

## 맹꽁이 서식지 복원공사 중 포획 및 이주과정에 대한 연구

- 전주시 삼천 생태하천 복원사업을 대상으로 -

임현정<sup>1)</sup> · 김종만<sup>2)</sup> · 정문선<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 원광대학교 산림조경학과 강사 · <sup>2)</sup> 진라북도자연환경연수원 원장 ·

<sup>3)</sup> 청주대학교 휴먼환경디자인학부 조경도시계획전공 교수

## The process of capture and translocation during habitat restoration construction of *Kaloula borealis*

- A Case Study of Samcheon Ecological River Restoration, Jeonju City -

Lim, Hyun-Jeong<sup>1)</sup> · Kim, Jong-Man<sup>2)</sup> and Jeong, Moon-Sun<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Dept. of Environmental Landscape Architecture, Wonkwang University, Instructor.

<sup>2)</sup> Jeollabuk-do Natural Environment Training Center, Director

<sup>3)</sup> Dept. of Human Environment Design, College of Science, Cheongju University, Professor.

### ABSTRACT

The purpose of this study is to provide basic data for habitat restoration by implementing a series of processes of capturing and translocating *Kaloula borealis* and managing them in artificial breeding facilities. The study site in Samcheon, Jeonju-si, Jeollabuk-do was a waste landfill site in the past, and *Kaloula borealis* was found during the Samcheon Ecological River Restoration Project around March 2018. To restore the habitat, a plan was established to capture, translocate, artificially breed, and release *Kaloula borealis* at the site. The capture methods of adult *Kaloula borealis* were pitfall trap and drift fence, direct capture, and deep barrels. During 2018-2019, 86 adults of *Kaloula borealis* were captured and translocated to artificial breeding facilities. VIE-tagging was inserted under the skin for monitoring. For artificial breeding, *Gryllus bimaculatus* with oyster powder and vegetables were regularly supplied to feed *Kaloula borealis*. At the end of October 2020, 150 young *Kaloula borealis* raised in artificial breeding facilities were found not entering hibernation, so they were managed in a separate artificial breeding facility. Some young and adult *Kaloula borealis* currently hibernating will be sched-

**First author** : Lim, Hyun-Jeong Dept. of Environmental Landscape Architecture, Wonkwang University, Instructor.  
Tel : +82-63-850-6824, E-mail : solsoli93@gmail.com

**Corresponding author** : Jeong, Moon-Sun, Dept. of Human Environment Design, College of Science, Cheongju University, Professor. Tel : +82-43-229-8507, E-mail : jmoonsun@gmail.com

**Received** : 10 March, 2021. **Revised** : 28 April, 2021. **Accepted** : 26 April, 2021.

uled to be continuously managed in artificial breeding facilities and released to the restored habitat in the spring of 2021.

Key Words : *Pitfall Trap, Artificial Breeding, Temporary Housing, Endangered Species*

## I. 서 론

양서·파충류는 습지환경의 중요한 생물학적 지표로(Ali et al, 2018), 생태계의 중요한 구성 요소이다(Eekhout, 2010). 전 세계적으로 그 다양성이 위협받고 있으며 개체군 감소의 문제가 심각한 실정이다(Ra et al, 2008; Eekhout, 2010). 국내의 경우, 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률 2조에 의해 양서·파충류 총 8종(2017년 기준)이 멸종위기 야생생물로 지정되어있고 양서류는 수원청개구리(*Hyla suweonensis*), 고리도롱뇽(*Hynobius yangi*), 금개구리(*Pelophylax chosonicus*), 맹꽂이(*Kaloula borealis*) 총 4종이 해당된다(NIBR, 2018). 특히, 맹꽂이는 멸종위기야생생물Ⅱ급으로 기후변화 민감종이며 (ME, 2010; An et al, 2020), 주택과 도로 건설, 습지의 감소, 개발사업 등에 의해 개체수가 급감하고 제한된 지역에서만 발견되어 법적 보호종으로 지정되었다(Rho, 2011; NIBR, 2012; NIBR, 2018). 맹꽂이는 대체서식지의 목표종으로 가장 많이 확인되고 있으며(Gang and Joo, 2018), 개발현장에서 출현이 확인되면 포획·이주 후 개발을 진행시키고 있다(NIBR, 2012). 전주시의 경우도 2018년 삼천에서 생태하천복원 사업을 위한 공사 중 맹꽂이 서식이 확인되었고 이에 서식지 복원이 결정되었다.

