

# リングネット鉛直曳きとボンゴネット往復傾斜曳きによって 採集されたイカナゴ仔魚数の比較

日下部敬之・大美博昭

## Comparison of the Number of Sand lance Larvae *Ammodytes personatus* Collected by Vertical Tows of a Ring Net and Double Oblique Tows of a Bongo Net

Takayuki Kusakabe and Hiroaki Omi

大阪府立水産試験場では、イカナゴ漁況予報のための仔魚採集調査の方法として、1992年以降口径130cmリングネット（以下リングネットと称する）の鉛直曳きを採用してきた<sup>1)</sup>。しかし調査船が更新されたのに伴い、1999年から採集方法を口径60cmボンゴネット（以下ボンゴネットと称する）の往復傾斜曳きに変更した<sup>2)</sup>。変更した理由は、新調査船「おおさか」に可倒式ギャロスが搭載され、仔魚の定量採集に適しているとされるボンゴネットの曳網が可能となったためと、新調査船が旧船よりも風に流されやすいため、従来の鉛直曳きでは風のあるときに表層付近でのろ水量が過大になってしまう危険が生じたためである。

使用ネットの変更に伴い、新旧ネットのイカナゴ仔魚に対する採集効率を比較し、過去に蓄積されたデータを利用可能とするために、両ネットの比較曳網を行った。その結果、イカナゴ仔魚のサイズと両ネットの採集効率の間に興味深い知見が得られたので報告する。なお、今回比較試験を行った2種類の仔魚採集方法のうち、リングネットの鉛直曳きは底層から表層まで一定速度で引き揚げられる一続きのものであるのに対し、ボンゴネットの往復傾斜曳きはワイヤーを繰り出してネットを沈めていく沈下の段階と、ワイヤーを巻き上げてネットを上昇させる浮上段階という、2つの異なった段階から成り立っ

ている。沈下段階でのネットの対水速度はワイヤー繰り出しによって船速より遅くなるのに対し、浮上段階のそれはワイヤー巻き上げによって船速より速くなり、両段階の採集効率も当然異なっているものと考えられる。しかしながら通常ボンゴネットの往復傾斜曳きにおいて両者は区別されずに一連の曳網として処理され、見かけ上の仔魚密度が算出されている<sup>3, 4)</sup>。これは開閉装置などを用いた曳網作業の煩雑さと海底近くでのネット開閉による海底への接触の危険を避けるためと思われ、大阪水試のイカナゴ仔魚採集調査もこの方法を踏襲している。そこで今回の比較試験においても、両者の採集数の換算という実際上の目的から、ボンゴネットの往復傾斜曳きを一連の曳網と見なして見かけ上の平均仔魚密度を求め、解析を行った。

また、「採集効率」は厳密にはろ水率と網口通過率および網目保持率の積である<sup>5)</sup>が、本調査においては後述のように単位ろ水量あたりの採集仔魚数を用いて2種のネットを比較したので、「採集効率」という語を「網口通過率×網目保持率」という意味で用いた。

### 材料と方法

イカナゴ仔魚に対する両ネットの比較曳網試験は、1999年1月19日と2000年1月28日の昼間に、Fig.1

に示した大阪湾内の5点で調査船「おおさか」を用いて行った。各調査点で、リングネットとボンゴネットを各1回、引き続いて曳網した。使用したリングネットとボンゴネットの諸元をTable 1に示す。リングネットは、各調査点で現場水深マイナス3mから（水深53m以深の点では水深50mから）の鉛直曳き（曳網速度0.52~0.71m/s, 平均0.64m/s）を行った。平均曳網時間は、1分4秒であった。

一方ボンゴネットは、森<sup>6)</sup>を参考にして、以下のように往復傾斜曳きを行った。

1) 船を1.5ノット前後で走らせながら、ボンゴネットおよび30kgの錘を付けたワイヤーを、船尾から速さ0.29~0.43m/s, 平均0.38m/sで繰り出した。傾角が45°前後に保たれるよう、また特に曳網途中

