

충청남도 생물자원보전시설 필요성 연구

정 옥 식

충남연구원 공간·환경연구실 선임연구위원

oksik@cni.re.kr

본 연구는 생물자원보전시설 건립·운영에 대한 정책성 타당성을 검토하는 데 목적이 있음

CONTENTS

1. 지구 생물자원 현황
2. 충남 생물자원 현황
3. 충남 생물자원보전시설 건립 필요성
4. 충남 생물자원보전 시설 구상
5. 기대효과

요약

- 지구상에는 800만종 이상의 생물이 서식하고 있으며 서식지 파괴, 기후변화, 과도한 이용 등으로 인해 100만여종이 멸종위기에 처해 있으며 이로 인해 인류 문명이 위협받고 있음
- 충남 지역에는 풍부한 자연환경을 지니고 있어 다양한 생물이 서식하고 있으며 약 50여종의 대표적인 멸종위기종이 분포하고 있음
- 국내 전역과 마찬가지로 충남 내 멸종위기종의 서식환경은 악화되고 있는 상황이며 더불어 서식 분포 면적도 감소하고 있는 추세임
- 특히, 양서파충류에 대한 보전 대책이 시급한 상황이며 기후변화에 의한 피해 마저도 가중되고 있어 생물자원보전시설 설치와 같은 서식지 외 보전 대책이 시급히 요구되고 있음
- 생물자원보전시설은 생물자원 보전 기능 강화와 교육 체험프로그램 강화, 지역 사회 지원 사업 등의 전략 수립과 이를 실현 시키기 위한 공간 구상이 요구됨
- 생물자원 보전시설 운영을 통해 생물다양성 증진, 생물 자원 보전에 대한 국민 인식 증진, 지속가능한 지역발전지역 발전 등의 효과가 있을 것으로 기대됨



충남연구원
ChungNam Institute

1. 지구 생물자원 현황

- 지구상에는 약 800~870만종의 (진핵)생물이 서식하는 것으로 알려져 있음(Mora *et al.*, 2011)
 - 생물 분류학자들이 확인하고 기록한 (진핵)생물종은 약 123만종이지만 인간의 연구활동이 미치지 못한 지역이 바다와 오지를 포함해서 90% 이상이므로 실제 지구상에 생존하는 생물은 이 보다 훨씬 많을 것으로 예상하고 있음
 - 2011년에 Mora 등이 수행한 연구에 의하면 지구상에 서식하는 생물종은 동물이 약 770만종, 식물이 298만종, 진균류가 61만종, 원생동물이 3만6천종 등 총 874만종일 것으로 추정하고 있음
- 인구 증가와 더불어 지구상의 생물종 감소는 급격히 진행되었으며 1만년전 지구상 척추동물의 무게 대부분(99%)이 야생동물인데 반해 오늘날은 인간과 가축이 대부분(99%)을 차지하고 있음
 - 지구생물과학위원회(IPMES)에서 2019년에 발간한 ‘지구평가보고서’에 의하면 지구상 생물종 약 100만종이 멸종위기에 처해 있음
 - 세계자연보전연맹(IUCN)에서 발간한 적색목록(red list of threatened species)에 따르면 양서류의 41%, 포류류의 25%, 식물의 34%, 조류의 13%가 멸종위기에 처해있음
 - 육지환경은 75%, 해양환경은 40% 그리고 하천은 50%가 심각하게 변형되었음
 - 세계야생동물기금(WWF)의 Living Planet Report에 따르면 1970년 이후 척추동물의 개체수 68%가 사라졌으며 1989년 이후 곤충 개체수는 3/4이 사라졌음
 - 지금의 생물종 멸종 속도가 유지된다면 2050년에는 지구 전체 생물종의 25~30%가 사라질 것으로 예상하고 있음

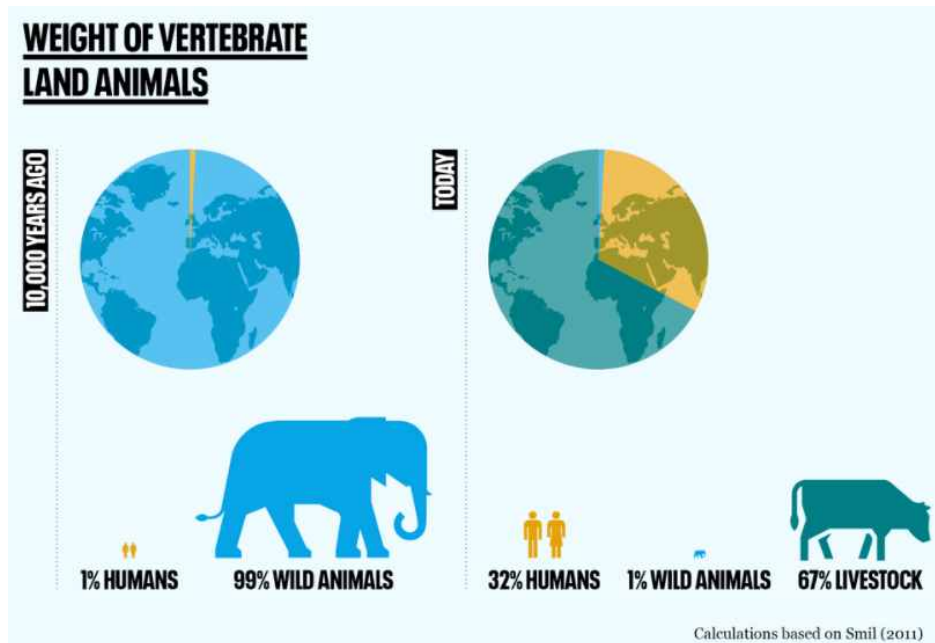


그림 1. 1만년전과 현재의 지구상 척추동물 무게 비교

2. 생물종 멸종 원인

- 지금 인류세를 여섯 번째 대량 멸종으로 규정할 만큼 많은 생물종이 멸종하였으며 대표적인 원인으로는 서식지 파괴, 과도한 이용(남획), 기후변화, 오염, 농업 증대, 외래생물 도입 등으로 알려져 있음
- 서식지 파괴는 생물 멸종의 주된 원인중 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 최근 발생한 팬데믹 상황의 주된 원인이기도 함
 - 서식지 파괴는 인구 증가와 직결되며 인구 거주공간 확보를 위한 도시공간과 기반 시설 조성 그리고 식량 제공을 위한 경작지 확대와 연관이 있음
 - ‘지구평가보고서’에 의하면 고작 육지 공간의 1/4, 바다의 1/3만이 비교적 손상되지 않은 상태로 남아 있음
 - 또한, 습지의 경우 1700년대와 비교해서 13%만 존재하며 산림의 경우 연간 650만ha가 사라지고 있는 실정임
 - 서식지 파괴로 인해 기존 서식지를 떠난 생물종이 다른 생물종을 만나 새로운 전염병이 생성되는 계기를 마련하며 실제 훼손된 서식지에서 서식하는 야생동물에게서 보다 많은 인수공통질병균이 발견됨(Gibb *et al.*(2020))

- 증가하는 인구에게 필요한 자원 공급을 위한 과도한 이용(남획) 또한 생물종의 멸종을 가속시키고 있으며 해양 생물자원이 특히 심각한 상황임
 - 산업 어업과 야생동물 밀렵 등이 대표적이며 식용 어류와 해산물로 이용되는 종의 경우 전체 29%에 해당하는 종에서 전체 개체군의 90%가 사라졌음
 - 1,616종의 어류가 멸종위기에 처했으며 이들 중 627종은 '심각한 멸종위기'에 처해있고 남획이 주된 원인이라 함(IUCN)
- 화학물질과 산업, 농업폐기물로 인한 생물종의 피해로 인해 생물종 혹은 서식지가 훼손, 오염됨에 따라 생물종이 감소도 확산되고 있음
 - 화학물질 오염으로 인해 집단 폐사하거나 돌연변이 발생 등의 피해를 일으키며 최근에는 플라스틱에 의한 생물종 피해가 광범위하게 발생하고 있음
 - 경작지가 면적이 증가함에 따른 살충제와 비료 사용으로 인해 곤충 개체군을 전멸시키고 유출수로 인한 수질 오염은 수생태계를 지역적으로 붕괴시키기도 함
- 농업의 증대는 서식지 파괴와 오염을 가중시키며 지구상 온실가스의 배출의 1/3를 차지하는 등 기후변화를 주도하고 있음
 - 농업 생산량 유지를 위해 살포되는 살충제에 의해 1989년 이후 전세계 곤충들의 3/4이 사라졌으며 이로 인해 식물의 씨앗을 맺게 하는 '화분매개곤충'마저 사라져 농업 뿐 만 아니라 생태계 전반에 연쇄적인 영향을 미치고 있음
- 인위적인 영향에 의해 급격하게 진행된 기후변화는 생물종들의 서식 환경과 생리적 변화를 일으키므로 온도에 민감한 종, 저지대 서식종, 온도에 민감한 종들의 절멸을 겪고 있음
 - 기후변화에 의한 해수면 상승으로 인해 서식지가 파괴된 Bramble Cay melomys (*Melomys rubicola*)는 기후 변화의 직접적인 결과로 인해 멸종된 최초의 포유류임
 - 세계자연보전연맹(IUCN)에 의하면 기후변화는 최소 10,967종에게 영향을 미쳐 멸종 가능성을 높일 것으로 추정하고 있음
 - 기온 상승으로 유입된 모기와 말라리아로 인해 하와이에 서식하는 참새목 조류 50종 중 17종은 저지대에서 절종하였음
- 그 외 외래생물 도입과 야생고양이들로 인해 토착종 혹은 고유한 종들의 절멸이 지속되고 있음

