

Brachionus rotundiformis (rotifera)와 *Tigriopus japonicus* (copepoda; harpacticoida)의 혼합배양에 있어서 광주기 변화가 두 동물먹이생물의 증식에 미치는 영향

정민민*, 문태석¹, 위중환², 지영주³, 민광식⁴

국립수산과학원 제주수산연구소 종보존연구센터, ¹국립수산과학원 제주수산연구소, ²경상북도 수산자원개발연구소, ³국립수산과학원 생명공학연구소, ⁴국립수산과학원 남해수산연구소 남해특성화연구센터

Effects of Photoperiod Exchanges on the Growth of two Common Live Food Organisms (rotifer, *Brachionus rotundiformis* and Harpacticoida Copepoda, *Tigriopus japonicus*) in the Combination Cultures

Min-min Jung*, Tae-seok Moon¹, Chong-hwan Wi², Young-ju Ji³ and Kwang-sik Min⁴

^{*}National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI), Jeju Fisheries Research Institute, Marine species conservation research center, Jeju-do 699-804, Korea

¹National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI), Jeju Fisheries Research Institute, Jeju-do 690-192, Korea

²Gyeongsangbukdo Fishery Resources Development Institute, Gyeongsangbuk-do 766-850, Korea

³National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI), Biotechnology research center Busan 619-902, Korea

⁴National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI), South Sea Fisheries Research Institute, South Sea Mariculture Research Center, Gyeongsangnam-do 668-820, Korea

Two zooplankton species *Brachionus rotundiformis* (rotifera) and *Tigriopus japonicus* (copepoda; harpacticoida) were commonly used as live food organisms in the marine larval rearing centers. The combination culture method of two live food organisms (*B. rotundiformis* and *T. japonicus*) was well known as very valuable for stable and mass cultures. In this study, we investigated the effects of photoperiod exchanges on the growth and interspecific relationship in the combination culture of two species. The results showed that, photoperiod condition can change copepod (and rotifer) density under the two species combination cultures. There is 200% higher maximum rotifer density on the 24L:0D photoperiod culture condition compare to 12L:12D condition. However, maximum density of copepod is observed highest on the 0L:24D photoperiod culture condition. In addition, it's differ in the culture densities of nauplii, copepodites and female carrying eggs on the each three photoperiod types.

Keywords: Combination culture, Copepod, Photoperiod, Rotifer

서 론

해산어의 종묘 생산 과정에서 이용되는 동물먹이생물의 성공적인 배양 방법의 개발을 위해서 오랜 기간에 걸쳐서 수많은 시간과 연구 인력이 투자되어 괄목할 연구 성과를 이루고 있다. 특히 로티퍼의 경우에는 대량 배양에 관한 기본 정보로서 밝혀져야 하는 생물학적 연구 내용은 물론 이미 10년 전에 20,000 ind./mL 이상의 고밀도 배양 기술이 개발되어 지금은 상용화되어 있다(Yoshimura et al., 1997). 그러나 로티퍼 다음 단계의 먹

이생물로 이용 가치가 높고 평가되고 있는 해산 코페포다의 배양은 아직 대량 배양에 관한 기초적인 연구(Omori, 1973)가 진행되고 있을 뿐 성공적인 대량 배양 기술은 물론 고밀도 배양이나 안정 배양에 관한 연구(Jung et al., 1999; Jung et al., 2000; Jung and Hagiwara, 2001)는 아직 현재 진행 중으로 1960년대 부터 거의 반세기가 다 되어가지만 코페포다의 경우 계획적이고 안정적인 대량 배양 기술 개발은 아직 확립되어 있지 않아 여러 분야에서 해결해야 할 문제점이 남아 있다.

이 연구에서는 코페포다의 안정배양을 목적으로 로티퍼 *Brachionus rotundiformis*와 코페포다 *Tigriopus japonicus*를 혼합 배양하면서 배양 조건으로서 주어져야 하는 광주기의 변화

*Corresponding author: jungminmin@hanmail.net

가 두 동물먹이생물의 증식에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하였다.

