

수리부엉이(*Bubo bubo*)의 번식생태 및 교미행동에 관한 연구^{1a}

신동만^{2*} · 백운기^{3*}

The Breeding Ecology and Copulation Behavior of Eurasian Eagle Owls(*Bubo bubo*)^{1a}

Dong-Man Shin^{2*}, Woon-Kee Paek^{3*}

요 약

본 연구는 2005년부터 2007년까지 파주, 강화도, 이천, 시화호, 충주 등 5개 지역에 서식하는 수리부엉이 9쌍의 둥지를 정기적으로 촬영, 관찰하여 번식생태와 교미행동을 연구하였다. 한배산란수는 1~4개로 평균 2.77개(n=15)였으며, 부화성공률은 약 71%(n=34)였고, 이소성공률은 약 83%(n=23)였다. 수리부엉이는 산란이 끝난 후에도 암수간의 교미행동이 지속되며, 새끼들이 둥지를 떠나는 시기인 부화 후 7~8주까지 교미행동을 계속한다는 것을 확인하였다. 이러한 수정 목적 이외의 교미 행동은 암컷과 수컷 모두의 필요에 의해서 이루어지는 것으로써 '부부관계(pair-bond)'의 확인, 유지, 강화를 통해 새끼를 안정적으로 키우기 위한 것으로 해석된다.

주요어 : 둥지, 부화성공률, 부부관계

ABSTRACT

This study is mainly focused on the mating of 9 couples of Eagle Owl *Bubo bubo* habitating in Paju, Ganghwa Island, Icheon, Sihwa Lake, Chungju. For this study, from 2005 to 2007, regular filming and monitoring for the breeding ecology and copulation behavior of 9 couples of Eagle Owl in the nest and near area had been done.

Clutches ranged in size from one to four eggs but averaged 2.27 eggs(n=15), hatching success rate was 71%(n=34) and fledgling success rate was 83%(n=23).

Through the filming and monitoring, it was found that Eagle Owl continued to copulate each other even after hatching and kept its copulation until the chicks left their nest(7~8 weeks after hatching). This copulation behaviour without fertilization seems to be done for confirming, maintaining and strengthening of pair-bond by the necessity of both male and female, and to aim at stable breeding of their chicks.

KEY WORDS : NEST, HATCHING SUCCESS RATE, PAIR-BOND

1 접수 12월 31일 Received on Dec. 31, 2007

2 KBS 한국방송 환경정보팀 Environmental Programs Team, KBS, Seoul (150-790), Korea(shindm@kbs.co.kr)

3 국립중앙과학관 자연사팀 Department of Natural History, National Science Museum, Daejeon(305-705), Korea (paekwk@hanmail.net)

* 교신저자, Corresponding author

서론

전 세계적으로 올빼미목(Strigiformes) 올빼미과(Strididae) 조류는 198종이며, 수리부엉이속(*Bubo*)은 17~18종으로 나뉘어져 있다(Duncan, 2003). 우리나라에서는 11종의 올빼미과 조류 중 수리부엉이속 1종이 기록되어 있다(이우신 등, 2000; Cochet, 2006; World Owl Trust, 2007). 우리나라에서는 수리부엉이(*Bubo bubo*)를 비롯한 7종을 천연기념물 제 324호로 지정하여 보호하고 있다(윤무부 등, 1998).

한국에 서식하는 수리부엉이(*Bubo bubo*)는 비교적 드문 텃새로서 암벽지와 바위산의 언저리에서 정착해 살아가는 야행성 맹금류이다(원병오, 1981; 우한정과 윤무부, 1989; 윤무부 등, 1998; König *et al.*, 1998).

일반적으로 조류는 번식기에 이르면 배우자 선택을 위한 교미와 구애울음소리의 횟수와 빈도가 증가하고 짝짓기가 끝나면 그 빈도가 급격히 감소하게 된다(채희영 등, 2000). 또한 이시기에 구애울음소리의 빈도의 증가는 세력권 강화와 함께 배우자의 보호(Møller, 1987)와 배란 촉진, 교미행동 유도 및 부부관계의 유지와 강화를 하는 것으로 알려져 있다.

