

<은평구 내 땃땃이 대체서식지의 환경 조성 분석 및 환경적합도 평가>

-서울시립대학교 땃땃이 대체서식지와 비교분석-

연구자: 김한결, 김건, 김동혁, 김서연A, 김서은, 김예은, 서민채, 성민경, 손태경, 신지민,
조서연B, 조정래

《 초 록 》

본 연구는 서울시립대에 조성된 대체서식지를 이상적 환경 조건이라 가정하고, 은평구 내 땃땃이 대체서식지(천변공원 우물골, 도심 생물 다양성 습지)의 대체서식지를 비교·분석하여 관리에 대한 환경조성 평가 및 더 나은 유지관리 방안 도출을 목적으로 하였다. 조성 목표종의 서식환경 유지, 목표 종의 개체 수와 번식률 유지, 자생종 서식환경 유지, 자연 생태계로의 회복력, 주변 환경과의 조화로 구분하여 분석하였다. 목표 종의 서식환경 유지 측면에서 대체서식지 내 토양과 지수(池水)를 기존 땃땃이 서식지에서 채취하여 조성된 대체서식지가 조성 목표 종의 HSI 부합 환경인지를 실험 연구하였다. 이에 따라 비교적 최근까지도 안정된 대체서식지로 평가받은 서울시립대 내 대체서식지를 평가 기준으로 삼아 은평구 도심 생물 다양성 습지, 은평구 진관사 계곡을 방문하여 실시하게 되었다. 세 곳의 대체서식지 모두 전체적으로 활동지, 동면지, 산란지의 조성이 경사, 토양 pH, 식생 환경 불충분 등의 이유로 조금씩 미흡하였고 이에 따라 조성 목표 종뿐만 아니라 양서류 및 소생물의 서식 공간 및 은신처, 먹이 산란처를 더욱 안정적으로 조성할 필요가 있었다. 대체서식지 관리 방안은 관찰 및 실험 결과를 바탕으로 산란 및 은신할 수 있는 다양한 수변 구조, 지속적인 수생 환경 관리, 자생종 서식환경 중심의 식생 관리, 야생생물의 서식환경을 위한 주변 환경관리, 수로 탈출 경사로의 환경조성 3d 모델링을 제시하였다. 은평구 내 대체서식지와 같이 창출형 대체서식지는 대상지 변화 특성을 반영한 관리와 복원 목표 종의 서식 환경 개선 노력이 지속해서 필요하다.

목 차

I. 서론	03
1. 연구 동기	03
2. 연구 목적	03
II. 이론적 배경	03
1. 맹꽁이	03
2. 맹꽁이 서식환경	
3. HSI 지수	04
III. 연구 내용 및 방법	04
1. 연구내용	04
2. 연구방법	05
IV. 결과 및 고찰	05
1. 실험 결과	05
2. 결과 해석	05
V. 결론 및 제언	08
VI. 참고 문헌	12

I. 서론

1. 연구 동기

현재 환경부 지정 멸종위기종 야생생물 II급으로 지정된 맹꽂이는 *Kaloula*속에 속하는 양서류 우리나라에서는 유일하게 한 종이 서식하고 있으며, 지역개발 및 농약 사용 등으로 개체군 크기가 현저히 줄어든 종이다. 이에 따라 맹꽂이 서식지는 인간 거주지 근처로 서식지가 바뀌면서 농촌 주변의 지저분한 웅덩이나 논지 주변 수로, 장마철에 일시적으로 고인 웅덩이 등에서 번식하게 되었다. 서울 은평구 은평뉴타운 대단지 아파트 개발을 위해 이주시켰던 맹꽂이가 약 17년만에 자취를 감추며 멸종위기종 이주 실패의 대표적 사례로 기록되게 되었다. 대체서식지가 서식지로서의 기능을 잃었다는 것이다. 위와 같은 상황에서 2015년~2017년까지 서울시립대 내의 대체서식지가 조성환경 적합을 받음에 따라 서울시립대의 대체서식지와 은평구 내의 대체서식지를 비교분석을 하여 연구를 진행하고자 한다.

2. 연구 목적

서울시립대의 대체서식지와 은평구 내의 대체서식지를 비교·분석하여 조성평가 및 향후 서식지 적합도 향상을 위한 유지관리 방안을 도출하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 맹꽂이

맹꽂이(*Kaloula borealis*)는 양서류(Amphibia) 무미목(Anura) 맹꽂이과(Microhylidae) 맹꽂이속(*Kaloula*)에 속하는 종이다. 우리나라에서 유일하게 한 종이 서식하고 있고, 현재 멸종위기야생생물 II급으로 지정되었다. 맹꽂이는 주로 웅덩이, 연못, 저지대의 습지대에 서식한다. 습지를 대표하는 종으로 유기물 쓰레기가 많은 지저분한 곳에도 생활한다. 대부분의 경우 3월과 4월에 겨울잠에서 깨어나 잠시 먹이활동을 하고 다시 춘면 시기를 가진다. 겨울과 봄에는 돌 밑이나 흙 속에서 잠을 자고, 장마철에는 비가 내린 뒤, 연못이나 웅덩이에서 산란하는 생태적 특성이 있다. 유생 시기에 수생식물 군락에 달라붙어 몸을 숨기고, 성체가 되면 주로 울창한 수풀 속이나 바위 밑에 서식한다.

