

칠산도 노랑부리백로 유조의 이소 후 하절기 행동권^{1a}

손석준^{2,3} · 오정우² · 현보라² · 강정훈^{4*}

Home Range of Juvenile Chinese Egrets *Egretta eulophotes* during Post-fledging Stage in Chilsan Archipelago, Republic of Korea^{1a}

Seok-Jun Son^{2,3}, Jung-Woo Oh², Bo-Ra Hyun², Jung-Hoon Kang^{4*}

요약

번식지에서 이소하여 분산한 유조의 이동 패턴과 서식지를 파악하는 것은 개체 보전과 관리를 위해 매우 중요하다. 노랑부리백로는 국제적인 보호종으로 필리핀, 말레이시아, 대만 등지에서 월동하며, 중국, 러시아, 우리나라 서해 무인도에서 번식한다. 본 연구에서는 2018년도와 2019년도에 영광 칠산도에서 번식하여 이소한 노랑부리백로 유조 총 6개체를 대상으로 야생동물위치추적장치를 부착하여 이소 후 하절기 동안 이동 경로 및 행동권 분석을 통해 주요 서식지 이용 양상을 파악하였다. 2018년도에 번식한 노랑부리백로 유조 3개체 중 CE1801 개체는 이소 후 북상을 하다가 다시 영광 백수 갯벌 지역으로 회귀하여 서식하였으며, 나머지 CE1802, CE1803 개체는 태안 지역으로 북상하여 서식하였다. 2019년도의 경우 CE1901 개체는 CE1801 개체와 유사한 패턴을 보였으며, CE1902 개체는 완도 지역으로 남하하여 서식하였고, CE1903 개체는 신안 지역으로 남하하다가 다시 영광 백수 갯벌 지역으로 회귀하여 핵심 행동권을 보였다. 본 연구에서 노랑부리백로 유조는 하절기 동안 안정적인 서식지를 찾기 위해 서해안 갯벌 지역을 중심으로 폭 넓게 이동을 하였다. 향후 노랑부리백로 유조가 이용하는 핵심 서식지에 대해 개발과 출입을 제한하는 등 서식지 보호를 위한 노력이 필요하다.

주요어: 보전, 서식지, 야생동물위치추적장치, 백수 갯벌, 이동

ABSTRACT

Understanding the migration patterns and habitats of juvenile birds during the post-fledging stage is very important for conservation and management of individuals. The Chinese Egret is an internationally protected species. During the wintering season, they inhabit South-East Asia, such as the Philippines, Malaysia, and Taiwan, and breed in China, Russia, and uninhabited islands on the west coast of Korea. In this study, we attached a GPS telemetry tracking device to six juvenile Chinese Egrets breeding on Chilsan Archipelago in 2018 and 2019 to identify habitats by analyzing the home range during the post-fledging stage in the summer

1 접수 2021년 1월 26일, 수정 (1차: 2021년 2월 17일), 게재확정 2021년 2월 25일

Received 26 January 2021; Revised (1st: 17 February 2021); Accepted 25 February 2021

2 문화재청 국립문화재연구소 연구원 National Research Institute of Cultural Heritage, Cultural Heritage Administration, Daejeon 35204, Republic of Korea

3 한국야생동물생태연구소 대표 Korea Institute of Wildlife Ecology, Daejeon 34388, Republic of Korea

4 문화재청 국립문화재연구소 학예연구관 National Research Institute of Cultural Heritage, Cultural Heritage Administration, Daejeon 35204, Republic of Korea

a 이 논문은 문화재청 국립문화재연구소에서 지원하는 연구비(NRICH-2105-A14F-1)에 의하여 연구되었음.

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-42-610-7630, Fax: +82-42-483-1264, E-mail: birdlife@korea.kr

season. The individual CE1801 moved north and then returned to the Yeonggwang Baeksu tidal flat area, and CE1802 and CE1803 migrated north and inhabited Taean-gun. In 2019, CE1901 showed a similar pattern to CE1801, and CE1902 migrated southward to the Wando-gun area, while CE1903 moved south to the Sinan-gun area then returned to the Yeonggwang Baeksu tidal flat area, showing KDE 50%. The study results confirmed that the Chinese Egret moved broadly around the flat tidal area on the west coast to find a stable habitat during the post-fledging stage. Efforts to protect the habitat, such as limiting the development of this area and restricting human access, are necessary.