수리부엉이의 경우 구애울음소리는 일 년 내내 들리긴 하지만, 진정한 구애 울음소리는 주로 11월에 시작하여 산란기에 끝난다. 그 구애울음소리를 내는 기간은 수리부엉이마다 다른데, 어떤 수리부엉이의 경우 산란 후에도 몇 주 동안 계속되기도 한다(Cochet, 2006).

또한 수리부엉이는 번식 후에도 여러 차례 교미를 하는데, 그 이유에 대해서는 분명하진 않지만 이에 대한 가설로는 크게 1) 먹이를 얻기 위해서, 2) 자손의 유전적 이익을 위해서, 3) 수컷이 자손에게 투자할 확률을 높이기 위해서라고 보고되고 있다(Birkhead *et al.*, 1987; Birkhead and Møller, 1992).

지금까지 한국에 서식하는 수리부엉이에 대한 연구는 서로 다른 환경에서 서식하는 수리부엉이가 먹이를 다르게 이용하는 양상을 연구한 결과가 있다(최창용 등, 2007).

따라서 본 논문에서는 한국산 수리부엉이(*Bubo bubo*)의 경우 번식기를 전후해서 번식생태와 교미빈도와 구애울음소리 그리고 구애행동과 그 의미는 어떠한 것인지에 대해 고찰하고자 한다.

연구방법

수리부엉이의 교미행동을 연구하기 위해 등지와 그 등지 주변 지역을 조사하였다. 대상 지역은 파주, 강화도, 이천, 시화호, 충주 등 5개 지역으로 이곳에 서식하는 수리부엉이 9개쌍을 3년에 걸쳐 정기적으로 관찰하였다(Table 1, Figure 1). 각 등지의 한배산란수, 부화율, 이소율을 조사하고, 교미행동 및 구애행동을 관찰하였다. 대부분의 조사시간은 오후 2, 3시경에 시작해 다음날 해가 뜨고 난 다음에 종료하였다.

관찰은 육안과 쌍안경(Nikon), 동영상 촬영 장비를 이용해 20~200m 떨어진 지역에서 조사하였다. 관찰 및 촬영 장비는 HD ENG(HD 750/Sony)와 6MM HDV(Z1, HC1/Sony)를 이용하였다. 야간 작업의 특성상 관찰이나 촬영을 하지 못했어도 소리를 통해 교미행동을 확인하였다.

결과 및 고찰

1. 번식생태

한국에 서식하는 수리부엉이 15개의 등지를 관찰한 결과 산란 시기는 1월 말에서 3월 초순까지였고 부화 시기는 2월

Table 1. The present state of observation on the nests of Eagle Owls

Nest sites	Years		
	2005	2006	2007
Ganghwa 1(Yangsa-myun, Ganghwa-gun, Incheon)	●	●	
Ganghwa 2(Yangsa-myun, Ganghwa-gun, Incheon)		●	●
Ganghwa 3(Yangsa-myun, Ganghwa-gun, Incheon)			●
Sihwa Lake 1(Songsan-myun, Hwaseong-si, Gyeonggi-do)	●	●	●
Paju 1(Tanhyun-myun, Paju-si, Gyeonggi-do)	●	●	●
Paju 2(Kyoha-eup, Paju-si, Gyeonggi-do)			●
Icheon 1(Beksa-myun, Icheon-si, Gyeonggi-do)			●
Chungju 1(Sotae-myun, Chungju-si, Chungcheongbuk-do)			●
Chungju 2(Sotae-myun, Chungju-si, Chungcheongbuk-do)			●

