Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

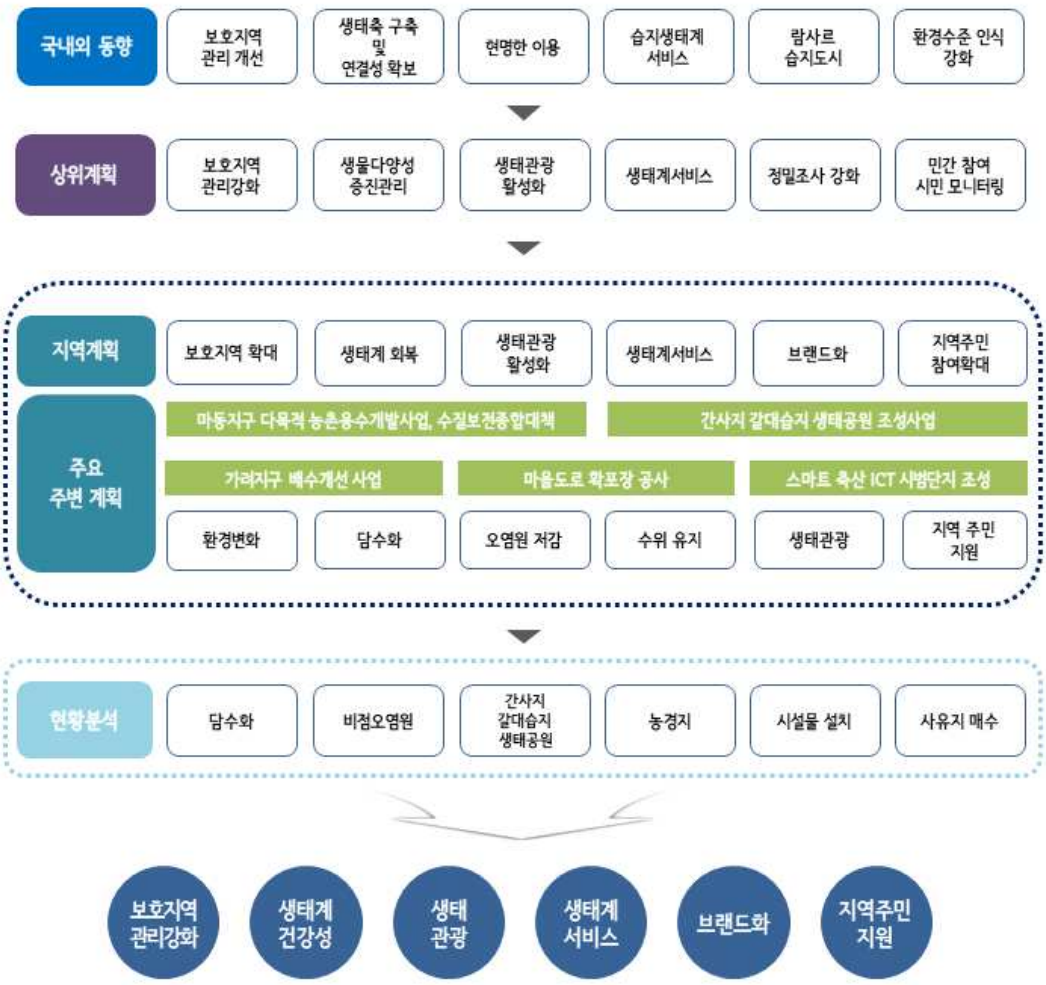
1. 습지보전지역 비전 및 목표 설정
2. 4대 전략별 세부사업
3. 핵심전략별 세부과제 추진계획

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

1. 습지보전계획 비전 및 목표 설정

- 국내·외 습지보호지역의 정책 변화, 습지 관련 최신 정책 여건(중앙정부, 지자체 등), 습지보호지역의 현황 등을 고려하여 [그림 45]와 같이 키워드를 도출하였고 이를 바탕으로 [그림 46]과 같이 마동호 습지보호지역의 비전 및 전략을 도출함

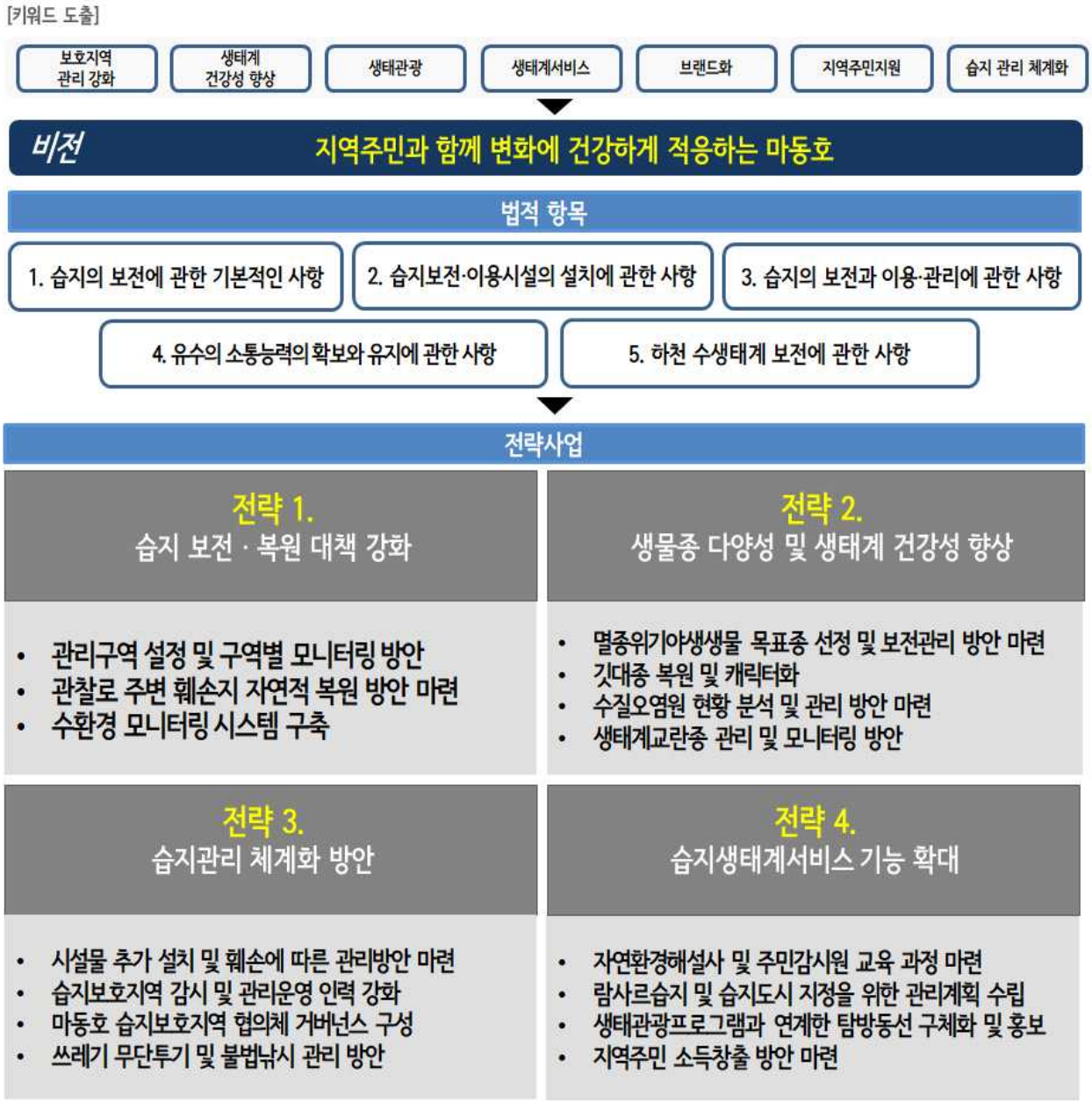
  - 보호지역 관리강화, 생태계 건강성, 생태관광, 생태계서비스, 브랜드화, 지역주민자원, 습지관리체계화



[그림 45] 키워드 도출

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

- 제1차 마동호 습지보호지역 보전계획 비전은 ‘지역주민과 함께 변화에 건강하게 적응하는 마동호’로 설정하고 이를 달성하기 위한 전략 4개와 사업 15개를 제시하였음
- 각 전략은 1) 습지의 보전에 관한 기본적인 사항, 2) 습지보전 및 이용시설의 설치에 관한 사항, 3) 습지의 보전과 이용 · 관리에 관한 사항, 4) 유수의 소통능력 확보와 유지에 관한 사항, 5) 하천 수생태계 보전에 관한 사항에 근거하여 수립함



[그림 46] 전략 및 세부사업 제시(안)

2. 4대 전략별 사업

- (전략1) 습지 보전·복원 대책 강화
  - 관리구역 설정 및 구역별 모니터링 방안
  - 관찰로 주변 훼손지 자연적 복원 방안 마련
  - 수환경 모니터링 시스템 구축

- (전략2) 생물종 다양성 및 생태계 건강성 향상
  - 멸종위기야생생물 목표종 선정 및 보전관리 방안 마련
  - 깃대종 복원 및 캐릭터화
  - 수질오염원 현황 분석 및 관리 방안 마련
  - 생태계교란종 관리 및 모니터링 방안

- (전략3) 습지관리 체계화 방안
  - 시설물 추가 설치 및 훼손에 따른 관리방안 마련
  - 습지보호지역 감시 및 관리운영 인력 강화
  - 마동호 습지보호지역 협의체 거버넌스 구성
  - 쓰레기 무단투기 및 불법낚시 관리방안

- (전략4) 습지 생태계서비스 기능 확대
  - 자연환경해설사 및 주민감시원 교육 과정 마련
  - 람사르습지 및 습지도시 지정을 위한 관리계획 수립
  - 생태관광프로그램과 연계한 탐방동선 구체화 및 홍보
  - 지역주민 소득창출 방안 마련

3. 핵심전략별 세부과제 추진계획

3.1. 전략1) 습지 보전·복원 대책 강화

전략 1-1 관리구역 설정 및 구역별 모니터링 방안

가) 현황 및 필요성

- 마동호 습지보호지역 지정 전·후 여건 변화에 대한 정밀조사 및 모니터링, 효과 분석 등이 이루어져야 하며 습지 여건 변화에 대한 월별, 분기별, 연도별 비교·분석, 특이종 출현 지점 등에 대한 구체적인 현황정보를 수집할 필요가 있음
- 습지보호지역의 보전과 이용의 조화를 위해 유네스코 생물권보전지역의 구역 기준을 참고하여 핵심-완충-협력(전이)구역으로 구분하여 설정하고, 생물종다양성 증진 및 구역의 특성을 고려한 방향 설정이 필요함
- 생태관광 문화 및 마을자원은 간사지의 서쪽인 두호마을, 곤기마을, 낙정마을을 중심으로 분포하고 있으며, 간사지 갈대습지 생태공원조성사업에 따른 중장기적인 이용객 수 증가로 인한 습지보호지역의 서식지 훼손이 우려됨에 따라 핵심구역, 완충구역 및 협력(전이)구역으로 설정 후 지속적인 모니터링이 필요함
- 구역 설정을 위한 습지보호지역 토지 지목 현황을 분석한 결과, 국·공유지가 82.4%로 나타났으며 다음으로 사유지가 17.6%를 차지하고 있음
  - 총 115필지 중 사유지가 101필지로 대부분을 차지하나, 필지 대비 면적은 국·공유지가 약 82%로 훨씬 높게 나타남
  - 습지 내부(수계)는 국·공유지이지만, 주변의 완충, 전이지역은 사유지가 대부분
- 이에 따라 핵심, 완충, 전이지역을 고려하여 토지매수 우선순위를 선정하고 단계적인 매입 및 관리방안이 필요함
  - 사유지는 소유주의 약 92%의 토지매수 동의를 받은 상태이며, 2022년 예산 반영 및 단계적 매입을 추진할 예정임

[표 28] 토지 지목 현황분석

토지 소유구분	면적(㎡)	수량	비율(%)
사유지	190,265.8	101필지	17.6%
국 · 공유지	889,269.4	14필지	82.4%
총 합계	1,079,535.2	115필지	100%

나) 추진내용

[1-1-1] 핵심-완충-협력(전이)구역 설정 및 모니터링 방안

- 유네스코 개념을 적용하여 구역을 설정하고 보전, 복원, 현명한 이용 측면의 관리방향을 제시함
- **[핵심구역]** 간사지 전체구역과 고성천 하구지역은 갈대밭, 철새서식지 등이 분포하는 등 생태적 가치가 높음. 이 구간을 핵심구역으로 설정하여 서식지 절대 보전, 인공시설 배제, 출입제한 등을 통한 관리방향을 제시함
- **[완충구역]** 간사지와 간사지 갈대습지 생태공원 탐방로 사이의 구간과 간사지 서쪽 두호마을 주변의 농경작지, 간사지 남측의 태양광 기반시설, 굼벵이 양식장 등은 보전지역 경계 주변에 위치한 지역임. 이를 완충지역으로 설정하여 서식처의 인위적인 훼손을 방지하는 역할을 도모함. 생태복원사업 및 친환경농법 등을 적극 적용하는 등 보전과 복원에 대한 관리방향을 제시함
- **[협력(전이)구역]** 간사지 서측으로 두호마을, 곤기마을, 낙정마을이 위치하고 있으며, 간사지 갈대습지 생태공원 조성사업으로 향후 탐방객의 수가 증가할 것으로 예측됨. 이에 따라 중장기적으로 마동호 습지보호지역 내 훼손이 우려되어 이를 협력(전이)구역으로 설정하고, 현명한 이용 측면의 관리방향을 제시함

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

[표 29] 핵심-완충-협력(전이)구역 설정(안)

구역	기능	위치적 특징	관리방향
핵심 구역	절대보전	• 갈대밭과 개방수면, 고성천 유입부 • 식생 양호, 갯벌 조성, 철새 도래지 • 갈대정원(예정지), 고성천 하구 옆 농경지(태양광 기반시설, 굼벵이 양식장) • 멸종위기야생생물 출현지점 포함	• 서식지 절대 보전, 인공 시설 배제, 출입 제한 • 지속적인 생태계 변화 모니터링 • 서식지 보전, 시설물 정비, 훼손지 복원 • 특별한 경우(서식처, 식생 개선 및 복원 등)를 제외하고 지속적인 보전 필요
완충 구역	보전 및 복원	• 탐방로 및 탐방로 주변 지역, 농경지, 숲 등 • 농경지, 둠벙, 두호마을 부근 농경지	• 서식지 보전, 시설물 정비, 훼손지 복원 • 보전을 위한 완충 역할 • 탐방로, 인공시설물 등은 최소한의 간섭 허용
협력 (전이) 구역	현명한 이용	• 고성 IC 인근 • 농지와 산지 혼재 • 습지 관련 이용시설 정비 가능	• 체험, 탐방로, 시설 설치 • 인간의 출입 가능, 경관 및 생물서식처 보전을 위해 인위적 개발 최소화
			
갈대밭			고성천 하구, 간사지 입구
갈대정원(예정지)			고성천 하구 옆 농경지-태양광 기반시설, 굼벵이 양식장
농경지, 둠벙			두호마을-밭두렁길

[표 30] 핵심-완충-협력(전이)구역 면적

구분	핵심구역	완충구역	협력(전이)구역
면적(㎡)	948,000	922,000	630,000
비율(%)	37.92	36.88	25.20
합계(㎡)	2,500,000		



[그림 47] 핵심-완충-협력(전이)구역 설정(안)

- 각 구역별 대책을 수립하기 위해 구간별 특성, 위협요인, 보전 필요성 등을 고려한 생태계 모니터링 항목, 수행 주체, 관리 방향 등을 제시함으로써 체계적 모니터링 방안 마련
- 핵심구역은 생태기반환경, 생태환경 등을 확인하고 위협요인 등 주요 문제점을 파악함
- 완충·협력(전이)구역은 인문환경, 생태환경, 시설 현황 등을 확인하며 핵심구역에 영향을 미칠 우려가 있는 위협요인이나 훼손 여부를 집중적으로 확인함

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

[표 31] 구역별 모니터링 수행 방안(안)

구분	항목		수행주체	주기
핵심구역	생태기반	• 수리·수문, 수위변화 등	환경청 (필요 시 전문가)	분기별
	생태환경	• 식생변화, 생물종, 교란종·보호종 등		
완충구역 + 협력(전이)구역	인문	• 주요 동선 이용 현황 등	주민감시원, 협의체, 지역주민 등	월 1회 및 감시원 활동에 추가
	생태	• 식생변화, 생물종, 교란종·보호종 등		
	시설	• 시설 기능 유지, 정비 필요 여부 등		

- 생태계 모니터링 결과에 따른 절대보전, 집중관리구역을 설정하여 세부적인 구역별 중점관리 방안 및 보전대책 마련
  - 효율적인 모니터링 추진 및 DB 구축을 위해 정밀조사 및 모니터링 결과, 주요 생물서식처 등을 고려하여 집중 모니터링이 필요한 지점 선정
  - 보호종 출현, 교란종 출현·확산, 훼손 발생 지점 등의 정기적인 변화상 확인을 위하여 표주 등으로 별도의 위치를 표시해 중점 모니터링 지점을 쉽게 인지할 수 있도록 함
- 해당 지점의 사진 촬영 및 조사표 작성, 특이사항 등을 DB화함으로써 이용 제한, CCTV 설치, 신규사업 시행 여부 검토 등에 대한 기초자료로 활용 가능

[1-1-2] 단계적 사유지 매입 및 관리

① 토지매입 우선순위 도출과정 및 선정

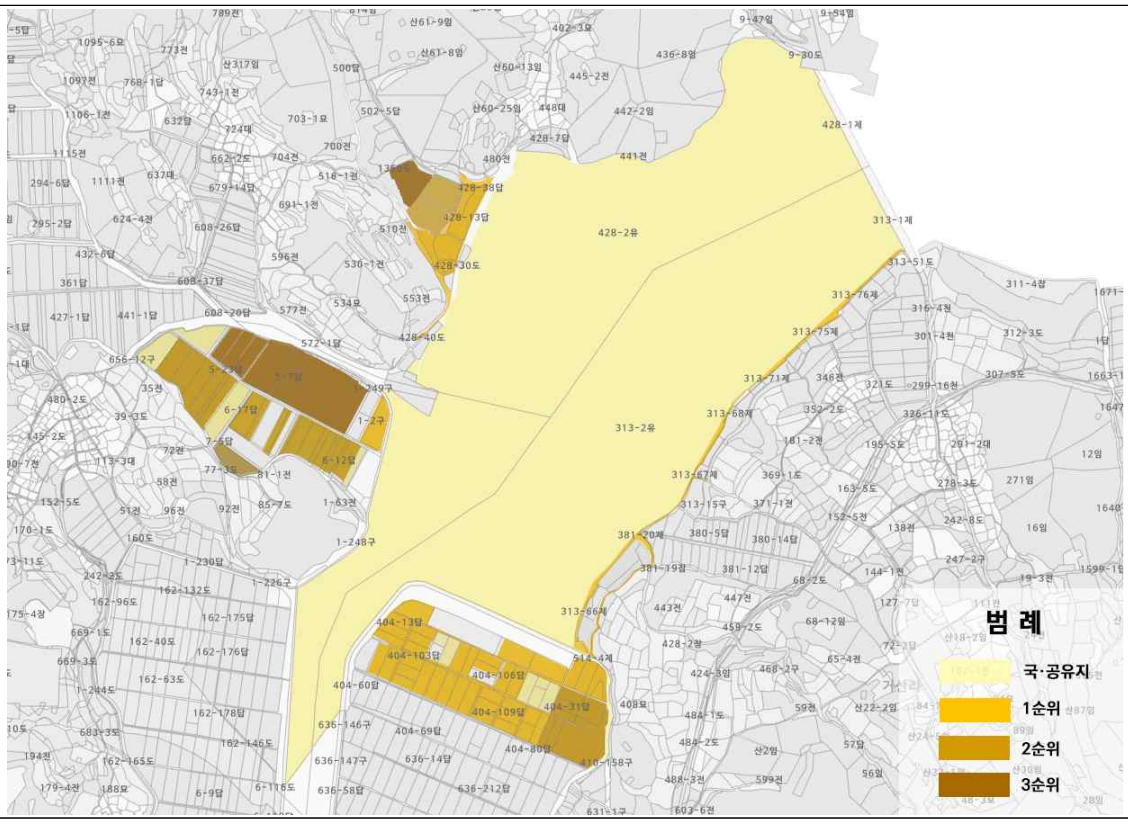
- 현실적이고 효율적인 사유지 매입을 위해 습지보호지역과의 거리, 매수 면적, 보전 복원의 시급성 등을 고려하여 매입 우선순위를 도출함(1차 분류)
  - 국·공유지, 사유지 등 소유자 파악
  - 토지매입 우선순위 기준을 선정하고 점수화하여 우선순위 산정
  - 국유지를 우선적으로 매수하는 방안 제시
- 우선순위의 기준은 습지보호지역 내 보전관리가 필요한 지역, 복원 필요 지역, 이용가능한 지역으로 구분하여 [표 32]와 같이 선정함

[표 32] 토지매입 우선순위 기준(2차 분류)

순위	구분	고려사항
1	보전관리가 필요한 지역	• 핵심지역(습지내부), 멸종위기종 출현지점 – 야생동물 출현으로 자연생태계 유지가 가능한 지역
2	복원 필요 지역	• 철새 먹이터 활용지역, 오염원 발생 지역 – 자연·인위적 요인에 의해 훼손 발생, 발생 우려가 있는 지역 – 오염원 분포가 높으며, 경로에 위치
3	이용가능한 지역	• 개발 잠재력이 높고 마을과 인접한 지역 – 생태계지불제, 생태관광 등으로 활용할 수 있는 지역

1차 분류	→	2차 분류	→	3차 분류
소유자 파악		우선순위 기준별 분류		점수화 후 우선순위 산정

[그림 48] 사유지 매입 우선순위 도출과정



[그림 49] 사유지 매입 우선순위 도출 결과

② 중장기 매입 토지(미매입토지) 관리 방안

- 사유지 전체가 매입되기 전까지 오염 유발 행위 및 개발 등이 진행되지 않도록 중장기 매입 계획토지(미매입토지)에 대한 관리가 필요함
- 이에 필지별 입지 특성(수계 인접성 등), 생태환경 여건 및 위협요인 등을 종합적으로 고려하여 관리방향을 설정하도록 함

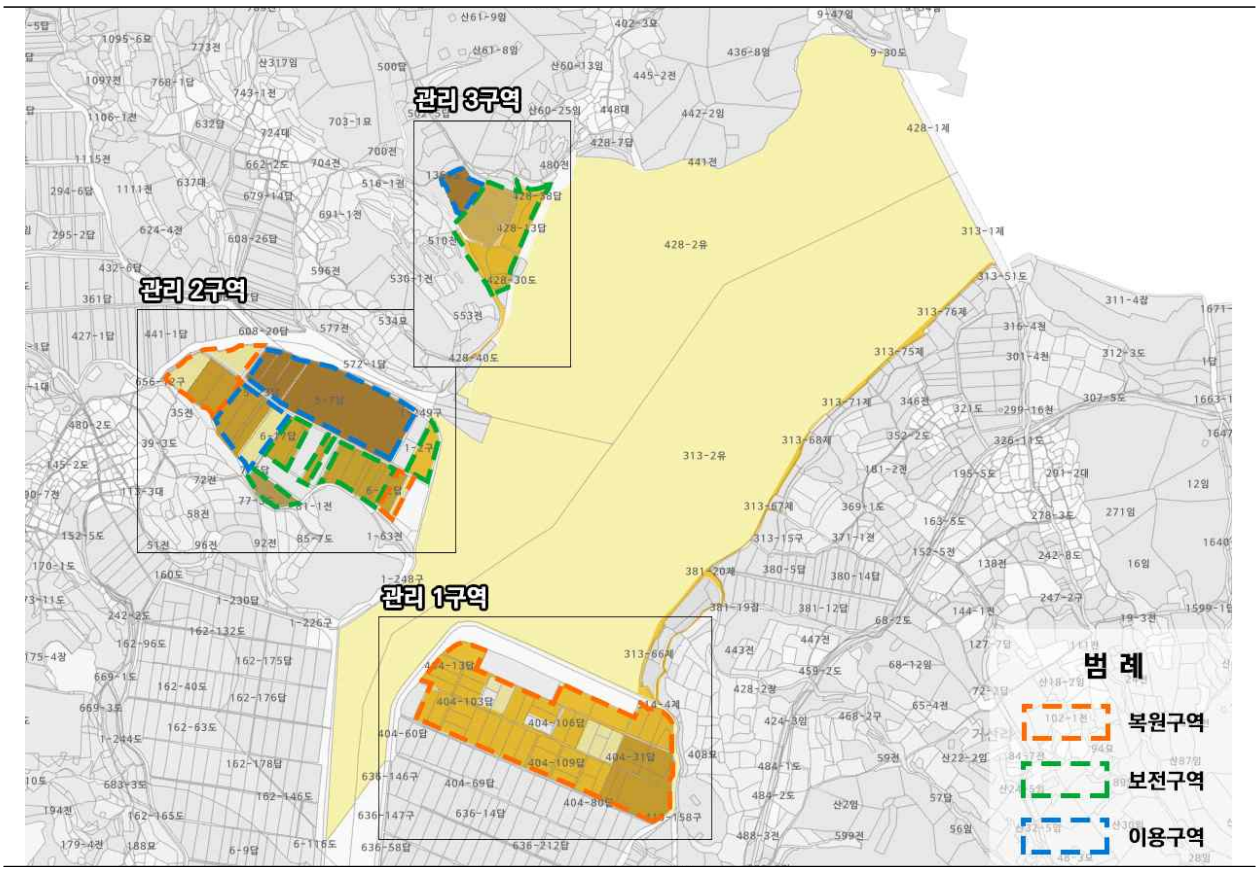
  - 매입된 토지는 습지에 미치는 영향을 고려하여 보전·이용·관리 사업을 추진하도록 함
  - 미매입된 토지 중 보전이 필요한 필지는 소유주 계도 및 매도 권고 등을 통해 오염 및 훼손을 유발하는 행위를 예방·관리하도록 함

현황 파악	→	관리 유형 분류	→	토지별 관리
사유지별 입지특성 생태환경 현황 위협요인 현황 등		복원형, 보전형, 이용형		사유지 매입과 함께 관리 유형을 고려하여 지속적으로 관리

[그림 50] 미매입 토지(사유지)별 관리 유형 설정 과정(안)

[표 33] 미매입 토지(사유지)별 여건을 고려한 관리 유형(안)

유형	개념	관리 방향(안)
복원	• 훼손 또는 훼손이 우려되는 구역	• 현 생태계를 위협하는 요인 제거·관리 • 정기적인 모니터링·관리 • 매입 이후 훼손 원인을 고려한 복원을 통해 습지 안정화 유도
보전	• 인위적 영향이 비교적 적은 구역 • 현 상태 유지를 위해 관리가 필요한 구역 (복원 완료 습지 등)	• 현 생태계를 위협하는 요인·제거 관리 • 정기적인 모니터링·관리
이용	• 습지 내부에 미치는 영향이 비교적 적어 시설 설치 등 이용 가능한 구역	• 감시 등을 통해 훼손 행위 발생 관리 • 필요 시 탐방, 안내시설 등 설치(최소화) – 주민 협조를 통해 이용시설 사전 설치



[그림 51] 토지별 여건을 고려한 관리구역 설정(안)

전략 1-2 관찰로 주변 훼손지 자연적 복원 방안 마련

가) 현황 및 필요성

- 주요 식생은 갈대군락, 물억새군락, 부들군락, 고마리군락으로 확인되었으며 비교적 식물상이 단순하고, 갈대군락이 마동호 하구 습지와 고성천 구간에 대규모로 분포하고 있음. 다만 생태계교란종인 환삼덩굴이 마동호 습지 일부 구간(고성천 하구, 당항만 역사생태공원 등)에서 관찰되어 확산 방지 방안 마련이 필요함
  - 마동호 하구의 방조제로 인해 육화[8]가 진행되어 염생식물은 분포하지 않았음(고성군, 2020)
  - 침수상태로 다른 식물 종의 유입이 적고 밀도가 높아 현 식생의 지속적 유지 예상
  - 제방은 차도로 이용되고 있으며 주변에 경작지가 분포해 있고 사람의 출입이 잦아 수크령, 강아지풀 등 주로 노방식물이 출현
- 습지보호지역의 지정, 인근 자원의 연계, 마동호 인근 개발사업 등으로 향후 생태관광 활성화에 따른 탐방객 증가가 예상되며, 이로 인한 물리적-생태적 수용 능력의 저하로 이어지는 결과를 초래할 수 있음
  - 마동호 하구 습지 주변의 도로, 경작지, 주거지 등 지속적인 인위적 간섭으로 습지 식생의 다양성이 낮으며, 귀화식물의 유입이 점차 증가할 것으로 예상됨



[그림 52] 입지별 평균귀화율

* 출처 : 고성군, 2021, 간사지 습지보호구역 지정 계획 용역

8) 외부로부터 유입된 토사가 퇴적되어 침수 빈도가 감소하거나 지하수면이 낮아져 습생식물들이 매몰 혹은 쇠퇴하여 육상식물들로 대체되는 이른바 소택지로 변해가는 현상으로 육지화 혹은 이탄지화와 차이가 있음(원주지방환경청, 2013 ; 조동길, 2017)

- 따라서 기 훼손지의 자연적 복원 및 조류의 안정적인 서식을 위하여 훼손 지역, 훼손 예상 지역, 활용 가능지역에 대한 위치를 파악하고, 완충 지역의 차폐 및 복원을 위한 식재 방안을 마련하고자 함

나) 추진내용

[1-2-1] 관찰로 주변 훼손지역 선정 및 관리 계획 수립

- 「마동호 습지 보전·이용시설 설치 기본계획 수립(2021)」에서 훼손지의 복원 및 활용 방향에 대해 제시함. 이를 참고하여 문헌 및 현장 조사를 통해 추가적인 지역을 조사하고 변화된 여건을 반영하여 3개 유형으로 구분하였으며, 도출된 현황은 [그림 53]와 같음



[그림 53] 복원지역 유형 구분(안)

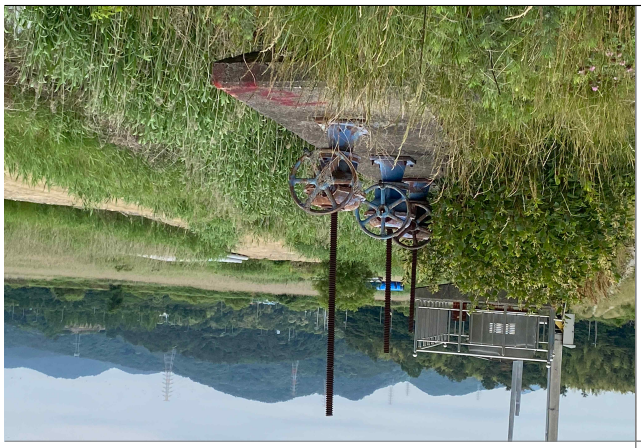
① 훼손 지역

- 현재 갈대군락 인근은 집중 호우 시 재해의 우려가 있는 저지대 농경지에 배수장 신설, 배수로 개량 및 홍수 등에 대한 재해 대비 능력 강화를 목적으로 가려지구 배수개선사업(2021~2025)이 진행 중에 있음

