

낙동강하구 연안수역의 세균 생산성과 환경요인의 영향

김미정 · 윤인길¹ · 정익교² · 권오섭*

인제대학교 환경시스템학부, ¹경희대학교 산학협력기술연구원, ²부산대학교 해양과학과

낙동강 연안 수역에서 세균의 생산성과 생물량을 측정하여 미생물의 먹이고리에 기여하는 정도를 파악하기 위해 미생물학적 요인과 주요 환경요인을 측정하였다. 낙동강 연안 수역은 겨울철 갈수기에 유입되는 부영양화 담수의 영향을 많이 받았다. 종속영양세균과 총세균의 개체수는 각각 $5.4 \times 10^2 \sim 3.2 \times 10^4$, $2.2 \times 10^5 \sim 9.8 \times 10^5$ cells/ml이었으며, 세균의 평균 체적과 생물량은 각각 $0.023 \sim 0.201 \mu\text{m}^3/\text{cell}$, $0.010 \sim 0.140 \mu\text{g-C}/\text{ml}$ 로 정점별, 계절별 차이는 크지 않았으나 체적과 총세균수가 반비례하였다. Thymidine pool size는 $12.93 \sim 44.66$ nM로, 동계에 비해 하계에 세균이 이용하기 쉬운 pool로 이루어져 하계의 세균 이차생산성 측정치가 과소 평가될 수 있음을 보여주고 있다. 종속영양세균의 이차생산성은 $0.12 \sim 22.38 \mu\text{g-C}/\text{ml/h}$ 의 변화 범위를 나타냈으며, 담수 유출부와 인접한 정점에서 가장 낮은 값을 보였다. 동계에 세균 생산성이 낮고 춘계로 접어들면서 증가하여 하계에도 높은 수치를 유지하였으며 추계와 동계에 다시 감소하였다. 이러한 세균 생산성의 분포는 엽록소 a 및 수온 변화와 밀접한 상관성을 보였으며, 또한 세균 생물량도 많은 영향을 미치는 것으로 나타나 본 조사 수역에서 측정된 세균 생산성의 상당 부분은 식물플랑크톤의 광합성 산물을 이용하는 세균 생물량의 증가임을 알 수 있다.

Key words □ bacterial biomass, bacterial production, Naktong embayment, thymidine pool size

서 론

수계 생태계의 현존량과 생산력의 중요 부분을 차지하는 초미세플랑크톤($0.2 \sim 2 \mu\text{m}$)의 중요성에 대한 인식은 날로 증가하고 있으며, 이들의 다양성과 높은 생산성에 기인하여 최근 수산, 해양자원의 보호 및 육성차원에서 많은 연구가 진행되고 있다. 특히, ³H-thymidine incorporation technique에 의한 microbial loop (10,15)의 발견은 수계의 용존 유기탄소(DOC)의 이용에 대한 새로운 장을 열어 많은 연구를 촉진시킨 계기가 되었다. 초미세플랑크톤이 섭취하는 DOC는 연간 용존유기물(DOM) 총생산량의 50% 이상에 달하며, DOM을 입자 유기탄소(POC)로 전환시키는 능력 또한 다른 생물에 비해 효율이 훨씬 높다(18). 종속영양세균에 의한 DOC 이용은 수계의 먹이순환의 중요한 매개체로 작용하는 바, 종속영양세균에 의한 이차생산성 및 세균 생물량의 측정으로 수계의 물질 순환을 정확히 파악할 수 있다.

연안 및 하구생태계는 각종 영양염과 에너지의 유입이 풍부하여 물질순환이 매우 빠른 생태계로, 미생물의 활성이 매우 높은 수역이다. 일반 수계의 주요 유기탄소원은 식물플랑크톤의 광합성 산물이지만 낙동강 하구와 같이 육상 생태계로부터 많은 영향을 받는 수역에서는 유입 유기물 부하량이 세균 생산성에 큰 기여를 하고 있다. 국내의 경우, 소양호, 팔당댐, 낙동강 등 일부 담수역에서는 세균 생물량과 생산성에 대한 조사가 많이 진행되었으나 해양생태계에서의 연구는 경기만(20), 군산해역(5), 서해안(8), 낙동강 하구(3), 대한해협(7) 등 일부 연안 수역에서 단기

성 조사가 이루어졌을 뿐이다.

