

서로 다른 환경에서 서식하는 수리부엉이(*Bubo bubo*)의 먹이 이용¹

최창용^{2*} · 남현영³ · 이우신⁴

Diets and Foraging Tactics of Eurasian Eagle Owls (*Bubo bubo*) in Two Different Habitat Types¹

Chang-Yong Choi^{2*}, Hyun-Young Nam³, Woo-Shin Lee⁴

요 약

한국 중부 지역에 서식하는 수리부엉이(*Bubo bubo*)의 먹이를 확인하고 서식 환경에 따른 먹이습성을 파악하기 위하여 사냥 흔적 및 먹이 잔존물 82개, 소화되지 않은 먹이 덩어리인 펠릿(pellet) 55개를 각각 분석하였다. 그 결과 조류, 포유류 및 곤충으로 구성된 총 150개체의 먹이가 확인되었으며, 그 중 조류의 이용 빈도(56.67%) 및 생물량(78.04%)이 가장 높았다. 집쥐류(*Rattus* spp.), 꿩(*Phasianus colchicus*), 등줄쥐(*Apodemus agrarius*)를 흔히 이용하였으나, 생물량 측면에서 꿩이 가장 중요한 먹이로 나타났다. 척추동물을 기준으로 한 수리부엉이 먹이의 평균 생물량은 503.3g으로서 비교적 다양한 크기의 먹이를 포식하였으나, 개활지보다 산림지역에서 더 크고 다양한 먹이를 이용하였다. 산림지역에서는 꿩과 원앙(*Aix galericulata*) 등의 조류를 많이 포식하였으나, 특정 분류군을 선호하기보다 적정 크기의 먹이를 선호하는 양상을 보였다. 반면 개활지에서는 소형의 특정 포유류(설치류)에 의존하면서 큰 생물량을 가진 꿩 등의 조류를 일부 이용하는 기회주의적인 먹이습성을 보였다.

주요어 : 개활지, 먹이습성, 산림지역, 잔존물, 펠릿

ABSTRACT

Pellets and prey remains were analyzed to compare diets and foraging tactics of Eurasian eagle owls (*Bubo bubo*) in two different habitat types: forested areas and open fields. Overall 150 prey items of three taxa were identified from 55 pellets and 82 prey remains, and the birds were the most important prey in biomass (78.04%) and in frequency (56.67%). Eurasian eagle owls frequently used rats (*Rattus* spp.), ring-necked pheasants (*Phasianus colchicus*), and striped field mice (*Apodemus agrarius*), but the ring-necked pheasant was most important in biomass in both habitat types. The owls generally foraged various prey in biomass but the mean mass of vertebrate prey used by the Eurasian eagle owls was 503.3g in central Korea. According to the comparison of diets in the two different habitat types, the owls used bigger and more diverse prey in forested areas than in open fields. In forested areas, the Eurasian eagle owls frequently foraged the pheasants and Mandarin ducks (*Aix galericulata*), but they preferred prey of

1 접수 11월 29일 Received on Nov. 29, 2006

2 국립공원연구원 철새연구센터 Migratory Birds Center, National Park Research Institute, Sinan-gun, Jeonnam province (535-916), Korea

3 서울대학교 생명과학부 School of Biological Sciences, Seoul National University, Seoul (151-741), Korea

4 서울대학교 산림과학부 Department of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul (151-921), Korea

*교신저자, Corresponding author (subbuteo@hanmail.net)

particular sizes to prey of particular taxa. In open fields, however, the owls showed opportunistic foraging tactics by selecting many small mammals such as rodents or a few large birds.

KEY WORDS : OPEN FIELDS, FORAGING TACTICS, FORESTED AREAS, PREY REMAINS, PELLETS

서론

특정 조류의 개체군이 이용하는 먹이는 일반적으로 개체에 따른 변이가 있으며, 이는 먹이 선택에 대한 개체별 선호도 차이뿐만 아니라 이용 가능한 서식지의 차이(differential habitat availability)로 인해 먹이의 가용성(food availability)이 달라지기 때문이다(Penteriani *et al.*, 2005). 특히 영역을 유지하며 단독으로 번식하는 조류들은 주로 지역 의존적(site-dependent)인 조류로 간주되며(Rodenhouse *et al.*, 1997), 이들의 생활사는 자신의 영역 내부에서 이용 가능한 자원의 분포와 밀접한 관련이 있다(Penteriani *et al.*, 2005). 군집생활을 하지 않는 맹금류(raptor) 역시 영역을 유지함으로써 둥지 위치(nest site), 먹이(food) 등의 주요 자원을 서식지 내에서 공급받는다(Ontiveros *et al.*, 2005). 따라서 서식지의 환경 요소와 자원의 분포는 먹이 자원의 가용성과 맹금류의 먹이 선택에 큰 영향을 준다.

