

キビナゴ刺網のサイズ選択性

平川 榮一, 渡邊 庄一

Size-selectivity of Gillnet for Blue Sprat *Spratelloides gracilis*

Eiichi Hirakawa and Shouichi Watanabe

Experimental fishing operations were carried out in the coastal waters of Fukue Island, southern part of the Goto Islands, by use of gillnets with five different mesh sizes.

The selectivity curves were estimated by the Kawamura's method and the curves were compared with the length distribution of the catches by the respective meshes.

The minimum size caught by each mesh and the selectivity curve estimated on the maximum girths correspond clearly, while the maximum size was greater than the estimation by the selectivity curve obtained on opercular girths.

It was suggested that the minimum size of catch is ruled by the relationship between the maximum girth and a mesh size, however, the relationship between the opercular girth and a mesh size may give under-estimated selectivity.

キビナゴ *Spratelloides gracilis* は、食用と共に釣り・延縄漁業の餌として広く利用され、加えて自然界における大型魚類の餌としても重要な魚種である。平成6年の長崎県における本種の漁獲量は1,981トンで、特に五島海域で1,309トンと県全体の66%を占め、同地方では特産品としての地位を確立している。

五島海域における本種の漁獲はほとんどが集魚灯を利用した一重刺網によるものであるが、キビナゴ刺網のサイズ選択性についての知見はなく、漁業の現場における目合などの決定は漁業者の経験や市場の需要などに対応して試行錯誤的に行われている。

刺網の目合による選択性については多くの研究が行われており、石田¹⁾は数種の目合の刺網を同時操業した時の漁獲物の組成から選択性曲線を求めている。一方、Kawamura²⁾は魚体型と漁獲メカニズムに基づいた体長階級ごとの羅網確率から選択性曲線を求め、松岡ら³⁾はKawamuraの方法を検証すると共にさらに発展させた。Kawamuraの方法は、各種の目合の刺網を用いた同時かつ大規模な操業試験を行う

必要がないという利点がある。キビナゴ刺網漁業の操業方法は、水中灯に蝟集し活発に遊泳する魚群の中に一反の網を展開し、遊泳中のキビナゴの羅網を確認後ただちに揚網し漁獲する。このため漁具規模が小さく、数種の目合の刺網を同時に使用する等の均等な漁獲圧の下での操業試験が困難なことから本報告ではKawamuraの方法により選択性曲線を求め、操業試験における漁獲組成と比較し、キビナゴ刺網のサイズ選択性について検討した。

材料及び方法

1995年5月30～31日および11月14～15日に富江町地先の津多羅島周辺において、調査船鶴丸（108トン、550馬力）で目合の異なる一重刺網を用いた漁獲試験を実施した。

使用した漁具を表1に示した。漁具は五島地域で一般的に使用されている構造で、キビナゴ刺網漁業の許可方針に適合した規模とした。仕立て上がりの浮子綱長10m、網丈8mで、身網の周囲は7節の緑

網を使用した。身網はナイロンの2本ないし3本の蛙又結節網地で、目合の実測値は任意の5カ所の10目の平均値で、17.7mm (18節), 15.9mm (20節), 14.9mm (21節), 12.4mm (25節) および10.6mm (30節) の5種類とした。

操業試験は図1に示すとおり、漁業者の操業と同様に、深夜に水中灯でキビナゴを集魚後船尾より投網し、キビナゴの羅網を確認後ただちに揚網した。各網の操業回数は原則1回としたが、漁獲が極端に少ない場合は2回行った。

漁獲したキビナゴは各網毎に100尾を抽出し測定に供した。漁獲数が100尾以下の場合には全数を測定した。体長としては尾叉長 (L_t)を用いた。

キビナゴが網目に刺さるか否かを決定する部位については明らかでないため、魚体が網目を通過するかどうかを決定する最大胴周部を第一背鰭基部と仮定し、第一背鰭基部胴周長 G_m を測定した。また、魚体が網目から脱落しない程度に頭部を刺した部位については、ニシン²⁾やサケ・マス⁴⁾の例にならうい鰓蓋後端部、キス^{5,6)}の例にならうい前鰓蓋後端部のいずれかと仮定し、鰓蓋後端部周長 G_o および前鰓蓋後端部周長 G_p を測定した。