우리나라에서는 맹꽂이속(*Kaloula*) 중에서 유일하게 맹꽂이1종만이 서식하고 있고(KSH, 2020), 제주도를 포함한 전국 습지, 중국 중부 및 동북부 일부에 분포하고 있다(NIE, 2021). 평지, 습지 주변 관목림과 초지에 서식하며, 산란은 6~8월 장마철에 생긴 물웅덩, 배수로, 습지에 약 2,000개 가량의 알을 낳는다. 부화기간은 하루

이틀로 짧고(Gang and Joo, 2018), 알에서 성체까지의 발생 속도가 매우 짧은 특성을 가진다(NIBR, 2012). 맹꽂이는 10월부터 서식지 근처의 땅속에서 동면하고(NIBR, 2018), 먹이는 주로 밤에 나와 육상에서 거미류, 메뚜기, 귀뚜라미, 모기와 같은 곤충류, 지렁이와 같은 빈모류를 잡아먹는다(NIBR, 2018). Ko et al(2012b)에 따르면 비행성 곤충인 파리류나 초파리류를 더 선호하고 행동이 느려 기다리다가 포식하는 것으로 나타났다. 수명은 수컷 8살, 암컷 10살 이상으로 볼 수 있고 첫 번식에 참여하는 수컷은 2살, 암컷은 3살로 나타났다(Ko et al, 2011). 맹꽂이는 다른 양서류와 다르게 물에 대한 의존도가 낮고 산란지 수심은 50cm 정도의 웅덩이이며 활동지는 산란지 주변 300m 이내의 산림, 경작지, 구릉지 등을 이용한다(Rho, 2011).

국내 맹꽂이 생태에 대해서는 맹꽂이의 번식과 먹이습성(Ko et al, 2012b), 연령구조(Ko et al, 2014), 생체량 변화(An et al, 2020) 등 맹꽂이 생태특성 파악을 통한 종복원 차원의 연구가 있다. 맹꽂이 서식환경에 대해서는 유생의 성장에 관한 염분의 영향(Ko et al, 2015)과 개체수나 번식에 영향을 주는 기상요인(Ko et al, 2012a; Rho, 2016) 등에 대한 연구가 있다. 또한 서식처 복원에 대한 연구로는 대체서식지 조건(Rho, 2011; Jung et al, 2013; Shim et al, 2014; Cho and Shim, 2016)과 대체서식지 평가 및 유지관리(Park et al, 2019), 최근에는 GIS 위치기반정보를 바탕으로 맹꽂이 서식지를 관리하는(Kim and Kim, 2020) 연구가 진행되고 있다. 이렇듯 최근까지의 연구는 맹꽂이 대체서식지의 조건과 외부 환경에 대한 연구가 대부분이고, 맹꽂이의 포획, 이주 및 인공사육 과정에 대한

연구는 미비한 실정이다. 이에 따라 서식지에 맹꽁이를 재방사하기 이전까지의 전반적인 과정을 파악할 수 있는 실제 적용사례에 대한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구의 목적은 전주시 삼천의 맹꽁이를 포획·이주하고 인공사육 사례를 통해 목표종의 이주 및 임시거주 과정에서 안정적인 개체군 유지에 필요한 기초자료를 제공하는데 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상지

본 연구의 대상지인 전라북도 전주시 완산구 효자동3가 826-3 일대는 전주시를 남북으로 관통하는 삼천의 하류구간으로 하천 좌안의 고수부지에 위치하고 있다(Figure 1). 면적 약 10,152㎡의 하천부지로 과거 쓰레기매립장이었으며 침출수에 의한 하천의 악취발생과 수질오염이 지역의

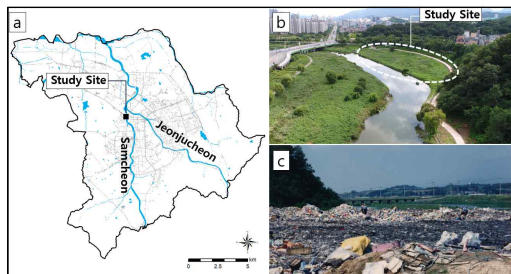


Figure 1. Study Site: (a)Jeonju City, (b)Before the habitat restoration construction(2018), (c)Waste landfill(1989)

문제로 대두되었던 곳이다(Jeollailbo, 2018). 2018년 3월경 삼천생태하천복원사업과 관련한 공사 현장 부지 내에 맹꽁이 서식이 확인되었고, 공사 중 서식이 어려울 것으로 판단되어 현장의 맹꽁이를 포획, 이주, 인공사육, 방사하는 계획을 수립하였다. 또한 맹꽁이 서식처와 생태탐방로로 구성된 생태학습장으로 이용될 예정이다.

### 2. 조사방법

멸종위기종 대체서식지 가이드라인에 따르면 맹꽁이 개체군 조사방법은 직접조사, 포획함정(Pitfall trap), 청음조사가 있다(Gang and Joo, 2018). 본 연구의 맹꽁이 포획을 위한 사전 조사는 청음조사와 목견법을 통해 맹꽁이 약 50개체가 서식하고 있는 것을 파악하였다.

연구수행을 위해 전북지방환경청으로부터 멸종위기야생동물 포획·보관·방사 허가를 받았다. 포획·이주계획서에 따라 포획, 인공사육, 방사 등의 전 과정을 전북지방환경청, 전주시, 전주생태하천협의회, 환경단체가 협의하였고, 인공사육장에서의 사육과정도 지역 환경단체와 주기적인 협의를 통해 진행하였다(Figure 2).

