2019-CR-07
작은연구 좋은서울 19-17

들어봐!
이게 서울의 자연소리야!!

최세준

서울연구원
The Seoul Institute

들어봐!
이게 서울의 자연소리야!!

연구책임

최세준 상지대학교 대학원

연구진

기경석 상지대학교 교수

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

목차

01 연구개요 1

1_연구배경 및 목적 1

2_연구방법 2

02 연구결과 5

1_연구대상지별 생물소리 탐지 종 목록 5

2_천연기념물, 멸종위기종, 서울시 보호종 탐지 종 목록 18

3_생물음향 모니터링 기법을 이용한 양서류 출현 정밀 탐지 20

03 대표 종 소노그램 및 생태적 특성 32

1_텃새 울음소리 소노그램 및 생태적 특성 32

2_겨울철새 울음소리 소노그램 및 생태적 특성 35

3_여름철새 울음소리 소노그램 및 생태적 특성 37

4_나그네새 울음소리 소노그램 및 생태적 특성 41

5_포유류 울음소리 소노그램 및 생태적 특성 42

6_양서류 울음소리 소노그램 및 생태적 특성 43

04 연구결과 활용방안 45

1_현장 교육 및 해설 관련 시설 생물소리 활용 45

2_생물음향 모니터링 기법을 이용한 자원조사 45

3_친환경 정책 지표 및 인식 개선 활용 46

참고문헌 47

표 목차

[표 2-1] 길동생태공원 생물음향 모니터링 결과 5
[표 2-2] 방이동생태경관보전지역 생물음향 모니터링 결과 7
[표 2-3] 둔촌동생태경관보전지역 생물음향 모니터링 결과 8
[표 2-4] 우면산자연생태공원 생물음향 모니터링 결과 10
[표 2-5] 궁동저수지생태공원 생물음향 모니터링 결과 12
[표 2-6] 북한산국립공원 진관동습지 생물음향 모니터링 결과 13
[표 2-7] 서울 남산공원 생물음향 모니터링 결과 15
[표 2-8] 서울숲 생물음향 모니터링 결과 16
[표 2-9] 생물음향 모니터링 종합 결과(천연기념물) 18
[표 2-10] 생물음향 모니터링 종합 결과(멸종위기야생생물) 18
[표 2-11] 생물음향 모니터링 종합 결과(서울시 보호종) 19

그림 목차

[그림 1-1] 연구대상지 2
[그림 1-2] 연구대상지별 경관 3
[그림 2-1] 둔촌동생태경관보전지역 북방산개구리 출현 시기 및 기온그래프 20
[그림 2-2] 방이동생태경관보전지역 북방산개구리 출현 시기 및 기온그래프 20
[그림 2-3] 우면산자연생태공원 북방산개구리 출현 시기 및 기온그래프 21
[그림 2-4] 북한산국립공원 진관동습지 북방산개구리 출현 시기 및 기온그래프 21
[그림 2-5] 서울 남산공원 북방산개구리 출현 시기 및 기온그래프 21
[그림 2-6] 둔촌동생태경관보전지역 북방산개구리 울음 일주기 22
[그림 2-7] 방이동생태경관보전지역 북방산개구리 울음 일주기 22
[그림 2-8] 우면산자연생태공원 북방산개구리 울음 일주기 22
[그림 2-9] 북한산국립공원 진관동습지 북방산개구리 울음 일주기 23
[그림 2-10] 서울 남산공원 북방산개구리 울음 일주기 23
[그림 2-11] 둔촌동생태경관보전지역 참개구리 출현 시기 및 기온그래프 24
[그림 2-12] 방이동생태경관보전지역 참개구리 출현 시기 및 기온그래프 24
[그림 2-13] 우면산자연생태공원 참개구리 출현 시기 및 기온그래프 25
[그림 2-14] 북한산국립공원 진관동습지 참개구리 출현 시기 및 기온그래프 25
[그림 2-15] 길동생태공원 참개구리 출현 시기 및 기온그래프 25
[그림 2-16] 서울숲 참개구리 출현 시기 및 기온그래프 25
[그림 2-17] 둔촌동생태경관보전지역 참개구리 울음 일주기 26
[그림 2-18] 방이동생태경관보전지역 참개구리 울음 일주기 26
[그림 2-19] 우면산자연생태공원 참개구리 울음 일주기 26

[그림 2-20] 북한산국립공원 진관동습지 참개구리 울음 일주기 27
[그림 2-21] 길동생태공원 참개구리 울음 일주기 27
[그림 2-22] 서울숲 참개구리 울음 일주기 27
[그림 2-23] 길동생태공원 청개구리 출현 시기 및 기온그래프 28
[그림 2-24] 둔촌동생태경관보전지역 청개구리 출현 시기 및 기온그래프 28
[그림 2-25] 방이동생태경관보전지역 청개구리 출현 시기 및 기온그래프 28
[그림 2-26] 궁동저수지생태공원 청개구리 출현 시기 및 기온그래프 29
[그림 2-27] 서울숲 청개구리 출현 시기 및 기온그래프 29
[그림 2-28] 길동생태공원 청개구리 울음 일주기 30
[그림 2-29] 둔촌동생태경관보전지역 청개구리 울음 일주기 30
[그림 2-30] 방이동생태경관보전지역 청개구리 울음 일주기 30
[그림 2-31] 궁동저수지생태공원 청개구리 울음 일주기 31
[그림 2-32] 서울숲 청개구리 울음 일주기 31

01. 연구개요

1_연구배경 및 목적

인구의 증가, 도시화 그리고 산업화의 급속한 성장은 소음 수준의 증가를 야기하여 생태계와 인간 건강에 악영향을 미친다.(Gandhi et al., 2019) 증가하는 소음은 삶의 질에 영향을 미치므로 사회적·경제적 비용으로 연결이 된다. 하지만 많은 시민은 소음이 발생하는 도심 속에서도 다양한 자연의 소리를 들을 수 있다는 사실을 간과하고 있다.

이번 연구를 통해 서울시에 거주하는 시민들에게 서울에서 들을 수 있는 다양한 생물들의 소리를 제공하고, 가까운 곳에 위치한 녹지의 중요성을 알릴 필요성을 인지하게 됐다. 또한, 여러 기관의 다양한 프로그램에서는 자연을 통해 휴식·치유·생태교육 등 다양한 활동이 이루어지고 있고, 미래세대를 포함해 다양한 연령층을 대상으로 환경교육이 진행되고 있다. 하지만 자연의 소리를 테마로 한 환경교육은 왕성하지 않은 실정이다. 이러한 실정을 반영하여 향후 환경교육에 사용될 수 있도록 생물음향 자료를 구축할 필요성이 있다.

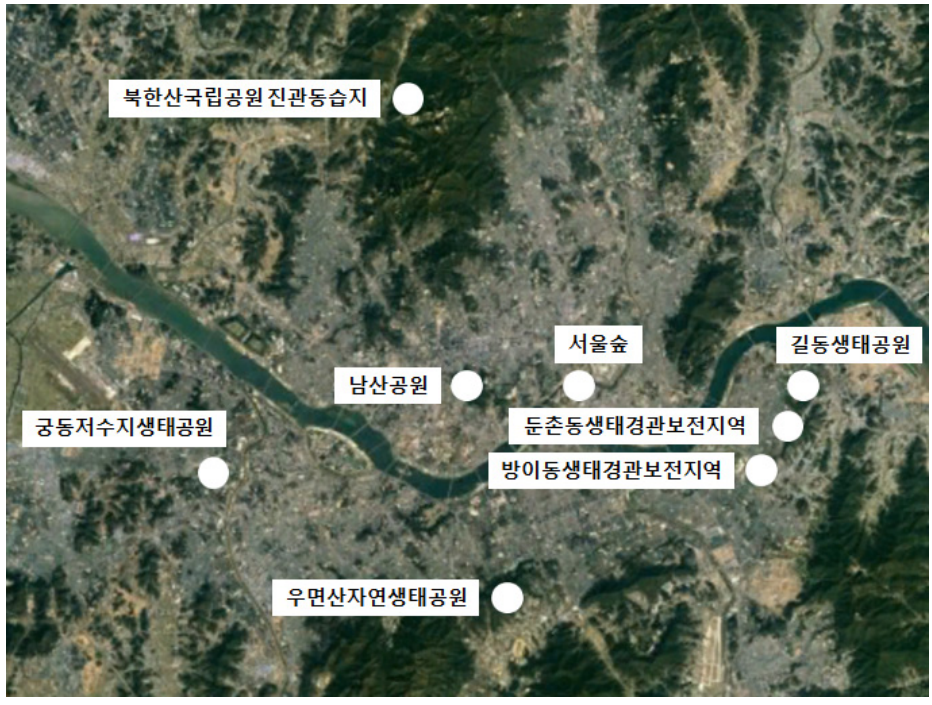
서울시에는 현재 17곳의 생태경관보전지역이 지정되어 있고, 생태경관보전지역 유지관리를 위해 매년 모니터링을 하고 있다. 시민, 전문가 참여를 통해 분기별로 생태모니터링을 하고 있고, 학술용역을 통해 정밀변화관찰 연구도 진행하고 있다. 본 연구에서 사용된 생물음향 모니터링 기법은 현장에서 실시되고 있는 조사방법에 정밀도를 높여줄 것이라 가정하였다.

따라서 본 연구는 생물음향 모니터링 기법을 이용하여 수집한 생물들의 소리를 교육 등에 활용할 수 있도록 제공하고, 정밀한 모니터링 기법을 제시하는 것에 목적이 있다.

2_연구방법

1) 연구대상지 및 대상종

연구대상지는 서울시 주요 생태보호지역 중심으로 선정하였다. 북한산국립공원 진관동 습지, 남산공원, 서울숲, 길동생태공원, 둔촌동생태경관보전지역, 방이동생태경관보전지역, 우면산자연생태공원, 궁동저수지생태공원으로 총 8곳이다.



[그림 1-1] 연구대상지

대상지 모두 습지 형태로 많은 생물의 서식공간으로 판단되는 곳이다. 북한산국립공원 진관동습지, 남산공원, 길동생태공원, 우면산자연생태공원은 대상지 내에서 핵심 생물 서식공간인 습지 환경이고, 둔촌동 생태경관보전지역, 방이동 생태경관보전지역, 서울숲, 궁동저수지 생태공원은 도로와 가까이 위치하여 교란 요인이 작용하는 습지 환경이다.

북한산국립공원 진관동습지

서울 남산공원

서울숲

길동생태공원

둔촌동생태경관보전지역

방이동생태경관보전지역

우면산자연생태공원

궁동저수지생태공원

[그림 1-2] 연구대상지별 경관

연구대상 종은 서울시 보호종, 천연기념물, 멸종위기야생생물을 포함한 조류, 포유류, 양서류에 속하는 종들이다. 착수 과정에서 수집 가능성이 있는 종들을 생물상별로 선정한 결과는 다음과 같다. 조류는 논병아리, 꿩, 멧비둘기, 검은등뻐꾸기, 뻐꾸기, 벙어리뻐꾸기, 두견이, 솔부엉이, 소쩍새, 쏙독새, 파랑새, 파랑새, 쇠딱다구리, 오색딱다구리, 큰오색딱다구리, 청딱다구리, 직박구리, 때까치, 굴뚝새, 딱새, 호랑지빠귀, 흰배지빠귀, 노랑지빠귀, 되지빠귀, 되솔새, 산솔새, 흰눈썹황금새, 큰유리새, 붉은머리오목눈이, 오목눈

이, 박새, 쇠박새, 곤줄박이, 동고비, 노랑턱멧새, 방울새, 되새, 참새, 어치, 물까치, 까치, 큰부리까마귀, 포유류는 고라니, 양서류는 북방산개구리, 금개구리, 참개구리, 청개구리, 두꺼비, 무당개구리, 맹꽁이다. 단, 현장에 서식하는 종의 정보를 사전에 알고 대상지를 선정한 것은 아니기 때문에 선정한 위의 종과 최종적으로 수집될 종에는 차이가 있을 거라 예상된다.

