

# 산림식생유형에 따른 산림성조류의 종다양성 분석

김유훈\* · 박인환\*\* · 조광진\*

\*경북대학교 대학원 조경학과 · \*\*경북대학교 조경학과

## I. 서론

급속한 근대화 및 산업화 과정에서 대규모의 농어촌 인구가 대도시로 집중하여 인구밀도가 높아졌으며 그로인한 무분별한 개발로 인해 녹지는 감소하고 단절되었다. 녹지의 단절은 섬과 같은 소규모의 녹지로 세분화시켜 야생동물 서식지의 훼손과 파괴를 유발하게 되었고, 결국 생물종이 감소되는 결과를 가져왔다(최진우, 2004).

우리나라의 도시 산림 내부는 대부분 인공 식재림이고, 산림 이용 및 인간의 간섭으로 인하여 중층 및 하층 식생뿐만 아니라 상층부 식생 역시 자연성이 부족한 모습을 보이고 있다(이두표와 이규완, 1999; 오구근과 박석근, 2001). 뿐만 아니라 산림의 격리로 서식환경이 생물지리학적 섬과 같이 작은 녹지 면적으로 세분화 되어졌다.

서식지의 크기와 주 서식지와와의 거리에 영향을 크게 받게 되어 야생동물의 서식환경은 점점 악화되고 있는 현실이며 이렇게 악화되고 있는 자연환경의 질적 상태 및 변화 추세를 생물 지표종을 이용하여 알아 볼 수 있다.

U.S.National Research Council(1986)에 의하면 '생물체만이 어떤 유독 물질이 생체에 어떻게 작용하는지 말 할 수 있다' 고 하여 생물 지표종 사용을 적극 권장하기도 했으며, 이미 수중식물과 연체동물들이 대기와 수질을 평가하는 성공적인 지표로 사용되었다. 생태계 먹이사슬의 상위단계이면서 도시녹지에 서식하는 대표적인 야생동물인 야생조류의 서식은 곤충 및 식물의 먹이자원이 풍요롭다는 것을 의미하여 도시생태계의 질을 평가하는데 큰 척도가 될 수 있다(半田, 1989).

특히 야생조류의 경우 외부특징이 분명하여 관찰이 용이하고 종다양성이 풍부하기 때문에 조류 각종의 개체군 추세와 서식지 적정도를 측정하는데 조류지표종의 개념을 활용하고 있다(Verner et al., 1986). 야생조류 서식이 가능한 생태계 조성은 단순히 야생조류 서식의 의미를 떠나 인간 거주공간을 포함한 생태계 안정을 의미하며 다양한 생물이 공생하며 살아가는 출발점이 될 수 있다(곽정인, 2010).

본 연구는 충남 당진군을 사례로 산림의 생태적 가치를 높이고 기능을 향상 시키는 한편 녹지의 생태적 다양성과 자연성을 회복시킬 수 있도록 현존식생 및 야생조류 조사를 바탕으로 산

림식생유형을 구분 짓고 야생조류의 종다양성 분석을 통하여 산림야생조류의 생태적 특성을 파악하고 자연성을 높이기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## II. 연구범위 및 방법

본 연구는 충청남도 당진시의 당진읍, 면천면, 순성면 일원에 위치하는 산림조각(patch) 9개를 대상으로 하였다. 9개의 산림조각 가운데 3곳의 산림조각은 5만<sup>2</sup>m<sup>2</sup> 미만의 소규모면적, 다른 3곳은 5만<sup>2</sup>m<sup>2</sup> 이상 10만<sup>2</sup>m<sup>2</sup> 미만의 중규모면적, 마지막 3곳은 10만<sup>2</sup>m<sup>2</sup> 이상의 대규모 면적으로 구분되었다(그림 1 참조).

