

アマゴの増殖に関する研究—X VIII

アマゴ体表の朱赤点について(1)

飼料への色素添加による着色効果*

立川亘・熊崎隆夫・上松和夫・原田賢之

Studies on the Reproduction of Amago Salmon

Oncorhynchus rhodurus—X VIII.

On the External Red Spots of Amago Salmon(1).

The Effects of the Colouring by Dietary

Pigments.

WATARU TACHIKAWA, TAKAO KUMAZAKI, KAZUO UEMATU, MASAYUKI HARADA

従来のマス用市販配合飼料によってアマゴを飼育すると、体表の朱赤点の色が薄く、天然魚の朱赤点の鮮明さに比べて見劣りがした。姿や色彩の美しさは、アマゴが佳魚と評価される所以であるので、養殖アマゴにおいても、天然アマゴに劣らぬ美しさを備えることが必要である。アミエビなどで飼育されたニジマスは、体側

のいわゆる虹彩が赤く着色することは古くから知られている。DEUFEL¹⁾は、カンタキサンチンを40mg/kg,diet 添加した飼料でニジマスを9ヶ月間飼育し、数ヶ月で魚肉、皮、卵などに赤色の着色効果があったと報告している。本試験では、試験1で、アマゴの朱赤点の色が、摂取する飼料中の色素に影響されるか、また有

* 昭和47年度日本水産学会春季大会講演、水産増殖 Vol 21 No.3 に投稿

** ニップン飼料KK

第1表 試験1試験飼料(ペレット)の配合内容

内容	区			
	A	B	C	D
	%	%	%	%
北洋ミール	59	52	59	58
小麦粉	30	30	30	30
トアル酵母	5	5	5	5
α -デンプン	4	1	4	1
ビタミンミックス	1	1	1	1
ミネラルミックス	1	1	1	1
アミエビ	—	10	—	—
合成カンタキサンチン	—	—	100mg/kg	—
アルファルファD	—	—	—	4
合計	100	100	100	100
含有色素の種類	—	アスタキサンチン	カンタキサンチン	ルテイン

効な色素は何かを調べ、試験2で有効な色素について最小有効添加量を求めた。

試験I 飼料中の色素と着色効果

試験の方法

色素成分の異なる飼料(第1表)でアマゴを飼育し、体表の朱赤点の色の変化を肉眼的に観察した。市販マス用配合飼料にて飼育された養殖アマゴ1年魚を供試魚として、この中から、朱赤点の色の濃さがその魚群の中位程度を示す個体を選び、かつ、体重をなるべくそろえた。

6月17日に、供試魚を4面の池(各池5m²)に122尾づつ放養して、第1表に示すとおり、A; 対照区, B; アミエビ区, C; カンタキサンチン区, D; アルファルファ区とした。給餌は1日2回、飽食量の8割を目安として適量を与えた。開始時、2週間目、4週間目および8週間に各区から夫々10個体を無作為に抽出し、判定のための標本とした。標本は約5℃に冷却した1%食塩水中で窒息死させ、そのまま、同温度で約4時間放置した後測定に供した。夫々の区について朱赤点の色の濃さを肉眼的に評価した。評価の方法は、対照区(A区)の濃い方から5番目(中位)の個体の評価点を±0と定めて比較の基準とし、それよりや、濃いものを+

1, 明らかに濃いものを + 2, 非常に濃いものを + 3 とし, さらに必要な場合には + 4 も設けた。逆に, 薄い方は, やや薄いものを - 1, 明らかに薄いものを - 2, 朱赤点の存在が判り難い程の濃さを - 3 とした。観察終了後は, 標本を直ちに -20°C で冷凍保存し, 後に魚皮中に蓄積された色素の分析に供した。分析検討に関する報告は別報にゆずった。²⁾

8 週目以後は, B 区および C 区の半数を対照飼料に切替えて飼育し (B' 区, C' 区), 着色の残存性を調べた。また, 試験開始後 16 週目頃から産卵期を迎えたので, 採卵して卵色を観察し,

発眼成績まで調べた。

結 果

試験開始時には, 朱赤点の色は薄い橙黄色, 魚肉の色は白色であった。朱赤点は, 2 週間後には B 区 (アミエビ区) と C 区 (カンタキサンチン区) で明らかな着色が認められた (第 2 表)。また, B 区と C 区では 8 週間目に個体によっては魚肉に橙赤色 (サーモンピンク) の着色が認められた。しかし, D 区 (アルファルファ区)