3. 생물다양성 보전 필요성

- 지구생태계는 인류의 지속을 위해 필요한 재원을 광범위하게 제공하고 있으며 지구생태계는 생물종들에 의해 시스템이 작동, 유지되고 있음
 - 생태계는 인류에게 식량과 물, 맑은 공기를 비롯하여 목재와 약품 등 물질적 혜택 이외에도 질병과 자연재해 조절, 등 다양한 서비스를 제공하고 있음
 - 지구생태계가 인류에게 제공하는 생태계서비스는 연간 145조달러 규모로 이는 전 세계 총생산액(Global GDP) 75.2조달러를 상회함
 - 다만, 생태계 기능 상실로 인해 온실가스 감축, 수질정화 등의 서비스는 최근들어 감소하였음
- 생물종 멸종에 의한 생태계 붕괴는 인류 문명의 위협으로 작용할 것이며 인류의 지속한 생존을 위해서는 범지구적 생물보전 조치가 시급함(Ceballos *et al.*, 2020)
 - 생물 멸종의 가속화는 빠른 인구 증가와 소비 때문이라는 것은 자명한 사실이며 한 종의 멸종은 상호 작용하며 연관된 종들도 함께 사라짐
 - 사라지는 종들이 집중되어 있는 지역에서는 지역적 생물다양성 붕괴가 일어나며 지역적 생태계 붕괴를 일으킴
 - 생태계 붕괴는 결국 인류 지속에 필요한 식량, 물, 공기 등 기본적인 공공재 상실을 의미함
- 지구생태계가 직면할 다양하며 불확실한 상황에 대비하기 위해서는 생물들의 다양성 또한 확보되어야 함

1. 충남 생물자원 일반 현황

- 현존식생의 경우 500여군락으로 구성되어 있으며 대체로 소나무(15%), 밤나무(6.3%), 리기다소나무(5.7%)가 우세함
- 포유류는 산림과 농경지 그리고 저지대를 비롯한 하천 주변 등에서 주로 서식하고 있으며 대체로 중소형을 포함하여 대체로 30여종이 서식하고 있음
 - 고라니가 조사지점 1,500여지점 중 1,450여지점에서 발견되는 등 최고 우점을 보이고 있으며 최근에는 멧돼지와 오소리의 분포지역이 늘고 있는 추세임
- 조류는 산림, 농경지, 연안습지, 농경지, 하천 등 다양한 서식지에 서식하며 해마다 300여종이 관찰됨
 - 천수만(간월호), 삽교호, 아산호, 금강하구, 서천갯벌 등 대규모 월동조류 서식지가 위치하고 있으며 저어새, 붉은어깨도요, 넓적부리도요, 황새 등 30여종의 국제적 멸종위기종이 서식함
 - 특히, 이러한 대규모 철새도래지는 세계자연유산, 람사르사이트, EAAP 사이트로 지정되는 등 국제적으로 중요한 서식지로 인정받고 있음
- 서측 연안을 중심으로 침식형 저지대가 발달한 지형적 특성으로 인해 습지가 발달하는 등 충남에는 다양한 양서류와 파충류가 서식하고 있음
 - 현장조사 결과 지난 10년 동안 충남지역에서 서식 확인된 양서류는 15종 그리고 파충류는 12종임

