V 고수온

고수온 특보는 관심단계, 주의보와 경보의 3단계로 구성되어 있다(표 5-1). 고수온 관심단계는 고수온 주의보발령이 예측되는 시점의 7일 전후에 발령된다. 이어서 수온 28℃에 도달될 것으로 예측되는 해역에는 고수온 주의보가 발령되며, 28℃ 이상의 수온이 3일 이상 지속되거나 계속 고수온으로 지속될 것으로 예상되는 해역에는 고수온 경보가 발령된다. 또한 전일 수온 대비 3℃와 5℃ 이상 수온이 상승할 경우 고수온 주의보와 경보를 각각 발령하게 된다. 이후 평년 수온으로 회복되면 해제를 발령한다.

표 5-1. 고수온 특보 단계

구 분	판 단 기 준	주요활동
고수온 관심 – 주의 – (Yellow)	• 수온 28℃ 도달이 예상되는 7~10일 전후 • 7월 초 · 중순경	협조체계 가동, 대비태세 점검
고수온 주의보 – 경계 – (Orange)	• 수온 28℃가 도달될 것으로 예측되는 해역 • 전일 수온 대비 3℃ 이상 상승현상을 보이는 해역 • 평년 대비 2℃ 이상의 급격한 수온 변동을 보이는 해역 • 주로 7~9월 경	즉각 대응태세 돌입
고수온 경보 – 심각 – (Red)	• 수온 28℃ 이상이 3일 이상 지속되거나, 지속이 예상되는 해역 • 전일 수온 대비 5℃ 이상 상승현상을 보이는 해역 • 평년 대비 3℃ 이상의 급격한 수온 변동을 보이는 해역 • 주로 8~9월 경	총력대응

1 고수온에 의한 영향

가. 어류

- 어류는 고수온이 지속될 경우, 산소부족, 수온 쇼크, 생리기능 저하나 면역력 약화 등으로 폐사가 발생할 수 있다.
- 서해안과 내만의 얕은 수심에 위치한 가두리 양식장에서는 하절기에 수온이 30℃ 이상까지도 상승할 수 있으므로 지속적인 관찰과 관리가 필요하다.

나. 패류

- 패류는 고수온이 지속되면 먹이활동이 둔화되고 성장이 낮아지며, 질병 발생이 증가할 수 있다. 또한 패각의 개폐 활동이 둔화된다.
- 일반적으로 생체에 적합한 수온 범위에서는 수온이 상승하면 대사율이 높아져서 성장이 빨라진다. 그러나 양식생물이 견딜 수 있는 내성 범위를 넘어서는 고수온이 나타나면 대사 체계가 균형을 잃어 성장이 둔화되고, 폐사로 이어질 수 있다.

다. 질병발생

- 양식생물은 수온 변화가 심하면 스트레스로 인한 면역력 저하나 생리기능 약화로 질병 발생이 증가할 수 있다.
- 특히 서식수온 이상의 고수온이 유지될 경우, 어류나 패류는 스트레스로 생리기능이 불안정해지고 면역력이 감소하며 질병을 일으키는 병원체의 증식도 왕성해진다. 어류는 활주세균병이나 에드워드병 등과 같은 각종 질병에 노출되기 쉬워 질병 피해 가능성이 증가될 수 있다.

2 어류 및 전복 양식장 관리 요령

고수온에 대비한 양식방법별 양식장 관리 요령(표 5-2)과 어종별(넙치, 조피볼락, 강도다리) 관리요령을 표 5-3~5-5에 요약하였다.

또한 전복 육상수조식 양식장과 가두리 양식장의 관리 요령에 대해서 표 5-6과 표 5-7에 각각 나타내었다. 여기서는 중요한 공통 관리 요령에 대해 다섯 가지로 정리하고자 한다.