で傾角が変化しないよう、船速を微調整した。

2) 到達目標水深はリングネットの鉛直曳きと同様に現場水深マイナス3mまで（水深53m以深の点では水深50mまで）とし、到達目標水深とワイヤー傾角（ワイヤー繰り出し中に傾角度板により随時測定）から必要ワイヤー長を算出し、その長さまで繰り出した後、ネットの安定を図るため10秒間そのまま曳航、その後ワイヤーを0.29~0.52m/s, 平均0.45m/sで巻き上げた。曳網時間は、ボンゴネットが水中に没してから引き上げられるまで、平均4分14秒であった。

得られた採集物は現場で10%海水ホルマリンで固定し、実験室に持ち帰ってイカナゴ仔魚の選別、計数、および全長測定を行った。ボンゴネットの採集

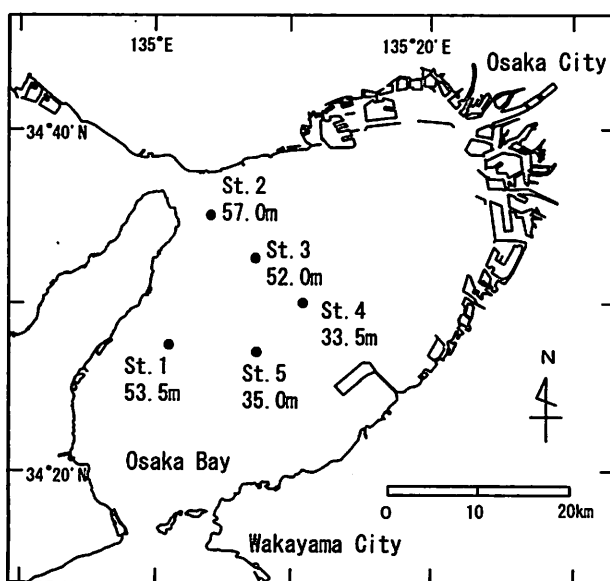


Fig.1 Location of the sampling stations (solid circles) and water depth at each sampling station in Osaka Bay.

Table 1 Net construction of the Ring net and the Bongo net.

	Ring net	Bongo net
Mouth diameter (cm)	130	60
mouth area (m <sup>2</sup> )	1.33	0.28 (for one side net)
Form	Conical-cylindrical	Conical
Length of cylinder (cm)	100	—
Length of cone (cm)	250	400
Gauze	NYTAL52GG	NYTAL52GG
Porosity	0.46	0.46
Open area ratio	6.92	6.13

物は、片側のネットのものだけを使用した。両ネットともネットの網口（中心と円周とのほぼ中間点）に離合社製ろ水計を取り付け、単位ろ水量あたりに換算して比較に用いた。

## 結 果

2回の調査でリングネット、ボンゴネットそれぞれ計10回の曳網を行ったが、2000年1月28日のSt.5のリングネット曳網でろ水計が作動しなかったため、この回の曳網はリングネットとボンゴネット双方とも欠測とし、合計9組の曳網データを解析に用いた。

9回の曳網で、リングネットで計793個体、ボンゴネットで2012個体のイカナゴを採集した。1曳網あたりのろ水量はリングネットが44.5~87.5 $\text{m}^3$ （平均60.9 $\text{m}^3$ ）、ボンゴネットが33.7~116.2 $\text{m}^3$ （平均70.9 $\text{m}^3$ ）であった。Fig.2に全個体の全長組成を、ネットごとに示す。採集された仔魚の全長範囲はリングネットが2.7~9.6mm、ボンゴネットが2.7~14.2mmで、ボンゴネットの方が大きいサイズまで

採集されており、平均全長もリングネットでの4.62mmに対してボンゴネットでは5.25mmであった。そこで、仔魚のサイズによって両ネットの採集効率の比が変化していると考え、1mmごとの全長区間に分けて解析を行うことにした。