수리부엉이(*Bubo bubo*)는 구북구 전역과 북아프리카에 널리 분포하는 대형 올빼미류로서(König *et al.*, 1999), 울창한 산림지역보다는 주로 개활지가 인접한 암벽지와 바위산에서 정착하여 생활하는 야행성 맹금류이다(원병오, 1981; König *et al.*, 1999). 수리부엉이의 주요 먹이는 서식지에 따라 다소 차이를 보이지만 설치류를 포함한 포유류가 가장 중요한 비중을 차지하며, 이외에도 조류를 비롯하여 양서류, 어류, 곤충, 지렁이 등도 포식하지만 먹이가 부족한 경우에는 죽은 동물의 사체를 먹기도 한다(König *et al.*, 1999). 국내에서는 주로 꿩, 멧토끼, 집쥐 등 동물성 먹이를 주식으로 하며 일부 양서류와 곤충을 포식하는 것으로 알려져 있으나(원병오, 1981), 아직까지 국내에 서식하는 수리부엉이의 먹이와 환경에 따른 먹이 차이, 구체적인 먹이습성과 행동 등에 대한 정보는 부족한 실정이다.

일반적으로 맹금류의 먹이를 분석하기 위해서 직접 관찰(Newton, 1986; Simmons *et al.*, 1991), 비디오 촬영(Lewis *et al.*, 2004; 2006), 사냥 흔적 및 먹이 잔존물 분석(Newton, 1986; Toyne, 1998; Rutz, 2003; Lewis *et al.*, 2006), 먹이의 털과 뼈 등 소화되지 않는 부분을 뱉어낸 펠릿(pellet)을 분석하는 방법(Toyne, 1998; Sharp *et al.*, 2002; Lewis *et al.*, 2006), 무선 발신기를 통한 추적 조사

(Tornberg and Colpaert, 2001; Rutz, 2003) 등의 다양한 방법을 이용한다. 그러나 개체수가 적거나 야행성인 경우 관찰 등을 통한 직접적인 먹이의 파악이 곤란하므로, 야행성 맹금류의 먹이를 분석하는데 있어 먹이의 흔적과 펠릿은 유용한 도구가 된다. 특히 작은 먹이를 통째로 삼키는 올빼미류는 펠릿 내부에 먹이의 골격이 보존되어 먹이 연구에 매우 유리한 조건을 제공한다. 따라서 본 연구에서는 펠릿 분석(pellet analysis)과 사냥 흔적 및 잔존물 분석(plucking and remains analysis)을 통해 한국 중부 지역에 분포하는 수리부엉이의 먹이를 정성적, 정량적으로 파악하였으며, 이를 바탕으로 서로 다른 두 서식지에서 수리부엉이의 먹이습성을 분석하여 각 서식지별 보전 전략의 토대를 마련하고자 하였다.

연구 지역 및 방법

서로 다른 환경에 서식하는 수리부엉이의 먹이와 먹이습성을 비교하기 위해 수리부엉이의 연중 세력권이 유지되는 서식지 중 산림지역 2곳과 개활지 2곳을 연구 지역으로 선정하였다. 산림지역으로는 경기도 남양주시 진접읍에 위치한 국립수목원 내부, 강원도 속초시 정동진읍의 야산을 선정하였으며, 개활지로는 경기도 파주시 탄현면의 야산과 경기도 화성시 신외동 인근의 시화호 주변을 각각 선정하였다(Figure 1). 이때 두 환경의 차이를 비교하기 위하여 동지를 중심으로 반경 1km 이내에 있는 환경 요소를 숲, 습지, 초지, 건물, 도로, 농경지 등 6개로 구분하여 각 면적을 산출한 후 비교하였다.

먹이 자원의 이용 현황을 파악하기 위하여 2005년 8월부터 2006년 6월까지 세력권 내부에서 펠릿을 수거하거나 사냥터 및 둥지 주변에 남겨진 흔적을 조사하였다. 수거된 펠릿은 실험실로 옮긴 후 내용물을 분석하여 먹이를 파악하였으며, 각 세력권 내부에서 서식하는 수리부엉이의 개체별 먹이 분석이 불가능하였으므로 비교 분석의 최소 단위를 1쌍(breeding pair)으로 설정하였다. 펠릿 및 잔존물 분석시에 발견된 포유류의 종 동정은 阿部(1999)의 도감을 참고하였으며, 펠릿에 포함된 포유류의 개체수는 Marti (1974)의 방법을 이용하여 두개골 및 턱뼈를 기준으로 추정하였다. 조류는 각 종의 특징이

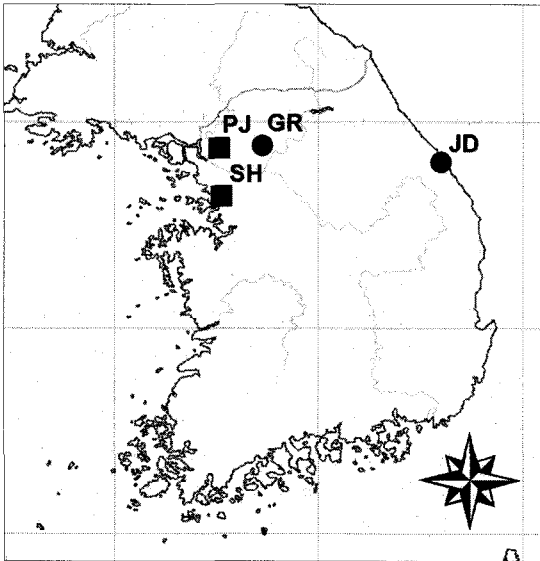


Figure 1. Location of study sites. Black circles represent habitats of Eurasian eagle owls in forested areas (GR: the Korea National Arboretum in Gwangneung forests, Namyangju, Gyeonggi province; JD: a forested mountain near Jeongdongjin-ri, Sokcho, Gangwon province) and black boxes are habitats in open fields (PJ: a hill near Haei-ri village, Paju, Gyeonggi province; SH: Sihwa reclaimed area near Sinwoe-dong, Hwaseong, Gyeonggi province).

