

Article

남극 킹조지 섬의 바톤 및 위버 반도에서 번식하는
도둑갈매기류의 둥지 분포김정훈¹ · 정호성² · 김지희² · 유정철^{1*} · 안인영²¹경희대학교 생물학과, 한국조류연구소
(130-701) 서울시 동대문구 회기동 1번지²한국해양연구원 부설 극지연구소
(425-600) 경기도 안산시 안산우체국 사서함 29호Nest Distribution of Skuas on Barton and Weaver Peninsulas of the
King George Island, the AntarcticJeong-Hoon Kim¹, Hosung Chung², Ji Hee Kim², Jeong-Chil Yoo^{1*}, and In-Young Ahn²¹Department of Biology, Korea Institute of Ornithology
Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea²Korea Polar Research Institute, KORDI
Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

Abstract : The ratio of breeding pairs of brown skuas (*Catharacta lonnbergi*), south polar skuas (*C. maccormicki*) and mixed species pairs between Barton and Weaver peninsulas remained the same (χ^2 -test, $\chi^2=0.503$, $df=2$, $p=0.778$). The nests of skuas were clustered on Barton, whereas they were distributed randomly on the Weaver peninsula. The distance between brown skua nests, and that of mixed species pair nests were longer than those of south polar skua nests. Brown skua nests were distributed along the coast. Whereas, the nests of mixed species pairs and south polar skuas were found more frequently inland (Kruskal-Wallis, $\chi^2=11.631$, $df=2$, $p<0.005$). There was no interspecific difference in the distances between skua nests and Penguin rookery at Barton (Kruskal-Wallis, $\chi^2=2.153$, $df=2$, $p=0.341$) or at King Sejong Station (ANOVA, $F=1.483$, $df=2$, $p=0.229$). In general, skuas prefer lower locales (<125 m above sea level) for their nest building sites. Brown skua nests were distributed mainly on the beach, whereas south polar skua were distributed on the predominant periglacial landforms and till areas (χ^2 -test, $\chi^2=24.988$, $df=8$, $p<0.005$).

Key words : 바톤 및 위버 반도(Barton and Weaver Peninsula), 갈색도둑갈매기(brown skua *Catharacta lonnbergi*), 남극도둑갈매기(south polar skua *C. maccormicki*), 이종혼합번식쌍(mixed species pair), 둥지 분포(nest distribution)

1. 서 론

남극도둑갈매기(*Catharacta maccormicki*)의 번식지는 남극대륙의 해안일대에 분포하는 반면 갈색도둑갈매기(*C.*

lonnbergi)는 아남극권의 도서지방에 분포하며 남쉐틀랜드 군도, 남오크니 군도 및 남극반도 일대 등에서는 두 종의 번식지가 중복된다(Devillers 1978; Hemmings 1984). 세 종기지가 세워진 남쉐틀랜드 군도 내 킹조지 섬의 바톤 반도 일대는 갈색도둑갈매기와 남극도둑갈매기의 번식지가 중복되는 지역이다(장 1999).

*Corresponding author. E-mail : jcyoo@khu.ac.kr

해양조류는 집단으로 번식함으로써 포식압을 낮추고 (Hamilton 1971) 먹이에 대한 정보를 얻는다(Ward and Zahavi 1973). 하지만 도둑갈매기류는 다른 종의 알과 새끼 뿐 아니라, 같은 도둑갈매기류의 알이나 새끼를 먹이로 이용하기(Voiter et al. 2003) 때문에 이웃 등지의 개체나 비번식 개체들은 번식 개체의 새끼나 알에 대한 잠재적인 포식자로서의 역할을 한다. 따라서 도둑갈매기류에서 번식밀도가 높을 때에는 집단번식으로 인해 얻는 이익보다 잠재적 포식자에 의한 포식위험이 더 커져서 번식비용이 더 높을 수 있다.

일반적으로 조류는 먹이가 풍부한 취식장소 인근에서 번식하는 경향이 있다(Ens et al. 1995). 번식기의 도둑갈매기류의 먹이는 펭귄류(Pietz 1987; Reinhardt et al. 2000), 바다제비류(Brooke et al. 1999; Reinhardt et al. 2000), 습새류(Reinhardt et al. 2000) 등이다. 갈색도둑갈매기는 다른 동물의 죽은 사체를 먹기도 하며, 다른 새들이 잡은 먹이를 빼앗아 먹는 절취기생에도 능할 뿐 아니라, 직접 다른 동물들의 어린 새끼 등을 잡아먹는다(Burton 1968a,b; Johnston 1973). 갈색도둑갈매기는 번식기에 펭귄이 집단적으로 번식하는 곳에 취식 영역권을 설정하며(Stonehouse 1956; Sladen 1958; Hahn and Peter 2003), 남극도둑갈매기는 펭귄이 모여 있는 곳과 해산물이 풍부한 장소에 번식지를 정한다(Ecklund 1961; Young 1963b; Müller-Schwarze and Müller-Schwarze 1973; Trillmich 1978; Hull et al. 1994; Norman et al. 1994). 남극에서 펭귄군서지는 번식기에 도둑갈매기의 주요한 먹이원을 제공해주므로, 펭귄 집단 번식지에 최적의 영역권을 설정한 개체는 그렇지 못한 개체에 비해 번식성공률이 높은 것으로 알려져 있다(Trillmich 1978; Trivelpiece et al. 1980). 따라서 도둑갈매기류의 등지는 펭귄 군서지 인근에 집중적으로 분포하는 특성을 보인다(Pezzo et al. 2001). 그러나 두 종의 번식지가 중복되는 곳에서는 남극도둑갈매기보다 몸집이 큰 갈색도둑갈매기(Peter et al. 1990; Hahn et al. 2003)가 펭귄 집단 번식지를 독점하며(Trivelpiece and Volkman 1982; Hemmings 1984; Pietz 1987), 남극도둑갈매기는 경쟁에 밀려 해양에서 먹이를 구한다(Pietz 1986, 1987). 또한 도둑갈매기류는 자연에서 얻는 먹이 뿐 아니라 인간활동의 부산물을 먹이원으로 이용하기도 하는데 일부 번식쌍들은 남극에 위치한 과학기지 인근에 등지를 짓고 먹이를 구한다(Wang and Peter 2004). 그러므로 남극에서의 인간의 활동은 도둑갈매기류의 분포에 영향을 미치는 요인의 하나로 작용하기도 한다(Hemmings 1990; Wang and Norman 1995, 1996).

