Richardson), Futasujiryūkyūsuzume, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 80, 18, 6.4, Seashore  
 200. *Abudefduf vaigiensis* (Quoy & Gaimard), Oyabitcha, Nov. 1969, Chiba, 42, 12, 4.2, Seashore  
 201. *A. curacao* (Bloch), Kurakaosuzumedai, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 110, 25, 9.2, Seashore  
     9.13. *Labrina* Bera-amoku  
     9.13.1. *Labridae* Bera-ka  
 -80. *Pseudolabrus japonicus* (Houttuyn), Sasanohabera

202. *Duymaeria flagellifera* (Cuv. & Val.), Ohagurobera, July 1969, Shimoda Shizuoka, 260, 65, 17.2, Coastal
203. *Halichoeres poecilopterus* (Tem. & Sch.), Kyūsen, Jan. 1970, Kanagawa, 194, 47, 16.6, Male, Coastal  
9.13.2. *Scaridae* Budai-ka
204. *Callyodon lunula* Snyder, Tsukiwabudai, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 226, 60, 26.3, Male, Coastal  
9.14. *Chaetodontina* Chōchōuo-amoku  
9.14.1. *Chaetodontidae* Chōchōuo-ka
205. *Forcipiger longirostris* (Broussonet), Fueyakkodai, Sep. 1967, Southern Japan, 125, 51, 9.7, Seashore
206. *Chaetodon bennetti* Cuv. & Val., Umizukichōchōuo, Nov. 1969, Southern Japan, 37, 12.5, 2.7, Seashore  
9.14.2. *Scorpididae* Kagokakidai-ka
207. *Microcanthus strigatus* (Cuvier), Kagokakidai, Dec. 1969, Chiba, 130, 35, 10.2, Seashore  
9.14.3. *Acanthuridae* Nizadai-ka
208. *Acanthurus triostegus* (Linné), Shimahagi, Sep. 1967, Southern Japan, 48, 14, 2.0, Seashore
209. *A. xanthopterus* Cuv. & Val., Kurohagi, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 165, 33, 5.0, Seashore
210. *Prionurus microlepidotus* Lacépède, Nizadai, Oct. 1969, Chiba, 62, 17.5, 3.5, Young, Seashore  
9.15. *Siganina* Aigo-amoku  
9.15.1. *Siganidae* Aigo-ka
- 81. *Siganus fuscescens* (Houttuyn), Aigo  
9.16. *Gobiina* Haze-amoku  
9.16.1. *Gobiidae* Haze-ka
211. *Tridentiger trigonocephalus* (Gill), Shimahaze, Feb. 1970, Chiba, 80, 17, 2.8, Seashore
212. *Gobius fuscus* Rüppell, Kumohaze, July 1966, Shirahama Shizuoka, 68, 17, 3.0, Seashore
213. *Acanthogobius flavimanus* (Tem. & Sch.), Mahaze, Aug. 1969, Tokyo Bay, 153, 38, 8.8, Seashore  
10. *Cottida* Kajika-moku  
10.1. *Cottina* Kajika-amōku  
10.1.1. *Scorpaenidae* Kasago-ka
- 82. *Sebastes inermis* Cuvier, Mebaru
- 83. *S. trivittatus* Hilgendorf, Shimasoi
- 84. *Sebastes macrochir* (Günther), Kichiji
- 85. *Sebastes marmoratus* (Cuvier), Kasago
- 86. *Pterois lunulata* Tem. & Sch., Minokasago
214. *Sebastes vulpes* Steindachner & Döderlein, Kitsunemebaru, Jan. 1970, Hokkaidō, 400, 126, 36.0, Coastal bottom  
10.1.2. *Hexagrammidae* Ainame-ka
- 87. *Hexagrammos otakii* Jordan & Starks, Ainame
- 88. *Pleurogrammus azonus* Jordan & Metz, Hokke  
10.1.3. *Platycephalidae* Kochi-ka
- 89. *Platycephalus indicus* (Linné), Magochi
215. *Inegocia parilis* (McCulloch), Nov. 1969, Bougainville Isl., 220, 63, 22.5, Coastal bottom  
10.1.4. *Cottidae* Kajika-ka
- 90. *Cottus pollux* Günther, Kajika  
10.1.5. *Triglidae* Hōbō-ka
216. *Chelidonichthys kumu* (Lesson & Garnot), Hōbō, Dec. 1969, Chiba, 245, 60, 14.0, Coastal bottom  
10.2. *Dactylopterina* Semihōbō-amoku  
10.2.1. *Dactylopteridae* Semihōbō-ka
217. *Dactyloptena orientalis* (Cuv. & Val.), Semihōbō, June 1966, Amamiōshima Kagoshima, 295, 60, 10.3, Bottom  
11. *Echeneida* Kobanzame-moku  
11.0.1. *Echeneidae* Kobanzame-ka

218. *Echeneis naucrates* Linné, Kobanzame, Dec. 1969, Bismark Arch., 370, 68, 32.0, Pelagic
219. *Remilegia australis* (Bennett), Okoban, Nov. 1966, Off Miyagi, 436, 101, 52.0, Pelagic
12. *Gadida* Tara-moku
- 12.0.1. *Lotididae* Chigodara-ka
220. *Lotella maximowiczi* Herzenstein, Ezoisoainame, Jan. 1970, Kangaawa, 224, 48, 10.2, Coastal bottom
- 12.0.2. *Gadidae* Tara-ka
- 91. *Gadus morrhua macrocephalus* Tilesius, Madara
13. *Pleuronectida* Karei-moku
- 13.1. *Pleuronectina* Karei-amoku
- 13.1.1. *Bothidae* Hirame-ka
- 92. *Paralichthys olivaceus* (Tem. & Sch.), Hirame
- 13.1.2. *Pleuronectidae* Karei-ka
- 93. *Pleuronichthys cornutus* (Tem. & Sch.), Meitagarei
- 94. *Limanda yokohamae* (Günther), Makogarei
- 95. *Kareius bicoloratus* (Basilewsky), Ishigarei
- 96. *Verasper moseri* Jordan & Gilbert, Matsukawa
221. *Eopsetta grigorjewi* (Herzenstein), Mushigarei, Jan. 1970, Hokkaidō, 368, 77, 20.6, Bottom
222. *Clidoderma asperinum* (Tem. & Sch.), Samegarei, Aug. 1967, Off Miyagi, 490, 127, 28.0, Bottom
223. *Tanakius kitaharai* (Jordan & Starks), Yanagimushigarei, Dec. 1969, Kanagawa, 235, 37, 12.0, Bottom
- 13.2. *Soleina* Ushinoshita-amoku
- 13.2.1. *Cynoglossidae* Ushinoshita-ka
224. *Cynoglossus puncticeps* (Richardson), Nov. 1969, Bougainville Isl., 160, 28, 8.3, Bottom
14. *Tetraodontida* Fugu-moku
- 14.1. *Balistina* Mongarakawahagi-amoku
- 14.1.1. *Balistidae* Mongarakawahagi-ka
225. *Abalistes stellatus* (Lacépède), Okihagi, Nov. 1969, Bismark Arch., 334, 90, 20.0, Coastal
- 14.1.2. *Monacanthidae* Kawahagi-ka
- 97. *Stephanolepis cirrhifer* (Tem. & Sch.), Kawahagi
- 14.2. *Tetraodontina* Mafugu-amoku
- 14.2.1. *Tetraodontidae* Mafugu-ka
- 98. *Fugu niphobles* (Jordan & Snyder), Kusafugu
- 99. *Canthigaster rivulatus* (Tem. & Sch.), Kitamakura
15. *Lophiida* Ankō-moku
- 15.1. *Antennariina* Izariuo-amoku
- 15.1.1. *Antennariidae* Izariuo-ka
- 100. *Pterophryne histrio* (Linné), Hanaokoze



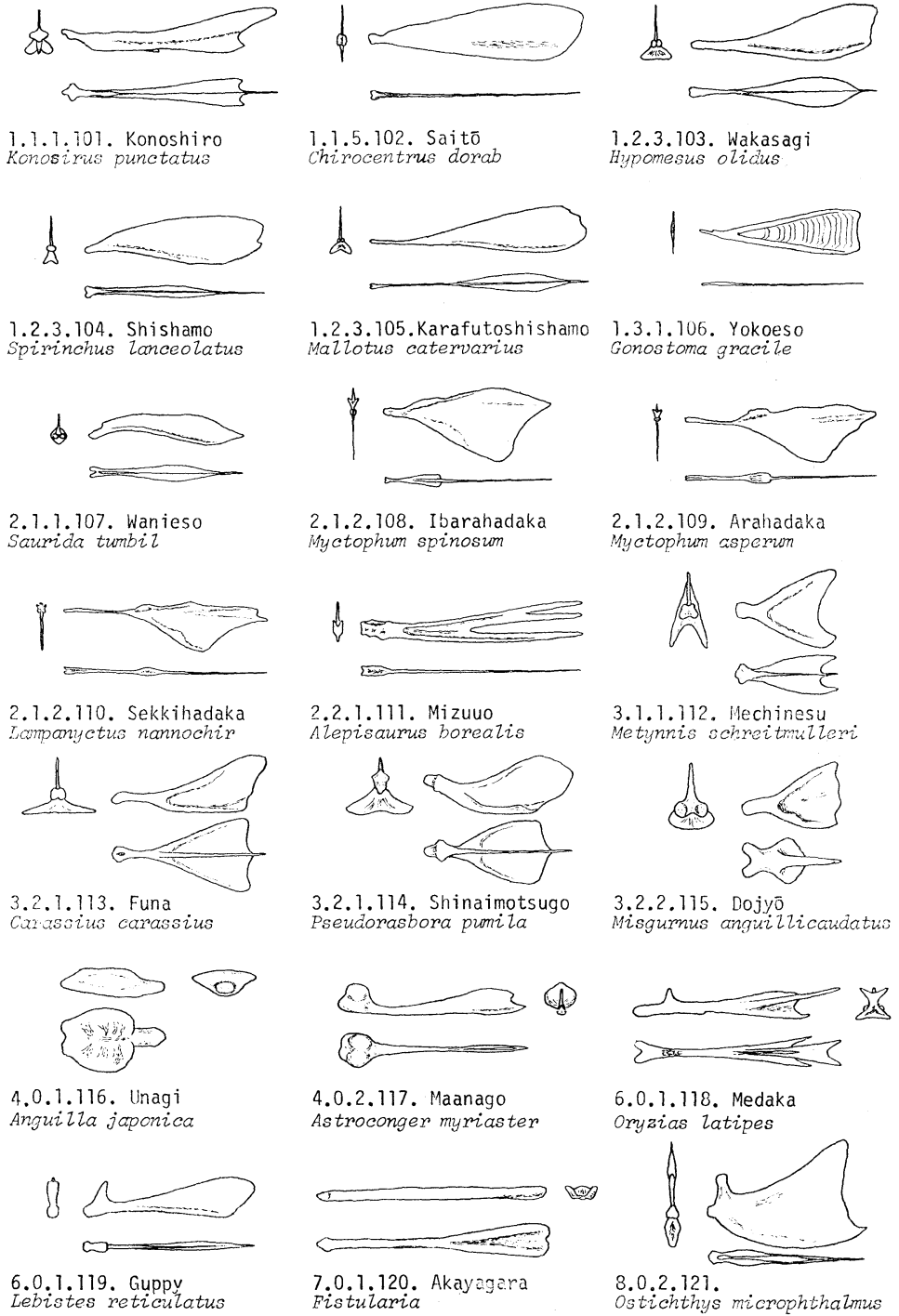


Fig. 1. 1. Clupeida Nishin-moku, 2. Myctophida Hadakaiwashimoku, 3. Cyprinida Koi-moku, 4. Anguillida Unagi-moku, 6. Cyprinodontida Medaka-moku, 7. Syngnathida Yōjiuomoku and 8. Berycida Kinmedaimoku.

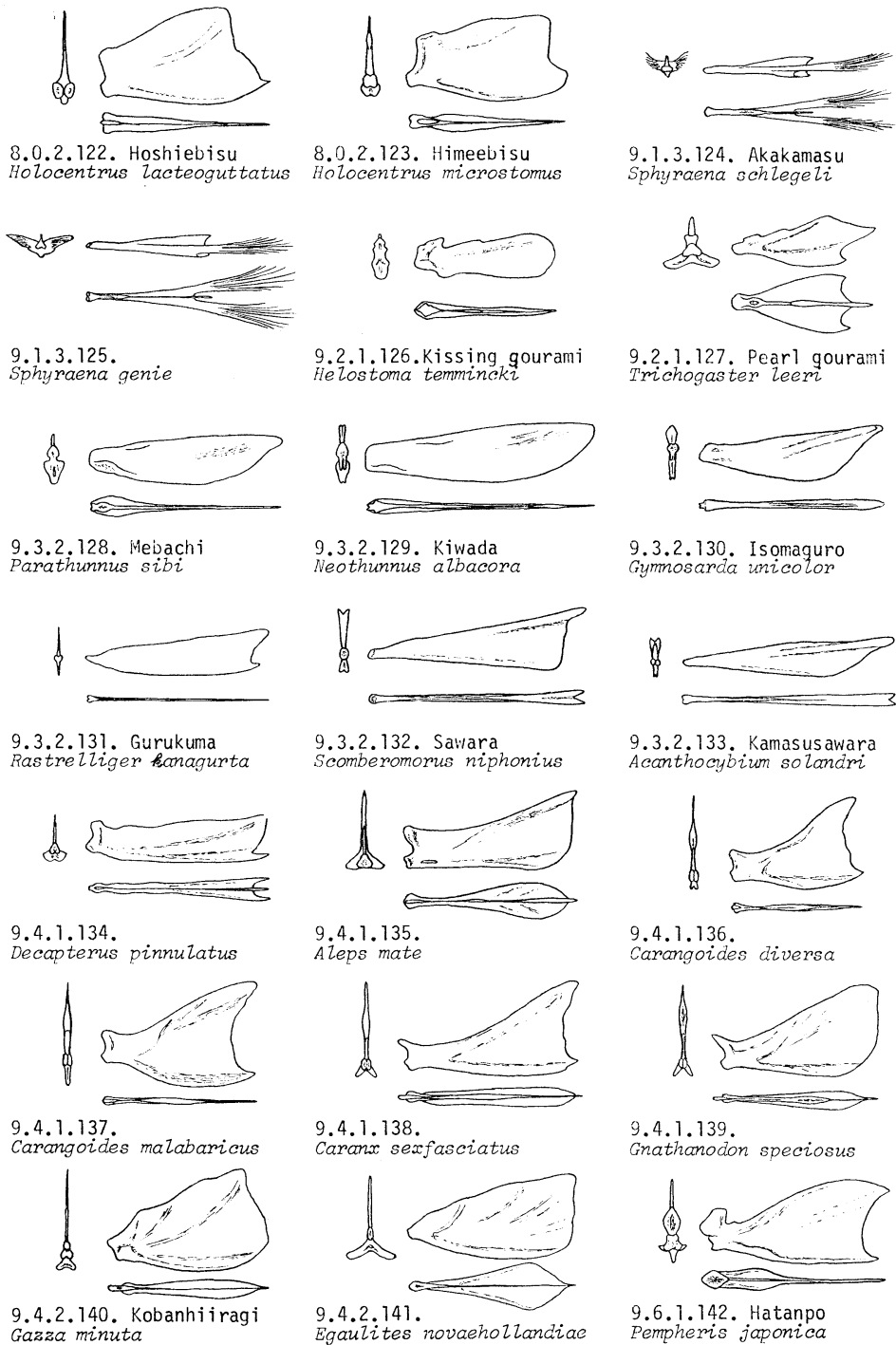


Fig. 2. 8. *Berycida* Kinmedai-moku, 9. *Percida* Suzuki-moku; 9.1.3. *Sphyraenidae* Kamasu-ka, 9.2.1. *Anabantidae* Kinoboriuo-ka, 9.3.2. *Scombridae* Saba-ka, 9.4.1. *Carangidae* Aji-ka, 9.4.2. *Leiognathidae* Hiiragi-ka and 9.6.1. *Pempheridae* Hatanpo-ka.

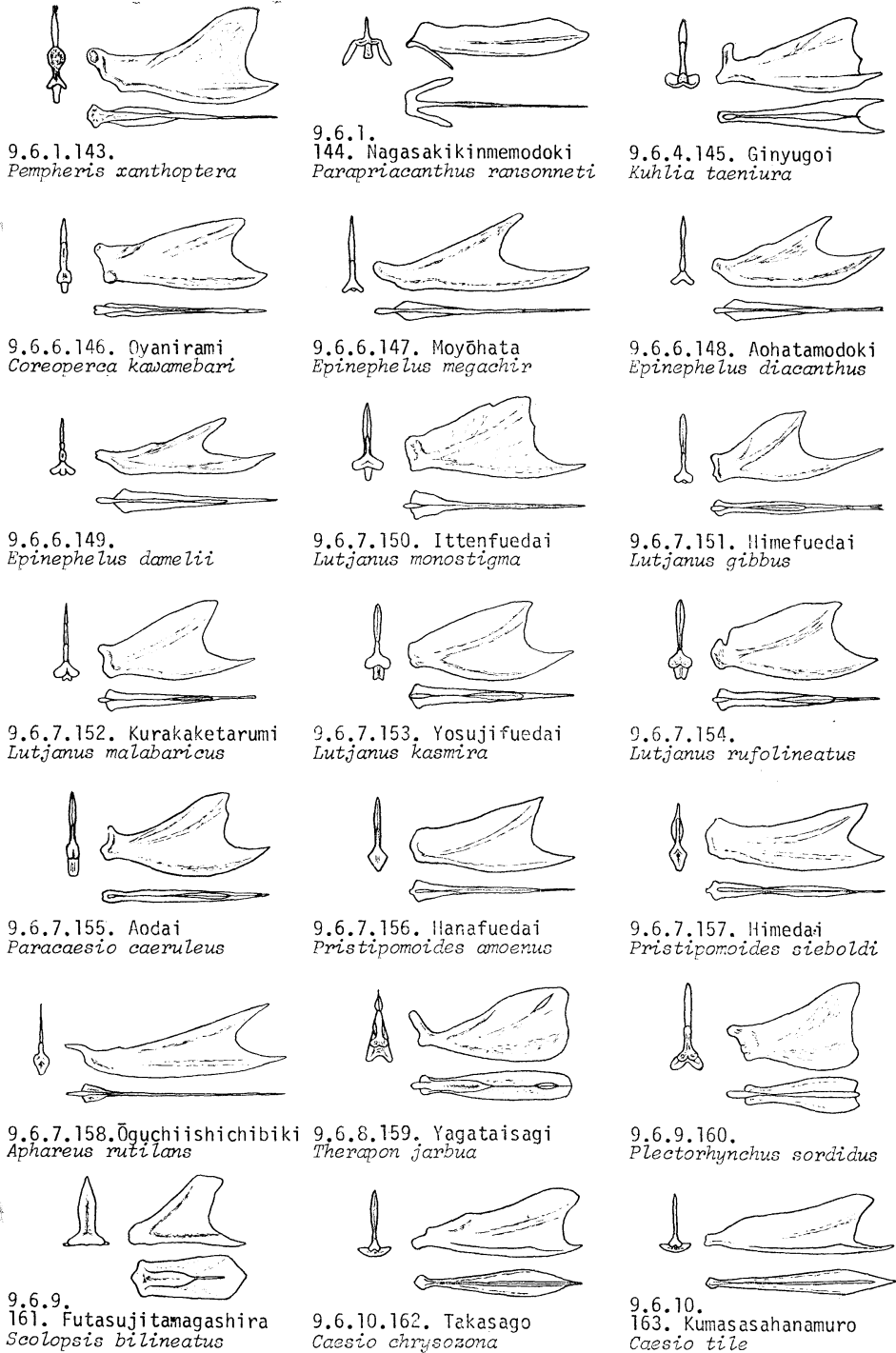


Fig. 3. 9.6.1. *Pempheridae* Hatanpo-ka, 9.6.4. *Duleidae* Yugoi-ka, 9.6.6. *Serranidae* Hata-ka, 9.6.7. *Lutjanidae* Fuedai-ka, 9.6.8. *Theraponidae* Shimaisagi-ka, 9.6.9. *Haemulidae* Isaki-ka and 9.6.10. *Caesionidae* Takasago-ka.

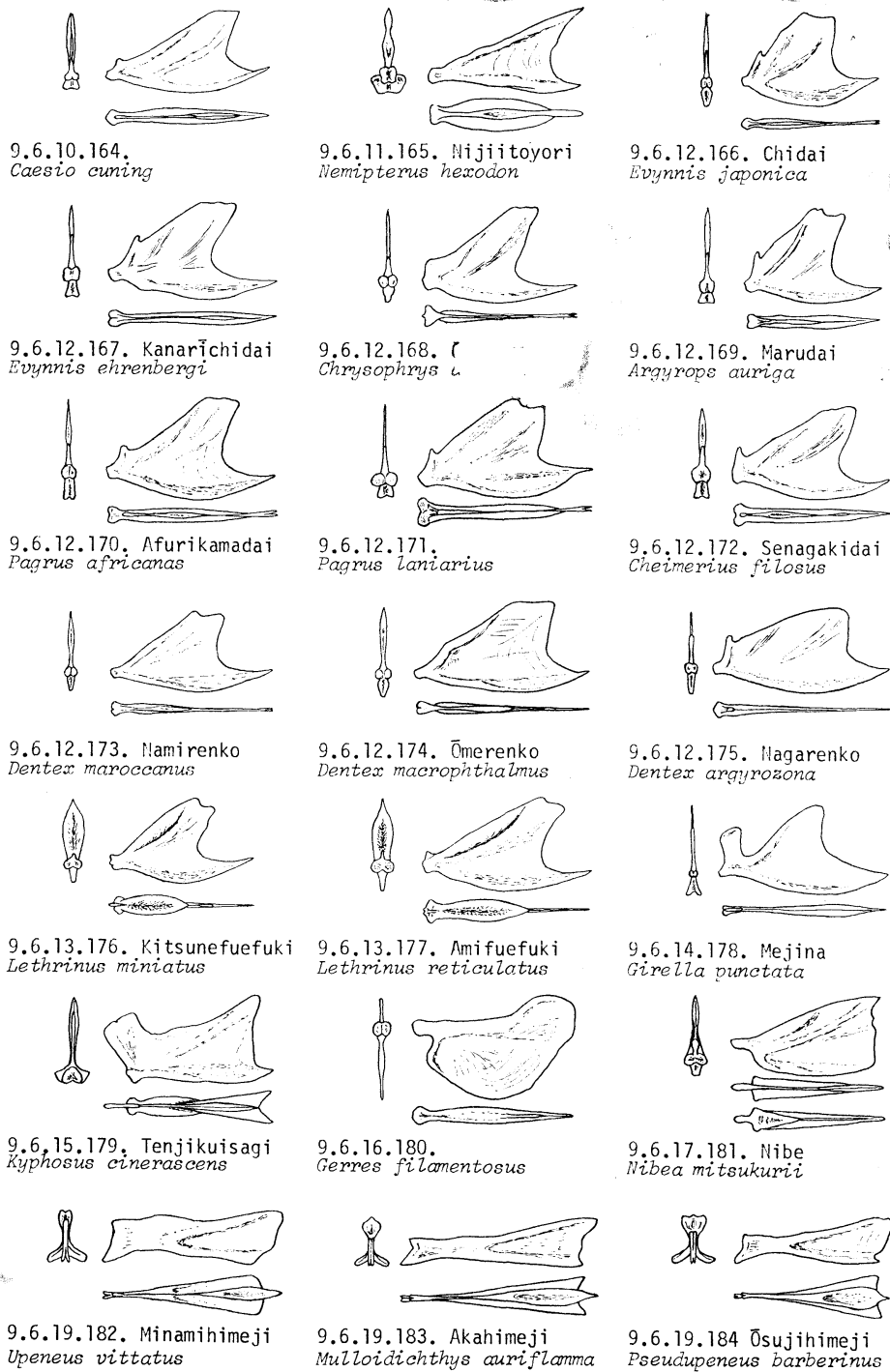


Fig. 4. 9.6.10. *Caesionidae* Takasago-ka, 9.6.11. *Nemipteridae* Itoyori-ka, 9.6.12. *Sparidae* Tai-ka, 9.6.13. *Lethrinidae* Fuefukidai-ka, 9.6.14. *Girellidae* Mejina-ka, 9.6.15. *Kyphosidae* Gokurakumejina-ka, 9.6.16. *Gerridae* Kurosagi-ka, 9.6.17. *Sciaenidae* Nibe-ka and 9.6.19. *Mullidae* Himeji-ka.