뚜렷하게 나타나는 깃털과 골격을 통해 동정하였으며, 하나의 펠릿에서 골격 및 깃털의 일부분이 출현할 경우에도 한 개체로 인정하였다(Swengel and Swengel, 1992). 그러나 서로 다른 개체임이 분명하게 확인되지 않는 경우에는 동일한 펠릿에서 출현한 같은 종의 개체 수는 따로 파악하지 않았다.

지역에 따른 먹이자원의 이용 양상과 먹이습성을 비교하기 위해 먹이의 다양성과 크기를 비교하는 두 가지 방법을 이용하였다(Jaksic and Marti, 1984). 우선 먹이의 다양성을 판단하기 위해 Levins (1968)의 수식을 이용하여 종 수준의 먹이지위 폭(B : food niche breadth)을 산출했으며(Reynolds and Meslow, 1984), 이 값을 다시 0과 1사이의 값으로 변환시켜 표준화된 먹이지위 폭(B_{st} : standardized food niche breadth)을 구하였다(Colwell and Futuyma, 1971).

$$B = 1/(\sum p_i^2) \quad (p_i: \text{전체 먹이에 대한 각 먹이의 비율})$$

$$B_{st} = (B-1)/(N-1) \quad (N: \text{먹이생물 분류군의 수})$$

먹이자원의 크기 비교를 위하여 먹이생물의 평균 생물량을 이용하였으며, 이 값은 문헌자료 및 실제 측정자료를 참고하였다. 수리부엉이 먹이의 평균 생물량(MMTP: mean mass of total prey)은 다시 척추동물(MMVP: mean mass of vertebrate prey), 조류(MMAP: mean mass of avian prey), 포유류(MMMP: mean mass of mammalian prey)로 각각 구별하여 산출하였다. 이때 환경에 따라 이용한 각 먹이의 생물량 차이를 파악하기 위해 SAS 9.1을 이용하여 Wilcoxon 검정을 통한 양측검정(two-tailed test)을 실시하였다.

결 과

1. 서식 환경 비교

산림지역에 서식하는 수리부엉이는 동지 주변의 72.99%가 숲으로 구성되어 비교적 균일한 환경에서 번식하였다. 그러나 개활지의 수리부엉이는 초지와 습지, 농경지 등이 약 52.21%를 차지하는 다양한 환경에서 서식하였으며, 특히 개활지 환경은 숲의 평균 면적이 20% 미만인 것에 비해 건물과 도로 등 인위적인 환경의 비율이 약 30%에 해당하는 것으로 나타났다(Table 1).

2. 전체 먹이 분석 결과

현장 조사를 통해 총 55개의 수리부엉이 펠릿을 수거하였으며, 82개의 사냥 흔적과 먹이 잔존물을 확인하였다. 그 결과 조류, 포유류 및 곤충으로 구성된 총 150개체의 먹이가 확인되었으며, 전체 먹이의 생물량은 74,987g으로 추정되었다(Table 2). 집쥐류(*Rattus* spp.)가 전체 먹이 빈도의 22.66%를 차지하여 가장 흔히 포식된 먹이

Table 1. Mean habitat composition of two different landscapes used by four breeding pairs of Eurasian eagle owls (*Bubo bubo*)

	Forested areas (%)	Open fields (%)
Forest	72.99	19.87
Grassland	4.19	43.49
Wetland	7.08	6.77
Farmland	2.06	1.95
Building	12.70	21.25
Road	0.98	6.67
Total	100.00	100.00

Table 2. Number (N) and biomass (M) of prey used by Eurasian eagle owls in two different habitat types from August 2005 to June 2006. Body mass of each prey (BM) and biomass used by the owls (M) are shown in grams (g).

