

사전사후 대책을 통합한 현장적용 녹조제어기술 개발



박재로 ●●●

한국건설기술연구원 환경플랜트연구소
jrpark@kict.re.kr



황태문 ●●●

한국건설기술연구원 환경플랜트연구소
taemun@kict.re.kr



이새로미 ●●●

한국건설기술연구원 환경플랜트연구소
saeromi@kict.re.kr

색으로 변화시키는 현상이다. 우리가 알고있는 녹조라떼는 앞에 말한 정의와 같이 호수나 유속이 느린 하천에서 대량증식하는 것으로 현재의 우리의 강과 하천이 녹조가 살기 좋은 환경으로 변화되었다는 것을 의미한다. 일반적으로 하천에서의 조류 대발생은 오염원 증가에 따른 부착조류의 대량 번성을 생각할 수 있지만, 더 이상 우리나라의 하천 녹조는 그런 의미가 아니다. 흐르지 않는 강은 강이라기보다, 호수에 가깝고 그에 맞는 환경에 생물의 형태가 변해가고 있다. 녹조의 대량발생 뿐만 아니라, 그런 정수역 환경에 적합한 생물이 태형동물인 “큰빛이끼벌레”이다. 큰빛이끼벌레 또한, 과거부터 호수와 같은 정수역에 살고 있는 생물로, 흐르는 강에 발생했다는 것은 그에 맞게 우리의 강과 하천에 변했다는 것을 시사한다. 이러한 환경조성에 맞서 우리는 다양한 녹조제어 기술을 개발하고, 연구하고, 현장적용하여 녹조를 제어하고자 갖은 노력을 하고 있다. 다양한 녹조제어 기술들은 작은 실험실 테스트부터 시작하여, 규모를 확대 시켜 작은 못 또는 하천 일 구간 같은 곳에서의 성능검증을 통해 현장에 적용되지만, 흐름이 있고 광범위한 강에서는 그 효과가 미미한 수준이다. “하천녹조연구단”에서는 기존의 녹조제어기술을 활용하여 실제로 현장에서 기술을 활용할 수 있도록 가이드라인을 확립하고, 관련 법규를 제시하는 것이 주요 목표이다. 녹조제어 기술은 지속적으로 개발되고 있지만 실제로 현장에 적용 후에

1. 서론

주요하천에서 대규모의 녹조현상이 빈번히 발생하면서, 매년 수질악화에 따른 문제들이 사회적 문제로 대두되고 있다. 다양한 하천 정비와 하천환경 개선사업이 실행되고 있지만, 녹조저감 및 수질정화에 기여하는 바는 미미하다. 녹조의 정의는 부영양화된 호수나 유속이 느린 하천에서 부유성의 조류가 대량증식하여 수면에 직접하여 물색을 현저하게 녹

그 효과에 대해서는 대부분의 사람들이 난색을 표한다. 지금도, 녹조가 발생하면 녹조제어기술은 있는데, 어떻게, 어떤 시기에 반영해야 할지에 대해서는 뚜렷하게 나와 있는 방안이 없는 바 녹조발생시기에

맞게 예비 제어 기술, 발생했을 때의 신속한 처리 등을 고려하여 녹조제어기술을 적재적소에 배치하고자 한다.



그림 1. 하천녹조연구단의 미래상

2. 하천내 녹조 최적관리 기술 실증화

2.1 신속대응 가능한 현장적용 최적기술의 선정

물색을 녹색으로 만드는 플랑크톤은 녹조류와 남조류가 있는데, 녹조류의 경우 독소가 없고 색깔이 진한 초록색을 띤다. 남조류는 냄새가 나기도 하고 독소를 생성하여 수생생물 및 육상생물에게도 해로운 영향을 주고 있다. 남조류가 대량번식하여 물꽃 현상을 일으키면 연녹색의 띠가 형성되고, 남조류세포가 죽거나 건조하여 색소가 세포외로 유출되면 청색이 나타난다. 이 색에 따라 일본에서는 靑粉(あお

こ)라 하고 있고 우리나라에서는 녹조현상이라고 말하고 있다.

이러한 녹조현상이 발생했을 경우, 하천가에서는 차량탑재형 녹조제어 기술, 하천내에서는 수상형 녹조제어 기술을 접목하여 활용하고자 한다. 차량탑재형의 경우, 배가 접근하기 힘든 곳을 중점으로, 처리수 기준 chl-a 농도 15 mg/m³ 미만, 생태독성(toxic unit) 기준 1 µg/l 이하로 정확히는 것을 목표로 하고 있다. 하천가의 경우 [그림 2]와 같이 정체수역이 발생하여 조류가 많이 직접되어 있어 관리가 꼭 필요한 곳이다. 차량형 녹조제어기술은 선회식 가압부상장치를 탑재하여, 수중에 있는 조류를 분리하여 수



그림 2. 하천의 정수역에서 발생하는 녹조현상

거하는 과정을 거치게 된다.

수상형의 경우에는 2가지의 형태로, 처리용량을 증대 시킨 조류제거선과, 조류제거제 살포선의 형태로 적용시킬 예정이다. 기존의 기술들이 가지고 있는 문제점을 고려하여, 친환경성, 처리용량 증대, 신속성을 중요한 모티브로 삼고 있다.