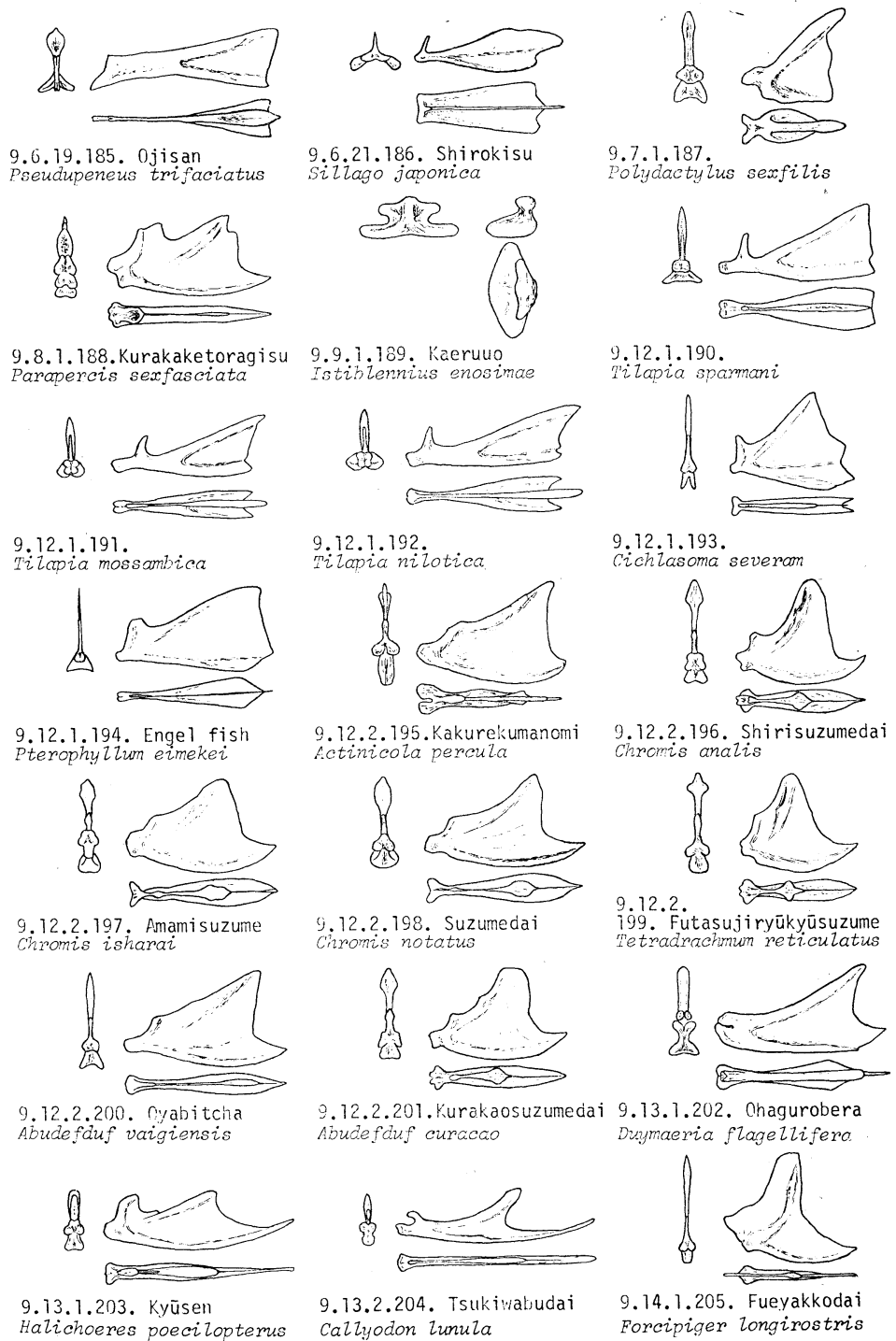


Fig. 5. 9.6.19. Mullidae Himeji-ka, 9.6.21. Sillaginidae Kisu-ka, 9.7.1. Polynemidae Tsubamekonoshiro-ka, 9.8.1. Parapercidae Toragisu-ka, 9.9.1. Blenniidae Isoginpo-ka, 9.12. Pomacentrina Suzumedai-amoku, 9.13. Labrina Bera-amoku and 9.14. Chaetodontina Chōchōuo-amoku.

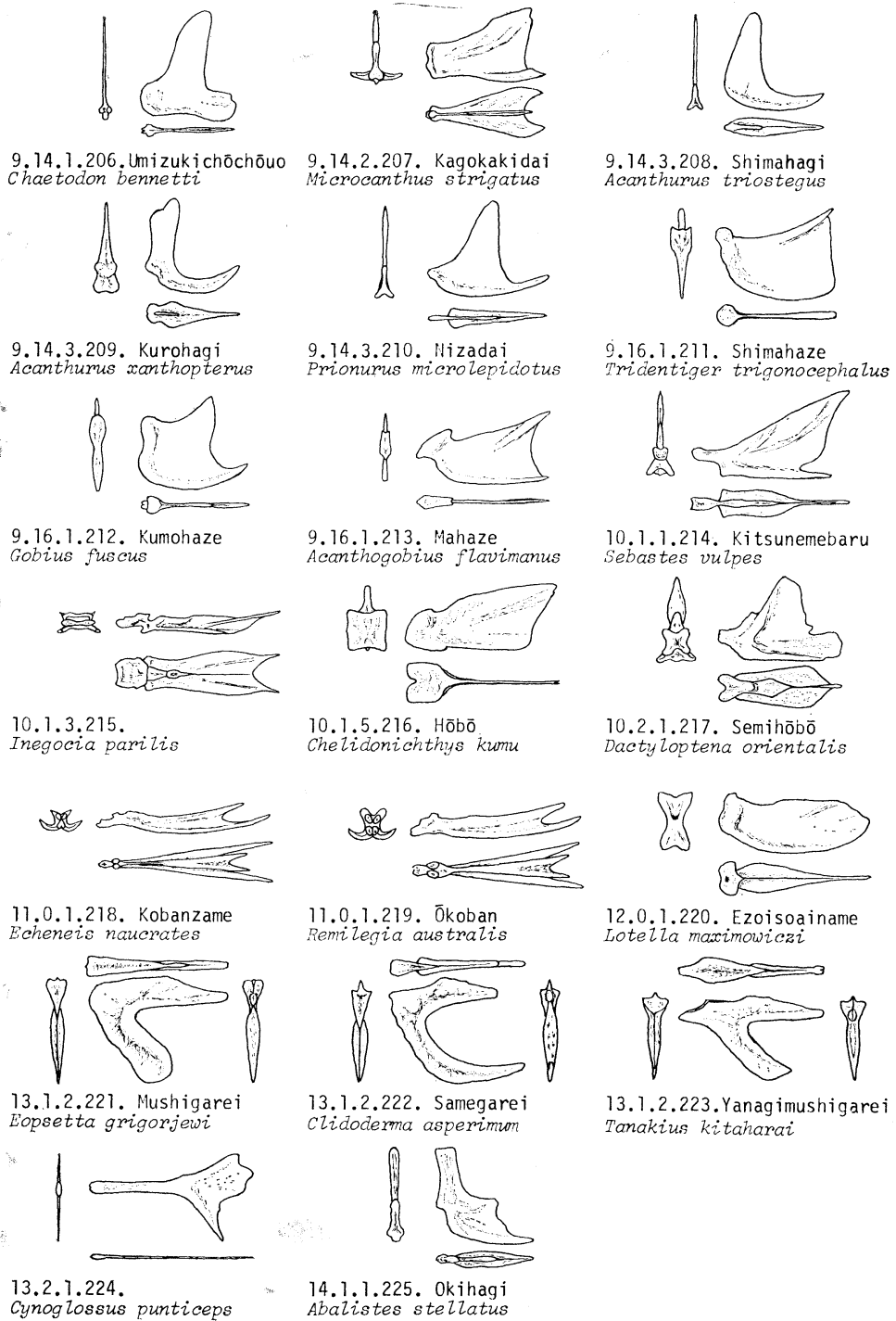


Fig. 6. 9.14. *Chaetodontina* Chōchōuo-amoku, 9.16. *Goliina* Haze-amoku, 10. *Cottida* Kajika-moku, 11. *Echeneida* Kobanzame-moku, 12. *Gadida* Tara-moku, 13. *Pleuronectida* Karei-moku and 14. *Tetraodontida* Fugu-moku.

# 資 料

## アンカードブイ方式による海底地震観測作業 (計画と準備)\*

### Observation séismologique au fond océanique par la bouée mouillée

佐藤 孫七\*\* 小林 平八郎\*\*

#### 目 次

1. まえがき
2. OBS 設置計画と諸準備のために
  1. 総括的な検討事項
    - 1) OBS の概略性能
    - 2) 設置海域の状態
    - 3) 設置海域の治安状況
  2. OBS 設置計画順序
    - 1) 設置計画の立案
    - 2) 設置に伴う各器材の検討
    - 3) 使用索について
    - 4) 錨
    - 5) ブイ
    - 6) その他の付属具
  3. OBS 設置法と作業甲板と甲板機械
    - 1) OBS 本体の投入方式
    - 2) 巻き降し操り下げ方式
    - 3) OBS 投入舷
    - 4) 巻き上げ機械の能力
    - 5) ダビット等
  4. 設置作業と作業中の応急対策
    - 1) 作業員の配置について
    - 2) 設置作業中の作業船の信号
    - 3) 設置位置決定のために
    - 4) 作業中の応急対策
  5. 第三者に対する協力要請 (通報連絡)
    - 1) 協力要請機関及び方法
    - 2) 通報内容
3. 設置計画及び実施方法案の例
  1. 索の抵抗
  2. 索の周囲圧力抵抗

3. ブイ抵抗
4. 錨の把駐力
5. 巻き上げ機械の馬力

#### 1. まえがき

わが国は世界有数の地震国、火山国であり、このため古来からこれらによる多くの悲惨な歴史をもっている。従って、多くの学者によって、その起因、対策について研究されているが、進歩した現代科学でも未だ多くの不明、問題を残し未解明のままの現状であると言われている。

ことに、海底大地震では、津波を伴うためその沿岸地域は大悲惨事を繰り返していることは周知の通りである。地震国、火山国として宿命的なわが国にとっては、その因、又は予知、或は対策等の研究は、国土のあらゆる面での庇護上、又、産業上にも、極めて重要な事である。

このため、これ等の研究者は全力をあげてこれの解明に真剣に努力をつづけており、この解明の一つの方法として、海底地震計 (Ocean Bottom Seismograph, 以下 OBS と言う) によるものがある。しかし、OBS の設置場所は海であるため、その設置作業は風、波、海潮流、水圧、水質その他あらゆる気象、海底地形、地質、水族生物等の物理的、化学的現象において予測し得ない未知の自然現象の悪条件の影響を受ける。かつ、船の性能、装備状況、設置器具等に材質、形状等幾多の困難な要素を含み、その作業は決して容易ではない。人知を以ってしても予想し得ない、自然の、或いは半ば人為的要素により貴重な資料を永久に研究当事者の手に返えられないで、海底に葬られることがある。極めて残念なことであるが、このような結果に終えることも決して少くはない。

現在 OBS の観測方法でわが国で用いられている設置、回収の一般的な方法であるアンカードブイ方式を、過去海上保安庁水路部測量船「明洋」及び東海大学調査実習船「東海大学丸 II 世」での実施方法の一、二について述べる。

\* 1970年6月25日受理

\*\* Magoshichi SATO et Heihachiro KOBAYASHI 東海大学海洋学部 College of Marine Science and Technology, Tokai University

1 本のロープにより、数千mの海底への設置作業は多くの点で時代遅れの感があるが、その設置、回収は時間、労力、費用、或は資料の精度等について一長一短がある。しかし、超音波等による、浮上回収率を上げるための一過程として、又、資料の集取目的上その他で、今後も引き続き実施可能性のあることを考え合わせ、あえてこれを記述し、その海上での設置作業を行なうための計画、準備を紹介する。

## 2. OBS 設置計画と諸準備のために

### 1. 総括的な検討事項

海底地震計の設置計画を行なうには次の事項を良く検討されなければならない。

#### 1) OBS の概略性態

- (1) OBS 本体の形状。
- (2) ロープの長さ、強さ、比重、直径。
- (3) アンカーの重さ、形。
- (4) ブイの形状及び浮力。

#### 2) 設置海域の状態

- (1) 海の深さ。
  - (2) 底質の概略(岩、リーフ、砂、泥)及び沈船等の有無、等。
  - (3) 海底地形、海底傾斜の有無、傾斜方向。
  - (4) 海流、潮流。
  - (5) 風、波、潮波。
- 気節的な風波の方向、強さ、頻度。

(6) 漁場と漁季の関係、使用漁具、漁種、すなわち、まき網、延縄、底曳(トロール手操)等。

- (7) 出漁船の数量。
- (8) 季節、漁期によって集まって来る漁船の数量。
- (9) 一般航行船舶の航通量。

#### 3) 設置海区の治安状況

(1) 地域及び、人間性によって異なるが、設置海域の出漁船に対する海上保安庁、水産関係各庁、漁業協同組合等による治安についての指導、協力の度合。

(2) OBS を設置する際、漁船、漁業会、関係官庁に対し協力要請の徹底、不徹底。この事は OBS 揚収の成功、不成功を大きく左右する。

(3) 水路告示: 船舶向けラジオ等によるブイ設置に関しての協力、注意の要請に対する関係者への周知徹底。

(4) 設置期間: ブイ設置も一週間程度の間は作業中であることが第三者にも判明するが、1ヶ月以上になると新品のブイでも、次第に古くなり、流失品とまちがわれ、又、シャックルの強度が落ち、脱落が増える。その

他、長期と短期とでの事故は日数に比例して多くなっている。

以上 1)~3) の情報の総合判断によって設置計画全般にわたって充分その情報を生かさなければならない。特に航行船舶による海上設置ブイとの衝突事故、漁船のブイに係留による事故、好奇心による引上げ、最も悪質なのは窃盗を目的とした引上げ盗難事故がある。ブイの存在を第三者に示すために、電波信号、塗料標示など対自然、対人為的事故に対し、複合的に検討、それに対する処置が要求される。これらに対する努力があってはじめて良い結果が得られるものであろう。

### 2. OBS 設置計画順序

#### 1) 設置計画立案

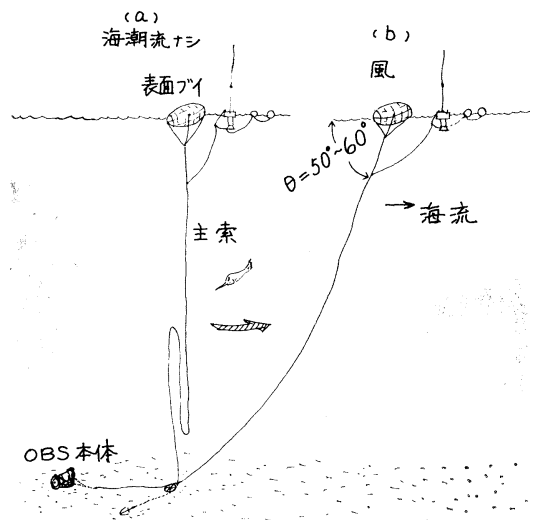
OBS は本体、錨、ロープ、ブイの四要素から成り立っているものでこれと自然条件等により、OBS 設置作業計画、設置と併せて回収作業計画も立案する。

又、OBS 取扱い上の諸注意、並びにロープ、アンカー、ブイ等の基本的構成の主要部を主として設置概念を想定する。

#### 2) 設置に伴う各器材の検討

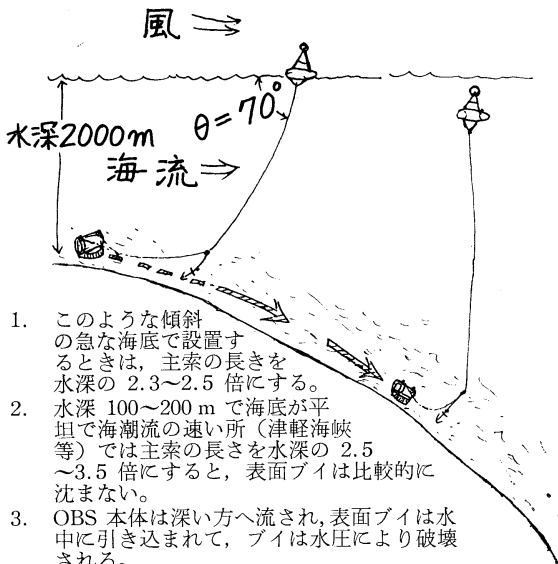
- (1) OBS の重さ等の外形条件
- (2) OBS の船への、搬入搬出、作業員の能力及び研究船の作業用機械装備状態、作業甲板面積、及び巻き上げ機械能力等
- (3) OBS の設置位置により、ロープの長さ、材質、太さ(強度)ブイの大きさ、錨の大きさ等の関連性を検討。
- (4) 主索ロープの長さの検討。

海の深さ、海底傾斜、海潮流の強弱、海流の方向が海



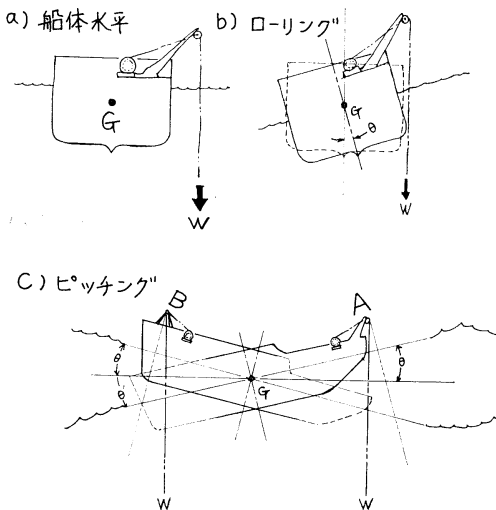
第1図 基本的なアンカードブイシステムの図。





1. このような傾斜の急な海底で設置するときは、主索の長さを水深の 2.3~2.5 倍にする。
2. 水深 100~200 m で海底が平坦で海潮流の速い所（津軽海峡等）では主索の長さを水深の 2.5~3.5 倍にすると、表面ブイは比較的沈まない。
3. OBS 本体は深い方へ流され、表面ブイは水中に引き込まれて、ブイは水圧により破壊される。

第2図 急斜面でのブイシステムのトラブル予想図。



第3図 ローリング、ピッチングでOBSの巻き上げ速度は、GA, GBをdとしたとき  $2d\pi \frac{\theta}{360} \sim 2d\pi \frac{\theta+\theta'}{360}$  となり  $\theta$  の場合は dの  $\theta$  の弧の長さにより、巻き上げ速度が減じ荷重が増える。

底の深くなる方向と一致するときは、ロープを長くして用いる。

(5) 主索ロープの強さ(太さ)の検討

主索は OBS 本体、錨、ワイヤー、チェーン及びその他の付属具が海水中総重量の 6~7 倍以上の破断強度を必要とする。その理由をあげれば次のとおりである。

- ① OBS の自重の外にまきあげ時の OBS 本体の海

第1表 ナイロン索の経年変化による強度低下率。

品名	経年				
	1	2	3	4	5
Nw ナイロン	10%	13%	15%	28%	35%
OD 色ナイロン	4%	5%	6%	7%	8%

(藤倉航装 KK の資料による)

- 底泥上から離抜時のパケーム抵抗がある。この抵抗値は形状その他で極めて不明確である。② OBS をまきあげる時に加わる垂直方向の形状抵抗、この抵抗は単に、巻き揚げ速度のみでなく、船のローリング及びピッチングによる加速度がロープに加わる、船体が波により浮き上る時の加速度による抵抗もある。この船体の横動揺、縦動揺による加速度抵抗は、OBS のみでなくロープの周囲圧力抵抗、錨など海中で吊り、巻き上げているすべての物体の抵抗値に及ぼすものであり、特に注意する必要がある。
- ③ ワイヤー或はロープの接続、すなわちアイスプライス、ショートスプライスを行なうときは、10~15%強度がおちる。④ ロープ自身のスレ(摩耗度合)で小さいキズが新品の場合でも出来る。⑤ ロープが索導或は滑車(ブロック)を通すとき屈曲する。その曲り具合で外方は異状に張伸び、内方は縮むので、ロープ全体の強度がおちる。⑥ ロープは日光の直射等で化学変化経年変化し弱くなる(第1表)。⑦ 重量物を静止の位置から巻き始め、又は延長している時、急に停止すると巻き上げ中、ドラムにロープを重ねて巻き込むとき、又、重なったロープが正常な巻き方になる瞬間に、ロープの径だけおちる。このとき異状ショックが加わる。⑧ アイスプライス、ショートスプライス、或は他の接続部分、すなわちロープの結び箇所等で径が太くなるし、又シャックルをつけたままウインチドラムに巻き込むとき、ドラム軸より動力伝達距離が長くなり、より大きい重さが加速度として力が加わる。⑨ ロープが索導、ブロック等より外れ、或は狭部にはさまれたとき、急に巻き込み、延す事の出来ないときはロープの局部に極めて強力な集中荷重が加わり、簡単に切断する。⑩ 船体、ダビット等の位置によりロープの張り、方向によっては相当すれ、ロープの強度を弱める。⑪ 巻き上げ時の流圧抵抗が加わる。⑫ 錨が海底の岩礁に引っかかり、或はロープが海底の岩礁にからまった時、船体自身が荷重としてロープに直接加わり極めて大きい力となり、強度に余裕のある時でも簡単にロープは切断する。⑬ 船体を漂流したまま巻き上げる時は船の漂流速度に対応した水圧抵抗が加わる。⑭ 鮫など、魚類のロープにかみつきの等による被害、海草

等による強度の減少がある。⑯ ブロック(滑車)を通して巻く場合は、その滑車のシーブの数と力の方向を変えた角度で摩擦が変化し、ロープの有効強度が下る。巻き上げウインチも余分の力、馬力が必要とされる。⑰ 予期しない震動、衝撃、船体移動による流圧抵抗等が加わる。

