

담수산 로티퍼, *Brachionus calyciflorus*의 미소 배양 생태계에서 관찰된 혼재생물간의 종간관계

정민민†

(국립수산과학원 미래양식연구센터)

Interspecific Relationships between Coexisting Micro-organisms in the Freshwater Rotifer (*Brachionus calyciflorus*) Culture Tanks as Microcosm

Min-Min JUNG†

(National Fisheries Research & Development Institute)

Abstract

One of freshwater rotifer (*Brachionus calyciflorus*) is very useful as a live food organism for early larval rearing of freshwater aquaculture industry. However, the knowledge about freshwater rotifer culture is scarce. On the other hand, marine rotifer culture as live food organisms is done, almost perfectly. In this study, I show to be benefit experimental results for successful freshwater larval rearing through the observation with microcosm structure in freshwater rotifer culture tanks.

Key words : Ciliate, Copepod, Interspecific relation, Microcosm, *Moina*, Protozoa, Rotifer

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

수산양식산업의 발전과정을 보면 인류는 바다에 서식하는 해산어 보다는 담수어에 먼저 관심을 가지고 있었다. 하지만 오늘날 해수 양식산업에 비교하면 담수 양식산업은 점차 쇠퇴하고 있는 것이 현실이다. 소비자의 선호도, 양식 생산물의 맛, 부가가치의 차이에 따른 산업 트렌드의 변화 등 많은 사회 경제학적 이유가 이러한 현실의 원인으로 대두되고 있지만 기술적인 면에서도 이러한 현상을 초래하게 된 뚜렷한 원인이 몇 가지 있다. 그 원인으로서는 해산어의 어미 양식기술의 개발, 해산어의 산란 및 성숙기술 개발, 해산

어용 배합사료의 개발 그리고 해산어용 초기 먹이생물의 배양 및 활용 기술의 개발 등을 거론할 수 있다.

특히 해수 분야에서 이루어진 초기 먹이생물 배양 및 활용 기술의 괄목할 만한 연구 성과는 오늘날 해산어 양식산업의 번영을 현실화시킨 주요 원인이다. 지금까지 담수산 어류의 종묘 생산 과정에서는 자연 발생시키거나 채집한 담수산 물벼룩류를 초기 동물먹이생물로 이용하여 왔다. 금붕어나 잉어와 같은 담수산 어류의 종묘 생산 과정에서는 노지의 개방된 저수지에 계분이나 화학 비료를 첨가하는 방법으로 물벼룩을 발생시켜 초기 동물먹이생물로 이용하여 왔다. 그러나 이러한 방법은 계획한 것과는 달리 물벼룩의 발생

† Corresponding author : 064-750-4320, jminmin@korea.kr

* 이 연구는 국립수산과학원(RP-2013-AQ-182)의 연구지원으로 수행되었습니다.

이 적거나, 발생 실패 등의 이유로 사육중인 자어의 높은 생존율을 항상 기대할 수는 없는 것이 현실이었다. 그러나 오늘날 해산어의 종묘생산 과정에서는 갓 태어난 어린 해수 수산생물의 초기 동물먹이생물로서 해산 로티퍼(*Brachionus rotundiformis*와 *Brachionus plicatilis*)가 이용 가능하여짐으로서 해산어의 종묘생산에 비약적인 발전이 있었으며, 앞으로의 전망도 밝은 편이다. 그러나 담수산 어류의 종묘생산과정에서는 앞에서 설명한 바와 같이 지금도 전근대적인 방법이 답습되고 있을 뿐이다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 많은 연구자들은 해산어의 종묘생산과정에서 어린 자어의 초기 동물먹이생물로서 해산 로티퍼가 널리 이용되고 있는 것과 같이, 담수어의 종묘생산과정에서도 초기 동물먹이생물로 로티퍼를 이용하기 위하여 대량배양을 시도하고 있다.

담수어의 종묘생산과정에서는 담수산 로티퍼 *Brachionus calyciflorus*의 이용이 산업적으로 유용할 것으로 판단된다(Park et al., 2001). 그러나 산업적으로 가치 있는 종묘 생산의 성과를 올리기 위해서는 사육하고 있는 생물의 생존율을 높여야 하는데, 그 방법으로서 그들의 초기 먹이로 이용되는 동물먹이생물의 안정적인 공급이 절실히 필요하다. 한편, 담수어의 종묘생산과정에서 초기 동물먹이생물로 이용되는 담수산 로티퍼의 대량배양과정에서는 배양을 목적으로 하는 로티퍼 이외의 다른 로티퍼, 물벼룩, 요각류 그리고 원생동물과 같은 다양한 혼재 생물이 관찰된다.