KEY WORDS: CONSERVATION, HABITAT, GPS TELEMTRY DEVICE, BAEKSU TIDAL FLAT, MIGRATION

서론

조류의 번식지 이탈은 번식 개체가 번식지에서 이소하여 번식 개체군 무리에서 다른 장소로 분산하는 것을 의미하며 (Koford *et al.*, 1994), 특히 유조들은 가을철 이동 경로와 관계없이 번식지로부터 다양한 방향으로 분산하여 서식하는 것으로 알려져 있다(Kushlan and Hancock, 2005). 일반적으로 유조의 경우 성조와 비교하여 먹이지원에 대한 경쟁에서 뒤처지며, 상대적으로 높은 포식압을 보인다(Hancock and Elliott, 1978; Wiens *et al.*, 2006). 따라서 유조의 이동 경로 및 서식지를 파악하는 것은 조류의 생활사 관점에서 개체 생존을 위해 매우 중요하다(Roff, 2002; Alerstam *et al.*, 2006; Davies and Restani, 2006; Kays *et al.*, 2015).

노랑부리백로(*Egretta eulophotes*)는 동아시아 지역에 제한적으로 분포하는 종으로 천연기념물 제361호로 지정되어 있으며(Cultural Heritage Administration, 2005), 세계자연보전연맹 적색목록(IUCN Redlist)에 취약등급(VU, Vulnerable)으로 지정되어 있다(BirdLife International, 2016). 노랑부리백로는 필리핀, 말레이시아, 대만, 태국, 베트남 등지에서 월동하는 것으로 알려져 있으며(BirdLife International, 2016), 중국, 러시아 그리고 한반도 서해 무인도서에서 번식하는 것으로 알려져 있다(Litvinenko and Shibaev, 2000; Yin and Lei, 2002; Guo-An *et al.*, 2005; Kang *et al.*, 2013). 국내 번식지의 경우 목도, 서만도, 황서도, 납대기섬, 칠산도 등이 주요 번식지로 알려져 있다(Cultural Heritage Administration, 2006; Kang *et al.*, 2013).

칠산도는 전라남도 영광군에 위치한 노랑부리백로 번식지로 2016년 이후 매년 100쌍 이상의 번식 개체군이 번식하는 것이 확인되었으며(National Research Institute of Cultural Heritage, 2020), 칠산도 인근의 백수 갯벌은 노랑부리백로와 저어새(*Platalea minor*)를 포함한 다양한 철새의 취식지로 알려져 있다(National Research Institute of Cultural Heritage,

2019; 2020). 특히 조류 모니터링 조사 및 야생동물위치추적장치를 활용한 선행 연구에 따르면 칠산도에서 번식하여 이소한 저어새 유조는 주로 백수 갯벌에서 서식하였다(Kang *et al.*, 2017; Son *et al.*, 2020a; 2020b). 하지만 아직까지 칠산도에서 번식한 노랑부리백로 유조의 이소 후 이동 경로 및 서식지에 대한 정보는 거의 알려져 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 야생동물위치추적장치를 이용한 이동 경로추적을 활용하여 2018년도와 2019년도에 칠산도에서 번식하여 이소한 노랑부리백로 유조의 하절기 이동 경로를 파악하고, 행동권 분석을 통해 선호하는 서식 지역을 분석하여 노랑부리백로 유조의 보전을 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상지

연구대상지인 칠산도는 전라남도 영광군 낙월면 송이리에 위치한 무인도서로(35° 19' 17.82" N, 126° 16' 31.35" E), 가장 가까운 육지와 직선거리로 약 6.5km 떨어져 있다(Figure 1). 칠산도는 일산도부터 칠산도까지 7개의 무인도서로 이루어져 있으며, 오산도와 칠산도를 제외한 5개의 섬에서 조류가 번식하는 것으로 알려져 있다(Son *et al.*, 2021). 칠산도는 노랑부리백로와 저어새의 번식지 보호를 위해 섬 전체를 천연기념물 제389호로 지정하여 공개제한지역으로 관리하고 있다(Cultural Heritage Administration, 2005).

