



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

한라산 노로오름 인근 습지와 물чат오름 습지
환경요인과 조류 군집과의 관계

제주대학교 교육대학원

생물교육전공

정 영 훈

2020년 8월

한라산 노로오름 인근 습지와 물참오름 습지 환경요인과 조류 군집과의 관계

지도교수 오 홍 식

정 영 훈

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함.

2020년 6월

정영훈의 교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장

위 원

위 원

안 근익

강 경희

오 홍식



제주대학교 교육대학원

2020년 6월



The relationship of the habitat environment in
Noro Oreum wetland and Mulchat Oreum wetlands
on the bird population in Mt. Halla

Hoon-Young Jeong
(Supervised by professor Hong-Shik Oh)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the
degree of Master of Education

2020. 6.

This thesis has been examined and approved.

Keunjae Ahn

Thesis director, Keun-Jae Ahn. Prof. Faculty of Science Education

Kyunghee Kang

Hongshik OH

June 2020

Department of Biology Education
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

한라산 노로오름 인근 습지와 물чат오름 습지
환경요인과 조류 군집과의 관계
정 영 훈

제주대학교 교육대학원 생물교육전공
지도교수 오 흥 식

본 연구는 2018년 3월부터 2020년 2월까지 한라산 국립공원 내에 있는 물чат오름 습지와 노로오름 인근 습지에서 산림환경구조와 기상, 먹이원과 조류군집과의 관계를 밝히기 위하여 이루어졌다. 연구결과, 서식이 확인된 조류는 총 66종 745개체였으며, 지역별로는 노로오름 인근 습지에서 62종 711개체, 물чат오름에서 37종 231개체로 두 지역간 종수와 개체수에서 많은 차이가 있는 것으로 나타났다. 관찰된 종과 기온과 강수량과의 관계를 분석한 결과, 겨울철 기온과 강수량이 낮아질 때 종수가 가장 적었고, 기온과 강수량이 높아지는 여름철에 종수가 많은 것으로 나타났다. 카메라트랩 조사결과 카메라트래핑 조사로만 관찰된 조류는 솔부엉이, 소쩍새를 포함한 7종이었고, 조류와 인간활동과의 관계를 보면 조류는 주로 오전 6시에서 7시, 오후 12시에서 14시 사이에 출현하였으며, 한 낮에 탐방객이 출현함에 따라 습지에서 모습을 감추었다가 해 뜨기 전과 해 질 무렵에 다시 출현하는 것이 확인되었다. 노로오름 일대 습지에는 수서곤충이 많아 조류의 먹이원이 풍부하여 이 지역 일대를 조류가 선호하는 것으로 나타났다. 다른 야생동물들에 비해 서식지의 이동이 비교적 원활한 조류는 기온과 강수량의 증가 혹은 감소에 따라 민감하게 반응하는 것으로 판단된다. 산림 조류의 출몰 시간은 연주기적 일조반응에 따라 일출 때 활동을 시작했다가 일몰 때 활동을 하지 않는 것으로 나타났는데 인간이 출현하는 시간대에서는 조류의 출몰이 낮아지는 것으로 확인되어 이를 통해 인간의 인위적 간섭이 조류의 행동패턴에 영향을 줄 수 있다는 것이 확인되었다. 결론적으로 습지 내 서식하는 조류의 군집은 기온, 강수량, 먹이원 등의 환경요인과 밀접한 관련성이 있음을 시사해주고 있다.

목 차

I. 서론	1
II. 연구 내용 및 방법	3
1. 연구지역	3
2. 연구 방법	4
가. 군집 조사	4
나. 먹이원 조사	4
다. 식생 구조	5
라. 분석 방법	5
III. 결과 및 고찰	8
1. 노로오름 인근 고산 습지와 물чат오름 습지의 조류상	8
가. 조류상	8
나. 이동성에 따른 조류 군집비교	9
다. 서식지 환경	10
라. 생태적 지위에 따른 비교	13
2. 먹이원, 강수, 기온 차이에 따른 조류의 군집 양상	14
가. 먹이원에 따른 조류군집	14
나. 기온과 강수 요인에 따른 조류군집	16
3. 카메라트래핑	20
가. 육안 관찰의 보완 조사	20
나. 출현빈도에 따른 조류의 활동시간 분석	23
다. 인위적 간섭에 따른 조류 출현 양상	27
IV. 참고문헌	29
V. APPENDIX	33

표 목 차

Table 1. The ratio of the number of species by migration type	10
Table 2. Status of nesting and foraging guild in each study region	13
Table 3. Invertebrate species number and individual in two year	15
Table 4. The list of camera trapping captured birds	22

그 립 목 차

Fig. 1. The location of study site in Mt. Halla (Left: Noro-Oreum, Right: Mulchat-Oreum on Jeju island map)	3
Fig. 2. HOBO Research-grade data logging weather station on-board LCD display in a rugged	7
Fig. 3. Dominant species by observation on two study sites	9
Fig. 4. The Noro Oreum bird habitat environment through stock map	12
Fig. 5. The Mulchat Oreum bird habitat environment through stock map	12
Fig. 6. Comparison of temperature with number of species of birds for four seasons over two years	17
Fig. 7. Comparison of rainfall with number of species of birds for four seasons over two years	17
Fig. 8. The correlation between number of species and rainfall on Noro Oreum	18
Fig. 9. The correlation between number of species and rainfall on Mulchat Oreum	18
Fig. 10. The correlation between number of species and temperature on Noro Oreum	19
Fig. 11. The correlation between number of species and temperature on Mulchat Oreum	19
Fig. 12. Photographs of birds that are hard to observe in mountain through camera trapping	23
Fig. 13. Daily activity patterns of birds captured in camera trapping by R studio analysis method	25
Fig. 14. Continued	26
Fig. 15. Analysis of the activity patterns of birds and humans through the R studio method	27

I. 서론

생물이 서식하는 환경은 항상 변화하며 환경의 변화가 생물에게 미치는 영향은 매우 복잡하고 다양할 것이다(Pimm, 1995). 환경변화가 생물에게 미치는 영향을 명확히 알기 위해서는 장기적인 모니터링을 통해 그에 대한 경향을 파악해야 한다. 그러나 국내 장기모니터링 연구는 일부 지역에서만 수행되어 현재까지 연구된 자료는 부족한 실정이며, 연구가 이루어지지 않은 지역에서의 장기 모니터링 자료가 요구되고 있다(국립생태원, 2014). 환경부는 2004년부터 지금까지 제주권, 강원도권, 전라도 해안도서 지역을 중심으로 환경변화에 따른 생태계 변화 현상을 조사해 생태계의 반응을 예측하고 있다. 또한 이에 따른 관리방안을 구축할 목적으로 국가 장기생태연구를 진행하고 있으며, 이를 통해 산란 전 기후조건과 까치의 번식 상관관계, 양서·파충류의 개체수가 서식지와 기상조건에 따라 반응하여 생활양식이 유사한 생물도 지구 온난화에 따라 받는 영향이 다를 수 있음을 제시하였다.

기온, 고도, 강수량, 일사량 등 다양한 환경요인들은 생물종의 서식에 영향을 끼치는 중요한 요소로 알려져 있다. 또한 서식지 환경 중 야생동물이 가장 선호하는 지역으로 알려진 습지는 서식에 적합한 물, 토양, 식생 등의 조건을 갖추고 있다(구, 2018). 일반적으로 조류는 서식지를 선택하는데 다양한 양상을 보인다(채와 박, 2005; Aratrakorn et al., 2006; Barlow, J et al., 2007). 특히, 산림성 조류는 온도와 같은 물리적 환경의 효율성 그리고 강우량 등의 영향을 받는다(Moss, 1978; 최와 김, 1991; Lee et al. 2004). 따라서 조류 서식처로서의 습지의 조건은 깊이, 수질, 먹이와 은신처 제공, 포식자의 존재 등의 요소에 의해 결정된다(김 등, 2010).

한라산 국립공원에서 지금까지 이루어진 연구로는 조류의 분포와 서식 정보 및 군집구조 분석 등에 대한 연구가 주를 이루고 있어(윤과 박, 1986; 소와 박, 1987; 오, 2001; 김 등, 2001; 오 등, 2002; 김 등, 2004; 전 등, 2007, 오 등, 2010; 강 등, 2011; 김 등, 2011), 계절, 해발고도, 산림환경 등 조류의 서식환

경을 구성하는 주요 환경 요소에 대한 연구는 이루어진 바 없다.

이에 본 연구에서 한라산국립공원의 산림환경구조와 강수량, 기온, 떡이원 등의 환경요인과 조류 군집과의 관계를 비교하여 밝히고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구지역

연구는 2018년 3월부터 2020년 2월까지 2년간 한라산 국립공원 내 지역의 기후조건에 따라 물의 포화상태가 변화하는 노로오름 인근 계절성 습지(33°22'13.97"N, 126°26'54.76"E)와 연중 내내 계절과 상관없이 영구적으로 습지를 유지하는 물чат오름 습지(33°24'31.51"N, 126°38'6.19"E)에서 이루어졌다(Fig. 1).

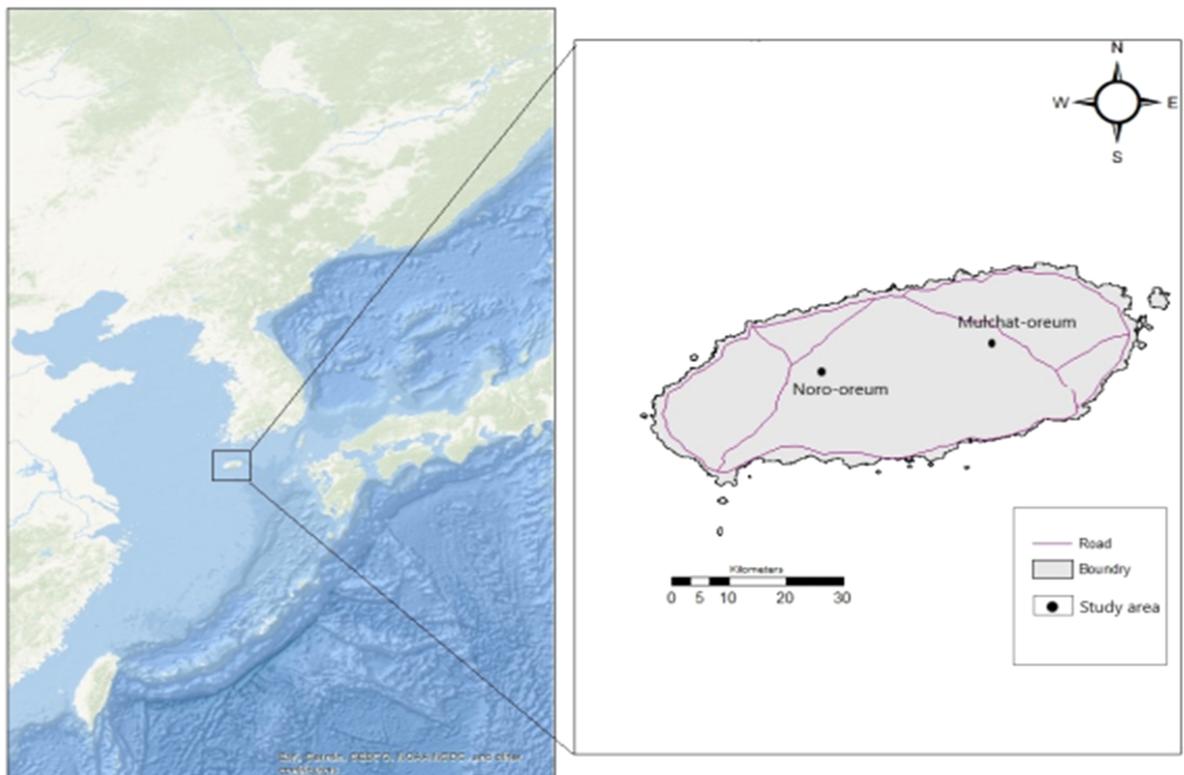


Fig. 1. The location of study site in Mt. Halla(Left: Noro-oreum, Right: Mulchat-oreum on Jeju island map).

2. 연구 방법

가. 군집 조사

1) 선조사법

산림성 조류는 조류의 활동성이 높은 오전 시간에 탐방로를 따라 도보로 시속 2km 내외로 이동하면서 쌍안경 및 망원경($\times 15\sim 45$, Nikon)을 이용하여 목격한 개체 및 소리를 기록하였으며, 차량 이동 중 관찰되는 종도 기록하였다. 또한 습지와 인접한 지역은 정점조사법을 병행하여 조사하였다.