현존식생 조사는 2008년 9월에 실시하였으며, 대상지의 산림 녹지를 1/5,000 수치지형도를 이용하여 계절성, 잎의 모양, 자연성을 기준으로 하는 상관식생에 의하여 대분류한 후, 교목층 ·

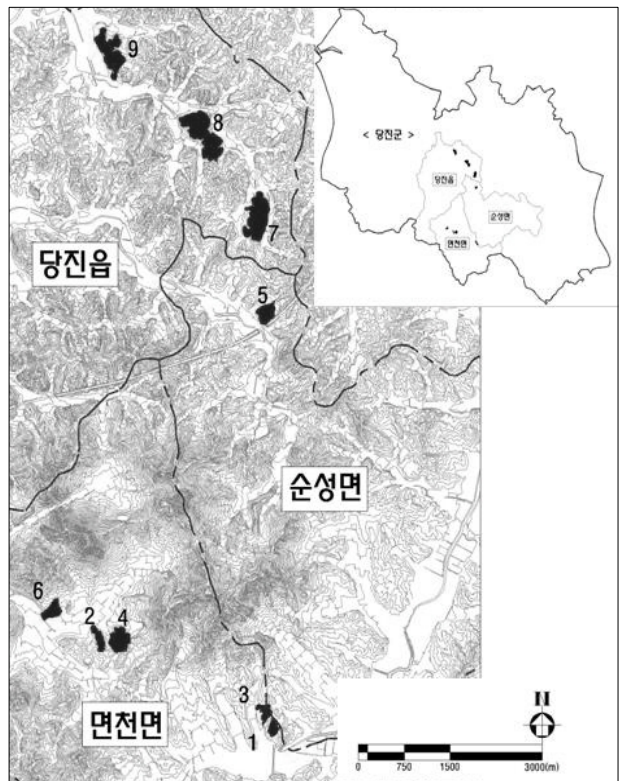


그림 1. 연구지역의 위치와 산림조각(patch)

관목층·초본층의 우점종, 종조성, 식생구조를 기준으로 세분류하여 현존식생을 구분하여 도면화 하였다. 또한 식물군집 분포 현황을 파악하기 위하여 교목층 수준의 식생(Vegetational Phytosociology) 유형별 면적 및 비율을 산정하였으며, 산림식생유형의 구분은 70% 이상의 우점도에 따라 식생유형을 구분하였다.

야생조류 조사는 2008~2009년에 걸쳐 9개의 산림조각(patch)을 대상으로 여름(2008년 8월), 가을(2008년 10월), 겨울(2009년 1월), 봄(2009년 5월)에 각1회씩 총 4회 실시하였다. 계절별로 조사방법은 대상지의 지정된 등산로나 계곡을 따라 이동하면서 Line transect 방법(CoLin et al., 1997)에 의하여 일출 후부터 정해진 조사경로를 걸어가며 좌우 25m에 나타나는 야생조류를 육안 및 쌍안경, 필드 스코프를 이용하여 관찰하고 울음소리, 날으는 모양 등으로 종과 개체수를 파악하였다.

관찰된 조류 중 국내·외적으로 희귀 및 멸종위기 조류에 대한 분류는 국제적 중요종에 대하여 Red List(IUCN)와 Appendix List(CITES), 국내적으로는 환경부 멸종위기 야생동식물 목록과 천연기념물 목록 자료를 기준으로 하였다.

조사자료를 바탕으로 야생조류상 목록을 작성하고 조류군집의 종 구성 및 종 다양성을 분석하였으며 다양도 지수(Diversity Index), 종풍부도 지수(Species richness Index), 균등도 지수(Evenness Index), 우점도 지수(Dominance Index)를 분석하였다.

서식유형은 텃새, 여름철새, 겨울철새, 나그네새, 길 잃은새로 이동성을 구분하였고 길드(Guild)는 유사한 방법으로 동일한 자원을 이용하는 종의 모임(Root, 1967)이다. 본 연구에서는 야생조류 서식지 다양성을 나타내기 위한 목적으로 이우신과 박찬열(1995), 한봉호(2000)의 분류기준을 종합하여 분석하였다. 길드 개념은 영소길드(nest guild)와 채이길드(foraging guild)로 나누어지는데 본 연구에서는 식생유형과의 분석을 위해 야생조류가 먹이를 구하기 위해 이동하는 특성을 고려하여 채이길드를 위주로 분석하였으며 조류가 먹이자원을 이용하는 위치에 따라 수관층, 수간, 관목층, 공중, 인가로 구분하고 각 공간단위별 길드 유형수를 종합하였다.

### III. 연구결과 및 고찰

연구대상지 산림조각(patch)의 현존식생 조사를 근거로 산림식생유형을 구분 짓고 이에 따른 산림조각(patch) 내 서식하는 계절별 야생조류 조사와 종 다양도지수 그리고 조류의 종·면적과의 관계를 통한 상관관계를 규명하여 식생유형과 조류 종다양성과의 관계를 분석하였다.

