

飼育水槽におけるヒラメの摂餌について

遠山忠次・庄司泰雅

摂餌量は、魚類の成長に關与する大きな要因であり、魚体の健康状態、空腹状態、餌料の種類、水温、塩分量等の内的、外的要因によって影響を受ける。魚を飼育養成する場合、投餌量や成長量を求める上で、対象魚種の摂餌生態を知ることは、重要な基礎的事項である。

海産魚類の摂餌に関する生態学的研究は、サンマ、マサバについて堀田^{1, 2)}、ブリ、サバについて畑中等³⁾、マサバ、メバルについて狩谷等^{4, 5, 6)}、マアジ、マフグ、カワハギ、マサバ、マハタ、イサキについて石渡^{7~16)}の報告がある。ヒラメについては、中村等¹⁷⁾が養成試験(平均体重554g)の中で餌付状態について、また安永¹⁹⁾が人工ふ化した稚仔の摂餌生態について報告している。

著者等は、ヒラメの飼育養成に必要な基礎資料を得る目的で、昭和50年度、51年度種苗生産試験の結果得られた個体を用い、摂餌に關連した予備的な実験を行なったので、その結果を報告する。実験期間は、実験1が昭和50年11月12~22日、実験2は50年11月25~12月5日と、51年11月20日、実験3は51年10月31~52年1月23日、実験4は50年11月25~27日にそれぞれ実施した。

実験 1 水槽へ収容替した場合の摂餌量の変化

飼育を続けていた水槽から、実験水槽へ供試魚を収容替した場合、摂餌量は一時的ではあるが、影響を受けることが知られている。ヒラメについてはどのように影響を受けるか、摂餌実験を進めるに当り、前もって調べておく必要があるので、次の実験を行なった。

方法

昭和50年度種苗生産試験の結果得られた個体を、0.5tパンライト水槽で、マイワシ肉片を餌料として、3ヶ月以上飼育した魚群の中から、4尾取揚測定し、(全長11.3~13.2cm, 体重15.0~24.3g) 20ℓ塩ビ製水槽に1尾ずつ収容し、流水で飼育した。注水量は2.0~2.4ℓ/minで行なった。餌料は冷凍保存したマイワシ

から、魚肉切片(長さ5.5~10mm, 幅3~5mm, 厚さ3~7mm)を作成し、海水中で解凍し、毎日1回定時(午前10~11時)に投与した。

給餌は魚肉切片を30分間連続的に投与し、給餌開始から1時間30分後に残餌を回収した。摂餌されないで水槽底に残存した餌料は、残餌回収までに吸水し、重量が増加するので残餌量を補正した。残餌量の補正は、既知重量の餌料(A)を、実験水槽における投餌から残餌回収までの時間と同じ時間海水に浸漬したのち、重量(B)を測定し、各実験水槽における回収残餌重量 $\times \frac{A}{B}$ = 補正残餌量として求めた。摂餌量は、投餌量 - 補正残餌量 = 摂餌量として算出した。

結果

実験水槽に収容直後から10日間における個体別摂餌量および平均摂餌量の変化を表1、図1に示した。魚体測定を行ない、水槽へ収容した直後は、いずれも摂餌は認められなかった。収容後1日、2日経過するにしたがい、摂餌量は増加し、平均摂餌量は3日以降多少の変動はみられるが安定してくる。このように長期間良く飼い慣らした魚体の場合は、水槽替、測定等の影響は、比較的短日時になくなり、3~4日以上経過すれば影響はないものと推定される。

したがって、以下実施する実験は、全て種苗生産試験の結果得られた個体を2~3ヶ月以上飼育し、良く飼い慣らして実験水槽へ収容後は、数十日~1ヶ月、測定後は3日以上経過させた条件下で行なった。餌料は冷凍保存マイワシの肉切片を用い、摂餌量は原則として残餌量を前述の方法で補正して求めた。

