

탁수가 부착성 규조류 성장에 미치는 영향

윤 성 애 · 황 순 진

건국대학교 생명환경과학대학 환경과학과

Effect of Turbid Water on the Growth of Periphytic Diatom

YOON, Sung-Ae · Soon-Jin HWANG

Department of Environmental Science, Konkuk University

ABSTRACT

We evaluated the effect of the turbid water on the growth of periphytic diatom in an artificial stream system. The artificial stream was constructed with transparent acryl and composed of four channels. Each channel was arranged in tiers, in the dimension of 20cm(width)×200cm(length)×40cm (height). The stream was provided eutrophic lake water in a continuous flow system. Artificial substrate was prepared with commercial slide glass soaked in 1% agar and introduced into the channels for diatoms to colonize and grow. Prior to introducing turbid water, the artificial stream was operated with lake water for 6 days to permit the development of diatom biomass on the substrates. After then, turbid water which was prepared with sediment sieved with ϕ 64 μ m at 2mg/L(final concentration, 300 NTU) was provided daily for 50 minute duration. The experiment was conducted for 7 days with manipulated experimental condition of light(50~80 μ mol, L:D=0:24), temperature (10±1 °C), and flow rate(0.31cm/s). Sampling and analysis were conducted daily for water quality such as turbidity, suspended solids(SS), dissolved oxygen(DO), pH, total nitrogen(TN) and phosphorus(TP) and diatom such as chlorophyll-*a* (Chl-*a*), ash-free dry matter(AFDM), and diatom species and abundances. Turbidity of the study water mixed with sediment varied 57.0~70.3 NTU during the experiment. After introduction of turbid water, DO, pH and TN were decreased, while SS and TP increased significantly. Total 18 genera and 61 species of diatoms observed on the artificial substrates during the experimental period. Among them, *Navicula* appeared to be a most dominant genus with 15 species, followed by *Cymbella*(7 species), *Fragilaria*(6 species) and *Gomphonema*(6 species). *Achnanthes minutissima* was the most dominant species(>70% in frequency) in both control and treatment experiments. Diatom growth lasted for two days after turbid water introduction, but they decreased significantly since third day towards the end of the experiment. These results suggest that even intermittent effect of turbid water could significantly decrease benthic diatom biomass, if its duration is lasted for a week. The related food chain effect and recovery of diatom biomass after turbid water introduction calls for further studies.

Key Words : periphytic diatom, turbid water, water quality, food chain

서 론

우리나라는 아시아 몬순(monsoon) 기후의 직접적인 영향을 받아 여름철에 연평균 강우량의 약 50~60%가 집중되어 있다(An and Jones 2000). 이러한 시기에 물질의 이동은 수중 생태계의 변화를 일으키는 결정적 요인이 된다(Ford, 1990). 집중 강우는 고농도의 탁수를 발생시키며(Allto *et al.*, 2003), 하천 수생태계의 하류에 장기적인 탁도 발생을 유발하기도 한다(Horne and Goldman, 1994).

탁수는 최근 국내 수자원 관리에 중요한 환경 문제로 야기되고 있다(윤 등, 2006). 탁수의 발생은 다른 계절에 비하여 집중호우에 의한 토양 침식이 활발한 여름철에 최고값을 기록한 것으로 보고되고 있다(신 등, 2003; 박 등, 2005). 탁수에 의한 수환경 변화는 투명도 저하, 외부에서 유입된 유기물 증가, 수중 영양염의 공급 및 저질의 토성 변화를 유발한다(Horne and Goldman, 1994). 또한 고농도의 탁수는 조류성장을 억제시키고(Wetzel, 2001), 빛을 차단하며, 수온을 높이고, 용존산소의 농도를 감소시킨다(Kirk, 1983). 탁도가 발생되었을 때 수체 내에는 침식작용이 일어나고, 도시와 농·공업단지에서 흘러나온 빗물과 섞이며, 호수 하류에 조류가 다량 서식하게 된다(Wetzel, 2001). 우리나라는 국토의 67%가 경사 7도 이상에 분포하고 있고, 국토 표층 70% 이상이 침투성이 적은 화강암 풍화토로 구성되어 있어 여름철 집중 호우시에 지표면 유출수에 의한 막대한 수자원 손실과 함께 토양침식이 발생하며, 영양원소의 유실이 함께 일어나 하천 수질오염에 주요 원인이 되고 있다(Jung *et al.*, 1997).

