

## 東京湾のマアナゴ資源について—IV 初期資源量の推定

清水 詢 道

On the Resource of White-spotted Conger *Astroconger myliaster*(Brevoort) in Tokyo Bay-IV  
Estimation of initial stock

Takamichi SHIMIZU\*

### Abstract

The resource of white-spotted conger, *Astroconger myriaster* (Brevoort), has been very important ones in Tokyo Bay fisheries. The total catch in weight in Kanagawa Prefecture were changed 577t in 1993 to 536t in 1997, the trend in catch are considered relatively stable. But the number of fishermen and vessels taking mainly at conger increase in number.

So it is considered that stable catch are produced by increased efforts and catch per unit effort may be down. Then the necessity of stock management are widely recognized by many fishermen and makings the annual fishing plan became more important. To decide the annual fishing plan, it is very important to predict the initial stock number. For this purpose, fishing data recorded by sample vessel belonging to Shiba branch of Yokohama City Fisheries Co-operative Association were analysed. The fishing method was changing from day-time fishing to "Yoibaki" fishing, but the number of efforts (the number of traps used) was not increasing. The initial stock weight estimated by DeLury's method were ranged from 709t to 1077t and were considered stable. They were mainly constructed from the year class migrating in previous year in Tokyo Bay. Catch per unit effort of young conger from September to March might be thought the index of initial stock in next year, but could not estimate in quantity. For estimating the initial stock in quantity, it is necessary to operate special surveys in several stations for more than several years.

### はしがき

東京湾のマアナゴの漁獲量は1987年から増加し、99年には981tと過去最高を記録したが、93年以後にはほぼ半減し、500t前後で安定しているように見える。この安定の背景には操業隻数や1隻あたり使用筒数などの漁獲努力量の増加があり、単位努力あたりの漁獲量は減少している、という懸念を漁業者はもっている。マアナゴ資源管理の必要性に対する認識は高い。筆者は東京湾におけるマアナゴ資源の成り立ちからみて、資源管理のためには出荷できない幼魚の不合理漁獲の回避がまず必要であり、そのためには筒漁具の水抜穴を拡大する必要があることを指摘した(清水, 1996<sup>1)</sup> 1997<sup>2)</sup>)。この結果をうけて、神奈川県のあるご筒漁業者は1999年8月に神奈川県あるご協議会を設立し、水抜穴の直径を従来の9mmから13mm以上に拡大することを決定し、幼魚の不合理漁獲の回避による資源管理の第一歩に着手した。水抜穴

を拡大したことによって幼魚の不合理漁獲は回避されるようになったが、一方では幼魚が漁獲されなくなったために、翌年の漁況を予想する手がかり・情報が失われることになり、他の方法で漁況を予測する必要が生じた。翌年の漁況を予測することは、協議会レベルでは資源の状況に応じて努力量、漁獲量の適正な配分を検討するために、個別の漁家経営のレベルでは餌代等の過剰投資の回避、他業種への努力の投入計画など年間の営漁計画をたてるためにきわめて重要な情報を提供する。筆者らは1993年から横浜市漁業協同組合柴支所所属のあるご筒漁業者を対象に、標本船調査を実施し、筒漁業の操業状況の把握につとめてきた。本報では、この標本船調査の資料を用いて、漁獲努力量の動向を検討し、毎年の初期資源量の推定を行った結果について報告し、これをもとに翌年の初期資源量を推定する方法について論議する。

横浜市漁業協同組合柴支所の齊田芳之氏をはじめとす

るあなご筒漁業者の皆さんには、標本船調査にご協力いただきとともに貴重なご意見をいただいた。柴支所の草柳 裕主任には柴支所の漁獲資料を整理する際に多大なご協力をいただいた。あわせて心から感謝する。

