

## 魚類のカロテノイドに関する比較生化学的研究XVIII

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	松野, 隆男 ほか5名,
巻/号	46巻4号
掲載ページ	p. 473-478
発行年月	1980年4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



## 魚類のカロテノイドに関する比較生化学的研究—XVIII

養殖イワナ, カワマス, レークトラウト, ヤマメ,  
アマゴ, ニジマス, ブラウントラウトについて松野隆男・永田誠一・勝山政明  
松高寿子・眞岡孝至・秋田俊子

(1979年11月15日受理)

## Comparative Biochemical Studies of Carotenoids in Fishes—XVIII

Carotenoids of Cultured Fishes, Japanese Char, Brook Trout, Lake Trout,  
Masu Trout, Red-Spotted Masu Trout, Rainbow Trout and Brown TroutTakao MATSUNO\*, Seiichi NAGATA\*, Masaaki KATSUYAMA\*,  
Hisako MATSUTAKA\*, Takashi MAOKA\*, and Toshiko AKITA\*

The carotenoid pigments from the fin and skin of cultured salmonids—Japanese char, brook trout, lake trout, masu trout, red-spotted masu trout, rainbow trout and brown trout, were investigated in the correlation with carotenoids in their assorted feeds.

The major carotenoids in these species were zeaxanthin, 3'-epilutein, or canthaxanthin, which were regarded to be originating from carotenoids in their assorted feeds.

The authors concluded that the carotenoid constituents of cultured fishes were greatly influenced by the carotenoids in their assorted feeds.

魚類のカロテノイドに関する比較生化学的研究の一部としてサケ科, イワナ属のイワナ *Salvelinus leucomaenis*, カワマス *Salvelinus fontinalis*, レークトラウト *Salvelinus namaycush*, サケ属のヤマメ *Oncorhynchus masou masou*, アマゴ *Oncorhynchus masou macrostomus*, ニジマス属のニジマス *Salmo gairdneri*, ブラウントラウト *Salmo trutta* などのカロテノイドについて検討した。また上記7魚種はすべて養殖のもので, それらのカロテノイドパターンおよび組成比のうえにどのように飼料が影響するのかをしらべた。これらに関して実験の結果えられた知見を報告する。

## 実験方法および結果

**試料** 試料の養殖イワナは新潟県内水面水産試験場小出支場養殖のもの 1.5~5 年魚, 林兼産業マス育成用配合飼料 P-5 で飼育されていたもので, 平均体長 34 cm, 平均体重 660 g のもの 10 尾について実験した。また木曾福島のは長野県水産指導所木曾川孵化場で日配養鱒育成用配合飼料 No. 7P で飼育されていたものを用いた。カワマス 3 年魚 (♂平均体重 500~700 g, 15 尾, 平均体長約 30 cm, ♀平均体重 500 g, 3 尾, 平均体長

30 cm), レークトラウト 5~6 年魚 (2.5 kg, 1 尾, 体長 70 cm), ブラウントラウト 3 年魚 (♂平均体重 500~700 g, 6 尾, 平均体長 30 cm, ♀ 500 g, 1 尾, 体長 30 cm 合併して実験) のものを用いた。3 魚種とも日本農産工業ニジマス育成用配合飼料マスメラックス No. 7 で淡水区水産研究所日光支所で飼育のものを実験に供した。ヤマメは新潟県内水面水産試験場小出支場で林兼産業マス育成用配合飼料 P-2, 3 で飼育したものと, 木曾福島の長野県水産指導所木曾川孵化場で日配養鱒稚魚用配合飼料 No. 4C で養殖されていたものを用いた。アマゴは京都府周山と長野県木曾福島にていずれも養殖されていたものを用いた。木曾福島のアマゴは日配養鱒稚魚用配合飼料 No. 4C にて, また京都周山のものはニッポン飼料工業アマゴ用配合飼料 (canthaxanthin 10 mg/100 g 飼料) で養殖されていたものを用いた。ニジマスは琵琶湖湖北町および滋賀県南郷水産センターで養殖のものを試料とした。琵琶湖湖北町のは日配養鱒育成用配合飼料 No. 7P で湖中飼育したものの平均体長 35 cm, 平均体重 750 g を用いた。南郷水産センターのものは日配養鱒育成用配合飼料 No. 7P で飼育したものと林兼産業マス育成用配合飼料レインボー P-7 で飼

