

정부간행물등록번호

11-1480000-001363-10

MINISTRY OF ENVIRONMENT

2022 조류(녹조)발생과 대응 연차보고서

2023. 6.



환경부

녹조현상(綠潮, Green tide)의 이해

1. 조류(藻類, Algae)는 물속에서 광합성을 하는 식물플랑크톤

- 조류는 물속에 사는 작은 생물로 수생태계 먹이사슬의 생산자이며, 산소를 공급하고 동물플랑크톤의 먹이가 되는 등 육상의 식물과 같은 중요한 역할 수행
- * 조류(식물플랑크톤) → 동물플랑크톤 → 작은 물고기 → 큰 물고기 → 사람

2. 조류는 크게 규조류, 녹조류, 남조류, 기타조류 등으로 구분

- 엽록소라는 광합성 색소를 가지고 있어 광합성을 통해 성장하므로 빛(일사량), 수온, 영양염류(질소·인) 및 체류시간 등 환경조건에 큰 영향을 받음
- 우리나라 하천과 호소는 영양염류가 풍부한 상태이므로 주로 계절별 일사량과 수온에 의해 우점종(가장 많은 種)이 결정됨
- 우점종에 따라 물 색깔이 갈색, 옅은 녹색, 진한 녹색 등으로 변화



3. 녹조현상이란 여름~가을철에 우점종을 차지하는 남조류에 의해 하천과 호소의 물빛이 진한 녹색을 띠는 현상을 말함

- 남조류 중 일부 종은 냄새물질(Geosmin, 2-MIB)과 독소(간 독소, 신경독소)를 배출하여 물의 심미적 가치와 안전성을 떨어뜨림



4. 녹조 발생시 정수처리 강화로 먹는물 안전 강화

- 녹조현상이 발생해도 물 속 독소는 정수처리 과정에서 충분히 제거되기 때문에 우리나라의 정수 처리된 물에서 독소물질이 검출된 사례는 없음
 - * 남조류가 발생해도 독소물질이 항시 배출되는 것이 아니고 남조류의 서식환경이 나빠졌을 때 등 일부 경우에만 독소물질이 배출되기 때문임
- 냄새물질의 경우 인체에 영향은 없으며, 다만 수돗물 음용시 불쾌감을 초래할 수 있으나 원수 취수(강변여과, 저층수 취수 등) 및 정수처리(활성탄 처리, 고도처리 등) 과정에서 충분히 제거 가능하여 철저히 대응 중

조류경보제

1. 운영 목적

- 조류발생 상황을 주기적으로 모니터링하여 일정한 수준 이상의 유해남조류가 발생할 경우 경보를 발령하여 필요한 조치를 취함으로써 수돗물을 안정적으로 공급하고 친수활동시 조류독소로부터 국민의 안전을 도모하기 위함

2. 운영 개요

- (대 상) 29개소(상수원 호소 22개소, 상수원 하천 6개소, 친수활동 구간 1개소)
- (기 간) 매년 연중('98년~)
- (주 기) 주1회 이상('경계' 단계 이상 발령시 주2회 이상)
- (측정항목) 수온, pH, DO, 클로로필-*a*, 유해남조류 세포수 등

3. 발령 및 해제기준

- (발령권자) 하천·호소별 관리기관(유역·지방환경청장 또는 시·도지사)
- (발령기준) 2회 연속 유해남조류 세포수가 기준을 초과하면 발령

| | | |
|----------|--------|--|
| 상수원 구간 | 관심 | 2회 연속 채취 시 유해남조류 세포수가 1,000 세포/mL 이상 10,000 세포/mL 미만인 경우 |
| | 경계 | 2회 연속 채취 시 유해남조류 세포수가 10,000 세포/mL 이상 1,000,000 세포/mL 미만인 경우 |
| | 조류 대발생 | 2회 연속 채취 시 유해남조류 세포수가 1,000,000 세포/mL 이상인 경우 |
| | 해제 | 2회 연속 채취 시 유해남조류 세포수가 1,000 세포/mL 미만인 경우 |
| 친수 활동 구간 | 관심 | 2회 연속 채취 시 유해남조류 세포수가 20,000 세포/mL 이상 100,000 세포/mL 미만인 경우 |
| | 경계 | 2회 연속 채취 시 유해남조류 세포수가 100,000 세포/mL 이상인 경우 |
| | 해제 | 2회 연속 채취 시 유해남조류 세포수가 20,000 세포/mL 미만인 경우 |

4. 조류경보 단계별 조치사항

| 단계 | 조치사항 |
|-----------|---|
| 평시 | <ul style="list-style-type: none"> . 주 1회 이상 시료채취 및 분석(유해남조류 세포수, 클로로필-<i>a</i>) . 오염원 점검 및 예찰활동 전개 |
| 관심 | <ul style="list-style-type: none"> . “관심” 단계 발령, 오염원 단속 . 주 1회 이상 시료채취 및 분석(유해남조류 세포수, 클로로필-<i>a</i>) . 취수구와 조류 심한지역 차단막 설치 및 조류 제거 조치 실시 . 정수 처리 강화 |
| 경계 | <ul style="list-style-type: none"> . “경계” 단계 발령 및 대국민 홍보(친수 활동, 어패류섭취 자제) . 주 2회 이상 시료채취 및 분석(유해남조류 세포수, 클로로필-<i>a</i>, 냄새물질, 조류독소) . 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시 . 취수구 이동, 정수처리 강화(활성탄처리, 오존처리 등), 정수의 독소분석 . 기상상황, 하천수문 등을 고려한 방류량 산정(필요시 방류량 조정) |
| 조류 대발생 | <ul style="list-style-type: none"> . “조류대발생” 단계 발령 및 대국민 홍보(친수 활동, 어패류섭취 금지) . 주 2회 이상 시료채취 및 분석(유해남조류 세포수, 클로로필-<i>a</i>, 냄새물질, 조류독소) . 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치, 조류제거물질 살포, 조류제거선 운영 등 조류 제거 조치 실시 . 취수구 이동, 정수처리 강화(활성탄처리, 오존처리 등), 정수의 독소분석 실시 . 댐·보 방류량 조정 |

2022
조류(녹조)발생과 대응
연차보고서





목 차

| | | |
|-------|---------------------------|-----|
| 제 1 부 | 2022년도 조류 발생상황 특성 | 1 |
| 제1절 | 2022년 조류발생 총평 | 2 |
| 제2절 | 4대강 본류(16개 보·하천) 구간 | 4 |
| 제3절 | 주요 상수원 호소 | 9 |
| 제 2 부 | 수계별 조류발생 현황 및 원인분석 | 13 |
| 제1절 | 한강 수계 | 14 |
| 1. | 한강 수계 일반현황 | 14 |
| 2. | 2022년 조류발생 현황 | 17 |
| 3. | 조류발생 영향인자 분석 | 26 |
| 제2절 | 낙동강 수계 | 41 |
| 1. | 낙동강 수계 일반현황 | 41 |
| 2. | 2022년 조류발생 현황 | 44 |
| 3. | 조류발생 영향인자 분석 | 53 |
| 제3절 | 금강 수계 | 74 |
| 1. | 금강 수계 일반현황 | 74 |
| 2. | 2022년 조류발생 현황 | 77 |
| 3. | 조류발생 영향인자 분석 | 84 |
| 제4절 | 영산강 수계 | 100 |
| 1. | 영산강 수계 일반현황 | 100 |
| 2. | 2022년 조류발생 현황 | 103 |
| 3. | 조류발생 영향인자 분석 | 106 |

목 차

| | | |
|-------|--------------------------------|-----|
| 제 3 부 | 녹조발생 예방 및 대응정책 | 121 |
| 제1절 | 조류발생 모니터링 정책 | 122 |
| 1. | 조류경보제 | 122 |
| 2. | 조류예측과 수질관리협의회 운영 | 132 |
| 3. | 기타 모니터링 정책 | 134 |
| 제2절 | 녹조대응 정책 | 138 |
| 제3절 | 오염물질 감시·관리 강화 | 141 |
| 1. | 하천으로 유입되는 오염물질 관리강화 | 141 |
| 2. | 입체적 하천감시 | 143 |
| 제 4 부 | 참고자료 | 147 |
| 제1절 | 수질·조류 모니터링 자료 | 148 |
| 1. | 주요 상수원 하천·호소 측정자료(운영지점) | 148 |
| 2. | 친수활동 구간 조류경보제 측정자료(운영지점) | 177 |
| 3. | 4대강 보 대표지점 측정자료(관찰지점) | 179 |
| 제2절 | 녹조 원격 모니터링 사진자료 | 189 |
| 제3절 | 해외 녹조현상 사진자료 | 199 |
| 제4절 | 주요정책자료 | 218 |
| 1. | 2022년 조류경보제 시행계획 | 218 |
| 2. | 조류경보제 개선 주요내용 | 233 |
| 3. | 수질·녹조 대비 댐-보-저수지 최적 연계운영 | 239 |





표 목 차

| | | |
|----------|---|----|
| 표 1-1-1 | 수계별 최근 5년간 조류경보 발령일수 | 2 |
| 표 1-1-2 | 4대강 16개 보 최근 5년간 여름철(7~8월) 유해남조류 세포수 | 3 |
| 표 1-1-3 | 한강 본류구간 조류관찰지점 최근 5년간 조류발생 현황 | 5 |
| 표 1-1-4 | 한강 본류구간 최근 5년간 조류경보 발령일수 | 5 |
| 표 1-1-5 | 낙동강 본류구간 최근 5년간 조류경보 발령일수 | 7 |
| 표 1-1-6 | 낙동강 본류구간 조류관찰지점 최근 5년간 조류발생 현황 | 7 |
| 표 1-1-7 | 금강 본류구간 조류관찰지점 최근 5년간 조류발생 현황 | 8 |
| 표 1-1-8 | 영산강 본류구간 조류관찰지점 최근 5년간 조류발생 현황 | 8 |
| 표 1-1-9 | 한강수계 최근 5년간 조류경보 발령일수 | 10 |
| 표 1-1-10 | 낙동강수계 최근 5년간 조류경보 발령일수 | 10 |
| 표 1-1-11 | 금강수계 최근 5년간 조류경보 발령일수 | 11 |
| 표 1-1-12 | 영산강수계 최근 5년간 조류경보 발령일수 | 11 |
| 표 2-1-1 | 한강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영 지점 | 14 |
| 표 2-1-2 | 한강수계 조류경보제(친수활동 구간) 운영 지점 | 15 |
| 표 2-1-3 | 한강수계 조류경보제 관찰 지점 | 15 |
| 표 2-1-4 | 한강수계 2022년 조류경보 발령 현황 | 17 |
| 표 2-1-5 | 최근 10년간 팔당호 조류경보 '관심' 단계 발령현황 | 19 |
| 표 2-1-6 | 2022년 팔당호 조류발생 현황 | 20 |
| 표 2-1-7 | 최근 5년간 강수량 비교(1~7월간, 양평기상관측소) | 21 |
| 표 2-1-8 | 최근 4년간 팔당호내 지점별 수온변화(조류경보제 자료) | 21 |
| 표 2-1-9 | 최근 2년간 강수량 및 팔당호 총방류량 비로(7~9월, 서울기상관측소) | 22 |

| | | |
|----------|---|----|
| 표 2-1-10 | 미사대교~잠실철교 구간 7~9월 유해남조류 세포수 현황(상수원 구간) | 22 |
| 표 2-1-11 | 잠실대교~행주대교 구간 7~9월 유해남조류 세포수 현황(친수활동 구간) | 23 |
| 표 2-1-12 | 2022년 충주호 월별(최대치) 유해남조류세포수(세포/mL) 현황 | 24 |
| 표 2-1-13 | 2022년 광고지 월별(최대치) 유해남조류세포수(세포/mL) 현황 | 24 |
| 표 2-1-14 | 2022년 춘천호 월별(최대치) 유해남조류세포수(세포/mL) 현황 | 25 |
| 표 2-1-15 | 2022년 횡성호 월별(최대치) 유해남조류세포수(세포/mL) 현황 | 25 |
| 표 2-1-16 | 2022년 의암호 월별(최대치) 유해남조류세포수(세포/mL) 현황 | 25 |
| 표 2-1-17 | 2022년 이천 월별(최대치) 유해남조류세포수(세포/mL) 현황 | 25 |
| 표 2-1-18 | 양평관측소 기상 요소별 현황 | 26 |
| 표 2-1-19 | 강천보 수질인자 변화 비교 | 28 |
| 표 2-1-20 | 여주보 수질인자 변화 비교 | 29 |
| 표 2-1-21 | 이포보 수질인자 변화 비교 | 30 |
| 표 2-1-22 | 한강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2021년 vs 2022년) | 32 |
| 표 2-1-23 | 팔당댐 강수량 | 34 |
| 표 2-1-24 | 팔당호 월평균 체류시간 비교(2021년 vs 2022년) | 34 |
| 표 2-1-25 | 댐앞 지점의 수질 변화 비교 | 35 |
| 표 2-1-26 | 부용사 앞의 수질 변화 비교 | 36 |
| 표 2-1-27 | 삼봉 수질 변화 비교 | 37 |
| 표 2-1-28 | 이천 지점의 수질 변화 비교 | 38 |
| 표 2-1-29 | 의암호(신연교) 지점의 수질 변화 비교 | 39 |
| 표 2-2-1 | 낙동강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영 지점 | 41 |



| | | |
|----------|---|----|
| 표 2-2-2 | 낙동강수계 조류경보제 관찰지점 | 42 |
| 표 2-2-3 | 2022년 낙동강수계 조류경보 발령 현황 | 44 |
| 표 2-2-4 | 낙동강수계 보 구간 강수량(1년 누계) | 45 |
| 표 2-2-5 | 2022년 조류경보제 지점 유해남조류세포수 발생현황 | 47 |
| 표 2-2-6 | 2022년 월별 낙동강 8개 보 조류관찰지점 유해남조류 세포수 발생현황 | 49 |
| 표 2-2-7 | 2022년 안계호, 영천호, 덕동호, 운문호 유해남조류 세포수 발생현황 | 50 |
| 표 2-2-8 | 2022년 진양호, 사연호, 회야호 유해남조류 세포수 발생현황 | 51 |
| 표 2-2-9 | 공산지, 영천호, 안계호, 운문호, 진양호, 사연호 조류경보 발령 현황 | 52 |
| 표 2-2-10 | 상주 기상대 기상 요소별 현황(1월~12월) | 53 |
| 표 2-2-11 | 구미 기상대 기상 요소별 현황(1~12월) | 54 |
| 표 2-2-12 | 대구 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월) | 55 |
| 표 2-2-13 | 합천 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월) | 56 |
| 표 2-2-14 | 밀양 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월) | 57 |
| 표 2-2-15 | 낙동강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2021년 vs 2022년) | 58 |
| 표 2-2-16 | 상주보 수질인자 변화 비교 | 60 |
| 표 2-2-17 | 낙단보 수질인자 변화 비교 | 61 |
| 표 2-2-18 | 구미보 수질인자 변화 비교 | 62 |
| 표 2-2-19 | 철곡보 수질인자 변화 비교 | 63 |
| 표 2-2-20 | 강정고령보 수질인자 변화 비교 | 64 |
| 표 2-2-21 | 달성보 수질인자 변화 비교 | 65 |
| 표 2-2-22 | 합천창녕보 수질인자 변화 비교 | 66 |

| | | |
|----------|-----------------------------------|----|
| 표 2-2-23 | 창녕함안보 수질인자 변화 비교 | 67 |
| 표 2-3-1 | 금강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영 지점 | 74 |
| 표 2-3-2 | 금강수계 조류경보제 관찰 지점 | 75 |
| 표 2-3-3 | 2022년 금강수계 조류경보 발령 현황 | 77 |
| 표 2-3-4 | 연도별 대청호 조류발생 현황 | 79 |
| 표 2-3-5 | 2022년도 대청호 월별(최대치) 조류발생 현황 | 79 |
| 표 2-3-6 | 연도별 보령호 조류발생 현황 | 80 |
| 표 2-3-7 | 2022년도 보령호 월별(최대치) 조류발생 현황 | 80 |
| 표 2-3-8 | 2021~2022년 금강보 구간 여름철 녹조 발생 현황 | 81 |
| 표 2-3-9 | 금강수계 보의 3~10월 주요 조류발생 현황 | 81 |
| 표 2-3-10 | 대청댐 유역 평균 강우량 | 84 |
| 표 2-3-11 | 대청호 추동지점 수질 변화 비교 | 86 |
| 표 2-3-12 | 대청호 문의지점 수질 변화 비교 | 87 |
| 표 2-3-13 | 대청호 회남지점 수질 변화 비교 | 88 |
| 표 2-3-14 | 대청호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 | 90 |
| 표 2-3-15 | 대전지방기상청 기상 요소별 현황 | 91 |
| 표 2-3-16 | 금강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2015~2022년) | 93 |
| 표 2-3-17 | 세종보 수질인자 변화 비교 | 94 |
| 표 2-3-18 | 공주보 수질인자 변화 비교 | 95 |
| 표 2-3-19 | 백제보 수질인자 변화 비교 | 96 |
| 표 2-3-20 | 금강수계 3개 보 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 | 97 |



| | | |
|----------|---|-----|
| 표 2-4-1 | 영산강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영 지점 | 100 |
| 표 2-4-2 | 영산강수계 조류경보제 관찰 지점 | 101 |
| 표 2-4-3 | 영산강수계 2022년 조류경보 및 수질예보 발령 현황 | 103 |
| 표 2-4-4 | 죽산보 동절기(1~3월) 조류발생 주요현황 | 103 |
| 표 2-4-5 | 영산강수계 승촌보의 여름철 조류발생 주요현황 | 104 |
| 표 2-4-6 | 영산강수계 죽산보의 여름철 조류발생 주요현황 | 104 |
| 표 2-4-7 | 2022년도 영산강수계 상수원 호소 유해남조류 세포수 월별 최대치 발생현황 | 105 |
| 표 2-4-8 | 광주지방기상청 기상 요소별 현황 | 107 |
| 표 2-4-9 | 영산강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교 | 108 |
| 표 2-4-10 | 승촌보 수질인자 변화 비교 | 109 |
| 표 2-4-11 | 죽산보 수질인자 변화 비교 | 109 |
| 표 2-4-12 | 영산강수계 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 | 111 |
| 표 2-4-13 | 주암댐 유역 평균 강수량 | 112 |
| 표 2-4-14 | 주암호 댐앞 수질 변화 비교 | 112 |
| 표 2-4-15 | 주암호 신평교 수질 변화 비교 | 113 |
| 표 2-4-16 | 주암호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 | 114 |
| 표 2-4-17 | 탐진호 유역 평균 강수량 | 115 |
| 표 2-4-18 | 탐진호 댐앞 수질 변화 비교 | 115 |
| 표 2-4-19 | 탐진호 유치천 합류부 수질 변화 비교 | 116 |
| 표 2-4-20 | 탐진호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 | 117 |
| 표 3-1-1 | 조류경보제 적용대상 추진경위 | 123 |

| | | |
|---------|--------------------------------|-----|
| 표 3-1-2 | 조류경보제 발령기준 | 124 |
| 표 3-1-3 | 조류경보제 상수원구간 발령단계별 조치사항 | 125 |
| 표 3-1-4 | 조류경보제 친수활동 구간 발령단계별 조치사항 | 126 |
| 표 3-1-5 | 조류경보제 기준 변경사항 | 127 |
| 표 3-1-6 | 조류경보제 운영결과 | 128 |
| 표 3-1-7 | 조류예측 단계 | 132 |
| 표 3-1-8 | 수질관리협의회 구성 | 133 |
| 표 3-3-1 | 갈수기 기간 중 주요 수질오염원 점검실적 | 141 |
| 표 3-3-2 | 2022년 총인처리 강화운영 실적 | 142 |
| 표 3-3-3 | 가축분뇨 지도점검 실적 | 142 |
| 표 3-3-4 | 2018~2022년 환경지킴이 하천순찰활동 실적(건수) | 143 |
| 표 3-3-5 | 2022년 항공(드론)감시 실적(건수) | 144 |





그림목차

| | | |
|-----------|--|----|
| 그림 2-1-1 | 팔당댐 앞 전경(2022년 7~8월) | 20 |
| 그림 2-1-2 | 양평관측소 기상 요소별 월평균 값 | 27 |
| 그림 2-1-3 | 한강 강천보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 28 |
| 그림 2-1-4 | 한강 여주보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 29 |
| 그림 2-1-5 | 한강 이포보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 30 |
| 그림 2-1-6 | 충주조정지댐 월평균 방류량(2012~2021년 vs. 2022년) | 31 |
| 그림 2-1-7 | 한강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교 | 32 |
| 그림 2-1-8 | 댐앞 수온 및 수질 농도 변화 | 35 |
| 그림 2-1-9 | 부용사앞 수온 및 수질 농도 변화 | 36 |
| 그림 2-1-10 | 삼봉 수온 및 수질 농도 변화 | 37 |
| 그림 2-1-11 | 이천 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 38 |
| 그림 2-1-12 | 의암호(신연교) 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 38 |
| 그림 2-2-1 | 상주 기상대(상주보, 낙단보) 기상 요소별 월평균 값 | 53 |
| 그림 2-2-2 | 구미 기상대(구미보, 칠곡보) 기상 요소별 월평균 값 | 54 |
| 그림 2-2-3 | 대구 기상관측소(강정고령보, 달성보) 기상 요소별 월평균 값 | 55 |
| 그림 2-2-4 | 합천 기상관측소(합천창녕보) 기상 요소별 월평균 값 | 56 |
| 그림 2-2-5 | 밀양 기상관측소(창녕함안보) 기상 요소별 월평균 값 | 57 |
| 그림 2-2-6 | 낙동강 상주보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 60 |
| 그림 2-2-7 | 낙동강 낙단보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 61 |
| 그림 2-2-8 | 낙동강 구미보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 62 |
| 그림 2-2-9 | 낙동강 칠곡보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 63 |
| 그림 2-2-10 | 낙동강 강정고령보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 64 |
| 그림 2-2-11 | 낙동강 달성보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 65 |

| | | |
|-----------|---------------------------------------|-----|
| 그림 2-2-12 | 낙동강 합천창녕보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 66 |
| 그림 2-2-13 | 낙동강 창녕함안보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 67 |
| 그림 2-3-1 | 2021년 대청호의 강우, 저수율 변화와 조류경보제 발령 시기 | 84 |
| 그림 2-3-2 | 대청호 추동지점 수온 및 수질 농도 변화 | 86 |
| 그림 2-3-3 | 대청호 문의지점 수온 및 수질 농도 변화 | 87 |
| 그림 2-3-4 | 대청호 회남지점 수온 및 수질 농도 변화 | 88 |
| 그림 2-3-5 | 대전지방기상청 기상 요소별 월평균 값 | 92 |
| 그림 2-3-6 | 대청조정지댐 월평균 방류량(2013년~2022년) | 93 |
| 그림 2-3-7 | 금강 세종보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 94 |
| 그림 2-3-8 | 금강 공주보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 95 |
| 그림 2-3-9 | 금강 백제보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 96 |
| 그림 2-4-1 | 광주지방기상청 기상 요소별 월평균 값 | 107 |
| 그림 2-4-2 | 영산강 승촌보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 109 |
| 그림 2-4-3 | 영산강 죽산보 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 110 |
| 그림 2-4-4 | 주암호 댐앞 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 113 |
| 그림 2-4-5 | 주암호 신평교 지점 수온 및 수질 농도 변화 | 114 |
| 그림 2-4-6 | 탐진호 댐앞 수온 및 수질 농도 변화 | 116 |
| 그림 2-4-7 | 탐진호 유치천 합류부 수온 및 클로로필- <i>a</i> 농도 변화 | 117 |
| 그림 3-1-1 | 강정고령보의 자동입체측정시스템 및 모니터링 지점 | 134 |
| 그림 3-1-2 | 수심별 남조류 세포수의 자동측정분석-수분석 비교결과 | 135 |
| 그림 3-1-3 | 수계별 하천 표면에서 측정된 원격반사도 스펙트럼 | 136 |
| 그림 3-1-4 | 위성과 항공 영상자료를 활용한 시공간적 녹조 원격모니터링 | 137 |
| 그림 3-1-5 | 녹조발생 시 취·정수처리 흐름도 | 140 |



제 1 부

2022년도 조류 발생상황 특성

| | |
|-------------------------------|---|
| 제1절 2022년 조류발생 총평 | 2 |
| 제2절 4대강 본류(16개 보·하천) 구간 | 4 |
| 제3절 주요 상수원 호소 | 9 |

제1절 2022년 조류발생 총평

○ 조류경보 발령현황

1998년부터 시행해온 조류경보제를 기준으로 보면 최근 5년간¹⁾ 4대강 수계에서 발생한 조류경보 총 발령일수(관심, 경계, 대발생 각 발령단계별 발령일수의 총합)는 2018년 552일(28지점) → 2019년 492일(28지점) → 2020년 459일(29지점) → 2021년 754일(29지점) → 2022년 745일(29지점)으로 나타났다. 2021년과 비교하여 금강수계에서는 발령일수가 감소(69 → 49일)하였으나 낙동강수계(670 → 700일)와 한강수계(15 → 29일)에서 증가하여 총 발령일수가 증가(754 → 778일)하였다. 정확한 조류의 발생 및 거동 파악을 위해서는 기온, 수온, 체류시간, 일사량, 영양염류, 다른 종과의 경쟁관계 등 여러 요인에 영향을 복합적으로 고려해야하며, 아직 원인인자별 기여도가 명확히 규명되지는 않았으므로 보다 장기간의 일관된 관찰과 분석이 필요하다.

표 1-1-1 수계별 최근 5년간 조류경보 발령일수

| 수 계 | 2018년 (28지점) | 2019년 (28지점) | 2020년 (29지점) | 2021년 (29지점) | 2022년 (29지점) |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 한 강 | 112 | 97 | 0 | 15 | 29 |
| 낙동강 | 363 | 278 | 369 | 670 | 700 |
| 금 강 | 77 | 117 | 90 | 69 | 49 |
| 영산강 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 합 계 | 552 | 492 | 459 | 754 | 778 |

* 세부적인 조류경보 발령일수 및 최근 10년간 조류경보 발령일수는 “제4부 참고자료” 참고

1) 낙동강(물금·매리) 지점은 2020년부터 시범운영

○ 4대강 보구간 조류발생

2020년 조류경보제와 수질예보제가 통합되면서 기존 4대강 16개보 구간에 운영중이던 수질예보지점이 조류관찰지점으로 편입되었다. 최근 5년간의 발생량을 살펴보면 전반적으로 감소추세이나 여름철 강우량, 강우일수, 기온 등 연도별 영향인자의 변화에 따라 발생량에 영향이 있어 지속적인 모니터링이 필요하다.

표 1-1-2 4대강 16개 보 최근 5년간 여름철(7~8월) 유해남조류 세포수

(단위 : 세포/mL)

| 구 분 | | 2018년 | 2019년 | 2020년 | 2021년 | 2022년 | 비고 |
|-----|-----|-----------|---------|--------|---------|---------|------|
| 한 강 | 평 균 | 135 | 118 | 0 | 0 | 0 | 3개 보 |
| | 최 대 | 823 | 940 | 0 | 0 | 0 | |
| 낙동강 | 평 균 | 69,959 | 33,385 | 5,121 | 17,744 | 43,701 | 8개 보 |
| | 최 대 | 1,264,052 | 286,378 | 47,793 | 188,054 | 348,349 | |
| 금 강 | 평 균 | 29,287 | 510 | 12 | 1,609 | 2,010 | 3개 보 |
| | 최 대 | 398,820 | 4,490 | 130 | 10,600 | 7,320 | |
| 영산강 | 평 균 | 33,401 | 219 | 49 | 4,806 | 3,711 | 2개 보 |
| | 최 대 | 259,700 | 1,994 | 488 | 33,791 | 24,650 | |

○ 유역별, 특성별 분석 필요성

2022년은 조류경보제 구간과 4대강 보 구간의 일부 수계에서 2021년에 비해 조류 발생정도가 증가한 것을 확인할 수 있다. 조류발생 현황과 특성은 하나의 기준으로 살펴보기는 어려우며, 긴장마와 폭염과 같은 기상상황 등 복합적인 요소와 유역별, 대상구간 특성별, 조류 종별로 다르다. 따라서 본서에서는 유역, 대상구간을 나누어 2022년의 조류발생 특성을 살펴보기로 한다.

제2절 4대강 본류(16개 보·하천) 구간

○ 조류 관찰지점으로 운영

2012년 1월부터 4대강 16개 보를 대상으로 수질예보제를 시행하였다. 2013년도에 조류경보제 시범운영으로 낙동강 3개 보(칠곡보, 강정고령보, 창녕함안보)가 수질예보제 운영지점에서 제외되었고, 이어 2016년도에 강천보가 제외되면서 2019년까지 12개 지점으로 운영되었다. 하지만 제도별 운영방식에 따라 동일한 데이터를 놓고도 예·경보 발령 단계가 상이하여 조류경보제와 수질예보제가 혼동되는 사례가 다수 발생하여, 효율적인 조류 감시 및 대응체계 구축을 위해 2020년부터 두 제도를 통합하여 운영하게 되었다. 이에 따라 4대강 본류 16개 보 구간은 2020년부터 조류경보제 관찰지점(조류 경보 발령 미실시)으로 운영되고 있다.

○ 한강수계 조류경보 발령

한강수계 본류 조류경보제 운영지점의 경우 2021년에는 서울시에서 운영하고 있는 한강 지점(상수원 구간: 강동대교~잠실대교, 친수활동 구간: 잠실대교~행주대교) 중 상수원 구간에서 2015년 이후 처음으로 ‘관심’ 단계가 15일간(8.24~ 9.7) 발령되었으나, 2022년에는 조류경보제가 발령되지 않았다. 한강(이천) 지점은 운영이 시작된 2016년 이후로 조류경보가 발령된 적이 없다. 이천 지점은 남한강의 상류 지점으로 수심이 비교적 낮고 유속이 빨라 비교적 남조류 성장에 불리한 것으로 판단된다.

최근 5개년을 살펴보면 2018년(77일)과 2019년(97일)로 2년 연속 발령된 광고지 지점은 2020년 이후 조류경보가 발령되지 않았다. 충주호는 2018년(13일)에 조류경보 발령 이후 발령이 없다가 2022년에 14일간(9.22~10.5) 조류경보가 발령되었다. 황성호에서도 2013년(35일) 조류경보 발령 이후 발령이 없다가 2022년에 15일간(7.27~8.10) 조류경보가 발령되었다. 그 외 지점에서는 2019년부터 발령이 되지 않고 있다(상수원 주요 호소인 충주호와 팔당댐은 “제3절 주요 상수원 호소”에서 기술).

조류경보제 관찰지점인 강천보, 여주보, 이포보는 매년 조류발생 정도가 심하지 않은 지점이다. 2022년에는 3개 지점 모두에서 유해남조류 세포수는 미발생으로 조사되었다.

표 1-1-3 한강 본류구간 조류 관찰지점 최근 5년간 조류발생 현황

(단위 : 세포/mL)

| 구 분 | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----|----|------|------|------|------|------|
| 강천보 | 평균 | 18 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| | 최대 | 480 | 420 | 0 | 0 | 0 |
| 여주보 | 평균 | 17 | 31 | 0 | 1 | 0 |
| | 최대 | 366 | 940 | 0 | 20 | 0 |
| 이포보 | 평균 | 43 | 14 | 11 | 0 | 0 |
| | 최대 | 823 | 460 | 410 | 0 | 0 |

표 1-1-4 한강 본류구간 최근 5년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구 분 | | 이천 | 한강 (강동대교~행주대교) | 합 계 |
|------|-----|----|----------------|-----|
| 2018 | 관 심 | - | - | 0 |
| | 경 계 | - | - | |
| | 대발생 | - | - | |
| 2019 | 관 심 | - | - | 0 |
| | 경 계 | - | - | |
| | 대발생 | - | - | |
| 2020 | 관 심 | - | - | 0 |
| | 경 계 | - | - | |
| | 대발생 | - | - | |
| 2021 | 관 심 | - | 15 | 15 |
| | 경 계 | - | - | |
| | 대발생 | - | - | |
| 2022 | 관 심 | - | - | 0 |
| | 경 계 | - | - | |
| | 대발생 | - | - | |

※ 한강 이천 지점은 2016년부터 시행(2020년 강천 → 이천으로 지점명 변경)

● 낙동강 6월 경보 발령을 시작으로 12월까지 발생과 감소 반복

낙동강 본류구간은 8개의 보가 설치되어 있으며, 조류관찰지점으로 모니터링 하고 있다. 또한 낙동강 본류 중 해평(칠곡보 상류 22km), 강정고령(강정고령보 상류 7km), 칠서(창녕함안보 상류 12km), 물금매리(창녕함안보 하류지역으로 취수구 3km 상류)는 조류경보제의 적용을 받는다.

2022년도 낙동강 조류경보 발령일수는 616일로 2021년도보다 261일 증가하였다. 2019년 대비 증가한 발령일수는 2020년부터 시범운영을 시작한 물금매리 지점의 발령일수가 포함된 영향도 있다. 물금매리 지점을 제외한 총발령일수는 2019년 230일, 2020년 226일, 2021년 205일, 2022년 420일로 2019년부터 감소 추세를 나타내었으나 2022년에 크게 증가하였다. 물금매리를 제외한 '경계' 발령일수도 2019년 75일, 2020년 12일, 2021년 7일, 2022년 124일로 낮아지는 추세였으나, 2022년에 크게 증가하였다. 낙동강 8개보 중 최하류에 위치한 창녕함안보의 하류 물금매리 지점의 총발령일수가 2022년에 196일(경계 82일)로 창녕함안보~낙동강하굿둑 구간의 조류발생이 심화된 것으로 관찰된다.

관찰지점을 살펴보면 2022년 8개 보 평균 발생량은 1,655~21,446 세포/mL로 2021년도 평균 발생량 960~9,443 세포/mL에 비해 증가하였고, 최대 발생량도 348,349 세포/mL(달성보)로 2021년 188,054 세포/mL(합천창녕보) 보다 높게 나타났다. 2020년은 장마철 역대 2위 강우량과 1973년 관측 이래 최장기간 장마로 여름철 일조시간 감소, 유속의 증가로 체류시간이 짧아 조류가 발생강도가 비교적 낮았다. 낙동강 8개 관찰지점은 대부분 7월에 최대 발생량을 기록하였으며 10월이후 낮은 발생량에서 증감을 반복하였다.

2022년 6월초 물금매리 지점에서 조류경보제가 첫 발령되었고, 6월 중순에 해평, 강정고령, 칠서 지점에 발령되었으며 해평은 10월, 강정고령과 칠서, 물금매리 지점은 12월까지 발령이 지속되었다. 특히 6월말에는 강정고령, 칠서, 물금매리 지점에서 '경계' 단계가 발령되었으며, 7월에는 해평 지점에서도 조류경보제 운영이래(2013년부터 운영) 최초로 '경계' 단계가 발령되었다. 8월말에 '경계' 단계가 해제되었으나, 10월말에 이례적으로 물금매리 지점에서 '경계'가 재발령되었다가 11월에 해제되었다.

표 1-1-5 낙동강 본류구간 최근 5년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분 | | 해평 | 강정고령 | 철서 | 물금매리 | 합계 |
|------|-----|----|------|-----|------|-----|
| 2018 | 관 심 | 28 | 39 | 28 | × | 157 |
| | 경 계 | - | 19 | 43 | × | |
| | 대발생 | - | - | - | × | |
| 2019 | 관 심 | 34 | 84 | 37 | × | 230 |
| | 경 계 | - | 13 | 62 | × | |
| | 대발생 | - | - | - | × | |
| 2020 | 관 심 | 24 | 88 | 102 | 34 | 260 |
| | 경 계 | - | - | 12 | - | |
| | 대발생 | - | - | - | - | |
| 2021 | 관 심 | 21 | 84 | 93 | 104 | 335 |
| | 경 계 | - | - | 7 | 26 | |
| | 대발생 | - | - | - | - | |
| 2022 | 관 심 | 79 | 84 | 133 | 114 | 616 |
| | 경 계 | 26 | 42 | 56 | 82 | |
| | 대발생 | - | - | - | - | |

※ 물금·매리 지점은 2020년 4월부터 시범운영

표 1-1-6 낙동강 본류구간 조류관찰지점 최근 5년간 조류발생 현황

(단위 : 세포/mL)

| 구 분 | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-------|----|-----------|---------|--------|---------|---------|
| 상주보 | 평균 | 5,551 | 2,840 | 365 | 960 | 1,655 |
| | 최대 | 90,263 | 46,876 | 4,441 | 7,920 | 16,959 |
| 낙단보 | 평균 | 4,635 | 3,964 | 995 | 1,726 | 5,332 |
| | 최대 | 89,200 | 70,714 | 16,516 | 38,354 | 61,780 |
| 구미보 | 평균 | 1,388 | 3,219 | 1,839 | 1,585 | 7,739 |
| | 최대 | 11,553 | 41,079 | 46,000 | 24,388 | 132,470 |
| 칠곡보 | 평균 | 1,615 | 2,196 | 929 | 2,603 | 4,788 |
| | 최대 | 23,100 | 24,809 | 16,637 | 51,350 | 127,406 |
| 강정고령보 | 평균 | 6,593 | 8,257 | 2,177 | 5,127 | 13,174 |
| | 최대 | 110,431 | 100,017 | 17,108 | 89,443 | 114,735 |
| 달성보 | 평균 | 13,626 | 12,244 | 2,113 | 3,890 | 14,195 |
| | 최대 | 159,000 | 94,429 | 33,055 | 74,942 | 348,349 |
| 합천창녕보 | 평균 | 59,712 | 23,431 | 2,282 | 9,443 | 21,446 |
| | 최대 | 1,264,052 | 286,378 | 27,176 | 188,054 | 165,744 |
| 창녕합안보 | 평균 | 34,961 | 18,874 | 3,720 | 4,265 | 15,806 |
| | 최대 | 715,993 | 223,562 | 47,793 | 43,366 | 151,711 |

○ 금강 본류 전년대비 평균발생량 증가

금강 본류 상류 용담호와 대청호 두 개 호소는 조류경보제 운영지점이고, 하류의 3개 보(세종보, 공주보, 백제보)는 관찰지점으로 모니터링 되고 있다.(상류 2개 호소는 “제3절 주요 상수원 호소”에서 기술)

2022년 금강 3개 보 유해남조류 평균발생량 및 최대발생량을 살펴보면 2021년과 비교 했을 때 평균 발생량이 증가하였으나 최대발생량은 감소하였다.

표 1-1-7 금강 본류구간 조류관찰지점 최근 5년간 조류발생 현황

(단위 : 세포/mL)

| 구 분 | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----|----|---------|-------|--------|--------|-------|
| 세종보 | 평균 | 1,457 | 8 | 310 | 274 | 1,306 |
| | 최대 | 17,185 | 310 | 3,160 | 2,250 | 3,770 |
| 공주보 | 평균 | 1,877 | 261 | 411 | 325 | 1,925 |
| | 최대 | 14,130 | 4,490 | 4,930 | 6,390 | 4,600 |
| 백제보 | 평균 | 21,594 | 189 | 717 | 583 | 2,798 |
| | 최대 | 398,820 | 3,475 | 10,140 | 10,600 | 7,320 |

○ 영산강 조류발생

영산강 본류는 2개의 조류경보제 관찰지점이 있다(승촌보, 죽산보). 죽산보에서 2018년 이후로 조류발생이 큰 폭으로 감소했다.

표 1-1-8 영산강 본류구간 조류관찰지점 최근 5년간 조류발생 현황

(단위 : 세포/mL)

| 구 분 | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----|----|---------|-------|-------|--------|--------|
| 승촌보 | 평균 | 129 | 179 | 27 | 156 | 137 |
| | 최대 | 1,153 | 4,025 | 332 | 2,018 | 345 |
| 죽산보 | 평균 | 15,644 | 119 | 267 | 1,702 | 7,285 |
| | 최대 | 259,700 | 2,280 | 3,842 | 33,791 | 24,650 |

제3절 주요 상수원 호소

○ 한강수계 '팔당호' 조류경보 미발령, '충주호, 횡성호' 관심 발령

팔당호의 경우 2018년에 조류경보 '관심' 단계 발령(22일간) 이후 경보가 발령되지 않고 있다. 충주호는 2018년 이후 발령이 없었다가 2022년에 발령되었다. 8월 22일에 유해남조류가 첫 출현(525 세포/mL)하여 9.22일에 '관심' 단계가 발령되었고 10.5일에 해제되어 14일간 발령되었다. 횡성호도 2013년 이후 발령이 없었다가 2022년에 15일간(7.27~8.10) '관심' 단계가 발령되었으며, 7월말에 2,600 세포/mL로 최대 발생한 후 감소하였다.

○ 낙동강수계 '진양호' 발령일수 감소

진양호는 2022년 총발령일수는 63일로 2021년 105일로 대비 42일 적게 발령되었다. 2019년부터는 '경계' 단계는 발령되지 않고 있다. 진양호는 2016년부터 매년 조류경보가 발령되고 있는데 이는 저수용량 대비 유역면적이 넓어 강우시 유역으로부터 유입되는 영양염류가 많아 조류 성장에 유리한 조건이 형성되었기 때문으로 판단된다. 진양호 외에는 사연호에서 21일간 '관심' 단계가 발령되었으며 2020년부터 매년 발령중이다.

○ 금강수계 '대청호' 발령일수 감소

중부권의 대표적인 식수원인 대청호는 1998년 조류경보제를 시행한 이후 1999년과 2014년을 제외하고 매년 조류경보가 발령되었다. 2019년 117일, 2020년 90일, 2021년 69일, 2022년 49일로 조류경보제 발령일수가 감소추세에 있으며, '경계' 단계 발령은 2020년 이후 없었다. 2022년은 8월말 회남 지점의 첫 발령을 시작으로 9월 중순 문의지점, 추동 지점 순으로 '관심' 단계가 발령되었다가 9월 말 문의, 10월 초 회남, 추동 순으로 발령이 해제되었다. 2021년과 비교시 평균 유해남조류 세포수는 510 세포/mL에서 1,328 세포/mL로 증가하였다.

○ 그 외 호소는 조류경보 미발령

한강수계 춘천호, 의암호, 광교지, 낙동강수계 영천호, 공산지, 안계호, 진전지, 운문호, 덕동호, 회야호, 금강수계 용담호, 보령호, 영섬수계 옥정호, 동북호, 주암호, 탐진호에서는 조류경보가 발령되지 않았다.

표 1-1-9 한강수계 최근 5년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분 | 충주호 | 이천* | 횡성호 | 춘천호 | 의암호 | 팔당호 | 한강 | 광교지 | 합계 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|
| 2018 | 관 심 | 13 | - | - | - | - | 22 | - | 77 |
| | 경 계 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 대발생 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2019 | 관 심 | - | - | - | - | - | - | 97 | - |
| | 경 계 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 대발생 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2020 | 관 심 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 경 계 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 대발생 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2021 | 관 심 | - | - | - | - | - | 15 | - | - |
| | 경 계 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 대발생 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2022 | 관 심 | 14 | - | 15 | - | - | - | - | - |
| | 경 계 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 대발생 | - | - | - | - | - | - | - | - |

※ 명칭변경(2020년) : 강천 → 이천

표 1-1-10 낙동강수계 최근 5년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분 | 해평 | 강정고령 | 칠서 | 물금매리 | 영천호 | 공산지 | 안계호 | 진전지 | 운문호 | 덕동호 | 사연호 | 회야호 | 진양호 | 합계 |
|------|-----|------|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2018 | 관 심 | 28 | 39 | 28 | × | 59 | - | 40 | - | 42 | - | - | 48 | 363 |
| | 경 계 | - | 19 | 43 | × | - | - | - | - | - | - | - | 17 | |
| | 대발생 | - | - | - | × | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2019 | 관 심 | 34 | 84 | 37 | × | 13 | - | - | - | - | - | - | 35 | 278 |
| | 경 계 | - | 13 | 62 | × | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | × | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2020 | 관 심 | 24 | 88 | 102 | 34 | 9 | - | - | - | 14 | 39 | - | 35 | 369 |
| | 경 계 | - | - | 12 | - | 12 | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2021 | 관 심 | 21 | 84 | 93 | 104 | 14 | 56 | 42 | - | 28 | 83 | - | 105 | 670 |
| | 경 계 | - | - | 7 | 26 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2022 | 관 심 | 79 | 84 | 133 | 114 | - | - | - | - | - | 21 | - | 63 | 700 |
| | 경 계 | 26 | 42 | 56 | 82 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

※ 물금·매리 지점은 2020년 4월부터 시범운영

※ 명칭변경(2020년) : 칠곡 → 해평, 창녕함안 → 칠서

표 1-1-11 금강수계 최근 5년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분 | 용담호 | 대청호 | 보령호 | 합계 | |
|------|-----|-----|-----|----|-----|
| 2018 | 관 심 | - | 77 | - | 77 |
| | 경 계 | - | 9 | - | |
| | 대발생 | - | - | - | |
| 2019 | 관 심 | - | 117 | - | 117 |
| | 경 계 | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | |
| 2020 | 관 심 | - | 90 | - | 90 |
| | 경 계 | - | 11 | - | |
| | 대발생 | - | - | - | |
| 2021 | 관 심 | - | 69 | - | 69 |
| | 경 계 | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | |
| 2022 | 관 심 | - | 49 | - | 49 |
| | 경 계 | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | |

표 1-1-12 영산강수계 최근 5년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분 | 옥정호 | 동북호 | 주암호 | 탐진호 | 합계 |
|------|-----|-----|-----|-----|----|
| 2018 | 관 심 | - | - | - | 0 |
| | 경 계 | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | |
| 2019 | 관 심 | - | - | - | 0 |
| | 경 계 | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | |
| 2020 | 관 심 | - | - | - | 0 |
| | 경 계 | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | |
| 2021 | 관 심 | - | - | - | 0 |
| | 경 계 | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | |
| 2022 | 관 심 | - | - | - | 0 |
| | 경 계 | - | - | - | |
| | 대발생 | - | - | - | |



제 2 부

수계별 조류발생 현황 및 원인분석

| | |
|------------------|-----|
| 제1절 한강 수계 | 14 |
| 제2절 낙동강 수계 | 41 |
| 제3절 금강 수계 | 74 |
| 제4절 영산강 수계 | 100 |

제1절 한강수계

1. 한강수계 일반현황

가. 수계 조류 발생 특성

한강수계의 가장 큰 상수원이자 인공호수인 팔당호는 수도권 2,500만 명의 상수원으로 중요한 역할을 하며 수질특성이 다른 북한강과 남한강이 합류하여 다양한 조류가 발생한다. 팔당호와 한강은 청평댐(북한강)과 충주댐(남한강), 팔당댐과 인근 하수처리장의 방류수로 이루어지며 그 변동에 따라 물의 흐름에 변화가 생기고 정체되는 현상이 발생하며, 그 때 조류 발생에 적절한 수질 및 기후인자가 형성되면 특정조류의 성장이 나타난다. 한강수계의 조류경보제 지점은 유해남조류의 대발생 잠재력을 지니고 있어 세심한 관심이 요구된다.

나. 조류경보제(운영지점, 관찰지점) 적용 구간

○ 조류경보제 운영지점

한강수계에서 조류경보제를 운영하고 있는 지역은 팔당호, 한강(팔당댐 하류 본류구간), 한강(이천), 의암호, 충주호, 춘천호, 광교지, 횡성호 총 8개 구간이며, 현황은 아래와 같다.

표 2-1-1 한강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영 지점

| 지 점 | 대표 채수 위치 | 운영기관 |
|----------------|-----------------------|---------|
| 팔 당 호 | 댐앞, 부용사앞, 삼봉 | 한강유역환경청 |
| 한강(강동대교~잠실대교)* | 미사대교, 강동대교, 광진교, 잠실철교 | 서울시 |
| 한강(이천)** | 강천 | 한강유역환경청 |
| 의 암 호** | 신연교 | 원주지방환경청 |
| 충 주 호 | 댐앞, 청풍교 | 원주지방환경청 |
| 광 교 지 | 취수탑 | 경기도 |
| 춘 천 호 | 용산취수장, 춘천댐 상류 | 강원도 |
| 횡 성 호 | 취수탑 | 원주지방환경청 |

* 팔당댐 하류 한강(강동대교~잠실대교) 지점은 2000년부터 서울시가 자체적으로 운영해오던 지점을 2006년부터 조류경보제에 편입

** 한강(이천), 의암호는 2016년 조류경보제 신규지점으로 추가 / 한강(이천)은 2020년 명칭변경(강천→이천)

또한, 2016년부터 친수구간 조류경보제가 도입됨에 따라, 기존 한강 지점(한강 하류의 미사대교~잠실철교, 잠실대교~행주대교) 중 낚시, 수영 등 친수활동이 활발히 이루어지는 “잠실대교~ 행주대교” 구간은 친수활동 구간으로 운영 중에 있다.

표 2-1-2 한강수계 조류경보제(친수활동 구간) 운영 지점

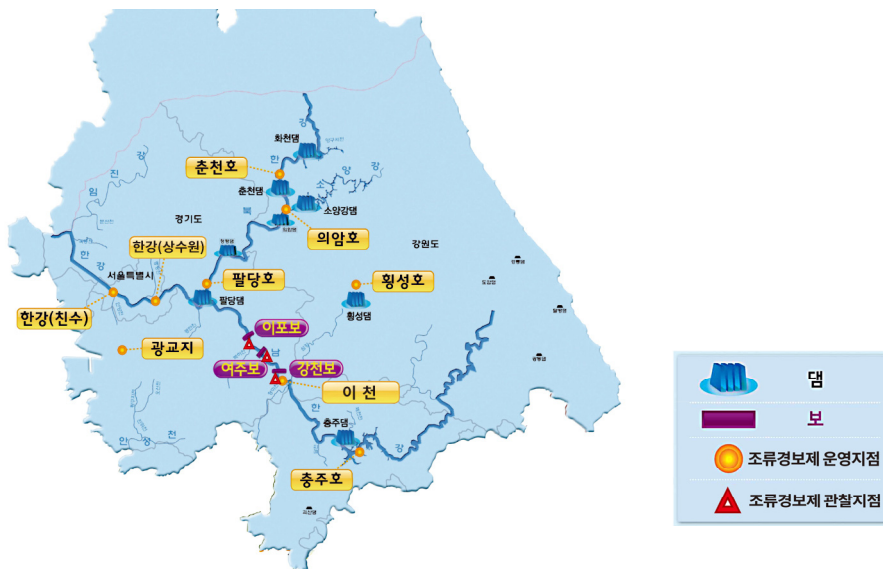
| 지 점 | 대표 채수 위치 | 운영기관 |
|-------------------|------------------------------|------|
| 한강 (잠실대교~행주대교) | 성수대교, 한남대교, 한강대교, 마포대교, 성산대교 | 서울시 |

○ 조류경보제 관찰지점

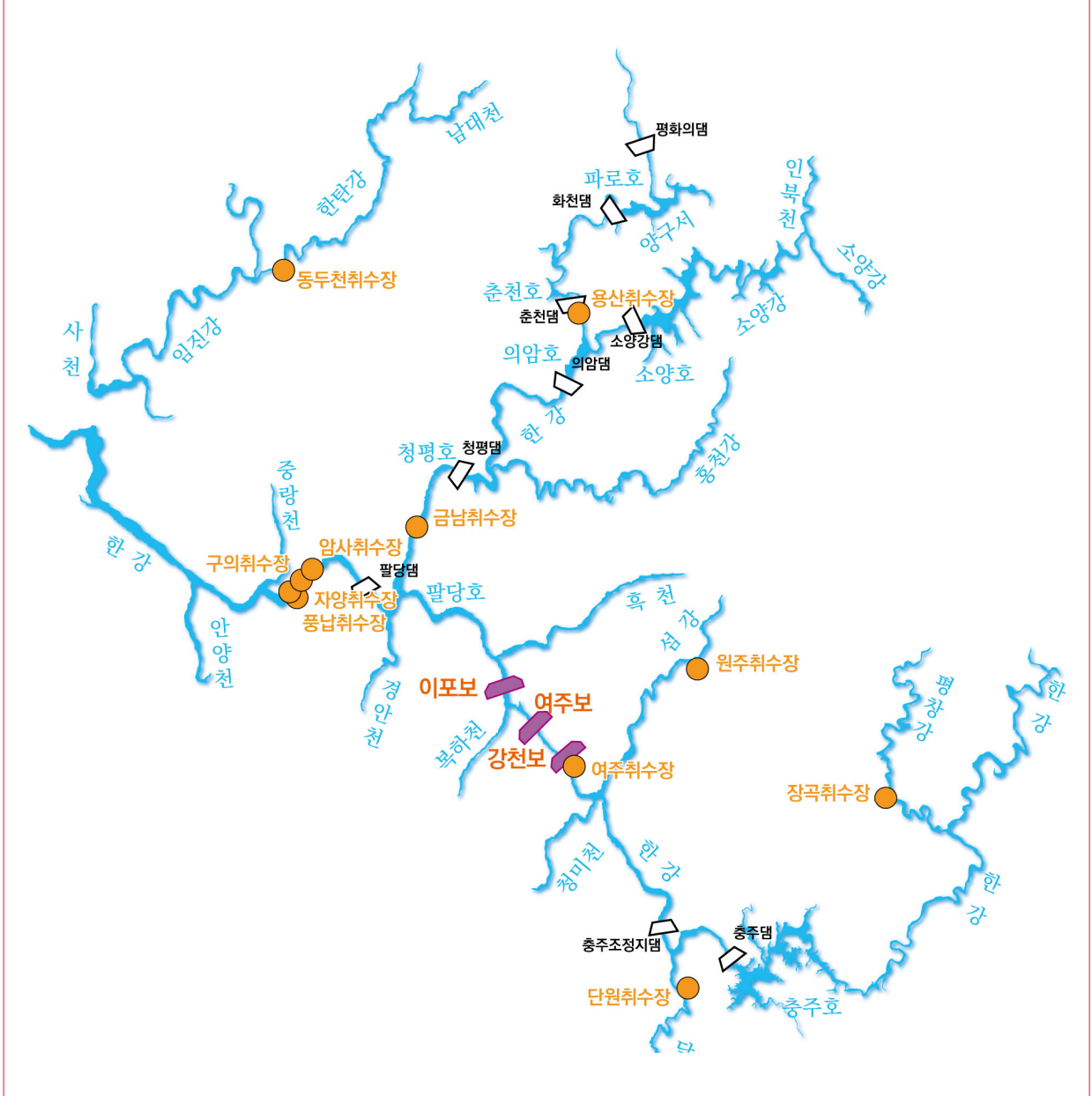
4대강 보 구간에 대하여 보 설치로 인한 조류 발생을 사전에 예측하기 위해 2012년부터 2019년까지 수질예보제를 운영하였고, 2020년 조류경보제 통합 운영에 따라 남한강 3개 보를 관찰지점으로 운영하고 있다.

표 2-1-3 한강수계 조류경보제 관찰 지점

| 지 점 | 대표 채수 위치 | 관리기관 |
|-----|-----------|---------|
| 강천보 | 보 상류 400m | 한강유역환경청 |
| 여주보 | 보 상류 500m | 한강유역환경청 |
| 이포보 | 보 상류 300m | 한강유역환경청 |



한강 유역 현황도



2. 2022년 조류발생 현황

가. 유해남조류 출현 총평

지속적인 한강수계의 수질개선 노력과 함께 관계기관 간 오염원 유입저감과 사전차단 조치 등 조류발생 억제를 위해 오염원 관리에 총력을 다하여 팔당호 등에 심각한 녹조현상이 발생하지는 않았지만, 잠실 상수원 구간에서 짧은 장마와 7월부터 이어진 폭염과 태풍의 영향으로 조류경보제 발령되지 않았다. 그러나 중부지방 폭염에 따른 수온 상승, 기상 여건, 체류시간 증가 등 복합적인 요인으로 횡성호 취수탑 지점에서 관심단계(7.27~8.11, 16일간), 충주호 댐앞 지점에서 관심단계(9.22~10.6, 15일간)가 발령되었다.

표 2-1-4 한강수계 2022년 조류경보 발령 현황

| 지점 | | 조류경보 발령 | | |
|---------------|------|----------------|----|-----|
| | | 관심 | 경계 | 대발생 |
| 팔당호 | 댐앞 | 미발령 | | |
| | 부용사앞 | 미발령 | | |
| | 삼봉 | 미발령 | | |
| 한강(강동대교~잠실대교) | | 미발령 | | |
| 한강(잠실대교~행주대교) | | 미발령 | | |
| 강천보 | | 미발령 | | |
| 의암호 | | 미발령 | | |
| 충주호 | 댐앞 | 9.22~10.6(15일) | - | - |
| | 청풍교 | 미발령 | | |
| 광교지 | | 미발령 | | |
| 춘천호 | | 미발령 | | |
| 횡성호 | | 7.27~8.11(16일) | - | - |

나. 남한강 본류 3개 보 구간

수질예보제가 운영되었던 기간(2012~2019) 중 2012년도부터 2016년까지 한강수계의 3개 보(강천보, 여주보, 이포보)에서는 수질관리단계가 발령되지 않았다. 3개 보 중 강천보는 2016년에 조류경보제 상수원 구간으로 적용되었으며(현재 이천 지점으로 명칭변경) 2022년까지 유해남조류가 관심단계 수준 이하로 출현하여 조류경보는 발령되지 않았다.

2022년 남한강 3개 보 구간에서 연평균 식물플랑크톤 세포수는 3,001~3,796 세포/mL 이었으며, 상류의 강천보 보다 하류인 이포보에서 더 많은 세포수가 나타났다. 식물플랑크톤 분류군 중 규조류는 3개 보 구간에서 상대우점도가 38~93%로 식물플랑크톤 생물량 중 높은 비중을 차지하였고, 남조류는 0~18%, 녹조류는 0~30%, 기타조류는 4~54%로 조사되었다. 연중 대부분 기간에 규조류 *Cyclotella*와 기타조류 *Rhodomonas*가 우점하였으며, 여름철 일시적으로 남조류인 *Merismopedia*가 짧은 기간 우점하여 나타났다.

보 구간에서 남조류는 수온이 상승하는 6~9월에 *Merismopedia*가 출현하였고, 세포수는 강천보에서 6월 27일에 최대 560 세포/mL로 나타났다. 남조류는 수온 상승 및 체류시간 및 영양염류 증가에 따라 발생 정도가 증가하는데, 금년도는 충주댐에서 홍수 대비 수위를 낮추기 위해 6~7월까지 지속적으로 방류하여, 보 구간 유속 증가로 남조류 세포수가 낮게 나타났다.

연도별 남조류의 출현을 보면, 2013년에는 *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria* 등 유해남조류가 일부 출현하였으며, 2014년과 2015년은 여름과 가을에 *Merismopedia*가 주로 출현하였고, 유해남조류는 여름이나 초가을에 일시적으로 500 세포/mL 이하의 적은 세포수로 출현하였다. 2016년부터 2019년까지 여름과 가을에 *Merismopedia*가 주로 출현하였으며, 유해남조류는 *Microcystis*, *Oscillatoria*가 적은 세포수로 출현하였다. 2020부터 2022년에는 *Merismopedia*가 주로 출현하였으며, 유해남조류는 출현하지 않았다.

다. 주요 상수원 호소(조류경보제 친수활동 구간 포함)

○ 팔당호 조류경보 미발령

1998년부터 조류경보제를 운영중인 팔당호는 수온, 강수량 등 외부 환경요인에 따라 주기적으로 조류경보 ‘관심’ 단계(2016년 이전 ‘주의보’)가 발령되었으나, 2022년까지 조류경보 ‘경계’ 단계(2016년 이전 ‘경보’) 이상 발령된 경우는 없었다.

2022년 팔당호 3개 지점 중 댐 앞과 삼봉 지점에서 유해남조류가 출현하였으나, ‘관심’ 단계는 발령되지 않았다. 팔당호 댐앞 지점은 유해남조류가 최대 359 세포/mL가 출현하였고, 삼봉 지점은 유해남조류가 최대 172 세포/mL가 출현하였다.

표 2-1-5 최근 10년간 팔당호 조류경보 ‘관심’ 단계 발령현황

(단위 : 일)

| 구분 | 계 | '13 | '14 | '15 | '16 | '17 | '18 | '19 | '20 | '21 | '22 |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 팔당호 | 댐 앞 | 66 | 0 | 23 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 부용사앞 | 21 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 삼 봉 | 44 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 |

팔당호의 유해남조류는 북한강 수계인 삼봉을 중심으로 서종대교~양수대교 구간(약 12km)에서 주로 발생하는 경향을 보이고 있으며, 2011년 북한강에서 저수온기인 11월~12월에 유해남조류(*Anabaena*)의 이상증식 현상이 발생함에 따라 2012년에 삼봉이 조류경보제 팔당호 지점으로 추가되었다.

2022년 팔당호 유해남조류 발생 상황을 살펴보면, 댐 앞 지점은 6월 20일부터 8월 1일까지, 삼봉 지점은 7월11일부터 7월25일까지 유해남조류가 출현하였으나 ‘관심’ 수준인 1,000 세포/mL 미만으로 출현하여 조류경보제는 발령되지 않았다.

그림 2-1-1 팔당댐 앞 전경(2022년 7~8월)



표 2-1-6 2022년 팔당호 조류발생 현황

(단위 : mg/m³, 세포/mL, ng/L)

| 측정 일시 | 팔당호 | | | | | | | | |
|----------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|
| | 댐앞 | | | 부용사앞 | | | 삼봉 | | |
| | 클로로필- <i>a</i> | 유해남조류 | 지오스민 | 클로로필- <i>a</i> | 유해남조류 | 지오스민 | 클로로필- <i>a</i> | 유해남조류 | 지오스민 |
| 6.20 | 14.1 | 32 | 8 | 12.0 | 0 | 4 | 24.1 | 0 | 5 |
| 6.27 | 29.4 | 0 | 7 | 22.0 | 0 | 8 | 11.5 | 0 | 6 |
| 7.4 | 25.1 | 0 | 4 | 13.5 | 0 | 4 | 3.8 | 8 | 2 |
| 7.11 | 28.6 | 100 | 7 | 72.7 | 0 | 5 | 20.8 | 172 | 6 |
| 7.18 | 7.8 | 0 | 3 | 3.3 | 0 | 3 | 10.3 | 40 | 2 |
| 7.25 | 17.6 | 74 | 3 | 8.7 | 0 | 3 | 13.2 | 84 | 2 |
| 8.1 | 30.5 | 359 | 2 | 17.9 | 0 | ND | 17.8 | 0 | 5 |
| 8.8 | 9.8 | 0 | 3 | - | - | - | - | - | - |
| 8.16 | 3.4 | 0 | 2 | 3.3 | 0 | 2 | 5.3 | 75 | 4 |
| 8.22 | 10.0 | 0 | 6 | 3.7 | 0 | 1 | 6.9 | 0 | 9 |
| 8.29 | 15.5 | 0 | 9 | 25.8 | 0 | 2 | 10.9 | 50 | 6 |

2022년 한강수계 총 강수량은 2,143.4mm로 최근 10년간 평균 강수량인 1,171.1mm보다 높게 나타났다. 2022년에는 1월부터 5월까지 평년보다 낮게 나타나다가 6월부터 평년보다 높게 나타났다.

특히 수온이 높아지는 6월부터 9월까지 강수량이 높게 나타나서 유해남조류 출현이 2021년에 비해 낮게 나타난 것으로 판단된다.

표 2-1-7 최근 5년간 강수량 비교(1~7월, 양평기상관측소)

| 연 도 | 2018년 | 2019년 | 2020년 | 2021년 | 2022년 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1~7월 강수량(mm) | 816.2 | 423.9 | 536.1 | 578.0 | 823.2 |

표 2-1-8 최근 4년간 팔당호내 지점별 수온변화(조류경보제 자료)

| 지점명 | '19년 5~7월 평균수온(°C) | '20년 5~7월 평균수온(°C) | '21년 5~7월 평균수온(°C) | '22년 5~7월 평균수온(°C) |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 댐 앞 | 21.6 | 21.4 | 21.0 | 22.0 |
| 부용사앞 | 23.3 | 22.3 | 21.8 | 23.9 |
| 삼 봉 | 20.8 | 21.6 | 20.0 | 20.7 |

○ 한강 하류구간 조류경보 미발령

서울시에서 운영 중인 한강하류 구간은 2014년과 2015년 2년 연속으로 조류주의보(관심)가 발령되고 2015년에는 잠실수중보 상·하류 전구간에서 조류경보(경계)가 발령 되었다. 하지만 2016~2020년까지는 조류경보가 발령되지 않았으며, 그 원인으로는 2015년 대비 팔당호의 방류량 증가로 인한 체류시간 감소와 주요 오염원 유입시설인 하수처리장의 총인처리 강화에 따른 오염원 유입감소가 요인으로 보인다.

다만, 2021년에는 7월부터 이어진 마른 장마와 폭염으로 인해 8월 중순까지 증가하다가 8월말 이후 잦은 강우로 인해 해소 되었다. 2021년 유해남조류는 7월 중순까지 발생하지 않았으나, 2021년 7월 4주차에 잠실철교 구간에서 첫 출현 후, 8월 4주차에 미사대교에서 최대치(6,094 세포/mL)를 나타냈다. 7월 초부터 이어진 폭염으로 남조류가 급속하게 증가하여 잠실 상수원구간에 8월 3~4주 2주 연속 기준을 초과하여 '관심' 단계를 발령하였다. 이후 잦은 강우와 기온 저하로 조류 발생이 줄어들어 이후에는 평년과 비슷한 경향을 보였다.

2022년에는 서울 강수량이 부족하지 않았고 팔당댐 방류량이 충분하여 조류경보가 발령되지 않았다.

표 2-1-9 최근 2년간 강수량 및 팔당호 총방류량 비교(7~9월, 서울기상관측소)

(단위 : mm)

| 구 분 | 평년('91~'20년 7~9월 합산 평균) | '21년 7~9월 합산 | '22년 7~9월 합산 |
|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| 강수량(mm) | 904.2 | 510.5 | 1,018.6 |
| 총방류량(m ³ /s) | 1,219.4 | 369.2 | 1,737.2 |

* 강수량: 서울기상관측소, 총방류량: 국가수자원관리종합정보시스템

2022년 한강 하류 상수원 구간에서 조류경보제 운영결과 유해남조류는 평균 55(최소 0~최대 750) 세포/mL 검출되어 조류경보가 미발령되었다.

표 2-1-10 미사대교~잠실철교 구간 7~9월 유해남조류 세포수 현황(상수원 구간)

(단위 : 세포/mL)

| 측정 일시 | 미사대교 | 강동대교 | 광진교 | 잠실철교 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 유해남조류 세포수 | 유해남조류 세포수 | 유해남조류 세포수 | 유해남조류 세포수 |
| 7.4 | 125 | 0 | 0 | 0 |
| 7.11 | 8 | 158 | 248 | 222 |
| 7.18 | 20 | 14 | 128 | 69 |
| 7.25 | 0 | 220 | 217 | 382 |
| 8.1 | 555 | 447 | 750 | 622 |
| 8. 8 | 169 | 147 | 57 | 129 |
| 8.16 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 8.22 | 35 | 0 | 115 | 31 |
| 8.29 | 43 | 64 | 247 | 52 |
| 9. 6 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 9.13 | 156 | 99 | 60 | 201 |
| 9.19 | 0 | 43 | 0 | 30 |
| 9.26 | 39 | 41 | 24 | 125 |

표 2-1-11 잠실대교~행주대교 구간 7~9월 유해남조류 세포수 현황(친수활동 구간)

(단위 : 세포/mL)

| 측정 일시 | 미사대교 | 강동대교 | 광진교 | 잠실철교 |
|----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 유해남조류 세포수 | 유해남조류 세포수 | 유해남조류 세포수 | 유해남조류 세포수 |
| 7.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7.11 | 57 | 94 | 278 | 73 |
| 7.18 | 819 | 83 | 105 | 147 |
| 7.25 | 79 | 0 | 0 | 233 |
| 8.1 | 468 | 224 | 655 | 167 |
| 8.8 | 221 | 46 | 274 | 133 |
| 8.16 | 방류량 증가로 선박운항 곤란하여 미채수 | | | |
| 8.22 | 127 | 42 | 243 | 0 |
| 8.29 | 222 | 157 | 104 | 409 |
| 9.5 | 방류량 증가로 선박운항 곤란하여 미채수 | | | |
| 9.13 | 291 | 636 | 1229 | 965 |
| 9.19 | 339 | 0 | 172 | 44 |

○ 그 외 한강수계 발령현황

충주호는 댐앞 지점에서 2018년 10월 4일부터 16일까지 13일간 조류경보(관심)가 발령된 이후 5년 만에 충주호 댐앞 지점에서 조류경보제 ‘관심’ 단계가 9월 22일부터 10월 6일까지 15일간 발령되었다. 청풍교 지점은 일시적으로 조류경보 발령기준을 초과하였으나, 조류경보가 발령되지 않았다.

표 2-1-12 2022년도 충주호 월별(최대치) 유해남조류 세포수(세포/mL) 현황

| 구 분 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 |
|------------------|----|----|----|---------|------------|---------|
| 유해남조류 세포수(세포/mL) | 0 | 0 | 0 | 721(댐앞) | 3,061(청풍교) | 743(댐앞) |

경기도 수원시에 위치한 광교지는 2015년 28일간 조류주의보(관심)가 발령 후 2017년까지 조류경보가 발령되지 않았다. 2018년 조류경보제 ‘관심’ 단계가 77일 2019년에는 ‘관심’ 단계가 97일 발령되었으나, 2020년 이후 연속 2회 기준초과가 되지 않아 조류경보는 발령되지 않았다.

표 2-1-13 2022년도 광교지 월별(최대치) 유해남조류 세포수(세포/mL) 현황

| 구 분 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 |
|-----|----|-----|-------|----|-------|-----|-----|
| 1주차 | 0 | 745 | 0 | 0 | 0 | 103 | 0 |
| 2주차 | 0 | 352 | 200 | 0 | 0 | 96 | 0 |
| 3주차 | 0 | 266 | 2,700 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4주차 | 0 | 520 | 0 | 0 | 3,436 | 0 | 0 |
| 5주차 | - | 0 | 0 | 0 | 460 | - | - |

춘천호는 2005년에 남조류가 대량 발생하여 2006년에 조류경보제 시행대상으로 지정 되었으며, 2006년 시행 이후 현재까지 조류경보가 발령되지 않았다. 2021년과 2022년은 유해남조류가 조류경보 ‘관심’ 단계 발령기준(1,000 세포/mL) 이하로 출현하였다.

표 2-1-14 2022년도 춘천호 월별(최대치) 유해남조류 세포수(세포/mL) 현황

| 구 분 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 |
|------------------|----|----|----|----|----|-----|
| 유해남조류 세포수(세포/mL) | 0 | 30 | 0 | 33 | 0 | 0 |

횡성호는 조류경보제를 시행한 이후 2013년에 처음으로 35일간('13.8.13~9.16일) 조류 주의보가 발령된 후 처음으로 조류경보제 '관심' 단계가 7월 27일부터 8월 11일까지 16일간 발령되었다.

표 2-1-15 2022년도 횡성호 월별(최대치) 유해남조류 세포수(세포/mL) 현황

| 구 분 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 |
|------------------|----|----|----|-------|-----|----|
| 유해남조류 세포수(세포/mL) | 0 | 0 | 0 | 2,600 | 384 | 63 |

의암호는 2016년부터 조류경보제를 시행하고 있으나 조류경보는 발령되지 않았다. 2022년에는 7~8월까지 유해남조류가 출현하였으며, 8월 1일에 최대 1,248 세포/mL가 출현하였으나 그 후 세포수가 낮게 유지되어 조류경보 관심단계는 발령되지 않았다.

표 2-1-16 2022년도 의암호 월별(최대치) 유해남조류 세포수(세포/mL) 현황

| 구 분 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 |
|------------------|----|----|-----|-------|----|-----|
| 유해남조류 세포수(세포/mL) | 0 | 0 | 376 | 1,248 | 0 | 0 |

이천(남한강)은 2016년 조류경보제 지점으로 추가되었으며, 2021년에는 유해남조류가 출현하지 않았다.

표 2-1-17 2022년도 이천 월별(최대치) 유해남조류 세포수(세포/mL) 현황

| 구 분 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 |
|------------------|----|----|----|----|----|-----|
| 유해남조류 세포수(세포/mL) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

3. 조류발생 영향인자 분석

가. 남한강 보 구간

한강수계의 남한강 본류 구간 3개 보 지점에서 식물플랑크톤 발생에 영향을 미치는 인과 질소 농도는 가장 하류인 이포보에서 농도가 더 높게 나타났으며, 식물플랑크톤의 세포수도 상류 지점보다 하류 지점에서 더 높게 나타났다. 남한강 보 구간은 유입되는 주요 지천인 청미천과 양화천, 복하천의 수질에 영향을 받으며, 특히 3개 보 중 가장 하류에 위치한 이포보는 오염도가 높은 양화천과 복하천이 유입되어 이포보의 영양염류 농도가 다른 보에 비해 높게 나타나는 경향을 보였다. 보 구간의 식물플랑크톤은 대부분의 시기에 규조류가 60% 이상으로 나타났으며, 수온이 높아지는 6월부터 8월까지 일시적으로 녹조류와 남조류(*Merismopedia*)의 발생이 높아져 규조류 우점률이 낮아졌다가 다시 규조류의 우점률이 높아지는 경향이 나타났다.

○ 평균기온과 일사량 감소, 강수량은 증가

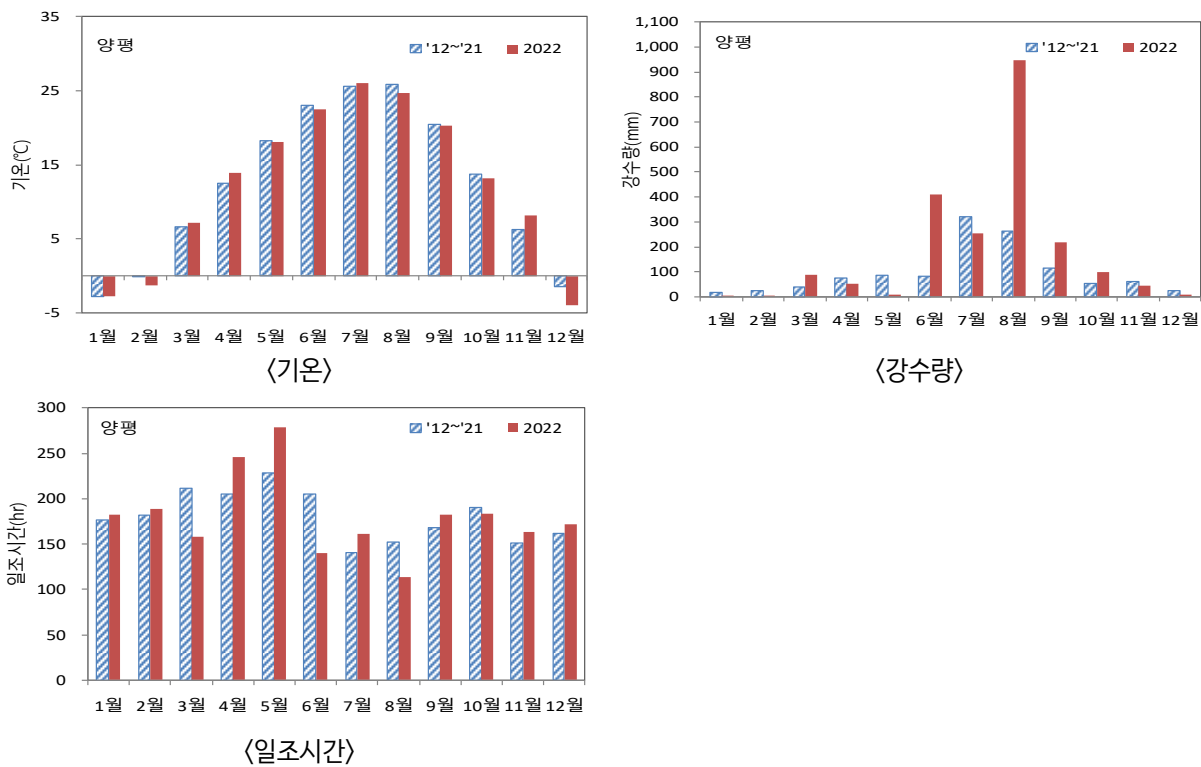
조류 발생에 영향을 미치는 기상, 수리·수문과 수질 등을 조사하였다. 남한강 본류 3개 보 구간의 전체적인 기상 특성이 반영되는 양평관측소의 자료를 사용하였으며, 기상 요소는 기온, 강수량 및 일조시간에 대하여 2012~2021년의 과거 10년 평균과 2022년의 값을 비교하였다.

표 2-1-18 양평관측소 기상 요소별 현황

| 기간 | 평균기온(°C) | 강수량(mm) | 일조시간(hr) |
|-------------|----------|-----------|----------|
| 2012 ~ 2021 | 12.3 | 1,171.3 | 2,173.8 |
| 2022 | 12.2 | 2,143.4 | 2,171.5 |
| 증감 | 0.1 (↓) | 972.1 (↑) | 2.3 (↓) |

2022년 평균기온은 지난 10년 평균기온보다 0.1℃ 감소하였고, 강수량은 972.1mm 증가하였다. 2022년 5월까지 강수량은 지난 10년보다 낮았으나, 6월 이후 강수량이 증가하기 시작하였으며, 6월과 8월에 발생한 강우는 408.7mm, 947.4mm로 지난 10년간 평균 강수량보다 매우 높은 양으로 나타났다. 강수량의 변동은 유량 및 체류시간에 영향을 끼쳐 조류의 성장 증식에 큰 영향을 미칠 수 있으며, 많은 양의 강수로 인한 체류시간 감소가 조류 발생에 영향을 미친 것으로 보인다. 2022년 일조시간은 2171.5 시간으로 지난 10년보다 2.3 시간 감소하였으며, 강수량이 많았던 6월과 8월에 가장 낮은 일조시간을 보였다.

그림 2-1-2 양평관측소 기상 요소별 월평균 값



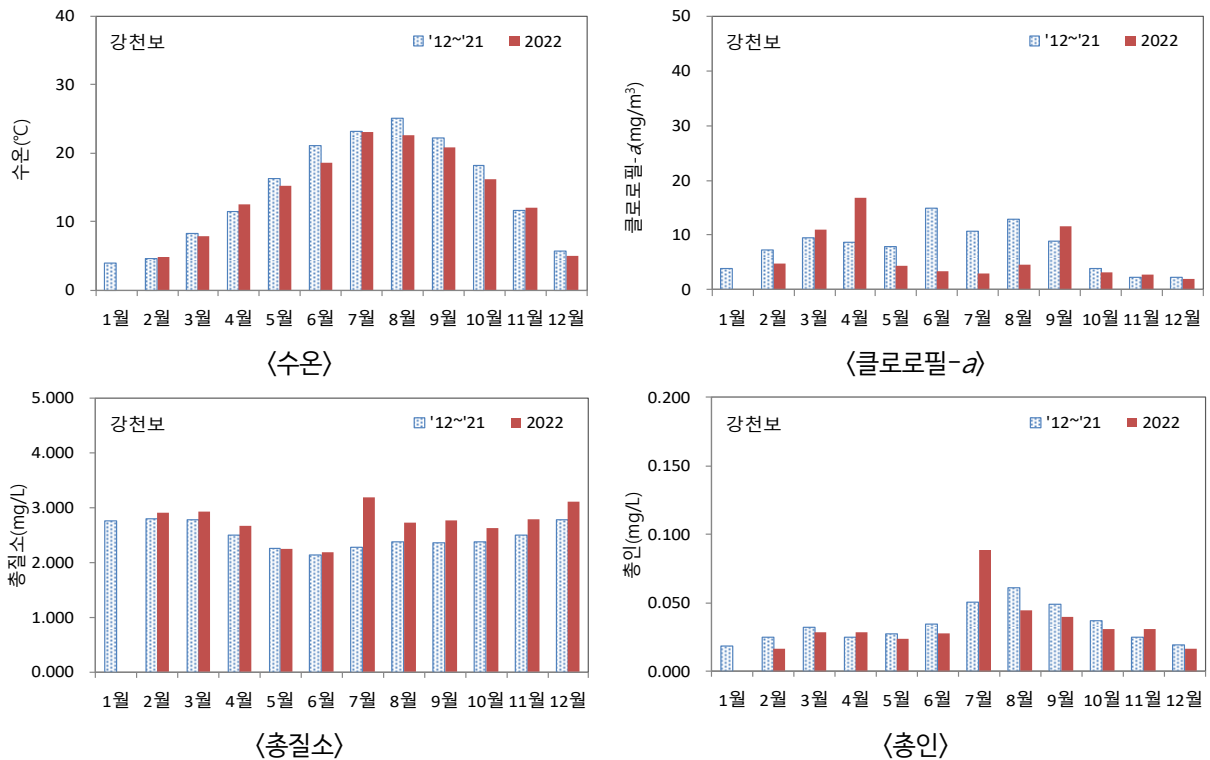
○ 강천보: 수온, 총질소 농도 증가, 클로로필-*a* 농도 감소

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질 인자의 변화 경향을 분석하고자 보 설치 이후인 2012~2021년과 2022년의 평균값을 비교하였다. 강천보에서 수온은 보 설치 이후인 2012~2021년의 평균값보다 2022년 평균값이 0.1℃ 증가하였으며, 클로로필-*a* 농도는 2022년 평균 농도 6.1mg/m³의 값으로 과거 평균에 비해 1.7mg/m³ 감소하였다. 총질소 농도는 2.737mg/L로 과거 평균보다 0.252mg/L 증가하였고, 총인 농도는 0.034mg/L로 과거 평균과 같았다.

표 2-1-19 강천보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-------------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2012 ~ 2021 | 14.3 | 7.8 | 2.486 | 0.034 |
| 2022 | 14.4 | 6.1 | 2.737 | 0.034 |
| 증감 | 0.1 (↑) | 1.7 (↓) | 0.252 (↑) | 0.000 (-) |

그림 2-1-3 한강 강천보 지점 수온 및 수질 농도 변화



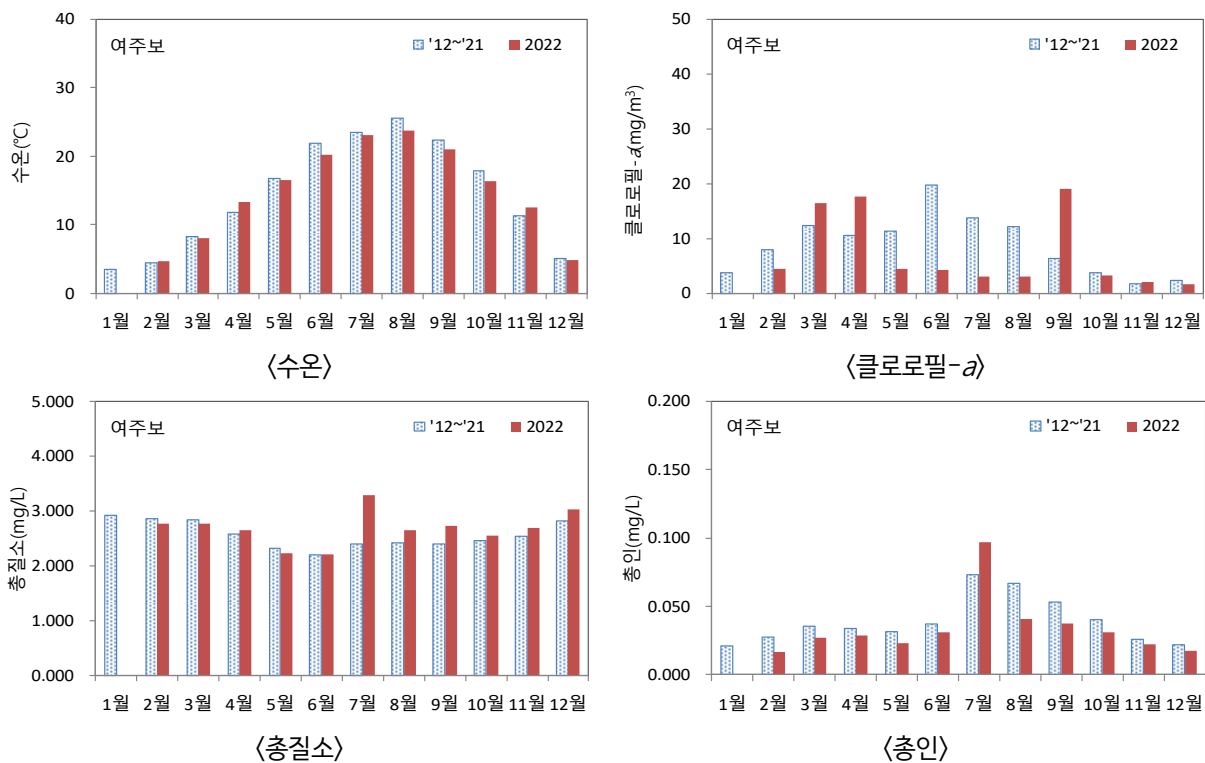
○ 여주보: 수온 및 총질소 증가, 클로로필-*a*, 총인 농도 감소

여주보의 2022년 평균 수온은 15.0℃로 과거 평균보다 0.6℃ 증가하였다. 클로로필-*a* 농도는 7.2mg/m³로 과거 평균보다 1.6mg/m³ 감소하였으며, 5월부터 8월까지 클로로필-*a* 농도는 과거 평균보다 낮게 나타났다. 총질소 농도는 2.687mg/L로 과거 평균보다 0.126mg/L 증가하였고, 6월까지 과거 평균보다 낮게 나타나다 7월부터 과거 평균보다 높게 나타났다. 총인 농도는 0.034mg/L로 과거 평균보다 0.005mg/L 감소하였고, 대부분 시기에 과거 평균보다 낮게 나타났다.

