

〈Note〉

인공기질 부착조류에 의한 대천의 수질평가

최철만·박연규¹·문성기^{2*}경성대학교 기초과학연구소, ¹밀양대학교 환경공학과, ²경성대학교 생물학과

Water Quality Assessment Using the Periphyton on the Artificial Substrates in Dae Stream, Busan

Chul Mann Choi, Yeon Kyu Park¹ and Sung Gi Moon^{2*}

Basic Science Research Center, Kyungsoong University, Busan 608-736, Korea

¹Department of Environmental Engineering, Miryang 627-702, Korea²Department of Biology, Kyungsoong University, Busan 608-736, Korea

Abstract - This study was conducted to assess water quality of Dae stream in Busan using the periphyton. Species of the higher rank 10% in standing crops were *Cymbella ventricosa*, *Aulacoseira granulata*, *Gomphonema olivaceum*, *Synedra ulna* through the study. In addition, *Fragilaria intermedia* in the station 1 and 2, and *Nitzschia palea* in the station 3 and 4 dominated the periphyton community respectively. These species mainly appeared in the urban stream. Where input of pollutant is forecasted, standing crops of dominant species are investigated very highly. Also, standing crops of *Nitzschia palea* were higher in the pollution area such as polysaprobic than any other area. Water quality by the saprobic index were oligosaprobic in the station 1, β -mesosaprobic in the station 2 and 3, and α -mesosaprobic in the station 4. These results suggests that the pollution of Dae stream gradually increased with downstream due perhaps to the loading of sewage from the new residential complex.

Key words : periphyton, water quality assessment, artificial substrate, saprobic index, indicator, dominant species

부착조류는 하천생태계내 기초생산자로서, 그 수질환경의 오락상황을 포함한 제반 환경변화에 민감할 뿐만 아니라 다양한 기질에 부착하여 서식하기 때문에 수중환경을 지표하는 특성을 가지고 있고 수계의 누적적인 변화를 파악할 수 있다는 점에서 수질 판정에 널리 사용되고 있다(McCormick and Stevenson 1998). 그러나 그 종류가 대단히 많고 크기가 매우 다양하며 부착기질에 따라

부착되는 특성이 다르기 때문에 수질판정을 하는데 많은 어려움이 따른다. 일반적으로 짧은 시간동안의 군집변화나 수질오염에 따른 생물영향이나 장기간 누적된 오염의 영향을 파악하는데 인공기질의 이용은 기질 선정의 객관성이나 실험재현성 등의 개인차로 인한 오차를 줄이는데 보다 효과적이다(정 등 1996).

부착조류는 하천에서 일어나는 생태계 변화를 예측할 수 있는 좋은 지표로 사용되며, 동시에 부착조류의 생육 분포를 확인함으로써 상류수의 장단기적인 영향에 의한

* Corresponding author: Sung-Gi Moon, Tel. 051-620-4641, Fax. 051-628-6059, E-mail. skmun@star.ks.ac.kr

축적효과를 파악할 수 있고 부착조류 군집의 시, 공간적 천이나 변화를 근거로 장래의 수환경에 대한 예측을 가능하게 해주기 때문에 (Fjordingstad 1964; Watanabe 1977) 최근 국내 여러 수계에서 활발한 연구가 진행되고 있다(Choi and Chung 1990; 이와 김 1996; 하 등 1997; 최 등 1998; 김 1999; 김 등 2000; 이 등 2000).

본 연구자들의 선행 연구결과에서 다양한 인공기질 중 가장 높은 부착능을 보였던 나무를 이용하여 부착기질을 만들고 여기에 부착된 상위 우점종 5종을 대상으로 오염 계급지수를 산정하여 대천의 수질오염정도를 판정하고자 하였다.

조사시기는 갈수기인 2003년 2월 한달 동안을 하였다. 조사지역은 육안적으로 하천의 물리적 특성 및 유기물 부착정도 등을 고려하여 수질의 차이를 보일 것으로 예상되는 4개 정점을 선정하였다. 정점 1과 2는 주위로부터의 오염원이 없는 좁은 계곡으로 자연상태를 유지하였다. 정점 1은 대천이 상류인 양운폭포 밑이고 정점 2는 대천공원 인공호수 상부이다. 정점 3과 4는 유량이 많을 때를 대비해 주변보다 낮게, 그리고 평상시 물이 흐르는 가운데는 'U'자 모양으로 더욱 낮게 만들어져 있고 하상을 콘크리트로 발라 흙이 없이 돌들을 고정시켜 놓은 상태인 유기물을 포함한 하수의 유입이 다소 있는 지점이다. 특히 정점 3은 대천공원 공중화장실의 하수와 수심이 얇고 저토가 쌓여있는 인공호수를 거쳐 흘러내리는 물이 유입되는 인공호수 아래이며, 정점 4는 주변의 음식점과 주택에서 하수가 다소 유입되는 제척지 다리 밑이다 (Fig. 1).