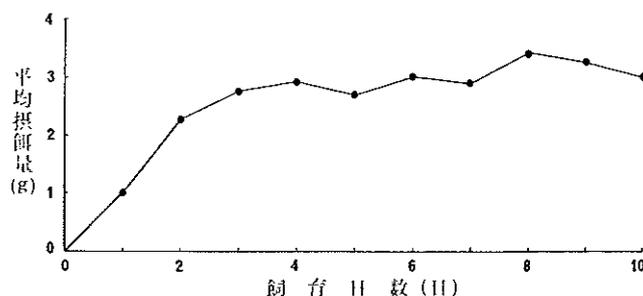


図1 水槽収容替後の平均摂餌量の変化

表1 個体別摂餌量

供試魚	No.	1	2	3	4	平均
	体 重(g)	23.5	24.3	15.0	16.3	19.8
飼育日数	水 温(℃)	摂餌量(g)	摂餌量(g)	摂餌量(g)	摂餌量(g)	平均摂餌量(g)
0	24.8	0	0	0	0	0
1	24.8	1.14	2.06	0.52	0.40	1.03
2	24.8	2.54	4.00	0.86	1.62	2.26
3	24.8	3.53	4.08	1.93	1.40	2.74
4	24.8	3.83	4.33	2.00	1.47	2.91
5	24.8	3.21	4.14	1.55	1.76	2.67
6	24.8	4.55	4.55	2.08	0.80	3.00
7	24.9	3.49	4.77	2.10	1.13	2.87
8	24.4	5.07	4.94	1.85	1.77	3.41
9	24.2	4.30	3.92	2.85	1.91	3.25
10	24.3	4.43	3.91	2.12	1.56	3.01

実験 2 投餌後の時間別摂餌量の変化

飼育水槽内でヒラメはどのような摂餌をするか、投餌後の単位時間当たり摂餌量の変化を調べた。

方 法

表2に示した体重9.6~149.5gの個体を用い、500ℓおよび30ℓパンライト水槽に5~6尾ずつ収容し、実験前に飼育していた水温と同一水温で実験を行なった。投餌は毎日1回(午前11時)行ない、1, 2区は、餌料片を個々に重量測定し、投与した餌料片が摂餌さ

れたら次の餌料片を投与し、餌料片が連続して5~10ヶ摂餌されないで水槽底に沈降した時点で投餌をやめた。残餌は24時間後に回収し、投餌開始から24時間における単位時間の摂餌量、残存餌料片数を調べた。3区は餌料片を最初に全て投与し、投餌後2時間までの摂餌状況を観察し、単位時間の残存餌料片数から摂餌数を求め、餌料片の平均重量との積から摂餌量を算出した。1, 2区は実験前日絶食させ、同一個体を用いて同じ実験を2回行なった。3区は実験前3日間絶食させて行なった。なお1, 2区と3区は別々に行なった実験であるがあわせて報告する。

表2 供試魚の大きさおよび飼育条件

実験区	収 容 尾 数	全 長(cm)		体 重(g)		飼 育 水 槽	注水量 (ℓ/min)	飼 育 水温(℃)
		平 均	範 囲	平 均	範 囲			
1	6	19.0	15.1~22.7	86.7	36.8~144.2	500 ℓ	10	24.9~25.0
2	6	19.3	16.3~23.3	90.9	48.7~149.5	500 ℓ	10	19.9~20.0
3	5	10.6	11.3~12.2	12.0	9.6~14.9	30 ℓ	0.97	19.8

結果

24時間における摂餌量は表3に示したが、1尾当りの平均摂餌量は6.09~5.92g（1区）、6.67~6.08g（2区）、摂餌率（摂餌量/体重×100）では、6.83

~7.34%の値を示した。2区の第二回目実験では6時間までに残餌が無くなり、全て摂餌されたので正確には24時間の摂餌量とはならない。

表3 投餌量および日間摂餌量

実験区	1 区		2 区		3 区*
	第一回	第二回	第一回	第二回	
実験中水温(℃)	24.9~25.0	24.9	19.9~20.0	19.9	19.8
投 餌 量 (g)	50.85	39.43	52.34	36.50	9.31
投与餌料切片数	60	50	60	50	70
平均餌料片重量(g)	0.85	0.79	0.87	0.73	0.13
総 摂 餌 量 (g)	36.55	35.49	40.02	36.50	6.65
総 摂 餌 餌 料 片 数	43	42	46	50	46
1尾当り平均摂餌量(g)	6.09	5.92	6.67	6.08	1.33
〃 〃 摂餌率(%)	7.02	6.83	7.34	6.69	11.08

