

Research Paper

백로류 집단번식지의 식물사회 특성

안경환* · 임정철* · 한창욱** · 이윤경*** · 조항수* · 서재화**** · 서민환**** · 신영규* · 김명진*

국립환경과학원*, 야생동물연합**, 국립생태원***, 국립생물자원관****

The Characteristics of Vegetative Composition Among Plants in the Heronries

Kyunghwan Ahn* · Jeongcheol Lim* · Changuk Han** · Yunkoung Lee*** · Hangsoo Cho* ·
Jaehwa Suh**** · Minhwan Suh**** · Youngkyu Shin* · Myungjin Kim*

National Institute of Environmental Research*, Wildlife Union**,
National Institute of Ecology***, National Institute of Biological Resources****

요약 : 본 연구는 백로류 집단번식지를 구성하는 식물사회의 특성과 변화를 이해하고 기초 생태정보를 제공하고자 수행되었다. 현장조사는 100개 이상의 동지가 있는 전국 25개 지역을 대상으로 하였다. 백로류 집단번식지의 식물군락은 8개 유형으로 구분되었으며, 17종의 귀화식물을 포함하여 총 60과 129속 167종이 확인되었다. 집단중으로서 호광성이면서 부영양화 또는 산성화된 입지에 내성을 가지는 미국자리공, 쇠무릎, 닭의장풀 등의 기여도가 높았으며, 일년생식물의 구성비율이 높게 나타났다. 입지적으로는 서식지의 0.5km 이내에 선호하는 취식공간 (논, 하천 등의 습지)이 분포하고, 주로 동향인 산지사면에 위치하였다. 집단번식지의 식물사회는 유형별 입지 환경에 대한 식물사회학적 특성은 나타나지 않았으며, 전반적으로 토양 오염 지역, 수관이 개방된 지역 또는 교란이 빈번한 지역 등과 유사한 식물상을 가진다.

주요어 : 집단번식지, 미국자리공, 일년생식물, 부영양화, 산성화, 호광성

Abstract : The purpose of this study was to understand phytosociological characteristics and changes, providing basic ecology informations based for heronries. We investigated the 25 heronries sites to have more than a hundred nests in the country. The vegetations of heronries were arranged 8 plant communities that consisted of 60 families, 129 genuses and 167 species including 17 species of exotic species. The communities of heronries were composed of high NCD (Net Contribution Degree) of plants, such as pokeberry (*Phytolacca americana*), japanese chaff flower (*Achyranthes japonica*), asiatic dayflower (*Commelina communis*) including diagnosis species, that was heliophilous and tolerance of eutrophic and/or acidic soil condition, and had the highest composition with the annual plants. As locational condition, they were distributed a favorite feeding place (rice field, stream etc.) inside 0.5 km radius, and located on the eastern slope of the mountain. The vegetative composition among plants in the heronries didn't have plant sociological characteristics for

environmental conditions of the sites. But generally, they had trends in floristic composition like the areas of polluted soil, open canopy and disturbance.

Keywords : Heronries, *Phytolacca americana*, Annual plants, Eutrophic, Acidific, Heliophilous

I. 서론

백로는 예로부터 풍년과 청렴을 상징하는 길조의 이미지를 가지는 여름철새로서, 우리나라에 도래하는 것으로 기록된 백로과 조류는 9속 18종이다(한국조류학회, 2009). 주로 얇은 물에서 섭식활동을 하여 동물성 먹이를 취하며, 환경변화에 민감하게 반응해 습지 생태계의 건강성을 대표하는 수환경의 생물지표(bioindicator)로 활용되기도 한다(Mckilligan, 2005; Erwin and Custer, 2000). 백로과 조류 가운데 국내에서 집단번식을 하는 것으로 알려진 종들은 해오라기(*Nycticorax nycticorax*), 흰날개해오라기(*Ardeola bacchus*), 황로(*Bubulcus ibis*), 왜가리(*Ardea cinerea*), 중대백로(*Ardea alba*), 중백로(*Egretta intermedia*), 쇠백로(*Egretta garzetta*), 흑로(*Egretta sacra*), 노랑부리백로(*Egretta eulophotes*) 등으로(이윤경 등, 2012a) 일부 번식지는 천연기념물로 지정되어 관리되고 있다(천연기념물센터, 2014).

동물의 집단생활은 위협에 대한 감시와 먹이 활동, 포식 위협에 대한 정보를 제공하여(Park et al, 2011) 번식과 서식에 유리하지만 주거지나 그 밖의 인간활동과 밀접한 공간에 위치할 경우 소음과 냄새 및 배설물 등으로 성가신 대상으로 인식되고 있다(Telfair et al. 2000; Grant and Watson, 1995; Edwin and Spindel, 1991). 백로류 집단 번식지는 최근 들어 개발을 비롯한 각종 토지이용의 목적으로 훼손되거나 획일적으로 제거되어 민·관 단체들 사이에서 생태계 보전과 관련하여 논쟁의 대상이 되고 있기도 한다. 하지만 그 동안 백로류에 관한 연구들은 각종 택지개발, 도로공사 등 인위적인 행위들이 번식지에 미치는 영향(이상기 등, 2014; 차재석 등, 2008), 생태와 분포 등에 관한 것들의 비중이 높았으며(최유성과 유정철 2009; 김정수와 구태희, 2008; 김현규, 1969), 서식지의 식생과 식물상에 관한 연구(Kang et al., 2009; 이두표 등, 2007; 문형태와 조삼래,

1996)들은 일부지역을 대상으로 이루어지거나 환경과 식물사회에 대한 해석이 분리되어 실질적인 대안 또는 대책을 위한 정보 제공에 한계가 있었다. 본 연구는 광역적인 지역을 대상으로 백로류의 집단번식 이후 식물사회의 종조성과 구조 변화에 대한 현황을 분석함으로써 중·장기적인 번식지 관리방안에 대한 기초 정보를 마련하고, 나아가서, 인간활동과 백로류들의 집단번식 활동에서 발생하는 문제 해결을 위한 보전 및 복원계획의 기반을 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 대상지 선정

백로과 조류 집단 번식지의 서식지 식생환경 특성을 이해하기 위하여 현지 식생조사를 실시하였다. 식생조사는 2011년 국립환경과학원(이윤경 등, 2012b)에서 시행된 백로류 집단서식지 분포 현황 및 특성 연구 결과에서 100개 이상의 동지가 있는 번식지로서 내륙에 분포하고 있는 25개 지점을 대상으로 하였다(Figure 1, Table 1).

2. 연구방법

집단번식에 따른 식물사회의 현황을 조사하기 위해 2011년부터 2012년까지 번식과 서식활동이 마무리된 9월에서 10월 사이에 조사가 이루어졌다. 식생현황조사는 Z.-M.학파(Zurich-Montpellier school)의 전통식물사회학적 방법(Braun-Blanquet 방법, Braun-Blanquet, 1965; Becking, 1957; Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974; 김종원과 이윤경, 2006)에 따랐다. 따라서 식생조사구는 종조성적 온전성(integrity)과 균질성(homogeneity)을 고려하여 교목층이 균질한 상관을 대상으로 관목층과 초본층이 균질한 입지를 대상으로 하였다. 조사 면적은 교목층 수고의 자승값 이상을 기준으로 서식지 전반

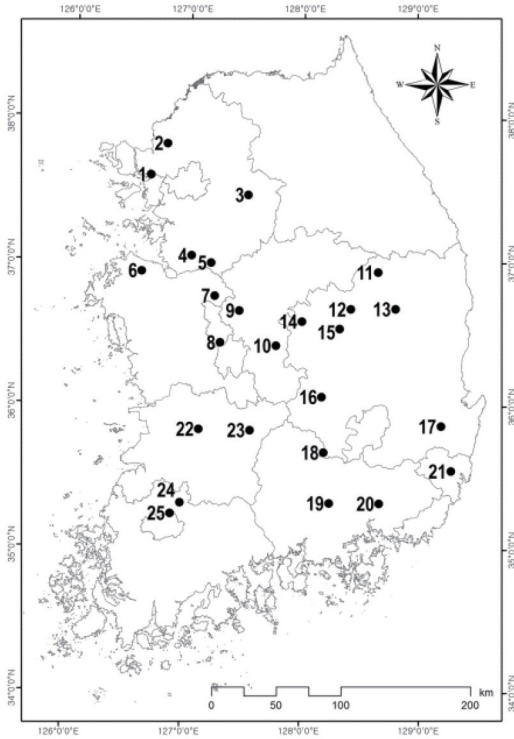


Figure 1. The geographical location of the vegetation study sites in the heronries (Refer to table 1 for finding information of 1~25 site)

