

자연휴양림의 종다양성 증진을 위한 식생관리 방안 연구^{1a}

- 경기도 축령산자연휴양림을 사례로 -

이태선^{2*} · 이경재³ · 최병언⁴ · 박석철⁴

Planting Managements for Improvement of Species Diversity in Recreational Forest^{1a}

- A Case Study of Chukryongsan Recreational Forest, Gyeonggi-do -

Tae-Sun Lee^{2*}, Kyong-Jae Lee³, Byung-Un Choi⁴, Seok-Cheol Park⁴

요 약

본 연구는 휴양림의 기능 향상을 위한 식생관리 방안을 제시하고자 경기도 남양주시 수동면 외방리 축령산자연휴양림을 대상으로 실시하였다. 휴양림 내 등산로 및 산책로 주변의 주요 분포종인 잣나무 인공식생지와 자연식생지인 낙엽활엽수림의 생물다양성 조사 및 분석 등을 실시하여 휴양림 기능향상을 위해 식생유형별 관리를 위한 관리방안을 도출하였다. 연구방법은 생물다양성 측면에서 식생관리, 현존식생 및 비오톱 현황, 식생유형 구분, 식생구조, 야생조류 서식구조 등의 기능검토를 실시하였다. 휴양림내 식생유형 구분은 현존식생과 비오톱현황을 기초로 잣나무 인공조림지와 자연상태의 낙엽활엽수림으로 크게 구분할 수 있으며, 등산로 및 산책로 주변 대표식생 조림여부, 식생관리 등에 따라 4개의 유형(관리되지 않은 인공 잣나무림, 관리된 인공 잣나무림, 단풍나무 비율이 높은 자연상태의 낙엽활엽수림, 관리된 낙엽활엽수림)으로 구분하였다. 식생구조 분석결과 종다양도는 낙엽활엽수림이 인공 잣나무림 보다 종다양도가 높게 나타났고 관리되지 않은 상태가 관리된 상태보다 종다양도지수가 높게 나타남을 알 수 있었다. 야생조류 서식구조 분석결과 관리된 잣나무림은 층위구조가 빈약한 단층으로 식재되어 다양한 야생조류의 이동통로로서 부적합한 구조이고, 관리되지 않은 자연상태의 낙엽활엽수림, 잣나무림 등이 양호한 야생조류 서식구조를 가지고 있음을 알 수 있었다. 생물다양성 기능 검토에 근거하여 관리유형을 크게 보전관리와 복원관리로 구분할 수 있었다. 보전관리 중 기존낙엽활엽수림 유지유형은 자연상태의 낙엽활엽수림 지역, 관리된 낙엽활엽수림 지역 등이 속하며 생태적 관리유형은 관리되지 않은 인공 잣나무림 지역을 설정하였고, 복원관리지역인 생태적 복원유형은 관리된 인공 잣나무림 지역으로 설정하여 식생관리 유형별 관리방안을 제시하였다.

주요어: 종다양도, 잣나무림, 비오톱, 보전관리, 복원관리

ABSTRACT

This study was supposed to offer vegetation plans for functional improvement of the recreational forest by researching Mt. Chukryong which is located at Oebang-li Sudong-Myon Namyangju Kyong-gi Province in

1 접수 2009년 9월 16일, 수정(1차: 2010년 8월 27일), 게재확정 2010년 8월 28일

Received 16 September 2009; Revised(1st: 27 August 2010); Accepted 28 August 2010

2 서울시립대학교 도시과학대학원 Graduate School of Urban Sciences, Univ. of Seoul(130-743), Korea(sun5121@gyeonggi.go.kr)

3 서울시립대학교 도시과학대학 College of Urban Sciences, Univ. of Seoul(130-743), Korea(ecology@uos.ac.kr)

4 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Univ. of Seoul(130-743), Korea

a 이 논문은 석사학위논문(Lee, 2006)을 본 학회의 심사를 거쳐 발전시킨 것임.

* 교신저자 Corresponding author(sun5121@gyeonggi.go.kr)

Korea. In this study, artificial vegetation and natural vegetation near trails in recreational forest were researched through biodiversity analysis. From this analysis process, a typical management improvement of the biodiversity functions were examined by reviewing functions biotope condition, vegetation structure and wild bird community condition. Typical vegetation system was divided into four detail parts: Managed artificial *Pinus koraiensis* forest, Not managed artificial *Pinus koraiensis* forest, Natural deciduous forest and Not managed deciduous forest. As a result of the vegetation structure, the numerical value of the deciduous forest species diversity was higher than that of artificial *Pinus koraiensis*, and the numerical value of the managed condition was higher than that of not managed condition. As a result of a habitat structure analysis of the wild bird community, managed *Pinus koraiensis* forests were inadequate structure for wild birds to habit in there because the forests had weak structure layers, but unmanaged deciduous forest and unmanaged *Pinus koraiensis* that had diverse layers was proper places for birds to in habit. Thus, based on the functional analysis of biodiversity, management patterns of the target area were concluded in two manners: conserving management and restoring management. Deciduous forest protection target areas included natural deciduous forest area and managed deciduous forest area, ecological restoration target area included unmanaged artificial *Pinus koraiensis* area and restoring management target area includes managed artificial *Pinus koraiensis*.

KEY WORDS: BIODIVERSITY, PINUS KORAIENSIS FORESTS, BIOTOPE, CONSERVING MANAGEMENT, RESTORING MANAGEMENT

서론

국민경제의 급속한 성장으로 생활수준 향상 및 도시화에 따라 산림에 대한 국민들의 인식은 과거 목재를 생산하는 기능보다는 공기정화, 수원함양 및 스트레스를 해소할 수 있는 휴양기능으로서의 역할에 더 많은 비중을 두는 추세이다. 산림에 대한 휴양수요가 증가함에 따라 지난 1980년대 후반부터 대관령자연휴양림을 시작으로 자연휴양림, 산림욕장, 숲속수련장 등 산림 내 다양한 휴양시설을 조성하기 시작하였으며 1990년도에는 산림법을 정비하는 등 법적, 제도적 장치를 마련하여 본격적인 추진체제를 갖추게 되었다. 2005년 12월말 현재 국유림 31개소, 공유림 50개소, 사유림 16개소로 총 97개소가 조성되어 있다(Korea Forest Service, 2005). 초기 자연휴양림은 시설중심, 이용자 프로그램 위주로 계획되었지만 이용행태나 요구를 충분히 반영하지 못하였다. 이에 선행 연구에서도 자연휴양림의 시설에 의한 이용행태 및 만족도 분석위주로 연구되어 왔다(Song, 1993; Jo, 1995). 하지만 최근 여가에 대한 인식과 활동이 매우 다양화되고, 목적 또한 심신의 휴식, 건강증진, 자연접촉, 일상생활에서의 해방, 자연학습 및 체험 등 다양한 형태로 나타나고 있다(Jeon, 1998). 이러한 흐름에 따라 전국적으로 조성되고 운영되는 자연휴양림의 기능이 시설물 위주의 관리에서 생태적·환경적 측면으로 점차 변화하고