재료 및 방법

배양 조건 중 광주기의 변화가 혼합 배양되는 두 종의 동물먹이생물의 증식에는 어떠한 영향을 미치고 두 종간의 종간 관계는 어떻게 형성되는지를 알아보기 위하여 12L:12D(이하 반일 광주기 조건), 24L:0D(이하 전일 광주기 조건) 그리고 0L:24D(이하 전일 암주기 조건)의 세 가지 광주기 조건하에서 두 동물먹이생물, 로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*를 혼합 배양하면서 광주기 변화 실험구간의 증식 양상과 배양 용기내에서 형성되는 종간 관계를 관찰, 비교하였다. 실험에 이용한 로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*는 종묘 생산 현장에서 채집하여 실험실내에서 순수 분리하고 스트레인 배양한 것이다.

실험 기간 중 광주기 조건을 제외한 그 밖의 배양 조건은 수온 25°C, 염분 22 ppt, 50 mL의 비이커를 배양 용기로 배양수량은 40 mL 이었고, 실험 개시시 각 동물먹이생물의 접종 개체수는 단성란을 포란중인 로티퍼 *B. rotundiformis* 20 ind./40 mL와 포란중인 난양이 붉게 성숙되어 있는 코페포다 *T. japonicus*의 성숙한 암컷 3 ind./40 mL를 각각의 광주기 조건에 혼합 수용하였다. 관찰은 2일마다 실험 용기 안에 있는 로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*의 전 개체수를 계수하면서 16일간에 걸쳐서 실시하였다. 그리고 계수 후의 로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*는 새로운 용기의 배양 해수에 이동하였다. 아울러 2일 간격으로 새로운 용기의 배양 해수에 옮길 때마다 7×10^5 cells/mL의 *Nannochloropsis oculata*를 먹이로 급여하였다. 급여한 먹이 *N. oculata*의 잔존량은 혈구계수관을 이용하여 실험기간 중 2일 간격으로 계수, 관찰하였다. 한편, *T. japonicus*의 계수는 노플리우스(nauplii), 코페포디드(copepodites) 그리고 포란 암컷(female carrying eggs)의 각 발생 단계별로 분리, 계수하였다. 각 광주기 조건별 배양 실험은 3반복으로 실시하여 평균값과 표준편차 값을 산출하였으며, 실험구간의 결과는 student-t test로 유의성 검정하였다.

결 과

로티퍼 *B. rotundiformis*의 증식

로티퍼 *B. rotundiformis*의 증식은 반일 광주기 조건(12L:12D)과 전일 암주기 조건(0L:24D)에서보다는 전일 광주기 조건(24L:0D)에서 현격하게 높은 증식을 보였고($p < 0.05$), 반일 광주기 조건에서보다는 전일 암주기 조건하에서 약간 높은 로티퍼의 증식이 관찰되었다($p < 0.05$). 특히 배양 개시 후 12일째부터 반일 광주기 조건과 나머지 두 광주기 조건 사이에는 현격한 차이가 관찰되기 시작하였다. 세 가지 광주기 조건하에서의 최고 밀도

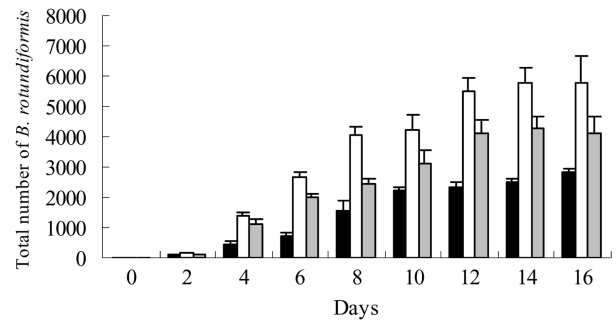


Fig. 1. Growth of rotifer, *Brachionus rotundiformis* on the three photoperiod conditions (■; 12L:12D, □; 24L:0D, ▒; 0L:24D) with the combination cultures of copepod, *Tigriopus japonicus*.

