

조류성장에 미치는 점토탁수의 영향평가

박찬갑¹ · 강미아^{2*}

¹환경부 환경평가과

²안동대학교 환경공학과

Impact Assessment of Turbidity Water caused Clays on Algae Growth

Changab Park¹ and Meea Kang^{2*}

¹Dept. of Environmental Impact Assessment, Ministry of Environment

²Dept. of Environmental Engineering, Andong National University

탁수를 유발하는 점토물질들은 물환경에서 유기오염원들과의 결합하거나 입자들의 침강성을 나쁘게 하여 수중 생태계에 심각한 악영향을 초래한다. 그러므로 본 연구에서는 수생생태계에서 일차 생산자로서 중요한 역할을 하는 조류의 성장에 미치는 점토의 영향을 평가하였다. 카오리나이트, 세리사이트 및 몬모릴로나이트 등과 같은 무기점토가 조류성장저해에 미치는 영향을 분석하여 무영향농도를 산출하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다. (1) 카오리나이트와 세리사이트의 경우, 72hr-EC₅₀는 각각 2,752 mg/L과 2,775 mg/L 이었으며, (2) 몬모릴로나이트의 경우에는 대조군과 유사한 72 hr-EC₅₀을 나타내었다. (3) 한편, UV 가시광선의 투과율을 조사한 결과 투과율이 증가할수록 조류의 증식이 증가하는 결과로부터 가시광선의 투과율은 조류증식에 있어 매우 중요한 인자임을 밝혔다. (4) 따라서 조류성장저해 정도를 이용하여 점토탁수가 수생태에 미치는 영향을 간접적으로 평가할 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : 조류, 성장저해시험, 점토, 탁수, 환경영향평가

This study was performed to assess the clay impact on alga growth which was a primary producer, in view of food chain in ecosystem. As clay minerals caused turbidity, a low sedimentation, high adsorption capacity with organic matter, adsorption - desorption effect with ionic chemicals, clay minerals were supposed to have a significant effect on the aquatic system. In study we tried to turn out NOAEL (No-observed-adverse-effect-level) of clay materials on the algae growth inhibition using such as kaolinite, sericite and montmorillonite. This study was indicated : (1) In both of kaolinite and sericite, the 72 hr-EC₅₀ of them shows 2,752 mg/L and 2,775 mg/L, respectively. (2) On the other hand, in the case of montmorillonite, the 72hr-EC₅₀ is not shown a significant difference to that of control samples. (3) It can be explained that is also a very important parameter in an alga growth. Because an alga growth was increased when the permeability of UV visible radiation was increased in all clay cases. (4) It is demonstrated alga growth was affected by the characteristics of clay materials. Hence we can assess the 「water environmental risk assessment caused clay materials」 using the alga growth inhibition level indirectly.

Key words : alga, growth inhibition test, clay, turbidity water, environmental impact assessment

서 언

수생생태계는 산업폐수, 가정오수 등으로 인한 오염·오탁물질 뿐 만 아니라 토지의 부주의한 이용에 의해서

도 나쁜 영향을 받는다. 특히 부주의한 토지이용으로 인해 점토 등의 미세오니를 물환경으로 혼입하게 되어 수생생태계의 기능장애를 유발한다.

예를 들면 대규모의 택지개발을 위해 산림을 벌목하

*Corresponding author: wdream@andong.ac.kr

거나 표토를 굴삭하거나 하는 등의 행위가 여러 지역에서 실시되고 있다. 이런 경우, 많은 양의 비가 내리게 되면 피복되지 않은 점토물질이 하천으로 유입되어 하천하부에 침전된다. 이로 인해 원거리에 걸쳐 호기성박테리아의 유기물질분해기능은 저해되고 다른 생물상도 파괴되고 마는 것이다.

탁수의 수생식물에 미치는 장해에 대해서는 일찍이 Ohio 하천유역수 위생위원회(橫内洋文, 1982)에 의해 발표된 바 있다. 이 위원회에서는 중요한 수생생물의 생장을 위해 바람직한 환경조건을 유지하기 위해서는 적어도 태양광선의 25%가 식물에 도달할 수 있도록 투명도를 갖출 것을 제시하였다.

