

제주도에서 번식하는 흑로 *Egretta sacra*의 산란수, 알크기, 번식주기¹

김완병^{2*} · 오홍식³ · 김원택⁴

Clutch, Egg Size and Breeding Cycle of The Pacific Reef Heron(*Egretta sacra*) on Jeju Island, Korea¹

Wan-Byung Kim^{2*}, Hong-Shik Oh³, Won-Tack Kim⁴

요약

2004년 2월부터 2005년 6월까지 제주특별자치도 애월읍 신엄리에서 흑로의 번식과정을 조사하였다. 한배 산란수는 3.24 ± 0.75 개(N=17, 범위 2~4개)였으며, 알은 새벽이나 밤에 1~3일 간격으로 산란하였다. 알(N=39)의 크기는 장경 46.73 ± 1.91 mm, 단경 34.06 ± 0.83 mm, 무게 27.67 ± 3.12 g, 두께 0.26 ± 0.03 mm였다. 흑로의 둥지 보수나 짓기는 매년 2월부터 시작해서 늦게는 4월말까지, 산란기는 3월초부터 늦게는 5월 초순까지였고, 부화기는 4월 초순에서 5월 중순까지, 이소기는 5월 중순부터 7월말까지였다. 보충 산란은 1차 번식과정 중 포란과 육추에 실패한 5~6월에 바로 시도하는 것으로 추정된다. 포란 기간은 28.17 ± 4.12 일(N=6)이었으며, 알은 비동시성으로 부화되었다. 육추 기간은 40.00 ± 6.84 일(N=5)이었으며, 새끼의 부리, 날개, 부척, 체중의 성장속도는 부화가 빠른 개체일수록 빠른 경향을 보였다. 우리나라에서 번식하는 백로과 조류의 산란시기를 비교해보면, 흑로는 왜가리보다는 느렸으나, 해오라기, 쇠백로, 중대백로는 보다는 빨랐다.

주요어 : 번식과정, 포란, 육추

ABSTRACT

This study was based on the breeding process of the Pacific Reef Herons (*Egretta sacra*) bred in Aewol-eup, Jeju Island, for two years from February 2004 to June 2005. The clutch size of the Pacific Reef Herons was 3.24 ± 0.75 (N=17, range: 2~4), and the egg-laying was at dawn or night intervals of one to three days. The major diameter of the egg(N=39) was 46.73 ± 1.91 mm, the minor diameter thereof 34.06 ± 0.83 mm, the weight thereof 27.67 ± 3.12 g, and the thickness of the egg shell thereof 0.26 ± 0.03 mm. In relation to the breeding cycles of the Pacific Reef Herons, the nesting or nest repairing was made from February to the end of April each year, the egg laying from the beginning of March to the beginning of May, the hatching from the beginning of April to the middle of May, and the nest departure from the middle of May to the end of July. The supplement brood was started immediately from May to June when the first brood had failed. The incubation

1 접수 8월 19일 Received on Aug. 19, 2006

2 제주특별자치도민속자연사박물관(Folklore and Natural History Museum, Jeju Special Self-Governing Province, 996-1 Ildo 2 dong Jeju City(690-834), Korea(kwb8705@jeju.go.kr)

3 제주대학교 과학교육과(Dep. of Science education, Cheju University, 1 Ara-dong Jeju City(690-756), Korea(sciedu@cheju.ac.kr)

4 제주대학교 생명과학과(Dep. of Life Science, Cheju University, 1 Ara-dong Jeju City(690-756), Korea(yowon@cheju.ac.kr)

*교신저자, Corresponding author

period was 28.17 ± 4.12 (N=6) days, and hatched asynchronously. The fledgling period was 40.00 ± 6.84 (N=5) days, and bill, wing, tarsus and weight developments of early hatched nestlings were the fastest among the same brood.

Compared with other egret species, the egg laying period of the Pacific Reef Heron was faster than that of the Black-crowned Night Heron, Little Egret and Great Egret, but later than that of Grey Heron, in Korea.

KEY WORDS : BREEDING PROCESS, INCUBATION, FLEDGLING

서론

흑로 *Egretta sacra*는 황새목 *Ciconiiformes* 백로과 *Ardeidae*에 속하며, 한국, 일본, 중국, 동남아시아와 오세아니아주의 해안가에 서식한다(del Hoyo *et al.*, 1992; James, 2000). 우리나라에서 서식하는 백로과 조류는 모두 17종이 보고되었으며 이중 일년 내내 관찰되는 종은 해오라기 *Nycticorax nycticorax*, 흑로 *Egretta sacra*, 쇠백로 *Egretta garzetta*, 왜가리 *Ardea cinerea* 4종이다. 흑로는 보통 섬 지역에서 번식하며(Kikkawa, 1970; Erwins *et al.*, 1990; Kushlan and Hancock, 2005), 우리나라에서는 제주도에 번식하는 것으로 알려져 있다(Kushlan and Hafner, 2000; 김완병 등, 2005).

