

# サクラマス<sup>1</sup>の幼魚の変態と成長に及ぼす光の影響

委 嘱 久 保 達 郎

(北海道大学水産学部)

## The Effect of the Control of Light upon the Rate of Smoltification and the Growth of Body of Juvenile Masu Salmon

Tatsuro KUBO

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

The life history of masu salmon (*Oncorhynchus masou*) is like that of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), but large number of masu salmon parr, in contrast to coho salmon parr, do not metamorphose to smolt. It is conceivable that the rate of smoltification might be related to maturation and growth, and might be modified by some features of the environment.

The author examined how a control of light modify the rate of smoltification and the growth of juvenile masu salmon. Equal number of fish were reared for one year, in three ponds, which received similar care with the exception of the control of light. One of three ponds was lighted also at night; the second pond was  $\frac{2}{3}$  covered; and in the third pond, the fish were normally reared as control.

In the total body length, the fish in the lighted group were largest, the fish in the control group were in the middle, and the fish in the shaded group were smallest; but the mode of polygon of the body length was not unique in each group. It suggests that each group was intermingled from a fraction of matured large fish and that of immature small fish.

In the rate of smoltification, the control group was highest, the lighted group was in the middle, and the shaded group was least. The account for such a difference of the rate of smoltification between each group, it is assumed that the light treatment continued might be effectual to growth and maturation of parr in the autumn of the first year of life, and might control the thyroid function to prevent smoltification, and that the shade treatment might be disadvantageous to growth of parr which must have its influence to some extent upon smoltification.

### 緒 言

サクラマス (*Oncorhynchus masou*) の生活史はギンマス (*Oncorhynchus kisutch*) のそれとよく似ているが parr<sup>1</sup> の時代に雄魚のかなり多くのものが成熟して降海性を失うため、生活の第2年目或いは第3年目の春に smolt<sup>2</sup> として変態するものには雄魚が甚だ少いと言う点が異つている。すでに成熟したパーはスモルトとならぬ事は大野 (1933) が指摘した所であり、又スモルトとして変態するためには最小限度の体成長が必要である事は久保 (1954) の示した所である。

<sup>1</sup>以下本文中パーと記す。

<sup>2</sup>以下本文中スモルトと記す。

Hoar (1951) によつて紹介される通り、サケマス類の幼魚の変態は主として甲状腺ホルモンによつて誘導される事が最近の諸研究によつて認められている。変態時期に於ける甲状腺の機能が脳下垂体ホルモンの支配を受ける事、更に又、変態と言う現象が成熟、成長及び或る種の環境条件に密接な関係があるかも知れない事は容易に推測される所である。

Hoover 等 (1937) はカワマス (*Salvelinus fontinalis*) の成熟の時期を光の週期的人為的調節によつて変化させると言う興味ある実験を行い、又 Corson (1955) は同じ研究を実用的段階に進めている。しかしサケマス類に於ける変態に及ぼす光の影響と言う問題を扱つた研究は見られない。

筆者は色々の生態学的環境要因の中で光が特に重要な因子である事を想定し、その調節がサクラマス幼魚の変態と成長にどのような影響を与えるかを研究した。前回の予備的実験 (久保, 1954) では池中に於けるサクラマス幼魚が昼夜連続して光を与えられた場合と遮光された場合とでは変態の割合と体の成長に差異を生ずる事を知り得たので、本研究に於てはそれら二群の他に普通の状態に飼育された一群を対照として加えた三群について変態の割合並に体の成長の差異を比較考察した。