### 材料と方法

標本船調査は1993年5月から現在まで実施しているが、横浜市漁業協同組合柴支所所属のあなご筒漁業者2-3隻に標本船調査日誌を配布し、操業ごとに漁場位置、使用筒数、マアナゴ漁獲量等の記録を依頼した。解析にはこれらのうち1993年から現在まで継続して調査を行ってくれたK丸の資料を用いた。K丸は他船と比べて筒漁業に対する依存度が高く、また努力量も大きい。このK丸の資料から、4-9月の主漁期について、操業回数、使用筒数、漁獲量を旬別に集計した。これらの集計値をもとに、DeLuryの方法(DeLury, 1947<sup>3)</sup>)によって初期資源量を推定した。DeLuryの方法は、資源は漁獲のみによって減少し、漁場外からの加入や漁期中に漁場外への逸散がない、という仮定が成立する必要がある。東京湾のマアナゴは漁期中の新規加入や漁場外への逸散は考えられないことからこの仮定を満たしており、また標本船の漁場範囲は東京湾全域をカバーすると考えられることから、DeLuryの方法を適用できると判断した。

DeLuryの方法は次式で示される。

$$c(t) = k(N(0) - K(t)) \quad (1)$$

ここで、 $c(t)$ : 第  $t$  期の単位努力あたり漁獲量

$N(0)$ : 初期資源量

$K(t)$ : 第  $(t-1)$  期までの累積漁獲量

$k$ : 漁獲能率

また、K丸の資料から、9月以降の幼魚の混獲の状況についても主漁期の場合と同様に9-11月の間を旬別に集計した。柴支所全体の筒漁業による漁獲量は、柴支所の水揚伝票をもとにした集計値を用いた。東京湾全体の漁獲量は農林水産統計年報を用いた。

### 結 果

#### 標本船の妥当性の検討

K丸の月別漁獲量と柴支所全体の月別漁獲量の関係をFig. 1に示した。両者の回帰は99%水準で有意であり、次式が計算された。

$$\text{標本船漁獲量} = 0.0910 \cdot \text{全体漁獲量} + 0.1722 \quad (2)$$

ここで得られた係数0.0910は標本船としての抽出率を示す。柴支所の筒漁業船の隻数は20隻であり、標本船は1隻なので、標本船が平均的な船であれば抽出率は $\approx 0.05$ となるはずだが、得られた値は標本船の筒漁業への依存度の高さと努力量の大きさを含む値と考えられ、この標本船は平均的な船の $0.0910/0.05=1.82$ 隻分に相当すると判断された。いずれにしてもFig. 1のような有意な回帰が示されたことから、この標本船の資料を用いることには妥当性があると考えられた。

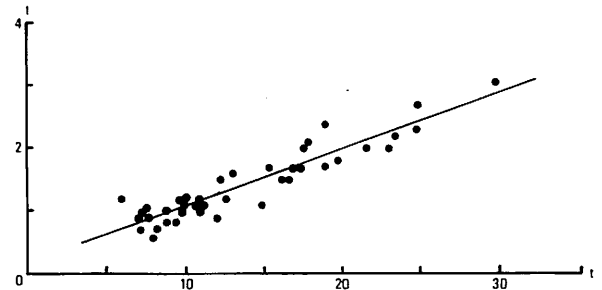


Fig. 1 Relation of monthly catch between sample vessel K and total of Shiba branch.

図1 K丸の月別漁獲量と柴支所の月別漁獲量の関係

#### 漁獲努力量の動向

あなご筒漁業の操業は、昼間筒を投入して約1時間後にあげる「昼間操業」と夕方筒を投入して翌日早朝にあげる「よいばき操業」がある。K丸の、毎年の主漁期である4-9月の操業回数、投入努力量(使用筒数)、漁獲量を、昼間操業、よいばき操業別にTab. 1に示した。総投入努力量は96年までは増加傾向が認められたが、97年以後はほぼ70%に減少しており、総投入努力量の増加は認められなかった。しかし、昼間操業とよいばき操業では投入努力量の傾向はまったく逆で、昼間操業は大幅に減少し、よいばき操業では増加しており、昼間操業中心の操業からよいばき操業中心に操業形態が変化していることが認められた。昼間操業とよいばき操業では筒が海中にある時間の長さにはほぼ10倍の差があるが、昼間操業とよいばき操業の筒1本あたり漁獲量の差はTab. 1からはさほど大きいとは考えられない。したがって、操業形態の変化は認められるものの、総投入努力量の増加はない、と判断された。