하천 생태계의 환경변화는 궁극적으로 그 서식처에 생존하는 생물상의 변화를 초래하기 때문에 생물군집에 대한 시공간적 분석은 환경변화의 영향을 감지할 수 있는 주요 척도가 되고 있다. 생물군집은 자연적 환경교란(Power *et al.*, 1988)뿐만 아니라 공해를 포함한 인위적인 변화에 대해서도 종 특이성을 나타내기 때문에 환경을 평가하는데 적절히 이용될 수 있다. 이에 많은 연구에서 환경교란을 평가하기에 부착성 규조류는 좋은 지표생물임을 보고하였다(Hellawell, 1986).

우리나라는 몬순기후의 영향으로 매년 여름철 집중호우가 발생하여 하천생태계에 상당히 많은 탁수를 유발하고 있다. 이러한 기후적 영향에도 불구하고 부착성 규조류를 이용한 탁수에 대한 연구가 크게 부족한 실정이다. 본 연구에서는 고농도의 탁수 유입이 부착성 규조류 군집에 미치는 영향을 알아보고자 다음과 같이 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험 디자인

본 연구는 2010년 3월 29일부터 4월 11일까지 총 13일간 아크릴 재질의 인공수로(폭 20cm×길이 200cm×높이 40cm, 4개조)에 총 40개의 인공기질(1% agar, slide glass)을 수직으로 설치하였고, 6일간 부착 규조류가 부착할 수 있는 시간적 여유를 둔 후 조사 7일부터 동일한 시간(AM 10:30)에 탁수를 24 시간 간격으로 총 7일간 주입하였다. 탁수 입자는 서울 건국대학교 내에서 채취한 토양을 5일간 풍건하여 sieve(ϕ 64 μ m)에 걸러서 사용하였다. Sieving한 토양은 일감호 원수와 섞었으며, 소형 펌프(250W, Hyubshin, Electric industry Ltd., Korea)를 이용하여 인공수로에 주입하였다. 탁수농도는 sieving한 200g의 토양과 100L의 일감호 원수를 섞어 2mg/L로 맞추었다. 2mg/L의 농도로 만들어진

100L의 탁수는 약 300 NTU로 측정되었으며, 인공수로 2개의 처리군에 각각 50L씩 주입하였다.

인공수로 1개당 주입된 원수의 유량은 $4.32\text{m}^3/\text{d}$, 유속은 0.31cm/s 이었다. 탁수 주입시 처리군의 유량과 유속은 약 50% 정도 감소하였고, 주입되는 50 L의 탁수는 대조군 유속의 50%인 약 0.16cm/s 의 유속으로 주입시켰다. 즉, 대조군은 원수가 유속 0.31cm/s 로 흘렀고, 처리군은 원수(유속 0.16cm/s)와 탁수(유속 0.16cm/s)가 섞여서 흘러 대조군과 처리군에 흐르는 실험수의 양이 동일하게 하였다. 탁수 주입 시간은 약 50분(50 ± 1 분) 정도였으며, 탁수 주입 후 처리군의 유속은 대조군의 유속 0.31cm/s 과 동일하게 하였다.

실험조건은 형광등 2개를 이용하여 $50 \sim 80 \mu\text{mol}(0\text{D}:24\text{L})$ 의 광을 주었고, 실내온도는 $10 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지하였다. 분석항목은 부착조류의 생물량과 이화학적 환경요인이었다. 부착 규조류 채집과 수질분석은 인공수로에서 탁수가 유입되는 부분에서 이루어졌으며, 설치된 인공기질을 채취하여 부착조류의 생물량을 분석하였고, 실험수를 받아서 수질분석을 하였다.

2. 이화학적 환경요인 조사

인공수로에서 일감초 원수를 이용한 탁수의 영향을 알아보기 위하여 환경요인을 조사하였다. 탁도(NTU), 용존산소(DO), pH는 portable multi-parameter(YSI 600QS-O-M, YSI inc., USA)를 이용하여 24시간 간격으로 탁수 주입 전 후의 수질변화를 측정하였다.

