

# 定置網漁業の資源管理 に関する研究—Ⅲ

—マアジとマイワシの羅網（落とし  
網の目刺し）—

上 野 陽一郎  
和 田 洋 藏  
田 中 雅 幸  
中 西 雅 幸



定置網漁業でしばしば問題となる羅網について、漁場で調査を行ったところ、羅網魚の大きさと網目内周長とは密接な関係にあることが分かった。羅網魚の大きさと網目内周長とを面積比的概念でとらえ、羅網部位の体胴周長（EG）と網目内周長（MP）をそれぞれ2乗して比をとった（ $EG^2/MP^2$ ）ところ、マアジおよびマイワシで、大部分の個体が0.6~0.9の範囲内にあった。また、この範囲内の羅網魚は、鰓蓋で羅網する問題の少ない羅網とそれ以外の部位で羅網する問題の多い羅網とが約半数ずつであった。

マアジおよびマイワシで同様の結果が得られたことから、他の魚種についても同様であると仮定して、前記2魚種に加えて京都府の代表的浮魚であるマサバおよびカタクチイワシについても目合と羅網する可能性のある体長範囲を推定した。マアジおよびマイワシについて、この推定体長範囲と漁場での羅網魚の体長範囲とを比較すると、よく一致しており、この推定方法が有効であることが分かった。

定置網漁業では入網魚の羅網がしばしば問題となっている。定置網の羅網は、刺し網とは違って本来の漁獲方法ではないため操業に支障を来すことがあり、特に、大量に羅網した場合には羅網魚の重量と潮流の抵抗とで揚網できないこともある。また、羅網して価値の下がった魚体が他の漁獲物に混入することにより漁獲物全体の価値を下げてしまう。この場合、操業時に網目からはずれなかった羅網魚が海中で腐敗すると被害が大きい。このため漁業者は、経験的に、羅網しにくく漁獲効率がよい目合の網を使用してきた。しかし、不合理漁獲軽減のために目合拡大を行えば拡大以前とは大きさの違う魚が羅網する可能性もあり、そのことが目合拡大の妨げとなりかねない。したがって、目合拡大が定置網漁業に与える影響について考察する上で、羅網についての検討は欠くことができない。著者らは、漁場での羅網魚、羅網の状況を調査し、マアジとマイワシについて羅網する体長範囲等の知見を得たので報告する。

## 材料と方法

羅網魚のサンプリングは、定置船に乗船し、定置網の操業時に船上に引き上げられた網に羅網していた魚体を無作為に抽出して網からはずらすことによって行った。その際には、魚体の変形がないように注意を払い、直ちに氷を入れたクーラーに収容した。研究室に持ち帰った羅網魚は、体長、体高、体幅、羅網部体高（背側の羅網痕と腹側の羅網

痕との直線距離) および羅網部体幅(左右の羅網痕間の直線距離)をノギスで測定し、背側の羅網部位を目視により観察した。サンプリングした魚種、サンプル数などの概要を Table 1 に示した。また、羅網魚と同一魚群と見られる魚種の漁獲物の体長を測定板を用いて 5 mm 刻みで測定し、羅網魚の体長と比較した。なお、体長は、いわし類については被鱗体長を、他の魚種については尾叉長を用いた。

羅網した魚体と網目との関係を見るために、羅網魚のサンプリング時に網目の測定を行った。網目は、羅網魚のあった網目を伸ばして閉じた状態で 2 脚 1 節の長さをノギスを用いて 10~100 目測定し、その平均値の 2 倍を網目内周長とした。

### 結果と考察

定置網の魚捕り部に羅網したマアジとマイワシの体長組成とそれぞれ漁獲物の体長組成を Fig. 1 および Fig. 2 に示した。2 魚種の体長組成から分かるように、いずれの羅網魚ともに比較的広い体長範囲(マアジ FL 65~80 mm, マイワシ BL 75~95 mm)を持っていた。これは魚体の羅網する部位が鰓蓋付近から最大体胴周長部付近まで様々であるため、このように広い体長範囲の魚が羅網したものと考えられた。