  - 해당 사업에 따르면 집중 호우시 재해의 우려가 있는 저지대 농경지에 거산배수장 신설이 습지보호지역 일부 제외 지역에 속함. 그러나 조류의 양호한 서식지인 무논의 감소가 우려되며 교란 발생빈도가 증가할 것으로 예상됨

- 훼손 지역은 굼벵이 양식장, 태양광 기반시설이 설치되어 있으며 주요 갈대군락과 당항만 역사생태공원이 매우 인접한 곳에 있어 복원사업을 통해 생물서식처 및 휴식처로써 연계 가능함

  - 농어촌공사 담당자 인터뷰 결과, 현재 태양광 시설은 콘크리트 기반만 형성되어 있으며 태양광 시설은 하지 않는 것으로 잠정 결정됨

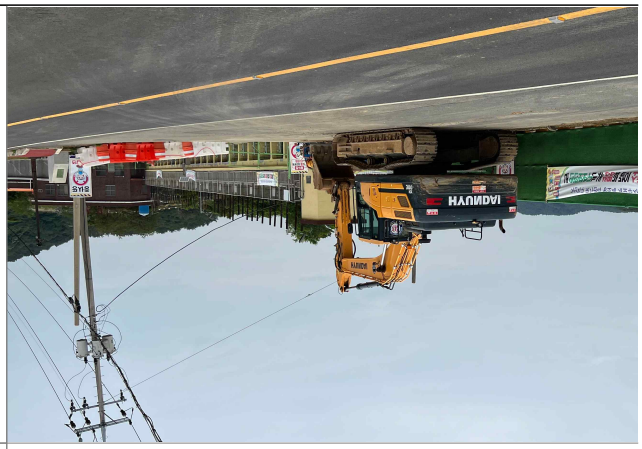


훼손지 인근 배수장 및 배수문	훼손지 전경(현재)

[그림 54] 훼손 지역 현황

② 훼손 예상 지역

- 나대지로 방치되고 있는 성토 지역은 고성천~당항만 간 위치한 교량 및 방파제 구간으로, 2016년부터 야생생물 보호구역으로 지정되어 관리되고 있으며 당항만 방향으로 「거산지구 국가관리 방조제 개보수사업(2022~2023)」이 진행 중에 있으며 추후 사업에 따라 제거될 예정임

	
탐방로 인접 지역 일대	방조제 개보수사업 전경

[그림 55] 훼손 예상 지역 현황

- 그러나, 해당 지역은 마동호의 담수화 사업과 관련하여 습지의 수위 등 기반환경의 변화가 예상되어 수위 변화 및 습지식물 식재 방안을 검토해야 하며 향후 현장 여건에 따른 세부적인 계획 수립이 필요함
- 현재 「간사지 갈대습지 생태공원 조성사업(2020)」에 따른 탐방로 인접 지역 일대는 향후 탐방객 수요 증가가 예상됨에 따라 훼손 예상 지역으로 구분함

③ 활용 가능 지역

- 농경지는 오리류 등의 안전한 채식 및 휴식을 위해 필요한 공간이며, 조류의 양호한 서식지를 존치시키는 방안이 필요함
- 농경지 활용이 가능한 지역을 대상으로 자연적인 먹이활동을 독려할 수 있도록 친환경 농법, 볏짚존치, 묵논(무논)조성 등 생태계서비스지불제계약을 시행하여 논생물 다양성을 유지시키도록 함



농경지 전경(1)	농경지 전경(2)

[그림 56] 활용 가능지역 현황

[1-2-2] 훼손지 유형별 식생복원 사업 시행

- 「간사지 갈대습지 생태공원 조성사업 타당성 조사 및 기본계획 수립(2020)」에서는 식재 식물의 특성과 생태 등을 유심히 살펴 적합하고 양호한 생육이 이루어지도록 식재 유형에 따른 마동호 간석지 식생 관리 원칙을 아래 [표 34]와 같이 제시함

[표 34] 마동호 간석지 식생 관리 원칙

기본원칙	내용
자생종 이용	• 최소한의 관리로 유지 가능, 인근 지역의 동물 유인으로 생물다양성 증진 및 교육 소재로 활용 • 습윤지역 : 가까운 곳의 하천, 호수, 못, 저수지에 자생하는 식물 도입 • 산림지역 : 인근의 산림, 초지 등에서 자생하는 식물 도입
다양한 생활형의 식물 종 식재	• 수변 군락의 종 다양성 증진, 야생동물 생활환경 제공, 자연경관 향상 • 정수식물, 부엽식물, 침수식물, 부수식물, 습생식물 등 • 초본류 외 목본식물 도입 유도 필요
천이를 고려한 식재	• 식재 시 수환경과 토양환경 고려 • 주변 지역의 주요 서식처와 자연스러운 연결성 확보
전문적인 식재의 필요성	• 식물의 서식 환경에 따라 식물상의 서식 분포가 다양하게 나타남 • 식물의 바람직한 식재를 위해 많은 경험과 전문성을 갖춘 업체 선정

* 출처 : 고성군, 2020. '간사지 갈대습지 생태공원 조성사업 타당성 조사 및 기본계획 수립'을 참고하여 일부 수정·보완함

- 습지식물의 일반적인 서식 조건으로 지형은 경사가 완만하고 토양은 사질, 점질토가 유리하며, 대형 정수식물은 토심 1m, 소형 정수식물과 부엽식물은 50~60cm의

적절한 토심이 필요함

- 수심과 수위 변동은 습지식물의 분포에 영향을 미치는 가장 중요한 인자로 일반적으로는 수심 2m 까지 생육이 가능하며, 유속이 너무 빠르면 생육이 불가하므로 천천히 흐를수록 유리함

[표 35] 비탈면 기울기의 식물 생육 적합도 판정 기준

판정 기준	식물 생육 특성
30° 이하	• 키가 큰 수목 위주의 식물 군락 복원과 주위 자생종의 침입 가능 • 식물 생육이 양호하고, 피복이 완성되면 표면 침식은 거의 없음
30~35°	• 그대로 방치했을 경우 주변으로부터의 자연 침입으로 식물 군락이 성립되는 한계 각도이며, 식물의 생육은 왕성
35~40°	• 식물의 생육은 양호한 편이나 키가 낮거나 중간 정도인 수목이 많고, 초본류가 지표면을 덮는 군락의 조성이 바람직함
45~60°	• 식물 생육은 다소 불량하고 자연 침입종이 감소 • 키가 낮은 수목이나 초본류로 형성되는 키 작은 식물 군락 조성이 바람직함
60° 이상	• 생육이 현저하게 불량해지고 수목의 키가 낮게 성장 • 초본류의 쇠퇴가 빨리 일어남 • 바위의 틈 사이 뿌리 신장을 기대하여 키 낮은 수목 도입도 바람직함

* 출처 : 조동길, 2017,「생태복원 계획·설계론 제Ⅱ권:생태복원 과정별 기법과 실무」, 넥서스환경디자인연구원 출판부

- 탐방객 증가에 따른 외래종 유입으로 관찰로 주변 및 습지보호지역의 교란 확산 우려

  - 복원에 따른 교란 및 훼손은 습지를 육화시켜 습지의 소멸, 생태적 기능 저하 등을 야기시키고, 자생식물과 빛, 공간, 자원 등을 선점하기 위해 강한 경쟁력을 가짐(조동길, 2017)

- 또한, 습지가 교란되면 침입식물은 쉽게 침입하여 교란을 가속시키고, 정착 후 식물 군락을 변화시켜 식물뿐만 아니라 동물의 서식지를 변화시키므로 제거방안 수립이 필요함

[표 36] 외래식물의 제거·관리방안(안)

단계	제거·관리 방안
예방 및 조사	• 탐방객 방문으로 인한 외래식물 유입 방지를 위한 홍보 • 신발에 묻은 외래종자 털이개(에어컨프레샤 등) 활용 • 조사 및 모니터링 결과를 토대로 서식지점 파악 및 도면화
제거·관리	• 확산 속도가 빠른 식재종과 생태계 교란종은 발견 즉시 제거 작업을 진행 • 확산 범위가 큰 경우, 적절한 제거 시기, 종별 유해성 등을 고려하여 제거 작업 시행
제거·관리 후	• 모니터링 지점에 포함하여 재확산 여부 관리

- 거산방조제로 인하여 방조제 내측은 해수의 침투가 없을 것으로 예상하였으나,

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

실제로는 간사지교 배수갑문의 작동이 원활하지 못하여 해당 부근의 염도가 높은 환경적 특성을 가지고 있어 염생식물의 식재[표 37]를 고려해야 함

[표 37] 염생식물 분류

구분			내용	식물종
진정 염생식물 (euhalophyte)	염요구성 염생식물 (salt-requiring halophyte)	염필수형 염생식물 (obligatory)	• 염분이 생존에 반드시 필요한 식물	가수초,나문재, 방석나물, 지채, 천일사초, 칠면초, 퉁퉁마디, 해홍나물 등
		염우선형 염생식물 (preferential halophyte)	• 염분이 있으면 생장과 발달이 촉진되는 식물	
	염저항성 염생식물 (salt-resisting halophyte)	염인내형 염생식물 (salt-enduring halophyte)	• 높은 염분 농도에서 견딜 수 있는 식물	가는갯능쟁이, 갈대, 갯개미자리, 갯개미취, 갯기름나물, 갯꾸러미풀, 갯질경, 번행초, 사데풀, 산조풀, 새섬매자기, 큰비쑥, 해국 등
		염배제형 염생식물 (salt-excluding halophyte)	• 털에 염분을 축적하거나, 줄기에서 염분을 배출하거나, 줄기의 염분을 뿌리로 수송하는 등의 기작으로 염분을 배제하는 식물	
		염회피형 염생식물 (salt-evading halophyte)	• 염분 흡수를 회피하거나, 염분이 잎으로 수송되는 것을 회피하는 식물	
유사염생식물(pseudohalophyte)			• 일시적으로 염분이 있는 환경에 출현하는 식물	

* 출처 : 국립수산과학원, 2015, 바닷가에서 만나는 염생식물

- 마동호 습지보호지역 내 농경지의 경우 매토종자로 인해 복원 시 교란 및 훼손 가능성이 증대될 수 있으며 이를 포함한 유형별 복원 계획(안)을 [표 38]과 같이 제시함

[표 38] 훼손지 유형별 복원 계획(안)

훼손지 유형	구분	복원 계획(안)	기간
훼손 지역	1-1	• 당항만 역사생태공원 조성(생태탐방로)과 배수장 신설, 시설에 인접한 차폐식재 및 서식지 완충지대 조성 • 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙」 제18조(녹지의 설치·관리 기준)에 따라 충분히 조성 가능[9] - 폭 10m 이상, 녹화면적률[10] 50~80% 이상 확보 - 교목 4m 이상, 관목 또는 그 밖의 지피식물 식재	단기
	1-2	• 비간섭거리 미확보시 철새 활동의 안정성을 확보하기 위하여 갈대 등을 활용한 차폐용 가림막 설치 - 습지보호지역 주변 제외 구간 일부 포함 - 도로 폭이 협소해 완충식재로의 차폐 불가 예상(법령에 따라 최소 10m 이상 확보 필요)	단기
	1-3	• 폭 12m 정도, 길을 제외한 식재 가능 공간은 1/2 정도임 • 갈수기 식생 유지를 위하여 수심이 얕은 곳에 키 작은 정수식물 식재 - 큰고랭이, 미나리, 물옥잠, 노랑꽃창포, 부처꽃, 보풀, 자귀풀, 올방개 등	단기
	1-4	• 조류 서식처 및 먹이원 확보를 위한 볏짚 존치, 무논 조성	단기
훼손 예상 지역	2-1	• 현재 초본류 및 일부 관목류 확인되며 습지~농경지의 자연스러운 천이 유도 • 공장 유출 수로 인접 지역으로 가장자리 식생 수로 조성	단기
	2-2	• 밭두렁길과 인접해 있으며, 철새 서식처로서의 농경지로 활용될 수 있도록 차폐	중기
	2-3	• 수요 증가에 따른 인위적 교란 및 훼손 예상 • 간사지 갈대습지 생태공원 조성 탐방로 동선으로 차폐 및 완충식재 • 자연스러운 동선 유도식재	중기
	2-4	• 간사지교 인근 구역에 환삼덩굴 확인으로 제거 작업 • 마동호 습지 전경 조망 및 담수화 사업으로 인한 기반환경 변화에 대비하여 광범위한 식재는 배제하고 염생식물 식재 고려	중기
활용 가능지역	3-1	• 조류 서식지, 먹이원 등으로 존치 • 간사지 갈대습지 생태공원 조성사업의 탐방로와 연계	중기
	3-2	• 생태계서비스 지불제 계약으로 농경지 존치	중장기
	3-3	• 탐방로 동선을 따라 완충 식생대 조성	중장기
	3-4	• 멸종위기종 Ⅰ급인 수달 확인 지점과 인접 • 둠벙, 논체험장과 연계한 소생태계 조성(묵논습지)으로 양측 산림생태계 연속성 확보	중장기

9) 해당 법률 외, 「기업도시 계획기준」 [별표 1] 완충녹지 확보기준 참조

10) 녹지면적에 대한 식물 등의 가지 및 잎의 수영투영면적의 비율을 말함(법제처)

전략 1-3 수환경 모니터링 시스템 구축

가) 현황 및 필요성

- 마동호 습지가 습지보호지역으로 신규 지정됨에 따라 기상 및 수량에 대한 정밀하고 지속적인 데이터 확보가 필요함
- 고성군과 한국농어촌공사가 농업용수 공급을 목적으로 다목적농촌용수개발사업을 추진 중이며, 수질보전대책이 수립된 후 담수화 진행 예정임
- 담수화 사업 완료('27 예정) 이후 물이 집중적으로 필요한 모내기 시기인 6~7월의 수질 및 수위 변화의 체계적인 보전관리 방안 마련을 위한 기초자료를 수집하기 위해 기상 및 수량변화 측정기기 등의 모니터링 시스템을 구축할 필요성이 있음
  - 농어촌공사 담당자 인터뷰에 따르면, 현재 별도의 수위 유지 대책 및 수위 조사를 진행한 사항이 없음
- 깊은 수심은 식생의 유입을 막을 수 있고, 수심이 얕으면 식생의 번무로 개방수면이 급격하게 줄어 육화 현상이 발생할 수 있기 때문에 수심을 지속적으로 모니터링할 필요가 있음
- 현재 습지 내 모니터링 자료가 없으며, 향후 단계적인 시스템 구축을 통해 수위, 수질, 수온 등 수환경 모니터링으로 갈대 유지 방안 및 개방수면 확보, 수위 관리 등의 추진과 연계한 관리방안 설정이 필요함
- 마동호의 경우, 새롭게 습지보호지역으로 지정되어 효율적인 습지 보전관리를 위한 시계열적 데이터를 구축하기 위해서는 드론을 활용한 위성사진(정사영상) 구축이 필요함

나) 추진내용

[1-3-1] 수환경 및 수위 모니터링

- 수심은 수생식물의 식재에 매우 중요한 환경조건으로 다양한 수심은 수생식물의 도입 기회성을 높여주며 수서곤충과 어류의 서식에 중요함. 이들의 관계성을 아래 [표 39]에 나타냄

[표 39] 수심과 생물종 특성간의 관계성

여름철의 수심	습한 토양(개펄)	15㎝	30㎝ 이상
식물종의 다양성	보통	뛰어남	보통
야생동물의 이용도 및 다양성	보통	뛰어남	양호함
어류의 풍부도	없음	양호함	뛰어남
통과새의 이용도	뛰어남	양호함	보통
외래종의 침입도	높음	낮음	낮음

* 출처 : 조동길, 2017,「생태복원 계획·설계론 제Ⅱ권:생태복원 과정별 기법과 실무」, 넥서스환경디자인연구원 출판부

- 일반적으로 수생식물은 성장한계선이 수심 2m가 기준이 되므로, 생물의 서식을 위한 개방수면을 확보하고자 할 때에는 2m가 넘는 곳을 조성해야 함
- 홍수기에는 평균 수위 이상을 유지하도록 하고, 가뭄기에는 최저 수위를 유지하도록 함
- 비행성 생물의 물 서식처 탐지를 위해 수면적의 50% 내외는 개방수면을 확보하고 수위 관리 단계에서도 비율을 유지하여야 함
- 조류의 경우 물과 유실수목, 곤충, 어류, 양서류 등을 먹이로 하기 때문에 이들의 서식지 조건이 확보되어야 생태적으로 양호한 철새 서식처가 유지될 수 있으며, 조류의 서식 특성은 [표 40]과 같음
  - 습지 주위에 물새류를 유인하기 위해서는 수변부에 몸을 숨길 수 있는 갈대와 습지 수목의 숲을 조성하고, 물새들의 먹이원인 각종 수생동물과 곤충류의 서식 밀도를 높이도록 주변부를 다양하게 조성

[표 40] 서식 장소에 따른 조류의 서식처 특성

구분	은신처	먹이	물	인간 영향
산새	• 수관, 관목, 초본 • 하층 식생이 풍부한 자연숲 • 바위틈(침식지형)	• 먹이자원(벌레, 열매)의 양이 많은 자연숲, 큰 숲	• 먹을 물, 목욕할 물 필요	• 적을수록
숲가장자리새	• 산, 들	• 산새와 들새의 먹이와 유사	-	• 적을수록
들새	• 관목이 꼭 있어야 함	• 벌레, 열매, 곡식, 양서류	• 물이 있으면 좋음(들에는 물이 많음)	• 적을수록
물새	• 물가의 식생(관목) • 아주 가까운 숲의 교목, 관목, 초지 • 휴식처는 사주부	• 유충, 곡식, 어류, 양서류 • 수면성 : 수심은 얕을수록 좋음 • 잠수성 : 잠수를 위한 적정 수심 확보	• 물이 없으면 안됨	• 적을수록
도시새	• 도시녹지, 가로수, 주택, 교각	• 농작물, 쓰레기, 곤충, 열매, 양서류	• 도시 내 수자원	-

* 출처 : 조동길, 2017,「생태복원 계획·설계론 제Ⅱ권:생태복원 과정별 기법과 실무」, 넥서스환경디자인연구원 출판부

- 수심은 3~4m 이상이 되면 생물학적 활동이 발생하기 어려우므로 이보다 낮은 깊이(일반적으로 2m 이하의 깊이)가 되게 하며, 다양하게 조성해주는 것이 바람직함(조동길, 2017)

[표 41] 생물서식을 위한 수심기준 및 개방수면 비율

기 준		습한토양(개펄)
수심 기준	45cm 이하	작은 물고기 서식
	50cm 이상	곤충유충의 서식
	1m 이상	겨울철 동결 심도, 여름철 증발량 고려
	2m 이상	수생식물의 성장한계선을 고려하여 생물 서식을 위한 개방수면을 확보
개방수면 비율	수면적의 50% 내외	비행성 생물의 물 서식처 탐지를 위함 수위 관리 단계에서도 비율 유지

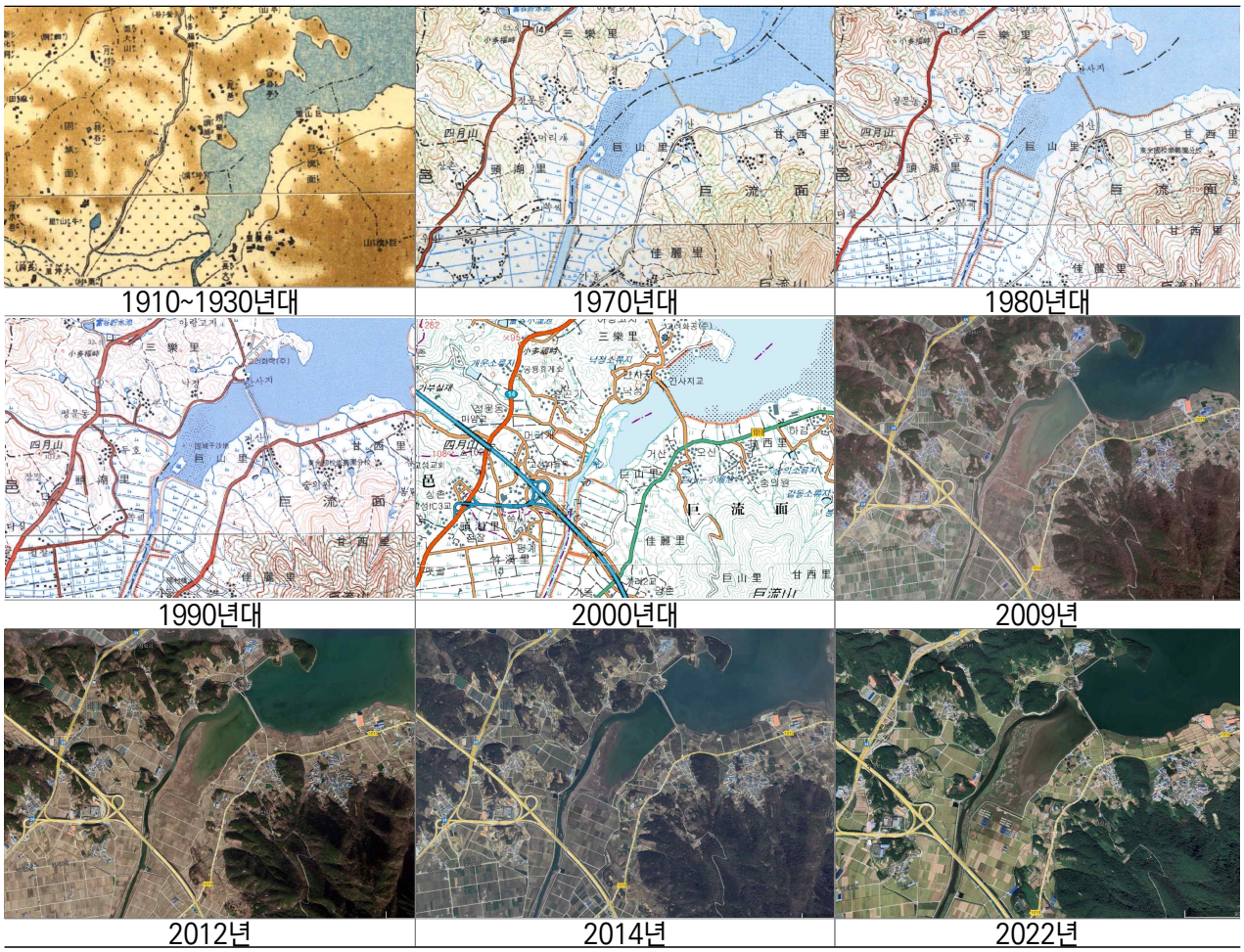
* 출처 : 조동길, 2017,「생태복원 계획·설계론 제Ⅱ권:생태복원 과정별 기법과 실무」, 넥서스환경디자인연구원 출판부

- 수환경 모니터링은 현재「마동지구 다목적 농촌용수개발사업」에서 수질 모니터링을 지속적으로 수행해오고 있으며, 관련법에 의해 준공(2027년) 후 5년(2032년)까지 분기별로 사후환경영향평가를 시행함. 해당 사업과 중복되는 모니터링 항목에 대해서는 관계 기관 간의 상호 협력이 필요함

[1-3-2] 유수 소통 능력 확보 관리 방안

- 핵심구역 내 갈대군락은 마동호 간사지와 고성천 구간에서 가장 넓은 면적을 차지하며, 갈대군락이 가지는 중요 역할은 다음과 같음(고성군, 2021)
  - 갈대의 뿌리는 박테리아의 성장 촉진, 여과재의 역할 및 고형물 흡착의 기능
  - 갈대의 줄기 및 잎은 대기 중 가스를 수중에 전달하여 식물의 침수된 부분에 산소 전달
  - 육상생태계와 해양생태계 사이에 놓여 있어 두 환경 사이에 완충작용
  - 수계의 흐름에 영향을 주어 홍수에 따른 물의 흐름을 완화하고 저장하며, 수중의 유기물을 분해하는데 필요한 용존산소량을 높여 수질 정화
  - 간사지 갈대군락은 어류, 조류, 저서무척추동물의 서식지 및 산란처 제공
- 유수의 원활한 소통을 위해 과거부터 현재에 이르기까지 마동호 일대 지형변화에 대한 시계열 자료를 검토하여 관리 방향을 설정하고, 관리 시 기초자료로 활용될 수 있도록 함

- 갈대군락은 2000년대 지도에서부터 확연히 표기되기 시작하여 과거 자료에서 갈대군락의 형성 및 변화상을 파악하는데에는 한계가 있음
  - 1930년 이후~1960년대까지는 자료가 확인되지 않아 확인 가능한 자료만을 분석함
- 1970년대부터 남측의 논경지가 성토되었으며, 고성천 방향 물길에 토사가 퇴적되며 폭이 좁아진 것을 확인함
- 1970~80년대는 현재 갈대군락 대비 수면의 일부분으로 섬과 같은 형태를 보이며 간사지 인근의 일부 지역이 성토(현재 멸종위기종 출현지점)되었고, 남측의 일부 갈대군락이 논경지로 변화하였음
- 1980~1990년대 주요 도로가 개설되었으며 2000년대는 섬 형태의 갈대군락이 인근 토지와 연결되며 간사지교 방향으로 확산되었고, 동측 일부 지역의 갈대군락 면적이 확대되었음
- 양측의 갈대군락이 점차 확산되어 2014년에는 현재의 당항만 역사생태공원 부근에서 하나의 대규모 갈대군락으로 형성됨



[그림 57] 마동호 일대 지형변화

* 출처 : 국토정보플랫폼 국토정보맵 구지도, 구글어스

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

- 농어촌공사 담당자는 인터뷰에서 갈대가 물길을 막을 수 있으며 물길이 없어질 시 침수피해가 일어날 수 있으므로 물길 확보가 필요하다고 언급하였음
- 갈대군락은 야생동물의 서식지 및 산란처 제공, 수질 정화, 완충지대 역할 등을 수행(충남발전연구원, 2011)하며, 갈대의 생태적 기능을 고려한 조사 및 모니터링이 수행될 수 있도록 관리방안을 설정함
  - 야생동물의 서식지로 직접 이용되는 경우 이외에도 은폐막 역할을 통해 수조류를 비롯하여 수생태계 전반에 걸쳐 안정된 서식처를 제공함
  - 육상에서 발생하는 방해요인이나 생태적 교란 등 하천 내 서식하는 수조류에 대한 직접적인 피해를 저감시키는 완충역할을 함. 이를 통해 수생태계를 안정화시킴
  - 갈대밭은 육상생태계와 수생태계의 접경지역에 위치하며 두 생태계의 전이지대로서 가장자리효과(edge effect)로 인해 종다양성이 풍부함



[그림 58] 핵심구역 내 갈대 현황

- 갈대는 3.5m까지 생장하고 겨울에는 죽어 딱딱한 줄기 부분이 남게 됨. 죽은 줄기는 둘 또는 세 계절 동안 서 있다가 바닥으로 주저앉으며, 분해되는데 수년이 소요됨(박우하 등, 2009[11])
- 현재 수심 측정 자료가 없으나, 고성천 하구 및 간사지 입구 일대는 약 3m 정도 될 것으로 추정됨. 습지식물의 평균 성장 한계 수심은 2m로 해당 구간은 개방수면이 유지될 것으로 보이나, 갈대습지에 고사체가 퇴적되어 바닥면이 높아질 경우 문제 발생 우려에 따른 관리가 필요함
- 박우하 등(2009)에 따르면, 1~2년 주기의 갈대 제거는 주로 갈대를 제거하여 이용하려는 목적이며 5년 이상의 주기로 갈대를 제거하는 경우는 생태계 보호에 목적이 있고 5~10년, 10~15년 주기로 갈대 제거를 실시하기도 함

11) Park, W. H., & Park, H. J. (2009). 인공습지 갈대관리. Water for future, 42(3), 29-32.