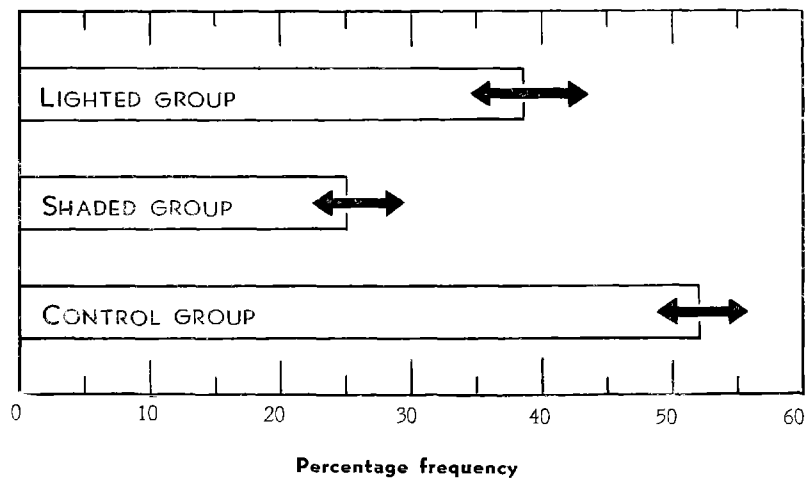
本研究の材料については北海道さけますふ化場の関係諸氏に色々御配慮を戴いた。特に尻別事業場主任長谷川友之助氏にはサクラマス卵の発眼期迄の飼育に多大の労を煩した。幼魚の池中飼育については北大水産学部七飯養魚実習場職員吉田弘、山本晋太郎の両氏に並々ならぬ御手数をかけた。尚北海道さけますふ化場佐野誠三氏、北大水産学部渡辺宗重、山本喜一郎の両先生よりは種々御教示を戴いた。茲に記して上記の各位に深く謝意を表する。

### 材料及び方法

材料は昭和28年11月北海道さけますふ化場尻別事業場より北大水産学部七飯養魚実習場に発眼卵として運搬された。昭和29年1月初旬孵化した幼魚は6か月間一つの池で飼育され、6月29日、約4cmの全長に到達した魚は各600尾三面の同一構造の池に放された。これらの池はコンクリート製で東西の方向に細長く、長さ18尺、幅6尺、深さ3尺で水は常時2尺に保たれた。各群の魚は光の状態以外全く同一の条件に於て飼育された。即ち餌料として干イサダ、牛の生肝臓が各群に同量与えられ、用水として同一水源の河川水が同量(1分間約200リットル)注入された。水温は夏季の最高18°C、冬季の最低1°Cであつた。

一面の池にはその中央上部(水面より約5寸離す)に100Wの電灯1ヶが吊され、夜間点灯された。この場合昆虫が光に誘れて水中に落下する事を防ぐため池の表面は金網で被れた。一面の池はその表面の殆どが板で被れた。他の一面の池に於ては魚は対照群として正常に飼育された。

Fig. 1 Histogram showing rate of smoltification in each group; arrow symbols show confidence limits (P=0.05) for percentage of smolts.



**Table 1** Comparison of rate of smoltification in each group; number in parentheses indicates percentage of smolts; \*cited from Kubo (1954).

A

Group	Smolt	Dark parr & parr	Total	Probability checked by $\chi^2$ -test
Lighted	170 (39)	274	447	
Shaded	142 (25)	425	567	
Control	281 (52)	258	539	
Total	593	957	1550	

B\*

Group	Smolt	Dark parr & parr	Total	Probability checked by $\chi^2$ -test
Lighted	81 (55)	66	147	
Shaded	44 (40)	66	110	
Total	125	132	257	

## 結 果

昭和30年8月10, 11日の両日, 各群の魚は取上げられ, エチルウレタンで麻酔されて写真撮影され, 引伸印画によって間接に全長が測定された。魚は別の試験の為再び他の池に放された。

各池に於てスマルトとして変態した魚は4, 5月中に他の試験の為に逐次取上げられた為, 最後の観察の時には極めて小数を残すのみで, 観察の対称はスマルトを除くもの即ち dark parr<sup>3</sup> 及びパーが主体であつた。

