

マダイの血液性状・体成分に及ぼすアオサエキス添加飼料の効果

中川平介・笠原正五郎・西尾浩憲*

広島大学生物生産学部
1984年8月24日受理

Effect of *Ulva*-extract supplemented diet on blood and body compositions of red sea bream

Heisuke NAKAGAWA, Shogoro KASAHARA, and Hironori NISHIO*

(Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University)

(Figs. 1-3, Tables 1-8)

魚粉を主体とする養魚飼料にクロレラエキス *Chlorella vulgaris* やアオサ *Ulva pertusa* 粉末を添加して魚に投与すると種々の生理的効果のみられることを既に報告した。¹⁻⁷⁾ これまでの研究から、魚の食性如何にかかわらず藻類の投与は何らかの生理的効果をもたらす、健全性の維持に重要な意味を有するものと考えられる。これらの場合、生理的効果がクロレラエキスでみられたことから海藻のエキス成分にも同様の効果をもつ成分の存在が考えられる。

そこで、本研究は魚に対するアオサの有効成分の検索の試みとして、アオサよりエキスを抽出してマダイ *Pagrus major* に投与し、魚の血液成分・体成分などに及ぼす影響を調べた。また、ハマチ *Seriola quinqueradiata* にクロレラエキスを投与した場合、体表面の側線部位の黄色が鮮明であったこと、²⁾ および藻類の投与が魚類の脂質代謝の改善に有効であった⁴⁻⁷⁾ ことから、カロテノイド色素のマダイ体表への蓄積に及ぼすアオサエキスの影響についても検討した。

材料および方法

マダイ 昭和58年6月に広島県沼隈郡田島の養殖業者より購入したマダイ *Pagrus major* 1年魚を、本学部筑島水産実験所においてマダイ用配合飼料で約1か月間予備飼育した後、135尾を500ℓのパンライト水槽(水容量400ℓ)4個(I-IV区)に分養し、それぞれ下記に示す飼料により7月4日から9月27日までの86日間飼育した。各区を通じ飼育期間中の水温範囲は23.7~29.9℃(平均27.0℃)、塩分濃度範囲18.2~33.5‰(平均28.7‰)であった。換水率は1日当たり9回とした。

飼料 第1表に飼料組成を示す。I区にはマダイ用配合飼料を、II区には同配合飼料にアオサエキスを1%噴霧したものを、III区には同配合飼料にオキアミ *Euphausia superba* オイル(日本水産株式会社製)を0.21%添加したものを、また、IV区にはアオサエキス1%とオキアミオイル0.21%を添加したものを与えた。アオサエキスは、5月に採取したアオサを天日乾燥したのちRetsh製超遠心粉碎機で粉末とし、この粉末100gに対し60% Ethanol 1ℓを加えて約1か月間暗所で抽出した。得られた抽出物はろ過、減圧濃縮を行った後 *n*-Hexane で脂溶性画分を除去した。ついで Ethanol, Hexane を除去したのち防腐の目的で40gの食塩を加え、最終的に200mlのアオサエキスを得た。アオサエキスの吸収スペクトルを第1図に示す。アオサエキスは配合飼料への添加に際し、蒸留水で適宜稀釈して配合飼料に噴霧した。オキアミオイルのカロテノイド含量は169mg/100gで、そのうち84.7%を Astaxanthin およびその Ester が占める。各区の投餌量は、1日当たり総魚体重の2%を目安として1日1回手撒きで与えた。

*現勤務先: 日本クリニック株式会社, 京都市。 *Present address: Japan Clinic Co. Ltd., Kyoto

Table 1. Diet composition

| | Group | | | |
|----------------------|-------|------|---------|---------|
| | I | II | III | IV |
| Commercial diet | 100g | 100g | 100g | 100g |
| Krill oil | - | - | 0.21g | 0.21g |
| <i>Ulva</i> -extract | - | 1.0g | - | 1.0g |
| Total | 100g | 101g | 100.21g | 101.21g |