表1 漁具の仕様

Table 1. Structure of tested gillnets

	mesh size	number of meshes	net length	net height	material
Main net ①	17.7mm	768.5 × 600	9.65m	7.64m	Nylon 210d/3
②	15.9mm	845.5 × 673	9.65m	7.64m	Nylon 210d/3
③	14.9mm	894.5 × 704	9.65m	7.64m	Nylon 210d/3
④	12.4mm	1082 × 849	9.65m	7.64m	Nylon 210d/3
⑤	10.6mm	1292.5 × 1029	9.65m	7.64m	Nylon 210d/2
Bordere net	54.0mm	282 × 5	10.0 m	0.18m	Nylon 210d/18
	54.0mm	5 × 212	0.18m	7.64m	Nylon 210d/18

使用した網地の網糸が細いため網目内周長は目合の実測値の2倍で近似した。

これらの測定資料を基にKawamuraの方法により各目合の選択性曲線を推定し、それぞれの目合の刺網で漁獲されたキビナゴの体長組成と比較した。なお、5月の体長組成の分析には上記測定に供した漁獲物の残りから各網100尾を上限として尾叉長を測定して加えた。

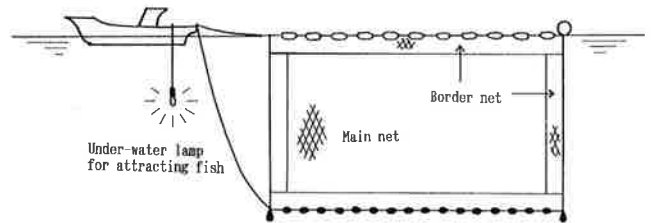


図1 操業試験の概要

Fig.1. Schematic diagram of experimental fishing gear and operation.

結果および考察

各網で漁獲されたキビナゴの体長組成を表2に示した。5月の操業試験で漁獲されたキビナゴの体長範囲は60~110mm, 11月のそれは47~91mmで, 5月に漁獲された魚体が大きかった。なお, 測定に供したキビナゴは, 5月の場合, 15.9mm目合および14.9mm目合では任意に抽出した個体で, 17.7mm目合および12.4mm目合ではほぼ全数であった。なお, 漁獲個体数は15.9mm目合が最も多かった。11月の場合, 15.9mm目合および14.9mm目合では抽出, 12.4mm目合および10.6mm目合ではほぼ全数を測定に供した。このときの漁獲個体数は14.9mm目合が多かった。

G_m, G_o および G_p の各周長と体長との関係は, 図2に示すように5月と11月でほとんど差がみられなかったので一括して処理した。

各周長と体長はほぼ直線的な関係にあり, それぞれ

$$G_m = -1.304 + 0.401 L_f$$

$$G_o = 3.009 + 0.291 L_f$$

表2 キビナゴの体長分布

Table 2. Length distribution of caught blue sprat

Fork length (mm)	17.7mm mesh		15.9mm mesh		14.9mm mesh		12.4mm mesh		10.6mm mesh				
	May	Nov.	May	Nov.	May	Nov.	May	Nov.	May	Nov.			
45.0 - 47.4										1			
47.5 - 49.9										1			
50.0 - 52.4										2			
52.5 - 54.9										0			
55.0 - 57.4										6			
57.5 - 59.9										2			
60.0 - 62.4								1		3			
62.5 - 64.9								0	1	5			
65.0 - 67.4								2	4	0			
67.5 - 69.9								3	6	1			
70.0 - 72.4									21	13	1		
72.5 - 74.9									1	24	3	2	
75.0 - 77.4										5	37	11	5
77.5 - 79.9										1	22	8	3
80.0 - 82.4				8	27	3	11	22	8				3
82.5 - 84.9				11	33	26	34	26	13				0
85.0 - 87.4				60	28	49	14	21	5				3
87.5 - 89.9				21	7	36	3	10					
90.0 - 92.4				55	3	25	2	16					
92.5 - 94.9				21		14		2					
95.0 - 97.4				17		7		2					
97.5 - 99.9				4		3							
100.0 - 102.4				1		1							
102.5 - 104.9				1		1							
105.0 - 107.4				1									
107.5 - 109.9													
110.0 - 112.4													
Total	158	0	200	100	193	105	200	68	0	35			

