

## 12 または15 で飼育したマガレイの形態異常に及ぼす餌料中のドコサヘキサエン酸とエイコサペンタエン酸の影響

誌名	日本水産学会誌
ISSN	00215392
著者名	佐藤,敦一 高谷,義幸 竹内,俊郎
発行元	日本水産学会
巻/号	75巻6号
掲載ページ	p. 1070-1072
発行年月	2009年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 短 報

12°C または 15°C で飼育したマガレイの  
形態異常に及ぼす餌料中の  
ドコサヘキサエン酸と  
エイコサペンタエン酸の影響

佐藤 敦一,<sup>1,2</sup> 高谷 義幸,<sup>1</sup> 竹内 俊郎<sup>2\*</sup>

(2008年12月1日受付, 2009年4月30日受理)

<sup>1</sup>道栽水試, <sup>2</sup>海洋大

Effect of docosahexaenoic and eicosapentaenoic acids on the morphological abnormalities of brown sole *Pseudopleuronectes herzensteini* reared at 12°C or 15°C

NOBUKAZU SATO,<sup>1,2</sup> YOSHIYUKI TAKAYA<sup>1</sup>  
AND TOSHIO TAKEUCHI<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Hokkaido Mariculture Fisheries Experiment Station, Muroran, Hokkaido 051-0013, <sup>2</sup>Graduate School of Marine Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology, Minato, Tokyo 108-8477, Japan

キーワード: エイコサペタエン酸, 形態異常, 飼育水温, ドコサヘキサエン酸, 発達ステージ, マガレイ

マガレイ *Pseudopleuronectes herzensteini* の種苗生産では, 体色白化および眼位異常に代表される形態異常が発生し,<sup>1)</sup> その防除が生産効率維持の上で極めて重要である。異体類の形態異常は, 変態期における左右性の形態形成が正常に行われないことによると考えられている。<sup>2,3)</sup> マガレイの場合, 高水温飼育によって変態前の発達の進行を促進することにより形態正常率を改善することが可能であり, 15°C より低い水温で飼育した場合に形態異常が多く発生する。<sup>1)</sup> また, マコガレイ *Pseudopleuronectes yokohamae* で形態異常防除効果が明らかにされているドコサヘキサエン酸 (DHA) は,<sup>4)</sup> マガレイ仔魚の D ステージ (上屈前仔魚) から E ステージ (上屈仔魚) にかけて高濃度で投与することがマガレイ仔魚の発達を促し, 形態異常防除に繋がると推察されている。<sup>5)</sup> またエイコサペンタエン酸 (EPA) と同様に DHA はマガレイ仔魚の発達速度を速めるものの, マガレイでは DHA の方が EPA よりも形態異常防除効果が高いと推察されている。<sup>5)</sup> しかし, これらのマガレイの DHA 要求性に関する実験は設定水温を 15°C としており, 15°C より低い飼育水温帯域での DHA と EPA が発達速度や形態異常に及ぼす影響は不明である。

そこで本報では, DHA や EPA を高濃度に含有する

エチルエステル (両者の濃度 95%, ㈱太陽油脂製) を使用して D ステージのマガレイ仔魚を 12°C または 15°C の水温で飼育し, マガレイの発達ステージと形態異常に及ぼす餌料中の DHA と EPA の影響を明らかにした。

実験 1 および 2 では 12°C に, 実験 3 および 4 では 15°C に飼育水温を調節し, 実験期間中の温度 (平均値 ± 標準偏差) はそれぞれ, 実験 1 (12.5 ± 0.3°C), 実験 2 (12.8 ± 0.4°C), 実験 3 (15.7 ± 0.3°C), 実験 4 (15.7 ± 0.3°C) であった。1 水槽実験とし, 各水槽 (500 L 水槽) に異なる仔魚群, すなわち 4 ロットの D ステージに到達したマガレイ仔魚 (実験 1; 平均標準体長 6.2 mm, 実験 2; 5.9 mm, 実験 3; 6.3 mm, 実験 4; 5.9 mm) を使って飼育実験した (実験 2 のみ 3000 尾/水量 300 L, その他は 20000 尾/水量 500 L)。実験区は, EPA 区および DHA 区とし, EPA エチルエステル 500 μL, DHA エチルエステル 1,000 μL をそれぞれの実験区におけるアルテミアに対して投入し, さらに各区の総オイル量が 1,000 μL となるようにコーンオイル (純度 99.9% : ㈱和光純薬製) を用いて調節した後, 前報<sup>6)</sup> に従って栄養強化 (以下強化) した。

