

マダコの幼生飼育におけるアルテミアの栄養強化の 必要性と給餌密度の検討

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-06-25 キーワード: 作成者: 山崎, 英樹, 奥村, 重信, 岩本, 明雄 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014790

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



マダコの幼生飼育におけるアルテミアの栄養強化の必要性和給餌密度の検討

山崎英樹^{*1}・奥村重信^{*2}・岩本明雄^{*3}

(^{*1} 瀬戸内海区水産研究所百島実験施設, ^{*2} 屋島栽培漁業センター,

^{*3} 瀬戸内海区水産研究所)

マダコ *Octopus vulgaris* はふ化後1カ月ほど浮遊生活を送り、徐々に底生生活へ移行する。伊丹ら¹⁾ はエビ類幼生などの生物を餌料にして世界で始めてマダコ幼生を着底期まで飼育した。その後、日本国内では40年以上幼生飼育に関する研究が進められているが、餌料となるゾエア幼生など大型の動物プランクトンを大量かつ長期間安定して確保するのが困難であること、栄養強化したアルテミアを主餌料とした飼育方法では、底生生活に移行した着底幼生が大量減耗することから種苗量産技術は確立されていなかった²⁾。

屋島栽培漁業センターでは、伊丹ら¹⁾ に代わる手法として2001年にチベット産アルテミア(中国青海省で採取されたノープリウスの全長が650 μ m前後の大型のアルテミア:以下、大型アルテミア)とイカナゴ細片肉を給餌することにより60%以上の高い生残率で着底期幼生を1万尾以上生産することに世界で初めて成功した³⁾。その後、アルテミアを用いたマダコ幼生の飼育には大型アルテミアの給餌が有効であること⁴⁾、イカナゴがマダコ幼生のDHA供給源となっていることを明らかにした⁵⁾。しかし、大型アルテミアを餌料としたマダコ幼生の飼育事例は少なく、種苗量産を前提とした飼育技術は未開発である。

本研究ではマダコ幼生の種苗生産技術の確立を目指し、大型アルテミアの適正な給餌方法について検討した。

材料と方法

親ダコとふ化幼生 親ダコは兵庫県南淡町周辺(淡路島紀伊水道沖)で漁獲された個体であり、2005年4月2日に5尾、5日に2尾、5月12日に5尾の雌親を屋島栽培漁業センターに搬入した。搬入時の親ダコの体重は平均1,875g \pm 473gであった。親ダコの養成は前報⁶⁾と同様の方法で幼生のふ化まで行い、ふ化後24時間以内の幼生を飼育実験に用いた。

餌料 餌料には、大型アルテミアとイカナゴを用いた。大型アルテミアのふ化方法および栄養強化は前報⁶⁾と同様の方法で行った。25 $^{\circ}$ C、30時間でふ化させたノープリウスは、サメ卵乾燥粉末(プラスアクアラン;BASF ジャパン)を250ppmの濃度で添加した20 $^{\circ}$ Cの海水中で18~24時間栄養強化した。イカナゴは、

2005年3月上旬に兵庫県淡路島沖で漁獲された平均全長37mmのものを凍結して屋島栽培漁業センターに搬入し-25 $^{\circ}$ Cで保管した。給餌用のイカナゴは、まとめてアイスライサー(ISL-2TD;ホシザキ電機)で0.5~1.0mm厚に細断して冷凍保存し、給餌の際には規定量をそのまま水面に撒布した。

大型アルテミアの栄養強化 大型アルテミアとイカナゴを併用給餌する場合の、大型アルテミアへの栄養強化の必要性を検討した。

試験期間は2005年6月17日~7月22日(日齢35)とした。飼育水槽には5k ℓ FRP水槽(3.0 \times 1.5 \times 1.0m)2面を用いた。試験区は、給餌する大型アルテミアを栄養強化した区(栄養強化区)と未強化で与える区(無強化区)の2区を設定した。ふ化ダコの収容尾数はそれぞれ17,500尾とした。各水槽には水面上70cmに32Wの蛍光灯2本を設置し、10時間(8~18時)の照明を行った。照明を行った以外の時間は窓などからの自然採光が見られた。水温は自然水温としたが、水温の上昇に伴いチタン製熱交換器を用いて25 $^{\circ}$ Cを上回らないように冷却した。飼育開始時は止水状態で飼育し、溶存酸素量が5mg/ ℓ 以上を保つように、水槽長辺の底縁辺に配置した2本のユニホース(長さ126cm;株ユニホース)で適宜調整した。

