

Microcystis aeruginosa 유래의 IOM, SOM, 및 EOM이 응집에 미치는 영향에 대한 연구

이태관, 진정숙*, 배헌균
계명대학교 환경과학과

1. 서론

부영양화가 진행되면 식물성 플랑크톤 및 조류가 대량으로 번식하여 수표면에 수화(Water bloom)현상을 일으킨다. 이러한 수화의 주원인 cyanobacteria는 종종 독소를 포함하는 경우가 있다. 독성을 가진 조류종이 수화를 형성하면 인간에게도 잠재적인 위험이 있을 것으로 추정된다.

국내에서는 수화발생의 원인조류에 대한 연구는 현황 파악이나 독소 분리 등으로는 활발히 진행되고 있으나 실질적인 정수처리공정에 적용한 예는 드물다. 외국의 경우에도 pilot-plant 규모의 몇가지 활성탄에 Microcystin 흡착효과를 시험하는 등 몇몇 예가 있으나 많지는 않다.

본 연구에서는 부영양화시 상수처리를 위해 수화 원인종이며 독소 생성의 주 원인종으로 알려진 *Microcystis aeruginosa*를 실험실에서 인공배양한 후 조류에 의한 응집저해가 조류내부의 유기물질에 의한 것인지 아니면 조류자체에 의한 것인지에 대한 고찰을 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시조류

본 실험에서 사용한 조류는 *Microcystis aeruginosa*(삼교호 수화시료)로서 국립환경연구원으로부터 분주받아 M₁₁배지에서 계대배양하였다. 배양조건은 온도 25℃, 조도 1900 ~ 2000 Lux, 명암주기 18h : 6h, 교반속도 50rpm이었다.

2. 배지조성 및 전배양균의 조제

공시조류의 인공배지는 M₁₁배지(NaNO₃ 0.01%, K₂HPO₄ 0.001%, MgSO₄ · 7H₂O 0.0075%, CaCl₂ · 2H₂O 0.004%, Na₂CO₃ 0.002%, Fe-citrate 0.0006%)를 사용하였다. 증식한 균체를 원심분리(3,000rpm, 4℃, 10min)하여 회수하고 냉장 보관중인 15ppm 차아염소산나트륨용액으로 2회 세척한 후 이를 전배양균으로

사용하였다.

3. 조류의 파쇄

인공배양한 조류로부터 IOM, SOM 및 EOM을 획득하기 위하여 초음파파쇄를 행하였다. 먼저 배양한 *Microcystis aeruginosa*를 20kHz, 100W로 10분간 초음파파쇄를 한 다음 5분간방치를 한다. 이 조작을 현미경으로 세포가 완전히 파괴된 것을 확인하면서 반복수행한다. 초음파처리 직후에 세포내물질이 용출되어 시료가 남색으로 변색한다.

4. 세포의 원심분리

먼저 배지와 조류를 분리하기 위해서 2주간 배양된 *Microcystis aeruginosa*를 원심분리(4000g, 15분간)하여 상등액은 버리고 증류수를 가하여 다시 원심을 행한다. 이 조작을 2회 반복하여 조류세포만을 취하였다.

5. jar-test

jar-test는 원형비이커에 시료총량을 500ml로 하여 급속교반(140rpm) 10분, 완속교반(40rpm) 15분, 정치침전 30분을 실온(22~26℃)에서 하였다. 인공탁수는 증류수에 카오린을 사용하여 탁도를 40도로 조정된 후, CaCO₃를 이용하여 알칼리도를 100도로 조정하였다. 이 인공탁수에 대수성장기의 조류, 원심분리한 조류 및 초음파처리 한 조류를 각각 10³, 10⁴ 및 10⁵ cell/ml를 첨가한 다음 jar-test를 실시하였다. 응집제는 Al(SO₄)₃ · 16~18H₂O를 사용하였다.

6. 분석항목

- ① Turbidity : UV-vis spectrophotometer, UV1201, Shimadzu.
- ② UV₂₅₄, UV₂₆₀ : UV-vis spectrophotometer, UV1201, Shimadzu.
- ③ Residual Aluminum : 옥신법
- ④ Zeta potential : Zeta master, Malvern Enc.

III. 결과 및 고찰

1. 처리수의 탁도변화

실험에 사용한 인공탁수는 탁도를 40도로 조절하였으며 응집공정 후 탁도의 변화를 보면 일부 차이는 있으나 배양조류, 파쇄조류 및 원심분리한 조류 모두 수질기준인 2도 이하를 나타내었다.

2. 처리수의 UV₂₅₄ 및 UV₂₆₀

UV₂₅₄는 THMs 전구물질을 나타내는 지표로 사용되고, UV₂₆₀은 생물학적 난분해성 물질을 나타내는 지표로 사용되고 있다. 처리수의 UV₂₅₄ 및 UV₂₆₀를 살펴보면 파쇄조류의 흡수치가 가장 높았고 원심분리조류와 배양조류는 유사한 경향을 보였다.

3. 처리수의 잔류 알루미늄

처리수의 잔류알루미늄을 측정된 결과 원심분리 후 조류세포만을 첨가하여

응집한 처리수에서 조류를 파쇄한 후 응집을 한 처리수 및 배양조류를 응집한 처리수에 비해 높은 수치를 나타내었다.