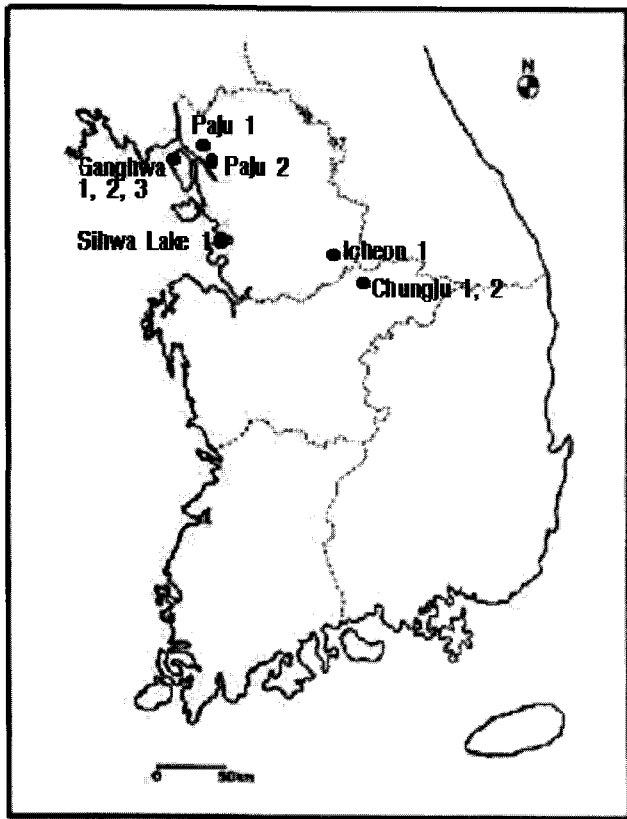


Figure 1. The sites of observation on the nests of Eagle Owls

중순부터 4월 초순까지였다. 부화한 새끼가 동지를 이소하는 시기는 4월에 대부분 동지를 떠나는 것으로 나타났다. 이소한 후에는 8월에서 9월까지 약 4-5개월간 동지 근처에서 머물다가 9월을 전후해 새로운 지역으로 이동하는 것으로 나타났다(Table 2).

일반적으로 수리부엉이의 산란시기는 그 기간이 꽤 긴 편이다. 길게는 12월 중순부터 5월말까지 이르기도 한다. 이는 지역적 특성이나 영양섭취의 차이에 기인하며, 고도가 높은 산이나 영양섭취가 원활하지 못한 경우 산란시기가 늦어지기도 한다(Cochet, 2006). 하지만 한국에 서식하는 수리부엉이의 경우 4~5월까지 산란하는 경우는 일반적이지는 않은 것으로 보인다. 강화 2(2007)지역에서 3월에 산란하기도 했지만 대부분 1~2월에 산란이 집중됐다(Table 2).

본 조사에서 수리부엉이의 산란은 2~3일 간격으로 1개씩 알을 낳았으며, 첫 번째 알을 낳은 다음부터 바로 포란을 시작하였다. 유럽에서는 수리부엉이의 한배산란수는 평균

Table 2. Breeding phenology of 9 Eagle Owl females studied

	Jan.			Feb.				Mar.				Apr.				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1st egg laying																
hatching																
Fledgling																

Table 3. Clutch size, hatching rate and fledgling rate of Eagle Owls

	Clutch size	Number of hatched	Number of fledged	Remark
Ganghwa 1(2005)	2	2	2	
Ganghwa 1(2006)	2	1	1	
Ganghwa 2(2006)	2	1	1	
Ganghwa 2(2007)	2	1	1	
Ganghwa 3(2007)	1	0	0	failure
Sihwa Lake 1(2005)	2	2	2	
Sihwa Lake 1(2006)	2	2	2	
Sihwa Lake 1(2007)	3	0	0	failure
Paju 1(2005)	2	2	2	
Paju 1(2006)	3	3	3	
Paju 1(2007)	2	1	1	
Paju 2(2007)	4	4	4	
Icheon (2007)	3	2	0	failure
Chungju 1(2007)	2	2	0	failure
Chungju 2(2007)	2	1	*	Unobserved
Total	34	24	19	
	Mean:	Hatching rate:	Fledgling rate:	
	34/15 = 2.27	24/34 = 0.71	19/23 = 0.83	

4개이며, 최대 5~6개인 기록도 있다(Cochet, 2006). 그러나 본 조사에서 한배산란수는 1~4개였으며 평균 2.27개(n=15)로 유럽의 수리부엉이보다 상당히 적은 것으로 나타났다.