백로류에 대한 연구는 다른 분류군에 비해 비교적 활발히 진행되고 있으나 흑로에 대한 연구는 미흡한 실정인데, 그 이유는 번식지가 해안절벽으로 매우 제한적이고 연구자들의 접근이 어려웠기 때문인 것으로 사료된다. 번식은 단독 또는 집단을 이루어 번식을 하며, 둥지는 사람의 접근이 어려운 무인도의 암초나 나무 위 또는 암벽 선반 위에 틀며 알은 2~3개정도 낳는다(Kikkawa, 1970; McKilligan, 2002). 먹이는 주로 어류와 계류이며 단독 또는 암수가 함께 먹이활동을 한다. 간만조에 따라 섭식활동을 하며 일정한 먹이 영역권을 가지는 경향이 있다(del Hoyo *et al.*, 1992).

우리나라에서 관찰된 흑로에 대한 보고는 주로 분포지에 대한 단편 보고로, 번식지 조사는 이루어진 바 없다. Oliver(1948)는 제주도에 흔히 관찰되는 종이라고 보고한 바 있으며, 박행신 등(1985)은 제주도의 조류 개관 연구에서 나그네새로, 고상범과 박행신(1990)은 제주도 황새목 분포에 관한 연구에서 텃새로, Jürgen(1993)은 북한의 평안남도의 대동강과 남포에서 드물게 관찰하는 나그네새로 각각 보고한 바 있다.

지금까지 흑로에 대한 연구사례로는 Recher(1972)의 영역방어 행동, Recher & Recher(1972)의 섭식 행동, Holyoak(1973)의 흑색형과 백색형에 관한 연구,

Hancock and Elliot(1978)의 분포와 번식, Erwins *et al.*(1990)의 흑로의 집단 잠자리 확인, MacKilligan(2002)의 번식생태 등이 있으나, 우리나라에서 아직까지 흑로의 번식생태에 대한 연구는 이루어진 바 없다.

본 연구는 제주도에 번식하는 흑로의 산란수, 알의 크기, 번식주기 등을 조사하여, 향후 흑로의 번식지를 효율적으로 보호·관리하는데 필요한 자료를 제공하고자 시도되었다.

조사기간 및 조사방법

1. 조사기간

조사기간은 2004년 2월부터 2005년 6월까지 산란기에서부터 이소기까지 3~5일 간격으로 조사하였다.

2. 조사방법

집단번식지에서의 조사자의 출입은 부화 직전과 부화 직후에 새끼들에게 치명적인 영향을 끼쳐 백로류의 번식성공률과 직결되기 때문에(Tremblay and Ellison, 1979), 조사자의 접근성과 안전성 그리고 흑로의 번식에 미치는 장애를 최소화하였다. 특히 부화 직전과 직후에 둥지를 출입할 경우 둥지에 머무는 시간을 최대한 줄였다. 각 둥지의 산란수, 산란간격, 알의 장단경, 무게, 두께 등을 조사하였으며, 번식주기와 번식과정은 산란기에서부터 이소 직전까지 알과 새끼의 상태를 점검하였다. 알의 측정은 어미새의 산란과 포란에 스트레스를 최소화하기 위해 최종 산란일로부터 3~5일째쯤에 각 둥지별로 측정하였으며 알의 두께는 부화 후 둥지 또는 주변에서 떨어진 것과 포란 포기 또는 포란 중 깨어진 알을 수거하여 각 깨진 알의 중앙부를 중심으로 서로 다른 3곳을 측정하여 평균값을 사용하였다.

새끼의 성장률을 알아보기 위해 각 둥지별로 마지막 알이 부화한 후 최소 3~5일이 경과한 이후 또는 육추중

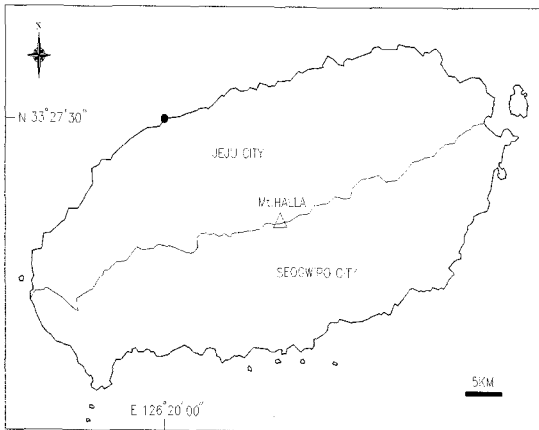


Figure 1. Breeding location of Pacific Reef Herons at Sineom-ri, Aewol-eup, Jeju City on Jeju Island, Korea (● Survey area).

인 둥지는 측정 시작점을 기준으로 각 부위별로 측정하였다. 부화 후 20일이 경과된 이후에는 새끼들이 둥지 안쪽으로 피신하였기 때문에 측정하지 못하였다.

알, 새끼와 성조의 측정은 버니어캘리퍼스(SANJO, 300mm), 디지털캘리퍼스(H500-15, 150mm), 전자저울(KC-400, 400g) 그리고 촬영 도구로는 Canon Digital Camera(EOS 300D)를 이용하였다.