- **수온, 용존산소량 등에 대한 어장 점검과 양식생물 동태 점검**
  - 양식생물은 고수온과 용존산소량이 부족한 경우 생리적인 측면에서 스트레스를 받게 된다. 이러한 스트레스는 면역체계나 생리기능을 약화시켜 성장둔화와 질병감염에 따른 폐사로 이어질 수 있으므로 양식생물이 안정적으로 사육될 수 있도록 점검과 관리가 필요하다.
- **사육밀도 조절, 환수량 및 산소 공급량 증가 조치**
  - 고수온기에는 용존산소량이 감소하여 산소 부족현상을 일으킬 수 있으므로 밀식을 줄인다. 환수량을 증가시키며, 액화산소나 산소공급 장치를 추가적으로 가동하여 용존산소량을 높이도록 한다.
- **스트레스 최소화**
  - 고수온기에는 양식생물에게 선별, 분산 또는 계측 등에 의한 스트레스가 최소화 되도록 세심한 주의와 관리가 필요하다.
- **사료공급 조절**
  - 고수온기에는 사료공급을 줄이거나 중단하는 것이 좋다. 고수온기 발생 전에 양질의 사료에 비타민, 소화제 및 영양제를 혼합 공급하여 양식생물의 건강 상태를 양호하게 유지하고 관리되도록 미리 조치한다.

• **질병발생 징후 시 관련 전문가 처방에 따른 신속 치료**

- 고수온기에는 질병의 발생 및 진행속도가 빨라지므로 사육중인 양식생물이 사료를 먹는 양이 갑자기 줄어들거나 유영상태의 이상 등 질병발생 징후가 나타나면 즉시 수산질병관리사 등 전문가의 진료와 처방에 따라 치료와 관리를 실시한다.

표 5-2. 고수온 대비 양식방법별 양식장 관리 요령(요약)

구분	관리요령
공통	• 수과원 홈페이지 등을 통한 주변 수온 확인 및 사육수온 조사 • 먹이공급 감소 또는 중단 • 조기 출하 • 선별, 이동 금지 등 스트레스 발생 최소화 • 액화산소 및 폭기(산소공급)장치를 이용한 충분한 산소 공급 • 피해 발생시 관할 지자체(해양수산과 등)에 즉시 신고 • 신속한 폐사체 처리로 2차 오염 방지
육상수조식	• 양식장 실내온도 상승방지를 위한 창문개방 등 원활한 통풍 확보(외부기온 고려) • 과도한 수온 상승시, 취수 중단 및 액화산소 주입
해상가두리식	• 선별, 망갈이 등 어체에 스트레스 줄 수 있는 작업 금지 • (깊은 수심 양식장) 저층수 교반(펌핑) 및 가두리 침하 등
축제식	• 차광막 설치로 직사광선에 의한 수온상승을 예방하고 양식생물에 그늘터 제공 • 외부수온이 사육수보다 높을 경우 취수 중단, 수차 가동

표 5-3. 고수온 대비 넙치 육상수조식 양식장 관리 요령

구분		관리요령
고수온 이전	연락체계 구축	• 지자체 및 국립수산과학원 등 담당자 연락체계 구축
	사육현황 파악	• 전체 사육량 및 출하물량 파악
	사육 관리	• 조기 출하 및 분산으로 사육밀도 조절 • 양질의 먹이, 영양제 공급 및 질병관리 강화 • 급격한 수온 변화시 사료공급량 조절(감소) • 사육수온 및 용존산소량(유입수, 배출수) 수시 측정 *국립수산과학원 수온정보서비스 어플로 확인 가능 • 액화산소 등 산소공급량 증가(하절기 상시 공급) • 사육수조 청소
	시설 관리	• 취수구, 취수관, 집수정, 저수조 점검 및 청소 • 양수기, 산소발생기, 벤츄리, 냉각기, 발전기 등 장비 점검 • 안심벨 설치(정전, 각종 기기, 수온 이상상승 · 하강, 용존산소 5 ppm 이하 감소) 및 가동 • 통풍장치 설치
고수온 발생	사육 관리	• 사료공급 중단 *아침수온이 낮거나 일시적 수온 하강시에도 사료 공급 중단 • 액화산소 등 충분한 산소 공급 • 수온이 낮은 지하해수 주입 등
	시설 관리	• 산소공급장치 등 가동 확대 • 통풍장치 가동 및 창문 개방 • 냉각기 가동 등
폐사발생시		• 신속한 피해발생 신고 및 폐사체 처리

