



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

博士學位論文

긴꼬리딱새 *Terpsiphone atrocaudata*의
번식 생태에 관한 연구

濟州大學校 大學院

科學教育學部

金 泳 潁

2011年 8月

긴꼬리딱새 *Terpsiphone atrocaudata*의
번식 생태에 관한 연구

指導教授 吳 弘 植

金 泳 潁

이 論文을 教育學博士學位 論文으로 提出함

2011年 8月

金泳潁의 教育學博士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ ①

委 員 _____ ①

委 員 _____ ①

委 員 _____ ①

委 員 _____ ①

濟州大學校 大學院

2011年 8月

A Study on the Breeding Ecology of
Terpsiphona atrocaudata on Jeju Island, Korea

Young-Ho Kim

(Supervised by professor Hong-Shik Oh)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of
Doctor of Philosophy in Biology Education

2011. 8.

This thesis has been examined and approved.

Thesis director, Se-Jae Kim, Prof. Department of Biology

(Name and signature)

Date

Faculty of Science Education
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

제1장 서론	1
제2장 조사지 개황	6
I. 제주특별자치도	6
II. 고정조사구	6
2.1. 서귀포시 안덕면 광평리	6
2.2. 제주시 오라동 전남대학솔림	7
2.3. 제주시 아라동 관음사계곡	7
2.4. 제주시 조천읍 선흘리 동백동산	7
2.5. 서귀포시 남원읍 수망리 물영아리오름	8
제3장 도래 시기	9
I. 서론	9
II. 조사지역	9
III. 조사방법	10
IV. 결과 및 고찰	11
제4장 도래 현황	20
I. 서론	20
II. 조사방법	20
III. 결과 및 고찰	21
1. 관찰된 지역 및 개체수	21
2. 고도별 분포	26
3. 세력권 추정	27
4. 꽃자왈 지역의 서식 개체군의 크기	3
5. 개체수 추정	34

제5장 번식지 환경	35
I. 서론	36
II. 조사방법	36
III. 결론 및 고찰	37
제6장 등지재료와 구조 및 암·수의 참여율	43
I. 서론	43
II. 조사방법	43
III. 결과 및 고찰	45
1. 등지의 외부측정	45
2. 등지재료의 분석	48
3. 등지 구조 분석	51
4. 등지를 짓는 암·수의 비율	53
5. 유전자분석을 이용한 등지재료로 사용된 깃털의 종판별	58
제7장 한배 산란수, 성공률 그리고 알의 크기 및 암·수의 포란 비율	60
I. 서론	60
II. 조사방법	60
III. 결론 및 고찰	61
1. 한배 산란수	61
2. 부화, 이소 그리고 번식 성공률	62
3. 알의 크기	64
4. 성장률	65
5. 암·수의 포란 비율	68
제8장 먹이자원과 급이 비율	70
I. 서론	70
II. 조사방법	71
III. 조사장소	71

IV. 결과 및 고찰	72
1. 잠재 먹이원	72
2. 촬영 장비를 이용한 먹이분석	74
3. 먹이 급이 비율	78
제9장 탁란	83
I. 서론	83
II. 조사방법	84
III. 결과 및 고찰	85
1. 탁란 개체의 새끼	85
2. 탁란으로 의심되는 알의 형태비교	88
3. 탁란 된 알의 유전자 분석을 통한 종 확인	88
제10장 등지 방어를 위한 음성신호 분석	89
I. 서론	89
II. 방법	90
III. 결과 및 고찰	91
제11장 개체군 보전을 위한 관리방안	99
I. 관리의 필요성	99
II. 국내법에 의한 보호	99
III. 번식지의 보호	100
IV. 인간에 의한 피해	101
V. 개체군 변동 모니터링을 위한 제언	102
Appendix	103
적요	104
참고문헌	108

List of tables

Table 1. The population of birds observed in Marado, Jeju from April to May, 2008	11
Table 2. The population of birds observed in Marado, Jeju from April to May, 2009	14
Table 3. The population of birds observed at Daejeong-eup, Jeju from April to May, 2010	16
Table 4. The population and the first appearance day of Black Paradise Flycatcher at fixed survey sites	19
Table 5. Locations where the Black Paradise Flycatchers were observed and their altitudes	21
Table 6. Distance between the nests of Black Paradise Flycatcher	28
Table 7. Species of trees within 5m from the bird nests	38
Table 8. Species of low vegetation within 5m from nests in the survey areas	39
Table 9. Distance from the nests to streams and to roads	40
Table 10. Characteristics of trees around the survey sites	41
Table 11. Physical factors of the survey sites	42
Table 12. Characteristic measurements of nests	47
Table 13. Characteristics of nested branches	47
Table 14. The frequency and percentage of trees whose barks were used to build nests (n=21) ..	48
Table 15. The frequency and percentage of materials used to ornament nests (n=21)	50
Table 16. The most similar species to the bird(s) of the feathers used to ornament nests, which was determined by BLAST of the mtDNA CYTB sequences obtained from the feathers using nested PCR	58
Table 17. Comparison of similarity of the samples with standard sample T019-nF (the feathers of <i>Terpsiphone atrocaudata</i>)	59
Table 18. Data on clutches in the periods of breeding	62
Table 19. The success rates of hatching, fledgling and breeding of Black Paradise Flycatcher on Jeju Island	63
Table 20. The size of Black Paradise Flycatcher eggs	64
Table 21. The body size of chicks after hatching	65

Table 22. The body size of fledgling Black Paradise Flycatcher chicks	65
Table 23. Incubation time (min.) of male and female at Guangpyeong-ri site	68
Table 24. The feeding frequency of male and female and the mean time of feeding interval during 567 minutes	78
Table 25. The feeding frequency of male and female and the mean time of feeding interval during 43 minutes in 2 days after hatching	79
Table 26. The feeding frequency of male and female and the mean time of feeding interval during 267 minutes	79
Table 27. The feeding frequency of male and female and the mean time of feeding interval during 78 minutes	80
Table 28. The feeding frequency of male and female and the mean time of feeding interval during 567 minutes	80
Table 29. Comparison of brood parasite and Black Paradise Flycatcher eggs	87
Table 30. The results of BLAST utilized for the identification of brood parasite embryo and egg using the mtDNA CYTB sequences	88
Table 31. Sonogram analysis of six alarm calls	92
Table 32. Interval duration of the inter-notes and inter-phrases of five alarm calls	93
Table 33. Interval duration of the inter-notes and inter-phrases of waveform No. 6	94

List of Figures

Figure 1. The geographic distribution of Monarchidae	1
Figure 2. Black Paradise Flycatchers on nests constructed on forks in trees	2
Figure 3. The geographic distribution of Black Paradise Flycatcher designed by IUCN	3
Figure 4. The summary of 2006 IUCN RED LIST categories	4
Figure 5. The map of fixed Black Paradise Flycatcher survey sites	8
Figure 6. Highlighted locations where the birds were observed to migrate to their breeding sites during the migration season from April to May	11
Figure 7. The distribution map of places where Black Paradise Flycatchers were observed in Jeju Island in 2010	24
Figure 8. The areas of the Gotjawal forests of Jeju Island	25
Figure 9. The dependence of Black Paradise Flycatchers' distribution on the location of Gotjawal forests (the grey rectangles) of Jeju Island	25
Figure 10. The core breeding area of Black Paradise Flycatchers (B)	26
Figure 11. The altitudinal distribution of Black Paradise Flycatchers on Jeju Island	27
Figure 12. The distribution of observed Black Paradise Flycatcher nests at Gangpyeong-ri	29
Figure 13. The distribution of observed Black Paradise Flycatcher nests in the Chonnam National Univ. Experimental Forest	30
Figure 14. The distribution of observed Black Paradise Flycatcher nests in Guaneumsa Valley	30
Figure 15. The distribution of observed Black Paradise Flycatcher nests in Mulyeongari	31
Figure 16. The distribution of Black Paradise Flycatcher nests in Donbaekdongsa	32
Figure 17. The distribution of Black Paradise Flycatcher nests in Jeoji Gotjawal	33
Figure 18. The dependence of Black Paradise Flycatcher distribution on the streams of Jeju Island	35
Figure 19. Black Paradise Flycatcher survey sites	37
Figure 20. Guidelines of nest measurements	44

Figure 21. Regression analysis of nest height and the angle between two branches	46
Figure 22. Barks used for nest building	48
Figure 23. Trees whose barks were used as nest materials	49
Figure 24. Green mosses on tree trunk used as nest materials	50
Figure 25. Nests ornamented with fallen leaves (a), feathers (b) and lichens (c)	51
Figure 26. Nest structure (side view)	51
Figure 27. Spiderwebs used to strengthen the outer wall of nests	52
Figure 28. Sexual difference in the frequency of participation in nest construction during 17 hours from the beginning	53
Figure 29. The frequency of time zones for nest construction	54
Figure 30. The number of nest-building male	54
Figure 31. Sexual difference in the frequency of participation in nest construction for specific periods of time on the last day	56
Figure 32. Precipitation measured at Mulyeongari in June, 2010	57
Figure 33. A Large-billed Crow (<i>Corvus macrorhynchos</i>) attacking Black Paradise Flycatcher chicks	63
Figure 34. The growth curves of Black Paradise Flycatcher chicks presented by the lengths of primary wing, tarsus, bill and tail lengths and body weight	67
Figure 35. The distribution of the incubation time of male and female	69
Figure 36. Malaise traps installed to collect insects	72
Figure 37. Insects collected by a malaise trap at four fixed survey sites	74
Figure 38. Illustrations of various types of invertebrates (insects and spiders) fed to chicks	75
Figure 39. Food types of Black Paradise Flycatcher chicks examined from the Guaneumsa Valley samples (2009)	75
Figure 40. Food types of Black Paradise Flycatcher chicks examined from the Guaneumsa Valley samples (2010)	76
Figure 41. Food types of Black Paradise Flycatcher chicks examined from the Guaneumsa Valley samples (July 29, 2010)	76
Figure 42. Food types of Black Paradise Flycatcher chicks examined from the Guangpyeong-ri samples (2010)	77

Figure 43. Food types of Black Paradise Flycatcher chicks examined from the Mulyeongari samples (2009)	77
Figure 44. The change of male's ornamental feathers	82
Figure 45. An Oriental Cuckoo chick hatched in a Black Paradise Flycatcher nest	85
Figure 46. A brood parasite egg (A) and a Black Paradise Flycatcher egg (B)	86
Figure 47. Waveform of Black Paradise Flycatcher alarm calls	90
Figure 48. Sonogram and waveform of alarm call No. 1 in Table 31	95
Figure 49. Amplified waveforms and spectrums of wave 1-1 in Figure 48	96
Figure 50. Sonogram and waveform of alarm call No. 6 in Table 31	97
Figure 51. Waveforms and spectrums of alarm call No. 6-2 in Figure 50	98

Abstract

Breeding ecology of Black Paradise Flycatcher (*Terpsiphone atrocauda*) was studied on Jeju, Korea from 2008 to 2010.

1. Arrival time

As a result of research in Marado Island, the southernmost point of South Korea, the Daejeong-eup area in the southwestern part of Jeju, and fixed study sites (breeding sites), Black Paradise Flycatchers were found to arrive in Jeju in early May, move to their own breeding sites promptly, and occupy their own territories.

2. Distribution

A total of 124 individuals were observed in Jeju in 2010. They were found at altitude between 83 and 1106 meters from the sea level, and their population density was highest at around 500 meters above sea level. Two sites in 'Gotjawal' (a local term for 'evergreen forest') forest were studied and compared. There was one individual per 70,344 square meters in Jeoji Gotjawal Forest, while there was one individual per 8,213 square meters in Dongbaekdongsan Gotjawal Forest. The reason that one site has a population 8 times larger than that of the other similar site (Gotjawal forest) is the existence of wetlands (water ponds) in Dongbakedongsan Gotjawal Forest. This means that water is a very important factor for the successful breeding of the Black Paradise Flycatcher. In the results of studying the distance between nests at breeding sites, they had 158 meter long territory on the average.

3. Environment around nests

The factors making the best environment for the nests of Black Paradise Flycatcher are as follows. Nests should be near a water body like a valley or a wetland. The dominant type of trees around nests were broadleaf trees whose trunks are thinner than 20cm in diameter. The average humidity during the breeding season from June to August was 70%, temperature 25°C, and

illumination intensity 300-800lx. The nest should be away from the road (at least 5 meters), and the height of trees was about 10 meters.

4. Nest materials and structure and nest building methods

The size of nests was as follows: Outer diameter 75.95±1.18mm, inner diameter 59.76±0.66mm, depth 41.17±0.70mm, height 94.25±3.18mm, and weight 7.12±0.48g. The materials of nests were moss, barks of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) and Hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*), roots of trees, and spiders' web. Materials used for the outer decoration of nests were lichen, leaves, and bird feathers. The bird feathers used for nest decoration was confirmed to be of Paradise Flycatcher itself by genetic analysis. The feathers seemed to be from the chest. It took 5 to 22 days for the birds to make nests. Rain was the factor making the birds take more time to for making nests. Nests were usually made in the morning, and only at the end they also made in the afternoon. At the beginning, male and female made nests together, but getting close to the end of the nest building period, female spent more time in making nests.

