

## 배양조건에 따른 물벼룩의 개체생산 특성

최 성 현 · 임 병 진\*

(국립환경연구원)

Reproduction of Water Flea by the Culture Conditions. Choe, Sung-Hun and Byung-Jin Lim\* (National Institute of Environmental Research, Incheon 404-170, Korea)

Four species of water fleas (*Daphnia magna*, *Daphnia pulex*, *Daphnia galeata*, and *Moina macrocopa*) were examined for the clarification of their reproduction with culture conditions. The reproduction tests of water flea by the culture conditions were carried out. For the comparison of the reproduction rate, five media (manure-soil medium, DIN medium, M4 medium, EPA medium, fertilizer medium) were applied to determine the best medium. *Daphnia magna*, *Daphnia pulex*, and *Moina macrocopa* were appeared the best reproduction in the manure-soil medium at 20°C. The lifespan and young reproduction were better in manure-soil medium than the others. But *Daphnia galeata* was lived for 34 days in the fertilizer medium at 20°C. The culture of *Daphnia galeata* was difficult to rear than the other species. In the current study, the microcystin of *Microcystis* sp. did not particularly affect on the survival of water fleas. But the lifespan was short and the reproduction rate was low. Therefore water flea have a preference for *Scenedesmus* sp. than *Microcystis* sp. On the condition of the feeding *Scenedesmus* sp., all examined water fleas appeared to have the longest lifespan and the most young water fleas produced at any medium and temperature as compared with the feeding the *Microcystis* sp. For the culture temperature, the lifespan was longer on 20°C than 15°C.

Key words : water flea, reproduction, culture condition

### 서 론

물벼룩은 호소생태계에서 식물플랑크톤을 섭식하는 미세초식자로서 생물생산 및 물질순환 과정에서 중요한 역할을 담당하고 있고 하천, 호수, 연못 등 거의 모든 수역에서 생활하고 있으며 주로 단위생식을 통해 증식하고 있다(Schram, 1986).

Urabe (1991)는 수생태계의 먹이사슬에서 물벼룩이 차지하는 역할을 규명하기 위하여 *Daphnia*속과 *Bosmina*속간의 이차생산력, 생식특성 등의 연구를 수행하였다. 국내에서는 임 (1992)이 *Daphnia galeata*를 대상으로 물

벼룩의 생육특성을 조사한 바 있고 이후 Kim *et al.* (1994)이 *Moina irrasa*를 사용하여 생육특성을 연구하였으며 Yoo and Nam (1996)은 *Moina irrasa*의 성장과 생식에 대한 연구를 하였다. 또한 Yun and Kim (2000)은 요각류인 *Eucyclops serrulatus*의 생식과 성장에 대한 연구를 하였다.

최근에는 이들 물벼룩의 생육특성을 응용하여 상수원의 수질오염에 의한 피해를 사전에 방지할 목적으로 수질감시 장치에 물고기나 물벼룩을 이용하고 있다(최, 1997, 1999). 또한 물벼룩을 이용한 수질평가에 큰물벼룩(*Daphnia magna*)을 사용하고 있다(Arthur *et al.*, 1971). 이 큰물벼룩은 생태학적 연구에서 기록된 바 있

\* Corresponding author: Tel: 032-560-7408, Fax: 032-568-2041, E-mail: limnolim@hanmail.net

으나 분류학적으로 검증되지 않아 국내에 서식하지 않는 걸로 되어 있다(김, 1988). 그러나 독성실험에 사용하는 국제적으로 공인된 시험생물이며, 국내에서도 많이 사용하고 있다. 따라서 국내산 물벼룩의 사용가능성을 검토할 필요가 있으며 이를 위하여 우선 국내산 물벼룩의 배양특성이 조사되어야 할 것이다. 따라서 본 연구는 큰물벼룩 및 국내산 물벼룩을 대상으로 여러가지 배양 방법을 비교 분석하여 향후 물벼룩의 배양 및 생물검정 등 물벼룩을 활용한 실험 등에 필요한 기초자료를 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험용 물벼룩 선정 및 채집

