

飼育下におけるマアナゴの生存、成長および性比

根本芳春・河合 孝^{*1}・石田敏則^{*2}

Survival Rate, Growth and Sex Ratio of Reared Juvenile Conger Eel, *Conger myriaster*,

Yoshiharu NEMOTO, Takashi KAWAI, Toshinori ISHIDA

ま え が き

マアナゴは福島県の沿岸漁業において重要な対象種の一つである。その漁獲量には経年変動が見られ、沿岸水温の高低に対応しているものと考えられている¹⁾。しかし、近年は沿岸水温との対応に変化が見られ、沿岸水温が高い時期においても、漁獲量が減少傾向にある。この要因としては、1990 年以降におけるマアナゴ葉形仔魚（以下葉形仔魚）の漁獲による影響が考えられており¹⁾、福島県ではマアナゴ資源の回復と適切な利用を図るために、葉形仔魚を含めた小型魚の保護方策を検討しているところである。

本研究では、福島県においてこれまで不足していた葉形仔魚期以降からいわゆるアナゴとして漁獲加入する 1 歳半までの知見を得るため、福島県沿岸で採捕された葉形仔魚の飼育を行い、生存、成長および性比に関する資料を得たので報告する。

材 料 と 方 法

2002 年 5 月 12 ～ 22 日の間に、福島県沿岸において民間船の船びき網および福島県水産試験場調査船「拓水」での水工研 II 型ソリネット調査により採捕された葉形仔魚を福島県水産種苗研究所に搬入し、搬入当日および翌日にへい死したものを除いた 301 尾を 1m³FRP 水槽等で飼育した。なお、飼育に用いた葉形仔魚のほとんどは、福島県浪江町の請戸沖で船びき網によって採捕されたものである（図 1）。餌料は、仔魚期においてはアルテミアを与え、着底後はヒラメ用の配合餌料を自動給餌機により与えた。飼育水は、2002 年 10 月 3 日までは自然海水のみを用い、その後 12 月 8 日までは



図 1 マアナゴ葉形仔魚の採捕位置

*1 福島県水産種苗研究所

*2 福島県農林水産部経営支援領域研究開発グループ

温海水（原子力発電所の温排水で自然海水より概ね 7℃高い）と自然海水の混合海水、12月9日～2003年3月31日までは温海水のみ、4月1日以降は再び自然海水のみを用いた。この間の水温は、搬入時の5月が概ね 13～15℃、夏季の最高水温が 24.1℃、冬季における最低水温が 15.0℃であった。また、2003年4月以降は 9℃～21℃であった（図2）。

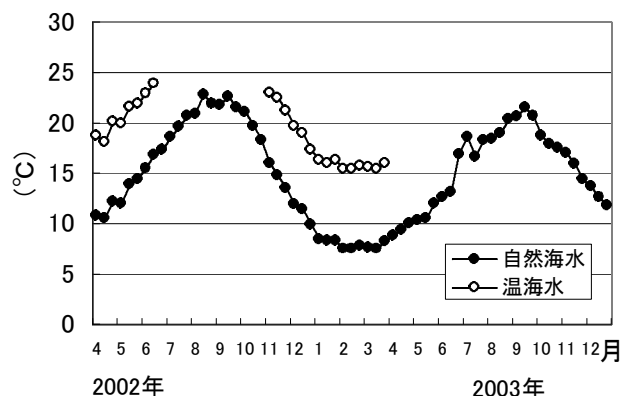


図2 揚水の平均水温

搬入から2カ月後の7月から2003年1月の間は、毎月30尾を無作為に抽出し、麻酔をかけた後に全長、体重を測定し、測定後は再び飼育池へ戻し飼育を継続した。また2003年5月、10月、12月には、それぞれ30尾ずつ抽出し、全長、体重、生殖腺重量の測定、および雌雄の判別を行った。雌雄の判別は、肉眼および実体顕微鏡下において生殖腺を観察し、ひだ状の組織が確認されたものを雌、細い紐状でピンセットで摘めるものを雄とした（写真1）。なお、2003年5、10月時は飼育魚全体からの無作為抽出、2003年12月時は飼育魚を大、中、および小に選別し、それぞれから10尾を抽出し、測定結果を飼育魚全数に引き延ばした。



