

ヒラメ仔魚による海産S型ワムシの摂餌量と摂餌選択性

角 浩行・高橋庸一・板野公一・阪本憲司

福山大学附属内海生物資源研究所

Feeding and Size Selection of S-Type Rotifer by Japanese Flounder Larvae

Hiroyuki Sumi, Yoh-ichi Takahashi, Tomokazu Itano, and Kenji Sakamoto

(Research Institute of Marine Bioresources, Fukuyama University,

Ohama, Innoshima, Hiroshima 722-21, Japan)

Report Res. Inst. Marine Bioresources, Fukuyama Univ., No.8, 11-17 (1997).

The number of S-type rotifer ingested by larvae of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* which were reared in 1 m³ FRP tank was counted. As the result, the number of their maximum feeding was 64 rotifers by 4 mm in total length (TL) larva, 101 rotifers by 5 mm TL larva, and 159 rotifers by 6 mm TL larva. Their number was three- to four-fold as many as that of L-type rotifer.

The number of rotifers well-fed by a larva decreased when larvae became more than 6 mm TL. As food size must be selected with larval growth, the food size selection of flounder larvae was examined and found that the minimum size of rotifer ingested by pelagic larvae after stage F was 140 μ m in lorica length.

種苗生産では、安定した仔稚魚の成長や生残を得るために、発育段階に応じた適正な投餌が必要とされる。このためには、仔稚魚の育成に必要な餌料の量を把握することが重要である。また投餌量の把握は、計画的な種苗生産を実施する上で、生物餌料の計画的な培養を行うためにも重要な事項である。

仔稚魚の摂餌量の推定方法として、給餌量と残餌量の差¹⁾や、消化管内の餌料数を直接計数し消化時間との関係^{2,3)}から求める方法が検討され、主要な種苗量産の対象種であるマダイ *Pagrus major*⁴⁾、インダイ *Oplegnathus fasciatus*⁵⁾、クロダイ *Acanthopagrus schlegelii*⁶⁾、ブリ *Seriola quinqueradiata*⁷⁾およびキジハタ *Epinephelus akaara*³⁾などの魚種で調べられている。ヒラメ *Paralichthys olivaceus* でもこれまで日間摂餌量が推定され⁸⁻¹⁰⁾、これを元に毎日

の摂餌量を決定し、さらに種苗生産に必要な餌料生物の計画的培養を行うための基準とされている。

しかし、本研究所において進めている種苗生産方法¹¹⁾は、飼育水槽内でワムシを増殖させてヒラメ仔魚の餌料とする特殊な方法^{12,13)}である。このため、ヒラメ仔魚は口径の発育段階に適したサイズを適時に適量だけ摂餌することが可能となるため、これまでの摂餌量の推定方法が必ずしも適応できない。本報告では、海産 S 型ワムシ *Brachionus rotundiformis* (以下、S 型ワムシ)を用いて、常に飽食可能な状態にあるヒラメ仔魚の摂餌量を調べた。

また、ヒラメの種苗生産では、生産機関により S 型ワムシまたはシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* (以下、L 型ワムシ)が用いられている¹⁰⁾が、S 型ワムシは浮遊期後期の仔魚(ステージ F および G)¹⁴⁾には摂餌され難いこと^{15,16)}から、ヒラメ仔魚によるワムシサイズを選択性について試験を行った。

材料と方法

ヒラメ仔魚による S 型ワムシの摂餌数

飼育方法 飼育には 1m³FRP 水槽を用い、1997 年 6 月 15 日にふ化仔魚 1.5 万尾で飼育を開始した。水作り¹³⁾には淡水クロレラ(生クロレラ-V12:クロレラ工業)を用い、800 万細胞/ml の密度で飼育を開始し、密度が低下した場合は 200~400 万細胞/ml の密度で適宜添加した。餌料には S 型ワムシのみを与え、ふ化後 10 日目頃までは止水状態で飼育を行った。飼育水温は、外気温の影響で 24.2°C(21.7~25.7°C)と高くなった。全長 9 mm 時の生残尾数は 6,000 尾(生残率 40%)であった。

