

낙동강 하류 녹조(유해남조류) 조사

- 낙동강 하류의 녹조 발생상황을 신속 모니터링하여 녹조(유해 남조류)로 인한 피해를 최소화하고 친수활동의 안전성 확보를 위한 자료 제공

1. 조사개요

- 조사기간 : 2024. 1월 ~ 12월(하절기 6 ~ 9월 주 1회, 그 외 월 1회)
- 조사지점 : 화명수상레포츠타운, 삼락수상레포츠타운
- 조사항목 : 유해 남조류 세포수, 수온, 용존산소, 염분, 전기전도도, 투명도, pH, 탁도, 클로로필-a, 조류독소
- 시료채취 : 하안에서 하천 중심부까지 3등분하여 1/3 지점, 2/3 지점, 하천 중심부의 수표면이 포함되도록 수심 50 cm 이내 채수(낙동강관리본부 선박 이용)
- 시험방법 : 조류경보제 운영 매뉴얼, 수질오염공정시험기준, 먹는물 수질감시항목 운영 등에 관한 고시



그림 1. 낙동강 하류 친수활동구간 조사 지점

2. 조사결과

- 낙동강 하류 녹조(유해남조류) 발생 현황
 - (발생량) 화명수상레포츠타운 : 3 ~ 469,747 cells/mL, 삼락수상레포츠타운 : 2 ~ 1,269,947 cells/mL
 ⇨ 친수활동구간 조류경보 “관심” 수준 이상 발생 기간 : 33일 (화명, 삼락 8.29 ~ 10.4)
 - (우점) 마이크로시스티스 속(*Microcystis* sp.)
 - (월별 발생량) 전년 대비 하절기 강수량 및 하천 유량 감소로 녹조 발생 증가
 - ▶ 1월 ~ 7월 : 녹조 발생 미미
 - ▶ 8월 ~ 9월 : 수온 상승과 마이크로시스티스(*Microcystis*)속 우점 출현, 전년 대비 강수량 감소로 남조류 세포수 급증하여 화명은 조류경보 관심 단계 2회, 경계 단계 1회, 삼락은 조류경보 관심 단계 1회 발령됨
 - ▶ 10월 ~ 12월 : 늦가을 이후 수온 하강에 따라 집락성 남조류인 마이크로시스티스(*Microcystis*)속 감소하고 저온성인 아파니조메논(*Aphanizomenon*), 아나베나(*Anabaena*)속 출현이 증가함

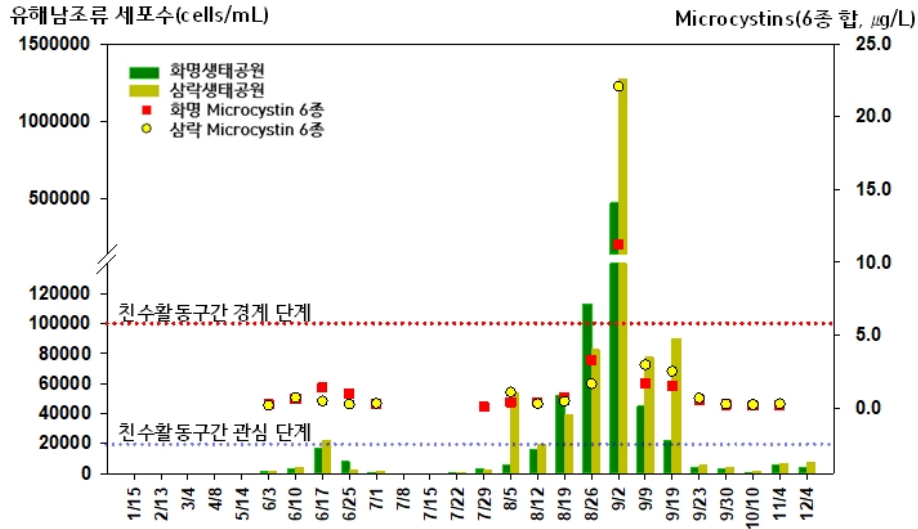


그림 2. 2024년 유해 남조류 세포수 및 조류독소 조사결과

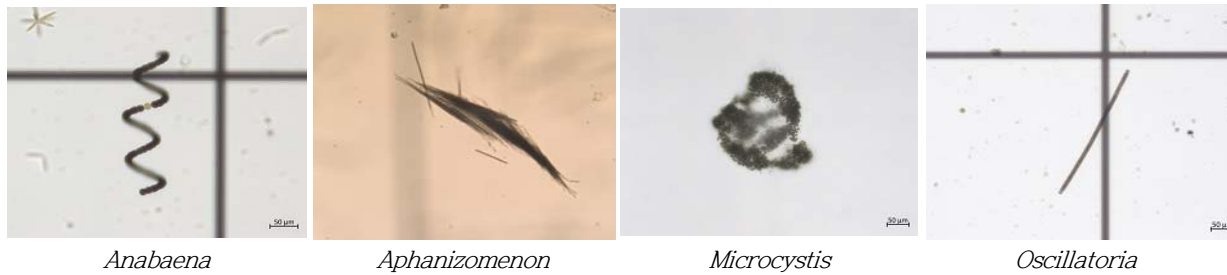


그림 3. 유해 남조류 현미경 사진(속)

