

## 넙치 및 돌돔 자어 사육에 있어서 *Brachionus plicatilis*와 *B. rotundiformis* 내구란에서 갓 부화한 rotifer의 먹이효율

박흥기 · 이상민 · 허성범\*

강릉대학교 해양생명공학부

\*부경대학교 양식학과

### Dietary Value of Neonates from Rotifer, *Brachionus plicatilis* and *B. rotundiformis* Resting Eggs for Flounder and Parrot Fish Larvae

Huem Gi Park, Sang Min Lee and Sung Bum Hur\*

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

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

The dietary value and fatty acids composition for the hatched neonates from the resting eggs of marine rotifers, *Brachionus plicatilis* and *B. rotundiformis* were compared with that for mass-cultured rotifer (control) by feeding them to larvae of flounder (*Paralichthys olivaceus*) and parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*).

Resting eggs were mass-produced in 1~4m<sup>3</sup> tanks by feeding *Chlorella* sp. and baker's yeast. The *B. plicatilis* and *B. rotundiformis* eggs were preserved at 5°C in darkness for 3 and 5 months, respectively, and hatched at 28°C under continuous light. The hatched neonates from the resting eggs and mass-cultured rotifer, which was used as a control were fed to fish larvae.

The growth and survival rates of parrot fish larvae fed on the neonates from the resting eggs of *B. rotundiformis* were similar to those of fish larvae fed on the control rotifer. And the growth and survival rates of the flounder larvae with neonates from the resting eggs of *B. plicatilis* were similar or higher than those fed the control rotifer. Also the fatty acids composition of the neonates from the resting eggs of *B. plicatilis* and *B. rotundiformis* were similar to those from the control rotifers.

This results showed that the hatched neonates from resting eggs of rotifer could be used as an effective diet for flounder and parrot fish larvae.

Key words : *B. plicatilis*, *B. rotundiformis*, Resting egg, Dietary value

#### 서 론

*Brachionus plicatilis*와 *B. rotundiformis*는 해산 어류 종묘생산시 초기 먹이생물로 많이 이용되고 있다. Rotifer의 생활사는 amictic female이 난을 생산하는 처녀생식과 수컷이 출현하여 미수정

mictic female과 교미에 의해 수정란(resting egg)을 형성하는 유성생식으로 나누어 진다(日野 1981; Pourriot and Snell 1983). 유성생식에 의해 형성된 내구란은 두터운 2차난막으로 싸여져 있어 외부환경이 부화에 적합하지 않으면 강한 내구성을 지니고 있어 휴면상태를 계속 유지한다

(Hagiwara et al. 1985). 이러한 내구란은 rotifer 종의 유전적 형질을 효율적으로 보관할 수 있으며, 내구란에서 부화한 rotifer는 세균으로부터의 감염도 최소화 시킬 수 있으므로 rotifer 대량배양을 위한 seed로서도 활용할 수 있다. 또한 내구란은 rotifer의 배양에 있어서 유전적 및 환경적 요인을 제어하면 대량생산이 가능하다고 보고하였고(Hagiwara et al., 1993a; 박·허, 1996b), 이러한 내구란의 대량생산은 수산생물의 종묘생산시 Artemia cyst처럼 쉽게 부화시켜 자어에 직접 공급할 수 있는 장점을 갖는다(Hagiwara et al., 1993b; Hagiwara and Hirayama, 1993)

Hagiwara et al. (1993b)은 *B. plicatilis* 내구란을 Artemia cyst처럼 부화시켜 참돔자어에게 먹이로 공급하였을 때 대량배양된 rotifer를 먹이로 공급한 자어와 비슷한 성장을 보여 내구란에서 부화한 rotifer는 먹이생물로서의 이용이 가능하다고 인정하였다. 본 연구는 우리나라에 많이 종묘생산이 되고 있는 넙치자어와 비교적 입의 크기가 작은 돌돔자어를 대상으로 각각 *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis*의 내구란에서 갓 부화한 rotifer의 먹이효율과 지방산 조성을 대량배양한 rotifer와 비교 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. Rotifer 내구란

실험에 사용된 rotifer(허·박, 1996a)는 농축냉장 *Chlorella* sp. (30%)와 빵효모 (70%)를 혼합공급하여 생산된 O-L strain (*B. plicatilis*) 내구란과 냉동 *C. ellipsoidea* (30%)와 빵효모 (70%)를 혼합공급하여 생산된 C-S strain (*B. rotundiformis*) 내구란을 이용하였다(허·박, 1996b). 내구란 보관은 3℃의 암흑 냉장상태로 3개월(*B. plicatilis*)과 5개월(S-type) 동안 보관하였다. 내구란 부화는 실험기간 중 *B. plicatilis* 내구란( $5\sim7\times 10^6$ 개)과 *B. rotundiformis* 내구란( $20\sim30\times 10^6$ 개)을 10ℓ 비닐 용기에서 수용하여 수온 28℃, 염분 15 ppt, 20W

형광등으로 연속조명하면서 24시간 동안 부화시켰다.