표 2-1-20 여주보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2012~2021 | 14.4 | 8.8 | 2.561 | 0.039 |
| 2022 | 15.0 | 7.2 | 2.687 | 0.034 |
| 증감 | 0.6 (↑) | 1.6 (↓) | 0.126 (↑) | 0.005 (↓) |

그림 2-1-4 한강 여주보 지점 수온 및 수질 농도 변화



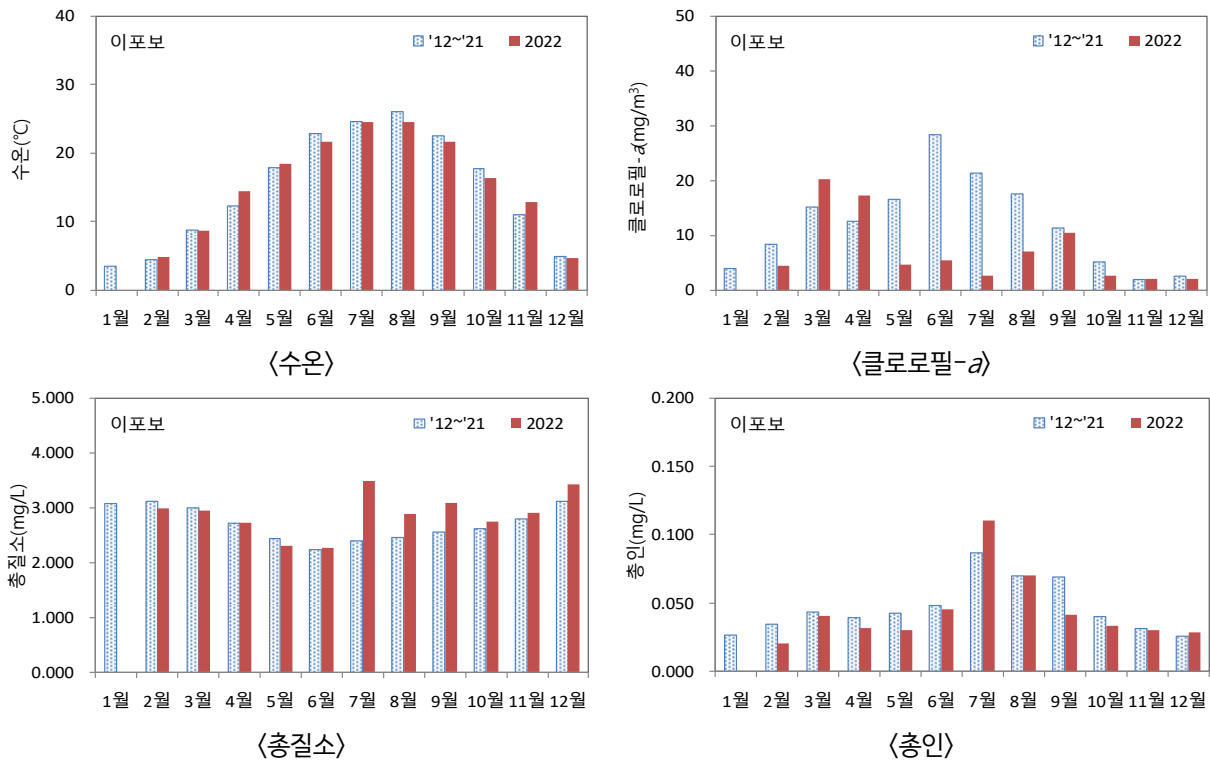
○ 이포보: 수온 및 총질소 농도 증가, 클로로필-*a*, 총인 농도 감소

이포보의 2022년 평균 수온은 15.7℃로 과거 평균보다 1.0℃ 증가하였다. 클로로필-*a* 농도는 7.2mg/m³로 과거 평균보다 4.9mg/m³ 감소하였으며, 5월 이후 과거 평균보다 낮은 농도를 나타냈다. 총질소 농도는 2.889mg/L로 과거 평균보다 0.182mg/L 증가하였고, 5월까지 과거 평균보다 낮게 나타나다 6월부터 과거 평균보다 높게 나타났다. 총인 농도는 0.044mg/L로 과거 평균보다 0.003mg/L 감소하였고, 대부분 시기에 과거 평균보다 낮은 농도를 나타냈다.

표 2-1-21 이포보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2012~2021 | 14.7 | 12.0 | 2.707 | 0.047 |
| 2022 | 15.7 | 7.2 | 2.889 | 0.044 |
| 증감 | 1.0 (↑) | 4.9 (↓) | 0.182 (↑) | 0.003 (↓) |

그림 2-1-5 한강 이포보 지점 수온 및 수질 농도 변화



○ 강수량 증가로 인한 상류댐 방류량 증가

2022년 강수량은 2,143.4mm로 2012~2021년 평균 1,171.3mm보다 972.1mm 증가하였으며, 2022년 충주조정지댐의 연평균방류량은 204CMS로 2012~2021년 평균 방류량 152CMS보다 52CMS가 증가하였다. 이와 같은 결과는 홍수기에 1118CMS의 높은 방류량으로 과거 평균보다 높은 방류량을 나타냈다.

2022년 연평균 체류시간은 1.1일로 2022년 1.1일과 동일했으며, 방류량이 높았던 8월, 9월을 제외한 기간의 방류량이 과거 평균보다 낮아서 체류시간이 동일하게 나타난 것으로 판단된다.

그림 2-1-6 충주조정지댐 월평균 방류량(2012~2021년 vs. 2022년)

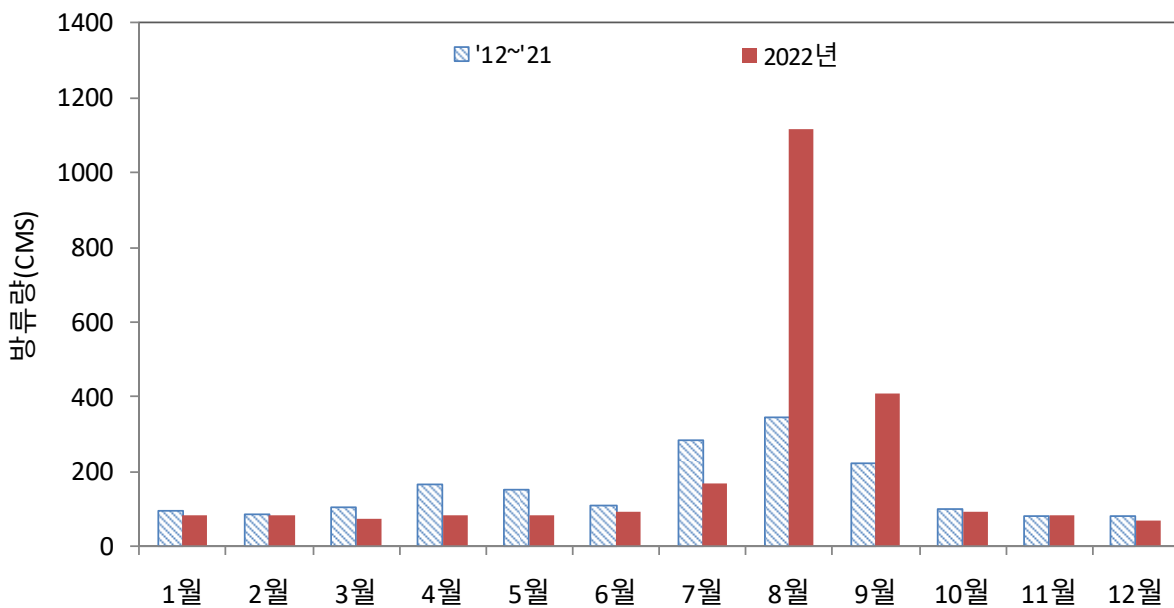
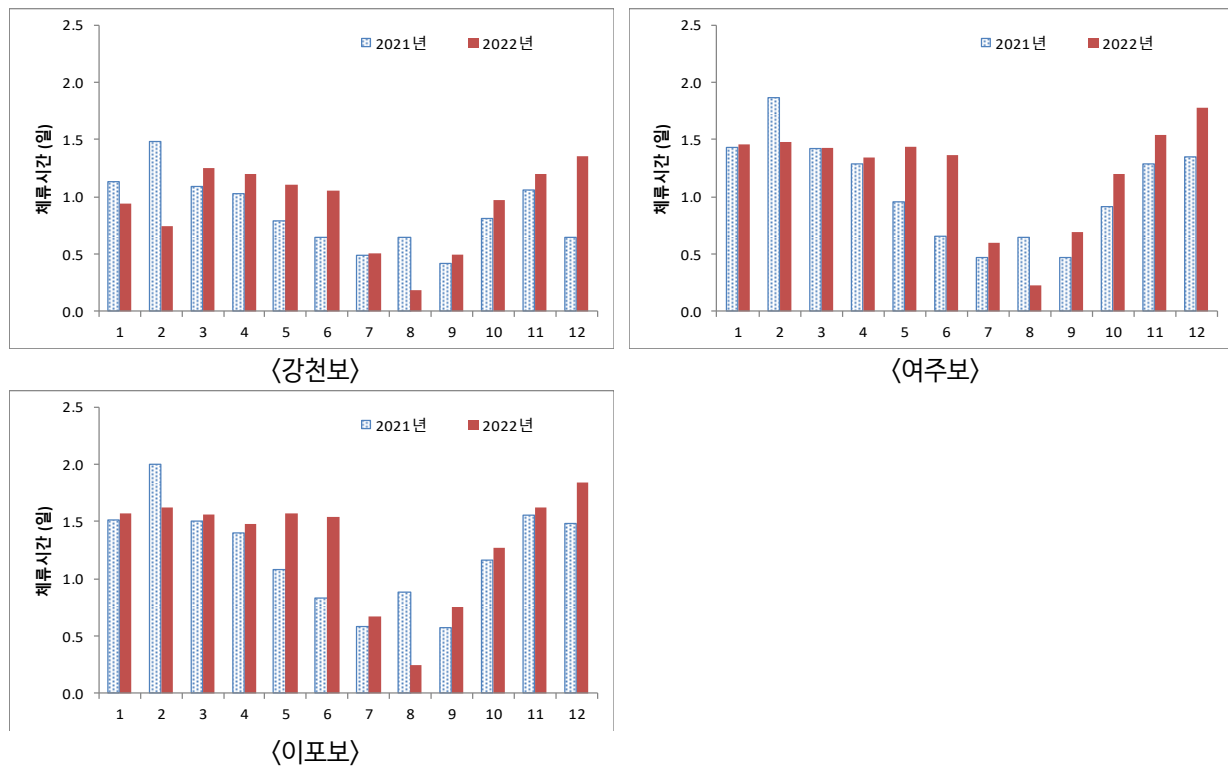


표 2-1-22 한강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2021년 vs 2022년)

(단위 : 일)

| 구간 | 강천보 | | | 여주보 | | | 이포보 | | |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2021(A) | 2022(B) | 비율(B/A) | 2021(A) | 2022(B) | 비율(B/A) | 2021(A) | 2022(B) | 비율(B/A) |
| 1 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 1.4 | 1.5 | 1.0 | 1.5 | 1.6 | 1.0 |
| 2 | 1.5 | 0.7 | 0.5 | 1.9 | 1.5 | 0.8 | 2.0 | 1.6 | 0.8 |
| 3 | 1.1 | 1.3 | 1.1 | 1.4 | 1.4 | 1.0 | 1.5 | 1.6 | 1.0 |
| 4 | 1.0 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 1.4 | 1.5 | 1.1 |
| 5 | 0.8 | 1.1 | 1.4 | 1.0 | 1.4 | 1.5 | 1.1 | 1.6 | 1.5 |
| 6 | 0.6 | 1.1 | 1.6 | 0.7 | 1.4 | 2.1 | 0.8 | 1.5 | 1.9 |
| 7 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 0.6 | 1.3 | 0.6 | 0.7 | 1.2 |
| 8 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 0.2 | 0.3 |
| 9 | 0.4 | 0.5 | 1.2 | 0.5 | 0.7 | 1.5 | 0.6 | 0.8 | 1.3 |
| 10 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 0.9 | 1.2 | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 1.1 |
| 11 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.6 | 1.6 | 1.0 |
| 12 | 0.6 | 1.4 | 2.1 | 1.3 | 1.8 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 1.2 |

그림 2-1-7 한강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교



나. 팔당호 유역

○ 강수량은 전년대비 증가

팔당호의 조류발생 경향은 남한강과 북한강, 경안천의 수질변화에 큰 영향을 받는다. 팔당호로 유입되는 유량의 대부분은 남한강과 북한강이며, 경안천은 유입되는 유량은 적으나 남한강과 북한강에 비해 수질오염도가 상대적으로 높다. 팔당호에는 조류경보제 운영을 위한 채수위치가 총 3개로, 남한강의 영향을 받는 부용사앞, 북한강의 영향을 받는 삼봉, 그리고 댐앞이 있다.



2022년도 팔당호 강수량은 2021년에 비해 1,124.5mm 많은 2,143.4mm을 기록하였고, 이는 전년 대비 210.4% 수준으로 강수량이 가장 많았던 2011년의 강수량과 유사하게 나타났다. 2022년에는 6~9월에 과거보다 많은 강수량을 보였으며, 1월에 3.6mm로 최소강수량을 나타냈고, 8월에 947.4mm로 최대 강수량을 나타냈다.

표 2-1-23 팔당댐 강수량

| 구 분 | 2004 ~ 2020 | 2021 | 2022 |
|---------|-------------|---------|---------|
| 강수량(mm) | 1,409.0 | 1,018.9 | 2,143.4 |

※ 출처 : 기상청

○ 팔당호 체류시간 변화

팔당호의 체류시간은 2022년에 평균 9.3일로 2021년 대비 0.2일이 감소하였다. 2022년의 체류시간은 6월부터 내린 강우로 인해 6~10월까지 10일 이하의 체류시간을 보였고, 최소 체류시간은 1.5일로 2021년(5.6일)에 비해 상대적으로 짧았다.

표 2-1-24 팔당호 월평균 체류시간 비교(2021년 vs 2022년)

(단위 : 일)

| 월 | 팔당호 | | | | | | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 2021(A) | 13.3 | 13.4 | 10.6 | 8.4 | 6.4 | 5.6 | 5.8 | 8.7 | 6.0 | 10.0 | 12.9 | 13.1 |
| 2022(B) | 13.5 | 13.7 | 10.8 | 11.5 | 12.6 | 9.1 | 3.3 | 1.5 | 5.0 | 8.0 | 10.8 | 12.3 |
| 비율(B/A) | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.4 | 2.0 | 1.6 | 0.6 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 |

○ 수온, 총질소 농도 증가, 총인 농도는 감소

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질의 변화 경향을 분석하고자 조류경보제 채수위치 3개소(댐앞, 부용사앞, 삼봉)의 2019~2021년 평균과 2022년을 비교하였다.

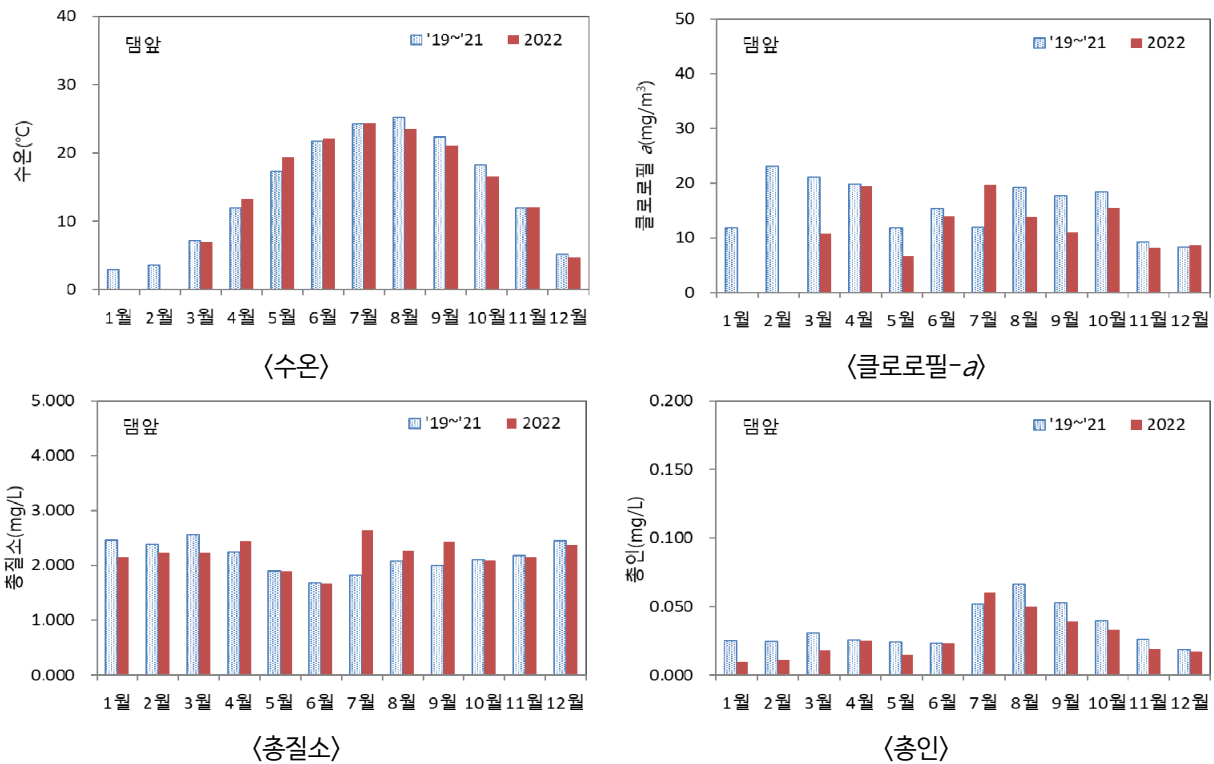
댐앞의 2022년 수온은 16.4℃로 19~21년 평균보다 2.1℃ 증가하였고, 클로로필-a 농도는 2.9 mg/m³ 감소하였으며, 총질소 농도는 0.058mg/L 증가, 총인 농도는 0.007mg/L가 감소하였다.

표 2-1-25 댐앞 지점의 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(°C) | 클로로필-a(mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-------------|---------|----------------------------|-----------|-----------|
| 2019 ~ 2021 | 14.3 | 15.7 | 2.155 | 0.034 |
| 2022 | 16.4 | 12.8 | 2.213 | 0.027 |
| 증감 | 2.1 (↑) | 2.9 (↓) | 0.058 (↑) | 0.007 (↓) |

※ 수온·클로로필-a : 조류경보제 자료('19~'22), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-1-8 댐앞 수온 및 수질 농도 변화



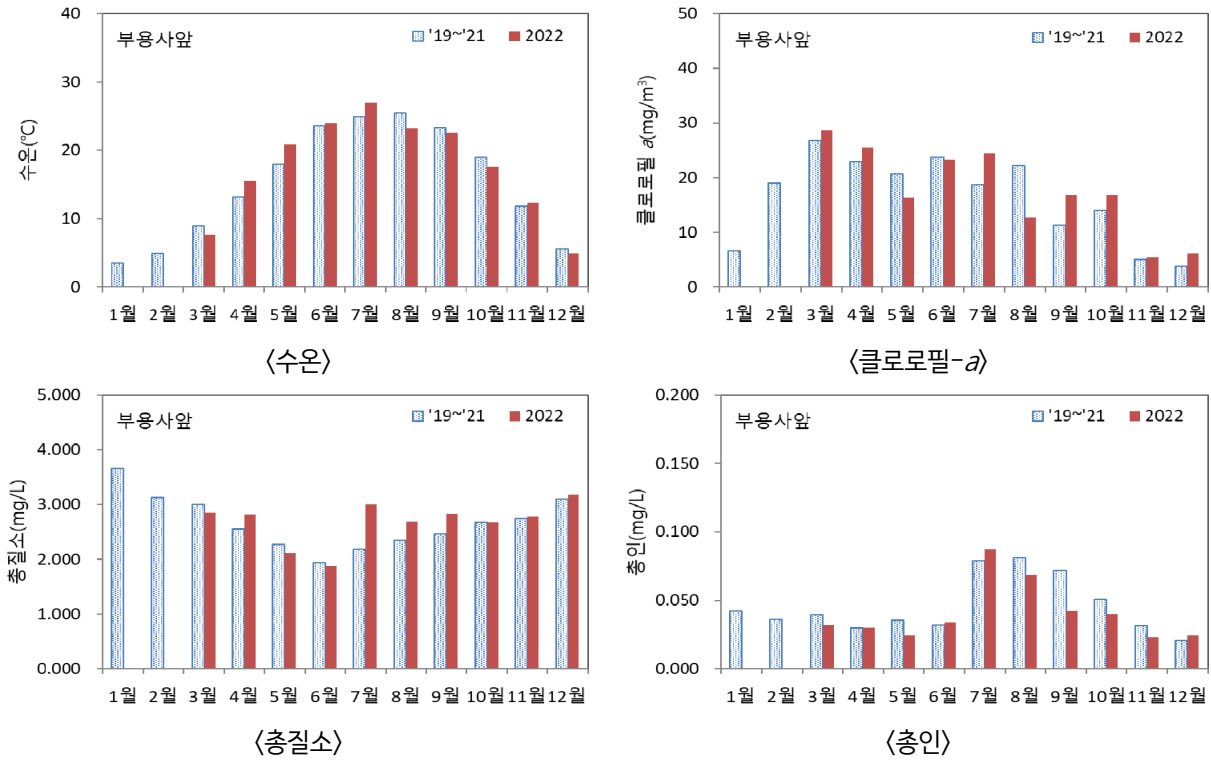
2022년 부용사앞의 수온은 17.6°C로 19~21년 평균보다 2.4°C 증가하였고, 클로로필-a 농도는 1.4mg/m³ 증가하였으며, 총질소 농도는 0.010mg/L 증가, 총인 농도는 0.005mg/L가 감소하였다.

표 2-1-26 부용사 앞의 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(°C) | 클로로필-a(mg/m³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-------------|---------|---------------|-----------|-----------|
| 2019 ~ 2021 | 15.2 | 16.2 | 2.672 | 0.046 |
| 2022 | 17.6 | 17.6 | 2.682 | 0.041 |
| 증감 | 2.4 (↑) | 1.4 (↑) | 0.010 (↑) | 0.005 (↓) |

※ 수온·클로로필-a : 조류경보제 자료('19~'22), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-1-9 부용사앞 수온 및 수질 농도 변화



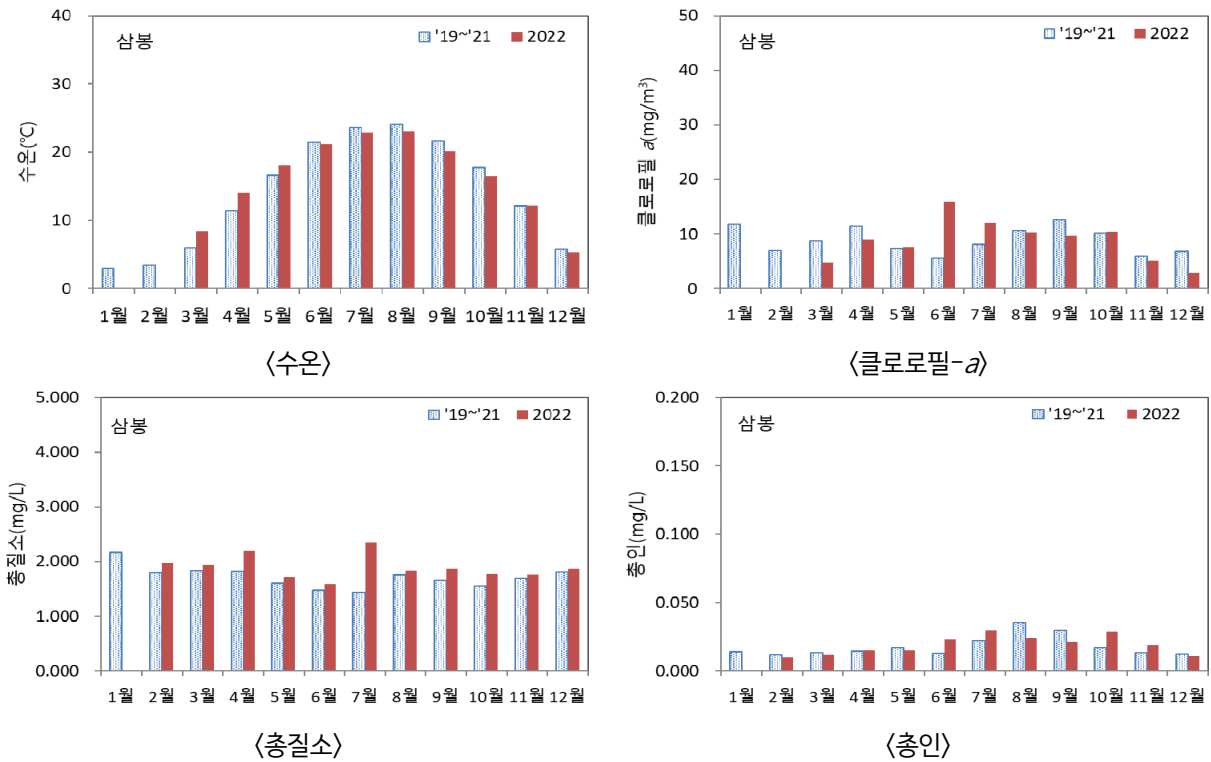
2022년 삼봉의 수온은 19~21년 평균보다 2.3°C가 증가하였고, 클로로필-a 농도는 전년도와 동일하게 나타났다. 총질소 농도는 0.177mg/L 증가, 총인 농도는 0.003mg/L가 감소하였다.

표 2-1-27 삼봉 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(°C) | 클로로필-a(mg/m³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-------------|---------|---------------|-----------|-----------|
| 2019 ~ 2021 | 13.9 | 8.8 | 1.718 | 0.019 |
| 2022 | 16.2 | 8.8 | 1.895 | 0.016 |
| 증감 | 2.3 (↑) | - | 0.177 (↑) | 0.003 (↓) |

※ 수온·클로로필-a : 조류경보제 자료('19~'22), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-1-10 삼봉 수온 및 수질 농도 변화



다. 기타 상수원 구간

이천 지점은 남한강 강천보를 기준으로 하였으며, 팔당호 부용사 앞에 비해 낮은 수심과 빠른 유속을 가지고 있다.

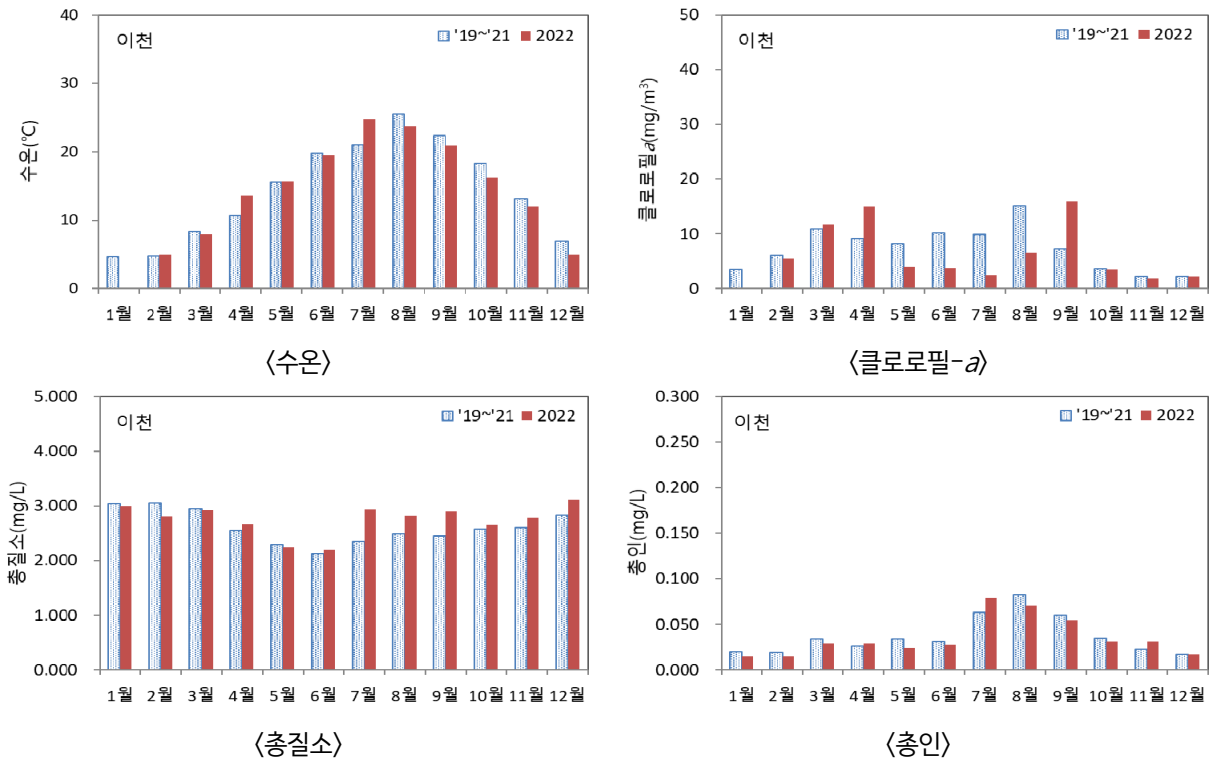
남한강 이천 지점의 2022년 수온은 14.9℃로 19~21년 평균보다 0.7℃ 증가하였고, 클로로필-*a* 농도는 0.8mg/m³ 감소하였다. 총질소 농도는 0.142mg/L 증가하였으며, 총인 농도는 0.002mg/L가 감소하였다.

표 2-1-28 이천 지점의 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-------------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2019 ~ 2021 | 14.2 | 7.3 | 2.610 | 0.037 |
| 2022 | 14.9 | 6.6 | 2.751 | 0.035 |
| 증감 | 0.7 (↑) | 0.8 (↓) | 0.142 (↑) | 0.002 (↓) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('19~'22), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-1-11 이천 지점 수온 및 수질 농도 변화



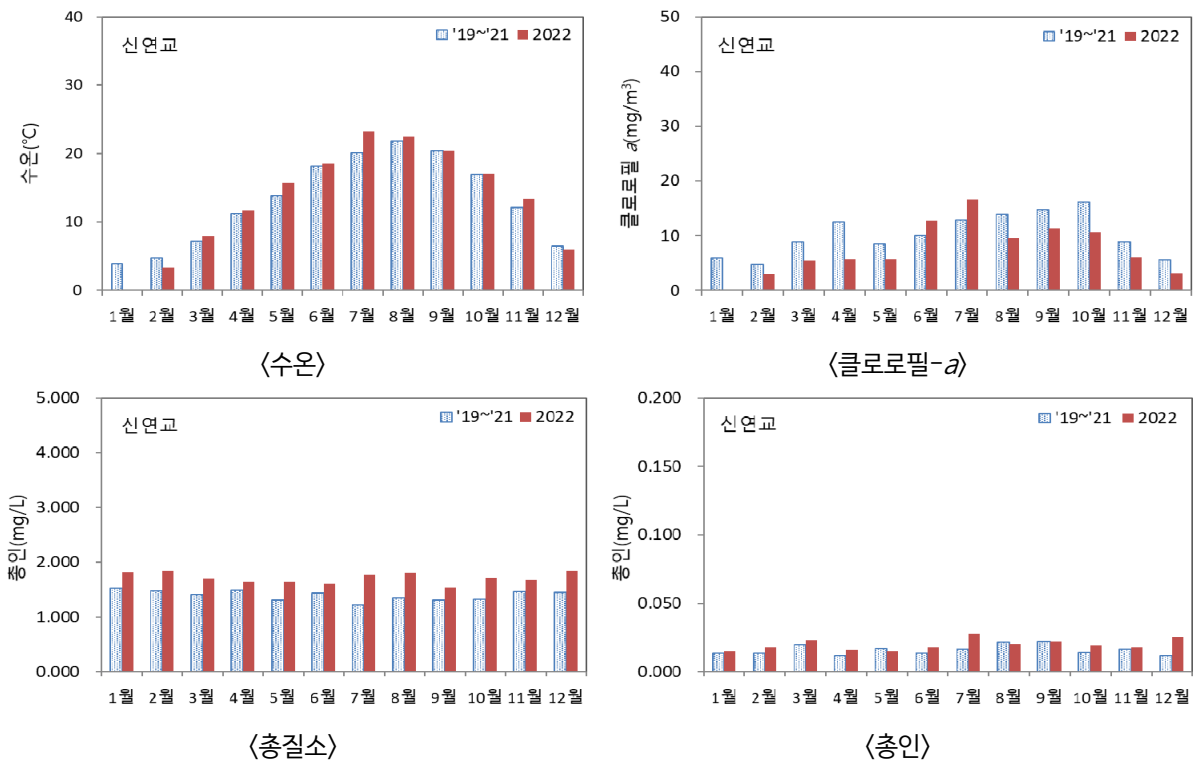
의암호의 신연교 지점은 의암호의 댐앞을 기준으로 분석을 실시한다. 의암호 지점의 수온은 13.4℃로 19~21년 평균보다 1.4℃ 증가하였고, 클로로필-*a* 농도는 2.1mg/m³ 감소하였으며, 총질소 농도는 0.323mg/L 증가, 총인 농도는 0.004mg/L 증가하였다.

표 2-1-29 의암호(신연교) 지점의 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-------------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2019 ~ 2021 | 13.1 | 10.2 | 1.397 | 0.016 |
| 2022 | 14.5 | 8.1 | 1.720 | 0.020 |
| 증감 | 1.4 (↑) | 2.1 (↓) | 0.323 (↑) | 0.004 (↑) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('19~'22), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-1-12 의암호(신연교) 지점 수온 및 수질 농도 변화



참 고 일정별 주요사항

| 일 자 | 주요사항 | 세부내용 |
|------|--------------------------------|---|
| 5.27 | 조류경보제 시행 | - 조류경보 발령지점(팔당호(담양, 부용사, 삼봉), 한강(이천)) 및 관찰지점(강천보, 여주보, 이포보) 조류경보제 운영계획 수립 |
| 5.25 | 한강상류 조류대책협의회 개최 및 조류대응 모의훈련 실시 | - 한강상류 조류경보 '관심'단계를 가정한 관계기관 합동 가상 모의훈련 |
| 5.26 | 한강수계 수질관리협의회 운영 | - 기관별 녹조대응방안, 기관별 협력체계 구축, 맛냄새물질 대응방안 |
| 5.30 | 녹조 대비 정수장 준비실태 점검 | - 녹조대응 시설(분말활성탄 투입설비, 중염소 주입설비 등) 정상 작동여부, 분말활성탄 등 정수 처리약품 비축량 확보 등 점검 |
| 6.23 | 녹조 대응 상황반 구성 | - 조류경보제 운영 등 녹조대책 이행 및 비상상황 대처, 오염원 지도·점검, 지자체 이행상황 점검 등 현장대응 관리 강화 |
| 6.30 | 한강 조류대응 모의훈련 실시 | - 한강 조류경보 '경계'단계를 가정한 관계기관 합동 가상 모의훈련 |
| 6.20 | 팔당호 유해남조류 첫 출현 | - 상시 감시체계 운영(담양 32 세포/mL) |
| 7.27 | 조류경보 발령 | - 횡성호 취수탑 지점, 7.27~8.11(16일간) |
| 8.29 | 팔당호 유해남조류 마지막 검출 | - 평시 대응체제로 전환(삼봉 50 세포/mL) |
| 9.22 | 조류경보 발령 | - 충주호 담양 지점, 9.22~10.6(15일간) |
| 10.4 | 팔당호 유해남조류 미검출 | - 평시 대응체제 운영 |

참 고 주요 언론보도

| 보도일자 | 보도매체명 | 보도제목·주요내용 |
|------|----------------------------|-------------------------|
| 9.22 | mbc충북, 신아일보, 서울경제TV, IPN뉴스 | 충주호 담양 지점 조류경보'관심'단계 발령 |

제2절 낙동강수계

1. 낙동강 수계 일반현황

가. 수계 일반현황 및 조류 발생 특성

낙동강(洛東江)은 현재 상주를 지칭하는 “가락”의 동쪽에 있는 강이라는 데서 이름이 유래되었고 길이는 521km, 유역면적은 23,817km²이다.

낙동강에는 상주로부터 창녕함안보에 이르기까지 모두 8개의 보가 설치되어 있으며 하류구간인 달성보, 합천창녕보, 창녕함안보에서는 매년 지속적으로 유해남조류가 대량으로 발생하고 있고, 상류구간인 상주보, 낙단보 등에서도 유해남조류가 관측되고 있다.

나. 조류경보제(운영지점, 관찰지점) 적용 구간

○ 조류경보제 운영지점

낙동강 수계에서 조류경보제를 운영하고 있는 지점은 운문호, 영천호, 진양호, 안계호, 공산지, 진전지, 사연호, 회야호, 덕동호 9개 호소와 낙동강 본류의 해평(舊칠곡), 강정고령, 칠서(舊창녕 함안), 물금매리 4개 구간으로 총 13개 지점이며, 운영현황은 아래와 같다.

표 2-2-1 낙동강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영 지점

| 지 점 명 | 대표 측정 지점 | 관리기관 |
|------------|--------------------|----------|
| 운문호 | 댐앞, 취수탑2 | 대구지방환경청 |
| 영천호 | 취수탑 | 대구지방환경청 |
| 진양호 | 판문, 내동 | 낙동강유역환경청 |
| 안계호 | 취수탑 | 대구지방환경청 |
| 공산지 | 중앙부, 취수탑 | 대구광역시 |
| 진전지 | 상류, 하류 | 경상북도 |
| 사연호 | 취수탑, 반연리 | 낙동강유역환경청 |
| 회야호 | 취수탑, 여수로 | 낙동강유역환경청 |
| 덕동호 | 댐앞 | 대구지방환경청 |
| 낙동강(해평) | 취수구 2km(보 상류 22km) | 대구지방환경청 |
| 낙동강(강정고령) | 취수구 2km(보 상류 7km) | 대구지방환경청 |
| 낙동강(칠서) | 취수구 4km(보 상류 12km) | 낙동강유역환경청 |
| 낙동강(물금·매리) | 취수구 3km | 낙동강유역환경청 |

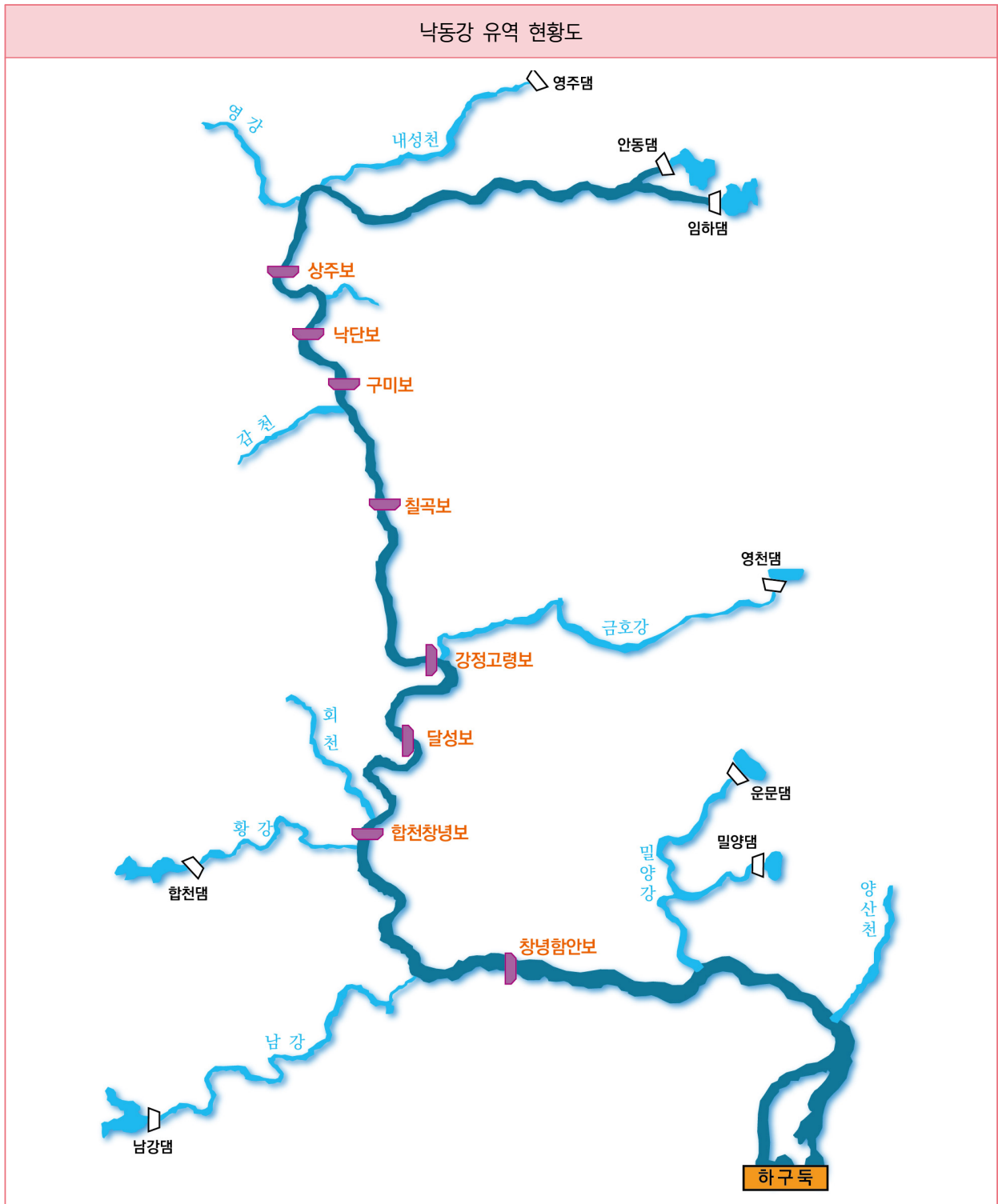
○ 조류경보제 관찰지점

2020년부터 수질예보 지점을 조류경보제에 편입시키고 조류관찰지점(조류경보 발령 미 실시)으로 명칭을 바꿔서 운영하였다. 낙동강수계는 기존 조류경보제가 운영되는 칠곡보, 합천창녕보, 창녕함안보 3개 보를 포함하여 총 8개 보에서 운영하고 있다. 매주 측정되는 해당지점의 자료는 물환경정보시스템에서 제공되고 있다.

표 2-2-2 낙동강수계 조류경보제 관찰지점

| 지 점 명 | 채수 위치 | 관리기관 |
|-------|-------------------|----------|
| 상주보 | 상주보 상류 500m 지점 | 대구지방환경청 |
| 낙단보 | 낙단보 상류 500m 지점 | 대구지방환경청 |
| 구미보 | 구미보 상류 500m 지점 | 대구지방환경청 |
| 칠곡보 | 칠곡보 상류 상류 500m 지점 | 대구지방환경청 |
| 강정고령보 | 강정고령보 상류 500m 지점 | 대구지방환경청 |
| 달성보 | 달성보 상류 500m 지점 | 대구지방환경청 |
| 합천창녕보 | 합천창녕보 상류 500m 지점 | 낙동강유역환경청 |
| 창녕함안보 | 창녕함안보 상류 300m 지점 | 낙동강유역환경청 |





2. 2022년 조류발생 현황

가. 유해남조류 발생 총평

2022년도 낙동강 수계의 조류발생 상황을 살펴보면, 물금·매리에서 조류경보 ‘관심’ 단계가 첫 발령(6.2~6.22, 21일간)되었으며, 이후 6월부터 조류경보 ‘경계’ 단계가 발령(6.23 물금매리, 강정고령보)되었다. 올해 해평 지점은 조류경보제 시행 이후 처음으로 ‘경계’ 단계가 발령(7.21~8.15, 26일간)되었다. 마른 장마와 가뭄으로 인한 강우량 감소와 체류시간 증가로 전년 대비 평균 유해남조류 세포수가 증가하고 조류 발령일수가 길어진 것이 특징이다. 낙동강 수계는 높은 수온과 영양염류, 본류구간에 설치된 8개의 보 등으로 인해 조류발생 우심지역이 타 수계에 비해 많이 존재한다. 이로 인해 조류 발생 상황에 대한 일괄적인 분석이 어려운 측면이 있음을 주지하면서 낙동강 본류의 보구간과 상수원 호소구간으로 나누어 살펴보도록 하겠다.

표 2-2-3 2022년 낙동강수계 조류경보 발령 현황

| 지 점 | 조류경보 발령 | | |
|-------------|---|------------------------------------|-----|
| | 관심 | 경계 | 대발생 |
| 해평(105일) | 6.16~7.20(35일) 8.16.~9.7(23일) 9.22~10.12(21일) | 7.21~8.15(26일) | - |
| 강정고령보(126일) | 6.16~6.22(7일) 7.28~8.10(14일) 8.18~9.7(21일) 9.22~10.5(14일) 11.10~12.7(28일) | 6.23~7.27(35일) 8.11~8.17(7일) | - |
| 철서(189일) | 6.16~6.29(14일) 8.25~12.21(119일) | 6.30~8.24(56일) | - |
| 물금·매리(189일) | 6.2~6.22(21일) 8.25~10.26(63일) 11.15~12.14(30일) | 6.23~8.24(63일) 10.27~11.14(19일) | - |
| 영천호 | | 미발령 | |
| 공산지 | | 미발령 | |
| 안계호 | | 미발령 | |
| 진전지 | | 미발령 | |
| 운문호 | | 미발령 | |
| 덕동호 | | 미발령 | |
| 사연호(21일) | 8.25~9.14(21일) | - | - |
| 회야호 | | 미발령 | |
| 진양호(63일) | 8.4~9.21(49일) 7.21~9.21(63일) | - | - |

나. 낙동강 본류 구간

○ 2022년 조류발생 특징

낙동강 본류의 조류경보제 지점은 해평(舊칠곡), 강정고령, 칠서(舊창녕 합안), 물금·매리 총 4개 지점으로 운영되었으며, 기존의 수질예보지점은 2020년부터 조류경보제로 편입 후 관찰지점으로 명칭이 변경되어 낙동강 8개 보를 대상으로 운영되었다.

2022년도 낙동강 수계의 조류발생 상황을 살펴보면, 3월경부터 사상형 남조류인 아파니조메논(*Aphanizomenon*)이 출현하였으며 6월경에는 집락성 남조류인 마이크로시스티스(*Microcystis*)가 출현하였다. 물금·매리에서 6월 2일 조류경보 ‘관심’ 단계가 최초 발령되었으며, 6월 이후 기온이 상승하면서 6월 16일 해평, 강정고령보, 칠서 지점에서 ‘관심’ 단계가 발령되었다. 해평 지점은 조류경보제 시행 이후 처음으로 7월 21일에 ‘경계’ 단계가 발령(7.21~8.15, 42일간)되었고, 물금·매리 지점은 최초 발령 이후 63일간 ‘경계’ 단계(6.23~8.24)가 지속되었다.

해평과 강정고령 지점은 9월초 태풍 이후 기세가 꺾여 9월 8일 해평, 강정고령 지점의 조류경보가 해제되었다. 9월말 지속되는 기온 상승으로 남조류가 재증식하여 해평(9.22~10.12, 21일간), 강정고령(9.22~10.5, 14일간) 지점에서 ‘관심’ 단계가 발령되었다. 강정고령 지점은 10월말부터 사상형 남조류인 아파니조메논이 증식(*Aphanizomenon*)하여 ‘관심’ 단계가 재발령(11.10~12.7, 28일간)되었다. 반면 칠서와 물금·매리 지점은 지속된 가뭄으로 인한 강수량 부족에 따른 체류시간 증가로 6월 초 ‘관심’ 발령 이후로 12월 중순까지 조류경보 발령이 유지되어 최장 189일간 지속되었다. 올해의 낙동강 녹조현상은 전년도 대비 평균 유해남조류 세포수가 늘어나고 전체 조류경보 발령 일수가 늘어났다. 원인은 전년도에 이어 지속된 가뭄에 따른 강수량 감소 및 수온과 체류시간 등의 증가로 남조류가 많이 증식할 수 있는 조건이 형성되었기 때문이다.

표 2-2-4 낙동강수계 보 구간 강수량(1년 누계)

(단위 : mm)

| 강수량 | 상주보 | 낙단보 | 구미보 | 칠곡보 | 강정고령보 | 달성보 | 합천창녕보 | 창녕합안보 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 예년 | 1,006 | 988.9 | 981.9 | 995.7 | 993.5 | 995 | 995.4 | 1,039.8 |
| 전년(2021년) | 1,093.1 | 1,086.0 | 1,083.5 | 1,080.4 | 1,075.5 | 1,066.9 | 1,069.0 | 1,088.2 |
| 2022년 | 837.4 | 786.3 | 783.8 | 767.3 | 758 | 732.1 | 729 | 739.2 |

※ 출처 : K-water 마이워터(운영현황 자료 중 다기능보 관리현황)

○ 조류경보제 지점 조류발생 상황

낙동강 본류 해평 지점의 경우 6월 들어 적정한 수온(22℃), 유역에서 유입된 영양염류, 체류시간 증가로 인해 조류경보 ‘관심’ 단계가 발령(우점종: *Anabaena*)되었으며 전년에 비해 일찍 최초('21.9.16 → '22.6.16) 발령되었고, 7월 초부터 유해남조류 세포수가 급증하여 7월 21일에 최고치(73,893 세포/mL)를 기록하고 조류경보제 운영 이래 처음으로 ‘경계’ 단계가 발령(7.21~8.15, 35일간)되었다. 8월 중순부터 우점종인 아나베나가 사멸하면서 8월 16일 ‘관심’ 단계가 발령되었고, 9월 초 태풍의 영향으로 해제(8.16~9.7, 23일간)되었다. 9월 중순부터 일시적으로 유해남조류가 증식하여 9월 22일 ‘관심’ 단계가 발령(9.22~10.13, 21일간)되었다. 경보발령 일수는 105일(9.16~10.9)로 전년(21일) 대비 크게 증가하였다.

강정고령 지점은 전년과 비슷하게 최초('21.6.17 → '22.6.16) 발령(우점종: *Anabaena*)되었다. 이후 6월 20일 남조류 세포수 최고치인 79,285 세포/mL를 기록하면서 6월 23일 조류경보 ‘경계’ 단계가 발령(6.23~7.27, 35일간)되었고, ‘관심’ 단계(7.28~8.10, 14일간)와 ‘경계’ 단계(8.11~8.18, 7일간)를 반복하다 수온의 하락으로 8월 16일 ‘관심’ 단계 발령, 9월 초 태풍의 영향으로 해제(8.18~9.7, 21일간)되었다. 이후에도 유해남조류 세포수가 증감을 반복하며 9월 22일 ‘관심’ 단계가 발령(9.22~10.5, 14일간)되었고, 11월 10일에도 ‘관심’ 단계가 발령(11.10~12.7, 28일간)되었다.

낙동강 하류 칠서 지점과 물금매리 지점은 전년 대비 유해남조류 세포수 발생량과 조류경보 발령 지속시간이 최대 2~5배 증가하였다. 칠서 지점은 6월 16일 조류 경보 ‘관심’ 단계(우점종: *Microcystis*)가 발령된 이후로 계속 증가하여 6월 20일 10배 이상 높은 82,242 세포/mL를 기록하면서 조류경보 ‘경계’ 단계가 발령되었고, 7월 28일 최고치 122,369 세포/mL를 기록하였다. 그 후 점차 감소하면서 8월 25일 조류경보 ‘관심’ 단계로 낮아졌지만 12월 22일 까지 지속되었다. 총 발령일수는 189일로 전년대비 89일 증가(1.9배)하였다.

'21년 5월부터 정식 운영된 물금매리 지점은 다른 지점에 비해 조금 빠르게 5월말부터 남조류가 증가하기 시작하여 6월 2일 조류 경보 ‘관심’ 단계가 최초 발령되었다. 이후 남조류 세포수가 급격히 증가하면서 6월 23일 조류경보 ‘경계’ 단계가 발령되었고, 8월 8일 전 지점 중 가장 최고치인 447,075 세포/mL를 기록하였다. 이후 남조류세포수가 점차 감소하면서 8월 25일 경보 ‘관심’ 단계로 하향되었다가 다시 남조류세포수가 증가하면서 10월 27일 조류 경보 ‘경계’ 단계가

재발령되었다가 11월 15일 조류경보 ‘관심’ 단계로 하향되면서 12월 15일까지 지속되었다. 총발령일수는 196일로 최근 10년간 최장기간 발령일수를 기록하였다.

표 2-2-5 2022년 조류경보제 지점 유해남조류 세포수 발생현황

(단위 : 세포수/mL)

| 지점명(보) | | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 |
|--------|----|----|-----|----|-------|-------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|-------|
| 해평 | 평균 | 결빙 | 0 | 21 | 711 | 31 | 3,346 | 30,659 | 9,970 | 4,373 | 464 | 88 | 0 |
| | 최고 | 결빙 | 0 | 83 | 1,106 | 104 | 9,864 | 73,893 | 53,063 | 7,964 | 802 | 255 | 0 |
| | 최저 | 결빙 | 0 | 0 | 187 | 0 | 808 | 2,451 | 314 | 501 | 188 | 0 | 0 |
| 강정고령 | 평균 | 결빙 | 37 | 0 | 651 | 22 | 36,910 | 18,687 | 8,541 | 1,334 | 1,426 | 5,598 | 261 |
| | 최고 | 결빙 | 149 | 0 | 1,799 | 111 | 79,285 | 29,342 | 28,800 | 2,495 | 4,769 | 14,520 | 373 |
| | 최저 | 결빙 | 0 | 0 | 24 | 0 | 1,710 | 7,098 | 75 | 85 | 103 | 624 | 186 |
| 칠서 | 평균 | 0 | 0 | 0 | 127 | 158 | 22,864 | 62,859 | 25,120 | 2,013 | 3,337 | 2,020 | 1,057 |
| | 최고 | 0 | 0 | 0 | 230 | 630 | 82,242 | 122,369 | 63,889 | 3,506 | 5,425 | 5,004 | 2,426 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 319 | 20,831 | 2,399 | 410 | 1,949 | 618 | 277 |
| 물금매리 | 평균 | 0 | 0 | 18 | 10 | 412 | 47,171 | 98,107 | 107,674 | 2,350 | 13,303 | 5,930 | 872 |
| | 최고 | 0 | 0 | 90 | 38 | 1,648 | 103,177 | 144,450 | 447,075 | 3,112 | 25,586 | 12,003 | 3,447 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1241 | 46,752 | 7,991 | 279 | 1,343 | 1037 | 0 |

○ 조류관찰지점 조류발생 현황

수질예보 지점으로 운영되던 8개보 대표지점은 조류관찰 지점으로 명칭이 변경되고, 별도의 경보 발령은 하지 않았다. 조류관찰지점은 상층, 중층, 하층 채수를 해서 혼합시료를 분석하는 조류경보 지점과 달리 표층 채수를 해서 분석하고 있으며, 올해의 조류발생 상황을 상류로부터 순서대로 간략하게 살펴보면 다음과 같다.

상주보는 8월부터 유해남조류 세포수가 증가하다 9월에 최고치인 16,959 세포/mL(9.26)를 기록하였고, 이는 전년도 최고치인 7,920 세포/mL 보다 2배 이상 높은 수치이다.

낙단보는 작년보다 이른 시기인 6월부터 유해남조류 세포수가 증가하여 7월에 최고치 61,780 세포/mL(7.4)를 기록하였으며, 이는 전년도 최고치 38,354 세포/mL 보다 높았다.

구미보는 5월 들어 수온이 올라감에 따라 유해남조류 세포수가 증가하다 7월 25일 급격히 증가하여 역대 최고치인 132,470 세포/mL를 기록했다. 그 후 강우 및 태풍 등 기상 상황에 따라 증감을 반복하다 10월 이후 수온이 낮아지면서 점차 안정화되었다.

칠곡보는 6월부터 유해남조류 세포수가 증가하기 시작하여 6월 20일 최고치 127,406 세포/mL를 기록하였다. 이후 증감을 반복하다 11월 이후 안정화되었다.

강정고령보는 6월 이후 유해남조류 세포수가 증가하기 시작하여 수온이 상승함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 7월 18일에 최대치인 114,735 세포/mL를 기록하고 이후 점차 감소하면서 안정화되었다. 11월초에 일시적으로 1만 세포/mL(경계 발령 기준, 우점종은 아파니조메논, *Aphanizomenon*) 이상으로 높아졌으나 점차 안정화되었다.

달성보는 6월부터 1천 세포/mL를 초과하기 시작하여 7월에 최고치인 114,735 세포/mL (7.18)를 기록하였고, 9월 초 태풍 이후로 안정화되었으나 11월초에 일시적으로 1만세포 /mL 이상으로 높아졌으나 점차 안정화되었다.

합천창녕보는 유해남조류 세포수가 2018년에 역대 최고치인 1,264,052 세포/mL이 측정된 이후 매년 비슷한 발생량을 유지하고 있으며, 2022년은 최고치는 전년대비 감소한 165,744 세포/mL로 나타났다. 주로 여름철(6월~8월)에 집중적으로 나타나는 경향이 있다.

창녕함안보는 낙동강 8개 조류관찰지점 중 최하류에 위치한 지점으로 2022년 남조류 발생량은 전년대비 3배 이상 높은 수치로 7월에 최고치인 151,711 세포/mL(8.2)를 나타내었으며, 6~12월까지 평균 유해 남조류세포수가 1천 세포/mL 이상을 유지하였다.

표 2-2-6 2022년 월별 낙동강 8개 보 조류관찰지점 유해남조류 세포수 발생현황

(단위 : 세포수/mL)

| 지점명(보) | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 | |
|--------|----|-----|----|-----|-------|-------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 상주 | 평균 | 결빙 | 결빙 | 61 | 56 | 26 | 124 | 591 | 4,678 | 12,975 | 659 | 43 | 0 |
| | 최고 | 결빙 | 결빙 | 245 | 128 | 128 | 345 | 1,168 | 6,223 | 16,959 | 2,392 | 148 | 0 |
| | 최저 | 결빙 | 결빙 | 0 | 0 | 0 | 40 | 150 | 1,607 | 8,264 | 25 | 0 | 0 |
| 낙단 | 평균 | 결빙 | 0 | 0 | 129 | 68 | 5,147 | 35,927 | 1,739 | 16,964 | 2,277 | 53 | 0 |
| | 최고 | 결빙 | 0 | 0 | 261 | 185 | 11,200 | 61,780 | 2,551 | 21,500 | 8,449 | 110 | 0 |
| | 최저 | 결빙 | 0 | 0 | 32 | 0 | 1,055 | 7,919 | 607 | 14,558 | 57 | 0 | 0 |
| 구미 | 평균 | 0 | 0 | 0 | 815 | 1,242 | 7,930 | 58,404 | 6,315 | 13,188 | 1,431 | 362 | 14 |
| | 최고 | 0 | 0 | 0 | 1,237 | 5,970 | 24,086 | 132,470 | 20,348 | 17,363 | 1,752 | 939 | 42 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 1,633 | 13,506 | 959 | 9,785 | 1,275 | 0 | 0 |
| 칠곡 | 평균 | 결빙 | 0 | 0 | 197 | 47 | 35,595 | 9,162 | 1,692 | 3,599 | 1,802 | 2,213 | 0 |
| | 최고 | 결빙 | 0 | 0 | 560 | 128 | 127,406 | 14,774 | 4,701 | 9,752 | 5,784 | 4,152 | 0 |
| | 최저 | 결빙 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,017 | 1,990 | 385 | 181 | 441 | 428 | 0 |
| 강정고령 | 평균 | 0 | 0 | 10 | 415 | 156 | 44,229 | 85,732 | 17,351 | 1,123 | 2,370 | 6,099 | 347 |
| | 최고 | 0 | 0 | 39 | 1,196 | 514 | 80,961 | 114,735 | 32,203 | 1,963 | 5,031 | 10,792 | 1,138 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,296 | 58,084 | 1425 | 240 | 176 | 1,122 | 13 |
| 달성 | 평균 | 0 | 0 | 17 | 11 | 34 | 32,956 | 115,757 | 4,772 | 1,370 | 2,431 | 19,288 | 247 |
| | 최고 | 0 | 0 | 39 | 45 | 169 | 50,852 | 348,349 | 11,363 | 3,244 | 4,557 | 63,250 | 519 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,752 | 14,126 | 500 | 194 | 417 | 1,522 | 0 |
| 합천창녕 | 평균 | 6 | 0 | 0 | 65 | 135 | 44,277 | 92,264 | 94,492 | 1,474 | 2,855 | 23,870 | 10,468 |
| | 최고 | 24 | 0 | 0 | 206 | 541 | 94,713 | 165,744 | 148,645 | 2,680 | 4,855 | 80,165 | 39,504 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 697 | 37,922 | 635 | 194 | 1,413 | 1,359 | 301 |
| 창녕함안 | 평균 | 64 | 0 | 29 | 24 | 277 | 27,416 | 85,267 | 77,688 | 3,424 | 6,081 | 4,476 | 1,153 |
| | 최고 | 192 | 0 | 81 | 67 | 872 | 71,967 | 151,711 | 134,373 | 6,433 | 10,476 | 10,248 | 2,429 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,472 | 40,308 | 5,382 | 993 | 1,808 | 1,559 | 61 |

다. 주요 상수원 호소

● 진양호, 사연호 조류경보 '관심' 단계 발령

대구 공산지는 2021년에는 조류경보 '관심' 단계가 56일(8.4~9.29) 발령되었으나, 2022년에는 조류경보가 발령되지 않았다. 경북 진전지의 경우 1년 내내 안정화 상태를 유지하면서 조류경보가 발령되지 않았다.

대구지방환경청 조류경보 발령 대상 호소인 영천호, 안계호, 운문호, 덕동호 모두 조류경보가 발령되지 않았다. 영천호는 2021년에 조류경보 '경계' 단계까지 진입하였으나, 2022년에는 연중 1천 세포/mL 미만을 유지하였다. 안계호는 8월 16일 일시적으로 1,557 세포/mL를 기록하여 '관심' 단계 기준을 1회 초과하였으나, 이후 점차 하락하여 안정세를 유지하였다. 덕동호는 연중 1천 세포/mL 미만을 유지하였으며, 9월 태풍 힌남노 이후 높은 탁도로 인해 유해남조류가 거의 관찰되지 않고 있다.

표 2-2-7 2022년 안계호, 영천호, 덕동호, 운문호 유해남조류 세포수 발생현황

(단위 : 세포수/mL)

| 지점명(호) | | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 |
|-------------|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| 안계 | 평균 | 50 | 11 | 0 | 13 | 25 | 406 | 167 | 927 | 236 | 258 | 73 | 0 |
| | 최고 | 125 | 53 | 0 | 53 | 125 | 805 | 429 | 1,557 | 478 | 799 | 185 | 0 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 431 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 영천 | 평균 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 201 | 81 | 29 | 13 | 160 | 99 | 58 |
| | 최고 | 79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 323 | 323 | 145 | 53 | 376 | 244 | 231 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 덕동 | 평균 | 0 | 0 | 4 | 9 | 43 | 339 | 60 | 105 | 55 | 7 | 5 | 0 |
| | 최고 | 0 | 0 | 12 | 36 | 85 | 996 | 109 | 186 | 219 | 37 | 20 | 0 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | 21 | 40 | 219 | 0 | 0 | 0 |
| 운문 (담양) | 평균 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 최고 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 운문 (취수탑) | 평균 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 83 | 0 | 0 | 23 | 0 |
| | 최고 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 416 | 0 | 0 | 92 | 0 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

낙동강유역환경청 조류경보 발령 대상 호소 중 회야호를 제외한 진양호, 사연호에서 조류경보 ‘관심’ 단계가 발령되었다.

진양호는 마른장마로 인한 강우량은 감소하고 수온과 체류시간은 증가하여 전년보다 한 달 정도 빠른 7월 21일 조류 경보 ‘관심’ 단계가 발령(7.21~9.21, 우점종: *Anabaena*)되어 63일간 지속되었다. 전년 대비 경보 발령일수(2021년 105일)가 감소하였으며, 유해남조류 세포수 최고치는 내동 지점에서 6,865 세포/mL, 판문 지점에서 5,615 세포/mL로 측정되었다.

사연호는 다른 지점들과 달리 늦게 조류경보 ‘관심’ 단계가 발령(8.25~9.14, 우점종 : *Aphanizomenon*)되어 21일간 지속되었으며, 전년 대비 경보 발령일수가(2021년 83일) 감소하였다. 유해남조류 세포수 최고치는 반연리 지점에서 7,916 세포/mL, 취수탑 지점에서 2,808 세포/mL로 측정되었다.

표 2-2-8 2022년도 진양호, 사연호, 회야호 유해남조류 세포수 발생현황

(단위 : 세포수/mL)

| 지점명(호) | | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 |
|-------------|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| 진양 (내동) | 평균 | 0 | 123 | 0 | 0 | 129 | 20 | 2,161 | 3,095 | 1,126 | 554 | 78 | 5 |
| | 최고 | 0 | 491 | 0 | 0 | 517 | 100 | 4,816 | 6,865 | 3,266 | 866 | 180 | 25 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 975 | 830 | 83 | 235 | 0 | 0 |
| 진양 (판문) | 평균 | 160 | 36 | 0 | 0 | 131 | 160 | 879 | 2,673 | 1,603 | 924 | 194 | 3 |
| | 최고 | 570 | 142 | 0 | 0 | 525 | 341 | 2,040 | 5,615 | 2,749 | 975 | 541 | 15 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 111 | 0 | 458 | 858 | 0 | 0 |
| 사연 (취수탑) | 평균 | 25 | 0 | 0 | 238 | 10 | 110 | 799 | 1,071 | 168 | 602 | 23 | 40 |
| | 최고 | 100 | 0 | 0 | 725 | 41 | 383 | 1,266 | 2,808 | 674 | 1,125 | 91 | 160 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 133 | 210 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 사연 (반연리) | 평균 | 48 | 0 | 0 | 185 | 204 | 281 | 3,041 | 2,071 | 438 | 688 | 13 | 20 |
| | 최고 | 190 | 0 | 0 | 525 | 366 | 483 | 7,916 | 4,174 | 1,050 | 1,410 | 50 | 100 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 495 | 105 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 회야 (여수로) | 평균 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 753 | 1,195 | 688 | 390 | 398 | 36 |
| | 최고 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 960 | 2,330 | 860 | 610 | 500 | 120 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 250 | 790 | 490 | 190 | 250 | 0 |
| 회야 (취수탑) | 평균 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 740 | 1,255 | 748 | 370 | 398 | 48 |
| | 최고 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 880 | 2,280 | 880 | 570 | 560 | 170 |
| | 최저 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 410 | 870 | 620 | 130 | 220 | 0 |

표 2-2-9 공산지, 영천호, 안계호, 운문호, 진양호, 사연호 조류경보 발령 현황

| 구 분 | 년도 | 발령일수 | 발령단계 | | |
|-------------------|-------------|------|--|---|-----|
| | | | 관심(구 주의보) | 경계(구 경보) | 대발생 |
| 공산지 | 2021년 | 56일 | 8.4~9.29(56일) | - | - |
| | 2022년 | - | - | - | - |
| 영천호 | 2018년 | 59일 | 7.30~8.28(30일), 9.12~10.10(29일) | - | - |
| | 2019년 | 13일 | 8.29~9.10(13일) | - | - |
| | 2020년 | 21일 | 8.27~9.2(7일), 9.15~9.16(2일) | 9.3~9.14(12일) | - |
| | 2021년 | 21일 | 7.29~8.4(7일), 8.12~8.18(7일) | 8.5~8.11(7일) | - |
| | 2022년 | - | - | - | - |
| 덕동호 | 2021년 | 28일 | 10.14~11.10(28일) | - | - |
| | 2022년 | - | - | - | - |
| 안계호 | 2018년 | 40일 | 8.8~28(21일), 9.12~30(19일) | - | - |
| | 2019년~2020년 | - | - | - | - |
| | 2021년 | 42일 | 7.8~8.18(42일) | - | - |
| | 2022년 | - | - | - | - |
| 운문호 | 2018년 | 42일 | 8.8~9.18 (42일) | - | - |
| | 2019년~2021년 | - | - | - | - |
| | 2022년 | - | - | - | - |
| 진양호 (판문, 내동) | 2017년 | 161일 | (내동) 8.3~11.1(91일), 12.14~1.3(21일) (판문) 7.27~11.1(98일), 11.16~11.29(14일), 12.14~12.27(14일) | (내동) 11.2~12.13(42일) (판문) 11.2~11.15(14일), 11.30~12.13(14일) | - |
| | 2018년 | 62일 | (내동) 10.4~10.16(13일), 11.1~11.14(14일) (판문) 6.28~7.10(13일), 8.31~9.4(5일), 10.4~10.16(13일) | (판문) 8.14~8.30(17일) | - |
| | 2019년 | 35일 | (내동) 9.11~10.15(35일) (판문) 9.11~10.1(21일) | - | - |
| | 2020년 | 35일 | (내동) 10.15~11.18(35일) | - | - |
| | 2021년 | 105일 | (내동, 판문) 1.7~1.27(21일), 8.12~11.03(84일) | - | - |
| | 2022년 | 63일 | (내동) 8.4~9.21(49일) (판문) 7.21~9.21(63일) | - | - |
| 사연호 (취수탑, 반연리) | 2017년~2019년 | - | - | - | - |
| | 2020년 | 39일 | (취수탑, 반연리) 8.27~10.4(39일) | - | - |
| | 2021년 | 83일 | (취수탑) 6.17~6.30(14일) (반연리) 6.10~6.30(21일), 8.12~9.1(21일), 10.8~11.17(41일) | - | - |
| | 2022년 | 21일 | (반연리) 8.25~9.14(21일) | - | - |

3. 조류발생 영향인자 분석

가. 기상 조건

낙동강 8개보 인근에 위치한 5개 기상대 및 관측소(상주, 구미, 대구, 합천, 밀양)의 기온, 강수량, 일조시간 측정 자료에 대한 과거 10년(2012~2021년) 월평균 값과 2022년 월평균 값을 비교·분석하였다.

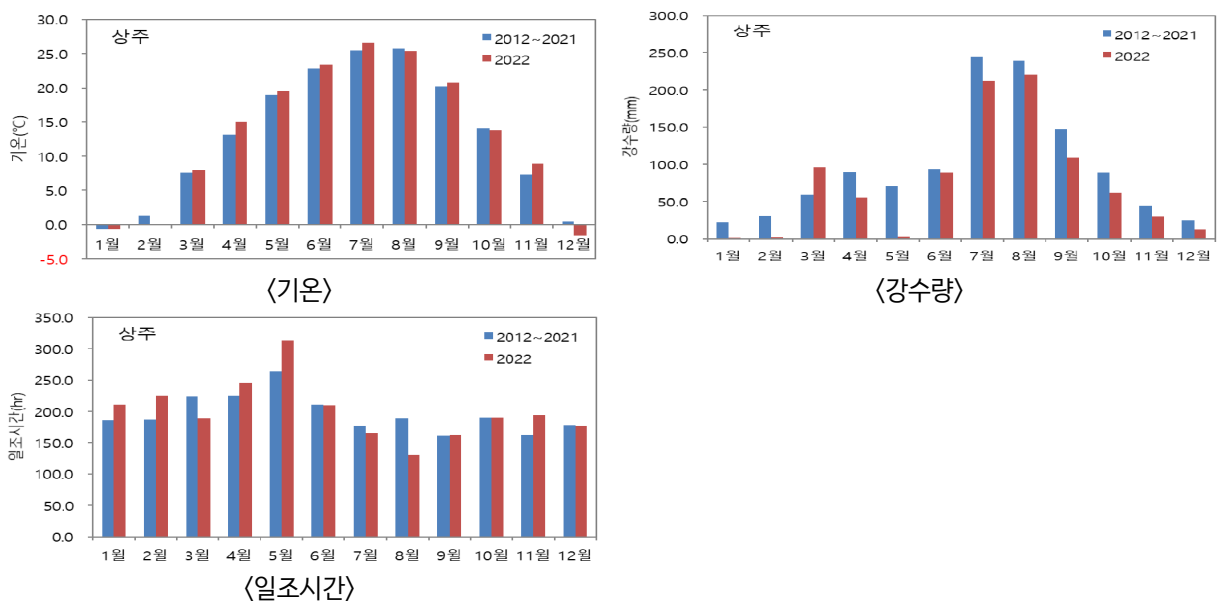
○ 상주 기상관측소: 평균기온 및 일조시간 증가, 강수량 감소

상주보와 낙단보 영향권에 있는 상주 기상대의 기상자료를 분석한 결과, 2022년 연평균 기온은 13.3℃로 과거 10년 평균기온보다 0.3℃ 증가하였고, 강수량은 891.2mm로 과거 10년 평균보다 264.5mm 감소하였다. 일조시간은 과거 10년 평균 일조시간보다 58.4시간 증가하였다.

표 2-2-10 상주 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월)

| 기간 | 평균기온(℃) | 강수량(mm) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|-----------|----------|
| 2012~2021 | 13.0 | 1,155.7 | 2,352.2 |
| 2022 | 13.3 | 891.2 | 2,410.6 |
| 증감 | 0.3 (↑) | 264.5 (↓) | 58.4 (↑) |

그림 2-2-1 상주 기상관측소(상주보, 낙단보) 기상 요소별 월평균 값



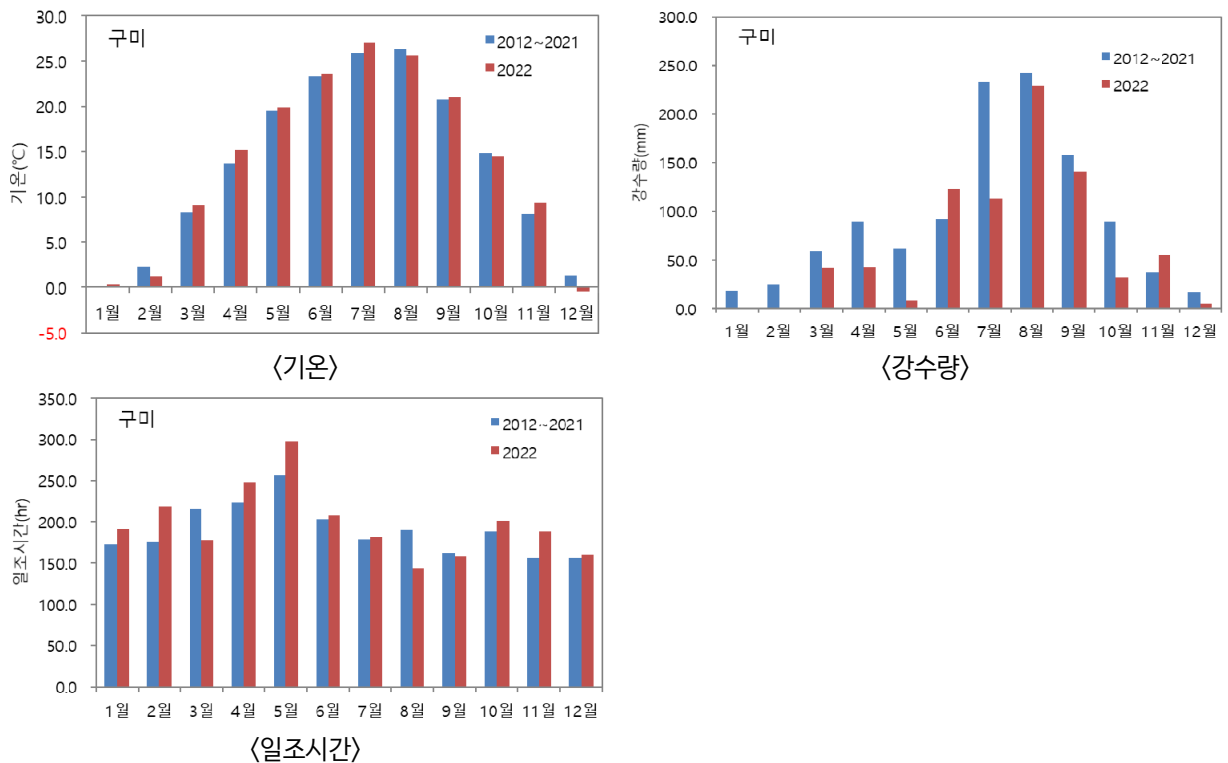
● 구미 기상관측소: 평균기온 및 일조시간 증가, 강수량 감소

구미보와 칠곡보 유역에 영향을 미치는 구미 기상대의 각 기상 요소별 측정값 분석 결과, 2022년 연평균 기온은 13.9℃로 과거 10년간 평균기온보다 0.2℃ 증가하였다. 강수량은 729.9mm로 과거 10년 평균보다 328.6mm 감소하였고, 특히 5월과 7월에 강수량 감소 비율이 높았다. 2022년 일조시간은 2,376.8시간으로 과거 10년 일조시간보다 96.0시간 증가하였다.

표 2-2-11 구미 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월)

| 기간 | 평균기온(℃) | 강수량(mm) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|----------|----------|
| 2012~2021 | 13.7 | 1,121.5 | 2,280.8 |
| 2022 | 13.9 | 729.9 | 2,376.8 |
| 증감 | 0.2 (↑) | 328.6(↓) | 96.0 (↑) |

그림 2-2-2 구미 기상관측소(구미보, 칠곡보) 기상 요소별 월평균 값



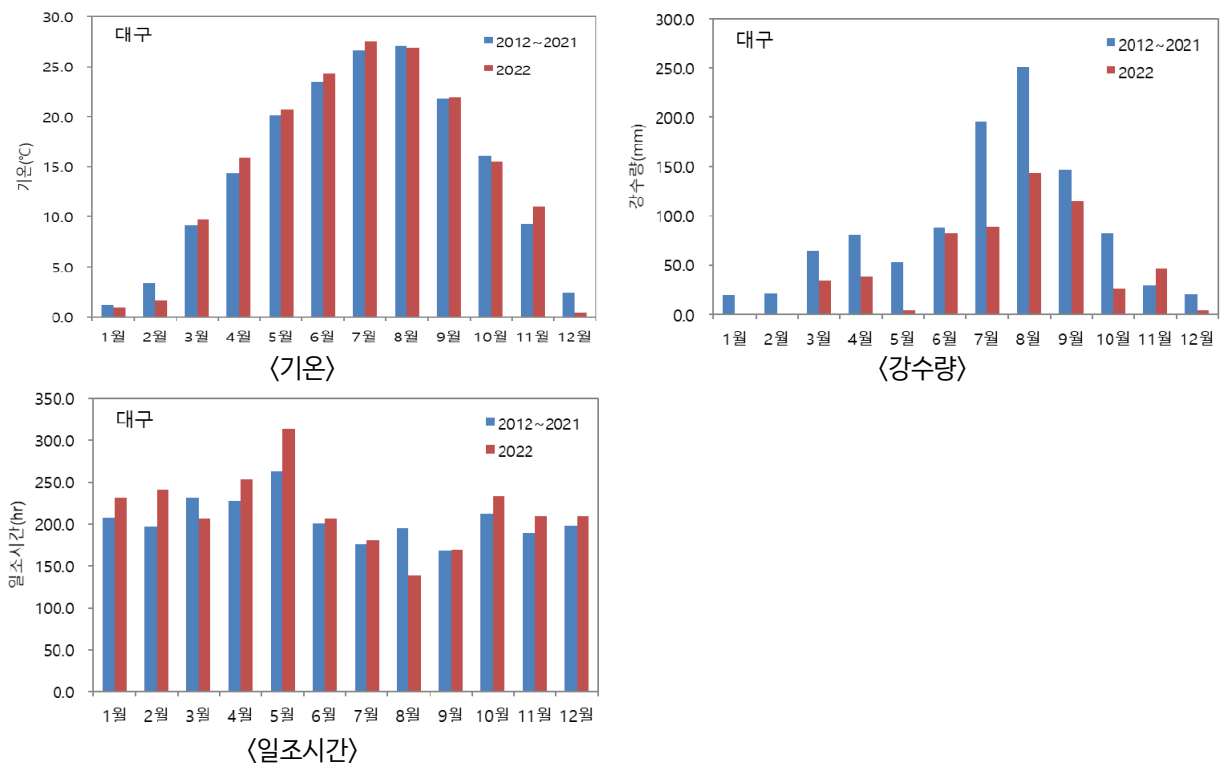
○ 대구 기상관측소: 평균기온 및 일조시간 증가, 강수량 감소

강정고령보와 달성보 유역에 영향을 미치는 대구 기상관측소의 각 기상 요소별 측정값 분석 결과, 2022년 연평균 기온은 14.7℃로 과거 10년 평균보다 0.1℃ 증가하였다. 강수량은 581.0mm로 과거 10년 평균보다 469.6mm 감소하였고, 특히 5월, 7월 및 8월에 강수량 감소 비율이 높았다. 2022년 연중 일조시간은 2,591.3시간으로 과거 10년 평균 일조시간보다 125.6시간 증가하였으며, 월별로 2월 및 5월에 증가 비율이 높았다.

표 2-2-12 대구 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월)

| 기간 | 평균기온(℃) | 강수량(mm) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|-----------|-----------|
| 2012~2021 | 14.6 | 1,050.6 | 2,465.7 |
| 2022 | 14.7 | 581.0 | 2,591.3 |
| 증감 | 0.1 (↑) | 469.6 (↓) | 125.6 (↑) |

그림 2-2-3 대구 기상관측소(강정고령보, 달성보) 기상 요소별 월평균 값



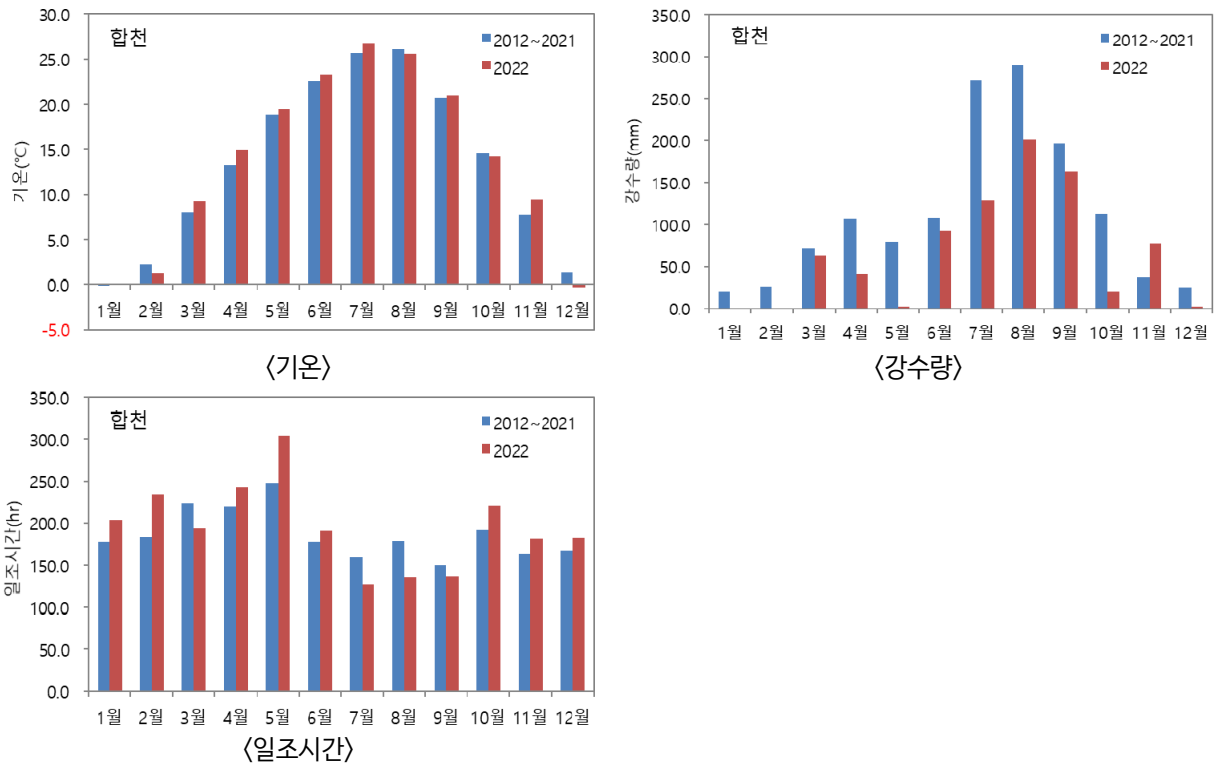
○ **합천 기상관측소: 평균기온 및 일조시간 증가, 강수량 감소**

합천창녕보 유역에 영향을 미치는 합천 기상관측소의 기상 요소별 측정값 분석 결과, 2022년 연평균 기온은 13.7℃로 과거 10년 평균보다 0.3℃ 증가하였다. 강수량은 794.3mm로 과거 10년 평균보다 552.9mm 감소하였으며, 특히 5월, 7월 및 8월에 강수량 감소 비율이 높았다. 2022년 일조시간은 2,355.0시간으로 과거 10년 평균 일조시간보다 114.5시간 증가하였다.