있는 실정이다. 이러한 관점에서 자연휴양림내 산책로는 건강을 증진시키려는 노력 및 생태와 환경에 대한 인식 등 단순히 관찰이나 산책을 겸한 활동의 공간제공과 더불어 숲의 생태교육적인 부분의 제공이 필요할 것이다(Beon, 2003). 이러한 기능과 목적을 달성하기 위해서는 정확한 숲의 구성에 대한 이해와 생태적 관리를 위한 기초자료, 생물종다양성의 증진이 필요하다. 다양성이 높은 생물군집은 생태천이 발달 과정과도 밀접하게 관련되며(Odum, 1969; Bazzaz, 1975), 생물다양성은 군집 효율성, 안정도 및 성숙도의 간접적인 측도이기도 하다(Loucks, 1970). 대부분의 산림군집에서는 군집 구조상 복잡성, 외부 교란 요인으로부터 안정성, 그리고 군집 천이 진행과 발달 과정상 성숙도는 종다양성과 정비례하는 경향이 짙은 것으로 여겨지고 있다(Odum, 1969; Loucks, 1970; Bazzaz, 1975). 이와 관련하여 산림의 생물다양성 증진을 위한 관리방안 연구로 국내에서는 종다양성에 관한 연구가 주로 식물군집구조에 부속되거나, 시간적 생물변화를 비교하는 연구로 많이 수행되어 왔다(Lee et al., 1989; Park et al., 1987; Lee et al., 1990; Oh et al., 1999; Jo et al., 1995). 본 연구는 축령산자연휴양림내 주요 식생유형별 특성을 파악하여 휴양림의 다양한 기능 중 생물다양성 기능을 향상시키기 위한 식생관리 방안을 수립하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 대상지 개황

축령산자연휴양림은 경기도 남양주시 수동면 외방리 산 28번지의 19필지 일대의 면적 779ha에 이르는 도유림에 조성되었으며 경기도산림환경연구소에서 관리하고 있다. 대상지는 최저 해발 292m(방문자 안내소), 최고 해발 888m(축령산 정상)로 약 596m의 표고차를 보이며, 능선과 계곡, 암석지로 이루어져 있으며 경관이 수려하고 저급고평(低急高平)의 지형으로 구성되어 있다. 연구대상지는 휴양림 내 등산로 및 산책로 주변 대표 식생 중 조림여부, 식생관리 여부에 따라 식생유형을 구분하고 대표적인 식생유형에 세부 대상지를 설정하였다. 연구대상지는 Figure 1과 같다.

2. 식생구조

1) 현존식생 및 바이오톱 유형화

현존식생은 식생분포 다양성 및 층위구조 형성여부를 판단하기 위한 것으로 축령산자연휴양림 전체지역 중 축령산, 서리산 능선 밖을 제외하고 휴양림내 시설지 지역을 포함한 전체지역을 기준으로 작성하였다. 현존식생 조사는 1/5,000 축척으로 작성된 수치지도를 기본도면으로 하였다. 그리고 조사한 식생구조(현존식생 및 층위구조)를 바탕으로 공간유형별 분류항목 기준으로 자생성, 식생구조, 크기 및 잔존 특성, 평균흉고직경, 잠재성 기준을 적용하여 바이오톱 유형화를 실시하였다. 식생잠재성은 아교목층과 관목층 교목성

상 여부에 따라 구분하였으며 층위구조는 아교목층 식피율 30%(Kwon, 2003)를 기준으로 다층구조와 단층구조로 구분하였다.

2) 식물군집구조

조사구는 20m×20m(400m²) 크기로 총 30개의 방형구를 설정하였으며, 축령산자연휴양림내 현존식생 중 관리되지 않은 인공 잣나무림이 분포하고 있는 지역을 대상으로 방형구 10개소와 관리된 인공 잣나무림 내 방형구 8개소를 설정하였다. 또한 자연상태의 낙엽활엽수림이 분포하고 있는 지역을 대상으로 방형구 6개소와 관리된 낙엽활엽수림 방형구 6개소를 설정하였다. 식생조사는 각 조사구에서 출현하는 흉고직경 2cm 이상의 수목을 교목층과 아교목층으로 분류하고, 그 이하의 수목을 관목층으로 구분하여 수종명, 흉고직경(DBH), 수고, 지하고, 수관폭 등을 조사하였다.

식생조사를 토대로 각 조사구의 층위별 종간 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis & McIntosh(1951)의 중요치(importance percentage; I.P.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(I.P : importance percentage; Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(importance percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였으며 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층 I.P.×3+아교목층I.P.×2+관목층I.P.×1)/6으로 평균 상대우점치(M.I.P : mean importance percentage)를 계산하

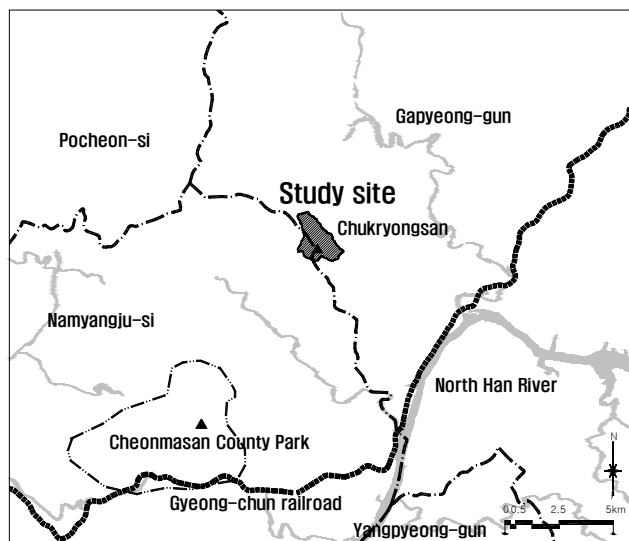


Figure 1. Location map of the study area in Chukryongsan Recreational Forest

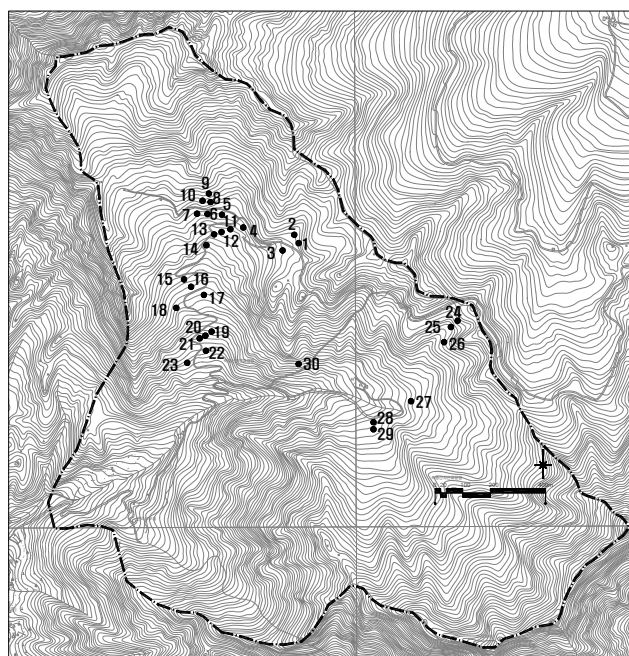


Figure 2. Location map of the surveyed plots in Chukryongsan Recreational Forest

였다. 그리고 종 구성 상태의 다양한 정도를 나타내는 척도인 종다양성은 희귀종(rare species)에 중요성을 두는 종다양도(Pielou, 1975)와 최대종다양도(H'_{max}), 균재도(J'), 우점도(D) 등을 구하였다. Figure 2는 연구 대상지 조사구 위치도를 나타낸 것이다.