표 5-4. 고수온 대비 조피볼락 해상가두리 양식장 관리 요령

구분		관리요령
고수온 이전	연락체계 구축	• 자체 및 국립수산과학원 등 담당자 연락체계 구축
	사육현황 파악	• 전체 사육량 및 출하물량 파악
	사육 관리	• 조기 출하 및 분산으로 사육밀도 조절 • 양질의 먹이, 영양제 공급 및 질병관리 강화 • 급격한 수온 변화시 사료공급량 조절(감소) • 가두리 그물 교체 및 청소 • 긴급방류를 위한 질병검사
	시설 관리	• 전기시설, 폭기장치, 산소공급장치 가동 점검 • 저층수 교반(양수)장치 점검 • 가두리망 침하시설 점검(가두리 상망, 로프, 그물추 등) • 차광막 설치 준비
고수온 발생	사육 관리	• 사료공급 중단 *아침수온이 낮거나 일시적 수온 하강시에도 사료 공급 중단
	시설 관리	• 액화산소 공급 • 저층수 교반(양수)장치 가동 또는 가두리망 침하 • 차광막 설치 *차광막 설치는 수온 하강을 위한 목적이 아닌 조피볼락을 안정시켜 스트레스 감소 등 2차 효과 유도
폐사발생시		• 신속한 피해발생 신고 및 폐사체 처리 • 양식어류 긴급 방류(사전 질병검사)

표 5-5. 고수온 대비 강도다리 육상수조식 양식장 관리 요령

구분		관리요령
고수온 이전	연락체계 구축	• 지자체 및 국립수산과학원 등 담당자 연락체계 구축
	사육현황 파악	• 전체 사육량 및 출하물량 파악
	사육 관리	• 조기 출하 및 분산으로 사육밀도 조절 • 양질의 먹이, 영양제 공급 및 질병관리 강화 • 급격한 수온 변화시 사료공급량 조절(감소) • 사육수온 및 용존산소량(유입수, 배출수) 수시 측정 *국립수산과학원 수온정보서비스 어플로 확인 가능 • 액화산소 등 산소공급량 증가(하절기 상시 공급) • 사육수조 청소
	시설 관리	• 취수구, 취수관, 집수정, 저수조 점검 및 청소 • 양수기, 산소발생기, 벤츄리, 냉각기, 발전기 등 장비 점검 • 안심벨 설치(정전, 각종 기기, 수온 이상상승 · 하강, 용존산소 5 ppm 이하 감소) 및 가동 • 통풍장치 설치
고수온 발생	사육 관리	• 사료공급 중단 *아침수온이 낮거나 일시적 수온 하강시에도 사료 공급 중단 • 액화산소 등 충분한 산소 공급 • 수온이 낮은 지하해수 주입 등
	시설 관리	• 산소공급장치 등 가동 확대 • 통풍장치 가동 및 창문 개방 • 냉각기 가동 등
폐사발생시		• 신속한 피해발생 신고 및 폐사체 처리

표 5-6. 고수온 대비 전복 육상수조식 양식장 관리 요령

구분		관리요령
고수온 이전	연락체계 구축	• 지자체 및 국립수산과학원 등 담당자 연락체계 구축
	사육현황 파악	• 전체 사육량 및 출하물량 파악
	사육 관리	• 선별작업 완료 • 환수량 조절(4~6회전→6~8회전/일) • 액화산소 공급 시작(0.6L/수조(1.2×7.2 m)/1일) • 먹이공급량 조절: 감소(평소의 50~70%) • 사육수조 청소 : 10일 간격 • 조도 : 2,000룩스(차광막 1~2겹)
	시설 관리	• 취수구, 취수관, 집수정, 저수조 점검 및 청소 • 양수기, 산소발생기, 벤츄리, 냉각기, 발전기 등 장비 점검 • 안심벨 설치(정전, 각종 기기, 수온 이상상승 · 하강, 용존산소 5 ppm 이하 감소) 및 가동 • 통풍장치 설치
고수온 발생	사육 관리	• 환수량 유지(6~8회전/일) • 액화산소 공급량 증가(0.8~0.9L/수조(1.2×7.2 m)/1일) • 먹이공급 중단 • 조도 : 1,500룩스(차광막 2~3겹)
	시설 관리	• 산소발생기, 순환펌프, 벤츄리 펌프 등 가동 확대 • 통풍장치 가동 및 창문 개방 • 냉각기 가동
폐사발생시		• 신속한 피해발생 신고 및 폐사체 처리