2. 맹꽂이 서식환경

①토양 환경: 자갈 40~50%, 모래와 마사토 20~30%, 점토 10% 이하, 토양 두께: 최소 30cm 이상, ②대체서식지 산란지 경사: 완만히 조성, 수심: 물의 흐름이 없는 곳을 선호, ③수심 30~50cm 정도의 웅덩이 조성, ④수질: 계곡의 차고 깨끗한 물보다는 유기물이 많은 수생환경을 선호, 수질 환경: 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, 염분: 5‰ 이하, 숨을 수 있는 환경 조성(돌무더기, 판석, 나뭇더미 등), ⑤식물상: 다양한 식물을 적절히 식재(식물이 개방되지 않고, 그늘이 형성되게 조성)

3. HSI

HSI란 야생동물과 서식지 간의 관계를 모형 개발하는 일반적인 접근방법이다. 특정 어류나 야생생물 종이 서식할 수 있는 서식처의 능력, 즉 공간의 수용력을 나타내는 정량적 지표를 말한다. 따라서 HSI는 동일한 목표 종(evaluation species)에 대하여 최적의 서식처 조건 대 연구대상 지역의 서식처 조건의 비라고 할 수 있으며 다음과 같이 식으로 나타낼 수 있다.

$$HSI = \frac{\text{연구대상지역의 서식처 조건}}{\text{최적의 서식처 조건}}$$

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구내용 및 방법

(1) 연구 내용

1) 토양 및 수질 pH 측정

: 만능 지시약(Universal Indicator)을 사용

: Thymol blue, methyl red, bromothymol blue과 phenolphthalein 등의 지시약을 모두 혼합하여 다양한 pH에서 서로 다른 색깔로 반응을 하도록 제작하여, 맹꽁이 HSI 따른 적합 pH 환경(7.0~8.7) 사이의 결과를 검출할 수 있도록 목표로 하였다.

: 토양 및 수변 환경의 pH는 식물의 생산성 및 경작물의 성장을 조절하는 중요한 역할을 한다. 토양의 pH를 알면 그 토양의 여러 가지 성질을 예측할 수 있으며, 최근 토양 산성화로 인해 맹꽁이의 서식환경에 미부합하는 경우가 많아지고 있으므로 연구를 진행하였다.

2) 토양 및 지수 미생물 현미경 관찰

: 광학현미경을 이용해 토양 및 지수 속 미생물을 관찰하였다.

: 관찰을 통해 맹꽁이 서식지 내 식물상, 식재 환경 등이 적합하며 그 정도가 풍부한지를 판단하였다.

: 일반적으로 사용하는 Wet-mount 방법이 아닌 hanging drop 방법을 이용해 미생물의 운동성을 관찰하고자 하였다.

3) 기후변화 통계 분석

: 기후변화가 양서류에 미치는 영향에 관해서 다양한 연구가 진행되었다. 맹꽁이의 산란은 장마철에 이루어지므로 기후변화 중 장마에 대한 변화 양상을 살펴본다. 이를 통해 잦은 마른 장마와 같은 현상을 맹꽁이의 번식에 중요한 위험요인으로 판단하고 마른 장마를 고려한 맹꽁이 서식처 복원에 대한 적절한 입지 조건을 찾고자 하였다.

(2) 연구 방법

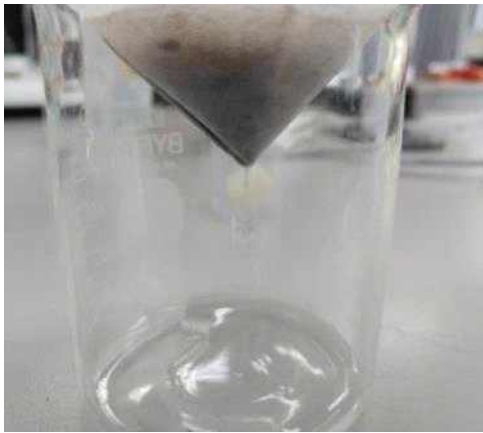
1) 토양 및 수질 pH 측정 방법

1. 토양 pH 측정

- 1) 건조된 토양 시료를 체에 거른 후 적당량을 취하여 비커에 넣는다.
- 2) 거름종이 위에 시료를 올린 후 증류수를 넣어 토양 시료의 정제수를 얻는다.
- 3) 얻은 정제수에 만능 지시약을 세 방울 넣는다.
- 4) pH 테스트지의 결과에 따라 토양의 pH를 판단한다.
- 5) 위의 과정을 약 5회 정도 반복하여 평균값을 탐사지의 토양 pH로 설정한다.