まず、仔魚の全長区間別に、横軸に各調査点における両ネットイカナゴ採集数（どちらも100 $\text{m}^2$ あたり）の和を、縦軸にその和に対するリングネット採集数の比をとってプロットしたグラフをFig.3に示す。なお、両ネットとも仔魚が得られなかった調査点は除いた。その結果、多くの全長区間において採集数が多くなるにつれて比の値の変動が少なくなり、一定の値に近づく傾向が見られた。そこで、両ネットによる採集数の間に

$$Cr = Re \times Cb + \text{error}$$

Cr：リングネットでの単位ろ水量あたり採集数

Cb：ボンゴネットでの単位ろ水量あたり採集数

Re：リングネットのボンゴネットに対する採集効率の比  
error：誤差

との式が成り立つと考え、両ネットの採集効率の比Reを求めた。Fig.4は、仔魚の全長区間別に、横軸にボンゴネットでの採集数（100 $\text{m}^2$ あたり）を、縦軸にリングネットでの採集数（100 $\text{m}^2$ あたり）をとり、各調査点のデータ対をプロットしたものである。図中に書き入れた原点を通る回帰直線（最小自乗法による）の傾きが、各全長区間のReである。なお、採集実数が両ネットとも10個体に満たなかった全長3mm未満、及びリングネットで仔魚が得られなかった全長10mm以上については図示していない。全長3mm台から4mm台へ、回帰直線の傾きは一旦増加したが、その後は仔魚の全長階級が大きくなるに従い、ボンゴネットに比べてリングネットの採集数が少なくなり、回帰直線の傾きが減少した。また、大きな全長の階級では回帰直線の当てはまりが悪くなっていた。つぎに、Reの値と全長の関係をFig.5に示す。Re値は全長3mm台で0.47、4mm台ではやや増加して0.59であったが、その後は急激かつ単調に減少して、6mm台で0.16、9mm台では0.02となっていた。

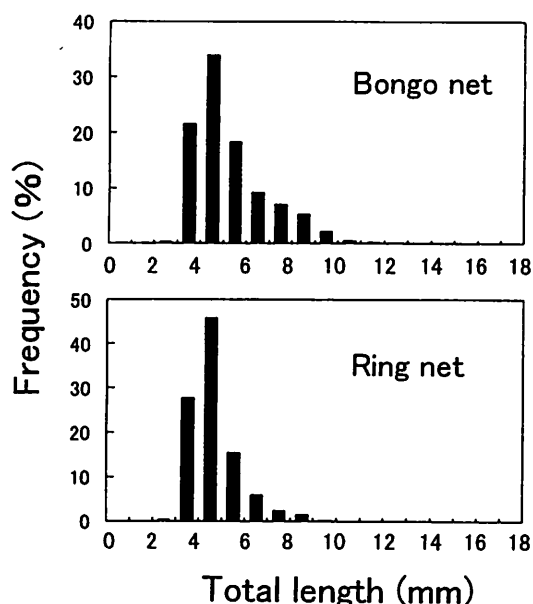


Fig.2 Total length frequency distributions for total catch of sand lance larvae by the Bongo net (the upper graph) and the Ring net (the lower graph) at 5 sampling stations in Osaka Bay at Jan. 19, 1999 and Jan. 28, 2000.

