

## 부착성 요각류, *Tigriopus japonicus*의 배양방법 및 먹이효율\*

박흠기\*\* · 허성범 · 김철원

\*\*강릉대학교 해양생명공학부, 부경대학교 양식학과

### Culturing Method and Dietary Value of Benthic Copepod, *Tigriopus japonicus*

Huem Gi Park\*\*, Sung Bum Hur and Chul Won Kim

\*\*Faculty of Marine Bioscience & Technology, Kangnung National University, Kangnung 210-702, Korea

Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

The harpacticoid copepod, *Tigriopus japonicus* is one of the important zooplankton as a live food for the production of marine fish fry.

This research was carried out to investigate the culturing method and dietary value of *T. japonicus*. The reproduction of this copepod was analysed in the culturing systems (the opened and the closed systems) and the surface area of the substrate plates for the mass culture.

Survival rate of the mature female and the number of nauplii produced per female for two day was higher in the open culturing system than in the close system. However, the result of survival rate of the nauplius was reversed. Larger surface area of the culturing vessel accommodated higher density of this benthic copepod.

In polyculture of *T. japonicus* and rotifer (*B. plicatilis*), growth of *T. japonicus* seems to be dependent on the rotifer density. But rotifer seems to be independent on the copepod.

With regard to dietary value, this copepod is better than *Artemia* nauplius for the larvae of red sea bream and tiger puffer which feed by picking. However, it is inadequate for bottom fish larvae as flounder.

Key words : Harpacticoid copepod, *Tigriopus japonicus*

#### 서 론

요각류는 해산어류 및 갑각류 종묘생산시 초기 먹이로 활용이 가능하나 대량배양기술이 확립되지 못해 아직은 종묘생산시 이용되지 못하고 있다. 그러나 부착성 요각류인 harpacticoid의 *Tigriopus japonicus*는 환경변화에 강하여 대량배양이 가능한 종으로 알려져 있다(松谷, 1960a, b, 1961

a, b ; Lee and Hu, 1981 ; 박·허, 1993).

*T. japonicus*의 배양에 관한 연구로는 200ton 수조에서 *T. japonicus*와 rotifer를 혼합배양하여 *T. japonicus*를 대량생산한 보고(福所 等, 1978 ; 福所, 1980)와 *T. japonicus*의 부착습성을 이용하여 배양수조에 여러종류의 부착기질을 수용하여 증식율을 조사한 결과(伊丹·義則, 1977) 등이 있다. 또 *T. japonicus*와 유사한 부착성 harpacticoid

\*본 논문은 1996년도 한국학술진흥재단의 대학부설 연구소 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

coid인 *Tisbe holothuriae*를 대상으로 한 유수식으로 배양한 연구 (Uhling, 1984)도 있다.

또한, 渡邊 等(1978)와 渡邊 (1978)은 *T. japonicus*의 영양가에서 3고도불포화지방산 함량이 *Artemia nauplius* 보다 월등히 높기 때문에 초기 종묘생산시 좋은 먹이 생물이라고 보고하였고, 北島 (1976, 1978), 福所 等 (1980)은 *T. japonicus*가 참돔, 문치가자미 자치어 단계의 먹이 생물로서 효율이 높다고 보고하였다.

본 연구는 *T. japonicus* 대량배양을 위한 배양 방법과 자주복, 넙치, 참돔치어를 대상으로 먹이를 공급하여 그들의 먹이효율을 *Artemia*와 서로 비교조사하여 *T. japonicus*의 먹이효과를 파악하고자 시도하였다.

## 재료 및 방법

본 실험에 사용된 *T. japonicus*는 부산 동백섬 부경대학교 수산과학연구소 부근에 있는 tide pool에서 동물성부유생물망(315 $\mu$ m)으로 채집하였다.

### 1. 배양실험

유수식과 정수식의 *T. japonicus* 번식비교

*T. japonicus*의 배양은 유수식과 정수식 두 가지 방법을 이용하여 포란한 암컷의 생존율, nauplius 생산 및 nauplius 생존율을 조사하였다. 유수식은 70 $\mu$ m 망지가 깔린 3ℓ 플라스틱 배양용기를 이용하였다. 포란한 암컷의 생존율과 유생 생산실험은 3ℓ 플라스틱 배양용기에 포란한 암컷 500개체를 수용하여 새우 유생사료(Artificial plankton B.P, 일본배합사료주식회사, 7~8 백만립/g)를 먹이로 공급하였다. 먹이공급은 정수식의 경우 먹이 2g을 40 $\mu$ m 망지에 걸러 하루에 한 번 공급하였다. 유수식은 같은 양을 3ℓ 여과해수에 희석한 후 9시간 동안 연속적으로 공급하였다. 정수식의 전체 환수량은 1회/2일로 하였고 유수식의 유수량은 4.5ℓ/1일로 하고 2일 동안 암컷의 생존율, 유생의 생산수를 조사하였다.

