水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

マダコ幼生の生残に影響を及ぼす環境要因

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-06-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 奥村, 重信 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014673

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

マダコ幼生の生残に影響を及ぼす環境要因

奥村重信
（屋島栽培漁業センター）

マダコ *Octopus vulgaris* は重要な水産資源であり，本種の種苗生産に関する研究は40年余の歴史を有する[1)]。マダコふ化幼生は各腕に３～４個[1,2)]の吸盤を有し，飼育下では30～40日後には吸盤数が20個を超え，底生生活に移行する[1)]。天然採集または人工飼育した甲殻類幼生を餌料として，マダコ幼生の実験室規模の飼育は可能である[1,3)]。しかし，量産規模の飼育では主にアルテミアを給餌して，ふ化幼生から底生生活移行期までは飼育できるが[2)]，その後に大きな減耗を生じるため，底生生活期幼生の量産技術は確立されていない。この原因として，大量減耗が生じる時期のマダコ幼生の体成分分析結果から，高度不飽和脂肪酸のひとつであるDHA（ドコサヘキサエン酸）の欠乏が疑われ，餌料へのDHA強化の必要性が指摘された[4,5)]。

屋島栽培漁業センターでは，2001年に大型アルテミアとイカナゴを併用給餌することによって，高い生残率で着底期幼生を得ることに成功した[6)]。この飼育方法はその後の飼育実験でも有効性が確認され[7)]，イカナゴがマダコ幼生へのDHA供給源として有効であることが示されたが，大型アルテミアがマダコ幼生の生残や成長に有効である理由は未解明である[8)]。

このような経緯により，著者は2003年秋期に大型アルテミアおよびイカナゴ給餌の有効性を確認するため，８面の小型水槽を持いて飼育実験を２例行った。しかし，これらの飼育実験では実験区間および区内の生残や成長の差が大きく，餌料区分別の明瞭な違いはみられなかった。このため，すべての実験区に同一餌料を給餌してマダコ幼生を飼育する実験を行い，７種類の環境および餌料要因を測定し，それらの要因が幼生の生残に及ぼす影響を推定したので以下に報告する。

本論に先立って，本研究の全般にわたって指導いただいた東京海洋大学の竹内俊郎教授に感謝するとともに，飼育実験に協力いただいた同大学大学院生の栗原紋子さんおよび屋島栽培漁業センターの岩本明雄場長始め職員の皆様に深謝する。

材料と方法

マダコふ化幼生　2003年９月１日に６尾，19日に５尾，10月８日に３尾の雌親を搬入し，屋島栽培漁業センター内の陸上水槽に蛸壷を設置して，シャコとイシガニを給餌して養成した。雌親はすべて香川県小豆島周辺で漁獲された個体であり，体重は1,327±412g（平均値±標準偏差，以下同様，n=14）であった。これらの雌親は搬入から１～７日後に産卵を開始し，蛸壷内に生み付けられた卵は９月24日から12月３日にかけて順次ふ化した。飼育実験にはふ化後24時間以内の幼生を用いた。

アルテミア　マダコ幼生には，大型および小型の２種類のアルテミアを給餌した。これらのアルテミアは2003年４月および2002年３月にともに中国から耐久卵で輸入されたもので，大型アルテミアの卵径は272±16μm，ふ化したノープリウスの全長は657±31μm（n=30）であり，小型アルテミアの卵径およびノープリウス全長はそれぞれ220±16μmと513±46μm（n=30）であった。いずれのアルテミア卵も25℃で30時間かけてふ化させ，ノープリウスはサメ卵乾燥粉末（プラスアクアラン，BASFジャパン）を250ppmになるように添加した20℃の海水中で，18～24時間栄養強化した後に給餌した。

イカナゴ　イカナゴは，2003年２月下旬に兵庫県淡路島沖で漁獲されたものを凍結して屋島栽培漁業センターに搬入し，実験に供試するまで－25℃の冷凍庫で保管した。イカナゴの全長は34±６mm（n=30）であった。給餌に際しては，イカナゴ凍結片を手に持ち，水面から20～30cm上で解剖刀を用いて0.5～１mm厚の薄切りにして水面に撒布した。

実験１　飼育実験には，オレンジ色ポリエチレン製500ℓ円型水槽（直径94cm，高さ92cm）を８面使用した。これらの水槽は，図１に示したように屋島栽培漁業センターの稚魚棟内に設置した。試験区は，大型アルテミアのみを給餌する区（図１，A－１，２），大型アルテミアとイカナゴを併用給餌する区（B－１，２），小型アルテミアのみを給餌する区（C－１，２），および小型アルテミアとイカナゴを併用給餌する区（D－１，２）の４区，各２水槽とした。D－１水槽の東側とA－１の西側には遮光率90％の寒冷紗を設置し（図１，寒冷紗A），朝夕の直射日光を遮光した。

2003年９月29日朝に，これらの水槽に10μmカートリッジフィルターでろ過した海水を500ℓずつ注水し，マダコふ化幼生を1,500尾ずつ収容した。幼生を収容した後，各水槽にDHAを添加した濃縮淡水クロレラ（スーパー生クロレラV12，クロレラ工業）10mℓと，栄養強化した大型または小型アルテミアを100万個体添加した。その後は毎日９時と14時にクロレラ