2) 조사 분석 방법

녹음장비는 여덟 지역 모두 Songmeter SM4(Wildlife Acoustics Inc., USA)를 이용하였다. 녹음기 설치는 대상지 내에서 녹음이 용이할 것으로 판단되는 위치를 선정하여 습지와 인접한 나무 0.5~2m 높이에 설치하였다. 녹음 세팅은 시간당 1분씩 24시간(1분 on, 59분 off) 녹음되도록 하였고, 마이크는 장비 내장마이크를 이용하였으며, stereo type으로 녹음하였다. 녹음파일 형식은 wav파일, 샘플링 레이트(sampling rate)는 44,100Hz였다.(김윤재·기경석, 2018) 녹음기간은 2019년 12월 28일부터 2020년 5월 31일까지였다. 녹음파일 분석은 Adobe Audition CC 프로그램을 이용해 소노그램을 통한 패턴 시각분석과 청음분석을 병행하였으며, 종 출현 빈도에 따른 점수 부여는 1분 이내에 한 번 이상 울면 1점, 울지 않으면 0점을 부여하는 방식을 택했다.(김지연 외, 2017; 김윤재·기경석, 2018)

환경 요인 자료는 대상지마다 설치한 Testo 온습도계에서 수집하였다. 기상요인은 기온 자료를 수집하였다.

탐지된 조류, 포유류, 양서류 소리의 분석은 다음과 같이 진행하였다. 첫째, 대상지마다 분류군별로 생물소리 탐지 종 목록을 작성하였다. 둘째, 모든 대상지에서 탐지된 천연기념물, 멸종위기종, 서울시 보호종 목록을 작성하였다. 셋째, 양서류 출현 정밀 탐지를 통해 대상지별 양서류(북방산개구리, 참개구리, 청개구리)의 출현 시기와 일주기 그래프를 나타냈다.

02. 연구결과

1_연구대상지별 생물소리 탐지 종 목록

1) 길동생태공원 생물음향 모니터링 결과

길동생태공원에서는 조류 40종, 포유류 2종, 양서류 3종으로 총 45종이 확인되었다. 연구대상지 중에서 가장 많은 종이 확인된 곳이다. 조류에서는 대표적으로 여름 철새인 흰눈썹황금새의 번식울음이 빈도 높게 탐지되었다. 나그네새로는 울새와 밀화부리 소리가 탐지되었다. 천연기념물에는 황조롱이(제323-8호), 솔부엉이(제324-3호), 소쩍새(제324-6호), 소리가 탐지되었고, 서울시보호종은 조류에서는 오색딱다구리, 흰눈썹황금새, 꾀꼬리, 박새, 쇠딱다구리, 청딱다구리가 포유류에서는 다람쥐가 양서류에서는 북방산개구리 소리가 탐지되었다. 멸종위기종은 탐지되지 않았다. 길동생태공원에서 장비 최초 설치 위치에서 북방산개구리의 소리가 탐지되지 않아 연구 기간 중후반에 위치를 변경하였다.

[표 2-1] 길동생태공원 생물음향 모니터링 결과

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	꿩			○	○	○	○
	흰뺨검둥오리			○	○	○	
	쇠오리			○	○	○	
	황조롱이				○		
	멧비둘기					○	○
	뻐꾸기						○
	소쩍새						○
	솔부엉이						○
	쇠딱다구리	○	○	○	○	○	○
	오색딱다구리					○	○
	청딱다구리		○	○	○	○	○

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
	때까치						○
	꾀꼬리						○
	어치		○	○	○	○	
	물까치	○	○		○	○	○
	까치		○	○	○	○	○
	큰부리까마귀	○	○		○		
	박새	○	○	○	○	○	○
	쇠박새	○	○	○	○	○	○
	곤줄박이	○	○	○	○	○	○
	오목눈이	○	○	○	○	○	○
	직박구리	○	○	○	○	○	○
	노랑눈썹솔새					○	○
	붉은머리오목눈이	○	○	○	○	○	○
	상모솔새				○	○	
	굴뚝새	○	○		○		
	동고비	○	○	○	○	○	○
	호랑지빠귀					○	
	되지빠귀					○	○
	노랑지빠귀	○	○	○	○	○	
	흰배지빠귀					○	○
	울새						○
	딱새		○	○	○		
	흰눈썹황금새					○	○
	참새					○	○
	노랑할미새					○	○
	되새				○	○	
	밀화부리				○	○	○
	콩새	○	○	○	○	○	○
	노랑턱멧새			○	○	○	
	종수	13	17	18	25	30	28
포유류	고라니		○	○	○	○	○
	다람쥐			○		○	○
	종수	0	1	2	1	2	2
양서류	북방산개구리				○		
	참개구리					○	○
	청개구리						○
	종수	0	0	0	1	1	2

2) 방이동생태경관보전지역 생물음향 모니터링 결과

방이동생태경관보전지역에서는 조류 39종, 양서류 3종으로 총 42종이 확인되었다. 연구대상지 중에서 유일하게 제비 울음소리가 확인된 지역이다. 또한, 나그네새로는 울새와 밀화부리 소리가 탐지되었다. 서울시보호종은 조류에서는 오색딱다구리, 흰눈썹황금새, 제비, 꾀꼬리, 박새, 쇠딱다구리, 청딱다구리가 양서류에서는 북방산개구리 소리가 탐지되었다. 천연기념물, 멸종위기종은 탐지되지 않았다.

[표 2-2] 방이동생태경관보전지역 생물음향 모니터링 결과

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	꿩		○		○	○	○
	흰뺨검둥오리			○	○	○	
	쇠오리				○	○	
	왜가리				○		○
	멧비둘기		○		○	○	○
	뻐꾸기						○
	파랑새						○
	쇠딱다구리		○		○	○	○
	오색딱다구리		○	○		○	
	청딱다구리		○	○	○	○	○
	꾀꼬리						○
	어치		○			○	
	물까치		○	○	○	○	○
	까치	○	○	○	○	○	○
	큰부리까마귀	○	○	○	○	○	○
	박새	○	○	○	○	○	○
	쇠박새	○	○	○	○	○	○
	곤줄박이	○	○	○	○	○	○
	제비					○	
	오목눈이	○	○	○	○	○	
	직박구리	○	○	○	○	○	○
	노랑눈썹솔새					○	○
	산솔새					○	
	붉은머리오목눈이		○	○	○	○	○
	상모솔새				○	○	
	굴뚝새	○	○		○	○	
	동고비				○	○	
	되지빠귀					○	

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
	노랑지빠귀		○	○	○	○	
	흰배지빠귀					○	
	울새						○
	딱새		○		○	○	○
	흰눈썹황금새						○
	참새		○	○		○	○
	백할미새		○		○		
	되새		○			○	
	밀화부리					○	
	콩새					○	○
	노랑턱멧새	○	○	○	○	○	
	종수	9	22	15	23	32	22
양서류	북방산개구리			○	○		
	참개구리				○	○	○
	청개구리					○	○
	종수	0	0	1	2	2	2

3) 둔촌동생태경관보전지역 생물음향 모니터링 결과

둔촌동생태경관보전지역에서는 조류 35종, 양서류 3종으로 총 38종이 확인되었다. 길동생태공원, 방이동생태경관보전지역과 마찬가지로 조류에서 나그네새인 울새와 밀화부리 소리가 탐지되었다. 천연기념물에는 소쩍새(제324-6호), 솔부엉이(제324-3호) 소리가 탐지되었고, 서울시보호종은 조류에서는 오색딱다구리, 흰눈썹황금새, 꾀꼬리, 박새, 쇠딱다구리, 청딱다구리가 양서류에서는 북방산개구리 소리가 탐지되었고, 멸종위기종은 탐지되지 않았다.

[표 2-3] 둔촌동생태경관보전지역 생물음향 모니터링 결과

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	꿩					○	○
	멧비둘기				○	○	○
	소쩍새					○	○
	솔부엉이					○	○
	쇠딱다구리	○	○	○	○	○	
	청딱다구리	○		○	○	○	○
	꾀꼬리						○

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
	어치				○	○	
	물까치					○	
	까치	○	○	○	○	○	○
	큰부리까마귀	○	○	○	○	○	○
	박새	○	○	○	○	○	○
	쇠박새	○	○	○	○	○	○
	곤줄박이	○	○	○	○	○	○
	오목눈이	○	○	○	○	○	○
	직박구리	○	○	○	○	○	○
	노랑눈썹솔새					○	○
	되솔새					○	
	산솔새					○	
	붉은머리오목눈이	○	○	○	○	○	○
	상모솔새				○		
	굴뚝새		○	○	○		
	동고비	○		○			
	호랑지빠귀					○	
	되지빠귀					○	○
	노랑지빠귀	○	○		○		
	흰배지빠귀					○	○
	울새						○
	딱새	○	○	○	○	○	
	흰눈썹황금새						○
	참새		○	○	○	○	○
	되새					○	
	밀화부리						○
	콩새		○		○		○
	노랑턱멧새	○	○	○	○	○	
	종수	14	15	15	19	26	22
양서류	북방산개구리			○	○	○	
	참개구리					○	○
	청개구리						○
	종수	0	0	1	1	2	2

4) 우면산자연생태공원 생물음향 모니터링 결과

우면산자연생태공원에서는 조류 39종, 포유류 1종, 양서류 2종으로 총 42종이 확인되었다. 천연기념물에는 소쩍새(제324-6호), 솔부엉이(제324-3호), 팔색조(제204호) 소리가 탐지되었고, 팔색조는 멸종위기야생생물II급에도 해당한다. 서울시보호종은 조류에서는 오색딱다구리, 꾀꼬리, 박새, 쇠딱다구리, 청딱다구리가 양서류에서는 북방산개구리 소리가 탐지되었다.

[표 2-4] 우면산자연생태공원 생물음향 모니터링 결과

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	꿩		○		○	○	○
	흰뺨검둥오리			○	○		
	쇠오리				○		
	멧비둘기	○	○	○	○	○	○
	검은등뻐꾸기						○
	뻐꾸기						○
	소쩍새					○	○
	솔부엉이						○
	쇠딱다구리	○	○	○	○	○	○
	오색딱다구리		○	○		○	
	청딱다구리	○		○	○	○	○
	팔색조						○
	꾀꼬리						○
	어치	○	○	○	○	○	
	물까치	○	○	○	○	○	○
	까치	○	○	○	○	○	○
	큰부리까마귀	○	○	○	○	○	○
	박새	○	○	○	○	○	○
	쇠박새	○	○	○	○	○	○
	곤줄박이	○	○	○	○	○	○

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
	오목눈이		○	○	○	○	○
	직박구리	○	○	○	○	○	○
	노랑눈썹솔새					○	○
	되솔새						○
	산솔새					○	○
	붉은머리오목눈이		○	○	○	○	○
	상모솔새				○	○	
	굴뚝새				○	○	
	동고비		○		○	○	○
	호랑지빠귀				○	○	○
	되지빠귀					○	
	노랑지빠귀	○	○	○	○	○	
	흰배지빠귀					○	
	울새						○
	딱새		○	○	○	○	○
	참새	○	○	○	○	○	○
	노랑할미새					○	○
	콩새		○			○	○
	노랑턱멧새		○	○	○	○	
	종수	13	20	19	24	30	29
포유류	고라니					○	
	종수	0	0	0	0	1	0
양서류	북방산개구리		○	○	○	○	
	참개구리					○	○
	종수	0	1	1	1	2	1

5) 궁동저수지생태공원 생물음향 모니터링 결과

궁동저수지생태공원에서는 조류 22종, 양서류 2종으로 총 24종이 확인되었다. 천연기념물에는 소쩍새(제324-6호), 솔부엉이(제324-3호) 소리가 탐지되었다. 서울시보호종은 조류에서는 꾀꼬리, 박새, 쇠딱다구리, 청딱다구리가 양서류에서는 북방산개구리 소리가 탐지되었고, 멸종위기종은 탐지되지 않았다. 궁동저수지생태공원의 장비 설치는 1월 26일이었다.

[표 2-5] 궁동저수지생태공원 생물음향 모니터링 결과

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	흰뺨검둥오리		○			○	
	멧비둘기			○	○		
	검은등뻐꾸기						○
	뻐꾸기						○
	소쩍새						○
	솔부엉이						○
	쇠딱다구리		○	○	○		
	청딱다구리				○	○	○
	꾀꼬리						○
	물까치					○	
	까치		○	○	○	○	○
	큰부리까마귀			○	○	○	○
	박새		○	○	○	○	○
	쇠박새		○	○	○	○	○
	곤줄박이		○	○	○	○	○
	직박구리		○	○	○	○	○
	붉은머리오목눈이		○		○	○	○
	호랑지빠귀				○	○	○
	노랑지빠귀		○				
	딱새					○	
	참새		○	○	○	○	○
	밀화부리					○	
	종수		10	9	12	14	15
양서류	북방산개구리				○		
	청개구리						○
	종수		0	0	1	0	1

6) 북한산국립공원 진관동습지 생물음향 모니터링 결과

북한산국립공원 진관동습지에서는 조류 42종, 양서류 2종으로 총 44종이 확인되었다. 천연기념물에는 소쩍새(제324-6호), 솔부엉이(제324-3호), 수리부엉이(제324-2호), 원앙(제237호) 소리가 탐지되었고, 멸종위기종으로는 수리부엉이(멸종위기야생생물Ⅱ급) 소리가 탐지되었다. 서울시보호종은 조류에서는 흰눈썹황금새, 꾀꼬리, 박새, 쇠딱다구리, 청딱다구리가 양서류에서는 북방산개구리 소리가 탐지되었다. 12월과 1월은 장비 오류로 인해 데이터 분석에서 제외됐다.

