

音響学的手法による日本海南西海域の キュウリエソの分布特性

野田勝延*・森脇晋平***

Acoustic Survey of Distribution and Abundance of Micronektonic Fish, *Maurolicus muelleri*, in the southwestern Japan Sea

Katsunobu NODA* and Shimpei MORIWAKI***

Abstract

Seasonal distribution and abundance of micronektonic fish, *Maurolicus muelleri*, in the southwestern Japan Sea were investigated in relation to oceanographic condition by means of the acoustic method.

In the northern area of 130 nautical miles off Hamada/Hinomisaki coast, no clear seasonal fluctuations of geographical center of distribution and southern limit were found, however, increase of fish abundance occurred in spring; decrease in autumn. Correlations were exist between latitude of 10°C at a depth of 100m and that of central fish distribution; center of fish abundance areas moves southward/northward when southward cold water grows/decays.

It is suggested that "wall effect" for common squid and mackerel fishing ground formation is effect of assemble of *Maurolicus muelleri*, which is diet for common squid and mackerel.

1. はじめに

キュウリエソ (*Maurolicus muelleri*) は日本海における唯一の中深層性魚類マイクロネクトンである(沖山1971)。本種の生物量の大きさ(西村, 1959, OKIYAMA, 1981) や餌生物としての重要性(例えば, 沖山1965) から類推して, キュウリエソは日本海における生物生産機構を解明するうえでの鍵種としての役割を担っていると思われる。

しかしながら, 日本海における本種の分布生態に関する知見は少なく, 沖山(1971) が地理的な水平分布の概略を示したもので, 川口(1971a) が日周活動を検討したものがあるととどまる。日本海南西部沿岸海域では, 濱野ほか(1992) が音響学的手法を用いてキュウリエソの資源量評価のための基礎的な調査を行った

が, 調査の主目的がキュウリエソの判別に置かれていたため, 分布の量的変動や環境との対応などの分布特性についてはまだ十分に明かにされていない。

そこでこの報告では島根県沖での定線海洋観測から得られた資料を整理し, この海域におけるキュウリエソの分布特性を季節変動および海洋構造との関連について考察した。

2. 資料と方法

本研究で用いた音響調査の観測資料は, 漁況海況予報事業の一環として島根県水産試験場が調査船「島根丸」で実施している定線観測(Fig. 1) から得られた観測値である。1985年11月から1992年11月の間に得られた資料のうち原則として定線を走行した3月, 4月, 5月, 8月, 10月, 11月の資料を用いた。音響計測には「島根丸」に装備してある計量型魚群探知機(古野電気社製FQ-50)を使用した。計測の諸設定はTable 1に示したとおりで, 積分周期2.5マイルとして求めた。観測は通常132°E線を北上したのち東進し, 132°38'E線を南下して終了する。

1995年9月20日受理

* 島根県水産試験場 Shimane Prefectural Fisheries Experimental Station, Setogashima, Hamada 697, Japan.

** 現所属 島根県栽培漁業センター Shimane Prefectural Sea Farming Center, Urago, Nishinoshima, Shimane 684-02, Japan.

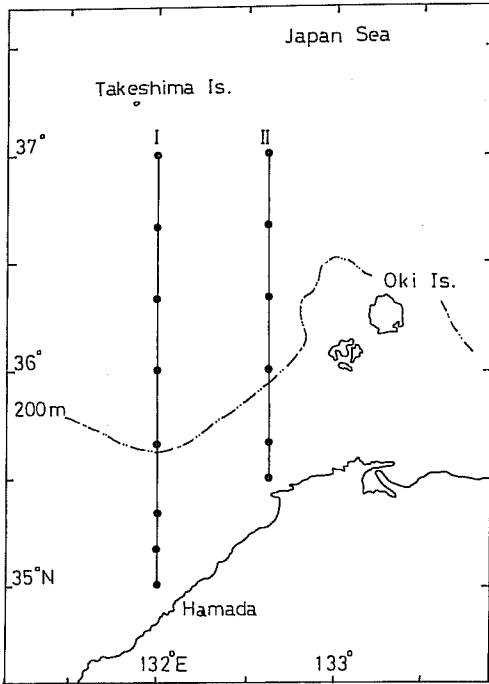


Fig. 1. Location of echo survey lines and hydrographic station (solid circles) from which data were derived, using FQ-50 type fishfinder (Furunodenki) on board the R/V Shimane-maru.