포란은 전적으로 암컷이 행하고, 이 기간 동안 수컷은 암컷에게 먹이를 공급한다(Cochet, 2006). 본 조사에서는 34개의 알 중 24개의 알이 부화에 성공하여 부화 성공률은 약 71%(n=34)였으며, 부화된 새끼들 중 이소에 성공한 개체는 19개체로 이소 성공률은 약 83%(n=23; 총주 2의 경우

미관찰로 제외)로 나타났다(Table 3, photo 1~5).

2. 교미행동

1) 번식시기별 교미빈도

번식시기별 교미빈도는 번식 직전과 산란기인 12월에서 2월 사이에 암수간의 교미빈도가 최고조에 이르고 새끼가



Photo 1. Begin to hatch an egg



Photo 2. About 5 days after hatch



Photo 3. About 30 days after hatch



Photo 4. About 7 weeks after hatch



Photo 5. A chick receive a mouse from a parent bird after fledgling

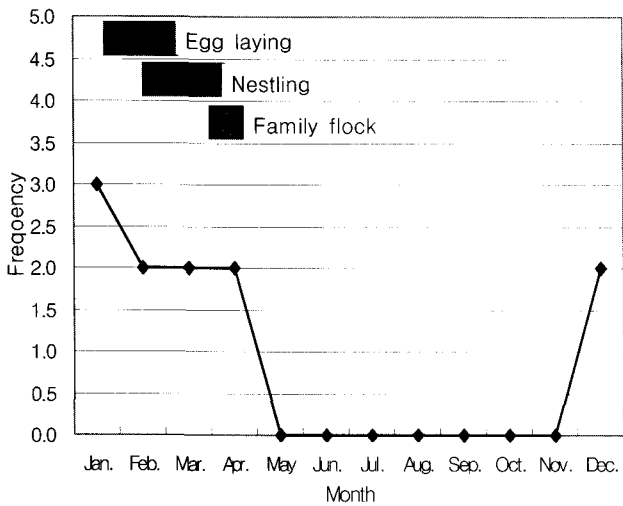


Figure 2. Process of breeding and copulation frequency of Eagle Owls by Month

부화하면서 교미빈도가 최소한으로 감소하여 새끼가 동지를 떠나는 4월이 지나면 교미의 빈도는 사라진다. 이 시기에 교미를 위한 암수간의 구애빈도도 교미시기와 비슷한 경향을 보였다(Figure 2).

파주 1(2007)의 경우 마지막으로 교미행동이 관찰된 것은 3월 28일(부화후 4주)이었고, 파주 2(2007)의 경우 4월 16일이었다(부화후 7주). 새끼들이 이소하는 시기가 되면 교미빈도는 서서히 낮아지고, 새끼가 동지를 벗어나고 날기 시작하면 교미행동을 멈춘다. 따라서 수리부엉이는 개체간의 차이는 있지만 새끼가 부화후 7~8주 되는 시점까지 교미행동을 지속하는 것으로 나타났다(photo 6~9).

이러한 결과는 수리부엉이가 지역 의존성이 강한 정주성 맹금류이며, 일부일처로서 부부관계(pair-bond)와 세력권 유지가 연중 계속되고, 몇 년 이상 지속되는 특징을 가진 것과 상당한 관계가 있는 것으로 보인다(Penteriani, 2002).