금번 연구에 이용한 물벼룩은 국내 호소에서 널리 분포하고 있는 *Daphnia galeata*를 비롯하여 *Daphnia pulex*, 세계적 공시종인 *Daphnia magna* 등 *Daphnia*속 3종과 *Moina*속의 *Moina macrocopa* 1종 등 총 4종을 선정하여 실험에 이용하였다. *D. galeata*는 팔당호에서 지속적으로 물벼룩의 분포조사를 통하여 확보하였으며, *D. pulex*는 경남대학교에서 계대배양하던 것을 분양받아 실험에 사용하였다. *M. macrocopa*는 춘천의 배수지에서 채집하였으며 외국산 물벼룩인 *D. magna*는 한강물환경연구소에서 10년간 계대배양해 온 것을 사용하였다. 국내산 물벼룩은 채집 후 한달 이상 실험실내 20°C에서 순응시킨 후 사용하였다.

### 2. 물벼룩의 배양액 및 먹이

배양액의 종류에 따른 물벼룩의 생식 특성을 파악하기 위하여 퇴비를 이용한 배양액 (APHA, 1989), DIN 배양액 (DIN, 1989), M4 배양액 (Elenndt, 1990; OECD, 2000), EPA 배양액 (US EPA, 1985) 및 벼농사용 복합비료를 이용한 배양액 (최 등, 1994)을 사용하였으며, 먹이는 단세포 녹조류 *Scenedesmus sp.*를 1마리에 대하여 1일 1 ml (약 10<sup>4</sup> cells/ml)씩 제공하였다. 또한 배양온도는 항온항습실에서 15°C 및 20°C로 유지하였다.

먹이에 따른 물벼룩의 생육특성 조사는 녹조류와 남조류로 구분하여 *Microcystis sp.*만을 먹이로 주입한 경우, *Scenedesmus sp.*만을 먹이로 한 경우로 실험하였으며 온도는 20°C에서 사육하면서 물벼룩의 새끼 발생량 실험을 통하여 환경조건에 따른 물벼룩의 생육·생식 특성을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 물벼룩의 배양액별 생육특성

#### 1) *Daphnia magna*

서로 다른 배양액에 따라 20°C에서 배양한 결과, 비료를 이용한 배양액과 EPA에 따른 배양액에서는 각각 23일, 14일 밖에 생존하지 못하였다. 이에 비하여 DIN배양액과 M4배양액에서는 각각 41일, 46일간 생존하였으며 퇴비를 이용한 배양액에서는 가장 긴 128일간 생존하여 *D. magna*에 대하여는 퇴비를 이용한 배양액이 가장 오랫동안 사육할 수 있음을 알 수 있었다. 이에 비해 자연계에서 생존일수가 25°C에서 약 40일, 20°C에서 약 56일 (US EPA, 1985)로서 M4배양액과 유사한 생존일수를 보였다. 보편적으로 개체발생수는 생존기간에 따라 증가하였는데, 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 생존기간 중 한 개체의 새끼도 발생하지 않았으며, DIN배양액과 M4배양액에서는 최초 발생에서 사망시까지 각각 69개체, 133개체의 새끼를 발생하였다. 이에 비해 퇴비를 이용한 배양액에서는 생존기간 중 가장 많은 총 588개체의 새끼를 발생하여 가장 효과적인 배양액임을 알 수 있었다. 한 육방 (brood)내의 새끼 발생수로 보았을 때도 DIN배양액에서 9.9개체, M4배양액에서는 14.8개체를 생산한데 비하여 퇴비를 이용한 배양액에서는 평균 17.3개체를 생산하여 퇴비를 이용한 배양액이 가장 효과적인 조건인 것으로 나타났다 (Fig. 1). 이는 자연생태에서 한 육방내 개체 생산수가 6~10개체 (US EPA, 1985)인 것에 비해서도 상당한 차이를 보이는 것이다.