에 대하여 조사하였으며, 누락종이 최소화 되도록 노력하였다. 수목의 흉고직경은 조사구 내 교목수종 가운데 평균적인 크기를 가지는 5개체를 실측하였다. 식물 종조성의 유사성과 환경 특성 등을 고려한 진단 종군의 추출을 통해 식생단위를 유형화하였으며, 분류된 식생단위는 수리분석을 통한 통합분류방법 (hybrid sorting method; Becking, 1957)으로 식물 군락의 분포 특성과 서식처 환경조건에 대한 상호관계 분석이 이루어졌다. 조사대상은 번지지로 이용된 식물상 정보(floral data)와 환경 정보(environmental data) 및 각 층별 출현 식물종은 정성 정량적으로 기록하였으며, 9계급의 통합우점도(combined cover-abundance scale; Westhoff and van der Maarel, 1973; 김종원과 이윤경, 2006)를 이용하였다. 최상층에 우점하는 목본성 식물분류된 식생단위에 대한 비교·검토는 기여도(NCD: Net Contribution Degree)와 이를 이용하여 백분율 상대기여도(rNCD: relative Net Contribution Degree)를 분석하였다 (Kim and Manyko, 1994). 식물 종조성을 바탕으로 군락 간의 질적, 양적 상관관계와 유의성 분석을 위해 [SYNTAX 2000](Podani, 2001)의 PCoA (Principal

Table 1. The number of nests, inclination and area of heronries in each study sites

Common name	Grey heron	Great egret	Little egret	Intermediate egret	Cattle egret	Black-crowned night heron	chinese pond heron	number of nests	inclination (°)	area (m ²)
Scientific name	<i>Ardea cinerea</i>	<i>Ardea alba mdoesta</i>	<i>Egretta garzetta</i>	<i>Egretta intermedia</i>	<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Nycticorax nycticorax</i>	<i>Ardeola bacchus</i>			
Site 1	·	√	√	√	·	√	√	1,143	5.23	4,130.16
Site 2	·	√	√	√	√	·	·	325	5.77	1,223.37
Site 3	·	√	√	√	√	√	·	265	0	2,652.55
Site 4	√	√	√	√	√	√	·	690	2.28	16,549.92
Site 5	√	√	√	√	√	√	·	1,508	0	2,456.18
Site 6	√	√	√	√	√	√	·	775	0	51,551.28
Site 7	·	√	√	√	√	√	·	922	0	4,943.86
Site 8	√	·	·	·	·	·	·	142	9.28	2,870.57
Site 9	√	√	·	·	·	√	·	369	0	3,535.16
Site 10	√	√	·	·	·	·	·	265	9.29	2,576.04
Site 11	√	√	·	·	·	·	·	150	2.18	7,504.51
Site 12	√	√	√	·	√	·	·	303	0	513.68
Site 13	√	√	·	·	·	·	·	330	19.29	4,244.87
Site 14	√	√	·	·	·	·	·	240	18.43	58,692.61
Site 15	√	√	√	·	√	·	·	428	0	4,363.29

Table 1. Continued

Common name	Grey heron	Great egret	Little egret	Intermediate egret	Cattle egret	Black-crowned night heron	chinese pond heron	number of nests	inclination (°)	area (m ²)
Scientific name	<i>Ardea cinerea</i>	<i>Ardea alba mdoesta</i>	<i>Egretta garzetta</i>	<i>Egretta intermedia</i>	<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Nycticorax nycticorax</i>	<i>Ardeola bacchus</i>			
Site 16	√	√	·	·	√	√	·	281	9.42	6,960.88
Site 17	√	√	√	√	√	√	·	560	17.55	11,314.08
Site 18	√	·	·	·	·	·	·	103	5.14	679.22
Site 19	√	√	√	√	√	·	·	274	27.63	7,645.17
Site 20	√	·	·	·	·	·	·	146	11.53	1,861.77
Site 21	√	√	√	√	√	√	·	437	0	3,170.26
Site 22	√	√	√	√	√	√	·	512	2.7	43,047.16
Site 23	√	√	·	·	·	·	·	286	0	12,254.99
Site 24	√	·	·	·	·	·	·	184	0.27	2,857.39
Site 25	·	√	√	√	√	√	·	176	0	5,728.28

Location of study sites: 1. majundong, seogu, Incheon; 2. gonamri, pajueup, Paju, Gyeonggido; 3. hoehyeonri, yangpyeongueup, Yangpyeonggun, Gyeonggido; 4. yulpori, godeokmyeon, Pyeongtaek, Gyeongtaek, Gyeonggido; 5. Yanggiri, gongdoeup, Anseong, Gyeonggido; 6. seulhangri, godaemyeon, Dangjin, Chungcheongnamdo; 7. unjeounri, seon gnammyeon, Cheonan, Chungcheongnamdo; 8. gamseongri, geumnamyeon, Sejong; 9. songjeoldong, heungdeokgu, Cheongju, Chungcheongbukdo; 10. dukdongri, tanbumyeon, Boeun Chungcheongbukdo; 11. sangsukri, busukmyeon, Yeongju, Gyeongsangbukdo; 12. umangri, pungyangmyeon, Yecheon, Gyeongsangbukdo; 13. ocheonri, waryongmyeon, Andong, Gyeongsangbukdo; 14. jongsokri, sanbukmyeon, Mungyeong, Gyeongsangbukdo; 15. sunghyeonri, yeongmunmyeon, Yecheon, Gyeongsangbukdo; 16. bonggokri, nongsomyeon, Gimcheon, Gyeongsangbukdo; 17. seokjangdo, Gyeongju, Gyeongsangbukdo; 18. hageori, ssangnimmyeon, Goryeong, Gyeongsangbukdo; 19. garyeri, daedeokmyeon, Uiryeongmyeon, Gyeongsangnamdo; 20. geumsanri, dongueup, Changwon, Gyeongsangnamdo; 21. mugeodong, namgu, Ulsan; 22. dukgingu, chungju, Jeonju; 23. jasanri, donghyangmyeon, Jinan, Jeollabukdo; 24. yanggakri, damyangeup, Jeollanamdo; 25. eunyonri, daejeonmyeon, Damyang, Jeollanamdo.

coordinates analysis) 좌표결정법을 수행하였다. 식물종의 기준명은 이우철(1996a)에 따랐으며, 누락된 종은 이창복(2014)과 박수현(1995, 2001)을 활용하였다. 백로류 집단서식지의 식물사회를 구성하는 식물종들의 식물상 분석과 생태 파악을 위하여 Raunkiaer의 생활형(LF: life-form)¹⁾을 이용하여 (Raunkiaer, 1934; 이우철, 1996b) 군락의 속성적 구조를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식물상 특성

전국을 대상으로 백로류 동지가 있는 25개 지역에서 식물상을 조사한 결과, 전체 25개 조사지역은 17종의 귀화식물을 포함하여 총 60과 129속 167종이 기재되었다(Table 2). 가장 많이 출현한 과는 벼과로 18종(10.8%)이 출현하였다. 그 다음으로 국화과 11종(6.6%), 장미과와 백합과 각 8종, 꿀풀과 7종(4.8%),

참나무과, 콩과, 여뀌과 각 6종(3.5%), 소나무과, 미나리아재비과 각 5종(3.0%) 등의 순으로 나타났다. 벼과 식물 가운데 솜대, 왕대, 주름조개풀, 기름새를 제외한 강아지풀, 돌피, 바랭이, 그렁 등은 경작지 또는 초지, 노상·노방 등 주로 비산림지대에 출현하며 (안경환과 김종원, 2005), 국화과의 씩, 개마초, 도깨비바늘 등 다수의 식물종들 또한 산지대 이하 지역의 건조와 답압, 부영양화 등의 영향을 받는 입지에 분포 하는 종이다. 이러한 과별 종다양성은 연구지역이 일반적인 산림식생에 비해 불안정한 토양환경과 직접적인 광에너지를 제공받고 있음을 의미하며, 그 원인은 백로류 서식에 따른 서식처 환경 교란에 의한 것으로 고려된다.

