

NATIONAL
INSTITUTE OF
ECOLOGY



맹꽁이 대체서식지 조성 가이드북

본 출판물은 2022년 8월 재발행하였으며,
대체서식지 식물상(35~40쪽)의 내용 오류를 바로잡았음을 알려드립니다.

맹꽁이 대체서식지 조성

가이드북





맹꽁이 대체서식지 조성 가이드북

발행일 2021. 12.(초판)
2022. 08.(재발행)

펴낸이 국립생태원장

펴낸곳 국립생태원
(33657) 충청남도 서천군 마서면 금강로 1210

지은이 장민호, 장문정, 김해란, 이선미, 우승현, 김백준, 이도훈,
유승화, 김중권, 최태영, 정은정, 홍유인, 이 진, 권용성,
문윤정, 서지혜, 최진원, 최미나, 나진주, 송하진

대표전화 041 950 5300

이메일 nie@nie.re.kr

홈페이지 www.nie.re.kr

디자인 INNODESIGN(T.02 834 2213)

NIE-기반연구-2021-04

ISBN 979-11-6698-084-8 93490

* 본 출판물은 저작권법에 따라 보호되는 저작물이므로 국립생태원의
사전 승인없이 무단 복제 및 전재를 금합니다.

발간하며...

장마철이면 어김없이 들려오는 개구리 소리가 있습니다.

‘맹꽁~, 맹꽁~’ 작은 몸에 비해 큰 소리로 자신의 위치를 열심히 알리는 수컷, 그 소리를 듣고 찾아가 후손을 남기기 위해 알을 낳는 암컷...

우리가 살아가는 1년 중, 장마철이라는 짧은 시간 동안 맹꽁이는 번식을 위해 가장 바쁘게 움직입니다. 맹꽁이는 평소에 밤에만 움직이다 보니 사람들은 바로 옆에 살고 있어도 같이 살고 있는지를 알지 못합니다. 게다가 대부분의 시간을 땅속에 가만히 지내다보니 더욱 더 그 존재를 알기 어렵습니다. 그러나 맹꽁이는 제주도는 물론 고도 300m이하에 위치한 안정된 습지라면 전국 곳곳에 널리 퍼져 살고 있습니다. 도시화, 산업화가 이루어지기 이전 과거에는 정말 많은 수의 맹꽁이들이 우리 주변에 살고 있었습니다. 하지만, 안타깝게도 맹꽁이가 좋아하는 장소는 사람들 또한 좋아하는 장소입니다. 맹꽁이가 살고 있는 습지는 중장비로 파헤쳐지고, 아파트, 공장, 상가 등과 같은 건물로 채워져 맹꽁이가 살 수 있는 땅은 계속해서 줄어들었으며, 결과적으로 맹꽁이 개체수도 급격히 줄었습니다. 환경부에서도 맹꽁이 개체군의 급격한 감소를 인지하여 2005년 멸종위기야생생물 II급으로 지정하여 법적으로 보호하고 있습니다.

국립생태원은 환경오염과 개발 사업으로 발생하는 야생생물의 서식지와 개체수 감소를 최대한 줄이기 위해 노력하고 있습니다. 그 중 하나가 멸종위기종 대체서식지 조성에 관한 연구이며, 2018년 금개구리를 시작으로 2020년에는 표범장지뱀, 2021년 맹꽁이 대체서식지 조성 가이드북을 출간하게 되었습니다.

이번에 발간되는 「맹꽁이 대체서식지 조성 가이드북」을 위하여 기존 자료를 참고하였을 뿐 아니라, 맹꽁이 행동 범위, 이동 거리, 활동 패턴, 서식지 특성 등에 대한 연구는 직접 수행 하였습니다.

양서류 생태연구에서 맹꽁이 행동권 연구는 오랫동안 다루지 못했던 분야였습니다. 현재의 동물 행동권에 대한 연구는 대상 동물 몸에 작은 무선 발신기를 달아 쫓아다니면서 동물의 행동 범위, 패턴, 특징 등을 분석하는 것이 일반적입니다. 그러나 맹꽁이는 몸통이 공처럼 둥글고, 4개의 다리가 짧고 얇아 무선 발신기를 매달기 무척 어려운 신체 구조여서 국내에서는 행동권 연구를 누구도 수행하지 못했습니다. 모두 맹꽁이 행동권 연구에 고개를 '절레절레' 흔들었을 때, 국립생태원 환경영향평가팀 연구진은 맹꽁이에 적합한 무선 발신기 부착 패키지를 개발하여 국내 최초로 행동권 연구를 성공하였습니다.

특정종에 대한 대체서식지를 조성할 때는 정말 세밀하게 조사하고, 주변 환경을 종합적으로 분석해야 합니다. 그리고 누가 조성하여도 일정한 형태로 만들어질 수 있도록 최대한 정량적인 수치가 알려져 있어야 합니다. 단순히 "맹꽁이가 잘 살 수 있는 충분한 서식지를 조성해 주어야 한다."란 표현은 큰 도움이 되질 않습니다. "맹꽁이가 얼마나 움직이는지?", "흙은 얼마나 파고 들어가는지?", "무엇을 먹는지?", "언제 조사해야 많이 볼 수 있는지?" 등과 같은 의문에 대한 정량적인 수치가 가장 필요한 내용입니다.

지금까지 수많은 '맹꽁이 대체서식지'가 조성되었지만, 어떻게 만들어야 맹꽁이가 잘 살 수 있는지에 대한 대답은 누구도 쉽게 말하기 어렵습니다. 국립생태원은 맹꽁이 생태에 대한 연구 수행과 정보 수집으로 최대한 정량화 된 규격과 객관적인 수치를 제공하여 성공적인 맹꽁이 대체서식지 조성에 대한 이야기를 시작하려고 합니다.

이제 더 이상 맹꽁이 없는 '맹꽁이 대체서식지'는 만들어지지 않기를 바랍니다.

