

먹이생물 시리즈 X

기수 유래 해산 물벼룩(*Diaphanosoma celebensis*) 을 알테미아 대체 먹이생물로 이용하기 위한 연구



정민민 수산연구사
국립수산과학원 남해수산연구소
TEL)061-690-8981 FAX)061-685-9073
E-mail) jungminmin@nfrda.re.kr

정민민¹ · 노섭²
¹국립수산과학원
²제주대학교

이번 호에서는 최근 알테미아의 대체 먹이생물로 이용하고자 기수에서 분리하여 연구가 진행중인 해산 물벼룩 *Diaphanosoma celebensis*에 관련된 연구 결과의 일부를 소개한다.

이 연구는 한국학술진흥재단의 연구 지원에 의하여 수행된 과제이다.

1. 알테미아 대체 먹이생물의 필요성이 대두된 계기

현재 해산어의 종묘 생산 과정에서 이용되는 동물 먹이생물 공급 계열은 로티퍼→알테미아의 순으로, 이와 같은 단순화 그리고 획일화된 먹이 공급 계열은 1998년부터 2001년 사이에 전세계적으로 문제시 되었던 알테미아 수급 불균형 및 가격 파동과 같은 현상이 유발되었을 때 양식사업의 경영 압박 요인으로 매우 크게 작용하였다.

*Artemia*의 대체 먹이생물을 개발하기 위하여 수행된 연구의 역사는 짧지 않지만(Kitajima, 1973; Omori, 1973), 최근에는 관련 연구로서 부유성 copepoda (Jung and Rho, 1998; Jung et al. 2000)와 해수에 완전 순치된 기수산 물벼룩 estuarine clado-

cera (Jung et al. 1999; Pena et al., 1998) 등이 주목을 받고 있다. 이 글에서는 특히, 기수에서 채집 분리되었으나, 해수 배양 조건하에서도 배양이 가능한 것으로 알려져 있으며(Segawa and Yang 1987; Jung et al. 1999), 동남아시아 지역에서는 자연 채집 또는 인위적으로 대량 배양되어 해산어의 종묘 생산 과정에서 *Artemia*의 대체 먹이생물로 이용되고 있는(Chen et al., 1977) *Diaphanosoma celebensis*의 염분 배양 조건 관련 실험 결과를 소개한다.

아울러 알테미아의 대체 먹이 생물로서 이용 가능성이 부각되고 있는 담수산 물벼룩 *Moina macrocopa*이 해산어의 종묘 생산 과정에서 먹이 생물로 이용되었을 때 급격하게 변화하는 염분 배양 환경하에서 어떠한 반응을 보이는지를 검토한 연구 결과도 함께 소개한다.

2. 담수산 물벼룩 *Moina macrocopa* 과 기수산 물벼룩 *Diaphanosoma celebensis*의 염분 농도별 점프 이동에 대한 생존 및 증식 반응

이 연구는 아래의 학술지에 게재되어 있다.

Jung M. M., Kim H.-S. and Rho S., 2001. Survival and growth responses on jumping of the each saline concentrations of freshwater cladoceran *Moina macrocopa* and estuarine cladoceran *Diaphanosoma celebensis*. Korean Fisheries Society. 34 (6): 697~704.

재료 및 방법

담수산 물벼룩 *M. macrocopa*은 국내 담수어 양식 시설에서 채집하여 실험실에서 단일종 분리, 담수산 *Chlorella* sp.를 먹이로 보존 배양하였으며, 기수산 물벼룩 *D. celebensis*은 단일종 배양된 스트레인(JJ st.; Jeju Jungminmin strain)으로 *Nannochloropsis oculata*를 먹이로 보존 배양하던 것이다. 실험은 염분 조건이 다른 배양수로 순차 과정 없이 바로 점프 이동하여 실시하였는데, 담수산 물벼룩의 경우에는 염분 0 ppt에서 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ppt로 바로 이동시켰고, 기수산 물벼룩은 18~20 ppt의 증보존 염분 배양 환경에서 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 25, 30, 35, 40, 45 ppt로 바로 점프 이동시킨 후 두 종의 물벼룩, 즉, 담수산과 기수산 물벼룩의 각 염분 농도별 이동 후 생존 및 증식 상태를 관찰하였다. 아울러 현장에서 실제로 먹이생물로 이용하는데 있어서 양식어민들이 가장 궁금해하는 사항으로서 담수산과 기수산 물벼룩을 해산어의 사육 수조에

먹이로서 넣었을 때 얼마 정도의 시간동안 생존이 가능하여 자치어에게 먹이로서 효율적으로 이용 가능한지를 검토하기 위하여, 해수에 직접 수용하였을 때 담수산 물벼룩과 기수산 물벼룩의 단시간 생존 가능 정도를 검토하였다. 모든 실험은 결과의 신뢰도를 높이기 위하여 각 조건별로 6반복 실시하였다.

