

# 河川におけるサクラマス幼魚の摂餌について

橋本 進 石田昭夫

Feeding of Juvenile Masu Salmon in the Stream Life

Susumu HASHIMOTO and Teruo ISHIDA

## Summary

1. Main food item and stomach content index were observed on 119 samples, 1,308 juvenile Masu salmon obtained mainly from the Mena River (Fig. 1, Tab. 2).
2. A study of feeding activity in Masu salmon was conducted in mid-July, 1975 and 1976, at the Mena River (Fig. 3). The amount of food taken in one day was 5.32 in 1975, and 3.75 in 1976 (Tsb. 4).
3. It was observed that the stomach content index changed with amount of drifting organisms, with partial modification by internal physiological rhythm of the fish.
4. Transit rate of food from stomach to intestine varied with the stomach content index (Fig. 3).
5. It was found that a considerable amount of moisture was absorbed by the stomach.

## まえがき

1970～1972年に北海道さけ・ますふ化場が行った「人工ふ化サクラマス幼魚の河川放流に関する研究」の際に随時採集したサクラマス幼魚の標本について、その胃内容物を調べた結果と、1975年および1976年に尻別川水系日名川において行った日間の摂餌量をみるための調査の結果をあわせて報告する。

日間摂餌量の調査に際しては尻別事業場長佐藤行孝技官、および渡島支場根本義昭、佐々木正吾両技官に多大の協力を受けた。ここに記して感謝の意を表したい。

### 随時採集した標本の胃内容

観察した標本は表1に内訳を示した119標本、1,308尾である。殆んどが当歳魚であるが、少数1歳魚も入っている。日名川の本支流各所で採集したものが殆んどで、天塩川支流パンケナイ川のを少数含んでいる。これら標本の採集場所の諸条件については、田中、他(1971)、松川、他(1971)、石田、他(1973)、および松

表1 胃内容を観察した標本の一覧

採集年月日	河川名	標本数	個体数
1970. 5. 25-29	日名川	24	151
6. 7-8	〃	21	135
7. 2	〃	3	21
7. 8-9	〃	10	54
7. 28-31	〃	9	189
8. 29-30	〃	3	46
9. 28-30	〃	21	396
10. 22	〃	6	74
1971. 3. 8-9	〃	3	32
5. 24-26	〃	11	133
1972. 3. 15	〃	2	20
1971. 8. 9-10	天塩・パンケナイ川	6	57
計		119	1,308

川, 他 (1972) にのべられている。

標本はホルマリンで固定保存されたもので, 採集後 1~6 ヶ月の間に観察を済ました。観察は胃内容物の重量を秤量後, 内容の大まかな類別をして, 数量的に多いものから順位をつけて記録した。

**胃内容量指数の分布:** 採集時の胃がどの程度食餌によって満たされていたかをみるために, 胃内容重量を体重の百分率 (胃内容量指数) に換算し, その分布をみた。ただしこの際体重は胃内容を含んだまゝのもので計算した。

119 の標本はその採集時刻が 7~18 時の間に分布していた。採集時刻と胃内容量との間に関係が認められるか否かを検討したが, 有意な傾向は認められな

かった。採集場所, 季節がまちまちの標本であるから, それをこえてまで採集時刻による有意差がでてこなかったのは当然といえよう。

指数の季節的变化は図 1 に示した。この図から季節的な摂餌量の変化をよみとる事は無理だが, 6~7 月に活発な摂餌がなされること, 又冬期間といえども 3 月になれば暖かい季節に劣らない程度に胃が満たされていることは認めてもよいであろう。

胃内容量指数の上限がどの程度かは興味のある所だが, 全標本中, 指数が 10 を越えたのは 8 個体 (0.6%) であった。その内訳は, 1970 年 7 月 8 日の 2 標本中 5 尾がそれぞれ 10.0, 10.3, 11.6, 12.4, および 13.0 であり, カゲロウ, ユスリカ, ガンボなどの幼虫が主にくわれていた。同年 7 月 30 日採集の 1 個体は 14.1 でアマガエルとアブをたべていた。9 月 28, 29 日採集の 2 尾は 14.4 (白色の正体不明のウジ, その他) と 13.3 (アマガエルと甲虫) であった。