[표 42] 갈대제거 및 수위관리

구분	내용
기능	• 갈대 고사체 제거는 갈대 바닥 높이의 적정관리가 가능하고 수심을 깊게 유지하여 육상식물의 침입을 막아 개방수면 확보 • 줄기를 잘라내는 등의 방법으로 제거 시 갈대 고사체가 축적되는 속도를 줄여주고 새로운 싹의 생장에 도움
관리주기	• 갈대 제거는 연 1회, 격년 또는 그 이상의 빈도로 실시, 생태계 보호가 중시되는 지역은 빈도를 줄여줌 • 5년 주기로 갈대 관리하되 갈대 및 수환경 모니터링을 실시하여 적정한 관리 주기 설정

* 출처 : 박우하, 박희진. 2009, 인공습지 갈대관리를 참고하여 연구자가 재정리함

- 충남발전연구원(2011)에서는 갈대의 제거 등 효율적인 관리를 위한 갈대밭 상황별 주요 지표 현황과 갈대의 관리방법별 효과를 제시하였으며, 마동호 습지보호지역 여건을 반영한 적절한 관리가 필요함

[표 43] 갈대밭 상황별 주요 지표 현황

현황 / 갈대 서식지 상태	관목	퇴적층	밀도	갈대 길이	갈대 강도	비습지성 식물
건조할 경우	10% 이상 침입	10㎝ 이상	매우 낮음 (㎡당 100개체 이하)	-	쉽게 구부려짐	생장을 많이함
관리가 부족할 경우	10% 이상 침입	10㎝ 이상	낮음 (㎡당 100개체 이하)	-	쉽게 구부려짐	없음
2년마다 자를 경우	없거나 매우적음	없거나 매우적음	높음 (㎡당 100-200개체)	1.5-2.5m	곧고 단단함	없음
해마다 자를 경우	없거나 매우적음	없거나 매우적음	매우 높음 (㎡당 200)	1.5m 이하	곧고 단단함	없음

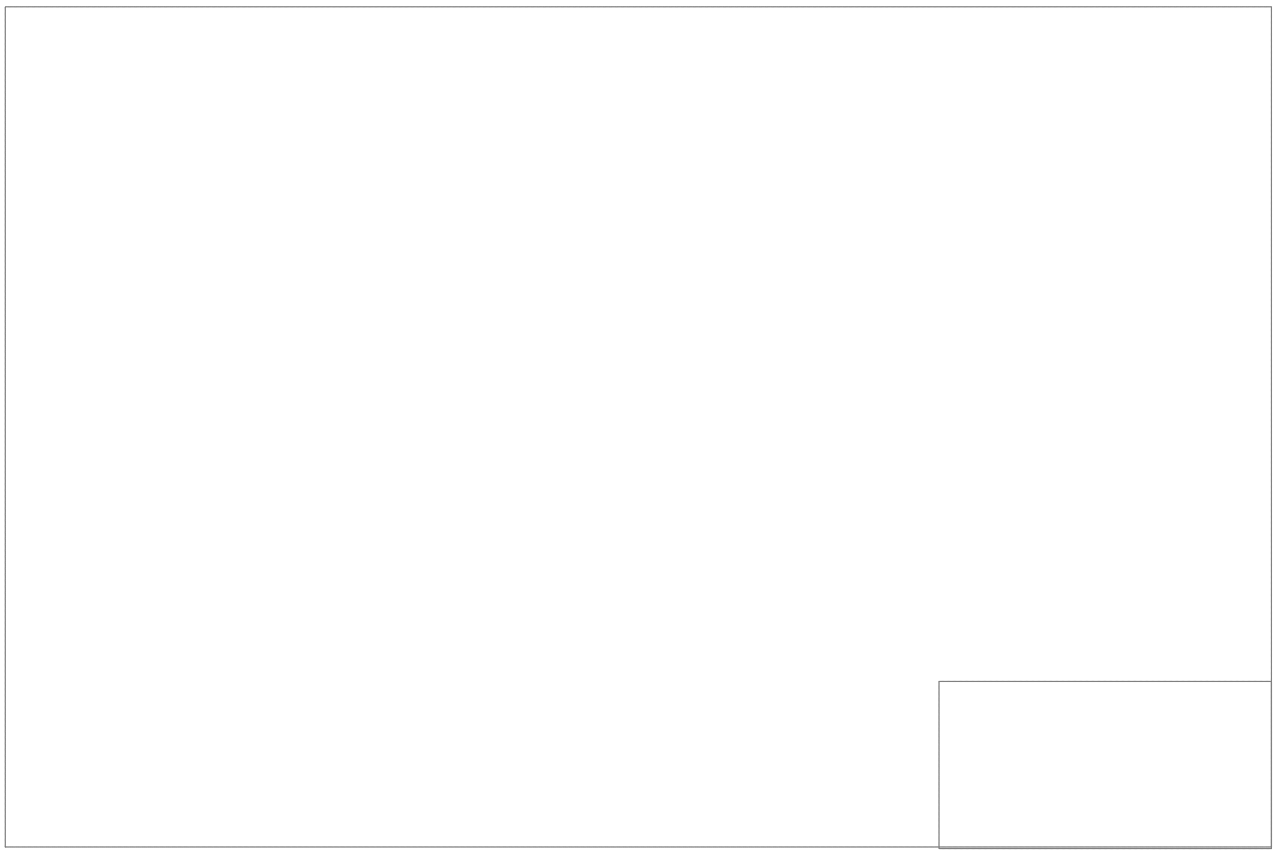
* 출처 : 충남발전연구원, 2011, 신성리 갈대밭 산책로 조성사업의 생태계 영향 검토

[표 44] 관리방법별 효과

효과 / 방법	갈대 생장 촉진	관목 침입방지	퇴적층 퇴적 방지	곤충 다양성 증진	식물 다양성 증진	조류 서식 증진	갈대의 재료 가치
매년 Cutting	●●●●	●●●	●●●●	효과 없음	효과 없음	●●	●●●●
2년마다 Cutting	●●●	●●●	●●●	●	●	●●●●	●●●●
3-5년 Cutting	●	●●	●	●●●	●●	●●●●	●●
여름 Cutting	효과 없음	●●●	●●●	효과 없음	●●●●	효과 없음	●●●●
태움 Burning	효과 없음	●●●●	●●●	효과 없음	●	●●	●●
관리 안함	효과 없음	효과 없음	효과 없음	●●●●	●●	●●●	●

●●●● : 매우높음, ●●● : 높음, ●● : 보통, ● : 낮음

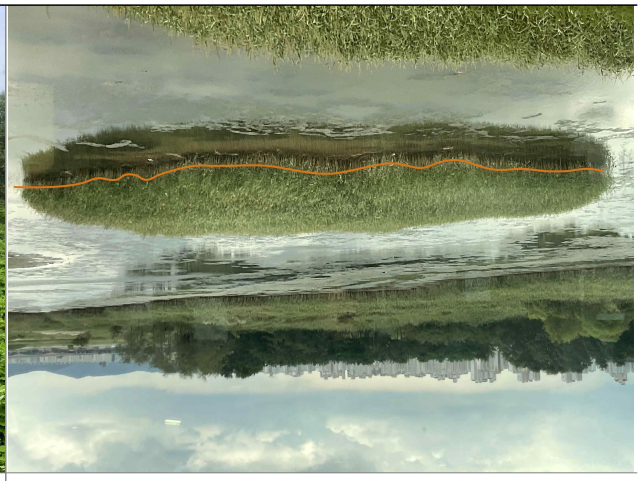
* 출처 : 충남발전연구원, 2011, 신성리 갈대밭 산책로 조성사업의 생태계 영향 검토



[그림 59] 핵심구역 내 갈대관리 대상구간



수문



수위 조절 높이

[그림 60] 갈대관리 예시 – 을숙도생태공원

- 갯벌습지 및 영구적 담수습지에는 퇴적 토사를 제거한 후 식생복원을 위해 사면을 조성하였으며, 갈대관리를 위해 수문 2기를 설치하여 물리적이고 근본적인 갈대관리가 가능하도록 하였음(부산광역시 낙동강사업본부 낙동강하구에코센터, 2012)
- 낙동강하구에코센터 정면에 조성된 기수역의 조간대 습지 서식지는 수심이 낮아 갈대의 침입이 왕성하여 개방수체의 시야를 가로막아 조류서식지로서의 환경이 부적합하게 전개되고 있고, 조성된 갯벌과 얕은 물 서식지 역시 광범위한 갈대밭에 의해 에워싸여 있어 서식지의 개선이 요구되었음
- 을숙도 에코센터 관계자에 따르면, 을숙도 생태공원 내 기수습지는 갈대 확산 방지를 위해 수문 개폐로 수위를 조절([그림 60])하고 있으며, 봄철에 이루어짐
  - 2009년 10월, 조수 출입 통로에 수문을 설치하여 수량과 수위를 조절함으로써 갈대의 왕성한 침입을 억제하고, 습지내 새섬매자기가 효과적으로 번식할 수 있도록 하며 철새 도래 시기에는 새들의 충분한 휴식공간과 먹이활동을 할 수 있는 공간으로 활용할 수 있도록 운영하고 있음(부산광역시 낙동강사업본부 낙동강하구에코센터, 2012)

[1-3-3] 하상단면 측량 및 변화상 분석

- 마동호 습지보호지역의 계절별 습지 변화상 파악 및 현황 자료 구축이 필요한 목적에 따라 습지보호지역 전체 위성(드론; 정사영상)사진 확보방안을 계획함
- 습지 하상 자료는 광파를 활용한 측정기 등을 이용하여 하천의 단면 좌표를 측량하고, ADCP 장비[12] 및 드론을 활용하여 하천의 2D/3D 형태의 하상단면도를 구축하도록 함
- 습지보호지역 전체 및 주요 이슈에 대한 정기적인 데이터 구축으로 변화과정을 파악하는 방안은 [표 45]과 같음

[표 45] 습지보호지역 전체 및 주요 이슈별 위성(드론) 사진 구축(안)

주요이슈		촬영내용	촬영위치	시기
①	개방수면 변화	• 습지별 개방수면 면적 변화	간사지교	연 2회
②	식생 변화	• 식생천이 및 식생군락 변화 • 철새 먹이식물 군락 변화		
③	주변 변화	• 보호지역 주변 토지이용 변화		
④	산성마을 오염원 방류	• 방류지점 식생변화(고사, 지형 색) • 폐수 처리 지점 확인		
⑤	갈대군락	• 표면적 변화 • 연도별 확산 정도 파악 및 비교	탐방데크	연 1회



식생 변화 위성(드론)사진 확보 예시(좌: 봄(2022.03) / 우: 여름(2022.06))

12) 유수의 흐름을 방해하지 않으면서 수중에 발사된 음파의 도플러 효과를 이용하여 유속과 유량을 측정하는 장비

[1-3-4] 수환경 측정을 위한 장비 설치

- 마동호 습지의 수원 확보 측면에서 습지와 주변 환경 변화 예측을 위한 기상 및 수량 측정기기의 설치가 필요함
  - 일반적으로 습지의 수환경을 측정하기 위해 설치되는 장비는 기상관측장비, 자동수위계, 센서카메라(모니터링) 등이며 측정지점 선정 및 운영방안을 마련하도록 함
- 수위에 따른 침수구간 파악, 기후변화에 따른 수위 변화 확인, 주기적(월별) 데이터 수집, 장비 모니터링을 시행하며, 상습 침수구간에 대한 현황 파악 및 발생 요인 간 분석을 통해 체계적인 데이터를 구축하도록 함
- 정기적(월 1회)으로 데이터를 수집하고, 수집된 데이터는 추후 습지보호지역 정밀조사 및 모니터링 자료로 활용이 가능함
  - 관련 연구기관 및 교육기관(습지센터, 대학교 등)과 협의를 통해 수집된 데이터를 분석하고, 도출된 결과를 토대로 향후 모니터링 방향성 설정, 관련 연구 수행 등을 통한 활용

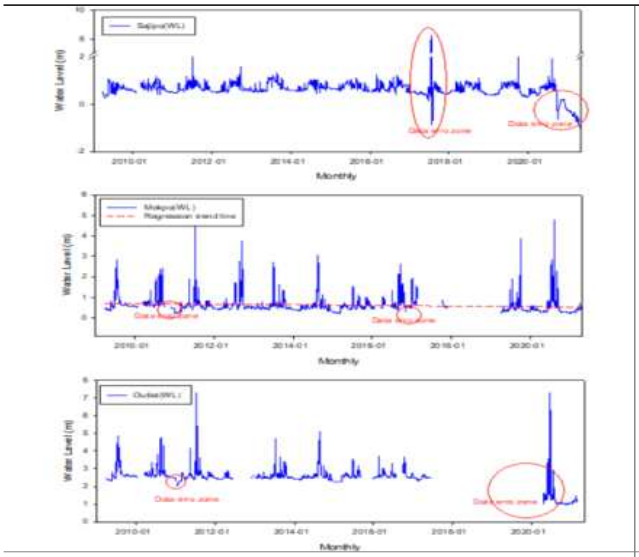
[표 46] 수환경 측정을 위한 장비 및 DB 구축 항목

구분	데이터 항목
자동기상관측시스템(AWS)	기온, 습도, 풍향·풍속, 강수량, 일사
자동수위기록기(OM)	수위, 수온

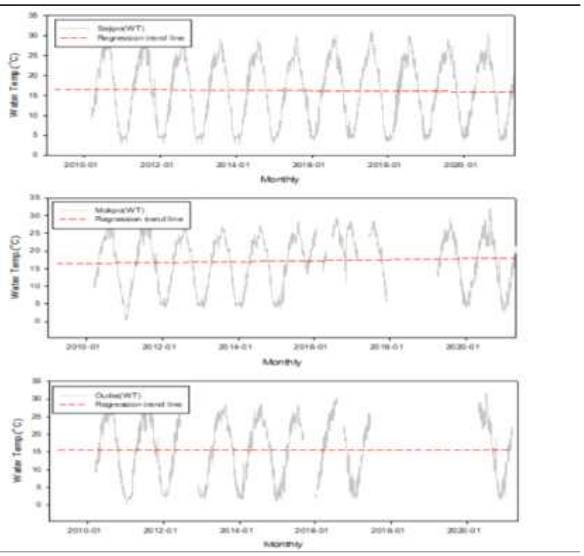


[그림 61] 수위 측정 장비 설치 현황(예시)

* 출처 : 낙동강유역환경청, 2021, 제6차 우포늪 습지보호지역 보전계획



수위 변화

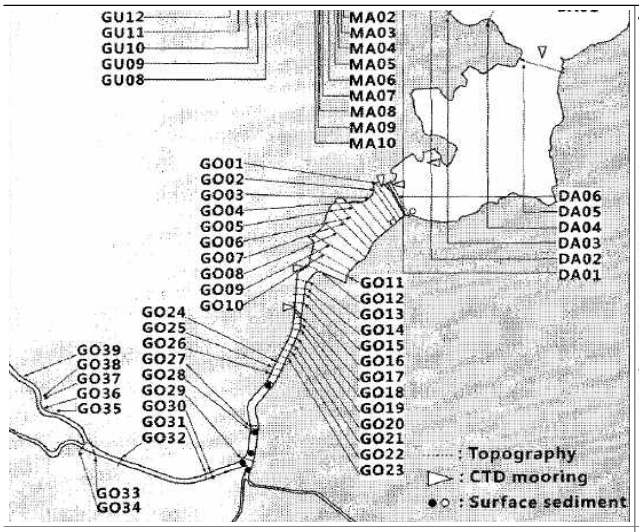


수온 변화

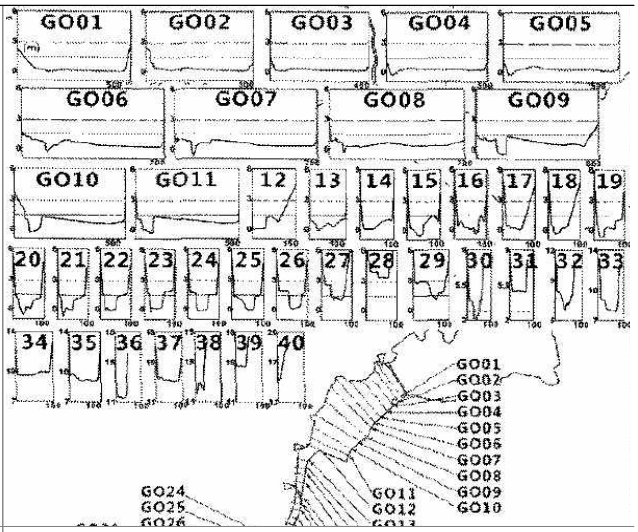
[그림 62] 우포늪 습지보호지역 수온, 수위 변화 분석

* 출처 : 낙동강유역환경청, 2021, 제6차 우포늪 습지보호지역 보전계획

- **마동호 습지 내 기상 및 수량 변화 측정기기 설치지점(안)은 현황조사·분석, 문헌자료 등을 통해 장비의 설치가 필요하거나, 가능할 것으로 예상되는 지점으로 선정함**
  - (자동기상관측시스템) 「기상관측표준화법」에 근거하여 예상 지점을 선정함
  - (자동수위기록기) 「안순모 등, 2011, 하구 생태 복원을 위한 생태구역 구분; 남해 고성만 고성천 인근 하구의 예」를 참고하여 선정함



측정지점 예시



수위 측정 예시

[그림 63] 수위 측정지점 및 데이터 예시

* 출처 : 안순모, 이상룡, 최재웅, 2011, 하구 생태 복원을 위한 생태구역 구분; 남해 고성만 고성천 인근 하구의 예, 한국해양학회, 16(2), pp. 70-80

[표 47] 기상요소별 기상관측환경에 관한 기준

구분	기준
1. 관측장소의 요건	가. 관측장소는 지상에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 장애물 등의 영향이나 토지의 사용이 어려운 경우에는 건물의 옥상 등 적절한 장소에 설치할 수 있다. 나. 관측장소의 면적은 35제곱미터 이상이어야 한다. 다. 관측장소의 형태는 원형 또는 정사각형을 원칙으로 한다. 라. 관측장소가 지상인 경우에는 지면에 자연잔디를 조성하고, 그 길이를 짧게 유지하여야 한다. 마. 관측장소에는 기상측기 외의 다른 시설물의 설치를 최소화하여야 한다. 바. 관측장소에는 기상측기의보호를 위하여 통풍에 지장이 없는 울타리를 설치하는 것을 원칙으로 한다. 사. 건물 옥상에 온도계를 설치할 경우에는 건물의 복사열을 최소화할 수 있는 조치를 해야 한다.
2. 관측소의 위치	가. 그 지역의 기상을 대표할 수 있는 곳이어야 한다. 나. 건물·나무·숲 등 장애물의 영향이 적은 곳이어야 한다. 다. 아스팔트·콘크리트 등 인공물의 영향이 적은 곳이어야 한다. 라. 기상관측장비의 유지·관리를 위한 접근성이 용이한 곳이어야 한다. 마. 관측시설의 보호 등 안정성이 보장될 수 있는 곳이어야 한다.
3. 관측소의 주변 환경	가. 기상관측에 영향을 미칠 수 있는 장애물의 영향이 적은 곳이어야 한다. 나. 주변지형이 평탄한 곳이어야 한다. 다만, 산악지역 등 특수목적을 위한 관측소의 경우에는 그러하지 아니하다.

* 출처 : 법제처,「기상관측표준화법」시행규칙 [별표 1], 제2조제1항제1호 관련

- 현재 천명농장 인근 기준에서 상류 방향으로 갈수록 폭이 좁고 비교적 깊은 수심을 유지하고 있음



[그림 64] 수환경 장비 설치 지점(안)

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

- 담수화 사업('27 완료 예정) 이후 물 집중이용 시기(6~7월)에 일시적으로 육지가 드러날 것으로 예상되는 구간은 [그림 65]과 같음

  - 농어촌공사 담당자 인터뷰에 따르면, 고성천 하구 및 간사지 입구 일대는 수심이 약 3m 정도 될 것으로 추정하여 해당 구간은 개방수면이 유지될 것으로 예측함

  - 어류의 피난처 확보와 모내기 시기의 용수 확보, 개방수면 유지를 위하여 수심이 얕은 부분으로 예상되는 지역을 선정

  - 주위에 대체 수원이 없어 가뭄 시 농업용수가 부족할 수 있으며, 용천 둠벙을 제외하고 대부분의 둠벙이 건조화될 가능성이 있음. 관정으로는 약 1,000평 정도의 농경지만 수용이 가능함



[그림 65] 물 집중이용 시기에 일시적으로 육지가 드러날 것으로 예상되는 구간

- 현재 별도의 수위 유지 대책이 없어 이를 대비한 소규모 둑방, 돌보, 인공둠벙과 같은 보전시설 설치가 필요함

  - 수질 모니터링의 경우 담수화 사업에서 시행 중으로 준공 후 5년까지 모니터링 예정이며, 마동호 내 수위 모니터링은 하고 있지 않음

- 중장기적으로 주민협의체 및 전문가 의견수렴 등 부분별 준설의 필요성을 검증하고 수위 변화 모니터링 자료 축적, 수리·수문 시뮬레이션 예측 등 수환경의 측정과 모니터링의 진행 여부를 결정하도록 함

3.2. 전략2) 생물종 다양성 및 생태계 건강성 향상

전략 2-1 멸종위기야생생물 목표종 선정 및 보전관리 방안 마련

가) 현황 및 필요성

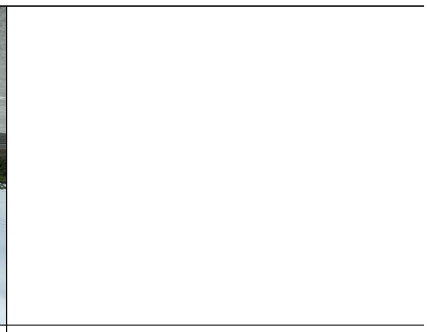
- 마동호는 고성천과 당항만이 만나는 기수역의 형태로 다양한 서식처가 형성되어 생물다양성이 우수
  - 식물은 82과 210속 249종 49변종 2아종 6품종으로 306분류군
  - 조류는 총 123종으로 다양성이 매우 높으며, 환경부 지정 멸종위기종 1급이 4종(황새, 저어새, 매, 두루미), 2급이 15종으로 총 19종, 문화재청에서 지정한 천연기념물이 16종 서식하고 있음
  - 포유류는 총 9종으로 멸종위기야생동물 Ⅰ급인 수달과 Ⅱ급인 삵이 확인됨
  - 어류는 4목 7과 14종이 서식함
  - 저서성 대형무척추동물은 총 32종으로 연체동물 6종, 환형동물 4종, 갑각류 2종, 수서곤충 20종이 서식함
  - 곤충은 멸종위기야생동물인 Ⅱ급 대모잠자리가 마동호 습지에 서식하고 있음
- 다양한 멸종위기야생생물이 마동호 습지 주변에 서식하고 있지만, 마동호 습지 인근에 마을과 도로가 위치하여 멸종위기야생생물에게 위험요소로 작용 될 수 있음
- 특히, 수달과 기수갈고둥이 발견되는 구간은 낙정마을~주차장으로 마을과 신규도로 개설에 따른 로드킬 위험이 있으며, 마을 오염원으로 인하여 서식지 훼손이 발생할 수 있음



낙정마을 하수로



주차장



도로

[그림 66] 멸종위기야생생물 주요종 출현구간 현황

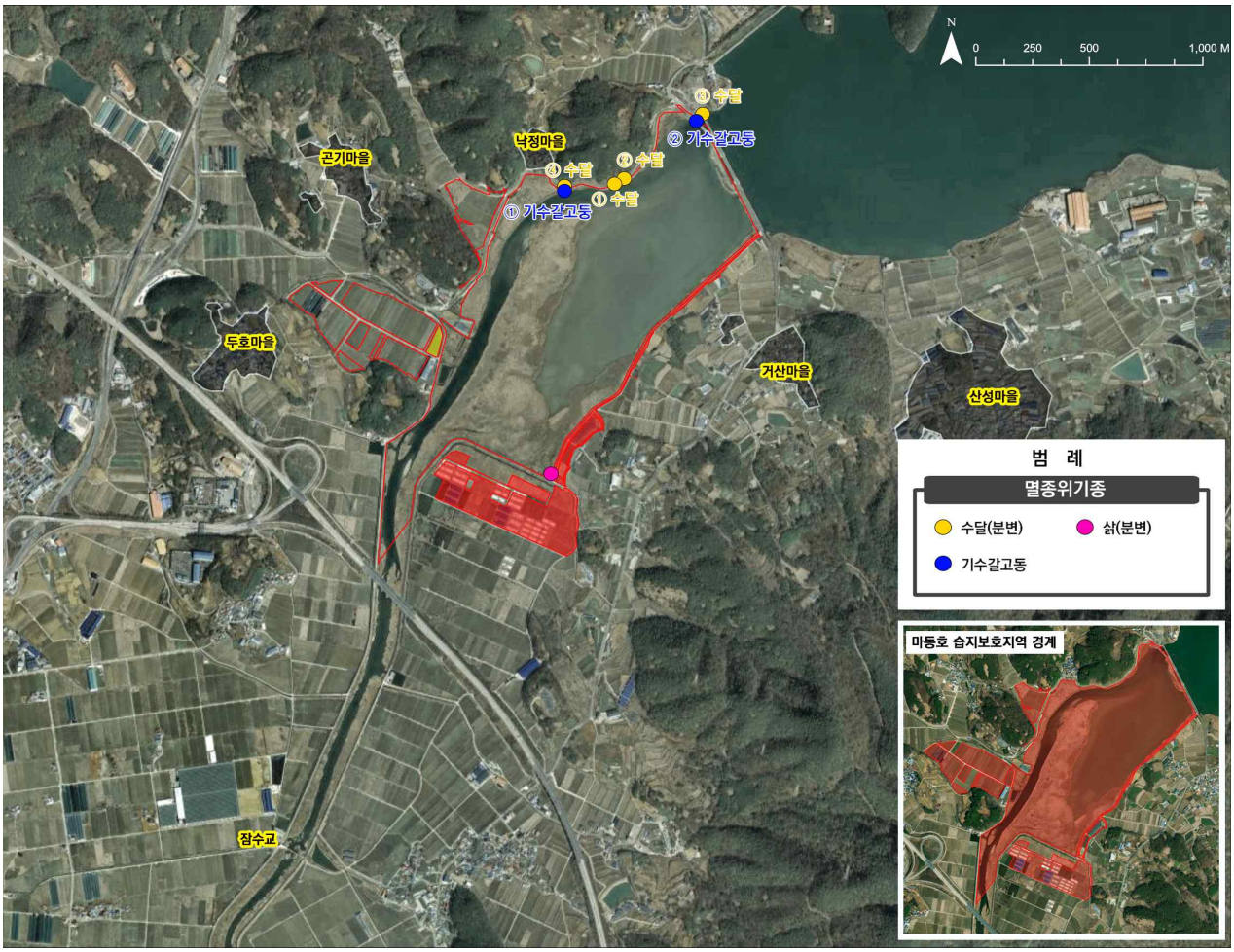


[그림 67] 법적보호종 분포 현황도

* 출처 : 고성군, 2022, 고성 간사지 갈대습지 생태공원 조성사업을 참고하여 연구자가 수정하였음

[표 48] 법정보호종 출현위치

출현종		출현위치(좌표)	비고
포유류	수달(분변)	① 35“01‘03.48”N / 128“21’42.98”E	멸종위기야생생물 Ⅰ급 천연기념물 제330호
		② 35“01‘03.74”N / 128“21’43.57”E	
		③ 35“01‘11.53”N / 128“21’54.85”E	
		④ 35“01‘03.08”N / 128“21’36.11”E	
저서성 대형무척추동물	기수갈고둥	① 35“01‘03.08”N / 128“21’36.11”E	멸종위기야생생물 Ⅱ급
		② 35“01‘11.36”N / 128“21’54.48”E	



[그림 68] 멸종위기종 분포현황

* 출처 : 고성군, 2022, 고성 간사지 갈대습지 생태공원 조성사업 자료를 참고하여 연구자가 수정하였음

나) 추진내용

[2-1-1] 목표종 집중관리구간 설정 및 모니터링

- 마동호 습지보호지역 목표종 선정을 위하여 멸종위기야생생물 출현지점, 발견지점을 조사하여 분포도를 구축하도록 함
- 마동호 내 출현 위치가 파악된 종인 수달과 기수갈고둥을 목표종으로 선정하여 보전관리 방안을 제시하도록 함

[표 49] 목표종 특성

구분	특성
수달	• 학명: *Lutra lutra* • 멸종위기 등급: 환경부 멸종위기 야생생물 Ⅰ급 • 서식특성: 하천이나 호숫가에서 살며 물가에 있는 바위구멍이나 나무 뿌리 밑에 구멍을 파고 서식함 • 생활사: 1~2월 교미하여 4~5월 출산함. 어린 새끼들은 6개월간 어미와 생활하고 이후 새로운 서식지로 독립
기수갈고둥	• 학명: *Clithon retropictus* • 멸종위기 등급: 환경부 멸종위기 야생생물 Ⅱ급 • 서식특성: 수심이 깊지 않고 깨끗한 하천 하류에 서식하며, 자갈, 호박돌, 고운 모래가 섞인 곳을 선호함 • 생활사: 암수한몸으로 수온이 높아지는 늦봄부터 여름철에 알을 낳아 물속의 돌 표면에 붙임. 알은 9월 경에 깨어나 겨울철까지 어린 개체로 성장



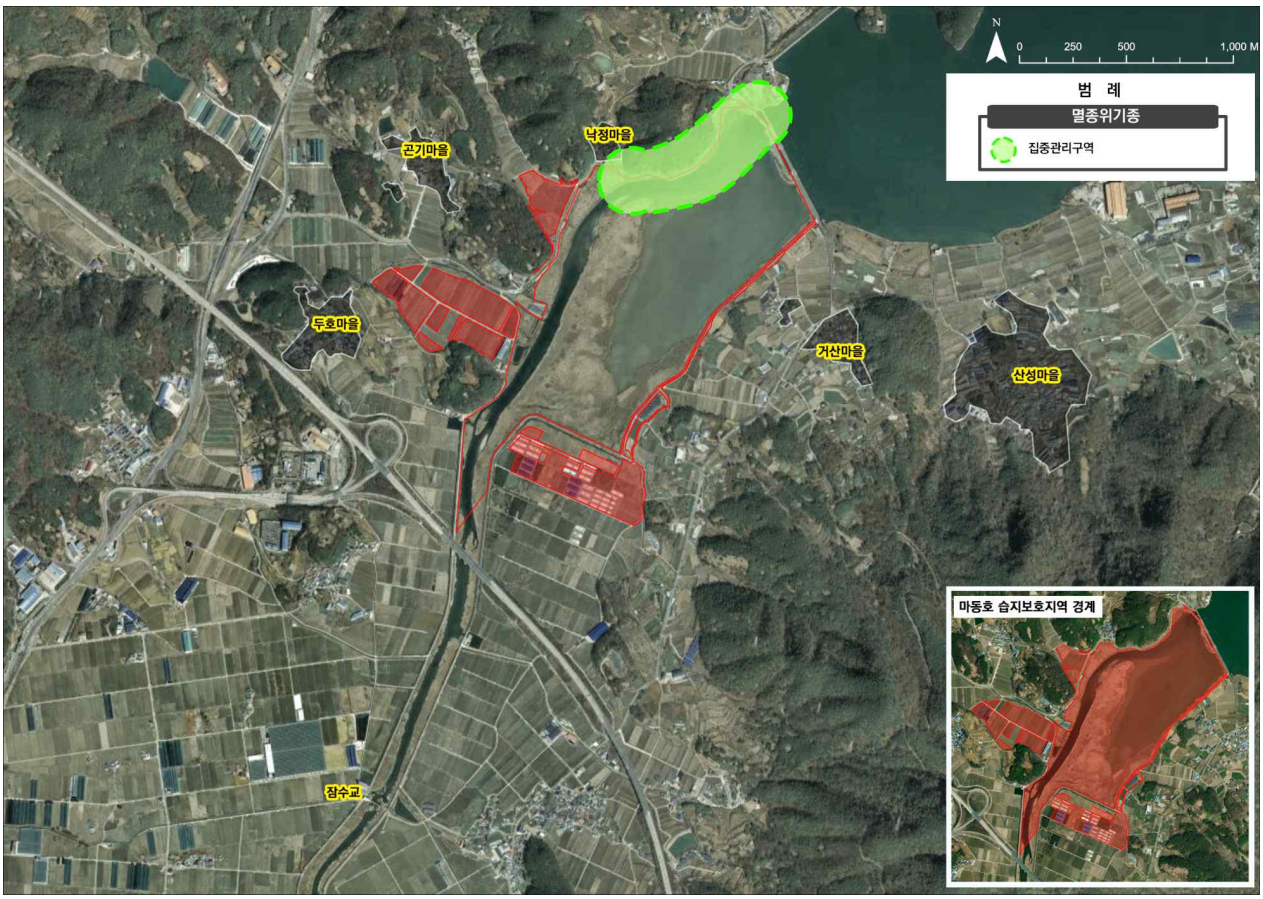
멸종위기야생생물Ⅰ급 수달(국립생태원, 2021) | 멸종위기야생생물Ⅱ급 기수갈고둥(species.nibr.go.kr)

[그림 69] 마동호 습지보호지역 목표종 설정(안)

- 마동호 습지보호지역 일대 목표종 보전·관리를 위해 수달과 기수갈고둥의 분포 위치를 기준으로 집중관리구간을 설정하여 모니터링 주기 및 시기, 관리방안을 마련하도록 함
  - 목표종 출현구간이 낙정마을 인근이기에 낙정마을이 집중관리구간에 포함됨. 이에 따라 낙정마을 집중관리구간 활동제한에 대한 보상 대안을 마련할 필요가 있음

[표 50] 목표종 서식지 보전관리 방안

구분	모니터링 항목	서식지 방안
수달	• 번식/출산기 : 은신공간 위치 및 훼손 상태 • 독립시기 : 이동통로, 먹이터(원) 확보 여부 • 로드킬 발생 여부	• 인공굴과 같은 수달 은신공간 확보 및 복원 • 수달이 이동할 수 있는 생태통로 확보 • 먹이터와 가까운 장소에 인공은신처 및 서식지 조성 • 로드킬 방지를 위한 과속방지턱 설치(필요시 유도울타리 조성)
기수 갈고둥	• 기수갈고둥 개체 생육 확인 • 번식여부 확인(산란기. 부화시기) • 생육교란 확인 및 제거 • 수질 모니터링(BOD, COD, 염분도 등)	• 수심이 깊지 않은 기수 지역에 자갈과 모래 등을 활용하여 기수갈고둥의 생활환경 조성 • 수질을 유지하기 위해 쓰레기무단투척 방지 대안 및 마을 생활하수 유출에 대한 방안 마련



