

マダイ稚仔のシオミズツボワムシ摂餌量*

北島 力・福所邦彦・岩本 浩・山本博敬

Amount of the Rotifer, *Brachionus plicatilis*, Consumed by Red Sea Bream Larvae, *Pagrus major*

Chikara KITAJIMA, Kunihiko FUKUSHO, Hiroshi IWAMOTO
and Hiroyoshi YAMAMOTO

海産魚の種苗生産では、その初期餌料としてシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* O. F. MULLER (以下ワムシとする)、橈脚類を主とする甲殻類プランクトン等が用いられている¹⁾が、実用的な量産では餌料生物の必要量をあらかじめ知り、計画的に生産することが重要になる。そのための基礎資料として、マダイ *Pagrus major* (T. and S.) 仔・稚魚が、各成長段階で摂餌するワムシの量を明らかにする目的で本研究を行った。

報告に当って、実験の一部で御協力いただいた長崎市水産種苗センター永池健次郎技師に謝意を表する。

材料および方法

成長に伴う消化管内ワムシ個体数 屋内6トン水槽に、ふ化仔魚約10万尾を収容して、1974年4月24日から5月19日までの25日間飼育した。この間、飼育槽中のワムシ^{**}の密度を4個体/ml以上に保つように、毎日9時と16時に添加した。この過程で、3日毎に午前10時に20尾ずつ取上げ、4%ホルマリン海水で固定後、全長の測定と消化管内のワムシ数を算定した。

期間中の水温は、16.9~20.2℃、塩素量18.8~19.4‰、pH8.30~8.59、また溶存酸素飽和度は98~124%の間で推移した。

日間摂餌量 成長段階別の日間摂餌量を求めるため、4回の実験を行なった。すべて30ℓパンライツ水槽を用い、表1のように、1槽当り1,000~2,000尾の仔・稚魚を収容した。これに一定量のワムシを添加し、1~2時間毎に飼育槽中のワムシの減少数を24時間に亘って調べ、1尾当り24時間の平均摂餌数を求めた。摂餌によって、ワムシの密度が一定以下に減少すると、その都度一定量のワムシを新たに添加した。また、ワムシの自然増減をみるために、仔・稚魚を入れないワムシだけの水槽をブランクとして設け、実験水槽と同様にワムシの密度の推移を調べた。各水槽は自然光下(室内)に置いたが、第3次および第4次実験では、終夜点灯した蛍光灯下(約2,500 Lux)においた区も設けた。各水槽には、20万~30万細胞/mlの密度でクロレラを添加し、止水でゆるやかな通気を行なった。各測定時に、水槽表面の照度と水温の測定を行なった。

* 本研究の一部は、昭和49年度日本水産学会九州支部第1回例会で発表した。

** クロレラで培養したワムシを使用した。

結 果

成長に伴う消化管内ワムシ個体数の変化 調査した全個体についての、全長(L mm)と消化管内ワムシ数(f_s)の関係は、図1のように、同じ大きさでも個体間の変異が極めて大である。しかし、プロットの上限を結んだ線(図の点線)は、全長の伸びに従って指数的に増加し、近似的に

$$f_s = 0.1144L^{3.4353} \quad (1)$$

で表わすことができる。これは、全長における上限線であるから、仮に満腹量とする。また、全長0.5 mm間隔毎に含まれる個体の、平均消化管内ワムシ数(f_a)をプロットすると、図1の白丸と鎖線のようになり、全長との関係は

$$f_a = 0.02966L^{3.8167} \quad (2)$$

で表わせる

一方、全長と体重(W mg)の関係を、全長0.5 mm間隔毎に無作為に抽出した10個体の平均値で、対数グラフにプロットすると、図2のように、全長6.4 mmと10.8 mm辺りで屈折するつぎの3直線で表わせる。

$$W_1 = 0.000798L^{4.3814} \quad (L < 6.4 \text{ mm}) - (3-1)$$

$$W_2 = 0.003496L^{3.5850} \quad (6.4 \text{ mm} < L < 10.8 \text{ mm}) - (3-2)$$

$$W_3 = 0.01288L^{3.0365} \quad (L > 10.8 \text{ mm}) - (3-3)$$

(1), (2), (3)式およびワムシの平均個体湿重量 $3 \mu g^2$ によって、摂取されたワムシの体重比を求めると、図1のように、満腹量は体重の7~11%, 平均摂餌量は4~5%になる。