따라서 본 연구는 국내 연안의 초미세플랑크톤 생태를 조사하기 위한 사업의 일환으로, 낙동강 연안 수역에서 세균의 생산성과 생물량을 측정하여 미생물의 먹이고리에 기여하는 정도를 파악하고, 또한 주요 환경요인을 측정하여 연안 수역에서의 물질순환에 미치는 세균의 기능과 역할을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

조사 정점 및 환경요인 분석

낙동강하구 연안역을 대상으로 1999년 1월부터 1999년 12월 까지 4개 정점에서 Van Dorn Sampler를 사용하여 상·중·하층으로 구분하여 채수하였다(Fig. 1). 수온과 염분도는 현장에서 CTD meter (Sea-Bird Electronics Inc., SEACAT SBE19)를 사용하여 측정하였으며, 입자상 부유물질, 엽록소 a, 무기영양염(NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) 등은 APHA(9)에 의거하여 측정하였다. 총유기탄소(TOC)와 용존유기탄소(DOC)는 TOC analyzer (Shimadzu, TOC-5000)를 사용하여 분석하였으며, DOC 측정은 먼지 시료를 membrane ($0.2 \mu\text{m}$ pore size)으로 여과하여 수행하였다.

세균수 및 세균 생물량 측정

종속영양세균의 개체수는 Zobell 2216e 배지에 시료를 접종하여 상온에서 5 일 배양한 후 계수하여 측정하였다. 총세균수는 현장에서 시료를 formalin으로 고정시킨 후, 일정량을 Acridine Orange로 염색하고 polycarbonate membrane ($0.2 \mu\text{m}$ pore size)로 여과하여 형광현미경 (Olympus, BH-2)으로 시료 당 20-30 fields 씩 관찰하여 측정하였다(17). 세균 생물량은 형광현미경 화

*To whom correspondence should be addressed.
Tel: 055-320-3249; Fax: 055-334-7092
Email: envkos@ijn.ije.ac.kr

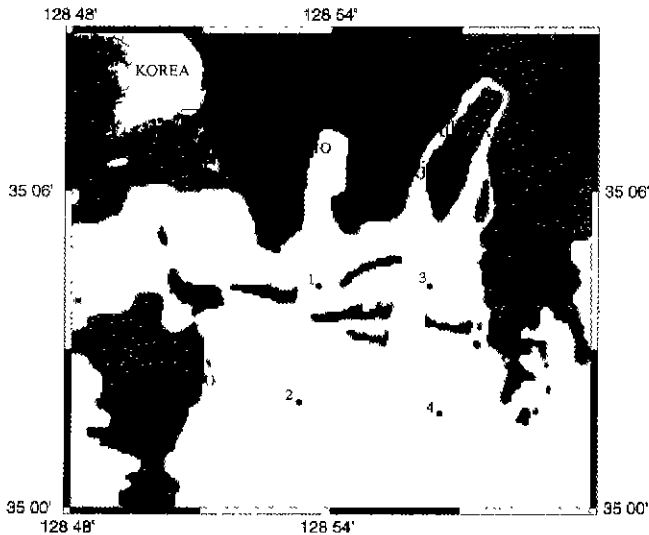


Fig. 1. Map showing the sampling stations in Naktong embayment.

상에서 직접 측정된 각 세균의 폭과 길이를 사용하여 구한 평균 체적에 총세균수와 환산상수(12)를 곱하여 구하였다.