는 가장 좋은 증식 양상이 관찰된 전일 광주기 조건하에서는 배양 개시 후 16일째에 $5,787.67 \pm 905.21$ ind./40 mL로 가장 높았고, 전일 암주기 조건하에서는 배양개시 후 14일째에 최고 밀도인 $4,252 \pm 422.52$ ind./40 mL로 증식하였고, 반일 광주기 조건하에서는 배양 개시 후 16일째에 $2,858.67 \pm 90.74$ ind./40 mL로 가장 높았다.

결국 로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*의 혼합 배양에서는 배양 환경 조건 중 광주기 조건에 따라서 혼합 배양수조내 로티퍼의 증식 양상이 매우 달라짐을 알 수 있었다. 증식율이 가장 크게 차이가 난 경우에는 반일 광주기 조건의 최고 밀도에 비하여 전일 광주기 조건하에서 로티퍼의 최고 밀도는 200% 이상 향상되는 것을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 다른 광주기 실험 조건에 비교하여 전일 광주기 조건하에서 매우 빠른 초기 증식 양상이 관찰되었다(Fig. 1).

코페포다 *T. japonicus*의 증식

세 가지 광주기 조건하에서 실시한 로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*의 혼합 배양에서 코페포다 *T. japonicus*의 증식은 12L:12D < 24L:0D < 0L:24D의 순으로 전일 암주기 조건하에서 비교적 높은 증식이 관찰되었다. 그러나 반일 광주기 조건과 전일 암주기 조건의 배양조건하에서는 유의차가 인정되었으나($p < 0.05$), 반일 광주기 조건과 전일 광주기 조건 그리고 전일 광주기 조건과 전일 암주기 조건 실험구간의 비교 결과에는 유의차를 관찰할 수 없었다. 로티퍼와 혼합 배양 기간 중 코페포다 *T. japonicus*의 최고 밀도는 전일 암주기 조건의 광주기 조건하에서 배양 개시 후 8일째에 281.67 ± 31.63 ind./40 mL로 가장 높았고 세 가지 광주기 조건 모두에서 배양 개시 후 8일째를 최고 밀도로 원만한 증식 양상이 관찰되었다(Fig. 2).

로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*의 혼합 배양 과정에서 코페포다의 증식과정을 각 발생 단계별로(nauplii, copepodites 그리고 female carrying eggs) 계수한 결과, nauplius, copepodid, female carrying eggs의 증식 양상은 매우 큰 차이를 보였다(Figs. 3-5). nauplii의 증식 양상을 비교한 결과에서는

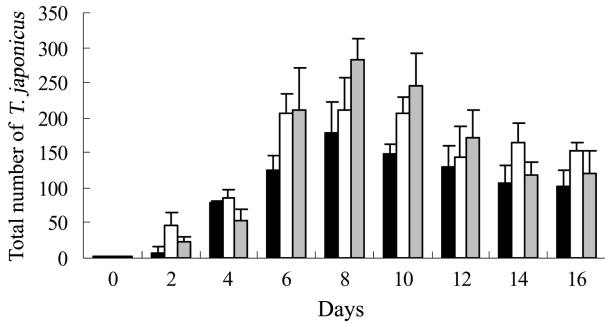


Fig. 2. Growth of copepod, *Tigriopus japonicus* on the three photoperiod conditions (■; 12L:12D, □; 24L:0D, ■; 0L:24D) with the combination cultures of rotifer, *Brachionus rotundiformis*.

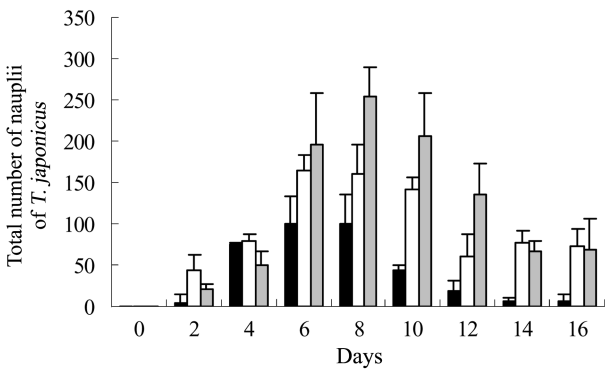


Fig. 3. Growth of *Tigriopus japonicus* nauplii on the three photoperiod conditions (■; 12L:12D, □; 24L:0D, ■; 0L:24D).

