魚皮の銀色化に関する研究—I.

養殖サケ・マス類における皮のプリン塩基の消長*

藤 井 豊・山田充阿弥・大西登史良

(1970 年 7 月 22 日受理)

Studies on Silvering of Fish Skin—I.

Purines in the Skin of Cultured Salmon and Trout

Yutaka FUJII, Juami YAMADA, and Toshio ONISHI**

Guanine and hypoxanthine contained in the skin of Hime (Kokanee) salmon, *Oncorhynchus nerka* f. *adonis*, cherry salmon, *Oncorhynchus masou* f. *masou*, rainbow trout, *Salmo gairdnerii irideus* and brook trout, *Salvelinus fontinalis* were analyzed.

The purines were found several times richer in the ventral skin of the fish than in the dorsal skin (Fig. 2 and Table 3). In the stages showing silvery color, the purines appeared deposited mostly on the scale and in a white layer between the dermis and muscle, which is tentatively called "skin layer" by JOHNSTON and EALES⁵⁾ (Fig. 3 and Table 4). The purines in the skin of non-silver fish showed a tendency to decrease as the fish grew, from 8 to 32 months old. On the contrary, those in silver fish were several times, sometimes ten times higher in content than those in the non-silver fish 8 to 32 months old (Tables 5, 6 and 7).

Considering the fact that fish gains much in weight during this period, it may be concluded that the purines in silver fish are continually synthesized and deposited at this stage. However, in non-silver fish such synthesis do not seem to take place, and therefore, the deposition of purines could not be observed.

魚皮のグアニンは、パールエッセンスの原料として古くから利用されており¹⁾、魚種による結晶形や分布の違いについても、組織学的に観察されている²⁾。近年、分析方法などの進歩とともに、再び魚皮のプリン塩基が取り上げられ、グアニンの結晶が魚のカムフラージに対して果している役割³⁾、Atlantic salmon の parr-smolt 段階におけるプリン塩基量の変動^{4,5)}、ヤマメのプリン塩基量の季節変動^{6,7)}などについての報告がみられる。しかし、このプリン塩基の生成、分解機構については、まだほとんど報告がみられない。

筆者らは、体色が銀白色化した、いわゆる銀毛のサケ類が、降海性を示すとともに、産卵期においても生殖腺の発育が著しく遅れている点に注目し、魚皮の銀色化と魚の生理との間にみられるこのような現象が、プリン塩基の生成、分解機構を知る上の有力な手がかりになるものと考え実験を進めた。本報では、養殖サケ・マス類について、まず生長、成熟過程における皮のプリン塩基量の変動と銀色化との関係を調べた。

実験方法

試料 1969 年 5 月～10 月に、淡水区水産研究所日光支所で供給されたヒメマス *Oncorhynchus nerka*、サクラマス (降海型) *Oncorhynchus masou*、ニジマス *Salmo gairdnerii irideus* およびカワマス *Salvelinus fontinalis* を試料魚とした。Table 1 に試料魚の年令別の使用尾数、平均体長、体重お

* 東海区水産研究所業績 535 B

** 東海区水産研究所 (Tokai Reg. Fish. Res. Lab., Chuo-ku, Tokyo)

Table 1. Data on sampe fish used for the analysis.