### 2. 자어 사육

넙치 자어에 대한 *B. plicatilis* 내구란에서 갓 부화한 rotifer의 먹이 효율실험은 14일 동안 수행되었다. 넙치 수정란은 국립수산진흥원 거제종묘배양장에서 산란된 것으로 1m<sup>3</sup> 수조에서 15℃로 부화시킨 후 입이 열린 자어(전장  $3.531\pm 0.138$ mm)를 실험에 사용하였다. 실험구는 내구란에서 갓 부화한 rotifer를 공급한 구와 갓 부화한 rotifer를 *Chlorella* sp.로 24시간 영양강화(15℃, 15 ppt)시켜 공급한 구로 구분하였고, *Chlorella* sp.로 대량배양(24℃, 15 ppt)한 rotifer를 공급한 대조구로 하였다. 실험은 250ℓ (해수량 200ℓ) FRP 원형수조로 자어밀도는 10마리/ℓ로 실험구마다 2,000마리를 수용하였다. 실험기간중 수온은 자연수온으로  $16.7\pm 0.8$ ℃였다. 또 *Chlorella* sp.를 실험구마다 매일  $3\sim 5\times 10^6$  cells/ml로 green water를 만들어 주었다. 환수는 매일 10%로 하였고 rotifer 공급밀도는 5~10개체/ml로 유지하였다. 매일 죽은 자어를 조사하여 생존율을 조사하였고 2일간격으로 30마리의 자어를 무작위로 취하여 전장과 전중을 측정하였다. 실험은 3회 반복하였다.

돌돔 자어에 대한 *B. rotundiformis* 내구란에서 갓 부화한 rotifer의 먹이 효율실험은 10일 동안 하였다. 수정란은 경남 창원 광복수산에서 산란된 것으로 1m<sup>3</sup> 수조에서 20~22℃로 부화시킨 후 입이 열린 자어(전장  $3.186\pm 0.948$ mm)를 실험에 사용하였다. 실험구는 *B. rotundiformis* 내구란을 이용하여 내구란에서 갓 부화한 rotifer를 공급한 구와 *C. ellipsoidea*로 대량배양(28℃, 15 ppt)한 rotifer를 공급한 대조구로 하였다.

사육 실험은 250ℓ (해수량 200ℓ) FRP 원형수조에 10마리/ℓ의 자어밀도가 되도록 실험구마다 2,000마리를 수용하였다. 실험기간 중 수온은 자연수온으로  $23.5\pm 0.8$ ℃였다. *C. ellipsoidea* (세포 농도  $20\sim 25\times 10^6$  cells/ml) 배양수로 매일 자어 사육수의 70%를 환수하였고, 사육수조의 ro-

넙치 및 돌돔 자어 사육에 있어서 *Brachionus plicatilis*와 *B. rotundiformis* 내구란에서 갓 부화한 rotifer의 먹이효율

rotifer 밀도는 30~40개체/ml으로 유지하였다. 2-3 일 간격으로 50마리의 자어를 무작위로 취하여 전장과 전중을 측정하였다. 실험은 3회 반복하였다.

### 3. 성분 분석

*B. plicatilis*와 *B. rotundiformis*의 내구란, 내구란에서 부화한 rotifer, 대량배양한 rotifer 및 *Chlorella* sp.로 24시간 영양강화한 rotifer를 채집하여 담수로 깨끗이 세척한 후 -75℃에 보관하였다. 이렇게 냉동된 시료를 진공동결건조시켜 Folch et al.(1957)의 방법에 따라 지질을 추출하여 14% BF<sub>3</sub>-methanol (Sigma, USA)로 지방산을 methylation시킨 후, 이(1997)가 사용한 방법에 의하여 capillary column (HP-INNOWax, 30m×0.32mm×0.5μm, USA)이 장착된 gas chromatography (HP-5890 II, USA)로 내구란과 rotifer의 지방산 조성을 분석하였다.

### 4. 통계분석

자어의 먹이효율에 대한 실험 결과는 One-way ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 처리 평균간의 유의성 (P<0.05)을 SPSS (SPSS Inc., 1997) program으로 검정하였다.