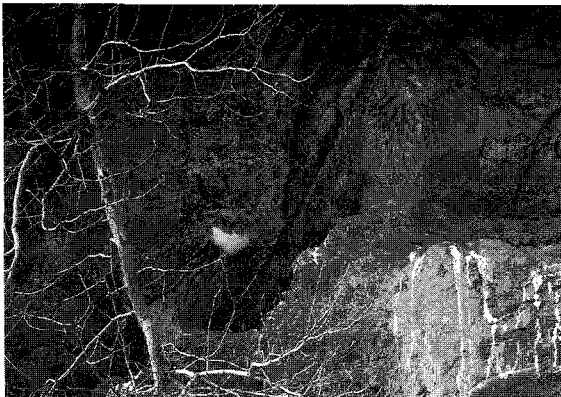


Photo 6. Eagle Owls on nest at Copulation season



Photo 7. Situation on come bill to bill with a Eagle Owl



Photo 8. Copulation Behavior of Eagle Owls



Photo 9. Hunted a mouse

2) 번식시기별 구애울음소리

수리부엉이는 12월을 전후해 동지로 사용하려는 번식장소 부근에서 낮 시간을 보내고, 오후가 되면 암컷과 짧은 신호를 주고받지만, 해가 지고나면 본격적으로 구애울음소리를 시작한다. 산란하기 전까지 구애울음소리와 교미 빈도는 증가하기 시작한다. Penteriani(2002)와 Cochet(2006)의 연구에 의하면 수리부엉이(*Bubo bubo*)가 내는 구애울음소리는 산란이전인 10월~12월은 세력권 유지 기능이 우세하고, 산란이후인 1월~2월에는 교미 기능이 우세하다고 보고하였다.

① 번식전 시기

번식기 이전(세력권 유지기)의 시기에 수컷은 밤마다 자신의 세력권을 돌면서 주변에 있는 다른 수컷들의 침입을 차단하는 세력권 방어에 주력한다. 세력권 유지를 위해 내는 수컷의 소리는 파주1(2007)의 경우 8월 16일 처음 목격됐다. 종종 높은 목소리의 암컷의 화답도 있었다. 그 후 기존 동지 절벽(수리부엉이는 조건변화가 없을 경우 해마다 같은 장소에서 번식함)과 자신의 세력권을 오가며 울음소리를 냈다.

② 번식시기

번식시기에 수리부엉이는 12월을 전후해 동지로 사용하려는 은신처 부근에서 낮 시간을 보내고, 수컷은 이곳을 중심으로 울음소리를 낸다. 수컷은 오후가 되면 암컷과 짧은 신호를 주고받으며, 1시간 간격으로 울다가 해가 지고나면 본격적으로 울기 시작한다. 새벽과 아침에 수컷과 암컷은 서로 부리를 맞대고 구애울음소리를 내는데, 이는 수컷의 울음소리와 함께 암컷의 배란을 촉진하는 기능을 하는 것으로 볼 수 있으며, 산란하기 전까지 교미 빈도는 서서히 증가한다(Penteriani, 2002; Cochet, 2006).

③ 번식후 시기

번식기가 끝나는 9월을 전후해 새끼(부화후 5~6개월 경과)들은 스스로 사냥할 수 있으며 완전한 독립이 이루어진다. 이 시기에 수리부엉이 수컷은 성장한 새끼를 자신의 유전자를 간직한 새끼로서가 아니라 자신의 새로운 경쟁자로 인식하기 시작하며, 일시적으로 느슨했던 '짝의 관계'를 다시 회복하고자 한다. 따라서 이 시기에 내는 수컷의 울음소리는 자신의 세력권 방어가 주목적이지만, 일부일처를 유지하며 평생 함께 사는 수리부엉이의 특성상 암컷과의 교미도 드물게 이루어진다(Penteriani, 2002).

