

マアナゴ (*Conger myriaster*) のレプトケファルス幼生の変態期間とその後の成長Metamorphic period after catch and Growth after metamorphosis
in cultured *Conger myriaster* BREVOORT

高島 葉二・高橋 正和

はじめに

茨城県におけるマアナゴの漁獲は主に底曳き網漁業やせん漁業によるもので、その漁獲量は毎年 100t 前後から 200t 弱である。近年、船曳網漁業でアナゴ類のレプトケファルス期幼生である「ノソレ」を漁獲するようになり、その漁獲量は年変動が激しいものの多いときには年間 30t に達し、マアナゴ資源への影響が懸念されるようになってきている。しかし、「ノソレ」の来遊後の変態期間、成長、生残等は明らかではなく、また、本県産マアナゴについても成長、年齢等生態調査は行われておらず資源解析や資源管理はほとんど行われてこなかった。わずかに、「ノソレ」の大量漁獲時に生じる価格低下を防止することを主目的に、漁獲量を制限しているにすぎない。このため、茨城県では、資源解析や資源管理方策提案を目的に、1999 年から「沿岸重要魚種資源生態調査」として、「ノソレ」の種の同定、来遊時期、変態期間、マアナゴの成長や成熟等それぞれの生態調査を開始した。本報告では、これらの調査の一環として行った異なる水温条件下でのレプトケファルス幼生から「アナゴ」に変態する期間(日数)の推定結果とその後の成長経過について報告する。

材料と方法

水温別変態期間の推定

1. 群試験

水温別変態期間の推定で供試したレプトケファルス幼生は、2001 年3月 28 日に茨城県水産試験場調査船「あさなぎ」の船曳網で採集した。採集場所は、茨城県大洗町サンビーチ地先で、茨城県内でレプトケファルス幼生が多く来遊し、変態する海域として知られている(小沼 1995)。採集した 3,709 個体のうち、斃死魚と外観から傷が付き衰弱していると判断できる個体を除いた後、250ℓ FRP水槽で海水を掛け流して飼育し、採集翌日の3月 29 日に活発に遊泳している個体を試験に用いた。あらかじめ 20℃、16℃(それぞれ 20℃区、16℃区と称する)に設定した水量 50ℓ の透明アクリル水槽(巾 20cm、長さ 50cm 高さ 55cm)に各区 50 尾を収容した。棒状ヒーター及びサーモスタットを用いて、水温調節

を行った。同様に室温に委ねた止水区を設けた。通気はエアストーン1個/水槽で弱く行った。

変態進行度の指標には肛門前部長/全長比(以下 PAL/TL と称する。大竹ら 1997)を用いた。4月2日に各試験区 10 尾を取り上げ測定を行った。その後は、4月4, 6, 10 日にアミノ安息香酸エチルにより麻酔し全個体の PAL/TL を測定した。測定日毎に飼育水を交換した。試験開始時に試験区と同じ採集群から 39 個体の PAL/TL を測定し、開始時の変態進行度とした。

2. 個別試験

個体毎の変態期間を明らかにするため、上記と同じ採集群から比較的 PAL/TL 値の大きい変態初期の個体を選び、2ℓ 容器に1個体ずつ収容し9個体について湯煎方式で保温した 18℃区(5個体)と湯煎方式で自然海水温に委ねた流水区(4個体)を設け、PAL/TL の変化を調べた。1, 2 日間隔で1回、麻酔後に PAL/TL を調べた。群試験、個別試験とも試験期間は給餌しなかった。

飼育試験

上記 2001 年3月 28 日に採集し、生残した 1,537 個体と同年4月 18 日に同地先でソリネットで採集し生残した 782 個体、計 2,319 個体の「アナゴ」型幼魚を用いて飼育試験(以下 01 年群と称する。)を行った。飼育途上に成長差で共食いの可能性が生じたので、6月 18 日以降、大小の2群に分け飼育した(以下、大群と小群と称する)。おおむね月1回約 20 尾を目安に全長、体重の測定を行った。2001 年 11 月、2002 年3月には各区 50 尾以上を目安に測定した。

