

シャコ選別器の開発

石井 洋・池田文雄

Trial Production of The Mantis Shrimp *Oratosquilla oratoria* Separator.

Hiroshi ISHII* and Fumio IKEDA**

はじめに

横浜市漁業協同組合柴支所(以下、柴支所という)所属の小型底びき網漁船は東京湾内を漁場とし、シャコ、マコガレイを主として漁獲している。近年、マコガレイの漁獲量、生産額がともに減少し、シャコに対する依存度の増大がみられる(清水,1990¹⁾)、またシャコ資源が減少傾向にあることから、漁業者はすでに取り組んでいる出荷量規制、出漁日数規制、漁具規制に加え、投棄後のシャコの生残を高める方法を採用するなど資源を有効に使わなくてはならないと強く感じている。

柴支所組合員は活きたシャコをゆで“ムキシャコ”に自家加工している。そのため漁獲されたシャコを生かすために、夏期にダンベに海水を満たし漁獲物を入れ小分けにして選別したり、漁獲物に海水を散水している。シャコを生かす手段をとらなかった場合、大富(1992)²⁾は投棄死亡の推定値が、夏期に6割を越えると述べており、少なくとも上述の方法は漁獲物中の製品サイズ以下のシャコ、カレイ類の投棄後のへい死を減少させていると考えられる。

しかし、選別作業はデッキ上で行うため、たとえ短時間といえども夏期には高温下にさらされる。香川(1994)³⁾は、夏期に小型底びき網漁船で漁獲されたシャコが20分デッキに放置されることにより、生残率約64%となったと述べている。このため選別時間を短くし生残率を高めるためには漁獲物をより小分けにせず、作業効率は低下する。

本報は、ダンベ式の欠点である作業性の効率化及び、投棄死亡率の低下を目的としたシャコ選別器の開発試験を実施中に得られた選別能力についての知見を報告する。

本調査に全面的にご協力いただき、かつ有益なご助言をいただいた柴支所所属の源次丸の齊田常男氏、また、本調査を行うにあたり有益なご助言をいただいた資源環境部の清水詢道専門研究員に謝意を表す。

材料と方法

1 シャコ選別器の試作

シャコが砂泥底に巣穴を作ることからグリッドを上から下へ能動的に通過するのではないかと考え、プラスチック容器(300×300×150 mm)の底面をグリッドに作り替えた簡易な選別器を作り水槽に設置し、その中にシャコを投入し行動を観察した。シャコは、底面のグリッドに遭遇すると甲部をグリッドに入れ、通過できる場合甲部を下にして泳ぎ抜けていき、甲部が入らない場合反転した。グリッドに遭遇したシャコが本行動を速やかに行うことから、この特性を活用した選別方法がシャコを痛めることなくかつ簡易であると考え、シャコ選別器(以下、選別器という)を作成することにした。

製品となるシャコが体長11 cm以上であることから(大富,1992²⁾)、グリッドのバー間隔は11 cm以上のシャコが選別できる間隔となる。試作する選別器のグリッドのバー間隔を決めるために、バー間隔が14 mmである上記の簡易な選別器を用い予備的な選別試験を行った。選別の結果は、6.6~11.4 cm(n=16)のシャコが通過し、11.2~14.0 cm(n=26)のシャコが甲部をグリッドに入れたが反転行動をした。体長11 cmを境にしたシャープな選別が、シャコの能動的行動を利用した方法であることから困難と考えた。したがって、11 cm以上のシャコの通過がみられたが、11 cm未満のシャコを通過させることを優先し、バー間隔を14 mmに決め試験を行うことにした。

2 シャコの選別試験

陸上試験

選別器1号器(図1)は、底面に 14.4 ± 0.5 mmの間隔で23本のステンレスパイプ(外径13 mm)を組み込んだ塩ビ製の本体(600×915×250 mm)と、塩ビパイプ製のシャワーで散水を行い、内径100 mmのホースで