Tab. 1 Number of fishing time, number of efforts and total catch in kg from April to September by sample vessel K

表1 標本船K丸の4-9月の操業回数、投入努力量、漁獲量

year	Daytime			Yoibaki			Total		
	number of fishing	number of efforts	catch(kg)	number of fishing	number of efforts	catch(kg)	number of fishing	number of efforts	catch(kg)
1993	71	41653	6449	19	7570	1404	90	49133	7852
1994	86	34406	7363	40	15727	3427	126	50133	10790
1995	92	38760	6728	36	14935	2675	128	53695	9403
1996	98	40040	6572	42	16920	2931	140	56960	9503
1997	67	20905	3923	40	17116	4447	107	38021	8370
1998	60	14895	1742	42	22680	4027	102	37575	5778
1999	48	12110	1554	46	25970	5158	94	38080	6712

各年の初期資源量の推定

DeLuryの方法によって得られた回帰式群はTab. 2のとおりである。c(t)は筒1本あたりの漁獲量 (kg), K(t) の単位はトンである。このうち1993年と97年を例としてFig. 2に示した。漁獲能率kの推定値は  $1.886 \times 10^{-5} - 3.633 \times 10^{-5}$  の範囲にあり、1993年以降筒漁業の

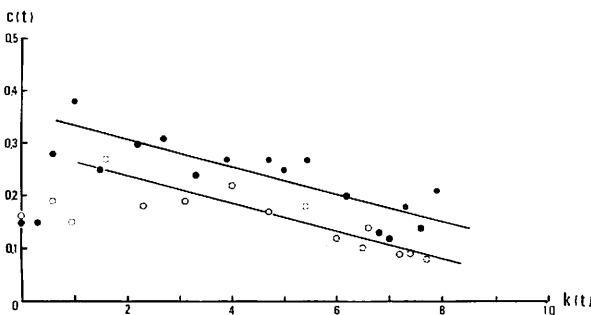


Fig. 2 Examples of estimated equations derived by DeLury method. White circles and dots mean 1993 and 1997 respectively.

図2 DeLury法によって推定された回帰式の例  
白丸, 黒丸はそれぞれ1993年, 1997年を示す

漁獲能率には大きな変化はないと考えられた。この値から、各年の標本船分に相当する初期資源量N(0)を計算し、この標本船が平均的な船の1.82隻分に相当すること、柴支所には20隻の、神奈川県全体では129隻のあなご筒漁船が存在することから、各々の段階での初期資源量を計算しTab. 3に示した。全体の初期資源量は709-1042tの範囲にあり、変動幅は小さく、1993年以降のマアゴ資源は比較的安定した状態にあると考えられた。

各年の初期資源量のうち、前年に来遊し成長した年級すなわち水抜穴拡大の目的となった年級が占める量について検討した。各年の初期資源量は前年の幼魚が成長して漁獲対象として加入した部分と前年の漁獲対象資源のうち残り残された部分から構成される。後半部分につい

Tab. 2 Estimated equations in each year.  
\*\*, \* mean significant at 99% and 95%, respectively.

表2 推定された回帰直線群  
\*\*, \* はそれぞれ99%, 95%水準で有意, を示す。

year	equation	result of F test
1993	$c(t) = 2.891 \times 10^{-4} - 0.2628 \times 10^{-4} K(t)$	**
1994	$c(t) = 4.969 \times 10^{-4} - 0.3633 \times 10^{-4} K(t)$	**
1995	$c(t) = 3.265 \times 10^{-4} - 0.2227 \times 10^{-4} K(t)$	*
1996	$c(t) = 3.081 \times 10^{-4} - 0.2023 \times 10^{-4} K(t)$	*
1997	$c(t) = 3.587 \times 10^{-4} - 0.2595 \times 10^{-4} K(t)$	**
1998	$c(t) = 2.393 \times 10^{-4} - 0.2637 \times 10^{-4} K(t)$	**
1999	$c(t) = 2.484 \times 10^{-4} - 0.1886 \times 10^{-4} K(t)$	**