#### 2) *Daphnia pulex*

20°C에서의 총 생존기간은 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 7일에 불과하였으며, 나머지 세 배양액은 35~38일로 생존기간이 유사하였다. 그러나 이들 세 배양액에서도 총 개체 발생수는 상당한 차이를 나타내었는데 퇴비를 이용한 배양액에서는 총 196개체의 새끼가 발생된 반면에 DIN배양액과 M4배양액에서는 각각 55, 70개체가 생산되었다. US EPA (1985) 보고에 따르면 *D. pulex*는 20°C에서 약 50일간 생존하였으며 그동안에 발생된 개체수는 *D. magna*와 유사한 6~10개체가 발생되었다. 개체발생수를 한 육방당 평균 개체발생수로 환산한 결과, DIN배양액과 M4배양액에서는 각각 11, 11.7개체로 유사하였으나 퇴비를 이용한 배양액에서는 24.5개체로 한 육방당 2배 이상 많은 개체가 발생하여 *D. pulex*의 배양에서도 퇴비를 이용한 배양액이 가장

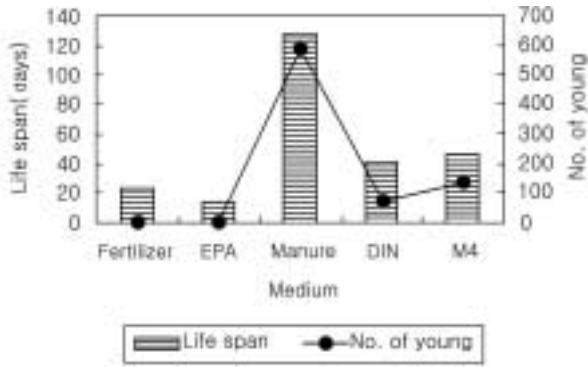


Fig. 1. Reproduction of *D. magna* in each medium.

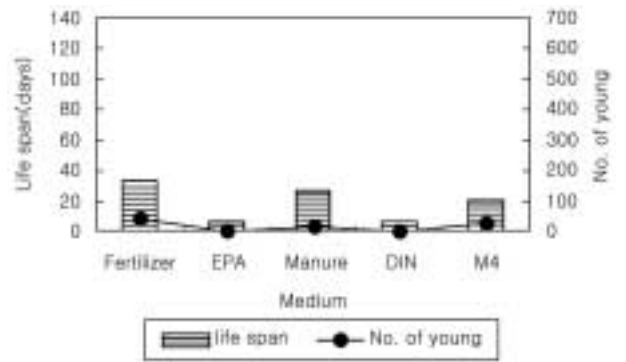


Fig. 3. Reproduction of *D. galeata* in each medium.

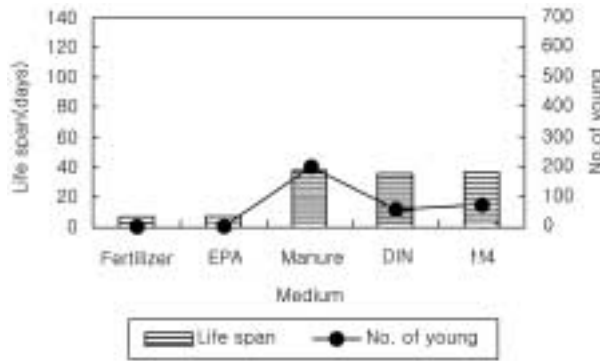


Fig. 2. Reproduction of *D. pulex* in each medium.

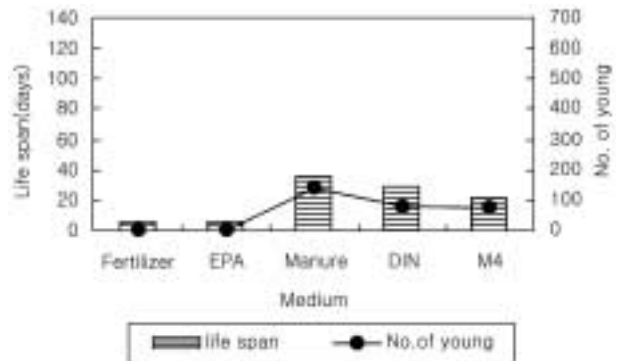


Fig. 4. Reproduction of *M. macrocopa* in each medium.

좋은 효과를 나타내었다. 그러나 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 단지 7일만 생존하고 성체가 되기 전에 사멸되었다(Fig. 2).