魚の形態学的測定 86日間飼育したのち、各区より10尾ずつを形態学的測定に供した。内臓重量は腎臓を除く部分を測定した。肥満度は体重/体長³×100、比体高は体高/体長×10、比体幅は体幅/体長×10、および体幅/体高×10から求めた。

血液学的・血漿学的測定 採血前48時間を無給餌とし、各区10尾を取りあげ尾部切断によりヘパリン処理した時計皿上に採血し、直ちにその一部を用いて Hematocrit 値、Hemoglobin (シアンメト法)、赤血球数 (エームス社製コンプルーM1000による比色法) を測定した。残りの血液は3000 rpm、10分間遠心分離して血漿を取り、以下の測定に供した。すなわちその分析項目と方法を示すと、総タンパク質は片山工業製ビウレット試薬により、アルブミン/グロブリン比は硫酸塩析比濁法を原理とする極東製薬製アル・グロ比テスト試薬により、総脂質は国際試薬製リン酸バニリン試薬により、Triglycerides およびリン脂質は国際試薬製の酵素法を原理とするトリグリセライド測定キット (TG-E) およびリン脂質測定キット (PL-E) により、血糖値は国際試薬製グルコースオキシダーゼ法を原理とするグルコース-E試薬、遊離脂肪酸は日本商事製 NEFA キット-Kにより、それぞれ測定した。

背肉の一般分析 各区5尾の背肉を採り、固体ごと水分、灰分、粗タンパク質、脂質を測定した。水分、灰分は常法で行い、粗タンパク質は Kjeldahl 法、脂質は Bligh & Dyer 法⁸⁾ に基づき Methanol・Chloroform で抽出し、重量を測定した。

背肉脂質の分析 Bligh & Dyer 法で抽出した脂質について、Merck 製 HPTLC Silica gel 60 を用いて1枚の薄層上に脂質クラスとリン脂質を分離した。はじめに Chloroform・Methanol・水 (65:25:4 v/v/v) で薄層の中間まで展開し、風乾後続いて *n*-Hexane・Ether・酢酸 (87.5:12.5:1 v/v/v) で先端まで展開した。検出は重クロム酸カリウム飽和75%硫酸を噴霧後加熱した。各成分の定量はデンストメーターで行った。また、以下の方法により Triglycerides 分子種を液体クロマトグラフィーで比較した。すなわち、Merck 製の PLC Silica gel 60 F-254 S 薄層を用いて Triglyceride 画分を分取して試料とし、分析には、日本分光工業製高速液体クロマトグラフ Twinkle に Fine pak SIL C18 を充填した直径4.6 mm、長さ25 cmのカラムを用いた。移動相として Dichloromethane・Methanol (1:9 v/v)、流速1.5 ml/min、検出は同社製紫外モニター UV IDEC 100-III、波長220nmで行った。Triglycerides 標準品として西尾工業製トリグリセライド混合品 (Tripalmitin, Tripalmitolein, Tristearin, Triolein, Trilinolein) を用いた。

マダイ体表カロテノイドの分析 各区5尾の体表部を細切して Acetone 50ml 中に入れ一晩冷暗所でカロテノイドを抽出した。この Acetone 抽出液に水と *n*-Hexane を加え、カロテノイドを Hexane 層に移行させた。総カロテノイドの定量は *n*-Hexane 中における470nmの吸光度 $E_{1\text{cm}}^{1\%} = 2000$ から求め、魚体重100g当たりのカロテノイド量として示した。カロテノイド組成は薄層クロマトグラフィーで分離デンストメーターで定量した。薄層には Merck 製 HPTLC Silica gel 60 を、展開溶媒に *n*-Hexane・Ethyl-acetate (85:15 v/v) を用いた。

結 果

調製したアオサエキスは海藻臭の強い緑色の粘性のない液体で、吸収スペクトルはクロレラエキスと同様紫外部の260nm付近にわずかな肩がみられ、可視部にはChlorophyll関連物質とみられる吸収が認められた(第1図)。このエキス添加量1%は藻体にして0.5%に相当する。ハマチに対しコンブ *Laminaria digitata* 粉末を0.5%添加した生餌を投与した場合体脂質が増加したことからみて、このアオサエキスに効果があるとすれば1%の添加量は生理的効果が表われるに十分な量と考えられる。

