

シオミズツボワムシの飼育における 餌料効率と塩分濃度の関係

山崎 繁久*・平田 八郎*

Effects of Salinity on Food Conversion Rate of Rotifer (*Brachionus plicatilis*)

Shigehisa YAMASAKI* and Hachiro HIRATA*

Abstract

The food conversion rate is a valuable indicator for the maintenance of water quality, because food materials other than those used in rotifer production are released into the culture water. In this experiment, effects of salinity on food conversion rate are observed in order to reduce the pollution through excess food materials. At the same time, an optimal salinity level within the rotifer cultures was estimated based on their food conversion rates and tolerance to higher salinities.

In Exp. I, population growth rate and food consumption rate were observed at nine salinity levels within the salinity range of 2 to 40‰. The density of marine *Chlorella saccharophila* used as food for rotifers was maintained within the range of 2×10^6 to 8×10^6 cells·ml⁻¹. Culture was continued for 14 days after rotifers were acclimated to each salinity level. In Exp. II, food consumption rate and percentage of swimming individuals was measured at 0.5, 6, and 25 hours after rotifers were transferred to a higher salinity of 35‰. The rotifers used were previously acclimated to : 10, 12.5, 15, 20, and 30‰. *Chlorella* density was maintained at about 4×10^6 cells·ml⁻¹.

In Exp. I, the highest food conversion rate was obtained at 10‰. The conversion rates became gradually lower as salinity increased and decreased. Sharp decrease in conversion rate from 56 to 35% was observed between 20 and 25‰. In Exp. II, food consumption rates of rotifers acclimated to 20 and 30‰ were higher than 90% of the rotifers acclimated to 35‰. However, those of rotifers at : 10, 12.5, and 15‰ were less than 50%. As for the percentage of swimming individuals, rates higher than 95% were observed at : 15, 20, and 30‰. The salinity range between 15 and 20‰ was estimated as an optimal salinity level. The results of this study were aimed at direct application for the seed production of marine fishes.

* 鹿児島大学水産学部増殖生理学講座 (Laboratory of Fish Cultivation Physiology, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima 890, Japan)

シオミズツボワムシ (以下ワムシと略称) の大量培養はほぼ確立されたが、その大量培養には、なお環境汚染が大きな問題として残されている¹⁾。前報^{2,3)}で述べた如く、環境汚染の源は餌料物質であるので、餌料効率が低いと餌の浪費とともに環境汚染の増大を招く。従って、環境保全の面から適正飼育環境条件を決定する際、餌料効率は重要な指標となる。

現在、ワムシは、その用途から34%前後の海水で飼育される場合が多い。しかし、ワムシは本来汽水種であり、Cl 6‰付近でその増殖率がピークを示すと報告もある⁴⁾ことから、塩分濃度が異なると餌料効率も違ってくることが推察される。すなわち、塩分濃度による環境汚染度合の相違が考えられるので、環境保全の便をはかるには塩分濃度と餌料効率との関係の解明が必要とされる。

本実験は、塩分濃度と餌料効率の関係を明らかにする目的で、異なる塩分濃度におけるワムシの摂餌率および増殖率を調べた。また同時に、ワムシの急性塩分耐性等をも合わせて考慮し、飼育適正塩分濃度についても検討を加えた。

実験方法

1 餌料効率の観察

材料は、L型のシオミズツボワムシ (*Brachionus plicatilis*) (屋島株)⁵⁾を用いた。塩分濃度は、およそ2カ月間の予備飼育において0~40‰の間に10段階を設けた。そのうち0‰のワムシは約2週間で死滅したので、実験の塩分濃度は、2~40‰の範囲に9段階を設定した。実験は、3l容量のフラスコにワムシを20ind \cdot m⁻¹の密度に接種して開始した。ワムシの増殖率は毎日収穫し、それと同時に飼育水の交換も30%の割合でおこなった。