본 연구자들에 의한 선행 연구 결과를 토대로 부착성이 가장 좋은 나무판자를 사용하여 부착기질을 제작하였다. 부착기질은 단위 면적당 부착하는 부착조류의 현존량을

을 계산하기 위하여 편의상 10×10 cm의 크기로 잘라 사용하였고 사방에서 끈으로 묶어 고정하였다.

부착조류의 현존량은 4주째 급격하게 포화되고 5주째 둔화된다는 조(1994)와 본 연구자들에 의한 선행 연구 결과를 토대로 부착기질 설치 4주 후에 부드러운 솔을 이용하여 증류수로 씻으면서 채집병에 모아 최종 양을 20 ml로 한 후 현장에서 Lugol's solution으로 고정하였다.

부착조류의 동정 및 개체수 산정은 DIC microscope (BX-50, Olympus)를 이용하여 ×400~×1,000하에서 사진촬영과 함께 종을 관찰하고, 동정은 Prescott (1962), 水野壽彦 (1977), Simonsen (1979), 정 (1993) 등을 참고하였다. 부착조류의 개체수 산정은 채집된 시료를 충분히 흔들어 고루 섞은 후 시료 1 ml를 취하여 Sedgwick-Rafter chamber에 넣고 상위 10% 우점종의 현존량을 측정하였다.

조사 하천의 생물학적 수질판정을 위해 Kolkwitz와 Marsson (1908), Liebmann (1951), Pantle and Buck (1955), Fjordingstad (1963), 그리고 津田 (1964, 1976) 등을 비롯한 연구자들의 결과를 토대로 수질오탁지표종을 선정하고 오탁도를 수치화 (Table 1)한 다음 상위 10%에 해당하는 우점종을 이용하여 각 조사정점별로 수질을 판정하였다.

수질오탁지수는 Pantle and Buck (1955)에 의해 계산되었다.

$$SI = \sum (s \cdot h) / \sum h$$

SI, saprobic index; s, index of pollution degree;

h, standing crops

1.0~1.5 oligosaprobic

1.5~2.5 β-mesosaprobic

2.5~3.5 α-mesosaprobic

3.5~4.0 polysaprobic

현존량의 상위 10%인 우점종은 오염원이 없는 정점 1

Table 1. Pollution degree and index of pollution degree by Pantle and Buck on the dominant species in Dae stream, Busan

Scientific name	Pollution degree	Index of pollution degree
<i>Fragilaria intermedia</i>	oligosaprobic	1
<i>Aulacoseira granulata</i>	oligosaprobic	1
<i>Gomphonema olivaceum</i>	β-mesosaprobic	2
<i>Synedra ulna</i>	β-mesosaprobic	2
<i>Cymbella ventricosa</i>	α-mesosaprobic	3
<i>Nitzschia palea</i>	polysaprobic	4

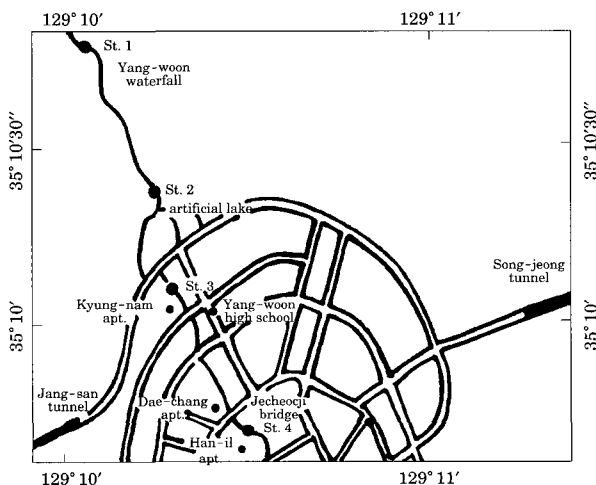


Fig. 1. The map showing the sampling stations.