*T. japonicus*의 nauplius 생존율 실험은 바로 부화한 nauplius 500개체를 3ℓ 배양용기에 수용하여 위와 같은 방법으로 3일동안 nauplius의 생존율을 조사하였다. 실험수온은 22.5 $\pm$ 1.2 $^{\circ}$ C로 유지하였다.

배양 표면적에 따른 *T. japonicus* 배양

50ℓ (수량 40ℓ)플라스틱 사각수조에 크기 26.0 cm $\times$ 20.0cm, 520cm<sup>2</sup>, 규격의 skylight 판넬을 2, 5, 8개씩 수용하여 수조내 표면적 증가에 따른 *T. japonicus*의 증식을 조사하였다. 접종밀도는 2개체/10ml, 수온은 22 $^{\circ}$ C, 염분은 32‰, 환수는 20ℓ/일로 유지하였고 앞의 실험에서와 동일한 먹이를 0.4g/2일 공급하였다.

*T. japonicus* 대량배양

실험은 0.5 ton FRP수조에 skylight 판넬 21개를 수하식으로 겹치지 않게 수용하고 5개체/10ml로 접종한 후 4일마다 nauplius와 copepdite + adult로 구분하여 *T. japonicus*의 증식을 조사하였다. 먹이는 15% 오징어간유가 함유된 유지효모(이화유지 社)를 이용하였다. 배양 7일까지는 10g/2일, 8~15일까지 30g/2일, 16~23일까지 50g/2일로 공급하였다. 수온은 24 $^{\circ}$ C, 염분은 32‰로 유지하였고, 매일 50ℓ씩 환수하였다.

*T. japonicus*와 rotifer의 혼합배양

4ℓ수조 (수량 3ℓ)에 *T. japonicus*와 rotifer (L-type)를 혼합배양하여 이들 두 종류의 증식을 조사하였다. 위 실험에서와 같은 유지효모를 0.5g/일로 공급하였고, 수온은 24 $^{\circ}$ C, 염분은 32‰, 환수는 매일 2ℓ씩 하였다.

### 2. *T. japonicus*의 먹이 효율

넙치 (*Paralichthys olivaceus*), 참돔 (*Chrysophrys major*), 자주복 (*Ktakifugu rubripes*)치어를 대상으로 *T. japonicus*의 먹이효율을 대조구인 *Artemia nauplius*와 비교조사하였다. *Artemia cyst*는 San-Francisco Bay strain (Argent Gold label)을 이용하였고, *T. japonicus*는 부경대학교 수산과학연구소 한국해양미세조류은행에

서 분양받은 *Chlorella ellipsoidea* (KMCC-C-21)로 배양한 것을 이용하였다.

#### 넙치(*Paralichthys olivaceus*)

부화 37일되는 치어(전장  $18.67 \pm 2.143$ mm, 전중  $62 \pm 17$ mg) 100마리를 50ℓ 플라스틱 수조(수량 40ℓ)에 수용하였으며 환수량은 30ℓ/일로 하였다. 먹이 공급은 매일 부화한 *Artemia nauplius*와 *T. japonicus*를 각각 1ml당 5마리씩 1일 1회 공급하였다.

#### 자주복(*Takifugu rubripes*)

부화 28일되는 치어(전장  $13.11 \pm 0.0680$ mm, 전중  $84 \pm 14$ mg) 100마리를 넙치의 경우와 같은 수조에 수용하였고 그 외의 실험 방법은 넙치자어 실험과 동일하게 하였다.

#### 참돔(*Chrysophrys major*)

부화 37일되는 치어(전장  $13.65 \pm 1.493$ mm, 전중  $34 \pm 13$ mg) 150마리를 200ℓ 플라스틱 수조(수량 100ℓ)에 수용하였으며 환수량은 50ℓ/days로 하였고 그 외의 조건은 넙치자어 실험과 동일하게 하였다.

위와같은 모든 실험은 2회 반복하였고 먹이효율에 대한 통계처리는 SPSS for Window program을 이용하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성을 검정하

였다.

## 결 과

### 1. 배양결과

유수식과 정수식 배양의 *T. japonicus* 번식비교 유수식과 정수식 배양방법에 대한 *T. japonicus*의 성장 실험결과는 Table 1과 같다.

