

멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서

2021



I. 개요 7

- 1. 발간목적 8
- 2. 지침서 적용 범위 및 참고사항 10
- 3. 멸종위기 야생생물의 정의 10
- 4. 보전·복원 표준 절차의 구성 12
- 5. 지침서 사용 안내 14

II. 멸종위기 야생생물 보전·복원 표준 절차 19

- 1** 준비 단계 20
 - 1.1. 사업 정의 21
 - 1.1.1. 사업 팀 구성 21
 - 1.1.2. 사업 범위 설정 23
 - 1.1.3. 사업 비전 설정 23
 - 1.1.4. 보전대상 선정 24
 - 1.2. 현황 분석 25
 - 1.2.1. 보전대상 기초 정보 수집 및 분석 25
 - 1.2.2. 핵심생태특성을 이용한 보전대상 현황 진단 및 분석 29
 - 1.2.3. 요인 탐색 30
 - 1.2.4. 보전 상황모형 작성 31

2	계획 수립 단계	33
2.1.	실행계획 수립	34
2.1.1.	목적 설정	34
2.1.2.	전략 설정	35
2.1.2.1.	전략의 구성	35
2.1.2.2.	전략 개입점 설정	38
2.1.2.3.	전략의 사전검토	39
2.1.3.	전략예측모형 작성	42
2.2.	점검계획 수립	45
2.2.1.	점검 지표 설정	45
2.2.2.	지표 측정 방법 등 상세계획 수립	46
2.2.3.	점검계획표 작성	46
2.3.	운영계획 수립	48
2.4.	보전계획서 초안 검토	50
3	실행 단계	51
3.1.	이주 전략 실행	52
3.1.1.	시작개체군 확보 및 방사·이식지 선정	54
3.1.2.	방사·이식 개체 및 서식지 사전 조치	58
3.1.3.	방사·이식 설계(개체군 및 서식지)	58
3.1.4.	방사·이식	59
3.1.5.	사후 관리(개체군 및 서식지)	59
3.2.	사업 관리	61
3.2.1.	업무목록표 작성	61
3.2.2.	업무수행 상황표 작성	63
3.2.3.	점검자료 작성	64

4	평가 및 개선 단계	65
4.1.	평가	66
4.1.1.	절차평가	66
4.1.2.	효과평가	67
4.2.	개선	68
4.2.1.	개선방안 제시	68
4.2.2.	계획 수정	68
5	공유 단계	69
5.1.	사업 문서화	70
5.2.	사업 공유방법	70

Ⅲ. 참고문헌 73

Ⅳ. 부록 79

1.	핵심생태특성 144개 유형 분류	80
2.	이주 실패 원인(동물)	89
3.	이주 실패 원인(식물)	91
4.	용어 해설	92
5.	보전계획서 작성 서식	98



왜 멸종위기 야생생물 보전·복원 지침이 필요한가?

지금까지 많은 종 보전·복원사업은 대체로 '과제 해결'에 초점을 두고 이루어졌다. 쉽게 말해 많은 전문가들은 어떤 멸종위기종을 보전·복원하기 위해서는 이들의 분류군별 생활사, 환경 등 기초조사를 오랫동안 해야 한다고 주장해 왔고, 동시에 개체 증식과 방사·이식기술도 개발되어야 한다고 주장해 왔다. 물론 종의 기초 정보를 수집하는 것도 중요하고, 증식 방법, 방사·이식 기술을 개발하는 것도 간과되어서는 안 된다. 그러나 보전·복원이 효과를 나타내기 위해서는 산적한 각 과제를 유기적으로 엮을 수 있는 바늘이 있어야 한다. 이처럼 종 보전·복원활동에 필요한 과제를 엮는 바늘은 바로 '문제의식'이다. 실제로 보전생물학자가 마주하는 것은 복합적인 요인이 상호작용하여 나타나는 개체군 감소 사건이다. 문제 해결에 초점을 두고 접근하면 문제에 관여하는 모든 요인을 펼쳐놓고, 가상의 인과관계 모형을 만들 수 있다. 현재 종이 처해있는 상황을 면밀히 분석하고, 가능한 위협요인은 무엇인지, 그리고 종의 개체수 감소에 결정적으로 영향을 미친 위협요인이 무엇인지를 확인하고 이를 해결하려는 움직임은 바로 문제의식에서 출발한다. 종 보전·복원사업은 많은 시간, 예산, 인력을 필요로 한다. 문제점 해결에 초점을 맞추면 현 시점에서 불필요한 연구, 보전활동에 드는 시간, 예산, 인력을 훨씬 더 줄일 수 있고, 보전대상의 실질적 개선을 이끌어 낼 수 있는 핵심 전략을 수립할 수 있다. 이번 멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서는 보전대상에 대한 정확한 문제인식을 가질 수 있도록 도와줄 원칙과 방법을 담았다.

종 보전·복원의 실행은 보전생물학 이론과 같이 또 다른 분야이다. 보전·복원활동을 효율적, 효과적으로 수행하기 위해서는 계획, 실행, 점검, 공유 방법을 포함한 잘 짜여진 의사결정 틀(decision support framework)이 필요하다. 일찍이 보전기준협의체(Conservation Measures Partnership)는 보전활동의 오랜 시행착오를 분석하여 '보전실무를 위한 개방형 표준(Open Standards for the Practice of Conservation)'과 같은 의사결정 틀을 개발했다. 국립생태원은 2019년 이를 번역하여 보전계획을 어떻게 체계적으로 수립하고, 수정관리(adaptive management)를 통해 어떻게 사업을 점검·관리하는지, 그리고 계획 수립과 공유 활동에 필요한 증거중심(evidence-based) 원칙이 무엇인지 국내에 소개했다. 또한 종 복원사업은 생태학적, 사회적, 경제적 파급효과가 크므로 이를 안전하게 수행할 수 있도록 IUCN/SSC에서는 2013년에 '재도입 등 보전 이주를 위한 가이드라인(Guidelines for reintroductions and other conservation translocations)'을 발간한 바 있다. 국립생태원도 이에 발맞추어 2020년 '멸종위기 야생생물 분류군별 복원가이드라인'을 발간하여 종 복원사업을 위한 계획, 고려사항, 점검, 사업 공유 방법 등을 제시했다. 다만, 종 보전·복원사업을 효율적으로 관리하고 위험 부담이 큰 종 복원사업을 안전하게 수행하기 위해서는 실무자가 편리하게 참고할 수 있는 표준적 절차가 제시된 지침서가 필요하다. 이번 발간물은 바로 그러한 이유로 제작되었다.

멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서

Guidelines for Conservation and Restoration of Endangered Species



I. 개요

1. 발간목적	8
2. 지침서 적용 범위 및 참고사항	10
3. 멸종위기 야생생물의 정의	10
4. 보전·복원 표준 절차의 구성	12
5. 지침서 사용 안내	14

1. 발간목적

국립생태원에서는 멸종위기 야생생물 보전·복원사업의 성공적 수행을 위한 일련의 체계를 만들기 위해 노력해 왔다. 국립생태원에서 발간한 ‘생태보전 실무 지침서(임정은 등, 2019)’와 ‘멸종위기 야생생물 분류군별 복원 가이드라인(국립생태원, 2020)’은 바로 그러한 노력의 결과물이다. ‘생태보전 실무 지침서’는 보전기준협약체(Conservation Measures Partnership, CMP)의 수정관리(adaptive management) 및 증거중심(evidence-based) 원칙에 기반하여 보전대상의 핵심생태특성(key ecological attributes; 29쪽 참고)을 궁극적으로 향상시킬 수 있는 효율적이고도 효과적인 사업 관리 방안을 제안한다(그림 1 참조). ‘멸종위기 야생생물 분류군별 복원 가이드라인(이하 가이드라인)’은 국제자연보전연맹(IUCN: International Union for Conservation of Nature)이 제안한 멸종위기종의 과학적 복원방법(IUCN/SSC, 2013)과 보전기준 협약체(CMP)의 사업 운영 체계를 준용하여 만든 안내서이다(그림 1 참조).



그림 1 '생태보전 실무 지침서('19년 발간)'와 '멸종위기 야생생물 분류군별 복원 가이드라인('20년 발간)'의 중점내용 및 보완점

위의 두 안내서는 보전·복원사업을 효율적·효과적으로 수행할 수 있도록 돕는 공통의 목적을 가지고 있으나 세부내용은 뚜렷하게 다르다. '생태보전 실무 지침서'에서는 수정관리 및 증거중심 원칙에 기반한 사업 관리 체계(즉, 현황분석-계획-실행-점검-결과 공유)를 강조하고, 이 사업 관리 체계를 적용하는 구체적 방법을 제시한다. 반면, '가이드라인'에서는 멸종위기종의 복원에 주안점을 두고 종 복원 시 필수적으로 고려해야 할 사항을 제시한다. 멸종위기종 보전과 관련된 실무를 제대로 수행하기 위해서는 사업 관리 방법과 종 복원에 필요한 고려사항도 중요하지만, 실무자에게 무엇보다 중요한 것은 표준화된 보전·복원 절차이다. 그러나 현재 두 지침서에는 그러한 표준 절차가 제시되어 있지 않다. 이 지침서는 기존에 발간된 '생태보전 실무 지침서'와 '가이드라인'의 중요한 개념 및 원칙은 살리되, 부족한 점을 보완하여 한국형 보전·복원 표준 절차를 제시하고자 한다.

'멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서'는 '생태보전 실무 지침서'의 수정관리 5단계(그림 2 참조) 순환절차를 바탕으로 짜여졌다. 여기에 보전주체가 이주(translocation) 전략을 활용할 때 필요한 세부 절차와 분류군별 고려사항을 함께 담았다. 아울러 국립생태원 멸종위기종복원센터는 이 지침서를 통해 멸종위기 야생생물 보전·복원사업을 계획 또는 실행하는 주체가 공통적으로 적용할 수 있는 표준 절차를 제공하는 것을 목표로 하고 있다.



그림 2 보전기준협의체(CMP)의 수정관리 5단계

2. 지침서 적용 범위 및 참고사항

이 지침서에서 제시하는 보전·복원 표준 절차는 보전기준협의체(CMP)가 제안한 수정관리(adaptive management)와 증거중심(evidence-based) 원칙에 기초하여 만들어졌다. 이 보전·복원 표준 절차는 멸종위기 야생생물의 보전·복원사업에 한정되어 적용되며, 그 외의 보전대상(즉, 종 단위 이상의)에 대한 사업을 수행할 때는 보다 적용 범위가 넓은 '생태보전 실무 지침서'를 활용하는 것이 더 적절하다.

이 지침서에서 제시하는 5단계 중 '실행 단계'는 비교적 자율성이 높은 단계에 속한다. 이 단계에서 멸종위기 야생생물 보전·복원 주체는 인문·사회학적 또는 과학적 참신성을 바탕으로 새롭고 효과적인 보전·복원 방법을 시도할 수 있다. 반면, 지침서의 나머지 단계에서는 사업의 투명성과 보전주체 간 학습효과를 높이기 위해 일정한 형식과 절차를 따라야 하므로 다소 자율성이 떨어질 수 있다.

3. 멸종위기 야생생물의 정의

멸종위기 야생생물은 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률(약칭: 야생생물법)」 제2조제2호에 따라 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 환경부령으로 정하는 종을 말한다. 현재 멸종위기 야생생물은 개체군 규모, 분포 범위, 위협요인 수준에 따라 I급과 II급으로 분류·관리되고 있다(표 1 참조).

- 멸종위기 I급

멸종위기 야생생물 I급은 자연적 또는 인위적 위협요인으로 인해 개체 수가 크게 줄어들어 멸종위기에 처한 야생생물로서 대통령령으로 정하는 기준에 해당하는 종이다. 현재 60종이 멸종위기 I급으로 지정되어 있다.

- 멸종위기 II급

멸종위기 야생생물 II급은 자연적 또는 인위적 위협요인으로 인해 개체 수가 크게 줄어들고 있어, 현재의 위협요인이 제거되거나 완화되지 아닐 경우 가까운 장래에 멸종위기에 처할 우려가 있는 야생생물로서 대통령령으로 정하는 기준에 해당하는 종이다. 현재 207종이 멸종위기 II급으로 지정되어 있다.

간단히 말하면 I급은 이미 멸종위기에 처한 종을, II급은 가까운 장래에 멸종위기에 처할 우려가 있는 종을 의미한다.

표 1 멸종위기 야생생물 지정현황(2021.02.09. 기준)

(단위: 종)

분류군	I급	II급	합계
포유류	12	8	20
조류	14	49	63
양서·파충류	2	6	8
어류	11	16	27
곤충류	6	20	26
무척추동물	4	28	32
식물	11	77	88
해조류	-	2	2
고등균류	-	1	1
합계	60	207	267

4. 보전·복원 표준 절차의 구성

이 지침서에서는 보전기준협의체(CMP)가 제시하는 관리 체계를 준용하여 총 5단계의 보전·복원 표준 절차를 제공하며 그 내용은 그림 3과 같다.

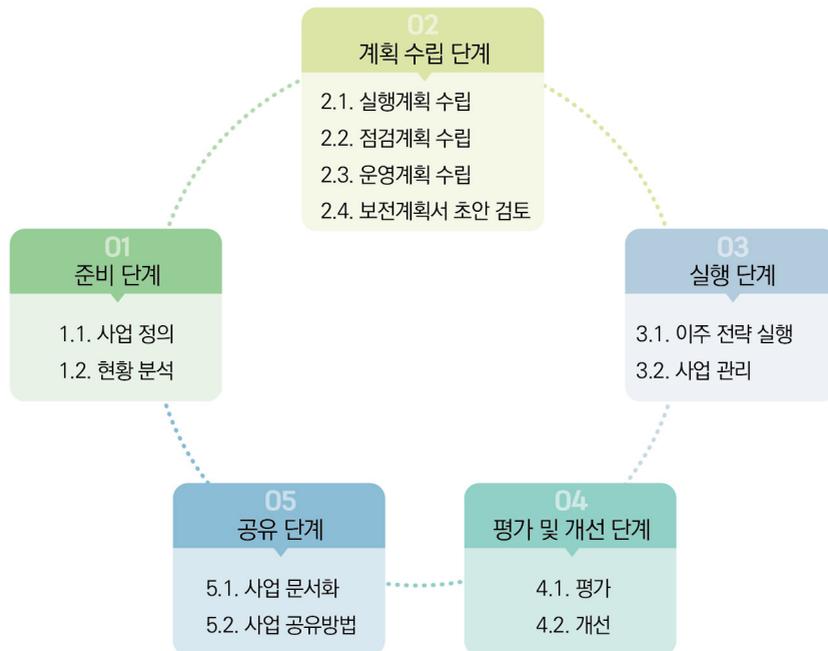


그림 3 보전·복원 표준 절차 개요도

① 준비 단계

준비 단계에서는 먼저 사업 팀을 구성하고 사업 범위, 비전, 보전대상을 설정하는 사업 정의 작업을 수행한다. 다음으로는 현황분석을 통해 보전대상에 대해 현재까지 알려진 기초적인 정보를 수집하고 핵심생태특성을 바탕으로 보전대상의 목적 지표를 설정한다. 또한 보전대상에 가해지는 직접적·간접적 위험 및 기회 요인을 탐색·식별하여 최종적으로 상황모형을 만든다. 상황모형 작성을 통해 보전주체는 보전대상이 어떠한 상황(위험 또는 기회)에 놓여 있고, 어떤 핵심생태특성이 훼손되었는지, 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 어떤 전략을 세워야 하는지 인지함과 동시에 이해관계자에게 명확하게 설명할 수 있다.

② 계획 수립 단계

계획 수립 단계는 보전대상의 핵심생태특성을 어떻게 향상시킬지에 대한 실행계획, 목적(goal)과 목표(objective)의 달성 여부를 어떻게 측정할 것인지를 결정하는 점검계획, 인력, 예산 등을 적절히 배치하고 사업이 종료되었을 때 출구전략을 수립하는 운영계획으로 구성된다.

실행계획에서는 목적과 전략을 설정하고, 이 전략을 준비 단계에서 마련한 상황모형의 어느 부분에 넣을지 결정한다. 또한 수립한 전략의 타당성(즉, 필요성, 현실성, 위험성)을 검토한 후 전략 추진 시 예상되는 결과물을 전략예측모형(results chain)으로 도식화한다.

점검계획에서는 목적과 목표를 달성했는지 측정하기 위해 지표를 만들고, 이를 측정할 방법을 정함과 동시에 시간과 점검 담당자를 포함한 점검계획표를 작성한다.

운영계획에서는 사업에 필요한 인력과 예산을 적절히 배분하기 위한 계획을 세우고 사업 추진 시 위험요소를 작성하며, 사업 종료 시의 출구전략을 결정한다.

위의 3개 계획을 모두 작성했다면 외부전문가에게 보전계획서 초안의 형식과 내용 검토를 의뢰한다. 검토가 끝나면 특별한 사유가 없는 한 이해관계자를 포함한 모든 이에게 보전계획서를 공개해야 한다.

③ 실행 단계

이주는 위험성 검토를 수반하는 전략으로 과거 이주 사례를 탐색, 검증하고 이로부터 배운 내용을 반영한 세밀한 계획이 필요하다. 또한 사업을 추진할 때는 세부적인 계획을 세우고 이를 점검할 수 있는 방법적 틀도 필요하다. 실행 단계에서는 멸종위기종의 이주 전략 또는 그 밖의 전략 추진에 필요한 경험적으로 증명된 절차와 방법을 제공한다.

④ 평가 및 개선 단계

생물 다양성 증진과 멸종위기종의 실질적인 회복을 위해서는 이들을 대상으로 한 보전·복원사업에 대한 평가가 반드시 필요하다. 평가 및 개선 단계에서는 먼저 보전·복원사업이 지침서의 핵심 원칙과 세부 절차에 따라 진행되었는지 평가하고(절차평가), 보전·복원 노력이 보전대상의 핵심생태특성과 같은 실질적 지표를 달성함으로써 보전대상의 상태를 얼마나 개선했는지 평가한다(효과평가).

보전·복원사업에 대한 평가가 끝나면 점검자료와 평가결과를 바탕으로 내·외부 전문가의 의견을 수렴하여 수정해야 할 부분을 기존의 보전계획서 또는 새로 추진하는 사업에 반영하는 개선 작업을 수행한다.

⑤ 공유 단계

공유 단계에서 보전주체는 보전·복원사업의 추진 과정 및 결과, 평가결과, 개선방안을 문서화한 후에 다양한 매체를 활용하여 배포한다.

5. 지침서 사용 안내

보전·복원 표준 절차 적용

- 총 5단계 절차(준비-계획 수립-실행-평가 및 개선-공유 단계; 그림 4 참조)



그림 4 멸종위기 야생생물 보전·복원 표준 절차

- 사업을 새롭게 시작하는 보전주체는 위의 절차를 순차적으로 따라야 하나 현재 사업을 수행하고 있다면 위의 5단계 중 해당하는 단계에서 시작해도 무방함
- 단, 현재 사업을 수행 중이나 명확한 보전 목적과 목표를 정하지 않았다면, 준비 및 계획 수립 단계를 신속하게 완료할 것을 권장함

지침서 핵심 원칙

이 지침서는 멸종위기 야생생물의 효율적, 효과적인 보전을 위한 여러 가지 내용을 담고 있으며, 그중에서도 다음과 같은 핵심 원칙을 강조하고 있다.

- 멸종위기 야생생물의 보전을 위한 구체적이고 정량적인 목적을 설정한다.
- 궁극적인 보전 목적 달성을 위해 핵심생태특성(key ecological attributes)을 지표로 설정하고, 도달 여부를 지속적으로 점검한다.
- 모든 단계에서 점검활동을 수행하여 목적, 목표 달성에 장애가 되는 불확실성을 제거한다.

- 전략을 수행하기 전에 필요성과 현실성을 필수적으로 검토한다(단, 이주 전략 수행 시 위험성도 검토).
- 보전계획서 및 결과 보고서 양식을 표준화한다(부록 5 참조).
- 표준화된 양식을 통해 보전주체 간 학습내용을 원활하게 공유한다.

지침서 활용 방법

- 현존 개체군 보전, 이주 등 표준화된 전략(표 10 참조)을 자유롭게 구성하여 추진 가능
- 특히, 인간 개입 및 자연 변형이 요구되는 이주 전략 포함 시 이와 관련한 상세 절차 및 고려사항을 참고하여 사업 수행

사업 유형에 따른 필수 과업 목록

- 이 지침서는 멸종위기 야생생물의 이주 전략 등을 추진하는 복원사업, 이 밖의 전략을 추진하는 보전사업, 이주 및 기타 전략을 모두 추진하는 사업(보전+복원사업) 주체가 각자의 사업 목적에 맞춰 준비, 계획, 실행, 평가, 공유를 수행할 수 있도록 표 2와 같이 과업 목록을 제시한다.

표 2 사업 유형별 과업 목록

단계	과업	보전사업	복원사업	보전·복원사업
1 준비 단계	사업 팀 구성	○	○	○
	사업 범위 설정	○	○	○
	사업 비전 설정	○	○	○
	보전대상 선정	○	○	○
	보전대상 기초 정보 수집 및 분석	○	○	○
	핵심생태특성 작성	○	○	○
	요인 탐색	○	○	○
	보전 상황모형 작성	○	○	○
2 계획 수립 단계	목적 설정	○	○	○
	전략 설정	이주 외 전략 설정 (표준화된 전략*)	이주 전략 설정 (표준화된 전략 A.2.2.*)	이주 전략 및 그 밖의 전략 설정
	전략 개입점 설정	○	○	○
	전략의 사전검토	필요성, 현실성	필요성, 현실성, 위험성	필요성, 현실성, 위험성
	전략예측모형 작성	○	○	○
	전략별 목표 설정	○	아래의 내용 필수 포함 ○ 시작개체군 확보 및 방사 이식지 선정 ○ 방사·이식 개체 및 서식지 사전 조치 ○ 방사·이식 설계 (개체군 및 서식지) ○ 방사·이식 ○ 사후 관리(개체군 및 서식지)	아래의 내용 필수 포함 ○ 시작개체군 확보 및 방사 이식지 선정 ○ 방사·이식 개체 및 서식지 사전 조치 ○ 방사·이식 설계 (개체군 및 서식지) ○ 방사·이식 ○ 사후 관리(개체군 및 서식지)
	점검 지표 설정	○	○	○
	지표 측정 방법 등 상세계획 수립	○	○	○
	점검계획표 작성	○	○	○
	운영계획표 작성	○	○	○
보전계획서 초안 검토	○	○	○	

단계	과업	보전사업	복원사업	보전·복원사업
3 실행 단계	시작개체군 확보 및 방사·이식지 선정	해당 없음	○	○
	방사·이식 개체 및 서식지 사전 조치	해당 없음	○	○
	방사·이식 설계 (개체군 및 서식지)	해당 없음	○	○
	방사·이식	해당 없음	○	○
	사후 관리 (개체군 및 서식지)	해당 없음	○	○
	업무목록표 작성	○	○	○
	업무수행 상황표 작성	○	○	○
	점검자료 작성	○	○	○
4 평가 및 개선 단계	절차평가	○	○	○
	효과평가	○	○	○
	개선방안 제시	○	○	○
	계획 수정	○	○	○
5 공유 단계	사업 문서화	○	○	○
	사업 공유	○	○	○

* 36~37쪽 표 10 참조

멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서

Guidelines for Conservation and Restoration of Endangered Species



Ⅱ. 멸종위기 야생생물 보전·복원 표준 절차

1	준비 단계	20
	1.1. 사업 정의	21
	1.2. 현황 분석	25
2	계획 수립 단계	33
	2.1. 실행계획 수립	34
	2.2. 점검계획 수립	45
	2.3. 운영계획 수립	48
	2.4. 보전계획서 초안 검토	50
3	실행 단계	51
	3.1. 이주 전략 실행	52
	3.2. 사업 관리	61
4	평가 및 개선 단계	65
	4.1. 평가	66
	4.2. 개선	68
5	공유 단계	69
	5.1. 사업 문서화	70
	5.2. 사업 공유방법	70

1 준비 단계

멸종위기 야생생물 보전·복원사업의 성패는 추진하고자 하는 사업을 어떻게 정의했는지, 보전 상황을 얼마나 잘 파악했는지에 달려있다. 준비 단계에서는 사업을 정의하는 과정과 보전대상이 처한 상황을 분석하는 방법에 대해 다음과 같이 설명한다.

1.1. 사업 정의

- 1.1.1. 사업 팀 구성
- 1.1.2. 사업 범위 설정
- 1.1.3. 사업 비전 설정
- 1.1.4. 보전대상 선정

1.2. 현황 분석

- 1.2.1. 보전대상 기초 정보 수집 및 분석
- 1.2.2. 핵심생태특성을 이용한 보전대상 현황 진단 및 분석
- 1.2.3. 요인 탐색
- 1.2.4. 보전 상황모형 작성

준비 단계에서 위 두 가지 항목을 완벽하게 작성하더라도 사업을 수행하면서 인력, 보전 상황이 바뀔 수도 있다. 이 지침서는 수정관리 원칙에 기초하여 만들어졌기 때문에 도중에 바뀌거나 빗나간 부분이 있다면 평가 및 개선 단계를 거쳐 언제든지 준비 단계로 돌아와서 수정 후 다시 시작할 수 있다.

1.1 사업 정의

이 단계에서는 멸종위기 야생생물 사업을 수행할 팀을 구성하고 사업이 영향을 미치는 '범위'와 '비전'을 설정한다. 또한 '보전대상(즉, 종, 서식지 등)'과 보전대상 및 생태계서비스 상태에 영향을 받는 '인간복지목표(human well-being target)'를 설정한다(임정은 등, 2019 참조).

1.1.1. 사업 팀 구성

멸종위기 야생생물 보전·복원사업 팀은 실무자, 관리자, 자문단, 이해관계자로 구성된다(그림 5 참조). 실무자는 보전계획 수립, 실행, 점검과 결과 보고 및 환류를, 관리자는 실무자가 하는 일의 진행 상황을 검토하고 책임지는 역할을 담당한다. 실무자와 관리자는 '보전주체'로 정의된다. 자문단은 보전계획 수립부터 결과의 환류까지 간접적으로 보전주체에게 도움을 주는 역할을 맡는다. 이해관계자는 특정 이해관계가 얽혀 있는 개인, 집단, 기관을 의미하며 크게 사업 추진에 영향을 주는 유형과 영향을 받는 유형으로 구분된다(표 3 참조). 사업 추진에 영향을 주는 유형에는 주로 정부기관, 학계, 서식지 외 보전기관, 산업체, 비정부기구가 있다. 사업 추진에 영향을 받는 유형에는 토지소유주, 어업종사자 등이 있으며, 이들은 주로 사업 대상지역의 자연자원에 대한 권리를 가지고 있다.