## 결 과

실험에 사용한 *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis*의

내구란과 먹이로 공급된 rotifer의 크기를 무작위로 100개체씩 측정된 결과는 Table 1 및 Fig. 1과 2와 같다. *B. plicatilis*의 내구란의 평균 크기는 장경 157.6±5.9μm, 단경 104.0±4.6μm이었다. 내구

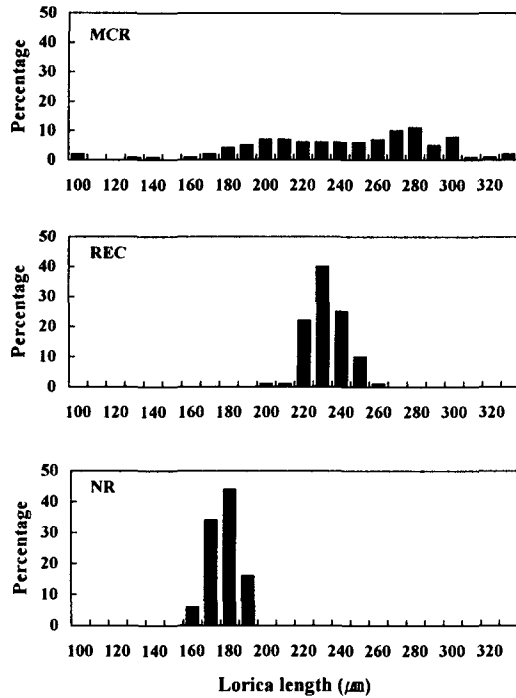


Fig 1. Lorica length frequency distribution of *B.plicatilis* (MCR, mass-cultured with *Chlorella* sp.; REC, enriched with *Chlorella* sp. for 24h after hatching; NR, neonate after hatching).

Table 1. Size of rotifer and resting eggs of *B. plicatilis* and *B. rotundiformis*

Rotifer	<i>B. plicatilis</i>		<i>B. rotundiformis</i>	
	Length (μm)	Width (μm)	Length (μm)	Width (μm)
NR <sup>1</sup>	177.6 ± 7.8	117.0 ± 6.6	128.4 ± 12.6	99.0 ± 8.1
REC <sup>2</sup>	232.3 ± 10.2	140.1 ± 8.1	-	-
MCR <sup>3</sup>	240.1 ± 47.5	155.7 ± 32.9	159.2 ± 20.1	120.4 ± 11.6
RE <sup>4</sup>	157.6 ± 5.9	104.0 ± 4.6	99.0 ± 7.5	77.6 ± 3.2

<sup>1</sup>NR, Neonate after hatching

<sup>2</sup>REC, Rotifer enriched with *Chlorella* sp. for 24h after hatching

<sup>3</sup>MCR, Rotifer mass-cultured with *Chlorella* sp.

<sup>4</sup>RE, Resting egg.

란에서 갓 부화한 rotifer의 평균 피갑장은 내구란 장경의 크기보다 약간 큰  $177.6 \pm 7.8 \mu\text{m}$ 였고, 피갑 폭은  $117.0 \pm 6.6 \mu\text{m}$ 로 개체간에 큰 차이가 없었다. *Chlorella* sp.로 24시간 영양강화한 *B. plicatilis*의 평균 크기는  $232.3 \pm 10.2 \mu\text{m}$ 로 *Chlorella* sp.로 대량 배양한 rotifer 피갑장  $240.1 \pm 47.5 \mu\text{m}$ 보다 약간 작았고 내구란에서 갓 부화한 rotifer 피갑장 보다는 크게 나타났지만 균일한 크기를 유지하였다. 그러나 대량배양한 *B. plicatilis*의 피갑장과 피갑폭은 내구란을 이용한 실험구보다 크기분포가 다양하게 나타났다. 한편 *B. rotundiformis*의 평균 내구란 크기는 장경  $99.0 \pm 7.5 \mu\text{m}$ , 단경  $77.6 \pm 3.2 \mu\text{m}$ 였다. 내구란에서 갓 부화한 *B. rotundiformis*의 피갑장 평균은  $128.4 \pm 12.6 \mu\text{m}$ 였고 피갑폭은  $99.0 \pm 8.1 \mu\text{m}$ 였다. 그러나 대량배양한 *B. rotundiformis*도 대량배양한 *B. plicatilis*처럼 피갑장과 피갑폭은 내구란을 이용한 실험구보다 크기분포가 다양하게 나타났다.