#### 1) 포획방법

맹꽁이의 생애주기를 고려하여 우천 후 산란하기 위해 모여드는 6월~8월 번식기와 월동이 들어가기 전인 10월 말까지(NIBR, 2012) 맹꽁이 성

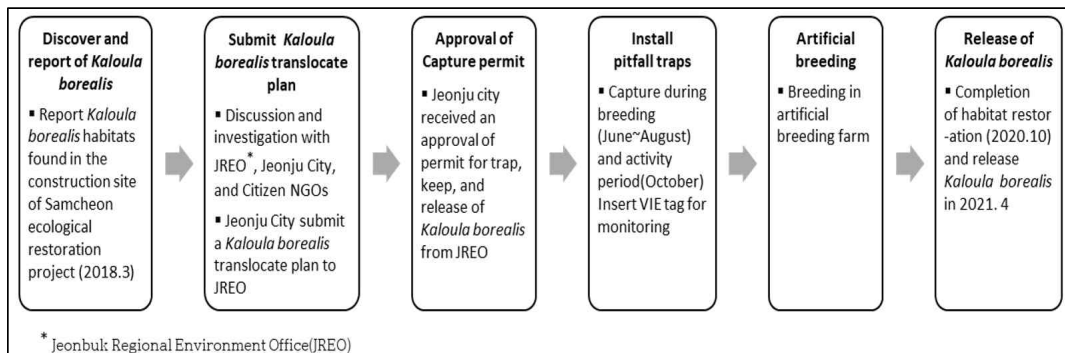
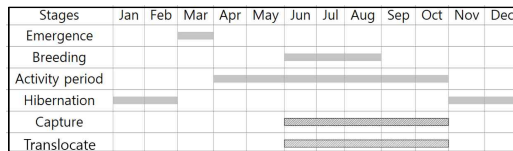


Figure 2. Process of translocate and artificial breeding of Kaloula borealis

**Table 1.** Trap method

Type	An et al.(2020)	Hong et al.(2017)	Choi and Rho(2016)
Site	Seoul, Nonsan, Busan	Busan	Dae-gu
Goal	Biomass and Climate factors	Population	Population and distribution
Capture method	Pitfall trap · Cover · Interval : 2.5 m  Guided trap	Pitfall trap · Screen · Interval : 2.5 m · Size : 30(h)×20(w)cm · Number : 240ea · Site check : 2 times a week	Pitfall trap+Drift fence · Cover · Linear, mesh · Trap depth : 30-40cm · Site check : 2 times a week
Release	Immediate release after capture	Release to a new habitat	Capture and recapture
Tag	VIE-Tag	VIE-Tag	VIE-Tag



**Figure 3.** Life cycle and Capture/translocate of *Kaloula borealis* (Source: NIBR, 2012)

체를 집중 포획하였다(Figure 3). Gang and Joo (2018)는 맹꽂이의 조사시기로 4~10월까지 가능하나 장마철인 6~8월 사이는 필수적으로 하고, 포획함정의 경우 주변에 유도울타리(Drift Fence)를 추가로 설치하여 포획률을 높이도록 제시하고 있다.

국내 맹꽂이 관련 연구는 포획함정을 주로 이용하였고(Table 1), 유도울타리가 같이 이용되기도 하였다. 해외 연구들에 따르면, 포획함정과 유도울타리를 같이 설치하면 높은 효과를 얻을 수 있고(Michell et al, 1993; Bennet, 1999), 탈수증과 과도한 사망을 피하기 위해 가능하면 함정을 매

일매일 확인하여야 하며 최소 3일을 넘지 않도록 하였다(Sparling et al, 2001). 본 연구는 2018년도에 포획함정과 유도울타리, 가로형 함정, 직접포획을, 2019년도에는 포획함정과 유도울타리, 깊은 통 설치(플라스틱대야), 직접포획방법을 이용하였다. 포획시설 설치를 위한 장소를 결정하기 위해 사전답사를 실시하였고, 맹꽂이 출현지점, 맹꽂이의 이동통로가 될 수 있는 선형의 용수로 및 배수로, 산란장소가 될 수 있는 웅덩이 부근 등을 파악하였다.

2018년도는 접근성과 포획의 용이성을 확보하기 위해 대상지 내 전체 예초를 시행하였다. 유도울타리는 지그재그로 설치하고 모서리 안쪽에 3m 간격으로 함정을 설치하였으며 함정 위에는 덮개를 씌워 빗물이 들어가지 않도록 하였다. 매일 이른 아침 7시부터 8시까지 함정에 빠진 맹꽂이 개체를 수거하였다(Figure 4). 가로형 함정은 PE 이중벽관(Φ250mm)을 사용하였고 더 많은 개



**Figure 4.** Pitfall and Drift fence



Figure 5. PE pipe linear trap



Figure 6. Mowing before installing pitfall traps

체를 포획하기 위해 시도한 방법으로 이중벽관 가운데를 잘라 땅에 설치하였다. 함정을 위한 유도울타리와 PE 이중벽관 함정의 총길이는 600m이다(Figure 5).

직접포획은 야간에 유도울타리 주변과 포획 대상지 주변으로 먹이 활동을 하러 움직이는 개체를 직접 포획한 것이다. 특히 우천 시에는 맹꽁이가 활동을 활발히 하므로 주의를 기울여 이동하는 개체를 포획하였다.

