

# 낙동강 중·하류에서 박테리아의 분포와 식물플랑크톤과의 상관관계

주윤희\*, 하경, 이상균<sup>1</sup>, 주기재  
부산대학교 생물학과, <sup>1</sup>부산대학교 환경시스템학과

## 1. 서론

수생 생태계에서 박테리아는 미생물 먹이환을 연결하는 중요한 생물상이며, 먹이환 내에서 생체량의 주요부분을 차지하고 있다<sup>5)</sup>. 일반적으로 수계의 영양상태에 따라 박테리아의 밀도변화가 있음이 알려져 있으며<sup>1), 3)</sup>, 박테리아의 성장은 물리·화학적 요인(온도, 영양염류)에 의해 영향을 받을 뿐 아니라, 식물플랑크톤의 생체량과 높은 상관성을 가지는 것으로 보고되어있다<sup>2)</sup>. 조사방법의 어려움 등으로 인해서 80년대 초반부터 박테리아의 역할규명이 밝혀지기 시작했고, 대부분의 연구가 호수생태계를 중심으로 이루어졌으며, 강에서 미생물의 동태에 관한 연구는 상대적으로 적었다.

우리나라의 큰 강의 하류는 상류지역의 인위적인 교란(댐, 보)과 유역권내의 비점오염원으로부터의 오염물질의 유입 등으로 인해 수질 오염이 가속되고 있다. 특히 낙동강의 경우 중류역의 오염원외에도 하구연 축조이후 수계의 정체 등으로 식물플랑크톤의 bloom이 빈번하는 등 심각한 부영양화 상태에 있다. 따라서, 과영양 단계의 수질특성을 보이는 낙동강의 중·하류에서 박테리아의 분포를 조사하여 미생물 먹이환 내에서 차지하는 중요도를 파악하고, 식물플랑크톤과의 상관관계를 규명하고자 한다.

## 2. 재료 및 실험 방법

낙동강 중·하류역(낙동강 하구둑으로부터 약 200km 상류구간)에서 97년 10월부터 98년 8월까지 본류 6지점(물금, 하남, 남지, 적포, 고령, 성주), 지류 3지점(남강, 황강, 금호강)에서 2주 간격으로 원수를 채수하였다. 총 박테리아수는 시료를 현장에서 glutaraldehyde solution으로 고정한 후, polycarbonate membrane filter(0.2 $\mu$ m pore size)로 여과, DAPI로 염색한 후 형광현미경으로 20fields를 무작위로 검경하여 총 세균수를 계산하였다<sup>4)</sup>. 식물플랑크톤의 생체량(chlorophyll a)은 Monochromatic Method에 따라 측정하였다<sup>6)</sup>.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 식물플랑크톤의 생체량 및 총 박테리아수의 변화

낙동강 본류에서 식물플랑크톤 생체량과 총 박테리아의 수는 일반적으로 하류로 향할수록 증가했고 지류 3지점에서는 금호강이 가장 높게 나타났다 (Table 1).

Table 1. chlorophyll a concentration and bacterial abundance in the mid to lower Nakdong River(1997. 10 ~ 1998. 8, n=23)

	Sampling sites	River Km	chl.a( $\mu\text{g/l}$ )	total bacteria ( $\times 10^6$ cells/ml)
Main Channel	Mulgum	27	18.6 $\pm$ 15.0	3.3 $\pm$ 1.8
	Hanam	54	15.8 $\pm$ 14.4	3.3 $\pm$ 2.6
	Namji	83	14.3 $\pm$ 10.2	3.2 $\pm$ 2.3
	Jukpo	109	16.2 $\pm$ 12.6	2.9 $\pm$ 2.2
	Koryong	150	11.7 $\pm$ 8.6	2.8 $\pm$ 2.1
	Sungju	182	7.7 $\pm$ 6.6	2.0 $\pm$ 1.4
Tributaries	Nam R.	92	10.6 $\pm$ 9.3	2.9 $\pm$ 2.2
	Hwang R.	121	1.9 $\pm$ 1.2	1.5 $\pm$ 1.1
	Kumho R.	169	19.4 $\pm$ 13.4	4.7 $\pm$ 0.2

본류의 경우 최상류에 위치한 성주의 식물플랑크톤의 평균 농도가 7.7 $\mu\text{g/l}$ 로 가장 낮았고, 하류로 갈수록 증가하여 가장 하류에 위치한 물금이 18.6  $\mu\text{g/l}$ 로 가장 높았다. 이는 하류로 향할수록 오염물질의 증가와 수계의 정체로 인해 식물플랑크톤의 번성에 기인한 것이다. 특히, 조사지점 중 최하류에 위치한 물금은 하구둑으로 인한 정체가 심해 높은 생체량을 나타내었다. 낙동강 중 하류의 본류 5개 지점별 총 박테리아수의 범위는  $0.2 \times 10^6 \sim 10.6 \times 10^6$  cells/ml였으며, 하류로 갈수록 증가하는 경향을 나타내었지만, 지점별 차이가 크지는 않았다. 계절별 분포에서 겨울보다 여름에 총 박테리아수가 많았는데(물금의 경우 12~2월,  $2.0 \times 10^6$  cells/ml; 6~8월,  $3.6 \times 10^6$  cells/m), 이는 여름의 높은 온도와 식물플랑크톤 생체량의 증가가 박테리아의 번성에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

총 박테리아수의 증감곡선이 식물플랑크톤 생체량의 증감패턴과 대체적으로 일치하거나, 식물플랑크톤 생체량이 최대값을 보인 뒤 일주일정도 후에 총 박테리아수의 최대값이 나타난다. 그러나 박테리아곡선의 폭이 식물플랑크톤 생체량 곡선의 폭과 비례적이지는 않다(Fig. 1).