표 2-2-13 합천 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월)

| 기간 | 평균기온(℃) | 강수량(mm) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|-----------|-----------|
| 2012~2021 | 13.4 | 1,347.2 | 2,240.5 |
| 2022 | 13.7 | 794.3 | 2,355.0 |
| 증감 | 0.3 (↑) | 552.9 (↓) | 114.5 (↑) |

그림 2-2-4 합천 기상관측소(합천창녕보) 기상 요소별 월평균 값



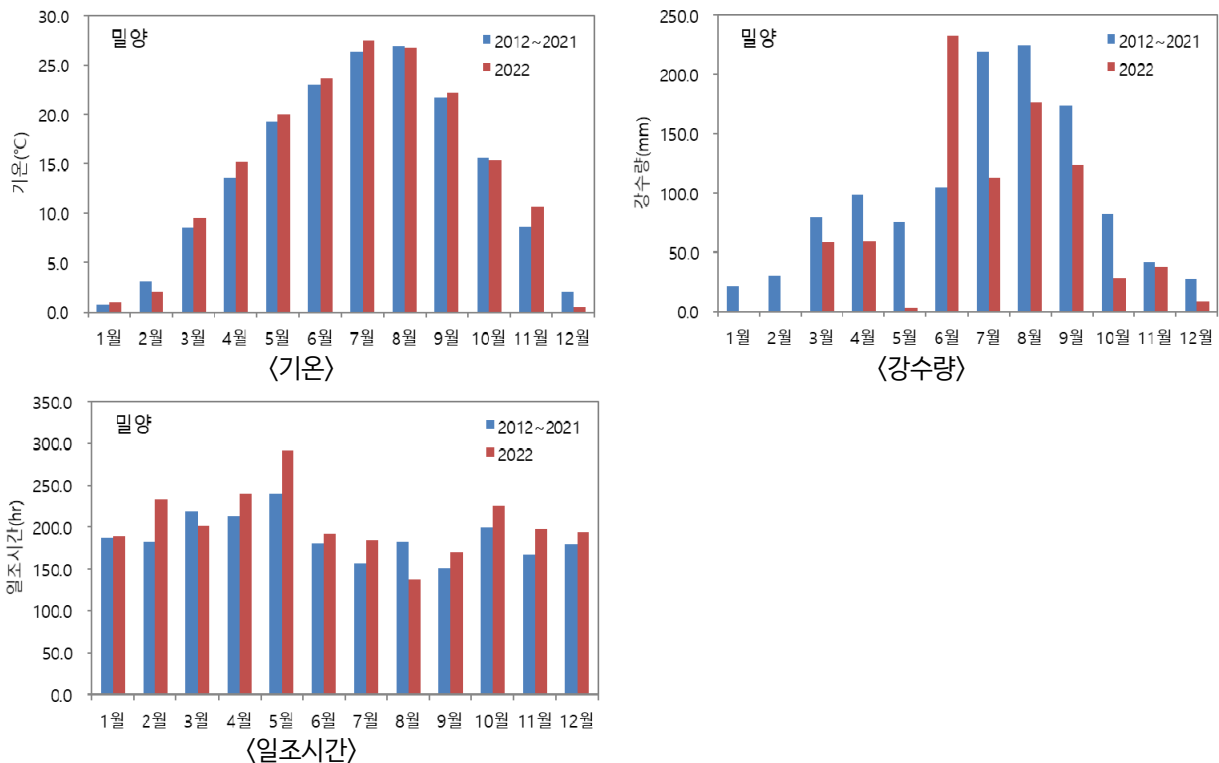
○ 밀양 기상관측소: 평균기온 및 일조시간 증가, 강수량 감소

창녕함안보 유역과 인접한 밀양 기상관측소의 기상 요소별 측정값 분석 결과, 2022년 연평균 기온은 14.6℃로 과거 10년간 평균기온보다 0.5℃ 증가하였다. 강수량은 843.2mm로 10년 평균보다 338.6mm 감소하였고, 6월에 평년보다 강수량이 증가하였으나, 5월, 7월, 10월에 감소 비율이 높았다. 2022년 일조시간은 2,456.7시간으로 과거 10년간 평균 일조시간보다 197.7시간 증가하였다.

표 2-2-14 밀양 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월)

| 기간 | 평균기온(℃) | 강수량(mm) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|-----------|-----------|
| 2012~2021 | 14.1 | 1,181.8 | 2,259.0 |
| 2022 | 14.6 | 843.2 | 2,456.7 |
| 증감 | 0.5 (↑) | 338.6 (↓) | 197.7 (↑) |

그림 2-2-5 밀양 기상관측소(창녕함안보) 기상 요소별 월평균 값



나. 체류시간 분석

○ 전년대비 체류시간 증가

2022년 보 구간 평균 체류시간은 8.2일로 전년도 6.4일보다 1.8일 증가하였다. 월별로는 4~7월에 전년 대비 1.7~3.8배로 증가하였으며, 1월 제외한 모든 시기에서 증가하였다. 2022년 2월에 16.8일로 체류시간이 가장 길었으며, 많은 강수량으로 인해 8~9월에 3일(2.4~2.5일) 미만으로 가장 짧았다. 2022년은 평년과는 다르게 7월 강수량이 낮았으며, 체류시간 5.9일로 전년 1.6일에 비해 4.3일 길었다. 보별로는 상주보에서 연평균 체류시간이 5.2일로 가장 짧았고, 강정고령보에서 12.5일로 가장 길었다.

표 2-2-15 낙동강 수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2021년 vs 2022년)

(단위 : 일)

| 구분 | 상주보 | | | 낙단보 | | | 구미보 | | | 칠곡보 | | |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2021 (A) | 2022 (B) | 비율 (B/A) | 2021 (A) | 2022 (B) | 비율 (B/A) | 2021 (A) | 2022 (B) | 비율 (B/A) | 2021 (A) | 2022 (B) | 비율 (B/A) |
| 1월 | 8.6 | 7.0 | 0.8 | 10.8 | 8.2 | 0.8 | 10.3 | 6.3 | 0.6 | 20.8 | 14.1 | 0.7 |
| 2월 | 8.7 | 7.5 | 0.9 | 10.5 | 9.0 | 0.9 | 17.3 | 16.4 | 0.9 | 26.1 | 21.9 | 0.8 |
| 3월 | 5.8 | 5.1 | 0.9 | 6.4 | 5.5 | 0.9 | 8.9 | 8.1 | 0.9 | 13.0 | 10.9 | 0.8 |
| 4월 | 2.9 | 5.2 | 1.8 | 3.1 | 5.8 | 1.9 | 5.0 | 9.7 | 1.9 | 7.3 | 12.6 | 1.7 |
| 5월 | 2.7 | 5.4 | 2.0 | 3.3 | 6.2 | 1.9 | 4.2 | 11.6 | 2.8 | 6.9 | 14.2 | 2.1 |
| 6월 | 2.4 | 4.8 | 2.0 | 3.3 | 5.6 | 1.7 | 5.3 | 8.4 | 1.6 | 7.9 | 10.5 | 1.3 |
| 7월 | 1.1 | 3.7 | 3.3 | 1.5 | 4.9 | 3.3 | 1.8 | 7.0 | 3.8 | 2.1 | 8.3 | 3.9 |
| 8월 | 1.8 | 1.9 | 1.1 | 1.5 | 2.1 | 1.5 | 2.1 | 2.5 | 1.2 | 2.4 | 3.6 | 1.5 |
| 9월 | 1.7 | 2.2 | 1.3 | 1.7 | 2.4 | 1.4 | 2.2 | 2.8 | 1.3 | 2.6 | 3.2 | 1.2 |
| 10월 | 3.5 | 5.5 | 1.6 | 4.3 | 6.9 | 1.6 | 6.9 | 8.8 | 1.3 | 8.1 | 11.5 | 1.4 |
| 11월 | 5.6 | 6.2 | 1.1 | 9.5 | 9.9 | 1.0 | 5.1 | 7.8 | 1.5 | 9.5 | 10.3 | 1.1 |
| 12월 | 6.5 | 8.2 | 1.3 | 9.4 | 13.3 | 1.4 | 5.9 | 6.4 | 1.1 | 10.8 | 12.6 | 1.2 |

| 구분 | 강정고령보 | | | 달성보 | | | 합천창녕보 | | | 창녕함안보 | | |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2021 (A) | 2022 (B) | 비율 (B/A) | 2021 (A) | 2022 (B) | 비율 (B/A) | 2021 (A) | 2022 (B) | 비율 (B/A) | 2021 (A) | 2022 (B) | 비율 (B/A) |
| 1월 | 16.8 | 16.3 | 1.0 | 8.3 | 6.6 | 0.8 | 3.8 | 4.6 | 1.2 | 15.2 | 15.1 | 1.0 |
| 2월 | 22.5 | 25.9 | 1.2 | 9.9 | 11.2 | 1.1 | 16.2 | 16.1 | 1.0 | 19.1 | 26.5 | 1.4 |
| 3월 | 10.4 | 10.5 | 1.0 | 5.0 | 7.1 | 1.4 | 5.8 | 6.7 | 1.2 | 6.1 | 10.0 | 1.6 |
| 4월 | 7.4 | 12.6 | 1.7 | 3.9 | 7.3 | 1.9 | 4.2 | 6.9 | 1.6 | 4.3 | 9.3 | 2.2 |
| 5월 | 6.8 | 15.7 | 2.3 | 3.5 | 9.4 | 2.7 | 3.7 | 9.1 | 2.5 | 3.9 | 13.0 | 3.3 |
| 6월 | 6.1 | 10.7 | 1.8 | 4.1 | 6.4 | 1.6 | 3.4 | 5.9 | 1.7 | 3.0 | 6.5 | 2.2 |
| 7월 | 2.0 | 8.4 | 4.1 | 1.3 | 5.0 | 3.9 | 1.5 | 4.5 | 3.1 | 1.1 | 5.1 | 4.7 |
| 8월 | 2.1 | 3.2 | 1.5 | 1.3 | 2.5 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 1.9 | 0.9 | 1.9 | 2.0 |
| 9월 | 2.6 | 3.2 | 1.2 | 2.0 | 2.1 | 1.0 | 1.4 | 1.6 | 1.2 | 1.3 | 1.5 | 1.1 |
| 10월 | 7.2 | 12.2 | 1.7 | 6.2 | 7.2 | 1.2 | 4.2 | 7.3 | 1.7 | 2.9 | 3.6 | 1.2 |
| 11월 | 9.6 | 13.0 | 1.4 | 7.7 | 7.5 | 1.0 | 5.7 | 7.5 | 1.3 | 8.2 | 7.4 | 0.9 |
| 12월 | 12.7 | 18.1 | 1.4 | 19.9 | 7.6 | 0.4 | 3.4 | 3.6 | 1.1 | 10.7 | 12.9 | 1.2 |

다. 수질인자 분석

보 설치 이후 기상 및 수리·수문 조건에 따른 수질 인자의 변화 경향을 분석하고자, 낙동강 수계 8개 보 지점에서 측정한 수질인자들에 대해 최근 3년(2019~2021년) 월평균 값과 2022년 월평균 값을 비교·분석하였다.

● 상주보: 수온 및 클로로필-*a* 증가, 총질소 및 총인 농도 감소

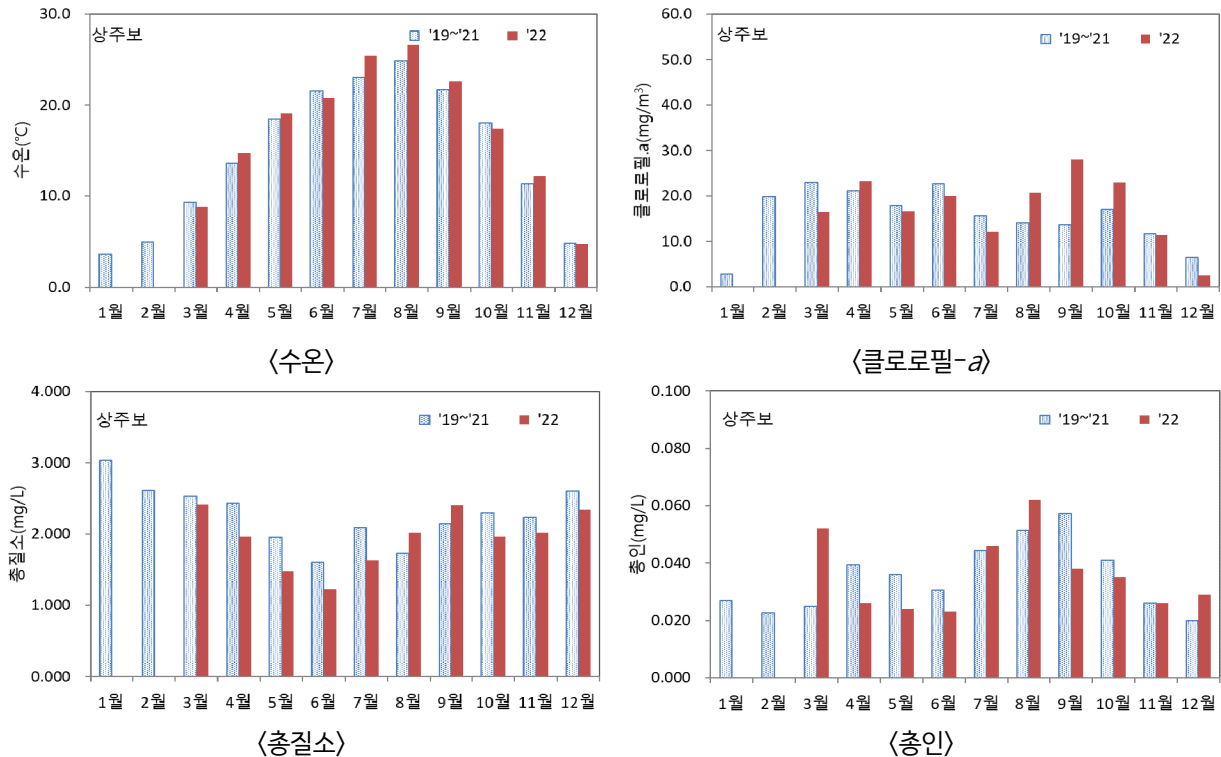
2022년 평균 수온(1~2월 결빙 제외)은 17.2℃로 지난 3년간 평균 수온보다 0.6℃ 증가하였으며, 시기별로 7~9월에 지난 3년 평균보다 최대 2.4℃ 높았다. 2022년 평균 클로로필-*a* 농도는 17.4mg/m³로 지난 3년간 평균보다 높았으며, 월별로는 8월과 9월에 증가 폭이 큰 것으로 나타났다. 2022년 평균 총질소는 1.946mg/L, 총인은 0.036mg/L로 지난 3년간 평균 농도와 비교할 때 두 항목 모두 감소하였다.

표 2-2-16 상주보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 16.6 | 16.3 | 2.162 | 0.037 |
| 2022 | 17.2 | 17.4 | 1.946 | 0.036 |
| 증감 | 0.6 (↑) | 1.1 (↑) | 0.216(↓) | 0.001 (↓) |

※ 1~2월의 경우 2022년 결빙으로 평균에서 제외

그림 2-2-6 낙동강 상주보 지점 수온 및 수질 농도 변화



○ 낙단보: 수온 및 클로로필-*a* 증가, 총질소 및 총인 농도 감소

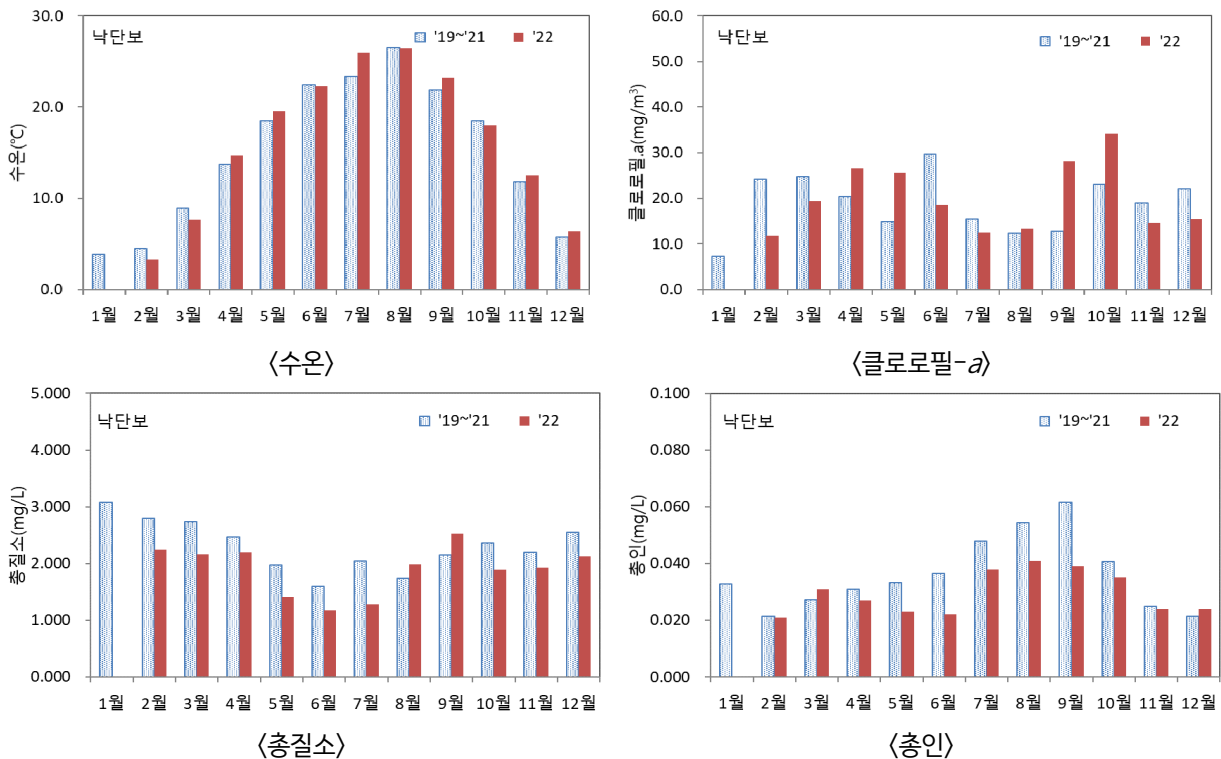
2022년 평균 수온(1월 결빙 제외)은 16.4℃로 지난 3년간 평균 수온보다 0.4℃ 증가하였으며, 7월과 9월에 지난 3년 평균보다 최대 2.6℃ 높았다. 2022년 평균 클로로필-*a* 농도는 20.0mg/m³로 지난 3년간 평균보다 높았으며, 2월과 6월에 큰 폭으로 감소하였으나, 4~5월, 9~10월에 높은 비율로 증가하였다. 2021년 평균 총질소는 1.904mg/L, 총인은 0.030mg/L로 지난 3년간 평균 농도와 비교할 때 두 항목 모두 감소하였다.

표 2-2-17 낙단보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 16.0 | 19.8 | 2.237 | 0.036 |
| 2022 | 16.4 | 20.0 | 1.904 | 0.030 |
| 증감 | 0.4 (↑) | 0.2 (↑) | 0.333 (↓) | 0.006 (↓) |

※ 1월의 경우 2022년 결빙으로 평균에서 제외

그림 2-2-7 낙동강 낙단보 지점 수온 및 수질 농도 변화



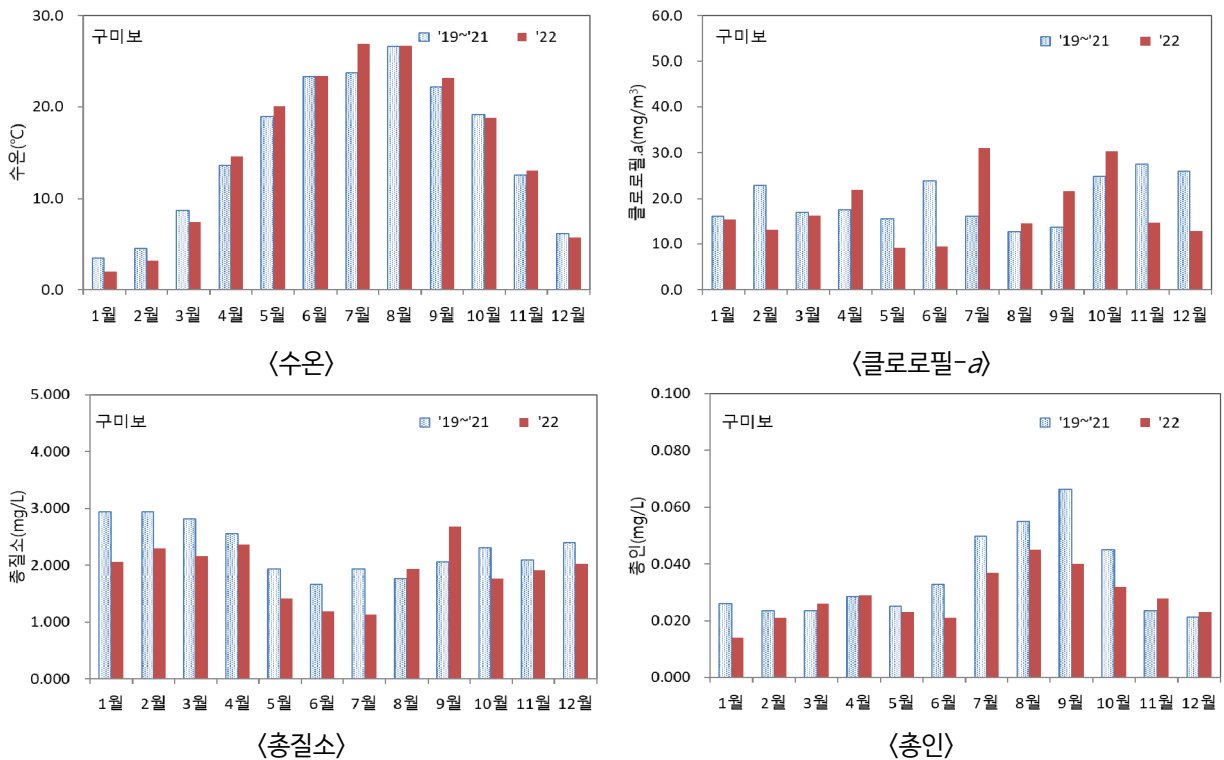
● 구미보: 수온 증가, 클로로필-a, 총질소 및 총인 농도 감소

2022년 평균 수온은 15.4℃로 지난 3년간 평균 수온보다 0.1℃ 증가하였으며, 시기별로 7월에 지난 3년 평균보다 최대 3.2℃ 높았다. 2022년 평균 클로로필-a 농도는 17.5mg/m³로 지난 3년간 평균보다 낮았으며, 시기별로 4월, 7~10월에 증가하였으나, 그 외 시기에는 지난 3년간 평균보다 낮았다. 2022년 평균 총질소는 1.908mg/L, 총인은 0.028mg/L로 지난 3년간 평균 농도 보다 감소하였다.

표 2-2-18 구미보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필-a(mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|----------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 15.3 | 19.4 | 2.284 | 0.035 |
| 2022 | 15.4 | 17.5 | 1.908 | 0.028 |
| 증감 | 0.1 (↑) | 1.9 (↓) | 0.376 (↓) | 0.007 (↓) |

그림 2-2-8 낙동강 구미보 지점 수온 및 수질 농도 변화



○ **칠곡보: 수온 증가, 클로로필-a, 총질소 및 총인 농도 감소**

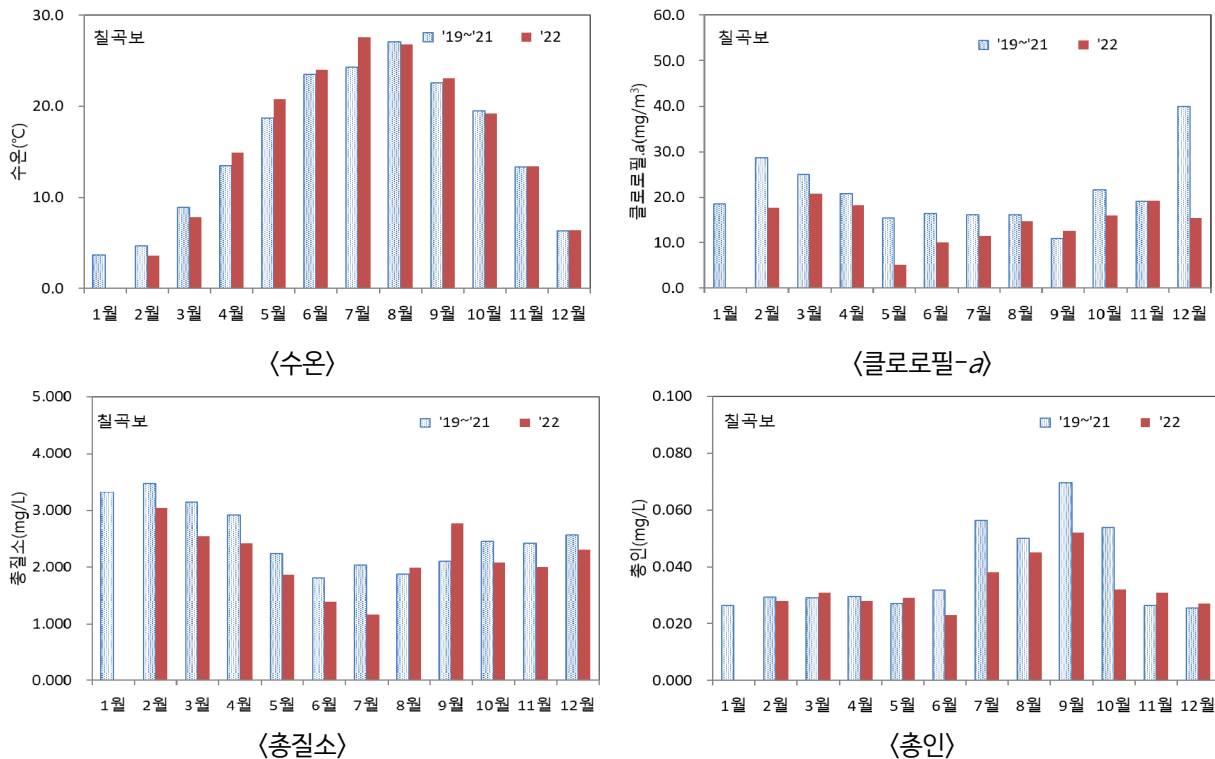
2022년 평균 수온(결빙으로 1월 제외)은 17.1℃로 지난 3년간 평균 수온보다 0.5℃ 증가하였으며, 1~3월(1월은 결빙)까지 지난 3년 평균보다 낮았고 그 외 시기에는 대체로 높았다. 2022년 평균 클로로필-a 농도는 14.7mg/m³로 지난 3년간 평균보다 낮았으며, 12월의 경우 지난 3년간 평균보다 2.6배 낮은 것으로 나타났다. 2022년 평균 총질소는 2.140mg/L, 총인은 0.033mg/L로 지난 3년간 평균 농도와 비교할 때 두 항목 모두 감소하였다.

표 2-2-19 칠곡보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필-a(mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|----------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 16.6 | 20.9 | 2.457 | 0.039 |
| 2022 | 17.1 | 14.7 | 2.140 | 0.033 |
| 증감 | 0.5 (↑) | 6.2 (↓) | 0.317 (↓) | 0.006 (↓) |

※ 1월의 경우 '22년 결빙으로 평균에서 제외

그림 2-2-9 낙동강 칠곡보 지점 수온 및 수질 농도 변화



○ 강정고령보: 수온, 총인 농도 증가, 클로로필-*a* 및 총질소 농도 감소

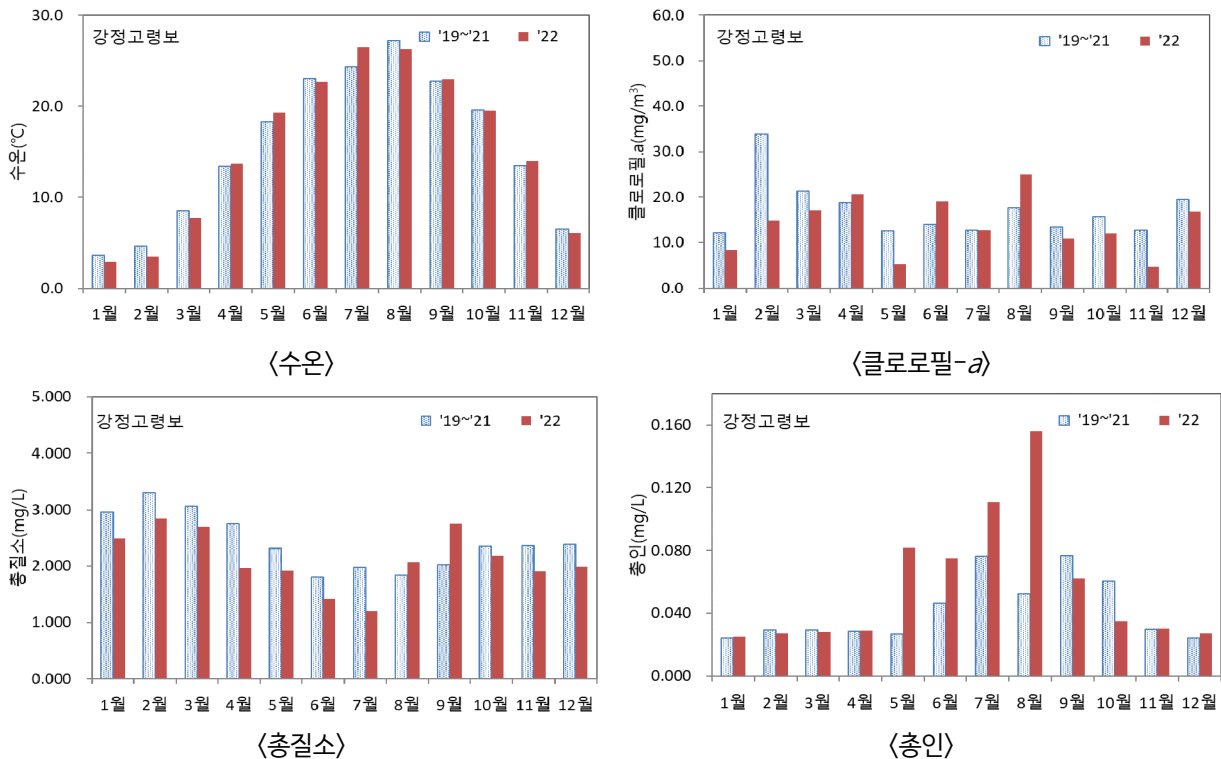
2022년 평균 수온은 16.6℃로 지난 3년간 평균 수온보다 0.1℃ 증가하였다. 2022년 평균 클로로필-*a* 농도는 14.5mg/m³로 지난 3년간 평균보다 낮았으며, 월별로는 2월에 감소 폭이 가장 큰 것으로 나타났다. 2022년 평균 총질소는 2.086mg/L, 총인은 0.060mg/L로 총질소는 8~9월을 제외한 대부분의 시기에서 지난 3년간 평균 농도보다 감소하였고, 총인의 경우 5~8월과 큰 폭으로 증가하였으며, 지난 3년간 평균 농도보다 최대 3배가량 높은 농도로 나타났다.

표 2-2-20 강정고령보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 16.5 | 17.5 | 2.379 | 0.044 |
| 2022 | 16.6 | 14.5 | 2.086 | 0.060 |
| 증감 | 0.1 (↑) | 3.0 (↓) | 0.293 (↓) | 0.016 (↑) |

※ 1월의 경우 '21년 결빙으로 평균에서 제외

그림 2-2-10 낙동강 강정고령보 지점 수온 및 수질 농도 변화



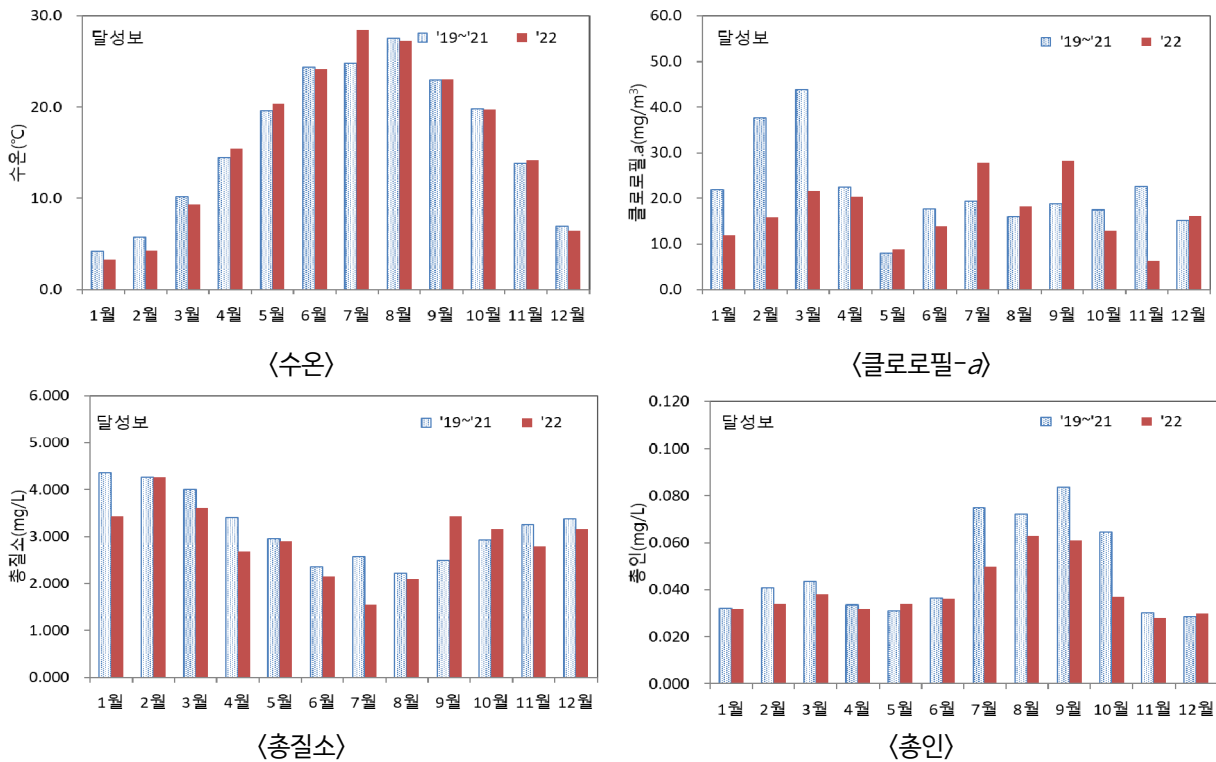
○ 달성보: 수온 증가, 클로로필-a, 총질소 및 총인 농도 감소

2022년 평균 수온은 16.3℃로 지난 3년간 평균 수온보다 0.1℃ 증가하였으며, 시기별로 7월에 지난 3년 평균보다 최대 3.6℃ 높았다. 2022년 평균 클로로필-a 농도는 16.8mg/m³로 지난 3년간 평균보다 낮았으며, 월별로는 1~3월에 감소 폭이 큰 것으로 나타났다. 2022년 평균 총질소는 2.936mg/L, 총인은 0.040mg/L로 지난 3년간 평균 농도와 비교할 때 두 항목 모두 감소하였다.

표 2-2-21 달성보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필-a(mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|----------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 16.2 | 21.7 | 3.182 | 0.048 |
| 2022 | 16.3 | 16.8 | 2.936 | 0.040 |
| 증감 | 0.1 (↑) | 4.9 (↓) | 0.246 (↓) | 0.008 (↓) |

그림 2-2-11 낙동강 달성보 지점 수온 및 수질 농도 변화



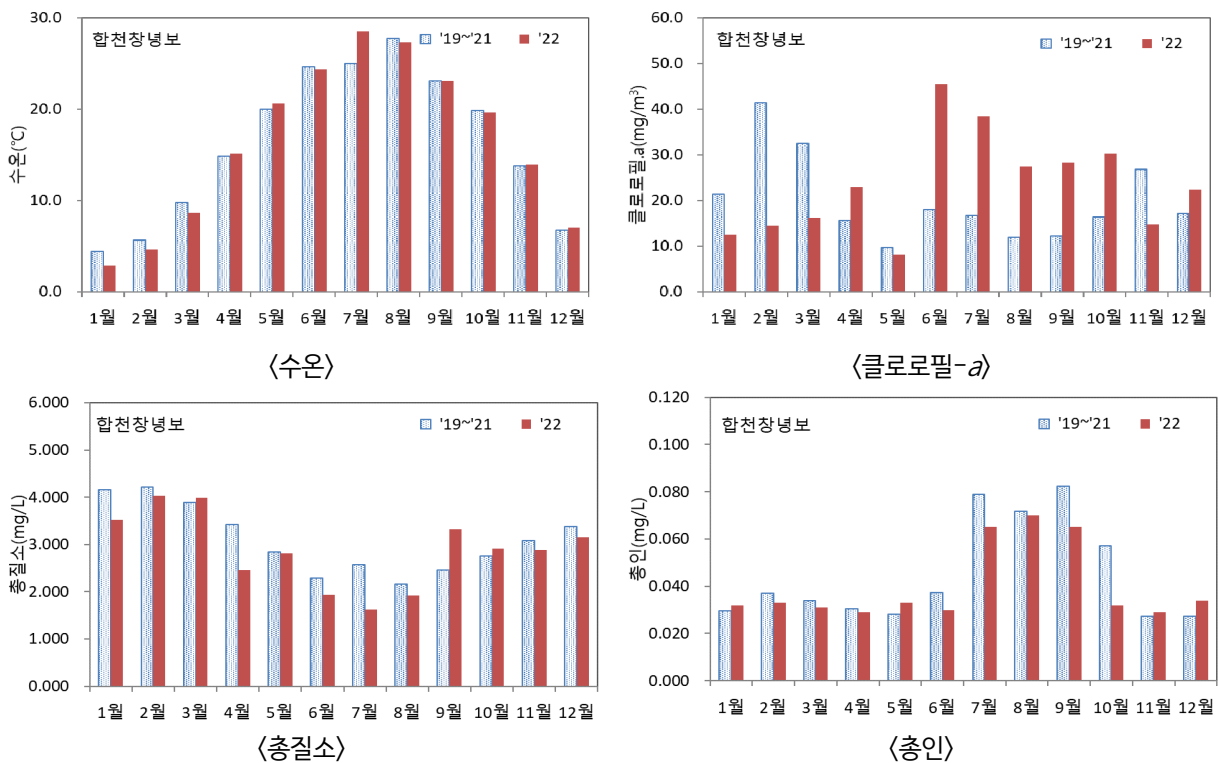
○ 합천창녕보: 수온 동일, 클로로필-*a* 증가, 총질소 및 총인 농도 감소

2022년 평균 수온은 16.3℃로 지난 3년간 평균 수온과 동일하였으며, 시기별로 7월에 지난 3년 평균보다 최대 3.5℃ 높았으나, 그 외 시기에는 대체로 낮거나 유사하였다. 2021년 평균 클로로필-*a* 농도는 23.4mg/m³로 지난 3년간 평균보다 높았으며, 월별로는 1~3월에 감소 폭이 컸으나, 6~10월 최대 2.5배 높은 농도로 나타났다. 2022년 평균 총질소는 2.878mg/L, 총인은 0.040mg/L로 지난 3년간 평균 농도와 비교할 때 두 항목 모두 감소하였다.

표 2-2-22 합천창녕보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|-------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 16.3 | 19.9 | 3.104 | 0.045 |
| 2022 | 16.3 | 23.4 | 2.878 | 0.040 |
| 증감 | (-) | 3.5 (↑) | 0.226 (↓) | 0.005 (↓) |

그림 2-2-12 낙동강 합천창녕보 지점 수온 및 수질 농도 변화



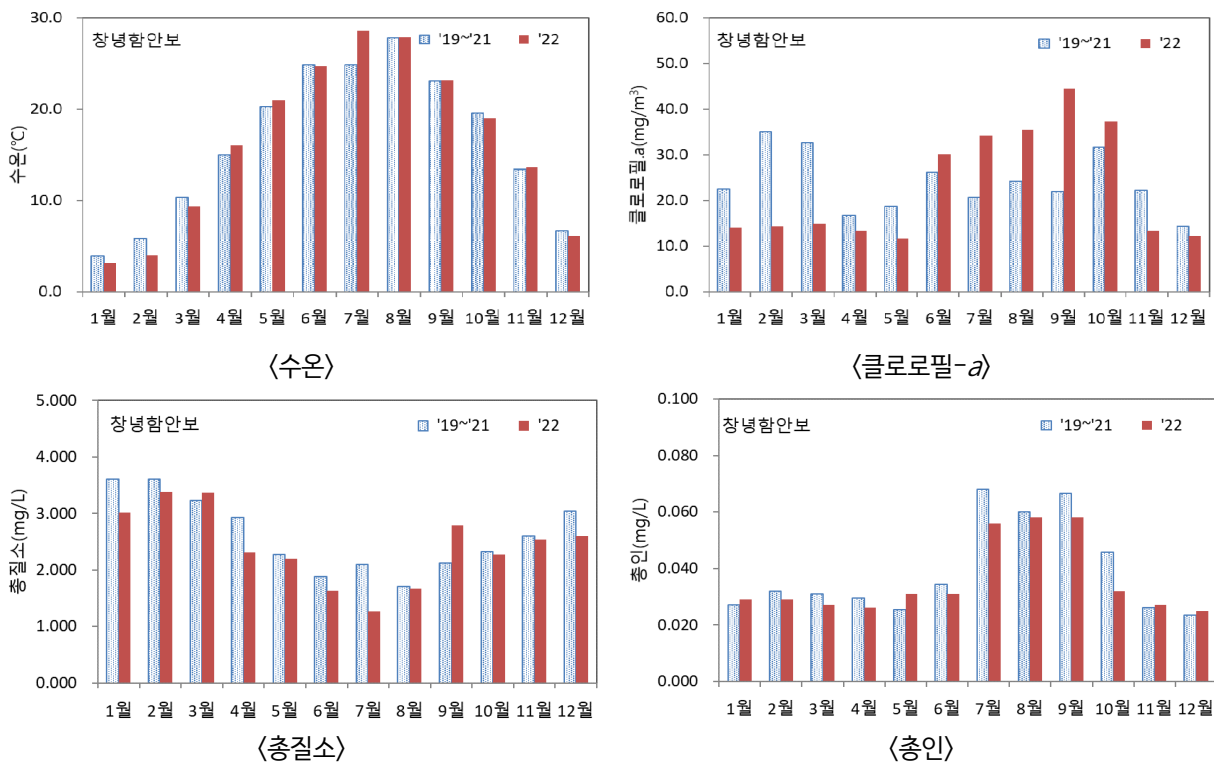
○ **창녕함안보: 수온 증가, 클로로필-a, 총질소 및 총인 농도 감소**

2022년 평균 수온은 16.4℃로 지난 3년간 평균 수온보다 0.1℃ 증가하였으며, 시기별로 7월에 지난 3년 평균보다 최대 3.8℃ 높았다. 2022년 평균 클로로필-a 농도는 22.9mg/m³로 지난 3년간 평균보다 낮았으며, 월별로는 1~3월에 감소 폭이 컸으나, 6~10월 최대 2배 높은 농도로 나타났다. 2022년 평균 총질소는 2.419mg/L, 총인은 0.036mg/L로 지난 3년간 평균 농도와 비교할 때 두 항목 모두 감소하였다.

표 2-2-23 창녕함안보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필-a(mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|----------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 16.3 | 23.9 | 2.616 | 0.039 |
| 2022 | 16.4 | 22.9 | 2.419 | 0.036 |
| 증감 | 0.1 (↑) | 1.0 (↓) | 0.197 (↓) | 0.003 (↓) |

그림 2-2-13 낙동강 창녕함안보 지점 수온 및 수질 농도 변화



참 고 일정별 주요사항

| 일 자 | 주요사항 | 세부내용 |
|-------|--------------------------------|---|
| 4.21 | 상반기 낙동강 중상류 조류대책실무위원회 개최 | 2022년도 낙동강 중상류 조류발생 대응방안 논의 등 |
| 5.10 | 낙동강 중상류 조류대응 상황실 운영 | 조류발생에 대비 조류모니터링, 신속한 상황전파 등을 위한 조류관리 상황실 운영 |
| 5.27 | 2022년도 조류경보제 시행계획 수립 | 2021년 조류경보제 시행계획 수립(대구청) |
| 6.2 | 물금·매리 조류경보 ‘관심’단계 발령 | 물금·매리 조류경보제 ‘관심’ 단계(6.2~6.22, 21일) |
| 6.3 | 상반기 낙동강 중상류 조류대책위원회 개최 | 2022년 조류대응 추진정책 논의 및 자문 등 |
| 6.16 | 해평, 강정고령, 칠서 조류경보 ‘관심’단계 발령 | 해평 조류경보제 ‘관심’ 단계(6.16~7.20, 35일) 강정고령 조류경보제 ‘관심’ 단계(6.16~6.22, 7일) 칠서 조류경보제 ‘관심’ 단계(6.16~6.29, 14일) |
| 6.23 | 강정고령, 물금·매리 조류경보 ‘경계’ 단계 발령 | 강정고령 조류경보제 ‘경계’ 단계(6.23~7.27, 35일) 물금·매리 조류경보제 ‘경계’ 단계(6.23~8.24, 63일) |
| 6.30 | 칠서 조류경보 ‘경계’ 단계 발령 | 칠서 조류경보제 ‘경계’ 단계(6.30~8.24, 56일) |
| 7.21 | 해평 조류경보 ‘경계’ 단계 발령 | 해평 조류경보제 ‘경계’ 단계(7.21~8.15, 26일) |
| 7.28 | 강정고령 조류경보 ‘관심’ 단계 발령 | 강정고령 조류경보제 ‘관심’ 단계(7.28~8.10, 14일) |
| 8.4 | 진양호 조류경보 ‘관심’ 단계 발령 | 진양호 조류경보제 ‘관심’ 단계(8.4~9.21, 49일) |
| 8.11 | 강정고령 조류경보 ‘경계’ 단계 발령 | 강정고령 조류경보제 ‘경계’ 단계(8.11~8.17, 7일) |
| 8.16 | 해평 조류경보 ‘관심’ 단계 발령 | 해평 조류경보제 ‘관심’ 단계(8.16~9.7, 23일) |
| 8.18 | 강정고령 조류경보 ‘관심’ 단계 발령 | 강정고령 조류경보제 ‘관심’ 단계(8.18~9.7, 21일) |
| 8.25 | 칠서, 물금·매리, 사연호 조류경보 ‘관심’ 단계 발령 | 칠서 조류경보제 ‘관심’ 단계(8.25~12.21, 119일) 물금·매리 조류경보제 ‘관심’ 단계(8.25~10.26, 63일) 사연호 조류경보제 ‘관심’ 단계(8.25~9.14, 21일) |
| 9.22 | 해평, 강정고령 조류경보 ‘관심’단계 발령 | 해평 조류경보제 ‘관심’ 단계(9.22~10.12, 21일) 강정고령 조류경보제 ‘관심’ 단계(9.22~10.6, 14일) |
| 9.27 | 하반기 낙동강 중상류 조류대책위원회 개최 | 2022년 조류대응 추진정책 평가 및 자문 등 |
| 9.29 | 하반기 낙동강 중상류 조류대책실무위원회 개최 | 2022년 조류대책위원회 안건 공유 및 세부사항 논의 등 |
| 10.27 | 물금·매리 조류경보 ‘경계’ 단계 발령 | 물금·매리 조류경보제 ‘경계’ 단계(10.27~11.14, 19일) |
| 11.10 | 강정고령 조류경보 ‘관심’ 단계 발령 | 강정고령 조류경보제 ‘관심’ 단계(11.10~12.7, 28일) |
| 11.15 | 물금·매리 조류경보 ‘관심’ 단계 발령 | 물금·매리 조류경보제 ‘관심’ 단계(11.15~12.14, 30일) |

참고 주요 언론보도

| 보도일자 | 보도매체명 | 보도제목·주요내용 | |
|------|--------|------------------------------------|---------------------------|
| 3.23 | YTN | 환경단체 낙동강 뚝에서 독성 녹조 검출... 대책 필요 | |
| 4.27 | KBS뉴스 | 녹조 독성물질 농산물 급식 우려에도 대구·경북은 뒷짐 | |
| 5.9 | 대구MBC | 녹조 독 든 농산물 급식 중단하라...교육청 규탄 | |
| 5.26 | 안동MBC | 녹조 대비 환경부, 낙동강 맞춤 대책 실시 | |
| | KBS대구 | 운문댐 저수율 하락... 8만 가구 수계 전환 | |
| 6.2 | 경남도민신문 | 낙동강 물금·매리지점 조류경보 '관심' 단계 첫 발령 | |
| | 오마이뉴스 | 낙동강 물금·매리지점 조류경보 '관심', 올해 첫 발령 | |
| 6.11 | 경남도민신문 | 낙동강 칠서 지점 조류경보 '관심'단계 발령 | |
| | KNN | 낙동강 칠서 지점 조류경보 관심 단계 발령 | |
| 6.13 | 대구MBC | 환경운동연합 '낙동 올해 첫 녹조 발견' 수문 개방 요구 | |
| 6.14 | 영남일보 | 벌써 녹조로 얼룩진 영주댐 | |
| 6.16 | 대구신문 | 낙동강 녹조 확산... 수돗물 문제 없을까 | |
| | 대구MBC | 이번 여름도 '녹조라떼'...측정 방법조차 '아직' | |
| 6.17 | 경북도민일보 | 해평, 강정고령 지점 관심 첫 발령 | |
| | 경북신문 | 해평, 강정고령 지점 관심 첫 발령 | |
| | 연합뉴스 | 해평, 강정고령 지점 관심 첫 발령 | |
| 6.20 | 오마이뉴스 | 드론 띄워서 본 낙동강...14년간 이런 녹조는 처음 | |
| 6.22 | 매일신문 | 녹조로 얼룩진 낙동강 | |
| | 연합뉴스 | '초록빛 낙동강' 물금·매리 지점 조류경보 경계로 상향 | |
| 6.23 | 오마이뉴스 | 낙동강 하류 물금·매리 녹조 더 악화, 21일 만에 관심→경계 | |
| | 경남매일신문 | 낙동강 물금·매리 조류경보 '경계' 상향 | |
| | 경북도민일보 | 대구환경청, 낙동강 강정고령보 조류경보 '경계' 격상 | |
| 6.24 | 영남일보 | 강정고령보 조류 '경계'로 격상 | |
| | 대구일보 | 강정고령보 조류경보 '경계' | |
| | 경상매일신문 | 대구환경청, 강정고령보 조류경보 단계 격상 | |
| | 경북일보 | 낙동강 조류경보 '경계' 격상 | |
| | 경북연합일보 | 강정고령보 조류경보 '경계' 발령 | |
| | 경북신문 | 대구환경청, 낙동강 강정고령보 조류경보 '경계'로 격상 | |
| | 경북매일 | 낙동강 강정고령보 조류경보 '관심→경계' 단계 격상 | |
| | 6.29 | 뉴스핌 | 낙동강에 또다시 녹조...환경단체 보 개방해야 |

| 보도일자 | 보도매체명 | 보도제목·주요내용 |
|--------------------------------|---------|-------------------------------------|
| 6.30 | 경남신문 | 낙동강 칠서지점 조류경보 '경계' 상향 |
| | CNB뉴스 | 낙동강청, 칠서 지점 조류경보 '경계' 단계 발령 |
| | KNN | 낙동강 칠서 지점 조류경보 '경계'...2주 만에 상향 조정 |
| 7.4 | 대경일보 | 낙동강 녹조 확산 막아라 초비상 |
| 7.5 | 영남일보 | '녹조라떼' 된 낙동강 수상레저 활동 금지 모든 보 즉각 개방을 |
| 7.8 | TBC대구방송 | 폭염 속 녹조 창궐...수돗물 정수 비상 |
| 7.12 | 대구신문 | 녹조 잡으려다 발암물질 대구 수돗물 안전 '비상' |
| 7.13 | 매일신문 | 녹조 없애려 염소량 늘린 대구, 수돗물 안전 비상 |
| | 경향신문 | 두 달 일찍 녹조로 덮인 낙동강...“대구시민 식수원인데” |
| 7.21 | KBS | 진주 진양호 판문 지점 조류경보 '관심' 발령 |
| | 연합뉴스 | 경남 서부권 식수원 진양호에 조류경보 '관심' 발령 |
| | 경남도민신문 | 진주 진양호 판문지점 조류경보 '관심' 단계 발령 |
| 7.22 | 대구신문 | 낙동강 칠곡보 조류경보 '경계' 격상 |
| | 경북연합일보 | 칠곡보 조류 경보 '경계' 단계로 격상 |
| | 경북매일 | 낙동강 칠곡보 조류경보 '경계' 격상...정수처리 강화 |
| | 경북도민일보 | 대구 칠곡보 조류경보 '경계' 격상 |
| 7.25 | 대구KBS | 낙동강 보 모두 녹조 '경계'...수돗물 비상 |
| | 부산일보 | 낙동강에 노란 참외가 '동동'...이곳에 무슨 일이 |
| 7.29 | 대구신문 | 대구 수돗물서 독성물질?...“대책 마련”vs“문제 없어” |
| | 대경일보 | 대구 수돗물서 '마이크로시스틴' 환경단체 “즉각 단수조치 시켜야 |
| | 경북일보 | 낙동강 강정고령보 조류경보 대구환경청, 관심 단계로 하향 |
| | | 대구 수돗물서 독성물질 마이크로시스틴 검출 |
| | 경북연합일보 | 강정고령 조류경보 '관심' 단계로 하향 |
| | 경북신문 | 대구환경청, 낙동강 강정고령 조류경보 '관심' 단계로 하향 |
| | 대구MBC | [뉴스+] 녹조 심해지는데...대구 수돗물 안전한가 |
| 대구시 “수돗물 추가 조사 약속 거부하고 연기”, 왜? | | |
| 환경청, 강정고령보 조류경보 '관심' 단계로 하향 | | |
| | | “제2의 페놀 사태, 대구시·환경부 사과하라” |
| 8.2 | 영남일보 | “수돗물 녹조 검출에 문제 없다는 대구시 규탄” |
| | 경북도민일보 | 대구 수돗물 녹조 발암물질 검출 “안전 이상없나” |
| | 경북일보 | “대구 수돗물 취학 아동 건강 위협” |
| | 대구MBC | “수돗물 마이크로시스틴 검출, 당국의 대응 무책임” |
| 8.3 | 매일신문 | 여름마다 상수원 녹조 점령...동남아 해충에 몸살 |
| | 영남도민일보 | 남의 일 아닌 대구 수돗물 녹조 오염 |

| 보도일자 | 보도매체명 | 보도제목·주요내용 |
|------|--------|---|
| 8.4 | 대구신문 | [사설] 대구시민, 독성 녹조 수돗물 계속 마셔야 하나 |
| | MBC | 학계-환경단체, 4일부터 낙동강 녹조 상태 조사 |
| | 안동MBC | 환경단체, '낙동강 녹조 독소' 주요 구간 현장 조사 |
| | KBS | 진주 진양호 내동지점 '조류경보 관심' 발령 |
| | 경남도민신문 | 진주 진양호 내동지점 조류경보 '관심'단계 발령 |
| 8.5 | 대구MBC | 낙동강 전체가 독성물질...최대 기준치 천 배 |
| 8.8 | 영남일보 | 초록 물에 실지렁이 나오고 곰팡내 진동 |
| | | [사설] 낙동강 녹조, 수질 개선용인 영주댐까지 점령했다니 |
| 8.9 | 매일신문 | 대구 수돗물 독성물질 미검출 |
| 8.10 | 한겨레 | 시루떡 된 녹조, 죽겠더라...물 좀 흐르게 해 주이소 |
| | 영남일보 | 환경부 "같은 분석법에도 수돗물 녹조독소 미검출" |
| | 경북일보 | 대구 수돗물 '마이크로시스틴 검출' 공방 |
| 8.12 | 경북신문 | 대구환경청, 강정고령보 조류경보 '경계'로 격상 |
| | 경상매일신문 | 강정고령보 조류경보 관심→경계 단계 격상 |
| | KBS대구 | 낙동강 강정고령보 조류경보 '경계' 상향 |
| 8.17 | 대구일보 | 칠곡보 해평지점 조류경보 경계→관심 단계 하향조정 |
| 8.18 | 경상매일신문 | 대구환경청 낙동강 칠곡보 조류 '관심' 하향 |
| 8.19 | 경북연합일보 | 대구환경청, 강정고령보 조류경보 '관심' 하향 |
| | 대구일보 | 칠곡·강정고령보 녹조 감소 조류경보 '관심' 단계로 하향 |
| | 뉴스스 | 강정고령보 조류경보, 7일 만에 '관심' 단계로 하향 |
| | 대구MBC | 낙동강 강정고령보 조류경보 경계→관심 하향 |
| 8.22 | KBS | 강정고령보 조류경보 '관심' 단계 하향 |
| 8.25 | KBS | 낙동강환경청, 울산 사연호에 조류경보 '관심' 발령 |
| | 경남도민신문 | 낙동강 물금 매리·칠서지점 조류경보 '관심' 단계 발령 |
| | 뉴스스 | 낙동강 물금·매리, 칠서지점 등 조류경보 '관심' 단계 발령 |
| 8.26 | 뉴스스 | 환경단체 "낙동강 녹조, 바다까지 오염시켰다" |
| | 영남일보 | 낙동강 조류 완화됐지만 근본 해결책 필요 |
| | 대경일보 | 낙동강 녹조서 치매유발 신경독소 검출 |
| 8.29 | 영남일보 | 대구 환경단체 '낙동강서 녹조 독소 발견' |
| 9.1 | 대구MBC | 대구·부산·경남 가정집 수돗물서 마이크로시스틴 검출... "미국 기준치 5.83배 초과" |
| | 경북일보 | 영남구너 6곳 수돗물 녹조 독 검출 놓고 대립 환경단체 "위험하다" vs환경부 "안전한 물" |
| | 대구MBC | 영남지역 가정집 수돗물 독성물질 검출 |
| | 대구신문 | 정부 "수돗물 발암물질 주장, 신뢰도 낮다" |
| | 대구MBC | [뉴스+] 수돗물에 독성물질, 경악 넘어 공포 |
| 9.5 | 영남일보 | 수전필터 달고 생수 쟁여놓고... '과일 씻을 때도 수돗물 안 써' |

| 보도일자 | 보도매체명 | 보도제목·주요내용 |
|------|--------|--|
| 9.8 | KBS대구 | 대구환경청 칠곡보·강정고령보 조류경보 해제 |
| | 뉴스1 | 대구환경청 칠곡보·강정고령보 조류경보 해제 |
| | 뉴시스 | 대구환경청 칠곡보·강정고령보 조류경보 해제 |
| 9.13 | 영남일보 | 포항 378.7mm 등 올 가장 많은 비 가뭄 식수난 해결 조류경보도 해제 |
| | 대구신문 | 저수율 75%까지 오른 운문댐 |
| 9.14 | 대구신문 | 태풍 지나간 낙동강 중상류 녹조 줄었다 |
| | 경북신문 | 환경부 “영남권 수돗물 조류독소 無 |
| 9.15 | 경북도민일보 | 환경부 “영남권 수돗물에 독성물질 없다” |
| | 대경일보 | 환경부, 낙동강 독소 검출위험 축소·은폐 |
| 9.19 | 대구신문 | 수돗물 독성물질 있다vs없다...끝없는 공방 |
| | 대구MBC | 환경부, 수돗물 조류 독소 부실 해명 |
| | KBS | 사연호 반연리 지점 조류경보 발령 21일 만에 해제 |
| | 연합뉴스 | 울산 사연호 조류경보 '관심' 단계 발령 21일 만에 해제 |
| 9.22 | 오마이뉴스 | 영주댐에서 지독한 녹조 발생.. 드론 띄워 살펴보니 환경단체 ‘낙동강 주변 공기 중에서 녹조 독소 나왔다’ |
| | 매일신문 | 낙동강 주변 공기서 녹조 독소 검출 |
| | 영남일보 | 대구 환경단체 “낙동강 인근 공기서 녹조 독소 검출” |
| | 대구일보 | 낙동강을 살려내라! |
| | 대구신문 | 낙동강 인근 공기 중에도 녹조 독소 검출 |
| | 대경일보 | 미세먼지급 위협... 녹조라떼 ‘남세균’ 주변 공기에도 퍼진다 |
| | 경북일보 | 환경단체 “낙동강 공기에 녹조 독소 떠다녀” |
| | KBS | “낙동강변 공기서도 녹조 독성 물질”...“연구조사중” |
| | TBC | 낙동강 녹조 독소 공기에서도 발견 |
| | 대구MBC | ‘낙동강 독성 물질’, 농산물·수돗물에 이어 공기 중에서도... |
| | 뉴시스 | 진주 진양호 내동·판문지점 조류경보 해제 |
| 9.23 | 연합뉴스 | 태풍에 녹조 멈칫...진주 진양호 내동, 판문 조류경보 해제 |
| | 영남일보 | 칠곡보·강정고령보 조류경보 ‘관심’ 발령 2주만에 녹조 재증식 |
| | 경북신문 | 대구환경청, 칠곡보·강정고령보 2주만에 조류경보 ‘관심’ 단계 발령 |
| | 경북연합일보 | 칠곡보·강정고령보에 조류경보 ‘관심’ 발령 |
| | 경북일보 | 낙동강 칠곡보·강정고령보 조류경보 ‘관심’ 발령 |
| | 경상매일신문 | 칠곡보·강정고령보 조류경보 ‘관심’ 단계 발령 |
| 10.4 | 대구신문 | 환경부, 낙동강 에어로졸 확산 검토 내년 12월까지 전문가 연구용역 칠곡보·강정고령보, 녹조 현상 재발생 |
| | 영남일보 | 녹조 창궐 영주댐 불법 담수 중단을 |
| 10.5 | 안동MBC | 가을에도 영주댐 녹조 창궐... 담수 중단 촉구 |

| 보도일자 | 보도매체명 | 보도제목·주요내용 |
|------------------------------|----------------------------|--|
| 10.6 | 영남일보 | 대구상수도 '조류독소' 수질 검사 강화 |
| | 대구일보 | 대구 수돗물 안전...마이크로시스틴 검출 안돼 |
| | 대경일보 | 대구 수돗물, 안심하고 마셔도 됩니다. |
| | 경안일보 | 대구상수도사업본부 "수돗물 안심하세요" |
| | | 대구 수돗물, 고도정수처리로 'WHO 식수 안전기준' 충족 |
| 경상매일신문 | 대구 수돗물 관리 철저... "안심하고 드세요" | |
| 10.7 | 영남일보 | 대구 수질검사 강화... '물 걱정' 덜어줄 선제적 조치 기대 |
| | 경북연합일보 | 환경청, 강정고령보 조류경보 14일만에 해제 |
| | 대구MBC | 낙동강 강정고령보 조류경보 14일 만에 '관심' 해제 |
| '녹조 의심' 대구 수돗물, 대구시 공동 조사 거부 | | |
| 10.13 | 대구MBC | 대구 수돗물 필터 연두색 물질, 녹조로 확인 |
| 10.14 | 경북연합일보 | 대구환경청, 칠곡보 조류경보 '관심' 단계 해제 |
| | 경북매일 | 칠곡보, 조류경보 해제...대구 경북 하천·호소 모두 해제 |
| 10.17 | 대경일보 | 낙동강 물고기서도 녹조 독성물질 마이크로시스틴 검출 |
| 10.19 | 대구MBC | 대구시, 현미경 검사하고 인체에 무해한 녹조류 |
| 10.26 | 경남매일 | 취수원 다변화 앞서 조류 독소 해결을 |
| 10.27 | 연합뉴스 | 낙동강 물금·매리 지점 '조류 경보 경계'...일사량 증가 등 원인 |
| | KBS | 낙동강 물금·매리 148일째 조류경보... '경계' |
| | 경남일보 | 낙동강 물금·매리 지점 조류 경보 '경계'단계 발령 |
| 11.10 | 대구신문 | 대구 수돗물 조류독소 검출, 공정·투명한 조사 필요 |
| | 경북일보 | 낙동강 강정고령지점 조류경보 '관심' 발령 |
| 11.11 | 영남일보 | 강정고령보 조류경보 '관심' 유해남조류 수 발령기준 넘어 |
| 11.15 | 연합뉴스 | 낙동강 물금·매리지점 조류 경보 '경계'→'관심' 하향 |
| | 뉴시스 | 낙동강 물금·매리지점 조류 경보 '관심' 단계로 하향 |
| 12.6 | 경북도민일보 | 가정집 필터 녹조 독성 無 대구 수돗물 안전 이상 無 |
| | 경북연합일보 | 수돗물필터 속 녹색물질 인체에 무해 |
| | 경북일보 | 대구상수도사업본부 "수돗물 남세균 독소 미검출" |
| | 경상매일신문 | 대구상수도 "수돗물 남세균 독소 안나왔다" |
| | 대구신문 | 대구 수돗물필터 녹색물질 '인체 무해' |
| | 대구MBC | '현풍읍 수돗물 필터' 공동 조사 결과...남세균 포함된 것으로 확인 |
| 12.9 | 경북연합일보 | 낙동강 강정고령보 조류경보 완전 해제 |
| | 대구MBC | 환경단체 "남세균 실태조사와 관리대책 마련해야" |
| 12.15 | 경남신문 | 낙동강(물금·매리 구간) 조류경보 196일 만에 해제 '역대 최장' |
| | 뉴시스 | 낙동강 물금·매리지점 조류경보 해제 |
| | 경남도민신문 | 낙동강 물금·매리지점 조류경보 해제 |
| 12.23 | 대구MBC | 남세균 확인한다면서 엉뚱한 조사한 국립환경과학원 |

제3절 금강수계

1. 금강 수계 일반현황

가. 수계 조류 발생 특성

금강은 전라북도 장수군 신무산에서 발원하여 군산에서 서해로 흘러드는 우리나라에서 3번째로 큰 강으로 길이는 397.8km, 유역면적은 9,912.15km²이다.

금강 상류에는 용담호와 대청호가 있으며, 중하류 구간에 세종보, 공주보 백제보 총 3개의 보가 설치되어 있으며 대청호 등 매년 조류발생으로 녹조현상이 빈번하게 관측되고 있다.

나. 조류경보제(운영지점, 관찰지점) 적용 구간

● 조류경보제 운영지점

금강수계에서 조류경보제를 운영하고 있는 호소는 대청호, 용담호, 보령호 등 3개 호소이며 운영현황은 아래와 같다.

표 2-3-1 금강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영 지점

| 호소명 | 대표 채수 위치 | 운영기관 |
|-----|------------|---------|
| 대청호 | 추동, 문의, 회남 | 금강유역환경청 |
| 용담호 | 댐앞, 취수탑 | 전북지방환경청 |
| 보령호 | 취수탑 | 금강유역환경청 |

○ 조류경보제 관찰지점

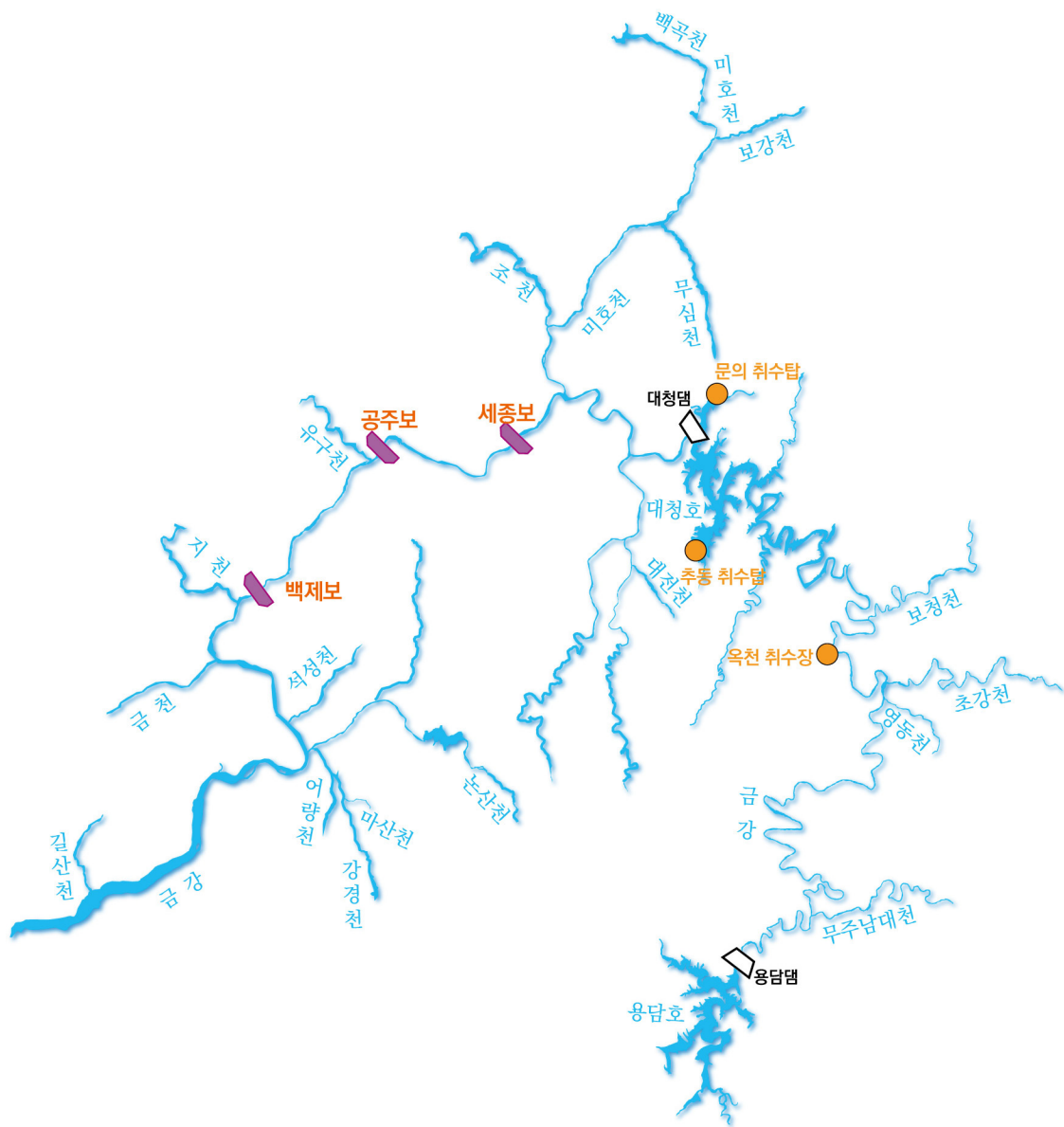
4대강 보 설치로 인한 조류 발생을 사전에 예측하기 위하여 2012년부터 2019년까지 4대강 보 구간에 대하여 수질예보제를 운영하였으며, 2020년부터는 조류경보제 관찰지점으로 편입 하였다. 금강 수계는 세종보, 공주보, 백제보 등 3개 보를 조류경보제 관찰지점으로 운영하고 있다.

표 2-3-2 금강수계 조류경보제 관찰 지점

| 지 점 | 대표 채수 위치 | 관리기관 |
|-----|------------------|---------|
| 세종보 | 세종보 상류 1,100m 지점 | 금강유역환경청 |
| 공주보 | 공주보 상류 500m 지점 | 금강유역환경청 |
| 백제보 | 백제보 상류 500m 지점 | 금강유역환경청 |



금강 유역 현황도



2. 2022년 조류발생 현황

가. 총평

2022년 금강 수계의 조류발생 현황을 전체적으로 살펴보면, 대표적인 상수원인 대청호의 조류경보제 3개 운영지점 중 회남 지점은 42일간, 추동 지점은 21일간, 문의 지점은 14일간 조류경보 ‘관심’ 단계가 발령되었다.

2021년과 비교시 13일 늦게 경보가 발령되고 7일 일찍 해제되어 전년 대비 발령기간은 감소하였고, 최근 10여년간 발령된 일수와 비교해도 짧은 발령일수를 기록했다.<표 2-3-4 참조> 여름철 고수온기(7~8월)의 대청호 유해남조류 세포수는 최대 139,682 세포/mL, 평균 5,795 세포/mL(추동 434 세포/mL, 문의 193 세포/mL, 회남 16,757 세포/mL)로 회남 수역은 최대값과 평균값 모두 전년 대비 높았지만 추동과 문의 수역에서는 평균값이 전년 대비 감소하였다.<표 2-3-14 참조>

대청호 외에 조류경보제를 운영중인 보령호와 용담호는 조류경보가 발령되지 않았다.

표 2-3-3 2022년 금강수계 조류경보 발령 현황

| 지점 | | 조류경보제 | | |
|--------------|---------|------------|----|-----|
| | | 관심 | 경계 | 대발생 |
| 대청호 (49일) | 회남(42일) | 8.25~10.5 | - | - |
| | 추동(21일) | 9.22~10.12 | - | - |
| | 문의(14일) | 9.15~9.28 | - | - |
| 보령호 | | 미발령 | | |
| 용담호 | | 미발령 | | |

나. 주요 상수원 호소

○ 대청호 49일간 조류경보 발령

대청호는 길고 구불구불한 사행천과 만입부 형태를 가지고 있어 구조적으로 조류발생에 대청호는 길고 구불구불한 사행천과 만입부 형태를 가지고 있어 구조적으로 조류발생에 취약하다(평균 체류시간 199일). 대청호의 조류경보제는 1998년에 최초로 운영하였고, 2001년부터는 회남수역,

추동수역, 문의수역으로 구분하여 조류경보제를 운영하고 있다. 추동수역, 문의수역은 취수탑 상류 1km에 경보운영 지점이 있고 회남수역은 취수탑 상류 14km 지점에 경보운영 지점이 있다.

대청호 조류경보 발령은 1999년과 2014년을 제외하고 매년 조류경보가 발령되고 있다. 2022년의 경우에는 대청호 조류경보 운영지점 중 회남 지점에서 8월 25일 ‘관심’ 단계가 처음 발령되었고, 9월 15일 문의 지점과 9월 22일 추동 지점에서 추가로 ‘관심’ 단계가 발령된 후 10월 13일 기준으로 총 49일만에 모두 해제되었다.

2022년의 녹조 발생경향을 살펴보면 7월 폭염 등의 영향으로 대청호 상류에 위치한 서화천 유역을 중심으로 녹조가 우선 증식하였고, 이후 강우 및 대청댐 방류에 의한 영향으로 댐 하류에 위치한 경보제 지점으로 녹조가 이동·증식하였다.

7월까지 폭염 영향으로 대청호 상류 수역에 조류증식 후 8월 중순 회남 지점에서 최초 ‘관심’ 단계가 발령(8.25~10.5, 42일간)되었고, 8월 집중강우 및 9월초 태풍으로 인한 댐방류 영향으로 조류이동 및 확산되어 문의 지점에서 추가로 ‘관심’ 단계가 발령(9.15~9.28, 14일간), 추동 지점에서 ‘관심’ 단계가 발령(9.22~10.12, 21일간)되어 회남, 문의, 추동 전지점에서 경보가 발령되었다.

문의, 추동 지점의 경보발령은 10월 13일 일괄 해제되었고, 전년(2021년) 조류경보 ‘관심’ 단계 최종 해제일인 10월 20일과 비교할 때, 7일 일찍 해제되었다. 계절적 영향으로 인한 수온 감소 및 강우량 감소로 인한 영양염류 총인 농도 감소에 의해 유해남조류 세포수도 점차 감소하였다.

회남 지점에서의 녹조 발생강도는 전년(2021년)대비 높았지만(8.22, 139,682 세포/mL) 평년보다 강수량이 적었고 비교적 짧은 기간의 강우기간 및 적은 댐방류량과 맞물려 추동과 문의 지점에서의 조류경보제 발령일수 감소와 더불어 유해남조류 평균치를 비교한 결과, 조류 발생기간과 발생강도 모두 전년대비 감소하였음을 확인하였다.

표 2-3-4 연도별 대청호 조류발생 현황

(단위 :일)

| 연도 | 전체 발령기간 (중복제외) | 회남 | | 추동 | 문의(청주취수장) | |
|------|-------------------|---------|--------|---------|-----------|--------|
| | | 관심(주의보) | 경계(경보) | 관심(주의보) | 관심(주의보) | 경계(경보) |
| 2010 | 59 | 59 | - | 43 | 29 | - |
| 2011 | 57 | 57 | - | 29 | 48 | - |
| 2012 | 90 | 40 | 43 | 62 | 48 | - |
| 2013 | 47 | 33 | - | 47 | - | - |
| 2014 | - | - | - | - | - | - |
| 2015 | 54 | 14 | - | 40 | 14 | - |
| 2016 | 91 | 64 | - | 84 | 91 | - |
| 2017 | 119 | 49 | 35 | 91 | 64 | - |
| 2018 | 77 | 60 | 9 | 63 | 77 | - |
| 2019 | 117 | 43 | - | 83 | 14 | - |
| 2020 | 91 | 85 | - | 63 | 71 | 12 |
| 2021 | 70 | - | - | 23 | 70 | - |
| 2022 | 49 | 42 | - | 21 | 14 | - |

표 2-3-5 2022년도 대청호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 |
|----------------------|----|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 0 | 136 (회남) | 776 (회남) | 139,682 (회남) | 9,236 (회남) | 902 (추동) | 516 (추동) | 228 (추동) |



2022년 8월초 대청호 문의 수역



2022년 8월초 대청호 추동 수역

● 보령호 조류경보 미발령

보령호는 2010년 조류경보제가 도입된 이후, 2010년, 2017년 외에는 경보가 발령되지 않았다.

표 2-3-6 연도별 보령호 조류발생 현황

(단위 : 일)

| 구분 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 발령일수 | 미발령 | 미발령 | 미발령 | 미발령 | 미발령 | 42 | 미발령 | 미발령 | 미발령 | 미발령 | 미발령 |

표 2-3-7 2022년도 보령호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 |
|----------------------|----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 0 | 348 | 7,862 | 692 | 940 | 624 | 774 | 508 |

다. 본류 3개 보 구간(조류경보제 관찰지점)

● 작년 대비 유해남조류 세포수 증가

금강수계에는 세종보, 공주보, 백제보 3개의 보가 있으며, 3개 보 지점의 조류 발생은 대청댐 방류량과 금강 본류로 유입되는 주요 지천인 갑천, 미호천의 유량 및 수질변화에 큰 영향을 받는다.

2022년 세종보는 8월(8.1, 3,770 세포/mL), 공주보(7.18, 4,600 세포/mL), 백제보(7.18, 7,380 세포/mL)는 7월에 연중 최대 유해남조류 세포수가 확인되었으며, 전년(2021년)도와 비교시 여름철 평균 유해남조류 세포수는 다소 높게 측정되었다.

참고로, 금강 수계 3개 보 구간 조류발생 모니터링을 위해 조류경보제와는 별도로 수질예보제(2012~2019년)를 운영해왔으나, 2020년부터는 보 구간을 조류경보제 관찰지점으로 편입시켜 운영하고 있다.

표 2-3-8 2021~2022년 금강보 구간 여름철 녹조 발생 현황

(단위 : 세포/mL)

| 구 분 | 2021년 여름철(7~9월) | | 2022년 여름철(7~9월) | |
|-----|-----------------|--------|-----------------|-------|
| | 평균 유해남조류 세포수 | 최대치 | 평균 유해남조류 세포수 | 최대치 |
| 세종보 | 803 | 2,250 | 1,002 | 3,770 |
| 공주보 | 1,071 | 6,390 | 1,688 | 4,600 |
| 백제보 | 2,144 | 10,600 | 2,487 | 7,380 |

표 2-3-9 금강수계 보의 3~10월 주요 조류발생 현황

| 일자 | 세종보 | | 공주보 | | 백제보 | |
|----------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| | 클로로필-a (mg/m ³) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 클로로필-a (mg/m ³) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 클로로필-a (mg/m ³) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22/03/07 | 10.3 | 0 | 11.3 | 0 | 24.3 | 0 |
| 22/03/14 | 46.9 | 5,000 | 23.1 | 190 | 15.7 | 500 |
| 22/03/21 | 16.9 | 35 | 17.5 | 220 | 26.7 | 55 |
| 22/03/28 | 20.9 | 0 | 22.9 | 0 | 30.6 | 0 |
| 22/04/04 | 26.3 | 0 | 36.9 | 0 | 55.0 | 0 |
| 22/04/11 | 36.2 | 0 | 81.2 | 0 | 45.2 | 0 |
| 22/04/18 | 38.9 | 0 | 67.4 | 0 | 158.0 | 0 |
| 22/04/18 | 38.9 | 0 | 67.4 | 0 | 158.0 | 0 |
| 22/04/25 | 38.8 | 0 | 105.9 | 0 | 67.9 | 0 |
| 22/05/02 | 57.1 | 0 | 116.2 | 0 | 108.7 | 0 |
| 22/05/09 | 34.7 | 0 | 81.2 | 0 | 97.1 | 0 |
| 22/05/16 | 40.9 | 0 | 76.3 | 0 | 79.7 | 0 |
| 22/05/23 | 25.6 | 0 | 64.8 | 0 | 87.5 | 0 |
| 22/05/30 | 34.2 | 0 | 72.7 | 0 | 69.8 | 0 |
| 22/06/07 | 50.7 | 0 | 117.0 | 0 | 78.0 | 0 |
| 22/06/13 | 53.7 | 0 | 89.6 | 0 | 84.2 | 0 |
| 22/06/20 | 57.1 | 0 | 84.2 | 0 | 83.0 | 1,200 |
| 22/06/27 | 29.2 | 0 | 53.6 | 0 | 124.5 | 0 |
| 22/07/04 | 31.5 | 0 | 41.9 | 0 | 43.9 | 0 |
| 22/07/11 | 45.3 | 525 | 77.3 | 1,390 | 33.0 | 2,650 |

| 일자 | 세종보 | | 공주보 | | 백제보 | |
|----------|--|----------------------|--|----------------------|--|----------------------|
| | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22/07/18 | 42.9 | 2,010 | 67.5 | 4,600 | 74.4 | 7,380 |
| 22/07/25 | 30.5 | 600 | 58.3 | 980 | 106.0 | 4,830 |
| 22/08/01 | 41.0 | 3,770 | 56.6 | 4,260 | 38.3 | 3,315 |
| 22/08/08 | 52.2 | 1,385 | 85.8 | 1,970 | 76.1 | 2,305 |
| 22/08/18 | 7.5 | 0 | 6.3 | 100 | 5.6 | 650 |
| 22/08/22 | 8.6 | 2,160 | 11.2 | 2,100 | 13.1 | 1,310 |
| 22/09/05 | 20.5 | 1,035 | 18.7 | 1,655 | 25.8 | 2,680 |
| 22/09/13 | 7.3 | 535 | 7.6 | 595 | 12.5 | 1,195 |
| 22/09/19 | 57.3 | 0 | 78.1 | 0 | 113.7 | 0 |
| 22/09/26 | 39.8 | 0 | 82.5 | 2,600 | 86.2 | 3,530 |
| 22/10/04 | 45.9 | 0 | 16.2 | 0 | 79.3 | 470 |
| 22/10/11 | 6.5 | 0 | 7.3 | 0 | 18.8 | 1,590 |
| 22/10/17 | 7.0 | 2,475 | 10.4 | 1,310 | 37.6 | 2,190 |
| 22/10/24 | 5.6 | 625 | 7.0 | 230 | 30.0 | 75 |
| 22/10/31 | 6.9 | 0 | 7.4 | 0 | 24.3 | 220 |



세종보 상류(2022.7.19.)



세종보 하류(2022.7.19.)



공주보 상류(2022.7.19.)



공주보 하류(2022.7.19.)



백제보 상류(2022.7.19.)



백제보 하류(2022.7.19.)

3. 조류발생 영향인자 분석

가. 대청호

○ 여름철 강우 이후 문의, 추동 수역에 '관심' 단계 발령

대청호는 금강 중간에 조성된 인공호수로 유역면적이 넓고(4,134 km²) 사행천 모양의 긴 형태를 가진다. 대청호 상류에서 흘러드는 강우유입수에는 오염물질이 많이 포함되어있는데 여름철 호내에 장기간 체류하면서 조류 발생 요인으로 작용한다.

2022년 대청호 유역의 총강우량은 973mm로 2012~2021년 연평균 강우량(1,134mm)의 86%로 비교적 적은 강우량을 보였다(한국수자원공사). 2022년 연간 강우량 변화를 보면 1~6월 누적 강우량은 268mm로 매우 적었으며, 이후 하절기에 강우가 집중되었으나(7~9월, 579mm) 2021년에 비해(702mm) 적었다. 7월부터 수온 상승과 더불어 조류 성장에 필요한 영양염류(질소, 인)가 강우와 함께 유입되었고 유해남조류 발생이 증가하여 8월부터 49일간(8.25~10.13) 조류경보제 '관심' 단계가 발령되었다. 2022년 대청호 저수율은 7월 17일 최저(46.7%), 8월 24일 최고(70.2%)를 기록하였다.