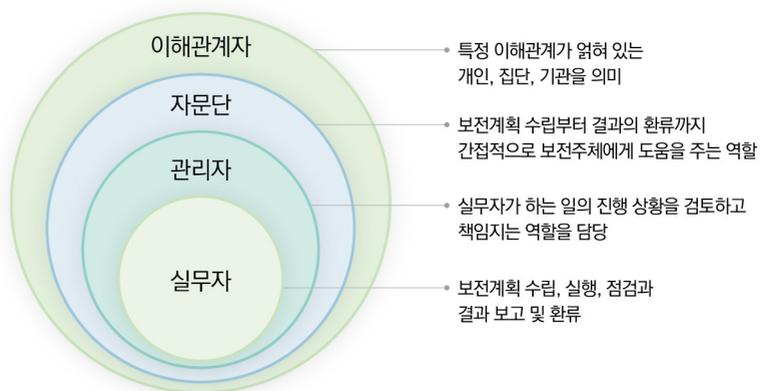


그림 5 사업 팀 구성

표 3 이해관계자 유형

유형	설명
사업에 영향을 주는 이해관계자	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업에 관심이 많은 개인, 집단, 기관 ○ 사업 목적 및 목표를 달성하는 데 도움을 줄 수 있는 개인, 집단, 기관 ○ 사업에 참여하여 사업에 도움을 줄 수 있는 개인, 집단, 기관 ○ 멸종위기 야생생물 관련 지식을 적용할 수 있는 개인, 집단, 기관 ○ 종 및 서식지 관리에 부정적 영향을 줄 수 있는 개인, 집단, 기관 ○ 종 및 서식지 관리를 주로 하는 개인, 집단, 기관 ○ 사업 추진에 필요한 재정적·기술적 자원을 제공할 수 있는 개인, 집단, 기관
사업에 영향을 받는 이해관계자	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업 수행지역의 자원에 대해 청구권이 있거나 관례적으로 해당 자원을 이용해 오던 개인, 집단, 기관 ○ 사업으로 인한 피해로 저항운동을 전개할 것으로 예상되는 개인, 집단, 기관 ○ 사업으로 인해 경제적/비경제적 이익을 얻는 개인, 집단, 기관

사업 팀을 구성할 때는 팀원의 성명, 소속, 직위, 담당업무를 보전계획서에 명기해야 한다. 작성 예시는 표 4와 같다.

표 4 팀 구성표 작성 예시

구분	이름	소속	직위	담당업무
내부	홍길동	국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실	팀장	사업 총괄 책임
	김철수	국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실	전임연구원	GIS 분석, 적합서식지 탐색
	김영희	국립생태원 멸종위기종복원센터 복원전략실	전임연구원	보전계획서, 보고서 작성
	이흥부	국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실	선임연구원	XX종 서식지 모니터링
외부	O'Dowd	OOO연구소	선임연구원	XX종 집단 유전 분석
	이영수	OOO대학교	교수	XX종 증식 방법 연구
	⋮	⋮	⋮	⋮

1.1.2. 사업 범위 설정

사업을 시작하기 전에 보전주체는 사업을 통해 뚜렷하게 영향을 주고자 하는 범위(scope)를 설정해야 한다. 범위는 일반적으로 서식지와 같은 장소(place-based scope), 멸종위기종과 같은 보전대상(target-based scope), 기후변화와 같은 주제(thematic-based scope)를 특정하여 설정할 수 있다. 장소에 기반하여 범위를 설정하면 특이생태지역, 생태계, 보호지역 등(예: DMZ 비무장지대, 지리산국립공원 등)에, 보전대상에 기반하여 범위를 설정하면 구체적인 종 또는 생태계(예: 한국의 후박나무숲, 반달가슴곰, 맹그로브숲 등)에 초점을 둔다. 마지막으로 주제에 기반하여 범위를 설정하면 구체적인 주제를 정하고 이들에 대한 위협(threats), 기회(opportunities), 가능조건(enabling condition)의 해결에 초점을 둔다(예: 국가 탄소배출, 불법벌채, 반달가슴곰 복원).

1.1.3. 사업 비전 설정

비전은 보전대상(예: 멸종위기 야생생물)의 바람직한 미래 상태나 조건을 기술한 것이다. 비전선언문은 일반적이고도, 이상적이고 간결해야 하며, 1~3문장으로 작성할 수 있다.

예시 1) 우리는 멸종위기종 반달가슴곰의 개체군 관리와 서식지 연결을 통해 반달가슴곰이 백두대간을 따라 확산될 수 있는 기반을 구축하고, 지역 주민의 인식 개선과 상호협력을 통해 반달가슴곰의 생존력을 높이는 것을 목표로 한다.

예시 2) 멸종위기종 나도풍란에 대한 우리의 비전은 1) 증식과 개체군 생존 및 서식지 평가를 통해 자력으로 번식할 수 있는 기반을 마련하고, 2) 궁극적으로 한국 남부 도서지역 일대의 생태계를 회복하여 이 지역의 풍부한 난초 다양성을 유지·증진하는 것이다.

예시 3) 국제적으로도 희귀한 멸종위기종 저어새의 생존은 갯벌 생태계의 회복과 직결되어 있다. 이에 우리는 이들의 취식지 및 번식지 내 위협요인 저감·제거와 국제적 네트워크 구축을 통해 개체군을 유지·관리하여 동아시아에 저어새가 존속하는 것을 목표로 한다.

1.1.4. 보전대상 선정

보전대상(conservation target)은 일반적으로 보전 범위에 포함되는 생태계, 서식지, 군집, 종을 의미한다. 멸종위기 야생생물 이외에도 이들의 생존과 밀접하게 연관되어 있는 생물종(예: 멸종위기종의 먹이생물, 상리공생관계 생물) 또는 특정 서식지를 보전대상으로 설정할 수 있다. 그림 6은 멸종위기종 3종에 대한 사업 범위와 대상을 설정한 예시이다.



그림 6 사업의 범위 및 대상 선정 예시

1.2 현황 분석

1.2.1. 보전대상 기초 정보 수집 및 분석

보전대상을 설정한 다음에 할 일은 가능한 방법을 동원하여 보전대상에 대한 기초 정보를 수집하는 것이다. 예를 들어, 종의 지리적 분포, 생활사, 서식지 특성, 유전적 다양성, 상호작용 특성, 기능형질(functional trait), 개체군 통계자료, 군집구조, 행동 또는 습성 관련 자료, 계절현상(phenology), 질병, 기후요건 등은 멸종위기종을 보전·복원하는 데 필요한 정보로 알려져 있다. 관련 정보는 논문, 단행본, 회색문헌(즉, 정식으로 출판되지 않은 문헌) 등을 통해 수집할 수 있다. 그러나 만약 이마저도 불가능하다면 유사 분류군에 대한 관련 문헌조사 또는 단기간(3년 이내)에 완료할 수 있는 전략(예: 신속한 현장 조사 및 분석)을 별도로 수립(표 10 참조)하여 대상종과 관련한 기초 정보를 보완할 수 있다. 기초 정보는 다음과 같은 사항을 포함해야 한다.

- 종의 분류학적 특성
- 종의 분포 정보
- 종의 생물학적, 생태학적 특성(예: 생활사, 개체군통계, 상호작용 등)
- 종의 유전적 특성
- 동종 또는 유사종의 보전·복원 선례 및 성공·실패 이유
- 서식지(현재·과거 또는 이입시킬 서식지)의 물리적, 생물학적, 역사적 특성
- 기후변화 취약성
- 알려진 질병 또는 해충

보전대상 종에 대한 기초 정보를 수집할 때 표 5를 참조할 수 있다.

표 5 멸종위기종(동물·식물) 보전·복원에 필요한 기초 정보(상세)

동물*	식물**
<ul style="list-style-type: none"> ○ 생활사 ○ 개체군 크기 ○ 생활사 단계 ○ 번식생물학(reproductive biology) ○ 교미행동 ○ 사육 요건 ○ 양육행동 ○ 개체군통계(동태) ○ 사회적 구조 및 행동 ○ 환경 적응 특성 ○ 먹이 및 수분 섭취 요건 ○ 종내 변이 ○ 기후민감성 ○ 지역 생태 조건에 대한 적응 특성 ○ 분산(dispersal) 특성 ○ 섭식 행동(foraging behavior) ○ 포식 ○ 해충 또는 유해동물 ○ 질병(disease) ○ 편리공생관계(commensalism) ○ 공생(symbiosis) ○ 상리공생(mutualism) ○ 행동권(home range) 특성 ○ 분류학적, 유전적 특성 ○ 서식지 이용 특성 ○ 위협 및 교란요인이 개체군 증감에 미치는 영향 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개체 수명 및 평균 세대 길이 ○ 갱신(regeneration) 방법 ○ 개체군 연령 구조 ○ 번식체제(breeding system) ○ 수분 기제(pollination mechanisms) ○ 꽃 및 열매 생산 수준 ○ 종자 성숙기 ○ 종자 분산 기제(seed dispersal mechanisms) ○ 종자활력, 휴면유형, 발아촉진 방법 ○ 발아량 및 속도 ○ 종자수명 ○ 유묘(seedling) 발생 시기 ○ 자연 개체군 성장 제한 요인 및 관리 방법 ○ 잠재적 상호작용에 영향을 미치는 식물상 및 동물상 (예: 균근균, 수분매개자, 종자분산자) ○ 서식지 특성(생물학적, 물리적) ○ 토양 특성(물리적, 화학적) ○ 서식지의 수질, 수위, 배수 특성 ○ 경사 및 사면 ○ 지형 특성 ○ 서식 고도 ○ 강수, 온도, 기타 기후 조건 ○ 자연재해에 대한 반응(예: 화재, 홍수, 태풍 등에 대한 반응) ○ 인간 발생 교란에 대한 반응(예: 제초) ○ 초식자 교란에 대한 반응 ○ 질병에 대한 취약성 ○ 잡초 또는 외래식물 침입에 대한 종 및 서식지의 탄력성 ○ 기후변화 및 관련 위협에 대한 탄력성 ○ 분류학적, 유전적 특성 ○ 자연 교잡이 개체군에 위협으로 작용하는지 여부

* NSW National Parks and Wildlife Service(2001), IUCN/SSC(2013), Act Government(2017) 변형

** Commander et al.(2018) 변형

모든 사업에 적용되지는 않으나 이주(translocation) 전략 추진을 계획하고 있고 조사 및 분석을 위한 인력과 예산이 충분하다면 개체군생존분석을 통해 개체군의 존속 확률 및 기간을 예측할 수 있다. 개체군생존분석 결과는 멸종위기 야생생물 보전·복원사업의 목적 달성 여부를 측정하는 객관적인 정량 지표로 활용될 수 있기 때문에 대규모 사업에는 반드시 적용할 것을 권장한다.

● 개체군생존분석(PVA: Population Viability Analysis)

개체군생존분석은 환경수용력(carrying capacity), 근교약세(inbreeding depression), 출생 성비, 한배새끼 수(litter/clutch size), 최대번식가능연령(maximum age of reproduction), 번식체제(reproductive system), 개체군 수, 개체 수, 질병, 번식주기, 개체군 유전구조, 유전적 다양성, 유전자 흐름 등의 매개변수(parameter)를 통해 개체군의 미래 추세에 대한 모형(model)을 개발하는 과정이다. 이를 통해 최소존속개체군^{*}(minimum viable population)뿐만 아니라 절멸확률, 특정 시기의 개체군 크기, 절멸에 이르는 시기, 준절멸확률(quasiextinction) 등의 생존지수(viability measure)를 산출할 수 있다(표 6 참조).

* 최소존속개체군(MVP: Minimum Viable Population): 과거에는 자연 상태에서 자가 존속 가능한 최소한의 개체수로 정의되었고, Franklin(1980)이 제안한 50/500 규칙^{**}을 광범위한 종에 적용했다. 그러나 최근에는 개체군의 존속확률과 존속기간을 명시하여(즉, 개체군 생존 분석을 통해) ‘주어진 기간 동안에 특정 확률로 존속하기 위해 요구되는 개체의 수’로 정의된다. 따라서 최소존속개체군을 산정하기 위해서는 그 전에 반드시 위와 같이 기간과 존속확률을 명시해야 한다. 최소존속개체군 크기는 보통 종의 생활사 특성이나 이들이 서식하는 환경특성에 따라 달라질 수 있다.

** 50/500 규칙(50/500 rule): Ian Robert Franklin이 1980년에 제안한 규칙으로, ‘계속되는 진화적 변화는 개체군 생존에 필요하다’, ‘소규모의 개체군은 자연선택의 반응을 제한한다’는 것을 전제로 한다. Franklin은 무작위로 교배하는 개체군에 한해서 단기간 동안 진화적으로 존속 가능한 최소 단위가 50개체 이상이며, 장기적으로는 500개체가 적절하다고 주장했다. 그동안 적지 않은 보전생물학자가 이 규칙을 광범위한 종에 적용해 왔으나, 이 규칙은 무작위적 교배가 가능한(즉, 비교적 활발하게 움직이는) 동물종에 한해서만 적용된다.

표 6 개체군생존분석(PVA)을 활용해 산출하는 생존지수*

생존지수(viability measure)
절멸확률(probability of extinction)
특정 시기의 개체군 크기(population size at a given time)
절멸에 이르는 시기(time to extinction)
준절멸확률(probability of quasi-extinction)
점유(occupancy)

생존지수(viability measure)
감소확률(probability of decline)
성장률(growth rate)
준절멸에 이르는 시기(time to quasi-extinction)
최소존속개체군(MVP: Minimum Viable Population)
최소요구면적(MAP: Minimum Area Requirement)
친척 개체군 크기(relative population size)
최소기대수도(expected minimum total abundance)
최소패치수(minimum patch number)
평균 밀도(mean density)
무리당 연간 평균 번식 개체 수(mean number of breeding individuals per year per flock)

* 출처: Pe'er et al.(2013) 변형

개체군생존분석에 사용되는 프로그램으로는 'Vortex(Lacy and Pollak, 2021)'와 RAMAS-GIS (Akçakaya, 1993)가 비교적 널리 알려져 있다. 개체군생존분석을 할 때는 종의 생활사, 개체군 모델링, 분석방법에 대해 사전에 충분한 지식을 가지고 있어야 현실적인 개체군 크기 산정이 가능하다. 개체군생존분석을 위해서는 개체군에 작용하는 결정론적 요인(deterministic factors)과 확률론적 요인(stochastic factors)을 먼저 구분해야 한다. 결정론적 요인에는 잘 알려진 대로 인간에게서 유래한 위협(예: 서식지 파괴, 오염, 환경 질 저하, 밀렵·불법채취 등)이 포함되며, 일반적으로 이러한 위협은 개체군 증감에 영향을 준다. 반면, 확률론적 요인은 크게 개체군통계학적, 환경적, 유전적인 특성으로 나뉘며 출생, 사망, 분산(dispersal), 질병, 성 결정, 세대 간 유전자 교환 등 대개 확률적 성격을 띤 요인이다. 최소존속개체군을 정확하게 예측하기 위해서는 방대한 양의 생활사 정보, 유전적 특성 자료뿐만 아니라 장기간에 걸친 개체군 동태 자료가 요구된다. 즉, 비교적 짧은 기간 동안 개체군통계학적 조사가 이루어지면 최소존속개체군 크기를 과소 추정할 수 있다(Vucetich et al., 2000; Flather et al., 2011). 이 자료들을 사업 계획 단계에서부터 수집하기는 매우 어려우므로 사업 수행 중 개체군 모니터링 등을 통해 계속 조사해야 한다.

1.2.2. 핵심생태특성을 이용한 보전대상 현황 진단 및 분석

핵심생태특성(key ecological attributes)은 보전대상의 생물학적, 생태학적 건강성, 즉 보전대상의 존속과 기능 유지에 필요한 특성을 의미한다(Salafsky et al., 2008; Schick et al., 2019). 만약 이 특성이 사라지거나 변형될 경우 보전대상의 절멸 또는 심각한 저하를 초래할 수 있다. 핵심생태특성을 설정하고 이를 측정하는 이유는 과거의 종 보전 중심 시각에서 벗어나 자연시스템 기능을 유지할 수 있는 통합적 보전 목적(conservation goal)을 달성하기 위해서이다. 즉, 핵심생태특성은 관심 있는 한 종의 보전만으로는 해당 종뿐만 아니라 생태계도 보전할 수 없다는 배경 인식에서 탄생했다. 핵심생태특성은 전 세계 13개국에서 수행한 취약성 평가와 문헌 고찰을 바탕으로 만들어졌는데, Schick et al.(2019)은 이를 크게 11개 특성으로, 작게는 144개의 세분화된 특성(80쪽 참조)으로 분류한 바 있다. 만약 위 문헌에서 제시한 핵심생태특성에는 속하지 않으나 종의 보전을 위해 반드시 포함해야 한다고 판단되는 특성이 있다면 추가할 수 있다. 또한 어떤 핵심생태특성을 선정하고 이와 연관된 혹은 영향을 미칠 만한 다른 특성을 찾아 선정한다면 보전 목적을 달성하는 데 더 도움이 될 수 있을 것이다.

보전대상에 대한 핵심생태특성(144개 중)을 설정했다면, 세부 지표를 설정하고 지표 수준별(나쁨-보통- 좋음-매우 좋음) 수치 범위를 설정한다. 이를 바탕으로 현재 보전대상의 특정 핵심생태특성 지표 수준이 어느 범주에 포함되는지 기입한다. 표 7은 보전대상별 핵심생태특성 작성 예시이다.

표 7 핵심생태특성 작성 예시*

대상	평가항목 (핵심생태특성: 지표)	현 상태	단위	지표 수준별 범위				참고 문헌
				나쁨	보통	좋음	매우 좋음	
신안군 섬 생태계	생물다양성: 조류 종 풍부도	보통	%	전체 종의 60% 미만 존속	전체종의 60-75% 존속	전체종의 75-80% 이상 존속	전체종의 80-100% 이상 존속	a)
반달가슴곰	개체군 크기: 개체 수	보통	마리	<53	53-100	101-150	> 150	b)
검은꼬리 프레리독	연결성: 집단 간 평균 거리	나쁨	km	>10 km	7-10 km	<7 km		c)

* 출처: 이학봉 등(2020)

많은 경우, 보전실무자는 멸종위기종의 핵심생태특성을 작성할 때 자료가 부족해 어려움을 겪는다. 그러나 희망하는 핵심생태특성 지표는 곧, 보전대상의 목적과도 같기 때문에 이해관계자는 보전대상 지표가 일정 수준에 도달했는지 여부에 깊게 관심을 가질 것이다. 보전주체는 물론이고 이해관계자도 보전 목적 달성을 위한 지표(즉, 핵심생태특성 지표)가 고정된 것이 아니라 유동적이라는 것을 이해해야 한다. 핵심생태특성은 어디까지나 현재의 가용한 정보 수준에서 가장 과학적으로 세울 수 있는 지표이며, 사업을 수행하면서 점검을 통해 계속 수정(즉, 전문가 자문, 현장 조사 등을 통해)해야 하는 대상이기 때문이다. 보전계획서에 제시된 핵심생태특성에 변동사항이 발생하면(예: 현지 재조사를 통한 핵심생태특성 상태, 범위 변화 등) 보전주체는 이를 수정할 수 있으나 관련 조사자료 등 근거를 반드시 제공해야 한다.

1.2.3. 요인 탐색

보전대상의 기초 정보를 토대로 핵심생태특성의 지표를 설정했다면 다음 단계에서는 보전대상에 영향을 미치는 요인을 파악한다(표 8 참조). 요인은 크게 직접적 위협(direct threat)과 기저요인(contributing factor)으로 나누어지고, 기저요인은 다시 간접적 위협(indirect threat)과 기회(opportunity)로 나누어진다. 각 요인에 대한 설명은 표 8에 나타나 있다.

표 8 보전대상에 영향을 미치는 요인의 분류

요 인	설 명
직접적 위협	하나 또는 그 이상의 보전대상을 즉각적으로 저하시키는 위협, 주로 인간 활동에서 기인함 (예: 불법벌채, 무분별한 어획). 인간에게서 유래한 자연 현상 변화(예: 기후변화로 인한 돌풍 발생 빈도 증가 등)도 이 범주에 포함됨
기저요인	직접적 위협의 궁극적 원인이 되는 요인으로 간접적 위협(-)과 기회(+) 가 있음
1) 간접적 위협	직접적 위협의 원인이며, 흔히 부정적 영향을 미치는 요인으로 분류됨. 종종 전략이 개입할 수 있는 출입구 역할을 함
2) 기회	하나 또는 그 이상의 보전대상에 직간접적으로 긍정적 영향을 줄 수 있는 요인을 지칭. 간접적 위협과 마찬가지로 전략 개입 출입구 역할을 함

직접적 위협은 주로 인간 활동에서 기인하는 요인이지만 '지리적 사건(예: 지진, 화산폭발 등)'도 해당된다. 표 9는 직접적 위협의 종류를 유형화한 것이다.

표 9 직접적 위협의 종류*

1) 거주지 및 상업지구 발달(residential & commercial development)
2) 농업 및 양식(agriculture & aquaculture)
3) 에너지 생산 및 채굴(energy production & mining)
4) 교통발달(transportation & service corridors)
5) 생물학적 자원 이용(biological resource use)
6) 인간 유래 교란 활동(human intrusions & disturbance)
7) 자연시스템 변형(natural system modifications)
8) 생물학적 침입(invasive & problematic species, pathogens & genes)
9) 오염(pollution)
10) 지리적 사건(geological events)
11) 기후변화(climate change)

* 출처: Conservation Measures Partnership, 2016

1.2.4. 보전 상황모형 작성

보전대상이 처한 상황을 명확하게 인식하려면 보전대상과 이들에게 가해지는 직접적 위협, 기저요인과의 관계, 각 요인 간의 관계를 파악해야 한다. 관련 정보가 부족하여 정확한 인과관계를 알 수 없을 때는 가상의 관계를 설정하고 이를 검증하는 과정이 뒷받침되어야 한다. 상황모형(situation model)은 이와 같은 작업을 좀 더 쉽게 해 주고, 보전 상황을 한눈에 알아볼 수 있도록 도와주는 수단이다. 보전대상, 직접적 위협으로 인한 결과, 직접적 위협, 기저요인(간접적 위협 또는 기회)으로 구성된다(그림 7 참조).



그림 7 상황모형의 구성요소

상황모형은 Miradi 프로그램을 통해 작성할 수 있다. Miradi는 상황모형 작성뿐만 아니라 사업의 목적, 전략, 목표 설정 등 관련 세부내용을 기록하고 관리하는 프로그램이다. 만약 Miradi 프로그램 이용이 불가능하다면 다른 도식화 도구(예: 마이크로소프트 파워포인트, 일러스트레이터, 포토샵 등)를 사용해 상황모형을 작성할 수 있다. 그림 8은 반달가슴곰, 온대산림 두 보전대상의 상황모형을 나타낸 것이다. 인과관계는 관련 근거자료의 유무에 따라 실선 화살표(근거 자료 있음) 또는 점선 화살표(근거 자료 없거나 또는 불충분함)로 표현할 수 있다. 만약 자료가 충분하지 않은 상태에서 인과관계를 설정했다면, 그림 8과 같이 점선 화살표로 표시하고 불확실한 인과관계를 밝히기 위한 노력을 병행해야 한다.

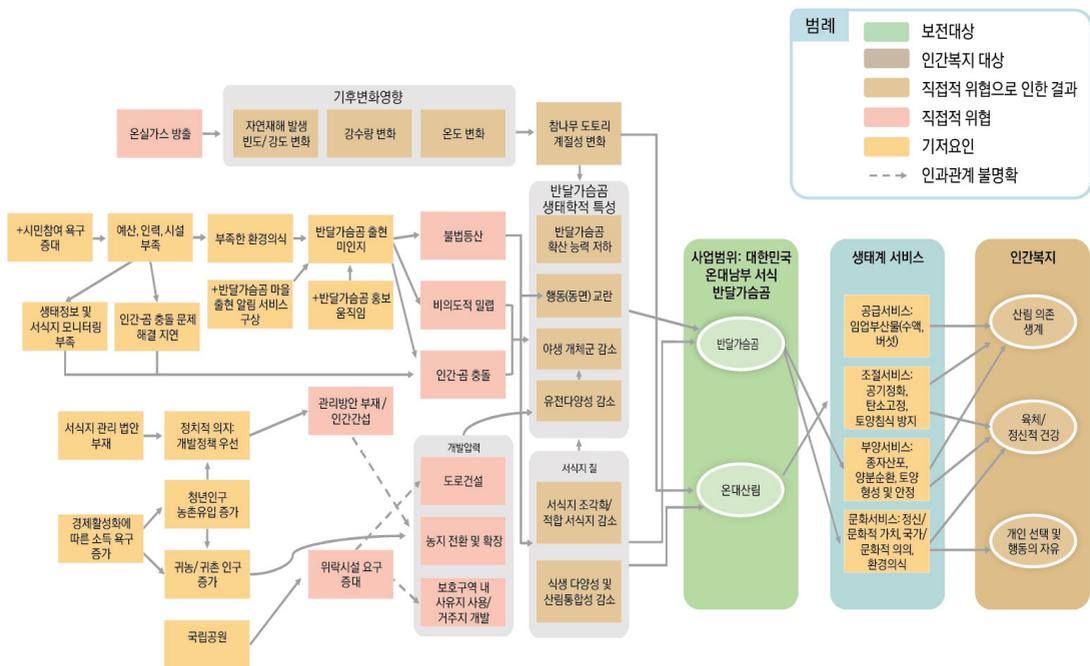


그림 8 '반달가슴곰 및 온대산림 보전'의 상황모형 예시

* 출처: 이학봉 등(2020)

2 계획 수립 단계

사업 정의와 현황 분석이 끝났다면 본격적으로 계획을 수립한다. 계획 수립 단계는 크게 4단계로 구성된다(실행계획 수립→점검계획 수립→운영계획 수립→보전계획서 초안 검토). 계획 수립 단계에서는 각 보전대상에 대한 목적(goal)을 가장 먼저 설정한다. 목적은 보전대상의 바람직한 미래 상태(즉, 핵심생태특성의 미래 상태)를 구체적으로 기술한 것이다. 보전대상에 대한 목적 달성을 측정하기 위해서는 앞서 언급한 '핵심생태특성'을 목적 지표로 설정해야 한다. 핵심생태 특성을 보전 목적 달성을 위한 지표로 설정하면 여러 보전 노력(즉, 전략)이 실질적으로 보전대상의 상태 개선(즉, 핵심생태특성의 개선)에 기여했는지 여부를 알 수 있다.