### 3.2 총 박테리아수와 식물플랑크톤 생체량과의 상관성

황강과 금호강을 제외한 전 조사지점에서 총 박테리아수와 식물플랑크톤 생체량과의 상관성은 매우 높은 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ) (Table 2, Fig 2). 이 결과에서 박테리아의 번성과 식물플랑크톤의 생체량 및 배출유기물이 크게 기여함을 알 수 있다. 황강과 금호강의 경우 상관성이 거의 없는 것으로 나타났는데 식물플랑크톤의 배출유기물보다는 외부에서 유입되는 유기물에 의해 박테리아의 성장이 조절되기 때문인 것으로 사료된다.

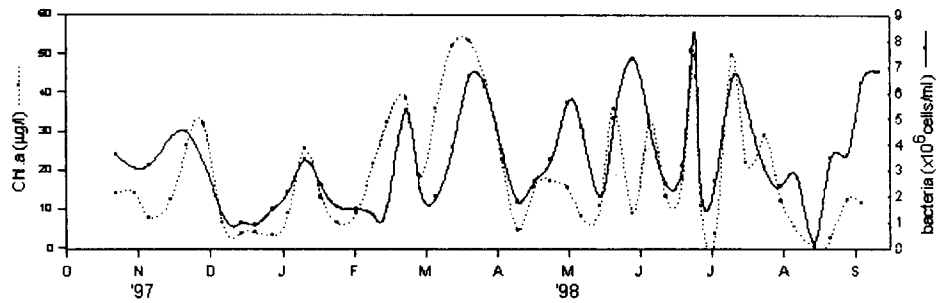
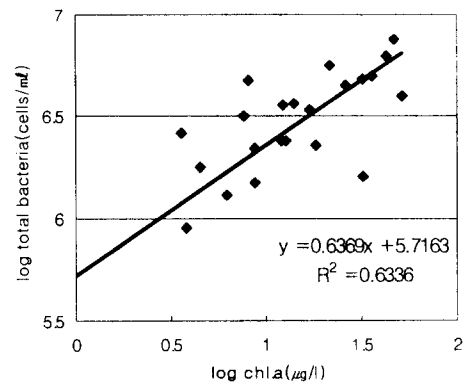


Fig 1. Seasonal changes in chlorophyll a concentration(-----) and bacterial abundance(—) at the Nakdong River(Mulgum).

Table 2. Relationship between total bacteria and chlorophyll a concentration of main channel sites and tributaries of the Nakdong River(Mulgum) ( $r$ =correlation coefficients; \* $p < 0.001$ ;  $n=23$ ).

	$r$
Mulgum	0.7959*
Hanam	0.7322*
Namji	0.7292*
Jukpo	0.6417*
Koryong	0.7183*
Sungju	0.4848*
Nam R.	0.6411*
Hwang R.	0.0875
Kumho R.	0.3340

Fig. 2. Linear regression of log total bacteria and log chlorophyll a concentration at the Nakdong River (Mulgum).



#### 4. 요약

낙동강 중 하류의 9지점에서 1997년 10월부터 1998년 8월까지 총 박테리아의 수와 식물플랑크톤과의 상관성을 구한 결과 총 박테리아수의 범위는  $0.2 \times 10^6 \sim 10.6 \times 10^6$  cells/ml이고, 하류로 갈수록 박테리아의 밀도가 증가하였다. 계절별 분포에서 여름이 겨울보다 높게 나타났으며, 총 박테리아수의 증감은 식물플랑크톤 생체량의 증감패턴과 대체적으로 일치하거나, 식물플랑크톤 생체량이 최대값을 보인 뒤 일주일정도 후에 총 박테리아수의 최대값이 나타났다. 황강과 금호강을 제외한 조사지점에서 식물플랑크톤과의 상관성은 전체적으로 매우 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 이 결과에서 낙동강의 중·하류에서 박테리아의 번성에 식물플랑크톤의 생체량 및 배출유기물이 크게 기여함을 알 수 있다.

#### 참고문헌

- Azam, F., T. Fenchel, J.G. Field, J.S. Gray, L.A. MeyerReil, and F. Thigstad, 1983, The ecological role of water-column microbes in the sea, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 10, 257-263.
- Bird, D.F. and J. Kalff, 1984, Empirical Relationships between Bacterial Abundance and Chlorophyll Concentration in Fresh and Marine Waters, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. 41, 1015-1023.
- Fuhrman, J.A. and F. Azam, 1980, Bacterioplankton secondary production estimates for coastal waters of British Columbia, Antarctica and California, *Appl. Environ. Microbiol.*, 39, 1085-1095.
- Hobbie, J. E., R. J. Daley, and S. Jasper, 1977, Use of Nuclepore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy, *Appl. Environ. Microbiol.*, 33, 1225-1228.
- Lovell, C.R. and A. Knopka, 1985, Primary and bacterial production in two dimictic Indiana Lakes, *Appl Environ Microbiol.*, 49, 485-491.
- Wetzel, R.G. and G.E. Likens, 1991, *Limnological Analyses*(second edition), Springer-Verlag, New York, 391pp.