이 연구에서는 담수산 로티퍼의 대량배양 과정에서 안정 배양을 저해하는 생물학적 요인을 검토하기 위하여 미소생태학적인 관찰을 하면서 그 배양생태계(microcosm)에 존재하는 구성원간의 중간 관계를 분석하였다. 더불어 로티퍼의 배양수조에서 로티퍼의 증식을 좌우하는 것으로 알려져 있는 생물학적 요인 중 혼재 생물의 혼재 양상과 배양을 목적으로 하는 생물인 로티퍼 *Brachionus calyciflorus*의 증식에 이들 혼재 생물이 미치는

영향을 검토하였다.

2. 혼재된 다른 로티퍼와의 중간관계

해산어의 종묘생산과정에서 부화 자어의 초기 동물먹이생물로서 널리 이용되는 로티퍼는 염분 2~3 psu의 저염분 상태의 뱀장어 양식장에서 채집되어 해수에 순차적으로 적응시켜서 배양한 결과, 지금은 일반 해수의 염분인 34 psu 전후의 해수에서도 배양이 가능하여졌다(Hirayama, 1985). 즉, 현재 해산어의 종묘 생산 과정에서 동물먹이생물로 이용되는 두 종의 로티퍼 *Brachionus rotundiformis*와 *Brachionus plicatilis*는 저염분의 기수 유래 생물이다(Segers, 1995). 한편, 2,500여종이 있는 것으로 보고된 로티퍼의 대부분의 종은 순수 담수종이며, 자연의 해수역에 서식하는 로티퍼는 10여종 이하가 보고되어 있을 정도로 자연 해양 수계에서는 관찰하기 힘든 종이라고 할 수 있다(Nogrady et al., 1993). 하지만 해산어 분야에서 설명한 바와 같이 담수에서 관찰되는 모든 로티퍼가 갓 태어난 담수어의 먹이생물로 이용 가치가 있는 것은 아니다. 그러므로 이 연구에서는 이미 담수어의 종묘생산과정에서 동물먹이생물로 그 가치를 인정받고 있는 *B. calyciflorus*를 배양하면서, 배양과정에서 관찰되는 다른 종(혼재)의 로티퍼는 무엇이 있으며 이처럼 배양과정에서 혼재생물로 관찰되는 로티퍼는 배양을 목적으로 하는 로티퍼(*B. calyciflorus*)의 증식에는 어떠한 영향을 미치는지 분석하고자 하였다.

3. 혼재된 원생동물과의 중간관계

전 수계에 널리 분포하는 원생동물은 로티퍼의 대량 배양수조내에서도 혼재생물로서 쉽게 관찰되는 미소생물이다(Gilbert and Jack, 1993; Hino, 1990; Kanematsu et al., 1989). 이들은 로티퍼 배양수조와 같이 부영양화된 환경의 배양수조내에서 대번성을 한다. 그리고 혼재된 다른 원생동물은 배양을 목적으로 하는 로티퍼와의 사이에서도

다양한 종간 관계를 형성하면서 배양수조내에서 천이를 거듭하는 것으로 추측되어지고 있다. 이 연구에서는 담수산 로티퍼의 배양 과정에서 혼재생물로 관찰되는 원생동물의 천이 양상을 파악하고 배양을 목적으로 하는 로티퍼(*B. calyciflorus*)의 증식과의 관계를 검토하였다. 특히, 이 연구는 목적생물(*B. calyciflorus*)의 배양수조에서 관찰되는 혼재생물은 어떤 종류가 있는지 알아보았고, 그들은 어떠한 양상으로 증식하는지 그리고 목적생물인 *B. calyciflorus*의 증식에는 어떠한 영향을 미치는지를 검토하였다.

4. 혼재된 대형 플랑크톤과의 종간관계

담수역의 동물 플랑크톤은 크게 4부류로 구분이 가능하다. 일반적으로 널리 알려진 담수역의 대표적인 동물플랑크톤인 물벼룩류(cladocera), 지금까지 보고된 거의 대부분의 종이 담수산으로 알려진 로티퍼류(rotifera), 그리고 해양에서 더욱 더 널리 알려져 있는 요각류(copepoda) 및 전 수계에 널리 분포하는 것으로 알려진 원생동물류(protozoa)가 있다. 한편, 담수어의 종묘생산과정에서는 오랜 옛날부터 자연 담수역에 널리 분포하는 물벼룩류를 어린 자치어의 동물먹이생물로 널리 이용하여 왔는데, 그것은 광범위한 담수역에서 물벼룩이 쉽게 관찰될 정도로 널리 분포하기 때문이다.