魚体が羅網したときの網目と魚体との関係を面積比的概念でとらえ、羅網部胴周長の 2 乗 (Enmeshed Girth,  $EG^2$ ) と網目内周長の 2 乗 (Mesh Perimeter,  $MP^2$ ) との比 ( $EG^2/MP^2$ ) を「羅網比」Enmesh Ratio と呼ぶこととした。Fig. 3 と 4 に、マアジおよびマイワシの羅網比と体長との関係を示した。マアジおよびマイワシの羅網部位を Fig. 5 に示し、また、それぞれの部位の羅網比の出現率を

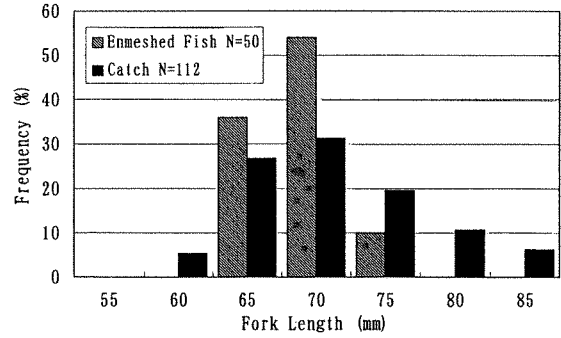


Fig. 1. Frequency distributions of fork length enmeshed Jack mackerel (*Trachurus japonicus*) and the catch, 25 June, 1996.

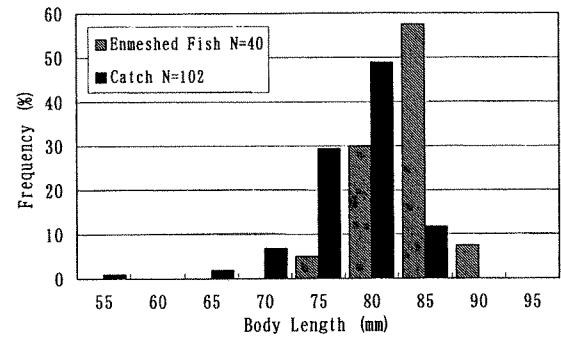


Fig. 2. Frequency distribution of body length enmeshed Sardine (*Sardinops melanostictus*) and the catch, 18 July, 1996.

マアジは Table 2 に、マイワシは Table 3 に示した。マアジの羅網比は 0.4~1.1 にあり、最も多い羅網比は 0.7~0.8 で約 36% であった。中でも約 79% が羅網比 0.6~0.9 に含まれていた。マイワシでは羅網比 0.4~2.1 にあり、マアジと

Table 1. Ranges of body length of Jack mackerel and Sardine caught by set-net with various mesh perimeter.

Species	Sampling Date in 1996	Ranges of Body Length in mm	Mesh Perimeter in mm	Number of fish
<i>Trachurus japonicus</i> (Jack mackerel, Maaji)	25 Jun.	65-78	39.1	50
	18 Jul.	63.1-73.0	41.8	2
	11 Sep.	96.4-105.8	55.1	6
<i>Sardinops melanostictus</i> (Sardine, Maiwashi)	3 Jul.	66-75	31.4	16
	3 Jul.	66-85	36.9	24
	3 Jul.	68-80	35.6	25
	3 Jul.	66-86	36.9	14
	18 Jul.	79-91	41.8	40
	7 Aug.	79-84	41.8	2
	20 Sep.	110.2-134.5	41.8	7

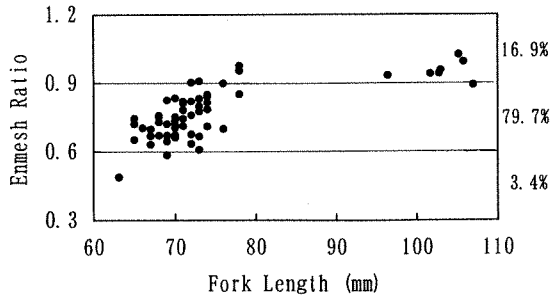


Fig. 3. Relationships between enmesh ratio and fork length of Jack mackerel (*T. japonicus*).

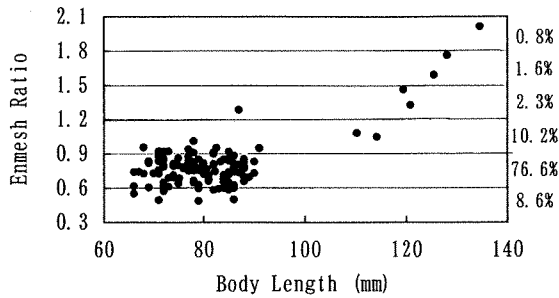


Fig. 4. Relationships between enmesh ratio and body length of Sardine (*S. melanostictus*).