3. 야생조류 서식구조

야생조류 조사는 Line transects 방법과 Point Counts 방법(Colin *et al.*, 1997)을 병행하였으며 조사경로 좌우 25m 정도 이내에 출현하는 야생조류를 육안과 쌍안경으로 관찰하고 나는 모양, 울음소리 등으로 식별하여 야생조류의 종, 개체수, 행동 등을 기록하였다. 조사시기는 봄철(4월)에 시행하였고 조사된 자료를 토대로 야생조류의 우점도(Hooper *et al.*, 1973), 종수 및 개체수, Shannon의 수식을 이용한 종다양도(Pielou, 1975)를 구하였다.

Guild는 유사한 방법으로 동일한 자원을 이용하는 종의 모임이라고 정의되고 있으며(Root, 1967), 영소길드(nesting guild)와 채이길드(foraging guild)로 구분된다. 본 연구에서는 먹이자원 이용에 관련된 채이길드를 분석하고자 하며, 이러한 개념을 이용하여 야생조류 종의 다양성을 서식처(먹이자원이용) 다양성으로 변환한 Park(1994)의 기준을 응용하고 Won(1981)의 한국동식물도감 제15권 동물편(조류생태)의 자료를 이용하여 수간, 수관층, 관목층, 수변으로 구분하여 서식처의 다양성을 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 축령산자연휴양림 개황

축령산자연휴양림은 1991년 5월 15일 산림청 고시 91-11호로 지정되었으며, 개장년도는 1995년 7월 10일이다. 지리적으로 보면 서울에서 50km, 춘천에서 43km 거리에 위치하고 있으며 46번국도(경춘가도)와 연결해 있어 이들 도시로부터 자동차로 1시간내 접근이 가능하다. 주요 편익 시설로 숲속의 집 12동과 200명을 수용할 수 있는 야영장, 200여대 정도의 주차장 2개소, 단체회합이 가능한 잔디광장, 휴게소, 전망대 3개소, 산책로와 산악자전거 활용도가 높은 임도, 축령산과 서리산을 잇는 등산로 20.7km가 설치되어 있다.

2. 축령산자연휴양림 생태적 특성

1) 식생구조

(1) 현존식생 및 비오톱 유형

축령산자연휴양림 총면적 중 축령산, 서리산 능선 밖을 제외하고 휴양림내 지역을 포함한 전체지역 현존식생을 파악하기 위해 2005년 4월 현존식생도를 작성하였다. 주요 현존식생 유형을 살펴보면 고로쇠나무, 당단풍 등이 우점하는 자연상태의 낙엽활엽수림 지역이 전체 면적의 31.6%로 가장 넓게 분포하고 있었으며 신갈나무가 우점하는 신갈나무림이 23.1%, 잣나무 조림 후 관리되지 않아 물푸레나무 등이 출현하는 잣나무-낙엽활엽수림 12.9%, 관리된 잣나무림 12.0%, 신갈나무가 우점하는 낙엽활엽수림 9.6% 등으로 분포하고 있었다. 분포현황 및 특성을 살펴보면, 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 고로쇠나무, 당단풍 등이 우점하는 낙엽활엽수림은 급경사지인 북사면과 북동사면에 넓게 분포하고 있었으며, 신갈나무림도 북사면과 북동사면에 골고루 분포하고 있었다. 잣나무 조림 후 관리되지 않아 물

Table 1. The types and area of actual vegetation of Chukryongsan Recreational Forest

Community Types	Area(m ²)	Ratio(%)
<i>Q. mongolica</i> community	618,948	23.1
<i>Q. mongolica-Q. variabilis</i> community	8,941	0.3
<i>Q. mongolica</i> -deciduous broad-leaved community	257,105	9.6
<i>Q. mongolica-F. rhynchophylla</i> community	12,733	0.5
<i>Q. acutissima</i> community	7,405	0.3
Mixed forest of <i>Quercus</i> community	4,326	0.2
Deciduous broad-leaved community	848,212	31.6
Deciduous broad-leaved- <i>P. koraiensis</i> community	127,020	4.7
<i>F. rhynchophylla</i> community	26,548	1.0
<i>P. koraiensis</i> community	322,185	12.0
<i>P. koraiensis</i> -deciduous broad-leaved community	346,350	12.9
<i>P. koraiensis-F. rhynchophylla</i> community	8,088	0.3
Others	94,135	3.5
Total	2,681,995	100.0

푸레나무 등이 출현하는 잣나무-낙엽활엽수림은 북동사면 능선부에 넓게 분포하고, 관리된 인공 잣나무림은 휴양시설 물이 자리잡고 있는 남서사면에 주로 분포하고 있어 휴양림 시설인 숙박시설물 주위에 인공 잣나무림을 관리해 주는 것을 알 수 있었다. Table 1은 축령산자연휴양림 현존식생 유형별 면적 및 비율을 나타낸 것이다.

Table 2는 축령산자연휴양림 비오톱 유형별 면적 및 비율을 나타낸 것이다. 축령산자연휴양림 자연림비오톱에서는 중분류를 천이잠재성, 자연성, 층위구조, 면적 등을 고려하여 분류한 결과 다층구조의 참나무류림 유형이 24.1%로 가장 넓었고 다층구조의 낙엽활엽수림 유형 23.3%, 단층구조의 참나무류림 유형 9.8%, 단층구조의 낙엽활엽수림 유형 9.3% 등으로 주로 다층구조의 참나무류림 유형과 낙엽활엽수림 유형이 넓은 면적을 차지하고 있었다. 인공림비오톱 유형은 산림내 잣나무 인공림지역으로 천이잠재성이 있는 인공림 유형이 13.2%로 가장 넓었고 단층구조의 인공림 유형이 12.0%, 천이진행중인 인공림 유형이 4.7%, 비율로는 나타나진 않지만 다층구조의 인공림 유형도 소규모로 존재하고 있었다. 일본목련이 생육중인 조경수식재지 비오톱은 2.5%이었으며, 휴양림내 편의시설, 관리시설, 위생시설 등 시설지 유형이 0.7%, 초지 및 나지 유형이 0.3% 차지하고 있었다. 축령산자연휴양림내는 자연림비오톱이 대규모로 넓게 분포하는 것이 큰 특징이라 할 수 있었다. 자연림비오톱은 북동쪽에 위치하면서 참나무류림비오톱이 우점하고 있었으며 낙엽활엽수림비오톱 분포면적도 넓은 상태이었다. 잣나무를 식재한 인공림비오톱은 북서쪽에 위치하면서 천이잠재성이 있는 인공림비오톱과 단층구조의 인공림비오톱이 분포하고 있었다. Figure 3은 축령산자연휴양림 비오톱유형도를 나타낸 것이다.