2007 年に北海道立栽培水産試験場にて, 各実験区の強化アルテミアを無強化ワムシとともにマガレイ仔魚 (D~E ステージ) に給餌した後, 変態完了まで市販強化剤 (スーパーカプセルパウダー, クロレラ工業㈱製) による強化アルテミアを全実験区に給餌した。その他の実験方法は既報<sup>5)</sup> に準じ, 発達ステージおよび形態異常パターンは Aritaki and Seikai (2004)<sup>1)</sup> の区分に従って分類し, 実験区の形態正常率を  $\chi^2$  検定で比較した (有意水準 5%)。強化餌料と E ステージに概ね到達したマガレイ仔魚は, 脂肪酸含量分析用に採集してから分析に供するまで -80°C で凍結保存した後, 前報<sup>6)</sup> により脂肪酸含量を分析した。また, マガレイ仔魚のサンプリングは, 発達ステージ組成中で E ステージ以降に発達が進行していることが確認された翌日の午前給餌前に行った。

各実験区の強化アルテミアおよびマガレイ仔魚の脂肪酸含量 (乾燥重量換算) を Table 1 に示す。餌料の DHA 含量および EPA 含量は強化の違いを反映し, マガレイ仔魚におけるそれらの含量も餌料の違いとよく相関していることから, 餌料中の DHA および EPA が確実に D~E ステージの発達過程でマガレイ仔魚に取り込まれていると判断された。

各実験区の発達ステージ組成を Figs. 1 and 2 に示す。

\* Tel : 81-3-5463-0545. Fax : 81-3-5463-0545. Email : take@kaiyodai.ac.jp

Table 1 Fatty acid contents in *Artemia* and brown sole larvae (E-G stages)

Fatty acids (g/100 g d.b.* <sup>1</sup> )	<i>Artemia</i>		Brown sole larvae* <sup>3</sup>							
			12°C group				15°C group			
	EPA	DHA	Trial 1		Trial 2		Trial 3		Trial 4	
			EPA	DHA	EPA	DHA	EPA	DHA	EPA	DHA
EPA* <sup>2</sup>	4.16	1.52	3.43	0.94	1.92	0.70	2.37	0.79	2.15	1.14
DHA* <sup>2</sup>	0.02	2.98	0.72	1.94	0.37	1.38	0.38	1.89	0.38	2.53
n-3 HUFA* <sup>2</sup>	4.26	4.94	5.17	2.81	3.01	2.62	3.66	3.33	3.29	4.34
DHA/EPA	0.00	1.96	0.21	2.06	0.19	1.97	0.16	2.39	0.18	2.22

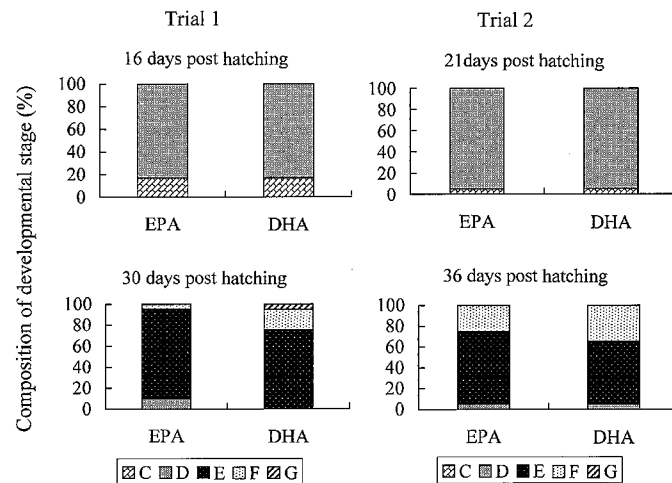
\*<sup>1</sup> Dry weight basis.\*<sup>2</sup> EPA, eicosapentaenoic acid; DHA, docosahexaenoic acid; n-3 HUFA, n-3 highly unsaturated fatty acid.\*<sup>3</sup> Major developmental stage in each trial was E stage (Trials 1 and 2), G stage (Trial 3) and F stage (Trial 4), respectively.

