

쇠제비갈매기 *Sterna albifrons*의 과산란 및 이종 알 혼합 둥지 생성 원인으로서는 알 회수 행동

김정훈^{1,2} · 남형규¹ · Graham R. Fulton³ · 유정철^{1*}

¹경희대학교 한국조류연구소 · 생물학과, ²한국해양연구원 부설 극지연구소,

³School of Natural Sciences, Centre for Ecosystem Management, Edith Cowan University

Egg Retrieval as a Source of Nests with Supernormal and Mixed Egg Clutch in Little Terns *Sterna albifrons*

Kim, Jeong-Hoon^{1,2}, Hyung-Kyu Nam¹, Graham R. Fulton³ and Jeong-Chil Yoo^{1*}

¹Korea Institute of Ornithology and Department of Biology, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

²Korea Polar Research Institute, KORDI Songdo Techno Park, 7-50 Songdo dong, Incheon 406-850, Korea

³School of Natural Sciences, Centre for Ecosystem Management, Edith Cowan University, 100 Joondalup Drive, Joondalup, WA 6027, Australia

ABSTRACT: Ten supernormal clutches of little terns *Sterna albifrons* and seven clutches having mixed eggs by little terns and kentish plovers *Charadrius alexandrinus* were recorded during the breeding seasons of 2003~2005 at Ganwol lake, Hongsung-gun, Chungcheongnam-do, Korea. The frequency of egg retrieval by Little Terns was higher after the second egg laying regardless of the clutch size and incubation stage. The frequency of egg retrieval was high at all incubation stage. When experimental eggs were placed within 15 cm from the nests, the percentage of egg retrieval was highest (almost 100%). However the percentage dropped rapidly over 35~55 cm range and finally to zero at 60 cm distance. Little terns retrieved all kinds of eggs set near their nests regardless of its kind or size. This study suggests that egg retrieval by little terns may be a source of the nest with supernormal and mixed egg clutch observed in this species.

Key words: Egg retrieval, Little tern *Sterna albifrons*, Nest with mixed egg clutch, Nest with supernormal clutch

서 론

한 둥지에 그 종의 일상적인 한 배 산란수보다 많은 알이 발견되는 과산란수(supernormal clutch)의 둥지 생성은 갈매기류(Conover 1984a,b) 및 제비갈매기류(Penland 1984)에서 잘 알려진 현상이다. 과산란수의 둥지는 알 회수 행동(egg retrieval behaviour) (Shugart 1980), 탁란(brood parasitism)(Conover et al. 1979), 일부다처제(polygyny)(Conover et al. 1979, Kovacs and Ryder 1983, Lagrenade and Mousseau 1983) 및 암컷끼리 짝짓기(female-female paring)(Hunt and Hunt 1977, Conover et al. 1979, Ryder and Somppi 1979, Shugart 1980, Conover 1983, Kovacs and Ryder 1983) 등에 의해 생성된다고 제안되었다.

이 중 알 회수 행동은 둥지를 이탈한 알을 부리를 이용하여 자신의 둥지로 되돌려 놓는 선천적인 행동 패턴이며 Lorenz and Tinbergen(1939)에 의해 처음으로 알려졌다. 알 회수 행동은 평지에서 번식하는 조류에게서 흔히 나타나는 행동으로 clapper

rails(Kosten 1982), greylag geese(Lorenz and Tinbergen 1939), blue geese(Prevett and Prevett 1973), Canada geese(Duncan 1984)등의 조류에서 확인되었다. 특히 홍수나 폭풍 등에 의해 산란기 및 포란기에 알 손실이 큰 조류는 알 회수 행동이 적응의 한 수단으로 발전하였을 것이다(Kosten 1982).

쇠제비갈매기의 번식지는 주로 해안이나 강 하구의 모래섬이기 때문에 홍수나 바람 등에 의한 알 손실이 발생하므로(Hong 1997) 이들의 번식 집단에서도 자신의 알을 보존하기 위해 알 회수 행동이 나타날 가능성이 있으며, 이러한 행동 특성은 동종의 알뿐 아니라 다른 종의 알을 자신의 둥지로 편입할 수 있는 가능성도 있다. 또한 다른 종의 알뿐 아니라 알과 비슷한 자갈을 둥지에 편입하는 예(Mellink 2002)도 보고된 바 있으므로 이종 알 혼합 둥지 역시 알 회수 행동 관점에서 조사할 필요가 있다.

