

## 東京湾のマアナゴ資源について -

## 水抜穴からの通過曲線の推定

清水 詢 道

On the Resource of White-spotted Conger *Astroconger myriaster* (Brevoort) in Tokyo Bay -  
Estimation of the Escapement Curve from Draining HallsTakamich SHIMIZU<sup>#</sup>

## ABSTRACT

To examine the effect of the diameter of draining halls on the size of congers caught, the experiments were made four times in Tokyo Bay using baited traps with 3 mm diameter draining halls and 17 mm diameter draining halls. The catch number of congers caught by the traps with 17 mm draining halls were less than the number by the traps with 3 mm draining halls below 36 cm in total lengths, but were equal or more over 36 cm in total length, so it was considered that small congers escaped through the 17 mm draining halls. By comparison between the total length compositions caught by each traps, the ratio of escapement in each total length ranks were calculated, and the curve of escapement were estimated as a function of  $G/C$  (body girth/circumference of draining hall) as follow.

$$\text{the ratio of escapement} = 1 - \{1 / 1 + \exp(-13.14 \cdot G / C + 11.59)\}$$

According to this equation, it was estimated that about 80% in number of under 36 cm congers in total length can escape from unreasonable fishing mortality.

## はじめに

筆者は前報(清水 1996<sup>1)</sup>)において東京湾のマアナゴ漁業の実態について述べるとともに、あなご筒の水抜穴を拡大することによって幼魚を不合理漁獲から保護する可能性があることを述べた。本報では2種類の大きさの水抜穴を持つ筒を用いて実施した漁獲調査の結果を用いて通過曲線を推定し、さらに大きい水抜穴を持つ筒の使用効果を試算した結果について述べる。

横浜市漁業協同組合柴支所の齊田芳之氏をはじめとするあなご筒漁業を営む皆さんには筆者の考え方について貴重なご意見を頂いた。水産総合研究所調査船さがみの奥村弘之船長をはじめ乗組員の皆さん、資源環境部の工藤孝浩主任研究員、山田佳昭技師には漁獲調査にあたって多大なご協力を頂いた。東京水産大学の東海 正助教授には本報を校閲して頂くとともに貴重なご助言を頂いた。あわせて心から感謝する。

## 材料と方法

1994年11月25日, 12月13日, 1995年11月17日,

12月12日の4回, 水産総合研究所調査船さがみによって漁獲調査を実施した。調査海域は1994年11月が横浜市富岡沖の通称ネサキと呼ばれる海域, ほかは全て中の瀬のC-Dブイの西の海域である(図1)。各調査とも筒は直径3mmの水抜穴を48個持つ筒(以下, 3mmの筒と表現する)と直径17mmの水抜穴を32個持つ筒(以下, 17mmの筒と表現する)の2種類で, これらを交互に20m間隔に6mの枝縄を介して幹縄に接続した。使用した本数は, 1994年は2回とも30本ずつ計60本, 1995年は2回とも48本ずつ計96本, 総計312本である。餌は冷凍マイワシを使用した。筒を投入して1時間後から揚筒を開始した。漁獲されたマアナゴは水抜穴の直径別に分けて全長を0.1cm単位で測定した。

3mmの筒の場合, 前報(清水 1996<sup>1)</sup>)に示したように100%選択全長は11cmと考えられるので図2のような全長組成を示すマアナゴに対しての通過率(1-選択率)はゼロとみなせる。つまり3mmの筒で漁獲されたマアナゴの全長組成は海域に存在するマアナゴの組成を十分代表するとみることができ, 17mmの筒で漁獲されたマアナゴ