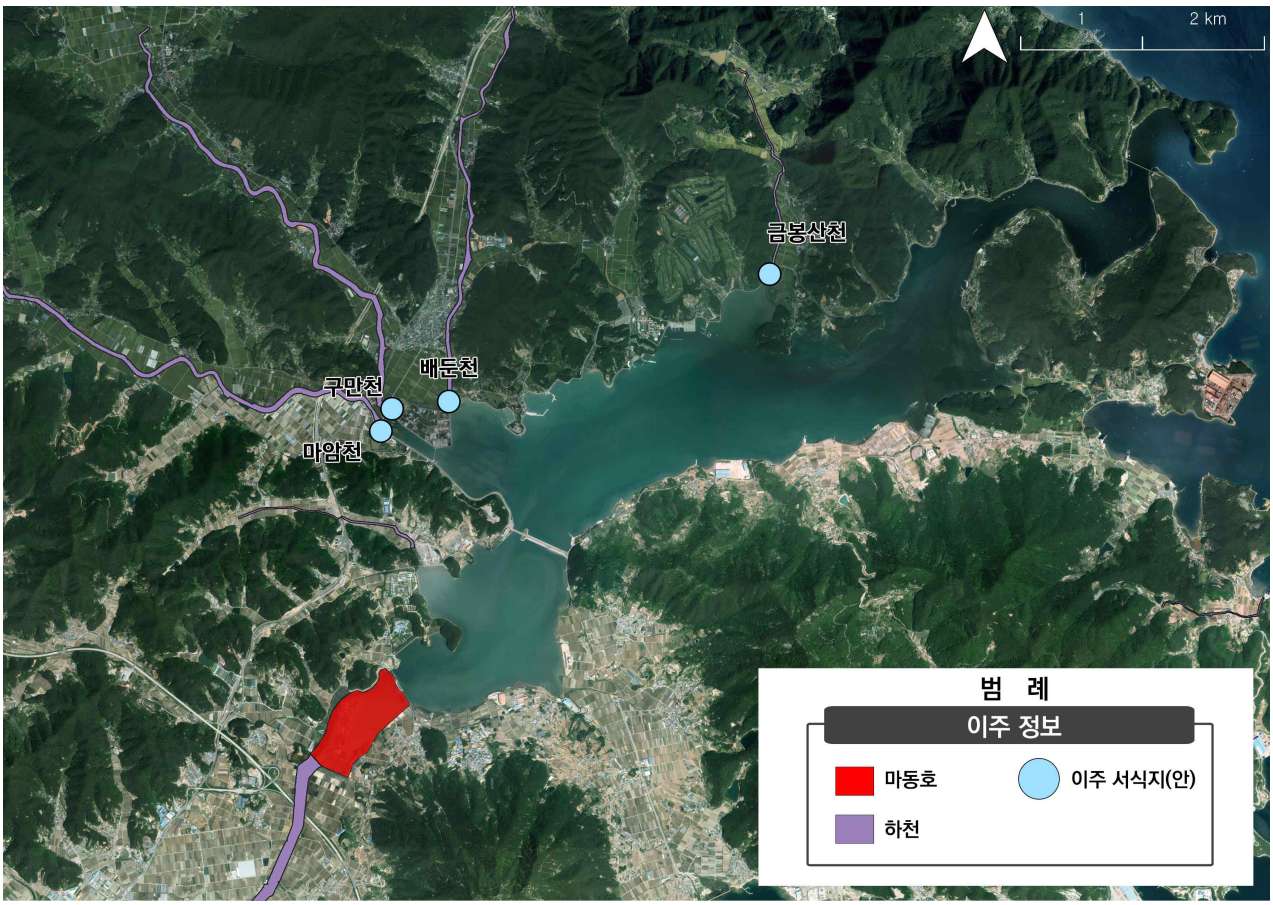
[그림 70] 집중관리구역 설정(안)

[표 51] 모니터링 시기(안)

관리주체	대상	시기											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
낙동강청	수달	번식기		출산/독립시기									
	기수갈고둥							산란기		부화시기			

[2-1-2] 서식처 이주 및 모니터링 계획 수립

- 모니터링 목표종 중 멸종위기야생생물Ⅱ급인 기수갈고둥은 민물과 바닷물이 만나는 지점인 기수역 하천에서만 볼 수 있음
- 마동호는 현재 마동호 담수화 사업이 진행되고 있어 완공 예정년도인 2027년 내 수질 보전대책이 수립된 후 담수화가 진행될 예정으로 기수역에 서식하는 기수갈고둥의 서식에 영향을 미칠 것으로 예상됨
- 마동호 습지가 담수화 예정으로 인하여 기수갈고둥의 서식처 이주에 대한 필요성이 언급되어 전문가 자문을 통한 서식처 이주 가능성을 검토하였음
- 기수갈고둥에 대한 지속적인 모니터링 이후 서식처 이전이 필요하다 판단될 경우, 아래의 내용에 따라 복원 계획을 수립하도록 함



[그림 71] 기수갈고둥 서식지 이주 후보군(안)

[표 52] 기수갈고둥 이주 서식지 사유 및 고려사항

기수갈고둥 서식지 이주 대상지역(안) 사유	
• 기수갈고둥은 대체서식지 조성이 불가하여 기존의 서식지를 활용하는 것이 최적 • 고성 간사지와 인접한 마암천, 구만천, 배두천, 금봉산천 일대에 기수갈고둥의 분포가 확인되어 이주 서식처로 선정	
이주 시 고려사항	• 포획·이주 시 '낙동강유역환경청 자연환경과'로부터 포획·이주에 대한 허가를 득한 후 실시하며, 포획·이주에 대한 허가 신청시 이주거리는 신청하지 않으나 멸종위기 야생생물이 확인된 관할 지역(고성군 마암면일대)으로 이주하는 것을 권고함 • 이주 시 최대한 이주거리 및 이동시간은 최단으로 선정 • 산란기인 7~8월은 피하고, 산란 전인 3~6월, 10~11월 이주 • 이주 시 원서식지의 물을 휴대용 수조에 담아 산소발생기를 설치하여 이동간 폐사 방지 • 원서식지와 이주 서식지와의 염분도 차이가 발생할 것으로 예상되므로 휴대용 수조에 이주 서식지 일대 물을 희석하여 적응 후 방사

- 실제 기수갈고둥 이주 사례가 존재하여 이주가 결정될 시 사례를 참고하여 방안 마련이 필요
  - 창원시, 2021, 양곡천 생태하천복원사업 기수갈고둥 이주 및 모니터링 용역
  - 경상남도, 2020, 배둔지구 하천재해예방사업 기수갈고둥 이주 및 모니터링 용역
  - 경상남도, 2020, 사천지구 하천재해예방사업 기수갈고둥 및 붉은발말똥게 모니터링 용역
  - 경상남도, 2018, 산양지구 하천재해예방사업 기수갈고둥 이주 및 모니터링 용역

[2-1-3] 철새류 서식환경 개선을 위한 친환경 농업 유도

- 철새의 지속적인 서식 및 도래를 위해서는 마동호 내 농업지역의 안정적인 서식환경 증진 필요
- 마동호 내 농경지를 활용한 친환경농업 등을 통하여 마동호 철새 서식처 환경을 개선시킬 수 있음
  - 영산호와 해남 고천암호는 친환경생태농업 추진으로 농약사용량이 감소하여 논에 미생물, 우렁이, 미꾸라지 등의 개체수가 증가함에 따라 다양한 철새들의 개체수 역시 해마다 증가하고 있음
  - 환경부 국립환경과학원의 자료에 따르면 겨울철새의 경우 해남 고천암호에서는 2005년 기준 개체수가 13만7천여 마리로 2004년 8만7천여 마리보다 57%, 영산호의 경우는 8만5천여 마리로 1년 전 5만여 마리보다 70% 정도 증가함
- 또한 친환경 농업을 실시할 경우 생태계서비스지불제계약 활동 유형에 포함됨으로 이를 통해 생태계서비스 보전, 증진 활동에 소요되는 비용 및 손실액을 보상받을 수 있음

[표 53] 생태계서비스지불제계약 활동 유형

구분	활용내용
지지서비스	• 야생동물 먹이 제공: 친환경 농업, 볏짚 존치 등 먹이 제공 • 야생생물 서식지: 육상 및 수상 서식지 조성 및 관리
환경조절서비스	• 수질 개선: 하천 관리, 식생대 조성 및 관리 • 재해 방지: 저류지 조성 및 관리 • 대기질 개선: 식생 군락 조성 및 관리
문화서비스	• 자연경관 개선: 경관숲, 산책로 조성 및 관리 등 • 자연자산 유지 및 관리 • 자연경관 조성: 주요 조망점 및 조망축 조성 및 관리

* 출처 : 환경청, 2020, 생태계서비스지불제계약 가이드라인

- 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」 제16조(생태계서비스지불제계약) 외 「고성군 친환경농업 육성조례(안)」 등 마동호 습지보호지역 일대 친환경 농업 유도 및 멸종위기 야생생물 서식 유지와 연계 가능한 방안을 제시함

[표 54] 생태계서비스지불제 연계 가능 주민지원사업(안)

구분	활동유형		
지지서비스	경작지	친환경적 경작	휴경
			친환경 작물 경작
		야생동물 먹이 제공	벼 미수확
			쉼터 조성관리
			볏짚 존치
			보리 재배

* 출처 : 환경부, 2020, 생태계서비스지불제계약 가이드라인

[표 55] 친환경농업 유도 및 멸종위기 야생생물 서식 유지 관련 법률 및 사례

생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률 제16조(생태계서비스지불제계약)

① 정부는 다음 각 호의 지역이 보유한 생태계서비스의 체계적인 보전 및 증진을 위하여 토지의 소유자·점유자 또는 관리인과 자연경관(「자연환경보전법」 제2조제10호에 따른 자연경관을 말한다) 및 자연자산의 유지·관리, 경작방식의 변경, 화학물질의 사용 감소, 습지의 조성, 그 밖에 토지의 관리방법 등을 내용으로 하는 계약(이하 "생태계서비스지불제계약"이라 한다)을 체결하거나 지방자치단체의 장에게 생태계서비스지불제계약의 체결을 권고할 수 있다.

1. 「자연환경보전법」 제2조제12호에 따른 생태·경관보전지역
2. **「습지보전법」 제8조에 따른 습지보호지역**
3. 「자연공원법」 제2조제1호에 따른 자연공원
4. 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」 제27조에 따른 야생생물 특별보호구역
5. 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」 제33조에 따른 야생생물 보호구역
6. 멸종위기 야생생물 보호 및 생물다양성의 증진이 필요한 다음 각 목의 지역
   가. 멸종위기 야생생물의 보호를 위하여 필요한 지역
   나. 생물다양성의 증진 또는 생태계서비스의 회복이 필요한 지역
   다. 생물다양성이 독특하거나 우수한 지역
7. 그 밖에 대통령령으로 정하는 지역

② 정부 또는 지방자치단체의 장이 생태계서비스지불제계약을 체결하는 경우에는 대통령령으로 정하는 기준에 따라 그 계약의 이행 상대자에게 정당한 보상을 하여야 한다.

③ 생태계서비스지불제계약을 체결한 당사자가 그 계약 내용을 이행하지 아니하거나 계약을 해지하려는 경우에는 상대방에게 3개월 이전에 이를 통보하여야 한다.

④ 정부는 「문화유산과 자연환경자산에 관한 국민신탁법」에 따른 국민신탁법인 또는 대통령령으로 정하는 민간기구가 생태계서비스지불제계약을 체결하는 경우에는 그 이행에 필요한 지원을 할 수 있다.

⑤ 생태계서비스지불제계약의 체결 등 그 밖에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

(사례)철원군 친환경농업 육성조례

제1조(목적) 이 조례는 「친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률」 및 그 시행령에 따른 정부지원 정책 외에, **철원지역 친환경농업육성사업을 효율적으로 추진 관리하기 위하여 필요한 사항을 규정**하는데 그 목적을 둔다.

제19조(보조금의 지원) ① 군수는 친환경농업육성을 위하여 필요하다고 인정될 경우에 예산의 범위 안에서 다음 각호의 사업자에게 보조금을 지급할 수 있다.

1. 친환경농업육성을 위하여 국가·도·군이 권장하는 사업
2. 친환경농업기술의 개발 및 보급 사업
3. **친환경농산물 생산·유통 지원사업**

② 제1항의 사업을 신청하고자 하는 농업인, 작목반, 단지는 해당부서에 사업의 목적과 내용, 소요되는 경비 기타 필요한 사항을 기재한 사업계획서에 군수가 정하는 서류를 첨부하여 제출하여야 하며 보조금 지급방법 및 절차 등에 대하여는「철원군 지방보조금 관리조례」의 규정에 따른다.

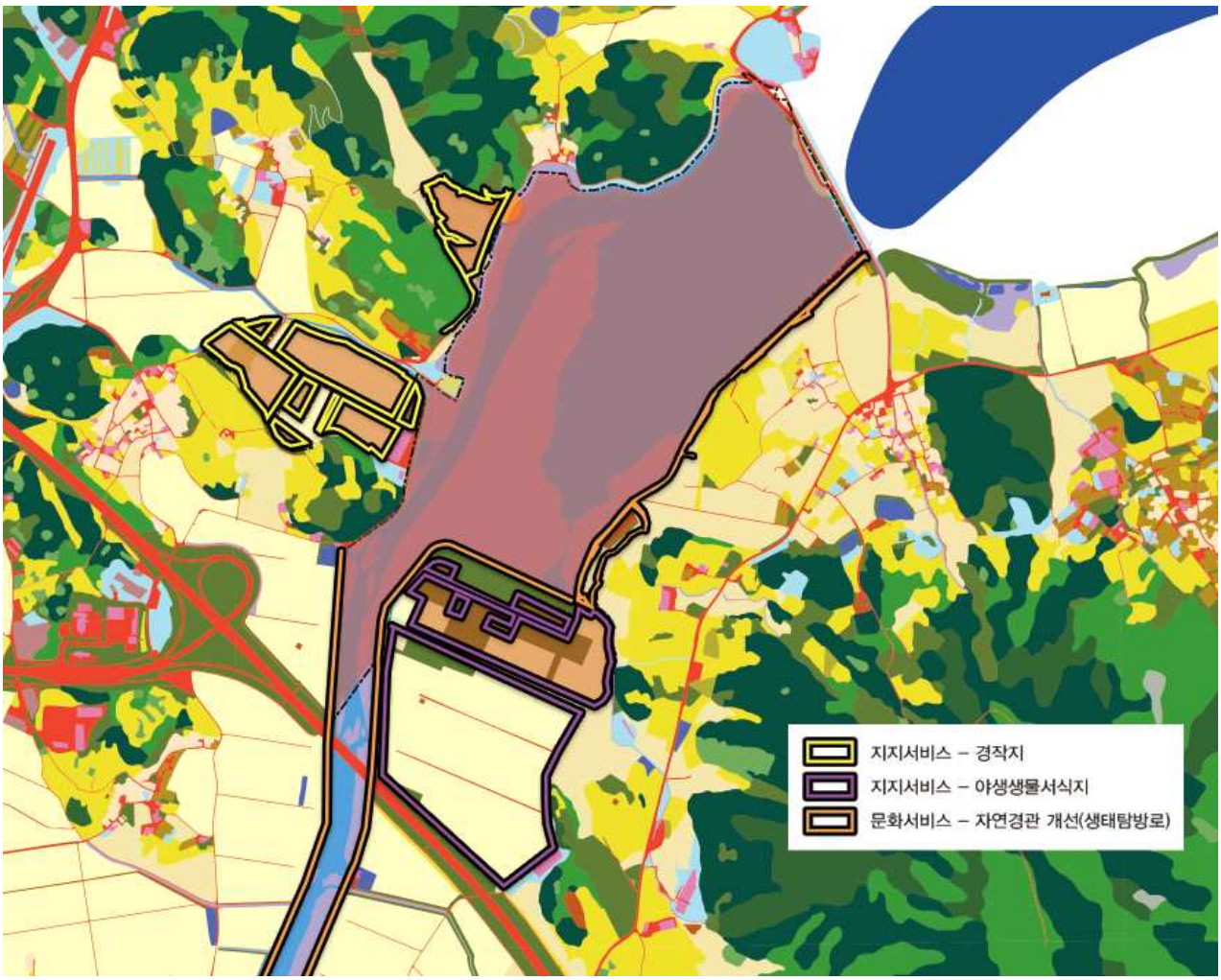
제20조(대상자 선정기준) 제19조제2항에 의거 신청한 사업자중 대상자는 다음 각호의 사항을 고려하여 선정한다.

1. 친환경농업의 실천 실적(기간)
2. 친환경 관련 품질인증의 실적
3. 영농 규모
4. 친환경농업의 실천 의지 등

* 출처 : 법제처(https://www.moleg.go.kr/)

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

- 마동호 습지보호지역에서 적용 가능한 생태계서비스지불제 사업은 벼 미수확, 볏짚 존치, 보리 재배 등이 있음
- 생태계서비스지불제계약 활동 유형 중 생태계교란종 제거, 환경정화, 생태계 보전·관리 활동 등은 지역주민 사업과 연계 가능
- 생태계서비스지불제 적용 구간 예시는 [그림 72]와 같음



[그림 72] 생태계서비스 적용 구간 예시

- 생태계서비스 지불제 계약체결은 하절기 대상과 동절기 대상으로 나눠지며 과정은 다음 [그림 73]와 같음

시행준비	대상선정	이행준비	이행/점검	잔금지급	정산/평가
전년도 2월	하절기 대상	하절기 대상	하절기 대상	하절기 대상	하절기 대상
전년도 3월	전년도 12월	2~3월	4~10월	11~12월	차년도 1월
전년도 4~5월	1월				
	동절기 대상	동절기 대상	동절기 대상	동절기 대상	동절기 대상
	6~7월	9~10월	11~차년도 2월	차년도 2월	차년도 3월
	8~9월				

[그림 73] 생태계서비스 지불제 계약체결 과정

* 출처 : 환경부, 2020, 생태계서비스지불제계약 가이드라인

- 철새류 서식환경 개선 사례를 바탕으로 철새 먹이터 조성 방법 및 활용 방안을 마련할 필요가 있음
- 철새류 서식환경 개선 사례로 철원에서는 두루미 서식지를 보전하고자 2015년부터 민·관 협업 겨울무논조성, 볏짚존치 등을 지속적으로 추진
  - 이러한 활동으로 철원평야를 월동지로 이용하는 두루미는 매년 증가
  - 두루미류가 2012년에는 1,718마리였으나 2021년에는 6,456마리로 약 4배 증가[13)]
- 또한, 철원에서는 겨울철 두루미의 서식환경 조성을 위하여 겨울무논을 조성하고 우렁이 먹이주기 행사를 개최하여 두루미에게 좋은 월동지를 제공



우렁이 먹이주기 행사



철원 겨울철새 먹이주기

[그림 74] 먹이주기 행사 사례

* 출처 : 철원DMZ 두루미 생태관광협의체 공식 홈페이지(https://cwdetour.com/), 원주지방환경청 홈페이지(https://www.me.go.kr/wonju/)

13) 원주지방환경청, 2021, 철원 두루미 서식지 보전사업 추진

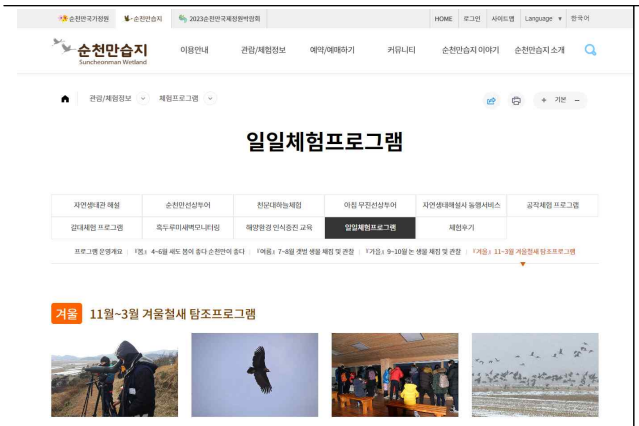
Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

- 메밀꽃 단지를 철새 먹이터로 활용하며 관람요소 및 프로그램을 창출할 방안을 마련하도록 함
  - 김포시에서는 11월부터 3월까지 여러 번 나누어 먹이주기를 진행
  - 순천만은 민·관협력으로 철새지킴이를 운영하여 먹이주기를 진행
- 메밀꽃 단지를 활용한 프로그램은 다음 [표 56]와 같음
  - 메밀꽃 축제는 메밀꽃 개화시기에 맞춰 개최
  - 메밀꽃이 피지 않는 겨울철에는 먹이주기 행사를 통해 철새의 먹이 공급 방안 마련
  - 겨울철 철새 먹이터를 활용한 프로그램을 개설하여 생태체험교실로 활용
  - 11월 ~ 3월까지는 일부 구간을 보호지역 출입금지 지역으로 선정하여, 일부 구간에서 프로그램 진행

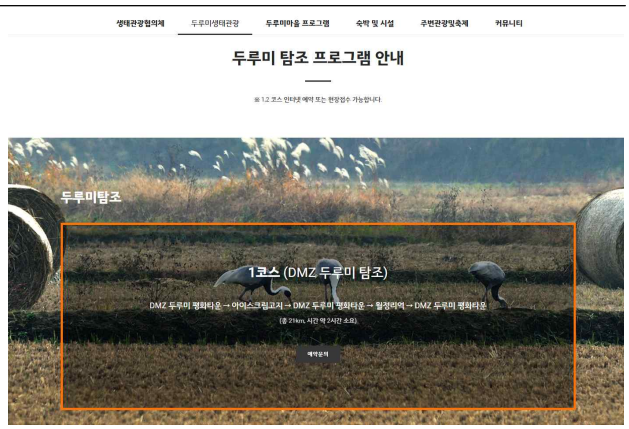
[표 56] 메밀꽃 단지 활용 방안(안)

구분	활용단계	연간계획											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
메밀꽃 단지	메밀꽃 축제												
	메밀꽃 단지 산책로												
	철새 먹이주기 행사												
	겨울철새 참조 프로그램												

- 고성군 홈페이지를 활용 혹은 마동호 습지 홈페이지를 개설하여 홈페이지에 마동호 습지에 대한 소개 및 활용 프로그램을 홍보, 예약할 수 있도록 조성하는 방안이 필요



순천만습지 홈페이지



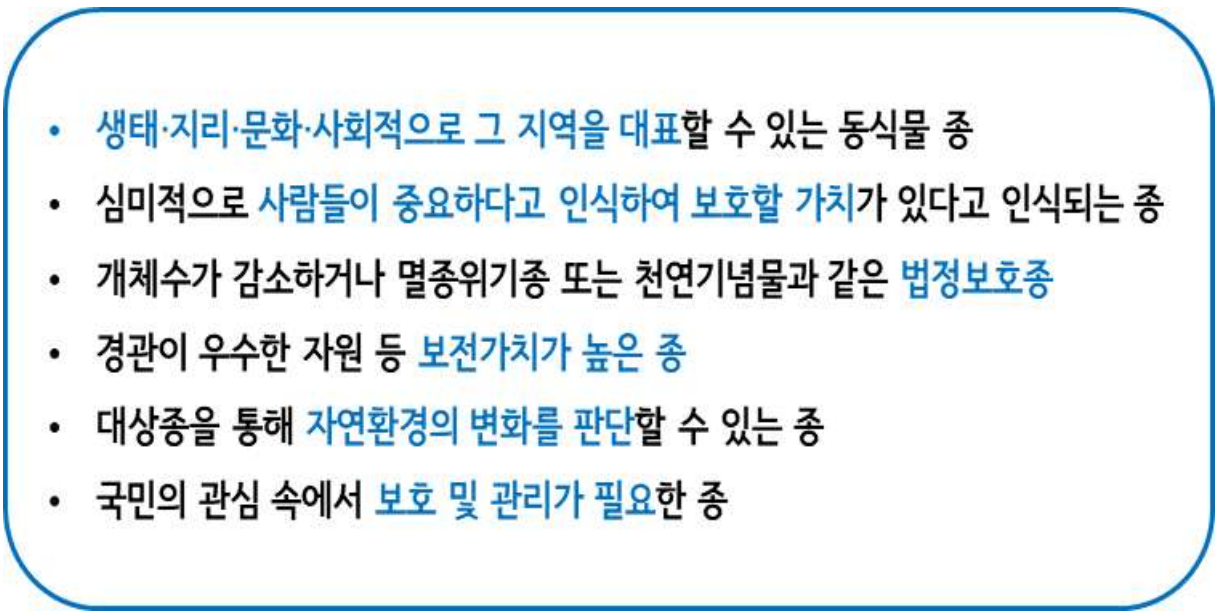
철원DMZ 두루미 생태관광협의체

[그림 75] 홈페이지를 활용한 프로그램 홍보 사례

전략 2-2 깃대종 복원 및 캐릭터화

가) 현황 및 필요성

- 깃대종은 국제연합환경계획(UNEP)이 제시한 개념으로 “지역 생태계를 대표하며 보호할 필요가 있다고 생각되는 생물종으로 생태적·지리적·사회적·문화적 특성을 반영하는 상징적인 생물종”을 의미함
- 또한 깃대종은 일반적으로 생태·지리·문화·사회적으로 그 지역을 대표할 수 있는 동식물이며, 사람들이 중요하다고 인식하여 보호할 가치가 있다고 인식되고 멸종위기야생생물 또는 천연기념물과 같은 법적보호종으로 선정됨



[그림 76] 일반적인 깃대종 선정 기준(국립공원관리공단 2007)

- 깃대종을 마동호 습지의 대표 브랜드로 연계시켜 지역주민과 관광객에게 깃대종의 중요성을 인식시킬 수 있음
- 현재 고성군에서 깃대종 선정 용역을 진행 중이며 이와 연계하여 깃대종 복원 및 캐릭터화가 필요함

		
하람이	도롱이	감돌이

[그림 77] 대전시 깃대종 캐릭터

* 출처 : 대전시 깃대종 홈페이지

나) 추진내용

[2-2-1] 깃대종 복원 및 캐릭터화

- 깃대종 유입을 위한 서식처 조성이 필요하며, 서식처 조성 시 깃대종의 서식 특성을 검토한 후 보전관리 방안 마련
- 깃대종의 보전 및 관리를 위해 깃대종이 유입될 수 있도록 서식처 조성이 필요하며 깃대종에 대한 사회적 관심을 통해 지속적으로 관리가 될 수 있도록 하는 것이 중요함

  - 깃대종의 보전관리 방안으로 깃대종 서식처 조성 및 깃대종 브랜드화 방안을 제시함

- 깃대종 서식처 조성 시 깃대종의 서식 특성을 검토한 후, 보전관리 방안을 마련하도록 함. 깃대종이 선정되면 해당 종에 대한 복원사업을 우선적으로 시행하고 면밀한 모니터링이 필요함
- 향후, 마동호습지 깃대종을 캐릭터화하여 마동호 습지 생태프로그램 홍보 책자 및 생태프로그램과 연계하여 활용 가능



[그림 78] 깃대종 보전 관리방안 (안)

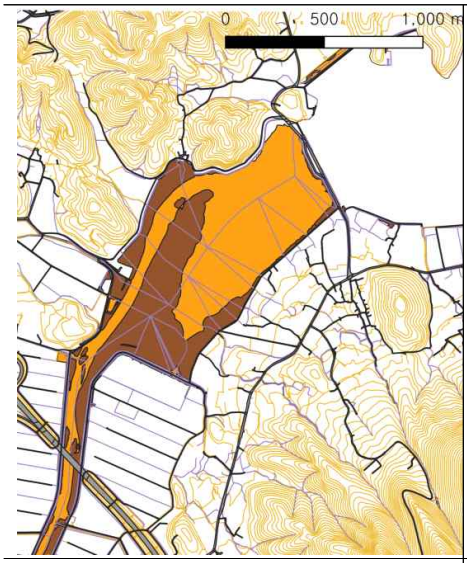
전략 2-3 수질오염원 현황 분석 및 관리 방안 마련

가) 현황 및 필요성

- 습지는 침전·여과·미생물 분해·흡착 등으로 비점오염원을 정화하는 능력을 보유하고 있으나 수용 한계가 있음. 오염원 정화 기능을 유지하고 향상시켜 건강한 습지생태계를 만들기 위해 수질오염원 관리가 필요함
  - 비점오염원이란 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등으로 불특정하게 수질오염물질을 배출하는 배출원을 말하며 비점오염 저감시설이란 수질오염방지시설 중 비점오염원으로부터 배출되는 수질오염물질을 제거하거나 감소하게 하는 시설임
- 한국농어촌공사에서 진행한 사후환경영향조사 수질 결과에 따르면 마동담수호예정지 직접유역에는 오염물질의 발생량 및 유입량이 비교적 적은 편임
- 담수호예정지 내측에 1960년 조성된 미완공 간척지의 저류지가 조성되어 고성천이 이곳을 경유한 후 유입되고 있음
- 마동호 인근에는 마을, 농경지, 축사, 공장 등 다양한 비점오염원이 산재하고 있어 수질오염원에 대한 지속적인 모니터링, 현황분석, 오염원 저감 시설 설치가 필요함
  - 마동호 습지보호지역과 인근의 농경지에서도 조류가 자주 관찰됨
  - 화학비료를 사용하지 않는 친환경생태농업을 고려하여 수질 환경을 개선 시킬 필요가 있음