3. 조사지 현황

조사지는 행정구역상 제주특별자치도 애월읍 신엄리에 속하며 속칭 ‘남포리개’라는 곳으로 북위 33°27'30", 동경 126°20'00"에 위치한다(Figure 1). 현무암 해식 단애가 급경사로 형성되어 있으며 용암선반이 잘 발달되어 있다. 흑로의 둥지방향이 바다를 향해 북쪽 또는 서쪽으로 노출되어 있으나, 용암선반과 암석틈새들이 많아서 직접적인 해풍과 파도로부터 번식장애를 극복할 조건을 갖추고 있다.

주요 식생으로는 절벽 위 육상에는 곰솔 *Pinus thunbergii*, 갯가치수영 *Lysimachia mauritana*, 락 *Imperata cylindrica*, 참억새 *Miscanthus sinensis*, 밀사

초 *Carex boottiana*, 갯기름나물 *Peucedanum japonicum* 등이 분포한다. 절벽 아래는 사람들의 출입이 어렵지만 최대 간조시에는 낚시꾼과 해초류를 채취하는 사람들의 출입이 많고 절벽 위는 해안도로가 나 있고 민박형 건물이 들어서 있다.

조사 결과 및 고찰

1. 산란수와 산란간격

2004년과 2005년에 확인된 흑로의 한배 산란수는 각각 3.00 ± 0.77 개(N=11), 3.67 ± 0.52 개(N=6)였으며 평균은 3.24 ± 0.75 개(N=17, 범위 2~4개)였다(Table 1). 조사한 17개의 둥지 중 한배의 난수가 2개의 경우 17.65%(N=3), 3개와 4개의 경우는 같은 41.18%(N=7)였다. 알은 1일 1개, 밤에 산란하였다. 예비조사기간인 2003년 6월 15일부터 19일까지 3개의 알, 2005년 4월 8일부터 4월 14일까지 4개의 알, 4월 8일부터 12일까지 3개의 알을 낳은 것으로 볼 때, 알은 새벽이나 밤에 1~3일 간격으로 산란하는 것으로 추정된다.

일반적으로 백로과 백로속의 조류는 2~3일 간격으로 산란하는데(Fujioka, 1984; del Hoyo *et al.*, 1992), 알을 낳는 시간대는 저녁 무렵에서 이른날 새벽사이이며, 드물게는 낮에도 산란한다는 보고도 있다(McKilligan, 2002). McKilligan(2002)은 호주 Heron Island에서 흑로가 두 번째 알을 첫 번째 알을 낳은 지 47과 71시간에 낳는다고 보고한 바 있는데, 이번 조사에서는 5일 만에 3개의 알을 낳은 것으로 보아, 제주도에서는 1~2일 또는 적어도 2~3일에 1개의 알을 산란하였으며, 산란시간은 일몰 후에서 일출 전까지 시간대인 것으로 추정된다.

흑로의 한배 산란수는 Fujioka(1984)가 보고한 황로 *Bubulcus ibis* 4.34개 그리고 Kim *et al.*(2006)이 보고한 쇠백로 *Egretta garzetta* 3.48 ± 0.93 개보다는 작았으며, 김정수(2002)가 한국의 광주에서 보고한 해오라기 *Nycticorax nycticorax* 3.25 ± 0.60 과 비슷하게 나타났다.

백로류의 산란수는 종과 번식환경에 따라 조금 차이가 있으며(Pratt and Winkler, 1985; Frederick *et al.*,

Table 1. Clutch size of Pacific Reef Herons on Jeju Island

	2004(N=11)	2005(N=6)	Total(N=17)
Range	2(N=3), 3(N=5), 4(N=3)	3(N=2), 4(N=4)	2(N=3), 3(N=7), 4(N=7)
Mean±SD	3.00±0.77	3.67±0.52	3.24±0.75

N=number of nests

1992), 같은 번식지내에서 늦게 번식하는 쌍 또는 재번식하는 쌍의 한배 산란수가 적은 경향이 있다(Custer *et al.*, 1983). 그리고 Frederick *et al.*(1992)은 일부 백로류에서 한배 산란수가 담수 환경보다는 해수 환경에 노출될수록 감소하는 경향이 있다고 보고한 바 있다.

따라서 제주도의 흑로 번식지가 매우 제한적이고 해안조간대의 서식지 환경이 인위적인 요인에 의해 악화되는 경향이 있기 때문에, 흑로의 한배 난수는 번식지와 취식지 환경 변화에 따라 다소 차이가 있을 것으로 사료된다. 그리고 흑로의 산란수와 알의 크기가 번식 성공도에 미치는 영향을 밝히기 위해서는 보다 꾸준한 조사가 필요하다.