연구 결과

기수산 물벼룩 *D. celebensis*의 생존, 증식 및 단시간 생존 반응

기수산 물벼룩 *D. celebensis*의 증 보존 배양 환경인 염분 20 ppt에는 16일간의 배양 기간 중 계속적인 증식 양상이 관찰되었으며 염분 농도별 점프 이동 후의 증식을 비교하면 가장 좋은 증식은 염분 20 ppt의 증 보존 배양 환경(대조구)에서 관찰되었다.

그리고 갑작스럽게 다른 염분 배양 환경으로 급속히 점프 이동 시켰음에도 불구하고 20 ppt에서 0 ppt의 담수 그리고 20 ppt에서 1, 2, 3 ppt의 낮은 염분 농도로 이동시킨 경우를 제외한 나머지 전 실험구(20 ppt에서 4, 5, 7, 10, 15, 25, 30, 35, 40, 45 ppt)에서 증식이 관찰되었다. 그리고 실제 먹이 효율을 검토하기 위하여 관찰한 단시간 생존율은 20 ppt에서 0 ppt와 3 ppt로 점프 이동한 실험구에서 120분(2시간)과 30분 후에 일부 사망 개체가 관찰되었을 뿐, 다른 염분 농도의 점프 이동 실험구에서는 전혀 사망 개체가 관찰되지 않았다.

담수산 물벼룩 *M. macrocopa*의 생존, 증식 및 단시간 생존 반응

종보존 염분 농도인 0 ppt (대조구)에서는 실험 개시시 수용한 3개체/10 ml가 16일 후에는 160.8 ± 5.5 개체/10 ml로 매우 높은 증식이 관찰되었으나, 점프 이동한 염분 농도 4 ppt 이상에서는 정상적인 증식을 관찰할 수 없었을 뿐만 아니라, 급속도로 활력이 저하되면서 사망하였다. 즉 담수산 물벼룩 *M. macrocopa*의 정상적인 증식 및 생존을 방해하는 점프 이동 염분 농도 한계는 4 ppt 이상에서 관찰되었다. 실제 먹이 효율을 검토하기 위하여 관찰한 단시간 생존율은 0 ppt에서 1ppt와 2 ppt로 이동한 경우에는 배양 개시 후 10 시간 후에도 실험 개시시 수용한 3개체/10 ml가 모두 생존하였으나, 3ppt 이상의 염분 농도로 점프 이동한 경우에는 사망 개체가 관찰되기 시작하여 4 ppt에서 전 실험 개체수가 사망하였고, 15 ppt 이상의 염분 농도로 점프 이동한 경우에는 실험 개시시 수용한 전 개체수가 5분 이내에 사망하였다.

3. 기수산 물벼룩 *Diaphanosoma celebensis*의 배양에 미치는 염분 농도의 영향

이 연구는 아래의 학술지에 게재되어 있다.

Jung Min-Min, Kim H.-S., Rho S., Hur S.-I., Yoon Y.-S. and Kim J.-W., 2001. Effect of saline concentration in the culture of estuarine cladoceran *Diaphanosoma celebensis*. Korean Fisheries Society. 34 (6): 605~610.

재료 및 방법

실험에 이용한 기수산 물벼룩 *D. celebensis*는

염분 20 ppt에서 종 보존 배양한 단일 배양주(JJ st.; Jeju Jungminmin strain)로 예비 실험을 통하여 각 실험 염분 농도별 (0~45 ppt)로 순차 배양하여 증식중인 개체군을 대상으로 실시하였다. 이 연구에서는 염분 농도 범위 0 ppt에서 45 ppt 사이에서 5 ppt 간격으로 염분 조정된 10단계의 염분 배양 환경 조건 하에서 기수산 물벼룩 *D. celebensis*의 증식밀도, 안정배양 가능정도(RPGI: Relative Population Growth Index), 먹이 섭취력(RCN: Remaining Cell Numbers)을 비교하였다. 한편, 0 ppt에서는 정상적인 생존 및 증식이 불가능하였으므로, 5 ppt에서 순차 배양한 개체군을 0 ppt로 점프 이동하여 관찰하였다.

연구 결과

기수산 물벼룩 *D. celebensis*를 염분 농도 0 ppt에서 45 ppt까지 10단계의 배양 환경 하에서 배양한 결과, 가장 높은 증식 밀도가 관찰된 실험구는 염분 20 ppt였으며, 20 ppt를 중심으로 0 ppt 또는 20 ppt에 가까워질수록 *D. celebensis*의 증식은 20 ppt에서의 증식에 비교하여 감소하는 경향을 나타내었다. 한편, 염분 농도 0 ppt에서는 실험 개시 직후 전 개체가 사망하였고, 5 ppt의 염분 농도에서는 느린 속도의 증식이 관찰되었다. 그리고 비교적 고염분 환경에 해당되는 40 ppt와 45 ppt에서도 증식 관찰되었다. 16일간의 배양 기간 중 최고 밀도를 기준으로 각 염분 환경별 결과를 비교하면, 20 ppt에서 가장 높은 밀도가 관찰되었고 그 다음으로 25 ppt, 30 ppt, 35 ppt, 15 ppt, 10 ppt, 40 ppt, 45 ppt, 5 ppt의 순이었다.