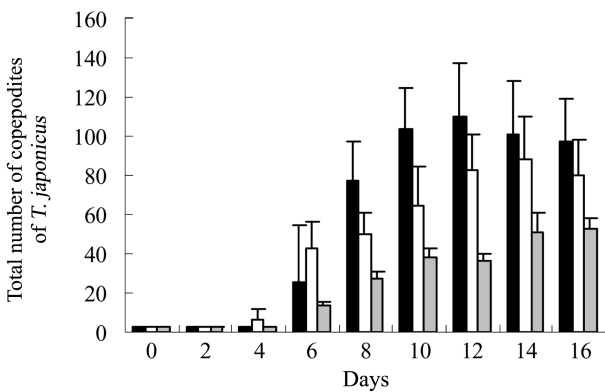


Fig. 4. Growth of *Tigriopus japonicus* copepodites on the three photoperiod conditions (■; 12L:12D, □; 24L:0D, ■; 0L:24D).

반일 광주기 조건과 전일 광주기 조건에서보다는 전일 암주기 조건하에서 매우 높은 증식이 관찰되었다(Fig. 3). 그러나 copepodites의 증식 양상은 그와 정 반대의 증식 양상이 관찰되어 12L:12D>24L:0D>0L:24D 순의 증식 양상이 관찰되었다(Fig. 4). 포란 암컷 개체(female carrying eggs)의 증식 양상은 광주기 비교구간에 뚜렷한 차이는 관찰되지 않았으나, 배양 개시 후 16일째에 반일 광주기 조건의 실험구에서 30±10.44 ind./40 mL의 개체수가 관찰되어 다른 두 실험구에 비교하면 매우 높은 증식이 관찰되었다(Fig. 5). 가장 높은 nauplii의 증식 양상을 보

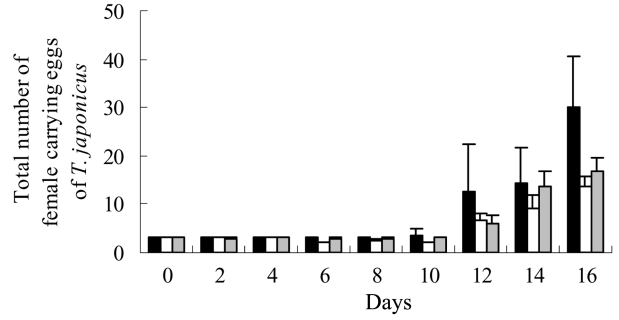


Fig. 5. Growth of *Tigriopus japonicus* female carrying eggs on the three photoperiod conditions (■; 12L:12D, □; 24L:0D, ■; 0L:24D).

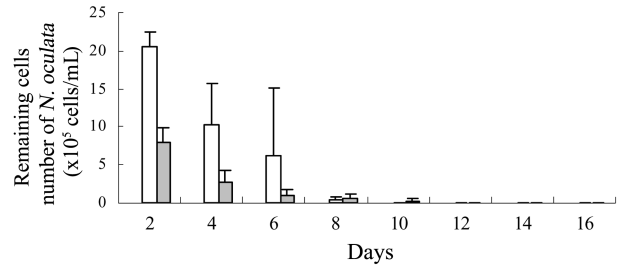


Fig. 6. Remaining cell number of food *Nannochloropsis oculata* on the each photoperiod conditions (■; 12L:12D, □; 24L:0D, ■; 0L:24D) in combination culture rotifer, *Brachionus rotundiformis* and copepod, *T. japonicus*.

인 전일 암주기 조건에서는 혼합 배양 개시 후 8일째에 254.67±34.82 ind./40 mL로 최고 밀도가 관찰되었으며, 반일 광주기 조건 그리고 전일 광주기 조건하에서도 배양 개시 후 8일째에 최고 밀도가 관찰되었고(Fig. 3), 로티퍼 *B. rotundiformis*와의 혼합 과정에서 copepodites의 최고 밀도는 반일 광주기 조건하에서 배양 개시 후 12일째에 110±27.07 ind./40 mL이었다(Fig. 4).

