

적조 원인 생물 *Prymnesium*의 독성에 의한 패류의 폐사



김형신 특별연구원
제주대학교 기초과학연구소
E-mail) kimhyeungsin@hanmail.net

슬슬 적조 발생과 아울러 그에 따른 수산업계의 피해에 관한 소식을 본의 아니게 접하게 될 계절이 다가오고 있다. 이처럼 적조의 발생은 언제부터 인가 나라 전체의 근심거리로 자리를 잡게 되었고, 적조란 단어를 모르는 사람이 없을 정도로 그 영향력은 크다고 할 수 있다. 저자는 이번 기회에 이 지면을 빌어 적조 원인 생물의 과거와 현재를 뒤돌아 보고, 특히 미래에 적조 원인 생물로서의 가능성을 가지고 있는 플랑크톤에 대해 간단히 소개하고자 한다.

태양광이 도달하는 해양의 표층에서는 식물성 플랑크톤의 광합성에 의해 유기물이 생산(보통 기초 생산이라 함)되고, 이 유기물은 식물성 플랑크톤 입자가 침강함에 따라 심층수로 이동하게 된다. 이렇게 이동한 유기물은 호기적 분해를 거쳐, 이산화탄소, 초산이온, 인산이온 등으로 변한다. 이들 용존 화학 성분은 심층수가 상승함에 따라 해양의 표층으로 다시 되돌아가서 식물성 플랑크톤의 광합성에 필요한 물질로서 또다시 유기물 생산(기초생산)에 관여하게 된다. 이와같이 해양에서 탄소, 질소, 인과 같은 원소는 고체 상

태(식물플랑크톤 상태)와 액체 상태(용존 이온 상태) 사이를 서로 이동하고, 공간적으로도 해양의 표층수에서 심층수에 이르기까지 순환하고 있다. 이러한 일률적인 순환 과정에서 과도한 영양 염류가 외부로부터 유입 되어지면(부영양화), 자연히 식물성 플랑크톤의 생산량이 더불어 증가하게 된다. 이러한 현상이 어느 정도를 넘게 되면 적조 현상으로 나타나게 되는 것이다. 즉, '적조'란 해양 또는 담수역의 부영양화에 의한 플랑크톤(주로 식물성 플랑크톤)의 이상 증식 현상으로 설명할 수 있다. 여기서 부영양화의 원인으로는 주로 생활 하수, 공장 폐수, 하천을 통해 유입되는 부하 물질 등등 여러가지를 꼽을 수 있다.

이러한 적조의 원인이 되는 생물도 과거에서 현재에 이르기까지 변화하고 있음을 알 수 있다. 국립수산과학원 자료를 보면 1980 년대의 적조 원인 생물로는 *Skeletonema costatum*과 같은 규조류가 주류를 이루는 규조 중심의 적조 현상이 주류를 이루고 있었다. 그러나 1990년대에 접어들면서 부터 주요 적조 원인 종이 규조 중심에서 외편모조 중심으로 점차 변화를 보이기 시작하

여, 최근에는 *Cochlodinium*과 같은 와편모조류가 주류를 이루는 와편모조 중심 적조 현상이 주류를 이루고 있음을 알 수 있다. 이처럼 적조의 원인이 되는 플랑크톤의 종류에 있어서도 과거로부터 현재에 이르기까지 주요 종 구성에 있어서 변화를 보이고 있음을 알 수 있다. 그렇다면 앞으로는 과연 어떠한 종류의 플랑크톤에 의해 적조 현상이 일어날 것인지, 그리고 그들 종의 생물학적 특징은 어떠한지, 그러한 종들에 의한 적조 현상이 발생하였을 경우 어떠한 대처 방안이 있는지 등에 대해 이제는 연구가 되어야 할 때라고 생각한다. 그러한 의미에서 저자가 현장 관찰을 통해 알게 된 편모조류의 한 종을 이 자리를 빌어 소개하고, 미래의 적조 원인 생물로서의 가능성에 관해서도 논의해 보기로 하겠다.

2001년 춘계에 우리나라 남해안 연안의 어·패류 종묘 생산장에서 발생한 패류 폐사와 관련된 미세조류에 관해서 이 지면을 통해 소개하고자 한다. 저자는 남해안 일대의 몇몇 어·패류 양식장에서 이용하고 있는 식물 먹이 생물 및 동물 먹이 생물의 배양 수조내에서, 배양을 목적으로 하는 먹이 생물 이외의 혼재하고 있는 생물의 종류를 조사하였다. 이 조사 과정에서 우리나라 남해안의 양식장 혹은 배양장 등에서 먹이생물로서 이용 되어지고 있는 식물 먹이 생물(주로 *Isochrysis*) 등을 대량으로 배양하고 있는 수조에서 갑작스런 식물 먹이 생물 세포의 밀도 감소를 보이는 수조를 대상으로 그 원인을 조사한 결과, 미세조류 *Prymnesium* sp. cf. *parvum*이 혼재하고 있는 것을 알 수 있었다(투고중). *Prymnesium*은 Haptophyta 또는 Prymnesiophyta (하프토타식물문 또는 프리메시움식물 문, 이하 하프토타조류로 표기함)에 속하는 속으로, 아직 우리나라에서는 그

분류나 생태, 또는 적조 발생 등과 관련해서 전혀 알려져 있지 않은 미세조류이나, 양식 산업에서 중요하게 이용 되어지고 있는 *Isochrysis*나 *Pavlova* 속 등도 이 식물 문에 속한다.