ては、初期資源量- (4月から翌年3月までの累積漁獲量)として求めた。この検討には、月別の漁獲量が明らかになっている柴支所の数値を用いた。1993年の初期資源量推定値は121tであり、ここから翌年3月までの累積漁獲量は85tなので、初期資源から残り残された量36tが94年の初期資源量の一部を構成していることになる。一方、94年の初期資源量推定値は151tなので、このうち115tが93年に来遊した年級によって構成されている部分を意味することになる。これらの結果をTab. 4に示した。筆者が前に述べたように(清水, 1996<sup>11)</sup>、各年の資源の主体は前年に来遊した年級であることが示された。

Tab. 3 Estimated initial stock in each year  
表3 各年の推定初期資源量

year	for sample vessel	for Shiba branch	for Kanagawa Pref.
1993	11.0	121	780
1994	13.7	151	971
1995	14.7	162	1042
1996	15.2	167	1077
1997	13.8	152	978
1998	10.0	110	709
1999	13.2	145	936

幼魚の混獲の状況

幼魚は9月上旬に平均全長20cm前後で混獲がはじまり、12月中旬には平均全長27cmに成長し、この間の成長はほぼ直線的である(清水, 1996<sup>11)</sup>)と考えられている。そこで、K丸の資料から9-翌年3月の混獲の状況について検討した。成長が直線的であると考えられることから各旬の平均全長を推定し、全長と体重の関係式  $BW = 0.433 \times 10^{-3} \cdot TL^{3.383}$  (清水, 1999<sup>11)</sup>)を用いて混獲尾数を推定し集計した。結果をTab. 5に示した。1993年については混獲重量の記載がなかったために示していない。漁獲努力あたりの幼魚の混獲尾数は11月中旬(96-98年)から1月中旬(99年)に最大になり、漁場への加

Tab. 4 Initial stock and newly recruited stock in each year.

year	estimated initial stock	newly recruited	remain from previous year
1994	151	115	36
1995	162	118	44
1996	167	127	40
1997	152	122	30
1998	110	75	35
1999	145	141	4

表4 初期資源量と新規加入資源量

入が完了すると考えられた。また、9月から3月までの努力あたり混獲尾数と旬別の最大値との間には高い相関が認められ、いずれも幼魚の資源尾数の指標となりうると考えられた。しかし、各年の初期資源量のうち前年に

来遊した幼魚によって構成される部分 (Tab. 4) との間には相関は認められるものの有意な関係は得られなかった。

Tab. 5 Catch of young conger by sample vessel "K".  
表5 標本船K丸による幼魚の漁獲

season	1994-95				1995-96				1996-97			
	efforts	weight	number	number per effort	efforts	weight	number	number per effort	efforts	weight	number	number per effort
9 U	1355	15	1376	1.015	2920	14	1284	0.440	2730	28	2569	0.941
M	2888	34	2764	0.957	920	3	244	0.265	2090	17	1382	0.661
L	1650	13	949	0.575	3530	14	1022	0.290	1770	20	1460	0.825
10 U	1099	12	784	0.713	2725	13	850	0.312	2920	33	2157	0.739
M	2687	21	1235	0.460	2450	25	1471	0.600	3000	20	1176	0.392
L	1712	18	957	0.559	2860	33	1755	0.614	1380	16	851	0.617
11 U					410	4	192	0.468	2190	82	3942	1.800
M	1224	32	1397	1.141	1770	97	4236	2.393	2150	165	7205	3.351
L	816	14	556	0.681	2050	94	3730	1.820	1759	77	3056	1.737
12 U	1632	62	2246	1.376	1640	185	6703	4.087	1760	82	2971	1.688
M	946	45	1495	1.580	1640	195	6478	3.950	1730	67	2226	1.287
L	408	35	1067	2.615	820	95	2896	3.532	1285	55	1677	1.305
1 U	810	44	1232	1.521	800	45	1261	1.576	435	5	140	0.322
M	1370	39	1005	0.734	1600	145	3737	2.336	1740	18	464	0.267
L	1945	42	1000	0.514	1600	105	2500	1.563	1810	19	452	0.250
2 U	685	10	220	0.321	1600	75	1648	1.030	1540	13	286	0.186
M	1645	18	367	0.223	1200	45	916	0.763	2470	23	468	0.189
L	840	11	208	0.248	1190	45	851	0.715	1475	18	340	0.231
3 U	830	12	211	0.254	1740	49	860	0.494	1590	21	368	0.231
M	1650	17	274	0.166	2750	92	1503	0.547	1975	32	523	0.265
L	1875	50	761	0.406	2640	64	974	0.369	2030	38	578	0.285
Total	28067	544	20104	0.716	38855	1437	45111	1.161	39829	849	34291	0.861