写真1 生殖腺 上:雄 下:雌

結 果

搬入した葉形仔魚 780 尾中 479 尾（61%）が搬入当日および翌日までにへい死した。その後飼育に供した 301 尾は、1カ月後の6月末まで 204 尾（68%）が生存、3カ月後の8月21日ま

表1 飼育魚の由来とおよそ3カ月後までの生存状況

採捕月日	採捕漁具	採捕場所	収容数		翌日までへい死数 (尾)	飼育数 (尾)	6月末生存 (尾)	8月末生存 (尾)	逃避魚数* (尾)
			A	B					
2002/5/12	ソリネット	四倉沖	6	4	2	2	2		
2002/5/16	船びき網	請戸沖	31	23	8	5	5		
2002/5/22	ソリネット	相馬沖	8	2	6	6	2	4	
2002/5/22	船びき網	請戸沖	735	450	285	191	188	2	
計			780	479	301	204	197	6	
			$B \div A \times 100$		$C \div A \times 100$	$D \div C \times 100$	$E \div C \times 100$	$(E+F) \div C \times 100$	
			(%)		61.4	38.6	67.8	65.4	67.4

* 飼育池から流出してへい死したもの

で 197 尾（65%）が生存し、その後は、共食いによるへい死が少数見られたのみであった（表1）。

葉形仔魚は、飼育を開始した2002年5月下旬には変態移行期にあったと考えられ、飼育開始から2カ月後の7月22日には全てが変態を完了し着底した。搬入時に平均全長 102 mmであったものが、9月までに平均全長で 199 mm（範囲 213～171 mm）に、8カ月後の2003年1月には平均

全長 332 mm (範囲 383 ~ 243 mm) に、5 月には 363 mm (範囲 444 ~ 299 mm)、10 月には 421 mm (範囲 495 ~ 354 mm)、12 月には 447 mm (範囲 630 ~ 347 mm) となった (図 3)。なお、温海水の停止により水温が大きく低下した 2003 年 4 月には顕著な摂餌行動の活性低下が観察された。

2003 年 5、10、12 月に飼育魚の性別を確認したところ、5 月時は 30 尾中 8 尾が雄、10 月時は 30 尾中 14 尾が雄、12 月時は飼育魚全数に引き延ばした数値で、102 尾中 31 尾が雄であり、雄の割合は 27 ~ 47 % となった (表 2)。また、5 月の測定時には、大型魚の占める割合は雄に比べて雌の方が高い傾向が見られ、10 月測定時には雌雄間の全長において統計的に有意差 ($P < 0.05$) が確認された。なお、2003 年 12 月における雄の全長範囲は 358 ~ 438 mm、雌の全長範囲は 347 ~ 630 mm であった (図 4)。

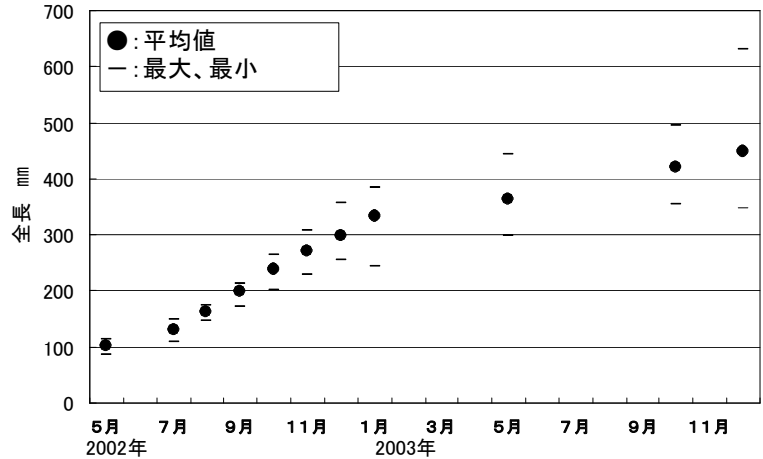


図3 マアナゴの飼育期間中の全長推移

表2 全長階級別雌雄別個体数

測定年月日	2003/5/8		2003/10/6		2003/12/22							
	雄	雌	雄	雌	小		中		大		計	
全長階級	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌
250mm未満	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250-300	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300-350	5	7	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
350-400	3	8	8	2	18	9	0	0	0	0	18	9
400-450	0	6	6	6	9	5	4	7	0	0	13	12
450-500	0	0	0	8	0	0	0	18	0	2	0	20
500-550	0	0	0	0	0	0	0	7	0	14	0	21
550-600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
600-650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
計	8	22	14	16	27	19	4	32	0	20	31	71
雌雄別%	26.7	73.3	46.7	53.3	58.7	41.3	11.1	88.9	0.0	100.0	30.4	69.6

