

ブリ仔魚のワムシ飽食量

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2025-04-24
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 中川, 亨, 香山, 尚春, 黒倉, 寿
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014310

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



ブリ仔魚のワムシ飽食量

中川 亨*・香山尚春**・黒倉 寿***

魚類の摂餌量を決定する要因のひとつとして飽食量があり、これについての知見を深めることは投餌技術の改善にとって重要なことと考えられる。

飽食量は、石綿¹⁾によって、「1回の連続摂餌によって、魚群が飽食するに要する摂餌量」と定義されている。この様に定義された飽食量は、魚の空腹の程度などによって変動する不安定な量であるが、絶食時間の延長とともに増加し、それがある時点（胃中の内容物がほとんどなくなった時）に達すると一定の値になることが知られている²⁾。したがって、空胃の状態で測定された飽食量は、変動が少なく、いわば、基準化された飽食量と呼び得る値であり、しばしば、効率的な給餌方法を検討するための基礎資料として使われる。

ところで、いくつかの先駆的な研究では、この「基準化された飽食量」は、胃など消化管の第一貯蔵部位の許容量によって決定されると考えられていたようである。それは、石渡¹⁾の飽食の定義「一回の投餌で食べることでなくなるまで食べるという行為」にすでに示唆されている。この考えは、直感的には妥当性が感じられるため、十分な検討を経ないまま、最近の仔稚魚の摂餌に関する研究にまで受けつがれている。著者らは、ブリ仔稚魚のワムシの摂餌に関する試験を通して、飽食量が成長や餌料の特性によって変化してゆく過程について知見を得るとともに、そのような変化の背景について若干の考察を試みたので、ここに報告する。

材料および方法

実験には、1985年5月10日から同25日の間に、日本栽培漁業協会屋島事業場で飼育中のブリ仔魚を用いた。それらは、同協会古満目事業場で、人工授精によって得た授精卵をふ化させ、ふ化仔魚として屋島事業場に輸送し、飼育したものである。飼育は30 m³のコンクリート水槽で行ない、ふ化後3日目から、パン酵母とクロレラを併用して培養したS型ワムシのみで飼育したが、11日目以後では天然コペポータ、13日目以後はさらに、イカ肝油で栄養強化したアルテミアノープリウスをそれに加えた。飼育期間中の水温は20~22°Cであった。

実験は、ふ化後5日、15日および20日目に行った。この時の仔魚は日令5、15、20日のもので、その全長はそれぞれ、3.1~4.5、5.2~7.4、6.5~9.2 mmであった。

ワムシの飽食量は以下の方法で調べた。餌料生物を含まない30 lの黒色パンライト水槽12個に、各25尾ずつの仔魚を入れ、給餌せずに5時間（予め90%以上の個体が完全に空胃になる時間を調べ設定）放置したのち、水槽を6個ずつの2群に分け、一方にはS型ワムシを、他方にはL型ワムシをそれぞれ15個体/mlになるように添加した。ワムシ添加後、10分ごとにそれぞれ1水槽ずつMS222を加え麻酔し、稚魚を採取して4%ホルマリン海水で固定し、24時間以内に、仔魚の全長と、消化管内のワムシ数を計測するとともに、その重量を推定した。

また、この実験と並行して、同様の水槽2個にそれぞれ125尾ずつの仔魚を収容し、仔魚を5時間絶食させて一度空胃にし、その一部を標本として固定した後、S型あるいはL型のワムシを15個体/mlになるよう添加し、60分間摂餌させてから餌料を含まない水槽へ移し、1時間毎に10尾ずつサンプリングして、仔稚魚の消化速度の観察に供した。

* 日本栽培漁業協会屋島事業場

** 金子漁業株式会社尾崎事業場

*** 広島大学生物生産学部水産増殖学教室

なお、これらの実験は水温 23°C、水面照度 2100~3000 lux の条件下で行ない、水槽には弱いエアレーションを施した。

以上の実験を通して、消化管内のワムシ数は、実体顕微鏡下で仔魚全体、あるいは、取り出した消化管を押しつぶして数えた。その際、餌料生物添加前に固定した標本以外は、空胃個体を除き摂餌個体についてのみ、消化管内のワムシ数を数え、その平均値を求めた。