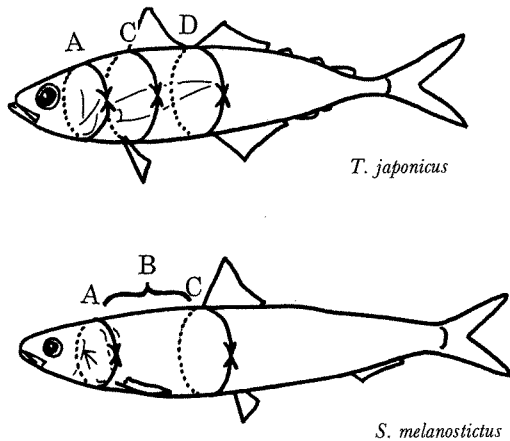


Fig. 5. Definition of enmeshed parts of fish. A; operculum girth, B; girth between "A" and "C", C; first dorsal fin girth, D; second dorsal fin girth.

同様に約33%が0.7~0.8に集中していた。また、約77%が0.6~0.9に集中しており、マアジと同様の傾向を示した。このように、大部分(76.6~79.7%)の羅網が羅網比0.6~0.9で生じていることから、これを仮に「羅網比範囲」

Table 2. Frequency of enmesh ratio by enmeshed parts of fish body. *Trachurus japonicus* (Jack mackerel, Maaji). (A, C, D as shown Fig. 5)

Enmesh Ratio	Total	A	C	D
-0.59	3.4%	0.0%	3.4%	0.0%
0.60-0.69	24.1	12.1	10.3	1.7
0.70-0.79	36.2	17.2	17.2	1.7
0.80-0.89	19.0	8.6	8.6	1.7
0.90-0.99	15.5	1.7	12.1	1.7
1.00-1.09	1.7	1.7	0.0	0.0
1.10-	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 3. Frequency of enmesh ratio and enmeshed parts of fish body. *Sardinops melanostictus* (Sardine, Maiwashi). (A, B, C as shown Fig. 5)

Enmesh Ratio	Total	A	B	C
-0.59	8.6%	1.6%	3.1%	3.9%
0.60-0.69	19.5	10.9	1.6	7.0
0.70-0.79	32.8	17.2	7.8	7.8
0.80-0.89	24.2	13.3	3.1	7.8
0.90-0.99	7.8	5.5	1.6	0.8
1.00-1.09	2.3	1.6	0.0	0.8
1.10-	4.7	1.6	0.8	2.3

と呼ぶことにする。また、魚種によらず羅網比が一定の範囲を持つことは、網目選択性が網目内周長と魚体の胴周長との相対的な関係で主として決まるとした上野ら(1995)の報告と同様であった。

定置網の場合、小型魚が刺し網のように網が魚体に絡みついて羅網されることはなく、また、網糸も太いため通常の遊泳中に網に気付かずに網目に突入することはないと思われる。すなわち、魚は網の存在を認めた上で網目を突破しようとして突進するのであり、突破するにはかなりの遊泳速度で網目に突入する必要がある。魚体の遊泳速度を巡航速度と突進速度に分けて考えると、突進速度は魚の発揮する速度のうち最大のもので、1秒から数秒間持続する(塚本, 1993)とされている。定置網における羅網は、魚体が網目を突破しようとして4脚の網糸で囲まれた網目に突き刺さった状態であるから、その時の遊泳速度は突進速度であると考えられる。突進速度は水温や溶存酸素量の影響を受けにくく、魚体のサイズの影響を強く受け、サイズが大きくなればその速度も増大する(塚本, 1993)。したがって Fig. 4 で、体長 110~140 mm のマイワシの「羅網比」が体長の増加に伴って増えているのは、マイワシのサイズが増加したために突進速度が上がり、網糸をのびし、