このようにして得られた平均体積散乱強度（以下SVと記す）を魚探の記録紙上の像とを対応させて処理

Table 1. Control setting of quantitative echo sounder and integrator (Furuno FQ-50) during acoustic surveys.

Frequency	88kHz
Pulse duration	1.8m/s
Equivalent beam width	0.019
Absorption coefficient	25.4dB/km
Gain constant	86.1
TVG	20 log (R)
Threshold	20 dB
Sound velocity	1500m/s

をおこなった。キュウリエソ魚群の識別は原則として濱野ほか（1992）に従った。ただSV値が-67dB以下であっても同様な像が継続している場合はキュウリエソの反応とした。なお船体動揺などの調査条件によるSV値の補正（濱野ほか，1988）はおこなっていない。

海況に関する資料は音響調査と同時に得られた海洋観測値である。

3. 結果と考察

(1) 分布の変動

この報告で調査対象とした観測定線上（Fig. 1）の走行から得られた単位走行（2.5マイル）当たりのキュウリエソ魚群の反応を時系列としてFigs. 2, 3に示した。

次に、分布位置の季節的変動傾向を調べるために分

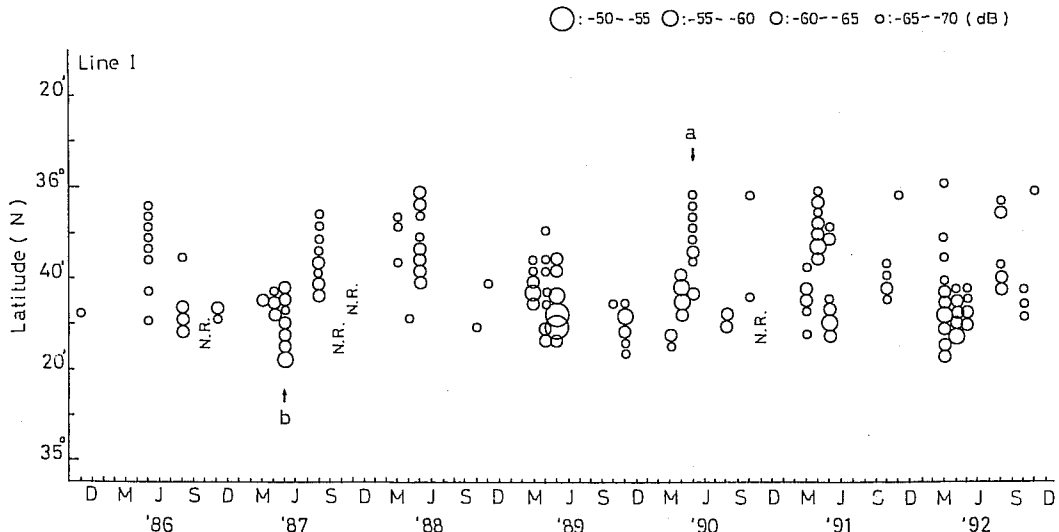


Fig. 2. Distributions of SV for *Maurolicus muelleri* in a echo survey along the line 132°E (Line I; Fig. 1). Symbols of "a" and "b" correspond to that of in Fig. 7. "N. R." means no response for *Maurolicus muelleri*.

