

アユの品質向上に及ぼすスピルリナ及びオキアミミールの添加効果

辻村 明夫 ・ 明楽 公男

平野¹⁾はスピルリナ及びセネデスマスを添加した飼料で、また、渡辺²⁾³⁾らはスピルリナ及びオキアミ抽出油等を用い、アユの品質に及ぼす影響を検討している。しかし、オキアミミールを用いた例はないようであり、今回、飼料にスピルリナを10%添加した場合及びオキアミミールを30%添加した場合の品質向上効果を検討した。

材料及び方法

供試魚及び飼育条件 供試魚は当场で養成した平均体重29.3gの海産アユを用い、飼育期間は昭和59年8月1日から9月25日までの56日間（I期8月1日～28日，II期8月29日～9月25日）とした。使用池は屋外八角形コンクリート池100m²（池水容量68m³）で飼育期間中の水温はI期15.5～18.6℃（平均17.5℃），II期16.7～19.7℃（平均18.0℃）であり、換水率はI期7.8～9.2回/日，II期6.1～6.6回/日であった。成熟抑制のため8月10日より17時から23時まで、300W水銀灯3基で電照を行った。

飼料及び試験区 飼料の組成及び分析値を表1に、スピルリナ及びオキアミミールの分析値を

表1. 飼料の組成及び分析値

区	対象	スピルリナ	オキアミ
北洋ミール (%)	51	40	25
スピルリナ (%)		10	
オキアミミール (%)			30
小麦胚芽 (%)	20	20	20
小麦粉 (%)	20	21	16
大豆粕 (%)	8	8	8
ビタミン・ミネラル (%)	1	1	1
水分 (%)	9.7	9.7	11.0
粗蛋白質 (%)	47.1	47.7	47.5
粗脂肪 (%)	4.4	3.6	4.6
粗繊維 (%)	0.9	1.1	1.4
粗灰分 (%)	11.2	9.8	11.4
総カロチノイド(mg/100g)	—	28.5	3.8

表2. スピルリナ及びオキアミミールの分析値 (%)

種類	スピルリナ	オキアミミール
水分	11.9	6.5
粗蛋白質	58.2	60.6
粗脂肪	6.2	6.5
粗繊維	4.0	—
粗灰分	10.2	16.7

表2に示した。小麦胚芽を各区とも20%配合し、対照区は北洋ミール51%、スピルリナ

区は北洋ミール40%及びスピルリナ10%並びにオキアミ区は北洋ミール25%及びオキアミミール30%を配合し、粗蛋白質を47%程度、粗脂肪を4%程度とした3区を設けた。給餌は魚体重の3~4%を1日4回に分けて与えた。

測定 1) 体色：頭部と背鰭前基部の間の側線より下方の腹部を切りとり、測色色差計により、魚皮のL, a, bを10尾ずつ測定した。

2) 一般成分：魚体を背鰭前基部を境に前半、後半に分け、筋肉部を10尾ずつ常法により分析した。

3) アミノ酸組成：全体の筋肉を10尾ずつアミノ酸自動分析機により分析した。ただし、トリプトファンの分析は行わなかった。

4) 脂肪酸組成：全体の筋肉を10尾ずつガスクロマトグラフにより分析した。

5) 魚体性状：肥満度、肝重比、成熟度、ヘモグロビン含量(AOメーター)及びヘマトクリット値(毛細管法)を雌雄5尾ずつ測定した。1)~4)の測定は他所で行い、また、本県貴志川支流の真国川で7月に採捕された天然アユ10尾も参考に供した。

結果及び考察

体色 表3に魚皮の測定結果を、図1に体色の変化を、図2に彩度及び明度の変化を示した。

表3. 魚皮の測定結果

項 目	L	a	b	$\sqrt{a^2 + b^2}$
開 始 時	56.68±2.97	-0.74±0.78	3.73±1.73	3.76
対 照	62.88±2.18	1.02±0.64	6.59±1.55	6.68
28日目 スピルリナ	63.57±2.15	3.33±0.94	8.65±1.42	9.27
オキアミ	59.94±2.74	8.50±1.48	4.09±1.58	9.43
対 照	60.58±1.76	5.10±0.79	8.11±1.30	9.58
終了時 スピルリナ	58.99±1.85	7.48±1.31	10.96±1.47	13.27
オキアミ	53.42±3.37	12.12±1.51	3.18±1.17	12.53
天 然 魚	62.37±1.85	2.76±0.79	15.70±1.12	15.94