그림 2-3-1 2022년 대청호의 강우, 저수율 변화와 조류경보제 발령 시기

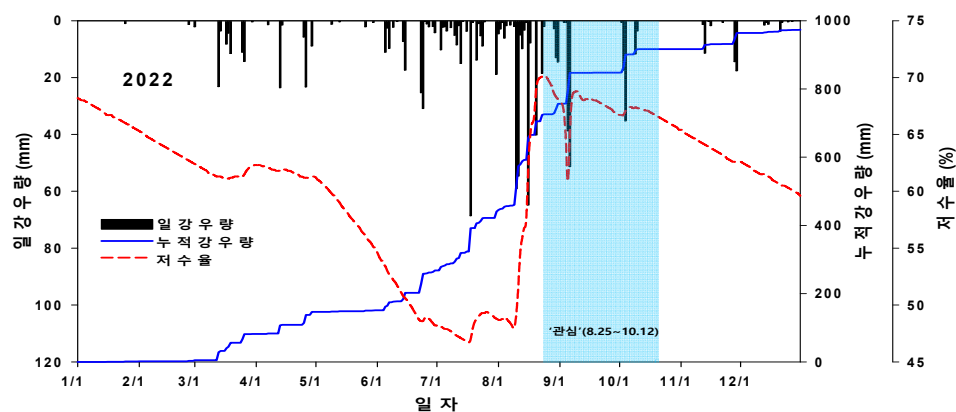
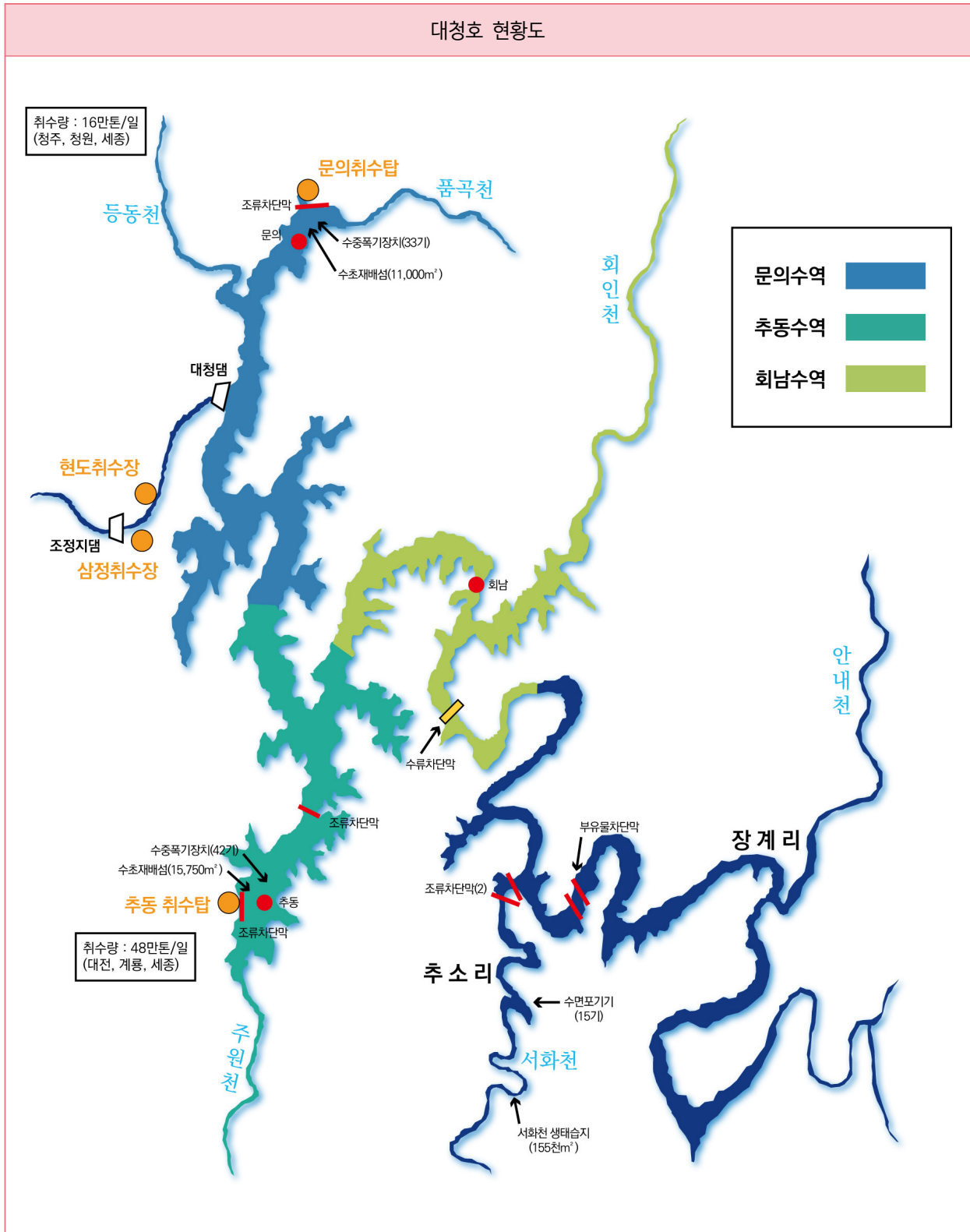


표 2-3-10 대청댐 유역 평균 강우량

| 구 분 | 2012~2021(A) | 2022(B) | 비율(B/A) |
|---------|--------------|---------|---------|
| 강수량(mm) | 1,134 | 973 | 0.86 |

※ 출처 : 국가수자원관리종합정보시스템

대청호 현황도



● 수온 증가, 총인 농도 감소

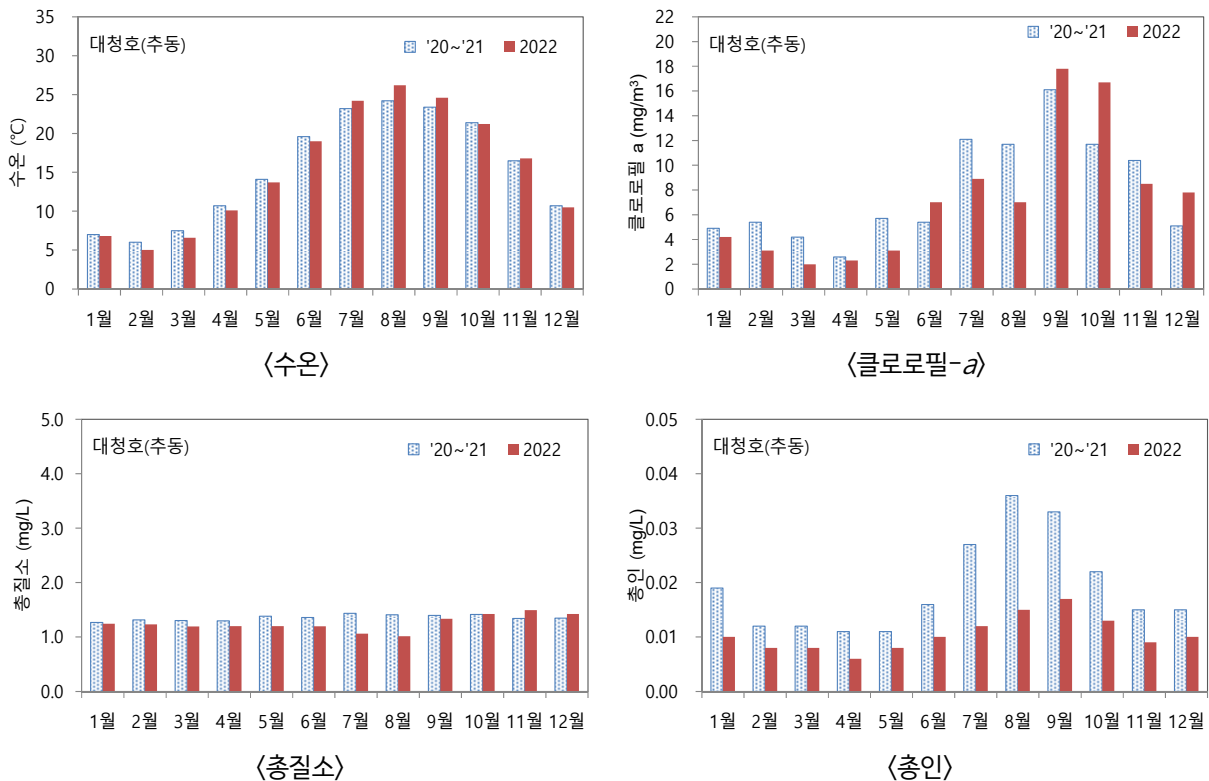
기상 및 수리·수문 조건에 따른 수질 변화 경향을 알아보기 위하여 대청호 조류경보제 3개 조사지점의 2020~2021년과 2022년 수질을 비교하였다. 대청호 추동 지점의 2022년 평균 수온은 2020~2021년 평균치와 같았는데 하절기(7~9월) 수온은 2020~2021년 평균에 비해 높았다. 2022년 추동 지점의 클로로필-*a* 농도는 2020~2021년 보다 0.5mg/m³ 증가하였고, 연평균 총질소는 2020~2021년 평균보다 0.105mg/L 감소, 총인은 2020~2021년에 비해 0.008mg/L 감소하였다.

표 2-3-11 대청호 추동지점 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2020~2021 | 15.4 | 7.9 | 1.356 | 0.019 |
| 2022 | 15.4 | 7.4 | 1.251 | 0.011 |
| 증감 | 0.0 | 0.5 (↓) | 0.105 (↓) | 0.008 (↓) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제(상중하 혼합 시료), 총질소·총인 : 수질측정망 자료(표층 시료)

그림 2-3-2 대청호 추동지점 수온 및 수질 농도 변화



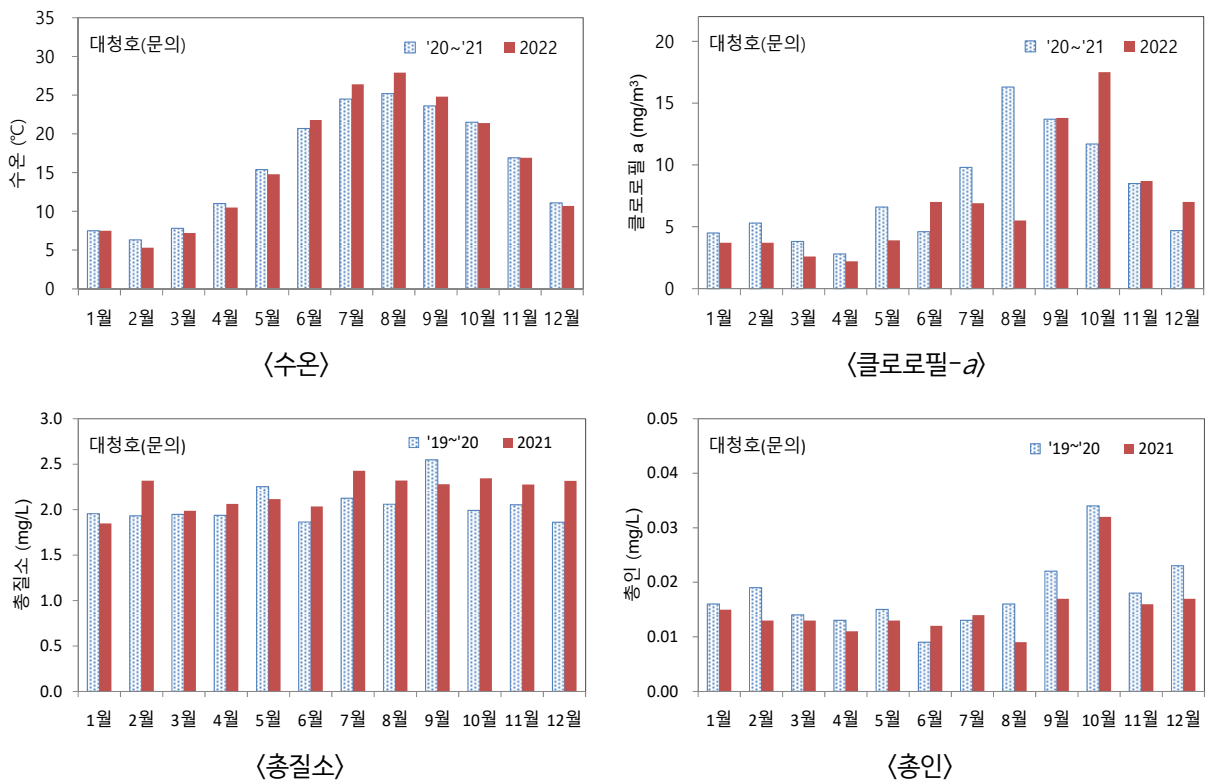
대청호 문의지점의 2022년 평균 수온은 2020~2021년 보다 0.3℃ 높았는데, 6~9월 수온이 2020~2021년 평균에 비해 높게 형성되었다. 2021년 문의지점의 연평균 클로로필-a 농도는 2020~2021년 평균보다 0.8mg/m³ 낮았다. 2021년 문의지점의 총질소 농도는 2020~2021년 평균보다 0.340mg/L 증가, 총인 농도는 0.001mg/L 감소한 것으로 분석되었다.

표 2-3-12 대청호 문의지점 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필-a(mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|----------------------------|-----------|----------|
| 2020~2021 | 16.0 | 7.7 | 2.143 | 0.016 |
| 2022 | 16.3 | 6.9 | 2.483 | 0.015 |
| 증감 | 0.3(↑) | 0.8(↓) | 0.340(↑) | 0.001(↓) |

※ 수온·클로로필-a : 조류경보제 자료('19.1~'21.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-3-3 대청호 문의지점 수온 및 수질 농도 변화



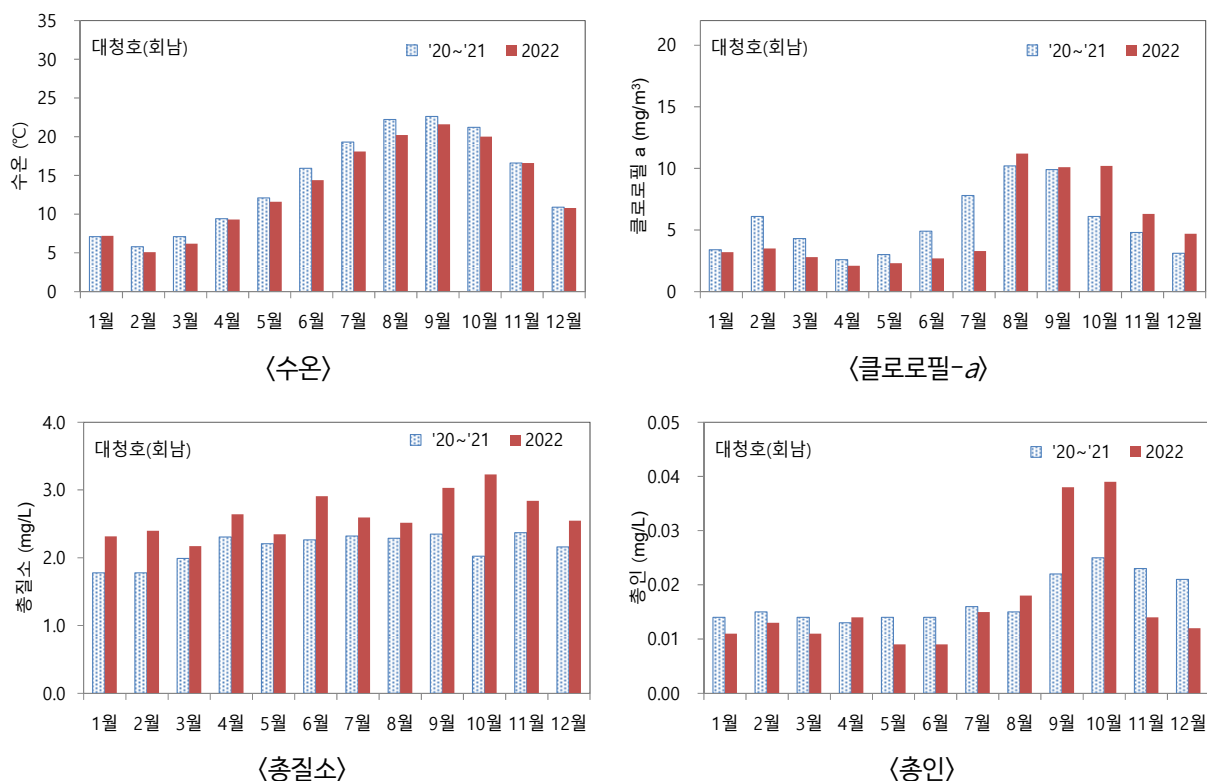
대청호 회남지점의 2022년 평균 수온은 2020~2021년 평균보다 0.8℃ 감소하였는데 전반적으로 거의 모든 시기의 수온이 2020~2021년에 비해 낮게 형성되었다. 2021년 회남 지점의 클로로필-*a* 농도는 2020~2021년 평균보다 0.3mg/m³ 감소하였다. 2021년 회남지점의 연평균 총질소 농도는 2020~2021년 평균보다 0.477mg/L 증가하였고, 2022년에는 2020~2021년에 비해 연중 내내 전반적으로 총질소 농도가 높게 분석되었다. 총인 농도는 하절기 강우의 영향으로 9, 10월에 높게 분석되었다.

표 2-3-13 대청호 회남지점 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2020~2021 | 14.2 | 5.5 | 2.151 | 0.017 |
| 2022 | 13.4 | 5.2 | 2.628 | 0.017 |
| 증감 | 0.8(↓) | 0.3(↓) | 0.477(↑) | 0.000 |

※ 수온·클로로필-*a*: 조류경보제 자료(19.1~21.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-3-4 대청호 회남지점 수온 및 수질 농도 변화



대청호의 조류 발생은 대체로 하절기 수온 상승과 더불어 집중강우에 포함되어 호내로 유입되는 조류 성장에 필요한 영양염류(질소, 인)의 농도, 이동, 및 정체되는 시기에 따라 조류가 발생하는 수역과 발생 정도가 결정된다. 2022년 대청호 유역의 총 강우량은 973mm로 최근 10년 평균 강우량(1,134 mm)보다 적었고, 대부분 하절기에 집중되는 특징을 보였다(6~8월, 605mm). 대청호 조류경보제 운영지점(문의, 회남, 추동)에서 유해남조류 세포수가 경보 기준(관심, 1천 세포/mL) 이상으로 출현한 경우는 지점별로 2~6회이며, 클로로필-*a* 농도가 15mg/m³를 초과하는 경우는 지점별로 1~7회로 조사되었다. 2022년 대청호에는 총 49일간 조류경보 '관심' 단계가 발령되었다. 지점별로는 3지점 중 가장 상류에 위치한 회남 지점에서 '관심' 단계가 8월 25일 발령되었고, 이후 문의 지점에서 9월 15일, 추동 지점에서 9월 22일 '관심' 단계가 발령되었다. 발령된 조류경보 '관심' 단계는 9월 29일 문의지점에서 먼저 해제되었고, 회남 지점은 10월 6일, 추동 지점은 10월 13일에 해제되었다. 2022년 대청호의 조류경보제 발령은 회남 지점에서 가장 길게 유지되었으며(8.25~10.6, 42일간), 유해남조류 세포수도 다른 지점에 비해 많았다(최대 139,682 세포/mL). 2022년 대청호의 강우량과 저수율 변화 그래프를 보면<그림 2-3-1> 6월 이전까지는 강우량이 매우 적었고, 7~9월에 비교적 강우량이 많았으며, 10월 이후에는 강우가 적게 형성되었다. 2022년 대청호의 수위 변동은 7월 중순까지 대체로 감소 추세를 보였고 7월 17일 연중 최저(46.7%)를 기록하였다. 7월 발생한 집중강우에 따라 대청호의 수위가 상승하였고 이후 8월 초까지 등락을 반복하였는데, 8월 중순 이후에는 다시 서서히 상승하다가 8월 24일에 연중 최대(70.2%)를 기록한 후 연말까지 서서히 하락하였다. 2022년 하반기 대청호의 총방류량 변화를 보면 8월 20일 이후 방류량이 급증하였고, 9월 12일 이후 방류량이 급감하였다(수자원공사 자료). 이에 따라 집중강우 시기에 유입된 오염물질과 상류수역에서 발생한 조류가 대청호 중간에 위치한 회남 수역에 정체되어 조류 발생 요인으로 작용한 것으로 판단된다. 8월 하순 이후에 이루어진 댐 방류량 증가에 따른 댐수위 감소와 맞물려 9월 중순 이후 대청호 중·하류 지점인 추동과 문의 수역에는 유해남조류 발생이 증가하였는데, 예년에 비해 적게 발생한 강우에 따라 유입된 오염물질의 양이 적었고 식물플랑크톤의 먹이로 쓰이는 영양염류(질소, 인 성분) 농도도 높지 않아 예년에 비해 유해남조류의 발생량이 적었고 지속 기간도 비교적 길지 않았다. 2022년 8월 22일 139,682 세포/mL로 유해남조류개체수가 가장 높았던 회남 지점의 우점종은 *Microcystis*로(139,180 세포/mL), 그 외에 종은 소량 출현하였다(*Anabaena* 258 세포/mL, *Aphanizomenon* 32 세포/mL, *Oscillatoria* 212 세포/mL). 시기별로 유해남조류 발생 현황을 보면, 6월말 회남 지점부터 *Microcystis*가 소량 출현하면서 유해남조류 발생이 시작되었다. 추동 지점은 7월초부터

*Aphanizomenon*이, 문의 지점은 7월 중순부터 *Anabaena*가 소량 출현하면서 유해남조류의 발생이 시작되었다.

문의지점에는 9월초부터 ‘관심’ 기준 이상의 유해남조류가 관찰되었고(9.5, 4,060 세포/mL) 9월 13일 조사 결과(4,360 세포/mL) 2회 연속으로 ‘관심’ 기준 이상의 유해남조류가 출현함에 따라 9월 15일 문의 지점에 ‘관심’ 단계가 발령되었다. 이후 문의 지점에는 9월 19일, 9월 26일 2회 연속으로 유해남조류가 ‘관심’ 기준(1천 세포/mL) 이하로 관찰되어 9월 29일 문의 지점에 발령된 ‘관심’ 단계가 해제되었다. 추동 지점은 9월 13일 (3,944 세포/mL)에 최초 ‘관심’ 기준 이상의 유해남조류가 관찰되었고, 9월 19일 (4,062 세포/mL)에 2회 연속으로 ‘관심’ 기준을 초과함에 따라 9월 22일 ‘관심’ 단계가 발령되었다. 이후 10월 4일, 10월 11일 2회 연속 유해남조류 세포수가 ‘관심’ 기준 이하로 분석됨에 따라 10월 13일 ‘관심’ 단계가 해제되었다. 2022년 대청호 조류경보제 운영지점인 회남, 추동, 문의, 3 지점에는 조류경보제 관리 대상 유해남조류 4속(*Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*)이 모두 출현하였다.

표 2-3-14 대청호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : 세포/mL)

| 채수위치 | 최초 관심 기준 초과 세포수(일자) | | | 최대 세포수 | | | 여름철(7~8월) 평균 세포수 | | | |
|------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------|-------|--------|
| | 2020년 | 2021년 | 2022년 | 2020년 | 2021년 | 2022년 | 2020년 | 2021년 | 2022년 | |
| 대청호 | 추동 | 2,376 (8.24) | 2,348 (8.30) | 3,944 (9.13) | 9,138 (9.28) | 3,124 (9.23) | 4,062 (9.19) | 856 | 673 | 434 |
| | 문의 | 2,392 (8.04) | 3,714 (8.02) | 4,060 (9.5) | 31,780 (10.07) | 7,866 (8.09) | 4,360 (9.13) | 3,506 | 2,353 | 193 |
| | 회남 | 3,134 (7.27) | 1,940 (9.23) | 3,412 (8.16) | 8,934 (8.04) | 1,940 (9.23) | 139,682 (8.22) | 2,701 | 411 | 16,757 |

나. 본류 3개 보 구간

○ 평균기온 증가, 강수량, 일사합 및 일조시간은 감소

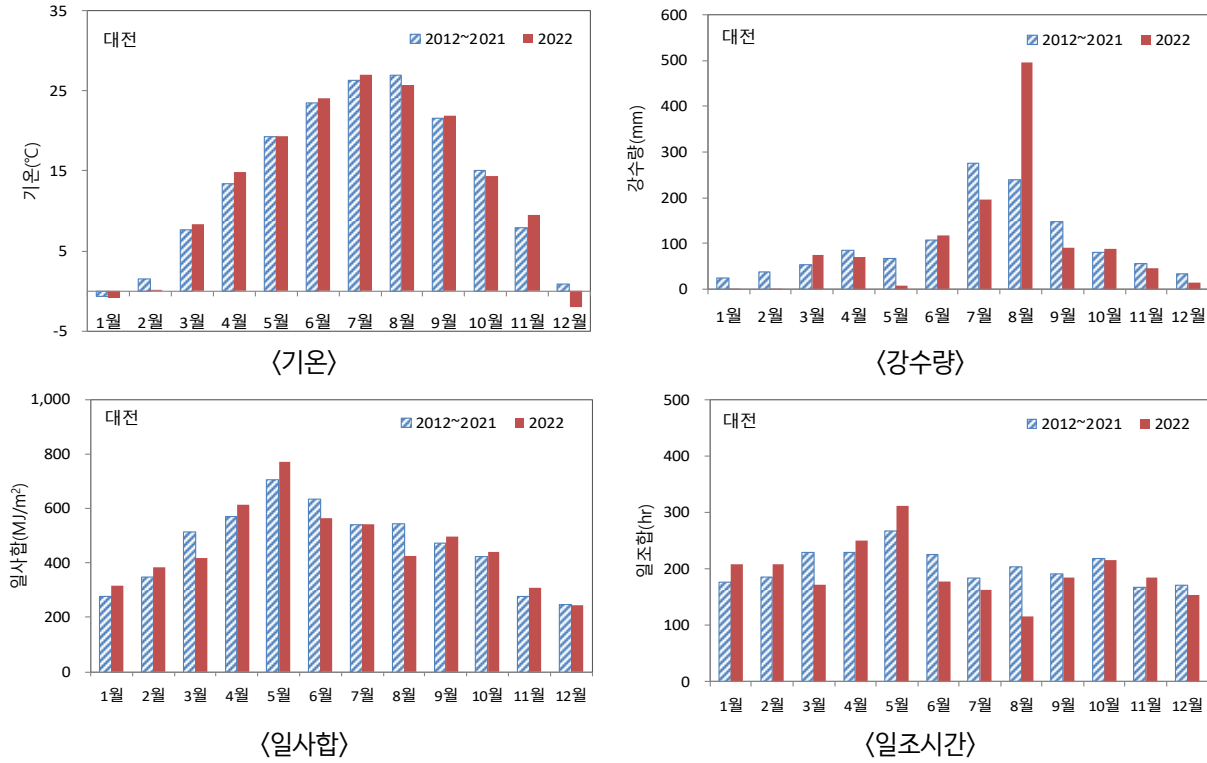
금강 본류의 보 구간 조류 발생 경향은 대청댐 방류량과 본류로 유입되는 주요 지천인 갑천과 미호천의 유량 및 수질 변화에 큰 영향을 받는다. 또한, 2022년 금강의 보 구간은 2018년부터 세종보와 공주보의 수문이 완전 개방됨에 따라 유량 등 물리적인 수환경 특성이 개방 전과 대비하여 변화가 있었다. 3개 보 지점 중 가장 상류에 위치한 세종보의 클로로필-*a* 농도는 갑천과 미호천의 수질과 높은 상관관계를 보이며, 대청조정지댐 방류량(발전방류량과 수문방류량의 합)은 보 수역의 클로로필-*a* 농도 변화에 영향을 미친다. 또한 금강 본류의 조류 발생양상은 봄철 클로로필-*a* 농도가 증가, 유지되면서 여름철(7~9월)에는 남조류가 증가하는 반면 가을철에는 규조류가 다시 증가하는 특징을 보여주고 있다.

금강 본류의 조류 발생에 영향을 미치는 기상, 수리·수문, 수질 등에 관한 조사는 금강 수계의 기상 특성을 반영하는 대전지방기상청의 자료를 이용하였다. 기상 요소는 기온, 강수량, 일사합 및 일조시간을 통해 2012~2021년의 과거 10년 평균과 2022년의 값을 비교하여 <표 2-3-15> 및 <그림 2-3-5>에 제시하였다. 각 기상 요소별 분석 결과, 과거 10년 대비 평균 기온은 약 0.1℃ 감소하였으며 월 평균 기온은 7월에 과거 10년 월평균 대비 최고 증가하는 양상을 보였다. 연강수량(1,203.1mm)은 과거 10년(1,207.6mm) 대비 소폭 감소하여 7월부터 9월까지 보 구간의 조류 발생 양상과 상호관계를 보였다. 일사합과 일조시간의 경우는 과거 대비 다소 감소하였고, 일사합의 연간 합계는 과거 10년간 대비 19.6MJ/m², 일조시간은 연간 108.5시간 감소하였다. 특히, 일사합과 일조시간은 과거 대비 봄철에 증가 이후 지속적으로 감소하는 경향을 보였다. 이러한 물리·화학적 인자 특성은 보 수역의 계절별 조류 발생 양상에 주요한 영향을 미친 것으로 판단된다.

표 2-3-15 대전지방기상청 기상 요소별 현황

| 기간 | 평균기온(℃) | 강수량(mm) | 일사합(MJ/m ²) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|---------|-------------------------|-----------|
| 2012~2021 | 13.6 | 1,207.6 | 5,553.0 | 2,451.4 |
| 2022 | 13.5 | 1,203.1 | 5,533.4 | 2,342.9 |
| 증감 | 0.1 (↓) | 4.5 (↓) | 19.6 (↓) | 108.5 (↓) |

그림 2-3-5 대전지방기상청 기상 요소별 월평균 값



● 강수량과 방류량 변동에 따른 체류시간 변화

강수량은 8월 일시적 집중되는 양상을 보였으나 과거대비 대체로 소폭 감소하였고, 특히 대청조정지댐 월평균 방류량(발전방류량과 수문방류량의 합)은 7월부터 8월까지 전년대비 다소 감소하였다. 세종보, 공주보, 백제보의 연평균 체류시간은 각각 0.2일, 0.6일, 2.6일로 백제보를 제외한 세종보, 공주보는 전년 대비 소폭 증가하거나 비슷하였고, 2018년부터 시작된 세종보와 공주보의 완전 개방에 따라 개방전 대비 체류시간은 연평균 감소 양상을 유지하였다. 백제보의 전년대비 여름철(7~9월) 체류시간과 연평균 체류시간은 다소 증가한 것으로 확인되었다.

그림 2-3-6 대청조정지댐 월평균 방류량(2013년~2022년)

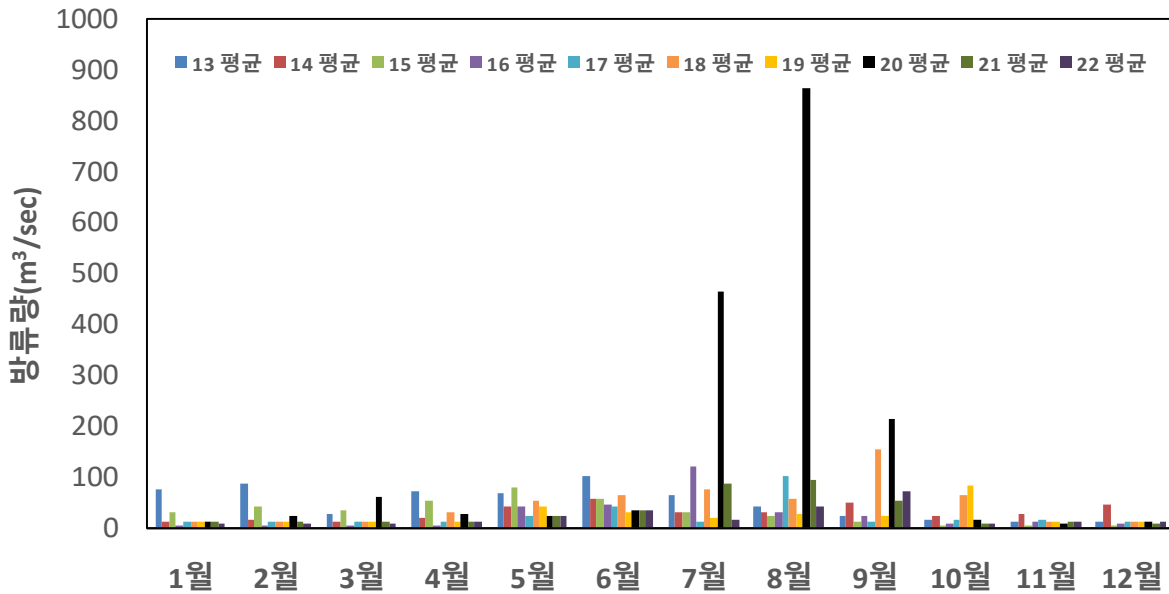


표 2-3-16 금강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2015~2022년)

(단위 : 일)

| 보명 | 세종보 | | | | | | | | 공주보 | | | | | | | | 백제보 | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | '15 | '16 | '17 | '18 | '19 | '20 | '21 | '22 | '15 | '16 | '17 | '18 | '19 | '20 | '21 | '22 | '15 | '16 | '17 | '18 | '19 | '20 | '21 | '22 |
| 1 | 1.1 | 2.9 | 2.0 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 2.9 | 5.9 | 4.5 | 3.5 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 3.8 | 9.4 | 6.3 | 6.2 | 7.1 | 4.8 | 4.3 | 3.5 |
| 2 | 1.0 | 2.5 | 1.3 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 2.6 | 5.2 | 3.9 | 2.0 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 3.4 | 7.9 | 4.9 | 6.6 | 6.7 | 5.2 | 4.4 | 2.4 |
| 3 | 1.0 | 2.2 | 1.5 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 2.7 | 4.8 | 4.9 | 0.4 | 0.8 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 3.8 | 7.6 | 6.7 | 3.3 | 7.0 | 2.8 | 3.6 | 1.9 |
| 4 | 0.7 | 1.3 | 1.8 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 1.8 | 2.6 | 4.2 | 0.4 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 2.3 | 3.3 | 5.6 | 2.7 | 6.5 | 5.7 | 3.0 | 3.4 |
| 5 | 0.7 | 0.8 | 1.5 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 1.7 | 1.9 | 3.8 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 2.4 | 2.5 | 5.2 | 2.4 | 4.2 | 5.0 | 2.0 | 1.7 |
| 6 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 1.8 | 2.1 | 3.0 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 2.6 | 2.9 | 3.7 | 2.8 | 4.4 | 2.5 | 1.2 | 2.6 |
| 7 | 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 1.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 2.3 | 0.7 | 0.8 | 3.0 | 3.1 | 0.4 | 0.7 | 2.2 |
| 8 | 1.1 | 1.0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 2.7 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 4.1 | 3.4 | 0.8 | 4.1 | 1.7 | 0.3 | 0.8 | 1.1 |
| 9 | 1.8 | 1.0 | 0.9 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 4.4 | 2.5 | 2.3 | 1.1 | 0.8 | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 6.9 | 3.2 | 2.8 | 1.5 | 1.0 | 0.7 | 0.7 | 1.7 |
| 10 | 2.1 | 1.2 | 1.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 4.8 | 2.8 | 3.8 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 6.9 | 3.8 | 4.9 | 1.4 | 2.5 | 2.6 | 1.2 | 2.7 |
| 11 | 1.5 | 1.1 | 0.9 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 3.2 | 3.8 | 4.2 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 4.4 | 5.5 | 3.6 | 9.7 | 5.3 | 3.7 | 1.4 | 3.7 |
| 12 | 1.8 | 1.4 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 3.9 | 3.6 | 4.2 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 5.5 | 4.6 | 3.4 | 5.3 | 6.2 | 4.2 | 2.3 | 3.8 |

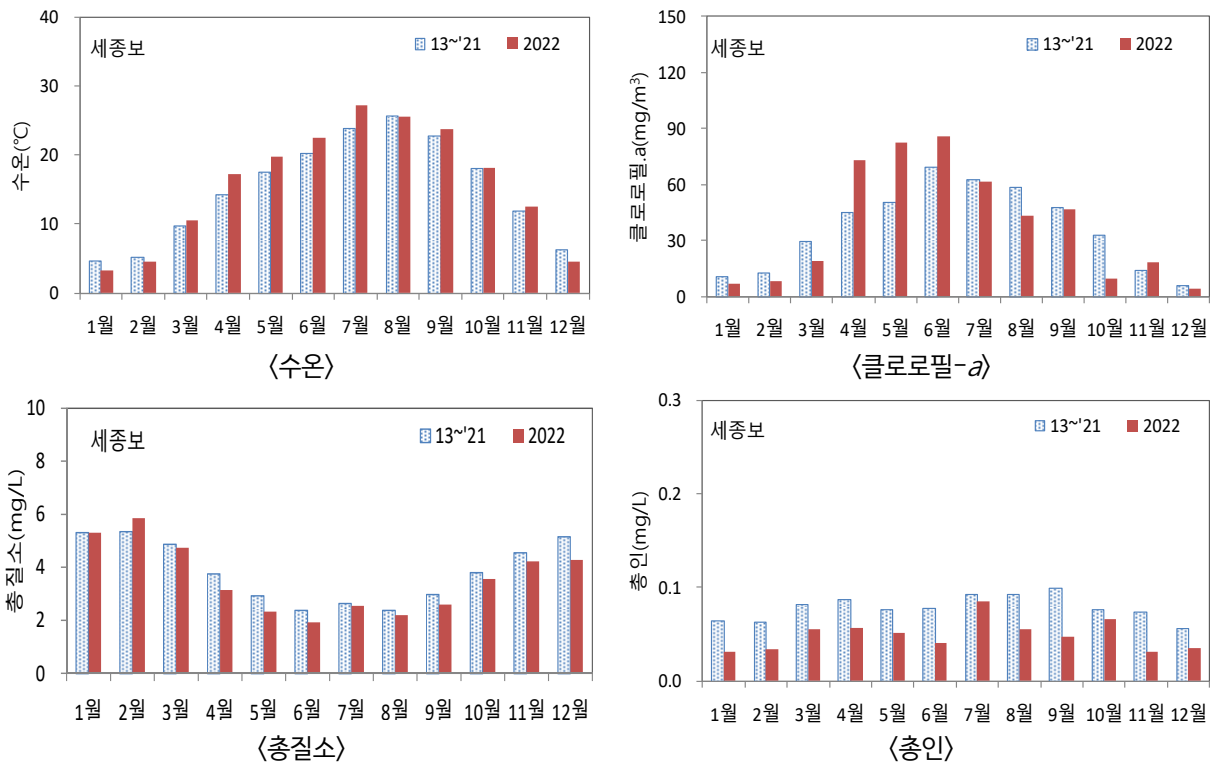
○ 세종보: 평균 수온, 총질소 농도 증가, 클로로필-*a*와 총인 농도는 감소

기상 및 수리·수문 조건에 따른 수질 변화 경향을 분석하고자 보 설치 이후 예년 (2013~2021년)과 2022년의 값을 비교하였다. 세종보의 수온은 예년 대비 0.7℃ 증가하였다. 클로로필-*a*의 연평균 농도는 예년 대비 0.7 mg/m³ 증가하였고 일시적으로 강수량 증가가 8월에 있었으나 전반적으로 예년 대비 소폭 감소 양상을 보였다. 2022년 세종보의 총질소는 전형적인 계절변화 경향을 나타내며, 예년 대비 대체로 감소하였다. 총인의 경우도 계절적 변화에 따른 전형적인 증감양상을 보였으나, 예년대비 대체로 감소된 양상을 보였고, 그 결과 연평균 농도도 감소하였다.

표 2-3-17 세종보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2013~2021 | 15.2 | 37.9 | 3.816 | 0.079 |
| 2022 | 15.9 | 38.6 | 3.564 | 0.050 |
| 증감 | 0.7 (↑) | 0.7 (↑) | 0.252 (↓) | 0.029 (↓) |

그림 2-3-7 금강 세종보 지점 수온 및 수질 농도 변화



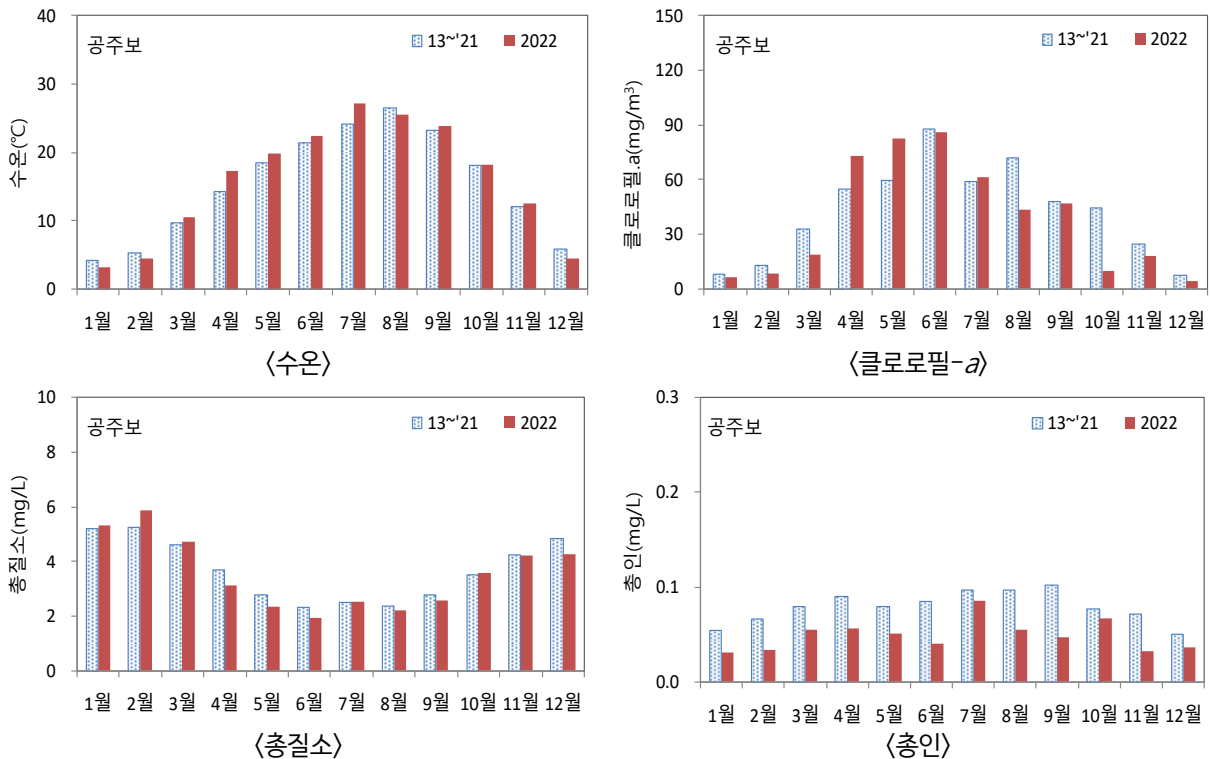
공주보 : 평균 수온, 클로로필-a 농도 증가, 총질소·총인 농도 감소

공주보의 연평균 수질인자는 여름철 강우의 영향을 받았다. 연평균 수온은 예년(2013~2021년) 대비 0.2℃ 증가하였다. 연평균 클로로필-a 농도는 예년 대비 감소하였다. 총질소의 연평균 농도는 0.042mg/L 감소하였다. 총인도 연평균 농도는 예년 대비 0.030mg/L 감소하였다.

표 2-3-18 공주보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필-a(mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|----------------------------|-----------|-----------|
| 2013~2021 | 15.7 | 44.3 | 3.605 | 0.080 |
| 2022 | 15.9 | 38.6 | 3.564 | 0.050 |
| 증감 | 0.2 (↑) | 5.7 (↓) | 0.042 (↓) | 0.030 (↓) |

그림 2-3-8 금강 공주보 지점 수온 및 수질 농도 변화



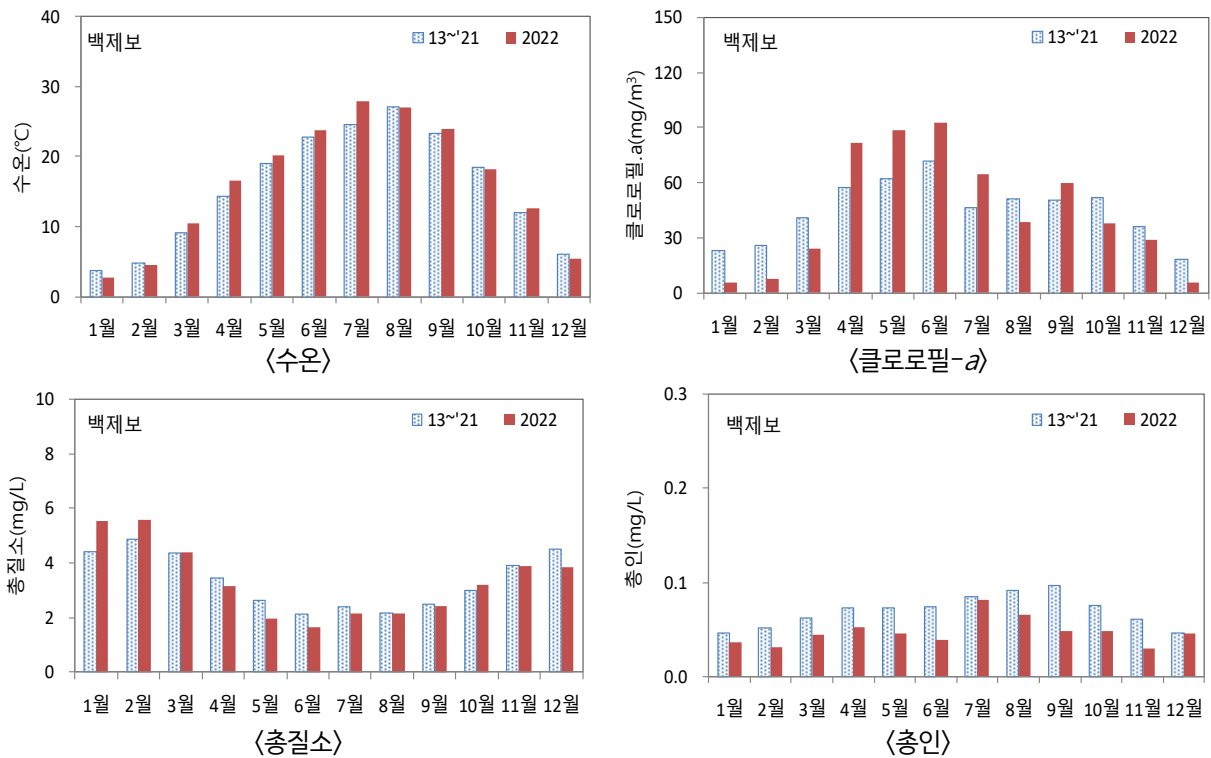
○ 백제보: 평균 수온, 클로로필-*a* 농도는 증가, 총질소와 총인 농도는 감소

백제보의 연평균 수질인자는 여름철 강우의 영향을 보여주고 있다. 연평균 수온은 예년대비 1.4℃ 증가하였고, 클로로필-*a* 농도도 연평균 49.7mg/m³ 로 예년 46.7mg/m³ 대비 3.0mg/m³로 다소 증가하였다. 2022년도의 총질소는 연평균 값이 예년 대비 0.155mg/L 소폭 감소하였다. 총인의 연평균 농도도 예년대비 0.024mg/L 감소한 수준을 보였다.

표 2-3-19 백제보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2013~2021 | 16.3 | 46.7 | 3.271 | 0.072 |
| 2022 | 17.6 | 49.7 | 3.116 | 0.048 |
| 증감 | 1.4 (↑) | 3.0 (↑) | 0.155 (↓) | 0.024 (↓) |

그림 2-3-9 금강 백제보 지점 수온 및 수질 농도 변화



○ 조류농도 및 유해남조류 발생은 감소

여름철 강우 영향에 따라 보 구간의 조류 농도 및 유해남조류 발생이 변화되는 양상을 보였다. 유해남조류 세포수는 세종보에서 5,000 세포/mL(3.14)로 봄철 일시적인 출현이 확인되었으나, 예년대비 여름철에는 소폭의 증가를 보였다. 이는 미호천과 대청호 수역의 조류 발생 등 외부 요인의 영향과 한시적 강우증가(8월)에 따른 영향으로 판단된다. 공주보는 여름철 4,600 세포/mL(7.18)로 최대 세포수가 확인되었고, 지속적인 감소를 보였다. 백제보는 여름철 7,380 세포/mL(7.18)로 최대 세포수가 확인된 이후 지속적인 감소 양상을 보였다.

표 2-3-20 금강수계 3개 보 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : 세포/mL)

| 지점 | 최초 초과 세포수(발생일자)※ | | | | | | | | 최대 세포수(발생일자) | | | | | | | |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| | '15년 | '16년 | '17년 | '18년 | '19년 | '20년 | '21년 | '22년 | '15년 | '16년 | '17년 | '18년 | '19년 | '20년 | '21년 | '22년 |
| 세종보 | - | - | - | 17,185 (8.6) | - | - | - | - | 6,508 (8.19) | 3,540 (8.22) | 6,360 (8.7) | 17,185 (8.6) | 310 (9.2) | 3,160 (9.14) | 2,250 (9.13) | 5,000 (3.14) |
| 공주보 | 15,058 (8.19) | 10,574 (8.11) | 13,070 (8.7) | 11,275 (7.30) | - | - | - | - | 15,058 (8.19) | 23,350 (8.16) | 13,070 (8.7) | 14,130 (8.8) | 4,490 (8.19) | 4,930 (9.28) | 6,390 (7.26) | 4,600 (7.18) |
| 백제보 | 20,376 (7.20) | 12,884 (8.1) | 13,035 (7.24) | 27,650 (7.26) | - | 10,140 (9.14) | 10,600 (7.26) | - | 95,355 (9.21) | 145,198 (8.18) | 23,054 (8.7) | 398,820 (8.6) | 3,475 (8.19) | 10,140 (9.14) | 10,600 (7.26) | 7,380 (7.18) |

※ 1만 세포/mL 이상

참 고 일정별 주요사항

| 일 자 | 주요사항 | 세부내용 |
|-------|---------------------------------|--|
| 3.28 | 2022년 퇴비나눔센터 운영계획 수립 | 서화천 유역 방치축분 제로화를 위한 축분 전량 수거 및 퇴비화 위한 전담기구 운영계획 수립 |
| 4.27 | 금강수계 녹조대응 및 관리대책 수립 | 관계기관별 녹조 대응 대책 실행계획 반영 등 |
| 5.30 | 2022년도 조류경보제 시행계획 수립 | 대청호, 보령호 조류경보 시행 계획 수립 |
| 5.31 | 2020년 조류경보제 시행계획 및 녹조대응·관리대책 알림 | 조류경보제 시행계획 및 녹조대응·관리대책 관계기관 통보 |
| 5.31 | 녹조 바로알기 소통교실 운영계획 수립 | 녹조현상에 대한 부정적 인식개선과 수돗물 안전성에 대한 불안감 해소를 위해 대청호 및 정수장 등 견학 실시 |
| 6.13 | 제1회 대청호 조류대책위원회 개최 | ‘22년 녹조대책, 기관별 녹조 대응계획 발표 및 논의 |
| 6.29 | 관계기관 합동 대청호 녹조방제 훈련실시 | 녹조 발생상황(①예측→②“관심” 발령→③“경계” 발령→④해제)을 가정하여, 조류경보제에 따른 상황별 기관 대응상황 점검 |
| 8.23 | 제2회 대청호 조류대책위원회 개최 | 녹조발생 현황 및 전망, 여름철 녹조대응 추진계획 등 논의 |
| 8.25 | 대청호 ‘회남수역’ 조류경보 발령 | 회남수역 조류경보 ‘관심’단계 발령 및 관계기관 전파 |
| 9.15 | 대청호 ‘문의수역’ 조류경보 발령 | 문의수역 조류경보 ‘관심’단계 발령 및 관계기관 전파 |
| 9.22 | 대청호 ‘추동수역’ 조류경보 발령 | 추동수역 조류경보 ‘관심’단계 발령 및 관계기관 전파 |
| 9.29 | 대청호 ‘문의수역’ 조류경보 발령 해제 | ‘문의수역’ 조류경보 ‘관심’단계 발령 해제 및 관계기관 전파 |
| 10.6 | 대청호 ‘회남수역’ 조류경보 발령 해제 | ‘회남수역’ 조류경보 ‘관심’단계 발령 해제 및 관계기관 전파 |
| 10.13 | 대청호 ‘추동수역’ 조류경보 발령 해제 | ‘추동수역’ 조류경보 ‘관심’단계 발령 해제 및 관계기관 전파 |

참 고 주요 언론보도

| 보도일자 | 보도매체명 | 보도제목 |
|----------|--------|---------------------------------|
| 22.6.13 | 뉴스스 | 금강청, 선제적 녹조 대응...첫 '조류대책위원회' 연다 |
| 22.6.28 | 전국매일신문 | 금강유역환경청, 대청호 녹조 대응 위한 관계기관 합동훈련 |
| 22.08.22 | 아시아투데이 | 금강환경청, 녹조 발생 취약시기 먹는 물 안전에 총력 |
| 22.8.23 | 충청매일 | 금강환경청, 대청호 녹조 대책 마련 분주 |
| 22.8.25 | 디트뉴스24 | 대청호 회남수역 조류경보 '관심' 단계 발령 |
| 22.9.15 | 연합뉴스 | 대청호 문의수역 조류경보 '관심' 단계 발령 |
| 22.9.23 | MBC충북 | 대청호 조류경보 3개 수역 전체로 확대 |
| 22.10.13 | 전국매일신문 | 금강유역환경청, 대청호 조류경보 발령 '해제' |
| 22.10.13 | 뉴스스 | 금강유역환경청, 대청호 조류경보 43일만에 '해제' |

제4절 영산강수계

1. 영산강 수계 일반현황

가. 수계 조류 발생 특성

영산강은 1996년도 몽탄취수장 폐쇄 이후, 먹는물 상수원으로서 기능을 상실하여 주로 농업용수로 활용되고 있다. 영산강은 농경지 등에서 발생하는 비점오염원(BOD기준 79.4%, 52톤/일)이 높아 부영양화 인한 조류 성장조건이 이미 충족된 상태라 볼 수 있고, 이로 인해 매년 여름철은 녹조현상이 주기적으로 반복되고 있는 실정이다.

나. 조류경보제(운영지점, 관찰지점) 적용 구간

● 조류경보제 운영지점

섬진강·탐진강 수계 조류경보제 운영지점은 주암호, 동북호, 옥정호, 탐진호 등 4개 호소이며, 운영현황은 아래와 같다.

표 2-4-1 영산강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영 지점

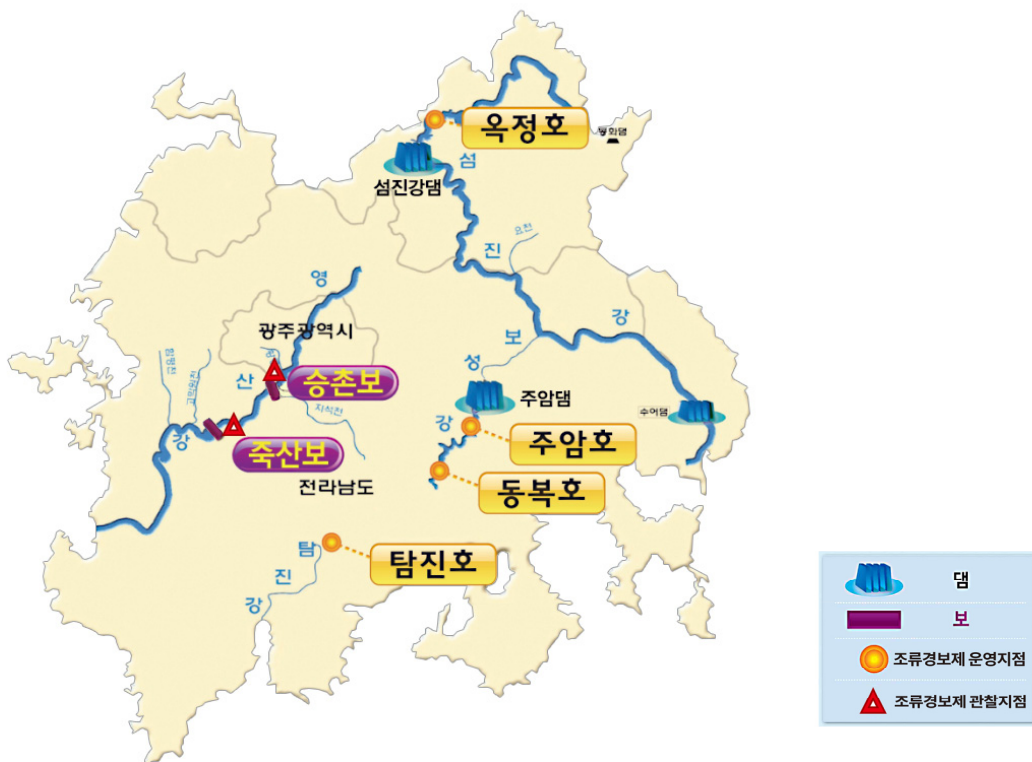
| 호소명 | 대표 측정 지점 | 운영기관 |
|-----|----------------------|----------|
| 주암호 | 주암호(댐앞), 주암호(신평교) | 영산강유역환경청 |
| 동북호 | 동북호(취수탑), 동북호(중류) | 영산강유역환경청 |
| 옥정호 | 칠보취수구 | 전북지방환경청 |
| 탐진호 | 탐진호(댐앞), 탐진호(유지천 합류) | 영산강유역환경청 |

○ 조류경보제 관찰지점

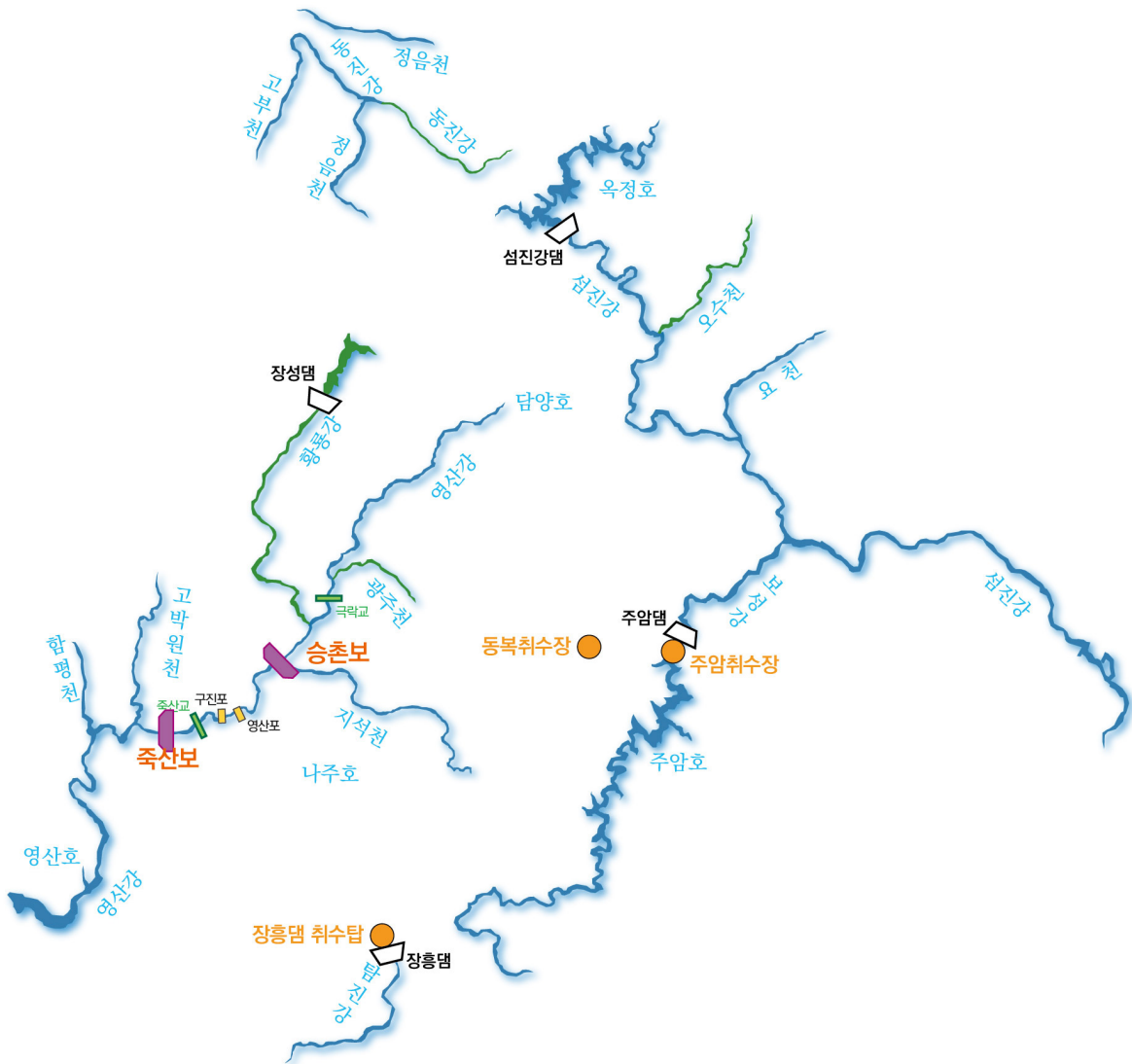
4대강 보 구간에 대하여 보 설치로 인한 조류 발생을 사전에 예측하기 위해 2012년부터 2019년까지 수질예보제를 운영하였고, 2020년 조류경보제 통합 운영에 따라 영산강수계에서는 2개 보를 관찰지점으로 운영하고 있다(승촌보, 죽산보).

표 2-4-2 영산강수계 조류경보제 관찰 지점

| 지 점 | 대표 채수 위치 | 운영기관 |
|-----|-------------|----------|
| 승촌보 | 보 상류 1,000m | 영산강유역환경청 |
| 죽산보 | 보 상류 800m | 영산강유역환경청 |



영산강 유역 현황도



2. 2022년 조류발생 현황

가. 총평

2022년 영산강 수계내 주요 상수원 호소에서는 발생량이 적어 조류경보를 발령하지 않았다. 승촌보와 죽산보의 유해남조류 세포수는 전년대비 다소 증가하였지만 우려할 수준으로 발생하지는 않았다.

표 2-4-3 영산강수계 2022년 조류경보 발령 현황

| 조류경보 발령 | 승촌보 | 죽산보 | 주암호 | 옥정호 | 동북호 | 탐진호 |
|---------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 관심 | 대상아님 | 대상아님 | 미발령 | 미발령 | 미발령 | 미발령 |
| 경계 | | | | | | |
| 대발생 | | | | | | |

* 승촌보, 죽산보는 2020년 4월까지 수질예보지점으로 관리, 이후 조류경보제 조류관찰지점으로 관리

나. 본류 2개 보 구간

● 동절기 규조류 발생

2022년 영산강 2개 보 구간 중 승촌보의 평균 유해남조류 세포수는 240 세포/mL이었으며, 죽산보는 2,571 세포/mL로 상류인 승촌보 보다 하류인 죽산보에서 더 많은 세포수가 나타났다.

승촌보, 죽산보는 유해남조류보다는 매년 겨울철~봄철 사이에 저온성 규조류(*Stephanodiscus*)가 증식·우점하는 양상을 보이는 구간이다.

표 2-4-4 죽산보 동절기(1~3월) 조류발생 주요현황

| 측정항목 | 채수일자 | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|------|------|-----|------|------|
| | 1.3 | 1.10 | 1.17 | 1.24 | 2.3 | 2.7 | 2.14 | 2.21 | 2.28 | 3.7 | 3.14 | 3.21 |
| 수온(°C) | 4 | 4 | 4.1 | 4.7 | 5.2 | 4.7 | 6.2 | 5.5 | 6.3 | 8.2 | 12.1 | 11.8 |
| 클로로필-a (mg/m ³) | 88 | 96.6 | 103.9 | 85.1 | 39.8 | 48.9 | 31.9 | 11.7 | 12.2 | 7.3 | 34.7 | 12.9 |
| 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 규조류 세포수 (세포/mL) | 22,950 | 23,700 | 35,400 | 36,200 | 9,100 | 16,050 | 8,450 | 600 | 280 | 575 | 100 | 310 |

○ 여름철 남조류 발생

여름철 기온상승으로 수온이 최고 30.9℃까지 상승하면서 남조류인 *Microcystis*가 주요 종으로 출현하였으며, 7~10월경 승촌보는 남조류가 최대 2,650 세포/mL(9.26)로 발생되어 2021년 남조류 최대 발생수(2,018 세포/mL)에 비해 증가, 죽산보는 이른 더위로 인해 최고 24,650 세포/mL(7.4)까지 발생하여 2021년 남조류 최대 발생수(33,791 세포/mL)에 비해 감소하였다. 남조류는 11월중순까지 일부 출현하였지만 미미한 수준에 그치며 소멸하였다.

표 2-4-5 영산강수계 승촌보의 여름철 조류발생 주요현황

| 구간명 | 측정항목 | 채수일자 | | | | | | | | | | | |
|-----|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 7.11 | 7.19 | 7.25 | 8.1 | 8.8 | 8.17 | 8.22 | 8.29 | 9.5 | 9.13 | 9.19 | 9.26 |
| 승촌보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 96.7 | 10.5 | 21.5 | 26.6 | 95.6 | 19 | 38.2 | 56.5 | 31.6 | 48.8 | 39.7 | 55.6 |
| | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 92 | 0 | 345 | 147 | 339 | 175 | 0 | 0 | 299 | 0 | 2550 | 2650 |

표 2-4-6 영산강수계 죽산보의 여름철 조류발생 주요현황

| 구간명 | 측정항목 | 채수일자 | | | | | | | | | | | |
|-----|--|------|------|------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 7.4 | 7.11 | 7.19 | 7.25 | 8.1 | 8.8 | 8.17 | 8.22 | 8.29 | 9.5 | 9.13 | 9.19 |
| 죽산보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 64.9 | 49.1 | 24.4 | 20.9 | 33.5 | 76.2 | 41.2 | 56.1 | 41.9 | 30.7 | 40.9 | 38.5 |
| | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 2460 | 1275 | 279 | 1,925 | 4,200 | 10,875 | 2,550 | 1,078 | 6,275 | 1,036 | 1,075 | 3,800 |

나. 주요 상수원 호소

○ 4개 상수원 호소는 조류경보 미발령

2022년도 광역 상수원 4개 호소(주암호, 동북호, 탐진호, 옥정호)의 조류경보제 운영결과, 4개 호소 모두 조류경보 발령이 없었다. 주암호는 5월 중반부터 유해남조류 세포수가 223 세포/mL 출현하였으며, 9월말 주암호2(신평교) 지점에서 유해남조류 세포수가 882 세포/mL까지 증가하기도 하였다. 이후 조류경보 발령기준 이하로 유지되다가 소멸되었다.

동북호는 조류경보가 2009년 발령(당시 조류주의보 41일)된 것을 마지막으로 이후 조류경보가 발령되지 않고 안정적 수질을 유지하고 있다. 2022년에는 6월부터 12월까지 유해남조류가 출현하였고 8월에 최대치인 1,590 세포/mL 출현하였다.

탐진호는 2008년부터 조류경보제 대상호소로 지정된 이후 조류경보제가 발령되지 않는 등 안정적인 수질을 유지하고 있다. 2022년 유해남조류 발생현황은 탐진호(담얏) 지점에서 28 세포/mL(9.13)로 처음 출현하였으며, 탐진호(유치천 합류부)은 276 세포/mL(9.26) 최대치로 발생했다. 2022년에는 9월 초부터 11월 초까지 유해남조류가 22~276 세포/mL 출현하였으나, 11월 이후 유해남조류는 소강상태를 보였다.

표 2-4-7 2022년도 영산강수계 상수원 호소 유해남조류 세포수 월별 최대치 발생현황

(단위 : 세포/mL)

| 구 분 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 |
|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| 주암호 | 223 | 254 | 57 | 310 | 882 | 530 | 70 | - |
| 동북호 | - | 270 | 900 | 1,590 | 880 | 450 | 650 | 880 |
| 탐진호 | - | - | - | - | 276 | - | 22 | - |
| 옥정호 | - | 16 | 186 | 510 | 944 | 399 | 98 | 12 |

3. 조류발생 영향인자 분석

가. 본류 2개 보 구간

○ 겨울철 규조류 발생, 장마로 인한 남조류 감소와 규조류 증가

영산강 수계 본류 구간 2개 보 지점의 조류는 1월부터 3월까지 규조류인 *Stephanodiscus* 가 대부분 우점하였으며, 여름인 7월부터 가을인 9월까지는 규조류와 녹조류가 우점 발생하였다. 이후 가을철인 11월부터 규조류가 다시 우점하는 계절적인 천이 패턴을 보였다. 특히 1월부터 3월까지 구형 규조류인 *Stephanodiscus*가 대량 발생하였고, 이전에 나타나던 10월 이후 원형규조류의 대발생은 보이지 않았다. 1월부터 3월까지 *Stephanodiscus*의 최대 세포수는 각각 승촌보에서 36,200 세포/mL, 죽산보에서 35,700 세포/mL로 조사되었다. 남조류는 여름인 4월 말부터 늦은 가을인 11월까지 나타났으나 대발생 현상은 없었다. 4월 말 *Aphanizomenon*이 최초 발생하였으며, 이후 *Microcystis*가 우점하는 현상이 11월 중순까지 지속되었다.

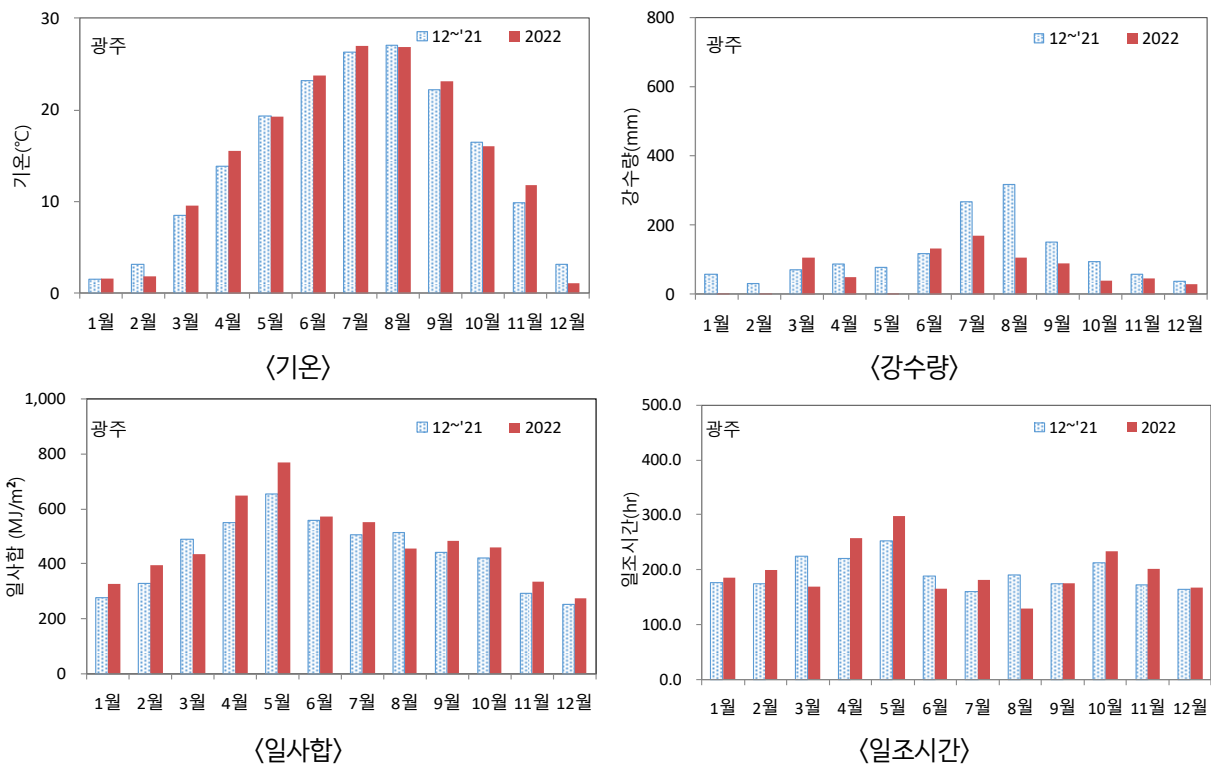
○ 평균기온, 강수량, 일사량 상승, 일조시간은 감소

조류 발생에 영향을 미치는 기상, 수리·수문, 수질 등에 관하여 2012년부터 2022년까지 자료를 조사하였다. 영산강 수계의 전체적인 기상 특성을 반영하는 광주지방기상청의 자료를 이용하였다. 기상 요소는 기온, 강수량, 일사량 및 일조시간에 대하여 2012~2021년의 과거 10년 평균과 2022년의 값을 비교하여 <표 2-4-10> 및 <그림 2-4-1>에 제시하였다. 2022년 평균 기온은 과거 10년 평균보다 0.3℃ 증가하였다. 2022년도 강수량은 769.9mm로 과거 10년보다 602.0mm 감소하였다. 특히 2022년 7월부터 8월기간 동안 강수량은 275.4mm로 과거 10년 평균 강수량인 587.1mm보다 311.7mm 감소하였고, 2021년 566.3mm보다 290.9mm로 감소하였다. 일사량의 연간 합계는 3월, 8월을 제외하고는 과거 10년 평균보다 증가하여 418.8MJ/m² 상승하였다. 일조시간은 과거 10년 평균에 비해 57.2시간 증가하였다.

표 2-4-8 광주지방기상청 기상 요소별 현황

| 기간 | 평균기온(°C) | 강수량(mm) | 일사합(MJ/m ²) | 일조시간(hr) |
|-----------|----------|-----------|-------------------------|----------|
| 2012~2021 | 14.5 | 1371.9 | 5288.9 | 2305.0 |
| 2022 | 14.8 | 769.9 | 5707.7 | 2362.2 |
| 증감 | 0.3 (↑) | 602.0 (↓) | 418.8 (↑) | 57.2 (↑) |

그림 2-4-1 광주지방기상청 기상 요소별 월평균 값



○ 보 구간 체류시간은 과거 4년보다 증가

2개 보 월평균 체류시간을 비교한 결과, 2022년 승촌보의 평균 체류시간은 5.9일로 최근 4년(2021년 3.9일, 2020년 3.9일, 2019년 5.0일, 2018년 2.8일)과 비교한 결과, 다소 증가하였다. 죽산보의 평균 체류시간은 9.9일로 최근 4년(2021년 6.2일, 2020년 6.0일, 2019년 6.2일, 2018년 4.2일)와 비교한 결과, 승촌보와 같이 증가하는 양상을 보였다. 2개 보 평균 체류시간은 7.9일로 과거 3년(2021년 5.1일, 2020년 5.0일, 2019년 5.6일)에 비해 긴 체류시간을 보였다.

표 2-4-9 영산강 수계 보 구간 월평균 체류시간 비교

(단위 : 일)

| 월 | 승촌보 | | | | | 죽산보 | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| 1 | 6.0 | 11.3 | 4.4 | 5.6 | 7.4 | 9.8 | 2.9 | 6.2 | 10.3 | 13.7 |
| 2 | 7.8 | 9.2 | 5.4 | 5.7 | 8.1 | 13.4 | 3.0 | 7.9 | 10.6 | 15.4 |
| 3 | 2.5 | 7.5 | 6.0 | 3.0 | 4.0 | 3.2 | 6.2 | 9.3 | 4.6 | 6.2 |
| 4 | 0.7 | 2.1 | 5.9 | 4.0 | 5.9 | 3.1 | 10.4 | 9.4 | 7.3 | 8.6 |
| 5 | 1.0 | 4.5 | 3.6 | 2.8 | 6.9 | 4.1 | 7.3 | 5.7 | 5.1 | 10.2 |
| 6 | 0.7 | 2.9 | 1.7 | 2.4 | 2.9 | 2.6 | 3.4 | 2.4 | 4.2 | 4.6 |
| 7 | 0.9 | 1.6 | 0.4 | 0.9 | 3.2 | 2.4 | 2.3 | 0.6 | 1.3 | 4.8 |
| 8 | 0.7 | 1.9 | 0.2 | 1.1 | 3.3 | 1.4 | 3.9 | 0.4 | 1.7 | 5.2 |
| 9 | 1.0 | 1.5 | 0.8 | 2.2 | 3.1 | 1.5 | 2.1 | 1.2 | 3.4 | 4.6 |
| 10 | 1.4 | 1.2 | 4.9 | 4.9 | 6.3 | 3.0 | 1.6 | 7.5 | 7.9 | 10.6 |
| 11 | 4.9 | 9.6 | 7.9 | 7.9 | 12.9 | 2.5 | 16.8 | 10.0 | 9.6 | 17.4 |
| 12 | 6.2 | 7.3 | 6.0 | 5.7 | 7.3 | 3.1 | 14.3 | 11.9 | 9.1 | 17.0 |
| 연평균 | 2.8 | 5.0 | 3.9 | 3.9 | 5.9 | 4.2 | 6.2 | 6.0 | 6.2 | 9.9 |

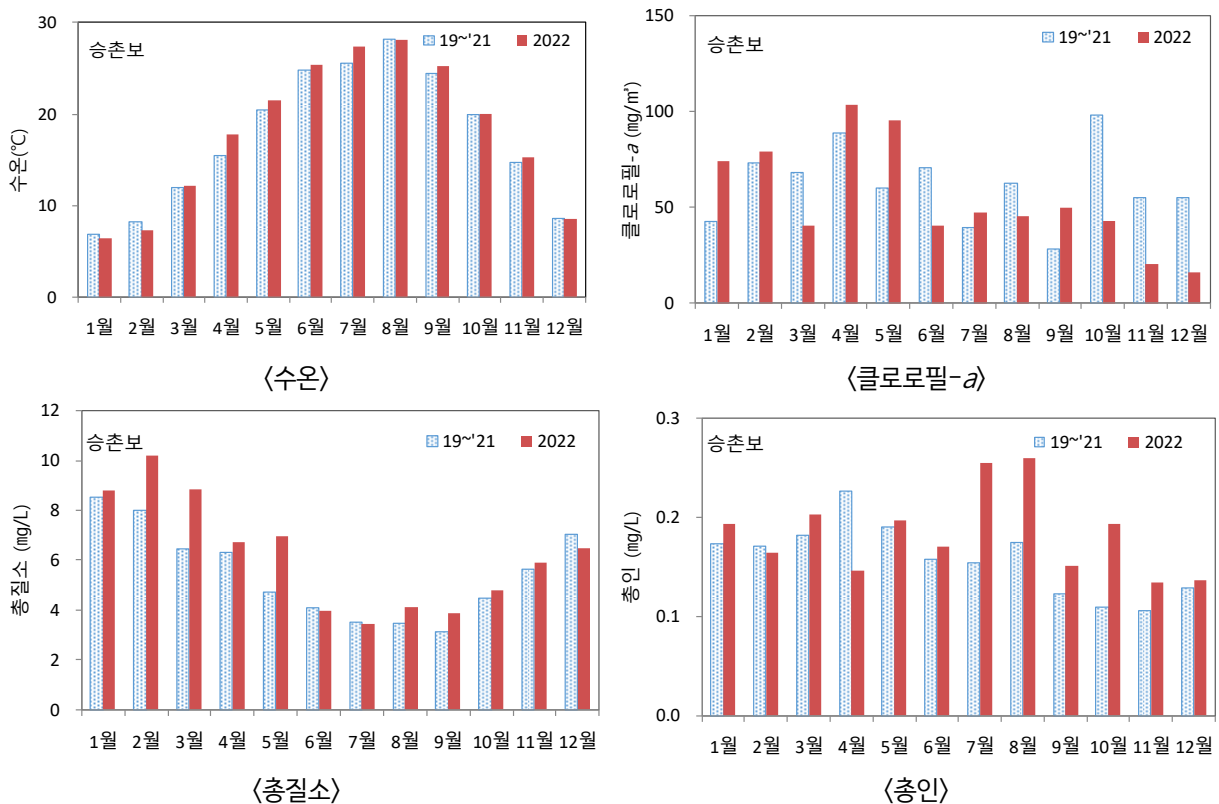
● 승촌보: 평균 수온, 총질소와 총인 농도 증가, 클로로필-*a* 농도는 감소

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질 인자의 변화 경향을 분석하고자 승촌보에서 2019~2021년과 2022년 값을 비교하여 <표 2-4-10>과 <그림 2-4-2>에 제시하였다. 수온은 3년 연평균보다 0.5℃ 증가하였으며, 클로로필-*a* 농도는 7.2mg/m³ 만큼 감소하였다. 영양염류인 총질소 농도는 0.726mg/L만큼 증가하였으며, 총인은 0.025mg/L 증가하였다. 승촌보의 수질인자 수온과 총질소, 총인 농도가 증가한 가운데 클로로필-*a*은 감소하였다.

표 2-4-10 승촌보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 17.4 | 61.8 | 5.447 | 0.158 |
| 2022 | 17.9 | 54.6 | 6.173 | 0.183 |
| 증감 | 0.5 (↑) | 7.2 (↓) | 0.726 (↑) | 0.025 (↑) |

그림 2-4-2 영산강 승촌보 지점 수온 및 수질 농도 변화



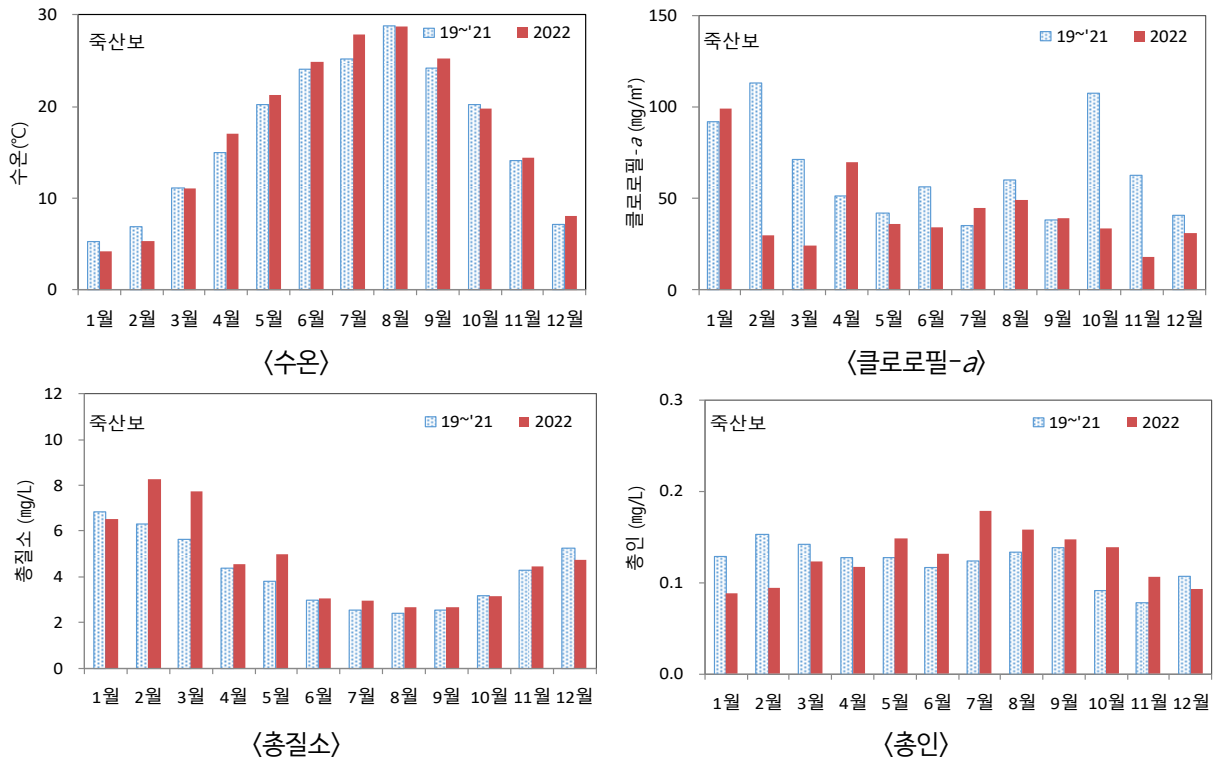
● **죽산보: 평균 수온, 총질소와 총인 농도 증가, 클로로필-*a* 농도는 감소**

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질 인자의 변화 경향을 분석하고자 죽산보에서 2019~2021년과 2022년 값을 비교하여 <표 2-4-11>과 <그림 2-4-3>에 제시하였다. 수온은 3년 연평균보다 0.5℃ 증가하였다. 클로로필-*a* 농도는 21.9mg/m³ 만큼 감소하였다. 영양염류인 총질소는 0.456mg/L만큼 증가하였으며, 총인의 농도는 0.005mg/L만큼 증가하였다. 죽산보의 수질인자 수온과 총질소, 총인 농도가 증가한 가운데 클로로필-*a*은 감소하였다.

표 2-4-11 죽산보 수질인자 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2019~2021 | 16.9 | 64.3 | 4.194 | 0.122 |
| 2022 | 17.3 | 42.4 | 4.650 | 0.127 |
| 증감 | 0.5(↑) | 21.9(↓) | 0.456(↑) | 0.005(↑) |

그림 2-4-3 영산강 죽산보 지점 수온 및 수질 농도 변화



<표 2-4-12>에서 나타낸 바와 같이 영산강 수계의 연도별 유해남조류 세포수 최대치는 45,900 세포/mL(죽산보, 2015.8.19), 71,840 세포/mL(죽산보, 2016.8.18.), 357,600 세포/mL(죽산보, 2017.8.3), 259,700 세포/mL(죽산보 2018.7.26), 4,025 세포/mL(승촌보 2019.9.30), 3,842 세포/mL(죽산보 2020.9.21.), 33,791 세포/mL(죽산보 2021.6.28.)로 조사되었다. 2022년에는 2,650 세포/mL(승촌보 9.26), 24,650 세포/mL(죽산보 7.4)로 조사되어, 최근 2021년에 비해 유해남조류의 발생은 다소 감소하였다.