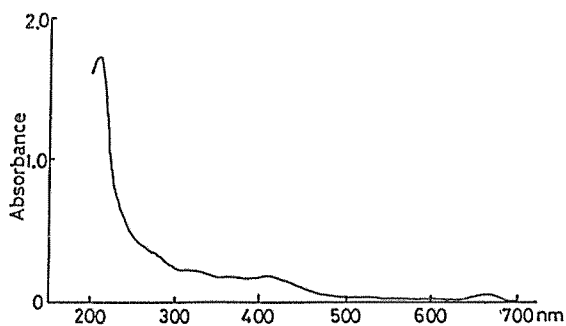


Fig. 1. Absorption spectrum of *Ulva*-extract in water

86日間の飼育成績を第2表に示す。体重の増加は70日目までは各区の間に差はみられなかったが、その後I区のみ成長が低下したため最終的に飼料効率、タンパク質効率共に低い値を示した。一方、Ⅲ、Ⅳ区では投与したオキアミオイルの効果とみられる飼料効率、タンパク質効率の向上が認められた。飼料の違いにより魚のし好性に差異はなかったが、飼育期間中水温の上昇に伴いⅠ、Ⅲ区の魚は次第に不活発となり摂餌活動も低下した反面、アオサエキスを投与したⅡ、Ⅳ区では飼育終了時まで魚の活動は特に変化せず活発な摂餌を続け、両者の間には明らかに健全性に差がみられた。

Table 2. Growth of red sea bream reared with various diets

| Group | Initial body weight* (g) | Final body weight* (g) | Feed efficiency (%) | Protein efficiency ratio (%) | Mortality (%) |
|-------|--------------------------|------------------------|---------------------|------------------------------|---------------|
| I | 64.5 | 108 | 49.7 | 92.9 | 2.6 |
| II | 80.0 | 127 | 50.3 | 94.0 | 2.7 |
| III | 77.5 | 130 | 52.4 | 97.9 | 5.6 |
| IV | 63.0 | 122 | 58.6 | 109.5 | 5.0 |

* Average body weight

第3表に魚体の形態学的測定値を示す。I区と他区との間で差異の有意性について検定を行ったところ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ区は肥満度、体幅/体表比共に大きく、肥育が良好であることを示した。また内臓比、比肝重量も高い傾向がみられたが、腹腔内脂肪重量に差異は認められなかった。血液学的分析では Hematocrit値、Hemoglobin、赤血球数共にⅡ、Ⅲ、Ⅳ区がI区より高いがMCV、MCHCに差異はなかった(第4表)。

Table 3. Biological measurements of red sea bream

| | Group | | | |
|-----------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | I | II | III | IV |
| Body weight (g) | 107 ± 18 | 116 ± 14 | 125 ± 32 | 121 ± 19 |
| Fatness ^{*1} | 3.80 ± 0.27 | 4.29 ± 0.29 ^{*8} | 4.06 ± 0.31 ^{*9} | 4.27 ± 0.39 ^{*8} |
| HB/BL ^{*2} | 4.51 ± 0.16 | 4.57 ± 0.07 | 4.59 ± 0.14 | 4.63 ± 0.15 |
| Wid/BL ^{*3} | 1.76 ± 0.06 | 1.98 ± 0.17 ^{*8} | 1.91 ± 0.06 ^{*8} | 2.00 ± 0.32 ^{*8} |
| Wid/BH ^{*4} | 3.90 ± 0.18 | 4.11 ± 0.39 | 4.03 ± 0.38 | 4.11 ± 0.17 ^{*8} |
| VSI ^{*5} | 4.00 ± 0.67 | 5.23 ± 0.94 ^{*9} | 5.60 ± 0.67 ^{*8} | 5.32 ± 0.54 ^{*8} |
| HSI ^{*6} | 1.14 ± 0.19 | 1.48 ± 0.41 | 1.68 ± 0.37 ^{*8} | 1.64 ± 0.31 ^{*8} |
| IPF ^{*7} | 36.4 ± 8.7 | 33.0 ± 8.4 | 39.6 ± 13.0 | 35.9 ± 13.1 |

*1 Body weight/body length³ x100

*2 Body height/body length x 10

*3 Body width/body length x 10

*4 Body width/body height x 10

*5 Viscerosomatic index

*6 Hepatosomatic index

*7 Intraperitoneal fat ratio

*8 Significantly different from group I ($p < 0.01$).*9 Significantly different from group I ($p < 0.05$).