### 3) *Daphnia galeata*

퇴비를 이용한 배양액에서는 평균적으로 한 욕방내 5 개체의 새끼가 발생되었으며 비료를 이용한 배양액에서는 평균 8.4개체, M4배양액에서는 평균 14.5개체의 새끼를 발생하였다. 이 결과에 의하면 M4배양액에서의 평균 개체발생량이 많은 것으로 나타났으나 adult instar는 단 2회에 불과하여 상대적으로 5회의 adult instar가 있었던 비료를 이용한 배양액이 보다 효과적인 배양액인 것으로 보인다. 그러나 이 종은 비료를 이용한 배양액에서도 35일 정도만 생존하였고 총 생존기간 중에 생산된 개체수도 42개체에 불과하였으며, 두번째로 생존기간이 긴 퇴비를 이용한 배양액에서도 27일 동안 총 15개체의 새끼가 발생되어 *D. galeata*의 배양이 쉽지 않음을 알 수 있었다(Fig. 3). 한편 임(1992)은 동종을 대상으로 현장에서 채수해 온 시료를 여과하여 실험실내에

서 배양한 결과 평균 20일(최대 40일)정도 생존한 것으로 보고하였다.

### 4) *Moina macrocopa*

상대적으로 오수성 수체에 서식하는 *M. macrocopa*는 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 증식이 곤란하여 5일만에 죽었으며 M4배양액에서는 21일, DIN배양액에서는 29일간 생존하였다. 이에 비하여 퇴비를 이용한 배양액에서는 35일을 생존하여 이 배양액이 가장 효과적으로 사육할 수 있는 조건으로 나타났다. 그리고 M4배양액, DIN배양액에서 생존기간 동안 각각 74, 78개체의 새끼가 발생되었으나 퇴비를 이용한 배양액에서는 138개체를 생산하였다. 한 욕방당 개체발생수는 M4배양액에서 가장 많은 24.7개체가 발생되었으며 DIN배양액과 퇴비를 이용한 배양액에서는 한 욕방당 각각 15.6, 19.7개체의 새끼가 발생되었다(Fig. 4).

이러한 결과를 종합해 보면 *D. magna*, *D. pulex*, *M. macrocopa*는 퇴비를 이용한 배양액으로 배양하는 것이 생존기간과 개체 발생 수 측면에서 가장 효과적임을 알

수 있었고, 이에 비하여 *D. galeata*는 비료를 이용한 배양액에서 가장 효과적인 성장률을 보였다. 하지만 *D. galeata*는 전반적으로 배양하기가 곤란하였으며 배양기간 동안의 새끼 발생빈도도 상대적으로 다른 시험생물에 비해 낮았다.

2. 먹이에 따른 생식 특성

1) *D. magna*

Table 1에 나타난 바와 같이 퇴비를 이용한 배양액에서 큰물벼룩의 생존기간은 *Microcystis sp.*만을 먹이로 공급한 경우는 69일이었던 반면 *Scenedesmus sp.*만을 공급한 경우는 128일이었으며 생존기간 동안 1개체당 생산된 총 개체수도 *Microcystis sp.*를 공급한 수조에 비해, *Scenedesmus sp.*를 공급한 수조에서 생존기간이 긴 만큼 5배 이상 많은 새끼를 생산하였다. 이는 매번 새끼를 낳을 때마다 *Microcystis sp.*만을 공급한 경우 성체한 개체가 10.1개체의 새끼를, *Scenedesmus sp.*만을 공급한 경우는 26.7개체의 새끼를 낳은 셈이다. 이러한 경향은 instar (탈피와 탈피사이의 기간) 비교에서도 명확하게 구분되는데 *Microcystis sp.*만을 제공한 수조의 물벼룩은 평균 5.8일의 instar를 가지며, 정상적으로 물벼룩이 배양되었다고 볼 수 있는 *Scenedesmus sp.*를 공급한 수조의 물벼룩은 5.5일로 다소 짧은 instar를 가졌다. 한편 DIN배양액에서는 총 생존기간 45일 동안에 35개체의 새끼를 발생시켰고 한 육방당 7개체의 새끼가 생산되었다. 그러나 EPA배양액에서는 15일, 비료를 이용한 배양액에서는 12일 밖에 생존하지 않았으며 개체 발생 역시 없어 이들 배양액은 큰물벼룩의 배양에 적합하지 않은 것으로 사료된다.