본 연구에서는 쇠제비갈매기 *Sterna albifrons*의 알 회수 행동이 과산란수의 둥지 및 이종 알과 혼합 둥지를 생성할 수 있는 가능성을 실험하고자 한다.

* Corresponding author; Phone: +82-2-961-0849, e-mail: jcyoo@khu.ac.kr

조사 지역 및 방법

조사지 개황

본 연구는 충남 홍성군 서부면 간월호 내의 모래섬 (36° 37' 01" N, 126° 27' 40" E)에서 수행되었다. 쇠제비갈매기의 번식군집이 형성된 모래섬의 면적은 약 0.07 km²이며, 검은머리물떼새 *Haematopus ostralegus*, 꿩 *Phasianus colchicus*, 흰뺨검둥오리 *Anas poecilorhyncha* 및 흰물떼새 *Charadrius alexandrinus*가 같이 번식하는 지역이다(김 등 2004).

과산란 및 이종 알 혼합 등지 수 조사

과산란 및 이종 알 혼합 등지 수 조사는 2003, 2004 및 2005년의 번식기에 수행되었다. 쇠제비갈매기의 일반적인 한 배 산란수는 2~3개이므로(Hong 1997) 한 등지에서 4개 이상의 알이 관찰되며, 무늬 및 바탕색이 이질적인 알의 무리로 구성된 등지를 과산란수의 등지로 간주하였다. 또한 흰물떼새와의 혼합 알 등지는 한 등지 내에 두 종의 알이 모두 관찰된 등지(Shy 1982)로 간주하였다.

알 회수 행동 실험

알 회수 행동 실험은 2004년의 예비 조사의 자료를 토대로 2005년에 수행되었다.

산란 단계에 따른 알 회수 행동의 빈도를 비교하기 위해 산란 직후 및 산란된 알의 수가 증가할 때마다 실험을 실시하였다. 실험 알은 등지에서 10 cm의 거리에 두고 부모의 알 수용 여부를 조사하였다. 실험은 한 배 산란수가 2개인 27등지, 3개인 36등지를 대상으로 수행되었다. 알 회수 행동은 홍수 시에 침수되어 포기된 쇠제비갈매기 알을 사용하여 실험하였다. 산란 순서에 따른 알 회수 행동의 빈도 차이는 binomial test를 이용하여 검증되었다.

포란 기간이 경과할수록 자신의 알과 한 배 산란수를 인지하는 능력이 향상되는지 확인하기 위해 포란을 개시한지 0~3일, 4~7일, 8~11일, 12일 이상이 경과된 등지를 대상으로 알 회수 행동을 실험하였다. 실험 알은 산란 단계에 따른 알 회수 행동 조사와 같이 등지에서 10 cm의 거리에 두고 부모의 알 수용 여부를 조사하였다. 각 포란 단계에 그룹간의 알 회수 행동 빈도 비교는 χ^2 -test로 검증되었다.

여러 연구자에 의해 조류의 알 회수 행동이 보고되고는 있으나, 번식 개체가 등지에서 이탈한 알을 자신의 알로 인지하여 수용하는 거리에 대한 실험적인 검증은 수행된 바 없었으므로, 본 조사에서는 쇠제비갈매기가 자신의 알을 인지하는 거리를 조사하기 위해 54개 등지를 대상으로 등지에서 5 cm 간격으로 거리를 늘려가면서 알 수용 여부를 조사하였다. 알 회수 행동은 부리를 사용해 알을 자신의 등지로 끌어당기는 행동이므로 등지에서 알까지의 거리에 따른 알 회수 행동 빈도 조사는 쇠제비갈매기의 두취장(nape)(6.3 ± 0.22 cm, n=79)(미발표 자료)을 고려하여 포란 자세에서 즉시 알을 회수할 수 있는 5 cm 거