Species	Age of fish in months	Number of samples used	Body* length (cm)	Body* weight (g)	Sex	Maturity and Coloration
Hime (Kokanee) Salmon	5	17	4	1		Immature
	8	15	7	4		Immature, Silvery
	17	5	13	21	♂ 3, ♀ 2	Immature, Silvery
	20	11	15	39		Immature, Silvery
	23	7	22	194	♂ 4, ♀ 3	Mature, Nuptial
	29	6	23	151	♂ 2, ♀ 4	Immature, Silvery
	32	5	23	145	♂ 2, ♀ 3	Immature, Silvery
	35	2	30	471	♂ 1, ♀ 1	Immature, Silvery
	35	7	30	462	♂ 3, ♀ 4	Mature, Nuptial
Cherry Salmon	8	12	6	3		Immature, Parr
	29	5	17	53	♂ 1, ♀ 4	Immature, Silvery
	29	3	17	64	♂ 3, ♀ 0	Immature, Parr
	32	5	18	95	♂ 0, ♀ 5	Immature, Silvery
	32	5	20	115	♂ 3, ♀ 2	Immature, Parr
	35	8	18	91	♂ 2, ♀ 6	Immature, Silvery
	35	8	20	123	♂ 6, ♀ 2	Mature, Dark parr
Rainbow Trout	8	11	8	9		Immature, Parr
	20	10	16	63	♂ 7, ♀ 3	Immature
	29	7	24	349	♂ 4, ♀ 3	Immature
	32	11	31	480		Immature
	35	6	30	568	♂ 3, ♀ 3	Mature, Nuptial
Brook Trout	8	5	9	9		Immature, Parr
	8	5	9	9		Immature, Parr
	20	5	23	191	♂ 3, ♀ 2	Immature, Parr
	20	1	24	200	♂ 1	Immature, Parr
	32	6	31	503	♂ 3, ♀ 3	Immature

* Average for each lot.

よび性別などを示す。年令は、孵化後の経過月数を用いた。なお、23 カ月のヒメマスは、水温の高い黒磯で 18 カ月間飼育された別の魚群であつたため、他の試料群にくらべて、例外的に体長、体重が大きくなっている。

試料魚を MS 222 で麻酔し、背びれの前端から 5~10 mm 幅で腹部の下端まで剥皮し、附着した筋肉や脂肪を軽くこすり落して皮試料とした。試料は、アセトンドライアイスで凍結し、分析時まで -20°C に貯蔵した。

分析方法 皮試料 0.3~1.2 g を、冷却過塩素酸溶液 20 ml ずつで 2 回抽出し、抽出液を 10 N KOH で中和したのち、過塩素酸カリの沈澱を除いた上澄液を 50 ml としてプリン塩基を分析した。

ヒポキサンチン、イノシンおよびイノシン酸 (以下 Hx, HxR, IMP と略す) の分析は、既報⁹⁾の方法により、xanthine oxidase, nucleoside phosphorylase, 5'-nucleotidase を用いて測定し、グアニン (以下 G と略す) は、xanthine oxidase と guanase を併用し、G を尿酸に変えて測定した。すなわち、3 本の試験管に抽出液 1 ml ずつを採り、磷酸緩衝液 (pH 7.6) 2 ml ずつを加え、試験管 1 に guanase (0.1

Fig. 1. Standard curve of guanine.

魚として、プリン塩基の G, Hx とともに、プリン化合物の HxR, IMP を分析した結果である。G と Hx 量が大部分を占め、HxR, IMP 量は 2~9% に過ぎなかつた。また、HxR, IMP 以外のプリン化合物として、グアノシン (GR), グアニル酸 (GMP), アデノシン (AR) およびアデニル酸 (AMP) を、guanase に加えて deaminase を併用した酵素法で分析したが、GR, GMP の存在はほとんど認められず、AR, AMP 量も少なかつた。このように、皮のプリン化合物としては、G, Hx が大部分であつたため、以下のプリン化合物の追跡には、G と Hx のみの分析結果を用いることとした。Table 3 は、魚体表面の G, Hx の平面分布を示す。試料魚にはヒメマスの銀毛を用い皮試料は、Fig. 2 に示す 7 カ所から採取した。No. 1, 3, 5 の腹側は、G+Hx 量が 46~53 μ mole/g で、No. 2, 4, 6 の背側の 7~15 μ mole/g にくらべて、数倍も多かつた。背と腹側を含む No. 7 は、両者の中間量を示した。また、頭部から尾部に向つて、背、腹のいずれの側でも、G, Hx 量が多くなる傾向がみられた。G/Hx 比は、背側の 2.8~3.9 に対して、腹側が 4.1~4.5 を示しており、G 量が多いほど比が上昇する傾向が認められた。

Table 2. Content of guanine, hypoxanthine, inosine and inosinic acid in the skin of cherry salmon and brook trout.

