

낙동강 하류의 유해남조류 세포수와 남조소 농도 상관성에 관한 연구

I 연구목적 및 필요성

- 녹조 발생 시 유해 남조류 세포 수 검경은 숙련된 분석자가 현미경 시야에서 직접 계수해야 하므로 분석에 상당한 시간과 전문성을 필요로 하며 급격한 조류 증식에 신속한 대응이 어려움
- 본 연구에서는 낙동강 하류 구간 하절기 녹조 발생 시기 유해 남조류 출현량과 클로로필 a 및 피코시아닌 함량을 비교 분석하여 남조류 모니터링에 피코시아닌이 적합한 지표인지 평가해보고 향후 녹조 모니터링에 실시간 수질 자동모니터링 시스템을 활용할 방안에 대해 고찰해 보고자 함

II 연구개요

- 기 간 : 2022년 6월 ~ 9월 (주1 회 수질 조사 및 실시간 모니터링 데이터 수집)
- 대 상 : 낙동강 하류 3지점(화명생태공원, 삼락생태공원, 구포대교)
- 항 목 : 유해 남조류 4속(屬) (마이크로시스티스, 아나베나, 아파니조메논, 오실라토리아)
남조소(피코시아닌), 클로로필 a, 수온, pH, DO, 전기전도도, 염분, 탁도, 투명도
- 내 용 : 유해 남조류 4속 출현량 및 우점 종 검경, 남조소(피코시아닌), 클로로필 a 농도 분석
남조류 세포 수와 남조소(피코시아닌), 클로로필 a 농도 간의 상관관계 파악
실시간 수질 자동 모니터링시스템을 활용한 피코시아닌 농도 변동 특성 분석

III 연구결과

- 하절기 낙동강 하류의 유해 남조류 4속 조사 결과, 6월부터 우점하기 시작하였으며, 7월 ~ 8월 대량 발생에 따른 녹조현상이 지속되었으며, *Microcystis* 속이 전체 99 %를 차지하는 것으로 나타났다.
- 남조류 세포 수와 조류 현존량 지표인 클로로필a와 피코시아닌 농도를 비교한 결과, 상관성은 피코시아닌 ($r=0.8999$, $p < 0.001$)이 클로로필 a($r=0.6458$, $p < 0.001$)에 비해 더 높은 것으로 나타났다. 단순회귀 분석 결과, 결정계수(r^2)가 피코시아닌(0.8455)이 클로로필 a(0.3683) 보다 높은 것으로 나타나 유해 남조류 세포수와 피코시아닌 농도간의 회귀모형이 더 적합한 것으로 나타났으며, 남조류를 모니터링하기 위해서는 전체 조류 현존량 지표인 클로로필 a 보다는 피코시아닌이 더 유용한 지표라 판단되었다.
- 조류경보 관심 및 경계단계에 해당하는 피코시아닌 농도는 각각 0.128 mg/m^3 , 0.444 mg/m^3 으로 나타났으며, 관심 단계의 세포 수 20 000 cells/mL 이상을 보인 지점에서 94.4 %, 경계 단계 세포수 100 000 cells/mL 이상에서 57.1 %가 산출된 피코시아닌 농도를 만족하는 것으로 나타나 관심 단계 수준에서 세포 수와 피코시아닌 농도 간에 더 유의미한 결과를 나타내었다.
- 실시간 피코시아닌 모니터링 자료와 유해 남조류 세포수의 단순회귀식($r^2=0.8794$, $p < 0.01$)을 산출한 후, 조류경보 단계에 따른 농도를 계산했다. 관심 단계인 (친수활동구간 20 000 cells/mL)에 해당되는 농도 ($0.106 \text{ } \mu\text{g/L}$)는 추출법에 의한 흡광광도법 분석 결과와 유사하였으나 100 000 cells/mL 해당되는 농도 ($1.141 \text{ } \mu\text{g/L}$)는 2배 이상 높은 값을 나타내었으며 이는 탁도가 증가하게 되어 형광 파장간섭으로 측정에 방해를 준 것으로 판단된다.
- 실시간 수집된 수심별 피코시아닌 농도 분포를 검토한 결과, 유량 변동이 심하지 않았던 기간 동안 수심 6 m 까지 20 000 cells 의 농도 값을 보였으며, 중부지방 집중호우로 보와 하굿둑 수문 개방을 전후해 저층 10 m 까지도 높은 농도를 나타내다 이후 전 수심에서 감소하였다. 수문 개방 전후 기간별 피코시아닌 농도와

기타 수질 항목의 수심별 일주기 변동 특성을 분석한 결과 수문 개방 전 피코시아닌 농도 분포는 층별이 교란이 일어나지 않았으며 표층의 경우 시간대별 증감 패턴을 나타내었고, 개방 후에는 층별 혼합이 일어나는 것으로 나타났다.

- 본 연구는 하절기 녹조가 대량 발생하여 *Microcystis* 속이 우점을 나타내었을 때의 분석 결과이며, 향후 남조류 세포 수와 피코시아닌 농도의 상관관계는 유해 남조류 발생 시기별 및 우점종의 변화에 따라 시공간적 확장을 통하여 보다 일반화되어야 할 것으로 사료된다.

IV | 정책연계방안 및 활용계획

- 남조소(피코시아닌) 농도와 유해 남조류 세포 수와의 상관성 분석으로 조류경보제 친수활동구간의 관리 기준 마련에 자료 제공