Fig. 6은 로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*의 혼합 배양 과정에서 두 동물 먹이생물의 먹이로서 급이한 *Nannochloropsis oculata*의 잔존량을 나타낸 것이다. 실험 결과 먹이로 급이한 *N. oculata*는 2일 간격으로 같은 배양 용기에서 같은 방법으로 배양한 동일량의 먹이를 급이 하였음에도 불구하고 반일 광주기 조건에서만 배양 개시 후 2일 이후부터 잔존량이 전혀 남지 않았다. 그러나 반일 광주기 조건하에서는 배양 개시 후 6일째까지 급이량 이상의 높은 밀도로 급이된 식물 먹이생물 *N. oculata*이 잔존하는 것을 알 수 있었다. 그러나 세 가지 광주기 실험구 모두에서 배양 개시 후 12일 이후에는 급이된 잔존 식물먹이생물이 전혀 관찰되지 않았다(Fig. 6).

고 찰

현재 해산어의 종묘 생산 과정에서 먹이생물로서 이용 가능한 대표적인 동물먹이생물로서는 *Brachionus*속의 해산 로티퍼와 해산 코페포다의 한 종인 *T. japonicus* 그리고 시스트 상태

의 것을 강통의 형태로 가공하여 판매하고 있는 *Artemia*가 있다. 이들 동물먹이생물의 배양과 이용기술의 개발로 인하여 해산어의 중요 생산 분야는 매우 빠르고 탁월한 발전을 이룩할 수 있었다. 그러나 양식 대상 품종 다양화와 한정된 알테미아 자원량의 고갈에 적극적으로 대처하기 위해서는 지속적으로 새로운 동물먹이생물을 개발하거나 지금보다 개선된 효율적인 배양 방법을 개발할 필요성이 높다.

코페포다는 부화된 초기 노플리우스의 크기가 110~120 μm 전후로 점차 성장하면서 약 100 μm 에서 1,000 μm 까지의 다양한 크기의 먹이생물로 이용 가능하고(Hirano, 1966), 영양가치가 매우 높다는 장점이 오래전부터 잘 알려져 있다(Kuroshima et al., 1987). 그러나 로티퍼와 같이 고밀도 배양이나 안정 배양 기술의 개발이 매우 어려운 것이 단점이다(Hirano, 1966; Jung et al., 1999). 따라서 많은 연구자들은 코페포다를 먹이생물로 이용하기 위하여 다양한 배양 기술을 개발하고자 노력하고 있다. 현재 먹이생물로서 인위적인 배양 조건하에서 코페포다를 배양하기 위해서는 기본적으로 검토하여야 하는 적정 배양 환경으로 수질 환경은 물론 인위적인 관리하에서 계획적인 안정 배양 그리고 대량 배양이 가능한 코페포다 종의 검색(Kitajima, 1973, Otori, 1973), 코페포다 배양용 먹이생물 수급 문제의 해결과 배양 용기의 크기 규명(Kitajima, 1973, Jung et al., 1999; 2000) 등의 제반 연구가 이루어졌다.

최근에는 코페포다의 대량 배양 및 안정 배양의 성공과 실패를 좌우하는 요인으로서 배양수조내에서 이루어지는 미소생태계에 대한 관심이 높아지고 있는데, 그 중에서 해산어류의 중요센터와 같은 인위적인 배양시설하에서의 코페포다 대량배양수조는 로티퍼나 알테미아와 같은 상용 동물먹이생물은 물론 자연 해수로부터 혼재되어 들어오는 원생동물 등과 같은 다양한 미소생물이 복잡한 미소 생태계를 구성하고 있다는 것은 잘 알려진 사실이다(Jung et al., 1997). 특히 해산어류의 중요생산시설에서는 코페포다를 배양하는 과정에서 배양수조에 가장 잘 혼재되는 생물은 로티퍼이며 때로 혼재된 로티퍼는 코페포다의 대량 배양과 안정 배양을 저해하는 근본적인 원인이 될 수 있음을 전혀 배제할 수 없다.