また、消化管内のワムシ重量の推定方法は以下の通りである。一般に、微小な生物の体積を求めるのは困難なので、S、L 両ワムシ間に比重の差はないものとして、飽食容量（体積）をほぼ代表すると考えられる飽食重量を、既往の資料を基に推定した。植木⁴⁾は、いわゆる S 型および L 型ワムシの計測を行ない、平均被甲長 182.1 μm のワムシ群の 1 個体の平均湿重量が 1.86 μg 、平均被甲長 255.8 μm のワムシ群の 1 個体の平均湿重量が 4.44 μg であったと報告している。この値を今回用いた S 型、L 型の 1 個体あたりの湿重量として、消化管内ワムシ数に乘じ、仔魚の摂餌量とした。なお、今回のワムシの被甲長は S 型が 130 μm 、L 型が 240 μm であり、S 型ワムシの飽食量はやや過大に計算されているものと思われる。

結 果

摂餌開始後の経過時間に伴う、摂餌個体の割合の変化を、図 1 に示した。摂餌個体の割合は、いずれの日令についても、摂餌開始後 10 分で明らかに上昇し、餌料生物の添加後ただちに摂餌が開始されることが示されている。しかし、摂餌個体の割合が 100% になることはほとんどなく常に空胃の個体が存在した。空胃個体は、日令 5 日の仔魚に L 型ワムシを与えた場合に最も多く、摂餌個体の割合が 50% を越えることはなかった。

図 2 には、消化管内のワムシ数の変化および算定したワムシ重量の変化を示した。日令 5 日および 15 日の仔魚では、S 型ワムシと L 型ワムシの摂餌数に大きな差は見られず、ワムシ添加後 10 分以内に、消化管内のワムシ数は最大値の 50% 以上に達し、その後ゆるやかに増加、あるいは増減を繰り返した。日令 20 日の仔魚の場合、S 型ワムシの摂餌数は日令 5 日、15 日の仔魚のそれと同様のパターンで増加したが、L 型ワムシの摂餌数は添加後 50 分まで、ほぼ様な速度で増加した。

㊦ 3 には、5 時間絶食し一度空胃にしてからワムシを投与し 60 分間摂餌させた仔魚の、消化管内のワムシ数の経時変化を示した。なお、日令 5 日の仔魚では、L 型ワムシを摂餌できない個体が多かったので、S 型ワムシのみについてワムシ数の計測を行なった。その結果、日令 5 日の仔魚では、絶食後 1 時間以内に大半のワムシが排泄されるものの、数時間の間、常に数個のワムシが消化管内に存在していた。日令 15 日の仔魚では、消化管内のワム