餌料として用いた海産クロレラ (*Chlorella saccharophila*) は、農耕用肥料を主体とした培地⁵⁾で培養した。指数増殖期に達したクロレラは、一度濃縮した後、飼育水中の餌料密度が2 \times 10⁶~8 \times 10⁶ cells \cdot m⁻¹を維持するように1日2回給餌した。これらの飼育実験は恒温槽内でおこない、水温は約20℃に保った。また飼育水のpHは、HClおよびNaOHで7.3前後に調整し、飼育水への通気はおよそ100 ml \cdot min⁻¹の割合で連続的に施した。照明は、15L:9Dの時間帯を設定しておこない、明時における飼育水面の平均照度は約100 luxとした。

飼育は14日間継続し、1日毎のワムシの増殖率および摂餌率を求めた。増殖率、摂餌率、および餌料効率の算出は、前報²⁾の方法に従った。なお、餌料効率の算出に適用したワムシの乾重量は、2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, および40%区において、3回の測定の平均値でそれぞれ、0.66, 0.61, 0.62, 0.57, 0.60, 0.55, 0.58, 0.52, および0.56 μ g \cdot ind⁻¹を基準値とした。

2 急性塩分耐性試験

ワムシは、実験に先立って、10, 12.5, 15, 20, および30‰の塩分濃度に順化した。それらのワムシは直接35‰の海水に移し入れ、0.5, 6, および25時間後に遊泳個体率を、また6および25時間後に摂餌率を測定した。その際、ワムシの密度は30 ind \cdot m⁻¹とした。餌料は海産クロレラを用い、給餌密度は4 \times 10⁶ cells \cdot m⁻¹に維持した。

実験時の温度および照明条件は、前記と同様に設定した。一方、通気は約2 ml \cdot min⁻¹の割合でおこなった。

なお、遊泳個体率は次式で算出した。

$$(1-B/A) \times 100$$

A：観察したワムシの総数

B：計数盤の底に横転し、足の動きのない個体数

結果および考察

1 餌料効率の観察

各実験区におけるワムシの増殖および摂餌率は、Fig. 1 に示した。増殖率は、10‰区の $104\% \cdot \text{day}^{-1}$ をピークとして、それより低塩分および高塩分になるにつれて減少した。その減少は、25‰以上の塩分濃度で60から $45\% \cdot \text{day}^{-1}$ へと徐々に横ばい状態となった。35‰区における増殖率は $44\% \cdot \text{day}^{-1}$ と、10‰区のおよそ5分の2にすぎなかった。

摂餌率は、平均値で $301 \times 10^3 \sim 255 \times 10^3 \text{ cells} \cdot \text{ind}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ の値となった。その傾向は、