부유물질(SS), 영양염(TN, TP) 분석을 위하여 인공수로에서 탁수가 유입되는 부분에서 실험수를 채수하여 분석하였다. 부유물질(SS)은 105°C dry oven(OF-11, JEIO Tech Inc. Korea)에서 24시간 동안 건조시킨 GF/C-filter의 무게(S1)와 실험수를 여과하고 다시 동일하게 dry oven에서 건조시킨 다음 계측한 무게(S2)의 차이($S2 - S1$)로 계산하였다(APHA, 1995). 수질은 TN의 경우 cadmium reduction법, TP의 경우 persulfate 분해 후 용존무기인 측정법으로 각각 측정하였다(APHA, 1995).

3. 부착조류 군집조사

1) 부착조류의 Chlorophyll a와 Ash free dry matter 분석

부착조류는 인공수로에 설치된 슬라이드글라스($7.5 \times 2.5\text{cm}$)를 탁수 유입 전에 2개, 유입 후에 3개를 수거하여 슬라이드 글라스의 양면을 솔로 긁어 채집하였다. 시료는 Chl-a(Chlorophyll-a), AFDM(Ash free dry matter) 함량을 정량하는데 사용하였고, 일부는 formalin 용액으로 고정하여 부착 규조류를 검경하는데 사용하였다. 부착조류의 Chl-a는 시료를 Whatman GF/F(Whatman International Ltd Maidstone, England)로 여과한 후 APHA(1995)의 방법으로 측정하였다. AFDM은 시료를 GF/F에 여과한 후, 105°C 에서 무게 변화가 없을 때까지 건조시킨 무게(A1), 550°C 도가니에서 1시간 태웠을 때 GF/F filter의 무게(A2) 차이($A1 - A2$)로 계산하였다(APHA, 1995).

2) 부착 규조류 동정

채집한 시료는 산(HNO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)처리하여 시료를 세정하고, 영구표본을 만든 다음 광학현미경(Axioscop 20, $\times 1,000$) 하에서 종을 동정, 분류하였다. 부착 규조류는 500 세포 이상을 계수한 다음 종

별 상대빈도(relative abundance)를 산출하였다. 부착 규조류의 동정은 Patrick and Reimer(1966), Prescott (1982) 및 Krammer and Lange-Bertalot(1991a, b, 2007a, b) 등을 각각 참고하였다.

결과 및 고찰

1. 탁수 노출에 따른 수질변동

수질 항목은 탁수를 일시적(50 ± 1 분)으로 주입시켰을 때 영향을 받은 항목들이 있었으나, 약 50분 분량(50L)의 토양입자를 일시적으로 24시간 간격으로 7일간 주입시켰을 때는 영향을 받지 않은 것으로 나타났다. 일시적인 탁수 주입에 SS, TP의 농도가 증가하는 경향을 보였고, pH, DO, TN은 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1).

실험기간은 13일 동안 이루어졌으며, 토양입자의 주입은 7일째부터 13일째까지 총 7일간 약 300 NTU의 고탁수를 50 L씩 인공수로에 주입하였다. 주입 후 고농도의 탁수(약 300 NTU)는 원수와 희석되어 인공수로에 흐르는 탁도가 감소하였고, 처리군에 흐른 탁도는 $57.0 \sim 70.3$ NTU이었다. 처리군의 탁도는 토양입자로 인하여 부유물질이 많았으며, 대조군($11.1 \sim 13.7$ NTU)과 비교하였을 때 약 5배 정도 높은 수준이었다. 토양입자를 주입하기 직전 처리군의 탁도는 대조군과 비슷한 수준으로 24시간 이전에 주입한 토양입자가 모두 씻겨 내려간 것으로 나타났다(Fig. 1).

SS는 탁수 주입 직후 급격히 증가하는 경향이 탁도와 일치하였으며, 탁도와 SS가 높은 상관성($r=0.972$, $p<0.01$)을 보였다(윤 등, 2006; Drewry *et al.*, 2009). 탁도는 물의 혼탁한 정도(turbidity)를 나타내는 부유물질(suspended solids)의 대위 항목으로 SS의 간접 측정 방법으로 자주 이용되어 왔기(Davies-Colley and Smith, 2001) 때문에 SS가 탁수 주입 후 증가하는 것은 본 연구 결과에서도 예상된 결과였다. SS는 $19.2 \sim 68.8$ mg/L의 범위로 나타났고, 탁수 주입 후 약 3.1배 가량 증가하였다(Fig. 1).

