

培養サガラム添加飼料がマアジの飼育成績，体表及び肉の色，並びに食味に及ぼす影響

野田浩之*

サガラム粉末を添加した飼料でマアジを飼育し，飼育成績，体表及び肉の色並びに食味に及ぼす影響について検討した。飼育成績に差は認められなかったが，色彩色差計を用いて色調を測定した結果，体表の b^* 値及び肉の a^* 値に有意差が認められた。また，官能試験ではサガラム粉末を添加した区の魚は身が柔らかいと評価された。以上の結果から，サガラムを飼料添加物として利用することによってマアジの体表及び肉の色並びに食味が変化することが明らかとなった。

キーワード：サガラム, *Eisenia arborea*, 飼料添加, マアジ, *Trachurus japonicus*, 色変化, 食味

サガラム*Eisenia arborea*は，国内では駿河湾西岸から紀伊半島西岸及び徳島県の伊島に分布し，沿岸域で海中林を形成する¹⁾。静岡県では，かつて御前崎市及び牧之原市の沿岸を中心に分布し²⁾³⁾，食用として利用されてきた。しかし，近年は磯焼けにより²⁾³⁾，サガラムの漁獲がない状態が続いている⁴⁾。こうした状況を受け，地域特産種であるサガラムの復活を目指し，サガラムの海面養殖⁵⁾及び海洋深層水を用いた陸上養殖技術の開発⁶⁾が行われている。養殖したサガラムは，味噌汁の具や茶漬の素などとしての食用利用のほか⁷⁾，乾燥粉末化したものでは乾燥肌改善等の効果も認められている⁸⁾。一方で，海藻類は配合飼料に添加することで，魚類飼育時における飼料効率，成長，抗病性等を向上させる効果があることが知られている⁹⁾。そこで，サガラムの有効利用法の1つとして魚類用飼料添加物としての可能性に着目した。本報告では，培養サガラムを添加した飼料でマアジ*Trachurus japonicus*を飼育し，飼育成績，体表及び肉の色，並びに食味に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

御前崎市産サガラムを由来とするフリー配偶体をもとに，駿河湾の水深397mから取水した海洋深層水を用いて浮遊培養した葉長10~20cmの胞子体を天日で乾燥したの

ち，粉碎機を使用してサガラム乾燥粉末を作成した。市販のマアジ用配合飼料に，飼料重量の3.0%及び1.5%のサガラム粉末を添加した飼料を給餌する試験区（以下3.0%添加区，1.5%添加区）と，配合飼料のみを給餌する対照区を設けた。供試飼料として，毎朝，配合飼料にサガラム粉末を添加して軽く攪拌した後，飼料重量の10%の水道水を霧吹きで噴霧して再度攪拌してから，表面を風乾させたものを用いた。水道水を加えることで，サガラムから溶出するアルギン酸ナトリウムの働きにより，サガラム粉末と配合飼料がよく絡まったため，展着剤は使用しなかった。対照区の餌には，水道水噴霧のみを行った。1日の給餌量は，収容した魚体重に対し3.0%添加区は1.030%，1.5%添加区は1.015%，対照区は1.000%とした。なお，噴霧した水道水を除いた配合飼料とサガラム粉末の合計重量を給餌量とした。各試験区とも，飼育容器には容量5m³（実水量3.5m³）の円形FRP水槽を1槽用いた。各水槽に供試魚を25尾ずつ収容し（平均体重247~250g），16℃前後に加温した駿河湾深層水をかけ流して90日間飼育した。試験開始時に全個体の体重を測定し，試験終了時には，全個体の体重測定のほか，各試験区から無作為に5尾を抽出し，色彩色差計によって体表及び肉の色を測定した。色彩色差計による測定部位は，体表の側線が下方に湾曲した部位の上部と，3枚におろ

2017年3月23日受理

静岡県水産技術研究所(本所)業績第1164号

*静岡県水産技術研究所深層水科，現伊豆分場

した肉の第1背鰭基部の下部とした。終了時の体重と色彩色差計の値はTukeyの多重比較検定を行った。さらに、色の測定に用いた5尾を3枚におろした肉を使用し、シェッフェの対比較法による官能試験を行った。パネルは水産技術研究所職員及び大学生計15名とした。評価は、肉の硬さ、色及び風味の嗜好度、総合評価について5段階尺度で行った。官能試験結果の有意性については、分散分析を行った。