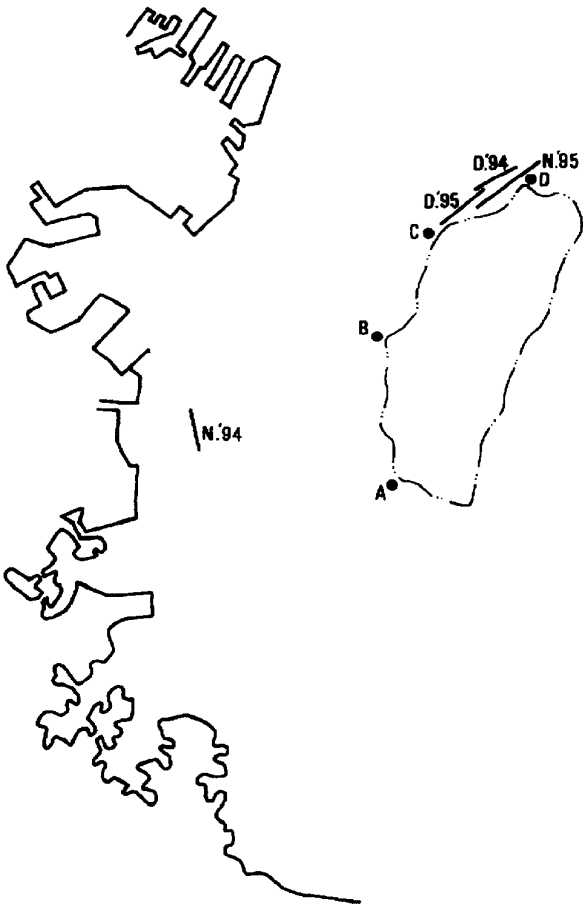


Fig.1 Location of the survey area in Tokyo Bay. N'.94 means the surveyed line in November 1994. Dots A-D show the buoys around Nakanose Bank.

#### 図1 調査場所

線に併記したN'.94は1994年11月調査を示す。A-Dは中の瀬のブイを示す。

の全長組成との差はそれぞれの筒の選択性の差を反映していると考えられる。そこで4回の調査結果を集計して、3mmの筒の漁獲尾数( $N_3$ )と17mmの筒の漁獲尾数( $N_{17}$ )とから次の式によって全長階級ごとの通過率を計算した。

$$\text{通過率 (ratio of escapement, 以下 r.e. と表現)} \\ = (N_3 - N_{17}) / N_3$$

マアナゴが水抜穴から通過するかどうかは、マアナゴの胴周長( $G$ )と水抜穴の円周の関係が重要であると考えられる。そこで、西川ら1994<sup>2)</sup>、鍋島ら1995<sup>3)</sup>などと同様に水抜穴の円周( $C$ )で標準化した相対胴周長( $G/C$ )に対するr.e.を計算した。ここではマアナゴの全長と胴周長の関係として、これまでの測定結果から得られている式  $G = 0.178TL - 0.778$  を用いた。

通過率は前に述べたように1 - 選択率( $S$ )として定義される。一般に選択率にはlogistic曲線が適用されるので、通過曲線は次の式のように表現できる。

$$r.e. = 1 - \{1 / 1 + \exp(a \cdot G / C + b)\}$$

ここでは $G/C$ にたいするr.e.のプロットから、最小自乗法によって定数 $a$ ,  $b$ を推定し、これを通過曲線のマスターカーブとし、大きい水抜穴の使用効果の試算に用いた。

## 結果

### 漁獲調査の結果と通過曲線の推定

各調査で漁獲されたマアナゴの全長1cm間隔ごとの尾数を表1に、全長組成を図2に示した。4回の調査で、3mmの筒で676尾、17mmの筒で217尾、総計893尾のマアナゴを漁獲した。兩年とも11月の漁獲尾数の方が12月のそれより多かった。3mmの筒と17mmの筒では漁獲尾数はいずれの場合も大きく異なっていたが、その違いは全長36cm未満の部分にあり、水揚げ可能な36cm以上の漁獲尾数はむしろ17mmの筒の方が多かった。