#### 1. 식생현황에 따른 유형 구분

각 산림조각(patch)의 현존식생 조사 결과 소규모 산림면적

표 1. 식생현황에 따른 산림조각(patch)의 식생유형 구분

구분	Patch 번호	면적(m <sup>2</sup> )	식생우점종	식생유형
소규모	1	31,389	소나무, 상수리나무, 갈참나무	혼효림형
	2	41,734	아까시나무, 상수리나무	활엽수림형
	3	29,615	소나무, 상수리나무	침엽수림형
중규모	4	94,301	소나무, 밤나무, 상수리나무	혼효림형
	5	65,960	밤나무, 아까시나무, 소나무	활엽수림형
	6	57,156	소나무, 현사시나무	침엽수림형
대규모	7	207,359	밤나무, 소나무, 아까시나무	혼효림형
	8	266,278	상수리나무, 소나무, 아까시나무	활엽수림형
	9	201,064	소나무, 밤나무	침엽수림형

의 그룹 Patch-1에서는 소나무림(31.9%)과 상수리나무림(26.7%)의 우점으로 조사되었고 Patch-2은 아까시나무림(28.4%)과 상수리나무림(18.4%)의 우점으로, Patch-3은 소나무림(65%) 우점으로 조사되었다. 중규모 산림면적의 그룹 Patch-4에서는 소나무림(41.2%)과 밤나무림(29.3%), 상수리나무림(20.3%)이 우점하고 Patch-5는 소나무림(24.2%), 밤나무, 상수리나무, 아까시나무 등의 활엽수림이 53.6%로 우점하고 Patch-6은 소나무림(60.7%)이 우점하는 것으로 조사되었다. 대규모 산림면적의 Patch-7에선 침엽수림이 7.2%로 밤나무, 상수리나무, 느티나무 등의 활엽수림이 22.2%로, 혼효림이 68.15%로 조사 되었으며 Patch-8에서는 상수리나무, 밤나무, 아까시나무 등의 활엽수림이 47.6%로 조사되었고 Patch-9는 침엽수림 58.6%로 우점하고 있는 게 조사되었다. 이에 패치의 크기와 식생 우점종에 따라 식생유형을 혼효림형, 활엽수림형, 침엽수림형으로 구분지었다(표 1 참조).

#### 2. 야생조류 서식 유형 및 채이길드

소규모 그룹의 산림조각(patch)에서 계절별 출현한 야생조류를 종합한 결과 Patch-1은 16종 65개체가 관찰되었으며, 수목의 가지에서 서식하는 멧비둘기(20%)가 우점하였고 노랑턱멧새(12.3%), 박새(12.3%)가 주요 출현종으로 나타났다. Patch-2에서는 17종 96개체가 관찰되었고 멧비둘기(21.9%)가 우점하였고 인가에서 먹이를 찾는 참새(15.6%)와 붉은머리오목눈이(12.5%)가 주요 출현종으로 나타났다. 또한 개활지 및 공중에서 채이길드를 형성하는 멧금류 황조롱이와 말뚝가리가 관찰되었다. Patch-3에선 멧비둘기(31.3%)가 우점하였고 직박구리(14.9%), 참새(13.4%)가 주요출현종으로 관찰되었으며 총 12종 67개체가 조사되었다.

중규모 그룹의 산림조각(patch)에서 계절별 출현한 야생조류를 종합한 결과 Patch-4는 19종 104개체가 관찰되었으며 멧비둘기(14.4%)와 쇠박새(14.4%)가 우점하였고 주요 출현종으로 박

새(11.5%)와 까치(11.5%)가 관찰되었다. 또한 산림의 내부에서 주로 서식하는 딱따구리류가 청딱따구리, 오색딱따구리, 쇠딱따구리가 각 2개체씩 관찰되었다. Patch-5에서는 직박구리(17.9%)가 우점하였고 어치(15.4)와 멧비둘기(15.4)가 출현하였고 총 14

종 39개체가 관찰되었다. Patch-6은 멧비둘기(24.6%)가 우점하였고 관목덤불에서 주로 서식하는 붉은머리오목눈이(17.5%)와 직박구리(13.2%)가 주로 출현 하였으며 총 15종 114개체가 관찰되었다.