특히, 16일간의 배양 기간중 안정 배양을 방해하는 갑작스런 밀도 감소 현상이나 빈번하고 급

격한 밀도 변화 현상은 관찰되지 않았으며, RPGI의 분석 결과 *D. celebensis*이 가장 빠른 밀도 증식을 나타내는 염분 배양 환경은 20 ppt (20.3배)였다. 이때, 10 ppt, 15 ppt, 25 ppt, 30 ppt의 염분 배양 환경 하에서는 20 ppt의 종 보존 배양 환경에 비교하여 매우 유사한 속도의 섭이 패턴이 관찰되어 생리적으로도 정상적인 상태에 있음이 추정 가능하였다. 그러나, 5 ppt, 40 ppt, 45 ppt에서는 앞에서의 섭이 패턴에 비교하여 비교적 경사도가 낮은 섭이 패턴이 관찰되었으며, 0 ppt의 염분 배양 환경에서는 거의 섭이 활동을 하지 않은 것으로 판단되었다.

4. 알테미아 대체 먹이생물로서 기수 유래 해산 물벼룩의 이용 가치

결론적으로 해수에 대한 적응력 및 해산어의 먹이생물로서 이용 가치가 비교적 낮을 것으로 추측되는 담수산 물벼룩 *M. macrocopa*과는 달리 해수 순치가 용이한 기수산 물벼룩 *D. celebensis*는 알테미아의 대체 먹이생물로 이용 가치가 높을 것으로 판단되었다.

지금은 수요에 대한 공급의 불균형에 대한 문제가 해결되어 알테미아의 시중 판매 가격이 파동전의 가격으로 회복되었으나, 이와 같은 현상은 충분히 다시 재연될 수 있다. 그러므로 다시 알테미아 파동이 일어나도 지난번과 같은 문제에 봉착하지 않도록 하기 위해서는 미리 그 대처 방안을 마련하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

Chen F. Y., M. Chow, T. M. Chao and R. Lim. 1977.

Artificial spawning and larval rearing of the grouper, *Epinephelus tauvina* (Forsk.) in Singapore. J. Pri. Ind., 5, 1~21.

Jung M.-M. and S. Rho. 1998. Combination culture of rotifer *Brachionus rotundiformis* and copepod *Apocyclops* sp. J. Korean Aquacult. (KAS), 11, 449~455.

Jung M.-M., H.-S. Kim and S. Rho. 1999. Selection of culture scale for stable culture of an estuarine cladoceran *Diaphanosoma celebensis*. J. Korean Fish. Soc., 32, 466~469 (in Korean).

Jung M.-M., H.-S. Kim, S. Rho, I. F. M. Rumengan and A. Hagiwara. 2000. The culture of free-swimming copepod species *Apocyclops* sp. (copepod: cyclopoida) by baking yeast. J. Korean Aquaculture (KAS), 12, 303~307 (in Korean).

Kitajima C. 1973. Experimental trials on mass culture of copepods. Bull. Plankton Soc. Japan, 20, 54~60.

Omori M. 1973. Cultivation of marine copepods. Bull. Plankton Soc. Japan, 20, 3~9.

Pena M. R., A. C. Fermin and D. P. Lojera. 1998. Partial replacement of *Atemia* sp. by the brackishwater cladoceran, *Diaphanosoma celebensis* (Stingelin) in the larval rearing of sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch). The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, 50, 25~32.

Segawa S. and W.-T. Yang. 1987. Reproduction of an estuarine *Diaphanosoma aspinosum* (Branchiopoda: Cladocera) under different salinities. Bull. Plankton Soc. Japan, 34, 43~51.

독자 여러분에게 부탁드립니다 :

1997년 이후 한국양식학회에서 발간하는 정보지 "한국양식"에 양식 어민들이 먹이생물에 대하여 보다 손쉽게 접근할 수 있기를 바라면서 본 저자는 이번으로 10번째의 기고를 하였습니다.

지금까지 연재된 글은 저자의 연구 결과 중심으로 관련 연구 결과를 집대성한 것으로 저자에게는 매우 중요한 자료입니다. 그러나, 일부 개인, 업체, 또는 기관에서 게재된 글을 영리를 목적으로 무단 사용하는 예가 빈번히 발생하고 있습니다.

이에 지금까지 실린 10편의 먹이생물 관련 기고의 전부 또는 일부를 영리 목적으로 무단 사용하는 것을 철저히 금합니다. 만약, 영리를 목적으로 이용하고자 하는 경우에는 대표 저자 (jungminmin@hanmail.net)의 허락을 받아야 하며, 지금까지 무단 사용한 경우 또는 사용중인 경우에는 반드시 대표 저자에게 연락하고 그 내용을 삭제하여 주시기 바랍니다. 만약 연락이 없이 계속 사용하거나 사용하였던 적이 있는 경우에는 적절한 조치를 취할 예정입니다.

그리고 비영리를 목적으로 일부분만을 사용한 경우에는 인용문헌란에 반드시 표기하고, 상당 부분을 인용한 경우에는 제목이 들어가는 첫쪽에 인용 사실을 기록하여 주시기 바랍니다.