국립생태원 환경영향평가팀 일동

차례

1. 맹꽁이 대체서식지 조성 순서도 / 8

2. 맹꽁이 대체서식지 조성 절차 / 10

3. 맹꽁이 대체서식지 구성 / 14

- 대체서식지란?
- 대체서식지 유형
- 대체서식지 형태
- 대체서식지 육상부
- 대체서식지 식물상
- 자연서식지 내 주요 식물

4. 맹꽁이와 함께 발견되는 양서류 / 42

5. 맹꽁이 생태 / 46

6. 맹꽁이 현장조사 시기 / 54

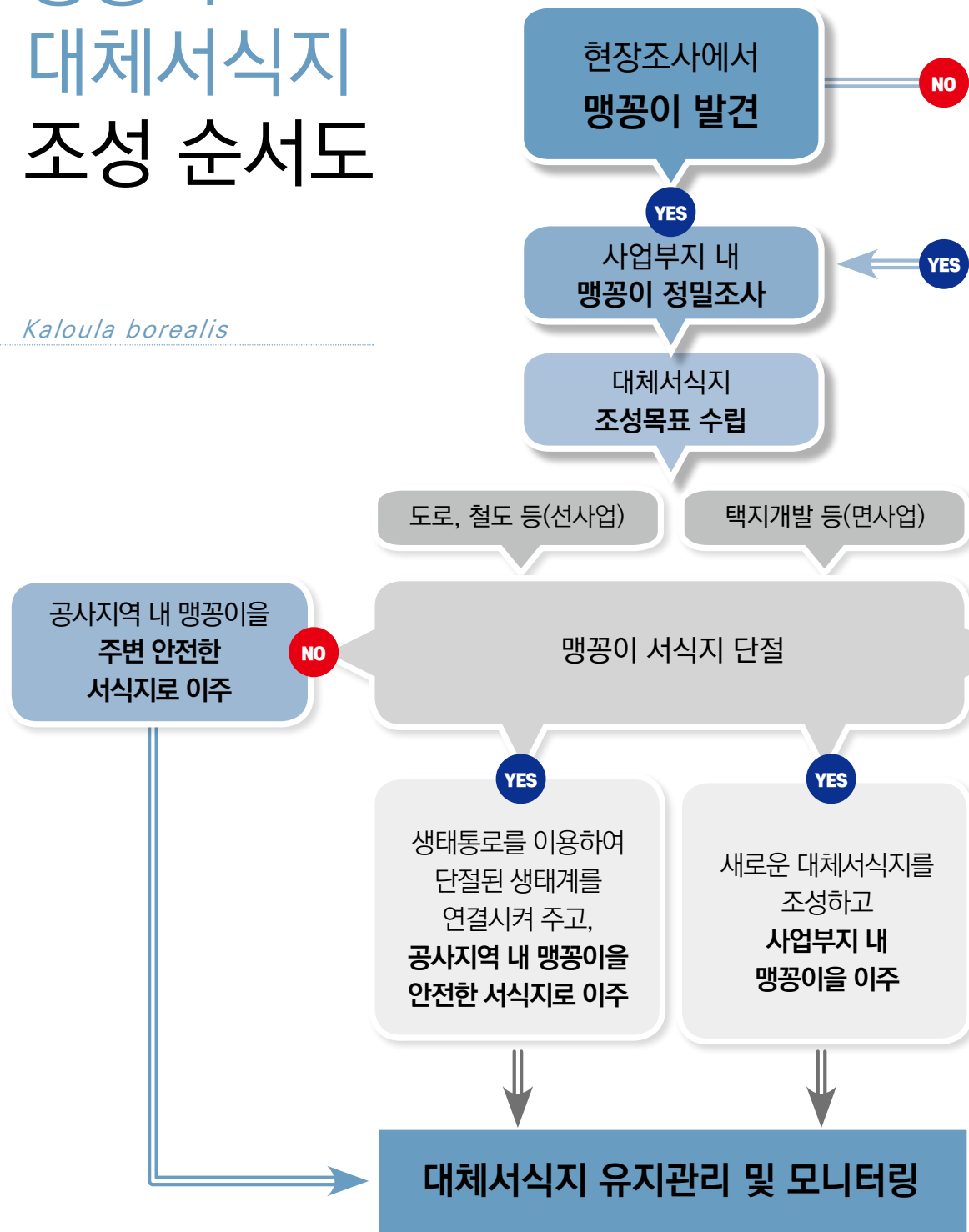
* 참고문헌 / 56

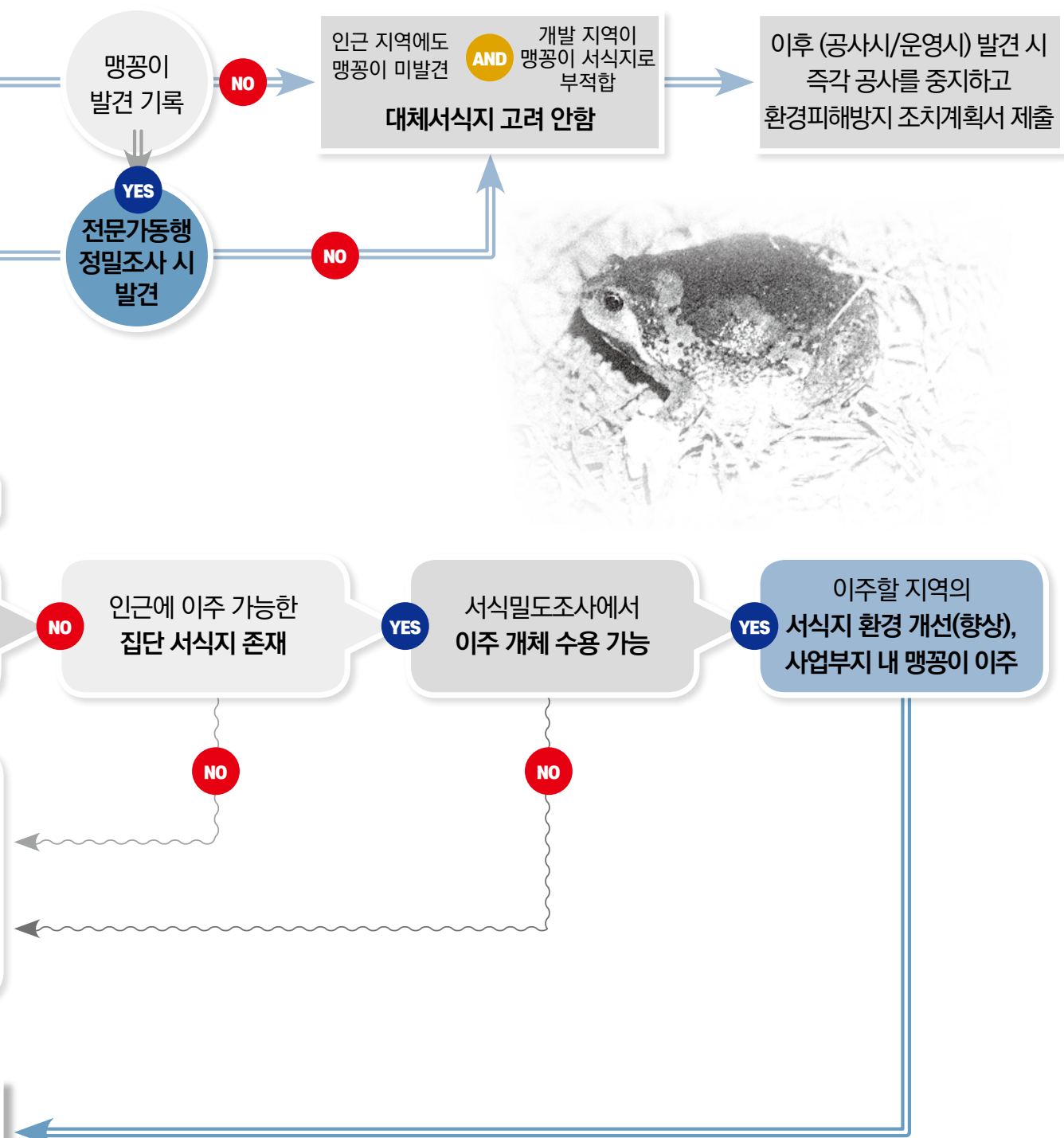
* 요약 / 57

01

맹꽁이 대체서식지 조성 순서도

Kaloula borealis







맹꽁이 대체서식지 조성 절차

Kaloula borealis

1단계

..... 대상지 현황 조사 및 분석

● 맹꽁이 서식지 현황조사

- 개발 사업으로 훼손되는 서식지의 기반환경과 생태환경 파악

기반환경	지형, 토지환경, 수환경 등
생태환경	식생 및 식물상, 동물상, 서식지 등

- 사업대상지 내 맹꽁이 개체수, 서식 분포 현황, 밀도 등을 파악

● 이전지(대체서식지) 현황조사

- 자연 상태에서 맹꽁이 서식 유무
- 맹꽁이 서식 밀도 파악
- 맹꽁이 서식 환경에 적합한지 파악

2단계

..... 대체서식지 조성 목표 및 입지 선정

개발사업 전 사업대상지 내에 서식하는 맹꽁이의 개체 수, 서식 환경, 서식 밀도, 위험 요인 등을 분석하여 목표 수립이 가능한 대체서식지가 계획됐는지 파악

● 입지선정 기준

- 가급적 사업부지 내에 선정하고 불가피할 경우 원서식지와 동일한 유역, 행정 구역 범위 내에 선정
- 맹꽁이에 대한 정밀조사 결과 및 서식지 평가 결과를 기준으로 선정
- 향후 개발계획이나 토지이용 등 주변여건(개발압력)을 감안하여 안정적인 곳을 선정
- 이전 후보지에 대한 대안별 장단점 비교검토를 하여 선정

● 반드시 양서류 전문가의 현장 조사 및 자문 수행

3단계

..... 대체서식지 조성

● 대체서식지 공사

- 맹꽁이와 먹이사슬 안에 있는 생물들이 최대한 훼손시키지 않도록 시기별 계획 수립 필요
- 주변 생태계에 불필요한 접근을 피하고 공사, 작업 등의 영향을 최소화하기 위하여 공사 범위를 한정하여 작업 수행
- 공사 작업동선을 대체서식지 구간과 분리하거나 최소화시켜 생태적 교란(답압, 소음, 연결성의 훼손 등)을 최소화
- 교미기 및 산란기(6~8월, 장마철)에는 번식 실패의 위험이 있기 때문에 공사 지양