* 3区は投餌後2時間における摂餌量

単位時間（1時間）における摂餌量を、24時間の摂餌量に対する比率（%）でみた結果は図2に示した。単位時間の摂餌量の変化は、1、2区共に第一回目と第二回目の結果が良く一致しており、投餌開始後1時間が最も多く、24時間における摂餌量の65.4~76.7%（1区）、56.9~58.7%（2区）が摂餌されている。3~4時間まで単位時間の摂餌量は減少し、2区で5時間目にや、増加し、1区と異なる結果を示した。しかし、全体的には時間の経過にしたがい、減少する傾向を示し、8時間以降はほとんど摂餌が認められない。

投餌後2時間までに総摂餌量の80~90%近くが摂餌されるので、この間の状況を5分間ごとの単位時間摂餌量で詳しくみると、図3に示したようになる。（1、2区は第二回目の実験結果）活発な摂餌行動が認められるのは投餌開始5~10分間で、その後は摂餌量は減少し、20~25分間までは時々水槽底に残餌が出現するが、比較的連続した摂餌が行なわれる。30~50分間で累積摂餌量は一定の値（1区…3.36g/尾、2区…3.47g/尾、3区…1.17g/尾）になり、一見飽食に達したように見える。しかし、その後20~30分して水

槽底の残餌を断続的に摂餌している。最初の5分間における摂餌量は、全餌料を一度に投与したため、単位時間の餌料密度が高く、絶食時間も長かった3区が2時間における摂餌量の68%を示したのに対し、1、2区は18.4~26.2%で差がみられた。1、2区と3区では供試魚の大きさに差があるので、直接比較することは出来ないが、魚体の大小よりも投与される餌料密度、絶食時間等により投餌直後の摂餌量は変化してくるよう思える。