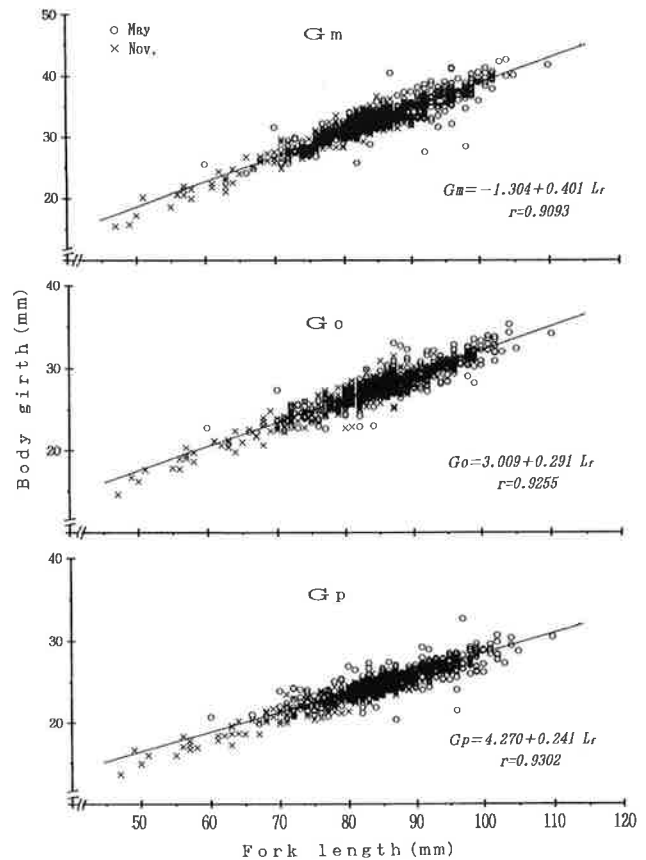


図2 尾叉長と各周長

Fig.2. Relationship between fork length and body girths; G_m , maximum body girth; G_o , girth at end of opercle; and G_p , girth at end of preopercle.

$$G_p = 4.270 + 0.241 L_f$$

で表された。

Kawamuraの方法によれば、体長 l mmのキビナゴが内周長 M mmの網目を通り抜けられない確率 P_1 は最大胴周部（周長 G_b mm）が網目を通過できない確率としてとらえると、

$$P_1 = \int_{\alpha}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

$$\alpha = \frac{M - G_b}{\sigma_{Gb}}$$

で表される。

また、脱落しない程度に頭部を網目に刺す確率 P_2 は頭部が網目を通過する確率としてとらえ、頭周長を G_h mm とすると、

$$P_2 = \int_{-\infty}^{\beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

$$\beta = \frac{M - G_h}{\sigma_{Gh}}$$

で表される。

これらの式に各網の網目内周長と最大胴周長としての G_m 、頭周長としての G_o または G_p 、及び各周長の標準偏差を代入し、各網の選択性曲線 P_1 、 P_2 を求めた。

また、魚体のくびれ等に対する補正については、Kawamura,²⁾ 松岡ら³⁾ にならい網目が拡大したものとして扱い、最大胴周部の分析には網目内周長に1.05（斉藤・松岡*）を乗じて計算を行った。鰓蓋後端部、前鰓蓋後端部は堅い部位のためくびれないものと考え補正しなかった。

各周長には前述の体長に対する回帰式を用いた。

体長階級ごとの各周長の標準偏差は、体長階級幅を2.5mmとし、松岡ら³⁾ に従って各体長階級における G_m 、 G_o および G_p の標準偏差を標本数10尾以上で求め、

