

闊葉樹林에서 間伐에 依한 繁殖期 鳥類 群集의 變化^{1*}

任信在^{2*} · 李宇新²

Changes in Breeding Bird Community Caused by Thinning in Deciduous Forest^{1*}

Shin-Jae Rhim^{2*} and Woo-Shin Lee²

요 약

본 연구는 간벌로 인한 산림환경구조와 번식기 조류 군집의 변화를 파악함으로써 조류 군집을 보호 및 유지할 수 있는 합리적인 산림 시업 방안을 모색하고자 1997년 4월에서 1998년 8월까지 평창군 국유림내 활엽수 천연림 지역에서 벌채 전과 후 세력권 도식법을 이용하여 실시되었다. 간벌 전과 후, 수종 구성에 있어서는 큰 차이가 없었으나 헥타당 임목의 밀도, 종 풍부도, 종다양도지수, 흉고단면적에 있어서는 차이가 있었다. 산림환경의 수직적 구조는 간벌 후 하층과 상층의 피도량이 증가하였으며 흉고 직경의 분포 역시 변화하였다. 간벌 전에는 14종 23쌍의 조류가 번식을 한 반면 간벌작업 후에는 8종 12쌍의 조류가 번식을 하여 번식 종 수와 쌍수가 감소하였으며, 조류의 종다양도 지수 역시 2.57에서 1.98로 감소하였다. 또한 조류 군집의 영소길도와 체이길드에 있어서는 변화가 발생하였는데 이는 간벌로 인해서 대경목의 수목과 수관층이 제거됨에 따라 이들이 이용할 수 있는 동지자원과 먹이자원의 감소와 서식지 구조가 변화했기 때문인 것으로 판단된다. 그러므로 산림 내에서 조류 군집의 보호 및 유지를 위해서는 상층임관과 대경목의 준치를 고려한 산림작업이 실시되도록 해야 할 것이다. 이러한 산림작업을 통해서 산림생태계 내에서 생물다양성을 확보할 수 있으며 또한 지속 가능한 산림 경영이 가능할 것으로 판단된다.

ABSTRACT

Changes in breeding bird community and forest structure by thinning were investigated from April 1997 to August 1998 in 10ha (400 × 250m) of temperate mixed hardwood forest in Mt. Gariwang which is located in National Forest, Pyoungchang, Kangwon Province, Korea. Bird community was surveyed by the territory mapping method and forest structure was done by analyzing the vertical structure of foliage, distribution of diameter at breast height (DBH) of trees and tree species composition. After the thinning, tree density, number of tree species and basal area were decreased from 195ea/ha, 18 species and 6.69m²/ha into 100ea/ha, 13 species and 3.04 m²/ha, respectively. Foliage coverages in upper and mid layer were decreased, but coverage in low layer was increased. Large trees (Over 40cm of DBH) were decreased. Number of breeding bird species and pairs were decreased from 14 species and 23 pairs into 8 species and 12 pairs after the thinning. Number of breeding pairs of Yellow-breasted bunting *Emberiza elegans* increased. There were decrease in number of species in hole & bush-nesting and canopy & bush-foraging guild. The results suggested that the thinning affect the species composition of breeding bird community and the forest structure. Changes of habitat structure might influence in breeding bird's density, species diversity and habitat using pattern of breeding bird community.

Key words : breeding bird community, guild, habitat structure, thinning

¹ 接受 2000年 9月 19日 Received on September 19, 2000.

審査完了 2000年 10月 12日 Accepted on October 12, 2000.

² 서울대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Seoul National University, Suwon 441-744 Korea.

* 본 연구는 산림청에서 지원한 국유림 경영현대화 산학협동 실연연구의 일환으로 수행되었음.

* 연락처자 E-mail : sjrhim@snu.ac.kr

서 론

MacArthur와 MacArthur(1961)의 연구 이후 많은 연구자들에 의해 조류군집의 다양성에 영향을 주는 요인들에 대한 연구가 활발하게 진행되어 왔다. 결과 조류 군집의 다양성에 대해 많은 설명이 가능했으며 또한 많은 가설들이 수립되었다(Lee, 1996). 조류 군집 다양성에 영향을 주는 요인들로는 엽층의 수직적 분포(MacArthur and MacArthur, 1961; Karr and Roth, 1971), 수평적 분포(Roth, 1976; Erdelen 1984), 서식지 수준의 종 구성(James and Wamer, 1982; Hino, 1985) 등이 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