유수식과 정수식에 따른 경과일에 대한 포란 암컷의 한개체의 nauplius 생산은 10일째를 제외하고( $P < 0.05$ ) 유의적인 차이는 보이지 않았지만 14일동안에 있어서 유수식의 경우 2일에 1.05개체의 nauplius 생산하였고 정수식은 유수식보다 약간 높은 1.57개체로 정수식에서 약 1.5배 높았다( $P < 0.01$ ). 또한 유수식과 정수식은 모두 배양일수가 경과할수록 산란수는 낮은 경향을 나타내고 있다.

배양방법에 따른 암컷의 생존율을 보면(Fig. 1) 실험 14일후 유수식의 경우 66% 생존율을 나타내었고, 정수식의 경우, 약 반 정도 낮은 39%로 나타났다.

그러나 *T. japonicus* nauplius 생존율은 실험 1일후 유수식의 경우 nauplius 생존율이 25.6%로 나타나고 정수식은 51.2%로 높게 나타나고 있다. 실험 3일후에는 유수식이 10.3%, 정수식은 33.7%로 높게 나타났다(Fig. 2).

Table 1. Nauplius production of *Tigriopus japonicus* per female for two days in the closed and the open culture systems<sup>1</sup> (Initial inocula : 500 females)

Culture days	Systems		P-value <sup>2</sup>
	Open	Close	
2	$1.31 \pm 0.099^d$	$2.03 \pm 0.141^d$	0.070
4	$1.19 \pm 0.008^{cd}$	$1.82 \pm 0.191^{cd}$	0.066
6	$1.12 \pm 0.042^{bc}$	$1.75 \pm 0.170^{cd}$	0.090
8	$1.04 \pm 0.177^{abc}$	$1.58 \pm 0.113^{bc}$	0.229
10	$1.01 \pm 0.035^{abc}$	$1.28 \pm 0.021^{ab}$	0.024
12	$0.83 \pm 0.021^a$	$1.37 \pm 0.170^{ab}$	0.155
14	$0.88 \pm 0.134^{ab}$	$1.15 \pm 0.424^a$	0.148
Total	$1.05 \pm 0.181$	$1.57 \pm 0.319$	0.001

<sup>1</sup>Values (Mean $\pm$ SD of replicate groups) in each column with a different superscript are significantly different( $P < 0.05$ ).

<sup>2</sup>P-value from t-test between the closed and the open systems.

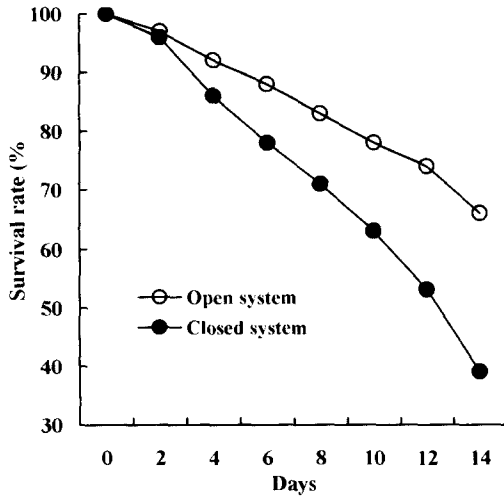


Fig. 1. Survival rate of female of *Tigriopus japonicus* cultured in the closed and the open culture systems.

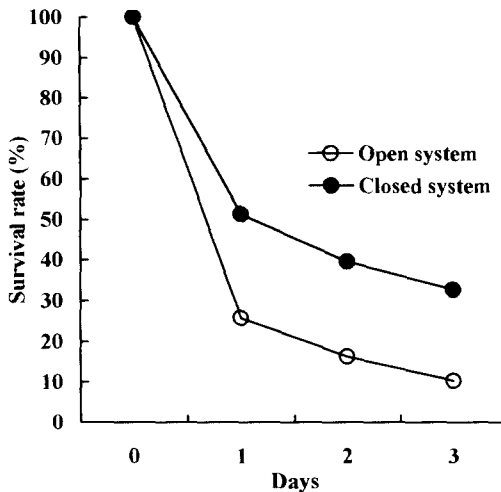


Fig. 2. Survival rate of nauplius *Tigriopus japonicus* cultured in the closed and the open culture systems.

표면적에 따른 *T. japonicus* 증식

*T. japonicus*는 부착성 동물성플랑크톤이기 때문에 수조내의 부착기를 설치하여 서식 표면적을 넓혀주면서 서식밀도를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 부착기수가 많을수록 *T. japonicus*의 증식은 높아지는 경향을 보였다. 실험 16일째 부착기를

넣은구에서 최고밀도로 각각 68 그리고 53개체/10ml로 나타났고 그 이후부터 감소하는 경향을 보였다. 부착기 넣은구가 부착기를 넣지 않는 구보다 16일째 68개체/10ml로 두배정도 높았지만 부착기를 2개 넣은구는 부착기를 넣지 않은 구와 비슷하게 20일째 약 40개체/ml였다.