また、上述の海域で 2000 年5月 10 日にソリネットで採集した 199 尾と同年5月 23 日に船曳網で採集した 198 尾を流水飼育し、「アナゴ」型幼魚に変態し、配合飼料に餌付いて生残した 85 個体について同年6月 30 日から飼育試験を行った(00 年群)。飼育途中に共食いの可能性があったので一時的に大中小の3群あるいは2群に分けて飼育した。

両飼育群とも、餌料には配合飼料を主体に用いたが、餌付けの期間とその後も随時二枚貝肉片、魚肉を与えた。

飼育水には砂濾過海水を用いた。飼育試験では自然海水温に委ねた。00年群では成長に伴い容量 50 L から 200 L 水槽に飼育水槽を大きくした。また、01年群では大群を 3,000 L FRP 水槽で、小群では飼育途上に、200 L 水槽から 3,000 L FRP 水槽に移し替え飼育した。

結 果

水温別変態期間の推定

1. 群試験

試験終了時の4月12日までの平均飼育水温は、20℃区

が 19.6℃、16℃区が 16.3℃、止水区が 12.3℃であった。止水区では気温により他の試験区より温度変化が大きく最低 9.4℃最高 15.5℃であった。20℃区、16℃区では設定温度と最大でも 1.1℃の差であった。生残率は4月2日に測定サンプルとした個体を除き、20℃区と 16℃区で 95%、止水区では 100%であった。

群試験区の結果を図1に示した。試験開始時の PAL/TL は、最大 0.83 最小 0.39 であったが、飼育4日目(4月2日)には、20℃区の 0.47 ~ 0.36 に対して、16℃区で 0.83 ~