Table 4. Blood properties of red sea bream

| | Group | | | |
|----------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | I | II | III | IV |
| Hematocrit (%) | 23.3 ± 2.3 | 30.6 ± 3.7 ^{*4} | 32.3 ± 2.9 ^{*4} | 30.8 ± 2.9 ^{*4} |
| Hemoglobin (g/100mL) | 4.9 ± 1.0 | 6.9 ± 0.7 ^{*4} | 6.3 ± 0.6 ^{*4} | 6.6 ± 0.6 ^{*4} |
| RBC ($10^6/\text{mm}^3$) | 3.15 ± 0.67 | 4.07 ± 0.35 ^{*4} | 3.86 ± 0.29 ^{*4} | 3.82 ± 0.45 ^{*4} |
| MCH ^{*1} | 15.7 ± 1.9 | 17.4 ± 1.1 ^{*5} | 16.3 ± 2.4 | 17.4 ± 1.3 ^{*5} |
| MCV ^{*2} | 76.5 ± 14.9 | 76.8 ± 4.4 | 84.2 ± 9.2 | 81.1 ± 5.9 |
| MCHC ^{*3} | 21.1 ± 3.3 | 22.8 ± 1.2 | 19.5 ± 2.7 | 21.5 ± 1.3 |

*1 Mean corpuscular hemoglobin

*2 Mean corpuscular volume

*3 Mean corpuscular hemoglobin concentration

*4 Significantly different from group I ($p < 0.01$).*5 Significantly different from group I ($p < 0.05$).

第5表に血漿成分の分析値を示す。アオサエキスを投与したII、IV区では総脂質量、遊離脂肪酸、血糖値が高い値を示し、さらにIV区では総タンパク質が高い一方、III、IV区ではアルブミン量が低値を示した。魚の血漿成分量はHematocrit値の変動に従って変動するため^{3,9)}血漿成分量を血液100mL当たりの量に換算して表わすと、IV区の総タンパク質が高い(5%の危険率で有意)程度で他の項目では有意の差は認められなかった。

Table 5. Plasma constituents of red sea bream

| Group | Protein (g/100mℓ) | Albumin (g/100mℓ) | Lipid (mg/100mℓ) | L/P ^{*1} | TG ^{*2} (%) | NEFA ^{*3} (μEq/100mℓ) | Sugar (mg/100mℓ) |
|-------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| I | 5.73 ± 0.42 | 3.23 ± 0.26 | 1140 ± 270 | 20.3 ± 4.1 | 27.2 ± 9.8 | 51.1 ± 3.3 | 26.4 ± 9.8 |
| II | 6.06 ± 0.48 | 3.49 ± 0.27 | 1500 ± 38 ^{*4} | 24.7 ± 5.8 | 33.5 ± 14.9 | 63.3 ± 10.0 ^{*4} | 38.0 ± 9.6 ^{*5} |
| III | 5.96 ± 0.78 | 2.55 ± 0.84 ^{*5} | 1700 ± 64 ^{*4} | 29.0 ± 11.7 ^{*5} | 26.7 ± 11.6 | 53.1 ± 4.5 | 24.4 ± 6.9 |
| IV | 7.26 ± 1.21 ^{*4} | 2.39 ± 0.67 ^{*4} | 1581 ± 450 ^{*5} | 26.9 ± 9.7 | 37.7 ± 14.7 | 57.1 ± 7.5 ^{*5} | 36.7 ± 8.0 ^{*5} |

*1 Lipid/protein ratio

*3 Nonesterified fatty acid

*5 Significantly different from group I ($p < 0.05$).

