

水溫과 鹽分이 Rotifer, *Brachionus plicatilis*의 繁殖에 미치는 영향

黃炯圭 · 卞忠圭*

國立水產振興院 南濟州水產種苗培養場

*濟州大學校 增殖學科

The Effects of Water Temperature and Salinity on the Propagation of Rotifer, *Brachionus plicatilis*

Hyung-Kyu Hwang and Choog-Kyu Pyen*

Namcheju Fisheries Hatchery, National Fisheries Research

Cheju 699-805, Korea

*Department of Aquaculture, Cheju National University,

Cheju 690-756, Korea

ABSTRACT

Growth rate, first reproductive age, life span and total offspring numbers were measured to study the effects of water temperature and salinity on the propagation of rotifer, *Brachionus plicatilis*. Three types of rotifer, Large (L), Small (S) and Thailand Small (TS)-types, were cultured in the 4×4 factorial culture conditions with four different salinities (5, 15, 25 and 35‰) at each of four different water temperatures (15, 20, 25 and 29°C). The results are as follows:

Under the 4 different salinity gradients (5‰, 15‰, 25‰ and 35‰) at 29°C, the mean growth rates of L, S and TS-type were 0.60, 0.84 and 0.96, respectively. The first reproductive age of three types rotifer appeared to be early at high water temperature. The total offspring numbers of the three types were higher at 25°C and 29°C, with the maximum value of 28.3 on the average at 29°C for TS-type, and the minimum value at 15°C for S-type. Life span decreased with high water temperature and increased with low water temperature. L-type and TS-type rotifer showed the longest life span of 13.5 days on the average at 15°C, and S-type showed shortest 6.2 days on the average at 29°C.

서 론

최근 해산어류의 종묘생산에 있어 초기 먹이생물의 양적확보와 질적개선이 중요한 과제로 대두되고 있고, 현재 많은 동물성 플랑크톤을 대상으로 먹이 유효성 검토가 진행되고 있다.

특히 rotifer는 크기가 적당하고 영양이 풍부하며 대량배양이 가능하기 때문에 동물성 먹이생물로서 해산어류 종묘생산시 초기단계 먹이생물로 많이 이용되고 있다(Hirayama and Ogawa 1972).

이러한 rotifer의 개체군 번식에 관한 연구는 rotifer의 유성생식의 생태학적 고찰과 수온, 염분, 먹이밀도가 rotifer의 번식에 미치는 영향 등 많은 연구가 일본을 중심으로 활발하게 진행되어 오고 있다(Hino and Hirano 1977 & 1988; 吳羽 · 天下 1978; Lubzens *et al.* 1985; Snell 1986; Mustahal and Hirata 1991; Hirayama and Rumengan 1993).

국내에서는 文(1980)의 윤층의 접종밀도에 관한 연구와 鄭 · 卞(1985)의 먹이생물의 대량배양에서 rotifer의 내구란 형성에 관한 연구, 趙(1989)의 Large-type과 Small-type rotifer의 번식생태에 관한 연구 및 Tomas 등(1993)이 개체배양에 의한 윤층의 번식에 관한 보고가 있다.

Fukusho and Okauchi (1983)는 일본 Matsubaka city Kongoh 강 입구의 뱀장어 양식장에서 rotifer를 순수분리하여 형태적인 비교를 통해 대형종인 Large (L)-type과 소형종인 Small (S)-type으로 구분했다.

본 연구에서 L-type, S-type과 함께 이용한 Thailand산 Small (TS)-type rotifer는 1992년에 최초로 국내에 도입되었고, 일반적으로 S-type 보다도 소형(背甲長 $126.8 \pm 14.9 \mu\text{m}$)이고, 번식력이 빨라 대량배양이 가능하다고 보고하고 있다(宮木 · 多部田 1991).