第二表 試験 1 朱赤点の濃度の変化

期間 区	平均体重	性別内訳 ♀ ♂	朱赤点濃度の評価数値		
			範 囲	平均	土標準誤差
開 始 時	83.9	尾 尾 6 14	- 2 ~ + 2	0 ± 0.21	
2 週 目	105.6 105.0 104.1 108.1	5 5 2 8 4 6 4 6	- 1 ~ + 1 + 1 ~ + 3 + 2 ~ + 3 - 1 ~ + 1	0 ± 0.21 + 2.1 ± 0.17 + 2.4 ± 0.09 + 0.1 ± 0.17	
4 週 目	127.9 124.6 127.5 108.0	6 4 4 6 9 1 5 5	- 1 ~ + 1 0 ~ + 3 + 1 ~ + 3 - 2 ~ + 1	- 0.1 ± 0.10 + 2.2 ± 0.34 + 2.1 ± 0.23 + 0.3 ± 0.28	
8 週 目	172.7 191.2 165.9 164.6	5 5 5 5 5 5 6 4	- 2 ~ + 1 + 1 ~ + 3 + 3 ~ + 4 - 2 ~ + 1	- 0.2 ± 0.34 + 2.3 ± 0.15 + 3.3 ± 0.07 - 0.2 ± 0.27	

* 試験区, A : 対照区, B : アミエビ区, C : カンタキサンチン区, D : アルファルファ区

第3表 試験1飼育成績

区	尾数	重量	平均体重	死亡尾数	標本供試尾数		増重量	給餌量	飼料効率
					尾	尾			
開始時 各区	122 尾	10.5 kg	86.0 g						
8週 A	91	14.6	160.5	1	30	8,162	13,360	61	
週 B	92	14.8	161.0	0	30	8,508	13,360	64	
目 C	87	14.4	165.0	0	35	8,608	13,360	64	
D	90	13.5	159.5	1	30	6,807	13,259	51	

は8週目においても明らかな着色効果が認められなかった。8週目以後対照飼料に切替えたB区とC'区については、切替後8週目に体表全体および魚肉の着色がやや薄らいだが、朱赤点の赤色は依然として鮮明であった。16週目におけるC区の魚肉は、全個体にサーモンピンクの着色が認められたが、濃度は著しい個体差があった。

卵の色は、C>C'>Bの順に橙赤色の着色が認められたが、A区の卵は黄色であった。飼育成績は第3表に示した。D区の飼料効率が劣ったが、これはD区の飼料の乾燥が悪く、カビが発生していたことから、飼料の変性が一因と考えられた。

第4表 試験1発眼成績

区	採卵尾数	採卵粒数	発眼率
A	25 尾	12,120 粒	86.5 %
B'	22	8,056	92.7
C	19	10,054	89.6
C'	15	8,354	68.4

発眼成績は第4表に示すとおり、C'区の発眼率が劣ったが、投与色素との関連は不明である。

試験II 朱赤点の着色に有効なカンタキサンチンの最少添加量

試験の方法

カンタキサンチンの添加量の異なる飼料（第5表）でアマゴおよびヤマメの0年魚を飼育し、体表の朱赤点あるいは各鱗の着色効果を肉眼的に観察し、着色に有効な最小添加量を求めた。

第5表 試験2 試験飼料の色素添加量

区	合成カンタキサンチン	魚種
A	0 mg/kg	アマゴ
B	10	"
C	40	"
D	0	ヤマメ
E	10	"

市販マス用配合飼料で飼育された養殖アマゴおよび養殖ヤマメの0年魚の中から各々中位の大きさの個体を選別して供試魚とし、アマゴについては、試験1と同じように、朱赤点の色の濃さについて群の中位程度を示す個体を選んだ。試験区は第5表に示す5区とし、8月24日に夫々5m²の池にアマゴは312尾（平均体重23.4g）、ヤマメ323尾（平均体重21.7g）づつ放養した。飼料は、試験1の対照区の配合を基本として、これにカンタキサンチンをB区とE区に10mg/kg、C区に40mg/kg添加してペレットにし、給餌の際に飼料に対して5%のスケソウ肝油を添