비오톱유형별 현황을 생물다양성 측면에서 살펴보면, 자

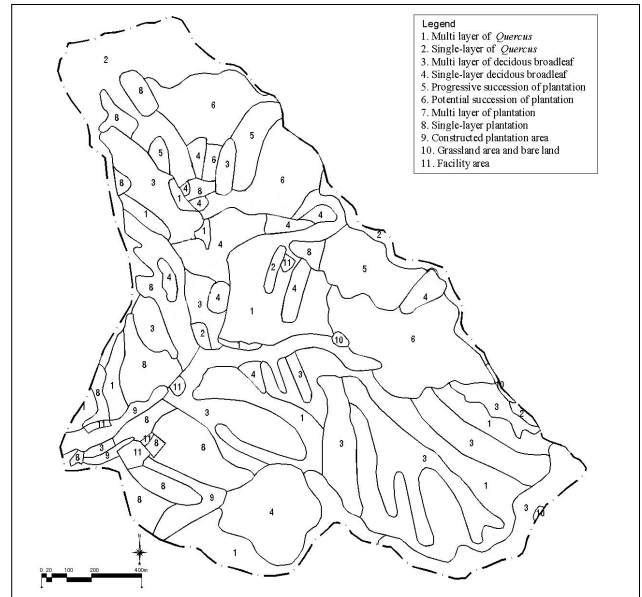


Figure 3. Biotope map of Chukryongsan Recreational Forest

연림비오톱은 식생뿐만 아니라 다양한 생물이 서식·분포할 수 있는 지역으로 생물다양성 측면에서 중요하다. 자연림지역 사면과 능선부를 중심으로 신갈나무, 상수리나무 등 참나무류림비오톱이 넓게 분포하고 산책로 및 등산로변 주위에는 고로쇠나무, 당단풍이 우점하는 낙엽활엽수림이 넓게 분포하고 있어 생물다양성 측면에서 양호한 상태이었다. 인공림지역은 잣나무 단순림 형태로 넓게 분포하고, 잣나무가 우점하는 비오톱 면적은 넓으나 종구성이 단순하여 생물다양성은 낮은 상태이었다.

위의 내용을 종합하여 휴양림내 등산로 및 산책로 주변 대표 식생 중 조립여부, 식생관리 등에 따라 4개의 유형(관

Table 2. The types and area of biotope of Chukryongsan Recreational Forest

Biotope class	Biotope type	Area(m ²)	Ratio(%)
Natural forest	1. Multi layer of <i>Quercus</i>	645,379	24.1
	2. Single-layer of <i>Quercus</i>	264,078	9.8
	3. Multi layer of deciduous broadleaf	624,069	23.3
	4. Single-layer deciduous broadleaf	250,690	9.3
Plantation	5. Progressive succession of plantation	127,020	4.7
	6. Potential succession of plantation	354,438	13.2
	7. Multi layer of plantation	705	0.0
	8. Single-layer plantation	321,480	12.0
Others	9. Constructed plantation area	67,629	2.5
	10. Grassland area and bare land	6,902	0.3
	11. Facility area	19,604	0.7
Total		2,681,995	100.0

리되지 않은 인공 잣나무림-유형 I, 관리된 인공 잣나무림-유형 II, 단풍나무 비율이 높은 자연상태의 낙엽활엽수림-유형 III, 관리된 낙엽활엽수림-유형 IV)으로 구분하였다.

(2) 목본식물군집구조

① 상대우점치

관리되지 않은 인공 잣나무림(유형 I)은 총 10개의 조사구가 포함되었다. 이 곳은 1937년 잣나무를 조립한 지역으로 조립 후 1988년 산책로 주변으로 부분적 벌채(숙아베기) 후 가지치기, 덩굴제거 등의 관리사업이 이루어지지 않은 잣나무림이었다. 층위별 상대우점치 분석결과 교목층에서는 잣나무가 상대우점치 74.02%로 우점하면서 아교목층에서는 산뿔나무(I.P.: 21.62%)와 당단풍(I.P.: 16.79%), 층층나무(I.P.: 15.79%)의 상대우점치가 높았다. 이는 잣나무 인공조립 후 관리되지 않아 낙엽활엽수종이 교목층, 아교목층, 관목층 모두 골고루 분포하는 것으로 판단되었다. 관리된 인공 잣나무림(유형 II)은 1969년 잣나무를 조립한 지역으로 조립 후 1987년 어린나무가꾸기 작업, 1989년 가지치기 작업, 1995년과 1999년 두번의 덩굴제거, 2000년 숙아베기 작업 등을 모두 실시한 지역으로 경제적 기능 증진 위주의 용재생산을 목적으로 관리되어온 곳이었다. 이 잣나

무 조립지 지역에는 총 8개의 조사구를 설치하였다. 층위별 상대우점치 분석결과 교목층에서는 잣나무가 상대우점치 97.57%로 우점하면서 물푸레나무(I.P.: 2.43%)가 일부 출현하고 있었다. 이는 잣나무 인공조립 후 관리로 인해 잣나무가 교목층과 아교목층에서 우점치가 높아 물푸레나무를 제외한 다른 수종들은 교목층을 형성할 수 없었던 것으로 판단되었다. 자연상태의 낙엽활엽수림(유형 III)은 총 6개의 조사구를 설치하였다. 교목층에서는 고로쇠나무(I.P.: 25.98%), 신갈나무(I.P.: 18.81%), 물푸레나무(I.P.: 17.70%)의 상대우점치가 비슷한 비율로 우점하면서, 아교목층에서는 당단풍의 상대우점치가 41.23%로 우점하면서 쪽동백나무(I.P.: 18.03%), 참회나무(I.P.: 8.31%), 층층나무(I.P.: 6.93%)의 우점치가 높은 상태였다. 관리된 낙엽활엽수림(유형 IV)은 단풍이 아름다운 지역으로 조성하기 위하여 약 10년 전 단풍나무이외의 참나무류를 제거한 지역으로 총 6개의 조사구를 설치하였다. 층위별 상대우점치 분석결과 교목층에서는 고로쇠나무가 상대우점치 34.77%로 우점하면서 물푸레나무(I.P.: 22.03%), 신갈나무(I.P.: 10.28%)가 일부 출현하고 있었고, 아교목층에서는 당단풍이 상대우점치 56.99%로 우점하면서 참회나무(I.P.: 21.99%), 고로쇠나

Table 3. Importance percentage of each plot related of vegetation types in Chukryongsan Recreational Forest