[표 2-6] 북한산국립공원 진관동습지 생물음향 모니터링 결과

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	꿩			○		○	○
	원앙				○		○
	흰뺨검둥오리				○	○	○
	왜가리			○			
	멧비둘기			○	○	○	○
	검은등뻐꾸기						○
	뻐꾸기						○
	소쩍새					○	○
	수리부엉이			○	○		
	솔부엉이						○
	쏙독새						○
	파랑새						○
	쇠딱다구리			○	○	○	○
	청딱다구리			○	○	○	○
	때까치						○
	꾀꼬리						○
	어치			○			
	물까치			○	○	○	○
	까치			○	○	○	○
	큰부리까마귀			○	○	○	○
	박새			○	○	○	○
	쇠박새			○	○	○	○

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
	곤줄박이			○	○	○	○
	오목눈이			○	○		○
	직박구리			○	○	○	○
	노랑눈썹솔새						○
	산솔새					○	
	붉은머리오목눈이			○	○	○	○
	동박새					○	
	상모솔새			○	○		
	굴뚝새			○	○		
	호랑지빠귀				○	○	○
	되지빠귀					○	○
	노랑지빠귀			○	○	○	
	흰배지빠귀					○	○
	울새						○
	딱새			○	○	○	
	흰눈썹황금새						○
	되새					○	
	밀화부리				○		
	콩새			○	○	○	○
	노랑턱멧새			○	○		
	종수			22	23	23	30
양서류	북방산개구리			○	○		
	참개구리					○	○
	종수			0	2	1	2

7) 서울 남산공원 생물음향 모니터링 결과

서울 남산공원에서는 조류 31종, 양서류 1종으로 총 32종이 확인되었다. 조류에서는 대표적으로 나그네새인 울새 소리가 탐지되었다. 천연기념물에는 소쩍새(제324-6호), 솔부엉이(제324-3호) 소리가 탐지되었다. 서울시보호종은 조류에서는 오색딱다구리, 흰눈썹황금새, 박새, 쇠딱다구리, 청딱다구리가 양서류에서는 북방산개구리 소리가 탐지되었고, 멸종위기종은 탐지되지 않았다.

[표 2-7] 서울 남산공원 생물음향 모니터링 결과

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	꿩					○	○
	멧비둘기				○	○	○
	소쩍새					○	○
	솔부엉이						○
	쇠딱다구리	○	○	○	○		○
	오색딱다구리	○	○	○			
	청딱다구리	○	○	○	○	○	○
	때까치						○
	어치	○	○	○	○		
	까치	○	○	○	○		○
	큰부리까마귀	○	○	○	○	○	○
	박새	○	○	○	○	○	○
	쇠박새	○	○	○	○	○	○
	곤줄박이	○	○	○	○	○	○
	오목눈이	○	○	○	○		
	직박구리	○	○	○	○	○	○
	노랑눈썹솔새						○
	되솔새					○	
	상모솔새	○					
	굴뚝새	○	○	○	○		
	동고비	○	○		○	○	
	호랑지빠귀				○	○	○
	되지빠귀					○	
	노랑지빠귀	○	○	○	○		
	흰배지빠귀					○	
	울새						○
	딱새	○		○		○	
	흰눈썹황금새					○	○
	멧쟁이새		○		○		
	콩새	○	○	○	○	○	
	노랑턱멧새	○	○		○		○
	종수	18	17	15	18	17	18
양서류	북방산개구리		○	○	○	○	
	종수	0	1	1	1	1	0

8) 서울숲 생물음향 모니터링 결과

서울숲에서는 조류 36종, 양서류 2종으로 총 38종이 확인되었다. 조류에서는 대표적으로 나그네새인 울새와 밀화부리 소리가 탐지되었다. 천연기념물에는 소쩍새(제324-6호), 솔부엉이(제324-3호), 황조롱이(제323-8호) 소리가 탐지되었다. 서울시보호종은 조류에서는 꾀꼬리, 박새, 쇠딱다구리, 청딱다구리가 양서류에서는 북방산개구리 소리가 탐지되었고, 멸종위기종은 탐지되지 않았다.

[표 2-8] 서울숲 생물음향 모니터링 결과

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	흰뺨검둥오리			○	○		
	논병아리		○	○	○	○	
	왜가리	○		○	○		
	황조롱이				○		○
	물닭	○	○	○	○		
	멧비둘기			○	○	○	○
	뻐꾸기						○
	쇠딱다구리	○	○	○	○	○	○
	청딱다구리			○	○	○	
	때까치		○	○			
	꾀꼬리						○
	물까치						○
	까치	○	○	○	○	○	○
	큰부리까마귀		○			○	
	박새	○		○	○	○	○
	쇠박새	○		○	○	○	○
	곤줄박이	○		○	○	○	○
	오목눈이	○	○	○	○	○	○
	직박구리	○	○	○	○	○	○
	노랑눈썹솔새						○
	되솔새					○	○
	산솔새					○	
	붉은머리오목눈이	○	○	○	○	○	○

분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
	상모솔새	○	○	○		○	
	되지빠귀					○	
	노랑지빠귀	○	○	○	○	○	
	흰배지빠귀					○	○
	울새						○
	딱새		○	○	○	○	
	참새		○	○		○	
	백할미새	○	○				
	되새		○			○	
	방울새				○		
	밀화부리				○		
	콩새	○	○	○		○	○
	노랑턱멧새	○	○		○		○
	종수	15	17	20	20	22	20
양서류	참개구리					○	○
	청개구리					○	○
	종수	0	0	0	0	2	2

2_천연기념물, 멸종위기종, 서울시 보호종 탐지 종 목록

연구대상지 8곳에서 확인된 천연기념물, 멸종위기종, 서울시 보호종은 다음과 같다.

1) 천연기념물

천연기념물은 학술 및 관상적 가치가 높아 그 보호와 보존을 법률로써 지정한 동물(서식지), 식물(자생지), 지질·광물과 그 밖의 천연물을 가리킨다. 출처: 네이버 지식백과(두산백과) '천연기념물'검색 요약 이번 연구에서 천연기념물은 원앙, 황조롱이, 소쩍새, 솔부엉이, 수리부엉이, 팔색조가 확인되었다.

[표 2-9] 생물음향 모니터링 종합 결과(천연기념물)

분류군	종명	천연기념물	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	원앙	제237호				○		○
	황조롱이	제323-8호				○		○
	소쩍새	제324-6호					○	○
	솔부엉이	제324-3호					○	○
	수리부엉이	제324-2호			○	○		
	팔색조	제204호						○
	종수		0	0	1	3	1	4

2) 멸종위기종

멸종위기야생생물은 멸종위기에 처했거나, 가까운 장래에 멸종위기에 처할 우려가 있는 야생생물로, 환경부에서 지정하는 생물을 말한다. 출처: 네이버 지식백과(생물산책) '멸종위기종'검색 요약 국내에서는 멸종위기종을 멸종위기야생생물 Ⅰ급과 Ⅱ급으로 구분하고 있다.

[표 2-10] 생물음향 모니터링 종합 결과(멸종위기야생생물)

분류군	종명	멸종위기종	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	수리부엉이	Ⅱ급			○	○		
	팔색조	Ⅱ급						○
	종수		0	0	1	1	0	1

3) 서울시 보호종

서울시 보호종은 서울특별시에서 지정한 동식물 보호종으로 2001년 9월 체계적인 보호가 필요한 서울 지역 내 생물 종에 대한 서식 환경 생태적 특징 등을 조사하여 지도화하는 등 관리 대책을 수립한 후, 2002년 11월 15일 서울 지역에 자생하는 야생 동식물 중에서 보전 가치가 있는 종의 체계적인 보호를 위하여 도롱뇽 등 35종을 '서울시 보호 야생 동식물'로 지정 관리하기로 결정하여 공표하였다.

한국향토문화전자대전, 한국학중앙연구원, 2019년 접속, http://www.grandculture.net

2006년 12월에는 서울특별시 '야생 동식물 보호 세부 계획'을 수립하는 한편, 2007년 10월 25일에 생태 전문가 등 자문위원회를 구성하고 시민 단체 및 환경부의 의견 수렴을 거쳐 다람쥐 등 14종을 추가로 보호종으로 지정 관리하기로 하였다.

한국향토문화전자대전, 한국학중앙연구원, 2019년 접속, http://www.grandculture.net

보호 대상종은 포유류에는 노루, 오소리, 고슴도치, 족제비, 다람쥐 등 5종, 조류에는 오색딱다구리, 흰눈썹황금새, 물총새, 제비, 꾀꼬리, 박새, 쇠딱다구리, 큰오색딱다구리, 청딱다구리, 개개비, 청호반새 등 11종, 양서파충류로는 두꺼비, 북방산개구리, 무당개구리, 줄장지뱀, 실뱀, 꼬리치레도롱뇽 등 7종이 있다.

한국향토문화전자대전, 한국학중앙연구원, 2019년 접속, http://www.grandculture.net

이번 연구에서 서울시 보호종은 조류에는 쇠딱다구리, 오색딱다구리, 청딱다구리, 꾀꼬리, 박새, 제비, 흰눈썹황금새 총 7종, 포유류에는 다람쥐 1종, 양서류에는 북방산개구리 1종이 확인되었다.

[표 2-11] 생물음향 모니터링 종합 결과(서울시 보호종)

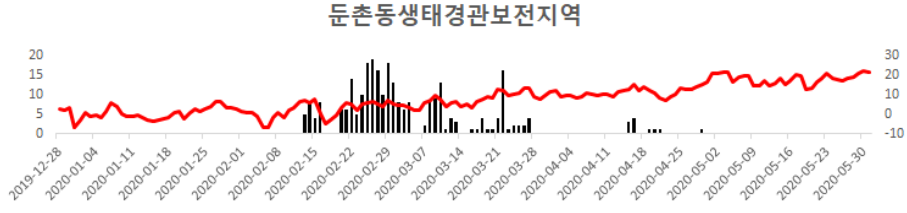
분류군	종명	12월	1월	2월	3월	4월	5월
조류	쇠딱다구리	○	○	○	○	○	○
	오색딱다구리	○	○	○		○	○
	청딱다구리	○	○	○	○	○	○
	꾀꼬리						○
	박새	○	○	○	○	○	○
	제비					○	
	흰눈썹황금새					○	○
	종수	4	4	4	3	6	6
포유류	다람쥐			○		○	○
	종수			1		11	
양서류	북방산개구리		○	○	○	○	
	종수		1	1	1	1	

3_생물음향 모니터링 기법을 이용한 양서류 출현 정밀 탐지

1) 연구대상지별 북방산개구리 출현 시기와 기온그래프

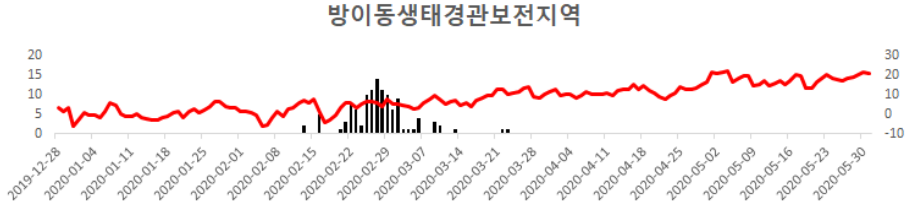
북방산개구리의 소리는 둔촌동생태경관보전지역, 방이동생태경관보전지역, 우면산자연생태공원, 북한산국립공원 진관동습지, 서울 남산공원, 길동생태공원에서 탐지되었다. 길동생태공원에서는 장비 최초 설치 위치에서 북방산개구리의 소리가 탐지되지 않아 연구기간 중후반 위치를 변경하였다. 따라서 길동생태공원의 북방산개구리 출현 시기와 기온그래프, 일주기 그래프는 포함하지 않았다.

둔촌동생태경관보전지역에서 북방산개구리의 울음은 2월 13일부터 4월 19일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 2월 22일부터 3월 1일까지이며, 울음 피크는 2월 26일이었다. 나머지 기간에도 간헐적으로 울음이 나타났다.