	BM	Total				Forested areas				Open fields			
		N	(%)	M	(%)	N	(%)	M	(%)	N	(%)	M	(%)
Birds		85	56.67	58520	78.04	45	81.82	26948	84.80	40	42.11	31572	73.07
<i>Nycticorax nycticorax</i>	683 ^a	6	4.00	4098	5.46	4	7.27	2732	8.60	2	2.11	1366	3.16
<i>Butorides striatus</i>	175 ^a	6	4.00	1050	1.40	6	10.91	1050	3.30	-	-	-	-
<i>Ardea cinerea</i>	1402 ^a	4	2.67	5608	7.48	2	3.64	2804	8.82	2	2.11	2804	6.49
<i>Egretta garzetta</i>	312 ^b	2	1.33	624	0.83	1	1.82	312	0.98	1	1.05	312	0.72
<i>Aix galericulata</i>	500 ^b	12	8.00	6000	8.00	12	21.82	6000	18.88	-	-	-	-
<i>Anas poecilorhyncha</i>	1100 ^b	3	2.00	3300	4.40	2	3.64	2200	6.92	1	1.05	1100	2.55
<i>Anas platyrhynchos</i>	1100 ^b	2	1.33	2200	2.93	-	-	-	-	2	2.11	2200	5.09
<i>Anas domesticus</i>	1500 ^l	2	1.33	3000	4.00	-	-	-	-	2	2.11	3000	6.94
<i>Anas sp.</i>	750 ^b	1	0.67	750	1.00	-	-	-	-	1	1.05	750	1.74
<i>Accipiter gentilis</i>	750 ^c	1	0.67	750	1.00	1	1.82	750	2.36	-	-	-	-
<i>Accipiter nisus</i>	200 ^c	2	1.33	400	0.53	1	1.82	200	0.63	1	1.05	200	0.46
<i>Phasianus colchicus</i>	900 ^b	29	19.33	26100	34.81	11	20.00	9900	31.16	18	18.95	16200	37.49
<i>Gallus domesticus</i>	1100 ⁱ	2	1.33	2200	2.93	-	-	-	-	2	2.11	2200	5.09
<i>Ninox scutulata</i>	200 ^d	3	2.00	600	0.80	1	1.82	200	0.63	2	2.11	400	0.93
<i>Streptopelia orientalis</i>	250 ^b	2	1.33	500	0.67	-	-	-	-	2	2.11	500	1.16
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	68 ^b	1	0.67	68	0.09	-	-	-	-	1	1.05	68	0.16
<i>Turdus sp.</i>	72 ^e	1	0.67	72	0.10	-	-	-	-	1	1.05	72	0.17
<i>Pica pica</i>	200 ^b	6	4.00	1200	1.60	4	7.27	800	2.52	2	2.11	400	0.93
Mammals		64	42.66	16465	21.96	9	16.38	4826.5	15.19	55	57.89	11638.5	26.93
<i>Mogera wogura</i>	110 ^f	3	2.00	330	0.44	2	3.64	220	0.69	1	1.05	110	0.25
<i>Erinaceus amurensis</i>	500 ^g	1	0.67	750	1.00	1	1.82	750	2.36	-	-	-	-
<i>Rattus rattus</i>	200 ^f	8	5.33	1600	2.13	2	3.64	400	1.26	6	6.32	1200	2.78
<i>Rattus spp.</i>	200 ^f	26	17.33	5200	6.93	-	-	-	-	26	27.37	5200	12.03
<i>Apodemus agrarius</i>	26.5 ^e	20	13.33	530	0.71	1	1.82	26.5	0.08	19	20.00	503.5	1.17
<i>Clethrionomys rufocanus</i>	25 ^f	1	0.67	25	0.03	-	-	-	-	1	1.05	25	0.06
<i>Lepus coreanus</i>	2300 ^f	3	2.00	6900	9.20	1	1.82	2300	7.24	2	2.11	4600	10.65
<i>Mustela sibirica</i>	565 ^h	2	1.33	1130	1.51	2	3.64	1130	3.56	-	-	-	-
Insect		1	0.67	2	0.00	1	1.82	2	0.01	0	0	0	0
<i>Rutelidae</i>	2 ^j	1	0.67	2	0.00	1	1.82	2	0.01	-	-	-	-
No. of prey species				27				18				21	
No. of prey individuals				150				55				95	
Food niche breadth^j													
B				9.70				8.38				6.26	
B _{st}				0.33				0.28				0.20	
Range of biomass													
Total prey (g)				2-2,300				2-2,300				25-2,300	
95% of prey (g)				26.5-1,500				26.5-1,402				26.5-1,402	

a: Bennett *et al.*(1995)

b: 원병오(1981)

c: Ferguson-Lees and Christie(2001)

d: König *et al.*(1999)

e: Lin and Yeh(2002)

f: 윤명희 등(2004)

g: Nowak(1999)

h: Heptner *et al.*(1967)

i: Personal data

j: Food niche breadth (B) and standardized food niche breadth (B_{st})

로 나타났으며, 그 외에 꿩(*Phasianus colchicus*)과 등줄쥐(*Apodemus agrarius*)가 각각 19.33%와 13.33%의 빈도를 보였다. 그러나 먹이의 생물량 측면에서는 꿩이 전체 먹이의 34.81%를 차지하여 가장 중요한 먹이자원으로 나타났다. 전체 먹이를 통해 산출된 수리부엉이의 먹이지위 폭(B)은 9.70의 값을 보였으며, 표준화된 먹이지위 폭(B_{st})은 0.33으로 나타났다. 또한 전체 먹이에서 조류가 차지하는 빈도(56.67%) 및 생물량(78.04%)이 포유류에 비해 더 높게 나타났다.

3. 서식 환경별 분석 결과

산림지역에서는 11개의 펠릿과 48개의 흔적을 통해 모두 11종의 조류, 6종의 포유류 및 1종의 곤충이 확인되었으며, 원앙(*Aix galericulata*; 21.82%)과 꿩(20.00%)을 가장 빈번하게 이용하는 것으로 나타났다(Table 2). 또 생물량으로는 꿩(31.16%)의 비율이 가장 높았으며, 원앙(18.88%)의 비율도 비교적 높게 나타났다. 먹이지위의 폭(B)은 8.38로 나타났으며, 표준화된 먹이지위 폭(B_{st})은 0.28로 나타났다.

개활지에서는 모두 44개의 펠릿과 34개의 먹이흔적을 수집하였으며, 이를 통해 15종의 조류, 6종의 포유류가 확인되었다(Table 2). 먹이의 빈도는 집쥐류(33.69%)와 등줄쥐(20.00%), 꿩(18.95%) 등이 높게 나타났지만, 생물량에서는 꿩(37.49%), 집쥐류(14.81%), 멧토끼(*Lepus coreanus*; 10.65%) 등이 높은 비중을 차지하였다. 개활지에서의 먹이지위 폭(B)은 6.26으로 나타났으며, 표준화된 먹이지위 폭(B_{st})은 0.20으로 나타났다.