なお、飼育方法は板野ら¹¹⁾および高橋^{12,13)}に準じた。

ワムシ摂餌数の測定 摂餌されたワムシ数の計数には、十分に摂餌した仔魚を選択的に採集し、*m*-アミノ安息香酸エチルメタンサルホネート(Etyl *m*-Aminobenzoate Methanesulfonate; 以下、EAM)で麻酔後万能投影機下で全長を測定した。さらに、この個体をカバーガラスをのせて軽く押し潰し、ワムシの口器(Trophy)数を計数した。麻酔および測定の際に消化管から排出したワムシについても計数した。なお、測定時のワムシ密度は、10~150 個体/ml であった。

ワムシサイズを選択性

ワムシサイズを選択性を調べるため、仔魚に摂餌されたワムシの背甲長の測定を行った。なお、ヒラメ仔魚の飼育方法は上記と同様である。

ワムシサイズの測定 摂餌された S 型ワムシ背甲長の測定は、飼育試験の過程で行った。飼育水中のワムシ密度の増殖は順調で、10 個体/ml(ふ化後 1 日目)~150 個体/ml(同

14日目まで増殖した。摂餌開始から全長 9.5 mmまでの仔魚を適宜サンプリングし、EAMで麻酔後、万能投影機下で全長を測定した。さらに摂餌されたワムシの背甲長を測定するため、スライドグラス上にのせた仔魚から内容物を壊さないように消化管を摘出し、摂餌直後で形の崩れていないワムシ取り出した。

結果と考察

ワムシの摂餌数 全長 3.80~9.37 mmのヒラメ仔魚の消化管内に含まれるワムシ数を Fig.1 に示した。なお、図にはL型ワムシの摂餌数(高橋⁹⁾を改変も合わせて示した。

これを見ると、L型およびS型とも個体間での変動が大きいですが、最大の摂餌数を飽食量と考えて結んだ線は指数曲線で示され、最大摂餌数の計算値は、L型ワムシでは全長 4 mm

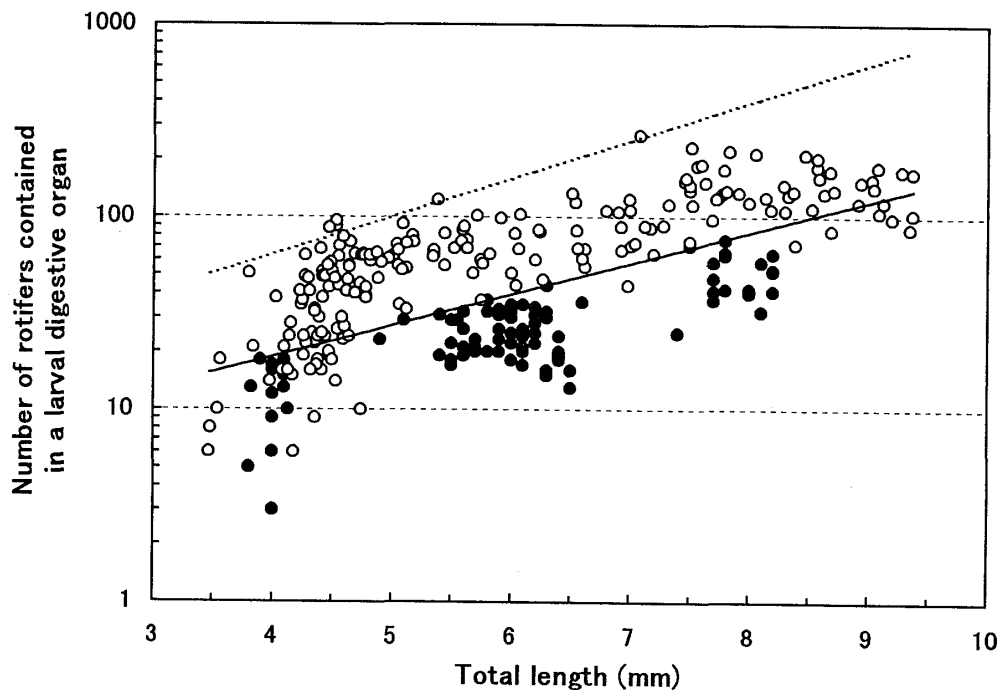


Fig. 1. The number of S- and L-type rotifers ingested by a larva of Japanese flounder. The regression equations between maximum number of ingested rotifers (R) and total length (TL) are expressed as follows:
 ○, S type rotifer (TL ≤ 7.08 mm);
 $R_S = 10.275 \exp(0.4561 TL)$ (n = 7, r = 0.964, ANOVA p < 0.001)
 ●, L type rotifer;
 $R_L = 4.2262 \exp(0.3730 TL)$ (n = 7, r = 0.999, ANOVA p < 0.001)