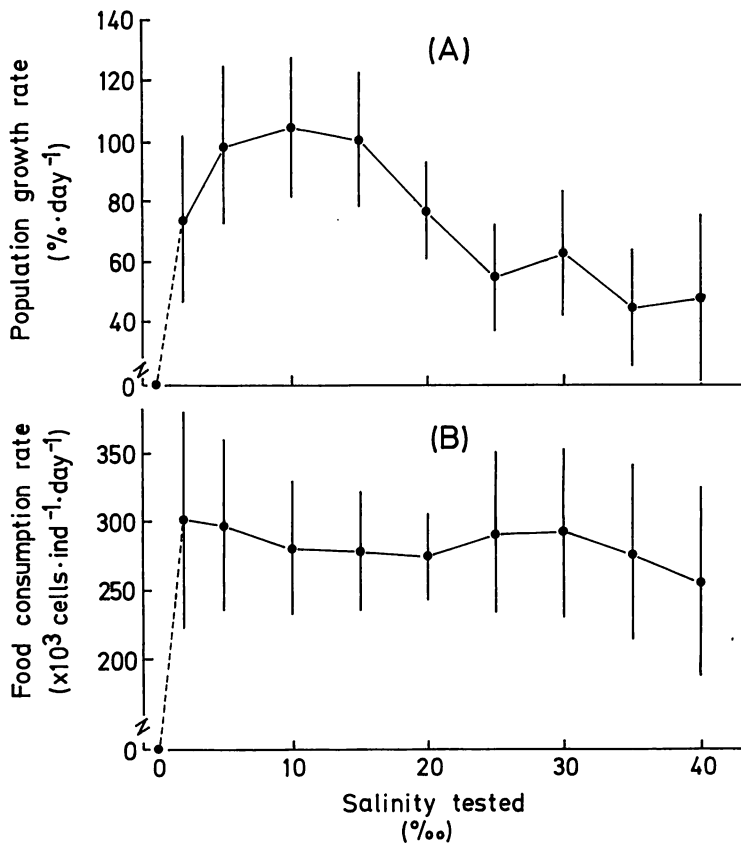


Fig. 1. Profiles of population growth rate (A) and food consumption rate (B) at various salinities. Means and standard deviations are presented with dots and bars.

2‰および30‰付近にピークを有したが、それぞれの摂餌率の間に有為な差は認められなかった。

以上の増殖率および摂餌率をもとに算出した餌料効率は、10‰区で最高値の77%となり、塩分濃度が10‰より下降および上昇するにつれて次第に低くなった (Fig. 2)。特に20‰から25‰区の間では、56%から35%へと19%もの減少を示した。25‰以上における餌料効率は、およそ30%の値で横ばい状態となった。また、35‰区の値は28%で、10‰区の約3分の1であった。

このように、35‰付近の比較的高い塩分濃度では、10‰付近の低塩分濃度に比べて餌料効率がはるかに低い。言い換えれば、飼育水の汚染がそれだけ大きくなるので、高い塩分濃度でワムシを飼育する場合、水質の保全に極力注意する必要がある。

なお、本実験の餌料効率は、最高で77%と、他の動物プランクトン種の25~55% (純生長効率)⁶⁾に比べて幾分高い値を示した。この一因として、ワムシ飼育水中におけるバクテリアの増殖およびワムシによるその摂餌^{7,8)}が考えられる。

2 急性塩分耐性試験

10~30‰の塩分濃度に順化したワムシを35‰の海水に移し入れた場合の遊泳個体率および摂餌率は Fig. 3 に示した。それぞれの値は3回の測定の平均値をもってあらわした。遊泳個体率は、15‰以上の塩分に順化した場合、終始95%以上であった。しかし、12.5‰、10‰となるにつれて約80%から30%へと急激に減少した。これらの遊泳個体率は、移入後6時間目にわずかに回復したものの、25時間後には再び減少した。

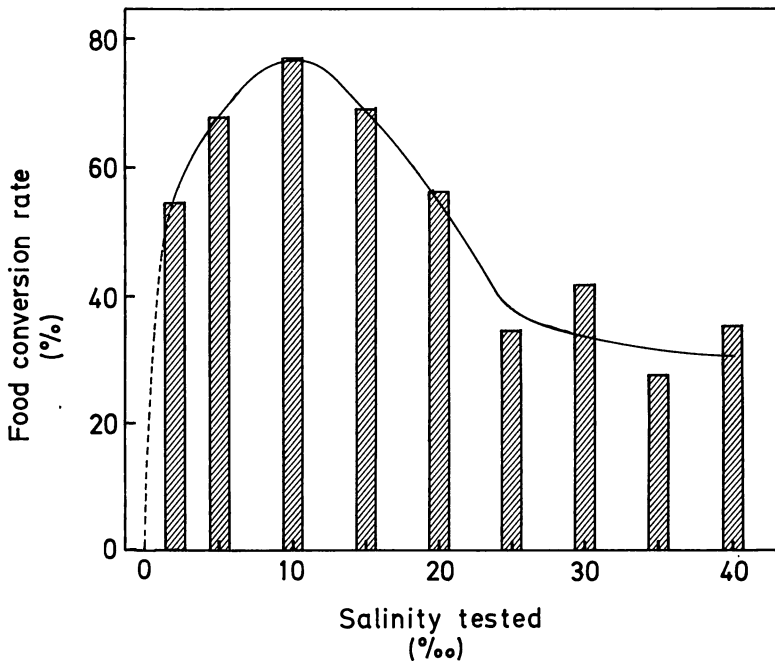


Fig. 2. Profiles of food conversion rate at various salinities.