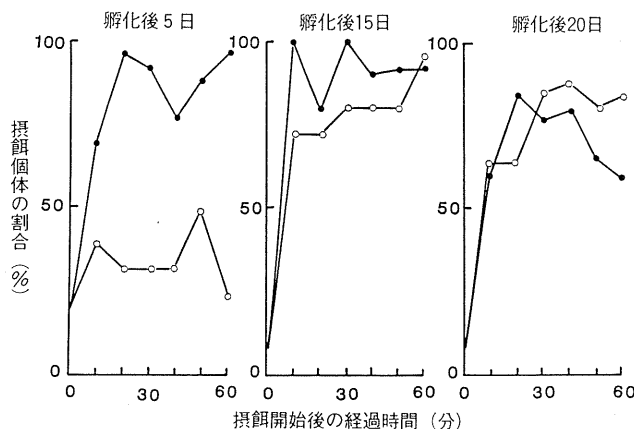


図 1 各日令のブリ仔魚における摂餌個体の割合の摂餌開始後の経時変化
○: L型ワムシ, ●: S型ワムシ

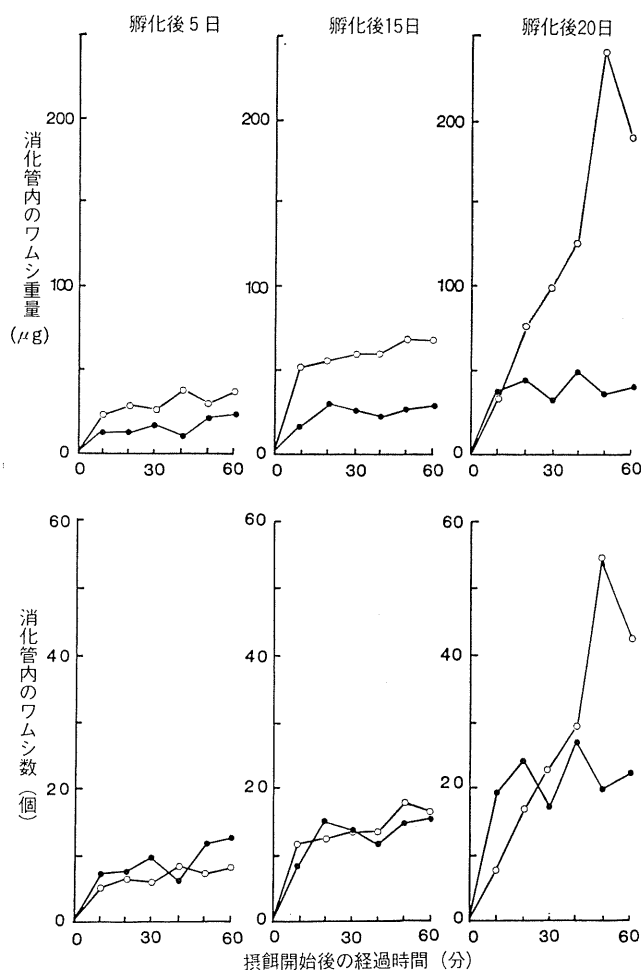


図 2 各日令のブリ仔魚における消化管内ワムシ数及び重量の摂餌開始後の経時的变化
○型: Lワムシ, ●: S型ワムシ

シの貯留時間は延長し, S 型, L 型いずれの場合でも, 大半のワムシが排泄されるのに 4 時間を要した。日令 20 日の仔魚では, 再び, 排泄速度は早まり, L 型ワムシでは 1 時間以内に大半が排泄された。一方, S 型ワムシの場合, 摂餌量は少なかったが, L 型ワムシに比べて, 排泄速度が遅いように見られた。

考 察

日令 5 日, 15 日, 及び 20 日のブリ仔魚を用いて摂餌量と消化速度について観察を行なった。その結果を整理すると以下のようなものである。

(1) 一旦空腹状態においた後, S 型ワムシ及び L 型ワムシを投与したところ

1) 摂餌個体の割合は, 摂餌開始後 10 分間で急速に上昇する。ただし, 日令 5 日の仔魚の場合, L 型ワムシの摂餌個体の割合は S 型ワムシのそれより明らかに少ない。

2) ワムシの摂餌量は, 日令 20 日の仔魚の L 型ワムシの場合を例外として, 添加後 10 分間ではほぼ飽食量に近い値に達する。ただし, 日令 20 日の仔魚では, L 型ワムシの摂餌量は, 明らかに S 型ワムシのそれを凌駕し, し

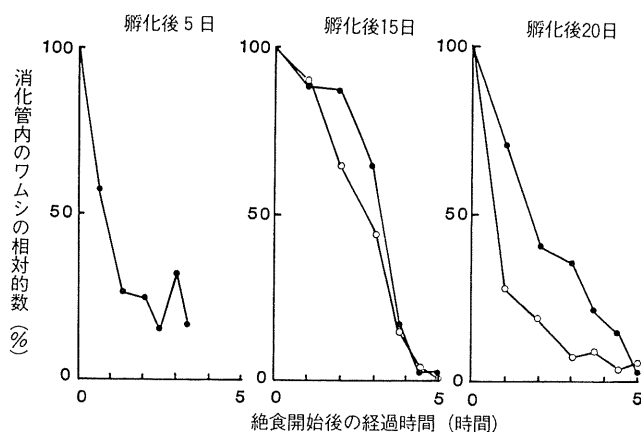


図 3 各日令のブリ仔魚における飽食後の絶食に伴う消化管内ワムシ数の経時的変化
○: L型ワムシ, ●: S型ワムシ

かも時間とともに増加を続ける。

(2) 一旦空胃状態においた後, 60 分間 S 型ワムシ及び L 型ワムシを摂餌させた仔魚の消化管内のワムシ量の時間変化を観察したところ, 仔魚の日令とともに貯留時間は延長するように見える。ただし, 日令 20 日の仔魚の L 型ワムシの場合は例外的で, 貯留時間は明らかに短縮している。

以上, 摂餌量と貯留時間について観察したところ, 各日令の仔魚を通じて共通する現象と例外的な現象とが指摘され, かつ共通現象と例外現象の間にもある種の関連が存在するように思われる。以下, これらの諸点についてさらに考察してみる。