2) 카메라트래핑

카메라트래핑에 사용한 무인센서카메라(Lti-6210)의 촬영설정은 1회 센서 감지에 2컷으로 설정하였고, 센서 재감지 간격은 1분으로 설정하였다. 또한 개체의 정확한 동정을 위해 동영상 촬영을 하였다. 촬영시간은 서울(Seoul) 표준 시각으로 설정하였으며, 50X50m 방형구 내에 개체의 관찰이 용이하도록 카메라 설치 시 지지대는 2m 이상의 높이에서 교목, 관목, 습지, 초지 등의 서식지 길드별로 나눠서 상시 모니터링을 실시하였다.

나. 먹이원 조사

저서성 대형무척추동물의 채집은 면적이 좁거나 교란요인으로 고산습지의 훼손 가능성이 높아 뜰채(망목 1mm)를 이용하여 각 조사지점에서 정량화 채집을 실시하였다. 채집된 저서성 대형무척추동물 시료는 현지에서 95% ethanol에 고정하였고, 실험실로 운반하여 고르기(strting)를 한 후 80% ethanol에 옮겨 보존하였다. 각 분류군 중 수서곤충은 윤(1995, 1998), 원 등(2005)을 참고

하여 동정하였다. 동정된 학명의 체계 및 국명은 한국곤충명집(한국곤충학회, 1994)을 참고하였다.

다. 식생구조

식생은 산림청 제5차 임상도를 이용하여 연구지역 내의 식생정보를 파악하였다. 조사구는 한라산 국립공원의 고도와 식생을 고려하여 고도가 낮은 지역인 물чат오름(고도 580-610m 구간)과 고산습지인 노로오름 습지(고도 900-950 m 구간)에 각각 활엽수림, 침엽수림, 혼효림 지역에 조사구를 1개씩 총 6개 설정하였다. 전체 조사지역을 수종 구성에 따라 활엽수림(활엽수림의 비율이 50%이상), 침엽수림(침엽수 비율이 50%이상), 혼효림(혼효림 비율이 50%이상)으로 세분화하였다.

라. 분석방법

1) 우점도, 종다양도

집단 내 각종에 대한 우점도 비교는 Brower *et al.*(1990)에 의한 우점도(RD, Relative species density)를 이용하였다. 우점도는 관찰된 모든 조류의 최고 관찰수를 합한 최대 합 계수를 기준으로 산출하였다. 우점도는 아래의 공식을 이용하여 산출하였다.

$$RD = n/N \times 100 \quad (n: \text{특정종의 개체수}, N: \text{전체 종의 개체수})$$

종다양도 지수(Species diversity)는 Shannon and Weaver(1949)에 의한 H'

(Index of Shannon diversity)를 아래와 같은 공식을 이용하여 산출하였다.

$$H' = -\sum(n/N)\ln(n/N) \text{ (n: 지역 한 종의 개체수, N: 지역의 총 개체수)}$$

2) 길드 군집 분석

조류 군집에 대해 각 조류가 동지를 짓는 장소와 먹이를 먹는 장소에 따라서 영소 길드(nesting guild)와 채이 길드(foraging guild)로 각각 구분하여 분석하였다(Lee, 1996). 영소 길드는 수관(C, canopy), 지상 및 하층식생(GS, ground-shrub), 수동(H, hole), 암벽(CL, cliff) 등에서 번식하는 집단으로 각각 구분하였다(최 등, 2007). 또한 채이 길드는 엽층을 탐색하여 먹이를 찾는 무리(FS, foliage searcher), 지상 및 하층 식생에서 먹이를 찾는 무리(GF, ground-shrub forager), 공중에서 곤충을 잡아먹는 무리(AI, aerial insect pursuer), 딱다구리류와 같이 나무줄기를 파서 먹이를 먹는 무리(TD, timber drillers) 등 산림성 조류의 주요 채이 위치에 따라 구분하였으나 이에 해당되지 않는 무리는 사냥(HP, hunting predators), 잠수(DI, divers) 등 행동에 의한 채이 길드로 구분하였다(최 등, 2007). 각 종에 대한 영소 및 채이 길드는 고정적인 것이 아니라 본 연구지역에서 나타난 종의 습성에 대해서만 적용될 수 있으며, 빠꾸기와 같이 영소 길드를 결정하기 힘든 경우에는 분석에서 제외하였다.

3) 기온, 강수량 및 생태변화 요인 측정

조사 지역의 기온 변화를 관찰하기 위한 HOBO 온습도 기록계(RX3000, On-Set Computer Corporation, Porasset, MA, USA)를 조사구별로 1개씩 설치하였다. 연구기간 동안 HOBO의 측정 간격을 60분으로 설정하여 매월 1회씩 HOBO 사이트에 연결하여 자료를 수집하였다(Fig. 2).



Fig. 2. HOBO: Research-grade data logging weather station on-board LCD display in a rugged.

4) 통계분석

조사한 자료는 Linear Regression 분석 방법에 의한 정규분포 검정을 수행하여 유의도 $0.05(P < 0.05, df=2)$ 수준에서 유의차가 발생하지 않은 자료만을 대상으로 이원분산분석(Two-way ANOVA)으로 조사구별 유의차 여부를 검정하였고, 모든 통계분석은 Excel 2018과 SPSS 20.0 프로그램을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 노로오름 인근 습지와 물чат오름 습지의 조류상

가. 조류 출현 현황

노로오름 고산 습지 인근 및 물чат오름 습지에서 관찰된 조류는 총 66종 745 개체였다(Appendix, 1). 지역별로는 노로오름 인근에서 62종 711개체, 물чат오름에서 37종 231개체였다. 관찰된 조류 중 상위 5% 이상을 차지하는 우점종은 방울새 *Carduelis sinica*, 제비 *Hirundo rustica*, 동박새 *Zosterops japonicus*, 노랑턱멧새 *Emberiza elegans*, 박새 *Parus major*였다(Fig. 3). 물чат오름 인근 습지는 노로오름 인근 고산습지에 비해 출현하는 종이 단순한 것으로 나타났다는데, 이는 접근이 어려워 인적이 드물었던 물чат오름에 진입도로가 개설되어 관광객이 증가한 데에서 기인한 것으로 판단된다. 등산로의 확장은 해당 지역의 수목을 제거하여 조류의 서식에 불리한 조건을 주며(이 등, 1997), 등산객의 잦은 등반행위는 조류의 서식밀도를 낮출 수 있다(이 등, 1989). 이러한 연구 결과들은 원서식지에 인위적 개발이 발생하였을 때, 서식하는 생물종들이 감소 될 수 있다는 것을 보여주는 결과이며(김과 오, 2005; 임 등, 2007; 김 등, 2014), 물чат오름 지역 역시 인위적인 간섭으로 인해 조류의 서식에 부정적인 영향요인으로 작용한 결과로 해석할 수 있다. 노로오름 고산습지는 물чат오름과는 달리 인근에 생태적 가치가 높은 1100고지 습지, 숨은물뱅디 습지와 같은 간헐적 습지들이 주변부에 위치하고 있다. 이러한 생태적 환경이 우수한 주변 습지로 인해 습지들은 조류에게 다양한 서식지를 제공함으로써 종 다양도가 높아진다(이 등, 2001; 최 등, 2007). 따라서 인위적 간섭이 적고 생

태적 환경이 우수한 노로오름 고산 습지는 물чат오름 습지보다 안정적인 서식지 요소를 갖추고 있다고 할 수 있겠다.

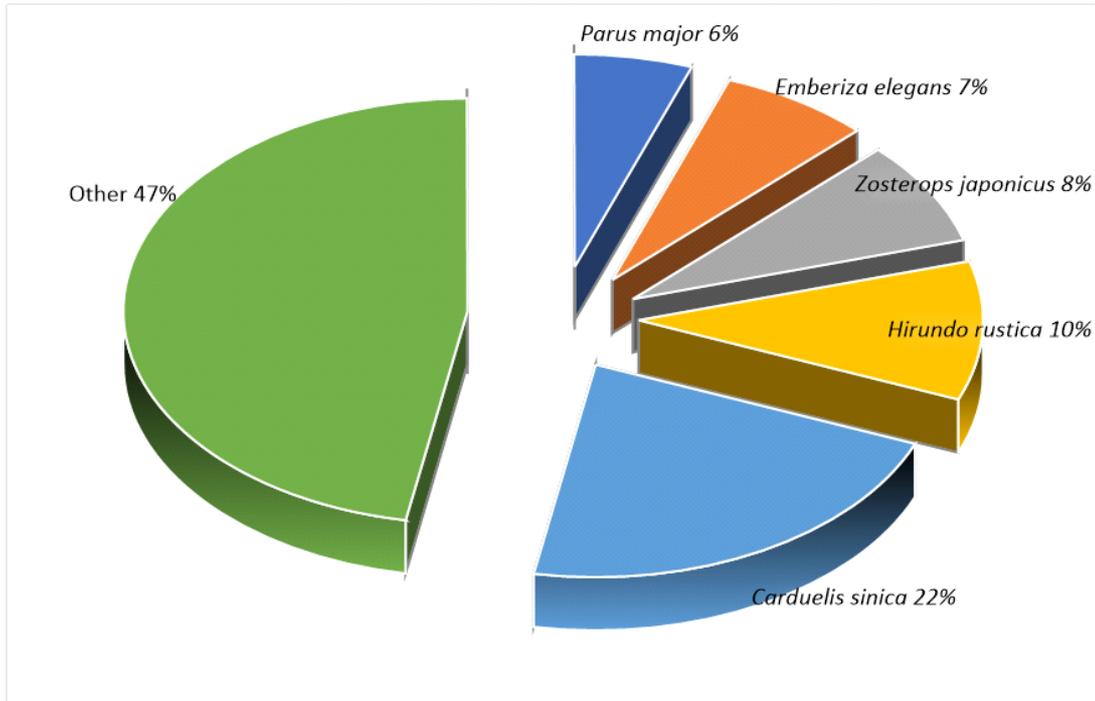


Fig 3. Dominant species by observation on two study sites.

나. 이동성에 따른 조류 군집 비교

이동유형별 구분은 제주지역의 특성을 반영한 이동성에 따라 구분하였다. 두 연구지역에서 확인된 종을 이동유형별로 구분한 결과는 Table 1에 제시하였다.

Table 1. The ratio of the number of species by migration type

Site	Migration type				
	Res	SV	WV	PM	Vag
Noro	53.4%	21.6%	13.3%	18.3%	3.3%
Mulchat	55.7%	37.9%	7.4%	11.1%	

두 연구지역 모두 텃새(Resident, Res)의 비율이 각각 53.4%, 55.7%으로 가장 높았으며, 다음으로 여름철새(Summer visitor, SV) 21.6%, 37.9%, 나그네새(Passage migrant, PM) 18.3%, 11.1%, 겨울철새(Winter visitor, WV) 13.3%, 7.4%, 길잃은새(vagrant)는 노로오름 인근 고산습지에서만 3.3% 비율로 나타났다. 전체적으로 겨울철새의 비율이 낮은 이유는 연구지역의 서식지 특성상 무리를 형성하여 이동하는 물새류의 출현이 적은 산림이라는 환경에서 비롯된 것이라 판단된다(Brown, 1996). 물чат오름 연구지역에서는 여름철새의 비중이 노로오름 인근 고산습지보다 더 높게 나타났는데 이는 연중 담수가 공급되는 산정 화구호가 있어 번식이 가능한 조류들의 출현빈도에 영향을 준다는 연구결과와 유사하였다(Iso and Fujimaki, 1990).