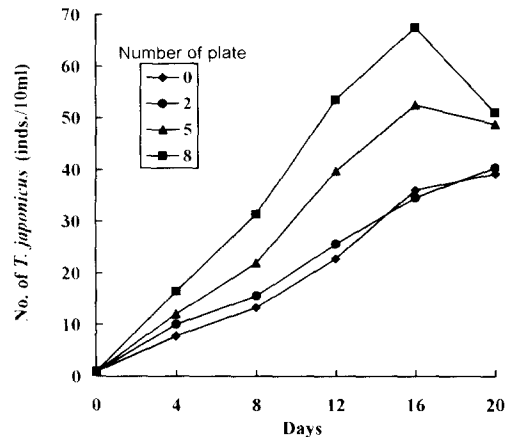


Fig. 3. Effect of number of substrate plate (26×20 cm) on the growth of *Tigriopus japonicus*.

*T. japonicus* 대량배양

0.5 ton 수조에 skylight 파관 21개를 수하식으로 설치한 후 유지효모로 배양한 *T. japonicus*의 증식 결과를 보면(Fig. 4) 20일째 밀도가 143 개체/10ml로 최고로 나타났고, 그 이후로 차차 감소하기 시작하였다. 배양 20일까지는 copepodite+adult 개체수보다 nauplius 개체수가 더 많았으나 그 이후에는 nauplius가 급격히 감소하였다.

*T. japonicus*와 rotifer의 혼합배양

*T. japonicus*의 증식에 있어서 rotifer가 미치는 영향은 Fig. 5와 같다. *T. japonicus*와 rotifer 혼합구가 *T. japonicus* 단독구 보다 10일 이전까지는 총 *T. japonicus*의 밀도가 증가하지만 10일부터 *T. japonicus* 단독구보다 밀도가 낮게 나타났다.

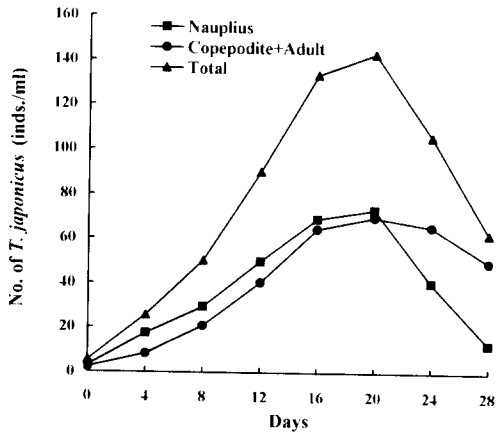


Fig. 4. Growth of *Tigriopus japonicus* fed on  $\omega$ -yeast in 0.5 ton tank.

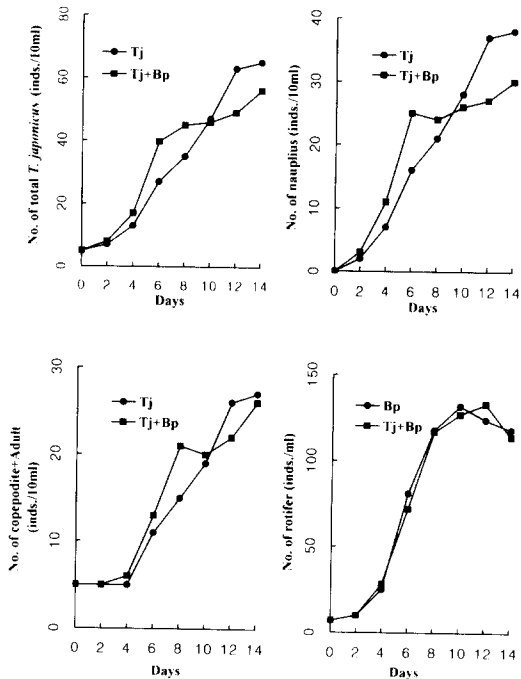


Fig. 5. Density of *Tigriopus japonicus* and rotifer cultured with different cultured methods (Tj : *T. japonicus*, Tj+Bp : *T. japonicus*+rotifer, Bp : rotifer)

배양 10일후부터는 *T. japonicus*와 rotifer를 혼합하여 배양할 경우 nauplius의 성장은 cope-

podite+adult보다 크게 둔화된 경향을 보였다. Rotifer의 증식을 보면 *T. japonicus*와 rotifer 혼합구나 rotifer 단독구에서의 rotifer 증식은 큰 차이가 없고 다만 *T. japonicus*와 rotifer 혼합구에서 배양 12일째 최고 133 개체/ml, rotifer 단독구에서 10일째 최고 132 개체/ml로 나타났다.