내구란에서 부화한 *B. plicatilis*의 먹이효율에 대한 넙치 자어의 성장과 생존율은 Table 2와 Fig. 3과 같다. 내구란에서 갓 부화한 rotifer를 공급한 실험구에서 실험 종료시 넙치 자어의 전장은  $8.18 \pm 0.124\text{mm}$ , 전중  $37.1 \pm 3.03\text{mg}$ 으로 대량배양한 rotifer를 공급한 대조구의 전장  $7.92 \pm 0.130\text{mm}$ 보다 약간 높게 나타났고, 내구란에서 갓 부화후 24시간 영양강화한 rotifer를 공급한 실험구 전장  $7.73 \pm 0.098\text{mm}$ , 전중  $32.4 \pm 0.76\text{mg}$ 보다 높게 나

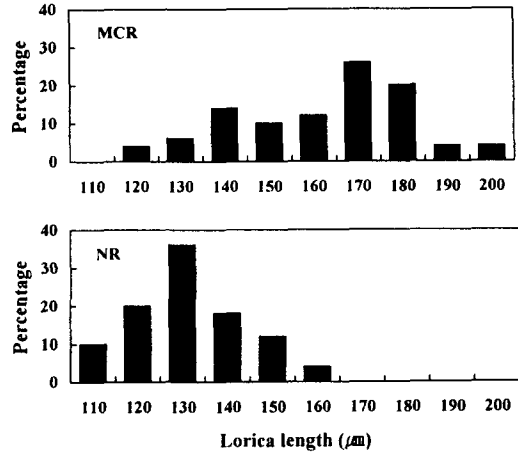


Fig 2. Lorica length frequency distribution of *B. rotundiformis* (MCR, mass-cultured with *Chlorella* sp.; NR, neonate after hatching).

타났지만, 이들 rotifer의 종류에 따른 전장과 전중에 있어서 유의적인 차이는 보이지 않았다. 또한 실험 4일째를 제외하고 실험기간 동안 rotifer 종류에 대한 넙치 자어의 전장은 실험구간에 유의적인 차이값은 없었다 ( $P > 0.05$ ).

넙치 자어의 생존율은 사육 1일째 대량배양한 rotifer를 공급한 대조구에서 급격한 폐사로 생존율이 77.8%로 다른 실험구의 91.1% 및 91.2%보다 낮았고, 모든 실험구에서 3일째까지 다소 감소하였지만 4일째 부터는 안정된 경향을 보였다. 실험 종료시 생존율은 내구란에서 갓 부화한 rotifer를

Table 2. Growth of the flounder larvae fed on mass-cultured rotifer, enriched rotifer and neonate from resting egg of *B. plicatilis*<sup>1</sup>

Exp	Total length (mm)							Total wet weight (mg) 14 days
	2 days	4 days	6 days	8 days	10 days	12 days	14 days	
MCR <sup>2</sup>	$3.73 \pm 0.032^a$	$4.14 \pm 0.023^a$	$5.12 \pm 0.044^a$	$5.89 \pm 0.026^a$	$6.53 \pm 0.054^a$	$7.56 \pm 0.040^a$	$7.92 \pm 0.130^a$	$36.0 \pm 0.95^a$
REC <sup>3</sup>	$3.71 \pm 0.022^a$	$4.22 \pm 0.015^b$	$5.16 \pm 0.060^a$	$5.76 \pm 0.026^a$	$6.22 \pm 0.081^a$	$7.39 \pm 0.041^a$	$7.73 \pm 0.098^a$	$32.4 \pm 0.76^a$
NR <sup>4</sup>	$3.65 \pm 0.015^a$	$4.30 \pm 0.022^c$	$5.19 \pm 0.012^a$	$5.76 \pm 0.029^a$	$6.59 \pm 0.139^a$	$7.49 \pm 0.165^a$	$8.18 \pm 0.124^a$	$37.1 \pm 3.033^a$

<sup>1</sup>Values (mean  $\pm$  s.d. of three replication) in the same column not sharing a common superscript are significantly different ( $P < 0.05$ )

<sup>2</sup>MCR, Rotifer mass-cultured with *Chlorella* sp.

<sup>3</sup>REC, Rotifer enriched with *Chlorella* sp. for 24h after hatching

<sup>4</sup>NR, Neonate after hatching.

넙치 및 돌돔 자어 사육에 있어서 *Brachionus plicatilis*와 *B. rotundiformis* 내구란에서 갓 부화한 rotifer의 먹이효율

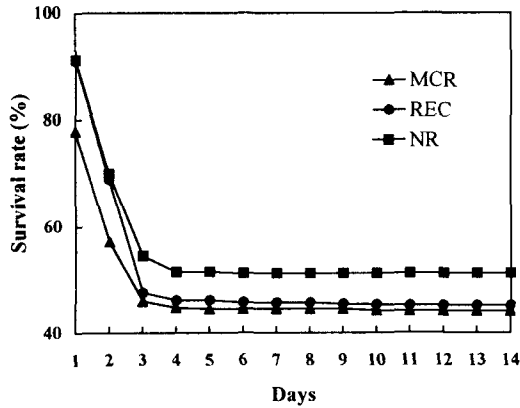


Fig 3. Survival rates of the flounder larvae fed on *B. plicatilis* (MCR, mass-cultured with *Chlorella* sp.; REC, enriched with *Chlorella* sp. for 24h after hatching; NR, neonate after hatching).