본 연구의 목적은 세종기지가 위치한 바톤 반도와 그 인근의 위버 반도에서 번식하는 도둑갈매기류의 등지 공간 분포 유형분석과 등지분포에 영향을 줄 수 있는 요인으로

서 동종 및 이종 등지의 위치, 잠재적 취식장소의 위치 및 지형학적 특성과 등지분포와의 관계를 조사하는데 있다.

2. 조사지역 및 방법

본 조사는 남극의 하계기간인 2004년 12월 4일부터 2005년 1월 23일까지 남극 킹조지 섬(62°13'S, 58°47'W)의 바톤 반도와 위버 반도에서 수행되었다(Fig. 1). 바톤반도에는 갈색도둑갈매기, 남극도둑갈매기, 남극제비갈매기(*Sterna antarctica*), 큰폴마갈매기(*Macronectes giganteus*), 남방큰재갈매기(*Larus dominicus*) 등이 번식하며(장 1999) 펭귄마을에는 약 1400여쌍의 젠투펭귄(*Pygoscelis papua*)과 3000여쌍의 턱끈펭귄(*P. antarctica*)으로 구성된 집단번식지가 있으나(김 2002) 위버 반도에서의 조류에 관한 조사 자료는 거의 없다.

등지분포는 조사지역에서 기록된 각 등지의 GPS(Global Positioning System)좌표를 토대로 GIS(Geographic Information system)프로그램(ArcMap)으로 분석되었다. 바톤반도와 위버반도에 위치한 등지들의 공간 분포 패턴은 다음의 K-function으로 분석되었다. K-function은 한 등지로부터 반경 거리 h 내에 있는 평균 등지수를 나타내 주는데 모든 등지 각각으로부터 반경 거리 h 내에 있는 총 등지수의 합을 전체 등지수 및 등지밀도로 나눈 수치이다. K-function의 공식은 다음과 같이 정의한다.

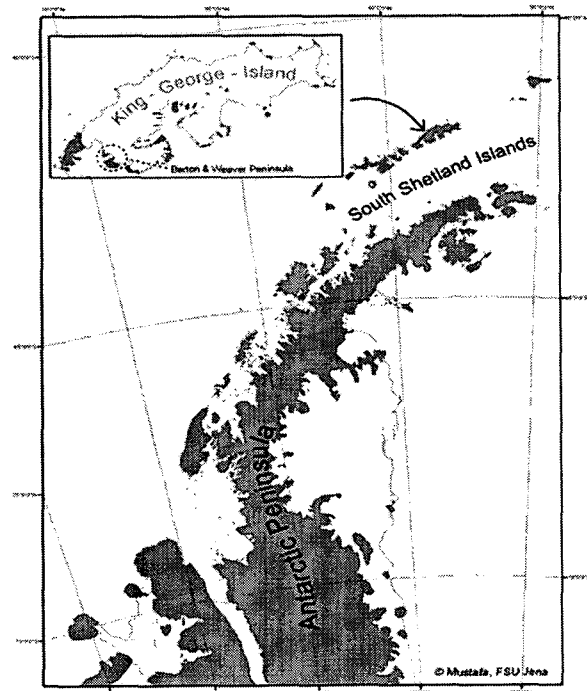


Fig. 1. The location of Barton and Weaver Peninsulas.

$$K(h) = \sum_i \sum_{j \neq i} \sigma_{ij}(h) / n\lambda$$

- n : 둥지수(Number of nests)
- x_i : 둥지 i 의 위치벡터(Locational vector of nest)
- λ : 둥지밀도(Point density(= n/A , A : the area of the region))
- h : 거리(Distance parameter)
- σ_{ij} : 이진 함수(Binary function)
- $\sigma_{ij}(h) = |x_i - x_j| \leq h$ 인 경우 1
- =그 외의 경우 0

$K(h)$ 의 수치가 95% 신뢰구간보다 높으면 집중분포, 신뢰구간 내에 위치하면 임의분포, 신뢰구간 이하이면 규칙분포임을 의미한다. 본 조사에서 둥지 간 평균 거리가 88.7 ± 69.5 m로 조사되었으므로 반경 100 m 이상의 $K(h)$ 수치로 둥지의 공간 분포 패턴을 결정하였다. 모든 둥지를 대상으로 공간 분포 패턴을 분석하였으나, 갈색도둑갈매기와 이종혼합번식쌍의 둥지수가 적었기 때문에 종별 비교분석은 하지 못했다.