세균 생산성 측정

세균의 이차생산성은 [methyl-³H]thymidine이 DNA에 동화되는 정도에 의해 측정하였다(14). 시료 20 ml에 [methyl-³H]thymidine (85 Ci/mmol, Amersham)을 최종 농도가 10 nM되게 첨가하여 빛이 투과하지 않는 실온의 교반기에서 2 시간 배양한 다음, 37% formalin에 sodium azide가 첨가된 용액 2 ml을 넣어 반응을 중지시켰다. 4°C의 10% trichloroacetic acid 20 ml을 첨가하여 5 분간 교반한 후 membrane (0.2 μm pore size)으로 여과하고 건조시켜 Liquid Scintillation Counter (Packard, 2000 CA, USA)로 방사능을 측정하였다. 세균에 동화된 ³H-thymidine의 양은 Parson 등(19)에 따라 구하였으며, 환산상수를 사용하여 bacterial cell production으로 환산하고(14), 다시 Bratbak(12)의 환산상수를 사용하여 세균의 이차생산성을 구하였다.

세포 내 DNA pools에 의한 첨가 방사선 물질의 회석효과 (20)를 피하기 위해 정점 1의 상층수와 정점 4의 하층수 시료 20 ml에 labeled thymidine을 10 nM 되게 첨가한 후, unlabeled thymidine (Sigma)을 각각 5, 10, 20, 30, 40, 50 nM 되게 첨가하여 위와 동일한 방법으로 수행하였다. Thymidine의 uptake는 labeled thymidine의 dpm 값을 단순 회기분석하여 구하였다.

통계분석

Correlation, ANOVA 등과 같은 통계분석은 SigmaStat program을 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

조사 수역의 환경요인

각 조사 정점의 환경인자는 조사 시기와 수심에 따라 많은 차이를 나타내어 하구의 다양한 변화 양상을 반영하고 있었다. 이

Table 1. Variation of some environmental parameters in Naktong embayment from January 1999 to December 1999 (mean±standard deviation)

| | St. 1 | St. 2 | St. 3 | St. 4 |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Temperature (°C) | 15.9±5.2 | 15.6±4.9 | 15.5±4.6 | 15.5±4.7 |
| Salinity (‰) | 21.6±9.3 | 8.9±4.5 | 20.2±10.6 | 31.1±2.8 |
| SS (μg/l) | 54.1±29.8 | 54.7±17.4 | 56.1±25.0 | 61.9±63.9 |
| NH ₄ ⁺ (μg-N/l) | 84.2±54.6 | 89.0±53.4 | 69.0±46.6 | 56.4±19.6 |
| PO ₄ ³⁻ (μg-P/l) | 15.9±8.1 | 22.2±13.9 | 11.1±6.4 | 18.7±10.8 |
| TOC (mg/l) | 3.73±1.30 | 4.18±1.72 | 2.97±1.40 | 3.94±1.85 |
| DOC (mg/l) | 2.37±0.91 | 2.52±1.39 | 1.78±0.95 | 2.37±1.35 |
| CHL (μg/l) | 2.57±1.85 | 3.25±2.55 | 4.29±2.36 | 4.87±2.92 |

SS, suspended soil; TOC, total organic carbon. DOC, dissolved organic carbon; CHL, chlorophyll a