공급한 실험구가 51.0%으로 대량배양한 rotifer를 공급한 대조구 44.1%와 내구란 갓 부화후 24시간 영양강화시킨 rotifer를 공급한 실험구 45.1%보다 높게 나타났다( $P < 0.05$ ).

내구란에서 갓 부화한 *B. rotundiformis*를 공급한 돌돔 자어의 성장과 생존율은 Table 3과 같다. 내구란에서 갓 부화한 rotifer를 공급한 실험구에서 실험 종료시 돌돔 자어의 전장은  $3.74 \pm 0.01$  mm, 전중  $3.24 \pm 0.21$ mg으로 대량배양한 rotifer를 공급한 대조구인 전장 3.75mm, 전중 3.28mg과 비

슷하게 나타났다. 또한 배양 5일째까지 먹이종류에 따른 돌돔자어의 전장에 대해서 유의적인 차이는 보이지 않았다. 자어의 생존율은 실험종료 10일째 대량배양한 rotifer를 공급한 대조구 (18.4%)가 내구란에서 갓 부화한 rotifer를 공급한 실험구(14.2%)보다 약간 높게 나타났다. 실험 6일째 대량배양한 rotifer를 공급한 2개의 대조구와 내구란에서 갓 부화한 rotifer 공급한 1개의 실험구에서 모든 자어가 폐사되었다.

대량배양한 *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis* 및 이들 종의 내구란에 대한 지방산 조성은 Table 4와 같다. *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis* 내구란의 EPA 함량은 비교적 낮은 13.31%와 10.95%로 나타났다, 내구란에서 부화한 *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis*은 각각 18.83%와 14.56%로 나타났다. 대량배양한 *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis*의 경우에는 각각 20.85%와 17.77%로 내구란과 부화한 rotifer보다 약간 높게 나타났다. *B. plicatilis*의 경우 내구란에서 부화한 rotifer를 24시간 *Chlorella* sp. 로 영양강화하였을 때 31.52%로 다른 실험구보다 높은 EPA함량을 보였다. Rotifer의 DHA함량의 경우, *B. plicatilis*에서 내구란과 내구란에서 부화한 rotifer에서는 나타나지 않았지만, *B. rotundiformis* 내구란과 내구란에서 부화한 rotifer에서는 각각 1.42%와 1.34%로 비교적 낮았으며, 대량배양하였을 때는 전혀 나타나지 않았다. n-3HUFA의 경우의 *B. plicatilis*와 *B. rotu-*

Table 3. Growth and survival rate of the parrot fish larvae fed on mass-cultured rotifer and neonate from resting egg of *B. rotundiformis*<sup>1</sup>

Exp.	Total length (mm)				Total wet weight (mg)	Survival rate (%)
	3 days	5 days	7 days	10 days	10 days	10 days
MCR <sup>2</sup>	$3.30 \pm 0.11^a$	$3.36 \pm 0.12^a$	3.49 <sup>***</sup>	3.75 <sup>***</sup>	3.28 <sup>***</sup>	18.4 <sup>***</sup>
NR <sup>3</sup>	$3.29 \pm 0.16^a$	$3.35 \pm 0.12^a$	$3.45 \pm 0.06^{**}$	$3.74 \pm 0.01^{**}$	$3.24 \pm 0.21^{**}$	$14.2 \pm 2.69^{**}$

<sup>1</sup>Values (mean±s.d. of three and two replication) in the same column not sharing a common superscript are significantly different ( $P < 0.05$ )

<sup>2</sup>MCR, Rotifer mass-cultured with *Chlorella* sp.

<sup>3</sup>NR, The neonate rotifer after hatching

\*Tripllicated, \*\*Replicated, \*\*\*No replicate.