*T. japonicus*의 먹이효율

넙치 치어에 대한 *T. japonicus*와 *Artemia*에 대한 먹이효율은 Fig. 6과 같다.

치어의 생존율에 있어서 *T. japonicus* 단독구는 91%로 *Artemia*와 *T. japonicus* 혼합구와 *Artemia* 단독구 100%보다 낮게 나타났다. 성장을 보면 *T. japonicus* 단독구는 전장  $19.41 \pm 0.147$  mm, 전중  $64 \pm 2$ mg으로 가장 낮았고, *Artemia* 단

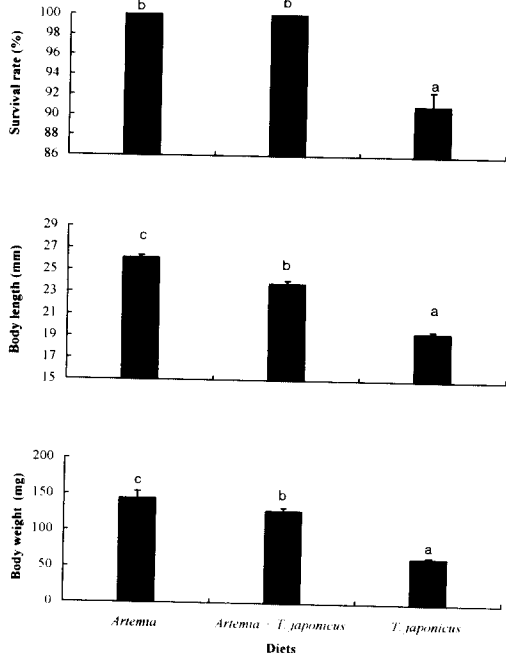


Fig. 6. Dietary value of *Artemia* and *Tigriopus japonicus* on the survival rate and growth of flounder (*Paralichthys olivaceus*) larvae for 14 days. Different superscripts on the bars within a figure are significantly different ( $P < 0.05$ ).

독구는 전장  $26.13 \pm 0.163$ mm, 전중  $144 \pm 8$ mg으로 다른 실험구 보다 가장 높았다. 특히, *T. japonicus* 단독구에서 성장 (전장  $19.41$ mm, 전중  $64$ mg)이 실험초기와 비슷하게 나타났다. 이들 3 실험구의 성장 모두는 유의적이었다( $P < 0.05$ ).

참돔 치어에 대한 *T. japonicus*와 *Artemia*에 대한 먹이효율은 Fig. 7과 같다. 먹이에 따른 생존율은 *Artemia* 단독구, *Artemia*와 *T. japonicus* 혼합구, *T. japonicus* 단독구가 각각 73, 65, 63%였지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

치어의 성장을 보면 *Artemia*와 *T. japonicus* 혼합구의 전장 ( $25.93 \pm 0.119$ mm)은 다른 실험구보다 높게 나타났지만 전중( $262 \pm 23$ mg)에 있어서 *T. japonicus* 단독구와는 유의적인 차이가 없었다.

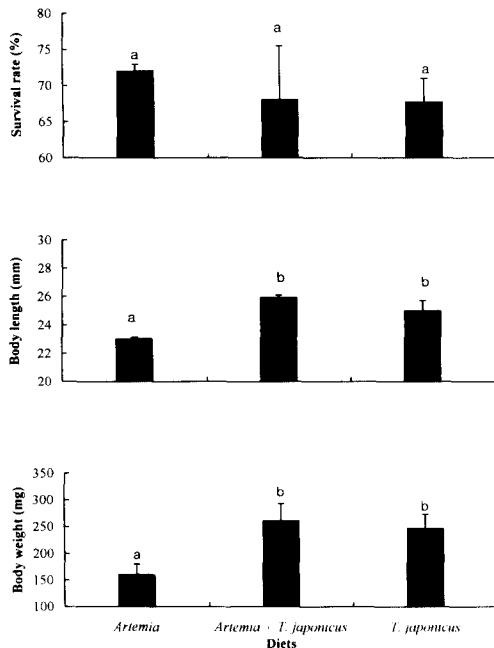


Fig. 7. Dietary value of *Artemia* and *Tigriopus japonicus* on the survival rate and growth of red bream (*Chrysophrys major*) larvae for 14 days. Different superscripts on the bars within a figure are significantly different ( $P < 0.05$ ).