그런데 조류 군집을 비롯한 야생동물 군집은 산림생태계 내에서 다양한 요인에 의해 변화가 발생한다(Carry and Johnson, 1995; 이돈구 등, 1999). 인간이 산림에 미치는 가장 큰 영향인 산림 벌채는 오랜 세월을 걸쳐서 지속적으로 행해져 왔으며 앞으로도 계속될 것이다. 산림을 벌채하게 되면 산림환경구조는 수직적, 수평적으로 큰 변화가 발생하며 또한 수종구성 역시 달라진다. 그에 따라 산림에 서식하고 있는 야생동물 군집 역시 직접 혹은 간접으로 많은 영향을 받는다(Kirland, 1990; Hanson, 1994).

본 연구에서 활엽수 천연림 지역에서 간벌로 인한 산림환경구조와 번식기 조류 군집의 변화를 파악함으로써 산림환경구조와 번식기 조류 군집 사이의 관계와 간벌이 조류 군집에 미치는 영향을 구명하고 또한 지속가능한 산림경영을 위해 조류 군집을 보호 및 유지할 수 있는 합리적인 산림사업 방안을 모색해 보고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 연구는 강원도 평창군내 국유림의 활엽수 천연림 지역(N 37° 27', E 128° 29')에서 1997년 4월에서 1998년 8월 사이의 기간 동안 실시되었다. 조사지의 기후대는 온대 중부 및 북부에 속하며(Yim, 1977), 해발 1,000m 이상의 일부 지역에서는 한대림에 속하는 수종도 분포하고 있다(Kang, 1997).

이 지역에서 천연림을 구성하고 있는 주요 수종으로는 신갈나무(*Quercus mongolica*), 거제수나무(*Betula costata*), 고로쇠나무(*Acer mono*), 피

나무(*Tilia amurensis*), 느릅나무(*Ulmus davidiana* var. *japonica*), 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 층층나무(*Cornus controversa*) 등이 분포하고 있다(산림청, 1990).

또한 이 지역은 1990년도부터 산림청에서 지원 하는 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구에 의해 각기 다른 형태의 다양한 산림 사업이 이루어지고 있는 지역이다(산림청, 1998). 본 연구는 해발고도 1,100m 지역에서 1997년 11월에 간벌을 실시할 예정인 지역을 대상으로 10ha(400×250m)의 고정조사구를 선정하였다. 또한 고정조사구 내에는 25×225m 간격으로 격자를 만들고 각 격자의 모서리에 형광테이프로 표시하였다(임신재, 1997).

2. 산림환경구조 조사

산림환경구조는 식생 구성, 엽층의 수직적 분포, 흉고직경 분포 등의 항목으로 나누어 조사를 실시하였으며 조사시기는 1997년 8월과 1998년 8월로 간벌을 실시하기 전과 후의 피도가 가장 높은 시기를 선택하여 조사를 실시하였다.

이미 설정한 10ha의 고정조사구 내에 25 x 25m 크기인 160개의 격자 내부에 직경 5m의 가상의 원통을 세운 후 수직적으로 0-1m, 1-2m, 2-6m, 6-12m, 12-18m, 18m 이상 등 가상의 층위로 나누고 각 층위별로 출현한 식생과 상대적 피도량을 파악하였다. 피도량은 가상의 원통안의 각 층에서 수목의 잎과 줄기로 완전히 덮였을 때를 100%로 정하고 이를 기준으로 하여 상대적인 수치를 주어 조사하였는데, 피도가 0%인 경우는 수치를 0, 1-33%인 경우에는 1, 34-66%인 경우에는 2, 67-100%인 경우에는 3으로 정하여 피도를 일정한 간격 척도로 수치화 하였으며 각 층위별로 측정된 수치를 산술평균하여 각 엽층별 피도량을 산출하였다(Lee, 1996).

또한 가상의 원통 내에 포함되는 흉고직경 6cm 이상의 목본을 대상으로 수종을 동정하여 기록하고 흉고직경을 측정하였으며, 하층식생의 경우 각 원통 내에 포함되어 있는 우점종을 조사하였다(Rhim and Lee, 1999; Hino, 2000).