結果及び考察

飼育成績を表1に示した。試験期間中の平均水温は16.3℃で生残率は各試験区とも96%であった。3.0%添加区、1.5%添加区、対照区の日間成長率と飼料効率は、それぞれ0.17%/day, 0.21%/day, 0.20%/day, 及び18.8%, 24.4%, 23.3%となり、3.0%添加区では若干低かった。試験終了時の平均体重は3.0%添加区287±44g(平均±標準偏差)、1.5%添加区301±47g, 対照区296±51gとなり、統計的に有意な差は認められなかった。3.0%添加区では試験開始当初、摂餌後に餌を吐き出す行動が観察され、給餌量に比べて実際の摂餌量が少なかったことが考えられた。アナアオサ変異種を添加した飼料でヒラメを飼育した試験では、2%の添加で日間成長率、飼料効率等の向上効果がみられるものの、4%以上の添加では2%に比べて低下することが報告されている¹⁰⁾。本試

験においてもマアジに対するサガラム粉末の添加率は3.0%では過剰であった可能性が考えられる。

図1に色彩色差計による測定結果を示した。体表はサガラム粉末の添加率が高い試験区ほど黄味を示すb*値が高くなり、3.0%添加区と対照区間で有意な差(p<0.05)が認められた。肉はサガラム粉末の添加率が高い試験区ほど赤味を示すa*値が高くなり、3.0%添加区とその他の試験区間でそれぞれ有意な差(p<0.05)が認められた。サガラム幼体にはキサントフィルの一つであるフコキサンチンが含まれており、海洋深層水で培養した幼体は表層海水で培養したものよりも含有率が高いことが報告されている¹¹⁾。キサントフィルには、マダイの体色やサケ科魚類の肉色などの改善に用いられ、赤色を呈する色素であるアスタキサンチン¹²⁾や、シマアジの体表に鮮やかな黄色を発現させるスピルリナの主要カロテノイドであるゼアキサンチン¹³⁾などがあり、フコキサンチンも鮮橙色であることから¹⁴⁾、サガラム粉末添加飼料で飼育したマアジの体表と肉の色彩変化はフコキサンチンの影響と考えられた。

図2に官能試験の評価結果を示した。肉の硬さについては、サガラム粉末添加率が高い試験区ほど数値が低く(柔らかく)なり、3.0%添加区とその他の試験区で統計的に有意な差(p<0.05)が認められた。色の嗜好度ではサガラム粉末を添加した試験区は対照区に比べて低評価となり、有意差(p<0.05)が認められた。風味の嗜好度と総合評価は、サガラム粉末の添加率が高い試験区ほど評価が低かったが統計的に有意な差はなかった。肉が柔らかく、肉色が赤いことがマアジでは低い評価の要因になったと考えられる。

今回の試験の結果、サガラム粉末を配合飼料に添加してマアジに給餌することで、体表及び肉の色並びに食味が変化することが明らかとなった。マアジでは、官能試験で良い評価が得られなかったが、今後は今回明らかとなったサガラム粉末の飼料添加物としての特性が活かされるような魚種の検討が必要である。さらに、海藻の投与の効果として抗病性、低酸素耐性、肝機能、乾出耐性などの向上⁹⁾が報告されていることから、サガラムによるこれらの効果についても検討が必要である。

表1 飼育成績

試験区		3.0%添加区	1.5%添加区	対照区
飼育期間	day	90	90	90
飼育尾数	尾	25	25	25
開始時 平均体重 ¹⁾	g	247±35	250±27	248±33
総重量	kg	6,166	6,255	6,200
飼育尾数	尾	24	24	24
終了時 平均体重 ¹⁾	g	287±44	301±47	296±51
総重量	kg	6,897	7,212	7,095
平均水温	℃	16.3	16.3	16.3
生残率	%	96	96	96
増重量	g	998	1,007	1,003
給餌量*2	g	5,201	5,126	5,050
日間給餌率*3	%/day	0.88	0.84	0.84
飼料効率*4	%	18.8	24.4	23.3
日間成長率*5	%/day	0.17	0.21	0.20

*1 平均±標準偏差

*2 配合飼料+サガラム粉末の重量

*3 $[(給餌量) / ((開始時尾数 + 終了時尾数) / 2) \times ((終了時総重量 + 開始時総重量) / 2) \times 飼育日数] \times 100$