\* 京都薬科大学 (Kyoto College of Pharmacy, Misasagi, Yamashina-ku, Kyoto. 607, Japan).

Table 1. Amounts and percentage composition of carotenoids from cultured salmonids

Species	Japanese char "Iwana"		Brook trout "Kawamasu"		Lake trout	Masu trout "Yamame"		Red-spotted masu trout "Amago"		Rainbow trout "Nijimasu"		Brown trout
	Niigata	Kiso-fukushima	Nikko		Nikko	Niigata	Kiso-fukushima	Shyūzan, Kyoto	Kiso-fukushima	Kohoku, Biwako	Nangō, Shiga	
Location	(I)	(II)	(IV)	(IV)	(IV)	(I)'	(III)	**	(III)	(II)	(V)	(IV)
Feeds*1			♂	♀								
Carotenoids	(I)	(II)	(IV)	(IV)	(IV)	(I)'	(III)	**	(III)	(II)	(V)	(IV)
β-Carotene	0.2	6.0	0.8	0.8	0.8	—	—	3.0	trace	—	11.5	2.1
Unidentified	—	—	—	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—
Echinenone	—	—	0.8	0.7	0.7	—	—	trace	—	—	8.8	0.6
Cryptoxanthin	1.4	14.2	2.0	0.7	1.5	2.1	—	—	1.2	3.0	—	0.8
Canthaxanthin	—	—	1.8	—	—	—	—	65.0	0.5	—	22.2	—
4-Hydroxyechinenone	—	2.0	—	—	—	—	—	9.3	0.6	—	4.8	—
Lutein	32.5	2.4	18.4	5.2	16.4	36.6	2.8	10.2	3.5	55.0	7.2	16.0
3'-Epi-lutein	—	21.6	18.4	26.2	32.7	—	25.2	—	31.6	—	16.8	32.0
Zeaxanthin	56.9	35.0	31.7	31.4	39.3	41.4	66.0	10.5	45.1	20.0	19.8	24.5
Diatoxanthin	4.9	5.0	20.9	26.6	4.9	—	3.0	5.0	9.5	10.0	4.8	16.6
Cynthiaxanthin	—	8.0	—	—	—	trace	1.5	—	—	—	—	—
Unidentified	—	—	3.7	5.0	2.8	—	—	—	—	—	—	4.3
Carotene-triol	1.3	2.0	0.7	0.8	—	8.4	trace	—	—	10.0	2.6	1.5
Carotene-tetrol	0.2	—	—	—	—	4.2	—	—	2.7	—	—	—
Astaxanthin	trace	trace	0.4	trace	trace	5.2	0.6	0.7	4.5	3.0	—	trace
Doradexanthin	2.2	2.8	0.8	1.2	0.4	—	—	—	—	—	1.5	0.8
Unidentified ketocarotenoid	—	—	0.2	0.3	—	—	—	—	—	—	—	0.5
Amounts of carotenoids (mg/100 g body weight)	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.09	0.06	0.06	0.10	0.05

\*1 (I): Hayashikane Masu Ikusei P-5  
 (II): Nippai Yōson Chigyo No. 4C  
 (III): Hayashikane Masu Ikusei P-2,3  
 (IV): Nippon Nōsan Masu Deluxe No. 7  
 (V): Hayashikane Masu Ikusei "Rainbow P-7"

\*2 These numbers are paralleled with the number in Table 2.  
 \*3 Nippun Amagoyō assorted feed (containing canthaxanthin 10 mg/100 g feed).