2. 수질 pH 측정방법

- 1) 수집 즉시 플라스틱 용기에 측정할 시료를 10ml 담는다.
- 2) pH 지시약을 각 3~4방울 넣고 용기의 뚜껑을 닫아 충분히 흔들어 섞어준 후, 색 변화를 관찰한다.
- 3) 오랜 시간이 경과하면 물의 이온화로 인하여(온도 변화로 인하여) pH가 변화하기 때문에 빠른 시간 안에 실험을 진행한다.



실험1)의 토양 pH 측정 사진
(김한결, 2023)

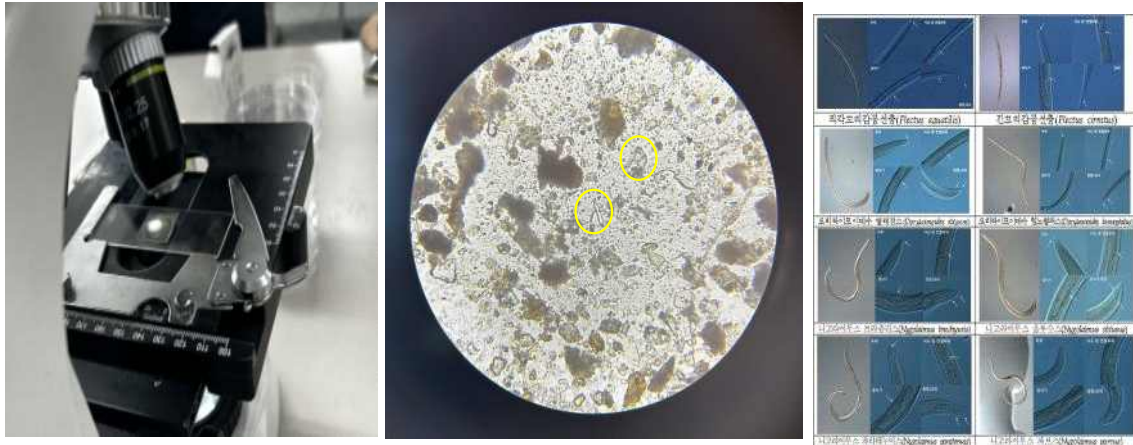


실험2)의 수질 pH 측정 사진
(김한결, 2023)

2) 토양 및 지수 미생물 현미경 관찰 (hanging drop method)

- 1) Cover slip에 Vaseline을 이용해 사각형 모양의 얇은 벽을 만든다.
- 2) Vaseline 벽 안에 한 방울의 용액을 떨어트린다.
- 3) Hole slide glass의 오목하게 들어간 부분을 아래로 향하게 한 후, 용액이 놓인 cover slip 위에 올려놓는다.
- 4) Cover slip 이 붙은 Depression slide를 뒤집는다.
- 5) 현미경을 통하여 관찰한다.

실험2)의 토양 및 지수 미생물 현미경 관찰 실험 사진과 수생미생물(담수 선형동물)
(김한결, 2023)



(출처 : 국립낙동강생물자원관)

IV. 결과 및 고찰

1. 실험 결과

장소	시립대학교	도심생물다양성 습지	진관사 계곡
수질 pH	8.0	7.0	6.0
토양 pH	7.0	7.0	6.0
수심	2m	약 1~1.5m	계곡 깊이는 얕음
산란지 경사	수변이 없음	원만함	매우 가파름

+Nematodes, Protozoa, Paramecium, Pseudo-nitzschia 와 같은 수중 미생물도 관찰되었다.

2. 결과

1) 수질 및 토양

수질 pH 측정 수치는 색깔로 확인하기 때문에 정량적인 소수점 밑의 수치는 알 수 없지만, 가시적으로 만능 지시약을 통해 정성적 pH 범주는 확인할 수 있다. 맹꽁이의 이상적 서식지 수질의 pH는 7.0~8.7이다. 그러므로 시립대와 도심 생물 다양성 습지에서는 적정 수준이지만 진관사 계곡에서는 다소 산성임을 확인할 수 있다. 이상적 서식지에서의 토양 pH는 수질 pH의 결과와 비슷하게 약 7.0~8.7로 예상된다. 시립대와 도심 생물 다양성 습지에서는 토양산성도의 수치가 적정 수준이나 진관사 계곡에서는 부적절하다는 것을 알 수 있다. 다만, 진관사 계곡의 지형 특성상 수변이나 서식할 만한 공간이 없으므로, 측정한 토양의 부분이 맹꽁이 서식지범위 안에 속한다고 판단하기 어렵다.