*2 Triglycerides/lipid x 100

*4 Significantly different from group I ($p < 0.01$).

背肉の一般分析結果を第6表に示す。II, III, IV区の粗タンパク質含量が高く、逆に水分の少ないことが特徴的であったが、脂質の含有量は各区とも1.6 - 1.8%で差は認められなかった。

Table 6. Proximate composition of dorsal muscle

| Group | Moisture | Ash | Crude protein | Lipid |
|-------|--------------|-------------|---------------|------------|
| I | 77.5 ± 0.5% | 1.3 ± 0.1% | 19.6 ± 0.8% | 1.6 ± 0.4% |
| II | 74.7 ± 0.8%* | 1.6 ± 0.1%* | 21.9 ± 0.8%* | 1.8 ± 0.6% |
| III | 75.4 ± 0.6%* | 1.4 ± 0.1% | 21.5 ± 0.8%* | 1.8 ± 0.2% |
| IV | 75.4 ± 0.5%* | 1.3 ± 0.1% | 21.6 ± 0.5%* | 1.8 ± 0.3% |

* Significantly different from group I ($p < 0.01$).

Table 7. Lipid class composition of red sea bream dorsal muscle

| Lipid class | Group | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV |
| Cholesterol esters) | | | | |
| Others | 5.6% | 5.6% | 4.1% | 6.0% |
| Triglycerides | 28.5% | 33.6% | 38.4% | 42.4% |
| Fatty acids | 10.0% | 10.7% | 8.8% | 9.0% |
| Cholesterol | 12.6% | 9.9% | 14.6% | 12.4% |
| Partial glycerides) | | | | |
| Unknown | 16.7% | 12.6% | 12.0% | 9.1% |
| Phospholipids | 26.6% | 27.6% | 22.1% | 21.1% |
| TG/PL* | 1.07 | 1.22 | 1.74 | 2.01 |

* Triglycerides/phospholipids ratio

各区5尾の背肉から個別別に抽出した脂質を区ごとにあわせたのち、その脂質組成を薄層クロマトグラフィーで定量した(第7表)。リン脂質は Phosphatidyl choline, Phosphatidyl ethanolamine, Sphingomyelin, Lysophosphatidyl choline の約4成分に分離したが、第7表の脂質クラスの組成にはそれらを一括してリン脂質として示した。各区の背肉の脂質含量は同一であったにもかかわらず、脂質組成では、I, II, III, IV区の順に Triglycerides の比率が高くなる傾向がみられ、アオサエキス、オキアミオイルの投与は脂質組成に変化を与えた。各区の Triglycerides の比率に変化がみられたので、各区の背肉の Triglycerides の分子種を液体クロマトグラフィーで比較した結果、第2図の溶出像に示すように Partition number の小さい成分がII, III, IV区に比較的多く、Triglycerides の分子種に差異のあることがわかった。なお、第2図には比較のため Triglycerides 標準品の溶出像も示した。

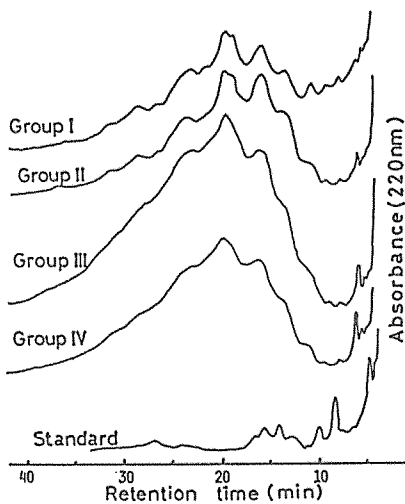


Fig. 2. High performance liquid chromatograms of triglyceride fraction of dorsal muscle lipid from red sea bream.