5. Number and size of eggs, success rate, and incubating

The birds laid 2 to 4 eggs with an average of 3.4 eggs per clutch. The hatching rate was 21.9% for a clutch of 4 eggs, 66.7% for a clutch of 3 eggs, and 100% for a clutch of 2 eggs. The fledgling success rate was 100% for a clutch of 4 eggs, 50% for a clutch of 3 eggs, and 100% for a clutch of 2 eggs. The breeding success rate was 29.7% for a clutch of 4 eggs, 33.3% for a clutch of 3 eggs, and 100% for a clutch of 2 eggs. The average size of eggs was as follows: major axis 20.56±0.11 mm, minor axis 15.61±0.86mm, and weight 2.81±0.3g. The bill, tarsus, and weight of chicks grew relatively slowly, but the wings and tail grew fast. The time spent for incubating by female was longer than that by male.

6. Diet and feeding role of male and female

Insects caught by a malaise trap in the breeding area were flies (Diptera) order, owl moths (Noctuidae) family, spider (Araneae) family, and snout moths (Pyralidae) family in order of dominance. After May, more insects were caught by the trap. The feeding process of Black Paradise Flycatchers was recorded by video and the diet was analysed. Butterfly (Lepidoptera)

order, fly (Diptera) order, grasshopper (Orthoptera) order, net-wings (Neuroptera) order, dragonfly (Orthoptera) order, and spider (Araneae) order were fed to the young birds. When the number of chicks in a clutch was small, the feeding rate by one sex increased. The overall feeding rate by female was higher than by that by male. And as the number of chicks in a clutch went up, the feeding rate by male and female became similar.

7. Brood parasitism

During this research in 2008, brood parasitism by Oriental cuckoo (*Cuculus saturatus*) to the nests of Black Paradise Flycatcher was found. In 2009, an egg supposed to be brood parasitism was found in a nest of Black Paradise Flycatcher. However, the parent gave up breeding before hatching, so the egg was collected for research. Its size (major axis 20.99mm, minor axis 15.54mm) was similar to the egg (major axis 20.54 ± 0.11 mm, minor axis 15.62 ± 0.99 mm) of Black Paradise Flycatcher but its weight (2.4g) was lighter than the egg (2.8 ± 0.32 g) of Black Paradise Flycatcher. In the results of genetic analysis, genetic similarity to the egg of Common cuckoo (*Cuculus canorus*) was high as 97%. There has been no report of brood parasitism by other species to the nests of Black Paradise Flycatcher before this study. Oriental cuckoo (*Cuculus saturatus*) and Common cuckoo (*Cuculus canorus*) were confirmed to do brood parasitism to the nests of Black Paradise Flycatcher in this study.

8. Voice signal to protect nests.

Two patterns of voice signal, different in distance from the nest, to protect the nest were found in this study. The first pattern of alarm call was composed of three notes and was made when the invader was distant from the nest. The second pattern of alarm call was composed of more than five notes, and was made when the invader approached the nest more closely. The center frequency of the first note of the first pattern call was low (3.5kHz) and the center frequency of the third note was high (4.0kHz). For the second pattern call, when the invader approached closely to the nest, the birds made a high-frequency call (4.0kHz) from the first note. While there were time gaps between the notes, there were no significant differences between phrases.

9. Management policies for protection

While the breeding habitats are being destroyed every year, there are no efforts to protect them. In Korea, threatened species like the Black Paradise Flycatcher are protected by domestic laws. Due to the development of Gotjawal Forest and streams, however, the bird's habitats are decreasing. In addition, ecological tourism or wild bird photographing are also threatening the safe breeding of the birds. Lastly, diet resources or breeding environment may be altered by global climate change. Thus, the long-term monitoring of the breeding sites is most essential for the protection of the birds. Efficient management systems should be made and information should be shared by the government.

제1장 서론

참새목(Passeriform) 까치딱새과(Monarchidae)에 속하는 종은 Boatbills, Shrikebills, Paradise-flycatchers와 Magpie-larks로 구성되어 있으며, 세계적으로 97종이 서식한다(del Hoyo *et al.*, 2006). *Terpsiphone*(monarch flycatchers) 속(genus)에는 14종이 분포하며, 그 중 12종이 IUCN이 정한 Redlist에 등재되어 있다(del Hoyo *et al.* 1996; <http://www.iucnredlist.org>; <http://en.wikipedia.org>). 까치딱새과는 아시아에서 아프리카까지 분포하며(Figure 1) 수많은 섬들에서는 텃새로 알려져 있고, 그 중 몇 종만이 철새(migratory)로 이동을 하며, 수컷은 꼬리가 긴 것이 특징이다(Brazil, 2009). 우리나라에는 북방긴꼬리딱새(*T. paradisi*)와 긴꼬리딱새(*T. atrocaudata*) 2종만이 관찰된다(이 등, 2000; Brazil, 2009).



Figure 1. The geographic distribution of Monarchidae.

긴꼬리딱새(Figure 2)의 학명은 *Terpsiphone atrocaudata*이다. 속명인 *Terpsiphone*는 그리

스어로 “즐거운 소리를 내는(새)”이며, 종명인 *atrocaudata*는 라틴어로 “검은 꼬리의”라는 뜻이다(우, 2009). 영명은 Black Paradise Flycatcher와 Japanese Paradise Flycatcher를 사용한다. 우리나라에서는 삼광조(三光鳥)로 불려왔는데 2009년 12월에 한국조류학회에서 공식적으로 긴꼬리딱새로 개칭하였다(한국조류학회 2009).



Figure 2. Black Paradise Flycatchers on nests constructed on forks in trees. Male(A) and female(B).

긴꼬리딱새는 세 개의 아종으로 분류되는데 대부분 한국과 일본에서 관찰되는 종들은 *T. a. atrocaudata*이고, 좀 더 소형이면서 더 어두운 개체인 *T. a. illex*은 류큐섬(Ryukyu Island)에 제한적으로 서식한다. *T. a. periophthalmica*은 *T. a. atrocaudata*와 비슷하나 외형은 수컷의 등쪽이 검보라색, 배쪽은 흰색을 띠며, 그 윗부분은 회검은색으로 타이완 동남부의 란유섬(Lanyu Island)에서 제한적으로 관찰된다(Brazil, 2009).

긴꼬리딱새는 동남아시아에서 주로 겨울을 보내다가 여름철이면 동아시아, 일본, 서태평양 지역과 우리나라 남부지방을 찾아오는 여름철새로 우리나라, 일본과 대만 등지에서 번식하며, 대만에서는 텃새로 생활한다(박, 1998; 오 등, 2002; IUCN, 2008; Brazil, 2009; Ministry of Environmen and UNDP/GEF Wetland Project, 2009). 숲 깊은 곳에서 서식하기 때문에 관찰하기 어려우며, IUCN에서 보고한 긴꼬리딱새의 분포에서 제주도는 제외(Figure 3)될 정도로 제주도의 서식처에 대해서는 잘 알려지지 않다가 최근야 제주도에서 많은 개체가 번식하는 것으로 알려졌다.

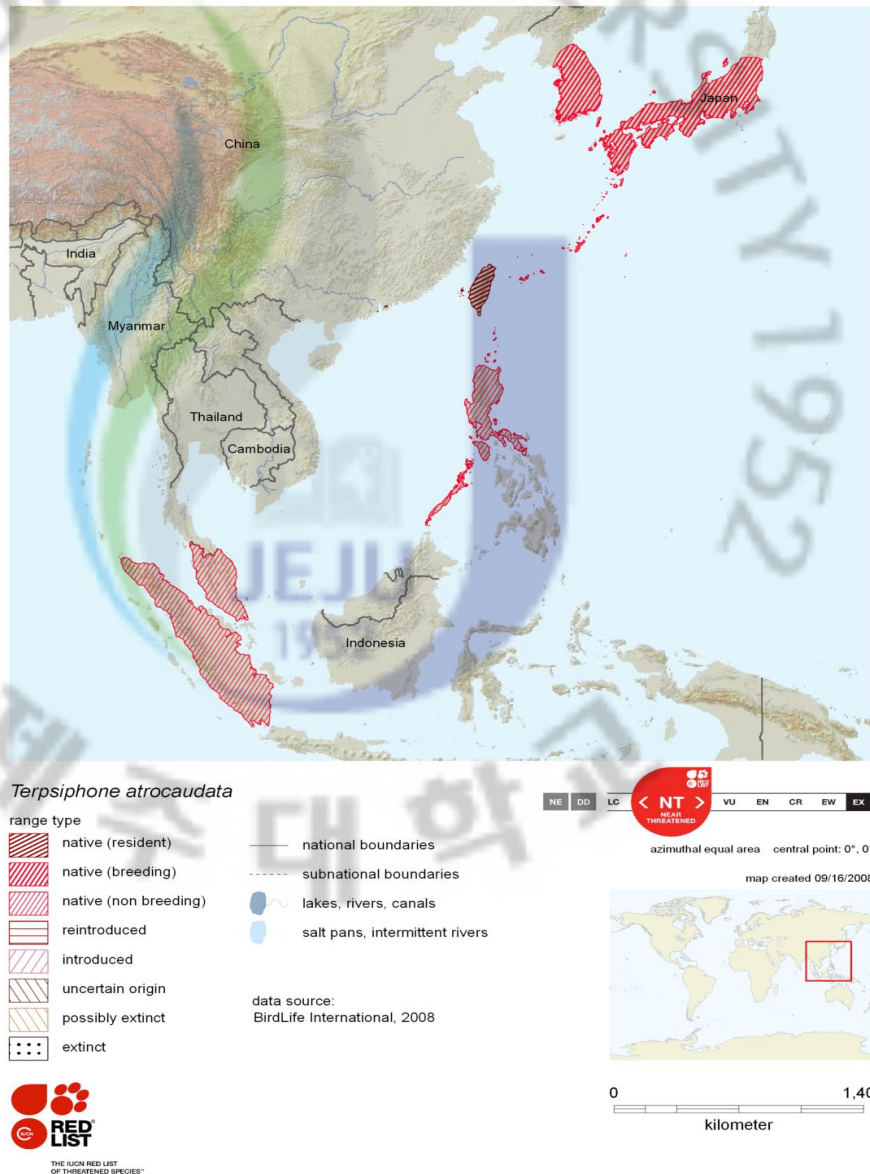


Figure 3. The geographic distribution of Black Paradise Flycatcher designed by IUCN.

긴꼬리딱새는 최근 숲이 벌채되고 공장 및 도로의 확장 그리고 산업화가 진행되면서 서식처를 잃어 급속하게 개체수가 줄어들고 있으며, 기후변화에 의해서 멸종될 가능성이 매우 높은 종으로 보고 있다(IUCN, 2008). 따라서 환경부에서는 멸종위기종 II급으로 고시하여 보호하고 있으며, 세계자연보전연맹(IUCN)에서는 적색목록에 기재하여 멸종위기에 근접한 종(Near Endangered)으로 분류하고 있다(이와 백, 2001; 영산강유역환경청, 2006; IUCN, 2008;

Ministry of Environment and UNDP/GEF Wetland Project, 2009; Figure 4). 멸종위기 근접(Near Endangered)은 보호노력 필요 단계는 아니지만 취약 단계에 근접한 종류로 기후 변화나 환경변화에 의해서 언제든지 멸종위기 단계로 변할 수 있다는 것이다(이와 백, 2001).

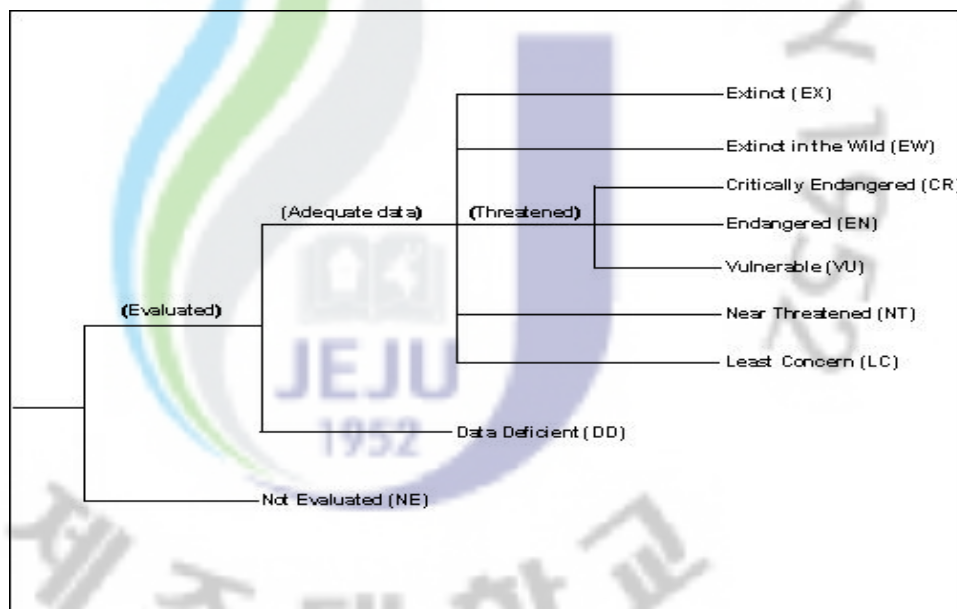


Figure 4. The summary of 2006 IUCN RED LIST categories.

이러한 멸종위기에 근접한 종의 보호 및 종을 복원하기 위해서는 번식지 환경의 유지가 매우 중요하다. 하지만 긴꼬리딱새에 대한 연구는 일본에서 여러 번 이루어졌으나(Jahn and Kobe, 1939; Akiyama, 1968; Mizuta, 1998; Saiki, 2006) 국내에서의 연구는 단순히 개체 확인만을 하고 있고 긴꼬리딱새의 생태에 대한 연구는 지금까지 이루어진 바가 없다(Wild Bird Society of Japan, 1982; 박, 1998; 오 등, 2002; 제주특별자치도 한라산연구소, 2007; 환경부, 2009).