2) *Daphnia pulex*

20°C에서 녹조류 *Scenedesmus sp.*를 먹이로 제공한 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 생존기간이 불과 7일 밖에 되지 않았다. 퇴비를 이용한 배양액, DIN배양액 및 M4배양액에서도 생존기간이 각각 38, 35, 36일이었으며 20°C에서 남조류 *Microcystis sp.*를 제공한 경우는 생존기간이 각각 28, 21, 28일로 녹조류를 먹이로 제공한 경우에 더 오랜 기간 생존함을 알 수 있었다. Table 2에서 나타난 바와 같이 퇴비를 이용한 배양액에서는 녹조류를 먹이로 한 경우가 총 196개체를 생산하여 152개체를 생산한 남조류를 먹이로 사용한 경우보다 유리하였으나 M4배양액에서는 먹이에 따른 개체생산이 차이를 보이지 않았다. 그러나 다른 실험에 비해 특이한 것은 DIN배양액에서 녹조류를 제공한 경우는 총 55개

Table 1. Results of *D. magna* culture in manure medium.

Food material	<i>Microcystis sp.</i>	<i>Scenedesmus sp.</i>
Life span	69 days	128 days
Total number of young	99	588
No. of young per brood	10.1	26.7
Instar duration	5.8 days	5.5 days
Total instar	13 times	25 times

Table 2. Results of *D. pulex* culture in manure medium.

Food material	<i>Microcystis sp.</i>	<i>Scenedesmus sp.</i>
Life span	33 days	38 days
Total number of young	152	196
No. of young per brood	21.7	24.5
Instar duration	3.4 days	3.6 days
Total instar	9 times	10 times

체의 발생이 있었으나 남조류를 먹이로 제공한 경우는 총 104개체생산이 있어 남조류를 제공한 경우가 녹조류를 제공한 경우보다 더 유리하게 나타났다.

3) *Daphnia galeata*

*D. galeata*를 20°C에서 *Scenedesmus sp.*를 먹이로 제공하면서 5종의 배양액에서 배양한 결과, 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 제대로 성장하지 못하여 7일간 생존하였으며 M4배양액에서 21일을, DIN배양액에서 27일을 그리고 퇴비를 이용한 배양액에서 34일 생존하였으며 이 기간 동안 생산한 개체는 각각 29, 15, 42개체에 달하였다. 20°C에서 *Microcystis sp.*를 먹이로 제공한 경우는 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서 4일간 생존하였고 퇴비를 이용한 배양액과 DIN배양액에서도 6일 밖에 살지 못하였다 (Table 3). 이에 비해 M4배양액에서는 17일을 생존하였지만 개체의 생산은 없었다. 결국 *Microcystis sp.*를 먹이로 제공받은 물벼룩은 배양액에 상관없이 개체 생산이 없음을 확인하였다. 따라서 남조류보다는 녹조류를 먹이로 제공하는 것이 물벼룩의 성장과 개체생산에 유용함을 확인할 수 있었으며 물벼룩의 먹이로 녹조류를 제공하는 것이 보다 유리함을 알 수 있었다.

4) *Moina macrocopa*

*Scenedesmus sp.*를 제공한 경우와 *Microcystis sp.*를 제공한 경우 모두 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 5~7일 밖에 생존하지 못하여 정상적인 성장을 기대할 수 없었다. 그러나 퇴비를 이용한 배양액, DIN배양액 및 M4배양액에서는 *Scenedesmus sp.*를 먹이로 제공한 경우 각각 35, 29, 21일간 생존하였으며 *Microcystis*

**Table 3.** Results of *D. galeata* culture in manure medium.

Food material	<i>Microcystis</i> sp.	<i>Scenedesmus</i> sp.
Life span	6 days	34 days
Total number of young	0	42
No. of young per brood	0	8.4
Instar duration	-	4.4 days
Total instar	0 time	7 times