2. 연구 방법

천연기념물인 노랑부리백로 포획 및 야생동물위치추적장치 부착을 위해 문화재청으로부터 사전에 현상변경허가를 받아 2018년도와 2019년도에 칠산도에 입도해 mist-net을 이용하

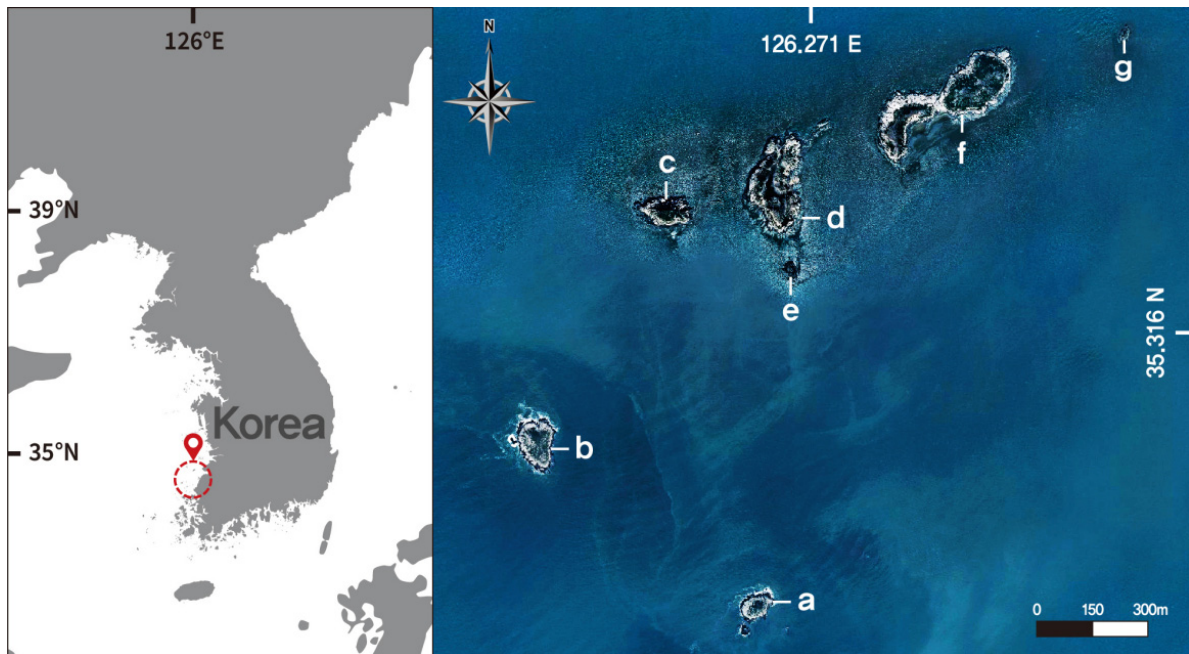


Figure 1. Map of the Chilsan Archipelago, Republic of Korea (a: Ilsando, b: Yisando, c: Samsando, d: Sasando, e: Osando, f: Yuksando, g: Chilsando islet).

여 이소 직전 시기의 노랑부리백로 유조를 각각 3개체씩 포획 후 야생동물위치추적장치(WT-300, GPS-Wideband Code Division Multiple Access Telemetry System built in Solar System, KoEco, Korea)를 부착하였다. 포획한 노랑부리백로는 무게와 크기 등 형태적 특징을 측정하고 야생동물위치추적장치를 부착하였으며, 개체의 등에 테프론 리본으로 하네스(harness) 형태로 부착하여 방사하였다(Ueta *et al.*, 2000).

본 연구에서 사용한 야생동물위치추적장치(WT-300)는 GPS가 위치정보를 수신 및 저장한 후 WCDMA를 통해 상용 이동통신망을 이용하여 송신하는 방식이 적용되어 있으며, GPS 위치정보는 4시간 간격으로 1일 6회 수신하고, 1일 1회 위치정보 데이터를 전송하도록 설정하였다.