반면, 차성기 연구원의 '계곡하천의 수질변화 특성과 빗물의 산성화 관계'에서 우수의 산성화에 따라 강우 시 하천의 pH가 낮아지는 것이 확인됐다는 결론에 따라 전날 혹은 몇시간 전 비가 온 후 측정을 했던 시립대 대체서식지의 수질 pH, 진관사 계곡 pH는

평소보다 더 높을 가능성이 있음을 알린다.

2) 미생물

현미경 관찰 결과 Nematodes, Protozoa, Paramecium, Pseudo-nitzschia 등의 미생물이 특히나 공통으로 많이 관찰되었다. ①Nematodes는 원형 동물계에 속하는 다세포 생물로서, 포식성뿐만 아니라 유기물 분해자로서의 역할을 수행한다. 다양한 서식지에서 생활이 가능하지만 주로 썩은 유기물이 침전되는 토양이나 담수에 서식하며 유기물을 분해한다. ②Protozoa는 주로 수중환경에서 서식하며, 해수보다는 담수환경에서 높은 번식성을 보인다. 다양한 서식지에서 서식 및 관찰이 가능하다. ③Paramecium(짚신벌레)는 대표적인 원생동물로서 Zoochlorella라고 불리는 녹조류와 상호 공생 관계를 맺고 있다. Zoochlorella세포가 P.bursaria의 세포질 내부에 살며 먹이를 공급해주는 반면, P.bursaria(Paramecium bursaria)는 Zoochlorella의 이동을 도와주고 포식자로부터 보호해준다. 습기가 많은 환경에서 서식하며, 박테리아를 주식으로 하기에 맑은 물보다는 유기물이 많은 고인 물을 선호한다. ④Pseudo-nitzschia는 주로 물 표면층에서 활동하며, 직사광선을 받는 영역에서 활발히 활동한다. 특히, 질소와 인 등의 영양소가 풍부한 환경에서 더 잘 살아남는다. 종합하자면, 4개의 관찰된 미생물 모두 영양분이 풍부한 담수에서 서식하면서 미생물의 활동이 가장 활발한 장소라고 볼 수 있다.

조사한 3곳의 장소 모두 미생물학의 관점에서 맹꽂이뿐만 아니라 동식물이 번식 및 활동하기 적합한 환경임을 알 수 있다. 다만, 미생물의 유무로만 장소의 영양분 충족도를 판단하기 어려움으로 이로 인해 맹꽂이 대체서식지에 서식하는 맹꽂이 외의 동식물을 직접 관찰할 필요가 있다.

3) 공간 조성

서울시립대 대체서식지에서는 맹꽂이가 활발히 활동하거나 번식할 수변이 없으며, 수자원 공급시설과 배수시설이 존재하지만, 2015년부터 배수시설의 물 빠짐 현상이 심하여 양서류 번식이 어렵다고 판단되었다. 방문 당시 수계에서 연꽃이 관찰되었는데, 수질 개선에 도움을 주는 수생식물로서 깨끗한 물에서 산란하는 것을 선호하는 맹꽂이가 산란하기에 알맞은 수질을 가지고 있다고 판단할 수 있다. 동물의 경우 소금쟁이와 잉어를 발견하였지만, 담수라면 발견되는 종이므로 맹꽂이 대체서식지 조성평가에 영향을 끼치지 않는다.

은평구 생물 다양성 습지에서는 배수시설이 따로 완비되어있지는 않으나 북한산 계곡을 따라 미약한 물의 흐름이 존재하므로 충분히 깨끗하고 새로운 수자원이 공급될 수 있다는 것을 알 수 있었다. 특히, 이 서식지에선 금개구리와 물억새, 돌피, 부들, 갈대 등의 동식물이 다양하게 서식하였다.

진관사 계곡은 물의 흐름이 매우 빠르고, 가파르며, 수변 및 산란지나 활동지로 사용할 수 있는 토양이 확보되어 있지 않았다. 동식물의 종류는 매우 다양한 편이나 양서류가 생활하기에 적합한 환경은 아니었다. 또한, 8월 말 물의 온도가 10℃ 대로 측정되었고, 북한산 바람길을 따라 바람이 꽤나 세게 불었다.

따라서, 은평구 도심 생물 다양성 습지는 「국립생태원 제공 맹꽂이 대체서식지 조성 가이드북」에 근거하였을 때, Ⅲ 문단(2문단)에서 언급한 동식물은 맹꽂이와 함께 서식 및 발견되는 것들로서 서식지 환경이 맹꽂이에 매우 적합하다고 판단하였다 진관사 계곡은

맹꽁이가 활동지 및 산란지로서 자리 잡을 수변이 확보되지 않았으며, 물의 흐름, 물의 온도, 바람 등을 고려하였을 때 동면 직전 시기에도 활동성이 매우 낮을 것이라 예상되어 공간 조성 측면에서 부적합하다고 판단하였다.