부모의 둥지 장소 방어 영역 범위가 도둑갈매기류의 둥지분포에 미치는 영향을 조사하기 위해 한 둥지에서 이웃하는 동종 및 이종의 둥지까지의 최단거리를 산출하였다. 그리고 취식장소의 위치가 둥지 분포에 미치는 영향을 조사하기 위해 각 둥지에서 해안, 펭귄군서지 및 세종기지까지의 최단거리를 산출하였다. 남극도둑갈매기류는 주로 어류 및 크릴을 주식으로 하고, 갈색도둑갈매기들은 펭귄 집단 번식지의 알이나 새끼를 주식으로 하며 일부 도둑갈매기류는 세종기지에서 배출되는 음식쓰레기를 이용하므로 각각의 장소를 잠재적 취식장소로 선정하였다.

둥지간의 거리 및 한 둥지에서 취식장소까지의 거리는 각 둥지의 GPS좌표를 토대로 GIS프로그램(ArcMap)을 이용하여 산출하였다. 또한 도둑갈매기류가 둥지장소 선택 시 선호하는 지형학적인 특성을 조사하기 위해 둥지장소의 고도 및 지형에 따른 둥지분포를 분석하였다. 둥지장소의 지형학적 특성은 López-Martínez 외(2002)의 지질도를 참고하여 해변(Beaches), 중위 평원(Middle platforms and scarps, 약 25~60m의 높이), 상위 평원(Upper platforms and scarps, 약 68~105m의 높이), 빙퇴석지대(Till, glacial deposit), 주(周)빙하지형(Predominant periglacial landforms) 등으로 구분하였고, 둥지장소의 고도는 등고선을 참고하여 25 m 간격으로 산출하였다.

3. 결 과

두 반도 간 종별 번식쌍 비율

바톤 반도에는 11쌍의 갈색도둑갈매기, 86쌍의 남극도

Table 1. Area of snow free zone (km²), number of skua nests and nest density (nest/km²) of Barton and Weaver Peninsulas.

	Barton	Weaver
Area (km ²)	8.4	1.6
No. of nest	109	18
Density (nest/km ²)	13.0	11.3

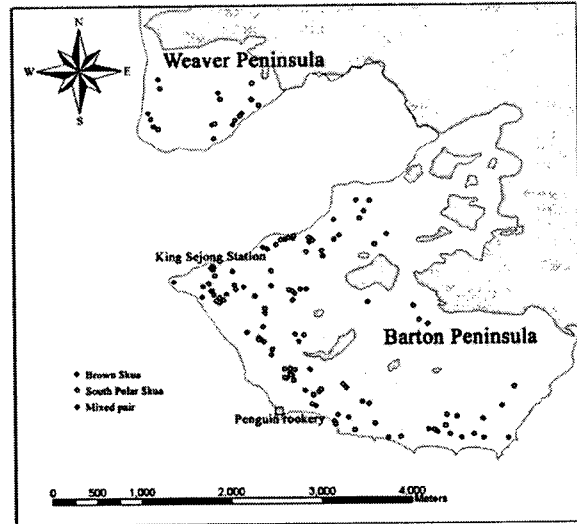


Fig. 2. Nest distribution of skuas on Barton and Weaver Peninsulas.

Table 2. Nest number of brown skuas, south polar skuas, and mixed species pairs of Barton and Weaver Peninsulas.

	Brown skua	South polar skua	Mixed pair	χ^2	df	p
Barton	11	86	12	0.502	2	0.778
Weaver	2	15	1			
Total	13	101	13			

도둑갈매기 및 12쌍의 이종혼합쌍(갈색도둑갈매기와 남극도둑갈매기 간) 둥지 등 총 109개의 둥지가 관찰되었고 (Table 2, Fig. 2), 위버 반도에는 2쌍의 갈색도둑갈매기, 15쌍의 남극도둑갈매기 및 1쌍의 이종혼합쌍 둥지가 관찰되었다(Table 2, Fig. 2). 바톤 반도에서의 둥지 밀도는 13.0둥지/km², 위버 반도에서의 둥지밀도는 11.3둥지/km²였다(Table 1). 그러나 두 반도 간 종별 번식쌍의 구성비는 유의한 차이가 없었다(χ^2 -test, $\chi^2=0.502$, $df=2$, $p=0.778$)(Table 2).

둥지의 공간 분포 패턴

위버 반도에 위치한 도둑갈매기류의 둥지들은 전체적으

로 임의분포 패턴을 보였지만(Fig. 2, 3b) 바톤 반도에 위치한 둥지들은 해안을 중심으로 집중분포 패턴을 보였다 (Fig. 2, 3a).