3. 행동권 분석

2018년도와 2019년도에 칠산도에서 번식하여 이소한 노랑부리백로 유조 총 6개체의 하절기 행동권 분석을 위해 번식지를 이탈한 시기부터 하절기 동안의 위치정보를 분석에 이용하였다(Table 1). 이소한 노랑부리백로가 이동 후 12시간 이상 서식한 지역의 위치좌표를 모두 합산하여 행동권 크기를 분석하였다(Van der Winden *et al.*, 2012; Rappole, 2013). 행동권 분석은 시간대별 추적된 위치좌표를 바탕으로 핵심분포추정법(Kernel Density Estimation; KDE)을 사용하였다. KDE 분석은 행동권의 밀도 분포를 선과 같은 곡선으로 표현하는 방법으로 95%는 일반 행동권을 나타내고, 50%는 핵심 행동권을 나타내는 것으로 알려져 있다(Walton *et al.*, 2001; Son *et al.*, 2020b). 본 연구에서는 노랑부리백로 유조 6개체의 행

Table 1. Information of six juvenile Chinese Egrets (*Egretta eulophotes*) attached to the GPS telemetry devices

Individual ID	Sex	Body mass(g)	Date range for analysis	Duration (days)
CE1801	Male	510	25 Jul – 23 Aug 2018	30
CE1802	Male	500	20 Jul – 6 Sep 2018	49
CE1803	Male	485	15 Jul – 20 Aug 2018	37
CE1901	Male	505	23 Jul – 2 Sep 2019	42
CE1902	Male	500	25 Jul – 7 Sep 2019	45
CE1903	Female	500	18 Jul – 5 Sep 2019	50

동권 분석을 위해 KDE 95%와 50%를 이용하였으며, 분석은 ArcGIS 10.3 프로그램과 R 3.5.1 프로그램을 사용하였다 (ESRI, 2015; R Development core Team, 2018).

결과 및 고찰

본 연구는 2018년도와 2019년도에 칠산도에서 번식한 노랑부리백로 유조 6개체의 이소 후 하절기의 이동 경로 및 서식지 행동권을 파악하였다. 2018년도와 2019년도에 번식한 노랑부리백로 유조 중 CE1903개체를 제외한 5개체 모두 수컷이었으며, 야생동물위치추적장치 부착 당시 개체 무게는 다음과 같다 (Table 1). CE1801 개체의 경우 2018년 7월 25일에 번식지를 이탈하여 영광 백수 갯벌에서 서식하다 8월 10일 고창 지역의 갯벌로 북상하여 하루 체류 후 11일 군산 새만금 지역의 갯벌을 경유하여 다시 영광 백수 갯벌로 남하하여 정착하였다 (Table 2; Figure 2). 핵심 행동권 KDE 50%는 영광 백수 갯벌 일대에서 나타났고 (Table 2). CE1802 개체는 번식지를 이탈한 후 영광 백수 갯벌에서 5일 동안 서식하고 7월 25일 고창 지역의 갯벌로 북상하였으며, 잠시 머문 뒤 서산과 당진 지역을 경유하여 태안 지역의 갯벌에서 핵심 행동권을 보였다 (Figure 2). CE1803 개체 역시 번식지인 칠산도를 이탈하여 영광 백수 갯벌에서 행동권을 보이다 북상하여 군산 새만금 지역의 갯벌에 이틀간 체류한 후 태안 신진도 인근 갯벌로 이동하였는데, 6개체 중 가장 큰 핵심 행동권을 보였다 (Table 2; Figure 2).

2019년도에 칠산도에서 번식하여 이소한 노랑부리백로 유조 3개체 중 CE1901 개체는 CE1801 개체와 매우 유사한 하절기 행동권을 보였는데, 2019년 7월 23일 번식지 이탈 후 영광 백수 갯벌에서 8월 2일까지 서식하다가 고창, 군산 새만금 지역을 경유하여 다시 영광 백수 갯벌로 회귀하였으며,