리에서부터 수행되었다. 본 연구에서는 알이 수용되면 5 cm의 거리씩 증가시켜 실험 알을 옮겨 놓았으며 24시간 이상 알을 수용하지 않았을 때 실험을 중지하고 알 회수가 중지된 이전의 거리를 그 개체의 알 수용 거리로 기록하였다(예, 등지에서 5 cm 떨어진 거리에서 실험 알이 수용되면 5 cm의 거리를 늘여 10 cm 거리에 알을 배치한 후 수용 여부를 조사하고, 이러한 과정은 알의 수용이 멈출 때까지 수행되었으며 만일 60 cm에서 알 수용이 중지되면 55 cm를 알 인지거리로 산정함).

이종 알 회수 행동

이종 알 혼합 등지가 알 회수 행동에 의해 생성될 수 있는 가능성을 조사하기 위해 홍수로 침수되어 포기된 검은머리물떼새, 흰물떼새, 꿩 및 흰뺨검둥오리의 알을 대상으로 알 회수 행동 실험을 수행하였다. 이종 알 회수 실험 결과는 2004년과 2005년의 조사 자료를 분석한 것이다. 실험에 사용된 알들은 모두 본 조사 지역에서 번식하는 조류의 알이었으며(김 등 2004), 홍수 등의 요인으로 쇠제비갈매기 등지 인근으로 옮겨질 수 있어 이들 알로 인한 이종 알 혼합 등지가 형성될 가능성이 있다. 쇠제비갈매기의 알과 이종 알의 크기를 비교하기 위해 디지털 캘리퍼스(Mitutoyo INC, CD-20P, 측정 범위 0.01 mm)를 사용하여 실험에 사용된 각 종의 알 길이와 폭을 측정하였다.

산란 및 포란 단계에 따른 알 회수 행동과 이종 알 회수 행동 조사는 알 회수율이 높으면서 적극적인 알 회수 행동을 보이는(알 회수를 위해 등지 밖으로 이동) 최소 거리인 10 cm 거리에서 수행되었다(2004년 예비 조사).

결 과

과산란수의 등지 및 흰물떼새 알과의 혼합 등지

본 조사지에서 확인된 과산란수의 등지는 2004년에 4개, 2005년에 6개 등 총 10개였다(Table 1). 쇠제비갈매기의 알과 흰물떼새의 알이 혼합되어 있는 등지는 2003년에 2개, 2004년에 2개, 2005년에 3개 등 총 7개였다(Table 1). 혼합 등지 중 쇠제비갈매기가 포란하는 등지는 2003, 2004에 각각 1등지, 2005년에 2등지였으며, 나머지 3 등지는 흰물떼새가 포란하는 등지였다.

산란 및 포란 단계에 따른 알 회수 행동

쇠제비갈매기의 알 회수 행동은 포란 개시 이후 높게 나타나

Table 1. The number of nest with supernormal clutches of littler terns and mixed species clutches with kentish plover eggs

Year	2003	2004	2005	Total
Supernormal clutch	0	4	6	10
Little tern + kentish plover	2	2	3	7

는 경향을 보였다.

한 배 산란수가 2개인 둥지에서는 첫 산란 직후의 알 회수 행동 빈도가 낮았으나(Binomial test, $p < 0.01$) 두 번째 산란 후에는 높게 나타났다(Binomial test, $p < 0.001$)(Table 2). 한 배 산란수가 3개인 둥지에서도 첫 번째 산란 직후에는 낮은 알 회수 행동의 빈도를 보였으나 두 번째 및 세 번째 산란 후에는 높은 빈도를 보였다(Binomial test, $p < 0.001$)(Table 3).

포란 단계에 따른 알 회수 행동 빈도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며(χ^2 test, $\chi^2 = 2.271$, $df = 3$, ns)은 모든 포란 단계에서 매우 높은 빈도의 알 회수 행동을 보였다(Fig. 1).

Table 2. Frequency of egg retrieval in 2-egg clutches by little terns in relation to laying sequence

Laying sequence	Accept	Neglect	p^*
First	6	21	<0.01
Second	24	3	<0.001

*Binomial test.