자주복 치어에 대한 *T. japonicus*와 *Artemia*에 대한 먹이효율은 Fig. 8과 같다. 먹이에 따른 생존율은 *Artemia* 단독구, *Artemia*와 *T. japonicus* 혼합구, *T. japonicus* 단독구가 각각 100, 98, 99%로 유의성이 없었다. 그러나 전장의 성장에서는 *Artemia*와 *T. japonicus* 혼합구는  $24.22 \pm 0.295$ mm로 *Artemia* 단독구와는 유의성이 있었다. 또 전중에서는  $330 \pm 17$ mg으로 *Artemia* 또는 *T. japonicus*의 단독구보다 유의적으로 성장이 높았다. 자주복에 있어서 *Artemia* 단독구의 성장이 가장 저조하였다.

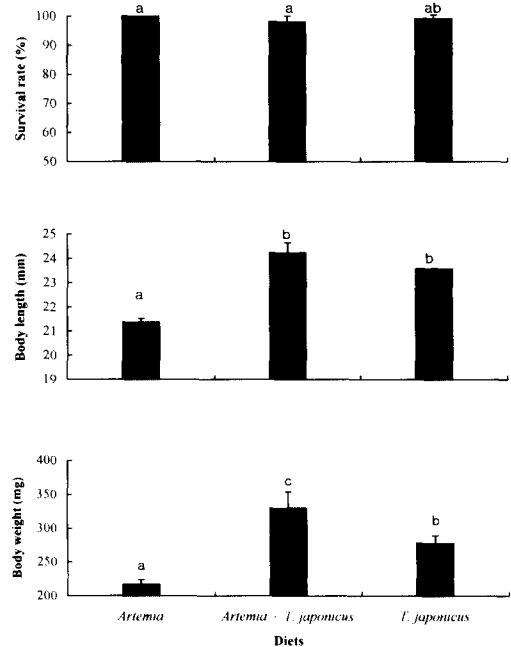


Fig. 8. Dietary value of *Artemia* and *Tigriopus japonicus* on the survival rate and growth of tiger puffer (*Tigriopus rubripes*) larvae for 14 days. Different superscripts on the bars within a figure are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 고찰

Uhling (1984)은 진주담치 건조분말을 주 먹

이로 하여 harpacticoid인 *Tisbe holothuriae*를 정수식과 반 유수식으로 사육한 결과, 정수식에서의 암컷 생존율은 반 유수식보다 낮게 나타났지만 nauplius의 생존율은 높게 나타났다. 또한 nauplius의 유생 산란수는 정수식이 반 유수식보다 높게 나타났다. 본 실험에서도 *T. japonicus*의 경우 정수식과 유수식을 비교하면 정수식이 유수식보다 암컷 한마리에서 nauplius 유생의 산란수와 암컷 생존율은 낮지만, nauplius 유생의 생존율은 높은 것으로 나타나 Uhling (1984)의 결과와 같은 경향을 나타내고 있다. 이와 같은 결과는 성체의 배양에는 유수식이 유리하나 유생의 배양에는 수질이 안정된 정수식이 유리한 것으로 판단된다.

그러나 *T. japonicus*를 유수식으로 배양할 경우 배설물이나 다른 부유물질에 의하여 망지가 막히는 경우가 자주 발생하여 대량배양시에는 이러한 문제점을 고려되어야 할 것으로 판단된다.

古賀 (1979)은 여러가지 부착기질에 따른 *T. japonicus*의 성장을 보았는데 파판은 9 개체/10 ml, 물러가이제는 6.6 개체/10ml, 차광막은 4.7 개체/10ml의 성장을 보여 파판에서 양호한 성장을 보였다고 보고하였다. 그러나 伊丹·義則 (1977)은 파판을 넣은 것과 넣지 않은 것의 성장이 비슷하다고 보고하였다. 古賀 (1979)는 부착기질을 넣을때 수조내의 산소공급이 잘 이루어지지 않으면 오히려 *T. japonicus*의 증식이 억제된다고 보고한바 있다. 따라서 부착기질을 이용할 때 충분한 산소를 공급하면 *T. japonicus*의 성장에 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이라고 여겨진다. 본 실험에서는 부착 표면적인 넓어질수록 *T. japonicus*의 증식은 양호하였으나 부착기질의 최적면적은 밝히지 못하였다. 이와 같은 최적면적은 산소는 물론 먹이종류, 환수량등에 따라 달라질 것으로 판단된다.