大型アルテミアの給餌量は、飼育開始時に1,000万個体を与え、2個体/ ml の密度を維持するように毎日9時と14時に不足分を添加した。さらに、飼育開始時に飼育水にスーパー生クロレラV12(クロレラ工業)を90ml添加し、換水を開始した日齢5から大型アルテミア給餌の際に50mlずつを添加した。

飼育環境として、水温、溶存酸素量(以下、DO)、塩分濃度および水面照度を大型アルテミアの給餌前に測定した。

日齢5からイカナゴの給餌と換水および底掃除を開始した。イカナゴの給餌量は30~50g/回/槽とし、給餌間隔は2時間毎(9~17時)とした。飼育水には砂ろ過海水を用い、換水量は100%/日を目安とした。底掃除は9時のイカナゴ給餌終了後にサイホンにより毎日定量(70 ℓ)を排水し、死亡個体数から生残尾数を推定した。また、マダコ幼生の成長として、5日毎に各試験区から10個体を採取し湿重量を測定した。さらに、収容時と試験終了時には20個体の吸盤数⁷⁾と湿

重量を測定した。

大型アルテミアの給餌密度 大型アルテミアの適正な給餌密度を検討した。給餌密度は0.5, 1, 2および4個体/mlの4段階を設定した。

試験期間は、7月1日～8月5日(日齢35)とした。試験には5kl水槽4面を用い、それぞれ16,000個体のふ化ダコを収容した。なお、本実験に用いた大型アルテミアは無強化とし、餌料条件以外の飼育方法は試験1と同様とした。

餌料とマダコ幼生の分析 餌料およびマダコ幼生に含まれるDHA量を分析した。大型アルテミアの分析には、栄養強化と無強化について給餌前のものを3日間分用いて平均値を求めた。マダコ幼生では、試験終了時の生残個体を用いた。各試料は水道水で洗浄後、十分に水分を切りビニール袋に入れて分析まで

-70℃で凍結保存した。分析方法は既報⁵⁾に準じた。

統計処理 試験終了時のマダコ幼生の吸盤数、湿重量およびDHA含量の差の検定は、Kruskal-Wallis検定により有意水準5%で行った。検定結果が有意であった場合は、Scheffe's検定により多重比較を行った。また、生残率の比較では3試験区以上の試験では、それぞれの試験区間の検定をBonferroniの修正を行い有意水準5%で χ^2 検定した。

結 果

大型アルテミアの栄養強化の必要性 試験結果の概要を表1に、マダコ幼生の推定生残率および平均湿重量を図1に示した。試験終了時(日齢35)の生残率は栄養強化区が30.4%、無強化区が27.0%であった。また、

表1 マダコ幼生の飼育における大型アルテミアの栄養強化の必要性

試験区	収容		取り上げ		
	吸盤数 (個)	平均湿重量 (mg)	生残率 (%)	吸盤数 (個)	湿重量 (mg)
無強化区	3.7±0.5	2.24 ^{*1}	27.0	20.9±2.8 ^a	25.8±8.0
栄養強化区			30.4	17.5±2.0 ^b	25.3±7.8

*1 20尾をまとめて測定

異なるアルファベットは有意水準5%で有意差があることを示す (a>b)