따라서 본 연구는 제주도에서 번식하는 긴꼬리딱새의 도래현황, 번식지 환경, 번식생태, 번식실패요인, 성장과정, 먹이자원 등을 밝혀 긴꼬리딱새의 번식지에서의 생태와 번식지의 이용현황 및 서식처를 밝혀 향후 이 종이 멸종단계로 가는 것을 방지하고 서식지를 복원할 경우, 생태환경을 제안하는 것을 주 목적으로 하고 있다.

조사지역은 제주도 전역에서 이루어졌으며, 특히 관찰이 용이하고 개체수가 많이 분포하는 5개 지역을 고정조사구로 지정하여 번식생태를 조사하였다. 세부적인 연구 목적은 다음과 같다.

첫째, 제주도에 도래하는 긴꼬리딱새의 시기를 확인하기 위해 제주도의 가장 남쪽지역인 마라도와 대정읍 지역, 그리고 번식지로 이용하는 고정조사구지역을 조사하여 도래시기를 알아보고자 한다.

둘째, 제주도에 서식하는 긴꼬리딱새의 분포규모가 정확하지 않아 제주도에서 관찰되는 긴꼬리딱새의 분포범위와 그 현황을 파악하고자 한다.

셋째, 번식 현황과 둥지재료, 둥지를 짓는 방법, 암·수의 참여 비율과 산란시기, 산란 수, 먹이 종류, 암·수의 급이 빈도를 확인하였고, 둥지주변을 경계할 때의 경계음과 행동을 비교분석하였으며, 탁란 개체에 대하여 살펴보고자 한다.

넷째, 긴꼬리딱새를 보호 관리하기 위한 방안과 서식환경을 복원하기 위한 방안 등을 제안하고자 한다.

제2장 조사지 개황

조사는 2008년 4월부터 2010년 12월까지, 제주도 전역에 대하여 긴꼬리딱새의 개체수를 파악하고 번식유무를 확인하였다. 특히 번식지 특성과 번식생태에 대하여 조사하기 위해 고정조사구 5개소를 설정하여 긴꼬리딱새 동지의 생태를 집중적으로 조사하였다(Figure 5).

1. 제주특별자치도

제주도는 동경 126°08'에서 126°58', 북위 33°06'에서 34°00'에 위치하며 본섬과 63개의 부속도서(유인도8개, 무인도55개)로 이루어진 우리나라 최대의 섬이다. 면적은 1,847.19km²으로 전국 99,585.2km²의 1.86%를 차지하고 있다. 평균 강수량은 제주시가 872.5mm 서귀포시가 1,390.6mm이고 평균기온은 제주시가 16.2℃이고 서귀포시가 16.2℃이다(제주특별자치도, 2010).

지형은 한라산을 중심으로 동·서 사면은 3°에서 5°의 매우 완만한 경사이며, 남북사면은 5° 정도로 약간 급한 경사를 이루고 있다. 지질은 퇴적암층과 현무암, 조면질 안산암, 조면암 등의 화산암류와 기생화산에서 분출한 화산쇄설암 등으로 구성되어 있으며, 일부 지방의 점사질 토양을 제외하면 대부분이 흑갈색의 화산회토로 덮여 있다. 동물은 한대성, 열대성 동물이 함께 서식하며, 식물은 한라산을 중심으로 하여 아열대, 온대, 한대식물 등이 수직으로 분포하고 있는데, 그 종류는 2,001종(백두산:500여종, 지리산:1,000여종)에 달해 가히 식물의 보고라 할 만하다(<http://www.Jeju.go.kr/>).

2. 고정조사구

2.1 서귀포시 안덕면 광평리

광평리 마을은 북위 33°20'08", 동경 126°22'89"에 위치한다. 마을 옆으로 계곡이 있으며 계곡의 기슭에는 증가시나무(*Quercus glauca*), 참가시나무(*Q. salicina*), 붉가시나무(*Q. acuta*) 등의 참나무류와 사스래피나무(*Eurya japonica*), 사람주나무(*Sapium japonicum*), 황칠나무(*Dendropanax morbifera*), 가막살나무(*Viburnum dilatatum*), 예덕나무(*Mallotus Japonicus*) 등의 낙엽활엽수들이 주를 이루고 있

고 주변에 삼나무(*Cryptomeria japonica*)군락이 있는 지역이다. 계곡주변에는 경작지가 주를 이루고 있다.

2.2. 제주시 오라동 전남대학솔림

제주시 오라동에 속하는 지역으로 전남대에서 학솔림으로 사용하는 숲이 있다. 위치는 북위 33°25'73", 동경 126°31'62"에 위치하고 있다. 주변에 계곡이 있으며 계곡주변으로 개서어나무(*C. tschonoski*), 서어나무(*C. laxiflora*), 가막살나무, 물참나무(*Q. grosseserrata*)들이 주를 이루고 있고, 계곡사면에는 사스래피나무와 종가시나무, 참가시나무 등의 가시나무류가 주를 이루고 있다. 그리고 주변으로 조림된 삼나무군락지가 있는 것이 특징이다.

2.3. 제주시 아라동 관음사계곡

제주시 아라동 소재지에 위치한 계곡으로 주변으로 삼의양 오름이 있다. 위치는 북위 33°26'24", 동경 126°33'35"에 위치한다. 주변식생은 때죽나무(*Styrax japonica*), 서어나무, 개서어나무, 물참나무 등의 낙엽활엽수들이 많으며, 계곡사면으로는 종가시나무, 참가시나무, 때죽나무 등의 상록활엽수들이 주를 이루고 있다. 예전에 목장으로 사용된 적이 있어 목장경계로 삼나무가 식재되어 있으며, 삼의양 오름에는 많은 편백나무와 삼나무가 식재되어 있다.

2.4. 제주시 조천읍 선흘리 동백동산

제주시 조천읍 선흘리 동쪽에 있는 천연림으로서 북위 33°30'94", 동경 126°42'41"에 위치한다. 또한 넓은 면적(1.43km²)에 걸쳐 사계절 푸른 상록 활엽수가 자라고 있어 학술적 연구 가치가 높은 지역이다.

제주도 난대림인 경우 대부분 계곡에 집중돼 있는 반면, 동백동산은 계곡이 아닌 평탄한 넓은 지역에 대규모의 상록 활엽수림이 조성되어 있다.

동백동산의 습지는 하천, 저수지 및 물웅덩이의 세 가지 유형으로 구분되는데 하천은 강우기를 제외하면 물이 거의 흐르지 않아 습지 식생이 잘 발달하지 못하며, 참느릅나무(*Ulmus pacifolia*)군락, 야그배나무(*Malus sieboldii*)가 아교목층을 이루고, 관목층에는 찔레꽃(*Rosa multiflora*), 윤노리나무(*Pourthaea villosa*), 상동나무(*Sageretia theezans*)와 쥐똥나무(*Ligustrum obtusifolium*) 등이 있

다. 초본층에서는 왕비늘사초(*Carex maximowiczii* var. *maximowiczii*), 글풀(*Juncus effusus* var. *decipiens*), 좁은잎미꾸리늪시(*Persicaria praetermissa* (Hook. f.) Hara) 등의 출현빈도가 높다.

또한 꽃자왈 용암이 적절한 습도와 기온을 유지시켜줌으로서 동백동산 꽃자왈 전반적으로 습지 식물이 서식하고 있다.

2.5. 서귀포시 남원읍 수망리 물영아리오름

물영아리오름 습지보호지역은 행정구역상 제주특별자치도 서귀포시 남원읍 수망리에 위치하며, 지리적으로 북위 33° 21'57", 동경 126° 41'42"에 위치하고, 면적은 0.309 km²이다. 기생화산(오름)의 정상부에 위치한 화구호라는 특징으로 2000년 12월 습지보호지역으로 지정되었고 2006년 10월에는 람사르 습지로 등록되었다.

식생은 참식나무(*Neolitsea sericea*), 산딸나무, 서어나무, 곰솔(*Pinus thunbergil* Parl), 삼나무, 향나무(*Juniperus chinensis*), 서어나무, 새비나무(*Callicarpa mollis* Siebold & Zucc), 털꿩나무(*Viburnum erosum*), 가막살나무 등이 출현빈도가 높으며, 긴꼬리딱새가 관찰된 지역은 삼나무가 조림된 지역에서 위쪽으로 계곡이 형성된 지역으로 이곳은 대부분 낙엽활엽수림이 형성된 지역이다.

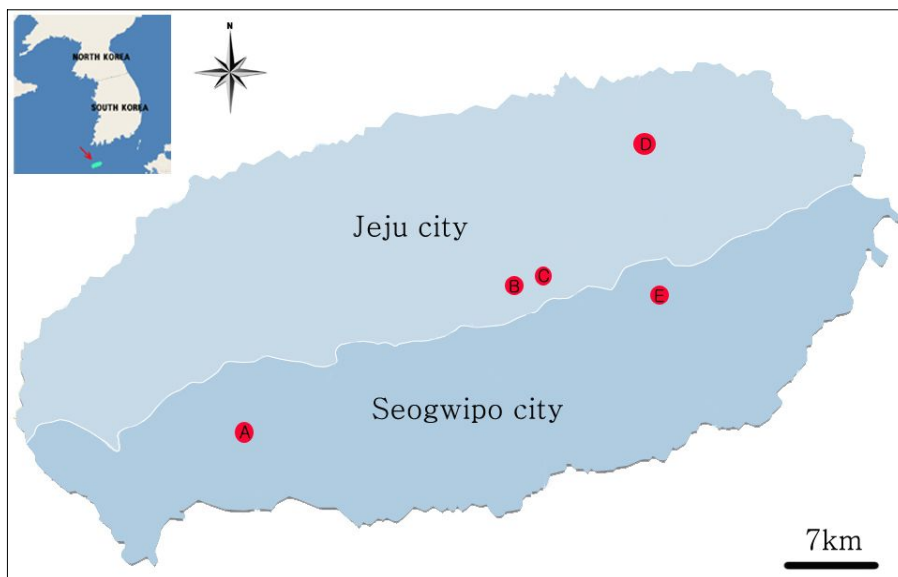


Figure 5. The map of fixed Black Paradise Flycatcher survey sites. A: Guangpyeong-ri, B: Chonnam National Univ. Experimental Forest, C: Guaneumsa Valley, D: Dongbaekdongsan, and E: Mulyeongari.

제3장 도래 시기

서 론

우리나라에서 기록된 조류는 남한뿐만 아니라 북한에서 기록된 종을 포함하여 총 74과 518종의 한국조류목록으로 기록되어 있다(한국조류학회, 2009). 각 종에 대한 생태정보가 수집되고 그 양상도 바뀌고 있어 단편적인 구분이 쉽지 않으나 우리나라에서 기록된 조류의 14%만이 텃새이고, 나머지 86%는 철새로서 철새가 차지하는 비중이 높다(김 등, 1999) 제주도의 조류는 2010년에 기록된 5종을 포함하여 제주도 조류목록을 18목 67과 384종으로 보고한 바 있다(김 등, 2011)

그 중 긴꼬리딱새에 대한 연구 자료는 전무하다. 이 종에 대해서는 단지 조류도감에 기록된 내용만을 갖고 있으며, 이 종이 언제 제주도에 도래하는지에 대한 뚜렷한 기록이 없다(박, 1998; 제주특별자치도 등, 2010).

다만 김(2008)이 '2008 마라도 학술 조사보고서'에서 5월에 관찰한 것으로 보아 이동시기에 관찰된 것으로 보이나 조사시기가 5월 28일로 Akiyama(1968)가 일본의 나가노시(長野市) 근처에서 5월 9일에 관찰된 내용과는 많이 차이를 보이고 있다.

따라서 본 연구에서는 긴꼬리딱새의 정확한 이동시기를 확인하기 위하여 이루어졌다.

조사지역

1. 마라도

마라도는 동쪽으로 대한해협을 건너 대마도와 일본 열도의 나가사기현(長崎縣)과 마주하고, 서쪽으로는 중국의 상해(上海)와 마주하는 북태평양 위에 북위 33°07', 동경 126°16'의 위치해 있는 섬이다. 행정구역상 제주특별자치도 서귀포시 대정읍 마라리에 속하며, 동서로 0.5km, 남북으로 1.25km, 둘레 4.2km, 섬의 넓이 0.3km²의 거대한 현무암의 덩어리인 이 섬은 우리나라

705개의 유인도 중에서 434번째로 크고, 제주도에 부속된 8개의 유인도(우도, 하추자, 가파도, 상추자, 횡간도, 비양도, 마라도, 추포도) 중에서는 두 번째로 작은 섬이다(곽, 2008). 해안선은 해식단애로 이루어져 있으며, 해안선을 따라 24개의 해식동굴이 발달해 있다(강, 2004). 육상의 대부분은 잔디로 이루어진 초원지대이며 섬 중앙부는 곰솔림이 남부지역에는 억새(*Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*) 군락이 형성되어 있다(Figure 6).