L：明度 a：+側では赤の度合、-側では緑の度合を表わす。

b：+側では黄色の度合、-側では青の度合を表わす。

$\sqrt{a^2 + b^2}$ ：彩度

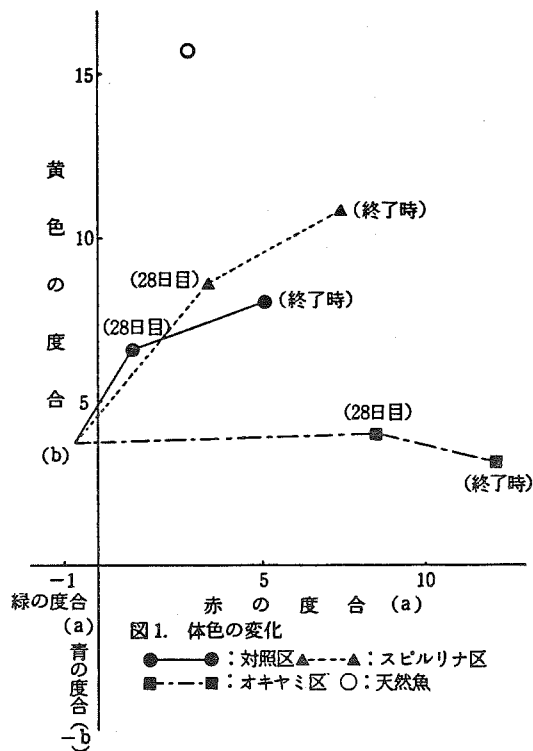


図1. 体色の変化
●—●: 対照区 ▲---▲: スピルリナ区
■---■: オキアミ区 ○: 天然魚

開始時には淡い黄色であったが、対照区及びスピルリナ区は28日目でオレンジ色の着色がみられ、終了時には更に濃くなった。

スピルリナ区は対照区より早く色揚げ効果があらわれたが、色そのものは近似していた。対照区で着色がみられたのは藻類の摂食によるものと思われる。オキアミ区は赤色の色素のみが蓄積して28日目には濃いピンク色、終了時には紅色に近い色となった。

肉眼観察では16日目にスピルリナ区とオキアミ区の脂鱗の外縁と臀鱗に、オレンジ系統の色揚げ効果がみられた。天然魚は明るい濃い黄色で、対照区及びスピルリナ区がやや近い体色となった。彩度はスピルリナ区及びオキアミ区では対照区に比較して高い値で変化したが、天然魚には及ばなかった。明度は対照区及びスピルリナ区では同様に変化したが、オキアミ区では低い値であり、各区の28日目からの低下は成熟に伴うものと考えられる。

スピルリナ区及びオキアミ区の色調は異なるものの対照区に比較すると28日目で色揚げ効果があるが、オキアミミール30%添加で約2か月間飼育すると体色は天然魚とかなり異なったものとなり、添加率や給餌期間の検討も必要があると思われる。スピルリナ⁴⁾のカロチノイドの主成分は