러한 각 조사정점별 주요 환경인자의 평균치와 표준편차는 Table 1에 나타낸 바와 같다. 염분은 정점 1과 3에서 각각 평균 21.62, 20.17 ‰로 가장 낮아 낙동강에서 유입되는 담수의 영향을 직접 받는 수역임을 알 수 있다. 정점 4의 5월 시료에서 입자상 부유물질 (SS)이 최고 360.7 μg/l 까지 기록하였으나, 이를 제외하면 정점별 평균 부유물질의 농도 차는 크지 않았다. 암모니아와 인산염, 총유기탄소, 용존유기탄소의 분포는 모두 정점 2에서 최고치를 나타냈는데, 이는 하구언 설치와 준설에 따라 낙동강에서 배출되는 담수가 정점 2 부근으로 유입되어 정체되기 때문이다 (김영의, 미발표). 엽록소 a는 0.31~11.79 μg/l의 변화 폭을 보였으며, 정점 4에서 항상 높은 농도를 나타냈다. 엽록소 a 만이 수온과 양의 상관성 (Pearson's correlation coefficient(r)=0.32, P<0.01)을 보였을 뿐, Table 1의 다른 항목들은 모두 수온과 음의 상관성을 나타냈다. 특히, 총유기탄소와 용존유기탄소는 수온과 각각 -0.49 (P<0.00), -0.28 (P<0.01)의 상관성을 보여 동계 갈수기의 영양물질 유입이 낙동강하구 연안수역에 큰 영향을 미침을 짐작할 수 있었다.

세균 개체수와 생물량

중속영양세균의 개체수 변화 폭은 5.4×10²~3.2×10⁴ cells/ml로, 5월 31일 시료에서 최소치를 나타냈으며 정점별 차이는 크지 않았다 (Fig. 2) 총세균수 또한 정점별, 시기별 차이가 뚜렷하지 않았으며, 2.2×10⁵~9.8×10⁵ cells/ml의 분포를 보여 동일 수역에서 측정된 안 등(4)의 결과와 유사하였으나 낙동강 하류 담수역에서 측정된 송 등(3)의 결과에 비해서는 2~10배 정도 적은 수치이다. 낙동강 하구 담수역에서 중속영양세균과 총세균의 개체수 사이에 상관성을 보였지만 해수역에서는 나타나지 않았는데(3), 본 조사에서도 두 개체수 사이에 상관성을 발견할 수 없었다.

세균 체적 (biovolume)은 0.023~0.201 μm³/cell의 변화 폭을 나타냈으며 (Fig. 2), 평균치는 0.121 μm³/cell로 국내의 여러 수역에서 조사된 값과 유사하였다(1, 2, 3, 5, 7). 정점별 평균치는 0.117~0.137 μm³/cells로 큰 차이가 없었으며, 조사시기별 차이

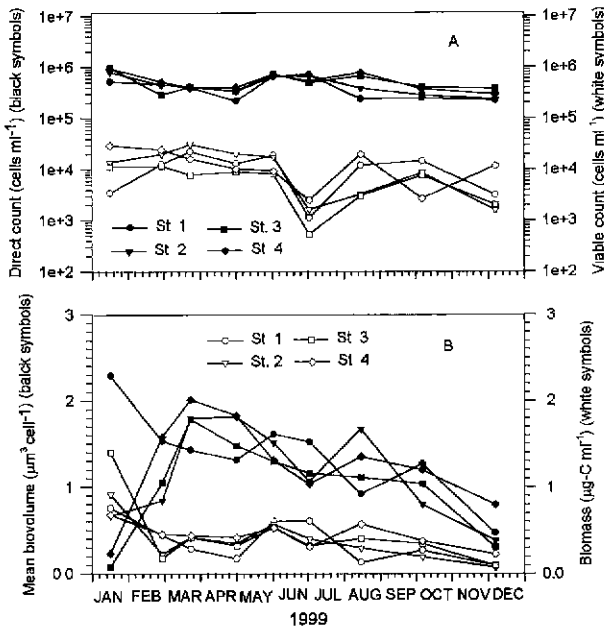


Fig. 2. Distribution of total and viable bacterial counts (A), and bacterial mean biovolume and biomass (B) in Naktong embayment.

도 크지 않았다. 일반적으로 개체수가 적은 동계에 세균의 체적이 크며 개체수가 많을 때는 작은 체적을 나타내는데(13,16), 본 연구에서는 계절별 변화는 크지 않았으나 체적과 총세균수 사이에 역관계 ($r = -0.29, P < 0.05$)가 나타나 이를 뒷받침하였다.