**胃内容物の種類:** 水中・水面を流下し, あるいは水面上を飛翔する小動物のあらゆるものが餌として利用されているように見受けられた。

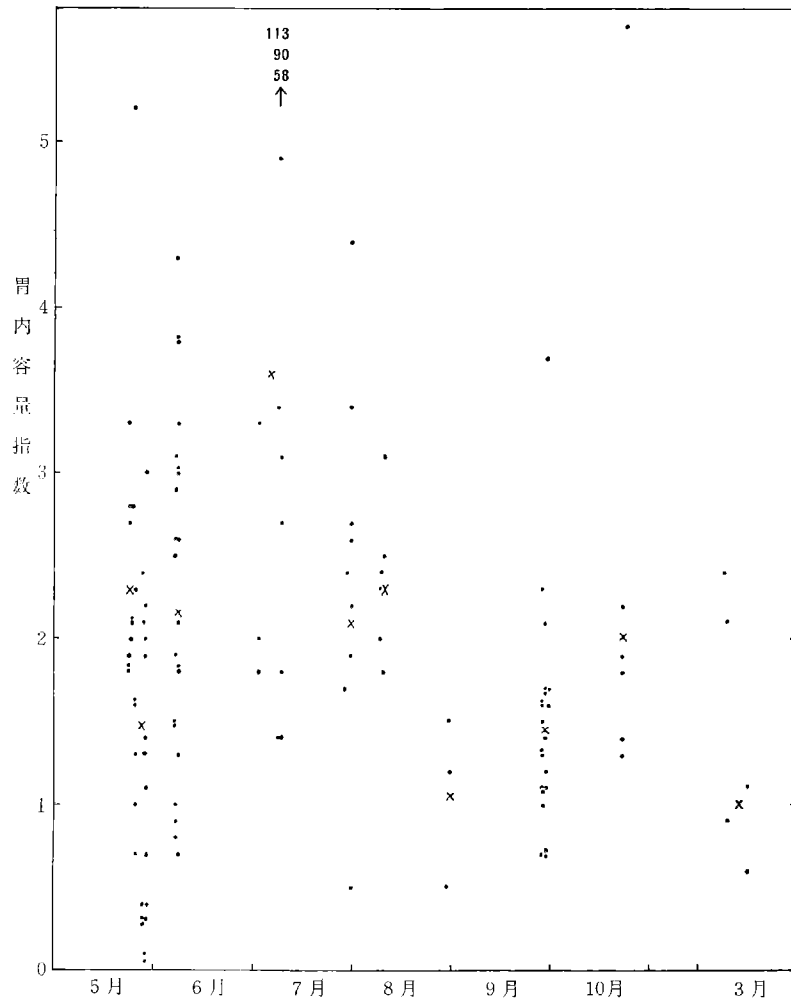


図 1 胃内容量指数の標本平均値の季節的变化  
●印: 標本平均値, ×印: 標本群の平均値 (加重)

河川におけるサクラマス幼魚の摂餌について

表2 各個体の胃中で主位をしめていたものの数 表1に示した標本中1970年5月25～29日のものを除いた全てについて集計

水生動物	幼虫(サナギ)	陸上動物	その他
カゲロウ	282	トビケラ	3
トビケラ	24	ユスリカ	124
カワゲラ	10	カガンボ	15
ユスリカ	221 (32)	甲虫	28
カガンボ	32	アリマキ	15
ブヨ	4 (2)	ハイ, アブ	4
トンボ	3	毛虫	7
ヌケガラ	43	ガ	4
魚卵	11	ハチ	8
稚魚	5	アリ(ハアリ)	69
ヒル	2	ウンカ	26
ミズダニ	2	カメムシ	2
プラナリヤ	2	ハサミムシ	2
甲殻類	5	ベッタ	2
ミミズ	3	クモ	23
		カエル	4
		植物片	7
		軽石	2
		不明の動物および空胃	129