DO는 $11.2 \sim 14.9$ mg/L의 범위를 보였고, 탁수 주입 직후 처리군은 농도가 약 0.2배 감소하는 경향을 보였으며, pH와 동일한 경향이었다. Sediment 입자가 수체 내에 증가할수록 용존산소와 pH가 감소하는 것으로 알려져 있으며(박과 강, 2006), 본 연구에서도 탁수 입자를 주입한 직후 감소하는 경향을 보였다. pH는 $8.5 \sim 9.1$ 의 범위를 보였고, 약 0.04배 정도 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 1).

TN은 $2.9 \sim 3.5$ mg/L의 농도 범위로 탁수 유입 직후 일시적으로 감소하는 경향을 보였다. 전반적으로 하류의 TN 농도가 상류보다 높게 나타났다. 일부 구간(처리군 10, 13일)을 제외한 하류가 $3.1 \sim 3.5$ mg/L의 범위를 보였다(Fig. 1).

TP는 $37.0 \sim 93.9$ mg/L의 농도 범위로 일시적으로 증가하는 경향을 보였다. 일반적으로 국내 하천은 몬순 강우의 영향으로 장마철인 7월에 강우량이 최대를 보이며, 강우 발생에 따라 주변의 논이나 밭 등의 비점오염원에서 흘러들어온 유기물과 토사로 인하여 탁도와 영양염이 매우 증가하는 것으로 알려져 있다(박 등, 2005; 안과 신, 2005). 안과 신(2005)의 연구에서는 일별 강우에 대하여 TP($r=0.55$, $p<0.01$)가 TN($r=0.39$, $p<0.01$)보다 강우와 더 밀접한 것으로 나타났다. 따라서 탁수 발생은 유기입자에 포함된 영양염에 의해 수체 내 영양염의 농도가 증가하며, 그 중 TN과 TP는 탁수 발생시 농도가 일시적으로 증가하지만, TN보다 TP에 더 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다(Fig. 1).