season	1997-98				1998-99				1999-2000			
	efforts	weight	number	number per effort	efforts	weight	number	number per effort	efforts	weight	number	number per effort
9 U	1648	11	1009	0.612	2960	11	1009	0.341	2120	14	1239	0.584
M	1930	10	813	0.421	1890	12	976	0.516	1650	8	650	0.394
L	2145	13	949	0.442	2630	23	1679	0.638	2820	19	1387	0.492
10 U	1305	10	654	0.501	3300	39	2294	0.695	2850	17	1111	0.390
M	980	3	176	0.180	1410	8	426	0.302	1785	24	1412	0.791
L	1860	9	479	0.258	1890	20	962	0.509	2125	42	2234	1.051
11 U	1740	22	1058	0.608	1160	20	873	0.753	980	17	817	0.834
M	1305	47	2052	1.572	580	15	595	1.026	1645	47	2052	1.247
L	1625	63	2500	1.538	2320	39	1413	0.609	1540	27	1071	0.695
12 U	2260	28	1014	0.449	1740	17	565	0.325	1145	55	1993	1.741
M	1900	43	1429	0.752	2690	29	884	0.329	1530	52	1728	1.129
L	1300	14	427	0.328	1140	14	392	0.344	1140	38	1159	1.017
1 U	950	28	784	0.825					1140	55	1541	1.352
M	1430	33	851	0.595	1740	11	284	0.163	1140	88	2268	1.989
L	1920	55	1310	0.682	1730	9	214	0.124	2250	103	2452	1.090
2 U	990	31	681	0.688	2700	16	352	0.130	1550	25	549	0.354
M	1980	15	305	0.154	1290	6	122	0.095	2380	68	1385	0.582
L	990	10	189	0.191	1140	4	76	0.067	1150	25	473	0.411
3 U	1455	13	228	0.157	1040	4	70	0.067	1640	25	439	0.268
M	1495	9	147	0.098	1440	6	98	0.068	2320	10	163	0.070
L	2450	10	152	0.062	2510	18	274	0.109	2710	17	259	0.096
Total	33658	477	17207	0.511	37300	321	13558	0.363	36470	721	24841	0.681

## 論 議

標本船K丸の資料を用いて、精度の高い初期資源量の推定が可能になったが、これはあくまでも漁獲対象となった資源についてであり、幼魚の混獲から翌年の資源を推定するための有意な関係を得ることはできなかった。出荷可能なサイズについては厳密な計量が行われるが、再放流する幼魚については計量は行われず、混獲量はそれまでの経験に基づいた概数であるために、漁獲量ほど正確な数値が得られないことはやむをえない。さらに、幼魚は9月以降に分布域を拡大して、出荷可能サイズの分布と重複するようになるが、全く分布域が一致するというのではなく、依然として幼魚中心の生息場が存在する、という可能性があるだろう。要するに、標本船による幼魚の混獲情報は、資源量について一定の傾向は示すものの、それを用いて量的な推定をするのに十分な情報ではない。また、1999年から実践されている水抜穴の拡大によって、混獲情報は精度が落ちている。したがって、翌年の初期資源量を推定するためには、そのための調査が必要である。神奈川県あなご協議会ではこの目的で調査を計画している。調査をいつ、どのくらいの頻度で行うかは今後の検討課題であろうが、標本船調査の結果から、11月中旬-1月中旬に幼魚の漁場への加入が完了すると考えられたことから、混獲が開始される9月から少なくとも12月までは調査を行う必要がある。調査に使用する筒の水抜穴の直径としては、調査開始の時期およびその年の成長によって多少異なるが、9月の全ての幼魚を漁獲するためにはこれまでに得られている通過曲線から5mm以下とする必要がある(清水, 1997<sup>2)</sup>)。また、調査点数としては主要なメソ場(漁業者によって幼魚が多く分布すると認識されている漁場)をカバーするために5点は必要だろうと考えられる。協議会が純粋な調査のためにどれだけの努力を投入できるかは現在では不明だが、場合によっては千葉県協議会との共同調査も必要になるだろう。また、当然のことだが、このような調査は単年だけでは結果は出ず、少なくとも数年間のデータの蓄積、解析が必要であり、その結果調査点数や調査期間を見直して少ない努力で結果を導くことが可能になるだろう。