표 2. 산림조각(patch)별 산림성야생조류 현황

서식유형*	채이길드	종명	학명	Patch(%)									합계	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		
PM	관목	꼬까참새	<i>Emberiza rutila</i>		5(5.21)									5
		울새	<i>Enithacus sibilans</i>		3(3.13)	1(1.49)								4
개활지 및 공중형		말뚝가리	<i>Buteo buteo</i>		1(1.04)									1
		황조롱이	<i>Falco tinnunculus</i>		1(1.04)									1
Res	관목	평	<i>Phasianus colchicus</i>	1(1.54)			1(0.96)	1(2.56)	1(0.88)		1(0.81)	7(3.32)	12	
		노랑턱멧새	<i>Emberiza elegans</i>	8(12.3)		1(1.49)	3(2.88)		10(8.77)	20(12.82)	8(6.45)	5(2.37)	55	
		딱새	<i>Phoenicurus aureoreus</i>	1(1.54)	3(3.13)		2(1.92)	2(5.13)	3(2.63)	1(0.64)	5(4.03)	5(2.37)	22	
		붉은머리오목눈이	<i>Paradoxornis webbiana</i>		12(12.5)	7(10.45)	2(1.92)		20(17.55)	8(5.13)	7(5.64)	54(25.59)	110	
	수간	쇠딱따구리	<i>Dendrocopos kizuki</i>	1(1.54)			2(1.92)		1(0.88)	1(0.64)	2(1.61)	3(1.42)	10	
		오색딱따구리	<i>Dendrocopos major</i>	1(1.54)		1(1.49)	2(1.92)	1(2.56)	2(1.75)	4(2.56)			11	
		청딱따구리	<i>Picus canus</i>		4(4.17)	1(1.49)	2(1.92)	1(2.56)		3(1.92)	4(3.23)	3(1.42)	18	
	수관	등박새	<i>Zosterops japonica</i>				4(3.85)						4	
		매까치	<i>Lanius bucephalus</i>	1(1.54)	1(1.04)								2	
		멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	13(20)	21(21.87)	21(31.34)	15(14.42)	6(15.39)	28(24.56)	17(10.9)	9(7.26)	15(7.11)	145	
		박새	<i>Parus major</i>	8(12.3)	1(1.04)	5(7.46)	12(11.54)	5(12.82)	10(8.77)	16(10.26)	13(10.48)	16(7.58)	86	
		쇠박새	<i>Parus palustris</i>	6(9.23)	2(2.08)	2(2.99)	15(14.42)	1(2.56)	3(2.63)	5(3.21)	18(14.52)	7(3.32)	59	
어치		<i>Garrulus glandarius</i>	1(1.54)	7(7.29)			6(15.39)		8(5.13)	2(1.61)	6(2.84)	30		
오목눈이		<i>Aegithalos caudatus</i>	5(7.69)			5(4.81)			3(1.92)	8(6.45)	5(2.37)	26		
직박구리		<i>Hypsipetes amaurotis</i>	6(9.23)	5(5.21)	10(14.94)	5(4.81)	7(17.95)	15(13.16)	11(7.05)	11(8.87)	21(9.95)	91		
진박새	<i>Parus ater</i>				3(2.88)			13(8.34)	4(3.23)		20			
수변	물까치	<i>Cyanopica cyanus</i>							10(6.41)	6(4.84)	5(2.37)	21		
인가	까치	<i>Pica pica</i>	2(3.08)	8(8.33)	8(11.94)	12(11.54)	2(5.13)	8(7.02)	10(6.41)	7(5.64)	18(8.53)	75		
	참새	<i>Passer montanus</i>	5(7.69)	15(15.63)	9(13.43)	3(2.88)				1(0.81)	10(4.74)	43		
SV	개활지 및 공중형	붉은배새매	<i>Accipiter soloensis</i>						1(0.88)				1	
		숲새	<i>Urosphena squameiceps</i>									3(1.42)	3	
	관목	찌르레기	<i>Sturnus cineraceus</i>					2(5.13)					2	
		호랑지빠귀	<i>Turdus dauma</i>			1(1.49)		2(5.13)		3(1.92)	1(0.81)	2(0.95)	9	
		후투티	<i>Upupa epops</i>									1(0.47)	1	
		흰배지빠귀	<i>Turdus pallidus</i>							6(3.85)	2(1.61)		8	
	수관	피꼬리	<i>Oriolus chinensis</i>	3(4.62)	5(5.21)		6(5.77)		9(7.89)	9(5.77)	9(7.26)	4(1.9)	45	
		빠꾸기	<i>Cuculus canorus</i>					1(2.56)		1(0.64)			2	
		산솔새	<i>Phylloscopus coronatus</i>							1(0.64)	1(0.81)		2	
		큰유리새	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>									4(1.9)	4	
파랑새		<i>Eurystomus orientalis</i>		2(2.08)		3(2.88)		1(0.88)	3(1.92)		2(0.95)	11		
인가	제비	<i>Hirundo rustica</i>									3(1.42)	3		
WV	수관	상모솔새	<i>Regulus regulus</i>	3(4.62)			7(6.73)	2(5.13)	2(1.75)	3(1.92)	5(4.03)	12(5.69)	34	
총합계				65	96	67	104	39	114	156	124	211	976	

