

경보제 발령 단계에 따른 관리 프로토콜

∞조

1. 프로토콜 제시 목적

본 설계를 통하여 대상수계인 낙동강에 위치한 8개의 보에 대한 데이터를 수집하고 적절한 전처리 과정을 거쳐 모델링을 진행하였다. 모델 매뉴얼을 통해서 모델링을 보유 데이터에 대해 진행할 수 있으며, 모델링 결과 대상 보의 조류경보 발령 단계의 예측값을 도출할 수 있다. 발령 단계를 바탕으로 단계에 적합한 녹조 저감 활동이 이루어질 수 있도록 조류경보제 기반의 관리 프로토콜을 제시하고자 한다.

조류경보제는 상수원으로 사용하는 하천과 호소에 조류가 대량 증식하는 경우 정수처리 여과장치의 기능저하 및 일부 남조류에 의한 독성물질 발생 가능성이 있어 남조류 상시모니터링을 통해 사전에 조류발생 현황을 파악하고 관계기관에 통보함으로써 조류발생에 따른 피해를 최소화함을 목적으로 한다. 『물환경보전법』 제21조 (수질오염 경보제), 『물환경보전법 시행령』 제28조 (수질오염경보)를 법적근거로 경보제가 시행되고 있다.

2. 단계별 조류경보 발령기준

설계에서 예측한 발령 단계는 조류 경보제의 발령기준을 따랐으며 그 기준은 아래 표와 같다(Table 1.). 2회 연속 측정하여 남조류 세포수가 아래 단계별 기준에 해당될 때 발령하고, 2회 연속채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 미만인 경우 해제한다. 구간별 조류발령 기준과 조류경보 발령 및 대응체계는 아래와 같다.

경보단계		발령/해제 기준
상수원 구간	관심	2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 미만인 경우
	경계	2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 10,000 세포/mL 미만인 경우
	조류대발생	2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000,000 세포/mL 미만인 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 미만인 경우
	경계	2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 100,000 세포/mL 미만인 경우
	해제	2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 20,000 세포/mL 미만인 경우

비고: 1) 발령주체는 위 표의 발령/해제 기준에 도달하는 경우에도 강우 예보 등 기상상황을 고려하여 조류경보를 발령/해지하지 않을 수 있다.

2) 남조류 세포수는 마이크로시스티스, 아나베나, 아파니조메논, 오실라토리아 속

[대상수계에 적합한 녹조 관리를 위한 모델링 및 관리 프로토콜 제시]

세포수의 합을 말한다.

- 3) 조류경보 발령은 지점명(하천/호소명)을 대상으로 하며, 발령일자에 해제일은 포함하지 않는다.

3. 경보단계별 조치사항

조류 모니터링은 연중 실시하며 경보발령이 없는 평상시에는 모니터링을 주 1회 실시하여 남조류 출현여부를 감시한다. 이후 남조류 세포가 증식하여 구간별로 '경계' 단계 이상 발령되면 모니터링을 주 2회 이상으로 강화하고 각 단계에 따른 적절한 조치를 신속히 취하여야 한다.

3.1. 관심 단계

발령 단계가 연속하여 2번 이상 '관심' 단계 기준에 해당되면 해당 조치를 취한다.

3.1.1. 4대강 물환경연구소장

주 1회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필 a), 시험분석 결과를 발령기간으로 신속하게 통보

3.1.2. 수면 관리자

취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시

3.1.3. 취수장/정수장 관리자

정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리)

3.1.4. 유역/지방 환경청장

관심경보 발령, 주변오염원에 대한 지도/단속

3.1.5. 홍수통제소장, 한국수자원공사사장

댐, 보 여유량 확인/통보

[대상수계에 적합한 녹조 관리를 위한 모델링 및 관리 프로토콜 제시]

3.1.6. 한국환경공단이사장

환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 실시, 하천구간 조류 예방/제거에 관한 사항 지원

3.1.7. 녹조 저감 기술 보유 업체

물순환장치의 경우 태양 에너지와 풍력 에너지를 이용하여 별도의 전력 및 기상상황의 변화에서도 미세한 바람만 있다면 24시간 운전이 가능하도록 설계 되었으며 ‘관심’ 단계 발령시에 물순환장치 가동을 시작하여 초기 녹조 생성을 방지한다.

3.2. 경계 단계

조류모니터링 또는 ‘관심’ 발령 중 연속하여 2번 이상 조류 ‘경계’ 기준에 해당되면 조류경보 발령권자는 신속히 조류 ‘경계’ 단계를 발령한다. 각 조사기관은 주 2회 이상으로 조류 모니터링을 강화하고 남조류 독소분석을 실시한다.