大まかに類別した食餌内容がそれぞれの標本個体の胃中で主位を占めていた回数を示したのが表2である。水生生物としては、カゲロウ、ユスリカが圧倒的に多く、またカゲロウを主とした脱け殻が多いのも注目される。陸上動物としては、河川起源のものとしてユスリカ、カガンボが多かった他、アリ、甲虫、ウンカ、アリマキ、クモ等が多かった。又、空胃に近い個体で、植物片や軽石破片などがみられる個体もあった。

3月に採集した標本の胃中にみられた生物は、3月8～9日(水温 2.2～3.6°C, 採集時刻 9:50～16:30, 曇～晴)のものではユスリカ幼虫、蛹、成虫が優占し、それにカゲロウ、カワゲラ、トビゲラ幼虫が続いていた。3月15日(水温 5.6～7.4°C, 採集時刻 13:40～15:50)のものではカゲロウ(脱け殻を含む)、トビゲラ、カワゲラの幼虫、ユスリカの幼虫、蛹、成虫、ハチなどがそれぞれたべられていた。

日間摂餌量の観察

行った観察と観察時の諸条件: 観察を行った場所は1975, 1976年共に目名川本流の St. 6 (田中, 他 1971, 石田, 他 1973) で、観察日も両年共7月14～15日にあわせた。

St. 6 は開けた河原をもち、サクラマス幼魚の生息密度が極めて高い所である (1970年 2.0尾/m<sup>2</sup>, 1971年 2.2, 1972年 3.4, いずれも7月下旬)。

川幅は約 25 m あり、標本魚の捕獲は川長約 30 m の区間を定めて、そこから行った。1975年に捕獲した標本の尾数は135尾、1976年は182尾であったから、捕獲が採集区間のサクラマス幼魚の、個体群密度にかかわる摂餌条件を乱すことはなかったと考えてよからう。

採集時の水温、天候および並行して採集した流下昆虫の量を表3に示した。流下昆虫は GG 52番、26 cm 角のネットで上縁が 2～3 cm 水面より出るように設置して採集したものである。

日間摂餌量をみるためのサクラマス幼魚の採集は11, 14, 17, 20, 3, 9, 11時に、それぞれ20尾(最後の回は10尾)を原則に投網で漁獲し(表3)、半数を直ちに10%ホルマリン液で固定し、半数は GG 52の篩網で幅 25 cm, 深さ 25 cm, 長さ 50 cm の寸法で作った生簀(上部は板でふたをした)に収容し、川岸のゆるやかな水流の所に静置し、次の採集が終了した時点で固定した。20尾の採集に要した時間は20時と3時には10～20分を必要としたが、その他は5分以内に終了した。

この地方の7月14～15日における20時は薄暮が過ぎて間もないが、殆んど暗夜に近くっており、3時も薄明間近であるが、暗夜の状態である。

表 3 日間摂餌量観察時の諸条件 上段 1975 年, 下段 1976 年

採集時刻	採集尾数*	水温 (測定時刻)	天 候	流下昆虫量 (湿重量) (採集時刻)
14日11時	8/ 8	16.0°C (10:40)	く も り	
14	8/ 8	17.4 (13:45)	ク	218mg (10:50~13:30)
17	8/ 8	17.6 (16:25)	ク	185 (13:50~16:30)
20	10/ 9	16.1 (19:25)	うすぐもり	9,470** (16:50~20:00)
15日 3	11/12	13.6 ( 3:25)	は れ	
6	8/ 8	13.6 ( 5:40)	ク	580 ( 2:50~ 5:30)
9	9/10	15.7 ( 8:30)	ク	149 ( 5:50~ 8:30)
11	10/—	18.8 (10:30)	ク	163 ( 8:50~10:30)
14日11時	10/10	16.7°C (11:10)	く も り	
14	10/10	17.5 (13:35)	ク	156mg (10:50~13:30)
17	10/10	16.2 (16:35)	雨	193 (13:50~16:30)
20	18/18	15.3 (19:25)	細 雨	46 (16:50~19:30)
15日 3	14/14	14.7 ( 2:50)	ク	124 (19:35~20:05)
6	10/11	14.5 ( 5:30)	く も り	107 ( 2:50~ 5:30)
9	11/11	15.4 ( 8:55)	ク	20 ( 5:50~ 8:30)
11	15/—	15.7 (10:25)	ク	68 ( 8:50~10:30)