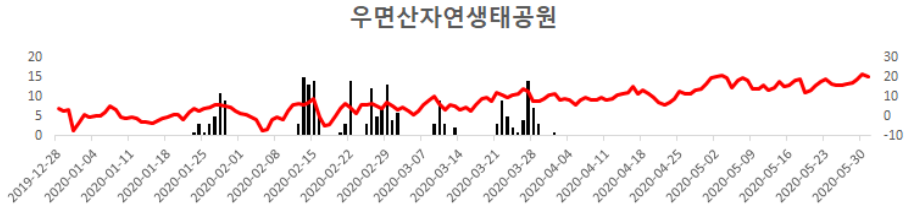
[그림 2-1] 둔촌동생태경관보전지역 북방산개구리 출현 시기 및 기온그래프

방이동생태경관보전지역에서 북방산개구리의 울음은 2월 13일부터 3월 23일까지 탐지되었다. 첫울음이 둔촌동생태경관보전지역과 동일하게 나타났으며, 두 지역 간 거리가 가까워서 나타난 결과로 판단된다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 2월 22일부터 3월 2일이며, 울음 피크는 2월 27일로 이 역시 둔촌동생태경관보전지역에서의 울음 피크 날짜(2월 26일)와 하루 차이다. 나머지 기간에도 간헐적으로 울음이 나타났다.



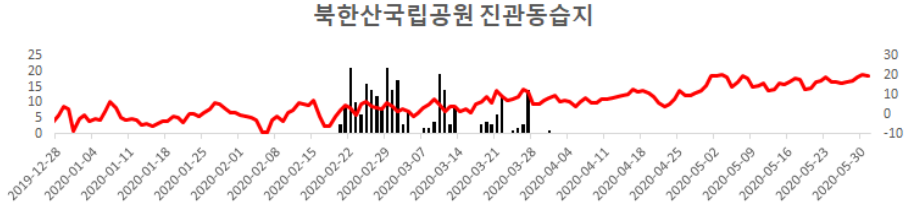
[그림 2-2] 방이동생태경관보전지역 북방산개구리 출현 시기 및 기온그래프

우면산자연생태공원에서 북방산개구리의 울음은 1월 23일부터 4월 1일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 2월 13일부터 3월 27일까지이며, 울음 피크는 2월 13일이었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간 내에 울음이 나타나지 않은 날이 총 16일로 간헐적으로 나타난 지역이다.



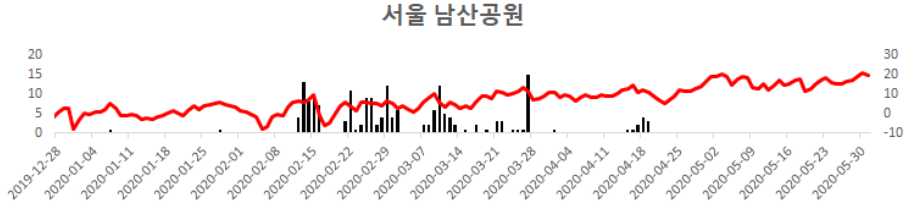
[그림 2-3] 우면산자연생태공원 북방산개구리 출현 시기 및 기온그래프

북한산국립공원 진관동습지에서 북방산개구리의 울음은 2월 20일부터 3월 31일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 2월 22일부터 3월 2일까지이며, 울음 피크는 2월 22일과 2월 29일이었다. 나머지 기간에도 간헐적으로 울음이 나타났다. 북한산국립공원 진관동습지는 장비의 고장으로 인해 2월 19일까지의 데이터가 누락됐다. 따라서 이 지역의 첫울음은 2월 20일보다 빠를 가능성이 있다.



[그림 2-4] 북한산국립공원 진관동습지 북방산개구리 출현 시기 및 기온그래프

서울 남산공원에서 북방산개구리의 울음은 1월 17일부터 4월 19일까지로 전체 대상지 중에서 북방산개구리의 울음 기간이 가장 긴 지역이다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 2월 13일부터 3월 10일까지이며, 울음 피크는 3월 27일이었다. 나머지 기간에도 간헐적으로 울음이 나타났다.



[그림 2-5] 서울 남산공원 북방산개구리 출현 시기 및 기온그래프

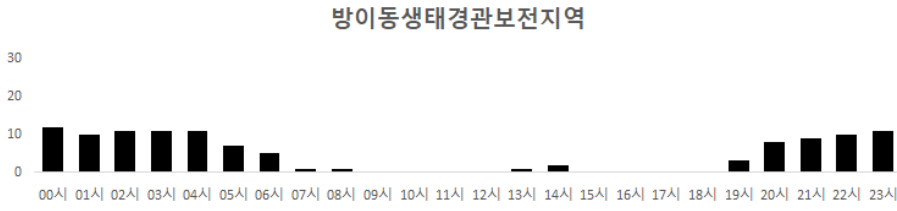
2) 연구대상지별 북방산개구리 출현 일주기

일주기는 하루를 주기로 하여 나타나는 생물의 활동이나 이동의 변환 현상을 가리킨다. 출처: 네이버 지식백과(생명과학대사전) '일주기성'검색 요약 따라서 시간별 울음 빈도를 통해 생물의 울음 일주기를 나타낼 수 있다. 북방산개구리가 탐지된 대상지 각각에서 울음 일주기 패턴은 다음과 같다.

둔촌동생태경관보전지역에서 북방산개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 19시부터 다음 날 05시이며, 피크는 20시였다.

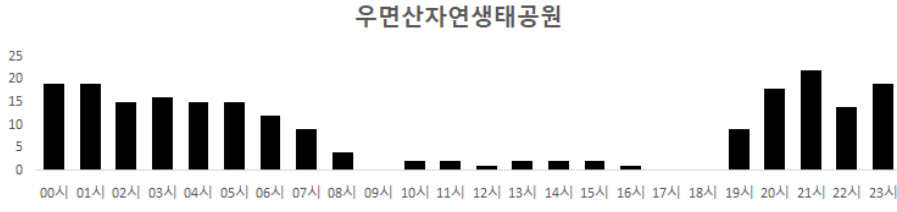
[그림 2-6] 둔촌동생태경관보전지역 북방산개구리 울음 일주기

방이동생태경관보전지역에서 북방산개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 20시부터 다음 날 06시이며, 피크는 00시였다.



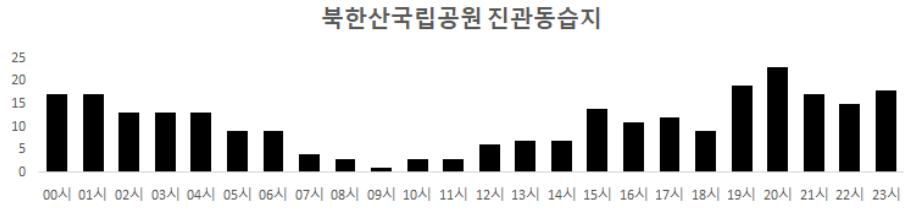
[그림 2-7] 방이동생태경관보전지역 북방산개구리 울음 일주기

우면산자연생태공원에서 북방산개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 19시부터 다음 날 07시이며, 피크는 21시였다.



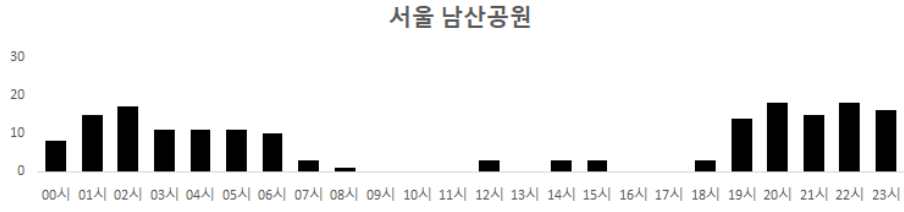
[그림 2-8] 우면산자연생태공원 북방산개구리 울음 일주기

북한산국립공원 진관동습지에서 북방산개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 15시부터 다음 날 06시이며, 피크는 20시였다. 북한산국립공원 진관동습지에서는 다른 지역과 다르게 모든 시간대에서 북방산개구리의 울음이 나타났다.



[그림 2-9] 북한산국립공원 진관동습지 북방산개구리 울음 일주기

서울 남산공원에서 북방산개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 19시부터 다음 날 06시이며, 피크는 20시와 22시였다.

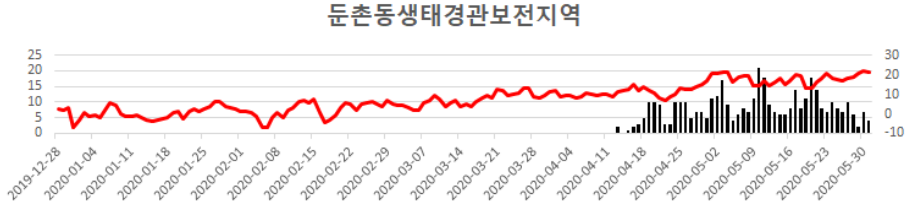


[그림 2-10] 서울 남산공원 북방산개구리 울음 일주기

3) 연구대상지별 참개구리 출현 시기와 기온그래프

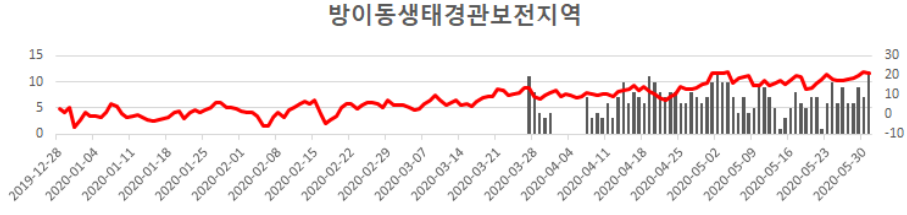
참개구리의 소리는 길동생태공원, 방이동생태경관보전지역, 둔촌동생태경관보전지역, 우면산자연생태공원, 북한산국립공원 진관동습지, 서울숲에서 탐지되었다. 북방산개구리보다 출현이 늦으며 분석기간이 5월 31일까지인 것을 고려했을 때, 5월 31일 이후로도 울음이 나타났을 것으로 예상된다.

둔촌동생태경관보전지역에서 참개구리의 울음은 4월 13일부터 5월 30일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 4월 19일부터 5월 27일까지이며, 울음 피크는 5월 10일이었다.



[그림 2-11] 둔촌동생태경관보전지역 참개구리 출현 시기 및 기온그래프

방이동생태경관보전지역에서 참개구리의 울음은 3월 27일부터 5월 31일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 4월 7일부터 5월 31일까지이며, 울음 피크는 5월 2일과 5월 31일이었다.

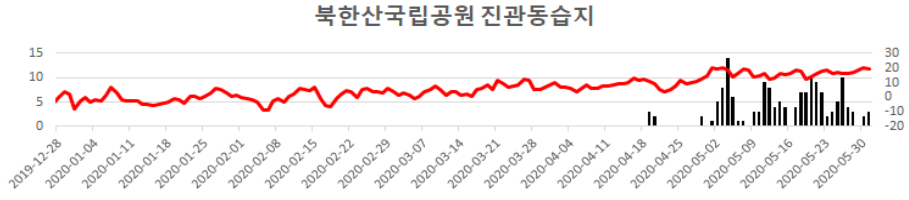


[그림 2-12] 방이동생태경관보전지역 참개구리 출현 시기 및 기온그래프

우면산자연생태공원에서 참개구리의 울음은 4월 16일부터 5월 31일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 4월 18일부터 5월 31일까지이며, 울음 피크는 5월 11일이었다.

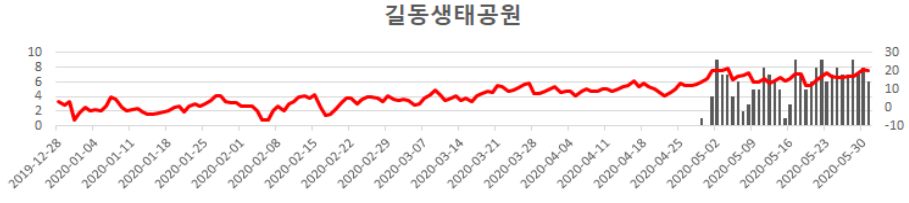
[그림 2-13] 우면산자연생태공원 참개구리 출현 시기 및 기온그래프

북한산국립공원 진관동습지에서 참개구리의 울음은 4월 19일부터 5월 31일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 5월 2일부터 5월 26일까지이며, 울음 피크는 5월 5일이었다.



