

식물과 조류(Algae)가 수질에 미치는 영향에 관하여

점옥영 · 이두곤 · 최돈형

한국교원대학교

1. 연구의 필요성

바다의 물결, 늪지의 안개, 이동하는 빙하, 화산의 분화구에서 솟구쳐 오르는 수증기, 눈, 태풍의 거대한 소용돌이를 구성하는 50톤 이상의 수증기, 인체의 70% 이상을 차지하는 물에 대해서 인류는 옛날부터 다양한 물의 역할을 인정해 왔다.

물의 중요한 점 중에 한 가지가 물의 총 공급량은 늘지도 않고 줄지도 않는다는 것이다. 지구상의 물의 양은 30 억 년 전부터 죽 같다는 것이 정설로 되어 있다. 물은 영원히 순환하면서 사용되고, 버려지고, 여과되고, 또 다시금 사용된다. 어제 밤에 먹은 감자는 먼 옛날에 아르키메데스가 들어갔던 목욕탕의 물로 삶았을지도 모른다. “한번 사용한 물”이라는 말을 들으면 위생상 불쾌하게 여길 사람이 있을지 모르나 바로 그 성질 때문에 지구상에 물이 없어지는 일이 없으며, 또한 수질의 관리를 잘해야 할 것이다. 인류는 엄청난 물의 양과 특이한 성질, 생존에 필수불가결한 물에 대해서 일종의 두려움을 품어 왔다(장재국, 1984).

이러한 물이 점차 오염이 되어 상수원이 되는 물마저 상수원으로 쓸 수 없는 상황이 해마다 몇 번씩 벌어져 생명을 위협해 왔다. 강물의 오염으로 담수어가 죽거나 기형화되고, 물새들이 격감하며, 그 물이 바다로 들어가 해양생물에까지 피해를 입히고 있다는 것은 이미 널리 알려진 사실이다(Kenneth E. Maxwell, 성민웅 외 편역, 2000).

누구나 세균이 없는 순수한 물을 마시고 싶고, 보기에 맑고 실제로 인체에도 해가 없는 맑은 물에서 물놀이를 하고 싶어 하면서도 각자가 사용한 후에는 그대로는 쓸 수 없는 상태이거나 처리과정을 필수적으로 거쳐야 쓸 수 있는 상태로 물을 내보낸다. 더구나 요즈음과 같은 피서철에는 계곡, 강, 바다가 몸살을 앓을 뿐더러 각종 오염물질이 그대로 버려지고 있어서 피서문화에 대한 각성과 변화가 절실하게 필요하나 대체로 무감각하게 지나가 버린다.

단 며칠을 즐기기 위해 모든 곳을 오염시켜 정화에 많은 시간이 걸리고 때로는 정화가 어려운 물로 만들어 버린다. 그리고 하천이 원래의 형태를 그대로 가지고 있는 경우는 드물고 대부분이 변형되어 직강화되거나 하천 바닥까지 시멘트화가 되고, 하천둑이나 하천부지의 시멘트화로 부족한 주차장이나 도로로 사용하는 경우가 많다. 이것들은 인간의 필요에 의한 것이나 다양한 생물들의 서식처 또한 붕괴가 되고 토양이나 생물들의 작용 또한 막아버리게 된다.

하수나 폐수의 경우에는 하수처리장에서 효율적으로 처리를 하여 내보내겠지만 그것도 막대한 예산과 부차적인 문제가 발생하게 된다. 그리고 또한 강물이나 호수, 바닷물이 오염되었을 경우 그러한 시설의 힘을 빌려 정화하기란 불가항력일 것이다.

그러므로 물이 흘러가는 그 자리에서 오염되지 않도록 하는 것이 최선의 방법이나, 만약 오염이 되었을 경우에도 자정작용만 믿고 있을 것이 아니라, 유역의 특성을 최대한 살려서 완충작용을 살리고, 수변식물이나 침수성, 부유성 식물들이나 조류(algae)들까지 이용가능한 자연적인 방법을 찾는 것이 필요하다고 생각한다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 오염되지 않은 수질을 모니터링을 하여 물 환경에 대한 깊이 있는 이해를 돕고, 식물과 조류가 단독 혹은 상호 작용하여 수질에 어떤 영향을 미치는지를 모니터링을 하여 그들의 영향력과 필요성을 찾는 것을 목적으로 한다. 실험실 수조에 수돗물이나 연못물을 받아, 식물을 키우고 발생한 조류를 관찰하면서 다음과 같은 것들을 구체적으로 연구하고자 한다.