2019년은 전체 구간을 예초했던 2018년과 다르게 함정 설치 전 예초작업에서 부분적으로 예초 제외지역을 두어 맹꽁이가 숨을 수 있는 공간을 확보하였다(Figure 6). 예초 제외지역을 두는 이유는 식생이 있는 곳에서 맹꽁이가 더 많이 발견되고 여름철 뜨거운 햇빛과 천적을 피하기에

더 적합한 환경이기 때문이다(Hong et al, 2017).

2019년 포획방법은 함정포획, 깊은 통 설치(플라스틱대야), 직접포획을 이용하였다. 2018년에 시도된 가로형 함정은 배수구멍이 없어 빗물이 가득 차고 맹꽁이가 쉽게 도망을 가는 경우가 발생하여 포획에 큰 효과를 거두지 못했다. 따라서 가로형 함정을 없애고 추가로 깊은 통 설치(플라스틱대야)를 진행하였다.

함정포획은 총 600m의 유도울타리를 설치하고 유도울타리 사이사이에 전년도 보다 더 촘촘하게 2m 간격으로 함정을 설치하였다. 매일 아침과 저녁에 함정에 빠진 개체를 포획하였다. 깊은 통 설치(플라스틱대야)는 산란기에 암컷을 유인하는 수컷을 위한 장치로 총 12개를 땅에 파서 묻고 물을 넣어 맹꽁이가 들어와서 산란하도록



Figure 7. Pitfall trap(Left) and Deep barrel(Right)

유도하였다(Figure 7).

직접포획은 전년도와 동일하고 특히 유도올타리 주변을 집중 수색하여 숨어 있는 개체를 포획하였다. 큰비가 올 때는 대상지에 물이 차고 맹꽂이가 산란을 하므로 죽대와 뜰채 등을 이용하여 직접 포획하였다.

포획방법의 분석을 위해 2018년과 2019년에 동일하게 적용된 함정포획에 의한 포획 자료를 이용하여 포획 개체 수 차이를 독립표본 t 검정을 이용하였다. 통계 검정 시 등분산을 가정하지 않았으며 양측검정을 실시하였다. 통계분석에는 R 프로그램 version 4.0.5(R Core Team, 2021)를 사용하였다.

## 2) 운반방법

포획한 맹꽂이는 맹꽂이 서식지를 조성하는 기간에 임시로 맹꽂이가 생활하게 될 인공사육장으로 운반하였다. 이 때 맹꽂이 성체의 안정적인 호흡을 위해 가로(30cm)×세로(20cm)×높이(30cm)의



Figure 8. VIE-tagging

이주용 플라스틱 용기에 공기가 통하도록 뚜껑에 구멍을 뚫고, 맹꽂이가 전부 잠기지 않을 정도의 물을 채워 운반하였다. 인공사육장 방사 전, 추후 복원된 서식처에 재방사 될 맹꽂이는 모니터링을 위해 개체표시(VIE-tagging; Visible Implant Elastomer Tagging)를 진행하였다(Figure 8).

## 3) 인공사육 방법

Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Service(GARES)(2018)에 따르면 환경제어가 가능하고 외부와 완전히 차단된 비닐하우스는 먹이를 공급하는 집약적 관리형태로 모범적인 사육방법에 하나이지만 노동력의 소모가 크고 먹이공급 및 질병발생의 어려움이 발생한다고 하였다.

본 연구에서 이용된 맹꽂이 인공사육장은 겨울철 동사를 막을 수 있는 비닐하우스 구조이며, 바닥 토양은 논과 밭흙 70cm를 성토하고 그 위에 코코피트 5cm 두께로 포설하였다. 천적(삿, 너구리, 고양이 등의 포유류와 살모사, 유허목이 등의 파충류)의 진입과 맹꽂이 먹이원(곤충류)의 탈출을 차단하기 위해 비닐하우스 전체를 PE 녹색그물망(2cm 간격)과 모기장망으로 씌웠다. 여름철에는 차광률 70% 정도의 차광망을 추가 설치하였다. 모기장은 통풍이 가능하며 차광망은 급격한 온도상승을 막을 수 있으며 자연스럽게 부엽식물 및 추수식물 등의 생장이 가능하다. 또한 사육장 내부에는 맹꽂이의 산란과 온습도 유지를 위한 수심 50cm 이내의 웅덩이를 조성하였고 맹꽂이 먹이원(곤충류, 지렁이,



**Figure 9.** Artificial breeding house  
(a)pre-installation, (b)post-installation,  
(c)small pond for breeding, (d) planting  
*Oenanthe javanica* (Blume) DC.

달팽이)의 먹이공급원이자 은신처 역할을 하는 미나리와 유채를 식재하였다. 습도 유지를 위해 관수장치를 설치하여 주 2회 공급하였으며, 겨울철에는 동면에 도움을 줄 수 있는 작은 비닐 하우스를 이중으로 설치하고 보온효과를 높이기 위해 낙엽을 넣어주었다(Figure 9).

자연환경에서 맹꽁이의 주요 먹이는 파리류, 먼지벌레류, 개미류, 초파리류 등(Ko et al, 2012a)이나 안정적인 인공사육을 위해 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*)를 제공하였다. 쌍별귀뚜라미는 대량번식이 용이하고 다른 곤충류보다 성장속도가 빨라서 맹꽁이의 성장시기별 다양한

크기의 먹이를 제공해줄 수 있다. 맹꽁이의 영양 상태를 고려하여 칼슘 보충용 굴껍질 가루를 쌍별귀뚜라미와 배합하여 주 1회씩 500개체 이상 제공하였고 채소류도 함께 공급하였다.