\*서식유형은 Res(텃새), SV(여름철새), WV(겨울철새), PM(나그네새)로 이동성을 구분

대규모 그룹의 산림조각(patch)에서 계절별 출현한 야생조류를 종합한 결과 Patch-7에서는 총 22종 156개체가 관찰되었고 텃새이면서 관목에서 주로 서식 하는 노랑턱멧새(12.8%)가 우점하였으며 멧비둘기(10.9%)와 박새(10.3%)가 주로 출현하였고 여름철새인 파랑새도 2개체 출현하였다.

Patch-8은 총 21종 124개체가 관찰 되었으며 그 중 쇠박새(14.5%)가 우점하였고 박새(10.5%)와 직박구리(8.9%)가 주로 출현하였으며 여름 철새인 피꼬리가 9개체 관찰되었다. Patch-9에서는 총 23종 211개체가 관찰되었으며 붉은머리오목눈이(25.6%)가 우점종으로 나타났고 인가에서 채이길드를 형성하는 까치(8.5%)와 수관에서 먹이를 찾는 박새(7.6%)가 주요출현 종이다. 또한 여름철새인 피꼬리(1.9%), 큰유리새(1.9%)와 후투티 1개체가 조사되었으며 겨울철새인 상모솔새(5.7%)도 관찰되었다. 청딱따구리와 같은 딱따구리류는 안정된 산림내부에서 서식 하는 종으로(원병오, 1981) 가을과 여름에 관찰 되어져 Patch-9의 산림 내부종임을 확인 할 수 있었다(표 2 참조).

### 3. 식생유형과 조류 종다양성 분석

패치별 야생조류의 종다양성을 분석한 결과 패치의 크기와 함께 식생유형에 따라 종다양도지수의 차이를 보임을 알 수 있었다.

소규모 침엽수림형의 경우 종다양도지수가 0.8769를 보였고 혼효림형은 1.0633의 종다양도지수를 나타냈다. 중규모 침엽수림형의 종다양도지수는 0.93612를 혼효림형은 1.1561을 나타냈고 대규모의 종다양도지수 역시 침엽수림형은 1.0854를 혼효림형은 1.2130으로 나타냈다.

따라서 본 연구에서는 현존식생 조사를 통하여 우점하는 식생에 따라 식생유형을 구분하였고 계절별 야생조류 조사를 통하여 각 패치의 종풍부도와 균등도 그리고 종다양도지수를 구하여 식생의 크기와 유형으로 야생조류의 종다양성의 차이가 있음을 알 수 있었다.

표 3. 산림조각(patch)과 식생유형에 따른 야생조류 종다양성 비교

구분	패치 번호	식생유형	야생조류 종다양성			
			종수/개체수	종풍부도	균등도	종다양도
소규모	1	혼효림형	16/65	3.5933	0.3835	1.0633
	2	활엽수림형	17/96	3.5054	0.3744	1.0608
	3	침엽수림형	12/67	2.6161	0.3529	0.8769
중규모	4	혼효림형	19/102	3.8919	0.3927	1.1561
	5	활엽수림형	14/39	3.5485	0.3915	1.0332
	6	침엽수림형	15/111	2.9727	0.3550	0.9612
대규모	7	혼효림형	22/156	4.1585	0.3924	1.2130
	8	활엽수림형	20/123	3.9483	0.3984	1.1934
	9	침엽수림형	24/197	4.3534	0.3415	1.0854