다. 서식지 환경

연구지역의 식생정보는 산림청 산림공간정보 제5차 임상도를 이용하여 분석하였으며, 해당 연구지역의 식생정보는 Fig. 4와 5에 제시하였다. 노로오름 인근 고산습지 지역과 물чат오름 지역의 식생군락은 오름 내,외 분화구의 습원지역을 제외하고 주로 서어나무 *Carpinus laxiflora*, 때죽나무 *Styrax japonicus*, 졸참나무 *Quercus serrata* 등의 활엽수림이 우점하였으며, 일부 지점들은 침엽수림이 포함된 혼효림으로 혼재되어 있었다. 과거 이 등(1992)의 연구에서는 한라산 어리목, 영실, 돈네코 지역에서는 식생 천이가 일어날 것으로 예측하였으나 본 연구지역의 서식지 환경은 과거와 큰 차이를

보이지 않는 것으로 나타났다. 일반적으로 식생구조와 조류군집과는 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있으나(오 등, 2002), 두 연구지역은 식생이 거의 유사하고 제주조릿대 *Sasa quelpaertensis*가 덮여있어 다른 식물이 거의 없어 단순한 식생구조를 이루고 있기에 연구지역에서는 식생분포에 의한 영향보다는 기온, 강수량, 먹이원과 같은 기후 환경적인 요소들이 조류군집에 영향을 끼칠 것으로 해석된다.

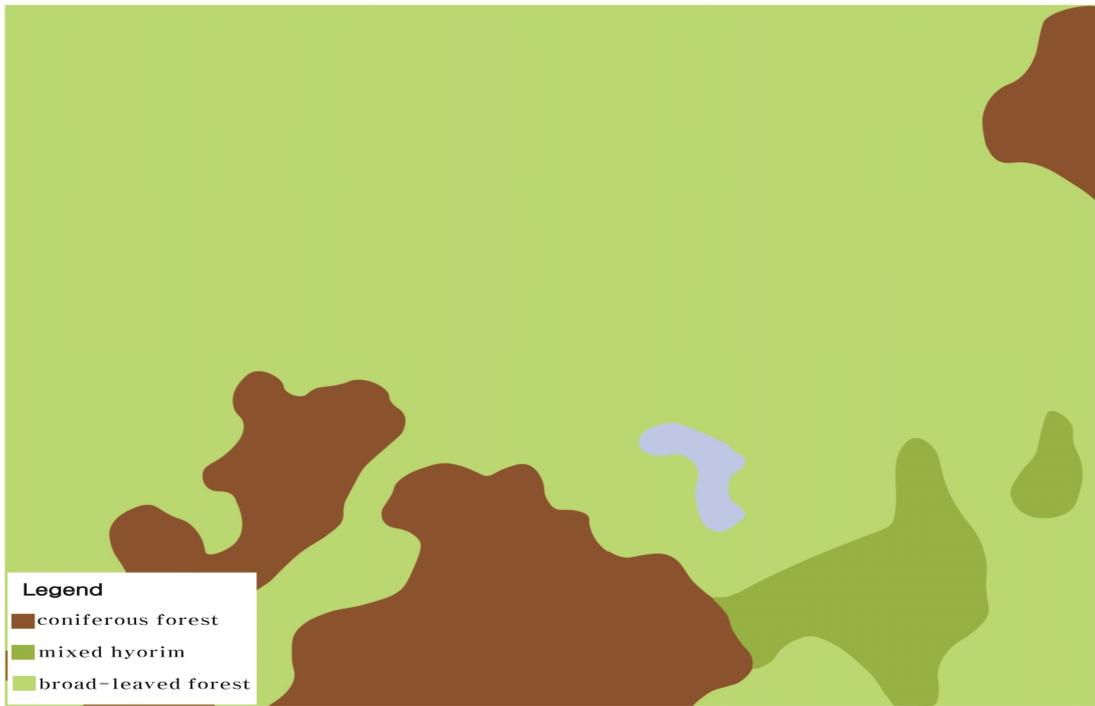


Fig. 4. The Noro Oreum bird habitat environment through stock map.



Fig. 5. The Mulchat Oreum bird habitat environment through stock map.

라. 생태적 지위에 따른 비교

두 지역 간 조류 군집의 영소 길드를 비교했을 때, 노로오름 고산습지 지역과 물чат오름 지역 모두 수관층 영소 길드의 비율이 46.1%, 56%로 높게 나타났으며, 채이 길드의 경우 두 곳의 지역에서 관목층 채이 길드의 비율이 각각 60%, 51.3%로 가장 높았다(Table 2). 이러한 결과는 두 지역 산림환경 구조가 유사하여 조류군집의 길드 구조의 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났으나 종수에 있어서는 현저한 차이가 있었는데 이는 수변과 수목의 수관층을 이용하는 흰배지빠귀 *Turdus pallidus*, 솔딱새 *Muscicapa sibirica*와 같은 종들이 특정 시기에만 습지가 형성되는 계절적 습지 수변부에서 수서곤충과 같은 먹이자원을 취식하기 때문에 노로오름 인근 고산 습지에서 더 많은 종이 관찰되었을 것이라 판단된다(Johnson, 2001). 두 연구지역은 하층식생이 잘 발달되어 있어 관목층에서 먹이자원과 둥지 자원을 얻는 박새, 곤줄박이 *Parus varius*, 방울새와 같은 산림성 조류가 다수 서식하고 있는 것으로 나타났다. 두 연구지역 일대에는 조류가 안정적으로 물을 공급받을 수 있는 수원이 있어 다른 산림 지역보다 조류의 서식지 환경이 적합한 것으로 사료된다.

Table 2. Status of nesting and foraging guild in each study region

Guild	Noro orem wetland	Mulchat orem wetland
	No. of species (dominance, %)	No. of species (dominance, %)
Nesting guild		
Canopy	18 (46.1)	14 (56)
Cliff	2 (5.1)	1 (4)
Ground-shrub	13 (33.3)	5 (20)
Hole	6 (15.3)	5 (20)
Foraging guild		
Aerial insect pusuer	3 (4.6)	2 (5.4)
Diver	3 (4.6)	1 (2.7)
Foliage searcher	15 (23)	11 (29.7)
Ground-shrub forager	39 (60)	19 (51.3)
Hunting predators	4 (6.1)	3 (8.1)
Timber drillers	1 (1.5)	1 (2.7)

2. 먹이원, 강수, 기온 차이에 따른 조류의 군집 양상

가. 먹이원에 따른 조류군집

두 지역에 서식하는 조류의 잠재적인 먹이원으로 추정되는 수서생물은 총 2문 3강 6목 10과 16종으로 나타났다(Table 3). 노로오름 고산습지에서는 2문 3강 6목 10과 16종, 물чат오름 습지에서는 1문 1강 1목 2과 2종이 확인되었다. 물чат오름 습지의 출현종으로는 등검은실잠자리 *Paracercion calamorum*, 왕잠자리 *Anax parthenope julius* 뿐이었으며, 개체수도 매우 적은 것으로 나타났는데, 이는 담수어류의 포식압에 의한 결과에서 비롯된 것이라 판단된다. 노로오름 고산습지에서는 민무늬조개벌레류 *Lynceus biformis*와 가지머리풍년새우류 *Thamnocephalidae* sp.의 서식이 확인되었는데, 두 생물은 건조상태에 대한 내성이 매우 강하여 물이 있다 없는 환경에 노출이 되어도 오래도록 생존가능한 생물이며, 건조시기를 거쳐야 부화하는 독특한 생물이다(Chun and Lien, 2015). 수서곤충은 담수생태계의 1차 또는 2차 소비자 역할과 더불어 조류의 중요한 먹이로 담수생태계의 물질순환과 에너지 흐름에 큰 역할을 담당하고 있다(Batzer, 2013). 따라서, 유량변동이 있는 간헐적 습지인 노로오름 인근 고산 습지 지역은 물чат오름보다 질적인 먹이원 공급에 있어서 유리한 조건을 갖추고 있으므로 조류의 서식환경에도 영향을 줄 것이라 여겨진다.

Table 3. Invertebrate species number and individual in two year

Scientific name	Korea name	2018				2019			
		Spring		Summer		Spring		Summer	
		Noro	Mulchat	Noro	Mulchat	Noro	Mulchat	Noro	Mulchat
Phylum Annelida	환형동물문								
Class Oligochaeta	빈모강								
Order Neoligochaeta	지렁이목								
Family Tubificidae	실지렁이과								
<i>Limnodrilus gotoi</i>	실지렁이			1					
Class Branchiopoda	새각강								
Order Anostraca	무갑목								
Family Thamnocephalidae	가지머리퉁년새우과								
<i>Branchinella kugenunæsis</i>	퉁년새우								
<i>Thamnocephalidae</i> sp.	가지머리퉁년새우류			211		1			
Family Lynceidae	흑머리조개벌레과								
<i>Lynceus biformis</i>	이형민무늬조개벌레			23		21			
Subphylum Hexapoda	육각아문								
Class Insecta	곤충강								
Order Ephemeroptera	하루살이목								
Family Baetidae	꼬마하루살이과								
<i>Cloeon dipterum</i>	연못하루살이			4		24			
Order Odonata	잠자리목								
Family Coenagrionidae	실잠자리과								
<i>Paracercion calamorum</i>	등검은실잠자리						2	2.0	
<i>Ischnura asiatica</i>	아시아실잠자리					7			
Family Aeshnidae	왕잠자리과								
<i>Anax parthenope julius</i>	왕잠자리				1	5	1	1.0	
Family Libellulidae	잠자리과								
<i>Pantala flavescens</i>	뉘장잠자리					10			
Order Hemiptera	노린재목								
Family Corixidae	물벌레과								
<i>Sigara substriata</i>	방물벌레					13			
Family Notonectidae	송장헤엄치게과								
<i>Anisops kuroiwae</i>	남쪽에송장헤엄치게					5			
<i>Notonecta triguttata</i>	송장헤엄치게					2			
Family Dytiscidae	물방개과								
<i>Graphoderus adamsii</i>	아담스물방개					1			
<i>Hydroglyphus japonicus</i>	꼬마물방개	1							
<i>Platambus stygius</i>	제주롱알물방개	1		3					
<i>Rhantus pulverosus</i>	에기물방개							18	
Order Diptera	파리목								
Family Chironomidae	갈따구과								
<i>Chironomidae</i> sp. 1	갈따구류 sp. 1			1		2			
Species number	총종수	2	0	6	1	12	2	2	
individual number	총개체수	2	0	243	1	109	3	3	
Total Species number						16			
Total individual number						358			

나. 기온과 강수 요인에 따른 조류군집

산지습지에서 조류의 서식은 기온과 강수량과 같은 물리적인 요인의 영향을 받는다. 연구기간 동안 노로오름 인근습지와 물чат오름 습지의 계절별 평균 기온 및 강수량을 계절별 조류의 종 출현 현황과 비교한 수치는 Fig. 6, 7과 같다. 노로오름 인근 습지의 년도별 겨울 평균 기온은 -0.44°C , -0.43°C 으로 가장 낮았고 여름에는 20.04°C , 19.16°C 로 가장 높게 나타났으며, 물чат오름 습지의 년도별 겨울 평균 기온은 1.43°C , 1.44°C , 여름철 기온은 21.89°C , 20.68°C 로 계절별 변동성이 뚜렷했다. 노로오름 인근 습지의 년도별 계절 강수량은 봄, $1,546.5\text{mm}$, $1,130.5\text{mm}$, 여름 $1,403.5\text{mm}$, $2,017\text{mm}$, 가을 $1,282.5\text{mm}$, $1,229\text{mm}$, 겨울 552.5mm , 354mm 로 나타났고 물чат오름의 년도별 계절 강수량은 봄, 715.5mm , 650mm 여름, $1,295.5\text{mm}$, $1,439.5\text{mm}$ 가을, 975mm , $1,376\text{mm}$, 겨울, 460mm , 238mm 로 계절별 편차가 뚜렷하게 나타났다. 이에 따른 결과로 조류 종의 출현 빈도가 가장 낮았던 계절은 두 연구지역 모두 기온이 가장 낮고 강수량이 적은 겨울이었고, 조류 종의 출현이 가장 높은 시기는 여름철 강수량이 풍부하고 기온이 높은 여름철로 나타났다. 두 연구지역 습지(i.e., Noro and Mulchat 2018, 2019)의 강수량과 기온을 분석한 결과(Fig. 8, 9, 10, 11), 기온과 강수량이 상승함에 따라 조류 종수도 증가하는 것으로 나타나 종수는 기온과 강수량에 종속되는 것으로 확인되었다($P < 0.05$, $df=2$). 그러나 관찰된 조류 종수는 강수량에 종속되면서도 기온에 비해 덜 영향을 주는 것으로 나타났다는데, 이는 조사지역이 습지라는 서식지 특성이 있어 비가 오는 날에는 수로, 도랑, 계곡부와 산림 임연부를 이용하는 조류들이 습지의 물을 이용할 필요가 없기 때문에 습지 지역의 선호도가 낮아지는 것으로 판단된다.