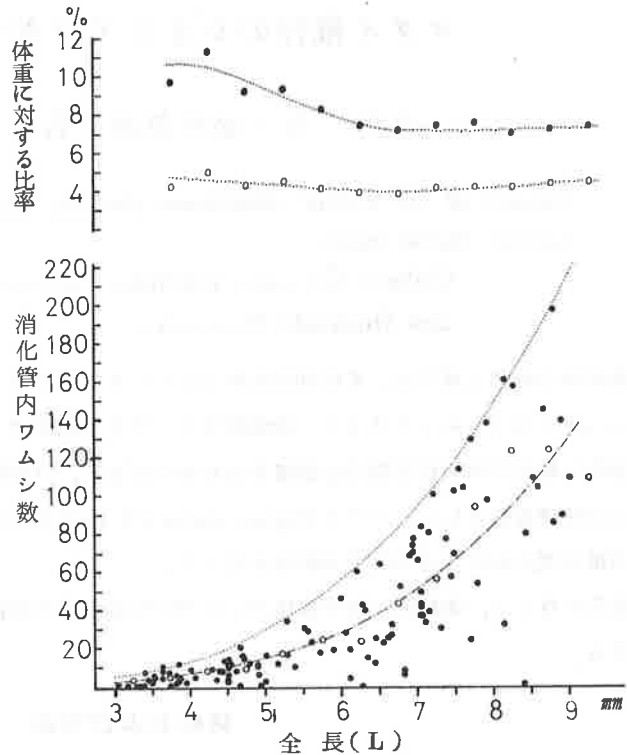


図1. 全長に対する消化管内ワムシ数および体重に対する比率

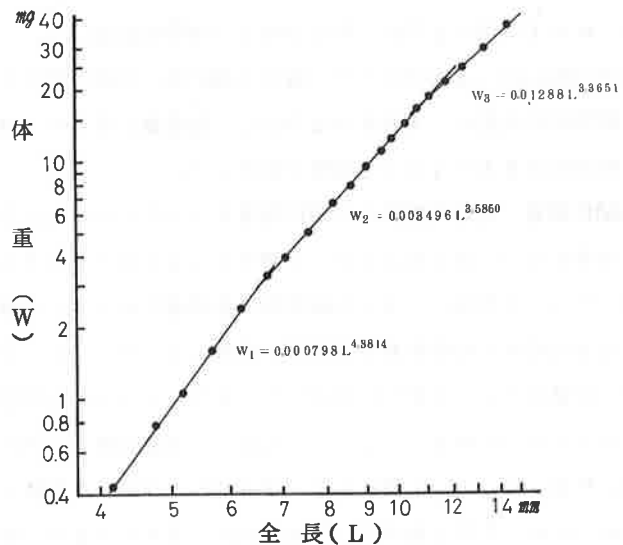


図2. 仔・稚魚の全長と体重の関係

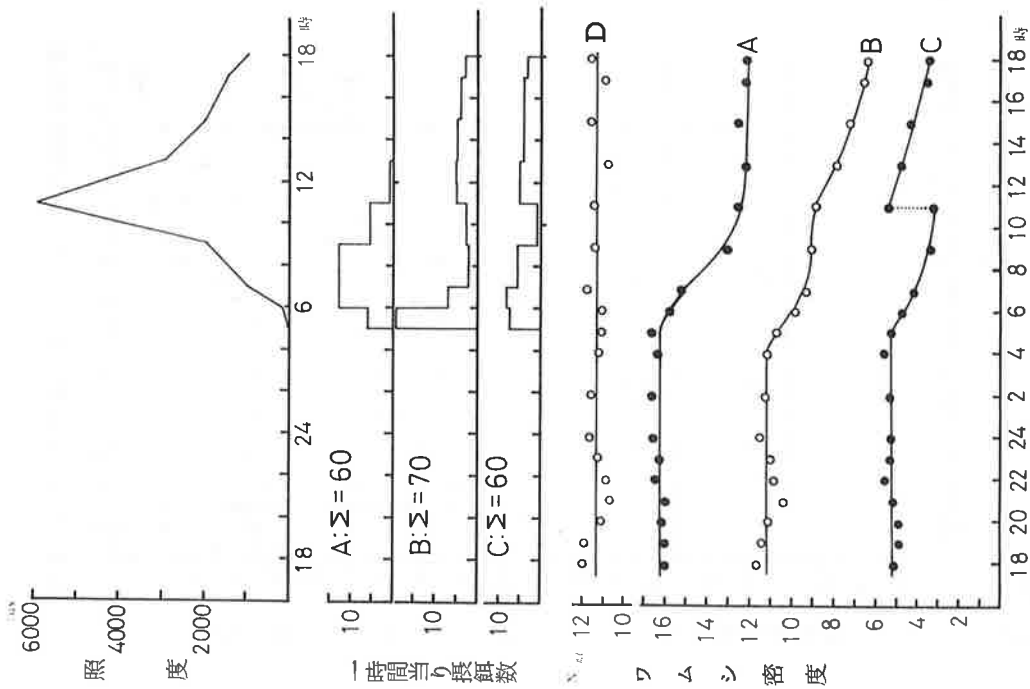


図3 仔魚(ふ化後7日)のワムシ日間摂餌経過

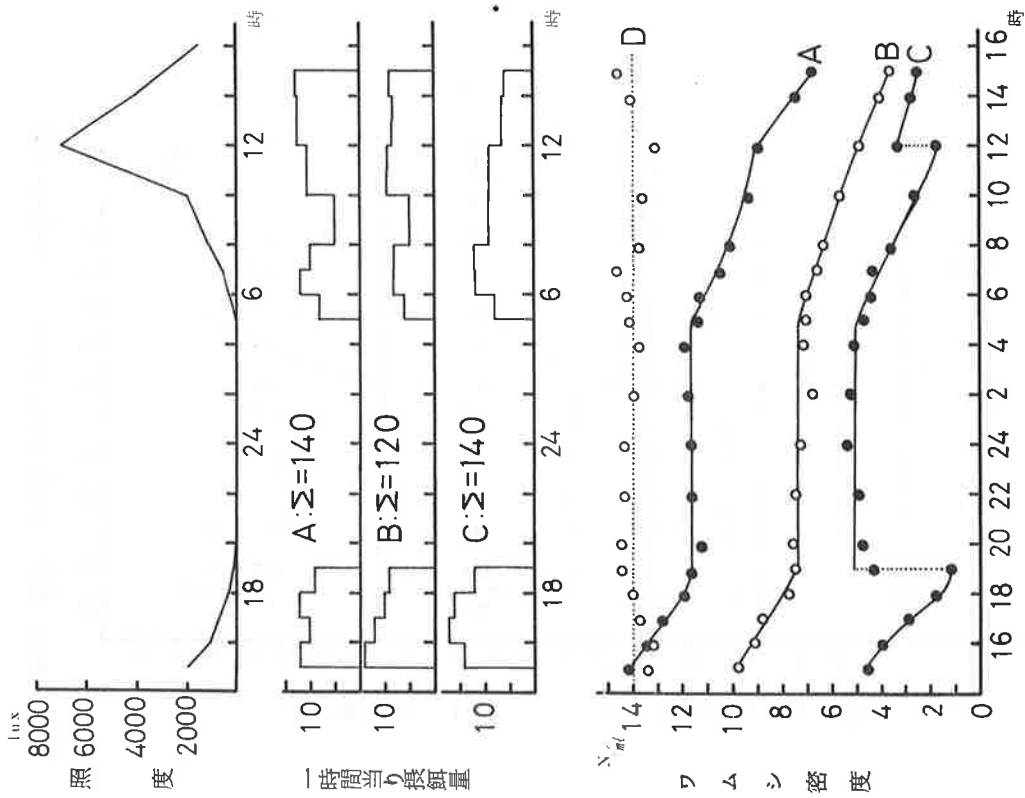


図4 仔魚(ふ化後11日)のワムシ日間摂餌経過

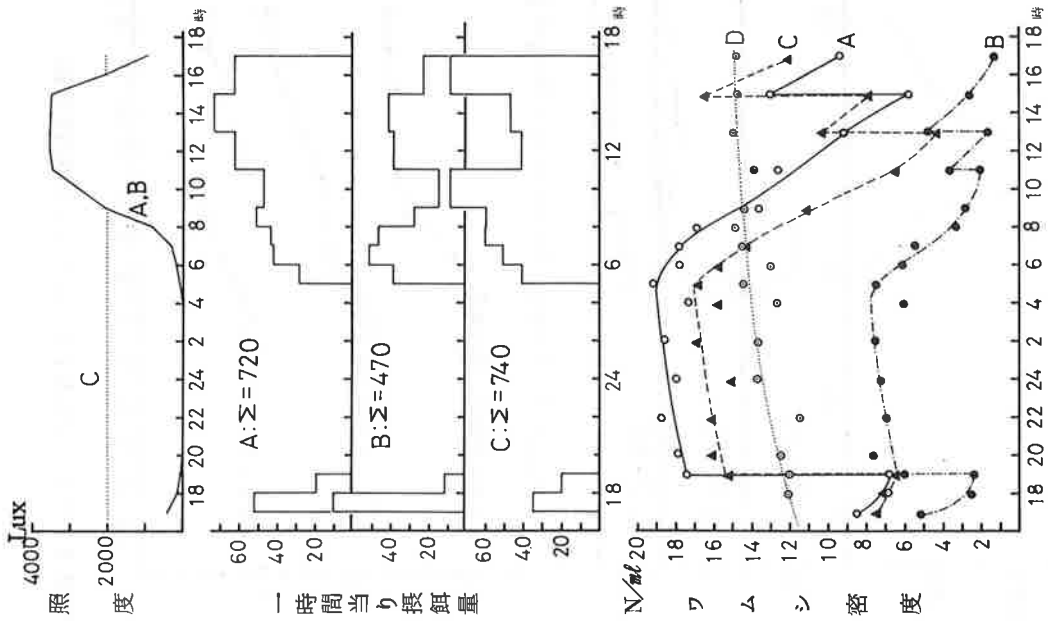


図5 仔魚（ふ化後15日）のワムシ日間摂餌経過

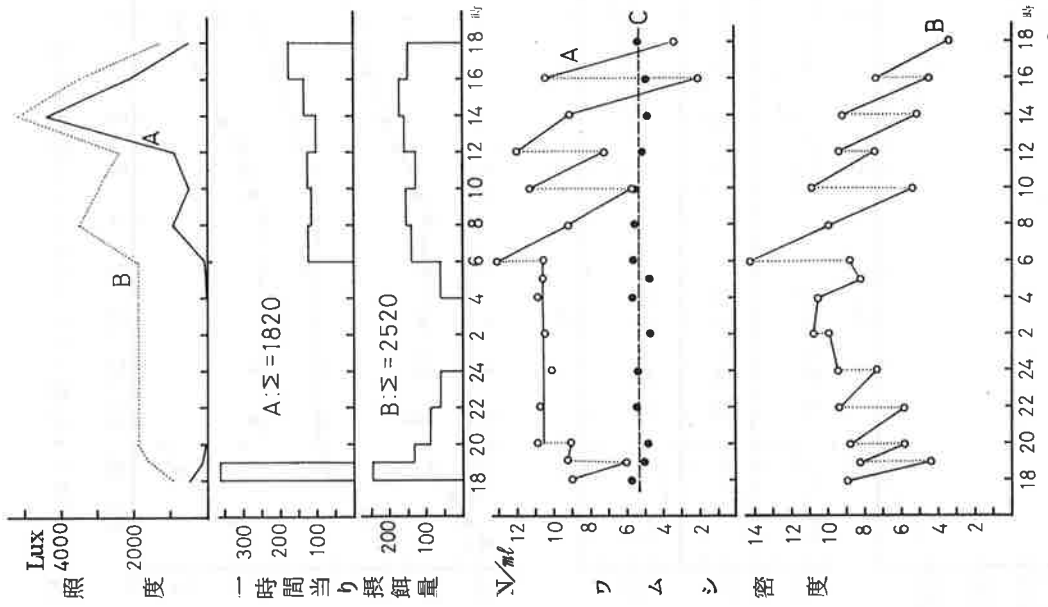