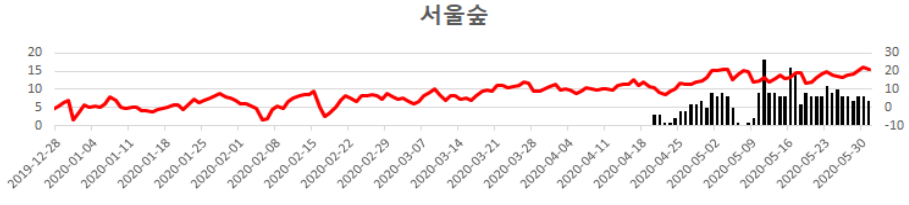
[그림 2-14] 북한산국립공원 진관동습지 참개구리 출현 시기 및 기온그래프

길동생태공원에서 참개구리의 울음은 4월 29일부터 5월 31일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 5월 1일부터 5월 31일까지이며, 울음 피크는 5월 2일, 5월 17일, 5월 22일, 5월 28일이었다.



[그림 2-15] 길동생태공원 참개구리 출현 시기 및 기온그래프

서울숲에서 참개구리의 울음은 4월 20일부터 5월 31일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 4월 27일부터 5월 31일까지이며, 울음 피크는 5월 11일이었다.



[그림 2-16] 서울숲 참개구리 출현 시기 및 기온그래프

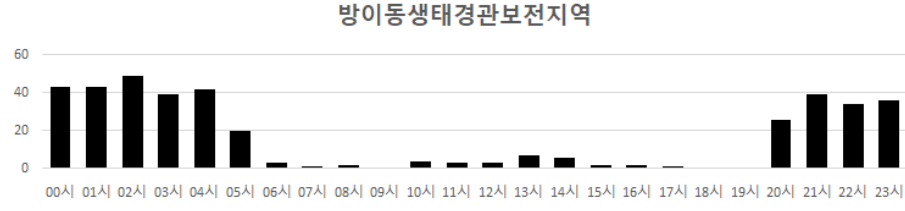
4) 연구대상지별 참개구리 출현 일주기

참개구리가 탐지된 대상지 각각에서 울음 일주기 패턴은 다음과 같다.

둔촌동생태경관보전지역에서 참개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 20시부터 다음 날 05시이며, 피크는 22시였다.

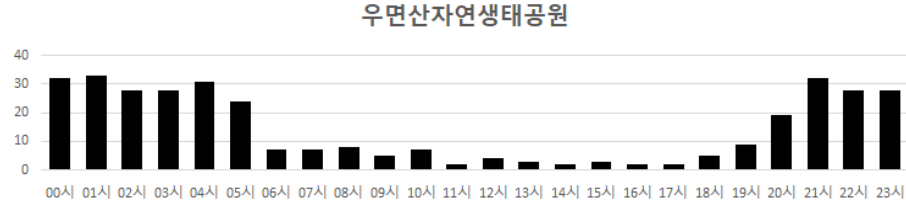
[그림 2-17] 둔촌동생태경관보전지역 참개구리 울음 일주기

방이동생태경관보전지역에서 참개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 20시부터 다음 날 05시이며, 피크는 02시였다.



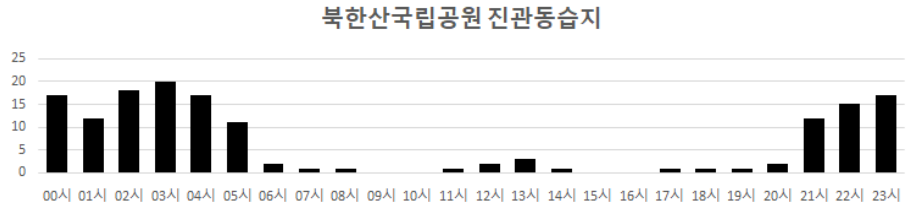
[그림 2-18] 방이동생태경관보전지역 참개구리 울음 일주기

우면산자연생태공원에서 참개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 20시부터 다음 날 05시이며, 피크는 01시였다.



[그림 2-19] 우면산자연생태공원 참개구리 울음 일주기

북한산국립공원 진관동습지에서 참개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 21시부터 다음 날 05시이며, 피크는 03시였다.

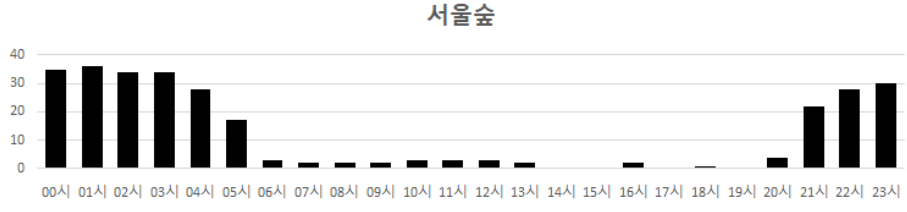


[그림 2-20] 북한산국립공원 진관동습지 참개구리 울음 일주기

길동생태공원에서 참개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 21시부터 다음 날 04시이며, 피크는 03시였다.

[그림 2-21] 길동생태공원 참개구리 울음 일주기

서울숲에서 참개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 21시부터 다음 날 05시이며, 피크는 01시였다.

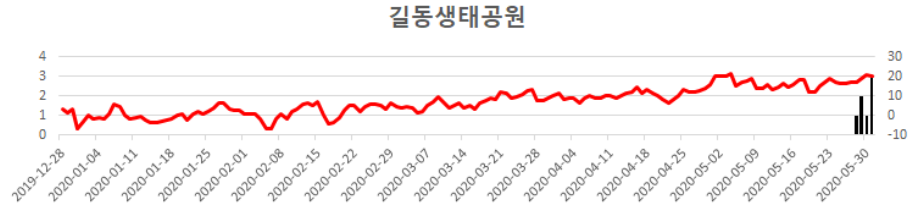


[그림 2-22] 서울숲 참개구리 울음 일주기

5) 연구대상지별 청개구리 출현 시기와 기온그래프

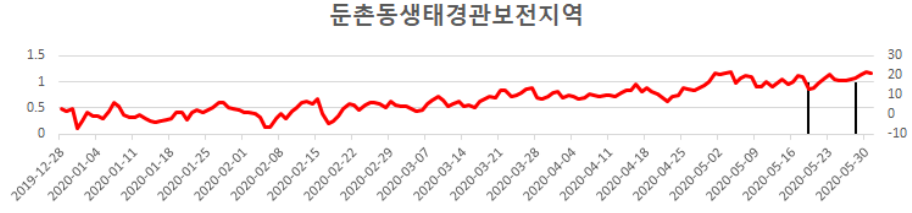
청개구리의 소리는 길동생태공원, 방이동생태경관보전지역, 둔촌동생태경관보전지역, 궁동저수지생태공원, 서울숲에서 탐지되었다. 분석기간이 5월 31일까지인 것을 고려했을 때, 5월 31일 이후로도 울음이 나타났을 것으로 예상된다.

길동생태공원에서 청개구리의 울음은 5월 28일부터 5월 31일까지 탐지되었다. 울음 피크는 5월 31일이었다.



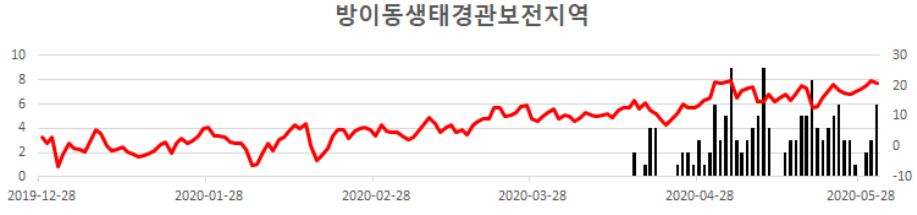
[그림 2-23] 길동생태공원 청개구리 출현 시기 및 기온그래프

둔촌동생태경관보전지역에서 청개구리의 울음은 5월 19일부터 5월 28일까지 탐지되었다. 울음은 5월 19일, 5월 28일 이틀 확인이 되었다.



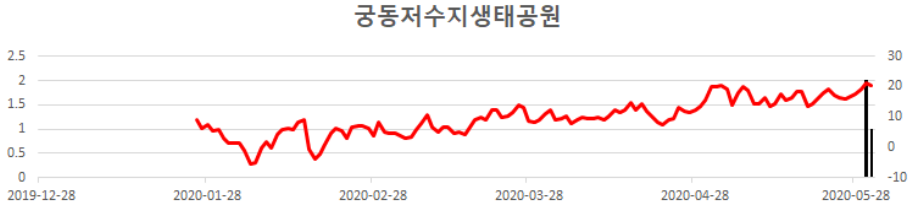
[그림 2-24] 둔촌동생태경관보전지역 청개구리 출현 시기 및 기온그래프

방이동생태경관보전지역에서 청개구리의 울음은 4월 16일부터 5월 31일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 5월 1일부터 5월 31일까지이며, 울음 피크는 5월 4일, 5월 10일이었다.



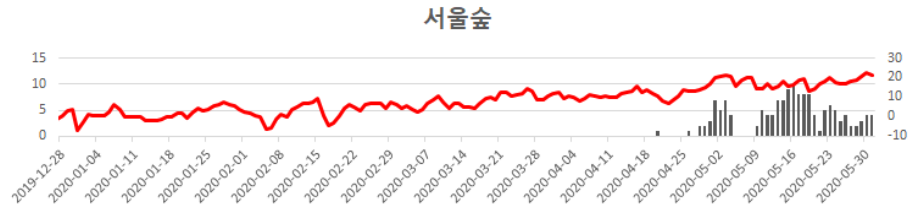
[그림 2-25] 방이동생태경관보전지역 청개구리 출현 시기 및 기온그래프

궁동저수지생태공원에서 청개구리의 울음은 5월 30일부터 5월 31일까지 탐지되었다. 울음은 5월 30일, 5월 31일 이틀 확인이 되었다. 궁동저수지생태공원의 장비 설치는 1월 26일이었다.



[그림 2-26] 궁동저수지생태공원 청개구리 출현 시기 및 기온그래프

서울숲에서 청개구리의 울음은 4월 20일부터 5월 31일까지 탐지되었다. 울음 빈도가 높게 나타난 기간은 5월 13일부터 5월 24일까지이며, 울음 피크는 5월 16일이었다.

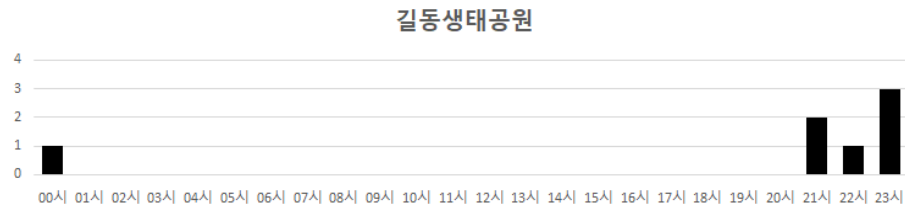


[그림 2-27] 서울숲 청개구리 출현 시기 및 기온그래프

6) 연구대상지별 청개구리 출현 일주기

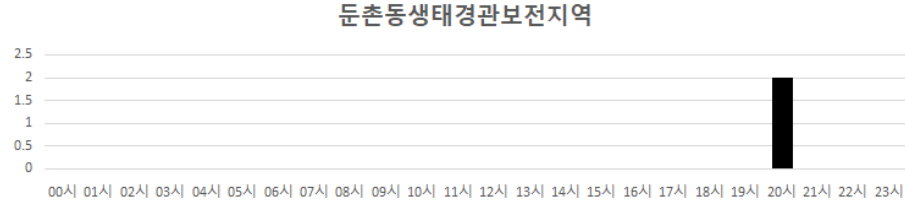
청개구리가 탐지된 대상지 각각에서 울음 일주기 패턴은 다음과 같다.

길동생태공원에서 청개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 21시부터 다음 날 00시이며, 피크는 23시였다.



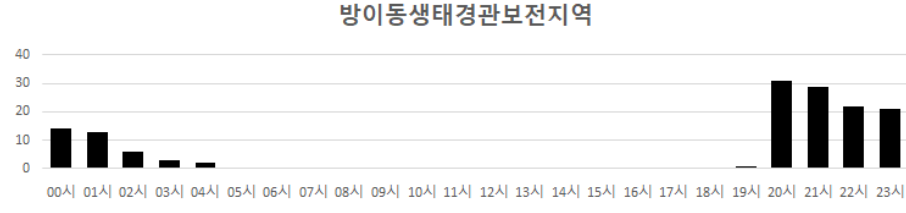
[그림 2-28] 길동생태공원 청개구리 울음 일주기

둔촌동생태경관보전지역에서 청개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 20시였다.



