サケ稚魚の生態調査—VI.

サケ稚魚の摂餌行動に関する一知見*

小林 哲 夫

(1960 年 2 月 29 日受理)

AN ECOLOGICAL STUDY ON THE SALMON FRY,
ONCORHYNCHUS KETA (WALBAUM)—VI.

NOTE ON THE FEEDING ACTIVITY OF CHUM SALMON FRY

Tetsuo KOBAYASHI**

An experimental observation has been done simply to understand the relationship between feeding activity and the general behaviour in chum salmon fry during seaward migration.

The result indicated that feeding activity of the fish is more active at night than in the daytime, beginning feeding activity vigorously when light intensity reduces to about 0 lux after sunset. This feeding activity of the fish seems to be restricted by light, as the movement of the fry during seaward migration is caused by darkness (KOBAYASHI¹⁾; HOAR^{2),3)}; NEAVE⁶⁾). However, the natural habit in the movement of the fish can be changed artificially by the continued supply of food in the daytime.

It is highly probable that the feeding activity of chum salmon fry is not to do with the gradual change of water temperature.

It was ascertained that the growth rate of the fry which were fed during the night (B Group) is greater than that of the fry fed in the daytime (A Group).

サケ稚魚 (*Oncorhynchus keta*) の降海行動に見られる日週変化, すなわち日没後, 2, 3 時間の間の顕著な移動活動は主に光の消失と深い関係があることは小林 (1958)¹⁾, HOAR (1951, '53)^{2),3)} の指摘するところである。一方, 魚類の摂餌活動にも日週性のあることは一般に認められているとおりである。したがって光と游泳活動ならびに摂餌活動の関係をj知することはサケ稚魚の降海行動の機構を明らかにする手懸りとして重要なことと考えられる。このような見地から, 朝, 夕の給餌時間の相違によるサケ稚魚の摂餌行動と成長の良否について実験的な観察を試みた。

材料および方法

サケ稚魚: 降海移動の末期の自然生活を行なっていたサケ稚魚を捕集し (6 月 27 日), 実験開始まで水槽中で正常に飼育した。

水槽: 長さ 145 cm, 巾 28 cm, 深さ 18 cm の木製水槽 2 コを用いた。

用水: ポンプ揚水による地下水を 1 分間約 20 l の割合で各水槽に注入し, 水深を 15 cm に保った。

実験: 実験は 7 月 2 日~8 月 2 日の 32 日間おこなった。実験方法について 2 つの水槽にそれぞれサケ稚魚 40 尾を放し, 1 群 (A: 昼間給餌群) には午前 9 時に給餌して午後 5 時にその残餌を取揚げ, 他の群 (B: 夜間給餌群) には午後 5 時に給餌し, 翌朝午前 9 時にその残餌を計量した。その他の条件について両群に対して全く同一にした。給餌量は稚魚の全重量のほぼ 1/6 の量を目安とし, A 群, B 群に等しい量を与えた。餌料は牛の生肝臓をすりつぶし, 時計皿に計量して各水槽の排水部近くの一定場所に置いた。水温, 気温, 水中照度 (水面下 5 cm) はそれぞれ給餌時ならびに観察の際記録した。サケ稚魚の体長, 体重は 7 月 2 日 (実験開始), 7 月 11 日, 7 月 22 日ならびに 8 月 2 日にそれぞれウレタン麻酔の後計測した。

* 昭和 34 年 11 月北海道支部大会で発表した。

** 北海道さけ・ますふ化場 (Hokkaido Salmon Hatchery, Sapporo, Japan)。

実験結果

実験当初、両群ともに稚魚の多くは昼間は槽内に置いた玉石の蔭かあるいは注水部に集り、あまり活発な游泳行動を示さない。そしてまた時には水面近く小群をなしている稚魚もわずかな刺激に対してもきわめて敏感に反応する。しかし夕方暗くなるとほとんどの稚魚は排水部に集まることが観察された。

このような行動を示すサケ稚魚の摂餌行動は実験の結果、一般に昼間より、むしろ夕方から夜間にきわめて活発であることが知られ、そして摂餌行動の差異はその成長度にも明らかに示された。

まず摂餌行動について、摂餌活動の活発、不活発の度合を表わす一方法として、その残餌量から求めた摂餌率は Fig. 1 b に示された。図より知られるとおり、夜間給餌の B 群は 7 月 20 日（午後 8 時 30 分に給餌した）以外、全く残餌はなく、したがってその摂餌率は 100% の値が示された。これに対して、昼間給餌の A 群において実験当初はその摂餌率は 60~70%，中頃（7 月 9 日~21 日）30~70%，その後（7 月 22 日~27 日）60~90%，そして実験終了時（7 月 28 日~8 月 2 日）90~100% という結果が示された。このように摂餌率の値の差により、昼、夜の稚魚の摂餌行動の相違が充分推察されるが、その給餌後の稚魚の摂餌状態についても明らかに相違が観察された。すなわち、夕方 5 時に給餌した B 群において水中照度（水面下 5.0 cm）が 0 lux（午後 7 時~7 時 30 分以後）前後になると、稚魚は玉石の蔭あるいは注水部から排水部の給餌場所に集り活発に摂餌する。そして 2 時間内外でその給餌量のほとんどが消費されることが常に観察された。しかしながら午後 8 時 30 分に給餌した 7 月 20 日には翌朝まで 35% の残餌量があつた。また、摂餌行動の最盛期には電燈を点けても（水中照度 0.3 lux）その刺激に対する反応は敏感でなく、ある程度の摂餌行動は継続した。