のヒラメ仔魚で 19 個, 5 mm で 27 個, 6 mm で 40 個, 7 mm で 58 個および 9 mm で 120 個となる。S 型ワムシでは, 最大摂餌数は全長 7 mm 頃までは同様に指数曲線で示され, 最大摂餌数の計算値は, 全長 4 mm の仔魚で 64 個, 5 mm で 101 個, 6 mm で 159 個, 7 mm で 250 個となり, L 型ワムシの 3~4 倍であった。

これらの摂餌数は, 森ら¹⁷⁾が行った L 型ワムシで 5 個体/ml, S 型ワムシで 10 個体/ml を維持する投餌方法(飼育水温 18~19°C)における摂餌数に比べ, L 型ワムシで 1.1~3.2 倍, S 型ワムシで 2.9~5.8 倍多く, 特にヒラメ仔魚のサイズが小さいほど摂餌数に大きな差が認められた。仔魚の摂餌数は, 飼育水温¹⁸⁾や仔魚の活力により影響すると考えられるが, 飼育水温が同じ条件であった L 型ワムシでもこの傾向が認められたことから, ワムシ密度が高く, また種々のサイズが飼育水中に存在する本研究の飼育方法では, より有効に仔魚に摂餌させることが可能であり, 特に摂餌行動が活発でない浮遊前期¹⁴⁾に効果的な投餌方法であると考えられる。

一方, S 型ワムシを与えた飼育例では, 全長 6 mm 以降は飽食している個体の割合が低下し, 7 mm 以上の仔魚では 200 個前後の摂餌数に留まっている。ヒラメ仔魚の摂餌行動はマダイ^{4,19)}やキジハタ³⁾などの仔魚と同様に日中のみ行われる⁸⁾。仔魚の摂餌の日周期性は, ヒラメ⁸⁾では早朝, 日中および夕刻に摂餌量のモードを持ち, キジハタ仔魚³⁾では夜明け後一旦飽食に達した後, 昼間の摂餌量は飽食量の 70% 前後と低下することから, 本研究で観察した仔魚は飽食していない状態であったとも考えられる。しかし, これまでの S 型ワムシを用いた種苗生産で, 特に全長 8 mm 以降の仔魚では, 早朝飼育水中にワムシが高密度で残っていてもほとんど摂餌していない状態が観察されており^{9,16)}, 今回の結果が必ずしも仔魚の摂餌生態によるものであるとは考え難い。ヒラメ仔魚による餌料サイズの選択性は成長に伴ってより大型へと移行するが, 全長 7~8 mm は口裂長が口幅長より大きくなり仔魚の捕食活動が活発になる時期であり¹⁴⁾, 浮遊期後期の仔魚では平均背甲長 155 μ m (100~203 μ m) の S 型ワムシは摂餌するには小さすぎるサイズであると考えられる。

ワムシサイズの摂餌選択性 S 型ワムシと L 型ワムシの背甲長と背甲幅長の関係は, Fig. 2 に示したようにほぼ同様の相関を示す。S 型と L 型ワムシではその形態や培養条件には若干の差異が認められるが²⁰⁾, ヒラメ仔魚による機械的な摂餌の面からは, 両者の違いは単に大きさの差として比較できる。

ヒラメ仔魚に摂餌されたワムシの背甲長を Fig. 3 に示した。これを見ると, 開口直後の仔魚の摂餌サイズは 90~180 μ m であるが, 仔魚の成長に伴いより大型のワムシが摂餌されるようになり, 全長 9 mm では 140~220 μ m の範囲であった。特に, 摂餌されるワムシの最小背甲長を見ると, 全長 7.5 mm を境により大型のワムシが嗜好される傾向が認められた。このように, ヒラメ仔魚は成長に伴ってより大型のワムシを選択的に摂餌し, 浮遊期後期のステージ F 以降の仔魚では 140 μ m のワムシが摂餌可能な最低のサイズであると考えられる。この傾向は, Sakamoto¹⁶⁾が飼育水中に残されたワムシのサイズの測定から指摘