이 과정에서 담수산 로티퍼의 대량 배양수조에는 자연 발생하는 물벼룩이나 요각류와 같이 육안적으로 쉽게 관찰이 가능한 대형동물 플랑크톤이 혼재된다. 이 연구에서는 담수산 로티퍼의 대량 배양수조에서 관찰되는 물벼룩류가 배양을 목적으로 하는 로티퍼 *B. calyciflorus*의 증식에는 어떠한 영향을 미치는지를 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 혼재된 다른 로티퍼와의 종간관계

배양은 3 L의 비이커에 2 L의 배양수를 넣고서 시판중인 담수산 클로렐라를 먹이로 25°C의 조건하에서 약하게 통기하면서 실시하였다. 배양에는 *B. calyciflorus*를 담수산 로티퍼의 배양 목적생물로서 선택하였으며, 배양 개시시의 수용밀도는 20 개체/ml로 하였다. 배양을 목적으로 하는 로티퍼와 배양 과정 중에서 혼재종으로 관찰되는 로티퍼는 속명 수준에서 분류하였다(Mizuno, 1968).

2. 혼재된 원생동물과의 종간관계

배양은 20 L의 플라스틱제 둥근 원형 수조에 15 L의 수도수를 넣고서 시판중인 담수산 농축 클로렐라를 먹이로 25°C의 조건하에서 약하게 통기하면서 실시하였다. 배양은 단일종 배양중인 *B. calyciflorus*를 담수산 로티퍼의 배양 목적생물로서 선택하였으며, 배양 개시시의 수용 밀도는 20 개체/ml로 하였다. 혼재생물로서 원생동물의 계수는 섬모충과 소형 편모충을 구분하여 계수하였는데, 2일 간격으로 1 ml 씩 각각 3회 채수한 후 계수하였다. 그리고 섬모충은 현미경하에서 검정 계수하였으며, 편모충은 혈구계수관(kayagaki Rika, Japan)을 이용하여 계수하였다.

3. 혼재된 대형 플랑크톤과의 종간관계

대형 혼재생물의 혼재 양상 파악을 위한 배양은 20 L의 개방된 플라스틱제 둥근 원형 수조에 15 L의 수도수를 넣고서 시판중인 담수산 농축 클로렐라(*Chlorella*)를 먹이로 25°C의 조건하에서 약하게 통기하면서 실시하였다. 배양은 단일종 배양중인 *B. calyciflorus*를 담수산 로티퍼의 배양 목적생물로서 선택하였다.

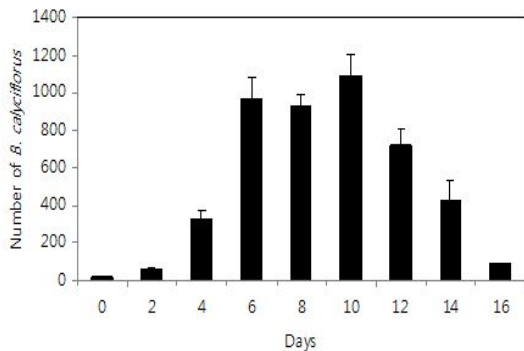
한편, 배양 목적생물인 로티퍼 *B. calyciflorus*의 증식에 혼재생물로서 대형 물벼룩류가 혼재된 경우 배양을 목적으로 하는 로티퍼의 증식에는 어떠한 영향을 미치는지를 검토한 실험은 50 ml의 용기에 40 ml의 GF/C 여과 증류수를 이용하여

실시하였다. 그리고 실험 개시시 수용 개체 수는 로티퍼 *B. calyciflorus*가 20 개체/40 ml 이었으며, 물벼룩 *Moina macrocopa*가 3 개체/40 ml 이었으며, 실험 기간 중 사용한 먹이는 시판중인 담수산 농축 클로렐라로 2일 간격으로 10^6 cells/ml 씩 첨가 하였다.

III. 결과

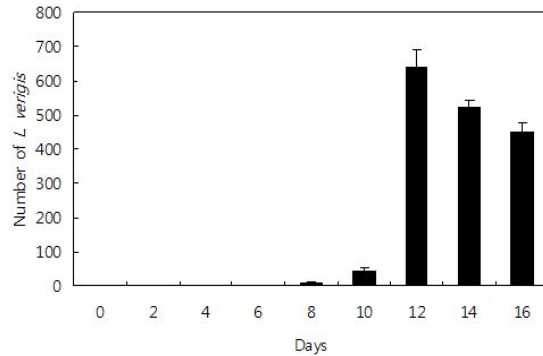
1. 혼재된 다른 로티퍼와의 종간관계

16일 동안의 배양과정에서 배양을 목적으로 한 담수산 로티퍼(*B. calyciflorus*)는 배양 개시 후 10 일째에 최고 밀도인 $1,089 \pm 111.8$ 개체/ml에 도달 하였다. 그러나, 12일 이후부터는 급속도로 그 밀도가 감소하기 시작하였으며, 실험 종료일인 배양 개시 후 16일째에는 그 증식력이 현저하게 감소되었다(Fig. 1).