따라서 본 연구는 L-type, S-type 및 TS-type rotifer를 수온, 염분에 따른 수명, 총산란수, 최초 산란연령, 성장률 등을 조사하여 번식생태를 파악함으로써 종묘생산에 있어 대상생물에 따른 유효한 rotifer를 선정하여 공급하는데 근본 목적을 두고 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험에 사용한 rotifer는 1992년 4월 일본 長崎大學에서 분양받아 제주대학교 증식학과 먹이생물연구실에서 배양중인 L-type, S-type, TS-type을 사용했다. 3종류 rotifer의 평균 크기는 Table 1에 나타냈다.

Rotifer의 성장률을 조사하기 위하여 250 ml 삼각 flask에 200 ml의 배양액을 채우고 rotifer의 접종밀도는 10개체/ml로 한 뒤 15일간 사육하면서 관찰하였다. 수온은 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $29 \pm 1^\circ\text{C}$, 각 수온별 염분은 5‰, 15‰, 25‰, 35‰로 조정하여 4단계의 시험구로 설정하였고, 조도는 1,800~2,000 lux로 연속조명을 실시하였다. 먹이는 *Nannochloropsis oculata*를 원심분리(3000 rpm, 10분)하여 배양기간동안 $1.0 \times 10^6 \sim 2.0 \times 10^6$ cells/ml 되게 하였다. 먹이농도는 Neubauer hemacytometer를 이용하여 1일 3회 반복 계수하여 평균하였다. Rotifer의 계수는 각 flask당 3 ml를 pipetting하여 10% 중성 formalin에 고정된 후 계수판(No. 5608-B)을 사용하여 해부현미경하에서 전 개체수와 포란하고 있는 개체수를 계수했다.

Rotifer의 성장률(Specific growth rate: S.G.R)은 Stein (1973)의 방식을 이용하여 산출했다.

$$\text{S.G.R} = \frac{2.3026}{0.6931} \times \frac{\log(N_2/N_1)}{t^2 - t^1}$$

水溫과 鹽分이 Rotifer, *Brachionus plicatilis*의 繁殖에 미치는 영향

N_1 : 접종 후 t^1 일 때의 평균 개체수

N_2 : 접종 후 t^2 일 때의 평균 개체수

t_1 : 접종 후 1일

t_2 : 접종 후 2일

Rotifer의 최초산란연령, 총산란수, 수명을 조사하기 위하여 사육용기로서 24 hole-microplate (3 ml/hole)를 사용하였고, $15\pm 1^\circ\text{C}$, $20\pm 1^\circ\text{C}$, $25\pm 1^\circ\text{C}$ 및 $29\pm 1^\circ\text{C}$ 로 4가지 수온조건에서 각 수온에 따라 염분을 5%, 15%, 25%, 35%구로 구분하여 시험기간 동안 조도는 1,800~2,000 lux 범위로서 연속조명을 실시했다. 부화직후 rotifer는 각 단계의 수온마다 염분별로 10개의 hole에 각각 1개체씩 넣은 후 실험을 실시했다. 먹이는 *Nannochloropsis oculata*를 $1.0\times 10^6\sim 2.0\times 10^6$ cells/ml로 유지하였으며 공급은 12시간 간격으로 수행하였다. 최초산란연령은 3시간 간격으로 관찰하였으며, 수명과 총산란수는 먹이교환시 12시간 간격으로 관찰, 계수한 후 rotifer 성체는 새로운 plate에 분리시켰다.

수온과 염분에 따른 성장율의 결과는 one-way analysis of variance (Nie *et al.* 1975)에 의해 95% 수준에서 통계적인 유의성 검정을 하였다.

