

ホルモン処理によるヒラメの 変態制御と体色異常の発現

大 慶 則 之
(石川県増殖試験場)

ヒラメを始めとする異体類仔魚の変態時には様々な形態の非相称的变化が生じる(松原1955)。その1つはメラノフォアの右眼側における増加である。ヒラメ仔魚の組織学的観察によれば、右眼側と無眼側のメラノフォア形成に相違が認められるのは、変態盛期から(南1982の発育段階区分ではG-Stage後半から)とされ、人工種苗に認められる白化は右眼側特有の組織に分化すべき部位が正常な方向への分化を妨げられ、この結果成体型メラノフォアが形成されず生じたものと推察されている(京都大学農学部付属水産実験所・東京水産大学1986)。

ヒラメ仔魚の変態は甲状腺ホルモン(L-Thyroxine)により促進されることが明らかにされているが(Inui and Miwa1985)、今回著者は、変態の促進及び遅延が体色異常の発現に及ぼす影響を検討する目的で、ヒラメ仔魚に甲状腺ホルモン(L-Thyroxine)と抗甲状腺剤(Thiourea)を投与する実験を行った。ここでは、これら処理が変態の進行と体色異常個体の出現に及ぼす影響について報告する。

材料と方法

石川県増殖試験場で昭和63年6月5~7日に採卵し、ふ化後約3週間5 m³水槽で飼育された平均全長8.80mmの変態期仔魚を実験に供した。実験区は150ℓアクリル水槽に800尾の仔魚を収容して3区(対照区, T4 0.05ppm区, TU 50ppm区)設定した。仔魚への甲状腺ホルモン(L-Thyroxin), 及び抗甲状腺剤(Thiourea)の投与は飼育水添加法より、11日間(6月30日~7月11日)継続した。餌料は、実験期間を通してワムシ, アルテミア, 配合飼料(協和B1)を投与し、残餌および排せつ物は毎日サイフォンにより除去した。飼育水はホルモン処理中、毎日1/3量を換水し、ホルモン処理終了後流水とした。実験期間中の飼育水温は21.0~24.8℃の範囲にあった。

ホルモン処理開始2, 4, 10日後に各実験区より約50尾の仔魚を採取し、全長の計測と発育段階の区分を行ない、変態の進行状況を検討した。発育段階の区分はFukuhara(1985)の区分に従った。体色異常個体の判別は、ホルモン処理終了18日後の7月29日に全数の稚魚を採取して行った。