○ 조류독소 검출 현황

- (조사항목) 마이크로시스틴 6종(Microcystin - LR, RR, YR, LA, LF, LY)
- (검출농도) 화명 : 불검출 ~ 11.2 µg/L, 삼락 : 불검출 ~ 22.1 µg/L)
- 6월 중순 국내 먹는물 감시기준(1.0 µg/L) 이상 검출, 9월 초 최대 농도(화명 11.2 µg/L, 삼락 22.1 µg/L) 나타남

표 1. 조류독소 검출 농도

(단위 : µg/L)

	6종 합	MC-LR	MC-RR	MC-YR	MC-LA	MC-LF	MC-LY
화명수상레프토타운	불검출 ~ 11.2	불검출 ~ 3.8	불검출 ~ 6.0	불검출 ~ 1.2	불검출	불검출 ~ 0.1	불검출 ~ 0.2
삼락수상레프토타운	불검출 ~ 22.1	불검출 ~ 6.1	불검출 ~ 12.2	불검출 ~ 3.1	불검출	불검출 ~ 0.1	불검출 ~ 0.6

※ 조류독소 먹는물 감시기준 : Microcystins 6종 합 1.0 µg/L (최수확동구간 조류독소 기준 없음)

※ 조류독소 먹는물 수질기준 강화(먹는물 수질감시항목 운영 등에 관한 고시 개정, 2023.10.1. 시행)

Microcystin - LR(1.0 µg/L) → Microcystins 6종 합(1.0 µg/L)

○ 이화학 항목 조사 결과

- '23년 대비 평균 수온 약 3.5 °C 감소했으나 하절기 마른 장마로 최대 수온 2.0 ~ 2.8 °C 증가, 탁도 감소하여 투명도 높게 나타남
- 고수온 및 적은 강수량으로 조류 발생 증가하여 클로로필-a 농도와 pH 증가하였음

표 2. 2024년 6 ~ 9월 지점별 이화학 항목 조사결과

항 목	화명수상레포츠타운			삼락수상레포츠타운		
	평균	최소	최대	평균	최소	최대
수온(°C)	23.3 (26.8)	4.9	32.3	23.4 (26.8)	5.0	33.2
pH	8.2 (7.6)	7.0	9.4	8.1 (7.6)	7.1	9.2
DO(mg/L)	9.8 (9.1)	6.9	14.4	9.6 (9.0)	6.6	14.4
전기전도도(μs/cm)	208 (194)	132	288	217 (198)	133	307
염분(psu)	0.1 (0.09)	0.1	0.1	0.1 (0.09)	0.1	0.2
탁도	9.5 (14.2)	1.4	53.9	11.1 (14.5)	2.5	53.2
투명도	1.0 (0.7)	0.2	3.0	1.0 (0.7)	0.2	3.5
클로로필-a(mg/m ³)	30.3 (18.9)	6.6	123.2	30.9 (18.1)	5.0	213.7

(괄호 안 : 2023년 6 ~ 9월 평균)

3. 결론

- 2024년 낙동강 하류 친수활동구간 2개 지점에 대하여 하절기(6 ~ 9월) 주 1회, 그 외 월 1회 유해남조류 4속(마이크로시스티스, 아나베나, 아파니조메논, 오실라토리아) 조사결과, 세포수는 화명수상레포츠타운 3 ~ 469,747 cells/mL, 삼락수상레포츠타운 2 ~ 1,269,947 cells/mL의 분포를 보였음.
- 친수활동구간 조류경보제 시범운영 결과, 화명수상레포츠타운에서 조류 경보 “관심” 단계 2회(8.29. ~ 9.5., 9.23. ~ 10.4.), “경계” 단계 1회(9.5. ~ 9.23.) 발령되었으며, 삼락수상레포츠타운에서 조류 경보 “관심” 단계 1회(8.29. ~ 10.4.) 발령됨
- 유해 남조류의 출현은 6월경부터 수온 상승에 따른 집락성 남조류인 마이크로시스티스가 우점을 나타내었으며, 9월경 수온 하강에 따라 사상형 남조류인 아파니조메논 출현이 증가하는 등 계절별 차이를 나타내었음
- 최근 3년간 유해 남조류 세포수는 2022년 0 ~ 662,103 cells/mL, 2023년 0 ~ 36,045 cells/mL, 2024년 2 ~ 1,269,947 cells/mL로 시기별 오염물질의 유입, 일사량, 수온 및 물 순환 흐름 등의 변화에 따라 발생량이 다양하였음
- 조류독소(마이크로시스틴 6종 합)는 화명수상레포츠타운이 불검출 ~ 11.2 μg/L, 삼락수상레포츠타운은 불검출 ~ 22.1 μg/L로 6월 중순 국내 먹는물 감시기준(1.0 μg/L) 이상 검출 후 8월 최고농도를 나타내었음
- 수질인자 조사 결과, 전년 대비 하절기 평균 수온은 약 1.0 °C, 최고 수온은 2.0 ~ 2.8 °C 상승, 조류 발생 증가로 클로로필-a 농도와 pH 증가하였음

4. 활용방안 및 기대효과

- 친수활동 구간에 대한 지속적인 모니터링으로 녹조 발생에 신속한 대응
- 조사결과를 유관기관에 신속 제공하여 시민들의 안전한 친수활동 지원
- 조류경보 “관심”수준 이상 시 친수활동 단계별 조치사항을 위한 자료 제공