3. 번식기 조류 군집 조사

번식기 야생조류 군집을 조사하기 위하여 이미 설정된 바둑판 모양의 격자를 중심으로 50m 간격의 조사경로를 설정하였다. 번식기인 4월말에서 6월말의 기간 동안 세력권 도식법(territory mapping

method)을 이용하여 각 조사지역 내에서 번식하는 조류의 종 수 및 번식 쌍수를 추정하였다. 이미 정해진 50m 간격의 조사경로를 따라 걸으면서 좌·우 25m 범위에서 관찰되는 모든 조류의 종 수, 개체수, 성별, 위치, 행동 등을 정해진 지도 위에 기입하였으며, 조사하는 동안이나 조사가 끝난 후에 둥지를 찾았다. 기입된 자료 중에서 노래(song), 수컷끼리의 싸움, 짝짓기와 같은 번식의 증거가 되는 자료를 통해 중별 번식 쌍수를 추정하였다. 약 1주 간격으로 각 조사구 마다 9회에 걸친 조사를 실시하였으며, 날씨의 영향을 없애기 위해서 맑은 날을 택하였고, 조사시간은 06:00-09:00 이었다(Kendeigh, 1944).

조류 군집 구조는 종다양성, 길드개념을 이용하여 분석하였다. 종다양성은 다음의 Shannon-Weaver 지수(H')의 수식을 이용하여 산출하였다(Shannon and Weaver, 1949).

$$H' = \sum_{i=1}^s (-P_i) \times \ln(P_i)$$

여기서 s는 종 수, P_i 는 i 번째 종의 개체수를 총 개체수로 나눈 비율을 나타낸다. 이동성에 의한 조류 군집의 분석에서 각 종에 대한 기준은 원병오(1993)의 이동성을 기준으로 본 조사지역에서 적용될 수 있는 이동성에 의해 정하였다.

길드(guild)는 '유사한 방식으로 동일한 자원을 이용하는 종들의 모임'이라고 Root(1967)에 의해 처음으로 정의된 개념으로 환경에 대한 평가와 관리에

자주 이용되는 개념이다(Hawkins and MacMahon, 1989; Simberloff and Dayan, 1991). 이 개념을 이용한 조류 군집의 분석에서는 조사시의 관찰과 이우신과 박찬열(1995), Lee(1996)를 기준으로 하였다. 길드는 영소 길드(nesting guild)와 채이 길드(foraging guild)로 나누어 분석하였다. 영소 길드는 수관층 영소 길드, 수동 영소 길드, 관목층 영소 길드로 구분하였으며 채이 길드는 수관층 채이 길드와 관목층 채이 길드로 구분하였다(Table 2).

여기서의 각 종에 대한 영소, 채이 길드는 고정적인 것이 아니라 본 조사지에서 나타난 종의 습성에 대해서만 적용될 수 있는 것이며, 빠꾸기류와 같이 영소 길드를 결정하기 힘든 경우에는 분석에서 제외시켰다.

결과 및 고찰

1. 산림환경구조

간벌 전인 1997년도와 간벌 후인 1998년도의 수종구성을 살펴보면 신갈나무와 다릅나무가 우점하는 등 수종구성에 있어서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 헥타당 임목의 밀도, 종 풍부도, 종다양도지수 그리고 흉고단면적에 있어서는 간벌 전과 후에 있어서 큰 차이가 있는 것을 알 수 있다(Table 1).

임목밀도는 간벌작업을 실시하기 전에는 195개체/헥타에서 간벌 후 100개체/헥타로, 종 풍부도는 18종에서 13종으로, 또한 수종다양도지수는 2.34에서 1.98로, 흉고단면적은 6.69에서 3.04로 각각 감소하였다.

Table 1. Tree species composition of the study area before and after the thinning.

Korean name	Scientific name	Before ¹	After ²
신갈나무	<i>Quercus mongolica</i>	50(25.6%)	24(24.0%)
다릅나무	<i>Ulmus davidiana</i>	37(19.0%)	18(18.0%)
피나무	<i>Tilia amurensis</i>	26(13.3%)	17(17.0%)
고로쇠나무	<i>Acer mono</i>	17(8.7%)	9(9.0%)
거제수나무	<i>Betula costata</i>	17(8.7%)	4(4.0%)
당단풍	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	8(4.1%)	6(6.0%)
기 타	Others	40(20.6%)	22(22.0%)
Tree density (ind./ha)		195	100
Number of tree species		18	13
Tree diversity index (H')		2.34	1.98
Total basal area (m ² /ha)		6.69	3.04

Before¹ - before the thinning

After² - after the thinning

또한 산림환경의 수직적 구조에 있어서도 간벌로 인해 변화를 보였는데(Figure 1) 간벌작업 전인 1997년도에는 조사지역의 상층임관이 매우 발달해 있으나 중층과 하층의 피도량은 상층임관에 비해서 상대적으로 낮은 것을 알 수 있으며 특히 하층 식생의 피도량은 매우 낮은 것으로 나타났다. 이는 상층임관은 발달되어 있고 중층과 하층의 피도는 그에 비해서 상대적으로 낮은 온대 활엽수림의 장령림에서 나타나는 전형적인 산림환경구조를 가지고 있는 것으로 보여진다(李宇新, 1990).