1) 일년생식물(Th: therophyte): 일년초와 월년초 포함, 지상식물(Ph: phanerophyte): 휴면아가 지표면에서 0.3m 이상에 있는 것, 반지중식물(H: hemicyptophyte): 휴면아가 지표 바로 밑에 있는 다년초, 지중식물(C: cryptophyte): 휴면아가 땅 속에 있는 다년초, 지표식물(Ch: chamaephyte): 휴면아가 지표면에서 0-0.3m 이외에 있는 다년초



Figure 2. The types of vegetation: (A) Korean pine (*Pinus Koraiensis*) forest (site 5), (B) Pokeweed bush and fruit (*Phytolacca americana*) in the korean pine, (C) Sawtooth oak (*Quercus acutissima*) forest (site 4), (D) The bamboo grove (site 21), and the diagnostic species of the heronries

25개 번식지에서 가장 높은 빈도로 출현한 식물종은 농촌지역에서 흔하게 관찰되는 티주식물 가운데 하나인 쇠무릅(21회)과 닭의장풀(21회)이었다. 그 다음 미국자리공(18회), 아까시나무(15회), 갈참나무·애기똥풀(14회) 등이 빈도 높게 출현하였다. 상대기여도는 미국자리공(100.0%), 닭의장풀(79.9%), 쇠무릅(76.8%), 상수리나무(76.6%), 아까시나무(47.0%), 애기똥풀(33.4%), 소나무(29.9%), 밤나무(27.1%), 갈참나무(23.0%), 환삼덩굴(23.0%) 등의 순으로 높은 것으로 나타났다. 이 가운데 목본성 식물종들은 모두 영소목(nest tree)으로 이용되는 것들이며, 초본류들은 대부분 광조건이 풍부거나(오영주 등 2008) 토양의 부영영화된 입지에 생육하는 종들이다.

미국자리공은 총 20개 지역에서 매우 높은 빈도로 출현하고 있다. 미국자리공은 환경이 오염된 공단지대, 황무지, 인가 주변의 삼림 또는 빈터 등에 생육하

는 토양 산성화와 부영영화에 대한 대표적인 지표종(박용목 등, 1999; 이종운과 전재인, 1996; 이해정 등, 1995)으로 수관이 개방되어 광조건이 양호한 지역에서는 생육면적이 넓어지는 경향성이 관찰되었다(최기룡 등, 2009; 강진호 등, 1997). 미국자리공이 출현하지 않은 5개 지역들(site 11, 13, 14, 21, 25)은 수변 또는 계곡형 입지로서 집중호우와 범람 등의 영향을 받아 표토층이 씻겨나감으로써 토양 산성화가 약한 곳이거나(박재현 등, 2013; 강대석 등, 2008) 상대적으로 영소목의 간격이 넓어 등지의 밀도가 낮고 수관층이 높은 피도를 유지함으로써 하층에 불리한 광조건을 제공하여 발아조건과 기회를 제공받지 못하는 등 조건과 기회가 충족되지 않는 입지인 것으로 판단되며, 그러한 조건과 기회 속에는 낮은 빈도의 인위적인 교란 가능성이 포함된다고 할 수 있을 것이다. 백로류 서식지는 백로 서식에 따른 토양의 부영영화와 빛·온도·수분 등의 교란으로 생태계를

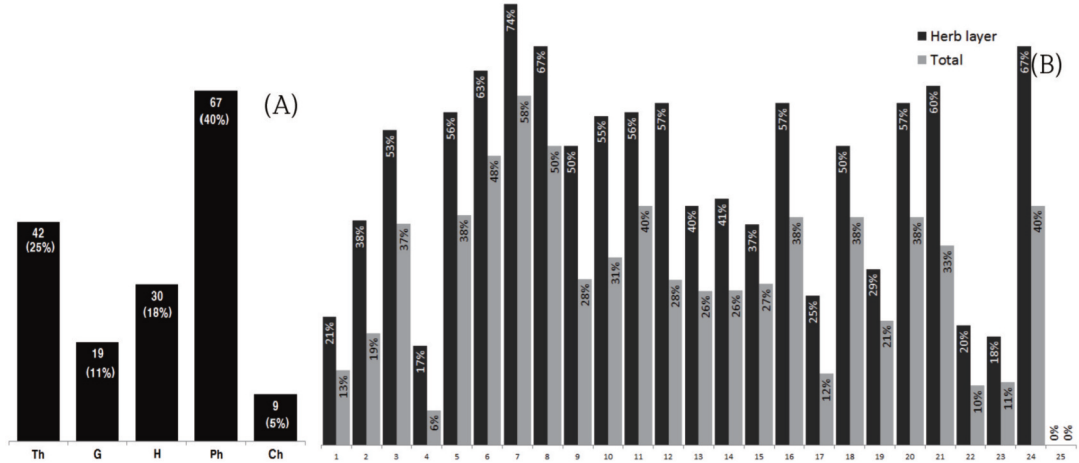


Figure 3. The appearance frequency of the life-form in the heronries (A) and the annual plants in each site (B)

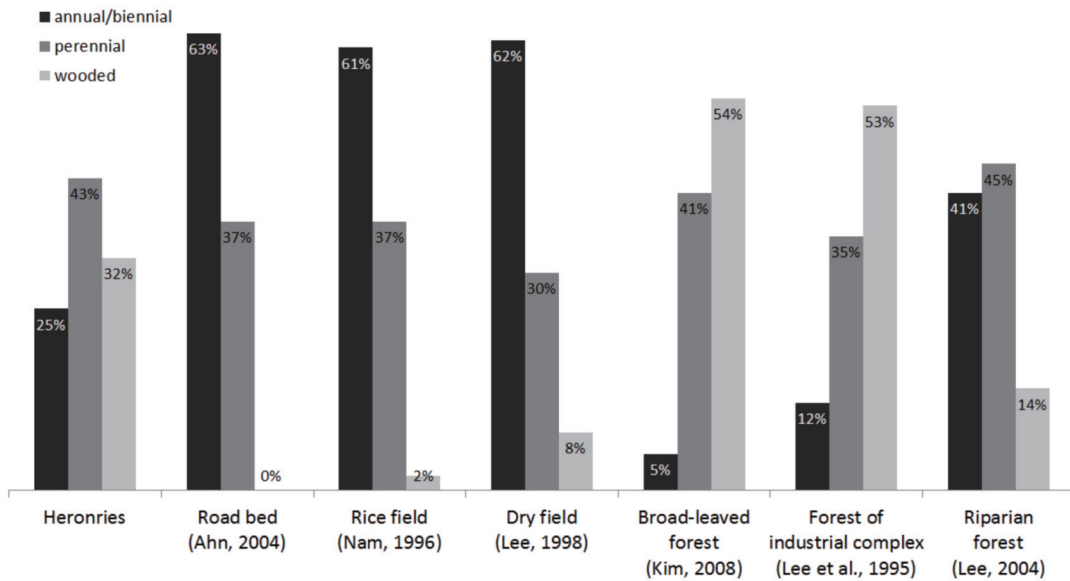


Figure 4. The composition of the life-cycles by vegetation types

유지하는 자원과 조건이 교란되어 자연적인 생태계로부터 변질된 것으로 나타났다.

2. 생활형 분석

백로류 서식지에 출현한 167종의 생활형은 지상식물(Ph) 67종(40%), 일년생식물(Th) 42종(25%), 반지중식물(H) 30종(18%), 지중식물(C) 19종(11%) 및 지표식물(Ch) 9종(5%) 순으로 나타났다(Figure 3). 목본성의 지상식물을 제외하면 일년생식물의 출현빈

도가 가장 높은 것으로 확인되었다. 조사지역이 모두 산지임에도 불구하고 일년생식물의 구성비율이 높다는 것은 입지에 대한 교란과 스트레스에 대한 환경 특성을 반영하는 것이다. 일반적으로 식물군락 내에서 불안정한 환경조건이 제공될수록 다년생식물의 정착기회는 낮아지며(남화경, 1998; Grime, 1977), 토양 이동이 빈번하고 물리적인 교란과 스트레스 수준이 높아짐에 따라 일년생식물의 기여도가 높게 나타나기 때문이다(Figure 3). 특히, 백로류 집단번식

지는 대부분 다층의 삼림을 형성하고 있음에도 평균 29%, 전체 구성 식물종의 25%가 일년생식물들로 구성되어 있었다. 이러한 특성은 지속적이고 다양한 교란, 스트레스 등을 경험하는 길위, 경작지, 하천 등의 일년생식물의 구성 비율보다는 낮지만 일반적인 삼림지역보다 높은 경향성을 나타내어 백로류의 집단 번식 활동이 숲 하층에 직접적인 영향을 미치는 것을 의미한다(Figure 4). 그러나 (1) 경사가 완만하고 단위면적당 등지의 밀도가 높은 수관 개방형의 지역(site 1, 7, 17)이나 (2) 대나무 단순 우점림(site 21, 25)과 같은 지역에서의 일년생식물의 구성비 양상은 다른 것으로 나타났다. 즉 이들 유형의 서식지에서 일년생식물의 구성비는 매우 낮게 나타났으며, 이러한 분포는 배설물 등의 부산물에 의한 토양성분 변화와 잣나무 등의 침엽수, 대나무류의 낙엽이 임상에 축적되어 생성된 타감물질(allelopathic substance, allelochemical)의 영향 등으로 발아와 성장이 억제되었기 때문인 것으로 판단된다(Mettic *et al.*, 1998; 길봉섭 등, 1991; Chou *et al.*, 1982). 한편 수관의 피복율이 비교적 온전하고 상대적으로 다층의 구조를 유지하고 있는 site 9, 24 등은 백로류 서식에 의한 교란의 강도가 낮은 것으로 판단되며, 종간의 경쟁 및 부족한 광량으로 인해 일년생식물의 구성비에 영향을 주는 것으로 보인다.