4) 서울시 평균 강수량, 강수일수



도표 (1) 2023년 월간 강수량

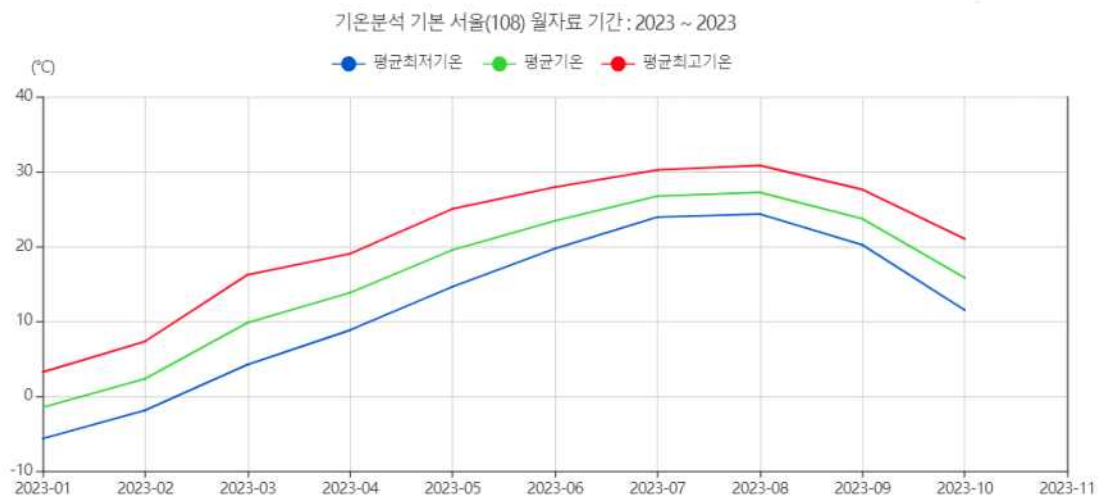


도표 (2) 2023년 월간 기온

*출처 : 기상청 기상자료개방포털

2023년의 경우 주요 장마기간인 6월과 7월의 평균 강수량을 살펴본 결과, 6월 평균 강수량은 195.6mm(평년대비 49%)로 평년보다 적은 반면, 7월 평균 강수량은 459.9mm(평년대비 182%)로 평년보다 많았다. 다만 작년 강수량 데이터 기준, 맹꽁이 번식시기인 5월 말부터 7월초에 강수일의 지속과 함께 일조량 증가로 7월 중순부터 전국적으로 이른 폭염이 시작돼 9월에는 기온 상승과 함께 강수량 부족으로 이른 장마 및 폭염과 마른장마의 비정상적인 패턴의 가능성이 증가하고 있는 실정을 확인할 수 있다. 다만,

마른장마의 그 정도가 심하지 않으며, 강수량이 충분하므로 기후에 따른 서울시 내의 대체서식지 지역 및 공간별 차이는 크지 않을 것으로 예상된다.

V. 결론 및 제언

맹꽁이 대체서식지의 경우, 다른 양서류와 차별화된 대체서식지 복원 전략 및 관리 방안이 필요하다. 맹꽁이는 다른 양서류와 달리 물에 대한 의존도는 낮지만, 산란지 조성 시 웅덩이 수심은 50cm 내외여야 하고, 주변에 산림, 경작지, 구릉지 등의 얇은 수변과 같은 활동지와 동면지가 함께 입지되어야 한다.

서울시립대의 맹꽁이 대체서식지는 2017년까지 활발하게 관리되었으며 맹꽁이의 서식 환경 유지 측면에서 대체서식지 내 토양을 기존 맹꽁이 서식지에서 채취하여 토심 30cm로 조성하였다. 대체서식지의 수원은 우수와 수도물이라 판단되었는데, 이 때문에 적정 수질 pH를 만족하기 위해선 인위적인 물 공급이 필요하다. 그 후의 관리에 있어서는 연구된 바가 없다. 이러한 이유로 서울시립대의 수질 pH, 토양 pH는 적합하나 수변이 없는 지형, 서식지의 깊이 등을 고려해 보았을 때, 서울시립대의 맹꽁이 대체서식지마저도 맹꽁이가 서식하기엔 추가적인 관리 없이는 적합하지 않은 환경임을 알 수 있다. 반면에 은평구 도심 생물 다양성 습지는 수질 및 토양 pH 또한 적합하며, 습지의 깊이가 깊지 않고, 수변이 잘 형성되어 있어 맹꽁이뿐만 아니라 양서류(금개구리)등에도 적합한 환경임을 알 수 있다. 진관사 계곡은 수질 및 토양 pH 또한 약산성을 띠는 뿐만 아니라 지형이 매우 가파르고, 맹꽁이 산란지 및 동면지로 사용할 적당한 깊이와 강도의 수변이 형성되어 있지 않아 부적합하다고 판단할 수 있다.