● 대체서식지 조성 시 고려 사항

- 맹꽂이 서식지에 적합한 토양환경(모래입자 크기, 토질, 두께 등)
- 맹꽂이 산란지는 깊이 않고, 물의 흐름이 없게 조성하고, 깊이는 30~50cm가 적당
- 맹꽂이 먹이원인 파리류, 먼지벌레류, 개미류, 초파리류 등을 풍부하게 조성
- 맹꽂이 서식지에 적합한 초본류를 조성

4단계

..... 대체서식지 유지 관리 및 모니터링

● 유지 관리

- 조성된 대체서식지가 설정 목표를 수행할 수 있도록 방향 설정
- 서식지 토양, 초본류, 복원시설물 등 준공 후 일정기간 유지 관리하는 것이 중요
- 대체서식지가 조성된 지역 기후나 특성에 맞게 특화된 관리방안 적용

● 모니터링

- 대체서식지 조성 이후 산란기(6~8월)를 중심으로 4~11월까지 월별 조사 수행
- 맹꽂이의 출현빈도를 중점적으로 파악하고, 서식 환경(토양 등)과 식물종, 식생군락에 대한 조사 수행
- 맹꽂이는 야행성이므로 해가 진 후에 조사하는 것이 적절함

※ 새벽 시간으로 갈수록 활동이 점점 줄어들



03

맹꽁이 대체서식지 구성

Kaloula borealis

대체서식지란?

개발 사업으로 인해 훼손되거나 영향을 받을 것으로 예상되는 동식물의 서식지를 보상하기 위하여 사업 대상지 또는 주변지역에 원서식지와 동일하거나 유사한 수준으로 조성하는 것

대체서식지의 유형

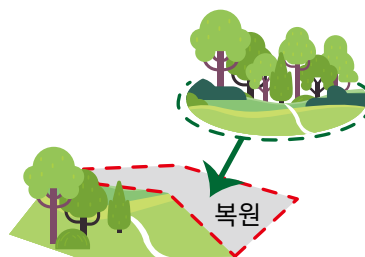
유형	개발사업과의 관계
창출	개발사업과 관련하여 새로운 서식지를 조성하는 활동
향상	개발사업과 관련하여 기존 서식지를 개선하는 활동
복원	개발 사업으로 인하여 이미 오래 전 훼손된 서식지를 회복하는 활동

개발사업에서 맹꽁이에 적합한 대체서식지의 유형

맹꽁이는 1년의 대부분을 초지, 경작지(밭 등), 낮은 구릉지 등에 서식하지만, 번식을 위한 얇은 웅덩이, 일시적인 습지를 반드시 필요로 함. 활동지와 동면지는 산란지에 비해 요구되는 환경조건이 까다롭지 않아 주변에서 비교적 어렵지 않게 찾을 수 있지만, 맹꽁이 산란에 적합한 산란지를 찾는 것은 까다로움. 따라서 활동지와 동면지는 '**항상**'을 산란지는 '**창출**'의 유형이 적합함

창출형

훼손된 서식지를
다른지역에 새롭게
조성하는 것



항상형

서식지의 구조와
기능을 향상하여
생물다양성을 증진하는 것



복원형

훼손된 서식지를
이전의 상태에 준하도록
복원하는 것



맹꽁이 대체서식지를 새롭게 조성(창출)해야 할 경우

맹꽁이 대체서식지는 산란지 조성에 특히 유의해야 함

- 맹꽁이는 웅덩이, 수로, 일시적인 습지 등에서 번식을 하지만, 평소 생활 및 동면은 경작지(밭)나 낮은 구릉지에서 생활함
- 한 마리의 행동영역이 아닌, 그 일대 맹꽁이 개체군의 행동영역을 고려하여야 하기 때문에 넓은 면적 및 다양한 서식지가 필요함
- 맹꽁이 산란지뿐 아니라 활동지 및 동면지를 조성하기 위해선 많은 노력(시간, 인력, 비용, 서식 면적 등)이 필요함
- 맹꽁이 대체서식지를 완전히 새로운 곳에 만들 경우에는 활동지, 동면지, 산란지를 조성해야 함
- 산란지에 적정 수원이 공급되는지 항상 점검해야 하며, 부족시 인공적이라도 채워줘야 함
- 활동지나 동면지는 초본이나 작은 관목 지대로 유지



일반적인 초지대



우기에 생긴 일시적 웅덩이가
맹꽁이 산란지 역할 수행

맹꽁이 대체서식지 면적

■ 대체서식지 전체 면적

맹꽁이 대체서식지의 전체 면적을 산정하기는 매우 어렵지만, 맹꽁이만을 위한 공간 면적은 4,400㎡ 이상 확보되어야 함

맹꽁이 대체서식지의 전체 면적을 산정할 때 사업자가 조성하는 면적과 연결되어 있는 지역이 사업대상지가 아닐지라도 맹꽁이 서식지로 적합하다면 대체서식지 면적으로 포함하도 무방하지만, 주요 서식환경(산란지, 활동지, 동면지)은 반드시 포함되어야 함. 일반적으로 산란지 및 동면지는 사업자가 조성 및 유지해야 하지만, 활동지는 연결된 지역으로 대체 가능

주변 지역을 대체서식지 면적으로 포함시킬 때는 반드시 산란지나 동면지를 새로 만들거나 개선시키는 '창출' 혹은 '향상'의 개념을 수반하여야 함

→ 개체별 행동권을 분석한 결과 중 최대치인 약 4,400㎡을 맹꽁이가 활동할 수 있는 최소면적으로 제안함

연구지역



내륙 지역(대전)

- 맹꽁이 서식밀도가 높음
- 큰 하천(갑천) 옆에 초지대 인공 공원
- 초본류만 서식하는 단조로운 환경



제주

- 제주도는 우리나라에서 맹꽁이 서식밀도가 가장 높은 것으로 알려져 있음
- 제주도 내 경작지(밭)
- 경작지 주변 제주 특유의 돌담이 쌓여 있음

무선추적법

맹꽁이
포획



※ 해당 환경청에 포획 허가증 획득 후 수행

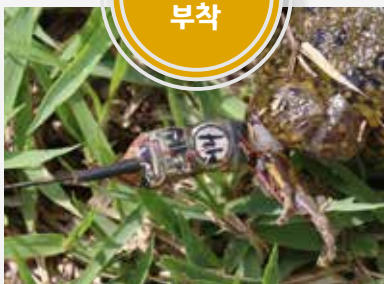
무선발신기
패키지
제작



무선발신기
부착



기존 방식



새로운 방식

현장 개체
추적



개체 확인



맹꽁이 몸이 뚱뚱하고, 다리가 얇고 짧은 특이한 생김새로 인해 기존 무선발신기 팩과 다른 형식으로 부착

■ 맹꽂이의 이동거리

번식기 중 하루 최대 이동거리는 167m, 동면준비기 중엔 103m로 확인하였음

그러나 대부분 움직이지 않는 날이 더 많았음

1일 이동거리를 측정했을 때, 안 움직일 날까지 포함하면 1일 이동거리는 평균적으로 3m를 조금 넘는 것으로 확인됨. 개체 중에 한번 움직일때 100m이상 멀리 이동하기도 하였으나, 안 움직인 날이 많아 1일 평균 이동거리는 더욱 짧아졌음 (개체당 평균 15일을 측정)

대전과 제주 개체 중 제주 지역 개체들이 좀 더 많이 움직였는데, 이는 서식지 환경이 이동거리에 반영된 것으로 보임. 대전 방사지(도심지 인근 잔디 공원)는 주변 환경이 동일한 초지대여서 이동의 의미가 크게 없어 움직임이 크지 않았으나, 제주 방사지(도심지 외각 밭 경작지)는 방사지점 주변으로 밭과 돌담(은신처) 등이 산재해 있어 주변으로 활동이 더 많았던 것으로 분석됨. 대체서식지의 주변 환경은 잔디 공원처럼 단조로운 환경 보다는 돌담이나 나무 더미 등이 산재해 있는 환경이 더 적합할 것으로 판단됨

	지역	개체 수	개체당 1일 평균 이동거리 (m, mean±SE)		측정 간격	연구방법
			범위	평균		
국립생태원, 2020	대전	19	0.04 ~ 6.74	1.78 ± 0.41	1일	무선추적
	제주	25	0.14 ~ 31.70	4.53 ± 1.37		
	합계	44	0.04 ~ 31.70	3.34 ± 0.82		