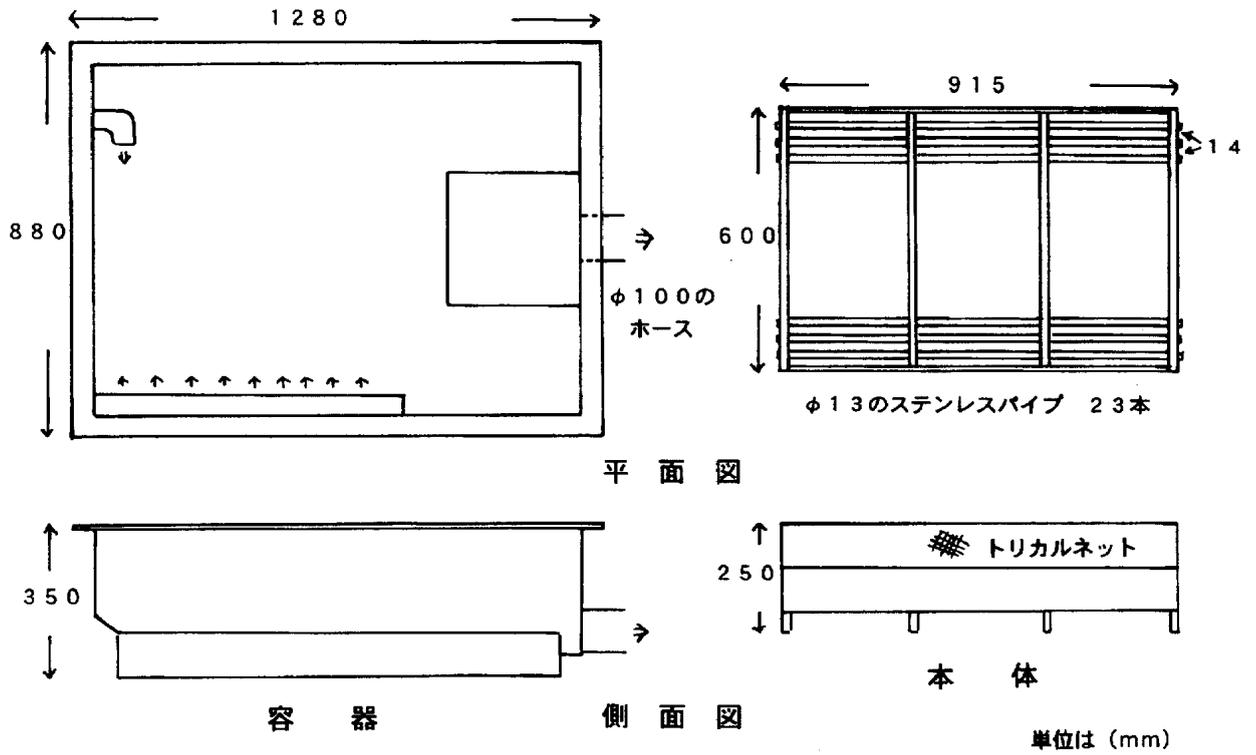


図1 シャコ選別器1号器の模式図

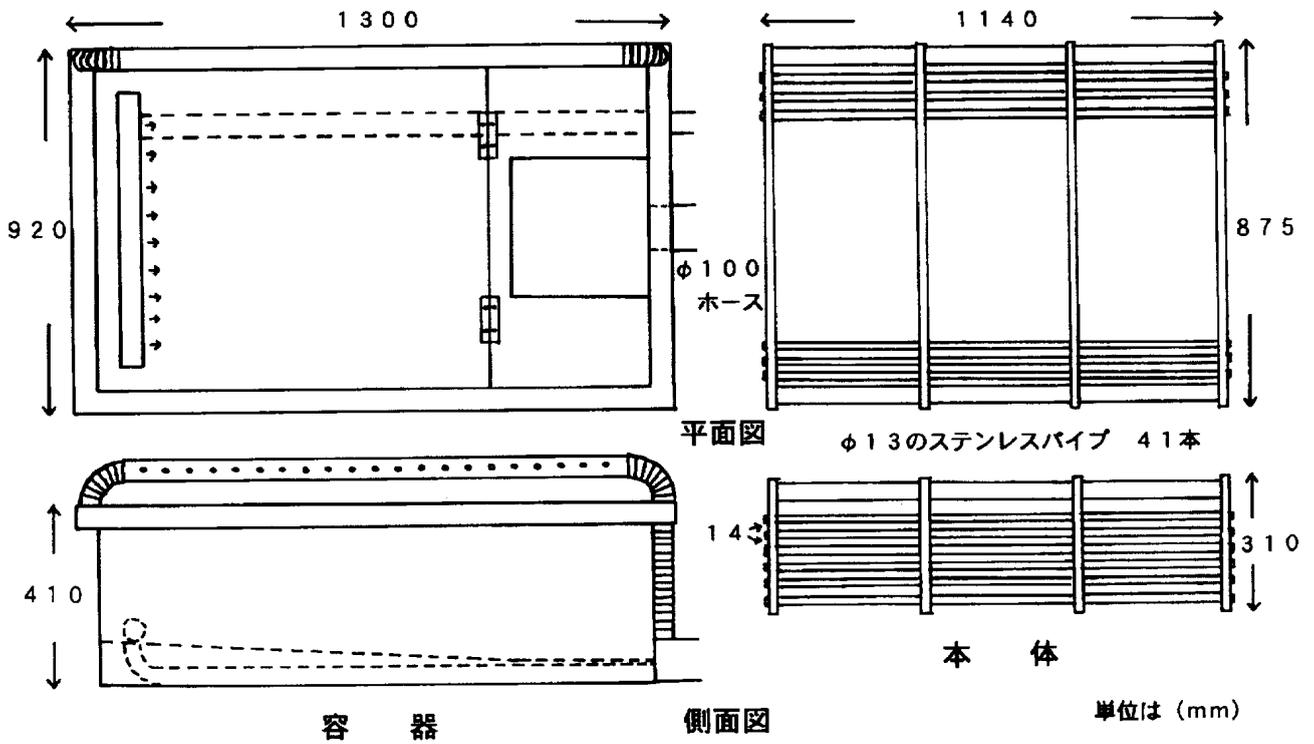


図2 シャコ選別器2号器の模式図

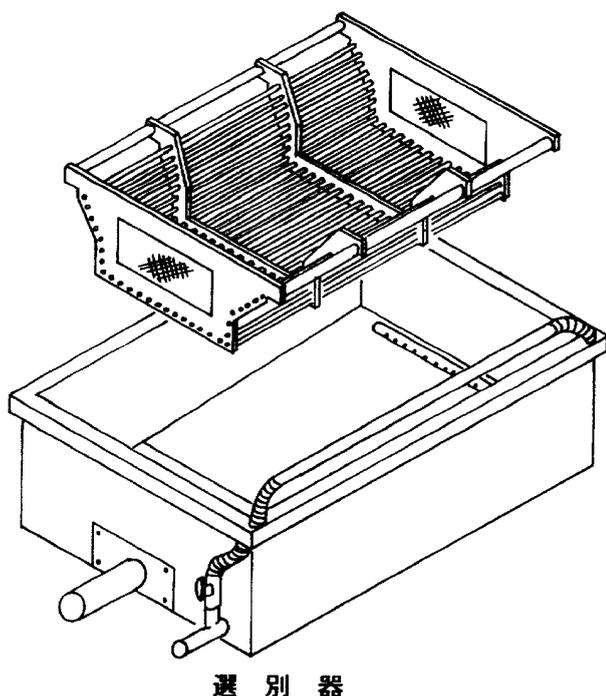


図3 シャコ選別器2号器の模式図

排水する塩ビ製の容器(880×1280×350 mm)からなる。バー間隔が 14.4 ± 0.5 mmであり14 mmより広いが、これは工作精度により生じた。

選別器2号器(図2, 3)は、1号器を船上試験に用いた際、その容量が1網当たりの漁獲量に比べ小さいとわかったため大型化したものである。2号器は、側面、底面に 14.0 ± 0.5 mmの間隔で41本のステンレスパイプを組み込み、持ち運び用に塩ビパイプの取手を両側にそなえた塩ビ製の本体(875×1140×310 mm)と、塩ビパイプ製のシャワーで散水を行い、内径100 mmのホースで排水するポリエチレン製の容器(920×1300×410 mm)からなる。

陸上試験に使用したシャコは、柴支所組合員の斉田常男氏が漁獲したものを柴支所から陸路輸送し、水産総合研究所で蓄養したものである。蓄養方法は、200λのパンライトを用い、水質を保つために毎分約4λの新鮮海水を注水し、酸素富化にブLOWERを用いた。