표 2-4-12 영산강수계 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : 세포/mL)

| 구 분 | 승촌보 | | 죽산보 | |
|-------|------------------------|---------------|------------------------|----------------|
| | 최초 초과 세포수 [※] | 최대 세포수 | 최초 초과 세포수 [※] | 최대 세포수 |
| 2015년 | - | - | 17,225 (8. 3) | 45,900 (8.19) |
| 2016년 | 27,380 (8.16) | 27,380 (8.16) | 16,460 (6.16) | 71,840 (8.18) |
| 2017년 | 12,080 (6.26) | 13,840 (6.26) | 43,150 (6. 5) | 357,600 (8. 3) |
| 2018년 | - | 1,153 (8. 9) | 71,540 (7.23) | 259,700 (7.26) |
| 2019년 | - | 4,025 (9.30) | - | 2,280 (9.30) |
| 2020년 | - | 332 (9.21) | - | 3,842 (9.21) |
| 2021년 | - | 2,018 (9.24) | 33,791 (6.28) | 33,791 (6.28) |
| 2022년 | - | 2,650 (9.26) | 10,325 (5.23) | 24,650 (7. 4) |

※ 과거 수질예보 수질관리단계 발령 기준인 1만 세포/mL 이상 적용, 2020년 5월부터 '조류관찰지점'으로 운영 중 (조류경보 발령 미실시)

나. 주암호

○ 강수량은 과거 10년 평균대비 감소

주암호 조류경보제 운영지점은 2개 지점으로, 댐앞과 신평교 지점이 있다. 주암댐의 2022년 댐유역 평균 강수량은 927mm로 2012~2021년 10년간 댐유역 평균 강수량인 1,454mm의 약 64%에 해당하는 강수량을 보인 것으로 나타났다.

표 2-4-13 주암댐 유역 평균 강수량

| 구 분 | 2012~2021(A) | 2022(B) | 비율(B/A) |
|---------|--------------|---------|---------|
| 강수량(mm) | 1,454 | 927 | 0.64 |

※ 출처 : 국가수자원관리종합정보시스템

○ 평균 수온과 총인 증가, 총질소와 클로로필-*a* 감소

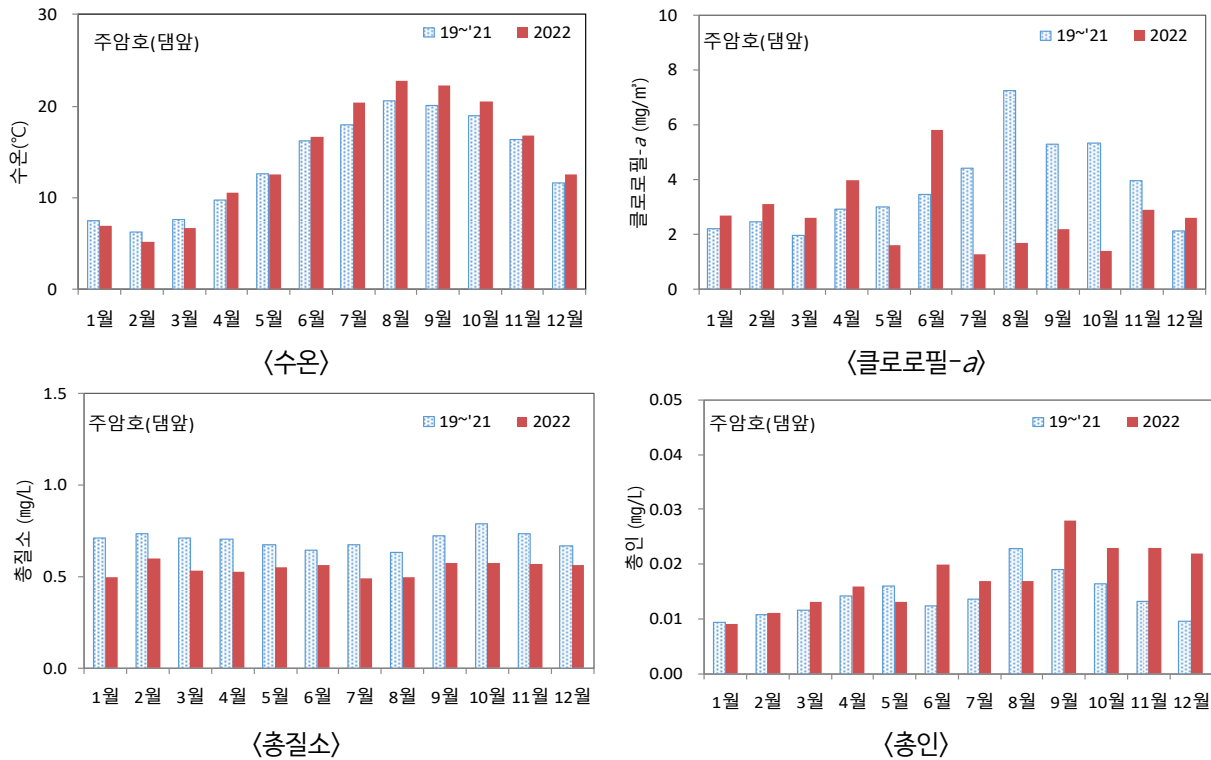
기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질의 변화 경향을 분석하고자 주암호 조류경보제 운영지점 2개(댐앞, 신평교)의 2019~2021년 평균과 2022년을 비교하였다. 2022년 주암댐 앞의 평균 수온은 2019~2021년 평균수온 보다 0.7℃ 증가하고, 클로로필-*a* 농도는 1.0mg/m³ 감소한 것으로 나타났다. 총질소는 0.146mg/L 만큼 감소하였고, 총인은 0.004mg/L만큼 증가하였다.

표 2-4-14 주암호 댐앞 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 13.8 | 3.7 | 0.701 | 0.014 |
| 2022 | 14.5 | 2.7 | 0.545 | 0.018 |
| 증감 | 0.7 (↑) | 1.0 (↓) | 0.146 (↓) | 0.004 (↑) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료(2019.1~2022.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료(표층)

그림 2-4-4 주암호 댐앞 지점 수온 및 수질 농도 변화



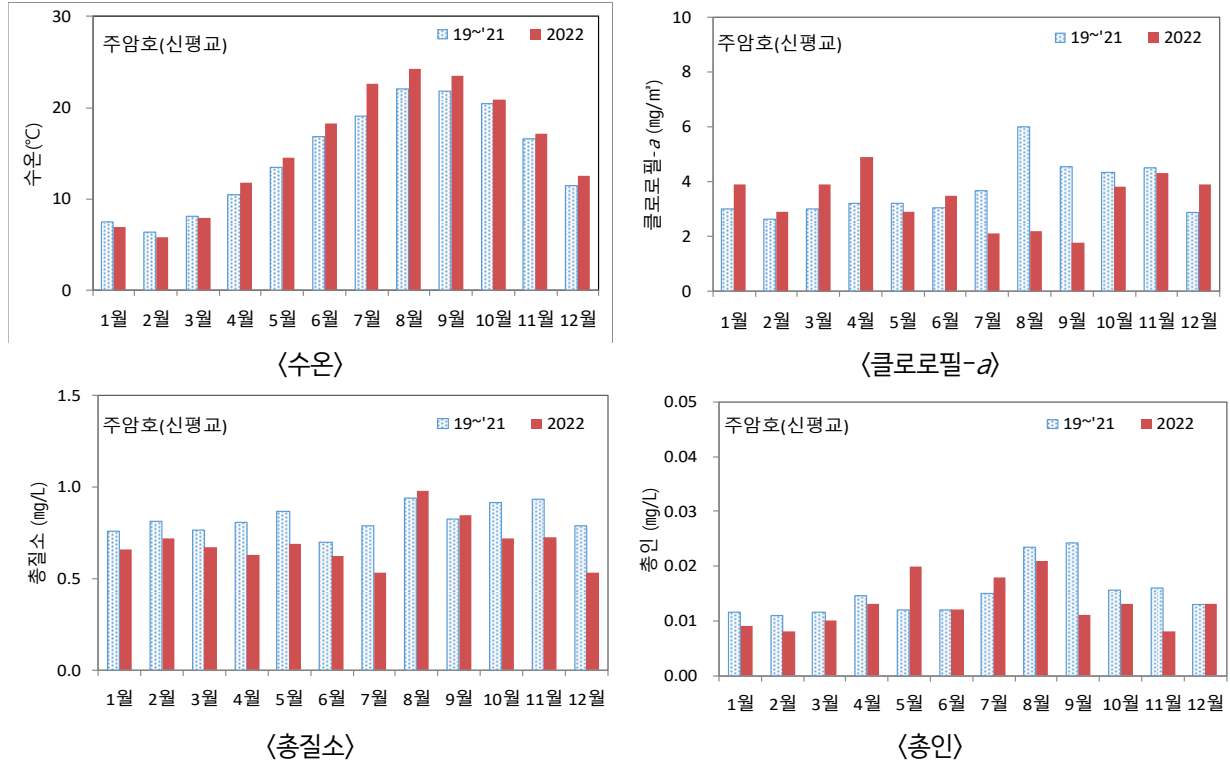
2022년 주암호 신평교의 평균 수온은 2019~2021년 평균 수온보다 1.0°C 증가하였으며, 클로로필-a 농도는 0.4mg/m³ 감소하였다. 총질소와 총인은 2018~2020년 평균 보다 각각 0.131mg/L, 0.002mg/L 감소하였다. 주암호 2개의 지점 모두 평균 수온은 증가하였으며, 클로로필-a, 총질소 농도는 감소하였다. 주암호 2개 지점의 영양염류인 총인의 증가패턴은 서로 상이하였다.

표 2-4-15 주암호 신평교 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(°C) | 클로로필-a(mg/m³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|---------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 14.5 | 3.7 | 0.825 | 0.015 |
| 2022 | 15.5 | 3.3 | 0.694 | 0.013 |
| 증감 | 1.0 (↑) | 0.4 (↓) | 0.131 (↓) | 0.002 (↓) |

※ 수온·클로로필-a : 조류경보제 자료('19.1~'22.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료(주암호2)

그림 2-4-5 주암호 신평교 지점 수온 및 수질 농도 변화



2022년에는 주암호 2개 지점 모두 유해남조류 세포수가 관심 기준(1천 세포/mL)을 넘는 경우가 없었다. 유해남조류 최대 세포수 출현시기는 주암댐 앞은 5월 말, 신평교는 9월 말이며, 각각 *Anabaena*, *Aphanizomenon*이 우점하였다.

표 2-4-16 주암호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : 세포/mL)

| 지점 | 최초 500 세포/mL 초과 세포수(발생일자) | | 최대 세포수(발생일자) | |
|-----------|---------------------------|-----------|--------------|-----------|
| | 2021년 | 2022년 | 2021년 | 2022년 |
| 주암호1(댐앞) | 733(8.18) | - | 733(8.18) | 223(5.31) |
| 주암호2(신평교) | 536(8.10) | 882(9.28) | 819(8.18) | 882(9.28) |

다. 탐진호

● 강수량은 과거 10년에 비해 크게 감소

탐진호 조류경보제 채수위치는 2개로, 댐앞, 탐진강과 유치천 합류지점이다. 2022년 탐진호의 댐유역 평균 강수량은 871.0mm로 2012~2021년 10년간 댐유역 평균 강수량인 1,525mm에 비해 크게 감소하였다.

표 2-4-17 탐진호 유역 평균 강수량

| 구 분 | 2012~2021(A) | 2022(B) | 비율(B/A) |
|---------|--------------|---------|---------|
| 강수량(mm) | 1525.1 | 871.0 | 0.57 |

※ 출처: 국가수자원관리종합정보시스템

● 평균 수온 증감패턴 상이, 클로로필-*a* 동일

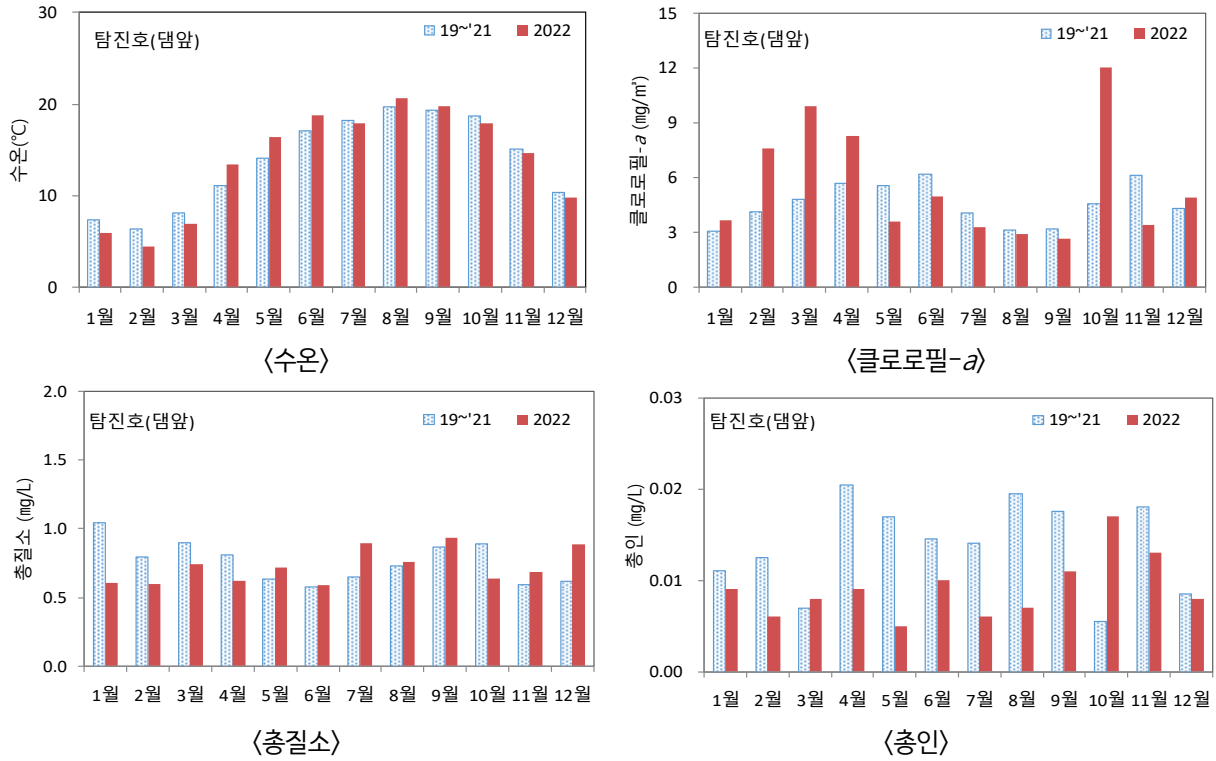
기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질의 변화 경향을 분석하고자 탐진호 조류경보제 2개 채수위치(댐앞, 유치천 합류부)의 2019~2021년 평균과 2022년을 비교하였다. 2022년 댐앞 평균 수온과 클로로필-*a* 농도는 2019~2021년 평균 수온과 클로로필-*a* 농도 보다 각각 0.1℃, 1.0mg/m³ 증가한 것으로 나타났다. 총질소와 총인은 각각 0.036mg/L, 0.005mg/L 감소하였다.

표 2-4-18 탐진호 댐앞 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 2019~2021 | 13.8 | 4.6 | 0.760 | 0.014 |
| 2022 | 13.9 | 5.6 | 0.724 | 0.009 |
| 증감 | 0.1 (↑) | 1.0 (↑) | 0.036 (↓) | 0.005 (↓) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('19.1~'22.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료(탐진댐 인근, 장흥댐2)

그림 2-4-6 탐진호 댐앞 수온 및 수질 농도 변화



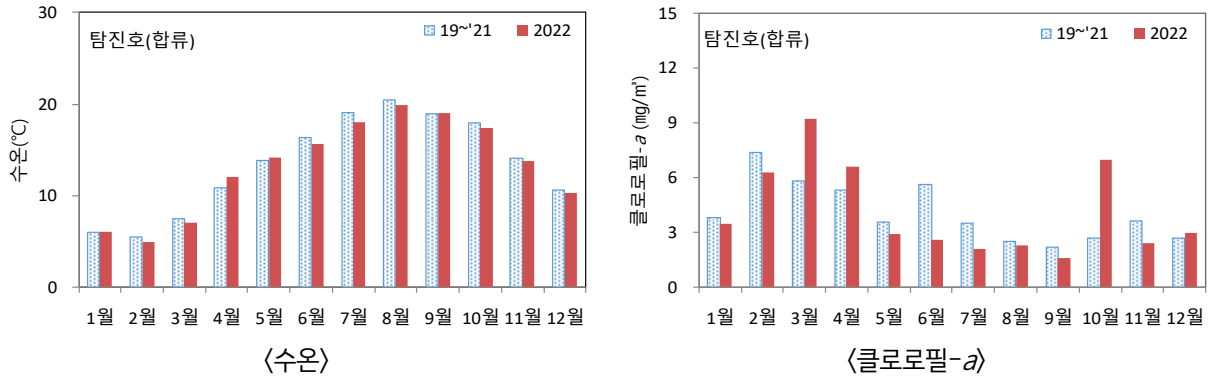
탐진호의 유치천 합류부는 2022년 평균 수온은 2019~2021년 평균 수온보다 0.2℃ 감소하였으며, 클로로필-a 농도는 2018~2020년 평균 클로로필-a 농도와 차이를 보이지 않았다.

표 2-4-19 탐진호 유치천 합류부 수질 변화 비교

| 기간 | 수온(℃) | 클로로필-a(mg/m ³) |
|-----------|---------|----------------------------|
| 2019~2021 | 13.4 | 4.1 |
| 2022 | 13.2 | 4.1 |
| 증감 | 0.2 (↓) | - |

※ 수온·클로로필-a : 조류경보제 자료('19.1~'22.12)

그림 2-4-7 탐진호 유치천 합류부 수온 및 클로로필-a 농도 변화



2022년 탐진호 2개의 지점의 유해남조류 최대 세포수 출현시기는 댐앞지점과 유치천합류지점 모두 9월 말이었으며, *Microcystis*가 우점하였다. 2개 지점 모두 ‘관심’ 기준(1천 세포/mL)을 넘는 경우는 없었다.

표 2-4-20 탐진호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : 세포/mL)

| 지점 | 최초 500 세포/mL 초과 세포수(발생일자) | | 최대 세포수(발생일자) | |
|----------|---------------------------|-------|--------------|-----------|
| | 2021년 | 2022년 | 2021년 | 2022년 |
| 탐진호1(댐앞) | - | - | 48(6.16) | 102(9.26) |
| 탐진호2(합류) | - | - | 92(8.23) | 276(9.26) |

참 고 일정별 주요사항

| 일자 | 주요사항 | 세부내용 |
|-------------|-------------------------|---|
| 5.27 | 2022년 조류경보제 시행 | 섬진강 수계 광역상수원 3개(주암·동북·탐진호), 영산강 수계 보구간(승촌보·죽산보) 대상 조류경보제 시행계획 수립·통보 |
| 6.13 | 영산강섬진강 수계 수질관리협의회 회의 개최 | 녹조 발생이 본격화되는 하절기 대비하여 실무회의 개최, 유관기관 대책 사전 협의 |
| 5월말 ~10월 | 조류대응 상황실 운영 | 수질분석 결과, 조류발생 추이, 피해경감대책 추진상황 등 보고·전파 |

참 고 주요 언론보도

| 보도일자 | 보도매체명 | 보도제목 |
|------|-------|---------------------------------|
| 6.10 | 전남일보 | 여름철 녹조 대응 협력체계 구축 |
| 6.23 | 남도일보 | 영산강청, 녹조방지 특별점검 가축분뇨 배출·처리시설 대상 |
| 8.11 | 전남매일 | 영산강사업단, 드론 활용 녹조제거제 살포 |

2022년 조류(녹조)발생과 대응

연차보고서



제 3 부

녹조발생 예방 및 대응정책

| | |
|-------------------------|-----|
| 제1절 조류발생 모니터링 정책 | 122 |
| 제2절 녹조대응 정책 | 138 |
| 제3절 오염물질 감시·관리 강화 | 141 |

제1절 조류발생 모니터링 정책

1. 조류경보제

○ 안전한 수돗물 공급을 목적으로 시행

조류경보제는 상수원 호소 등 주요 호소에서 조류 대량 발생시 정수처리 여과장치의 기능저하, 일부 유해남조류에 의한 냄새물질 및 독소 발생 가능성으로 인해 조류발생 상황을 주기적으로 모니터링하여 사전에 필요한 조치를 취하도록 하는 목적으로 시행하였다. 2016년에는 상수원으로 사용되는 하천구간과 친수활동 구간을 추가하여 그 목적과 범위를 확대해 가고 있다.

〈법적 근거〉

• 물환경보전법 제21조(수질오염 경보제)

① 환경부장관 또는 시·도지사는 수질오염으로 하천·호소의 물의 이용에 중대한 피해를 가져올 우려가 있거나 주민의 건강·재산이나 동식물의 생육에 중대한 위해를 가져올 우려가 있다고 인정될 때에는 해당 하천·호소에 대하여 수질오염 경보를 발령할 수 있다.

• 물환경보전법 시행령 제28조(수질오염경보)

① 법 제21조제5항에 따른 수질오염경보의 종류는 다음 각 호와 같다.

1. 조류경보
2. 수질오염감시정보

운영 지점을 살펴보면 1998년 팔당·대청·충주·주암호를 대상으로 최초로 조류경보제를 시행한 이후 2003년 6개 호소로, 2006년에는 16개 호소로, 2008년에는 20개 호소로 점진적으로 확대해 왔으며, 2016년에는 4개 하천과 친수활동 1구간 등을 추가하여 28개 하천·호소, 2020년에는 1개 하천을 추가하여 총 29개 하천과 호소(친수활동 구간 포함)를 대상으로 운영하고 있다.

표 3-1-1 조류경보제 적용대상 추진경위

| 시행년도 | 하천·호소명 | 대표 채수 위치 | 관리기관 |
|------|-------------|---|-------|
| '98 | 팔 당 호 | 댐앞, 부용사앞, 삼봉 | 한 강 청 |
| | 대 청 호 | 추동, 문의, 회남 | 금 강 청 |
| | 충 주 호 | 댐앞, 청풍교 | 원 주 청 |
| | 주 암 호 | 댐앞, 신평교 | 영산강청 |
| '99 | 운 문 호 | 댐앞, 취수탑2 | 대 구 청 |
| '03 | 용 담 호 | 댐앞, 취수탑 | 전 북 청 |
| '04 | 동 북 호 | 취수탑, 중류 | 영산강청 |
| | 영 천 호 | 취수탑 | 대 구 청 |
| '05 | 진 양 호 | 판문, 내동 | 낙동강청 |
| | 안 계 호 | 취수탑 | 대 구 청 |
| '06 | 공 산 지 | 중앙부, 취수탑 | 대구광역시 |
| | 광 교 지 | 취수탑 | 경 기 도 |
| | 춘 천 호 | 춘천댐 상류, 용산취수장 | 강 원 도 |
| | 옥 정 호 | 칠보취수구 | 전 북 청 |
| | 진 전 지 | 상류, 하류 | 경상북도 |
| | 한 강 | 강동대교~잠실대교(5개 채수위치), 잠실대교~행주대교(5개 채수위치) | 서 울 시 |
| '07 | 사 연 호 | 취수탑, 반연리 | 낙동강청 |
| '08 | 회 야 호 | 취수탑, 여수로 | 낙동강청 |
| | 덕 동 호 | 댐앞 | 대 구 청 |
| | 탐 진 호 | 댐앞, 유치천 합류 | 영산강청 |
| '09 | 보 령 호 | 취수탑 | 금 강 청 |
| | 횡 성 호 | 취수탑 | 원 주 청 |
| '13 | 한 강 | 강동대교~잠실대교(5개 채수위치)중 구의취수장 지점 폐쇄 | 서 울 시 |
| '16 | 의 암 호 | 신연교 | 원 주 청 |
| | 한강(강천) | 강천보 상류 | 한 강 청 |
| | 낙동강(칠곡) | 칠곡보 상류 | 대 구 청 |
| | 낙동강(강정·고령) | 강정고령보 상류 | 대 구 청 |
| | 낙동강(창녕·함안) | 창녕함안보 상류 | 낙동강청 |
| | 한강(친수활동 구간) | 잠실대교~행주대교(5개 채수위치)를 친수활동 구간으로 신설 | 서 울 시 |
| '20 | 낙동강(물금·매리) | 물금매리 | 부 산 시 |

○ 조류발생 정도에 따라 단계적으로 대응

조류발생 상황은 상수원 구간과 친수활동 구간으로 나누어 단계별 조류경보를 발령하고 있다. 발령기준으로는 녹조현상을 유발하는 유해남조류 세포수²⁾로 모니터링 하고 있다. 조류발생 모니터링 결과에 따라 상수원구간은 ‘관심→경계→대발생’, 친수활동구간은 ‘관심→경계’ 단계로 조류경보를 발령하며, 2회 연속으로 유해남조류 세포수가 아래 기준을 초과할 때 발령한다.

표 3-1-2 조류경보제 발령기준

| 발령단계 | | 발령·해제기준 |
|----------------|-------|--|
| 상수원 구간 | 관심 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 이상 10,000 세포/mL 미만인 경우 |
| | 경계 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 10,000 세포/mL 이상 1,000,000 세포/mL 미만인 경우 |
| | 조류대발생 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000,000 세포/mL 이상인 경우 |
| | 해제 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 미만인 경우 |
| 친수 활동 구간 | 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 20,000 세포/mL 미만인 경우 |

조류경보 발령권자는 상기 단계별 기준에 해당하는 조류가 발생하였을 때는 즉시 해당 경보 단계를 발령하고, ‘경계’ 이상의 발령단계에서는 대중매체 등을 통해 관련사항을 신속히 홍보하여야 한다. 아울러 관계기관은 아래의 경보단계별 조치사항에 따라 신속하게 대응하여야 한다.

2) 유해남조류 세포수는 마이크로시스티스(*Microcystis*), 아나베나(*Anabaena*), 아파니조메논(*Aphanizomenon*) 및 오실라토리아(*Oscillatoria*) 속(屬) 세포수의 합을 말한다. 유해남조류는 부영양화된 수역에서 많이 발생되며 독성 물질(마이크로시스틴, 아나톡신 등) 및 냄새물질(지오스민, 2-MIB)을 생산하기도 함

표 3-1-3 조류경보제 상수원구간 경보단계별 조치사항

| 단계 | 관계기관 | 조치사항 |
|-----------|---|--|
| 관심 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 1회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필-a) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 수면관리자 | 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시 |
| | 취수장·정수장 관리자 | 정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리) |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 1) 관심경보 발령 2) 주변오염원에 대한 지도·단속 |
| | 홍수통제소장, 한국수자원공사사장 | 댐, 보 여유량 확인·통보 |
| | 한국환경공단이사장 | 1) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 실시 2) 하천구간 조류 예방·제거에 관한 사항 지원 |
| 경계 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필-a, 냄새물질, 독소) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 수면관리자 (수면관리자) | 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시 |
| | 취수장·정수장 관리자 (취수장·정수장 관리자) | 1) 조류증식 수심 이하로 취수구 이동 2) 정수처리 강화(활성탄처리, 오존처리) 3) 정수의 독소분석 실시 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 1) 경계경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보 2) 주변오염원에 대한 단속 강화 3) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용, 가축 방목 등의 자제 권고 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) |
| | 홍수통제소장, 한국수자원공사사장 | 기상상황, 하천수문 등을 고려한 방류량 산정 |
| | 한국환경공단이사장 | 1) 환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원 2) 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원 3) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화 |
| 조류 대발생 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필-a, 냄새물질, 독소) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 수면관리자 | 1) 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시 2) 황토 등 조류제거물질 살포, 조류 제거선 등을 이용한 조류 제거 조치 실시 |
| | 취수장·정수장 관리자 | 1) 조류증식 수심 이하로 취수구 이동 2) 정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리) 3) 정수의 독소분석 실시 |

| 단계 | 관계기관 | 조치사항 |
|----|---|---|
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 1) 조류대발생경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보 2) 주변오염원에 대한 지속적인 단속 강화 3) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용, 가축 방목 등의 금지 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) |
| | 홍수통제소장, 한국수자원공사사장 | 댐, 보 방류량 조정 |
| | 한국환경공단이사장 | 1) 환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원 2) 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원 3) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화 |
| 해제 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 각종 경보 해제 및 대중매체 등을 통한 홍보 |

표 3-1-4 조류경보제 친수활동 구간 경보단계별 조치사항

| 단계 | 관계기관 | 조치사항 |
|----|---|---|
| 관심 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 1회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필-a, 냄새물질, 독소) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 1) 관심경보 발령 2) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용 등의 자제 권고 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) 3) 필요한 경우 조류제거물질 살포 등 조류 제거 조치 |
| 경계 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필-a, 냄새물질, 독소) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 1) 경계경보 발령 2) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용 등의 금지 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) 3) 필요한 경우 조류제거물질 살포 등 조류 제거 조치 |
| 해제 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 각종 경보 해제 및 대중매체 등을 통한 홍보 |

● 조류경보제 기준 변경 사항

2015년 말에는 조류경보제 운영 기준 등을 변경하였으며, 2016년부터 새로운 기준을 적용하여 제도를 운영하고 있다. 그 내용은 다음과 같다.

표 3-1-5 조류경보제 기준 변경사항

| 항 목 | | '15년 이전 | '16년 이후 |
|--------------|-----|--|---|
| 대상 지역 | 상수 | - 22개 주요 호소 (팔당호, 대청호, 주암호, 충주호 등) | - 좌 동 |
| | | 〈추 가〉 | - 1개 호소(의암호 추가) - 4개 보(이천·해평·강정고령·칠서) |
| | 친수 | 〈신 설〉 | - 환경부장관이 정하여 고시하는 하천·호소 |
| 경보지표 | | - 클로로필- <i>a</i> 농도 + 유해남조류 세포수 | - 유해남조류 세포수 |
| 단계별 발령 기준 | 관심 | - 클로로필- <i>a</i> 15mg/m ³ + 유해남조류 세포수 500 세포/mL | - 유해남조류 세포수 1,000 세포/mL |
| | 경계 | - 클로로필- <i>a</i> 25mg/m ³ + 유해남조류 세포수 5,000 세포/mL | - 유해남조류 세포수 10,000 세포/mL |
| | 대발생 | - 클로로필- <i>a</i> 100mg/m ³ + 유해남조류 세포수 100만 세포/mL | - 유해남조류 세포수 1,000,000 세포/mL |
| 친수용 발령 기준 | 관심 | 〈신 설〉 | - 유해남조류 세포수 20,000 세포/mL |
| | 경계 | | - 유해남조류 세포수 100,000 세포/mL |
| 발령용어 | | 조류주의보 → 조류경보 → 조류대발생 | 관심 → 경계 → 조류대발생 |
| 친수활동 조치사항 보완 | | 〈신 설〉 | - (관심) 친수활동, 어패류 어획·식용 자제 권고 - (경계) 친수활동, 어패류 어획·식용 금지 |

● 최근 10년간 조류경보제 운영 결과

최근 10년간 조류경보제 운영에 따른 경보 발령 현황을 살펴보면 다음과 같다.

표 3-1-6 조류경보제 운영결과

| 운영지점 | 구분 (지점수) | '13 (25) | '14 (25) | '15 (25) | '16 (28) | '17 (28) | '18 (28) | '19 (28) | '20 (29) | '21 (29) | '22 (29) | |
|------|---|-------------|--------------------|--|--|-------------|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| 합계 | 계 | 266 | 372 | 608 | 404 | 643 | 552 | 492 | 459 | 754 | 778 | |
| | 주의보/관심 | 195 | 300 | 485 | 373 | 465 | 464 | 417 | 424 | 714 | 572 | |
| | 경보/경계 | 71 | 72 | 123 | 31 | 178 | 88 | 75 | 35 | 40 | 206 | |
| | 대발생 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 한 강 | 충주호 | 주의보/관심 | - | - | - | - | (13일) 10.4~10.16 | - | - | - | (14일) 담양: 9.22~10.5 | |
| | 이 천 | 주의보/관심 | X | X | X | - | - | - | - | - | - | |
| | 횡성호 | 주의보/관심 | (35일) 8.13~9.16 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 춘천호 | 주의보/관심 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 의암호 | 주의보/관심 | X | X | X | - | - | - | - | - | - | |
| | 팔당호 | 주의보/관심 | - | (23일) 8.5~8.27 | (43일) 담양: 8.19~9.30 (43일) 부용사앞: 8.26~9.15 (21일) 삼봉: 8.19~9.8 (21일) | - | - | (22일) 삼봉: 8.14~9.4 | - | - | - | |
| | 광고지 | 주의보/관심 | - | - | (28일) 8.26~9.22 | - | - | (77일) 8.21~11.5 | (97일) 8.21~11.25 | - | - | - |
| | 한 강 (강동~잠실 /잠실~행주) *잠실~행주 '16년부터 친수활동 구간 | 주의보/관심 | - | (24일) 강동~잠실: 8.5~28 (24일) 잠실~행주: 8.12~28 (17일) | (31일) (65일 경보와 중복) 강동~잠실: 7.7~7.30, 8.18~8.27, 9.15~10.19 (69일) 잠실~등작: 6.30~7.6 (7일) 잠실~행주: 8.18~9.1, 10.14~11.3 (36일) | - | - | - | - | (15일) 미사~잠실 : 8.24~9.7 (15일) | (15일) 미사~잠실 : 8.24~9.7 (15일) | |

| 운영지점 | 구분 (지점수) | '13 (25) | '14 (25) | '15 (25) | '16 (28) | '17 (28) | '18 (28) | '19 (28) | '20 (29) | '21 (29) | '22 (29) | |
|------|-------------|-------------|--|---|---|--|--|--|---|---|---|---|
| 한강 | 경보/경계 | - | - | <78일> 잠실~동작: 7.7~30 (24일) 동작~양화: 7.3~30 (28일) 양화~행주: 6.30~7.30 (31일) 잠실~행주: 9.2~10.13 (42일) 강동~잠실: 8.28~9.14 (18일) | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 용담호 | 주의보/관심 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 금강 | 대청호 | 주의보/관심 | <47일> 회남: 10.4~11.5 (33일) 추동: 7.25~8.7, 10.4~11.5 (47일) | - | <54일> 회남: 7.29~8.11 (14일) 추동: 10.2~11.10 (40일) 문의: 10.28~11.10 (14일) | <91일> 회남: 8.3~10.5 (64일) 추동: 8.3~10.25 (84일) 문의: 8.3~11.1 (91일) | <84일> (35일 경계와 중복) 회남: 7.26~8.8, 9.13~10.17 (49일) 추동: 8.23~11.21 (91일) 문의: 8.9~10.11 (64일) | <68일> (9일 경계와 중복) 회남: 8.16~9.11, 9.21~10.23 (60일) 추동: 8.22~10.23 (63일) 문의: 8.8~10.23 (77일) | <117일> 회남: 9.11~10.22 (42일) 추동: 10.2~12.23 (83일) 문의: 8.29~9.10 (13일) | <79일> (11일 경계와 중복) 회남: 8.6~10.27 (83일) 추동: 9.3~11.3 (62일) 문의: 8.14~10.4, 10.16~11.3 (71일) | <69일> 추동: 9.28~10.19 (22일) 문의: 8.12~10.19 (69일) | <49일> 회남: 8.25~10.5 (42일) 추동: 9.22~10.12 (21일) 문의: 9.15~9.28 (14일) |
| | | 경보/경계 | - | - | - | - | <35일> 회남: 8.9~9.12 | <9일> 회남: 9.12~9.20 | - | <11일> 문의: 10.5~10.15 | - | - |
| | 보령호 | 주의보/관심 | - | - | - | - | <42일> 5.17~6.27 | - | - | - | - | - |
| 낙동강 | 해평 | 주의보/관심 | <13일> 8.28~9.9 | <28일> 7.29~8.11, 10.21~11.3 | <35일> 9.22~10.26 | - | <28일> 6.21~7.18 | <28일> 8.8~9.4 | <34일> 8.8~9.10 | <24일> 9.11~10.4 | <21일> 9.16~10.6 | <79일> 6.16~7.20, 8.16~9.7, 9.22~10.12 |
| | | 경보/경계 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <26일> 7.21~8.15 |
| | 강정 고령 | 주의보/관심 | <62일> 7.30~9.9, 9.21~10.10 | <36일> 8.5~8.19, 9.16~10.6 | <77일> 6.30~7.13, 9.1~10.19, 12.8~12.21 | <69일> 6.8~7.11, 8.9~9.12 | <81일> 6.7~6.13, 7.17~7.25, 8.9~8.22, 10.2~11.21 | <39일> 6.27~7.10, 7.30~7.31, 8.20~9.11 | <84일> 6.27~8.21, 9.4~10.1 | <88일> 4.16~5.12, 9.3~10.6, 11.19~12.15 | <84일> 6.17~9.8 | <84일> 6.16~6.22, 7.28~8.10, 8.18~9.7, 9.22~10.5, 11.10~12.7 |
| | | 경보/경계 | <11일> 9.10~9.20 | - | - | - | <33일> 6.14~7.16 | <19일> 8.1~8.19 | <13일> 8.22~9.3 | - | - | <42일> 6.23~7.27, 8.11~8.17 |

| 운영지점 | 구분 (지점수) | '13 (25) | '14 (25) | '15 (25) | '16 (28) | '17 (28) | '18 (28) | '19 (28) | '20 (29) | '21 (29) | '22 (29) |
|----------|-------------|----------------------------------|--|---|---|--|---|---------------------------------|--|---|---|
| 철서 | 주요보/관심 | <38일> 8.23~9.4, 10.11~11.4 | <78일> 6.3~6.17, 8.22~8.28, 9.16~11.10 | <161일> 6.2~7.6, 7.28~11.9, 11.24~12.14 | <81일> 5.31~6.21, 7.6~7.11, 8.2~8.22, 9.9~9.26, 12.6~19 | <114일> 6.14~7.4, 8.7~10.24, 11.29~12.12 | <28일> 6.14~6.27, 7.30~7.31, 8.31~9.11 | <37일> 6.20~7.17, 8.5~8.13 | <102일> 6.18~7.8, 8.27~10.4, 10.15~11.25 | <93일> 7.15~7.21, 8.5~9.8, 9.28~11.17 | <133일> 6.16~6.29, 8.25~12.21 |
| | 경보/경계 | <60일> 7.30~8.22, 9.5~10.10 | <65일> 6.18~8.21 | <10일> 7.7~16 | <31일> 6.22~7.5, 8.23~9.8 | <68일> 7.5~8.6, 10.25~11.28 | <43일> 6.28~7.10, 8.1~8.30 | <62일> 7.18~8.4, 8.14~9.26 | <12일> 7.9~7.20 | <7일> 7.8~7.14 | <56일> 6.30~8.24 |
| 물금 매리 | 주요보/관심 | X | X | X | X | X | X | X | <34일> 6.18~7.21 | <104일> 6.10~8.11, 10.15~11.24 | <114일> 6.2~6.22, 8.25~10.26, 11.15~12.14 |
| | 경보/경계 | X | X | X | X | X | X | X | - | <26일> 8.12~9.6 | <82일> 6.23~8.24, 10.27~11.14 |
| 영천호 | 주요보/관심 | - | - | - | - | - | <59일> 7.30~8.28, 9.12~10.10 | <13일> 8.29~9.10 | <9일> 8.27~9.2, 9.15~9.16 | <14일> 7.29~8.4, 8.12~8.18 | - |
| | 경보/경계 | - | - | - | - | - | - | - | <12일> 9.3~9.14 | <7일> 8.5~8.11 | - |
| 공산지 | 주요보/관심 | - | <111일> 취수탑 : 6.12~6.26, 8.7~11.10 | <56일> 취수탑 : 7.14~7.27, 9.1~10.12 | <62일> 중앙부 : 6.14~7.18 중앙부, 취수탑: 8.17~9.12 | - | - | - | - | <56일> 중앙부: 8.4~9.28 취수탑: 8.4~9.28 | - |
| | 경보/경계 | - | <7일> 취수탑: 6.5~6.11 | <35일> 취수탑 : 7.28~8.31 | - | - | - | - | - | - | - |
| 안계호 | 주요보/관심 | - | - | <15일> 9.13~27 | - | - | <40일> 8.8~8.28, 9.12~9.30 | - | - | <42일> 7.8~8.18 | - |
| 진전지 | 주요보/관심 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 운문호 | 주요보/관심 | - | - | - | - | - | <42일> 댐앞: 8.8~9.18 (42일) 취수탑2: 8.8~9.18 (42일) | - | - | - | - |
| 덕동호 | 주요보/관심 | - | - | - | - | - | - | - | <14일> 8.27~9.9 | <28일> 10.14~11.10 | - |
| 사연호 | 주요보/관심 | - | - | - | - | <29일> 취수탑: 8.10~8.29 (20일) 반연리: 8.10~9.7 (29일) | - | - | <39일> 취수탑: 8.27~10.4 (39일) 반연리 : 8.27~10.4 (39일) | <83일> 취수탑: 6.17~6.30 (14일) 반연리: 6.10~6.30, 8.12~9.1, 10.8~11.17 (83일) | <83일> 반연리: 8.25~9.14 (21일) |
| 회야호 | 주요보/관심 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

안 계 호

| 운영지점 | 구분 (지점수) | '13 (25) | '14 (25) | '15 (25) | '16 (28) | '17 (28) | '18 (28) | '19 (28) | '20 (29) | '21 (29) | '22 (29) |
|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|---|--|---|--|--------------------------------------|--|--|
| 낙 동 강 | 진양호 (남강호) | - | - | - | <26일> 판문: 8.18~9.12 (26일) 내동: 8.18~9.12 (26일) | <116일> (14일 경계와 중복) 판문: 7.27~11.1, 11.16~11.29, 12.14~12.27 (126일) 내동: 8.3~11.1, 12.14~12.31 (120일) | <48일> 판문: 6.28~7.10, 8.31~9.4, 10.4~10.16 (31일) 내동: 1.1~1.3, 10.4~10.16, 11.1~11.14 (30일) | <35일> 판문: 9.11~10.1 (21일) 내동: 9.11~10.15 (35일) | <35일> 내동: 10.15~11.18 (35일) | <105일> 판문: 1.7~1.27, 8.12~11.3 (105일) 내동: 1.7~1.27, 8.12~11.3 (105일) | <63일> 판문: 7.21~9.21 (63일) 내동: 8.4~9.21 (49일) |
| | 경보/경계 | - | - | - | - | <42일> 판문: 11.2~11.15, 11.30~12.13 (28일) 내동: 11.2~12.13 (42일) | <17일> 판문: 8.14~8.30 | - | - | - | - |
| 영 산 강 | 옥정호 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 동북호 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 주암호 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 탐진호 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

- ※ 지점별·경보별 중복일수는 제외, ()는 주의보와 경보의 중복일수는 경보에 산정함
- ※ 2016년 조류경보 발령용어 변경(조류주의보/조류경보/조류대발생 → 관심/경계/조류대발생)
- ※ 해당년도의 시행지점이 아니었던 경우 X 표시
- ※ 발령일자에 해제일은 포함하지 않음

2. 조류예측과 수질관리협의회 운영

● 조류발생 상황을 미리 예측하여 관련기관 및 대국민 정보 제공

2020년 수질예보제와 조류경보제가 통합되면서 조류예측 기능을 조류경보제 상수원 지점을 대상으로 실시하고 있다. 단기 조류 발생량에 대한 예측정보를 제공하여 선제적인 대응 기능을 강화하기 위해 ‘조류예측 및 수질관리협의회에 관한 규정’ (환경부훈령 제1456호, 2020.5.1.)에서 조류예측에 대하여 규정하고 시행하고 있다. 조류예측이란 수치모델링을 이용하여 기상 및 오염원의 변화에 따른 장래의 조류 발생 및 변화를 예측하고 발표하는 것으로, HSPF와 EFDC-NIER 모델을 연계하여 아래와 같이 예측한 정보를 물환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr>)을 통해 공개하고 있다. 2020년 총 6개 지점(한강 이천, 낙동강 해평, 강정고령, 칠서, 물금매리, 금강 대청호) 운영을 시작으로 2021년 총 8개지점(팔당호, 진양호 추가)에 대하여 유해남조류 세포수 농도(구간 범위) 및 수온에 대한 향후 7일간의 예측정보를 제공중이다.

- (기간) 5월~10월
- (항목) 수온, 유해남조류 세포수, 기타 필요한 사항
- (주기) 주 2회(월요일과 목요일) 17시
 - * 단, 예측결과 유해남조류 세포수가 10,000 세포/mL를 하루라도 초과할 경우에는 매 근무일마다 발표한다
- (지점) 8개 지점(이천, 해평, 강정·고령, 창녕·함안, 물금·매리, 대청호, 팔당호, 진양호)

표 3-1-7 조류예측 단계

| 구 분 | 유해남조류 세포수 ³⁾ 예측 값 |
|-------|---|
| 0 단 계 | 1,000 세포수/mL 미만 |
| 1 단 계 | 1,000 세포수/mL 이상 ~ 10,000 세포수/mL 미만 |
| 2 단 계 | 10,000 세포수/mL 이상 ~ 100,000 세포수/mL 미만 |
| 3 단 계 | 100,000 세포수/mL 이상 ~ 1,000,000 세포수/mL 미만 |
| 4 단 계 | 1,000,000 세포수/mL 이상 |

3) 남조류 세포수는 유해남조류인 *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria* 속 세포수의 합으로 한다.

○ 장래 조류발생에 선제적으로 대응

유역환경청장은 공공수역의 수질예보와 공동대응 방안 등 다음 각 호의 사항을 협의·조정·의결하기 위한 수질관리협의회(이하 "협의회"라 한다)를 수계별로 설치·운영한다. <표 3-1-8>과 같이 협의회는 구성되어 있으며, 수질관리협의회 의장은 유역환경청장으로 한다. 유역환경청장은 조류예측 3단계 또는 4단계에 해당하는 조류 예측 결과를 통보받은 경우, 물환경보전법 시행령 제28조제4항의 별표4의 「수질오염경보의 종류별·경보단계별 조치사항」에 준하는 조치를 시행할 수 있다.

표 3-1-8 수질관리협의회 구성

| 수 계 | 위 원 |
|-------------------|--|
| 한강수계 | <ul style="list-style-type: none"> - 한강유역환경청, 원주지방환경청, 한강물환경연구소, 한강홍수통제소 관계공무원 각 1인 - 환경부가 추천하는 수질 및 수량 관리 전문가 4인 - 서울특별시, 인천시광역시, 경기도, 강원도, 충청북도 관계공무원 각 1인 - 한국환경공단, 한국수자원공사, 한국수력원자력(주), 한국농어촌공사 임직원 각 1인 |
| 낙동강수계 | <ul style="list-style-type: none"> - 낙동강유역환경청, 대구지방환경청, 낙동강물환경연구소, 낙동강홍수통제소 관계공무원 각 1인 - 환경부가 추천하는 수질 및 수량 관리 전문가 4인 - 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 경상남도, 경상북도 관계공무원 각 1인 - 한국환경공단, 한국수자원공사, 한국농어촌공사 임직원 각 1인 |
| 금강수계 | <ul style="list-style-type: none"> - 금강유역환경청, 금강물환경연구소, 금강홍수통제소 관계공무원 각 1인 - 환경부가 추천하는 수질 및 수량 관리 전문가 4인 - 대전광역시, 충청북도, 충청남도, 전라북도 관계공무원 각 1인 - 한국환경공단, 한국수자원공사, 한국농어촌공사 임직원 각 1인 |
| 영산강 · 섬진강수계 | <ul style="list-style-type: none"> - 영산강유역환경청 관계공무원 2인, 영산강물환경연구소, 영산강홍수통제소 관계공무원 각 1인 - 환경부가 추천하는 수질 및 수량 관리 전문가 4인 - 광주광역시, 전라북도, 전라남도 관계공무원 각 1인 - 한국환경공단, 한국수자원공사, 한국농어촌공사 임직원 각 1인 |

3. 기타 모니터링 정책

● 보 구간 조류발생 상황 입체 모니터링

녹조 발생의 수질특성과 시간적·공간적 분포를 연속적으로 파악하여 녹조 대응에 활용하고자 자동입체측정시스템을 강정고령보에 설치하여 운영하고 있다. 2019년에는 강정고령보 1km 상류의 좌안·중앙·우안에서 자동입체모니터링을 수행하여 조류발생에 유리한 환경조건 및 보 개방에 따른 입체적 수질변동 파악하였다.

자동입체측정시스템의 측정 정확도를 확보하기 위하여 정도관리를 수행하였는데, 표준물질 시험의 현장측정 항목은 정확도 및 정밀도 5% 이내로 좋음 이상으로 평가되었다. 수분석과 비교한 클로로필-*a*의 상대오차율은 평균 15%~50%로 나타났으며, 전반적으로 경향은 유사했으나 수분석값이 조금 높게 나타났고, 이는 자동측정장비보다 다양한 파장에서 유해조류를 측정하는 수분석 측정방법과의 차이에 의한 것으로 판단된다.

그림 3-1-1 강정고령보의 자동입체측정시스템 및 모니터링 지점

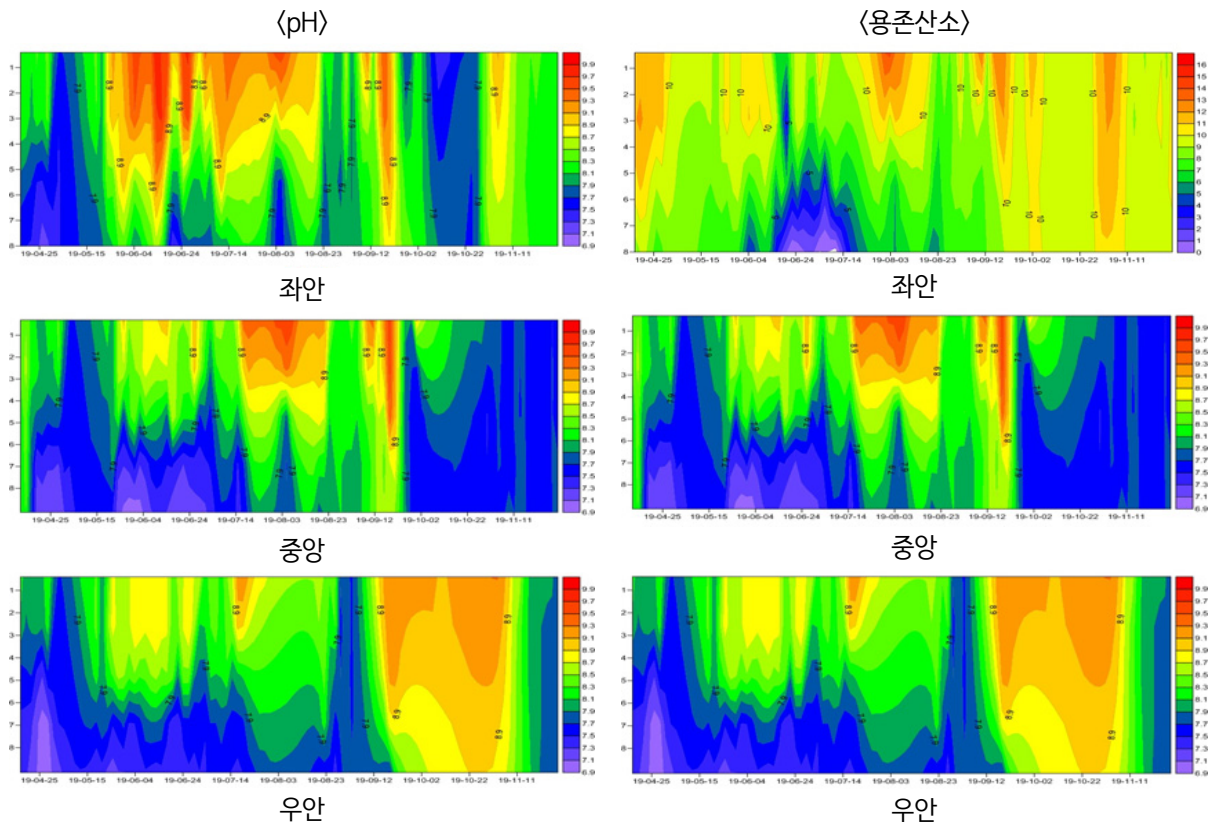


남조류 발생에 유리한 25℃ 이상의 수온 조건은 5월 24일부터 9월 19일까지 4개월간 유지되었으며, 수온성층은 기온이 상승하면서 5월 하순경부터 시작되었으나, 8월에는 빈번한 강우로 일시적으로 상·하층의 수온차이가 감소하는 현상이 반복되고, 좌안·중앙·우안의 공간적인 차이는 없었다. 남조류 세포수는 여름철인 6~9월 평균 약 6,000 세포/mL로 연평균보다 약 1.5배 많았으며, 전년대비 최고 250% 상승하였고, 봄철인 4~5월은 전년대비 50%이상 감소하였다.

pH는 6월부터 9월까지, 표층부터 수심 6~8m까지 pH 9 이상으로 높았으며, 공간적 분포는 중앙(st.2)과 우안(st.3)이 9월에만 깊은 수심에서도 높은 pH를 보인 반면, 좌안(st.1)은 6월부터 9월까지 길게 높은 pH를 보였다.

클로로필-*a* 농도는 6월말~7월초 높게 나타났으며, 9~10월에도 간헐적으로 증가된 농도가 단기간 나타났고, 우안이 좌안과 중앙보다 농도가 낮았다. 저층의 빈산소 상태(DO≤2mg/L)는 5월 중순부터 7월 중순까지 저층 약 8m에서 시작되어 수심 약 6m이하까지 나타났으며, 좌안과 중앙보다 우안에서 뚜렷하게 나타났다. 또한 10월말에는 수온감소에 의한 수체 전도현상으로 전 수심에서 약 9mg/L 이상을 보였다.

그림 3-1-2 수심별 남조류 세포수의 자동측정분석-수분석 비교결과



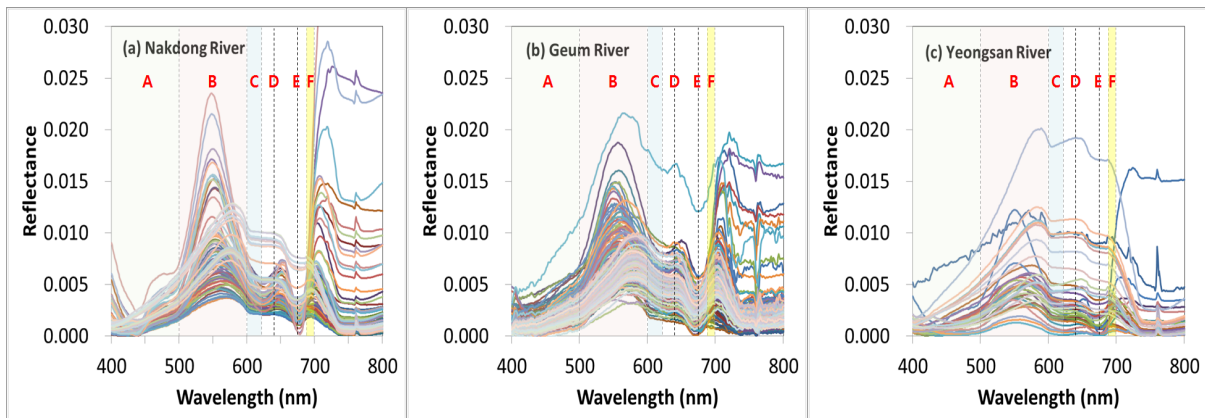
최근 3년간 운영을 통한 강정고령보 수질측정결과 클로로필-*a*와 남조류세포수의 자동 측정값은 측정장비의 일시적 헌팅으로 측정값 증가를 제외한 연평균 측정값은 비교적 일정하게 나타나, 수질이 비교적 안정적인 것으로 판단되며, '20년부터 타 지역 취수장 인근 및 보 인근에 대한 수질감시를 위해 지점을 이동하여 감시할 계획이다.

※ 3년평균 농도 : 클로로필-*a* 10mg/m³~25mg/m³, 남조류세포수 3,000~6,000 세포/mL

● 분광 특성을 이용한 조류 원격 모니터링

국립환경과학원에서는 4대강 광역수체의 녹조모니터링과 신속한 대응을 위해 2014년부터 면(面) 단위 원격모니터링 체계를 구축·운영하고 있다. 기존의 국가수질측정망 지점에서 측정한 녹조 정보는 수계 전반적인 발생현황을 파악하기 어려운 반면, 항공기 촬영에서 획득한 영상 정보는 하천 전체에 대한 녹조 발생지역 및 분포 현황과 조류 농도를 한 눈에 알 수 있다. 항공기에 탑재된 초분광센서는 가시광선 영역(400~700nm)에서부터 근적외선 영역(700~1,000nm)까지의 파장대를 수백 개의 범위(밴드)로 세세하게 나누어 자료를 저장할 수 있다. 조류 농도는 좁은 파장대 단위로 저장된 자료에서 조류의 분광 특성과 관계 있는 파장대 자료를 활용함으로써 높은 정확도의 원격 농도 추정이 가능하다.

그림 3-1-3 수계별 하천 표면에서 측정된 원격반사도 스펙트럼



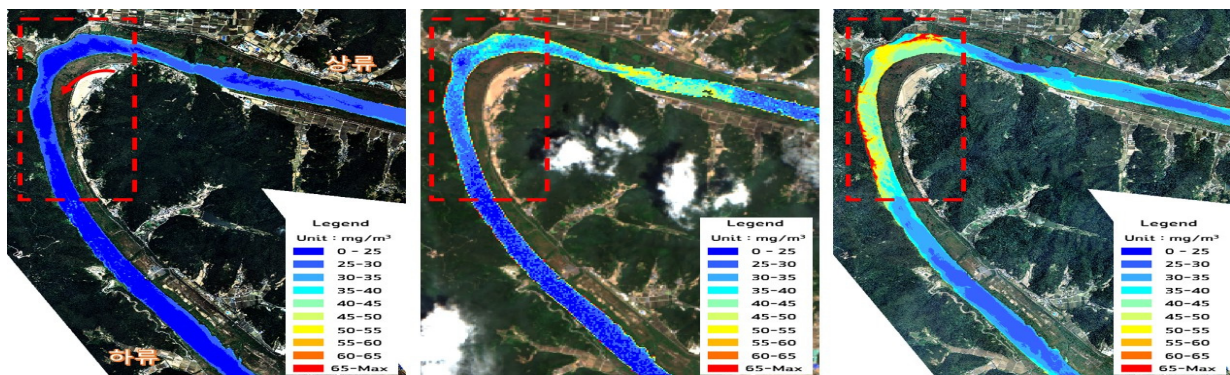
초분광 항공촬영은 낙동강수계(구미보~창녕함안보), 금강수계(대청호~백제보), 북한강수계(의암호~팔당호), 영산강수계(승촌보~영산강하구언)를 대상으로 녹조가 많이 발생하는 6월과 10월 사이에 매년 총 12회 이상 수행하였다. 항공촬영과 병행하여 현장에서 센서 방향으로 복사되는 수표면 반사율을 측정하였으며, 동일한 지점에서 채취된 시료를 대상으로 실내 실험을 통해 조류의 농도와 유색 용존물질, 입자성물질 등의 흡수특성을 분석하였다.

녹조 원격 모니터링은 초분광영상 데이터와 빛에 반응하는 조류의 고유한 분광특성을 이용해 조류의 분포 및 농도를 파악하는 첨단 기술이다. 2016년에는 하천 표층에서 반사되는 파장별 복사에너지와 수체 내에서 일어나는 빛의 복사-전달 현상의 비교·분석을 통해 남조류 함유 색소인

피코시아닌 농도를 신속·정확하게 추정할 수 있는 새로운 모형들을 개발했다. 개발된 모형은 현장 측정된 원격반사도와 물질별 흡수 스펙트럼 자료를 이용하여 반경험적 방법을 통해 물질별 흡수특성을 추정하는 고유분광특성 역변환 모형(Inherent Optical Properties Inversion Model), 남조류 함유색소인 피코시아닌 분석의 최적 파장대를 찾기 위한 유전자 알고리즘-부분 최소제곱회귀모형(Ganetic Algorithm-Partial Least Square Model), 수체의 분광곡선에서 조류의 양에 따라 피크 파장대가 이동하는 현상을 이용하여 피코시아닌 농도를 추정하는 반사피크 비율지수(Peak Ratio Index)이다. 2017년에는 낙동강수계를 대상으로 개발된 모형을 적용 하였고, 2018년에는 3대강 수계(낙동강, 금강, 영산강)로 확대 적용, 2019년에는 3대강 수계 보 구간별 모형을 개발하여 적용하였다.

주요 파장들은 수체의 다양한 구성물질과 함유량(농도)에 따라 파장의 위치와 크기가 비선형적으로 쉽게 변할 수 있다. 이러한 비선형성은 선형분석으로 조류 농도를 정확하게 추정하는데 방해(교란) 요소로 작용하고, 견고한 추정 모형을 개발하는데 한계점으로 작용하였다. 이에 2020년에는 수체 분광특성과 피코시아닌 농도 사이의 비선형 관계를 해석하고자 수년간 구축된 자료를 기반으로 기계학습 기법을 적용하여 정확도 높은 농도 추정모형을 개발하였다. 2021년에는 초분광 드론촬영으로 녹조 원격모니터링이 가능한 기술을 개발하였다. 또한 다기종 위성을 이용하여 클로로필-a, 피코시아닌, 부유물질 농도를 추정하기 위한 기계학습 기반의 모형을 개발하여 주기적인 광역 수질 모니터링이 가능하도록 하였다. 2022년에는 다기종 센서 기반의 담수역내 영양염류 농도 추정모형 개발을 통해 원격모니터링 결과의 활용방안을 도출할 계획이다.

그림 3-1-4 위성과 항공 영상자료를 활용한 시공간적 녹조 원격모니터링



(a)항공영상을 이용한 클로로필-a 농도지도(19.06.21)

(b)위성영상을 이용한 클로로필-a 농도지도(19.06.24)

(c)항공영상을 이용한 클로로필-a 농도지도(19.06.25)

제2절 녹조대응 정책

○ 녹조대응 관계기관 협업체계 구축·운영

수계별 ①수질관리협의회 ②녹조대응 현장 TF ③정수장운영관리협의회 등 녹조대응을 위한 다양한 관계기관 협의체를 구성·운영한다.

“수질관리협의회”는 「조류예측 및 수질관리협의회에 관한 규정」(환경부 훈령)에 따라 공공수역의 수질예보와 공동대응 방안 등을 협의·조정·의결하기 위해 수계별로 설치·운영된다. 수질관리협의회는 유역환경청장이 의장으로 유역(지방)환경청, 홍수통제소, 시·도, 한국수자원공사, 농어촌공사, 한국환경공단, 전문가 등이 참여하여 조류예측 및 조류경보 단계별 대응조치에 관한 사항, 보별 수질관리계획 관련 사항, 관계기관 비상연락체계에 관한 사항 등 관계기관 의견조정 등 수질·녹조대응을 위한 사항들을 협의·의결한다.

2012년부터는 녹조발생 시 현장에서 신속하고 체계적으로 대응할 수 있도록 수계별로 “녹조대응 현장 TF”를 구성·운영하고 있다. TF팀은 관계기관 실무 팀장급으로 구성하며, 관계기관 사전 협조체계 구축으로 신속한 의사결정을 도울 뿐 아니라 유역환경청 중심으로 신속한 수질·조류 관련 정보 공유 및 현장대응을 하고 있다.

아울러 녹조발생 시 정수처리 장애 등에 효과적으로 대응하기 위하여 수계별로 취·정수장 운영자, 지자체 및 전문기관 등이 참여하는 “정수장운영관리협의회”를 운영하고 있다. 협의회에서는 녹조발생 시 추가적인 모니터링이 필요할 경우 측정지점·주기·항목·분석주체 등을 결정하고, 조류관련 데이터를 공유하며, 수처리 기술 자문단을 구성하여 정수장에서 요청이 있을 경우 한국수자원공사, 한국환경공단 등 전문기관에서 자문역할을 수행하고 있다.

○ 취·정수장 녹조 대비

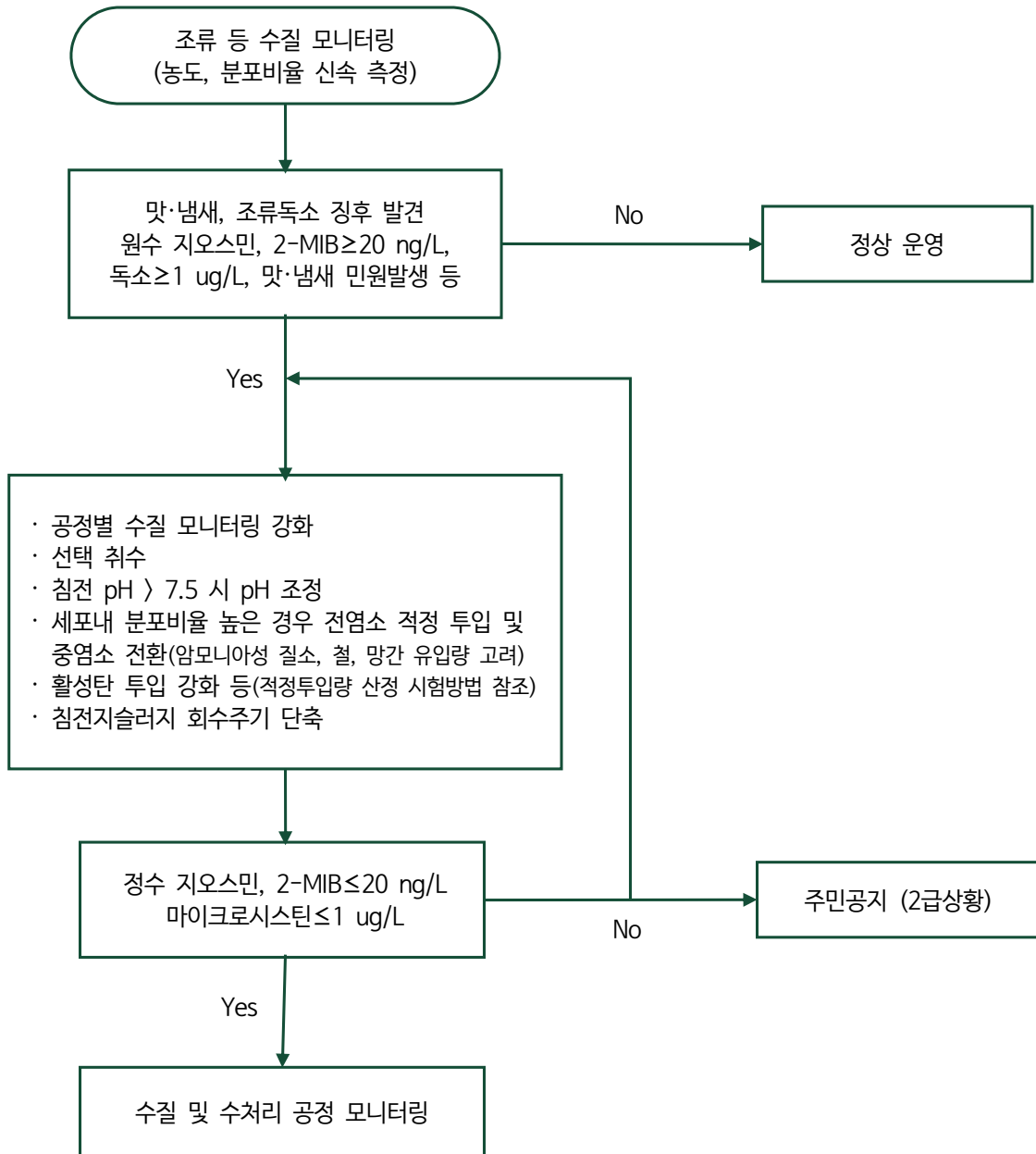
녹조상황에도 안전한 수돗물 공급을 위해 주요 정수장에 고도정수처리시설이 도입되어 운영되고 있다. 고도정수처리시설은 조류가 발생시키는 맛·냄새 원인물질의 제거효율을 높이기 위해 오존, 입상활성탄 등을 활용하는 시설이다. 2017년까지 한강 수계에는 18개 정수장에, 낙동강 수계에는 상류를 제외한 18개 모든 정수장에 고도정수처리시설이 도입·운영되고 있다. 대청호를 이용하는 금강 수계 정수장은 심층 취수방식을 이용하고 있어 녹조에도 상대적으로 안정적인 급수가 가능하며, 3개 정수장에 고도정수처리시설이 도입되어 있고 앞으로 더욱 확대 도입될 예정이다.

안전한 수돗물 공급을 위해 환경부는 2017년 5월 “정수장 조류대응 가이드라인” 개정판을 마련·배포하여 취·정수장의 녹조대응을 강화하고 있다. 가이드라인에 의하면 평상시에는 정수약품(분말활성탄, 응집제 등)을 적정량 보유토록 하고, 원수에 대한 주기적인 수질 모니터링(pH, 조류, 맛·냄새물질 등), 간헐운전 설비(분말활성탄, 중염소, 오존 등)의 정기점검 및 상시 가동준비를 유지토록 하고 있다.

또한, 조류발생시 취수시설 주변에 조류방지막 및 살수장치를 설치하여 조류 유입을 차단하는 조치를 취하도록 하고 선택취수가 가능한 취수장은 조류영향이 없는 수심이하로 취수지점을 변경하도록 하고 있다. 아울러 남조류에 의한 맛·냄새물질의 효과적인 제거 방법, 규조류에 의한 여과장애 저감 방법 등 정수처리 과정별 조류대응 방법을 자세히 제시하고 있어 녹조발생 시에도 수돗물을 안정적으로 공급할 수 있는 취·정수 체계가 구축되어 있다.

환경부는 조류독소로부터 수돗물의 안전을 확인하기 위하여 마이크로시스틴-LR을 먹는물 수질감시항목으로 지정하고 조류경보가 발령하는 때에 수돗물의 농도를 측정하고 있으며, 2017년 10월부터 그 검사결과는 국가상수도정보시스템(www.waternow.go.kr, 한국수자원공사 운영)에 대국민 공개하고 있다.

그림 3-2-1 녹조발생 시 취·정수처리 흐름도



제3절 오염물질 감시·관리 강화

1. 하천으로 유입되는 오염물질 관리강화

○ 갈수기 수질관리대책 추진

매년 12월부터 익년 4월말까지를 갈수기 기간으로 정하고 수질오염사고 유발시설 관리, 방제교육·훈련, 상수원 감시활동 강화 등 갈수기 예방·감시·대응에 만전을 기하였으며, 갈수기 기간중 발생할 수 있는 수질오염사고에 신속하게 대응하기 위해 환경부, 유역(지방)환경청 및 시·도에 ‘수질관리 종합상황실’을 설치·운영하여 환경기초시설, 지정폐기물 배출·처리업소의 단속을 강화하고, 유류보관시설, 공사장 등 수질오염사고 유발시설에 대한 일제 점검 등 집중 관리하였다.

2022년 갈수기 기간 중에 폐수배출업소, 폐수처리업소, 폐기물처리업소, 환경기초시설 등을 대상으로 한강수계 887건, 낙동강수계 936건, 금강수계 430건, 영산강수계 160건 등 총 2,661건을 점검하여 849건에 대하여 개선명령, 조업정지, 고발 등 조치하였다.

표 3-3-1 갈수기 기간 중 주요 수질오염원 점검실적

| 분야별 | 단속 건수 | 위반 건수 | 조치내역 | | | | | | | |
|---------|----------|----------|-------|----------|----------|----------|----|-----|----------|-----|
| | | | 계 | 개선 명령 | 조업 정지 | 사용 정지 | 폐쇄 | 경고 | 단독 고발 | 기타 |
| 합계 | 2,661 | 849 | 1,171 | 318 | 19 | 6 | 0 | 281 | 144 | 403 |
| 폐수배출업소 | 816 | 432 | 532 | 31 | 9 | 4 | 0 | 219 | 39 | 230 |
| 폐수처리업소 | 2 | 4 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| 유독물취급업소 | 936 | 235 | 401 | 174 | 0 | 0 | 0 | 23 | 102 | 102 |
| 폐기물처리업소 | 263 | 49 | 74 | 4 | 9 | 2 | 0 | 21 | 3 | 35 |
| 환경기초시설 | 617 | 124 | 151 | 108 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 27 |
| 기타 | 27 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |

● 하·폐수 처리시설 총인 처리 강화

녹조빈발수계에 위치한 공공 하·폐수처리장을 대상으로 여름철 방류수 수질을 개선하여 운영토록 하고, 저감 목표(저감량)를 설정하여 달성여부 등을 고려하여 운영비용을 지원하고 있다. 총인이 수계로 유입되는 것을 줄이기 위한 사전예방적 조치의 일환으로 2016년부터 시행하였으며, 2018년부터 영산강까지 대상지역을 확대하여 4대강 유역의 공공하수처리시설, 공공폐수처리 시설을 대상으로 운영하고 있다. 2022년에는 4대강 수계 162개 시설이 참여하여 123개 시설이 저감목표를 달성하였으며, 기준년도인 2015년 대비 총인 약 413톤을 저감하였다.

표 3-3-2 2022년 총인처리 강화운영 실적

| 수 계 | 대상시설 | 기준년도('15년) 배출량(톤) | '22년도 배출량(톤) | 저감량(톤) |
|-----|------|-------------------|--------------|--------|
| 한 강 | 58 | 542 | 137 | 405 |
| 금 강 | 78 | 35 | 22 | 13 |
| 낙동강 | 21 | 6 | 15 | - |
| 영산강 | 5 | 13 | 8 | 5 |
| 합 계 | 162 | 596 | 183 | 413 |

● 가축분뇨 합동 지도·점검 실시

녹조발생 및 수질오염을 사전에 예방하기 위해 가축분뇨 관리의 취약시기인 봄철 갈수기간 및 하절기·장마철을 대비하여 환경부, 지방자치단체를 중심으로 점검반을 구성하여 가축분뇨 배출시설 등을 사전 점검하고 있다. 2022년 총 5,684개소를 점검하여 총 471건의 위반사항을 확인하였다.

표 3-3-3 가축분뇨 지도점검 실적

| 구분 | 점검 인원 | 점검 시설 | 위반 시설수 | 조치내역 | | | | |
|-----|-------|-------|--------|------|-----------------|--------|----|-----|
| | | | | 개선명령 | 사용중지 명령 폐쇄명령 | 과태료 부과 | 경고 | 고발 |
| 상반기 | 1,711 | 3,000 | 241 | 72 | 35 | 138 | 26 | 63 |
| 하반기 | 2,235 | 2,684 | 230 | 51 | 47 | 118 | 23 | 66 |
| 합 계 | 3,946 | 5,684 | 471 | 123 | 82 | 256 | 49 | 129 |

2. 입체적 하천감시

● 하천순찰 등 감시·정화활동

2022년에는 5대강 환경지킴이(전국 385명)를 통해 본류·지류 등 총 9,697km에서 하천순찰을 실시하고 있다.

하천순찰은 환경지킴이가 도보로 하천변을 따라 이동하면서 상수원 감시, 수질오염 사고, 오염물질 배출, 쓰레기 방치 여부 등을 확인·감시하고 있으며 하천오염행위 사전예방 및 계도, 하천정화활동 등에 실적을 나타내고 있다. 또한, 남조류 발생 시기에는 녹조발생 우심지역 중심으로 일 1회 이상 하천순찰을 실시하고 있다.

2022년 추진실적은 총 건으로 하천변 쓰레기 투기·소각 단속 및 퇴비 부적정 보관 현장 계도 등 하천 주변 오염원 사전 예방활동 21,394건, 하천변 정화활동 및 교육·홍보활동 23,045건이다.

표 3-3-4 2018~2022년 환경지킴이 하천순찰활동 실적(건수)

| 구 분 | 계도활동(건) | | | 정화활동(건) | 교육/홍보활동(건) | | |
|------|--------------|---------------|--------|---------|------------|-------|-------|
| | 불법어로 (낙시) | 쓰레기투기 (소각) | 기타 | | 체험활동 | 주민교육 | 생태탐사 |
| 2018 | 3,790 | 6,052 | 17,333 | 8,319 | 170 | 5,326 | 519 |
| 2019 | 5,753 | 5,474 | 19,448 | 8,427 | 352 | 6,694 | 412 |
| 2020 | 8,347 | 9,143 | 24,778 | 24,378 | 1,113 | 4,150 | 1,476 |
| 2021 | 8,624 | 9,019 | 17,367 | 19,947 | 339 | 5,705 | 645 |
| 2022 | 5,363 | 4,769 | 11,262 | 19,875 | 323 | 2,302 | 545 |

○ 하천수질 항공(드론) 감시

하천 수질을 상류에서 하류까지 동시에 감시하기 위하여 한강·낙동강·금강·영산강 4대강 수계에 드론을 활용한 항공 하천감시를 실시하고 있다.

당초 항공감시는 각 수계별로 경비행기 1대를 배치(한강수계는 2대)하여 운행하면서 물색깔 변화, 수질오염사고 등을 감시하였으나, 2018년부터는 현장적용성이 보다 뛰어난 드론(총 12대)을 활용하여 항공감시를 추진하고 있다. 2022년 4대강 수계 총 운항횟수는 2,771회이다.