한편 Udo는 탁질이 수생생물에 미치는 잠재적 영향을 생리생태적 영향과 생태거처에 미치는 영향으로 구분하였다. 먼저 탁질이 수생생물에 미치는 생리생태적 영향으로는 ① 호흡기관상피의 파괴, ② 호흡기관의 고착, ③ 섭취능력 저하, ④ 독소적 작용, ⑤ 가시계의 감소 등을 들 수 있으며, 생태거처에 미치는 영향으로는 ① 투명도 감소, ② 일차생산 감소, ③ 생태계 내의 영양단계구조의 변화, ④ 영양염류 동태의 변화, ⑤ 수온 변화, ⑥ 산소량 감소, ⑦ 포식관계의 변경, ⑧ 경쟁관계의 변화 등을 들 수 있다.

수생생태계에 이러한 영향을 미치는 무기탁질이 하천으로 유출되면 하천하부의 생태계가 파괴되고, 여기에 유기물질이 유입되었을 때에는 수생생물에 의해 유효한 자정작용을 기대하기가 어렵다. 즉 생태계 기능을 상실한 하천은 유기오염에 대한 자정작용을 할 수 없게 되는 것이다.

이와 같이 무기탁질이 생태계에 미치는 악영향에 대해서는 다양한 사례가 있으며, 우리나라에서는 경북 안동시에 위치하고 있는 임하호의 탁수문제, 일본에서는 오키나와현의 적토탁수 문제 등을 들 수 있다.

본 연구에서는 생태계 본래의 식물연쇄기능의 측면에서 기초생산자인 조류를 대상으로 하여 탁수를 유발하는 카오리나이트, 편운모 및 몬모릴로나이트 등과 같은

점토광물을 이용하여 이들 점토광물이 조류에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

조류에 대한 연구는 최근 들어 다양한 조류들을 대상으로 침강성 등을 이용하여 조류생산능도를 보고하기도 하고, 조류의 제거방법을 달리하여 산업배수의 독성을 감소시키는 방법(須藤隆一, 2002). 그러나 수생생태계 리스크 평가를 하는데 있어 수중의 점토탁수의 영향에 대한 보고서는 찾아보기가 힘들다.

일반적으로 수중의 점토광물은 침강성이 나쁘고, 유기물 흡착능력이 높을 뿐 만 아니라 이온성 화학물질의 흡·탈착 능력이 있어 수생 생물에게 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 카오리나이트, 세리사이트 및 몬모릴로나이트를 이용하여 조류성장저해시험을 통해 최소무영양농도를 예측할 수 있는 방안을 제시하여 점토탁수의 관리수준을 명확히 하고 현재의 탁수농도를 참고하여 수중 생태계 리스크 평가를 시행하였다.

시험 방법

시험조류의 특징

본 연구에 사용한 조류는 일본 사이타마현 환경과학 국제센터에서 배양하고 있는 *Selenastrum capricornutum*이다. *Selenastrum capricornutum*은 일반적으로 부영양화가 진행된 호수 등에서 성장하는 단세포녹조류로서 조류의 성장이 빠르고 배양이 쉬워 OECD(Organisation for Economic Co-operation and Development), USEPA (United States, Environment protection agency) 및 일본 환경성 등에서 생태영향시험에 적절한 표준 종으로서 채택하고 있다. OECD, USEPA, 일본 환경성 등으로부터 생태영향시험조류로 추천되고 있는 조류의 종을 Table 1에 나타내었다. Table 1에서 보는 바와 같이 녹조류인 *Scenedesmus subspicatus*는 OECD에서 채용하고 있으며, USEPA와 일본환경성에서는 채용하고 있지 않은 한편, *Anabaena flos-aquae*와 *Navicula pelliculosa*는

Table 1. Alga for ecologic impact assessment by OECD, USEPA and Japan Environment Ministry(JEM). (OECD:www.oecd.org, USEPA:www.epa.gov, JEM:www.env.jp)

Scientific name	Class	Office		
		OECD	USEPA	JEM
<i>Scenedesmus subspicatus</i>	green algae	o	-	-
<i>Selenastrum capricornutum</i>	green algae	o	o	o
<i>Anabaena flos-aquae</i>	blue-green algae	-	o	-
<i>Navicula pelliculosa</i>	diatom	-	o	-

USEPA에서만 채용하고 있다.

따라서 본 연구에서는 OECD, USEPA, 일본 환경성 등에서 공통으로 채용하고 있는 *Selenastrum capricornutum* 을 대상으로 하여 실험하였다.