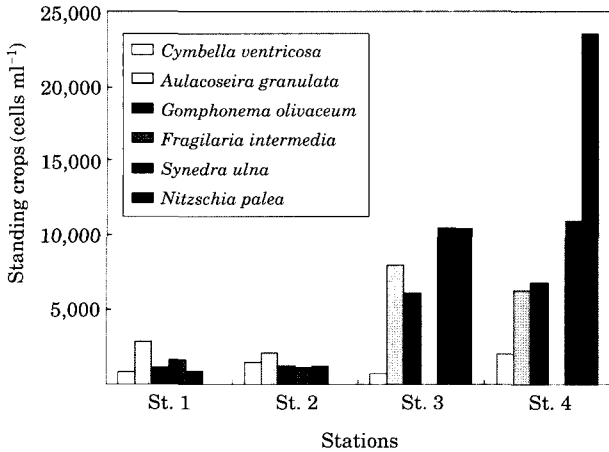


Fig. 2. Standing crops of dominant species in each station.

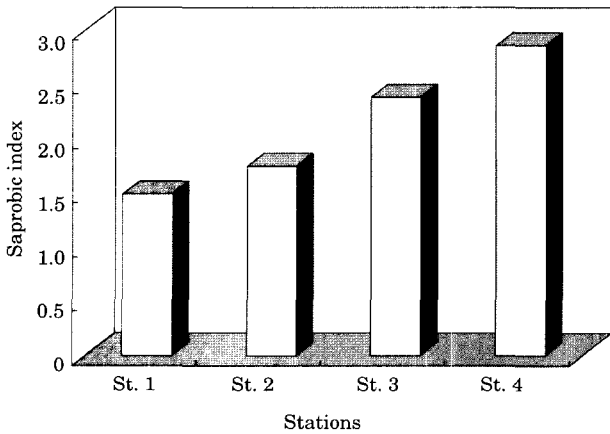


Fig. 3. Saprobic index in each station.

과 2에서는 *Cymbella ventricosa*, *Aulacoseira granulata*, *Gomphonema olivaceum*, *Synedra ulna*, *Fragilaria intermedia*로 조사되었고, 오염원이 있는 정점 3과 4에서는 상기 4종과 더불어 *Fragilaria intermedia* 대신 *Nitzschia palea*가 출현하였다.

상기 6종은 도심하천에서 주로 우점하여 출현하는 지표종으로서(최 등 2002) 상류하천에서 출현하는 종들(정 등 1996; 하 등 1997)과는 다른 출현양상을 보였다.

조사정점별 강우점종의 현존량은 정점 1과 2에서는 *Aulacoseira granulata*가 각각 2,830 cells ml⁻¹, 2,030 cells ml⁻¹였고 정점 3에서는 *Synedra ulna*가 10,450 cells ml⁻¹, 정점 4에서는 *Nitzschia palea*가 23,470 cells ml⁻¹였다(Fig. 2).

오염원이 없는 정점 1과 2에서는 우점종의 현존량이 거의 비슷하게 조사되었으나 오염원인 유기물을 포함한

하수의 유입이 있는 정점 3과 4에서는 우점종별로 현존량의 차이가 크게 나타났다. 특히 정점 4에서는 강부수성 수역에서 출현하는 오염종인 *Nitzschia palea*의 현존량이 다른 종들과는 달리 두드러지게 많이 출현했는데 이 주변은 다수의 음식점과 주택에서 다량의 유기물을 포함한 하수가 유출되는 지점이다.

수질오탁지수에 의한 각 정점별 수질은 Fig. 3과 같다.

즉, 정점 1은 수질오탁지수 1.49로 빈부수성 수역이었고 정점 2와 3은 각각 1.75, 2.40으로 β-중부수성 수역이었으며 정점 4는 2.86으로 α-중부수성 수역으로 각각 나타났다. 전체적으로는 2.12로서 β-중부수성이었는데 다른 도시하천인 신천천(최 등 2002)과 유사하였으나 비교적 청정한 상태이다. 그러나 이곳은 부산 시민들이 비교적 많이 찾는 도시공원으로서의 기능과 역할을 생각해 볼 때 향후 도시민들의 출입이 잦아질수록 오염이 가속화될 가능성이 높기 때문에 청정한 하천 수질의 유지를 위한 노력이 지속되어야 할 것이다.