4. 먹이 자원의 생물량

수리부엉이 먹이의 생물량은 최소 2g에서 최대 2,300g까지 이르렀으며, 전체 95% 먹이가 26.5-1,500g의 범위에 해당되었다(Table 2). 먹이의 평균 생물량(MMTP)은 499.9g이었으나, 풍뎡이과(Rutelidae)의 소형 곤충(2g) 1개체를 제외한 척추동물의 평균 생물량

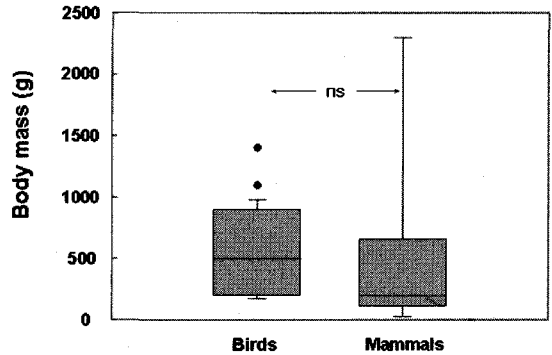


Figure 2. Body mass of birds and mammals in diets of Eurasian eagle owls (*Bubo bubo*) in forested areas ($Z=1.410$, ^{ns} $p=0.159$).

(MMVP)은 503.3g이었다(Table 3). 서식 환경에 따라 수리부엉이가 이용한 먹이 자원의 생물량을 비교할 때 산림지역에서 이용한 전체 먹이(MMTP)와 척추동물(MMVP)의 생물량이 개활지보다 더 큰 것으로 나타났다(Table 3; MMTP: $Z=2.053$, $p=0.040$; MMVP: $Z=2.271$, $p=0.023$). 또 수리부엉이는 산림지역보다 개활지에서 더 큰 조류를 이용하였으나(Table 3; MMAP: $Z=2.632$, $p=0.008$), 포유류의 생물량(MMMP)은 서로 차이를 보이지 않았다(Table 3; $Z=1.941$, $p=0.052$). 동일 서식지 유형 내부에서의 분류군별 차이를 볼 때 산림지역에서는 수리부엉이가 이용하는 조류와 포유류의 생물량에 차이가 없었으나(Figure 2; $Z=1.410$, $p=0.159$), 개활지에서는 큰 차이를 보였다(Figure 3; $Z=6.846$, $p<0.001$).

고찰

1. 서식 환경 비교

본 연구 지역에서 확인된 수리부엉이 4쌍은 연중 동일

Table 3. Mean biomass (g) of total prey (MMTP), vertebrate prey (MMVP), avian prey (MMAP) and mammalian prey (MMMP) in two different habitat types

	Total areas	Habitat types		Statistics	
		Forested areas	Open fields	Z	p value
MMTP	499.9	577.8	454.8	2.053	0.040
MMVP	503.3	588.4	454.8	2.271	0.023
MMAP	688.5	598.8	789.3	2.632	0.008
MMMP	257.3	536.3	211.6	1.941	0.052

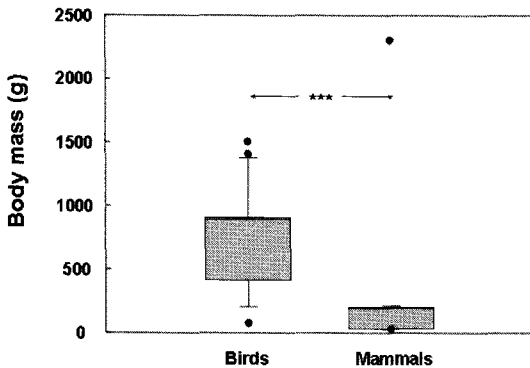


Figure 3. Body mass of birds and mammals in diets of Eurasian eagle owls (*Bubo bubo*) in open fields ($Z=6.846$, $***p<0.001$).

한 지역에서 서식함으로써, 지역 의존성이 강한 (site-dependant) 정주성 맹금류의 생태적 특징을 보였다(Ontiveros *et al.*, 2005; Penteriani *et al.*, 2005). 이들은 모두 완전한 숲 내부가 아닌 가장자리 지역을 포함한 곳에 서식하였으며, 이는 수리부엉이가 숲 내부종으로 간주하기는 어렵다는 기존의 결과와 동일한 양상을 보이는 것이다(원병오, 1981; König *et al.*, 1999). 그러나 산림지역에서 서식하는 수리부엉이는 주로 숲으로 구성된 균일한 환경에서 서식한 반면 개활지의 수리부엉이 서식지는 초지를 중심으로 인간의 영향을 크게 받는 지역에서 서식하는 것으로 나타났다.