音響学的手法による日本海南海域のキュウリエソの分布特性

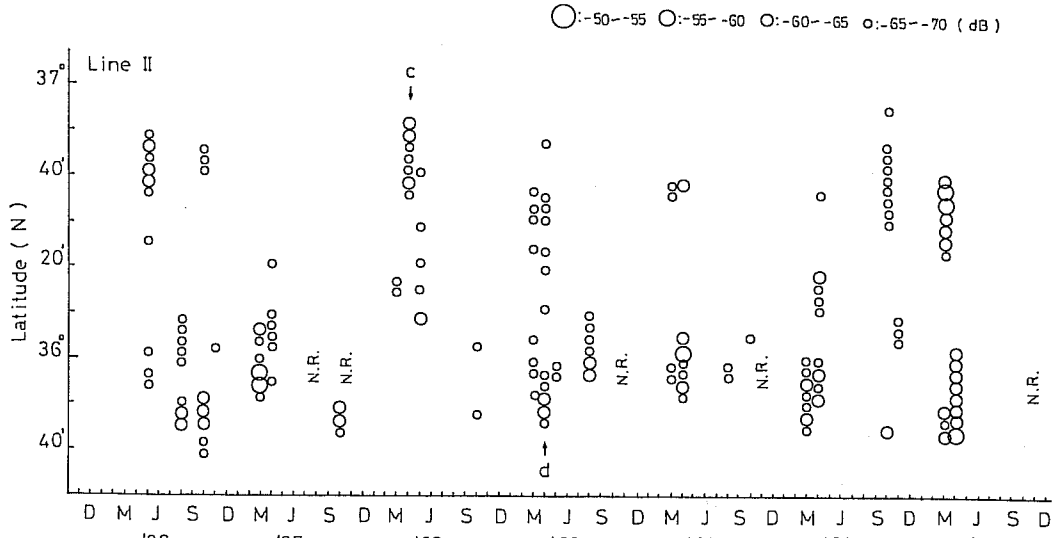


Fig. 3. As in Fig. 2, except along the line 132°-38' E (Line II; Fig. 1) and symbols of "c" and "d".

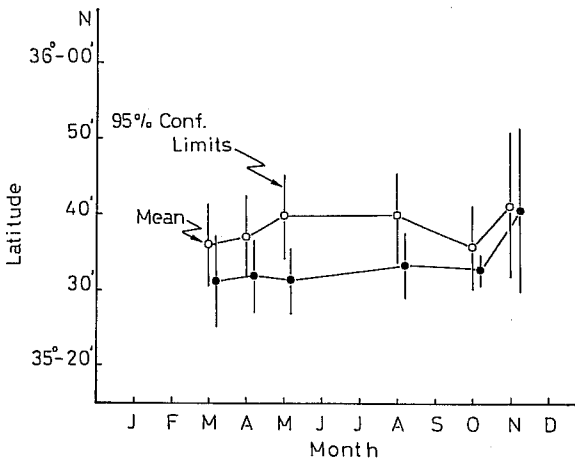


Fig. 4. Seasonal changes of mean latitude of geographical centers of distributions (open circles) and southern limits (solid circles) of *Maurolicus muelleri* appearance with 95% confidence intervals at 132° E longitude line.

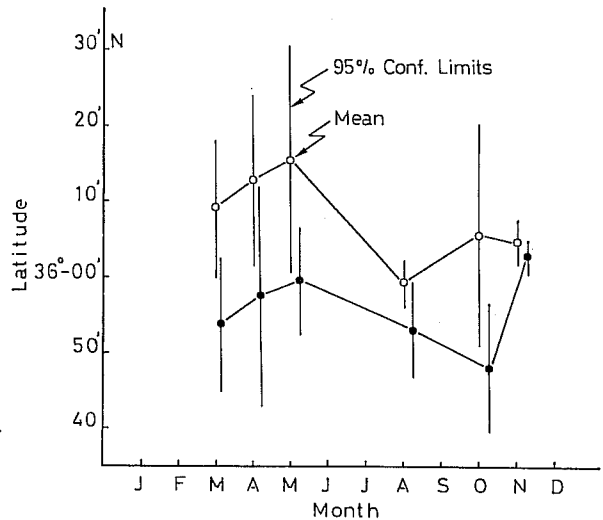


Fig. 5. As in Fig. 4, except at 132° 38' E longitude line.

布の重心緯度と南限緯度とを求めた (Figs. 4, 5)。ここで、分布重心緯度 \bar{x} は下の式から計算した。

$$\bar{x} = \frac{\sum SV_i \cdot X_i}{\sum SV_i}$$

ただし、 X_i は各魚群の緯度、 SV_i はそれぞれの魚群に対応する SV 値である。

ライン I における分布の重心位置と南限緯度とも平

均値の明瞭な季節的変動傾向を指摘することは困難である (Fig. 4)。一方、ライン II におけるそれを見ると (Fig. 5)、春には分布位置の緯度が高く夏から秋にかけて低くなる傾向が窺える。そこで Kruskal-Wallis 検定 (柳川, 1982) を用いて月による緯度の分布の差があるかどうか調べた。その結果 (Table 2)、ライン I ライン II とも分布の重心緯度と南限緯度ともその変動は有意なものではないと言える。すなわち、この観測定線上におけるキュウリエソ分布位置には有意な季節的変動は認められず、年による変動が大きいと言

Table 2. Results of Kruskal-Wallis test.