Table 3. Frequency of egg retrieval in 3-egg clutches by little terns in relation to laying sequence

Laying sequence	Accept	Neglect	p^*
First	5	31	<0.001
Second	32	4	<0.001
Third	36	0	<0.001

*Binomial test.

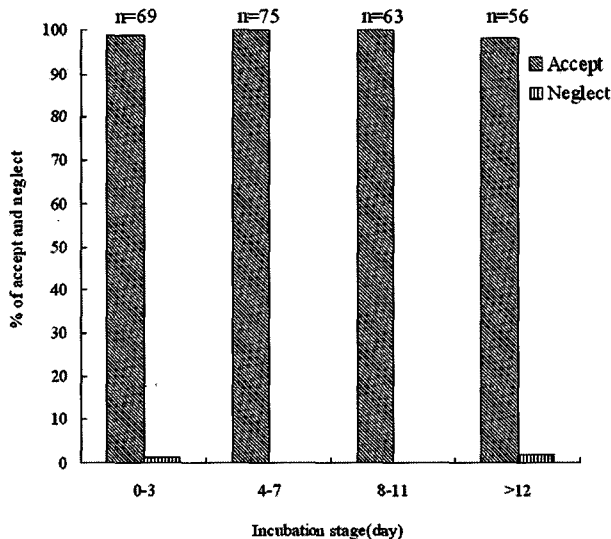


Fig. 1. Percentage of egg retrieval relative to incubation stages (χ^2 test, $\chi^2 = 2.271$, $df = 3$, ns).

둥지에서 알까지의 거리에 따른 알 회수 행동의 빈도 변화

쇠제비갈매기는 둥지에서 약 15 cm 이내에 놓여진 알에 대해서 높은 알 회수 행동 비율을 보였으나 15 cm 이상의 거리에서는 회수 행동의 비율이 급격히 낮아지는 경향을 보였다(Fig. 2). 특히 35 cm 이상의 거리에서는 그 비율이 급격히 낮아졌다(Fig. 2). 본 실험에서 쇠제비갈매기가 자신의 둥지로 알을 끌어 들인 최대거리는 55 cm였고 그 이상의 거리에서는 알 회수 행동을 보이지 않았다(Fig. 2).

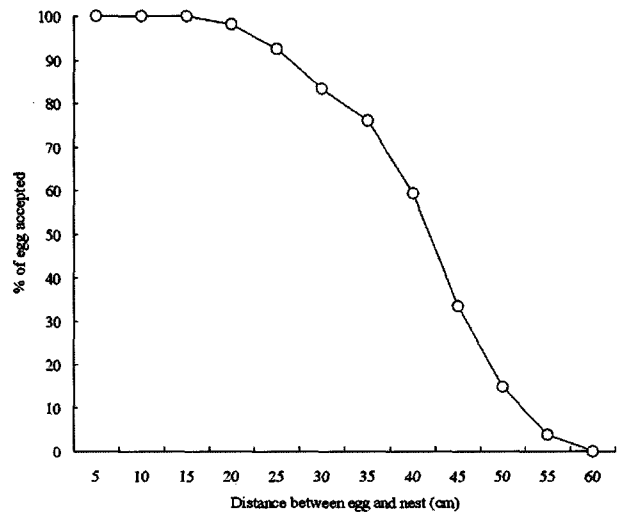


Fig. 2. Changes in percentage of egg retrieval in relation to the distance between eggs and nests ($n = 54$).