종내 및 종간 둥지 거리

갈색도둑갈매기(258.5 ± 149.6 m) 및 이중혼합번식쌍 ($351.4.8 \pm 264.1$ m)은 남극도둑갈매기(98.9 ± 76.0 m)에 비

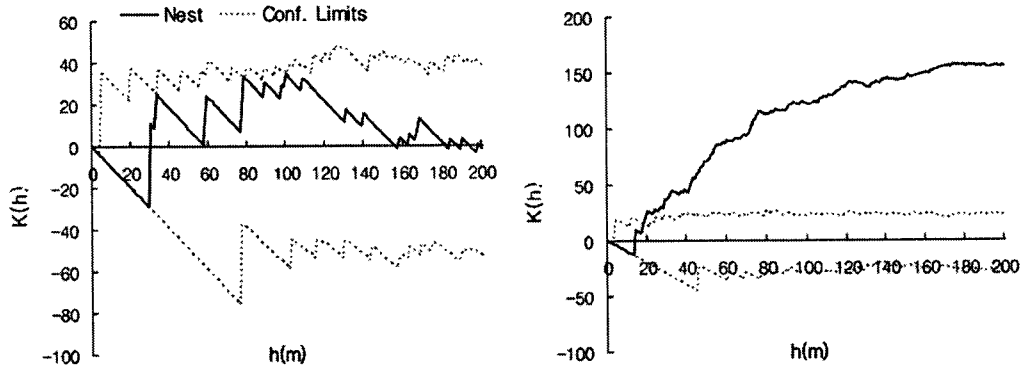


Fig. 3. Spatial patterns of skua nests of Barton and Weaver Peninsulas.

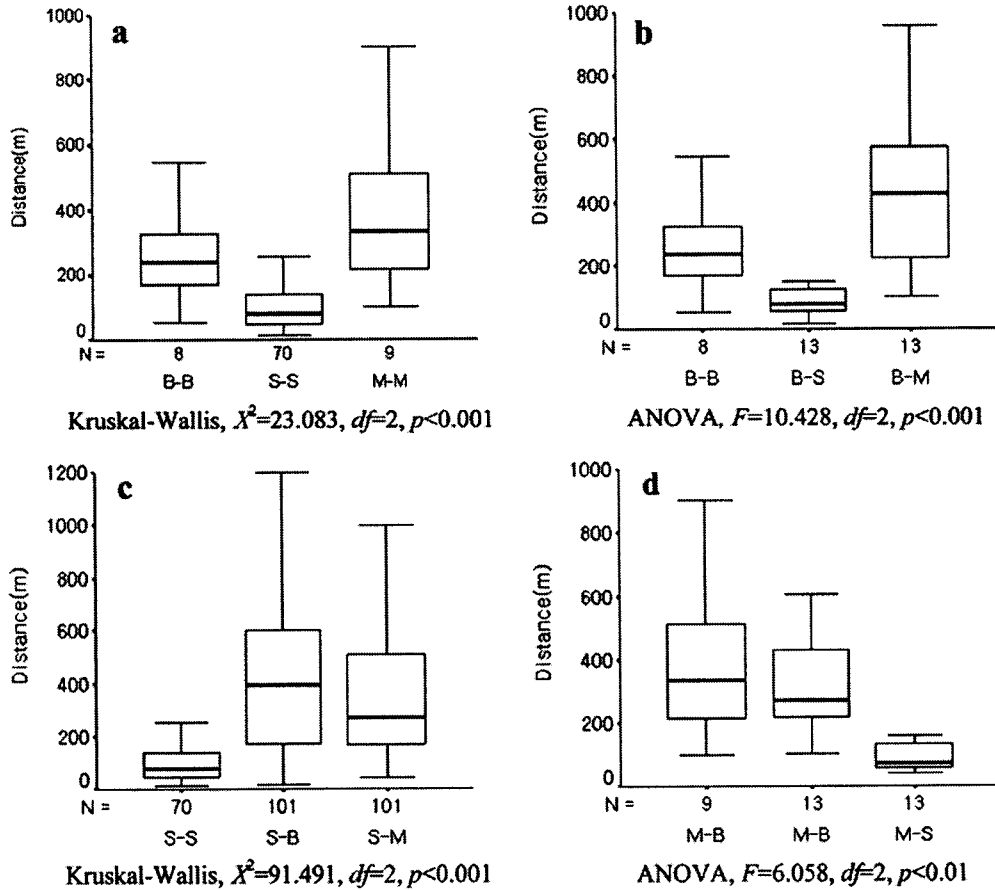


Fig. 4. The distance between skua nests (a - between intraspecific nests; b - from brown skua nests to south polar skua nests and mixed pairs nests; c - from south polar skua nests to brown skua nests and mixed pair nests; d - from mixed pair nests to brown skua and south polar skua nests).

*B - brown skua, S - south polar skua, M - mixed species pair

해 동종과 멀리 떨어져 둥지를 짓는 것으로 나타났다 (Kruskal-Wallis, $\chi^2=23.083$, $df=2$, $p<0.001$)(Fig. 4a).

갈색도둑갈매기는 남극도둑갈매기 둥지(106.8 ± 84.2 m) 보다는 배우자 중 하나가 갈색도둑갈매기로 구성된 이중혼합번식쌍(454.8 ± 278.8 m) 및 동종인 갈색도둑갈매기(258.5 ± 149.6 m)의 둥지와 먼 거리를 두고 둥지를 지었다(ANOVA, $F=10.428$, $df=2$, $p<0.001$)(Fig. 4b).

남극도둑갈매기는 갈색도둑갈매기(434.4 ± 311.8 m) 및 이중혼합쌍의 둥지(360.7 ± 273.7 m)에서 보다는 동종인 남극도둑갈매기 둥지로부터 가까운 곳에 둥지를 지었다 (Kruskal-Wallis, $\chi^2=91.491$, $df=2$, $p<0.001$)(Fig. 4c).