세 곳의 대체서식지의 환경적합도를 비교해 보았을 때, 은평구 도심 생물 다양성 습지 > 서울시립대 대체서식지 > 진관사 계곡 순으로 대체서식지의 환경조성도가 높다고 결론 내렸다. 진관사 계곡은 대대적인 대체서식지 창출 사업이 진행되지 않은 이상 애초에 적합하지 않을 것으로 판단되었고, 은평구 도심 생물 다양성 습지와 서울시립대 대체서식지는 어느 정도의 개선 방안이 필요하다고 판단되었다. 개선 방안은 아래와 같다.

1) 수변형성

: 「국립생태원 제공 맹꽁이 대체서식지 조성 가이드북」에 따르면 맹꽁이는 땅속에 생활하지만 부드러운 흙보다는 자갈과 모래의 비율이 높은 곳에 주로 서식한다. 토양 입자의 크기가 클수록 공극이 크기 때문에 물과 공기가 토양 내에서 쉽게 이동할 수 있다. 그러나 맹꽁이는 땅속에서 서식하기 때문에 땅이 얼거나 굳어서는 안된다. 따라서 수변을 조성할 때의 토양의 배합을 자갈 45%, 모래와 마사토 45%, 그리고 점토를 10% 정도로 조성한다면 통풍도 잘 되고 땅도 잘 파지기 때문에 이상적인 맹꽁이 대체서식지가 될 것으로 파악된다. 또한 맹꽁이가 사는 서식지의 토양의 두께는 최소 30cm 이상으로 조성해야 한다고 한다. 대체서식지의 산란지 경사 또한 중요하다. 성체 및 변태한 성체들이 땅으로 나오기 쉽도록 산란지의 경사를 완만하게 조성해야 한다. 맹꽁이는 다른 개구리류와 비교했을 때 이동이 불리하고 뒷다리가 아주 짧아서 높이, 멀리 뛸 수 없어 돌무더기나 판석, 나뭇더미 등 숨을 수 있는 은신처의 확보가 필요하다. 따라서 가벼운 돌이나 나뭇더미의 확보가 용이한 환경의 조성이 필요해 보인다.

총 세 곳 중에서 맹꽁이가 살기 가장 적합한 환경을 갖추고 있는 장소는 은평구 도심 생물 다양성 습지라 판단된다. 서울시립대 대체서식지와 진관사 계곡은 수변 현성의 측면에

서 보완이 필요하다. 먼저 서울시립대 대체서식지는 수심이 깊은 연못 형태로 환경이 조성되어 있어 수변이 아예 발견되지 않았다. 따라서 연못을 확장하여 주변에 수변 형성을 충분히 해야한다. 진관사 계곡은 수변의 경사가 너무 심하고, 유속이 빨라 맹꽁이가 이동하거나 서식하기에 적합하지 않다. 따라서 수변의 경사를 낮추고, 계곡의 가장자리 부분을 깎아서 보완을 할 수 있을 것으로 보인다. 또한 토심을 깊게 할 필요성도 보인다.

2) 수생식물 배식

: 맹꽁이는 주로 계곡이나 습지와 같은 환경에서 서식하기 때문에 그들에게 적합한 식물을 찾기 위해 고려해봐야 할 요소로 습기 유지, 어두운 그늘 제공, 식물의 잎이나 줄기에 물방울이 존재하는 환경 등이 있다. 이번 연구에서 선정한 수생식물은 **갯버들, 갈대, 물억새, 달뿌리풀, 부들**이 있다.

갯버들과 부들은 전국에 분포하며 고도 및 특별한 성장 환경이 필요하지 않아, 창출형 대체서식지를 조성할 때도 배식에 있어서 큰 문제가 발생하지 않는다. 갯버들은 높이 1~3m 정도로 자라며, 뿌리를 통해 물속에 녹아있는 질소, 인산 등을 양분으로 흡수하기 때문에 수질이 부영양화되는 것을 방지한다.

(*부영양화 : 화학 비료나 오수의 유입 등으로 물에 인과 질소와 같은 영양분이 과잉 공급되어 식물의 급속한 성장 또는 소멸을 유발하고 조류가 과도하게 번식하게 하여 하천이나 호소 침층수의 산소를 빼앗아 용존 산소량을 감소시켜 생물을 죽게 하는 현상(환경운동연합,2001))

갈대는 높은 줄기로 구성되어 있어 맹꽁이에게 보호와 은폐를 제공한다. 갈대는 미세한 입자를 통한 먹이확보도 가능하다. 갈대 주변에는 많은 생물이 살고 있어서 맹꽁이에게 다양한 먹이를 제공하면서 식량을 확보하는 데 도움을 준다.

물억새와 달뿌리풀은 습지에서 흔하게 자생하는 식물로 실제로 하천변의 절개지나 대량 피복지에 이용되는 수종이다. 또한, 물억새는 높은 줄기로 구성되어 있어 맹꽁이에게 보호와 은폐를 제공한다.