3) 使用索について

いかなる作業も計画準備の十分な検討なしでは作業の成功は望まれない。一つの部分が不備のため全作業が失敗に終り、ひいては人命にかかわることがある。

(1) 主索の種類

①ワイヤー、②合成繊維ロープ、③ワイヤーとロープの混成。

(2) 副索の種類

錨索にはワイヤー或はチェーン等用い、主浮標、副浮子等の連結索にワイヤーその他各種合成繊維ロープが用いられる。以上(1)(2)からロープシステムが構成される。

(3) 索の性質と撰択

①細くて強度の大であるもの、②柔軟なもの、取扱いい便利なもの、③必要に応じて、硬軟を選ぶ、④ロープの

第2表 繊維性質の比較表。

項目		原系製造会社名	繊維番手	乾強度 (g/D)	乾伸度 (%)	湿強度 乾強度 (%)	比重	軟化点 (°C)	
天然繊維	棉			2.5~4.0	7~10	102	1.55	—	
	麻			4.0~6.6	2.3	104	1.45	—	
	ナイロン			3.0~3.8	2.0	104	1.30	—	
	アラミド			3.7~4.2	3.5	145	1.51	—	
合成繊維	ポリアミド系	ナイロン	東レ 東洋紡	(T-300) 210D/24F	6.0	18	85	1.14	180
			帝人	(T-781) 1260D/204F	8.2	16	85	1.14	180
	ポリビニルアルコール系	クレモナ	倉	# 20	5.0	11	84	1.30	220~230
			レ	# 5	4.4	14	82	1.30	220~230
				1500D/125F	7.2	11	90	1.30	220~230
	ポリエステル系	テトロン	東レ	(T-300) 1000D/192F	6.8	9	100	1.38	238
			帝人	(T-370) 1000D/192F	5.0	12	100	1.38	238
				# 22	4.2	15	100	1.38	238
	ポリエチレン系	エチロン	呉羽化学	350D/1F	6.6	9	100	0.96	100~115
				600D/1F	6.0	10	100	0.96	100~115
			三井化学	400D/1F	6.3	15	100	0.96	100~115
		ハイゼックス		600D/1F	5.9	15	100	0.96	100~115
	カネライト	鐘淵紡	380D/1F	6.2	16	100	0.96	100~115	
ポリプロピレン系	パイレン	三菱	# 5	5.5	22	100	0.91	140~160	
		東レ	170D/24F	7.3	18	100	0.91	140~160	
		東洋紡	680D/120F	7.0	20	100	0.91	140~160	
			400D/1F	6.6	15	100	0.91	140~160	
	チッソポリプロ	チッソ	400D/1F	6.4	14	100	0.91	140~160	
	ダンライン	宇部日東	3000D/1F	5.9	15	100	0.91	140~160	
ポリ塩化ビニル系	テピロン	帝人	300D/60F	2.8	22	100	0.91	60~70で収縮開始	
		東洋化学	300D/1F	2.6	20	100	1.37	60~70で収縮開始	
	エンピロン		450D/1F	2.3	22	100	1.37	60~70で収縮開始	
ポリ塩化ビニリデン系	サクレハロン	旭	1000D/1F	1.9	20	100	1.7	150~180	
		ダウ 呉羽化学	1000D/1F	1.9	22	100	1.7	150~180	

(東京製網の資料より)

第3表 3つより各種ロープの性能。

## 1) 強 さ 同径のマニラロープを100として

	マニラ	ナイロン (T-781)	テトロン (T-300)	クレモナ 1号	クレモナ F6	エチロン	シルバー	エンビロン	パイレン スパン	パイレン マルチ	パイレン モノ	ダンラ イン
乾時	100	351	249	156	260	178	139	112	176	210	172	208
湿時	100	306	251	132	215	183	149	112	183	217	178	212
湿/乾 (%)	100	87	101	85	83	103	107	100	104	103	104	102

マニラロープは JIS L 2701 1 類 1 種の引張り強さを基準として比較する。

## 2) 重 さ 同径のマニラロープを100として

	マニラ	ナイロン (T-781)	テトロン (T-300)	クレモナ 1号	クレモナ F6	エチロン	シルバー	エンビロン	パイレン スパン	パイレン マルチ	パイレン モノ	ダンラ イン
乾時	100	83.7	100	81.8	91.3	70.0	71.4	100	61.5	66.2	67.2	67.0
湿時	100	75.3	87.7	86.9	91.3	60.8	62.5	87.8	62.5	60.6	59.9	56.2

## 3) 伸 び(%) 直径 12 mm を基準として

	マニラ	ナイロン (T-781)	テトロン (T-300)	クレモナ 1号	クレモナ F6	エチロン	シルバー	エンビロン	パイレン スパン	パイレン マルチ	パイレン モノ	ダンラ イン
乾時	13	52	31	37	38	32	41	42	48	44	42	33
湿時	16	51	31	41	42	32	41	42	45	43	41	35

(東京製綱の資料より)

第4表 各種エイトロープの性能。

## 1) 強 さ 同径のマニラロープを100として

	マニラ	ナイロン (T-781)	テトロン (T-300)	クレモナ 1号	エチロン	エンビロン	パイレン スパン	パイレン マルチ	パイレン モノ	ダンラ イン
乾時	100	343	254	163	176	117	172	218	176	183
湿時	100	317	255	125	185	118	178	227	179	186
湿/乾 (%)	100	92	100	77	105	101	103	104	102	102

マニラロープは JIS L 2701 1 類 1 種の引張り強さを基準として比較する。

## 2) 重 さ 同径のマニラロープを100として

	マニラ	ナイロン (T-781)	テトロン (T-300)	クレモナ 1号	エチロン	エンビロン	パイレン スパン	パイレン マルチ	パイレン モノ	ダンラ イン
乾時	100	82.6	105	83.5	65.3	95.5	57.1	64.9	60.8	67.6
湿時	100	73.8	85.4	89.1	54.2	71.1	55.1	60.1	44.3	48.8

## 3) 伸 び(%) 直径 12 mm を基準として

	マニラ	ナイロン (T-781)	テトロン (T-300)	クレモナ 1号	エチロン	エンビロン	パイレン スパン	パイレン マルチ	パイレン モノ	ダンラ イン
乾時	16	51	31	32	31	33	48	41	37	37
湿時	22	50	31	32	30	33	48	40	37	32

(東京製綱資料より)

第5表 3つより各種ロープの試験結果一覧表。

(直径 12 mm)

名 称		実測太さ	単位重量	含水率	収縮率	切断荷重	伸 度	単位重量 当り強力
		mm	g/m	%	%	t	%	kg/gm
マニラ青 2	乾	12.5	104	28	4.1	1.15	13	11.1
	湿	13.9						
ナイロン (T-781)	乾	12.0	86.5	15	1.3	3.54	52	40.9
	湿	12.2						
テロトン (T-300)	乾	12.0	102	12	0	2.52	31	24.7
	湿	12.0						
クレモナ 1号	乾	12.3	86.5	36	6.0	1.58	37	18.3
	湿	12.6						
エチロン ハイゼックス	乾	12.2	73.8	11	0	1.80	32	24.4
	湿	12.2						
パイレン スパン	乾	12.0	65.0	30	0.5	1.78	48	27.4
	湿	12.2						
パイレン マルチ	乾	12.0	68.8	17	0	2.12	44	30.8
	湿	12.1						
パイレン モノ	乾	12.3	70.5	14	0	1.74	42	24.7
	湿	12.3						

(東京製綱の資料より)

第6表 各種エイトロープの試験結果一覧表。

(直径 12 mm)

名 称		実測太さ	単位重量	含水率	収縮率	切断荷重	伸 度	単位重量 当り強力
		mm	g/m	%	%	t	%	kg/g-m
マニラ青 2	乾	12.8	108	53.2	9.2	1.24	16	11.5
	湿	14.0						
ナイロン (T-781)	乾	12.5	90.3	37.2	1.6	3.47	51	38.4
	湿	12.6						
テトロン (T-300)	乾	12.2	99.0	25.2	0	2.57	31	26.0
	湿	12.2						
クレモナ 1号	乾	12.3	88.3	65.0	3.3	1.65	32	18.7
	湿	12.9						
エチロン ハイゼックス	乾	12.4	71.4	27.7	0	1.78	31	24.9
	湿	12.4						
パイレン スパン	乾	12.4	59.2	48.0	0	1.74	48	29.4
	湿	12.4						
パイレン マルチ	乾	12.5	67.0	42.0	0	2.20	41	32.8
	湿	12.6						
パイレン モノ	乾	13.0	70.4	12.1	0	1.78	37	25.3
	湿	13.0						

(東京製綱の資料による)

第7表 3つより各種ロープの標準重量・切断荷重表。

直径	ナイロン			テトロン			クレモナ1号			エチロン ハイゼックス			パイレンマルチ			マニラ (JIS 1類1種)		
	重量/ 200m	切 荷	断 重	重量/ 200m	切 荷	断 重	重量/ 200m	切 荷	断 重	重量/ 200m	切 荷	断 重	重量/ 200m	切 荷	断 重	重量/ 200m	切 荷	断 重
mm	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t
6	4.51	0.82	5.55	0.62	4.26	0.41	3.70	0.42	3.49	0.54	5.28	—	—	—	—	—	—	—
7	5.94	1.08	7.55	0.82	6.02	0.55	5.03	0.57	4.75	0.72	—	—	—	—	—	—	—	—
8	7.76	1.39	9.86	1.05	7.75	0.70	6.57	0.73	6.21	0.93	9.40	—	—	—	—	—	—	—
9	9.80	1.74	12.5	1.31	9.48	0.88	8.32	0.91	7.86	1.16	11.9	—	—	—	—	—	—	—
10	12.1	2.10	15.4	1.59	12.0	1.06	10.3	1.11	9.70	1.41	14.7	—	—	—	—	—	—	—
11	14.7	2.52	18.6	1.90	15.0	1.27	12.4	1.33	11.7	1.68	—	—	—	—	—	—	—	—
12	17.7	2.95	22.2	2.24	17.3	1.49	14.8	1.56	14.0	1.97	21.1	—	—	—	—	—	—	—
14	24.1	3.94	30.2	2.98	24.5	1.98	20.1	2.08	19.0	2.63	28.8	—	—	—	—	—	—	—
16	31.0	5.05	39.4	3.82	31.5	2.54	26.3	2.67	24.8	3.37	37.6	—	—	—	—	—	—	—
18	39.2	6.29	49.9	4.76	40.5	3.15	33.3	3.33	31.4	4.19	47.6	—	—	—	—	—	—	—
20	48.5	7.65	61.6	5.79	49.4	3.83	41.1	4.05	38.8	5.10	58.7	—	—	—	—	—	—	—
22	58.5	9.13	74.5	6.91	59.0	4.56	49.7	4.88	46.9	6.09	71.1	—	—	—	—	—	—	—
24	69.9	10.7	88.7	8.12	70.0	5.34	59.2	5.68	55.9	7.16	84.6	—	—	—	—	—	—	—
26	81.6	12.5	104	9.42	81.8	6.23	69.4	6.60	65.6	8.31	99.2	—	—	—	—	—	—	—
28	95.9	14.3	121	10.8	94.7	7.14	80.5	7.58	76.0	9.54	115	—	—	—	—	—	—	—
30	109	16.3	139	12.3	110	8.10	92.4	8.61	87.3	10.8	132	—	—	—	—	—	—	—
32	124	18.3	158	13.9	124	9.14	105	9.71	99.3	12.2	144	—	—	—	—	—	—	—
34	140	20.5	178	15.5	142	10.2	119	10.9	112	13.7	163	—	—	—	—	—	—	—
35	149	21.7	188	16.4	148	10.8	126	11.5	119	14.5	173	—	—	—	—	—	—	—

(東京製綱資料より抜萃)

第8表 各種エイトロープの標準重量・切断荷重表。

直径	ナイロン			テトロン			クレモナ1号			エチロン ハイゼックス			パイレンマルチ			マニラ		
	重量/ 200m	切 荷	断 重	重量/ 200m	切 荷	断 重	重量/ 200m	切 荷	断 重	重量/ 200m	切 荷	断 重	重量/ 200m	切 荷	断 重	重量/ 200m	切 荷	断 重
mm	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t	kg	t
6	4.50	0.86	5.53	0.59	4.53	0.40	4.10	0.51	3.36	0.54	—	—	—	—	—	—	—	—
7	5.83	1.09	7.91	0.83	6.00	0.53	5.27	0.64	4.32	0.69	—	—	—	—	—	—	—	—
8	7.78	1.43	10.3	0.98	7.49	0.65	6.44	0.77	5.76	0.90	—	—	—	—	—	—	—	—
9	9.72	1.76	12.7	1.21	8.98	0.77	7.62	0.91	7.68	1.19	—	—	—	—	—	—	—	—
10	11.7	2.10	16.6	1.51	12.0	1.02	10.0	1.15	9.60	1.47	14.6	—	—	—	—	—	—	—
11	14.3	2.52	19.2	1.81	14.6	1.20	11.9	1.35	12.1	1.74	18.2	—	—	—	—	—	—	—
12	18.1	3.16	23.9	2.32	18.3	1.49	14.3	1.60	14.2	2.02	21.9	—	—	—	—	—	—	—
14	24.6	4.22	31.2	2.96	25.3	2.01	19.6	2.15	18.2	2.55	29.2	—	—	—	—	—	—	—
16	31.1	5.24	40.7	3.81	32.2	2.53	25.0	2.68	25.8	3.56	36.5	—	—	—	—	—	—	—
18	38.9	6.47	52.7	4.65	39.0	3.04	32.1	3.40	30.4	4.14	47.4	—	—	—	—	—	—	—
20	48.6	7.99	62.2	5.69	48.2	3.71	39.2	4.08	37.9	5.13	56.0	—	—	—	—	—	—	—
22	60.3	9.69	77.5	6.91	57.9	4.37	47.7	4.95	47.4	6.09	68.4	—	—	—	—	—	—	—
24	68.0	10.9	92.0	8.12	69.5	5.21	56.7	5.78	56.9	7.27	80.8	—	—	—	—	—	—	—
26	81.0	12.6	109	9.32	81.1	6.02	65.5	6.62	66.4	8.39	99.5	—	—	—	—	—	—	—
28	97.0	15.0	124	10.8	92.6	6.83	75.6	7.58	77.5	9.70	112	—	—	—	—	—	—	—
30	111	17.0	141	12.2	101	7.78	85.0	8.44	88.5	11.0	131	—	—	—	—	—	—	—
32	125	19.1	165	13.5	121	8.74	101	9.76	99.6	12.3	145	—	—	—	—	—	—	—
34	139	21.0	188	15.3	140	10.0	110	10.6	111	13.7	160	—	—	—	—	—	—	—
35	148	22.3	194	16.2	149	10.6	120	11.3	120	14.3	167	—	—	—	—	—	—	—

(東京製綱資料より抜萃)

第 9 表 2号 6×12 ロープの切断荷重および重量。

ロープの径mm	切断荷重 t		標準重量 kg/m
	おもな用途別	動 索	
	よ り 方	普通 Z	
	メッキの有無	メ ッ キ	
種別	メッキ種		
4		0.53	0.044
5		0.83	0.068
6.3		1.32	0.108
8		2.13	0.175
9		2.70	0.221
10		3.33	0.273
11.2		4.18	0.343
12.5		5.20	0.427
14		6.53	0.535
16		8.52	0.699
18		10.8	0.885
20		13.3	1.09
22.4		16.7	1.37
25		20.8	1.71

(東京製網の資料より)

第 11 表 4号 6×24 ロープの切断荷重および重量。

ロープの径mm	切断荷重 t			標準重量 kg/m
	おもな用途別	静索・動索	動 索	
	よ り 方	普通 Z	普通 Z または S	
	メッキの有無	メ ッ キ	裸	
種別	メッキ種		A 種	
8		2.97	3.21	0.212
9		3.75	4.06	0.269
10		4.64	5.02	0.332
11.2		5.82	6.29	0.416
12.5		7.25	7.84	0.519
14		9.09	9.83	0.651
16		11.9	12.8	0.850
18		15.0	16.2	1.08
20		18.5	20.1	1.33
22.4		23.3	25.2	1.67
25		29.0	31.3	2.08

(東京製網の資料より)

第 10 表 3号 6×19 ロープの切断荷重および重量。

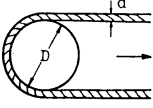
ロープの径mm	切断荷重 t				標準重量 kg/m
	おもな用途別	静索・動索	クレーン・巻上機・サク井・索道		
	よ り 方	普通 Z	普通 } Z または S ラング }		
	メッキの有無	メ ッ キ	裸		
種別	メッキ種		B 種		
		A 種	普通	ラング	
4		0.81	0.88	0.94	0.058
5		1.27	1.38	1.46	0.091
6.3		2.01	2.18	2.33	0.144
8		3.24	3.52	3.75	0.233
9		4.11	4.46	4.74	0.295
10		5.07	5.50	5.86	0.364
11.2		6.36	6.90	7.35	0.457
12.5		7.92	8.59	9.15	0.569
14		9.93	10.8	11.5	0.713
16		13.0	14.1	15.0	0.932
18		16.4	17.8	19.0	1.18
20		20.3	22.0	23.4	1.46
22.4		25.4	27.6	29.4	1.83
25		31.7	34.4	36.6	2.28

(東京製網の資料より)

第12表 曲げ引張りなどの実験結果。  
 $\frac{\text{曲げた状態での強さ}}{\text{真直ぐな状態での強さ}} \times 100\%$

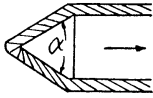
**1**

車の径 ロープの径	効率%
2	58
6	70
10	79
14	86




**2**

角 度	効率%
45°	58
60°	60
90°	65
180°	70



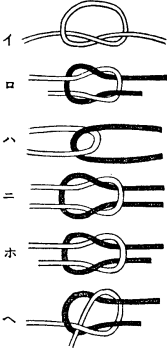
**3**

効 率	状況により
50%	40~60%



**4**

	効率%	備 考
イ	57	
ロ	49	
ハ	59	2本合せにして引張る。
ニ	65	
ホ	68	
ヘ	50	



(東京製網の資料による)

撚れの少くないもの、⑤スレ度合の少ないもの、⑥腐敗に強いもの、⑦索の比重の大小適度のもの、を各用途に応じて選定しなければならない。主索の長さが海深より大であるのが常であるから、海潮流の停止、或は流向変化の場合、海水よりロープの比重が大きいときは海底の岩礁にからみ、次第に索が短くなり、その後、海流が加わると、ブイは極めて沈みやすく、このため揚収不能の場合を過去において潮流観測時に多く経験した。索の比重と強度とを考え合わせて索の連結を検討する。⑧経年変化の少くないもの(耐候性の強いもの)、⑨屈曲に対して強度低下の少くないもの、⑩海藻、貝等の付着が少なく、これによる化学変化の少ないもの、⑪ワイヤーロープ等は錆の生じにくいもの、⑫キックの起きないもの、ショックに強いもの、⑬適度の伸張性のあるもの(伸張残存強度の高いもの、時間的経過にも強いもの)、⑭経年変化(耐候性照射、紫外線)に対し、強度低下に対抗できるため「索の色」の適当なもの。

(4) 索の取扱いについて

索のスレ、キズの生じることをさける。索が新品でもスレ又はキズのあるときは、強度が著しく落ちるのでこのような状態をさけるために常に次の諸点に注意する。

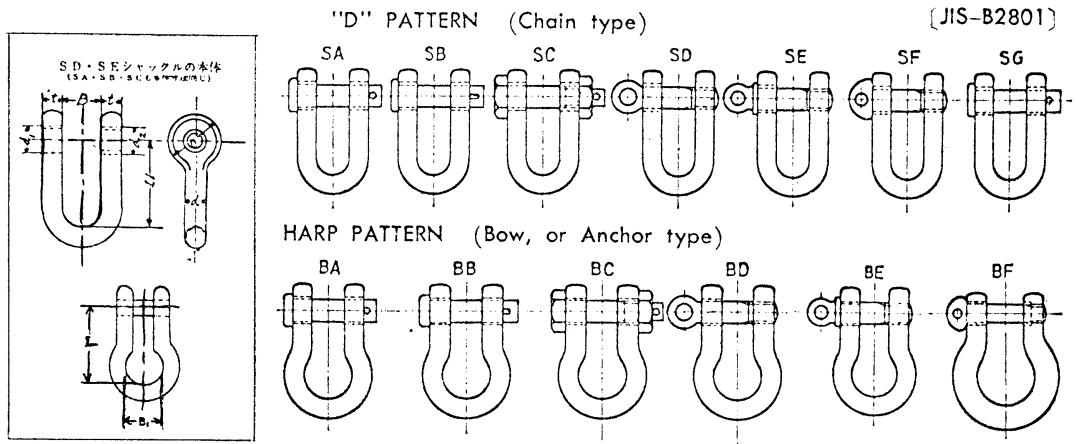
①甲板上进行するときには出来るだけ摩擦を少なくすること(特にスベリ止めペイントの甲板のとき注意)。このため索を丸コイルのまま、或は多量にコイルしたまま、すなわち重量をかけたまま、ひきずるときは最下部のロープは次第にスレる。②重量をかけて引き、又は巻き上げのときは、決して船舷の角の部分に接しないこと。この時船体部分が鋭角、又は溶接のカス、その他突起のあるところは、絶対に接してまかないこと。特に荷重をかけたまま巻くと簡単に切断する。③滑車等で索の力の方向を変えるとき、でき得れば鋭角になる事をさける。④使用滑車は、シーブ径の大きいものを使用する。従って、索の径に比例してシーブも大なるものを使用する。⑤索の接続は、出来るだけ少なくする。接続の部分は弱くなる。東京製網の資料を第14表に示す。索のキズ、スレの部分は切り取り、スプライス等で接続する。索のスレる部分が予想出来るときは、スレ止め、又はサービングを施す。シャックル、シンブル等の部分、或は結ぶ場合も、スレないように注意する。索の接続ショートスプライス、ロングスプライス、アイスプライス等の接続は熟練者に行なわせる。特に重要部分は、念入りに行なう。索に錆等が付着し変色してはならない。⑥棹から索を解くとき、ヨリが発生しないよう、特に注意する。⑦マニラ索は腐敗している場合があるから、使用時は特に強度に注意する。⑧索の伸張或は疲労度が限度のものは使用しない。ヤーンが切れたり、ロープの形が変形したりしているものは使用しない。ワイヤー索は、できるだけ新品、良質のものを使用する。長く海中におくと、意外に錆、腐敗が甚しい。メッキ製やグリースその他の油を充分しみとらしたものを使用する。ワイヤーのアイスプライスは充分注意する。ワイヤーの特に円部腐蝕をしているものには絶対に使用しない。このため、内部腐蝕については深甚な注意が必要である。又次のものも使用してはならない。

過度の摩耗、錆、腐蝕しているもの、経が非常に細くなっているもの、すなわちひどく疲労しているもの、経が公称の93%以下になっているとき、外見上ひどくつぶれているもの、ヤーンがところどころ切れているもの、キックしているもの等で、ロープは必ず安全倍率を充分にとりて使用する。