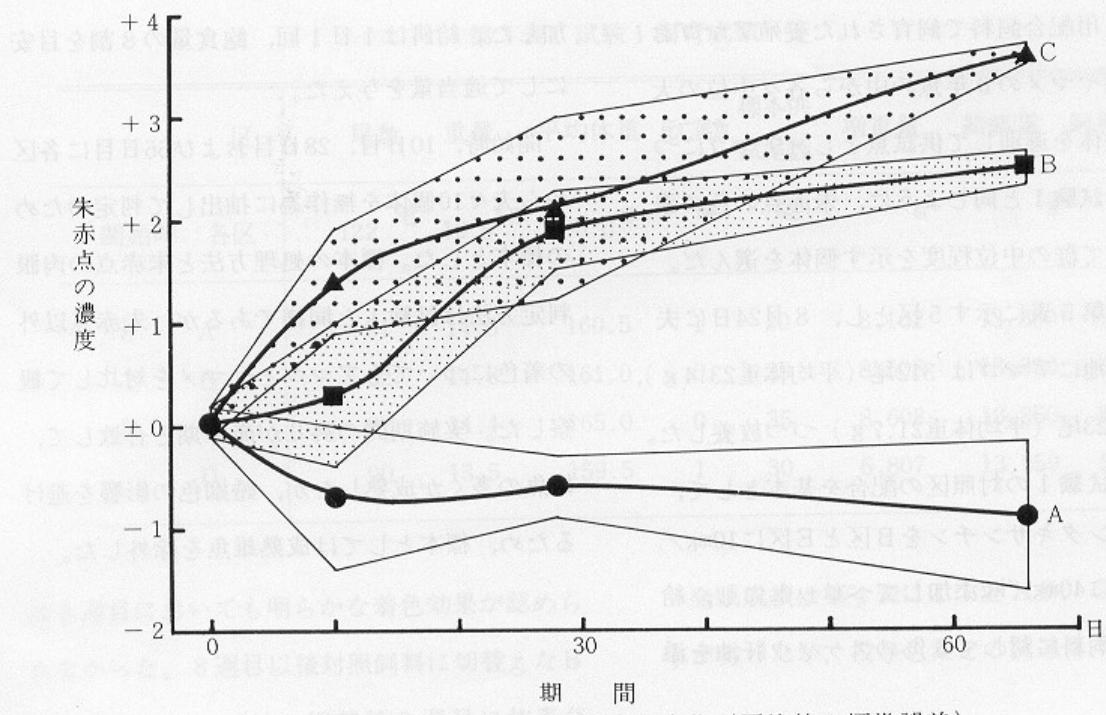
加した。給餌は1日1回、飽食量の8割を目安にして適量を与えた。

開始時、10日目、28日目および66日目に各区から夫々10個体を無作為に抽出して判定のための標本とした。標本の処理方法と朱赤点の肉眼判定方法は試験1と同様であるが、朱赤点以外の着色についてもアマゴとヤマメを対比して観察した。実施期間の終りが産卵期と合致して、雄魚の多くが成熟したが、婚姻色の影響を避けるため、標本としては成熟雄魚を除外した。

第6表 試験2 朱赤点の濃度の変化

※ 期間 区	平均体重 g	性別内訳		朱赤点濃度の評価数値		
		♀	♂	範 囲	平均	標準誤差
開始時	23.3	16	4	-1～+1	+0.05±0.15	
10日 A	24.9	6	4	-3～+1	-0.70±0.71	
10日 B	27.1	5	5	-3～+2	+0.30±0.71	
10日 C	26.4	5	5	-1～+3	+1.40±0.51	
28日 A	35.1	8	2	-3～0	-0.60±0.29	
28日 B	32.7	6	4	0～+3	+1.90±0.38	
28日 C	33.1	6	4	-1～+4	+2.10±0.88	
66日 A	61.6	10	0	-3～+1	-0.90±0.73	
66日 B	61.3	10	0	+1～+3	+2.50±0.16	
66日 C	60.2	8	2	+3～+4	+3.6±0.09	

※ A：対照区，B：10mg/kg区，C：40mg/kg区



第1図 実験2 朱赤点濃度の変化（平均値±標準誤差）

※ A：対照区， B：10mg/kg区， C：40mg/kg区

結 果

朱赤点の濃度は第6表および第1図に示すとおり、C区(40mg/kg区)では10日目に早くも着色が認められ、66日には全ての個体の朱赤点が鮮明な赤色に着色した。しかし、28日未満では、個体差が大きく、顕著な着色が認められた個体は約7割であった。B区(10mg/kg区)では10日目に約半数の個体に着色が認められたが、全個体について明らかな着色を示したのは66日であった。