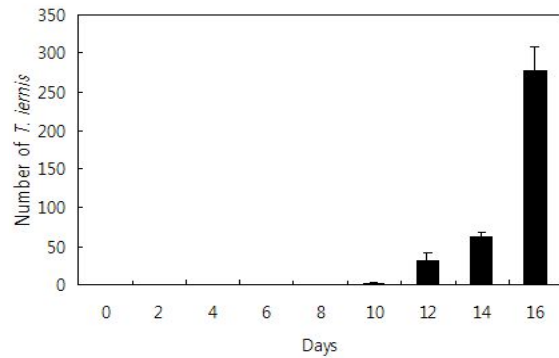


[Fig. 1] Temporal changes in population density of freshwater rotifer, *B. calyciflorus* in rearing tank.

동시에 혼재생물로서 배양을 목적으로 하지 않는 담수산 로티퍼 2종이 순차적으로 출현하여 급속도로 증식하였다(Figs. 2~3). 혼재생물로서 관찰된 담수산 로티퍼는 분류학적으로 검토한 결과 *Lecane verigis*와 *Trichocera iernis*로 분류되었다.



[Fig. 2] Temporal changes in population density of co-existing freshwater rotifer, *Lecane verigis* in rearing tank.

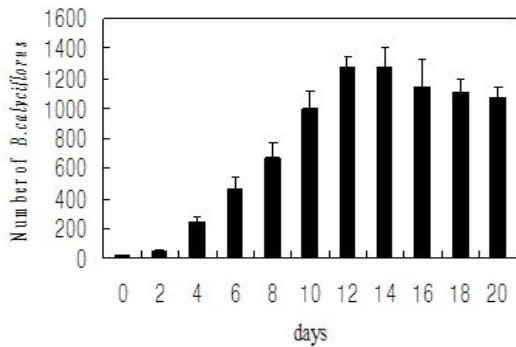


[Fig. 3] Temporal changes in population density of co-existing freshwater rotifer *Trichocera iernis* in rearing tank.

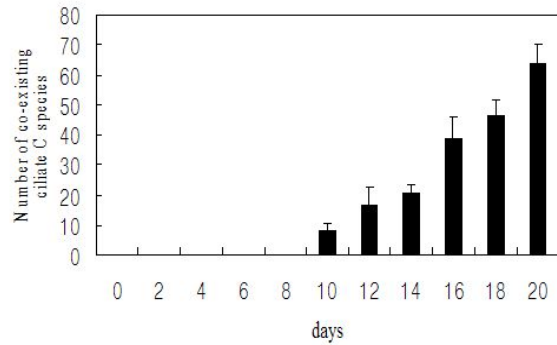
2. 혼재된 원생동물과의 종간관계

20일간의 배양기간 중 로티퍼의 배양밀도는 전형적인 대수 증식이 관찰되었다(Fig. 4). 그리고 20일간의 배양기간 중 혼재생물로서 관찰된 원생동물은 섬모충 3종, 편모충이 1종으로 전부 4종의 원생동물이 관찰되었다. 이들 원생동물의 총 출현 개체 수는 배양을 목적으로 하는 로티퍼의 증식과 더불어 증가하기 시작하여 로티퍼의 증식이 최고밀도에 달한 14일째 이후에도 증식이 계속 관찰되었다(Figs. 5~8).

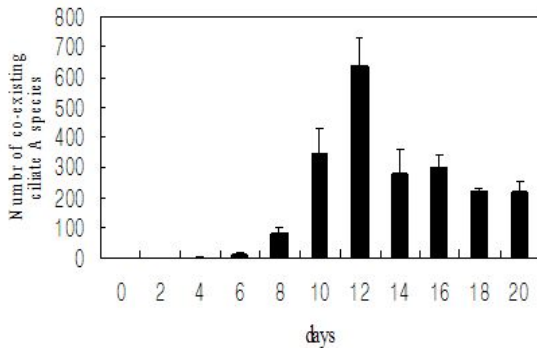
담수산 로티퍼, *Brachionus calyciflorus*의 미소 배양 생태계에서 관찰된 혼재생물간의 종간관계



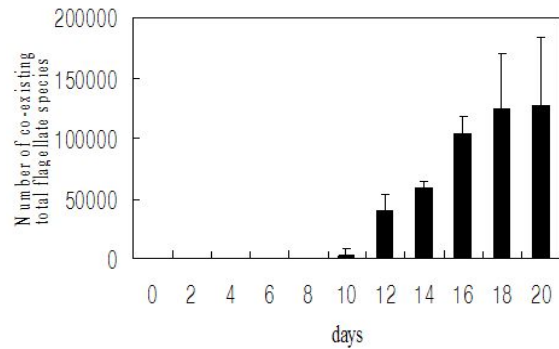
[Fig. 4] Temporal changes in population density of rotifer, *B. calyciflorus*.



