

낙동강 하류 녹조(유해남조류) 조사

○ 낙동강 하류의 하절기 녹조 발생과 관련하여 시민들의 친수활동 안전성 확보 및 친수활동구간 조류경보제를 예비 적용하여 낙동강 하류 수질 대책수립에 필요한 자료를 제공하고자 함

1. 조사개요

- 조사기간 : 2022. 1월 ~ 12월(하절기 주 1회, 그 외 월 1회)
- 조사지점 : 화명생태공원, 삼락생태공원
- 조사항목 : 유해 남조류 세포수, 수온, 용존산소, 염분, 전기전도도, 투명도, pH, 탁도, 클로로필-a
- ※ 남조류 세포수 : 마이크로시스티스(*Microcystis*), 아나베나(*Anabaena*), 아파니조메논(*Aphanizomenon*), 오실라토리아(*Oscillatoria*) 속(屬) 세포수의 합



그림 1. 낙동강 하류 친수활동구간 조사 대상

2. 조사방법

- 시료채취
 - 수표면이 포함되도록 수심 50 cm 이내 채수
 - 매주 동일한 시간(14:00~16:00)에 강 가운데서 채취(단, 강우 및 선박 등의 사정에 따라 변동)
 - ※ 선박협조 : 낙동강관리본부
- 시험방법 : 수질오염공정시험기준 및 조류경보제 운영 매뉴얼
- 친수활동구간 단계별 조류경보 발령기준

경보단계	발령·해제 기준
관심	2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 20,000 세포/mL 이상 100,000 세포/mL 미만인 경우
경계	2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 100,000 세포/mL 이상인 경우
해제	2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 미만인 경우

비고 : 친수활동구간 경보 발령·해제 기준 : 「물환경보전법 시행령」 별표3(수질오염경보의 종류별 경보단계 및 그 단계별 발령·해제기준)

담당부서 : 친수환경팀(☎051-309-2784)

팀장 : 김미희, 담당자 : 김효진

3. 조사결과

○ 2022년도 낙동강 하류 녹조(유해남조류) 발생 현황

- (발생량) 화명생태공원 : 0 ~ 662,103 세포/mL, 삼락생태공원 : 0 ~ 155,812 세포/mL)

⇒ 친수활동구간 조류경보 “관심” 수준 이상 발생 기간 : 54일 (7.1 ~ 8.23)

- (우점) *Microcystis* sp.

- (월별 발생량) 전년대비 하절기 강수량 감소 및 기온 상승으로 세포수 급증

1월 ~ 5월 : 녹조발생 미미

6월 : 집락성 남조류인 마이크로시스티스(*Microcystis*) 속 우점

7월 ~ 8월 : 조류경보 “관심” 수준으로 세포수 증가하였으며 8월 중순까지 지속

하구둑 방류 이후 2만 세포수(친수활동 관심단계) 이하로 감소

9월 : 태풍 영향으로 세포수 급감

10월 ~ 12월 : 늦가을 이후 수온 하강에 따라 마이크로시스티스(*Microcystis*) 속 감소하고

사상형 남조류인 아파니조메논(*Aphanizomenon*)이 출현

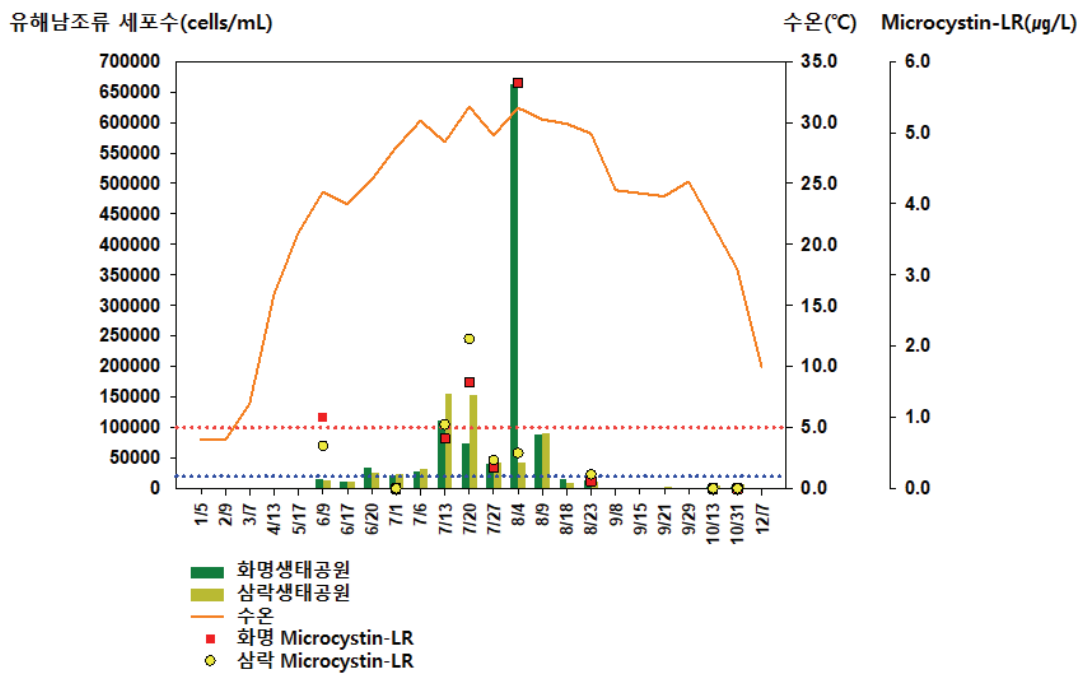
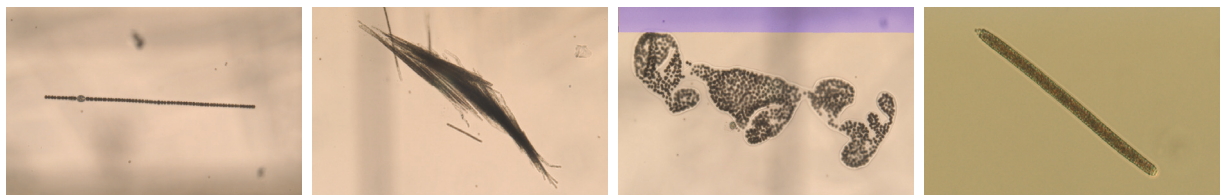