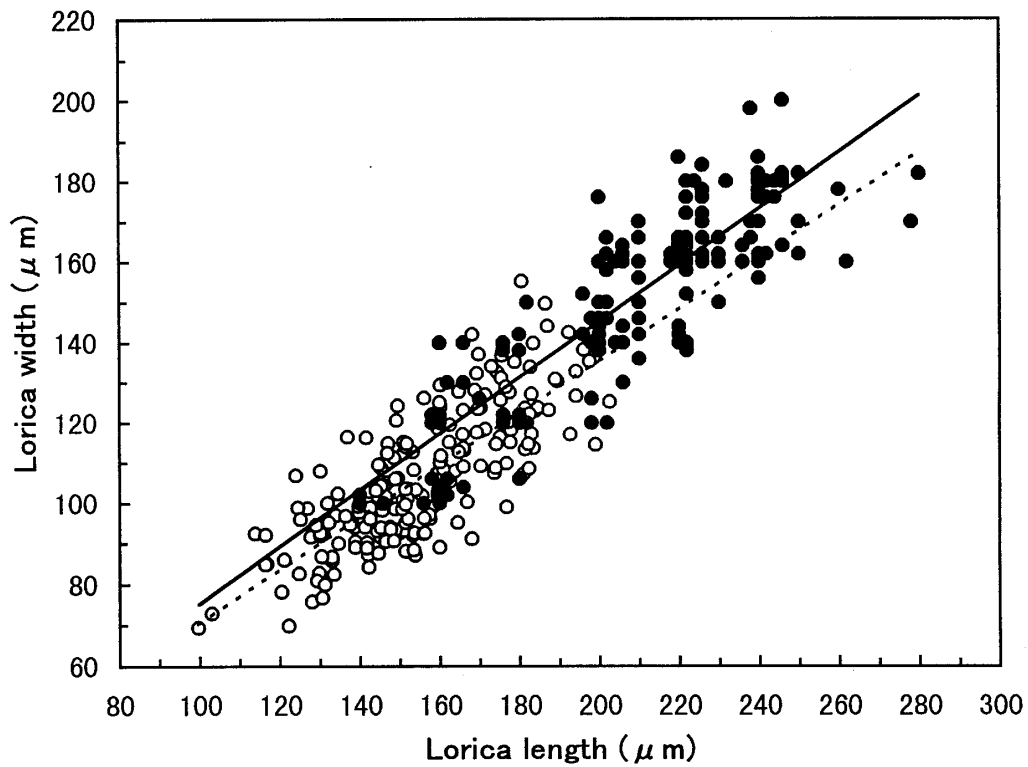


Fig. 2. Relationship between lorica length and width of S- (○) or L-type (●) rotifers.
 The regression equations between lorica length (L) and width (W) are expressed as follows:
 S-type rotifer (broken line);
 $W_S = 0.6495L + 5.7056$ (n = 200, r = 0.786, ANOVA p < 0.001)
 L-type rotifer (solid line);
 $W_L = 0.7000L + 5.3543$ (n = 198, r = 0.867, ANOVA p < 0.001)

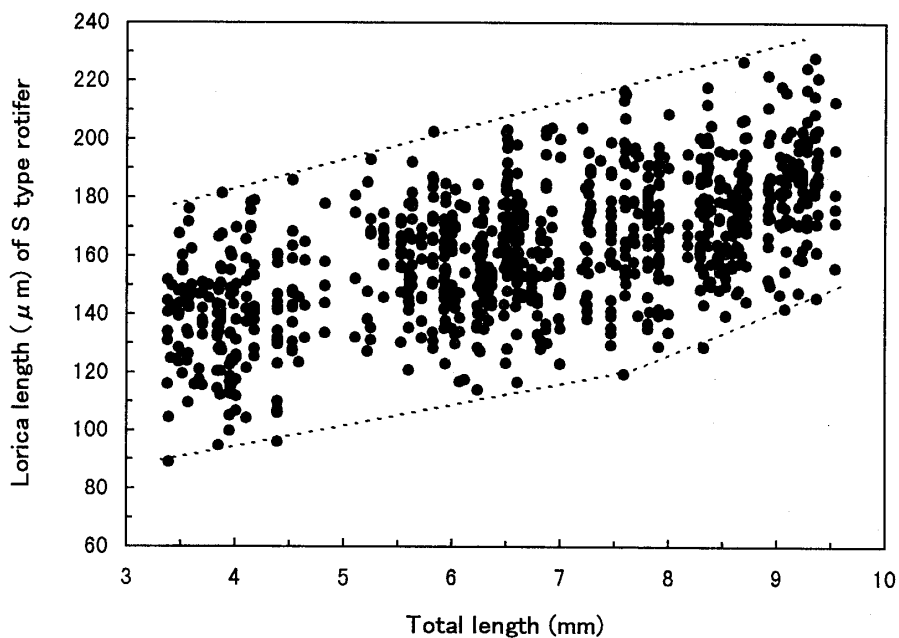


Fig. 3. Lorica length of S-type rotifers ingested by Japanese flounder larvae.
 149 fishes were investigated and lorica lengths of 942 rotifers were measured.