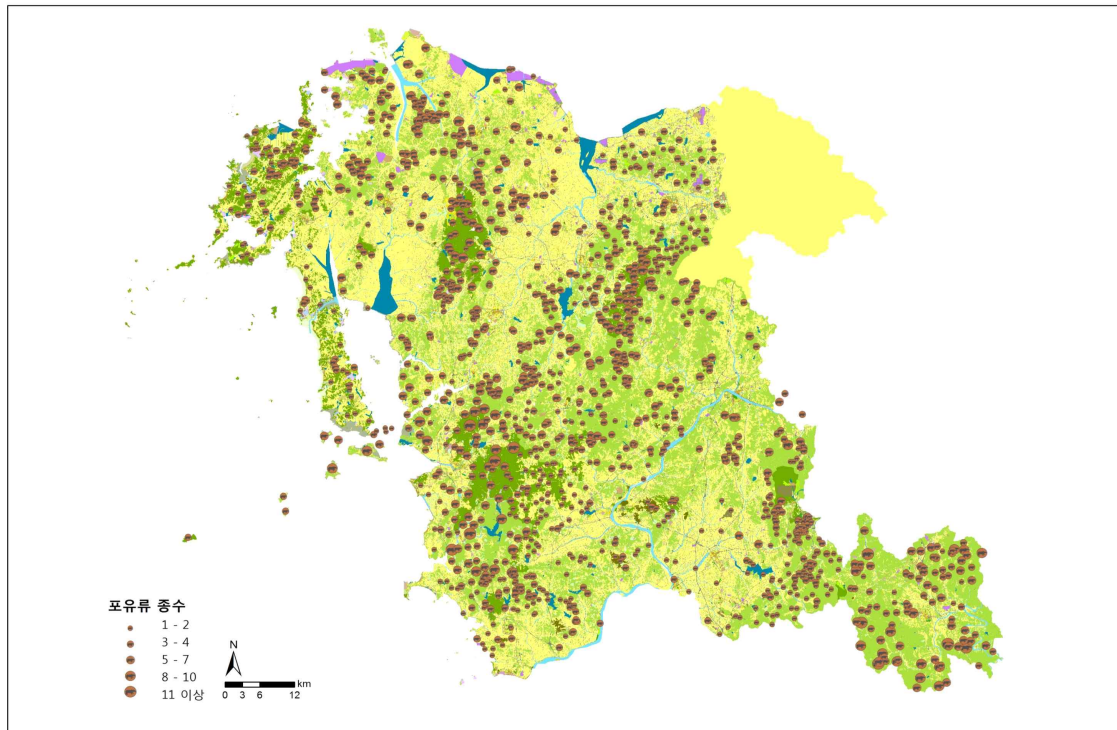


그림 4. 충남 주요 지점별 조류 서식 종수

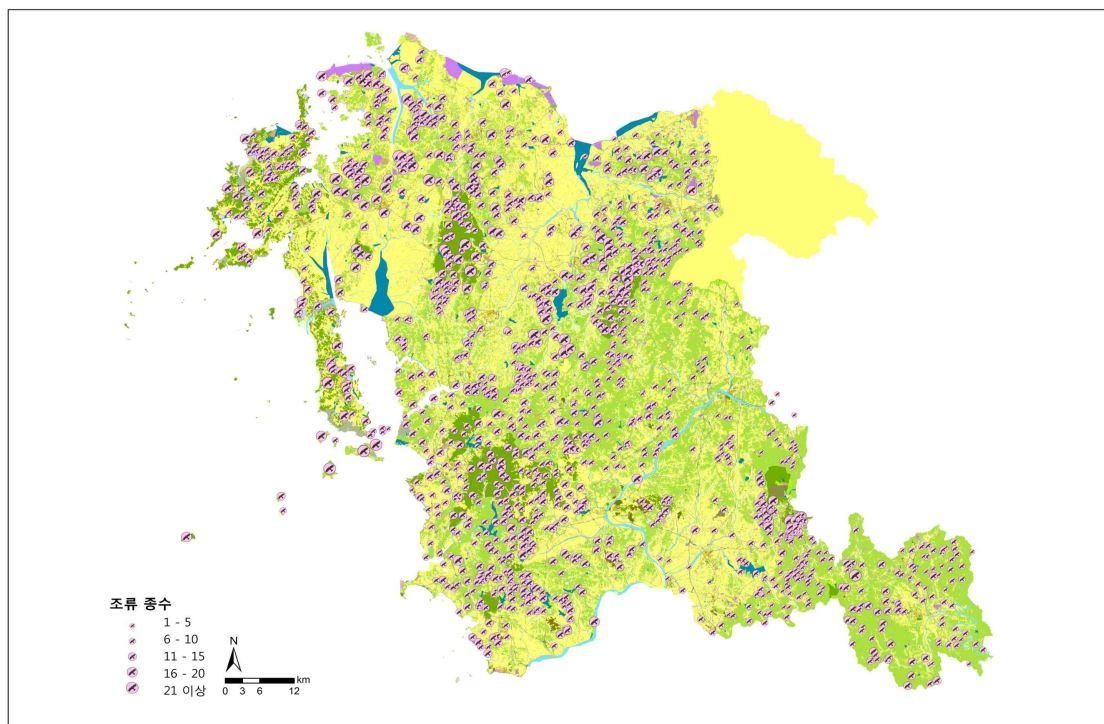


그림 5. 충남 주요 지점별 조류 서식 종수

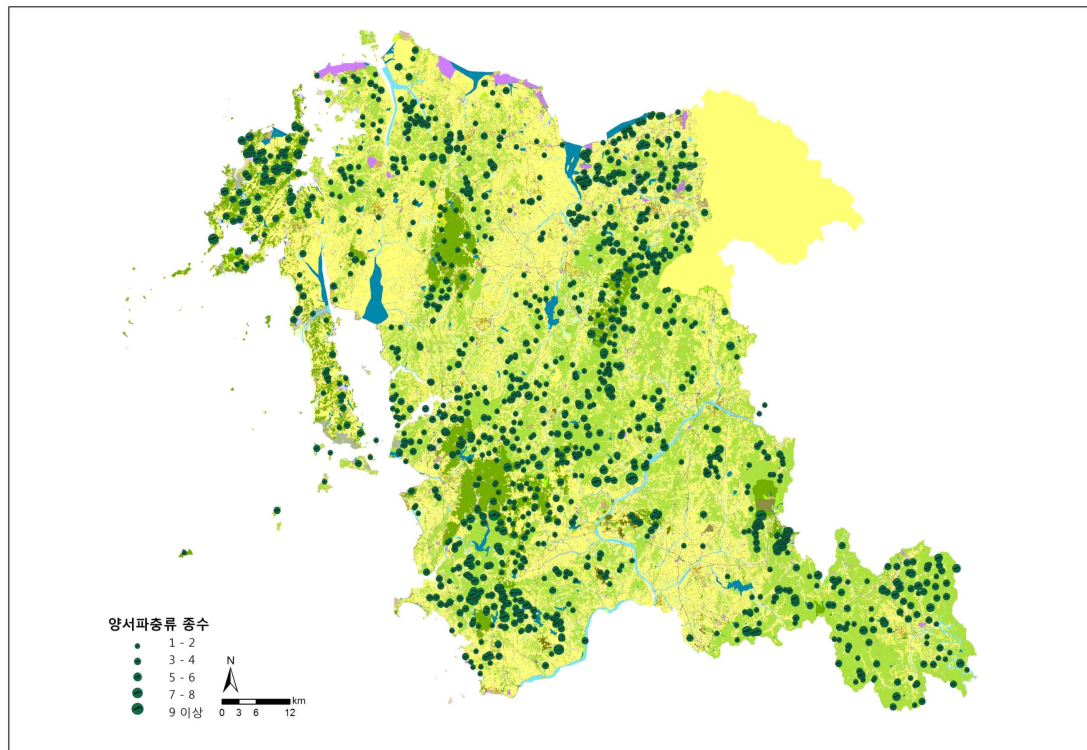


그림 6. 충남 주요 지점별 양서·파충류 서식 종수

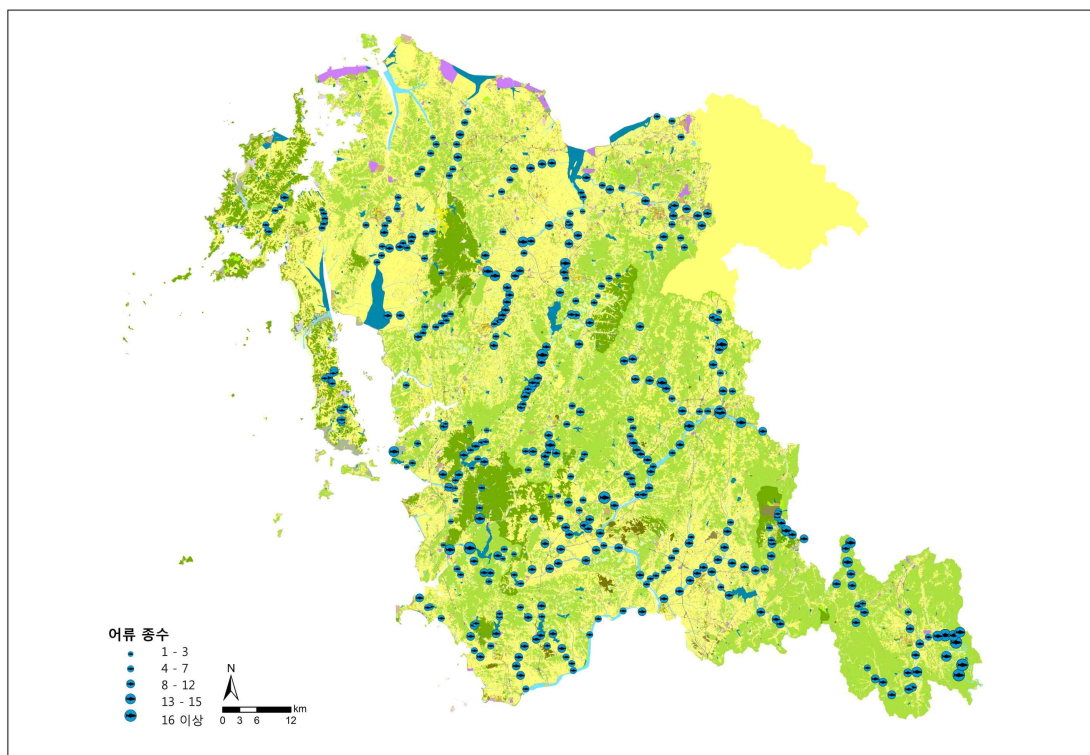


그림 7. 충남 주요 지점별 조류 서식 종수

2. 충남의 주요 멸종위기 야생생물 서식 현황

- 최근 10여년에 걸친 충남 지역 야생동물 정밀조사 결과, 조사된 멸종위기 야생동물¹⁾은 대체로 50여종임
- 충남에 서식하는 멸종위기 야생동물 중 조류는 황새, 넓적부리도요, 저어새, 노랑부리백로, 청다리도요사촌 등 30여종이며 종수(種數)로는 충남에 서식하는 멸종위기 야생생물 중 가장 높은 비중을 차지하고 있음
 - 충남 지역의 서해안은 세계자연보전연맹(IUCN)에서 ‘극심한 멸종위기종 (Critically Endangered)’으로 지정한 넓적부리도요를 비롯하여 청다리도요사촌, 붉은어깨도요, 노랑부리백로, 저어새 등 국제적 멸종위기 조류를 부양하는 등 서식지 가치가 매우 높은 곳임
- 정밀조사 결과, 포유류는 삵, 수달, 붉은박쥐, 담비 등 약 7종의 멸종위기 야생생물이 서식하고 있는 것으로 확인되었음
 - 삵이 가장 넓은 분포 면적을 지니고 있으며 충남 전역에 서식하며 350여 지점에서 서식하고 있음
 - 수달은 금강 본류와 주요 지천 등에서 서식하며 최근들어 서식 지점수가 증가하고 있는 추세임
- 양서파충류의 경우 수원청개구리와 금개구리, 표범장지뱀, 맹꽁이, 구렁이, 남생이 등 총 7종이 서식하는 것으로 확인되었음
 - 멸종위기야생동물1급인 수원청개구리는 한반도에서 충남 지역이 밀도가 높으며 아산, 당진, 예산, 부여 등에 서식하고 있음
 - 멸종위기종인 금개구리는 당진시, 태안군, 보령시, 서천군, 청야군 등 충남 전역에서 48개의 서식지가 위치하고 있음
 - 무엇보다 수원청개구리와 금개구리의 전세계 분포지역인 한반도가 유일한 지역이므로 이들 종의 보전을 위해 충남 지역 서식지 보전이 절실한 상황임
 - 표범장지뱀은 충남 서해안 연안 해안 사구지역에 폭넓게 분포하며 국내 최대 밀도로 서식하고 있음
- 어류의 경우 더불어 멸종위기종이며 전세계적으로 우리나라에만 서식하는 고유

1) ‘야생생물 보호 및 관리에 관한 법률’을 근거하여 지정된 멸종위기야생생물 1급과 2급으로 분류된 야생동물의 총칭

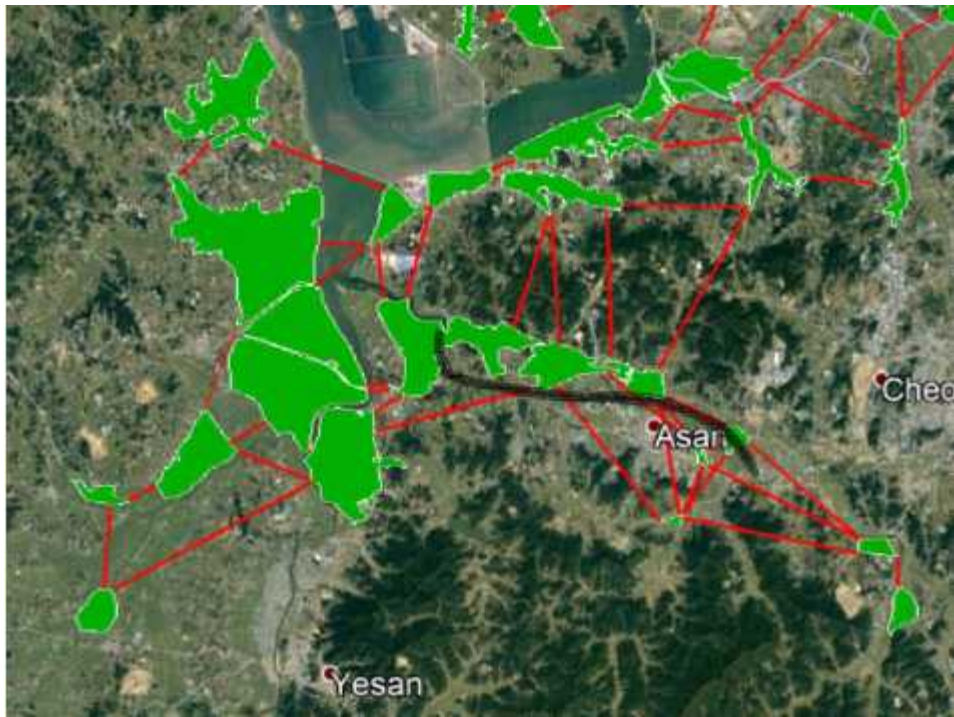


그림 8. 충남 수원청개구리 주요 분포 지역(아산시, 당진시, 예산군 등)
 <출처 : Amael Borzée. 2019. 수원청개구리 보전 워크숍 발표 자료>

