

환경일반-P6

## pH, 영양염류 농도 및 빛이 *Microcystis* bloom 의 초기단계에 미치는 영향: 낙동강 하류 (물 금)에서의 enclosure실험

하 경<sup>\*</sup>, 박 재림<sup>1</sup>, 주 기재

부산대학교 생물학과, <sup>1</sup>신라대학교 환경학과

### 1. 서 론

담수자원의 이용이 빈번한 우리나라를 비롯한 유럽, 일본, 호주 등에서 남조(cyanobacteria, blue-green algae) 군집의 번성과 이에 대한 수자원 관리는 현재 당면하고 있는 심각한 환경문제 중의 하나이다. 특히, 부영양화(eutrophication)상태의 호수나 강에서 남조류의 수화는 수표면에 scum을 형성하여 경관을 해치거나, 이취미(taste and odour)물질을 생산하여 수질관리 측면에서 문제가 대두되고 있다(Thompson and Rhee, 1993). 우리나라 4대강을 비롯한 대부분의 큰강 생태계는 농·공업 용수 등으로 그 수요가 높아 의존도가 높은 실정이다. 특히, 낙동강 하류는 지난 8년간의 모니터링에 의하면, 유량이 부족한 갈수기에는 부영양화상태가 계속되고 있으며, 6월 중순 발생하는 여름 초기강우 이후 일사량과 이에 따른 30°C 이상의 수온의 증가로 수괴가 정체되는 7월말부터 *Microcystis*군집의 번성하는 것으로 나타났다(Ha et al., 1999, 2000). 특히, 이 군집은 발생 초기에 밀도가 급증하며, microcystin과 같은 신경계, 간장계 독소를 생성해낸다(Oh et al., 2000). 그러나, 어떤 환경 요소들의 직·간접적인 영향으로 이 군집의 밀도가 발생후 급증하여, 우점이 2-3개월 이상 유지 될 수 있는지에 대한 실험적 증명은 아직 미흡한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 낙동강 하류(물금)에서 6월말 여름 초기강우 이후 현장의 원수를 이용한 enclosure실험을 통해 주요환경인자로 사료되는 pH, 빛(light), 영양염류 농도(nutrient concentration; Nitrogen, Phosphorus)가 *Microcystis*군집의 초기 밀도 증가에 미치는 영향을 실험적으로 증명하고자 한다.

### 2. 재료 및 방법

pH, light, 영양염류(질소, 인)가 *Microcystis aeruginosa* 밀도 증가에 영향을 환경요소 및 농도구배를 파악하기 위해, 6월말 여름 초기강우 후 남조군집의 발생 초기단계인 7월말(chl. a, 10.3 µg/l; pH, 8.1; 영양염류 농도, NO<sub>3</sub>, 3.4 mg/l, NH<sub>4</sub>, 0.09 mg/l, TN, 3.6 mg/l, PO<sub>4</sub>, 31.7 µg/l, TP, 427 µg/l; 수온 30.4°C) *Microcystis aeruginosa*가 20%정도(세포수 기준) 존재하는 원수를 실험실로 운반하여 5L 플라스틱 병(각 처리군당 n=3)에서 열흘동안 수행하였다. 동물플랑크톤의 포식 영향을 최소화 하기 위해, 본 실험에 사용될 원수를 67µm mesh size screen(Wild Co.)에 걸른 후 사용하였다. pH, 빛, 영양염류 처리군의 경우, pH는 6.5~9.5의 4구배(n=3), 빛은 여름 평균 조도 1133 µs/cm을 100% 투과율로 하여, 0~100%의 6구배(n=3), 영양염류는 원수의 2배 희석~질소, 인의 1일 소모

량의 2배 매일 첨가의 6구배 (n=3)로 하였다. 실험용 병은 매일 4회 magnetic stirrer에서 5분씩 흔들어주었다. *Microcystis* 밀도 계수를 위해서 0, 2, 4, 6, 8, 10일째의 동일시간 (11:00-12:00)에 샘플을 취수하였다. *Microcystis*군집 Utermöhl (1958) 방식에 따라 Zeiss IM 도립현미경 (x 400)하에서 계수하였으며, 모든 세포 계수의 단위는 세포수 (cells/ml)로 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

10일 동안 1~2일 간격으로 각 처리군에서 식물플랑크톤 군집의 변화를 조사한 결과, 3일째부터 각 처리군에서 *Microcystis* 밀도의 증가가 나타나기 시작했다. pH 8.5~9.5, 60~85%의 빛 투과도에서 가장 높은 밀도값의 변화를 보여주었으나, 영양염류의 경우 처리군별로 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 이상의 결과에서, 낙동강 하류의 남조 군집의 초기 변성 단계에는 pH, 온도, 영양염류 농도, 광도 등 여러 환경 요소가 복합적으로 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이중 8.5이상의 높은 pH상태에서 가장 뚜렷한 밀도의 증가를 보여주었다 (Fig. 1). 영양염류의 경우 전 처리군에서 높은 밀도 변화를 보여준 것으로 보아, 원수의 영양염류 농도가 *Microcystis* 군집이 성장하는데 풍부한 정도로 일정하게 유지되는 낙동강 하류에서는 영양염류의 농도는 남조군집의 변성을 유도하는 중요한 요소는 아닌 것으로 보이며, pH와 광도는 영양염류에 비해서 낙동강 하류의 *Microcystis* 군집 변성의 초기단계에 중요하게 작용할 것으로 사료된다.

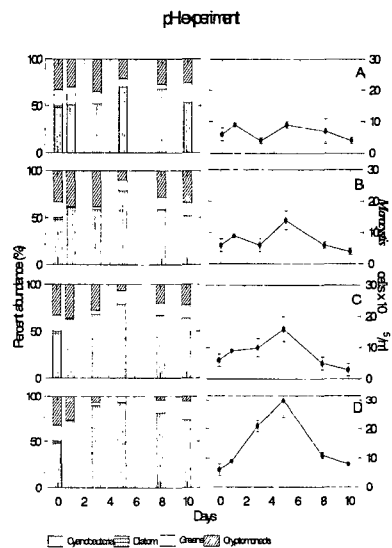


Fig. 1. % Abundance of community and *Microcystis* density in a laboratory experiment (pH experiment, Asp-H65, B-75, C-85, D-95)

### 참고문헌

- Thompson, P. A. and G. Y. Rhee, 1993. Phytoplankton responses to eutrophication. In Rai and Gaur (eds.) *Phycological perspectives of water pollution*. Springer-Verlag Pub., New York.
- Ha, K., H. W. Kim, and G. J. Joo, 1998. The phytoplankton succession in the lower part of hypertrophic Nakdong River (Mulgum), South Korea. *Hydrobiol.* 369/370, 217~227.
- Ha, K., E. A. Cho, H. W. Kim, and G. J. Joo. 1999. *Microcystis* bloom formation in the lower Nakdong River South Korea : Importance of hydrodynamics and nutrient loading. *Mar. and Freshwater Res.* 50, 89~94.
- Oh, H. M., S. J. Lee, M. H. Jang, and B. D. Yoon. 2000. Microcystin production by *Microcystis aeruginosa* in a phosphorus-limited chemostat. *Appl. Environ. Microbiol.* 66 (1), 176~179.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton -Methodik.- *Mitt. Internat. Verein. Limnol.* 9, 1~38.