*12/22は飼育魚を大中小に選別後、それぞれから10尾ずつ抽出し測定。表中の数値は測定結果に基づいて、飼育魚全体に引き延ばしたもの。

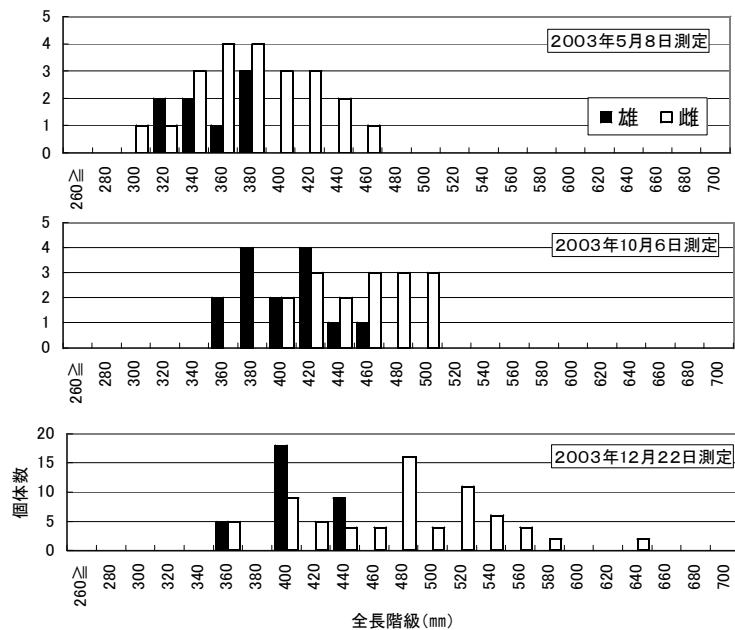


図4 雌雄別全長組成

GSI（生殖腺重量指数：生殖腺重量÷体重×100）は、2003年12月（12月1日を起算日として満2歳）において、雄が平均で0.240（0.13～0.45）、雌が平均で1.669（0.16～3.40）であった（表3）。

表3 雌雄別測定結果

	2003/5/8		2003/10/6		2003/12/22	
	雄	雌	雄	雌	雄	雌
個体数	8	22	14	16	31	71
全長 (mm)						
平均	341.9	371.1	394.1	445.0	400.5	467.4
最大	367	444	441	495	438	630
最小	303	299	354	389	358	347
体重 (g)						
平均	58.3	75.3	95.3	137.3	99.7	185.6
最大	78	136	140	224	128	520
最小	34	34	53	71	78	53
GSI (%)						
平均	0.030	0.357	0.183	0.921	0.240	1.669
最大	0.10	0.57	0.38	1.30	0.45	3.40
最小	0.01	0.09	0.06	0.35	0.13	0.16

G S I : 生殖腺重量 ÷ 体重 × 1 0 0

考 察

小型魚の保護について

本研究において、採捕された葉形仔魚の半数以上が翌日までにへい死したこと、飼育中に網を用いて別の水槽へ移すなどのハンドリングを加えるとへい死する個体が見られたことから、葉形仔魚は、網擦れなどの影響を強く受けることが考えられた。このことは葉形仔魚の保護方策の一つとして想定される漁獲後の再放流による生き残り効果は、あまり期待出来ないことを示している。葉形仔魚の保護にあたっては、第一に葉形仔魚を狙って操業することをやめるべきではあるが、再放流効果が期待出来ないことから、シラウオ漁やイカナゴ漁においても、葉形仔魚の混獲を避けるような努力が必要である。漁業者からの聞き取りから、葉形仔魚は特定の海域あるいは底質の場所に分布している可能性がある。今後は、このような場所を調査特定し、操業を自粛する海域を設定することも、葉形仔魚の保護方策の一つとして有効である。