표 3-3-5 2022년 항공(드론)감시 실적(건수)

| 수계명 | 운항횟수 | 점검실적 | | |
|--------------|-------|--------|--------|-----|
| | | 물색깔 변화 | 수질오염사고 | 기 타 |
| 계 | 2,771 | 488 | 1 | 385 |
| 한강 상류(원주청) | 104 | 22 | 0 | 5 |
| 한강 하류(한강청) | 180 | 32 | 1 | 4 |
| 낙동강 상류(대구청) | 1,268 | 363 | 0 | 360 |
| 낙동강 하류(낙동강청) | 550 | 61 | 0 | 0 |
| 금강수계(금강청) | 192 | 0 | 0 | 12 |
| 영산강수계(영산강청) | 477 | 10 | 0 | 4 |



제 4 부

참 고 자 료

| | |
|---------------------------|-----|
| 제1절 수질·조류 모니터링 자료 | 148 |
| 제2절 녹조 원격 모니터링 사진자료 | 189 |
| 제3절 해외 녹조현상 사진자료 | 199 |
| 제4절 주요정책자료 | 219 |

제1절 수질·조류 모니터링 자료

1. 주요 상수원 하천 · 호소 측정자료(운영지점)

○ 팔당호

| 조사일시 | 팔당호(담양) | | 팔당호(부용사앞) | | 팔당호(삼봉) | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.01.03 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.10 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.17 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.24 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.03 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.07 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.14 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.21 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.28 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.03.07 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 4.2 | 0 |
| 22.03.14 | 5.6 | 0 | 6.4 | 0 | 8.8 | 0 |
| 22.03.21 | 6.9 | 0 | 7.5 | 0 | 10.0 | 0 |
| 22.03.28 | 8.3 | 0 | 8.9 | 0 | 10.5 | 0 |
| 22.04.04 | 10.3 | 0 | 10.5 | 0 | 12.9 | 0 |
| 22.04.11 | 13.5 | 0 | 17.4 | 0 | 13.1 | 0 |
| 22.04.18 | 13.5 | 0 | 16.4 | 0 | 13.7 | 0 |
| 22.04.25 | 16.1 | 0 | 17.7 | 0 | 16.4 | 0 |
| 22.05.02 | 16.5 | 0 | 18.0 | 0 | 15.3 | 0 |
| 22.05.09 | 17.8 | 0 | 20.3 | 0 | 16.2 | 0 |
| 22.05.16 | 18.2 | 0 | 20.7 | 0 | 17.2 | 0 |
| 22.05.23 | 20.0 | 0 | 22.7 | 0 | 20.5 | 0 |
| 22.05.30 | 24.3 | 0 | 22.6 | 0 | 20.9 | 0 |
| 22.06.07 | 21.1 | 0 | 23.1 | 0 | 19.9 | 0 |

| 조사일시 | 팔당호(담양) | | 팔당호(부용사앞) | | 팔당호(삼봉) | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.06.13 | 22.4 | 0 | 24.8 | 0 | 21.7 | 0 |
| 22.06.20 | 22.1 | 32 | 24.1 | 0 | 22.0 | 0 |
| 22.06.27 | 23.1 | 0 | 24.0 | 0 | 21.1 | 0 |
| 22.07.04 | 23.7 | 0 | 28.0 | 0 | 20.8 | 8 |
| 22.07.11 | 25.4 | 100 | 30.3 | 0 | 25.4 | 172 |
| 22.07.18 | 23.1 | 0 | 23.7 | 0 | 21.5 | 40 |
| 22.07.25 | 25.3 | 74 | 25.8 | 0 | 23.9 | 84 |
| 22.08.01 | 25.5 | 359 | 25.0 | 0 | 24.3 | 0 |
| 22.08.08 | 22.9 | 0 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.08.16 | 22.8 | 0 | 22.6 | 0 | 22.5 | 75 |
| 22.08.22 | 24.0 | 0 | 23.0 | 0 | 23.4 | 0 |
| 22.08.29 | 22.1 | 0 | 22.3 | 0 | 22.1 | 50 |
| 22.09.05 | 21.0 | 0 | 채수불가 | 채수불가 | 20.4 | 0 |
| 22.09.13 | 21.2 | 0 | 22.3 | 0 | 20.4 | 0 |
| 22.09.19 | 21.7 | 0 | 23.4 | 0 | 20.6 | 0 |
| 22.09.26 | 20.7 | 0 | 21.9 | 0 | 19.2 | 0 |
| 22.10.04 | 19.7 | 0 | 20.6 | 0 | 18.7 | 0 |
| 22.10.11 | 16.9 | 0 | 18.1 | 0 | 16.8 | 0 |
| 22.10.17 | 16.2 | 0 | 17.0 | 0 | 16.7 | 0 |
| 22.10.24 | 15.0 | 0 | 16.1 | 0 | 15.5 | 0 |
| 22.10.31 | 15.1 | 0 | 15.9 | 0 | 14.9 | 0 |
| 22.11.07 | 12.9 | 0 | 13.7 | 0 | 13.0 | 0 |
| 22.11.14 | 12.5 | 0 | 12.3 | 0 | 12.8 | 0 |
| 22.11.21 | 12.0 | 0 | 12.4 | 0 | 11.8 | 0 |
| 22.11.28 | 10.8 | 0 | 11.0 | 0 | 10.7 | 0 |
| 22.12.05 | 6.6 | 0 | 5.9 | 0 | 7.7 | 0 |
| 22.12.12 | 5.5 | 0 | 4.0 | 0 | 6.3 | 0 |
| 22.12.19 | 1.9 | 0 | 결빙 | 결빙 | 2.2 | 0 |
| 22.12.26 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |

○ 의암호, 한강(이천), 광교지, 황성호

| 조사일시 | 의암호(신연교) | | 한강(이천) | | 광교지(취수탑) | | 황성호(취수탑) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.01.03 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.10 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.17 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.24 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.03 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.07 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.14 | 결빙 | 결빙 | 5.0 | 0 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.21 | 2.8 | 0 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.28 | 3.8 | 0 | 4.8 | 0 | 6.7 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.03.07 | 5.4 | 0 | 5.0 | 0 | 5.3 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.03.14 | 8.7 | 0 | 9.3 | 0 | 9.1 | 0 | 6.2 | 0 |
| 22.03.21 | 8.5 | 0 | 7.7 | 0 | 8.4 | 0 | 5.9 | 0 |
| 22.03.28 | 9.0 | 0 | 9.6 | 0 | 9.3 | 0 | 6.5 | 0 |
| 22.04.04 | 10.3 | 0 | 10.8 | 0 | 12.3 | 0 | 8.3 | 0 |
| 22.04.11 | 11.9 | 0 | 14.4 | 0 | 16.8 | 0 | 10.3 | 0 |
| 22.04.18 | 11.9 | 0 | 13.3 | 0 | 15.6 | 0 | 9.1 | 0 |
| 22.04.25 | 12.9 | 0 | 15.7 | 0 | 18.3 | 0 | 11.2 | 0 |
| 22.05.02 | 13.1 | 0 | 13.6 | 0 | 17.4 | 0 | 10.2 | 0 |
| 22.05.02 | 15.9 | 0 | 14.8 | 0 | 18.4 | 0 | 10.8 | 0 |
| 22.05.16 | 14.6 | 0 | 14.3 | 0 | 19.0 | 0 | 11.6 | 0 |
| 22.05.23 | 17.3 | 0 | 16.9 | 0 | 23.1 | 0 | 13.4 | 0 |
| 22.05.30 | 17.6 | 0 | 19.0 | 0 | 24.0 | 745 | 12.3 | 0 |
| 22.06.07 | 17.0 | 0 | 16.6 | 0 | 23.3 | 352 | 13.2 | 0 |
| 22.06.13 | 18.1 | 0 | 19.2 | 0 | 26.1 | 266 | 13.2 | 0 |
| 22.06.20 | 17.8 | 0 | 19.5 | 0 | 24.7 | 520 | 13.4 | 0 |
| 22.06.27 | 21.2 | 0 | 22.6 | 0 | 26.3 | 0 | 14.6 | 0 |
| 22.07.04 | 22.7 | 96 | 24.1 | 0 | 29.5 | 0 | 19.0 | 0 |

| 조사일시 | 의암호(신연교) | | 한강(이천) | | 광교지(취수탑) | | 횡성호(취수탑) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.07.11 | 22.4 | 0 | | 채수불가 | 29.0 | 200 | 19.5 | 0 |
| 22.07.18 | 22.6 | 0 | 25.4 | 0 | 27.3 | 2,700 | 17.9 | 1,466 |
| 22.07.25 | 25.5 | 376 | | 채수불가 | 27.4 | 0 | 16.7 | 2,600 |
| 22.08.01 | 25.4 | 1,248 | 23.7 | 0 | 28.6 | 0 | 17.8 | 384 |
| 22.08.08 | 21.1 | 30 | | 채수불가 | 28.4 | 0 | 18.4 | 0 |
| 22.08.16 | 22.6 | 24 | | 채수불가 | 25.9 | 0 | | 채수불가 |
| 22.08.22 | 22.1 | 0 | | 채수불가 | 27.9 | 0 | 21.1 | 129 |
| 22.08.29 | 21.0 | 0 | | 채수불가 | 24.1 | 0 | 19.1 | 63 |
| 22.09.05 | 20.4 | 0 | | 채수불가 | 24.1 | 0 | 15.6 | 0 |
| 22.09.13 | 19.5 | 0 | | 채수불가 | 23.9 | 0 | 18.5 | 0 |
| 22.09.19 | 22.7 | 0 | 22.2 | 0 | 25.2 | 3,436 | 19.4 | 0 |
| 22.09.26 | 19.2 | 0 | 19.6 | 0 | 22.0 | 460 | | 채수불가 |
| 22.10.04 | 20.4 | 0 | | 채수불가 | 21.3 | 103 | 18.5 | 0 |
| 22.10.11 | 16.5 | 0 | 15.8 | 0 | 19.0 | 96 | 17.0 | 0 |
| 22.10.17 | 16.4 | 0 | 17.6 | 0 | 18.5 | 0 | 16.6 | 0 |
| 22.10.24 | 16.5 | 0 | 15.8 | 0 | 16.7 | 0 | 16.3 | 0 |
| 22.10.31 | 15.4 | 0 | 15.7 | 0 | 16.1 | 0 | 16.1 | 0 |
| 22.11.07 | 13.5 | 0 | 11.6 | 0 | 14.3 | 0 | 14.7 | 0 |
| 22.11.14 | 13.5 | 0 | 14.2 | 0 | 13.8 | 0 | 14.1 | 0 |
| 22.11.21 | 13.6 | 0 | 12.3 | 0 | 13.6 | 0 | 13.6 | 0 |
| 22.11.28 | 12.6 | 0 | 10.0 | 0 | 12.0 | 0 | 12.5 | 0 |
| 22.12.05 | 9.0 | 0 | 4.9 | 0 | 8.3 | 0 | 9.7 | 0 |
| 22.12.12 | 7.5 | 0 | 4.9 | 0 | 7.2 | 0 | 8.7 | 0 |
| 22.12.19 | 4.3 | 0 | 결빙 | 결빙 | 4.9 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.12.26 | 3.0 | 0 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |

○ 운문호, 영천호

| 조사일시 | 운문호(담양) | | 운문호(취수탑2) | | 영천호(취수탑) | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.01.03 | 4.0 | 0 | 5.1 | 0 | 4.6 | 53 |
| 22.01.10 | 5.6 | 0 | 5.8 | 0 | 4.3 | 0 |
| 22.01.17 | 4.6 | 0 | 4.6 | 0 | 3.2 | 0 |
| 22.01.24 | 4.5 | 0 | 4.4 | 0 | 2.8 | 79 |
| 22.02.03 | 3.4 | 0 | 3.2 | 0 | 3.1 | 0 |
| 22.02.07 | 3.6 | 0 | 3.6 | 0 | 4.6 | 0 |
| 22.02.14 | 4.5 | 0 | 4.7 | 0 | 2.8 | 0 |
| 22.02.21 | 4.0 | 0 | 3.9 | 0 | 2.1 | 0 |
| 22.02.28 | 3.9 | 0 | 3.9 | 0 | 3.2 | 0 |
| 22.03.07 | 4.6 | 0 | 4.3 | 0 | 3.9 | 0 |
| 22.03.14 | 5.1 | 0 | 5.2 | 0 | 5.7 | 0 |
| 22.03.21 | 6.6 | 0 | 6.4 | 0 | 6.9 | 0 |
| 22.03.28 | 7.4 | 0 | 7.8 | 0 | 8.1 | 0 |
| 22.04.04 | 9.2 | 0 | 10.1 | 0 | 10.7 | 0 |
| 22.04.11 | 10.5 | 0 | 11.6 | 0 | 11.1 | 0 |
| 22.04.18 | 10.7 | 0 | 11.2 | 0 | 12.9 | 0 |
| 22.04.25 | 12.9 | 0 | 14.0 | 0 | 16.5 | 0 |
| 22.05.02 | 11.6 | 0 | 13.2 | 0 | 14.0 | 0 |
| 22.05.09 | 11.9 | 0 | 14.7 | 0 | 15.4 | 0 |
| 22.05.16 | 13.0 | 0 | 15.2 | 0 | 16.3 | 0 |
| 22.05.23 | 14.0 | 0 | 16.3 | 0 | 18.7 | 0 |
| 22.05.30 | 14.5 | 0 | 16.5 | 0 | 20.1 | 0 |
| 22.06.07 | 13.7 | 0 | 17.3 | 0 | 17.9 | 86 |
| 22.06.13 | 14.9 | 0 | 14.9 | 0 | 20.0 | 79 |
| 22.06.20 | 14.1 | 0 | 18.3 | 0 | 24.9 | 323 |
| 22.06.27 | 16.5 | 0 | 21.0 | 0 | 23.3 | 317 |
| 22.07.04 | 17.7 | 0 | 22.8 | 0 | 25.5 | 323 |

| 조사일시 | 운문호(담양) | | 운문호(취수탑2) | | 영천호(취수탑) | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.07.11 | 14.9 | 0 | 22.9 | 0 | 26.1 | 0 |
| 22.07.18 | 17.5 | 0 | 21.7 | 0 | 21.7 | 0 |
| 22.07.25 | 17.1 | 0 | 23.3 | 0 | 28.1 | 0 |
| 22.08.01 | 16.1 | 0 | 23.1 | 0 | 26.9 | 0 |
| 22.08.08 | 17.5 | 0 | 23.1 | 0 | 27.4 | 0 |
| 22.08.16 | 16.5 | 0 | 23.6 | 416 | 27.0 | 0 |
| 22.08.22 | 16.2 | 0 | 25.4 | 0 | 29.0 | 0 |
| 22.08.29 | 15.7 | 0 | 24.0 | 0 | 25.3 | 145 |
| 22.09.05 | 15.0 | 0 | 23.3 | 0 | 23.7 | 53 |
| 22.09.13 | 18.0 | 0 | 21.0 | 0 | 23.1 | 0 |
| 22.09.19 | 18.6 | 0 | 21.2 | 0 | 24.0 | 0 |
| 22.09.26 | 16.9 | 0 | 19.8 | 0 | 21.2 | 0 |
| 22.10.04 | 17.1 | 0 | 19.7 | 0 | 20.6 | 40 |
| 22.10.11 | 15.0 | 0 | 18.0 | 0 | 19.2 | 376 |
| 22.10.17 | 15.8 | 0 | 18.6 | 0 | 18.5 | 251 |
| 22.10.24 | 15.3 | 0 | 17.4 | 0 | 17.6 | 0 |
| 22.10.31 | 14.8 | 0 | 17.0 | 0 | 16.2 | 132 |
| 22.11.07 | 14.4 | 0 | 16.0 | 92 | 14.2 | 0 |
| 22.11.14 | 13.4 | 0 | 15.1 | 0 | 13.8 | 244 |
| 22.11.21 | 12.8 | 0 | 14.7 | 0 | 14.4 | 0 |
| 22.11.28 | 12.3 | 0 | 13.1 | 0 | 12.5 | 152 |
| 22.12.05 | 10.1 | 0 | 11.3 | 0 | 9.2 | 0 |
| 22.12.12 | 9.9 | 0 | 10.9 | 0 | 9.0 | 0 |
| 22.12.19 | 8.4 | 0 | 8.7 | 0 | 5.4 | 231 |
| 22.12.26 | 6.3 | 0 | 6.5 | 0 | 4.5 | 0 |

○ 대청호

| 조사일시 | 대청댐(추동) | | 대청댐(문의) | | 대청댐(회남) | |
|----------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.01.03 | 7.8 | 320 | 8.4 | 0 | 8.4 | 36 |
| 22.01.10 | 7.5 | 0 | 7.9 | 0 | 7.5 | 168 |
| 22.01.17 | 6.2 | 24 | 7.0 | 0 | 6.6 | 0 |
| 22.01.24 | 5.6 | 92 | 6.5 | 0 | 6.2 | 136 |
| 22.02.03 | 5.4 | 36 | 5.8 | 0 | 5.5 | 0 |
| 22.02.07 | 4.9 | 0 | 5.4 | 0 | 5.1 | 84 |
| 22.02.14 | 5.3 | 136 | 5.6 | 0 | 5.2 | 0 |
| 22.02.21 | 4.5 | 112 | 4.8 | 0 | 4.6 | 56 |
| 22.02.28 | 5.1 | 0 | 5.1 | 0 | 4.9 | 0 |
| 22.03.07 | 5.5 | 0 | 6.2 | 0 | 5.2 | 0 |
| 22.03.14 | 6.5 | 0 | 7.1 | 0 | 6.1 | 0 |
| 22.03.21 | 6.7 | 0 | 7.7 | 0 | 6.3 | 32 |
| 22.03.28 | 7.6 | 0 | 7.8 | 0 | 7.0 | 0 |
| 22.04.04 | 8.4 | 0 | 8.7 | 0 | 7.8 | 0 |
| 22.04.11 | 9.9 | 0 | 9.9 | 0 | 9.6 | 0 |
| 22.04.18 | 10.6 | 0 | 10.7 | 0 | 9.1 | 0 |
| 22.04.25 | 11.6 | 0 | 12.7 | 0 | 10.6 | 0 |
| 22.05.02 | 11.7 | 0 | 12.0 | 0 | 10.2 | 0 |
| 22.05.09 | 13.4 | 0 | 12.7 | 0 | 11.1 | 0 |
| 22.05.16 | 12.7 | 0 | 15.4 | 0 | 11.4 | 0 |
| 22.05.23 | 15.0 | 0 | 16.3 | 0 | 12.4 | 0 |
| 22.05.30 | 15.9 | 0 | 17.7 | 0 | 12.8 | 0 |
| 22.06.07 | 17.4 | 0 | 19.6 | 0 | 12.8 | 0 |
| 22.06.13 | 18.6 | 0 | 20.5 | 0 | 13.9 | 0 |
| 22.06.20 | 19.7 | 0 | 22.5 | 0 | 15.2 | 0 |
| 22.06.27 | 20.4 | 0 | 24.5 | 0 | 15.6 | 136 |
| 22.07.04 | 24.3 | 48 | 25.9 | 0 | 17.4 | 588 |

| 조사일시 | 대청댐(추동) | | 대청댐(문의) | | 대청댐(회남) | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.07.11 | 24.5 | 52 | 25.8 | 94 | 18.0 | 776 |
| 22.07.18 | 23.6 | 148 | 27.2 | 0 | 18.2 | 0 |
| 22.07.25 | 24.4 | 494 | 26.8 | 276 | 18.8 | 100 |
| 22.08.01 | 25.4 | 880 | 28.6 | 0 | 19.7 | 394 |
| 22.08.08 | 27.0 | 788 | 29.9 | 0 | 19.9 | 104 |
| 22.08.16 | 26.4 | 212 | 27.5 | 72 | 20.4 | 3,412 |
| 22.08.22 | 26.6 | 504 | 27.2 | 682 | 21.0 | 139,682 |
| 22.08.29 | 25.8 | 778 | 26.4 | 612 | 20.1 | 5,756 |
| 22.09.05 | 25.4 | 858 | 26.0 | 4,060 | 20.1 | 9,236 |
| 22.09.13 | 24.7 | 3,944 | 24.8 | 4,360 | 21.0 | 4,256 |
| 22.09.19 | 24.6 | 4,062 | 24.3 | 682 | 22.9 | 1,818 |
| 22.09.26 | 23.8 | 2,492 | 24.0 | 932 | 22.3 | 874 |
| 22.10.04 | 23.5 | 836 | 23.8 | 636 | 21.8 | 586 |
| 22.10.11 | 21.8 | 796 | 21.9 | 472 | 18.2 | 538 |
| 22.10.17 | 21.5 | 782 | 21.7 | 468 | 20.7 | 428 |
| 22.10.24 | 20.0 | 902 | 20.1 | 360 | 19.9 | 244 |
| 22.10.31 | 19.3 | 890 | 19.5 | 868 | 19.3 | 412 |
| 22.11.07 | 17.9 | 516 | 18.1 | 222 | 18.0 | 82 |
| 22.11.14 | 17.4 | 248 | 17.6 | 22 | 17.1 | 52 |
| 22.11.21 | 16.5 | 254 | 16.5 | 72 | 16.2 | 32 |
| 22.11.28 | 15.3 | 84 | 15.3 | 46 | 15.2 | 212 |
| 22.12.05 | 12.8 | 148 | 12.9 | 0 | 13.4 | 84 |
| 22.12.12 | 11.7 | 228 | 12.0 | 148 | 11.7 | 0 |
| 22.12.19 | 9.4 | 70 | 9.9 | 0 | 10.0 | 48 |
| 22.12.26 | 8.0 | 0 | 8.1 | 0 | 8.2 | 0 |

○ 낙동강

| 조사일시 | 낙동강(해평) | | 낙동강(강정고령) | | 낙동강(칠서) | | 낙동강(물금매리) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.01.03 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 3.5 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.10 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 4.0 | 0 |
| 22.01.17 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 3.4 | 0 | 2.9 | 0 |
| 22.01.25 | | 채수불가 | 결빙 | 결빙 | 3.2 | 0 | 3.6 | 0 |
| 22.02.03 | | 채수불가 | 3.2 | 0 | 4.4 | 0 | 3.4 | 0 |
| 22.02.07 | | 채수불가 | 결빙 | 결빙 | 3.7 | 0 | 3.0 | 0 |
| 22.02.14 | 4.0 | 0 | 4.6 | 0 | 6.1 | 0 | 4.9 | 0 |
| 22.02.21 | 2.5 | 0 | 3.8 | 149 | 5.0 | 0 | 4.1 | 0 |
| 22.02.28 | 4.1 | 0 | 4.6 | 0 | 6.4 | 0 | 5.0 | 0 |
| 22.03.07 | 5.0 | 0 | 6.3 | 0 | 7.9 | 0 | 6.5 | 0 |
| 22.03.14 | 6.8 | 0 | 8.7 | 0 | 10.3 | 0 | 9.0 | 90 |
| 22.03.21 | 7.9 | 0 | 9.2 | 0 | 10.9 | 0 | 10.4 | 0 |
| 22.03.28 | 10.6 | 83 | 10.3 | 0 | 12.9 | 0 | 12.3 | 0 |
| 22.04.04 | 12.6 | 187 | 13.3 | 24 | 15.8 | 0 | 14.0 | 0 |
| 22.04.11 | 14.0 | 563 | 16.2 | 412 | 16.6 | 230 | 17.5 | 38 |
| 22.04.18 | 16.1 | 986 | 16.1 | 1,799 | 17.8 | 124 | 17.3 | 0 |
| 22.04.25 | 18.1 | 1,106 | 19.2 | 370 | 20.2 | 153 | 20.1 | 0 |
| 22.05.02 | 18.1 | 104 | 18.3 | 0 | 19.5 | 0 | 19.0 | 0 |
| 22.05.09 | 19.7 | 0 | 20.4 | 0 | 21.8 | 0 | 20.6 | 0 |
| 22.05.16 | 20.1 | 0 | 20.8 | 0 | 21.1 | 0 | 21.6 | 0 |
| 22.05.23 | 21.9 | 53 | 23.5 | 0 | 24.6 | 630 | 23.5 | 1,648 |
| 22.05.30 | 22.5 | 0 | 23.1 | 111 | 24.8 | 319 | 24.5 | 1,241 |
| 22.06.07 | 22.4 | 1,301 | 23.2 | 1,710 | 23.9 | 2,752 | 23.2 | 6,385 |
| 22.06.13 | 22.2 | 1,409 | 23.7 | 28,762 | 24.5 | 7,795 | 23.8 | 45,415 |
| 22.06.20 | 25.1 | 9,864 | 25.8 | 79,285 | 27.2 | 82,242 | 27.3 | 103,177 |
| 22.06.23 | - | - | 25.4 | 17,520 | - | - | 27.1 | 68,948 |
| 22.06.27 | 25.2 | 808 | 26.7 | 45,058 | 27.2 | 22,819 | 26.3 | 83,256 |

| 조사일시 | 낙동강(해평) | | 낙동강(강정고령) | | 낙동강(칠서) | | 낙동강(물금매리) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.06.30 | - | - | 27.6 | 49,126 | 28.1 | 21,259 | 27.5 | 21,774 |
| 22.07.04 | 27.7 | 2,451 | 29.5 | 18,965 | 29.8 | 38,242 | 29.1 | 69,473 |
| 22.07.07 | - | - | 29.2 | 15,897 | 30.2 | 20,831 | 30.1 | 46,752 |
| 22.07.11 | 27.5 | 14,953 | 28.6 | 29,342 | 29.7 | 105,871 | 29.0 | 77,961 |
| 22.07.14 | - | - | 29.1 | 22,295 | 29.5 | 58,052 | 29.5 | 131,060 |
| 22.07.19 | 26.8 | 29,361 | 27.5 | 28,096 | 27.9 | 82,321 | 30.2 | 114,062 |
| 22.07.21 | 27.1 | 73,893 | 28.9 | 7,098 | 29.2 | 31,276 | 29.8 | 109,055 |
| 22.07.25 | 27.4 | 42,608 | 29.5 | 9,116 | 30.6 | 43,913 | 30.0 | 144,450 |
| 22.07.28 | 27.1 | 20,687 | - | - | 29.8 | 122,369 | 29.1 | 92,041 |
| 22.08.01 | 26.9 | 9,632 | 28.8 | 28,800 | 28.6 | 44,540 | 28.7 | 88,053 |
| 22.08.04 | 29.2 | 53,063 | - | - | 29.1 | 18,958 | 29.8 | 115,552 |
| 22.08.08 | 29.4 | 1,804 | 29.1 | 13,487 | 30.2 | 31,176 | 31.3 | 447,075 |
| 22.08.11 | - | - | 28.1 | 6,267 | 28.6 | 63,889 | 29.4 | 72,192 |
| 22.08.12 | 23.8 | 990 | - | - | - | - | - | - |
| 22.08.16 | 25.2 | 1,181 | 25.0 | 1,219 | 28.8 | 12,025 | - | - |
| 22.08.17 | - | - | - | - | - | - | 28.8 | 13,878 |
| 22.08.18 | - | - | - | - | 28.3 | 2,852 | - | - |
| 22.08.19 | - | - | - | - | - | - | 29.0 | 8,979 |
| 22.08.22 | 26.5 | 2,809 | 26.8 | 1,400 | 28.4 | 2,399 | 28.5 | 7,991 |
| 22.08.29 | 25.1 | 314 | 25.7 | 75 | 26.7 | 2,043 | 27.1 | 4,719 |
| 22.09.05 | 22.4 | 501 | 25.0 | 85 | 25.1 | 1,055 | 채수불가 | |
| 22.09.13 | 23.1 | 4,267 | 23.3 | 2,495 | 24.0 | 410 | 24.0 | 279 |
| 22.09.20 | 23.8 | 7,964 | 23.3 | 1,992 | 24.7 | 3,050 | 24.4 | 1,289 |
| 22.09.26 | 22.5 | 4,758 | 22.5 | 765 | 22.5 | 3,506 | 23.2 | 3,112 |
| 22.10.04 | 22.4 | 188 | 23.1 | 103 | 23.7 | 2,806 | 23.5 | 1,343 |
| 22.10.11 | 18.5 | 606 | 20.0 | 926 | 19.7 | 3,327 | 20.3 | 5,815 |
| 22.10.17 | 19.1 | 802 | 19.5 | 377 | 20.6 | 5,425 | 20.4 | 21,584 |
| 22.10.24 | 16.9 | 220 | 17.5 | 954 | 17.5 | 1,949 | 18.4 | 25,586 |
| 22.10.27 | - | - | - | - | - | - | 17.8 | 12,188 |

| 조사일시 | 낙동강(해평) | | 낙동강(강정고령) | | 낙동강(칠서) | | 낙동강(물금매리) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.10.31 | 16.3 | 505 | 16.9 | 4,769 | 17.1 | 618 | 17.2 | 12,003 |
| 22.11.03 | - | - | - | - | - | - | 16.8 | 11,615 |
| 22.11.07 | 13.8 | 255 | 14.9 | 14,520 | 15.1 | 5,004 | 15.3 | 5,086 |
| 22.11.10 | - | - | - | - | - | - | 15.4 | 3,910 |
| 22.11.14 | 14.2 | 95 | 14.8 | 4,816 | 14.9 | 1,302 | 14.4 | 1,929 |
| 22.11.21 | 12.6 | 0 | 13.8 | 2,430 | 14.0 | 1,155 | 14.2 | 1,037 |
| 22.11.28 | 10.8 | 0 | 12.2 | 624 | 12.9 | 1,330 | 13.2 | 3,447 |
| 22.12.05 | 7.0 | 0 | 8.5 | 224 | 8.6 | 2,426 | 9.5 | 587 |
| 22.12.12 | 6.3 | 0 | 7.3 | 373 | 7.4 | 742 | 8.5 | 316 |
| 22.12.19 | 결빙 | 결빙 | 4.7 | 186 | 4.8 | 510 | 5.7 | 0 |
| 22.12.26 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 2.6 | 277 | 3.5 | 11 |

※ (-) 조류경보제 발령단계 및 운영기준에 따른 채수일이 아님

○ 충주호, 춘천호

| 조사일시 | 충주호(댐앞) | | 충주호(청풍교) | | 춘천호(용산취수장) | | 춘천호(춘성교 교각) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|-------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.01.03 | 8.2 | 0 | 7.6 | 0 | 3.3 | 0 | 3.6 | 0 |
| 22.01.10 | 6.7 | 0 | 7.3 | 0 | 3.0 | 0 | 2.6 | 0 |
| 22.01.17 | 6.0 | 0 | 5.7 | 0 | 2.9 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.24 | 6.3 | 0 | 5.5 | 0 | 3.4 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.03 | 5.3 | 0 | 4.7 | 0 | 3.2 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.07 | 3.8 | 0 | 4.6 | 0 | 2.7 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.14 | 4.9 | 0 | 5.2 | 0 | 3.5 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.22 | 4.0 | 0 | 3.8 | 0 | 3.0 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.28 | 4.2 | 0 | 4.2 | 0 | 4.7 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.03.07 | 4.0 | 0 | 4.4 | 0 | 4.6 | 0 | 6.0 | 0 |

| 조사일시 | 충주호(담양) | | 충주호(청풍교) | | 춘천호(용산취수장) | | 춘천호(춘성교 교각) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|-------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.03.13 | 5.3 | 0 | 5.9 | 0 | 5.7 | 0 | 5.7 | 0 |
| 22.03.21 | 4.7 | 0 | 6.7 | 0 | 5.6 | 0 | 6.0 | 0 |
| 22.03.28 | 4.6 | 0 | 8.5 | 0 | 7.6 | 0 | 7.5 | 0 |
| 22.04.04 | 7.0 | 0 | 9.8 | 0 | 8.7 | 0 | 10.8 | 0 |
| 22.04.11 | 9.8 | 0 | 11.6 | 0 | 9.3 | 0 | - | - |
| 22.04.12 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 10.8 | 0 |
| 22.04.18 | 7.0 | 0 | 10.9 | 0 | 0.0 | 0 | - | - |
| 22.04.19 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 8.9 | 0 | 10.0 | 0 |
| 22.04.25 | 12.6 | 0 | 14.1 | 0 | 10.8 | 0 | 14.8 | 0 |
| 22.05.02 | 12.6 | 0 | 14.5 | 0 | - | - | - | - |
| 22.05.03 | - | - | - | - | 10.2 | 0 | 16.3 | 0 |
| 22.05.03 | - | - | - | - | 10.2 | 0 | - | - |
| 22.05.09 | - | - | - | - | 10.4 | 0 | 15.6 | 0 |
| 22.05.16 | 11.6 | 0 | 16.6 | 0 | 11.0 | 0 | 16.4 | 0 |
| 22.05.23 | 11.5 | 0 | 19.7 | 0 | 13.0 | 0 | 19.8 | 0 |
| 22.05.30 | 12.3 | 0 | 19.0 | 0 | 13.1 | 0 | 18.2 | 0 |
| 22.06.07 | 15.9 | 0 | 18.6 | 0 | 13.4 | 0 | 20.4 | 0 |
| 22.06.13 | 12.6 | 0 | 22.1 | 0 | - | - | 19.6 | 0 |
| 22.06.14 | - | - | - | - | 14.2 | 0 | - | - |
| 22.06.20 | 16.8 | 0 | 25.0 | 0 | 15.8 | 0 | 19.8 | 0 |
| 22.06.27 | 14.6 | 0 | 24.3 | 0 | 18.5 | 0 | 22.4 | 149 |
| 22.07.04 | 17.4 | 0 | 24.7 | 0 | 19.2 | 0 | 19.1 | 0 |
| 22.07.11 | 19.2 | 0 | 24.9 | 0 | 18.0 | 0 | 20.4 | 0 |
| 22.07.18 | 18.7 | 0 | 23.7 | 0 | 17.3 | 0 | 21.2 | 0 |
| 22.07.25 | 18.3 | 0 | 24.9 | 0 | 18.3 | 0 | 23.7 | 0 |
| 22.08.01 | 19.3 | 0 | 24.9 | 0 | 20.3 | 12 | - | - |
| 22.08.02 | - | - | - | - | - | - | 23.1 | 0 |
| 22.08.08 | 23.1 | 0 | 25.8 | 0 | - | - | 22.7 | 46 |
| 22.08.09 | - | - | - | - | 20.2 | 0 | - | - |

| 조사일시 | 충주호(담양) | | 충주호(청풍교) | | 춘천호(용산취수장) | | 춘천호(춘성교 교각) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|-------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.08.16 | 23.9 | 0 | 21.7 | 0 | 20.1 | 0 | 22.5 | 68 |
| 22.08.22 | 23.2 | 525 | 23.8 | 0 | 20.8 | 0 | 26.0 | 5 |
| 22.08.29 | 22.1 | 721 | 22.3 | 404 | 20.1 | 0 | 26.0 | 0 |
| 22.09.05 | 22.1 | 0 | 22.5 | 3,061 | 19.9 | 0 | 22.6 | 2 |
| 22.09.13 | 21.3 | 2,692 | 21.9 | 442 | 19.2 | 0 | 21.2 | 0 |
| 22.09.19 | 22.3 | 1,814 | 22.4 | 1,179 | 0.0 | 0 | 21.7 | 0 |
| 22.09.20 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 18.1 | 0 | - | - |
| 22.09.26 | 20.8 | 227 | 21.2 | 0 | 18.4 | 0 | 20.9 | 0 |
| 22.10.04 | 17.7 | 743 | 21.3 | 0 | 18.3 | 0 | 20.4 | 0 |
| 22.10.11 | 14.7 | 0 | 19.6 | 0 | 16.6 | 0 | 18.0 | 0 |
| 22.10.18 | 16.4 | 0 | 18.9 | 0 | 15.4 | 0 | 17.0 | 0 |
| 22.10.25 | 16.3 | 0 | 18.7 | 0 | 13.7 | 0 | 15.8 | 0 |
| 22.10.31 | 15.0 | 0 | 18.1 | 0 | 14.5 | 0 | 16.0 | 0 |
| 22.11.07 | 13.2 | 0 | 16.7 | 0 | 12.4 | 0 | 13.9 | 0 |
| 22.11.14 | 14.6 | 0 | 16.6 | 0 | 12.7 | 0 | 13.7 | 0 |
| 22.11.21 | 15.3 | 0 | 15.8 | 0 | 11.7 | 0 | 13.2 | 0 |
| 22.11.28 | 12.8 | 0 | 14.7 | 0 | 10.2 | 0 | 13.0 | 0 |
| 22.12.05 | 11.4 | 0 | 12.8 | 0 | 8.1 | 0 | 9.5 | 0 |
| 22.12.12 | 10.2 | 0 | 12.1 | 0 | 7.4 | 0 | 8.8 | 0 |
| 22.12.19 | 9.7 | 0 | 9.5 | 0 | 5.3 | 0 | 5.2 | 0 |
| 22.12.26 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 3.6 | 0 | - | - |
| 22.12.27 | - | - | - | - | - | - | 4.6 | 0 |

※ (-) 조류경보제 발령단계 및 운영기준에 따른 채수일이 아님

○ 용담호, 보령호

| 조사일시 | 용담호(취수탑) | | 용담호(담앞) | | 보령호(취수탑) | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.01.03 | 5.5 | 22 | 6.4 | 37 | 5.2 | 0 |
| 22.01.10 | 4.8 | 39 | 5.5 | 41 | 4.8 | 0 |
| 22.01.17 | 3.8 | 11 | 4.2 | 54 | 3.7 | 0 |
| 22.01.24 | 4.3 | 0 | 4.6 | 0 | 3.5 | 0 |
| 22.02.03 | 3.8 | 0 | 3.9 | 0 | 3.3 | 0 |
| 22.02.07 | 2.9 | 0 | 3.6 | 0 | 2.9 | 0 |
| 22.02.14 | 4.0 | 0 | 3.9 | 0 | 3.3 | 0 |
| 22.02.21 | 3.5 | 0 | 3.3 | 0 | 2.9 | 0 |
| 22.02.28 | 4.1 | 0 | 4.2 | 0 | 3.6 | 0 |
| 22.03.08 | 4.3 | 0 | 4.6 | 0 | 4.5 | 0 |
| 22.03.14 | 5.5 | 0 | 5.6 | 0 | 5.5 | 0 |
| 22.03.21 | 5.0 | 0 | 5.6 | 0 | 6.3 | 0 |
| 22.03.28 | 6.5 | 0 | 5.8 | 0 | 7.8 | 0 |
| 22.04.04 | 6.7 | 0 | 5.9 | 0 | 9.2 | 0 |
| 22.04.11 | 11.2 | 0 | 10.4 | 0 | 10.7 | 0 |
| 22.04.18 | 10.3 | 34 | 8.5 | 0 | 10.7 | 0 |
| 22.04.25 | 10.1 | 16 | 8.4 | 0 | 12.1 | 0 |
| 22.05.02 | 8.7 | 0 | 10.0 | 0 | 10.5 | 0 |
| 22.05.09 | 10.6 | 0 | 11.2 | 0 | 8.0 | 0 |
| 22.05.16 | 11.7 | 0 | 12.1 | 0 | 13.1 | 0 |
| 22.05.23 | 11.0 | 0 | 12.7 | 0 | 17.8 | 0 |
| 22.05.30 | 11.1 | 10 | 12.2 | 0 | 17.8 | 0 |
| 22.06.07 | 13.9 | 40 | 14.3 | 0 | 16.3 | 0 |
| 22.06.13 | 13.7 | 5 | 12.4 | 0 | 19.0 | 0 |
| 22.06.20 | 13.8 | 28 | 13.1 | 53 | 19.3 | 0 |
| 22.06.27 | 14.4 | 57 | 13.0 | 55 | 22.3 | 348 |
| 22.07.04 | 14.5 | 14 | 15.1 | 9 | 24.5 | 7,862 |

| 조사일시 | 용담호(취수탑) | | 용담호(댐앞) | | 보령호(취수탑) | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.07.11 | 17.2 | 150 | 15.4 | 46 | 24.2 | 942 |
| 22.07.18 | 17.2 | 146 | 16.1 | 66 | 19.7 | 378 |
| 22.07.25 | 15.8 | 33 | 17.9 | 22 | 25.1 | 988 |
| 22.08.01 | 18.2 | 146 | 19.8 | 176 | 26.2 | 80 |
| 22.08.08 | 15.3 | 140 | 14.2 | 932 | 26.2 | 692 |
| 22.08.16 | 14.8 | 97 | 16.2 | 403 | 20.2 | 0 |
| 22.08.22 | 17.2 | 86 | 18.3 | 194 | 24.2 | 0 |
| 22.08.29 | 16.4 | 67 | 17.9 | 107 | 23.2 | 472 |
| 22.09.07 | 16.9 | 210 | 18.3 | 224 | 23.4 | 940 |
| 22.09.13 | 17.8 | 122 | 18.2 | 244 | 22.1 | 144 |
| 22.09.19 | 18.0 | 132 | 19.1 | 130 | 22.9 | 192 |
| 22.09.26 | 18.1 | 250 | 18.7 | 328 | 20.5 | 598 |
| 22.10.04 | 18.7 | 216 | 19.6 | 330 | 21.2 | 192 |
| 22.10.11 | 16.5 | 183 | 17.3 | 291 | 19.9 | 452 |
| 22.10.17 | 16.4 | 244 | 16.6 | 224 | 19.4 | 624 |
| 22.10.24 | 15.4 | 190 | 15.2 | 162 | 18.1 | 438 |
| 22.10.31 | 13.3 | 203 | 14.9 | 277 | 17.5 | 296 |
| 22.11.07 | 13.1 | 177 | 14.4 | 154 | 16.1 | 312 |
| 22.11.14 | 11.1 | 49 | 11.3 | 40 | 15.7 | 272 |
| 22.11.21 | 11.0 | 57 | 11.3 | 27 | 14.6 | 774 |
| 22.11.28 | 10.3 | 30 | 10.7 | 16 | 13.9 | 284 |
| 22.12.05 | 9.7 | 8 | 10.4 | 10 | 11.4 | 508 |
| 22.12.12 | 6.5 | 68 | 7.2 | 80 | 10.2 | 92 |
| 22.12.19 | 3.2 | 118 | 3.5 | 32 | 8.3 | 0 |
| 22.12.26 | 6.3 | 58 | 6.5 | 31 | 7.0 | 0 |

○ 안계호, 덕동호, 공산지

| 조사일시 | 안계호(취수탑) | | 덕동호(댐앞) | | 공산지(취수탑) | | 공산지(중앙부) | |
|----------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|
| | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.01.03 | 6.7 | 73 | 7.4 | 0 | 4.9 | 0 | 채수불가 | |
| 22.01.10 | 5.0 | 0 | 7.6 | 0 | 3.8 | 0 | 채수불가 | |
| 22.01.17 | 2.9 | 0 | 4.4 | 0 | 2.9 | 0 | 채수불가 | |
| 22.01.24 | 3.8 | 125 | 10.2 | 0 | 2.8 | 0 | 채수불가 | |
| 22.02.03 | 3.8 | 53 | 4.0 | 0 | 3.0 | 0 | 채수불가 | |
| 22.02.07 | 2.8 | 0 | 3.5 | 0 | 3.0 | 0 | 채수불가 | |
| 22.02.14 | 4.3 | 0 | 4.7 | 0 | 3.8 | 0 | 채수불가 | |
| 22.02.21 | 2.2 | 0 | 4.5 | 0 | 3.4 | 0 | 채수불가 | |
| 22.02.28 | 4.7 | 0 | 3.6 | 0 | 3.7 | 0 | 채수불가 | |
| 22.03.07 | 6.1 | 0 | 7.0 | 0 | 4.6 | 0 | 4.8 | 0 |
| 22.03.14 | 7.2 | 0 | 7.0 | 3 | 6.5 | 0 | 6.5 | 0 |
| 22.03.21 | 7.9 | 0 | 8.5 | 12 | 7.1 | 0 | 7.3 | 0 |
| 22.03.28 | 9.5 | 0 | 9.4 | 0 | 8.5 | 0 | 8.7 | 0 |
| 22.04.04 | 10.0 | 0 | 14.3 | 0 | 10.2 | 344 | 10.9 | 0 |
| 22.04.11 | 11.4 | 0 | 15.6 | 0 | 13.2 | 800 | 13.7 | 0 |
| 22.04.18 | 12.7 | 0 | 16.1 | 0 | 14.1 | 0 | 13.9 | 0 |
| 22.04.25 | 14.7 | 53 | 20.2 | 36 | 15.9 | 0 | 17.0 | 0 |
| 22.05.02 | 15.1 | 0 | 16.8 | 0 | 16.4 | 0 | 16.7 | 0 |
| 22.05.09 | 16.5 | 0 | 19.6 | 29 | 17.6 | 0 | 채수불가 | |
| 22.05.16 | 15.2 | 0 | 20.0 | 30 | 18.8 | 0 | 19.2 | 320 |
| 22.05.23 | 18.8 | 0 | 23.7 | 85 | 20.5 | 360 | 21.9 | 224 |
| 22.05.30 | 20.6 | 125 | 23.3 | 70 | 22.7 | 580 | 채수불가 | |
| 22.06.07 | 19.2 | 343 | 20.5 | 996 | 21.9 | 584 | 채수불가 | |
| 22.06.13 | 18.4 | 475 | 20.5 | 251 | 22.0 | 428 | 채수불가 | |
| 22.06.20 | 24.4 | 805 | 22.7 | 71 | 26.3 | 1,200 | 채수불가 | |
| 22.06.27 | 24.1 | 0 | 26.8 | 37 | 25.9 | 876 | 채수불가 | |
| 22.07.04 | 24.3 | 238 | 29.6 | 46 | 28.2 | 900 | 채수불가 | |

| 조사일시 | 안계호(취수탑) | | 덕동호(댐앞) | | 공산지(취수탑) | | 공산지(증양부) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.07.11 | 23.7 | 0 | 28.2 | 65 | 28.2 | 750 | 채수불가 | |
| 22.07.18 | 24.3 | 0 | 26.8 | 21 | 27.6 | 0 | 채수불가 | |
| 22.07.25 | 26.2 | 429 | 28.0 | 109 | 28.0 | 0 | 채수불가 | |
| 22.08.01 | 26.3 | 818 | 28.0 | 186 | 28.4 | 0 | 채수불가 | |
| 22.08.08 | 27.1 | 431 | 28.2 | 45 | 29.1 | 0 | 채수불가 | |
| 22.08.16 | 26.6 | 1,557 | 27.9 | 40 | 28.2 | 0 | 채수불가 | |
| 22.08.22 | 28.4 | 970 | 28.5 | 81 | 27.0 | 192 | 채수불가 | |
| 22.08.29 | 25.8 | 858 | 미측정 | 174 | 25.2 | 95 | 채수불가 | |
| 22.09.05 | 24.6 | 0 | 24.3 | 219 | 24.2 | 935 | 채수불가 | |
| 22.09.13 | 23.7 | 464 | 채수불가 | | 22.3 | 0 | 22.6 | 0 |
| 22.09.19 | 23.8 | 478 | 채수불가 | | 22.7 | 188 | 채수불가 | |
| 22.09.26 | 22.3 | 0 | 채수불가 | | 21.4 | 0 | 21.3 | 0 |
| 22.10.04 | 22.6 | 218 | 채수불가 | | 21.7 | 980 | 채수불가 | |
| 22.10.11 | 20.6 | 271 | 채수불가 | | 20.2 | 0 | 20.1 | 0 |
| 22.10.17 | 20.0 | 799 | 19.1 | 37 | 20.1 | 0 | 20.2 | 0 |
| 22.10.24 | 18.3 | 0 | 16.3 | 0 | 17.4 | 0 | 17.5 | 52 |
| 22.10.31 | 17.3 | 0 | 15.7 | 0 | 16.9 | 504 | 16.9 | 0 |
| 22.11.07 | 15.7 | 86 | 14.9 | 0 | 15.3 | 0 | 15.2 | 0 |
| 22.11.14 | 15.5 | 185 | 15.2 | 0 | 14.9 | 280 | 15.0 | 232 |
| 22.11.21 | 14.0 | 0 | 14.7 | 20 | 14.0 | 0 | 14.0 | 0 |
| 22.11.28 | 13.0 | 20 | 13.9 | 0 | 13.0 | 285 | 12.6 | 530 |
| 22.12.05 | 10.6 | 0 | 10.7 | 0 | 8.8 | 0 | 채수불가 | |
| 22.12.12 | 8.0 | 0 | 10.5 | 0 | 9.1 | 848 | 9.2 | 0 |
| 22.12.19 | 6.5 | 0 | 8.6 | 0 | 6.7 | 0 | 6.6 | 0 |
| 22.12.26 | 4.1 | 0 | - | - | 4.6 | 0 | 5.0 | 64 |
| 22.12.28 | - | - | 5.0 | 0 | - | - | - | - |

※ (-) 조류경보제 발령단계 및 운영기준에 따른 채수일이 아님

○ 주암호, 탐진호

| 조사일시 | 주암호(담양) | | 주암호(신평교) | | 탐진호(담양) | | 탐진호(유지천합류) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.01.04 | 8.0 | 0 | 7.8 | 0 | - | - | - | - |
| 22.01.05 | - | - | - | - | 6.6 | 0 | 6.7 | 0 |
| 22.01.10 | - | - | - | - | 6.4 | 0 | 6.0 | 0 |
| 22.01.11 | 7.1 | 0 | 7.2 | 0 | - | - | - | - |
| 22.01.18 | 6.5 | 0 | 6.3 | 0 | - | - | - | - |
| 22.01.19 | - | - | - | - | 5.3 | 0 | 5.6 | 0 |
| 22.01.24 | - | - | - | - | 5.5 | 0 | 5.9 | 0 |
| 22.01.25 | 6.2 | 0 | 6.4 | 0 | - | - | - | - |
| 22.02.03 | 5.5 | 0 | 6.2 | 0 | - | - | - | - |
| 22.02.04 | - | - | - | - | 채수불가 | | 채수불가 | |
| 22.02.07 | - | - | - | - | 4.3 | 0 | 4.8 | 0 |
| 22.02.08 | 5.4 | 0 | 5.5 | 0 | - | - | - | - |
| 22.02.15 | 5.0 | 0 | 6.0 | 0 | - | - | - | - |
| 22.02.16 | - | - | - | - | 4.4 | 0 | 5.1 | 0 |
| 22.02.21 | - | - | - | - | 4.4 | 0 | 4.7 | 0 |
| 22.02.22 | 5.0 | 0 | 5.5 | 0 | - | - | - | - |
| 22.02.28 | - | - | - | - | 5.2 | 0 | 5.1 | 0 |
| 22.03.02 | 5.2 | 0 | 6.3 | 0 | - | - | - | - |
| 22.03.07 | - | - | - | - | 5.8 | 0 | 5.7 | 0 |
| 22.03.08 | 5.8 | 0 | 7.3 | 0 | - | - | - | - |
| 22.03.14 | - | - | - | - | 7.2 | 0 | 7.6 | 0 |
| 22.03.15 | 7.5 | 0 | 8.2 | 0 | - | - | - | - |
| 22.03.21 | - | - | - | - | 8.0 | 0 | 8.0 | 0 |
| 22.03.22 | 6.8 | 0 | 8.4 | 0 | - | - | - | - |
| 22.03.28 | - | - | - | - | 8.8 | 0 | 8.9 | 0 |
| 22.03.29 | 8.1 | 0 | 9.2 | 0 | - | - | - | - |
| 22.04.04 | - | - | - | - | 10.8 | 0 | 10.5 | 0 |

| 조사일시 | 주암호(담얏) | | 주암호(싯평교) | | 탐진호(담얏) | | 탐진호(유지천합류) | |
|----------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.04.05 | 9.1 | 0 | 10.0 | 0 | - | - | - | - |
| 22.04.12 | 11.0 | 0 | 11.8 | 0 | - | - | - | - |
| 22.04.13 | - | - | - | - | 13.1 | 0 | 12.4 | 0 |
| 22.04.18 | - | - | - | - | 14.0 | 0 | 11.7 | 0 |
| 22.04.19 | 10.4 | 0 | 12.0 | 0 | - | - | - | - |
| 22.04.26 | 11.7 | 0 | 13.2 | 0 | - | - | - | - |
| 22.04.27 | - | - | - | - | 15.8 | 0 | 13.6 | 0 |
| 22.05.02 | - | - | - | - | 14.5 | 0 | 13.3 | 0 |
| 22.05.03 | 10.9 | 0 | 13.3 | 0 | - | - | - | - |
| 22.05.10 | 13.2 | 0 | 13.9 | 0 | - | - | - | - |
| 22.05.11 | - | - | - | - | 16.0 | 0 | 14.1 | 0 |
| 22.05.16 | - | - | - | - | 17.4 | 0 | 14.3 | 0 |
| 22.05.17 | 12.2 | 0 | 14.6 | 0 | - | - | - | - |
| 22.05.23 | - | - | - | - | 17.5 | 0 | 15.1 | 0 |
| 22.05.24 | 13.5 | 0 | 16.2 | 0 | - | - | - | - |
| 22.05.30 | - | - | - | - | 19.3 | 0 | 15.2 | 0 |
| 22.05.31 | 13.6 | 223 | 16.5 | 151 | - | - | - | - |
| 22.06.07 | 14.7 | 0 | 16.6 | 0 | - | - | - | - |
| 22.06.08 | - | - | - | - | 16.6 | 0 | 14.6 | 0 |
| 22.06.13 | - | - | - | - | 19.3 | 0 | 14.4 | 0 |
| 22.06.14 | 15.2 | 0 | 17.2 | 0 | - | - | - | - |
| 22.06.20 | - | - | - | - | 20.8 | 0 | 16.5 | 0 |
| 22.06.21 | 21.5 | 164 | 20.1 | 254 | - | - | - | - |
| 22.06.27 | 18.0 | 0 | 20.9 | 0 | 17.8 | 0 | 17.6 | 0 |
| 22.07.04 | - | - | - | - | 16.7 | 0 | 18.0 | 0 |
| 22.07.05 | 19.7 | 0 | 22.0 | 0 | - | - | - | - |
| 22.07.11 | - | - | - | - | 16.9 | 0 | 17.7 | 0 |
| 22.07.12 | 20.0 | 0 | 21.9 | 0 | - | - | - | - |
| 22.07.19 | 20.8 | 0 | 23.1 | 44 | - | - | - | - |

| 조사일시 | 주암호(담양) | | 주암호(신평교) | | 탐진호(담양) | | 탐진호(유지천합류) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.07.20 | - | - | - | - | 20.3 | 0 | 18.3 | 0 |
| 22.07.25 | - | - | - | - | 17.5 | 0 | 18.0 | 0 |
| 22.07.26 | 21.1 | 48 | 23.2 | 57 | - | - | - | - |
| 22.08.01 | 21.6 | 0 | 23.6 | 176 | - | - | - | - |
| 22.08.03 | - | - | - | - | 20.5 | 0 | 18.9 | 0 |
| 22.08.08 | - | - | - | - | 19.9 | 0 | 19.9 | 0 |
| 22.08.09 | 23.3 | 105 | 24.5 | 0 | - | - | - | - |
| 22.08.16 | 23.1 | 70 | 24.3 | 151 | - | - | - | - |
| 22.08.17 | - | - | - | - | 21.6 | 0 | 19.2 | 0 |
| 22.08.22 | - | - | - | - | 20.6 | 0 | 21.6 | 0 |
| 22.08.23 | 23.3 | 0 | 24.6 | 130 | - | - | - | - |
| 22.08.29 | - | - | - | - | 17.7 | 0 | 18.6 | 0 |
| 22.08.30 | 22.4 | 0 | 23.7 | 204 | - | - | - | - |
| 22.09.06 | - | - | - | - | 19.9 | 0 | 19.0 | 0 |
| 22.09.07 | 22.4 | 105 | 23.5 | 310 | - | - | - | - |
| 22.09.13 | - | - | - | - | 19.5 | 28 | 18.8 | 0 |
| 22.09.14 | 22.5 | 120 | 23.5 | 215 | - | - | - | - |
| 22.09.19 | - | - | - | - | 22.5 | 0 | 19.0 | 0 |
| 22.09.20 | 22.0 | 12 | 23.7 | 160 | - | - | - | - |
| 22.09.26 | - | - | - | - | 19.6 | 102 | 19.5 | 276 |
| 22.09.27 | 22.1 | 80 | 23.0 | 882 | - | - | - | - |
| 22.10.04 | 22.1 | 90 | 22.8 | 530 | - | - | - | - |
| 22.10.05 | - | - | - | - | 18.7 | 0 | 19.2 | 0 |
| 22.10.11 | - | - | - | - | 16.7 | 0 | 17.0 | 0 |
| 22.10.12 | 21.0 | 15 | 21.4 | 98 | - | - | - | - |
| 22.10.17 | - | - | - | - | 19.6 | 0 | 18.6 | 0 |
| 22.10.18 | 19.7 | 0 | 20.4 | 0 | - | - | - | - |
| 22.10.24 | - | - | - | - | 16.7 | 0 | 14.8 | 0 |
| 22.10.25 | 19.0 | 0 | 18.9 | 0 | - | - | - | - |

| 조사일시 | 주암호(담얏) | | 주암호(신평교) | | 탐진호(담얏) | | 탐진호(유지천합류) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.10.31 | 18.9 | 90 | 18.9 | 70 | - | - | - | - |
| 22.11.01 | - | - | - | - | 16.2 | 0 | 15.0 | 0 |
| 22.11.07 | - | - | - | - | 14.3 | 22 | 13.3 | 0 |
| 22.11.08 | 17.1 | 28 | 17.2 | 64 | - | - | - | - |
| 22.11.14 | - | - | - | - | 14.4 | 0 | 14.0 | 0 |
| 22.11.15 | 15.8 | 70 | 16.7 | 0 | - | - | - | - |
| 22.11.22 | 15.4 | 0 | 15.4 | 0 | - | - | - | - |
| 22.11.23 | - | - | - | - | 13.5 | 0 | 12.9 | 0 |
| 22.11.28 | - | - | - | - | 12.8 | 0 | 12.2 | 0 |
| 22.11.29 | 14.7 | 0 | 14.9 | 0 | - | - | - | - |
| 22.12.05 | - | - | - | - | 7.5 | 0 | 9.7 | 0 |
| 22.12.06 | 12.5 | 0 | 11.9 | 0 | - | - | - | - |
| 22.12.12 | - | - | - | - | 9.0 | 0 | 9.0 | 0 |
| 22.12.13 | 10.4 | 0 | 10.8 | 0 | - | - | - | - |
| 22.12.19 | - | - | - | - | 채수불가 | | 채수불가 | |
| 22.12.20 | 채수불가 | | 채수불가 | | - | - | - | - |
| 22.12.26 | - | - | - | - | 채수불가 | | 채수불가 | |
| 22.12.27 | 채수불가 | | 채수불가 | | - | - | - | - |

※ (-) 조류경보제 발령단계 및 운영기준에 따른 채수일이 아님

○ 동북호, 옥정호

| 조사일시 | 동북호(취수탑) | | 동북호(중류) | | 옥정호(칠보취수구) | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.01.03 | 7.0 | 0 | 6.6 | 0 | 9.2 | 0 |
| 22.01.10 | - | - | - | - | 9.3 | 0 |
| 22.01.11 | 6.0 | 0 | 5.6 | 0 | - | - |
| 22.01.17 | 5.0 | 0 | 4.7 | 0 | 8.8 | 0 |
| 22.01.24 | 5.0 | 0 | 4.9 | 0 | 9.3 | 0 |
| 22.02.03 | 4.5 | 0 | 4.3 | 0 | 8.6 | 0 |
| 22.02.07 | 3.6 | 0 | 3.3 | 0 | 8.4 | 0 |
| 22.02.14 | 4.6 | 0 | 4.3 | 0 | 9.4 | 0 |
| 22.02.21 | 3.9 | 0 | 3.7 | 0 | 8.1 | 0 |
| 22.02.28 | 4.6 | 0 | 4.2 | 0 | 9.6 | 0 |
| 22.03.07 | 5.0 | 0 | 4.9 | 0 | 9.3 | 0 |
| 22.03.14 | 6.6 | 0 | 7.0 | 0 | 11.8 | 0 |
| 22.03.21 | 6.8 | 0 | 7.2 | 0 | 10.0 | 0 |
| 22.03.28 | 8.0 | 0 | 8.7 | 0 | 10.6 | 0 |
| 22.04.04 | 9.1 | 0 | 10.1 | 0 | 10.8 | 0 |
| 22.04.11 | 11.1 | 0 | 11.9 | 0 | 13.5 | 0 |
| 22.04.18 | 11.3 | 0 | 12.2 | 0 | 11.6 | 0 |
| 22.04.25 | 12.6 | 0 | 14.3 | 0 | 11.7 | 0 |
| 22.05.02 | 12.6 | 0 | 14.3 | 0 | 10.8 | 0 |
| 22.05.09 | 13.5 | 0 | 15.6 | 0 | 11.2 | 0 |
| 22.05.16 | 14.6 | 0 | 16.9 | 0 | 12.2 | 0 |
| 22.05.23 | 16.8 | 0 | 19.0 | 0 | 12.8 | 0 |
| 22.05.30 | 16.2 | 0 | 18.9 | 0 | 13.5 | 0 |
| 22.06.07 | 17.2 | 0 | 19.7 | 0 | 15.1 | 0 |
| 22.06.13 | 18.5 | 0 | 20.6 | 0 | 15.7 | 0 |
| 22.06.20 | 21.0 | 0 | 22.4 | 270 | 16.8 | 11 |
| 22.06.27 | 20.9 | 0 | 23.4 | 0 | 15.1 | 16 |
| 22.07.04 | 22.7 | 0 | 25.3 | 0 | 15.3 | 140 |

| 조사일시 | 동복호(취수탑) | | 동복호(중류) | | 옥정호(칠보취수구) | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.07.11 | 22.9 | 500 | 25.8 | 900 | 18.0 | 166 |
| 22.07.18 | 23.0 | 300 | 25.3 | 400 | 17.5 | 186 |
| 22.07.25 | 23.4 | 100 | 25.1 | 140 | 17.6 | 69 |
| 22.08.01 | 24.4 | 220 | 25.7 | 660 | 18.0 | 127 |
| 22.08.08 | 25.9 | 850 | 27.2 | 950 | 19.2 | 71 |
| 22.08.16 | 24.9 | 720 | 26.6 | 750 | 18.6 | 14 |
| 22.08.22 | 25.7 | 1,020 | 26.9 | 1,590 | 18.4 | 163 |
| 22.08.29 | 24.9 | 450 | 25.6 | 600 | 18.0 | 510 |
| 22.09.05 | - | - | - | - | 15.1 | 237 |
| 22.09.06 | 24.4 | 550 | 23.4 | 350 | - | - |
| 22.09.13 | 23.7 | 830 | 24.6 | 730 | 15.0 | 308 |
| 22.09.19 | 24.2 | 880 | 24.9 | 760 | 17.7 | 0 |
| 22.09.26 | 22.2 | 350 | 22.7 | 620 | 18.6 | 944 |
| 22.10.04 | 22.8 | 450 | 23.2 | 100 | 18.9 | 445 |
| 22.10.11 | 20.4 | 0 | 20.6 | 0 | 17.6 | 399 |
| 22.10.17 | 20.1 | 100 | 20.1 | 50 | 16.9 | 298 |
| 22.10.24 | 18.2 | 0 | 18.4 | 0 | 16.3 | 158 |
| 22.10.31 | - | - | - | - | 17.2 | 202 |
| 22.11.01 | 17.6 | 500 | 17.5 | 200 | - | - |
| 22.11.07 | 15.6 | 250 | 15.5 | 300 | 15.3 | 98 |
| 22.11.14 | 14.9 | 280 | 15 | 600 | 14.7 | 11 |
| 22.11.21 | 13.9 | 650 | 13.9 | 500 | 14.6 | 32 |
| 22.11.28 | 13.1 | 600 | 13.2 | 350 | 14.1 | 22 |
| 22.12.05 | 8.5 | 350 | 8.9 | 880 | 13.8 | 8 |
| 22.12.12 | 9.2 | 700 | 8.9 | 650 | 11.9 | 12 |
| 22.12.19 | 7.3 | 700 | 6.8 | 850 | 8.9 | 12 |
| 22.12.26 | 5.3 | 650 | 4.4 | 800 | 8.3 | 0 |

※ (-) 조류경보제 발령단계 및 운영기준에 따른 채수일이 아님

○ 진양호, 사연호

| 조사일시 | 진양호(판문) | | 진양호(내동) | | 사연호(취수탑) | | 사연호(반연리) | |
|----------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|
| | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.01.03 | 5.4 | 0 | 5.2 | 570 | 4.6 | 0 | 4.1 | 190 |
| 22.01.11 | 5.0 | 0 | 4.8 | 0 | 4.2 | 100 | 4.5 | 0 |
| 22.01.17 | 4.2 | 0 | 4.1 | 70 | 3.6 | 0 | 3.8 | 0 |
| 22.01.24 | 4.1 | 0 | 4.1 | 0 | 3.5 | 0 | 3.6 | 0 |
| 22.02.03 | 4.2 | 0 | 4.3 | 142 | 3.5 | 0 | 3.6 | 0 |
| 22.02.07 | 4.0 | 0 | 4.0 | 0 | 3.3 | 0 | 3.1 | 0 |
| 22.02.14 | 4.5 | 491 | 5.0 | 0 | 3.7 | 0 | 4.1 | 0 |
| 22.02.21 | 4.4 | 0 | 4.5 | 0 | 3.7 | 225 | 3.5 | 91 |
| 22.03.02 | 5.0 | 0 | 5.1 | 0 | 4.3 | 0 | 4.5 | 0 |
| 22.03.07 | 6.0 | 0 | 6.6 | 0 | 5.4 | 0 | 5.4 | 0 |
| 22.03.14 | 7.9 | 0 | 7.8 | 0 | 7.1 | 0 | 8.5 | 0 |
| 22.03.21 | 9.4 | 0 | 9.2 | 0 | 6.8 | 0 | 7.9 | 0 |
| 22.03.28 | 10.7 | 0 | 10.6 | 0 | 8.9 | 0 | 11.2 | 0 |
| 22.04.04 | 11.8 | 0 | 11.8 | 0 | 8.3 | 0 | 12.4 | 216 |
| 22.04.11 | 13.3 | 0 | 13.5 | 0 | 9.7 | 725 | 16.7 | 525 |
| 22.04.18 | 14.3 | 0 | 14.7 | 0 | 9.8 | 0 | 15.8 | 0 |
| 22.04.25 | 15.8 | 0 | 16.1 | 0 | 10.6 | 225 | 18.7 | 0 |
| 22.05.02 | 17.4 | 517 | 17.7 | 0 | 10.4 | 41 | 17.3 | 216 |
| 22.05.09 | 18.2 | 0 | 18.9 | 525 | 11.2 | 0 | 20.2 | 233 |
| 22.05.16 | 18.2 | 0 | 20.5 | 0 | 11.3 | 0 | 20.1 | 366 |
| 22.05.23 | 19.6 | 0 | 21.6 | 0 | 12.5 | 0 | 22.2 | 0 |
| 22.05.30 | 22.0 | 0 | 22.8 | 225 | 12.8 | 0 | 23.5 | 383 |
| 22.06.07 | 21.2 | 0 | 21.3 | 341 | 12.4 | 0 | 22.1 | 0 |
| 22.06.13 | 23.5 | 0 | 23.9 | 0 | 12.6 | 383 | 22.1 | 483 |
| 22.06.20 | 23.8 | 0 | 25.0 | 0 | 14.3 | 166 | 26.8 | 100 |
| 22.06.28 | 24.8 | 100 | 26.4 | 233 | 13.9 | 0 | 26.8 | 441 |
| 22.07.04 | 26.4 | 975 | 28.1 | 766 | 15.3 | 983 | 29.8 | 7,916 |

| 조사일시 | 진양호(판문) | | 진양호(내동) | | 사연호(취수탑) | | 사연호(반연리) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.07.11 | 25.4 | 4,816 | 28.8 | 111 | 14.8 | 1,266 | 27.1 | 975 |
| 22.07.19 | 28.2 | 1,591 | 27.9 | 600 | 17.5 | 133 | 23.7 | 2,779 |
| 22.07.25 | 26.8 | 1,260 | 29.1 | 2,040 | 19.5 | 815 | 24.4 | 495 |
| 22.08.01 | 27.1 | 3,305 | 27.4 | 3,750 | 21.4 | 210 | 25.7 | 105 |
| 22.08.08 | 25.0 | 1,380 | 25.2 | 1,325 | 24.8 | 320 | 26.3 | 715 |
| 22.08.16 | 25.0 | 830 | 26.6 | 0 | 26.2 | 945 | 27.6 | 3,290 |
| 22.08.22 | 26.6 | 6,865 | 28.0 | 5,615 | 26.5 | 2,808 | 27.1 | 4,174 |
| 22.08.29 | 25.9 | 3,266 | 26.9 | 2,282 | 26.1 | 674 | 26.4 | 1,050 |
| 22.09.05 | 채수불가 | | 채수불가 | | 23.9 | 0 | 24.9 | 200 |
| 22.09.13 | 21.9 | 83 | 22.4 | 924 | 22.0 | 133 | 22.2 | 0 |
| 22.09.20 | 23.1 | 191 | 23.7 | 458 | 21.8 | 0 | 22.2 | 66 |
| 22.09.26 | 22.4 | 965 | 23.0 | 2,749 | 21.1 | 33 | 22.0 | 875 |
| 22.10.05 | 22.5 | 866 | 22.9 | 924 | 21.1 | 0 | 22.0 | 0 |
| 22.10.11 | 21.1 | 699 | 20.8 | 940 | 20.2 | 300 | 20.2 | 591 |
| 22.10.17 | 20.3 | 416 | 20.3 | 858 | 19.6 | 1,125 | 19.8 | 750 |
| 22.10.24 | 17.8 | 235 | 18.2 | 975 | 17.9 | 983 | 18.3 | 1,410 |
| 22.10.31 | 16.8 | 0 | 17.1 | 0 | 16.9 | 0 | 17.0 | 0 |
| 22.11.07 | 15.1 | 133 | 15.1 | 233 | 15.2 | 91 | 15.3 | 0 |
| 22.11.14 | 14.8 | 0 | 15.1 | 541 | 14.8 | 0 | 15.1 | 0 |
| 22.11.21 | 13.6 | 180 | 13.9 | 0 | 13.8 | 0 | 13.8 | 50 |
| 22.11.28 | 13.1 | 0 | 13.3 | 15 | 12.9 | 160 | 13.0 | 0 |
| 22.12.05 | 9.6 | 0 | 9.4 | 0 | 10.5 | 0 | 10.4 | 100 |
| 22.12.12 | 8.2 | 0 | 7.7 | 0 | 9.0 | 0 | 8.8 | 0 |
| 22.12.19 | 6.3 | 25 | 6.0 | 0 | 7.0 | 40 | 6.6 | 0 |
| 22.12.26 | 4.8 | 0 | 4.3 | 0 | 5.1 | 0 | 4.6 | 0 |

○ 회야호, 진전지

| 조사일시 | 회야호(취수탑) | | 회야호(여수로) | | 진전지(상류) | | 진전지(하류) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.01.03 | 7.2 | 0 | 7.4 | 0 | 1.2 | 0 | 3.8 | 0 |
| 22.01.10 | 6.3 | 0 | 6.4 | 0 | 1.5 | 0 | 3.1 | 0 |
| 22.01.17 | 5.3 | 0 | 5.3 | 0 | 2.3 | 0 | 4.4 | 0 |
| 22.01.24 | 5.6 | 0 | 5.4 | 0 | 2.5 | 0 | 3.5 | 0 |
| 22.02.03 | 5.5 | 0 | 5.3 | 0 | 0.6 | 0 | 3.3 | 0 |
| 22.02.07 | 5.6 | 0 | 5.7 | 0 | 0.5 | 0 | 2.3 | 0 |
| 22.02.14 | 7.2 | 0 | 7.3 | 0 | 4.1 | 0 | 3.9 | 0 |
| 22.02.21 | 5.8 | 0 | 6.1 | 0 | 0.5 | 0 | 2.7 | 0 |
| 22.02.28 | 7.7 | 0 | 7.3 | 0 | 2.7 | 0 | 3.2 | 0 |
| 22.03.07 | 8.7 | 0 | 9.1 | 0 | 3.5 | 0 | 4.9 | 0 |
| 22.03.14 | 11.3 | 0 | 11.4 | 0 | 8.2 | 0 | 7.0 | 0 |
| 22.03.21 | 10.1 | 0 | 10.0 | 0 | 7.9 | 0 | 8.4 | 0 |
| 22.03.28 | 11.6 | 0 | 11.4 | 0 | 9.6 | 0 | 9.9 | 0 |
| 22.04.04 | 13.0 | 0 | 12.9 | 0 | 10.3 | 0 | 11.2 | 0 |
| 22.04.11 | 15.7 | 0 | 15.7 | 0 | 15.5 | 0 | 13.2 | 0 |
| 22.04.18 | 15.0 | 0 | 15.1 | 0 | 12.6 | 0 | 14.1 | 0 |
| 22.04.25 | 17.6 | 0 | 17.5 | 0 | 16.9 | 0 | 16.3 | 0 |
| 22.05.02 | 16.2 | 0 | 16.3 | 0 | 12.0 | 0 | 10.8 | 0 |
| 22.05.09 | 17.9 | 0 | 17.9 | 0 | 14.1 | 0 | 13.2 | 0 |
| 22.05.16 | 20.2 | 0 | 20.3 | 0 | 14.2 | 0 | 16.6 | 0 |
| 22.05.23 | 19.7 | 0 | 19.8 | 0 | 17.5 | 0 | 9.4 | 0 |
| 22.05.30 | 21.3 | 0 | 21.3 | 0 | 18.4 | 0 | 14.8 | 0 |
| 22.06.07 | 20.1 | 0 | 20.0 | 0 | 15.9 | 0 | 16.0 | 0 |
| 22.06.13 | 20.9 | 0 | 20.8 | 0 | 16.6 | 0 | 17.0 | 0 |
| 22.06.20 | 24.7 | 0 | 24.6 | 0 | 19.1 | 0 | 17.8 | 0 |
| 22.06.27 | 23.8 | 0 | 25.1 | 0 | 20.7 | 0 | 19.2 | 0 |
| 22.07.04 | 27.7 | 410 | 27.5 | 250 | 21.9 | 0 | 20.3 | 0 |

| 조사일시 | 회야호(취수탑) | | 회야호(여수로) | | 진전지(상류) | | 진전지(하류) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.07.11 | 27.5 | 880 | 27.3 | 910 | 19.8 | 0 | 18.7 | 0 |
| 22.07.18 | 26.3 | 810 | 26.8 | 890 | 19.0 | 0 | 18.1 | 0 |
| 22.07.25 | 27.9 | 860 | 27.8 | 960 | 18.6 | 0 | 20.5 | 0 |
| 22.08.01 | 28.0 | 940 | 28.0 | 790 | 22.7 | 0 | 25.2 | 0 |
| 22.08.08 | 29.6 | 2,280 | 29.5 | 2,330 | 22.9 | 0 | 25.4 | 0 |
| 22.08.16 | 26.9 | 930 | 27.0 | 850 | 21.5 | 0 | 23.5 | 0 |
| 22.08.22 | 28.6 | 870 | 28.4 | 810 | 22.4 | 0 | 25.0 | 0 |
| 22.08.29 | 27.8 | 880 | 27.7 | 790 | 20.4 | 0 | 23.9 | 0 |
| 22.09.05 | 25.4 | 780 | 25.3 | 700 | 18.5 | 0 | 19.8 | 0 |
| 22.09.13 | 23.8 | 750 | 23.6 | 860 | 18.3 | 0 | 20.4 | 0 |
| 22.09.19 | 23.1 | 710 | 23.1 | 600 | 18.7 | 0 | 19.0 | 0 |
| 22.09.26 | 22.7 | 620 | 22.7 | 490 | 17.2 | 0 | 18.9 | 0 |
| 22.10.04 | 23.3 | 570 | 23.1 | 490 | 17.5 | 0 | 19.8 | 0 |
| 22.10.11 | 20.9 | 130 | 20.9 | 190 | 16.7 | 0 | 18.0 | 0 |
| 22.10.17 | 21.4 | 220 | 21.5 | 270 | 16.0 | 0 | 18.0 | 0 |
| 22.10.24 | 19.6 | 560 | 19.3 | 610 | 12.8 | 0 | 16.2 | 0 |
| 22.10.31 | 18.4 | 560 | 18.3 | 500 | 14.0 | 0 | 15.3 | 0 |
| 22.11.07 | 16.7 | 390 | 16.5 | 500 | 13.0 | 0 | 16.1 | 0 |
| 22.11.14 | 16.3 | 220 | 16.2 | 250 | 13.2 | 0 | 13.8 | 0 |
| 22.11.21 | 16.3 | 420 | 16.2 | 340 | 12.3 | 0 | 12.9 | 0 |
| 22.11.28 | 14.8 | 170 | 15.0 | 120 | 11.2 | 0 | 12.2 | 0 |
| 22.12.05 | 10.0 | 70 | 10.1 | 60 | 8.3 | 0 | 10.0 | 0 |
| 22.12.12 | 10.4 | 0 | 10.4 | 0 | 8.0 | 0 | 8.7 | 0 |
| 22.12.19 | 7.6 | 0 | 7.3 | 0 | 5.3 | 0 | 6.3 | 0 |
| 22.12.26 | 8.2 | 0 | 8.0 | 0 | 3.6 | 0 | 4.2 | 0 |

○ 한강(상수원 구간)

| 조사일시 | 한강(미사대교) | | 한강(강동대교) | | 한강(광진교) | | 한강(잠실철교) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.01.03 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.01.10 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.01.17 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.01.24 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.02.03 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.02.07 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.02.14 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.02.21 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.02.28 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.03.07 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.03.14 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 |
| 22.03.21 | 7.1 | 0 | 7.6 | 0 | 7.1 | 0 | 7.5 | 0 |
| 22.03.28 | 8.3 | 0 | 8.2 | 0 | 9.2 | 0 | 9.0 | 0 |
| 22.04.04 | 10.3 | 0 | 10.3 | 0 | 10.6 | 0 | 11.3 | 0 |
| 22.04.11 | 14.0 | 0 | 13.8 | 0 | 14.2 | 16 | 14.4 | 0 |
| 22.04.18 | 14.2 | 0 | 13.8 | 56 | 14.7 | 0 | 14.6 | 0 |
| 22.04.25 | 16.6 | 0 | 16.4 | 0 | 16.5 | 0 | 16.3 | 0 |
| 22.05.02 | 16.6 | 0 | 16.4 | 0 | 16.3 | 0 | 16.5 | 0 |
| 22.05.09 | 16.5 | 0 | 17.0 | 0 | 17.9 | 0 | 18.0 | 0 |
| 22.05.16 | 18.1 | 0 | 18.0 | 0 | 18.1 | 0 | 18.4 | 70 |
| 22.05.23 | 20.5 | 0 | 20.7 | 0 | 21.6 | 0 | 21.2 | 0 |
| 22.05.30 | 21.1 | 89 | 21.0 | 0 | 21.4 | 0 | 21.6 | 0 |
| 22.06.07 | 20.8 | 0 | 20.9 | 0 | 21.2 | 0 | 21.5 | 82 |
| 22.06.13 | 22.9 | 0 | 23.0 | 0 | 23.0 | 0 | 22.9 | 0 |
| 22.06.20 | 21.7 | 270 | 21.5 | 286 | 22.2 | 35 | 22.3 | 101 |
| 22.06.27 | 22.8 | 0 | 22.2 | 56 | 22.3 | 200 | 22.4 | 0 |
| 22.07.04 | 22.0 | 125 | 21.7 | 0 | 21.9 | 0 | 22.2 | 0 |

| 조사일시 | 한강(미사대교) | | 한강(강동대교) | | 한강(광진교) | | 한강(잠실철교) | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.07.11 | 24.5 | 38 | 24.6 | 158 | 25.9 | 248 | 25.3 | 222 |
| 22.07.18 | 23.3 | 20 | 22.8 | 14 | 23.4 | 128 | 23.5 | 69 |
| 22.07.25 | 24.6 | 0 | 24.4 | 220 | 24.3 | 217 | 24.4 | 382 |
| 22.08.01 | 25.8 | 555 | 26.1 | 447 | 26.5 | 750 | 26.5 | 622 |
| 22.08.08 | 23.8 | 169 | 23.6 | 147 | 24.1 | 57 | 24.3 | 129 |
| 22.08.16 | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | |
| 22.08.22 | 24.0 | 35 | 23.9 | 0 | 24.3 | 115 | 24.2 | 31 |
| 22.08.29 | 21.9 | 43 | 21.8 | 64 | 22.6 | 247 | 22.4 | 52 |
| 22.09.05 | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | |
| 22.09.13 | 21.8 | 156 | 21.5 | 99 | 21.4 | 60 | 21.6 | 201 |
| 22.09.19 | 22.4 | 0 | 22.6 | 43 | 23.1 | 0 | 23.1 | 30 |
| 22.09.26 | 21.2 | 39 | 21.0 | 41 | 21.7 | 24 | 21.1 | 125 |
| 22.10.05 | 19.2 | 97 | 19.0 | 48 | 19.0 | 0 | 19.0 | 0 |
| 22.10.11 | 16.4 | 0 | 16.4 | 0 | 16.8 | 0 | 16.7 | 0 |
| 22.10.17 | 16.6 | 0 | 15.6 | 0 | 16.7 | 82 | 16.7 | 162 |
| 22.10.24 | 15.4 | 84 | 15.6 | 53 | 15.9 | 0 | 15.9 | 0 |
| 22.10.31 | 15.5 | 0 | 15.2 | 0 | 15.6 | 0 | 15.7 | 117 |
| 22.11.07 | 13.0 | 0 | 12.9 | 0 | 12.7 | 0 | 13.0 | 65 |
| 22.11.14 | 12.9 | 0 | 12.8 | 0 | 13.1 | 0 | 13.3 | 0 |
| 22.11.21 | 12.1 | 0 | 12.3 | 0 | 12.5 | 0 | 12.6 | 0 |
| 22.11.28 | 10.7 | 0 | 10.4 | 0 | 10.8 | 0 | 11.0 | 0 |
| 22.12.05 | 5.7 | 0 | 5.7 | 0 | 5.8 | 0 | 5.6 | 0 |
| 22.12.12 | 5.9 | 0 | 5.6 | 0 | 5.6 | 0 | 6.0 | 0 |
| 22.12.19 | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | |
| 22.12.26 | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | |

2. 친수활동 구간 조류경보제 측정자료

○ 한강(친수활동 구간)

| 조사일시 | 한강(성수대교) | 한강(한남대교) | 한강(한강대교) | 한강(마포대교) | 한강(성산대교) |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.04.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.04.11 | 0 | 204 | 71 | 70 | 207 |
| 22.04.18 | 226 | 11 | 77 | 111 | 424 |
| 22.04.25 | 0 | 0 | 0 | 76 | 250 |
| 22.05.03 | 39 | 43 | 63 | 0 | 0 |
| 22.05.09 | 0 | 0 | 0 | 69 | 43 |
| 22.05.16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.05.23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.05.30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.06.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.06.13 | 107 | 104 | 0 | 0 | 0 |
| 22.06.20 | 33 | 0 | 0 | 0 | 49 |
| 22.06.28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.07.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.07.11 | 57 | 94 | 278 | 73 | 221 |
| 22.07.18 | 819 | 83 | 105 | 147 | 454 |
| 22.07.25 | 79 | 0 | 0 | 233 | 250 |
| 22.08.01 | 468 | 224 | 655 | 167 | 1,017 |
| 22.08.08 | 221 | 46 | 274 | 133 | 51 |
| 22.08.16 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.08.22 | 127 | 42 | 243 | 0 | 372 |
| 22.08.29 | 222 | 157 | 104 | 409 | 138 |
| 22.09.05 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.09.13 | 291 | 636 | 1,229 | 965 | 599 |
| 22.09.19 | 339 | 0 | 172 | 44 | 62 |
| 22.09.27 | 0 | 363 | 72 | 460 | 367 |

| 조사일시 | 한강(성수대교) | 한강(한남대교) | 한강(한강대교) | 한강(마포대교) | 한강(성산대교) |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.10.05 | 341 | 0 | 0 | 0 | 84 |
| 22.10.11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 103 |
| 22.10.17 | 0 | 127 | 81 | 0 | 0 |
| 22.10.24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.10.31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.11.07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.11.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.11.22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.11.28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

※ 친구활동 구간은 동절기(12월~3월) 조류경보제 미운영

3. 4대강 보 대표지점 측정자료(관찰지점)

○ 한강(강천보, 여주보, 이포보)

| 조사일시 | 강천보 | | 여주보 | | 이포보 | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.01.03 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.10 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.17 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.24 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.03 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.07 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.14 | 4.7 | 0 | 4.7 | 0 | 4.6 | 0 |
| 22.02.21 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.28 | 4.8 | 0 | 4.7 | 0 | 5.1 | 0 |
| 22.03.07 | 5.1 | 0 | 6.0 | 0 | 6.8 | 0 |
| 22.03.14 | 9.2 | 0 | 8.7 | 0 | 9.3 | 0 |
| 22.03.21 | 7.5 | 0 | 8.1 | 0 | 8.7 | 0 |
| 22.03.28 | 9.6 | 0 | 9.5 | 0 | 9.6 | 0 |
| 22.04.04 | 10.7 | 0 | 11.1 | 0 | 12.3 | 0 |
| 22.04.11 | 13.4 | 0 | 13.7 | 0 | 15.3 | 0 |
| 22.04.18 | 12.4 | 0 | 13.6 | 0 | 14.0 | 0 |
| 22.04.25 | 13.8 | 0 | 15.0 | 0 | 16.4 | 0 |
| 22.05.02 | 13.5 | 0 | 14.3 | 0 | 16.2 | 0 |
| 22.05.09 | 13.4 | 0 | 15.6 | 0 | 16.7 | 0 |
| 22.05.16 | 14.2 | 0 | 15.4 | 0 | 18.0 | 0 |
| 22.05.23 | 16.7 | 0 | 18.2 | 0 | 20.1 | 0 |
| 22.05.30 | 18.0 | 0 | 19.0 | 0 | 21.2 | 0 |
| 22.06.07 | 15.7 | 0 | 18.6 | 0 | 20.1 | 0 |
| 22.06.13 | 18.5 | 0 | 20.1 | 0 | 22.1 | 0 |
| 22.06.20 | 18.2 | 0 | 19.2 | 0 | 20.4 | 0 |
| 22.06.27 | 22.1 | 0 | 23.2 | 0 | 23.8 | 0 |

| 조사일시 | 강천보 | | 여주보 | | 이포보 | |
|----------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.07.04 | 24.1 | 0 | 24.2 | 0 | 26.0 | 0 |
| 22.07.11 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.07.19 | 25.1 | 0 | 23.2 | 0 | 24.7 | 0 |
| 22.07.25 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.08.02 | 24.1 | 0 | 23.8 | 0 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.08.08 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.08.16 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.08.22 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.08.29 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.09.05 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.09.13 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.09.20 | 22.1 | 0 | 22.1 | 0 | 22.0 | 0 |
| 22.09.26 | 19.5 | 0 | 19.9 | 0 | 20.9 | 0 |
| 22.10.04 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.10.11 | 15.8 | 0 | 16.3 | 0 | 16.5 | 0 |
| 22.10.17 | 18.1 | 0 | 18.1 | 0 | 17.9 | 0 |
| 22.10.24 | 15.9 | 0 | 15.7 | 0 | 15.5 | 0 |
| 22.10.31 | 15.2 | 0 | 15.4 | 0 | 15.8 | 0 |
| 22.11.07 | 11.6 | 0 | 11.6 | 0 | 12.3 | 0 |
| 22.11.14 | 14.2 | 0 | 14.2 | 0 | 13.6 | 0 |
| 22.11.21 | 12.2 | 0 | 11.9 | 0 | 12.4 | 0 |
| 22.11.28 | 10.1 | 0 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.12.05 | 5.0 | 0 | 4.8 | 0 | 4.6 | 0 |
| 22.12.12 | 4.9 | 0 | 4.9 | 0 | 4.6 | 0 |
| 22.12.19 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.12.26 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |

○ 낙동강(상주보, 낙단보, 구미보, 칠곡보)

| 조사일시 | 상주보 | | 낙단보 | | 구미보 | | 칠곡보 | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.01.03 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.10 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.17 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 2.0 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.24 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.03 | 결빙 | 결빙 | 3.0 | 0 | 3.0 | 0 | 3.5 | 0 |
| 22.02.07 | 결빙 | 결빙 | 3.0 | 0 | 결빙 | 결빙 | 3.0 | 0 |
| 22.02.14 | 결빙 | 결빙 | 3.7 | 0 | 3.3 | 0 | 4.0 | 0 |
| 22.02.21 | 결빙 | 결빙 | 3.1 | 0 | 3.0 | 0 | 3.7 | 0 |
| 22.02.28 | 결빙 | 결빙 | 3.5 | 0 | 3.5 | 0 | 4.0 | 0 |
| 22.03.07 | 6.2 | 0 | 4.9 | 0 | 5.0 | 0 | 5.4 | 0 |
| 22.03.14 | 9.6 | 245 | 6.7 | 0 | 6.8 | 0 | 7.2 | 0 |
| 22.03.21 | 9.5 | 0 | 9.3 | 0 | 7.7 | 0 | 8.5 | 0 |
| 22.03.28 | 10.0 | 0 | 9.7 | 0 | 10.0 | 0 | 10.0 | 0 |
| 22.04.04 | 12.3 | 0 | 11.7 | 105 | 12.1 | 50 | 12.3 | 0 |
| 22.04.11 | 14.9 | 0 | 13.7 | 261 | 13.0 | 782 | 13.3 | 145 |
| 22.04.18 | 14.9 | 128 | 16.5 | 117 | 15.7 | 1,237 | 16.3 | 560 |
| 22.04.25 | 16.6 | 96 | 16.9 | 32 | 17.7 | 1,190 | 17.7 | 82 |
| 22.05.02 | 17.2 | 0 | 18.1 | 0 | 17.7 | 0 | 18.6 | 0 |
| 22.05.09 | 19.3 | 0 | 18.4 | 8 | 19.3 | 0 | 19.3 | 0 |
| 22.05.16 | 17.6 | 0 | 19.4 | 0 | 19.8 | 0 | 20.3 | 0 |
| 22.05.23 | 20.1 | 0 | 20.0 | 185 | 22.2 | 5,970 | 22.0 | 107 |
| 22.05.30 | 21.4 | 128 | 21.4 | 148 | 21.6 | 239 | 22.7 | 128 |
| 22.06.07 | 20.0 | 55 | 22.4 | 1,055 | 22.7 | 1,633 | 23.5 | 2,017 |
| 22.06.13 | 19.7 | 55 | 20.8 | 3,750 | 22.6 | 3,766 | 22.6 | 6,095 |
| 22.06.20 | 20.8 | 40 | 21.1 | 11,200 | 23.5 | 24,086 | 24.2 | 127,406 |
| 22.06.27 | 22.5 | 345 | 24.9 | 4,581 | 24.8 | 2,236 | 25.8 | 6,862 |
| 22.07.04 | 25.2 | 445 | 25.3 | 61,780 | 25.7 | 13,506 | 26.5 | 6,568 |

| 조사일시 | 상주보 | | 낙단보 | | 구미보 | | 칠곡보 | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.07.13 | 25.7 | 1,168 | 27.1 | 58,020 | 27.9 | 21,505 | 28.3 | 13,315 |
| 22.07.18 | 25.4 | 602 | 25.5 | 7,919 | 27.5 | 66,134 | 28.1 | 14,774 |
| 22.07.25 | 25.2 | 150 | 26.2 | 15,988 | 26.6 | 132,470 | 27.4 | 1,990 |
| 22.08.01 | 27.6 | 6,223 | 27.1 | 607 | 26.7 | 20,348 | 27.3 | 545 |
| 22.08.08 | 28.6 | 3,254 | 27.8 | 1,969 | 28.0 | 2,009 | 27.7 | 4,701 |
| 22.08.16 | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | |
| 22.08.22 | 25.5 | 1,607 | 25.8 | 1,829 | 26.3 | 1,944 | 26.2 | 1,135 |
| 22.08.29 | 24.7 | 7,629 | 24.7 | 2,551 | 25.6 | 959 | 25.9 | 385 |
| 22.09.05 | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | |
| 22.09.14 | 22.9 | 13,701 | 23.0 | 14,835 | 22.9 | 17,363 | 22.6 | 9,752 |
| 22.09.20 | 24.2 | 8,264 | 24.1 | 21,500 | 23.7 | 9,785 | 23.8 | 863 |
| 22.09.26 | 20.8 | 16,959 | 22.6 | 14,558 | 22.9 | 12,415 | 23.0 | 181 |
| 22.10.05 | 20.6 | 2,392 | 21.0 | 8,449 | 21.9 | 1,503 | 22.5 | 1,638 |
| 22.10.11 | 18.3 | 560 | 19.2 | 801 | 19.5 | 1,275 | 20.5 | 441 |
| 22.10.17 | 17.5 | 180 | 17.8 | 1,288 | 19.3 | 1,752 | 19.6 | 520 |
| 22.10.24 | 15.4 | 140 | 16.5 | 790 | 17.1 | 1,306 | 17.8 | 625 |
| 22.10.31 | 15.0 | 25 | 15.3 | 57 | 16.2 | 1,318 | 15.6 | 5,784 |
| 22.11.07 | 13.3 | 10 | 13.8 | 110 | 14.3 | 939 | 14.8 | 3,826 |
| 22.11.14 | 12.8 | 148 | 13.2 | 100 | 14.0 | 387 | 14.5 | 4,152 |
| 22.11.21 | 11.8 | 13 | 11.9 | 0 | 12.5 | 120 | 13.3 | 428 |
| 22.11.28 | 11.0 | 0 | 11.0 | 0 | 11.3 | 0 | 11.1 | 447 |
| 22.12.05 | 5.6 | 0 | 7.6 | 0 | 7.6 | 42 | 8.2 | 0 |
| 22.12.12 | 3.7 | 0 | 5.2 | 0 | 6.2 | 0 | 6.5 | 0 |
| 22.12.19 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 3.4 | 0 | 4.4 | 0 |
| 22.12.26 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 | 결빙 |