2.1. 실행계획 수립

- 2.1.1. 목적 설정
- 2.1.2. 전략 설정
 - 2.1.2.1. 전략의 구성
 - 2.1.2.2. 전략 개입점 설정
 - 2.1.2.3. 전략의 사전검토
- 2.1.3. 전략예측모형 작성

2.2. 점검계획 수립

- 2.2.1. 점검 지표 설정
- 2.2.2. 지표 측정 방법 등 상세계획 수립
- 2.2.3. 점검계획표 작성

2.3. 운영계획 수립

2.4. 보전계획서 초안 검토

2.1 ▶ 실행계획 수립

2.1.1. 목적 설정

목적(goal)은 보전대상의 바람직한 미래 상태(즉, 핵심생태특성 상태)를 기술한 것이며, 목적선언문은 '스마트(SMART) 원칙'에 따라 작성한다.



스마트 원칙은 구체적이고(S: Specific), 측정가능하며(M: Measurable), 달성가능하고(A: Achievable), 결과지향적이며(R: Result-oriented), 달성 기간을 한정하여(T: Time-limited) 작성하는 것을 의미한다.

- 구체성: 명확하고 누구나 이해하기 쉽게 작성
- 측정가능성: 숫자, 백분율, 분수 등 측정 가능한 척도를 제시해야 함
- 달성가능성: 사업 범위, 인력, 예산, 기술 등을 고려했을 때 실행 가능해야 함
- 결과지향성: 보전대상의 상태 변화, 위협요인 감소, 기타 예상되는 결과를 제시
(올바른 예: ○○○종의 개체 밀도 증가, 잘못된 예: 개체군생존분석 수행)
- 기간한정성: 언제까지 목적을 달성할 것인지 기한을 제시

2.1.2. 전략 설정

전략은 보전대상에 대한 위협요인을 저감 또는 제거하거나 긍정적 상태 변화를 위해 목적과 목표를 구체화한 작은 단위의 계획을 의미한다. 상황 분석을 통해 문제점을 발견하고 지향점, 즉 목적을 세웠다면 이를 달성하기 위한 전략을 수립해야 한다.

2.1.2.1. 전략의 구성

보전대상의 상태를 효과적으로 개선하기 위해서는 보전대상의 생물학적, 생태학적 피해를 최소화하는 전략과, 직접적 위협을 저감 또는 제거하는 전략, 그와 동시에 이 두 가지 전략을 가능하게 하는 상위 차원 전략이 필요하다. 여기서 '상위 차원 전략'은 앞선 두 유형의 전략(즉, 보전대상 복원 및 스트레스 감소 전략/ 행동 변화 및 위협 저감 전략) 성공을 견인하며, 주로 법, 제도 정비, 기초연구, 보전 기관 또는 조직 운영 등과 관련된 전략을 포함한다. 보전기준협약체(CMP 2016)는 다음과 같이 보전 목적 달성에 필요한 전략을 크게 3가지로 유형화했다.

- 보전대상 복원 및 스트레스* 저감 전략
- 행동 변화 및 위협 저감 전략
- 상위 차원 전략

* 스트레스(stress)란 직접적 위협으로 인한 결과로서, 위협에 대한 보전대상(예: 종, 서식지 등)의 생물학적, 생태학적 반응(예: 개체군 감소, 결실률 감소, 토양 중금속 오염 등)을 의미한다.

보전기준협약체(CMP)는 위 3가지 전략의 상세 유형을 표 10과 같이 제공한다. 전략의 명칭을 서로 다르게 작성하면 다른 사업자가 참고 또는 적용하기 어렵기 때문에 가능한 한 표 10의 표준화된 명칭을 참고하여 전략을 수립한다.

표 10 표준화된 전략의 유형*

전략 유형	설 명
A. 보전대상 복원 및 스트레스 저감 전략	직접적으로 보전대상을 복원하거나 스트레스를 저감하는 전략
1. 토지/ 물 관리	지역, 생태계, 더 넓은 환경을 직접적으로 관리하거나 복원
1.1. 서식지 관리체계 확립	건강성 증진/ 서식지 또는 생태계 스트레스 완화 조치(소규모)
1.2. 생태계 기능 회복	사라지거나 파괴된 생태계, 생태계 기능 복원(대규모)
2. 종 관리	특정 종 또는 분류군을 관리 또는 복원
2.1. 종 관리체계 확립	대상 종 또는 분류군의 건강성 제고/ 현 서식범위 내 스트레스 완화 조치
2.2. 이주(translocation)	종의 원서식범위 내·외 복원
2.3. 동물원/식물원 보호·증식	특정 분류군을 인공적 시설 내에서 보호·증식하는 것
B. 행동변화/ 위협 저감 전략	직접적 위협 감소 또는 긍정적 보전 행동 유도
3. 인식 제고	핵심 보전 문제에 대한 시민 인식 제고, 행동 변화 유도
3.1. 현장 활동 및 소통	적절한 소통 채널을 통해 대상 주민에게 정보를 알리고 이들의 인식 제고를 통한 행동 변화 유도
3.2. 시민운동 및 항의	저항운동 전개를 통한 인식 및 행동 변화 유도
4. 법적 제재	위험요인을 저감하거나 보전조치를 현실화하기 위해 현행 법 준수를 강제하는 일련의 조치
4.1. 단속	단속하여 위법 행위를 근절
4.2. 고발/ 판결	적절한 제재로 현행법상 위배되는 행위를 근절
4.3. 비행사적 조치	위법행위에 대한 경고성 조치
5. 생계, 경제, 윤리적 유인	직접적인 행동 변화 유도를 위한 생계, 경제, 윤리적 포상
5.1. 기업 연결, 대체 생계 수단 제공	행동 변화 유도를 위해 자연자원 의존성 기업 창업 촉진 또는 대체 생계 수단 제공
5.2. 상품성 향상 및 경영관리 도움	친환경 상품 개발·생산 촉진 또는 환경 파괴적인 기존 관행 혁신
5.3. 시장 중심 포상	행동 변화 유도를 위해 시장원리를 이용(예: 친환경인증 상품 구매 장려)
5.4. 금전적 포상	직접적 또는 간접적 지불(상금), 바람직하지 않은 행동에 대해서는 세금 부과
5.5. 비금전적 포상	무형의 도덕적 가치(예: 사회적, 안전적 이익)
C. 상위차원 전략	A와 B 전략을 가능하게 하는 상위차원의 전략
6. 보전 지정 및 계획	직접적으로 서식지나 종을 보호하는 조치
6.1. 보호구역 지정 또는 토지 매입	법적으로 보호구역을 지정하거나 또는 사유지 매입을 통해 보호관리

전략 유형	설 명
6.2. 지역권 및 자원 이용 권리 획득	보전 목적으로 자연자원을 사들이거나 사유지를 법적으로 제재하여 개발권을 제한
6.3. 토지/ 물 이용 규제 및 규제지역 지정	토지, 물 이용권한을 지역제로 제한하거나 특별보전지역을 설정하여 지속가능한 이용 촉진
6.4. 보전계획 수립	서식지, 종, 그 밖의 주제에 대한 보전을 위해 계획을 수립
6.5. 보전 관련 기반시설 확대	보호지역 및 보전지역에서 물리적인 기반시설을 구축하거나 유지하는 조치
7. 법/ 정책 기반 전략	보전에 영향을 미치는 입법, 정책, 자발적 준수 기준 마련
7.1. 법, 규정, 법전 제정	모든 수준에서 법, 규정, 법전을 제정하거나, 영향을 주거나, 개정하는 조치
7.2. 정책 및 지침 마련	모든 수준에서 정책 및 지침을 마련하거나, 영향을 주거나, 개정하는 조치
8. 연구 및 모니터링	자료를 수집하고 이를 활용 가능한 정보로 바꾸어 보전·복원사업을 보조하는 조치
8.1. 기초 연구 및 현황 조사	보전대상 자체 또는 이와 얽혀 있는 여러 요인에 대해 자료를 수집하고 분석하는 조치
8.2. 평가/ 학습	보전·복원사업을 위한 여러 노력이 실제로 효과가 있었는지 평가하는 조치
9. 교육 및 훈련	특정인의 지식과 기술을 향상시키는 조치
9.1. 정규 교육	초, 중, 고, 대학교 등 정규 교육체계에서 집중 교육을 통해 수료가 가능한 교육과목을 개설하여 교육 수혜자의 지식과 기술을 향상시키는 조치
9.2. 훈련 및 역량강화	보전 실무자, 이해관계자, 기타 관련자를 대상으로 워크숍, 단기 교육과정 등을 개최하거나 매체(예: 매뉴얼, 소프트웨어, 비디오 등) 전달을 통해 이들의 지식, 기술, 정보교류를 향상시키는 조치
10. 기관 수준 전략	기관 수준에서 보전·복원사업에 필요한 사항을 마련하는 조치
10.1. 기관 내부 경영 및 행정 정비	보전 조직 또는 기관을 설립하고 운영하는 데 필요한 기초적인 사항을 정비(예: 거버넌스, 임원 구성, 인적 자원 구성, 재정 및 법적 관리, 모금 등)
10.2. 기관 외부 개발 및 지원	다른 보전 조직 또는 기관에 대한 비재정적 지원 및 역량 강화 사업 추진(예: 컨설팅, 보전·복원 지침서 배포 등)
10.3. 기관 간 협력 확대	파트너십, 제휴, 협력 네트워크 구축 및 촉진
10.4. 재정 지원을 통한 보전	보전·복원사업과 관련된 기금 모금 및 자금 지원(예: 장학금, 무제한 지원금, 상업대출 등)

* 출처: Conservation Measures Partnership(2016)

2.1.2.2. 전략 개입점 설정

전략을 설정했다면 상황모형의 어느 부분에서 적용할 수 있는지 개입점을 찾아야 한다. 그림 9는 반달가슴곰 및 온대산림을 보전대상으로 한 상황모형이다. 사각형(붉은색) 안의 육각형(노란색)이 전략에 해당한다. '부족한 환경의식'이라는 간접적 위협을 개입점으로 보고 '인간-곰 충돌 완화를 위한 교육프로그램 개발'을 전략으로 설정했다. 또한 '반달가슴곰 출현 미인지'와 같은 간접적 위협을 개입점으로 보고 이와 같은 상황을 개선하고자 '곰 인지 농업활동 촉진'과 같은 전략을 설정했다. 위의 두 전략은 모두 '행동 변화 및 위협 저감 전략' 유형에 해당한다. 만약 그림 9의 상황모형에서 '직접적 위협으로 인한 결과'에 해당하는 '야생 개체군 감소' 또는 '유전다양성 감소'를 막기 위해 '이주 전략'을 설정했다면 바로 위의 두 지점이 전략 개입점이 될 수 있으며, 이는 큰 틀에서 '보전대상 복원 및 스트레스 저감 전략' 유형에 해당할 것이다. 또한 반달가슴곰이나 이들의 서식지인 온대산림과 관련한 '기초 연구 및 현황 조사' 전략을 수행하면 '생태정보 및 서식지 모니터링 부족'에 개입할 수 있다(그림 9 참조).

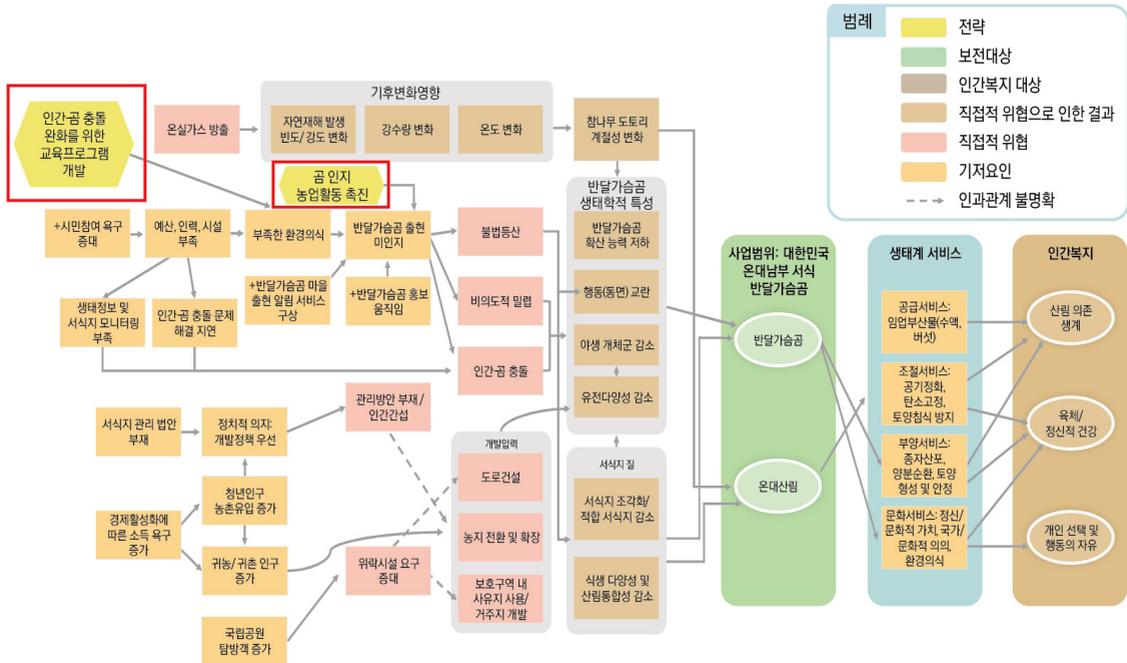


그림 9 '반달가슴곰 및 온대산림 보전'의 전략 개입점 설정 예시

* 출처: 이학봉 등(2020)

2.1.2.3. 전략의 사전검토

보전주체는 추진하려는 모든 전략의 필요성 및 현실성을 검토해야 한다. 또한 반드시 이를 보전계획서에 포함하여 이해관계자가 참고할 수 있도록 문서화해야 한다.

- 필요성
전략을 왜 수행해야 하는지 타당한 근거를 들어 상황모형과 함께 설명한다. 만약 이주 전략을 추진한다면 표 11과 같이 근거를 제시해야 하나 표 11에서 제시한 ‘이주를 후순위로 미뤄야 할 때’ 중 하나 이상에 해당하면 다른 보전 전략(예: 현존 개체군 보호, 위협요인 제거 조치 또는 동물원/식물원 등 서식지외 보전기관을 통한 보호·증식 등)을 고려해야 한다.
- 현실성
현 상황 또는 수준에서 생물학·생태학적, 사회적, 경제적 배경을 고려했을 때 실현 가능성이 있는지 설명한다.

이 지침서는 기본적으로 IUCN 재도입 및 기타 보전이주 가이드라인에 따라 현존 개체군 보전을 장려한다. 보전이주(conservation translocation)는 생물체를 의도적으로 방사·이식하는 보전방법 중 하나이나 많은 비용과 높은 위험성을 감수해야 한다. 게다가 이를 통해 보전 목적을 달성하기 어려운 경우도 많다. 따라서 종을 이주시키지 않고도 보전 목적을 달성할 수 있다면 ‘이주’ 외에 다른 전략을 추진해야 한다. 만약 추진하려는 전략이 보전이주의 범주(표 12 참조)에 포함된다면 필요성, 현실성뿐만 아니라 위험성도 검토해야 한다.

표 11 이주 전략의 필요성 작성 시 고려사항

이주를 최우선적으로 추진해야 할 때(1개 이상 해당 시)

- 야생에서 종이 절멸한 경우
- 종의 분포가 알려져 있으나 매우 소수의 개체만이 남아 있고, 전반적으로 개체군이 감소하는 경우
- 대안적 보전방법(예: 현존 개체군 보호, 위협요인 제거 또는 저감 조치 등)을 고려해 왔으나, 이에 대한 효용이 크지 않고 장기적인 관점에서 종의 생존이 불가능하다고 판단될 경우
- 서식지 파괴(예: 개발사업 등으로 인해), 침입종, 토지 전환, 기후변화 등 보호 조치만으로 관리가 힘든 위협요인으로 인해 종의 생존이 위태로운 경우

이주를 후순위로 미뤄야 할 때(1개 이상 해당 시)

- 이주 전략 추진이 현 서식지 보호의 당위성을 약화할 우려가 있는 경우
- 현재 서식지 또는 종에 가해지는 위협을 저감하거나 제거하려는 노력을 과거에 전혀 하지 않은 경우
- 적합서식지에 대한 이해가 선행되지 않거나 또는 현재 잠재 서식지를 찾지 못한 경우

표 12 IUCN(International Union for Conservation of Nature)* 보전이주 개념 정의

	분류	방법	정의
보전이주 (conservation translocation)	원서식지 범위 내 ; 개체군 복원 (population restoration)	재도입 (reintroduction)	원서식지 범위에서 어떤 종이 멸종 되었을 경우, 해당 서식지범위로 동종 개체(군)를 인위적으로 이동시켜 방사·이식하는 것을 의미한다. 재도입은 해당 지역에서 절멸된 보전대상종을 원서식지 범위 내에서 정착, 성장시키는 것을 목표로 한다.
		개체군보충 (reinforcement)	기존의 개체군에 동종 개체를 의도적으로 옮겨서 방사·이식하는 것을 의미한다. 개체군보충의 목적은 개체군 크기, 유전적 다양성을 증가시키거나, 특정한 개체군 통계적 집단이나 단계에 있는 개체를 양적으로 증가시키기 위해서 수행한다.
	원서식지 범위 외 ; 보전 도입 (conservation introduction)	인간보조 이주 (assisted colonization = assisted migration)	대상종의 멸종을 막기 위해 원서식지 밖의 지역으로 개체를 이동시키는 방법이다. 현 서식 지역-비서식 지역 간 이동 뿐만 아니라 인접한 지역으로 서식지 범위를 더 확대하는 것까지 포함한다. 불확실성이 높은 조치로 심도있는 위험성 평가가 요구된다.
		생태적 대체 (ecological replacement)	특정 종의 멸종으로 인해 상실된 생태적 기능을 보완하기 위해 멸종된 종의 아종, 근연종 등을 원서식지 범위 밖으로 방사·이식하는 방법이다.

* 출처: IUCN/SSC(2013)

표 12에서 이주 전략에 포함되는 ‘인간보조 이주’는 불확실성이 매우 높은 조치이므로 사전에 의사결정 과정이 필요하다. 인간보조 이주 여부는 그림 10의 의사결정 틀을 참고하여 결정할 수 있다. 이 의사결정 틀은 기후변화에 민감한 종의 인간보조 이주를 위한 것이다.

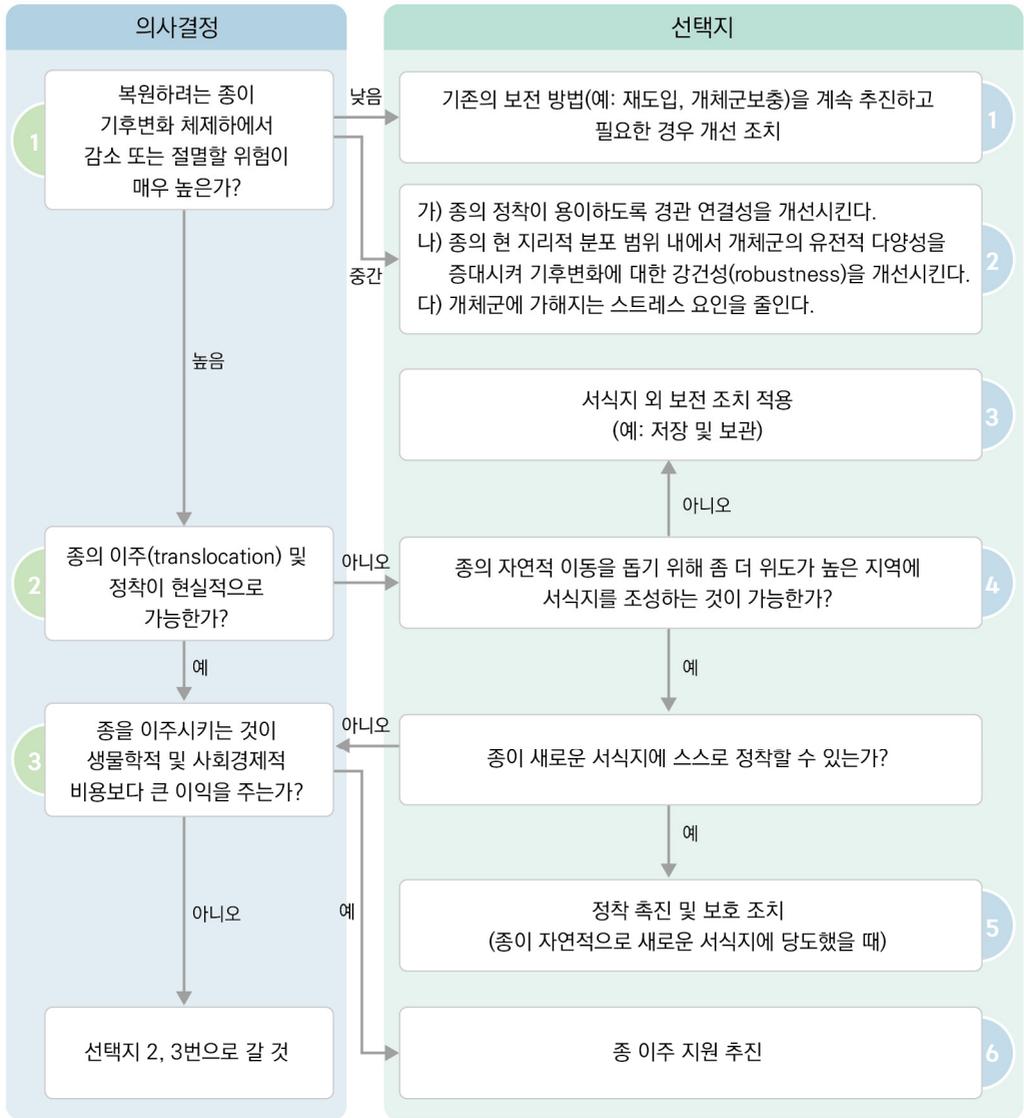


그림 10 멸종위기 야생생물의 인간보조 이주 조치 실행을 위한 의사결정 틀

* 출처: Hoegh-Guldberg et al.(2008)

- 위험성(이주 전략 추진 시에만 해당)

이주 전략 수립 시 방사 또는 이식으로 인해 발생할 수 있는 모든 영향 및 위험성을 사전에 인지하고 이를 나열해야 한다. 위험성은 표 13에 나타나 있는 핵심 질문을 참고하여 작성해야 한다.

표 13 이주 전략 수립 시 위험성 관련 필수 검토 항목 및 핵심 질문

검토 항목	핵심 질문
국가 간 이동 위험성	인접국 중 전파가 생태적, 환경적 피해를 초래할 수 있는가?
원개체군 영향	기존 서식지 범위 내에 방사 또는 이식할 경우 원개체군에 부정적인 영향을 미칠 수 있는가?
생태적 위험성	방사 또는 이식할 경우 해당 지역 내 서식하는 다른 종에 생태적으로 부정적인 영향을 미칠 수 있는가? / 생태계 기능 측면에서 부정적인 영향을 초래할 수 있는가?
질병 위험성	방사 또는 이식할 개체가 질병을 전파할 가능성이 있는가?
외래종 침입·유전적 탈출 위험성	방사 또는 이식 시 외래종 침입을 차단할 수 있는가?/ 방사 또는 이식할 지역에 동종 또는 근연종이 서식하여 유전적 잠식*(genetic swamping)의 우려가 있는가?
사회·경제·재정적 위험성	방사 또는 이식할 경우 주변 지역주민에게 제공되는 생태계서비스의 질을 저하시키지는 않는가?/ 주변 지역주민의 각종 권리를 침해하지는 않는가?/ 사업 규모가 너무 방대하여 재정적 지원이 중단될 가능성이 높지는 않은가?

* 유전적 잠식(genetic swamping): 개체 수가 적은 희귀종에서 관찰되는 현상으로 원개체군(즉, 희귀종)의 유전자형이 교잡형으로 대체되어 종의 멸종위험이 더 증가하는 현상. 개체군통계적 잠식(demographic swamping)이 개체군 절멸을 초래할 수 있는 반면, 유전적 잠식은 부모 유전자형(parental genotype)의 절멸(즉, 유전체 절멸)을 초래할 수 있다(그러나 대립유전자 자체의 소실을 초래하지는 않는다)(Wolf et al., 2001; Todesco et al., 2016 참조).

2.1.3. 전략예측모형 작성

보전주체가 중간 기착지 없이 전략을 추진한다면 목적 달성 이전에 방향성을 상실할 우려가 있다. 전략예측모형(results chain)은 보전주체가 각 전략의 성과를 도출할 수 있도록 도와주는 논리적 틀로서, 전략 추진 과정 중 예상되는 결과물을 논리적으로 연결하여 보전전략의 방향성을 잃지 않도록 도와주는 도구이다. 전략예측모형은 전략의 청사진이자, 가용한 정보를 토대로 만들어진 정제된 가설(hypothesis)이다. 따라서 전략 추진 시에는 항상 전략예측모형과 실제 업무 진행 상황을 비교해야 하며, 필요하다면 조사 및 점검을 통해 가설을 토대로 만들어진 모형과 실제 결과물 사이의 간극을 좁힐 수 있는 노력을 병행해야 한다. 전략예측모형 작성 단계에서는 각 전략에 대한 구체적 목표를 수립하게 된다. 따라서 이 단계는 계획 수립 단계에서 가장 중요한 부분을 차지한다.

전략예측모형은 상황모형을 기반으로 작성할 수 있다. 상황모형에서 전략의 개입점이 특정 기저요인(즉, 간접적 위협 또는 기회)이라면 그림 11과 같이 작성할 수 있다. 기저요인이 출발점이라면 보전대상에 가해지는 간접적 위협과 직접적 위협을 저감 또는 제거하는 중간 결과물을 제시하고, 각 중간결과물에 상응하는 목표(objective)를 제시한다. 목표는 궁극적으로 보전 목적을 달성하기 위한 선결 조건을 제시한 것으로, 이 또한 목적선언문을 작성할 때와 같이 스마트(SMART) 원칙에 따라 기술되어야 한다.

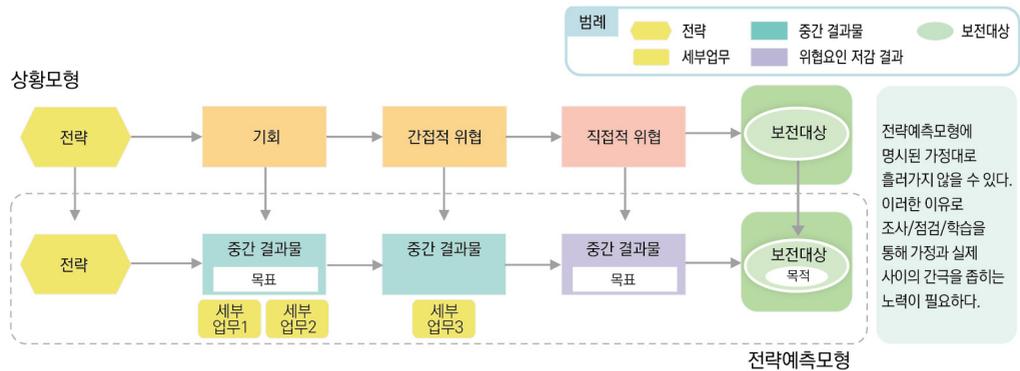


그림 11 전략예측모형 예시(기저요인이 전략 개입점인 경우)

반면, '이주 전략'을 추진할 때는 각 중간결과물에 다음 내용을 반드시 포함해야 하며(관련 목표 설정 방법은 53쪽 참조), 중간결과물 도출을 위한 복수의 목표를 수립해야 한다.