시험점토의 특성

점토는 일반적으로 카올린광물, 운모점토광물 및 몬모릴로나이트 등으로 크게 세 종류로 구분된다. 본 연구에서는 각각의 광물을 대표하는 시료를 구하였는데, 카올린광물계의 경우, 일본의 대표적 점토로 알려진 카오리나이트를 사용하였고, 운모점토광물의 대표로는 세리사이트를 사용하였으며, 몬모릴로나이트의 시료로는 물속에서 콜로이드 상태로 유지되면서 침강속도가 느려 수생 생태계에 영향을 미치는 몬모릴로나이트를 채택하였다. 사용한 시험점토의 특성을 Table 2에 나타내었다.

또한 본 연구에 사용된 카오리나이트, 세리사이트 및 몬모릴로나이트 등의 3종의 점토는 일본 점토학회에서 참고점토로서 공급하고 있는 것이기도 하다. 본 연구에서는 조류성장저해시험을 위해 점토에 흡착되어있는 용해성물질이 조류성장에 미치는 영향을 최소화하기위해 먼저 500 mL의 병에 각각의 점토를 10 g씩 투입하여 8시간 진동시켜 원심분리 한 후 건조시켜 사용하였다.

Table 2에서 보는 바와 같이 사용된 카오리나이트, 세

리사이트 및 몬모릴로나이트의 3종류의 점토가 함유하고 있는 주요화합성분으로는 SiO₂와 Al₂O₃가 가장 높은 비율을 차지하며, 각각의 점토에 84%, 77% 및 75%로 조사되었다. 한편 K₂O의 경우에는 카오리나이트와 몬모릴로나이트에서는 각각 0.03%와 0.07%로 매우 낮은 함유율을 나타내는데 비해 세리사이트의 조성성분에서는 8.98%로 높게 나타났다.

조류성장 저해 시험방법

OECD의 생태영향시험방법인 조류성장저해시험법(TG201)을 이용하였으며, 아직 탁수에 대한 생태영향시험방법이 확립되어 있지 않은 상태이므로 OECD의 생태영향시험법 중에서 “조류성장시험가이드라인”에서 추천하고 있는 방법에 따라 시험용의 배지를 조제하였으며, 배지조성은 Table 3에 나타난 바와 같다.

시험에는 100 mL의 배지를 주입한 300 mL의 삼각플라스크에 각각의 점토를 첨가하여 살균한 후에 지수증식기(1.0×10⁶ cell/mL)의 세포현탁배지를 1 mL 씩 분주하여 72시간동안 배양하였다. 시험물질의 농도는 대조군(0g/L)과 5개의 시험군(0.2, 0.5, 1.0, 2.5 및 5.0 g/L)으로 하였으며 각각 3회의 연속 시험을 하였다. 시험 중에는 조류와 점토의 현탁상태를 유지하기 위하여 공기펌프를 이용하여 포기·교반하였다.

Table 2. Characteristics of clays used in the study.

Item	Kaolinite	Sericite	Montmorillonite
Chemical formula	Al ₂ O ₃ · 2SiO ₂ · 2H ₂ O	K ₂ O · 3Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂ · 2H ₂ O	Al ₂ O ₃ · 4SiO ₂ · 6H ₂ O
SiO ₂	44.53	47.56	55.39
Al ₂ O ₃	39.15	29.68	19.91
TiO ₂	0.21	0.15	0.14
Fe ₂ O ₃	0.03	2.53	1.57
FeO	0.01	1.25	0.37
MnO	N.D.	0.04	0.01
Chemicals (%)			
MgO	0.05	1.10	3.40
CaO	0.07	1.83	0.52
Na ₂ O	0.05	0.13	3.37
K ₂ O	0.03	8.98	0.07
P ₂ O ₅	0.19	0.12	0.04
H ₂ O(+)	14.37	4.82	6.37
H ₂ O(-)	0.98	0.44	8.73
CO ₂	0.21	1.19	0.45
Diameter (μm)	0.3-3.0	0.1-2.0	0.1-1.0
Specific area (m ² /g)	10-20	60-100	800

N.D.: not detected

Table 3. Chemicals for alga growth inhibition test.