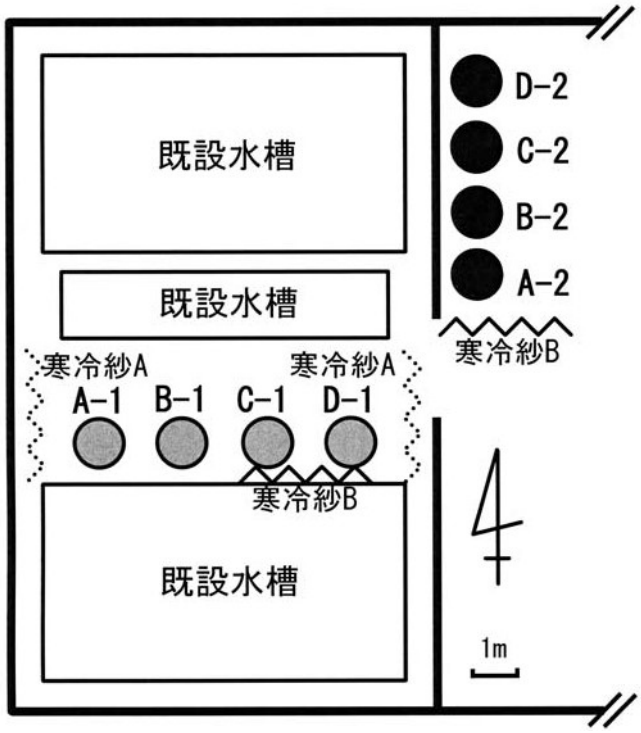

図１　飼育水槽および寒冷紗の設置位置
Ａ～Ｄ-１，Ａ～Ｄ-２，500ℓ円型水槽；寒冷紗Ａ，
実験１～３に使用；寒冷紗Ｂ，実験３に使用。

とアルテミアの密度を計数し，それぞれ20～30万細胞/mℓと２個体/mℓを維持するように適量添加した。

通気は，各水槽１個のエアストーンにより５mg/ℓの溶存酸素濃度を維持するように施した。水温と照度の調節は特に行わず，自然水温および自然日長とした。換水，底掃除およびイカナゴの給餌は，マダコ幼生が日齢５に達した日から始めた。換水率は１日当り100%とし，10μmフィルターでろ過した海水を注水した。換水に先立って各水槽内に円柱形ストレーナー（直径15cm, 高さ10cm, 0.5mm目合）を１個取り付け，これを通して排水した。底掃除は毎日９～10時にサイフォンホースを用いて，各水槽から30ℓ排水し，生きている幼生は飼育水槽に戻し，排水中のマダコ幼生の死骸数を計数した。

イカナゴは，９時から17時まで２時間おきに１日５回に分けて１水槽当り15g程度を給餌した。マダコ幼生の成長を知るため，収容から概ね日齢５ごとに各水槽から10尾の標本を採取し，吸盤数を測定した。吸盤数は実体顕微鏡下で，幼生の任意の腕１本当りの吸盤数を計数して求めた。

各実験区の環境を知るため，毎日９時と14時に水温，溶存酸素濃度，アンモニア態窒素濃度，塩分濃度，水面照度を測定した。実験１は10月29～30日まで行い，マダコ幼生は日齢31～32で取り揚げた。なお，Ｄ-１水槽では日齢17以降，底掃除で回収される幼生の死骸数が多くなったので日齢25で取り揚げた。

実験２　後述するように，実験１では実験区ごとの生残や成長の差が明瞭ではなかったので，同じ設定で再度飼育実験を行った。実験２は11月１日から開始し，各水槽に１kwの電気ヒーターを設置して，ふ化幼生を収容後から１日に１℃の割合で水温を上昇させ，日齢５以降は25℃を維持するように加温飼育を行った。その他の飼育方法等は実験１に準じた。実験２でも日齢５以降減耗が続いたので，収容から30日後の12月１日に全水槽からマダコ幼生を取り揚げて実験を終了した。

実験３　実験１，２では，以前の事例[6,7]に比べて幼生の生残率が全般に低かったので，その原因を推定するため実験３を行った。実験３ではＣ-２水槽を他の目的に使用したため，それ以外の７水槽を用いてマダコ幼生を飼育し，すべての水槽に大型アルテミアのみを給餌した。また，Ｃ-１，Ｄ-１水槽の南側およびＡ-２水槽の南側に寒冷紗（図１，寒冷紗Ｂ）を取り付け，水槽間の水面照度の差を少なくするようにした。実験３は12月２日から開始したが，当日のふ化幼生数が十分ではなかったので，Ａ-１，Ｂ-１，Ｃ-１，Ｄ-１の４水槽に幼生を収容し，他の３水槽は翌日の収容とした。実験３では幼生の吸盤数は測定せず，生残尾数

表１　マダコ幼生飼育実験の結果概要

実験	実験区分	餌料の種類	収容月日 (2004年)	取り揚げ 飼育日数 (日)	生残尾数 (尾)	生残率 (%)	吸盤数 (平均値±標準偏差)
1	1-A-1	大型アルテミア	9月29日	31	485	32.3	19.2 ± 1.3
	1-A-2	大型アルテミア	9月29日	32	450	30.0	15.9 ± 1.0
	1-B-1	大型アルテミア＋イカナゴ	9月29日	31	267	17.8	17.8 ± 1.8
	1-B-2	大型アルテミア＋イカナゴ	9月29日	32	553	36.9	18.4 ± 1.1
	1-C-1	小型アルテミア	9月29日	32	767	51.1	16.7 ± 1.5
	1-C-2	小型アルテミア	9月29日	31	723	48.2	15.8 ± 1.4
	1-D-1	小型アルテミア＋イカナゴ	9月29日	25	530	35.3	13.5 ± 3.0
	1-D-2	小型アルテミア＋イカナゴ	9月29日	31	613	40.9	15.6 ± 1.3
2	2-A-1	大型アルテミア	11月1日	30	559	37.3	20.4 ± 1.9
	2-A-2	大型アルテミア	11月1日	30	251	16.7	16.0 ± 1.1
	2-B-1	大型アルテミア＋イカナゴ	11月1日	30	343	22.9	17.5 ± 1.8
	2-B-2	大型アルテミア＋イカナゴ	11月1日	30	298	19.9	13.9 ± 0.7
	2-C-1	小型アルテミア	11月1日	30	111	7.4	14.6 ± 2.2
	2-C-2	小型アルテミア	11月1日	30	71	4.7	13.8 ± 0.9
	2-D-1	小型アルテミア＋イカナゴ	11月1日	30	99	6.6	13.9 ± 1.0
	2-D-2	小型アルテミア＋イカナゴ	11月1日	30	345	23.0	15.1 ± 1.7
3	3-A-1	大型アルテミア	12月2日	16	950	63.3	
	3-A-2	大型アルテミア	12月3日	15	1,000	66.7	
	3-B-1	大型アルテミア	12月2日	16	1,195	79.7	
	3-B-2	大型アルテミア	12月3日	15	852	56.8	
	3-C-1	大型アルテミア	12月2日	16	1,006	67.1	
	3-D-1	大型アルテミア	12月2日	16	1,191	79.4	
	3-D-2	大型アルテミア	12月3日	15	708	47.2	