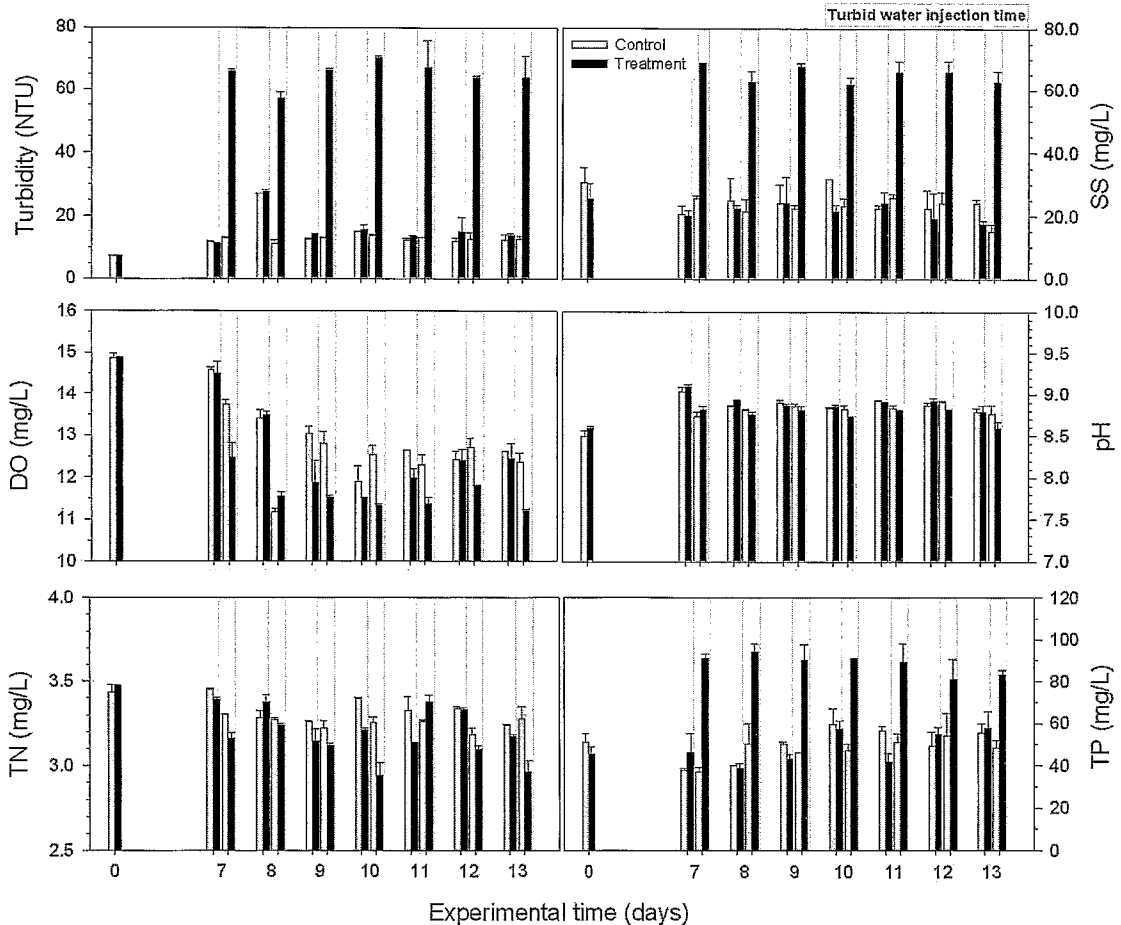


Fig. 1. Changes in water quality parameters after turbid water treatment.

2. 부착조류 군집

1) 부착조류의 Chl-*a*와 AFDM 농도변화

부착조류 생물량의 지표인 Chl-*a*와 AFDM은 탁수의 영향에 의해 감소하였다. 탁수의 영향이 없었던 대조군에서는 실험기간 동안 생물량이 지속적으로 증가하였으나, 탁수 처리군에서는 탁수 주입 2일 이후부터 처리군이 감소하는 경향($r = 0.718$, $p < 0.01$)을 보였다(Fig. 2). 탁수에 의한 생물량 감소는 처리 후 바로 나타나지 않고 2일 동안은 성장이 지속되었으며, 2일 이후부터 그 영향이 나타났다.

탁도의 증가는 수체의 색을 탁하게 할 뿐만 아니라 부착조류의 생물량과 생산성을 감소(김과 김, 1990; 박 등, 2002) 시키기 때문에 65±10 NTU의 탁수 주입 직후 생물량이 감소할 것으로 예상되었다. 하지만 고농도의 탁수 주입에도 불구하고 탁수 주입 2일까지는 성장하였고, 2일 이후부터 생물량(Chl-*a*, AFDM)이 감소하는 경향을 나타냈다(Fig. 2). 이와 같은 결과를 보인 이유는 탁수의 주입 시간이 짧았기 때문인 것으로 판단되었다. 본 연구에서 탁수를 주입한 시간은 24시간 중 50분이었따. 자