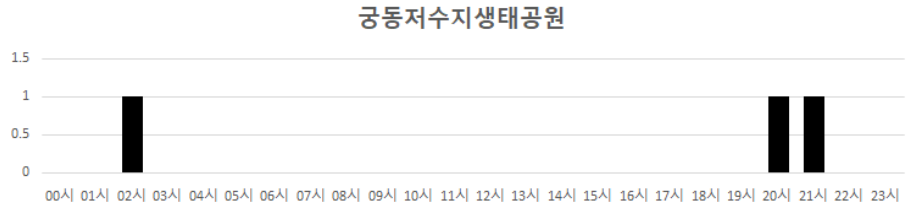
[그림 2-29] 둔촌동생태경관보전지역 청개구리 울음 일주기

방이동생태경관보전지역에서 청개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 20시부터 다음 날 01시이며, 피크는 20시였다.



[그림 2-30] 방이동생태경관보전지역 청개구리 울음 일주기

궁동저수지생태공원에서 청개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 20시부터 다음 날 02시이며, 20시, 21시, 02시에 같은 빈도로 울음을 나타냈다.



[그림 2-31] 궁동저수지생태공원 청개구리 울음 일주기

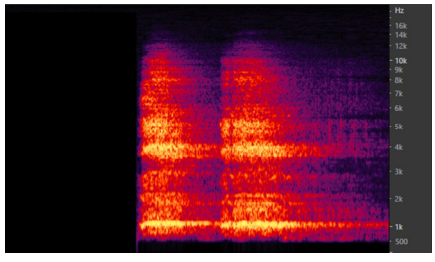
서울숲에서 청개구리의 울음 빈도가 높게 나타난 시간대는 20시부터 다음 날 03시이며, 피크는 20시였다.

[그림 2-32] 서울숲 청개구리 울음 일주기

03. 대표 종 소노그램 및 생태적 특성

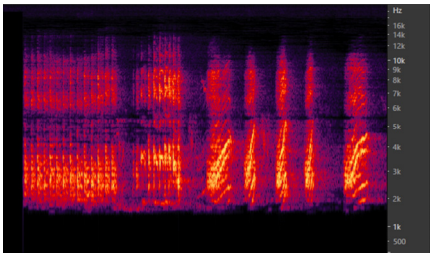
1_텃새 울음소리 소노그램 및 생태적 특성

텃새(Resident)는 계절 변화에 따라 이동하지 않고 1년 내내 한반도에 머무는 종이다. 계절에 따라 서식지의 형태를 바꾸는 경우도 있으며, 여름에는 주로 곤충을 먹고, 겨울에는 씨앗을 먹는 경우가 많다.(야생조류 필드 가이드, 2016)
연구기간 내에 탐지된 텃새 중 7종을 선정하였고, 각각의 소노그램 및 생태적 특성은 다음과 같다.



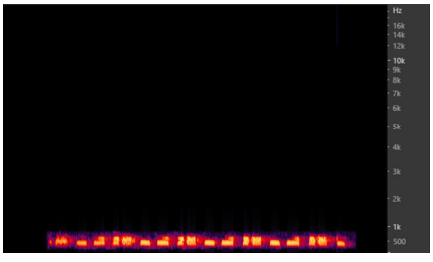
꿩(Common Pheasant)
학명: *Phasianus colchicus*
크기: ♂(85~95cm), ♀(56~60cm)
서식: 국내에서는 육지에서 멀리 떨어진 도서를 제외하고 한반도 전역에 흔하게 서식하는 텃새다.
행동: 숲 가장자리의 덤불숲을 선호한다. 빠른 날갯짓으로 날아올랐다가 미끄러지듯이 내려앉는다. 겨울에는 무리를 이루는 경우가 많다. 놀랐을 때 매우 빠르게 달리거나 "꿩 꿩" 소리를 내며 날아오른다.
특징: 다른 종과 혼동이 없고, 암수 모두 꼬리가 길다.

박종길. 야생조류 필드가이드 38p. 자연과생태, 2016



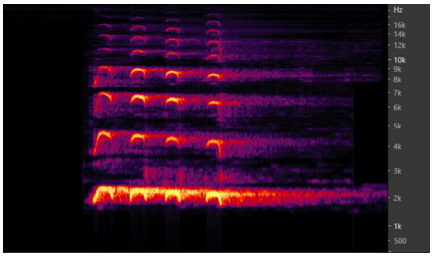
물까치(Azure-winged Magpie)
학명: *Cyanopica cyanus*
크기: 37~39cm
서식: 국내에서는 전국적으로 흔히 번식하는 텃새이며 개체수가 증가하고 있다.
행동: 연중 여러 마리가 무리를 이루어 생활한다. 보통 마을 주변의 큰 나무와 덤불이 무성한 곳에 여러 마리가 일정한 간격을 두고 둥지를 틀며 천적이 나타나면 울음소리를 내며 집단으로 방어한다.
특징: 다른 종과 혼동이 없다. 머리는 검은색이다. 날개와 꼬리는 푸른색이다.

박종길. 야생조류 필드가이드 400p. 자연과생태, 2016



멧비둘기(Oriental Turtle Dove)
학명: *Streptopelia orientalis*
크기: 31~34cm
서식: 국내에서는 매우 흔한 텃새이며, 적지 않은 수가 봄, 가을 이동하는 나그네새다.
행동: 산림에서 휴식을 취하다가 작은 무리를 이루어 인가 주변, 농경지, 초지로 내려와 나무 열매, 씨앗 등을 먹는다. 둥지는 주로 소나무 가지에 나뭇가지 몇 가닥으로 엉성하게 만든다. 겨울철에는 무리를 이루어 수확이 끝난 들녘에서 먹이를 찾는다.
특징: 옆목에 청회색 및 검은 줄무늬가 있다. 암수의 구분은 어렵다.

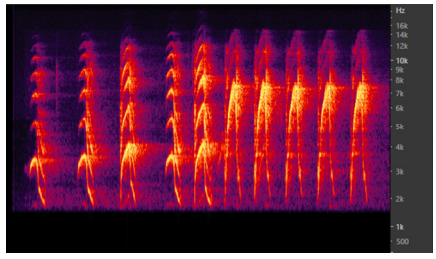
박종길. 야생조류 필드가이드 326p. 자연과생태, 2016



*서울시 보호종

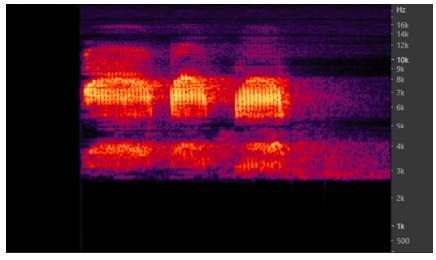
청딱다구리(Grey-headed Woodpecker)
학명: *Picus canus*
크기: 30cm
서식: 제주도와 울릉도 등 도서 지역을 제외하고 한반도 내륙 전역에서 흔히 번식하는 텃새다.
행동: 참나무류와 밤나무가 많은 산림이나 인가 주변의 야산에 서식한다. 주로 단독으로 생활하며 경계심이 강하다. 나무에서 나무로 이동하며 곤충류를 잡는다.
특징: 수컷은 이마가 붉다. 뺨선과 눈앞이 검은색이다. 머리와 목은 회색이다. 몸 윗면은 녹색이며 몸 아랫면은 줄무늬가 없는 회색이다. 허리는 녹황색이다. 암컷은 이마에 붉은색이 없다.

박종길. 야생조류 필드가이드 323p. 자연과생태, 2016



직박구리(Brown-eared Bulbul)
학명: *Hypsipetes amaurotis*
크기: 27~30cm
서식: 국내에서는 전국에 걸쳐 번식하는 매우 흔한 텃새다. 일부는 번식 후 큰 무리를 이루어 남쪽으로 이동한다.
행동: 번식기에는 조용하게 지내다가 가을로 접어들면서 매우 시끄럽게 떠들며 군집생활을 한다. 파도 모양으로 날며 나무에서 나무로 이동한다.
특징: 다른 종과 쉽게 구별된다. 전체적으로 회갈색이며 귀깃에 갈색 반점이 있다. 가슴과 배는 회색이며 흰 반점이 흩어져 있다.

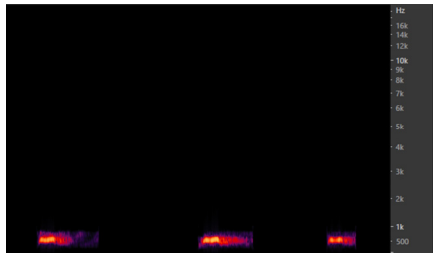
박종길. 야생조류 필드가이드 437p. 자연과생태, 2016



*서울시 보호종

쇠딱다구리(Japanese Pygmy Woodpecker)
학명: *Dendrocopos kizuki*
크기: 15cm
서식: 국내에서는 흔하게 번식하는 텃새이다.
행동: 인가 주변의 야산에서 높은 산까지 다양한 환경에 서식한다. 나뭇가지에서 거미류, 곤충류를 잡으며 열매도 먹는다. 번식기를 제외하고는 주로 단독으로 생활한다.
특징: 가장 작은 딱따구리다. 몸 윗면은 흑갈색이며 날개에 흰 줄무늬가 있다. 수컷은 뒷머리에 붉은 반점이 있으나 야외에서 확인하기 쉽지 않다.

박종길. 야생조류 필드가이드 368p. 자연과생태, 2016



*멸종위기야생생물 II급

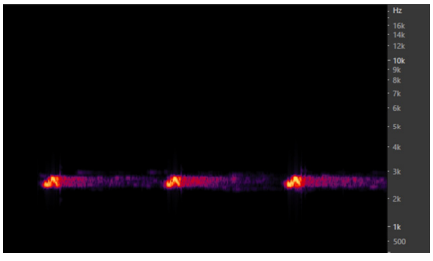
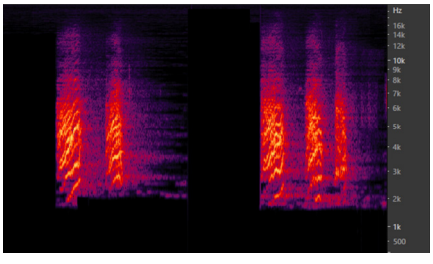
수리부엉이(Eurasian Eagle Owl)
학명: *Bubo bubo*
크기: 60~75cm
서식: 육지에서 멀리 떨어진 도서 지역을 제외한 한반도 전역에서 서식하는 흔하지 않은 텃새다.
행동: 암벽이 많은 산림에 서식한다. 야행성으로 밤에 활동하며 번식기에는 밤낮을 가리지 않고 활동한다. 꿩, 토끼, 다람쥐, 쥐, 곤충, 양서류, 파충류 등을 잡는다.
특징: 국내에 서식하는 올빼미과 조류 중 가장 크다. 긴 갈색 귀깃이 있으며 홍채는 노란색이다. 전체적으로 갈색에 검은색 세로 줄무늬와 가로 줄무늬가 복잡하다.

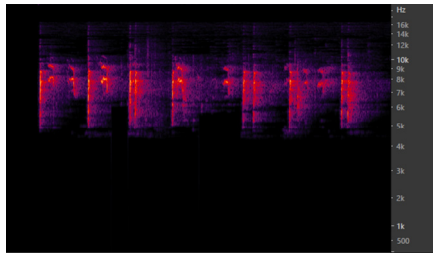
박종길. 야생조류 필드가이드 347p. 자연과생태, 2016

2_겨울철새 울음소리 소노그램 및 생태적 특성

겨울철새(Winter Visitor)는 한반도보다 북쪽에서 번식한 후 겨울에 먹이를 찾아 남하해 오는 종으로 대부분 무리를 이룬다. 봄이 되면 다시 번식을 위해 무리를 이루어 북상한다. 많은 종류의 기러기류, 오리류가 서해안의 습지에서 월동한다. (박종길. 야생조류 필드가이드. 자연과생태, 2016)

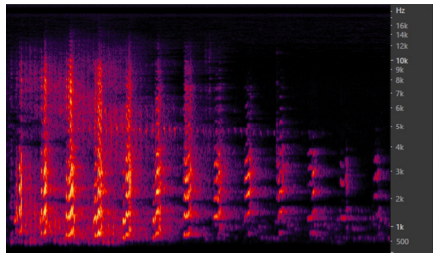
연구기간 내에 탐지된 겨울철새 중 4종을 선정하였고, 각각의 소노그램 및 생태적 특성은 다음과 같다.