魚体をくびれさせる力が大きくなったことを示唆しており、魚体が大きくなると網目に対する突破力が増大するとした上野ら（1995）の報告を支持するものである。

羅網の中でも特に問題となるのは、最大体胴周長部付近で羅網し、網糸が魚体に深く食い込んでいるためにはずれ難かったり、はずれても魚体がひどく傷ついて商品価値を著しく下げられる場合である。しかし、鰓蓋に羅網した例では羅網魚がはずれやすく、大きな問題とはならない（Fig. 5）。「羅網比範囲」内で、目視観察による羅網部位は、マアジでは鰓蓋後端部が47.8%、第1背鰭前端部が45.7%であり、約半数がはずれにくい、問題の多い羅網であった（Table 2）。一方マイワシでは鰓蓋後端部が54.1%、鰓蓋後端部から背鰭前端部までの間が16.3%、背鰭前端部が29.6%であり（Table 3）、魚種によって羅網部位に違いが見られた。しかし、はずれやすい鰓蓋後端部とそれ以外とに分類すると、マアジとはほぼ同様の傾向を示した。このように、2つの魚種ともに羅網魚の約半数ははずれやすく問題の少ない羅網であり、残りの半数ははずれにくく魚の商品価値の上で問題となる羅網であった。

魚が羅網する部位（羅網部周周長：EG）は、その魚体の最大体胴周長（Maximum Girth：MG）によって表現できる。さらに、網目内周長（MP）とMG<sup>2</sup>との関係が一般化できる。そこで、最大体胴周長の2乗（MG<sup>2</sup>）と羅網部周周長の2乗（EG<sup>2</sup>）との比（MG<sup>2</sup>/EG<sup>2</sup>）をマアジについてはFig. 6に、マイワシについてはFig. 7にそれぞれ示したところ、両魚種ともに大部分（85.9～87.4%）がMG<sup>2</sup>/EG<sup>2</sup>=1.0～1.4にあった。さらに、マアジおよびマイワシが最も多く羅網した「羅網比範囲」について、他の魚種についても同様であると仮定して、京都府の代表的な浮魚類であるマアジ、マサバ、マイワシおよびカタクチワシの4魚種について、目合ごとに羅網する可能性のある体長範囲を求めた。網目内周長の2乗（MP<sup>2</sup>）と最大体胴周長の2乗（MG<sup>2</sup>）との関係は、次式で表される。

$$EG^2/MP^2=0.6\sim 0.9 \quad (1)$$

$$MG^2/EG^2=1.0\sim 1.4 \quad (2)$$

(1)、(2)式から、

$$EG^2=(0.6\sim 0.9)\times MP^2 \quad (1)'$$

$$MG^2=(1.0\sim 1.4)\times EG^2 \quad (2)'$$

となる。従って、

$$MG^2=MP^2\times(0.6\sim 0.9)\times(1.0\sim 1.4) \quad (3)$$

ここで、羅網する可能性のあるMG<sup>2</sup>の最小値は、

$$MG^2=MP^2\times 0.6\times 1.0 \quad (4)$$

最大値は

$$MG^2=MP^2\times 0.9\times 1.4 \quad (5)$$

で、与えられる。(4)式と(5)式に10～20節の目合別に網目

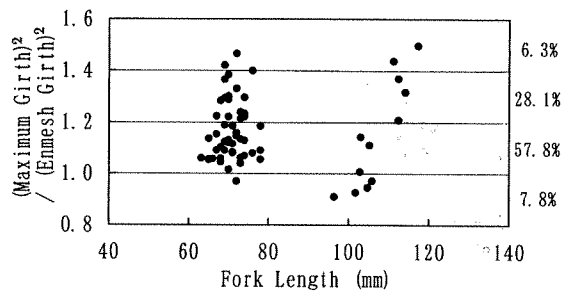


Fig. 6. Relationships between ratio (maximum girth)<sup>2</sup>/(enmesh girth)<sup>2</sup> and fork length of Jack mackerel (*T. japonicus*).

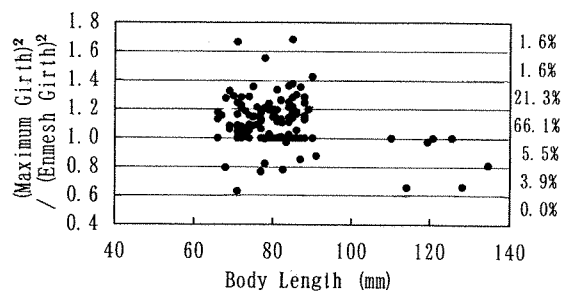


Fig. 7. Relationships between ratio (maximum girth)<sup>2</sup>/(enmesh girth)<sup>2</sup> and body length of Sardine (*S. melanostictus*).