\* 採集尾数の分子の方の数は採集して直ちに固定した標本の尾数, 分母の数は次の採集時まで生簞に入れておいて固定した標本の尾数。

\*\* 内訳: ハアリ 8.38 g, カゲロウ成虫 0.88 g, カゲロウ幼虫とコスリカ幼虫他 0.21 g。

表 4 日間摂餌量測定のため採集したサクラマス幼魚の胃内容量指数 ( $\bar{x} \pm s$ )

採集時刻	1975. 7. 14~15				1976. 7. 14~15			
	湿 重		乾 重		湿 重		乾 重	
	採 捕 時	絶 食 後	採 捕 時	絶 食 後	採 捕 時	絶 食 後	採 捕 時	絶 食 後
11:00	1.17±0.38	0.87±0.49	0.212	0.167	0.85±0.31	0.41±0.24	0.116	0.060
14:00	1.43±0.45	1.32±0.51	0.269	0.270	0.91±0.43	0.77±0.51	0.140	0.135
17:00	1.72±0.54	1.42±0.96	0.373	0.294	0.97±0.31	0.78±0.42	0.132	0.115
20:00	4.44±1.39	2.24±0.49	0.788	0.453	1.51±0.65	0.52±0.27	0.268	0.129
3:00	2.40±0.71	1.65±0.86	0.408	0.319	0.51±0.34	0.52±0.36	0.060	0.093
6:00	2.48±0.64	1.49±0.67	0.423	0.254	1.67±1.06	0.75±0.52	0.320	0.127
9:00	2.03±0.79	1.71±0.68	0.376	0.339	1.88±0.98	1.07±0.84	0.349	0.244
11:00	1.52±0.53		0.270		1.13±0.52		0.178	

1975 年の折は良い天気で, 薄暮と共に川面は沢山の虫が飛びかい, それを食べるためにサクラマス幼魚が活発にはねまわるといふ状況がみられたが, 1976 年は日中から細雨が降り, 水量が増し, 濁りが強く, 夕刻になっても飛んでいる虫は殆んどないという有様であった。この事を反映して, 両年の流下昆虫虫量は表に見られるように著しい差異が存在した。なお, 1976 年の流下量が少い原因には, 濁りのためにネットの日づまりが早くからおこり, 以後採集能率は激減するという事情が働いたことも大きいであろう。

サクラマス幼魚は 1975 年の場合には, 19:55~20:05 の採集時に昼間と同じ所に分布しており, 20:15 には全て岸近くの浅みに移動し終り, 静止したが, 1976 年には 19:55 には既に岸近くの浅みに移動し終っていた。3:00 は両年ともまだ睡眠状態であった。

なお, この観察の対象となったサクラマス幼魚はいずれも当歳魚であり, 1975 年の標本は体長範囲 5.4~10.3 cm, 平均 7.80 cm, 体重範囲 2.1~16.4 g, 平均 7.47 g, 1976 年は体長 5.8~11.6 cm, 平均 7.40 cm, 体重 2.61~24.48 g, 平均 6.17 g であった。