Species	C ^a				U ^b				S ^c				M ^d			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<i>P. koraiensis</i>	74.02	97.57	0.00	0.00	5.29	16.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.77	54.31	0.00	0.00
<i>A. mono</i>	4.74	0.00	25.98	34.77	6.77	0.00	5.18	4.96	2.33	0.00	0.62	0.45	5.02	0.00	14.82	19.11
<i>Q. mongolica</i>	5.48	0.00	18.81	10.28	2.79	7.72	0.00	0.00	0.43	0.61	0.00	0.11	3.74	2.68	9.41	5.16
<i>M. bombycis</i>	3.04	0.00	0.00	0.00	21.62	14.27	5.73	2.24	4.07	14.71	0.00	2.16	9.41	7.21	1.91	1.11
<i>P. sargentii</i>	0.00	0.00	0.00	4.66	0.00	0.00	1.16	0.85	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.39	2.66
<i>M. amurensis</i>	0.00	0.00	0.00	4.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	2.22
<i>D. parviflora</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.13	6.46	0.00	0.00	5.52	1.08
<i>F. rhynchophylla</i>	4.08	2.43	17.70	22.03	3.48	10.96	6.67	3.02	4.49	18.87	0.79	1.44	3.95	8.01	11.21	12.26
<i>R. trichocarpa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.51	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	2.64	0.00	0.00
<i>E. oxyphyllus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	5.25	0.00	8.31	0.00	4.89	3.79	6.97	0.00	2.57	0.63	3.93	0.00
<i>S. bumalda</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.69	8.78	5.63	21.23	8.48	1.69	0.94	3.54	1.64
<i>A. pseudosieboldianum</i>	0.34	0.00	1.31	5.67	16.79	0.00	41.23	56.99	4.86	0.00	1.60	10.25	6.58	0.00	14.67	23.54
<i>U. macrocarpa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.19	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	1.48	0.00	0.00
<i>R. crataegifolius</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.77	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	0.00
<i>A. arguta</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.58	0.00	0.00	0.00	8.56	0.00	0.00	0.00	2.95	0.00	0.00
<i>U. davidiana</i>	0.95	0.00	7.97	0.00	1.17	2.62	2.07	0.00	1.14	0.61	0.62	0.00	1.06	0.98	4.78	0.00
<i>P. schrenckii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.06	0.00	0.88	0.00	11.40	6.01	14.25	9.79	2.25	1.00	2.67	1.63
<i>M. sieboldii</i>	0.00	0.00	3.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.69	0.00
<i>S. obassia</i>	0.18	0.00	0.00	0.00	14.32	2.39	18.03	4.57	2.32	5.58	0.00	1.64	5.25	0.94	6.01	1.80
<i>L. obtusiloba</i>	0.33	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	9.67	0.00	0.00	0.00	1.83	0.00	0.00	0.00
<i>C. controversa</i>	1.00	0.00	7.81	3.25	15.79	21.18	6.93	0.79	2.72	3.06	1.53	0.12	6.22	7.57	6.47	1.91
<i>C. sinensis</i>	0.00	0.00	4.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	0.00
<i>S. incisa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.38	0.00	0.00	15.33	1.23	0.00	0.00	2.56
<i>S. alnifolia</i>	0.00	0.00	0.00	3.24	0.70	5.24	0.00	0.00	2.77	0.10	0.00	0.62	0.70	1.76	0.00	1.72

*a: Importance percentage in Canopy layer, b: Importance percentage in Understory layer, c: Importance percentage in Shrub layer, d: Mean Importance percentage

Table 4. Various species diversity of vegetation types in Chukryongsan Recreational Forest (unit area: 400 m²)

Types		Plot No.	H'(Shannon)	J'(evenness)	D(dominance)	H'max
Type I (Not managed artificial <i>Pinus koraiensis</i> forest)		01	1.1375	0.9062	0.0938	1.2553
		02	1.1879	0.8607	0.1393	1.3802
		03	1.1323	0.8315	0.1685	1.3617
		04	0.9987	0.8965	0.1035	1.1139
		05	1.0770	0.8580	0.1420	1.2553
		08	0.8559	0.8219	0.1781	1.0414
		09	0.7727	0.8098	0.1902	0.9542
		10	1.0921	0.8700	0.1300	1.2553
		14	1.2091	0.9007	0.0930	1.3424
		30	1.0647	0.8184	0.1816	1.3010
Type II (Managed artificial <i>Pinus koraiensis</i> forest)		06	0.9884	0.7363	0.2637	1.3424
		07	1.1182	0.8330	0.1670	1.3424
		18	1.1050	0.8641	0.1359	1.2788
		23	1.0775	0.7368	0.2632	1.4624
		24	0.9832	0.8578	0.1422	1.1461
		25	1.0582	0.8133	0.1867	1.3010
		26	1.0665	0.7832	0.2168	1.3617
Type III (Natural deciduous forest)	Major woody species in <i>Quercus mongolica</i>	12	1.0744	0.8126	0.1874	1.3222
		13	1.0231	0.8001	0.1999	1.2788
		19	1.3562	0.9094	0.0906	1.4914
		28	1.2084	0.8263	0.1737	1.4624
	Major woody species in <i>Acer mono</i>	11	1.0305	0.7568	0.2432	1.3617
Type IV (Not managed deciduous forest)		29	1.3486	0.9319	0.0681	1.4472
		15	1.1229	0.8365	0.1635	1.3424
		16	1.0828	0.8066	0.1934	1.3424
		17	1.2040	0.8841	0.1159	1.3617
		20	1.1390	0.8755	0.1245	1.3010
		21	1.2005	0.8209	0.1791	1.4624
		22	1.1994	0.8690	0.1310	1.3802

* Shannon's diversity index uses logarithms to base 10.

무(I.P.: 4.96%)의 우점치가 높은 상태였으며, 관목층에서는 국수나무(I.P.: 15.33%), 당단풍(I.P.: 10.25%), 고광나무(I.P.: 9.79%)가 주요 출현수종이었다.

② 종다양도

교목층, 아교목층, 관목층 전체의 샤논의 종다양도지수를 분석한 결과 유형 III의 신갈나무 우점림의 종다양도지수가 1.3562로 가장 높았으며 이는 자연상태의 낙엽활엽수림으로 교목층과 아교목층의 수관이 열리면서 광량이 많아져 관목층에 천이초기식물인 산딸기, 청가시덩굴 등이 발아하였기 때문인 것으로 판단되었다. 교목층, 아교목층, 관목층 전체의 종다양도 결과로는 낙엽활엽수림이 인공 잣나무림 보다 종다양도가 높게 나타남을 알 수 있었고, 큰 차이가 나지 않는 것은 관리된 잣나무림이나, 관리된 낙엽활엽수림에서는 관리된 후 관목이 많이 나타났기 때문에 종다양도의 차이가

없는 것으로 판단되었다. Table 4는 축령산자연휴양림 유형별 종다양도(교목층, 아교목층, 관목층)를 나타낸 것이다.

Table 5는 축령산자연휴양림 유형별 종다양도(교목층, 아교목층)를 나타낸 것으로, 분석한 결과 유형 III의 자연상태의 낙엽활엽수림중 신갈나무 우점림의 종다양도지수 1.0232로 가장 높았으며 이는 관목을 제외한 종다양도지수이므로 교목층과 아교목층의 분포가 균형을 이루고 있기 때문으로 판단되었다. 다음으로 종다양도지수가 높은 유형은 유형 I 과 IV로 종다양도지수중 최고값이 0.8991~0.9678로 유사한 경향을 보였으나, 종다양도지수 최저값은 차이가 나는 것을 알 수 있었다. 전체적으로 볼 때 낙엽활엽수림이 인공 잣나무림 보다 종다양도가 높게 나타났고, 관리되지 않은 상태가 관리된 상태보다 종다양도지수가 높게 나타났다.