内周長の2乗（MP<sup>2</sup>）を代入して得られた最大体胴周長の2乗（MG<sup>2</sup>）から羅網する可能性のある体長範囲を求め、Table 4に示した。網目内周長は2脚1節長（規格値）を用い、体長は、最大体胴周長の2乗（MG<sup>2</sup>）の平方根の絶対値（＝体胴周長）を求め、体胴周長から体長を求める上野ら（1994）の直線回帰式を用いて求めた。また、Fig. 1およびFig. 2の網目内周長からマアジおよびマイワシの推定羅網体長範囲を求めると、マアジが尾叉長60.6～83.4 mm、マイワシが被鱗体長75.1～105.4 mmとなり、実際の羅網体長範囲65～80 mm（Fig. 1）および75～95 mm（Fig. 2）とよく一致した。

Table 4に示したように、羅網する可能性の高い体長範囲の魚群が来遊し、入網する時期は魚種によって異なる。したがって、目合拡大の期間中に出現するであろう魚群の体長組成を魚種別に予想し、この表と比較することによって、目合拡大を検討している漁場にとって、損失量の推定と共に不可欠の情報である羅網予測を立てることが可能となる。羅網が一定の体長範囲で起こっていることから、幼稚魚を含む小型魚を目合拡大によって逃避させることを考えたとき、同一の体長組成を持つ魚群が入網したとすれば目合拡大によって漁獲物の体長組成は変化し、当然羅網体

Table 4. Estimated enmesh size of four fish species at various mesh size of set net.

Mesh Size ("Fushi")	Enmesh range of fish size															
	MP (mm)		(MP) <sup>2</sup>		(EG) <sup>2</sup>		MG (mm)		<i>T. japonicus</i> (Masaji) Fork Length (mm)		<i>S. japonicus</i> (Masaba) Fork Length (mm)		<i>S. melanostictus</i> (Maiwashi) Body Length (mm)		<i>E. japonicus</i> (Katakuchi-iwashi) Body Length (mm)	
	Mini.	Max.	Mini.	Max.	Mini.	Max.	Mini.	Max.	Mini.	Max.	Mini.	Max.	Mini.	Max.	Mini.	Max.
20	31.8	1,011.2	606.7	910.1	24.6	35.7	69.7	64.6	87.7	82.0	66.2	90.5	66.2	90.5	66.2	90.5
18	35.6	1,267.4	760.4	1,140.6	27.6	40.0	76.8	70.7	96.7	90.9	72.7	99.8	72.7	99.8	72.7	99.8
16	40.4	1,632.2	979.3	1,468.9	31.3	45.3	85.8	78.5	114.7	102.1	80.8	111.7	80.8	111.7	80.8	111.7
14	46.6	2,171.6	1,302.9	1,954.4	36.1	52.3	97.5	88.6	124.1	116.6	91.4	126.9	91.4	126.9	91.4	126.9
12	55.0	3,025.0	1,815.0	2,722.5	42.6	61.7	113.2	102.2	136.9	136.2	105.6	147.6	105.6	147.6	105.6	147.6
11	60.6	3,672.4	2,203.4	3,305.1	46.9	68.0	123.7	111.3	145.4	149.3	115.2	over 150	115.2	over 150	115.2	over 150
10	67.4	4,542.8	2,725.7	4,088.5	52.2	75.7	136.5	124.0	155.7	165.3	126.7	over 150	126.7	over 150	126.7	over 150