- 1) 오염되지 않았다고 보는 물의 수온, DO(용존산소량), pH, 전기전도도 등의 변화는 어떠한가?
- 2) 이미 알려진 미나리와 창포가 수질에 미치는 영향은 어떠한가?
- 3) 실험실 내에서 발견되는 조류가 수질에 미치는 영향은 어떠한가?

3. 연구의 방법

1) 장소와 실험 수조

한국교원대학교 자연과학대학 환경교육과 수질실험실(305호) 수조 크기는 A=B>C>1=2=3=4=5이며 더 작은 둥근 유리수조와 플라스틱 수조 여러 개를 이용한다.

2) 측정항목

각 실험에서 필요하다고 생각되는 경우에 아래의 수질측정항목들을 선택적으로 측정한다. 수온, 전기전도도(EC), 용존산소량(DO), 염도 - DO 미터, pH(폐하) - pH 미터, 탁도-탁도계, 알칼리도, COD(화학적 산소요구량), BOD(생물화학적 산소요구량), SS (부유물질농도), 경도- 공정시험법, 인산염 인 농도 - 아스코르빈산환원법(Standard methods), 분광광도계 , 입자크기 분포(Particle Size Distribution: PSD)- Coulter Counter (Z-2 모델) 기기

3) 실험 방법

실험실 내에는 수질실험용으로 준비된 대형 직사각 아크릴 수조 2개, 중간 수조 1개가 준비되어 있다. 그 외에 더 작은 수조 5개, 그 외 플라스틱 수조 7-8개와 유리와 아크릴로 된 둥근 수조를 이용하여 식물을 키우면서 또는 자연 발생한 조류가 포함된 물에 대해 모니터링하면서 이러한 생물들이 수질에 미치는 영향을 측정 분석하고 있다. 또한 물에서 발견된 조류를 현미경으로 검경하면서 스케치하거나 사진을 찍어 동정을 하려고 애쓰고 있다.

4) 결과분석

표와 그래프가 필요할 경우에는 주로 엑셀 프로그램을 이용하고, 각 요인별 상관관계

와 같은 통계분석이 필요하다면, 엑셀이나 SPSS 프로그램을 이용하여 분석한다.

4. 연구 결과

1) 오염되지 않은 물의 변화

(1) 수온

하루 중 오후 6시경이 최고가 되며 밤 12시까지 약간 감소하며 오전만큼은 내려가지 않았다. 큰 수조가 변화폭이 작으며, 그 원인은 물은 비열이 큰 물질인데, 양이 많을수록 열용량이 커서 변화가 적은 것으로 보인다.

연속 5일 측정에서는 최고수온이 오후 3시-6시경으로 나타나고, 그 이후는 비슷한 분포를 보이고, 연속 20일 오후 3시경 측정에서는 주기적으로 수온이 증감하는 현상이 나타나며, 실내온도에 대한 수온을 살펴보면, 수조 A, B는 2-3°C 차이가 나고, 수조 C는 3-4°C 차이가 나고, 수조 1-5번은 5-6°C 차이가 나는 것으로 나타났다. 수조 크기가 클수록 차이가 적게 나고, 수조의 크기가 작을수록 실내온도와의 차이도 크게 났다.

(2) 용존산소량(DO) 변화

하루 중 DO 변화는 낮 12시에서 오후 3시경에 DO가 가장 높아지며, 그 이후로 자정까지 점차 감소하였다. 오전보다 오후가 높으며, 식물이나 조류의 활동이 있는 수조(C, A)의 최고 DO가 그렇지 않은 수조보다 높는데, 그것은 빛이 강해짐에 따라 광합성 작용의 효과로 보인다. 식물이나 조류가 있더라도 동물이 사는 수조(수조B)는 호흡에 산소가 쓰여서인지 식물만 있는 수조보다 DO가 낮았다(수조A > 수조 B).

5일 이상의 연속적인 측정에서 DO와 pH에 이상적인 변화가 생겼다. 그 원인은 수조에 용존산소의 증가와 관련된 무엇인가가 생긴 것으로 추정된다.

(3) pH 변화

pH 변화는 낮 12시부터 서서히 증가하여 오후 6시에 최고가 되며 그 이후로 점차 감소하다가 9시경 이 후에 다시 약간 증가한다. 광합성 반응으로 CO₂가 흡수되어 감소하면 르샤틀리에의 법칙에 따라 광합성의 역반응이 일어나 pH가 증가하는 것으로 보이나 두 반응이 동시에 일어나지 않고 약간의 시간차를 두고 서서히 진행되는 것으로 보인다. 또한 밤이 되면 식물이나 조류가 광합성은 중지되고, 호흡활동이 일어나 CO₂가 증가하여 약간의 pH 감소가 일어나는 것으로 보인다. 밤 9시 이후에 다시 pH가 증가하는 것은 실험실에서 형광등을 켜으로써 식물이나 조류가 그 빛을 이용하여 광합성을 더하는 것으로 추정을 한다.