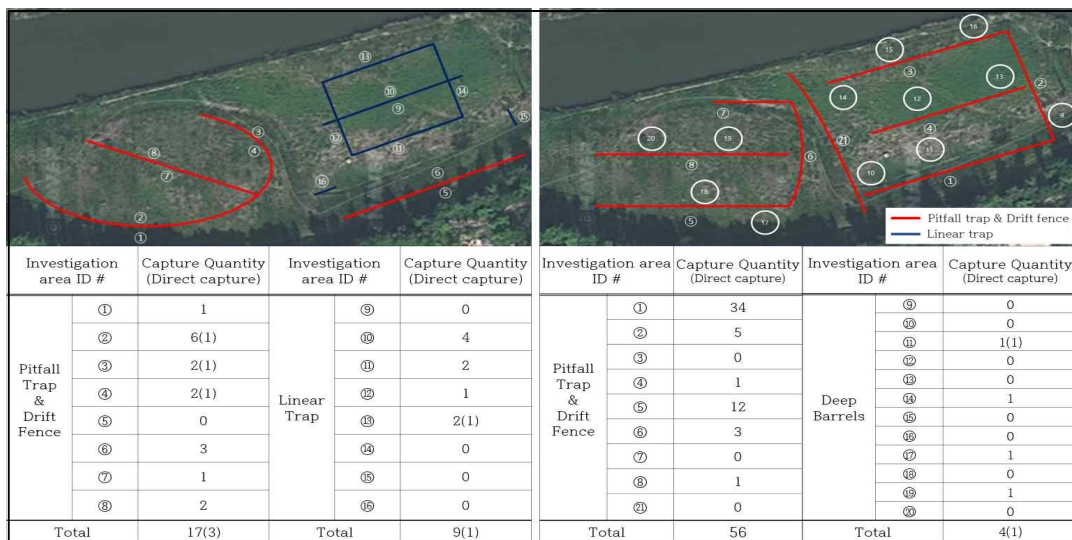
### III. 결 과

#### 1. 포획 및 운반결과

포획작업은 2018년 7월 16일부터 10월 31일까지, 2019년 6월 29일부터 시작하여 매패쓰레기 제거를 위한 공사 착수 시점 이전인 8월31일까지 2년 동안 진행되었다. 원래 6월초부터 포획이 시작되어야 하나, 2018년은 포획허가 승인이 늦어져서 7월 16일부터 시작되었다. 2019년도는 6월 물웅덩이가 형성될 정도의 강우일 거의 없다가 6월 29일부터 강수량이 충분히 확보되면서 6월 말로 포획시기가 늦춰졌다.

포획된 맹꽁이의 개체수는 2018년에 합정포획 14개체, 가로형 합정 8개체, 직접 포획 4개체로 총 26개체였으며, 2019년에 합정 56개체, 깊은 통 합정 3개체, 직접포획 1개체로 총 60개체였다(Figure 10).

2018년 포획 시 환경조건은 7월 16일부터 8월



**Figure 10.** Results of the captured *Kaloula borealis* 2018(left) and 2019(right)

**Table 2.** t-test results comparing captured *Kaloula borealis* in 2018 and 2019

Year	n	Mean	t statistic	df	p-value
2018	8	2.125	-1.090	8.475	0.306
2019	9	6.222			

22일까지의 강우일이 1일로 산란에 필요한 강수량이 부족하였고, 이후 9월초까지는 집중호우와 강우일이 계속되어 서식지 대부분이 장기간 침수된 상태였다. 또한 맹꽂이의 특성 상 먹이 활동을 위한 동면 전까지의 활동기에는 행동반경이 넓지 않고 제자리에서 기다렸다가 곤충류를 먹는 특성 때문에 이동이 적어 포획되지 않은 것으로 판단된다.

2019년에는 7월 한 달의 강우일이 13일로 크게 분포하였고 수심 50cm 이내의 물웅덩이들이 생길 수 있는 적당한 조건이 형성되었다. 2019년도 포획의 조건을 파악한 결과, 강우일로부터 평균 1~3일 이내가 가장 많았고 최대 6일까지는 산란을 위해 물웅덩이로 이동하는 개체를 포획할 수 있었다. 가장 많은 개체수가 포획된 구역은 2019년 1구역(34개체)과 5구역(12개체)으로 강우 시 물웅덩이가 넓게 형성되고 물웅덩이와 경사지가 연결되는 곳에 해당된다.

2018년과 2019년에 포획된 개체 수 차이를 독립표본 t 검정을 이용하여 분석한 결과는 Table 2와 같다. 2018년과 2019년의 개체 수는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

포획된 맹꽂이 총 86개체는 포획이 될 때마다 성체와 아성체(직경 5cm이하)를 구분하여 이주용 플라스틱 용기에 넣어 운반하였다. 포획된 총 86개체는 인공사육장에 방사하기 전 개체표시(VIE-tagging)를 실시하였다.