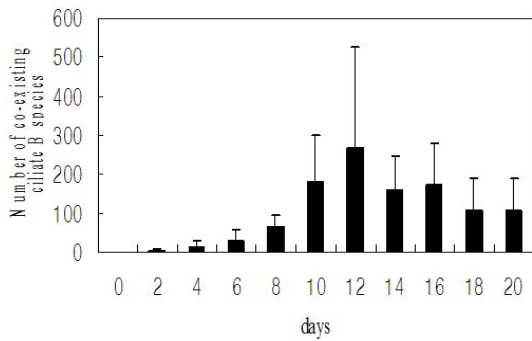
[Fig. 7] Temporal changes in population density of co-existing ciliate C species in the rotifer, *B. calyciflorus* culture tanks.



[Fig. 5] Temporal changes in population density of co-existing ciliate A species in the rotifer, *B. calyciflorus* culture tanks.



[Fig. 8] Temporal changes in population density of co-existing total flagellates species in the rotifer, *B. calyciflorus* culture tanks.



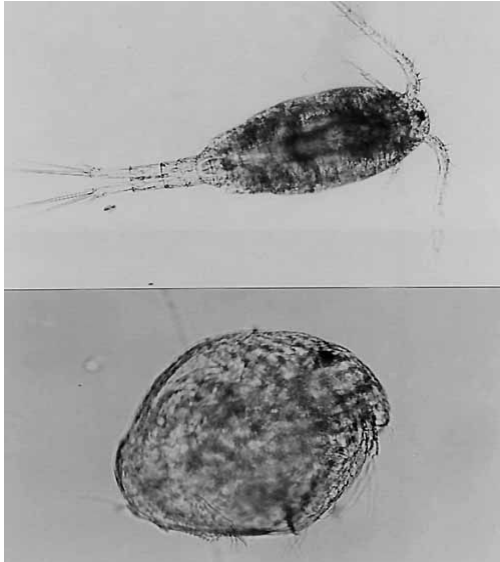
[Fig. 6] Temporal changes in population density of co-existing ciliate B species in the rotifer, *B. calyciflorus* culture tanks.

3. 혼재된 대형 플랑크톤과의 종간관계

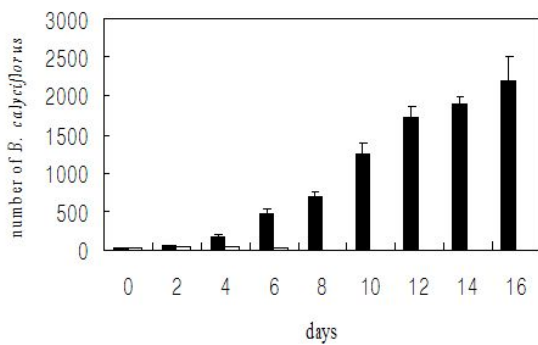
이 연구에서 담수산 로티퍼 *B. calyciflorus*의 대량배양과정에서는 대형 혼재생물로서 물벼룩류와 Cyclopoida목의 요각류가 혼재생물로서 관찰되었다(Fig. 9).

특히, 담수산 물벼룩류의 대표종인 *Moina macrocopa*가 혼재된 경우에는 배양을 목적으로 하는 담수산 로티퍼, *B. calyciflorus*의 증식이 크게 억제되었다(Fig. 10). 그리고 물벼룩(*M. macrocopa*)의 증식도 함께 억제되었다(Fig 11). 한편 물벼룩, *M. macrocopa*는 로티퍼(*B. calyciflorus*)의 증식을 위하여 배양수조에 로티퍼의 먹이로 급이한 담수산

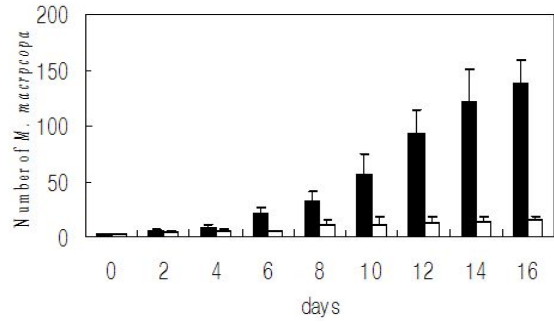
농축 클로렐라를 가지고 먹이경쟁 하였다. 혼재된 담수산 물벼룩, *M. macrocopa*은 단독배양과 담수산 로티퍼, *B. calyciflorus*와의 혼합배양 모두에서 첫 관찰일인 배양 개시 후 2일째부터 강한 여과 섭이력으로 먹이로서 급이한 담수산 농축 클로렐라를 전부 소모하였다(Fig 12).



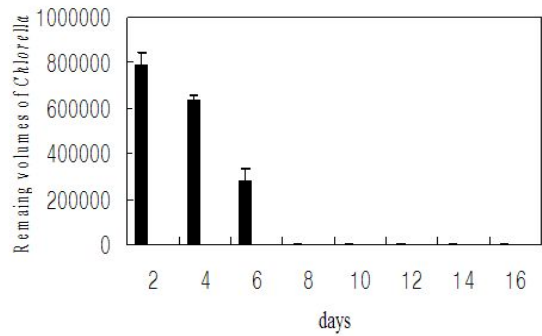
[Fig. 9] Co-existing macro-organisms of copepoda (top) and cladocera (bottom) in the freshwater rotifer, *B. rotundiformis* culture tanks.