[그림 79] 마동호 인근 농경지 내 조류 취식 현황



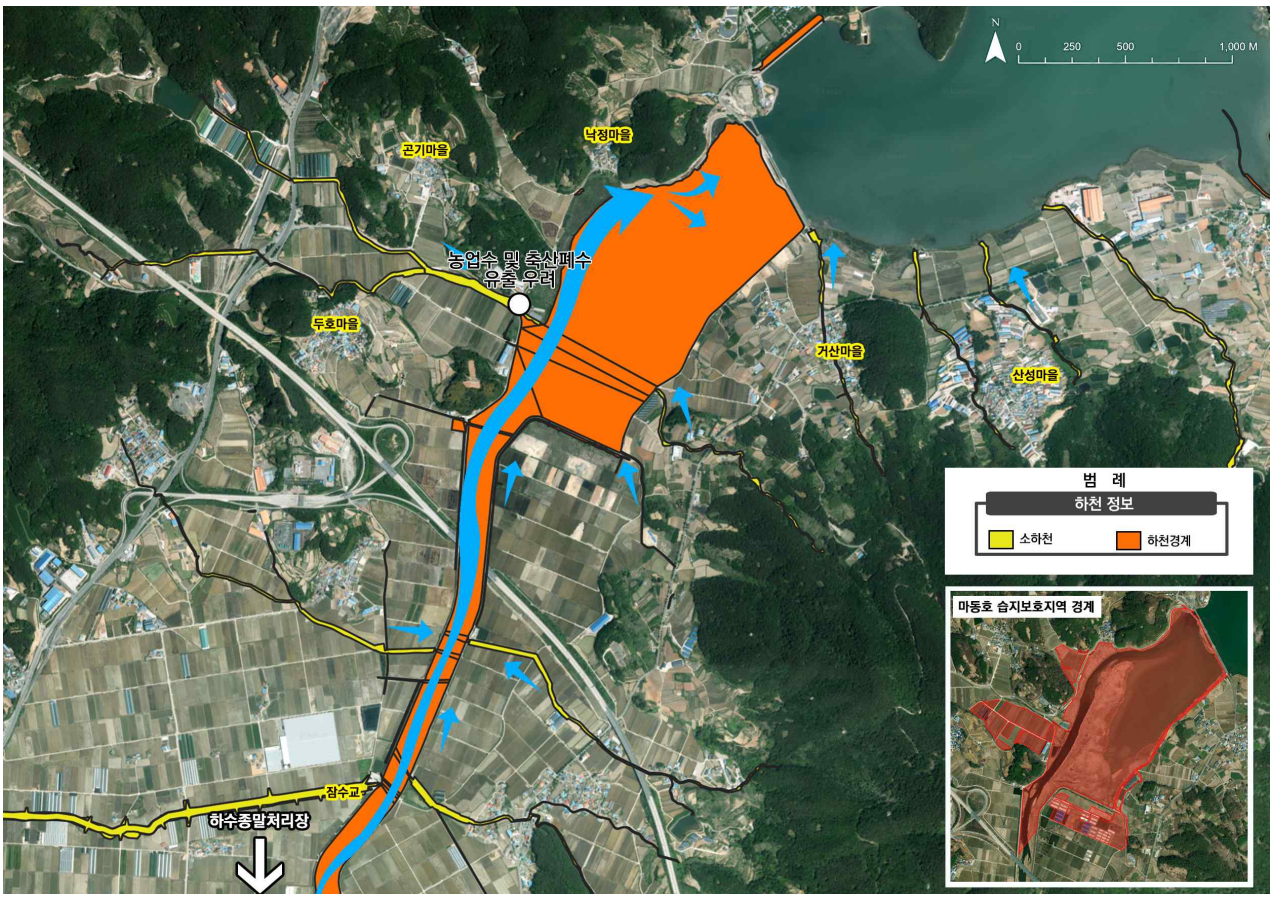
마동호 수치지도



수계현황도

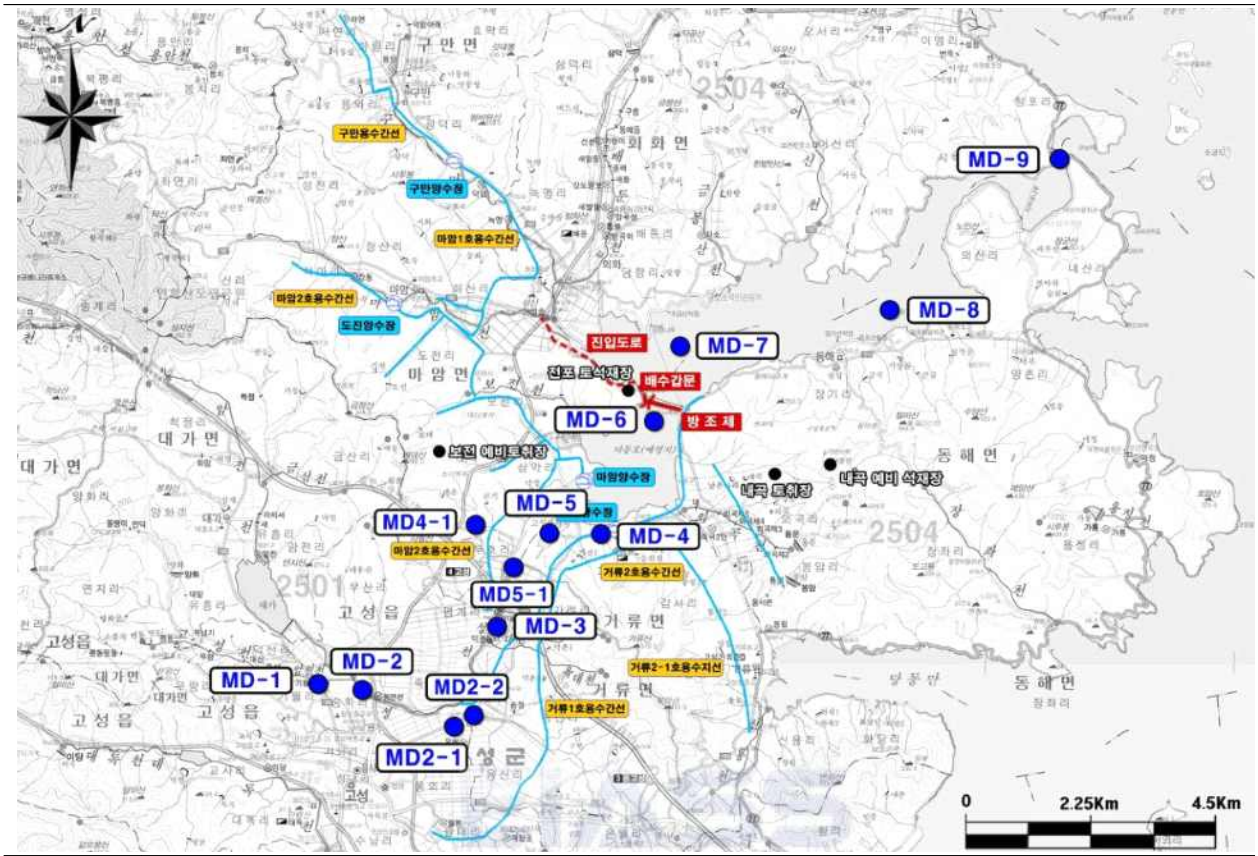
[그림 80] 마동호 수치지도 및 수계현황도

* 출처 : (우)고성군, 2022, 고성 간사지 갈대습지 생태공원 조성사업 자료



[그림 81] 하천 분포

[표 57] 농어촌공사 수질조사 지점 및 조사항목



구역항목	지점	조사항목
유입하천	MD-1,MD-2, MD-2-1, MD-2-2, MD-3, MD-4, MD-4-1	온도, pH, DO, BOD, COD, TOC, SS, T-N, T-P, 암모니아성질소, 아질산성질소, 질산성질소, 인산염인, 클로로필a, 분원성 대장균군, 총대장균군, 카드뮴, 망간, 납, 아연, 구리, 염분, 전기전도도
담수호	MD-5,MD-5-1	
해역	MD-6, MD-7, MD-8, MD-9	수온, 염분, DO, EC,T-P, T-N, DIP, 투명도, 클로로필a, SPM, COD, 총대장균군, DIN, 구리, 납, 아연, 카드뮴, 망간

* 출처 : 한국농어촌공사, 2021, 마동지구 다목적농촌용수개발사업 사후환경영향조사결과 통보서

- **주오염원은 고성군 하수종말처리장의 배출수이며 마을에서 나오는 생활하수, 축산단지의 축산폐수, 농경지 등에서 나오는 농업폐수 등이 있음**

  - 2017년 기준 오염원별 발생부하량은 축산계 오염원이 전체 발생부하량의 83.2%로 가장 높은 점유율을 차지하며 생활계 6.7%, 토지계 6.4%의 점유율을 나타냄

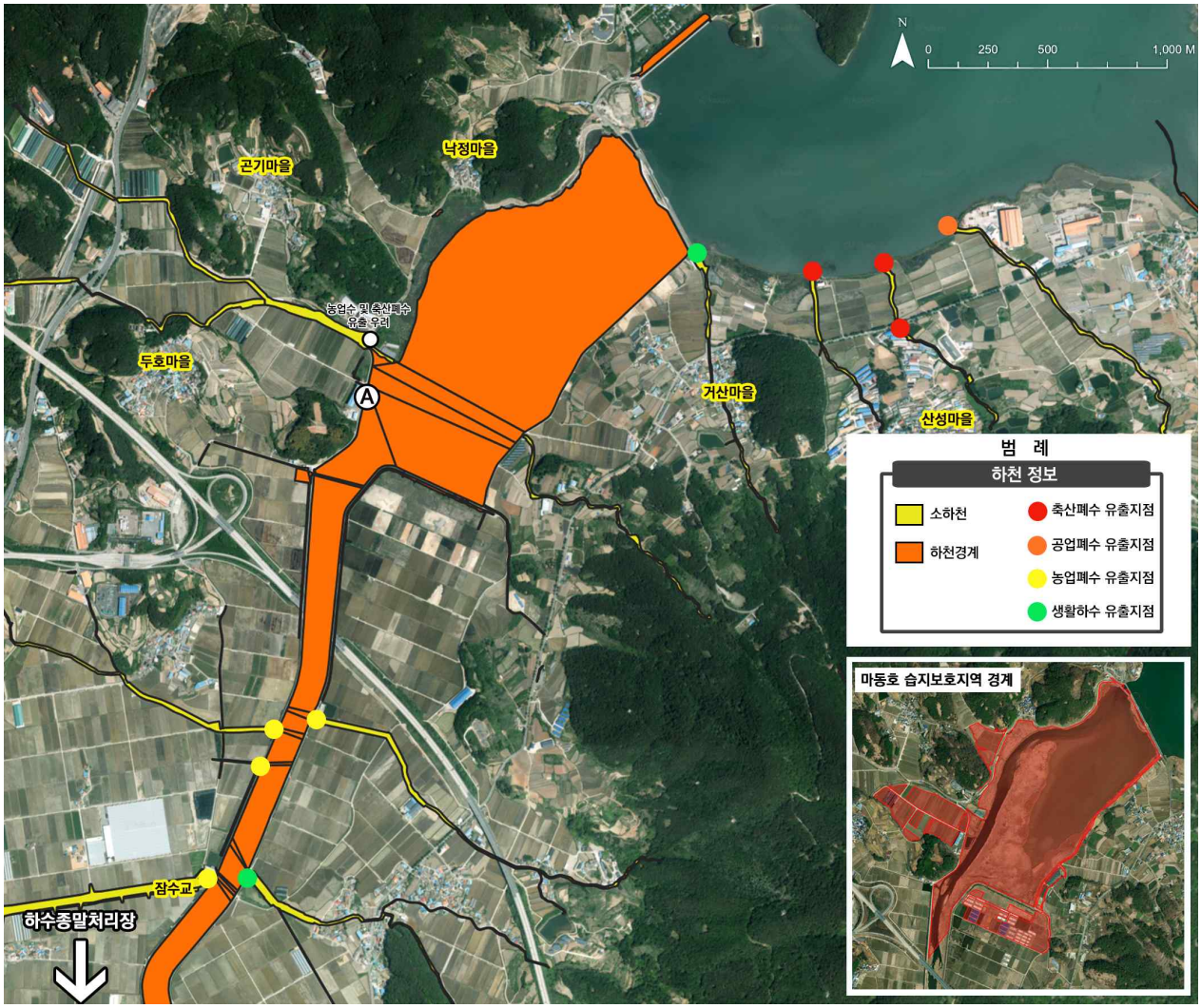
  - 침강지 오염원 저감 기능이 부실할 경우 추가적인 오염원 저감 방안을 마련할 필요가 있음



[그림 82] 산성마을 소하천 유입 부근 현황

- **[그림 83]의 A지점(고성군 마암면 두호4길 187) 인근 수로는 마동호보다 낮은 위치에 있어 마동호에서 농수로로 물이 유출되지만, 폭우 시 수로의 물이 넘쳐 마동호로 유입될 가능성이 있음**
  - 공업 폐수가 마동호로 유출될 가능성이 있으므로 이에 대한 방안을 마련할 필요가 있음
- **간사지교 구역의 경우 현재 배수갑문을 통해 해수의 영향을 받고 있음**
  - 배수갑문은 간사지교 위측에 위치하여 지속적으로 해수가 유입되고 있는 수역으로 pH 8.1 ~ 8.5, COD 2.5 ~ 4.0㎎/L, SPM 6.2 ~ 14.4㎎/L, T-N 0.492 ~ 0.665㎎/L, T-P 0.031 ~ 0.053㎎/L로 나타났으며, 중금속의 경우 전 항목에서 해양생태계 보호 단기기준을 만족한 것으로 나타남
- **마동호 인근에 위치한 산성마을은 스마트축산ICT 시범단지로 선정되었으며, 이를 고려할 필요가 있음**
  - 스마트축산 ICT로 퇴·액비 공동자원화, 축사 내 자동 환기시스템 구축 의무화 등 냄새 없는 축산 환경을 조성, 가축분뇨는 발생하는 즉시 수거하고, 퇴·액비로 재활용해 환경 민원 해소와 입주 농가의 상생 체계를 구축한다는 장점이 있음
  - 그러나 스마트축사의 제품 가격 및 운용 및 유지보수비가 비싸고, 제품 간 상호 호환성 결여로 유지보수가 어려워 작은 고장에도 수리 불가한 상황이 발생하고, 농가 고령화로 ICT활용 기술의 습득이 미숙하여 시설을 철거하는 농가가 있는 등의 문제가 있음(스마트에프엔, 2019[14])

14) 스마트에프엔 뉴스, 박찬식, [국내외 스마트축산 현황⑧] 스마트 축사 무엇이 문제? 해결책은?, 2019.11.15., https://m.smartfn.co.kr/view.php?ud=2019101815304180521245O6bdf1_46



[그림 83] 마동호 내 수자원 유출·유입



[그림 84] A지점 - 해성마린 인근 수로

나) 추진내용

- 오염원 유출, 유입에 대한 현황을 파악하고자 수질오염발생구간 현황도를 작성하여 각 구간별 저감 방안을 마련하도록 함
- 마동호 수질에 대하여 지속적인 모니터링과 돌발상황을 대비한 관리방안을 마련

[2-3-1] 수질측정 지점 선정 및 오염원 데이터 수집

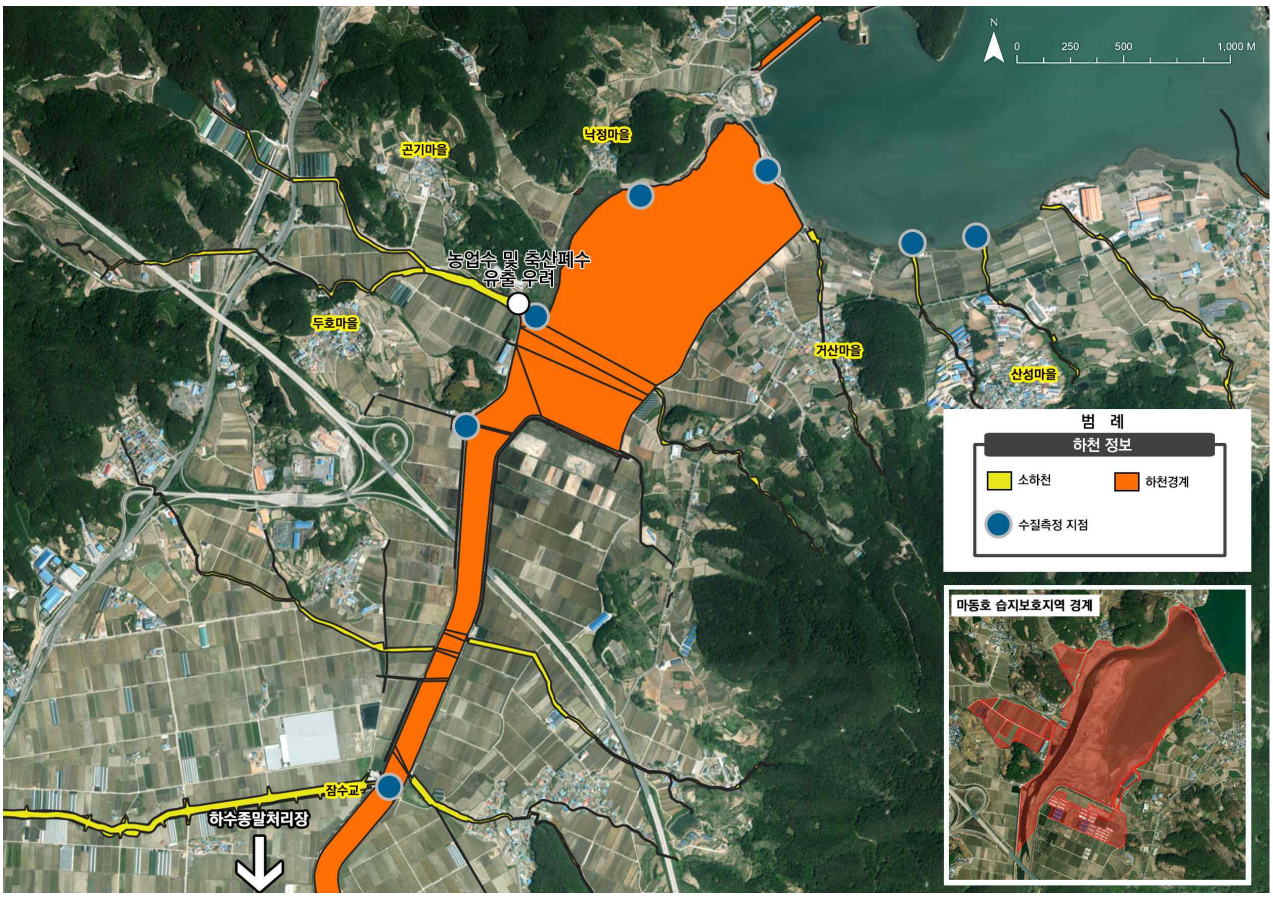
- 도로, 농경지 등 광범위한 지역의 비점오염원을 파악하기 위해 하천 분포, 마동호 내 수자원 유출·유입 현황을 고려하여 수질측정지점 선정 및 오염원 데이터 수집이 필요함
- 산성마을은 스마트 축산 ICT 시범단지로 선정되어 축산폐수가 기존보다 줄어들 수 있으나 기존의 축사와 이어진 소하천이 마동호로 유입되고 있으므로 수질 측정이 필요함
- 소하천 및 오염원이 유입되는 구간의 수질 측정을 위해 마동호 수질 측정 지점(안)을 [그림 86]과 같이 제시하였음
  - 스마트축산 ICT 시범단지인 산성마을에서부터 흐르는 소하천 2곳과 두호마을과 곤기마을을 지나는 소하천, 낙정마을 하수 유입지점, 간사지교, 잠수교 인근 소하천 유입지점, 두호 배수장 총 7곳을 수질 측정 지점(안)으로 선정함
  - 특히, 산성마을 축산폐수처리수는 다른 유입원에 비해 유량이 적고 높은 영양염류 및 유기물질로 인하여 높은 수파[15]가 측정되기 때문에 향후 마동호 수질에 영향을 줄 수 있어 지속적인 모니터링을 통하여 데이터 수집이 필요
  - 개발에 따른 오염원 증가가 많은 구역과 축산폐수방출구역을 중심으로 지속적인 모니터링 계획 수립

[표 58] 수질측정 항목 및 분석방법

항목	분석방법
수소이온농도	• 물속의 수소이온농도(pH)를 측정하는 방법으로, 기준전극과 비교전극으로 구성되어진 pH측정기를 사용하여 양전극간에 생성되는 기전력의 차이를 이용하여 측정
생물화학적 산소요구량	• 물속에 존재하는 생물화학적 산소요구량을 측정하기 위하여 사료를 20℃에서 5일간 저장하였을 때 시료중의 호기성 미생물의 증식과 호흡작용에 의하여 소비되는 용존산소의 양으로부터 측정
화학적 산소요구량	• 물속의 존재하는 화학적 산소요구량을 측정하기 위하여 시료를 황산산성으로 하여 과망간산칼륨 일정 과량을 넣고 30분간 수욕상에서 가열반응 시킨 다음 소비된 과망간산칼륨량으로부터 이에 상당하는 산소의 양을 측정

* 출처 : 한국농어촌공사, 2021, 마동지구 다목적농촌용수개발사업 사후환경영향조사결과 통보서

15) 물이 움직여 그 표면이 올라갔다 내려갔다 하는 운동



[그림 85] 마동호 수질 측정 지점(안)

[2-3-2] 비점오염원 저감시설 설치 및 관리

- 마동호 습지보호지역 및 주변 현황을 파악하여 오염원 유입 우려 구간에 비점오염원 저감시설 설치가 필요함
- 비점오염원 저감시설 사례는 [그림 87]과 같으며, A지점(해성마린) 인근 공장 주변에 침투저류지, 식생여과대 등 비점오염원 저감시설을 설치하여 오염 완화

	
용인 모현면 초부리 식생여과대	용인 모현면 초부리 침투저류지

[그림 86] 비점오염저감시설 사례

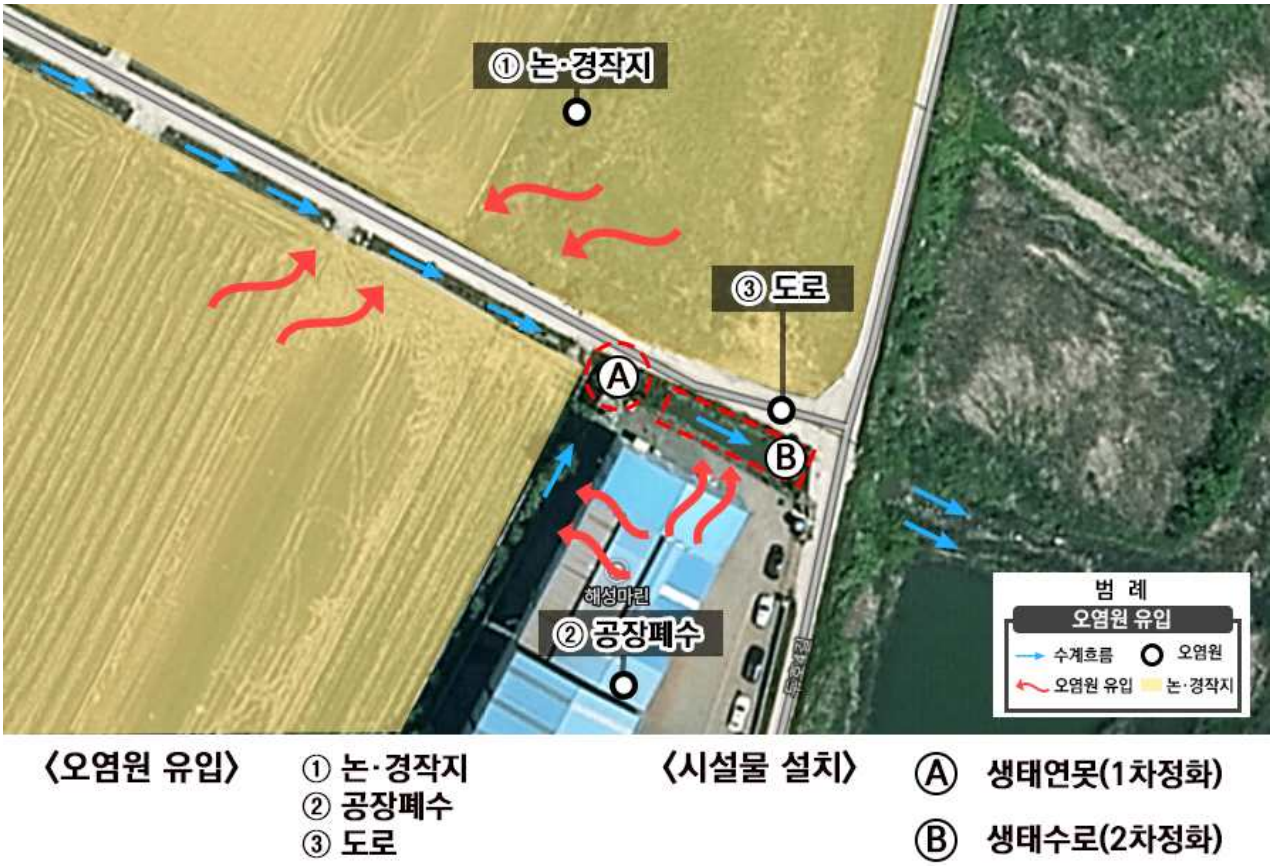
* 출처 : 물환경정보시스템 홈페이지(https://water.nier.go.kr/)

- A지점에서 발생하는 비점오염원은 논경작지에서 유출되는 오염원, 공장에서 방류하는 폐수, 도로에서 유입되는 오염원으로 확인됨



[그림 87] A구간 현황

- 오염원 유입 후 합류되는 구간에 생태연못을 조성하고(1차 정화) 하천으로 방류되는 구간에 생태수로를 조성하여 2차 정화 후 마동호로 방류될 수 있도록 계획함



[그림 88] A구간 비점오염원 저감 시설 설치 방안

- 비점오염원 처리 시설을 설치할 때에는 평상시의 수위와 홍수시 수위를 지속적으로 모니터링을 진행한 이후에 계획하도록 하며, 구배 차이로 인하여 일시적으로 물의 흐름이 정체되는 구간은 지반고를 높여 자연적으로 방류할 수 있도록 설계하여야 함
- 비점오염저감시설은 저류시설, 인공습지, 침투시설, 식생형 시설 등이 있으며, 시설에 따라 구분하여 관리하여야 함

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

[표 59] 비점오염저감시설 시설별 관리방안

구분	시설	관리방안
자연형 시설	저류시설	• 퇴적물 및 협잡물 제거 • 장마 등 큰 유출이 있는 경우, 시설을 전반적으로 점검 • 주기적으로 수질오염물질의 유입량, 유출량 및 제거율 조사
	인공습지	• 가급적 지역 내 수생식물 양묘정으로부터 재배식물을 이식 • 생물의 서식 공간 창출을 위하여 5종부터 7종까지의 다양한 식물 식재 • 인공습지의 경계수위로부터 바깥쪽까지 최소 8m의 완충지역을 조성, 인근 자연 생태 지역으로부터 생태 통로가 유지될 수 있도록 구성
	침투시설	• 침투단면의 투수계수 또는 투수용량 등을 주기적으로 조사 • 막힘 현상이 발생하지 않도록 주기적으로 제거
	식생형 시설	• 식생수로 주변의 풀베기 작업을 실시하며 안전사고에 유의하고 수로 바닥의 퇴적물이 계획된 처리용량의 25%를 초과하였을 때에는 침전된 토사를 제거 • 토양 교란을 최소화시킬 수 있도록 식생대 지역에서의 장비 사용을 억제 • 식생수로에는 정화능력이 뛰어난 수생식물 조성, 과성장된 식물은 주기적으로 풀베기 작업을 하여 수로의 유수흐름에 지나친 장애요인이 되지 않도록 관리 • 동절기 말라 죽은 식생은 제거·처리

* 출처 : 환경부, 2020, 비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼을 참고하여 연구원이 정리함

[표 60] 비점오염저감시설 조성사례

광주 곤지암 스크린+저류시설	용인 삼계리 인공습지
	
저류시설	인공습지

* 출처 : 물환경정보시스템 홈페이지(https://water.nier.go.kr/)

전략 2-4 생태계교란종 관리 및 모니터링 방안

가) 현황 및 필요성

- 생태계교란종으로 인하여 습지보호지역 내 야생생물의 서식에 위협이 되며 생물다양성 감소에 영향을 주고 있음
- 생태계교란종은 환삼덩굴, 돼지풀, 가시상추, 양미역취 등이 마동호 주변 지역의 노변지 및 초지 등에서 확인되었으며, 황소개구리 1종이 탐문조사 된 결과가 있음
- 특히 환삼덩굴과 양미역취는 마동호 습지보호지역 여러 곳에 분포되어 있어 관리방안 마련이 필요함
- 지속적인 모니터링으로 추가적인 생태계교란종의 종류 및 위치를 파악하여 관리방안을 수립할 필요가 있음
- 지역주민을 대상으로 습지보호지역의 보전관리 활동 참여 유도를 위하여 생태계서비스 지불제와 연계한 관리방안 제시

[표 61] 마동호 습지보호지역 내 생태계교란종 현황 및 출현 위치

구분	출현종	출현 위치
식물	환삼덩굴	사업구간 및 주변지역 전역에서 덩굴성 군집 형태로 분포
	돼지풀	주변지역의 노변부, 초지에 산재하여 분포
	가시상추	사업구간의 노변부, 초지에 산재하여 분포
	양미역취	당항만생태공원 인근에 분포
양서·파충류	황소개구리	인근 마을주민 탐문조사



환삼덩굴



황소개구리

양미역취



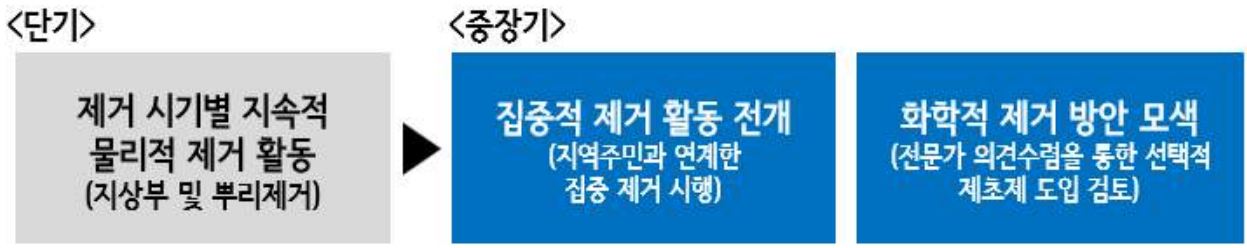
[그림 89] 생태계교란종 분포현황

* 출처 : 고성군, 2022, '고성 간사지 갈대습지 생태공원 조성사업' 자료를 참고하여 연구자가 수정하였음

나) 추진내용

[2-4-1] 생태계교란종 모니터링 및 제거·관리

- 생태계교란종의 파악을 위한 생태조사 시행 및 생태계교란종 분포 현황도 제작을 통한 현황 데이터를 구축할 필요가 있음
- 생태계교란종 제거의 경우, 화학적 제거방법은 육상, 습지, 토양 생태계에 교란을 줄 수 있어 물리적 제거방법 혹은 생물학적 제거방법 등의 방안을 계획하여 효과적인 방안을 구축할 필요가 있음
- 침입덩굴성 생태계교란종 확대 등으로 인한 식생종 영향을 검토하여 단기, 중장기적 제거 방안을 마련
  - (단기적) 제거 시기별 지속적 물리적 제거 활동 시행
  - (중장기적) 생장 전 시기에 집중적 제거를 시행하고 지역주민과 연계한 집중제거 활동 전개



[그림 90] 생태계교란종 제거 단기, 중장기 관리방안

- 물리적 제거에 한계가 발생한 경우, 전문가 의견수렴을 통한 선택적 제초제 도입 및 친환경적 화학적 제거 방안 모색
  - 주변 습지에 미치는 영향을 고려한 최소화 필요
- 또한, 지역주민 습지보호지역 관리참여 활동 유도를 위하여 생태계서비스지불제와 연계한 관리가 가능함

[표 62] 생태계서비스지불제 연계 생태계교란종 제거 사업

구분	활동유형		
지지서비스	야생생물 서식지	생태계 조성·관리	생태계교란종 제거
활동내용	• 생태계 교란종 현황 파악 및 제거 대상 선정 • 생태계 교란종 교육 – 전문가를 활용하여 생태계 교란종 교육 – 환경부가 지정한 생태계교란 야생생물 종류 식별 생태계교란 야생생물(식물, 동물) 특성 및 관리방안 – 필요시 마을단위 교란생물 퇴치단 조직 • 생태계 교란종 제거 – 식물 싹(유묘) 뿌리째뽑기, 줄기자르기, 종자제거 등 ※ 주로 열매맺기 전인 5~7월에 집중적으로 뿌리채 뽑아서 제거 – 동물 포획(유생 성체를 트랩, 낚시, 작살, 투망, 정치망, 후릿그물 등을 이용), 산란기 알 제거, 산란시기 수위 조절, 산란장 파괴		
기대효과	• 생태계 교란종 확산 예방 및 제거 활동으로 고유 자연자산 생태계 보전 및 생태계 안정성 확보 • 생태계 교란종에 대한 인식 증진을 통해 지역민 관리 활동 유도		
활동검증	• 생태계 교란종 제거활동별 전·후 사진 • 활동일지 및 영수증 제출		