Column: Finepak SIL C18, 28cm
Mobile phase: Methanol-dichloromethane (9:1v/v)
Detection: Absorbance at 220nm
Standard triglycerides: Tripalmitin, tripalmitolein, tristearin, triolein, trilinolein

FUJITA¹⁰⁾は、マダイへのオキアミオイルの投与は体表の色調の向上に効果的であることを明らかにしている。脂質代謝に関わると思われるアオサエキスをオキアミオイルと同時に投与し、その効果を見た。吸光度より求めたカロテノイド量は、第8表に示すようにオキアミオイルの効果を顕著に表わしており、肉眼的にもIII, IV区は明らかに良好な体色を示した。しかしながら、アオサエキスの投与はカロテノイド蓄積量の増大をもたらすような相乗効果は示さなかった。カロテノイドの薄層クロマトグラフィーの

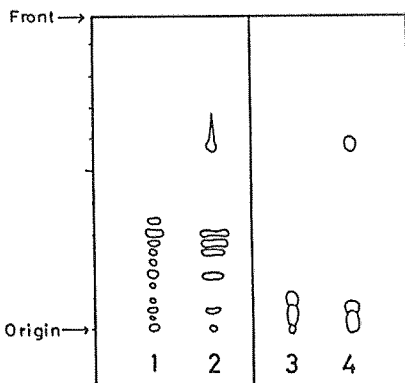


Fig. 3. Schematic thin layer chromatograms of carotenoid on silica gel plate (Merck HPTLC silicagel 60).

- 1: Krill oil carotenoids
- 2: Red sea bream integument carotenoids
- 3: Krill oil carotenoids after saponification
- 4: Red sea bream integument carotenoids after saponification

Table 8. Carotenoid composition of integument of red sea bream

| Group | Carotenoid content ($\mu\text{g}/100\text{g}$)* ¹ | Carotenoid composition (%) | | |
|-------|--|----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| | | Unknown | Astaxanthin Astaxanthin esters | Tunaxanthin Others |
| I | 79 \pm 14 | 6.3 | 41.7 | 52.0 |
| II | 88 \pm 14 | 3.8 | 46.2 | 50.0 |
| III | 128 \pm 27* ² | 0.8 | 62.2 | 37.0 |
| IV | 106 \pm 15* ² | 6.7 | 61.5 | 31.8 |

*¹ $\mu\text{g}/100\text{g}$ body weight*² Significantly different from group I ($p < 0.01$).

結果オキアミオイルは約11の成分に分離し、YAMAGUCHIら¹¹⁾の分析結果から判断するとこれらはAstaxanthinおよびそのEsterに相当する成分であり、それらの成分のほとんどが鹼化によりRf値0.15以下のAstacinに変化した。マダイ体表のカロテノイドとしてI-IV区のいずれにおいても約7成分を検出した。マダイのRfの高い黄色の成分(Rf 0.55 - 0.70)には鹼化後もRf値が変化しない成分があり、FUJITAら¹⁰⁾が報告したTunaxanthin等を含む成分に相当するものと考えられる。これより低いRf 0.20 - 0.35を示す成分は赤色または黄赤色を呈し、オキアミオイルのカロテノイドと類似のRf値を示し、鹼化によりRfが0.1以下となったこと、および吸収スペクトルから判断してAstaxanthin esterが主成分と考えられる。また、Rf値からみてRf 0.15付近の成分がAstaxanthinと考えられる。¹²⁾原点には黄赤色の成分が認められた。以上から、KAYAMAらの報告¹³⁾と同様、オキアミオイルの投与によってマダイの体表には主としてAstaxanthin esterが増加し、相対的にはRfの高い黄色のカロテノイドの比率が減少した。

以上のほか、それぞれの区のマダイを一昼夜冷蔵保存後刺身にして本学部の教官、学生により試食した結果、約90%の者がアオサエキスを投与したII区とIV区の肉質がしまっていて食味も良好との評価を与えその差は明瞭であった。