Fig. 1 Composition of developmental stage in Trials 1 and 2.

Each classification of developmental stage (C-G) was modified from Aritaki and Seikai (2004).<sup>1)</sup>

12°C, 15°CのいずれもDからEステージへ発達の進行度合いは、DHA区とEPA区との間ではほぼ等しかった。これは、DHAとEPAにおけるマガレイ仔魚の発達促進効果が同様であると推察された15°Cの時の実験データ<sup>5)</sup>を再現し、なおかつ12°Cでも15°Cと同じであることが新たに示唆された。また、既報<sup>5)</sup>ではアルテミアに対するDHAとEPAの強化量の比率を違えても発達の進行度合いへの影響は変わらず、今回の実験ではアルテミアに対してDHAとEPAをそれぞれ単独で強化しても影響は両者の間でほとんど変わらなかった。これらのことから、DHAとEPAではマガレイの発達速度に及ぼす影響が同様であると推察される。

実験2のDステージに到達する日齢は実験1よりも遅かった。マガレイ仔魚のC~Dステージへの進行速度は、ワムシの摂餌状況が停滞すると遅延する。<sup>5)</sup> 実験2の予備飼育時における摂餌性は、実験1よりも劣る傾向が観察された。そのために実験2ではDステージに

到達する日数が実験1よりも多くを必要としたものと考えられる。

実験3の14~25日齢における発達速度は、実験4よりも速かった。飼育水温や給餌した餌料は実験3と実験4で同様であり、飼育水温、餌料中のDHAおよびEPA以外の何らかの要因が実験3における仔魚の発達を促進したものと推測される。

タイプAの出現率(形態正常率)は、いずれの実験でもDHA区がEPA区よりも有意に高く(有意水準5%)、逆にタイプB+B'の出現率(白化率)は、EPA区がDHA区よりも高かった(Table 2)。また、12°C群の発達速度は15°C群よりも遅く、12°C群の形態正常率の平均値は15°C群よりも低いことから、高水温飼育による形態形成正常化の有効性<sup>1)</sup>が伺える。これは、系群が異なると思われる石川県産のマガレイ<sup>1)</sup>と同様に北海道産マガレイでも高水温飼育が、形態異常防除に有効であることを示唆している。さらに、12°C群、15°C群の

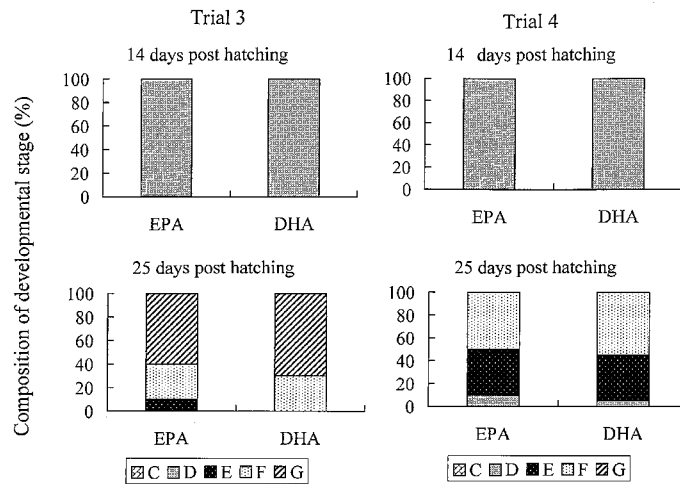


Fig. 2 Composition of developmental stage in Trials 3 and 4.  
Each classification of developmental stage (C-G) was modified from Aritaki and Seikai (2004).<sup>1)</sup>

Table 2 Morphological patterns in each treatment

	12°C group						15°C group					
	Trial 1		Trial 2		Average		Trial 3		Trial 4		Average	
	EPA	DHA	EPA	DHA	EPA	DHA	EPA	DHA	EPA	DHA	EPA	DHA
Morphological type* <sup>1</sup>												
A	38.4 <sup>B*2</sup>	60.3 <sup>A</sup>	29.1 <sup>B</sup>	51.0 <sup>A</sup>	33.8	55.7	47.0 <sup>B</sup>	61.0 <sup>A</sup>	55.1 <sup>B</sup>	83.0 <sup>A</sup>	51.1	72.0
B+B'	61.7	39.4	70.9	49.0	66.3	44.2	52.1	38.3	44.4	17.0	48.3	27.7
C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0