Table 5. Various species diversity of vegetation types in Chukryongsan Recreational Forest (unit area: 400 m²)

Types		Plot No.	H'(Shannon)	J'(evenness)	D(dominance)	H'max
Type I (Not managed <i>artificial Pinus koraiensis</i> forest)		01	0.4206	0.6018	0.3982	0.6990
		02	0.7920	0.8299	0.1701	0.9542
		03	0.8342	0.8011	0.1989	1.0414
		04	0.8806	0.8806	0.1194	1.0000
		05	0.8729	0.8729	0.1271	1.0000
		08	0.4879	0.5773	0.4227	0.8451
		09	0.2904	0.4824	0.5176	0.6021
		10	0.4797	0.5677	0.4323	0.8451
		14	0.9678	0.8444	0.1556	1.1461
		30	0.7331	0.8118	0.1882	0.9031
Type II (Managed <i>artificial Pinus koraiensis</i> forest)		06	0.6544	0.7744	0.2256	0.8451
		07	0.5453	0.7007	0.2993	0.7782
		18	0.0000	-	-	0.0000
		23	0.0000	-	-	0.0000
		24	0.4117	0.4872	0.5128	0.8451
		25	0.1799	0.2987	0.7013	0.6021
		26	0.3421	0.4894	0.5106	0.6990
		27	0.1648	0.3455	0.6545	0.4771
Type III (Natural deciduous forest)	Major woody species in <i>Quercus mongolica</i>	12	0.9787	0.8786	0.1214	1.1139
		13	1.0050	0.8768	0.1232	1.1461
		19	0.8419	0.8085	0.1915	1.0414
		28	1.0232	0.8927	0.1073	1.1461
	Major woody species in <i>Acer mono</i>	11	0.9903	0.8890	0.1110	1.1139
	29	0.8831	0.8183	0.1817	1.0792	
Type IV (Not managed deciduous forest)		15	0.8256	0.8652	0.1348	0.9542
		16	0.7596	0.6628	0.3372	1.1461
		17	0.8991	0.8634	0.1366	1.0414
		20	0.6821	0.7553	0.2447	0.9031
		21	0.7927	0.7927	0.2073	1.0000
		22	0.4264	0.6101	0.3899	0.6990

* Shannon's diversity index uses logarithms to base 10.

③ 종수 및 개체수

각 유형별 종수 및 개체수를 평균한 결과 유형 I 과 유형 II 를 비교 하였을 때 종수 및 개체수는 관리되지 않은 잣나무림보다 관리된 잣나무림이 전체적으로 다양한 종수가 유입되었다고 할 수 있지만 이는 관리된 잣나무림(유형 II)의 교목층이 잣나무 단순종(1~4종)을 이루고 있고 관목층에서 종수 및 개체수가 다양함을 알 수 있었다. 관리된 잣나무림(유형 II)을 다른 유형과 비교해 보면 비교적 다른 유형들은 교목층, 아교목층, 관목층이 골고루 종수를 이루고 있다고 할 수 있으나 교목층인 잣나무 이외의 다른 교목층, 아교목층 식생들을 관리해 줌으로써 관목층의 많은 종수들이 나타남을 알 수 있었다. 관리된 잣나무림(유형 II)을 다른 유형과 비교해 보면 비교적 다른 유형들은 교목층, 아교목층이 골고루 개체수를 이루고 있다고 할 수 있으나 교목층인 잣나무

무 이외의 다른 교목층, 아교목층 식생들을 관리해 줌으로써 아교목층의 개체수는 현저히 떨어지고 관목층에 많은 개체수들이 나타남을 알 수 있었다.

2) 야생조류 서식구조

(1) 출현종과 개체수

축령산자연휴양림내 야생조류 조사결과 총 24종 107개체가 관찰되었다. 유형별로 살펴보면 관리되지 않은 인공 잣나무림에 출현한 야생조류는 되지빠귀, 병어리빠꾸기 등 12종 23개체로 나타났고 관리된 잣나무림에 출현한 야생조류는 박새, 붉은머리오목눈이 등 4종 11개체로 나타났다. 신갈나무, 고로쇠나무 등이 우점하는 낙엽활엽수림에 출현한 야생조류는 까막딱다구리, 검은등빠꾸기 등 17종 49개체로 나타났다. 관리된 낙엽활엽수림에 출현한 야생조류는

Table 6. Mean No. of species and No. of individual of vegetation types in Chukryongsan Recreational Forest (unit area: 400m²)

Types	No. of species (mean value)				No. of individual (mean value)			
	C ^a	U ^b	S ^c	Total	C ^a	U ^b	S ^c	Total
Type I	3~7 (4.2)	2~9 (5.6)	6~20 (13.1)	9~24 (17.6)	11~50 (20.6)	9~52 (29.7)	48~364 (167.2)	107~401 (217.5)
Type II	1~4 (1.8)	0~7 (2.8)	12~30 (20.8)	14~31 (22.5)	10~31 (21.6)	0~11 (4.4)	152~560 (378.0)	193~585 (404.0)
Type III	6~9 (7.7)	4~9 (7.2)	10~27 (17.7)	19~31 (25.2)	14~21 (17.0)	15~22 (19.5)	176~340 (239.3)	213~379 (275.8)
Type IV	5~7 (5.7)	1~8 (5.3)	16~23 (19.5)	20~29 (23.3)	12~16 (14.2)	12~61 (25.8)	212~328 (262.0)	249~356 (302.0)

*a: Canopy layer, b: Understory layer, c: Shrub layer

곤줄박이, 노랑턱멧새, 박새 등 9종 24개체로 나타났다. 야생조류 조사결과 자연상태의 낙엽활엽수림에서 종수 및 개체수의 출현빈도가 높게 나타났으며, 자연상태의 잣나무림

도 종수 및 개체수가 높게 나타났다. 관리된 잣나무림의 경우 층위구조가 빈약한 단층으로 식재되어 다양한 야생조류의 이동통로로서 부적합한 구조이고, 관리되지 않은 자연상

Table 7. The appearance of wild-birds No. of individual and dominance of vegetation types in Chukryongsan Recreational Forest

Species name	No. of individual (Dominance)				Foraging guild
	Type I	Type II	Type III	Type IV	
<i>Dryocopus martius</i>	-	-	1(2.04)	-	Stem
<i>Tetrastes bonasia</i>	-	-	1(2.04)	-	Bush
<i>Streptopelia orientalis</i>	1(4.35)	-	6(12.24)	1(4.17)	Crown
<i>Cuculus micropterus</i>	-	-	3(6.12)	-	Crown
<i>Parus palustris</i>	5(21.74)	-	9(18.37)	-	Crown
<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	2(8.70)	1(9.09)	1(2.04)	-	Crown
<i>Parus varius</i>	3(13.04)	-	4(8.16)	7(29.17)	Crown
<i>Parus major</i>	-	3(27.27)	5(10.20)	6(25.00)	Crown
<i>Garrulus glandarius</i>	-	-	-	1(4.17)	Crown
<i>Dendrocopos major</i>	-	-	2(4.08)	-	Stem
<i>Turdus pallidus</i>	2(8.70)	1(9.09)	1(2.04)	-	Bush
<i>Cuculus saturatus</i>	1(4.35)	-	-	-	Crown
<i>Parus ater</i>	1(4.35)	-	-	-	Crown
<i>Garrulus glandarius</i>	-	-	5(10.20)	-	Crown
<i>Aegithalos caudatus</i>	2(8.70)	-	-	-	Crown
<i>Turdus hortulorum</i>	2(8.70)	-	2(4.08)	-	Bush
<i>Dendrocopos kizuki</i>	-	-	1(2.04)	-	Stem
<i>Sitta europaea</i>	-	-	2(4.08)	-	Stem
<i>Phylloscopus occipitalis</i>	-	-	1(2.04)	1(4.17)	Crown
<i>Emberiza elegans</i>	-	-	-	1(8.33)	Bush
<i>Phasianus colchicus</i>	1(4.35)	-	-	-	Bush
<i>Phylloscopus borealis</i>	-	-	3(6.12)	3(12.50)	Crown
<i>Paradoxornis webbiana</i>	-	6(54.55)	-	-	Bush
<i>Cinclus pallasii</i>	1(4.35)	-	2(4.08)	2(8.33)	Riparian
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	2(8.70)	-	-	1(4.17)	Crown
No. of species	12	4	17	9	-
No. of individual	23	11	49	24	-

태의 낙엽활엽수림, 잣나무림 등이 양호한 야생조류 서식구조를 가지고 있었다.