## 2. 인공사육 결과

2018년 포획된 26개체의 맹꽂이 성체는 인공사육장에 방사되어 동면을 하고 2019년 산란기에 많은 수의 알을 산란하였다. 그러나 올챙이로 부화한 개체에 대해 추가적인 먹이 공급이 없어 성체로 변태하지 못했다.

**Figure 11.** Input feed for tadpoles in artificial breeding: Mosquito larva(left), Snail feed(right)

2019년도에 포획한 60개체의 맹꽂이 성체도 인공사육장에 방사하였다. 2019년 11월부터 2020년 2월까지 동면기를 거친 개체들에 의해 2020년 산란기(6월~8월)에 부화된 올챙이 개체는 모기유충과 우렁이사료를 먹이로 제공받았다(Figure 11). 이 올챙이 개체들은 2020년 10월말에 2~3cm 크기의 어린 맹꽂이 개체로 성장하였다.

원래 2020년 10월 예정이었던 생태학습장 맹꽂이 재방사를 위해 2020년 10월 18일 인공사육장 내 포획작업을 진행하였다. 동면에 들어가지 않은 어린 맹꽂이 150개체(2020년10월말 기준, 2~3cm)를 발견하였고, 개체표시된 성체가 발견되지 않아 인공사육장의 땅을 파보니 30cm 아래에서 어린 맹꽂이와 성체가 발견되었다. 이미 맹꽂이 성체들은 땅속에 일정크기의 월동공간을 만들어 동면하고 있었고 일부 어린 맹꽂이 개체들도 동면하고 있는 것이 확인되었다(Figure 12).

월동공간이 만들어진 개체들을 무리해서 방사하면 급격한 온도변화에 적응하지 못해 맹꽂이가

**Figure 12.** Hibernation status: young *Kaloula borealis* born in 2020(left), adult *K. borealis* (right)



동사할 가능성이 크다고 판단되어 재방사 계획을 연기하였다. 사육 중인 성체 및 어린 맹꽁이 개체들은 월동철이 지나 생태학습장 내 생태계가 안정되고 초본류가 무성해지는 2021년 4월~5월경 재방사를 추진할 예정이다. 2021년 방사 예정인 맹꽁이는 성체 86개체, 어린개체 150개체 정도로 예상된다. 따라서 2020년 10월부터 2021년 재방사 이전까지 인공사육장 내에서 맹꽁이 개체수와 성체를 위한 월동환경이 유지되고 있다.

월동에 들어가지 않은 어린 맹꽁이 150개체들의 경우 너무 작은 상태이고 겨울을 나지 못할 위험이 높아 별도의 사육장으로 이주하고 사육케이스(리빙박스)에 사육하였다. 사육케이스의 환경은 제일 밑 부분 바닥에 흙을 넣어 주고 그 윗부분에는 코코피트를 깔아 주었다. 이 외에 어린 맹꽁이 개체들이 먹이로 공급되는 귀뚜라미로부터 공격을 받지 않도록 원목으로 되어 있는 나무 조각과 돌, pvc관 등을 설치해 주었다. 2~3cm의 어린 맹꽁이 개체들은 부화한 이후 10일 이내의 쌍별귀뚜라미를 3일 1회 개체당 10마리 정도를 먹이로 공급하였다. 맹꽁이에게 칼슘을 공급해 주는 차원에서 칼슘과 영양제가 함유된 먹이로 쌍별귀뚜라미를 사육하였고 맹꽁이에게 먹이제공 시 굴껍질 가루를 묻혀서 공급하였다. 어린 맹꽁이 150개체를 위한 별도의 사육장 온도는 맹꽁이의 습도 유지를 위해 가습될 수 있는 조건을 형성하여 24시간 24~26도 이내로 일정하게 유지하였다(Figure 13).



Figure 13. 150 young *Kaloula borealis* in separate breeding case

#### IV. 결 론

본 연구는 현장에서 맹꽁이를 포획 및 이주, 임시거주지 조성 및 인공사육 할 때 발생하는 다양한 문제와 변화하는 환경조건에 대응하는 과정을 전주시 삼천의 구체적인 사례를 통해 제시하였다. 서식처 복원을 위한 목표종의 이주와 사육에는 상당한 비용과 시간이 요구되기 때문에 실제 적용과정에서 겪는 경험의 축적과 환경조건에 대한 다양한 사례연구가 필요하다.

쓰레기 매립지 내의 맹꽁이 전량 포획을 위해 2018년 포획함정과 유도올타리, 가로형 함정, 직접포획, 2019년도에는 포획함정과 유도올타리, 깊은 통 설치(플라스틱대야), 직접포획방법이 이용되었다. 2019년에는 가로형 함정을 제외하고 함정설치 전 부분예초를 적용하여 맹꽁이의 은신처를 확보하였다.