を比較した。その他の飼育方法は，実験２に準じて12月18日（日齢15～16）まで飼育した。

結　　果

実験１　実験１の取り揚げ結果を他の実験と合わせて表１（１-A-１～１-D-２）に示した。実験１では，１-D-１区は日齢25で取り揚げ，他の実験区は日齢31～32で取り揚げた。実験区別の生残率は17.8～51.1%，通算の生残率は35.3% であった。取り揚げ時の平均吸盤数の範囲は，１-D-１を除いて15.6～19.2個であった。

各実験区の日齢５以降の日別推定生残尾数と，５日ごとの吸盤数の推移を図２に示した。底掃除で回収した幼生の死骸数を基に推定した生残尾数の推移をみると，１-D-１区以外のすべての実験区において日齢20～25から成長が停滞し，生残尾数が急減する傾向がみられた（図２，網掛け部）。

実験区ごとの環境・餌料要因の平均値と変動範囲を表２に示した。水温は22～26℃で推移し，溶存酸素濃度は概ね５～７mg/ℓの範囲であった。同様にアンモニア態窒素濃度は0.04～1.4ppm であり，止水飼育した日齢０～５の期間に濃度が上昇した後，換水開始とともに減少した。塩分濃度は31～32psu の範囲であり，降水の影響を受けて若干の変動を示した。水面照度は100～2,400lx と変動が大きく，A-１，B-１，C-１，D-１の水槽群で高く，他の４面では低い傾向にあった。

アルテミアの密度は，平均値では1.6～1.8個体／mℓを維持し，変動幅は0.3～3.8個体／mℓであった。クロレラ密度は９時の計数時に低く，14時の計数時に高い傾向にあり，水槽ごとの平均値では25～28万細胞／mℓであった。以上の測定項目のうち，水槽ごとの測定値に有意な差が認められた項目は水温，溶存酸素濃度，アンモニア態窒素，塩分濃度，照度の５項目であった。

実験２　実験２の取り揚げ結果の概略を表１に示した。通算の生残率は17.3% であり，実験区別の生残率は4.7～37.3% であり，２-A-１と２-A-２のように同一餌料を給餌した区間でも37.3% と16.7% と差が大きかった。取り揚げ時の吸盤数も同様に13.8～20.4個とばらつきが大きかった。

実験区ごとの日別の推定生残尾数と，５日ごとの吸盤数の推移を図３に示した。本実験では日齢10頃から減耗が多くなり，実験終了時までほぼ一定の割合で減耗する傾向にあった。吸盤数は日齢25までは増加し成長が認められたが，日齢30では２-A-１を除いて吸盤数が減少し，成長が停滞した。