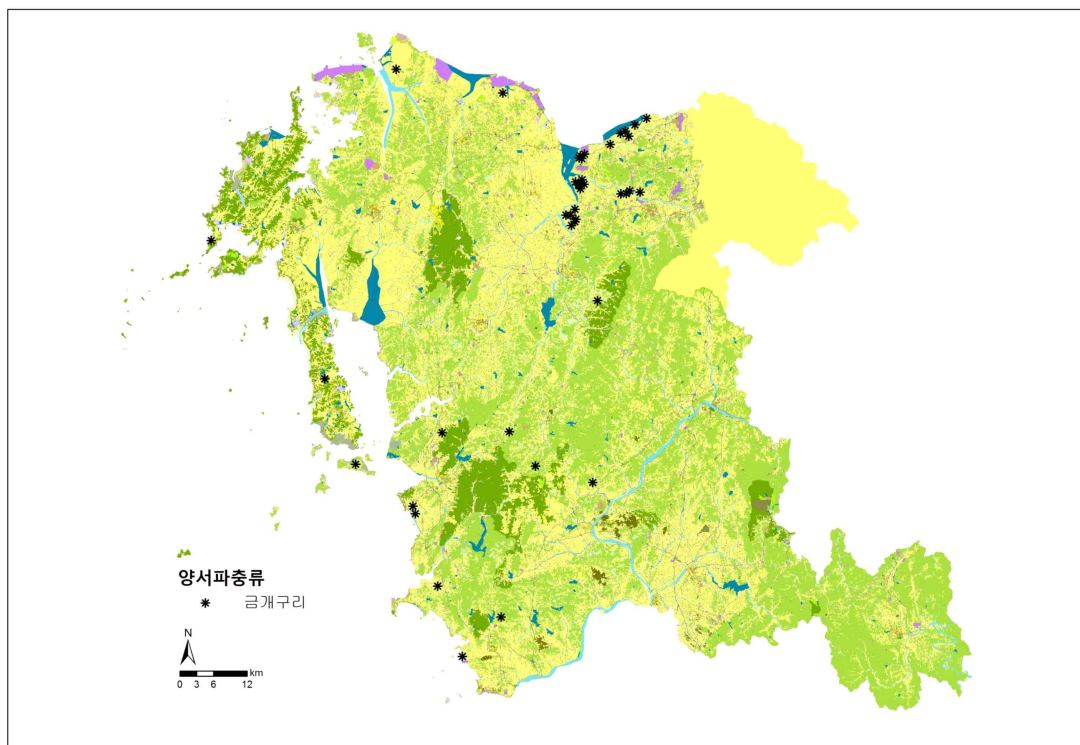


그림 9. 충남 금개구리 분포 지역

<표 1> 충남 멸종위기 야생생물 분포 현황

(출처 : 충남 생물다양성 증진 전략 보고서, 2019)

구 분		보호 등급				충남 분포지역(서식지)
		국제자연 보전연맹	국내			
			멸종 1급	멸종 2급	천연 기념물	
포유류	수달	위협근접	0		0	금강 본류, 금강 수계의 지천, 저수지
	붉은박쥐		0		0	금산 어제리, 홍성, 서산 용현리
	삵	관심필요 (LC)		0		산림 저지대, 하천이나 농경지 주변, 충남 전역(300여 지점 이상 서식)
	담비	관심필요 (LC)		0		금산, 부여 산간지역
	점박이물범	관심필요 (LC)		0	0	가로림만 등 인근 해상
	토끼박쥐			0		금산 어제리 등
	하늘다람쥐			0	0	금산 산림지역
양서· 파충류	수원청개구리	멸종위기 (EN)	0			아산의 논, 서산, 당진
	금개구리	취약 (VU)		0		아산, 서천, 부여, 청양 등의 저수지, 농수로, 논
	맹꽁이	관심필요 (LC)		0		충남 전역의 농경지 주변 농수로
	표범장지뱀	관심필요 (LC)		0		태안 사구, 서천과 보령의 해수욕장, 서천 유부도
	납생이	멸종위기 (EN)		0	0	청양
	구렁이	관심필요 (LC)		0		태안
어류	흰수마자		0			금강 수계와 연계된 지천천 하류, 유구천 하류
	감돌고기		0			금강(천내습지), 보령댐 상류(웅천천)
	미호종개		0		0	유구천과 지천천의 하류 지점
	동사리		0			웅천천
	한강납줄개		0			대천천, 무한천
	돌상어			0		금강의 중상류(천내습지)
	꾸구리			0		금강 중상류(천내습지), 금산 일대 여울
조류	황새	멸종위기 (EN)	0		0	천수만 지역에서 월동, 드물게 금강변에서 발견
	넓적부리도요	극심한 멸종위기	0			유부도, 서천 비인갯벌
	저어새	멸종위기 (EN)	0		0	유부도, 금강하구, 서천 비인갯벌, 천수만, 아산만
	흰꼬리수리	관심필요	0		0	천수만, 금강(미호천 하류)
	노랑부리백로	멸종위기 (EN)	0		0	서천 장항해안, 서산 천수만 연안

<표 1 계속> 충남 멸종위기 야생생물 분포 현황

구분		보호 등급			충남 분포지역(서식지)	
		국제자연 보전연맹	국내			
			멸종 1급	멸종 2급		천연 기념물
조류	청다리도요사촌	멸종위기 (EN)	0		서해안 지역, 유부도, 서천 비인갯벌	
	붉은어깨도요	멸종위기 (EN)		0	서해안 지역, 유부도, 서천 비인갯벌	
	매		0	0	천수만, 유부도 등	
	검독수리		0	0	천수만, 금강변 등	
	큰고니	관심필요 (LC)		0	0	천수만, 금강대교 밑, 금강호, 대호저수지 등
	검은머리물떼새	관심필요 (LC)		0	0	유부도, 서천 비인갯벌, 천수만 갯벌, 아산만 연안
	개리	취약 (VU)		0	0	금강하구, 서천 갯벌
	흑두루미	취약 (VU)		0	0	천수만 등
	노랑부리저어새			0	0	천수만, 유부도, 장항해안 등
	검은머리갈매기			0		서천 장항해안, 유부도, 천수만 해안 등
	쇠황조롱이			해제		천수만, 금강 주변 등
	흰목물떼새			0		충남 주요 하천변(자갈밭)
	큰기러기			0		천수만, 삽교호, 대호, 금강호, 아산호 등 철새도래지, 금강하구 등
	큰말뚝가리			0		천수만 등
	참매			0	0	공주, 금산 등 산림지역에서 번식/ 천수만, 금강 주변에서 월동
	올빼미			0	0	충남의 산림지역(마을 인근의 야산), 계룡산
	수리부엉이			0	0	충남 전역의 야산
	알락꼬리마도요			0		서천 장항해안, 유부도, 천수만 해안
	새호리기			0		충남 전역의 야산
	새매			0	0	천수만, 금강
	벌매			0		태안 신진도, 보령 외연도 등 이동시기에 관찰
	물수리			0		장항해안, 유부도 등
	뜸부기			0	0	천수만 등
	독수리			0	0	천수만, 공주(정안), 금강 중류(세종 합강리 부근)
	재두루미			0	0	천수만
	붉은배새매			0	0	충남 전역의 산림(외곽)에 번식
	갯빛개구리매			0	0	천수만, 금강변

어종인 흰수마자, 미호종개, 구꾸리, 감돌고기, 돌상어 등 7종이 분포하고 있음

- 지천 하류에는 미호종개와 흰수마자가 서식하고 있으며 유구천 하류에는 흰수마자가 서식하고 있음
- 금강 상류지역인 금산군의 천내리와 방우리지역에는 구꾸리, 감돌고기, 돌상어 등이 다수 서식하고 있음