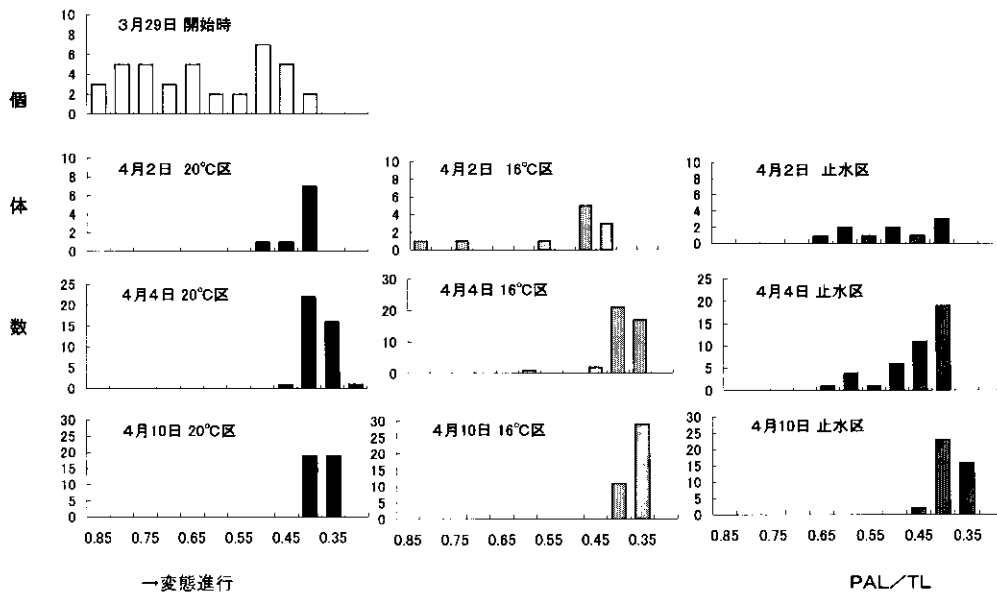


図1 水温別変態期間推定結果

0.38、止水区で 0.64 ~ 0.38 と差ができた。飼育6日目(4月4日)には、20℃区で 0.41 ~ 0.30、16℃区で 0.58 ~ 0.31、止水区で 0.62 ~ 0.36 であった。しかし、試験終了時の4月12日の20℃区で 0.37 ~ 0.33、平均 0.35、16℃区で 0.37 ~ 0.32、平均 0.35、止水区のそれは 0.40 ~ 0.32 平均 0.35 になり、PAL/TL 値に差はなくなった。しかし、20℃区の外観では体型と色彩は「アナゴ」型になっていたが、止水区では体形は丸みを帯び「アナゴ」型の形になっているものの、色素が少なく透明感が残り、外観の色彩の差が大きくなった。16℃区の外観は、両者の中間の形態、色彩になっていた(図版)。

2. 個別試験

個別試験の飼育水温は流水区では平均 12.9℃であったが最低 8.7℃、最高 15.6℃と変動があった。18℃区ではそれぞれ 17.9、17.7、18.1℃であり、変動は少なかった。個別試験の結果を表1に示した。群試験と同様な結果で、PAL/TL は、流水区で開始時に 0.78 ~ 0.59 であったものが、7

~9日で 0.4 前後になり「アナゴ」型に近い形態になった。18℃区でも開始時に 0.85 ~ 0.66 であったものが、5~7日で 0.4 前後になり、群試験同様に、水温が高いほど変態期間が短かった。

表1 個別試験のPAL/TL値の変化

試験区 個体番号 測定日	流水区(13℃)				18℃区				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4月2日	0.65	0.78							
4月4日	0.60	0.72	0.59	0.59	0.72	0.81	0.85	0.66	0.72
4月6日	0.52	0.65	0.55	0.54	0.52	0.73	0.80	0.51	0.55
4月9日	0.42	0.51	0.43	0.43	0.42	0.58	0.72	0.43	0.43
4月11日	0.38	0.45	0.41	0.39	0.41		0.43	0.38	0.45
4月13日	0.36	0.40	0.39	0.35					0.40

飼育試験

飼育水温を那珂湊定置水温(茨城県栽培技術センター取水施設の沈砂池の午前 10 時の水温)により図2に示した。

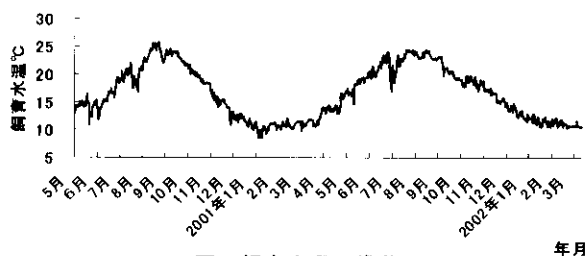


図2 飼育水温の推移

01年群の大群では、飼育半年後の2001年12月19日に平均全長35cm、平均体重56g、飼育約1年後の2002年3月11日に平均全長40cm、平均体重97g、最大のもので全長56cm、体重246gになった。小群でも2001年12月に平均全長33cm、2002年3月に平均全長35cm、最大のもので全長46cm、体重183gに達した(表2)。01年群では「アナゴ」型幼魚に変態した2,319尾で飼育を開始し、3月まで生き残ったのは663尾で、測定サンプルとして飼育途中で間引いた599尾も生残尾数として加えると生残率は54.4%であった。