체적-생물량 환산상수는 생태계에 따라 많은 차이를 나타내며, 본 연구에서는 부영양 수계에서 많이 사용되고 있는 상수(11, 12, 13)를 사용하였다. 본 조사수역에서 측정된 세균 생물량(biomass)은 $0.010 \sim 0.140 \mu\text{g-C/ml}$ 의 변화 범위를 나타냈으며(Fig. 2), 평균치는 $0.041 \mu\text{g-C/ml}$ 로 동일한 환산상수를 사용하여 얻은 낙동강 담수역에서의 결과치(3)에 비해서는 훨씬 낮은 국내 다른 수역과는 유사한 값을 나타냈다. 생물량 계산에 사용되는 총세균수는 생물량과 $r = 0.83 (P < 0.000)$ 의 관계를, 체적은 $r = 0.23 (P < 0.05)$ 의 관계를 보여 본 조사 수역의 세균 생물량의 증감은 체적보다 세균수에 의해 더 많은 영향을 받는 것으로 확인되었다.

Thymidine pool

Isotopic thymidine의 회석 곡선은 8월의 정점 4 하층수에서 단순 회귀식의 r^2 가 0.59를 보였지만 다른 경우에는 모두 $r^2 > 0.93$ 을 나타내는 등 unlabelled thymidine의 첨가 농도 범위 내에서 직선 식으로 나타낼 수 있었다(Fig. 3). Labeled thymidine이 DNA 합성에 이용되는 정도는 계절에 따라 많은 차이를 나타냈는데, 세균 생산성(Fig. 4)이 수온의 영향을 많이 받음을 ANOVA 분석으로 알 수 있었다($P < 0.001$). 1월과 3월의 정점 1-상층수의 pool size는 각각 14.32, 12.93 nM로 10 nM의 labeled thymidine이 DNA 합성에 참여한 비율은 각각 41.1, 43.6%를 차지하였으며, 동일 시기의 정점 4-하층수에서는 labeled thymidine의 DNA 합성 참여율이 각각 36.3, 37.1%를 나타냈다. 그러나 8

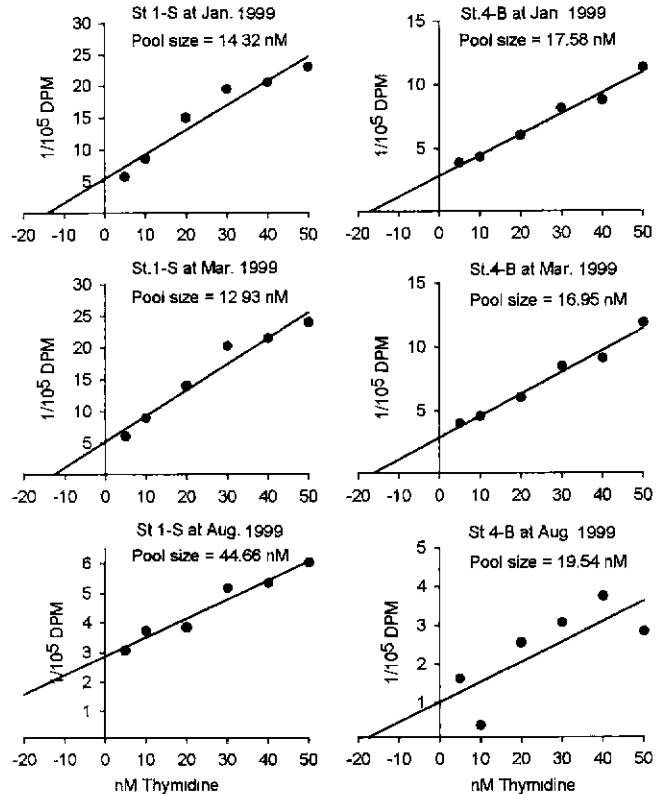


Fig. 3. Isotopic dilution plots from Naktong embayment. In each panel, pool size indicates the negative x-axis intercept.