4. Zeta potential의 경우 같은 pH에서 개체수가 증가할수록 zeta potential이 낮아졌고, 응집후의 zeta potential값을 보면 응집제의 주입량에 비례하여 증가하는 경향을 나타내고 있으나 그 변화폭이 넓었다.

IV. 결 론

본 연구는 국내 대부분의 호수에서 가장 흔히 발견되는 남조류 *Microcystis aeruginosa*의 성장기별 응집특성에 관하여 고찰하였다.

1. 탁도 40도인 인공탁수에 파쇄조류, 원심분리조류 및 배양조류를 각각 0 , 10^3 , 10^4 , 10^5 cell/mL의 조류를 첨가한 후 응집한 결과 처리수의 탁도는 모두 수질기준인 2도 이하를 유지하였다. 그러나 대수성장기의 경우 조류의 개체수가 증가함에 따라 처리수의 탁도가 높게 나타났다. 그러나 역시 수질기준인 2도 이하를 유지하였다.

2. 처리수의 UV₂₅₄ 및 UV₂₆₀을 살펴보면 유기물의 함량이 가장 많은 파쇄조류의 UV₂₅₄ 및 UV₂₆₀이 높은 흡수치를 보였고 원심분리조류와 배양조류의 경우는 비슷한 경향을 보였다. 이는 조류를 파쇄함으로써 조류유래유기물 중 IOM에 의한 것으로 사료된다.

3. 처리수의 잔류알루미늄을 측정된 결과 원심분리한 조류의 잔류알루미늄량이 파쇄조류나 배양조류에 비해 높게 남았다. 이것으로 보아 조류자체의 알루미늄 흡착능은 조류유래의 유기물질에 의한 알루미늄 흡착능보다 떨어진다고 사료된다.

4. 처리수의 zeta potential 변화를 보면 같은 pH에서 개체수가 증가할수록 zeta potential이 낮아졌고, 응집후의 zeta potential값을 보면 응집제의 주입량에 비례하여 증가하는 경향을 보이고는 있었지만 그 변화폭이 넓었다. 또한 pH에 의한 zeta potential의 변화를 살펴보면 파쇄조류가 높은 값을 나타내었다. 이것으로 보아 응집공정 후 pH가 조류내부유래의 유기물에 의해 변화하였기 때문으로 사료된다.

참고문헌

- Francis G., 1878, Poisonous Australian lake. *Nature*, Lond. 18, 11.
Falconer I. R., Beresford A. M. and Runnegar M. T. C., 1983, Evidence of liver damage by toxin from a bloom of the blue-green algae, *Microcystis aeruginosa*. *Med. J. Aust.* 1.

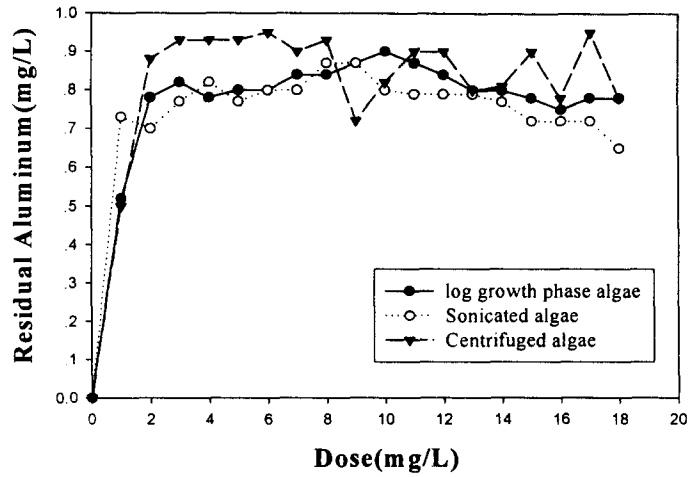


Fig. 1 Residual Aluminum dependent on coagulant dose (10^5 cell/mL)

(●: log growth phase, ○: sonicated algae, ▼: centrifuged algae)

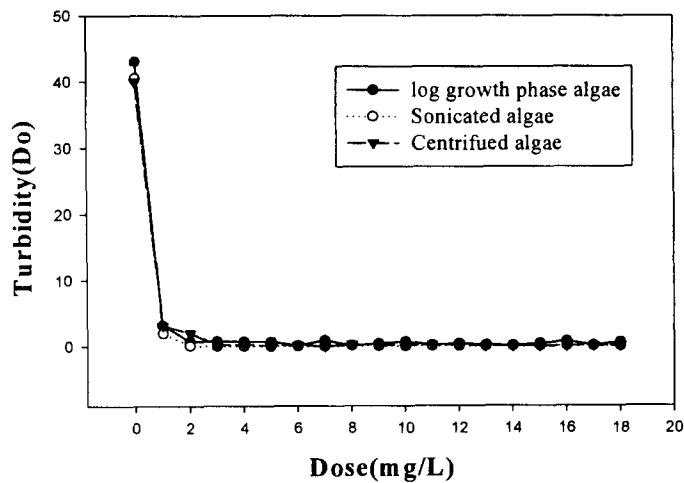


Fig. 2 Turbidity dependent on coagulant dose (10^5 cell/mL)

(●: log growth phase, ○: sonicated algae, ▼: centrifuged algae)