Table 2. Amounts and percentage composition of carotenoids in assorted feeds

Carotenoids	Assorted feeds				
	Hayashikane Masu Ikusei (I)-P-5 (I)'-P-2, 3	(II) Nippai Yōson Ikusei No. 7P	(III) Nippai Yōson Chigyo No. 4C	(IV) Nippon Nōsan Masu Deluxe No. 7	(V) Hayashikane Masu Ikusei "Rainbow P-7"
Carotene	19.8	11.0	—	7.0	2.8
Echinenone	—	—	—	—	0.4
Carotene-monol	10.7	9.3	—	trace	2.8
Canthaxanthin	—	—	—	—	68.4
Lutein	45.5	37.0	80.0	93.0	14.6
Zeaxanthin	7.5	28.5	—	—	7.2
Carotene-triol	—	trace	—	—	—
Unidentified degradation products of carotenoids	16.5	14.2	20.0	—	3.8
Amounts of carotenoids (mg/100 g)	0.38	0.87	0.12	0.03	4.39

育したものをを用いた。それぞれ平均体長 31 cm, 平均体重 450 g および平均体長 25 cm, 平均体重 100 g であつた。

いずれの魚種についても生きているものを断頭後、皮とヒレの部分を集めて実験材料とした。

**カロテノイドの抽出および分離** 各魚種ともいずれも同様に皮とヒレの部分をあつめ、アセトンで抽出し、前報までに報告してきた方法<sup>1)</sup>と全く同様に処理し、ケン化後えられた不ケン化物についてカラムクロマトグラフィーをおこない分画した。

**カロテノイド成分のカラムクロマトグラフィー** MgO:celite 545 (1:1) を吸着剤として前報<sup>1)</sup>と全く同様に分画した。

**カロテノイドの同定** 前報と同様に分画し、各カロテノイドの同定をおこなつた。3'-epilutein (calthaxanthin) については *Caltha palustris* の花卉より抽出してえた標品の 3'-epilutein (calthaxanthin) と直接比較同定した<sup>2)</sup>。

サケ科養殖 7 魚種 13 検体についてカロテノイド含量ならびに同定したカロテノイドの百分率組成を Table 1 にしめた。

**飼料中のカロテノイド** 林兼産業マス育成用配合飼料 P-2, 3, 5, , 日配養鱒育成用配合飼料 No. 7P, 日配養鱒稚魚用配合飼料 No. 4C, 日本農産工業ニジマス育成用配合飼料 マスデラックス No. 7, 林兼産業マス育成用配合飼料レインボー P-7 の計 5 種の配合飼料について、それぞれ 10% KOH/MeOH 溶液でカロテノイドを抽出後、魚体表皮の場合と全く同様の方法により含有カロテノイド量ならびにそれらの組成について検討をこころみた。その結果は Table 2 にしめた。

## 考 察

本実験の結果、サケ科の養殖 7 魚種、すなわちイワナ、カワマス、レークトラウト、ヤマメ、アマゴ、ニジマス、ブラウントラウトの皮およびヒレのカロテノイドパターンに関して、アマゴ (2 検体中の 1 検体)、ニジマス (3 検体中の 1 検体) の場合に主成分として canthaxanthin がみとめられた以外はすべて非常によく似た結果がえられている。

林兼産業マス育成用配合飼料 P-5 (I) または日配養鱒育成用配合飼料 No. 7P (II) で養殖されたイワナ、林兼産業マス育成用配合飼料 P-2, 3 (I)' または日配養鱒稚魚用配合飼料 No. 4C (III) での養殖ヤマメのカロテノイド主成分は zeaxanthin で 35~66% にもおよび、lutein 画分がこれについていた。lutein 画分に関してはこれら 4 検体のうち木曾福島産の養殖イワナとヤマメの lutein 画分について、それぞれ lutein (2.4%, 2.8%) と 3'-epilutein (21.6%, 25.2%) の 2 種の立体異性体の存在がみとめられた。そのうちでも 3'-epilutein が主成分であつた。他の新潟産の 2 検体についてこれら 2 種の立体異性体の存在比は検討できなかった。しかしおそらく木曾福島産と同様に lutein よりも 3'-epilutein の方が多いものと推定している。