(5) 索長と流圧

索長と流圧との関係を二、三の例について検討してみ

第13表 シャックル規格 (JIS)。



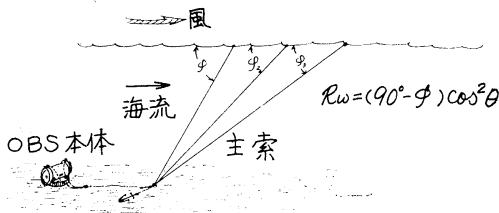
本体寸法

SA, SB, SC, SD, SE, BA, BB, BC, BD, BE 共通  
(SF, SG, BF は本表より除く) (m/m)

使用荷重  
(tons)

呼び径 (d 及び Body dia)	ピン 径 Pin dia	B	B <sub>1</sub>	D	d <sub>1</sub>	ネジ径 d <sub>2</sub> (in)	L	L <sub>1</sub>
6	1/4	8	11	15	17	9	5/16	27 24
8	3/8	10	14	20	21	11	3/8	36 32
10	1/2	12	17	25	25	13	7/16	45 40
12	5/8	15	20	30	32	16	9/16	54 48
14	3/4	17	24	35	36	18	5/8	63 56
16	7/8	19	26	40	40	20	3/4	72 64
18	1	21	29	45	45	22	3/4	81 72
20	1 1/8	24	31	50	50	25	7/8	90 80
22	1 1/4	26	34	55	55	27	1	99 88
24	1 1/2	30	39	60	62	31	1 1/8	108 96
26	1 3/8	32	41	65	66	33	1 1/4	117 104
28	1 1/2	34	43	70	70	35	1 1/4	126 112
30	1 3/4	36	45	75	75	37	1 3/8	135 120
32	1 3/4	38	48	80	80	39	1 1/2	144 128

呼び径 本体径 Body dia	BA	BB	BC	BD	BE	SA	SB	SC	SD	SE	SF SG
6	—	—	—	0.15	—	—	—	—	0.20	—	—
8	0.26	—	—	0.26	—	0.35	—	—	0.35	—	—
10	0.45	—	—	0.45	—	0.6	—	—	0.6	—	0.4
12	0.65	—	—	0.65	—	0.9	—	—	0.9	—	0.6
14	0.9	—	—	0.95	—	1.2	—	—	1.2	—	0.8
16	1.2	—	—	1.2	—	1.5	—	—	1.5	—	1.0
18	1.5	—	—	1.5	—	2.0	—	—	2.0	—	—
20	1.8	—	1.8	1.8	—	2.5	—	—	2.5	—	1.5
22	2.2	—	2.2	2.2	—	3.0	—	—	3.0	—	2.0
24	2.7	—	2.7	2.7	—	3.6	—	—	3.6	—	—
26	3.2	—	3.2	3.2	—	4.2	—	—	4.2	—	2.5
28	3.6	—	3.6	3.6	—	4.8	—	—	4.8	—	3.0
30	4.0	—	4.0	4.0	—	5.4	—	—	5.4	—	3.5
32	4.6	—	4.6	4.6	—	6.2	—	—	6.2	—	4.0



第4図 流圧と索長との関係。

る。

同じ流速で同一径の索, すなわち投影面積が同じでも索長が短いと, ブイの浮力が同じでも沈みやすい。

東京水産大学宮崎芳夫の研究によれば, 第4図のように  $\cos^2 \theta$  に比例する。

$$\theta = 90 - \phi$$

$R_w \times (90 - \phi) \cos^2 \theta$  に比例するので, 索長が大であれば  $\theta$  は大であり, ブイ, ロープに加わる  $R_w$  (流圧) は小となる。すなわち

$$R_w = R_{w0} \times \cos^2 \theta$$

となるので浮力は小さい。

又, 比較的海流の強は所, ことに黒潮流域の場合で, かつ海深 1,000 m 内外の浅い所の索長は水深の 2 倍以上が望ましい。

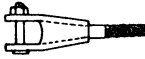
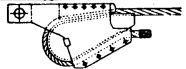
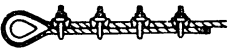


又, 海流の加わる深さの索長の部分は径の細いものを使用した方がよいが, 破断力は充分とらなければならない。一例として, 筆者らは黒潮流域では黒潮の深さに及ぼす範囲を 500 m とし, ブイよりこの深さに達する部分は比較的細いワイヤー, 直径 7~8 mm を使用した。

比較の例として, ワイヤーロープの直径 7 mm, 長さ 500 m, ナイロンロープ直径 22 mm, 長さ 500 m として



第14表 ロープの端の止め方とその効果。

$$\frac{\text{加工した部分の強さ}}{\text{ワイヤロープの強さ}} \times 100\%$$

ロープの端の止め方の種類	その効率%
ソケットメタル止め 	100
くさび止め 	65~70
クリップ止め 	80~85
アイスブライス止め 	75~90
金属管圧縮止め 	100

(東京製綱の資料による)

みると、抵抗係数  $L/\phi \approx \infty$  として 1.2 をとり、流速平均約  $2 \text{ kt} \approx 1 \text{ m/s}$ ,  $\rho = 1.046$  とすれば

$$7 \text{ mm} \phi \text{ ワイヤロープ } R_w \approx 220 \text{ kg}$$

$$22 \text{ mm} \phi \text{ ナイロンロープ } R_w \approx 690 \text{ kg}$$

となる。

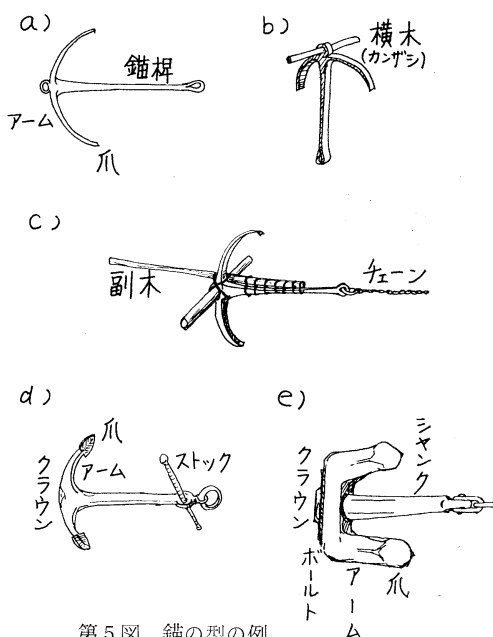
ワイヤの下側 OBS 或はアンカーまで、比重の小さいパイレンロープ ( $\rho = 0.91$ ) 又は、ハイゼックスロープ ( $\rho = 0.96$ ) を使用すれば、ブイより下の方の傾斜は大きくなり、流圧抵抗は小となる。前記 7 mm 直径のワイヤの  $\theta$  が 0 のとき  $R_w = 220 \text{ kg}$  となり、 $\theta = 30^\circ$  で計算上の概値は 165 kg となる。

又、ロープが水深の倍以上になるとき  $\theta$  が  $60^\circ$  とすれば 55 kg となる。同様に、22 mm 直径のナイロンロープ  $\theta = 0$  のとき  $R_w = 690 \text{ kg}$ ,  $\theta = 30^\circ$  で 517 kg,  $\theta = 60^\circ$  で 173 kg となる。従って、ロープを水深の倍以上とし、かつ接続ロープの比重を考慮すれば、 $R_w$  は少なくなる。これに伴い、ブイの浮力も小さくてよいことになる。

#### 4) 錨

錨の使命は OBS 碇置中、海底に在り移動しないことである。錨が海底に喰い込み地点を中心に、ロープの長さ  $\dots L + \sin \theta$  の半径でブイの移動が止まるようにしたい。錨は以下述べることを充分注意して用いなければならない。

①錨の把駐力、ロープ、ブイ等の流圧抵抗より大きく、搔持力のあるものを選ばなければならない。②上記によって錨の大きさ、重さ、型を選ぶ(第5図)。③底質を



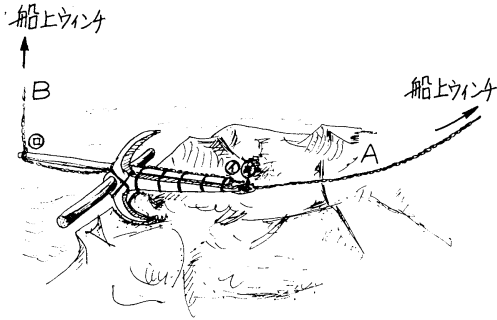
第5図 錨の型の例。

a) b) c) 日本型錨 d) コモンアンカー e) ストックレスアンカー

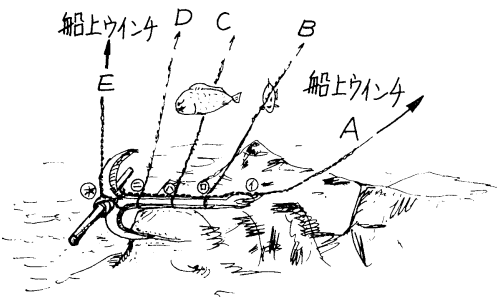
検討し、底質が、岩、砂、泥、礫等で錨の搔持力が異なるので、各予定地域で錨の大小を撰択する。④日本型、通称唐人アンカーの把駐力は錨の重さの普通 3~5 倍(底質砂の場合)、泥の場合 5~7 倍、礫の場合 3 倍内外とみてよい。

岩の場合、錨が岩礁にかかれば、小さな錨でも充分使命は果される。しかし、錨が初めに着底した場所が、必ずしも、岩礁の上であるか否かは全く不明で、所によっては岩礁の間の砂に把駐する場合も有り得る。この場合、小さい錨では走錨し、OBS をひきずったり、或は大きく移動する場合も考えられる。⑤岩礁での走錨は少ないが、海底が傾斜し、海潮流の流向と、海底傾斜が深い方と一致するときは走錨しやすい。もし、走錨したときは、ロープの長さが水深より小となり、ブイが沈み、或は水圧のため破壊し、遂に OBS を亡失することになるので、錨の使命が充分果せるように検討されねばならない。⑥錨自体がじょうぶか? (a) 錨のアームはしっかりしたもの、錨でアームが薄くなり、折れ曲ったりしないもの。(b) ストックスアンカーの古い物は、クラウンとシャークの接続部のボルトが抜けないもの。(c) 唐人アンカーのクラウン部に押し込む柁(通称カンザシ)はじょうぶな堅木を用い、抜けることのないようにする。

注1. 底質が岩礁の場合: 岩礁の所の錨は特にくふう



第6図 岩礁にかみ込んだ錨の図。  
Aの状態ではイの部分の細索が切れ、Bの状態ではロの部分をつり上げ岩礁にかかった爪はぬける。



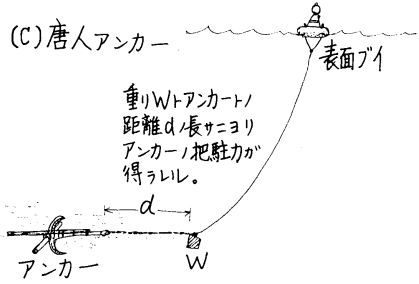
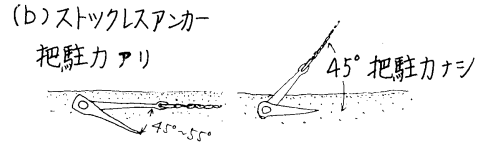
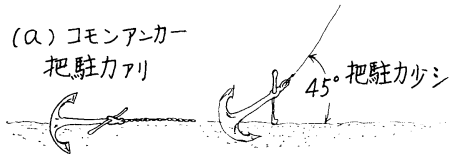
第7図 岩礁にかみ込んだ錨を取りはずすためのアンカー索の取付け説明図。

- Aの状態ではイの細索を切断
- B " ロ "
- C " ハ "
- D " ニ "
- E " ホに力が加わりアンカーは引き上げられる。

する必要がある。これは岩に錨自身がひっかかり、このため主索を切断し、回収の時点で貴重な資料を失い、水泡に帰することがある。このため、錨に特殊な装置をする必要がある。その1例を第6図に示す。又、一般に用いられているものに第7図がある。

注2. 錨の搔持力の補助となるもの: 錨索にチェーンを用いたときは、チェーン自身の重さの1.2~1.5倍の搔持力があるとされている。このチェーンは錨の搔きとあわせて有効である。

注3. 錨は単に型、重さのみで搔持力の目的が達し得られない。これは錨のアーム爪が充分泥砂の中にくい込んだ状態での搔持力であるから、錨が水平の形で海底に接していた状態のとき、搔持力が錨の重さの5~7倍とみるものである。このためにも、主索の短すぎるもの、すなわち1,000m以下他は水深の1.5倍以上、特に海流が2kt内外では2倍以上のさが望ましい。



第8図 アンカーの海底における状態による把駐力の大小。

筆者らの1人は津軽海峡の3~6kt内外の流速で200m以浅で索長は水深の3倍内外で用い、更に錨の搔持力を完全にするため、主索、他の副索、ブイ、検流計等の総合流圧を少し越える重りを、錨から相当距離を離れた所に付け、第8図(c)のように  $R_w = w \times d$  で錨かんが完全に海底に水平になり搔持力を充分にして成功した事がある。ただし、チェーンが岩にからむと主索の切断のおそれがある。

5) ブイ

ブイは設置した位置と、OBSを揚収するとき、これによって索の巻き揚げを行なうもので、極めて重要なものであることは言うまでもない。この目的に達するため、

- (1) 必要な浮力をもつ。
- (2) 存在位置を示す。すなわち昼夜共、有効な標識物であることが要求される。
- (3) 正規の姿勢で浮び安定していること。

ブイと索との条件

①索の重量より浮力が数倍も大である。②索に加る圧流より浮力が大である。③索の長さ。特に絶対索長が短いとき、すなわち水深より索長が短いときは論外であるが、水深より多少長い位ではよくない。④前記したように、初めの主索が長い場合でも、索が岩礁にからまり短くなったとき。⑤ブイに漏水し、浮力がなくなったとき等種々あげられる。このため、ロープの重量は小さなも

の、ロープの直径は小さいこと、ただし、強度は大であるもの、ロープは岩にからまるなどで短くならないようにする。これらのことを考慮に入れ、ロープシステムを検討する。⑥ ブイの浮力が大で、できるだけ小型のもの。⑦ ブイは堅固でかつ軽い。⑧ 取扱い便利なもの。⑨ ブイ自身の流体抵抗が小さい形のもの。⑩ 流体抵抗が少ないように装備設置すること。⑪ ブイ自身が洋上で常に安定であるもの。⑫ ブイの回転は望ましくない。回転しないように併せて前記⑩に記したように、抵抗の少ない姿勢であるようにする。

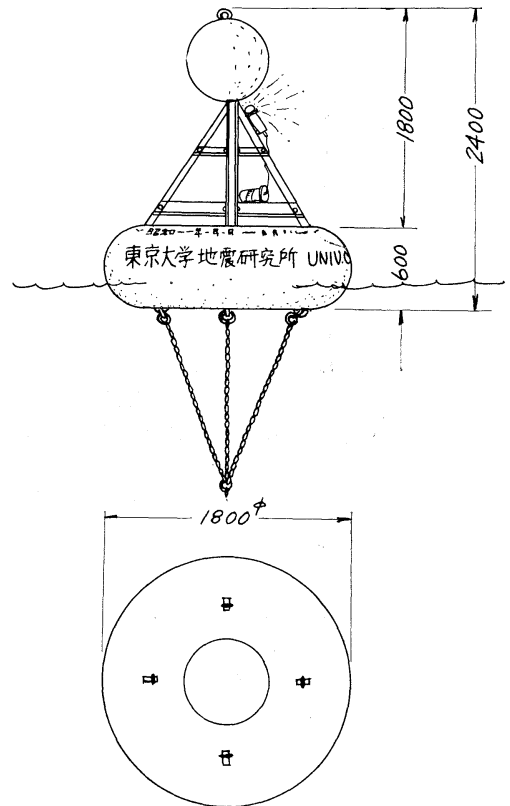
#### (4) ブイとしての条件。

ブイは大きく、高く、又夜間は光力の強いものが望ましいが、取扱い、設置、揚収の作業上おのずから限度があり、巻き上げクレーン、ウインチの能力、舷間の大小、高さなど船の構造、作業員の数、熟練の度合、作業当日の気象、海象、船の操船能力、操船技術等を総合勘案して決定すべきであるが、原則として次の諸点が望まれる。

① 視認の容易な色、海水色と判別容易なもの、空の色と判別容易なもの、その他昼間有効標識となる塗色。② 夜間の光学的有効標識…耐照時間の充分なもの、雷雨、雪、月明時においても充分効果のあるもの。③ 光の反射を有効に用いられるもの。太陽光線の反射…光学的なもの、電気的な反射…レーダー等。電波的なもの…無線発信周波数の検討、発信符号、発信時間。④ その他の信号。⑤ 以上、いずれも、航行中の船舶による衝突を充分さけられる有効な標識或は発光、発信体であること。電気的なものは、接触部、断線など洋上の動揺等の予想以上の悪条件に対し充分その機能を発揮出来るものと考えなければならない。又、作業当時者および第三者にも、可能である限り明確に OBS 用の浮標であることを識別し得る標示の内容を持つ必要があるブイには、(a) 所属を明記する。

(例:「海上保安庁水路部」、「東京大学」、「東海大学」など英文字でも記入し、又設標海域に近い国の文字でも記す。)、(b) 観測期間を明示する。(例: 自(設標開始) 00年00月00日～至(撤収予定)00年00月00日)。(c) 目的を極く簡単に記入する。d) 余白でもあれば「近よるな」又は「危険につき…」の如く記入する。以上は蛍光塗料で記せば更に有効である。

注: “危険”なる字句については多少の疑問点があるが、爆破の如く、化学変化等の危険を意味するのみでなく、なんらかの理由で物理的な多少の危険な要素を含むのと又、ブイ自体に近よったり、いたずらされるとブイが危険であると言う意味に解し、要は漁船員のブイに対



第9図 表面ブイ。

東京大学地震研究所で使用されているブイで、ブイ表殻は FRP、ブイ中心はウレタンフォームで作られている。自重 50 kg、浮力約 1,000 kg。

する好奇心、又は盗み行為の発動を抑制する心理的なものによって、OBS 観測作業を成功させる目的のための手段行為標示と解すればよい。

#### (5) ブイの姿勢

ブイは浮力、標識のほかに、ブイ自身が正常な姿勢で浮上していること。特にブイ自身に灯火装置、発信アンテナ等の信号装置、或はレーダー反射装置、等をそなえるときは、絶対転倒、横だおれ等しないことである。転倒事故のあるときは、殆んど全機能が失われ、又は浸水して、位置標示の機能が停止することもある。このため安定条件を満すには、① 重心を充分下げること、② 主索はブライドルを介して常に下方に強く引張ること。このため主索その他をブイのサイドに引きかかることをさけ、もしそのためブイが傾斜するときは、直ちに調整すること。上部に構造物、その他標識用のあるものは、風速 30~40 m/sec に耐え、GM (メタセンター) が極端に減少しないようにしたい。現在では主ブイの中心下方

にチェーンを吊り下げ、重心を常に下の方にあるよう配慮している。

#### (6) 補助ブイの使用目的と条件

揚取のとき主ブイのみでは作業に手間がかかり、揚取に困難を伴う。このため補助ブイにより主ブイに関係なく、主索をウィンチに巻き取ることが出来、揚取作業を簡単化させるために用いる。

この補助ブイは、①小型である、②軽いこと、③浮力の大きいことが条件となる。

流れのある海区の補助ブイは、主ブイの流れ去る方向に一列に並ぶので、流向も判明する。

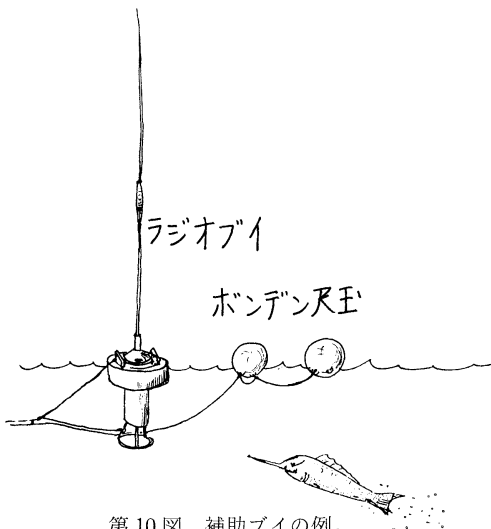
注： 流向を知ることは、OBS の揚取時操船上極めて重要で、引揚げ作業の初段において成功、不成功の鍵でもある。

主ブイが転倒したときも、発信、発光等の信号装置を補助ブイにも併用すると主ブイの事故、および又は装備等の故障の場合も補助ブイでカバーすることが出来る。

主索に加わる荷重が大で、主ブイが水面近くに沈んだときでも補助ブイのみが水面上にたろうじて浮いていて、これにより揚取可能となる。津軽海峡等、強流海域ではこのようなことが時々ある。

#### (7) 主ブイと補助ブイとの関連とその他の付属的なこと

主ブイと第1補助ブイとの間隔は 10~20 m がよく、間隔は小型航行船がこの間を航行しても、補助ブイ索が沈んでいるので、索が船体や推進機にからませる危険はない。ただし、補助索を海面に浮かせておくときは、航行船にからむ。このため切断される危険がある。問題と



第10図 補助ブイの例。

なるのは第1補助ブイから第2、第3の補助ブイ間の長さ、距離が問題となるので、この長さの決定は漁場であるか、又は出漁船、航行船の多寡、濃霧季及びその地方の気象その他を考慮して決める。普通 15~30 m 間隔である。ただし、自船が付近で警戒しているときはこの限りでなく、多少間隔が広くてもさしつかえない。

6) その他の付属具(連結用具、シャックル、滑車、セパレート、スィーブル)

シャックルの強度、大きさ、数、型、種類、その使用する用途で型が異なる。

シャックルピンの脱落止めは一つ一つのシャックルを各々注意して行なう。脱落止め真ちゅう針金、ナット等を用いるときは、電流のための化学的作用によって腐蝕するので、このため脱落して大事になったことがある。

サルカン、スィーブルは自由に回転し、引張りに対し強いもの。

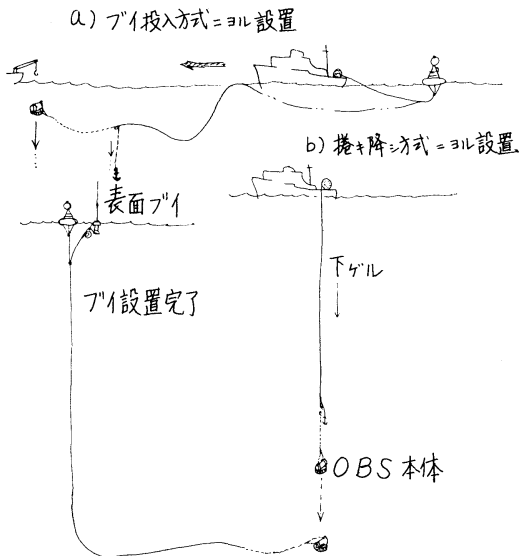
使用ブロックの数、大きさ、型、強度について検討する。

#### 3. OBS 設置法、作業甲板と機械

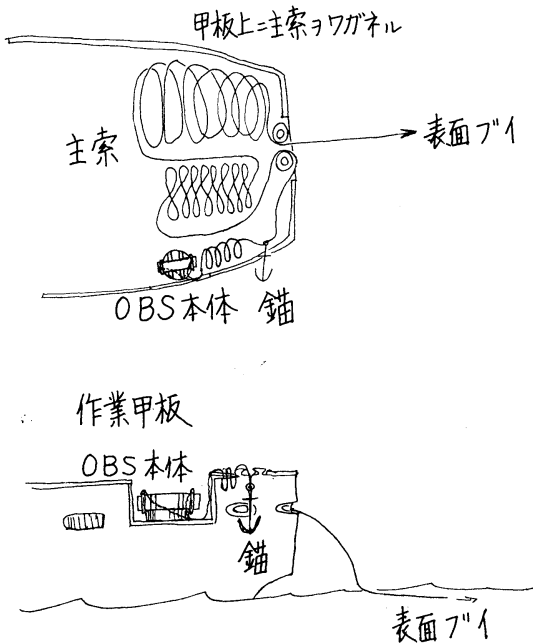
##### 1) OBS 本体の投入方式

この方法は最も簡単な設置作業方式である。OBS 本体、ブイ、索の連結等、万端の準備が完了したら最初に、補助ブイ、主ブイを海面に入れ、適宜の速度で必要方向に走り、最後に OBS 本体を船外に出し、投入する(第11図)。この方式は次の点に注意する。