試験は、ポンプによる注水を行い、本体の約半分の高さに水位を保つよう排水ホースの口の高さを調整した後、シャコを入れ動きが無くなるまで観察を続けた。第1, 2回は2日間蓄養したシャコを1月18日に、1日蓄養したシャコを2月21日に1号器に入れ行った。第3回は1日蓄養したシャコを5月13日に2号器に入れ行った。シャコの体長は、図4のとおり額板先端から尾節中央部のV字陥入部までの長さとし、試験に用いたシャコはすべて測定した。

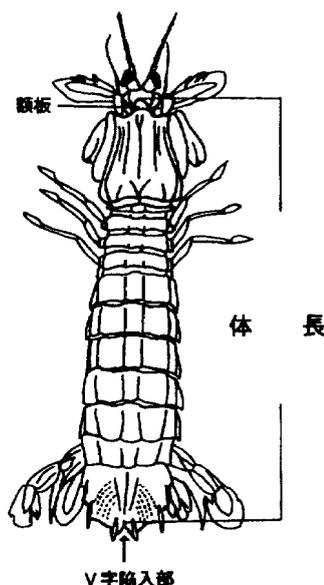


図4 シャコの体長測定位置

船上試験

柴支所組合員が使用している小型底びき網は、魚をとることを目的とした大袋と、大袋の天井網にシャコをとることを目的とした二重袋が付いている(清水, 1990¹⁾)。船上試験は、選別器を源次丸後部デッキ右舷側に設置し、二重袋内の漁獲物を選別器に入れ、選別能力、混獲物の処理、操作性等を観察した。

操業手順は、曳網中に注水を開始し水位を本体の約半分の高さに調整してある選別器に漁獲物を全て入れた。次の操業に向けて網を投入し、曳網を開始してから漁獲物の選別を始めた。漁業者、著者は目視で本体内の製品サイズと思われるシャコと有用魚介類を手で拾い、あらかた拾い終わると、グリッドの下まで水位を下げそれらをすべて拾った。選別作業を速やかにするため、手で拾う際にごみと一緒に製品サイズ以下のシャコを選別器の外に捨てた。製品サイズのシャコを拾い終わると、次回に備え本体内に残ったごみ、製品サイズ以下のシャコをデッキに撒き、すみやかに船外に流し出した。選別器を通過した漁獲物は、排水ホースに取り付けた網にすべて回収された。その網内のシャコの体長を体長穿孔カードを用い船上で測定した。

本体から拾ったシャコは、すべて製品に加工され体長11cm以上であったと仮定し、バック詰された“ムキシャコ”の出荷枚数に銘柄別の規格尾数をかけ個体数を算出した。銘柄のマル中では、1枚に11尾、中、大は10尾、特大は8尾入っている。

本試験は、3月18日に1号器を、5月28日、8月4日、21日、28日に2号器を、9月4日に2号器改良型を用いた。2号器改良型は、本体が2号器と同じ外寸でバー間隔が 14.0 ± 0.0 mmの精度で作られている。

表1 体長階級ごとの通過個体数

体長(cm)	1月18日		2月21日		5月13日		合計	
	通過	保持	通過	保持	通過	保持	通過	保持
8.0								
8.5					1		1	
9.0			1		11		12	
9.5	3		1		27		31	
10.0	9		14		48		71	
10.5	28	1	27		28		83	1
11.0	21	5	23	14	8		52	19
11.5	14	23	12	18	2		28	41
12.0	1	19		16	1	1	2	36
12.5		19		3				22
13.0		3		1				4
13.5		1		1				2
14.0								
11未満	40	1	43	0	115	0	198	1
11以上	36	70	35	53	11	1	82	124
合計	76	71	78	53	126	1	280	125

結果

陸上試験

陸上試験の結果を表1, 図5に示す。

1月18日(海水温13.9~14.2)の試験では, 147尾のシャコを選別器に投入したところ, 5分間で9.5~12.0cmのシャコ76尾が通過し, 10.9~13.7cmのシャコ71尾が通過しなかった。

2月21日(海水温11.9)の試験では, 131尾のシャコを選別器に投入したところ, 10分間で9.3~11.9cmのシャコ78尾が通過し, 11.0~13.8cmのシャコ53尾が通過しなかった。

5月13日(海水温17.0)の試験では, 127尾のシャコを選別器に投入したところ, 4分間で8.9~12.0cmのシャコ126尾が通過し, 12.0cmのシャコ1尾が通過しなかった。