またカワマスの皮のカロテノイドに関してはすでに SAITO ら<sup>3)</sup> は lutein の存在を報告している。今回著者が検討の結果、日本農産工業ニジマス育成用配合飼料 マスデラックス No. 7 (IV) で養殖のカワマス、レークトラウトの主成分はいずれも zeaxanthin でそれぞれ 32% (♂), 31% (♀), 39% であつた。ついでカワマスの場合は diatoxanthin (♂; 21%, ♀; 27%), 3'-epi-

lutein (♂; 18%, ♀; 26%) であり, レクトラウトでは 3'-epilutein (33%) であつた。カワマスの場合は他のサケ科養殖 6 魚種とは異なり diatoxanthin の組成比が高かつた。またカワマス (♂, ♀) にのみ未同定の keto carotenoid が少量みとめられた。

さて Table 1 および Table 2 よりわかるごとく, イワナ, カワマス, レクトラウト, ヤマメの養殖に用いられた飼料中に含まれているカロテノイドの主成分が lutein (37~93%) であるにもかかわらず上記養殖 4 魚種の体長皮カロテノイドの主成分はすべて zeaxanthin (31~66%) で, 第二主成分はイワナ, レクトラウト, ヤマメでは 3'-epilutein (22~33%), カワマスでは diatoxanthin (♂; 21%, ♀; 27%) であり, これについて 3'-epilutein (♂; 18%, ♀; 26%) の存在がみとめられた。しかるに一方, それらの飼料にふくまれているカロテノイド中の主成分である lutein は体表皮中には 2~18% の少量にとどまっていることから推察して, これら zeaxanthin, 3'-epilutein, diatoxanthin などの魚体表皮中の主カロテノイド成分の存在は飼料中にふくまれていた lutein から魚体内で代謝生成された可能性の高いことを示唆するものである。

京都府周山にてニッポン飼料工業 アマゴ用配合飼料 (canthaxanthin 10 mg/100 g 飼料含有) で養殖のアマゴでは canthaxanthin (65%) が主成分で lutein 画分と zeaxanthin がこれにつだが, 同じ養殖のアマゴでも日配養殖稚魚用配合飼料 No. 4C (Ⅲ) で飼育の木曾福島産のものでは主成分は zeaxanthin (45%) で 3'-epilutein (32%) がこれにつづき, canthaxanthin は 0.5% の低い値にとどまっていた。養殖の同一魚種で canthaxanthin にこれ程の差がみとめられたのはニッポン飼料工業アマゴ用配合飼料中に添加されている canthaxanthin の影響が顕著にあらわれたものと考ええる。またアマゴの 2 検体とも zeaxanthin の方が lutein 画分より百分率組成において高い値をしめた。

ところでアマゴのカロテノイドに関しては, すでに原田ら<sup>4)</sup>は canthaxanthin またはアミエビ添加配合飼料で飼育すればその朱赤点の鮮明化がみとめられ<sup>5)</sup>, 特に canthaxanthin (1~4 mg%) を飼料に添加投与すれば皮, ヒレに canthaxanthin の経時的増加がみとめられたと報告している<sup>4)</sup>。また上松ら<sup>6)</sup>はアマゴに canthaxanthin (40 mg%) を添加した配合飼料で海水飼育したところ, 1 ヶ月で肉の色がサーモンピンクになり, 朱赤点も一段と鮮明化し, ヒレも赤く着色したと報告している。これらの報告からもわかるように, 今回検討したアマゴ 2 検体のうち京都府周山で養殖のアマゴに canthaxanthin が主成分 (65%) としてみとめられたが, これは飼料由来であることは明らかである。また lutein 画