핵심 행동권인 KDE 50%는 영광 백수 갯벌 일대에서만 나타났다 (Table 2; Figure 3). 이 개체들은 다른 서식지를 찾기 위해 이동을 하였다가 다른 개체와의 먹이원 경쟁이나 환경 등의 이유로 오랜 시간을 소요하지 않고 회귀한 것으로 보인다 (Anders et al., 1997; Robinson et al., 2004). CE1902 개체와 CE1903 개체의 경우 번식지 이탈 후 북상하지 않고 남하하였는데, CE1902 개체는 영광 백수 갯벌에서 남하를 시작하여 신안 암태도와 해남 금호호 등지에서 이틀간 머문 뒤 완도 지역으로 이동하여 핵심 행동권을 보였다 (Figure 3). CE1903 개체는 번식지인 칠산도를 벗어난 후 영광 백수 갯벌에서 주로 행동권을 보이다가 신안 지역으로 남하하여 이틀간 서식한 뒤 다시 영광 백수 갯벌 일대로 회귀하였다 (Figure 3). CE1903 개체의 경우 가장 작은 핵심 행동권을 보였는데, 하절기 동안 주로 영광 백수 갯벌에서 행동권을 보이며 안정적으로 서식한 것으로 보인다. 노랑부리백로는 얇은 수심의 습지를 천천히 걸으면서 취식하는 것을 선호하는 것으로 알려져 있으며 (Aboushiba et al., 2013), 영광 백수 갯벌은 노랑부리백로에게 적합한 취식지라고 할 수 있다 (National Research Institute of Cultural Heritage, 2019; 2020). 또한 노랑부리백로의 최대 번식지 중 하나인 납대기섬은 영광 지역의 갯벌이 최단거리 취식지이기 때문에 납대기섬에서 번식한 번식 개체군 역시 영광 일대 갯벌에 서식할 가능성이 높아 노랑부리백로 보전을 위해 매우 중요한 지역이다 (National Research Institute of Cultural Heritage, 2020).

본 연구에서 노랑부리백로 유조는 이소 후 하절기 동안 안정적인 서식지를 찾기 위해 서해안 갯벌 지역을 중심으로 넓은 행동권을 보이며 많은 이동을 한 것을 알 수 있다 (Figure 2; 3). 따라서 본 연구 결과를 통해 노랑부리백로 행동권 인근 지역의 갯벌과 섬 지역에 개발을 제한하고 인간의 출입을 최소화하여 노랑부리백로의 생존 개체수 보전을 위한 안정적인 서식환경마련이 필요하다. 또한 향후 지속적인 모니터링과 추가

Table 2. Summary of the tracking data for Home range of six juvenile Chinese Egrets (*Egretta eulophotes*)

Individual ID	Habitat 1	Habitat 2	Habitat 3	Home range	
				KDE 95% (km ²)	KDE 50% (km ²)
CE1801	Yeonggwang-gun	Gochang-gun	Yeonggwang-gun	498.49	95.18
CE1802	Yeonggwang-gun	Gochang-gun	Seosan-si, Dangjin-si, Taeon-gun	4,090.43	452.07
CE1803	Yeonggwang-gun	Gunsan-si	Taeon-gun	5,432.46	1,131.72
CE1901	Yeonggwang-gun	Gochang-gun	Yeonggwang-gun	442.21	95.55
CE1902	Yeonggwang-gun	Shinan-gun, Haenam-gun	Wando-gun	2,238.20	332.26
CE1903	Yeonggwang-gun	Shinan-gun	Yeonggwang-gun	677.32	70.56