3. 서식지 식생유형 다양성 및 특성

백로류 집단번식지의 식생은 침엽수림, 활엽수림, 침활혼효림 및 대나무림 4개의 상관식생으로 구분되며, 총 8개의 식물군락(개잎갈나무-미국자리공군락: running no. 1, 잣나무-미국자리공군락: running no. 2-5, 소나무-미국자리공군락: running no. 6-11, 밤나무-미국자리공군락: running no. 12, 상수리나무-미국자리공군락: running no. 13-22, 굴참나무-미국자리공군락: running no. 23, 솜대군락: running no. 24, 왕대군락: running no. 25)으로 구분되었다(Table 2). 이들 식물군락은 전국적으로 광역분포하는 식물종이 우점하는 유형으로서 농촌의 주거지나 경작지 주변 등 인간 활동이 영향을 미치는

지역에 위치하는 삼림식생인 것으로 나타났다. 각각의 식물군락들은 수관층을 구성하는 식물종의 기원(origin)에 대한 평가 결과 이차림 또는 인공조림이었으며, 대부분 식물군락의 교목층은 백로류 서식에 따른 교란으로 그 구조가 훼손되어 하층 식물들에게 비정상적인 광조건을 제공하고 있었다. 이로 인해 관목층과 초본층의 식물 종조성과 구조는 인접하고 있는 유사한 상관의 삼림과 차이를 가지는 것으로 나타났다. 평균출현종수는 23종으로 지역마다 최소 1종에서 최대 42종까지 다양하게 기재되었다. 그러나 서식지별 입지 환경(지형, 지질, 기후, 토양 등) 특성에 대응하는 전형적인 식물사회 구성종의 다양성과 출현빈도는 매우 낮은 것이 특징 이었다.

솜대군락, 왕대군락을 제외한 모든 식물군락들은 산지임에도 불구하고 진단종군이 쇠무릅, 닭의장풀, 미국자리공 등의 터주식생(ruderal vegetation) 구성종이었다. 그 밖에 식물군락 내 출현빈도와 기여도가 가장 높은 식물종은 애기똥풀, 개여뀌, 미국가막살이, 청미래덩굴, 환삼덩굴, 주름조개풀, 명아주, 쇠별꽃 등 호광성(heliophyte)이면서 토양의 부영양화(eutrophication) 또는 산성화된 입지에 내성을 가지는 식물들인 것으로 확인되었다. 반면 솜대와 왕대 등의 대나무속 식물이 우점하는 지역에서는 군락의 구조 특성상 내부에 빛조건이 열악하여 다른 식물의 생육이 어려우며, 대나무속 식물이 단순 우점하기 때문에 백로류 서식에 따른 교란에 관계없이 종조성이 단순한 것으로 판단된다. 한편, 상관적으로 상수리나무가 우점하거나 하록활엽수(summergreen broadleaf tree)가 혼생하는 침활혼효림(mixed forest)은 소나무, 잣나무 등이 우점하는 침엽수림에 비해 생육상태가 매우 양호하였으며, 최상층이 높은 피도를 가지고 있는 등 상대적으로 교목층 수목의 활력도(vitality)가 양호한 것으로 관찰되었다. 특히 흉고직경이 20cm 내외의 침엽수가 우점하는 삼림(site 5, 7)은 수관층이 50% 이상 개방되어 숲 하층은 나지와 유사한 환경을 제공하고 있었다. 이러한 최상층의 식피율과 식생구조의 차이는 토양의 물리화학적 변화보다 백로류 서식에 따른 물리적 스트레스에 대한 저항성과 관계 깊은 것으로 판단된다. 연중 새로운

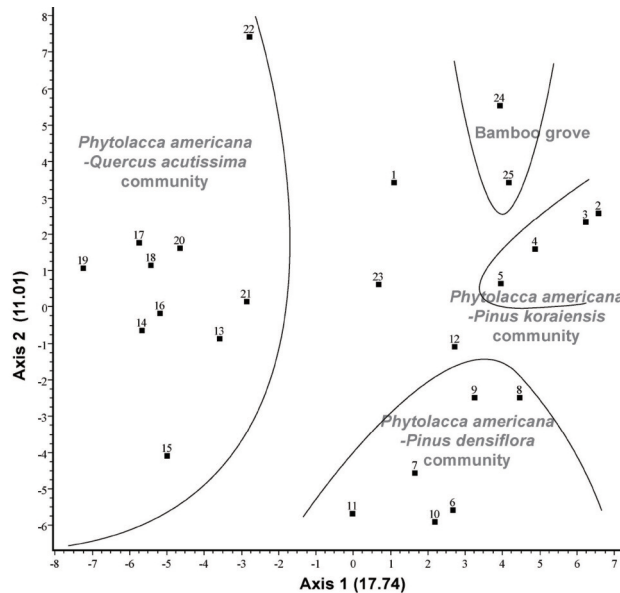


Figure 5. The PCoA (Principal Coordinates Analysis) scatter-plot of the 25 relevé based on the vegetation composition in the sites (1: *Phytolacca americana*-*Cedrus deodara* community, 12: *Phytolacca americana*-*Castanea crenata* community, 23: *Phytolacca americana*-*Quercus variabilis* community)

앞이 생기는 활엽수림 또는 잘 구부러짐으로써 물리적 스트레스에 저항성이 높은 대나무류의 활력도가 양호하다는 것은 이러한 사실을 반영하고 있다.

각 식생유형별 식물 종조성 정보를 바탕으로 백로류 서식 입지환경의 생태적 특성을 분류하고 각 유형별 환경조건의 특성을 밝히기 위해 좌표결정법을 이용하여 수리분석을 한 결과 서식지별 생태적 특성에 따른 경향성 분석에서는 뚜렷한 차별성이 구분되지는 않았다(Figure 5). 다만, 상관식생 유형과 수관층의 밀도에 따른 빛 조건에 따라 약간의 차이가 관찰되었으나, 서식지별 생태적 특성을 유형화 하기에는 빛 조건만으로 특정될 수 없다고 판단된다. 그럼에도 불구하고 활엽수인 상수리나무-미국자리공군락의 경우 좌표 좌측에 배열되고 비교적 밝은 숲을 이루는 침엽수림과 1-2종이 단순우점 하는 대나무림은 우측에 배열됨에 따라 빛 조건 변화에 따른 서식지의 질적 변화가 발생할 것으로 예상된다. 즉 빛 조건의 변화를 야기하는 외부 교란의 강도와 빈도는 대상지역의 식생을 질적으로 저하시키는 1차적인 요인인 것이다(Jakucs, 1991). 그리고 토양의 물리·화학적 변화를 야기하여 대상 입지에 대한 고유종의 쇠퇴와 특

정 환경에 적응한 외래·외지종의 출현을 증가시키는 배설물 등의 부산물은 식생 구조와 기능의 질적 저하를 일으키는 2차적인 요인으로 평가 되었다.

4. 입지환경과 분포 특성

GIS를 이용한 25개 백로류 집단서식지에 대한 입지환경 분석결과 입지는 공간적으로 반경 0.5km 내에 백로류들이 선호하는 취식 공간(논, 하천 등; 이윤경 등, 2012)이 분포하고 있는 것으로 나타났다. 산지사면과 정상부, 계곡부, 구릉지, 평지 등 다양한 입지에 서식하고 있으나 주로 경사가 있는 산지사면을 중심으로 동향에 분포하고 있는 것으로 나타났다(Figure 6). 이러한 분포 경향성은 전라남도 일대 백로류 서식지에 대한 연구결과와 일치 하는 것으로서 포란과 산란 등의 행위와 연관 있는 것으로 판단된다(이두표 등, 2007).