尚第1表, 第2表には比較対照の為前回の報告(久保, 1954)より引用した資料を並べた。

第1表Aは各群に於けるスマルトの出現率を $\chi^2$ -検定によつて比較したものである。即ち各群に於けるスマルトとしての変態の割合は極めて小さい危険率に於て有意差を示す。同時に示した前回の実験の結果と比較して一般にスマルトの出現率は低いが, しかし遮光処理群のスマルトの出現率が照明処理群のそれよりも小さい値を示すと言う事に於ては同一である。第1図にはスマルトの出現率をヒストグラムによつて示したが, 各群のスマルトの百分組成の信頼限界の示す区間が全く重複する所がない事は注意されるべき事である。

第2表及び第2図は各群の体の成長の異同をそれぞれ平均値並に分布曲線を以て示しているが, 第2表に於て遮光処理群の全長と対照群のそれとの比較をすれば, 見掛の上では平均値の間に差異が認められぬ(t-分布表に於て $t_{0.05}=1.97$ )。しかしその曲線より見て成長形式が異なる事は注意されねばならぬ。照明処理群の全長は明かに他の二群をしのぐがこの場合にもその曲線のモードが単一でない。

<sup>3</sup>以下本文中ダークパーと記す。

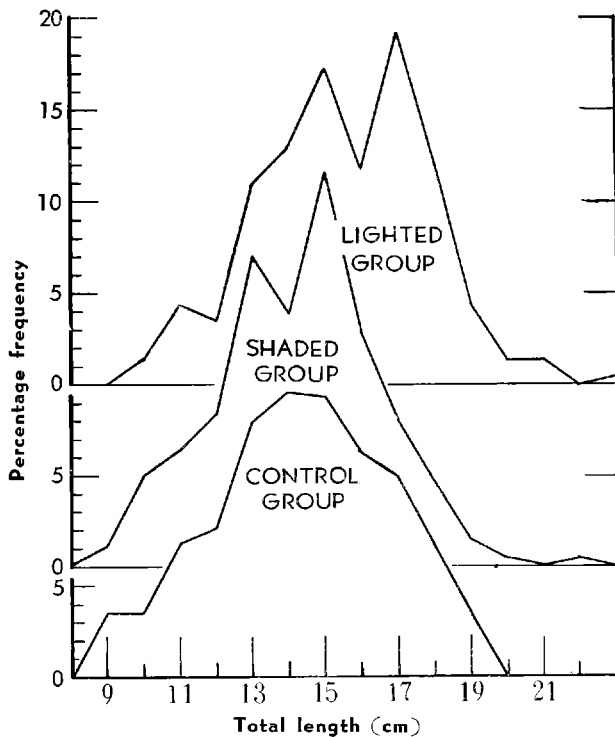
Table 2 Comparison of total length of fish in each group.

Group	Phase	Date	$\bar{x}$	$\Sigma (x - \bar{x})^2$	Number of fish	Remarks
Lighted	Dark parr & parr	Aug. 10-11, 1955	15.53	1251.8	232	$t = 6.94 > t_{0.01}$ $t = 4.99 > t_{0.01}$ $t = 0.9 < t_{0.05}$
Shaded	Do.	Do.	14.23	1777.5	363	
Control	Do.	Do.	14.40	1529.3	238	
Control	Smolt	Do.	17.45	101.9	40	
Lighted*	Smolt	June 4, 1953	15.20	54.82	45	$t = 5.36 > t_{0.01}$
Shaded*	Do.	June 23, 1953	13.72	52.52	32	

\*From Kubo (1954)

考 察

Fig. 2 Frequency polygon showing total length of dark parr and parr in each group.