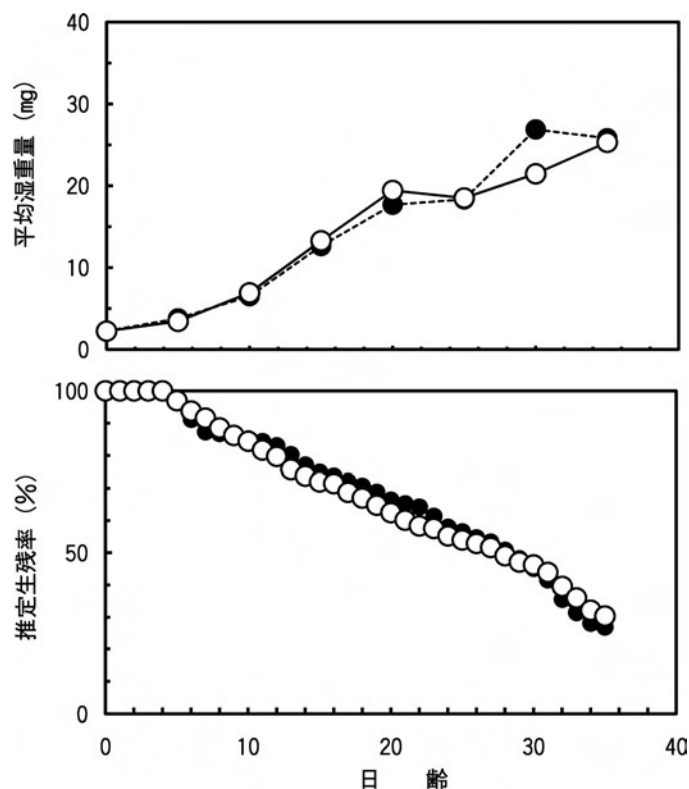


図1 大型アルテミアの栄養強化の有無がマダコ幼生の湿重量と生残に与える影響

○：栄養強化区，●：無強化区

成長の目安とした吸盤数は栄養強化区が 17.5 ± 2.0 個と無強化区の 20.9 ± 2.8 個に比べ有意に少なかったが、平均湿重量には栄養強化の有無による有意差は認められなかった。

飼育期間における栄養強化区と無強化区的环境測定値の平均は、それぞれ水温が 24.6°C と 24.7°C 、DOが6.6ppmと6.3ppm、塩分濃度が31.3psuと31.2psu、および水面照度が2,560 lxと2,289 lxと、両試験区と

も同様の環境条件を維持できた。

大型アルテミアの給餌密度の効果 試験結果の概要を表2に、マダコ幼生の推定生残率と平均湿重量を図2に示した。生残状況を見ると、給餌密度の低い0.5個体/ml区では日齢10以降に顕著な減耗が見られたが、日齢20以降は他の3区でも大きな減耗が見られた。試験終了時（日齢35）の生残率は、2個体/ml区(24.0%) > 4個体/ml区(11.6%) > 1個体/ml区(8.4%)

表2 マダコ幼生の飼育における大型アルテミアの給餌密度の検討

試験区	収容		取り上げ		
	吸盤数(個)	平均湿重量(mg)	生残率(%)	吸盤数(個)	湿重量(mg)
0.5個体/ml区			6.7 ^B	16.7 ± 2.0	25.6 ± 4.9^a
1個体/ml区	3.1 ± 0.3	2.13^{*1}	8.4 ^B	15.9 ± 3.0	23.6 ± 6.8^a
2個体/ml区			24.0 ^A	18.1 ± 1.8	23.7 ± 6.8^a
4個体/ml区			11.6 ^B	18.1 ± 3.2	17.0 ± 4.5^b

*1 20尾をまとめて測定

異なるアルファベットは有意水準5%で有意差があることを示す (A>B, a>b)