한편, 주어진 환경조건에 대한 백로 집단서식지 식물사회의 특성이 뚜렷이 구별되지 않는 결과는 일반적인 삼림식생에서 나타나는 경향성과 구분된다. 즉, 유사한 환경조건이 주어진 유사한 식물사회는 유사한 종조성을 가지는 식물군락으로 발달하게 된다. 하

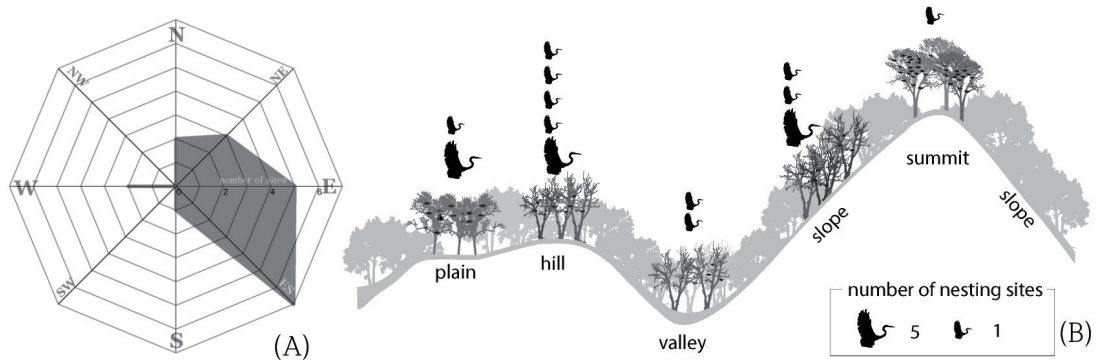


Figure 6. Directional Trends (A) and nesting distributions (B) of the nesting sites

지만 본 조사 지역은 서식지별 다양한 교란 요소를 포함하고 있음을 반증하는 것으로 판단된다. 특히 1) 낮은 고도의 산지대에 위치한 인공적인 식재에 기원하는 이차림, 2) 백로류 집단서식 규모에 따른 물리적 교란 강도의 차이 및 3) 배설물 등에 의한 칼륨, 황, 인 등 영양염류의 과잉공급과 pH 저하 등으로 인한 토양의 화학적 변화촉진(문형태와 조삼래, 1996; 문형태 등 1996)은 숲 하층의 빛 조건 변화와 식물의 양분 흡수 및 광합성 방해로 식물 생육을 저해하게 된다(이도형, 2004; 이창석과 이안나, 2003; 김태희, 2002; 유태철과 김준호, 1994; Weseloh and Brown, 1971). 결국 서식지 내 삼림의 구성을 변화시키는 원인으로 작용하여 이와 유사한 환경에 적응된 식물들의 확산을 초래하게 되는 것이다(志津侖奈 *et al.* 2009; Jakucs, 1991).

IV. 결론

본 연구에서 백로류들의 집단번식지는 침엽수림, 활엽수림, 침활혼효림과 대나무림의 상관을 가지는 8개의 식생유형으로 구분되었으나 최상층을 우점하는 식물종에 의한 상관적 차별성을 가질 뿐 식생유형별 입지 환경에 대한 경향성과 식물사회학적 특성은 나타나지 않았다. 이것은 선행연구에서 언급된 바와 같이 백로류들이 집단번식지 선택을 먹이 획득의 용이성과 산란-영추 등을 위한 번식지의 크기 및 수목의 형질적인 특성을 우선하기 때문인 것으로 판단된다(최유성과 유정철, 2009; James *et al.*, 1987;

Beaver *et al.*, 1980, Custer and Osborn, 1978). 번식을 위한 집단서식 활동은 수목의 건전성을 위협하고 있었으며, 무엇보다 수관(crown)의 온전성에 영향을 주고 있었다. 수목 생육의 건전성은 침엽수림보다 상수리나무를 포함한 활엽수림이 상대적으로 양호하였으며, 흉고직경 20cm 내외의 침엽수종들은 백로류들의 집단서식 활동에 의한 물리적 교란과 집중적으로 공급되는 부산물들로 인한 환경 변화에 매우 취약한 것으로 나타났다. 한편, 초본층은 상관식생에 관계없이 전반적으로 토양의 유기염류 공급 과잉으로 부영양화된 입지에 내성을 가지는 호광성, 호질소성 식물종들의 기여도가 특히 높은 것으로 확인되었다. 이러한 식물사회의 특성은 토양오염 지역 또는 수관이 개방되거나 교란이 빈번한 지역에서 관찰되는 경향이 높은 것이다. 특히, 미국자리공의 생육은 집단서식에 의한 영소목의 낙엽, 육추(brooding) 과정에서 공급되는 유기물들로 토양이 산성화되어 있음을 진단할 수 있었으며, 선행 연구된 지역에서도 유사한 경향성을 확인할 수 있다(정훈, 2004, 남미숙, 1997; 문형태 등, 1996; 문형태와 조삼래, 1996). 즉, 모든 지역의 입지조건은 서로 다르지만 대나무림을 제외한 대부분은 교란, 훼손, 파괴된 입지의 식물사회를 이루고 있으며, 장기적으로 본래의 식분에 대한 이러한 특성은 각각의 유형마다 구분되는 기여도와 진단종군에서 반영되고 있다. 반면에 왕대, 솜대 등의 대나무속 식물이 우점하는 지역은 종다양성이 매우 낮았으나 부러짐과 같은 물리적 교란에 강한 대나무류의 생리적 특성상 영소목 상층