2. 대정읍 지역

대정읍은 한라산 정상부에서 멀리 떨어진 남서쪽 사면에 위치하기 때문에 높은 산이 별로 없고, 다른 읍·면과는 달리 전역이 해발고도 200m 이하의 저지대로 이루어져 있다. 주변에 모슬봉(187m), 가시악(123m), 농남봉(100m), 송악산(84m), 단산(160m) 등 기생화산이 있다. 농업은 밭농사를 중심으로 마늘, 양배추, 감자, 콩, 잡곡 등의 생산이 많고, 감귤을 재배한다(Figure 6).

3. 고정조사구

고정조사구 5개 지역(광평리, 전남대학솔림, 관음사계곡, 동백동산, 물영아리)을 조사하였다(Figure 5).

조사방법

조사는 2008년부터 2010년까지 4월과 5월에 마라도 지역과 대정읍 지역에서 관찰되는 조류를 대상으로 전수 조사하였으며, 고정조사구내에서는 긴꼬리딱새가 도래하는 시기만을 조사하였다. 조사는 Line Census Method에 의해 차량과 도보로 이동하면서 쌍안경(Nikon 12×5)을 사용하여 조사하였으며(Bibby *et al.*, 1997), 동정이 곤란한 종은 디지털카메라(Nikon D3, 600mm MF Lense)를 이용하여 촬영 후 ‘한국의 새’ 조류도감(이 등, 2000)을 이용하여 동정하였다.

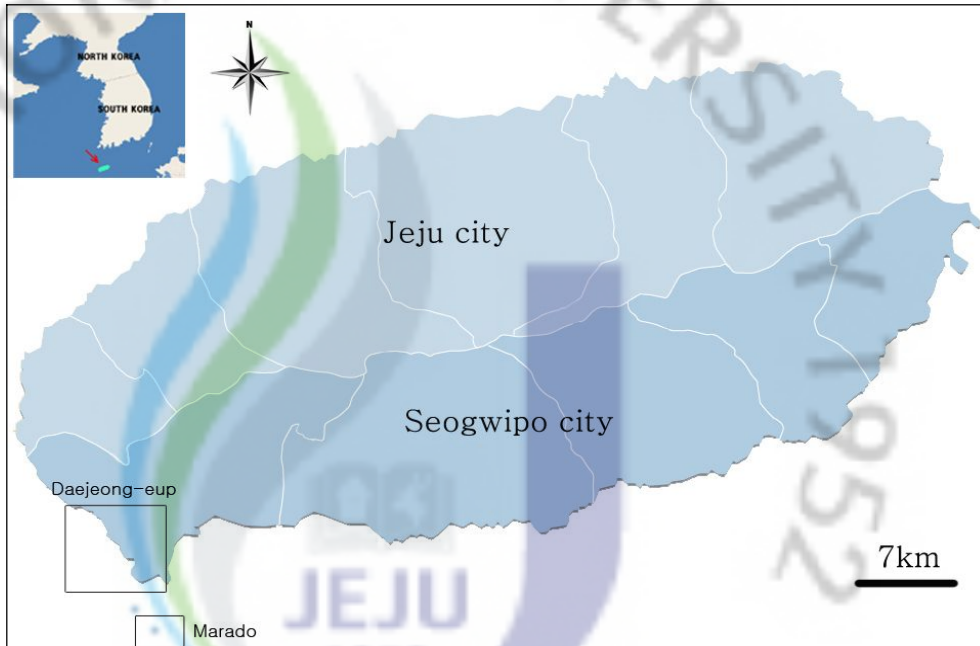


Figure 6. Highlighted locations where the birds were observed to migrate to their breeding sites during the migration season from April to May.

결과 및 고찰

마라도에서 2008년도에 조사 기간 동안 관찰된 조류는 총 12목 32과 105종이 관찰되었다. 긴꼬리딱새는 5월 4일에 2개체가 관찰되었으며, 이후 9일에 1개체, 15일에 6개체 그리고 16일에 7개체가 관찰되어 관찰한 기간 동안 가장 많은 개체가 관찰되었다(Table 1).

Table 1. The population of birds observed in Marado, Jeju from April to May, 2008

No	Species	Apr.				May				Total			
		11	12	25	26	4	9	15	16		17	18	24
1	<i>Calonectris leucomelas</i>										2	1000	1002
2	<i>Phalacrocorax pelagicus</i>	1											1
3	<i>Nycticorax nycticorax</i>	2		1	1								4
4	<i>Butorides striatus</i>					4							4
5	<i>Ardeola bacchus</i>	1				1				1			3
6	<i>Egretta intermedia</i>						1						1
7	<i>Egretta sacra</i>	1	1	1					2		1		6
8	<i>Egretta garzetta</i>		2										2
9	<i>Bubulcus ibis</i>	1				24	10	12					47

Table 1. Continued

No	Species	Apr.				May						Total	
		11	12	25	26	4	9	15	16	17	18		24
10	<i>Pandion haliaetus</i>			1									1
11	<i>Accipiter gularis</i>				1	1				1			3
12	<i>Accipiter soloensis</i>											1	1
13	<i>Falco peregrinus</i>	2	1	1		1	1		2	1			9
14	<i>Falco tinnunculus</i>	1											1
15	<i>Charadrius dubius</i>			3									3
16	<i>Charadrius veredus</i>	2											2
17	<i>Pluvialis fulva</i>		1										1
18	<i>Arenaria interpres</i>	1											1
19	<i>Calidris canutus</i>	1											1
20	<i>Tringa ochropus</i>	1											1
21	<i>Tringa glareola</i>	1											1
22	<i>Tringa brevipes</i>					10							10
23	<i>Tringa hypoleucos</i>	1											1
24	<i>Numenius phaeopus</i>		1										1
25	<i>Gallinago stenura</i>	1											1
26	<i>Phalaropus lobatus</i>										40		40
27	<i>Larus argentatus</i>	3	3										6
28	<i>Chlidonias hybridus</i>										51		51
29	<i>Sterna hirundo</i>										21		21
30	<i>Streptopelia orientalis</i>					1	1	1	1				4
31	<i>Cuculus poliocephalus</i>								1				1
32	<i>Ninox scutulata</i>			1							1		2
33	<i>Caprimulgus indicus</i>					1				2			3
34	<i>Apus affinis</i>									2		1	3
35	<i>Apus pacificus</i>		202		17	4	3	22		44			292
36	<i>Halcyon pileata</i>			1				1		2			4
37	<i>Alcedo atthis</i>	3			1	1							5
38	<i>Upupa epops</i>	3	2										5
39	<i>Jynx torquilla</i>	1											1
40	<i>Hirundo rustica</i>	13	12		4	20		5	7	47			108
41	<i>Hirundo daurica</i>		3		1			3		2			9
42	<i>Calandrella brachydactyla</i>		4										4
43	<i>Alauda arvensis</i>	3											3
44	<i>Motacilla cinerea</i>	1			1								2
45	<i>Motacilla alba leucopsis</i>	1											1
46	<i>Anthus novaeseelandiae</i>											1	1
47	<i>Anthus hodgsoni</i>	6	2				3						11
48	<i>Anthus gustavi</i>											1	1
49	<i>Anthus cervinus</i>	5											5
50	<i>Anthus spinoletta</i>	3											3
51	<i>Lanius tigrinus</i>									1	1		2
52	<i>Lanius bucephalus</i>						1						1
53	<i>Lanius cristatus</i>						1	1		1	2		5
54	<i>Troglodytes troglodytes</i>		1										1
55	<i>Erithacus calliope</i>	1			1	1				1	2		6
56	<i>Erithacus svecicus</i>	1											1
57	<i>Erithacus cyane</i>				1	1	1	1		2			6
58	<i>tarsiger cyanurus</i>	3	4		4								11
59	<i>Phoenicurus aureoreus</i>					3							3
60	<i>Saxicola torquata</i>	32											32
61	<i>Monticola solitarius</i>	13	2		5			2	4		4		30

Table 1. Continued

No	Species	Apr.					May					Total	
		11	12	25	26	4	9	15	16	17	18		24
62	<i>Turdus dauma</i>	2											2
63	<i>Turdus cardis</i>	1			1	1							3
64	<i>Turdus chrysolaus</i>	12	5		4	1	1						23
65	<i>Turdus pallidus</i>	1		3	7					3			14
66	<i>Turdus obscurus</i>	3	1										4
67	<i>Turdus naumanni eunomus</i>	2	9										11
68	<i>Cettia squameiceps</i>	1			1								2
69	<i>Cettia diphone</i>	1	2					3					6
70	<i>Locustella ochotensis pleskei</i>	1								2		1	4
71	<i>Acrocephalus bistrigiceps</i>										1		1
72	<i>Phylloscopus humei</i>							2	6	2			10
73	<i>Phylloscopus proregulus</i>				1								1
74	<i>Phylloscopus borealis</i>									1	2		3
75	<i>Phylloscopus tenellipes</i>					1	2		2	19	3		27
76	<i>Phylloscopus occipitalis</i>	1			1	25	2			20	4		53
77	<i>Phylloscopus fuscatus</i>							2		1			3
78	<i>Regulus regulus</i>	10											10
79	<i>Cisticola juncidis</i>	1	4		1		2	3			3		14
80	<i>Ficedula zanthopygia</i>							1	2				3
81	<i>Ficedula narcissina</i>				1		1	4	2	3			11
82	<i>Ficedula mugimark</i>	1								1			2
83	<i>Muscicapa sibirica</i>								4				4
84	<i>Muscicapa griseisticta</i>					1		3		12			16
85	<i>Muscicapa latirostris</i>	4				2		5	6	19	3		39
86	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>					2	1	6	7				16
87	<i>Zosterops japonica</i>	21	5										26
88	<i>Emberiza tristrami</i>	3	3						2	2			10
89	<i>Emberiza fucata</i>	1											1
90	<i>Emberiza pusilla</i>	4	7	5		1							17
91	<i>Emberiza chrysophrys</i>	2			2	3							7
92	<i>Emberiza rustica</i>			1									1
93	<i>Emberiza elegans</i>	4	3										7
94	<i>Emberiza auleola</i>									1			1
95	<i>Emberiza rutila</i>			1	1			3		15			20
96	<i>Emberiza sulphurata</i>								1				1
97	<i>Emberiza spodocephala</i>	24	10		3								37
98	<i>Fringilla montifringilla</i>	19											19
99	<i>Carduelis spinus</i>					1		1					2
100	<i>Passer montanus</i>	32			7			16					55
101	<i>Sturnus sturninus</i>					1							1
102	<i>Sturnus philippensis</i>						1						1
103	<i>Oriolus chinensis</i>							3	2				5
104	<i>Pica Pica</i>				1								1
105	<i>Delichon urbicum</i>								1				1

2009년도에 마라도 조사에서 관찰된 조류는 8목 25과 78종이었다. 긴꼬리딱새는 5월에는 관찰되지 않았다(Table 2).

이동하는 철새들은 같은 시기에 온·습도, 조도 및 여러 환경변화에 반응하여 이동하는 개체들이므로 긴꼬리딱새가 처음 출현한 시기의 이동 조류들을 살펴보았다. 2008년도의 긴꼬리딱

새의 이동시기에 가장 많이 이동한 개체는 황로(*Egretta sacra*) 이었으나, 가장 빈번하게 이동한 개체들은 되솔새(*Phylloscopus tenellipes*), 산솔새(*P. occipitalis*), 황금새(*Ficedula narcissina*), 제비딱새(*Musciapa griseisticta*) 쇠솔딱새(*M. latirostris*) 등의 휘파람새과(Sylviidae)와 딱새과(Muscicapidae)들이었다. 2009년도에 이 과(Family)의 조류들 이동도 5월 첫째 주에 이동해 오기 시작하였다. 따라서 긴꼬리딱새도 같은 시기에 이동을 하기 시작하였을 것이라 생각된다.