Table 1. Sizes of three types of the stock cultured rotifer, *Brachionus plicatilis* cultured at 25°C

Types of rotifer	Temperature ($^\circ\text{C}$)	Size (μm)	
		Length	Width
L-type	25	265.64 ± 19.34	174.26 ± 11.63
S-type	25	155.51 ± 18.31	129.97 ± 15.59
TS-type	25	136.94 ± 24.24	110.97 ± 15.09

결 과

1. 성장율

5%, 15%, 25% 및 35%의 염분구에서 $20\sim 29^\circ\text{C}$ 의 온도조건을 달리했을 때 3종류 rotifer의 평균 성장율은 Table 2와 같다.

L-type의 각 시험구별 평균성장율은 25°C 와 29°C 에서 0.53~0.71로 유사한 경향을 나타냈으며, 20°C 에서는 0.26~0.39로 낮은 값을 보였다. 실험 온도 구간에 따른 성장의 차이에 대한 유의성검정 결과 25%구는 95%수준에서 유의차가 인정되지 않았다($P < 0.05$).

S-type의 경우 전체적으로 20°C , 25°C 에 비해 29°C 에서 높은 값을 나타냈으며 평균 성장율 범위는 29°C 에서 0.81~0.87로 높게 나타났고, 20°C 에서는 0.17~0.36으로 낮은 값을 나타냈다.

TS-type은 L, S-type에 비해 전 온도구간에서 비교적 높은 성장율을 보이고 있고, 평균성장율 범위는 29°C 에서 0.92~1.04로 높았고, 20°C 에서는 0.63~0.82로 낮았다.

Table 2. Mean specific growth rates of three types of rotifer, *Brachionus plicatilis*, cultured at 4 combined salinities with 3 kinds of temperatures

Types of rotifer	Salinity (%)	Temperature		
		20°C	25°C	29°C
L-type	5	0.26 ^{b*}	0.54 ^a	0.53 ^a
	15	0.32 ^b	0.56 ^a	0.71 ^a
	25	0.39 ^a	0.59 ^a	0.58 ^a
	35	0.32 ^b	0.53 ^a	0.57 ^a
S-type	5	0.31 ^b	0.48 ^b	0.82 ^a
	15	0.36 ^b	0.53 ^b	0.85 ^a
	25	0.31 ^b	0.57 ^b	0.87 ^a
	35	0.17 ^b	0.52 ^c	0.81 ^a
TS-type	5	0.82 ^a	0.84 ^a	0.95 ^a
	15	0.63 ^b	0.76 ^{ab}	1.04 ^a
	25	0.69 ^a	0.85 ^a	0.94 ^a
	35	0.64 ^b	0.63 ^{ab}	0.92 ^a

* Different superscripts indicate significance (P < 0.05).

2. 최초 산란연령, 총산란 수 및 수명

염분을 5%, 15%, 25% 및 35%구로 설정하고 각 염분별로 수온을 15°C, 20°C, 25°C 및 29°C로 구분하여 rotifer의 최초 산란연령, 총산란 수, 수명 등을 조사하였다.

최초 산란연령은 부화자충이 성체로 되어 산란하여 부화할 때 까지의 소요시간을 산출하였고, 그 결과는 Table 3과 같다. L-type에 있어 각 시험구별 평균 최초 산란연령은 15°C, 20°C, 25°C, 29°C에서 각각 107.7, 66.9, 35.6 및 28.3시간이었다. 최초 산란연령이 가장 빠른 시험구는 15%구, 29°C에서 22.7시간이었고, 가장 늦은 시험구는 35%구, 15°C에서 122.4시간이었다.

S-type의 평균 최초 산란연령은 15°C, 20°C, 25°C 및 29°C에서 각각 135.4, 59.2, 31.8 및 24.3시간이었고, 가장 빠른 시험구는 15%구, 29°C에서 18시간이었으며, 가장 늦은 시험구는 35%구, 15°C에서 161.4시간으로 L-type과 유사한 경향이었다.

TS-type은 15°C, 20°C, 25°C, 29°C에서 각각 122.1, 40.5, 34.3 및 21.8시간이었고, 가장 빠른 시험구는 5%구, 29°C에서 18.8시간이었으며, 가장 늦은 시험구는 35%구, 15°C에서 165시간으로 S-type이나 L-type보다도 더 느렸다.