結 果

1. 変態の進行に及ぼすL-Thyroxine及びThioureaの影響

ホルモン処理開始2, 4, 10日後に各実験区より採取した仔魚の発育段階別出現率を表1に、全長組成を図1に示した。

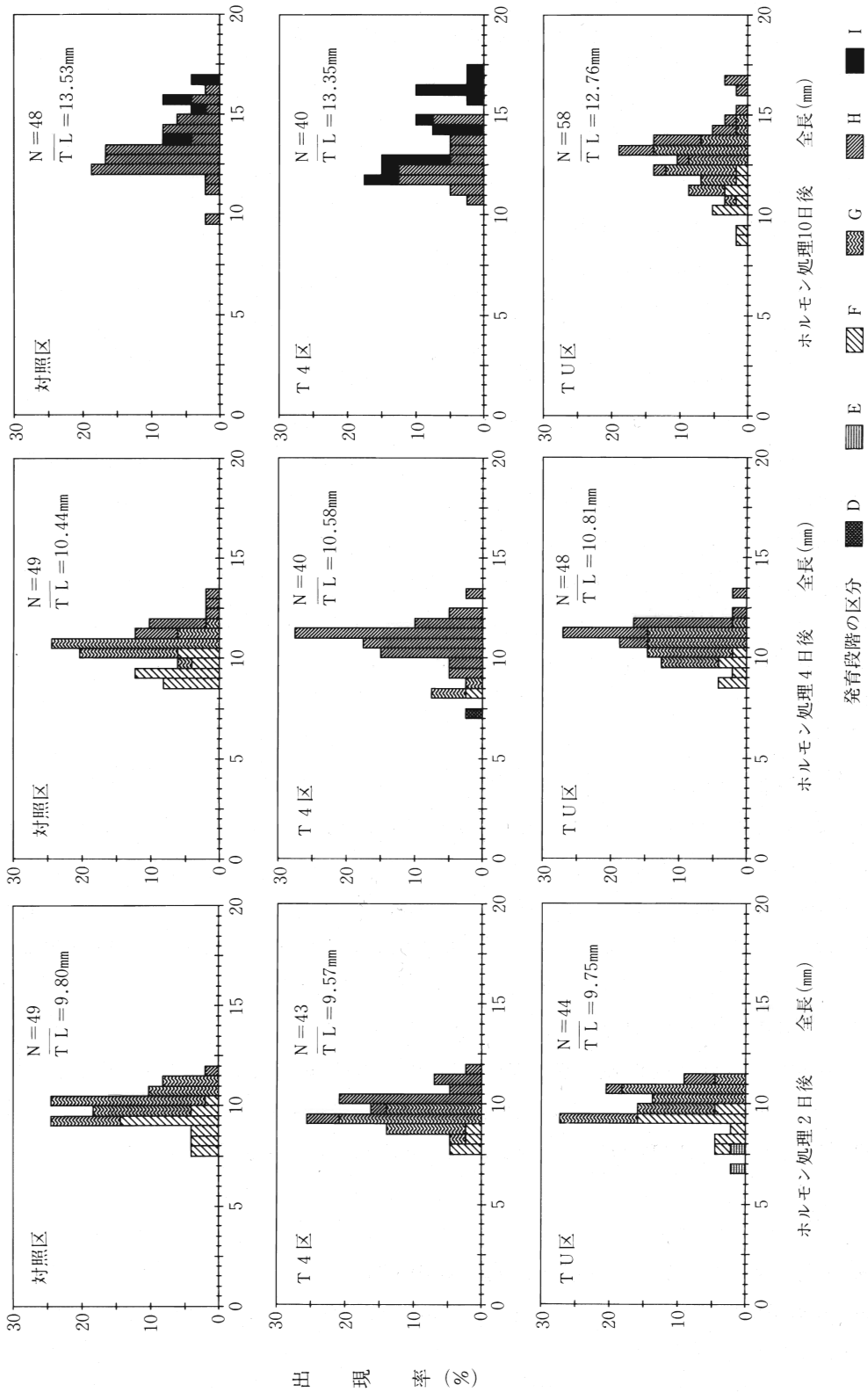


図1 ホルモン処理にともなう仔魚の发育段階別全長組成の推移

表1 ホルモン処理にともなう仔魚の発育段階別出現率の推移

発育区分	供試魚	ホルモン処理2日後			ホルモン処理4日後			ホルモン処理10日後		
		対照区	T4区	TU区	対照区	T4区	TU区	対照区	T4区	TU区
	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)	N(%)
D	4(2.9)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(2.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
E	16(11.6)	0(0.0)	0(0.0)	2(4.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
F	81(58.7)	16(32.7)	4(9.3)	13(29.5)	15(30.6)	1(2.5)	6(12.5)	0(0.0)	0(0.0)	10(17.2)
G	37(26.8)	32(65.3)	21(48.8)	26(59.1)	24(49.0)	3(7.5)	25(52.1)	0(0.0)	0(0.0)	32(55.2)
H	0(0.0)	1(2.0)	18(41.9)	3(6.8)	10(20.4)	35(87.5)	17(35.4)	41(85.4)	22(55.0)	16(27.6)
I	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	7(14.6)	18(45.0)	0(0.0)
合計	138	49	43	44	49	40	48	48	40	58

(1) ホルモン処理2日後

対照区ではステージGが65.3%と最多数を占め、次いでステージFが32.7%、ステージHが2.0%を占めた。ステージGは全長9.0~11.5mm(階級値,以下同様)の個体に、ステージHは全長11.5~12.0mmの個体に出現した。T4区では対照区と比較して形態変化の促進が明瞭となった。すなわち、ステージGが全長8.0~10.5mm,ステージHが全長9.0~12.0mmの個体に出現し、出現率はステージGが48.8%,ステージHは41.9%に達した。TU区ではステージG,ステージFが59.1%,29.5%を占め、各ステージの出現する全長範囲についても対照区と比較して顕著な差異は認められなかった。

(2) ホルモン処理4日後

T4区では全長9.0mm以上の個体全数がステージHに類別され、ステージHの出現率は87.5%に増加した。対照区では、ステージHは全長11.0mm以上の個体に出現したが、出現率は20.4%とT4区に比べて低く、ステージGが49.0%で多数を占めた。TU区ではステージHの出現率が35.4%に高まり、各ステージの出現する全長範囲からみても形態変化の遅延は認められなかった。実験水槽の飼育魚は、T4区では大多数の仔魚が着底したが、対照区及びTU区飼育魚では遊泳状態にある仔魚が多数認められた。