하프토타조류는 대부분 2개의 편모를 가지며, 그 2개의 편모 사이에 하프토타네마(haptonema)라고 하는 소기관(하프토타네마가 아주 발달된 종이 있는 반면, 퇴화된 종도 있다)을 가지며, 세포는 유기질 인편 혹은 탄산칼슘 외피 구조를 가지는 것이 특징이다. 이들 종은 거의 단세포 종이지만, 군체를 형성하는 종도 있다. 이 하프토타조류 중 *Prymnesium* 및 *Chrysochromulina* 속의 몇몇 종은 적조를 일으켜 대량의 어류를 폐사 시킴으로서 많은 경제적 손실을 가져다준 것으로 유명하다(Sabour et al., 2000; Dahl et al., 1989; Lindahl and Dahl, 1990). 그러나 이들 종에 의한 적조 현상은 아직 한국에서는 알려져 있지 않다. 하지만 이들 조류에 의한 피해가 전혀 없었다고 단정 짓기에는 무리가 있을것으로 생각된다. 왜냐하면 이들 조류의 세포 크기가 기존의 적조 원인 생물과 비교하면 너무 작아서 현미경을 이용한 관찰이 용이하지 않기 때문이다. 저자는 2001년 춘계에 남해안 일대의 양식장에서 대량 배양하고 있는 먹이 생물 수조로부터 하프토타조, *Prymnesium* sp. cf. *parvum*을 관찰하였고, 이 하프토타조가 혼재된 먹이 생물(*Isochrysis*)을 이매패류의 치패에 급이한 결과 치패가 모두 폐사하는 것을 관찰할 수 있었다(투고중).

저자의 연구 결과와 유사한 실험 결과는 또 다른 이매패류에 있어서도 보고되어 있다. Guillard (1957)와 Wikfors et al. (2000)는 굴, 대합 및 가리비의 유생 및 치패에 대한 *P. parvum*의 독성에 대한 반응을 실험한 결과, 이들 이매패의 유생 및

치패에 대해서 죽음에 까지 이르게 하는 치명적인 반응을 나타냈음을 보고하였다. 앞에서도 서술한 바와같이 하프토조류에 의한 양식 생물체의 피해는, 이들 패류 뿐만 아니라 양식 어류에 있어서도 그 피해 사례가 보고되어 있다. 더욱이 놀라운 사실은 다른 적조 원인 생물들과는 달리 조류(*P. parvum*) 자체를 섭취함으로써 폐사 현상이 일어나는 것이 아니고, *P. parvum*인 경우 세포의 주변 해수에 독 성분을 내뿜어 해수 자체가 독 성분에 오염되어 주변 생물에게 피해를 주는 메카니즘을 가지고 있다는 것이다(Shilo, 1981; Skulberg et al., 1993). 따라서 그 피해 정도도 더욱 커지게 되는 것이다.

이러한 특이적인 메카니즘으로 어·패류의 생존에 위협을 줄 가능성이 큰 하프토조류에 대해서 아직 우리나라에서의 연구 보고 등은 없었으나, 이번 저자의 관찰 및 연구 결과에 의하면 앞으로 이들 하프토조류에 의한 적조 발생 또는 양식 산업에의 피해 등이 없을 것 이라고는 단정지어 말할 수 없다고 생각된다. 따라서 앞으로 이들 하프토조류에 대해 더 많은 연구가 이루어져야 하며, 앞으로 다가올 미래의 적조 원인 생물로서 인식하여, 그에 대처할 수 있는 방안을 모색하여야 할 것으로 사료되어 진다.

참 고 문 헌

- Dahl, E., Lindahl, O., Paasche, E. & Thronsen, J., 1989. in Novel phytoplankton blooms, (eds. Cosper, E. M., Bricelj M. and Carpenter E. J.) (Springer, Berlin) pp. 383-405.
- Guillard, R. R., 1957. Some factors in the use of nanoplankton cultures as food for larval and juvenile bivalves. Proc. Natl. Shellfish Assoc. 48, 134-142.
- Lindahl, O. and Dahl, E., 1990. in Toxic Marine Phytoplankton, (eds. E. Graneli, B. Sundstrom, L. Edler and D. M. Anderson) (Elsevier, New York) pp. 189-194.
- Sabour B., Laudiki M., Oudra B., Oubraim S., Fawzi, B., Fadlaoui, S., Chlaida, M. & Vasconcelos, V., 2000. Blooms of *Prymnesium parvum* associated with fish mortalities in a hypereutrophic brackish lake in Morocco. Harmful Algae News (The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO), No. 21, 8-9.
- Shilo, M., 1981. in The water environment. Algal Toxins and Health (ed. Carmichael, W. W.) (Plenum Press, New York) pp. 37-47.
- Skulberg, O. M., Anue, T. & Underdahl, B., 1993. The phytoflagellate *Prymnesium parvum* account of toxicological knowledge. Vatten, 49, pp. 155-160.
- Wikfors, G. H., Alix, J. H., Shumway, S. E., Barcia, S. & Cullum, J., 2000. Experimental exposures of bay scallops to cultures of suspected harmful microalgae. Journal of Shellfish Research, 19(1), pp. 639.