포획개체수를 비교해보면, 2018년 26개체, 2019년에는 60개체가 포획되었다. 포획기간은 목표종의 활동기간을 포함한 최소 3개월의 조사기간을 확보하여 서식지 내의 목표종 전량을 포획하는 것이 바람직하고(Gang and Joo, 2018) 본 연구의 경우도 2018~2019년 맹꽁이 전량포획을 목표로 충분한 조사 및 포획기간을 확보하였다. 비록 포획개체수의 차이가 통계적으로 유의하진 않지만 포획방법의 개선과 맹꽁이의 산란 및 번식, 활동에 적합한 수심 50cm 정도의 물웅덩이가 생길 수 있는 강우량과 강우 일수, 지형 특성 등이 포획 가능성에 영향을 줄 것으로 판단된다. Hong et al.(2017)은 맹꽁이가 장마철인 7~8월에 가장 활발한 움직임을 보이기 때문에 포획·이주 역시 이 시기에 실시하여야 높은 포획이 가능하다고 하였다. 또한 포획장소의 특성을 보면 Rho(2016)는 맹꽁이의 산란지로 저지대가 이용되고 평지부와 사면부는 동면지, 휴식처 등으로 이용되는 특성을 보인다고 하였다. 본 연구의 포획결과를 보면 웅덩이가

발생하는 저지대와 경사지 인접부에서 맹꽂이 산란과 활동이 활발하고 성체의 포획이 높은 것으로 나타났다.

포획된 성체는 인공사육장으로 운반·방사되었고 동면을 거쳐 사육장 내에서 산란하였다. 인공사육 시 맹꽂이 개체군의 유지와 성장을 위해서는 다양한 먹이자원에 대한 연구가 필요하다. 북방산개구리 양식의 사례를 보면 양식실패의 주원인이 성체개구리의 먹이생산(58%)과 변태시기 먹이공급(35%)인 것으로 나타나 인공사육 단계에서 먹이공급의 문제가 매우 중요한 것으로 판단된다(GARES, 2018). 멸종위기 야생생물 표준 복원 가이드라인에 따르면 인공사육 시 개체의 행동관찰, 건강상태 점검, 먹이 및 영양 공급, 사육장 위생관리 등을 고려하도록 하고 있다(NIE, 2020). 맹꽂이의 인공사육장 조성과 운영에 대한 구체적인 사항은 관련 전문가들의 자문과 현장 상황을 고려하여 수행하였다.

인공사육을 통해 번식된 어린 맹꽂이 150개체는 2020년 10월말 기준 동면에 들어가지 않아 별도의 사육시설에 분리하여 먹이를 공급하고 있다. 인공사육장 내에서 월동에 들어간 맹꽂이 성체들과 일부 어린 맹꽂이들의 경우 이미 땅속에 월동공간을 만들어 동면하고 있어 2020년 10월 방사를 수행하는데 어려움이 발생하였다. 무리한 방사가 진행될 경우 급격한 온도변화에 적응하지 못해 맹꽂이가 동사할 가능성이 높기 때문에 서식지(생태학습장) 내 생태계가 안정되고 초본류가 무성해지는 2021년 5월로 방사를 연기하였다.

본 연구는 맹꽂이 포획 시 기후조건의 변화와 서식지 조성 공사일정의 변경, 동면시기에 따른 방사일정의 조정 등 사업시행의 특수성 때문에 맹꽂이의 포획 및 이주과정에 대한 일반적인 기준을 제시하는데 한계가 있다. 따라서 현장적용에 필요한 맹꽂이의 포획 및 사육과정에 대한 세부적인 가이드라인을 마련하고 목표종의 개체수 유지 및 안정적인 이주를 위한 다양한 먹

이자원 및 인공사육환경조건에 대한 체계적인 연구가 필요하다. 또한 방사 후 모니터링을 통해 서식환경의 개선에 대한 연구가 지속되어야 하며, 복원된 서식지내에서 맹꽂이 개체수 유지 및 서식지 관리를 위해 최소존속개체군(Minimum Viable Population, MVP)와 최소 역동면적(Minimum Dynamic Area: MDA)에 대한 연구도 이루어져야 한다.

## References

- Ali, W. · A. Javid · S. M. Bhukhari · A. Hussain · S. M. Hussain and H. Rafique. 2018. Comparison of Different Trapping Techniques used in Herpetofaunal Monitoring: A Review. Punjab University Journal of Zoology, 33(1): 57-68.
- An CK · Hong SG · Na SM · Doh JS · Oh KC and Yi HB. 2020. Comparison Study of the Snout-vent Length (SVL) and the Biomass for the Climate Change Sensitive Species, Narrow-mouthed Toads (*Kaloula borealis*, Endangered Species II), at the three different areas (Seoul, Nonsan, Busan) of South Korea. Journal of Wetlands Research 22(1): 8-14. (in Korean with English)
- Bennett, D. 1999. Expedition field techniques: reptiles and amphibians. Geography Outdoors, London, UK, pp. 94.
- Cho DG and Shim YJ. 2016. Planning of Narrow-mouth Frog (*Kaloula borealis*) Habitat Restoration Using Habitat Suitability Index (HSI). Ecology and Resilient Infrastructure. 3(1): 062-069. (in Korean with English)
- Cho DG and Shim YJ. 2016. Planning of Narrow-mouth Frog (*Kaloula borealis*) Habitat Restoration Using Habitat Suitability Index (HSI). Ecology and Resilient