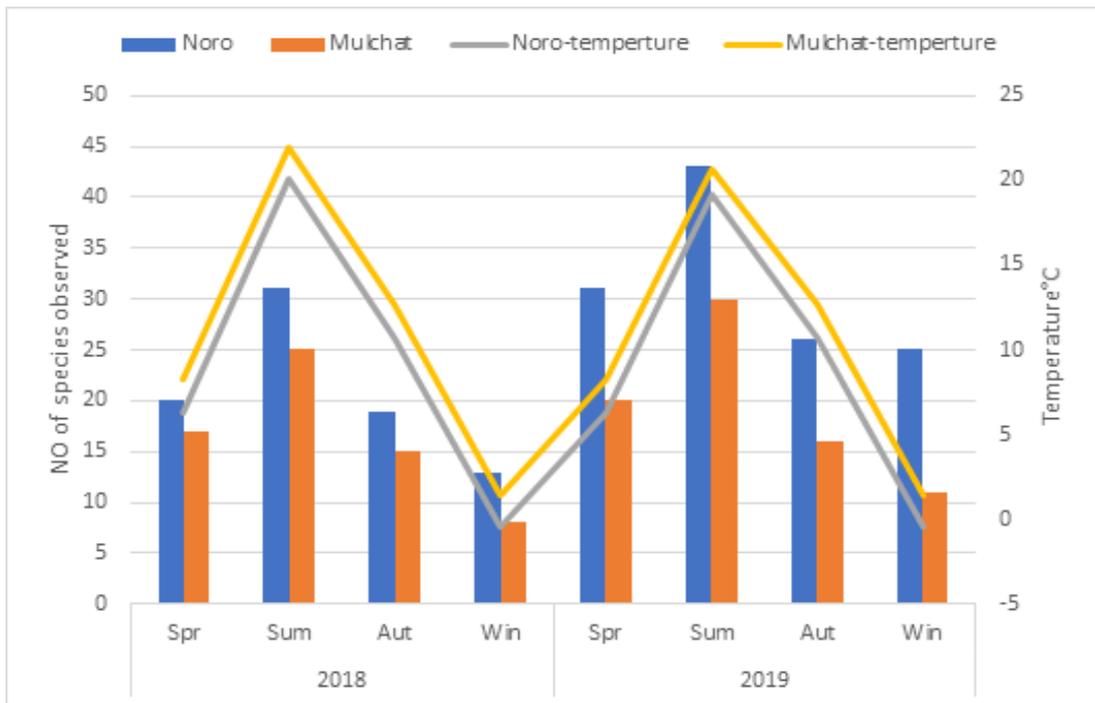


Fig. 6. Comparison of temperature with number of species of birds for four seasons over two years.

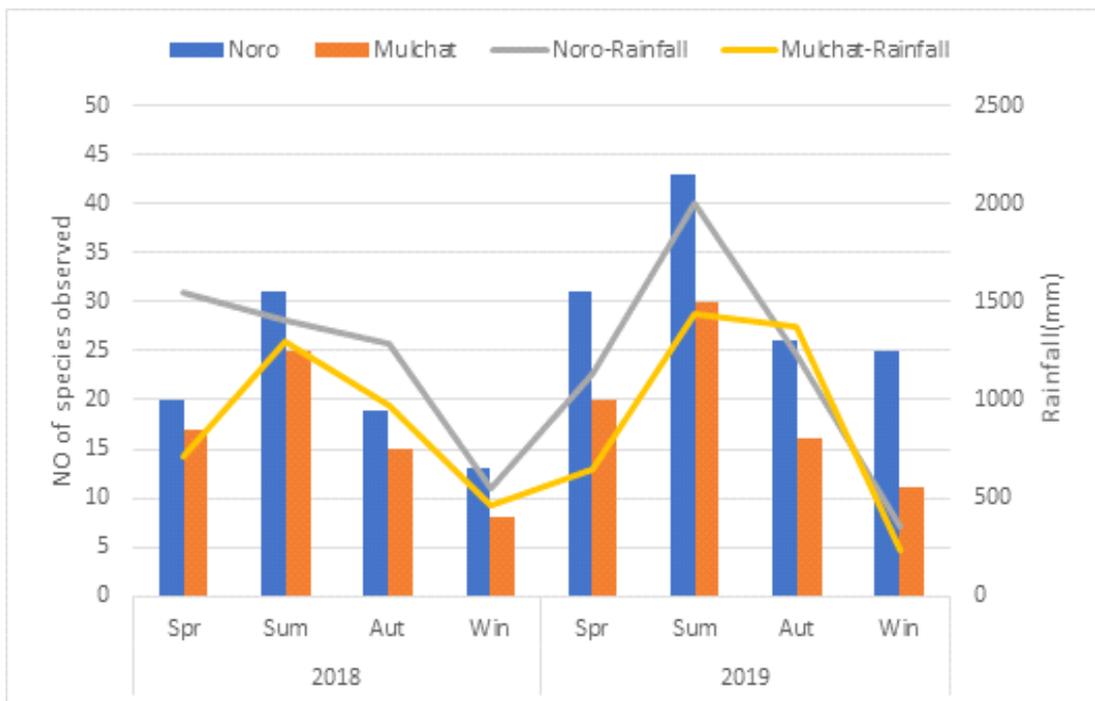


Fig. 7. Comparison of rainfall with number of species of birds for four seasons over two years.

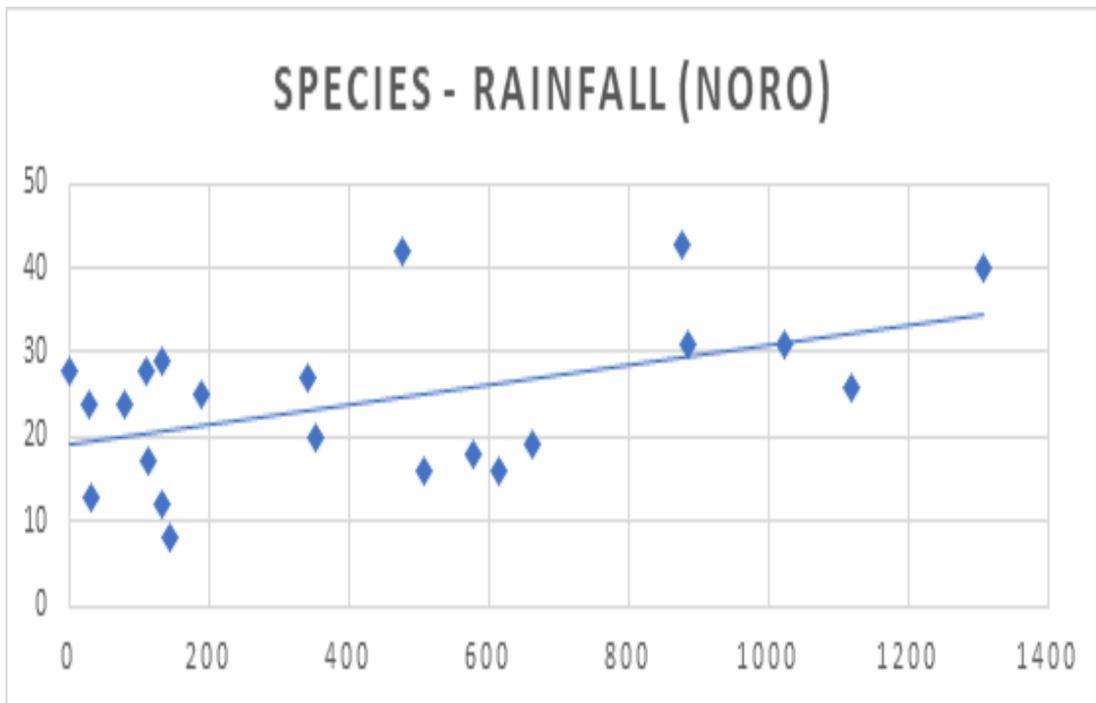


Fig. 8. The correlation between number of species and rainfall on Noro oream.

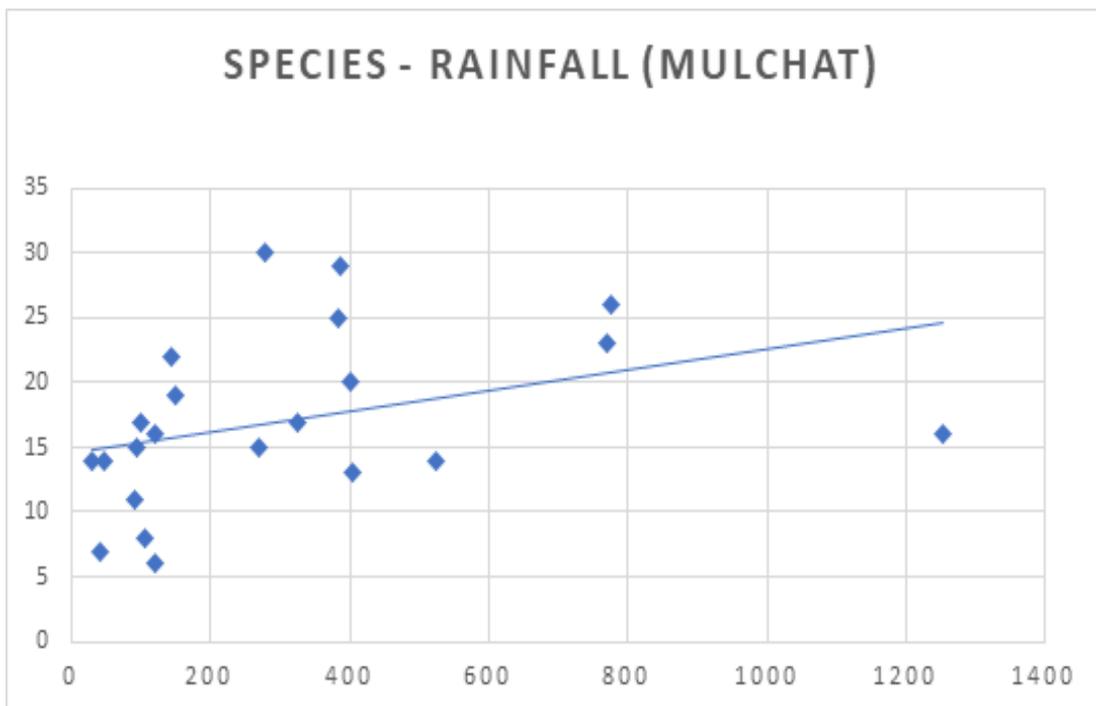


Fig. 9. The correlation between number of species and rainfall on Mulchat oream.

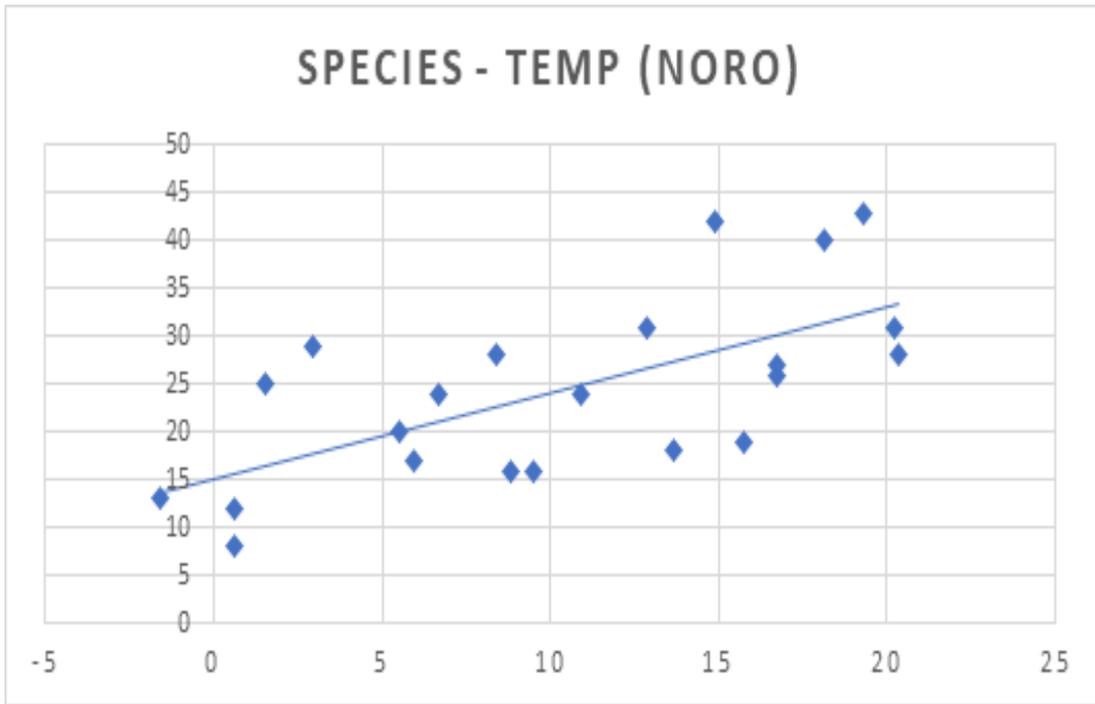


Fig. 10. The correlation between number of species and temperature on Noro oream.