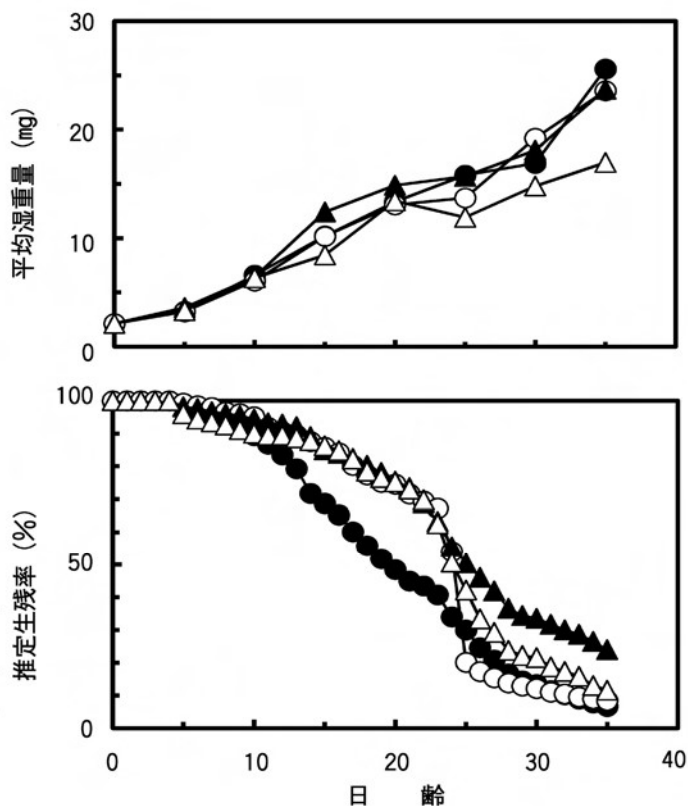


図2 大型アルテミアの給餌密度がマダコ幼生の湿重量と生残に与える影響

● : 0.5個体/ml, ○ : 1個体/ml, ▲ : 2個体/ml, △ : 4個体/ml

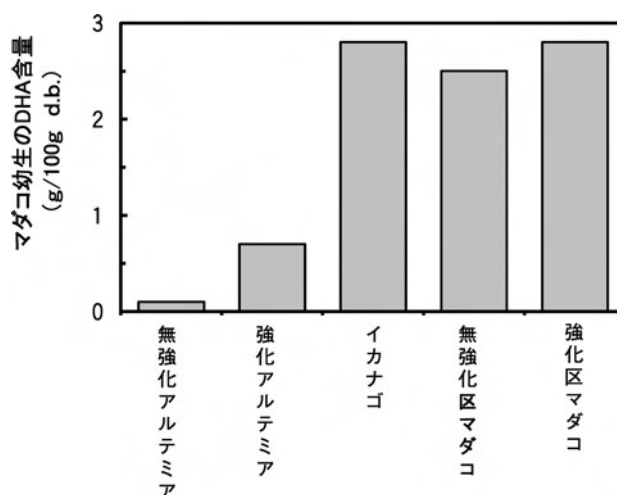


図3 大型アルテミアの栄養強化の有無、およびイカナゴとマダコ幼生のDHA含量の比較

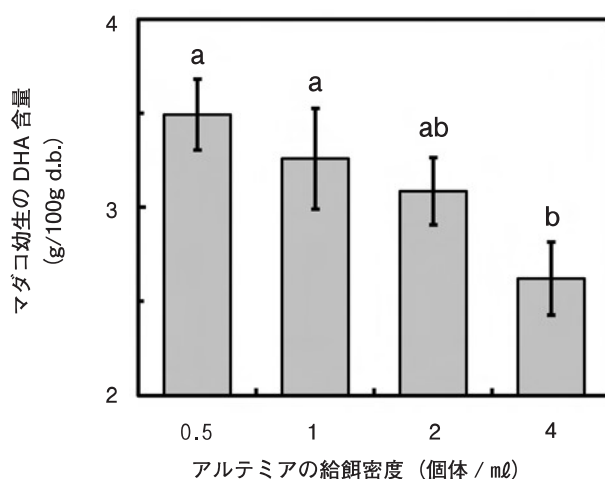


図4 大型アルテミアの給餌密度とマダコ幼生のDHA含量の比較異なるアルファベットは有意水準5%で有意差があることを示す (a>b)

>0.5個体/ml区 (6.8%) となり、2個体/ml区が他の試験区より有意に高かった。また、平均湿重量は、0.5個体/ml区 (25.6mg) > 2個体/ml区 (23.7mg) ≒ 1個体/ml区 (23.6mg) > 4個体/ml区 (17.0mg) となり、大型アルテミアの給餌密度が最も高い4個体/ml区が他の3区より有意に低下した。吸盤数は試験区間で有意差は認められなかった。

飼育期間中の環境測定値は、各試験区とも水温24.8~25.0℃、DO 6.2~6.7ppm、塩分31.1psuおよび水面照度2,328~2,654 lxの範囲にあり、同様の環境条件が維持できた。

餌料とマダコ幼生のDHA含量 餌料およびマダコ幼生のDHA含量を図3および図4に示した。大型アルテミアのDHA含量 (100g乾物当り重量) は、無強化時の0.1gが強化により0.7gまで増加した。イカ

ナゴのDHA含量は2.8gと大型アルテミアに比較して極めて高く、マダコ幼生では両試験区とも給餌したイカナゴとほぼ同程度の2.5~2.8gであった。大型アルテミアの給餌密度の違いによるマダコ幼生のDHA含量は、給餌密度と反比例し0.5個体/ml区 (3.5g) > 1個体/ml区 (3.3g) > 2個体/ml区 (3.1g) > 4個体/ml区 (2.6g) となった (図4)。

考 察

海産魚介類の種苗生産では、餌料に用いるシオミズツボワムシやアルテミアにn-3HUFAsの栄養強化を行い、仔稚幼生の成長や生残率並びに活力の向上が図られている⁸⁾。マダコ幼生の飼育でもアルテミア単独の餌料で飼育する場合はDHA強化の重要性が指摘