월의 정점 1-표층수와 정점 4-하층수의 thymidine의 pool size는 각각 44.66, 19.54 nM로 각 정점에서 3회 측정된 결과 중에서 가장 높았으며, labeled thymidine의 DNA 합성 참가율은 각각 18.3, 33.9%에 불과하였다. 따라서 하계의 DOC pool이 동계에 비해 양적으로나 질적으로 세균들이 이용하기 쉬우며, 하계에 측정된 세균의 이차생산성은 상대적으로 과소 평가될 수 있음을 보여주고 있다.

중속영양세균의 이차생산성에 미치는 thymidine pool size의 효과에 대한 국내 수역에서의 연구 결과는 거의 없으며, 외국의 연구 결과에 따르면 대부분 조사 수역의 pool size가 10 nM 이하로(13,20), 본 결과치 (12.93~44.66 nM)가 상당히 높은 농도임을 알 수 있다. 이러한 결과는 매우 부영양화된 낙동강 담수 유입이 본 조사 수역에 영향을 미치지 않으므로 사료되며, 따라서 본 수역의 세균에 의한 DOC의 재순환 (microbial loop)이 전체 생산성에 미치는 정도에 지대한 영향을 미침을 짐작할 수 있다.

세균의 이차생산성

^3H -thymidine을 이용하여 측정된 중속영양세균의 이차생산성은 $0.12 \sim 22.38 \text{ mg-C/l/h}$ 의 변화 범위를 나타냈다(Fig. 4). 정점별로는 상대적으로 외만에 위치한 정점 2와 4 및 정점 1에서 각각 9.60, 10.70, 8.69 mg-C/l/h 의 평균치를 보여 이전 조사 결과(3)와 비슷하였으나 낙동강의 담수 유출부와 가장 인접한 정점 3에서는 평균 4.05 mg-C/l/h 로 가장 낮은 값을 보였다. Table 1에 나타난 주요 환경인자의 평균치 중 유·무기물의 농도도 정점 3

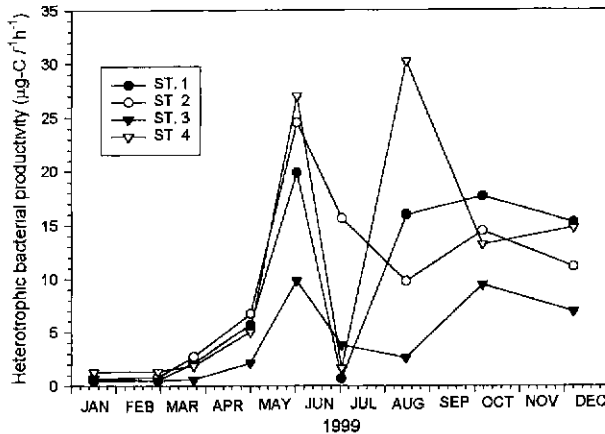


Fig. 4. Bacterial secondary productivity in Naktong embayment.

에서 가장 낮아 세균의 이차생산에 이들 인자가 많은 영향을 미침을 알 수 있다.

정점별 세균 생산성의 분포와 달리 4개 조사점의 계절별 생산성의 변화 양상은 비슷하였다. 동계에 세균 생산성이 낮고 춘계로 접어들면서 증가하여 하계에도 높은 수치를 유지하였으며, 다시 추계와 동계에 감소하였다. 이러한 세균 생산성의 계절별 변화 양상은 다른 보고(1,3,11,13)와 일치하였다. 다만 6월에 상대적으로 낙동강 유출부와 먼 거리에 위치한 정점 2를 제외한 나머지 3 정점에서 세균 생산성이 급격히 감소한 것은 조사 시기 직전의 집중호우로 탁도가 증가하여 식물플랑크톤의 생산량이 감소하고 그에 따라 세균 생산성도 감소한 결과이거나, 낙동강 하류역에 축적되었던 각종 오염물질이 연안으로 배출되어 세균의 활성을 저하시킨 결과로 사료된다.