Line I Lat. of geographical center	0.60
southern limit	2.58
Line II Lat. of geographical center	3.90
southern limit	5.71
p (H>11.07) <0.05, p (H>9.24) <0.10	

える。

次に分布現存量の季節的変動に注目しつつFigs. 2, 3をみて気づく点は、分布現存量は春に多く秋に少ない傾向にあるということであろう。得られた結果のうち定線上にキュウリエソ魚群の反応が認められなかった月は10月と11月に集中して観測された。10月では12回観測のうち2回、11月では13回観測のうち6回がそれぞれ“反応なし”であったが、3～5月にかけては

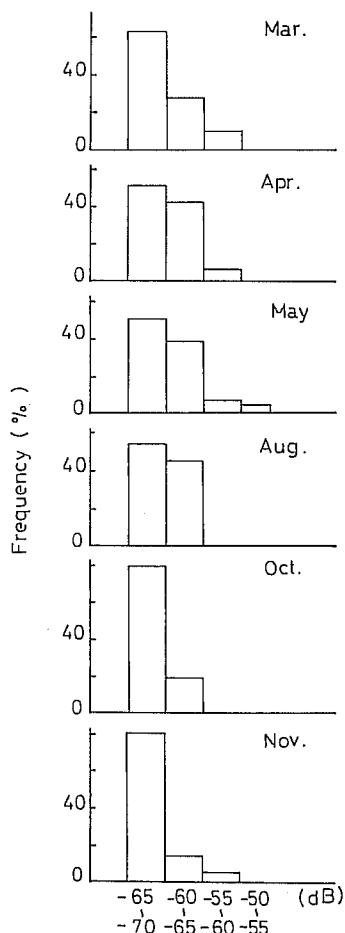


Fig. 6. A comparison of frequency distributions of SV (fish abundance) by month.

1回も観測されなかった。8月には1987年に調査期間中1回だけ反応の認められない事例が観測された。月別に整理した魚群反応頻度分布 (Fig. 6) をみると、春の分布パターンは秋のそれと比較して魚群量の多い分布の右すそが相対的に大きく、逆に秋の分布パターンは魚群量の小さい側にモードを示す分布の峰が春の分布パターンに比べて相対的に高くなっている。このことは、秋に比べ春には分布現存量の大きい魚群の出現確率が高いことを示している。こうしたことを考え合わせると、日本海南西沿岸域のキュウリエソ分布現存量の季節的変動傾向は、春に多く秋に少ないことを指摘できる。

(2) 水平分布と環境

前節でみたように、調査対象海域ではキュウリエソの分布位置は年による変動が大きく、量的には春季に多くなるのが解った。そこで季節的に現存量が高まる3～5月の分布位置と日本海南西部の海況との関係を調べた。

調査対象期間のうちラインIで魚群分布が北に偏っていた年として1990年4月25～26日 (Fig. 2 矢印 a), 南に偏っていた年として1987年4月30日～5月1日 (Fig. 2 矢印 b), またラインIIで北に偏った年として1988年4月10～11日 (Fig. 3 矢印 c), 南に偏った年として1989年3月27～28日 (Fig. 3 矢印 d) を例に、該当する時期の100m深水温分布から日本海南西沿岸部の海洋構造をみると、南偏した時期の海況 (Fig. 7; b & d) は①前線帯が相対的に南下してより陸側へ接近しているのに対して、北偏時のそれ (Fig. 7; a & c) は②暖水が著しく北上し、沿岸域から隠岐諸島あるいはそれ以北の沖合まで広く暖水に覆われているというパターンの海況である。

このように日本海南西沿岸部でキュウリエソの現存量が高まる春季の海況パターンには、分布位置の南偏年と北偏年との間で明瞭な差が認められる。そこでこの海域の海況パターンを判断する基準として10℃等温線を選び、調査定線の132°E経度線での100m深水温10℃が交わる緯度とキュウリエソ分布重心位置の緯度との関係を調べた (Fig. 8)。ここで100m深の水温10℃という数値は、キュウリエソ魚群の生息水温が5～17℃である (川口, 1971b) こと、および卵が発生する水塊の水温は9～11℃と推定している (西村, 1959) という生物学的根拠に基づく指標である。