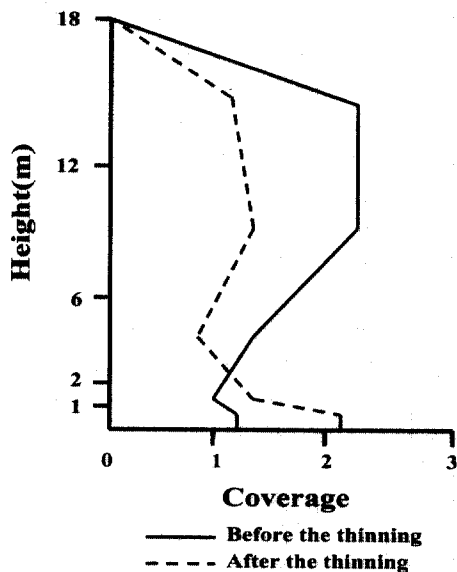


Figure 1. Differences in foliage profiles in study area before and after the thinning.

그러나 간벌작업을 실시한 이후인 1998년도와 비교하면 간벌에 의해 산림환경 구조는 상층부인 6-12m층($t=4.75, p<0.0004$)과 12-18m층($t=6.91, p<0.0001$)에서 피도량의 차이가 있었으며, 중층부인 2-6m층에서도 피도량이 감소하였으나 통계

적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 하층부인 0-1m 층에서는 간벌작업 이후에 피도량이 1.21에서 2.07로 유의한 수준에서($t=3.62, p<0.0005$) 차이를 나타내었다(Table 2). 이는 간벌작업이 실시됨에 따라 상층 임관이 개방되고 임상(林床)에 도달하는 태양광선의 양이 증가됨에 따라 초본이나 관목과 같은 하층식생이 발달한 것으로 생각된다(Rhim and Lee, 2000a).

Figure 2는 간벌작업 전과 후 조사지역 내 임목의 직경급 분포를 나타낸 것이다. 간벌작업 전에는 조사지역 내에 흉고 직경 20-30cm인 수목들이 가장 많이 분포하고 있었으며 또한 흉고 직경 40cm 이상의 대경목들도 비교적 많이 생육하고 있던 것을 알 수 있다. 그러나 간벌 후에는 이들 대경목의 개체수가 급속히 감소하였는데 특히 흉고 직경 60cm 이상의 임목은 존재하지 않는 것으로 나타났다.

또한 전체적인 임목의 분포에 있어서도 간벌 후에는 간벌 전과 비교해서 직경급이 매우 낮은 임목들이 조사지역 내에 잔존하고 있으며 흉고 직경 분포에 있어서도 간벌 전과는 다른 양상을 나타내고 있었다.

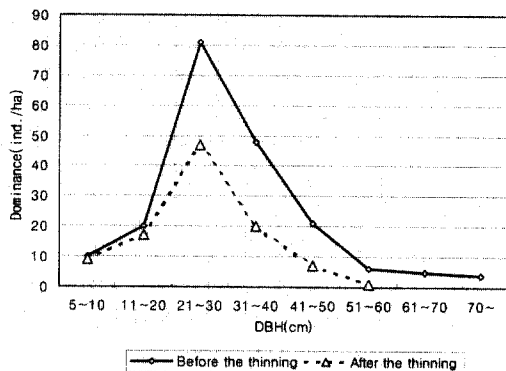


Figure 2. Differences in DBH distribution between site before and after the thinning.

Table 2. Differences in mean foliage coverage between before and after the thinning by t-test (n=160).