	쇠오리(Eurasian Teal) 학명: *Anas crecca* 크기: 35.5~37.5cm 서식: 국내에서는 전국 각지의 습지, 하천에서 월동하는 매우 흔한 겨울철새다. 행동: 주로 낮에는 하천, 호수 등지에서 휴식하거나 먹이를 먹으며, 저녁 무렵에 먹이를 찾아 농경지로 이동한다. 특징: 소형 오리로 국내를 찾는 오리 중 가장 작다. 박종길. 야생조류 필드가이드 68p. 자연과생태, 2016
	되새(Brambling) 학명: *Fringilla montifringilla* 크기: 15.5~16.5cm 서식: 국내에서는 매우 흔한 겨울철새다. 행동: 보통 무리를 이루어 생활한다. 땅에 떨어진 씨앗 등을 즐겨 먹는다. 특징: 다른 종과 쉽게 구별된다. (수컷 겨울 깃) 암컷과 비슷하지만 얼굴이 흑갈색이며 가슴의 오렌지색이 더 진하다. 박종길. 야생조류 필드가이드 569p. 자연과생태, 2016



콩새(Hawfinch)
학명: *Coccothraustes coccothraustes*
크기: 15~16cm
서식: 국내에서는 흔한 겨울철새다. 10월 중순부터 도래해 월동하며, 4월 초순까지 통과한다.
행동: 작은 무리를 지어 월동하며 경계심이 강하다. 도시 공원, 마을의 고목, 농경지 주변의 야산에 날아들어 나무 위와 땅 위에서 식물의 종자를 먹는다.
특징: 머리와 부리가 크고 꼬리가 짧은 땅딸막한 체형이다.

박종길. 야생조류 필드가이드 584p. 자연과생태, 2016



*천연기념물 제237호

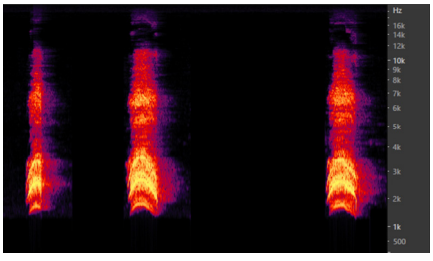
원앙(Mandarin Duck)
학명: *Aix galericulata*
크기: 42.5~45cm
서식: 흔한 텃새이며, 흔한 겨울철새다.
행동: 번식기에는 고목이 있는 산간계류에서 서식하며, 겨울철에서 강, 바닷가, 저수지에 무리지어 찾아든다.
특징: 깃 색이 매우 복잡해 다른 종과 혼동이 없다. (수컷) 부리는 붉은색이며 끝이 흰색이다. 수컷의 변환깃은 암컷과 같지만 부리가 붉은색이다.

박종길. 야생조류 필드가이드 56p. 자연과생태, 2016

3_여름철새 울음소리 소노그램 및 생태적 특성

여름철새(Summer Visitor)는 봄에 동남아시아의 여러 나라에서 긴 여행을 떠나 한반도에 도착한 후 여름에 둥지를 틀고 번식하는 종이다. 번식 후 가을이 되면 어린 개체와 함께 다시 남부로 이동한다. 대부분 깃털이 아름다운 소형 조류가 여름철새로 찾아온다. (박종길. 야생조류 필드가이드. 자연과생태, 2016)

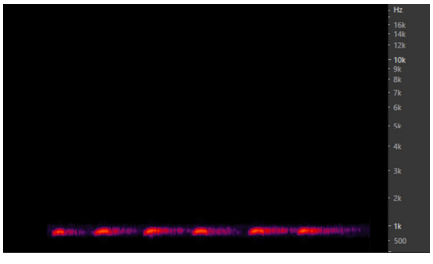
연구기간 내에 탐지된 겨울철새 중 8종을 선정하였고, 각각의 소노그램 및 생태적 특성은 다음과 같다.



*서울시 보호종

꾀꼬리(Black-naped Oriole)
학명: *Oriolus chinensis*
크기: 27cm
서식: 국내에서는 흔한 여름철새로 5월 초순부터 9월 하순까지 관찰된다.
행동: 주로 활엽수림에서 생활한다. 번식기에는 아름다운 울음소리를 내며 일정한 세력권을 갖는다.
특징: 전체적으로 노란색이며 다른 종과 혼동이 없다.

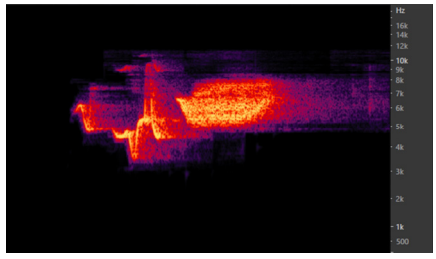
박종길. 야생조류 필드가이드 392p. 자연과생태, 2016



*천연기념물 제324-3호

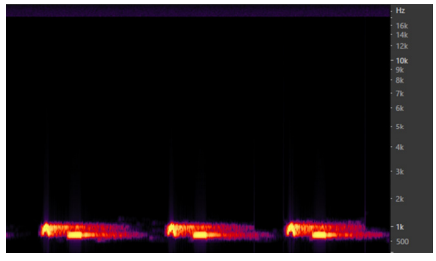
솔부엉이(Northern Boobook)
학명: *Ninox japonica*
크기: 27.5~30cm
서식: 국내에서는 흔한 여름철새로 4월 중순부터 10월 하순까지 관찰된다.
행동: 평지와 산지의 숲속에 서식한다. 낮에는 나뭇가지에서 휴식을 취하고, 어두워지면서 활동한다.
특징: 몸 윗면은 진한 흑갈색, 몸 아랫면은 흰색이며 큰 흑갈색 세로 줄무늬가 있다. 암수가 거의 같은 색이다.

박종길. 야생조류 필드가이드 351p. 자연과생태, 2016



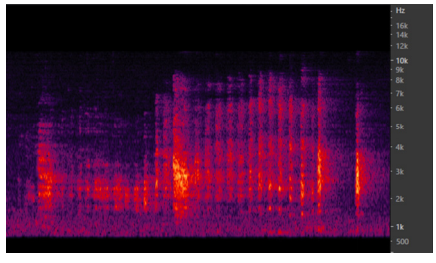
산솔새(Eastern Growned Warbler)
학명: *Phylloscopus coronatus*
크기: 12.5~13cm
서식: 흔한 여름철새이며 흔한 나그네새다. 4월 중순부터 9월 하순까지 관찰된다.
행동: 수컷은 번식기에 지저귀면서 수관층을 이동하며 벌레를 잡아먹는다. 두견이과 조류의 탁란 대상이 된다.
특징: 몸 윗면은 노란색 기운이 강한 녹갈색, 머리는 등보다 진하며, 녹회색 머리중앙선이 있다. 눈썹선은 황백색이다.

박종길. 야생조류 필드가이드 473p. 자연과생태, 2016



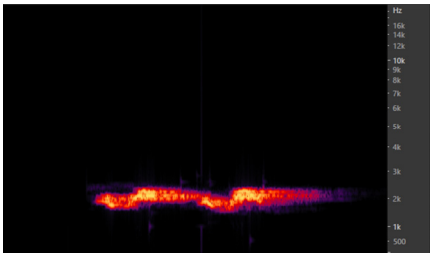
뻐꾸기(Common Cuckoo)
학명: Cuculus canorus
크기: 31~32.5cm
서식: 산지와 인접한 개방된 곳에서 서식하는 흔한 여름철새다. 5월 초순에 도래해 번식하고, 9월 중순까지 관찰된다.
행동: 주로 붉은머리오목눈이 둥지에 알을 낳으며(탁란), 나뭇가지 위 또는 지상에서 곤충을 잡아먹는다. 울음소리로 다른 뻐꾸기 류와 쉽게 구분된다.
특징: 날개는 폭이 좁고 길며, 머리, 몸 윗면, 가슴은 청회색이다. 배는 흰색이며 가늘고 검은 가루 줄무늬가 있다. 홍채는 노란색이며 노란색 눈테가 있다.

박종길. 야생조류 필드가이드 335p. 자연과생태, 2016



파랑새(Oriental Dollarbird)
학명: *Eurystomus orientalis*
크기: 28~29.5cm
서식: 국내에서는 비교적 흔한 여름철새다. 5월 초에 도래하며, 9월 중순까지 관찰된다.
행동: 큰 나무가 자라는 숲 가장자리에 서식한다. 번식철에 쌍을 이루어 "켁 켁 켁" 하는 특이한 소리를 내며 허공에서 구르듯이 재주를 부린다. 보통 높은 나뭇가지, 전깃줄에 앉아 먹이를 찾는다.
특징: 전체적으로 청록색이며 머리가 검은색이다. 다른 종과 혼동이 없다.

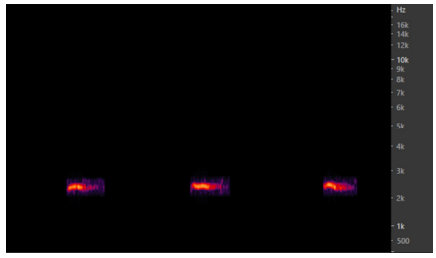
박종길. 야생조류 필드가이드 361p. 자연과생태, 2016



*멸종위기야생생물 II급

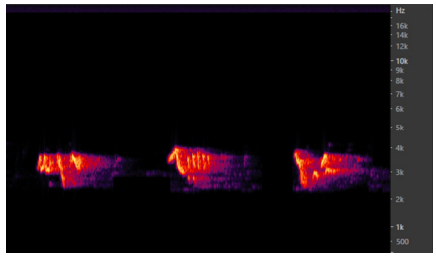
팔색조(Fairy pitta)
학명: *Pitta nympha*
크기: 18cm
서식: 국내에서는 남부 도서지방 및 남부 내륙에서 드물게 번식하고, 매우 드물게 중부 내륙에서 번식하는 여름철새다.
행동: 수목이 울창한 산림에 서식한다. 습하고 어두운 곳을 좋아한다. 둥지는 인적이 없는 어두운 계곡의 바위틈에 나뭇가지와 이끼를 이용해 만든다.
특징: 몸에 비해 머리가 크고 꼬리가 짧다. 머리는 적갈색이며 가는 검은 머리중앙선이 있다.
실태: 세계자연보전연맹 적색자료목록에 취약종으로 분류된 국제보호조다.

박종길. 야생조류 필드가이드 376p. 자연과생태, 2016



호랑지빠귀(White's Thrush)
학명: *Zoothera aurea*
크기: 28~30cm
서식: 국내에서는 낮은 산에서 높은 산림지대까지 서식하는 흔한 여름철새이며 일부 월동한다.
행동: 단독으로 생활한다. 겁이 많으며 어둡고 습한 곳을 선호한다. 숲속에서 생활하고 때로는 도심 정원에서도 볼 수 있다. 지렁이와 곤충류를 즐겨 먹는다. 번식기에는 새벽과 늦은 밤에 "히 히 히" 하는 구슬픈 소리를 낸다.
특징: 몸 윗면은 황갈색이며 깃 가장자리는 초승달 모양의 검은 무늬가 흩어져 있다. 다른 종과 혼동이 없다.

박종길. 야생조류 필드가이드 494p. 자연과생태, 2016



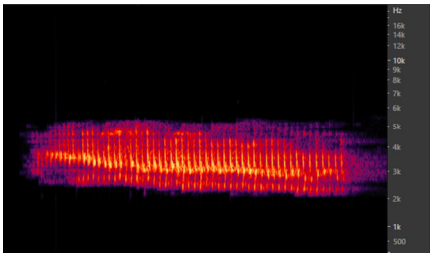
*서울시 보호종

흰눈썹황금새(Yellow-rumped Flycatcher)
학명: *Ficedula zanthopygia*
크기: 13cm
서식: 국내에서는 주로 중부 이북에서 번식하는 드문 여름철새다.
행동: 녹음이 우거진 숲속, 도심 속의 정원에서 생활한다. 울창한 숲에서는 모습을 관찰하기 힘들지만, 울음소리로 위치가 확인되는 경우가 많다.
특징: 암수 구분이 가능하다. (수컷) 몸 윗면은 검은색, 눈썹선은 흰색, 허리와 위꼬리덮깃은 노란색이다. (암컷) 몸 윗면은 올리브 갈색, 허리는 노란색, 몸 아랫면은 흰색 바탕에 매우 흐린 노란색 기운이 있다.

박종길. 야생조류 필드가이드 533p. 자연과생태, 2016

4_나그네새 울음소리 소노그램 및 생태적 특성

나그네새(Passage Migrant)는 한반도보다 북쪽 지방에서 번식하고, 동남아시아, 호주 등지에서 월동하는 종이다. 번식을 위해 봄철 한반도를 잠깐 스쳐 지나가기 때문에 여름철에는 볼 수 없고, 북방에서 번식을 마친 후 가을에 동남아시아로 이동할 때 한반도의 숲과 해안가에 잠시 모습을 드러낸다.(박종길. 야생조류 필드가이드. 자연과생태, 2014) 연구기간 내에 탐지된 나그네새 중 1종을 선정하였고, 소노그램 및 생태적 특성은 다음과 같다.