(3) ホルモン処理10日後

T4区ではステージHが55.0%、ステージIが45.0%を占めた。変態完了期に相当するステージIは全長11.5~17.5mmの個体に出現した。対照区では、ステージIは全長13.5mm以上の個体に出現したが、出現率は14.6%と低く、優占ステージは85.4%を占めるステージHであった。一方、TU区では、ステージF,G,Hがそれぞれ17.2%,55.2%,27.6%を占め、ホルモン処理4日後と比べて各ステージの出現率に大きな変動は認められなかった。この内、ステージFは全長8.5~12.5mm,ステージGは全長10.5~15.0mm,ステージHは全長12.0~17.0mmの個体に出現した。対照区におけるこれらステージの出現上限全長は、ステージF,G,H各々10.5mm,12.0mm,16.5mmであり、TU区における形態変化の進行には明瞭な遅延が認められた。

2. 体色異常個体の出現に及ぼすL-Thyroxine及びThioureaの影響

ホルモン処理終了18日後（ふ化後約50日）における生残稚魚数は、対照区442尾、T4区432尾、TU区433尾となり、各実験区の生残率に顕著な差は認められなかった。これらの稚魚は有眼側及び無眼側の体色発現部位に着目して図2に示す7タイプに類別された。得られたタイプ別個体数と出現率を表2に全長組成を図3に示した。

(1) 有眼側体色異常個体の出現に及ぼす影響

タイプ1～3からなる有眼側体色異常個体（白化個体）の出現率は、対照区21.0%、T4区32.6%、TU区16.3%となり、白化個体の出現率はL-Thyroxine処理により変態の進行を早めた場合に高くなり、Thiourea処理により変態の進行を抑制した場合に低くなる結果が得られた。

一方、白化個体中における各タイプの出現率を比較すると、対照区及びTU区では白化程度が高いタイプ1の出現率が63.4%、78.6%と高い値を示したのに対し、T4区では体色の発現程度が高いタイプ2の出現率が61.7%を占め、タイプ1の出現率は14.9%と低い値であった。