表2 01年群の成長経過

測定年月日	大群							測定個体数	小群						
	全長cm			体重g			全長cm			体重g			測定個体数		
	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大		平均	最小	最大	平均		最小	
2001年 5月11日	9.3	8.5	7.6				40 *								
6月27日	15.4	13.1	10.2	4.1	2.7	1.1	14	14.5	12.2	10.0	3.3	2.2	1.2	15	
7月23日	21.4	17.7	12.8	10.6	6.7	2.1	24	17.8	14.8	11.1	5.9	3.6	1.5	15	
8月20日	25.6	21.6	15.6	23.9	12.8	4.5	20	20.7	17.1	13.1	10.3	5.5	2.5	19	
9月25日	31.8	23.5	19.0	43.3	16.8	7.5	19	25.8	20.1	16.7	20.9	9.2	4.4	19	
10月19日	37	30	21	62	33	11	21	35	24	18	51	17	8	22	
11月22日	42	30	19	101	37	10	108	36	26	19	66	25	8	49	
12月19日	44	35	27	117	56	24	50	41	33	28	106	49	29	21	
2002年 3月11日	56	40	29	246	97	36	52	46	35	28	184	66	25	50	

*: 大小選別前の測定結果

00年群では、2000年11月頃から翌年2月頃まで、取水設備からの空気の混入によりガス病が生じ斃死や成長停滞を生じた。飼育開始(来遊)半年後の2000年12月5日には51尾が生き残り、生残率60%で、最大個体は全長35cm、体重69gに、飼育約2年後の2002年3月には、平均全長53cm、最大のもので全長68cm、体重505gに達した。生残率は22.4%であった(表3)。ガス病発生期間以外の斃死個体は尾部に共食いによる傷が付き、これが悪化して斃死したと考えられた。また、00年群、01年群とも生残した個体はマアナゴであった。

表3 00年群の成長経過

測定年月日	全長cm			体重g			生残、測定個体数
	最大	平均	最小	最大	平均	最小	
2000年 6月30日	12.2	9.2	7.4	3	1.0	0.4	85
7月31日	19.5	12.1	7.2	9	2.4	0.3	83
9月5日	23.2	14.8	8.0	18	4.5	0.5	76
11月1日	30.8	20.1	13.6	40	10.9	3.5	52
12月5日	35.3	22.9	16.2	69	17.5	4.5	51
2001年 2月13日	32.2	24.6	16.8	49	20.0	5.6	39
4月2日	34.1	26.3	18.4	62	27.2	14.8	39
5月18日	40	31.2	25.5	111	44.5	20.8	33
6月21日	43.7	35.5	29.1	137	66.7	33.8	28
7月23日	47.2	38.5	32.5	177	87.2	42	25
9月25日	52.7	42.4	33	225	116.8	54	22
10月19日	56.2	45.6	39.2	324	169.8	77	19
12月19日	65.5	50.5	38	506	237.5	30	19
2002年 3月11日	67.5	53.4	41	505	279.2	113	19

考 察

マアナゴのレプトケファルス幼生からマアナゴへの変態期間は、すでに大竹ら(1997)が茨城県大洗地先で4月末、海

水温15、16℃の時期に採集した幼生の耳石輪紋により、変態開始から終了までに71日間である可能性を報告している。しかし、今回のPAL/TL0.8~0.4の幼生を用いた群試験では、20℃で12日間を外観は完全な「アナゴ」に変態し、16℃区、止水区(12℃)でも同じ日数で概ねアナゴ型に変態した。また、個別試験では、PAL/TL0.8~0.7の個体が10日程度でPAL/TL0.4前後の体型が丸みを帯びた「アナゴ」型になり、大竹ら(1997)の報告とは異なった結果になった。

大竹ら(1997)は、変態開始、完了の定義の曖昧さ、環境水温の差により変態期間の推定日数に差が出る可能性を指摘している。また、漁獲個体は変態が促進されることも支持している。今回指標としたPAL/TLは、大竹ら(1997)も用いており、変態開始の定義の違いにより変態期間の推定日数に差が出たとは考え難い。しかし、群試験では、変態後半、PAL/TL値の減少よりむしろ外観の色素の沈着度合いに大きな差が出ていたことから、体内部の変態完了を含めた変態終了時の定義の違いにより変態期間の推定値に差が出ている可能性は残されている。