福所 (1980)은 유지효모를 먹이로 하여 *T. japonicus*와 rotifer를 혼합 배양하였을때 *T. japonicus*가 감소시 오히려 rotifer가 증가된다고 보고하였다. 하지만 福所等 (1977, 1978)과 福所·北島 (1977)의 연구에서 *T. japonicus*의 포식에

의한 rotifer의 감소는 일어나지 않는다고 보고하였다. 福所 (1980)은 *T. japonicus*가 직접 rotifer를 먹이로 취하는 것은 아니지만 rotifer의 증식에 따른 대사 배설물을 직접, 간접으로 먹이로 이용한다고 보고하였다. 본 실험에서도 *T. japonicus*와 rotifer를 혼합배양할때 rotifer의 성장은 *T. japonicus*와는 관계가 없는 것으로 나타났다. 그러나 *T. japonicus*는 rotifer와 혼합배양할 경우 *T. japonicus*단독으로 배양하는 것보다 성장이 낮았다. 이러한 결과를 볼 때 *T. japonicus*는 rotifer와 먹이경쟁의 관계가 있으나 rotifer는 *T. japonicus*와 먹이경쟁의 관계는 없는 것으로 판단된다. 이들 두 종류를 혼합배양할 경우 interspecific한 관계는 보다 구체적으로 구명해야 할 것이다.

Watanabe et al. (1983)은 해산어류의 종묘 생산시 먹이의 가치를 주로 지방산의 측면에서 설명하였다. Fushimi (1971), Fujita (1973), Kitajima (1978)은 해산어류의 종묘생산시 *Artemia*만을 먹이로 주는 경우 종종 어류의 대량폐사를 가져왔다고 하였다. 이러한 원인은 *Artemia* cyst의 산지와 연도에 따라 차이가 있기 하나 *Artemia* nauplius에 어류에 필요한 EFA (Essential Fatty Acids)가 부족하기 때문으로 알려지고 있다. Watanabe et al. (1978a, 1978b, 1983)은 대량폐사를 줄이기 위해서는 다른 해산 요각류를 공급하거나 영양강화를 시킨 *Artemia*를 공급하는 방법을 보고하였다. 본 실험에서도 참돔과 자주복의 생존율의 경우 먹이에 따라 뚜렷한 차이를 보이지 않았지만 성장에 있어서는 *Artemia* 단독구가 성장이 저조하였다. 이는 Watanabe et al. (1978b, 1979, 1983)의 보고에서와 같이 *Artemia* nauplius의 EFA의 부족에 의한 것이라 여겨진다.

그러나 넙치의 경우 오히려 *T. japonicus* 단독구가 낮게 나타났는데 이러한 이유는 *T. japonicus*가 벽면에 부착하여 서식하므로 저서성인 넙치 치어가 이들을 제대로 먹지 못한 것으로 판단된다. 따라서, *T. japonicus*와 *Artemia* 혼합구와 Arte-

*mia* 단독구에서의 성장과 생존율이 높게 나타난 것으로 해석된다.

이와 같은 결과를 종합적으로 볼 때 *T. japonicus*의 먹이효율은 영양가의 특성과 치어의 먹이 식성의 관점에서 생각해 볼 수 있다. 즉, 참돔과 자주복 등과 같이 부착성 먹이를 쪼아먹는 식성을 지닌 치어는 *T. japonicus*를 먹이로 잘 섭취할 수 있지만 넙치 등과 같이 부유성인 먹이를 먹는 치어에서는 *T. japonicus*가 높은 지방산의 영양가에도 불구하고 먹이생물로 적합하지 않은 것으로 판단된다. 따라서 쪼아먹는 식성을 갖고있는 어류의 종묘생산시에 *T. japonicus*를 대량배양하여 *Artemia*와 혼합하여 공급하면 건강한 종묘생산은 물론 *Artemia* cyst구입에 따른 경비도 크게 줄일 수 있을 것이다.

## 요 약

본 연구는 부착성 요각류인 *Tigriopus japonicus*의 대량배양을 위해서 배양방법과 먹이효율을 조사하였다. 유수식 배양에 있어서 암컷의 생존율과 유생생산은 정수식보다 높게 나타났지만 유생의 생존율은 정수식에서 높게 나타났다. *T. japonicus*의 배양에 있어서 표면적이 증가할수록 *T. japonicus*의 증식은 효과적이었다. 또한 *T. japonicus*와 rotifer의 혼합배양에 있어서 rotifer는 *T. japonicus*의 영향을 받지 않으나 *T. japonicus*는 rotifer의 영향을 받는 것으로 나타났다. 해산 자어에 대한 *T. japonicus*의 먹이효율은 참돔과 자주복 등과 같은 쪼아먹는 식성의 치어에 있어서는 *Artemia* nauplius보다 높은 먹이효율을 보였다. 그러나 넙치치어와 같이 저서성치어에게는 먹이로서 부적합하였다.