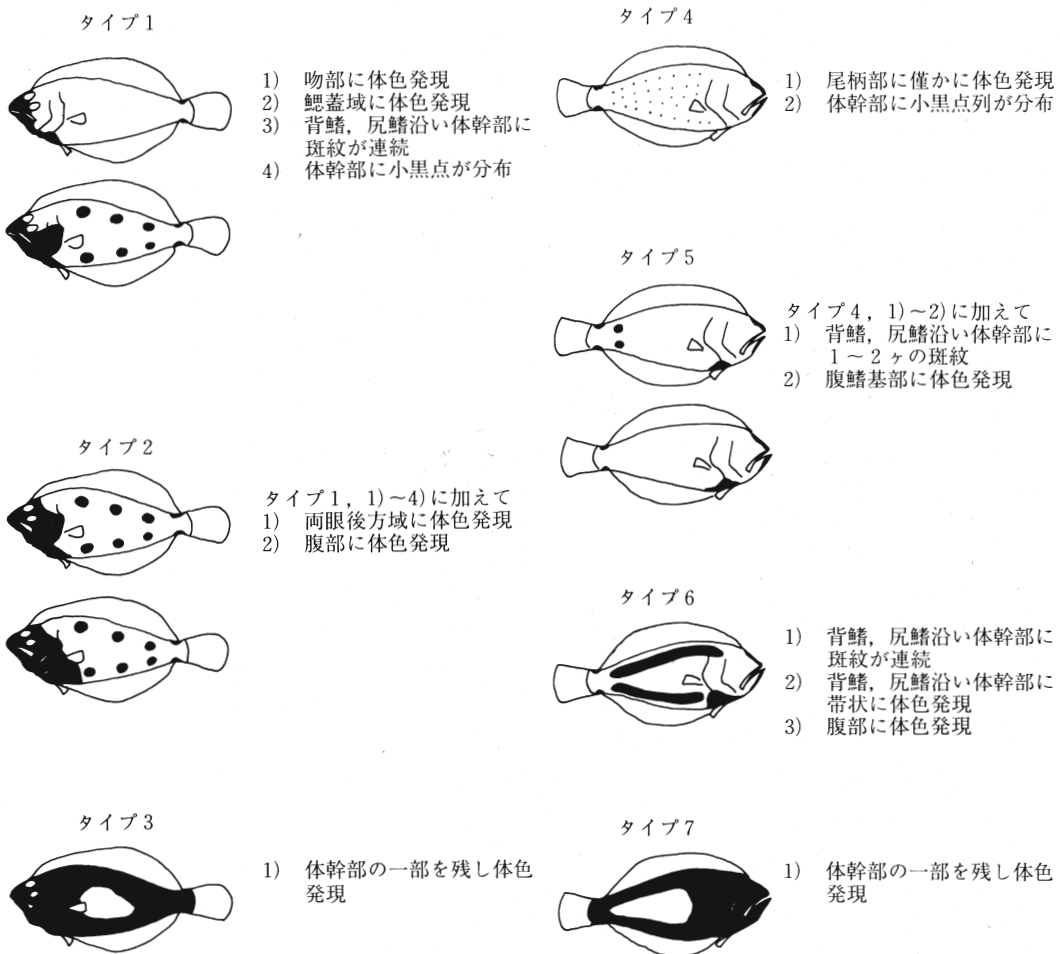


図2 体色異常個体の類型区分

表2 各実験区におけるタイプ別出現個体数と出現率

類型	対 照 区	T 4 区	T U 区
	N (%) [%]	N (%) [%]	N (%) [%]
1	59 (13.3) [63.4]	21 (4.9) [14.9]	55 (12.7) [78.6]
2	28 (6.3) [30.1]	87 (20.1) [61.7]	11 (2.5) [15.7]
3	6 (1.4) [6.5]	33 (7.6) [23.4]	4 (0.9) [5.7]
4	101 (22.9)	30 (6.9)	64 (14.8)
5	204 (46.1)	188 (43.5)	217 (50.1)
6	136 (30.8)	205 (47.5)	137 (31.6)
7	1 (0.2)	9 (2.1)	15 (3.5)

(%) : 総取り上げ尾数に占める割合
 [%] : 有眼側体色異常個体中に占める割合

(2) 無眼側体色異常個体の出現に及ぼす影響

タイプ4～7からなる無眼側体色異常個体(黒化個体)の出現率は各実験区とも100%となった。各タイプの出現率を表2に示した。対照区とTU区ではタイプ5の出現率が各々46.1%, 50.1%と最も高く, その他タイプの出現順位についても一致が認められた。これに対しT4区では, 黒化程度の高いタイプ6が47.5%を占め, 体色の発現程度が最も低いタイプ4の出現率は3区中最低の6.9%であった。

黒化個体を有眼側体色異常の有無により類別し, 黒化個体のタイプ別出現率を求めた結果を表3に示した。対照区及びTU区では, 黒化程度の高いタイプ6の出現率が, 有眼側体色異常を伴う黒化個体で高い値(43.0%, 52.8%), 有眼側正常の黒化個体で低い値(共に27.5%)を示した。一方, T4区では有眼側体色異常の有無にかかわらず, タイプ6の出現率は高い値(47.4%, 47.5%)を示した。