Table 2. Continued

running no.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Ts	rNCD	family	LF	
scientific name	한글명	I	II		III			IV			V					VI	VII	VIII													
<i>Achyranthes japonica</i>	쇠무릅	2	2	2	1	3	2	2	1	2	5	2	2	2	3	3	3	2	2	2	5	2	2	1	1	21	76.8	Amaranthaceae	H		
<i>Commelina communis</i>	닭의장풀	1	1	1	4	2	1	2	1	1	2	3	1	7	3	4	3	1	3	1	4	5	2	21	79.9	Commelinaceae	Th				
<i>Phytolacca americana</i>	미국자리공	4	2	2	1	3	9	1	3	6	2	2	3	5	6	2	3	4	4	2	3	3	2	20	100.0	Phytolaccaceae	G				
<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>	애기뿔풀	-	1	-	-	6	2	-	2	-	2	2	2	2	3	3	-	2	1	2	2	-	-	-	14	33.4	Papaveraceae	Th			
<i>Persicaria longiseta</i>	개여뀌	-	1	1	-	-	2	-	-	1	2	1	-	2	2	1	-	1	2	1	-	2	-	-	13	18.4	Polygonaceae	Th			
<i>Smilax china</i>	미국가막살이	1	-	-	-	1	2	-	1	-	-	2	1	-	1	2	1	1	-	1	1	-	1	-	-	13	15.5	Liliaceae	Ph		
<i>Humulus scandens</i>	참미레덩굴	-	2	-	-	1	1	1	2	-	1	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	-	12	17.9	Moraceae	Th			
<i>Dioscorea tokoro</i>	환삼덩굴	-	1	-	-	3	2	-	-	1	7	1	2	2	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	1	11	23.0	Dioscoreaceae	G		
<i>Dioscorea yokosaii</i>	도고로마	-	-	-	1	-	1	-	1	-	2	-	3	2	1	-	1	1	1	-	-	-	-	1	-	11	12.3	Dioscoreaceae	G		
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	주름조개풀	3	-	-	-	-	1	-	3	2	3	-	-	1	-	1	-	3	1	-	3	-	3	-	10	15.7	Gramineae	H			
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	명아주	1	-	-	2	-	1	-	1	2	-	-	3	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	9	9.4	Chenopodiaceae	Th			
<i>Stellaria aquatica</i>	쇠별꽃	-	1	-	-	2	1	-	-	1	2	-	2	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	8	8.4	Caryophyllaceae	Th		
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	달쟁이덩굴	2	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-	4	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	7	6.8	Vitaceae	Ph		
<i>Bidens bipinnata</i>	도깨비바늘	-	-	-	-	-	2	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	6	3.1	Compositae	Th		
<i>Solanum americanum</i>	미국까마중	-	-	-	-	1	4	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	6	4.0	Solanaceae	Th		
<i>Amaranthus mangostanus</i>	개비름	-	-	-	3	-	2	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	6	4.5	Amaranthaceae	Th		
<i>Setaria viridis</i>	강아지풀	-	-	-	3	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	3.0	Gramineae	Th		
<i>Liriope spicata</i>	개맥문둥	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	5	2.2	Liliaceae	G		
<i>Agropyron tsukusinense</i> var. <i>transiens</i>	개밀	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	3	1	-	2	-	-	-	-	6	5.8	Gramineae	Th			
<i>Glycine soya</i>	들콩	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	1.2	Leguminosae	Th		
<i>Eleusine indica</i>	왕바랭이	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.2	Gramineae	Th		
<i>Leonurus japonicus</i>	익모초	-	-	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	1.5	Labiatae	Th		
<i>Pueraria lobata</i>	췌	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.3	Leguminosae	Ch		
<i>Cardamine flexuosa</i>	황새냉이	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	1.5	Cruciferae	Th		
<i>Solanum nigrum</i>	가마중	1	1	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	0.7	Solanaceae	Th		
<i>Erigeron annuus</i>	개망초	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	0.7	Compositae	Th		
<i>Persicaria thunbergii</i>	고마리	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	1.3	Polygonaceae	Th		
<i>Eccolopis cotulifer</i>	기름새	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	3	0.7	Gramineae	H		
<i>Cocculus trilobus</i>	당쟁이덩굴	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	4	1.2	Menispermaceae	Ph		
<i>Xanthium strumarium</i>	도고마리	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	0.7	Compositae	Th		
<i>Pilea peploides</i>	물뽕이	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	0.7	Urticaceae	Th		
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	미국담쟁이	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3	1.6	Vitaceae	Ph		
<i>Youngia japonica</i>	뽕리쟁이	-	-	-	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0.7	Compositae	Th		
<i>Ixeris dentata</i>	썸바귀	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0.7	Compositae	H		
<i>Boehmeria longispica</i>	왜모시풀	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	3	0.9	Urticaceae	Ch		
<i>Sicyos angulatus</i>	파리풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.1	Phymaceae	G		
<i>Sicyos angulatus</i>	가시박	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	0.3	Cucurbitaceae	Th		
<i>Panicum bisulcatum</i>	개기장	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.3	Gramineae	Th		
<i>Carex lanceolata</i>	그늘사초	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	0.3	Cyperaceae	H		
<i>Chloris virgata</i>	나도바랭이	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	0.4	Gramineae	Th		
<i>Fallopia dumetorum</i>	닭의장풀	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.7	Polygonaceae	Th		
<i>Echinochloa crus-galli</i>	돌비	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.3	Gramineae	Th		
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	둥글레	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	0.4	Liliaceae	G		
<i>Liriope platyphylla</i>	맥문둥	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	0.3	Liliaceae	G		
<i>Persicaria perfoliata</i>	머느리매듭	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	0.3	Polygonaceae	Th		
<i>Digitaria ciliaris</i>	바랭이	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.4	Gramineae	Th		
<i>Agastache rugosa</i>	백초향	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	2	0.6	Labiatae	H		
<i>Solanum lyratum</i>	배롱나무	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	0.3	Solanaceae	Ch		
<i>Athyrium yokoscense</i>	뽕고사리	-	-	1	-	1	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.5	Aspidiaceae	H		
<i>Clematis apiifolia</i>	사위질빵	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	0.4	Ranunculaceae	Ph		
<i>Lilium leichlinii</i> var. <i>tigrinum</i>	중나리	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	0.3	Liliaceae	G		
<i>Cimicifuga heracleifolia</i>	승마	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	2	0.7	Ranunculaceae	G		
<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>ussuriense</i>	영경귀	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.3	Compositae	H		
<i>Hosta capitata</i>	일월비비추	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	0.4	Liliaceae	H	
<i>Carex siderosticta</i>	대사초	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	2	1.0	Cyperaceae	H
<i>Clem</i>																															

에 교란의 영향이 적어 숲 하층의 식물 종다양성과 구조에 대한 뚜렷한 변화를 관찰할 수 없었다.

결론적으로 지역과 영소목의 특성에 따라 차이가 있으나 백로류들의 번식지는 교란 및 훼손된 식물사회의 특성을 가지게 되며, 지속적, 영속적인 서식공간을 제공하지 못하게 되는 것을 알 수 있었다. 백로류들은 영소목이 고사하여 기능을 할 수 없거나 번식지에 물리적 교란 또는 동료들의 피해 등으로 안전에 영향을 받을 경우 새로운 번식지를 찾게 되며(Telfair et al., 2000; Edwin and Spindelov, 1991; 김현규, 1989), 이로 인한 행동의 반복은 집단 번식과 백로류들에 대한 인식의 양극화를 유발하게 되는 것이다. 즉, 집단번식지의 유지와 지속기간은 영소목과 식생의 활력도에 직접적인 영향을 받으며, 백로류 서식처 관리에 식생학적 접근이 중요한 역할을 할 수 있다는 것이다. 이에 대한 접근으로서 지속적으로 보장되는 백로류의 회귀와 번식활동이 인간 활동과 균형을 유지하기 위해서는 영소지역의 환경 특성을 고려하여 교목수종을 중심으로 한 체계적인 식생관리(육림, 조림 등) 계획 마련이 요구된다. 추가적으로 식생과 식물상의 현황에 대한 지속적인 모니터링을 통한 변화양상 파악과 그에 따른 관리방안 마련을 위한 연구 등의 노력은 백로류의 이동범위 제한과 대체 서식처 마련, 백로류 집단서식지 복원 등 체계적인 서식처 관리에 기여하게 될 것이다.

인용문헌

- 강대석, 성기준, 여운상, 정용현, 이석모. 2008. 낙동강 중·하류 지역의 수변 특성에 관한 연구, 환경영향평가학회지, 17(3), 189-200.
- 강진호, 유영섭, 김동일, 이외석, 김성희. 1997. Priming, 온도 및 광질이 미국자리공 종자의 발아에 미치는 영향, 한국작물학회지, 41(2), 153-159.
- 길봉섭, 김영식, 이승엽, 김두영. 1991. 잣나무의 천연화합물질이 다른 식물에 미치는 독성작용, 한국생태학회지, 14(2), 149-157.
- 김성열. 2008. 대구 안산일대 산지식생에 대한 균락분류, 계명대학교 석사학위.
- 김정수, 구태희. 2008. 왜가리(*Ardea cinerea*)의 번식생태, 한국조류학회지, 15(1), 27-37.
- 김종원, 이윤경. 2006. 식물사회학적 식생조사와 평가방법, 월드사이언스.
- 김태희. 2002. 대기오염이 소나무 화분의 생명력에 미치는 영향, 서울대학교 석사학위.
- 김현규. 1969. 백로의 생태, 한국생활과학연구원논총, 2, 69-81.
- 남미숙. 1997. 백로와 왜가리의 집단번식에 의한 일본잎갈나무림의 토양 및 초본층구조의 변화, 공주대학교 대학원 석사학위.
- 남화경. 1996. 경북 지역의 벼경작지식생에 대한 균락분류 및 균락생태학적 특성, 계명대학교 석사학위.
- 문형태, 남미숙, 조삼래. 1996. 백로와 왜가리 집단번식에 의한 삼림토양 및 초본층 구조의 변화, 한국임학회지, 85(3), 506-512.
- 문형태, 조삼래. 1996. 백로와 왜가리 집단번식이 소나무군집에 미치는 영향, 한국생태학회지, 19(1), 47-53.
- 박수현. 1995. 한국귀화식물 원색도감, 일조각.
- 박수현. 2001. 한국귀화식물 원색도감: 보유편, 일조각.
- 박용목, 박범진, 최기룡. 1999. 미국자리공의 근권 토양산성도의 변화, 한국생태학회지, 22(1), 7-11.
- 박재현, 김기홍, 이석배. 2013. 남강댐 수변구역 버드나무류 군락의 식생분석 및 토양의 이화학적 특성, 한국임학회지, 102(2), 161-169.
- 안경환. 2004. 대구지역의 노상식생에 대한 식물사회학적 연구, 계명대학교 대학원 석사학위.
- 안경환, 김종원. 2005. 대구지역 노상식물군락의 분류와 분포 특성, 한국생태학회지, 28(1), 31-36.
- 오영주, 이인용, 박재읍, 오세문, 김창석. 2008. 환삼덩굴 서식지의 식물군락 변화, 한국잡초학회지, 28(1), 15-19.
- 유태철, 김주호. 1994. 수도권지역에서 토양의 산성