쇠제비갈매기의 이중 알 회수 행동

쇠제비갈매기는 알의 종류 및 크기와 관계없이 둥지 주변의 알을 회수하는 경향을 보였다. 실험에 사용된 다른 종의 알은 모두 본 조사 지역에서 번식하는 조류의 알들로 흰물떼새의 알(길이 32.30 ± 0.72 mm, 폭 22.87 ± 0.87 mm)은 쇠제비갈매기의 알(길이 31.70 ± 1.03 mm, 폭 23.87 ± 0.50 mm)과 크기가 유사했으나 검은머리물떼새(길이 58.41 ± 1.03 mm, 폭 37.58 ± 0.22 mm), 흰뺨검둥오리(길이 54.38 ± 0.87 mm, 폭 41.50 ± 2.08 mm) 및 꿩의 알(길이 48.54 mm, 폭 36.72 mm)은 상대적으로 큰 알들이었다(Table 4). 쇠제비갈매기는 자신의 알과 크기가 유사한 흰물떼새의 알(Binomial test, $p < 0.001$) 뿐만 아니라 상대적으로 큰 검은머리물떼새($p < 0.001$), 꿩($p < 0.005$) 및 흰뺨검둥오리의 알($p < 0.01$)을 자신의 둥지로 편입하는 빈도도 높았다(Table 5).

고 찰

본 조사지에서 확인된 과산란수의 둥지 내의 알이 무늬 및 색의 특성으로 두 그룹으로 구분되는 것으로 보아 이들 알은 두 암컷에 의해 산란된 것으로 보인다. 그러나 암컷끼리 짝짓기 또는 중내 탁란에 의한 과산란수의 둥지의 형성은 확인하지

Table 4. Egg size (mean±sd) of little terns and different species' egg used in the egg retrieval experiment

Species (egg)		n	Length (mm)	Breadth (mm)
Little tern	<i>Sterna albifrons</i>	558	31.70±1.03	23.87±0.60
Eurasian oystercatcher*	<i>Haematopus ostralegus</i>	3	58.41±0.78	37.58±0.22
Kentish plover*	<i>Charadrius alexandrinus</i>	5	32.30±0.72	22.87±0.87
Ring-necked pheasant*	<i>Phasianus colchicus</i>	1	48.54	36.72
Spot-billed duck*	<i>Anas poecilorhyncha</i>	4	54.38±0.87	41.50±2.08

*Eggs used in the egg retrieval experiment.

Table 5. The frequency of egg retrieval for different species' eggs by little terns

Species (egg)		Accept	Neglect	p*
Eurasian oystercatcher	<i>Haematopus ostralegus</i>	22	3	<0.001
Kentish plover	<i>Charadrius alexandrinus</i>	36	0	<0.001
Ring-necked pheasant	<i>Phasianus colchicus</i>	14	2	<0.005
Spot-billed duck	<i>Anas poecilorhyncha</i>	21	6	<0.01

*Binomial test.

못하였다.

과산란수의 둥지는 번식군집의 밀도 의존적으로 나타나는 현상인 것으로 보인다. 과산란 둥지가 관찰되지 않았던 2003년의 총 둥지 수(219 둥지)는 2004년(516 둥지) 및 2005년(481 둥지)의 둥지 수보다 적었기 때문이다(미발표 자료). 농업기반공사와 현대 아산 영농 조합간의 수문 관리 이전이 논의되던 2003년에는 수문 개폐 조절이 원활히 이루어지지 않았다. 이 시기에는 적은 양의 강수에도 수위 변동이 컸으며 집단으로 둥지가 생성되던 시기에 비가 내려 이때 생성된 둥지의 약 65.8%가 홍수로 유실되어 총 둥지수가 다른 두 해에 비해 적었다(미발표 자료). 또한 번식 기간(번식 군집의 첫 산란일부터 번식지를 떠나는 날까지)도 다른 두 해에 비해 짧았다(2003년 46일; 2004년 68일; 2005년 62일)(미발표자료). 그러나 2004년과 2005년 번식기에는 수문 조절이 비교적 원활하게 진행되었으므로 번식군집 형성에 내린 비에 의한 홍수 피해는 2003년보다 적었다.

본 조사지에서는 쇠제비갈매기의 알과 흰불떼새의 알이 혼합된 둥지도 확인되었다. 과산란수의 둥지 생성이 암컷끼리 짝짓기 또는 종내 탁란에 등에 의한 것으로 추측될 수도 있겠으나 두 종의 알이 혼합된 둥지 형성은 설명하지 못한다. 그래서 본 조사에서는 알 회수 행동의 관점에서 과산란 및 이종 혼합 알 둥지의 생성 가능성을 검증하고자 하였다.