Table 2. The population of birds observed in Marado, Jeju from April to May, 2009

No	Species	April				May			Total
		5	12	22	23	2	3	10	
1	<i>Nycticorax nycticorax</i>			4		2			6
2	<i>Butorides striata</i>		1						1
3	<i>Ardeola bacchus</i>				1		1		2
4	<i>Bubulcus ibis</i>				3			3	6
5	<i>Ardea cinerea</i>		1						1
6	<i>Egretta intermedia</i>				6			1	7
7	<i>Egretta garzetta</i>			1	2				3
8	<i>Egretta sacra</i>			4	1	1			7
9	<i>Phalacrocorax capillatus</i>		1	5					12
10	<i>Phalacrocorax pelagicus</i>								1
11	<i>Falco peregrinus</i>			2					2
12	<i>Numenius madagascariensis</i>					1			1
13	<i>Actitis hypoleucos</i>	1							1
14	<i>Calidris tenuirostris</i>	1							1
15	<i>Calidris ferruginea</i>			1					1
16	<i>Larus crassirostris</i>	2							2
17	<i>Larus canus</i>	7	3						31
18	<i>Larus glaucescens</i>		3						3
19	<i>Larus vegae</i>	73	18		11				149
20	<i>Larus heuglini</i>								5
21	<i>Larus schistisagus</i>	3							3
22	<i>Synthliboramphus wumizusume</i>				2		1		3
23	<i>Streptopelia orientalis</i>		2			3			29
24	<i>Apus pacificus</i>	5	4	27	5	9	19	92	161
25	<i>Alcedo atthis</i>			1					1
26	<i>Upupa epops</i>			1					1
27	<i>Pica pica</i>		2			1			5
28	<i>Hirundo rustica</i>	2	20	17	8	14	29	4	94
29	<i>Cecropis daurica</i>			1		1			2
30	<i>Delichon dasypus</i>		1						1
31	<i>Alauda arvensis</i>								82
32	<i>Cisticola juncidis</i>		2	2	3	7	4	5	23
33	<i>Microscelis amaurotis</i>		1		11		2		16
34	<i>Urosphena squameiceps</i>		2		1	3	1		7
35	<i>Cettia diphone borealis</i>		1		1		1		4
36	<i>Locustella pleskei</i>							1	1
37	<i>Phylloscopus proregulus</i>			1					1
38	<i>Phylloscopus coronatus</i>		2			2	2		6
39	<i>Zosterops japonicus</i>		1		6				12

Table 2. Continued

No	Species	April				May			Total
		5	12	22	23	2	3	10	
40	<i>Regulus regulus</i>	3							4
41	<i>Troglodytestroglodytes</i>	2	1						6
42	<i>Sturnus cineraceus</i>		1	1					2
43	<i>Turdus hortulorum</i>	1	1						2
44	<i>Turdus cardis</i>		1						3
45	<i>Turdus obscurus</i>			1					1
46	<i>Turdus pallidus</i>		4	6	2	4	1		20
47	<i>Turdus chrysolaus</i>		2	4	2	4			12
48	<i>Turdus unomus</i>	1	2			1	1		5
49	<i>Luscinia akahige</i>		2						2
50	<i>Luscinia calliope</i>					1			1
51	<i>Luscinia cyane</i>			1					1
52	<i>Luscinia sibilans</i>					1			1
53	<i>Tarsiger cyanurus</i>	3	1	1					5
54	<i>Phoenicurus ochruros</i>	1							1
55	<i>Phoenicurus aureus</i>	1							12
56	<i>Saxicola torquatus</i>	5	6	1	7				24
57	<i>Monticola solitarius philippensis</i>	4	10	8	14	9	7	6	67
58	<i>Muscicapa sibirica</i>					2			2
59	<i>Muscicapa dauurica</i>		1			4	3		8
60	<i>Ficedula narcissina</i>		1			4	1		6
61	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>						1		1
62	<i>Passer montanus</i>	10	10	8	12	85	24	21	193
63	<i>Motacilla flava taivana</i>			6	6				12
64	<i>Motacilla cinerea</i>	4	2	2		2			10
65	<i>Motacilla alba lugens</i>	4	2	4		1			14
66	<i>Anthus richardi</i>				3				3
67	<i>Anthus hodgsoni</i>					1			1
68	<i>Anthus cervinus</i>			2					2
69	<i>Anthus rubescens</i>		1	7					8
70	<i>Fringilla montifringilla</i>	1		6					7
71	<i>Emberiza tristrami</i>		1	4					5
72	<i>Emberiza fucata</i>			2					2
73	<i>Emberiza pusilla</i>			6	3				9
74	<i>Emberiza chrysophrys</i>				4	1			5
75	<i>Emberiza elegans</i>	7	3						10
76	<i>Emberiza aureola</i>				4				4
77	<i>Emberiza rutila</i>			3					3
78	<i>Emberiza spodocephala spodocephala</i>			9	7	1			17

2010년에는 이동시기에 제주도 본도(Main Island)의 가장 남쪽에 위치한 대정읍 지역에서 긴꼬리딱새의 이동시기를 관찰하였다(Table 3). 관찰결과 5월 11일에 처음 관찰되었다. 그러나 딱새과와 휘파람새과는 2010년에 대정읍지역에서 한 달 정도 빠른 4월 17일에서 5월 중순

까지 대부분 이동하여 이동시기가 조금 빠른 것으로 나타났으나 주요 이동시기는 4월말에서 5월초라는 것을 말할 수 있다.

Table 3. The population of birds observed at Daejeong-eup, Jeju from April to May, 2010

No	Species	April							May							Total		
		3	12	17	20	22	23	29	1	5	11	13	17	24	25		27	30
1	<i>Anas strepera</i>																2	2
2	<i>Anas querquedula</i>			6								2					7	15
3	<i>Anas crecca</i>		7	2			2										8	21
4	<i>Anas poecilorhyncha</i>				11	2					7	4	13		4	4		45
5	<i>Caprimulgus indicus</i>							1	1									2
6	<i>Brachyramphus perdix</i>				12													12
7	<i>Vanellus cinereus</i>													1				1
8	<i>Charadrius hiaticula</i>				1	1												2
9	<i>Charadrius placidus</i>		1													1		2
10	<i>Charadrius alexandrinus</i>		3															3
11	<i>Charadrius mongolus</i>		2	1		2					2							10
12	<i>Pluvialis squatarola</i>		4	10														14
13	<i>Pluvialis fulva</i>		28	2	1			1										32
14	<i>Charadrius dubius</i>	3	17	11		2		4		3	1	4		4		5	3	57
15	<i>Glareola maldivarum</i>					4		4	7						1			16
16	<i>Hydrophasianus chirurgus</i>												1					1
17	<i>Larus schistisagus</i>					1												1
18	<i>Larus ridibundus</i>					1												1
19	<i>Chlidonias hybrida</i>								1									1
20	<i>Chlidonias leucopterus</i>											1						1
21	<i>Larus cachinnans</i>					4												4
22	<i>Larus crassirostris</i>					38												38
23	<i>Larus vegae</i>					157		1										158
24	<i>Phasianus colchicus</i>								4				2	1				7
25	<i>Coturnix japonica</i>		6	3			3								10			22
26	<i>Himantopus himantopus</i>	2	1	5	8	5	1	2	7		6	4			1			42
27	<i>Tringa totanus</i>																1	1
28	<i>Limnodromus semipalmatus</i>										1	1						2
29	<i>Limosa limosa</i>											1			1			2
30	<i>Numenius arquata</i>		1	1														2
31	<i>Numenius madagascariensis</i>				2													2
32	<i>Tringa erythropus</i>		1					3										4
33	<i>Calidris temminckii</i>		3				2											5
34	<i>Calidris subminuta</i>							3	1					1				5
35	<i>Calidris ferruginea</i>		1													5		6
36	<i>Xenus cinereus</i>		1	3					4		2							10
37	<i>Gallinago gallinago</i>		1	2		1	1	1			1	4						11
38	<i>Limosa lapponica</i>	3	3	4	1	1												12
39	<i>Tringa ochropus</i>			2	2	3		1				1						12
40	<i>Calidris alpina</i>		11	2														13
41	<i>Calidris ruficollis</i>		8	3							1		1		3			16
42	<i>Calidris tenuirostris</i>	1	3	12	1													17
43	<i>Actitis hypoleucos</i>		1	1	1	1			3	1	1	2	5	5		3	1	25
44	<i>Heteroscelus brevipes</i>								4	12	2	1	2	1	1	1	1	25
45	<i>Numenius phaeopus</i>		4	22		2		1		1								30
46	<i>Tringa nebularia</i>		4	7		1	1	2		4	2	5	2		1	1		31

Table 3. Continued

No	Scientific Name	April							May							Total		
		3	12	17	20	22	23	29	1	5	11	13	17	24	25		27	30
47	<i>Calidris acuminata</i>		15					9	4		2	1		6			37	
48	<i>Tringa stagnatilis</i>		26	19	7	1	10		6			1		5			75	
49	<i>Numenius minutus</i>						28	10	38								76	
50	<i>Tringa glareola</i>		31	6	8	6	2	10			24	3		7			97	
51	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>				1												1	
52	<i>Gorsachius goisagi</i>							1									1	
53	<i>Butorides striata</i>												1				1	
54	<i>Egretta sacra</i>					1											1	
55	<i>Ixobrychus sinensis</i>														1	2	3	
56	<i>Ardea purpurea</i>										1	1		1			3	
57	<i>Egretta eulophotes</i>			1		2											3	
58	<i>Ardeola bacchus</i>								1					1		3	1	6
59	<i>Ardea alba modesta</i>				3	1	18				1			3	1	3	32	
60	<i>Egretta garzetta</i>		1	2	5	3	1	1		2	2	1	4	4		3	9	38
61	<i>Ardea cinerea</i>		1		5	67				9	2				2	6	93	
62	<i>Bubulcus ibis</i>				1	34		4		2	16	23	7	18	3	4	4	117
63	<i>Egretta intermedia</i>		24	6	7	131		2		4	33	14	5	29		13	4	333
64	<i>Streptopelia orientalis</i>				2		6	7	2		2	1	1	6				27
65	<i>Alcedo atthis</i>				1													1
66	<i>Eurystomus orientalis</i>								2		2	1		6				11
67	<i>Cuculus poliocephalus</i>													1				1
68	<i>Cuculus canorus</i>										1		1					2
69	<i>Pandion haliaetus</i>					1												1
70	<i>Falco peregrinus</i>				2		1											1
71	<i>Falco tinnunculus</i>								2									3
72	<i>Falco amurensis</i>							1	3		2							6
73	<i>Amaurornis phoenicurus</i>														1		1	2
74	<i>Gallinula chloropus</i>					1		2				2		6	4			15
75	<i>Gavia arctica</i>								2									2
76	<i>Gavia pacifica</i>								2									2
77	<i>Calandrella brachydactyla</i>																	1
78	<i>Alauda arvensis</i>						20	7			3	2	10					42
79	<i>Pericrocotus divaricatus</i>		3															3
80	<i>Cisticola juncidis</i>				6		2	5	7	7	7	8	10	4		4		60
81	<i>Dicrurus macrocercus</i>													1			3	4
82	<i>Emberiza tristrami</i>			1														1
87	<i>Emberiza fucata</i>											1						3
88	<i>Emberiza elegans</i>			3					2									5
92	<i>Carduelis sinica</i>												2					2
109	<i>Hirundo rustica</i>		30										3					33
110	<i>Lanius cristatus</i>											1						1
111	<i>Lanius tigrinus</i>				20													20
112	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>									2	1	5		3	1			12
113	<i>Motacilla citreola</i>		1															1
114	<i>Anthus godlewskii</i>							2										2
115	<i>Motacilla alba leucopsis</i>				2		1											3
116	<i>Motacilla flava taivana</i>								6									6
117	<i>Motacilla cinerea</i>				2	1		11										14
118	<i>Motacilla alba lugens</i>		7					4										15
119	<i>Luscinia calliope</i>										1							1
120	<i>Ficedula zanthopygia</i>											1						1
121	<i>Luscinia sibilans</i>						2											2
122	<i>Tarsiger cyanurus</i>			2														2
123	<i>Muscicapa sibirica</i>						1			1	4			2				8

Table 3. Continued

No	Species	April							May							Total		
		3	12	17	20	22	23	29	1	5	11	13	17	24	25		27	30
124	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>		1	2	4		2											9
125	<i>Ficedula narcissina</i>		1	2			7			2								12
126	<i>Saxicola torquatus</i>			11	3	1		1										16
127	<i>Muscicapa dauurica</i>				4		1		2	3		3		10				23
128	<i>Muscicapa griseisticta</i>				4				1					1				6
129	<i>Passer montanus</i>				70									15				15
130	<i>Microscelis amaurotis</i>				8		6		6		10	19	8	7				56
131	<i>Sturnus sericeus</i>													1				1
132	<i>Sturnus cineraceus</i>										1					4		5
133	<i>Locustella pleskei</i>											1						1
134	<i>Cettia diphone borealis</i>				2		3		2		1		1					9
135	<i>Phylloscopus borealis</i>								2	1	1							4
136	<i>Phylloscopus tenellipes</i>										8			1				9
137	<i>Phylloscopus coronatus</i>			2	2		5		1	8	1			4				23
138	<i>Urosphenas quameiceps</i>			3	1		3	1		1	1	1						11
139	<i>Turdus obscurus</i>				4													4
140	<i>Turdus eunomus</i>				7													7
141	<i>Turdus chrysolaus</i>		1	3			8	2	3	1								18
142	<i>Turdus pallidus</i>		1	1	5		14	1	2			1						25
143	<i>Zosterops japonicus</i>			4					1									5

고정조사구로 설정한 5개 지역에서 처음 관찰된 긴꼬리딱새는 2008년에 광평리에서 5월 6일에 처음 관찰되었고, 마라도는 5월 4일에 처음 관찰되어 번식지(고정조사구)에서도 비슷한 날짜에 긴꼬리딱새의 수컷이 세력권을 형성하기 위해 도착하는 것을 확인할 수 있었다(Table 1, Table 4).

2009년도에는 관음사계곡에서는 5월 12일에 암·수 두 개체씩 네 개체를 확인하였고, 동백동산과 전남대학솔림에서는 5월 13일에 수컷 두 개체, 광평리에서는 5월 27일에 수컷 두 개체, 물영아리에서는 6월 9일에 수컷 한 개체를 확인하였다. 하지만 마라도에서는 5월 10일까지 긴꼬리딱새를 관찰하지 못하였다, 하지만 번식지에서 12일에 관찰되는 것으로 보아 이동한 개체들이 많지 않아 이동하는 길목인 마라도에서는 관찰이 되지 않고 바로 번식지로 이동한 개체들이 있을 가능성도 있다(Table 2). 따라서 2009년도에 제주도에 도래한 시기는 5월 11일이었다는 것으로 추측할 수 있다(Table 4).