Chemical composition	Concentration (mg/L)
NH ₄ Cl	15
MgCl ₂ · 6H ₂ O	12
CaCl ₂ · 2H ₂ O	18
MgSO ₄ · 7H ₂ O	15
KH ₂ PO ₄	1.6
FeCl ₃ · 6H ₂ O	0.08
Na ₂ EDTA · 2H ₂ O	0.1
H ₃ BO ₃	0.185
MnCl ₂ · 4H ₂ O	0.415
ZnCl ₂	3 × 10 ⁻³
CoCl ₂ · 6H ₂ O	1.5 × 10 ⁻³
CuCl ₂ · 2H ₂ O	10 ⁻⁵
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	7 × 10 ⁻³
NaHCO ₃	50

영향평가 방법

시험생물인 조류(*Selenastrum capricornutum*)에 미치는 시험점토의 영향평가는 OECD 가이드라인에 따라 성장속도를 비교하는 방법을 이용하였다.

지수증식하고 있는 배양에서의 평균 비성장속도(μ)는 어떤 세포성분의 증식속도와 그 세포성분의 양과의 관계를 수학적으로 표현한 것으로 아래 식 (1)에 의해 계산되는데, 이 식을 이용하면 대부분의 단세포생물의 성장을 정확하게 나타낼 수 있다.

$$\mu = (\ln N_n - \ln N_1) / (t_n - t_1) \quad (1)$$

여기서 $N_t = t_1$ 일 때의 실제 측정된 세포수 (cells/mL)

$N_n = t_n$ 일 때의 실제 측정된 세포수 (cells/mL)

$t_1 =$ 시험개시 후 최초로 세포수를 측정할 시간

$t_n =$ 시험개시 후 n 번째로 세포수를 측정할 시간

또한 식 (1)에서 구한 비성장속도는 식 (2)를 이용하여 성장속도 저하율(%)로 나타낼 수 있다.

$$I_r = (\mu_c - \mu_t) / \mu_c \times 100 \quad (2)$$

여기서 $I_r =$ 성장속도저하백분율(%)

$\mu_t =$ 각 시험군에서의 비성장속도

$\mu_c =$ 대조군에서의 비성장속도

본 연구에서는 각 시험점토의 성장장애에 미치는 영향평가는 각 시험군의 총세포수로부터 통계처리소프트(Eco-Tox Statics Releasw 1.1-일본환경독성학회)를 이용하여 로그통계법에 의해 구하였다.

결과 및 고찰

시험농도별 pH의 변화

시험에 사용한 배지의 pH는 8.0으로 조절하여 공급하였으나 시험 후 각 시험군에서의 pH를 측정할 결과 Table 4에서 보는 바와 같이 각 시험점토의 농도에 따라 조금의 pH 변화가 있었다. 카오리나이트를 이용한 경우에는 실험후의 pH가 8.02-8.59의 범위로 나타났고, 세리사이트를 이용한 경우에는 실험후의 pH가 8.17-8.33의 범위로 조사되었으며, 몬토릴로나이트를 이용한 경우에는 실험후의 pH가 8.16-8.59의 범위로 나타났다. 각각 pH의 상승이 보였으나 대부분 8.0-8.6의 범위에서 유지 되었으므로 조류성장시험에서 요구하는 pH 변화율 1 미만을 만족하였으므로 시험 기간동안의 pH 영역은 조류 성장시험에 적합하였던 것으로 판단된다.

조류성장에 따른 세포수의 증식

각 점토현탁액에서의 조류(*Selenastrum capricornutum*)의 성장속도의 저하정도를 검토하기 위하여 시험개시 후 0-72시간의 평균성장속도(2회 계수, 3회 연속)에 대한 성장속도저하율을 계산하여 비교하였다.

본 실험에서 사용한 점토의 초기 농도를 유지하기 위하여 공기펌프를 이용하였기 때문에 약 30%의 배양액이 증발하였으며, 이와 같은 수분 증발량을 보정하여 성장속도를 계산하였다. 즉 계수한 세포수에 배양액의 체적을 곱하여 시험군 전체의 총세포수로써 식 (1)과 식 (2)를 이용하여 성장속도저하율을 계산하였다.

조류성장장애시험에 의해 사용된 각 점토의 농도는 0, 0.2, 0.5, 1.0, 2.5 및 5.0 g/L의 6단계였으며, 각 점토별, 농도별로 3회 연속 실험하여 평균세포수를 계수하였다. 계수는 1 mL의 배양액을 100배 희석하여 0.1 mL을 분취하여 광학현미경으로 하였다. Fig. 1에 점토별, 농도별로 계수된 조류의 수를 나타내었다. 대조군(점토농도: 0 g/L)

Table 4. pH variation on concentration variation of loading clay.