\*<sup>1</sup> Each classification of morphological pattern (A, B, B', C) was modified from Aritaki and Seikai (2004).<sup>1)</sup>

\*<sup>2</sup> Values having different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

両者とも仔魚中のDHA含量と形態正常率が相関したことから (Tables 1 and 2), 12°Cでも本種の形態異常防除にDHAが有効であることが新たに分かった。タイプC (両面有色個体) は, 全ての実験区ではほとんど出現しなかった。なお, データは示していないが実験区間における生残率および成長には顕著な差が認められなかった。

以上のように, 12°Cまたは15°Cの条件下では, 発達速度に及ぼす影響がDHAとEPAでは同様であるものの, 形態異常防除効果はDHAの方がEPAよりも高いことが明らかとなった。これらのことから本種の形態異常防除では, 12°Cよりも15°C程度で高水温飼育し, なおかつD~EステージにおいてEPAではなくDHAを重点的に強化して給餌することが12°Cまたは15°Cの飼育水温に関わらず効率的であることを示している。

最後に本研究を行うにあたり, 採卵用親魚の搬入に御協力頂いた北海道苫小牧漁業協同組合の吉田昭二氏, 飼育に関する有益な情報を教えて頂いた北海道えりも町役場の三戸充氏並びに芳賀恒介氏に感謝する。異体類の形態異常について, 多くの貴重なご助言を頂いた東京海洋大学水族栄養学研究室の芳賀 穰氏に深謝する。また,

本研究を含めマガレイの形態異常防除に関する一連の研究<sup>5,6)</sup>は, 北海道庁科学技術振興課管轄の重点領域特別研究および一般研究による予算で実施した。ここに謝意を表する。

## 文 献

- 1) Aritaki M, Seikai T. Temperature effects on early development and occurrence of metamorphosis-related morphological abnormalities in hatchery-reared brown sole *Pseudopleuronectes herzensteini*. *Aquaculture* 2004; **240**: 517-530.
- 2) 青海忠久. 体色異常は左右性のゆらぎ? 日水誌 2005; **71**: 996-997.
- 3) 有瀧真人. 異体類における形態異常の発現機序解明とその防除技術の開発. 日水誌 2008; **74**: 772-775.
- 4) Kanazawa A. Nutritional mechanisms involved in the occurrence of abnormal pigmentation in hatchery-reared flatfish. *J. World Aquacult. Soc.* 1993; **24**: 162-166.
- 5) 佐藤敦一. マガレイの健苗性向上を図る餌料の改善に関する研究. 博士論文, 東京海洋大学, 東京. 2009.
- 6) 佐藤敦一・竹内俊郎. マガレイ仔魚のドコサヘキサエン酸 (DHA) 要求. 日水誌 2009; **75**: 28-37.

$m^{-2}y^{-1}$ であった。 日水誌, 75(6), 1027-1035 (2009)

#### マガキ成貝飼育海水へ浸漬した採苗器への幼生付着率に及ぼす幼生サイズおよび餌条件の影響

平田 靖 (広島総研水海技セ, 広大院生物園科),  
田村義信 (広島総研水海技セ),  
長澤和也 (広大院生物園科)

採苗器をマガキ成貝飼育海水で予め浸漬処理すると、マガキ幼生の付着率が高まるということが知られている。本研究では、幼生のサイズあるいは餌条件が付着率に及ぼす影響を調べた。採苗器の浸漬処理の結果、平均殻高 295  $\mu m$  の幼生では付着率に有意な増加は認められなかったが、平均殻高 344  $\mu m$  の幼生では有意に増加した。また、24 時間の付着実験中の幼生に与える珪藻の細胞密度が  $0 \sim 10 \times 10^4$  cells/mL の範囲では、密度の違いによる付着率の有意差は認められなかった。

日水誌, 75(6), 1036-1041 (2009)

#### 日本海南西海域における中層トロールと面積密度法を用いたマアジ当歳魚の現存量推定手法の開発

志村 健 (鳥取水試), 大下誠二 (西水研),  
寺門弘悦 (島根水技セ), 田 永軍 (日水研)