이중혼합번식쌍은 갈색도둑갈매기에서처럼 남극도둑갈매기 둥지(109.4 ± 92.7 m) 보다는 이중혼합번식쌍(351.4 ± 264.1 m) 및 갈색도둑갈매기(343.3 ± 216.6 m)의 둥지와 먼 거리를 두고 둥지를 지었다(ANOVA, $F=6.058$, $df=2$, $p<0.01$)(Fig. 4d).

둥지에서 잠재적 취식장소까지의 거리

갈색도둑갈매기의 둥지(139 ± 82.2 m)는 남극도둑갈매기(320 ± 266.1 m) 및 이중혼합쌍의 둥지(208 ± 158.9 m)에 비해 해안가 인접한 곳에 분포하는 특성을 보였다 (Kruskal-Wallis, $\chi^2=11.631$, $df=2$, $p<0.005$) (Fig. 5a). 그러나 둥지에서 펭귄 집단번식지 (갈색도둑갈매기: 1984.6 ± 907.3 m, 남극도둑갈매기: $1,637.6 \pm 969.3$ m, 이중혼합번식쌍: $1,634.6 \pm 641.1$ m) (Kruskal-Wallis, $\chi^2=2.153$, $df=2$, $p=0.341$) (Fig. 5b) 및 세종기지까지 (갈색도둑갈매기: $1,731.1 \pm 1,223.2$ m, 남극도둑갈매기: $1,570.6 \pm 816.7$ m, 이중혼합번식쌍: $1,174.0 \pm 963.9$ m) (ANOVA, $F=1.483$, $df=2$, $p=0.229$)의 거리는 종별 차이가 없었다(Fig. 5c).

지형학적 특성과 둥지분포

갈색도둑갈매기, 남극도둑갈매기 및 이중혼합번식쌍의 둥지는 해발고도 125 m 이하에 집중적으로 분포하였으며 중간 둥지장소의 고도 차이는 나타나지 않았다(χ^2 -test,

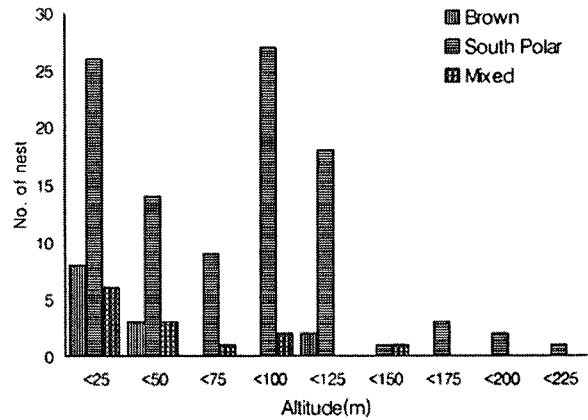


Fig. 6. Nest distribution of skuas in relation to altitude.

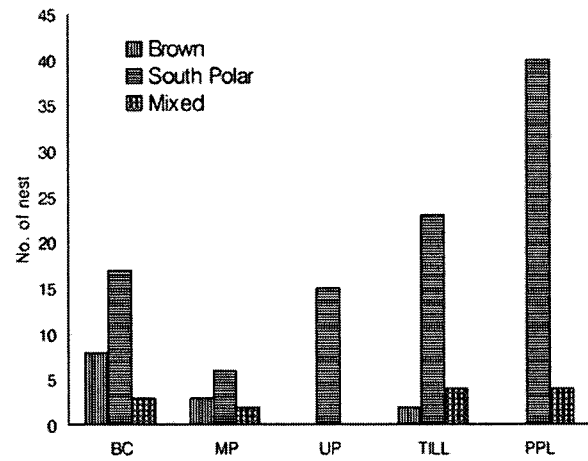


Fig. 7. Nest distribution of skuas in relation to geomorphological features.

*BC: Present day beach and Holocene raised beaches; MP: Middle platforms and scarps (approx. 25-60 m); UP: Upper platforms and scarps (approx. 68-105 m); TILL: Till, glacial deposit; PPL: Predominant periglacial landforms (López-Martínez et al. 2002).

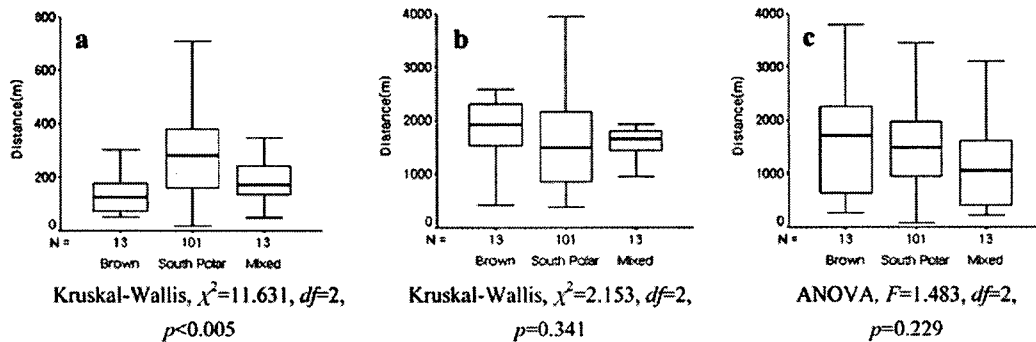


Fig. 5. Distance from skua nests to the coast (a), penguin rookery (b) and King Sejong Station (c).