一方、昼間群においては実験当初、稚魚はわずかな刺激に対してもきわめて敏感に反応し、容易に餌場に近寄らない。そして餌を取るにしても散発的に一、二の稚魚が餌を削るようにして摂餌して物陰に入る行動を示し、午前 9 時から午後 5 時までの給餌時間にもかかわらず、常に残餌が生じた。しかしながら 3 週間前後になると給餌直後でも若干の稚魚がすぐ餌場に現われるようになり、そしてまた人影、あるいはわずかの刺激に対しても敏感に反応しなくなった。そして実験終了時には水中に手を入れてい

Fig. 1. Showing the ratio of feeding (b) and water temperature (a).

a. Water temperature; — at 9.0 a.m., --- at 5.0 p.m.

b. Ratio of feeding; — A Group (in the daytime), --- B Group (at nighttime).

Fig. 2. Frequency distribution of body length of chum salmon fry employed in experiment.

□ A Group (in the daytime)
▨ B Group (at nighttime)

も摂餌する稚魚も現われて、明らかに“慣れ”の現象が認められた。それと同時に摂餌率も高くなり90~100%の値が示された。しかしながら夜間給餌群におけるごとく、むらがつて短時間に食い尽すといった現象は観察されなかった。

成長について、昼、夜の給餌群の成長の度合については Fig. 2, Table 1 に示された。Fig. 2, Table 1 に示さ

Table 1. Mean of body length (B.L.) and body weight (B.W.) of chum salmon fry employed in experiment.

Date	A Group (in the daytime)			B Group (at nighttime)		
	N	B. L. (mm)	B. W. (g)	N	B. L. (mm)	B. W. (g)
July 2	40	48.3±1.28*	1.02	40	47.7±1.23*	1.01
" 11	40	54.5±0.83	1.40	40	53.7±1.87	1.44
" 22	38	59.9±1.98	1.97	38	62.2±2.32	2.13
Aug. 2	19	64.8±3.20	2.63	28	70.4±2.94	3.33

Note; * 95% Confidence interval.

れたとおり、実験開始時には夜間群 (B 群) は昼間群 (A 群) に比べて体長分布ならびに平均体長、平均体重は若干低い値を示している。そして 10 日後 (7 月 11 日) においても体長については実験開始時と同様に夜間群は低い値を示している。しかし平均体重においては夜間群は昼間群より若干大きい値が示された。21 日後 (7 月 22 日) にはその体長、体重はともに夜間群 (62.2±2.32 cm, 2.13 g) は昼間群 (59.9±1.98 cm, 1.97 g) より大きい値となり、さらに 32 日後 (8 月 2 日) にはその差は大きくなり、明らかに夜間給餌群は昼間給餌群より成長が良いことが知られた。

水温、水中照度について、午前 9 時、午後 5 時の水温測定結果は Fig. 1 の a に示された。水温の変化は気温の変化に応じて変化し、1 日の水温変化は 0~0.4°C であった。実験開始時にはその水温は 16°C 内外であったが夏季の気温上昇に伴い水温も漸進的に上昇し、実験終了時には 19.4°C とサケ稚魚に対して比較的高い水温となった。また水中照度については午前 9 時には 34.0~8.5 lux、午後 5 時には 18.0~1.0 lux とその日の天候によつて明るさが変化し、そして日没後、午後 7 時~7 時 30 分には水中照度は 0 lux となった。

考 察

サケ稚魚の摂餌行動は昼間より夜間において活発であり、しかも日没後 1~2 時間最も著しいことが知られた。しかしこの実験の時期はサケ稚魚の正常の降海移動時期よりも若干遅れ、さらに水温の著しい高い条件の下で行なつたため、降海期の環境条件に比べて不自然な実験結果であることは否めない。このようなことを考慮して前述の実験結果を再び一括して考察して見たい。

まず夜間給餌群 (B 群) については日没後、きわめて活発に摂餌することが知られ、稚魚の総体重のはば 1/6 の給餌量もその水中照度が 0 lux となつてから 1~2 時間でほとんど消費することは通常、養魚に関する投餌量の基準と比べてサケ稚魚の摂餌力の旺盛さがうかがわれる。しかし、たまたま午後 8 時 30 分に給餌した 7 月 20 日には翌朝まで残餌 (摂餌率 65%) が見られた。このことについては 1 回のみの観察であるが通常、降海期のサケ稚魚の日週期活動は日没後から午後 9 時頃まで最も活発であることと^{1),4)} 考えあわせきわめて興味ある暗示が得られる。

水温と摂餌行動について、一般にサケ稚魚の生活適温よりかなり高いと見做される 17.0~19.4°C においても夜間給餌群の摂餌行動の衰滅が全く認められなかったことはその摂餌行動は漸進的に上昇する水温変化⁶⁾ に対してほとんど影響されないものと推察される。