河川におけるサクラマス幼魚の摂餌について

表5 各時間帯における摂餌量, 3時間当りに換算した胃内容の移動量および当初の胃内容量に対する移動量の割合(移動率), いずれも体重を100とした場合に換算

時間帯	1975. 7. 14~15						1976. 7. 14~15					
	摂餌量		移動量		移動率		摂餌量		移動量		移動率	
	湿	乾	湿	乾	湿	乾	湿	乾	湿	乾	湿	乾
11~14	0.56	0.102	9.30	0.045	25.6	21.2	0.50	0.080	0.44	0.056	52	48
14~17	0.40	0.103	0.11	-0.001	7.7	-0.4	0.19	-0.003	0.14	0.005	15	4
17~20	3.02	0.494	0.30	0.079	17.4	21.2	0.73	0.153	0.19	0.017	20	13
20~3	0.16	-0.045	0.94	0.144	21.2	18.2	-0.01	-0.069	0.424	0.060	28	22
3~6	0.83	0.104	0.75	0.089	31.3	21.8	1.15	0.227	-0.01	-0.033	-2	-55
6~9	0.54	0.122	0.99	0.169	39.9	40.0	1.13	0.222	0.92	0.193	55	60
9~11	-0.19	-0.069	0.48	0.056	23.6	14.8	0.06	-0.066	1.22	0.158	64	45
計	5.32	0.811					3.75	0.544				

採集した魚の標本は実験室に持帰り, 体長, 体重を測定後, それぞれの個体の胃内容重量を湿った状態で測定した。体量後の胃内容物は標本毎にまとめて乾燥器に入れ, 105°C, 5時間の乾燥後平量した。これら乾, 湿両方の胃内容重量から胃内容量指数の標本平均値を求めたのが表4である。

**日間摂餌量:** 日間摂餌量は一次近似として, ある時刻に採集され, 直ちに固定された標本の胃内容量指数と, その前の採集時から断餌状態においた魚の胃内容指数量との差(その時間内の摂餌量)を日間にわたって加え合わせるにより得られる(表5)。1975年の日間摂餌(湿重)量(指数)は5.32, 1976年は3.75であった。前述の平均体重を乗じると平均体重の個体で日間 0.397 g および 0.231 g の餌をたべていたことになる。

サクラマス幼魚の日間摂餌量についてはユーラップ川において7月中旬に5.643という値が報告されており(JIBP-PF Yurappu River Gr. 1975), 今回の値はいずれもその値を下まわっている。しかし, 同じ目名川の同じ場所で, 同じ月日に観察しても大きな差がみられたのであるから, 現段階で日間摂餌量の多少のみを論ずることは意味がないといえよう。

## 論 議

表4に示した値からは日間摂餌量の外に, 日間の摂餌活動の様態, 胃にとりこまれた餌の腸への移動速度, 胃からの水分吸収等についての情報をひきだすことができる。以下それらについてのべる。

**摂餌量の日過変化:** 各時間帯における摂餌量の多寡から, 餌は主に明方と夕方に摂られ天候の良かった1975年では夕方にみられた流下昆虫量の増加に比例して薄暮時に集中的に捕食されている。(表3, 図2-A)。しかし, この時間帯の1976年での摂餌量は, 流下昆虫量がその前の時間帯よりむしろ少ないのに増加している。したがって夕方にみられた摂餌量の増加は流下昆虫量との関係ばかりでなく, 生理的リズムとして捕食活動が活発になっていることも考えられる。

このような流下昆虫量に対する魚の摂餌反応については, 1975年に明方(3~9時)の流下昆虫量が1976年より少なかったのに, 1975年の方が強い結果となっている。これは前日の摂餌量が少なかった(降雨による濁りも多分に影響していると思われる)ことによる補償的な活動とも考えられる。又, 午前と午後のいずれの摂餌活動が強いかは, 流下昆虫量からみて, 前者での活動が強いように思われる。(表3, 図2-A)。

特殊な現象として一日の摂餌活動の中には, 昼間であっても, 午前と午後一度づつ殆んど餌を摂らないか, 又は非常に緩慢になる時間帯(9~11時, 14~17時)が二年に亘って存在する事が推算される。

**日間摂餌量:** 一日の総摂餌量については, それが多かった1975年の湿重量の結果でさえ, ライトリッツ(Earl Leitritz, 1959)の表で与えられる飼育魚の給餌量(橋本進, 1966)に対しては, それぞれ1/1.7および1/2.5と極めて少ない。またこの事が河川生活のヤマベと飼育魚との間で一般に知られている体形上の差として現われているように思われる。同時に推算された摂餌量は, 放流密度決定上の解明すべき問題を提起するものと考えられ