した結果と同様であった。

しかし、S型ワムシを与えられた全長6mm以上の仔魚では、ほとんどの個体で飽食に至っていないことから(Fig. 1)、実際の嗜好はさらに大きいサイズにあると考えられ、ヒラメの浮遊後期仔魚にはL型ワムシが適しているといえる。ヒラメの種苗生産ではS型ワムシを用いる例も多いが¹⁰⁾、アルテミア幼生の併用を早めるなどの対策が必要である。

引用文献

- 1)伏見 徹(1983)：仔稚魚の摂餌量，シオミズツボワムシ—生物学と大量培養(日本水産学会編)．恒星社厚生閣，東京，pp.69-93.
- 2)山下 洋(1991)：エネルギー収支，魚類の初期発育(田中 克編)．恒星社厚生閣，東京，pp.71-85.
- 3)山本章造(1996)：キジハタ仔魚の摂餌日周期性の検討ならびに日間摂餌量の推定．日水誌，62，399-405.
- 4)北島 力・福所邦彦・岩本 浩・山本博敬(1976)：マダイ仔稚のシオミズツボワムシ摂餌量．長崎水試研報，2，105-112.
- 5)福所邦彦(1979)：イシダイの種苗生産に関する基礎的研究．長崎水試論文集，第6集，173 pp.
- 6)岡内正典・尾城 隆・北村章二・辻ヶ堂 諦・福所邦彦(1980)：クロダイ仔稚魚の日間ワムシ摂餌量．養殖研報，1，39-45.
- 7)中川 亨・香山尚春・黒倉 寿(1987)：ブリ仔魚のワムシ飽食量．栽培技研，16，31-36.
- 8)安永善暢(1971)：ヒラメ稚仔の摂餌生態と成長．東海水研報，68，31-42.
- 9)高橋庸一(1982)：ヒラメ着底稚魚の量産計画—100万尾生産の試算．昭和56年度東北ブロック増養殖研究連絡会議報告書，5-8.
- 10)太平洋北区栽培漁業協議会技術部会ヒラメ作業部会(1994)：太平洋北区におけるヒラメ種苗生産技術集．栽培漁業技術シリーズ，1，87 pp.
- 11)板野公一・阪本憲司・高橋庸一・岡 英雄(1997)：小型水槽を用いたヒラメの省力型種苗生産方式の検討．福山大学内海研報，8，1-10.
- 12)高橋庸一(1990)：ヒラメ種苗生産における生物餌料の軽減と飼育作業の簡素化．水産増殖，38，23-33.
- 13)高橋庸一(1998)：ヒラメの種苗生産マニュアル—「ほっとけ飼育」による飼育方法．栽培漁業技術シリーズ，4，57 pp.
- 14)高橋庸一(1985)：人工飼育したヒラメ仔稚魚の成長に伴う形態と行動の変化．水産増殖，33，43-52.
- 15)日本栽培漁業協会(1982)：種苗生産技術の開発，ヒラメ．日裁協事業年報昭和56年度，

108-118.

- 16) Sakamoto, K.(1996): Size of S-type rotifer preyed by Japanese flounder larvae, *Paralichthys olivaceus*. Report Res. Inst. Marine Biores., Fukuyama Univ., 7, 13-17.
- 17) 森 立成・草刈宗晴・三浦宏紀・齋藤節雄・中島幹二(1990) : ヒラメ仔魚期のワムシとアルテミアの給餌量について. 北水試研報, 34, 9-20.
- 18) 青海忠久(1989) : 異体類人工種苗における白化個体の出現機構に関する研究. 学位論文, 京都大学, 京都, 193 pp..
- 19) 大野 淳(1992) : マダイの粗放的種苗生産に関する研究. 日裁協特別研究報告, 2, 110 pp..
- 20) 福所邦彦(1983) : 形態とその変異, シオミズツボワムシー生物学と大量培養(日本水産学会編). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 35-51.