- 시작개체군 확보 및 방사·이식지 선정 완료
- 방사·이식 개체 및 서식지 사전 조치 완료
- 방사·이식 설계(개체군 및 서식지) 완료
- 방사·이식 완료
- 사후 관리(개체군 및 서식지) 완료

그림 12는 '친환경 목재수확 인증제 도입(Conservation Measures Partnership, 2020)' 전략에 대한 전략예측모형이다. 이 모형을 통해 각각의 중간결과물이 '무분별한 벌채 감소'와 같은 위협 저감 결과에 기여하여 궁극적으로 열대림 핵심생태특성의 긍정적 상태변화를 동반함을 알 수 있다.

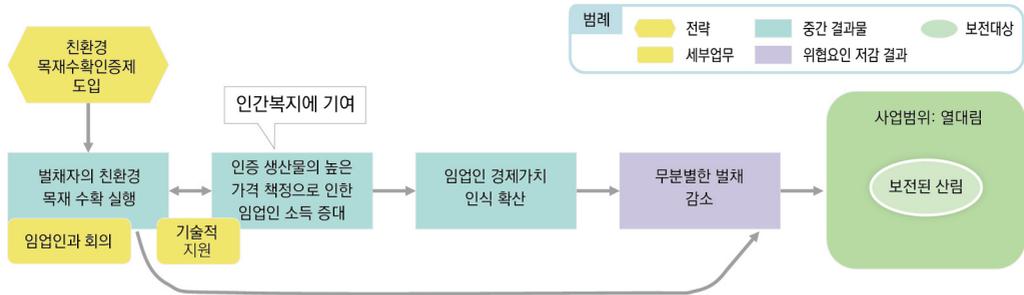


그림 12 열대림 보전을 위한 '친환경 목재수확 인증제' 도입의 전략예측모형

* 출처: Conservation Measures Partnership(2020)

2.2 ▶ 점검계획 수립

이 단계에서는 사업의 목적, 목표, 세부업무를 달성 또는 이행했는지 점검하는 계획을 수립한다. 점검계획 수립의 목적은 목적, 목표, 세부업무의 이행 상황을 파악하여 전략예측모형을 수정하고 궁극적으로 사업의 목적을 달성하는 데 있다. 점검계획에는 다음과 같이 이해관계자가 중요하게 생각하는 정보를 반드시 포함해야 한다.

- 사업의 목적 및 목표
- 목적과 목표 달성을 확인할 수 있는 지표(indicator)
- 지표 측정 방법 등 상세계획
- 점검 기한

위와 같은 사항을 점검계획에 제시한다면 이해관계자가 사업의 진행 상황을 신속히 파악할 수 있다.

2.2.1. 점검 지표 설정

점검계획 수립에서 가장 중요한 것은 사업의 목적(즉, 핵심생태특성)과 목표를 달성했는지 평가할 수 있는 핵심 지표(indicator)를 선정하는 일이다. 좋은 지표의 조건은 다음과 같다.

- 측정가능성(measurable): 정량적 또는 정성적으로 측정 가능한 지표이어야 함
- 정밀성(precise): 측정 대상과 방법이 분명하여 누구나 동일하게 측정할 수 있어야 함
- 일관성(consistent): 시간에 따라 변하지 않고 항상 동일한 대상을 측정할 수 있어야 함
- 민감성(sensitive): 작은 변화에 민감하게 반응할 수 있어야 함

2.2.2. 지표 측정 방법 등 상세계획 수립

지표를 측정하기 위해서는 측정 방법 등 상세계획을 제시해야 한다. 지표 측정 방법은 다음과 같은 기준을 충족해야 한다.

- 정확성(accurate): 측정 방법에 오차가 없어야 함
- 신뢰성(reliable): 반복 측정해도 동일한 결과가 나와야 함
- 비용절감성(cost-effective): 측정에 과도하게 많은 비용을 지출하지 않아야 함
- 실현가능성(feasible): 사업을 수행하는 팀원이 측정할 수 있어야 함
- 적절성(appropriate): 사회·문화적, 생물학적 기준에서 용인할 수 있어야 함

지표 측정 방법을 설정한 후에는 측정 기한을 반드시 설정해야 한다.

2.2.3. 점검계획표 작성

점검 지표와 이에 대한 측정 방법을 설정했다면 보전주체 및 이해관계자가 한눈에 알아볼 수 있게 다음과 같이 표로 정리해야 한다(표 14 참조).

표 14 점검계획표 예시(나도풍란)

점검 유형	점검사항	관련지표	지표 측정 방법	담당자	기한
전략1*: 목적1	대체서식지 5곳에 나도풍란 이식 후 2027년까지 평균 밀도 20% 증가	◦개체 밀도(개체 수/m ²)	부록 1 참조	XXX	2027년 3월까지
전략1: 목표1	2021년까지 나도풍란 인공증식을 통한 영양단계 개체를 3,000개 이상 확보	◦인공증식 개체 수	부록 1 참조	XXX	2021년 5월
전략1: 목표2	2022년까지 나도풍란 이식 적합서식지 5곳 이상 선정	◦적합서식지 선정(5곳) 여부 ◦적합서식지의 생물·환경 특성 조사 및 분석 여부	부록 1 참조	XXX	2022년 9월까지

점검 유형	점검사항	관련지표	지표 측정 방법	담당자	기한
전략1: 목표3	2022년까지 이식할 서식지 환경과 유사한 인공증식 환경 조성 후 생존율 90% 달성	◦ 인공증식 개체 생존율	부록 1 참조	XXX	2022년 12월까지
전략1: 목표4	2022년까지 이식할 서식지 내 위험요인 식별	◦ 서식지 내 위험요인 확인 여부	부록 1 참조	XXX	2022년 12월까지
전략1: 목표5	2023년까지 이식 개체군 크기 설정	◦ 최소존속개체군(MVP) 산정 여부	부록 1 참조	XXX	2023년 2월
전략1: 목표6	2024년까지 이식 완료	◦ 이식 완료 여부	부록 1 참조	XXX	2024년 8월
전략1: 목표7	2025년까지 나도풍란 개체군 및 서식지 사후 관리 완료	◦ 개체군 및 서식지 최종 모니터링 및 문제점 완화 조치 여부	부록 1 참조	XXX	2025년 1월
전략1: 목표8	2025년까지 서식지 5곳에 나도풍란 이식 개체 90% 활착	◦ 활착 개체 수	부록 1 참조	XXX	2025년 12월까지
전략1: 목표9	2026년까지 서식지 5곳에 자연결실 개체 10% 이상 도달	◦ 자연결실 개체 수/ 전체 개체 수/ 서식지	부록 1 참조	XXX	2026년 10월까지
전략1: 불확실성 해결**	9가지 목표 달성이 궁극적으로 나도풍란 생존에 도움이 되었는가?	◦ 9가지 목표 달성 여부 ◦ 목적 지표 달성 여부	부록 1 참조	XXX	2027년 까지
	나도풍란 생존에 영향을 미치는 다른 중요한 요인을 놓치지 않는가?	◦ 기타 나도풍란 생존 관련 요인 식별 여부	부록 1 참조	XXX	2026년 12월까지

* 전략1: '나도풍란 이주'

** 생태계 또는 관리적 차원에서 발생하는 불확실성을 해결하여 보전 목적 달성에 근접하기 위해 추가로 필요한 점검 항목

2.3 ▶ 운영계획 수립

이 단계에서는 사업에 필요한 인력과 예산을 적절하게 배분하고 위험요소를 사전에 파악하는 운영계획을 수립한다. 운영계획은 전략을 기본 단위로 하며, 이를 수립할 때는 다음과 같은 사항을 필수적으로 포함해야 한다.

- 전략별 추진 기간
- 전략별 소요예산
- 기대효과
- 필요 기술
- 위험요소(예: 팀원 부서 이동, 역량부족, 기상악화, 정치적 불안정 등)
- 출구전략(exit strategy)

사업의 운영계획에는 반드시 출구전략을 포함해야 한다. 출구전략은 사업을 종료할 합리적인 기준 또는 근거를 마련하는 일이다. 출구전략은 다음과 같은 사업 시나리오를 참조하여 마련할 수 있다(그림 13 참조).

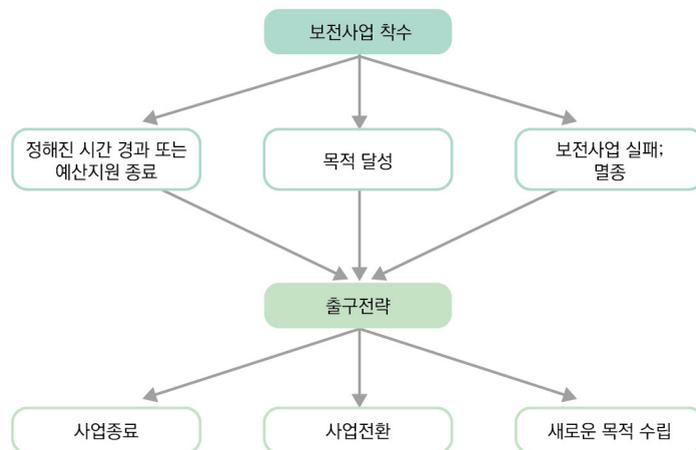


그림 13 출구전략 수립을 위한 사업 시나리오

* 출처: Ruiz-Miranda et al.(2020) 변형

운영계획표는 다음과 같이 작성한다(표 15 참조).

표 15 운영계획표 예시

전략명/ 추진기간	소요예산 (천만원)	기대 효과	필요 기술	위험요소	출구전략
황새 재도입/ 2021.3.~2026.3.	100	(보전 목적 제시)	GIS 개체군 유전 방사 인공증식	전기시설로 인한 폐사율 증가	1) 예산 지원 조기 종료 또는 목적 지표 미달성 시 방사 활동을 중단하고 서식지 위협요인 저감 또는 제거 사업 착수 2) 보전 목적 달성 시 새로운 보전 목적 수립(즉, 기존 지표와는 다른 새로운 핵심생태특성 지표 설정)
황새 보전협의체 구성 및 운영/ 2021.3.~2024.3.	10	(보전 목적 제시)	일정조율 장소섭외 상호협력	이해관계자 간 갈등 형성	3) 이해관계자 간 갈등으로 인한 사업중단 시 새로운 이해관계자 구성 및 관련 교육 추진

2.4 보전계획서 초안 검토

보전계획서의 모든 구성요소를 작성했다면 이에 대한 검토를 공개적으로 의뢰해야 한다. 이 절차를 통해 추진하려는 사업의 승인/거절/수정·보완에 대한 결정을 내릴 수 있다. 보전계획서 초안의 검토는 다음과 같은 순서로 진행된다(그림 14 참조).



그림 14 보전계획서 초안 검토 절차

먼저 보전주체가 보전계획서 초안을 보전·복원 지침서에 따라 작성하면 심사위원은 1차적으로 형식과 절차를 검토한다. 이때 보전계획서가 형식·절차상 충분한 요건(예: 목적, 목표, 점검계획 등)을 갖췄는지를 심사한다. 이 단계를 통과하면 보전전략의 타당성, 위험성 등 구체적 내용을 검토한다. 심사위원은 보전계획서 검토 후 질의 또는 의견을 작성하여 보전주체에게 전달한다. 보전주체가 외부 전문가 질의·의견서에 충분히 답변한 이후에는 수정·보완한 계획서를 사업에 관여하는 모든 이해관계자에게 배포해야 한다. 1차 초안검토 단계에서 보전계획서가 적절한 형식을 갖추지 못했을 때는 이를 수정해서 다시 제출해야 하며, 최종 답변서 제출 시 충분한 타당성을 갖추지 못했을 때는 검토자가 검토를 거절할 수 있다.

3 실행 단계

사업의 실행 단계에서는 인간의 간섭과 자연변형을 수반하는 이주 전략과 그 밖의 전략 실행 시 필수적으로 고려해야 할 사항을 다룬다. 이 단계에서는 이주 전략과 같이 위험성이 높아서 다른 보전주체들의 과거 경험이 중요시되는 경우, 증거중심 원칙에 기반하여 ‘실패확률을 줄여줄 수 있는’ 필수 절차를 설명할 것이다. 이주 전략을 제외한 나머지 전략을 수행할 예정이라면 전략은 자유롭게 수행하되 사업 관리에 필요한 사항만 참고하면 된다.

3.1. 이주 전략 실행

- 3.1.1. 시작개체군 확보 및 방사·이식지 선정
- 3.1.2. 방사·이식 개체 및 서식지 사전 조치
- 3.1.3. 방사·이식 설계(개체군 및 서식지)
- 3.1.4. 방사·이식
- 3.1.5. 사후 관리(개체군 및 서식지)

3.2. 사업 관리

- 3.2.1. 업무목록표 작성
- 3.2.2. 업무수행 상황표 작성
- 3.2.3. 점검자료 작성

3.1 이주 전략 실행

최근 들어 보전(conservation)과 복원(restoration)의 개념 간 경계가 허물어지고 있다. 보전과학의 이론은 역사가 짧은 만큼 불완전하다. 복원이라는 실험적 과정과 모니터링을 통해 우리는 보전과학 이론을 견고하게 정립하고, 또 이렇게 정립한 이론을 다시 새로운 복원 활동에 적용할 수 있다. 따라서 급변하는 환경에 대응하여 생물다양성을 보전하기 위해서는 보전과 복원을 상호보완적인 관계로 받아들여야 한다는 의견이 대체로 우세하다(Wiens and Hobbs, 2015; Volis, 2019).

이주 전략은 멸종위기종의 낮은 개체군 활력을 높이고, 이들에 가해지는 위협을 감소시키기 위해 개체군을 원서식지 내(재도입 및 개체군보충)·외(인간보조 이주 및 생태적 대체)로 이주시키는 전략이다. 이 전략은 개체군과 서식지(원서식지 또는 이입 서식지)에 대한 충분한 정보를 바탕으로 수행되어야 한다.

그러나 많은 복원사업이 그러하듯이 멸종위기종 이주의 성공사례는 찾기 힘들다. 실제로 Bubac et al.(2019)에 따르면 지난 2005~2016년 사이에 보고된 이주 관련 논문을 분석한 결과, 거의 대부분의 사업에서 방사·이식 후 4년 이내에 개체 수 감소가 확인되었고, 지난 수십 년간 이주 성공률은 답보 상태에 머물러 있다. 이는 알려진 보전이론과 이주 실행 사이에 지식 간극과 불확실성이 존재하기 때문이다. 이 밖에도 예산, 인력 등의 문제로 방사·이식 사후 관리를 지속적으로 추진하지 못한 점도 이주 실패의 원인이 되었다. 또 비록 드물지만 멸종위기종의 방사·이식이 주변 생태계를 구성하는 다양한 종들의 생태적, 유전적 위협을 초래한 경우도 있었다.

이처럼 이주 전략의 성공은 태생적으로 갖고 있는 총체적 불확실성의 해결 여부에 달려 있다. 총체적 불확실성을 줄이기 위해서는 먼저 사업 전반에 걸쳐 수정관리를 적용해서 목적과 목표 달성을 방해하는 요소가 무엇인지 탐색하는 점검활동을 꾸준히 수행해야 한다. Novak et al.(2021)은 미국에서 지난 100년 동안 이루어진 이주 사례를 통해 잘 짜여진 계획과 업무 지침서가 불확실성을 충분히 통제할 수 있음을 보여줬고, 실제로 심각한 생태적 문제를 사전에 방지할 수 있음을 확인했다.

그림 15는 위와 같은 배경을 통해 개발한 이주 추진 절차이다. 이 절차는 이주 전략을 수행한 경험이 있는 전문가 집단이 공통적으로 필요하다고 생각하는 절차를 개체군, 서식지로 나누어 나열한 것이다.

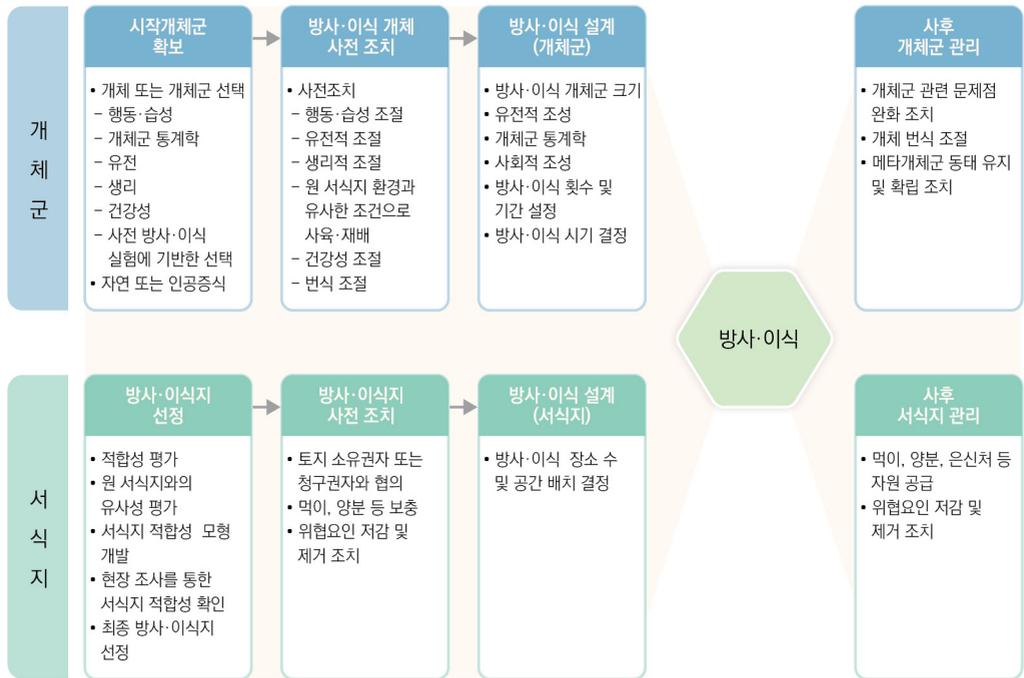


그림 15 이주 전략 추진 절차 및 관련 세부 조치

* 출처: Baston et al.(2015) 변형

이주 전략은 그림 15와 같이 개체군 측면에서는 시작개체군 확보→방사·이식 개체 사전 조치→방사·이식 설계→방사·이식→사후 개체군 관리 순으로, 서식지 측면에서는 방사·이식지 선정→방사·이식지 사전 조치→방사·이식 설계→방사·이식→사후 서식지 관리 순으로 진행된다. 각 단계에는 세부적인 조치들이 나열되어 있다. 세부 조치의 실행은 보전주체 및 이해관계자의 판단에 따라 자유롭게 이루어질 수 있으나(개체군 선택 기준 추가 가능) 큰 틀의 절차는 가능한 한 따르는 것이 좋다. 앞서 설명했듯이(43쪽 참조), 그림 15의 각 단계는 전략예측모형의 목표를 수립할 때 참조할 수 있으며, 단계별 조치는 상황에 맞게 자유롭게 수행하되, 반드시 목표 달성을 측정할 수 있는 점검 지표를 설정해야 한다.

그림 15에 나타난 사후 개체군 및 서식지 관리는 방사·이식 후에 이루어지는 통상적인 모니터링(즉, 연구 모니터링)과는 다른 개념이다. 사후 개체군·서식지 관리는 방사·이식 후 개체군의 적응도와 서식지 내 자원의 양을 적절한 수준으로 끌어올리고, 서식지에 새롭게 발생한 위협요소를 저감 또는 제거하는 조치라고 볼 수 있다.

3.1.1. 시작개체군 확보 및 방사·이식지 선정

● 시작개체군 확보

종 복원에 필요한 시작개체군을 확보하기 위해서는 표본 자료, 문헌조사, 현지조사, 유전자 분석 등을 통해 개체 또는 개체군을(야생 또는 사육·재배 시설로부터) 도입해야 한다. 도입 후에는 자연교배* 또는 인공증식**을 통해 시작개체군을 확보할 수 있다. 만약 국내의 야생 또는 사육·재배 시설에서 개체 또는 개체군을 확보하기 어려울 경우, 국외 도입을 고려할 수 있으며 이 경우에는 유전학적·계통학적 특성, 이송 스트레스, 검역, 이력·사육관리(도입형태, 도입번호, 도입일, 도입수량 등) 등을 면밀하게 검토해야 한다. 만약 재도입을 고려하고 있다면 원개체군(즉, source population)의 생존가능성도 함께 검토되어야 하며, 복원 시행 이후에도 해당 개체군에 대한 모니터링이 별도로 필요하다.

* 자연교배: 생물 자체의 고유 본능 또는 특성에 따라 서식지와 비슷한 방사장 또는 재배시설에서 암수가 짝을 형성하게 하거나 수분(pollination)이 이루어지도록 하여 다음 세대를 만드는 방법

** 인공증식: 생식세포 및 체세포 등을 이용하여 인공수정, 인공부화, 조직배양 등의 행위로 개체 증식을 유도하는 방법

시작개체군 확보를 위해 멸종위기종을 포획·채취하여 인공증식 또는 사육·재배할 경우에는 공통적으로 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」, 「멸종위기 야생생물의 인공증식에 관한 규정」을, 동물(예: 포유류, 조류, 파충류, 양서류, 어류)에 한해서는 「동물보호법」을 준수해야 한다. 시작개체군 확보를 위한 개체 또는 개체군 선택 방법에는 표 16과 같이 총 6가지가 있다.

표 16 시작개체군 확보를 위한 개체 또는 개체군 선택 기준 및 예시

개체군 선택 기준	개체 또는 개체군 선택 예시
행동·습성	예) 다소 겁이 없고 모험심이 강한 개체를 선택
개체군통계	예) 특정 성, 연령, 번식 상태의 개체 또는 개체군을 선택
유전	예) 이형접합성 또는 유전적 분화 정도를 고려하여 개체 또는 개체군을 선택
생리	예) 비교적 낮은 체질량을 가지거나 또는 건조에 강한 개체를 선택
건강성	예) 면역반응이 우수한 개체 또는 해충저항성이 강한 개체를 선택
사전 방사·이식 실험	예1) 출처(사육 또는 재배 vs. 야생)별 방사·이식 실험 후 적합 개체 선택 예2) 양육조건[인간이 사육 vs. 교차양육(cross-fostered)]별 방사·이식 실험 후 적합 개체 선택 예3) 소규모 사전 방사·이식으로 포식자(predator) 또는 병해충을 경험한 개체 중 적합한 개체 선택

시작개체군 확보 시 분류군별 고려사항

- 포획·채취 시 고려사항
 - (동물) 종별 생활사와 유전적 특성에 따라 포획대상(유체, 아성체, 성체 등)을 선정해야 함
 - (동물) 알은 포획·운송의 측면에서 편리할 수 있으나 실제 번식에서는 암수 성체 필요
 - (동물) 만약 사회적 군집을 형성할 경우, 여왕 등 번식체 포획 필요
 - (동물) 복원대상종이 토양 등 일정 공간에 집을 형성할 경우, 집 자체를 포획·이입하는 것도 가능
 - (식물) 종자를 통해 수집하되, 광범위한 유전적 변이를 포함할 수 있는 강도 높은 종자 수집이 주는 이익과 현존 개체군이 이로부터 받을 수 있는 부정적 영향을 모두 따져보아야 함
 - (식물) 채취하려고 하는 개체가 속한 개체군의 교배체제(mating systems)를 파악하여야 함(개체군마다 서로 다른 교배체제를 가지는 종이 종종 있음)
 - * 교배체제: 개체군 내 자가수정률(selfing rate)과 타가수정률(outcrossing rate)을 지칭
- 교배·증식 시 고려사항
 - (동물) 가계도를 조사하여 동일 부모 자손끼리 짝을 형성함으로써 유전적 다양성의 손실 방지
 - (식물) 인공증식 시 다른 개체와의 교배(타가수분)를 통해 유전적 다양성을 보전하려는 시도 필요
- 사육·재배 시 고려사항
 - (동물) 먹이종류, 신선도, 공급량 및 영양제 공급 등 균형 있는 영양 급여를 위한 관리 방안 마련
 - (동물) 먹이 섭취량 등의 개체 행동을 매일 수시로 관찰하여 건강 상태를 점검하는 등 건강관리
 - (동물) 사육 개체의 건강성 유지를 위해 사육 시설 청결, 사육장 배수, 소독 등 위생관리에 주의
 - (동물) 동물복지 등의 문제가 없는지 확인
 - (동물) 서식반경에 따라 사육시설 규모 및 동일 공간 내 사육 가능 개체 수에 차이가 있음
 - (식물) 식물의 대량증식을 위해서는 병충해의 피해 대비 방안 필요
 - (식물) 관수, 환기, 온도관리 등 증식을 위한 종별 재배관리 방법 필요
- 선제보전전략(head-starting)* 시행(조류·양서파충류 해당)
 - 인공부화, 인공육추와 같은 선제적 보전전략을 통해 야생에서 어린 개체의 사망률을 낮출 수 있음. 이 방법은 보통 알을 수거하여 인공부화하거나 야생에서 부화한 지 얼마 안 된 어린 개체를 증식하여 실행
 - 거북류 등 성장이 느린 종의 경우, 선제보전전략에만 상당한 기간이 소요되므로 자체 증식보다는 이미 서식지외 보전기관에서 사육한 개체를 단기 사육·이송 후 방사
 - * 선제보전전략: 알은 포식이나 도난의 위험이 높으므로 이를 피할 수 있는 크기가 될 때까지 부화·사육
- 생태형·표현형 및 유전적 특성 고려(어류·무척추동물류·식물 해당)
 - 어류, 무척추동물, 식물은 이동성이나 분포영역이 비교적 한정적이므로 각기 특이한 생태형·표현형 및 유전적 특성을 나타낼 수 있음
 - 이들 분류군은 인접한 지역이라도 지역 간 단절로 인해 생태형·표현형에 큰 차이를 보임
 - 따라서 다양한 지역 또는 한 지역에서 포획·채취할 경우 발생 가능한 환경적응력과 유전적 특성 차이에 대한 검토 필요

- 방사·이식지 선정

멸종위기종 방사·이식지 선정 시에는 적합성(자원가용성, 위협 수준, 기후, 물리적 특성, 접근성 등)과 유사성(원 서식지와) 등을 평가한다. 종 분포자료와 서식지 속성 정보(예: 온도, 지형, 습도 등)를 수집했다면 서식지적합성모형*(HSM: Habitat Suitability Modelling)을 이용하여 일차적으로 적합 서식지 범위 설정과 관련한 의사결정을 할 수 있다. 서식지적합성모형 개발을 통해 잠재 서식지 범위를 식별했다면 서식지 적합성 체크리스트(표 17 참조)를 이용하여 잠재 서식지 범위 내 지역에 대한 현장조사를 수행하고, 이를 통해 방사·이식에 적합한 서식지를 최종적으로 선정해야 한다.