부화자충 1개체의生涯 총산란 수는 Table 4와 같다. L-type의 경우 15°C, 20°C, 25°C 및 29°C에서 각 염분 시험구의 평균 총산란 수는 각각 7.1, 20.7, 15.1 및 19.7개체로 나타났으며 25%구, 20°C에서 24.1개체로 가장 많은 산란 수를 보였고, 5%구, 15°C에서는 4.7개체로 가장 작은 값을 나타냈다. 따라서 L-type은 저수온인 15°C를 제외한 다른 설정온도 범위에서는 양호한 결과를 보였다.

S-type의 경우 각 온도구에서의 평균 총산란 수는 3.8, 12.0, 26.5, 24.5개체로 나타났으며, 고수온구인 25°C와 29°C에서 각각 26.6와 24.5로서 다산하였고, 저수온구인 15°C와 20°C에서 각각 3.8과 12.0으로 낮은 값을 나타냈다.

TS-type에서는 수온이 높을수록 다산하는 경향을 보였으며, 29°C에서 평균 28.3개체로 최고치를 나타냈다.

Table 3. First reproductive ages of three types of rotifer, *Brachionus plicatilis* cultured under combined conditions with 4 different salinities and 4 kinds of temperatures

Types of rofiter	Salinity (%)	First reproductive ages (hours)			
		15°C	20°C	25°C	29°C
L-type	5	121.3±28.3	72.8±5.9	40.7±9.8	29.6±7.6
	15	91.8±10.6	71.4±4.4	34.0±6.3	22.7±2.2
	25	95.3±22.7	59.0±4.2	31.0±5.4	27.6±3.0
	35	122.4±10.8	64.2±4.7	36.6±9.0	33.2±4.6
	Mean	107.7±18.1	66.9±4.8	35.6±7.6	28.3±4.4
S-type	5	138.2±26.7	52.4± 8.5	36.8±12.3	24.0±5.6
	15	119.4±10.9	53.4± 7.6	26.3± 2.5	18.0±3.9
	25	122.4±27.9	62.0±20.9	31.6± 6.2	25.6±6.2
	35	161.4±28.0	69.0±21.5	32.6± 3.1	29.4±9.8
	Mean	135.4±23.4	59.2±14.6	31.8± 6.0	24.3±6.4
TS-type	5	89.6±14.6	29.4±5.0	26.3± 2.5	18.8±3.6
	15	97.8±10.3	40.8±3.9	28.6± 4.9	21.6±3.0
	25	135.8±18.8	42.7±3.5	36.8± 9.4	22.0±3.2
	35	165.0±24.9	49.2±8.7	45.3±11.1	24.9±6.9
	Mean	122.1±17.2	40.5±5.3	34.3± 7.0	21.8±4.2

Table 4. Total offsprings from an individual of three types of the rotifer, *Brachionus plicatilis* cultured at various conditions

Types of rofiter	Salinity (%)	Total offspring numbers (ind.)			
		15°C	20°C	25°C	29°C
L-type	5	4.7±3.6	20.6±8.3	12.6±4.1	21.8±3.0
	15	10.7±3.4	18.0±5.0	18.0±3.5	19.0±6.0
	25	5.8±1.8	24.1±5.0	17.0±3.8	19.1±2.0
	35	7.2±0.8	20.0±4.5	12.7±2.0	18.7±5.0
	Mean	7.1±2.4	20.7±5.7	15.1±3.4	19.7±4.0
S-type	5	4.3±2.1	18.9±4.7	36.5±13.2	29.0±10.0
	15	4.8±2.1	17.8±9.1	22.0± 7.5	23.1±12.0
	25	4.3±1.7	7.1±4.6	25.0±10.2	26.8±12.0
	35	1.8±0.9	4.0±2.5	22.6± 7.7	18.9± 7.0
	Mean	3.8±1.7	12.0±5.2	26.5± 9.7	24.5±10.3
TS-type	5	7.1±3.6	23.8±6.4	32.1±15.6	31.3±12.0
	15	11.0±4.0	21.0±3.7	26.0±13.2	32.4±11.0
	25	7.8±2.3	22.1±2.1	27.8± 4.5	29.7±12.0
	35	5.1±1.3	13.3±4.4	20.6± 8.0	19.7± 7.0
	Mean	7.8±2.8	20.0±4.2	26.6±10.3	28.3±10.5