Foliage layer	Before ¹	After ²	t-value	Prob>t
0-1m	1.21	2.07	3.62	0.0005
1-2m	1.03	1.44	-0.22	0.5247
2-6m	1.45	0.82	-2.36	0.3972
6-12m	2.36	1.43	4.75	0.0004
12-18m	2.36	1.09	6.91	0.0001

Before¹ - before the thinning

After² - after the thinning

2. 번식기 조류 군집

조사지역에 있어서 간벌작업 전에는 쇠박새, 진박새, 곤줄박이, 동고비, 큰오색딱다구리, 노랑턱멧새, 흰눈썹황금새, 쇠유리새와 같은 종들이 2쌍 이상 번식을 한 것으로 나타났다(Table 3). 이 지역에서 실시한 임신재(1997)의 연구 결과와 비교해 보았을 때 번식 조류 군집의 종 구성이 비슷한 것으로 나타나 이 지역에서 대표적으로 서식하고 있는 조류들이 번식을 한 것으로 판단된다(Rhim and Lee, 2000b). 간벌작업 후에는 노랑턱멧새, 쇠박새, 진박새 등의 조류가 우점인 것으로 나타났다.

간벌작업 전과 후의 번식기 조류 군집의 특징을 살펴보면 간벌작업 전에는 모두 14종 23쌍의 조류가 번식을 실시한 반면 간벌 후에는 8종 12쌍의 조류가 번식을 하여 번식 종 수와 쌍수가 감소한 것으로 나타났다(Mann-Whitney U-test, $p < 0.001$).

간벌작업 전에는 조사 지역에서 청딱다구리 1쌍, 오색딱다구리 1쌍, 큰오색딱다구리 2쌍 등 대경목을 이용하는 딱다구리류가 모두 4쌍 번식을 했으나, 간벌작업 후 번식기에 있어서는 큰오색딱다구리 1쌍만이 번식을 실시했을 뿐 다른 종들

은 번식을 하지 않은 것으로 나타났다. 또한 들평, 굴뚝새, 멧비둘기, 쇠술새와 같은 종들도 간벌작업 후에는 번식을 하지 않은 것으로 나타났으며 그 밖에 노랑턱멧새를 제외한 모든 종의 번식 쌍수가 감소하였다. 번식 쌍수가 증가한 종으로는 노랑턱멧새 단 1종 만인 것으로 나타났다. 또한 간벌작업 전과 후의 헥타당 번식 쌍수를 비교해 보면 간벌 전에는 2.3쌍에서 1.2쌍으로 감소하였으며 조류의 종다양도지수 역시 2.57에서 1.98로 감소한 것을 알 수 있다(Table 3).

조류 군집을 이동성에 의해 분류하여 비교하면 간벌 전에는 텃새 11종, 여름철새 3종이 번식을 한 반면 간벌 후에는 텃새 6종, 여름철새 2종이 번식을 하여 텃새의 번식 종 수가 많이 감소하였다. 이는 조사지역이 해발 1,000m 이상의 고산지대임으로 서식하는 조류가 여름철새보다는 텃새의 비율이 높기 때문에 텃새의 감소 정도가 더 많은 것으로 판단된다(임신재, 1997).

조사지역 내에서 간벌작업 전과 후의 번식 조류 군집의 영소길드를 살펴보면, 간벌로 수동 영소길드에 속하는 조류들의 종 수와 개체수가 8종 15쌍에서 5종 7쌍으로 급격히 감소한 것으로 나타났

Table 3. Differences in breeding bird communities between before and after the thinning.

Korean name	Scientific name	Guild		Before ³	After ⁴	Mig. ⁵
		N ¹	F ²			
쇠박새	<i>Parus palustris</i>	H	c	3	2	Res.
진박새	<i>Parus ater</i>	H	c	2	2	Res.
곤줄박이	<i>Parus varius</i>	H	c	2	1	Res.
동고비	<i>Sitta europaea</i>	H	c	2	1	Res.
청딱다구리	<i>Picus canus</i>	H	c	1		Res.
오색딱다구리	<i>Dendrocopus major</i>	H	c	1		Res.
큰오색딱다구리	<i>Dendrocopus leucotos</i>	H	c	2	1	Res.
들평	<i>Bonasa bonasia</i>	B	c	1		Res.
굴뚝새	<i>Troglodytes troglodytes</i>	B	b	1		Res.
노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	B	b	2	3	Res.
멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	C	c	1		Res.
쇠술새	<i>Phylloscopus borealis</i>	B	b	1		S. V.
흰눈썹황금새	<i>Ficedula zanthopygia</i>	C	c	2	1	S. V.
쇠유리새	<i>Erithacus cyane</i>	B	b	2	1	S. V.
Number of breeding species				14	8	
Number of breeding pairs				23	12	
Diversity index(H')				2.57	1.98	

N¹ - Nesting guild, H-hole, C-canopy, B-Bush

F² - Foraging guild, c-canopy, b-bush

Before³ - Before the thinning

After⁴ - After the thinning

Mig.⁵ - Migration, Res. - residents, S. V. - summer visitors

Table 4. Differences in nesting guild of breeding bird communities between before and after the thinning.