* 출처 : 환경부, 2020, 생태계서비스지불제계약 가이드라인

[표 63] 생태계교란종 특징 및 관리방안

교란종	구분	내용
환삼덩굴	특징	• 빠른 성장으로 인하여 주변 식물의 성장을 방해하고 꽃가루 알레르기를 유발할 수 있어 생태계교란종으로 지정 • 우리나라 하천 및 나지에 분포하고 있음
	관리방안	• 잎과 줄기에 있는 가시 같은 털로 인해 낫이나 예초기 사용에 어려움이 있으므로 유묘 단계에서 뿌리째 뽑는 방법으로 관리하여야 함 • 꽃가루 알레르기를 유발하기 때문에 꽃이 피기 전 제거 및 관리하는 것이 좋음
돼지풀	특징	• 북아메리카 원산으로 대규모 군락으로 분포하여 다른 식물의 생육을 방해하고, 꽃가루 알레르기를 유발함 • 우리나라 전국 하천변에 광범위하게 분포하고 있음
	관리방안	• 분포면적이 넓거나 다른 생태계 미치는 영향이 있는 지역을 우선적으로 제거 • 돼지풀이 발생한 장소는 주기적으로 모니터링하여 재발생을 확인하고 제거 • 꽃이 피기 전 뿌리째 뽑아 제거
가시상추	특징	• 발아 속도가 빠르고 제초제에 저항성이 강하여 작물 재배지에 심각한 피해를 줌 • 제주도를 제외한 전국의 도로변, 방조제, 항구, 공한지 등에 분포
	관리방안	• 지상부를 제거해도 뿌리 및 줄기로 재생하기 때문에 식물체 전체를 물리적으로 제거 • 종자의 확산 방지를 위해, 결실 전 제초작업 필요
양미역취	특징	• 개체가 크고 생육 밀도가 높아 침입지역에 우점하여 자람 • 하천변, 도로변 등에 무리 지어 자라며, 인위적 간섭이 없으면 100년간 유지되기도 함
	관리방안	• 뿌리로 번식하므로 뿌리째 제거를 하고 제거 후에는 잔여 뿌리가 없는지 확인 • 제거 시 지나치게 표토를 교란하면 다른 외래식물의 침입에 용이하므로 생육조건에 적합한 식물을 제거 지역에 식재하는 방안 검토
황소개구리	특징	• 북미가 원산지로 식용을 목적으로 도입되었으나 자연생태계로 유출되어 현재 전국에 분포함 • 육식성으로 양서류, 소형파충류, 포유류, 조류, 어류, 곤충류 등 다양한 섭식행동을 함 • 세계자연보전연맹(IUCN)에서 지정한 100대 악성 침입외래생물목록에 포함되어 있으며, 각국에서 특정외래생물로 구분하여 적절한 관리방안을 수립 후 관리중임
	관리방안	• 알, 유생, 성체를 직접 제거하는 방법을 사용 • 퇴치 시 인근지역으로의 회피 및 이동을 차단하기 위해 차단막을 설치 후 지역 간 공동제거를 실시하며, 제거 완료 지역은 재발생에 대비하여 상시 관찰하고, 포획된 개체는 신속하게 제거하는 방법을 사용(국립생태원, 2016)

*출처 : 환경부, 2016, 생태계교란 생물 현장관리 핸드북을 참고하여 연구자가 수정·보완함

• 생태계교란종의 연중제거 방안은 [표 64]와 같음

[표 64] 생태계교란종 관리 연간계획(안)

구분	단계	방법	연간계획											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
환삼덩굴	유묘	뿌리째 뽑기			제거									
	영양생장	뿌리째 뽑기, 줄기 자르기				집중제거								
	꽃	줄기 자르기							추가 제거					
	열매	줄기 자르기, 종자 제거									제거			
돼지풀	유묘	뿌리째 뽑기			제거									
	영양생장	뿌리째 뽑기, 줄기자르기				집중제거								
	꽃	뿌리째 뽑기, 줄기자르기, 지속적인 제거							추가 제거					
	열매	종자 제거									제거			
가시상추	유묘	뿌리째 뽑기			제거									
	영양생장	뿌리째 뽑기, 줄기 자르기				집중제거								
	꽃, 열매						추가 제거							
	로제트		추가 제거									추가 제거		
양미역취	유묘	뿌리째 뽑기			제거									
	영양생장	뿌리째 뽑기, 줄기 자르기				집중제거								
	꽃									추가 제거				
	열매											제거		
황소개구리	알	직접 제거				산란기								
	유생	통발, 족대 등				포획 및 제거								
	성체	낚시, 그물 등				포획 및 제거								

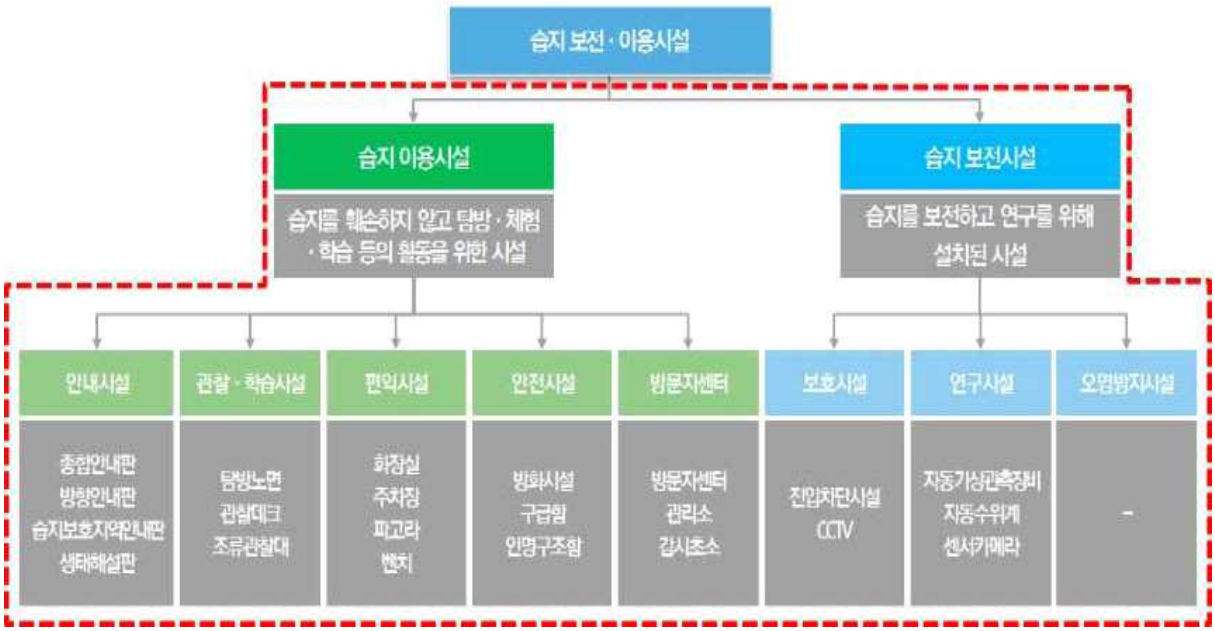
* 출처 : 환경부, 2021, 생태계교란 생물 현장관리 가이드

3.3. 전략3) 습지관리 체계화 방안

전략 3-1 시설물 추가 설치 및 훼손에 따른 관리방안 마련

가) 현황 및 필요성

- 「마동호 습지 보전이용시설 설치 기본계획 수립(2021.1.12.)」에서는 마동호 습지 내 시설물 신규 설치 방안을 제시함
  - 마동호 습지 내 설치되는 이용시설은 총 14종, 보전시설은 총 2종임
  - 2022년 습지보호지역 지정 이후, 2023년부터 5년간(2023~2027)의 습지보전·이용시설이 설치될 예정임
- 2022년 6월 시설물을 조사하여 이용현황 및 훼손 여부를 검토한 결과, 현재 마동호 습지 내에 습지보전시설이 부재한 실정이며, 기존 시설물 또한 노후화 진행 및 통일되어 있지 않음
- 따라서 보전 및 이용을 위한 시설물 추가 설치가 필요한 것으로 파악됨. 향후 습지보호지역의 보전 및 이용 계획에 따라 설치가 필요한 시설물을 계획하고, 「마동호 습지 보전이용시설 설치 기본계획 수립(2021.1.12.)」을 반영한 계획을 수립하고자 함



[그림 91] 습지보전·이용시설 종류

* 출처 : 환경부, 2016, 습지보전·이용시설 설치 가이드라인(안) 도출

나) 추진내용

◙ 신규 시설 검토 및 설치 방안

- 현재 마동호 습지보호지역 내에 설치된 시설물은 야생동물보호 표지판 3개소, 생태해설판 3개소가 설치되어 있는 것으로 확인됨
- 습지관리에 필수적인 안내시설, 탐방로, 전망대, 조류관찰대, 편익시설 등의 시설물 추가 설치가 필요한 것으로 나타남
- 「마동호 습지 보전이용시설 설치 기본계획 수립(2021.1.12.)」의 설치계획을 고려하여 마동호 습지보호지역에 필요한 시설을 정리한 결과 아래 [표 65]과 같음
- 이를 참고한 마동호 습지보호지역의 단계적 이용시설 설치 계획은 [표 66]와 같음

[표 65] 마동호 습지 보전·이용시설 신규 설치 계획



구 분	시설 유형	시 설 명	개 소	비 고
이용시설	안내시설	종합안내판	4	-
		탐방안내판	6	-
		생태해설판	3	-
		방향안내판	7	-
		이용안내판	4	-
		표주	15	
	관찰, 학습시설	탐방로	5.25km	-
		전망대	1	사유지 내
		조류관찰대	1	방문자센터
	편익시설	화장실	1	초소 옆
		파고라	2	-
		벤치	15	-
	안전시설	인명구조함	4	-
	방문자센터	방문자센터	1	-
		감시초소	1	-
보전시설	보호시설	CCTV	8	-
	연구시설	자동수위계	2	-

* 출처 : 고성군, 2021, 마동호 습지 보전이용시설 설치 기본계획 수립을 연구자가 수정·보완하였음

[표 66] 시설물 설치 단계적 계획(안)

구분	시설물	설치 내용	재원조달 가능 사업
단기 (2024~2025)	안내시설	습지보호지역 안내(특성, 지정일, 면적 등)	• 자연환경보전·이용시설 지원사업(환경부) - 국비 70%/ 지방비 30%
	표주	습지보호지역 경계안내, 출입 방지	
	신규탐방로 조성	순환형, 5.25km 설치	
	휴게시설	그늘 및 편익제공을 위한 파고라, 벤치 설치	
	화장실 설치	남녀구분, 간이형	
	조류관찰대	조망지점(방문자센터)	
	방문자센터	보호지역 안내, 전시, 생태해설 진행	
	논습지 체험장	야외학습장, 데크, 화장실, 세족장, 안내판, 접근로 정비	
중기 (2026~2027)	전망대	경관 감상 및 휴식	• 생태관광지역 지정 및 육성 - 국비50%/지방비 50%
	감시초소 설치	탐방객 안내, 불법행위 감시	
	교량 설치	이용편리성 증진을 위한 데크 교량 설치	
장기 (2028~)	LID기법 도로포장	도로확포장, 주차장 대상으로 친환경 포장 설치	• 자연환경보전·이용시설 지원사업(환경부) - 국비 50%/ 지방비 30%

① 안내시설 설치(단기)

- 습지보호지역의 위치, 방향안내 등에 대한 종합안내판의 설치가 필요함
- 현재 당항만생태공원에 설치되어 있는 생태해설판은 노후화 및 안내판 오류로 인해 교체 및 신규 설치가 필요함
- 마동호 습지보호지역의 보전가치 및 지정 목적, 습지별 주요 서식(출현) 생물종 및 서식 특성 등에 대한 안내가 필요함
- 방문객의 빠른 이해를 돕기 위한 가독성이 높고, 시선을 유도할 수 있는 안내판 설치
- 체험형 안내판 등 다양한 형태의 안내시설을 검토·도입하여 방문객들이 마동호 습지보호지역의 우수한 생태를 인식할 수 있도록 함



투명 탐방 안내판(하식애 활용)



체험형 생태해설판



방향안내판(고창 운곡 습지)

[그림 92] 안내시설 사례

* 출처 : Pic Bois(https://www.pic-bois.com)(탐방안내판, 생태해설판)/네이버 블로그(https://m.blog.naver.com/gomtn/221325744959)

[표 67] 안내시설 설치 가이드라인

구 분	내 용
기재내용	• 셀프가이드(QR코드, 홈페이지), 해설사 안내로 구분 • 대상지의 면적, 생태적 특성, 탐방객 수를 고려하여 수준 결정
재료	• 자연과의 이질감 최소화, 수분, 햇빛 등 자연환경의 영향 고려 • 천연목재(방부처리), 철재(STS, 자연색의 무광도색)
색채 (습지이용시설 공통)	• 녹색, 갈색 계통의 자연색 이하의 채도, 시설간 통일성 확보 • 저명도, 저채도, 저휘도 권장, 자극적인 색상(원색 등) 지양 • 경고, 주의 등 안전시설에는 진출색(붉은색, 노란색 등) 사용

* 출처 : 환경부, 2015, 습지 보전·이용시설 설치 가이드라인(안) 도출

② 표주 설치(단기)

- 마동호 습지보호지역의 경계 구분이 어렵고, 무단침입이 가능하기 때문에 습지보호지역임을 알리는 표주를 설치하여 보호지역에 대한 경계 안내를 할 필요가 있음
- 또한 중요종의 서식·분포지역과 무단출입이 우려되는 지역의 경우 차단 펜스를 설치할 필요가 있음
- 표주의 설치는 '생태계보전지역의 안내시설물지침(환경부, 2000)'을 기준으로 제작·설치하도록 함

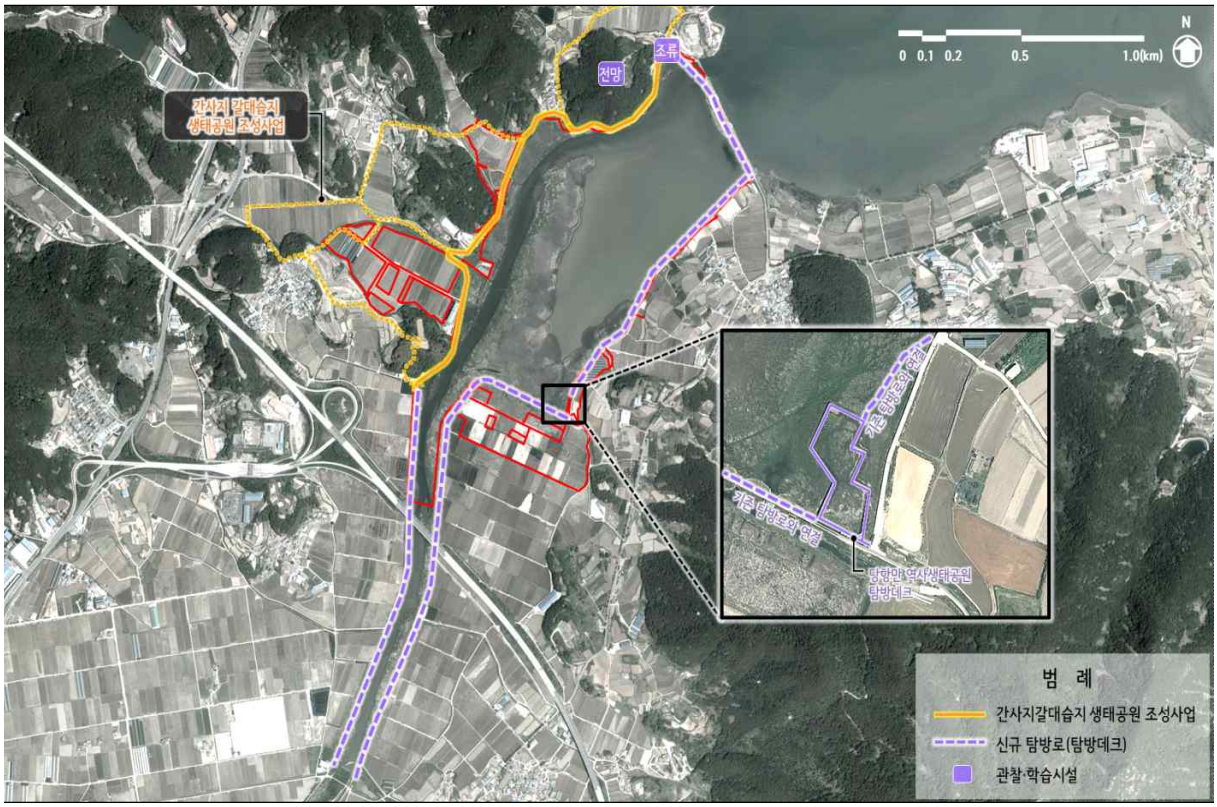
[표 68] 표주 설치 기준

구분	내 용
표주규격	• 가로 : 20cm 내외 • 세로 : 20cm 내외 • 지상높이 : 50cm 내외 • 표주 지하묻기 : 100cm 내외
설치간격	• 탐방객이 보전지역 등의 경계를 식별할 수 있도록 300~500m 간격으로 설치
재료	• 방부처리된 단단한 목재 사용
색채	• 표주의 표면은 짙은 갈색 계열의 색상으로 도색
글씨체	• 고딕체

* 출처 : 환경부, 2000, 생태계보전지역의 안내시설물 지침

③ 신규 탐방로(탐방데크) 조성(단기)

- 현재 마동호 습지 전체를 이용 및 관찰할 수 있는 시설이 부족하며, 기존 동선을 활용한 순환형의 도보 탐방이 가능하도록 탐방데크 설치가 필요함
- 당항만역사생태공원의 탐방데크와 연결데크를 조성하여 기존 시설과의 연계성을 확보하고, 마동호 습지의 큰 특징인 갈대습지의 보전가치에 대한 생태교육 및 관광활성화를 도모하고자 함



[그림 93] 탐방로 조성 계획

- 마동호 습지는 남해안 최대 규모의 갈대밭을 보유하고 있어 생태적 가치가 매우 높은 곳으로, 이를 현명하게 보전할 수 있는 탐방데크의 형태가 요구됨
- 특히 갈대가 분포한 지역은 수면부로서, 마동호 갯벌 내 다양한 생물이 서식할 것으로 예상되므로, 지면과의 높이차를 두어 하부 생물이 서식할 수 있도록 하여야 함



화성 비봉습지 탐방로 | 장항습지 탐방로

[그림 94] 탐방로(탐방데크) 조성 예시

* 출처 : 고성군, 2021, 마동호 습지 보전·이용시설 설치 기본계획 수립

④ 휴게시설 및 안전시설(단기)

- 마동호 습지 및 주변 지역 내 생태체험 및 교육공간이 신설됨에 따라 이용률이 증가하고, 습지 내 체류시간이 2시간 이상 발생할 수 있으므로 화장실(간이) 설치가 필요함
- 또한, 습지보호지역의 특성상 그늘이 적고 탐방구간이 긴 편이므로 파고라, 벤치 등의 그늘 및 휴게시설 도입을 통한 탐방객의 쾌적한 탐방환경을 제공하고자 함
- 마동호 습지 내 탐방로 및 관찰데크 조성 계획에 따라 발생할 수 있는 각종 사고로부터 탐방객을 보호하기 위해서 탐방로 내 인명구조함을 설치하여 즉각적인 조치 및 구조가 가능하도록 함



간이화장실(직접촬영) | 파고라(직접촬영) | 휴게시설 및 인명구조함(직접촬영)

[그림 95] 휴게시설 및 안전시설 조성 예시

* 출처 : 고성군, 2021, 마동호 습지 보전·이용시설 설치 기본계획 수립

⑤ 조류관찰대(단기)

- 마동호 습지는 다수의 멸종위기종 및 천연기념물이 서식하는 철새 서식지로 해당 특성을 반영한 조류관찰대를 설치함으로써 생태·문화적 가치를 향상시킬 수 있음
- 조류관찰대는 조류와 인간의 비간섭거리를 고려하여 설치할 수 있도록 하며, 덮개, 차폐 등 각각에 대한 영역 구분을 통해 접촉을 차단하되 생태학습·체험 기능을 함께 부여할 수 있는 형태로 계획함



고양 생태공원 조류관찰대	낙동강하구에코센터 조류관찰대	우포늪 조류관찰대(직접촬영)

[그림 96] 조류관찰대 조성 예시

* 출처 : 환경부, 2016. 습지 보전·이용시설 설치 가이드라인(안) 도출

⑥ 방문자센터(단기)

- 습지보전, 관찰, 심사를 위해 방문자센터 조성을 단기 계획으로 수립
- 향후 방문자센터 및 관련 계획 「간사지 갈대습지 생태공원 조성사업(고성군, 2021.11)」의 독수리센터, 둠벙체험장 등의 시설 조성으로 유치원, 초등학교 등의 교육시설과 연계한 생태프로그램 시행될 예정임



[그림 97] 방문자센터 위치 및 시설계획

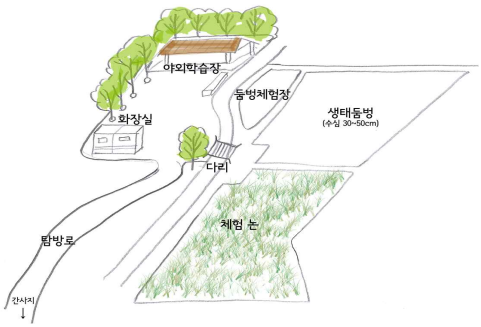
* 출처 : 고성군, 2021, 마동호 습지 보전·이용시설 설치 기본계획 수립

⑦ 논습지 체험장(단기)

- 간사지 갈대습지 생태공원 사업에 계획 상 포함되어 있었으나 제외되었음 이에 마동호 습지보호지역 체험 프로그램으로 신규 설치를 제안함
- 습지 체험과 친환경 농업, 둠벙 체험 지역으로 활용
- 편의시설 설치 : 야외학습장, 데크, 화장실, 세족장, 안내판, 접근로 정비



논습지 체험장 위치



논습지 체험장 조감도

[그림 98] 논습지 체험장 조성 예시

* 출처 : 고성군, 2020, 간사지 갈대습지 생태공원 조성사업 타당성 조사 및 기본계획 수립 용역

⑧ 전망대(중기)

- 방문자센터 내 전망 및 조류관찰 기능을 수행할 수 있는 시설 도입 계획을 수립하였으며, 「간사지 갈대습지 생태공원 조성사업(고성군, 2021.11)」의 추진 시, 사유지 구역(산림) 내 전망대 도입에 대한 지역주민의 요구가 확인됨에 따라 사유지 매입을 통한 전망대 조성 계획





밀양 자연마당 전망대(직접촬영)



홍천 남산 힐링필드 전망대

[그림 99] 전망대(조류관찰대) 위치 및 조성 예시

* 출처 : 고성군, 2021, 마동호 습지 보전·이용시설 설치 기본계획 수립/홍천, 남산 힐링필드 전망대 설치 완료, 세계타임즈, 2020.05.07.(사진)

⑨ 감시초소(중기)

- 감시초소는 생태적 가치가 있는 습지보호지역을 보전하고, 탐방객의 안전한 탐방을 위한 시설로써 법정보호종이 서식하는 탐방로 주변이나 불법행위를 감시할 수 있는 지역에 배치함
- 마동호 습지의 경우, 방문자센터 및 신규 탐방로(탐방데크)에 의한 지역주민 및 탐방객의 접근성을 고려하고, 갈대습지를 비롯한 당항만 역사생태공원 등 탐방객의 수요를 고려하여 위치를 정함
- 습지보호지역의 탐방 안내를 위한 안내판이나 감시활동을 위한 기자재(CCTV, 카메라 등) 습지보호지역의 체계적인 운영을 위한 감시초소 내 세부 시설 도입이 필요함
- 국내 습지보호지역은 관련법에 의거, 습지보호지역의 규모, 특성, 환경 등을 고려하여 자연환경해설사 및 주민감시원을 채용하여 운영되며, 운영방식이나 운영인력의 차이가 있어 감시초소의 개소수, 위치, 습지보호지역 내 감시초소 운영의 문제점을 검토하여 적용하여야 함


제주 물장오리오름 초소(직접촬영)


우포늪 초소(직접촬영)


감시초소 내부 기자재(직접촬영)

[그림 100] 감시초소 조성 예시

* 출처 : 고성군, 2021, 마동호 습지 보전·이용시설 설치 기본계획 수립

⑩ 교량 설치(중기)

- 현재 마동호 습지보호지역 남쪽부근은 경계 밖 약 1.5km 정도 떨어진 잠수교를 통해서만 횡단이 가능함
- 마동호 습지보호지역의 남쪽경계에 교량을 설치하여 습지내 이동의 편리성 증진, 경계확립의 기능을 할 수 있도록 함
- 또한 갈대습지를 횡단하며 관람 및 관찰공간으로 활용함

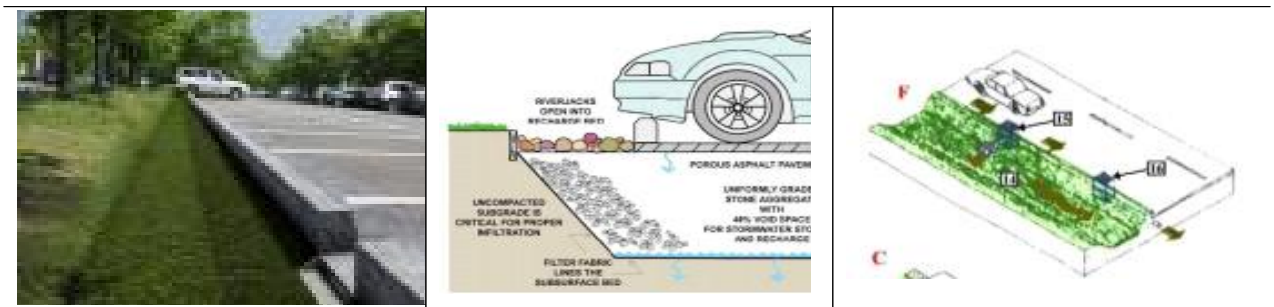


[그림 101] 교량 설치 위치(안) 및 조성 예시

* 사진출처 : 구글(www.google.com)

⑪ 친환경 도로포장 모델(장기)

- 현재 마동호 습지보호지역 주변(곤기마을, 낙정마을) 인근에서 진입도로 확·포장 공사를 진행 중임. 확·포장 공사 전 도로의 폭이 협소하여 주민의 불편을 야기하며, 여름철 우기에는 지속적인 침수가 발생하여 주민의 피해가 많았음
- 이에 확·포장 공사 후 장기 사업으로 친환경 도로포장, LID 흙포장, 마사토 포장의 단계적 교체를 제시함
- 습지보호지역 인근 비점오염원 및 강우 유출수에 의한 오염부하를 효과적으로 제어하기 위한 LID기법(저저영향개발)을 차용한 친환경 도로포장 모델 제시
- 투수성 포장(아스팔트), 식생 수로 완충 녹지대를 조성하여 강우 유출수 및 수질오염과 동시에 침투 능력의 향상으로 지하수를 충진시킬 수 있음



식생수로 완충 녹지대 | 투수성 포장(아스팔트) | 도로에서의 LID BMPs

[그림 102] LID기법을 활용한 친환경 도로포장 모델 예시

* 출처 : 환경부, 2013, 저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

시설물 관리 및 모니터링 체계 구축

- 마동호 습지보호지역 일원의 훼손, 노후화 시설물을 파악하고, 빠르게 정비할 수 있도록 정기적인 시설물 상태·관리 현황 점검 및 정비체계를 마련함
- 보전시설, 이용시설 등 유형별로 코드(네이밍)을 설정한 후 코드별로 현황조사 및 조사야장을 작성·관리하도록 함
- 분기별 생태계 모니터링, 자연환경해설사 및 주민감시원 활동 시 코드별로 시설물 상태를 점검·관리(기록) 할 수 있도록 함
- 모니터링 결과 데이터는 시설물 정비사업 시 기초(근거)자료로 활용하도록 함



시설물 코드화(런던습지센터)

시설 번호	(예. 안내시설-1. 종합안내판)	설치 일자	년 월 일	
점검일	년 월 일	점검자	(예. 주민감시원 홍길동)	
시설명	(예. 지정안내판, 표주 등)	설치지점		
No	체크항목		점검(불량 2개 이상 시 보고)	
1	시설물의 이용객이 사용하기에는 안전 상태는?		양호	불량 (이용 가능 정도 상, 중, 하)
2	시설물의 파손 정도는?		양호	불량 (이용 가능 정도 상, 중, 하)
3	시설물의 도색 상태는? - 안내판 등 : 내용 식별이 어려움(번짐 등) → 불량 - 기타 시설 : 육안 확인 상 훼손 → 불량		양호	불량 (이용 가능 정도 상, 중, 하)
기타 문제점 및 개선 필요성				

시설물체크리스트 예시

[그림 103] 시설물 모니터링 예시

신규 시설물 통합 디자인 구축

- 주변 환경과의 조화, 마동호 습지만의 차별성, 안내시설의 가독성 등을 고려하여 마동호 습지보호지역만의 통일화된 시설물 디자인을 마련함
- 습지 보전·이용 시설 유형별로 규격, 재료, 형태 및 필수 기입 내용 등을 설정하여 시설의 통일성을 확보함. 필수 기입 내용 설정 시 감시원 및 해설사, 지역주민, 관계자 등의 의견을 반영하여 명칭·내용의 오류를 최소화할 수 있도록 함
- 신규 시설은 통일된 디자인으로 설치하며, 기존 시설물은 개·보수 시 교체하는 방향을 검토하도록 함



[그림 104] 시설물 모니터링 프로세스(안)

전략 3-2 습지보호지역 감시 및 관리운영 인력 강화

가) 현황 및 필요성

- 국내 보호지역은 관련법에 의해 각 환경청별 자연환경해설사 및 주민감시원을 채용·운영하고 있으며 보호지역의 규모, 특성, 환경에 따라 인원, 근무시간, 역할 등을 차별화하여 운영하고 있음
- 고성 마동호 습지가 습지보호지역으로 지정됨에 따라 습지 보호·관리를 위한 주민감시원 채용이 필요하며, 지역주민 대상의 습지 감시원 채용을 통해 일자리를 창출하도록 함. 또한 자연환경해설사를 추가 채용하여 습지 관련 전문해설프로그램 적용
- 주민감시원·해설사 일지, 모니터링 결과 자료의 통일성 확보 및 활용성 증대를 위해 자료 정리 양식 및 관리 체계를 마련할 필요가 있음

나) 추진내용

◪ 주민감시원 채용 및 운영

- 타 습지보호지역에서 채용·운영하고 있는 주민감시원 채용 공고를 참고하여 마동호 습지보호지역 주민감시원 운영계획(안) 제시
- 1일 2인 이상의 관리 인력이 활동할 수 있도록 주민감시원, 자연환경해설사 채용 및 대체인력을 투입하도록 함
- 방문객 밀집 시기, 현장 여건 등을 고려하여 현장 지원·투입 계획을 마련함