해양에서 거대한 생산력을 유지하는 생태계 순환의 기초가 되는 것은 광(빛)이며 중요생산시설내에 있는 코페포다의 배양수조내에서도 광은 생물 생산의 시작이 되는 중요한 역할을 한다. 코페포다를 동물먹이생물로 이용하기 위하여 그 배양 환경을 검토하는 대상 조건으로서 광의 역할 구명은 매우 중요한 부분이라고 생각되지만 지금까지 이루어진 로티퍼와 코페포다의 혼합 배양 관련 연구(Fukusho et al., 1976; 1977; 1980)에서 광 조건이 이들 동물먹이생물의 배양 결과에 어떠한 영향을 미칠지는 거의 검토가 이루어지고 있지 않았다.

로티퍼와 코페포다가 함께 생존 경쟁하여야만 하는 혼합배양수조에서는 복잡 다양한 미소 생태계가 형성되어 있었다. 그 미소 생태계를 구성하는 생물은 배양수조나 배양시기에 따라서

매우 다양하게 변화되었으나, 그 구성원을 크게 나누어보면 로티퍼와 코페포다와 같이 배양을 목적으로 하는 생물과 원생동물, 편모조류 그리고 세균과 같이 배양을 목적으로 하지는 않았으나 배양과정에서 배양수조내에 혼재되어 함께 배양되어지는 생물이 있고, 로티퍼와 코페포다의 먹이로서 첨가되는 식물 먹이생물이 관찰되었다. 즉 해양과 같은 거대 생태계에서 관찰할 수 있는 기초 생태계와 유사한 구조를 관찰할 수 있었다.

이 연구에서는 현장에서 언제든지 반복될 수 있는 코페포다의 대량배양수조에서의 혼재 상황을 가상하였고 그 중에서 코페포다와 로티퍼가 혼합된 배양수조에서 배양을 목적으로 하는 동물먹이생물(코페포다 또는 로티퍼)의 증식 밀도를 좌우할 수 있는 배양 환경 중 광주기가 미칠 수 있는 영향에 대하여 검토하였다. 그 결과 광주기의 변화에 의하여 배양을 목적으로 하는 코페포다(또는 로티퍼)의 증식 밀도는 크게 변동되는 것을 알 수 있었다. 결국 해양 생태계에서 광(빛)이 큰 역할을 수행하고 있는 것과 같이 로티퍼와 코페포다의 배양수조에서도 이 연구에서 도출된 결과와 같이 광(광주기)은 배양 생태계의 천이에 영향을 미치고 결국 배양을 목적으로 하는 먹이생물의 안정 배양과 대량 배양에도 영향을 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다.

결국 로티퍼 배양을 목적으로 하는 경우에는 전일 암주기 조건이나 반일 광주기 조건보다는 전일 광주기 조건에서 배양하는 것이 유리하고, 코페포다 배양을 목적으로 하는 경우에는 반일 광주기 조건이나 전일 광주기 조건보다는 전일 암주기 조건에서 배양하는 것이 훨씬 유리한 것을 알 수 있었다. 특히 로티퍼보다 크기가 작은 코페포다의 노플리우스 유생을 먹이생물로 이용하고자 하는 경우에는 전일 암주기 조건에서 배양하는 것이 매우 효율적이라는 사실도 알 수 있었다.

이러한 연구 결과는 로티퍼와 코페포다를 혼합 배양할 경우 뿐만 아니라 로티퍼나 코페포다를 단독 배양할 경우에도 다른 종류의 동물먹이생물이 혼재되어 목적으로 하는 단독 배양 먹이생물의 갑작스런 배양 밀도 급감을 막을 수 있는 방법으로도 활용 가능할 것으로 판단된다.