2. 알의 크기

알은 아주 얇은 푸른빛을 띠고 있는 타원형으로 반점이 없었다. 알의 크기(N=39)는 평균 장경 46.73±1.91mm, 평균 단경 34.06±0.83mm, 평균 무게 27.67±3.12g이었다(Table 2). 한배 산란수가 3개인 경우(N=15)는 각각 46.78±1.37mm, 34.11±0.94mm, 26.67±3.13g, 4개인 경우(N=24)은 각각 46.70±2.21mm, 34.03±0.76mm, 28.29±3.01g으로 나타났다. 연도별로 보면, 2004년(N=21)의 경우 장경, 단경, 무게가 각각 46.97±2.15mm, 34.05±0.91mm, 27.88±3.90g이었으며, 한배 산란수가 3개인 경우(N=9)는 각각 47.21±1.00mm, 34.13±1.11mm, 25.96±3.44g, 4개인 경우(N=12)은 각각 46.79±2.76mm, 33.99±0.78mm, 29.32±3.71g으로 나타났다. 2005년(N=18)의 경우 각각 46.46±1.60mm, 34.08±0.74mm, 27.42±1.93g였으며, 한배 산란수가 3개인 경우(N=6)는 각각 46.14±1.69mm, 34.08±0.73mm, 27.73±2.50g, 4개인 경우(N=12)은 각각 46.12±1.61mm, 34.07±0.77mm, 27.27±

1.70g으로 나타났다.

측정된 알의 평균 두께는 0.26±0.03mm(N=22)였으며, 2004년에는 0.25±0.03mm(N=14), 2005년에는 0.28±0.02mm(N=8)였다(Table 3).

흑로의 알 색깔은 육안으로 보아 해오라기, 황로, 쇠백로 등의 알과 구별하기 어렵다(정명숙, 1998). 흑로 알의 장경은 평균 46.73±1.91mm, 단경은 평균 34.00±0.83mm로, Hancock and Elliott(1978)이 보고한 흑로 알의 장경 43mm, 단경 35mm(Australia), 장경 44.8mm, 단경 33.0mm(India) 보다 조금 큰 것으로 나타났으며, 광주광역시와 경기도 평택(김정수, 2002)에서 조사한 해오라기의 알 장경과 단경 각각 46.78±3.28mm, 46.33±2.81mm, 33.74±1.35mm, 34.15±1.18mm 그리고 정명숙(1998)이 보고한 해오라기 46.8±3.4mm, 32.3±1.4mm, 황로 46.8±1.6mm, 34.90.9mm, 쇠백로 44.9±1.7mm, 32.7±1.0mm 등과 조금 차이가 있었다. 흑로의 장단경 비율은 0.72로 정명숙(1998)이 보고한 해오라기 0.71보다 크고, 쇠백로 0.73, 황로 0.75보다 적었다.

흑로 알의 평균 무게는 27.67±3.12g로, 정명숙(1998)이 보고한 황로 27.6±3.0g과 아주 유사하였으며, 해오라기 28.0±3.7g, 황로 25.1±2.4g 그리고 김정수(2002)이 광주광역시와 경기도 평택에서 조사한 해오라기 광주 29.00±1.95g, 평택 28.91±1.57g과는 차이가 있었다.

알의 무게를 보면, 2004년에는 산란수가 4개인 경우가 3개인 경우보다 3.36g 무거웠지만, 2005년에는 반대로 0.46g 가볍게 나타났다. 중대백로의 경우, 산란수가 3개인 경우가 4개, 5개인 알보다 더 무거운 것은 산란에 따른 어미의 영양분 손실이 적기 때문이며(함규황과 김상만, 1988), 해오라기의 경우도 지역에 따라 차이가 있었지만, 산란수가 3개인 경우가 4개인 경우보다 무거웠다(김정수, 2002). 조류의 산란수는 먹이량, 포식자와의 관

Table 2. Egg size of Pacific Reef Herons on Jeju Island

Clutch size	Egg Size	Major axis (mm)	Minor axis (mm)	Weight (g)
	3(N=9)	47.21±1.00	34.13±1.11	25.96±3.44
2004	4(N=12)	46.79±2.76	33.99±0.78	29.32±3.71
	Mean±SD (N=21)	46.97±2.15	34.05±0.91	27.88±3.90
	3(N=6)	46.14±1.69	34.08±0.73	27.73±2.50
2005	4(N=12)	46.12±1.61	34.07±0.77	27.27±1.70
	Mean±SD (N=18)	46.46±1.60	34.08±0.74	27.42±1.93
	3(N=15)	46.78±1.37	34.11±0.94	26.67±3.13
Total	4(N=24)	46.70±2.21	34.03±0.76	28.29±3.01
	Mean±SD (N=39)	46.73±1.91	34.06±0.83	27.67±3.12

N=number of eggs

계, 기후 조건 등에 따라 다양하지만(Yoo, 1994), 한배의 크기와 알의 크기의 상관관계는 아직까지 명확하지 않다(Welty and Baptista, 1988). 따라서 흑로의 알 크기와 체중 차이는 번식지 위도, 어미연령, 한배 산란수, 먹이 자원, 기후조건 등을 고려하여 보다 세밀하게 조사할 필요가 있다.