■ 멧꿩이 개체별 행동권

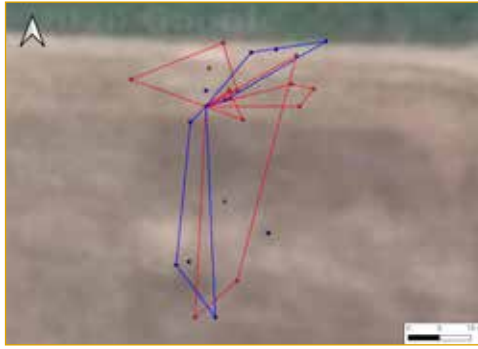
번식기 중 개체별 최대 행동권은 4,428m², 동면준비기엔 172m²으로 확인하였음

행동권 20m²을 넘지 않는 경우가 전체의 40%에 가까움

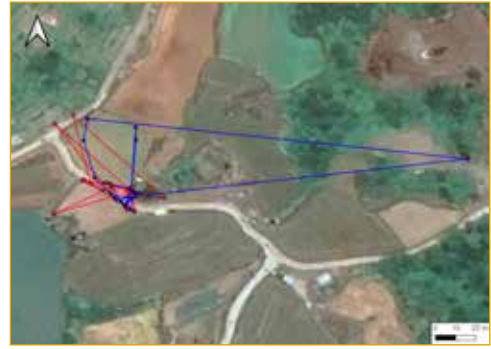
행동권 100m²을 넘는 경우는 25%정도였으며, 특히 번식기 제주도 암컷 1개체는 1일 167m까지 움직여 4,428m²까지 행동권이 나타남

		개체 수	MCP 면적(m ² , mean±SE)	
			범위	평균
시기	번식기	20	6.12 ~ 4,428.09	330.30 ± 219.10
	동면준비기	11	1.15 ~ 172.50	36.02 ± 15.36
성별	수컷	13	1.15 ~ 710.93	384.52 ± 337.29
	암컷	18	4.55 ~ 4,428.09	53.95 ± 10.47
지역	대전(초지대)	12	1.15 ~ 401.07	71.83 ± 32.67
	제주(밭, 돌담)	19	3.47 ~ 4,428.09	323.17 ± 231.17
전체		31	1.15 ~ 4,428.09	225.88 ± 320.69

※ MCP(Minimum Convex Polygon, 최소 볼록 다각형): 발견지점의 최외각점만 이어 행동면적을 구하기 때문에 가장 단순하며 널리 사용되는 행동권 산출법



대전 번식기(암 —, 수 —)



제주 번식기(암 —, 수 —)

배경 지도는 겨울철에 촬영되어 초본류가 나타나지 않고 흙으로 구성된 나지로 보이나, 봄~가을까지는 초본류가 무성히 분포해 있음

■ 맹꽂이 방사 그룹별 행동권

일반적인 포획 이주 사업에서 소수의 개체보다는 20~30마리 이상의 집단을 이주 시키기 때문에 집단 행동권이 큰 의미가 있음

두 지역 모두 동면준비기보다는 번식기 때 행동권이 넓었으며, 대전은 577m², 제주는 1,245m²이었음

→ 이동거리와 마찬가지로 제주 지역 개체들이 좀 더 많이 움직였는데, 이는 역시 서식지 환경이 행동권에 반영된 것으로 보임

→ 동면준비기에는 좁은 장소에서 먹이활동을 하며 동면을 준비하는 것으로 보이는 반면, 번식기에 보다 넓은 면적을 이용하는 것으로 보임

번식기와 동면준비기 모두 방사한 장소에서 크게 벗어나지 않아, 방사지점 서식 밀도가 가장 높았음

→ 제주도 개체들은 지역 특성상 방사지 일대에 형성된 돌담 밑으로 이동하여 은신

→ 초지 내에서는 선호하는 환경이 뚜렷이 나타나지 않음

방사된 맹꽂이 무리는 방사지 주변에 서식 밀도가 가장 높기 때문에 방사지 선정이 매우 중요

→ 이주대상지(대체서식지)에 대한 현황조사 반드시 선행하여 적정유무 판단

		개체 수	수준	커널* 면적(㎡, mean±SE)
대전	번식기	19	50%	50.71054
			95%	577.0293
	동면준비기		50%	17.84635
			95%	149.5843
제주	번식기	25	50%	274.29
			95%	1245.64
	동면준비기		50%	117.25
			95%	724.93

* 커널(Kernel) 분석: 각 좌표를 이용하여 공간 이용도를 밀도 개념으로 표현하는 방법으로 95%는 일반 행동권을 나타내고, 50%는 핵심 행동권을 나타냄



대전 번식기

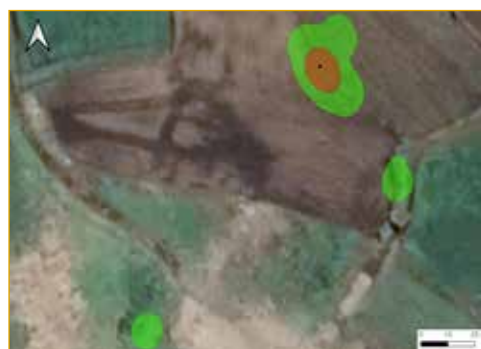


대전 동면준비기

배경 지도는 겨울철에 촬영되어 초본류가 나타나지 않고 흙으로 구성된 나지로 보이나, 봄~가을까지는 초본류가 무성히 분포해 있음(95%: ■, 50%: ■, 방사지점: ●)



제주 번식기



제주 동면준비기

(95%: ■, 50%: ■, 방사지점: ●)

■ 맹꽂이 대체서식지의 주요 항목

맹꽂이 서식지 평가 항목 중 은신처가 가장 중요함

: 은신처 > 물(번식) > 먹이 > 공간 > 위협요소 순

(0.283) (0.276) (0.230) (0.147) (0.064)

→ 산란시기를 제외하고는 주로 은신처에 서식하기에 가장 중요한 요인으로 평가됨(심 등, 2015)

→ 맹꽂이를 관찰할 수 있는 시기가 산란기이기 때문에 맹꽂이의 주 서식지를 웅덩이나 습지로 많이 알고 있지만 1년 중 대부분의 시간을 밭과 같은 경작지에서 보냄

→ 맹꽂이는 얇은 웅덩이나 일시적으로 생긴 습지에 산란하기 때문에 물(번식)도 매우 중요함



대체서식지 형태

맹꽁이 대체서식지 구성

대체서식지는 크게 (활동지+동면지)와 산란지로 나뉨

사업대상지의 형태에 맞는 인근 서식지를 찾거나 조성해 주어야 함



전형적인 맹꽁이 서식지

맹꽁이 대체서식지 (활동지+동면지) 유형

맹꽁이 (활동지+동면지)는 평지나 습지 주변의 관목림과 초지대임(이 등, 2011)

상부가 개방된 곳에도 땅을 파고 들어가 낮동안 휴식을 취하지만, 초본류 덩굴 밑, 돌 밑, 나무더미 밑 등을 선호함



밭 경작지(제주)



갈대 군락지(부산)

맹꽁이 대체서식지 산란지 유형

맹꽁이 산란지 유형은 크게 일시습지와 영구습지로 나뉨

내륙에서는 일시습지를, 제주에서는 영구습지를 더 이용

→ 내륙에서는 일시습지에서 94.7%관찰(국립생물자원관, 2012)

→ 제주에서는 영구습지에서 74.7%관찰(고 등, 2011)

대체서식지 조성시 2가지 유형 모두 조성해 주는 것이 유리

일시습지



여름철 집중 호우로 초지대에 생긴
일시습지(제주)

영구습지



항시 물이 고여 있는 웅덩이(제주)

양서·파충류 수로 탈출시설 조성

대체서식지 주변에 배수를 위한 인공(시멘트) 수로를 설치할 경우 반드시 양서·파충류 탈출시설 조성(환경부, 국립생태원, 2017)