着色は朱赤点の外、アマゴとヤマメに共通して鰓の縁辺および、淡くではあるが皮全体にもあらわれ、日数経過にしたがって濃度を増した。また、濃度は添加色素量が多いほど濃くなった。ヤマメについては、E区(10mg/kg区)では66

日に体側に美しい赤紫色の帯があらわれたが、D区(対照)にはこれは認められなかった。魚肉の色は、66日にも明らかな着色は認められなかった。

考 察

試験1において、朱赤点の色は摂取する餌に含まれる色素に影響され、アミエビあるいは、カンタキサンチンが着色に有効であり、アルファアルファは明らかな効果を示さないことが判明した。また、着色は皮ふや魚肉に比べて朱赤点の部分に特異的に速かに発現し、色素投与を切った場合には、皮ふや魚肉では幾分褪色する

のに対して、朱赤点の濃度には明らかな変化がないことから、朱赤点に蓄積された赤色色素は比較的の安定であるように考えられた。

合成カンタキサンチンによって着色効果を期待する場合に、飼料中に添加すべき色素の最小有効量は、出荷までの飼育期間とどの程度の着色が要求されるかによってかわる。アマゴの商品性から見ると、小さいものは20g位から食用魚として使われ、特に一定の規格はないので、20g以上なら、どのサイズでも朱赤点が鮮明であることが望ましい。着色の程度は、天然魚が一応の基準とされ、実験2における着色の程度 $+2 \sim +3$ が、ほゞ天然魚に匹敵すると考えられる。色調の点では、天然魚の朱赤点はカンタキサンチンによって得られる着色と比較してや・黄色味を帯びていた。

試験2で朱赤点の色が平均値 $+2 \sim +3$ に達した時期は、B区(10mg/kg)では約60日(体重で約2.5倍)、C区(40mg/kg)では約40日(体重で約1.7倍)であった。色素の経済性からみれば、明らかに前者が有利であり、実際的には、体重10~20gぐらいからカンタキサンチン10mg/kg含有飼料で飼育すれば、十分その効果が期待できよう。

ヤマメについても、カンタキサンチンの飼料添加によって鱗や体側に美しい紅徴があらわれるので、矢張りアマゴの場合と同様商品性向上というメリットはある。

魚肉への着色については、DEUFEL¹⁾はカンタキサンチン40mg/kg·dietで数ヶ月を要しており、これを追試した小林ら(1970)³⁾も40mg

/kg diet の70日間飼育では全個体に着色させることができなかった。着色効果に個体差のあることについては、金子ら(1970)⁴⁾も指摘しているところである。本試験でも、40mg/kg diet 66日間飼育では魚肉への明らかな着色は認められず、100mg/kg diet 100日間飼育で着色が認められたが、なお、著しい個体差があった。このように、魚肉への十分な着色効果を期待するためには、大量でしかも長期間の色素投与を要するが、それに比べて、朱赤点の着色は少量でも速かに特異的に効果があらわれるという特徴がある。

要 約

1. アマゴの朱赤点の色が、摂取する飼料中の色素に影響されるか、また着色に有効な色素は何かを飼育試験によって調べた。
2. 飼料中へアミエビあるいは合成カンタキサンチンを添加することによって、朱赤点に明らかな着色効果が認められた。
3. 合成カンタキサンチンによって朱赤点への着色効果を期待する場合に、飼料中に添加すべき色素の量は、10mg/kg·dietくらいが適当と考えられた。
4. 色素による着色効果は、魚皮全体、魚肉、卵などにもみられたが、朱赤点への着色と比較して、大量でしかも長期間の色素投与を要する傾向を示した。それに比べて、朱赤点の着色は、少量でも速かに、かつ特異的に効果

文 献

- 1) DEUFEL, J., (1965); Pigmentierungsversuche mit Canthaxanthin bei Regenbogenforellen, Archiv für Fischereiwissenschaft, 16, (2).
 - 2) 原田賢之, 外3名, (1974); アマゴの増殖に関する研究—IX, アマゴ体表の朱赤点について (2), 体表色素の分析, This report.
 - 3) 小林正典, 外3名, (1970); ニジマスの筋肉における着色効果, 昭和44年度日本水産学会講演.
 - 4) 金子徳五郎・石井清之助・西出一彦, (1970); 養殖ニジマスの表皮および筋肉への着色に関する研究—I, 冷凍イサザを投与した場合の赤色および黄色々素量の経時的变化, 昭和45年度日本水産学会講演.