○ 2021년 세계자연유산에 등재된 서천 갯벌은 국제간 이동을 하는 도요물떼새 중간기착지이며 국제적 핵심서식지로 지정되어 있음

03

충남 생물자원보전시설 건립 필요성

1. 멸종위기종의 서식지 내 감소 지속

- 국내 멸종위기 야생동물들도 감소 추세에 있으며 서식지 파괴와 오염 등이 주된 위협 요인인 것으로 확인되었음
- 충남 도내 삶 서식지 고정 조사구 173지점을 대상으로 조사한 결과, 10년이 지난 시점에서는 73지점에서 사라진 것으로 확인되었음
- 삶 서식지 감소의 경우 도로 건설에 의한 서식지 단절, 태양광 설치에 따른 서식 공간 훼손 등이 주된 원인인 것으로 확인되었음

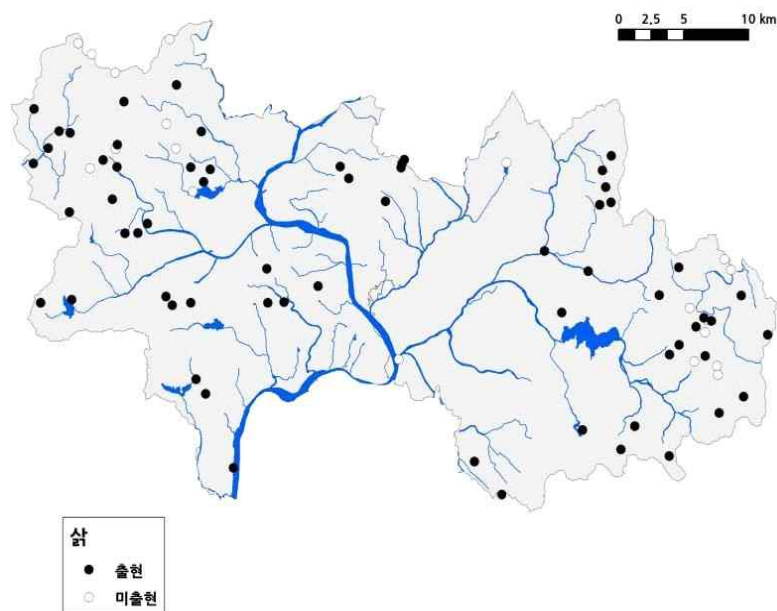


그림 10. 충남 삶 분포 고정조사구 위치와 출현 여부
 <출처 : 충남 생물다양성 증진 전략 보고서, 2019>

- 더불어, 수원청개구리, 금개구리, 매화마름, 가시연꽃 등 습지 서식지에 서식하는 멸종위기 생물들의 감소 추세 또한 심화되는 상황임
 - 수원청개구리와 금개구리가 서식하는 것으로 확인된 65개 서식지를 대상으로 10년이 지난 2020년에 시행한 현장조사 결과 12개 지점에서 이들의 서식이 사라졌음
 - 수원청개구리와 금개구리가 사라진 주 원인으로는 도로 개설, 축사와 시설 재배를 위한 매립 등 개발에 의한 영향이 가장 컸으며 나머지 현재 서식하고 있는 서식지들로 농약에 의한 오염과 위협이 지속되는 것으로 나타났음
 - 멸종위기종 2급으로 지정된 매화마름의 경우도 서식이 확인된 15개 서식지 중 7개 지역에서 서식이 사라졌으며 가시연꽃도 서식이 확인된 서식지 2곳 모두에서 서식이 확인되지 않았음
 - 매화마름의 서식지 사라진 7개 지점을 비롯한 서식지 대부분은 농약(제초제) 살포가 지속되는 것으로 확인되었음

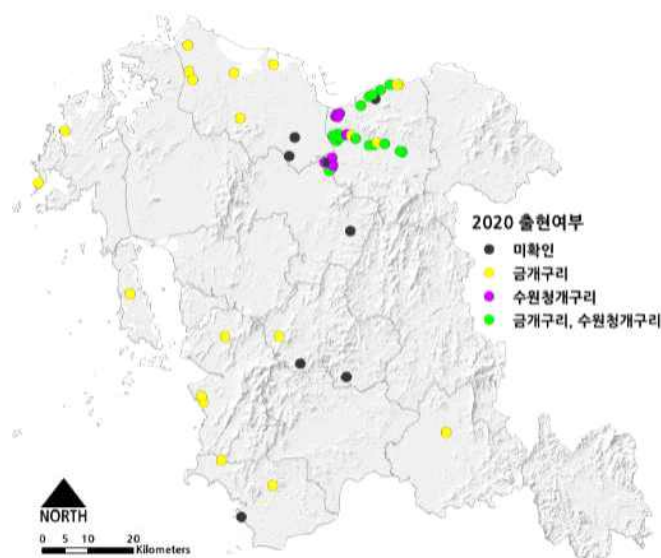


그림 11. 충남 멸종위기 양서류 분포 지점과 출현 여부

<출처 : 충남 생물다양성 증진 전략 보고서. 2019>

- 현재의 서식지 여건을 고려할 때 양서류·파충류를 비롯하여 습지생물의 절멸 가능성은 앞으로 더욱 가속될 것으로 보임
 - 철분이 높고 인산염 농도가 낮은 곳을 선호하는 수원청개구리와 금개구리의 서식지 선호도를 고려할 때 농경지 내 살포되는 농약과 비료는 이들 서식의 주된 위협

요인임(Borzee 등, 2018)

- 더불어, 수원청개구리와 금개구리의 서식 위협중 하나인 황소개구리와 향아리곰팡이 질병 확산 가능성도 존재하며 게다가 청개구리류의 서식 저해 요인으로 작용하는 콘크리트 관개수로도 개선되지 않고 있어 멸종위기 양서류의 절멸 가능성 지속 및 가속될 것으로 보임(Fujioka&Lane, 2018)
- 향아리곰팡이균에 의한 피해로 인해 전세계 500여종의 개체수가 감소하고 이중 90여종이 멸종하는 등 전세계적으로 심각한 상황에서 양서류 보전에 대한 필요성이 강조되고 있음

2. 멸종위기 양서류 종(種) 보전을 위한 충남 서식지 중요성 부각

- 국제적 멸종위기종이자 국내 멸종위기 야생생물1급과 2급으로 지정된 수원청개구리의 국내 최대 서식지인 충남 지역 내 개체군이 절멸할 경우 수원청개구리와 금개구리는 지구상에서 멸종할 가능성이 높음
- 수원청개구리와 금개구리는 지구상에서 한반도가 유일한 서식지로 알려져 있으므로 한반도 개체군이 사라질 경우 멸종을 의미함
- 수원청개구리는 국내 서식지 훼손이 크고 분포 확산 속도마저 빠르지 않은 관계로 멸종 가능성이 높으며 연구결과 100년 내에 멸종할 가능성이 100%로 나타났다(Borzee 등, 2017)

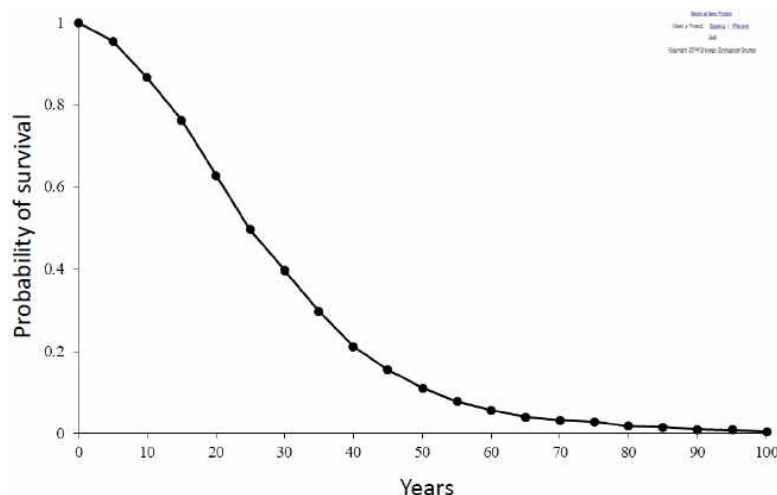


그림 12. 수원청개구리의 멸종에 이를 시간별 확률
<출처 : Borzée 2017>

- 충남은 금개구리와 수원청개구리의 한반도 최대 개체군이 서식하고 있어 이들 종의 보전을 위한 핵심 서식지로서 가치가 매우 높음
 - 금개구리는 충남 내 전역에 넓게 분포하고 있으며 폭넓게 개체군이 형성되어 있으며 더불어 금개구리의 서식에 유리한 유기농업 면적이 높아 타 지역에 비해 절멸 가능성은 낮을 것으로 추측됨
 - 수원청개구리의 경우 당진시를 포함한 아산 개체군 무리가 그나마 타 지역에 비해 개체군이 큰 관계로 한반도 내 핵심 서식지로서 보전 가치가 매우 높음