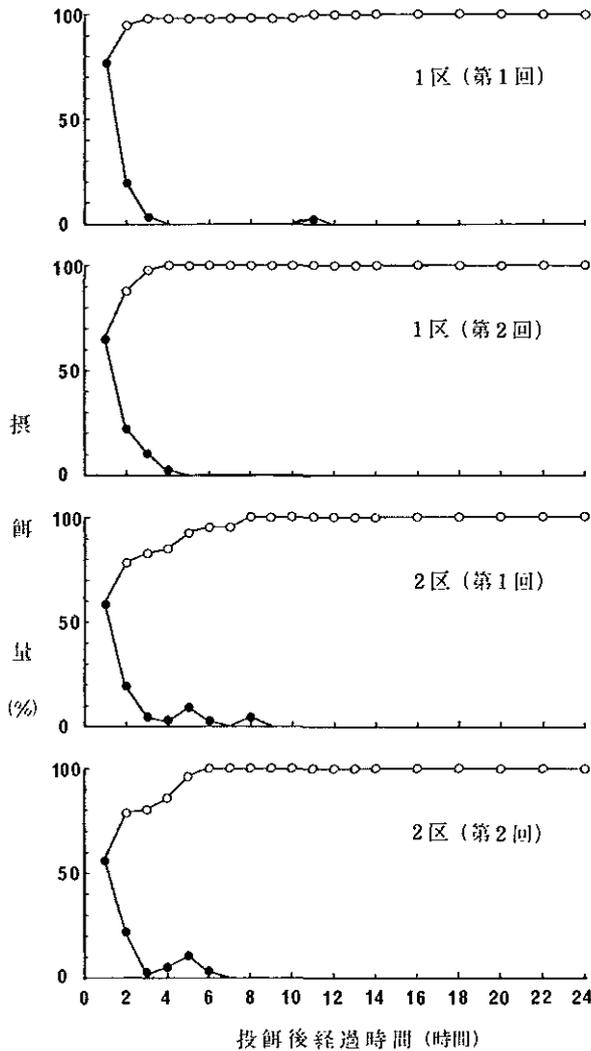


図2 摂餌量(1尾当り平均)の変化

●…は単位時間摂餌量、○…は累積摂餌量を示す

実験 3 大きさと摂餌量の関係

適正な給餌を行なうことは、養成技術上重要な点であり、魚体の大きさに応じた給餌をするためには、各大きさの摂餌量を把握しておく必要がある。

方法

供試魚を大きさ別に4段階に分けて、30ℓパンライト水槽および60ℓ塩ビ角型水槽に、4~5尾ずつ収容し、20℃にセットした調温海水を約1ℓ/min(30ℓ水槽)、および2ℓ/min(60ℓ水槽)注水し飼育した。飼料は室温で解凍し、ハマチエドを加え(0.3g/魚体重、kg)、1日1回定時(午前10~11時)に投与し、1時間後に残餌を回収した。51年10月31日~52年1月23日の間、同一魚体を用いて、11日~20日間の飼育を数回

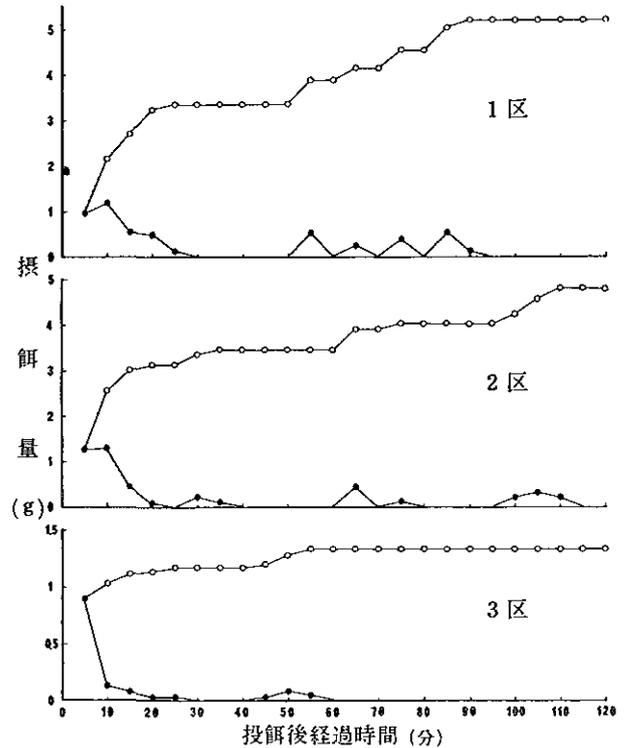


図3 投餌後2時間における摂餌量(1尾当り平均)の変化

●…は単位時間摂餌量、○…は累積摂餌量を示す

くりかえし、各期間の平均体重と平均日間摂餌量の関係を求めた。

結果

20日間飼育(水温19.6~22.0℃平均20.5℃)した結果を表4、図4に示した。また各飼育期間の平均体重と平均日間摂餌量の関係を図5に示した。

20日間飼育における1尾当りの日間摂餌量は、無給餌の9日目を除くと、0.14~0.49g(1区)0.50~1.40g(2区)、0.33~2.58g(3区)、1.70~5.92g(4区)の値を示し、日間変動が比較的大きかった。魚体が大きくなるにしたがい摂餌量は増加を示し、その変動幅は広がる傾向を示している。供試魚の範囲(平均体重3.36g~83.83g)では、1尾当りの摂餌総量は、20日間で5.22~72.34gを要し、この間の増

表4 大きさ別飼育結果

実験区	尾数	平均体重			摂餌量 総量	1尾当り平均			増肉係数	餌料 転換効率
		開始時	終了時	増重量		日間 摂餌量	日間 摂餌率	日間 成長率		
1	5	3.36 ^g	5.89 ^g	2.53 ^g	26.10 ^g	0.26 ^g	5.62%	2.73%	2.06	48.58%
2	5	14.54	22.48	7.94	87.25	0.87	4.70	2.15	2.20	45.74
3	5	27.33	41.45	14.12	152.70	1.53	4.45	2.05	2.16	46.07
4	4	83.83	110.20	26.37	289.36	3.62	3.73	1.36	2.74	36.46