実験２における実験区ごとの環境・餌料要因の変動

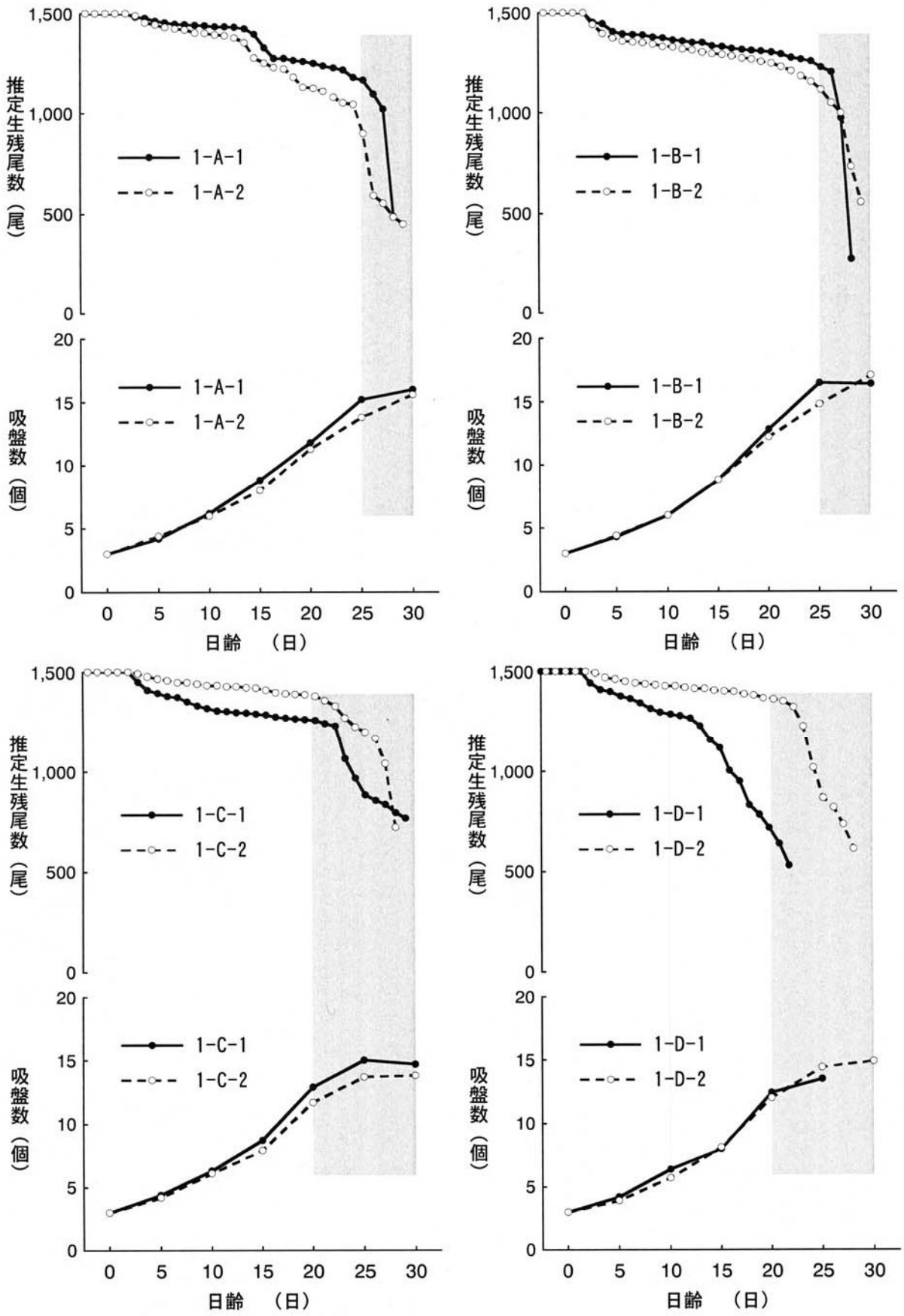

図２　実験１における推定生残尾数と吸盤数の推移

推定生残尾数＝収容尾数－［(収容尾数－回収された死骸総数）／取り揚げた幼生数］（回収された死骸の累積数）

範囲を表３に示した。電気ヒーターによる加温を施したため，平均水温は24.1～24.6℃で推移した。アンモニア態窒素濃度は，イカナゴを給餌した水槽で高かった。塩分濃度は各水槽間でほとんど差が無かった。水面照度は，実験1と同様に A－１，B－１，C－１，D－１の水槽群で高い値を示した。アルテミア密度とクロレラ密度は，実験区間の変動は少なかった。これらのうち水槽間に有意な差が認められた項目は，溶存酸素濃度，アンモニア態窒素濃度，照度の３項目であった。

実験３　実験３の取り揚げ結果の概要を表１に示した。実験３では収容が２日にわたったため，取り揚げ時の幼生は日齢15～16であった。各実験区の生残尾数は708～1,191個体であり，これらの尾数には有意な差が認められた（x^2検定，p<0.01）。推定生残尾数の推移を図4に示した。A－１，B－１，C－１，D－１では同様な減耗傾向を示し，ほぼ一定の割合で減耗が続いた。これに対し A－２，B－２，D－２では日齢10以降減耗が増加し，取り揚げ尾数も比較的少なかった。

実験３における環境・餌料要因の平均値および変動範囲を表４に示した。このうち，水槽間に有意な差がみられたものは塩分濃度と水面照度であった。塩分濃度の日ごとの推移を図５に示した。A－２，B－２，D－２区では飼育当初から塩分濃度が高く，換水が始まった後は低下したが，全般に高い傾向にあった。これはこれらの３区を収容した12月３日の海水の塩分濃度が，他の4区を収容した12月２日の塩分濃度より高かったためである。同様に図６に水面照度の日ごとの推移を示した。ここでは期間を通して A－１，B－１，C－１，D－１区の照度が他の３区より２倍程度高く，両群の平均水面照度には有意な差が認められた（スチューデントの t 検定，p<0.01）。

考　　察

2001年春期[6] および2003年春期[7] のマダコ幼生の飼育結果から，実験１，２では大型アルテミアとイカナゴを併用給餌する B 区の生残と成長が最も良好であろうと予想された。また，イカナゴの給餌効果を確かめるために大型アルテミア単独給餌区（A 区）を設け，さらに大型アルテミアの給餌効果を把握する目的で小型アルテミア給餌区（C，D 区）を設定し，実験区間の生残と成長の差を比較する予定であった。

表２　実験１における実験区間の環境測定結果の比較

実験区	水温* （℃）	溶存酸素濃度* （mg/ℓ）	アンモニア態窒素濃度* （ppm）	塩分濃度* （psu）	水面照度* （lx）	アルテミア密度 （個体/mℓ）	クロレラ密度 （万細胞/mℓ）
1-A-1	23.4±0.6 22.4～25.8	6.4±0.3 5.5～6.9	0.45±0.22 0.05～1.15	31.4±0.2 31.0～31.8	1,023±500 270～2,400	1.8±0.6 0.3～3.1	28±10 10～54
1-A-2	23.6±0.4 22.9～24.4	6.2±0.2 5.7～6.7	0.41±0.24 0.04～1.30	31.4±0.2 31.0～31.7	333±164 130～1400	1.8±0.8 0.4～3.2	25±11 1～44
1-B-1	23.2±0.5 22.1～25.6	6.1±0.3 5.3～7.1	0.54±0.28 0.04～1.44	31.3±0.1 31.0～31.6	1,059±450 250～2,100	1.8±0.7 0.6～3.8	23±11 3～52
1-B-2	23.3±0.3 23.1～24.5	6.2±0.3 5.6～6.9	0.50±0.23 0.04～1.03	31.4±0.2 30.9～31.7	320±121 130～940	1.8±0.5 0.6～3.2	25±11 7～49
1-C-1	23.3±0.5 22.4～25.7	6.3±0.3 5.5～7.0	0.29±0.16 0.04～0.88	31.3±0.2 31.0～31.7	1,139±517 130～2,400	1.6±0.7 0.4～3.6	25±11 5～51
1-C-2	23.7±0.3 23.3～24.4	6.4±0.4 5.4～7.2	0.30±0.16 0.04～0.89	31.4±0.2 30.9～31.7	249±64 110～370	1.6±0.6 0.4～3.7	27±14 2～63
1-D-1	23.5±0.7 22.6～26.1	6.2±0.3 5.4～6.9	0.45±0.19 0.04～0.89	31.3±0.1 31.0～31.5	1,129±508 100～2,100	1.7±0.6 0.6～3.1	27±9 10～50
1-D-2	23.0±0.5 21.8～24.4	6.3±0.4 5.6～7.5	0.43±0.16 0.04～0.73	31.3±0.2 30.9～31.6	243±57 110～400	1.8±0.7 0.7～3.8	26±11 4～51