表1の数値を用いて式によってr.e.を計算し、 $G/C$ に対してプロットし、図3に示した。式の定数 $a$ ,  $b$ は

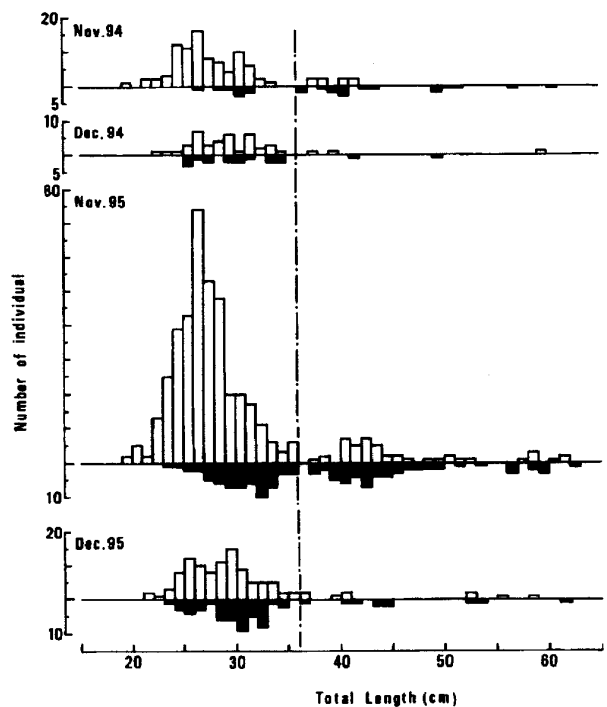


Fig.2 Total length distributions in each survey. White bars show the distribution caught by 3mm-traps, black by 17mm-traps.

### 図2 調査ごとの全長組成

上段(白)は3mmの筒, 下段(黒)は17mmの筒に漁獲されたマアナゴの組成を示す。

Tab.1 Catch number in each TL-rank.

表1 調査ごとの全長組成

TL rank	Nov.94		Dec.94		Nov.95		Dec.95		Total	
	3mm	17mm	3mm	17mm	3mm	17mm	3mm	17mm	3mm	17mm
-20	1				2				3	
1					5				5	
2	2				2		2		6	
3					13		1		17	
4	3		1		25	1	3		32	2
5	12		1		39	1	8	3	60	4
6	11		3	3	43	2	12	4	69	9
7	16	1	7	1	74	2	10	3	107	7
8	8		3	2	53	5	8	1	72	8
9	7	1	4		48	6	11	6	70	13
30	4	1	6	2	20	7	15	6	45	16
1	10	3	1	2	20	7	9	9	40	21
2	6	2	6	1	17	6	5	5	34	14
3	2		2		11	10	5	8	20	18
4	1		3	2	6	7	5	1	15	10
5			1	2	3	3	2	2	6	7
6					6	3	2		8	3
7		2					2	1	2	3
8	2		1		1	3			4	3
9	2	1			2	2			4	3
40	2	2	1		5	5	1		11	7
1	2	3			7	6	2	1	11	10
2	2		1		5	4			7	6
3	2	1			7	7			9	8
4		1			5	4			5	7
5					2	4		2	2	6
6					2	3		2	2	3
7					1	2			1	2
8					2	2			2	2
9					1	2			1	2
50	2		1		1	2			1	5
1	1				2	2			2	1
2	1				1	1			1	2
3					1		2	1	3	1
4					1			1		2
5									1	
6							1			4
7	1				3				1	
8					1				1	
9					3	2	1		4	2
60		1	1		3				1	3
1					1				1	1
2					2		1		2	1
3						1				1
4										
5										
36cm ≥	85	8	39	15	387	60	98	49	609	132
36cm <	10	16	3	2	45	57	9	10	87	85
Total	95	24	41	17	432	117	107	59	676	217