[Fig. 10] Temporal changes in population density of freshwater rotifer, *B. calyciflorus* in the single species (black bars) and mixed culture with freshwater cladocera, *M. macrocopa* (white bars).



[Fig. 11] Temporal changes in population density of freshwater cladocera, *M. macrocopa* in the single species (black bars) and mixed culture with freshwater rotifer, *B. calyciflorus* (white bars).



[Fig. 12] Remaining volumes of food in the rotifer single culture (black bars), cladocera single culture (white bars) and mixed culture of rotifer and cladocera (red bars) on the every two days.

IV. 고찰

1. 혼재된 다른 로티퍼와의 중간관계

해산어의 종묘생산 과정에서 초기 먹이생물로서 널리 이용되는 로티퍼 *B. plicatilis*와 *B. rotundiformis*의 배양과정에서 대량배양과 안정배양을 저해하는 주요한 생물학적 요인으로서는 배양과정에서 혼재생물로서 관찰되는 다양한 종류의 원생동물(주로 섬모충류)이 있는 것으로 알려져 있다 (Maeda and Hino, 1991; Hagiwara et al., 1995). 그

리고 원생동물 이외에는 비교적 대형의 요각류나 해산어의 종묘생산 과정에서 로티퍼의 다음 단계 먹이생물로서 널리 이용되는 알테미아(*Artemia*)가 혼재생물로서 관찰되며, 이들 혼재생물은 로티퍼의 대량배양과 안정배양을 저해하는 생물학적 요인으로서 알려져 있다(Jung et al., 1997; Jung et al., 1998a).

그러나 이 연구에서 실시한 담수산 로티퍼, *B. calyciflorus*의 대량배양과정에서는 해산 로티퍼의 대량배양과정에서 관찰되는 혼재생물의 양상과는 전혀 다른 생물상이 관찰되었다(Ito, 1958a; Ito, 1958b; Ito, 1960). 즉, 배양을 목적으로 하지 않는 다른 종의 담수산 로티퍼가 주된 혼재생물로서 관찰되는 것을 알 수 있었다.

이들 혼재생물인 담수산 로티퍼가 배양을 목적으로 하는 로티퍼, *B. calyciflorus*의 대량배양과 안정배양에 어떠한 영향을 미치는지는 계속 검토하여야 할 것으로 판단되지만, 이 연구의 결과에서 보는 바와 같이 배양을 목적으로 하는 로티퍼, *B. calyciflorus*의 증식이 억제됨과 동시에 배양을 목적으로 하지 않는 혼재생물인 2종의 담수산 로티퍼가 출현하여 단기간에 대번성을 하는 것으로 보아 담수산 로티퍼, *B. calyciflorus*의 배양에 직접, 간접적으로 영향을 미칠 것으로 판단된다.

한편, 해산어의 종묘생산과정에서 초기 동물먹이생물로 이용되는 *Brachionus* 속의 2종의 로티퍼는 현장의 대량배양수조에서 종종 혼재 배양되어 지며 두 종이 혼재 배양된 경우에는 계획적인 안정배양이 어려운 것으로 알려져 있으며, 특히, 같은 식성의 두 종은 먹이로서 급이한 식물먹이생물(예, 클로렐라)을 대상으로 뚜렷한 먹이경쟁관계를 형성하여 결국 두 종 모두의 증식이 억제되는 결과를 초래하는 것으로 보고되어져 있다(Jung and Rho, 1998).

그러므로 담수산 로티퍼의 배양을 고밀도로 안정화시키기 위해서는 담수산 로티퍼의 배양 과정에서 혼재가 관찰되는 다른 담수산 로티퍼와 같

은 혼재생물이 어떠한 영향을 미치는지를 구체적으로 검토하여야 할 것이다. 특히, 혼재가 관찰되는 로티퍼의 식성을 파악하여 어떠한 종이 배양을 목적으로 하는 로티퍼와 먹이경쟁관계를 형성하는지를 파악하여야 할 필요성이 있다고 판단된다.

2. 혼재된 원생동물과의 중간관계

로티퍼의 배양수조는 인위적으로 관리 유지되는 부영양화된 생태계로 배양 온도는 항상 적정하게 유지되며, 로티퍼에게 공급되는 먹이와 배양수조내에서 발생하는 로티퍼의 배설물과 같은 유기물은 세균이 증식하기에 적당한 환경을 조성하여 주는 요소들이라고 할 수 있다.