*：実験区分間に有意な差がみられた項目（分散分析，p ＜0.01）。
上段は平均値±標準偏差，下段は最小値～最大値を示す。

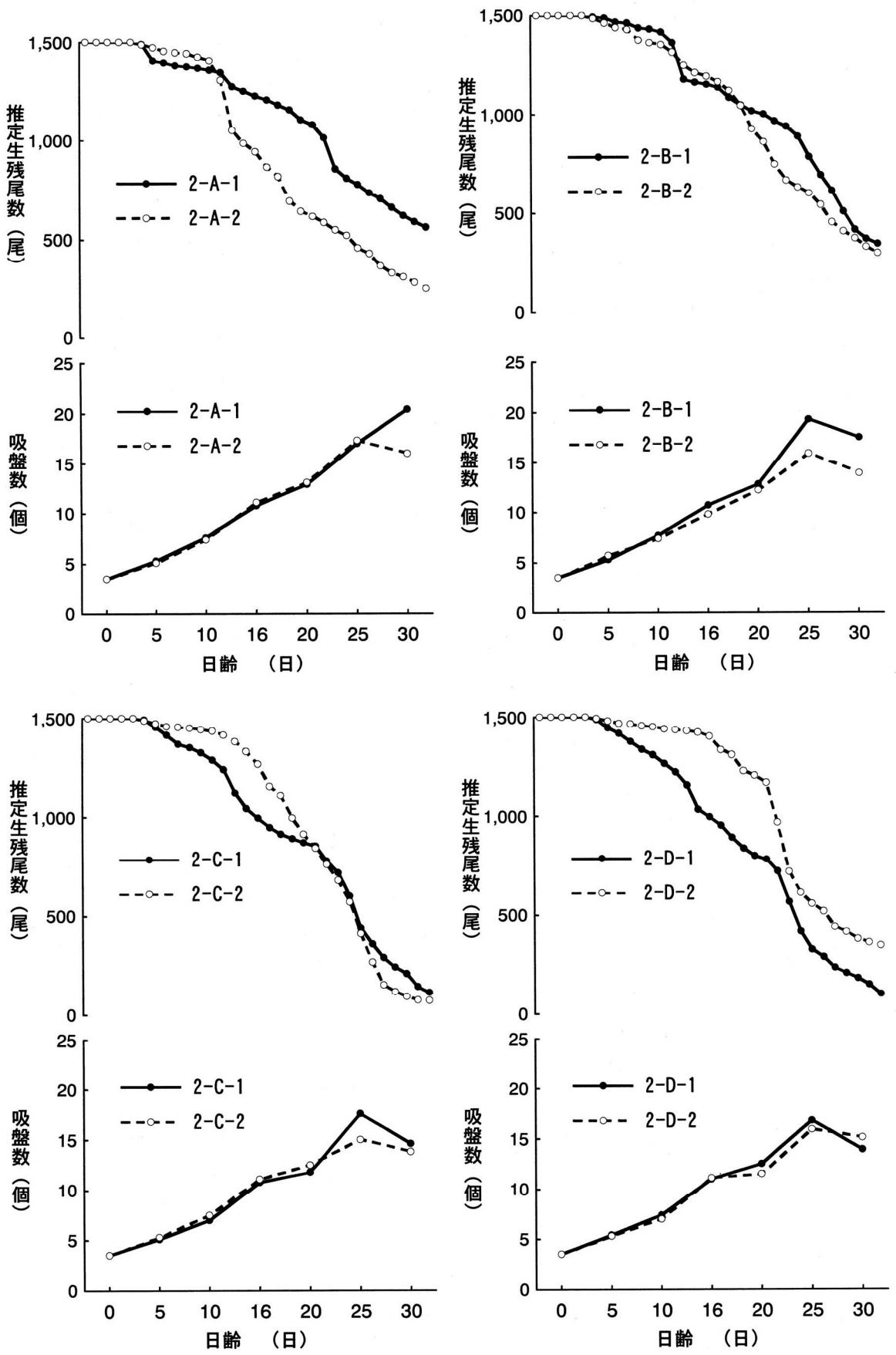

図３　実験２における推定生残尾数と吸盤数の推移

推定生残尾数＝収容尾数－［(収容尾数－回収された死骸総数) / 取り揚げた幼生数］(回収された死骸の累積数)