Species	Guanine (G)		Hypoxanthine (Hx)		Inosine (HxR)+ Inosinic acid (IMP)		G+Hx+HxR+IMP μ mole/g of sample
	μ mole/g of sample	Percent to G+Hx+HxR+IMP	μ mole/g of sample	Percent to G+Hx+HxR+IMP	μ mole/g of sample	Percent to G+Hx+HxR+IMP	
Cherry Salmon Eight months old	15.21	71.2	4.86	22.9	1.25	5.9	21.35
	17.86	96.0	6.65	25.7	1.37	5.3	25.88
	11.77	68.9	4.47	26.2	0.84	4.9	17.08
	16.86	70.6	5.54	23.2	1.48	6.2	23.88
	13.97	72.7	3.53	18.4	1.72	8.9	19.22
Brook Trout Eight months old	12.26	75.9	3.04	18.8	0.86	5.3	16.16
	13.44	75.6	2.86	16.1	1.47	8.3	17.17
	14.06	71.7	5.11	26.0	0.45	2.3	19.62
	15.05	73.2	4.01	19.5	1.50	7.3	20.56
	3.19	38.8	4.30	52.2	0.74	9.0	8.23

mg/ml) 0.5 ml を、試験管 1 と 2 に xanthine oxidase 0.5 ml ずつを添加する。蒸留水で液量を 5 ml として、37°C 恒温槽中で 40 分反応させる。反応後、試験管 3 を対照として試験管 1 と 2 の 290 m μ の吸光値を測定し、1 と 2 の吸光値差が G に由来した尿酸量に比例すると、Fig. 1 の標準検量線から G 量を求めた。

実験結果および考察

1. 魚皮の G および Hx の分布 銀毛の呼称は、はじめ変態にともなつて降海するサケ類に対して用いられたため、サケ属 (*Oncorhynchus*) については一般に用いられるが、サケ属以外では、対象とする魚種または定義が必ずしも明確でない。

Table 2 は 8 カ月のサクラマス、カワマスを試料

Table 3. Distribution of guanine and hypoxanthine in the skin of Hime (Kokanee) salmon.

Location of sample*	Guanine (G) μ mole/g of sample	Hypoxanthine (Hx) μ mole/g of sample	G+Hx μ mole/g of sample	G/Hx ratio
Anterior part of dorsal skin (No. 1)	5.80	1.84	7.64	3.15
Anterior part of ventral skin (No. 2)	37.67	9.17	46.84	4.11
Central part of dorsal skin (No. 3)	6.73	2.41	9.14	2.79
Central part of ventral skin (No. 4)	37.94	8.38	46.32	4.53
Posterior part of dorsal skin (No. 5)	11.79	3.05	14.84	3.87
Posterior part of ventral skin (No. 6)	42.74	9.47	52.21	4.51
Dorsal and ventral parts of caudal skin (No. 7)	19.31	4.55	19.1	4.24

* See Fig. 2.

Fig. 2. Location from where the skin samples were taken.

layer 区分を採取した。しかし、婚姻色を呈した魚は、真皮が硬く、ウロコと上皮の分離も困難であつたため、ウロコと上皮を一緒に分析した。

銀毛では、G, Hx がウロコと skin layer に多く上皮と真皮には少なかつた。林ら⁹⁾は、数種の魚類の真皮に $1.2 \sim 4.4 \mu$ mole/g の Hx 以外には G の存在は認められなかつたことを報告しているが、Table 4 の結果でも、ウロコと上皮、真皮と skin layer の G/Hx 比が、それぞれよく似ているところから、あるいは、上皮とウロコ、真皮と skin layer 間での試料の混入があつたとも考えられるので、今後はこの点を考慮した検討を行なう必要もあろう。つぎに、G, Hx 量と体色との関係を見ると、銀毛と中間色または婚姻色の間で、ウロコの G, Hx 量の差がとくに著しく、この区分の G, Hx が銀色化の直接的な原因と思われる。一方、skin layer の G, Hx 量は、婚姻色の発現に際してもとくに顕著な減少を示さないところから、この区分の G, Hx は、銀毛の発現には直接影響せず、ウロコへの補給源になつているものと想定される。