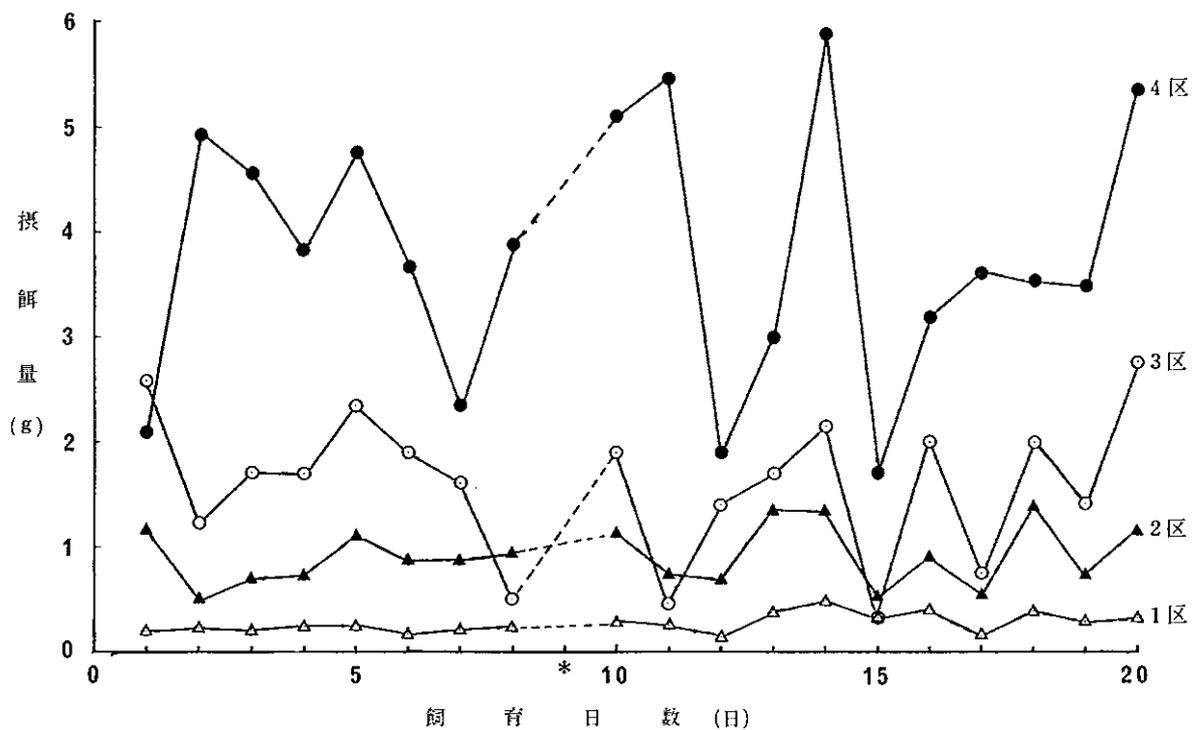


図4 大きさ別飼育における摂餌量(1尾当り平均)の変化
* 9日目は各区共に無投餌

肉係数は2.06~2.74であった。平均体重と平均日間摂餌量の関係は、体重の増加に比例して、ほぼ直線的に摂餌量は増加する。しかし、摂餌率、日間成長率、餌料転換効率は魚体が大きくなるにしたがい小さくなる傾向を示した。

実験 4 排糞時間

魚体内に取りこまれた餌料は、胃、腸等の消化器管を通り、消化吸収され体外に糞として排泄される。餌料の体内移動時間を知るため餌料が糞として体外に排

泄されるまでの時間を調べた。

方法

十分飼育慣らした全長13.08~16.05cm、体重24.8~45.5gの個体を4尾用い、20ℓ塩ビ水槽へ各々1尾ずつ收容し、注水量240~250cc/minで、実験開始前3日間絶食させて行なった。餌料はマイワシ肉切片を投与し、1時間摂餌させた後残餌を回収し、48時間の間水中に排泄された糞を、1時間ごとにサイホンで採集し、乾燥重量を求めた。