一方昼間給餌群 (A 群) において、その摂餌行動は夜間のそれら (B 群) と全く異り、むらがつて摂餌することなく実験の後期を除いて常に残餌を生じ、夜間給餌群よりその摂餌行動は不活発であることが明らかである。なお、給餌は午前 9 時から午後 5 時まで行なつたが、もし昼、夜常に摂餌でき得る状態におかれたならば稚魚の摂餌率は前述の結果よりさらに低い値を示す可能性も推測される。このような昼間群の摂餌行動の不活発についてはサケ稚魚の行動が光によつて直接的あるいは間接的に規制されると考えられていること^{1),2),3)} から、その不活発は昼間の明るさが大きく起因するのかも知れない。このようなサケ稚魚が水温

17~18°C に上昇した 7 月 6 日~7 月 20 日の間に示された摂餌率の低下は光の制約とサケ稚魚に対して比較的高い水温である不自然な条件が相乗的に作用した結果でないかと考えられる。しかるに実験終了期にはさらに高い水温条件 (19°C 内外) にもかかわらず摂餌率の上昇が見られていることは恐らく継続的な給餌という条件に稚魚は慣らされて、光あるいは他の刺激に対する反応にもより、夜間給餌群と同様、その水温上昇も摂餌行動にはほとんど影響しなくなつたものと考えられる。このような人為的な取扱いによるサケ稚魚の光ならびに刺激に対する反応の通減は NEAVE (1955)⁵⁾ が天然産のカラフトマス (*O. gorbuscha*) の稚魚は光に対して強い陰性趨光性を示すが、人工孵化稚魚は顕著な陰性趨光性を示さないと報告していることと考えあわせきわめて興味ある問題を提示する。

また夜間給餌群 (B 群) と昼間給餌群 (A 群) の成長度に明らかな差異が見いだされたことは、両者の摂餌活動の活発、不活発に深く起因したものと考えられる。すなわち実験当初は昼間群 (48.3 ± 1.28 cm, 1.02 g) は夜間群 (47.7 ± 1.23 cm, 1.01 g) よりその平均体長、体重がともに若干大きい値を示すが、21 日後には平均体長、体重はともに夜間群 (62.2 ± 2.32 cm, 2.13 g) の方が昼間群 (59.9 ± 1.98 cm, 1.97 g) より大きい値を示し、実験終了時にはその差が大きくなつた。摂餌率とその成長度との直接な関係は明らかでないが、実験終了期に示された成長度合の相違は明らかに初期から中期の摂餌活動の差に起因するものと考えられる。またこのことは魚の幼期の飼育管理においてその魚の本来の習性を研究することがいかに重要であるかを示すものと思う。

以上昼、夜における稚魚の摂餌行動について実験的に観察を試みたが、通常、自然生活のサケ稚魚 (昼間採集) の胃袋中には多数の底棲性の水棲昆虫が観察され、今回の実験結果とは必ずしも一致しない。このことについては自然生活における諸条件と実験におけるそれらとの相違によるものと考えられるが、今後の研究にまたなければならぬ。しかし今回の実験結果、昼、夜の摂餌行動に明らかな相違が見いだされたことから自然生活においても、サケ稚魚の昼、夜の摂餌行動に何かしらの相違が推測され、そしてまた降海期の稚魚の日週期活動とその索餌行動とにきわめて深い関連性のあることが暗示される。

なお、本研究結果を報告するに当りいろいろ助力された北海道さけ・ますふ化場木村義一ならびに佐藤美津江の両氏に対して、また御助言、御校閲の労をとられた北大水産学部久保達郎助教授に対し深く御礼申し上げます。

要 約

降海期におけるサケ稚魚の日週期活動をその摂餌行動の面から実験的に考察した。

サケ稚魚は夕刻、水中照度が 0 lux となつてからきわめて活発な摂餌行動を行ない、昼間、明るい時には積極的な摂餌を行わない。しかしながらそのような稚魚も継続的な昼間給餌により習慣づけられその習性もある程度変えられることが知られた。そして漸進的に上昇する水温変化 (16.0~19.4°C) はその摂餌行動にほとんど影響を与えない。夜間給餌の稚魚 (B 群) は約 1 カ月後において昼間給餌群 (A 群) よりも著しく良好な成長を示した。降海期のサケ稚魚の日週期活動は稚魚の索餌行動ともきわめて深い関連性のあることが暗示された。

文 献

- 1) 小林哲夫: 北海道さけ・ますふ化場研究報告, **12**, 21~30 (1958).
- 2) HOAR, W. S.: J. Fish. Res. Bd. Canada, **8**, 241~263 (1951).
- 3) ———: Biol. Reviews, **28**, 437~452 (1953).
- 4) 小林哲夫: 北海道ふ化場報告, **8**, 81~85 (1953).
- 5) NEAVE, F.: J. Fish. Res. Bd. Canada, **12**, 369~374 (1955).
- 6) BRETT, J. R.: Quart Rev. Biol. **31**, 75~87 (1956).