2. 生長、成熟過程における G および Hx 量の変動 Table 5 にヒメマスの皮の G, Hx 量を 5~35 カ月の試料について測定した結果を示す。ヒメマスは、孵化後 8 カ月を経過したものは全試料が銀毛になり、その後は変化がなく、成熟に際して婚姻色を呈する。

ヒメマスが黒褐色から銀毛に変わる 3 カ月間に、G, Hx 量はともに著しく増加し、G は約 3 倍、Hx は約 2 倍になつたが、その後 32 カ月までの間、銀毛では、単位皮重量当たりの G 量はほとんど変動がなく、Hx 量は漸減した。しかし、平均体長をみると、8 カ月では 7 cm であつた試料魚が 32 カ月では 23 cm にまで生長しており、1 尾当たりの皮重量は、計算上では体長差の 3 乗、すなわち、32 カ月が 8 カ月の $(23/7)^3$ 、約 35 倍になつた。したがつて、8 カ月から 32 カ月にいたる 24 カ月間の単位皮重量当たりの G, Hx 量に大きな変動がなくても、1 尾当たりの皮の G, Hx の総量は著しく増加したことになり、この期間中、G, Hx の生成、魚皮への沈着が進行したものと解釈される。

35 カ月の銀毛は、他の銀毛の半分以下の G, Hx 量であつたが、高年令魚の銀毛の特徴として興味を持たれる。JOHNSTON ら⁵⁾は、Atlantic salmon の parr-smolt 段階で、皮の G 量の著しい増加と G/Hx 比

Table 4 は、Fig. 3 に示すように、魚皮組織をウロコ、上皮、真皮、skin layer (真皮と筋肉の間に存在すると考えられる組織⁵⁾) の 4 区分に分け、各区分の G, Hx 量を分析した結果である。銀毛および婚姻色を呈したヒメマスの 2 年魚を試料魚として、まず魚体表面からウロコと上皮区分を集め、つぎに、剥皮して得た真皮区分の内側を削つて skin

Table 4. Content of guanine and hypoxanthine in the scale, epidermis, dermis and skin layer of Hime (Kokanee) salmon.

Sample		Guanine (G) μ mole/g of sample	Hypoxanthine (Hx) μ mole/g of sample	G+Hx μ mole/g of sample	G/Hx ratio	Maturity and Coloration
Location* of sample	Percent to skin weight					
Scale	44.0	27.46	7.82	35.28	3.51	Immature Silvery
Epidermis		6.86	2.97	9.83	2.31	
Dermis	56.0	8.25	1.51	9.76	5.46	
Skin layer		28.29	6.35	34.64	4.46	
Scale	42.9	15.72	4.41	20.13	3.56	Immature Silvery
Epidermis		7.55	2.17	9.72	3.47	
Dermis	57.1	4.37	0.87	5.24	5.02	
Skin layer		47.05	8.34	55.39	5.64	
Scale	41.7	17.00	5.96	22.96	2.85	Immature Silvery
Epidermis		9.28	3.27	12.55	2.84	
Dermis	58.3	8.24	1.60	9.84	5.15	
Skin layer		34.01	6.70	40.71	5.08	
Scale	41.9	15.70	4.75	20.45	3.31	Immature Silvery
Epidermis		9.04	2.96	12.00	3.05	
Dermis	58.1	8.46	1.45	9.91	5.83	
Skin layer		47.75	9.30	57.05	5.13	
Scale	32.1	5.46	1.60	7.06	3.41	Moderate
Epidermis						
Dermis	67.6	3.01	0.60	3.61	5.02	
Skin layer		36.78	6.12	42.90	6.01	
Scale	32.5	3.71	5.38	9.03	0.70	Mature Nuptial
Epidermis						
Dermis	67.5	2.96	0.54	3.50	5.48	
Skin layer		25.00	4.49	29.49	5.57	

* See Fig. 3.