→ 성체 및 유체들이 이동 중 수로에 빠졌을 경우 탈출하지 못할 경우에는 말라 죽을 수 있기 때문에 일정 간격으로 설치하여야 함

수로 탈출 시설 예시



- 탈출경사로의 기울기는 30° 이하
- 탈출경사로 30°, 요철간격 5cm내외
- 탈출경사로 폭 최소 30cm(수로가 좁은 경우 20cm 내외)
- 탈출용 경사로는 도로의 반대쪽만 설치
- 경사방향은 유수방향에 반대쪽
- 습지와 논처럼 수환경이 풍부하고 양서류의 집단 이동이 예상되는 지역에서는 탈출경사로 간격을 30m 이내 설치
- 집수정에 빠진 생물이 탈출 가능하도록 오름구조나 거치목 설치

※ 「생물이동(생태통로)제고를 위한 가이드라인 마련연구(2017)」 참고

대체서식지 토양 환경(조성)

자갈을 40~50%, 모래와 마사토를 각각 20~30%, 점토를 10% 이하로 구성

→ 땅 속에서 생활해서 부드러운 흙을 선호하는 것으로 알려져 있지만, 자갈과 모래의 비율이 높음

→ 공기 소통이 잘되고, 땅이 잘 파지는 모래가 많은 사양질토(이, 2012)

	서식지 타입	토양 구성(%)				수분 함량
		자갈	모래	마사토	점토	
홍 등, 2017	나지	47.2	22.8	27.4	2.6	6.8
	침 군락	43.8	22.7	31.7	1.8	3.8
	갈대 군락	44.8	23.8	27.6	3.8	5.9
	초지	49.6	19.9	24.1	6.4	0.8
	갈대+물억새 군락	44.9	19.3	19.4	16.4	8.2
	물억새 군락	43.6	25.4	26.6	4.4	2.8
	아까시나무 야교목림	45.6	23.5	20	10.9	5.5

※ 자갈(2mm 이상), 모래(0.02~2mm), 마사토(0.005~0.02mm), 점토(0.005mm 이하)

대체서식지 육상부 토양 두께

서식지의 토양 두께는 최소 30cm 이상으로 조성

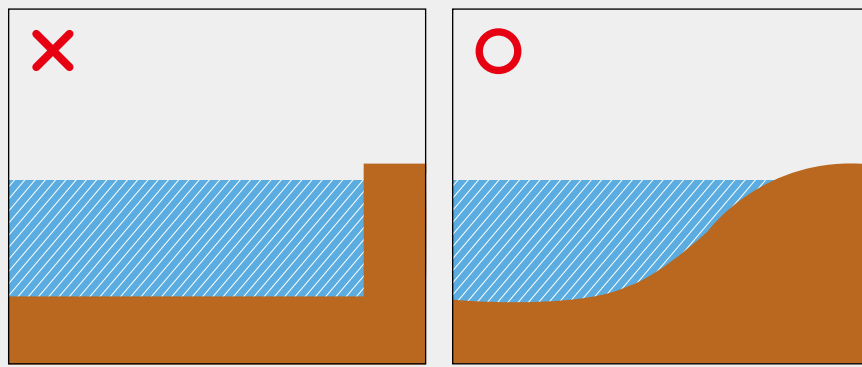
- 인공사육장 30cm 아래에서 맹꽁이 동면(임 등, 2021)
- 대체서식지 토심을 30cm로 조성(박 등, 2019)
- 서식의 토심을 20cm로 설정(심 등, 2014)
- 토심은 30cm 전후 유지(이, 2012)



약 15cm 흙 밑에서 발견된 맹꽁이 성체(대전)

대체서식지 산란지 경사

성체 및 막 변태한 성체들이 육상으로 나오기 용이하도록 완만히 조성(정 등, 2013)



산란지에서 나갈 수 있도록 최대한 경사를 완만하게 조성

대체서식지 산란지 수심

맹꽁이는 물의 흐름이 없는 정수된 곳을 선호, 수심 30~50cm 정도의 웅덩이 조성

→ 수심 50cm의 웅덩이 조성(임 등, 2021)

→ 수심 30cm를 유지(박 등, 2019)

→ 수심 10~30cm 전후(이, 2012)

→ 수심은 10~40cm(김과 이, 2010)



제주도 내 산란장: 사용하지 않는 우물, 깊이가 깊지 않고(50cm 이내), 흐름이 없음
본 우물의 경사가 매우 높으나 돌들이 열기설기 쌓여 있어 개체들이 밖으로 나올 수 있음

대체서식지 산란지 수질

계곡의 차고, 깨끗한 물보다는 재래식 화장실, 가축들 배설물이 있는 목장 물 고인 곳 등 유기물이 많은 수환경을 선호

→ 올챙이는 염분 농도 5‰까지 생존이 가능했으나, 7‰ 염분 농도에서는 모두 사망

산란지 물리·화학적 성질	종류	범위
이 등, 2013	수소이온농도(pH)	7.0~8.7
	용존산소량(DO)	6.9~12.9
	화학적 산소요구량(COD)	4.2~14.3
	생물학적 산소요구량(BOD)	1.3~7.4
고 등, 2015	염분	5‰ 이하

대체서식지 내 조성 시설

돌무더기, 판석, 나무더미 등 숨을 수 있는 환경 조성

→ 다른 개구리류에 비해 이동이 불리하고, 뒷다리가 현저히 짧아 높이 멀리 뛸 수가 없어 돌무더기 등 은신처 확보 필요(이, 2012)



실제 은폐물로 사용하였던 돌

대체서식지 식물상

맹꽁이 서식지 내 식물상

조성하려는 대체서식지 환경을 고려하여 맹꽁이 서식지에서 발견된 다양한 식물을 적절히 식재

- (활동지+동면지): 꽃창포, 털부처꽃, 찔레, 붓꽃, 원추리, 돌피, 산조풀, 닭의장풀, 갯버들, 버드나무
- (산란지): 미나리, 고마리, 갈대, 부들, 물억새, 달부리풀, 송이고랭이, 개구리밥

산란지 내 식물 피도

식물이 개방되지 않고, 그늘이 형성되게 조성

- 갈대 피도가 51%이상인 곳이 주요 산란지로 확인되었으며, 부들류를 제거했을 때 주변으로 이동하는 현상이 뚜렷하게 나타남(김과 이, 2010)

	종명
최와 노, 2016	달부리풀, 갈대, 버드나무
임 등, 2021	미나리, 유채
안 등, 2020	참, 갈대, 물억새, 아까시나무(교목), 버드나무
박 등, 2019	고마리, 돌피, 달부리풀, 꽃창포
정 등, 2013	찔레, 털부처꽃, 붓꽃, 노랑꽃창포, 원추리, 버드나무, 갯버들, 갈대, 부들, 물억새, 줄
홍 등, 2017	참, 갈대, 물억새, 부들, 산조풀, 닭의장풀, 버드나무, 아까시나무
고 등, 2011	송이고랭이, 돌피, 개구리밥

주요 식재 식물

활동지+동면지



꽃창포(*Iris ensata*)

전국의 습지에서 자라는 여러해살이풀로 줄기 높이는 40~100cm이며 땅속줄기는 옆으로 뻗으며 갈라진다. 잎은 2줄로 늘어서며 가운데 잎맥이 뚜렷한 칼 모양이다. 꽃은 6~7월에 꽃줄기 끝에 2~4개씩 달리며 붉은 보라색이다.



부처꽃(*Lythrum anceps*)

전국의 습지에서 자라는 여러해살이풀이다. 줄기는 가늘며 윗부분에서 가지가 갈라지고 전체에 털이 없다. 꽃은 7~8월에 자홍색으로 피는데 상부의 잎겨드랑이에서 3~5개가 취산상으로 달리며 마디에 둘러나는 것처럼 보인다. 주로 관상용으로 심으며 약용으로 사용하기도 한다.



찔레나무(*Rosa multiflora*)

장미과에 속하는 낙엽관목으로 전국 산지에 분포한다. 줄기는 가시가 많고 아래로 처지며 높이는 2~4m 정도로 자란다. 꽃은 5월에 흰색으로 피며 열매는 9~10월에 붉은색으로 익는다.