この結果をみると (Fig. 8), 100m深水温10℃等温

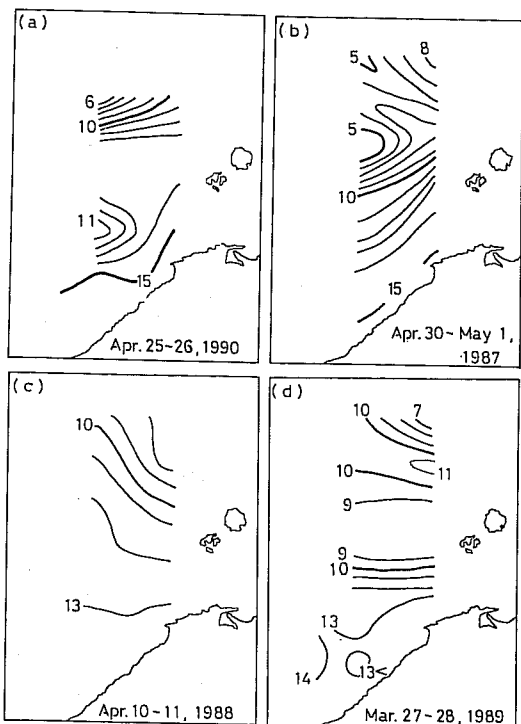


Fig. 7. Temperature at a depth of 100m show a typical example of the characteristic patterns (a & c: northern distribution; b & d: southern distribution).

線が南下している年ほどキュウリエソ分布は南下し、逆に100m深水温10°C等温線が北上している年ほどキュウリエソ分布も北上している傾向を指摘できる。この結果は春季の100m深水温10°C等温線の変動に対応してキュウリエソ分布が変動していることを示している。

(3) キュウリエソ分布特性の評価

今回の調査で得られた結果から、キュウリエソ分布現存量は春季に多くなり秋に少なくなるという季節的変動を示す (Fig. 6) ことが明らかになった。この調査では北緯37° 以北についての情報は得られていないが、キュウリエソ分布域の季節的変動について卵出現分布域の季節変動から検討した沖山 (1971, 1981) は、秋季 (9月) に最も沖合域 (北緯40°) まで分布を拡大し、春季 (5月) には陸棚縁辺域に縮小する、としているので、キュウリエソの生活領域は日本海亜寒帯前線以南の水域である。ここで得られたキュウリエソ分布密度の季節変化 (Fig. 6) に注目すれば、分布現存量の高い主群は秋にはこの調査定線 (北緯37°) 以

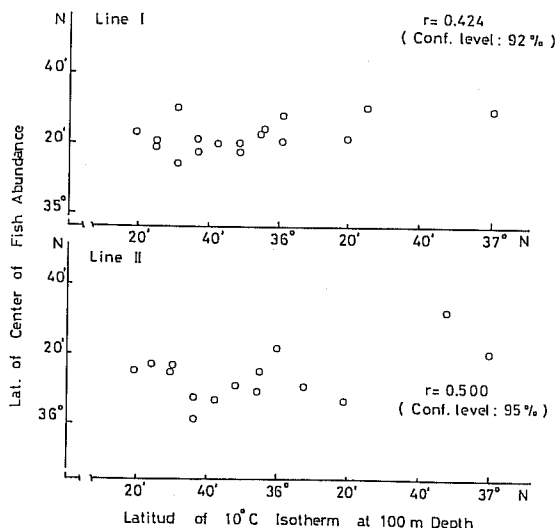


Fig. 8. Correlation between latitude of 10°C isotherm at 100m depth and of fish distribution (Line I: 132° E long. line; Line II: 132° 38' E long. line).

北に移動し、春には陸棚域に南下するという季節的な移動を示している。

調査対象海域内でのキュウリエソ分布位置は年による変動が大きいことが示唆されたが (Figs. 2, 3)、春季の分布重心位置は100m深水温10°C等温線の南北変動に対応していることが明らかになった (Fig. 8)。この海域における10°C等温線は主温度躍層の上限と一致している (森脇・小川, 1988) ので、10°C等温線の水平的な変動は対馬海流流域の広がりの変動とよく対応するであろう。したがって、キュウリエソの分布重心位置は水平的には主温度躍層以浅に分布する対馬海流の分布北限の変動に、鉛直的には主温度躍層上層部の変動にそれぞれ連動することを示す。すなわち、キュウリエソの分布変動には対馬海流の変動が密接に関わっていると判断できる。