Fig. 3. Layers of the skin classified for the sampling.

Ep; Epidermis Sc; Scale
De; Dermis Sk; Skin layer

婚姻色を呈した魚にも、まだパール・マークがみられるため、婚姻色を呈したサクラマスをとくに dark parr と呼ぶこととした。

G, Hx 量は、パールの8月から銀毛の29~32カ月までは、ほとんど変化がなく、銀毛の35カ月で顕

の上昇を認めているが、ヒメマスにおいても同様に、5~8カ月の間で、顕著な G, Hx 量の増加と 1.07 から 2.22 への G/Hx 比の上昇が認められた。一方、23, 35カ月の婚姻色を呈した魚では、G, Hx 量は非常に少なく、銀毛の 1/5~1/10 になっているが、銀毛から婚姻色への体色の変化とともに、短期間で急激な G, Hx の分解、消失がおこるものと思われる。

Table 6 はサクラマスの結果を示す。サクラマスはヒメマスと異なり、8カ月の試料魚にはすべて明瞭なパール・マークが認められ、1年魚の分析は行なわなかったが、2年魚の29~35カ月は、体色の異なる銀毛（大部分が雌）とパール（大部分が雄）の2群に分れた。なお、サクラマスは成熟に際して

Table 5. Change of guanine and hypoxanthine in the skin during the growth of Hime (kokanee) salmon.

Age of fish in months	Guanine (G) Mean and Standard error μ mole/g of sample		Hypoxanthine (Hx) Mean and Standard error μ mole/g of sample		G + Hx μ mole/g of sample	G/Hx ratio	Maturity and Coloration
5	8.00		7.46		15.46	1.07	Immature
8	25.89	± 1.65	12.82	± 0.89	38.71	2.02	Immature Silvery
17	26.76	± 2.12	12.06	± 0.74	38.82	2.22	Immature Silvery
20	29.98	± 2.20	9.75	± 0.91	39.73	3.07	Immature Silvery
23	4.23	± 0.54	1.90	± 0.21	6.13	2.23	Mature Nuptial
29	29.33	± 1.41	7.06	± 0.33	36.39	4.15	Immature Silvery
32	24.45	± 1.22	7.06	± 0.41	31.35	3.46	Immature Silvery
35	11.17	± 0.07	2.86	± 0.16	14.03	3.91	Immature Silvery
35	2.90	± 0.46	0.51	± 0.06	3.41	5.69	Mature Nuptial

Table 6. Change of guanine and hypoxanthine in the skin during the growth of cherry salmon.

Age of fish in months	Guanine (G) Mean and Standard error μ mole/g of sample		Hypoxanthine (Hx) Mean and Standard error μ mole/g of sample		G + Hx μ mole/g of sample	G/Hx ratio	Maturity and Coloration
8	15.07	± 0.74	4.86	± 0.36	19.93	3.10	Immature Parr
29	15.06	± 1.83	3.41	± 0.47	18.47	4.42	Immature Silvery
29	4.20	± 0.75	0.43	± 0.12	4.63	9.77	Immature Parr
32	16.46	± 2.59	5.31	± 0.74	21.77	3.10	Immature Silvery
32	1.01	± 0.41	2.58	± 0.64	3.59	0.39	Immature Parr
35	29.74	± 2.01	7.37	± 0.71	37.11	4.04	Immature Silvery
35	9.83	± 1.23	2.88	± 0.24	12.71	3.41	Mature Dark parr