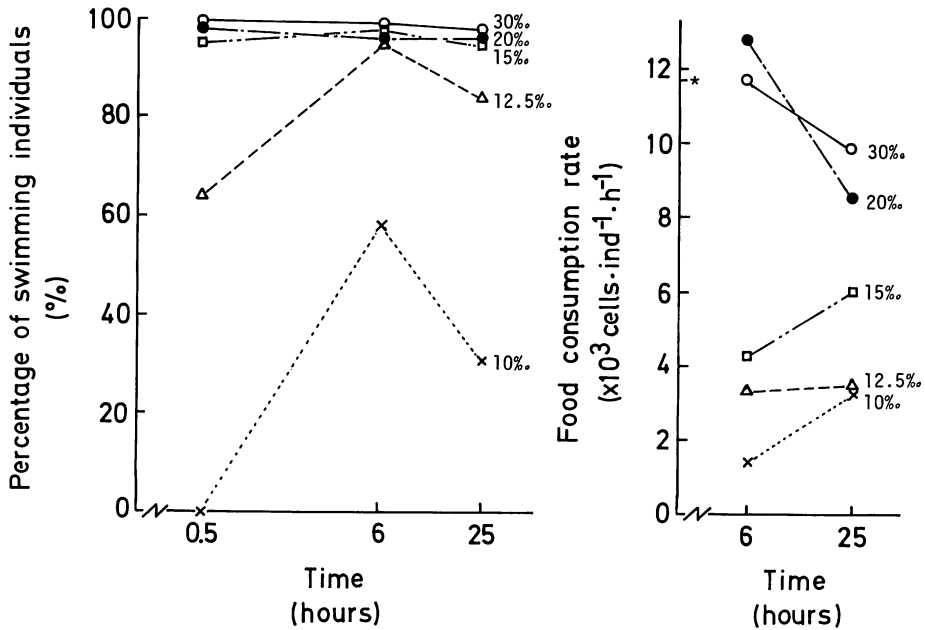


Fig. 3. Percentage of swimming individuals (left) and food consumption rates of rotifers (right) in acute salinity tolerance test, where rotifers were transferred from 10, 12.5, 15, 20, and 30‰ salinity culture water to 35‰.

* : Food consumption rate of rotifers acclimated to 35‰.

摂餌率の平均値は、20‰および30‰のワムシの場合、35‰のワムシの90%以上を示した。しかし、15~10‰のワムシの摂餌率は、いずれも35‰のワムシの50%以下であった。また、経過時間に対する摂餌率の変化には、20および30‰のワムシにおける減少傾向と、10~15‰のワムシにおける増加傾向の2傾向が観察された。

第4図は、餌料効率および急性塩分耐性をまとめたものである。また、現在単一種としては最良の餌料と言われる⁹⁾海産クロレラの成長速度¹⁰⁾もあわせて示した。海産魚介類の稚仔への給餌を目的とすると、ワムシの生理に及ぼす影響が最も少ないのは20‰以上であるが、その塩分濃度では餌料効率が急激に減少する。総合的に判断して15~20‰の範囲が適正塩分濃度と推察される。すなわち、摂餌率は減少傾向にあるが遊泳個体率およびクロレラの増殖は良好である。また、餌料効率も最高値の7~8割を維持し、飼育環境保全の面からも好ましいと言える。

最近、冷凍や凍結乾燥等の保存法が発達し、魚介類の種苗生産の閑期にワムシを貯蔵する試みもなされている。また、アユの種苗生産のように汽水を用いることもあるので、ワムシの使用目的に応じて、餌料効率に重点を置くか、塩分耐性に重点を置くかを選択する必要もあろう。