각 염분에 따른 수온별 rotifer의 수명은 수온이 높을수록 짧아지는 경향을 보였으며 그 결과는 Table 5와 같다. L-type에 있어 15°C, 20°C, 25°C, 29°C에서 각 염분 시험구의 평균 수명은 각각 13.5, 12.8, 7.8 및 6.5일로 나타났으며, 수명이 가장 짧았던 시험구는 25‰구, 29°C에서 5.5일 이었고, 가장 길었던 것은 35‰구, 15°C에서 16.3일 이었다.

S-type의 경우 동일 수온조건에서 각 시험구별 평균 수명은 각각 10.4, 8.1, 7.6 및 6.2일 순으로 고수온으로 갈수록 수명이 짧고, 저수온에서는 길게 나타났으며 5‰구, 20°C에서 11.9일로 가장 길었고, 35‰구 29°C에서 5.4일로 가장 짧았다.

TS-type의 경우도 같은 수온조건하에서 각 시험구별 평균 수명은 각각 13.5, 9.9, 8.0 및 6.4일로 나타났으며, 수명이 가장 짧았던 시험구는 35‰구, 29°C에서 5.3 이었고, 가장 길었던 시험구는 25‰구, 15°C에서 16.3일이었다.

Table 5. Life span of three types of rotifer, *Brachionus plicatilis* cultured at various conditions

Types of rofiter	Salinity (%)	Life span (day)			
		15°C	20°C	25°C	29°C
L-type	5	13.9±4.0	12.0±3.3	7.0±1.5	6.7±2.1
	15	11.7±2.6	10.8±2.0	7.6±1.1	6.1±2.3
	25	11.9±2.4	13.7±4.0	8.2±0.8	5.5±1.4
	35	16.3±4.3	14.6±2.4	8.3±1.9	7.5±1.9
	Mean	13.5±3.3	12.8±2.9	7.8±1.3	6.5±1.9
S-type	5	11.1±2.9	11.9±2.8	8.8±2.8	6.6±1.5
	15	10.3±2.2	8.3±1.7	6.9±2.2	6.4±2.0
	25	10.1±3.4	6.3±3.1	7.0±1.7	6.4±2.1
	35	10.1±3.1	5.7±1.3	7.6±1.9	5.4±1.7
	Mean	10.4±2.9	8.1±2.2	7.6±2.2	6.2±1.8
TS-type	5	11.1±2.7	9.7±4.4	7.4±1.7	6.3±1.8
	15	12.5±3.8	10.0±2.4	7.4±2.8	7.4±1.9
	25	16.3±2.6	11.1±1.5	8.9±1.6	6.7±1.6
	35	13.9±2.5	8.7±1.1	8.4±1.4	5.3±1.7
	Mean	13.5±2.9	9.9±2.4	8.0±1.9	6.4±1.8

고 찰

Rotifer를 안정적으로 대량배양하여 유용 수산동물의 초기 먹이생물로서 이용하기 위해서는 rotifer 배양에 있어 생물학적 특성 및 번식생태에 관한 충분한 지식이 필요하다. 일반적으로 rotifer의 번식에 영향을 미치는 환경요인으로는 밀도를 비롯하여 수온, 염분, 수질 및 공존생물 등을 들 수 있다.