表３　実験２における実験区間の環境測定結果の比較

実験区	水温（℃）	溶存酸素濃度*（mg/ℓ）	アンモニア態窒素濃度*（ppm）	塩分濃度（psu）	水面照度*（lx）	アルテミア密度（個体/mℓ）	クロレラ密度（万細胞/mℓ）
2-A-1	24.1±1.2 20.0～25.2	6.2±0.4 5.6～7.3	0.26±0.11 0.04～0.59	31.5±0.4 31.0～32.1	494±283 130～1,200	1.7±0.7 0.3～3.2	19±9 2～43
2-A-2	24.4±1.3 20.0～25.5	6.0±0.4 5.3～7.1	0.25±0.10 0.03～0.57	31.5±0.4 31.0～32.1	236±100 120～550	1.7±0.5 0.4～2.7	17±9 2～40
2-B-1	24.1±1.3 19.9～26.4	5.9±0.6 4.3～7.3	0.47±0.16 0.04～0.72	31.5±0.3 31.1～32.2	534±351 120～1,400	1.7±0.6 0.5～2.8	21±9 4～36
2-B-2	24.3±1.4 20.0～28.6	6.0±0.5 5.2～7.3	0.47±0.15 0.06～0.74	31.5±0.3 31.0～32.1	220±84 110～400	1.6±0.6 0.3～2.9	20±9 5～41
2-C-1	24.1±1.2 20.0～25.2	6.2±0.4 5.5～7.4	0.19±0.08 0.04～0.44	31.5±0.4 30.9～32.1	513±293 110～1,320	1.5±0.6 0.5～3.6	19±7 6～36
2-C-2	24.6±1.4 20.0～25.7	6.1±0.4 5.6～7.3	0.23±0.08 0.06～0.50	31.6±0.3 31.1～32.1	180±64 100～340	1.7±0.6 0.3～3.0	19±10 3～39
2-D-1	24.2±1.2 20.0～25.2	6.1±0.4 5.1～7.3	0.31±0.10 0.04～0.45	31.5±0.4 31.0～32.1	495±278 130～1,100	1.6±0.5 0.4～2.5	18±8 1～41
2-D-2	24.1±1.3 20.0～25.1	6.0±0.4 5.2～7.4	0.35±0.11 0.06～0.56	31.5±0.3 31.0～32.1	175±54 100～300	1.7±0.6 0.7～3.0	21±10 4～50

*：実験区分間に有意な差がみられた項目（分散分析，$p<0.01$）。
上段は平均値±標準偏差，下段は最小値～最大値を示す。

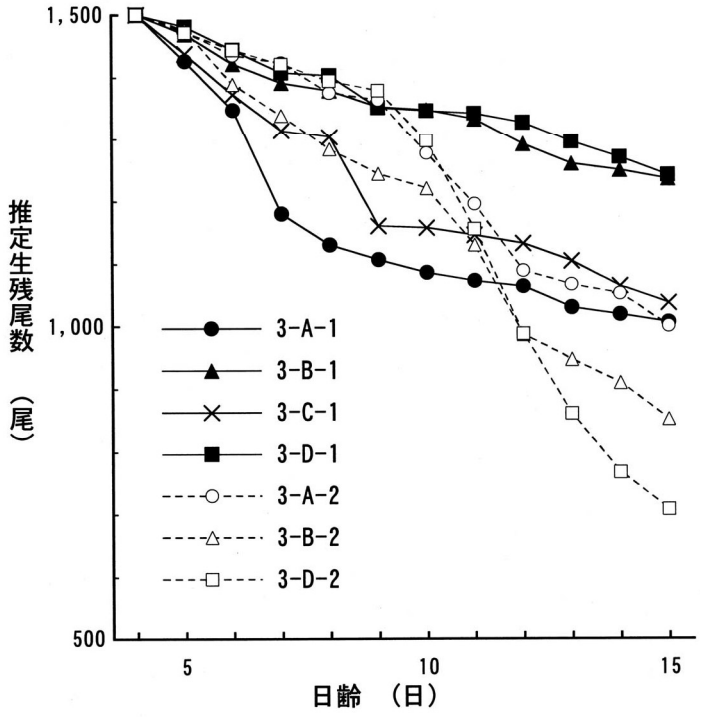

図４　実験３における推定生残尾数の推移
推定生残尾数＝収容尾数－［(収容尾数－回収された死骸総数）/取り揚げた幼生数］(回収された死骸の累積数)

表４　実験３における実験区間の環境測定結果の比較

実験区	水温 （℃）	溶存酸素濃度 （mg/ℓ）	アンモニア態窒素濃度 （ppm）	塩分濃度* （psu）	水面照度* （lx）	アルテミア密度 （個体/mℓ）	クロレラ密度 （万細胞/mℓ）
3-A-1	23.3±2.5 17.0～25.6	6.2±0.6 5.3～7.8	0.30±0.14 0.05～0.57	30.9±0.4 30.3～31.5	445±186 110～1,100	1.7±0.8 0.5～3.7	23±9 8～48
3-A-2	24.3±2.1 18.3～25.8	6.2±0.5 5.4～7.5	0.26±0.12 0.04～0.54	31.3±0.2 30.8～31.9	215±48 110～320	1.9±0.6 0.9～3.1	23±10 3～41
3-B-1	22.8±2.5 16.6～24.8	6.4±0.6 5.5～7.9	0.24±0.13 0.05～0.60	30.9±0.4 30.2～31.5	474±212 110～1,100	1.9±0.9 0.4～5.6	25±10 12～50
3-B-2	24.1±2.0 18.4～25.6	6.2±0.5 5.2～7.5	0.29±0.13 0.05～0.60	31.3±0.2 30.9～31.9	199±44 110～320	1.8±0.6 0.8～3.0	20±8 7～34
3-C-1	23.3±2.5 16.5～26.2	6.2±0.6 4.9～7.8	0.28±0.14 0.05～0.61	30.9±0.4 30.3～31.6	445±162 110～880	1.6±0.7 0.4～3.2	22±8 4～38
3-D-1	24.0±2.9 16.5～26.5	6.3±0.6 5.2～7.8	0.30±0.13 0.05～0.59	31.0±0.4 30.3～31.6	410±166 100～860	0.8±0.7 0.8～3.6	23±8 5～36
3-D-2	23.6±1.8 18.5～25.0	6.2±0.4 5.3～7.6	0.28±0.16 0.04～0.74	31.4±0.2 31.1～31.8	173±33 110～250	1.8±0.6 0.7～3.0	23±12 2～47