最小自乗法によって  $a = -13.14$ ,  $b = 11.59$  と推定された。図3の曲線は推定されたマスターカーブを示している。このマスターカーブ及び実測値から判断すると、 $G/C = 0.60$  から通過開始となり、 $G/C = 0.88$  で50%通過し、 $G/C = 1.20$  で通過ゼロとなると考えられた。

17 mmの筒の使用効果の試算

推定されたマスターカーブを用いて、17 mmの筒を使用した場合の効果について試算した(表2)。ここでは、前提として通常のあなご筒漁業に使用されている筒の水抜穴の直径は7 mmとした。また、資源の全長組成は、1995年11月の全長36 cm未満部分の組成を参考にして、平均値27.0 cm、標準偏差±2.76 cmの正規分布をすと仮定し、このような組成を持つ資源(尾数:n)に対して、17 mmの筒を使用した場合と7 mmの筒を使用した場合の漁獲尾数を比較した。なお、両者の漁獲効率に差はないものとし、漁獲率をEとした。比較結果を表3に示した。7 mmの筒では仮定した組成に対する r.e.はほぼゼロなの

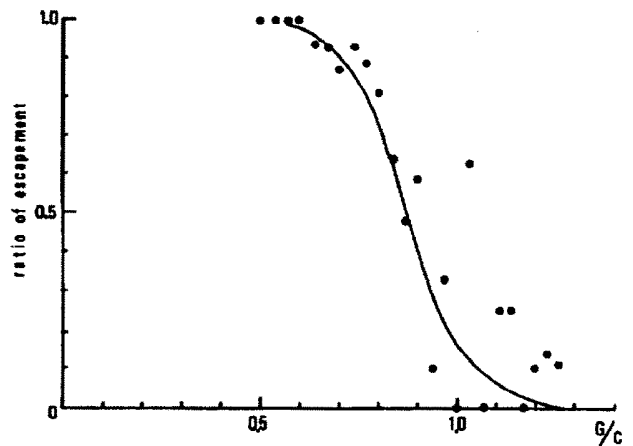


Fig.3 Escapement curve as a function of  $G/C$ , where  $G$  and  $C$  are body girth and circumference of drainage hall, respectively.

図3  $G/C$ の関数としての通過曲線。

Tab.2 Comparison of catch number between 7 mm-trap and 17 mm-trap in the hypothetical distribution.

表2 全長組成を仮定した時の7 mmの筒と17 mmの筒の比較

TL rank	G	composition	7mm-trap		17mm-trap	
			r.e.	catch number	r.e.	catch number
19.5	2.693	0.006	0.011	0.008En	0.993	0
20.5	2.871	0.014	0.004	0.014En	0.989	0
1.5	3.049	0.028	0.001	0.028En	0.983	0
2.5	3.227	0.051	0	0.051En	0.975	0.001En
3.5	3.405	0.080	0	0.080En	0.961	0.003En
4.5	3.583	0.111	0	0.111En	0.941	0.006En
5.5	3.761	0.135	0	0.135En	0.911	0.012En
6.5	3.939	0.145	0	0.145En	0.869	0.019En
7.5	4.117	0.135	0	0.135En	0.811	0.026En
8.5	4.295	0.111	0	0.111En	0.734	0.030En
9.5	4.473	0.060	0	0.060En	0.641	0.029En
30.5	4.651	0.051	0	0.051En	0.535	0.024En
1.6	4.829	0.028	0	0.028En	0.426	0.016En
2.5	5.007	0.014	0	0.014En	0.324	0.009En
3.5	5.185	0.006	0	0.006En	0.236	0.005En
Total				En		0.180En

で、漁獲尾数はEn尾、一方17 mmの筒では各全長ランクごとの r.e.を考慮し集計すると漁獲尾数は0.180En尾となり、17 mmの筒を使用することによって0.820En尾、すなわち通常の操業で漁獲される幼魚のうち80%強が不合理漁獲を免れるという結果が得られた。

Tab.3 Comparison of the numerical values of G / P ( G / C ) at each selection point.