群試験開始時には個体毎にPAL/TLが異なり、個体差が大きかったが、試験終了時のアナゴを見るとそのような差はなく(図2)、変態初期の個体も速やかに変態を完了していた。試験期間中の幼生の遊泳状況の観察では、水槽収容時には表層に群れを成し、変態の進行とともに徐々に底層で群れを成すようになっていた。また、民間船の船曳網漁業でも、

「ノソレ」(レプトケファルス幼生)の漁場は概ね決まっています。魚群探知機に「ノソレ」反応として見ることができ「群」を形成するという。外洋に面した茨城県沖の海況下でレプトケファルス幼生が群れをなして来遊するとは考えにくく、各個体の変態しながら、変態に適した静穏域に集積し、変態海域には様々な段階の変態期幼生が集ったものと考えられる。その結果、既に報告した(高島, 高橋 2000)ように、船曳網やソリネットで同時に採集した幼生でも変態段階(PAL/TL)に差が生じているのであろう。飼育試験では、大きさに差が付くと大型個体が小型個体を喰わえている状況が観察された。また、天然マアナゴの胃内容物にマアナゴも認められている(高島, 高橋 2001)。レプトケファルス幼生の来遊時期(漁期)は年変動があるものの2, 3ヶ月継続する(高島, 高橋 2000, 2001)。変態後の成長が著しく早いので、変態海域に来遊した順に変態を完了した場合には成長に差がつきやすく、後半に来遊する個体は先に来遊し、変態を完了し成長した大型個体により共食いされる危険を増加させる。群れ全体で同時に変態を完了し底生生活に移行すれば、共食いの危険を減らし、生き残りを良くすることになるのであろう。このため、水槽内のような静穏な環境条件も、高水温同様変態を促進し、逆に、波浪条件は幼生を遊泳させ、変態を抑制しているのであろう。このような環境条件で遅速を生じる変態機構の特性により、大竹ら(1997)の変態期間の推定と今回の水槽飼育による変態期間の推定との間に差が生じたとも考えられる。

一方、マアナゴの市場水揚げ物調査では30cmが最小サイズ、60cmは漁獲の中心サイズになっている(高島, 高橋 2001)。今回の飼育試験では、約半年で30cm、1年で60cmに成長していたことから、マアナゴのレプトケファルス幼生は短時間で漁獲対象サイズに成長できることが明らかになった。今後、天然での年齢と成長を明らかにしていく必要がある。

る。

要 約

茨城県に来遊するアナゴ類のレプトケファルス幼生の種類、来遊後の変態期間、変態後の成長を明らかにすることを目的に、船曳網およびソリネットで採集した幼生を用いて飼育試験を行い以下の結果を得た。

- (1)茨城県大洗町地先で2000年5月、2001年3月、4月に採集した4,106尾のレプトケファルス幼生を飼育した。生残した個体はすべてマアナゴであった。
- (2)レプトケファルス幼生からマアナゴへの変態期間は、幼生採集後約2週間で、水温が高いほど早くなった。
- (3)マアナゴの成長は、変態後(来遊後)半年で最大のものが30cmを越え、1年で平均30cm以上、2年では平均50cm以上であった。

謝 辞

本研究を進める上で、有益なるご助言を戴いた三重大学生物資源部 大竹二雄助教授に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 小沼洋司(1995) マアナゴ幼生(レプトケファルス)の変態海域. 茨水試研報 33:103-107.
- T. Otake et al. (1997) Changes in otolith strontium:calcium ratios in metamorphosing *Conger myriaster* leptocephali. *Marine Biology* 128:565-572.
- 高島葉二・高橋正和(2000) マアナゴ資源生態調査. 茨城水試事業報告 平成12年度.
- 高島葉二・高橋正和(2001) マアナゴ資源生態調査. 茨城水試事業報告 平成13年度.



図版 水温別変態期間の推定
群試験終了時のマアナゴ幼魚
上から20℃区, 16℃区, 止水区