**Table 4.** Results of *M. macrocopa* culture in manure medium.

Food material	<i>Microcystis</i> sp.	<i>Scenedesmus</i> sp.
Life span	28 days	38 days
Total number of young	49	138
No. of young per brood	9.8	19.7
Instar duration	3.9	3.1 days
Total instar	7 times	9 times

sp.를 먹이로 제공한 경우는 각각 28, 21, 28일간 생존하여 *Scenedesmus* sp.를 제공한 조건에서의 생존기간이 다소 길었다. 이에 비해 개체생산량은 상당한 차이를 보였는데 20°C에서 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 개체 생산이 전혀 없었으나 퇴비를 이용한 배양액, DIN배양액 및 M4배양액에서는 *Scenedesmus* sp.를 먹이로 제공한 경우 각각 138, 78, 74마리의 개체를 생산하였으며 *Microcystis* sp.를 먹이로 제공한 경우는 각각 49, 18, 49마리의 개체를 생산하여 *Scenedesmus* sp.를 먹이로 사용하는 것이 훨씬 유리함을 알 수 있었으며 그 중에서도 퇴비를 이용한 배양액에서 녹조류를 먹이로 제공하는 것이 가장 이상적임을 확인하였다 (Table 4).

### 3. 온도에 따른 생식 특성

Table 5에서는 *Scenedesmus* sp.를 먹이로 사용하여 15°C와 20°C에서 여러 가지 배양액으로 배양한 결과로 시험생물별 온도변화에 따른 생식특성을 나타내었다.

#### 1) *Daphnia magna*

생존기간은 배양온도에 따라 상당한 차이가 있었으며 특히 비료를 이용한 배양액, EPA배양액과 퇴비를 이용한 배양액에서 더 뚜렷하였다. 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액의 경우, 15°C에서는 공히 3일간만 생존하였으나 20°C에서는 각각 23, 14일 동안 생존하였다. 퇴비를 이용한 배양액에서는 15°C에서 39일간, 20°C에서 98일간 생존하여 가장 큰 격차를 보였다. 이러한 생존기간 동안 생산한 어린 개체는 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 온도에 따른 생존기간이 다름에도 불구하고

**Table 5.** Characteristics of water flea reproduction according to the temperature in various medium.

Test species	Temp.	Parameter	Fertilizer	EPA	Manure	DIN	M4
<i>D. magna</i>	15°C	Life span (days)	3	3	39	62	57
		Number of young	-	-	101	97	-
	20°C	Life span (days)	23	14	128	41	46
		Number of young	-	-	588	69	133
<i>D. pulex</i>	15°C	Life span (days)	3	3	30	74	58
		Number of young	-	-	47	133	71
	20°C	Life span (days)	7	7	38	35	36
		Number of young	-	-	196	55	70
<i>D. galeata</i>	15°C	Life span (days)	3	3	30	30	48
		Number of young	-	-	12	5	13
	20°C	Life span (days)	34	7	27	7	21
		Number of young	42	-	15	-	29
<i>M. macrocopa</i>	15°C	Life span (days)	3	3	30	30	30
		Number of young	-	-	39	21	15
	20°C	Life span (days)	5	5	35	29	21
		Number of young	-	-	138	78	74

고 한 마리도 없었다. DIN배양액과 M4배양액에서도 15°C에서는 생존기간이 각각 72, 57일임에도 불구하고 역시 한 마리의 개체도 생산되지 않았다. 그러나 20°C에서는 35일, 57일로 상대적으로 생존기간이 짧았으나 어린 개체는 각각 69, 133마리를 생산하여 온도가 증가할수록 대사활동이 활발하여 개체의 생산이 유리해 짐을 알 수 있었다. 특히 퇴비를 이용한 배양액에서는 15°C에서는 39일 동안 생육하며 101마리의 개체를 발생하였으나 20°C에서는 128일간 생육하며 588마리의 개체를 생산하여 20°C에서의 배양이 생존기간과 개체발생에 있어 더 유리함을 확인하였다. 따라서 *D. magna*는 20°C의 퇴비를 이용한 배양액에서 배양함이 가장 좋고 이어 20°C의 M4배양액도 개체 생산이 양호하였다.