それらの体長に対する回帰式

$$\sigma_{Gm} = 0.774 + 0.009 L_f$$

$$\sigma_{Go} = 1.950 + 0.010 L_f$$

$$\sigma_{Gp} = 1.355 + 0.003 L_f$$

を用いた。

求めた選択性曲線と5月および11月の漁獲物の体長組成を図3に示した。5月および11月の測定に供した資料は深夜に魚群を集魚した後、夜明けまでの間に各網を順次使用して漁獲したが、その間に来遊魚群の明らかな交代が認められなかったことから、各網の遭遇魚群は同一とみなせると考えた。

漁獲されたキビナゴの体長組成は、5月および11

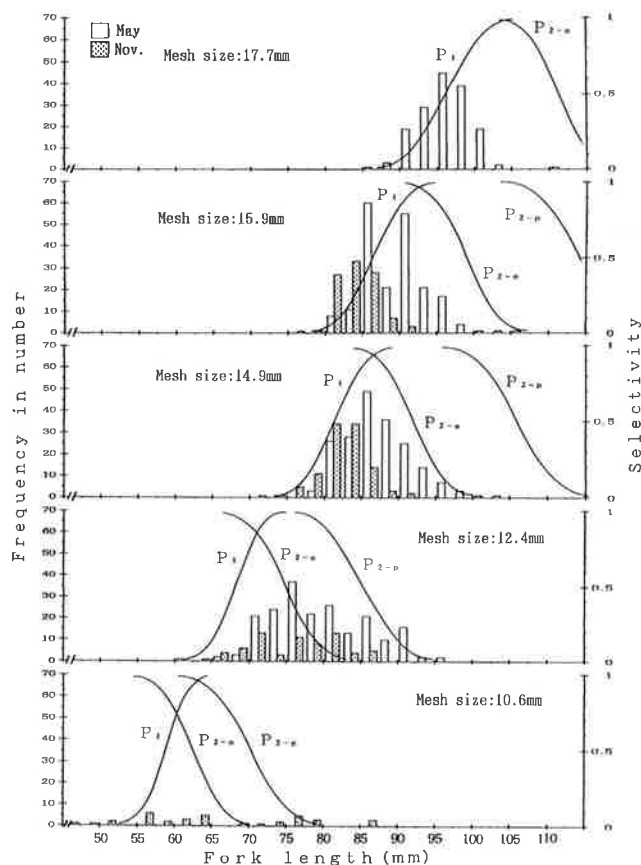


図3 体長組成と選択性曲線

Fig.3. Length distribution of caught blue sprat and size-selectivity curves calculated for each mesh size.

* 私 信

月共に目合が大きくなるにつれ体長の大きい方へ移行しており、目合による選択性が作用していると考えた。

5月の操業試験で漁獲されたキビナゴの体長範囲と選択性曲線の体長範囲を各網で比較すると、左側 P_1 曲線は17.7mm目合、15.9mm目合および14.9mm目合で良く一致したが、12.4mm目合では P_1 曲線が漁獲物の体長より小さい側に現れた。右側 P_2 曲線は17.7mm目合では漁獲物の体長より大きな値を推定したが、15.9mm目合および14.9mm目合では G_0 で推定した P_{2-0} 曲線と一致し、12.4mm目合では G_p で推定した P_{2-p} 曲線と一致した。

11月に漁獲されたキビナゴの場合、左側 P_1 曲線は15.9mm目合および14.9mm目合では良く一致したが、12.4mm目合では漁獲物の体長より小さい値を推定した。右側 P_2 曲線は、17.7mm目合では漁獲物の体長より大きな値を推定したが、15.9mm目合および14.9mm目合では P_{2-0} 曲線と良く一致した。12.4mm目合では P_{2-0} 曲線は漁獲物の体長範囲より小さな値を、 P_{2-p} 曲線は大きな値を推定した。

左側 P_1 曲線は17.7mm目合、15.9mm目合および14.9mm目合の漁獲物の体長と良く一致したことからサイズ選択性を正しく推定していると考えた。12.4mm目合の不一致は70mm以下の個体が少なかったためと考えられる。11月の10.6mm目合で55~65mmの大きさの個体が若干漁獲されているが、漁獲物の体長組成や操業中の観察から80mm前後にモードを持つ魚群のほか65mm以下にモードを持つ小魚群が存在していた可能性がある。また、10.6mm目合で P_1 曲線の範囲より小さな個体が漁獲されているが、ナイロン2本という網糸素材によるからみや揚網中でのんらくなどによるものと推測される。