2. 수리부엉이의 먹이자원

수리부엉이는 일반적으로 설치류를 포함한 포유류를 가장 중요한 먹이자원으로 이용하는 것으로 알려져 있다(König *et al.*, 1999). 지중해 일대에서 서식하는 수리부엉이는 토끼류(*Oryctolagus cuniculus*)를 주식으로 하며(Martinez and Zuberogoitia, 2001), 이탈리아 중동부의 알프스 일대에서는 먹이 중 포유류가 차지하는 비율이 전체 빈도의 67.4%, 전체 생물량의 71.3%를 각각 차지하였다(Marchesi *et al.*, 2002). 스페인에서는 비록 특정 조류(Woodpigeon, *Columba palumbus*; Red-legged partridge, *Alectoris rufa*)를 선호하는 경향도 나타났으나 포유류가 전체 먹이 빈도의 65.3%를 차지하였다(Jaksic and Marti, 1984). 그러나 본 연구에서는 조류가 전체 먹이 빈도의 56.67%, 생물량의 78.04%를 각각 차지하여, 한국 중부지역에 서식하는 수리부엉이는 조류를 주요 먹이자원으로 활용하는 것으로 밝혀졌다. 특

히 꿩은 산림지역과 개활지 모두에서 전체 먹이 중량의 30% 이상을 차지하는 것으로 확인되었다. 이는 꿩이 산악과 구릉지대 등 서로 다른 서식지 유형에 고루 분포하며 비교적 높은 서식 밀도를 유지하고 있으므로(유병호 등, 2003), 수리부엉이의 먹이로서 가용성이 높고 생물량이 큰 것과 관련된 것으로 보인다.

3. 먹이지위의 폭과 먹이의 생물량

본 연구에서 확인된 수리부엉이의 먹이지위 폭(B)은 9.70의 값을 보였으며, 이 값은 북미에 서식하는 근연종인 Great horned owl (*Bubo virginianus*)의 먹이지위 폭인 7.32 (Marti and Kochert, 1996), 대만에서 서식하는 쇠부엉이(*Asio flammeus*)의 먹이지위 폭인 7.41 (Lin and Yeh, 2002), 그리스 Barn owl (*Tyto alba*)의 4.32-5.80 (Bontzorlos *et al.*, 2005)보다 높은 결과이다. 이는 다른 올빼미류에 비해 대형의 몸집을 가진 수리부엉이가 사냥할 수 있는 먹이의 폭이 넓기 때문으로 판단된다. 수리부엉이속(Genus *Bubo*)의 조류는 야생성 맹금류 중 가장 대형에 해당하므로 이용할 수 있는 먹이에 대한 선택의 폭도 다른 동소성 올빼미류에 비해 더 큰 편이다(Jaksic and Marti, 1984). 본 연구에서 확인된 먹이의 생물량은 2-2,300g으로서, 수리부엉이의 먹이 선택 폭이 비교적 넓은 것으로 확인되었다. 그러나 수리부엉이는 사냥의 효율성을 고려할 때 20g 미만의 먹이는 선호하지 않으므로(Jaksic and Marti, 1984), 생물량이 2g에 불과한 소형 곤충(풍뎅이류)은 수리부엉이의 일상적인 먹이가 아닌 것으로 판단된다. 생물량을 볼 때 전체 먹이의 95%가 26.5-1,500g의 범위에 해당하였으며, 척추동물물 기준 으로 한 수리부엉이 먹이의 평균 생물량은 503.3g으로 나타났다. 이는 수리부엉이가 200-1,900g의 먹이를 주로 이용한다는 점(König *et al.*, 1999)과 비교할 때 국내 중부지역에 서식하는 수리부엉이는 일반적인 기준보다 다소 소형의 먹이를 포식하는 것으로 나타났다. 이는 밀렵 및 남획으로 인해 한국의 야생동물 개체군이 크게 감소한 결과(유병호 등, 2003), 수리부엉이의 잠재적 먹이자원인 중대형 포유류가 유라시아 대륙에 비해 빈약한 현실과 관련되었을 가능성이 있다. 또한 한국 중부지방의 수리부엉이들이 조류에 대한 먹이 의존도가 상대적으로 높은 현상도 이와 동일한 관점에서 설명될 수 있을 것으로 보인다.

4. 서식지에 따른 먹이의 구성

수리부엉이속의 조류는 먹이자원의 가용성(availability) 및 크기(size)에 영향을 받는 기회주의적인 사냥행동을

보인다(Jaksic and Marti, 1984). 본 연구에서도 산림지역에서는 원앙과 꿩을 주로 포식하였지만 개활지에서는 꿩과 설치류를 주로 포식함으로써, 서로 다른 두 환경에서 수리부엉이가 이용한 먹이자원은 서로 차이를 보였다. 특히 원앙은 번식기에 산림지역의 계곡에서 주로 분포하므로(원병오, 1981), 일정 시기에 원앙의 서식 밀도와 먹이자원으로서의 가용성이 증가하여 산림지역의 수리부엉이 먹이에서 원앙의 비율도 함께 높아진 것으로 보인다. 반면 산림지역에서 설치류의 비율이 낮은 것은 설치류 외에도 다양한 먹이를 획득할 수 있을 뿐만 아니라 먹이로 적합한 대형 집쥐류의 서식밀도가 낮기 때문이며, 이는 산림지역에 인위적인 구조물과 주거지의 비율이 낮아 야생동물의 서식에는 유리하지만 집쥐류의 서식에는 불리하게 작용했기 때문으로 판단된다. 이와는 달리 농경지와 주거지의 비율이 높은 개활지 환경에서는 인가 주변에서 주로 서식하는 집쥐속의 대형 설치류와 등줄쥐 등이 높은 빈도를 보였다(윤명희 등, 2004). 이때 개활지에서 등줄쥐의 빈도는 높게 나타났으나 단위 개체의 생물량이 작으므로 먹이의 전체 중량에서 차지하는 비율은 높지 않았으며, 오히려 인가에서 사육하는 집오리, 닭 등의 가금의 생물량이 높은 특징을 보였다. 이것은 등줄쥐가 산림 내부 뿐만 아니라 인가 주변의 농경지와 개활지에도 흔히 서식하는 종으로서(윤명희 등, 2004) 생물량은 작지만 먹이로서 가용성이 높기 때문이며, 가금류는 단위 개체의 생물량이 크고 개체수가 많으며 집단으로 사육하는 경향이 있으므로 손쉽게 포획할 수 있기 때문으로 판단된다.