알 회수 행동은 쇠제비갈매기에게 매우 일상적인 행동이었다. 학습에 의한 알 인지 가설(Hypothesis of egg recognition)에 의하면 알 인지 능력은 번식기 후반으로 갈수록 증대된다(Tschanz 1959, Victoria 1972, Rothstein 1974). 그러나 쇠제비갈매기의 알 회수 행동은 모든 포란 기간 동안 높은 빈도를 나타냈다(Fig. 1). 이러한 결과는 쇠제비갈매기의 포란 기간 중에 알이 이탈할 가능성이 많은 환경에서 번식해 온 종이기 때문에 부화할 때까지 알 회수 행동이 지속되는 것으로 보인다. 쇠제비갈매기의 둥지는 재료가 거의 사용되지 않고 모래땅을 2 cm 정도 깊이로 파낸 단순한 구조이므로(현지 조사) 바람 등의 환경적 요인에 의해 알이 이탈할 가능성이 높다. 본 조사에서는 바람에 의한 알 손실을 확인하지 못하였으나, Hong(1997)에 의하면 낙동강 하구에서 번식하는 쇠제비갈매기 알의 12.3%(1995년) 및 2.8%(1996년)가 바람에 의해 손실된 예가 있다. 이러한 환경에서 포란 기간 동안 지속되는 높은 알 회수 행동 빈도는 자신의 알을 인지하지 못하는 부적응적(maladaptation) 행동으로 볼 수도 있으나(Conover 1985), 바람이나 홍수 등의 기후 요인에 노출되어 있는 쇠제비갈매기의 번식지인 모래섬에서 발생하는 빈번한 알의 이탈에 대응한 적응의 행동으로도 볼 수도 있을 것이다.

본 조사에서 쇠제비갈매기의 알 회수 행동은 산란 단계에 따라 차이를 나타냈다. 한 배 산란수가 2개인 둥지 및 3개인 둥지에서 첫 번째 산란 후의 알 회수 빈도는 두 번째 및 세 번째 산란 이후의 알 회수 행동 빈도보다 낮았다(Table 2 및 3). 이는 한 배 산란수가 2개인 둥지와 3개인 둥지에서 모두에서 두 번째 산란 후 포란하는 특성에서 기인된 것으로 보인다(현지 조사).

쇠제비갈매기는 둥지에서 최대 55 cm 떨어진 알을 회수하는 것으로 나타났고, 알과 둥지간의 거리가 멀어지면서 빈도가 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2). 본 번식지에서의 둥지 간 평균 거리가 약 2 m였으므로 이웃 둥지의 알을 자신의 알로 인지하며 끌어들이어서 과산란수의 둥지를 생성할 확률은 낮을 것으로 생각된다. 그러나 실제 둥지간 거리가 불과 37 cm인 경우에 한 쪽 둥지의 알이 다른 쪽 둥지로 편입되어 과산란수의 둥지가 형성되는 예가 한 차례 확인되었기 때문에 이웃 둥지에 대해 자신의 둥지영역을 충분히 확보하지 못한 경우에 과산란수의 둥지가 생성될 수 있는 가능성을 보였다.

과산란수의 둥지가 종내 또는 종간 탁란에 의해 생성되었다면 탁란 전략상 기생자의 알은 숙주의 알보다 먼저 깨어나야 한다(Briskie and Sealy 1990, Kattan 1995, Krüger and Davies 2002). 그러나 과산란수의 둥지에서 초과된 알들은 그 둥지의 산란이 끝난 후 5일에서 8일 사이에 증가된 알들이었다. 이들 둥지에서는 늦게 유입된 알에서 부화된 알의 새끼들이 일찍 부