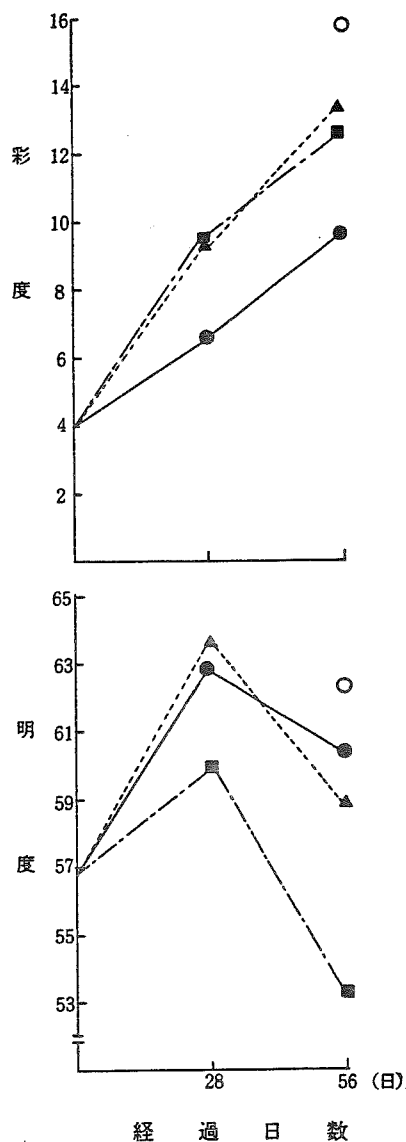


図2. 彩度及び明度の変化

●—●: 対照区、 ▲---▲: スピルリナ区
■---■: オキアミ区 ○: 天然魚

β-カロチン及びゼアキサンチンで、オキアミミール⁵⁾はアスタキサンチンジエステル及びアスタキサンチンモノエステルであることが報告されている。今回の結果では摂餌した飼料中のカロチノイドが体色によく反映されているようであり、添加するカロチノイドの種類と量によってある程度特徴のある色揚げができる可能性があると思われる。また、天然色の体色に近づけるためには、複数の素材の組合せによる検討も必要であると思われる。

飼育結果 表4～6に示したが、全期間を通じてスピルリナ及びオキアミミール添加による摂

表4. I期(8月1日～28日)の飼育結果

区	対照	スピルリナ	オキアミ
開始時総重量 (kg)	250.2	250.8	250.9
〃 平均体重 (g)	29.3	29.3	29.3
終了時総重量 (kg)	469.9	458.9	460.0
〃 平均体重 (g)	56.4	55.7	55.4
へい死率 (%)	0.4	0.4	0.2
総給餌量 (kg)	312	304	312
補正増重量 (〃)	221.4	210.0	210.2
〃 飼料効率 (%)	71.0	69.1	67.4
〃 日間給餌率* (%)	3.33	3.29	3.37
〃 日間成長率* (%)	2.36	2.27	2.28

* 給餌日数(26日)による

表5. II期(8月29日～9月25日)の飼育結果

区	対照	スピルリナ	オキアミ
開始時総重量 (kg)	463.8	453.3	454.6
〃 平均体重 (g)	56.4	55.7	55.4
終了時総重量 (kg)	695.8	675.2	684.3
〃 平均体重 (g)	84.9	82.0	80.8
へい死率 (%)	0.8	0.5	0.1
総給餌量 (kg)	388	396	388
補正増重量 (kg)	236.9	225.2	230.9
〃 飼料効率 (%)	61.1	56.9	59.5
〃 日間給餌率* (%)	2.67	2.80	2.72
〃 日間成長率* (%)	1.63	1.59	1.62

* 給餌日数(25日)による

表6. 全期(8月1日～9月25日)の飼育結果

区	対照	スピルリナ	オキアミ
開始時総重量 (kg)	250.2	250.8	250.9
〃 平均体重 (g)	29.3	29.3	29.3
終了時総重量 (kg)	695.8	675.2	684.3
〃 平均体重 (g)	84.9	82.0	80.8
へい死率 (%)	1.2	0.9	0.3
総給餌量 (kg)	700	700	700
補正増重量 (〃)	458.3	435.2	441.1
〃 飼料効率 (%)	65.5	62.2	63.0
〃 日間給餌率* (%)	2.88	2.95	2.93
〃 日間成長率* (%)	1.89	1.83	1.85

* 給餌日数(51日)による。

餌不良はみられなかった。へい死率はオキアミ区がやや低く、飼料効率及び日間成長率は対照区が良い結果となったがその差は小さく、今回はスピルリナ及びオキアミミール添加による成長促進効果はみられなかった。