#### 2) *Daphnia pulex*

*D. pulex*의 배양에서도 역시 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액은 온도에 상관없이 개체발생이 없었으며 생존기간도 15°C에서 3일, 20°C에서 7일로 매우 짧았다. 그러나 퇴비를 이용한 배양액, DIN배양액과 M4배양액에서 배양한 경우는 배양온도에 따라 다소 차이는 있으나 모두 30일 이상 생육하였고 20°C보다는 15°C에서 생육기간이 다소 더 긴 것으로 나타났다. DIN배양액으로 배양한 경우는 20°C에 비해 15°C에서 배양하였을 때 생육기간이 2배 이상 길었고(35 : 74일) 개체 생산량 역시 2배 이상 많았다(55 : 133). 20°C의 퇴비를 이용한 배양액에서는 15°C에 비해 생존일수가 8일만 더 길었으

나 개체 생산량은 약 4배 정도 차이가 있어 역시 온도가 높을수록 신진대사가 활발하여 생식에도 영향을 미침을 알 수 있었다. 이에 비해 M4배양액에서는 EPA배양액에서와 마찬가지로 20°C보다는 15°C에서 더 오래 생육하였으나 개체 생산량은 거의 동일하여 상대적으로 높은 온도에서의 신진대사가 활발함을 확인할 수 있었다. 따라서 *D. pulex*는 20°C의 퇴비를 이용한 배양액에서 배양하는 것이 가장 효과적임을 알 수 있었다.

**3) *Daphnia galeata***

다른 물벼룩과 마찬가지로 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 생존기간도 짧고 개체생산도 없었다. 나머지 세 배양액에서도 생존기간이 50일을 초과하지 않았으나 M4배양액에서 가장 긴 48일을 생육하였다. 생존기간이 짧아 개체생산량 역시 상대적으로 적었는데 개체 생산이 가장 많은 배양액은 퇴비를 이용한 배양액으로 총 개체 발생수는 42마리에 달했다. 이에 비해 DIN 배양액에서는 온도별 생존기간이 비슷하나 개체 발생수는 15°C에서 5마리, 20°C에서 15마리로 상당한 격차를 보였다. 따라서 *D. galeata*도 20°C의 퇴비를 이용한 배양액에서 배양하는 것이 가장 효과적임을 알 수 있었다.

**4) *Moina macrocopa***

다른 물벼룩과 마찬가지로 비료를 이용한 배양액과 EPA배양액에서는 생존기간도 짧고 개체생산도 없었다. 나머지 세 배양액에서의 생존기간은 30일로 조사되었고 이 기간동안 발생한 개체는 21~28마리였으며 퇴비를 이용한 배양액과 M4배양액에서는 가장 많은 28마리의 개체가 발생되었다. 이에 따라 *M. macrocopa*는 20°C의 퇴비를 이용한 배양액 또는 M4배양액이 가장 좋은 조건임이 확인되었다.

전반적으로 *Scenedesmus sp.*를 먹이로 사용하여 15°C와 20°C에서 여러 가지 배양액으로 배양특성 실험을 한 결과 15°C에서보다는 20°C에서 배양하는 것이 더 효과적임을 알 수 있었다. 특히 *Scenedesmus sp.*를 먹이로 사용하여 15°C에서 퇴비를 이용한 배양액으로 배양한 결과, *D. magna*의 생존기간은 39일, *D. pulex*는 30일로 *D. magna*의 생존기간이 더 길었으며, 20°C에서의 배양에서는 *D. magna*가 128일 동안 생존하였고, *D. pulex*는 38일 동안 생존하여 역시 20°C에서의 배양이 더 효과가 있었다. 또한 생존기간동안의 개체 발생수는 15°C에서는 *D. magna*가 101개체, *D. pulex*는 47개체였고 20°C에서는 *D. magna*가 588개체, *D. pulex*가 196개체로서 역시 15°C보다는 20°C에서 배양하는 것이 더 좋은 결과를 보였다.