3. 번식주기

2004년의 둥지 13개소 중에 4월초에 포란중인 둥지는 5개소, 부화 직후 1개소, 육추 1개소였으며, 이중 포란 중인 1개소는 5월말, 육추 중인 1개소는 5월 중순에 각각 이소하였다. 5월초에 포란 중인 둥지는 1개소, 옛둥지를 보수하는 둥지는 1개소, 5월 중순에 포란 중인 둥지는 1개소, 6월 초순에 포란 중인 둥지는 1개소, 6월 중순에 산란한 둥지는 1개소, 그리고 포란 중인 둥지는 1개소였다. 2005년의 둥지 12개소 중에 4월 초중순에 포란 중인 둥지는 5개소, 이중 5월 중순에 부화한 2개소는 6월말에 이소하였고, 1개소는 5월초에 알이 깨진 이후에 5월 중순에 추가 산란에 들어갔다. 4 중순에 둥지를 짓는 곳은 2개소로, 이중 1개소는 5월 초순에 산란하였다. 5월 초순에 둥지를 짓는 곳은 2개소로, 5월 중순에 모두 포란하고 있었다. 5월 하순에 둥지에 출입한 흔적이 있지만 번식하지 않은 것으로 추정되는 1개소, 6월 중순에 부화한 것으로 추정되는 둥지가 1개소가 있었다. 5월 하순에 포란 중인 1개소는 7월말에 이소하였다.

이상의 조사 결과를 토대로 흑로의 번식주기는 다음과 같이 추정할 수 있다(Figure 2). 흑로의 둥지 보수나 짓기(Nesting)는 매년 2월부터 시작해서 늦게는 4월말까지 이루어지고 있었다. 산란기(Egg Laying)는 3월초부터 늦게는 5월 초순까지, 집중적인 산란기는 3월말부터 4월초 사이였으며, 포란은 첫 번째 알을 낳으면서 시작

하였다. 부화는 2004년에는 4월 5일 이전에 부화한 둥지가 확인되었으며 4월 25일에 부화한 경우도 있었다. 2005년에는 5월 8일을 전후로 부화하였다. 새끼들이 둥지를 떠난 시기는 2004년에는 5월 15일, 5월 30일 그리고 2005년에는 6월 24일, 7월 25일경에 각각 이소한 경우가 있었다. 이로 보아 집중 부화기(Incubation)는 4월 초순에서부터 5월 중순까지, 육추기(Fledgling)는 부화한 시점에서 둥지를 떠나기까지로 4월 초순에서 7월말까지로 나타났으며, 둥지 떠난 시점은 5월 중순부터 7월말이었다. 한편, 보충 산란은 1차 번식과정 중 포란과 육추 실패시점인 5~6월에 바로 들어가는 것으로 추정된다.

우리나라에서 번식하고 있는 백로과(Ardeidae) 백로속(*Egretta*)의 조류는 흑로를 제외하고는 모두 여름철새이며 매년 같은 장소에서 번식하는 습성을 가지고 있으며, 최근 해오라기, 쇠백로, 왜가리는 일부 지역에서 텃새화되어 가고 있다(한상희 등, 2001). 본 조사 결과, 흑로는 다른 백로류처럼 혼성 번식하지 않고 단독 군집을 이루어 번식하는 종으로 비번식기에는 제주도 해안가를 포함하여 본도에서 이격된 유무인도까지 영역을 넓히는 경향이 있었다.

우리나라에서 번식하는 백로류와 비교해보면(함규황과 김상만, 1988; 김정수, 2002), 흑로의 산란기는 3월 말부터 4월 초사이로 해오라기와 쇠백로 4월 중순경, 중대백로 4월 중순경보다는 빠르고, 왜가리는 3월 초중순경보다는 느렸다.

번식 시기는 지역에 따라 다르게 나타나는데, 인도, 말레이시아에서는 5월~7월, 뉴질랜드에서는 9~12월, 호주에서는 연중 번식하며, 9월~1월이 주 번식기이다(del Hoyo et al., 1992; Kushlan and Hancock, 2005). 본 조사에서는 3~7월로 나타나 다른 지역보다 이른 시기에 번식에 들어간다고 볼 수 있다.

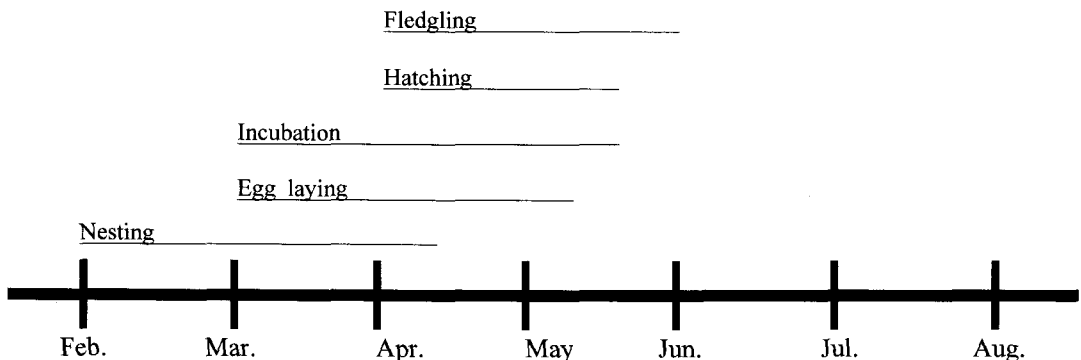


Figure 2. Breeding chronology of Pacific Reef Herons, on Jeju Island in 2004 and 2005.