- Infrastructure. 3(1): 062-069. (in Korean with English)
- Choi SY and Rho PH. 2016. Population Size Estimation of the *Kaloula borealis* in the Daemyung Retarding Basin. Korean Journal of Environment and Ecology 30(4): 684-693. (in Korean with English)
- Eekhout, X. 2010. Sampling amphibians and reptiles. Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories. Belgium: Belgian National Focal Point to The Global Taxonomy Initiative. pp. 530-557.
- Gang EO and Joo YJ. 2018. Establishment of guidelines for endangered species and Ecosystem Maintenance Function analysis of alternative habitat & Ecological Corridor. Korea Environment Institute. (in Korean)
- Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Service(GARES). 2018. Study of mass rearing, disease management and processing system for industrialization of Amphibian. (in Korean)
- Hong SG · An CK · Kim HJ · Oh KC · Park SY · Na SM and Yi HB. 2017. Ecological Study of Narrow-mouthed Toad (*Kaloula borealis*) Population at Myeongji District in Busan Metropolitan City. Journal of Wetlands Research. 19(1): 172-179. (in Korean with English) Jeollailbo. 2018. <http://www.jeollailbo.com> (In Korean)
- Jung YS · Park MO and Koo BH. 2013. A Substitute Habitat Planning for '*Kaloula borealis*' Based on Wetlands, Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology. 16(1) : 1-15. (in Korean with English)
- Kim SJ and Kim SH. 2020. Developing an Endangered Species Habitat Management System based on Location Information. Journal of The Korea Internet of Things Society. 6(3): 67-73. (in Korean with English)
- Ko SB · Chang MH · Song JY and Oh HS. 2012a. Meteorological Factors Influencing Breeding Biology of *Kaloula borealis*. Korean Society of Environment and Ecology. 26(6): 876-883. (in Korean with English summary)
- Ko SB · Chang MH · Yang KS and Oh HS. 2012b. Feeding Habits of the *Kaloula borealis* during the Breeding Season. Korean Journal of Environment and Ecology. 26(3): 333-341. (in Korean with English summary)
- Ko SB · Ko YM and Lee JH. 2014. Body Size and Age Structure of Mating Couples in Boreal Digging Frog(*Kaloula borealis*) Korean Journal of Environment and Ecology. 28(3): 281-286. (in Korean with English)
- Ko SB · Ko YM and Lee JH. 2015. Effect of Salinity on the Survival and Growth of Larvae of the Boreal Digging Frog (*Kaloula borealis*). Korean Journal of Environment and Ecology. 29(4): 533-538. (in Korean with English)
- Ko SB · Lee JH and Oh HS. 2011. Age Structure Analysis of *Kaloula borealis* Korean Journal of Environment and Ecology. 25(6): 861-866. (in Korean with English)
- Korea Meteorological Administration, <https://www.weather.go.kr/>
- Korean Society of Herpetologists(KSH). 2020. List of amphibians in Korea. <http://www.krsh.co.kr/html/sub0201.html>
- Mitchell, J. C. · S. Y. Erdle and J. F. Pagels. 1993. Evaluation of capture techniques for amphibian, reptile, and small mammal communities

- in saturated forested wetlands. *Wetlands*, 13(2): 130-136.
- Ministry of Environment(ME). 2010. List of 100 species of national climate change biological indicators.(in Korean)
- National Institute of Biological Resources(NIBR). 2012. Post evaluation analysis improvement research of Endangered amphibian reptile(KR) detailed ecological survey and breeding restoration project. (in Korean)
- National Institute of Biological Resources(NIBR). 2018. Endangered wildlife at a glance. <https://species.nibr.go.kr>
- National Institute of Ecology(NIE). 2020. Standard Restoration Guidelines for Endangered Wildlife. <http://www.nie.re.kr>
- National Institute of Ecology(NIE). 2021. Endangered species portal. [http://www.nie.re.kr/endangered\\_species](http://www.nie.re.kr/endangered_species)
- Park SC · Han BH and Park MJ. 2019. A Study on the Evaluation and Maintenance for Alternative Habitats of the Narrow-mouth Frog (*Kaloula borealis*) -A Case Study on the Alternative Habitats of *Kaloula borealis* at the University of Seoul-. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*. 47(1): 76-87. (in Korean with English)
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org>
- Ra NY · Son SH and Park DS. 2008. Developing Effective Rearing Protocols for *Rana dybowskii*. The Korean Research Society of Herpetologists Conference Abstract. pp. 8. (in Korean)
- Rho PH. 2011. Research to prepare guidelines for the creation of alternative habitats for major species in environmental impact assessment. Ministry of Environment. (in Korean)
- Rho PH. 2016. Relationship between Abundances of *Kaloula borealis* and Meteorological Factors based on Habitat Features. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology* 19(3) : 103-119. (in Korean with English)
- Shim YJ · Cho DG · Park SH · Lee DJ · Seo YH · Kim SH · Kim DH · Ko SB · Cha JY and Sung HC. 2014. Development of Habitat Suitability Index for Habitat Restoration of Narrow-mouth Frog(*Kaloula borealis*). *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*. 17(2) : 109-123. (in Korean with English)
- Sparling, D. W. · K. O. Richter · A. Calhoun and M. Micacchion. 2001. Methods for evaluating wetland condition: Using amphibians in bio-assessments of wetlands Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency. EPA 822-R-01-0071.