照明処理群について見れば、その全長分布曲線の右側のモードに表われた値は野生の魚のスマルトの生活の末期に於ける全長よりもかなり高い。従つてそのモードは恐らく前年秋の中に成熟したダークパーの全長を表示するのであろう。反面その曲線の左側のモードの示す全長は予期に反して低い。恐らくそれは未成熟のしかもスマルトとして変態しなかつたパーの全長に該当するものであろう。しかし比較的低い(40%)スマルトの出現率より判断してかなりの数の雌魚が未熟小型のパーの中に含まれている事が推測される。照明処理群に於けるこのような型の体の成長と比較的低い変態の割合とは次記するような二、三の要因に基づくものかも知れない。

1. 昼夜連続照明された魚は摂餌と運動に関して有利であり、従つてより良い栄養とエネルギー代謝の促進があつたのではないか。
2. 光の干渉により脳下垂体の機能は促進されてダークパーとしての成熟の割合が増大しその結果としてスマルトの出現率が減少したかも知れない。

3. 照明処理が直接に甲状腺に作用してスマルトへの変態の遅滞又はスマルトからパーへの逆戻りが生じたかも知れない。

第一に示された光と成長の関係を示す例証として新見(1953)のコイの幼魚に関する実験がある。即ち光を昼夜充分に与えられたコイは約半年の飼育の結果に於て対照よりも著しく勝れた成長を示した。本研究の場合に於ても少なくとも十分な照明処理が良好な体の成長と直接関係ある事は強調出来よう。しかし第二、第三の問題は現在は推測の段階を出ず、将来の研究に残された課題であらう。

遮光処理群と対照群との全長を観察すれば、平均値そのものの比較に於ては両群の間に有意差を認め得ないが、しかし遮光処理群の全長分布曲線には明白に二つのモードが存在する事は対照群のそれとは異つている。更に又遮光処理群ではスマルトの出現率が甚しく小さい。しかもこれらのスマルトは全て雌魚であつた事より判断して、相当多数の雌魚(恐らく群全体の25%)が未成熟、未変態のパーの群の中に含まれているに違いない。全長分布曲線の左側のモードはこの小型のパーの集りを表すものらしい。即ち遮光処理はパー、特に雌のパーの成長に影響してその結果としてスマルトえの変態の割合を減少させたものであろう。

対照群に於ては全長分布曲線は明かな分離した二つのモードを有しないが、しかしその頂端の形状はそれ程鋭くない事から判断すれば、全部は単一な性状の魚の集りでない事は容易に推測される所である。恐らく成熟したダークパーの全長を示す曲線と、未成熟で僅かに前者より小さいパーの全長を示す曲線との重複する部分が多いため、見かけの上では中位の成長の魚の多い状態を示しているものであろう。

### 摘 要

サクラマス幼魚のスマルトの出現率と体の成長に及ぼす光の影響が実験的に観察された。スマルトの出現率に於ては対照群が最高、照明処理群が中位、遮光処理群が最低であつた。体の成長に於ては照明処理群が他をしのいでいるが、遮光処理群と対照群との間には著しい差が認められない。

全長分布の状態より判断して各群とも体の成長の大きい魚のフラクションとそれの小さい魚のフラクションから成つているようである。

### 文 献

- Corson, B. W. (1955). Four years progress in the use of artificially controlled light to induce early spawning of brook trout. *Prog. Fish-Cult.* 17 (3), 99-102.
- Hoar, W. S. (1951). Hormones in fish. *Univ. Toronto Stud., Biol.* No. 59; *Pub. Ont. Fish. Res. Lab.* No. 71, 1-51.
- Hoover, E. E. & Hubbard, H. E. (1937). Modification of the sexual cycle in trout by control of light. *Copeia* No. 4, 206-210.
- 久保達郎(1954). 池中飼育のサクラマス幼魚に於けるギンケヤマベの出現率その他について. *鮭鱒養報* No. 55, 17-20.
- 新見 寿(1953). 鯉の成長と光との関係について. 昭28.北大水産. 淡増. 卒論集., 28-34.
- 大野 磯吉(1933). 北海道産サクラマスの生活史. *鮭鱒養報* 5 (2; 3), 15-26; 13-25.