*4 $[(終了時平均体重 - 開始時平均体重) \times (開始時尾数 + 終了時尾数) / 2] / 給餌量 \times 100$

*5 $(終了時平均体重 - 開始時平均体重) / ((終了時平均体重 + 開始時平均体重) / 2) \times 飼育日数 \times 100$

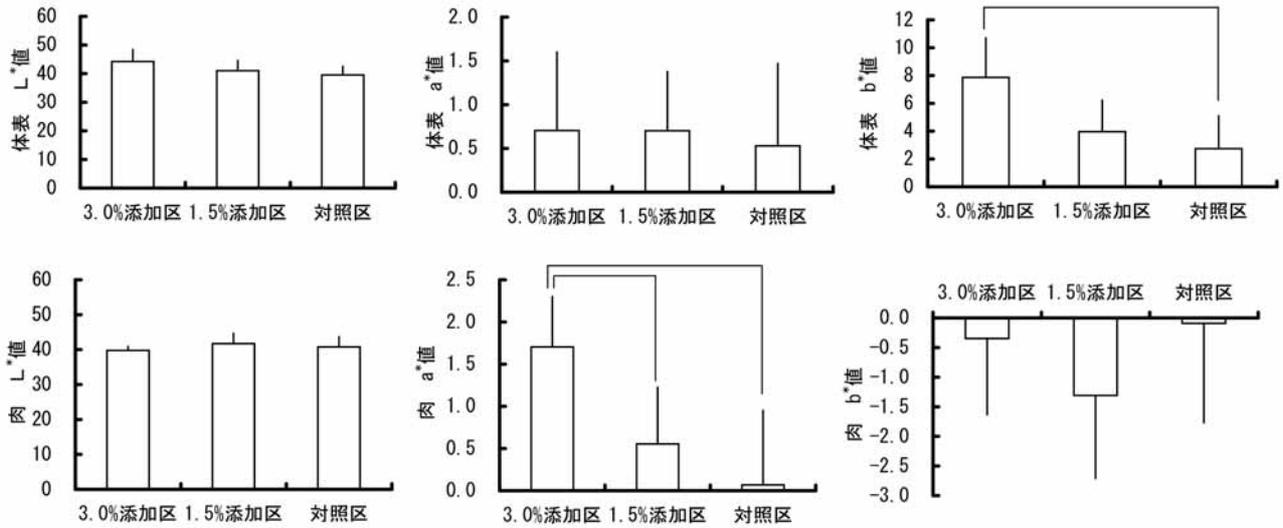


図1 体表（上段）及び肉（下段）の色彩色差計による測定結果
棒グラフのバーは標準偏差を表す
線で結ばれた試験区間で有意差 ($p < 0.05$) があることを示す Tukey多重比較検定