① 主ブイからロープを張ったまま OBS を投下すると、OBS 着底位置の測定に正確さをかく。この場合、正確な位置は揚取時、主索が OBS に垂直に張り、海底から離れようとしたとき船位を測定する ② 投入時所定位置を測定するときは、主ブイ投入後、主索の延長は全部とせず、水深の長さだけ残し、その位置で投下し、その船位を測定すればよい。ただし、本方法は ③ ロープ走出中、特に ② の方法で OBS が自由落下のとき、主索がなんらかの原因で、船体にひっかかると、キズ、スレを生じ、切断の場合もあり、又ひっかかったロープを外すのに大きな労力を要することとなる。④ OBS 本体に大きな振動をかけるおそれがある。OBS を自由落下させると、着底時は大きなショックを受ける。ショックを防ぐにはパラシュートを用いると効果が上る。⑤ ただし、海底に達した後もパラシュートがついていると、底層海流のためパラシュートが開き、ノイズの原因になるおそれがある。⑥ パラシュートを付ければ、海面から着底まで海流に流され、OBS の位置が必ずしも予定地点とならない可能性が考えられる。いずれにしてもこのパラシュートは着底後、外れる装置を付けることが望ま



第11図 ブイ設置方式の図。



第12図 甲板上での設置器材の配置例。

しい。⑦パラシュートは落下中に他索ともれるおそれがある。

以上を考慮して作業上支障ないよう全般的に検討を行わない投入計画をたてる。主ブイ投入後、ロープ等を船外に走出させるときは、舷や甲板等適宜な所で走出時にもつれないようにワガネしておく。ただし、このワガネは普通格納するときのものと異なった方法で、経験上第12図

に示すようにするものも一方法である。いずれにしても舷にある突起物等にかまぬようにする。ロープを延しているときは船の速力を適宜とし、高速はさけ機関部とは緊急時でも対処できるように連絡系を密にしておく。

## 2) 巻き降し、操り下げ方式

OBS 本体より先に海中に入れ、連結した主索を延長し、巻き降し或は操り下げて、海底に達したならば、その位置を OBS の設置地点として決定する。流向が、風と一致しないときは、流向と同じ方向に索を延長し流れを横に風を投入舷に受けるように操船する。このようにして錨を入れ主索を延し、最後にブイ、補助ブイを投入する。主索延長中、船体の一部にあたり、主索がスレる場合は主索の疲労を早め又、切断の原因ともなるので、この場合は操船して、無理な張力、スレを生じないようにする。操船して所要方向にロープを延長し、最後に主ブイ、補助ブイを入れる。実作業は決して簡単なものでなく、OBS がまだ着底していないとき、水没主索と甲板上にある次の主索との連結は、大きい荷重がかかっているだけに、船の圧流の大きいときの主索の連結作業はむづかしく熟練を要する。

## 3) OBS 投入舷

### (1) 船の構造

(2) 巻き上げ機械と、操り出しダビット、クレーン、キャプスタンの装備配置関係

### (3) 暗車の回転方向

### (4) 作業時の風向、流向

### (5) 作業可能な舷側

### (6) 各作業連絡、船橋、機関との連絡の良否

### (7) 肉声連絡、直視、指揮撤底；その他

以上を総合して最良の舷を検討する。特に風波、海潮流のあるときは、操船を必要とするので、暗車近くでの主索の操り出し作業は出来るだけ避けたい。可変ピッチプロペラーのとき、暗車回転中は付近に索、その他のものを絶対に近かづけないようにしたい。

## 4) 巻き上げ機械の能力

巻き上げ機の必要馬力は、総荷重と巻き上げ速度で決定され又、次のものを考慮に入れて検討する。

① OBS、索、錨、錨鎖、ジャックル、スィーブル等の自重、② 上げ速度に対する垂直方向に加わる抵抗、特にロープの周囲圧の抵抗、③ 船体の風圧流による水平方向に加わる抵抗、④ 不定抵抗、⑤ 波による船体の浮き上り、浮き下りの加速度、運動方向と反対に加わる抵抗、⑥ 船体のローリング、ピッチング。

## 5) ダビット等

ダビットとは、重量物を船内から船外の海中へ、又はその反対に船外より船内に、又巻き降し等で滑車を通して、力の方向を変へるものである。このため、OBSの最大荷重に対し、数倍以上の強度が要求されるので、ダビットに加わる圧縮応力、引張応力、又はダビットのアームの長短で支点と力点の位置で、ベンディングモーメント、剪断力等、充分考慮し、力の方向変化に依っては、ねじれモーメント等も考慮に入れる。力の方向の変化はOBS引き上げ方法によって異なるもので充分注意する必要がある。ダビットの取り付け角度については、船体のローリング角度を充分考慮に入れる。

4. 設置作業と作業中の応急対策

1) 作業員の配置について

人身事故のないよう作業を完全に遂行するため、熟練度、乗船経験、年齢、性格、機敏さ、緊急時の応用性、協調性、統率力等作業員の能力などに精通する。作業を調和をもちつつその仕事を行なう絶対必要作業員数、作業の種類、性質とその量、及び作業時間の長短、昼夜の別、併せて、船の装備能力等の条件に最も普通とされる海区の季節に依る気象、海象を条件に入れて総合判断し、作業員の配置分担を決め受持作業を遂行出来るよう各パートに充分作業内容を説明し、周知徹底させる。

作業の成否は結局人であるので、適材適所の配置にあることは極めて重要である。

①作業順序、進行の過程に応じて人員の配置、従って要所々に現場指揮者を定める。それぞれの作業に適する人材を、全体の人数より勘案して受持人員を決める。各自の受持ちと、他の作業との関連を充分周知させる。  
 ②現場指揮者間(たとえば船の前部作業と後部作業との間など)には総合指揮者よりの伝達連絡を完全に行なうようにその連絡法、必要に応じて専門の連絡員をつけることは極めて重要である。  
 ③作業順序、進行過程で次から次と作業のタイミングに合わせて作業員の配置換え、応援、協力体勢をスムーズに行なう。  
 ④特に少人数でしか作業に従事出事ないときは、作業終了ごとに機動性を持たせ、次々に作業を行なうことが必要である。  
 ⑤このため、作業配置表を作り、受け持ちを徹底させる。  
 ⑥重量物の運搬はそのときだけ人員を増すようあらかじめ他部門に連絡しておく。  
 ⑦重量物をウィンチ等で上げ下げするときは、ウィンチハンドは特に熟練者に担当させ、絶対に事故の起きないようにする。  
 ⑧作業員には自分の受持ち作業をよく理解させ、かつ熟達につとめさせ、不明、不安をなくし、全力を出して作業を完遂させるよう計画訓練をする必要がある。

2) 設置作業中の作業船の信号

(1) 視覚信号: 形象信号、赤白赤(国際海上衝突予防法、第4条第3項、昼間信号)(第13図)、旗りう信号、夜間灯信号、赤白赤夜間信号、規定の航海灯及び停泊灯。昼夜共モールス信号、発光による信号を付近をとる船舶に対して送信出来るよう準備しておく。

(2) 音響信号: 作業中近づくて来る船に対して、汽笛、サイレン等による注意喚起信号その他を行なう。

3) 設置位置決定のために

OBS設置位置決定するために位置測定用具(航海計器)を装備しなければならない。

(1) ロラン

(2) レーダー

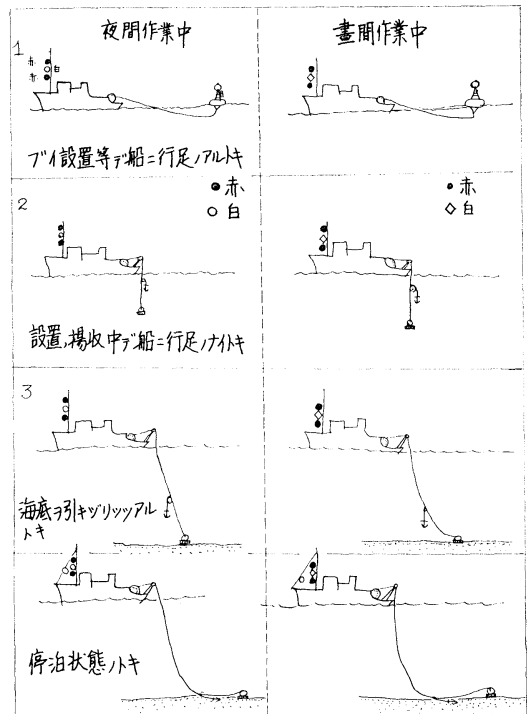
(3) 無線方位位置定器(方向探知機)

(4) 六分儀(六分儀の誤差を測定しておく、天測用のものは特に注意)、天測歴、天測計算表、測角用、仰角距離表等

(5) 時刻儀…天測用の正確な時間を知るに必要な時計(クロノメーター)

(6) 必要海図、一般航海用、ロラン用海図、デバイダー、定規、三桿分度儀

(7) 測深儀、主として音響測深儀、PDR、漁探器の装



第13図 作業中の信号。

#### 備, 補助電動測深儀

(8) ら針儀, 方向測定用, 航路決定用(磁気ら針儀, ジャイロコンパス共誤差を測定しておく)

(9) ストップウォッチ, 各作業員の時間の照合

(10) 海区によってはデッキ, オートテープ, オメガ等によって船位決定する場合もあり, いずれしても装備要具は充分整備しておかねばならない。

#### 4) 作業中の応急対策

##### (1) 応急対策の心がけ

他作業から多くの経験を OBS 作業に応用する。又, OBS の過去の作業経験を充分活用し設置, 揚収作業中, 起り得る事故の事態を想定し, 応急対策をたてる。又緊急事故対策はその瞬時, 極めて短時間にたてる対策で成功と不成功がさまる。予想しうる事故に対し応急要具の完全準備をすること。要具を巧みに使いこなす技術と機敏な動作とによって効果的な応急作業が期待できる。

##### (2) 応急要具と工具

①ストッパー: これは大きな張力がかかっている主索を一時止め, 張力を緩め索に対する作業を行なうもので, 作業中しばしば起る。ロープ, チェーン各種(大きさ, 長さ), センニット等を用意しておく。ただし, ストッパーを用いることにより主索にキズをつけないよう注意する。②ナイフ等切断要具, ワイヤ切断要具, タガネ。③ハンマー, スパナー(各種サイズ), ④スナッチブロック, ⑤シャックル各種, ⑥テークル, できればチェーンブロック, ⑦補助ロープ, 主索と同強度のもの。⑧雑索, ⑨潤滑オイル。⑩バール, バー。⑪ヤットコ, ペンチ。⑫ハンディートキー, 笛。⑬竿(押し出し, 引きつけ用)等これら応急用工具は充分用意する。

##### (3) 応急用工具の点検

工具の機能は常に使用出来る状態にしておくことはもちろんで, 特に, ①各種大小のシャックル, シャックルボルトのねじ部に注油, ボルト止め用シーリングワイヤー。②滑車のシーブ(方向転軸), スナッチブロック蝶番等の回転部, 船体付具ではローラー, ダビット, スイール系に注油することを忘れてはならない。

##### (4) 作業甲板機械の点検

グリーン, キャップスタン, ウィンチ, ウィンドラス, これらの回転, 試運転, 注油を行なう。ローラー(索導車, 縦横ローラー共), ダビット, ブロック等スムーズに回転できるようにその回転部に注油。

##### (5) 照明設備

作業が順調に進まない場合, 往々にして夜間になる場合がある。この場合を予想して, 作業用大型照明灯, 作

業用移動照明灯, 外船の灯(外船通路の照明用), 手電灯は日常からの整備を行なっておく。

#### 5. 第三者に対する協力要請(通報連絡)

OBS 本体は海底にあってなんら問題とはならないが, OBS を回収するためのブイが海上に係留されているため, 一般航行船, 漁船など盗索による切断等の事故により, OBS 本体の揚収が出来なくなることがある。

すなわち, 盗難等の目的は主索であって殆んど OBS 本体は対象としないが, 結局引上げ手段としてのブイ, ロープの切断によって OBS 亡失の事件が起る。

OBS ブイが漁業の操業に邪魔, 又は障害になるため切断される(まき網, 手操機械底曳, 流し網, 延縄がこの対象となる)。

航行中船舶の障害もあるので, 設置海域の一般航行船の量等も調査し, 設置海域の航行船の状況を把握し, 漁業者, 一般船舶に研究のためのブイ設置であることを周知徹底し強く保全に協力を要請する。

##### 1) 協力要請機関及び方法

①一般船には水路通報, 航路告示, 航行警報。②漁船に対してはラジオ放送による協力要請, 及び OBS 設置海域の漁業組合, 県水産課, 海上保安部, 署等に依頼。③出来れば現地関係に直接, 詳細な説明を行ないかつ依頼する。④巡視船のパトロール要請。⑤県水産試験場及び所属調査船等に依頼する。

##### 2) 通報内容

①設置の期間: 自年月日 至年月日, ②設置の位置: 緯度, 経度のほかによく知られている島, 岬からの方位と距離(漁船等を対象とするとき, ラジオ放送のとき, 方位は真方位のみでなく磁針方位も入れる)。③ブイの形状, 大きさ, 高さ。④塗装色。⑤記入字句。⑥その他付属具一切を海上保安庁, 漁業組合, 県水産課, 可能ならば出漁船にもパンフレット又はポスターにして配布する。

### 3. 設置計画及び実施方法案の例

今まで述べたことを基にして実施方案を作成してみる。OBS 設置水深 2,000 m, OBS 本体重量 700 kg としたときの, ロープのサイズ及び巻き上げ機の必要馬力等。

1. 索の抵抗(ブイ下 500 m) 海流が水面より 500 m の深さまで 2 kt で一樣な流速として

$$R_w = \frac{1}{2} c_x \rho' A m^2 V^2 \dots (a)$$

$c_x$ …抵抗係数 1.2, (ワイヤーロープの直径に対し長さ

が無限大とする)

海水比重を 1.026,  $\rho' = 1.046$  とする.

ロープ径 8 mm, 9 mm, 6.3 mm, 長さ 500 m について検討してみると,

- 直径, 長さ, 投影面積,  $R_w$
- $8\phi \cdots 500\text{ m} \cdots 4.0\text{ m}^2 \cdots 251\text{ kg}$
- $9\phi \cdots 500\text{ m} \cdots 4.5\text{ m}^2 \cdots 282.5\text{ kg}$
- $6.3\phi \cdots 30\text{ m} \cdots 0.2\text{ m}^2 \cdots 12.5\text{ kg}$  とする.

2. 索の周囲圧力流体抵抗

$$C_b = 0.0027 + 0.00034 \frac{2}{1000} \text{ とし } V = 1\text{ m/sec}$$

$AR\text{ m}^2 = \text{索の周囲面積}$

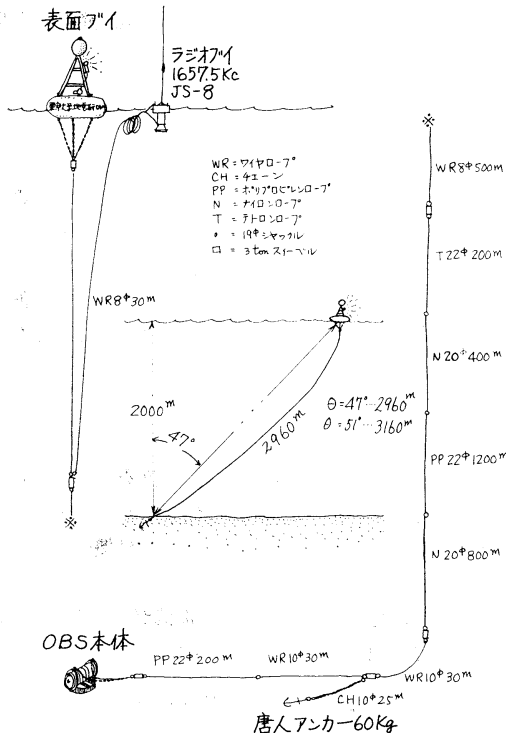
$$R_w \gamma P = C_b \rho AR\text{ m}^2 V^2 \cdots \cdots (b)$$

$22\phi$  水深 1,000 m としたときの索の長さによる周囲圧力流体抵抗を (b) 式を用いて計算すると

- $\theta = 0^\circ$  (1,050 m)  $\cdots \cdots 14\text{ kg}$
- $\theta = 30^\circ$  (1,215 m)  $\cdots \cdots 15\text{ kg}$
- $\theta = 45^\circ$  (1,450 m)  $\cdots \cdots 18\text{ kg}$

$22\phi$  水深 2,000 m の場合

- $\theta = 0^\circ$  (2,000 m)  $\cdots \cdots 28\text{ kg}$
- $\theta = 30^\circ$  (2,310 m)  $\cdots \cdots 32\text{ kg}$
- $\theta = 45^\circ$  (2,860 m)  $\cdots \cdots 39\text{ kg}$



第14図 水深2,000 mにおけるロープシステム図例。

3. ブイの流体抵抗

1) 主ブイ

直径 1.8 m 高さ 60 m (ドーナツ型)

$cx = 0.6, V = 3\text{ kt}$ , のとき  $R_w = 76.3\text{ kg}$ , ただし, ブイは 60 cm 全没せず, 水平の状態とし, ブイに加わる荷重 108 kg, 海流 2 kt とすると浮力 1 ton のブイは約  $1/3$  位沈ずむ

2) 先取りブイ(補助ブイ)

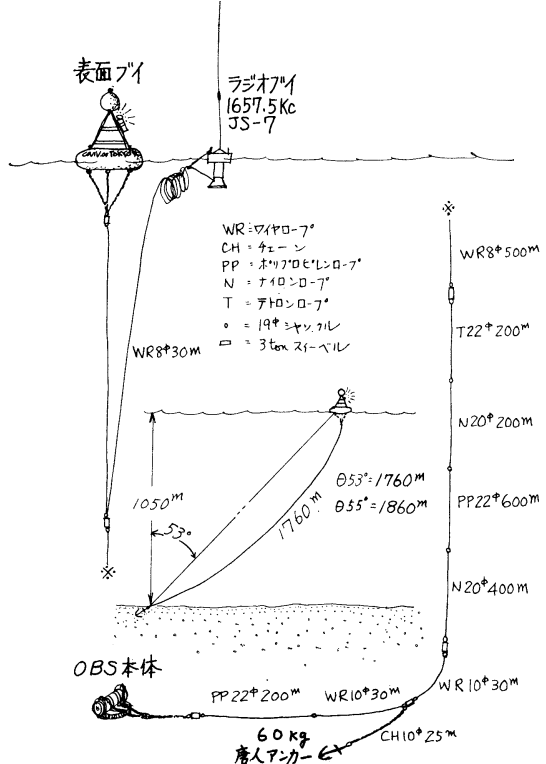
直径 35 cm 3個使用したとし,  $R_w = 22\text{ kg}$  ただし  $1/2\text{ } cx = 0.3$  とする。

4. 錨の把駐力

上記した 1, 2, 3 の結果により, アンカーに加わる荷重は 350 kg となり, 唐人アンカー 50 kg, チェーン 68 kg を用いたときの把駐力は, 452 kg と推定される (アンカーの把駐係数 7, チェーン 1.5 とする)。これにより充分使用に耐える。

5. 巻き上げ機の馬力

巻き揚げ速度を 0.5 m/sec としたとき, 本体荷重とロープ巻き上げの速さによって生ずるの流速抵抗を加えた 1,610 kg がウインチの巻き上げ必要荷重となり, 17.6 馬力の巻き上げ能力のものが必要となる。



第15図 水深1,050 mにおけるロープシステム図。



以上を基にして作成したロープブイシステム図を第14図に示す。参考として第15図に水深 1,050 m のシステム図を示す。

以上で OBS 設置計画，準備について述べた。実際の洋上作業は，未だかつて経験していない諸種の悪条件的伏兵がいついかなる状態で起るやも知れない。しかし，“充分準備は行なった”“だいじょうぶ”という安心感を基にし，臨機応変の処置対策の即決によってそれは断行される。人的，物的（応急に使用する要具についても）と心の準備，物の準備を怠ってはいけない。OBS 作業の不成功や人身事故は注意と準備の不完全なときが多く，

その原因は何かを銘記しなければならない。

又，準備する器材は時間的に充分余裕をおいて購入し，点検，整備することが大切である。

計画，準備が不十分のときは作業に不安を感じ，かつ場合によって作業計画を変え，良い解決策が得られず，設置作業を行なってみたものの，回収出来なくて全体の苦労が水泡に帰すことのあることを銘記すべきである。

設置及び揚収法及びこれに伴う操船，又は緊急時或は主索の切断，ブイ流失等による事故対策については後日記述したい。

シ ン ポ ジ ウ ム

海中の光に関するシンポジウム\*

Symposium sur la lumière dans les océans

日 時： 昭和 45 年 1 月 19, 20 日

場 所： 東京大学海洋研究所

1 月 19 日

1. 海洋光学が海洋学中に占める位置  
竹内能忠(北大・水産)
2. 散乱・吸収理論の海洋光学への適用  
岸野元彰(理 研)
3. 水中照度に及ぼす 2 次散乱の影響  
杉森康宏(東大・海洋研)
4. 海中輻射の量的表現とそのために考慮す  
べき測定装置の特性 杉原滋彦(北大・水産)
5. 海洋光学における電子工学の応用  
西村 実(東海大・海洋)

1 月 20 日

6. 海面に到達する光エネルギー  
近藤純正(防災科技センター)
7. 海洋・大気の境界層の海中光  
に及ぼす影響 菱田耕造(気 象 研)
8. 水塊の光学的特性 西沢 敏(北大・水産)
9. 海中光と光合成 藤田善彦(東大・海洋研)
10. 海洋の光合成に用いられる光エネルギーに  
関する SCOR, WG の活動を中心として  
西条八東(名大・理)

\* 東京大学海洋研究所主催の研究集会の一つでの講演要旨である。質疑応答も印刷を予定していたが、止むを得ない事情により割愛した。(高野健三 記)

1. 海洋光学が海洋学中に占める位置

竹 内 能 忠\*

Situation de l'optique dans l'océanographie

Yoshitada TAKENOUTI

海洋光学の戦後特に最近十年間の進歩は著しいものがある。しかし一方では、ある行きずまりを感じさせられる。このシンポジウムを計画するに当って、この点を考えて、最近までの海洋光学の進歩を展望して今後の進むべき進路を見出そうという目的で海洋光学の各分野について、現在活発に研究している研究者に講演をお願いした。

\* 北海道大学水産学部 Faculty of Fisheries, Hokkaido University

吸収散乱について新しい理論が海洋光学に応用されて来た。これがどの程度に実際に説明し得るか、また二次散乱や海面の特殊性の影響がどの程度かなどは基礎的な問題として考えねばならない。

また、海洋光学の進歩は電子工学技術の進歩に待つところが多い。この最新の技術の進歩が、海洋光学にいかに関与し得るかも考えて見たい。

海洋光学の応用としては、まず生物に対する作用・光合成・動物の運動等があるであろう。また、海水の光学

的性質の差違による水系の判別などを考えることは海洋光学が海洋学中に占める位置を浮き上らせることになる。最近、JERLOV らによって提案されている Quantum Meter も生物学との関連で注目すべきもので

ある。

以上がこのシンポジウムの構想であって、海洋光学が今後海洋学中でどんな位置を占めるべきかの解答が与えられることを期待する。

## 2. 散乱・吸収理論の海洋光学への適用

岸野元彰\*

### Application de théories de diffusion et absorption à l'optique marine

Motoaki KISHINO

海水中の光学的諸問題—放射エネルギー輸送、視程、水色等—は、その海水の光学的性質—散乱係数、吸収係数等—によって支配されている。散乱・吸収は海水それ自身はもちろん、海水中に含まれている懸濁粒子や溶存物質に起因している。しかし、その実体について多くの

研究があるが確立されていない。われわれは Fig. 1 に示す如く、この問題について研究して来た。ここでは、吸収・散乱について理論と測定を比較し、海洋光学における問題点を論ずる。

#### 1. 吸収について

現場海水の吸収係数  $a$  は GERSHUN (1936) によってエネルギー保存則から得られた

$$\frac{d}{dz}\{H(z, -) - H(z, +)\} = -ah$$

で求められる。ここで、 $H(z, \pm)$  は上向き(+), 下向き(-)照度、 $h$  はスカラー照度である。この  $a$  は、海水とそれに含まれる物すべてによる吸収を含んでいる。

海水自身の吸収は古くから研究されて来たが、吸収係

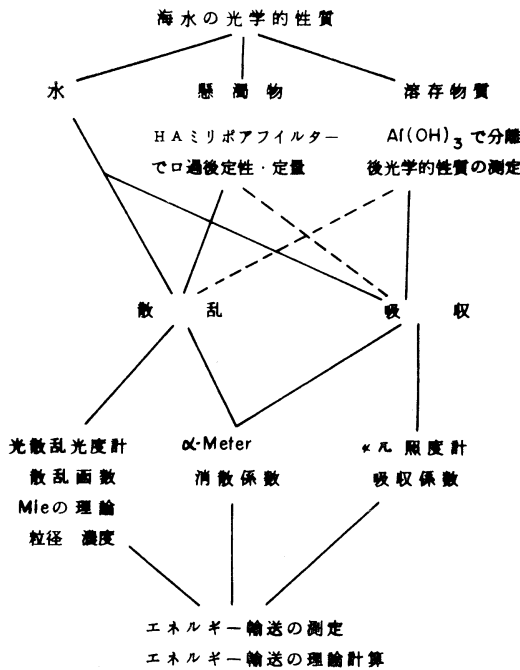


Fig. 1. Chart illustrating optical oceanography.