また、20%添加した小麦胚芽は飼料蛋白質の5%程度と思われ、成長に与える効果は判定できなかった。

魚体の一般成分 表7に示したとおりで、従来の報告¹⁾にもあるように水分と粗脂肪の和は約80%程度で、天然魚に比較して試験魚では粗脂肪が多く水分が少ない傾向がみられた。

表7. 魚体の一般成分 (%)

項 目	前 部				後 部			
	水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗灰分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗灰分
開 始 時	72.1	18.0	8.5	1.6	75.6	19.5	3.7	2.2
対 照	71.4	17.7	9.7	1.2	76.7	19.0	3.1	2.4
28日目 スピルリナ	70.4	17.4	10.8	2.0	75.8	19.4	3.7	2.4
オキアミ	69.3	18.1	11.3	2.0	75.4	19.2	4.2	2.6
対 照	71.1	18.5	9.2	1.7	75.5	19.2	4.5	2.0
終了時 スピルリナ	70.7	18.3	9.6	2.0	75.3	19.9	3.6	2.1
オキアミ	68.4	17.3	13.1	1.6	74.8	19.4	4.6	2.0
天 然 魚	74.4	18.0	6.8	2.2	78.8	18.3	2.0	2.5

また、魚体前部は後部に比較して粗脂肪が多く、不完全神経間棘部の脂肪蓄積によるものと思われる。水分、粗蛋白質及び粗灰分は魚体後部に多かった。

図3に乾物換算した魚体の一般成分の変化を示したが、魚体前部に特徴のある変化がみられた。すなわち、粗蛋白質は全区とも28日目で減少がみられ、終了時には対照区及びスピルリナ区が増加したが、オキアミ区は更に減少した。粗脂肪は全区とも28日目で増加がみられ、終了時には対照区及びスピルリナ区が減少したが、オキアミ区は更に増加した。

粗灰分は対照区で28日目に減少し

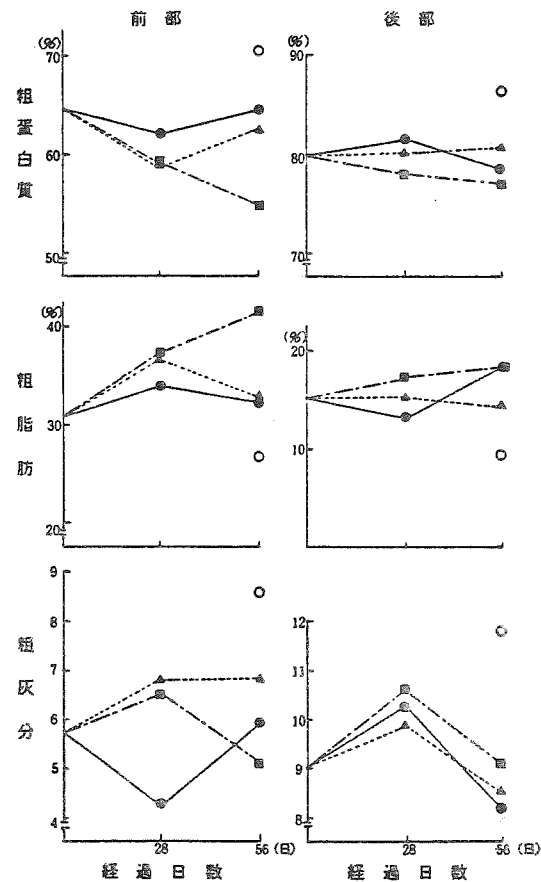


図3. 魚体の一般成分の変化(乾物量)

●—●: 対照区、 ▲—▲: スピルリナ区、 ■—■: オキアミ区
○: 天然魚

終了時に増加したが、スピルリナ区では28日目に増加し終了時も同じ値を示した。オキアミ区は28日目に増加したが、終了時には減少していた。このように、天然魚は高水分、低脂肪、高灰分であるのに対し、試験魚では低水分、高脂肪、低灰分であった。とりわけ、オキアミ区は魚体前部の脂肪含量が高く蛋白質が低い傾向がみられ、飼料の粗脂肪量(4.4~4.6%)がほぼ同じの対照区に比較すると4%程度多くなった。今回のオキアミミール30%添加は、脂肪の蓄積を更に進める結果となった。