해산어류 종묘생산에서 주로 많이 이용되는 rotifer는 크게 small-type과 large -type이며 본 연구에 사용한 Thailand산 small-type은 1992년 Thailand에서 일본을 거쳐 도입되었으며, 아직까지 번식생태에 관한 연구보고는 미미한 실정이다. 이러한 rotifer의 증식은 형태적인 특징과 증식적응에 따라 상당한 차이를 보이고 있다(Yüfera 1982).

Rotifer는 일반적으로 25℃이상의 고수온 범위에서는 S-type이 높은 성장율을 보이고, 반면 저수온 범위에서는 L-type이 양호한 성장을 보인다고 알려져 왔다. 상승하는 수온이 rotifer의 번식을 촉진하며(慶德 1979), S-type의 경우 30℃이상에서 성장이 양호하여 고온종으로 알려져 있고(Hagiwara *et al.* 1988), 계절적 소장에 있어 저수온기에는 L-type이, 고수온기에는 S-type이 우점으로 나타나는 경향이 있다(Kokura *et al.* 1982). 趙(1989) 역시 22~27℃의 수온범위에서 고온에서는 S-type의 성장율이 높다고 보고 한 바 있다.

본 연구에서 평균 성장율은 L-type에 있어서는 수온 29℃조건에서 각 염분구에서 0.53~0.71 (평균)로 나타났고, S-type은 0.81~0.87 (평균), TS-type은 0.92~1.04 (평균)로 나타나 종간에 성장차이가 뚜렷하여 고수온조건에서 S-type이 L-type에 비해 성장이 빠르다는 위에서의 보고와 일치하였다. 최근 Hirayama and Rumengan (1993)은 rotifer의 번식양상은 수온과는 그다지 큰 관계가 없다고 보고하고 있어 앞으로 다양한 조건하에서 검토할 필요가 있다고 생각된다. 동일한 조건에서 TS-type의 경우 다른 두종과 달리 번식력이 빨라 단기간에 대량배양을 할 수 있는 가능성을 찾아볼 수 있었다.

Mustahal and Hirata (1991)는 L-type (YL 株)은 다른 주에 비해 저염분과 고염분 모두 높은 순응성을 나타내어 번식생태에 뚜렷한 차이는 발견할 수 없었다고 보고했다. 본 연구에서도 염분에 따른 성장차이는 S-type과 TS-type에 있어 20℃에서 염분간 유의차가 인정되었지만, L-type은 염분간 유의차가 인정되지 않아 이들의 보고와 일치하였다.

각 수온조건에서 최소산란연령을 보면 고수온인 29℃에서 L-type은 28시간, S-type은 24시간, TS-type은 22시간으로 TS-type에서 가장 빠르게 나타났고, 저수온인 15℃에서 L-type은 108시간, S-type은 135시간, TS-type은 122시간으로 L-type에서 가장 빠르게 관찰되었으며, 3 type 모두 고수온에서 빨랐으며, 저수온으로 갈수록 상당히 느린 경향을 보였다. 이러한 결과는 Mustahal *et al.* (1991)과 元(1992)의 연구 결과와 유사한 경향을 나타내고 있다.

총산란수는 저염분에서 높고, 고염분조건에서는 낮게 나타나며 L-type에 있어서는 rotifer의 계통에 따라 약간의 차이가 생기며(Mustahal and Hirata 1991), 저염분구인 15‰구에서 3 type 모두 높게 나타났다고 보고하고 있다(元 1992). 본 연구에서도 S-type과 TS-type의 경우 25℃, 5‰구에서 각각 36.5, 32.1개체를 보였고, 35‰구에서는 각각 22.6, 20.6개체를 보여 저염분구에서 다소 높게 나타났다. 그러나 L-type은 5‰, 35‰구에서 각각 12.6, 12.7개체로 비슷한 경향을 보였다.