著に増加した。単位皮重量当たりの G, Hx 量の著しい増加が、銀毛の 32~35 カ月間にみられた点が、ヒメマスと異なっている。29~35 カ月のパールは、銀毛とは対称的に、G, Hx 量が非常に少なく、婚姻色を呈したヒメマスとはほぼ似た含量を示した。また、dark parr の G, Hx 量も、パールよりは多くなっているものの、銀毛にくらべると非常に少なかった。

Table 7 は、ニジマス、カワマスの結果を示す。両者ともサクラマスと同様、8 カ月の試料にはすべて明瞭なパール・マークが認められたが、その後 35 カ月までの間、ヒメマスやサクラマスの銀毛に匹敵するほどはつきりした銀毛の出現はみられなかった。

ニジマスの G, Hx 量は、ヒメマス、サクラマスの銀毛とは逆に、8~35 カ月の間常に減少を続け、35

Table 7. Change of guanine and hypoxanthine in the skin during the growth of rainbow trout and brook trout.

Age of fish in months	Guanine (G) Mean and Standard error μ mole/g of sample		Hypoxanthine (Hx) Mean and Standard error μ mole/g of sample		G + Hx μ mole/g of sample	G/Hx ratio	Maturity and Coloration
Rainbow trout							
8	13.88	± 0.89	7.01	± 0.42	20.89	1.98	Immature Parr
20	8.87	± 0.67	3.58	± 0.26	12.45	2.48	Immature
29	7.50	± 1.21	2.18	± 0.35	9.68	3.44	Immature
32	4.06	± 0.40	1.39	± 0.16	5.45	2.92	Immature
35	2.16	± 0.34	0.85	± 0.09	3.01	2554	Mature Nuptial
Brook trout							
8	13.16	± 0.71	3.91	± 0.43	17.07	3.37	Immature Parr
8	1.88	± 0.66	3.55	± 0.68	5.43	0.53	Immature Parr
20	10.28	± 1.07	4.46	± 0.76	14.74	2.30	Immature Parr
20	0.78		0.84		1.62	0.93	Immature Parr
32	4.85	± 0.23	1.85	± 0.14	6.70	2.62	Immature

カ月では、8カ月のそれぞれ 1/6 および 1/8 にまで低下した。カワマスの 8, 20 カ月には Table 1 と 7 で別に取り扱っているように、G, Hx 量がとくに少ない試料群が認められた。しかし、G, Hx 量の多少にかかわらず、それぞれの試料群間では、ニジマスと同様、G, Hx 量は、8~32 カ月の間常に減少する傾向が認められた。カワマスにみられた G, Hx 量の著しく異なつた 2 群については、サクラマスの銀毛、パール間に認められるような明らかな体色の違いがないため、今後の検討が必要であろう。

以上の結果から、この実験に用いた試料魚においても、ウロコ表面への G の沈着が、銀毛の直接原因であることが認められた。銀毛では、35 カ月のヒメマスを除くとして、少なくとも 15μ mole/g 以上の G が皮に存在した。また、skin layer の G は、銀毛の出現には直接関与せず、ウロコへの補給源の役割を持つものと想定されたが、パール・マークを示す試料魚の多い G 量や、35 カ月のヒメマスの銀毛の少ない G 量などのように、体色と皮の G 量とのくい違いは、このような、皮組織中の G の存在部位の違いによつて説明できる。

生長過程における G, Hx 量の変動は、ヒメマス、サクラマスの銀毛では、8~32 カ月の間常に G, Hx の生成、沈着が進行し、生長にともなう皮重量の増加にもかかわらず、ある時期では、単位皮重量当たりの含量の増加さえ認められた。しかし、サクラマスのパール、ニジマス、カワマスでは、逆に 8~35 カ月の間、G, Hx の生成、沈着の進行が認められず、生長にともなつて、単位皮重量当たりの含量は著しく減少した。