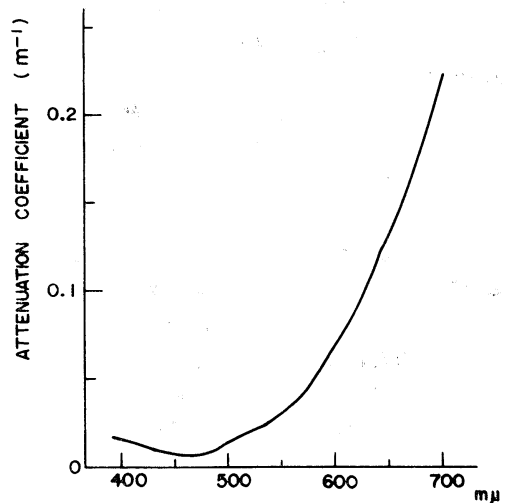


Fig. 2. Attenuation coefficient of pure water. (after JAMES and BIRGE, 1938)

\* 理化学研究所 The Institute of Physical and Chemical Research

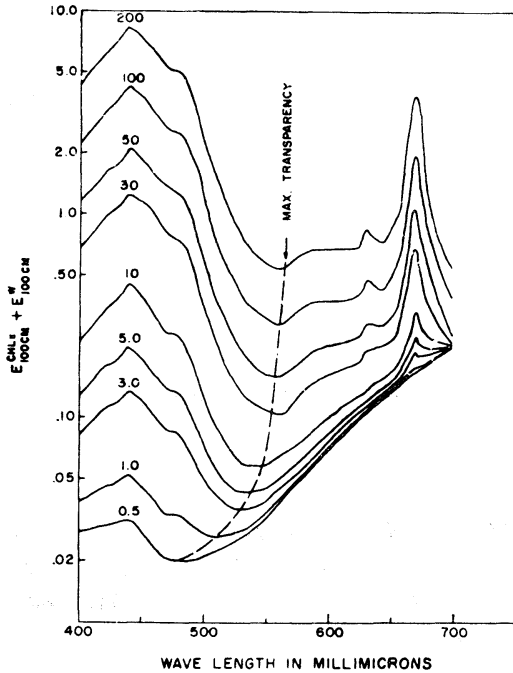


Fig. 3. Combined absorption coefficients for pure water and plant pigments. Numbers adjacent the curves indicate the chlorophyll concentration in mgs./m<sup>3</sup>. (after YENTSCH, 1960)

数を単独で測定することは困難で、散乱との和である消散係数の形で測られて来た。しかし、水の散乱は長波長で急に減るのでこの点を考慮してやればよい。水の吸収は 470 mμ で最小で、長波長にむかって急激に増加している (Fig. 2)。塩分による吸収は可視域ではほとんど無視出来、紫外部でごくわずかに影響し、短波長になるにつれて増加している。

海水中の溶存有機物による吸収は紫外部で非常に大きく長波長になるにつれて指数的に減少している。紫外光には興味ある研究が多い。

懸濁粒子による吸収は、よくわかっていない。YENTSCH (1960) は生きている植物プランクトンの染色体による吸収を明らかにした。生体による差は少なく、緑に吸収の最少が、赤 (Chlorophyll a) と青 (Chlorophyll, Carotenoid の吸収) に極大が存在している。これと水の吸収を組合せ吸収曲線を作ると、生体の濃度が高くなると吸収の最少が青から緑へと動いてゆく。これは沿岸水の水色と大きな関係をもつことを示した (Fig. 3)。

2. 散乱について

光散乱の研究は気象光学や高分子物理で特に発達し

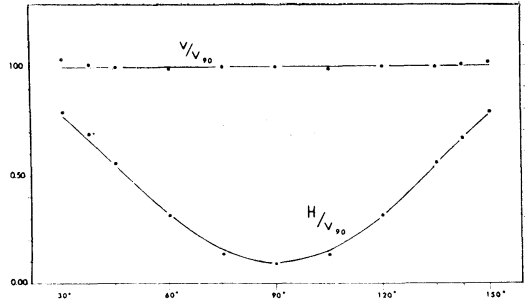


Fig. 4. Scattering function of pure water. (after MOREL, 1966)

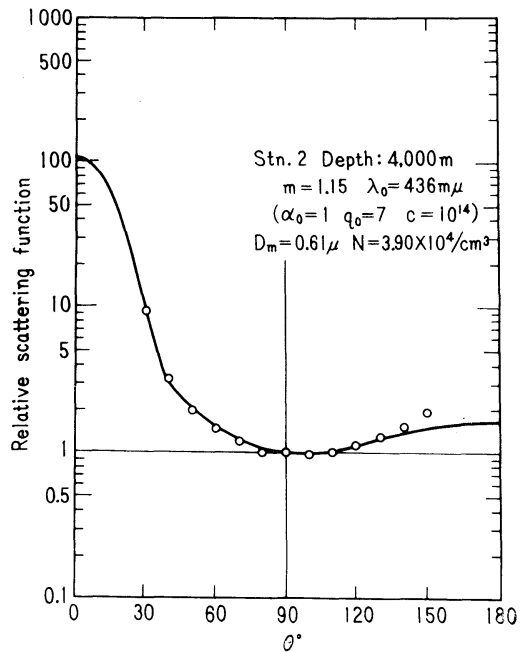


Fig. 5. Scattering function observed on the water sampled at the depth of 4,000 m at Stn. 2 and calculated on the assumption of  $m=1.15$ ,  $D_m=0.61 \mu$  and  $N=3.90 \times 10^4/cm^3$ . (after SASAKI *et al.*, 1968)

た。散乱を決める要素は、屈折率(物の種類)、形、大きさと粒子数である。海水の散乱は、海水自身、懸濁粒子及び溶存物質であるが、今までは溶存物質は水と同じに考えられて来た。

真水の散乱は、DAWSON and HULBURT (1937) や MOREL (1966) によって測定され、揺動理論による理論値と比較し一致することをたしかめた。それによれば散乱光は  $(1 + \cos^2 \theta)$  に比例し  $\lambda^4$  に逆比例する。ここで  $\theta$  は散乱角、 $\lambda$  は波長である。塩分について HISHIDA (1953) は理論的に、MOREL (1966) は人工海水の測定

から、塩分によって生ずる散乱が小さいことをたしかめた。

懸濁粒子によって生ずる散乱は、水に比べ大きな要因である。粒子はその種類、大きさ、形、量等さまざまであるが大き分けると有機物と無機物に分かれる。一般には有機物の量が多く、その屈折率は水に近い。無機物の多くは屈折率 1.4~1.7 で、2 以上のものも多少存在している。複雑なこれら粒子に理論を適用することはむずかしい。初めて理論を適用したのは BURT (1954) で、均一粒径の球形粒子とし、Mie の理論で散乱係数を求め実験と比較し、一致することをみだした。SASAKI *et al.* (1962) は、さらに発展させ、散乱光の角度分布を計算し測定値と比較し、又粒径分布を仮定し計算を進め測定値と一致することをみだした (Fig. 5) (SASAKI *et al.*, 1968)。しかし後方散乱で合わない場合が多くみだされた。これは不透明粒子による吸収の結果 (DEIRMEDJIAN *et al.*, 1961) や、二重殻粒子 (ADEN and KERKER,

1951)、粒子数の多い場合の多重散乱の効果 (HARTEL, 1940; Wood WARD, 1964) 等の問題を考慮しなければならぬ。粒形は本来非球形であるが、粒子がランダムに分散しているため球形とみなした結果と一致するのであろう (HADKINSON, 1963)。

このように光散乱で現われる粒子は平均的な像であって本当の姿でない。従って、現場海水中の懸濁粒子を直接つかまえてはならない。その結果に理論を適用することによりいっそう光散乱が明らかになってくる。

3. 今後の問題点

海水自身の吸収・散乱は、理論と測定から明らかになって来た。懸濁粒子や溶存物質による吸収・散乱は、物そのものの実体と光学的性質が明らかでなく、直接その物をとらえ理論を適用していかなくてはならない。

一方、測定では測定精度を上げること、散乱光の絶対測定と小角前方散乱の測定等、理論と比較する上でも重要であり、研究されなくてはならない。

### 3. 水中照度に及ぼす 2 次散乱の影響

杉 森 康 宏\*

#### Effet de la diffusion secondaire sur la radiance dans la mer

Yasuhiro SUGIMORI

水中照度に 2 次散乱光が、どのような大きさに影響しているかを論じる。

水中照度の理論として代表的なものを以下にあげる。

1) Schuster, Hulbert の理論

2 流モデルを考え、或る層の内と外で出入りする光のエネルギーは等しいと考える。層の厚さを  $t$  とすると行く光の照度  $a_t$  は、

$$a_t = [ra_0 + I_0 \{rc - T[(CA - B \sec \xi + g) \sinh rt + Cr \cosh rt]\}]$$

ただし、 $I_0 = i_0 \cos \xi$ ,  $g = (1-r)(1-\eta_a)\sigma_a$ ,

$$r = \{\beta_a [2(1-\eta_a)\sigma_a + \beta_a]\}^{1/2},$$

$$T = e^{-At}, \quad A = (\beta_c + \sigma_c) \sec \xi,$$

$$B = \eta_c \sigma_c + (1-\eta_a)\sigma_a \cos \xi,$$

$$C = \sigma_c [\eta_c (\beta_a \cos \xi + \beta_c + \sigma_c) + (1-\eta_a)\sigma_a \cos \xi \times [(\beta_c + \sigma_c)^2 - r^2 \cos^2 \xi]^{-1}]$$

$\beta_c$ ; 単色光放射輝度の場合の吸収による消散係数,

$\beta_a$ ; 拡散放射輝度の場合の吸収による消散係数,

$\sigma_c$ ; 単色光放射輝度の散乱による消散係数,

$\sigma_a$ ; 拡散放射輝度の場合の散乱による消散係数,

$\eta_{c,a}$ ; 各輝度の前方散乱の率,

$a_0$ ; 海面に入る全拡散放射照度,

$i_0$ ; 海面における太陽光の鉛直方向照度

$\xi$ ; 海面における太陽光の鉛直方向に対する入射角度。

2) Preisendorfer の理論

放射輝度伝播理論の中で光路関数  $N_*$  を考え、Schuster の 2 流モデルの近似式を求め伝播固有放射輝度  $N_r^0$  と光路放射輝度  $N_*$  に別けて以下の式を得る。

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

$$N_r(z, \theta, \phi) = N_0(t, \theta, \phi) T + \frac{N_s(z, \theta, \phi)}{d + K \cos \theta} \times [1 - e^{-(\alpha + K \cos \theta)r}]$$

ただし,  $N_r(z, \theta, \phi)$ ; 観測点における放射輝度  
 $N_0(z, \theta, \phi)$ ; 伝播固有放射輝度 ( $= N_r^0$ )

$z$ ; 深度,

$z_i$ ; 深度  $z$  で散乱した場合の海面より観測点までの光路長,

$\theta$ ; 球面三角の場合の緯度角,

$\phi$ ; 経度角,

$\alpha$ ; 体積消散関数 (単色光の場合),

$K$ ; 体積消散関数 (拡散光の場合),

$T$ ; 光線透過率,

$r$ ; 光路長.

以上のように光路長  $r$  における放射輝度を求める。

3) Takenouti, Jerlov の理論

1), 2) は拡散放射輝度として2次散乱も含んだ放射輝度を扱い, 3) は集光放射輝度として指向性のある1次散乱光を扱っている。

4) Jerlov の理論を2次散乱まで展開

Jerlov の理論は1次散乱までを計算している。理論の内容は指向性を持った光が海水中の水分子によって吸収, 散乱される, 或いは懸濁粒子によって散乱を受ける事を基礎とし, これらの散乱光を積分(集光)した光が各深度における放射輝度として表わしている。放射輝度  $B$  は

$$B = E_0 \sec \theta_0 \sigma(\nu_1) \sec \theta_1 \frac{e^{-\alpha z_1 \sec \theta_0} - e^{-\alpha z_1 \sec \theta_1}}{\alpha(\sec \theta_0 - \sec \theta_1)}$$

ただし,  $E_0$ ; 入射照度,  $\theta_0$ ; 入射緯度角,

$\theta_1$ ; 1次散乱緯度角,

$\phi_1$ ; 1次散乱経度角,

$\nu_1$ ; 球面三角における  $\theta_1, \phi_1$  により生ずる角,

$\sigma(\nu_1)$ ; 1次散乱の体積散乱関数,

$z_1$ ; 1次散乱深度.

同様の考え方で2次散乱を求めると

$$dB = E_0 \sec \theta_0 \sigma(\nu_1) \sigma(\nu_2) \frac{\sec \theta_1 \cdot \sec \theta_2}{\alpha^2(\sec \theta_1 - \sec \theta_0)} \times \left\{ \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_0} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2}}{\sec \theta_2 - \sec \theta_0} - \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_1} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2}}{\sec \theta_2 - \sec \theta_1} \right\}$$

$$\therefore B = 2 \int_0^\pi \int_0^\pi dB \sin \theta_1 \cdot d\theta_1 \} d\phi_1$$

$\theta_2$ ; 2次散乱緯度角,

$\phi_2$ ; 2次散乱経度角,

$\nu_2$ ; 球面三角における  $\theta_2, \phi_2$  より生ずる角,

$\sigma(\nu_2)$ ; 2次散乱の体積散乱関数,

$z_2$ ; 2次散乱深度.

5) 海中輝度の系

海面に入る光を, 太陽光, 空光の二つと考え, 空光は鉛直平行な光線と仮定すると, 2次散乱まで含んだ海中輝度の系は

$$B_{\text{全輝度}} = B_{\text{直接太陽光}} + B_{1\text{次散乱太陽光}} + B_{2\text{次散乱太陽光}} + B_{\text{直接空光}} + B_{1\text{次散乱空光}} + B_{2\text{次散乱空光}}$$

これらの放射輝度を各々以下に求める。

(1) 太陽光

a)  $0 \leq \theta_1 < \frac{\pi}{2}$  の場合

i)  $B_{\text{直接太陽光}} = E_0 \sec \theta_0 e^{-\alpha z_2 \sec \theta_0}$

ii)  $B_{1\text{次散乱}} = E_0 \sec \theta_0 \sigma(\nu_2) \sec \theta_2$

$$\times \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_0} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2}}{\alpha(\sec \theta_2 - \sec \theta_0)} (\theta_2 \neq \theta_0)$$

$$B_{1\text{次散乱}} = E_0 \sec \theta_0 \sigma(\nu_2) \sec \theta_2 \cdot e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2} \cdot z_2 (\theta_0 = \nu_2)$$

iii)  $dB_{2\text{次散乱}} = E_0 \sec \theta_0 \sigma(\nu_1) \sigma(\nu_2) \frac{\sec \theta_1 \cdot \sec \theta_2}{\alpha^2(\sec \theta_1 - \sec \theta_0)} \times \left\{ \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_1}}{\sec \theta_2 - \sec \theta_1} - \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_1} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_0}}{\sec \theta_2 - \sec \theta_0} \right\}$   
 $(\theta_1 \neq \theta_0, \theta_0 \neq \theta_2, \theta_1 \neq \theta_2)$

$$dB_{2\text{次散乱}} = E_0 \sec \theta_0 \sigma(\nu_1) \sigma(\nu_2) \frac{\sec \theta_1 \cdot \sec \theta_2}{\alpha(\sec \theta_1 - \sec \theta_0)} \times \left\{ \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_1} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2}}{\alpha(\sec \theta_1 - \sec \theta_0)} - z_2 e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2} \right\}$$
  
 $(\theta_0 \neq \theta_2, \theta_1 \neq \theta_2, \theta_1 \neq \theta_0)$

$$dB_{2\text{次散乱}} = E_0 \sec \theta_0 \sigma(\nu_1) \sigma(\nu_2) \frac{\sec \theta_1 \cdot \sec \theta_2}{\alpha(\sec \theta_1 - \sec \theta_0)} \times \left\{ \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_1}}{\alpha(\sec \theta_1 - \sec \theta_2)} - z_2 e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2} \right\}$$
  
 $(\theta_0 = \theta_2, \theta_1 \neq \theta_2, \theta_1 \neq \theta_0)$

$$dB_{2\text{次散乱}} = E_0 \sec \theta_2 \sigma(\nu_1) \sigma(\nu_2) \frac{\sec \theta_1 \cdot \sec \theta_2}{\alpha(\sec \theta_1 - \sec \theta_2)} \times \left\{ \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_1}}{\alpha(\sec \theta_1 - \sec \theta_2)} - z_2 e^{-\alpha z_2 \sec \theta_1} \right\}$$
  
 $(\theta_0 = \theta_1, \theta_1 \neq \theta_2)$

$$dB_{2\text{次散乱}} = \frac{1}{2} E_0 \sec \theta_0 \sigma(\nu_1) \sigma(\nu_2) \sec \theta_1 \sec \theta_2 \times z_2^2 e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2} (\theta_0 = \theta_1, \theta_1 = \theta_2)$$

b)  $\frac{\pi}{2} \leq \theta_1 < \pi$  の場合

i)  $B_{1\text{次散乱}} = E_0 \sec \theta_0 \sigma(\nu_2) \sec \theta_2 \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_0}}{\sec \theta_2 - \sec \theta_0}$   
 $(\theta_0 \neq \theta_2)$

ii)  $dB_{2\text{次散乱}} = E_0 \sec \theta_0 \sigma(\nu_1) \sigma(\nu_2) \frac{\sec \theta_1 \cdot \sec \theta_2}{\alpha^2(\sec \theta_1 - \sec \theta_0)} \times \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_0} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2}}{\sec \theta_2 - \sec \theta_0}$

(2) 空光

a)  $0 \leq \theta_1 < \frac{\pi}{2}$  の場合

i)  $B_{\text{直接空光}} = E_0 e^{-\alpha z_2}$

ii)  $B_{1\text{次散乱}} = E_0 \sigma(\nu_2) \sec \theta_2 \frac{e^{-\alpha z_2} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2}}{\alpha(\sec \theta_2 - 1)}$

iii)  $B_{2\text{次散乱}} = E_0 \sigma(\nu_1) \sigma(\nu_2) \frac{\sec \theta_1 \cdot \sec \theta_2}{\alpha^2 (\sec \theta_1 - 1)}$   
 $\times \left\{ \frac{e^{-\alpha z_2} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2}}{\sec \theta_2 - 1} - \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_1} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2}}{\sec \theta_2 - \sec \theta_1} \right\}$   
 $(\theta_1 \neq \theta_2)$

$dB_{2\text{次散乱}} = E_0 \sigma(\nu_1) \sigma(\nu_2) \frac{\sec \theta_1 \cdot \sec \theta_2}{\alpha(\sec \theta_1 - 1)}$   
 $\times \left\{ \frac{e^{-\alpha z_2} - e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2}}{\alpha(\sec \theta_1 - 1)} - z_2 e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2} \right\}$

b)  $\frac{\pi}{2} \leq \theta_1 < \pi$  の場合

i)  $B_{1\text{次散乱}} = E_0 \alpha(\nu_2) \sec \theta_2 \frac{e^{-\alpha z_2}}{(\sec \theta_2 - 1)}$

ii)  $B_{2\text{次散乱}} = E_0 \sigma(\nu_1) \sigma(\nu_2) \frac{\sec \theta_1 \cdot \sec \theta_2}{\alpha_2 (1 - \sec \theta_1)}$   
 $\times \frac{e^{-\alpha z_2 \sec \theta_2} - e^{-\alpha z_2}}{1 - \sec \theta_2}$

ただし、2次散乱の場合の  $B$  は太陽光、空光共に

$$B_{2\text{次散乱}} = 2 \int_0^\pi d\phi_1 \left\{ \int_0^{\frac{\pi}{2}} dB_{2\text{次散乱}} + \int_{\frac{\pi}{2}}^\pi dB_{2\text{次散乱}} \right\}$$

$$\times \sin \theta_1 d\theta_1$$

で求められる。なお記号  $E_0, \alpha, z_1, z_2, \theta_1, \theta_2, \phi_1, \phi_2, \sigma(\nu_1), \sigma(\nu_2)$  は4)の説明と同じである。