이러한 환경은 수계 원생동물의 증식을 도모하는데 충분한 조건이 될 수 있다. 그러므로 해산어의 종묘생산과정에서 초기 먹이생물로 이용되는 로티퍼의 대량배양수조는 원생동물의 증식에 적절한 조건을 모두 갖춘 좋은 배양 환경이라고 할 수 있다.

이 연구에서도 배양을 목적으로 하는 로티퍼, *B. calyciflorus*의 증식과 더불어 배양수의 상태는 점점 부영양되어 갔고, 더불어 혼재가 관찰되는 원생동물의 종수와 개체 수도 증가하는 것을 알 수 있었다. 그러나 이 연구에서 관찰된 원생동물의 증식이 로티퍼의 증식을 저해하는 원인으로 작용하는지는 관찰할 수 없었다. 한편, 해산어의 종묘 생산 과정에서 초기 먹이생물로 널리 이용되는 *B. rotundiformis*의 대량배양수조에서 관찰되는 대부분의 원생동물은 로티퍼의 증식을 방해하는 요인으로 작용하는 것으로 알려져 있다(Jung et al., 1997).

3. 혼재된 대형 플랑크톤과의 중간관계

로티퍼의 배양과정에서 관찰되는 강력한 여과섭이형의 동물플랑크톤인 물벼룩은 배양수중의 식물플랑크톤은 물론 여과섭이 가능한 크기의 모

든 입자를 먹이로서 이용한다. 예를 들면 이 연구에서 먹이로 급이한 농축 담수산 클로렐라나 배양수중에 발생한 식물플랑크톤은 물론, 배양수중의 적정 입경치의 유기쇄설물(detritus)도 먹이로서 이용되며, 특히 배양수중의 세균도 여과 섭이 대상 먹이로서 이용하는 것으로 판단된다. 즉, 로티퍼와 물벼룩은 특별한 경우를 제외하고는 대부분 같은 먹이를 대상으로 비슷한 섭이 행동을 하는 경쟁관계를 형성하여, 동일 생태계내에서는 항상 제한된 먹이 조건하에서 경쟁 관계를 형성한다. 이 연구에서도 배양을 목적으로 하는 로티퍼의 배양수조에 혼재생물로서 물벼룩, *M. macrocopa*을 혼합시킨 경우 두 종간에는 뚜렷한 먹이경쟁 양상이 관찰되었으며, 그 결과 두 종의 증식은 상호 억제되는 경향이 관찰되었다.

한편, 이 연구에서는 1종의 요각류가 혼재생물로서 관찰되었다. 배양 과정에서 이 종의 뚜렷한 증식은 관찰되지 않았으나, 로티퍼의 배양수조내에서 느린 속도로 계속 증식하였다. 그러나, 해산의 요각류를 배양하는 경우와 같은 고밀도의 증식은 관찰할 수 없었으며, 특히, 배양수중에서 노플리우스(nauplius) 유생 단계의 개체와 포란 성체의 증식은 관찰하기 어려웠다.

이 연구의 결과 담수산 로티퍼, *B. calyciflorus*의 대량배양과정에서는 대형 혼재생물로서 물벼룩류가 주로 관찰되었는데, 이와 같은 대형 혼재생물 특히 여과섭이형의 대형 혼재생물의 혼재양상은 배양을 목적으로 하는 로티퍼의 증식에 강한 저해 요인으로서 작용할 수 있으므로 세심한 주의가 필요하며(Hirayama and Ogawa, 1972), 이와 같은 배양 목적 생물의 증식 감소 현상을 예방하기 위해서는 배양을 목적으로 하는 단일종만의 동물먹이생물을 배양할 수 있는 배양방법으로 무균배양 및 단일종 배양 방법의 적용 및 단일종 배양 시스템의 개발이 절실히 필요한 것으로 판단된다(Jung et al., 1998b).

4. 로티퍼 배양수조의 미소생태계

오랜 옛날부터 담수어의 금붕어나 비단잉어의 종묘생산과정에서는 노지에서 시비법으로 발생시킨 담수산 물벼룩을 부화 자어의 초기 동물먹이 생물로서 이용하여 왔다. 그리고 먹이를 배양시킨 배양수조내에서 발생한 물벼룩 이외의 다른 동물플랑크톤도 물벼룩과 함께 먹이로서 이용되기도 하였다. 이 과정에서 먹이로서 이용된 물벼룩 이외의 다른 동물플랑크톤의 대부분은 담수산 로티퍼인 것으로 추측되고 있다(Pace and Orcutt, 1981). 즉, 오랜 옛날부터 담수어의 종묘생산과정에서 먹이로서 이용되는 동물먹이생물은 담수역의 대표적인 동물플랑크톤이기도 한 물벼룩과 로티퍼가 주요 대상생물이었다. 그리고 지금도 물벼룩을 배양하고자 하는 경우에는 로티퍼의 혼재가 관찰되고, 로티퍼를 배양하고자 하는 경우에는 물벼룩이 주요한 혼재생물로서 관찰되고 있다. 이 연구에서도 로티퍼의 대량배양과정에서 다른 종류의 로티퍼는 물론 원생동물(섬모충과 편모충)과 담수산 물벼룩 그리고 담수산 요각류의 혼재가 관찰되었다.