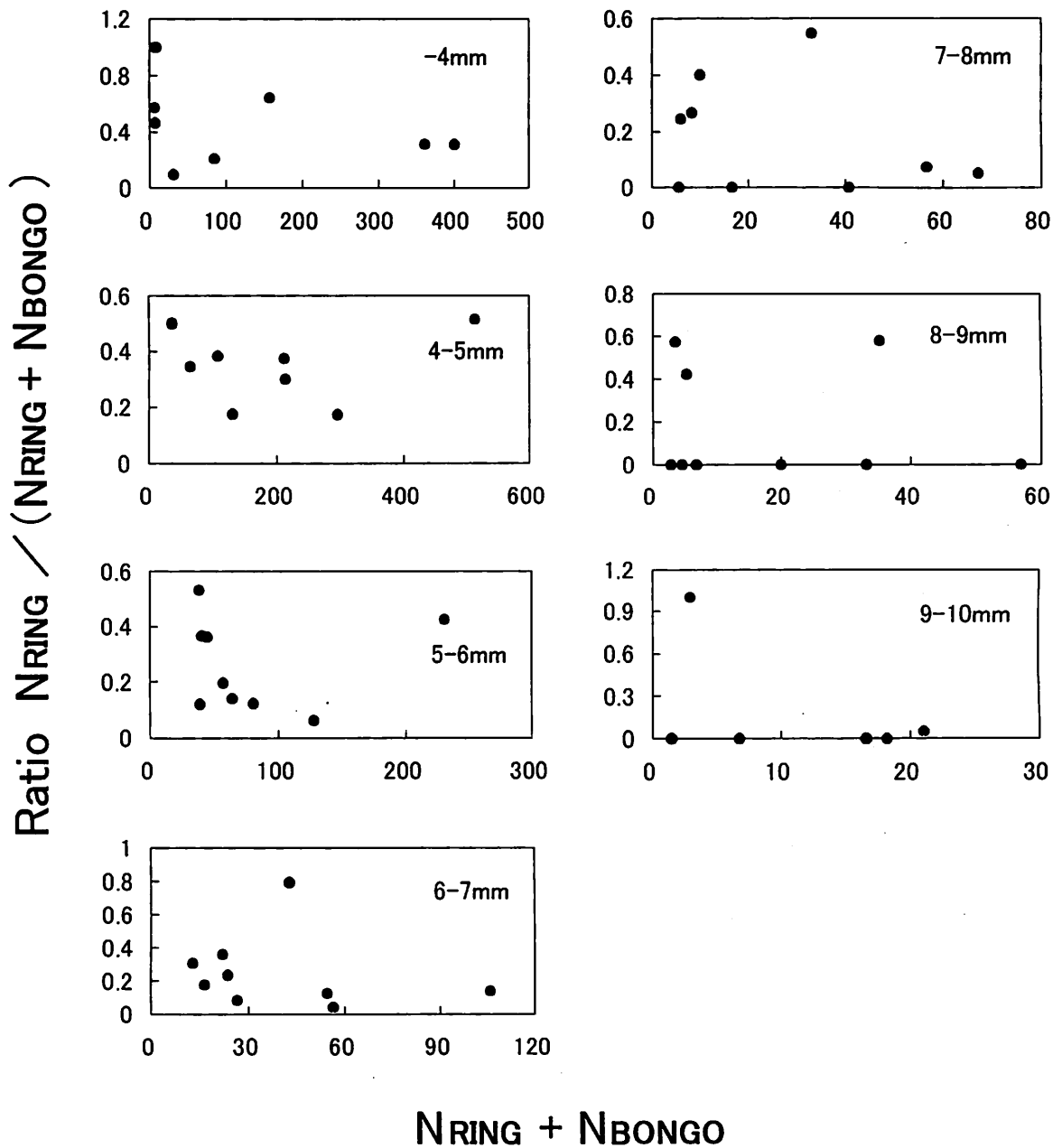


Fig.3 Relationship between the total number of sand lance larvae caught by both nets ( $N_{RING} + N_{BONGO}$ ) and the ratio of the number of the larvae caught by the ring net to  $N_{RING} + N_{BONGO}$ , by 1mm width size groups. Each number is converted into the number per 100m<sup>2</sup>.