뿐만 아니라 맹꽁이 서식지 근처에 **버드나무**를 심는 방안도 제안하는 바이다. 버드나무는 맹꽁이가 생명을 유지하는 데 필수적인 역할을 하는데, 겨울이 오면 버드나무가 맹꽁이의 생존을 돕는 특별한 역할을 하기 때문이다. 버드나무는 겨울철에 잎을 떨어트리며, 떨어진 잎은 맹꽁이가 겨울잠을 자는 동안의 보온재 역할을 한다. 맹꽁이뿐만 아니라 버드나무는 다양한 새와 작은 동물들에게서 먹이와 서식처를 제공하여 생물 다양성을 높여 주기도 하고, 나무가 토양을 고정해 토사에 유익한 영양분을 제공하기 때문에 계곡 생태계의 균형을 맞춰주기도 한다.

3) 수로 탈출 시설 개선

: 그림(3) 서울시립대 대체서식지 옆 수로의 구조

: 그림(4) 「국립생태원 제공 맹꽁이 대체서식지 조성 가이드북」에 따른 경사로 설치 (경사로의 기울기는 30° 이하, 탈출경사로 폭 최소 30cm, 유수 방향 및 도로 위치 등은 고려 하지 않음.)

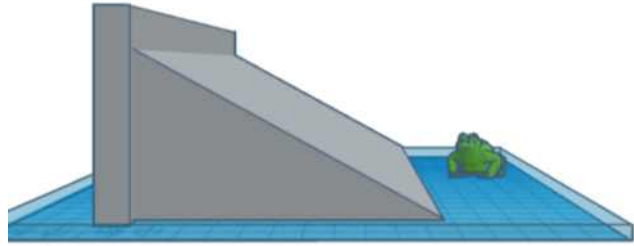
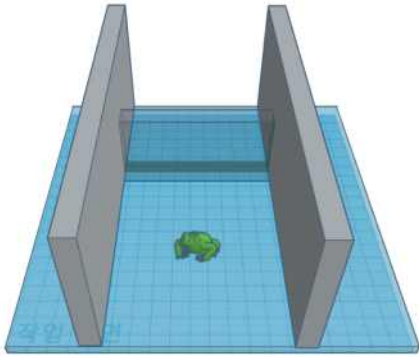


그림 (1) 경사로 설치 전 수로 공간 그림 (2) 기울기 약 28.8°

: 그림(3) ~ (6) 경사로에 이상적 대체서식지의 환경을 일부 조성

(수심 약 30cm, 돌무더기, 판석, 나뭇더미 등 은신처 환경 조성, 토심은 경사로 바닥면부터 약 50cm, 토양은 경사로 조성물 사이사이 위치, 수생식물 갯버들, 갈대, 물억새, 달뿌리풀 배식)