されており^{2,9)}、特にサメ卵乾燥粉末の有効性が報告されている²⁾。しかし、マダコ幼生は給餌されたアルテミアを短時間に摂餌しないため、飼育水中には多数のアルテミアが残存することになる¹⁰⁾。さらに、アルテミアはDHAを短鎖化してEPAに変えDHAはあまり蓄積しない¹¹⁾ため、残存したアルテミアからはDHAがほとんど検出されなくなる。このため、マダコ幼生が必要とするDHA量は大きく低下していると推察され、アルテミアのDHA含量を増加させる飼育手法の開発の必要性が指摘されていた²⁾。

一方、我々の一連の研究において、種苗生産現場で広く用いられている北米産アルテミアと比較して、チベット産の大型アルテミアはEPA含量が高く、マダコ幼生の飼育に適していることを明らかにした⁴⁾。また、イカナゴがマダコ幼生のDHAの供給源であることを明らかにし、イカナゴ給餌の有効性を示した⁵⁾。本試験では、マダコ幼生の飼育においてイカナゴに併用給餌する大型アルテミアへさらにDHAを強化する必要があるかを検討したところ、日齢35までの飼育では生残率と平均湿重量、およびマダコ幼生のDHA含量に顕著差は認められなかった。さらに、マダコ幼生のDHA含量はイカナゴと同程度であったことから、大型アルテミアへの栄養強化は必要ないと判断された。

マダコ幼生の飼育における餌料の給餌密度は、全長1.5~2mmの養成アルテミア(北米産)では1個体/ml程度とされている¹²⁾。大型アルテミアの給餌密度は、これまで経験的に2個体/mlとしてきたが、本試験で0.5~4個体/mlの範囲について検討したところ、生残率の面からこれまでの給餌密度が適切であったことが判った。しかし、マダコ幼生のDHA含量はアルテミアの給餌密度と反比例し、湿重量は給餌密度が最も高い4個体/mlで有意に低下した。その原因としてアルテミアの密度が高いほどアルテミアの摂餌量が増加し、逆にイカナゴの摂餌量が減少した可能性が考えられた。

マダコ幼生は小規模の水槽では、大型アルテミアとイカナゴ細片肉の併用給餌により、吸盤数20個(着底期)程度まで飼育可能となった³⁾。さらに量産規模での飼育技術を開発するためには、大型アルテミアの有効成分を特定するとともに、イカナゴの給餌方法、植物プランクトンの添加効果、適正照度とその照射時間、およびマダコ幼生の収容密度などについての解明が必要である。

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・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.
- 3) 白木美聡(2002) マダコの種苗量産に成功!! さいばい, 100 & 101, 9-11.
- 4) Okumura S., A. Kurihara, A. Iwamoto, and T. Takeuchi (2005) Improved survival and growth in *Octopus vulgaris* paralarvae by feeding large type Artemia and Pacific sandeel, *Ammodytes personnatus* improved survival and growth of common octopus paralarvae. *Aquaculture*, 244, 147-157.
- 5) Kurihara A., S. Okumura, A. Iwamoto, and T. Takeuchi (2006) Feeding Pacific sandeel enhances DHA level in common octopus paralarvae. *Suisanzoshoku*, 54, 413-420.
- 6) 奥村重信(2004) マダコ幼生の生残に及ぼす環境要因. 栽培漁業センター技報, 2, 34-43.
- 7) Okumura S., A. Kurihara, A. Iwamoto, and T. Takeuchi (2005) Correlations among arm sucker count, wet and dry weight of reared common octopus paralarvae. *Suisanzoshoku*, 53, 329-330.
- 8) 渡辺 武(1978) 脂質からみた仔稚魚用生物餌料の栄養価. 「水産学シリーズ22養魚と餌料脂質」(日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.93-111.
- 9) 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.
- 10) 浜崎活幸・竹内俊郎(2000) マダコ浮遊期幼生の生残と成長に及ぼす飼育水へのナンノクロロプシスの添加効果. 栽培技研, 28, 13-16.
- 11) Navarro, J.C., R.J. Henderson, L.A. McEvory, M.V. Bell, and F. Amat (1999) Lipid conversions during enrichment of Artemia. *Aquaculture*, 174, 155-166.
- 12) 森岡泰三(1988) III-3 種苗生産技術の開発, M-1 マダコ. 日本栽培漁業協会事業年報昭和61年度, 259-266pp.