図6 稚魚（ふ化後23日）のワムシ日間摂餌経過

日間摂餌量 ふ化後7日目の仔魚(全長 3.92 ± 0.34 mm, 体重 0.32 mg)を用いた第1次実験(図3)では, ブランクのD槽のワムシの密度はほとんど変化していないので, 自然増減はなかったものと見做した。ワムシの密度を変えた, A, BおよびC区とも, 18時から翌朝5時まではそのレベルは変化せず, 5時頃から一斉に減少する。ワムシの減少曲線から, 1尾1時間当りの平均摂餌数を計算すると, 日の出から日の入りまで継続して摂餌していると推測される。3~16個体/mlの範囲ではワムシの密度と摂餌数の間に明らかな関係は認められず, 各区とも24時間に60~70個体のワムシを摂餌したと考えられる。

ふ化後11日の仔魚(全長 5.09 ± 0.26 mm, 体重 1.00 mg)を用いた第2次実験(図4)では, ブランク(D槽)の推移から, やはりワムシの自然増減はなかったものと見做した。各区とも19時頃までワムシの密度は急激に減少し, 夜間は横ばいになり, 日の出頃から再び減少傾向を示す。1尾当りの平均摂餌数は, 120~140個体と計算され, この実験でも3~14個体/mlワムシの密度によって摂餌量は変化しなかった。

ふ化後15日の仔魚(全長 6.68 ± 0.78 mm, 体重 3.17 mg)による第3次実験(図5)では, ブランク(D槽)のワムシ密度にやや増加傾向がみられたので, 各区の摂餌数の計算の際, ワムシ増殖分を図から読み取って補正した。

自然光下(A, B区)で, 夜間摂餌しないのは, 前2回の実験と同様であるが, 蛍光灯の直下においたC区も日没後は摂餌せず, 摂餌量も自然光下の場合とほとんど変わらない。この実験では, ワムシ密度の高低で摂餌数は470~730とかなり差がみられた。すなわち, 図5のB区にみられるように, 2個体/ml前後まで餌料密度が低下した8~10時および15~17時には, 他区に比べて明らかに摂餌量が少なかった。

ふ化後23日の稚魚(全長 10.05 ± 1.23 mm, 体重 13.7 mg)での第4次実験(図6)では, ブランク(C区)のワムシ密度の推移から自然増減はなかったと見做した。

自然光下(A区)では, やはり夜間の摂餌はみられないが, 照明区(B区)では, 深夜を除いて夜間も摂餌することが明らかである。両区の摂餌数を比較すると, 照明区が約40%多く, その効果が認められた。しかし, 照明下でも2時から4時までの約4時間は摂餌がみられなかった。