*：実験区分間に有意な差がみられた項目（分散分析，$p<0.01$）。
上段は平均値±標準偏差，下段は最小値～最大値を示す。

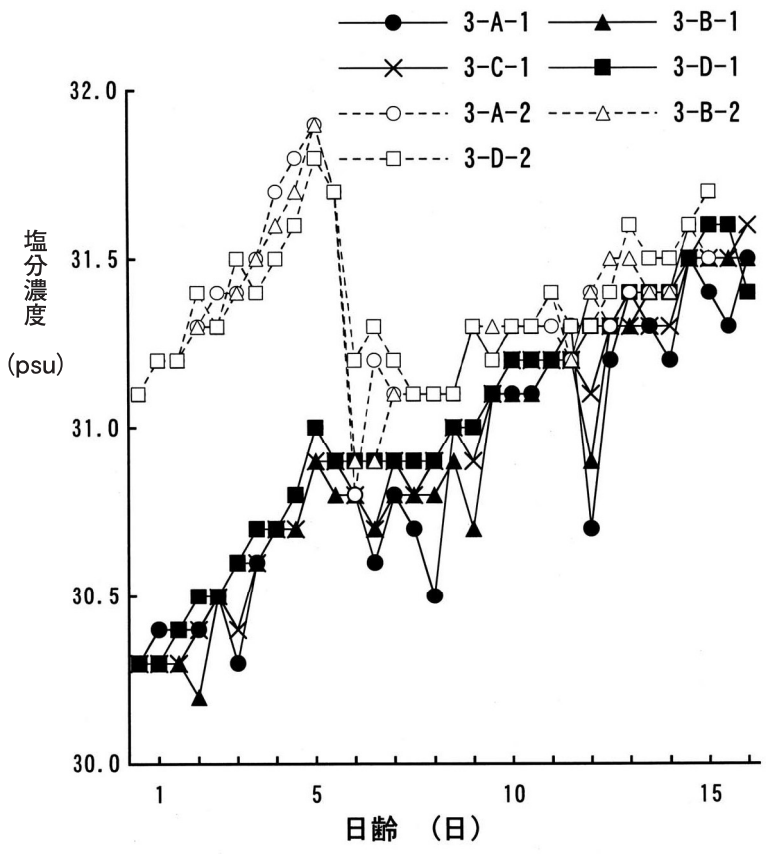

図５　実験３における水槽ごとの塩分濃度の推移

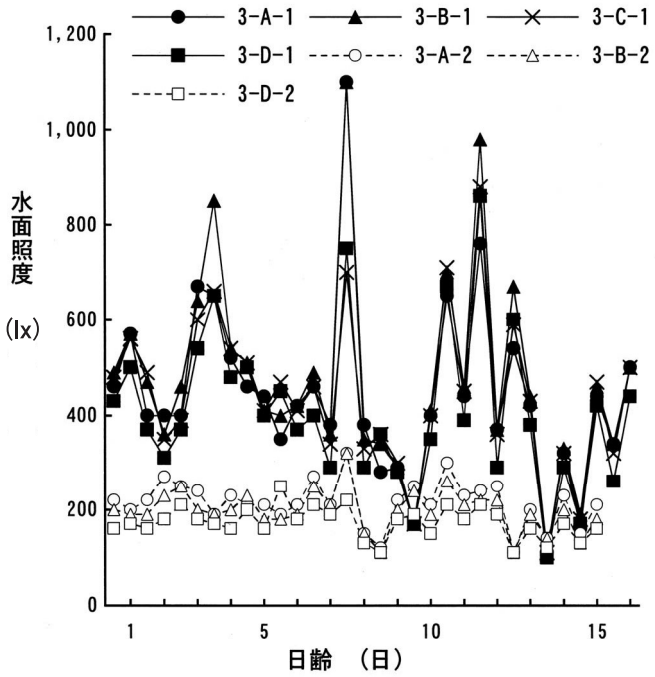

図６　実験３における水槽ごとの水面照度の推移

しかし，実験１，２の大型アルテミア＋イカナゴ給餌区の通算生残率は24.4%（17.8～36.9%）と，従来の飼育実験での通算生残率（66.3%[6]，46.2%[7]）に比べて低い値となった。さらに，実験１，２では，実験区ごとの生残や成長には明瞭な差異は認められず，同一区内において生残尾数が２～３倍異なる（１-B-１と１-B-２，２-D-１と２-D-２）など当初意図したような比較はできなかった。また，同じ餌料を給餌しているにも関わらず，実験１では日齢20～25以降に減耗が増加したのに対し，実験２では日齢５からほぼ一定の割合で減耗が続き，実験１と２では減耗の起こり方が異なった。これらの結果から，実験１，２のマダコ幼生の減耗要因は餌料由来ではなく，別の要因と推察され，水温や塩分などの環境要因が疑われた。