  - 방문객 밀집 시기(월)는 전년도 방문객 추세 및 행사 개최 현황 등을 고려하여 설정함

- 대체인력은 주민 자원봉사자 또는 고성군·환경청 공익근무요원을 활용하도록 함
- 주민 자원봉사자는 낙정마을, 거산마을, 곤기마을, 두호마을 주민을 우선으로 하되, 신청자가 없는 경우에는 고성군민을 대상으로 함
- 경상남도 또는 환경청 공익근무요원 활용 시 사회복무요원 복무 관리 규정 제 14조에 따라 파견 근무를 요청하도록 함 (6개월 이내 파견 근무 가능)

Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

- 공익근무요원 복무관리매뉴얼(2021, 병무청)에 의하면 중앙관서의 장 및 시·도지사(산하 복무기관의 장 포함)가 국가 또는 지방자치단체의 주요 사업이나 업무 수행 지원이 가능함

- **단기·대체 인력은 감시원 채용 공고 시 통합 선발하거나, 분기별로 별도 신청·접수를 통해 모집하도록 함**

- **습지보호지역의 명예습지생태안내인, 습지 전문 해설사 등 습지에 대한 전문성이 있는 인원의 채용 및 교육 방안을 검토할 필요가 있음**

- 환경감시원의 활동 모니터링, 생태안내자, 습지안내자, 습지관리자의 역할로 나아가므로 정기적인 교육과 훈련이 필요함

- **마동호 습지보호지역의 세분화된 운영·관리를 위해 순찰 구간의 적정성, 근무환경, 업무 적절성 등 인터뷰를 실시하여 보다 효율적이고 체계적인 감시활동 운영방안 마련이 필요함**

[표 69] 낙동강유역환경청 주민감시원 채용 공고 (2022년 기준)

구분	내용	비고
채용 기간	• 채용일(근로계약 채결일) ~ '22.11.30.	
자격 기준	• 습지보호지역으로 출·퇴근이 가능한자	학력·연령· 지역제한 없음
가산점	• 운전면허 소지자 • 컴퓨터 관련 자격증 소지자, 국가보훈관계법령에 따른 취업지원 대상자	
근무 시간	• 주 5일/ 일 8시간 근무 원칙 • 탐방객이 많은 주말 근무를 원칙으로 하고 평일에 대체 휴무	
급여	• 73,280원/일(일정여비 110,000원 별도 지급)	4대 보험 적용
담당업무	• 보호지역 내 불법낚시, 자연환경 훼손행위, 쓰레기 불법투기, 폐기물 불법소각, 지정된 지역 출입·취사·야영행위 단속 및 계도 등 자연환경 보전활동	

* 출처 : 낙동강유역환경청, 2022, 2022년 보호지역 주민감시원 채용공고

[표 70] 감시원 인력 채용 계획(안)

구분		① 인력 채용	② 단기 추가 채용	③ 대체인력 채용
단기	운영 형태	1일 2인 이상 관리인력이 활동 가능한 인력배치	방문자 밀집 시기 단기 추가 채용 (예. 4, 5, 9월)	1인 활동 시기(일)에만 대체인력 투입
	채용 방법	낙동강유역환경청을 통한 주민감시원 및 자연환경해설사 채용	연초 감시원 채용 시 통합 선발 또는 활동 전원 별도 신청(접수)	연초 감시원 채용 시 통합 선발 또는 분기별 별도 신청(접수)
중·장기	습지 보전·관리 협의체(주민협의체)에서 참여(참여 주민에게 인건비(일비) 지급)			

주민감시원 순찰구간 및 감시초소 설치

- 주민감시원 채용에 따른 마동호 습지보호지역의 순찰구간 설정을 통해 구간별 체계적인 감시활동 진행이 필요함
- 순찰 구간을 5개 구간으로 세분화하고, 구간별 감시 시간을 20~30분으로 지정하여 감시원들의 질 높은 근무환경을 마련하도록 함
- 현장조사를 통해 발견된 농경지·갈대군락 내 쓰레기 파악 및 불법 낚시 발견 구간을 중점 관리 구간으로 설정함
- 주민감시원 근무활동 휴식시간에 휴식을 위한 공간 마련 필요
- 「마동호 습지 보전이용시설 설치 기본계획 수립(2021.12)」에서 설정한 관리초소 위치를 활용함
  - 지역주민, 방문자센터 및 신규 탐방로(탐방데크)에 의한 지역주민과 탐방객의 접근성을 고려하고, 갈대 습지를 비롯한 당항만 역사생태공원 등 탐방객의 수요를 고려하여 감시초소의 위치를 제시하였음



주민 감시원 활동

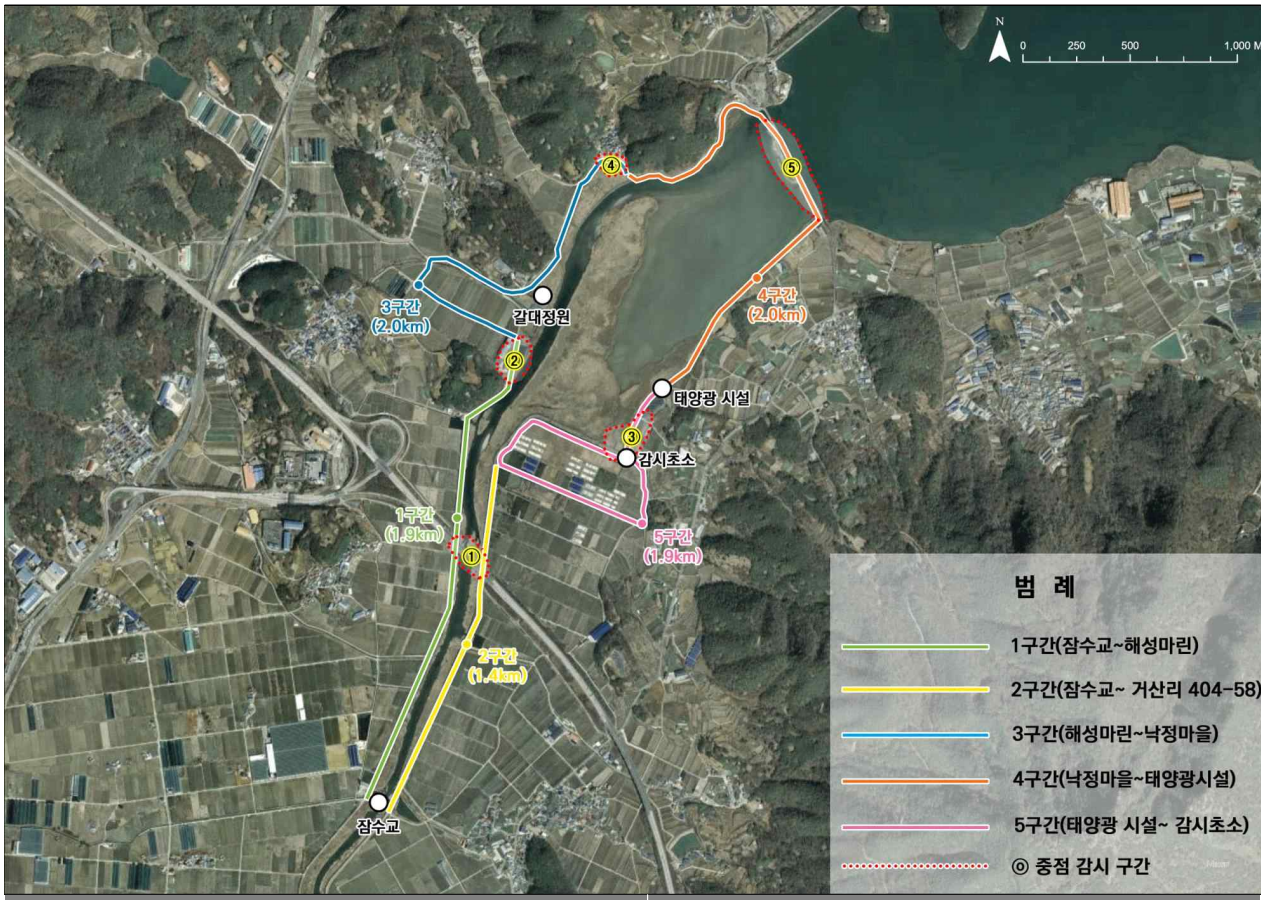


우포늪 감시초소

[그림 105] 주민감시원 및 감시초소 예시

* 출처 : (http://ecomedia.co.kr/news/newsview.php?ncode=1065592832985423/https://blog.daum.net/leesung1225/214)

[표 71] 감시코스 및 활동(예시)



구 분			내 용
1구간	(좌안) 잠수교~ 해성마린	1.9km	• 농경지에서 발생하는 오염원 유입 및 지역주민 및 탐방객의 불법행위 감시
2구간	(우안) 잠수교 ~ 거산리404-58	1.4km	• 농경지에서 발생하는 오염원 유입 및 지역주민 및 탐방객의 불법행위 감시
3구간	(좌안) 해성마린 ~ 낙정마을	2.0km	• 마을 주변 쓰레기 투기 및 시설물 훼손여부 감시 • 농경지에서 발생하는 오염원 유입 및 지역주민 및 탐방객의 불법행위 감시
4구간	(우안) 낙정마을 ~ 태양광시설	2.0km	• 간사지교 내 쓰레기 투기 및 불법행위 감시 • 농경지에서 발생하는 오염물 유입 및 쓰레기 투기 감시
5구간	(우안) 태양광 시설 ~ 감시초소	1.9km	• 지역주민 및 탐방객의 불법행위 감시 • 당항만 생태공원 내 시설물 훼손 여부 및 쓰레기 투기 감시 • 교란종 확산 여부 확인

전략 3-3 마동호 습지보호지역 협의체 거버넌스 구성

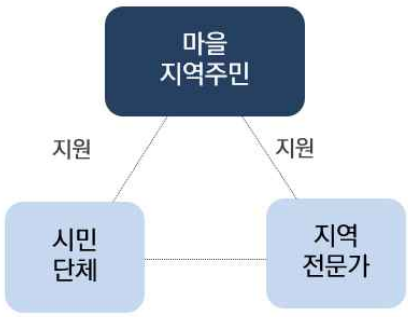
가) 현황 및 필요성

- 마동호 습지보호지역 보전·관리 및 현명한 이용 활성화, 지속가능성 확보를 위해서는 습지 인근 지역주민의 참여가 필수적임
- 습지와 인접한 마을 중심의 주민 참여기반 및 주변 지역, 다양한 관계자와 협업하는 습지 보전·관리 기반을 마련할 필요가 있음
- 현재 마동호 습지보호지역의 직접적인 보전·관리를 위한 별도 협의체가 부재한 실정임
- 보호지역의 효율적인 운영·관리를 위하여 관계기관, 지역주민, 시민단체, 전문가 등 적극적 협력 유도 필요

나) 추진내용

마동호 습지보호지역 주민협의체 구성

- 마동호 습지보호지역 마을 중심으로 습지 보전·관리 주민 협의체 구성 및 운영체제(안) 제시
  - (구성) 주민감시원, 자연환경해설사로 활동 중인 지역주민, 습지 보전·관리 활동에 참여할 의지가 있는 지역주민 등을 대상으로 구성함
- 협의체 구성 이후 단기적으로는 역량강화 교육, 사례지 답사 등을 통해 인식을 증진, 보전·관리 활동 참여기반을 마련하도록 함
- 중장기적으로 습지보호지역 일원 탐방안내 프로그램 운영, 습지 보전·관리 사업(활동) 지원



[그림 106] 마동호 습지보호지역 주민협의체 구성(안)

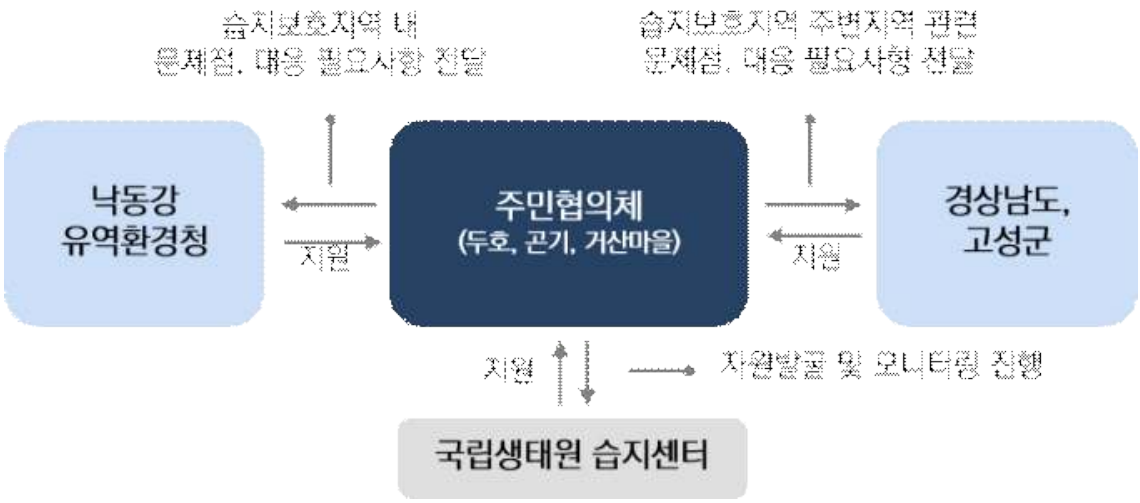
Ⅳ. 습지보호지역 보전·이용·관리 방안

[표 72] 마동호 습지보호지역 보전·관리 주민협의체 구성 및 운영계획(안)

구분		고려사항
구성원		• (민간단체) 습지 보전·관리·이용 활동에 실질적으로 참여할 수 있는 시민단체
활동	단기	• 역량강화 교육 이수(국립생태원 생태관광 리더 양성교육, 자연환경해설사 교육 등) • 습지 보전관리 우수지역 등의 답사를 통해 습지 관련 인식 제고
	중장기	• 습지 보전·관리, 프로그램 운영 주체로 활동 – (보전·관리) 습지 감시 활동, 모니터링 활동 등 참여(환경청 조사 지원) – (현명한 이용) 습지 해설, 체험 프로그램 운영 시 해설사, 가이드 등으로 참여

민·관 파트너십 구축

- 마동호 습지보호지역 보전·관리·이용 사업의 실행력 확보를 위해 민·관 파트너십을 구축함
  - (주민 파트너십) 실질적으로 마동호 습지보호지역 보전·관리에 참여하는 마을 간 파트너십 구축을 통해 역할 분담, 공유 체계 마련
  - (통합 파트너십) 낙동강유역환경청, 지자체, 주민협의체, 전문가 등이 참여하는 합동 파트너십 구축
- 민·관·전문가 등이 참여하는 협의체 구축 및 상호 협력을 통해 습지보호지역의 관리뿐만이 아닌 이해관계자 간의 원만한 갈등 해결 및 상생 방안 구축이 가능할 것으로 판단됨



[그림 107] 마동호 습지보호지역 민·관 파트너십 운영 체계(안)

- 협의체 운영 시, 구성원별 진행사항 보고, 정기적인 협의 및 문제 해결 등 정례화된 협의체 운영 체계를 정립하도록 함
  - 마동호 습지보호지역 주요 이슈사항 관련 협의체 정기회의 개최 → 협의체 구성원별 문제 해결방안 제시 → 문제 해결 및 보완 사항 검토
- 장기적으로 낙동강유역환경청 관리 하에 있는 경남지역 습지보호지역 협의체를 연계하여 습지 통합 관리를 위한 경남지역 습지 네트워크를 구축하도록 함

[표 73] 마동호 습지보호지역 보전관리협의체 구성 및 역할(안)

구분	구성원	내용	비고
정부 기관	환경청, 농어촌공사	• 회의 개최 및 의사결정 주체, 습지 보전·관리·이용 사업 운영 및 주민지원	-
지자체	경상남도	• 도 정책과 습지 보전·관리·이용사업 연계 및 지원	습지보호지역 및 생태관광지역 담당자
	고성군	• 습지 주변 보전·관리·이용사업 및 주민지원	
전문가	국립생태원 습지센터	• 습지보전 정책 추진 의견 개진 • 자원 발굴 및 모니터링 지원	
지역 주민	인근마을 대표(이장)	• 두호마을, 곤기마을, 거산마을 • 신규 사업제안, 문제점 해결 방안 건의 • 마동호 습지 보전·관리·이용 수행(직·간접)	습지 보전관리 주민협의체
운영		• 연 2회(반기) 또는 연 1회 정기 회의를 통해 습지 보전·관리·이용 사업 계획, 타당성 등 논의	-

전략 3-4 쓰레기 무단투기 및 불법낚시 관리방안

가) 현황 및 필요성

- 마동호 습지보호지역 주변의 인접 지역에서 쓰레기 투기, 농경지역 오염물질 발생, 불법낚시 등 생물다양성 및 습지생태계에 영향을 주는 위협요인이 존재함
- 기후변화에 따라 자연재해 발생의 빈도와 규모가 증가하고 있으며, 이에 따른 인적·물적 피해가 발생하고 있음
- 현장조사 결과 마동호 습지 내 훼손 발생 유형과 원인이 다양하게 나타나고 있는 것으로 파악되며, 훼손 영향 정도에 따라 구간별로 세분화하여 감시 및 관리 방안 운영이 필요함




농경지 쓰레기


갈대군락 내 쓰레기


불법 낚시

[그림 108] 마동호습지보호구역 내 쓰레기발생 및 불법낚시 현황

나) 추진내용

불법행위 집중순찰·모니터링 활동 강화

- 주 이용구간, 불법행위 발생 지점 등을 중점 감시 동선(구간)으로 설정하며, 중점 감시 동선(구간)은 일 2회(오전, 오후) 필수적으로 확인함
- 감시 및 관리 구간의 변화상 파악, 관리인력 변경 시 원활한 인수인계를 위해 통일된 관리·운영 체계(일지 양식)를 정립하도록 함
  - 주요 출현 생물종, 방문객 수, 불법행위 발생 지점 등을 일별로 정리할 수 있도록 일지 양식을 제작
- 장기적으로는 일지 작성 및 보고 체계의 용이성, 편리성을 위해 일지 어플 또는 시스템을 제작함
- 어플을 제작·활용할 경우 GIS 기반 위치 확인 기능 및 정보 속성 입력 기능, 자료 전송 기능 등을 포함하여 정확한 지점 파악과 신속한 보고가 가능하도록 함
  - 어플에 일별 감시일지, 중점 감시 동선(구간)을 축적하고, 관리 인력 변경 시 기존 작성된 일지 및 특이사항 등을 파악할 수 있도록 함
- 시스템을 구축·활용할 경우 시스템에 일 또는 주별 활동 결과를 입력하고, 환경청, 지자체 담당자 등이 실시간으로 확인할 수 있도록 함

[표 74] 감시원 운영 체계(안)

구분				주요내용
동선	운영 형태			• 일 2회 이상 마동호습지보호구역 일원 감시 • 중점 감시 동선(구간)은 오전, 오후 1회 이상 필수 확인 • 중점 감시 동선(구간) 현황, 특이사항 등 작성 + 현황 사진 촬영
	중점 감시 동선	①	불법행위 발생	• 쓰레기 투기, 불법 낚시 등 불법행위 집중 확인
		②	오염원 확인	• 농경지·축사·공장 오염원 유입 확인
		③	불법행위	• 쓰레기 투기 등 불법행위, 교란종 확산 여부
		④	불법행위 발생	• 마을 입구 쓰레기 투기 집중 확인
		⑤	불법행위+ 교란종	• 지역 주민 및 탐방객 불법행위 감시 • 교란종 확산 여부 확인
일지 어플			일지 양식	• 담당 감시원 성명, 감시일, 일반 현황, 특이사항 등 기재
			감시 동선	• GPS를 통해 감시 동선 자동 업데이트
			현황 사진	• 불법행위, 교란종 확산 지점 등 사진·동영상 촬영
			정보공유	• 낙동강유역청 담당자, 주민감시원, 해설사만 접속, 정보공유 및 빠른 현황 파악



위치 확인 기능	속성 입력 기능	자료 전송 기능

[그림 109] 분포도 및 매뉴얼 제작 예시

* 출처 : 구자용, 2014, 스마트폰과 위성영상을 이용한 습지현황 조사에 관한 연구

쓰레기 주요 발생지점 관리 시설 설치

① 주요 발생지점 감시용 CCTV 설치

- 환경청과 주민감시원이 안전사고 등의 위험상황 시 빠른 확인 및 신속한 대응이 가능하도록 기반을 마련함
- 불법행위의 발생이 빈번한 간사지교, 당항만 생태공원, 낙정마을 입구에 습지보호지역 훼손 및 불법행위 감시를 위한 CCTV 설치계획
- 사방을 감시할 수 있는 적정한 높이, 카메라와 센서 음성안내 스피커 설치하며 서식에 영향을 발생하지 않도록 설치
- 무인계도시스템(CCTV용 카메라, 라이더 복합 센서, 조명, 경고방송 스피커로 구성)을 이용하여 불법행위 근절

		
주요감시지역 CCTV 5대 및 음성안내 스피커 설치사례	인공지능 무인계도 장비 설치 사례	불법투기 감시 장치

[그림 110] 무인계도 CCTV 설치 사례

* 출처 : 환경부, 2018, 제2차 영월 한반도 습지 지역 보전 계획 / YNA(https://www.yna.co.kr/view/AKR20201208089600023)/ atoeng(https://www.atoeng.net/)



[그림 111] 관리용·무인계도 CCTV 설치지점(안)

② 쓰레기 유입방지 시설 설치

- 기수역인 마동호 특성을 고려한 쓰레기 유입시설인 스크린형, 차단시설을 제안함
- 스크린형과 차단시설은 우수 시, 범람 및 역류현상이 생길 수 있으므로 지속적이고 체계적인 관리 및 인력이 필요함

[표 75] 쓰레기 유입 및 유출 차단시설의 종류

구분	주요내용	특수장비 활용	관리인력	비점오염원 제거	심미성
소용돌이 시설	• 중앙회전로의 움직임으로 와류가 형성되어 부유성 물질은 상부로 부상시키고, 침전 가능한 토사, 협잡물은 하부로 침전·분리 시키는 시설	◎	◎	△	△
스크린형 시설	• 망의 여과·분리 작용으로 비교적 큰 부유물이나 쓰레기 등을 제거하는 시설	△	△	○	△
응집·침전 처리형 시설	• 응집제를 사용하여 비점 오염원물질을 응집 후, 침강시설에서 고형물질을 침전 및 분리시키는 방법으로 부유물질을 제거하는 시설	◎	◎	○	○
차단막	• 거름망, 차단망 등 부유쓰레기를 포집하여 수거하는 시설	△	○	X	X

* 출처 : 환경부, 2020, 비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼



스크린형 시설



버드나무 군락지 차단막 설치



어도 입구 차단막 설치

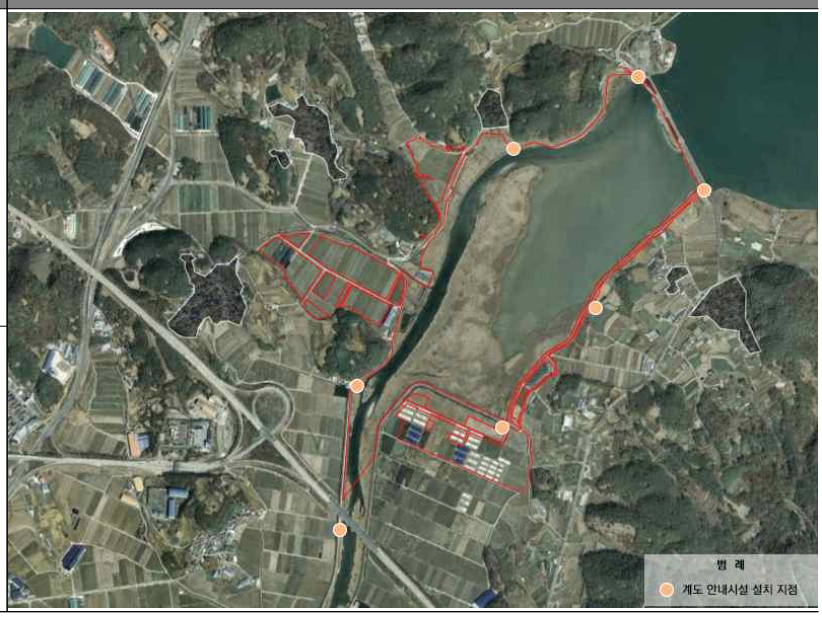
[그림 112] 쓰레기 유입방지 시설 사례

* 출처 : 한국종합환경, 2009, 초기우수(비점오염원) 및 월류수 처리 CDS UNIT
환경부, 2015, 5대강 유역 제2차 하천·하구 쓰레기관리 기본계획(안)

불법행위 근절을 위한 안내시설 설치

- 현재 마동호 습지 내부에 CCTV가 부재하고, 내부 탐방 시 정확한 지점이 파악이 어려우므로 비상상황 발생 시 대처를 위해 주의사항 안내판을 설치할 필요가 있음
- 이에 현 지점(위치) 안내, 자연재해 발생, 야생동물 조우 시 대응방안(행동요령), 보호지역 내 금지행위 등 이용객 행동요령 등을 포함한 이용객 주의사항 안내판을 신규 설치하도록 함
- 지점별 주의사항과 행동요령은 인식·이해가 쉽도록 그림, 기호를 사용하여 구성함

[표 76] 이용객 주의사항 안내판 설치지점 및 포함 내용

지점	구성 내용	안내시설 설치지점(안)
진입로, 안내소 등	• 이용객 행동 주의사항, 습지보호지역 내부 금지행위, 법적 규제, 비상 연락망 등 – 탐방 전 주의사항 및 금지행위에 대한 인식 고취	
위험지점	• 지점별 비상상황 발생 시 행동요령 • 지점 변화, 비상 연락망 – 위험 발생 시 즉각적인 대처가 가능하도록 유도	



경관 투명 계도 안내판



불법행위 QR 주민신고 안내판



진입·행위 금지 안내판

[그림 113] 계도 안내판 예시

* 출처 : SBS(https://news.sbs.co.kr/news/http://www.dailycc.net)/고성군 2021, 마동호 습지 보전·이용시설 설치 기본계획 수립

3.4. 전략4) 습지생태계서비스 기능 확대

전략 4-1 자연환경해설사 및 주민감시원 교육 과정 마련

가) 현황 및 필요성

- 자연환경해설사 및 주민감시원은 지속가능한 생태관광을 구현하여 습지보호지역의 자연생태계의 효율적인 보전·관리에 기여
- 효율적이고 체계적인 감시·모니터링 운영, 전문적 생태해설 등을 위해 감시·관리인력으로 활동하는 주민대상 역량 강화 필요
- 또한, 중대재해법 강화에 따른 안전관리 의무 필요성이 증대됨에 따라 자연환경해설사 및 주민감시원의 추가적인 안전교육을 통한 탐방객 응급상황 대처 등 조치 방안 필요

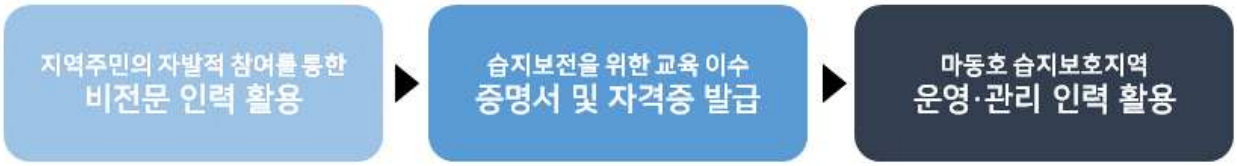
나) 추진내용

자연환경해설사 및 주민감시원 역할 강화 교육

- 마동호 습지보호지역 일원의 안정적인 감시 및 담당자간 주요 현안 공유, 역량 강화 등을 위하여 감시관리 인력대상 역량 강화 교육 실시
- 습지보호지역 보전 및 체계적 관리를 위하여 채용된 감시원 중 지역주민 등의 비전문 인력에 대해서 명예습지생태안내인 교육, 습지 전문 교육 등의 관리인력 교육제도 실시 및 증명서 및 자격증을 발급을 통해 전문 인력을 양성하는 제도를 마련하고 이수자를 대상으로 관리자를 고용함
- 중점 감시항목 및 구간, 일지작성 방법(어플 또는 시스템 활용 방법), 모니터링 방법 등을 교육하며, 전문적인 교육이 필요한 경우 관련 전문가를 섭외하도록 함

[표 77] 전문가 양성을 위한 관련 기관별 교육 방안(예시)

구분		교육 내용 (예시)
습지 보전·관리 및 생태교육·관광 인력 양성 교육	낙동강유역환경청	▪ 습지보호지역의 개념, 습지보전 필요성, 주요 역할, 집중 보전 필요 자원 등을 교육함
	주민감시원	▪ 보호지역의 특성, 활동 과정에서의 시행착오 및 해결방안 교육 ▪ 관리활동 시 주의사항 등 안내 ▪ 탐방객의 주요 이용 지점 및 주요 훼손 행위, 대응 방안 등 교육 ▪ 중점 항목 및 구간, 일지 작성 방법(어플 또는 시스템활용 방법)
	자연환경해설사	▪ 생태관광지역으로서의 가치, 주요 해설내용 및 방법 교육 ▪ 타 지역의 우수 교육 사례를 참고한 생태 관광 교육 ▪ 전문강사 초빙을 통한 이론·실습 교육 시행



[그림 114] 비전문 인력을 활용한 습지보호지역 운영·관리(안)

- 지역별 현안, 활동 우수사례 및 지역 한계점 등의 공유를 위해 낙동강유역환경청 소속 주민감시원, 자연환경해설사 모두가 참여하는 워크숍을 개최함
- 워크숍 목적 및 내용, 참여 인원 등에 따라 규모 및 진행방식을 결정하도록 함

[표 78] 워크숍 운영 형태

유형	대상	운영 내용
소규모	마동호 습지 주민감시원, 자연환경 해설사	• 감시원, 해설사, 낙동강유역환경청, 고성군청 관계자 등이 참석하여 감시·관리의 문제점 및 개선방향 등 논의
대규모	낙동강유역환경청 소속 감시원·해설사 전체	• 지역별 감시·관리 특이사항 및 현황, • 우수 요인 및 한계요인 등 의견 공유

전략 4-2 람사르습지 및 습지도시 지정을 위한 관리계획 수립

가) 현황 및 필요성

- 람사르습지, 람사르습지도시, 동아시아-대양주 철새이동경로 네트워크 등 장기적으로 추가 보호지역 지정을 고려하여 관리할 필요가 있음
- 람사르습지 인증은 생물다양성이 풍부하여 보전할 가치가 있거나 희귀하고 독특한 습지 유형을 가지는 등 국제적으로 생물다양성 보전에 중요한 지역으로 람사르협약 사무국을 통해 인정받는 것임