以上4回の実験結果を, 表1と図7にまとめた。全長と日間摂餌量(F)の関係は,

$$F = 0.3927L^{3.676} \quad (4)$$

表1 ワムシに対する仔・稚魚の日間摂餌量

実験 No.	収容 尾数	全長 mm	体重 mg	1尾平均 摂餌数	1尾平均 摂餌量 μg	摂餌量の 体重比 %	備考 ℃
1	2,000	3.92 ± 0.34	0.32	56~66	168~198	52.5~61.9	18.7~25.8
2	1,500	5.09 ± 0.26	1.00	122~144	366~432	36.6~43.2	16.8~22.3
3	1,500	6.68 ± 0.78	3.17	472~743	1,416~2,229	44.7~70.3	21.3~23.0
4-A	1,000	10.05 ± 1.23	13.7	1,819	5,457	39.8	22.2~23.5
4-B	1,000	〃	〃	2,524	7,572	55.3	22.2~23.4 終夜点灯

で示される。

(3)式, (4)式およびワムシの個体重量 $3 \mu g$ から, 仔, 稚魚はその体重の50%前後のワムシを1日に摂餌すると考えられる。

考 察

図1でみられるように, 消化管内ワムシ数は個体間の変動が大きい。絶食させた空腹状態から摂餌させた実験では, 30分後にはほとんど全個体が満腹状態になる³⁾のに対して, この実験のように常に十分量の餌料が存在する場合には, 多くの個体が必ずしも満腹の状態にあるのではなく, 消化管内の餌料量が種々の段階の個体が混在し, その平均値は体重の5%前後である。したがって, 満腹すれば摂餌を止め, ある程度空腹になってまた摂餌するという過程を繰り返していると推測される。安永⁴⁾もヒラメ稚仔で同様の現象を観察している。

満腹量は体重の7~11%, 日間摂餌量は40~70%であるから, 1日に満腹量の5~10倍を摂餌することになる。

餌料密度を3個体~15個体/mlの範囲で変えても, 日間摂餌量はほとんど変わらない。しかし, 2個体/ml前後まで餌料密度が低下すると, 摂餌量は少なくなる傾向があるので, 常に少なくとも3個体/ml以上の餌料密度を保つことが必要であろう。

摂餌は, 日の出から日没までの間継続して行なわれ, 暗黒では摂餌しない。夜間に点灯すると, 日令15日の仔魚では自然光下の場合と摂餌時間および摂餌量は異ならなかったのに対し, 日令23日の稚魚では両者とも増大し, 摂餌に対する照明効果が認められた。この差異は, 発育段階によって明暗順応の能力が異なるためと考えられる。

しかし, クロダイ仔, 稚魚の摂餌活動に対する照明効果⁵⁾は, 仔魚期のみで期待され, 本報のマダイの場合とは全く逆の結果がみられている。また, ヒラメ稚仔では, ふ化後21~22日の仔魚および40日前後の稚魚で共に照明により摂餌時間の延長効果がみられ⁴⁾, スズキとインダイの仔, 稚魚でも照明効果が認められている⁶⁾。このように, 夜間の照明が摂餌時間や成長に影響を及ぼす