보통 백로류는 2차 번식기를 가지지 않는데, 일부 종에서는 2, 3차 번식기를 가진다(del Hoyo *et al.*, 1992; Blus *et al.*, 1997). 본 조사 결과, 흑로가 5~6월경에 보충 산란하는 것이 확인되었는데, 호주의 경우처럼 1차 번식 성공율이 낮을 경우 2차 번식을 하는 경향이 있다는 보고(McKilligan, 2002)와 일치하는지에 대해서는 추가 조사가 필요하다고 본다.

백로과의 일부 종의 번식시기의 결정은 먹이 풍부도와 기상조건(특히 온도, 홍수 등)에 따라 결정되는 경향이 있다(del Hoyo *et al.*, 1992; Custer *et al.*, 1996; 한성우와 함규황, 2000). 본 조사 결과, 부화시기가 2004년에는 빠르게는 4월 5일, 늦게는 5월 5일경에, 2005년에는 5월 8일경에 각각 부화하기 시작하여 약간 차이가 있는데, 2004년과 2005년 번식시기인 3월에서 7월까지 평균 기온은 각각 20.1°C와 20.0°C로 나타나 온도 조건보다는 다른 요인이 작용한 것으로 판단되어 이에 대한 보다 세밀한 조사가 필요하다고 본다.

4. 포란, 육추, 이소 및 새끼의 성장과정

포란은 첫 번째 알을 낳기 시작할 때부터 진행하였으며, 첫 번째 산란일로부터 첫 새끼가 부화할 때까지 평균 포란기간은 28.17±4.12일(N=6)이었다(Table 4). 산란한 알 중에 부화되지 않는 경우도 있었는데, 이것은 발육이 진행되지 않은 무정란임이 관찰되었다.

본 조사에서 확인된 흑로의 포란기간은 N4와 N8을 제외하면 25~28일(N=4)로 나타나, Kushlan and Hancock(2005)이 보고한 25~28일 정도와 유사하였다. 다른 백로류와 비교하면, 한상희 등(2001)이 보고한 쇠백로 22.1±1.9일, 해오라기 21.4±0.8일 그리고 김정수

(2002)가 광주광역시와 경기도 평택에서 조사한 해오라기 광주 22.7±1.3일, 평택 23.5±1.1일 그리고 del Hoyo *et al.*(1992)가 보고한 중대백로 25~26일, 중백로 21~27일, 쇠백로 21~25일, 황로 22~26일보다 긴 편이었으며 노랑부리백로 30~35일보다는 짧거나 비슷하였다. Custer *et al.*(1992)은 해오라기 22.8±0.2일, 중대백로 27.3±0.4일, Snowy Egret 23.7±0.2일이었으며 첫 번째의 알이 나머지 알보다 포란기간이 길었다고 보고하였다.

한배 산란수에 따른 포란 기간을 보면, 산란수가 3개인 경우(N5, N6)는 25일, 4개인 경우(N4, N7, N8)는 28~31일로 나타나, 한배 산란수가 많을수록 포란 기간이 긴 것으로 추정된다. 한편, 본 조사에서 나타난 동지간 포란 기간의 차이가 최대 10일 정도로 나타났는데, 해안 절벽에 둥지를 튼 위치를 보면 동지2(N2), 동지4(N4)의 경우 각각 해수면으로부터 절벽 높이가 9.33m, 7.27m인 지점으로, 높은 위치의 동지가 천적이거나 조사자의 접근 그리고 해파로부터 안전성을 확보할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 동지 2(N2)는 옛둥지를 재이용, 동지4(N)는 새로 튼 둥지로, 어미의 연령이나 동지의 재이용나 번식의 경험 등이 포란 기간에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

부화는 1~3일 간격으로 비동시적으로 일어났다. 한 개의 알씩 부화하였으며 첫 번째 알과 두 번째 알이 거의 동시에 부화하는 경우도 있었으나 세 번째 알은 두 번째 부화일로부터 최소 2일이 경과한 이후에 부화하였다. 육추는 첫 번째 새끼가 부화하자마자 시작하였으며 동시에 나머지 알도 포란하였다. 육추기간은 첫 부화일로부터 새끼들이 둥지를 떠날 때까지 평균 40.00±6.84일(N=5)였다(Table 4).