붓꽃(*Iris sanguinea*)

전국의 산과 들에 자라는 여러해살이풀로 양지바른 곳의 습기가 많은 곳에서 자란다. 줄기는 곧추서며 높이 30~60cm이다. 꽃은 5~6월에 꽃줄기 끝에서 2~3개씩 달리며 보라색으로 핀다. 열매는 삭과이며 삼각형이고 8~9월에 익는다.



원추리(*Hemerocallis fulva*)

숲속이나 풀밭, 또는 개울가에서 자라는 여러해살이풀이다. 잎은 선형으로 길이 60~80cm이며 끝이 뾰족하고 아래로 젖혀지며 흰빛을 띠는 녹색이다. 꽃은 6~8월에 꽃줄기 끝에 6~8개씩 총상꽃차례로 달리며 붉은빛이 도는 노란색이다.



돌피(*Echinochloa crus-galli*)

제주를 제외한 전국에 분포하는 한해살이풀로 농경지, 연못, 저수지, 하천가 등지에서 자란다. 높이는 50~80cm이고 5~6개의 마디가 있다. 꽃은 8~10월에 피고 전체 꽃차례는 5~15개의 가지가 줄기를 따라 달린다.



산조풀(*Calamagrostis epigeios*)

산지나 바닷가 모래땅에서 자라는 여러해살이풀이다. 짧은 땅속줄기로 번식하며 줄기는 곧추서고 1~2m까지 곧게 자란다. 꽃은 6~7월에 피며 원추꽃차례로 길이 15~20cm 원통 모양으로 곧추선다.



닭의장풀(*Commelina communis*)

전국에 분포하며 길가, 농경지 및 숲 가장자리 등에서 자란다. 한해살이풀로 줄기는 15~50cm이며 흔히 비스듬히 자란다. 잎은 어긋나며 달걀상 피침형이며 하늘색 꽃은 7~8월에 피고 포에 싸여 있다.



갯버들(*Salix gracilistyla*)

전국의 하천, 습지, 숲 가장자리 등에서 주로 분포하는 낙엽관목으로 높이 1~3m 정도 자란다. 잎 앞면은 짙은 녹색이고 뒷면은 흰빛이 돈다. 꽃은 암수딴그루로 4월에 잎보다 먼저 핀다. 열매는 털이 있으며 4~5월에 익는다.



버드나무(*Salix pierotii*)

전국의 하천가, 저수지 등 습한 곳에서 자란다. 어린 가지에 털이 나며 잎은 피침형으로 가장자리에 안으로 휘는 작은 톱니가 있다. 잎 뒷면은 흰빛이 돌고 맥 위에 털이 있으나 점차 없어진다. 꽃은 암수한그루로 4월에 핀다.

산란지



미나리(*Oenanthe javanica*)

넋가나 하천가에 자라는 여러해살이풀로 전체에 털이 없고 향기가 난다. 줄기는 옆으로 뻗어나가다 곧추서며 높이 20~80cm이다. 꽃은 6~8월에 겹산형꽃차례로 피며 흰색이다.



고마리(*Persicaria thunbergii*)

저지대 도랑이나 물가에 자라는 덩굴성 한해살이풀이다. 줄기 능선을 따라 밑을 향한 가시가 달린다. 꽃은 8~9월에 가지 끝에 10~20개씩 뭉쳐 달려 핀다. 열매는 삭과이며 황갈색으로 세모꼴 모양이다.



갈대(*Phragmites australis*)

습지나 넋가, 바닷가 등에서 자라는 여러해살이풀이다. 뿌리줄기는 굵고 땅속에서 옆으로 길게 뻗는다. 꽃은 9~10월에 이삭꽃차례가 모여서 원추꽃차례를 이루어 피며 붉은 색에서 붉은 갈색으로 변한다.



부들(*Typha orientalis*)

전국의 연못가, 낮은 지대의 습지에서 자라는 여러해살이 풀이다. 뿌리줄기는 옆으로 뻗고, 원줄기는 원주형으로 높이 1~1.5m이다. 암꽃차례와 수꽃차례는 긴 곤봉 모양으로 서로 붙어 있고, 위쪽의 수꽃차례가 아래쪽의 암꽃차례보다 작다. 수꽃차례가 암꽃차례보다 큰 애기부들, 꼬마부들과 구별된다.



물억새(*Miscanthus sacchariflorus*)

강가나 습지에 자라는 여러해살이풀이다. 줄기는 곧추서며, 높이 120~250cm이고, 털이 없다. 잎은 아래쪽에서 줄기를 둘러싼다. 꽃은 9월에 피는데 이삭꽃차례가 산방꽃차례처럼 달린다. 처음에는 갈색이나, 은백색으로 변한다. 억새에 비해 부리줄기가 길며, 줄기는 한대씩 나고, 잎은 조금 부드러우며, 소수에 까락이 없으므로 구분된다.



달부리풀(*Phragmites japonica*)

전국의 하천 가장자리에 분포하는 여러해살이풀이다. 땅 위에 기는줄기가 발달하며, 마디에 퍼진 털이 있고, 잎집 윗부분이 붉은 자주색을 띤다. 꽃은 이삭꽃차례가 모여서 원추꽃차례를 이루며, 자주색이다.



송이고랭이(*Schoenoplectiella triangulata*)

전국의 저지대 습지와 흐르는 얇은 물에서 자라는 여러해살이풀이다. 땅속줄기는 짧고, 줄기는 모여난다. 좁송이고랭이는 줄기 단면이 정삼각형이고 꽃밥의 길이가 1mm 이하인 데 반해, 송이고랭이는 줄기 단면이 오목한 삼각형이고 꽃밥의 길이가 2mm 이상이므로 구분된다.

* 종설명은 「국립생물자원관 한반도의 생물다양성」을 인용



© 김대인

맹꽁이와 함께 발견되는 양서류

Kaloula borealis

맹꽁이 자연 서식지에서 함께 발견되는 양서류

무당개구리, 한국산개구리, 참개구리, 금개구리, 청개구리, 수원청개구리

무당개구리 (*Bomina orientalis*)



주둥이부터 총배설강까지 길이는 3.5~5cm이다. 개체에 따라 체색변이가 심하다. 등면은 녹색, 암녹색, 녹황색 또는 갈색이고 불규칙한 흑색 반점이 산재한다. 배면은 적색 또는 황적색이고 불규칙한 흑색 반문이 산재해 다른 개구리들과 뚜렷히 구분된다. 주로 산림지대의 습지, 계곡 또는 하천 주변의 초지, 돌무덤, 낙엽, 바위, 고목 아래에서 관찰된다.

한국산개구리 (*Rana coreana*)



주둥이부터 총배설강까지 길이는 3.5~5cm이다. 등면은 황갈색, 적갈색 또는 황녹색이고 작은 흑색 반점이 산재한다. 배면은 백색, 황백색 또는 황적색이며, 흑색 암갈색 작은 반점이 산재한다. 주둥이 가장자리를 따라 황백색 가는 줄무늬가 있다. 산림지대와 인접한 평지의 논, 농수로, 습지, 물웅덩이와 주변의 초지에서 관찰된다.

참개구리 (*Pelophylax nigromaculatus*)



주둥이부터 총배설강까지 길이는 6~10cm이다. 개체에 따라 체색변이가 심하다. 등면은 황녹색, 황색, 황갈색, 녹색, 암녹색 또는 회백색이고 흑색 반점이 산재한다. 등면에는 줄이 3개 있으며 양쪽 가장자리에 황색 또는 흑갈색 뚜렷한 융기선이 2줄 있다. 배면은 대부분 백색이며 특별한 무늬가 없으나, 개체에 따라 턱 아래, 앞다리 부분에 불규칙한 흑색 반점이 있는 경우도 있다. 평지의 저수지, 물웅덩이, 논, 농수로, 습지, 하천 주변의 초지와 낙엽, 돌무덤 아래, 산림지역의 발 주변과 산지습지에서 관찰된다.