表3 既存の研究における各選択点の比較

Author	Gear	Site	Numerical Value of G/P		
			begining	50%	100%
Nishikawa et al. 1994	Small trawl	Osaka bay	1.00	1.12	1.25
Nabeshima et al. 1995	Hoop net	Osaka bay	0.61	0.88	1.15
Harada 1996	Hoop net	Tokyo bay	0.80	1.15	1.50
Ishikawa 1996	Hoop net	Aquarium	0.70	1.00	1.30
Shimizu	Baited trap	Tokyo bay	0.60	0.88	1.20

### 考 察

マアナゴに対する漁具の選択性について、西川ら1994<sup>2)</sup>は瀬戸内海の小型底びき網について検討し、また鍋島ら1995<sup>3)</sup>は大阪湾のかご網について検討している。かご網については東京湾でも原田1996<sup>5)</sup>が、また石川1996<sup>6)</sup>はかご網を用いた水槽実験を行い、選択性の検討を行っている。これらの結果に本報で得られた結果を加えて表3に示した。ただし、鍋島ら1995<sup>3)</sup>の場合についてはマスターカーブの記載がないので24mmの網の値をグラフから読み取って使用した。選択が開始されるG/P (Pは網目の内周、従ってG/Pは本報のG/Cと等しい)の値がもっとも大きいのは小型底びき網の場合であり、次いで東京湾のかご網、かご網の水槽実験結果となり、大阪湾のかご網と本報の結果はほぼ等しく、その値はもっとも低くなっている。

東京湾のかご網と大阪湾のかご網で生じた差は、中にいる餌の状態(マアナゴが餌を食べる状態か食べない状態か)による、と考えられる。東京湾では餌は餌袋に入れて使用するためにマアナゴは餌を食べないが、大阪湾では餌袋を用いずにバラ入れする(鍋島靖信氏、私信)ためにマアナゴは中で餌を食べることができる。マアナゴは餌に遭遇するとたいへん活発に食い、腹部が著しく膨張する。マアナゴの胴周長は胸鰭直後で測定するが、膨張する腹部は測定部位より後ろであり、その影響で測定された胴周長よりも太くなっている。したがって、選択が開始されるG/Pの値は餌を食べない場合よりも低下すると考えられる。

また、餌を食べない状態での小型底びき網とかご網の差は、漁具の動きの違いによるものであろう。小型底びき網では漁具は常に動いているが、かご網ではしばらくの時間海底で静置状態にあり、かご網を揚げる時だけ動く。石川1996<sup>5)</sup>は水槽実験によって、かご網が動かない

状態では入網したマアナゴはそれほど自らかご網から出ていくことはなく、このことが実際の操業時よりも網目から抜ける機会が少なかった可能性があるとして述べている。このことは、漁具の動きの違いとして、小型底びき網とかご網の場合にもあてはまると考えられる。

あなご筒の場合、かご網と漁具の動きの性質は同じであり、餌を食べるか食べないかによって、選択開始G/Pに差が生じていると考えることができよう。したがって表3に示された差は漁具の動きと餌を食う可能性によって生じたもので、基本的に同じ現象を示していると考えられる。つまり、本報で推定した通過曲線には妥当性があり、この曲線を用いて水抜き穴の拡大効果を推定することにも妥当性があると考えられる。ただし、図3で明らかのように、推定された曲線と実測値とはG/P=1.0付近でバラツキが大きくなっているが、この点については様々なサイズの水抜き穴の実験を行うとか、もう少しマアナゴが成長した時期に実験を行うことなどによって推定精度をあげる必要がある。