Table 4. Incubation and fledgling period of Pacific Reef Herons on Jeju Island

Nest number	Eggs	Egg laying period (days)	Incubation number	Incubation period (days)	Hatching number	Fledgling period (days)	Left individuals
N1	3	ND*	3	ND	3	46	3
N2	4	ND	4	25	4	ND	0
N3	2	ND	2	ND	2	42	2
N4	4	ND	4	35	1	ND	0
N5	3	ND	3	25	3	ND	0
N6	3	ND	3	25	3	ND	0
N7	4	6	4	28	4	48	4
N8	4	6	4	31	4	33	4
N9	4	ND	4	ND	2	34	2
Mean				28.17±4.12		40.00±6.84	

* ND : Not Data

갓 부화한 새끼는 석판색의 솜털로 덮여 있었으며 둥지 속에 남겨진 새끼들은 처음 부화후 3~5일 동안은 둥지 속에 웅크려 있지만, 10일부터는 둥지 위를 걸어 다니거나 둥지 밖으로 나오기도 한다. 20일이 지나면 둥지를 벗어나 조사자가 접근하면 둥지 안쪽으로 난 구멍으로 피신하였다. 부화 후 30일이 지나면, 새끼들은 둥지를 벗어나 빠른 걸음걸이를 하였다. 각 둥지는 새끼들이 피신할 수 있는 공간이 발달되어 있기 때문에 새끼들은 본능적으로 둥지 안쪽으로 발달한 흠으로 들어가 버린다. 또한 둥지 속에 있거나 둥지 밖으로 피신하는 새끼들은 놀라서 먹이를 토해내기도 하였다.

백로류의 포란과 육추 기간의 차이는 위도와 지역, 암수의 포란 참여, 한배 산란수, 먹이량, 기상조건, 포식자, 일일 포란시간, 어미연령에 따라 달라질 수 있다(Custer and Davis, 1982; Custer *et al.*, 1983; 정명숙, 1998; del Hoyo *et al.*, 1992; 한상희 등, 2001; 김정수, 2002). 본 조사에서 확인된 흑로의 육추기간은 40.00 ± 6.84 일로 최소 33일 이상 소요되었다. del Hoyo *et al.*(1992)의 보고에 의하면, 백로류의 육추기간은 중대백로 42~63일, 중백로 35일, 쇠백로 40~45일, 노랑부리백로 36~40일, 황로 30일이며 흑로는 35~42일로 보고한 바 있다. 대체로 쇠백로와 노랑부리백로와 비슷한 기간으로 나타났으며 del Hoyo *et al.*(1992)이 보고한 흑로의 육추기간과 거의 일치한다고 볼 수 있다.

새끼의 성장을 보면, 날개, 부리, 부척, 체중의 성장속도는 부화가 빠른 개체일수록 빠른 경향을 보였으며, 10일 경과한 후 평균 일일성장율($n=3$)은 날개 8.17mm/day, 부척 2.99mm/day, 부리 1.87mm/day 순으로 성장하였으며, 체중은 25.27g/day로 늘어났다.

백로류의 부화는 비동시성으로, 해오라기의 경우 첫 번째 부화한 개체가 나중에 부화한 개체보다 성장률이 높으나, 부화후 21일을 전후하여 체중이 비슷해진다(Parsons and Burger, 1981). 황로는 3~5번째 부화한 새끼들일수록 생존율이 낮으며 나중에 부화한 개체는 굶주림이나 Siblicide에 의해 희생되는 경향이 있다(Fujioka, 1984). 또한 백로류의 성장속도는 중간 차이가 있으며, 특히 부리, 날개, 부척보다는 체중의 변화가 크게 나타난다고 보고된 바 있다(Custer and Peterson, 1991).

본 조사에서도 흑로의 비동시성 부화가 확인되었다. 백로류의 새끼생존율은 부화순서에 따라 좌우되며 먼저 태어난 새끼가 먹이 차이가 유리한데(Ploger and Mock, 1986; Erwin *et al.*, 1996), 본 조사결과 흑로의 번식성공도 이와 비슷한 경향을 보였다. 초기의 성장과정에서는 부화가 빠른 개체일수록 부위별 성장속도가 빠

른 경향을 보였지만, 이소 직전에는 몸 크기와 체중이 비슷해졌다.

인용문헌

- 고상범, 박행신(1990) 제주도 황새목 분포에 관한 연구. 제주대학교과학교육 7: 7-22.
- 김완병, 오홍식, 김은미, 김병수, 김원택(2005) 제주도에서의 흑로(*Egretta sacra*)의 번식지와 영소 습성. 한국조류학회지 12(2): 49-59.
- 김정수(2002) 해오라기의 생태와 체내 중금속 축적에 관한 연구. 경희대학교대학원박사학위청구논문.
- 박행신, 원병오, 소대진(1985) 제주도의 조류 개관. 한라산천연보호구역 학술조사보고서, pp. 56-81.
- 정명숙(1998) 고속도로 건설지역에 있어서의 농촌산림조류의 생태와 보호. 경희대학교대학원박사학위청구논문.
- 한상희, 남동하, 구태희(2001) 쇠백로 *Egretta garzetta*와 해오라기 *Nycticorax nycticorax*의 번식생태 비교. 한국조류학회지 8(1): 35-45.
- 한성우, 함규황(2000) 왜가리(*Ardea cinerea*)의 월동생태에 관한 연구. 한국조류학회지 7(2): 93-99.
- 함규황, 김상만(1988) 중대백로 *Egretta alba modesta*의 번식기를 중심으로 한 생활사 연구. 경남대논문집 15: 75-94.
- Blus, L. J., B. A. Rattner, M. J. Melancon and C. J. Henny(1997) Reproduction of Black-crowned Night-Herons Related to Predation and Contaminant in Oregon and Washington, USA. Colonial Waterbirds 20(2): 185-197.
- Custer, T. W. and D. W. Peterson(1991) Growth Rates of Great Egret, Snowy Egret and Black-crowned Night-Heron Chicks. Colonial Waterbirds 14(1): 46-50.
- Custer, T. W., G. L. Henesler and T. E. Kaiser(1983) Clutch Size, Reproductive Success, and Organochlorine Contaminants in Atlantic Coast Black-crowned Night-Herons. The Auk 100: 699-710.
- Custer, T. W. and W. E. Davis(1982) Nesting by One-year-old Black-crowned Night Herons on Hope Island, Rhode Island. The Auk 99: 784-786.
- Custer, T. W., G. W. Pendleton and R. W. Roach(1992) Determination of Hatching Date for Eggs of Black-crowned Night-Heron, Snowy Egrets and Great Egrets. J. Field Ornithol., 63(2): 145-154.
- Custer, T. W., R. K. Randy and C. M. Custer(1996) Nest Initiation and Clutch Size of Great Blue Herons on the Mississippi River in Relation to the 1993 Flood. The Condor 98(2): 181-188.
- del Hoyo, J., A. Elliott and J. Sargatal(1992) Handbook of the