적 요

부산시 대천의 생물학적 수질판정을 하기 위하여 4개 정점에 인공부착기질을 설치하고 부착조류의 출현 특성을 조사하였다. 현존량의 상위 10%인 우점종은 정점 1과 2에서는 *Cymbella ventricosa*, *Aulacoseira granulata*, *Gomphonema olivaceum*, *Synedra ulna*, *Fragilaria intermedia*로 나타났고, 정점 3과 4에서는 상기 4종과 더불어 *Fragilaria intermedia* 대신 *Nitzschia palea*로 나타났는데 모두 도심하천에서 주로 우점하여 출현하는 지표종이었다. 조사정점별로는 제1우점종의 현존량은 정점 1과 2에서는 *Aulacoseira granulata*가 각각 2,830 cells ml⁻¹, 2,030 cells ml⁻¹였고 정점 3에서는 *Synedra ulna*가 10,450 cells ml⁻¹, 정점 4에서는 *Nitzschia palea*가 23,470 cells ml⁻¹로 조사되어 오염원이 없는 지역에서는 우점종의 현존량이 거의 비슷하게 조사되었으나 오염원의 유입이 있는 지역에서는 우점종별로 현존량의 차이가 크게 나타났다. 또한 오염이 심하게 되었다고 생각되었던 지역에서는 강부수성 수역에서 출현하는 오염종인 *Nitzschia palea*의 현존량이 다른 종들과는 달리 두드러지게 많이 출현했음을 알 수 있었다. 오탁지수에 의한 수질은 정점 1에서는 1.49로 빈부수성 수역이었고 정점 2와 3은 각각 1.75, 2.40으로 β-중부수성 수역, 정점 4는 2.86으로 α-중부수성 수역으로 조사되었는데 전체적으로는 2.12로 β-중부수성이었으나 부산 시민들이 많이 찾는 도시공원으로서의 기능과 역할을 생각해 볼 때 향

후 도시민들의 출입이 잦아져서 오염을 가속화시킬 우려가 커서 오염방지에 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김용재. 1999. 부착규조군집에 의한 포천천의 수질평가. 한국육수학회지. 32:135-140.
- 김지환, 이석준, 오희목. 2000. 금강 부착조류 군집의 동태. *Algae* 15:287-297.
- 이경보, 김백호, 이덕배, 김재덕, 최민규. 2000. 섬진강 수계 수질과 부착조류에 대한 생태학적 연구. 한국환경농학회지. 19:276-283.
- 이정호, 김용재. 1996. 낙동강 수계 댐호의 부착규조 및 영양단계 평가. 환경생물. 14:18-28.
- 정연태, 최민규, 김백호, 위인선, 이종빈. 1996. 수질오염 판정을 위한 기법 개발 (I) 부착조류 군체화에 미치는 기질특이성 연구. 환경생물. 14:95-111.
- 津田松苗. 1964. 汚水生物學. 公害對策技術同友會. 240pp.
- 津田松苗. 1976. 環境の生物指標. 2. 水界編. 日本生態學會環境問題專門委員會編. 共立出版株式會社. 310pp.
- 최재신, 김한순, 강만도. 1998. 신천의 부착규조군집의 계절적 동태. 한국육수학회지. 31:235-240.
- 최철만, 배진현, 문성기. 2002. 도시화에 따른 도시하천의 부설 식물플랑크톤상의 변화. 경성대학교 기초과학연구논문집. 14:25-36.
- 하 경, 박성배, 김현우, 김진수, 주기재. 1997. 부산·경상남도의 상류하천의 물리·화학적 특성과 부착조류 생체량의 분포. 한국육수학회지. 30:393-403.
- Choi JS and J Chung. 1990. An assessment of water quality by epilithic diatoms of Namchun water system. *Kor. J. Phycol.* 5:173-191.
- Fjerdingstad E. 1964. Pollution of streams estimated by benthic phytomicro-organisms. 1. A saprobic system on communities of organisms and ecological factors. *Int. Revue Hydro. Biol.* 49:63.
- Kolkwitz R and M Marsson. 1908. *Ökologie der Pflanzlichen Saprobien.* Ber. d. deutsch. Bot. Ges.
- Liebmann H. 1951. *Handbuch der Frishwasser- und Abwasser-Biologie I.* 1. Aufl. Verlag Oldenbourg, Munchen.
- McCormick PV and RJ Stevenson. 1998. Periphyton as a tool for ecological assessment and management in the Florida Everglades. *J. Phycol.* 34:726-733.
- Pantle R and H Buck. 1955. *Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse.* Gas u. Wasserfach 96:604.
- Watanabe T. 1977. Water pollution of Kanzaki river on Osaka prefecture and the diatom flora of the bottom mud on the river bed. *Nara. Hydrobiol.* 6:27-65.

Manuscript Received: October 10, 2003

Revision Accepted: January 14, 2004

Responsible Editorial Member: Yang Ho Yoon
(Yosu Univ.)