結果

48時間(水温23.5~24.2℃)における個体別採糞量

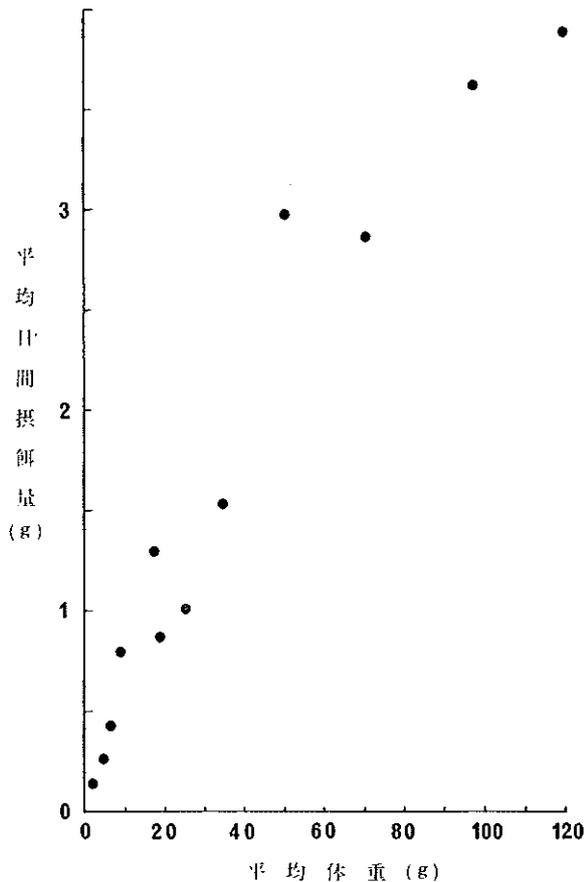


図5 魚体の大きさと摂餌量の関係

(注) 1、2、3区は30ℓ水槽, 4区は60ℓ水槽にて飼育

表5 供試魚および採集糞量

NO	供試魚の大きさ		投餌量 (生重量g)	摂餌量 (生重量g)	採集糞量 (乾燥重量mg)	備 考
	全 長(cm)	体 重(g)				
1	15.94	45.0	8.13	4.59	34.9	実験水温23.5~24.2℃
2	16.05	45.5	8.94	6.64	24.6	
3	13.08	24.9	6.42	1.17	18.5	
4	13.42	25.2	5.26	2.15	12.5	

放置すれば飽食量はほぼもとの状態にもどるとしている。実験1の結果は3日以上経過すれば、池換え、測定の影響はなくなるものと推定され、石渡と類似した結果を示している。

実験2における24時間の摂餌量は、飼育水温を24.9~25.0℃(1区), 19.9~20.0℃(2区)と差をつけて行なったが、大きな差は生じなかった。適温範囲内

を表5に示した。個体別総採集糞量は12.5~34.9mg(乾燥重量)であり、摂餌量の多い個体が、かならずしも排糞量が多い結果を示さなかった。

単位時間(1時間)の排糞量は図6に示したが、最初の排糞は、摂餌後6~11時間の間に観察され、その後2~16時間経過した時点で次の排糞が行なわれる。No.1~No.3の個体は類似した排泄傾向を示し、排糞量が多かったのは、摂餌後10~14時間と25~26時間で、約1日経過した26時間までに採集糞量の71.3~78.5%が排泄されている。

最初に摂餌させ、その後投餌をしない場合は、体内に取りこまれた餌料は消化吸収され、ある時間に連続して1度に排泄されるのではなく、6~34時間以上の長時間にわたって、断続的に数回に分けて体外に糞として排泄される。

考 察

魚群の慣れと摂餌量の関係について、堀田¹⁾はサンマを網生簀に放養し、石渡⁸⁾はマアジ等を水槽に放養し最初餌付きが悪いが、以後毎日の飽食量が増加し一定量に達することを示した。中村等¹⁷⁾はヒラメを餌付するまでに10~20日を要している。これらは漁獲された魚群についての結果である。長期間良く飼い慣らした場合は、石渡は池換えの影響は一時的で、1日以上

では飽食量は水温の上昇に伴ない増大し、空腹の程度に左右される¹⁶⁾。このことから考えると、実験前絶食させているので、水温より魚体の空腹要因がより強く働いたものと推定される。しかし、摂餌される時間が3~4時間(1区), 6~8時間(2区)と差が生じ原因は、2区の5時間目にや、摂餌量が増加し、この時刻は夕方に当るので朝夕摂餌が増加する日周期が存