一方、飼育に供した葉形仔魚は60%以上が生き残ってアナゴとなり、また飼育から2カ月以上経過したものについては、その後のへい死がほとんど見られなかった。高島ら²⁾も葉形仔魚からの飼育において、飼育開始から約1年後までの生存率を54.4%と報告しており、飼育下においては、葉形仔魚からアナゴまでの生存率が高いことが示されている。飼育下の数値をもとに自然界での減耗を推測することは困難であるが、葉形仔魚（2g/尾、1,000円/kg）と漁獲サイズのアナゴ（2歳魚が漁獲の中心であると仮定し、200g/尾、1,000円/kg）の単価をもとに試算すると、葉形仔魚の1%以上が生き残ってアナゴとなることで、金額的にはアナゴで漁獲した方が有利になる（図5）。

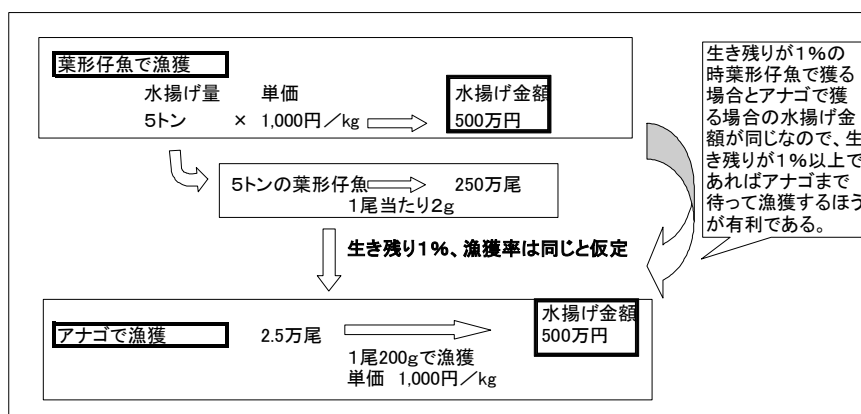


図5 葉形仔魚で漁獲する場合とアナゴで漁獲する場合の試算例

自然界においても葉形仔魚からマアナゴとして漁獲加入するまでの生残率が1%を上回る可能性はあり、また、その後の生き残りも高いことが期待されることから、葉形仔魚を含めた小型魚の保護による資源管理効果は期待出来るものと考えられた。

成長について

石田ら¹⁾は、相馬市松川浦漁港に水揚げされたマアナゴの全長組成と耳石による年齢査定の結果から、常磐海域においては、夏から秋季に全長40cm前後の1歳魚で漁獲加入することを報告している。今回の飼育結果では、1歳の10月時点で平均全長421mm（範囲495～354mm）となり、前述の報告を裏付ける結果となった。

また、今回の飼育結果では、着底後1年を経過したころから、雌雄で明らかな成長差が見られ、雄の方が雌に比べて成長が遅いことが示された。漁獲されたマアナゴの調査では、東京湾において千野³⁾は、全長45cm以上では雌が多く、全長38～45cmでは雄の数が多いと報告している。燧灘において竹森⁴⁾は、全長45cm以下では雄と雌の性比は7～8:3～2と雄の割合が高いとしているのに対し、河野⁵⁾は全長42.5cmより大きな個体はすべて雌であったと報告している。これらの結果は、雌雄による成長差が起因している可能性があり、今後マアナゴの雌雄別の分布や産卵における集団的構造を明らかにする上では、雌雄による成長差は、重要な要素の一つになると考えられた。

性比について

宮城、福島、茨城県沿岸のいわゆる常磐海域において漁獲されたマアナゴは、ほとんどが雌であり、雄の割合が極めて低いことが報告されている^{1) 6) 7) 8)}。一方、東京湾や香川県では雄が相当の割合で出現しており^{3) 4)}、常磐海域における性比と大きく異なっている。これらに対し本研究において雄が27～47%含まれていたことは、福島県海域に來遊する葉形仔魚においては、雄が相当数含まれている可能性があることを示唆しており、大変興味深い結果となった。