Table 4. Fatty acids composition (% area) of the resting egg and rotifer

Fatty acid	<i>B. plicatilis</i>				<i>B. rotundiformis</i>		
	RE <sup>1</sup>	NR <sup>2</sup>	REC <sup>3</sup>	MCR <sup>4</sup>	RE <sup>1</sup>	NR <sup>2</sup>	MCR <sup>4</sup>
14:0	7.32	5.14	4.04	2.90	7.66	9.75	3.82
16:1	17.05	18.51	18.63	18.88	13.83	23.10	17.26
16:0	21.94	10.02	12.92	12.25	8.60	9.15	14.87
18:3n-3	0.79	1.53	tr <sup>5</sup>	0.21	3.10	2.78	1.42
18:2n-6	12.53	5.50	3.93	4.73	8.86	7.22	6.95
18:1	9.86	16.74	6.83	19.17	14.61	7.30	15.15
18:0	4.36	3.11	1.99	5.05	4.03	3.13	2.71
20:5n-3	13.31	18.83	31.52	20.85	10.95	14.56	17.77
20:4n-6	0.40	1.21	1.79	tr	6.76	6.14	2.52
20:3n-3	tr	tr	tr	tr	tr	0.85	0.84
20:2n-6	3.50	3.68	1.43	tr	2.90	2.90	2.33
20:1	1.37	tr	tr	3.37	tr	2.13	0.87
20:0	tr	tr	tr	0.31	tr	tr	0.53
22:6n-3	tr	tr	tr	tr	1.42	1.34	tr
22:4n-6	3.83	8.98	6.25	7.63	7.19	3.74	7.38
22:2n-6	tr	tr	tr	tr	1.01	tr	0.60
22:1	0.38	2.20	0.64	0.76	0.63	0.41	tr
22:0	tr	tr	8.05	tr	1.82	1.15	tr
Others	3.36	4.55	1.98	3.89	6.63	4.35	4.98
n-3 HUFA <sup>6</sup>	13.31	18.83	31.52	20.85	12.37	16.75	18.61

<sup>1</sup>RE, Resting egg

<sup>2</sup>NR, Neonate after hatching

<sup>3</sup>REC, Rotifer enriched with *Chlorella* sp. for 24h after hatching

<sup>4</sup>MCR, Rotifer mass-cultured with *Chlorella* sp.

<sup>5</sup>tr, trace(<0.01)

<sup>6</sup>HUFA, Highly unsaturated fatty acid (C≥20).

*ndiformis* 내구란의 경우 13.31%와 12.37%로 나타났다. 그러나 내구란에서 부화된 *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis*의 경우 내구란보다 높은 18.83%와 16.75%로 나타났으며 대량배양한 경우에는 20.85%와 18.61%보다는 적게 나타났다. *B. plicatilis*의 경우 내구란에서 부화한 rotifer를 24시간 *Chlorella* sp.로 영양강화하였을 때 n-3HUFA의 함량은 다른 실험구보다 높은 31.52%로 나타났다.

### 고 찰

Hagiwara et al.(1993b)은 *B. plicatilis*를 사용하여 내구란에서 부화한 rotifer로 참돔자어의 먹이 효율을 조사한 결과 내구란에서 부화 후 *Chlorella*로 영양강화시켜 공급한 rotifer 실험구가 대량배

양하여 공급한 rotifer 대조구보다 자어의 생존율에 있어서는 낮았으나 성장에서는 차이가 없었다고 하였다. 그들은 참돔 자어의 생존율 차이를 rotifer의 지질과 지방산 조성에 의한 차이보다는 먹이로 공급된 rotifer의 피갑장의 크기 차이에 의한 것으로 보고하였다. 그들은 대량배양한 rotifer의 피갑장은 160~310 $\mu$ m이고 내구란을 24 $^{\circ}$ C에서 48시간 부화시킨후 다시 12~24시간 영양강화하여 먹이로 공급한 rotifer의 피갑장은 210~310 $\mu$ m으로 초기 참돔자어의 입에 맞는 작은 rotifer가 없어 생존율이 낮아다고 보고 하였다. 또한 Hagiwara and Hirayama (1993)는 milkfish의 생존율에 있어서 *B. plicatilis* 내구란에서 부화한 rotifer를 공급한 실험구와 대량배양하여 rotifer를 공급한 대조구간에는 비슷하였다고 보고 하였다. 그

넙치 및 돌돔 자어 사육에 있어서 *Brachionus plicatilis*와 *B. rotundiformis* 내구란에서 갓 부화한 rotifer의 먹이효율

그러나 본 실험에서 *B. plicatilis*를 이용한 넙치 자어의 성장은 내구란에서 부화 후 바로 먹이로 공급한 실험구에서 생존율을 높게 나타냈는데 이러한 결과는 내구란에서 갓 부화한 rotifer의 피갑장 크기가 가장 작고 거의 일정하기 때문으로(Table 1) 초기 자어의 입 크기에 알맞은 것으로 판단된다.