船上試験

船上試験の結果を図6に示す。

3月18日は, 7回操業中シャコが入った5回について測定した。5.4~12.2cmのシャコが通過し, 11cm未満が143尾, 11cm以上が19尾であった。製品になった個体数は, 銘柄別枚数が中68枚, 大80枚で換算すると1480尾であった。

5月28日は, 7回操業中シャコが入った5回について測定した。5.1~12.2cmのシャコが通過し, 11cm未満が387尾, 11cm以上が46尾であった。製品になった個体数は, 銘柄別枚数がマル中10枚, 中15枚, 大21枚, 特大22枚で換算すると646尾であった。

8月4日は, 7回操業中シャコが入った4回について測定した。5.4~12.2cmのシャコが通過し, 11cm未満が915尾, 11cm以上が100尾であった。製品になった個体数は, 銘柄別枚数がマル中80枚, 中41枚, 大20枚, 特大9枚であり換算すると1562尾であった。

8月21日は, 8回操業中6回について測定した。5.1~12.7cmのシャコが通過し, 11cm未満が537尾, 11cm以上が69尾であった。製品になった個体数は, 銘柄別枚数がマル中104枚, 中62枚, 大28枚, 特大6枚であり換算すると2092尾となるが, 計測できなかった2回分を案分により差し引いて1569尾となった。

8月28日は, 7回操業中7回について測定した。5.1~12.6cmのシャコが通過し, 11cm未満が729尾, 11cm以上が135尾であった。製品になった個体数は, 銘柄別枚数がマル中98枚, 中63枚, 大31枚, 特大8枚で換算すると2082尾であった。

9月4日は, 7回操業中シャコが入った3回について測定した。5.1~12.3cmのシャコが通過し, 11cm未満が633尾, 11cm以上が82尾であった。製品になっ

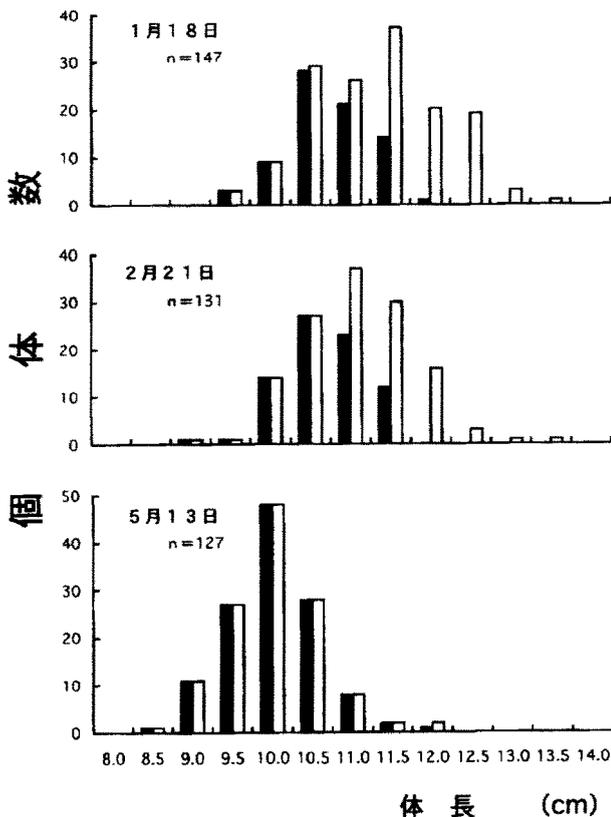


図5 体長階級ごとの通過個体数

黒棒は選別器を通過した個体数

白棒は試験に用いた個体数

た個体数は、銘柄別枚数がマル中 104 枚、中 24 枚、大 12 枚、特大 2 枚で換算すると 1520 尾であった。

グリッドを通過したシャコ以外の主たる漁獲物としては、マコガレイ、サルエビ、ジンドウイカの 1 種、ハタタテヌメリ、キセワタガイ、クモヒトデ類があった。

木片、空き缶、プラスチック類等のゴミやミズクラゲ、アカクラゲ、ヒトデ類は、グリッドを通過しないため、

選別器から取り出し捨てた。木片、空き缶、ヒトデ類は、数が少ないためシャコを拾う際の支障とはならなかった。

しかし選別器からあふれるくらいにクラゲ類が入ると、シャコを拾う作業はクラゲを選別器の外に捨てながらとなった。

キセワタガイは大量に混獲された場合でも、グリッドを通過していくためシャコを拾う際の障害とはならなかった。

考 察

シャコの選別能力

表 1 に示した、体長階級ごとの通過個体数と保持された個体数から、バー間隔 14 mm におけるロジスティック式による通過曲線の推定を行った。通過率が (1 - 選択率) であるため、通過曲線は以下の式のように表せる。