Concentration of clay loading (g/L)	Clay		
	Kaolinite	Sericite	Montmorillonite
0.0	8.19	8.19	8.19
0.2	8.28	8.17	8.16
0.5	8.06	8.23	8.17
1.0	8.02	8.32	8.40
2.5	8.02	8.26	8.48
5.0	8.03	8.33	8.59

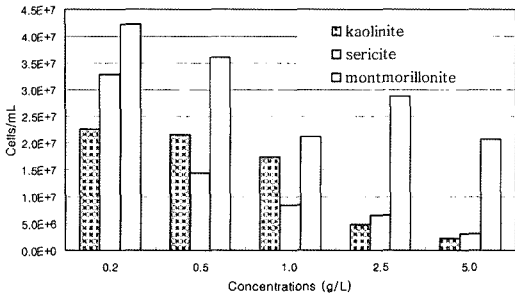


Fig. 1. Cell counts of *Selenastrum capricornutum* after 72 hrs.

의 72시간 후의 평균세포수는 2.15×10^7 개였다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 세포증식에 미치는 카오리나이트와 세리사이트의 영향을 대조군과 비교하여 볼 때, 카오리나이트는 설정농도가 1.0 g/L 이상일 때, 세리사이트는 설정농도가 0.5 g/L 이상일 때에 증식하는 세포의 수가 대조군보다 작아졌다.

한편, 몬모릴로나이트는 대조군의 세포수와 비교하였을 때, 설정된 어느 농도에서도 대조군과 유사하거나 그 이상의 세포수를 나타내었다. 이는 몬모릴로나이트 시험군에 사용한 삼각플라스크 아래 면에 얇은 몬모릴로나이트 막이 형성되어 여기에서 *Selenastrum capricornutum*이 증식한 것으로 판단된다.

점토를 이용한 조류성장속도

카오리나이트, 세리사이트 및 몬모릴로나이트 등의 3종 점토를 이용하여 조류의 성장저해영향을 조류성장속

도로 평가하였다. 72시간 배양한 조류의 평균세포수를 식 (1)과 식 (2)에 의해 비성장속도와 성장속도의 저하율 (%)로 정리하여 Table 5에 나타내었다.

Table 5에서 나타난 바와 같이 대조군의 비성장속도는 1.02/일이며, 카오리나이트와 세리사이트의 경우, 설정농도가 높을수록 비성장속도는 낮아졌다. 카오리나이트의 설정농도가 0.2 g/L에서 5.0 g/L로 증가했을 때의 조류의 비성장속도는 1.04/일에서 0.27/일로 감소하였으며, 세리사이트의 설정농도가 0.2 g/L에서 5.0 g/L로 증가했을 때의 조류의 비성장속도는 1.16/일에서 0.38/일로 감소하였다. 한편 몬모릴로나이트의 경우에는 비성장속도가 1.01/일에서 1.25/일의 범위로 나타나 대부분이 대조군과 비슷하거나 조금 높은 생장속도를 나타내었다. 이것은 앞서 기술한 바와 같이 몬모릴로나이트를 이용한 실험에서 삼각플라스크의 아래 면에 얇은 막이 형성되어 여기에서 조류생장이 지속적으로 이루어진 것으로 해석할 수 있다.

한편, 須藤隆一(1983, 2002)는 *Selenastrum capricornutum*을 이용한 실험을 통해 배양온도 25°C에서의 증식속도는 1.9/일 이라는 것을 증명한 바 있다. 이 때의 한 세포당 건조무게는 1.9×10^{-8} g으로 알려져 있다. 須藤隆一(1983, 2002)의 결과를 근거로 볼 때, 본 실험에서의 대조군의 증식속도가 20°C에서 1.02/일로 나타난 것은 정상적인 배양이 이루어졌음을 나타낸다고 할 수 있다.