る。  
 図3に示されるように摂餌が緩慢であった14~17時の時刻帯では胃内容物の移動は殆んどか、あるいは全く行われぬ。しかし同じ摂餌が行われなかった夜間では、その前の摂餌活動が活発であった夕方よりも大きな速度で移動する。この摂餌活動と胃内容物の移動との時間のずれについては、午前中での摂餌活動との関係においても認められる。

したがってこの河川のサクラマス幼魚の胃の活動については、一日のうち一回生理反応として全く休止する時のあること、その外は一日中活発に活動する事が推察される。又、上に述べた時刻を除けば、摂られた餌は一時胃に溜められ、のち腸へ移動し、その速度はその時の胃内容量指数(飽食率)の大きいほど大きい。すなわち図3にみられるように一見して移動速度は胃内容量指数の函数として現われ、酵素反応のように基質、即ち胃内容量が多いほど速度は大きくなる傾向が認められる。この点、断餌後の胃内容量指数が時間との関係で直線的に減少するとした遊業部川での結果(JIBP-PF Yurappu River Gr. 1975)と異なる。

なお移動速度については、しばしば消化速度と混同されているが、消化と移動、即ち消失とは全く別の現象であるため、問題のあるところである。

自然界の場合には餌は反復して摂られ、そのことにより移動が加速される事も知られている。ことに、1976年の調査では、その移動率は3時間当り最大時60%、平均19.6±38.7%(表5)になり、ニジマスで得られている結果(平尾秀一外2名、1960)を大きく上回っている。しかし餌料が天然物と人為的なものとの違いはあるにしても、キチン質を多く含む流下昆虫が魚肉より特別に消化が良く、胃での滞留時間が短くなるとは考えられない。それ故、移動速度および量などの測定にあたっては、魚自体にある活動のリズム、および餌条件に対する生理的な反応などを充分考慮する必要がある。

飽食時の胃内容物の移動速度については、1975年に較べ1976年の方が大きい(図3)。一般的に胃での滞留時間は水分の少ないほど長いことが知られている。今回の調査魚においては図4に示したとおり、採集時の胃内容物水分は、1976年の方が1975年より多く、人工餌料による実験結果と一致しなかった。これは天然餌料では外皮が強靱なキチン質の殻となり、それが消化に関係するためと考えられる。またこれからの事から1975年と1976年では流下昆虫に質的な相違のあったことも推測される。一応、1975年~1976年の絶食後3時間の胃内容量指数に対する移動率は、湿った状態23.8~33.8%、乾燥物19.5~19.6%、単位時間・体重当りの移動量は、湿った状態0.184~0.158%、乾燥物0.028~0.022%および空胃になるまでの所要時間は、湿った状態28.9~23.7時間、乾燥物29.4~25.1時間がそれぞれ推算される。

胃からの水分吸収: 餌が胃から移動する割合については、表5に見られるように、湿った状態の時の移動率は乾燥物よりも大きい。なお一日を通じて、胃内容物の水分が選択的に固形分より速く胃から排出されるとは考えられない。したがって、その差は直接胃から消失した水分であるため、胃壁からの水分吸収がほぼ一日中行われていることが推察される。なお移動率の差が大きく負になる時刻帯が生じたが、その原因については1976年の場合は、降雨による河川の増水、濁化があったため、摂餌物に質的な変化が生じたことも考えられるが、明らか