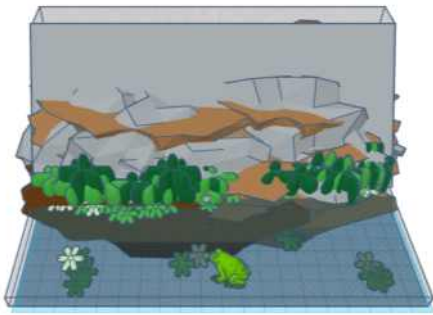


그림 (3) 정면도

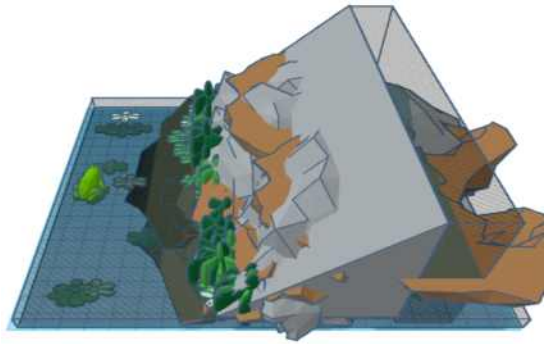


그림 (4) 우측면도

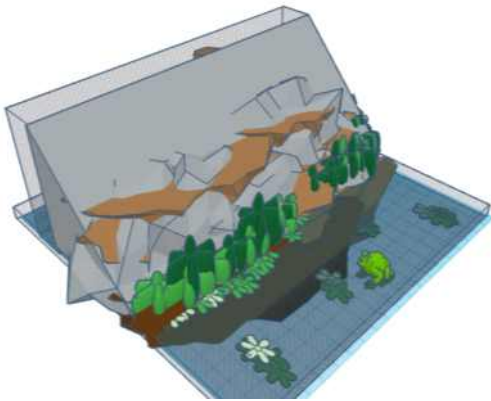


그림 (5) 좌측면도

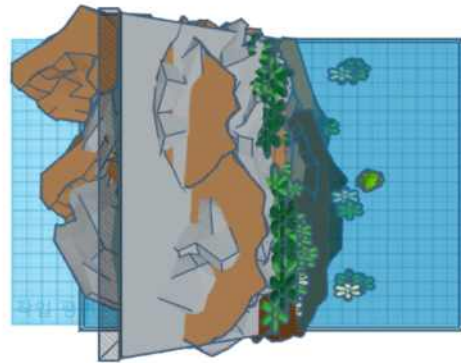


그림 (6) 평면도

4) 비료 사용 및 토양 산성화 방지

: 맹꽁이가 서식하기 적합한 pH 환경은 약 7.0 ~ 8.7 정도이고, 탐사한 장소의 pH는 7.0 정도로 최적 pH와 비교하면 약산성을 띄고 있다. 또한, 환경오염과 산성비의 산성도

하락 때문에 토양미생물과 토양 또한 산성도 변화가 발생할 것으로 판단했다. 이는 ‘산성비가 토양 미생물에 미치는 영향’ 연구에서도 유기체들은 완충작용을 통해 그 변동의 정도가 거의 없으나 그럼에도 변화를 야기할 수 있다고 언급했다. 이러한 이유로 맹꽁이의 서식환경을 개선하기 위해 토양 pH의 변동 정도를 고려하여 pH 농도를 소폭 높여 염기성으로 교정하려고 하였으나, 대부분의 식물 성장에 적합한 pH가 6.5~7.0 임을 고려한다면, pH 교정을 진행할 때 주변 식물의 성장에 방해가 될 수 있다는 점을 인지하였다. 따라서 현재로서 식물의 성장과 맹꽁이의 서식환경 모두를 해치지 않는 방법으로 pH를 7.0 정도로 유지하는 방안에 초점을 맞추었다. pH 7.0은 맹꽁이에겐 최적 서식환경에서의 최소 수치이고, 식물에서는 최대수치이므로 일반적인 생존이나 원활한 성장에 있어서는 방해받지 않는다. 단, 산성비 등 다양한 영향으로 인하여 산성화될 수 있는 토양의 pH 안정성을 유지하기 위해 사전예방 차원으로 일정한 주기로 토양의 pH를 측정하고 일정 수준의 pH 이하로 내려가 토양의 산성화가 진행된다면 석회 성분이 포함된 규산질 비료를 살포하여 토양을 중화하는 방안을 제시한다.

5) 폐수 유입 및 쓰레기 투기 방지

: 은평구 도심 생물 다양성 습지를 답사하였을 때 기름과 비슷한 폐수를 관찰할 수 있었다. 은평구 도심 생물 다양성 습지는 그 이름에 걸맞게 도심 속에 위치하고 있는 작은 습지로, 습지 주변에 음식점과 단독주택이 위치하고 있다. 이때, 습지 주변 음식점이나 주택의 폐수가 유입된다면 습지 수질에 악영향을 줄 것이라 예상했다. 또한, 은평 한옥마을은 많은 관광객들이 오가는 곳으로 쓰레기 무단배출 문제 또한 대두될 수 있다. 이에 따라, 습지 입구나 출구에 쓰레기통 설치, 습지 산책 경로에 쓰레기 무단 배출 금지 및 환경보호 안내판을 설치하는 등의 방안을 제시하며, 이 문제는 방문객, 등산객의 주의 및 협조를 바탕으로 환경 피해를 최소화한 생태계를 조성하는 것이 중요하다는 것을 강조한다.



사진(4) 폐수 및 기름 유입이 의심되는 수질
(2023 김한결)

VI. 참고 문헌

1. 박석철, 한봉호 and 박민진. (2019). 맹꽁이 대체서식지 조성 평가 및 유지관리 방안 연구- 서울시립대학교 맹꽁이 대체서식지를 사례로 -, 한국조경학회지, 47(1), 76-87.
2. 국립생태원장. (2021). 맹꽁이 대체서식지 조성 가이드북. 국립생태원
3. 심윤진. (2015). "서식처 적합성 지수 개발을 통한 생물서식처 복원 기법에 관한 연구." , 국내박사학위논문 단국대학교 대학원.
4. 노백호. (2011). "환경영향평가시 주요 생물종에 대한 대체서식지 조성 가이드라인 마련을 위한 연구.", 한국환경정책평가연구원
5. ACC common pond water sample organisms. iNaturalist.
<https://www.inaturalist.org/guides/7609>
6. 김상배 외. (2015). 국가 생물종 목록집-돌말류(Diatoms). 환경부 국립생물자원관
7. Takanobu Inoue. (2003). "계곡하천의 수질변화특성과 빗물의 산성화관계".
고경력과학기술인 32(11). pp.906 ~ 911
8. 김갑정, 임진아, 박성주, 문형태, 박경량, 이인수.(1998).산성비가 토양미생물에 미치는 영향 (Effect of Acid Rain in Soil Microorganism).생명과학회지,8(3),299-304.