石渡²⁾によると, 成魚では, 完全に空胃になった後の最初の連続した摂餌によって消化管内容物がほとんど増加しなくなった時の消化管内容物の量は, 同一の餌料, 同一の魚で実験した場合には, ほぼ一定の値となる。この値が「基準化された飽食量」と呼ばれる値であるが, 本研究では, 福所³⁾にならって, 飽食を「摂餌開始後, 消化管内容物が極大になること」とし, その時の消化管内容物の量を飽食量, 摂餌開始から飽食にいたるまでの時間を, 飽食時間と呼ぶことにする。福所は, インダイ仔稚魚を絶食状態から十分に摂餌できる状態に移すと, 直ちに, 連続的に摂餌して一旦飽食した後, 脱糞する。その後, 再び, 連続的に摂餌を行ない, 第 2 回目の飽食にいたることを報告し, これを, 成魚では, 無胃魚に見られる「不断摂餌」と同様の現象と考え, 消化管が餌料で充満するために飽食し, 脱糞によって空間ができることにより再び摂餌が開始されるためにみられる現象であると説明している。インダイ仔魚の場合, 摂餌開始後 15~40 分で脱糞が始まる。図 2 に示したように, 本実験でも, 特に S 型ワムシの場合, 消化管内のワムシ数は, 極大に達した後に再び減少・増加を繰り返している。このことは, マダイ仔魚でも, 摂餌開始後 40 分以内に脱糞が始まることを示している。

図 3 に示したように, 日令 15 日の仔魚では, S 型ワムシと L 型ワムシの間に排泄速度に差は見られず, 日令 20 日の仔魚では, L 型ワムシの方が見かけ上排泄速度が早くなっている。日令 20 日の仔魚の場合, S 型ワムシの排泄速度が遅いために, このような結果が生じたとは考え難い。むしろ, S 型ワムシの摂餌量が少ないため, 消化管内に貯留されるワムシの数が相対的に大きくなり, 見かけ上 L 型ワムシに比べて排泄速度が遅くなるという考え方もあろう。排泄速度に違いが無いものとする, 福所の考え方では, 消化管の貯蔵部位の物理的容量が飽食量(飽食時の消化管内のワムシの総体積)を決定していることになる。その場合, 同じ大きさの仔魚の飽食容量(体積)は, ワムシの大きさにかわらずほぼ等しくなり, 飽食時の消化管内のワムシ数は, S 型ワムシで多くなるはずである。