요 약

해산어의 중요생산 과정에서 로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*는 매우 대표적인 동물먹이생물이다. 그리고 이 두 종의 혼합배양 방법은 대량배양과 안정배양을 목적으로 하였을 때 매우 유용한 방법으로 널리 알려져 있다. 이 연구에서는 로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*의 혼합배양 과정에서 미칠 수 있는 배양조건으로서 광주기가 미칠 수 있는 영향을 검토하였다. 그 결과 로티퍼 *B. rotundiformis*와 코페포다 *T. japonicus*의 혼합 배양에서는 배양 환경 조건 중 광주기 조건에 따라서 혼합배양수조내 로티퍼와 코페포다의 증식 양상이 매우 달라짐을 알 수 있었다. 로티퍼의 증식율을 비교하면 반일 광주기 조건의 최고 밀도에 비하여 전일 광주기 조

건하에서 로티퍼의 최고 밀도는 200% 이상 향상되는 것을 알 수 있었다. 그러나 코페포다 *T. japonicus*의 증식은 12L:12D < 24L:0D < 0L:24D의 순으로 전일 암주기 조건의 광주기 조건하에서 가장 높은 증식이 관찰되었다. 그리고 코페포다의 증식과정을 각 발생 단계별로(nauplii, copepodites 그리고 female carrying eggs) 계수한 결과, 세 가지 광주기 조건별로 각 발생 단계별(nauplius, copepodid 그리고 female carrying eggs)의 증식 양상은 매우 큰 차이를 보였다.

감사의 글

이 연구는 국립수산과학원(수산생명물질정보센터, 먹이생물 분리 보존 및 배양, RP-2007-AQ-024)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참고문헌

- Fukusho, K., O. Hara and J. Yoshio, 1976. Records on collection of the copepod *Tigriopus japonicus* appeared in large-scale outdoor tanks for mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* by yeast. Bull. Nagasaki Pref. Inst. of Fish., 2, 117-121.
- Fukusho, K., O. Hara, H. Iwamoto and C. Kitajima, 1977. Mass production of the copepod *Tigriopus japonicus*, in combination with the rotifer *Brachionus plicatilis*, feeding baking yeast and using large-scale outdoor tanks. Bull. Nagasaki Pref. Inst. of Fish., 3, 33-39.
- Fukusho, K., T. Arakawa and T. Watanabe, 1980. Food value of a copepod, *Tigriopus japonicus*, cultured with -yeast for larvae and juveniles of mud dab *Limanda yokohamae*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 46, 499-503.
- Hirano, R., 1966. Plankton culture and aquatic animal's seedling production. Inform. Bull. Planktol. Japan, 13, 72-75.
- Jung, M.-M., A. Hagiwara and K. Hirayama, 1997. Interspecific interactions in the marine rotifer microcosm. Hydrobiologia, 358, 121-126.
- Jung, M.-M., H.-S. Kim, S. Rho, I. F. M. Rumengan and A. Hagiwara, 1999. The culture of free-swimming copepod species *Apo-cyclops* sp. (copepod: cyclopoida) by baking yeast. J. Aquaculture, 12(4), 303-307.
- Jung, M.-M., H.-S. Kim and S. Rho, 2000. Cultivation of *Tigriopus japonicus* by products of rotifer culture tanks. J. Aquaculture, 13(1), 63-67.
- Jung, M.-M. and A. Hagiwara, 2001. The effect of bacteria on interspecific relation between euryhaline rotifer *Brachionus rotundiformis* and harpacticoid copepod *Tigriopus japonicus*. Hydrobiologia, 446/447, 123-127.
- Kitajima, C., 1973. Experimental trials on mass culture of copepods. Bull. plankton Soc. Japan, 20, 54-60.
- Kuroshima, R., M. Sato, R. Yoshinaka and S. Ikeda, 1987. nutritional quality of the wild zooplankton as a living feed for fish larvae. Suisanzoshoku, 35, 113-117.
- Omori, M., 1973. Cultivation of marine copepods. Bull. Plankton Soc. Japan, 20, 3-11.
- Yoshimura, K., K. Usuki, T. Yoshimatsu, C. Kitajima and A. Hagiwara, 1997. Recent development of a high density mass culture system for the rotifer *Brachionus rotundiformis* Tschugunoff. Hydrobiologia, 358, 139-144.

원고 접수 : 2007년 5월 22일

수정본 수리 : 2007년 8월 9일