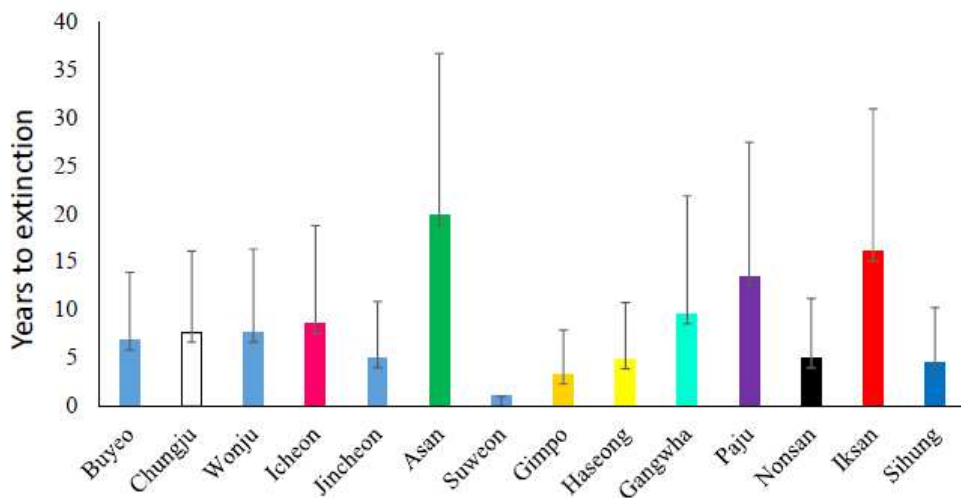


그림 13. 수원청개구리 개체군별 절종에 이르는 기간(년)

<출처 : Borzée 2017>

3. 기후위기 피해 저감을 위한 서식지 외 보전 대책 시급

가. 기후변화에 의한 양서·파충류 피해 심화

- 기후변화에 의한 야생생물 피해 사례가 최근들어 연구 결과로 확인되고 있으며 특히 양서·파충류의 피해가 가장 클 것으로 예상됨
 - 대표적인 피해 사례로는 온돈 증가에 의한 질병 증가, 서식지 훼손, 생리 현상 변화, 발생 초기 배(胚)발달 과정의 피해 등으로 구분됨
- 해수면 상승으로 인해 서식지가 사라지거나 서식지 질 훼손에 의해 저지대 서식하는 양서·파충류의 서식이 어려워지고 있는 상황임

- 기후 변화에 의한 해수면 상승으로 서식지가 사라져 멸종한 Bramble Cay melomys (*Melomys rubicola*) 이외에도 해수 유입으로 인한 담수 내 염분 밀도 증가로 서식지 기능이 상실되는 등의 피해가 가중되고 있으며 특히 2100년까지 0.5~2m까지 추가적인 해수면 상승이 예상되므로 저지대에 서식하는 양서파충류의 피해가 커질 것으로 예상됨
- 더불어 강우량 빈도 변화에 의해 서식지가 건조해 짐에 따라 번식에 실패하거나 수분 스트레스에 의해 부화율이 감소하는 등의 피해로 인해 개체수가 감소하는 종들이 세계 곳곳에서 확인되고 있음
- 스리랑카 지역만 하더라도 기후변화에 의한 개체수가 급감한 종이 악어 2종, 뱀 13종에 달하는 것으로 확인되고 있음
- 기온 변화에 의한 체온 상승, 번식 주기 변화 등 생리적 변화에 의한 절종 혹은 개체수 감소 사례가 최근 연구에서 확인되고 있음
 - 체온 상승은 파충류의 생리학적, 행동적 기능 상실, 생리적 스트레스를 유발하며 이러한 문제로 인해 1975년부터 특정 개체군에 의한 추적 결과 멕시코 지역에서는 12%가 달하는 종이 절종하였으며 이러한 추세가 계속된다면 2080년까지 멕시코 지역에서만 39%가 멸종할 것으로 예상하고 있음(Sinervo et al. 2010)
 - 기온 증가는 번식 주기의 변화를 일으키거나 이동(분산)을 방해하며 이로 인해 서로 다른 종인 *Bufo bufo*과 *Bufo balearicus*처럼 다른 종과의 교잡으로 인한 유전적 오염, 고립에 의한 피해를 가중시킴
- 온도 변화는 파충류의 발생 초기 배(胚)발생에 미치는 영향으로 성비 변화와 질병 감수성에 영향을 끼침
 - 거북 종류는 부화 온도에 따라 암수 성이 결정되므로 기온이 증가하는 현 상황에서는 99%가 암컷이 태어나고 있어 암수 성비에 영향을 미쳐 결과적으로 개체군 감소를 일으킴
 - 연구 결과 높은 온도에서 부화한 개체의 경우 포식과 질병에 취약하며 학습 능력 또한 감소하여 전체적으로 생존율 낮춰 개체군이 감소하는 것으로 나타났음(Dayananda와 Webb, 2017 ; Dayananda et al., 2017)

나. 기후위기 대응을 위한 서식지 외 보전 대책 필요

- 기후변화에 의한 국내 양서파충류 피해에 대한 연구는 아직 미진한 상황이지만 집중 호우와 가뭄 지속, 이상 기온 등의 뚜렷해지고 있으므로 국외와 같은

피해가 있을 것으로 예상됨

- 서식지 감소와 오염 등의 원인으로 서식지 내 멸종위기종의 감소가 지속되고 있는 상황에서 기후변화에 의한 피해도 가중되고 있어 서식지 외 보전 대책이 시급함
 - 기후변화가 미치는 영향이 광범위하고 오랜 기간 지속되어 온 만큼 피해 지역도 광범위하게 진행되고 더불어 피해 저감을 위한 시간도 장기간 소요될 것이므로 서식지 내 보전 사업 만으로 생물종 절종 가능성을 낮추기에는 한계가 있음
 - 따라서, 개체군의 인공증식과 인위적인 서식지 환경 조절이 가능한 ‘생물자원 보전시설’ 조성 등 서식지 외 보전 대책이 필요함

4. 지역 단위 생물자원 보전 필요성 대두

가. 지역 기반의 보호 조치를 강조한 ‘쿤밍 선언’ 채택

- 2021년 10월 쿤밍에서 개최된 제15차 생물다양성협약 총회에서 세계 각국은 ‘쿤밍 선언(Kunming declaration)’을 채택되었으며 우리 사회에 닥쳐올 위협 해소를 위해 생물다양성 증진을 위해 정치적 모멘텀을 강조하였음
- 더불어, 과거 국제사회가 추진해왔던 아이치타킷 목표 미달성에 대한 반성을 통해 ‘자연과 조화롭게 살기’라는 비전과 함께 생물다양성 증진과 지속가능한 발전 유지를 위해 17개의 약속을 하였음
 - 생물다양성 증진을 위한 국가적 노력으로 증진전략 개선과 법체계 개선, 주류화와 이익 공유, 기후변화 완화, 해양보호 등을 포함함
 - 특히, 지역기반의 보호조치를 강화하며 지역 시민사회와의 협업과 교육, 대중인식 강화를 강조함

나. 생물자원 보전을 통한 지역발전 전략

- 멸종위기생물을 비롯한 생물 서식지가 위치한 곳을 중심으로 지역 내 커뮤니티와 연계된 보전 사업이 강조되고 있음
 - ‘쿤밍 선언’에서 뿐 만 아니라 서식지 주변 마을과 지역에서 추진하는 보전활동이야

말로 보호 조치 및 사업과 관련한 그 어떤 법적, 제도적 장치보다 보호 효과가 큰 것으로 알려져 있음

- 지역 내 생태자원을 경쟁력있는 자원으로 보전,활용하는 경우 지역경제에 보탬이 될 뿐 만 아니라 생물자원도 함께 보전되는 선순환고리가 유지됨
 - 지역 내 생물자원에 대한 보전 사업은 생태계서비스를 증진 시킬 뿐 만 아니라 지역 내 자연자본(natural capital)을 증가시키는 효과가 있음
 - 이를 자원화하여 1차, 2차, 3차 산업을 통해 화폐화하여 지역의 실물 경제를 활성화시키고 더불어 재원의 일부를 자연자원 보전에 재투입하여 생태계서비스를 비롯하여 자산 가치를 올리는 등 선순환 구조가 지속되는 사례가 세계 곳곳에 존재함
 - 이러한 고리를 통해 발전하는 지역의 경우 자본의 외부 유출이 적고, 가구 내 소득이 증대되고 이러한 지역 내 실물 경제 활성화로 인해 인구가 증가하는 등 실질적인 지역발전이 실현되고 있음