成熟過程においては、とくに銀毛の出現がみられなかつたニジマス、カワマスでは、成熟に関連した G, Hx 量の変動は認められないようである。しかし、ヒメマスでは銀毛から婚姻色への体色の変化とともに、G, Hx 量は急激に減少した。

生長、成熟過程における G, Hx 量のこのような変動からみて、G, Hx の生成、分解に関与する酵素群は、生長、成熟ホルモンによつて、その活性に強い影響を受けるものと推定された¹⁰⁾。なお、魚皮の G

は常に Hx と共存しており、G と同様に、Hx の魚皮中での役割の重要性が推定される。また、魚皮の G の起源についても、まだほとんど報告をみないが¹¹⁾、今後の課題として検討を進めたい。

要 約

ヒメマス、サクラマス（降海型）、ニジマスおよびカワマスについて、魚皮のプリン塩基としてグアニン (G) とヒポキサンチン (Hx) を分析し、魚体表面と魚皮組織中の分布および生長、成熟過程における含量の変動を調べ、次の結果を得た。

1. 魚体表面の分布は、背側より腹側の G, Hx 量が、数倍も多かつた。魚皮組織中の G, Hx は、おもにウロコと skin layer 区分に存在し、上皮と真皮区分の含量は少なかつた。また、婚姻色の発現によつて、ウロコの G, Hx 量がとくに著しく減少し、skin layer の含量には顕著な変化がみられなかつたところから、ウロコの G, Hx 量が銀毛の直接原因で、skin layer の G, Hx は、ウロコへの補給源になつているものと思われた。
2. ヒメマスとサクラマスの銀毛では、5~32 カ月の間常に G, Hx の生成、沈着が進行し、皮全体の G, Hx 総量の増加は勿論、ヒメマスの 5~8 カ月間とサクラマスの 32~35 カ月間では、単位皮重量当たりの含量にも著しい増加が認められた。しかし、サクラマスのパール、ニジマスおよびカワマスでは、8~35 カ月の間、G, Hx の生成、沈着が認められず、銀毛とは逆に、生長にともなつて単位皮重量当たりの G, Hx 量は、常に減少を続けた。
3. 銀毛の出現がみられず、成熟前にすでに G, Hx 量が少なくなつているニジマスとサクラマスでは、とくに成熟に基因したと思われる含量の変動はなかつた。しかし、成熟前にすべての試料が銀毛であつたヒメマスでは、成熟によつて婚姻色を呈するまでの短期間に、急激な G, Hx 量の減少が認められた。

本実験の遂行にあたり、実験計画の設定、試料魚の供給および結果の検討などについて、終始御尽力いただいた、淡水区水産研究所、日光支所、白石芳一所長、白旗総一郎技官ならびに所員御一同に深く感謝する。

文 献

- 1) 小幡弥太郎・五十嵐久尚・石田昌男：本誌，16，141~144 (1950).
- 2) 中田 彬・松沢定五郎：農水講究報告，5，113~115 (1955).
- 3) E. J. DENTON and J. A. C. NICOL: *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 45, 683~703 (1965).
- 4) J. R. MARKERT and W. E. VANSTONE: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23, 1095~1097 (1966).
- 5) C. E. JOHNSTON and J. G. EALES: *ibid.*, 24, 955~964 (1967).
- 6) 林 征一・工藤 聡・斎藤恒行：日本水産学会年会講演要旨，p. 77 (1969).
- 7) 林 征一・室塚剛志・斎藤恒行：日本水産学会秋季大会講演要旨，p. 43 (1969).
- 8) 藤井 豊・野口栄三郎・蘇 国雄：本誌，34，1031~1035 (1968).
- 9) 林 征一・斎藤恒行：本誌，34，816~825 (1968).
- 10) M. FONTAINE: 日本水産学会東北支部会報，14，49~52 (1962).
- 11) P. O. SVÄRD: *Nature*, 182, 1448~1449 (1958).