アミノ酸組成 表8に筋肉のアミノ酸組成を、図4に天然魚を100%とした場合の終了時におけるアミノ酸組成を示した。

表8. 筋肉のアミノ酸組成 (g/16g N)

アミノ酸	開始時	終了時			天然
		対照	スピルリナ	オキアミ	
アスパラギン酸	10.61	10.49	10.62	10.56	10.59
スレオニン	4.61	4.62	4.62	4.55	4.69
セリン	4.10	4.08	4.14	4.89	4.09
グルタミン酸	15.09	14.68	14.97	14.52	15.13
プロリン	3.83	3.88	3.93	3.71	3.88
グリシン	4.84	4.82	4.90	4.83	4.97
アラニン	6.36	6.21	6.25	6.13	6.19
システイン	1.02	1.02	0.99	0.98	0.96
バリン	5.52	5.49	5.47	5.40	5.42
メチオニン	2.93	3.05	3.01	2.83	2.81
イソロイシン	4.88	4.94	4.97	4.90	4.90
ロイシン	8.39	8.36	8.33	8.26	8.39
チロシン	3.70	3.78	3.71	3.75	3.61
フェニールアラニン	4.56	4.95	4.51	4.60	4.80
リジン	9.24	9.30	9.24	9.15	9.21
ヒスチジン	3.58	3.78	3.61	4.05	3.59
アルギニン	6.75	6.55	6.72	6.87	6.78

アミノ酸組成に大きな違いはみられないが、天然魚を100%とした場合の終了時のアミノ酸組成の比率は対照区で96.6~108.5%，スピルリナ区で94.0~107.1%，オキアミ区で95.8~119.6%となった。天然魚に比較して対照区ではメチオニン、ヒスチジン及びシスチンが多くアルギニンが少なく、スピルリナ区ではメチオニンが多く、プロリン及びフェニールアラニンが少ない傾向がみられた。また、オキアミ区ではセリン及びヒスチジンが多く、プロリン及びフェニールアラニンが少ない傾向がみられた。対照区とスピルリナ区はよく似たアミノ酸組成を示したが、オキアミ区ではやや異った組成となった。これはスピルリナの添加率が10%と少ないのに対し、オキアミミールは30%と多く、魚体のアミノ酸組成は飼料原料によりある程度影響を受けるものと思われる。