이러한 생산성의 분포를 해석하기 위해 환경인자와의 상관성을 조사하였다. 전 조사 점점의 환경인자를 포함하여 분석한 결과, 세균 생산성은 염류소 a 및 수온 변화와 비교적 낮은 각각 $r = 0.36, 0.43 (P < 0.000)$ 의 상관성을 나타냈으며 다른 환경인자와는 유의성 있는 관계를 나타내지 않았다($P > 0.05$). 또한 각 정점별 환경인자와의 상관성 분석에서도 상관계수와 유의성의 차이는 있지만 전반적인 결과는 동일하였다. 따라서 본 조사 수역의 세균 생산성은 수온 증가에 따른 식물플랑크톤의 생물량 증가가 결정적 요소는 아니지만 주요 영향 요인임을 알 수 있으며, 본 연구와 병행하여 실시한 식물플랑크톤 생산성의 계절별 변화 양상(6)과도 대체로 일치하였다. 그러나 전술한 바와 같이 본 조사 수역의 세균 생산성은 수온과 염류소뿐만 아니라 각종 환경인자가 영향을 미치는 바, 특정 인자에 의한 해석의 미비점을 보완하고자 Best Subset Regression을 수행하였다. 그 결과, 세균 생산성(Y)과 세균 생물량(X_1), 수온(X_2), 염류소 a(X_3), 인산염 인(X_4), 입자상 부유물질(X_5), 암모니아(X_6), 염분(X_7), 용존 유기탄소(X_8) 사이에 다음과 같은 상관식을 구할 수 있었다: $Y = -30.86 + 75.43X_1 + 1.27X_2 + 0.79X_3 + 0.21X_4 + 0.11X_5 + 0.04X_6 + 0.03X_7 - 0.21X_8 (r^2 = 0.474)$. 즉, 세균 생산성이 수온 및 염류소 a 와도 비례하지만 전술한 단순회기에서 나타나지 않았던 세균 생물량과 가장 잘 비례하였다. 이로써 수온이 높은 하계에 낙동강

연안수역에 서식하는 세균과 식물플랑크톤의 생물량 증가가 세균의 이차생산성 증가에 가장 많은 영향을 미침을 알 수 있으며, 이는 하구연 하류역에서 식물플랑크톤의 광합성 산물이 세균 생산성에 미치는 주 영양물질이라는 사실(3)과 일치하였다.

감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단의 학술연구비 지원에 의한 것임 (1998-022-H00004).