分については木曾福島産の養殖アマゴについて検討したが, 3'-epilutein が 31.6% と圧倒的に多く lutein は 3.5% の少量にとどまつた。アマゴの体表皮中に 3'-epilutein が lutein の約 9 倍量の優位でみとめられたにもかかわらず, その飼料中には Table 2 にしめたごとくカロテノイドとしてはほとんどが lutein (80%) でしめられていた。このことよりアマゴに検出された主成分 3'-epilutein の存在については飼料中の lutein が魚体内で代謝されて生成したものと考えられる。また 3'-epilutein とともにアマゴの主成分である zeaxanthin も 3'-epilutein の場合と同様に飼料中の lutein より代謝生成された可能性が高い。

養殖ニジマスに関しては琵琶湖湖北で日配養殖育成用配合飼料 No. 7P (Ⅱ) にて湖中養殖のものは lutein 画分 (55%) が主成分で, zeaxanthin (20%) がこれについていた。一方, 南郷水産センターで林兼産業マス育成用配合飼料レインボー P-7 (Ⅴ) または日配養殖育成用配合飼料 No. 7P (Ⅱ) で養殖のニジマス 2 検体のうち, 前者は主成分が canthaxanthin (22.2%) で zeaxanthin (19.8%), 3'-epilutein (16.8%) がこれについていた。後者については lutein 画分が 77.5% と圧倒的に多く, zeaxanthin (18.2%) がこれについていた。これら南郷水産センターの養殖ニジマスは同一場所で養殖されていたにもかかわらず主成分の上で明らかな差となつてみとめられたのは飼料の違いによるものである。すなわち Table 2 にしめたごとく canthaxanthin (22.2%) が主成分としてみとめられた検体は色揚げ用に林兼産業マス育成用配合飼料レインボー P-7 (Ⅴ) で養殖されていたもので, 配合飼料中に添加された canthaxanthin (カロテノイドの 68.4%) がニジマス体表皮中に移行した結果, 主成分としてみとめられたわけである。ところが lutein 画分 (77.5%) が主成分としてみとめられている検体は日配養殖育成用配合飼料 No. 7P (Ⅱ) (飼料中に存在する主カロテノイドは lutein で 37%) で養殖されていたもので canthaxanthin はみとめられず, lutein 画分を主成分としてみとめた。このようにアマゴの場合と同様ニジマスの場合にも主成分としてみとめた canthaxanthin は飼料中の canthaxanthin に由来することは明らかである。また琵琶湖湖北にて日配養殖育成用配合飼料 No. 7P (Ⅱ) で湖中飼育のニジマスの第一主成分は lutein 画分 (55%) で, ついで zeaxanthin (20%) がみとめられたが, この結果は同じ日配養殖育成用配合飼料 No. 7P (Ⅱ) で飼育の南郷水産センターニジマスの結果とよく一致している。このことは同一魚種の場合, 飼育場所がことなつても同一飼料で飼育すれば同じカロテノイドパターンを示す実例であり, 魚類カロテノイド源としての飼料がはたす役割の重要性を物語

るものである。一方 lutein 画分についてはニジマス 3 検体のうち林兼産業マス育成用配合飼料レインボー P-7 (V) で飼育の南郷水産センターのものについてしらべたが、lutein より 3'-epilutein の方が多くみとめられた。ところが Table 2 にしめたように飼料中のカロテノイドとしては lutein のみで 3'-epilutein の存在はみとめられていないので、体表皮中の 3'-epilutein の存在は飼料中より摂取された lutein が魚体内で代謝されて生成したことになり魚類生理学の点からも非常に興味深いものである。