[표 79] 동아시아~대양주 철새이동경로 네트워크, 람사르 협약 가입의 필요성

동아시아-대양주 철새 이동경로 네트워크 (East Asian-Australasian Flyway Partnership·EAAFP)	
▪ 철새이동경로: 이동성 물새가 매년 번식과 월동을 위해 이주하는 지리적인 경로 ▪ 전 세계 9개의 철새 이동경로 네트워크 중동아시아-대양주 철새 이동경로(EAAFP)는 가장 많은 철새가 이동하는 지역으로 알려져 있음 ▪ 국내에서 EAAFP에 등재된 곳은 철원평야, 순천만, 화성습지, 장항습지, 울산 태화강 등 17곳이 있음	
네트워크 가입의 필요성	▪ 타 서식지들과의 교류가 용이해짐 ▪ 서로의 지역에서 번식하고 기착하는 공통의 종에 대한 공동연구, 정보 및 경험 공유 가능
람사르 협약	
▪ 자연자원과 서식지의 보전·현명한 이용에 관한 최초의 국제협약으로 습지 자원의 보전 ·현명한 이용을 위한 기본 방향을 제시	
협약가입의 필요성 (창녕군청, n.d.[16])	▪ 물새 서식지 및 야생조수보호를 위한 국제적 노력에 동참 ▪ 자료수집, 정보교류, 공동 연구 등에 있어 사무국 및 체약국의 협조용이 ▪ 철새 및 서식지 보호를 위한 아태지역 내 다자간 협약체결 논의에 주도적 참가 ▪ 생물종다양성협약, CITES 협약 등 기가입 관련 협약과의 상관성 유지 필요

* 출처 : 새만금환경생태단지, 2021, 새만금환경생태단지 보전·관리기본계획



[그림 115] 람사르습지 등록 절차

* 출처 : 람사르 협약 홈페이지(www.ramsar.org)

16) 람사르 협약 홈페이지(www.ramsar.org)

- 람사르습지도시는 람사르습지 인근에 있는 도시와 마을로, 습지보전 및 현명한 이용에 지역사회가 참여·활동하는 곳이면서 람사르 협약 당사국 총회에서 인증을 받은 도시임
- 국내의 람사르습지도시 인증지역은 현재 제주시 동백동산과 물영아리오름습지, 순천시 순천만갯벌, 창녕군 우포늪, 인제군 대암산용늪, 고창군 운곡습지, 서천군 서천갯벌 등 7곳이 인증을 받았음
- 람사르습지도시 인증기준은 6개이며 람사르습지와 연계성, 보전방안, 복원·관리방안, 통합적 보전계획(토지공간이용), 습지 혜택, 서비스 교육·홍보, 지역공동체(지역위원회) 구성 운영 등이 있음
- 람사르습지도시가 인증될 경우, 람사르 브랜드를 6년간 지역 농수산물 및 생산물, 생태관광 활성화 프로그램 등에 활용할 수 있으며, 습지의 보전·관리, 인식증진, 생태관광 기반시설 확충 등을 위한 국가의 지속적인 지원에 따라 마동호 습지의 탐방 활성화를 도모할 수 있을 것으로 판단됨
- 마동호 습지보호지역 인근 마을은 낙정마을, 곤기마을, 두호마을, 거산마을 등이 있음

나) 추진내용

◪ 람사르습지 및 습지도시 지정을 위한 중장기 추진계획

① 1단계) 람사르습지도시 지정을 위한 주민참여사업

- 람사르습지에 대한 지역주민들의 인식 제고
- 지역주민의 활동과 지역주민의 의견을 듣고 공유하는 협의회 구성

② 2단계) 람사르습지 지정 준비

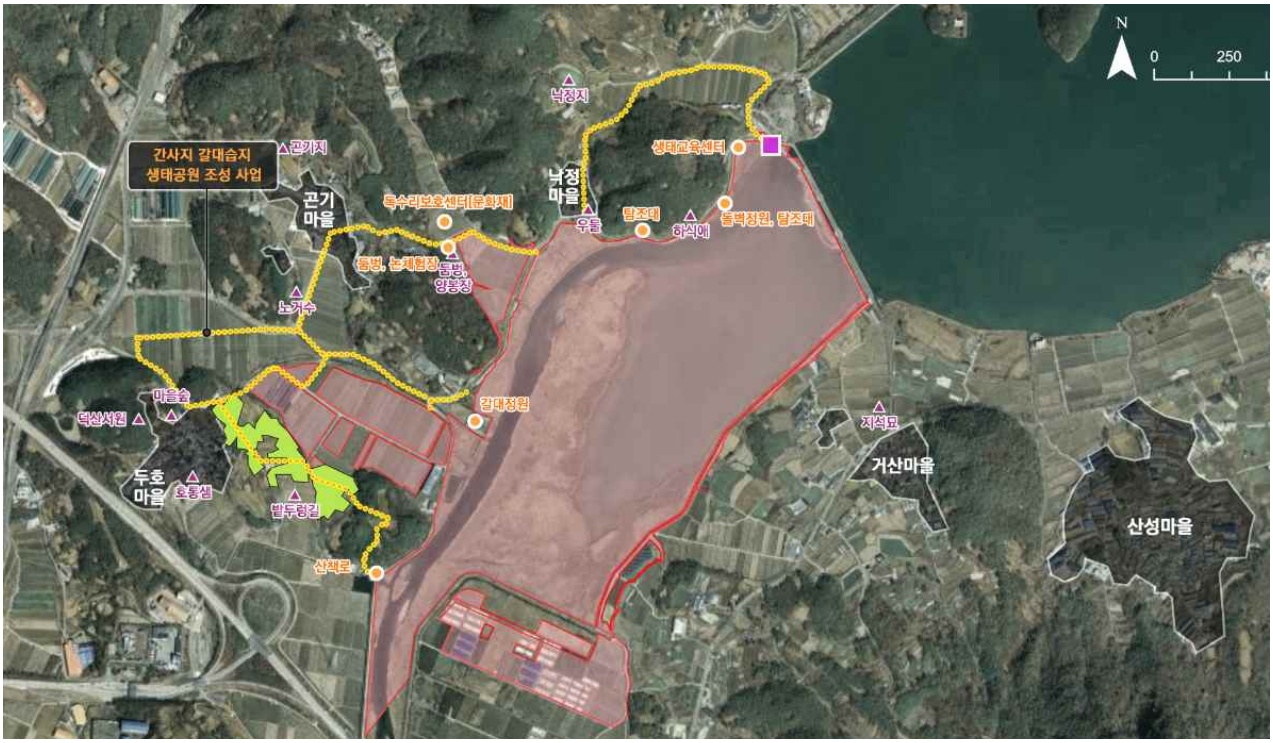
- 람사르 협약 기준은 [표 80]와 같으며 람사르습지, 람사르습지도시 지정을 위해서는 과학적 근거가 필요하고 이를 위해 꾸준한 생태조사가 필요하며 다양한 서식지의 유지 · 관리를 통하여 생물종다양성을 증진시켜야 함
- 마동호는 생물다양성이 풍부하고 저어새(멸종위기종 I 급) 등 23종의 멸종위기종이 서식하는 곳으로 종 및 생태서식군에 관한 기준인 기준 2, 3, 4 등 생물다양성 보전을 위해 국제적으로 중요한 지역에 해당할 수 있음

[표 80] 람사르 협약 기준

구분		등록기준	
그룹A; 대표, 희귀, 유일 습지 유형을 포함한 경우		기준 1	해당 생물지리학 지역 내에서 확인된 자연 또는 유사 자연 습지 유형 중 대표, 희귀, 유일 습지 유형을 포함한 습지
그룹B; 생물다양성 보전을 위해 국제적으로 중요한 사이트	종 및 생태서식군에 관한 기준	기준 2	감소종, 멸종위기종, 최대멸종위기종 또는 위험생태서식군을 보유하고 있는 습지
		기준 3	해당 생물지리학 지역의 생물종다양성을 유지하는 식물 및/또는 동물 종을 보유한 습지
		기준 4	생명 주기 중 중요 단계에서 식물 및/또는 동물 종을 보유한 경우, 또는 악조건에서 피난처를 제공하는 습지
	물새에 관한 기준	기준 5	2만 또는 그 이상의 물새를 보유한 습지
		기준 6	물새 종 또는 속 개체수의 평균 1%를 보유한 습지
	어류에 관한 기준	기준 7	습지의 혜택 및/또는 가치를 대표하고, 국제 생물다양성에 기여하는 어류 종, 속의 상당 부분, 생태 주기, 종 상호작용 및/또는 개체 수를 보유한 습지
		기준 8	습지 내 또는 다른 지역의 어종, 산란장소, 생육 장소 및/또는 이동경로를 위한 식량의 주요 원천에 해당되는 습지
	기타 생물분류군에 따른 기준	기준 9	습지에 종속된 비조류 동물종의 개체수 중 평균 1%를 보유한 습지

③ 3단계) 람사르습지도시 지정 준비

- 마동호 습지보호지역 주변은 낙정마을, 곤기마을, 두호마을, 거산마을 등이 있음
- 람사르습지도시 인증 기준으로 람사르습지와의 연계성과 생태계서비스 보전방안, 습지복원·관리방안, 서비스 교육, 홍보, 지역공동체 구성 운영이 있으므로 지속적인 주민들의 참여가 필요함



[그림 116] 마동호 습지보호지역 인근 마을 및 마을자원

[표 81] 람사르습지도시 지정 과정

구분	내용	비고
목적	• 람사르습지 인근에 위치하고, 습지보전 및 현명한 이용에 지역사회가 참여, 활동하는 도시(마을)로서 람사르협약당사국 총회에서 인증 받은 도시를 말함	-
인증기준	• 람사르습지와의 연계성(위치) • 습지 생태계서비스 보전방안 • 습지 복원·관리 방안 • 습지 통합적 보전계획(토지·공간이용) • 습지 혜택 서비스 교육, 홍보(습지교육센터 등 설치 운영) • 습지도시 관리, 인식증진 등을 위한 지역공동체(지역위원회) 구성 운영	-
인증절차	당사국 인증신청서 제출 ▶ 당사국 검토 결정 (람사르 협약 독립자문위원회) ▶ 인증서 교부 (6년간 람사르습지도시 인증)	-
인증효과	(대외) • 제도 제안국으로서 국제협약 선도적 이행, 국제사회 위상강화 • ※ 람사르습지도시에 대한 협약 당사국들의 관심이 높아지고 있는 상황 (대내) • 인증서·현판 수여, 람사르로고(브랜드) 독점사용으로 친환경적 지역 이미지 향상(지역상품 경쟁력 향상·인증사업에 대한 국고 우선 지원 등) • 환경부 '람사르습지도시 인증 프로그램 운영 지원 사업' 지원 등	-

[표 82] 람사르 인증 절차

단 계		등록절차	담당기관	법적근거	소요기간
선정 단계	①	습지선정	국립습지센터/ 지자체	법 제9조	상시
	②	등록기준검토	국립습지센터 해양환경공단		1년
	③	RIS 작성	국립습지센터 해양환경공단		1개월
계획 수립	④	등록계획수립	환경부/해수부 (국립습지센터/해양환경공단)		1개월
의견 수렴	⑤	이해관계자 의견수렴	환경부/해수부→ 관계중앙 행정기관	법 제9조	1개월
부처 협의	⑥	관계중앙 행정기관협의	환경부/해수부→ 관계중앙 행정기관	법 제9조	1개월
등록	⑦	등록요청	환경부(해수부)→ 협약사무국	법 제9조	3개월
통보	⑧	등록통보	협약사무국→ 환경부(해수부)		1개월

* 출처 : 고성군, 2021, 간사지 습지보호구역 지정 계획 용역

전략 4-3 생태관광프로그램과 연계한 탐방동선 구체화 및 홍보

가) 현황 및 필요성

- 마동호 습지보호지역 좌안으로 간사지 갈대생태공원, 습지센터 등을 조성 예정이며 현재 마동호 습지보호지역의 생태관광 및 체험프로그램은 거의 없는 실정임
- 이에 습지보호지역 및 인근에 분포하고 있는 생태자원(갈대밭), 관광역사자원(당항만 역사생태공원, 거산리 지석묘), 지형자원(하식애), 마을자원(둠벙, 마을숲) 및 생태테마관광(날아라 고성 독수리) 프로그램 등을 활용하여 기존 자원들과 연계한 생태관광 및 습지체험 프로그램 마련이 필요함
- 마동호 습지 인근에 독수리생태관, 대가저수지 연꽃테마공원, 예진 벌레잡이식물원 등이 있으며 현재 생태테마관광사업인 '날아라 고성 독수리'의 생태프로그램 운영현황은 [표 83]과 같음
- 마동호 습지보전이용시설 설치 기본계획 수립(고성군, 2021)에서는 현황 분석을 통해 기존 동선을 활용한 순환형의 도보 탐방로(탐방데크) 신설 계획을 수립하였고 [그림 117]과 같음
- 데크 하부에 생물이 서식할 수 있도록 하며 기존 시설인 당항만 역사생태공원의 탐방데크와 연계하여 조성하고 차량과 보행자를 구분하여 고성천 하류, 마동호를 바라볼 수 있는 형태로 안전성과 경관성을 모두 고려하였음
- 주변의 생태·경관 우수지역이나 관광지와의 연계를 위한 탐방로를 검토하여 생태교육 및 관광 활성화를 도모하고자 함

[표 83] 고성 생태테마관광 사업 – 날아라 고성 독수리

구분	내용	
생태관광 프로그램	독수리생태탐조 프로그램	• 독수리 탐조, 독수리 사진 촬영 기념품 만들기, 독수리 만들기, 독수리 생태놀이 등
	유아생태체험	• 논에는 누가 살까요?, 그 많던 벼는 어디로 갔을까요?, 추운 겨울에도 초록초록 너는 누구니?, 로제트 팽이 만들기
	탐조프로그램	• 철새이야기, 겨울철새 탐조(대가저수지, 마동호), 독수리생태체험관-고성시장-대가저수지 코스, 겨울철새 탐조앨범 만들기
상설 전시	상설전시관	• 세계의 독수리 알아보기, 몽골의 독수리와 늑대(표본 전시), 독수리 고성이롸 몽골이 이야기, 독수리 비행기 만들기 등
월별 자연생태 관광 체험 (2022)	[4월] 고성의 아름다운 들판	• 체험장소: 고성읍 수남유수지 • 자세히 보아야 예쁘다 • 봄에 피는 봄꽃 생태 관찰 • 나에게 맞는 꽃 찾아보기 • 꽃과 나 기념 사진 찍기
	[5월] 고성 생명의 바다로	• 체험장소: 동화어촌체험마을 • 갯벌 체험 – 갯벌 이야기, 갯벌 생물 채집, 생물 관찰 • 기어오르는 게 만들기
	[6월] 조상의 지혜와 친환경 농업 – 논습지 체험	• 체험장소: 대가 저수지 연꽃테마공원 • 논습지 체험 – 논습지 이야기, 생물 채집, 생물 관찰 • 놀이 및 만들기 – 연꽃의 비밀, 뛰어라 개구리
	[7월] 고성의 하천에서 만난 물고기	• 체험장소: 영천강 • 민물고기의 종류와 특징 • 물속 생물의 생태계
	[8월] 나무와 숲에서 지혜를 얻는다	• 체험장소: 연화산 도립공원 • 숲의 중요성과 계곡에 사는 생물 생태체험
	[9월] 가을은 곤충의 세상	• 체험장소: 무지돌이 체험마을 • 곤충의 종류와 형태 • 메뚜기와 잠자리 생태 체험
	[10월] 겨울을 준비하는 식물	• 체험장소: 대가저수지 • 식물의 한 살이, 씨앗과 열매 체험 • 로제트 식물

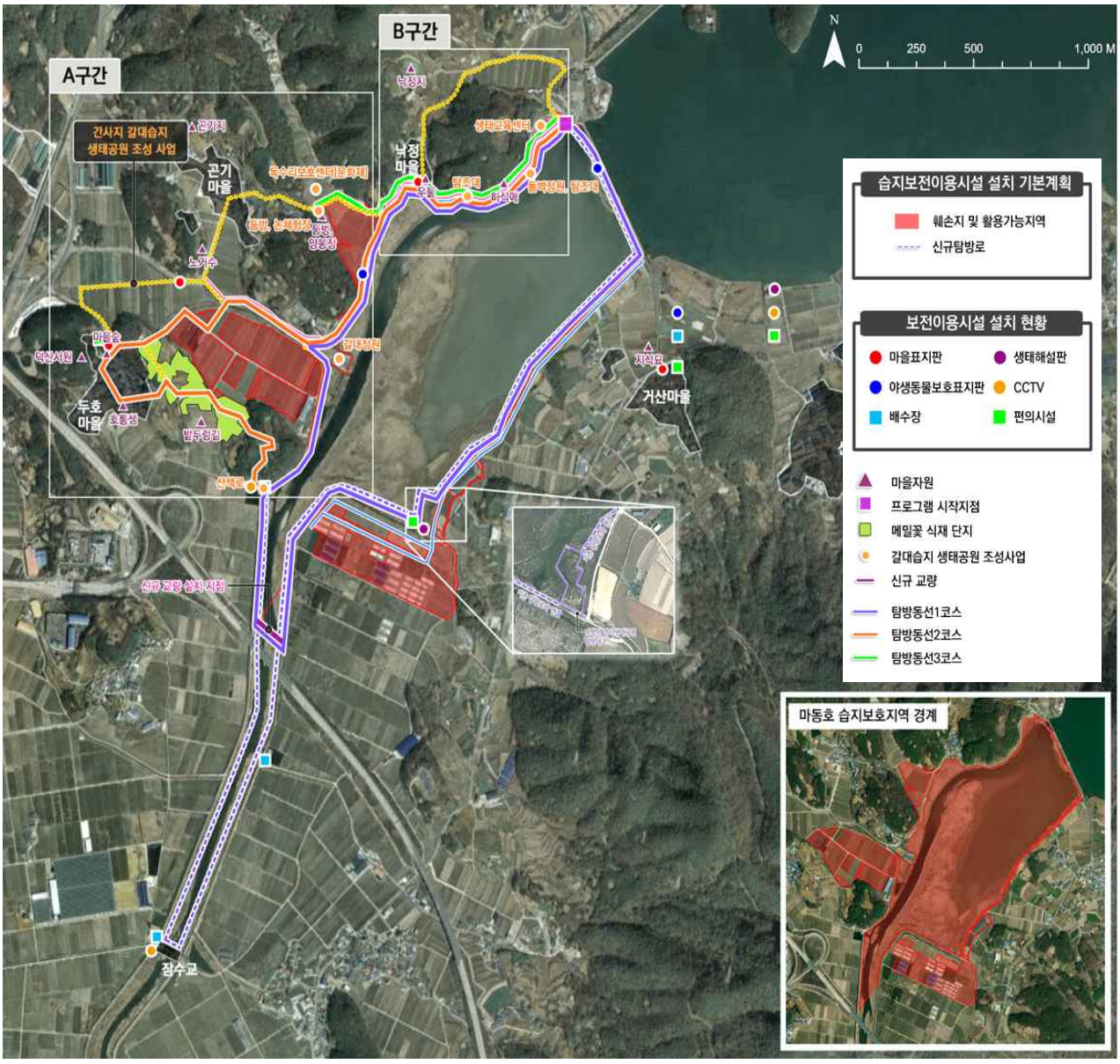
* 출처 : 고성 독수리생태관 홈페이지(http://www.gsvulture.kr/page/rsv_guide/)



[그림 117] 탐방로 조성 계획

나) 추진내용

- 현재 마동호 습지보호지역 좌안은 갈대습지 생태공원 사업을 진행하고 있으며, 이와 연계한 생태탐방 프로그램을 구성함
- 마동호 습지의 생태자원(갈대밭, 서식 야생 생물), 지형자원(하식애) 및 주변 기반시설(습지센터, 당항만 역사생태공원, 갈대정원 등)의 계획을 연계하여 탐방코스와 구간별 프로그램 계획을 수립함



[그림 118] 구간 구분 및 탐방동선

[4-3-1] 생태탐방코스 계획(안) 구체화

- 탐방코스는 총 3개 코스로 구분하여 제시하였으며 이를 참고하여 구체화하도록 함
- 1코스(습지 한 바퀴)는 마동호 습지의 생태자원을 전체적으로 둘러볼 수 있는 생태관찰 코스임. 2코스(마을 한 바퀴)는 습지 좌안의 마을 주변을 탐방하는 코스이며 3코스(체험 한 바퀴)는 습지센터 주위의 지형·지질 자원 및 생태체험 중심의 코스로 계획함([그림 118참조)

[표 84] 마동호 습지보호지역 탐방코스 구성(안)

구분	코스명	목적	내용	비고
1코스	습지 한 바퀴	생태관찰	습지센터-돌벽정원-탐조대-갈대정원-교량-당항만역사생태공원-간사지교-습지센터	• 약 5.3km • 도보 1시간 20분
2코스	마을 한 바퀴	탐방	습지센터-돌벽정원-탐조대-낙정마을-갈대정원-두호마을-덕산서원-밭두렁길(메밀꽃단지)-산책로	• 약 3.2km • 도보 45분
3코스	체험 한 바퀴	체험	습지센터-돌벽정원-논체험장-독수리보호센터	• 약 1.2km • 도보 20분

[4-3-2] 교육 및 체험프로그램 운영 방안 구체화

- 교육 및 체험 프로그램은 마동호 습지보호지역 주변의 생태, 역사, 문화자원을 중심으로 코스별·탐방객 구성별(어린이, 일반인, 전문가)로 교육 및 체험활동 프로그램을 운영하고자 하며 이를 참고하여 구체화하도록 함
- A구간은 간사지 갈대습지 생태공원 사업지로 독수리보호센터(유치 예정), 두호마을, 낙정마을, 곤기마을 등 다양한 기반시설이 분포되어 있어 마을과 연계한 농촌체험, 마을 체류형 관광지 등의 프로그램이 적합함
  - 조성 예정인 독수리보호센터 인근에 현재 양봉장이 위치하고 있음. 최근 꿀벌 개체수 감소로 인한 사회적인 이슈로 꿀벌의 중요성이 대두되고 있으므로 양봉장 체험 프로그램을 제안함
  - 독수리보호센터 및 먹이주기는 차후 운영 단계에서 심도 있는 전문가 모니터링과 자문, 협의를 통해서 결정하도록 함
- B구간은 하식애 등의 지형·지질 자원이 있으며 탐조대, 습지센터가 조성 예정으로 지형·지질 및 생물 관찰 프로그램 대상지로 적합함
  - B구간에는 하천과 파랑의 침식작용에 의한 지형자원인 하식애가 발달해 있음. 독특한 중생대 퇴적층으로 장기적으로 국가지질공원 지정을 염두해두고 지형 해설 프로그램을 제안함

- **전구간에서 조류개체수가 다수 관찰되고 있어 생물 관찰 프로그램 대상지로 적합함**

  - 전문가, 일반인, 학생들이 참여해 24시간동안 특정 지역의 생물 다양성을 조사·교육·홍보하는 바이오블리츠(Biobliz)를 제안함. 생물다양성 현황 탐사, 교육(Walk & Talk 프로그램), 홍보, 생물종 목록 작성, 생태지도 제작 등의 프로그램이 있으며 생물다양성 인식 증진을 목표로 하는 과학 참여 활동임

[표 85] 탐방객 구성별 교육 및 체험 프로그램

구분	구간	내용
어린이	A구간	• 논습지, 친환경농업, 둠벙 체험 • 마동호 습지의 계절별 생물 탐조 및 곤충 채집 관찰 • 학교 커리큘럼과 연계한 습지생태교육 • 양봉장 체험 • 독수리보호센터와 연계한 독수리 프로그램 운영(11월 말 ~ 3월)
	B구간	• 하식애 등 지형 해설 프로그램
	전구간	• 조류관찰 프로그램, 서식지 관찰 • 바이오블리츠 및 생물다양성 교육 프로그램
일반인	A구간	• 논습지, 친환경농업, 둠벙 체험 • 생태계 교란종 제거, 쓰레기 수거 봉사활동
	B구간	• 마동호 습지 역사·지형지질·생태 해설 • 습지생태 사진 공모전
	전구간	• 조류관찰 프로그램, 서식지 관찰 • 탐방코스 걷기 행사 및 자전거 투어 • 주요 생물종 관찰 등 생태교육 프로그램 • 생태계 교란종 제거, 쓰레기 수거 봉사활동 • 바이오블리츠 및 생물다양성 교육 프로그램
전문가 및 지역주민	전구간	• 모니터링 조사교육 • 자연환경해설사 교육 • 주민감시원 교육



광릉숲 바이오블리츠 활동 | 생물다양성 교육

[그림 119] 바이오블리츠 활동 및 생태다양성 교육 사례

* 출처 : 바이오블리츠 코리아 홈페이지(https://bioblitz.or.kr/)

전략 4-4 지역주민 소득창출 방안 마련

가) 현황 및 필요성

- 생태관광의 지속가능성을 확보하기 위해 생태관광의 운영이 지역주민 참여 및 지역 소득 창출과 연결되어야 함
- 이에 마동호 습지보호지역 주변에 위치한 낙정마을, 곤기마을, 두호마을, 거산마을 등과 습지보호지역을 연계한 다양한 프로그램을 개발·운영하여 지역 소득 경제 활성화를 도모해야 함
- 고성군은 청정자연에서 자란 농수산물이 유명하며 '공룡나라'라는 독자적인 쇼핑몰을 운영하여 지역에서 생산되는 농수산물을 판매하고 있음
- 고성군의 지역 브랜드인 '생명환경쌀'은 지역농민이 농약을 사용하지 않는 자연순환 농업인 생명환경농업으로 재배한 쌀임
- 고성군의 대표적인 특산물로 참다래가 있으며 이에 특화된 송천참다래 정보화마을이 있음
- 송천참다래 정보화마을은 참다래, 취나물, 굴 등의 특산물이 유명하며 체험 프로그램으로 참다래따기, 참다래쨈 만들기, 갯벌체험, 취나물채취, 고구마캐기 체험, 백향과따기 체험 등을 운영하고 있고 이를 이용한 지역소득 증대 및 생태관광 활성화에 긍정적인 영향을 미치고 있음



취나물캐기 체험	참다래쨈 만들기	특산물 판매

[그림 120] 지역특산물 활용 지역소득 창출

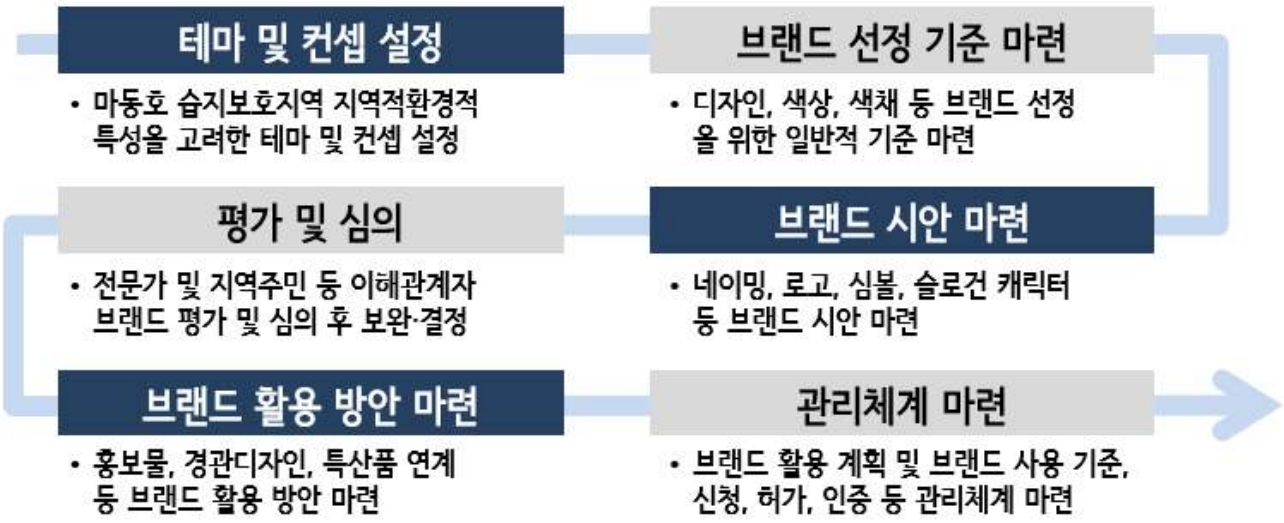
* 출처 : 고성 송천참다래마을 홈페이지(http://chamdarae.invil.org/index.html/)

- 마동호 습지보호지역은 마암면 두호리, 삼락리와 거류면 거산리, 가려리, 고성읍 죽계리와 접해있으며 해당 지역은 주로 미맥(쌀, 보리) 위주의 전통적인 농업을 생업으로 하고 있으며 일부 토마토, 수박, 고추 등 시설원예와 축산을 겸한 복합영농을 하고 있음
- 두호마을에서는 간사지 갈대습지 생태공원 사업과 연계하여 2021년 두호마을 메밀꽃 축제 상생협약을 체결하였으며 경관작물을 파종하고 농촌관광을 활성화시키고자 함

나) 추진내용

[4-4-1] 지역자원을 활용한 브랜드화 방안

- 마동호 습지보호지역만의 상징성을 나타낼 수 있는 차별화된 브랜드화 필요
- 사업 추진 전 지역주민의 참여 의지 및 만족도, 적절한 운영시기 등에 대한 논의를 거친 후 정착할 수 있도록 함
- 사업 추진 타당성 연구 또는 주민 공청회 등을 개최하여 주민의 참여 의지를 파악하고 추진이 가능할 경우 주민협의체 구성 등 단계적인(운영) 기반을 마련하도록 함
- 지역 브랜드를 활용한 친환경·청정이미지 구축 및 고품격 서비스 제공 등 지역 관광 활성화



[그림 121] 마동호습지보호지역 브랜드 제안 프로세스(안)

[4-4-2] 마동호 습지 지역 특화 상품 개발

- 마동호 습지보호지역 인근에서 생산되고 있는 농특산물로는 쌀, 보리, 토마토, 인삼 등이 있음
- 전문가 컨설팅 및 지역주민 회의를 통해 마동호 습지와 관련된 상품 아이디어 및 지역 특산물과 연계한 상품화 실시
  - 예) 고성에서 재배한 쌀을 활용한 마동호 밀키트 개발
  - 현재 거류영농조합법인은 '공룡별미'라는 브랜드로 시금치 쌀국수, 쌀현미 파스타 등을 판매하고 있음
- 전문가를 초빙하여 주민들을 상대로 지역 상품에 대한 교육 실시
- 지역 상품 판매를 위한 판로 확보 시 지역 농협 등 지역기업의 참여 유도



[그림 122] 지역 특산물을 활용한 고성군 판매 제품

* 출처 : 공룡나라 쇼핑몰(www.edinomall.com)

[4-4-3] 특산품 판매소 설치 및 운영

- 마동호 습지센터(안) 내부에 인근의 마을에서 생산되는 농산물 및 지역 상품 판매장을 설치하고 탐방객이 많이 방문하는 지점에 간이 판매부스를 설치하여 구매 유도
- 별도의 인력이 배치되기 어려운 경우 무인자판기와 같은 형태로 설치
- 판매소에서 판매되는 상품은 마을공동체를 통해 해당 마을 주민에게 소득으로 배분되고 소득금액의 일부는 습지보호지역 관리기금으로 활용



특산품 판매장



지역특산물 가판대



지역특산물 자판기

[그림 123] 지역특산물 판매 방안(예시)

* 출처 : 구글(https://www.google.co.kr)