* 서식지적합성모형[‘중분포모형(spatial distribution model)’, ‘생태적 지위모형(ecological niche model)’으로도 불림]: 종의 출현 정보, 출현 유무 정보, 수도(abundance) 등과 서식지 속성 간의 관계를 설명하는 모형으로 과거 또는 현재의 분포 정보를 기반으로 종이 살기에 적합한 서식지의 범위를 지도에 투영하는 널리 알려진 통계적 방법이다(Thuiller and Münkemüller, 2010). 서식지적합성모형은 미래의 종 분포지역을 정확히 예측하는 것이 아니라 서식지에 대한 적합성 지수(habitat suitability index; 0에서 1까지의 값을 가짐)를 최종적으로 산출하여 지도에 표현하는 것을 목적으로 한다. 종 보전 측면에서 서식지적합성모형 개발은 이주 전략을 추진할 때 방사·이식 적합서식지 선정과 관련한 의사결정에 도움을 줄 수 있다. 종의 출현 정보 또는 출현 유무 정보에 기반하여 서식지적합성모형을 개발하는 프로그램 또는 패키지는 MAXENT(Phillips et al., 2006), BIOCLIM(Busby, 1991), ANUCLIM(Busby, 1991), BIOMAPPER(Hirzel et al., 2002), BIOMOD(Thuiller, 2003; Thuiller et al., 2009), DIVA(Hijmans et al., 2001), DOMAIN(Carpenter et al., 1993), GARP(Stockwell and Peters, 1999), GDM(Ferrier et al., 2007), GRASP(Lehmann et al., 2003), HABITAT MODEL(Bonneville Power Administration, 2011), MODECO(Guo and Liu, 2010), OPEN MODELLER(Sutton et al., 2007), SPECIES(Pearson et al., 2002), WHYWHERE(David and Stockwell, 2006)가 있다. 종 출현 정보가 없는 경우, 전문가 의견에 기초한 분석적 계층화법(AHP: Analytical Hierarchy Process)을 이용할 수 있다.

표 17 현장조사 시 서식지 적합성 체크리스트*

순번	서식지 적합성 관련 질문	체크	
		예	아니오
1	서식지 및 경관이 미래 생태계 변화 양상을 고려할 때 적합한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	방사·이식 전 서식지에 대한 대규모의 사전 조치가 필요하지 않은가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	은신처, 먹이, 물 등의 자원이 충분한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	서식지의 미기후 및 미기상이 적합한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	서식지 내 또는 인접한 지역 내에서 위협요인이 발견되지 않았는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	서식지에 소유권을 행사하는 사람이 없는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	방사·이식 및 모니터링을 하는데 있어 서식지의 접근성이 적절한 수준인가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	방사·이식 종과 상리공생하는 종이 있는가?(해당 사항이 없다면 무시)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	방사·이식한 개체가 다른 생물종, 인명, 재산에 피해를 입힐 가능성은 없는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 만약 부적합 요소가 있지만 부득이한 사정으로 시급히 서식지를 선정해야 한다면 '방사·이식지 사전 조치(예: 토지 소유권자와 협의, 위협 요인 저감 또는 제거, 먹이·양분 및 상리공생종 도입 등)'를 적용해야 한다. 그러나 통상 이러한 조치는 시간, 인력, 예산이 추가로 발생 하므로 원서식지가 적합하고 적합서식지 범위가 넓은 종의 경우에는 잠재 서식지 범위 내에서 현장조사를 통해 최적의 서식지를 탐색하는 것을 권장한다.

방사·이식지 선정 시 고려사항

- (물리적 환경 외 변수 고려) 대체로 많은 보전실무자들은 서식지적합성모형을 개발할 때 생물학적 상호작용(예: 포식, 상리공생, 편리공생, 기생, 경쟁 등), 서식지 동태, 종의 행동 동태, 통계적 오류를 간과한다. 그러나 이들 요소는 경우에 따라서 특정 종의 서식지 선정과 관련한 의사결정시 필수적인 고려사항이 될 수 있다. 따라서 서식지적합성모형 개발로 잠재적인 방사·이식지 범위를 정하고, 현장 조사를 통해 물리적 환경 외 특성을 조사하여 최적의 서식지를 선정해야 한다.
- (기후변화에 따른 종 분포 변화 예측) 종 분포자료와 서식지 속성 간 관계를 파악하기에는 단일 모형으로도 충분하지만, 미래 기후변화에 따른 종 분포 변화를 예측하기 위해서는 복수의 모형을 개발하여 이로부터 적합서식지를 추정하는 일명 'ensemble modelling' 방법을 적용할 수 있다. 이 방법은 종 분포 예측을 입증할 자료가 부족할 경우에도 적용할 수 있다.
- (원서식지가 부적합하거나 또는 소실된 종) 어떤 종의 경우 원서식지의 위협요소(예: 주로 되돌릴 수 없는 위협)가 너무 많거나 그 수준이 심각해서 살아가기에 적합하지 못할 수 있다. 이때는 서식지적합성모형을 통한 적합서식지 탐색이 어려울 수 있다. 이러한 경우에는 인공적으로 서식지를 조성하거나 또는 교란지역(예: 산불지역 등) 또는 원서식지 범위 밖의 지역을 후보 적합서식지로 선정할 수 있다.
- (복수의 방사·이식 지역 선정) 시작개체군의 크기에 따라 방사·이식할 서식지의 수는 달라질 수 있으나, 가능한 한 많은 적합서식지를 선정하면 천재지변으로 인한 개체군 붕괴의 위험을 줄일 수 있다.

3.1.2. 방사·이식 개체 및 서식지 사전 조치

- 방사·이식 개체 사전 조치

개체 또는 개체군의 생존율을 높이기 위해서는 행동·습성, 유전적 특성, 생리적 특성 등을 의도적으로 조절할 필요가 있다. 또한 방사·이식할 서식지와 유사한 환경 조건을 사육·재배 시 미리 조성하여 개체 또는 개체군의 빠른 적응을 돕는 조치가 필요할 수 있다. 이와 같은 조치는 개체 또는 개체군의 재배·사육 시 수행한다(방사·이식할 지역 또는 인근 지역이 아닌 사육·재배 시설). 방사·이식 전에는 사육·재배 시설에서 질병 감염이 이루어지지 않았는지 재확인해야 하며, 필요하다면 예방주사를 접종하거나 질병 감염 개체를 격리하는 조치를 취해야 한다.

- 방사·이식지 사전 조치

개체 또는 개체군을 방사·이식하기 이전에 대상 서식지에 대한 소유권 또는 청구권을 가진 사람 또는 기관이 있다면 충분히 협의해야 한다. 또한 상황에 따라서 서식지 내에 종의 생존을 위한 먹이, 양분, 정착 시설, 은신처, 상리공생종 등의 자원 공급이나 서식지 내 외래생물 또는 포식자 접근을 억제하는 등 위협요인 제거 조치를 취할 수 있다.

3.1.3. 방사·이식 설계(개체군 및 서식지)

- 방사·이식 설계(개체군)

이 단계에서는 방사·이식할 개체 또는 개체군 크기(population size), 유전적 조성, 개체군통계적(demographic) 조성(예: 연령구조 등), 사회적(social) 조성을 설계하고, 방사·이식 횟수, 기간, 시기를 결정한다.

- 개체군 크기

총 방사·이식 개체군의 크기는 앞서 보전대상 기초 정보 수집 및 분석 단계에서 수행한 개체군생존분석 결과(예: 최소존속개체군 크기)에 기초하여 결정한다.

- 유전적 조성

개체군의 유전적 다양성을 최대한 높이기 위해서는 각기 다른 개체군 기원을 가진 증식 개체들을 순차적으로 방사·이식하는 계획을 수립할 수 있다. 단, 개체군이 원서식지에 남아 있고, 자연교배 또는 인공증식한 개체를 원서식지에 보충하는 ‘개체군보충(표 12 참조)’ 시에는 유전적 잡식을 방지하기 위해 유전적 거리가 멀지 않은 개체(비교적 적은 수의 개체)를 방사·이식하는 것이 좋다.

- 개체군통계적·사회적 조성
개체 또는 개체군을 방사·이식할 때는 이들의 연령, 성비 등(즉, 개체군통계학적 구성)과 관련한 계획도 필요에 따라 수립할 수 있다. 사회성을 가진 동물의 경우 친밀도 등 사회구조(social structure)가 개체군 성장률, 유전자 흐름 등에 영향을 줄 수 있으므로(예: Strier, 1997) 이를 고려한 설계가 필요하다.
- 방사·이식 횟수, 기간, 시기 결정
방사·이식 횟수, 기간, 시기는 이주 성공에 중요한 요소이므로 필수적으로 설계해야 한다. 분류군에 따라 오랜 기간을 두고 점진적으로 방사·이식하는 방법이 필요할 수도 있다.
- 방사·이식 설계(서식지)
방사·이식을 위한 서식지 측면의 설계는 주로 방사·이식 장소 수, 공간 배치와 관련된 내용을 포함해야 한다. 메타개체군(metapopulation) 형성을 위한 적절한 공간 배치 계획은 이 단계에서 이루어진다.

3.1.4. 방사·이식

상기의 모든 절차를 완료했다면 이제 방사·이식을 실행으로 옮겨야 한다. 이 단계에서는 개체군 및 서식지에 대한 사전 조치와 설계를 기반으로 시간과 인력을 적절히 배분하여 방사·이식을 실행한다. 이때, 특정 분류군(예: 동물)의 경우 방사·이식할 서식지에 대한 사전 적응이 필요하다면 연방사(soft-release) 조치를, 그렇지 않다면 경방사(hard-release) 조치를 취할 수 있다. 연방사는 순차적으로 개체를 방사하는 방법이며 방사지역 내 개체의 사전 적응 훈련과 사후 먹이 공급 등을 포함한다. 경방사는 특별한 사전 적응 훈련 및 사후 먹이 공급 없이 개체를 방사하는 방법을 의미한다.

3.1.5. 사후 관리(개체군 및 서식지)

개체군 및 서식지에 대한 사후 관리는 멸종위기 야생생물의 방사·이식에서 매우 중요한 단계이다. 대체로 많은 복원사업에서 개체군의 생존률 감소는 방사·이식 사후관리 실패에서 비롯된다. 이 단계는 방사·이식한 개체가 서식지에 적응·정착할 수 있도록 돕는 여러 조치를 포함한다.

- 사후 개체군 관리

방사·이식 후에는 보통 개체군과 관련한 여러 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, 부적응, 질병, 번식 실패, 개체 간 경쟁으로 인한 성장저하 등은 사전에 조치를 취했음에도 예상치 못한 결과를 가져와 개체군의 존속을 방해할 수 있다. 이러한 경우 사후 관리를 통해 관련 조치를 신속하게 취할 수 있다.

- 사후 서식지 관리

방사·이식 후에는 개체군의 초기 생존율을 높이기 위해 먹이, 양분, 은신처 등 자원을 공급할 수 있다. 또한 개체군이 본질적으로 갖는 문제점 외에도 서식지에서 새롭게 발견된 위협 등은 결국 개체군 존속을 어렵게 할 수 있다. 따라서 사후 서식지 관리 단계에서는 새롭게 발견한 위협요인을 저감하고 제거하는 조치를 취할 수 있다.

3.2 사업 관리

3.2.1. 업무목록표 작성

이주 전략 또는 그 밖의 모든 전략을 수행하기 위해서는 세부적인 업무계획을 세워야 한다. 업무목록표의 작성 목적은 실행계획, 점검계획, 운영계획을 구체화하여 실제 사업을 수행하는 데 수반되는 세부 업무를 나열하고, 각 업무의 기간, 담당자를 결정하는 데 있다. 업무목록표는 표 18 및 표 19와 같이 작성할 수 있다.

표 18 업무목록표 작성 예시(예: 수달 종 관리체계 확립 전략)

전략 1	수달 종 관리체계 확립			
보전대상	수달			
목적	2027년까지 서식지 내 위협요인을 제거 또는 저감하여 전국 70% 지역에 수달이 서식할 수 있도록 한다.			
세부업무	시작일	종료일	담당자	주요내용
국내 수달 분포 자료 분석	2021.7.	2021.10.	XXX	국내 멸종위기종 분포조사 자료, 제보자료, 주변지역 개발사업 규모, 인구밀도 등에 기반한 분포, 서식지 위협요인 분석
수달 보호 관련 NGO와 회의	2021.9.	2021.9.	XXX	현 수달 서식지 내 알려진 위협요인 및 해결방안 논의
수달 보호 협의체 발족식	2021.1.	2021.1.	XXX	환경부, 국립생태원, NGO, 관련전문가 등 협의체 발족
보호 조치 가능 지역 탐색	2021.3.	2021.8.	XXX	보호 조치가 가능한 지역 탐색

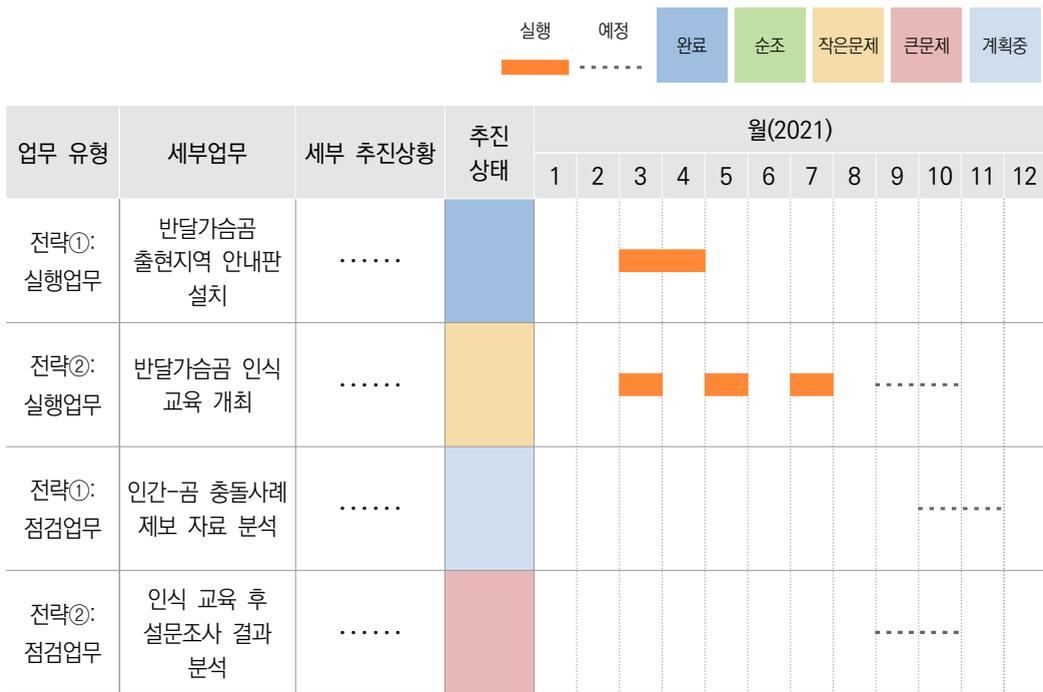
표 19 업무목록표 작성 예시(예: 나도풍란의 이주 전략)

전략 2	나도풍란의 이주 전략			
보전대상	나도풍란			
목적	2027년까지 한국 남부 도서지역 산림 5개 지역에 나도풍란 1,000개체 이상이 자가 존속할 수 있도록 한다.			
세부업무	시작일	종료일	담당자	주요내용
채취 허가 신청	2018.5.	2018.6.	XXX	야생 개체군에서 멸종위기종 나도풍란 채취 허가증 발급
나도풍란 종자 채취	2018.10.	2018.11.	XXX	이전 복원지역 내 결실개체 확인 후 열매 채취
조직배양 관련 자문요청	2019.5.	2019.5.	XXX	나도풍란 조직배양을 위한 전문가 자문 요청
적합서식지 선정을 위한 환경변수 탐색 및 현장조사	2020.3.	2020.9.	XXX	적합서식지 선정에 필요한 환경요인 선택 및 필요시 현장조사 병행
국립공원 업무협약	2021.4.	2021.5.	XXX	다도해해상국립공원 지역 나도풍란 이식 공동 추진 및 허가 관련 업무 협의
이식지역 개체 생리반응 조사	2022.5.	2022.9.	XXX	이식개체 광합성능 및 수분포텐셜 조사

3.2.2. 업무수행 상황표 작성

업무수행 상황표는 목적, 목표를 위한 세부업무를 어느 정도 수행했는지 확인할 수 있는 표이다. 업무수행 상황표는 표 20과 같이 작성할 수 있다.

표 20 업무수행 상황표 작성 예시*



* 출처: 이학봉 등(2020)

3.2.3. 점검자료 작성

점검자료(표 21 참조)는 목적과 목표의 달성 여부를 확인할 수 있는 자료로써 이 지침서를 바탕으로 작성된 보전계획서 상의 모든 전략, 전략별 목적 및 목표를 대상으로 한다. 점검자료는 다음과 같은 사항을 포함하고 있어야 한다.

- 점검유형
- 점검유형별(목적/ 목표) 점검사항
- 관련지표
- 지표측정일자(년/월/일)
- 지표측정값
- 경향성(예: 감소/ 증가/ 변화 없음 등)
- 측정방법

표 21 점검자료 작성 예시*

점검유형	점검사항	관련지표	지표측정일자	지표측정값	경향성	측정방법
전략	○○섬에서 설치류 박멸	-	-	-	-	-
목적	2025년까지 ○○섬에서 ○○바닷새의 부모를 750쌍까지 증가시켰나?	○○바닷새의 부모 개체 수	2020. 9. 20.	200쌍	급격히 감소	현장 전수조사
			2018. 9. 10.	1,200쌍	변화 없음	현장 전수조사
목표	2022년까지 섬을 왕래하는 모든 여객선에 최신 쥐 기피제를 보급했나?	쥐 기피제를 보급한 여객선 비율	2021. 6. 30.	0	-	추정
목표	2023년 6월까지 ○○바닷새가 번식하는 모든 섬에서 쥐를 박멸했나?	트랩에 잡힌 쥐 개체 수	2022. 3. 31.	12마리	완만하게 감소	신속평가

* 출처: 이학봉 등(2020)

4 평가 및 개선 단계

보전계획을 수립한 후, 이를 이행하는 과정에서 지속적인 평가를 통해 개선하지 않으면 보전 목적을 달성하기 어렵다. 이번 단계에서는 사업을 평가하는 방법과 이를 개선하는 절차에 대해 설명한다.

4.1. 평가

4.1.1. 절차평가

4.1.2. 효과평가

4.2. 개선

4.2.1. 개선방안 제시

4.2.2. 계획 수정

4.1 ▶ 평가

사업의 평가는 지침서의 핵심 원칙(14~15쪽 참조)에 기초하여 수행한다. 먼저 '절차평가'에서는 사업이 필수적으로 수행해야 할 절차를 모두 이행했는지 평가한다. 절차 평가는 크게 사전평가, 계획평가, 성과평가, 환류노력으로 나누어진다. '효과평가'는 문자 그대로 사업을 통해 보전대상이 얼마나 향상되었는지, 또는 얼마나 사회적으로 긍정적인 영향을 미쳤는지를 평가한다. 사업 추진 중 평가는 자체적으로 또는 이해관계자/외부 전문가를 이용하여 정기적(6개월 또는 1년마다) 또는 부정기적으로 수행할 수 있으나, 사업이 종료될 시점에는 이해관계자/외부 전문가가 수행해야 한다.

4.1.1. 절차평가

보전주체는 절차평가를 위해 당초 보전계획서 초안, 점검자료(표 21 참조)를 준비하고 표 22와 같은 항목을 참고하여 자체평가를 먼저 수행한다.

표 22 절차평가의 항목 및 평가 내용

평가항목	평가내용
사전평가	
1. 타당성 평가의 적절성	사업 시행 전 모든 전략의 필요성, 현실성에 대한 평가를 적절히 수행하였는지를 평가
2. 리스크 평가의 적절성	사업 시행 전 이주 전략으로 인한 예상 리스크에 대한 평가를 적절히 수행했는지를 평가
계획평가	
3. 사업 개요	초기 사업 계획수립 단계에서 사업의 비전, 팀 구성, 보전대상 및 보전범위 설정 등 기초 정보를 확인하고 이를 제시하였는지를 평가
4. 보전대상 현황 파악	보전대상의 현재 상태를 평가하고 미래에 목표로 하는 상태(정량적인 수치를 포함함)를 제시하였는지를 평가
5. 위협요인 확인	보전대상의 건강성을 훼손하는 직간접적 요인을 확인했는지를 평가
6. 계획수립의 적절성	보전계획서 전반에 대한 내용을 평가

평가항목	평가내용
성과평가	
7. 점검 및 결과 평가	수립된 각 보전전략의 목표 및 목적을 전략예측모형에 따라 이행했는지, 예정한 점검을 수행하여 문제점 등을 발견했는지를 평가
환류노력	
8. 수정 및 개선 여부	사업 수행 중 계획대로 이행하지 못한 부분에 대해서 개선점을 제시하고, 실제로 개선하려는 노력과 그에 상응하는 결과물이 있었는지를 평가
9. 정보 공유 여부	사업 수행 전반에 걸쳐 축적한 정보, 시행착오, 학습내용을 기록하고 팀원 및 이해관계자에게 이를 공유했는지를 평가

4.1.2. 효과평가

효과평가는 사업의 종료단계 또는 실행단계 중 효과를 확인하고자 하는 시점에 수행한다. 효과평가를 위한 지표는 당초 설정한 보전대상의 핵심생태특성이며 사업이 이 특성의 실질적 향상 또는 개선을 이끌어 냈는지를 평가한다.

4.2 개선

4.2.1. 개선방안 제시

인간과 자연을 모두 관리 대상으로 두어야 하는 사업은 두 요소의 높은 불확실성을 제거하기 위해 지속적인 점검과 더불어, 이를 개선하려는 노력을 기울여야 한다. 사업을 추진하는 과정에서 평가 및 개선이 필수적인 이유는 수정해야 할 내용을 다음 계획에 반영하기 위해서이다. 따라서 개선 단계에서는 점검자료(표 21 참조)를 통해 나타난 사업 추진상의 문제점에 기반하여 사업 팀 구성원, 이해관계자, 외부 전문가로부터 개선방안 등 의견을 수렴해야 한다. 또 필요에 따라서 개선방안을 도출하기 위해 일정 기간 조사를 수행할 수도 있다.

4.2.2. 계획 수정

사업의 계획은 항시 변할 수 있다. 앞서 개선방안을 도출했다면 이를 보전계획서에 반영해야 한다. 아마도 수정한 계획서에는 변경한 핵심생태특성, 상황모형, 전략예측모형 등이 포함될 것이다. 계획을 수정하는 이유는 반드시 문제점 개선을 위해서만은 아니다. 현재 사업이 순조롭게 진행되고 있고, 여건이 좋아지면 보전 목적에 핵심생태특성을 추가할 수도 있다. 또한 기존의 전략만으로는 문제를 해결할 수 없다는 결론이 도출된다면 다른 전략을 추가할 수도 있다.

5 공유 단계

사업의 절차(준비 단계-계획 수립 단계-실행 단계-평가 및 개선 단계-공유 단계)를 거쳐 축적한 모든 정보는 투명하게 공개해야 한다. 공유의 목적은 후속으로 참여하는 보전주체에게 사업의 성패와 관계없이 관련한 모든 정보를 제공하여 시행착오를 줄이기 위함이다.

- 5.1. 사업 문서화
- 5.2. 사업 공유방법

5.1 사업 문서화

사업과 관련한 모든 정보를 공유하기 위해서는 먼저 관련 내용을 보고서 형식으로 정리해야 한다. 이렇게 작성한 보고서는 향후 사업에 대한 시사점을 제공할 수 있도록 책 또는 논문으로 출판해야 한다. 그러나 지금까지 많은 보전주체는 사업의 결과를 ISBN(국제 표준 도서 번호) 또는 DOI(디지털 객체 식별자) 또는 ISSN(국제 표준 연속 간행물 번호)을 부여하지 않은 채 작성·배포해 왔다. 이러한 문헌은 회색문헌으로 분류되어 도서관 또는 인터넷에서 쉽게 찾을 수 없기 때문에 후속으로 보전·복원사업을 계획 중인 주체가 참고하기 어렵다. 따라서 사업을 영속적으로 수행하려면 생산하는 모든 정보에 누구나 접근할 수 있도록 정식 출판물로 배포해야 한다. 이러한 문서화 작업은 증거중심(evidence-based) 원칙을 실현하는 데 필수적이다.

- 문서화 작업자에게 인센티브 부여

사업 추진 과정에서 생산되는 모든 정보를 수집하여 결과를 책 또는 논문으로 작성하는 과정은 매우 힘든 일이다. 따라서 이러한 일을 맡아서 수행하는 사람에게 별도의 인센티브를 부여할 필요가 있다.

5.2 사업 공유방법

사업을 문서화하면 여러 사람에게 공유하는 일이 매우 수월하다. 잘 정리한 내용을 일차적으로 책, 논문을 통해 모든 사람과 공유할 수 있으며, 이차적으로 웹사이트, 사회관계망(SNS), 워크숍, 컨퍼런스, 전자우편, 전화, 학술대회, 보도자료 등을 통해 공유할 수 있다. 그러나 만약 내부적으로 결과나 시사점 등이 공식 출판물로 나와 있지 않은 상태에서 보도자료를 통해 사업의 긍정적인 면만 부각해서 대중에게 알린다면 결과물과 관련한 기관 또는 사람 간에 소모적인 경쟁을 유발할 수 있다. 또한 이러한 관행은 사업에 대한 시행착오 정보가 필요한 많은 실무자에게도 전혀 도움이 되지 않는다. 물론 상황에 따라서는 예산 또는 조력자를 유인하기 위해 수행 중인 보전·복원사업의 방향에 대한 홍보를 할 수 있다. 따라서 어떠한 경우든 사업의 방향성은 자유롭게 알리고 공유하되, 결과는 이 지침서의 '보전·복원 표준 절차'를 참고하여 공유 또는 공표하는 것이 좋다.