6) 二次散乱を含む各方向の輝度及び実測との比較

以上のように各輝度  $B$  を求めたが、これらを組合わせ、天頂方向放射輝度、入射方向放射輝度、水平方向放射輝度、天底方向放射輝度の各輝度を求める。計算は OKI 5090 の電算機を使用し、 $E_0, \alpha, \sigma(\nu)$  は 1957 年 TYLER がベンドオライエ湖で測定したものをを使用した。紙面の都合上グラフは省略し結果のみを記述すると、天頂方向放射輝度、入射方向放射輝度は計算値と測定値が水深 30 m まで比較的良好に合った。水平方向放射輝度、天底方向放射輝度はあまりよく一致しなかったが、入射方向放射輝度が特によく一致する事から推察すると、散乱機構がかなり複雑である事が原因と考えられる。又1次散乱と2次散乱を比較すると海面下数mの所より徐々に2次散乱の方が1次散乱よりも大きくなる。計算による全輝度と実測値との比較で 30m 以深で計算の放射輝度が不足する事から考え、3次散乱より高次の散乱輝度を深い領域では計算に入れなければならない。又、光路関数のように統計的な扱い方が今後は必要になるであろう。

## 4. 海中輻射の量的表現とそのために 考慮すべき測定装置の特性

杉原 滋彦\*

### Représentation quantitative de la radiation sous-marine et caractéristique d'appareils de mesure

Shigehiko SUGIHARA

#### 1. 海中光測定単位

海中光の量は lux, g. cal (watt), 光子数により表わされる。この中、lux は“明るさ”の単位であるから特殊な場合を除き有効でない。海中光をエネルギーの単位 g·cal で波長の函数として表わすのが最適であるが測定に困難を伴う。又光化学当量の法則により光子数で表わす事も光合成問題には有益である。

\* 北海道大学水産学部 Faculty of Fisheries, Hokkaido University

#### 2. 集光器 (collectors)

集光器には輝度と照度集光器があり前者は輝度の定義  $dE/d\omega$  によりある開き角を持つ。Gershun tube と称する事もある。レンズを使う事により集光器の長さを節約出来る。照度集光器で球照度集光器 (spherical collector) は与えられた点の周りの全光線による照度を得ようとするもので、球上の総ての面が完全拡散面である。それ故  $4\pi$  collector とも称する。これに対し余弦集光器 (cosine collector) は平面拡散面で Lambert 余弦法則

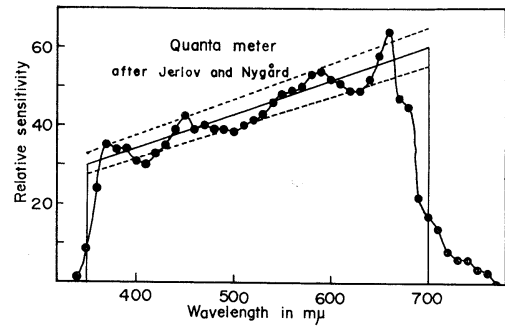
に従って光を集める。平面拡散面で測定された照度は  $\int L(\theta, \varphi) \cdot \cos \theta \cdot d\omega$  となるべきである ( $L$  は輝度)。しかしながら、一般に opal glass はその面の法線に対し大きな角度で入射した光を理想的には拡散しないが下向き照度の測定では  $\pm 48.6^\circ$  内に光は集中するため、余り大きな誤差にならない。

### 3. 種々の誤差

干渉フィルターにせよ、面に垂直でない光線が入射するとき垂直光線に対する透過度或は透過最大波長をそのまま使用する事は出来ない。又、透過波長域の広い色フィルターを使ったとき波長幅による誤差 (band width error) が生じる。これは深さの増加と共に絶え間無く起る海水の選択吸収による波長分布の変動のため、測定しようとする波長帯外でのフィルターの僅かな透過度が大きく影響するからである。又、透過波長幅の広いフィルターでエネルギーが急激に変化する波長部分を測定すると、この変化は平担化されてしまう。拡散面を持つ照度計を水中に入れると空中での感度より低くなる。これがいわゆる "immersion effect" と呼ばれるもので、器械を沈めたとき拡散面の上部表面反射が変化するためである。

### 4. 光子数測定器 (Quanta meter)

光子数を波長 350~700 m $\mu$  の間で測定するために JERLOV and NYGÅRD は光電池と色フィルターを使い "quanta meter" を作った。その構造は二つの受光部からなっており、一つの半円光電池には主に短波長部を透過する二種の色フィルターと中性フィルターを組み合わせ、もう一方の光電池には長波長部を透過する色フィルターを入れ受光させ、両方を加えるようになっている。この器械の波長特性を図に示す(第1図)。理想的な波長特性を持った場合に対する誤差は外洋水で +30%、沿岸水で、1%、非常に濁った水で +6% と推定される。又、一般に光の波長分布は各水塊の各深さにより、ほぼ



第1図 Quanta meter の波長特性。

一定の値を示すため、測定された光子数からエネルギーへの換算も大きな誤差なく可能である。

### 5. 海中光エネルギーの波長分布の測定法

光電子増倍管の出現により波長幅の狭い干渉フィルターの使用が可能である。幾つかの干渉フィルターを使い波長分布を測定する方法では波長分布を完全に連続的に知る事は出来ないが、回折格子を使う場合よりも装置が簡単で迷光をかなり防げる利点がある。この干渉フィルターの各々は船上からの指令によりモーターを使い順次光路に置く事が出来る。光電子増倍管への供給電圧を船上で変えるようにすると広範囲の光量を測定出来る。

TYLER and SMITH は分光を完全にするために2個の回折格子を使い海中光の波長分布を連続的に測定する分光光度計を作った。この器械では迷光を除く事に非常に注意が払われている。又、杉森は同じ分光原理で測定器に増幅・記録装置を内蔵した。井上・杉原は迷光を防ぐために回折格子に連続干渉フィルターを併用して、小型の分光光度計を設計した。連続干渉フィルターの使用は測定装置を簡単にするが今のところ優れた完全なものはない。しかしながらどんな分光方法を取ろうとも、海中では短波長の光が卓越するため、長波長部の測定には短波長吸収の色フィルターを併用するのが望ましい。



## 5. 海洋光学における電子工学の応用

西村 実\*

### Application de l'électronique à l'océanographie optique

Minoru NISHIMURA

海水中において諸種の光学的測定を行なう場合、あるいは海中の物体を撮影する場合、電子工学技術は広範囲に应用されている。電子技術としては光学量を電気量に変換する光電変換素子、その付属回路、指示ならびに計算装置、および光の放射などに関するものである。

光電変換素子としては光起電素子(光電池類)、光電子放出素子(光電管類)および光導電素子(フォト・コンダクター)など各種の素子が開発されており、今日では要求に応じた特性を有する素子が容易に得られ、低光量の検出も可能である。一方、水中テレビジョンにおいては、イメージオルシコン、ビデイコン、プランビコンなど高感度の撮像管が開発利用されており、被写体照度50 lux 以下の水中物体の撮影も可能である。また、赤外などの撮像管の開発も行なわれ、要求に対応した撮像管も容易に得られる。水中テレビジョン装置はトランジスター、集積回路などを用いて小型軽量化されており、海底をはじめ、ピンナガ、アジなどの撮影が行なわれ、透明度が7m以下の撮影条件の悪い海域でもヒトデ、カレ

イ、タラ、タラバガニ、人工魚礁などの撮影が行なわれた。近年、小型のVideo Tape Recorderの普及により魚などの生態を容易に、しかも詳しく観察できるようになった。

光学測定機器の付属回路もトランジスター、I.C.および高性能電池の開発と応用によって小型化されている。さらに、各種のdigital表示装置、計算機などを併用することにより、光学量を直読するとか、そのデータ処理の方法が極めて容易になった。このように、電子工学技術を応用することにより、他の計測と同様に高感度、高精度の測定が行なえるが、電子系を含んだ光学機器の海中への設置、データの伝送方法、耐水、耐圧、耐生物の対策などについては今後さらに究明すべき問題が多い。

海中光源として白熱電球、水銀灯、水中火花放電などがあるが、適正な照明についての検討も必要である。レーザーは光源として、またパルス法によるエコー撮影などにおいて応用が考えられるが、海中での応用に関してわが国ではまだ二、三の研究が行なわれているにすぎない。

\* 東海大学海洋学部 The College of Marine Science and Technology, Tokai University

## 6. 海面に到達する光エネルギー

近藤 純正\*

### Energie de la lumière incidente à la surface de la mer

Sumimasa KONDO

1. 海面付近に到達する光のエネルギーを大別すると、波長が $0.5\mu$ 付近を中心とする太陽からの直達日射と、大気の状態や太陽の高度角によってちがうが、直達日射

のおよそ10~20%前後のエネルギーをもつ散乱光である。Rayleigh散乱は波長の4乗に逆比例することからして、散乱光は直達日射のスペクトルよりも短波長のほうにかたよった形をもっている。

\* 国立防災科学技術センター National Research Center for Disaster Prevention, Science and Technology Agency

1日について平均をとると、日射エネルギーと同程度の大きさをもつ赤外放射、すなわち大気放射も海面に到

達している。これは主として大気中の水蒸気、炭酸ガスなどからくるものである。常温に対する Plank の関数は波長でいうと  $10\mu$  付近を中心とした形をもつが、 $8\sim 13\mu$  は水蒸気の射出率の非常に弱いところとなっているため、その両側に強いエネルギーがあるという形をもっている。

大気中での熱作用は普通、日射と赤外放射を同程度の重要性に考えており、特に下層大気では日射の影響は赤外放射と比較して無視してよい場合もある。一方、水の吸収係数は可視光付近で  $10^{-2}\sim 10^{-3}$  程度、 $2\mu$  以上の波長で  $10^2\sim 10^3$  と大きく変化するために、メートルのスケールの現象を対象とする場合は日射光のみを考えてよく、水面付近のマイクロの現象（たとえば水面付近の温度ギャップ）を考える場合には赤外域のエネルギーが重要となってくる。

2. 太陽光は空気分子による Rayleigh 散乱, dust あるいは雲粒による Mie 散乱, 更に水蒸気などの吸収物質によって減衰作用を受けて海面に到達する。Rayleigh 散乱の具体的な計算は, FULST や HOUGHTON 等によってなされている。散乱の計算は, 一次散乱, 二次散乱と次々に計算する方法と, Chandrasekhar に従う放射伝達の微積分方程式を解く方法がある。前者は各次数の役割りがわかるのに対し, 後者は一度に全てのエネルギーが得られる。

高山のような dust のすくない大気中ではかった散乱光は, おおよそ Rayleigh 散乱で説明されるが, 特に都会などの dust の多い大気では Mie 散乱がかなり多くなる。大気中のにごりをあらわすのに, Turbidity factor が考えられており, Linke, Kimball, Ångström 等の消散係数がある。これらは太陽の高度角によるという多少不合理な点をもっている。YAMAMOTO, TANAKA and ARAO は最近, もっと合理的な turbidity coefficient を考えた。それは, 直達日射の観測から空気分子による散乱,  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $O_3$  による吸収を差し引き, 残りを Aerosol によるものとした。Aerosol の粒径分布として JUNGE による半径の 4 乗に逆比例するものを仮定し, turbidity coefficient をもとめる図表をつくった。それから Aerosol の量を逆にもとめることもできる。

日射はまた水蒸気などによって吸収を受ける。FOWLE, HOUGHTON, YAMAMOTO and ONISHI, MÖLLER 等々の研究がある。散乱が可視光から短かい波長域でおこるのに対し, 吸収は主として近赤外域から長いほうで行なわれる。最近, YAMAMOTO は日射の吸収に関係する  $H_2O$  と  $CO_2$  の吸収曲線を発表している。吸収線の

波 長	波 数	吸収物質
0.72 $\mu$	13,514 - 14,286 $cm^{-1}$	$H_2O$
0.81	11,905 - 12,658	
0.94	9,700 - 11,500	
1.1	8,200 - 9,700	
1.38	6,200 - 8,200	
1.87	4,800 - 6,200	
2.7+3.2	2,800 - 4,400	
6.3	1,015 - 2,160	
12~13以上	778 以下	
1.6	6,000 - 6,550	$CO_2$
2.0	4,750 - 5,050	
2.7	3,480 - 3,800	
4.3	2,160 - 2,500	
15	550 - 800	
0.69	14,300 - 14,560	$O_2$
0.76	12,984 - 13,236	
1.25	7,782 - 8,085	
0.26	50,000 - 33,000	$O_3$
0.6	23,000 - 13,000	
9.6	955 - 1,093	

半巾値は気圧により, また他分子との衝突による半巾値のひろがり方と, 同分子によるそれとのちがいを考慮した pressure parameter によって吸収曲線をあらわしている。表に, 主な物質の吸収帯を示した。参考のために, 大気放射に関係する遠赤外の吸収帯もあげた。

3. 大気放射は上空の温度と湿度分布が知られていれば, 放射伝達の式をといて求めることができるが, 実際的には ELSASSER や山本の放射図を用いて図式によって求めることもできる。晴天の時は相当の精度でもとまる。

YAMAMOTO らによると,  $1cm^3$  に 100 ケの雲粒濃度の雲の厚さが 1 km 以上あれば雲層は赤外域に対してほとんど黒体とみなされるが, 同濃度の 10 m の厚さの雲は emissivity は 10% 程度となる。

4. 海面に到達する光エネルギーは上述の方法で評価することができるが, 海面付近の水蒸気量と太陽高度で日射量を見積る実験式や, 海面付近の気温と水蒸気量で大気放射をあらわす実験式も多くだされている。

直達日射量を観測する器械に, Ångström のものや Abbot の銀盤日射計がある。前者は日射量とジュール熱を比較するものである。全天日射をはかるものには, Moll-Gorcznski のものや Eppley 日射計がある。これ

らは白色と黒色部分の温度差を熱電対ではかるようにしたものである。大気放射を角度別にはかるものとして Dines Type のものがある。そのほか、全天全放射を測

定するものとして、通風式放射計や赤外線にも透過率のよいポリエチレンのカバーをつけたものなどがある。

## 7. 海洋・大気境界層の海中光に及ぼす影響

菱 田 耕 造\*

### Effet de la couche-limite entre la mer et l'atmosphère sur la lumière sous-marine

Kozo HISHIDA

海洋に radiant energy が入る場合、海洋・大気間の境界面またはその近傍でどのような変化をうけるかという点にしぼり、海水中深く影響する問題は省きたい。また、COX, MUNK (1954) が光を用い、海面傾斜を求め、FALLER (1958) が実験室の波を垂直に透過する光量変化から求めるなどの応用面についてもふれない。

境界面そのもの、境界面の 1 mm 厚の水層によるもの、約 1 m 程度の層によるものと三つにわけて考える。まず、境界面そのものでは radiant energy は Snell の法則、Fresnel の法則により屈折、反射する。そのため、海面付近の radiance の分布は変化する。(TYLER, 1968; SCHELENBERGER, 1967)

Diffuse radiation の場合の海面反射は SCHMIDT (1915) にはじまるが、過大な価を与え、以後 JUDD (1942), MOON and SPENCER (1942), GRIESSIER (1952), MIDDLETON (1952) などの計算があり、PREISENDORFER (1958) は天空放射のいろいろな場合について正確な計算を行なった。波のある場合、海面の最大曲率と光の波長との比較から、海面には電磁波の回折理論を応用するほどの不規則性は起らない。Fresnel の法則を鏡面と同様に適用してもよいことは BURT (1952), COX and MUNK (1955) などの一連の論文でも認められる。実際の海面で船によるこの種の観測は Грещенко (1959) や NEUMANN and HOLLMAN (1961) などの論文があり、この内前者は波面についての考察がある。菱田・岸野 (1965) は実験室の波で波面反射を求め、またその結果から緯度別の波面による反射の相違を推算した。なお、しぶきや泡による影響は取扱った例がないようである。

海面の約 1 mm の赤外放射の問題は、放射水温計の進歩とともに重要となり、McALISTER (1964) は二波長放射水温計を開発した。すなわち、2.0~2.4  $\mu$  波長帯は 0.5 mm, 3.5~4.0  $\mu$  帯は 0.06 mm の深さの水温と結びつき、その水温差は熱伝導に關係するとして、海面からの放熱量の測定に新しい方法を導入した。さらに、McALISTER and McLEISH (1969) はこの表層には放射、乱流の卓越する部分にはさまれて熱伝導の支配する部分が存在することを確かめた。大気-海洋間の熱交換の考察に有力な武器が提供されたわけであるが、その精度をあげるためにはなおいろいろな課題が残されている。

POWELL and CLARKE (1936) は古く海面での日光の反射と屈折についてはじめての光電池測定を行ない、海面から反射する光と再び大気中にもどる光の和は太陽高度 30° 以下では 9% 以下、平均晴天では 4%、曇天 6% ぐらいになることを確かめたが、これは現在でも通用する立派な測定である。さらに、表面付近で波のある場合には 20% 前後の光の損失があることを見出し“surface loss”と名づけ、今もなお引用されている。その原因は海面から約 1 m までの間に拡がる比較的不透明な層で、波などによる泡が大きく影響するからとしているが、現在の測定技術からではやはり若干の疑問があり、一方泡の水中における性状、垂直分布などについては未だに解決されない点が多い。

今後の課題としては上述のようにしぶき、泡の問題、プランクトンなどの浮遊物の研究は波面と関連して重要であり、また波面によるレンズ作用、refracted glitter などにもさらに研究される対象であろう。

\* 気象研究所 Meteorological Research Institute

## 8. 水塊の指標としての海水の光学的性質

西 沢 敏\*

### Propriété optique de l'eau de mer comme indicateur de la masse d'eau

Satoshi NISHIZAWA

海洋という巨大な水塊を一つの光の場と考えると、その場の構造を現象的に或いは理論的に決定することは海洋光学——そういうものがもし存在するならば——の一つの大きな任務であろう。海水試料について光の減衰、吸収散乱、偏光などの諸特性を定めることは、そのための実験的基礎作業と考えられる。もし、光の場が実測によって決定されるならば、海洋光学は海水の上記諸特性を理論的に導出するはずである。かくして、海洋光学はいわゆる海洋学よりは一般輻射輸送論の中に全く包含されるべき一分野となる。海洋学的には、その様にして決定された光の場と海水の光学的性質が、他の物理的生物的現象といかなる相互関連を持つかが問われるはずである。上記光学的性質の一つ或いは幾つかを、いわゆる“水塊”の指標として使おうとするのは、その様な関連

を模索するプレリミナリーな試みであろう。その様な試みは多く行なわれてきた、そして残念ながら未だにプレリミナリーな段階を抜け出していない。

海水の光学的性質の変化は、大部分溶存有機物及び懸濁粒子の質と濃度とに関係しているものであって、この関連を外せば“海洋光学”と“海洋”とは接点を失う外はない。言うまでもなく溶存及び懸濁物質の究明は海洋化学及び海洋生物学のほとんど全課題であるから、この接点は十分に広いものであり、実際には手のつけ様のない程多岐にわたるものである。現在のところこの接点の概観は、いずれの側からも粗雑で原始的に見える。一般的には、光学的測定との与える情報は単純でグロスに過ぎ、生物・化学的情報は複雑で不分明に過ぎる。レーザーの発達と精密分光器の活用がもし有効に海洋に導入されるならば、両者の対応は著しく前進するかもしれないという希望を筆者は持つ。

\* 北海道大学水産学部 Faculty of Fisheries, Hokkaido University

## 9. 海中光と光合成

藤 田 善 彦\*

### Lumière et photosynthèse dans la mer

Yoshihiko FUJITA

海洋での生物学的光化学反応現象の代表と言える光合成反応について光エネルギー利用率を光合成色素系の面から解説した。

光合成色素の組成は植物により異なり、(1)クロロフィル *a, b* 系, (2)クロロフィル *a, c* カロチノイド系, (3)クロロフィル *a* フィコビルン系の3種の型に大別さ

れる。クロロフィル *a* 以外の色素(補助色素)の吸収エネルギーは 100~80% の光量子収率でクロロフィル *a* に転移され光合成反応の励起エネルギーとなる。又、クロロフィル *a* の吸収エネルギーのみでは光合成反応は効率よく駆動されず、補助色素の吸収エネルギーを必要とする。補助色素のみの吸収エネルギーでも高い収率での光合成が生起する。

補助色素の光吸収領域は色素系により異なり、(1)で

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

は 560~670 m $\mu$ , (2) では 500~670 m $\mu$ , (3) では 500~670 m $\mu$  が主な吸収領域である。海中の透過光のエネルギー波長分布が青色領域であることを考えると (2) 及び (3) の色素系による光合成についての高い光エネルギー

利用効率が期待される。(2) 及び (3) の色素系をもつ、珪藻、双鞭毛藻、藍藻が海洋植物プランクトンの主な構成員となっていることの一つの理由に海中光条件が考えられよう。

## 10. 海洋の光合成に用いられるエネルギーに関する SCOR, WG の活動を中心として

西 条 八 東\*

### Activité du SCOR et du WG sur l'énergie de la lumière pour la photosynthèse dans la mer

Yatsuka SAIJO

私は“海洋生物学が海洋光学に何を望むか”というような大きな課題を与えられていたが、私の狭い知識では到底そのような広い問題について述べることはできない。幸い、数年前より、海洋の光合成の光についての SCOR の WG に関係しているの、その WG の活動を述べることにより、私たちの当面している問題の一端を理解していただければ幸いである。

海洋の基礎生産の研究の飛躍的發展に伴って、水中における光合成に役立つ光の測定が重視されるようになってきた。とくに、各種水域での 1 日の単位面積あたりの生産を測るためには、いわゆる現場法を行なわなければならないが、そのためには、各深度から採取した試水を入れたビンに <sup>14</sup>C を加えたのち、同じ深さの水中に数時間ないし 1 日放置する必要がある。外洋で船をこのように長時間停めておくことは一般に困難であるため、代法として疑似現場法が考案された。これはまず水中光を測定しておき、表面光を 100% とした場合、50%, 20%, 10%, 1% というような水中光の層から採水し、甲板上において適当なフィルターで同様の各光条件を作り出し、水槽中で現場法と同じ時間放置して光合成を測定する方法である。

このような方法を用いるとしても、まず問題になるのは、光合成に関連して水中照度はどのように測ることが望ましいか? さらに、甲板上の incubator にはどのようなフィルターを用いるべきか? という 2 点である。われ

われの Working group の主な目的は、この二つの間に答えることであった。

まずどのような光を測定すべきか? という点が討議された。残念なことにわれわれの植物プランクトンが必要とする光の組成についての知識はまだかぎられているし、海洋の植物プランクトンの種類はさまざまであり、又、生理条件、環境条件によっても異なってくる。したがってわれわれは当面の目標としては、350~700 m $\mu$  の範囲の光をエギルギー量として、できれば光量子数として測定することを提案した。このような目的には従来の 550 m $\mu$  付近に感度のピークをもつセレンウムセルを用いた照度計では不適当である。そこでわれわれが検討したのは次の二つの方法である。