右側 P_2 曲線が15.9mm目合および14.9mm目合では P_{2-0} 曲線、12.4mm目合では P_{2-p} 曲線と一致したのはいずれかが来遊魚群の組成に起因する見かけ上の一

致と考えられる。各網の漁獲魚の体長組成と小型魚側に対するサイズ選択性を考慮すると、5月時の遭遇魚群は80~90mm付近にモードを持ち、主たる体長範囲は70~102.5mmと考えられる。17.7mm目合で漁獲がみられた100~102.5mmが15.9mm目合および14.9mm目合でほとんど漁獲されなかったことから、大型魚に対するサイズ選択性は目合と G_0 で決まると考えられる。いっぽう、11月の遭遇魚群は80~85mm付近にモードを持つ92.5mm以下の群とみられることから、17.7mm目合、15.9mm目合および14.9mm目合の不一致は92.5mm以上の個体が試験水域にそもそもいなかったことによると考えられる。

12.4mm目合の場合、5月、11月共に P_{2-0} 曲線の範囲より大型の個体が漁獲されたが、17.7mmから14.9mm目合による漁獲からも推定できるように来遊魚群のモードが P_{2-0} 曲線の右裾近傍に一致したため漁獲が相対的に多く現れたものとする。10.6mm目合の場合は網糸にナイロンの2本を使用していたため、網糸の伸びの影響がより大きく現れたものと思われる。

一般的に刺網の目合によるサイズ選択性を利用して資源管理を行う場合、小型魚の保護を目的とすることが多い。今回求めた選択性曲線はこの目的に対しては十分実用的であると考えられる。しかしながら、キビナゴのように1年で成熟し、産卵すると思われる⁷⁾魚種については、大型の産卵親魚の保護も重要となることが予想されることから、漁獲率が最大となる体長階級や漁獲の主体となる体長階級範囲等の検証も必要と思われる。このためには、無選択性漁具による漁獲試験を併用して来遊魚群の体長組成を的確に把握し、各体長階級に対する漁獲効率を明らかにすることが必要である。また、成長や成熟に伴う魚体のプロポーションの変化や季節的な魚群の体長組成の変化に対応してどの目合を使用すべきかを明らかにし、資源管理に適合し、かつ漁獲効率の高い目合を決定することもキビナゴ刺網漁業の効率化

にとって重要であると考え。

終わりに、操業試験に際し助言と協力を頂いた富江町黒瀬漁業協同組合の西崎前組合長をはじめ組合員、職員の方々に厚くお礼申し上げる。また、本論文のとりまとめにあたり、種々のご指導を賜るとともに校閲の労をとられた鹿児島大学水産学部助教授松岡達郎博士に深謝の意を表す。

文 献

- 1) 石田昭夫：刺網の網目選択性曲線について。北水研報, 25, 20-25 (1962).
- 2) G. Kawamura : Gill-Net Mesh Selectivity Curve Developed from Length-Girth Relationship. *Nippon Suisan Gakkaishi.*, 38 (10), 1119-1127 (1972).
- 3) 松岡達郎, 杜勝久, 斉藤良仁：刺網のサイズ選択性の計算法とその水槽実験による検証。日水誌, 61 (6), 880-888 (1995).
- 4) M. Konda : Study on the Optimum Mesh of Salmon Gill Net. *Mem.Fac.Fish.Hokkaido Univ.*, 14 (1/2), 1-88 (1966) .
- 5) 角田俊平：底流し網によるキスの生態とその資源に関する研究。広大水畜紀要, 9 (1), 1-55 (1970).
- 6) 川村軍蔵, 神之門秀人：キス刺網網目選択性曲線, 日水誌, 41 (7), 711-715 (1975).
- 7) 小沢貴和, 角輝秀, 増田育司, 松浦修平：甌列島産キビナゴの個体群構造, 日水誌, 55 (6), 985-988 (1989).