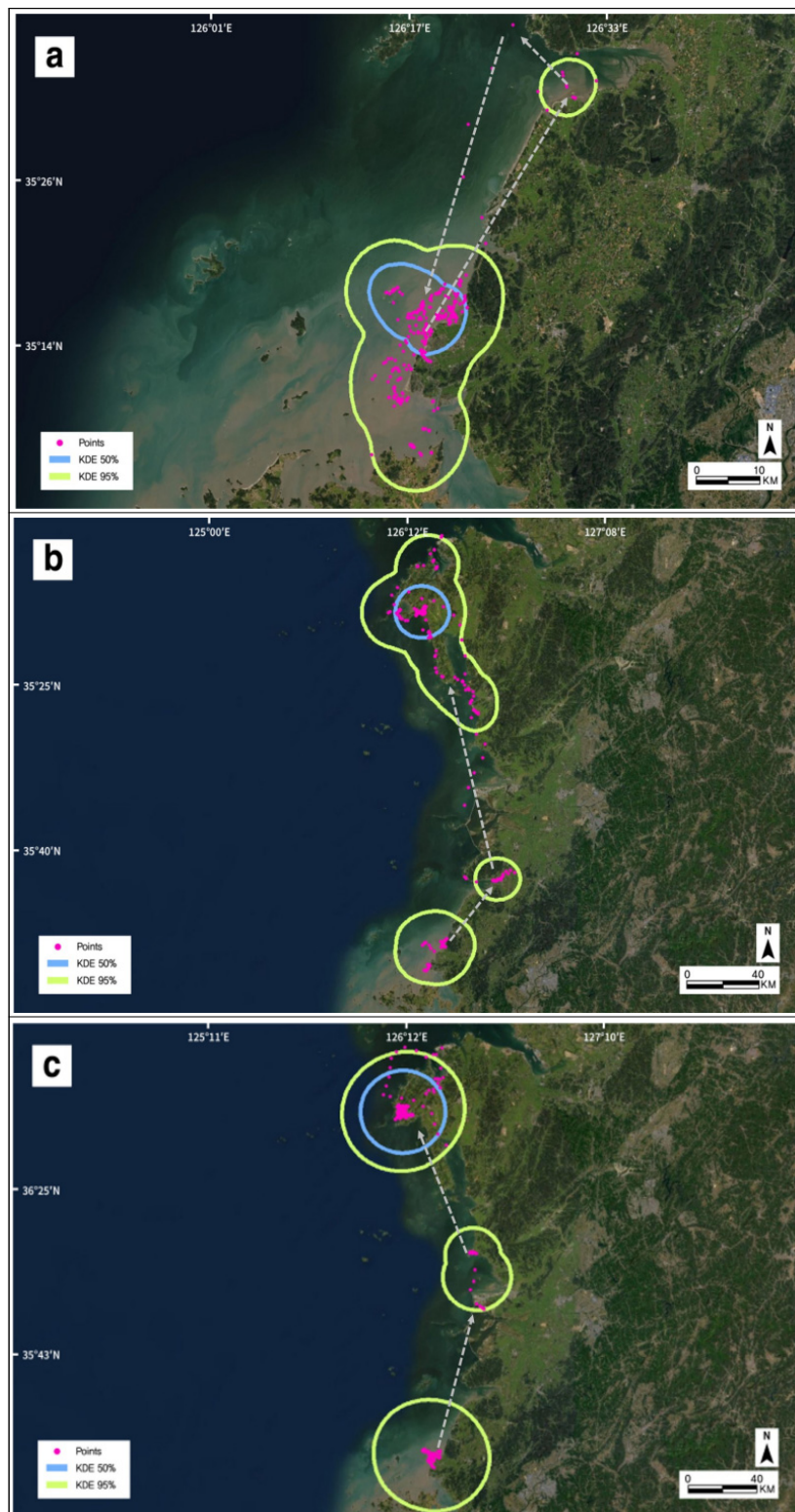


Figure 2. Home range of the three juvenile Chinese Egrets during post-fledging stage in 2018 (a: CE1801, b: CE1802, c: CE1803)