考 察

クロダイ *Acanthopagrus schlegeli* に対するアオサ粉末の投与ではタンパク質効率が向上した⁶⁾が、マダイに対しアオサエキスを投与した本研究の場合ではその効果は認められなかった。オキアミオイルの添加はフィードオイルとしての効果のためか、わずかながら飼料効率、タンパク質効率に向上がみられた。マダイに海藻を投与して体成分を与える影響をみた米らの研究¹⁴⁾およびハマチ *Seriola quinqueradiata* にコンブ *Laminaria digitata* 粉末を投与した我々の研究⁷⁾でも体脂質の増加が認められ、クロダイにアオサ粉末を投与した場合⁶⁾においても同様の効果が認められている。このような海藻投与による脂質の増加については、米ら¹⁴⁾、FURUICHIら¹⁵⁾の指摘のように海藻中の食物繊維の効果による可能性は充分考えられるところであり、今回のようにエキスの投与で体脂質に変化が生じなかったことは食物繊維が含まれなかった結果ともいえる。これまでクロレラ *Chlorella vulgaris* エキスをハマチやアユ *Plecoglossus altivelis* に投与した場合、体脂質を効率よくエネルギーに転換させタンパク質の動員を抑制させる効果を示したことから、クロレラエキスは脂質代謝に影響を及ぼしていると判断された。^{5,7)} アオサエキスをマダイに投与した場合、体脂質含量に変化はないが体タンパク質の増加や肉脂質組成の変化がみられたことから、アオサエキスにも脂質代謝に関わる成分の存在することが推察される。大島ら¹⁶⁾は天然マダイと養殖マダイの脂質を比較して Triglycerides の分子種および脂肪酸組成に差異のあることを述べている。本研究では Triglycerides の検出に紫外外部吸収法を用いているので大島らの報告との比較はできないが、少くともア

アオサエキスの投与で Triglycerides の分子種に違いの生じることが判明した。脂質組成もしくは水分量の違いが肉質の違いの理由として考えられよう。

ハマチにクロレラエキスを添加した生餌を投与すると尾部側線部の黄色が鮮明になったことから、³⁾ マダイのカロテノイド代謝に対するアオサエキスの効果が期待されたが、今回の場合、アオサエキスには色調および体表のカロテノイドの蓄積量の向上に及ぼすオキアミオイルとの相乗効果は認められなかった。

血液学的測定において Hematocrit 値をはじめ Hemoglobin, 赤血球数がアオサエキスおよびオキアミオイルの投与で増加を示したことは、従来の藻類やエキスを魚に投与した実験ではかつて認められなかった効果である。I 区の魚は生理的に不良な状態にあったと思われるが、血漿成分量を血液中の値として示した場合各区の間で著しい差異はなかったことから、血漿成分にまで及ぶような生理的变化はなかったものと考えられる。

ところで、我々は最近、日本栽培漁業協会百島実験地において、放流前のマダイ稚魚が池中のアオサ等の海藻を摂取していることがしばしば観察されるとの情報を得ている。その理由および効果等については無論明らかではないが、このような海藻摂取は何らかの必要性があつてのことと考えており、本研究期間中みられた高水温時におけるマダイの活動性の違いや肉質の違いなどと考え合わせ、藻類の摂取はマダイにおいても生理的に重要な意味を持つものと推察され、健全な養殖魚を育成するためと飼料の開発という点からも今後さらに詳細な検討を行う必要がある。

要 約

- 1) 配合飼料にアオサ *Ulva pertusa* エキスを 1% (0.5% のアオサ粉末に相当) 添加した飼料をマダイ *Pagrus major* に投与して 86 日間飼育したところ、Hematocrit 値, Hemoglobin 量, 赤血球数に増加がみられ、また高水温に対する抵抗力が増加するという効果があった。
- 2) アオサエキス投与魚の血漿成分量は、総脂質、遊離脂肪酸、血糖値が高くなりアルブミンが低下する傾向がみられたが、これらを血液中の値に換算すると有意差はみられなかった。
- 3) 背肉の一般分析の結果、アオサエキスの投与により粗タンパク質の増加と水分の減少がみられた。脂質含量には差はなかったにもかかわらず脂質組成に違いがみられ、Triglycerides の比率が増加した。Triglycerides を高速液体クロマトグラフィーで分析したところ分子種に違いがみられ、アオサエキスの摂取はマダイの脂質代謝に何らかの影響を及ぼしているものと推察された。
- 4) マダイ体表のカロテノイド代謝に及ぼすアオサエキスの影響をみるため、オキアミ *Euphausia superba* オイルを添加した配合飼料にアオサエキスを加えて投与したが、体表のカロテノイド蓄積量の向上にアオサエキスの相乗効果はなかった。