ところで, 魚の大小によって飽食量が異なることが知られている。そこで, 飽食量と全長の関係を $F=aL^3+b$,

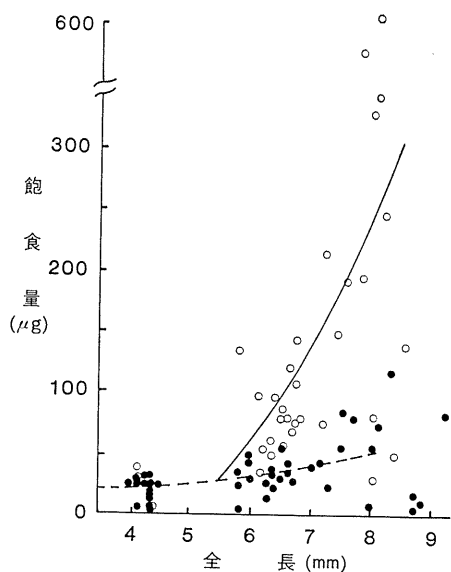


図4 成長に伴う飽食量
○: L型ワムシ, ●: S型ワムシ

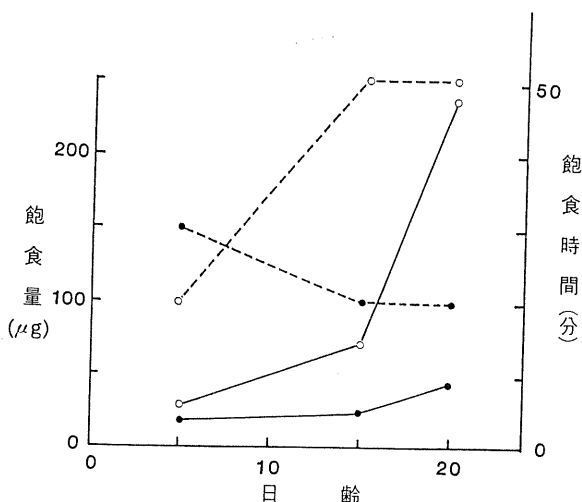


図5 飽食量および飽食時間と仔稚魚の全長の関係
○: L型ワムシ, ●: S型ワムシ 実線: 飽食量,
破線: 飽食時間

F : 飽食量 (μg), L : 全長 (mm) として表し、夫々の係数を計算した。その結果、回帰式は L 型ワムシについては、 $F=0.6415 L^3-84.85$, S 型ワムシについては $F=0.0555 L^3+16.93$ となった。図 4 に、夫々の回帰曲線を示した。この図に見られるように、特に、仔魚が大きくなると、同じ大きさの仔魚でも L 型ワムシの飽食量は S 型ワムシのそれに比べて大きい。この結果は、先の予想と一致しない。したがって、仔稚魚の飽食量が消化管の貯蔵の容積という物理的要因のみによって決定されていない可能性が推測される。

石渡⁶⁾ は成魚の場合、飽食量は餌料の種類によって異なり、2 種類の餌料について比較すると、飽食量の大小は、それら 2 種に対する選択性の強さとも関連し、選択性の低い餌料はより早く飽食量に達する。すなわち、飽食時間が短く、飽食量も小さいことを報告している。図 5 では、日令とともに S 型ワムシの飽食時間は短縮、L 型ワムシの飽食時間は延長している。このことから、成長にともなって、L 型ワムシに対する、仔魚の選択性が高まることが推測できる。仔稚魚の餌料生物の大きさによる選択摂餌については観測例もあり⁷⁾、今回の結果も種の選択によることよりも、むしろ餌料生物の大きさに対する選択によるものと考えられる。このことは、種苗生産の現場ですでに経験的に知られている事でもある⁸⁾。

これらの生物学的要因に加えて、今回の試験の結果について、もうひとつ別の角度からの考察が必要のように思われる。摂餌、空腹、飽食など、栄養成分の体内への取り込みに関する現象に、餌の熱量・脂質量・炭水化物等、成分の違い、それらの吸収速度など、科学的要因が強く関与することは当然のことであろう。この点に関して、培養条件によってワムシの成分が大きく変化することは知られているものの⁹⁾、L, S 両ワムシの成分差については十分な知見が集積されていない。したがって、今回は用いたワムシの成分組成に差があり、これが飽食量や飽食時間に影響を与えた可能性を示唆するに止める。

なお、今回の実験は、完全な空腹状態になっている仔魚について、給餌後短時間の摂餌行動について観察したものであり、また、仔魚は実験のための様々な取り扱いの影響を受けている。したがって、今回の結果は、長時間にわたり仔魚と餌生物との接触が行われている種苗生産過程での摂餌量や選択性に関する問題の全てをカバーしているのではないと思われる。実際の種苗生産過程において、飽食量の決定にこれら S 型, L 型ワムシの違いがいかなる影響を及ぼすかについては今後さらにことなった視点からの検討が必要である。

参考文献

- 1) 石渡直典 (1968) 魚類の摂餌に関する生態学的研究—I. 摂餌量の基準としての飽食量. 日水誌, **34**(6): 495-497.
- 2) 石渡直典 (1968) 魚類の摂餌に関する生態学的研究—III. 空腹状態と飽食量との関係. 日水誌, **34**(7): 604-607.
- 3) 福所邦彦 (1976) インダイ仔魚の飽食時間. 水産増殖, **23**(4): 139-144.
- 4) 植木範行 (1978) シオミズツボウムシの大量培養中における大きさの変異について—III. 昭和52年度岡山県水試時報: 181-184.
- 5) 渡辺 武 (1983) 栄養価. シオミズツボウムシ——生物学と大量培養. 日本水産学会編 (恒星社厚生閣): 94-101.
- 6) 石渡直典 (1968) 魚類の摂餌に関する生態学的研究—IV. 飽食量に影響する外的条件 (1). 日水誌, **34**(9): 785-791.
- 7) IVIEV, V. S. (1955) 魚類の栄養生態学 (児玉康夫・吉原友吉訳). たたら書房: 53-59.
- 8) 桑原賢也・水津洋志 (1986) カサゴ仔魚のシオミズツボウムシL型とS型に対する摂餌選択性について. 栽培技術, **15**(1): 79-82.