5. 서식지에 따른 먹이의 크기 차이

산림지역에서 확인된 조류(599g) 및 포유류(536g)의 평균 생물량은 서로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 이는 산림지역에서 이용된 전체 먹이(578g) 및 척추동물 먹이(588g)의 평균 생물량과 근사한 값이다. 이런 결과는 산림지역에서 서식하는 수리부엉이가 일정한 생물량을 가진 먹이를 집중적으로 사냥한 것으로 해석된다. 반면 개활지에서는 수리부엉이가 이용한 조류의 평균 생물량(789g)과 포유류의 평균 생물량(212g)이 큰 차이를 보였으며, 이는 수리부엉이가 조류의 경우 생물량이 큰 개체를 선택한 반면 포유류는 생물량이 작은 개체를 주로 포식했기 때문이다. 따라서 산림지역의 수리부엉이는 분류군에 상관없이 적정 크기의 먹이를 사냥하는 양상을 보였으며, 이는 맹금류의 먹이선택에서 먹이의 종류보다 크기가 더 중요할 수 있음을 보여준다(Jaksic and Marti, 1984). 반면 개활지의 수리부엉이는 다양한 크기

의 먹이를 포식하는 기회주의적인 먹이습성이 더 강하게 나타난 것으로 간주된다.

6. 서식지에 따른 먹이의 다양성 차이

서식 환경별로 볼 때 중 수준의 먹이자원 폭은 산림지역(8.38)이 개활지(6.26)보다 더 높은 것으로 나타났으며, 표준화된 먹이자원 폭(B_d)도 산림지역(0.28)이 개활지(0.20)보다 더 높게 나타났다. 이런 결과는 산림지역에서 수리부엉이가 다수의 조류와 소수의 포유류를 포식할 때 다양한 종을 이용하였으나, 개활지에서는 소수의 대형 조류와 다수의 소형 포유류를 포식할 때 특정 종에 의존하는 경향이 강하게 나타난 것을 의미한다. 결과적으로 먹이의 다양성과 생물량의 측면에서 산림지역이 개활지보다 수리부엉이의 먹이자원 공급에 다소 유리한 환경을 제공하였으나, 수리부엉이는 환경에 따라 먹이의 크기와 종류를 조절하며 서로 다른 먹이습성을 보여주는 것으로 나타났다.

7. 서식지별 먹이 이용과 종 보전

비교적 균일한 환경을 유지하는 산림지역의 수리부엉이는 선호하는 크기에 해당하는 다양한 먹이를 이용하였으나, 인간의 영향이 미치는 지역에 인접한 개활지의 수리부엉이는 기회주의적으로 출현하는 특정 먹이에 의존하는 양상을 보였다. 따라서 최근 지속되는 숲 면적의 감소와 단편화, 숲 가장자리의 개발과 도로의 건설 등 서식 환경의 변화는 정주성(sedentary) 맹금류인 수리부엉이의 먹이자원을 변화시킴으로써 수리부엉이의 먹이 선택과 먹이습성을 수정하도록 강요하게 될 것으로 예상된다. 특히 수리부엉이는 전체 조난 조류의 6.9%에 이르는 종으로서 차량에 의한 교통사고에 취약한 것으로 알려져 있으므로(김영준, 2006), 먹이 확보를 위한 서식지 이용 양상의 변화는 수리부엉이의 장거리 이동 및 익숙하지 않은 지역으로의 이동을 늘임으로써 차량 충돌 등 인간에 의한 재난의 위협을 증가시킬 수 있다. 따라서 수리부엉이의 안정적인 서식을 보장하기 위해서는 주요 서식지의 환경 변화를 최소화해야 하며, 각 서식지 유형과 자원 이용 양상에 따른 보전 전략의 차별화가 필요하다. 또 불가피한 환경 변화가 발생할 경우 그에 따른 먹이 자원의 변화를 줄이고 수리부엉이의 필수 자원을 확보할 수 있는 대책이 수립되어야 한다. 이를 위해서는 각 서식 환경에서 수리부엉이가 이용하는 먹이자원에 대한 정보, 먹이 획득을 위한 서식지 이용 양상, 주요 먹이 분류군의 현황과 안정적인 확보 방안에 대한 모니터링과 종합적인 고찰이 필요할 것으로 판단된다.