$$\text{通過率} (L) = 1 - 1 / \{ 1 + \exp (aL + b) \}$$

L は体長を表す。定数 a, b は、東海 (1997)⁴⁾ の logistic 式パラメータの最尤推定の方法により、a = -4.06, b = 47.13 と推定できた。図 7 は推定された通過曲線を示しており、これから 11 cm の通過率は 91.9%, L₇₅ (通過率 75% の体長) は 11.33 cm, L₅₀ は 11.60 cm, L₂₅ は 11.81 cm と推定できる。

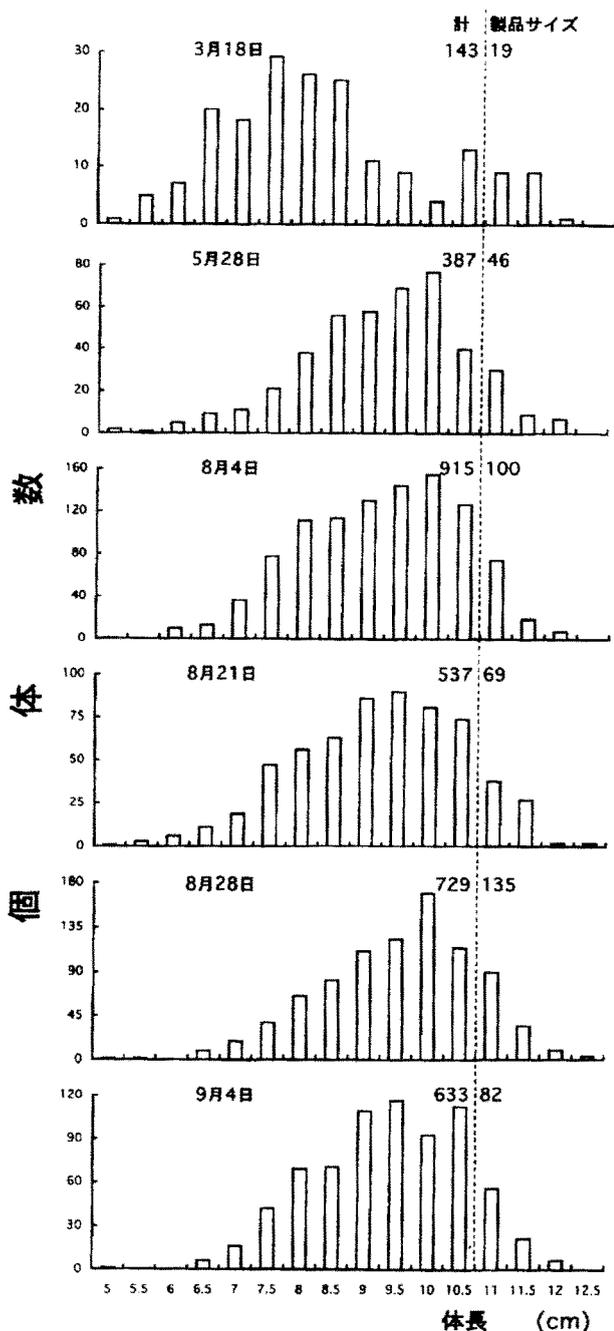


図 6 船上試験ごとの体長組成
計は選別器を通過した体長 11 cm 未満の個体数
製品サイズは選別器を通過した体長 11 cm 以上の個体数

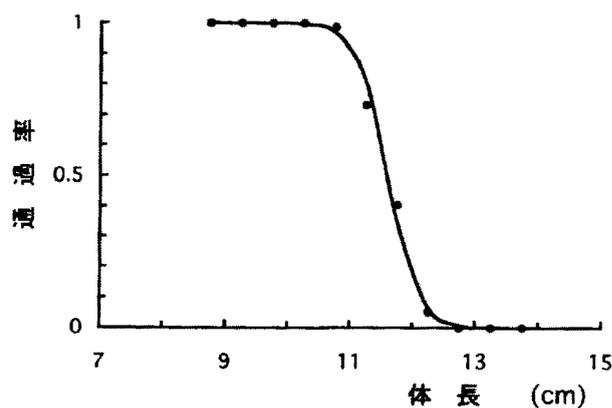


図 7 バー間隔 14 mm の通過曲線

選別器の選別能力は、11 cm 未満のシャコの通過を優先するという設計どおりの結果であるといえる。しかし、11 cm のシャコが 9 割以上通過する通過曲線の推定結果は、漁業者にとって抵抗があると考えられる。また船上試験の結果は、19 ~ 135 尾の製品サイズが通過しており、少ない操業回数で出荷量規制枠まで漁獲で