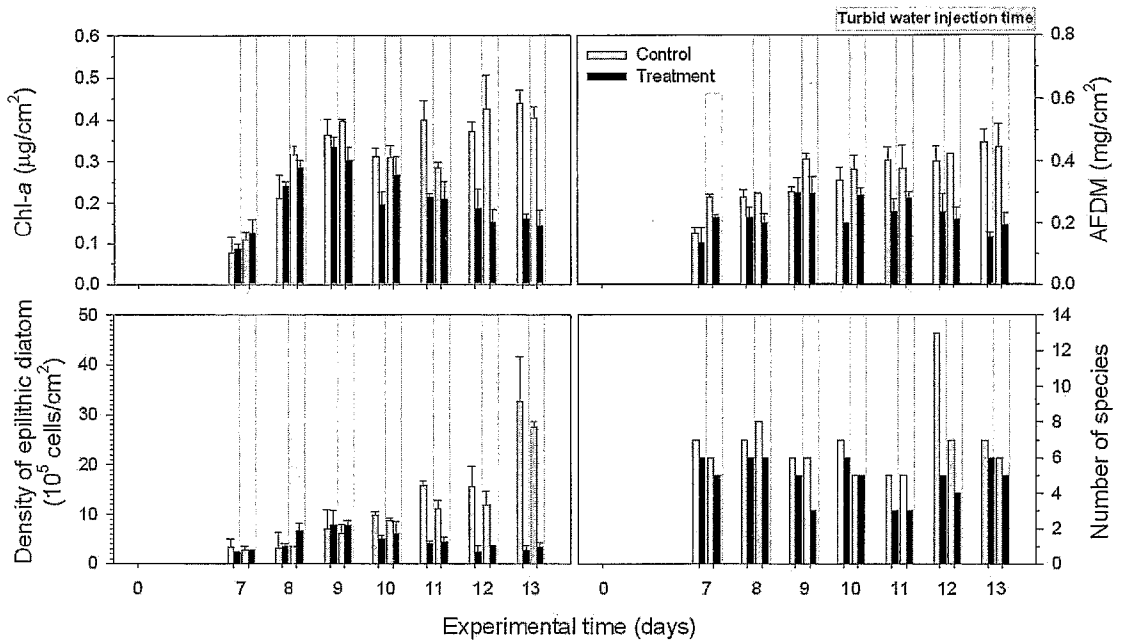


Fig. 2. Changes in biomass of periphyton after turbid water treatment.

연 상태의 하천에서는 집중호우기에 발생하는 탁수가 강우 후 2~3일 정도 지속되고, 호수에서는 입하호가 1~3개월 이상 지속된다(국립환경과학원, 2006). 따라서 50분의 탁수 주입시간은 상대적으로 매우 짧은 시간으로 단기적인 주입 조건이었다. 하지만 단기간의 탁수는 24시간에 한번씩 7일간 주입시킨 것은 누적적인 요인으로 볼 수 있으며 생물량을 감소시켰다. 안동호와 입하호에서는 장기간 탁수를 노출되었을 때 생물량이 크게 감소(박 등, 2005; 안 등, 2006)하였으며, Montealegre(2001)의 연구에서는 하루 동안 토양입자(유기물)가 누적되어 식물플랑크톤의 현존량이 20~50% 정도 감소하였다. 그러므로 본 연구의 결과로 판단할 때, 간헐적인 탁수의 영향이라 할지라도 그것이 누적될 경우 부착성 규조류의 성장은 큰 영향을 받는 것으로 파악되었다.

탁수 주입에 따른 생물량(Chl-a, AFDM) 변동은 탁수 주입 직후 뚜렷한 변화가 없었으며, Chl-a의 대조군은 $0.04 \sim 0.44 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 범위를 보였고, 처리군은 $0.02 \sim 0.33 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 농도 범위를 보였다. AFDM의 대조군은 $0.15 \sim 0.64 \text{mg}/\text{cm}^2$ 의 범위를 보였고, 처리군은 $0.13 \sim 0.40 \text{mg}/\text{cm}^2$ 의 농도 범위를 보였다. 실험기간 13일 동안 생물량(Chl-a, AFDM) 변동은 대조군의 경우 13일까지 증가하였고, 처리군의 경우 탁수 주입 후 2일까지 증가하다가 그 이후부터 감소하였다(Fig. 2).

2) 부착조류의 종조성 및 밀도변화

출현한 규조류는 총 18속 49종으로 나타났다(Fig. 2). 이 중에서 *Navicula* 속 10종(20.4%), *Cymbella* 속 6종(12.2%), *Fragilaria* 속과 *Gomphonema* 속이 각각 5종(10.2%) 등의 순으로 출현하였다.

대조군은 5~13종의 범위를 보였으나, 탁수 주입 후 3~8종으로 비교적 낮은 종수를 보였다. 탁도와 조류의 종수는 역의 상관성을 보이는 것으로 알려져 있어(박 등, 2005) 탁수 주입 후 규조류 종수

의 감소가 예상되었다. 하지만 일부 구간에서 종수가 감소하는 경향을 보이긴 하였으나 뚜렷한 변동이 없었다. 고농도의 탁수는 수질뿐만 아니라 하상을 교란시켜 조류를 비롯한 저서성대형무척추동물과 어류의 종수와 생물량을 감소시킨다(Sigler, 1980; 팍 등, 2004; 한, 2007). 본 연구 결과에서는 발생된 탁수에 의해 생물량이 감소하였으나 종수는 감소하지 않았다. 실험에 사용된 원수는 부영양화된 호소수로서 출현종 대부분이 오염에 대한 내성을 가졌기 때문에 환경교란에 민감도가 떨어진 것으로 추정된다(윤 등, 2008).