$\chi^2=20.633$, $df=16$, $p=0.193$). 갈색도둑갈매기의 등지는 주로 해변에 분포하는 특성을 보인 반면, 남극도둑갈매기의 등지는 주(周)빙하지형 및 빙퇴석 지대에 분포하는 특성을 보였다(χ^2 -test, $\chi^2=24.988$, $df=8$, $p<0.005$)(Fig. 7).

4. 고찰

등지 분포 및 공간 분포

바톤 반도와 위버 반도 간에는 서로 다른 등지 공간 분포 패턴을 보였다. 바톤 반도에서는 해안가를 중심으로 집중 분포 패턴을 보였으나 위버 반도에서는 임의 분포 패턴을 보였다(Fig. 3). 이는 위버 반도의 면적이 좁고 번식하는 도둑갈매기의 등지수가 적었기 때문으로 사료된다.

이웃등지간의 거리

도둑갈매기류에서 종내포식이 번식성공률에 심각한 영향을 미치므로 얼마간의 거리를 두고 등지를 짓는다(Young 1963a). 본 조사에서 갈색도둑갈매기와 이종혼합번식쌍의 등지는 남극도둑갈매기의 등지에서 보다 등지간 거리가 먼 것으로 확인되었다(Fig. 4). 이러한 현상은 보다 공격적인 갈색도둑갈매기로부터 자신의 알이나 새끼에 대한 공격을 회피하려 하기 때문인 것으로 보인다. 갈색도둑갈매기나 이종혼합쌍은 인근의 먹이원에 영역권을 설정하고 방어하므로 서로가 잠재적인 경쟁자가 될 수 있으나 남극도둑갈매기는 먹이원에 대한 영역을 설정하기 보다는 해양에서 먹이를 구하므로 경계를 덜하기 때문인 것으로 보인다.

잠재적 먹이원 위치와 등지분포

갈색도둑갈매기와 남극도둑갈매기의 번식지가 중복되는 지역에서는 각 종이 선호하는 먹이를 차별화함으로써 먹이에 대한 생태학적 지위의 분할이 나타난다(Hahn et al. 2003). 두 종은 번식기에 먹이로 펭귄의 알이나 새끼를 선호하지만 번식지가 중복되는 지역에서는 갈색도둑갈매기가 펭귄 집단번식지를 독점하고, 남극도둑갈매기는 해양에서 크릴이나 어류를 먹이로 이용하는 방법으로 중간 경쟁을 피한다(Reinhardt et al. 2000). 갈색도둑갈매기의 주요 취식지인 펭귄 집단 번식지는 해안과 인접한 곳에 위치해 있으며, 이들의 또 다른 먹이원인 다른 조류(남방큰재갈매기, 큰플마갈매기, 남극제비갈매기 등)의 번식지와 먹이가 되는 다른 동물의 사체 역시 해안가에 위치해 있다. 남극도둑갈매기의 주식인 크릴이나 어류 또한 가까운 해안에서 구할 수 있는 것들이다. 따라서 갈색도둑갈매기나 남극도둑갈매기 모두 먹이를 구하기 쉬운 해안을 등지장소로 선호한다. 해안가에 등지를 지음으로써 이들은 번식기에 먹이를 쉽게 구할 수 있고, 새끼에게 안정적으로

먹이를 공급할 수 있을 뿐 아니라, 부모가 등지를 비우는 시간이 짧아져 다른 개체로부터 등지가 공격당할 수 있는 확률을 낮출 수 있을 것이다(Hagelin and Miller 1997). 그런데 본 조사에서 갈색도둑갈매기의 등지는 해안에 가까운 곳에, 남극도둑갈매기는 내륙 쪽에 위치하는 경향을 보였다(Fig. 5a). 이는 보다 공격적이며 몸집이 큰 갈색도둑갈매기가 해안가를 차지해서 경쟁에서 밀린 남극도둑갈매기가 내륙 쪽으로 분포함으로써 두 종의 번식장소가 분할되었기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 펭귄 집단 번식지 및 세종기지와 각 종의 등지간 거리는 유의한 차이를 나타내지 않았다(Fig. 5b,c). 이는 펭귄 집단 번식지 및 세종기지가 일부 개체에 의해 영역권이 설정되어 독점적으로 이용되고 있으므로 이들 장소에 영역권을 설정한 번식쌍 외의 갈색도둑갈매기나 남극도둑갈매기들은 다른 곳의 먹이원 인근에 등지장소를 정하거나 경쟁에 밀려 질이 낮은 장소에 등지를 지었기 때문인 것으로 사료된다. 본 조사에서 이종혼합번식쌍의 등지분포는 갈색도둑갈매기와 남극도둑갈매기 등지분포의 중간적인 양상을 보였다. 갈색도둑갈매기는 남극도둑갈매기에 비해 일찍 번식지에 도달하며, 두 종 모두 수컷이 먼저 도래하여 번식지 및 취식장소에 영역권을 설정한다(Trivelpiece and Volkman 1982; Hemmings 1984; Parmelee 1988). 다른 개체보다 늦게 도래하여 짝을 짓지 못한 갈색도둑갈매기 암컷은 일찍 도래한 남극도둑갈매기 수컷과 짝을 이루는 방식으로 이종혼합번식쌍이 형성된다(Hahn et al. 2003). 이종혼합번식쌍의 등지는 갈색도둑갈매기의 등지보다는 질이 낮으나 더 늦게 등지를 짓는 갈색도둑갈매기 등지들 보다는 더 좋은 장소를 차지할 수 있어 주어진 상황에서 번식 성공률을 높일 수 있는 한 방법이 될 것으로 생각된다.