표 5-7. 고수온 대비 전복 가두리 양식장 관리 요령

구분		관리요령
고수온 이전	연락체계 구축	• 지자체 및 국립수산과학원 등 담당자 연락체계 구축
	사육현황 파악	• 전체 사육량 및 출하물량 파악
	사육 관리	• 조기 출하 • 먹이(해조류)공급량 조절 – 10일 기준 양성 1년차 약 14kg/칸, 양성 2년차 약 45kg/칸, 양성 3년차 약 60kg/칸 *수온상승으로 인하여 산란이 발생할 수 있으니 수색을 관찰하면서 먹이 공급시기 조절 • 가두리 망 관리 : 부착생물 제거 및 노후 망 교체 • 차광막 설치 준비 *먹이공급, 망청소 및 사육전복 상태 관찰 등 지속적인 관리가 필요하므로 차광막을 미리 설치하기 보다 출하 후 비어 있는 가두리의 그물망 청소 후 전복이 있는 가두리 위에 덮어주어 일사량 저감
	시설 관리	• 전기시설 및 포기장치, 산소공급장치 가동 점검 • 저층수 교반(양수)장치 점검 • 가두리망 침하시설 점검(가두리 상망, 로프, 그물추 등)
고수온 발생	사육 관리	• 먹이(해조류)공급 중단 • 차광막 설치
	시설 관리	• 액화산소 공급 • 저층수 교반(양수)장치 가동 또는 가두리망 침하
폐사발생시		• 신속한 피해발생 신고 및 폐사체 처리

3 바닥식 패류(바지락) 및 기타 양식장(굴, 멍게) 관리 요령

바지락과 같은 바닥식 양식 패류와 굴, 멍게와 같은 수하식 양식생물의 관리요령은 표 5-8와 같다. 특히 바지락 양식장의 주요 관리 요령은 다음과 같다.

- **서식밀도 조절**
  - 여름철 고수온기에 바지락의 폐사 피해를 줄이기 위해서는 고수온기가 다가오기 전에 조기 출하하여 어장 내 서식밀도를 낮출 수 있도록 관리한다.
- **어장 저질의 경운**
  - 조간대 어장에 고수온 현상이 나타나거나 썰물로 조간대가 노출되면 어장의 수온이 오르는 등 환경악화에 대비하여 5~6월에 바지락이 충분히 잠입할 수 있도록 어장 저질을 15~20cm 깊이까지 경운하여 저질을 부드럽게 관리한다.
- **썰물 노출시 배수관리 철저**
  - 여름철에 썰물로 노출된 조간대 어장에 해수가 고이면 공기 중에 노출된 조간대 지역보다 수온이 더 올라가고 고인 해수의 용존산소량은 더 낮아진다. 이러한 경우 바지락은 많은 스트레스를 받게 되므로 썰물시 어장에 해수가 고이는 부분이 없도록 배수관리 등의 조치가 필요하다.
- **폭염과 고수온, 집중호우와 저염분의 피해 주의**
  - 여름철에는 폭염으로 인한 고수온과 집중호우에 의한 저염분 등 조간대 양식어장의 급격한 환경변화 등에 의한 스트레스와 약해진 생리기능으로 바지락의 폐사가 발생할 수 있으므로 주의해야 한다.

- 폐사가 발생한 경우에는 폐사체의 부패로 저질 등의 어장 오염이 빠르게 진행될 수 있으므로 폐사체는 신속히 수거하고 지속적인 관찰과 관리로 피해를 줄이도록 한다.