東京湾では、マアナゴのレプトセファルスは3-4月に来遊し、9月から筒漁業によって混獲されるようになるが、混獲が開始されるまでの生息場については明らかではなく、少数の標本が採集された場所、黒潮系水の波及の状況などから千葉県側に着底すると推測されている(清水, 1996<sup>1)</sup>)。この時期の生息場については全国的にもあまり明らかになっていないが、播磨灘では6月の夜間に目合の細かい底びき網によって、全長70-120mmの幼魚が採集されており、粒径10mm以上の小石の含有率が高く、貝殻(ほとんどウチムラサキ)が30%弱含まれる場所での採集が多く、生息場は底質性状に強く依存していると考えられている(反田, 2000<sup>5)</sup>)。しかし、仙台湾では幼魚が多く採集される場所の底質は泥であると

考えられており(佐伯, 第三回あなご漁業資源研究会での討論)、底質そのものよりむしろその時期の餌生物の分布に依存しているのではなかろうか。幼魚の食性については、鍋島(1999)<sup>6)</sup>は全長5-20cmでは多毛類・甲殻類を餌料とすると述べており、また反田(2000)<sup>5)</sup>は採集された幼魚の調査からヨコエビ等の小型甲殻類を食べていたと述べている。東京湾においては、富津地先から盤州にかけて水深10m以浅の海域が比較的広く存在しており、この海域の底生生物については明らかではないが、筆者らの底びき網の調査結果では小型のモエビ類等の分布が多く(清水, 未発表)、着底の場としての好条件をそなえていると考えられる。いずれにしても、幼魚を採集することによって生息場の条件を明らかにすることは、来遊資源の有効利用を図るために重要な知見であり、今後のマアナゴ資源研究の重要課題であろう。

## 摘 要

1. あなご筒漁業の標本船調査結果を用いて努力量、資源量等について検討した。
2. 筒漁業の操業形態は昼間操業主体からよいばき操業主体に変化しているものの、投入努力量(筒数)の増加は認められなかった。
3. 1993年以降の初期資源量は709-1042tで、比較的安定していると判断された。
4. 初期資源の主体は前年に来遊した年級であった。
5. 幼魚の混獲は11月中旬-1月中旬に最大になり、加入が完了すると考えられた。
6. 9月-3月の混獲量のcpue, 旬別のcpueの最大値のいずれもが幼魚の資源量の指標となりうると考えられたが、翌年の初期資源量との間に有意な関係は得られなかった。
7. 漁況予測のためには、標本船の混獲情報だけでは不十分であり、独自の調査を計画する必要があると考えられた。

## 文 献

- 1) 清水詢道(1996): 東京湾のマアナゴ資源について - I, 漁業の実態と資源管理に関する予察, 神水研研報, (1), 7-13
- 2) 清水詢道(1997): 東京湾のマアナゴ資源について - II, 水抜穴からの通過曲線の推定, 神水研研報, (2), 1-5
- 3) DeLury, D.B. (1947): On the estimation of biological populations, *Biometrics* 3(4), 145-167
- 4) 清水詢道(1999): 東京湾のマアナゴ資源について - III, 水抜穴の適正サイズの検討, 神水研研報, (3), 15-18
- 5) 反田 實(2000): 播磨灘における着底期稚アナゴの採集, 第3回アナゴ漁業資源研究会講演要旨集
- 6) 鍋島靖信(1999): 大阪湾のマアナゴの成長と食性, 第2回アナゴ漁業資源研究会話題提供要旨集