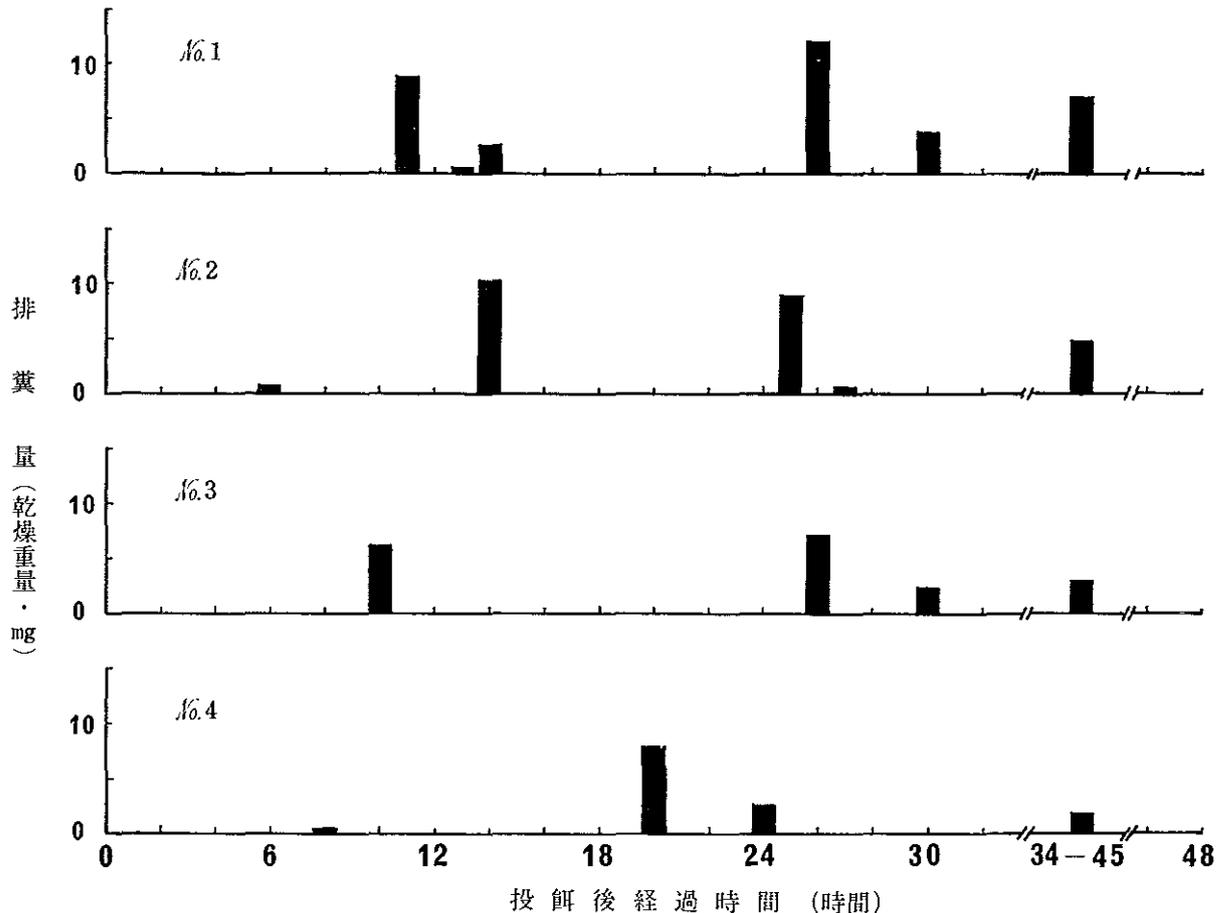


図6 個体別、時間別排糞量の変化

在するのか、個体差によるものか、あるいは水温差に起因しているものかは明らかでない。

給餌後30～50分にかけて累積摂餌量は一定値に近づき、飽食したような結果を示している。これは石渡⁷⁾が規定している飽食量、「1回の連続投餌によって魚群が飽食するに要する摂餌量」に近いものと考えられる。しかし、その後20～30分して再び摂餌が認められているので、この一定値を飽食量と断定することは出来ないであろう。