참고문헌

1. 강찬수, 김상중. 1989. 소양호에서의 세균군집의 분포 및 생리적 활성의 연중 변화. 한국육수학회지 22, 199-212.
2. 강찬수, 이기승, 김명운, 권계경, 김용학, 박성주, 이진형, 김상중. 1990. 경기만의 중속영양세균 군집의 분포 및 활성. 한국미생물학회지 28, 324-330.
3. 송성주, 권오섭, 이해주, 이진애, 김영의. 1994. 낙동강 하구생태계의 세균 생물량과 이차생산성. 한국미생물학회지 32, 238-244.
4. 안태영, 조기성, 하영철. 1991. 낙동강 하구의 세균 분포와 활성에 미치는 환경요인. 한국미생물학회지 29, 329-338.
5. 이진형, 이다미, 김상중. 1991. 군산인근 해역에서 해양세균의 군체수와 biovolume. 한국미생물학회지 29, 420-407.
6. 정익교, 강영자, 권오섭, 서정관. 2000. 낙동강 하구 해역 식물플랑크톤의 군집동태. *Algae* 15 (submitted).
7. 정익교, 강운향, 김영진, 권오섭. 1988. 한국 연안 초미세플랑크톤 생태: I. 대한해협 서수도 해역. *Algae* 13, 101-107.
8. 조병철, 강연식, 최증기. 1994 황해 중동부해역에서 박테리아의 시공간적 분포의 특징. 한국해양학회지 29, 145-151
9. APHA. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed., APHA, AWWA, WPCF. Washington, D.C.
10. Azam, F., R. Fenchel, J. G. Field, J. S. Gray, L. A. Meyer-Reil, and F. Thingstad. 1983. The ecological role of water column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10, 257-263.
11. Bjornsen, P. K., B. Riemann, J. Pock-Steen, T. G. Nielson, and S. J. Horsted. 1989. Regulation of bacterioplankton production and cell volume in a eutrophic estuary. *Appl. Environ. Microbiol.* 55, 1512-1518.
12. Bratbak, G. 1985. Bacterial biovolume and biomass estimations. *Appl. Environ. Microbiol.* 49, 1488-1493
13. Chrzanowski, T. H. and J. G. Hubbard. 1988. Primary and bacterial secondary production in a southwestern reservoir. *Appl. Environ. Microbiol.* 54, 661-669.
14. Fuhrman, J. A. and F. Azam. 1982. Thymidine incorporation as a measure of heterotrophic bacterioplankton production in marine surface water: evaluation and field results. *Mar Biol.* 66, 109-120.
15. Hagström, A., F. Azam, A. Andersson, J. Wikner, and F. Rassoulzadegan. 1988. Microbial loop in an oligotrophic pelagic marine ecosystem: possible roles of cyanobacteria and nanoflagellates in the organic fluxes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 49, 171-178.
16. Hagström, A. 1984. Aquatic bacteria: measurements and signifi-

- cance of growth, p. 495-501. In M. J. Klug and C. A. Reddy (ed.), Current perspectives in microbial ecology. American Society for Microbiology, Washington, D.C.
17. 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.
18. Nybakken, J. W. 1993. Marine biology: an ecological approaches, 3rd ed., p. 81-82. Harper Collins College Pub.
19. Parsons, T. R., Y. Maita, and C. M. Lall. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, Oxford.
20. Pollard, P. C. and D. J. W. Moriarty. 1984. Validity of the tritiated thymidine method for estimating bacterial growth rates: measurement of isotrophic dilution during DNA synthesis. *Appl. Environ. Microbiol.* 48, 1076-1083.

(Received June 29, 2000/Accepted July 8, 2000)

ABSTRACT : Heterotrophic Bacterial Secondary Productivity and Effect of Environmental Parameters in Naktong Embayment, Korea

Mi-Jung Kim, In-Kil Youn,¹ Ik-Kyo Chung,² and O-Seob Kwon*(Department of Environmental Science and Engineering, Inje University, Kimhae 621-749, Korea, ¹Department of Industrial Liaison Research, Kyung Hee University, Yongin 449-701, Korea, ²Department of Marine Science, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea).

The ecology of estuarine bacteria in terms of bacterial production and biomass was investigated in Naktong embayment. Intrusion of eutrophic freshwater was one of the major factors affecting on the ecosystem of Naktong embayment. Total bacterial number varied from 2.2×10^5 cells/ml to 9.8×10^5 cells/ml, and the variation ranges of the bacterial biovolume and biomass were $0.023 \sim 0.201 \mu\text{m}^3/\text{cell}$ and $0.010 \sim 0.140 \mu\text{g-C}/\text{ml}$, respectively, and there was a reciprocal relationship between bacterial number and biomass. Pool size of thymidine varied from 12.93 nM to 44.56 nM. The pool during summer was supposed to be composed of easily utilizable form than the typical one of winter, which suggests that bacterial productivity measured in summer may be underestimated. Bacterial production varied from $0.12 \mu\text{g-C}/\text{lh}$ to $22.38 \mu\text{g-C}/\text{lh}$, and the values were low in winter and increased from spring and reached the highest in summer. The variations of bacterial production showed high correlations with temperature, chlorophyll a, and bacterial biomass. These results suggested that the main source of organic matters which influence the bacterial production in Naktong embayment may be the photosynthetic excretory products of phytoplanktons.