	Before the thinning	After the thinning
Hole nesting guild	8(15) ¹	5(7)
Canopy nesting guild	1(1)	1(1)
Bush nesting guild	5(7)	2(4)

Number of breeding species (Number of breeding pairs)¹

다. 수관층 영소길드에 속한 조류는 변화가 없었으며, 관목층 영소길드에 속한 조류는 5종 7쌍에서 2종 4쌍으로 감소하였다(Table 4). 이는 대경목 임목의 수동에서 동지자원을 획득하는 수동 영소길드에 속한 조류들의 경우 간벌로 인해서 대경목의 수목들이 제거됨에 따라 이들이 이용할 수 있는 동지자원이 감소했기 때문인 것으로 판단된다(Hino, 1985; Rhim and Lee, 2000b). 관목층 영소길드에 속한 조류의 감소는 들평의 경우 산림성 조류로서 산림환경의 구조에 따라서 매우 민감하게 서식지를 선호하는 습성(Swenson, 1995) 때문인 것으로 보여지며 또한 굴뚝새는 벌채로 인해 상층임관이 개방되어 숲이 건조해짐에 따라 주요 동지재료인 이끼를 구하기 힘들어진 것과 관련이 깊을 것으로 판단된다(원병오, 1993).

또한 채이길드에 있어서도 수관층 채이길드는 10종 17쌍에서 6종 8쌍으로 관목층 채이길드에 속한 조류는 4종 6쌍에서 2종 4쌍으로 각각 간벌이 후에 감소한 것으로 나타났다(Table 5). 특히 수관층 채이길드에 속한 종들이 많이 감소한 것으로 나타났는데 이 역시 영소길드의 경우와 마찬가지로 간벌에 의해 상층 임관의 수관층이 감소했기 때문에 상층임관에서 먹이 자원을 획득하는 수관층 채이길드에 속한 조류들의 번식이 감소한 것으로 판단된다(이우신 등, 1998; 이돈구 등, 1999; Rhim and Lee, 2000b).

산림 생태계의 수종 다양성과 구조적 다양성이 증가하게 되면 조류의 종다양성이 증가하고 생태계의 안정성이 확보된다(Lee, 1996; Hino, 2000). 그와는 반대로 간벌로 인해 상층임관과 대경목의 감소로 인해 산림환경구조가 변화하면, 수관층과

수동에서 먹이와 동지자원을 얻는 조류들이 감소하는 결과를 나타내었다. 그러므로 산림 내에서 조류군집의 보호 및 유지를 보장하기 위해서는 산림시업에 있어서 상층임관의 유지와 대경목의 존치를 고려해야 할 것이다(이우신과 임신재, 1998).

산림시업시 목재생산만을 위해 대경목을 위주로 한 수확은 이들 지역에서 조류 군집에게는 큰 방해 및 간섭요인으로 작용하게 될 것이다(산림청, 1998). 그러므로 산림의 관리 목표를 정확하게 설정한 후 산림시업을 실시해야 할 것이며(김상욱 등, 1996), 이러한 산림작업을 통해서 산림생태계 내에서 생물다양성을 확보할 수 있고 또한 지속 가능한 산림 경영이 가능할 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

1. 김상욱 · 유병호 · 이우신 · 박찬열 · 조기현, 1996. 제4장 야생조류 종다양성. 훼손된생태계의 Biodiversity 평가 및 복원기법 개발. 환경부 · 과학기술처. pp.163-242.
2. 산림청, 1990. 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구보고서. 210pp.
3. 산림청, 1998. 국유림 경영 현대화 산학 협동 실연 연구보고서(IX). 291pp.
4. 원병오, 1993. 한국의 조류. 교학사. 447pp.
5. 이돈구 · 우한정 · 이우신 · 임신재, 1999. 칩엽수 조림지에서 간벌로 인한 산림환경구조의 차이에 따른 번식기 조류 군집의 특성. 한국조류학회지 6(1) : 57-64.
6. 이우신 · 박찬열, 1995. 길드에 의한 산림환경과 조류 군집 변화 분석. 한국생태학회지 18 : 397

Table 5. Differences in foraging guild of breeding bird communities between before and after the thinning.