금개구리 (*Pelophylax chosonicus*)



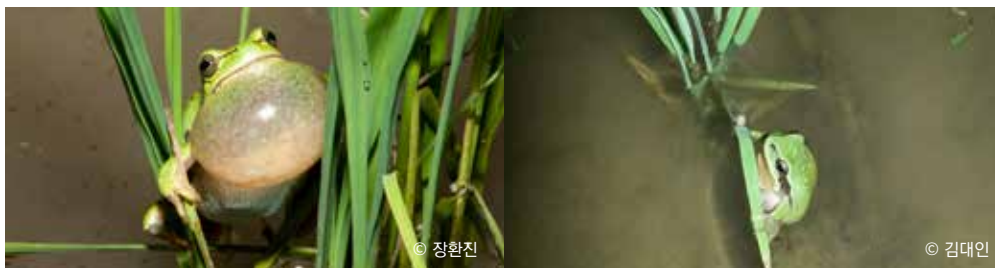
주둥이부터 총배설강까지 길이는 3.5~6cm이다. 등면은 녹색, 암녹색, 황갈색, 갈색 또는 암갈색 등으로 주변 환경에 따라 매우 다양하다. 등면 전체가 녹색이지만 물 가장자리 또는 갈대, 애기부들과 같이 키가 큰 정수식물이 풍부한 곳에서는 주둥이 일부만 녹색이 나타나고 등면은 황갈색, 갈색 또는 암갈색 바탕에 흑색 반점이 나타난다. 눈 뒤에서부터 등면 양쪽에 갈색 또는 금색으로 뚜렷한 융기선 2줄이 있어 3줄인 참개구리와 구분된다. 배면은 대부분 황백색, 황색 또는 금색이며 특별한 무늬가 없다. 저지대의 논, 농수로, 배수로, 물웅덩이, 습지, 저수지의 수초가 무성한 곳에서 주로 관찰된다.

청개구리 (*Dryophytes japonicus*)



주둥이부터 총배설강까지 길이는 2.5~4.55cm이다. 등면은 녹색, 암녹색, 회백색, 암회색 또는 회색 등으로 주변 환경에 따라 매우 다양하게 나타난다. 초지나 나뭇잎 위에서는 특별한 반문 없이 녹색이지만 땅 위, 바위 틈, 낙엽 아래와 같은 곳에 은신하고 있을 때에는 회백색 바탕에 암회색 또는 암갈색 반문이 나타난다. 배면은 황백색 또는 백색으로 특별한 무늬가 없다. 산림지대, 경작지, 하천, 계곡, 습지, 초지의 나뭇잎, 풀잎, 관목 위와 돌 틈, 바위 아래, 논두렁의 낙엽 아래나 땅 속에서 관찰된다.

수원청개구리 (*Dryophytes suweonensis*)



주둥이부터 총배설강까지 길이는 2.5~4cm이다. 등면은 녹색 또는 녹청색이고 배면은 백색이다. 등면과 배면 모두 특별한 무늬나 반점이 없다. 번식기의 수컷 대부분은 논 안에 들어가 어린 벼를 다리로 잡고 울음소리를 낸다.

* 종설명은 한국양서파충류 생태도감(이 등, 2011)을 인용



05

맹꽁이 생태

Kaloula borealis

분류

양서류(Amphibia) - 무미목(Anura) - 맹꽁이과(Microhylidae) - 맹꽁이속(*Kaloula*) - 맹꽁이(*Kaloula borealis*)

분포

전국적으로 분포하며, 경기도, 전라북도, 제주도에 밀집되어 있음

최대 분포지

대구 - 달성습지, 대명유수지

전국을 대상으로 수행한 청문조사에서 대구지역을 국내 최대 산란지로 예측

→ 535~2,130개체로 추정(국립생물자원관, 2012)

번식에 참여하는 나이

산란에 참여하는 맹꽂이의 나이는 4~6살이 가장 많음

→ 산란에 참여하는 암컷 38마리와 수컷 58마리의 나이를 분석 했을 때, 야생에서 보이는 성체 중 5살 개체들이 가장 많았음(고 등, 2011)

→ 맹꽂이 암컷의 연령이 더 높음(고 등, 2015)

	성별	평균 나이(살)	나이 범위(살)
고 등, 2011	암	5.9 ± 1.48	3-10
	수	4.9 ± 1.23	2-8
고 등, 2015	암	6.22 ± 0.28	4-10
	수	5.17 ± 0.26	3-8

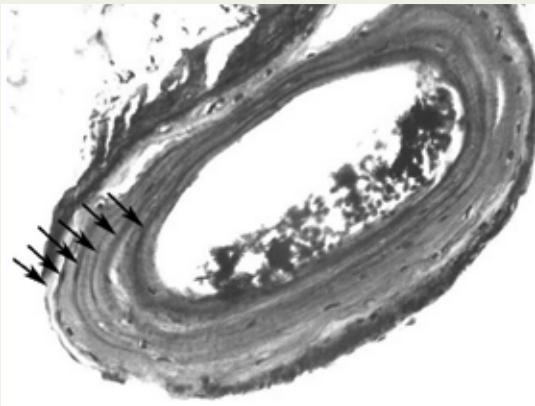
몸크기 및 몸무게

양서류에서 일반적으로 나타나는 성적이형이 맹꽂이에서도 나타났고, 암컷이 수컷보다 몸크기가 크고, 몸무게가 많음

	지역	성별	몸크기(g, 평균)	몸무게(mm, 평균)
안 등, 2020	서울	암	43.5±0.96	11.3±0.48
		수	36.6±1.76	8.2±0.91
	논산	암	43.5±0.96	10.5±0.29
		수	36.6±2.03	8.1±0.55
	부산	암	44.7±0.35	13.1±0.18
		수	41.6±0.39	11.3±0.17
고 등, 2011	제주	암	46.32±4.23	12.83±4.01
		수	43.69±3.44	11.64±2.90

| 뼈나이테 결정법(Skeletochronology) |

- 양서류나 파충류의 연령을 추정하는 방법에 적용
- 나무의 나이테 측정법과 유사
- 맹꽂이의 발가락 횡단면을 얇게 절단하여 뼈 속 (지골, Phalanges)에 형성된 뼈 나이테 (Line of Arrested Growth, LAG)의 수를 측정하여 연령을 결정하는 방법
- 활동 시기인 따뜻한 계절에는 뼈가 빠르게 성장하지만 추운 계절에는 뼈의 형성이 지연되며, 이러한 생활사에 의해 휴면기와 활동시기의 골조직층은 대비되는 염색층으로 확인



맹꽂이 지골 단면 모습(6개의 층을 확인→6살) (고 등, 2011)

알의 형태 및 개수

알은 물위에 하나씩 띄워 산란하고, 40~80개의 알을 수십회에 걸쳐 산란

→ 로드킬 된 개체를 확인한 결과 1,500~2,000개의 알을 가지고 있었음(고와 고, 2015)

→ 수조를 바꿔가며 확인한 결과 1,800~2,500개의 알을 산란(국립생물자원관, 2012)

→ 포접한 상태에서 머리를 물에 넣고 암컷이 알을 넣으면 수컷이 그 위에 정자를 방출함



맹꽁이 알



산란 중인 맹꽁이

부화 기간

알에서 올챙이로 부화되는 시기는 약 1일로 우리나라 개구리 중에 가장 짧음

→ 알 상태로 있는 시기가 짧아 알을 실제로 야생에서 볼 확률이 매우 낮음

→ 비슷한 시기에 산란하는 청개구리나 참개구리의 부화 시기(3~5일)보다 짧다

올챙이

눈이 머리 옆쪽에 붙어 있어, 다른 올챙이 보다 눈 사이 간격이 넓음

등 면은 검은색을 강하게 띄고, 배면은 어릴 때 회색빛을 띄다가 뒷다리가 날 때
좀 얼룩무늬가 나타남(고와 고, 2015)



맹꽁이 올챙이

올챙이→아성체 성장

다른 개구리류보다 빠른 편이며, 30일 전후면 아성체로 변태를 완료

→ 변태 시기 20~40일(고 등, 2011)

→ 변태 시기 30~40일(국립생물자원관, 2012)

→ 산란 시기와 산란장소의 환경에 따라 3~7일 정도 차이가 남(고와 고, 2015)



맹꽁이 아성체(아직 꼬리가 남아 있는 개체)

1~2년생

교미가 가능하기 전 시기로, 아직 어린 개체의 모습을 가지고 있음



맹꽁이 1~2년생

성체

몸길이는 5cm, 몸무게는 10g 정도의 소형 개구리이며, 아래 턱 앞쪽 끝에 1개의 울음주머니가 있음. 등면은 황색, 황갈색 또는 암갈색이고 작은 흑색반점이 산재함. 배면은 적갈색, 황갈색이며, 황색 반점이 산재함. 머리는 몸통에 비해 짧고 뭉툭하며, 다리가 무척 짧음(이 등, 2011)