**적 요**

국내산 물벼룩의 배양조건에 따른 개체 생산특성을 비교하고 최적 배양환경 조건을 도출하기 위하여 배양조건에 따른 물벼룩의 개체생산특성을 조사하였다. *Daphnia magna*, *D. pulex*, *Moina macrocopa*는 퇴비를 이용한 배양액으로 배양하는 것이 생존기간과 개체 발생 수 측면에서 가장 효과가 좋았으며 *D. galeata*는 이와는 달리 비료를 이용한 배양액에서 가장 성장률이 좋았다. *D. galeata*는 전반적으로 배양이 어려웠으며 배양기간 동안의 새끼 발생도 적어 인공 배양시에 상당한 관심이 요구되었다. 남조류 *Microcystis sp.*의 microcystin이라는 독소는 포유류를 비롯한 여러 생물에게 직접적인 영향을 미치는 것으로 밝혀졌으나 금번 실험에서는 물벼룩의 생존여부에 대해서는 독소의 영향이 크게 나타나지 않았다. 또한 남조류 *Microcystis sp.*를 공급받은 물벼룩은 제한된 먹이 제공으로 적은 양의 *Microcystis sp.*를 불가피하게 섭취함으로써 상대적으로 생존기간이 짧았으며 개체 생산율도 낮았다. *Scenedesmus sp.*를 먹이로 공급한 경우는 물벼룩의 종류와 배양액의 종류에 상관없이 *Microcystis sp.*를 먹이로 공급한 경우보다 생존기간이 길고 개체발생수도 많았다. 각 물벼룩은 20°C에서 보다 더 생존기간이 길고 더 많은 개체를 발생하여 물벼룩 배양은 15°C보다 20°C가 적절함이 확인되었다. 이러한 결과를 토대로 볼 때 *D. galeata*와 *M. macrocopa*는 물벼룩을 이용한 수질감시와 독성실험에 사용하기에 어려움이 많은 종이며 기존에 사용하고 있는 *D. magna*와 국내에서도 분포하고 있는 *D. pulex*를 사용하는 것이 용이할 것으로 사료된다.

**인 용 문 헌**

김일희. 1988. 한국 담수산 물벼룩류에 대한 검색표, 한국동물분류학회지 특간 2: 43-65.  
 임병진. 1992. 한강 하류계에서 동물플랑크톤 군집의 생태학적 연구. 한양대학교 대학원 박사학위 논문. 193p  
 최성현 등. 1994. 종합수질자동측정시설 시범운영결과 보고, 호소수질연구소. 413p  
 최성현. 1997. 수질모니터링을 위한 생물경보장치에의 시범운영, 제25회 세계환경의 날 기념세미나.  
 최성현. 1999. 물고기를 이용한 수질감시장치에의 버들개 이용, 환경자료집 제2권, 국립환경연구원. 884-890.  
 Arthur, L. and Jr. Buikema. 1971. Oxygen consumption of the cladoceran, *Daphnia Pulex*, as a function of body

- size, light and light acclimation. *Biochem. Physiol.* **42**: 877-888
- APHA. 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17th edition.
- DIN. 1989. DIN 38412 Teil 30, Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung.
- Elendt, B.P. 1990. Selenium deficiency in Crustacea—An ultrastructural approach to antennal damage in *Daphnia magna* straus, *Ph\rotoplasma*, **154**: 25-33.
- Kim, S.W., K.I. Yoo, and C.I. Choi. 1994. Preliminary note on the biology of a freshwater cladoceran *Moina irrasa*. *Korean J. Limnol.* **27**: 285-290.
- OECD. 2000. OECD Guidelines for testing of chemicals: 202
- Peter, R.H. 1987. *Daphnia* culture. In *Daphnia: Memorie dell'istituto italiano di idrobiologia* (R. de Bernardi *et al.*), Vol. 45.
- Schram, F.R. 1986. Crustacea. Oxford Univ. Press. New York. 606p.
- Urabe, J. 1991. Effect of food concentration on growth, reproduction and survivorship of *Bosmina longirostris* (Cladocera): an experimental study. *Freshwater Biology.* **25**: 1-8.
- US Environmental Protection Agency. 1985. Methods for measuring the acute toxicity of effluent to freshwater and marine organisms (3th edition), EPA-600/4-85-013
- Yoo, K.I. and H.W. Nam. 1996. Changes on growth and reproduction of a freshwater cladoceran *Moina irrasa*. *Korean J. Limnol.* **29**: 379-386.
- Yun, K. and W. Kim. 2000. Development and reproduction of *Eucyclops serrulatus* (Copepoda: Cyclopoida) in the laboratory culture. *Korean J. Limnol.* **33**: 1-8.

(Received 15 Apr. 2003, Manuscript accepted 30 May 2003)