○ 낙동강(강정고령보, 달성보, 합천창녕보, 창녕함안보)

| 조사일시 | 강정고령보 | | 달성보 | | 합천창녕보 | | 창녕함안보 | |
|----------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.01.03 | 2.0 | 0 | 3.5 | 0 | 2.9 | 0 | 3.5 | 64 |
| 22.01.10 | 2.9 | 0 | 3.2 | 0 | 2.8 | 0 | 3.1 | 192 |
| 22.01.17 | 결빙 | 결빙 | 3.2 | 0 | 2.5 | 24 | 2.9 | 0 |
| 22.01.24 | 3.0 | 0 | 3.4 | 0 | 3.5 | 0 | 3.0 | 0 |
| 22.02.03 | 3.0 | 0 | 4.0 | 0 | 5.3 | 0 | 3.3 | 0 |
| 22.02.07 | 결빙 | 결빙 | 3.6 | 0 | 결빙 | 결빙 | 3.8 | 0 |
| 22.02.14 | 4.0 | 0 | 5.0 | 0 | 4.5 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.21 | 3.0 | 0 | 4.3 | 0 | 4.1 | 0 | 3.8 | 0 |
| 22.02.28 | 4.1 | 0 | 4.7 | 0 | 4.5 | 0 | 4.9 | 0 |
| 22.03.07 | 5.6 | 0 | 7.8 | 29 | 6.6 | 0 | 6.5 | 36 |
| 22.03.14 | 6.5 | 0 | 9.0 | 0 | 8.0 | 0 | 9.1 | 81 |
| 22.03.21 | 8.3 | 0 | 9.1 | 0 | 8.9 | 0 | 9.8 | 0 |
| 22.03.28 | 10.3 | 39 | 11.4 | 0 | 11.0 | 0 | 11.6 | 27 |
| 22.04.04 | 11.5 | 0 | 12.9 | 45 | 12.6 | 53 | 13.4 | 0 |
| 22.04.11 | 12.7 | 123 | 15.1 | 0 | 14.4 | 0 | 15.9 | 0 |
| 22.04.18 | 14.8 | 1,196 | 15.9 | 0 | 16.2 | 206 | 16.8 | 67 |
| 22.04.25 | 15.9 | 341 | 17.6 | 0 | 17.2 | 0 | 17.9 | 29 |
| 22.05.02 | 17.2 | 0 | 17.8 | 0 | 18.0 | 0 | 18.5 | 0 |
| 22.05.09 | 18.7 | 0 | 20.0 | 0 | 20.0 | 0 | 19.8 | 31 |
| 22.05.16 | 19.2 | 0 | 19.8 | 0 | 20.1 | 0 | 20.6 | 204 |
| 22.05.23 | 20.4 | 267 | 21.6 | 0 | 21.8 | 541 | 22.3 | 872 |
| 22.05.30 | 20.9 | 514 | 22.8 | 169 | 23.2 | 697 | 23.7 | 1,472 |
| 22.06.07 | 22.4 | 2,296 | 23.4 | 8,752 | 23.5 | 16,916 | 23.5 | 4,708 |
| 22.06.13 | 22.1 | 13,672 | 23.2 | 38,572 | 23.7 | 65,232 | 23.5 | 15,437 |
| 22.06.20 | 22.1 | 80,961 | 23.9 | 50,852 | 24.2 | 94,713 | 25.4 | 71,967 |
| 22.06.27 | 24.1 | 79,986 | 26.1 | 33,649 | 25.9 | 43,827 | 26.5 | 43,497 |

| 조사일시 | 강정고령보 | | 달성보 | | 합천창녕보 | | 창녕함안보 | |
|----------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|
| | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수(세포/mL) |
| 22.07.04 | 25.6 | 58,084 | 27.8 | 14,126 | 27.7 | 42,050 | 29.2 | 79,767 |
| 22.07.13 | 27.4 | 71,515 | 29.0 | 47,348 | 28.9 | 37,922 | 28.7 | 69,281 |
| 22.07.19 | 26.9 | 114,735 | 28.6 | 53,203 | 28.8 | 123,340 | 27.9 | 40,308 |
| 22.07.25 | 25.9 | 98,595 | 28.1 | 348,349 | 28.4 | 165,744 | 28.6 | 151,711 |
| 22.08.01 | 26.1 | 29,454 | 28.5 | 5,800 | 28.8 | 134,195 | 28.8 | 93,310 |
| 22.08.08 | 26.6 | 32,203 | 28.3 | 11,363 | 28.6 | 148,645 | 29.5 | 134,373 |
| 22.08.16 | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | |
| 22.08.22 | 26.5 | 6,321 | 26.4 | 500 | 26.5 | 635 | 26.9 | 5,382 |
| 22.08.29 | 26.0 | 1,030 | 26.0 | 1,425 | 25.4 | 2,680 | 26.2 | 6,433 |
| 22.09.05 | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | | 채수불가 | |
| 22.09.14 | 22.7 | 1,963 | 22.7 | 1,362 | 22.7 | 194 | 23.0 | 993 |
| 22.09.20 | 23.5 | 1,166 | 24.0 | 3,244 | 24.1 | 1,509 | 24.2 | 3,264 |
| 22.09.26 | 22.9 | 240 | 22.4 | 673 | 22.5 | 1,512 | 22.3 | 3,007 |
| 22.10.04 | - | - | - | - | 22.9 | 1,486 | 23.5 | 6,634 |
| 22.10.05 | 22.3 | 176 | 23.0 | 2,753 | - | - | - | - |
| 22.10.11 | 20.5 | 2,510 | 20.5 | 417 | 20.4 | 3,664 | 19.0 | 5,407 |
| 22.10.17 | 19.9 | 2,596 | 20.2 | 2,175 | 20.0 | 4,855 | 19.5 | 10,476 |
| 22.10.24 | 18.0 | 1,535 | 17.9 | 2,255 | 17.7 | 1,413 | 17.7 | 1,808 |
| 22.10.31 | 16.7 | 5,031 | 17.1 | 4,557 | 16.9 | 1,359 | 16.0 | 1,559 |
| 22.11.07 | 15.1 | 10,792 | 15.1 | 8,109 | 14.7 | 4,087 | 13.9 | 3,172 |
| 22.11.14 | 14.7 | 10,421 | 14.9 | 63,250 | 14.8 | 9,868 | 14.4 | 10,248 |
| 22.11.21 | 13.7 | 2,060 | 13.7 | 4,270 | 13.7 | 80,165 | 13.4 | 2,924 |
| 22.11.28 | 12.4 | 1,122 | 12.9 | 1,522 | 12.5 | 39,504 | 12.5 | 1,835 |
| 22.12.05 | 9.1 | 1,138 | 9.4 | 519 | 9.0 | 1,218 | 9.0 | 2,429 |
| 22.12.12 | 7.5 | 208 | 7.7 | 431 | 7.3 | 847 | 7.1 | 902 |
| 22.12.19 | 5.0 | 30 | 5.3 | 0 | 4.7 | 301 | 4.7 | 538 |
| 22.12.26 | 2.7 | 13 | 3.2 | 37 | 결빙 | 결빙 | 3.7 | 61 |

○ 금강(세종보, 공주보, 백제보)

| 조사일시 | 세종보 | | 공주보 | | 백제보 | |
|----------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.01.03 | 3.9 | 0 | 2.0 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.06 | 5.2 | 0 | - | - | - | - |
| 22.01.10 | 4.0 | 0 | 4.0 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.17 | 6.0 | 0 | 2.9 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.01.24 | 4.7 | 0 | 5.0 | 0 | 2.7 | 0 |
| 22.02.03 | 3.1 | 0 | 3.9 | 0 | 3.6 | 0 |
| 22.02.07 | 6.8 | 0 | 2.5 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.02.14 | 3.9 | 0 | 6.3 | 0 | 5.6 | 0 |
| 22.02.21 | 7.5 | 270 | 3.2 | 0 | 3.2 | 0 |
| 22.02.28 | 7.3 | 0 | 6.8 | 0 | 6.0 | 0 |
| 22.03.07 | - | - | 7.3 | 0 | - | - |
| 22.03.08 | 13.3 | 5,000 | - | - | 7.9 | 0 |
| 22.03.14 | 9.0 | 35 | 13.2 | 190 | 12.7 | 500 |
| 22.03.21 | 11.3 | 0 | 9.4 | 220 | 9.6 | 55 |
| 22.03.28 | 13.4 | 0 | 12.2 | 0 | 11.6 | 0 |
| 22.04.04 | 17.7 | 0 | 14.3 | 0 | 13.8 | 0 |
| 22.04.11 | 15.5 | 0 | 17.7 | 0 | 16.6 | 0 |
| 22.04.18 | 18.8 | 0 | 17.1 | 0 | 16.4 | 0 |
| 22.04.25 | 15.7 | 0 | 19.9 | 0 | 19.7 | 0 |
| 22.05.02 | 16.4 | 0 | 17.2 | 0 | 17.5 | 0 |
| 22.05.09 | 16.3 | 0 | 18.6 | 0 | 19.6 | 0 |
| 22.05.16 | 20.0 | 0 | 18.5 | 0 | 18.4 | 0 |
| 22.05.23 | 20.0 | 0 | 21.9 | 0 | 21.9 | 0 |
| 22.05.30 | 16.3 | 0 | 22.8 | 0 | 23.5 | 0 |
| 22.06.07 | 18.9 | 0 | 18.1 | 0 | 21.3 | 0 |
| 22.06.13 | 19.2 | 0 | 21.7 | 0 | 23.5 | 0 |
| 22.06.20 | 21.6 | 0 | 21.7 | 0 | 23.0 | 1,200 |

| 조사일시 | 세종보 | | 공주보 | | 백제보 | |
|----------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|
| | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (°C) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.06.27 | 27.7 | 0 | 24.6 | 0 | 25.8 | 0 |
| 22.07.04 | 26.5 | 525 | 29.1 | 0 | 28.2 | 0 |
| 22.07.11 | 24.9 | 2,010 | 27.8 | 1,390 | 29.5 | 2,650 |
| 22.07.18 | 25.7 | 600 | 26.2 | 4,600 | 27.5 | 7,320 |
| 22.07.25 | 26.6 | 3,770 | 25.8 | 980 | 26.2 | 4,830 |
| 22.08.01 | 25.6 | 1,385 | 27.6 | 4,260 | 29.1 | 3,315 |
| 22.08.08 | 25.7 | 0 | 28.0 | 1,970 | 30.0 | 2,305 |
| 22.08.18 | 24.2 | 2,160 | 25.0 | 100 | 24.8 | 650 |
| 22.08.22 | 20.2 | 1,165 | 24.8 | 2,100 | 26.3 | 1,310 |
| 22.08.29 | 24.0 | 1,035 | 21.5 | 445 | 22.5 | 875 |
| 22.09.05 | 22.0 | 535 | 24.1 | 1,655 | 24.1 | 2,680 |
| 22.09.13 | 26.6 | 0 | 22.2 | 595 | 23.0 | 1,195 |
| 22.09.19 | 21.3 | 0 | 27.3 | 0 | 26.8 | 0 |
| 22.09.26 | 22.0 | 0 | 21.6 | 2,600 | 21.6 | 3,530 |
| 22.10.04 | 15.8 | 0 | 22.1 | 0 | 22.5 | 470 |
| 22.10.11 | 18.8 | 2,475 | 16.8 | 0 | 17.8 | 1,590 |
| 22.10.17 | 15.6 | 625 | 19.5 | 1,310 | 19.0 | 2,190 |
| 22.10.24 | 16.7 | 0 | 16.5 | 230 | 16.1 | 75 |
| 22.10.31 | 12.2 | 0 | 16.2 | 0 | 15.8 | 220 |
| 22.11.07 | 14.4 | 0 | 11.8 | 0 | 12.8 | 200 |
| 22.11.14 | 13.5 | 0 | 15.2 | 0 | 14.5 | 0 |
| 22.11.21 | 10.1 | 0 | 12.7 | 0 | 12.0 | 0 |
| 22.11.28 | 5.1 | 0 | 10.6 | 0 | 11.1 | 0 |
| 22.12.05 | 6.4 | 0 | 5.3 | 0 | 4.9 | 0 |
| 22.12.12 | 1.8 | 0 | 6.6 | 0 | 6.0 | 0 |
| 22.12.19 | 1.8 | 0 | 1.6 | 0 | 결빙 | 결빙 |
| 22.12.26 | 0.0 | 0 | 0.8 | 0 | 결빙 | 결빙 |

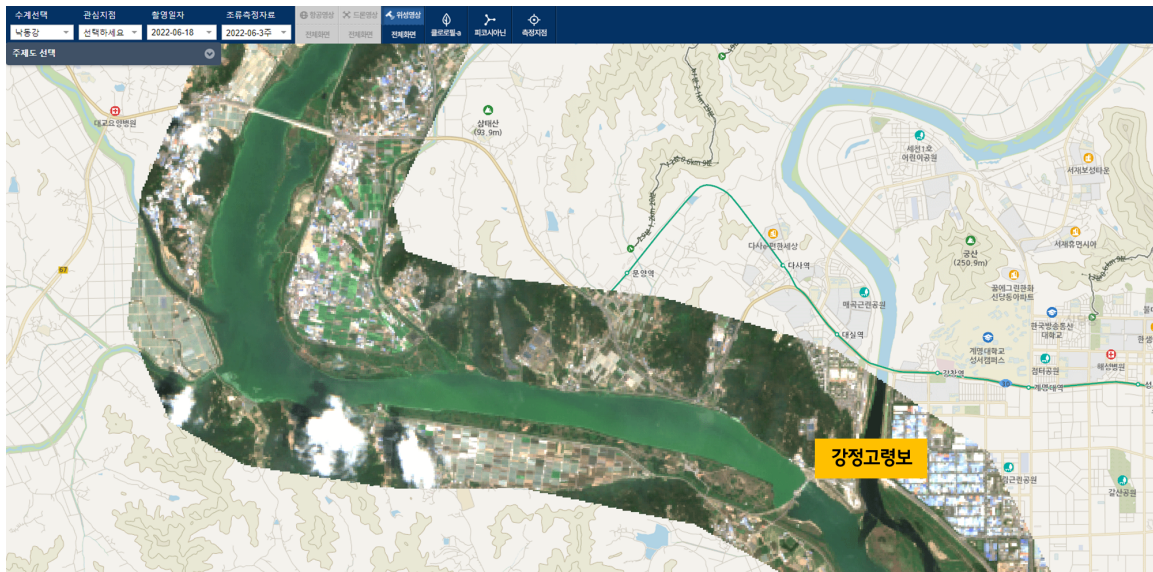
○ 영산강(승촌보, 죽산보)

| 조사일시 | 승촌보 | | 죽산보 | |
|----------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
| | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.01.03 | 5.7 | 0 | 3.9 | 0 |
| 22.01.10 | 6.5 | 0 | 4.1 | 0 |
| 22.01.17 | 5.8 | 0 | 4.2 | 0 |
| 22.01.24 | 7.4 | 0 | 4.5 | 0 |
| 22.02.03 | 6.8 | 0 | 5.1 | 0 |
| 22.02.07 | 6.5 | 0 | 4.7 | 0 |
| 22.02.14 | 8.4 | 0 | 5.8 | 0 |
| 22.02.21 | 6.4 | 0 | 5.0 | 0 |
| 22.02.28 | 8.3 | 0 | 5.9 | 0 |
| 22.03.07 | 10.4 | 0 | 8.0 | 0 |
| 22.03.14 | 14.8 | 0 | 11.7 | 0 |
| 22.03.21 | 11.3 | 0 | 11.5 | 0 |
| 22.03.28 | 12.3 | 0 | 12.9 | 0 |
| 22.04.04 | 14.4 | 0 | 13.6 | 0 |
| 22.04.11 | 17.7 | 0 | 16.6 | 0 |
| 22.04.18 | 18.3 | 0 | 18.2 | 0 |
| 22.04.25 | 20.8 | 0 | 19.5 | 100 |
| 22.05.02 | 18.3 | 0 | 19.6 | 0 |
| 22.05.09 | 21.6 | 0 | 20.7 | 0 |
| 22.05.16 | 20.0 | 0 | 20.1 | 0 |
| 22.05.23 | 23.5 | 327 | 22.1 | 10,325 |
| 22.05.30 | 24.1 | 1,390 | 23.9 | 9,625 |
| 22.06.07 | 23.1 | 0 | 23.8 | 7,000 |
| 22.06.13 | 24.8 | 231 | 23.9 | 3,950 |
| 22.06.20 | 26.8 | 323 | 25.1 | 6,975 |
| 22.06.27 | 26.9 | 0 | 26.7 | 0 |
| 22.07.04 | 29.5 | 0 | 29.1 | 24,650 |

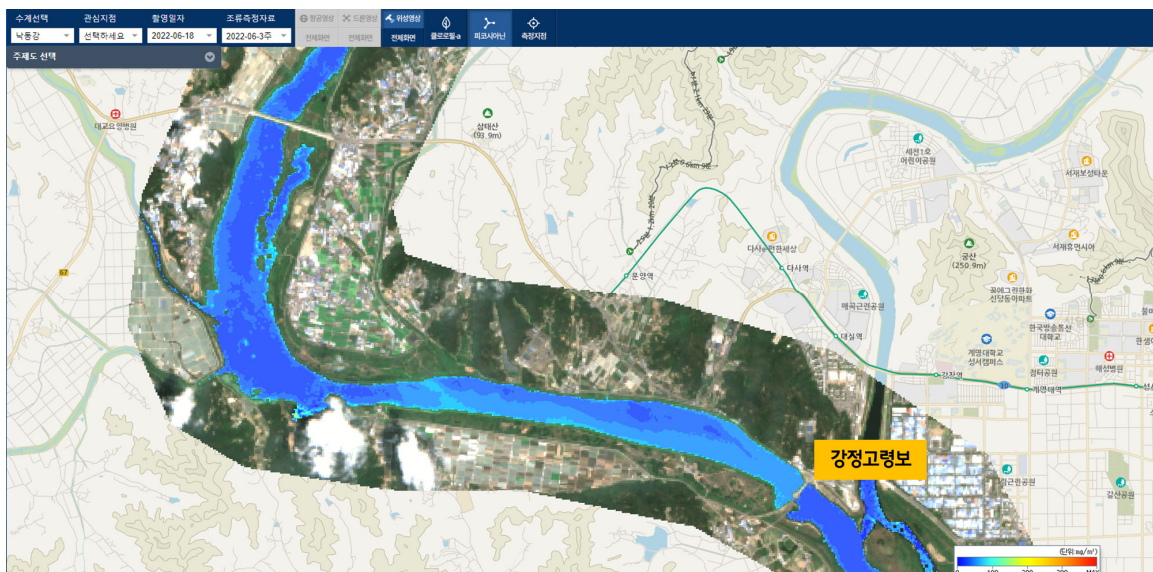
| 조사일시 | 승촌보 | | 죽산보 | |
|----------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
| | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | 수온 (℃) | 유해남조류 세포수 (세포/mL) |
| 22.07.11 | 28.9 | 92 | 29.6 | 12,725 |
| 22.07.19 | 25.6 | 0 | 26.1 | 279 |
| 22.07.25 | 25.7 | 345 | 26.9 | 1,925 |
| 22.08.01 | 27.3 | 147 | 28.3 | 4,200 |
| 22.08.08 | 30.8 | 339 | 30.0 | 10,875 |
| 22.08.17 | 27.7 | 175 | 29.2 | 2,550 |
| 22.08.22 | 28.6 | 0 | 28.8 | 1,078 |
| 22.08.29 | 25.9 | 0 | 27.4 | 6,275 |
| 22.09.05 | 26.1 | 299 | 25.6 | 1,036 |
| 22.09.13 | 25.4 | 0 | 24.9 | 1,075 |
| 22.09.19 | 27.0 | 2,550 | 26.9 | 3,800 |
| 22.09.26 | 22.6 | 2,650 | 23.6 | 5,950 |
| 22.10.05 | 22.1 | 150 | 23.1 | 345 |
| 22.10.11 | 19.1 | 247 | 19.6 | 410 |
| 22.10.17 | 20.8 | 2,400 | 19.3 | 1,625 |
| 22.10.24 | 17.8 | 0 | 17.3 | 0 |
| 22.11.01 | 17.7 | 0 | 16.7 | 4,725 |
| 22.11.07 | 14.2 | 94 | 14.2 | 2,775 |
| 22.11.14 | 16.6 | 0 | 14.8 | 1,430 |
| 22.11.21 | 14.5 | 0 | 13.6 | 275 |
| 22.11.28 | 13.7 | 0 | 12.7 | 0 |
| 22.12.05 | 8.3 | 0 | 8.6 | 0 |
| 22.12.12 | 8.8 | 0 | 7.3 | 0 |
| 22.12.19 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |
| 22.12.26 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 | 채수불가 |

제2절 녹조 원격 모니터링 사진자료

○ 낙동강

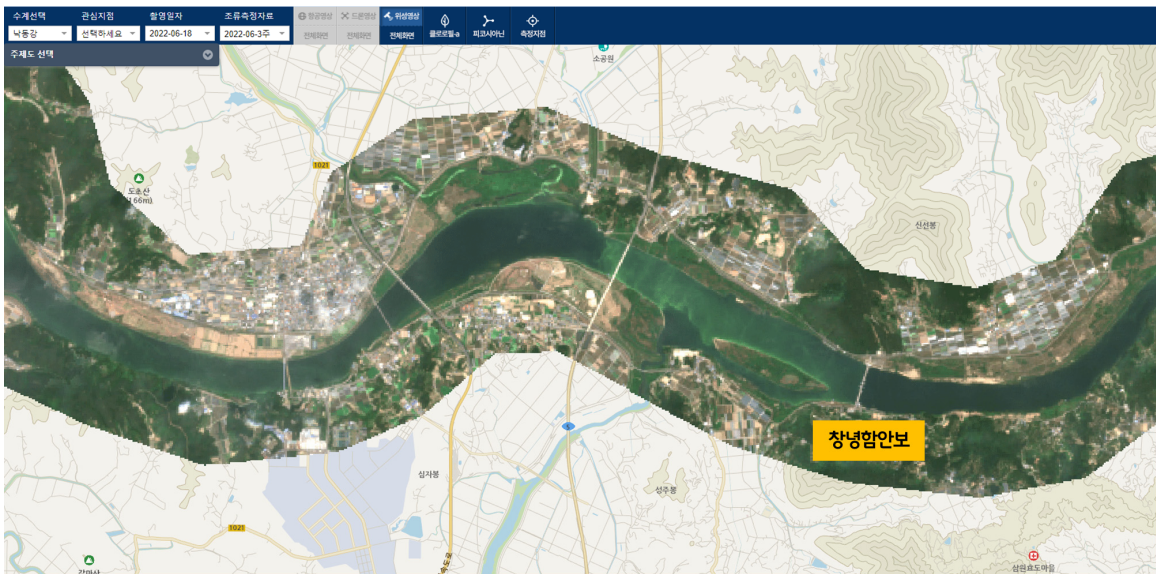


〈 2022. 6. 18 강정고령보 위성 RGB 사진 〉

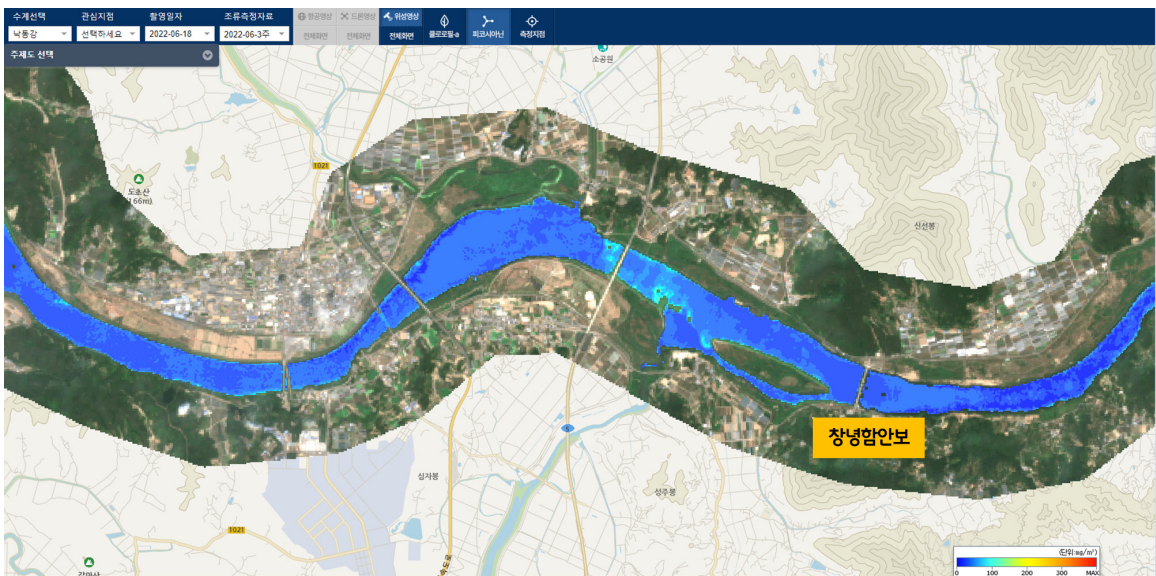


〈 2022. 6. 18 강정고령보 다분광(피코시아닌) 사진 〉

▲ 현장상황 : '22.6.20 강정고령보 조류관찰지점 유해남조류 세포수 - 80,961 세포/mL

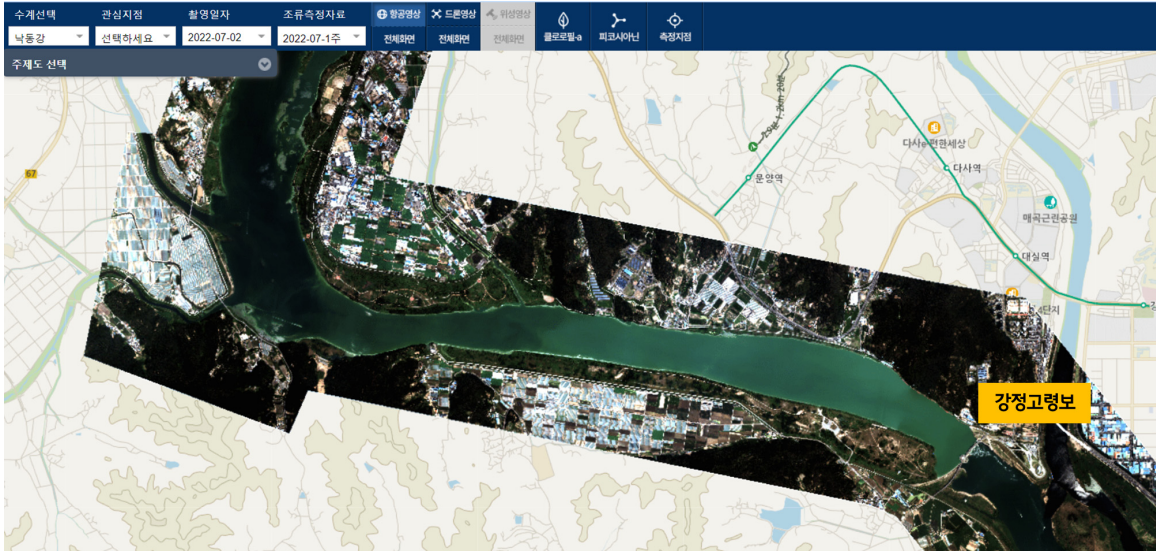


〈 2022. 6. 18 창녕함안보 위성 RGB 사진 〉

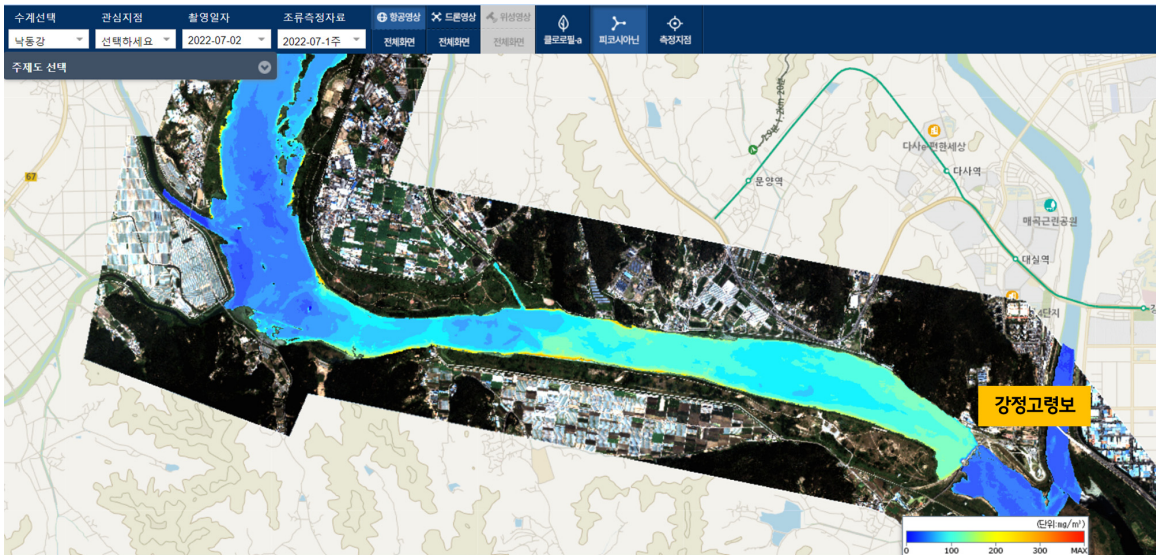


〈 2022. 6. 18 창녕함안보 다분광(피코시아닌) 사진 〉

▲ 현장상황 : '22.6.20 창녕함안보 조류관찰지점 유해남조류 세포수 - 71,967 세포/mL

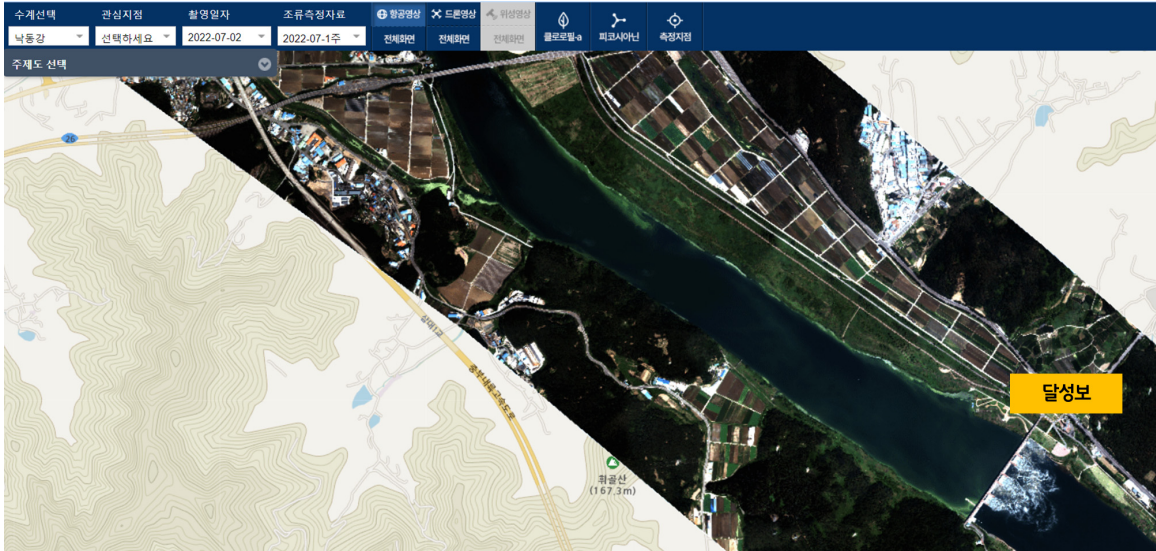


< 2022. 7. 2 강정고령보 항공 RGB 사진 >

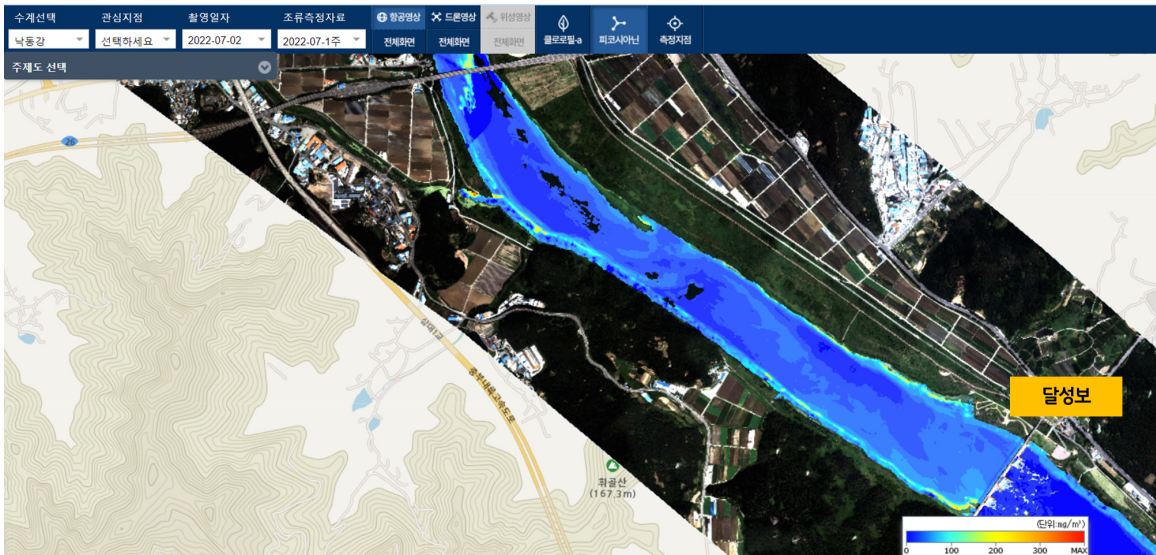


< 2022. 7. 2 강정고령보 초분광(피코시아닌) 사진 >

▲ 현장상황 : '22.7.4 강정고령보 조류관찰지점 유해남조류 세포수 - 58,084 세포/mL

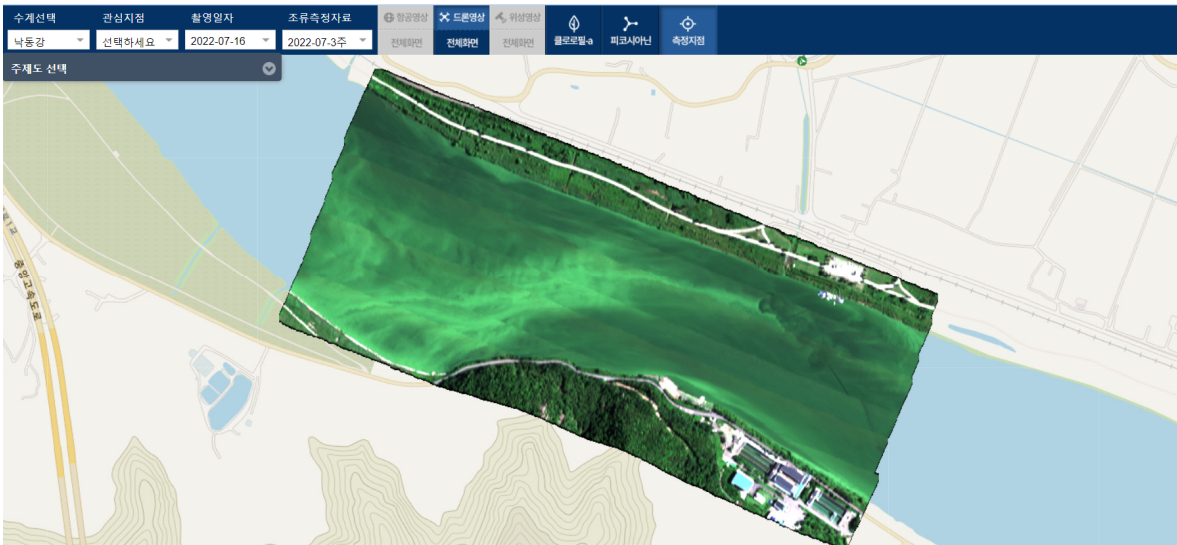


〈 2022. 7. 2 달성보 항공 RGB 사진 〉

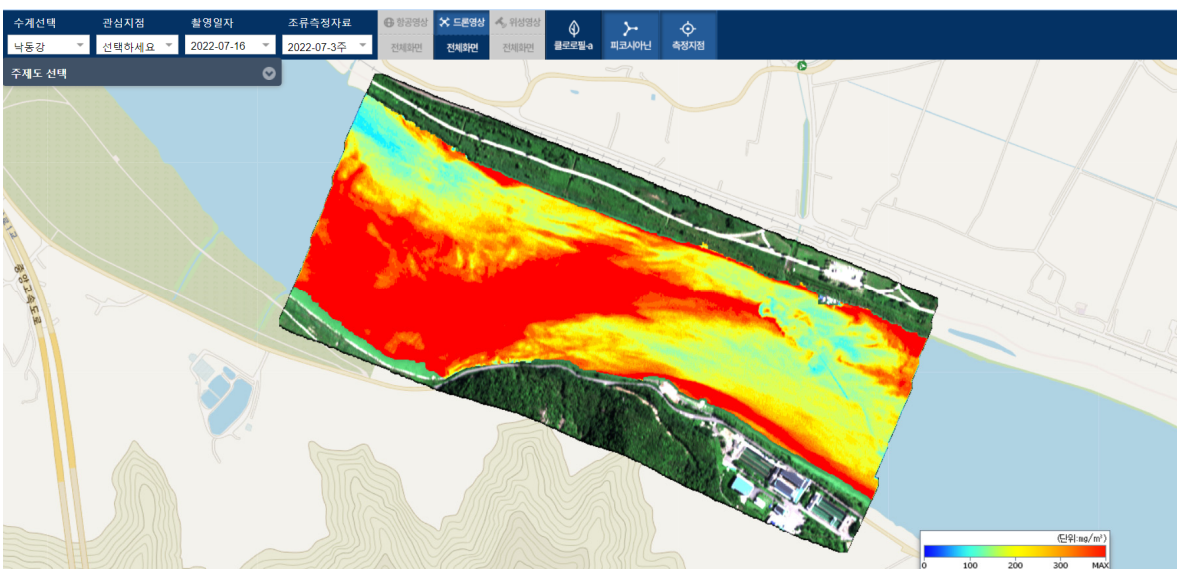


〈 2022. 7. 2 달성보 초분광(피코시아닌) 사진 〉

▲ 현장상황 : '22.7.4 달성보 조류관찰지점 유해남조류 세포수 - 14,126 세포/mL



〈 2022. 7. 16 매리취수장 인근 드론 RGB 사진 〉



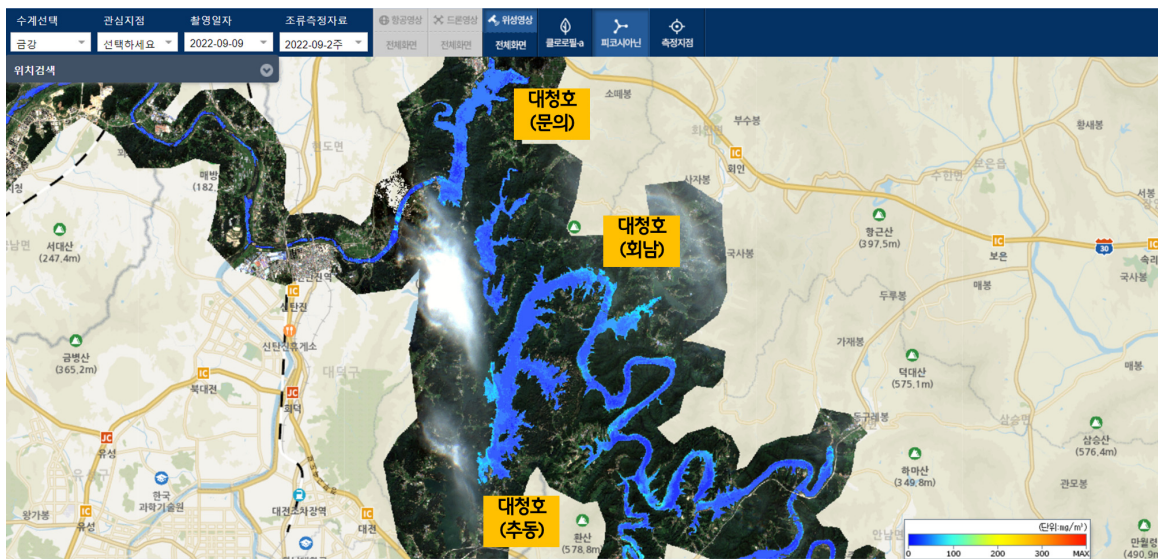
〈 2022. 7. 16 매리취수장 인근 초분광(피코시아닌) 사진 〉

▲ 현장상황 : '22.7.14 물금매리 조류경보지점 유해남조류 세포수 - 131,060 세포/mL

● 금강



〈 2022. 9. 9 대청호(회남) 위성 RGB 사진 〉



〈 2022. 9. 9 대청호(회남) 초분광(피코시아닌) 사진 〉

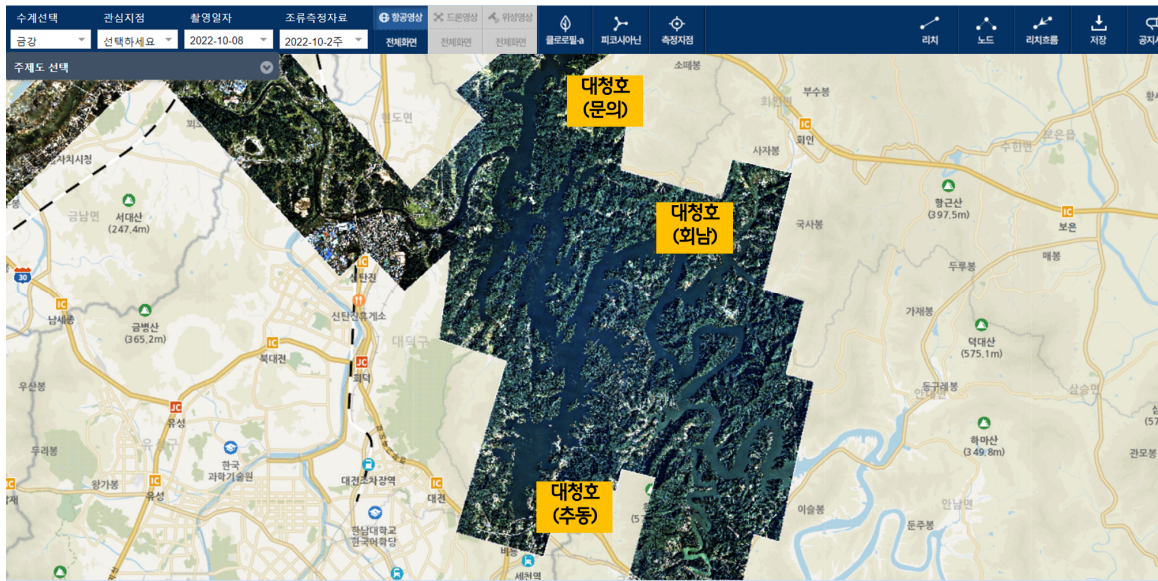
▲ 현장상황 : '22.9.13 대청호(회남) 조류경보지점 유해남조류 세포수 - 4,256 세포/mL



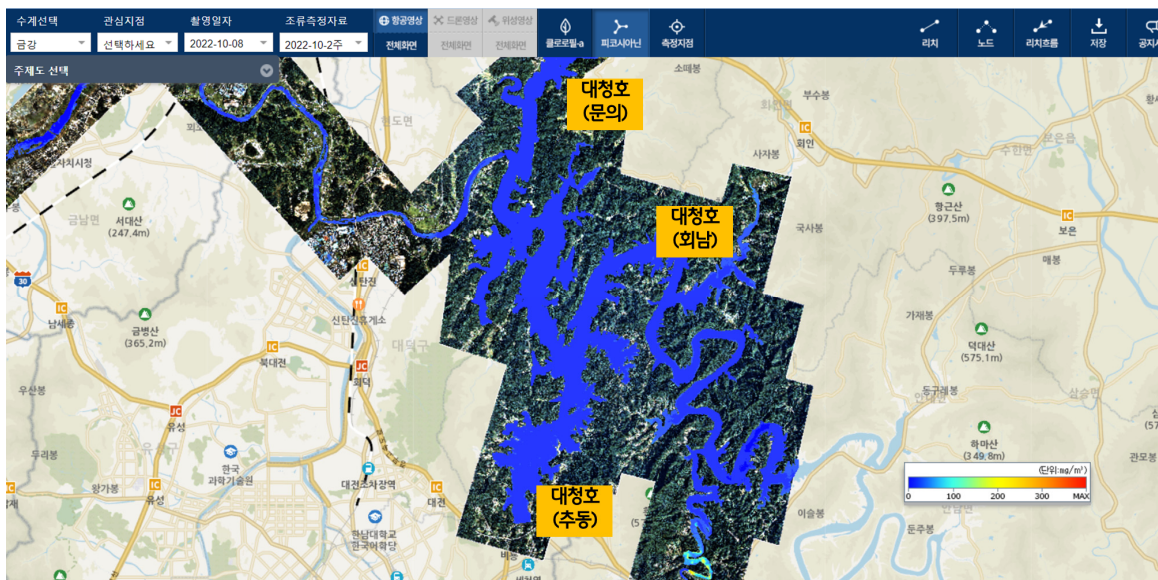
〈 2022. 9. 30 대청호 서화천 추소리 인근 드론 RGB 사진 〉



〈 2022. 9. 30 대청호 서화천 추소리 인근 초분광(피코시아닌) 사진 〉



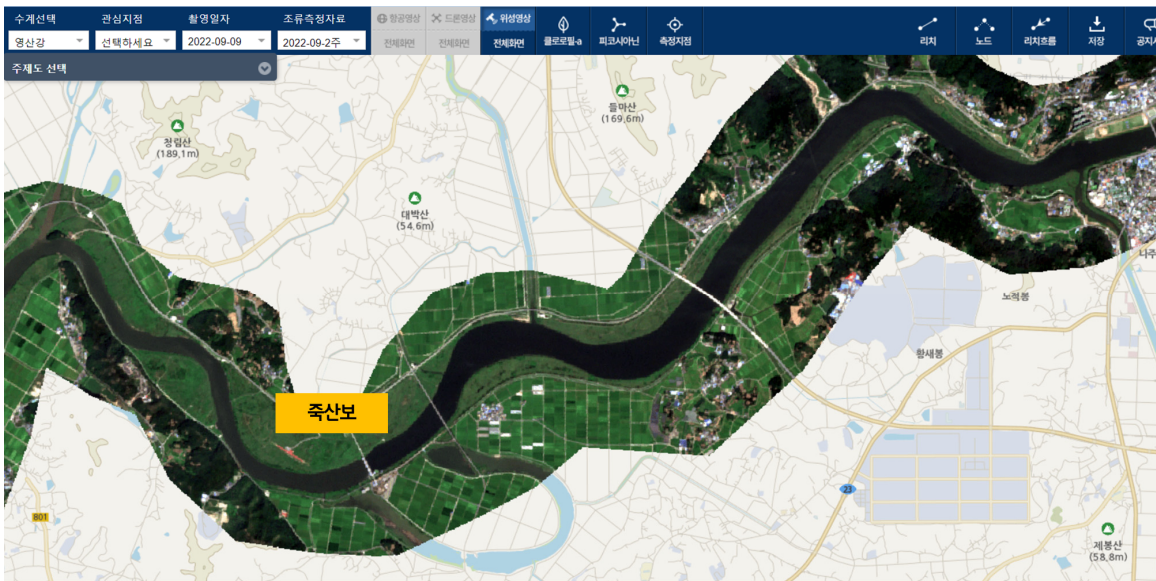
〈 2022. 10. 8 대청호(회남) 항공 RGB 사진 〉



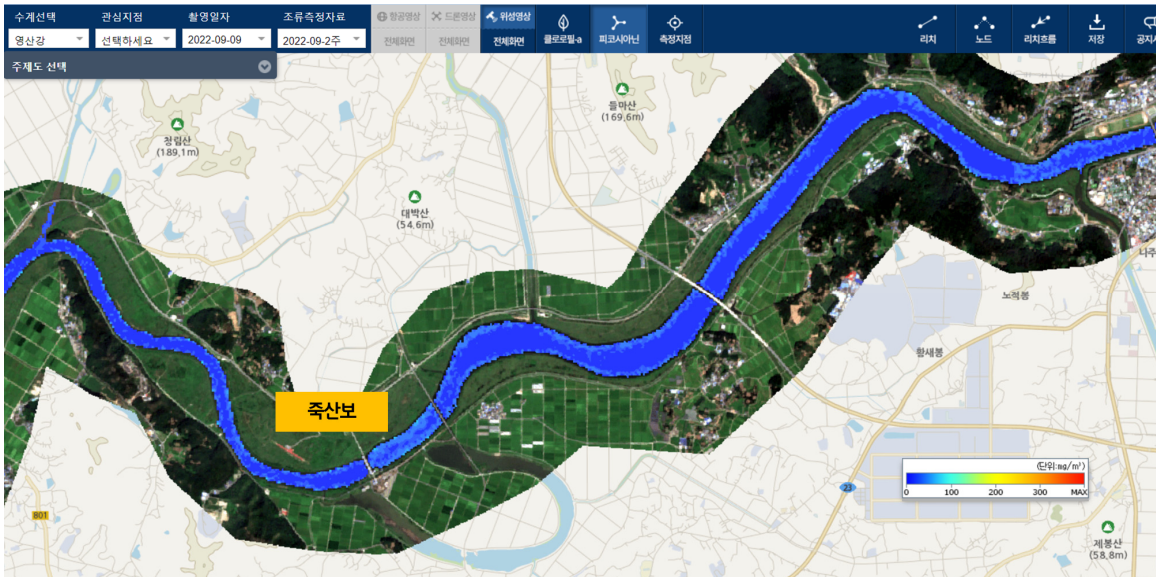
〈 2022. 10. 8 대청호(회남) 초분광(피코시아닌) 사진 〉

▲ 현장상황 : '22.10.11 대청호(회남) 조류경보지점 유해남조류 세포수 - 538 세포/mL

○ 영산강

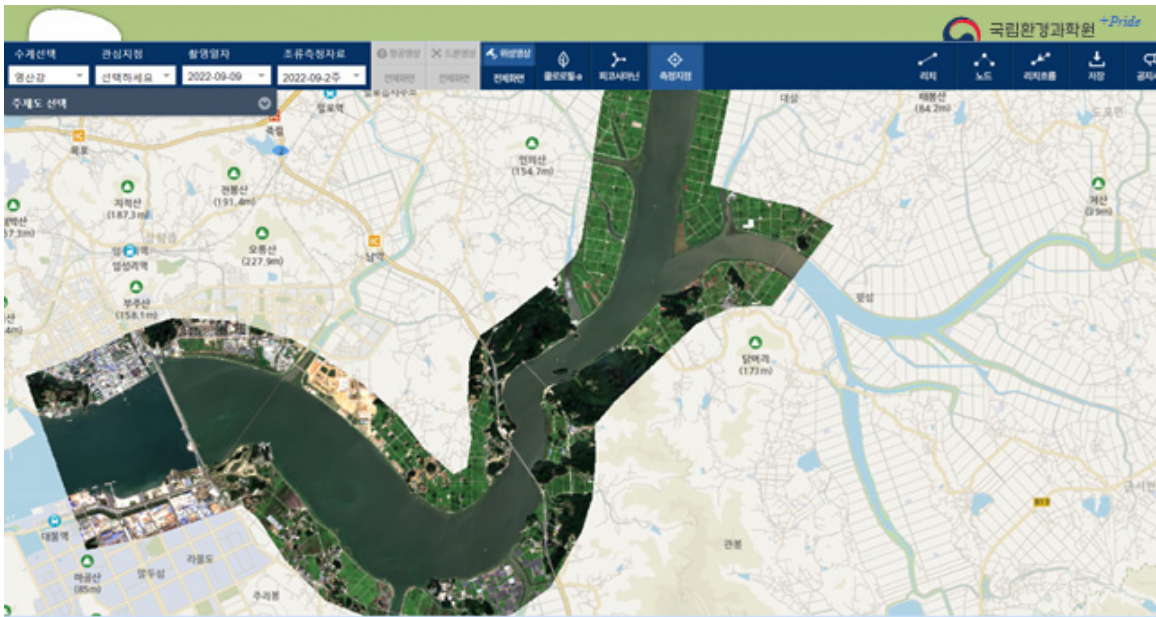


〈 2022. 9. 9 죽산보 위성 RGB 사진 〉

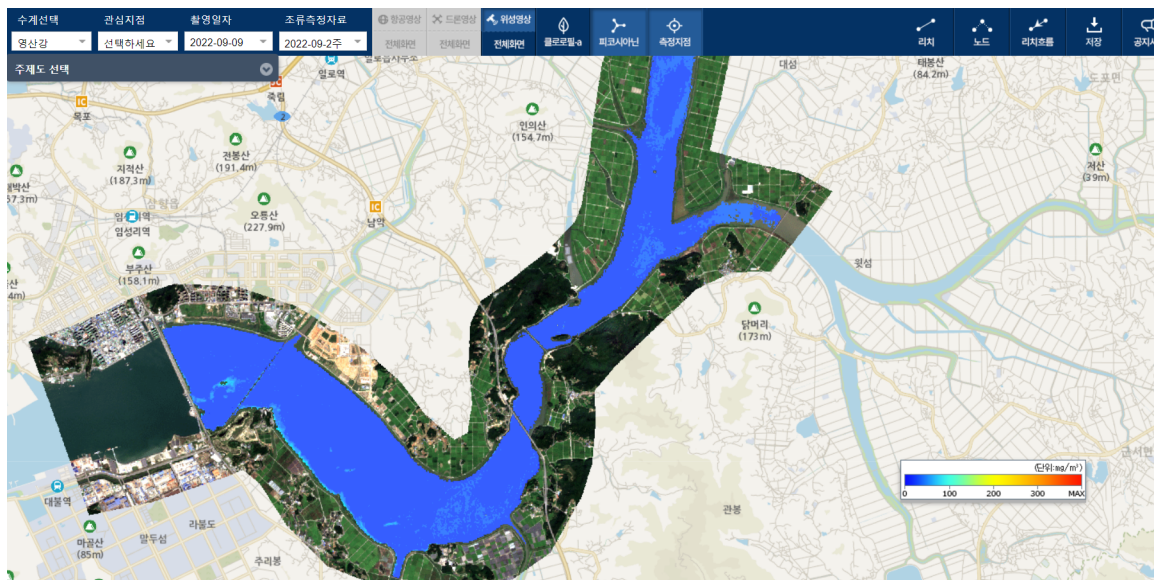


〈 2022. 9. 9 죽산보 다분광(피코시아닌) 사진 〉

▲ 현장상황 : '22.9.13 죽산보 조류관찰지점 유해남조류 세포수 - 1,075 세포/mL



〈 2022. 9. 9 영산강하굿둑 위성 RGB 사진 〉



〈 2022. 9. 9 영산강하굿둑 다분광(피코시아닌) 사진 〉

제3절 해외 녹조현상 사진자료

○ 호주



〈 호주 New South Wales Copetom Dam 하천 녹조현상, 2006년 8월4〉



〈 호주 New South Wales Murray River 하천 녹조현상, 2016년 4월⁵⁾ 〉



〈 호주 New South Wales Tocumwal 하천 녹조현상, 2009년 3월⁶⁾ 〉

4) 출처 : 호주 뉴사우스웨일즈주 물관리국(NSW DPI, Water)

5) 출처 : 호주 뉴사우스웨일즈주 물관리국(NSW DPI, Water)

6) 출처 : 호주 뉴사우스웨일즈주 물관리국(NSW DPI, Water)



〈 호주 Sydney 호수 녹조현상과 조류위험 경고표지, 2017년 2월⁷⁾ 〉



〈 호주 New South Wales Murray River 하천 녹조현상, 2017년 2월⁸⁾ 〉

7) 출처 : 호주 뉴사우스웨일즈주 물관리국(NSW DPI, Water)

8) 출처 : 호주 뉴사우스웨일즈주 물관리국(NSW DPI, Water)



〈 호주 Spavin Lake, 2020년⁹⁾ 〉



〈 호주 Lake Burrinjuck, 2021년¹⁰⁾ 〉

9) 출처 : 2022 Hume City Council (2020.12.23)

10) 출처 : ABC News (2021.3.15)



〈 호주 Lake Gipps, 2022¹¹⁾ 〉

○ 베네수엘라



〈 베네수엘라 Lake valencia, 2022¹²⁾ 〉

11) 출처 : TM,FM news(2022.4.14.)

12) 출처 : Plant Snapshots(2022.8.12.)

○ 중국



〈 중국 강소성 태호 조류제거시설¹³⁾ 〉



〈 중국 강소성 태호 녹조현상, 2014년¹⁴⁾ 〉

13) 출처 : 중국환경과학원 수생태연구소 제공

14) 출처 : 논문 Parel et al. 2014, Science



〈 중국 강소성 태호 녹조현상, 2019년¹⁵⁾ 〉

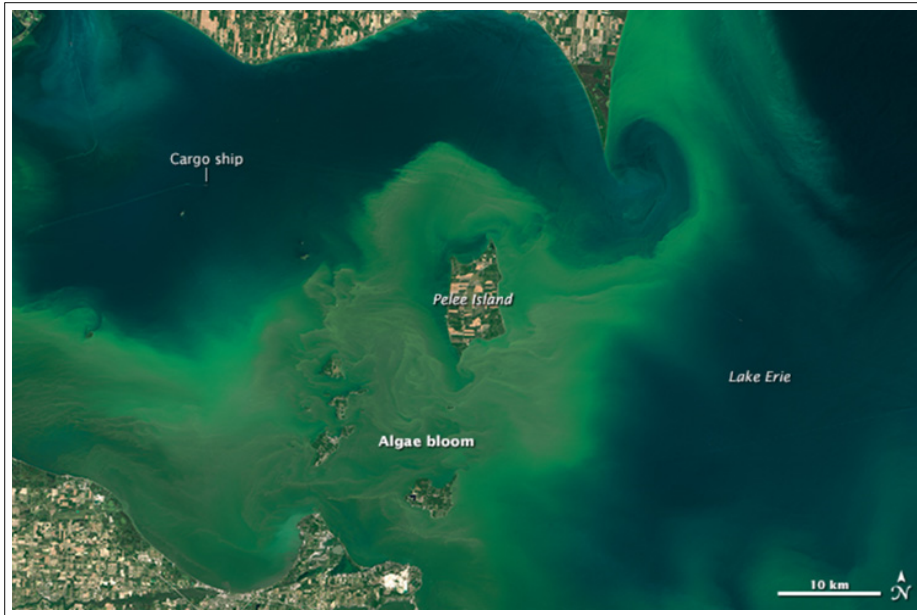


〈 중국 Liangxi River 녹조현상, 2019년¹⁶⁾ 〉

15) 출처 : CGTN (2019.09.19)

16) 출처 : China's US Focus (2019.10.29)

○ 미국



〈 미국 Lake Erie 호수 녹조현상, 2015년¹⁷⁾ 〉



〈 미국 Lake Erie 급수중단사태 발생시 녹조현상, 2014년¹⁸⁾ 〉

17) 출처 : NASA Earth Observatory Image of the Day(<https://earthobservatory.nasa.gov/>)

18) 출처 : NASA Earth Observatory Image of the Day(<https://earthobservatory.nasa.gov/>)



【스튜어트AP/뉴스시스】 4일(현지시간) 미국 독립기념일 연휴가 한창인 가운데 플로리다주 앞바다에 심각한 녹조가 발생해 주민과 관광객들이 불편을 겪고 있다. 사진은 플로리다주 스튜어트에 위치한 세인트 루시에갈 주변에 녹조가 퍼져 있는 모습, 2016.7.5, 2016-07-05

〈 미국 플로리다 앞바다 녹조현상, 2016년¹⁹⁾ 〉



〈 미국 Lake Utah 녹조현상, 2016년²⁰⁾ 〉

19) 출처 : 뉴스시스(2016.7.5.)

20) 출처 : Fox news(2016.7.25.)



〈 미국 St. Lucie River 녹조현상, 2018년²¹⁾ 〉



〈 미국 Lake Okeechobee 녹조현상, 2018년²²⁾ 〉

21) 출처 : Treasure Coast Newspapers(2018.6.29.)

22) 출처 : Pacific Standard(2018.7.25.)



〈 미국 Erie's Lake 녹조현상, 2019년²³⁾ 〉



〈 미국 South Jersey's 주변 호수 녹조현상, 2019년²⁴⁾ 〉

23) 출처 : Erie Reader Newspapers(2019.8.28.)

24) 출처 : The Philadelphia Inquirer Newspapers(2019.9.19.)



〈 미국 Utah river 주변 녹조현상, 2020년²⁵⁾ 〉



〈 미국 Madison Area Lakes 주변 녹조현상, 2020년²⁶⁾ 〉

25) 출처 : WINK Newspapers(2020.7.16.)

26) 출처 : Wisconsin Public Radio Newspapers(2020.11.9.)



〈 미국 California 주변 녹조현상, 2021년²⁷⁾ 〉



〈 미국 Western Lake Erie 녹조현상, 2021년²⁸⁾ 〉

27) 출처 : Fox News(2021.8.26.)

28) 출처 : The Blade(2021.9.4.)



〈 미국 플로리다 Cape coral 수로 내 녹조발생 경고표시, 2022년²⁹⁾ 〉



〈 미국 Lake Erie 녹조발생, 2022년³⁰⁾ 〉

29) 출처 : ABC7 SWFL news(2022.5.19.)

30) 출처 : WTOL news(2022.7.23.)

○ 캐나다



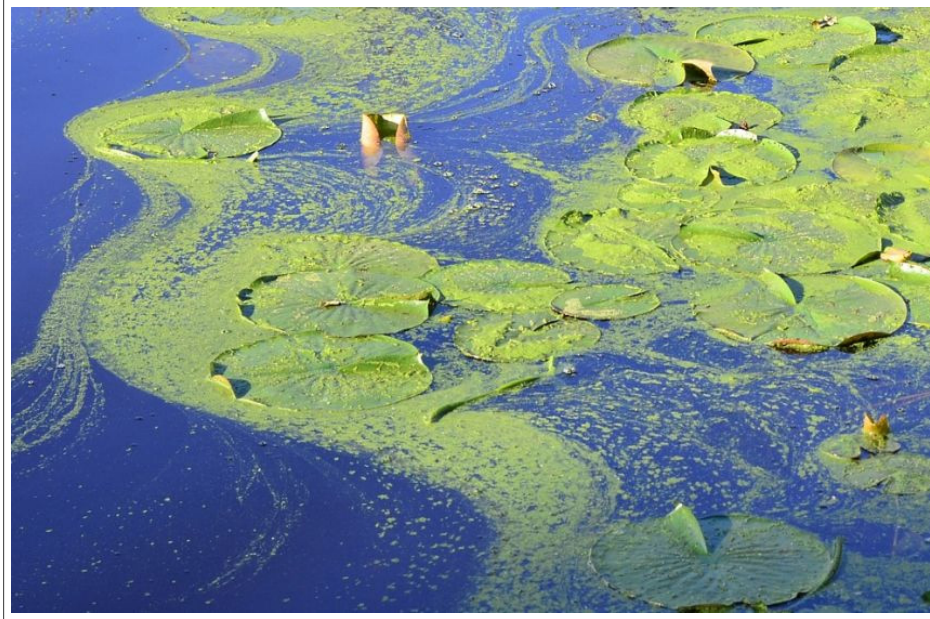
〈 캐나다 Lake Morinville 녹조현상, 2018년³¹⁾ 〉



〈 캐나다 Lake Micmac 녹조현상, 2018년³²⁾ 〉

31) 출처 : Edmonton journal(2018.7.27.)

32) 출처 : CBC NEWS(2018.8.2.)



〈 캐나다 Lake Nipissing 녹조현상, 2019년³³⁾ 〉



〈 캐나다 Lake Oathill 녹조현상, 2019년³⁴⁾ 〉

33) 출처 : MYNORTHBAYNOW NEWS(2019.7.10.)

34) 출처 : CBC NEWS(2019.7.30.)



〈 캐나다 Saskatchewan 주변 녹조현상, 2020년³⁵⁾ 〉



〈 캐나다 Ramsey Lake 녹조현상, 2020년³⁶⁾ 〉

35) 출처 : Saskatchewan Water Security Agency(2020.7.30.)

36) 출처 : CTV News Northern Ontario (2020.7.17.)



〈 캐나다 Elk and Beaver Lakes 녹조현상, 2021년³⁷⁾ 〉



〈 캐나다 Darlings Lake 녹조현상, 2021년³⁸⁾ 〉

37) 출처 : CTV News Vancouver Island (2021.5.4.)

38) 출처 : CBC-Radio-Canada (2021.8.13.)

○ 영국



〈 영국 Lake Windermere 녹조현상, 2022년³⁹⁾ 〉



〈 영국 Lake Windermere 녹조현상, 2022년⁴⁰⁾ 〉

39) 출처 : BBC news (2022.6.23.)

40) 출처 : BBC news (2022.8.17.)

제4절 주요정책자료

1. 2022년 조류경보제 시행계획

○ 배경 및 목적

- 조류발생 시 상수원의 안전한 먹는 물 공급 및 피해 최소화를 위해 '98년부터 환경부, 시·도지사가 관리하는 하천·호소에 대하여 실시
 - ※ 총 29개소(상수원 28개소, 친수활동 구간 1개소)
- 해당 수계별 경보체계 구축을 통해 상수원 및 친수활동의 안정성 확보

○ 법적 근거

- 「물환경보전법」 제21조제1항(수질오염경보제)

환경부장관 또는 시·도지사는 수질오염으로 하천·호소의 물의 이용에 중대한 피해를 가져올 우려가 있거나 주민의 건강·재산이나 동식물의 생육에 중대한 위해를 가져올 우려가 있다고 인정될 때에는 해당 하천·호소에 대하여 수질오염 경보를 발령할 수 있다

- 조류경보 발령대상 호소 및 발령주체(「물환경보전법 시행령」 별표2)

| 구분 | 대상 수질오염물질 | 발령대상 | 발령주체 |
|---------|-----------|--|----------------|
| 상수원 구간 | 남조류 세포수 | 법 제9조에 따라 환경부장관 또는 시·도지사가 조사·측정하는 하천·호소 중 상수원의 수질보호를 위하여 환경부장관이 정하여 고시하는 하천·호소 | 환경부장관 또는 시·도지사 |
| 친수활동 구간 | 남조류 세포수 | 법 제9조에 따라 환경부장관 또는 시·도지사가 조사·측정하는 하천·호소 중 수영, 수상스키, 낚시 등 친수활동의 보호를 위하여 환경부장관이 정하여 고시하는 하천·호소 | 환경부장관 또는 시·도지사 |

○ 그간 추진 경위

- '98년 : 4개 호소(팔당, 대청, 충주, 주암)를 대상으로 최초 시행
- '03.10 : 상수원 호소의 조류관리대책 수립
 - ※ 조류경보제의 단계적 확대 추진 등 기본추진방안 수립
- '04. 1 : 조류경보제 운영강화계획 수립
 - ※ 대상호소 확대 : 8개소('04년) → 10개소('05년)
 - ※ '06년부터 조류경보제 운영을 지자체로 확대
- '05. 7 : 조류경보제 지자체 확대를 위한 관계기관 회의
 - ※ 조류경보제 운영을 위한 지자체 17개 상수원 시범사업 실시
- '06. 4 : 조류 시료채취 방법 및 남조류 독소 분석 지침 시달
 - ※ 환경청, 지자체, 수자원공사 등 관련 기관에 지침 배포
- '06 ~ '10 : 조류경보제 연도별 단계적 확대 운영
 - ※ 10개소('05년) → 16개소('06년) → 17개소('07년) → 20개소('08년) → 22개소('09년)
- '13.2~ : 낙동강 조류경보제 시범운영
 - ※ 상수원 이용 3개 보 구간(칠곡보, 강정고령보, 창녕함안보)
- '14. 9 : 한강 1구간 구의취수장 폐쇄(5→4지점으로 변경)
- '14. 4~12 : “조류포럼” 구성·운영을 통한 조류경보제 개선안 마련
- '15. 3~ : 물환경정보시스템 조류정보방을 통한 측정자료 관리·보고 및 대국민 공개
- '15.12 : 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」시행령 개정
 - ※ 발령·해제 기준(남조류 세포수 단일화) 변경, 조류경보 발령 대상에 하천 추가, 친수활동 보호를 위한 구간까지 확대(하천·호소28개소)

- '15.12 : 조류경보제 대상 호소하천 지정 고시 제정(제2015-246호)
- '16. 4 : 채수방법 변경, 투명도·탁도 추가
 - ※ 상수원 구간 : 층별 통합채수, 친수활동 구간 : 표층채수
- '18.5 ~ : 회야호(방류구) → 회야호(여수로) 지점명 변경
- '18.1.18 ~ : 남강호→진양호 지점명 변경
- '20. 4. : 조류경보제 대상 호소하천 지정 고시 개정(제2020-98호)
 - ※ 경보발령지점 : 총 29개소(기존 28개 지점 + 낙동강 물금매리 시범운영)
 - ※ 조류관찰지점 : 총 16개소(수질예보 12개 지점, 조류경보제 중복 보 지점 4개)
- '20. 6 : 조류경보제 운영 매뉴얼 개정
- '21. 5~ : 낙동강 물금매리 지점 정식 운영

○ 조류경보제 운영체계



- 발령권자 : 유역(지방)환경청장 또는 시·도지사

- 발령기준 : 남조류세포수*

* 2회 연속 측정하여 남조류세포수가 단계별 기준에 해당될 때 발령

| | | |
|---------|-------|--|
| 상수원 구간 | 관심 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 이상 10,000 세포/mL 미만인 경우 |
| | 경계 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 10,000 세포/mL 이상 1,000,000 세포/mL 미만인 경우 |
| | 조류대발생 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000,000 세포/mL 이상인 경우 |
| | 해제 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 미만인 경우 |
| 친수활동 구간 | 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 20,000 세포/mL 미만인 경우 |

* 남조류세포수는 유해남조류인 *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria* 속 세포수의 합으로 함

- 조사기관은 조류피해 사전 대응을 위해 측정자료를 관리기관에 신속히 통보

※ 조사기관 - 관리기관 - 취·정수장 간 비상연락망 구축

- 경보가 발령되면 관리기관 및 수면관리자는 오염원 점검을 강화하고, 친수활동 자제를 권고하며, 정수처리를 강화하여 대응

● 조류경보제 운영체계

- 대상 : 하천·호소 29개소(환경부 23, 시·도 6)
- 기간 : 연중
 - * 친수 구간은 운영기관 여건 및 운영 목적에 따라 동절기 등 미운영 가능
- 지점 : 취수지점을 중심으로 하천·호소별 1개소 이상
- 기관 : 환경부 및 시·도
- 방법
 - * 측정주기 : 주 1회 이상(“경계” 이상 발령 시 주 2회 이상)
 - * 채수수심 : 층별 통합 채수(상수원 구간), 표층 채수(친수 구간)
 - * 측정항목

| 구 분 | 측정 항목 |
|---------------|--|
| 필수항목 (10개) | 수온, pH, DO, 투명도, 탁도, 클로로필- <i>a</i> , 유해남조류 세포수, 유해남조류 우점종 및 세포수(속별), 냄새물질(지오스민, 2-MIB), 조류독소(총 Microcystin-LR) ※ 냄새물질, 조류독소는 ‘경계’ 이상 시에만 필수항목이고 평시에는 권고항목(친수구간은 ‘관심’단계 이상) |
| 권고항목 | 총조류세포수, 전체우점종, 분류군별(규조류, 남조류, 녹조류, 기타조류) 우점종 및 세포수 등 ※ 각 측정기관에서 기 시행중이거나 여건에 맞게 최대한 입력 가능한 항목을 입력 |

- * 분석방법 : ‘수질오염 공정시험기준’ 및 ‘조류경보제 운영매뉴얼’에 따름
- 결과기록 : 수질 관찰·조사 기록부 작성
 - * 특이사항 발견 시 조사기관에서 관리기관에 보고

○ 조류 관찰지점 운영

- 목적 : 수질예보 지점(조류경보제 중복 4개 보 포함)을 경보제에 편입시키고 ‘관찰지점’으로 분류하여 운영('20년), 관찰지점은 경보 미발령
- 지점 : 16개 보 구간 대표지점
- 방법
 - * 측정주기 : 주 1회 이상
 - * 채수방법 : 횡방향 좌·중·우 표층(수표면부터 수심 0.5m 혼합) 혼합시료
 - * 측정항목 : 조류관찰지점 운영을 위해 반드시 입력해야 하는 필수 항목과 조류발생 상황을 파악하기 위한 권고항목을 입력

| 구 분 | 측정 항목 |
|--------------|---|
| 필수항목 (8개) | 수온, pH, DO, 투명도, 탁도, 클로로필- <i>a</i> , 유해남조류 세포수, 유해남조류 우점종 및 세포수(속별) |
| 권고항목 | 총조류세포수, 전체우점종, 분류군별(규조류, 남조류, 녹조류, 기타조류) 우점종 및 세포수, 냄새물질(지오스민, 2-MIB), 조류독소(총 Microcystin-LR) 등 ※ 각 측정기관에서 기 시행중이거나 여건에 맞게 최대한 입력 가능한 항목을 입력 |

○ 조류 예측정보 제공

- 목적 : 3차원 수치모델에 실시간 예·관측 자료(기상, 유량, 수질)를 연계하여 발표일 기준 향후 7일간의 유해남조류 발생량을 예측하여 정보 전달
 - ※ 경보발령은 실측치 기준으로 발령, 녹조예측정보 제공은 모델링 예상치 기준으로 관계기관 전파
- 근거 : 조류예측 및 수질관리협의회에 관한 규정(환경부훈령 제1456호)
- 주기 : 주 2회(월요일, 목요일), 5월부터 10월까지
 - ※ 예측 결과 유해남조류 세포수가 1만 세포/mL를 하루라도 초과할 경우 매 근무일마다 발표
- 지점 : 11개(한강 5지점(이천, 미사대교, 광진교, 한강대교(친수), 팔당호), 낙동강 5지점(해평, 강정고령, 칠서, 물금매리, 진양호), 금강 1지점(대청호))
- 기관 : 국립환경과학원(진양호, 대청호 지점은 한국수자원공사 위탁)
- 항목 : 수온, 유해남조류 세포수 농도(구간 범위)

(단위 : 세포/mL)

| 단 계 | 0단계 | 1단계 | 2단계 | 3단계 | 4단계 |
|-----|-----------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|
| 상수원 | 1,000 미만 | 1,000 이상 10,000 미만 | 10,000 이상 100,000 미만 | 100,000 이상 1,000,000 미만 | 1,000,000 이상 |
| 친 수 | 20,000 미만 | 20,000 이상 100,000 미만 | 100,000 이상 | - | - |

○ 기관별 조치사항

- 기관별(관리기관) '22년도 조류경보제 세부 시행계획 수립·시행
 - ※ 기관별 지역특성을 반영한 조류발생 대책 시행

- 조류경보 발령 및 보고
 - ※ 수질분석결과, 경보발령 및 해제상황, 피해경감대책 추진상황 등 환경부에 보고

- 녹조발생 시기 환경대응용수 방류 절차 간소화 등 유역(지방)청별 협업 및 공동대응 철저
 - ※ 환경대응용수 활용 등 조류발생에 신속대응을 위해 유역(지방)청에서는 필요 시 기관별 역할분담 및 관련 절차를 정하여 추진

- 조류경보제 측정결과 입력·보고
 - * 유해남조류 세포수, 측정일, 측정시간, 필수·권고항목 및 특이사항 등
 - * 환경부 전산망(물환경정보시스템 조류정보방)을 통해 전산입력 후 문서 보고
 - ※ 수신처 : 해당 관리기관, 환경부 수질수생태과, 국립환경과학원 물환경평가연구과

| 결과입력 (측정기관) | 결과승인 | | 대국민공개 | |
|----------------|------|-----------------------|-------|----------------------|
| | 기 간 | 부 서 | 기 간 | 요 청 |
| 수요일 | 목요일 | 물환경평가연구과 (국립환경과학원) | 금요일 | 환경평가연구과 (국립환경과학원) |

- 붙임 : 1. 2022년 조류경보제 시행대상 하천·호소
 2. 채수방법
 3. 수질관찰·검사 기록부
 4. 조류경보의 종류별·경보단계별 조치사항
 5. 조류경보 발령(해제) 통보 서식부

【붙임 1】

2022년 조류경보제 시행 대상 하천·호소

| 하천·호소명 | 대표 측정 지점 | 관리기관 | 측정기관 |
|-------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|
| 팔 당 호 | 댐앞, 부용사앞, 삼봉 | 한 강 청 | 한강물환경연구소 |
| 대 청 호 | 추동, 문의, 회남 | 금 강 청 | 금강물환경연구소 |
| 충 주 호 | 댐앞, 청풍교 | 원 주 청 | 원주청 |
| 주 압 호 | 댐앞, 신평교 | 영산강청 | 영산강물환경연구소 |
| 운 문 호 | 댐앞, 취수탑2 | 대 구 청 | 한국수자원공사 |
| 용 담 호 | 댐앞, 취수탑 | 전 북 청 | 전북청 |
| 동 북 호 | 취수탑, 중류 | 영산강청 | 광주상수도사업본부 |
| 영 천 호 | 취수탑 | 대 구 청 | 한국수자원공사 |
| 진 양 호 | 판문, 내동 | 낙동강청 | 한국수자원공사 |
| 안 계 호 | 취수탑 | 대 구 청 | 한국수자원공사 |
| 공 산 지 | 중앙부, 취수탑 | 대구광역시 | 대구상수도사업본부 |
| 광 교 지 | 취수탑 | 경기도 | 경기도보건환경연구원 |
| 춘 천 호 | 춘천댐 상류, 용산취수장 | 강 원 도 | 강원도보건환경연구원 (춘천시) |
| 옥 정 호 | 칠보취수구 | 전 북 청 | 한국수자원공사 |
| 진 전 지 | 상류, 하류 | 경상북도 | 경북보건환경연구원 |
| 한강 (강동대교~잠실대교) | 미사대교, 강동대교, 광진교, 잠실철교 | 서 울 시 | 서울물연구원 |
| 사 연 호 | 취수탑, 반연리 | 낙동강청 | 한국수자원공사 |
| 회 야 호 | 취수탑, 여수로 | 낙동강청 | 울산상수도사업본부 |
| 덕 동 호 | 댐앞 | 대 구 청 | 낙동강물환경연구소 |
| 탐 진 호 | 댐앞, 유치천 합류 | 영산강청 | 영산강물환경연구소 |
| 보 령 호 | 취수탑 | 금 강 청 | 금강물환경연구소 |
| 횡 성 호 | 취수탑 | 원 주 청 | 원주청 |
| 의 압 호 | 신연교 | 원 주 청 | 한강물환경연구소 |
| 한강(이천) | - | 한 강 청 | 한강물환경연구소 |
| 낙동강(해평) | - | 대 구 청 | 낙동강물환경연구소 |
| 낙동강(강정·고령) | - | 대 구 청 | 낙동강물환경연구소 |
| 낙동강(칠서) | - | 낙동강청 | 낙동강물환경연구소 |
| 낙동강(물금·매리) | - | 낙동강청 | 부산시 상수도사업본부 |
| 친수활동 구간 | 잠실대교~행주대교(5개 채수위치)를 친수활동 구간으로 신설 | 서 울 시 | 서울시보건환경연구원 |

* 공산지는 공산정수장 고도처리시설 공사 완료 후부터 시행

【붙임 2】

채수 방법

| 상수원 구간 (하천) | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">〈정상시〉</p> <p>1) 하천의 단면 중 수심이 가장 깊은 수면에서 위의 그림과 같이 상층(수표면을 포함하여 수심 50cm 이내)과 수심의 1/3 및 2/3에서 각각 채수한 후 혼합 * 수심이 2m 미만일 때에는 상층과 수심의 1/3에서 채수한 시료를 혼합</p> | <p style="text-align: center;">〈“경계”발령 이상〉</p> <p>2) 수심이 가장 깊은 수면의 지점과 그 지점을 중심으로 좌우로 수면폭을 2등분한 각각의 지점(좌·중·우)에서 수심별(상·중·하층)로 채수한 후 혼합</p> <p>※ 하천에서 바람의 방향이나 물의 흐름으로 남조류가 한쪽으로 치우쳐 분포할 수 있으므로 상수원 구간에서는 “경계” 발령 이상일 경우 하천의 좌·중·우에서 수심별(상·중·하층)로 채수한 시료를 혼합 사용</p> |
| 상수원 구간 (호소) | 친수활동 구간 |
| <p>1) 최저수심이 5m 초과 10m 이하인 지점 : 상·중·하층수 각각 채수 후 혼합 - 상층수 : 수표면을 포함하여 수심 50cm 이내 - 중층수 : 전체 수심의 1/2에 해당되는 수심 - 저층수 : 호소 바닥으로부터 전체 수심의 1/2에 해당되는 수심사이 (단, 최저수심이 5m 이하인 지점 : 수표면을 포함하여 수심 50cm 이내만 채수)</p> <p>2) 최저수심이 10m를 넘는 지점 : 상·중·하층수 각각 채수 후 혼합 - 상층수 : 수표면을 포함하여 수심 50cm 이내 - 중층수 : 전체 수심의 1/2에 해당되는 수심 - 저층수 : 호소바닥으로부터 위로 5m 사이 * 표층에 육안으로 현저한 수준의 조류가 분포할 때에는 평균 수질자료를 얻을 수 있도록 채수지점 증가 가능</p> | <p>채수수심은 반도채수기를 사용하거나 비이커를 사용하는 경우 모두 수표면이 포함 되도록 하여 “수심 50cm”이내에서 채수</p> |

【붙임 3】

수질 관찰 · 검사 기록부

| | | | | | | | | |
|----------------|--------|-------------------|------|-----------|----|---|--------|---|
| 수질 관찰 · 조사 기록부 | | | | | | | 결 재 | |
| 관찰 조사지점 | | | | | | | | |
| 관찰 조사일자 | | | | 날 | 씨 | | | |
| 관찰 조사자 | 소 | 속 | 직 | 급 | 성 | | | 명 |
| | | | | | | | | |
| 관찰 조사시각 | | | | 시료채취 시 | 각 | | | |
| 관찰결과 | 색 | 도 | | | 탁 | 도 | | |
| | 조류발생 | | | | | | | |
| | 관찰의견 | | | | | | | |
| 조사결과 | 수 | 온 | ℃ | | pH | | | |
| | DO | mg/L | | 투 | | 명 | 도 | |
| | 탁 | 도 | NTU | | 남 | | 조 | |
| | 클로로필-a | mg/m ³ | | 우 | | 점 | 남 | |
| | 독 | 소 | μg/L | | 냄 | | 새 | 물 |
| | | | μg/L | | | | | 질 |
| 조사 | 의 | | | | | | | |
| 종합 | 의 | | | | | | | |
| 견 | | | | | | | | |

* 남조류 세포수는 유해남조류인 Anabaena, Aphanizomenon, Microcystis, Oscillatoria 속 세포수의 합으로 함

【붙임 4】

조류경보의 종류별 · 경보단계별 조치사항

가. 상수원 구간

| 단계 | 관계기관 | 조치사항 |
|----|---|---|
| 관심 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 1회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필-a) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 수면관리자 | 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시 |
| | 취수장·정수장 관리자 | 정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리) |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 1) 관심경보 발령 2) 주변오염원에 대한 지도·단속 |
| | 홍수통제소장, 한국수자원공사사장 | 댐, 보 여유량 확인·통보 |
| | 한국환경공단이사장 | 1) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 실시 2) 하천구간 조류 예방·제거에 관한 사항 지원 |
| 경계 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필-a, 냄새물질, 독소) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 수면관리자 (수면관리자) | 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시 |
| | 취수장·정수장 관리자 (취수장·정수장 관리자) | 1) 조류증식 수심 이하로 취수구 이동 2) 정수처리 강화(활성탄처리, 오존처리) 3) 정수의 독소분석 실시 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 1) 경계경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보 2) 주변오염원에 대한 단속 강화 3) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용, 가축 방목 등의 자제 권고 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) |
| | 홍수통제소장, 한국수자원공사사장 | 기상상황, 하천수문 등을 고려한 방류량 산정 |
| | 한국환경공단이사장 | 1) 환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원 2) 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원 3) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화 |

| 단계 | 관계 기관 | 조치사항 |
|---|---|--|
| 조류 대발생 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필- <i>a</i> , 냄새물질, 독소) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 수면관리자 | 1) 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시 2) 황토 등 조류제거물질 살포, 조류 제거선 등을 이용한 조류 제거 조치 실시 |
| | 취수장·정수장 관리자 | 1) 조류증식 수심 이하로 취수구 이동 2) 정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리) 3) 정수의 독소분석 실시 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 1) 조류대발생 경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보 2) 주변오염원에 대한 지속적인 단속 강화 3) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용, 가축 방목 등의 금지 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) |
| | 홍수통제소장, 한국수자원공사사장 | 댐, 보 방류량 조정 |
| | 한국환경공단이사장 | 1) 환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원 2) 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원 3) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화 |
| 해제 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 각종 경보 해제 및 대중매체 등을 통한 홍보 |
| 비고 1. 관계 기관간의 괄호는 시·도지사가 조류경보를 발령하는 경우의 관계 기관을 말한다. 2. 관계 기관은 위 표의 조치사항 외에도 현지 실정에 맞게 적절한 조치를 할 수 있다. 3. 조류경보를 발령하기 전이라도 수면관리자, 홍수통제소장 및 한국수자원공사사장 등 관계 기관의 장은 수온 상승 등으로 조류발생 가능성이 증가할 경우에는 일정 기간 방류량을 늘리는 등 조류에 따른 피해를 최소화하기 위한 방안을 마련하여 조치할 수 있다. | | |