そこで，実験１，２の各実験区の環境要因の違いを分散分析によって検定した結果，多くの要因で有意差が認められた。実験１では水温，溶存酸素濃度，アンモニア態窒素濃度，塩分，水面照度の５項目で有意差があった。実験１では自然水温としたので水槽の設置場所によって室温が異なり，実験区間に水温差が発生した可能性がある。溶存酸素濃度とアンモニア態窒素濃度はイカナゴ給餌の有無と相関があると考えられる。すなわち，イカナゴを給餌した実験区では水槽底に蓄積したイカナゴ細片肉によって溶存酸素の低下とアンモニア態窒素の蓄積を招き，アルテミア単独給餌区では溶存酸素濃度は比較的高く，アンモニア態窒素濃度は低く推移した結果，両方の実験区間に差が生じたと推定された。各水槽への注水に用いた海水は同一バルブから分岐していたので，実験区間の塩分濃度に差が生じた原因は不明である。塩分濃度の変動範囲は30.9～31.8psu であり，変動幅が約３％と小さく，実験区間のわずかな差異が過大に検出されたおそれがある。水面照度は稚魚棟の西側に設置した A-１，B-１，C-１，D-１区で高く，東側に設置した４水槽では低かった。これは稚魚棟の西側の屋根が透明な波板葺きであり，東側は不透明なスレート葺きであって，透過する光線の量が異なるためである。アルテミア密度とクロレラ密度に関して差は認められなかったので，ほぼ均等に供給できたものと判断された。実験２においては溶存酸素濃度，アンモニア態窒素濃度，水面照度の３項目において差が認められた。これらの項目に差が生じた原因は実験１と同様に，溶存酸素濃度とアンモニア態窒素濃度に関してはイカナゴ給餌の影響，水面照度に関しては水槽の設置場所による日照の違いと考えられた。実験２では加温により水温を一定に保ったので，実験区間に水温差は生じなかった。

このように，実験１，２を通じて実験区間に差がみられた環境要因は溶存酸素濃度，アンモニア態窒素濃度，水面照度の３項目であった。このうち，溶存酸素濃度とアンモニア態窒素濃度は以前の飼育実験[6,7]と同程度であり，これらがマダコ幼生の生残と成長に直接影響を与えたとは考え難い。そこで，溶存酸素濃度とアンモニア態窒素濃度に影響を及ぼすイカナゴ給餌を排除して，すべての実験区に大型アルテミアのみを給餌して実験３を行った。同時に水槽の設置場所による水面照度の差を少なくするため寒冷紗Ｂを増設し

た。

実験３では塩分濃度と水面照度に差がみられた。この実験ではマダコ幼生の収容が２日間にわたったため，飼育初期の５日間は収容日の塩分濃度の差が顕著であった。マダコ幼生の遊泳個体率は塩分濃度が33psu では一定であるが，32psu では時間経過とともに遊泳個体率が低下し，塩分濃度が31，29psu へと低下するに従って遊泳個体率がさらに低下するので，塩分濃度を33psu に維持して飼育することが推奨されている[9]。実験３では塩分濃度が30.2～31.9psu と低く推移したため，塩分濃度の差が実験区間の生残率の違いに影響した可能性がある。塩分濃度の低下がマダコ幼生の遊泳個体率を低下させ，生残に悪影響を与えると考えられるのに反し，実験３では塩分濃度が全般に低かった区（A－１，B－１，C－１，D－１）の生残尾数が多く，逆に初期の塩分濃度が高かった区（A－２，B－２，D－２）の生残尾数が少なかった。このため，実験３においては実験区間で塩分濃度に差があったが，そのことが幼生の生残に直接影響したとは考え難い。そのため，実験区間の生残尾数の違いはそれ以外の要因である水面照度の違いに由来する可能性が高く，両方の水槽間の平均水面照度の違いから，400lx 程度の水面照度で飼育した方が200lx 程度での飼育に比べて高い生残が期待できると推察された。

以上のように，実験３では餌料以外の環境条件がマダコ幼生の生残と成長に影響することが示され，特に水面照度の影響が大きいと推定された。この結果を将来に活かすために，均質な光条件下でのマダコ幼生の飼育実験が必要である。それには水槽の設置場所に影響されないように，太陽光を遮光した室内で均一な人工光線を用いての飼育実験が有効であろう。このような飼育実験によって，照度の影響を排除した精度の高い研究成果が得られるものと期待される。同時に白木[9] が指摘したように33psu 程度の塩分濃度を維持して好適環境下で幼生を飼育する必要もあろう。

文　　献

１）伊丹宏三・井沢康夫・前田三郎・中井昊三（1963）マダコ稚仔の飼育について．日水誌，**29**，514-519.

２）浜崎活幸・福永恭平・吉田儀弘・丸山敬悟（1991）マダコ浮遊期幼生の生残・成長に及ぼすナンノクロロプシスの効果および20m^{3}水槽を用いた飼育事例について．栽培技研，**19**，75-84.

３）Villanueva R.（1995）Experimental rearing and growth of planktonic *Octopus vulgaris* from hatchling to settlement. *Can. J. fish. Aquat. Sci.*，**52**，2639-2650.

４）浜崎活幸・竹内俊郎（2001）油脂酵母あるいはサメ卵乾燥粉末で栄養強化したアルテミアのマダコ浮遊期幼生に対する餌料価値．栽培技研，**28**，65-68.

５）Navarro, J.C., and R. Villanueva（2003）The fatty acid composition of *Octopus vulgaris* paralarvae reared with live and inert food: deviation from their natural fatty acid profile. *Aquaculture*，**219**，613-631.

６）白木美聡（2003）頭足類の基本飼育技術開発（マダコ）．日本栽培漁業協会事業年報（平成13年度），202-209.

７）奥村重信（2003）１．頭足類の基本飼育技術開発（マダコ）．日本栽培漁業協会事業年報（平成15年度），86.

８）奥村重信・岩本明雄・栗原紋子・竹内俊郎（2004）大型アルテミアとイカナゴ給餌によるマダコ幼生の生残と成長の向上．2004年度日本水産学会大会講演要旨集，156.

９）白木美聡（2001）K 新しい栽培種として期待される頭足類 K－１マダコ⑴　屋島事業場．日本栽培漁業協会事業年報（平成11年度），225-229.