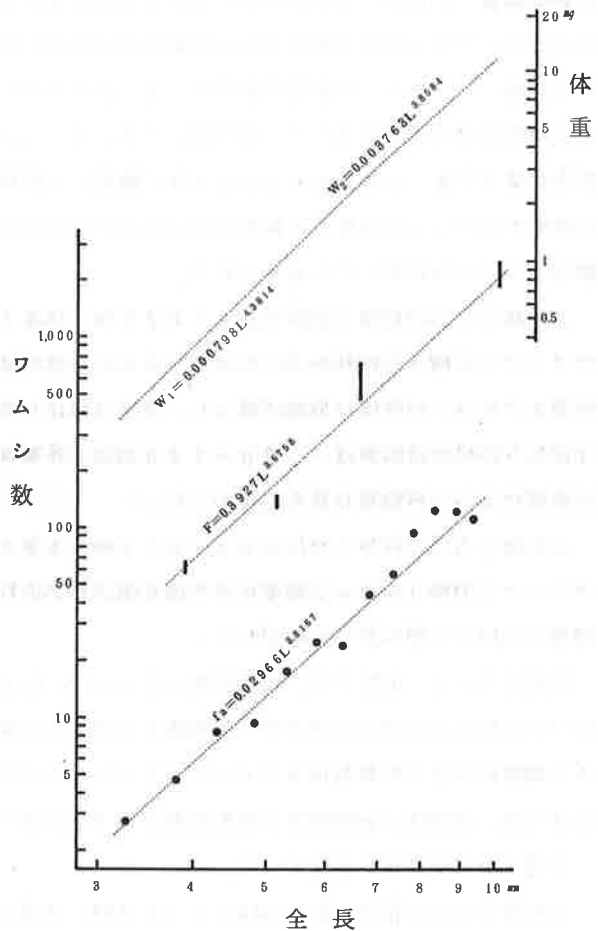


図7 全長とワムシ摂餌数の関係

W: 体重, fa: 消化管内平均ワムシ個体数
F: 日間摂餌数

発育段階が、魚種によって異なるのは、種苗生産技術の面からも興味ある問題であるが、今後照明に対する馴れや成長、生存に対する影響等について詳細な研究が必要である。

つぎに、1日の摂餌量の経時的变化から、朝と午後に摂餌量がやや多くなる傾向がみられるが、そうでない場合もあって、摂餌のリズムはこの実験からは明らかでない。

摂餌量は、全長の伸びに対して指数的に増加し、全長10mmでは約1,860個体のワムシを1日に摂餌する。また、1尾10mmに成長するまでに、1.2~1.5万個体を摂餌することになる。したがって、10mmサイズの稚魚100万尾を生産するには、1日最大19億のワムシが摂餌されるので、飼育水を1日2回交換すれば、38億のワムシを必要とする。また、それまでの累計はへい死魚の摂餌分まで加えると300億に達することになる。

伏見²⁾は、ワムシの日間給餌量を、仔魚の体重の20、40、80、160および320%にして飼育し、80%以上の給餌量では、成長と生残率に大差ないことから、適正給餌量を体重の約80%としている。この値から、全長10mmの稚魚100万尾の日間必要量を計算すると、約36億になって上記の値とほぼ一致する。

このように、種苗の量産には莫大の量のワムシが必要であり、その生産量が種苗生産数を決定するということができる。

要 約

成長段階の異なる仔、稚魚について、ワムシに対する摂餌量を調べて次の結果を得た。

- 1) 全長(Lmm)と消化管内ワムシ数および日間摂餌量の関係は次式で示される

$$\text{満腹量 } f_s = 0.1144L^{3.4353}$$

$$\text{平均摂餌量 } f_a = 0.02966L^{3.8167}$$

$$\text{日間摂餌量 } F = 0.3927L^{3.676}$$

- 2) 満腹量は体重の7~11%、平均摂餌量は4~5%になり、日間摂餌量は40~70%なので前者の5~10倍、後者の10~15倍に当る。
- 3) 摂餌は日の出から日没までの間継続して行なわれ、朝と午後にやや多い傾向がみられる。
- 4) 夜間照明すると、全長6.68mmの仔魚では摂餌時間の延長効果はなかったが、10.05mmの稚魚では、深夜を除いて摂餌し、摂餌量は自然光下の40%増になった。
- 5) 100万尾の稚魚を生産するには、1日最大38億、累計約300億のワムシを必要とする。

文 献

- 1) 藤田矢郎, 1973: 魚類種苗生産の初期餌料としてのプランクトンの重要性, 日本プランクトン学会報, 20(1), 49~53.
- 2) 伏見徹, 1975: 稚魚の摂餌と発育(日本水産学会編), 4. 餌料, 恒星社厚生閣, 東京, 67-83.
- 3) 北島力: 未発表

- 4) 安永義暢, 1971: ヒラメ稚仔の摂餌生態と成長, 東海水研報, 68, 31~43.
- 5) 清野通康, 平野礼次郎, 1974: 魚類の稚仔魚期における摂餌生態についての研究-Ⅱ. 昭和49年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 152.
- 6) 山下金義, 1975: スズキおよびインダイ仔魚の飼育における点灯効果, 本誌, 1, 39~46.