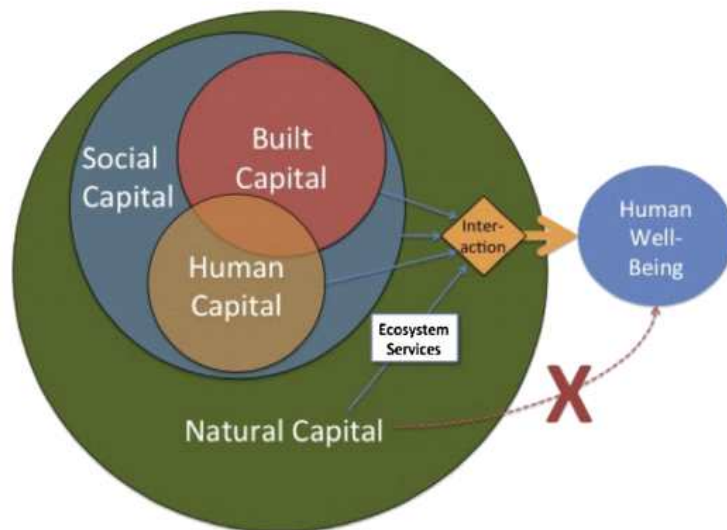


그림 14. 자연자본과 지역경제 간의 상호관계
 <출처 : Costanza *et al.*, 2014>

1. 기본 구상

가. 목표

1) 위기 생물자원의 확보

- 서식지 파괴와 오염, 과도한 이용, 기후위기에 의한 생물다양성 감소 상황에서 멸종위기종을 비롯한 피해 위협이 높은 종 특히, 양서파충류를 중심으로 인공 증식 사업 추진과 더불어 인공적으로 조성된 서식지 내에서 생물종과 개체수를 확보함
- 인공 증식을 통해 시설 내에 생활환(Life Cycle)을 유지시키는 등 생물종과 개체수 확보하며 현장 적응, 방사 작업을 통해 서식지 내 보전 사업도 병행함

2) 생물다양성 보전 대국민 인식 증진

- 생물보전과 생물다양성 증진을 위한 정책 사업 추진에는 대규모 공적 자금이 필요하며 이를 위해서는 자금 확보와 지출에 대한 사회적 공감대 형성이 필요함
- 더불어, 서식지 보전을 위해서는 자원 절약, 도시 기반 시설의 축소 등에 의한 비용 증가, 불편 감내 등에 대한 사회적 합의가 요구되며 이러한 공감대 형성과 합의를 위해 생물다양성 보전에 대한 대국민 인식 증진이 필요하고 이를 바탕으로 생물다양성 보전이 실현될 수 있음

3) 생물자원 보전을 통한 지역발전 실현

- 생물자원을 비롯한 자연환경 보전 사업은 지역사회의 공감대와 협력을 통해 실현될 수 있지만 많은 경우 지역 사회 발전을 저해 요소로 인식되어 협력보다는 반대 의견이 팽배하였음
- 따라서, 생물자원보전 사업 추진과 시설 운영이 지역 사회에 실질적인 가구 소득 증대로 이어져야 하며 이를 위해서는 지역의 자원으로 인식되며 역할로도 자리매김 할 수 있어야 함
- 보전과 지역발전이 양립하기 위해서는 보전을 통한 생물자원확보 → 경쟁력 확보와 자원화 → 수익 창출 → 보전 사업에 재투자 → 자원경쟁력 확보와 같은 순환고리가 구축되어야 함
- 보전과 지역발전이 양립되어야 만 생물 보전 시설과 사업의 실효성이 높아질 것이며 더불어 생물자원 확보라는 목표도 달성 할 수 있을 것임

나. 전략 구상

1) 서식지 외 보전 기능 강화

- 멸종위기종 및 기후위기 피해종 특히, 양서파충류에 대한 인공증식 기술을 확보하고 증식 사업을 통해 서식지 내 방사를 위한 다수의 개체수를 지속적으로 확보하며 스트레스에 민감하지 않는 개체 일부는 실내 전시용으로 활용함
- 자연계 내에서 발생하는 서식지 훼손과 기후변화 영향으로부터 안전한 대체 서식지를 대규모로 조성하며 인위적인 관리를 통해 종별로 특화된 서식지 내에서 개체군을 유지함
- 더불어 인공증식 공간과 대체 서식지를 보전 공간으로 구분하고 탐방객으로부터 발생하는 위협을 차단하기 위해 체험과 교육이 이뤄지는 공간과 분리 배치하여 보전 기능을 강화함

2) 체험 프로그램 강화와 다각적인 프로그램 운영

- 대국민 인식 증진을 위한 교육 효과를 증대하기 위해서는 운영 프로그램 대부분을 체험 프로그램 위주로 진행하며 시청각교육, 전시 교육, 4D 체험, 가상현실 등 다각적인 프로그램을 개발, 운영함

- 교육 프로그램의 주제는 생물다양성 보전 중요성, 생태계서비스와 인류, 기후변화와 생물종 위협 등이며
- 전시, 체험 공간은 실내와 실외 등 다양한 공간에서 운영되며 체험 공간의 경우 보전 공간과 구분하여 진행함



그림 15. 습지 생물 체험용 습지 운영 사례
 <출처 : 저자 촬영 및 WWT 홈페이지(하단 우측)>

3) 탄소중립연수원과 연계 협력 강화

- 인접한 공간에 위치한 '탄소중립연수원'과 상호 시너지 효과를 위해 '기후변화 위기 생물 전시관' 등을 운영하는 등 기후변화에 의한 생물종의 위협에 대한 교육과 체험 프로그램을 운영함
- 특히, 기후위기에 의한 생태계 피해의 심각성을 알리고 시민이 생활에서 몸소

실천할 수 있는 행동 등을 교육함

- 더불어 탄소중립연수원과 협력하여 장기 체류하며 교육을 이수할 수 있는 장기 교육 프로그램을 개발 운영함

4) 지역 사회 지원 사업 확대

- 일자리 제공과 자원봉사자 활용, 시설 운영 위원회 참여 등 생물자원 보전시설 인근 지역과 상생협력 체계를 구축함
- 생물보전과 지역발전 양립을 위한 선순환구조 확립을 위해 인근 지역 사회에 대해 에코뮤지엄과 생태관광 등 운영에 필요한 교육과 지원 사업을 추진함
- 탐방객을 위한 시설 개방이 완료된 야간이나 주말 기간에 한해 지역민에게 공간으로 개방하여 지역 커뮤니티 공간으로 활용(시설 내 강의실이나 자료실을 마을 도서관, 마을 회의 공간으로 활용)

2. 공간 구상

가. 인공증식 및 연구 공간 조성

1) 인공 증식 시설 구비

- 양서파충류를 비롯한 기후변화 위협종에 대한 인공 증식 기술에 대한 연구와 인공 증식을 위한 장비와 시설을 구비한 연구 공간을 조성함
- 더불어 인공증식 사업과 연구가 침해받지 않은 규모로 연구 공간 일부를 탐방객에게 개방하여 교육, 전시 공간으로 활용함
- 기후변화에 취약한 생물과 충남 지역 우수 서식지에 대한 모니터링 사업을 추진하는 등 생물종 보전을 위한 연구 사업도 병행임

2) 실내외 연구 공간 조성

- 생물종 인공 증식과 복원을 위한 연구 공간의 경우 실내에도 위치하지만 서식지 현지 내 방사 전 자연계 적응을 위한 공간과 서식지 적응 과정을 연구하고 위한 인공 서식지의 경우 야외에 위치함

표 2. 보전 대상 생물자원 후보 목록

국명	학명	수량	종류	비고
수원청개구리	<i>Hyla suweonensis</i>		생체 및 표본	
금개구리	<i>Pelophylax chosonicus</i>		생체 및 표본	
맹꽁이	<i>Kaloula borealis</i>		생체 및 표본	
이끼도롱뇽	<i>Karsenia Koreana</i>		생체 및 표본	
계곡산개구리	<i>Rana huarenensis</i>		생체 및 표본	
옴개구리	<i>Glandirana emeljanovi</i>		생체 및 표본	
남생이	<i>Mauremys reevesii</i>		생체 및 표본	
줄장지뱀	<i>Takydromus wolteri</i>		생체 및 표본	
한국산개구리	<i>Rana coreana</i>		생체 및 표본	
매화마름	<i>Ranunculus trichophyllus</i>		생체 및 표본	
솔붓꽃 ²⁾	<i>Iris ruthenica</i>		생체 및 표본	
가시연꽃	<i>Euryale ferox</i>		생체 및 표본	

- 시설 내 서식지 조성 여건에 따라 달라질 수 있음

나. 교육 및 전시 공간 조성

1) 양서·파충류를 중심으로 한 ‘기후변화 위기 생물 전시관’ 운영

- 모형과 표본 등을 활용, 전시하여 전시 생물에 대한 형태학적 그리고 생태적 정보를 제공함
- 실내 전시에 의한 스트레스를 최소화한 서식 공간을 조성하여 탐방객에게 생물 종을 직접 관찰할 수 있는 기회를 제공함
- 기후변화에 대한 중별 취약성에 대한 정보 제공

2) ‘습지 생물 체험관’ 운영

- 습지생물을 관찰할 수 있는 공간을 실내와 실외에 조성 운영함
- 특히, 실외에서 직접 채집을 통해 생물을 직접 관찰할 수 있는 ‘체험용 습지’는 체험활동에 의한 피해를 최소화하기 위해 가급적 다수를 조성하여 요일제로 운

2) 멸종위기야생생물2급으로 지정된 식물로 충남 지역에는 유일하게 서산시 일대 4곳에서 서식이 확인되고 있으나 무덤 주변과 저수지 제방에 위치하고 있어 채취와 훼손으로 인해 개체군이 절멸할 가능성이 있으므로 서식지 외에서도 개체군 유지가 필요함