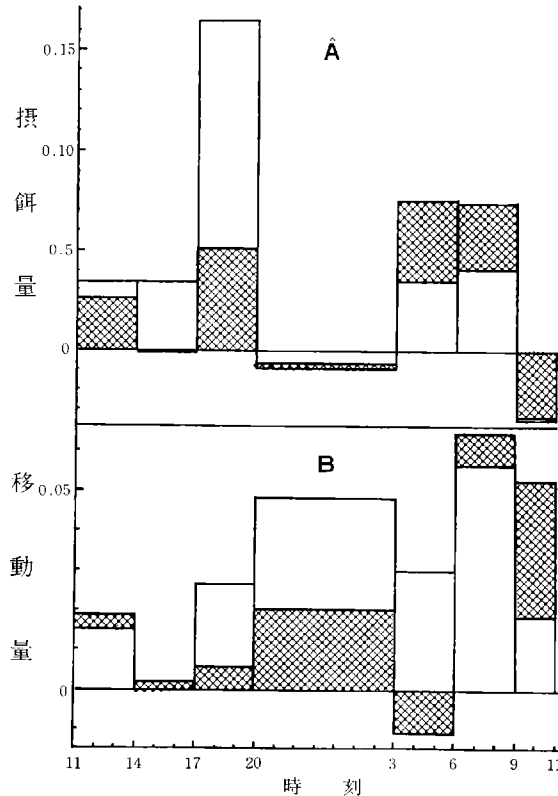


図2 各時間帯の摂餌量と胃からの移動量(いずれも乾重の値を用いた)

河川におけるサクラマス幼魚の摂餌について

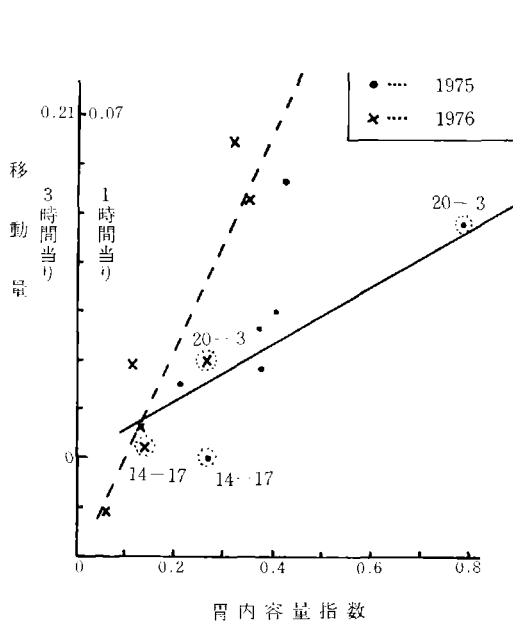


図3 当初の胃内容量指数と引続く時間帯における胃からの移動量との関係（乾重の値を使用）

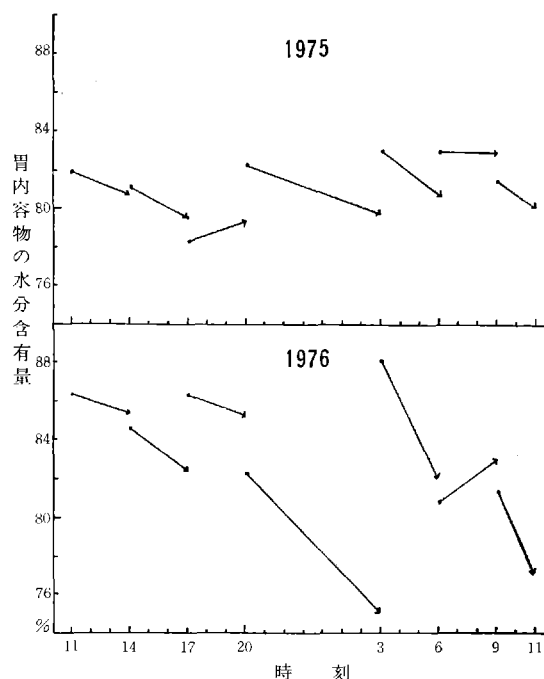


図4 胃中での水分吸収、採捕時と絶食後の胃内容物の水分含有量の変化

でない。そこで胃における水分吸収に異常のみられる時刻帯を除いたとき、および全ての水分収支の結果を用いたときについて、一日の水分吸収量を推算した。ニジマスにおける飲水量が 129~82 ml/kg/日 と報告されている事（尾崎久雄, 1972 魚類生理学講座 p 346 表 137 より）を併せ考えると、サクラマス幼魚における1日の胃からの水分吸収量（1975年, 0.73~1.13%/体重, 13.7~21.3%/摂餌量; 1976年, 0.30~1.02%/体重, 7.9~27.2%/摂餌量）は注目すべき事と思われる。