8時間以降はほとんど摂餌がみられなかったが、排糞時間の結果から推定すると、24時間前後までに、特に水温の高かった1区では、相当量の排泄が行われ、胃内容物も減少し、摂餌可能な状態であったものと推定される。しかし、実験結果ではほとんど摂餌が認められなかった。この原因として次の要因が考えられる。予備飼育の段階で、24時間前後に前日投与した残餌を回収し、新たに餌料を投与すると良く摂餌し、この傾向を毎日くりかえしている。また水槽底に残存している餌料片が、供試魚の移動で動かされた時、近くの魚

体が摂餌することを観察している。これらのことから、給餌時水中を降下中の餌料片に対する魚体の反応と、水槽底に沈降して動かない餌料片に対する反応の大きさが異なること、また投与餌料が摂餌され、結果的に8時間以降の餌料密度が低くなっていることの二点に起因しているものと推察される。今後単位時間ごとに投餌を行ない、この点を明らかにする必要があるだろう。

排糞時間については、48時間で打ち切り、供試魚を剖検してないので、最終排糞時間は把握出来なかった。

予備飼育中別個体(体重14.4～18.8g, 水温19.2～19.4℃)で、投餌後5日間糞の排泄を日数単位で観察した結果では、2日目まで糞が認められ、3日目以降は糞が観察されなかった。

平尾等¹⁹⁾はウナギについて水温20℃でイワシ摺身が9時間以内に大部分排泄される。能勢²⁰⁾はキンギョについて15℃で7～8時間、25℃で4～5時間に糞の出現を観察している。堀田¹⁾はサンマについて1回の飽食量の消化時間は大体9～10時間、北御門等²¹⁾はブリ

若年魚について6～8時間、ハマチについて佐藤等²²⁾は27.2℃で1～3時間に大部分が体内を通過し、塚原等²³⁾は25℃で8時間までに全排泄物の40%以上が排泄されることを報告している。

これらの結果から比較すると、ヒラメはハマチに比較して餌料の体内移動は遅く、排泄されるのに長い時間を要する魚種とみられる。しかし、餌料の消化時間等は餌料の種類、水温等の飼育条件によっても変化してくるので、今後実験を積重ねて行く必要があるだろう。

文 献

- 1) 堀田秀之：東北水研報告，11，47～64（1958）
- 2) ————：東北水研報告，17，31～37（1960）
- 3) 畑正吉・高橋正雄・村川五郎：日水誌，24，4，251～255（1958）
- 4) 狩谷貞二・高橋正雄：日水誌，35，4，386～390（1969）
- 5) ————：日水誌，35，6，533～536（1969）
- 6) ————：高橋正雄：日水誌，35，7，619～623（1969）
- 7) 石渡真典：日水誌，34，6，495～497（1968）
- 8) ————：日水誌，34，6，498～502（1968）
- 9) ————：日水誌，34，7，604～607（1968）
- 10) ————：日水誌，34，8，691～694（1968）
- 11) ————：日水誌，34，9，781～784（1968）
- 12) ————：日水誌，34，9，785～791（1968）
- 13) ————：日水誌，35，10，979～984（1969）
- 14) ————：日水誌，35，10，985～990（1969）
- 15) ————：日水誌，35，11，1049～1053（1969）
- 16) ————：日水誌，36，3，304～309（1970）
- 17) 中村勉・田中邦三：千水試報告，10，76～92（1968）
- 18) 安永義暢：東海水研報告，68，31～43（1971）
- 19) 平尾秀一・山田充阿弥・菊地嶺：東海水研報告，27，67～72（1960）
- 20) 能勢健嗣：淡水研報告，13，11～22（1960）
- 21) 北御門学・高橋喬・野田宏行：日水誌，31，2，133～137（1965）
- 22) 佐藤正明・川西正衛・北島力・荒川好満：広島水誌報告，25，1，1～36（1965）
- 23) 塚原宏子・古川厚・萩原正道：内海水研報告，24，21～27（1967）