2010년도에는 번식지인 동백동산에서 5월 27일에 한 개체 처음 확인하였다. 이후 5월 28일에 전남대학솔림에서 암·수 한 개체씩을 확인하였고, 물영아리에서는 31일, 관음사계곡에서는 6월 1일, 광평리에서는 4일에 긴꼬리딱새를 확인하였다(Table 4). 2010년에 대정읍 지역에

서 관찰된 조류상을 보면 긴꼬리딱새는 5월 11일에 처음 관찰되며, 번식지는 27일에 처음 확인되었다(Table 4). 2008년과 2009에는 처음 관찰된 후 번식지에서 바로 관찰되었으나, 2010년에는 5월 11일에 긴꼬리딱새가 도래하였으나 번식지에는 2주 정도 늦게 도착하였다. 당시에 우리나라에 저온현상이 있었다. 따라서 기상현상 때문인지, 다른 환경요인에 의해서 번식지로 늦게 이동한 건지, 아니면 같은 번식지에서 번식하는 개체가 늦게 들어온 것인지는 향후 많은 자료가 축적되어야 할 것이다.

Table 4. The population and the first appearance day of Black Paradise Flycatcher at fixed survey sites

Site	Year	Date	Individual No.	Remark
Guangpyeong-ri	2008	May 6	1	♂
Guaneumsa Valley	2009	May 12	4	♂2, ♀2
Dongbaekdongsan	2009	May 13	3	♂2, ♀1
Chonnam National Univ. Experimental Forest	2009	May 13	2	♂2
Guangpyeong-ri	2009	May 27	2	♂2
Mulyeongari	2009	June 9	1	♂
Dongbaekdongsan	2010	May 27	1	♂
Chonnam National Univ. Experimental Forest	2010	May 28	2	♂1, ♀1
Mulyeongari	2010	May 31	2	♂1, ♀1
Guaneumsa Valley	2010	June 1	2	♂1, ♀1
Guangpyeong-ri	2010	June 4	3	♂2, ♀1

이동철새들은 온도, 습도, 바람, 날씨 등과 같은 여러 환경 인자에 영향을 받아 이동을 함으로 긴꼬리딱새의 이동시기를 단정할 수는 없으나, 일본에서의 연구와 본 연구의 결과로 미루어보아 5월 초에서 말 사이에 번식지로 이동을 하며, 제주도에 도래하는 긴꼬리딱새는 제주도에 도래하는 즉시 번식지로 이동하여 세력권을 형성하는 것으로 생각된다. 하지만 번식지에서의 날씨와 기온의 변화에 의해서 번식지로의 이동이 지연되는 경우도 있기 때문에 기후변화에 의해서 긴꼬리딱새의 번식과 이동에 변화가 있을 가능성이 있다. 따라서 앞으로 기후변화에 의한 긴꼬리딱새의 도래시기 양상을 모니터링 할 필요성이 있다.

제4장 도래 현황

서 론

제주도는 우리나라의 가장 남단에 위치한 곳으로 철새들이 이동하는 길목에 위치하고 있다. 제주도에 기록된 조류는 최근에 김 등(2011)이 제주조류목록에서 346종을 보고하였다. 제주특별자치도 등(2010)은 제주도의 이동성 조류 중 나그네새 비율이 126종 34.1%, 길잃은새 86종 23.2%로 제주도에 번식 및 월동하여 장기간 체류하는 종보다 단기간에 관찰되는 종이 전체 조류 종의 57.3%가 되는 특성을 보이고 있다고 명시하였다. 대부분 제주도를 통과하는 조류들은 여름철새들로 산새의 이동이 매우 높다(김 등, 2010).

이 등(2000)은 긴꼬리딱새를 이동성 조류로 분류하고 있으며, 제주도에 번식기록을 언급하고 있다. 하지만 제주에서 번식하는 개체수 현황이나, 번식지 및 서식지에 대한 기록은 없다.

특히 긴꼬리딱새는 동남아시아에서 겨울을 보내고 한국과 일본 그리고 필리핀 등에서 번식을 하는 종이다. 일본에서의 연구는 많은 진전을 보였다. 하지만 우리나라에서의 연구들은 대부분 긴꼬리딱새의 분포보다는 산업지구나 특정지역에서의 서식 유무만을 보고하고, 이 종에 대한 생물학적 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 제주도에 번식을 하기 위해 이동해 오는 긴꼬리딱새의 규모와 세력권의 크기를 조사하여 기후변화로 인한 개체군의 변화, 보전과 복원 및 향후 개발에 의한 번식지의 파괴를 예방하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 이루어졌다.

조사방법

조사는 08년 4월부터 10년 9월까지 제주도의 전역을 대상으로 차량과 도보로 이동하면서 정점조사법(Point Census Method), 선조사법(Line Transect Method)을 병행하여(Bibby *et al.*, 1992) 직접 관찰하거나(쌍안경 8× 30, Bronton) Playback(PMP-istation i2, 92dB)으로 유인해서 서식유무를 확인하였다. 그리고 관찰된 장소는 EXCEL을 이용한

도별, 지역별 특성을 분석하였다. 조사 시 전년도에 관찰된 지역은 다시 조사하여 서식유무를 재차 확인하였으며, 최종적으로 2010년에 제주도에 분포하는 분포도를 작성하였다.

또한 최종적으로 작성된 분포도를 바탕으로 년도 별 등지간의 거리를 측정하여 긴꼬리딱새의 세력권 범위를 설정하였다.

결과 및 고찰

1. 관찰된 지역 및 개체수

제주도 전역을 대상으로 조사한 결과, 124개체가 관찰되었다(Table 5).

Table 5. Locations where the Black Paradise Flycatchers were observed and their altitudes

No	Location	Altitude(m)
1	Gwangnyeong-ri	641
2	Gwangnyeong-ri	644
3	Daeheul-ri	398
4	Daeheul-ri	400
5	Daeheul-ri	389
6	Daeheul-ri	396
7	Bonggae-dong	698
8	Sangmeong-ri	210
9	Seonheul-ri	102
10	Seonheul-ri	92
11	Seonheul-ri	93
12	Seonheul-ri	100
13	Jeju City	112
14	Seonheul-ri	123
15	Seonheul-ri	352
16	Seonheul-ri	376
17	Seonheul-ri	316
18	Seonheul-ri	87
19	Seonheul-ri	87
20	Seonheul-ri	87
21	Seonheul-ri	83
22	Seonheul-ri	84
23	Seonheul-ri	84
24	Seonheul-ri	83
25	Seonheul-ri	93
26	Seonheul-ri	115

Table 5. Continued

No	Location	Altitude(m)
27	Seonheul-ri	100
28	Seonheul-ri	620
29	Seonheul-ri	600
30	Ara-dong	472
31	Ara-dong	475
32	Ara-dong	564
33	Ara-dong	323
34	Ara-dong	333
35	Ara-dong	463
36	Ara-dong	466
37	Ara-dong	480
38	Ara-dong	487
39	Ara-dong	511
40	Ara-dong	518
41	Ara-dong	561
42	Ara-dong	561
43	Ara-dong	645
44	Ara-dong	730
45	Ara-dong	553
46	Ara-dong	560
47	Ara-dong	572
48	Ara-dong	140
49	Jeju City Eoem-ri	554
50	Eoem-ri	554
51	Ora-dong	564
52	Odeung-dong	486
53	Odeung-dong	500
54	Odeung-dong	480
55	Odeung-dong	472
56	Odeung-dong	520
57	Odeung-dong	485
58	Odeung-dong	543
59	Odeung-dong	493
60	Odeung-dong	500
61	Odeung-dong	503
62	Yeongpyeong-dong	160
63	Yonggang-dong	397
64	Yonggang-dong	392
65	Yonggang-dong	528
66	Wollim-ri	125
67	Wollim-ri	121
68	Cheongsu-ri	97
69	Cheongsu-ri	98
70	Haean-dong	731
71	Haean-dong	940
72	Haean-dong	723
73	Haean-dong	720
74	Gwangpyeong-ri	482
75	Gwangpyeong-ri	500
76	Deoksu-ri	140
77	Seogwipo City Deoksu-ri	132
78	Dosun-dong	220
79	Dosun-dong	501
80	Dosun-dong	875

Table 5. Continued

No	Location	Altitude(m)	
81	Dosun-dong	1097	
82	Dosun-dong	1056	
83	Dosun-dong	871	
84	Dosun-dong	500	
85	Dosun-dong	214	
86	Mureung-ri	94	
87	Mureung-ri	91	
88	Sangcheon-ri	360	
89	Sanghyo-dong	311	
90	Sanghyo-dong	243	
91	Sanghyo-dong	247	
92	Sanghyo-dong	300	
93	Saekdal-dong	361	
94	Seohong-dong	297	
95	Seohong-dong	86	
96	Seohong-dong	336	
97	Sumang-ri	501	
98	Sumang-ri	494	
99	Sumang-ri	453	
100	Sillye-ri	532	
101	Sillye-ri	701	
102	Sillye-ri	781	
103	Seogwipo City	Sillye-ri	756
104	Sillye-ri	740	
105	Sillye-ri	520	
106	Yeongnam-dong	883	
107	Yeongnam-dong	644	
108	Yeongnam-dong	224	
109	Yeongnam-dong	220	
110	Yeongnam-dong	635	
111	Yeongnam-dong	875	
112	Jungmun-dong	301	
113	Jungmun-dong	611	
114	Jungmun-dong	624	
115	Jungmun-dong	298	
116	Hawon-dong	1106	
117	Hawon-dong	1100	
118	Hogeun-dong	511	
119	Hogeun-dong	521	
120	hoesu-dong	500	
121	hoesu-dong	158	
122	hoesu-dong	165	
123	hoesu-dong	151	
124	hoesu-dong	492	

관찰된 지역을 GPS장치(Germin eTrex Vista)에 저장하여 MapSource(ver. 6.8.0)에 나타낸 결과, 관찰된 지역은 제주도의 한라산을 중심으로 중산간 지역에 집중하여 분포하는 것으로 나타났다(Figure 7).

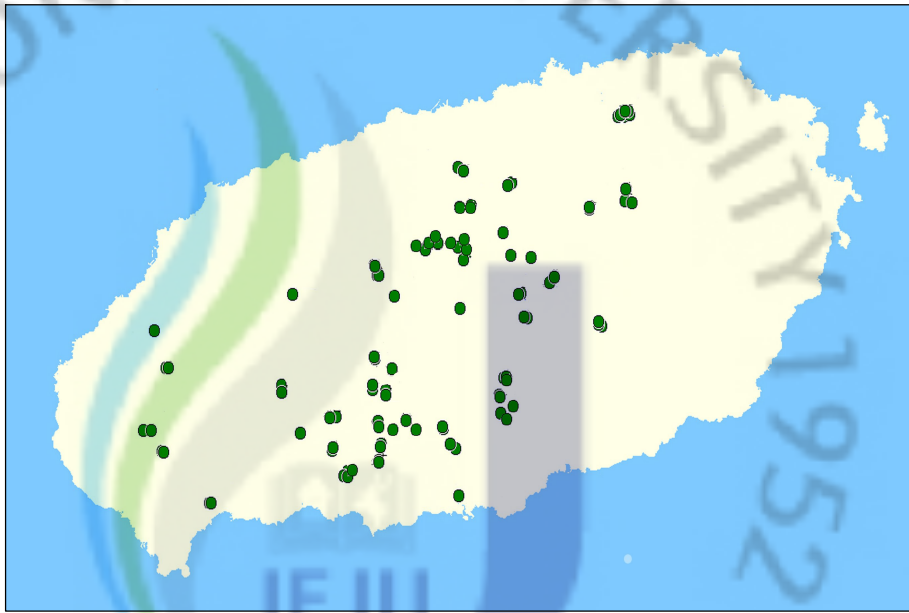


Figure 7. The distribution map of places where Black Paradise Flycatchers were observed in Jeju Island in 2010.

제주도의 중산간 지역은 꽃자왈이라는 제주만의 독특한 지형과 경관이 존재하는 곳이다(Figure 8). 송 등(1996)은 '꽃자왈이란 토양의 발달이 매우 빈약할 뿐만 아니라 크고 작은 잡석과 잡목 및 가지 덩굴이 한데 어우러져 있어 경작지로 이용하기 곤란한 쓸모없는 토지(지대)를 지칭하는 말이다'라고 하였으며, 제주어 사전에는 '나무와 덩굴 따위가 마구 엉클어져 수풀같이 어수선하게 된 곳'을 꽃자왈로 정의하고 있다(제주도, 1995). 꽃자왈 지역은 농사를 짓기에는 부적합한 곳이다. 하지만 이곳에서는 많은 동·식물들이 서식하고 있으며 제주도의 식수원을 유지해주는 중요한 생태적, 경관적 역할을 하고 있어 제주에는 없어서는 안 될 곳이다. 우점하는 식물 대부분이 활엽수이며 주로 상록성인 종가시나무, 참가시나무, 붉가시나무 등의 가시나무들이 우점하고 있다(제주도, 1997; 송과 윤, 2002). 특히 이 지역은 긴꼬리딱새의 서식환경과 매우 유사한 환경이다(Kim *et al.*, 2010).

따라서 긴꼬리딱새가 관찰된 지역과 꽃자왈 지역을 서로 중첩해서 확인한 결과 Figure 9와 같이 나타났다. 꽃자왈 4개 지역 중 3군데(A, B, C지역)의 지역에서 긴꼬리딱새가 분포하는 것으로 나타났다. D지역은 조사기간 동안 확인을 하였지만 전체지역을 확인하지는 못하였고 조사된 지역에서는 관찰되지 않았다. 꽃자왈 지역이 워낙 방대하고 또한 숲이 우거져 있어 조사가 어렵고, 조사기간과 장비, 인력 등의 문제들로 인해 조사가 이루어지지 않았다. 다만, 향

후 조사가 더 이루어진다면 많은 개체가 관찰될 것이라 생각된다.