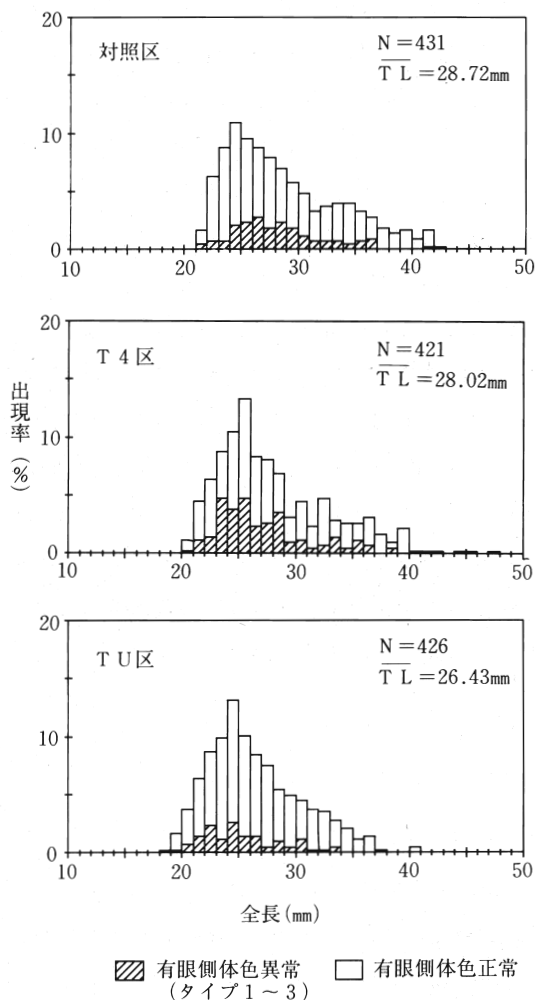


図3 実験終了時の全長組成

表3 無眼側体色異常個体のタイプ別出現率

類型	対 照 区		T 4 区		T U 区	
	有眼側正常	有眼側異常	有眼側正常	有眼側異常	有眼側正常	有眼側異常
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
4	91(26.1)	10(10.8)	20(6.9)	10(7.1)	58(16.0)	6(8.6)
5	161(46.1)	43(46.2)	124(42.6)	64(45.4)	190(52.4)	27(38.6)
6	96(27.5)	40(43.0)	138(47.4)	67(47.5)	100(27.5)	37(52.8)
7	1(0.3)	0(0.0)	9(3.1)	0(0.0)	15(4.1)	0(0.0)
合計	349	93	291	141	363	70

考 察

今回の実験において、T4、TU処理魚と通常飼育魚の体色異常個体の発現状況に差異が認められたことは、甲状腺ホルモンが体色異常の発現に関与することを示唆するものと考えられる。しかし、体色異常の発現に甲状腺ホルモンが直接的に作用するのか、甲状腺ホルモンをひきがねとする二次的な要因が作用するのかについては明確ではなく、さらに検討が必要である。

両生類では、変態に関与するホルモンとして、甲状腺ホルモン以外に副腎皮質ホルモン、プロラクチンが知られているが(荒井ほか1984)、ヒラメ仔魚の変態においても、両生類と同様に甲状腺ホルモンを含む複数のホルモンが分泌され、組織の分化、発達を制御していると考えられる。今後は、変態時における組織分化の正常な進行に必要な条件について、甲状腺ホルモンと関連の深い各種ホルモンの影響等を多角的に検討することが必要と思われる。

一方、人工飼育環境下ではヒラメ仔魚の形態変化が天然魚に比べて早まる傾向にあることが報告されている(南1982, 安永1988)。今回得た対照区のステージ別平均全長は、ステージF: 8.83 ± 0.55 mm, ステージG: 10.05 ± 0.61 mm, ステージH: 12.93 ± 1.29 mm, ステージI: 15.32 ± 1.15 mmとなり、ステージF~Gの値は沖山(1967)が示した天然魚の結果と比較して各々2~3mm前後小さい値であった。これらの結果とT4及びTU処理魚の体色異常の発現状況を考慮すれば、人工飼育環境下における仔魚の早期変態が体色異常の発現に関与する可能性も考えられよう。

文 献

- 荒井康充・平野哲也(1984) 組織分化とホルモンー新しい実験形態学の展開一, 荒井康充・平野哲也編, 学会出版センター, 東京, 33-45.
- Fukuhara, O. (1985) Morphological and Functional Development of Japanese Flounder in Early Life Stage. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 52(1), 81-91.
- Inui, Y. and S. Miwa, (1985) Thyroid Hormone Induces Metamorphosis of Flounder Larvae. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 60, 450-454.

京都大学農学部附属水産実験所・東京水産大学（1986） 異体類白色化個体に関する生物学的研究・異体類白色化個体出現に関する栄養学的研究，昭和60年度健苗育成技術開発委託事業報告書，33-34.

松原喜代松（1955） 魚類の形態と検索．第2版，pp1217-1230，石崎書店，東京.

南 卓志（1982） ヒラメの初期生活史．日水誌，48(11)，1581-1588.

沖山宗雄（1967） ヒラメの初期生活史に関する研究．日水研報告，(17)，1-12.

安永義暢（1988） ヒラメ仔稚魚の生理生態に関する研究．水工研報告，(9)，18-24.

[質疑応答]

若林（富山水試） 全区において無眼側に体色異常が100%出現していることから，人工飼育環境下における早期変態は有眼側の体色異常の発現のみに関係し，無眼側の体色異常には関与していないと考えてよいか。

大慶（石川増試） T4区ではタイプ6の出現率が高く，無眼側の体色異常にも何らかの関与をしていると思われる。

三木（鳥取裁試） ヒラメの白化は8.0mm頃に決定されると考えられているのに実験供試魚を8.80mmとしたのはなぜか。

大慶 8mmサイズで実験区に収容する予定が，結果的に遅れた。