**標本誤差について**：摂餌量推算にあたってある時間絶食させた魚の胃内容量指数が、その時に採捕されたものより大きくなったり、同様に絶食魚の胃内容物の水分が採捕直後のものより多いなど、推定法の適用が疑われる二、三の事例が生じた。そこで上に述べたそれらの魚の間、および、採捕直後の魚とその群の絶食後のものとの間などに、標本抽出上の問題がなかったかを 体重/(体長)<sup>3</sup> で表わされる肥満度を指標にして検討した。

その結果は1975年の推定値のうち14~17時および17~20時の各時刻帯での諸量の推算に幾らかの問題が含まれるかも知れない。しかし全般的にみて、今回の調査における結果には、標本抽出の影響は少なかったものと思われる。

なお、1975および1976各年次標本の肥満度の平均は、胃内容物を除いて計算した場合、断餌前14.24および14.35、断餌後14.22および14.28であった。

要 約

1. 主として日名川で採集された119標本、1,308尾のサクラマス幼魚の胃内容について、胃内容量指数の分布と、主な食餌項目を調べた（図1、表2）。
2. 1975および1976年の7月中旬に日名川で日間摂餌量推定のための観察を行った（表3）。日間摂餌量（指数）は1975年、5.32、1976年、3.75であった。
3. 日間の摂餌活動は餌料生物量に支配されると共に、魚の生理的リズムによる強弱があることが認められる。
4. 胃内容物の腸への移動速度は胃内容量に比例する傾向が認められた（図3）。

5. サクラマス幼魚は胃からかなりの量の水分を吸収することが知られた。

### 引用文献

- 橋本 進 1966. サケ *Oncorhynchus kota* (Walbaum) の稚魚における代謝生理学的研究-II, 人工飼料による飼育稚魚の成長および飼料効率におよぼす注水量, 給餌量および魚の大きさの影響について, 北海道さけ・ますふ化場研報 (20), 37-45.
- 平尾秀一・山田充阿弥・菊地 嶺 1960. ウナギおよびニジマスにおける 飼料の胃腸内滞留時間および 消化率の測定, 東海研報 27 (6), 67-72.
- 井上 聡・石城謙吉 1968. 冬期の河川におけるヤマメの生態, 陸水雑誌 29 (2), 27-36.
- 石田昭夫・田中哲彦・幸内憲六・薫田道雄・吉田 昇 1973. 人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に関する研究-4報, 目名川とその支流における分散と定着についての観察-1971~1972の結果, 北海道さけ・ますふ化場研報 (27), 1-10.
- JIBP-PF Reserch group of the Yurappu River. Productivity of biotie communitle in the Yurappu River in productivity of communities in Japanese inland waters. JIBP-PF Synthesis 10, 287-338.
- ライツリッツ, イー 1963. ます及びさけの養殖(養魚方法)(三宅真・大規俊訳), 日本資源保護協会, 調査資料 (3), 57-68. (In trout and Salmon Culture (Hatchery methods)).
- 松川 洋・石田昭夫・田中哲彦 1971. 人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に関する研究-2報, 目名川支流三之助沢川における分散と定着についての観察, 北海道さけ・ますふ化場研報 (25), 19-27.
- 松川 洋・長原幸吉・石田昭夫・石城謙吉・稲垣和典 1972. 人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に関する研究-3報, 天塩川支流パンケナイ川における分散と定着についての観察, 北海道さけ・ますふ化場研報 (26), 1-9.
- 尾崎久雄 1972. 魚類生理学講座 4, 241-493, 緑書房, 東京。
- 田中哲彦・石田昭夫・松川 洋・石川嘉夫・薫田道雄 1971. 人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に関する研究-1報, 目名川とその支流における分散と定着についての観察, 北海道さけ・ますふ化場研報 (25), 1-17.