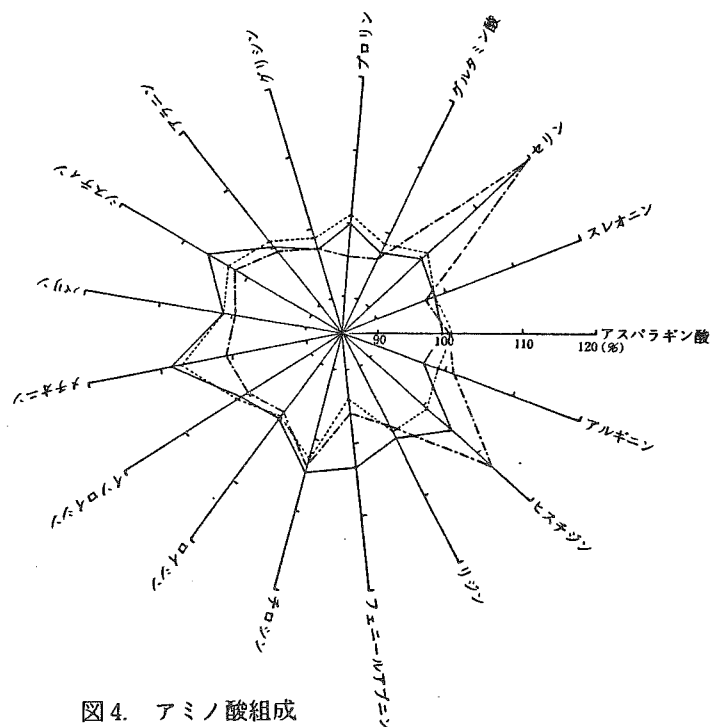


図4. アミノ酸組成
 — : 対照区、..... : スピルリナ区、--- : オキアミ区

アユの必須アミノ酸組成及び要求量は決定されていないので、参考のため図5にニジマス筋肉

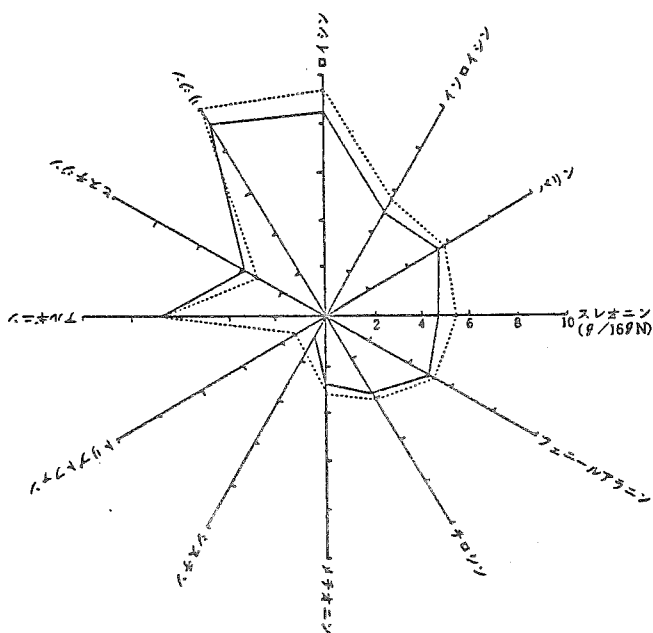


図5. ニジマス筋肉の必須アミノ酸組成及び天然アユのアミノ酸組成

— : 天然アユ : ニジマス

が少なかった。オキアミ区ではオレイン酸、リノール酸及びリノレン酸は対照区及びスピルリナ

の必須アミノ酸組成⁹⁾と天然アユの筋肉の同種類のアミノ酸組成を示した。トリプトファンは分析していないが、シスチンが少ないほかは天然アユのアミノ酸組成はニジマスとよく似た傾向を示した。荻野⁷⁾は体タンパク質に含まれている各必須アミノ酸含量の比率は、動物が要求する各必須アミノ酸の比率に極めて近い値を示しているとしており、アユの必須アミノ酸組成及び要求量の詳細な検討を待つ必要があるが、一応、今回の結果から30g以上のアユの必須アミノ酸組成及び要求量はニジマスとそれほど変わらないものと思われる。

脂肪酸組成 表9に魚体の脂肪酸組成を示した。

対照区及びスピルリナ区はオレイン酸及びリノール酸が多くリノレン酸及びエイコサペンタエン酸が少なかった。オキアミ区ではオレイン酸、リノール酸及びリノレン酸は対照区及びスピルリナ

表9. 魚体の脂肪酸組成 (%)

脂 肪 酸	オレイ ン酸	リノー ル酸	リノレ ン酸	エイコサ ペンタエン酸	その他
開 始 時	32.3	8.1	1.0	2.7	55.9
対 照	29.7	6.5	1.3	2.9	59.6
終了時 スピルリナ	29.5	7.2	0.5	2.1	60.7
オキアミ	29.4	7.0	1.0	4.4	58.2
天 然 魚	15.6	2.9	13.8	4.1	63.6