표 5-8. 고수온 대비 바닥식 및 수하식 양식장 관리 요령(요약)

구분	관리요령
바닥식 (바지락 등)	• 수과원 홈페이지 등을 통한 주변 수온 확인 및 사육수온 조사 • 패류 양식어장 주변 수온 변화 등 예찰 강화 • 조기 채취 및 출하 • 썰물시 고인 해수로 어장 수온 상승 방지를 위해 물길 내기 • 패류가 쉽게 잠입(潛入)할 수 있도록 수온이 상승하는 시기 이전에 어장 바닥 경운 횟수 확대 • 피해 발생시 관할 지자체에 즉시 신고 • 신속한 폐사체 처리로 2차 오염 방지
수하식 (굴, 멍게)	• 작업금지 • 급격한 수온 상승 시 수하연 침하 • 피해 발생 시 관할 지자체에 즉시 신고

4 고수온기 대응 조치 체계

- 고수온 대응체계(표 5-9)
- 고수온 특보 단계별 조치사항(표 5-10)
- 고수온 특보 단계별 어업인 어장관리 요령(표 5-11)

표 5-9. 고수온 대응체계

- 종합상황실 운영, 대책반 및 현장대응반 운영 및 조치사항 등
- 참여기관 : 해수부, 수과원, 시·도, 시·군

종합상황실
(반장 : 수산정책실장, 부반장 : 어촌양식정책관)

- 고수온 종합대책 수립
- 고수온 발생 시 상황관리 총괄 지휘
- 고수온 대응 및 피해복구 지원 등

※ 고수온 발생 상황 및 경중에 따라 비상대책본부(해양수산부장관) 설치 예

피해예방 대책반
(수과원 전략양식부장)

- 종합대책 추진상황 지도·점검
- 고수온 특보 발령 및 전파
- 고수온 정보수집·분석·예측 및 제공
- 양식생물 및 양식장 관리요령 홍보
- 양식생물 합동피해조사 참여 등

피해관리 대응반
(시·도 및 수산사무소)

- 피해우려해역 예찰 및 예방 지도
- 고수온 예찰반 편성 및 운영
- 고수온 대응 장비 등 지원사업 추진
- 고수온 피해 예방 및 피해 복구사업 등
- 고수온 발생 시 일일상황 관리 및 보고
- 고수온 피해복구 조사 등

* 특보발령 주체 : 해양수산부장관(위임 : 국립수산과학원장)
** 발령 방법 : 국립수산과학원 홈페이지/SMS서비스/보도자료

- 수온정보 분석·제공, 양식장 관리요령 홍보, 특보발령 등

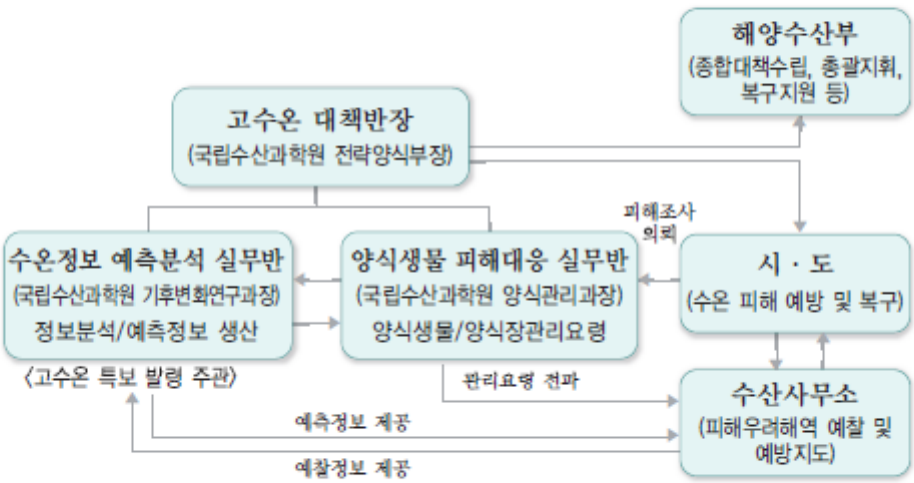

표 5-10. 고수온 특보 단계별 조치사항(해당기관)