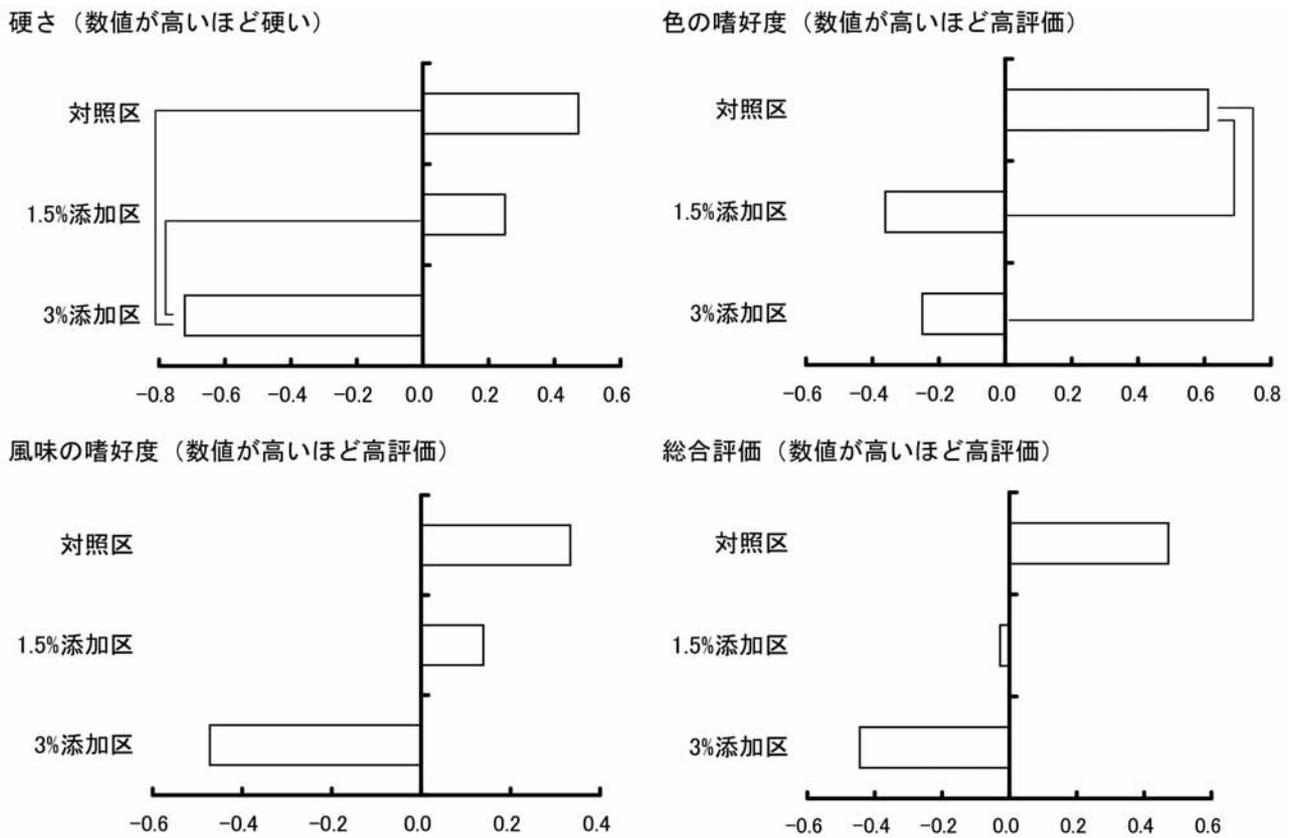


図2 シェッフエの一对比較法による官能試験結果
線で結ばれた試験区間で有意差 ($p < 0.05$) があることを示す

文献

- 1) 川嶋昭二(1993)：日本産コンブ類図鑑（川嶋昭二編），北日本海洋センター，札幌，122～123.
- 2) 長谷川雅俊(1996)：サガラメ異変.伊豆分場だより（静岡県水産試験場伊豆分場），264，2～8.
- 3) 長谷川雅俊(1996)：御前崎の潜水漁業と磯焼け.伊豆分場だより（静岡県水産試験場伊豆分場），265，2～6.
- 4) 長谷川雅俊(1999)：漁獲量から見た磯焼けの影響—榛南の事例.伊豆分場だより（静岡県水産試験場伊豆分場），278，2～9.
- 5) 二村和視・野田浩之・花井孝之・岡本一利(2009)：静岡県牧之原市での褐藻サガラメ（*Eisenia arborea*）の養殖.水産増殖，57(3)，501～505.
- 6) 野田浩之・二村和視・岡本一利(2010)：駿河湾深層水を用いたサガラメ*Eisenia arborea*の0.1-1kL水槽規模での培養.海洋深層水研究，11（1），13～19.
- 7) 野田浩之・吉川康夫・二村和視・山崎資之・渡辺光則・原川彩・橋本遼(2012)：1 サガラメ養殖技術開発.平成22年度静岡県水産技術研究所事業報告，99～100.
- 8) 吉川康夫・野田浩之・吉川昌之・高木邦明(2012)：2 サガラメを利用した化粧品類等の製品化およびその効果効能に関する研究.平成22年度静岡県水産技術研究所事業報告，92～93.
- 9) 中川平介(2008)：II 飼料添加物以外の添加商品藻類.養殖，45(4)，66～68.
- 10) 許波濤・山崎繁久・平田八郎(1993)：ヒラメ飼料に対するアナアオサ変異種の好適添加率.水産増殖，41(4)，461～468.
- 11) 吉川康夫・野田浩之・武田規良(2012)：1 培養藻類機能性分析研究.平成22年度静岡県水産技術研究所事業報告，91～92.
- 12) 森徹(1993)：海洋生物のカロテノイド代謝と生物活性（幹渉編），恒星社厚生閣，東京，59～68.
- 13) 加藤敏光(1992)：微細藻類の利用（山口勝己編），恒星社厚生閣，東京，32～44.
- 14) 金沢和樹(2008)：フコキサンチン.日本食品科学工学会誌，55(4)，194.

Effect of diets supplemented with dry powder of cultivated
Eisenia arborea on growth parameters, skin color, meat color,
and taste of Japanese horse mackerel *Trachurus japonicus*

Hiroyuki Noda

Abstract The present study was conducted to compare the effects of dietary supplements of cultivated *Eisenia arborea* on Japanese Horse Mackerel (*Trachurus japonicus*). The test diets were prepared with dry *E. arborea* powder supplementation levels of 0% (control, D1), 1.5% (D2), and 3.0% (D3). Twenty-five fishes (average body weight: 247 g, body weight range: 248-250 g) were reared in 5-m³ FRP tanks and fed with the test diets for three months. No significant difference in average body weight was found after three months of rearing. The b* score of skin in fish fed with D3 diet were significantly higher than that of the group fed with D1. Furthermore, the D3 group showed significantly higher a* score of meat than that in the other groups. Sensory evaluation revealed lesser hardness in the meat of fish fed with D3 diet than that in the other groups. These findings suggest that supplementation of diet with cultivated *E. arborea* can be used to change skin color, meat color, and meat texture.

Key words: *Eisenia arborea*, supplementation, Japanese horse mackerel, *Trachurus japonicus*, color change, sensory evaluation