(2) 우점도

축령산자연휴양림내 조사지 유형에서 봄(4월)에 출현한 야생조류의 우점도를 나타낸 것이다. 유형 I에서 IV까지 분석한 결과 관리되지 않은 잣나무림에서는 쇠박새의 우점도(21.74)가 높았고, 관리된 잣나무림에서는 붉은머리오목눈이(54.55), 자연상태의 낙엽활엽수림에서는 쇠박새(18.37), 관리된 낙엽활엽수림에서는 곤줄박이의 우점도(29.17)가 가장 높게 나타났다. 자연상태의 낙엽활엽수림에서는 천연기념물 제242호 까막딱다구리가 관찰되었고 특이종으로 산림내부종인 오색딱다구리가 2개체 대경목 수간에서 관찰되었다.

(3) 종다양도

Figure 4는 축령산자연휴양림내 대상지 유형별로 야생조류 종다양도를 비교한 것이다. 유형 III(자연상태의 낙엽활엽수림)의 종다양도가 1.12로 가장 높았으며, 유형 I(관리되지 않은 잣나무림)의 종다양도도 1.01로 유형 III(자연상태의 낙엽활엽수림)의 야생조류 종다양도와 비슷하게 나타났다. 유형 II(관리된 잣나무림) 종다양도는 0.49, 유형 IV(관리된 낙엽활엽수림) 종다양도는 0.83으로 나타났다.

(4) 길드분석

Table 8은 축령산자연휴양림내 대상지의 전 출현종에 대하여 채이길드의 비율을 나타낸 것이다. 서식처인 채이길드를 살펴보면 자연상태의 낙엽활엽수림에서는 4개 유형에서 모든 채이길드의 종들이 출현하였으며, 층위별로 살펴보면 수간층에서 먹이를 구하는 야생조류의 종수는 유형 III(자연상태의 낙엽활엽수림)에서만 6종이 나타났으며, 수관층에서는 유형별로 골고루 나타났으나 유형 III(37종)에서 가장 높았으며, 관목층에서는 유형 II(관리된 잣나무림)에서 7종으로 높았다. 분석결과 자연상태의 낙엽활엽수림 지역에서 다양한 서식환경의 야생조류가 높은 종수로 서식하고 있었다. 길드별로 살펴보면 수간층의 종수는 자연상태의 낙엽활엽수림만 나타났고 수관층의 종수도 자연상태의 낙엽활엽수림이 가장 높았으며 관목층과 수변층의 종수는 유형별로 비교적 균일한 상태이었다.

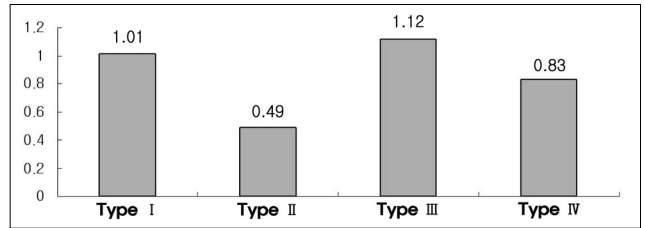


Figure 4. Shannon's species diversity of wildbirds vegetation types in Chukryongsan Recreational Forest

3. 종다양성 증진을 위한 식생관리 방안

Table 9는 축령산자연휴양림 중 조사지로 선정한 인공식생지와 자연식생지의 세부 현존식생, 식생구조, 경쟁상태 등 생태구조를 고려하여 유형을 구분하고 그 면적과 비율을 나타낸 것이다. 자연상태의 낙엽활엽수림 유형이 611,358㎡(36.42%)로 가장 넓었으며, 관리되지 않은 인공 잣나무림 유형 481,458㎡(28.69%), 관리된 인공 잣나무림 유형 322,185㎡(19.20%), 관리된 낙엽활엽수림 유형 263,401㎡(15.69%) 등 이었다.

관리유형별 주요 관리내용을 살펴보면 보전관리 중 기존 낙엽활엽수림 유지유형은 자연상태의 낙엽활엽수림 지역, 관리된 낙엽활엽수림 지역 등이 속하며 생태적 관리유형은 관리되지 않은 인공 잣나무림 지역을 대상으로 하였다. 복원관리지역인 생태적 복원유형은 관리된 인공 잣나무림 지역이 해당되었다. Table 10은 축령산의 식생관리 기준에 따라 유형별 면적 및 비율을 나타낸 것이다. 조사지역 면적 1,678,402㎡중 기존 낙엽활엽수림 유지유형은 874,759㎡(52.12%)로 가장 넓은 면적을 차지하였고, 생태적 관리유형이 481,458㎡(28.68%)이었고 생태적 복원유형이 322,185㎡(19.20%)로 나타났다.

관리유형은 크게 보전관리와 복원관리로 구분하였으며 보전관리는 기존 낙엽활엽수림 유지유형, 생태적 관리유형으로 세분하였고 복원관리는 생태적 복원유형으로 구분하였다. 관리유형별 주요 관리내용을 살펴보면 보전관리 중 기존낙엽활엽수림 유지유형은 자연상태의 낙엽활엽수림

Table 8. Foraging guild of wild-birds of vegetation types in Chukryongsan Recreational Forest

Foraging guild	Type I		Type II		Type III		Type IV	
	No. of species	Ratio(%)	No. of species	Ratio(%)	No. of species	Ratio(%)	No. of species	Ratio(%)
Stem layer	0	0	0	0	6	12	0	0
Crown layer	17	74	4	36	37	76	20	84
Bush layer	5	22	7	64	4	8	2	8
Riparian layer	1	4	0	0	2	4	2	8
Total	23	100	11	100	49	100	24	100

Table 9. The types and area of vegetation types in Chukryongsan Recreational Forest

Types	Establishment of criteria	Area(m ²)	Ratio(%)
Not managed artificial <i>Pinus koraiensis</i> forest	· Plantations of <i>Pinus koraiensis</i> (about 70 years old) in 1937 : Thinning about a promenade in 1988	481,458	28.69
Managed artificial <i>pinus koraiensis</i> forest	· Plantations of <i>Pinus koraiensis</i> (about 40 years old) in 1969 : 1987~2000, Grow a young tree pruning, remove a vine, thinning etc. managed artificial <i>pinus koraiensis</i> forest	322,185	19.20
Natural deciduous forest	· Natural deciduous forest in Chukryongsan Recreational Forest :Canopy layer - <i>Acer mono</i> (dominant species), <i>Quercus mongolica</i> , <i>Fraxinus rhynchophylla</i> etc. Understory layer - <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> , <i>Styrax obassia</i> , <i>Cornus controversa</i> etc.	611,358	36.42
Not managed deciduous forest	· <i>Acer mono</i> , <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> (dominant species) : Remove a part trees for autumn leaves of deciduous trees, managed area	263,401	15.69
Total	-	1,678,402	100.00