위기경보	특보	시기	주요 조치사항
평시 (Blue)	평상시	4~6월	• 어장별 책임구역제 지정, 현장 밀착지도 – 도(사업소), 시군별 현장독려반 편성 · 지도 강화 • 어린고기 입식량 및 사육량 조사 완료 – 어린고기 입식 밀도 준수 권고 • 어업인 사전교육 및 어장관리요령 집중 홍보 – 어체활력강화, 질병관리강화, 대응장비 사전 준비 등 • 피해어장 고수온 취약품종 입식 자제 및 대체어종 입식 권고 • 조기 출하 유도로 사육밀도 사전 조절 • 양식수산물재해보험(고수온특약) 가입 독려 • 대응장비 보유현황 파악, 수리 · 보강 사전 준비사항 점검
주의 (Yellow)	고수온 관심단계	7월	• 종합상황실 가동(도, 필요시 시군) • 고수온 발생상황 파악 및 신속 전파(SMS 등) • 어장별 책임구역 현장 밀착지도(주 1~2회) • 폐사체 매몰지 사전 확보 • 긴급방류를 위한 전염병 검사 사전 조치 • 피해 조기 지원을 위한 합동조사반 편성(시군)
경계 (Orange)	고수온 주의보 (28℃ 도달)	7~9월	• 고수온 발생상황 파악 및 신속 전파(SMS 등) • 어장별 책임구역 현장 밀착지도(주 2~3회) • 재해대책명령서 발부 – 사료공급 감소 또는 중단, 대응장비 가동 등 응급조치 명령 (보조 및 지원 제한, 벌칙 규정, 어장개발 불이익 등 고지) • 긴급방류 희망어가 방류 실시
심각 (Red)	고수온 경보 (수온 28℃ 3일 이상)	8~9월	• 고수온주의보 대응 조치사항 유지 • 고수온 발생상황 파악 및 신속 전파(SMS 등) • 폐사발생시 피해물량 신속 파악 및 수거 조치(매몰 등)
해제	고수온 특보해제	9월 이후	• 피해복구 계획 수립 및 복구 지원 • 어류질병 확산방지를 위한 현장대응반 운영

표 5-11. 고수온 특보 단계별 양식장 관리 요령

위기경보	특보	시기	어업인 어장 관리요령
평시 (Blue)	평상시	4~6월	• 어린고기 입식시 밀도기준 준수, 입식 • 피해어장 고수온 취약품종 입식 자제 및 대체어종 입식 • 조기 출하 및 사전 분산(분망)으로 사육밀도 조절 • 대응장비 보강 및 수리 등 가동 준비태세 완료 • 양질의 사료에 영양제, 면역증강제를 혼합공급하여 활력 강화
주의 (Yellow)	고수온 관심단계	7월	• 사료공급량 조절(감소) • 어류질병 사전예방 및 치료 완료 • 가두리 그물 도색, 교체 및 청소 • 산소공급기, 냉각시설 점검 및 보강
경계 (Orange)	고수온 주의보 (28℃ 도달)	7~9월	• 수온 · 용존산소 모니터링 등 자기 어장 점검 • 양식생물 동태 파악 점검으로 대응조치 적극 이행 • 사료공급 감소 또는 중단 • 대응장비 총력 가동 – 액화산소공급장치, 저층해수공급장치, 산소발생기, 에어컴프레셔 등
심각 (Red)	고수온 경보 (수온 28℃ 3일 이상)	8~9월	• 수온 · 용존산소 모니터링 등 자기 어장 점검 • 양식생물 동태 파악 점검으로 대응조치 적극 이행 • 사료공급 중단 • 대응장비 총력 가동 – 액화산소공급장치, 저층해수공급장치, 산소발생기, 에어컴프레셔 등
해제	고수온 특보해제	9월 이후	• 고수온 스트레스 완화를 위한 양질의 사료 공급 • 어체약화로 인한 질병발생 우려, 질병관리 강화 • 어체 안정화 및 충분한 산소 공급