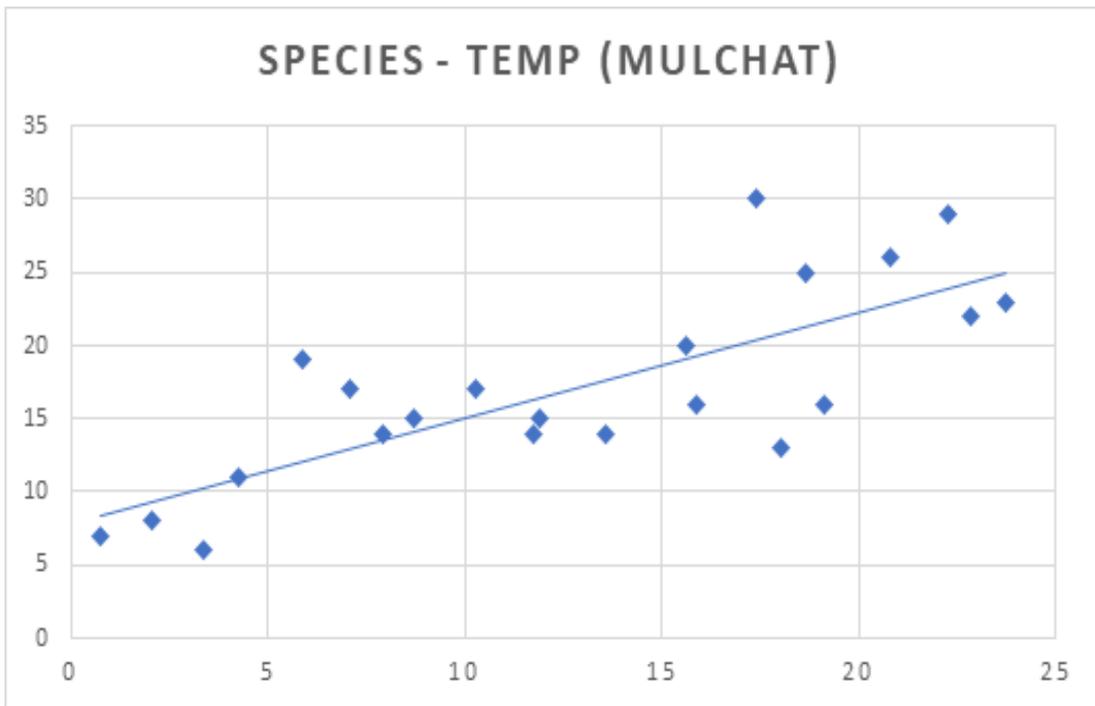


Fig. 11. The correlation between number of species and temperature on Mulchat oream.

3. 카메라트래핑

가. 육안 관찰의 보완 조사

전체 12대의 무인센서카메라를 이용하여 조사한 결과 유효 조류 417컷 중 311컷에 대해 동정이 가능하였으며, 30분 내 동일한 종이 2회 이상 촬영된 것은 중복이라 판단하여 합산하지 않았다(Kim et al., 2018). 분석결과, 출현한 종은 총 30종이었다(Table 4). 이중 솔부엉이 *Ninox scutulata*, 소쩍새 *Otus sunia*, 물총새 *Alcedo atthis*, 쇠오리 *Anas crecca*, 되솔새 *Phylloscopus tenellipes*, 검은목지빠귀 *Turdus atrogularis*를 포함한 6종은 카메라트랩 조사에서만 확인되었으며, 큰오색딱다구리 *Dendrocopos leucotos*, 직박구리 *Microscelis amaurotis*, 호랑지빠귀 *Zoothera aurea*, 방울새, 노랑턱멧새 등의 유조들의 서식도 확인되었다. 산지 습지는 수원으로부터 간헐적 또는 상시적으로 물이 흘러 들어오거나 지하수로 스며 들어가는 수원체계가 존재하여, 수질이 양호하게 유지되고 적절한 영양물질이 공급되거나 순환되어 건강한 생태계가 구성된다(Houlaha and Findlay, 2004). 본 연구결과 두 곳의 연구지역에서 습지와 밀접한 관련이 있는 흰뺨검둥오리 *Anas poecilorhyncha*, 물총새, 노랑할미새 *Motacilla cinerea* 등이 확인되었다(Fig. 12). 이로 미루어 볼 때, 노로오름 인근 고산습지와 물참오름은 수생식물과 곤충 등이 서식하여 조류의 생태에 필요한 요소를 제공하는 중요한 서식지로 보이며, 나아가 물과 먹이원이 원활히 공급되는 습지는 조류가 번식지로 이용할 수 있는 매우 유용한 지역인 것으로 판단된다. 한편, 조사기법으로 활용된 카메라트래핑 연구는 연구자의 직접 조사를 통해 개체의 소리로만 동정되었던 주요 종들의 실체를 사진으로 확보함으로써 개체별 마킹을 통한 계절별 행동양상 파악 및 서식지 이용현황 등을 보다 더 구체적으로 파악할 수 있는 보완적 도구로서 활용이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서는 제한된 서식환경에 소수의 카메라만을 설치

하여 환경특성에 따른 결과값을 충분히 얻지 못하였으며, 조사 지역의 차이로 인해 조사자에 의한 조사와 카메라 트래핑 조사결과의 대응검증이 원활히 이루어지지 않아 통계분석을 실시하는데 어려움을 겪었다. 따라서 향후, 목격조사와 무인모니터링의 대응조사뿐만 아니라 식생을 포함한 다양한 설치지점을 통해 종에 따른 동면시기 및 번식기 등과 같은 종적 특성을 연계해서 조사가 이루어진다면 정밀한 결과를 확보할 수 있을 것이라 판단된다.

Table 4. The list of camera trapping captured birds

Scientific name	Korea name	Captured number
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	34
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	20
<i>Anas crecca</i>	쇠오리	1
<i>Buteo buteo</i>	말뚱가리	8
<i>Streptopelia orietalis</i>	멧비둘기	18
<i>Cuculus poliocephalus</i>	두견	4
<i>Otus sunia</i>	소쩍새	2
<i>Ninox scutulata</i>	솔부엉이	1
<i>Alcedo atthis</i>	물총새	15
<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리	4
<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	긴꼬리딱새	3
<i>Garrulus glandarius</i>	어치	7
<i>Corvus corone</i>	까마귀	2
<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	33
<i>Parus major</i>	박새	16
<i>Parus varius</i>	곤줄박이	21
<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	33
<i>Cettia diphone</i>	휘파람새	2
<i>Phylloscopus tenellipes</i>	되솔새	1
<i>Zosterops japonicus</i>	동박새	9
<i>Zoothera aurea</i>	호랑지빠귀	3
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	2
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	2
<i>Turdus atrogularis</i>	검은목지빠귀	1
<i>Luscinia cyanura</i>	유리딱새	3
<i>Muscicapa griseisticta</i>	제비딱새	2
<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새	1
<i>Motacilla cinerea</i>	노랑할미새	1
<i>Carduelis sinica</i>	방울새	43
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	19
Total captured number		311

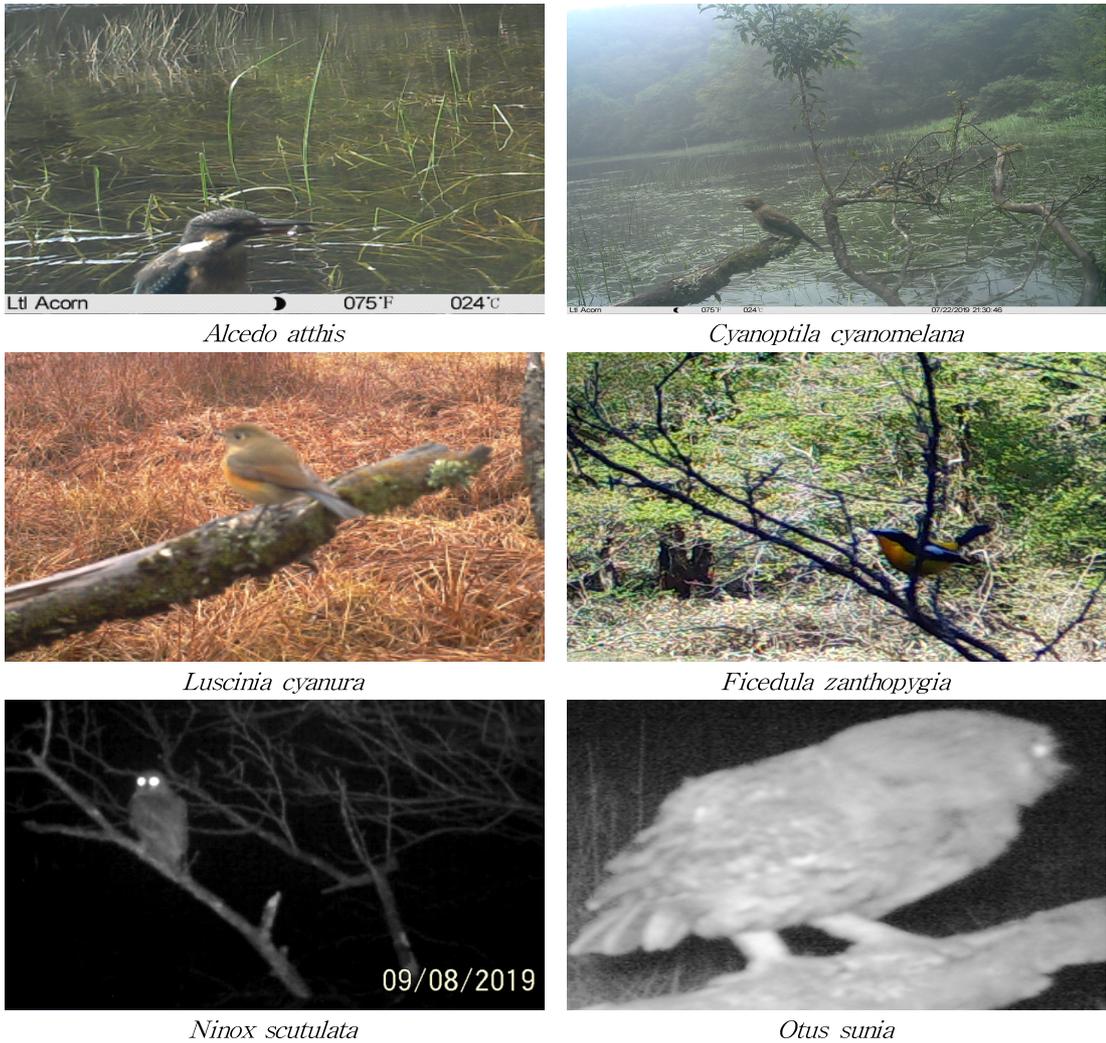


Fig 12. Photographs of birds that are hard to observe in mountain through camera trapping.