きるならば余り問題とならないが、出荷量がそれ以下の場合には通過分が収入減となってしまふ。

そのため、通過するシャコが小さくなると想定されるバー間隔 13mm での体長と通過率の試算をこころみた。Tokai et. al (1996)⁵⁾が甲高 (D) とバー間隔 (S) の関係で標準化した相対甲高で選択率の推定を試みており、同様に行ってみた。シャコの体長と甲高の関係は、柴支所所属の小型底びき網船が漁獲したシャコをホルマリン固定し測定した結果から、 $D = 0.13L - 0.19$ ($n = 132$, $r = 0.89$) となった。相対甲高の通過率は以下の式で推定した。

$$\text{通過率}(D/S) = 1 - 1 / \{1 + \exp(a(D/S) + b)\}$$

定数 a, b は、前述の東海 (1997)⁴⁾の方法により推定を行い、 $a = -43.77$, $b = 41.32$ となった。図 8 は推定されたマスターカーブを示している。この結果を用いバー間隔 13mm の体長と通過率の試算を行い、 L_{75} は 10.62 cm, L_{50} は 10.87cm, L_{25} は 11.12 cm となった。

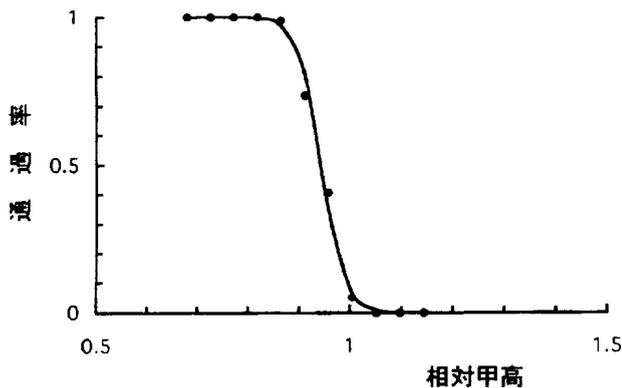


図 8 シャコ選別器のマスターカーブ

上述の試算結果から製品サイズの通過率は、バー間隔 13 mm が 14 mm に比べ低いと推定できる。このことから、小型シャコの放流を優先すればバー間隔は 14mm, 製品サイズのシャコを逃がさないことを優先するならば 13 mm といえる。

混獲物の処理の問題として選別器は、クラゲが大量に混獲された場合、選別器から漁獲物があふれ出してしまう、役に立たないことがわかった。この場合は、デッキ、選別器の両方に漁獲物を分散する等の運用が必要となる。

残された課題

今回は選別能力についての結果を述べた。今後は、選別後のシャコの生残率を求め、選別器の生残率向上効果を推定する必要がある。

引用文献

- 1) 清水詢道 (1990): 東京湾の小型底びき網の漁業管理に関する研究 - , シャコの漁獲に対する網目拡大の影響, 神奈川県水産試験場研究報告, 第 11 号, 27 - 33
- 2) 大富潤・中田尚宏・清水誠 (1992): 東京湾の小型底曳網によるシャコの海上投棄量, 日本水産学会誌, 58 (4), 665-670
- 3) 香川哲・合田誠志 (1994): 小型底曳き網における投棄シャコの生残率の向上, 栽培漁業技術開発研究, 22 (2), 137 - 139
- 4) 東海正 (1997): MS-Excel のソルバーによる曳網の網目選択性, Logistic 式パラメータの最尤推定, 水産海洋研究, 61 (3), 288-298
- 5) Tadashi Tokai, Shigeyuki Omoto, Ryoza Sato, Ko Matuda (1996): A method of determining selectivity curve of separator grid, Fisheries Research, 27, 51 - 60