区と同じ傾向を示したが、エイコサペンタエン酸は多かった。天然魚は試験魚とはかなり異った組成となり、オレイン酸及びリノール酸は少なく、リノレン酸及びエイコサペンタエン酸を多く含んでいた。この脂肪酸組成の相違は従来の報告⁸⁾による天然魚と養殖魚の違いに一致する。抽出油の官能検査でも天然魚はまろやかでくせのない芳香を呈し、試験魚とは明らかに異った。アユについても魚体の脂質性状は飼料に影響されることが知られており、今回の結果からも飼料の脂質源を検討する必要があると思われる。その一つとして天然魚に多く含まれるリノレン酸は香气¹⁾にも関連するとされており、何らかの形で飼料に添加した場合の効果を検討する必要がある。

魚体性状 表10に終了時の魚体性状を示した。肥満度は各区とも差がみられず、肝重比はオキ

表10. 終了時の魚体性状

区	肥満度	肝重比(%)	成熟度(%)	ヘモグロビン 含量(g/dl)	ヘマトクリット 値 (%)	
対 照	♂	14.9±1.2	0.08±0.09	2.31±1.37	10.4±0.7	44.4±3.1
	♀	15.1±0.7	0.91±0.10	0.77±0.26	11.1±0.8	42.5±4.3
スピルリナ	♂	14.9±0.6	0.95±0.11	2.90±2.68	10.4±0.6	38.6±1.8
	♀	15.0±0.4	0.89±0.09	0.93±0.27	9.0±0.8	34.8±2.8
オキアミ	♂	15.1±0.4	0.63±0.04	3.49±1.43	10.7±0.9	41.5±2.9
	♀	15.1±1.1	0.73±0.12	1.00±0.47	9.7±1.2	36.1±4.7

アミ区でやや低い傾向がみられた。成熟度は個体差が特に雄で大きく、成熟の進行した個体もみられた。試験開始時期が8月と遅く、成熟は体色の発現とも関係があるようであるので、成熟の影響を受けない時期に試験を行う必要があると思われる。ヘマトクリット値はスピルリナ区の雌

でやや低い値を示したが、ヘモグロビン含量とも平均値ではほぼ正常値⁹⁾の範囲内であった。

要 約

- 1) スピルリナ10%及びオキアミミール30%添加した飼料でアユを56日間飼育し、品質向上効果を検討した。
- 2) 体色は対照区及びスピルリナ区はオレンジ系統で天然魚の明るい濃い黄色に近いものであったが、オキアミ区は紅色で異なった。
- 3) スピルリナ及びオキアミミール添加による成長促進効果はみられなかった。
- 4) 魚体の一般成分は対照区及びスピルリナ区でよく似た傾向を示したが、オキアミ区では脂肪含量が多くなる傾向にあった。
- 5) 魚体筋肉のアミノ酸組成に大きな差はみられなかったが、飼料原料にある程度影響されるようであった。
- 6) 脂肪酸組成は天然魚と試験魚では異なり、試験魚間ではオキアミ区でエイコサペンタエン酸が多い傾向にあった。
- 7) 終了時の魚体性状は特に異常はみられなかった。

文 献

- 1) 平野敏行：養殖アユの品質に関する食品化学的研究 1-96 (1984)
- 2) 渡辺武・佐藤秀一・竹内俊郎・渥美敏・上原良吾：昭和58年度日本水産学会春季大会講演要旨集 P38.
- 3) 渡辺武・竹内俊郎・佐藤秀一・鈴木克宏・上原良吾：昭和59年度日本水産学会春季大会講演要旨集 P83.
- 4) 松野隆男・勝山政明・岩橋正雄・小池利通・岡田稔：日水誌, 46, 479-482 (1980).
- 5) K. YAMAGUCHI, W. MIKI, N. TORIU, Y. KONDO, M. MURAKAMI, S. KONOSU, M. SATAKE and T. FUJITA : BuLL. Japan. Sci. Fish. 49, 1411-1415 (1983)
- 6) 荻野珍吉・南梨弘：日水誌, 46, 109-112 (1980).
- 7) 荻野珍吉編：魚類の栄養と飼料, 恒星社厚生閣, 東京, 1980.
- 8) 平野敏行・須山三千三：日水誌, 49, 1459-1464 (1983).
- 9) 川津浩嗣・池田和夫：農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究, 昭和49年度研究成績報告書, 91-96 (1975).