3) 부화 후 교미행동 지속의 이유

수리부엉이는 암컷이 알을 낳고 새끼들이 성장해 가고 있는데도 교미를 하는 이유는 무엇일까? 이를 규명하기 위해서는 수리부엉이의 일반적인 번식생태를 다시 환기해볼 필요가 있다. 우선 수리부엉이는 정주성 맹금류로서 평생

동안 배우자와 함께 생활하는 것으로 알려져 있다. 또한 주요번식 활동을 살펴보면 포란 기간은 34~36일, 이소 시기는 부화 후 7주, 독립시기는 부화 후 5개월 등으로 한국에서 번식하는 조류 중 가장 긴 번식주기를 갖는다. 그리고 새끼가 독립할 무렵(9, 10월)이 되면 약간 느슨했던 암수관계는 다시 회복되고 세력권 방어와 교미가 시작된다. 따라서 사실상 1년의 전 기간이 번식의 과정이라 해도 무방하다.

맹금류인 수리부엉이가 산란 전에 교미횟수를 늘리는 행동은 암컷이 포란하고 새끼를 돌보는 동안 수컷은 동지에서 2km나 떨어진 곳까지 가서 사냥을 하는데, 그 사이 암컷의 혼외정사(extra-pair copulation) 가능성이 상존하고 있다. 따라서 수컷 입장에서 암컷의 혼외정사를 막기 위해서라도 암컷과의 신뢰관계가 필요할 것이고, 또한 자신의 정자 전달 비율을 높임으로써 정자경쟁(sperm competition)에서 우위를 차지하려는 전략인 것으로 판단된다. 다른 맹금류 중에서도 번식기간 동안 먹이공급을 수컷의 사냥에 전적으로 의존하거나, 수컷이 사냥을 위해 동지를 떠나 있는 시간이 많은 종일수록 교미 빈도가 높아지는 것으로 알려져 있다(Newton, 1979).

Birkhead와 Møller(1992)는 일부 동물들의 암컷이 한 마리의 수컷과 여러 번 교미를 하는 이유에 대해 1) 먹이를 얻기 위해서, 2) 자손의 유전적 이익을 위해서, 3) 수컷이 자손에게 투자할 확률을 높이기 위해서 등 3가지 가설을 제시했다.

본 조사에서 수리부엉이는 알을 낳기 전은 물론이고 알이 부화하고도 교미를 계속 행한다는 점에서 첫 번째와 세 번째 가설에 가까울 것으로 판단된다. 수리부엉이 암컷 입장에서 수컷의 존재는 번식에 필수적이다. 특히 산란, 포란, 육추 등의 번식기 동안에 암컷은 절대적으로 수컷에 의존해 먹이를 공급받아야 하는데, 만약 수컷이 딴 마음을 먹거나 유고가 생긴다는 것은 번식 실패로 이어질 가능성이 크기 때문이다. 따라서 암컷은 수컷과 교미를 지속함으로써 수컷이 딴 마음을 먹지 못하도록 유도할 필요가 있다. 즉 '암수 짝의 유대' 또는 '부부관계(pair-bond)'를 강화하기 위한 방법으로 교미행동을 장기간 지속하여, 새끼를 안정적으로 부양하기 위한 것으로 판단된다(Newton, 1979; Penteriani, 2002).

실제로 본 조사에서 암컷의 요구에 의해서 교미가 이루어지는 경우가 관찰되었다. 수리부엉이를 포함해 조류의 일반적인 교미 형태는 수컷이 울음을 통해 교미 신호를 보내고 암컷이 화답을 하면 수컷이 날아가 암컷과 교미를 하는 것이 보통이다. 반면 수리부엉이 암컷의 적극적인 요구에 의해 교미가 이루어질 때는 암컷이 먼저 수컷을 부르고 수컷이 화답하면 암컷이 수컷 옆으로 날아가 앉고 수컷이 암컷의 등에 올라타 교미를 한다(Photo 1~9). 이러한 전략을 통

해 암컷은 수컷으로 하여금 현재의 새끼들이 자기 자식이라는 믿음을 주어 지속적인 먹이공급과 보호를 받을 수 있을 것이다.