멸종위기 야생생물
보전·복원 지침서

Guidelines for Conservation and Restoration of Endangered Species

멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서

Guidelines for Conservation and Restoration of Endangered Species



Ⅲ. 참고문헌

- 국립생태원. 2020. 멸종위기 야생생물 분류군별 복원 가이드라인. 국립생태원, 서천, 56 pp.
- 임정은, 김강산, 정석환, 김덕기, 한영덕, 신문현, 김백준, 장래하, 김희중, 도재화. 2019. 생태보전 실무 지침서. 국립생태원, 서천, 74 pp.
- 이학봉, 임정은, 김준수, 차덕재, 김강산, 김덕기, 류태복, 한영덕, 정석환. 2020. 생태보전 실무 지침서 쿼터가이드. 국립생태원, 서천, 30 pp.
- ACT Government. 2017. Conservator guidelines for the translocation of native flora and fauna in the ACT, Supporting Information. Environment, Planning and Sustainable Development Directorate, ACT Government, Canberra.
- Akçakaya HR. 1993. RAMAS/GIS: linking landscape data with population viability analysis. Applied Biomathematics, New York.
- Baston WG, Gordon IJ, Fletcher DB, Manning AD. 2015. Translocation tactics: a framework to support the IUCN Guidelines for wildlife translocations and improve the quality of applied methods. *Journal of Applied Ecology* 52: 1598-1607.
- Berger-Tal O, Blumstein DT, Swaisgood RR. 2020. Conservation translocations: a review of common difficulties and promising directions. *Animal Conservation* 23: 121-131.
- Bubac CM, Johnson AC, Fox JA, Cullingham CI. 2019. Conservation translocations and post-release monitoring: Identifying trends in failures, biases, and challenges from around the world. *Biological Conservation* 238: 108239.
- Busby JR. 1991. BIOCLIM - a bioclimate analysis and prediction system. In Margules CR and Austin MP (Eds.), *Nature Conservation: Cost Effective Biological Surveys and Data Analysis*, pp. 64-68. CSIRO, Canberra.
- Carpenter G, Gillison AN, Winter J. 1993. DOMAIN: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity and Conservation* 2: 667-680.
- Commander LE, Coates DJ, Broadhurst L, Offord CA, Makinson RO, Matthes M. 2018. *Guidelines for the Translocation of Threatened Plants in Australia*, third ed.

- Conservation Measures Partnership. 2016. Classification of Conservation Actions and Threats, version 2.0.
- Conservation Measures Partnership. 2020. Open Standards for the Practice of Conservation, version 4.0.
- David RB, Stockwell D. 2006. Improving ecological niche models by data mining large environmental datasets for surrogate models. *Ecological Modelling* 192: 188-196.
- Ferrier S, Manion G, Elith J, Richardson K. 2007. Using generalized dissimilarity modelling to analyse and predict patterns of beta diversity in regional biodiversity assessment. *Diversity and Distributions* 13: 252-264.
- Flather CH, Hayward GD, Beissinger SR, Stephens PA. 2011. Minimum viable populations: is there a 'magic number' for conservation practitioners? *Trends in Ecology and Evolution* 26: 307-316.
- Franklin IR. 1980. Evolutionary change in small populations. In *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*: 135-150. Soulé ME & Wilcox BA (Eds). Sunderland, Sinauer.
- Guo Q, Liu Y. 2010. ModEco: an integrated software package for ecological niche modeling. *Ecography* 33: 637-642.
- Hijmans RJ, Guarino L, Cruz M, Rojas E. 2001. Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data 1. DIVA-GIS. *Plant Genetics Resource Newsletter* 127: 15-19.
- Hirzel AH, Hausser J, Chessel D, Perrin N. 2002. Ecological niche factor analysis: How to compute habitat suitability maps without absence data? *Ecology* 83: 2027-2036.
- Hoegh-Guldberg O, Hughes L, McIntyre S, Lindenmayer DB, Parmesan C, Possingham HP, Thomas CD. 2008. Assisted colonization and rapid climate change. *Science* 321: 345-346.
- IUCN/SSC. 2013. Guidelines for Reintroduction and Other Conservation Translocations, Version 1.0. IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland.

- Lacy RC, Pollack JP. 2021. Vortex: A stochastic simulation of the extinction process. Version 10.5.5. Chicago Zoological Society, Brookfield, Illinois, USA.
- Lehmann A, Overton JM, Leathwick JR. 2003. GRASP: generalized regression analysis and spatial prediction. *Ecological Modelling* 160: 165-183.
- Novak BJ, Phelan R, Weber M. 2021. U.S. conservation translocations: Over a century of intended consequences. *Conservation Science and Practice* 3: e394.
- NSW National Parks and Wildlife Service. 2001. Policy and Procedure Statement No. 9: Policy for the Translocation of Threatened Fauna in NSW. Office of Environment & Heritage, Sydney.
- Pearson RG, Dawson TP, Berry PM, Harrison PA. 2002. SPECIES: A spatial evaluation of climate impact on the envelope of species. *Ecological Modelling* 154: 289-300.
- Pe'er G, Masinos YG, Johst K, Franz KW, Turlure C, Radchuk V, Malinowska AH, Curtis JMR, Naujokaitis-Lewis I, Wintle BA, Henle K. 2013. A protocol for better design, application, and communication of population viability analyses. *Conservation Biology* 27: 644-656.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Ruiz-Miranda CR, Vilchis LI, Swaisgood RR. 2020. Exit strategies for wildlife conservation: why they are rare and why every institution needs one. *Frontiers in Ecology and the Environment* 18: 203-210.
- Salafsky N, Salzer D, Stattersfield AJ, Hilton-Taylor C, Neugarten R, Butchart SHM, Collen B, Cox N, Master LL, O'Connor S, Wilkie D. 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology* 22: 897-911.
- Schick A, Porembski S, Hobson PR, Ibisch PL. 2019. Classification of key ecological attributes and stresses of biodiversity for ecosystem-based conservation assessments and management. *Ecological Complexity* 38: 98-111.

- Stockwell DRB, Peters D. 1999. The GARP modeling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science* 13: 143-158.
- Strier KB. 1997. Behavioral ecology and conservation biology of primates and other animals. *Advances in the Study of Behavior* 26: 101-158.
- Sutton T, de Giovanni R, Siqueira MF. 2007. Introducing openModeller: a fundamental niche modelling framework. *OSGeo Journal* 1: 1-7.
- Thuiller W. 2003. BIOMOD: optimising predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. *Global Change Biology* 9: 1353-1362.
- Thuiller W, Lafourcade B, Engler R, Araujo MB. 2009. BIOMOD: a platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography* 32: 369-373.
- Thuiller W, Münkemüller T. 2010. Habitat suitability modeling. In Møller AP et al. (Eds.), *Effects of Climate Change on Birds* (pp. 77-85). Oxford University Press, Oxford.
- Todesco M, Pascual MA, Owens GL, Ostevik KL, Moyers BT, Hübner S, Heredia SM, Hahn MA, Caseys C, Bock DG, Rieseberg LH. 2016. Hybridization and extinction. *Evolutionary Applications* 9: 892-908.
- Volis S. 2019. Conservation-oriented restoration- a two for one method to restore both threatened species and their habitats. *Plant Diversity* 41: 50-58.
- Vucetich JA, Waite TA, Qvarnemark L, Iburguen S. 2000. Population variability and extinction risk. *Conservation Biology* 14: 1704-1714.
- Wiens JA, Hobbs RJ. 2015. Integrating conservation and restoration in a changing world. *Bioscience* 65: 302-312.
- Wolf DE, Takebayashi N, Rieseberg LH. 2001. Predicting the risk of extinction through hybridization. *Conservation Biology* 15: 1039-1053.

멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서

Guidelines for Conservation and Restoration of Endangered Species



IV. 부록

1. 핵심생태특성 144개 유형 분류	80
2. 이주 실패 원인(동물)	89
3. 이주 실패 원인(식물)	91
4. 용어 해설	92
5. 보전계획서 작성 서식	98

[부록 1] 핵심생태특성 144개 유형 분류*

핵심생태특성	스트레스**
1. 에너지 유입	1. 에너지 유입 변화
1.1. 태양복사	1.1. 태양복사 변화
1.1.1. 태양복사를 통한 에너지 유입	1.1.1. 그늘 또는 차광요소 및 표면 알베도(예: 고체 오염물질, 침전물, 구름 또는 식생피복에 의한)의 증가로 인해 태양복사를 통한 에너지 유입 감소
1.1.2. 그늘 또는 차광요소 및 표면 알베도(예: 고체 오염물질, 침전물, 구름 또는 식생피복에 의한)의 증가를 통한 태양복사 에너지 유입 감소	1.1.2. 차광 또는 그늘 요소 및 표면 알베도의 감소로 인한 태양복사 에너지 유입 증가(예: 침전물 여과, 수변림의 벌채, 적설 감소)
1.2. 열 흐름	1.2. 열 흐름 변화
1.2.1. 대양 순환을 통한 에너지 유입	1.2.1. 대양 순환의 변화로 인한 에너지 유입 변화
1.2.2. 대기 순환 및 바람 양상의 에너지 유입	1.2.2. 대기 순환 및 바람 양상의 변화로 인한 에너지 유입 변화
1.2.3. 지열 유입(예: 온천, 간헐온천, 화산 분기공, 열수 분출공)	1.2.3. 지열 유입 변화(예: 온천, 간헐온천, 화산 분기공, 열수 분출공)
1.2.4. 증발을 통한 에너지 유입	1.2.4. 증산 변화로 인한 에너지 유입 변화
1.2.5. 인간으로부터 발생하는 에너지 유입(예: 도시 열섬, 발전소 열 배출)	1.2.5. 인간으로부터 발생하는 에너지 유입 변화(예: 도시 열섬, 발전소 열 배출)
1.3. 기타 에너지 유입	1.3. 기타 에너지 유입 변화
1.3.1. 물 표면에 대한 바람의 역학적 유입	1.3.1. 대기 순환 및 바람 양상의 변화로 인한 에너지 유입 변화
1.3.2. 번개를 통한 에너지 유입	1.3.2. 번개 발생 빈도 변화로 인한 에너지 유입의 변화
2. 대기	2. 대기 변화
2.1. 대기 질	2.1. 대기 질 변화
2.1.1. 고체 오염물질 및 입자(예: 먼지, 재, 중금속)의 양과 질	2.1.1. 고체 오염물질과 입자(예: 먼지, 재, 중금속)의 양과 질 변화로 인한 대기 질 변화
2.1.2. 가스 오염물질(예: 이산화탄소, 메탄, 오존, 황산, 이산화질소, 휘발성유기화합물)의 양과 질	2.1.2. 가스 오염물질(예: 이산화탄소, 메탄, 오존, 황산, 이산화 질소, 휘발성유기화합물)의 양과 질 변화로 인한 대기 질 변화
2.2. 전 지구적 기후 조건	2.2. 전 지구적 기후 조건 변화
2.2.1. 전 지구적 연평균 기온 및 기온변이 양상	2.2.1. 전 지구적 연평균 기온 및 기온 변이 양상 변화
2.2.2. 전 지구적 연평균 습도, 습도 변이 양상, 구름량	2.2.2. 전 지구적 연평균 습도, 습도 변이 양상, 구름량 변화

핵심생태특성	스트레스**
2.2.3. 전 지구적 바람 및 기압 양상	2.2.3. 전 지구적 바람 및 기압 양상 변화
2.2.4. 전 지구적 강수 양상(예: 양, 분포, 형태)	2.2.4. 전 지구적 강수 양상(예: 양, 분포, 형태) 변화
2.2.5. 전 지구적 기후의 연간 및 장기 변이 양상	2.2.5. 전 지구적 기후의 연간 및 장기 변이 양상 변화
2.3. 날씨 및 지역 기후 조건	2.3. 날씨 및 지역 기후 조건 변화
2.3.1. 지역 연평균 기온 및 기온 변이 양상	2.3.1. 지역 연평균 기온 및 기온 변이 양상 변화
2.3.2. 극한 기온 사건의 빈도, 강도, 지속기간	2.3.2. 극한 기온 사건의 빈도, 강도, 지속기간 변화
2.3.3. 지역 연평균 습도, 습도 변이 양상, 구름량	2.3.3. 지역 연평균 습도, 습도 변이 양상, 구름량 변화
2.3.4. 지역 바람 및 기압 양상	2.3.4. 지역 바람 및 기압 양상 변화
2.3.5. 강풍의 빈도, 강도, 지속기간	2.3.5. 강풍의 빈도, 강도, 지속기간 변화
2.3.6. 지역 강수 양상(예: 양, 분포, 형태)	2.3.6. 지역 강수 양상(예: 양, 분포, 형태)의 변화
2.3.7. 폭우의 빈도, 강도, 지속기간	2.3.7. 폭우 빈도, 강도, 지속기간 변화
2.3.8. 연간 및 장기간 지역 기후 변이 양상	2.3.8. 연간 및 장기간 지역 기후 변이 양상 변화
3. 수권	3. 수권 변화
3.1. 물의 물리적 특성	3.1. 물의 물리적 특성 변화
3.1.1. 수온	3.1.1. 수온 변화
3.1.2. 물 탁도	3.1.2. 물 탁도 변화
3.1.3. 총 용존 고형물(TDS)	3.1.3. 총 용존 고형물 변화
3.1.4. 전기전도도	3.1.4. 전기전도도 변화
3.1.5. 투명도	3.1.5. 투명도 변화
3.1.6. 물의 기타 물리적 특성(예: 색, 향기, 맛, 밀도, 산화환원전위)	3.1.6. 물의 기타 물리적 특성 변화
3.2. 물의 화학성	3.2. 물의 화학성 변화
3.2.1. 산성도(pH)	3.2.1. 산성도 변화
3.2.2. 용존 기체의 양과 질(예: 산소, 이산화탄소, 황화수소, 메탄)	3.2.2. 용존 기체의 양과 질(예: 산소, 이산화탄소, 황화수소, 메탄) 변화
3.2.3. 염도(주요 이온의 양과 질; 예: 중탄산염, 탄산염, 염화물, 황산염, 나트륨, 칼륨, 마그네슘, 칼슘)	3.2.3. 염도(주요 이온의 양과 질; 예: 중탄산염, 탄산염, 염화물, 황산염, 나트륨, 칼륨, 마그네슘, 칼슘) 변화
3.2.4. 생물기원 물질의 양과 질(예: 질소, 인산, 실리콘, 철)	3.2.4. 생물기원 물질의 양과 질(예: 질소, 인산, 실리콘, 철) 변화
3.2.5. 유기화합물의 양과 질(예: 유기탄소, 아미노산, 단백질, 기름)	3.2.5. 유기화합물의 양과 질(예: 유기탄소, 아미노산, 단백질, 기름) 변화

핵심생태특성	스트레스**
3.2.6. 미량원소, 독성무기물, 중금속, 오염물(예: 카드뮴, 크롬, 코발트, 구리, 납, 망간, 수은, 몰리브덴, 니켈, 아연)의 양과 질	3.2.6. 미량원소, 독성무기물, 중금속, 오염물(예: 카드뮴, 크롬, 코발트, 구리, 납, 망간, 수은, 몰리브덴, 니켈, 아연)의 양과 질 변화
3.3. 수문환경	3.3. 수문환경 변화
3.3.1. 수위	3.3.1. 수위의 영구적 변화
3.3.2. 습지의 수위 변이 양상(최저 수위 포함)	3.3.2. 습지의 수위 변이 양상 변화(최저 수위 포함)
3.3.3. 지하수 흐름	3.3.3. 지하수 흐름 변화
3.3.4. 홍수 발생, 빈도, 강도, 면적	3.3.4. 홍수 발생, 빈도, 강도, 면적 변화
3.3.5. 물의 유출과 흐름(예: 양, 유출 속도)	3.3.5. 물의 유출과 흐름(예: 양, 유출 속도) 변화
3.3.6. 증발	3.3.6. 증발 변화
3.3.7. 흐름 및 용승(upwelling)	3.3.7. 흐름 및 용승 변화
3.3.8. 파도 및 분사 양상	3.3.8. 파도 및 분사 양상 변화
3.4. 적설/ 얼음 체제	3.4. 적설/ 얼음 체제 변화
3.4.1. Snow pack	3.4.1. Snow pack 변화
3.4.2. Snow loads	3.4.2. Snow loads 변화
3.4.3. 적설 기간	3.4.3. 적설 기간 변화
3.4.4. 영구적 얼음 조각 두께, 빙하 녹음, 영구적 적설	3.4.4. 영구적 얼음 조각 두께, 빙하 녹음, 영구적 적설 변화
3.4.5. 계절적 얼음 두께 및 지속기간과 영하 수역	3.4.5. 계절적 얼음 두께 및 지속기간과 영하 수역 변화
3.4.6. 영구동토 해빙	3.4.6. 영구동토 해빙 증가 또는 감소
4. 암석권	4. 암석권 변화
4.1. 물리적 토양 특성	4.1. 물리적 토양 특성 변화
4.1.1. 토양 온도	4.1.1. 토양 온도 변화
4.1.2. 토양 습도	4.1.2. 토양 습도 변화
4.1.3. 토양 구조	4.1.3. 토양 구조 변화
4.1.4. 경사지(예: 사면방위, 경사도)	4.1.4. 경사지(예: 사면방위, 경사도) 변화
4.1.5. 토성, 입자 크기 분포 양상, 토양입단, 밀도, 배수, 수분보유능	4.1.5. 토성, 입자 크기 분포 양상, 토양입단, 밀도, 배수, 수분보유능 변화
4.1.6. 수계의 바닥구조(예: 강, 호수, 대양)	4.1.6. 수계의 바닥구조(예: 강, 호수, 대양) 변화
4.1.7. 해안선 형태(예: 해수면 상승, 파동, 해안 영향)	4.1.7. 해안선 형태(예: 해수면 상승, 파동, 해안 영향) 변화
4.1.8. 운하 형태(예: 만곡형, 실형)	4.1.8. 운하 형태(예: 만곡형, 실형) 변화

핵심생태특성	스트레스**
4.1.9. 침전물의 침식, 운반, 퇴적	4.1.9. 침전물의 침식, 운반, 퇴적 변화
4.2. 토양의 화학적 특성	4.2. 토양의 화학적 특성 변화
4.2.1. 토양의 화학적 특성(예: pH, 염도, 양이온치환 용량)	4.2.1. 토양의 화학적 특성(예: pH, 염도, 양이온치환 용량) 변화
4.2.2. 유기물 및 대량영양소 농도(질소, 인산, 칼륨, 칼슘, 황, 마그네슘)	4.2.2. 유기물 및 대량영양소 농도(질소, 인산, 칼륨, 칼슘, 황, 마그네슘) 변화
4.2.3. 미량영양소/ 미량 무기 화합물 농도(붕소, 염소, 망간, 철, 아연, 구리, 몰리브덴, 니켈)	4.2.3. 미량영양소/ 미량 무기 화합물 농도(붕소, 염소, 망간, 철, 아연, 구리, 몰리브덴, 니켈) 변화
4.2.4. 기타 원소 및 물질의 가용성(예: 중금속, 생체이물(살충제, 폴리염화비닐(PCB), 다이옥신))	4.2.4. 기타 원소 및 물질의 가용성(예: 중금속, 생체이물(살충제, 폴리염화비닐(PCB), 다이옥신)) 변화
4.3. 지형학적 과정	4.3. 지형학적 과정 변화
4.3.1. 물리적 풍화과정(예: 극한 온도 또는 바람의 변화로 인한)	4.3.1. 물리적 풍화과정(예: 극한 온도 또는 바람의 변화로 인한) 변화
4.3.2. 화학적 풍화과정	4.3.2. 화학적 풍화과정 변화
4.3.3. 지질구조 및 화산활동 과정	4.3.3. 지질구조 및 화산활동 과정 변화
4.3.4. 표면 이동(예: 눈사태, 산사태, 침식)	4.3.4. 표면 이동(예: 눈사태, 산사태, 침식) 변화
5. 물질 순환 과정	5. 물질 순환 과정 변화
5.1. 산소 순환	5.1. 산소 순환 변화
5.1.1. 산소 저장 및 유동(예: 산소 농도, 용해성)	5.1.1. 산소 저장 및 유동(예: 산소 농도, 용해성) 변화
5.2. 탄소 순환	5.2. 탄소 순환 변화
5.2.1. 탄소 저장 및 수지(바다를 통한 흡수, 광합성, 탄산염 형성 과정 포함)	5.2.1. 탄소 저장 및 수지 변화(예: 방출 및 흡수량 변화)
5.3. 질소 순환	5.3. 질소 순환 변화
5.3.1. 질소 저장량 및 유동성(질소의 고정, 동화, 암모니아화, 질산화, 탈질산화물 포함)	5.3.1. 질소 저장량 및 유동성 변화(예: 비료 사용, 생물 연소, 화석연료 연소)
5.4. 인 순환	5.4. 인 순환 변화
5.4.1. 인 저장량 및 유동성(인의 가용성, 농도, 유출)	5.4.1. 인 저장량 및 유동성(예: 산업지역, 농장, 가축 사료, 가정, 토양 유출에 의한 부영양화) 변화
5.5. 기타 양분 순환(칼슘, 황, 철 등)	5.5. 기타 양분 순환(칼슘, 황, 철 등) 변화
5.5.1. 양분 저장 및 순환	5.5.1. 양분 저장 및 유동성 변화(예: 인간유래 배출로 인한 변화)
6. 생물량(biomass)	6. 생물량 변화
6.1. 1차 생산	6.1. 1차 생산 변화

핵심생태특성	스트레스**
6.1.1. 1차 생산(광합성 및 화학합성적 생산자)	6.1.1. 1차 생산 변화(예: 온도 상승, 인간 전용으로 인한 1차 순생산의 변화)
6.2. 지상부 생물량	6.2. 지상부 생물량 변화
6.2.1. 지상부 식물 생물량의 양과 질 (예: 잎, 가지, 줄기, 열매)	6.2.1. 지상부 식물 생물량의 양과 질 변화
6.2.2. 지상부 동물 생물량의 양과 질	6.2.2. 지상부 동물 생물량의 양과 질 변화
6.2.3. 지상부 미생물 생물량의 양과 질 (예: 박테리아, 균류)	6.2.3. 지상부 미생물 생물량의 양과 질 변화
6.3. 지하부 생물량	6.3. 지하부 생물량 변화
6.3.1. 지하부 식물 생물량의 양과 질(예: 뿌리, 근경)	6.3.1. 지하부 식물 생물량의 양과 질(예: 뿌리, 근경) 변화
6.3.2. 지하부 동물 생물량의 양과 질	6.3.2. 지하부 동물 생물량의 양과 질 변화
6.3.3. 지하부 미생물 생물량의 양과 질(예: 박테리아, 균류)	6.3.3. 지하부 미생물 생물량의 양과 질(예: 박테리아, 균류) 변화
6.4. 수생 생물량	6.4. 수생 생물량 변화
6.4.1. 수생 식물 생물량의 양과 질	6.4.1. 수생 식물 생물량의 양과 질 변화
6.4.2. 수생 동물 생물량의 양과 질	6.4.2. 수생 동물 생물량의 양과 질 변화
6.4.3. 수생 미생물 생물량의 양과 질(예: 박테리아, 균류)	6.4.3. 수생 미생물 생물량의 양과 질(예: 박테리아, 균류) 변화
6.5. 생태계 규모	6.5. 생태계 규모 변화
6.5.1. 생태계 규모	6.5.1. 생태계 규모 변화(예: 변화된 기후 조건, 인간 활동으로 인한)
7. 정보	7. 정보 변화
7.1. 종내 유전적 다양성	7.1. 종내 유전적 다양성 변화
7.1.1. 유전자량	7.1.1. 현존 유전자 소실 또는 새로운 유전자 출현으로 인한 유전자량 변화
7.2. 종간 다양성/ 종 풍부도	7.2. 종간 다양성/ 종 풍부도 변화
7.2.1. 종 수	7.2.1. 종 수(종 소실 또는 신종 출현으로 인한) 변화
7.3. 형태기능적 다양성(생활형의 다양성 및 기능적 집단의 다양성)	7.3. 형태기능적 다양성(생활형의 다양성 및 기능적 집단의 다양성) 변화
7.3.1. 형태기능적 집단의 수	7.3.1. 형태기능적 집단의 수(알려진 형태기능적 집단의 소실 또는 융합 또는 새로운 형태기능적 집단의 출현으로 인한) 변화
7.4. 생태형질 다양성	7.4. 생태형질 다양성의 변화

핵심생태특성	스트레스**
7.4.1. 생태형질의 수	7.4.1. 생태형질 수(알려진 생태형질의 소실 또는 융합 또는 새로운 생태형질의 출현으로 인한) 변화
7.5. 서식지 다양성	7.5. 서식지 다양성 변화
7.5.1. 서식지 수	7.5.1. 서식지 수(알려진 서식지의 소실 또는 융합 또는 알려지지 않은 서식지 발견(novel habitat 포함)으로 인한) 변화
7.6. 생태계 다양성	7.6. 생태계 다양성 변화
7.6.1. 생태계 수	7.6.1. 생태계 수(알려진 생태계의 소실 또는 융합 또는 알려지지 않은 생태계 발견으로 인한) 변화
8. 네트워크	8. 네트워크 변화
8.1. 생태계의 분포 및 연결성	8.1. 생태계의 분포 및 연결성 변화
8.1.1. 생태계 유형의 공간적 분포	8.1.1. 생태계 유형의 공간적 분포 변화
8.1.2. 메타생태계 연결성(서로 다른, 공간적으로 분리된 생태계 간)	8.1.2. 메타생태계 연결성(서로 다른, 공간적으로 분리된 생태계 간) 변화
8.1.3. 생태계 간 연결성(인접 생태계, 예: 육상/ 수상)	8.1.3. 생태계 간 연결성(인접 생태계, 예: 육상/ 수상) 변화
8.1.4. 생태계 내 연결성(독립 생태계 내)	8.1.4. 생태계 내 연결성 변화(독립 생태계 내)
8.2. 군집의 규모, 분포, 연결성	8.2. 군집의 규모, 분포, 연결성 변화
8.2.1. 군집의 공간적 규모	8.2.1. 군집의 공간적 규모 변화
8.2.2. 군집의 공간적 분포	8.2.2. 군집의 공간적 분포 변화
8.2.3. 서로 다른 군집의 연결성	8.2.3. 서로 다른 군집의 연결성 변화
8.2.4. 독립된 군집 내 연결성	8.2.4. 독립된 군집 내 연결성 변화
8.3. 군집의 구조 및 조성	8.3. 군집의 구조 및 조성 변화
8.3.1. 군집 조성	8.3.1. 군집 조성(영양 단계 간 또는 영양 단계 내 종 상호작용 변화로 인한 수도(abundance) 변화 포함) 변화
8.3.2. 중요 생태 조합(guilds) 출현	8.3.2. 중요 생태 조합 변화
8.3.3. 핵심종(keystone species) 출현	8.3.3. 핵심종의 변화
8.3.4. 영양 그물 구조	8.3.4. 영양 그물 구조 변화
8.3.5. 기초 생물 구조 요소(예: 나무 또는 산호와 같이 생태계 구조를 형성하는 종)	8.3.5. 기초 생물 구조 요소(예: 나무 또는 산호와 같이 생태계 구조를 형성하는 종) 변화
8.4. 군집생태학적 상호작용 및 상호의존성	8.4. 군집생태학적 상호작용 및 상호의존성 변화