水揚可能なサイズのマアナゴを減少させることなく最も効率的に幼魚の不合理漁獲を回避させるためには、選択曲線(=通過曲線)の形状はシャープであることが望ましい。あなご筒漁業の場合はこれまで述べてきたように、筒の中で餌が食べる状態であるために、選択域(=通過域)は小型底びき網と比較して広がっている。これをよりシャープなものにするためには餌を食べない状態にする必要があるが、餌が食べないと筒の漁獲効率は大きく減少する(齊田芳之氏、私信)といわれている。この点については餌袋を用いた実験によって明らかにする必要があり、これらを加味してよりシャープな通過曲線が得られるような筒を考えていく必要がある。

17mmの筒を使用することによって現行の7mmの筒と比較して幼魚の80%強が不合理漁獲を免れる、と試算された。前報に述べたように、東京湾のマアナゴ資源は来遊した次の年から漁獲対象となり、しかもその年の資源の主体を構成している。したがって来遊した年の9月からはじまる幼魚の混獲(=不合理漁獲)をできるだけ回避して資源を保護することは、マアナゴ資源の利用度が高まっている現在、必要なことである。

筆者が全国の水産試験場等に対して行ったアンケート調査(清水、未発表)で、マアナゴ資源管理対策について、小型魚の放流、混獲の防止等、本報で意図したことと同内容の回答が多く、全国的に同じ問題点が指摘されている。小型底びき網、かご網では網目の拡大が意図されているが、あなご筒の場合には本報で述べたように、水抜き穴の拡大が必要であり、かつかなりの効果が見込めると考えられる。さらに、水揚げの際の選別作業も軽減される。実際には、マアナゴはシャコで明らかにされたような高い投棄死亡(大富ら1992<sup>6)</sup>)は存在しないと推

測されるので、直径の小さい水抜穴を持った筒の場合でも、選別後に再放流すればよいのかもしれない。しかし、東京湾ではこれら水揚げできない幼魚を再放流せずに裂いて販売しているという現実が、残念ながら存在する。このことは明らかに資源の極端な先取りであり、有効利用の観点からは遠く、東京湾のマアナゴ資源全体からみて行うべきではない。これらを考慮すると、水抜穴を拡大することが現在の東京湾のマアナゴ資源管理において最も望ましくかつ緊急に必要であると考えられる。

### 摘 要

1. 1994年、1995年の11月、12月の計4回、東京湾において直径3mmと17mmの2種類の筒を用いて漁獲調査を行った。
2. 17mmの筒による漁獲尾数は3mmの筒の漁獲尾数よりも水揚げできない全長36cm未満において少なく、36cm以上ではむしろ17mmの方が多く、幼魚が水抜穴から通過すると考えられた。
3. 通過曲線として次の式が推定された。  

$$r.e. = 1 - \{1 / 1 + \exp(-13.14 \cdot G / C + 11.59)\}$$
4. この式を用いて17mmの筒の使用効果を試算し、幼魚の80%強が不合理漁獲を免れるという結果が得られた。

5. 東京湾のマアナゴの資源管理には、水抜穴の拡大が緊急に必要であると考えられた。

### 文 献

- 1) 清水詢道(1996): 東京湾のマアナゴ資源について - , 漁業の実態と資源管理に関する予察, 神奈川水産総研研報, 1, 7-13
- 2) 西川哲也, 反田 實, 長浜達章, 東海 正(1994): 大阪湾の小型底曳網におけるマアナゴの網目選択性, Nippon Suisan Gakkaishi, 60(6), 735-739
- 3) 鍋島靖信, 阿部恒之, 山本圭吾, 大本茂之, 東海正(1995): マアナゴの資源管理のための漁獲制限体長の設定とアナゴ籠の目合選定, 大阪府立水産試験場研究報告第9号, 41-55
- 4) 原田真美(1996): カバーネット法によるアナゴかご網の網目選択性, 平成7年度東京水産大学卒業論文
- 5) 石川昭恵(1996): 水槽実験によるアナゴかご網の網目選択性, 平成7年度東京水産大学卒業論文
- 6) 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, Nippon Suisan Gakkaishi, 58(4), 665-670