또한 *B. rotundiformis*를 이용한 돌돔 자어의 경우 두 실험구에 있어서 돌돔 자어의 성장과 생존율은 비슷한 경향을 보였다(배양 5일째까지 먹이에 따른 유의적인 차이는 없었음). 그러나 실험 6일째 대량배양 rotifer 공급구(2개 수조)와 내구란에서 갓 부화한 rotifer 공급구(1개 수조)에서 자어의 대량폐사가 일어났는데 이러한 이유는 먹이로 공급한 rotifer가 실험수조내에서 60~70개체/ml으로 대량번식하여 수조내의 산소를 많이 소모하여 자어가 이용할 수 있는 산소 부족에 의한 폐사로 생각된다.

Hagiwara et al. (1993b)는 *B. plicatilis*의 경우 내구란에서 부화한 rotifer와 대량배양한 rotifer의 n-3HUFA 함량은 내구란에서 부화한 rotifer에서 높게 나타났으며 총지질 함량은 비슷하게 나타났다. 그러나 이들 rotifer를 영양강화했을 때에는 n-3HUFA 함량과 총지질이 높게 나타났다. 본 실험에 있어서 각 rotifer의 지방산 조성을 보면 n-3HUFA 함량의 경우 내구란이 가장 낮게 나타났고, 내구란에서 부화한 후 영양강화한 것이 내구란에서 부화한 경우와 *Chlorella*로 대량배양한 경우 보다 높게 나타났나 Hagiwara et al. (1993b)의 결과와 비슷한 경향을 보였다.

한편 해산 자·치어의 적절한 성장과 생존을 위해서는 n-3HUFA와 같은 필수지방산의 조성비와 함량에 많은 영향을 받는다(Fujita, 1979; Lee et al., 1994; 이 등, 1993a,b,c). 渡辺 等(1978), 福所 等(1980)과 北島 等(1979, 1980)은 해산자어에게 공급되는 먹이생물의 n-3HUFA함량이 높을수록 그들의 성장과 생존율은 높게 나타났다고 보고하였다. 그러나 본 실험에 있어서 *B. plicatilis*의 내구란에서 부화한 후 *Chlorella* sp.로 영양강화를 하였을 때 n-3HUFA함량이 가장 높게 나타났지

만 넙치 자어의 생존율은 오히려 낮아지는 경향을 보였다. 이러한 이유는 성장과 생존에 필수적인 n-3HUFA함량이 무조건 높다고 해서 좋지 않음을 암시하고 있다. 따라서 본 연구에 있어서 rotifer 개체당 n-3HUFA함량과 그에 대한 자어의 n-3HUFA 요구량 등에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 실험의 결과를 볼때 *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis* 내구란에서 부화한 rotifer는 어류 자어의 먹이생물로서 이용이 가능하며 앞으로는 어종과 자어의 성장단계에 따라 rotifer의 크기를 인위적으로 조절하여 종묘생산에 이용할 경우 더욱 높은 먹이효율을 유도할 수 있을 것으로 생각되어진다.

또한 최근 해산 고급어류종 자어시기때 입의 크기가 작아 지금까지 먹이로 많이 이용되고 있는 *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis*의 크기가 적합하지 못하여 이들보다 더 작은(150 $\mu$ m) rotifer가 요구되고 있다. 그러나 *B. rotundiformis* 내구란으로부터 갓 부화한 rotifer의 피갑장 크기는 120~130 $\mu$ m로 비교적 작기 때문에 입의 크기가 작아 종묘생산이 어려운 능성어류 등과 같은 해산 자어의 먹이로 공급할 때 유용한 먹이생물로 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

## 요 약

넙치(*Paralichthys olivaceus*) 및 돌돔(*Oplegnathus fasciatus*) 자어를 대상으로 각각 *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis*의 내구란에서 갓 부화한 rotifer의 먹이효율과 지방산 조성을 대량배양한 rotifer와 비교 조사하였다. Rotifer 내구란은 *Chlorella*와 빵효모를 먹이로 공급하여 1~4m<sup>3</sup>에서 생산하였다. *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis* 내구란은 5℃ 암냉장 상태에서 각각 3개월과 5개월동안 보관하여 28℃ 연속조명하에서 부화시켰다. 내구란에서 갓 부화한 rotifer와 대량배양한 rotifer(대조구)를 자어에게 공급하였다.

*B. rotundiformis* 내구란에서 갓 부화한 rotifer

를 공급한 돌돔자어의 성장과 생존률은 대조구와 비슷하였게 나타났고, *B. plicatilis* 내구란에서 갓 부화한 rotifer를 먹은 넙치자어의 성장과 생존률은 각각 대조구에 비해 비슷하거나 높게 나타났다. 또한 내구란에서 갓 부화한 rotifer의 지방산 조성은 대조구와 비슷하게 나타났다. 이와 같은 결과를 볼 때 내구란에서 갓 부화한 rotifer는 넙치 및 돌돔 자어의 먹이로서 이용 가능하다고 판단된다.