모든 종의 도둑갈매기류는 125 m 이하의 장소를 등지장소로 선호하는 경향을 보였다(Fig. 6). 바톤 반도와 위버 반도는 고도가 높아질수록 경사도가 높아지는 지리적 특성을 보였는데(López-Martínez et al. 2002의 지질도 참고) 이런 곳에는 등지를 지을 식생이 빈약하여(현지 관찰) 등지장소로 적합하지 않기 때문에 도둑갈매기들이 기피하는 것으로 보인다. 갈색도둑갈매기 등지는 해변 일대에 분포하는 경향을 보이는 반면 남극도둑갈매기의 등지는 주(周)빙하지형 및 빙퇴석 지대에 분포하는 경향을 보였다(Fig. 7). 갈색도둑갈매기가 해안을 선호하는 이유는 먹이를 구하기 쉽기 때문인 이유 뿐 아니라 등지재료의 선호성 때문인 것으로 사료된다. 왜냐하면 갈색도둑갈매기의 등지는 이끼류 지대에, 남극도둑갈매기는 지의류 지대에 분포하기 때문이다(Peter et al. 1990).

본 조사에서는 조사기간의 제약으로 이소 성공까지의 과정을 확인하지는 못하여 등지분포와 번식성공과의 관계를 파악할 수 없었다. 그러나 도둑갈매기류는 다른 해

양조류에서 알려진 것처럼(Johnston and Ryder 1987) 번식장소에 대한 높은 회귀율을 보이기 때문에(Wood 1971) 등지분포의 조사는 차후 수행될 등지장소 선택이 번식성공에 미치는 영향에 관한 연구에 기초 자료를 제공해 줄 것이다. 향후에는 번식지의 해빙과정, 지형학적 요인, 기상학적 요인 등의 비생물학적 요인과 식생, 경쟁, 먹이원, 각 등지 별 번식 성공률 등의 생물학적 요인이 등지분포에 미치는 영향에 대해 자세한 연구가 수행되어야 할 것이다.

사 사

이 연구는 한국해양연구원 부설 극지연구소에서 수행하는 “남극 세종기지 주변 인간활동으로 인한 환경 모니터링(PE05005)”의 일환으로 수행되었다. 본 연구를 위해 현지에서 많은 도움을 주셨던 윤호일 박사님, 강천운 선생님, 정웅식 님, 이형근 님 외 17차 월동대원, 홍성민 박사님, 박승일 님, 여정원 님, 이상훈 님, 홍종원 님 외 18차 월동대원께 감사드립니다. 또한 자료 분석 및 야외 조사를 도와주셨던 극지연구소의 남상현 하계연구단장님, 이주한 님, 독일 Jena대학 극지생물연구 그룹의 Hans-Ulrich Peter 교수님, Dr. Steffen Hahn, Markus Ritz, Osama Mustafa에게도 감사의 마음을 전합니다.

참고문헌

- 김도홍. 2002. 먹이공급의 변동이 켈투펭귄(*Pygoscelis papua*)과 턱큰펭귄(*P. antarctica*)의 번식에 미치는 영향. p. 195-222. In: 남극 세종기지 주변 인간 활동으로 인한 환경변화모니터링. 한국해양연구원 보고서, EC PP 01 001-B2.
- 장순근. 1999. 남극 세종기지 부근에 출현하는 조류(鳥類). 경희대학교 한국조류연구소 연구보고, 7, 19-35.
- Brooke, M.L., D. Keith, and N. Røv. 1999. Exploitation of inland breeding Antarctic petrels by south polar skuas. *Oecologia*, 121, 25-31.
- Burton, R.W. 1968a. Breeding biology of the Brown Skua, *Catharacta skua lomnbergi* (Mathews), at Signy Island, South Orkney Islands. *Brit. Antarct. Surv. Bull.*, 15, 9-28.
- Burton, R.W. 1968b. Agonistic behavior of the Brown Skua, *Catharacta skua lomnbergi* (Mathews). *Brit. Antarct. Surv. Bull.*, 16, 15-39.
- Devillers, P. 1978. Distribution and relationships of South American skuas. *Le Gerfaut*, 68, 374-417.
- Ecklund, C.R. 1961. Distribution and life history studies of the south polar skua. *Bird Banding*, 32, 187-223.
- Ens, B.J., F.J. Weissing, and R.H. Drent. 1995. The despotic distribution and deferred maturity: two sides of the same coin. *Am. Nat.*, 146, 625-650.
- Hagelin, J.C. and G.D. Miller. 1997. Nest-site selection in South Polar Skuas: balancing nest safety and access to resources. *Auk*, 114, 638-645.
- Hahn, S. and H.-U. Peter. 2003. Feeding territoriality and the reproductive consequences in brown skuas *Catharacta antarctica lomnbergi*. *Polar Biol.*, 26, 552-559.
- Hahn, S., M. Ritz, and H.-U. Peter. 2003. Living in mixed pairs-Better for fitness? A study in Skuas. p. 229-233. In: *Antarctic Biology in a Global Context*. eds. by A.H.L. Huiskes, W.W.C. Gieskes, J. Rozema, R.M.L. Schorno, S.M. van der Vies and W.J. Wolff. Backhuys Publishers, Leiden.
- Hamilton, W.D. 1971. Geometry for the selfish herd. *J. Theor. Biol.*, 31, 295-311.
- Hemmings, A.D. 1984. Aspects of the breeding biology of McCormick's Skua *Catharacta maccormicki* at Signy Islands. *Brit. Antarct. Surv. Bull.*, 65, 65-79.
- Hemmings, A.D. 1990. Human impacts and ecological constraints on skuas. p. 230-244. In: *Antarctic Ecosystems, Ecological Change and Conservation*. eds. by K.R. Kerry and G. Hemple. Springer-Verlag, Berlin.
- Hull, C., C. Carter, and M.D. Whitehead. 1994. Aspects of breeding chronology and success of the Antarctic skua *Catharacta maccormicki* at Magnetic Island, Prydz Bay, Antarctica. *Corella*, 18, 37-40.
- Johnston, G.C. 1973. Predation by Southern Skua on rabbits on Macquarie Island. *Emu*, 73, 25-26.
- Johnston, V.H. and J.P. Ryder. 1987. Divorce in Larids: a review. *Colon. Waterbirds*, 10, 16-26.
- López-Martínez, J.E. Sermo, and J.I. Lee. 2002. Geomorphological map of Barton and Weaver peninsulas, King George Island, Antarctica. E. 1:10,000. Korea Ocean Research and Development Institute. Seoul, Korea.
- Müller-Schwarze, D. and C. Müller-Schwarze. 1973. Differential predation by south polar skuas in an Adelie penguin rookery. *Condor*, 75, 127-131.
- Norman, F.I., R.A. McFarlane, and S.J. Ward. 1994. Carcasses of Adelie penguins as a food source for south polar skuas: some preliminary observations. *Willson Bull.*, 106, 26-34.
- Parnelee, D.F. 1988. The hybrid skua: a southern ocean enigma. *Wilson Bull.*, 100, 345-356.
- Peter, H.-U., M. Kaiser, and A. Gebauer. 1990. Ecological and morphological investigations on south polar skuas (*Catharacta maccormicki*) and brown skuas (*Catharacta lomnbergi*) on Fildes Peninsula, King George Island, South Shetland Islands. *Zool. J. Syst.*, 117, 201-218.
- Pezzo, F., S. Olmastroni, S. Corsolini, and S. Focardi. 2001.