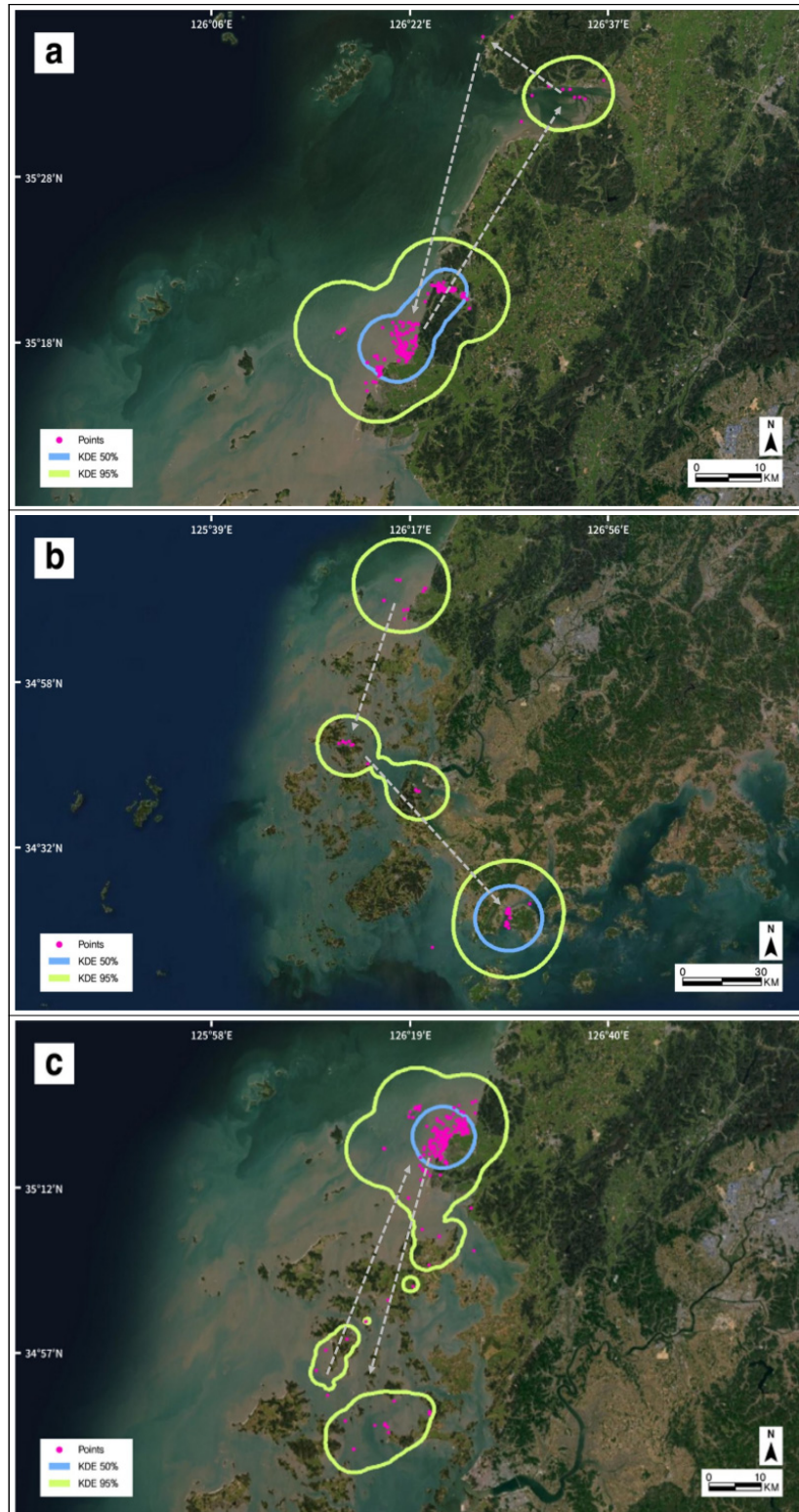


Figure 3. Home range of the three juvenile Chinese Egrets during post-fledging stage in 2019 (a: CE1901, b: CE1902, c: CE1903)

적인 이동 경로 연구를 통해 체계적인 보전관리 방안 마련이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 문화재청 국립문화재연구소 ‘천연기념물(동물) 증식·보존 연구’ 과제의 지원을 받아 수행되었으며(과제번호: NRICH-2105-A14F-1), 야외조사에 도움을 주신 모든 분께 진심으로 감사드립니다.