맹꽁이 성체

먹이

맹꽁이 성체는 파리류, 먼지벌레류, 개미류, 초파리류 등을 주로 섭식함(고 등, 2012)

→ 활발히 움직이면서 먹이를 사냥하기보다는 한 곳에 기다리면서 사냥함

동면 시작 시기

10월 말부터 시작되어 11월 중순까지

	동면 시작 시기
최와 노, 2016	10월 23일까지 포획
국립생태원, 2020	11월 4일까지 움직임 확인
임 등, 2021	10월 말
홍 등, 2017	11월
국립생물자원관, 2012	11월 중순

활동을 시작하는 시기

4월부터 활동함

	동면에서 깨어나는 시기
박 등, 2019	4월
이 등, 2011	4월
국립생물자원관, 2012	4월 11일

번식기

비가 많이 오는 장마철(6~8월)에 주로 산란

	번식기
고와 고, 2015	6~8월
김과 이, 2010	6~7월
고 등, 2011	6월 말~7월 말
이 등, 2011	6~8월
국립생물자원관, 2012	5~6월

활동 시간

해가 진 후 이후 시작되며, 야간에 먹이활동 및 이동을 함

→ 해가 진 후 가장 활발히 활동하며, 새벽 시간에는 점점 줄어들음(국립생물자원관, 2012)

활동과 강수와의 관계

맹꽁이는 비가 오거나 온 다음 날 많이 움직임

→ 맹꽁이 활동 및 출현 빈도는 조사 당일이나 조사 전날 모두 비가 내려 강수량과 연관이 높은 것으로 나타남(최와 노, 2016)

→ 비가 내리거나 습도가 높은 날 이동함(국립생물자원관, 2012)



맹꽁이 현장조사 시기

Kaloula borealis

맹꽁이 현장 조사 시기

맹꽁이의 서식 유무 및 서식영역을 파악하기 위해서는 4월 초순(동면에서 깨어나는 시기)부터 11월 초순(동면에 들어가는 시기)까지 수행할 수 있지만 활동성이 높은 시기에 집중적으로 조사하는 것이 효율적임. 맹꽁이의 번식기인 6월~8월에 성체들의 움직임이 활발하고, 7~8월부터는 올챙이와 막 변태한 1년생들이 증가하여 더 쉽게 개체를 확인할 수 있음

맹꽁이는 해가 진 직후 움직임이 가장 활발하기 때문에 오후 8시부터 12시까지 조사하는 것이 적절함

비가 오거나 그 다음 날 조사하는 것이 적절함



참고문헌

- 강은옥, 주용준. 2018. 멸종위기종 가이드라인 마련 및 대체서식지·생태통로 생태계 유지 기능 분석. 한국환경정책평가연구원, 세종. 80쪽
- 고상범, 고영민, 이정현. 2015. 맹꽁이 유생의 성장과 생존에서의 염분영향. 한국환경생태학회지, 29(4), 533-538.
- 고상범, 이정현, 오홍식. 2011. 맹꽁이 (*Kaloula borealis*) 의 나이구조 분석. 한국환경생태학회지, 25(6), 861-866.
- 고상범, 장민호, 양경식, 오홍식. 2012. 번식기간중 맹꽁이 (*Kaloula borealis*) 의 먹이 습성. 한국환경생태학회지, 26(3), 333-341.
- 고영민, 고상범. 2015. 제주 지역 맹꽁이의 생활사. 한국환경생태학회 학술발표논문집, 2015(1), 54-55.
- 국립생물자원관. 2012. 멸종위기 양서파충류(맹꽁이) 정밀 생태조사 및 증식복원사업 사후평가분석 개선연구. 인천, 321쪽
- 국립생태원. 2020. 선형사업대상 생태분야 환경영향평가 방법 연구ⅣⅢ. 국립생태원, 서천. 101쪽.
- 김종찬, 이경재. 2010. 맹꽁이 현지 내 보전을 위한 서식공간 개선방안 연구. 한국환경생태학회 학술발표논문집, 150-154.
- 도민석, 이진원, 장환진, 김대인, 박진우, 유정철. 2017. 국내 멸종위기양서·파충류의 공간적 분포 형태와 주요 분포지역 예측에 대한 연구. 한국환경생태학회지, 31(4), 381-396.
- 박석철, 한봉호, 박민진. 2019. 맹꽁이 대체서식지 조성 평가 및 유지관리 방안 연구-서울시립대학교 맹꽁이 대체서식지를 사례로. 한국조경학회지, 47(1), 76-87.
- 심윤진, 조동길, 박소현, 이동진, 서윤희, 김상혁, 김덕호, 고상범, 차진열, 성현찬. 2014. 맹꽁이 서식처 복원을 위한 서식처 적합성 지수 (HSI) 개발. 한국환경복원기술학회지, 17(2), 109-123.
- 심윤진, 조동길, 홍진표, 김덕호, 박용수, 성현찬. 2015. 서식처 적합성 지수 (HSI) 를 활용한 맹꽁이 서식처 복원 위치 선정. 환경복원녹화, 18(2), 33-44.
- 안치경, 홍성구, 나수미, 도지선, 오기철, 이훈복. 2020. 남한의 세지역 (서울·논산·부산) 에서 기후 변화 민감종인 맹꽁이 (*Kaloula borealis*, 멸종위기 야생동물 II 급) 의 체장길이 및 몸무게 차이 비교 연구. 한국습지학회지, 22(1), 8-14.
- 이상영. 2012. 맹꽁이(*Kaloula borealis* Barbour) 대체서식지의 설계. 한국농림기상학회 학술대회 논문집, 2012, 129-131.
- 이정현, 장환진, 서재화. 2011. 한국 양서·파충류 생태도감. 국립환경과학원, 인천. 256쪽.
- 이지민, 김민수, 박아현, 강수지, 최은진, 민병은. 2013. 대전의 맹꽁이 서식지 수질의 물리·화학적 성질 조사. 한국환경교육학회 학술대회 자료집, 243-244.
- 임현정, 김종만, 정문선. 2021. 맹꽁이 서식지 복원공사 중 포획 및 이주과정에 대한 연구-전주시 삼천 생태하천 복원사업을 대상으로. 한국환경복원기술학회지, 24(2), 103-114.
- 정영선, 박미옥, 구분학. 2013. 습지를 기반으로 하는 맹꽁이 대체서식처 조성 계획. 한국복원기술학회지, 16(1), 1-15.
- 최서영, 노백호. 2016. 대명유수지에 서식하는 맹꽁이 *Kaloula borealis* 개체군 크기 추정. 한국환경복원녹화기, 30(4), 684-693.
- 홍성구, 안치경, 김현정, 오기철, 박선영, 나수미, 이훈복. 2017. 부산시 명지지구에서 서식하는 맹꽁이 개체군 생태연구. 한국습지학회지, 19(1), 172-179.

대체서식지 조성 요약

유형	활동지와 동면지는 '향상', 산란지는 '창출'이 적합
면적	전체 면적 : 4,400㎡ 이상 폭 : 160m
토양	자갈 : 40~50% 모래와 마사토 : 20~30% 점토 : 10% 이하 육상부 토양 두께 : 30cm 이상
동면	서식지 주변 땅 속 시기 : 11월 ~ 4월
식물	(활동지+동면지) : 꽃창포, 털부처꽃, 짚레, 붓꽃, 원추리, 돌피, 산조풀, 닭의장풀, 갯버들, 버드나무 산란지 : 미나리, 고마리, 갈대, 부들, 물억새, 달부리풀, 송이고랭이, 개구리밥
동소종	맹꽁이 자연서식지에서 같이 발견되는 양서류 - 무당개구리, 한국산개구리, 참개구리, 금개구리, 청개구리, 수원청개구리
현장조사 시기	4월 초순부터 11월 초순까지 - 번식기(6월 ~ 8월) 및 1년생이 활발히 움직이는 시기 (7월 ~ 8월) 조사시간 : 오후 8시부터 12시까지