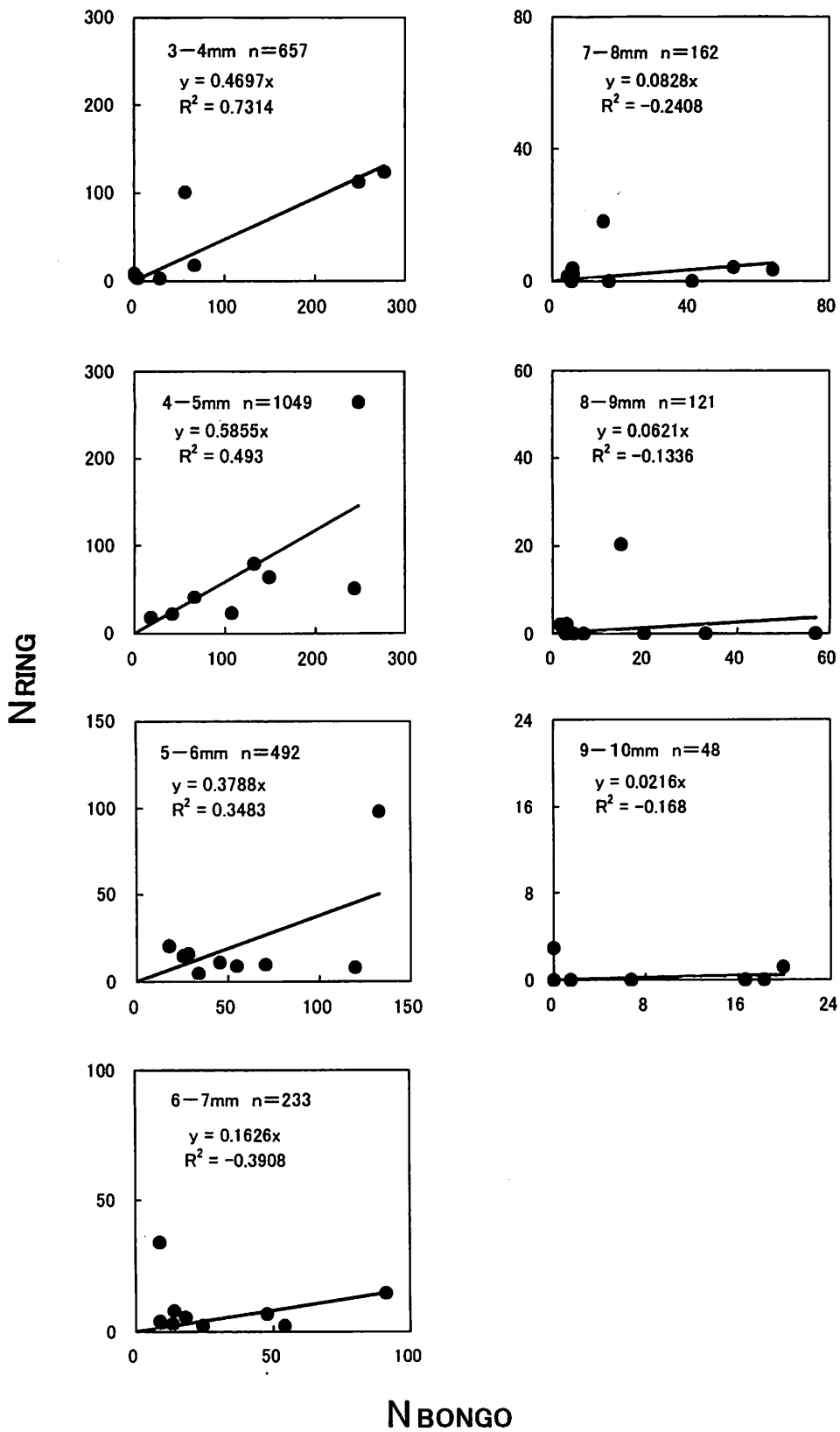


Fig.4 Comparison of the number of the larvae caught by the bongo net and that of the ring net (number per 100m<sup>2</sup>), by 1mm width size groups. The solid line in each graph indicates the adapted regression line.

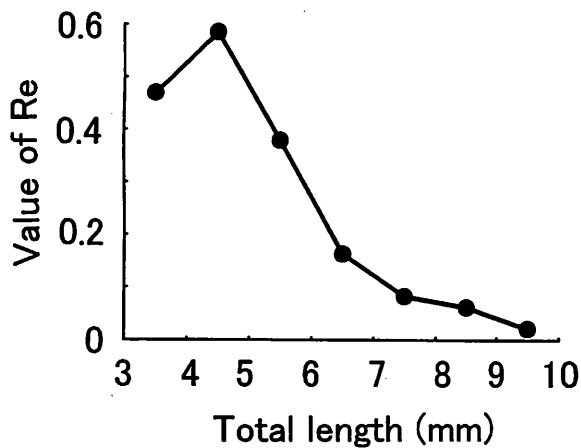


Fig.5 Change in the value of Re (Ratio of efficiency;  $N_{RING}/N_{BONGO}$ ) with increasing size.