REFERENCES

- Aboushiba, A.B.H., R. Ramli and M. Sofian-Azirun(2013) Foraging behaviour of five egret species in POME Pond Area at Carey Island, Peninsular Malaysia. *Journal of Animal and Plant Science* 23(1): 129-135.
- Alerstam, T., M. Hake and N. Kjellén(2006) Temporal and spatial patterns of repeated migratory journeys by ospreys. *Animal Behaviour* 71(3): 555-566.
- Anders, A.D., D.C. Dearborn, J. Faaborg and F.R.I. Thompson(1997) Juvenile survival in a population of neotropical migrant birds. *Conservation Biology* 11(3): 698-707.
- BirdLife International(2016) *Egretta eulophotes*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016.
- Cultural Heritage Administration(2005) Announcement of Cultural Heritage Administration. No. 2005-14. (in Korean)
- Cultural Heritage Administration(CHA)(2006) Monitoring of Natural Monument. Cultural Heritage Administration, 124pp. (in Korean)
- Davis, J.M. and M. Restani(2006) Survival and movements of juvenile burrowing owls during the postfledging period. *Condor* 108(2): 282-291.
- ESRI(2015) ArcGIS 10.3. 1 for Desktop.
- Guo-An, W., Y. Zuo-Hua and L. Fu-Min(2005) Copulations and mate guarding of the Chinese Egret. *Waterbirds* 28(4): 527-530.
- Hancock, J. and H. Elliott(1978) *The Herons of the World*. Harper & Row, New York, 304pp.
- Kang, J.H., I.K. Kim, H.S. Lee and S.J. Rhim(2013) Distribution and breeding status of Chinese egret *Egretta eulophotes* in South Korea. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 12(5): 618-620.
- Kang, J.H., I.K. Kim, K.S. Lee, I.K. Kwon, H.S. Lee and S.J. Rhim(2017) Home range and movement of juvenile black-faced spoonbill *Platalea minor* in South Korea. *Journal of Ecology and Environment* 41(1): 3.
- Kays, R., M.C. Crofoot, W. Jetz and M. Wikelski(2015) Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. *Science* 348: 6240.
- Koford, R.R., J.B. Dunning Jr, C.A. Ribic and D.M. Finch(1994) A glossary for avian conservation biology. *The Wilson Bulletin* 106: 121-137.
- Kushlan, J.A. and J.A. Hancock(2005) *The Herons*. Oxford University Press, New York, 433pp.
- Litvinenko, N.M. and Y.V. Shibaev(2000). Importance of Furugelm Island in the Sea of Japan for wetland birds: The first record of a breeding colony of the Chinese egret *Egretta eulophotes*. *Oryx* 34(4): 335-337.
- National Research Institute of Cultural Heritage(2019) Management research for reproduction and conservation of natural monument(animals). National Research Institute of Cultural Heritage, Korea, pp. 22-25. (in Korean)
- National Research Institute of Cultural Heritage(2020) Management research for reproduction and conservation of natural monument(animals). National Research Institute of Cultural Heritage, Korea, pp. 23-53. (in Korean)
- R Development Core Team(2018) R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R foundation for statistical computing. <http://www.R-project.org/>
- Rappole, J.H.(2013) *The avian migration: The biology of bird migration*. Columbia University Press, New York, 435pp.
- Robinson, R.A., R.E. Green, S.R. Baillie, W.J. Peach and D.L. Thomson(2004) Demographic mechanisms of the population decline of the song thrush *Turdus philomelos* in Britain. *Journal of Animal Ecology* 73(4): 670-682.
- Roff, D.A.(2002) *Life history evolution*. Sinauer, Sunderland, pp. 93-150.
- Son, S.J., J.H. Kang, I.K. Kwon, D.H. Kim, K.S. Lee and J.C. Yoo(2020) A Comparative Study of Juvenile Black-faced Spoonbills *Platalea minor* Home Range in Gujido and Chilsando Islets, South Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* 34(2): 99-105. (in Korean with English abstract)
- Son, S.J., J.H. Kang, S.K. Lee, I.K. Kim and J.C. Yoo(2020) Breeding and wintering home ranges of the black-faced spoonbill *Platalea minor*. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 13(1): 7-12.
- Son, S.J., K.S. Lee, I.K. Kwon, J.H. Kang, S.K. Lee, I.K. Kim, H.J. Cho and J.C. Yoo(2021) Black-faced Spoonbill *Platalea minor* population trends, breeding success, and nest characteristics in the Chilsan Archipelago, South Korea. *Ornithological Science* 20(1): 57-64.

- Ueta, M., F. Sato, H. Nakagawa and N. Mita(2000) Migration routes and differences of migration schedule between adult and young Steller's Sea Eagles *Haliaeetus pelagicus*. *Ibis* 142(1): 35-39.
- Van der Winden, J., P.W. Van Horssen, M.J.M. Poot and A. Gyimesi(2012) Pre-migratory behaviour of the Purple Heron in the Netherlands. *Ardeola* 59: 3-15.
- Walton, L.R., H.D. Cluff, P.C. Paquet and M.A. Ramsay(2001) Movement patterns of barren-ground wolves in the central Canadian Arctic. *Journal of Mammalogy* 82(3): 867-876.
- Wiens, J.D., B.R. Noon and R.T. Reynolds(2006) Post-fledging survival of northern goshawks: The importance of prey abundance, weather, and dispersal. *Ecological Applications* 16(1): 406-418.
- Yin, Z.H. and F.M. Lei(2002) A preliminary study of the breeding biology of the Chinese egret. *Acta Zoologica Sinica* 48(6): 824-827.