그림 2. 2022년 유해 남조류 세포수 및 조류독소 조사결과



Anabaena

Aphanizomenon

Microcystis

Oscillatoria

그림 3. 유해 남조류 현미경 사진(속)

- 조류독소(Microcystin-LR) 검출 현황
 - 화명생태공원(불검출 ~ 5.7 µg/L), 삼락생태공원(불검출 ~ 2.1 µg/L)
 - 7월 말 ~ 8월 초 국내 먹는물 감시기준(1 µg/L) 이상 검출
 - ⇒ 화명(7/20 : 1.5 µg/L, 8/4 : 5.7 µg/L), 삼락(7/20 : 2.1 µg/L)

표 1. 2022년 월별 유해 남조류 발생 현황 및 조류독소 조사결과

	화명생태공원		삼락생태공원	
	남조류 세포수 (세포/mL)	조류독소(Microcystin-LR) (µg/L)	남조류 세포수 (세포/mL)	조류독소(Microcystin-LR) (µg/L)
1 ~ 5월	0 ~ 303	-	0 ~ 1,150	-
6월	10,539 ~ 34,147	1.0	12,328 ~ 25,847	0.6
7월	22,430 ~ 112,150	불검출 ~ 1.5	24,758 ~ 155,812	불검출 ~ 2.1
8월	13,539 ~ 662,103	0.1 ~ 5.7	9,815 ~ 90,341	0.2 ~ 0.5
9월	276 ~ 1,993	-	241 ~ 2,133	-
10 ~ 12월	1,271 ~ 3,259	불검출	1,924 ~ 7,081	불검출

- 이화학 항목 조사 결과
 - '21년 대비 하절기 평균 수온 약 1°C 상승한 것으로 나타났으며, 조류 집락 형성으로 탁도 증가하였으며, 조류 개체수 증가로 클로로필-a 농도와 pH 증가하였음

표 2. 2022년 6 ~ 9월 지점별 이화학 항목 조사결과

항 목	화명생태공원			삼락생태공원		
	평균	최소	최대	평균	최소	최대
수온(°C)	27.5 (26.5)	23.4	32.7	27.2 (26.7)	23.2	31.9
pH	8.6 (7.9)	6.4	10.2	8.3 (7.9)	6.8	9.4
DO(mg/L)	8.8 (8.6)	6.5	14.0	7.9 (8.3)	6.1	10.0
전기전도도(µs/cm)	294 (215)	169	397	326 (216)	165	609
염분(psu)	0.14 (0.10)	0.08	0.21	0.16 (0.10)	0.08	0.32
탁도	14.3 (6.36)	4.5	83.3	10.2 (6.43)	3.7	25.8
투명도	1.0 (1.1)	0.4	1.8	1.1 (1.0)	0.4	1.8
클로로필-a(mg/m ³)	54.2 (28.9)	6.3	144.3	38.2 (26.9)	5.8	70.2

(괄호 안 : 2021년 6 ~ 9월 평균)

3. 결론

- 2022년 낙동강 하류 친수활동구간 2개 지점에 대하여 하절기(6월~9월) 주 1회, 그 외 월 1회 유해남조류

4속(마이크로시스티스, 아나베나, 아파니조메논, 오실라토리아) 조사결과, 세포수는 화명생태공원 (0 ~ 662,103 세포/mL), 삼락생태공원(0 ~ 155,812 세포/mL)의 분포를 보였으며, 7/1 ~ 8/23 기간 동안 친수활동구간 조류 경보 “관심”수준으로 나타남

- 유해 남조류의 출현은 6월 경부터 수온 상승에 따른 집락성 남조류인 마이크로시스티스가 우점을 나타내었으며, 12월 초 수온 하강에 따라 사상형 남조류인 아파니조메논 출현이 증가하는 등 계절별 차이를 나타내었음
- 최근 4년간 유해 남조류 세포수는 2019년(0~104,182 세포/mL) > 2020년(0~52,661 세포/mL) > 2021년(0~25,043 세포/mL)로 감소 추세를 보이다 2022년 하절기 강수량 감소 및 일사량 증가로 조류 번성에 좋은 조건이 형성되어 대량 발생하였음
- 조류독소(마이크로시스틴-LR) 검출농도는 불검출 ~ 5.7 µg/L로 7월 말 ~ 8월 초 국내 먹는물 감시기준(1µg/L) 이상 검출되었음
- 수질 인자 조사 결과, 하절기 수온은 전년 대비 0.5 ~ 1.0 °C 상승한 것으로 나타났으며 조류 집락 형성 및 세포 수 증가로 탁도, 클로로필-a 농도 증가하였음

4. 활용방안 및 기대효과

- 녹조발생 시기에 집중적인 모니터링 실시로 변동추세에 관한 데이터베이스 구축
- 조사결과를 유관기관에 신속 제공하여 시민들의 안전한 친수활동 지원
- 조류경보“관심”수준 이상 시 친수활동 단계별 조치사항을 위한 자료 제공