Mustahal *et al.* (1991)은 L-type, S-type 모두 25℃에서 각각 24개체, 23개체로 다산하였지만 그다지 온도에 따라 큰 차이는 발생하지 않는다고 보고 하였으나 본 연구에서는 L-type은 20℃에서 21개체, S-type은 25℃에서 27개체로서 높게 나타났으며, TS-type은 29℃에서 28.3개체로서 3 type 중에서 최대치를 나타냈다. 이러한 현상은 종의 번식특성에 따라 수온조건이 산란양상에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

일반적으로 rotifer의 수명은 고수온 조건하에서 짧고, 저수온 조건에서는 길다고 알려져 왔다. 사육수온에 따른 rotifer의 수명은 L-type과 S-type 모두 저수온(15℃)에서 고수온(35℃)보다도 2~3배 길었다(Mustahal *et al.* 1991).

본 연구 결과에서도 L-type은 15℃, 20℃, 25℃ 및 29℃에서 각각 13.5일, 12.8일, 7.8일, 6.5일로 고수온으로 갈수록 수명이 짧았으며, S-type 에서도 15℃에서 10.4일로 가장 길었으며, 29℃에서 6.2일로 가장 짧은 수명을 보였고, TS-type에 있어서는 15℃는 29℃에 비해 평균 2배정도 수명이 길게 나타나 상기 보고와 일치하고 있다. 그리고 Mustahal and Hirata (1991)의 株別 염분순응성 실험에서 S-type에 비해 L-type이 수명이 길다고 보고 하였고, 元(1992)의 연구에서도 이와 유사한 결과를 보고했다. 본 연구에서도 L-type과 TS-type은 6~13일로 비슷한 수명을 보인 반면 S-type은 6

~10일로 짧게 나타나 앞에서의 보고와 일치된 경향이었다.

이러한 결과를 통해서 TS-type은 저온, 저염분조건에서도 높은 산란수를 보여 L-type, S-type에 비해 환경순응성이 높다고 판단되며, 앞으로 내구란 형성에 관한 구체적인 연구와 지방산조성 등 영양적인 측면에 관해서도 충분한 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

해산어류 종묘생산시 초기단계 먹이생물로서 많이 이용되고 있는 rotifer, *Brachionus plicatilis* 의 large (L)-type, small (S)-type, thailand small (TS)-type에 대한 수온과 염분별 성장율, 최초산란 연령, 수명 및 총산란수 등에 관해 조사한 결과는 다음과 같다.

각 염분(5%, 15%, 25%, 35%)에 따른 개체군 성장은 L-type은 25℃와 29℃에서 비교적 양호한 성장을 보였으며 평균성장율은 0.53~0.71이었고, S-type과 TS-type은 29℃에서 각각 0.81~0.87, 0.92~1.04였다.

최초산란연령은 3 type 모두 저염분, 고수온조건에서 빨랐으며 L-type은 15%구, 29℃에서 22.7시간, S-type은 15%구, 29℃에서 18시간, TS-type은 5%구, 29℃에서 18.8시간이었다.

총산란수는 3 type 모두 25℃와 29℃조건하에서 다산하였고, TS-type에 있어 29℃에서 평균 28.3 개체로 최대치를 나타냈고, S-type은 15℃에서 평균 7.8개체로 가장 낮은 산란수를 나타냈다. 수명은 고수온에서는 짧고, 저수온에서는 길었으며 L-type과 TS-type에 있어 15℃에서 평균 13.5일로 가장 길었고, S-type은 29℃에서 평균 6.2일로 가장 짧았다.