MP: mesh perimeter, EG: enmesh girth and MG: maximum girth

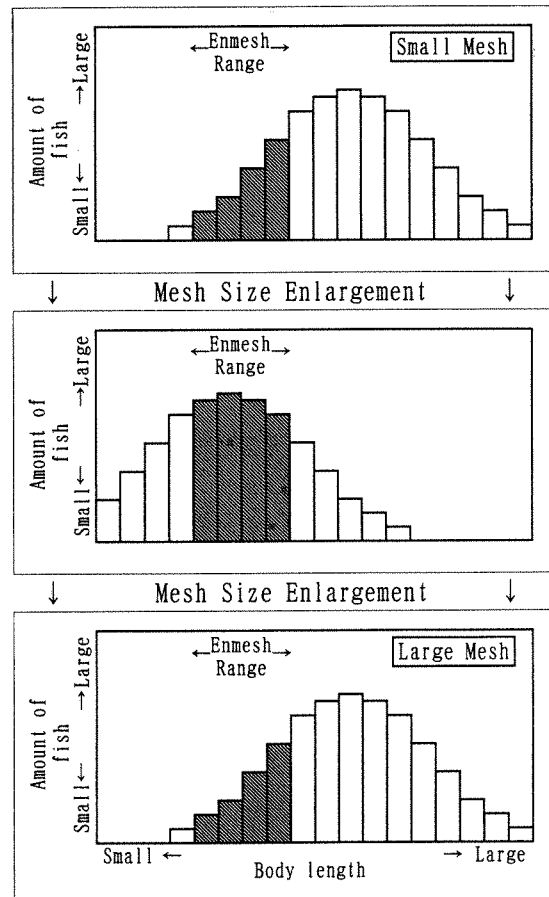


Fig. 8. Diagram showing increase or decrease of the amount of enmeshed fish according to mesh size enlargement.

長範囲も変化し、羅網魚は増減する。この目合の変化による羅網魚の体長組成の変化の想定図を Fig. 8 に示した。現状の羅網体長範囲が入網魚のモード以下であれば、目合拡大によってこの範囲の魚はモードの側に移り、したがって羅網魚は増加する。逆に、現状の羅網体長範囲が入網魚のモード以上であれば、目合拡大によってこの範囲の魚の数は減少し、したがって羅網魚は減少するだろう。しかし、目合拡大によって新たに生じる可能性のある羅網魚は、目合拡大前より魚体が大きくなるため、それにつれて漁業者が被る被害も大きくなり、単に羅網魚の量だけでは論じられない。したがって、今後、目合拡大を進めていくためには Table 4 に示したような目合別魚種別の羅網予測が不可欠であろう。羅網は、魚群の入網量や流向流速など様々な要因が関与して起こると思われる。今後は、この中で人為的にある程度コントロールが可能な要因である網

成りについて羅網との関係を明らかにすることで、より実  
際の羅網の予測と羅網被害の軽減を図っていく必要があ  
ろう。また、目合拡大のもう一つの側面としての小型の漁  
獲物が網目から逃避することによる収入減について検討  
し、目合拡大のメリット・デメリットについて総合的にと  
らえることが必要となろう。

最後に、本研究を行うにあたりご協力を頂いた浜詰浦漁  
業協同組合、蒲入漁業協同組合および本庄浦漁業生産組合  
の定置船乗組員の皆様に深く感謝いたします。

## 文 献

- 塚本勝巳. 1993. 河川生態環境工学. 「魚類生態と河川計  
画」(玉井信行・水野信彦・中村俊六編), 74-78.  
東京大学出版会.
- 上野陽一郎・和田洋藏・藤田真吾. 1994. 定置網漁業の資  
源管理に関する研究—I. 混獲幼稚魚の胴周長と魚  
捕り部の目合との関係. 本誌, 17: 30-34.
- 上野陽一郎・和田洋藏・田中雅幸・中西雅幸. 1995. 定置  
網漁業の資源管理に関する研究—II. 網目選択性.  
本誌, 18: 46-49.

## Synopsis

### The Relationship Between Mesh Size and Enmeshed Fish Size in Set Net

Yoichiro UENO, YOZO WADA,  
Masayuki TANAKA, and Masayuki NAKANISHI

The relationship between the stretched mesh size and the girth of fishes enmeshed in set net was given as following expressions on Jack mackerel (Maaji) *Trachurus japonicus* and Sardine (Maiwashi) *Sardinops melanostictus*;

$$EG^2/MP^2=0.6-0.9,$$

$$MG^2/EG^2=1.0-1.4.$$

where EG is enmeshed girth, MP mesh perimeter of net used and MG maximum girth.

Assuming that Mackerel *Scomber japonicus* and Japanese anchovy *Engraulis japonicus* have the same relationship between EG and MP, it was estimated that the enmesh ranges of the maximum girth (MG) of four species were showed as follows;

$$MG^2=MP^2 (1.3-1.6).$$