나. 출현빈도에 따른 조류의 활동시간 분석

노로오름 인근 습지에서 카메라트랩에 포착된 각각의 종의 활동 시간대를 나타냈다(Fig. 13, 14). 야행성 동물인 올빼미목 Strigiformes을 제외한 나머지 종들은 주로 오전 6시와 7시 사이, 오후 12시와 14시 사이에 출현하였다. Bech(1980)에 의하면 기온 상승에 따른 조류의 체온조절 방법은 반복적으로

물속에 몸을 담구거나 날개를 펴덕거리며 체온을 떨어트리는 행동이 있으며, 물가에 서식하는 수조류도 평소보다 자맥질을 자주 하여 체온조절을 한다고 하였다. 연구결과 이 지역에서 기온이 최고점으로 올라가는 오후 시간대에는 목욕 활동 등을 통한 체온유지를 위해 인근지역에 서식하는 조류들이 습지에 접근하는 것으로 판단된다. 조류가 아침에 활동을 개시하거나 잠자리로 들어가는 시간은 일반적으로 조도와 관계가 깊으며 산림성 조류는 연주기적 일조반응을 보인다(Charles et al., 1972). 따라서 오전 6시에 조류의 출몰이 활발한 이유는 먹이활동 및 물을 얻기 위한 행동요인에서 비롯된 것이라 판단된다. 그러나 카메라트랩 조사는 조류의 출몰 시간대를 활용하여 조류의 생리적 현상을 파악하는데 한계가 있으므로, 조류의 섭식, 활동, 휴식 등 일일 생활패턴 등의 보완적 연구가 필요할 것이라 생각한다.

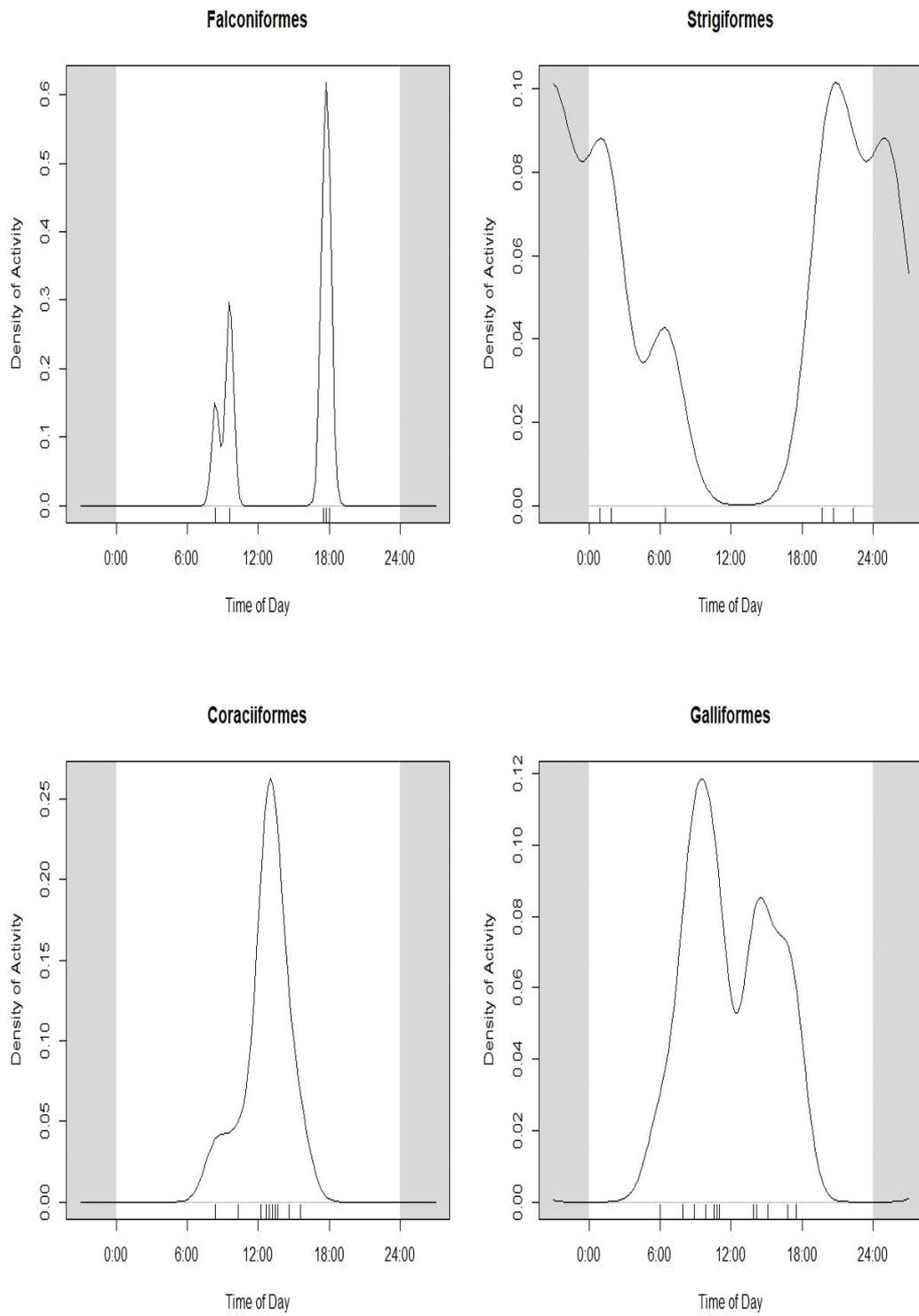


Fig. 13. Daily activity patterns of birds captured in camera trapping by R studio analysis method.

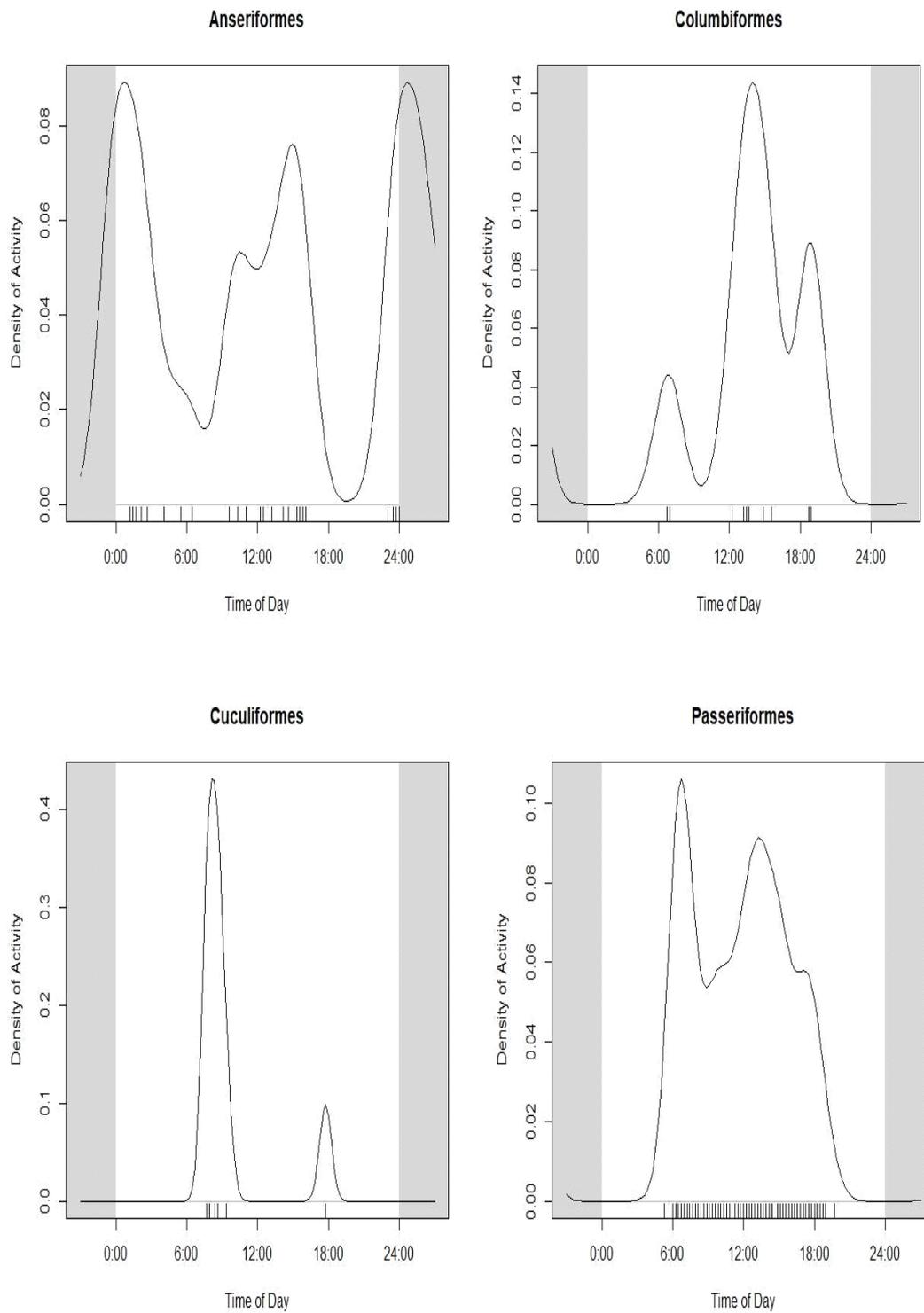


Fig. 14. Continued.

다. 인위적 간섭에 따른 조류 출현의 상관관계

연구기간 동안 인간이 카메라에 출현한 날과 같은 날 조류가 활동한 시간을 비교한 결과, 인간의 출현 시간대는 정오 무렵에 가장 높게 나타났으며(Fig. 15), 조류의 출현시간은 오전 6시와 오후 6시에 가장 높게 나타났다. 연구지역은 사람들에게 잘 알려지지 않은 지역임에도 불구하고 사람들의 출현이 빈번하게 나타났는데, 인간의 출현이 가장 활발한 한낮에도 조류가 출현하였으나, 인간의 출현이 점차 감소하면서, 개입하는 최소시간대인 13시 이후부터 조류의 출현빈도가 점차 높아지는 것을 확인할 수 있다. 또한 해질무렵 인간의 출현빈도가 가장 낮게 나타났을 때 조류의 출현이 가장 활발한 것으로 보아 조류의 행동양식이 인위적 간섭에 의해 영향력을 받을 수 있다는 것을 간접적으로 보여주는 결과로 해석된다.

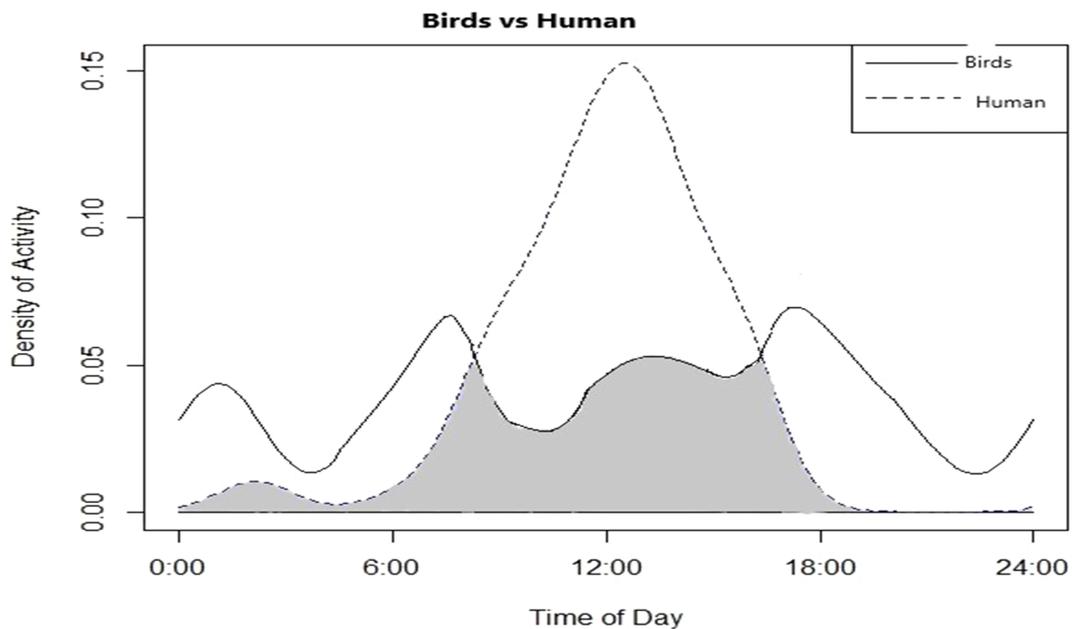


Fig. 15. Analysis of the activity patterns of birds and humans through the R studio method.