화된 둥지 주인의 새끼에게 경쟁에서 밀릴 가능성이 매우 높을 것이다. 갈매기류 또는 제비갈매기류에서 탁란된 알이 본 주인의 알보다 포란기간이 짧다는 증거는 알려진 바 없으며 이러한 현상이 나타나더라도 탁란된 알은 본 조사에서 나타난 5~8일 이상을 단축할 수는 없을 것이라 생각된다. 따라서 본 조사지에서 나타난 과산란수의 둥지는 다른 제비갈매기류에서 알려진 탁란(caspian tern, Rockwell 1911) 및 암컷끼리 짝짓기(black tern, Conover 1983)에 의한 것이라기보다는 우연한 사고에 의해 이탈한 알이 다른 둥지 인근에 유입되거나 이웃 둥지에 가깝게 둥지를 지었을 때 생성된 것으로 보인다. 특히 다른 곳에서 유입된 알이나 이웃의 둥지가 자신의 둥지영역(본 조사에서는 반경 55 cm 이내) 내에서 발견되면 자신의 알로 인지하여 회수하는 것으로 사료된다.

이종 알 혼합둥지의 생성 역시 알 회수 행동에서 기인된 것으로 사료된다. 이종 알 혼합 둥지가 중간 탁란에 의한 것이라면 탁란된 새끼는 위탁 부모의 양육에 의한 이득이 있어야 한다. 그러나 부모가 먹이를 공급해야 하는 반 조숙성 조류(semiprecocials)인 쇠제비갈매기와 부화 후 스스로 먹이를 구하는 조숙성(precocials) 조류인 흰물떼새는 부모의 육추기 행동이 다르다. 따라서 쇠제비갈매기의 둥지에서 흰물떼새의 알이 부화하더라도 육추기의 부모와 새끼의 중간 행동 양식의 차이로 이들을 키워내지 못할 것이다. 쇠제비갈매기가 흰물떼새의 둥지에 탁란하더라도 결과는 같을 것이다. 2002년에 본 조사지에서 촬영된 비디오 자료에 의하면 흰물떼새의 둥지에서 부화된 쇠제비갈매기 새끼가 아사(starvation)한 예가 있었기 때문이다(DMZ-wild사의 비디오 자료, 2002년 촬영). 따라서 본 조사지에서 나타나는 이종 알 혼합둥지는 의도된 중간 탁란과는 거리가 먼 것으로 보이며 알 회수 행동에 의해 생성되었을 가능성이 있다. 2004년에 쇠제비갈매기의 둥지보다 낮은 곳에 위치한 흰물떼새의 둥지(알에 둥지 번호 및 산란 순서 기재됨)가 침수된 이후 하나의 알이 쇠제비갈매기의 둥지 내에서 관찰된 사례가 있었다. 이는 침수된 둥지의 알이 파도에 밀려 쇠제비갈매기의 둥지 인근으로 이동되었을 때 쇠제비갈매기가 흰물떼새의 알을 자신이 둥지로 편입시켜서 이종 알 혼합둥지가 생성된 것으로 생각된다. 또한 쇠제비갈매기들은 종 및 크기와 관계없이 둥지 주변의 모든 알을 회수하는 행동을 보였다. 위의 결과는 본 조사지에서 번식하는 모든 종의 알들로 이종 알 혼합 둥지를 생성될 수 있는 잠재적인 가능성을 보여준다.

적 요

2003~2005년의 쇠제비갈매기 *Sterna albifrons*의 번식기 동안 충남 홍성군 간월호의 번식군집에서 총 10개의 과산란수의 둥지(nest with supernormal clutch)와 7개의 이종 알 혼합 둥지(nests with mixed species clutch, 쇠제비갈매기와 흰물떼새의 알이 혼합된 둥지)가 관찰되었다. 쇠제비갈매기의 알 회수 행동은 한 배 산란수와 관계없이 두 번째 알 산란 이후 높은 빈도를

보였다. 알 회수 행동은 모든 포란 단계에서 매우 높은 빈도로 나타났다. 쇠제비갈매기는 둥지에서 약 15 cm 떨어진 알에 대하여 높은 알 회수 행동 비율을 보였으나 35~55 cm의 거리에서 급격히 감소하였고 60 cm 거리에서는 알 회수 행동이 나타나지 않았다. 쇠제비갈매기는 알의 종류 및 크기와 관계없이 둥지 인근에 배치된 알들을 자신의 둥지로 편입시키는 행동을 보였다. 본 조사 결과는 쇠제비갈매기의 알 회수 행동이 과산란수의 둥지 및 이종 혼합 둥지를 생성할 가능성이 있음을 시사한다.