위와 같은 녹조제어기술들을 관리하기 위한 통합 관리기술 또한 적용할 예정이다. 단순히, 기술을 현장에 적용하여 일시적인 개선 효과가 아닌, 지속적

인 모니터링 관리를 통한 녹조제어 기술의 활용을 제시하고자 한다. 통합관리기술은 기존의 기술이 모니터링이 센서 측정을 통한 1차원 적인 기술이었다고 하면, 초분광 센서가 부착된 드론을 활용하여 2차원적으로 모니터링 하고자 한다. 녹조의 발생을 범위를 확장시켜 감시함으로써 적정시기에 해당기술을 배치하여 녹조의 대량발생시 대처할 수 있도록 하는 것이 통합관리기술의 중요한 역할이라고 할 수 있다.



그림 3. 하천 내 녹조제어기술

2.2 조류의 원인물질 제거

지류에 의한 오염부하 문제는 여러 하천에서 발생하고 있으며, 비점오염원에 대한 문제 또한 중요 쟁점으로 거론되고 있다. 특히, 본류와 지류가 합쳐지는 구간에서는 물이 정체되기 때문에 녹조가 더 많

이 발생하고 있다. 본류에서 발생한 녹조가 역류하기도 하고, 지류에서 부하되는 오염원이 녹조를 가속화 시켜 지류의 오염은 최악의 상황이다. 하천의 본류의 녹조 관리도 중요하지만, 단순히 하천 본류의 관리로만으로는 녹조발생을 감당하기 어려운 실정이다.



그림 4. 지류하천 오염 사례
(출처: 노컷뉴스, 뉴시스)

하천녹조연구단에서는 조류의 영양염인 총인을 타겟으로, 총인을 70% 이상 제어하는 것을 목표로 삼고 있다. 이미 발생한 오염에 대해서는 하천내 대책은 수상형 및 차랑형 제어가 효과적이지만, 조류의 발생을 저감하기 위한 사전대책도 중요하다고 판단된다. 인을 제어하기 위한 하천기술로는 여재를 충진한 다방향 유수형 단위블록, 천적생물을 활용한 유수지, 식생과 여재를 병합한 매립형 인 저감시설 등이 있다. 차집수로 연계형 인 제거 기술은 차집수로를 오염원 제어가 용이하게 하상구조를 설계하여

앞에 말한 기술들을 적재적소에 배치하는 기술을 말한다. 원인물질제거기술은 2가지 관점에서의 의미가 있을 수 있다. 비점오염원 제어의 측면과 하천수를 차집하여 처리 하는 측면을 고려 할 수 있다. 갈수기에 우리나라의 하천들 대부분은 말라있는 상태이기 때문에, 그 시기에는 본류의 하천수를 차집하여 정화하고, 강우시에는 외부에서 유입하는 오염원을 차집하여 본류에 부하되는 오염원을 감소시키는 것이 주 목적이라 할 수 있다.

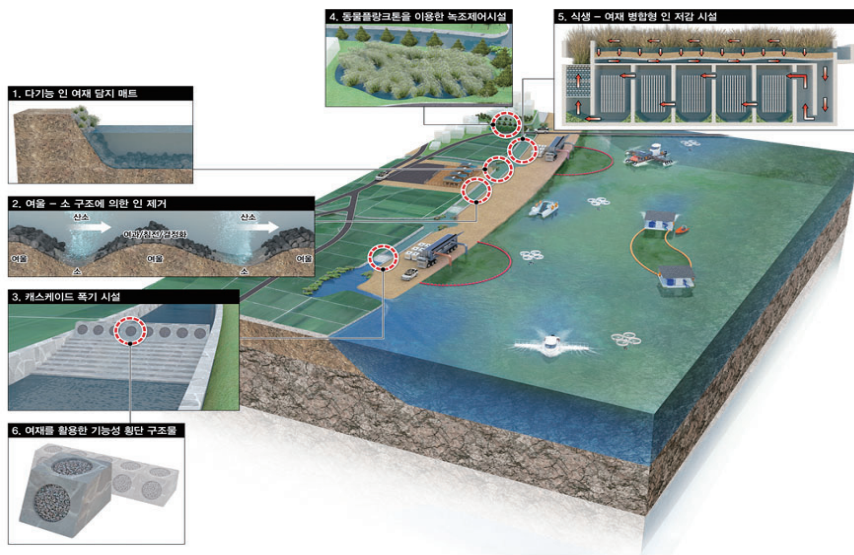


그림 5. 조류원인물질 제거를 위한 차집수로 및 제거기술

3. 맺음말

녹조현상이라는 것이 환경조건만 맞다면, 무분별하게 성장하고 수체 전체를 뒤덮어 어떠한 방법도 대안도 모른 채 방관하기 십상이다. 어렸을 때 하천의 푸른색을 칠했던 우리가 이제는 하천의 색깔이 초록색인지 알고 있다. 그리고 그게 당연하게 받아

들여질 때도 있다. 하천녹조연구단이 녹조의 과대번성으로 인한 사람들이 혼란 및 불편에 대해, 초기 대처방안부터 발생시 어떻게 해야하는지에 대해 정확한 대책방안을 내세우고, 실효성 있는 녹조제어기술이 선정되어 우리나라 하천의 녹조제어에 기여가 될 수 있는 좋은 연구가 되었으면 하는 바람이다.