謝 辞

本研究の遂行にあたりオキアミオイルを提供下さった日本水産株式会社に対し感謝いたします。また、マダイの飼育をはじめ実験の遂行に種々協力いただいた本学水産実験所佐々田憲講師並びに神吉勝夫氏に厚く謝意を表します。

引 用 文 献

- 1) 中川平介・笠原正五郎・宇野悦央・見奈美輝彦・明楽公男：水産増殖 29, 109-116 (1981) .
- 2) 中川平介・稲塚洋一郎・山崎繁久・平田八郎・笠原正五郎：水産増殖 30, 67-75 (1982) .
- 3) 中川平介・熊井英水・中村元二・笠原正五郎：水産増殖 30, 76-83 (1982) .
- 4) 中川平介・笠原正五郎・宇野悦央・見奈美輝彦・明楽公男：水産増殖 30, 192-201 (1983) .
- 5) NAKAGAWA, H., KASAHARA, S., TSUJIMURA, A., and AKIRA, K.: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 50, 665-671 (1984).

- 6) 中川平介・笠原正五郎・杉山瑛之・和田功：水産増殖 32, 20-27 (1984) .
- 7) 中川平介・熊井英水・中村元二・笠原正五郎：日本水産学会誌, 印刷中。
- 8) BLIGH, E. G. and DYER, W. J. : *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-917 (1959).
- 9) NAKAGAWA, H., NANBA, K., KAYAMA, M., and MURACHI, S.: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 43, 75-81 (1977) .
- 10) FUUITA, T., SATAKE, M., WATANABE, T., KITAJIMA, C., MIKI, W., YAMAGUCHI, K., and KONOSU, S. : *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 49, 1855-1861 (1983).
- 11) YAMAGUCHI, K., MIKI, W., TORIU, N., KONDO, Y., MURAKAMI, M., KONOSU, S., SATAKE, M., and FUJITA, T.: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 49, 1411-1415 (1983).
- 12) NAKAGAWA, H., KAYAMA, M., YAMADA, H., and ASAKAWA, S.: *J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ.*, 13, 1-13 (1974).
- 13) KAYAMA, M., NAKAGAWA, H., YAMADA, H., and MURAKAMI, Y. : *J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ.*, 12, 49-59 (1973).
- 14) 米康夫・古市政幸・浦野寿也：昭和58年度日本水産学会春季大会講演要旨集 No.212, p41 (1983) .
- 15) FURUICHI, M., MORITA, K., and YONE, Y. : *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 49, 1367-1370 (1983).
- 16) 大島敏明・和田俊・小泉千秋：日本水産学会誌 49, 1405-1409 (1983) .

SUMMARY

Red sea bream, *Pagrus major* was reared for 86 days with *Ulva*-extract supplemented diet and the physiological merits were investigated in terms of blood properties and body composition. One percent of the *Ulva*-extract (corresponding to 0.5% *Ulva* meal) which was extracted from *Ulva pertusa* with 60% ethanol was supplemented to commercial diet.

Ulva-extract fed group was differentiated in high values in hematocrit, hemoglobin, and red blood cell number, and high activity in a water of high temperature (*ca.* 30°C). Plasma properties were not directly affected by the supplement.

The *Ulva*-extract contributed to the increase in protein and the depression of moisture in the dorsal muscle. While muscle lipid content was not influenced, there appeared qualitative and quantitative changes in triglycerides. It is presumed that the *Ulva*-extract is available for the improvement of lipid metabolism.

In addition, in order to determine the effect of the *Ulva*-extract on carotenoid metabolism in the fish, the diet supplemented by krill, *Euphausia superba* oil and the *Ulva*-extract was fed. However, the effect of the *Ulva*-extract on carotenoid metabolism was not found.