조류성장저해농도

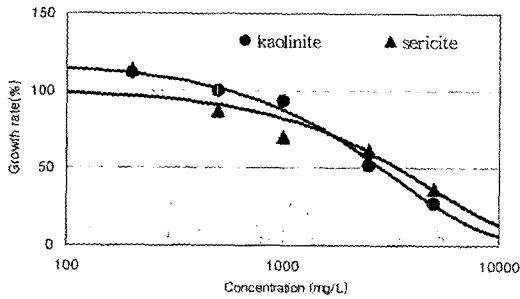
조류성장속도의 저하백분율로부터 구한 EC₅₀(medium

Table 5. Alga growth test using clays.

Clays	Concentration (g/L)	Average cell density after 72hrs (Cells mL ⁻¹)	Specific growth speed (d ⁻¹)	Growth inhibition rate (%)
Control group	0	1.00×10^6	1.02	-
		2.15×10^7		
Kaolinite	0.2	2.26×10^7	1.04	-1.6
	0.5	2.15×10^7	1.02	0.0
	1.0	1.74×10^7	0.95	6.9
	2.5	4.83×10^6	0.53	48.6
	5.0	2.27×10^6	0.27	73.3
Sericite	0.2	3.29×10^7	1.16	-13.9
	0.5	1.44×10^7	0.89	13.0
	1.0	8.49×10^6	0.71	30.3
	2.5	6.55×10^6	0.63	38.7
	5.0	3.09×10^6	0.38	63.2
Montmorillonite	0.2	4.22×10^7	1.25	-21.9
	0.5	3.61×10^7	1.20	-16.9
	1.0	2.12×10^7	1.02	0.4
	2.5	2.88×10^7	1.12	-9.5
	5.0	2.07×10^7	1.01	1.3

Table 6. Concentration of alga growth inhibition.

Clay	Adding concentrations (mg/L)		
	72hr-EC ₅₀	72hr-EC ₂₀	72hr-EC ₁₀
Kaolinite	2,752	1385	988
Sericite	2,775	1052	716
Montmorillonite	>5,000		

**Fig. 2.** Effect of clay loading concentration on alga growth rate.

effect concentration)의 표현에 있어 OECD 가이드라인에서는 EC₅₀(0-72)로 표기하도록 권장하고 있으나 본 연구에서는 72hr-EC₅₀으로 표기하였다.

로직통계처리에 의해 구한 각 시험점토에 대해 72hr-EC_{10,20,50}을 정리하여 Table 6에 나타내었다. Table 6에서 보는 바와 같이 대조군과 비교하여 생장율이 50% 감소하게 되는 시험점토의 농도인 72hr-EC₅₀의 경우, 카오리나이트는 2,752 mg/L, 세리사이트는 2,775 mg/L로 나타났으나 몬모릴로나이트에서는 시험군에 사용된 최고농도인 5 g/L에서도 성장저해가 나타나지 않았다.

또한 Fig. 2에는 카오리나이트와 세리사이트를 이용한 조류의 성장속도를 줄 수 그래프로 나타내었으며, 이 그림으로부터 72hr-EC₅₀을 쉽게 알 수 있다.

조류성장속도에 미치는 차광효과

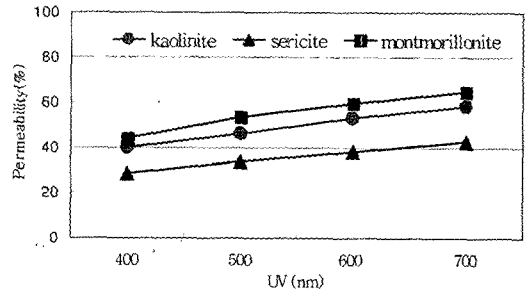
조류의 성장에는 가시광이 요구되므로 본 연구에서 사용한 시험점토를 대상으로 가시광선 400-700 nm에서의 투과율을 조사하였다. 그 결과를 Table 7에 정리하였으며 비교하기 쉽도록 Fig. 3에 나타내었다.

카오리나이트, 세리사이트 및 몬모릴로나이트 등을 각각 0.5 g/L로 준비하여 400, 500, 600 및 700 nm에서 투과율을 조사한 결과, 몬모릴로나이트가 가장 높은 투과율을 나타내었으며, 그 다음이 카오리나이트, 마지막으로 세리사이트의 투과율이 가장 낮게 조사되었다.

몬모릴로나이트 시험군의 경우, 다른 두 시험군의 조

Table 7. Permeability of UV visible radiation using clays.