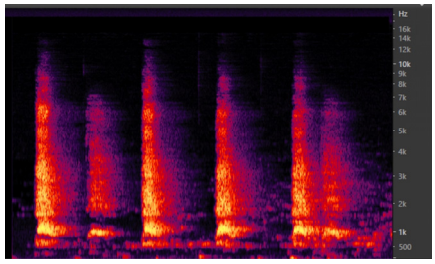
울새(Rufous-tailed Robin)
학명: *Larvivora sibilans*
크기: 13.5cm
서식: 흔하게 통과하는 나그네새다. 봄철에는 5월 초순부터 5월 하순까지, 가을철에는 10월 중순부터 11월 초순까지 통과한다.
행동: 다양한 환경의 숲속에 서식한다. 어두운 숲 내부의 바닥에서 먹이를 찾으며 꼬리를 위아래로 떠는 행동을 한다. 민첩하게 이동하며 낙엽, 흙을 파헤쳐 곤충을 잡는다. 봄철 이동시기에 울새 특유의 "투루루루-" 하는 소리를 내지만 밝은 장소로 잘 나오지 않아 관찰이 어렵다.
특징: 암수 색깔이 같다. 몸 윗면은 균일한 갈색이며 꼬리는 적갈색이다. 꼬리가 짧다. 눈 앞쪽으로 불명확하게 때 묻은 듯한 흰 눈썹선이 있다. 흰색 눈테가 비교적 선명하다.

박종길. 야생조류 필드가이드 511p. 자연과생태, 2016

5_포유류 울음소리 소노그램 및 생태적 특성

포유류의 조사는 흔적(족적, 배설물, 털 등)을 통해서 이루어지는 경우가 많다. 소리를 빈번하게 내는 종이 다양하지 않기 때문에 생물음향 모니터링 기법을 통해 다양한 종의 포유류를 탐지하기에 한계가 있다.

연구기간 내에 탐지된 포유류 2종의 소노그램 및 생태적 특성은 다음과 같다.



고라니(Water deer)

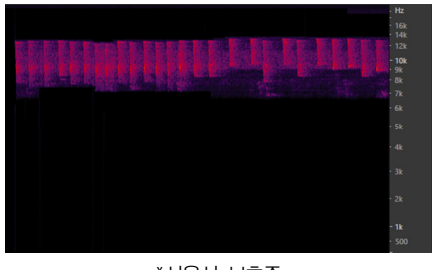
학명: *Hydropotes inermis*

서식: 세계에서 우리나라와 중국 양쯔 강 일부 유역에만 분포하며 우리나라에 특히 많이 살아 한국의 대표적인 야생동물로 볼 수 있다. 제주도에서는 살지 않는다.

생활: 물억새가 무리지어 자라는 강가처럼 물이 있는 땅을 좋아하며, 논밭 근처 낮은 산에도 많이 산다.

특징: 암수 모두 뿔이 없으며 수컷은 날카로운 송곳니가 밖으로 길게 나와 있다. 꼬리는 암수 모두 5~10cm로 매우 짧다.

최태영, 최현명., 흔적으로 찾아가는 야생동물 생태 기행 야생동물 흔적 도감 193p. 돌베개, 2007



*서울시 보호종

다람쥐(Siberian chipmunk)

학명: *Tamias sibiricus*

서식: 우리나라에서 가장 흔하게 볼 수 있는 야생 포유류다.

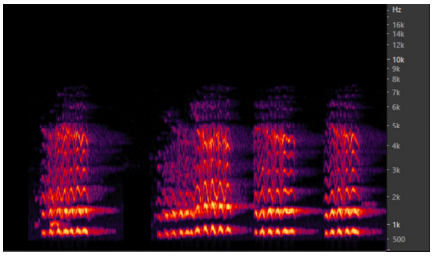
생활: 나무에도 잘 올라가지만 주로 땅 위에서 생활하며, 돌 틈에 난 구멍이나 굴을 파고 들어가 숨는다.

특징: 누런 바탕에 등에는 진한 밤색 줄무늬가 굵게 나 있고 꼬리가 크다.

최태영, 최현명., 흔적으로 찾아가는 야생동물 생태 기행 야생동물 흔적 도감 82p. 돌베개, 2007

6_양서류 울음소리 소노그램 및 생태적 특성

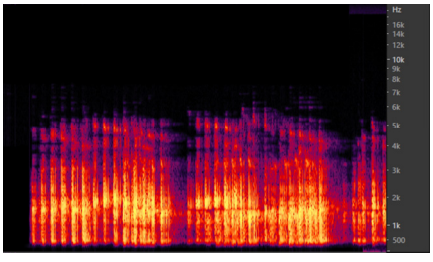
양서류는 물과 육지를 오가며 살아갈 수 있는 생태를 지닌 동물로 생물음향 모니터링 기법을 이용하여 서식 및 출현 여부를 확인하기 수월하다.
연구기간 내에 탐지된 양서류 3종의 소노그램 및 생태적 특성은 다음과 같다.



*서울시 보호종

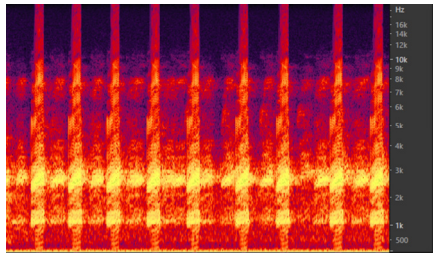
북방산개구리(Dybowski's brown frog)
학명: *Rana dybowskii*
서식: 전지역의 하천과 계류에서 볼 수 있다.
생활: 겨울에는 계류나 하천의 물속 바위 밑 또는 낙엽이 쌓인 곳에서 겨울잠을 자다가, 봄에 경칩을 전후하여 물이 많이 고여 있는 저지대의 논에 집단으로 산란한다. 여름철에는 큰 바위 밑에 은신하고 있다가 밤에 활동한다.
특징: 배면의 선은 바깥쪽이 뚜렷이 구부러져 있고, 눈동자 뒤쪽으로 검은 무늬가 있는 것이 특징이다.

심재한. 생명을 노래하는 개구리 198p. 다른세상, 2001



참개구리(Black-spotted pond frog)
학명: *Rana nigromaculata*
서식: 우리나라에서는 전국적으로 평지의 논에 살고 있다.
생활: 번식기가 되면 논과 같이 얕게 고인 물에 많은 수가 모여 산란한다. 알 덩어리 하나에 약 1,000개 정도의 알이 들어 있다.
특징: 등의 바탕색은 개체에 따라 변이가 많다. 대개 녹색, 갈색, 연한 회갈색 그리고 황색으로 되어 있다. 등 중앙선에는 주둥이 끝에서 항문까지 연한 색의 세로줄이 있다.

심재한. 생명을 노래하는 개구리 183p. 다른세상, 2001



청개구리(Tree frog)

학명: *Hyla japonica*

서식: 우리나라에서는 전국적으로 분포한다.

생활: 주로 평지에서 살며, 번식기 이외에는 관목이나 풀잎 위에서 생활한다. 고사목이 부식된 곳에서 겨울잠을 자고, 5월경 모내기가 끝난 뒤 논으로 모여들어 산란한다.

특징: 보통은 등 쪽이 녹색을 띠고 있지만, 황록색 바탕에 진한 녹색이나 흑갈색의 불규칙한 무늬가 있는 것도 있다. 수컷의 인두 부근에는 커다란 울음주머니가 있고 암컷은 없다. 앞뒤 발가락에 둥근 흡판이 발달되어 있어 나무나 유리를 잘 타고 내린다.

심재한. 생명을 노래하는 개구리 167p. 다른세상, 2001

04. 연구결과 활용방안

1_현장 교육 및 해설 관련 시설 생물소리 활용

본 연구의 연구대상지에는 현장 안내 및 서식 생물종 소개를 위한 시설이 모두 글자 형태로 제작되어 있는 실정이다. 현장에 서식하는 다양한 생물들의 소리를 버튼 형태로 들을 수 있는 해설판이 탐방로에 더해진다면 글자로만 제작된 해설판보다 전달력도 높아질 것이다. 현장에서 생태수업이 진행될 때, 생물소리가 담긴 해설판은 생동감 있는 교육 분위기를 조성할 것이다. 또한, 생물종의 소리는 현장에서 운영되는 생태교육 자료로 활용이 가능하다. 조류를 주제로 프로그램이 운영될 경우 수업은 대부분 실외에서 진행된다. 특성상 현장에 다양한 종의 조류가 보이지 않을 경우 프로그램 참여자의 만족도는 낮아질 수 있다. 현장에서 볼 수 있는 종들의 소리를 휴대폰 또는 태블릿으로 들려준다면 프로그램 운영에 있어 부족한 부분을 채워줄 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

2_생물음향 모니터링 기법을 이용한 자원조사

1) 천연기념물 및 멸종위기종 탐지 가능

본 연구결과 천연기념물 6종, 멸종위기야생생물Ⅱ급 2종이 확인되었다. 이 중 야행성 조류가 3종(소쩍새, 솔부엉이, 수리부엉이)이다. 반면, 생물모니터링, 정밀변화관찰 등의 자원조사는 대부분 주간에 현장에서 이루어진다. 서울시에서 매년 추진해온 생물모니터링에 생물음향 모니터링 기법이 더해진다면 야행성 조류를 포함한 천연기념물과 멸종위기종의 정밀한 탐지가 가능할 것이다.

2) 기후변화 민감종 중심 데이터 축척 가능

양서류의 출현은 기온의 변화와 연관되어 관심을 받는 분류군이다. 특히, 경칩 때만 되면 북방산개구리의 산란 소식이 보도 자료로 나오고 있다. 한편, 산란 여부 확인은 현장에서 이루어지지만 본 연구는 생물음향장비를 통해 산란 전에 나타나는 개구리울음을 녹음할 수 있었다. 기후변화 민감종은 양서류에만 그치지 않는다. 매미 역시 기후변화에 영향을 받으면서 매년 번식울음 시기가 주목받고 있다. 이에 따라 생물음향 모니터링 기법을 이용한 연구 사례가 있다. 김윤재·기경석(2018)은 기후변화에 의한 참매미 번식울음 시기 변화 연구를 통해 참매미를 대상으로 기후변화에 의한 생물계절 변화를 밝혔다. 따라서 본 연구결과에서 제시한 양서류 출현 지역을 기초로 하여 향후 생물음향 모니터링이 지속적으로 이루어진다면 기후변화시대에 대응할 수 있는 기초자료를 확보할 수 있을 것이다.

3_친환경 정책 지표 및 인식 개선 활용

본 연구에서 수집된 생물종 중심의 자연의 소리는 시의 친환경 정책의 지표 및 시민의 정서적 안정 고양에 활용될 수 있으며 특히 널리 홍보된 자연의 소리를 통해 시민에게 서울 내에 주거 환경이 개선되고 있다는 인식을 줄 수 있다. 최근 연구결과에 따르면 인간의 활동에 의해 발생하는 소음으로 인하여 다양한 생물들의 삶이 큰 영향을 받고 있다. 따라서 향후 도심 내의 소음 공해를 줄이는 정책 추진과 도심에서 느낄 수 있는 자연의 소리가 장기적으로 수집되어야 할 가치가 있다는 관점이 필요하다.

참고문헌

김윤재, 2018, “도시와 산림지역 매미과 번식울음 차이 연구”, 「환경생태학회지」, 32권 6호, pp.698~708, 환경생태학회.

김지연, 2017, “자연공원과 도시공원의 Soundscpae 특성 차이”, 「환경생태학회지」, 31권 1호, pp.112~118, 환경생태학회.

Gandhi, D. K., 2019, “Noise Pollution, Awareness, Prevention and Contral”, Prevention and Contral.“ Prevention and Control, (April 19, 2019).

심재한, 2007,「심재한 박사의 양서류 이야기 생명을 노래하는 개구리」, 다른세상.

박종길, 2016,「야생조류 필드 가이드」, 자연과 생태.

최태영·최현명, 2007,「흔적으로 찾아가는 야생동물 생태 기행 야생동물 흔적 도감」, 돌베개.

작은연구 좋은서울 19-17

들어봐!
이게 서울의 자연소리야!!

발행인 서왕진
발행일 2020년 8월 12일
발행처 서울연구원
비매품

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

이 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.