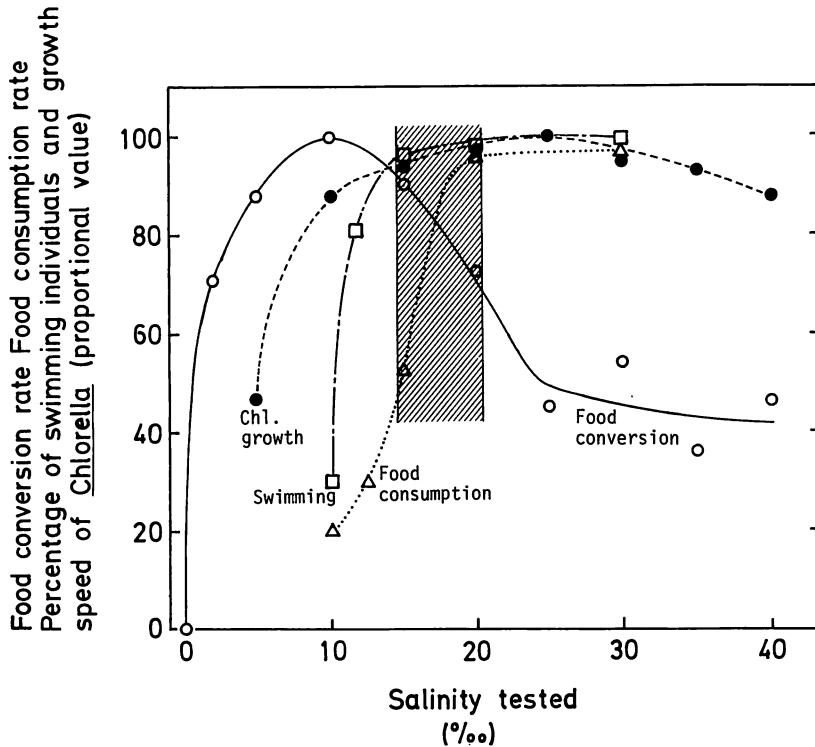


Fig. 4. Effects of salinity on food conversion rate, percentage of swimming individuals, and food conversion rate of rotifers, and growth speed of marine *Chlorella* (after HIRATA et al., 1981). The area of oblique lines indicates an estimated optimal salinity range for mass culture.

文 献

- 1) 北島 力 (1983): 実施例と問題点. “シオミズツボワムシ” (日本水産学会編), pp.102-128 (恒星社厚生閣, 東京).
- 2) 山崎繁久・平田八郎 (1984): シオミズツボワムシ (*Brachionus plicatilis*) の摂餌と成長に及ぼす餌料密度の影響. 鹿大水紀要, **33**, 57-61.
- 3) 山崎繁久・平田八郎 (1985): シオミズツボワムシ (*Brachionus plicatilis*) の摂餌率および増殖率に及ぼす給餌密度の影響. 水産増殖, **32**, 225-229.
- 4) 伊藤 隆 (1960): 輪虫の海水培養と保存について. *Rep. Fac. Fish., Mie Pref. Univ.*, **3**, 708-740.
- 5) 平田八郎 (1964): 屋島事業場における餌料生物の培養 (その1-その3). 栽培漁業ニュース, №2-4, 4.
- 6) PARSONS, T. R. and M. TAKAHASHI (1973): “生物海洋学” (市村俊英訳), pp.155(三省堂, 東京).
- 7) HIRATA, H., M. USHIRO and I. HIRATA (1982): Ecological succession of *Chlorella saccharophila*, *Brachionus plicatilis*, and autogenous bacteria in culture water. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*, **31**, 153-160.
- 8) 安田昭昭・多賀信夫 (1980): 餌料細菌を用いるシオミズツボワムシの培養. 日水誌, **46**, 933-939.

- 9) 平山和次(1983)：増殖生理. “シオミズツボワムシ” (日本水産学会編), pp. 52-68 (恒星社厚生閣, 東京).
- 10) HIRATA, H., I. ANDARIAS and S. YAMASAKI (1981) : Effects of salinity and temperature on the growth of the marine phytoplankton *Chlorella saccharophila*. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*, **30**, 257-262.