Table 10. Vegetation management for the biodiversity types and area of Chukryongsan Recreational Forest

Type of Vegetation management	Area(m ²)	Ratio(%)	
Conserving management	Deciduous forest protection target areas	874,759	52.12
	Ecological management	481,458	28.68
Restoring management	Ecological restoring	322,185	19.20
Total	1,678,402	100.00	

지역, 관리된 낙엽활엽수림 지역 등이 속하며 생태적 관리 유형은 관리되지 않은 인공 잣나무림 지역을 대상으로 하였다. 복원관리지역인 생태적 복원유형은 관리된 인공 잣나무림 지역이 해당되었다. 보전관리는 기존 낙엽활엽수림 유지 지역으로 기본적인 생태계 혹은 서식처가 유지되기 위하여 생물종의 보존은 필수적이며 가능한 한 많은 유전적 다양성이 유지됨으로써 생태계의 구조와 기능이 균형을 이룬다고 했듯이 인위적인 관리를 하지 않는 자연적인 산림의 속성을 그대로 살려 낙엽활엽수림이 지속적으로 유지되도록 식생 관리 방안을 제안하고자 한다. 생태적 관리지역은 현존식생 및 식생구조 조사자료를 고려하고 아울러 향후 지속적인 관리를 고려하여 생태적 관리지역을 선정한 관리되지 않은 인공 잣나무림 지역은 일부 신갈나무, 고로쇠나무 등의 교목층과 산뽕나무, 당단풍, 층층나무 등의 아교목층이 골고루 분포할 수 있도록 자연천이에 맡겨야 한다. 복원관리는 생태적 복원지역으로 관리된 인공 잣나무림으로 교목층이 잣나무 단층구조로 이루어져 있으므로 생물다양성 증진을 위해서는 더 이상 잣나무 이외의 수종을 관리하지 않고 층층나무, 산뽕나무 등의 아교목층이 자랄 수 있도록 잣나무를 선택적으로 제거하여 자생수종들이 자랄 수 있도록 관리해 준다. Figure 5는 축령산자연휴양림의 생물다양성 증진

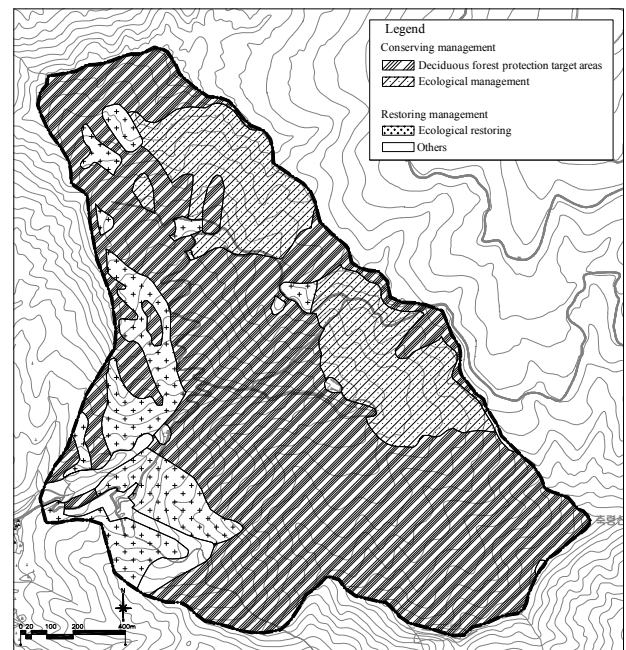


Figure 5. The location map of vegetation management types for the biodiversity of Chukryongsan Recreational Forest

을 위한 식생관리 유형도이다.

인용문헌

- Bazzaz, F.A.(1975) Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern [1] inois. *Ecol.* 56: 485-488.
- Beon, M.S.(2003) Analysis of Vegetation Structure and Ecological Management of Naesosa Watershed in Byonsanbando National Park. *Korean Institute Of Forest Recreation* 7(3): 25-33.
- Colin, J.B., N.D. Burgess and D.A. Hill(1997) Bird census techniques. Academic press limited(4th), London, 257pp.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.
- Hooper, R.G., H.S. Grawford and R.F. Harlow(1973) Bird density and diversity as related to vegetation in forest recreational area. *J. of forestry* 71: 766-799.
- Jeon, K.S.(1998) Improvement of Trail Conditions for the Increase of the Recreational Functions in Forests. *Journal of Korean Forestry Society* 87(1): 1-10.
- Jo, J.C., W. Cho and B.H. Han(1995) The Plant Community Structure of *Pinus densiflora* in forest in Chuwangsan National Park. *Journal of Korean Applied Ecology* 8(2): 121-134.
- Jo, J.H.(1995) Study on the Analysis of User's Satisfaction in Urban Natural Recreation Forest. Thesis for the Degree of Master, Graduate School, Kyunghee University.
- Korea Forest Service(2005) Annual Report the Forestry. Seoul.
- Kwon, J.O.(2003) A Study on the Application of the Ecological Evaluation for the Nature-friendly Residential Site Development Planning. Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy, Graduate School, University of Seoul, 281pp.
- Lee, K.J., J.C. Jo and J.S. Woo(1989) Analysis of the Plant Community Structure in Gayasan National Park by the Ordination and Classification Technique. *Journal of Korean Applied Ecology* 3(1): 28-41.
- Lee, K.J., K.B. Lim, J.C. JO and C.H. Ryu(1990) Studies on the Structure of the Forest Community in Mt. Sokri(1) -The Conservation Planning of *Pinus densiflora* Community-. *Journal of Korean Applied Ecology* 4(1): 23-32.
- Loucks, O.L.(1970) Evolution of diversity. efficiency, and community stability. *Am. Zool.* 10: 17-25.
- Odum, E.P.(1969) The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262-270.
- Oh, K.K., S.J. Jung and Y.S. Kim(1999) Actual Vegetation and Plant Community Structure in the Wolchulsan National Park. *Korean journal of environment and ecology* 17(1): 26-34.
- Park, C.Y.(1994) Establishment and management of urban forests for the inhabitation of wild birds. Thesis for the Degree of Master, Graduate School, Seoul National University, 73pp.
- Park, I.H., K.J. Lee and J.C. Jo(1987) Forest Community Structure of Mt. Bukhan Area . *Journal of Korean Applied Ecology* 1(1): 1-23.
- Pielou, E.C.(1975) A primer of conservation biology. Sinauer Associates Inc., Sunderland, 227pp.
- Root, R.B.(1967) The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecol. monogr.* 37: 317-350.
- Song, B.Y.(1993) Study on the Visitor's Behavior in the Forest Recreation area : with reference to the Dae-A and Mt.Man-In. Thesis for the Degree of Master, Graduate School, Hanyang University.
- Won, B.O.(1981) Illustrated Flora & Fauna of Korea Vol. 25 Animal(Ecology of Birds). Ministry of Education, 1126pp.