この結果は、鳥取県沖で魚探反応から得られたキュウリエソ群と生息域の海水特性値とを対応させて報告した川口 (1971b) の指摘と矛盾しないばかりでなく、漁場形成要因の解明にも有用な示唆を与えてくれるであろう。すなわち、日本海南西部海域では冷水域の接岸状況に関連して、北方からの冷水域と対馬海流とから形成される前線帯の挙動とスルメイカ漁況 (永田, 1957, 長沼, 1977) やマサバ漁況 (島根縣, 1931) との関連が古くから指摘されている。この現象について冷水域の接岸に伴う前線帯の南下は魚群を滞留させる障壁効果 (川合, 1975) であると解釈されているが、

キュウリエソは、①スルメイカやマサバの重要な餌生物である（例えば、沖山，1965；飯塚・濱崎，1986）こと、②前線帯の移動に連動している（Fig. 8）ことを考え合わせると、スルメイカやマサバの漁場形成に関する「障壁効果」の実態は餌生物の集合に伴う魚群の蝟集効果である可能性が高いと判断できる。

4. 結語と要約

日本海南西部沿岸海域において計量魚探を用いて得られた魚群映像資料および海洋観測資料を用いてキュウリエソの分布特性を季節変動ならびに海洋構造の変動との関連で検討した。その結果、調査定線上（島根県浜田～日御碕沖約130海里以南）では（1）分布の重心位置および南限位置の顕著な季節変動は認められず、（2）分布現存量の季節変動には春に多く秋に少ない傾向が存在した。さらに、（3）100m深水温10°C等温線を指標にして海洋構造と春の分布重心位置とを対比したところ両者の間には明瞭な関係が存在し、（4）100m深水温10°C等温線の南北変動に対応してキュウリエソの分布が移動していることが明かになった。この事実から（5）この海域でスルメイカやマサバの漁場形成に関して従来指摘されていた「障壁効果」は餌生物であるキュウリエソの集合効果による可能性が高いと考えた。

謝辞

本論文をとりまとめるにあたり長年にわたる海上調査にご努力いただいた島根県水産試験場調査船「島根丸」の船長以下乗組員の方々に深く感謝する。また、本論文を発表するにあたり有益なご助言ならびにご支援をいただいた島根県水産試験場長高橋伊武氏、島根県栽培漁業センター所長岩本宗昭博士にお礼申し上げます。最後に、有益なご指摘をいただいた査読者にお礼

申し上げます。

文 献

- 濱野 明・内田和良・武田靖昭（1992）音響的調査手法による日本海産キュウリエソの資源量評価のための魚種判別法について。水産海洋研究 56, 295-308。
- 濱野 明・実藤 了・水谷壮太郎・隅川芳雄・内田和良（1992）後方体積散乱強度に及ぼす船体動揺と調査条件の影響。日水誌, 54, 1533-1544。
- 飯塚景記・濱崎清一（1986）日本海南西海域から東シナ海におけるマサバの生態—II. 漁場群別の特性。西水研報, 63, 15-48。
- 川口哲夫（1971a）日本海におけるキュウリエソに関する研究—I. 魚群探知機に記録されるキュウリエソ魚群映像と日周活動。鳥取県水産試験場報告, 17, 37-54。
- 川口哲夫（1971b）日本海におけるキュウリエソに関する研究—II. 魚群探知機の映像よりみたキュウリエソ魚群の生息環境。鳥取県水産試験場報告, 17, 55-61。
- 長沼光亮（1977）日本海におけるスルメイカの漁況予測に関する検討 II. 本土沿岸漁場の漁況と海況。日本海スルメイカ共同調査報告集（日水研編）119-133。
- 永田俊一（1957）山陰東部沿岸におけるスルメイカ漁況と海況について。日水研報告, 6, 301-314。
- 西村三郎（1959）1955年春季登半島近海におけるキュウリエソの産卵ならびに卵、仔魚の生態。日水研年報 5, 61-75。
- 沖山宗雄（1965）日本海沖合におけるスルメイカ *Todarodes pacificus* STEENSTRUP の食性。日水研報告, 14, 31-41。
- 沖山宗雄（1971）日本海におけるキュウリエソの初期生活史。日水研報告, 23, 21-53。
- OKIYAMA, M. (1981) Abundance and distribution of eggs and larvae of a sternoptychid fish, *Maurollicus muelleri*, in the Japan Sea, with comments on the strategy for successful larval life. Rapp. P. -v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 178, 246-247。
- 島根県水産試験場（1931）鯖調査。島根県水産試験場事業報告書, 昭和六年度, 57-60。
- 柳川 堯（1982）ノンパラメトリック法（新統計学シリーズ9）。培風館, 東京, 259pp。