3.2.1. 4대강 물환경연구소장

주 2회 이상 시료 채취/분석, 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보

3.2.2. 수면관리자

취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시

3.2.3. 취수장/정수장 관리자

조류증식 수심 이하로 취수구 이동, 정수처리 강화, 정수의 독소분석 실시

3.2.4. 유역/지방 환경청장

경계경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보, 주변오염원에 대한 단속 강화, 낚시/수상스키/수영 등 친수활동, 어패류 어획/식용, 가축 방목 등의 자제 권고 및 이에 대한 공지

3.2.5. 한국환경공단이사장

환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원, 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원, 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화

[대상수계에 적합한 녹조 관리를 위한 모델링 및 관리 프로토콜 제시]

3.2.6. 녹조 저감 기술 보유 업체

물순환장치의 경우 태양 에너지와 풍력 에너지를 이용하여 별도의 전력 및 기상상황의 변화에서도 미세한 바람만 있다면 24시간 운전이 가능하도록 설계 되었으며 ‘관심’ 단계 발령시에 물순환장치 가동을 시작하여 초기 녹조 생성을 방지한다.

녹조 저감 장치는 응집제를 살포하여 덩어리로 형성된 녹조를 제거 장치 내부에 저장하여 제거하는 방식으로 관심단계 발령시 기상상황을 고려하여 해당 일자에 녹조 저감 장치를 운영한다.

3.3. 조류대발생 단계

상수원 구간에서 평상시 조류 모니터링, 조류 ‘관심’ 발령 중 또는 조류 ‘경계’ 발령 중 연속하여 2번 이상 ‘조류대발생’ 기준에 해당되면 조류경보 발령권자는 신속히 ‘조류대발생’ 단계를 발령하고 경보발령 상황을 대중매체를 통해 알려야 한다. 각 조사기관은 주 2회 이상으로 조류 모니터링을 강화하고 남조류 독소 분석을 실시한다. 수면 관리자와 취/정수장 관리자는 취수구에 대한 조류유입 방지를 위한 활동과 활성탄 처리 등 정수처리를 더욱 강화한다.

3.3.1. 4대강 물환경연구소장

주 2회 이상 시료 채취/분석, 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보

3.3.2. 수면관리자

취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시, 황토 등 조류 제거물질 살포, 조류 제거선 등을 이용한 조류 제거 조치 실시

3.3.3. 취수장/정수장 관리자

조류증식 수심 이하로 취수구 이동, 정수 처리 강화, 정수의 독소분석 실시

3.3.4. 유역/지방 환경청장

조류대발생 경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보, 주변오염원에 대한 지속적인 단속 강화, 낚시/수상스키/수영 등 친수활동, 어패류 어회/식용, 가축 방목 등의 금지 및 이에 대한 공지

3.3.5. 홍수통제소장, 한국수자원공사사장

댐, 보 방류량 조정

[대상수계에 적합한 녹조 관리를 위한 모델링 및 관리 프로토콜 제시]

3.3.6. 한국환경공단이사장

환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검시 지원, 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원, 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화

3.3.7. 녹조 저감 기술 보유 업체

물순환 장치의 경우 댐 방류가 이루어질 때 작동시 물살에 의한 휩쓸림이 발생할 수 있으며 방류 시 물의 흐름이 형성되므로 작동하지 않는다. 방류 후에 녹조 발생 단계의 변화가 없다면 물순환 장치를 가동한다.

녹조 저감 장치 또한 댐 방류가 이루어질 때 적용하지 않으며 방류 후에도 녹조 발생 단계의 변화가 없을 시 하루 2번을 기준으로 필요시 가동 횟수를 증가하여 장치를 작동시킨다.

3.4. 경보 해제

조류 ‘관심’, ‘경계’ 및 ‘조류대발생’ 발령 중 2번 이상 연속하여 하위단계 기준에 해당되면 조류 경보 발령권자는 그 기준에 맞는 조류경보(관심, 경계, 해제)를 발령한다.

3.4.1. 4대강 물환경연구소장

시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보

3.4.2. 유역/지방 환경청장

각종 경보 해제 및 대중매체 등을 통한 홍보

3.4.3. 녹조 저감 기술 보유 업체

물순환저감 장치의 경우 무전원, 상시전원형으로 나뉘는데 무전원형의 경우 태양, 풍력 에너지 기반으로 작동되기 때문에 녹조 발생이 우려되며 그로 인한 사회적/경제적 피해가 예상되는 낙동강 보에서 상시 가동 하는 것을 권장한다. 상시전원형의 경우 전기를 변환하여 사용하는 방식으로 해당 관리 수계의 예산과 업체의 관리 비용을 고려하여 판단하는 것을 권장한다.