인용문헌

- 김영준(2006) 한국 야생동물 조난원인 유형분석. 서울대학교 대학원 석사논문, 103쪽.
- 원병오(1981) 한국동식물도감 제25권 동물편(조류생태). 문교부, 서울, 1126쪽.
- 유병호, 원창만, 양병국, 문정숙, 이민(2003) 야생동물 실태조사. 국립환경연구원, 인천, 118쪽.
- 윤명희, 한상훈, 오홍식, 김장근(2004) 한국의 포유동물. 동방미디어, 서울, 274쪽.
- 阿部永(1999) 日本産哺乳類頭骨図説, 北海道大學図書刊行會, 札幌市, 279pp.
- Bennett, D. C., P. E. Whitehead and L. E. Hart(1995) Growth and energy requirements of hand-reared great blue heron (*Ardea herodias*) chicks. *Auk* 112: 201-209.
- Bontzorlos, V. A., S. J. Peris, C. G. Vlachos and D. E. Bakaloudis(2005) The diet of barn owl in the agricultural landscapes of central Greece. *Folia zoologica* 54: 99-110.
- Colwell, R. K. and D. J. Futuyma(1971) On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52: 567-576.
- Ferguson-Lees, J. and D. A. Christie(2001) Raptors of the world. Houghton Mifflin, New York, 872pp.
- Heptner, V. G., N. P. Naumov, P. B. Yurgenson, A. A. Sludskii, A. F. Chirkova and A. G. Bannikov(1967) Mammals of the Soviet Union. Vol. II. Vysshaya Shkola Publishers, Moscow, 1550pp.
- Jaksic, F. and C. D. Marti(1984) Comparative food habits of *Bubo* owls in Mediterranean-type ecosystems. *Condor* 86: 288-296.
- König, C., J. Becking and F. Weick(1999) Owls: a guide to the owls of the world. Yale University Press, New York, 462pp.
- Levins, R.(1968) Evolution in changing environments. Princeton University Press, Princeton, 120pp.
- Lewis, S. B., K. Titus and M R. Fuller(2006) Northern goshawk diet during the nesting season in southeast Alaska. *Journal of Wildlife Management* 70: 1151-1160.
- Lewis, S. B., P. DeSimone, M. R. Fuller and K. Titus(2004) A video surveillance system for monitoring raptor nests in a temperate rainforest environment. *Northwest Science* 78: 70-74.
- Lin, W. L. and C. C. Yeh(2002) Winter diet of the short-eared owl *Asio flammeus* (Pontoppidan) at the Augu farm and the Tatu rivermouth of Taiwan. *Endemic Species Research* 4: 63-71.
- Marchesi, L., F. Sergio and P. Pedrini(2002) Costs and benefits of breeding in human-altered landscapes for the eagle owl *Bubo bubo*. *Ibis* 144: E164-E177.
- Marti, C. D.(1974) Feeding ecology of four sympatric owls. *Condor* 74: 45-61.
- Marti, C. D. and M. N. Kochert(1996) Diet and trophic characteristics of great horned owls in southwestern Idaho. *Journal of Field Ornithology* 67: 499-506.
- Martinez, J. A. and I. Zuberogoitia(2001) The response of the eagle owl (*Bubo bubo*) to an outbreak of the rabbit haemorrhagic disease. *Journal für Ornithologie* 142: 204-211.
- Newton, I.(1986) The sparrow hawk. T & AD Poyser, Calton, 396pp.
- Nowak R. M.(1999) Walker's mammals of the world. Vol. 1. The Johns Hopkins University Press, Batimore, 2015pp.
- Ontiveros, D., J. M. Pleguezuelos and J. Caro(2005) Prey density, prey detectability and food habits: the case of Bornelli's eagle and the conservation measures. *Biological Conservation* 123: 19-25.
- Penteriani, V., F. Sergio, M. M. Delgado, M. Gallardo and M. Ferrer(2005) Biases in population diet studies due to sampling in heterogeneous environments: a case study with the eagle owl. *Journal of Field Ornithology* 76: 237-244.
- Reynolds, R. T. and E. C. Meslow(1984) Partitioning of food and niche characteristics of coexisting *Accipiter* during breeding. *Auk* 101: 761-777.
- Rodenhouse, N. L., T. W. Sherry and R. T. Holmes(1997) Site-dependent regulation of population size: a new synthesis. *Ecology* 78: 2025-2042.
- Rutz, C.(2003) Assessing the breeding season diet of goshawks *Accipiter gentilis*: biases of plucking analysis quantified by means of continuous radio-monitoring. *Journal of Zoology* 259: 209-217.
- Sharp, A., L. Gibson, M. Norton, A. Marks, B. Ryan and L. Semeraro(2002) An evaluation of the use of regurgitated pellets and skeletal material to quantify the diet of wedge-tailed eagles, *Aquila audax*. *Emu* 102: 181-185.
- Simmons, R. E., D. M. Avery and G. Avery(1991) Biases in diets determined from pellets and remains: correction factors for a mammal and bird-eating raptor. *Journal of Raptor Research* 25: 63-67.
- Swengel, S. R. and A. B. Swengel(1992) Diet of northern saw-whet owls in southern Wisconsin. *Condor* 94: 707-711.
- Tornberg, R. and A. Colpaert(2001) Survival, ranging, habitat choice and diet of the northern goshawk *Accipiter gentilis* during winter in northern Finland. *Ibis* 143: 41-50.
- Toyne, E. P.(1998) Breeding season diet of the goshawk *Accipiter gentilis* in Wales. *Ibis* 140: 569-579.