さて、ニジマスのカロテノイドに関しては商品価値の立場から主として肉の色揚げについて研究がなされてきた。例えばその対象として用いられたのは DEUFEL<sup>7)</sup>, SCHMIDT<sup>8)</sup> らによる canthaxanthin, PETERSON<sup>9)</sup> のザリガニ殻などであるが、それらの投与結果ではいずれも魚肉、体表皮などに canthaxanthin 添加の場合は canthaxanthin が、ザリガニ殻を与えた場合には astaxanthin が蓄積されることをみとめている。一方秦ら<sup>10)</sup> はニジマス配合飼料のみで淡水飼育した場合には皮、筋肉の主成分として lutein (58.2%) と zeaxanthin (15.6%) の存在をみとめたのに対し、一方イサザアミを添加した配合飼料で海水飼育した場合には淡水飼育の場合の主成分であった lutein (24.7%), zeaxanthin (12.3%) の外に、astaxanthin (32.5%) をイサザアミの添加の結果第一主成分としてみとめ、また海産生物を摂餌した結果として第三主成分の cythaxanthin (14.1%) をみとめた。これらの飼育実験の結果から秦らは飼料が魚類カロテノイドに及ぼす影響の大きいことを指摘している。また SAVOLAINEN<sup>11)</sup> はニジマスに canthaxanthin を添加配合飼料 (80 mg%) で飼育の場合、配合飼料のみで飼育した群と比べて約 2 倍量の canthaxanthin の蓄積をみとめている。

以上ニジマスのカロテノイドに関する従来の研究を概観したが、いずれもそのカロテノイド成分は飼料中のカロテノイドの影響を大きくうけることが結論づけられる。今回著者らのえた結果もこのことをさらに裏づけたことになる。

日本農産工業ニジマス育成用配合飼料マデラックス No. 7 (IV) (飼料中のカロテノイドとして lutein 93%, carotene 7% をふくむ) の飼料で飼育のニジマス属のブラウントラウトについてもニジマス同様 lutein 画分とくに 3'-epilutein (32%) が主成分で、その他 zeaxanthin (25%), diatoxanthin (17%), lutein (16%) の存在をみとめた。飼料中のカロテノイド主成分である lutein 以外に魚体内に主成分として 3'-epilutein, zeaxanthin, diatoxanthin などがみとめられているわけで、これら 3'-epilutein, zeaxanthin, diatoxanthin

などは飼料からの lutein が魚体内で代謝されてつくられたのではないかと思われる。

以上を総括すると、イワナ、カワマス、レークトラウト、ヤマメ、アマゴ、ニジマス、ブラウントラウトなどのサケ科養殖 7 魚種のカロテノイドパターンは比較的単純で、第一主成分は zeaxanthin (13 検体中 8 検体) または lutein 画分 (3'-epilutein が主体、3 検体) であり、他の 2 検体では canthaxanthin が第一主成分としてみとめられた。いずれにしてもこれら養殖 7 魚種でみる限り zeaxanthin, 3'-epilutein, canthaxanthin が代表的カロテノイドとしてみとめられた。またこれらのカロテノイド成分を飼料カロテノイドとの関連でながめた場合、養殖アマゴ、ニジマスのように canthaxanthin が主成分としてみとめられたものは、あきらかに与えられた飼料中の canthaxanthin に由来していると考えられる。lutein 画分に関しては木曾福島の養殖イワナ、ヤマメ、アマゴ、日光産の養殖カワマス (♂, ♀), レークトラウト、ブラウントラウト、滋賀県南郷水産センターの養殖ニジマスの 8 検体について検討をおこなったが、それらの結果からはいずれも lutein より 3'-epilutein の方がはるかに多いことをみとめているので、他の 5 検体の lutein 画分についても lutein より 3'-epilutein の方が組成比においてまさるものと推定している。上記魚類における 3'-epilutein の存在に関しては今回検討した飼料中には lutein のみで 3'-epilutein は全くみとめられなかつたことから、魚体内で lutein が 3'-epilutein に変換されたものと考えられる。また第一主成分としてみとめられている zeaxanthin (イワナ、カワマス、レークトラウト、ヤマメ、アマゴの 3 検体中の 1 検体)、第二または第三主成分の diatoxanthin (カワマス、ブラウントラウト) などの存在についても 3'-epilutein の場合と同様に飼料中の lutein より魚体内で代謝生成されたのではないかと思われるが、これらに関しては今後の研究に待たねばならないと思う。