- Factors affecting the breeding success of the south polar skua *Catharacta maccormicki* at Edmonson Point, Victoria Land, Antarctica. *Polar Biol.*, 24, 389-393.
- Pietz, P.J. 1986. Daily activity patterns of south polar and brown skuas near Palmer Station, Antarctica. *Auk*, 130, 726-736.
- Pietz, P.J. 1987. Feeding and nesting ecology of sympatric South Polar and brown skuas. *Auk*, 104, 617-627.
- Reinhardt, K., S. Hahn, and H.-U. Peter. 2000. A review of the diets of Southern Hemisphere skuas. *Mar. Ornithol.*, 28, 7-19.
- Sladen, W.J.L. 1958. Some aspects of the behaviour of the Adelie and Chinstrap Penguins. p. 241-246. In: *Acta 11th Int. Ornith. Cong. Basel*.
- Stonehouse, B. 1956. The Brown Skua, *Catharacta skua lonnbergi* (Mathews) of South Georgia. *Sci. Rept. Brit. Antarct. Surv.*, 14, 1-25.
- Trillmich, F. 1978. Feeding territories and breeding success of south polar skuas. *Auk*, 95, 23-33.
- Trivelpiece, W. and N.J. Volkman. 1982. Feeding strategies of sympatric south polar *Catharacta maccormicki* and brown skua *C. lonnbergii*. *Ibis*, 124, 50-54.
- Trivelpiece, W., R.G. Butler, and N.J. Volkman. 1980. Feeding territories of the brown skuas (*Catharacta lonnbergi*). *Auk*, 97, 669-676.
- Voiter, S.C., S. Bearhop, A. MacCormick, N. Ratcliff, and R.W. Furness. 2003. Assessing the diet of great skua, *Catharacta skua*, using five different techniques. *Polar Biol.*, 26, 20-26.
- Wang, Z.P. and H.-U. Peter. 2004. Ecological differences of south polar skua populations from Fildes Peninsula of King George Island and eastern Larsemann Hills, Antarctica. *Chinese J. Polar Sci.*, 15, 89-107.
- Wang, Z.P. and I. Norman. 1995. Population dynamics of south polar skua in Larsemann Hills, Antarctica. *Antarct. Res.*, 7, 25-31.
- Wang, Z.P. and I. Norman. 1996. Human influences on breeding of south polar skuas in the eastern Larsemann Hills, Princess Elizabeth Land East Antarctica. *Polar Rec.*, 32, 43-50.
- Ward, P. and A. Zahavi. 1973. The importance of certain assemblages of birds as "Information centers" for food finding. *Ibis*, 115, 517-534.
- Wood, R.C. 1971. Population dynamics of breeding south polar skuas of unknown age. *Auk*, 88, 805-814.
- Young, E.C. 1963a. The breeding behaviour of the South Polar Skua, *Catharacta maccormicki*. *Ibis*, 105, 203-233.
- Young, E.C. 1963b. Feeding habitats of the south polar skua *Catharacta maccormicki*. *Ibis*, 105, 301-318.

Received Oct. 24, 2005

Accepted Dec. 6, 2005