Loading clays (0.5 g/L)	Permeability			
	400 nm	500 nm	600 nm	700 nm
Kaolinite	39.97	46.01	52.86	58.47
Sericite	28.42	33.85	38.2	42.74
Montmorillonite	43.93	53.31	59.59	64.98

**Fig. 3.** Permeability of UV visible radiation using clays.

류증식보다 빠른 증식을 나타내었는데, 이는 “조류성장 에 따른 세포수의 증식”의 결과에서 전술한 바와 같이 몬모릴로나이트의 시험군에서는 얇은 막이 형성되었던 것에 기인하는 것과 이와 함께 가시광의 투과율이 높은 것도 주요한 원인 중 하나일 것으로 사료된다. 이와 같이 점토에 따라 투과율이 다르게 나타나게 되고, 결국 이것은 점토에 따라 다른 차광효과를 발휘하게 되므로 조류증식에 미치는 영향도 다를 것으로 판단된다. 특히 몬모릴로나이트의 경우 입자가 다른 두 점토에 비해 작 으며(Table 2 참조), 이것은 미립자의 점토의 경우에 광 합성의 차광효과에 미치는 영향이 적을 것이라는 추측 을 가능하게 한다.

결 언

탁수가 수생태계에 미치는 영향을 조사하기 위하여 1차 생산자로서 가장 중요한 조류 중에서 *Selenastrum capricornutum*을 이용하여 성장저해시험을 수행하였다.

카오리나이트, 세리사이트 및 몬모릴로나이트 등의 3 종류의 점토를 이용하여 72hr-EC₅₀을 조사한 결과, 카오 리나이트와 세리사이트에서 각각 2,752 mg/L와 2,775 mg/L로 나타났으나 몬모릴로나이트에서는 대조군과 거의 동등한 성장을 하였다.

카오리나이트와 세리사이트를 입경크기로 비교하면 카오리나이트가 세리사이트에 비해 입경크기가 조금 크 지만 가시광투과율이 세리사이트보다 카오리나이트가 높

게 조사되었다. 이를 근거로 조류증식에는 가시광투과율이 입자의 크기보다 더 중요한 인자로 작용함을 알 수 있다. 또한 몬모릴로나이트의 가시광투과율이 다른 두 점토보다 높았으며 이것 또한 몬모릴로나이트에서의 조류생장에 긍정적 역할을 한 것으로 판단되어 되므로 가시광투과율이 조류증식에 미치는 영향력을 증명할 수 있다. 즉 입경에 의존하는 점토의 투과효율은 결국 차광효과에 관련이 있으므로 조류생장에 중요한 영향을 미치는 주요원인의 하나로 판단된다. 이와 같이 탁질을 유발하는 점토물질의 특성에 따라 조류의 증식속도가 달라지므로 조류증식에 미치는 점토탁수의 영향을 평가함으로써 물환경 생태에 미치는 점토탁수의 영향을 간접적으로 평가할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 橫内洋文, 1982, 河川の濁水が附着藻類へ与える影響についての室内の實驗, 四國電力株式会社研究期報, 第39號, pp. 88-95.
- 須藤隆一, 1983, 環境浄化のための微生物學, 豊國印刷株式会社, pp.8-9.
- 須藤隆一, 2002, 生態影響評價の基本的考え方, JEAS NEWS, pp.12-13.
- 龜屋隆志, 淡水生物毒性の國際情報データベース, 工學研究院, <http://bio-eco.eis.ynu.ac.jp>.
- 粘土とは, <http://members.jcom.home.ne.jp/k-tamura/index.html>
- 參考粘土(供試粘土に對する日本粘土學會の資料), 2004, 日本粘土學會標準粘土資料委員會.

土粒子の構成と特徴 (<http://www.civil.ibaraki.ac.jp/~komine/civil/AdSoil2.files/frame.htm#slide0041.htm>).

生態系保全等に係る化學物質審査規制檢討會資料(環境省), 平成13年(2001), OECD. における生態影響試験法 (<http://www.env.go.jp/chemi/seitai-kento/h13/02.html>).

2006년 11월 12일 원고접수, 2006년 12월 15일 게재승인

박찬갑

환경부 환경평가과
경기도 과천시 중앙동 1번지
Tel: 02-2110-6715
Fax: 02-504-9277
E-mail: park9910@me.go.kr

김미아

안동대학교 환경공학과
경북 안동시 송천동 388
Tel: 054-820-6267
Fax: 054-820-6187
E-mail: wdream@andong.ac.kr