나. 친수활동 구간

| 단계 | 관계 기관 | 조치사항 |
|---|---|---|
| 관심 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 1회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필- <i>a</i> , 냄새물질, 독소) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 1) 관심경보 발령 2) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용 등의 자제 권고 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) 3) 필요한 경우 조류제거물질 살포 등 조류 제거 조치 |
| 경계 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필- <i>a</i> , 냄새물질, 독소) 2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 1) 경계경보 발령 2) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용 등의 금지 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) 3) 필요한 경우 조류제거물질 살포 등 조류 제거 조치 |
| 해제 | 4대강 물환경연구소장 (시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보 |
| | 유역·지방 환경청장 (시·도지사) | 각종 경보 해제 및 대중매체 등을 통한 홍보 |
| <p>비고</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 관계 기관란의 괄호는 시·도지사가 조류경보를 발령하는 경우의 관계 기관을 말한다. 2. 관계 기관은 위 표의 조치사항 외에도 현지 실정에 맞게 적절한 조치를 할 수 있다. | | |

【붙임 5】

조류경보 발령(해제) 보고 · 통보

1. 발령단계 :

2. 발령(해제)일시 :

3. 지점명 :

4. 조사결과

가. 조사(시료채취) 일자 :

나. 조사결과

| | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|--|
| 지점명 | | | | | |
| 시료채취일자 | | | | | |
| 남조류세포수 (세포/mL) | | | | | |
| 조류경보 발령단계 | | | | | |

5. 조류발생 현황·원인 및 전망

<조류발생 현황·원인>

<향후전망>

6. 관계기관 협조사항

7. 기타 특이사항

2. 조류경보제 개선 주요내용

○ 그간 추진 경과

- '14. 3. 5 : “조류경보제 개선방향” 간부간담회 보고
 - ☞ 조류전문가 그룹의 전문적 검토를 통해 ‘조류경보제 개선방안’을 마련할 것
- '14. 3. 31 : “조류전문가 포럼” 운영계획 수립
 - ☞ 조류경보제 운영상 나타난 문제점에 대한 검토·연구를 바탕으로 객관적이고 효율적인 개선방안 마련
 - ☞ 포럼 구성 : 전문가 15명, 연구원 6명, 환경부·국립환경과학원 조류담당 등 총 35명
- '14. 4. 11 : 「조류관리제도 개선방안 연구」 계약 체결(4.11~12.31)
 - ☞ 조류전문가 포럼 운영을 통한 조류관리제도 개선방안 연구(한국물환경학회)
- '14. 5. 21 ~ : “조류전문가 포럼” 운영(5.21, 9.19, 11.7, 총 3회 개최)
 - ☞ 조류경보제 대상지역 확대, 경보지표 개선, 발령기준 조정, 발령용어 개선, 대국민 조치사항 추가 등 총 5개 개선과제 도출
- '14. 12. 5 : “조류경보제 개선방안 대국민 공청회” 개최
 - ☞ 공청회 결과 조류경보제 개선방향에는 대부분 동의하였으나, 대상지역 확대와 발령기준 조정과 관련하여 일부 의견 제기
 - ☞ 대상지역 4대강 본류 전체 확대(민간단체), 호소 주의보 기준 추가조정(1천 → 2천 세포/mL) 건의(한국수자원공사)
- '14. 12. 18 : “조류경보제 개선과제” 제출(한국물환경학회 → 환경부)
 - ☞ 대국민 공청회 결과를 검토·반영한 “조류경보제 개선 최종안” 제출
- '15. 3. 17 ~ 3. 26 : 시행령 개정안 관계부처 협의
- '15. 10. 28 ~ 11. 3 : 입법예고
 - ☞ 관계기관 회의결과를 반영하여 재입법예고 실시(1차 입법예고 : '15.4.1.~5.11.)
- '15. 10. 29 : 규제개혁위원회 규제심사
- '15. 11. 9 ~ 11. 23 : 법제처 심사
- '15. 12. 1 : 국무회의 상정·통과
- '15. 12. 10 : 시행령 개정 완료(시행일 : '16.1.1~)

○ 주요 개정내용

- 조류경보제 대상지역 확대

- ☞ (현황) 22개의 주요 상수원을 대상으로 조류경보제 시행
 - * 팔당호·대청호 등 17개소는 환경부장관이 경보 발령하고 있으며, 한강·공산지·춘천호 등 5개소는 자치단체장이 경보발령
- ☞ (개선안) 최근 하천구간에서 녹조현상이 지속적으로 발생하므로, 호소 이외에 상수원으로 이용되는 하천으로 확대 시행
 - * 하천 녹조는 먹는 물에 대한 불신과 심미적 불쾌감 유발 등 일상생활과 밀접하게 연관되어 있으므로 체계적인 관리·대응 필요
 - * 의암호와 4개 보(강천보, 칠곡보, 강정고령보, 창녕함안보) 구간 추가

- 경보지표 및 발령기준 개선

- ☞ (현황) 독소·냄새물질에 사전대응하기 위하여 유해남조류 세포수를 관리하고, 전체 조류 관리 목적으로 클로로필-*a* 농도도 함께 관리
 - * 남조류 세포수는 WHO 먹는물 수질권고기준(Microcystin-LR 1µg/L)을, 클로로필-*a* 농도는 정수처리 능력을 고려하여 설정하였으나,
 - * 지표 간 상관관계가 낮아 녹조 발생 시 효과적인 대응에 한계가 있으며, 국내 출현 남조류의 특성을 반영 하기에 미흡
- ☞ (개선안) 유해남조류 세포수로 지표를 단일화하고, 국내 출현 남조류의 특성을 고려하여 경보발령 기준을 조정(5천 세포/mL→1만 세포/mL)
 - * 남조류 세포수는 발령기준을 초과하였으나 클로로필-*a* 농도가 기준 이내이어서 주의보가 발령되지 않은 사례 발생('14년 낙동강 3개보 기준 12회)

〈 현행 및 개선안의 발령 기준 비교 〉

| 구 분 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m ³) | | 유해남조류 세포수 (세포/mL) | |
|------------|-------------------------------------|-----|--------------------|-----------|
| | 현 행 | 개선안 | 현 행 | 개선안 |
| 주의보 (→ 관심) | 15 | 삭 제 | 500 | 1,000 |
| 경보 (→ 경계) | 25 | | 5,000 | 10,000 |
| 대발생 | 100 | | 1,000,000 | 1,000,000 |

- 친수용 조류경보제 도입

- ☞ (현황) 현재 상수원 보호를 위하여 경보제를 운영하고 있으며, 친수활동 보호 목적의 조류경보제는 미시행
 - * 친수활동(낚시, 수상레저 등) 시 녹조로 인한 피해를 사전예방하기 위하여 상수원 이외의 구간에 대해서도 경보제 도입 필요
- ☞ (개선안) 친수용 구간 조류경보제를 도입·시행할 수 있도록 발령기준, 관계기관 조치 사항 등 관련 규정 마련
 - * 친수활동 시의 음용량*을 고려하여 상수원 구간의 기준보다 20배 완화 (2만 세포/mL)하여 관심단계 발령기준 설정
 - * 친수활동 시 인체에서 섭취하는 물의 양이 1일 음용량의 1/20 정도

- 기 타

- ☞ (용어) 현행 발령단계 용어(주의보, 경보)는 국민 불안을 과도하게 조성할 우려가 있어 조류발생 상황을 알려주는 용어(관심, 경계)로 변경
- ☞ (시행시기) '16. 1. 1일부터 시행

- 참고 1. 조류경보제 개선 총괄표
2. 조류경보제 대상 호소·하천 지정 고시

참고1 조류경보제 개선 총괄표

| 항 목 | | '15년 이전 | '16년 이후 |
|-----------------|-----|---|--|
| 대상 지역 | 상수 | - 22개 주요 호소 (팔당호, 대청호, 주암호, 충주호 등) | - 좌 동 |
| | | 〈추 가〉 | - 1개 호소(의암호 추가, '16년) - 4개 보(이천·해평·강정고령·칠서 추가, '16년) * '20년 지점명 변경(강천 → 이천, 칠곡 → 해평, 창녕함안→칠서) |
| | 친수 | 〈신 설〉 | - 환경부장관이 정하여 고시하는 하천·호소 |
| 경보지표 | | - 클로로필- <i>a</i> 농도 + 유해남조류 세포수 | - 유해남조류 세포수 |
| 단계별 발령기준 | 관심 | - 클로로필- <i>a</i> 15mg/m ³ + 유해남조류 세포수 500 세포/mL | - 유해남조류 세포수 1,000 세포/mL |
| | 경계 | - 클로로필- <i>a</i> 25mg/m ³ + 유해남조류 세포수 5,000 세포/mL | - 유해남조류 세포수 10,000 세포/mL |
| | 대발생 | - 클로로필- <i>a</i> 100mg/m ³ + 유해남조류 세포수 100만 세포/mL | - 유해남조류 세포수 100만 세포/mL |
| 친수용 발령기준 | 관심 | 〈신 설〉 | - 유해남조류 세포수 20,000 세포/mL |
| | 경계 | | - 유해남조류 세포수 100,000 세포/mL |
| 발령용어 | | - 조류주의보 → 조류경보 → 조류대발생 | - 관심 → 경계 → 조류대발생 |
| 친수구간 조치사항 보완 | | 〈신 설〉 | - (관심) 친수활동, 어패류 어획·식용 자제 권고 - (경계) 친수활동, 어패류 어획·식용 금지 |

참고2 조류경보제 대상 하천·호소 지정 고시

환경부고시 제2020-98호

조류경보제 대상 호소·하천 지정

1. 상수원 구간

| 호소·하천명 | 소재지 | 경보발령기관 |
|---------------|-------------------------------------|----------|
| 팔 당 호 | 경기도 남양주시·양평군 | 한강유역환경청 |
| 의 암 호 | 강원도 춘천시 | 원주지방환경청 |
| 충 주 호 | 충청북도 충주시·제천시 | 원주지방환경청 |
| 횡 성 호 | 강원도 횡성군 | 원주지방환경청 |
| 광 교 지 | 경기도 수원시 장안구 | 경 기 도 |
| 춘 천 호 | 강원도 춘천시 | 강 원 도 |
| 덕 동 호 | 경상북도 경주시 | 대구지방환경청 |
| 영 천 호 | 경상북도 영천시 | 대구지방환경청 |
| 안 계 호 | 경상북도 경주시 | 대구지방환경청 |
| 운 문 호 | 경상북도 청도군 | 대구지방환경청 |
| 진 양 호 | 경상남도 진주시 | 낙동강유역환경청 |
| 공 산 지 | 대구광역시 동구 | 대구광역시 |
| 진 전 지 | 경상북도 포항시 남구 | 경상북도 |
| 사 연 호 | 울산광역시 울주군 | 낙동강유역환경청 |
| 회 야 호 | 울산광역시 울주군 | 낙동강유역환경청 |
| 대 청 호 | 충청북도 청주시·보은군, 대전광역시 | 금강유역환경청 |
| 보 령 호 | 충청남도 보령시 | 금강유역환경청 |
| 용 담 호 | 전라북도 진안군 | 전북지방환경청 |
| 주 압 호 | 전라남도 순천시 | 영산강유역환경청 |
| 탐 진 호 | 전라남도 장흥군 | 영산강유역환경청 |
| 동 복 호 | 전라남도 화순군 | 영산강유역환경청 |
| 옥 정 호 | 전라북도 정읍시 | 전북지방환경청 |
| 한강(강동대교~잠실대교) | 서울특별시 강동구·광진구·송파구, 경기도 남양주시, 하남시 | 서울특별시 |
| 한강(이천) | 경기도 여주시 | 한강유역환경청 |
| 낙동강(해평) | 경상북도 구미시 | 대구지방환경청 |
| 낙동강(강정·고령) | 대구광역시 달성군 | 대구지방환경청 |
| 낙동강(칠서) | 경상남도 창원군 | 낙동강유역환경청 |
| 낙동강(물금·매리) | 경상남도 김해시 | 낙동강유역환경청 |

2. 친수활동 구간

| 호소·하천명 | 소재지 | 경보발령기관 |
|---------------|-------------------|--------|
| 한강(잠실대교~행주대교) | 서울특별시 송파구~경기도 고양시 | 서울특별시 |

3. 관찰지점(경보 미발령)

| 호소·하천명 | 소재지 | 경보발령기관 |
|------------|-----------|----------|
| 한강(강천보) | 경기도 여주시 | 한강유역환경청 |
| 한강(여주보) | 경기도 여주시 | 한강유역환경청 |
| 한강(이포보) | 경기도 여주시 | 한강유역환경청 |
| 낙동강(상주보) | 경상북도 상주시 | 대구지방환경청 |
| 낙동강(낙단보) | 경상북도 상주시 | 대구지방환경청 |
| 낙동강(구미보) | 경상북도 구미시 | 대구지방환경청 |
| 낙동강(칠곡보) | 경상북도 칠곡군 | 대구지방환경청 |
| 낙동강(강정고령보) | 대구광역시 달성군 | 대구지방환경청 |
| 낙동강(달성보) | 대구광역시 달성군 | 대구지방환경청 |
| 낙동강(합천창녕보) | 경상남도 합천군 | 낙동강유역환경청 |
| 낙동강(창녕함안보) | 경상남도 함안군 | 낙동강유역환경청 |
| 금강(세종보) | 세종특별자치시 | 금강유역환경청 |
| 금강(공주보) | 충청남도 공주시 | 금강유역환경청 |
| 금강(백제보) | 충청남도 부여군 | 금강유역환경청 |
| 영산강(승촌보) | 전라남도 나주시 | 영산강유역환경청 |
| 영산강(죽산보) | 전라남도 나주시 | 영산강유역환경청 |

부 칙

이 고시는 발령한 날부터 시행한다. 다만, 제1호 중 낙동강(물금·매리) 지점은 2021년 5월 1일부터 시행한다.

조류경보제 대상 호소 하천 지정 고시 제·개정 경과

- 2015.12 제정(제2015-246호): 하천 호소 28개소
- 2018.01 일부개정(제2018-6호): 남강호 → 진양호 조사지점명 변경
- 2020.05 일부개정(제2020-98호): 하천 호소 29개소
- * 물금·매리 지점: 시범운영('20.5.~) 및 정식운영('21.5~), 관찰지점: 보 16개 지점

3. 수질 · 녹조 대비 댐-보-저수지 최적 연계운영

○ 개요

- (목적) 수질악화, 녹조발생 대응을 위해 ‘환경대응용수’를 도입하고 치수, 가뭄, 환경 등을 고려한 댐-보-저수지 최적 연계운영 기준을 마련
- (관련근거) 「하천법」 제14조에 따라 제정된 「댐과 보 등의 연계운영규정」 제8조(하천수질 개선을 위한 저수량 활용), 제9조(연계운영계획의 수립), 제14조(비상방류)
- (대상시설) 「댐과 보 등의 연계운영규정」 제3조에 따른 댐, 보, 독높임 농업용저수지 등 [별표 1]의 연계운영 대상시설 총 194개 중 수질녹조 대비를 위한 환경대응용수를 확보한 79개 시설(다목적댐 10, 수력발전댐 7, 다기능보 16, 독높임 저수지 46개)
 ※ 수력발전댐도 포함하여 운영하되 구체적인 사항은 수계별 협의회에서 결정

〈 연계운영 대상시설 현황(개소) 〉

| 구분 | 다목적댐 | 수력발전댐 | 다기능보 | 독높임 농업용저수지 ¹⁾ | 물사용시설 ²⁾ | 기타 ³⁾ |
|-----|------|-------|------|--------------------------|---|------------------|
| 합계 | 30 | 7 | 16 | 129 | 생활 5천톤/일 공업 1천톤/일 농업 8천톤/일 이상 취수시설 | 12 |
| 한강 | 4 | 6 | 3 | 13 | | 3 |
| 안성천 | - | - | - | 5 | | 1 |
| 낙동강 | 12 | - | 8 | 34 | | 1 |
| 형산강 | - | - | - | 2 | | - |
| 태화강 | 3 | - | - | - | | - |
| 금강 | 3 | - | 3 | 38 | | 1 |
| 삼교천 | - | - | - | 5 | | 2 |
| 영산강 | 1 | - | 2 | 14 | | 4 |
| 섬진강 | 5 | 1 | - | 10 | | - |
| 탐진강 | 1 | - | - | - | | - |
| 만경강 | - | - | - | 5 | | - |
| 동진강 | 1 | - | - | 3 | | - |

주 1) 5백만톤 이상

2) 물사용시설은 「하천법」에 따른 보고대상 시설로 하되 수계특성을 고려하여 수계별 협의회에서 조정할 수 있음

3) 기타 시설 중 홍수조절지 및 저류지는 홍수기 운영시에만 연계 운영의 대상으로 포함

〈수질·녹조대응 연계운영 대상시설 현황(개소)〉

| 수계(79) | 다목적댐(10) | 수력발전댐(7) | 보(16) | 독높임 농업용저수지 (46) |
|--------|----------|----------|-------|-----------------|
| 총계 | 10 | 7 | 16 | 46 |
| 한강 | 2 | 6 | 3 | 4 |
| 낙동강 | 6 | - | 8 | 18 |
| 금강 | 1 | - | 3 | 12 |
| 영산강 | - | - | 2 | 12 |
| 섬진강 | 1 | 1 | - | - |

〈수질·녹조대응 연계운영 대상시설 세부현황〉

| 수계 | 다목적댐 | 수력발전댐 | 보 | 독높임 농업용저수지 |
|-----|---|------------------------------------|---|--|
| 한강 | 소양강댐, 충주댐(조정지댐 포함) | 화천댐, 춘천댐, 의암댐, 청평댐, 괴산댐, 팔당댐 | 강천보, 여주보, 이포보 | 반계, 대평, 좌운, 궁촌 |
| 낙동강 | 안동댐, 임하댐, 합천댐, 군위댐, 김천부항댐, 성덕댐 | - | 상주보, 낙단보, 구미보, 칠곡보, 강정고령보, 달성보, 합천창녕보, 창녕함안보 | 가음, 옥연, 만운, 금봉2, 오태, 삼가, 덕곡, 봉학, 죽전, 단산, 지평, 송림, 임고, 옥성, 창평, 운암, 서암, 금봉1 |
| 금강 | 대청댐 | - | 세종보, 공주보, 백제보 | 도림, 용연, 영천(한천), 백곡, 맹동, 용암, 광혜, 방동, 삼기, 중흥, 정안, 한계 |
| 영산강 | - | - | 승촌보, 죽산보 | 나주호, 장성호, 담양호, 광주호, 백용, 함동(수양), 장치, 금전, 만봉, 왕동, 유당, 입석 |
| 섬진강 | 주암댐 | 보성강댐 | - | - |

● 주요내용

- 부족분 공급방식 확대
 - * 홍수기에 한하여 적용했던 댐의 부족분 공급방식(하류 기준지점 유량이 일정량 이상이면 방류량을 줄여서 공급)을 연중 적용하고 독높임 저수지에도 적용
 - ※ (독높임 저수지) 기준 갈수량 이상 유하시 비출하는 부족분 공급방식으로 변경
- 보 수위의 탄력 운영
 - * 보 수위의 활용 범위를 기존 어도제약, 양수제약 수위에서 지하수 제약수위(하천 수위가 낮아질 경우 주변 지하수 관정의 양수에 지장을 초래하지 않는 수위)까지 확대
- 수질· 녹조 대비 운영
 - * '16년 댐-보-저수지 최적 연계운명을 통해 확보된 이수용량 중 특정시점의 수질개선에 활용 가능한 환경대응용수(수문, 기상상황에 따라 변동) 개념을 도입
 - ※ 기존에는 녹조 발생 후 댐 여유량 등을 활용하여 대응
 - * '17년부터 댐-보-저수지 최적 연계운영 방안'을 연중 적용하고 있으며 환경대응용수(연계운명을 통해 확보되는 특정시점의 수질개선에 활용 가능한 용수)를 수질·녹조 대응에 활용

〈댐-보-저수지 연계운영 운영여건 변화〉

| 구 분 | | 2016년 | 2017년 | 2019년 |
|----------|-----------------------|------------------------------|---|------------------------|
| 운영 기준 | 댐· 저수지 | 부족분 공급방식 | 부족분 공급방식 | 부족분 공급방식 |
| | | 홍수기 운영 | 연중 상시 운영 | 연중 상시 운영 |
| | 보 | 관리수위 → 어도제약수위 → 양수제약수위 | 관리수위 → 어도 제약수위 → 양수 제약수위 → 지하수 제약수위 | 일부 보 개방 (금강, 영산강 등) |
| 운영절차 | 관계기관 합동으로 녹조·수질악화에 대응 | | 수질관리협의회와 연계하여 절차 간소화 | |
| 적 용 댐 | 15일 간격 | 15일 간격 | 1일 간격 | |
| 적용시기 | 6~7월 시범운영 | 연중 운영(4월~) | 연중 운영 | |

○ 시설별 운영기준

댐

- 4대강 수계 10개 댐의 하천유지용수, 농업용수 공급 방식을 일정량 공급 방식에서 부족분 공급 방식으로 변경하여 추가수량을 확보
- 댐 하류 기준지점의 유량이 일정량(평수량 + 농업·하천유지 용수)이상일 경우에 농업·하천유지용수를 감량 공급하고 그 양을 비축는 부족분 공급방식을 연중 적용

〈부족분 공급방식 적용 댐 확대 현황〉

| 구 분 | 2014년 | 2015년 | 2016년 | 2017년 |
|-------|------------|--------|--------------------|------------------|
| 수 계 | 낙동강 | 한강 | 한강, 낙동강, 금강, 섬진강 | 한강, 낙동강, 금강, 섬진강 |
| 적 용 댐 | 안동, 임하, 합천 | 소양, 충주 | 군위, 부항, 성덕, 대청, 주암 | '16년까지 적용대상 댐 |
| 적용시기 | 홍수기 | 홍수기 | 홍수기 | 연중 |
| 대상용수 | 하천유지 | 하천유지 | 하천유지, 농업 | 하천유지, 농업 |

독높임 저수지

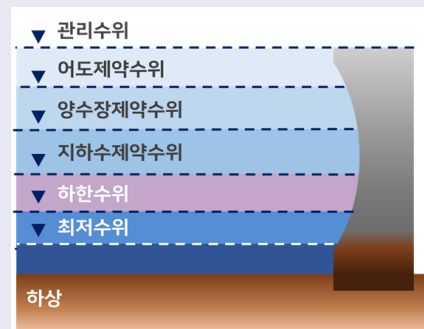
- 저수지에서 방류한 하천유지용수가 하천을 통해 보 구간으로 직접 유입되는 독높임 저수지 46개소에 하천유지용수 방류방식을 변경하여 추가수량 확보
- 기존에는 시기별 방류량 조정방식을 적용하여 갈수시에는 평갈수량, 평상시에는 기준갈수량으로 방류하고 그 외 수량은 비축하여 필요시에 활용
- 2017년부터는 신규 산정된 기준갈수량을 상시 방류하고 나머지 수량은 비축하는 부족분 공급방식으로 개선

보

- 녹조와 수질개선을 위해 보 수위의 활용범위를 관리수위에서 '16년 어도제약·양수제약 수위, '17년 보 인근 지하수 이용에 지장에 없는 지하수 제약수위까지 확대
- ※ 관리수위 → 어도 제약수위 → 양수 제약수위 → 지하수 제약수위
- 보 수위 저하기간은 어도, 취·양수장, 지하수 등에 대한 영향을 감안하여 보별로 탄력적으로 운영하고 시설관리자는 제약사항에 대한 조치 시행
 - * (어도) 수위저하로 어도 기능 중단 시 어도 내 고립어류에 대한 대책방안 마련
 - * (보 시설물 점검) 소수력 및 시설물 사전 점검을 실시
 - * (지하수) 보 수위를 낮추어 운영할 경우 지하수위 영향범위, 거동 특성 등에 대한 지속적인 모니터링 시행
 - * (어업) 보 수위저하 시 내수면 어업인에게 운영계획 사전 통보 및 협의
 - * (친수시설) 수위저하로 인해 운영이 곤란할 것으로 예상되는 유람선, 수상레저시설 등의 관리자에게 운영계획 사전 통보 및 협의

Check Point 보 수위 정의

- ❖ 관리수위 : 보의 효율적인 운영을 위하여 설정한 고정보 상단의 수위
- ❖ 어도제약수위 : 어도 운영에 영향을 주지 않는 수위
- ❖ 양수장제약수위 : 농업용 양수장 취수에 영향을 주지 않는 수위
- ❖ 지하수 제약수위 : 주변 지하수에 영향을 주지 않는 수위
- ❖ 하한수위 : 먹는 물 취수시설에 지장을 초래하지 않는 수위
- ❖ 최저수위 : 수문을 완전히 개방했을 때의 수위



〈4대강 다기능보 제약수위〉

(단위 : EL.m)

| 구분 | 한강 | | | 금강 | | | 영산강 | |
|-------|--------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | 강천 | 여주 | 이포 | 세종 | 공주 | 백제 | 승촌 | 죽산 |
| 상한수위 | 38.5 | 33.5 | 28.5 | 12.3 | 9.25 | 4.7 | 8.0 | 4.0 |
| 관리수위 | 38.0 | 33.0 | 28.0 | 11.8 | 8.75 | 4.2 | 7.5 | 3.5 |
| 하한수위 | 35.2 | 31.7 | 25.3 | 8.2 | 2.6 | 1.0 | 2.5 | 1.5 |
| 갈 수 위 | 33.7 | 31.5 | 25.0 | 9.6 | 3.3 | 1.0 | 3.0 | -1.4 |
| 어도월류언 | 37.3 | 32.4 | 27.6 | 11.4 | 8.6 | 3.75 | 7.1 | 2.8 |
| 제약수위 | 양·취 수장 (굴암) | 31.8 (대신) | 25.6 (능서1) | 10.8 (양화) | 8.5 (원봉外) | 3.5 (이인) | 6.0 (서창外) | 2.0 (LG) |
| | 어도 | 37.5 | 32.7 | 27.8 | 11.5 | 8.7 | 4.0 | 2.9 |
| 구분 | 낙동강 | | | | | | | |
| | 상주 | 낙단 | 구미 | 칠곡 | 강정고령 | 달성 | 합천창녕 | 창녕함안 |
| 상한수위 | 47.5 | 40.5 | 33.0 | 26.0 | 20.0 | 14.5 | 11.0 | 5.5 |
| 관리수위 | 47.0 | 40.0 | 32.5 | 25.5 | 19.5 | 14.0 | 10.5 | 5.0 |
| 하한수위 | 43.6 | 37.4 | 22.6 | 24.5 | 14.9 | 6.6 | 2.3 | 1.5 |
| 갈 수 위 | 40.8 | 33.8 | 27.3 | 17.1 | 12.3 | 7.6 | 5.4 | 0.6 |
| 어도월류언 | 46.5 | 39.23 | 31.6 | 25.0 | 18.8 | 13.5 | 9.8 | 4.0 |
| 제약수위 | 양·취 수장 (회상外) | 39.0 (삼덕) | 31.5 (구봉外) | 25.0 (해평) | 18.80 (칠곡) | 11.4 (화원) | 7.5 (자모) | 4.4 (유어外) |
| | 어도 | 46.6 | 39.5 | 31.7 | 25.1 | 19.0 | 13.7 | 4.4 |

○ 수질·녹조 대비 운영

- 운영방안

- * 과거 수질상황을 분석하여 수질악화가 예상되는 시기를 수질대응기간으로 설정하고 기간별 추가수량을 확보하여 적극 대응
- * 수질대응기간은 조류경보제 ‘관심’ 이상 단계 발령이 예상되는 기간으로 설정하되 구체적인 대응기간은 수계별 협의회에서 당해연도의 기상·수문상황 등을 고려하여 각 수계별로 설정하도록 함
- * 수질관리기관(환경부)은 수질 모니터링과 예측 결과에 따라 필요 시 환경대응용수 방류를 시설관리기관(환경부, 농림축산식품부)에 요청
- * 시설관리기관 및 시설관리자(한국수자원공사, 한국농어촌공사)는 환경대응용수 방류 여부를 검토하고 방류계획을 수립하여 수계 협의회 의결을 거쳐 시행
- * 수문·수질상황 및 환경대응용수 확보량에 따라 수질예측을 통해 방류 방법(펄스, 플러싱 등) 및 방류량, 보·담수방안 등을 결정

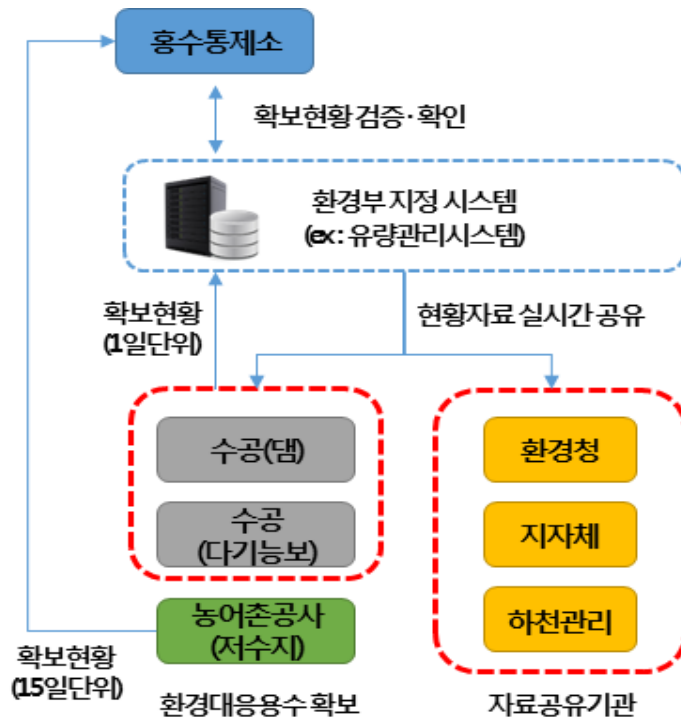
- 제한사항

- * 댐 시설관리자는 환경대응용수 공급보다 가뭄 및 홍수에 대비한 운영을 우선 고려하여 운영하고, 저수지는 홍수기에 홍수조절을 위해 일정 저수율(70%) 이하로 운영
- * 댐은 가뭄대비를 위해 ‘댐 용수부족 대비 용수공급 조정기준’의 ‘관심’ 단계 저수량 이상으로 유지 가능할 경우에만 환경대응용수를 공급
- ※ 가뭄시 용수감량 순위 : 환경대응용수 → 하천유지용수 → 농업용수 → 생활·공업용수
- * 댐의 홍수대응을 위해 방류를 실시할 경우 방류량에 환경대응용수를 우선 포함하여 이수용량 확보에 지장이 없도록 운영

○ 환경대응용수 실시간 공유체계

- '19년 환경대응용수 즉시 활용을 위해 확보 수량 공유주기를 15일에서 1일로 단축
- * 각 댐의 환경대응용수 확보량과 향후 7일간(매주 월요일)의 확보 전망을 제시하고 필요시 즉시 수질 모델링·분석에 활용
- 환경대응용수의 즉시 활용이 곤란한 농업용 저수지는 현행 공유체계를 유지하되, 문서발송을 통한 자료공유 방식은 간소화

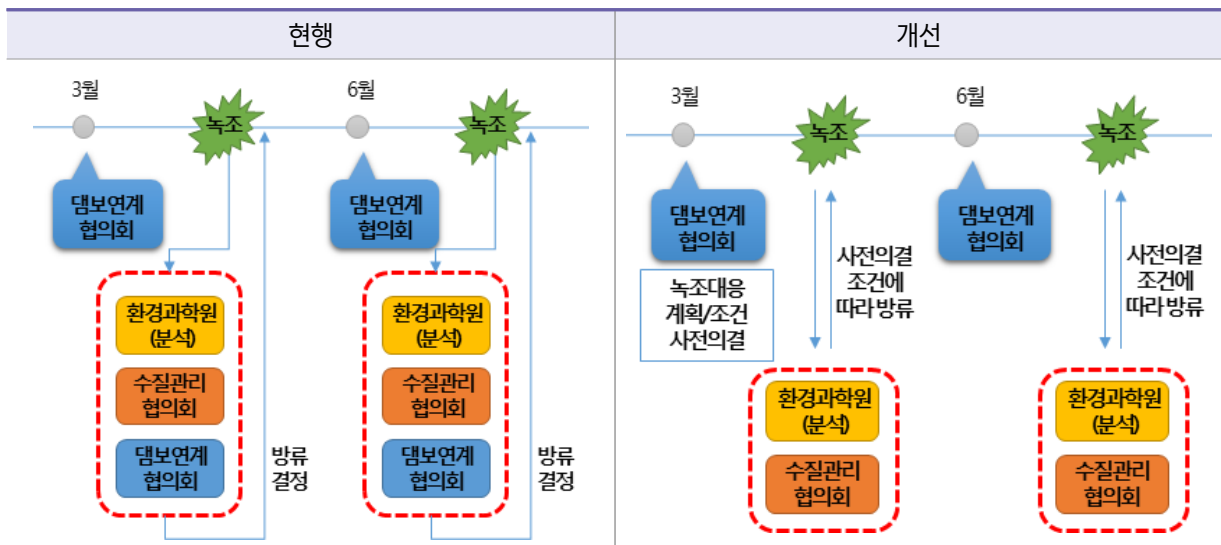
〈자료공유 절차 간소화 개념도〉



○ 수계별 댐·보 연계운영협의회 절차 간소화

- 환경대응용수 활용을 위한 절차로서 댐·보 등의 연계운영 협의회 운영절차를 개선하여 대응용수 활용의 적시성 확보
- * 기존 절차는 수질관리협의회와 댐·보 연계운영협의회의 이원화된 운영체제로 인해 수질관리협의회 개최부터 방류까지 최소 8일 이상 소요되어 녹조·수질사고 대응을 위한 적시성 확보가 어려워 '19년 심의기간 단축 및 운영절차를 개선
 - ※ (예시) 조류경보 '경계' 단계 발령 → 수질관리협의회 개최(환경청, 1일) → 수질예측모델링(국립환경과학원, 3일) → 댐·보 연계운영협의회 심의(홍수통제소, 3일) → 댐·보 등 방류 전 주민 통보 필요(한국수자원공사, 1일) → 댐·보 등 방류 → 수질모니터링(환경청 등)
- 분기별 댐·보 연계운영협의회 개최 시, 수질·녹조 대응 운영방향 등을 사전 설정하고 의결하여 정책결정기간을 단축(3일 이내)
- * 수계별 댐·보 연계운영 회의시 환경대응용수 확보 및 활용 조건, 녹조대응을 위한 연계운영계획 등을 사전에 의결하고 녹조발생시기에 수질관리협의회 요청 시 방류
- * 수질관리협의회의 요청 시 사전에 의결된 계획에 따라 홍수통제소 주관으로 댐·보의 방류 등을 시행, 국립환경과학원은 수질개선 방안, 개선효과 등의 분석결과를 제공

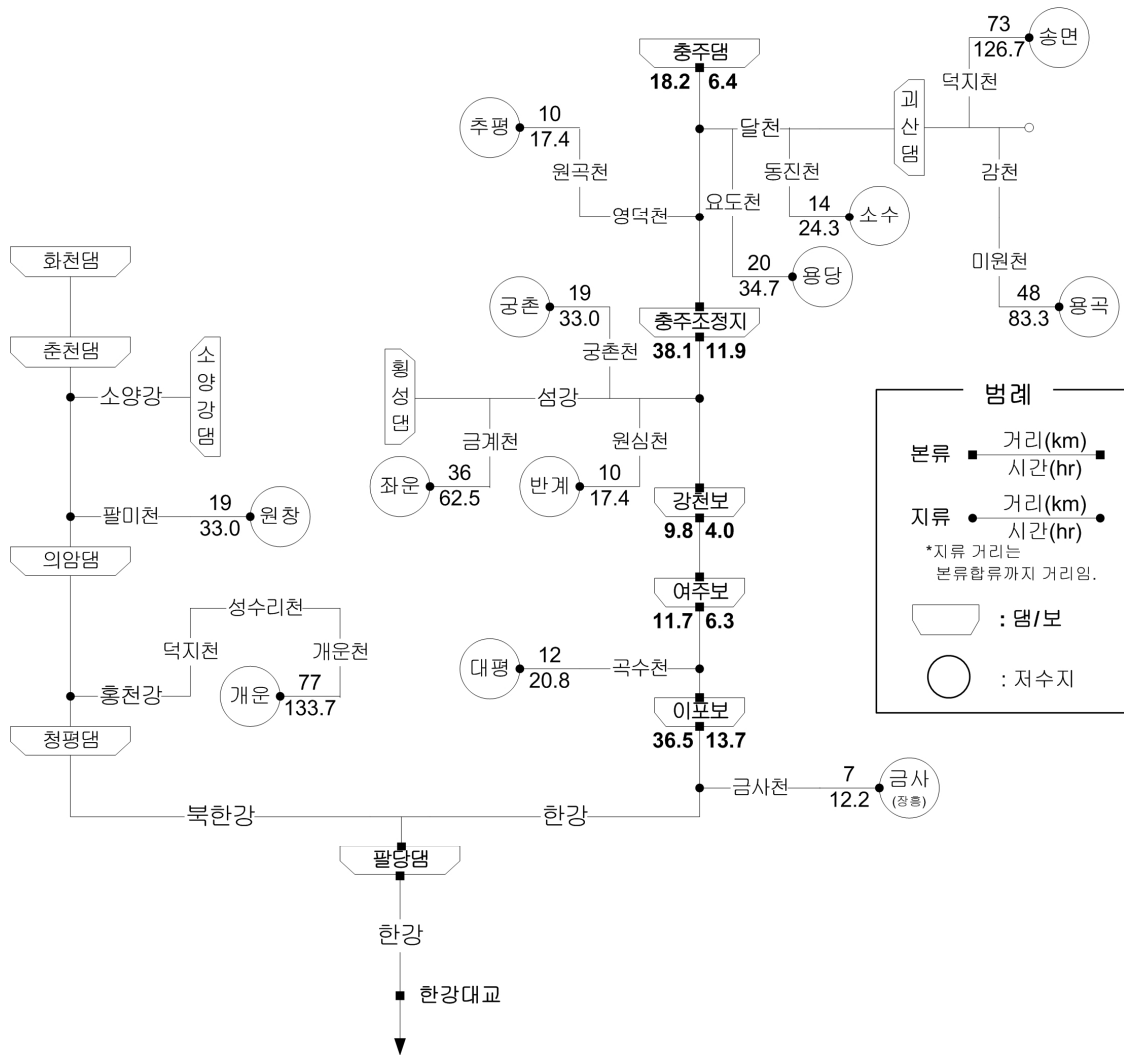
〈댐·보 연계운영 절차 간소화 개념도〉



참고1 수계별 주요 지점별 도달시간

- ❖ 본류구간은 500m³/s 유량에 대한 본류구간 주요지점 도달시간에 대해 도시하였으며, 표는 유량규모별 주요지점별 도달시간을 나타내었음.
- ❖ 독농임 농업용저수지는 해당저수지에서 본류까지의 도달시간을 도시하였으며, 대표하천을 선정하여 유형별 평균유속을 검토하여 일괄적으로 계산하였음.
- ❖ 주요지점별 도달시간은 개략적인 상황을 알기 위해 산정한 것으로 실제와는 다소 차이가 있을 수 있음.

○ 한강수계



[한강수계 댐-보-저수지 도달시간 모식도]

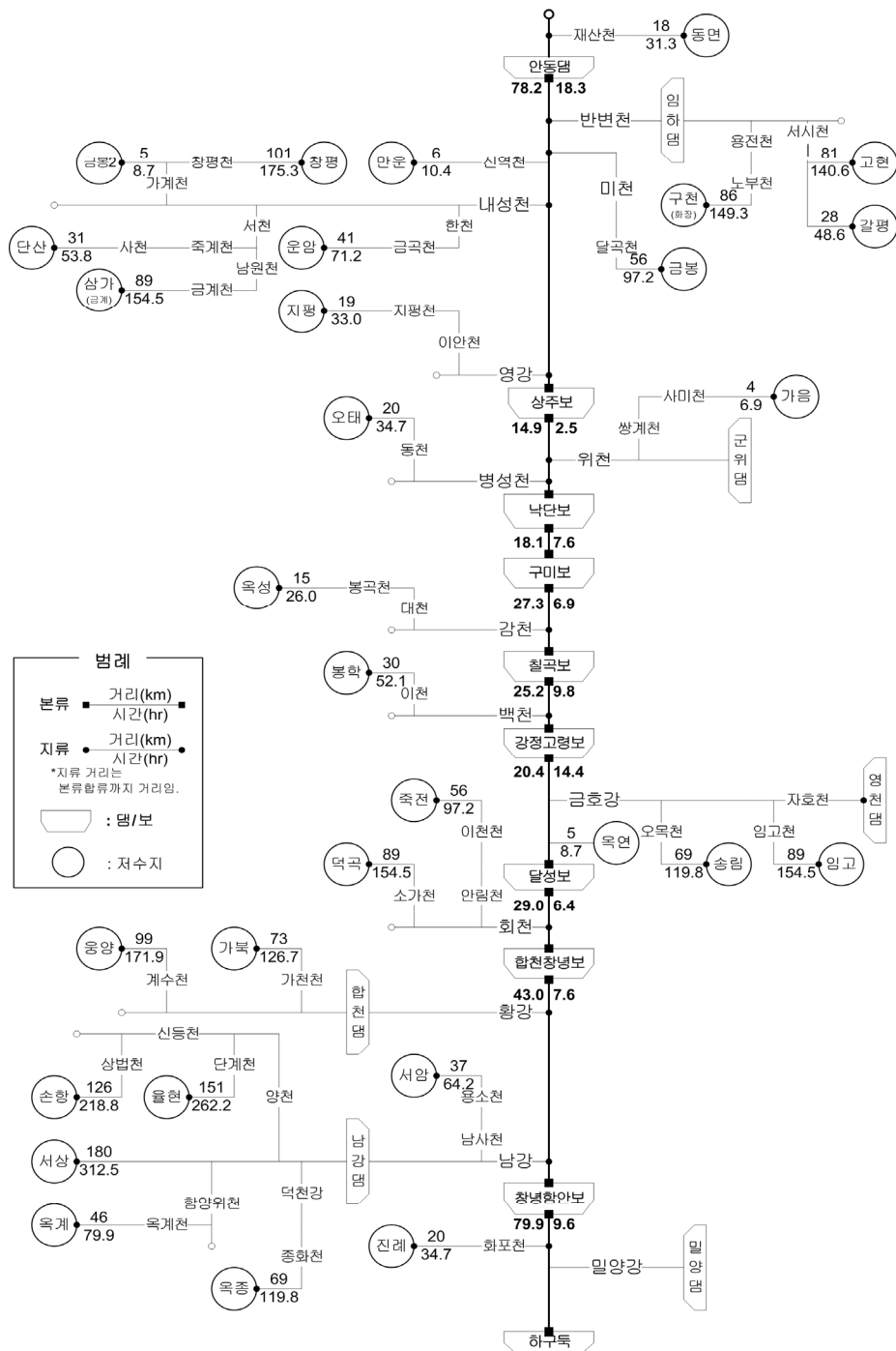
〈한강수계 주요댐 방류량에 따른 지점별 도달시간〉

| 구간 | 주요지점 | 거리[km] | | 방류량[m ³ /s] | | | | | | | | | |
|------|------|--------|-------|------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 구간 | 누가 | 100 | 250 | 500 | 750 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 5,500 | 7,500 | 9,500 |
| 팔당댐 | 한강대교 | 36.3 | 36.3 | - | - | - | - | 7.5 | 6.6 | 6.1 | 5.3 | 4.8 | 4.5 |
| | 목계 | 23.2 | 23.2 | 22.6 | 12.1 | 8.1 | 7.5 | 7.4 | 6.6 | 6.1 | 5.4 | 5.0 | 4.7 |
| 충주댐 | 강천 | 25.8 | 49.0 | 36.2 | 24.5 | 15.2 | 12.7 | 10.0 | 9.1 | 8.6 | 7.9 | 7.5 | 7.2 |
| | 우만 | 4.7 | 53.7 | 40.4 | 24.2 | 17.2 | 14.4 | 11.2 | 10.1 | 9.5 | 8.6 | 8.1 | 7.8 |
| | 강천보 | 2.6 | 56.3 | 43.7 | 25.9 | 18.3 | 15.2 | 11.9 | 10.8 | 10.1 | 9.0 | 8.5 | 8.1 |
| | 여주 | 4.7 | 61.0 | 47.4 | 28.2 | 20.0 | 16.6 | 12.7 | 11.4 | 10.7 | 9.7 | 9.1 | 8.7 |
| | 여주보 | 5.1 | 66.1 | 53.0 | 31.7 | 22.3 | 18.4 | 13.6 | 12.2 | 11.5 | 10.3 | 9.7 | 9.2 |
| | 이포보 | 11.7 | 77.8 | 74.9 | 42.0 | 28.6 | 23.4 | 14.9 | 13.5 | 12.6 | 11.3 | 10.7 | 10.2 |
| | 팔당댐 | 36.5 | 114.3 | 142.6 | 69.2 | 42.3 | 32.6 | 18.0 | 16.5 | 15.7 | 14.4 | 13.7 | 13.2 |
| | 한강대교 | 36.3 | 150.6 | - | - | - | - | 25.5 | 23.1 | 21.7 | 19.6 | 18.5 | 17.7 |
| 화천댐 | 춘천댐 | 33.9 | 33.9 | - | - | - | - | 3.1 | 2.7 | 2.5 | 2.2 | 2.0 | 1.9 |
| | 의암댐 | 18.7 | 52.6 | - | - | - | - | 5.7 | 5.0 | 4.6 | 4.1 | 3.8 | 3.5 |
| | 청평댐 | 44.7 | 97.3 | - | - | - | - | 11.8 | 10.5 | 9.6 | 8.7 | 8.0 | 7.4 |
| | 팔당댐 | 24.5 | 121.8 | - | - | - | - | 16.5 | 14.5 | 13.3 | 11.9 | 11.0 | 10.2 |
| | 한강대교 | 36.3 | 158.1 | - | - | - | - | 24.0 | 21.1 | 19.4 | 17.2 | 15.8 | 14.8 |
| 소양강댐 | 의암댐 | 21.6 | 21.6 | - | - | - | - | 2.0 | 1.7 | 1.6 | 1.4 | - | - |
| | 청평댐 | 44.7 | 66.3 | - | - | - | - | 8.1 | 7.2 | 6.6 | 6.0 | - | - |
| | 팔당댐 | 24.5 | 90.8 | - | - | - | - | 12.8 | 11.2 | 10.3 | 9.2 | - | - |
| | 한강대교 | 36.3 | 127.1 | - | - | - | - | 20.3 | 17.8 | 16.4 | 14.5 | - | - |

〈한강수계 독농임 농업용저수지방류에 따른 본류까지 도달거리〉

| 수계 | 지구명 | 도명 | 시/군 | 본류까지 거리(km) | 평수기(시간) | 홍수기(시간) |
|----|-----|----|-----|-------------|---------|---------|
| 한강 | 금사 | 경기 | 여주 | 7 | 12.2 | 4.6 |
| 한강 | 대평 | 경기 | 양평 | 12 | 20.8 | 7.9 |
| 한강 | 반계 | 강원 | 원주 | 10 | 17.4 | 6.6 |
| 한강 | 원창 | 강원 | 춘천 | 19 | 33.0 | 12.6 |
| 한강 | 공촌 | 강원 | 원주 | 19 | 33.0 | 12.6 |
| 한강 | 개운 | 강원 | 홍천 | 77 | 133.7 | 50.9 |
| 한강 | 추평 | 충북 | 충주 | 10 | 17.4 | 6.6 |
| 한강 | 송면 | 충북 | 괴산 | 73 | 126.7 | 48.3 |
| 한강 | 용당 | 충북 | 충주 | 20 | 34.7 | 13.2 |
| 한강 | 좌운 | 강원 | 홍천 | 36 | 62.5 | 23.8 |
| 한강 | 소수 | 충북 | 괴산 | 14 | 24.3 | 9.3 |
| 한강 | 용곡 | 충북 | 청원 | 48 | 83.3 | 31.7 |

○ 낙동강수계



[낙동강수계 도달시간 모식도]

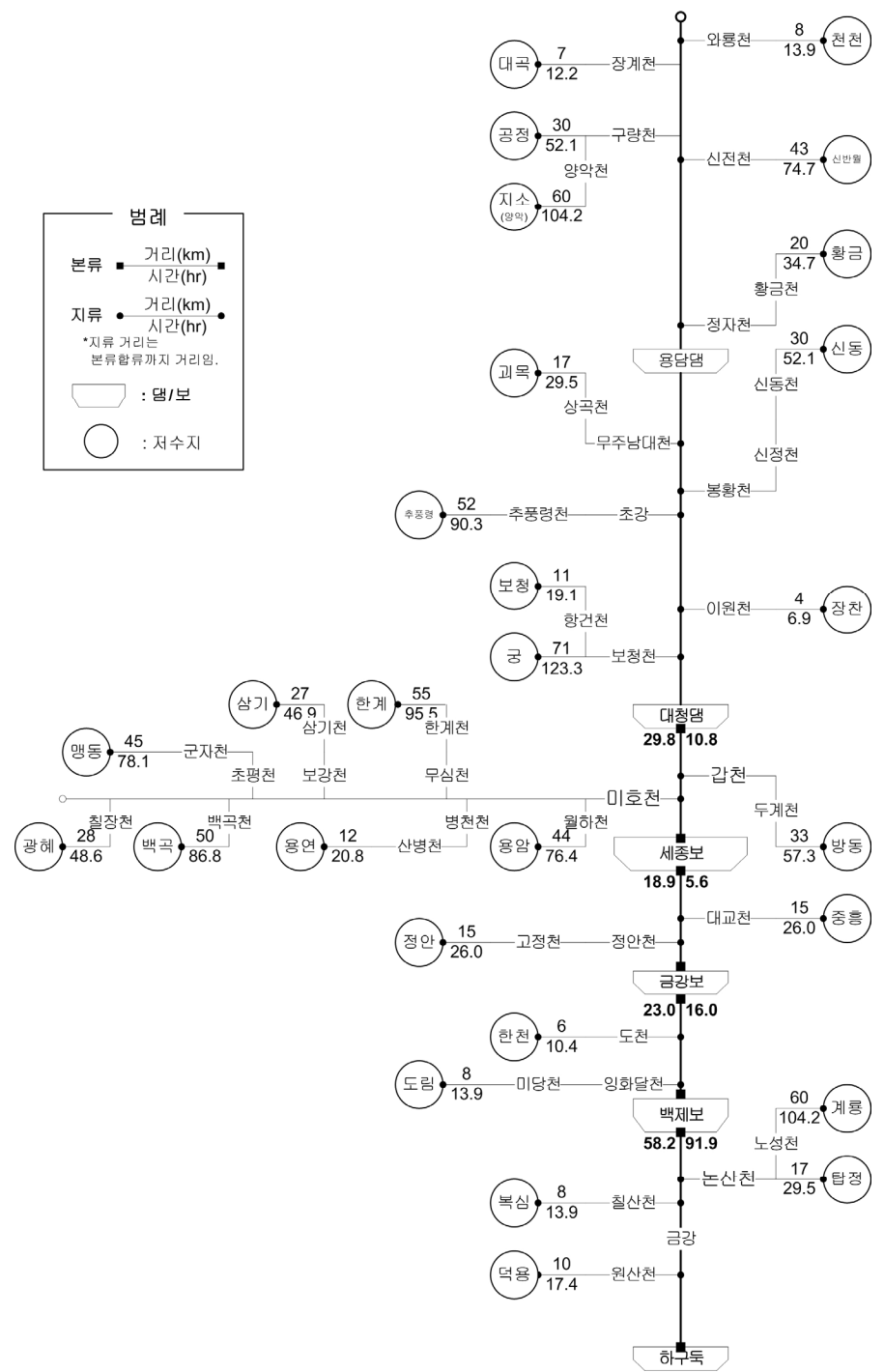
〈낙동강수계 주요댐 방류량에 따른 지점별 도달시간〉

| 구간 | 주요지점 | 거리[km] | | 안동댐 방류량/금호강 유입량[m ³ /s] | | | | | | | |
|-------------|--------|--------|-------|------------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | 구간 | 누가 | 100 | 200 | 500 | 750 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,500 |
| 안동댐 | 달지 | 59.7 | 59.7 | 26.5 | 19.2 | 14.9 | 12.8 | 12.7 | 10.5 | 9.3 | 8.0 |
| | 상주보 | 18.5 | 78.2 | 34.7 | 24.8 | 18.3 | 16.6 | 15.7 | 13.0 | 11.5 | 9.9 |
| | 낙단보 | 14.9 | 93.1 | 41.1 | 29.3 | 20.8 | 19.6 | 18.1 | 15.4 | 13.8 | 12.2 |
| | 구미보 | 18.1 | 111.2 | 50.7 | 36.2 | 28.4 | 24.4 | 24.3 | 20.2 | 17.8 | 15.4 |
| | 구미 | 15.8 | 127.0 | 59.8 | 42.6 | 31.6 | 30.7 | 29.6 | 27.7 | 26.6 | 25.4 |
| | 칠곡보 | 11.5 | 138.5 | 67.1 | 47.8 | 35.3 | 34.4 | 33.1 | 30.9 | 29.7 | 28.4 |
| | 왜관 | 2.3 | 140.8 | 68.1 | 48.5 | 40.5 | 38.8 | 37.5 | 34.6 | 32.9 | 31.1 |
| | 강정고령보 | 22.9 | 163.7 | 85.1 | 60.7 | 45.1 | 43.8 | 41.4 | 37.7 | 35.6 | 33.4 |
| | 고령교 | 16.9 | 180.6 | 97.8 | 68.9 | 57.4 | 54.2 | 50.6 | 43.8 | 39.9 | 35.9 |
| | 달성보 | 3.5 | 184.1 | 103.4 | 71.7 | 59.5 | 55.7 | 53.1 | 46.6 | 42.8 | 39.0 |
| | 현풍 | 4.1 | 188.2 | 106.7 | 73.9 | 62.9 | 60.1 | 56.0 | 49.2 | 45.1 | 41.1 |
| | 합천·창녕보 | 24.9 | 213.1 | 126.7 | 86.4 | 65.9 | 63.1 | 58.8 | 51.7 | 47.5 | 43.4 |
| | 진동 | 35.3 | 248.4 | 214.0 | 123.1 | 68.9 | 66.3 | 64.1 | 59.2 | 56.3 | 53.5 |
| | 창녕·함안보 | 7.7 | 256.1 | 258.6 | 141.2 | 73.5 | 70.7 | 68.4 | 63.3 | 60.3 | 57.3 |
| | 삼랑진 | 30.0 | 286.1 | 284.4 | 155.3 | 75.5 | 72.8 | 70.7 | 65.8 | 63.0 | 60.1 |
| | 구포 | 33.4 | 319.5 | 312.9 | 170.8 | 81.1 | 79.6 | 75.1 | 69.2 | 65.7 | 62.2 |
| 금호 (금호강) | 동촌 | 26.8 | 26.8 | 12.5 | 8.5 | 6.4 | 5.4 | 4.9 | - | - | - |
| | 성서 | 26.5 | 53.4 | 91.0 | 41.4 | 23.7 | 17.5 | 14.3 | - | - | - |
| | 합류점 | 1.3 | 54.7 | 99.5 | 44.8 | 25.4 | 18.7 | 15.2 | - | - | - |

〈낙동강수계 독높임 농업용저수지방류에 따른 본류까지 도달거리〉

| 수계 | 지구명 | 도명 | 시/군 | 본류까지 거리(km) | 평수기(시간) | 홍수기(시간) |
|-----|-----|----|-----|-------------|---------|---------|
| 낙동강 | 창평 | 경북 | 봉화 | 101 | 175.3 | 66.8 |
| 낙동강 | 구천 | 경북 | 청송 | 86 | 149.3 | 56.9 |
| 낙동강 | 운암 | 경북 | 예천 | 41 | 71.2 | 27.1 |
| 낙동강 | 옥연 | 대구 | 달성 | 5 | 8.7 | 3.3 |
| 낙동강 | 송림 | 경북 | 경산 | 69 | 119.8 | 45.6 |
| 낙동강 | 금봉1 | 경북 | 의성 | 56 | 97.2 | 37.0 |
| 낙동강 | 옥성 | 경북 | 구미 | 15 | 26.0 | 9.9 |
| 낙동강 | 오태 | 경북 | 상주 | 20 | 34.7 | 13.2 |
| 낙동강 | 고현 | 경북 | 청송 | 81 | 140.6 | 53.6 |
| 낙동강 | 지평 | 경북 | 상주 | 19 | 33.0 | 12.6 |
| 낙동강 | 갈평 | 경북 | 청송 | 28 | 48.6 | 18.5 |
| 낙동강 | 단산 | 경북 | 영주 | 31 | 53.8 | 20.5 |
| 낙동강 | 삼가 | 경북 | 영주 | 89 | 154.5 | 58.9 |
| 낙동강 | 만운 | 경북 | 안동 | 6 | 10.4 | 4.0 |
| 낙동강 | 가북 | 경남 | 거창 | 73 | 126.7 | 48.3 |
| 낙동강 | 웅양 | 경남 | 거창 | 99 | 171.9 | 65.5 |
| 낙동강 | 서상 | 경남 | 함양 | 180 | 312.5 | 119.0 |
| 낙동강 | 죽전 | 경남 | 합천 | 56 | 97.2 | 37.0 |
| 낙동강 | 손항 | 경남 | 산청 | 126 | 218.8 | 83.3 |
| 낙동강 | 서암 | 경남 | 의령 | 37 | 64.2 | 24.5 |
| 낙동강 | 진례 | 경남 | 김해 | 20 | 34.7 | 13.2 |
| 낙동강 | 금봉2 | 경북 | 봉화 | 5 | 8.7 | 3.3 |
| 낙동강 | 덕곡 | 경북 | 고령 | 89 | 154.5 | 58.9 |
| 낙동강 | 율현 | 경남 | 산청 | 151 | 262.2 | 99.9 |
| 낙동강 | 옥계 | 경남 | 함양 | 46 | 79.9 | 30.4 |
| 낙동강 | 옥중 | 경남 | 하동 | 69 | 119.8 | 45.6 |
| 낙동강 | 동면 | 경북 | 봉화 | 18 | 31.3 | 11.9 |
| 낙동강 | 봉학 | 경북 | 성주 | 30 | 52.1 | 19.8 |
| 낙동강 | 가음 | 경북 | 의성 | 4 | 6.9 | 2.6 |
| 낙동강 | 임고 | 경북 | 영천 | 89 | 154.5 | 58.9 |

● 금강수계



[금강수계 도달시간 모식도]

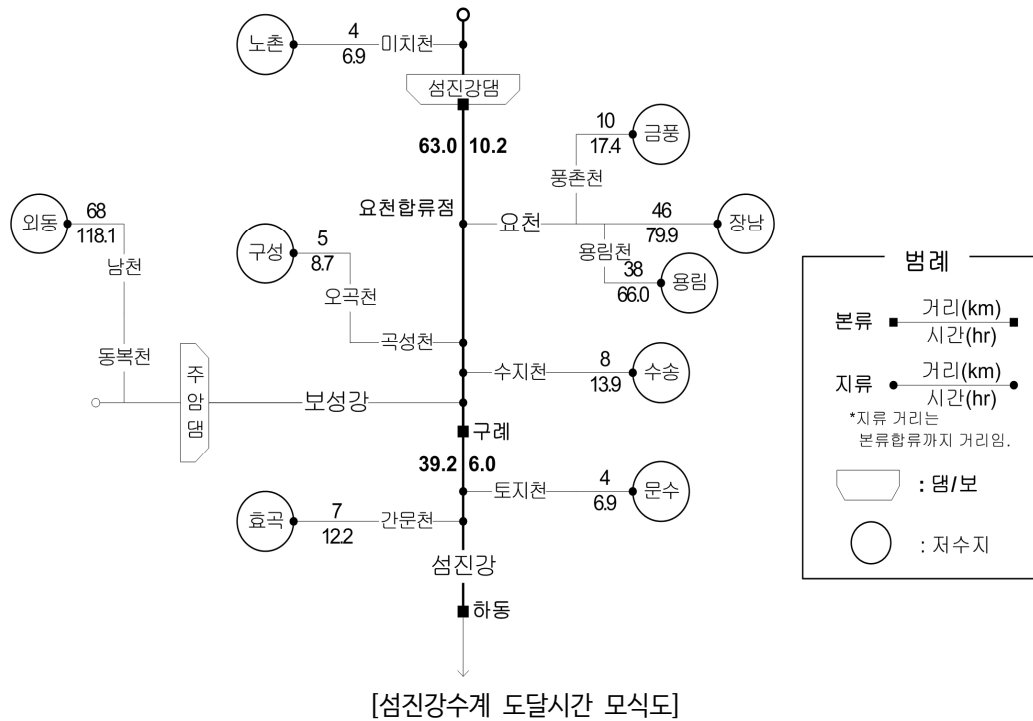
〈금강수계 주요댐 방류량에 따른 지점별 도달시간〉

| 구간 | 주요지점 | 거리[km] | | 대청댐 방류량/미호천 유입량[m³/s] | | | | | | | | | | | |
|-----|------|--------|------|-----------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 구간 | 누가 | 100 | 250 | 500 | 750 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 | 6,000 | 8,000 | 9,600 |
| 대청댐 | 부강 | 18.1 | 18.1 | 7.0 | 5.1 | 3.9 | 3.4 | 3.2 | 2.9 | 2.7 | 2.6 | 2.5 | 2.4 | 2.3 | 2.2 |
| | 세종보 | 11.7 | 29.8 | 18.0 | 13.2 | 10.8 | 9.6 | 9.0 | 7.8 | 7.1 | 6.6 | 6.2 | 5.9 | 5.4 | 5.1 |
| | 마어구 | 7.2 | 37.0 | 22.4 | 16.2 | 13.0 | 11.6 | 10.1 | 9.0 | 8.4 | 7.9 | 7.6 | 7.3 | 6.8 | 6.5 |
| | 공주 | 8.4 | 45.4 | 28.1 | 19.7 | 15.5 | 13.7 | 11.9 | 10.3 | 9.4 | 8.7 | 8.2 | 7.8 | 7.1 | 6.7 |
| | 공주보 | 3.3 | 48.7 | 31.1 | 21.1 | 16.4 | 14.4 | 13.3 | 11.6 | 10.6 | 9.8 | 9.3 | 8.8 | 8.1 | 7.6 |
| | 진두 | 10.7 | 59.4 | 57.7 | 32.0 | 22.4 | 18.8 | 19.2 | 15.8 | 13.9 | 12.5 | 11.4 | 10.5 | 9.2 | 8.9 |
| | 백제보 | 12.3 | 71.7 | 106.1 | 51.5 | 32.4 | 25.8 | 22.7 | 19.2 | 17.1 | 15.7 | 14.6 | 13.6 | 12.2 | 11.3 |
| | 규암 | 6.6 | 78.3 | 144.0 | 65.0 | 37.7 | 28.3 | 25.4 | 21.6 | 19.4 | 17.8 | 16.5 | 15.5 | 14.0 | 13.0 |
| | 강경 | 19.3 | 97.6 | 321.5 | 136.0 | 73.3 | 52.3 | 27.7 | 24.2 | 22.2 | 20.7 | 19.6 | 18.7 | 17.2 | 16.3 |
| 북일 | 석화 | 16.3 | 16.3 | 5.9 | 4.4 | 3.5 | 3.2 | 2.8 | 2.3 | 2.1 | 1.9 | 1.7 | 1.6 | - | - |
| | 합강 | 14.9 | 31.2 | 13.4 | 9.5 | 7.5 | 6.5 | 5.6 | 4.5 | 4.0 | 3.5 | 3.2 | 2.9 | - | - |
| | 세종보 | 9.1 | 40.3 | 13.7 | 9.7 | 7.6 | 6.7 | 7.9 | 6.5 | 5.7 | 5.1 | 4.6 | 4.3 | - | - |

〈금강수계 득남읍 농업용저수지방류에 따른 본류까지 도달거리〉

| 수계 | 지구명 | 도명 | 시/군 | 본류까지 거리(km) | 평수기(시간) | 홍수기(시간) |
|----|-----|----|-----|-------------|---------|---------|
| 금강 | 궁 | 충북 | 보은 | 71 | 123.3 | 47.0 |
| 금강 | 장찬 | 충북 | 옥천 | 4 | 6.9 | 2.6 |
| 금강 | 백곡 | 충북 | 진천 | 50 | 86.8 | 33.1 |
| 금강 | 보청 | 충북 | 보은 | 11 | 19.1 | 7.3 |
| 금강 | 삼기 | 충북 | 증평 | 27 | 46.9 | 17.9 |
| 금강 | 광혜 | 충북 | 안성 | 28 | 48.6 | 18.5 |
| 금강 | 추풍령 | 충북 | 영동 | 52 | 90.3 | 34.4 |
| 금강 | 한계 | 충북 | 청원 | 55 | 95.5 | 36.4 |
| 금강 | 계룡 | 충남 | 공주 | 60 | 104.2 | 39.7 |
| 금강 | 도림 | 충남 | 청양 | 8 | 13.9 | 5.3 |
| 금강 | 한천 | 충남 | 공주 | 6 | 10.4 | 4.0 |
| 금강 | 덕용 | 충남 | 부여 | 10 | 17.4 | 6.6 |
| 금강 | 복심 | 충남 | 부여 | 8 | 13.9 | 5.3 |
| 금강 | 용암 | 충남 | 연기 | 44 | 76.4 | 29.1 |
| 금강 | 정안 | 충남 | 공주 | 15 | 26.0 | 9.9 |
| 금강 | 용연 | 충남 | 천안 | 12 | 20.8 | 7.9 |
| 금강 | 방동 | 대전 | 유성 | 33 | 57.3 | 21.8 |
| 금강 | 탑정 | 충남 | 논산 | 17 | 29.5 | 11.2 |
| 금강 | 중흥 | 충남 | 공주 | 15 | 26.0 | 9.9 |
| 금강 | 황금 | 전북 | 진안 | 20 | 34.7 | 13.2 |
| 금강 | 천천 | 전북 | 장수 | 8 | 13.9 | 5.3 |
| 금강 | 괴목 | 전북 | 무주 | 17 | 29.5 | 11.2 |
| 금강 | 공정 | 전북 | 무주 | 30 | 52.1 | 19.8 |
| 금강 | 지소 | 전북 | 장수 | 60 | 104.2 | 39.7 |
| 금강 | 대곡 | 전북 | 장수 | 7 | 12.2 | 4.6 |
| 금강 | 맹동 | 충북 | 음성 | 45 | 78.1 | 29.8 |
| 금강 | 신동 | 충남 | 금산 | 30 | 52.1 | 19.8 |
| 금강 | 신반월 | 전북 | 진안 | 43 | 74.7 | 28.4 |

● 섬진강수계



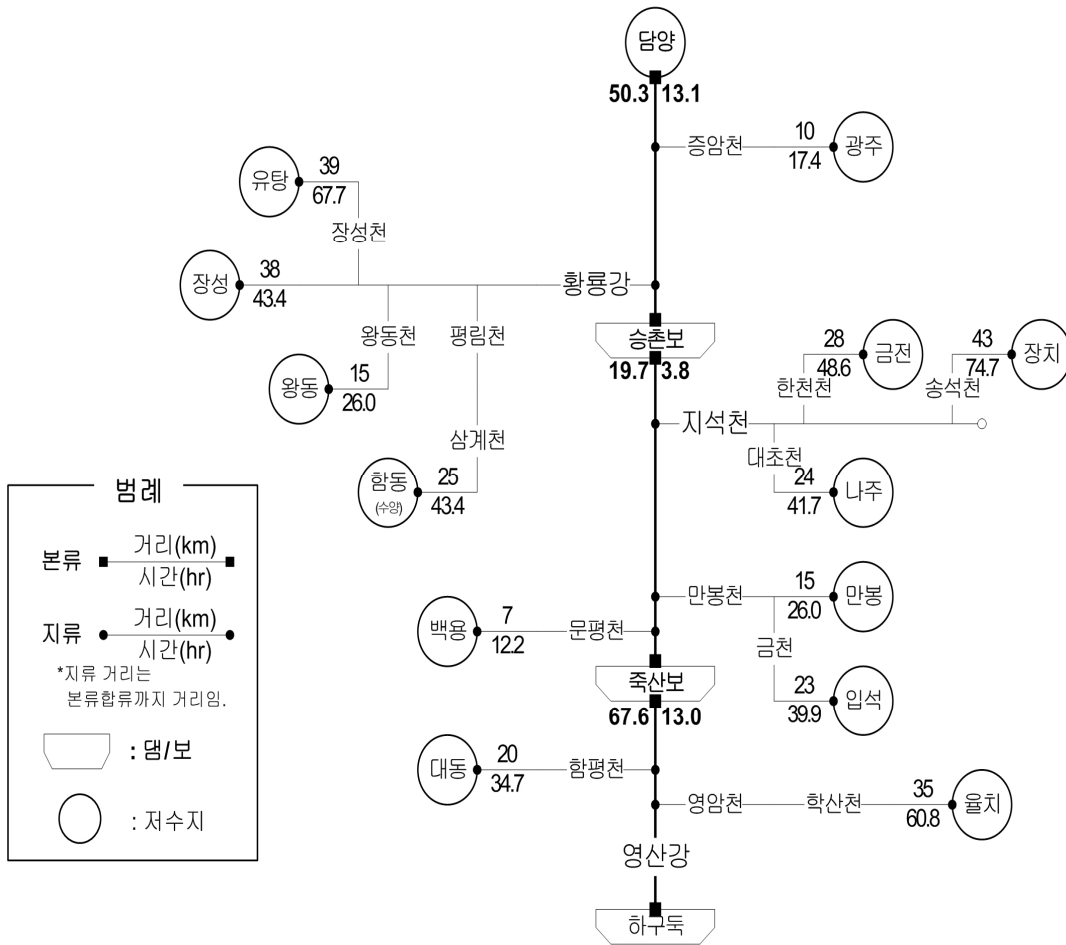
〈섬진강수계 주요댐 방류량에 따른 지점별 도달시간〉

| 구간 | 주요지점 | 거리[km] | | 방류량[m ³ /s] | | | | | | | |
|------|------|--------|-------|------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | 구간 | 누가 | 100 | 250 | 500 | 750 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 3,250 |
| 섬진강댐 | 오수천 | 27.6 | 27.6 | 7.1 | 6.2 | 5.5 | 5.0 | 4.7 | 4.0 | 3.6 | 3.5 |
| | 요천 | 35.4 | 63.0 | 13.9 | 11.8 | 10.2 | 9.3 | 8.6 | 7.0 | 6.1 | 5.9 |
| | 구례 | 24.8 | 87.8 | 17.8 | 15.2 | 13.2 | 12.1 | 11.3 | 9.3 | 8.2 | 8.0 |
| | 송정 | 12.7 | 100.5 | 20.9 | 17.6 | 15.2 | 13.7 | 12.7 | 10.2 | 8.8 | 8.5 |
| | 하동 | 26.5 | 127.0 | 25.3 | 21.8 | 19.2 | 17.6 | 16.5 | 13.9 | 12.4 | 12.1 |

〈섬진강수계 득늪임 농업용저수지방류에 따른 본류까지 도달거리〉

| 수계 | 지구명 | 도명 | 시/군 | 본류까지 거리(km) | 평수기(시간) | 홍수기(시간) |
|-----|-----|----|-----|-------------|---------|---------|
| 섬진강 | 문수 | 전남 | 구례 | 4 | 6.9 | 2.6 |
| 섬진강 | 구성 | 전남 | 곡성 | 5 | 8.7 | 3.3 |
| 섬진강 | 금풍 | 전북 | 남원 | 10 | 17.4 | 6.6 |
| 섬진강 | 장남 | 전북 | 장수 | 46 | 79.9 | 30.4 |
| 섬진강 | 노촌 | 전북 | 진안 | 4 | 6.9 | 2.6 |
| 섬진강 | 수송 | 전북 | 남원 | 8 | 13.9 | 5.3 |
| 섬진강 | 외동 | 전남 | 담양 | 68 | 118.1 | 45.0 |
| 섬진강 | 효곡 | 전남 | 구례 | 7 | 12.2 | 4.6 |
| 섬진강 | 용림 | 전북 | 장수 | 38 | 66.0 | 25.1 |

● 영산강수계



[영산강수계 도달시간 모식도]

〈영산강수계 주요댐 방류량에 따른 지점별 도달시간〉

| 구간 | 주요지점 | 거리[km] | | 금월 유입량[m³/s] | | | | | | | |
|----|------|--------|------|--------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | 구간 | 누가 | 100 | 250 | 500 | 750 | 1,000 | 1,500 | 2,000 | 2,500 |
| 금월 | 광주 | 18.0 | 18.0 | 5.8 | 4.5 | 3.4 | 2.8 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.0 |
| | 마륵 | 15.2 | 33.2 | 13.0 | 10.4 | 8.3 | 7.2 | 6.3 | 5.1 | 4.3 | 3.7 |
| | 본동 | 9.7 | 42.9 | 16.5 | 13.4 | 11.1 | 9.7 | 8.8 | 7.4 | 6.4 | 5.7 |
| | 승촌보 | 0.5 | 43.4 | 16.7 | 13.6 | 11.3 | 9.9 | 8.9 | 7.5 | 6.5 | 5.8 |
| | 나주 | 4.6 | 48.0 | 18.0 | 14.7 | 12.1 | 10.7 | 9.6 | 8.2 | 7.1 | 6.3 |
| | 영산포 | 5.3 | 53.3 | 19.4 | 15.9 | 13.2 | 11.6 | 10.5 | 8.9 | 7.8 | 7.0 |
| | 회진 | 4.5 | 57.8 | 20.7 | 16.9 | 14.1 | 12.4 | 11.2 | 9.6 | 8.4 | 7.5 |
| | 죽산보 | 5.3 | 63.1 | 22.1 | 18.1 | 15.1 | 13.4 | 12.1 | 10.4 | 9.1 | 8.2 |

〈영산강수계 독높임 농업용저수지방류에 따른 본류까지 도달거리〉

| 수계 | 지구명 | 도명 | 시/군 | 본류까지 거리(km) | 평수기(시간) | 홍수기(시간) |
|-----|-----|----|-----|-------------|---------|---------|
| 영산강 | 만봉 | 전남 | 나주 | 15 | 26.0 | 9.9 |
| 영산강 | 장치 | 전남 | 화순 | 43 | 74.7 | 28.4 |
| 영산강 | 유탕 | 전남 | 장성 | 39 | 67.7 | 25.8 |
| 영산강 | 백용 | 전남 | 나주 | 7 | 12.2 | 4.6 |
| 영산강 | 대동 | 전남 | 함평 | 20 | 34.7 | 13.2 |
| 영산강 | 금전 | 전남 | 화순 | 28 | 48.6 | 18.5 |
| 영산강 | 왕동 | 광주 | 광산 | 15 | 26.0 | 9.9 |
| 영산강 | 입석 | 전남 | 영암 | 23 | 39.9 | 15.2 |
| 영산강 | 담양호 | 전남 | 담양 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 영산강 | 함동 | 전남 | 장성 | 25 | 43.4 | 16.5 |
| 영산강 | 장성호 | 전남 | 장성 | 38 | 66.0 | 25.1 |
| 영산강 | 나주호 | 전남 | 나주 | 24 | 41.7 | 15.9 |
| 영산강 | 광주호 | 전남 | 담양 | 10 | 17.4 | 6.6 |
| 영산강 | 울치 | 전남 | 영암 | 35 | 60.8 | 23.1 |

참고2 보 수위별 활용가능 수량

| 수계 | 다기능보 | 관리수위 | | 어도제약수위 ¹⁾ | | 양수장제약수위 ²⁾ | | 지하수제약수위 ³⁾ | | 하한수위 ⁴⁾ | |
|-------|-------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|--------------------|-----------|
| | | 수위 (EL.m) | 저수량 (백만㎥) | 수위 (EL.m) | 저수량 (백만㎥) | 수위 (EL.m) | 저수량 (백만㎥) | 수위 (EL.m) | 저수량 (백만㎥) | 수위 (EL.m) | 저수량 (백만㎥) |
| 총계 | | - | 626.3 | - | 62.8 | - | 133.3 | 상한 | 195.4 | - | 401.6 |
| | | | | | | | | 하한 | 233.0 | | |
| 한강 | 소계 | - | 34.3 | - | 4.0 | - | 19.6 | - | 22.7 | - | 22.7 |
| | 강천보 | 38.00 | 8.7 | 37.50 | 1.5 | 36.70 | 4.2 | 35.20 | 6.3 | 35.20 | 6.3 |
| | 여주보 | 33.00 | 11.3 | 32.70 | 1.2 | 31.80 | 4.6 | 31.70 | 4.9 | 31.70 | 4.9 |
| | 이포보 | 28.00 | 14.3 | 27.80 | 1.3 | 25.60 | 10.8 | 25.30 | 11.5 | 25.30 | 11.5 |
| 낙동강 | 소계 | - | 511.9 | - | 53.9 | - | 95.3 | 상한 | 131.6 | - | 323.7 |
| | | | | | | | | 하한 | 164.6 | | |
| | 상주보 | 47.00 | 27.4 | 46.60 | 2.1 | 45.00 | 9.6 | 44.9 | 10.0 | 43.60 | 15.0 |
| | | | | | | | | 44.2 | 12.8 | | |
| | 낙단보 | 40.00 | 34.7 | 39.50 | 3.0 | 39.00 | 5.9 | 38.8 | 6.9 | 37.40 | 13.7 |
| | | | | | | | | 38.4 | 8.8 | | |
| | 구미보 | 32.50 | 52.7 | 31.70 | 6.1 | 31.50 | 7.6 | 31.3 | 9.0 | 22.60 | 50.1 |
| | | | | | | | | 30.9 | 11.7 | | |
| | 칠곡보 | 25.50 | 75.3 | 25.10 | 5.9 | 25.00 | 7.4 | 24.5 | 13.3 | 24.50 | 13.3 |
| | | | | | | | | 24.5 | 13.3 | | |
| | 강정고령보 | 19.50 | 92.3 | 19.00 | 12.4 | 18.00 | 24.1 | 16.4 | 41.9 | 14.90 | 57.2 |
| | | | | | | | | 15.4 | 52.3 | | |
| | 달성보 | 14.00 | 58.6 | 13.70 | 3.2 | 11.40 | 24.4 | 11.6 | 22.8 | 6.60 | 52.0 |
| | | | | | | | | 10.8 | 29.0 | | |
| 합천창녕보 | 10.50 | 70.0 | 9.90 | 8.2 | 9.50 | 12.0 | 9.2 | 15.2 | 2.30 | 64.1 | |
| | | | | | | | 8.7 | 19.6 | | | |
| 창녕함안보 | 5.00 | 100.9 | 4.40 | 13.0 | 4.80 | 4.3 | 4.4 | 12.5 | 1.50 | 58.3 | |
| | | | | | | | 4.2 | 17.1 | | | |
| 금강 | 소계 | - | 45.4 | - | 1.4 | - | 8.9 | 상한 | 30.3 | - | 37.2 |
| | | | | | | | | 하한 | 33.3 | | |
| | 세종보 | 11.80 | 5.7 | 11.50 | 0.9 | 10.80 | 2.7 | 9.2 | 4.6 | 8.20 | 4.8 |
| | | | | | | | | 8.3 | 4.8 | | |
| 공주보 | 8.80 | 15.5 | 8.70 | 0.2 | 8.50 | 1.1 | 6.8 | 8.7 | 2.60 | 13.9 | |
| | | | | | | | 6.2 | 10.0 | | | |
| 백제보 | 4.20 | 24.2 | 4.00 | 0.3 | 3.50 | 5.1 | 1.3 | 17.0 | 1.00 | 18.5 | |
| | | | | | | | 1.0 | 18.5 | | | |
| 영산강 | 소계 | - | 34.7 | - | 3.5 | - | 9.5 | 상한 | 10.8 | - | 18.0 |
| | | | | | | | | 하한 | 12.4 | | |
| | 승촌보 | 7.50 | 9.0 | 7.20 | 0.3 | 6.00 | 2.1 | 6.0 | 2.1 | 2.50 | 8.5 |
| | | | | | | | | 5.5 | 2.9 | | |
| 죽산보 | 3.50 | 25.7 | 2.90 | 3.2 | 2.00 | 7.4 | 1.7 | 8.7 | 1.50 | 9.5 | |
| | | | | | | | 1.5 | 9.5 | | | |

- 주 1) 어도 및 양수장 기능에 이상이 없는 수위
 2) 양수장은 기능을 발휘하나 어도는 기능이 마비되는 수위
 3) 지하수를 양수하여 농업용수로 활용하는 관정의 기능에 이상이 없는 수위
 4) 보 건설 전 갈수위 또는 취수시설 등에 지장을 초래하지 않는 수위를 고려하여 결정한 보 관리를 위한 최저수위

< 관련 홈페이지 >

- 환경부 : www.me.go.kr
- 국립환경과학원 물환경정보시스템 : water.nier.go.kr
 - 수질측정자료 공개, 조류정보방(조류 측정자료, 조류경보 등 자료)
- 실시간 수질정보 시스템 : www.koreawqi.go.kr
 - 실시간 수질측정 데이터 확인
- 물사랑 홈페이지 : www.ilovewater.or.kr
 - 수돗물 안심확인제 소개, 지역별 수돗물 관리기관 정보 등
- 기상청 : www.weather.go.kr
 - 전국 기상상황, 일기예보(단기, 중장기)
- 한국수자원공사 : www.kwater.or.kr
 - 전국 댐·보 저수율, 방류량 등 정보

이 책에 활용된 데이터는 위 홈페이지에서 조회가 가능하며,
더 많은 정보를 얻을 수 있습니다.

◆ 만든 사람들 ◆

▶ 총괄

| | | |
|------------------|-----|-----|
| 환경부 물환경정책과 | 과장 | 이상진 |
| 환경부 물환경정책과 | 사무관 | 이혜원 |
| 국립환경과학원 물환경평가연구과 | 연구관 | 김홍태 |
| 국립환경과학원 물환경평가연구과 | 연구관 | 신유나 |
| 국립환경과학원 물환경평가연구과 | 연구관 | 이혁 |
| 국립환경과학원 물환경평가연구과 | 연구사 | 박상현 |
| 국립환경과학원 물환경평가연구과 | 연구사 | 안정민 |
| 국립환경과학원 물환경평가연구과 | 연구사 | 이보미 |
| 국립환경과학원 물환경평가연구과 | 연구원 | 박상숙 |
| 한국수자원공사 | 차장 | 배원민 |

▶ 한강수계

| | | |
|------------------|-----|-----|
| 국립환경과학원 한강물환경연구소 | 연구사 | 변정환 |
| 한강유역환경청 수생태관리과 | 주무관 | 원영심 |
| 원주지방환경청 수질총량관리과 | 주무관 | 이민영 |

▶ 낙동강수계

| | | |
|-----------------|-----|-----|
| 국립환경과학원 낙동강물연구소 | 연구관 | 박혜경 |
| 낙동강유역환경청 수생태관리과 | 주무관 | 김지은 |
| 대구지방환경청 수질관리과 | 주무관 | 김수현 |

▶ 금강수계

| | | |
|------------------|-----|-----|
| 국립환경과학원 금강물환경연구소 | 연구사 | 길지훈 |
| 금강유역환경청 수생태관리과 | 주무관 | 유정수 |
| 전북지방환경청 새만금유역관리단 | 주무관 | 이대영 |

▶ 영산강수계

| | | |
|-------------------|-----|-----|
| 국립환경과학원 영산강물환경연구소 | 연구사 | 황성윤 |
| 영산강유역환경청 수생태관리과 | 주무관 | 이미선 |

2022년 조류(녹조)발생과 대응 연차보고서

- ▶ 발행일: 2023년 6월
- ▶ 발행인: 환경부 한화진
- ▶ 발행처: (우)30103 세종특별자치시 도움6로 11 정부세종청사

* 이 책의 무단 전재와 무단 복제를 금합니다.

MINISTRY OF ENVIRONMENT

2022
조류(녹조)발생과 대응
연차보고서