또 다른 증거로서 새끼들이 이소하는 무렵(부화후 7~8주 사이)까지 지속되던 교미행동이 새끼들의 이소 후에는 나타나지 않는 것이다(Figure 2). 그 이유는 새끼들이 독립을 하면, 암컷에게는 새끼를 돌보는 시간이 줄어들고, 그만큼 사냥에 동참할 기회가 늘어난다. 따라서 수컷에 대한 의존도가 낮아지면서 교미의 필요성도 함께 줄어드는 것으로 생각된다.

결국, 수리부엉이에게 있어서 교미는 암수 모두의 필요에 의해 쌍방향적으로 이루어지는 종의 생존 전략이라 사료된다.

결론

본 연구를 통해 수리부엉이는 다른 조류들과 달리 알의 부화가 끝난 다음에도 교미행동을 지속하며, 이는 새끼가 이소하는 시기인 부화후 7~8주까지 계속된다는 사실을 확인할 수 있었다. 이러한 장기간에 걸친 교미행동을 통해 부부간의 강한 유대관계를 형성하고, 부부관계(pair-bond)의 확인과 유지, 강화를 도모하여 그 결과로서 새끼를 안정적으로 부양한다는 사실을 규명할 수 있었다.

결론적으로 한번 짝을 맺으면 평생 함께 살아가고 번식기간이 길며, 새끼에 대한 투자가 요구되는 수리부엉이는 수정 목적 이외의 교미를 통해 암수간의 신뢰와 협력을 이끌어 내는 번식 전략을 구사하는데, 이는 수리부엉이 번식성공의 필수요소라 할 수 있다.

한국에서 서식하는 수리부엉이가 세력권 방어와 교미를 위해 사용하는 구애울음소리는 각기 어떻게 음성학적으로 차이가 나는지, 교미의 양상이 서식조건에 따라 어떻게 다른지 등에 관해서는 여러 가지 제약 조건으로 인해 완전히 규명하지는 못했다. 따라서 향후 이에 대한 연구가 상세하

게 이루어질 필요성이 있다.

인용문헌

- 이우신, 구태희, 박진영(2000) 한국의 새. LG상록재단, 서울, 319쪽.
- 윤무부, 서민환, 이유미(1998) 한국의 천연기념물. 교학사, 서울, 691쪽.
- 우한정, 윤무부(1989) 원색한국조류도감. 아카데미서적, 서울, 336~337쪽.
- 최창용, 남현영, 이우신(2007) 서로 다른 환경에서 서식하는 수리부엉이(*Bubo bubo*)의 먹이 이용. 한국환경생태학회지 21(1): 30-37.
- 채희영, 김창희, 백운기, 오홍식(2000) 조류생태학. 아카데미서적, 서울, 220쪽.
- Birkhead T.R. and A.P. Møller(1992) Sperm Competition in Birds. Evolutionary Causes and Consequences, Academic Press, London, 282pp.
- Birkhead, T.R., L. Atkin and A.P. Møller(1987) Copulation behaviour of birds. Behaviour 101: 101-138.
- Cochet, G.(2006) Le grand-duc d'Europe, Paris, Delachaux et Niestle'. 207pp.
- Duncan, J.R.(2003) Owls of the World: Their Lives, Behavior and survival. New York. Firefly Books. 320pp.
- Møller, A.P.(1987) Copulation Behaviour in the Goshawk, *Accipiter gentilis*. Animal Behavior 35: 755-763.
- König, C., J. Becking and F. Weick(1999) Owls: a guide to the owls of the world. Yale University Press, New York, 462pp.
- Newton, I.(1979) Population Ecology of Raptors, Buteo Books, Vermillion, S.D., 399pp.
- Penteriani, V.(2002) Variation in the function of Eagle Owl vocal behavior : territorial defence and intra-pair communication?, Ethology Ecology & Evolution 14: 275-281.
- Word Owl Trust(2007) www.owls.org/