참 고 문 헌

- Fukusho, K. and M. Okauchi. 1983. Sympatry in natural distribution of the two strains of a rotifer, *Brachionus plicatilis*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. 4: 135~138.
- Hagiwara, A., A. Hino and R. Hirano. 1988. Effects of temperature and chlorinity on resting egg formation in the rotifer, *Brachionus plicatilis*. Nippon Suisan Gakkaishi 54: 569~575.
- Hino, A. and R. Hirano. 1977. Ecological studies on the mechanism of bisexual reproduction in the rotifer, *Brachionus plicatilis* (II). Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 43: 1147~1155.
- Hino, A. and R. Hirano. 1988. Relationship between water chlorinity and bisexual reproduction rate in rotifer, *Brachionus plicatilis*. Nippon Suisan Gakkaishi 54: 1329~1332.
- Hirayama, K. and I. F. M. Rumengan. 1993. The fecundity patterns of S and L type rotifer of *Brachionus plicatilis*. Hydrobiologia 255/256: 153~157.
- Hirayama, K. and S. Ogawa. 1972. Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture- I. Filter feeding of rotifer. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 38: 1207~1214.
- Kokura, T., T. Ogawa and C. Kitajima. 1982. The seasonal variation in the appearance of L- and S-type, and the relationship between the changes in size and changes in density of the rotifer, *Brachionus plicatilis* O. F. Müller. Bull. Nagasaki Pref. Inst. Fish. 8: 147~152.
- Lubzens, E., G. Minkoff and S. Marom. 1985. Salinity dependence of sexual and asexual reproduction in the rotifer *Brachionus plicatilis*. Mar. Biol. 85: 123~126.
- Mustahal, S. and H. Hirata. 1991. Adaptability of five strains of the rotifer, *Brachionus plicatilis* at

- various salinities. Suisanzoshoku 39: 447~453.
- Mustahal, S., Y. Nishioka, S. Yamasaki and H. Hirata. 1991. A trial of species improvement in culture of the rotifer, *Brachionus plicatilis* by temperature control and steady state of feeding. Suisanzoshoku 39: 295~301.
- Nie, N. H., C. H. Hull, J. G. Jenkins, K. Steinbrenner and D. H. Bent. 1975. SPSS : Statistical Package for the Social Sciences, 2nd ed. McGraw Hill, New York, NY, U.S.A. 675pp.
- Snell, T. W. 1986. Effect of temperature, salinity and food level on sexual and asexual reproduction in *Brachionus plicatilis* (Rotifera). Mar. Biol. 92: 157~162.
- Stein. 1973. Growth measurements. Phycol. meth. 314~319.
- Tomas, C., S. B. Hur and H. J. Kim. 1993. Lifespan and fecundity of three types of rotifer, *Brachionus plicatilis* by an individual culture. Bull. Kor. Fish. Soc. 26: 511~518.
- Yüfera, M. 1982. Morphometric characterization of a small-size strain of *Brachionus plicatilis* in culture. Aquaculture 27 : 55~61.
- 趙殷涉. 1989. Large-type 및 Small-type rotifer의 繁殖生態 및 魚類仔魚 먹이로서의 效率. 釜山水產大學 碩士學位論文, 31p.
- 鄭相喆 · 卞忠圭. 1985. 먹이生物 大量生産에 관한 研究. 濟州大 海資研報. 9: 1~12.
- 吳羽尙壽 · 天下谷昭文. 1978. ワムシの個體群繁殖に關する 實驗的研究(II). 水産増殖 26: 88~95.
- 宮木廉夫 · 多部田 修. 1991. タイ國産 S型ワムシのシロギス初期餌料としての有効性. 長崎縣水産試験場研究報告 17: 43~46.
- 文榮鳳. 1980. 輪蟲의 連續反復 收穫을 爲한 適正輪蟲 接種密度와 適正 Chlorella 濃도에 對하여. 韓國水産學會誌, 14, 86~93.
- 元承煥. 1992. 5種의 微細藻類와 Rotifer, *Brachionus plicatilis*의 成長에 관한 研究. 濟州大學校 大學院 碩士學位論文, 27~28.
- 慶德尙壽. 1979. ワムシの個體群繁殖に關する 實驗的研究(IV). 水産増殖 27: 142~144.