- 화에 의한 리기다소나무의 생장 감소, 한국 생태학회지, 17(3), 287-297.
- 이도형. 2004. 토양산성화에 따른 소나무(*Pinus desiflora* Sieb, et Zucc.)의 뿌리 적응성에 관한 연구, 한국임학회, 93(1), 50-58.
- 이두표, 김상진, 황인천, 임동욱. 2007. 전라남도 냉이의 백로류 집단번식지 특성, 한국환경 생태학회지, 21(2), 186-191.
- 이우철. 1996a. 원색한국기준식물도감. 아카데미서적.
- 이우철. 1996b. 한국식물명고(I), 아카데미서적.
- 이윤경, 김동원, 장병순, 유승화, 김창회, 강중현, 권인기, 류지은, 서재화, 서민환, 박진영. 2012a. 번식기동안 백로과 조류의 종별 취식지 이용, 한국조류학회, 19(2), 141-149.
- 이윤경, 김동원, 장병순, 유승화, 김창회, 박진영, 강중현, 이진원, 권인기, 권혁수, 류지은, 안경환, 신현철, 서민환, 김명진. 2012b. 한국의 백로와 왜가리, 국립환경과학원.
- 이울경. 2004. 우리나라 하천식생의 군락분류 및 군락생태, 계명대학교 박사학위.
- 이은진. 1998. 대구·경북 지역의 밭식생에 대한 식물사회학적 연구, 계명대학교 석사학위.
- 이종운, 전재인. 1996. 귀화식물 미국자리공(*Phytolacca americana*)의 적응환경용인, 생명과학회지, 6(2), 87-93.
- 이창복. 2014. 원색대한식물도감, 향문사.
- 이창석, 이안나. 2003. 한국에서 수분수지의 생태적 중요성과 대기오염 및 토양 산성화로 인한 식물의 수분스트레스 증대 효과, 한국생태학회지, 26(3), 143-150.
- 이혜정, 이정환, 오경환. 1995. 여천공단 주변의 삼림식생 구조와 토양환경, 경상대학교 환경보전연구소보, 3, 57-77.
- 정훈. 2004. 백로류의 번식지락과 사회행동, 경희대학교 대학원 박사학위.
- 천연기념물센터. 2015. http://www.nhc.go.kr/naturalweb/main/Index.do?mn=KO_01. (2015.3.5.).
- 최기룡, 박범진, 박용목. 2009. 광조건이 미국자리공(*Phytolacca americana* L.)의 생장에 미치는 영향, 한국잡초, 29(1), 83-88.
- 최유성, 유정철. 2009. 백로과 조류의 동지수종 유형 선호도, 한국환경생태학회 학술대회논문집, 19(1), 43-46.
- 한국조류학회. 2009. 한국의 조류 목록, 한림원주식회사, p.132.
- Beaver DL, RG Osborn, TW Custer. 1980. Nest-site and colony characteristics of wading birds in selected atlantic coast colonies, The Wilson Bulletin, 92(2), 200-220.
- Becking RW. 1957. The Zurich-Montpellier school of phytosociology, The Botanical Review, 23(7), 411-488.
- Braun-Blanquet J. 1965. Plant Sociology. The Study of Plant Communities (Transl. by G.D. Fuller and H.S. Conard), New York.
- Chou CH, Yang CM. 1982. Allelopathic research of subtropical vegetation in Taiwan II. comparative exclusion of understory by *Phyllostachys edulis* and *Cryptomeria japonica*, Journal of Chemical Ecology, 8(12), 1489-1507.
- Custer TW, Osbron. 1978. Feeding habitat use by colonially-breeding herons, egrets, and ibises in North Carolina, The Auk, 95, 733-743.
- Edwin RM, Spendelow JA. 1991. Colonial wading birds herons and egrets (In 'Habitat requirements for Chesapeake bay living resources; 2nd Ed.), BiblioGov, p.19_1-19_14.
- Erwin RM, Custer TW. 2000. Herons as indicators (In Kushlan J. A. and K. Hafner. "Heron conservation"), Academic Press, San Diego, p.311-330.
- Grant KR, Watson J. 1995. Controlling nuisance egrets and herons rookeries in Oklahoma,

- Great Plains Wildlife Damage Control Workshop proceedings, 435, 32-33.
- Grime JP. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory, *The American Naturalist*, 111(982), 1169-1194.
- Jakucs P. 1991. Eutrophication in forest ecosystems (In Esser G. and D. Overdieck., "Modern ecology: Basic and applied aspects"), Elsevier, pp.571-578.
- James PG, Woodward S, Hunter ML, Hutchinson AE. 1987. Determinants of great blue heron colony distribution in coastal marine, *The Auk*, pp.38-46.
- Kang JH, Lee SG, Choi BJ, Oh HS, Kim NC. 2009. The study of monitoring and management of heron and egret sites protected by natural monument, *Korean Journal of Ornithology*, 16(1), 37-46.
- Kim JW, Manyko YI. 1994. Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cool-temperate mixed forest in the southern Sikhote Alin, Russian Far East, *Korean Journal of Ecology*, 17, 391-413.
- Mckilligan N. 2005. Herons, egrets and bitterns: Their biology and conservation in Australia (Australian natural history series), CSIRO, p.18.
- Mettic J, Lavy T, Shulman B, Dilday R. 1998. Searching for allelochemicals in rice that control ducksalad (In 'allelopathy in rice' - Ed. M, Oldfsdotter), IRRI, pp.81-98.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology, New York: John Willy & Sons.
- Park SR, Kim KY, Chung H, Choi YS, Sung HC. 2011. Vertical nest stratification and breeding success in a six mixed-species heronry in Taeseong, Chungbuk, Korea. *Animal cells and systems*, 15(1), 85-89.
- Podani J. 2001. Syn-Tax 2000: Computer program for data analysis in ecological and systematics. Budapest, Scientia Publishing.
- Raunkiaer C. 1934. Life form of plants and statistical plant geography, Oxford.
- Telfair RC, Thompson BC, Tschirhart L. 2000. Nuisance heronries in Texas: Characteristics and management; 2nd Ed., Texas Parks & Wildlife, pp.1-6.
- Weseloh DV, Brown RT. 1971. Plant distribution within a heron rookery, *American Midland Naturalist*, 86(1), 57-64.
- Westhoff V, E van der Maarel. 1973. The Braun-Blanquet approach. Ed. R. H. Whittaker. Ordination and classification of communities. Dr. W Junk by Publisher. Hague. pp.167-726.
- Shizu R, Yoshinori M, Nobuyuki K, Susumu O. 2009. Effects of colony nesting of great blue heron (*Ardea herodias*) on vegetation composition and soil nutrient concentration on Southeastern Vancouver Island, *HortResearch*, 63, 61-66.

References

- Ahn KH. 2004. A phytosociological study of road bed vegetation in Daegu area, MA dissertation, University of Keimyung, Daegu.
- Ahn KH, Kim JW. 2005. Classification and characteristics of the roadbed plant communities in Daegu, Korea, *Korean Journal of Ecology*, 28(1), 31-36.
- Beaver DL, Osborn RG, Custer TW. 1980. Nest-site and colony characteristics of wading birds in selected atlantic coast colonies,