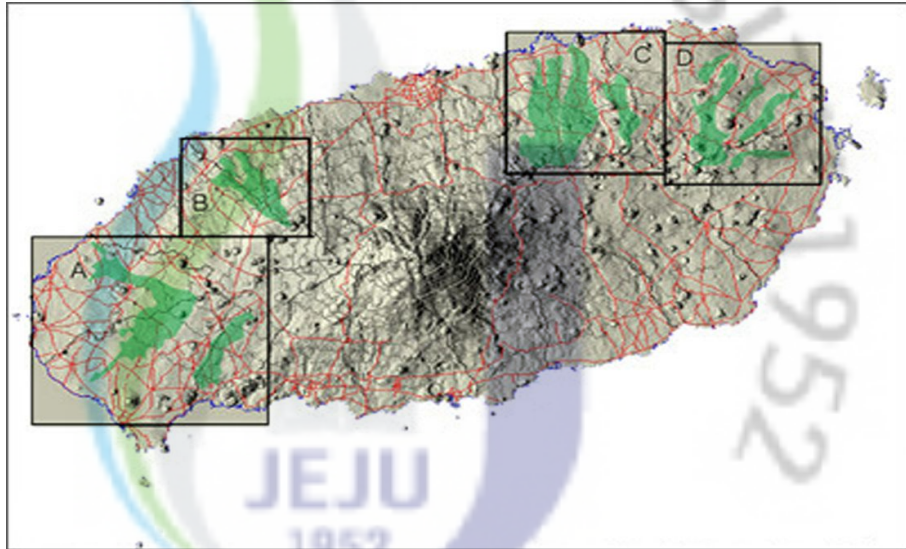


Figure 8. The areas of the Gotjawal forests of Jeju Island. A: Andeok–Jeoji Gotjawal, B: Aewol Gotjawal, C: Seonheul Gotjawal, and D: Seongsan Gotjawal.

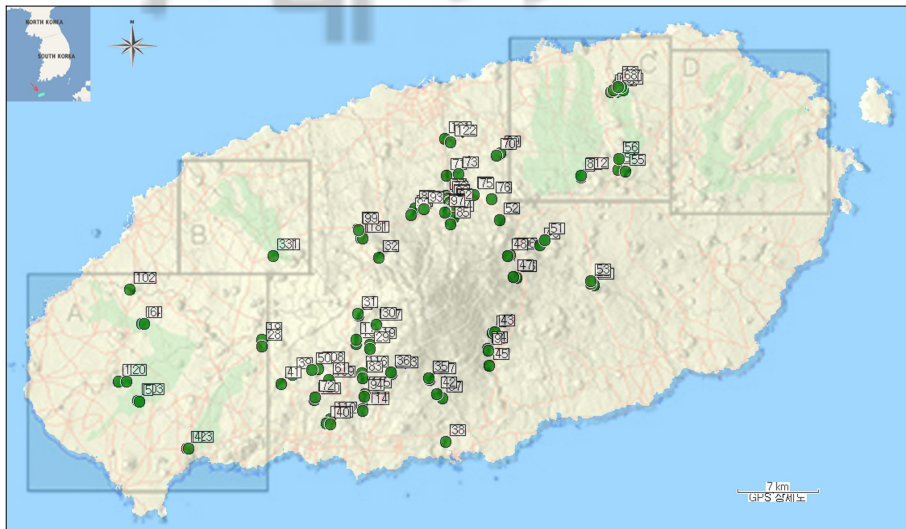


Figure 9. The dependence of Black Paradise Flycatchers' distribution on the location of Gotjawal forests (the grey rectangles) of Jeju Island. A: Andeok–Jeoji Gotjawal, B: Aewol Gotjawal, C: Seonheul Gotjawal and D: Seongsan Gotjawal.

꽃자왈 지역에서 관찰된 긴꼬리딱새를 제외하면 나머지는 대부분 제주도 한라산을 중심으로 관찰되었다(Figure 10). 한라산을 제외한 나머지 지역은 대부분 주거지, 농지, 과수원, 목장 등이 분포한 곳으로 긴꼬리딱새가 서식할 만한 숲이 없는 지역이어서 조사 대상지에 포함시키지 않았다. 긴꼬리딱새의 서식처는 활엽수가 많고 습도가 높으며 조도가 낮고 온도가 27°C 정도인 지역에서 서식한다고 하였으나(Kim *et al.*, 2010), 이 지역들 대부분은 인가지역과 밭농사지역 그리고 감귤과수원 지역으로 긴꼬리딱새가 서식하기에는 부적절한 지역이다. 또한 제주의 동·서부 지역은 지형이 완만한 용암 대지를 형성하며, 강우를 잘 통과시키는 꽃자왈이나 습골 형태의 특수 지질층이 많이 분포하고 있기 때문에 하천이 발달하지 않았다(제주도와 한라산생태문화연구소, 2006). 따라서 하천과 계곡주변에서 서식하는 긴꼬리딱새의 서식 특징으로 보아 동·서 지역으로 긴꼬리딱새의 서식분포가 적은 것으로 생각된다(Figure 18).

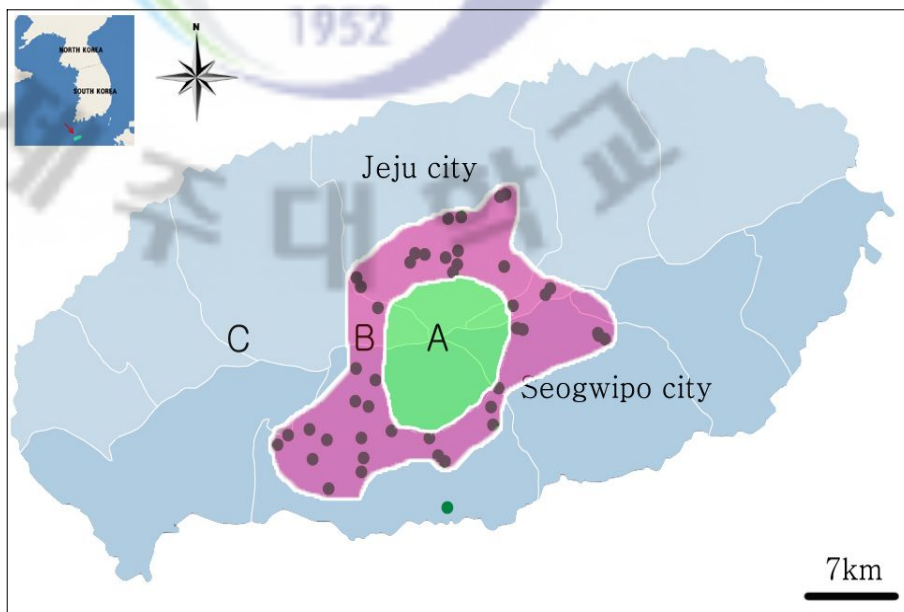


Figure 10. The core breeding area of Black Paradise Flycatchers (B). A: the summit area of Mt. Halla, B: the core area, C: the rest area including cities, farms, orchards, and ranches, etc.

2. 고도별 분포현황

관찰된 긴꼬리딱새들의 해발고도를 측정한 결과, 해발 500m에서 가장 높은 빈도를 나타냈

으며, 가장 낮은 지역에서 관찰된 개체는 해발 83m에서 관찰되었고 가장 높은 해발고도에서 관찰된 개체는 1106m에서 관찰되었다(Figure 11).

한라산은 고산지대로 올라갈수록 관목층의 빈도가 높아지고 한라산의 해발 1100m 이상은 아고산대 지역으로 광활한 초지대와 털진달래(*Rhododendron mucronularum* var. *ciliatum* Nakai) 군락, 구상나무(*Abies koreana*) 군락이 넓게 분포하고 있다(임 등, 1991). 1100m 이상에서 긴꼬리딱새가 관찰되지 않는 주된 원인으로 기존에 보고된 긴꼬리딱새의 번식지 식생과는 다른 구상나무 숲과 조릿대 군락, 그리고 키가 작은 관목층에 의해서 긴꼬리딱새가 서식하기에는 서식처가 부적합하며 이러한 식생에 서식하는 곤충들이 긴꼬리딱새의 먹이와는 다르기 때문에 긴꼬리딱새가 번식하기에는 부적합하므로 관찰되지 않는 것으로 판단된다.

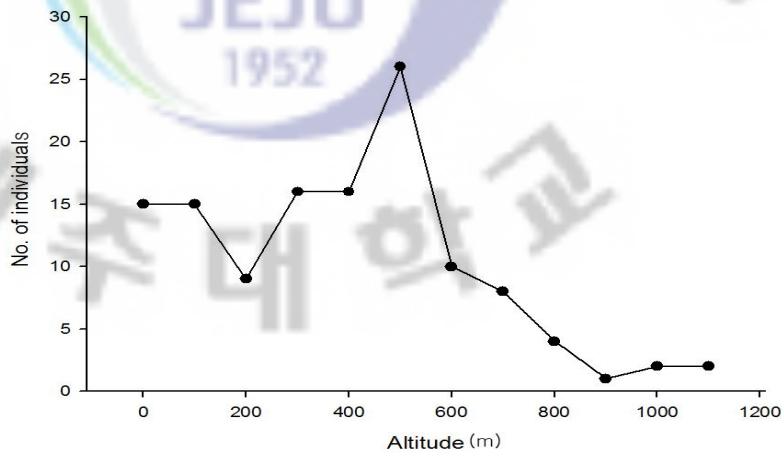


Figure 11. The altitudinal distribution of Black Paradise Flycatchers on Jeju Island.

3. 세력권 추정

고정조사구 5군데는 계곡이거나 습지, 혹은 우물이 있는 물이 있는 지역이다. 특히, 광평리, 물영아리오름, 관음사계곡은 모두 작은 계류가 있는 지역으로 이들 지역은 계곡사면에 종가시나무, 참가시나무와 같은 가시나무류가 우점하고 있으며, 사스래피나무와 같은 상록활엽수가 우점하고 있다. 저지 꽃자왈 지역과 동백동산 꽃자왈 지역은 꽃자왈이라는 제주의 독특한 화산지형 특성에 제주의 온난한 기후가 만나서 극상림인 가시나무류가 우점하고 있다. 그리고 제주도 상록활엽수림의 전형적인 아교목 및 관목성 수종인 동백나무, 사스래피

나무, 먼나무(*Ilex rotunda*), 마삭줄(*Climbing Bagbane*), 백량금(*Ardisia crenata*) 등이 출현한다(한 등, 2007).

긴꼬리딱새의 둥지는 모두 계곡사면에 위치하고 있었다. 그리고 계곡 사면이 끝나면 대부분 밭, 인가 등이 있거나 혹은 길이 있었다. 따라서 계곡안에서의 둥지간 거리가 중요하고 생각되어 같은 해에 발견된 둥지간의 거리를 측정하여 각 번식 개체들 간의 세력권의 크기를 추정하였다.

3.1. 서귀포시 안덕면 광평리

광평리 지역에서 관찰된 긴꼬리딱새 둥지는 2008년도에 2개, 2009년도 1개와 2010년에 2개를 확인하였다. 같은 해의 둥지들 간의 직선거리를 확인한 결과, 2008년도의 두 둥지간의 거리는 183m, 2009년도는 둥지가 1개만 확인되어 둥지간의 거리를 측정하지 못하였고, 2010년에는 2개 둥지간의 거리가 134m로 측정되었다. 이 지역은 사람이 다니는 도로와 매우 가까운 곳에 위치하고 있으며, 둥지주변으로 밭과 마을이 위치하고 있어 사람의 방해가 많은 지역이라고 생각된다. 하지만 도로에서는 가까이 있었으나 직접적으로 사람이 둥지가 있는 계곡안으로 들어가 계곡사면에서 식물을 채취하거나 열매를 따는 행위는 하지 않기 때문에 번식에 방해를 하지는 않아 직접적으로 긴꼬리딱새의 번식에 영향을 주지는 않았다.

이 지역에서 관찰한 둥지끼리의 최소거리는 2010년에 관찰된 둥지끼리의 거리인 134m 이었다(Table 6, Figure 12).

Table 6. Distance between the nests of Black Paradise Flycatcher

Location	Year	No. of nest	Distance between nests (m)
Gangpyeong-ri	2008	2	183
	2009	1	-
	2010	2	134
Chonnam National Univ. Experimental Forest	2008	1	-
	2009	3	80 379
	2010	3	329 32
Guaneumsa valley	2008	2	132
	2009	2	71
	2010	2	87
Mulyeongari	2008	1	-
	2009	1	-
	2010	1	-

- Can not measure the distance between the nests if the nest is the only one



Figure 12. The distribution of observed Black Paradise Flycatcher nests at Gangpyeong-ri. ○: Location of nest, ●: Location of bird appearance.