### 참 고 문 헌

- Duncan, D. B., 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, 11 : 1~42.
- Folch, J., M. Lees and G. H. S. Stanley, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226 : 497~509.
- Fujita, S., 1979. Culture of red sea bream, *Pagrus major*, and its food. In: E. stycynska-Jurewicz, T. Backiel, E. Jaspers and G. Persoone (Editors), *Cultivation of fish fry and live food*. European Mariculture Society Special Publication No. 4, Bredene, Belgium: 183~197.
- Hagiwara, A., K. Hamada, A. Nishi, T. Imazumi and K. Hirayama, 1993a. Mass production of rotifer (*Brachionus plicatilis*) resting eggs in 50m<sup>3</sup> tanks. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59 : 93~98.
- Hagiwara, A., K. Hamada, A. Nishi, T. Imazumi and K. Hirayama, 1993b. Dietary value of neonates from rotifer *Brachionus plicatilis* resting eggs for red sea bream larvae. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59 : 99~104.
- Hagiwara, A. and K. Hirayama, 1993. Preservation of rotifers and its application in the finfish hatchery. *Pro. Finfish Hatch. Asia '91. TML Conf. Pro.*, 3, p. 61~71. *Tungkang Mar. Lab., Taiwan Fish. Res. Inst., Tungkang, Pingtung, Taiwan.*
- Hagiwara, A., A. Hino and R. Hirano. 1985. Study on the appearance of floating fertilized eggs in the rotifer, *Brachionus plicatilis*. *Suisan Zoshoku.*, 32 : 207~212.
- Lee, S. M., J. Y. Lee and S. B. Hur, 1994. Essentiality of dietary eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in Korean rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 27 : 721~726.
- Pourriot R. and T. W. Snell, 1983. Resting eggs in rotifer. *Hydrobiologia*, 104 : 213~224.
- SPSS Inc. 1997. SPSS Base 7.5 for Window, SPSS Inc., 444N. Michigan Avenue, Chicago, IL, 60611.
- 이상민. 1997. 사료 지질원과 사육 수온에 따른 조피볼락 치어 및 성어의 영양소 소화율. *한국영양사료학회지*, 21 : 381~390.
- 이상민 · 이종윤 · 강용진 · 허성범, 1993a. 사료의 n-3계 고도불포화지방산 함량에 따른 조피볼락 *Sebastes schlegeli*의 성장 및 생화학적 변화 I. 성장효과 및 체성분의 변화. *한국양식학회지*, 6 : 89~105.
- 이상민 · 이종윤 · 강용진 · 허성범, 1993b. 사료의 n-3계 고도불포화지방산 함량에 따른 조피볼락 *Sebastes schlegeli*의 성장 및 생화학적 변화 II. 혈액성분 변화 및 간세포 성장. *한국양식학회지*, 6 : 107~123.
- 이상민 · 이종윤 · 강용진 · 윤호동 · 허성범, 1993c. 조피볼락 *Sebastes schlegeli*의 n-3계 고도불포화지방산 요구량. *한국수산학회지*, 26 : 477~492.
- 허성범 · 박흥기, 1996a. 한국산 rotifer, *Brachionus plicatilis*와 *B. calyciflorus*의 크기 및 내구란 형성. *한국양식학회지* 9 : 187~194.
- 허성범 · 박흥기, 1996b. 한국산 rotifer, *Brachionus plicatilis* (L과 S-type)의 내구란 대량생산. *한국양식학회지* 9 : 345~351.
- 渡辺武 · 荒川敏久 · 北島力 · 福所邦彦 · 藤田矢郎, 1978. 脂肪酸組成からみた仔稚魚用生物飼料の營養價. *日本水産學會誌*, 44 : 1223~1227.
- 福所邦彦 · 荒川敏久 · 渡辺武, 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魚に對する飼料價値. *日本水産學會誌*, 46 : 499~503.
- 北島力 · 荒川敏久 · 大和史人 · 藤田矢郎 · 今田克 · 渡辺武 · 米康夫, 1980. マダイ仔魚に對する油脂酵母ワムシの飼料效果. *日本水産學會誌*, 46 : 43~46.
- 北島力 · 藤田矢郎 · 大和史人 · 米康夫 · 渡辺武, 1980. クロレラで培養したパン酵母ワムシの飼料效果. *日本水産學會誌*, 45 : 469~471.
- 日野明德, 1981. シオミズツボワムシの分類, 變異および生活史について. *栽培技研*, 10 : 109~123.