- The Wilson Bulletin, 92(2), 200-220.
- Becking RW. 1957. The Zurich-Montpellier school of phytosociology, *The Botanical Review*, 23(7), 411-488.
- Braun-Blanquet J. 1965. *Plant Sociology. The Study of Plant Communities* (Transl. by G.D. Fuller and H.S. Conard), New York.
- Choi KR, Park BJ, Park YM. 2009. The effect of light regimes on pokeberry (*Phytolacca americana* L.) growth, *Korean Journal of Weed Sci.* 29(1), 83-88.
- Choi US, Lyu JC. 2009. Nesting vegetation preferences of tree-nesting Ardeidas, *Proceedings of the Korean Society of Environment and Ecology Conference*.
- Chou CH, Yang CM. 1982. Allelopathic research of subtropical vegetation in Taiwan II. comparative exclusion of understory by *Phyllostachys edulis* and *Cryptomeria japonica*, *Journal of Chemical Ecology*, 8(12), 1489-1507.
- Chung H. 2004. Breeding strategies and social behaviour of Ardeidae, Ph. D dissertation, University of Kyung Hee, Yongin.
- Custer TW, Osbron RG. 1978. Feeding habitat use by colonially-breeding herons, egrets, and ibises in North Carolina, *The Auk*, 95, 733-743.
- Edwin RM, Spendelow JA. 1991. Colonial wading birds herons and egrets (In 'Habitat requirements for Chesapeake bay living resources'; 2nd Ed.), *BiblioGov*, p.19_1-19_14.
- Erwin RM, Custer TW. 2000. Herons as indicators (In Kushlan J. A. and K. Hafner. "Heron conservation"), Academic Press, San Diego, pp.311-330.
- Grant KR, Watson J. 1995. Controlling nuisance egrets and herons rookeries in Oklahoma, *Great Plains Wildlife Damage Control Workshop proceedings*, 435, 32-33.
- Grime JP. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory, *The American Naturalist*, 111(982), 1169-1194.
- Jakucs P. 1991. Eutrophication in forest ecosystems, (In Esser G. and D. Overdieck., "Modern ecology: Basic and applied aspects"), Elsevier, pp.571-578.
- James PG, Woodward S, Hunter ML, Hutchinson AE. 1987. Determinants of great blue heron colony distribution in coastal marine, *The Auk*, pp.38-46.
- Kang DS, Sumg KJ, Yeo US, Chung UH, Lee SM. 2008. Riparian area characteristics of the middle and lower reaches of the Nakdong river, *Journal of Environmental Impact Assessment*, 17(2), 189-200.
- Kang JH, Lee SG, Choi BJ, Oh HS, Kim NC. 2009. The study of monitoring and management of heron and egret sites protected by natural monument, *The Korea Journal of Ornithology*, 16(1), 37-46.
- Kang JH, Ryu YS, Kim DI, Lee OS, Kim SH. 1997. Effect of priming, temperature and light quality on germination of pokeweed (*Phytolacca americana*) seed, *The Korean Journal of Crop Science*, 42(2), 153-159.
- Kil BS, Kim DY, Kim YS, Lee SY. 1991. Phytotoxic effects of naturally occurring chemicals from *Pinus koraiensis* on experimental species. *Korean Journal of Ecology*, 14(2), 149-157.
- Kim HK. 1969. Biology of gray heron and egrets, *Journal of Korean research Institute for Better Living*, 2, 69-81.

- Kim JS, Koo TH. 2008. Breeding ecology of grey herons (*Ardea cinerea*) in Korea, Korean Journal of Ornithology, 15(1), 27-37.
- Kim JW, Manyko YI. 1994. Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cool-temperate mixed forest in the southern Sikhote Alin, Russian Far East. Korean Journal of Ecology, 17, 391-413.
- Kim JW, Lee YK. 2006. Classification and assessment of plant communities, World science.
- Kim SY. 2008. The vegetation of the mt. Ap-san in Daegu, MA dissertation, University of Keimyung, Daegu.
- Kim TH. 2002. Effects of air pollution on pine pollen viability, MA dissertation, University of Seoul.
- Lee CB. 2014. Colored Flora of Korea, Hyangmunsa.
- Lee CS, Lee AN. 2003. Ecological importance of water budget and synergistic effects of water stress of plants due to air pollution and soil acidification in Korea, Korean Journal of Ecology, 26(3), 143-150.
- Lee DH. 2004. Root adaptation of *Pinus densiflora* Sieb, et Zucc. in the differently acidified forest soil in Korea, Journal of Korean Forestry Society, 93(1), 50-58.
- Lee DP, Kim SJ, Hwang IC, Lim DO. 2007. The characteristics of mixed heronries in Jeollanam-do, The Korean Journal of Environment and Ecology, 21(2), 186-191.
- Lee EJ. 1998. Phytosociological study of dry field vegetation in Kyoungpook province, MA dissertation, University of Keimyung, Daegu.
- Lee HJ, Lee JH, Oh KH. 1995. Vegetation structure of forest and soil environment in the vicinity of Yecheon industrial complex, Journal of Institute of Environmental Protection, Pro. Gyeongsang National University, 3, 57-77.
- Lee WC. 1996a. Standard Illustrations of Korean Plants, Academy Press.
- _____. 1996b. Lineamenta florae Koreae (I), Academy Press.
- Lee YK. 2004. Syntaxonomy and synecology of the riparian vegetation in South Korea. Ph. D dissertation, University of Keimyung, Daegu.
- Lee YK, Kim DW, Jang BS, Yoo SH, Kim CH, Kang JH, Kwon IK, Ryu JE, Suh JH, Seo MH, Park JY. 2012a. The use of feeding habitats of five species of herons during the breeding season in South Korea, Korean Journal of Ornithology, 19(2), 141-149.
- Lee YK, Kim DW, Jang BS, Kim CH, Park JY, Kang JH, Kwon IK, Kwon HS, Ryu JE, Ahn KW, Shin HC, Seo MH, Kim MJ. 2012b. Egrets and herons in Korea, National Institute of Environmental Research.
- Oh YJ, Lee IY, Park JE, Oh SM, Kim CS. 2008. Plant community change in the habitat of *Humulus japonicus*. Korean Journal of Weed Science, 28(1), 15-19.
- Park JH, Kim KH, Lee SB. 2013. Analysis of characteristics of plant, soil physical and chemical of *Salix* spp. on the environment of Namgang dam reservoir, Journal of Korean Forestry Society, 102(2), 161-169.
- Park SH. 1995. Colored illustrations of nationalized plants of Korea, Ilchokak.
- Park SH. 2001. Colored illustrations of nationalized plants of Korea: Appendix, Ilchokak.
- Park SR, Kim KY, Chung H, Choi YS, Sung HC. 2011. Vertical nest stratification and breeding success in a six mixed-species heronry in Taeseong, Chungbuk, Korea. Animal cells

- and systems, 15(1), 85-90.
- Park YM, Park BJ, Choi KR. 1999. pH changes in the rhizosphere soil of pokeberry, Korean Journal of Ecology, 22(1), 7-11.
- Podani J. 2001. Syn-Tax 2000: Computer program for data analysis in ecological and systematics. Budapest, Scientia Publishing.
- Raunkiaer C. 1934. Life form of plants and statistical plant geography, Oxford.
- Rhyu TC, Kim JH. 1994. Growth decline of pitch pine caused by soil acidification in seoul metropolitan area, Korean Journal of Ecology, 17(3), 287-297.
- Ri CU, Chun J. 1996. Adapted environmental factors for a neophyte pokeweed (*Phytolacca americana*), Korean Journal of Life Science, 6(2), 87-93.
- The Ornithological society of Korea. 2009. Checklist of the birds of Korea, Hanrimwon, Seoul, p.132.
- Mckilligan N. 2005. Herons, egrets and bitterns: Their biology and conservation in Australia (Australian natural history series), CSIRO, p.18.
- Mettic J, Lavy T, Shulman B, Dilday R. 1998. Searching for allelochemicals in rice that control ducksalad (In 'allelopathy in rice' - Ed. M, Oldfsdotter), IRRI, p. 81-98.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology, John Willy & Sons.
- Mun HT, Nam MS, Cho SR. 1996. Changes of forest soil and herb layer composition by group breeding of herons, Journal of Korean Forestry Society, 85(3), 506-512.
- Mun HT, Cho SR. 1996. Effects of group breeding of herons of pine community, Korean Journal of Ecology, 19(1), 47-53.
- Nam HK. 1996. Syntaxonomical and synecological characteristics of rice-field vegetation in Kyungpook province, MA dissertation, University of Keimyung, Daegu.
- Nam MS. 1997. Changes of soil properties and herb layer composition in *Larix leptolepis* by group breeding of herons, MA dissertation, University of Kongju, Kongju.
- National heritage center. 2015. http://www.nhc.go.kr/naturalweb/main/Index.do?mn=KO_01 (Accessed 5 March 2015).
- Telfair II RC, Thompson BC, Tschirhart L. 2000. Nuisance heronries in Texas: Characteristics and management; 2nd Ed., Texas Parks & Wildlife, pp.1-6.
- Weseloh DV, Brown RT. 1971. Plant distribution within a heron rookery, American Midland Naturalist, 86(1), 57-64.
- Westhoff V, E van der Maarel. 1973. The Braun-Blanquet approach. Ed. R. H. Whittaker. Ordination and classification of communities, The Hague, pp.167-726.
- Shizu R, Yoshinori M, Nobuyuki K, Susumu O. 2009. Effects of colony nesting of great blue heron (*Ardea herodias*) on vegetation composition and soil nutrient concentration on Southeastern Vancouver Island, HortResearch, 63, 61-66.