본 연구를 통해 습지의 서식환경과 조류 군집과의 관계를 상세하게 파악할 수 있었다. 연구대상 지역 습지환경을 조류 출현 현황과 비교하였을 때, 담수형 습지보다는 계절성 습지의 서식환경이 다양한 먹이원을 충족할 수 있다 점에서 조류의 서식에 유리하게 작용하였던 것으로 분석되었다. 조류 군집과 기온, 강수와 관련되었을 때 겨울철 기온과 강수량이 낮아질 때 종수는 적었고 기온과 강수량이 높아지는 여름철에 조류가 많이 관찰되었는데, 다른 야생동물들에 비해 서식지의 이동이 비교적 원활한 조류는 기후 요인 중 기온과 강수량에 반응한다는 외국의 사례와 유사하였다(Crick, 2004; Mawdsley et al, 2009). 산림 조류의 활동 시간은 일주기성(Circadian rhythm)에 따라 해뜰 무렵 활동을 개시하여 해질무렵에 활동을 마쳤는데 이러한 결과는 생물 특유의 주기성(Periodicity)이 환경의 주기적 변화와 연결됨으로써 생물의 생리와 행동이 환경주기에 대응하고 있는 것으로 사료된다. 카메라트랩 연구결과 인간이 출현하는 시간대는 조류의 출현이 적어지는 것으로 확인되었으며, 이를 통해 인위적 간섭이 조류의 행동패턴에 영향을 끼칠 수 있다는 것이 확인되었다. 현재 제주도는 도로오름 인근 습지처럼 습지의 조건을 갖추고 있어 생물다양성이 풍부한 지역임에도 불구하고, 아직까지 명명조차 안된 습지가 존재하고 있으며 습지로 지정되었지만, 관광지 설립, 골프장 조성된 등으로 인하여 기존의 습지조차도 사라지는 경우가 빈번히 발생하고 있다. 한라산의 경우 저지대의 곰솔림과 상록수림, 중산간의 초지대, 계곡의 낙엽활엽수림 등으로 이어지는 다양한 산림구조를 이루고 있기에 어느 한곳의 식생 및 환경변화는 산림조류의 군집 구조의 변화를 가져올 수 있다. 따라서 한라산의 야생조류를 보호하기 위해서는 인간에 의한 방해요인 등을 제한하는 등 서식지 보호를 위한 노력이 뒤따라야 할 것이다.

본 연구는 산림조류와 환경요인들과의 관계를 분석하여 기온에 따라 조류의 군집이 달라지며, 먹이요인이 조류군집에 영향을 미친다는 것을 밝힐 수 있었다. 앞으로 이에대한 장기적인 모니터링이 이루어진다면 환경요인에 따른 조류의 다양한 행동양상 및 패턴 등을 상세하게 파악할 수 있을 것이라 여겨진다.

IV. 참고 문헌

- 강택중, 이정연, 김영호, 한상현, 김태규, 양병국, 김명진, 오홍식. 2011. 한라산 지역에서 고도별 박새류의 번식 생태. 한국조류학회지, 18(4): 297-305.
- 구본학. 2018. 습지생태학 개정판. 도서출판 조경.
- 김남춘, 이상기, 신지훈. 2014. 개발지역의 서식지 훼손에 따른 백로류 종별 개체군 변화. 한국환경복원기술학회지, 17(1): 147-162.
- 김완병, 김영호, 오홍식. 2011. 제주도의 조류목록. 한국조류학회지, 18(1): 93-113.
- 김완병, 김은미, 김병수, 오홍식, 김원택. 2004. 제주도 돈내코와 한남리 시험림의 조류상. 한국조류학회지, 11(1): 33-39.
- 김완병, 오홍식, 김원택. 2001. 한라산 국립공원내 습지의 동물상 조사. 제주대생명과학연구, 4(4): 9-20.
- 김우열, 이화진, 하정욱, 박성준, 박종철, 최승세, 박진영, 이중효, 차진열. (2018). 조류 모니터링에서 카메라트래핑의 적용이 가능한가?. 한국조류학회지, 25(1): 23-32.
- 김지석, 한봉호, 곽정인. 2010. 6년 동안의 야생조류 변화와 기온과의 관계연구. 한국환경생태학회지, 24(3): 227-234.
- 박행신. 1995. 제주도 조류연구사에 관한 고찰. 제주대학교과학교육, 12: 11-33.
- 소대진 · 박행신. 1987. 한라산 산림조류의 군집에 관한 연구. 제주대학교과학교육, 4: 93-126.
- 오홍식, 김병수, 김완병. 2002. 한라산의 조류 군집에 관한 연구. 한국조류학회지, 9(2): 85-104.
- 오홍식, 한상현, 강소연, 강택중, 김병수, 이정연, 김태규, 박수곤, 김태욱, 장민호. 2010. 제주도 한라산에 설치한 인공소상을 이용하는 조류 현황에 대한 분자유전학적 연구. 한국조류학회지, 17(3): 197-204.
- 윤원석, 박행신. 1986. 한라산 남사면의 조류 군집 구조에 관한 연구. 제주대학교과학교육, 3: 37-66.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감. 제30권. 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 서울.

- 이경재, 류창희, 최송현. 1992. 한라산 어리목, 영실, 돈내코지역의 식물군집구조. 한국환경생태학회지, 6(1): 25-43.
- 이우신, 박찬열, 임신재, 허위행. 2001. 금강 하구지역 조류군집의 특성 및 보호와 관리. 한국생태학회지, 24(3): 181-189.
- 이우신. 1997. 도시내 야생조류의 서식현황과 보호대책 : 서울시를 사례로. 한국환경생태학회지, 11(2): 240-248.
- 이준우, 김준선, 류창희. 1989. 가야산 국립공원의 이용객이 야생조류의 서식에 미치는 영향. 한국환경생태학회지, 3(1): 90-80.
- 임신재, 이우신, 박성진, 이은재, 이주영, 김민진, 강정훈. 2007. 임도와 산림지역의 조류군집 특성 비교. 한국조류학회지, 14(1): 1-8.
- 전병선, 유재평, 백인환, 오홍식, 백운기. 2007. 한라산국립공원의 조류군집에 관한 연구. 한국환경생태학회지, 21(2): 149-160.
- 채희영, 박종길. 2005. 설악산국립공원의 아고산지대와 저지대의 조류군집구조. 한국조류학회지, 12(1): 17-25.
- 최영복, 김인규, 정숙희, 유승화, 강대한, 이한수, 백운기, 최충길. 2007. 전라남도 연안습지에 도래하는 수조류의 월동지 이용에 관한 연구. 한국환경생태학회지, 21(3): 197-206.
- 최재식, 김재생. 1991. 한국산 산림조류의 서식생태-지리산지역을 중심으로. 한국임학회지, 80(2): 162-176.
- 최창용, 이은재, 남현영, 이우신. 2007. 산불 발생 지역의 피해목 벌채에 따른 조류 개체군과 군집의 변화. 한국임학회지, 96: 115-123.
- 한국곤충학회. 1994. 한국곤충명집. 한국곤충학회 건국대 출판부.
- Atkinson, P. W., D. Buckingham and A. J. Morris. 2004. What factors determine where invertebrate feeding birds forage in dry agricultural grasslands?. International journal of avian science, 146: 99-107.
- Barlow, J., L. A. M. Mestre., T. A. Gardner and C. A. Peres. 2007. The value of primary, secondary and plantation forests for Amazonian birds. Biological Conservation, 136: 212 - 231.
- Batzer, D. P. 2013. The Seemingly Intractable Ecological Responses of Invertebrates in North American Wetlands: A Review. Wetlands, 33: 1 - 15.

- Bech, C. 1980. Body temperature, metabolic rate, and insulation in winter and summer acclimatized Mute Swans (*Cygnus olor*). *Journal of Comparative Physiology*, 136: 61.
- Bernstein, M. H. 1976. Ventilation and respiratory evaporation in the flying crow. *Respiration Physiology*, 26: 371-382.
- Brower, J., J. Zar and C. von. Ende. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Third Ed., Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, 237pp.
- Brown, D. J., W. A. Huber and S. H. Anderson. 1996. Beaver ponds create wetland habitat for birds in mountains of southeastern Wyoming. *Wetlands*, 16: 127 - 133.
- Crick, H. Q. P. (2004), The impact of climate change on birds. *Ibis*, 146: 48-56.
- Crick, H. Q. P., C. Dudley., D. E. Glue and D. I. Thompson. 1997. UK Birds are laying egg earlier. *Nature*, 388: 526.
- Emu Shane, K., T. Maloney and J. Dawson. 1998. Changes in Pattern of Heat Loss at High Ambient Temperature Caused by Water Deprivation in a Large Flightless Bird, *Physiological Zoology*, 71(6): 712-719.
- Fisher, C., E. Lindgren and W. Dawson. 1972. Drinking Patterns and Behavior of Australian Desert Birds in Relation to Their Ecology and Abundance. *The Condor*, 74(2): 111-136.
- Houlahan, J.E and C.S. Findlay. 2004. Effect of Invasive Plant Species on Temperate Wetland Plant Diversity. *Conservation Biology*, 18: 1132-1138.
- Iso, K and Y. Fujimaki. 1990. Breeding habitats and nest tree characteristics of *Dendrocopos martius* in central Hokkaido. *Japanese Journal of Ornithology*, 38: 157-165.
- Johnson, D. 2001. Habitat fragmentation effects on birds in grasslands and wetlands, critique of our knowledge. *Great Plains Research*, 11(2): 211-231.
- Lee, P. F., T. S. Ding., F. H. Hsu and S. Geng. 2004. Breeding bird species richness in Taiwan: distribution on gradients of elevation, primary productivity and urbanization. *Journal of Biogeography*, 31: 307-314.
- Mawdsley, J. R., O'malley, R. and Ojima, D. S. 2009. A Review of climate change adaptation strategies for Wildlife Management and Biodiversity Conservation. *Conservation Biology*, 23: 1080-1089.

- Moss, D. 1978. Diversity of woodland song-bird populations. *Journal of Animal Ecology*, 47: 521-527.
- Pimm, S. L., G. J. Russell, J. L. Gittleman and T. M. Brooks. 1995. The future of biodiversity. *Science*, 269: 347 - 350.
- Schmidt, I. 1978. Behavioral and autonomic thermoregulation in heat stressed pigeons modified by central thermal stimulation. *Journal of comparative physiology*, 127: 75.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication* Univ. of Illinois press. Urbana-Champaign, 117pp.
- Wang, C. C and Chou, L. S. 2015. Terminating Dormancy: Hatching Phenology of Sympatric Large Branchiopods in Siangtian Pond, a Temporary Wetland in Taiwan. *Journal of Crustacean Biology*, 35(3): 301 - 308.
- Waston, J. J., G. I. H. Kerley and A. McLachlan. 1996. Human activity and potential impacts on dune breeding birds in the Alexandria coastal Dunefield. *Landscape and Urban Planning*, 34(3): 315-322.

Appendix 1. Number of birds recorded on two study sites in Halla mountain.