(4) 하루 중 전기전도도(EC) 변화

하루 중 각 수조의 EC는 온도에 비례하여 변화하였다. 그러나 그 차이는 크지 않으며, 25°C에서의 전기전도도(EC)를 비교하면 하루 중 변화가 거의 없었다. 겨울철이라 수온이 비교적 낮은 편이어서 현재온도에서보다 25°C에서 EC가 높게 나타났다.

특별한 변화나 생물의 활동이 없는 상태에서 시간에 따라 같은 수조에서 차이가 난다면 기기의 민감도나 측정오차로 볼 수 있을 것 같다. 그래서 물의 역사와 넣어준 물질과 서식하는 생물들의 활동에 따라 EC에 차이가 나는 것으로 보인다.

(5) 염도

수조 B만 0.2 ppt이고 나머지는 모두 0.1 ppt로 나타나 일반적인 담수의 범위로 나타났다. 수조 B는 여러 가지 동물들이 있어서, 배설물이나 분해물질이 많아 약간의 염류가 증가한 것으로 보인다.

(6) 부착성 조류의 현미경 검경과 동정

본 실험에서 수조의 바닥에 녹이 쓴 것과 같은 물질이 덮여있어 현미경으로 검경을 하니 황갈색 부착조류가 덩어리로 있었다. 이것은 또한 수조 A, B, C의 벽면에 붙은 황갈색 물질을 현미경으로 관찰한 결과와 같은 것이었다.

2) 미나리, 창포가 수질에 미치는 영향

미나리와 창포는 수질에 대한 정화능력이 있는 것으로 잘 알려진 식물들이다. 실제로 미나리와 창포가 자라고 있는 곳의 물과 함께 떠와서 모니터링을 하였다. 그 결과 식물을 넣은 수조가 넣지 않은 수조에 비해서 탁도, COD를 내리는 효과가 있었으며, 인산염의 흡수능력, 산성에 대한 중화능력 등이 비교적 높았다. 그런데, 연못의 바닥 성분인 진흙만 넣은 경우에도 중화능력은 크지 않으나, 인산염의 흡수 능력은 크게 나타났다.

3) 조류가 수질에 미치는 영향

실험실 내에서 곳곳에 발생한 조류가 있는 물에 대해서 모니터링을 하니, 수질에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 조류의 동정이 확실치 않아 어려운 점이 있었다. 현미경으로 검경하고 책자와 비교하였으나, 현미경상에 보이는 것과 그대로 보는 것을 연결해 설명하거나 나타낸 책자를 찾지 못하고, 조류 전문가를 찾지 못해 한 두 가지 외에는 동정을 하지 못하고 있다.

5. 제언

자연계의 물을 주기적으로 모니터링을 하거나 식물이나 조류를 계속적으로 관찰 측정을 하면 물의 특성을 파악하고 어떤 변화를 감지할 수 있어 그 원인을 찾아낼 수 있을 것이다.

그리고 또한 평소의 생각이나 예상을 넘어선 발견을 하기도 하고 미처 몰랐던 사실들을 확인하게 되어 자연현상에 대해 깊이 있는 이해를 하게 되는 것 같았다. 그러나 이론적인 탐색이 아니고 실험을 하는 때에는 여러 가지 변수와 제약이 있어서 그것들을 극복해 나가는 것이 하나의 디딤돌이 되는 것 같다.

그렇지만 일부 관련 학자들 외에는 우리 주변의 자연환경에 대해 모니터링을 하는 사람들이 드물고, 우리들 주변의 물, 공기, 토양 등의 자연환경이 다수 사람들의 지속적인 관심을 받지 못하고 있으며, 폐기물에 대한 처리도 아직은 제대로 되지 못하는 곳이 더 많다.

지속가능성이 어느 한 가지만 잘 된다고 유지될 수 없듯이 한편으로 환경교육에 대한 관심을 높이면서, 한편으로는 자연환경에 대해 정확히 진단하고 바라볼 줄 아는 시각을

길러야 할 것이다.

아주 작은 것 한 가지라도 깊이 있게 이해하고, 작은 문제 한 가지라도 해결할 수 있다면 하는 바램에서 하고 있는 일이 조금이라도 도움이 되기를 바란다.

이 지구의 부양능력에 그리고 이웃에게...