### 考 察

今回の調査の結果、両採集方法でイカナゴ仔魚に対する採集効率に差があり、全ての全長区間でボンゴネットの方が採集効率が高かったが、両ネットに同一の網地を用いていることから網目保持率には大差がなく、網口通過率が両者で異なっていたものと考えられる。網口通過率にはネットの構造の違いと、曳網速度の違いが影響する。Smith and Richardson<sup>3)</sup>によれば、ボンゴネットは網口の前方に曳索がないため、通常のリングネットに比べて仔魚の網口逃避が起こりにくい。また、曳網速度に関しては、リングネットの平均曳網速度が0.64m/sであったのに対し、ボンゴネットではワイヤー繰り出し時の推定平均対水速度は0.57m/sであったものの、ワイヤー巻き揚げ時のそれは1.14m/sであったことから、特にサイズの大きな仔魚に対して、ワイヤー巻き上げ時の曳網速度がボンゴネットの採集効率を引き上げた可能性が高いと考えられる。また、全長3～4mm台の小さな仔魚でもリングネットの採集効率がボンゴネットの半分程度であったが、曳網速度0.56m/sと1.36m/sでボンゴネットを曳いてカタクチイワシ仔魚を採集した例でも、体長3.75mm以上の仔魚は1.36m/sで曳網した方が採集個体数が多かったことが報告されており<sup>5)</sup>、仔魚の網口逃避はかなり小さなサイズから起こっていることが示唆される。

Fig.4で全長が大きくなるにつれて回帰直線の当てはまりが悪くなっていたが、これは、曳網回数

絶対数が少ないことに加えて、大きな全長の階級では前記の式のReが非常に小さい値になり、相対的に誤差項が採集数に与える影響が大きくなるためであろう。この図およびFig.5からも分かるように、従来のリングネット鉛直曳きは特に大きな仔魚に対する採集効率が低く、ボンゴネットの往復傾斜曳きの方が（先に述べた、異なる2段階の曳網が1曳網として扱われているという難点はあるが）漁況予報のための仔魚採集調査の方法として適していると判断される。なお、曳網の際にはワイヤーの繰り出し速度、巻き上げ速度、および傾角をできる限り一定にすることが、調査点間および複数年間の採集数比較をする上で重要であろう。

### 謝 辞

本研究を行うに当たって、採集調査に終始協力してくださった榎 昭彦船長（当時）をはじめとする調査船「おおさか」乗組員の方々、およびデータの解析方法を丁寧に指導くださった京都大学大学院農学研究科の上野正博博士に心から感謝します。

### 文 献

- 1) 日下部敬之・中嶋昌紀 (1994) イカナゴ資源生態調査. 平成4年度大阪水試事報, 139-145.
- 2) 日下部敬之・大美博昭・有山啓之・中嶋昌紀 (2001) イカナゴ資源生態調査. 平成11年度大阪水試事報, 105-107.
- 3) Smith, P. E. and S. Richardson (1977) Standard techniques for pelagic fish egg and larval surveys. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 175, 1-100.
- 4) 森 慶一郎 (1981) 魚類プランクトンの定量的採集方法 (レビュー). 漁業資源研究会議報, 22, 29-52.
- 5) 中村元彦 (1989) 60cmボンゴネットにおけるカタクチイワシ仔魚の網口通過率の推定. 日水誌, 55, 1893-1898.
- 6) 森 慶一郎 (1992) ボンゴネット傾斜曳. 浮魚類卵・稚仔採集調査マニュアル, 中央水産研究所, pp.23-30.