핵심생태특성	스트레스**
8.4.1. 포식자-먹이 상호작용	8.4.1. 포식자-먹이 상호작용(예: 지역 절멸, 파트너 종의 소실 또는 생물계절적 불일치(mismatch)로 인한 상호작용 소실, 새로운 먹이종 또는 포식자종의 출현, 적응도 변화, 경쟁 또는 파트너 종의 행동 변화로 인한 새로운 상호작용 발달) 변화
8.4.2. 경쟁자 간 상호작용	8.4.2. 경쟁자 간 상호작용(예: 지역 절멸, 개체 소실, 경쟁자 간 생물계절적 불일치로 인한 상호작용 소실, 새로운 경쟁자 출현, 적응도 변화, 경쟁자의 경쟁 또는 행동 변화) 변화
8.4.3. 기주-기생 상호작용	8.4.3. 기주-기생 상호작용(예: 지역 절멸, 개체 소실, 또는 상호작용 종의 생물계절적 불일치로 인한 상호작용 소실, 새로운 기주종 또는 기생종의 출현, 적응도 변화, 상호작용 종의 경쟁 또는 행동 변화로 인한 새로운 상호작용 발달) 변화
8.4.4. 상리공생(수분, 종자산포 등)	8.4.4. 상리공생(예: 지역절멸, 개체 소실, 또는 상호작용 중간 생물계절적 불일치로 인한 상호작용 소실, 신종 출현, 적응도 변화, 상호작용 종의 경쟁 또는 행동 변화로 인한 새로운 상호작용 발달) 변화
8.4.5. 편리공생	8.4.5. 편리공생(예: 지역 절멸, 개체 소실, 또는 상호작용 종의 생물계절적 불일치로 인한 상호작용 소실, 신종 출현, 적응도 변화, 상호작용 종의 경쟁 또는 행동 변화로 인한 새로운 상호작용 발달) 변화
8.4.6. 편해공생	8.4.6. 편해공생(예: 지역 절멸, 개체 소실, 또는 상호작용 종의 생물계절적 불일치로 인한 상호작용 소실, 신종 출현, 적응도 변화, 상호작용 종의 경쟁 또는 행동 변화로 인한 새로운 상호작용 발달) 변화
8.4.7. 인간의 이익 중심 영향(예: 보전조치, 농업활동, 관리조치, 군사활동 등으로 인한 교란)	8.4.7. 인간의 이익 중심 영향 변화(예: 보전사업 또는 관리조치 종료, 경작지 방치 또는 경작활동 변화, 교란 강도 증가 또는 중지)
9. 종 특이적 핵심 특성	9. 개체 및 개체군(서식지 관련 스트레스를 포함한다)에 대한 직접적인 스트레스
9.1. 개체 생리 및 행동(습성)	9.1. 개체 생리 및 행동(습성) 변화
9.1.1. 형태	9.1.1. 형태 변화
9.1.2. 대사작용 및 생리	9.1.2. 대사작용 및 생리 변화

핵심생태특성	스트레스**
9.1.3. 면역 기능	9.1.3. 면역 기능 변화
9.1.4. 성장률	9.1.4. 성장률 변화
9.1.5. 광합성률	9.1.5. 광합성률 변화
9.1.6. 생활사 비율, 시기, 빈도	9.1.6. 생활사 비율, 시기, 빈도 변화
9.1.7. 종 행동 또는 습성(예: 먹이활동, 이주)	9.1.7. 종 행동 또는 습성(예: 먹이활동, 이주) 변화
9.2. 활력 있는 개체군 크기, 구조, 자연 개체군 동태 (산포, 총원, 정착 등)	9.2. 개체군 크기, 구조, 동태, 성장률의 변화
9.2.1. 메타개체군 동태를 포함한 개체군 성장률 (출생, 사망, 이주)	9.2.1. 메타개체군 동태를 포함한 개체군 성장률 (출생, 사망, 이주) 변화
9.2.2. 크기 및 연령 분포	9.2.2. 크기 및 연령 분포(예: 노거수 소실, 번식연령에 도달한 개체 소실) 변화
9.2.3. 성 결정 및 성비	9.2.3. 성 결정 및 성비 변화
9.2.4. 유전자 흐름	9.2.4. 유전자 흐름 변화
9.2.5. 산포, 총원, 정착	9.2.5. 산포, 총원, 정착 변화
9.3. 서식지의 수와 질(무생물·생물 서식지 요소 포함)	9.3. 서식지의 수와 질 변화
9.3.1. 지역적 또는 전 지구적 적합서식지의 수	9.3.1. 지역적 또는 전지구적 적합서식지의 수 감소 (물리적 표면 전환, 고도 및 위도 상의 이동, 새로운 장애물 출현, 최근 및 잠재적 미래 서식지 간 연결성 부족)
9.3.2. 무생물적 서식지 요소 및 요인(예: 음향, 자연광; 1.1~3.1로 대체 가능)	9.3.2. 무생물적 서식지 요소 및 요인(예: 음향, 자연광; 1.1~3.1로 대체 가능) 변화
9.3.3. 생물적 서식지 요소 및 상호작용(예: 자원 및 먹이가용성; 4.1~4.3으로 대체 가능)	9.3.3. 생물적 서식지 요소 및 상호작용(예: 자원 및 먹이가용성; 4.1~4.3으로 대체 가능) 변화
10. 생태계의 에너지, 물질, 효율	10. 생태계의 에너지, 물질, 효율 변화
10.1. 에너지 효율	10.1. 에너지 흐름 및 효율 변화
10.1.1. 광합성활동, 호흡, 증산, 생태계 생물량 및 다양성으로 인한 총 소실	10.1.1. 광합성활동, 호흡, 증산, 생태계 생물량 및 다양성으로 인한 총 소실 변화
10.1.2. 생태계에 수집된 활용 가능한 에너지 양	10.1.2. 생태계에 수집된 활용 가능한 에너지 양 변화
10.1.3. 생태계에 저장된 활용 가능한 에너지의 양(예: 식생피복의 표면 알베도 변화로 인한)	10.1.3. 생태계에 저장된 활용 가능한 에너지 양(예: 식생피복의 표면 알베도 변화로 인한) 변화
10.1.4. 시스템을 통해 이동하는 활용 가능한 에너지	10.1.4. 시스템을 통해 이동하는 활용 가능한 에너지 변화
10.1.5. 시스템 내 에너지 보유 시간(저장된 생물량/ 이동량)	10.1.5. 시스템 내 에너지 보유 시간(저장된 생물량/ 이동량) 변화

핵심생태특성	스트레스**
10.1.6. 생물 요소의 상대적 엔트로피 생산(생물량 대비 호흡 비에 따른)	10.1.6. 생물 요소의 상대적 엔트로피 생산(생물량 대비 호흡 비에 따른) 변화
10.1.7. 화재 기간 동안 에너지 방출(빈도, 강도, 시기, 기간 또는 규모)	10.1.7. 화재 기간 동안 에너지 방출(빈도, 강도, 시기, 기간 또는 규모) 변화
10.2. 물질 효율	10.2. 물질 효율 변화
10.2.1. 물질 순환의 증가된 효율(현재 순환체계의 변화, 또는 효과적 순환 체계로 전환)	10.2.1. 물질 순환 효율(현재 순환체계의 변화, 또는 비효과적 순환 체계로 전환) 감소
10.2.2. 생태계의 탄소 순환 질 개선으로 인한 온실가스효과 수정 강화	10.2.2. 생태계의 탄소 순환 질 개선으로 인한 온실가스효과 수정 약화
10.2.3. 표면 식생피복에 걸친 산소 농도 수정	10.2.3. 표면 식생피복 변화로 인한 산소 농도 수정 변화
10.2.4. 분해율 및 광물화율(예: 온도, 토양 습도, 중금속 집적으로 인한)	10.2.4. 분해율 및 광물화율(예: 온도, 토양 습도, 중금속 집적으로 인한) 변화
10.2.5. 지역 생물상에 걸친 생물지형학적 과정	10.2.5. 지역 생물상에 걸친 생물지형학적 과정의 변화
10.3. 수분 효율성	10.3. 수분 효율성 변화
10.3.1. 표면 식생피복 변화로 인한 물 순환 되먹임	10.3.1. 표면 식생피복 변화로 인한 물 순환 되먹임 변화
10.3.2. 식생 근계 변화로 인한 토양 수분 재순환	10.3.2. 식생 근계 변화로 인한 토양 수분 재순환 변화
10.3.3. 생물의 구름 응결핵 역할 화합물 생산	10.3.3. 생물의 구름 응결핵 역할 화합물 생산(식생 밀도 변화로 인한) 변화
10.3.4. 잎 수분 흡수로 인한 추가 수분 흡수	10.3.4. 잎 수분 흡수 변화로 인한 추가 수분 흡수 변화
11. 탄력성 및 저항성	11. 탄력성 및 저항성 변화
11.1. 회복력	11.1. 회복력 변화
11.1.1. 회복력(1차 및 2차 천이 포함)	11.1.1. 회복력(예: 생물학적 유산의 소실로 인한) 변화
11.2. 적응력	11.2. 적응력 변화
11.2.1. 적응력(유전자, 종, 생태계 다양성 포함)	11.2.1. 적응력(예: 다양성 소실로 인한) 변화
11.3. 저항성	11.3. 저항성 변화
11.3.1. 저항성(생물 및 무생물 저항성)	11.3.1. 저항성(예: 인간유래의 교란으로 인한) 변화

* 출처: Schick et al.(2019)

** 스트레스(stress): 핵심생태특성의 손상된 상태(위험으로 인한 결과)

[부록 2] 이주 실패 원인(동물)*

순번	문제점	보고 횟수	비율(%)
1	동물 행동 문제	106	27.6
2	모니터링의 어려움	96	32.8
3	자금 지원 부족	95	32.4
4	기타	80	27.3
5	방사 서식지의 질	77	26.3
6	기초 정보 부족	64	21.8
7	대중적 지지 부족	61	20.8
8	제도적 지원 부족	46	18.4
9	포식(predation)	44	17.7
10	이해관계자 간 충돌	47	16.0
11	환경문제	43	14.7
12	질병 및 기생충	42	14.3
13	전문가 또는 숙련자 부족	42	14.3
14	까다로운 사육 조건	34	11.6
15	밀렵	33	11.3
16	교배 및 이입을 위한 암수 한 쌍 획득의 어려움	31	10.6
17	유전적 다양성 부족	27	9.2
18	침입종	27	9.2
19	방사지역 구조물 또는 설치물 유실	23	7.8
20	작은 개체군 크기	20	6.8
21	관리 계획 부족	17	5.8
22	방사 장소 원거리 위치	16	5.5

순번	문제점	보고 횟수	비율(%)
23	종간 경쟁	14	4.8
24	인간-야생동물 충돌 또는 조우	13	4.4
25	서식지 파괴	12	4.1
26	방사 개체 스트레스	11	3.8
27	자동차와 방사 개체 충돌	11	3.8
28	무선 송신기 유실 등으로 인한 추적 실패	10	3.4
29	낮은 번식 빈도	10	3.4
30	서식지 환경 오염 및 독성 증가	8	2.7
31	긴 생활사	6	2.0
32	유생기(juvenile)의 낮은 생존율	4	1.4
33	시민 불안 가중	4	1.4
34	종 식별	4	1.4
35	방사울타리 탈출	4	1.4
36	의도하지 않은 교잡	4	1.4
37	감전(electrocution)	1	0.3
38	규제 없는 관광	1	0.3

* 출처: Berger-Tal et al.(2020)

[부록 3] 이주 실패 원인(식물)*

순번	실패 원인(개요)	실패 원인(상세)
1	이식 첫해의 급격한 개체 소실	보고된 식물 이주 사업의 45%는 이식 첫해 이후 50% 미만의 생존율을 보임. 남부지역에서는 고온 건조한 날씨로 인해, 북부 지역에서는 겨울철 서리로 인해 고사. 식물 이식 기술 또한 낮은 생존율에 영향을 미침. 홍수, 산불, 초식(herbivory), 질병에 의한 개체 소실도 보고된 바 있음
2	이식 개체 수 부족	너무 적은 개체 수(예: 50개체 미만)를 이식하여 개체군 형성 불가
3	이식할 지역 내 위협요인 미제거	개체군 및 이식할 지역에 대한 위협요인을 사전에 파악하지 못하거나 위협요인 파악 후 관리 및 조절에 실패
4	적합서식지 선정 실패	선정한 서식지가 부적합하거나 위협요인 발견
5	종의 생물학적, 생태학적 요구 조건 미 고려	균근균(mycorrhizal fungi), 수분매개자, 종자/ 열매 분산자 (disperser), 종자발아생물학, 대상종과 관련 있는 식물 또는 동물에 대한 미고려
6	부적절한 이식 방법 사용	종자 또는 삽수를 이용할 때 더 높은 활착률을 기대할 수 있음에도 불구하고 개체 전체를 이식하는 방법을 택함
7	질이 안 좋은 개체를 이식에 사용할 경우	뿌리가 화분에 꼭 차게 자란 식물, 성장 연령이 너무 낮거나 너무 높은 식물을 사용할 경우
8	개체군 유지에 필수적인 교란이 없는 경우	초지 서식 식물의 이식 시 개체군 확장에 필수적인 교란 사건 (예: 산불, 초식 등)이 일어나지 않는 경우
9	재정 및 자원 부족	개체군 및 서식지 모니터링을 위한 인력, 경제적 여건이 충분하지 못한 경우
10	유전적 변이 미 고려	이식 전 유전적 변이를 고려하지 않아 개체군의 단기 또는 장기적 생존에 부정적 영향을 미치는 경우

* 출처: Commander et al.(2018)

[부록 4] 용어 해설



가능조건

도전적인 사회적 또는 생태적 문제를 해결하는 데 도움을 줄 수 있는 조건을 의미한다. 영어로는 'enabling condition'으로 부른다.

간접적 위협

기저요인 중 하나로 직접적 위협의 원인이며, 흔히 부정적 영향을 미치는 요인으로 분류된다(반대로, 기회는 긍정적 영향을 미치는 요인임). 간접적 위협의 예로는 '환경교육 부족', '초지 수요 증가', '주거지 개발 수요 증가' 등이 있다. 간접적 위협은 종종 전략 개입 출입구 역할을 한다. 상황모형에서는 간접적 위협을 ■ 색으로 표시한다.

개체군보충

개체군보충(reinforcement)은 기존의 개체군에 동종 개체를 의도적으로 옮겨서 방사·이식하는 것을 의미한다. 개체군보충의 목적은 개체군 크기, 유전적 다양성을 증가시키거나, 특정한 개체군 통계적 집단이나 단계에 속한 개체를 양적으로 증가시키기 위해서 수행한다.

개체군통계적 잠식

종내 또는 종간 교잡(hybridization)은 종의 다양성을 증진하기도 하지만 멸종을 촉진하기도 한다. 개체군통계적 잠식은 교잡에 의한 멸종 기제(mechanism) 중 하나로 부적응한 교잡개체의 증가로 인해 개체군성장률이 감소하는 현상이다. 교잡이 빈번하게 이루어지고, 교잡개체의 적응도(fitness)가 부모·체의 적응도보다 월등히 떨어지면(타식약세; outbreeding depression) 세대를 거듭할수록 개체군성장률은 감소할 수 있다. 영어로는 'demographic swamping'으로 부른다.

경방사

경방사(hard-release)는 특별한 사전 적응 훈련 및 사후 먹이 공급 없이 개체를 방사하는 방법이다.

국제자연보전연맹

세계 각국 정부와 시민단체로 구성된 환경단체로서 가입 기관 또는 단체가 1,400 개에 이르며 18,000명의 전문가를 보유하고 있다.

영어 명칭은 'International Union for Conservation of Nature'로, IUCN으로 축약해서 부르기도 한다. 회원, 위원회, 비서로 구성된다.

공유 단계

'멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서'에서 제시한 '보전·복원 표준 절차'의 5단계 중 가장 마지막 단계이다. 공유 단계에서 보전주체는 보전·복원사업의 추진 과정 및 결과, 평가결과, 개선방안을 문서화한 후 다양한 매체를 활용하여 배포한다.

계획 수립 단계

'멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서'에서 제시한 '보전·복원 표준 절차'의 5단계에 포함되는 단계이다. 이 단계는 핵심생태특성을 설정하는 실행계획, 정해진 목적과 목표 달성을 어떻게 측정할 것인지를 결정하는 점검계획, 인력, 예산 등을 배치하고 출구전략을 수립하는 운영계획으로 구성된다.

기능형질

기능형질(functional trait)은 생물종의 활동능력(performance) 또는 적응도(fitness)에 영향을 미치는 형태적, 생화학적, 생리적, 구조적, 계절적, 행동적 특성을 의미한다. 과거에는 종 다양성을 특정 생태계의 건강성을 평가하는 신뢰성 높은 생태적 지표 또는 보전·복원 측면에서의 목적(goal)으로 설정했다. 그러나 최근 들어 기능형질의 다양성을 생태계 건강성 및 탄력성을 평가하는 중요한 지표로 인식하면서 보전·복원 분야에서도 목적(goal)을 설정할 때(특히, 군집, 생태계, 서식지 등이 보전대상일 때) 중요 지표로 인식하고 있다.

기회

기회(opportunity)는 하나 또는 그 이상의 보전대상에 직간접적으로 긍정적 영향을 주는 요인을 지칭한다. 간접적 위협과 마찬가지로 전략 개입 출입구 역할을 한다. 예를 들어, '지속가능한 목재 수확에 대한 요구', '지자체의 멸종위기종 복원사업 관련 예산 편성', '멸종위기종에 대한 국민적 관심 증가'는 기회로 분류할 수 있다. 상황모형에서는 기회를 ■ 색으로 표시하며, 앞에 '(+)'기호를 붙여서 간접적 위협과 구분한다.



목적

목적(goal)은 보전대상의 바람직한 미래 상태를 공식적으로 기술한 것이다. 일반적으로 스마트(SMART) 원칙(즉, 구체성, 측정가능성, 달성가능성, 결과지향성, 기간한정성)에 입각하여 작성하는 것이 바람직하다. 목적선언문은 달성일자, 측정가능한 지표(예: 핵심 생태특성) 등을 제시한다는 점에서 비전선언문과 다르다. 보전 주체가 목적을 달성했을 때는 일반적으로 “보전대상에 긍정적 영향 (impact)을 미쳤다.”라고 표현한다.

목표

목표(objective)는 궁극적인 보전 목적 달성을 위해 필요한 선결 과제를 공식적으로 진술한 것으로 스마트(SMART) 원칙(즉, 구체성, 측정가능성, 달성가능성, 결과지향성, 기간한정성)에 입각하여 작성하는 것이 바람직하다. 수립한 목표를 달성했을 경우, 통상 “성과(outcome)를 달성했다.”라고 표현한다.

메타개체군

교류가 가능한 개체군의 지역적 집합체 또는 공간적으로 구조화된 개체군을 메타개체군(metapopulation)이라고 한다. 메타개체군의 개념은 1969년 생태학자 Richard Levins가 처음 도입했고, 이후 Ilkka Hanski가 발전시켰다. 어떤 지역 내에서 종이 존속할 수 있으려면 메타개체군을 유지해야하며, 서식지 조각화 수준은 메타 개체군 형성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

미라디

미라디(Miradi)는 보전기준협의체(Conservation Measures Partnership)의 ‘Open Standard for the Practice of Conservation(보전실무를 위한 개방형 표준)’를 실제로 구현하기 위해 개발한 오픈 소스 프로그램이다. 프로그램의 이름인 ‘Miradi’는 아프리카 동부 언어인 스와힐리어(Swahili)로 ‘사업(project)’ 또는 ‘목적(goal)’이라는 뜻이다. 보전실무자는 미라디 프로그램을 통해 보전·복원사업을 효율적으로 계획, 관리, 점검할 수 있다. 미라디를 활용하면 상황모형 또는 전략예측모형을 쉽고 빠르게 작성할 수 있다. 미라디는 현재 무료 계정 생성 시 한시적으로(2개월) 사용 가능하나, 유료 계정 생성 시에는 영구적으로 사용할 수 있다.



방사·이식 개체 및 서식지 사전 조치

멸종위기종의 이주(translocation) 전략 추진 절차 5단계 조치 중 하나이다. 사전 조치를 통해 개체군 측면에서는 이동할 개체들의 여러 생물학적, 생태학적 조절을 수행하고, 서식지 측면에서는 토지 소유권자 또는 청구권자와 사전에 협의하거나 이동할 개체들이 잘 정착할 수 있는 조건(즉, 먹이, 양분 등 보충, 위협요인 저감 및 제거)을 만들어 줄 수 있다.

방사·이식 설계(개체군 및 서식지)

방사·이식 설계는 실제 종이 방사·이식할 때, 생존율을 높이기 위한 이론적, 방법론적 계획을 의미한다. 개체군에 대한 방사·이식 설계에는 방사·이식 횟수, 기간, 시기를 필수적으로 포함해야 하고, 그 밖에 생태적, 유전적으로 생존가능성이 높은 개체군 요건(예: 개체군 크기, 유전구조, 개체군통계구조(즉, 연령구조 등), 사회구조(즉, 짝 형성, 경쟁 및 협동 관계))를 포함할 수 있다. 서식지에 대한 방사·이식 설계에는 방사·이식 장소 수, 공간배치와 관련된 내용을 포함해야 한다.

보전기준협의체

생물다양성 보전이라는 공동목표 아래 보전 실무를 개선하기 위해 세계 여러 기관이 모인 비상설협의체로 현재 미국에 이사회를 두고 있다. 영어 명칭은 ‘Conservation Measures Partnership’으로 CMP로 축약해서 부르기도 한다. 2002년 보전생물학회에서 공론화하며 출범했고, 보전 실무를 위한 표준 지침서의 필요성을 논의하여 2004년 ‘Conservation Standards for the Practice of Conservation(version 1.0)’을 개발했다. 2020년 들어 개정 지침서(Open Standards for the Practice of Conservation, version 4.0)를 출판한 바 있다.

보전대상

사업을 수행하는 범위(scope)에서 확인되는 특정 생물다양성 요소(예: 종, 서식지, 생태계)를 의미한다. 영어로는 ‘conservation target’, ‘biodiversity target’, ‘conservation focus’로 부른다.

보전·복원 표준 절차

보전기준협의체(CMP)의 ‘Open Standards for the Practice of Conservation’을 준용하여 ‘멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서’에서 제시하는 절차이다. 보전·복원 표준 절차는 준비 단계-계획 수립 단계-실행 단계-평가 및 개선 단계-공유 단계의 총 5단계로 구성된다.

범위

범위(scope)는 사업이 뚜렷하게 영향을 주고자 하는 대상을 의미한다. 보전기준협의회가 발간한 'Open Standards for the Practice of Conservation'에서는 'place-based scope', 'target-based scope', 'thematic-based scope' 등 총 3개의 사업 범위 설정 방법을 제시한다. 멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서에서도 이와 같이 장소, 보전대상, 주제를 특정하여 범위를 설정할 수 있다.

비전

비전(vision)은 보전대상(즉, 멸종위기 야생생물)의 바람직한 미래 상태나 조건을 기술한 것이다. 비전선언문은 일반적으로 1~3문장으로 작성할 수 있으며, 사업내용을 포괄하고(일반성), 결과를 명확히 그려야 하며(이상성), 간결해야 한다(간결성).



사후관리(개체군 및 서식지)

멸종위기종의 이주(translocation) 전략 추진 절차 5단계 조치 중 하나로 매우 중요한 단계이다. 사후관리는 통상적인 모니터링(즉, 연구 모니터링)과는 다른 개념으로 방사·이식 후 개체군의 적응도와 서식지 내 자원의 양을 적절한 수준으로 끌어올리고, 서식지에 새롭게 발생한 위협요소를 저감 또는 제거하는 조치로 볼 수 있다.

상황모형

상황모형(situation model)은 보전대상과 이에 영향을 미치는 직접적 위협 및 기저요인(간접적 위협 또는 기회)과의 관계와 위협으로 인한 현재 보전대상의 상태를 알기 쉽게 도식화한 것이다. 즉, 상황모형은 보전대상이 처한 상황을 명확하게 분석하기 위한 수단이다.

상황분석

상황분석(situation analysis)은 팀 구성원이 사업의 전반적인 내용을 이해하는 과정을 의미한다. 상황분석 시에는 보전대상에 영향을 미치는 생물학적 배경, 사회, 경제, 정치, 제도, 관련 이해관계자 간의 관계를 기술하게 된다. 존재하는 증거자료를 바탕으로 심도 깊은 분석도 가능하지만 이미 널리 알려진 내용이라면 비공식적인 분석도 가능하다.

생태보전 실무 지침서

국립생태원에서 2019년 보전 실무와 관련하여 발간한 지침서이다. 이 지침서는 2013년 보전기준협의회가 발간한 'Open Standards

for the Practice of Conservation(version 3.0)'을 번역한 결과물이다.

생태적 대체

생태적 대체(ecological replacement)는 특정 종의 멸종으로 인해 상실한 생태적 기능을 보완하기 위해 원서식지에 야종, 근연종 등을 이주시키는 방법이다.

생활사

생활사(life history)는 일생 동안 특정 시기, 특정 방법으로 '생존(survival)', '성장(growth)', '번식(reproduction)'에 한정된 자원을 분배하는 종의 특성이다. 생활사를 바탕으로 한 생활사 이론(life history theory)은 위의 각 속성이 자연선택(natural selection)에 어떤 영향을 받는지를 설명한다.

수정관리

불확실한 상황 속에서 지속적이고 체계적인 점검활동에 기반하여 계속 상황을 개선해 나가는 의사결정 방법이다. 통상적으로 수정관리에서는 가설(즉, 계획)을 설정하고 결과를 평가한 후에 배운 지식을 바탕으로 다음 활동을 수정·개선하는 과정을 반드시 수반한다. 영어로는 adaptive management로, AM으로 줄여서 부르기도 한다.

스마트 원칙

스마트(SMART) 원칙은 목적(goal)과 목표(objective)를 수립하는데 필요한 원칙으로 1981년 George T. Doran이 처음 사용했다. 이 원칙에 따른 목적과 목표는 다음 5개 요건을 충족한다; 1) 구체성(S: Specific), 2) 측정가능성(M: measurable), 3) 달성가능성(A: Achievable), 4) 결과지향성(R: Result-oriented), 5) 기간한정성(T: Time-limited).