	Before the thinning	After the thinning
canopy foraging guild	10(17) ¹	6(8)
bush foraging guild	4(6)	2(4)

Number of breeding species (Number of breeding pairs)¹

- 407.
7. 이우신·임신재. 1998. 도시화의 영향에 의한 조류 군집 변화. 한국조류학회지5(1) : 47-55.
 8. 이우신·조기현·임신재. 1998. 남산 지역 조류 군집의 서식 현황과 보호 및 관리 방안. 한국생태학회지 21(5-3) : 665-673.
 9. 임신재. 1997. 서식지 구조에 따른 번식기 조류 군집과 소형 포유류 개체군의 변화에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위 논문. 60pp.
 10. 李宇新. 1990. 森林環境構造と鳥類の採餌ニツチに關する研究. 北海道大學 博士學位論文. 116pp.
 11. Carry, A. B. and M. L. Johnson. 1995. Small mammals in managed, naturally young and old-growth forests. Ecological Applications 5 : 336-352.
 12. Erdelen, M. 1984. Bird communities and vegetation structure : I. correlation and comparisons of simple and diversity indices. Oecologia 61 : 277-284.
 13. Hanson, L. 1994. Vertebrate distributions relative to clear-cut edges in a boreal forest landscape. Landscape Ecology 9(2) : 105-115.
 14. Hawkins, C.P. and J.A. MacMahon. 1989. Guilds : the multiple meanings of a concept. Annual Reviews Entomology. 34 : 423-451.
 15. Hino, T. 1985. Relationship between bird community and habitat structure in shelterbelts of Hokkaido, Japan. Oecologia 65 : 442-448.
 16. Hino, T. 2000. Breeding bird community and vegetation structure in a forest with a high density of Sika Deer. Japanese Journal of Ornithology 48(3) : 197-204.
 17. James, F.C. and N.O. Wamer. 1982. Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. Ecology 63 : 159-171.
 18. Kang, H.S. 1997. Site and growth characteristics, and natural regeneration pattern of *Kalopanax pictus* growing at Mt. Joongang located in Pyungchang-gun, Kangwon-do. MS thesis of Seoul National University. 49pp.
 19. Karr, J.R. and R.R. Roth. 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. American Naturalist 105 : 423-435.
 20. Kendeigh, S.C. 1944. Measurement of bird population. Ecological Monograph 14 : 67-106.
 21. Kirland, Jr., G.L. 1990. Patterns of initial small mammal community change after clear cutting of temperate North America forest. Oikos 59 : 313-320.
 22. Lee, W.S. 1996. The relationship between breeding bird community and forest structure at a deciduous broad-leaved forest in Hokkaido, Japan. Korean Journal of Ecology 19(4) : 353-361.
 23. MacArthur R.H. and J.W. MacArthur. 1961. On birds species diversity. Ecology 42 : 594-598.
 24. Rhim, S.J. and W.S. Lee. 1999. Differences in small mammal populations due to different habitat structure in natural deciduous forest. Journal of Korean Forestry Society 88(2) : 179-184.
 25. Rhim, S.J. and W.S. Lee. 2000a. Habitat preference of small rodents in deciduous forests of north-eastern South Korea. Mammal Study (in press).
 26. Rhim, S.J. and W.S. Lee. 2000b. The relationships between habitat structure and breeding bird communities in deciduous forest in Korea. Japanese Journal of Ornithology 49(1) : 31-37.
 27. Root, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the Blue-gray Gnatcatcher. Ecological Monograph 37 : 317-350.
 28. Roth, R.R. 1976. Spatial heterogeneity and bird species diversity. Ecology 57 : 773-782.
 29. Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. of Illonios press. Urbana, 117pp.
 30. Simberloff, D. and T. Dayan. 1991. The guild structure concept and the structure of ecological communities. Annual Reviews Ecology & Systematics. 22 : 115-143.
 31. Swenson, J.E. 1995. The ecology of hazel grouse and management of its habitat. Naturschutzreport 10 : 227-238.
 32. Yim, Y.J. 1977. Distribution of vegetation and climate in the Korean Peninsula. Japanese Journal of Ecology 27 : 117-189.