인용문헌

- 김정훈, 김동원, 박수인, 유정철. 2004. 조류 서식지로서 충남 간월호 내 모래섬들의 중요성. 한국자연보존연구지 2: 1-27.
- Briskie JV, Sealy SG. 1990. Evolution of short incubation periods in the parasitic cowbirds, *Molothrus* spp. Auk 107:789-794.
- Conover MR. 1983. Female-female pairings in Caspian Terns. Condor 55: 346-349.
- Conover MR. 1984a. Frequency, spatial distribution, and nest attendants of supernormal clutches in Ring-billed and California Gull colonies. Condor 86: 467-471.
- Conover MR. 1984b. Occurrence of supernormal clutches among the Laridae. Wilson Bull 96: 249-267.
- Conover MR. 1985. Foreign objects in bird nests. Auk 102: 696-700.
- Conover MR, Miller DE, Hunt GL Jr. 1979. Female-female pairings and other unusual reproductive associations in Ring-billed and California Gulls. Auk 96: 6-9.
- Duncan DC. 1984. Egg retrieval by Canada Geese: Apparent interspecific retrieval and tests of egg displacement. Auk 101: 886-887.
- Hong S-B. 1997. Fauna of water birds and breeding behavior of Little Tern and Kentish Plover in the Nakdong Estuary, R.O. Korea. Ph. D. Thesis. Hokkaido Univ. Hokkaido. 41p.
- Hunt GL Jr, Hunt MW. 1977. Female-female pairing in Western Gulls (*Larus occidentalis*) in Southern California. Science 7: 1466-1467.
- Kattan GH. 1995. Mechanisms of short incubation period in brood-parasitic cowbirds. Auk 112: 335-342.
- Kosten PA. 1982. Egg retrieval by clapper rails. J Field Ornithol 53: 274-275.
- Kovacs KM, Ryder JP. 1983. Reproductive performance of female-female pairs and polygynous trios of Ring-billed Gulls. Auk 100: 658-669.
- Krüger O, Davies NB. 2002. The evolution of cuckoo parasitism: a comparative analysis. Proc R Soc Lond 269: 375-381.
- Lagrenade M-C, Mousseau P. 1983. Female-female pairs and polygynous associations in a Québec Ring-billed Gull Québec colony. Auk 100: 210-212.
- Lorenz K, Tinbergen N. 1939. Taxis und Instinkthandlung in der Eirollbewegung der Graugans. I.Z. Tierpsychol 2: 129.
- Mellink E. 2002. Pseudo-eggs of Brown *Sula leucogaster* and Blue-footed *S. nebouxii* Boobies in the Gulf of California, Mexico. Marine Ornithol 30: 43-44.
- Penland ST. 1984. An alternative origin of supernormal clutches in Caspian Terns. Condor 86: 496.
- Prevett JP, Pevett LS. 1973. Egg retrieval by Blue Geese. Auk 90: 202-204.
- Rockwell RB. 1911. Notes on the nesting of forster and black terns in

- Colorado. Condor 13: 57-63.
- Rothstein SI. 1974. Mechanisms of avian egg recognition: possible learned and innate factors. Auk 91: 796-807.
- Ryder JP, Somppi PL. 1979. Female-female pairing in Ring-billed Gulls. Auk 96: 1-5.
- Shugart GW. 1980. Frequency and distribution of polygyny in Great Lakes Herring Gulls in 1978. Condor 82: 426-429.
- Shy MM. 1982. Interspecific feeding among the birds: a review. J Field Ornithol 53: 370-393.
- Tschanz B. 1959. Zur Brutbiologie der Trottellumme (*Uria aalge aalge* Pont.). Behaviour 14: 1-10.
- Victoria JK. 1972. Clutch characteristics and egg discriminative ability of the African Village Weaverbird *Ploceus cucullatus*. Ibis 114: 367-776.

(2006년 10월 26일 접수; 2006년 12월 18일 채택)