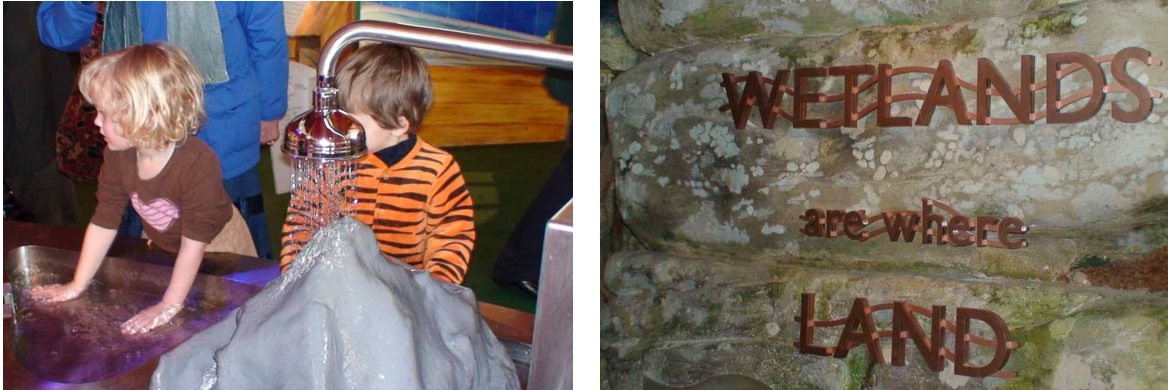


그림 16. 습지 체험관 운영 사례

3) '생물다양성 교육관' 운영

- 멸종 생물의 모형 전시와 정보 제공, 시청각 자료를 통해 멸종에 대한 경각심을 일으키고 인류문명 지속과 관련하여 생물종 및 생물다양성 유지 필요성에 대한 지식을 습득하게 함
- 더불어 생태계서비스 혜택에 대해 학술적 자료를 기반한 다양한 정보를 시설과 가상체험 등 장비를 활용하여 습득하게끔 유도함

다. 서식지 조성 - 대체서식지와 계류장

- 기후변화와 오염 등으로부터 안전한 대피소 격인 서식지를 조성함
 - 자연계 내 서식지와 동일한 여건을 갖춘 대체 서식지를 조성하며 특히, 양서류를 위한 습지 서식지의 경우 목표종의 서식 선호도를 바탕으로 수심과 온도, 하상구조, 수질, 산성도(pH), 식생, 은신처 등을 고려하여 조성함
- 특히, 시설 내 종 보전 차원의 서식지 뿐 만 아니라 인공 증식 개체의 자연계 내 방사전 현장 적응을 위한 임시 계류장 격인 서식지도 함께 조성함
- 인공 증식 개체의 개체군 동태 변화와 더불어 현장 적응 과정에 대한 연구도 병행 실시함

3. 세부 사업 내용

가. 연차별 계획

1) 1단계

- 시설과 프로그램 운영을 위한 인력 확보와 조성·운영 계획 수립
- 인공 증식을 위한 대체 서식지 공간 조성
 - 종별 선호 서식지 유형을 고려한 다양한 서식지 조성, 외부 울타리 작업
- 탐방객 교육과 관람을 위한 외부 시설 조성
 - 탐방용 습지와 서식지 조성과 더불어 데크, 편의 시설 등 조성
- 실내 전시 및 연구 공간, 수장고 등 내부 공간 리모델링

2) 2단계

- 기증, 포획 작업을 통한 사육 개체 확보
 - 동물원, 개인 등으로부터 기증, 위탁 등을 통해 인공 사육 개체 확보
 - 포획 허가 취득 후 서식지 공간 내에서 포획, 채취를 통한 개체수 확보
 - 인공 서식지 내 방사와 적응을 통한 사육 개체수 확보
- 인공증식 설비와 생물종 모형 및 표본 확보
 - 인공수정관련 장비, 배양기 등 인공증식 설비와 장비 구비
 - 국내외 멸종 생물의 모형 제작, 생물 표본 확보
- 실내 교육 및 체험 프로그램 공간 확보
 - '기후변화 위기 생물전시관', '습지생물 체험관', '생물다양성 교육관' 등 실내 전시관과 체험관 조성 등 프로그램 운영 관련 시설 배치
 - 주요 시설별 프로그램 개발과 운영
 - 프로그램 동선 확보와 내부 편의 시설 조성
- 탐방 위주로 한 시설의 부분적 운영
- 지역 사회 협력 계획 수립과 추진

3) 3단계

- 교육, 탐방, 연구(인공증식) 등 시설의 전면 운영과 연수원과 연계한 장기 프로그램 운영
- 생물종 증식 기술 개발과 운영
 - 인공증식을 통한 개체수 확보
- 서식지 현지 내 복원 사업 추진
 - 인공 증식된 개체의 야외 적응 훈련 후 현지 내 방사
- 대상 생물종의 확대와 운영 공간 확장
 - 인공 증식 기술 확보를 통해 증식 생물종의 확대 추진함
 - 탄소중립연수원 인근에 지천이 위치하며 인접한 농경지의 경우 자연 습지 공간 뿐만 아니라 논습지 생물에 대한 체험 공간으로 활용도가 높음
 - 실제 일본에서는 5,000여종 이상의 생물이 논 습지에 서식하고 있으므로 종 복원 뿐만 아니라 다양한 연구활동과 체험이 가능함

1. 생물자원 보전을 통한 생물다양성 증진

- 서식지 파괴, 기후변화 등에 의해 위기에 처한 생물자원의 확보
 - 개발에 의한 서식지 파괴 오염, 기후변화 등에 의해 지역적 절멸 위험이 있거나 개체가 급감한 생물종의 증식과 복원을 통해 지역의 생물자원을 확보함
- 생물자원 확보를 통해 인류에게 필요한 생태계서비스 증진
 - 생물종 복원의 단순한 종 수준의 복원 뿐 만 아니라 생태계의 건강성을 회복을 의미하며 이를 통해 생태계서비스가 개선, 증진될 것임

2. 생물다양성 보전에 대한 대국민 인식 제고

- 전시와 체험 교육을 통해 생물자원 보전의 필요성과 인류 지속을 위한 생물다양성 증진의 중요성에 대한 사회적 공감대가 형성될 것임
- 더불어, 생물보전과 관련한 정책과 계획 수립에 따른 의사결정 과정에서 생물다양성 주류화를 통해 실현 가능성을 높일 것임

3. 지속가능한 지역발전 실현

가. 지역 자원의 가치 증대

- 생물자원 보전 시설이 입지만으로도 탐방객 유입을 유도하는 등 지역 자원으로 활용 가치가 높으며 무엇보다 문화·역사 등 지역 자원과 연계한 생태관광, 에코

뮤지엄 운영시 가게 소득 증대 효과를 기대할 수 있음

나. 지역 공동체 의식 함양과 지역 역량 강화

- 국내외 사례를 볼 때 생물자원보전시설 주변 지역 주민들이 보전시설 운영에 자원봉사자로 참여하거나 시설과 연계한 마을 단위 프로그램의 공동 운영에 참여하는 경우 대부분의 경우 공동체 의식이 함께 증대하는 결과를 낳았음
- 더불어 함께 운영하고 교육하고 하는 과정에서 형성된 공동체 의식은 지역 자원과 프로그램의 경쟁력 강화로 이어지며 중국에는 삶의 질 향상과 지역 역량 강화는 물론 인구가 유입되는 등 지속가능한 지역발전이 실현됨

<참고문헌>

충청남도. 2019. 충남 생물다양성 증진 전략 및 야생생물보호 실천계획.

https://populationmatters.org/the-facts/biodiversity?gclid=CjwKCAiAJoeRBhAJEiwAYY3nDGKLxbisKdk9FXw-igrKChN34hAUx8RpJgnB20aeGAFcsNRTsyJRABoCogwQAvD_BwE

<https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/species-and-climate-change>

Borzée, A., and Jang, Y. 2017. Impact of rice and bean harvests on the Suweon Treefrog (*Dryophytes suweonensis*). *Int J Curr Res.* 9, 59620-59623.

Borzée, A., Kyong, C. N., Kil, H. K., and Jang, Y. 2018. Impact of water quality on the occurrence of two endangered Korean anurans: *Dryophytes suweonensis* and *Pelophylax chosonicus*. *Herpetologica.* 74, 1-7.

Camilo Mora, Derek P. Tittensor, Sina Adl, Alastair B. Simpson and Boris Worm. 2011. How many species are there on earth and in the ocean?. *PLoS Biology* 9(8): e1001127.

Costanza a, Rudolf de Groot b, Paul Sutton c,d, Sander van der Ploeg b, Sharolyn J. Anderson d, Ida Kubiszewski a, Stephen Farber e, R. Kerry Turner. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change.* 26 : 152-158.

Fujioka, M., and Lane, S. J. (1997). The impact of changing irrigation practices in rice fields on frog populations of the Kanto Plain, central Japan. *Ecol. Res.* 12, 101-108.

Rory Gibb, David W Redding, Kai Qing Chin, Christl A Donnelly, Tim M Blackburn, Tim Newbold, Kate E Jones. 2020. Zoonotic host diversity increases in human-dominated ecosystems. *Nature* 583(7821): 398-402.