## 要 約

1. サケ科イワナ属のイワナ *Salvelinus leucomaenis*, カワマス *Salvelinus fontinalis*, レークトラウト *Salvelinus namaycush*, サケ属のヤマメ *Oncorhynchus masou masou*, アマゴ *Oncorhynchus masou macrostomus*, ニジマス属のニジマス *Salmo gairdneri*, ブラウントラウト *Salmo trutta* の養殖 7 魚種の皮、ヒレのカロテノイド成分を飼料中のカロテノイド成分との関連において検討した。

2. これら養殖 7 魚種のカロテノイドパターンは非常に似ており、いずれも主成分は zeaxanthin (13 検体中 8 検体) あるいは 3'-epilutein (3 検体)、または

canthaxanthin (2 検体) であつた。lutein 画分 (lutein と 3'-epilutein の共存) については lutein よりも 3'-epilutein の方が多いことをみとめた。

3. これら主成分としてみとめられたカロテノイドはすべて飼料中のカロテノイドに起因するものと思われる。

終りに臨み、試料魚の入手に大変お世話になつた滋賀県湖北町松岡正一氏、新潟県内水面水産試験場岩橋正雄技師、小池利通技師、淡水区水産研究所日光支所加藤禎一博士、ならびに長野県水産指導所木曾川孵化場山田薫技師、また日配養鱒育成用配合飼料 No. 7P, 日配養鱒稚魚用配合飼料 No. 4C を供与された滋賀県立琵琶湖文化館松田尚一氏、日本農産工業ニジマス育成用配合飼料 No. 7 を供与された長野県水産指導所木曾川孵化場山田薫技師、淡水区水産研究所日光支所加藤禎一博士、マス育成用配合飼料 P-3, マス用配合飼料 レインボー P-7 を供与の林兼産業株式会社、および標品 3'-epilutein (canthaxanthin) をえるにあたり含有植物 *Caltha palustris* を分与された東海区水産研究所平尾秀一博士、標品 canthaxanthin を供与された日本ロッシュ(株)に深謝いたします。

また本実験の一部を担当された京都薬科大学卒論実験

生若原康孝君に深謝します。

#### 文 献

- 1) 松野隆男・勝山政明・岩崎修久: 日水誌, **41**, 351-355 (1975).
- 2) T. MATSUNO, H. MATSUTAKA, M. KATSUYAMA, and S. NAGATA: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **46**, 113 (1980).
- 3) A. SAITO and L. W. REGIER: *J. Fish. Res. Board Can.*, **28**, 509-512 (1971).
- 4) 原田賢之・上松和夫・立川 亙・茂木 博: 水産増殖, **21**, 162-165 (1974).
- 5) 立川 亙・熊崎隆夫・上松和夫・原田賢之: 水産増殖, **21**, 157-161 (1974).
- 6) 上松和夫・荒木育生・紀有 文・本荘鉄夫: 水産増殖, **21**, 100-104 (1974).
- 7) J. DEUFEL: *Arch. Fischereiwissenschaft*, **16**, 125-132 (1965).
- 8) P. J. SCHMIDT and E. G. BAKER: *J. Fish. Res. Board Can.*, **26**, 357-360 (1969).
- 9) D. H. PETERSON, H. K. JÄGER, G. M. SAVAGE, G. N. WASHBURN, and H. WESTERS: *Trans. Am. Fish. Soc.*, **95**, 408-414 (1966).
- 10) M. HATA and M. HATA: *Tohoku J. Agr. Res.*, **26**, 35-40 (1975).
- 11) J. E. T. SAVOLAINEN and H. G. GYLLENBERG: *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, **3**, 18-20 (1970).