第 1 に JERLOV らが示しているように、海洋は水中光のスペクトル分布から数個の代表的型に分類できる。そこで、この平均的スペクトル分布を定め、特定波長（たとえば 470 m $\mu$ ）における水中光のみを測り、この測定値から各深度における 350~700 m $\mu$  間の光エネルギーを算出する方法である。IVANOFF は JERLOV のデータを用いて、外洋水につきこの方法を検討し、そのような計算による最大誤差は、深度 10 m で  $\pm 7.6\%$ 、深度 50 m で  $\pm 12.8\%$  であることを示した。沿岸水ではこの誤差ははるかに大きくなるであろう。又、この方法の大きな問題は、ある水域の水がどのタイプに属するかを決める簡単な方法がないことである。

第 2 の方法は 350~700 m $\mu$  の光エネルギーを直接測る簡便な測器の開発である。JERLOV は 2 枚の半円形の

\* 名古屋大学理学部 Faculty of Science, Nagoya University

セレンウム光電池を使用し、そのうちの1枚に Schott U. 10, Schott G. 17 及び 50% ニュートラルフィルターを付し、他の1枚に Schott R. 5 フィルターを付け、上に Cosine diffuser としてオパールガラス及び厚さ 1 cm のコリメーターをおいて、水中照度計を作り、これを Quanta meter と名付けた。これで 350~700 m $\mu$  の間のみの光を quantum としてほぼ均一に測定できる。

われわれのグループはこの測器が当面の目的に最も近いと考え、この検討を中心にその後の作業をすすめている。このため1968年4月から5月にかけて、カリフォルニア湾で物理学者が中心になって水中光の分光測定と Quanta meter による測定を同時に行ない比較検討した。その結果は 350~700 m $\mu$  の間においてよい相関を示し、この測器が実用的なものであることが明らかになった。

その後、さらに 1970 年4月から大西洋西部及び太平洋東部で、光合成測定をも含めての検討を行なうことが決っている。この際は各種水域における水中光のスペクトル分布の再検討、太陽光度のちがいによる光合成に有効な光の量の変化などの問題もとりあげられるはずである。

疑似現場法に用いるフィルターについては、JITTS が市販のベルギー製の青ガラスの外洋水に近い吸収特性をもつことを見出し、これを中心に検討している。

以上のように光合成のみについても、水中の光の測定は容易でなく、かなり複雑な問題であるが、当面、比較的簡単に水中の光のスペクトル分布を測る測器の出現が強く希望される。

# 学 会 記 事

1. 昭和45年6月22日、理化学研究所において編集委員会が開かれ、第8巻第2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
龍野 幸夫	東 水 大	佐々木忠義
竹内 淳一	"	"
日向 秀明	東海大・海洋	"
池 鉄 根	韓国水産問題研究所	辻田 時美
賛助会員		
清水 博	株式会社オルガノ	佐々木忠義
磯 輝	株式会社東京久栄	"

3. 退 会

正 会 員： 安田 秀明

賛助会員： 伊藤精機株式会社、株式会社光電製作所

4. 会員の住所、所属の変更。

氏名	新住所又は新所属
住木 論介	東京都港区赤坂 7-5
松平 近義	神奈川県藤沢市今田 63
平野 敏行	東京都千代田区霞ヶ関 1-2 水産庁調査研究部
清水 信夫	川崎市夜光 1-6-5 深田サルベージ KK
岡本 博	横浜市戸塚区戸塚町 363 横浜電機 KK

5. 交換および寄贈図書

- 1) 鯨研通信, 225号, 1970.
- 2) 研究実用化報告, 19(5), 1970. (電通研)
- 3) 海洋機器開発, 2(4,5), 1970. (舶用機器開発協)
- 4) 湖沼研論文集, 昭和44年度. (滋賀大湖沼研)
- 5) 湖沼研概要, 昭和44年度. (滋賀大湖沼研)
- 6) Cahiers Océanogr. XXII<sup>e</sup> Année N° 4, 5, Suppl. N° 1, 1970.

日仏海洋学会役員

顧 問	ユベール・ブロッシェ ジャン・デルサルト ジャック・ロバール
名誉会長	アレクシス・ドラランデル
会 長	佐々木忠義
常任幹事	大柴五八郎, 永田 正
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  
評 議 員

三宅泰雄 高山重嶺  
赤松英雄, 阿部友三郎, 阿部宗明, 秋山 勉, 新崎盛敏, 有賀祐勝, 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, 大柴五八郎, 大村秀雄, 岡部史郎, 小沢敬次郎, 梶浦欣二郎, 金谷太郎, 川合英夫, 川上太左英, 川村輝良, 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, 多賀信夫, 高野健三, 高橋淳雄, 高山重嶺, 高木和徳, 田畑忠司, 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, 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, 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, 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

## 賛 助 会 員

井 出 利 明	釧路市白金町 11
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
株式会社オルガノ	東京都文京区本郷 5-5-16
海上電機株式会社	東京都千代田区神田錦町 1-19
日本テレコム株式会社	東京都港区六本木 4-11-10 六本木富士ビル
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
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	東京都千代田区内神田 1-15
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	東京都港区芝罘平町 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
株式会社鶴見精機工作所	横浜市鶴見区鶴見町 1506
帝國酸素株式会社	神戸市兵庫区高松町 22-1
東京酸材株式会社	東京都中央区築地 4-2 築三ビル
株式会社東京久栄	東京都中央区八重洲 3-3
東京レプ株式会社	東京都豊島区池袋 2-1120 ローズマンション 302号
株式会社東邦電探	東京都杉並区上高井戸 5-327
株式会社ナック	東京都中央区銀座 1-5-6
日本アクアラング株式会社	東京都豊島区北大塚 1-16-6 大塚ビル
日本海事広報協会海の世界編集部	東京都港区琴平町 35 船舶振興ビル
有限会社日本ダイビングスポーツ	神戸市兵庫区神田町 3
日本テトラポッド株式会社	東京都港区新橋 2-1-13 新橋富士ビル9階
日本無線株式会社	東京都港区芝桜川町 25 第五森ビル
船舶電球株式会社	東京都目黒区下目黒 1-6-21
有限会社ハラダ電機製作所	東京都豊島区池袋 8-3292
ヒエン電工株式会社	堺市松屋町 1-3
深 田 多 満 男	東京都港区芝虎ノ門8 虎ノ門実業会館 深田サルベージ株式会社
藤 田 潔	東京都中央区銀座西 7-6 株式会社ビデオプロモーション
藤 田 峯 雄	東京都江東区南砂 1-3-25 株式会社 中村鉄工所
フランス物産株式会社	東京都千代田区神田小川町 3-20-2 増淵ビル
古野電気株式会社	東京都中央区八重洲 4-5 藤和ビル
三菱重工業株式会社	東京都千代田区丸の内 2-10
株式会社吉田製作所	東京都台東区上野 3-13-9
吉野計器製作所	東京都北区西ヶ原 1-14
株式会社社離合社	東京都千代田区神田鍛冶町 1-2 丸石ビル
株式会社渡部計器製作所	東京都文京区向丘 1-7-17

(50 音順)

## 訂 正

本誌第8巻第1号の「学会記事」(67 ページ)中, 第6項の「退会」で, 平沢豊氏を削除いたします。



# Murayama

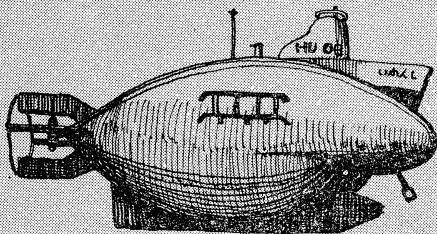
水中濁度計  
水中照度計  
電導度計



株式 村山電機製作所

本社 東京都目黒区五本木 2-13-1  
出張所 名古屋・大阪・北九州

海底資源の開発に活躍—潜水調査船“しんかい”



陸・海・空 世界に伸びる 本 社

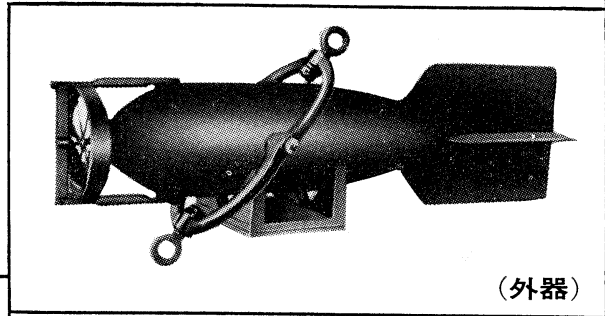
川崎重工

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

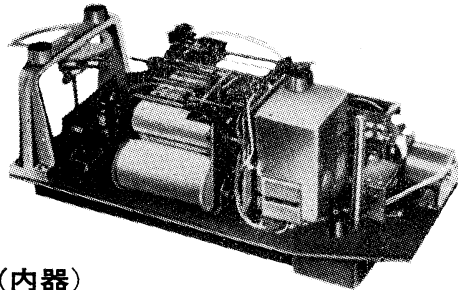
# 長期捲自記流速計

(NC-II)

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



(外器)



(内器)

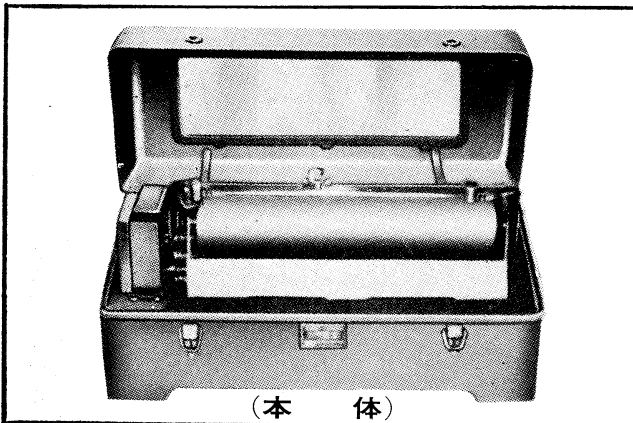
プロペラはA, B, C三枚一組になって居り

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

弱流ペラーに依る最低速度は約4 cm/secです。

# フース型長期捲自記検潮器

(LFT-III)



(本体)

## 営業品目

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

## 協和商工株式会社

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

Exploiting the Ocean by...

# **T.S.K. OCEANOGRAPHIC INSTRUMENTS**

## **REPRESENTATIVE GROUPS OF INSTRUMENTS AND SYSTEMS**

This company, manufacturing under the **TSK** label has been developing and supplying oceanographic and limnological instrumentation since 1928. Recognized as a world leader in marine instrumentation, TSK strives to always furnish products of the highest quality and best workmanship.

**T. S—OCEANOGRAPHIC WINCHES**

**T. S—CURRENT METERS**

**T. S—WATER BOTTLES**

**T. S—BOTTOM SAMPLERS**

**T. S—BIOLOGICAL APPARATUS**

**T. S—DEPTH METERS AND RECORDERS**

**T. S—TENSION METERS, CABLE-ANGLE-METERS**

**T. S—SALINOMETERS (E1, E2, E3).**

**T. S—S. T. D. MEASURING SYSTEM**

**T. S—BATHYTHERMOGRAPHS**

**T. S—X. B. T.**

**T. S—SHIP LOGS**

**T. S—TIDE GAUGES**

**T. S—VARIOUS EQUIPMENTS.** (Bottom Finding Pinger),  
(Submarine illuminance meter)

**HEAT FLOR**

**THE TSURUMI PRECISION INSTRUMENTS CO., LTD.**

1506 Tsurumi-cho Tsurumi-ku, Yokohama, Japan

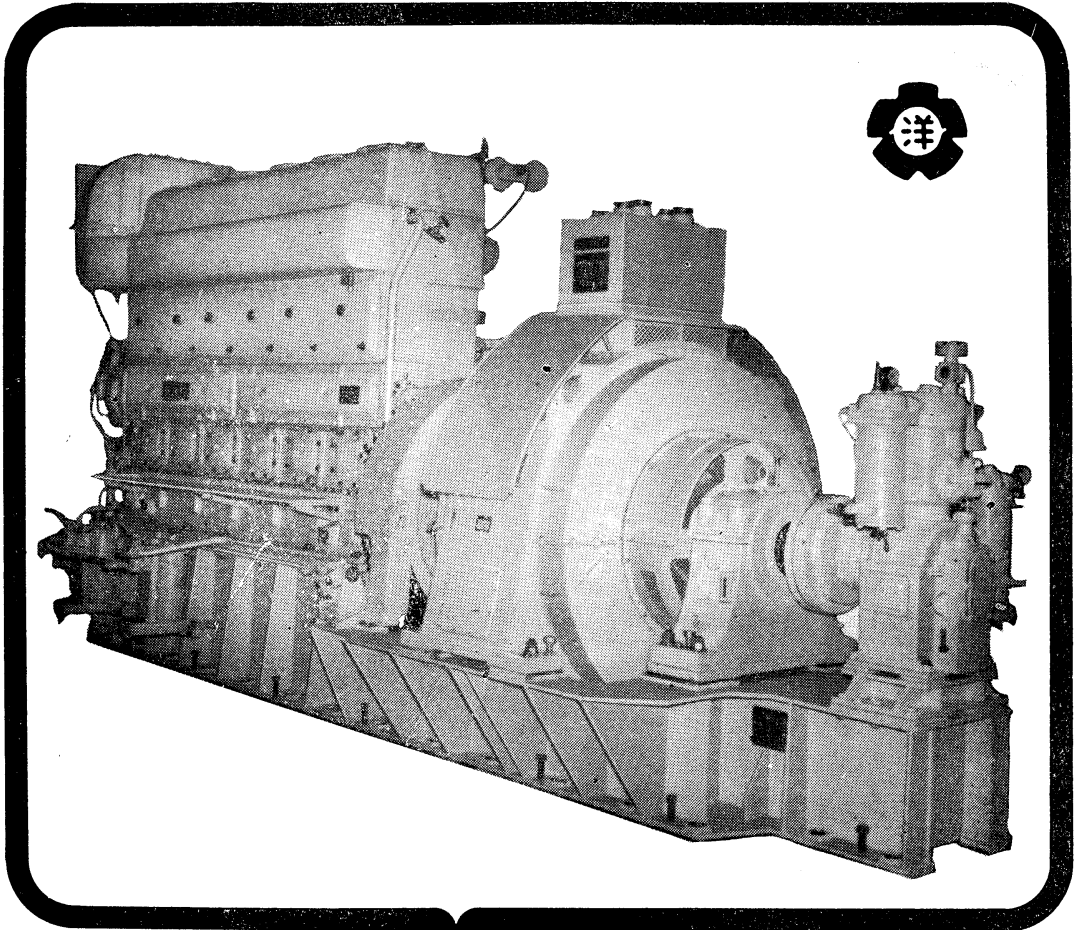
**CABLE ADDRESS**

TSURUMISEIKI Yokohama

**TELEPHONE**

Yokohama 521-5252~5

ながい経験と最新の技術を誇る！  
**大洋の船舶用電気機器**

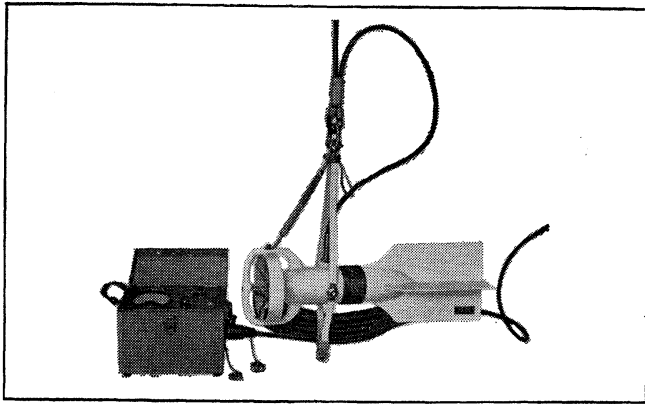


主要生産品目  
 自励・他励交流発電機  
 直流発電機  
 各種電動機及制御装置  
 船舶自動化装置  
 配電盤

**大洋電機株式会社**

取締役社長 山田沢三

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



Direct-Reading Current &  
Direction Meter

Model

# CM-2

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

Products

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

## TOHO DENTAN CO., LTD.

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

### 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

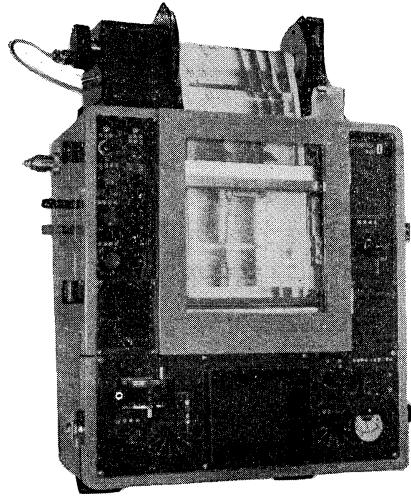
### 三洋水路測量株式会社

東京都港区新橋5丁目23番7号

電話 (432) 2971~4



自動追尾方式ロラン受信機  
(日, 英, 仏, 加 特許)



ニュービデオグラフ  
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



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

## 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)

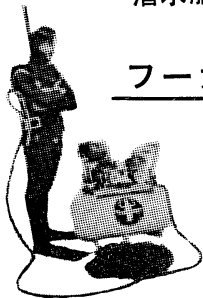
# アクアラング

## aqua-lung



◎ カタログ 進呈 ◎  
潜水服採寸表

### フーカ-潜水具



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

仏国・スピロテックニク社 日本総代理店  
米国・U.S. ダイバーズ社

### 日本アクアラング株式会社

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

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

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

# REVERSING THERMOMETER



Protected



Unprotected

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



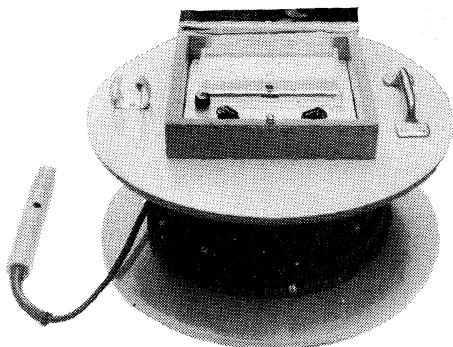
**Yoshino Keiki Co.**

1-14, NISHIGAHARA KITA-KU  
TOKYO JAPAN

Standard Thermometer  
Precise Thermometer  
Mercury Barometer  
Hydrometer



## WHITNEY UNDERWATER METERS



ホイットニー水中温度計

### 製造品目

転倒温度計 各種  
標準温度計 各種  
気象用・理化学用温度計  
ミグスター温度調節器

(カタログ御希望の方は誌名御記入の上 御請求下さい)

水中計器を製作し続けて30有余年  
世界最古の歴史をもつ米国WHITNEY  
UNDERWATER INSTRUMENTS社  
の製品で、河川・湖沼・沿岸海洋研究、水質  
管理等に最適です。

水温計、水中照度計、水中電導度計、  
の各種があります。

特色：

- 軽量で携行に便利。
- 頑丈で取扱い簡易。
- 導線ケーブル組込みで手軽に捲上げ可。
- 電池で作動。
- ソリッド・ステート回路で長期高精度保持

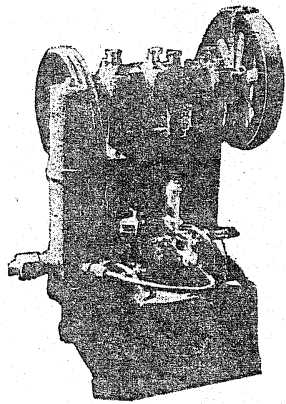
日本・台湾および韓国総代理店



株式会社 **渡部計器製作所**  
東京都文京区向丘1-7-17  
TEL (811) 0 0 4 4 (代表) 〒113



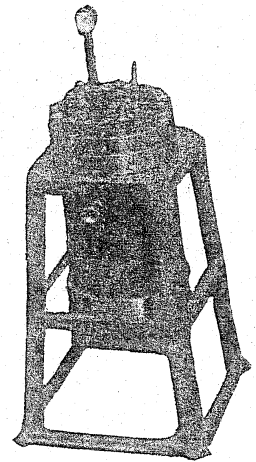
# ヨシダの海洋試験機



超高圧テストポンプ



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

昭和45年8月15日 印刷  
 昭和45年8月31日 発行

う み 第8巻  
 第3号

定価 ¥400

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

印刷者 小山 康三  
 印刷所 英和印刷社  
 東京都文京区本駒込5-13  
 郵便番号:113  
 電話 (828) 3935

# 第 8 卷 第 3 号

## 目 次

### 原 著

- 海水中の元素の沈殿機構に対する取着過程の  
寄与 (1) (英文)……竹松 伸・佐々木忠義 143  
魚類の顔面骨の研究—II. 220 魚種の尾舌骨  
(Urohyal) の形状について……草下 孝也 149

### 資 料

- アンカードブイ方式による海底地震計の設置  
作業(計画と準備)……佐藤孫七・小林平八郎 171

### シンポジウム

- 海中の光に関するシンポジウム  
1. 海洋光学が海洋学中に占める位置……  
……………竹内 能忠 190  
2. 散乱・吸収理論の海洋光学への適用……  
……………岸野 元彰 191

3. 水中照度に及ぼす 2 次散乱の影響……  
……………杉森 康宏 193  
4. 海中輻射の量的表現とそのために考慮すべ  
き測定装置の特性……杉原 滋彦 195  
5. 海洋光学における電子工学の応用……  
……………西村 実 197  
6. 海面に到達する光エネルギー……近藤 純正 197  
7. 海洋・大気の境界層の海中光に及ぼす影響  
……………菱田 耕造 199  
8. 水塊の光学的特性……西沢 敏 200  
9. 海中光と光合成……藤田 善彦 200  
10. 海洋の光合成に用いられる光エネルギーに  
関する SCOR, WG の活動を中心として……  
……………西条 八束 201  
学会記事…………… 203

## Tome 8 N° 3

## SOMMAIRE

### Notes originales

- Contribution of Sorption Process to the  
Precipitation Mechanism of Metal Elements  
in Sea Water……………Noburu  
TAKEMATSU and Tadayoshi SASAKI 143  
Research on Facial Membrane Bones of Fish  
—II. Regarding Feature of Urohyal on 220  
Species (in Japanese)……Takaya KUSAKA 149

### Documentation

- Observation séismologique au fond océanique  
par la bouée mouillée (en japonais) ……  
Magoshichi SATO et Heihachiro KOBAYASHI 171

### Symposium

- Symposium sur la lumière dans les océans  
1. Situation de l'optique dans l'océano-  
graphie……………Yoshitada TAKENOUTI 190  
2. Application de théories de diffusion et  
absorption à l'optique marine ……  
……………Motoaki KISHINO 191

3. Effet de la diffusion secondaire sur la  
radiance dans la mer…Yasuhiro SUGIMORI 193  
4. Représentation quantitative de la radia-  
tion sous-marine et caractéristique d'appa-  
reils de mesure ……Shigehiko SUGIHARA 195  
5. Application de l'électronique a l'océano-  
graphie optique ……Minoru NISHIMURA 197  
6. Energie de la lumière incidente à la  
surface de la mer……Sumimasa KONDO 197  
7. Effet de la couche-limite entre la mer  
et l'atmosphère sur la lumière sous-marine  
……………Kozo HISHIDA 199  
8. Propriété optique de l'eau de mer comme  
indicateur de la masse d'eau ……  
……………Satoshi NISHIZAWA 200  
9. Lumière et photosynthèse dans la mer  
……………Yoshihiko FUJITA 200  
10. Activité du SCOR et du WG sur l'énergie  
de la lumière pour la photosynthèse dans  
la mer……………Yatsuka SAIGO 201  
Procès-Vervaux …… 203