결국 담수산 로티퍼, *B. calyciflorus*의 안정배양을 위해서는 배양수조내에서 관찰되는 혼재생물의 천이 양상을 주의 깊게 관찰할 필요가 있으며, 이들 혼재생물이 배양을 목적으로 하는 로티퍼의 증식에는 어떠한 영향을 미치는지를 더욱더 구체적으로 파악할 필요성이 있을 것으로 판단된다. 아울러 이들 혼재생물의 영향을 배제시킬 수 있는 배양을 목적으로 하는 생물만의 단일종 배양방법을 확립할 필요성이 절실하다고 판단된다.

Reference

- Gilbert, J. J. and J. D. Jack(1993). Rotifers as predators on small ciliates, *Hydrobiologia*, 255/256: 247~253.
- Hagiwara, A. · M. M. Jung · T. Sato and K. Hirayama (1995). Interspecific relations between marine

- rotifer *Brachionus rotundiformis* and zooplankton species contaminating in the rotifer mass culture tank, Fisheries Science, 61: 623~627.
- Hino, A.(1990). The function of microbial ecosystem in a mass culture pond of living food organisms, Suisanzoshoku, 38: 294~295.
- Hirayama, K.(1985). Biological aspects of the rotifer *Brachionus plicatilis* as a food organism for mass culture of seedling, Coll. Fr.-Japon. Oceanogr, 8: 41~50.
- Hirayama, K. and S. Ogawa(1972). Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture-I, Filter feeding of rotifer, Bull. Japan Soc. Fish., 38: 1207~1214.
- Ito, T.(1958a). Studies on the Mizukawari in eel-culture ponds. X, The density of dormant eggs of rotifer on bottom deposit in eel-culture ponds, Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, 3: 170~177.
- Ito, T.(1958b). Studies on the Mizukawari in eel-culture ponds. XI, The hatching activity of dormant eggs of *Brachionus plicatilis* O. F. Muller. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, 3: 178~192.
- Ito, T.(1960). On the culture of mixohaline rotifer *Brachionus plicatilis* O. F. Muller in the seawater, Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, 3: 708~740.
- Jung, M. M. · A. Hagiwara and K. Hirayama(1997). Interspecific interactions in the rotifer microcosm, Hydrobiologia, 358: 121~126.
- Jung, M. M. and S. Rho(1998). Competition between two rotifer species, *Brachionus rotundiformis* and *Brachionus plicatilis* in the rotifer culture tanks, Bull. Mar. Res. Ins. Cheju National Uni. Korea, 22: 13~18.
- Jung, M. M. · S. Rho and P. Y. Kim(1998a). The effect of co-existing *Artemia* sp. on the rotifer *Brachionus rotundiformis* population growth, J. Aquaculture of Korean, 11: 99~103.
- Jung, M. M. · S. Rho and P. Y. Kim(1998b). Growth of axenic rotifer *Brachionus rotundiformis*, J. Aquaculture of Korean, 11: 91~97.
- Kanematsu, M. · M. Maeda · K. Yoneda and H. Yoneda (1989). Methods to repress the growth of a *Nannochloropsis*-grazing microflagellate, Bull. Japan Soc. Fish., 55: 1349~1352.
- Maeda, M. and A. Hino(1991). Environmental management for mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis*. Rotifer and Microalgae Culture Systems. Proceedings of a U.S. - Asia Workshop, Honolulu, HI, 125~133.
- Mizuno, T.(1968). Illustration of the freshwater plankton of Japan. HOIKUSHA, JAPAN. pp. 351.
- Nogrady, T. · R. L. Wallace and T. W. Snell(1993). Rotifera. vol. 1: biology, ecology and systematics (pp. 142). Guide to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world, SPB Academic Pub. by Hague, Netherlands.
- Pace, M. L. and J. D. J. Orcutt(1981). The relative importance of protozoans, rotifers, and crustaceans in a freshwater zooplankton community, Limnol. Oceanogr, 26: 822~830.
- Park, H. G. · K. W. Lee · S. H. Cho · H. S. Kim and M. M. Jung(2001). High density culture of freshwater rotifer, *Brachionus calyciflorus*, Hydrobiologia, 446/446: 369~374.
- Segers, H.(1995). Nomenclatural consequences of some recent studies on *Brachionus plicatilis* (Rotifera, Brachionidae), Hydrobiologia, 313/314: 121~122.

-
- 논문접수일 : 2013년 10월 08일
 - 심사완료일 : 1차 - 2013년 12월 06일
 - 게재확정일 : 2014년 01월 15일