No.	Korean name	Scientific name	Guild		Halla		Mulchat		Total		Mig.
			N ¹	F ²	Ind. ea	Dm %	Ind. ea	Dm %	Ind. ea	Dm %	
	평과	Phasianidae									
1	꿩	<i>Phasianus colchicus</i>	GS	GF	7	0.98			7	0.94	Res.
	오리과	Anatidae									
2	흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>	*	DI	15	2.11			15	2.01	Res.
	백로과	Ardeidae									
3	쇠백로	<i>Egretta garzetta</i>	*	DI			1	0.43	1	0.13	Res.
	매과	Falconidae									
4	황조롱이	<i>Falco tinnunculus</i>	*	HP	1	0.14			1	0.13	Res.
5	매	<i>Falco peregrinus</i>	CL	HP	1	0.14	1	0.43	1	0.13	Res.
	수리과	Accipitridae									
6	붉은배새매	<i>Accipiter soloensis</i>	C	HP			1	0.43	1	0.13	S.V.
7	새매	<i>Accipiter nisus</i>	C	HP	1	0.14	1	0.43	1	0.13	W.V.
8	말뚝가리	<i>Buteo buteo</i>	C	HP	1	0.14			1	0.13	W.V.
	도요새과	Scolopacidae									
9	작도요	<i>Gallinago gallinago</i>	*	GF	1	0.14			1	0.13	P.M.
	비둘기과	columbidae									
10	멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	C	GF	15	2.11	5	2.16	15	2.01	Res.
	두견이과	cuculidae									
11	두견이	<i>Cuculus poliocephalus</i>	*	FS	1	0.14	1	0.43	1	0.13	S.V.
12	검은등뺨꾸기	<i>Cuculus micropterus</i>	*	FS	2	0.28			2	0.27	S.V.
13	뺨꾸기	<i>Cuculus canorus</i>	*	FS	2	0.28			2	0.27	S.V.
14	병어리뺨꾸기	<i>Cuculus saturatus</i>	*	FS	1	0.14	1	0.43	1	0.13	S.V.
	칼새과	Apodidae									
15	칼새	<i>Apus pacificus</i>	CL	AI	9	1.27			9	1.21	S.V.
	딱다구리과	Picidae									
16	큰오색딱다구리	<i>Dendrocopos leucotos</i>	H	TD	8	1.13	2	0.87	8	1.07	Res.
	팔색조과	Pittidae									
17	팔색조	<i>Pitta nympha</i>	*	GF	3	0.42	2	0.87	3	0.4	S.V.
	매까치과	Laniidae									
18	매까치	<i>Lanius bucephalus</i>	GS	GF	5	0.7			5	0.67	Res.
	긴꼬리딱새과	Monarchidae									
19	긴꼬리딱새	<i>Terpsiphona atrocaudata</i>	C	AI	2	0.28	1	0.43	2	0.27	S.V.
	까마귀과	corvidae									
20	어치	<i>Garrulus glandarius</i>	C	GF	13	1.83	6	2.6	13	1.74	Res.
21	까치	<i>Pica pica</i>	C	GF	6	0.84	5	2.16	6	0.81	Res.
22	까마귀	<i>Corvus corone</i>	C	GF	14	1.97	3	1.3	14	1.88	Res.
23	큰부리까마귀	<i>Corvus macrorhynchos</i>	C	GF	22	3.09	9	3.9	22	2.95	Res.
	박새과	Paridae									
24	박새	<i>Parus major</i>	H	FS	40	5.63	9	3.9	40	5.37	Res.
25	진박새	<i>Parus ater</i>	H	FS	3	0.42	1	0.43	3	0.4	Res.
26	곤줄박이	<i>Parus varius</i>	H	FS	12	1.69	10	4.33	12	1.61	Res.
	제비과	Hirundinidae									
27	제비	<i>Hirundo rustica</i>	*	AI	76	10.69	19	8.23	76	10.2	S.V.
	오목눈이과	Aegithalidae									
28	오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>	GS	FS	9	1.27	7	3.03	9	1.21	Res.
	직박구리과	Pycnonotidae									
29	직박구리	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	C	FS	21	2.95	10	4.33	21	2.82	Res.
	휘파람새과	sylviidae									
30	숲새	<i>Urosphera squameiceps</i>	GS	GF	1	0.14			1	0.13	S.V.

31	휘파람새	<i>Cettia diphone</i>	GS	GF	8	1.13	1	0.43	8	1.07	Res.
32	노랑눈썹솔새	<i>Phylloscopus inornatus</i>	GS	GF	2	0.28	1	0.43	2	0.27	P.M.
33	산솔새	<i>Phylloscopus coronatus</i>	GS	GF	2	0.28	1	0.43	2	0.27	P.M.
	동박새과	zosteropidae									
34	동박새	<i>Zosterops japonicus</i>	C	GF	57	8.02	19	8.23	57	7.65	Res.
	상모솔새과	Regulidae									
35	상모솔새	<i>Regulus regulus</i>	H	GF	3	0.42			3	0.4	W.V.
	굴뚝새과	Troglodytidae									
36	굴뚝새	<i>Troglodytes troglodytes</i>	GS	FS	3	0.42	2	0.87	3	0.4	Res.
	찌르레기과	Sturnidae									
37	찌르레기	<i>Sturnus cineraceus</i>	H	GF	2	0.28			2	0.27	Res.
	지빠귀과	Turdidae									
38	호랑지빠귀	<i>Zoothera aurea</i>	C	FS	2	0.28	2	0.87	2	0.27	S.V.
39	되지빠귀	<i>Turdus hortulorum</i>	C	FS	2	0.28	1	0.43	2	0.27	S.V.
40	흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>	C	FS	9	1.27	8	3.46	9	1.21	S.V.
41	붉은배지빠귀	<i>Turdus chrysolaus</i>	C	FS	13	1.83			13	1.74	P.M.
42	개똥지빠귀	<i>Turdus naumanni</i>	C	FS	6	0.84			6	0.81	W.V.
	솔딱새과	Muscicapidae									
43	쇠유리새	<i>Luscinia cyane</i>	*	GF	2	0.28			2	0.27	P.M.
44	딱새	<i>Phoenicurus aureoreus</i>	GS	GF	4	0.56			4	0.54	Res.
45	유리딱새	<i>Luscinia cyanura</i>	*	GF			1	0.43	1	0.13	P.M.
46	제비딱새	<i>Muscicapa griseisticta</i>	*	GF	8	1.13	1	0.43	8	1.07	P.M.
47	솔딱새	<i>Muscicapa sibirica</i>	C	GF	2	0.28			2	0.27	P.M.
48	쇠솔딱새	<i>Muscicapa dauurica</i>	C	GF	2	0.28			2	0.27	P.M.
49	흰눈썹황금새	<i>Ficedula zanthopygia</i>	H	GF			1	0.43	1	0.13	S.V.
50	큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	*	GF	7	0.98	1	0.43	7	0.94	S.V.
	바위종다리과	Prunellidae									
51	멧종다리	<i>Prunella montanella</i>	GS	GF	1	0.14			1	0.3	Vag.
	할미새과	Motacillidae									
52	노랑할미새	<i>Motacilla cinerea</i>	GS	GF	3	0.42	2	0.87	3	0.4	Res.
53	알락할미새	<i>Motacilla alba leucopsis</i>	*	GF	2	0.28	9	3.9	9	1.21	P.M.
54	백할미새	<i>Motacilla lugens</i>	*	GF	3	0.42			3	0.4	W.V.
55	형동새	<i>Anthus hodgsoni</i>	*	GF	7	0.98			7	0.94	P.M.
56	발종다리	<i>Anthus rubescens</i>	*	GF	14	1.97			14	1.88	W.V.
	되새과	Fringillidae									
57	되새	<i>Fringilla montifringilla</i>	*	GF	6	0.84			6	0.81	W.V.
58	방울새	<i>Carduelis sinica</i>	C	GF	157	2208	49	21.21	157	21.07	Res.
59	검은머리방울새	<i>Carduelis spinus</i>	*	GF	11	1.55			11	1.48	W.V.
60	멧쟁이새	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	*	GF	2	0.28			2	0.27	Vag.
61	콩새	<i>Coccothraustes</i>	*	GF	2	0.28			2	0.27	W.V.
	멧새과	Emberizidae									
62	멧새	<i>Emberiza cioides</i>	GS	GF	9	1.27			9	1.21	Res.
63	흰배멧새	<i>Emberiza tristrami</i>	*	GF	1	0.14			1	0.13	P.M.
64	쑥새	<i>Emberiza rustica</i>	*	GF	9	1.27			9	1.21	W.V.
65	노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	GS	GF	51	7.17	7	3.03	51	6.85	Res.
66	촉새	<i>Emberiza spodocephala</i>	*	GF	7	0.98	30	12.99	30	4.03	P.M.
Number of species					62		37		66		
Number of individual					711		231		745		
Species diversity							3.25				

<Summary>

The relationship of the habitat environment in
Noro Oream wetland and Mulchat Oream wetland
on the bird population in Mt. Halla

Hoon-Young Jeong

Major in Biology Education, Graduate School of Education, Jeju National University

(Supervised by professor Hong-Shik Oh)

Birds have been proven as one of the most favourable candidate group to predict environment health. In accordance with this, we here studied two wetland sites(Mulchat and Noro oreum) located at various altitude to identify the diversity of birds. This study was conducted from March 2018 to February 2020 to reveal the relationship whether the available prey species, seasons and surrounding environment determine the species diversity. According to the study, there were a total of 745 birds of 66 species. More specifically, 711 birds of 62 species and 231 birds of 37 species were recorded in Noro Oream and Mulchat Oreum respectively. Higher diversity of birds in Noro Oreum is linked with abundance of prey species(i.e., higher number of aquatic insects), compared to that of Mulchat oreum. Birds are sensitive to the increase or decrease various climatic factors, hence our result shows higher diversity of birds in summer is related to higher temperature and precipitation rate. Camera trapping to this sites recorded only 7 species of birds including *Otus scops* and *Ninox scutulata*. Activity pattern when analyzed through 'R', birds were active throughout day, mainly between 9-7am and 12-14pm. Additionally, birds behavioral pattern was altered/disturbed by human interferences. Based on this study it was confirmed that birds population in wetlands are closely related to environmental factors such as temperature, precipitation, and food sources. Hence, our study represent our study sites as important bird areas within Jeju Island.

감사의 글

많은 사람들의 도움으로 2년 6개월의 석사과정을 무사히 마치면서 논문을 완성할 수 있었습니다. 여기까지 올 수 있었음은 하나님께서 주신 은혜와 능력 주심이라 생각합니다. 아직은 어설픈 연구자로서 여러 해 동안 생태학자로서의 질문을 찾아가는 여정은 제 인생에 있어서 도전이었고 새로운 인연들을 만나는 선물이었습니다. 그리고 그 여정에서 우수한 교수님들의 가르침들을 통해 논문을 완성할 수 있었습니다.

먼저 부족한 제자에게 항상 올바른 지도와 따뜻한 말씀으로 격려 주신 오홍식 교수님께 감사드립니다. 교수님께서 지도해주신 그 모든 것들을 앞으로 남은 학업 과정에 녹여내어 연구자로서 부끄럽지 않게 연구하고 성장할 수 있도록 노력하겠습니다. 그리고 부족한 논문이지만 심사를 맡아주신 안근재 교수님, 강경희 교수님께도 감사드립니다. 바쁘신 와중에도 논문의 전반적인 것을 섬세하게 지도하여주신 두 교수님 덕분에 논문이 완성될 수 있었습니다.

이 논문이 쓰이기까지 주변에서 많은 도움을 주셨습니다. 먼저 호남대학교에 계신 이두표 교수님께 감사드립니다. 생물학의 기초를 알려주시고 연구자가 어떤 모습을 갖추어야 하는지 알려주셨습니다. 바른 가르침 새겨들어 지혜로운 연구자가 될 수 있도록 하겠습니다. 그리고 같은 연구실에서 연구하는 준원이형, 성환이형, 반자드 형, 김가람 선생님, 김동민 선생님, 박선미 선생님, 현수, 응웬홍안, 석사과정 중 함께 동행한 김정훈 선생님, 진우용 선생님, 주상민 선생님 등 너무 감사합니다. 부족한 저에게 석사과정동안 너무 큰 힘이 되었습니다. 언제나 서로 응원하고 보탬이 되어 더욱 더 돈독하게 인연이 유지되길 바라며, 앞으로의 앞길에도 큰 기쁨과 행복만 가득하길 늘 기도하겠습니다. 그리고 지금은 졸업하여 연구실에 없지만 자주 연구실에 들르셔서 학업을 도와주신 한상현 박사님, 김병수 박사님, 김태욱 박사님, 김유경 박사님, 장민호 박사님께도 감사드립니다.

조류학을 공부하면서 외부에서 도움 주신 손길이 많았습니다. 제 부족한 연구를 도와주시고 격려하여 주신 국립생태원의 진선덕 박사님, 손세환 선생님께

진심으로 감사드리며 조류동정에 도움을 주신 이진희 박사님께 감사드립니다.

학교 선배로서 작은 일에도 언제나 고민을 들어주시고 힘주셨던 김성현 박사님, 신화용 선배님, 김우열 박사님, 빙기창 박사님, 박치영 박사님, 김상진 박사님, 신용운 박사님, 한승우 박사님, 은홍이형, 성훈이형, 은환이형 등 도움 주신 모든 선배님들께 감사드립니다.

끝으로 매일 저를 위해 기도하여주시고 응원해주는 사랑하는 아버지, 어머니, 형 그리고 형수님, 이현이, 외할머니, 외할아버지, 고모, 이모, 이모부, 외삼촌 모두에게도 진심으로 감사합니다. 다들 건승하셨으면 좋겠습니다. 석사과정을 시작하면서 인연을 맺은 소원이에게 함께 있어줘서 정말 고맙고 앞으로 더 행복하고 사랑한다고 말하고 싶습니다. 대학원 석사과정은 마침표를 찍으나 앞으로 있을 다음 과정을 위해 부단히 더 노력하고 성장하여 발전하겠습니다. 감사합니다.