- world Vol. 1. Ostrich to Ducks. Lynx Edicions, Barcelona.
- Erwin, R. M., J. G. Haig, D. B. Stotts and J. S. Hatfield(1996) Reproductive Success, Growth and Survival of Black-crowned Night-heron(*Nycticorax nycticorax*) and Snowy Egret(*Egretta thula*) Chicks in Coastal Virginia. *The Auk* 113(1): 119-130.
- Erwins, P. J., D. R. Bazely and H. F. Recher(1990). Communal Roosting of Eastern Reef Egrets *Egretta sacra*. *Corella* 14(1): 29.
- Frederick, P. C., R. Bjork, G. T. Bancroft and G. V. N. Powell(1992) Reproductive Success of Three Species of Herons Relative to Habitat in Southern Florida. *Colonial Waterbirds* 15(2): 192-201.
- Fujioka, M.(1984) Asynchronous Hatching, Growth and Survival of Chicks of the Cattle Egret *Bulbulcus ibis*. *Tori* 33: 1-12.
- Hancock, J. and H. Elliot(1978) *The Herons of the World: Eastern Reef Heron*. pp 208-211. Harper & Row, Publishers. New York, USA.
- Holyoak, D. T.(1973) Significance of colour dimorphism in polynesian population of "*Egretta sacra*". *Ibis* 115(3): 419-420.
- James, F. C.(2000) *Birds of the World: A Checklist*. IBIS PUBLISHING COMPANY, 19pp.
- Jürgen, F.(1993) *Dreijährige ornithologische Studien in Nordkorea(Three Years of Ornithological in North Korea)*. *Mitt. Zool. Mus. Berl.* 69(17): 93- 146.
- Kikkawa, J.(1970) *Birds recorded on Heron Island*. *Sunbird* 1: 34-48.
- Kim, J. S., T. H. Koo, H. S. Oh and T. Mori(2006). Clutch size, reproductive success, and growth rate of the Little Egrets *Egretta garzetta*. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 51(1): 135-138.
- Kushlan, J. A. and H. Hafner(2000) *Heron Conservation: Herons in East and South-east Asia*(Lansdown, R. V., T. Mundkw and L. Young). Academic Press, pp 73-98
- Kushlan, J. A. and J. A. H. Hancock(2005) *The Herons: Eastern Reef-Heron*. Oxford University Press, pp. 204-208.
- McKilligan, N.(2002) Aspects of the Breeding Biology of the Reef Egret *Egretta sacra*. *Corella* 26(1): 13-18.
- Oliver, L. A.(1948) *The Birds of Korea*. Cambridge, Mass, U.S.A., 42pp.
- Parsons, K. C. and J. Burger(1981) Nesting Growth in Early- and Late-Nesting Black-Crowned Night Herons. *Colonial Waterbirds* 4: 120-125.
- Ploger, B. J. and D. W. Mock(1986) Role of Sibling Aggression in Food Distribution to Nestling Cattle Egrets(*Bulbulcus ibis*). *The Auk*, 103: 768-776.
- Pratt, H. M. and D. W. Winkler(1985) Clutch Size, Timing of Laying, and Reproductive Success in a Colony of Great Blue Herons and Great Egrets. *The Auk*, 102: 49-63.
- Recher, H. F. and J. A. Recher(1972) The foraging behaviour of Reef Heron. *Emu* 72(3): 85-90.
- Recher, H. F.(1972) Territorial and agonistic behaviour of the Reef Heron. *Emu* 72(4): 126-130.
- Tremblay, J. N. and L. Ellison(1979) Effects of Human Distribution on Breeding of Black-Crowned Night Herons. *Auk*, 96: 364-369.
- Welty, J. C. and L. Baptista(1988). *The Life of Birds*. Harcourt College Publishers.
- Yoo, J. C.(1994) Clutch-size in birds: a window of evolution? *Kor. J. Orni.* 1: 105-113.