## 참 고 문 헌

Duncan, D. B., 1955. Multiple-range test and multiple F tests. *Biometrics*, 11 : 1-42.  
 Fujita, S., 1973. Importance of zooplankton mass culture in producing marine fish seed

for fish farming. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 20 : 49-53.  
 Fushimi, T., 1971. Studies on the seed production of red sea bream VI. Dietary value of *Tigriopus japonicus* together with *Artemia salina* to red sea bream juveniles. *J. Hiroshima Pref. Exp. Stn.*, 3 : 29-34.  
 Kitajima, C., 1979. Acquisition of fertilized eggs and mass-culture of juvenile red sea bream, *Pagrus major*. *Special Rep. Nagasaki Pref. Inst. Fish.*, 5 : 92pp.  
 Lee, C. S. and Hu, F., 1981. Salinity tolerance and salinity effects on brood size of *Tigriopus japonicus* Mori. *Aquaculture*, 22 : 377-379.  
 Takano, H., 1968. *Tigriopus*. *Suisan Zoshoku*, 5(8) : 105-108.  
 Uhing, G., 1984. Progress in mass cultivation of harpacticoid copepods for mariculture purposes. *Europ. Maricult. Soc.*, 8 : 261-271.  
 Watanabe, T., T. Arakawa, C. Kitajima, K. Fukusho and S. Fujita, 1978a. Proximate and mineral composition of living feeds used in seed production of fish. *Bull. Jap. Soc. Fish.*, 44 : 979-984.  
 Watanabe, T., T. Arakawa, C. Kitajima, S. Fujata and K. Fukusho, 1978b. Nutritional quality of living feed from the viewpoint of essential fatty acids for fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 44 : 1223-1227.  
 Watanabe, T., F. Cowa., C. Kirajima, S. Fujita and Y. Yone, 1979. Relationship between the dietary value of rotifers, *Brachionus plicatilis*, and their content of  $\omega$ -3 highly unsaturated fatty acids. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 45 : 883-889.  
 Watanabe, T., C. Kitajima and S. Fujita, 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish : a review. *Aquaculture*, 34 : 115-143.  
 伊丹宏三·義則弘行, 1977. 海産橈脚類の培養に関する研究-III. 兵庫水試研報, 17 : 53-68.  
 渡邊武·荒川敏久·北島力·田矢郎, 1978. 仔稚魚用生物飼料蛋白質の營養賈. *日本水産學會誌*, 44(9) : 985-988.  
 渡邊武, 1978. 仔稚魚用生物飼料の營養賈. *海洋科學*, 107 : 740-758.  
 北島力, 1976. マダイ稚仔ティグリオプス攝餌量. 長



- 崎水試研報, 2: 101-104.
- 北島力, 1978. 마다이의採卵と稚魚の量産に関する研究. 長崎水試論文集, 5: 92.
- 古賀文洋, 1975. 魚類の初期餌料としてのい動物プランクトンの探索と大量培養研究-II. 福岡水試研報, 171-186.
- 古賀文洋, 1979. 餌料用動物プランクトンの大量培養(餌料プランクトン大量培養研究連絡協議會編), 日本水産資源報告協會, 東京, 64-77.
- 福所邦彦・北島力, 1977. イスト綜餌によるティグリオプスのシオシズツボワムシとの混合生産(9月-12月). 水産増殖, 25(2): 63-67.
- 福所邦彦・原修・岩本浩・北島力, 1977. 大型水槽によるティグリオプスのシオシズツボワムシとの混合生産(4月-8月). 長崎水試研報, 3: 33-40.
- 福所邦彦・岩本浩・青海忠久・北島力, 1978. ハン酵母生産によるティグリオプスにおけるクロレラ添加の効果. 長崎水試研報, 4: 47-56.
- 福所邦彦・荒川敏久・渡邊武, 1980. 油脂酵母で培養したティグリオプスのマユガレイ仔稚漁に對する飼料價値. 日本水産學會誌, 46(4): 499-503.
- 福所邦彦, 1980. 油脂酵母によるティグリオプスのシオシズツボワムシとの混合生産, 日本水産學會誌, 46(5): 625-629.
- 松谷幸司, 1960a. *Tigriopus japonicus*の溫度, 鹽分抵抗性に関する研究-I. 生理生態, 9: 35-38.
- 松谷幸司, 1960b. *Tigriopus japonicus*の溫度, 鹽分抵抗性に関する研究-II. 生理生態, 9: 49-54.
- 松谷幸司, 1961a. *Tigriopus japonicus*の溫度, 鹽分抵抗性に関する研究-III. 生理生態, 10: 59-62.
- 松谷幸司, 1961b. *Tigriopus japonicus*の溫度, 鹽分抵抗性に関する研究-IV. 生理生態, 9: 63-67.
- 박흥기·허성범, 1993. 부착성 요각류, *Tigriopus japonicus*의 최적배양환경. 한국양식학회지, 6(3): 147-157.