출현한 우점종과 아우점종은 *Achnanthes minutissima*와 *Aulacoseira ambigua*였으며, *Achnanthes minutissima*는 약 70% 이상, *Aulacoseira ambigua*는 약 10% 정도의 출현빈도를 보였다. 두 종을 제외한 종들은 *Caloneis silicula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula crispata* 등으로 대부분이 부영양화된 수역에서 주로 서식하는 특징을 보였다(정, 1993). 임하댐에서 장기간 고농도의 탁수가 지속되었을 때 탁수가 형성된 기간에만 출현하였던 규조류는 *Cyclotella* sp., *Achnanthes delicatula*, *Navicula mutica*, *Nitzschia acicularis* 등 16종이 출현하였는데, 이들 종은 전기전도도가 높은 수역 또는 하천 등에 생육하고, 산업폐수 등의 강부수성 수역에서도 흔히 출현한다(정, 1993; Krammer and Lange, 1991a, b, 2007a, b).

탁수 영향에 의한 규조류 밀도의 변화는 생물량(Chl-a, AFDM)의 변화와 유사하게 나타났다. 대조군의 밀도와 생물량은 시간이 흐를수록 증가하는 경향을 보였으나, 처리군에서는 탁수를 주입한지 2일 이후부터 감소하는 경향을 보였다. 대조군의 밀도는 271,511~3,270,836 cell/cm²의 범위를 보였고, 처리군의 밀도는 231,282~789,057 cell/cm²의 범위를 보였다(Fig. 2).

참고문헌

- 팍인실, 송미영, 전태수. 2004. 저서성 대형무척추동물의 자연적 교란에 대한 영향. 한국육수학회지. 37: 87-95.
- 국립환경과학원. 2006. 낙동강 본류 탁도 예측 기법에 관한 연구. pp. 162.
- 김동섭, 김범철. 1990. 팔당호의 일차생산. 한국육수학회지. 23: 167-179.
- 박성배, 이상균, 장광현, 정광석, 주기재. 2002. 장마기의 강우가 낙동강 하류(물금) 수질에 미치는 영향. 한국육수학회지. 35: 160-171.
- 박재충, 박정원, 신재기, 이희무. 2005. 인공호에서 문순과 태풍 강우에 의한 고탁수층의 이동과 소멸 특성. 한국육수학회지. 38: 105-117.
- 박찬갑, 강미아. 2006. 조류 성장에 미치는 점토탁수의 영향평가. 대한지질공학회지. 16: 403-409.
- 신재기, 강창근, 황순진. 2003. 팔당호에서 수중 탁도의 일 변동과 고탁수의 입자 분포. 한국육수학회지. 36: 257-268.
- 안광국, 신인철. 2005. 산간 계류성 하천의 계절적 수질변동에 대한 문순강우의 영향. 한국육수학회지. 38: 54-62.
- 안광국, 박선재, 최성모, 박종석. 2006. 안동호와 임하호에서 관측한 장기 수질자료의 비교 분석. 한국육수학회지. 38: 21-31.

- 윤성애, 김난영, 김백호, 황순진. 2008. 저온기 부영양 수계 구조군집의 유입능. 한국하천호수학회지. 41: 311-319.
- 윤성완, 정용락, 예령, 김유경, 정세웅. 2006. 대청호 유역의 탁수 발생 특성. 대한상하수도학회 · 한국 물환경학회 공동추계 학술발표회 논문집. pp. 797-803.
- 정 준. 1993. 韓國淡水藻類圖鑑. 아카데미서적. pp. 496.
- 한승철. 2007. 탁수가 저서성대형무척추동물 및 어류 개체군에 미치는 영향. 안동대학교 대학원 이학 석사학위논문. p. 76.
- Aalto, R., M. B. Laurence, D. Thomas, R. M. David, A. N. Charles and J. L. Guyot. 2003. Episodic sediment accumulation on Amazonian flood plains influenced by El Niño/Southern oscillation. Nature 425: 493-497.
- An, K. G. and J. R. Jones. 2000. Factors regulating bluegreen dominance in a reservoir directly influenced by the Asian monsoon. Hydrobiologia 432: 37-48.
- APHA. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. American Public Health Association. Washington, D.C. USA.
- Davies-collery, R. J. and D. G. Smith. 2001. Turbidity, suspended-sediment, and water clarity-A review. Journal of the American Water Association 37: 1085-1101.
- Drewry, J. J., L. T. H. Lewham and B. F. W. Croke. 2009. Suspended sediment, nitrogen and phosphorus concentrations and exports during storm-events to the Tuross estuary. Australia. Journal of Environmental Management 90: 879-887.
- Ford, D. E. 1990. Reservoir transport process. In: Thornton, K. W., B. L. Kimmel and F. E. Payne, ed. Reservoir Limnology - Ecological Perspectives. John Wiley and Sons, Inc. pp. 15-41.
- Hellawell, J. M. 1986. Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsevier Applied Science Publishers, London. p. 546.
- Horne, A. J. and C. R. Goldman. 1994. Limnology, 2nd ed. McGraw-Hill, Inc. p. 576.
- Jung, Y. S., J. E. Yang, C. S. Park, Y. G. Kwon and Y. K. Joo. 1997. Assessment of N and P loads from an agricultural watershed in the Buck-Han river basin. NICEM. Korean Society of Agriculture and Environment. 19: 370-374.
- Kirk, J. T. O. 1983. Light and Photosynthesis in Aquatic Environments, 1rd Ed., Cambridge University Press, Cambridge, USA. p. 401.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1991a. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3 : Bacillariophyceae 3. Teil : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae(H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, eds.). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. p. 598.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1991b. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4 : Bacillariophyceae 4. Teil : Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula(Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis(H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, eds.). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. p. 437.

- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 2007a. Stüsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1 : Bacillariophyceae 1. Teil : Naviculaceae(H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, eds.). Elsevier Book Co., Germany. p. 876.
- Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 2007b. Stüsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2 : Bacillariophyceae 2. Teil :Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae(H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, eds.). Elsevier Book Co., Germany. p. 610.
- Montealegre, J. R. 2001. Nitrogen transformations and fluxes in fish ponds: a modelling approach. Ph D thesis, Wageningen University. Netherlands. p. 185.
- Patrick, R. and C. W. Reimer. 1966. The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia. p. 688.
- Power, M. E., R. J. Stout, C. E. Cushing, P. P. Harper, F. R. Hauer, W. J. Matthews, P. B. Moyle, B. Statzner and I. R. W. De Badgen. 1988. Biotic and abiotic controls in river and stream communities. Journal of the North American Benthological Society. 7: 456-479.
- Prescott, G. W. 1982. Algae of the Western Great Lakes Area with an Illustrated Key to the Genera of Desmids and Freshwater Diatoms, Otto Koeltz Science Publishers. p. 977.
- Sigler, J.W. 1980. Effects of chronic turbidity on feeding, growth and social behavior of steelhead trout and coho - salmon. Doctoral dissertation. University of Idaho. Moscow.
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology : Lake and River Ecosystems, 3rd ed., Academic Press, San Diego, California. USA. p. 1006.

요 약

인공하천에서 탁수가 부착조류 군집에 미치는 영향을 평가하기 위하여 본 연구는 실내에 인공수로 4개를 설치하고, 대조군 2개와 처리군 2개로 반복실험을 실시하였다. 사용된 기질은 1% agar을 바른 슬라이드 글라스(7.5×2.5cm)이었고, 지점당 40개씩 설치하였다. 조사는 2010년 3월 29일부터 4월 10일 까지 총 13일간이었으며, 6일간은 부착조류가 부착할 수 있는 공백기를 주었고, 조사 7일부터 24시간 간격으로 약 50분(50L)간 고농도의 탁수(2mg/L, 300 NTU)를 주입시켰다. 분석항목은 수질요인(탁도, SS, DO, pH, TN, TP)과 생물량(Chl-a, AFDM), 종조성을 분석하였다. 분석 결과, 인공수로에 원수와 섞여진 토양입자의 탁수 농도는 57.0~70.3 NTU로 나타났다. 탁수 발생에 따라 감소하는 경향을 보인 수질항목은 DO, pH 및 TN으로 나타났고, 증가하는 경향을 보인 항목은 SS 및 TP로 나타났다. 부착조류의 생물량(Chl-a, AFDM) 및 밀도는 탁수 유입 후 2일간 크게 영향을 받지 않았으나, 2일 이후부터는 뚜렷한 감소를 보였다. 본 연구의 결과는 단기간의 간헐적인 탁수라 할지라도 그 기간이 일주일 정도 지속된다면 부착 규조류 생물량을 크게 감소시킬 수 있음을 보여주었으며, 그를 통한 하천 먹이사슬의 구조적, 기능적 교란의 잠재성을 시사한다.

검색어 : 부착 규조류, 탁수, 수질, 먹이사슬