스트레스

영문 용어로 'stress'를 지칭하며, Salafsky et al.(2008)에 따르면 스트레스는 직접적 위협으로 인해 보전대상의 조건 또는 상태가 저하되는 것(예: 개체군 감소, 결실율 감소, 토양 중금속 오염 등)을 의미한다.

시작개체군 확보 및 방사·이식지 선정

멸종위기종의 이주(translocation) 전략 추진 절차 5단계 조치 중 가장 첫 번째 단계이다. 이 단계는 대상 종의 개체를 선발, 도입, 증식하고, 서식 가능한 지역을 탐색, 분석, 조사하여 선정하는 일종의 준비 작업으로 볼 수 있다.

실행계획

보전대상의 핵심생태특성 지표를 향상시키기 위한 계획이다. 목적(goal), 전략(strategy), 목표(objectives)를 필수적으로 포함해야 한다.

실행 단계

'멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서'에서 제시한 '보전·복원 표준 절차'의 5단계에 포함되는 단계이다. 최소한의 형식과 틀(예: 사업관리)이 주어지므로 표준 절차 5 단계 중 가장 자율성이 강한 단계이다. 실행 단계는 크게 '3.1. 이주 전략 실행'과 '3.2. 사업 관리'로 구성된다. 보전·복원 표준 절차 2단계(계획 수립 단계)에서 수립한 전략이 멸종위기종의 복원과 관련된 것이라면 3.1.과 3.2.를 필수적으로 참고하고, 복원 외 전략을 수립했다면 3.2.를 필수적으로 참고하면 된다.



유전적 잠식

유전적 잠식(genetic swamping)은 개체수가 적은 희귀종에서 관찰되는 현상으로 원개체군(즉, 희귀종)의 유전자형이 교잡형으로 대체되어 종의 멸종위험이 더 증가하는 현상을 말한다. 개체군통계적 잠식(demographic swamping)이 개체군 절멸을 초래할 수 있는 반면, 유전적 잠식은 부모 유전자형(parental genotype)의 절멸(즉, 유전체 절멸)을 초래할 수 있다(그러나 대립유전자 자체의 소실을 초래하지는 않는다).

유전적 탈출

유전적으로 조작된 생물체의 유전물질이 또 다른 개체군 또는 종으로 옮겨 가는 것을 의미한다.

업무목록표

이 지침서에서 사업관리 시 작성해야 될 항목으로 목적, 목표를 위한 세부업무를 나열한 표이다. 업무목록표는 전략별로 작성되어야 하고, 전략명, 보전대상, 목적문, 세부업무, 시·작일, 종료일, 담당자, 주요내용이 포함되어야 한다.

업무수행 상황표

이 지침서에서 사업관리 시 작성해야 할 항목으로 목적, 목표를 위한 세부업무를 어느 정도 수행했는지 확인할 수 있는 표이다. 업무유형, 세부업무, 세부 추진상황, 추진 상태, 월별 추진상황(실행 또는 예정)을 포함해야 한다.

연방사

연방사(soft release)는 순차적으로 개체를 방사하는 방법이며, 방사지역 내 개체의 사전 적응 훈련과 사후 먹이 공급 등을 포함한다.

이주

이주(translocation)는 스트레스(stress)로 인해 절멸위기에 처한 종을 일정 수준 이상으로 회복하여 멸종위험을 줄이는 보전조치 중 하나이다. 특히, 이주는 보전적 이익을 위해 어떤 생물체를 한 곳에서 다른 곳으로 이동시키는 행위를 의미한다. IUCN/SSC (2013)에 따르면 이주는 원서식지 범위 내·외로 나뉘며, 원서식지 범위 내에서 이루어지는 조치는 재도입(reintroduction)과 개체군 보충(reinforcement)이, 원서식지 범위 외에서 이루어지는 조치는 인간보조 이주(assisted colonization), 생태적 대체(ecological replacement)가 있다(자세한 내용은 지침서 40쪽 표 12 참조).

이해관계

이익과 손해가 발생할 수 있는 관계를 의미한다.

인간보조 이주

인간보조 이주(assisted colonization)는 대상종의 멸종을 막기 위해 원서식지 밖의 지역에 개체를 이동시키는 방법이다. 현 서식지-비서식지 간 이동뿐만 아니라 인접한 지역으로 서식범위를 더 확대하는 것까지 포함한다. 불확실성이 높은 조치로 심도 있는 위험성 평가가 요구된다.

인공증식

생식세포 및 체세포 등을 이용하여 인공수정, 인공부화, 조직배양 등의 행위로 개체 증식을 유도하는 방법이다.



자연교배

생물 자체의 고유 본능 또는 특성에 따라 서식지와 비슷한 방사장 또는 재배시설에서 암수가 짝을 형성하게 하거나 수분(pollination)이 이루어지도록 하여 다음 세대를 만드는 방법이다.

재도입

재도입(reintroduction)은 원서식범위에서 어떤 종이 멸종되었을 경우, 해당 서식범위로 동종 개체(군)를 인위적으로 이동시켜 방사·이식하는 것을 의미한다. 해당지역에서 절멸된 보전대상종을 원서식범위 내에서 정착, 성장시키는 것을 목표로 한다.

전략

전략(strategy)은 보전대상에 대한 위협요인을 저감 또는 제거하거나 긍정적 상태 변화를 위해 목적과 목표를 구체화한 작은 단위의 계획을 의미한다.

전략예측모형

전략예측모형(results chain)은 보전주체가 전략으로부터 성과(outcome)를 도출할 수 있도록 도와주는 논리적 틀이다. 전략예측모형은 전략, 중간결과물, 목표, 세부업무, 보전대상의 목적 지표(즉, 핵심생태특성)로 구성된다. 전략예측모형은 예상되는 중간결과물을 순차적으로 연결하여 보전대상의 목적 지표 달성에 어떤 영향을 미쳤는지 보전주체가 쉽게 파악할 수 있도록 도와준다. 좋은 전략예측모형은 결과지향적으로 작성되어야 하고, 인과관계가 성립되어야 하며, 각 중간결과물에서는 변화를 의미하는 단어를 사용해야 한다(예: 개선, 증가, 감소 등). 또한 논리적으로 연결된 중간결과물의 수가 적절해야 하고(즉, 너무 적거나 너무 많지도 안 됨), 하나의 상자 안에는 하나의 중간결과물만 작성해야 한다.

점검계획

정해진 목적(goal)과 목표(objective)의 달성 여부를 어떻게 측정할 것인지를 결정하는 계획이다. 점검 지표(indicator)와 지표 측정 방법, 점검계획표를 필수적으로 포함해야 한다.

준비 단계

'멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서'에서 제시한 '보전·복원 표준 절차'의 5단계에 포함되는 단계이다. 이 단계에서는 사업 팀, 범위, 비전, 보전대상을 설정한 후 현황분석, 요인탐색을 통해 보전 상황모형을 작성한다.

직접적 위협

하나 또는 그 이상의 보전대상을 즉각적으로 저하시키는 위협을 의미하며, 주로 인간활동에서 기인한다(예: 불법벌채, 농지확장, 도로건설 등). 인간에게서 유래한 자연 현상 변화(예: 기후변화로 인한 집중호우 빈도 증가)도 직접적 위협에 속한다. 상황모형에서는 직접적 위협을 ■ 색으로 표시한다.

증거중심

증거중심 또는 증거기반(evidence-based)은 의사결정과 관련된 하나의 방법이다. 객관적으로 입증 가능하고 공인된 정보는 어떤 의사결정을 할 때 큰 도움이 될 수 있다. '증거중심' 철학은 1990년 Gordon Guyatt이 의학(medicine) 분야에서 최초로 명명하여 사용했고, 이후 교육, 경영, 보전 등 다른 분야로 확산·보급되었다.

증거중심 철학의 창시자인 Guyatt 교수는 '의학을 가르치는 새로운 방법(원제: Evidence-based medicine: A new approach to teaching the practice of medicine)' 논문을 통해 이 방법을 활용한 의학 교수법을 발표했다. 그는 이 논문에서 환자의 병을 진단하고 해결책을 제시할 때, 과거 관행(즉, 경험이 많은 의사에게 환자의 병의 진단과 관련한 조언을 얻는)을 '증거중심' 방법으로 대체할 것을 제안했다. 여기서 제시하는 증거중심 방법은 1) 환자의 증상에서 나타나는 문제점과 이를 해결하는 데 필요한 정보를 정확하게 정의하고, 2) 관련 문헌을 찾고, 3) 가장 적합한 사례를 선택한 뒤 관련 증거가 유효한지 판단하고, 4) 관련 문헌의 내용과 강점 및 약점을 동료 의사들에게 발표하고, 5) 임상 의견을 얻어 환자의 문제에 적용하는 것이다. Guyatt 교수의 '증거중심' 교수법은 타당하고 공인·검증된 임상 의학을 실현하는 데 크게 기여한 바 있다.

元

출구전략

출구전략(exit strategy)은 현재 처한 상황을 벗어나거나 또는 사업을 종료하고자 할 때, 합리적인 기준 및 근거를 들어 수립하는 일련의 작은 계획을 의미한다. 기존의 목적 또는 목표를 달성했을 때, 또는 달성하지 못했을 때를 대비해 수립한다.

II

평가 및 개선 단계

'멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서'에서 제시한 '보전·복원 표준 절차'의 5단계에 포함되는 단계이다. 평가는 크게 절차평가와 효과평가로 나뉘며, 절차평가의 주요 내용은 지침서의 핵심 원칙 및 세부 절차 준수 여부이고, 효과평가의 주요 내용은 보전대상의 실질적 향상(예: 핵심생태특성) 여부이다. 평가결과를 바탕으로 내·외부 전문가의 의견을 수렴하여 수정해야 할 부분은 기존의 보전계획서 또는 새로 추진하는 사업에 반영하는 '개선' 작업을 수행한다.


 중

핵심생태특성

보전대상(conservation target)의 생물학적, 생태학적 건강성, 즉 이들의 존속과 기능 유지에 필요한 특성을 의미하며, 이 특성이 훼손·변형될 경우(즉, 위협요인에 노출되어) 보전대상의 완전한 소실(또는 절멸) 또는 심각한 저하를 초래할 수 있다(즉, 위협요인으로 인한 스트레스를 받음). 멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서에서는 핵심생태특성을 사업 목적의 지표로 활용한다. Schick et al.(2019)은 핵심생태특성을 11개 부문 144개 세부 특성으로 나눈 바 있으며, 자세한 내용은 이 지침서의 부록에 수록되어 있다.

환경수용력

환경수용력(carrying capacity)은 어떤 지역에서 유지가 가능한 종(주로 포유류)의 최대 개체군 크기(population size)를 의미한다. 어떤 종의 개체군 크기는 여러 제한요인(예: 먹이, 공간, 기타 자원)에 의해 결정되는데, 이러한 요인을 고려한 이론적 개체군 크기를 환경수용력이라고 한다.

현황분석

현황분석은 이 지침서의 준비 단계에 속하는 과업이다. 현황분석은 보전대상에 대한 기초적인 정보를 수집하고 핵심생태특성을 바탕으로 보전대상의 목적 지표를 설정하며 상황모형을 작성하는 과정을 포함한다.

[부록 5] 보전계획서 작성 서식

멸종위기 야생생물 보전계획서

보전 대상종
사진 또는 그림 첨부

2000. 0. 0



목 차

I. 사업 요약	00
II. 서론	00
III. 준비 단계	00
IV. 계획 수립 단계	00

I 사업 요약

↕ 10pt. *출간격 160%*

1. 사업명:

↕ 10pt.

2. 사업 대상 지역: *정해진 기간 내 보전 또는 복원할 사업 지역 기술*

3. 비전: *보전대상의 바람직한 미래 상태나 조건을 기술*

4. 사업유형

↕ 10pt.

사업 유형	<input type="checkbox"/> 보전사업 <input type="checkbox"/> 복원사업 <input type="checkbox"/> 보전·복원사업
이주 유형 (복원사업 및 보전·복원사업 선택 시)	<input type="checkbox"/> 재도입 <input type="checkbox"/> 개체군보충 <input type="checkbox"/> 인간보조 이주 <input type="checkbox"/> 생태적 대체

↕ 10pt.

5. 사업팀 구성

↕ 10pt.

가. 실무자: *사업계획, 실행, 점검 관련 업무 담당자 이름, 소속*

↕ 10pt.

나. 관리자: *사업 총괄 담당자 이름, 소속*

다. 자문위원: *내·외부 자문위원 이름, 소속*

라. 이해관계자: *사업 추진 협조자 또는 단체 및 기관/ 이해 조정이 필요한 개인 또는 단체*

6. 사업 시작일: *2000. 00. 00*

7. 사업 종료일: *2000. 00. 00*

8. 소요예산: 단기 또는 중장기 소요예산 기입

9. 예산출처: 환경부

10. 멸종위기 야생생물 포획·채취 시기 및 장소

포획·채취 시기	포획·채취 장소(중고덕 12pt.)	
2021. 8. 5.	행정지명: 경상북도 영양군 고월길 23	좌표: 36° 38' 43.2" N, 129° 09' 10.6" E

11. 주요내용

주요항목	내 용
보전대상	종, 서식지, 먹이 등
범위	공간적 범위
보전대상의 핵심생태특성	보전대상별 핵심생태특성의 현 상태 기술
보전대상별 목적	핵심생태특성을 지표로 설정한 목적 기술(SMART)
직접적 위협	보전대상에 가해지는 인간 유래 위협
전략	상황모형 내 전략과 일치

II 서론

1. 과거 사업 분석 (과거 시행한 관련/ 유사 종 또는 서식지 보전사업 기술)

가. ○○사업(2016-2019)

↕ 10pt.

1) 사업 개요

주요항목	내 용
사업명	○○산 ○○종 복원사업
수행기관	○○ 연구소
사업기간	2013. ○○. ○○. ~ 2018. ○○. ○○. (○○년 ○○월)
사업대상지역	
보전대상 복원 및 스트레스 저감 전략	지침서 표 10 참조(해당하지 않으면 '없음'으로 표시)
행동변화/ 위협 저감 전략	지침서 표 10 참조(해당하지 않으면 '없음'으로 표시)
상위차원 전략	지침서 표 10 참조(해당하지 않으면 '없음'으로 표시)

2) 사업목적 달성 평가

주요항목	주요내용 및 평가	
목적 1	목적	○○복원지역 내 먹이 서식지 마련(해당하지 않으면 '없음'으로 표시)
	평가	목적의 달성 시기, 계량적 달성 지표가 구체적이지 않음
목적 2	목적	
	평가	
목적 n	목적	
	평가	

3) 환류 내용

분 류	주요 문제점 및 개선사항	
1단계 (사업 정의 및 현황분석)	문제	· ·
	개선사항	· ·
2단계 (계획 수립)	문제	· ·
	개선사항	· ·
3단계 (실행)	문제	· ·
	개선사항	· ·
4단계 (평가 및 개선)	문제	· ·
	개선사항	· ·
5단계 (지식획득 및 공유)	문제	· ·
	개선사항	· ·

나. ○○사업(2018-2021)

- 1) 사업 개요
- 2) 사업목적 달성 평가
- 3) 환류 내용

2. 보전대상종 관련 법령

보전대상종	관할 정부 부서	관련 법
나도풍란	환경부	야생생물 보호 및 관리에 관한 법률(시행 2021.8.19.)
수달	문화재청	문화재보호법(시행 2021.6.10.)
⋮	⋮	⋮

III 준비 단계

1. 사업팀 구성

아래의 목록은 000사업을 수행하는 각 담당자와 역할을 나열한 것이다. 참여기관은 국립생태원 멸종위기종복원센터, 000연구소, 000대학교이며, 총 참여인원은 00명이다.

이름	소속	직위	역할
홍길동	국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실	팀장	사업 총괄 책임
김철수	국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실	전임연구원	GIS 분석, 적합서식지 탐색
김영희	국립생태원 멸종위기종복원센터 복원전략실	전임연구원	보전·복원 표준 절차 적용 안내
이흥부	국립생태원 멸종위기종복원센터 복원연구실	선임연구원	XX종 서식지 모니터링
O'Dowd	000연구소	선임연구원	XX종 집단 유전 분석
이영수	000대학교	교수	XX종 증식 연구
⋮	⋮	⋮	⋮

2. 보전계획 수립 방법

○○ 사업은 「멸종위기 야생생물 보전·복원 지침서」의 보전·복원 표준 절차에 기초하여 수행되었다. 보전·복원 표준 절차는 국외 보전분야에서 오랫동안 논의해 온 수정관리(adaptive management)와 증거중심(evidence-based) 원칙을 절충한 절차이다. 이 절차는 사업 시작 전 가정을 세우고, 주기적이고 신속한 점검으로 사업 목표(objective)와 사업 목적(goal)을 달성하고, 목적 지향적 사업 추진으로 사업의 성공을 견인할 수 있는 도구이다. 또 표준화된 양식으로 원활한 사업 공유가 가능하므로 다른 보전·복원사업의 성공에도 기여할 수 있다.



3. 보전 범위, 비전, 보전대상 설정

가. 보전 범위

보전 범위는 ○○지역에 있는 ○○숲

나. 비전(비전선언문)

우리는 멸종위기종 반달가슴곰의 개체군 관리와 서식지 연결을 통해 반달가슴곰이 백두대간을 따라 확산될 수 있는 기반을 구축하고, 지역 주민의 인식 개선과 상호협력을 통해 국내 반달가슴곰의 생존력을 높이는 것을 목표로 한다.

다. 보전대상

- 1) 보전대상: 보전대상(종, 서식지 등)
- 2) 보전대상 설명: 각 보전대상에 대한 생물학적, 생태학적 특성 등 설명(분량 제한 없음)

4. 현황분석

가. 보전대상 기초 정보 수집 및 분석

- 종의 분류학적 특성
- 종의 분포 정보
- 종의 생물학적, 생태학적 특성(예: 생활사, 개체군통계, 상호작용 등)
- 종의 유전적 특성
- 동종 또는 유사종의 보전·복원 선례 및 성공·실패 이유
- 서식지(현 서식지 또는 이입시킬 서식지)의 물리적, 생물학적, 역사적 특성
- 기후변화 취약성
- 알려진 질병 또는 해충

나. 핵심생태특성 및 지표

대상	평가항목 (핵심생태특성: 지표)	현 상태	단위	지표 수준별 범위				참고 문헌
				나쁨	보통	좋음	매우 좋음	
신안군 섬 생태계	생물다양성: 조류 종 풍부도	보통	%	전체 종의 60% 미만 존속	전체종의 60-75% 존속	전체종의 75-80% 이상 존속	전체종의 80-100% 이상 존속	a)
반달가슴곰	개체군 크기: 개체 수	보통	마리	<53	53-100	101-150	>150	b)
검은꼬리 프레리독	연결성: 집단 간 평균 거리	나쁨	km	>10 km	7-10 km	<7 km		c)

- 핵심생태특성 및 관련 지표를 설정한 이유, 관련 참고문헌 내용 제시

다. 요인 탐색

요 인	설 명
직접적 위협	하나 또는 그 이상의 보전대상을 즉각적으로 저하시키는 위협, 주로 인간 활동에서 기인함 (예: 불법벌채, 무분별한 어획). 인간에게서 유래한 자연 현상 변화(예: 기후변화로 인한 돌풍 발생 빈도 증가 등)도 이 범주에 포함됨
기저요인	직접적 위협의 궁극적 원인이 되는 요인으로 간접적 위협(-)과 기회(+)가 있음
1) 간접적 위협	직접적 위협의 원인이며, 흔히 부정적 영향을 미치는 요인으로 분류됨. 종종 전략이 개입할 수 있는 출입구 역할을 함
2) 기회	하나 또는 그 이상의 보전대상에 직간접적으로 긍정적 영향을 줄 수 있는 요인을 지칭. 간접적 위협과 마찬가지로 전략 개입 출입구 역할을 함

1) 직접적 위협

① 0000: *위험요인별 설명(참고문헌 표시)*

② 0000: *위험요인별 설명(참고문헌 표시)*

2) 간접적 위협

① 0000:

② 0000:

3) 기회

① 0000:

② 0000:

라. 보전 상황모형

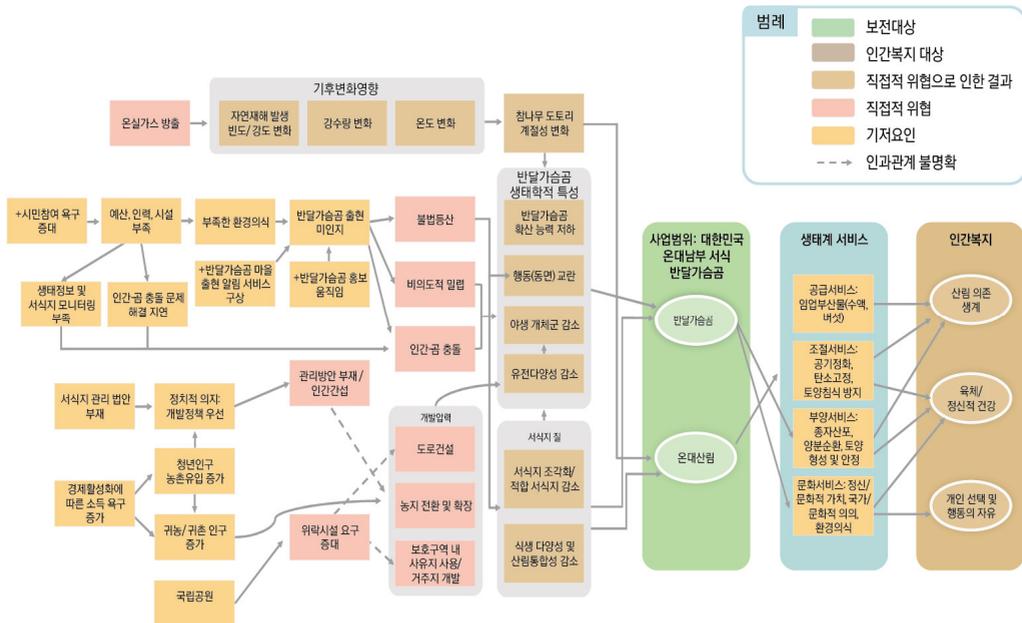


그림 @. 상황모형 예시(반달가슴곰)

3. 전략예측모형



그림 @. 전략예측모형도

전략명	나도풍란 이주
-----	---------

전략예측모형			
중간결과물	목표 1	목표 2	목표 3
① 시작개체군 확보 및 방사·이식 서식지 선정 완료			
② 방사·이식 개체 및 서식지 사전 조치 완료			
③ 방사·이식 설계(개체군 및 서식지) 완료			
④ 방사·이식 완료			
⑤ 사후 관리(개체군 및 서식지) 완료			
⑥ ...			

전략명	나도풍란 위협요인 분석
-----	--------------

전략예측모형			
중간결과물	목표 1	목표 2	목표 3
① 잠재 위협요인 식별			
② 우선적 조치가 필요한 위협요인 식별			
③ ...			
④ ...			
⑤ ...			
⑥ ...			

4. 점검계획

점검 유형	점검사항	관련지표	지표 측정 방법	담당자	기한
전략1*: 목적1	대체서식지 5곳에 나도풍란 이식 후 2027년까지 평균 밀도 20% 증가	• 개체 밀도	부록 1 참조	OOO	2027년 3월까지
전략1: 목표2	2021년까지 나도풍란 인공증식을 통한 영양단계 개체를 3,000개 이상 확보	• 인공증식 개체 수	부록 1 참조	OOO	2021년 5월
전략1: 목표2	2022년까지 나도풍란 이식 적합서식지 5곳 이상 선정	• 적합서식지 선정(5곳) 여부 • 적합서식지의 생물·환경 특성 조사 및 분석 여부	부록 1 참조	OOO	2022년 9월까지
전략1: 목표3	2022년까지 대체서식지 환경과 유사한 인공증식 환경 조성 후 생존율 90% 달성	• 인공증식 개체 생존율	부록 1 참조	OOO	2022년 12월까지
전략1: 목표4	2022년까지 이식할 서식지 내 위험요인 탐색	• 서식지 내 위험요인 확인 여부	부록 1 참조	OOO	2022년 12월까지
전략1: 목표5	2023년까지 이식 개체군 크기 설정	• 최소존속개체군(MVP) 산정 여부	부록 1 참조	OOO	2023년 2월
전략1: 목표6	2024년까지 이식 완료	• 이식 완료 여부	부록 1 참조	OOO	2024년 8월
전략1: 목표7	2025년까지 나도풍란 개체군 및 서식지 사후 관리 완료	• 개체군 및 서식지 최종 모니터링 및 문제점 완화 조치 여부	부록 1 참조	OOO	2025년 1월
전략1: 목표8	2025년까지 서식지 5곳에 나도풍란 이식 개체 90% 활착	• 활착 개체 수	부록 1 참조	OOO	2025년 12월까지
전략1: 목표9	2026년까지 서식지 5곳에 자연결실 개체 10% 이상 도달	• 자연결실 개체수/ 전체 개체수/ 서식지	부록 1 참조	OOO	2026년 10월까지
전략1: 불확실성 해결**	9가지 목표 달성이 궁극적으로 나도풍란 생존에 도움이 되었는가?	• 9가지 목표 달성 여부	부록 1 참조	OOO	2027년 까지
	나도풍란 생존에 영향을 미치는 다른 중요한 요인을 놓치지 않았나?	• 기타 나도풍란 생존 관련 요인 식별 여부	부록 1 참조	OOO	2026년 12월까지

5. 운영계획

전략명/ 추진기간	소요예산 (천만원)	기대 효과	필요 기술	위험요소	출구전략
황새 재도입/ 2021.3.~2026.3.	100	(보전 목적 제시)	GIS 개체군 유전 방사 인공증식	질병으로 인한 집단 폐사	1) 예산 지원 조기 종료 시 현존 개체군 보전 및 현지 외 보전 중심의 사업으로 전환 2) 황새 생존율 10% 미만 시 실패로 간주하고 보전계획서 수정 후 사업 재신청 3) 보전 목적 달성 시 새로운 보전 목적 수립(즉, 기존 지표와는 다른 새로운 핵심생태특성 지표 설정)
황새 보전협약체 구성 및 운영/ 2021.3.~2024.3.	10	(보전 목적 제시)	일정조율 장소 섭외	일정 조율 실패로 긴밀한 협력 불가	



멸종위기 야생생물
보전·복원 지침서

Guidelines for Conservation and Restoration of Endangered Species

발행일 2021.12.
발행인 조도순
저자 이학봉, 박용수, 정석환
발행기관 국립생태원
발행처 충청남도 서천군 마서면 금강로 1210
041-950-5300
ISBN 979-11-6698-039-8