片山⁹⁾は、宮城県松島湾内で漁獲されたマアナゴには雄が38%含まれていることを明らかにし、外海で雄が漁獲されない理由を外海へ移出する際に雄は雌と分布が異なる海域に移動する可能性があることを推察している。仮に福島県海域においても雄が多数存在するのであれば、何らかの理由で漁獲されにくい状況にあることが考えられる。常磐海域における雄の存在とその分布移動を明らかにすることは、マアナゴの産卵を含めた集団構造を解明するために必要であり、さらには、集団構造の解明はマアナゴ資源の適切な利用を図る上でも重要である。今後は、これまであまり調査が行われていない沿岸部の浅海域や港湾海域、松川浦などの湾内において採捕調査を行い、雄の存在を確認するとともに、確認された場合は、その分布と移動について調査していく必要がある。

謝 辞

本研究に使用したマアナゴ葉形仔魚の採捕に際して、協力頂いた請戸漁業協同組合（現相馬双葉漁協請戸支所）の漁業者の方々にこの場をかりて御礼申し上げます。

要 約

1. マアナゴ資源管理の基礎資料とするため、福島県沿岸で採捕されたマアナゴの葉形仔魚を福島県種苗研究所において約1年半飼育を行った。
2. 搬入した葉形仔魚は翌日までに780尾中479尾（61%）がへい死し、葉形仔魚は漁獲による擦れなどに弱いことが解った。葉形仔魚の保護を進める上では、再放流の効果は期待できず、混

獲を防止するための保護区の設定などが有効と考えられた。

3. 飼育下において、葉形仔魚から変態、着底までの生存率は 60 %以上と高いことがわかった。また、着底後のへい死はほとんど見られなかった。

4. 自然界においても葉形仔魚の 1 %が生き残ってアナゴになれば、葉形仔魚よりアナゴとして漁獲する方が経済的に有利であること、また、小型のマアナゴの生き残りも高いことが期待されることから、葉形仔魚や小型魚の保護がマアナゴの資源管理に有効であることが考えられた。

5. 搬入時に平均全長 102.1 mmであったものが、自然海水単独で飼育した 9 月までの間には平均全長で 199.2 mm (範囲 213 ~ 171 mm) に達し、翌年の 5 月には 363.3 mm (最大 444 mm、最小 299 mm)、12 月には 447.1 mm (範囲 630 ~ 347 mm) となった。

6. 常磐海域において漁獲されるアナゴには雄が非常に少ないことが報告されているが、今回の飼育試験結果においては、雄の割合が 27 ~ 47 %と高い値となった。

7. 5 月の測定時には雄よりも雌の方が大型魚の占める割合が高い傾向が見られ、10 月測定時には統計的に有意差 ($P < 0.05$) が確認され、雄の成長が遅いことが明らかとなった。

8. GSI は 2003 年 12 月 (1 月 1 日を起算日として満 2 歳) において、雄が平均で 0.240 (0.13 ~ 0.45)、雌が平均で 1.669 (0.16 ~ 3.40) であった。

文 献

- 1) 石田敏則・山廻邊昭文・後藤勝彌・片山知史・望岡典隆：常磐海域におけるマアナゴについて、福島水試研報、11、65-80 (2003)。
- 2) 高島葉二・高橋正和：マアナゴ生態調査、平成 13 年度茨城県水産試験場事業報告書、113-118 (2003)。
- 3) 千野力：羽田沖で漁獲された東京湾産マアナゴの性比について、第 4 回アナゴ漁業資源研究会要旨集、(2001)。
- 4) 竹森弘征：香川県におけるアナゴの漁獲状況について、第 6 回アナゴ漁業資源研究会要旨集、(2003)。
- 5) 河野芳巳：愛媛県今治地域のアナゴ延縄漁業、第 6 回アナゴ漁業資源研究会要旨集、(2003)。
- 6) 福島県水産試験場：平成 11 年度事業報告書、170-174 (2000)。
- 7) 高島葉二・高橋正和：マアナゴ生態調査、平成 12 年度茨城県水産試験場事業報告書、91-95 (2002)。
- 8) 佐伯光広：マアナゴ資源生態と漁業 I 漁業実態と資源管理 (仙台湾)、平成 11 年度日本水産学会秋期大会要旨集、175 (1999)。
- 9) 片山知史：なぜマアナゴは雌ばかりなのか、第 7 回アナゴ漁業資源研究会要旨集、(2004)。