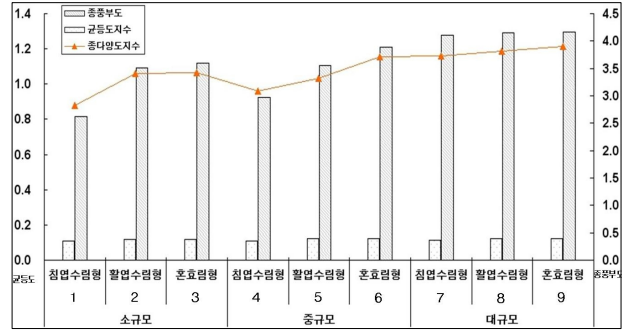


그림 2. 식생유형별 야생조류 종다양도지수

## IV. 결론

산림내 야생조류군집의 다양성은 식생구조의 다양성, 수목의 성장단계, 하층식생의 발달유무 등과 매우 밀접한 관계를 갖는 것으로 알려져 있다(Moss, 1978; 1979; Fuller and Moreton, 1987; Helle and Monken, 1990). 이러한 경향은 본 연구에서도 유사한 결과를 보이고 있는 것으로 나타났다. 즉 식생발달이 왕성한 천이과정의 혼효림의 경우 야생조류의 밀도와 종다양도지수가 높게 나타났으며, 비교적 단순한 인공식생의 침엽수림은 종다양도지수가 낮게 나타났다. 활엽수림의 경우 혼효림과 비슷한 종다양성을 보였으나 혼효림이 종풍부도와 균등도가 조금씩 높음을 알 수 있었다.

일반적으로 단일 수종에 의한 인공조림지는 종다양도가 낮고, 다양한 수종의 다층구조의 자연림에서 종다양도가 높다. 이와 함께 서식지의 크기에 따른 야생조류의 종다양성에 영향을 확인할 수 있었다. 산림성야생조류가 어느 장소를 기초로 하여 살아가는 지는 식생의 종에 따라 다르고 식생의 층위별 선호에 차이가 있으며 채이장소와 번식장소에 따라 산림식생의 수직적 구조를 다양하게 이용하고 있다. 따라서 단일 수종의 침엽수조림지의 경우 다양한 수종으로 구성된 활엽수로의 수종갱신을 시도하고 수목의 수관층을 수직적으로 다양하게 조성하기 위한 식생구조의 변화를 시도함으로써 야생조류의 다양성을 높일 수 있을 것으로 사료되었다.

### 인용문헌

1. 광정인, 이경재, 한봉호(2010) 도시녹지축 주변 시가지지역 내 야생조류 출현영향요인 분석 연구. 한국환경생태학회지 24(2): 166-177.
2. 오구균, 박석곤(2001) 계룡산 국립공원 등산로의 주변부 식생. 한국환경생태학회지 14(4): 280-286.
3. 이두표, 이규완(1999) 광주시 도시림의 조류 군집구조에 관한 연구. 호남대학교 논문집 20: 551-562.
4. 이우신, 구태희, 박진영(2000) 야외원색도감 -한국의 새-. LG상록재단, 서울.
5. 이우신, 박찬열(1995) 길드에 의한 산림환경과 조류 군집 변화분석. 한국생태학회지 18(3): 397-408.

6. 이창복(2003) 원색대한식물도감. 서울: 향문사.
7. 최진우, 이경재(2009) 서울시 강서구 조성녹지축의 야생조류 서식처 특성 연구. 한국환경과학회지 19(1): 47-59.
8. 半田眞理子(1989) 都市の生態系と緑 緑の讀本 10: 3-10.
9. Fuller, R. J. and B. D. Moreton(1987) Breeding bird population of Kentish sweet chestnut(*Castanea sativa*) coppice in relation to age and structure the coppice. Journal of Applied Ecology 24: 13-27.
10. Helle, P. and M. Monkken(1990) Forest successions and community : Theoretical aspects and practical implication. In Biogeography and Ecology of Forest Bird Communities(ed. A. Keast), pp.299-318.
11. Moss, D.(1978) Diversity of woodland and song-bird populations, Journal Animal Ecology 47: 521-527.
12. Moss, D.(1979) Even-aged Plantations as A Habitat for Birds, International Union of Forestry Research Organistations, Edinburgh, pp. 413-427. Institute of Terrestrial Ecology, U.K.
13. National Research Council(1986), Ecological Knowledge and Environmental Problem-Solving. National Academy Press, Washington D.C.
14. Shanon, D. E.(1948) A mathematical theory of communication. Bell System Tech. J. 27: 397-423.
15. Verner, J., M. L. Morison and C. J. Ralph(1986). Wildlife 2000: Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates. University of Wisconsin press, Madison Wisconsin.