マアジは日本周辺の沿岸域に広く分布する産業重要種である。マアジ対馬暖流系群の資源量は VPA 法で推定されているが、この手法では当歳魚の資源量が推定されるのは加入から数年後であるため、当歳魚の資源評価の精度が低いという欠点がある。そこで、漁期前に中層トロールで当歳魚を採集して、面積密度法によって現存量指標値を推定する方法を開発した。マアジの分布は水塊配置によって東西や南北方向に偏った。面積密度法によって水温分布を考慮し 4 海域に区分することで、正確な現存量指標値を推定することができた。

日水誌, 75(6), 1042-1050 (2009)

#### マクサ栄養体の付着に適した基質

土屋実穂 (海洋大),  
滝尾健二, 安藤和人, 川辺勝俊, 駒澤一朗  
(都島しよ総セ), 荒川久幸 (海洋大)

三宅島の荒廃したテングサ群落の再生を目的として、マクサ栄養体の付着に適した基質を検討した。(1)モルタル、フェンス、ボルト、混紡化学繊維で表面を覆ったボルトを海中に設置したところ、混紡化学繊維で覆ったボルトは、多くのマクサ栄養体を短期間で付着させ、設置一年後でもマクサが優占して着生していた。(2)マクサ栄養体の付着密度は、混紡化学繊維の基質で最も高かった。流水中における栄養体の残存率は、混紡化学繊維の基質で最も高かった。(3)混紡化学繊維へのマクサの付着は、化学繊維紐から突出する単繊維によって生起している。

日水誌, 75(6), 1051-1060 (2009)

#### 褐藻エゾノネジモクのジガラクトシルジアシルグリセロール分子種

本田真己, 鹿島晃洋, 高橋是太郎,  
板橋 豊 (北大院水)

エゾノネジモクに存在するジガラクトシルジアシルグリセロール (DGDG) の分子種を明らかにするために、DGDG からジアシルグリセロールを調製し、これをジニトロフェニルウレタン誘導体に変換して HPLC と MS で分析した。キラル HPLC では *sn*-1,2-ジアシル型であることが明らかになり、逆相 HPLC では 16 種の分子種が明瞭に分離された。逆相 HPLC /MS で得られた  $[RCOO]^-$  イオンを用いて各分子種が同定された。主要分子種は  $20:5n-3/18:4n-3$  と  $20:5n-3/18:3n-3$  であった。

日水誌, 75(6), 1061-1069 (2009)

#### 12°C または 15°C で飼育したマガレイの形態異常に及ぼす餌料中ドコサヘキサエン酸とエイコサペンタエン酸の影響 (短報)

佐藤敦一 (道裁水試, 海洋大),  
高谷義幸 (道裁水試), 竹内俊郎 (海洋大)

マガレイ仔魚を 12°C または 15°C で飼育し、形態異常に及ぼす餌料中のドコサヘキサエン酸 (DHA) とエイコサペンタエン酸 (EPA) の影響を調べた。実験は、D~E ステージの仔魚に EPA または DHA エチルエステルで強化したアルテミアを給餌した後、変態完了まで市販強化剤で強化したアルテミアを全実験区に給餌した。その結果、12°C では 15°C と同様に、DHA の形態異常防除効果が EPA よりも高かった。また、マガレイの形態異常防除では、12°C よりも 15°C で飼育し、なおかつ DHA 要求性に合った給餌を行うことが効率的であると考えられた。

日水誌, 75(6), 1070-1072 (2009)

#### シロクラベラ *Choerodon shoenleinii* 人工種苗の基質選択性 (短報)

名波 敦, 浅見公雄, 千村昌之 (水研セ西海水研)

シロクラベラ人工種苗の基質選択性を室内実験によって調べた。リュウキュウアマモの基盤 (海草基盤) と枝状ミドリイシ類の基盤 (サンゴ基盤) を設置し、人工種苗を 3 つのサイズクラスに分けた ( $10 \text{ mm} \leq TL < 20 \text{ mm}$ ,  $20 \text{ mm} \leq TL < 30 \text{ mm}$ ,  $30 \text{ mm} \leq TL < 40 \text{ mm}$ )。供試魚のサイズクラスの増加に伴い、海草基盤への寄り付きの割合は減少し、サンゴ基盤への寄り付きの割合は増加した。これらの寄り付きの割合はサイズクラス間で有意な差があった。以上の結果、本種の基質選択性はサイズによって変化すると考えられた。

日水誌, 75(6), 1073-1075 (2009)