3.2. 제주시 오라동 전남대학교학술림

전남대학교 학술림에서 관찰된 긴꼬리딱새 둥지는 2008년도에 1개, 2009년도 3개와 2010년에 3개를 확인하였다(Table 6). 이 지역에서 관찰된 긴꼬리딱새는 모두 계곡을 중심으로 양 사면에서 관찰되었다. 2008년도에는 1개 둥지만이 확인되어 둥지간의 거리를 비교할 수는 없었다. 2009년도에 관찰된 긴꼬리딱새의 둥지는 둥지간의 거리가 80m와 379m로 측정되었다. 379m의 차이가 발생한 지역은 중간에 사람들이 등산을 다니는 오솔길이 있어 사람들의 이동이 빈번하여 이곳에서는 둥지가 없는 것으로 생각되며, 두 둥지 간의 차이도 다른 지역에 비해 길게 나타난 것으로 보인다(Figure 13).

2010년도에 관찰된 둥지는 세 곳에서 관찰되었다. 각 둥지간의 거리를 확인한 결과 329m와 32m의 차이를 나타내고 있었다. 둥지간의 거리가 32m인 경우는 2010(1)과 2010(2)이다(Figure 13). 두 둥지는 2010년에 2010(1) 위치에서 둥지를 만들다가 둥지를 포기하고 삼 일째 되는 날에 2010(2) 위치로 이동해서 둥지를 만든 경우로, 이 둥지들은 같은 개체들이 만들었기 때문에 1개의 둥지로 생각하였다. 그리고 긴꼬리딱새는 둥지 짓는 도중에 천적에게 둥지가 노출된 경우, 짓는 둥지를 바로 포기하고 새로운 둥지를 멀리 이동해서 짓지 않고 주변에 새로운 둥지를 짓는 것을 확인하였다.



Figure 13. The distribution of observed Black Paradise Flycatcher nests in the Chonnam National Univ. Experimental Forest. ○: Location of nest, ●: Location of bird appearance.

3. 3. 제주시 아라동 관음사계곡

관음사계곡에서 관찰한 긴꼬리딱새의 등지의 개수는 총 6개로 2008년도에 관찰된 등지 2개와 2009년도에 관찰된 등지 2개 그리고 2010년도에 관찰한 등지 2개이다. 등지간의 거리는 2008년도 132m, 2009년도 71m 그리고 2010년도 87m로 측정되었다. 등지들 간의 거리는 2008년도가 가장 많은 차이를 나타내고 있다. 이 두 개의 등지는 계곡을 마주보고 있어 거리가 더욱 떨어져 있는 것으로 보이나 두 지역 간의 긴꼬리 딱새의 세력권이 계곡 때문인지는 더 많은 자료를 확보하여 판단하여야 할 것이다(Table 6, Figure 14).



Figure 14. The distribution of observed Black Paradise Flycatcher nests in Guaneumsa Valley. ○: Location of nest and ●: location of bird appearance.

3. 4. 서귀포시 남원읍 수망리 물영아리오름

물영아리 오름에서 관찰된 둥지는 총 3개이다. 둥지간의 거리는 2008년과 2009년 그리고 2010년 모두 둥지가 하나씩만 관찰되어 둥지간의 거리 차이는 확인하지 못하였다(Table 6, Figure 15).



Figure 15. The distribution of observed Black Paradise Flycatcher nests in Mulyeongari. ○: Location of nest and ●: location of bird appearance.

전남대학숲림에서 관찰된 포기한 둥지들 간의 거리를 제외(하나의 둥지로 취급)하고, 최소 둥지간의 거리는 71m이었고, 가장 먼 곳은 379m이었으며, 둥지사이의 거리 평균은 158m으로 나타났다.

긴꼬리딱새는 고유한 세력권을 형성하는 것으로 생각된다. 조사지역에서 관찰한 결과 둥지 주변에 다른 긴꼬리딱새가 오면 수컷은 경계음과 함께 달려들어 다른 긴꼬리딱새를 쫓아버렸다. 그리고 둥지에서 약 70m 정도까지는 쫓아내고 다시 돌아와 육추하는 광경을 관음사계곡에서 관찰하였다(2010년). 그리고 쫓겨난 다른 한 쌍은 82m 떨어진 곳에 둥지(관음사계곡 2010-B)를 지어 번식을 하였다(Figure 14). 따라서 이들 간에는 어느 정도의 세력범위가 존재하는 것으로 생각된다.

또한 각 지역에서 해마다 발견된 둥지의 위치를 보면(큰 흰색테 원) 거의 비슷한 곳에서 둥지가 관찰되고 있으며, 긴꼬리딱새가 관찰되는 장소(검은색 원)와 둥지의 위치(흰색 원)로 보아

도 거의 같은 지역에서 해마다 관찰되고 있다(Figure 12~15). 하지만 새끼들에게 메탈링과 컬러링을 달아 회귀성을 살펴보았으나 돌아온 새끼들은 없었다. 그런데도 계속해서 전 해와 비슷한 위치에 둥지를 짓는 것으로 보아 향후, 어미새가 회귀성을 갖고 있어 같은 장소에 둥지를 짓는지 아니면 둥지 짓는 장소가 좋아서 해마다 다른 개체가 같은 장소에서 둥지를 짓는지는 연구가 되어야 할 것이다.

4. 꽃자왈 지역의 서식 개체군 크기

4. 1. 동백동산 꽃자왈

동백동산 꽃자왈에서 긴꼬리딱새를 3년 동안 관찰한 후 최종적으로 2010년 확인한 결과 21개체가 관찰되었다(Figure 16). 이 지역에서 관찰한 면적은 172,482m²으로 약 8,213m²당 1개체가 서식하는 것으로 확인되었다.

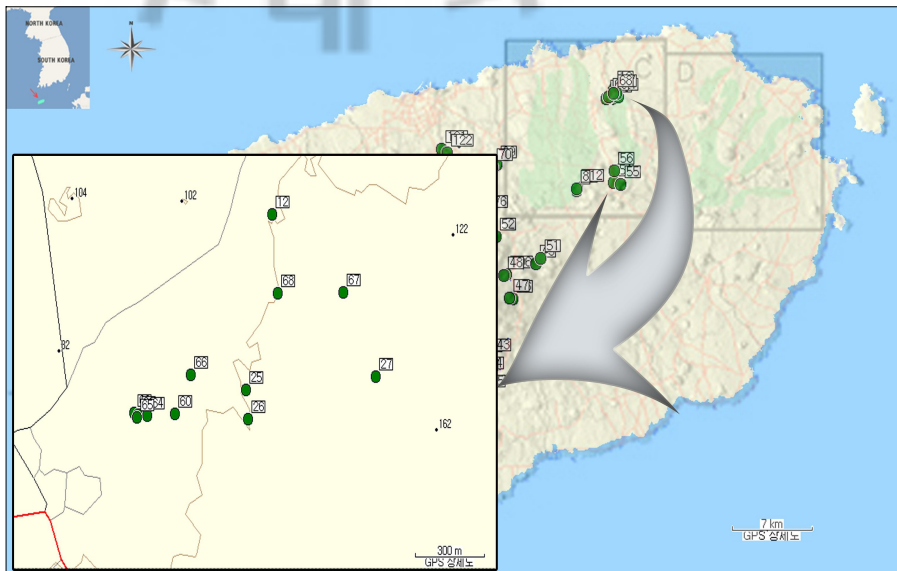


Figure 16. The distribution of Black Paradise Flycatcher nests in Donbaekdongsan.

4. 2. 저지 꽃자왈

저지 꽃자왈에서 2010년에 최종적으로 확인된 개체는 2개체였다. 그리고 관찰한 면적은 140,688m²이다. 따라서 70,344m²의 면적에 1개체가 서식하는 것으로 나타났다(Figure 17).

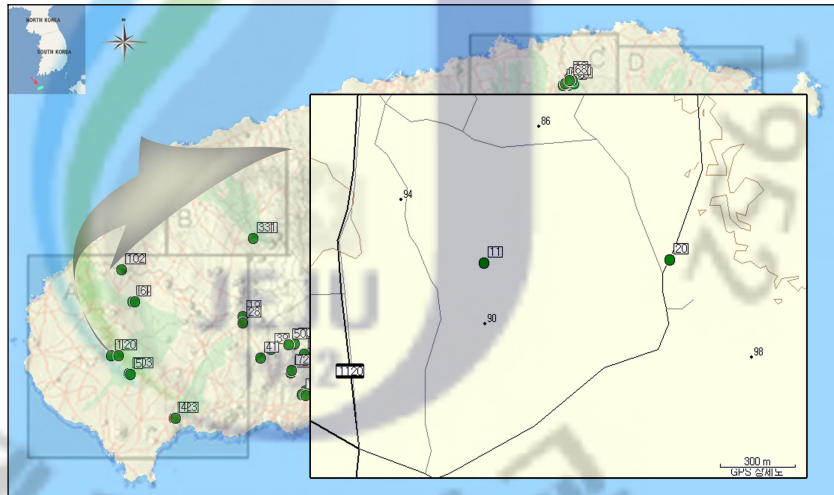


Figure 17. The distribution of Black Paradise Flycatcher nests in Jeoji Gotjawal.

꽃자왈 지역은 크게 아아 용암류(Aa lava)와 파호이호이 용암류(Pahoehoe lava)를 기원으로 해서 이루어져 있다. 두 지역은 형성된 용암류의 차이에 의해 물을 가둘 수 있는 습지가 형성된 지역과 물을 저장할 수 없어 바로 투과되는 지역으로 크게 나눌 수 있다(송과 윤, 2002). 저지 꽃자왈 지역은 용암괴 형태로 이루어져 있어 물을 가둘 수 없는 지역으로 주변에 습지가 없으며, 다만 용암괴에 의해서 수분을 함유하고 있어 고사리와 같은 식물들이 서식하기에 매우 좋은 장소이다(김 등, 2009). 동백동산지역은 파호이호이 용암류가 흐르면서 튜물러스(Tumulus)가 형성되어 습지가 형성되고, 또한 주변에서 사람들이 생활하면서 우물을 많이 만들었다는 차이점을 갖고 있다(송 등, 1996). 따라서 긴꼬리딱새의 서식처 연구(Saiki, 2006; Kim *et al.*, 2010)에서 보고하였듯이 습지가 있고 없음은 이 종의 서식 밀도차이를 형성하는 주된 원인이 된다(Currie *et al.*, 2003a, 2003b). 두 지역의 관찰된 개체수를 보아도 동백동산은 면적당 관찰된 개체수는 약 8,213 m²당 한마리가 관찰되나 저지 꽃자왈은 70,344m² 당 한마리가 관찰되어 약 8배 정도 동백동산 꽃자왈에서 번식하는 개체수가 많은 이유도 습지가 동백동산에 존재하기 때문이라고 생각된다.

5. 개체수 추정

제주도에 서식하는 긴꼬리딱새를 조사한 결과, 하천과 계곡을 따라 서식하는 개체가 다수 인 것으로 판단된다(Figure 18). 따라서 제주도에 서식하는 긴꼬리딱새의 개체수를 파악하기 위해서는 하천의 길이를 파악하는 것이 매우 중요하다. 제주도 하천의 대부분은 한라산의 1,400~1,600m 지점에서 발원하여 방사상 모양으로 발달되어 있다. 제주도의 하천은 하수가 쉽게 지하로 스며들기 때문에 대부분 물이 흐르지 않은 건천을 이루고 있다. 그리고 한라산의 남·북부 지역에 주로 분포하고 있으며, 동·서부 지역으로는 분포하지 않는 특성을 보인다(Figure 18).

제주도에는 길이가 다양한 143개소의 하천이 있으며, 총 하천의 길이는 1,907km이다. 긴꼬리딱새가 주로 서식하는 표고 200~600m의 중산간 지역의 하천은 845.2km로 전체의 44.3%, 600m이상의 산악지역은 399.5km로 21%를 차지한다(제주도와 한라산생태문화연구소, 2006).

이러한 근거자료를 바탕으로 서식개체를 추론할 수는 있으나, 너무 많은 변수를 갖고 있다. 예를 들어 제주도의 하천은 건천이 62.6%인 1,194.3km이다. 따라서 긴꼬리딱새가 서식하는 지역인 물이 있는 지역이 많지 않다. 또 곳자왈 지역의 특성의 차이에 의해 동백동산과 같은 물이 있는 지역에서는 밀도가 다른 곳자왈 지역보다는 8배 정도 높다는 것과, 고도별로 밀도의 차이가 발생하는 것, 그리고 건천 등 여러 변수들이 있어 단순히 산술적 계산에 의해서 추론하기에는 많은 정보가 부족하다. 따라서 전수조사를 하는 것이 좋은 방법이라고 생각되나 조사범위가 넓다. 그러나 본 연구 결과 전 해에 둥지를 지은 장소와 근접한 곳에 해마다 둥지가 만들어졌다(Figure 12~15). 이유는 아직 밝혀지지 않았지만 전 해에 태어난 개체가 같은 장소로 되돌아오는 것은 아닌 것으로 생각된다. 하지만 전년도에 둥지가 있던 곳에 또 둥지가 지어지는 것으로 보아 향후 개체수를 파악하는데 있어서 해마다 면적을 넓히면서 조사한다면 정확한 개체수가 파악될 것이라 생각되며 서식지 특성상 하천을 끼고 대부분이 서식하고 있으므로 제주도에 분포하는 하천 143개를 조사한다면 제주도의 대략적인 개체수는 추정할 수 있을 것이라 생각된다. 따라서 개체수 추정에 대한 연구는 향후, 여러 변수들을 고려한 모델링을 통해 연구가 이루어져야 할 것이며, 어미새가 같은 장소에서 번식을 하는 귀소성이 있는지 아니면 둥지 지은 장소가 좋아서 해마다 다른 개체가 이용하는지에 대해서는 상세한 연구가 필요하다.

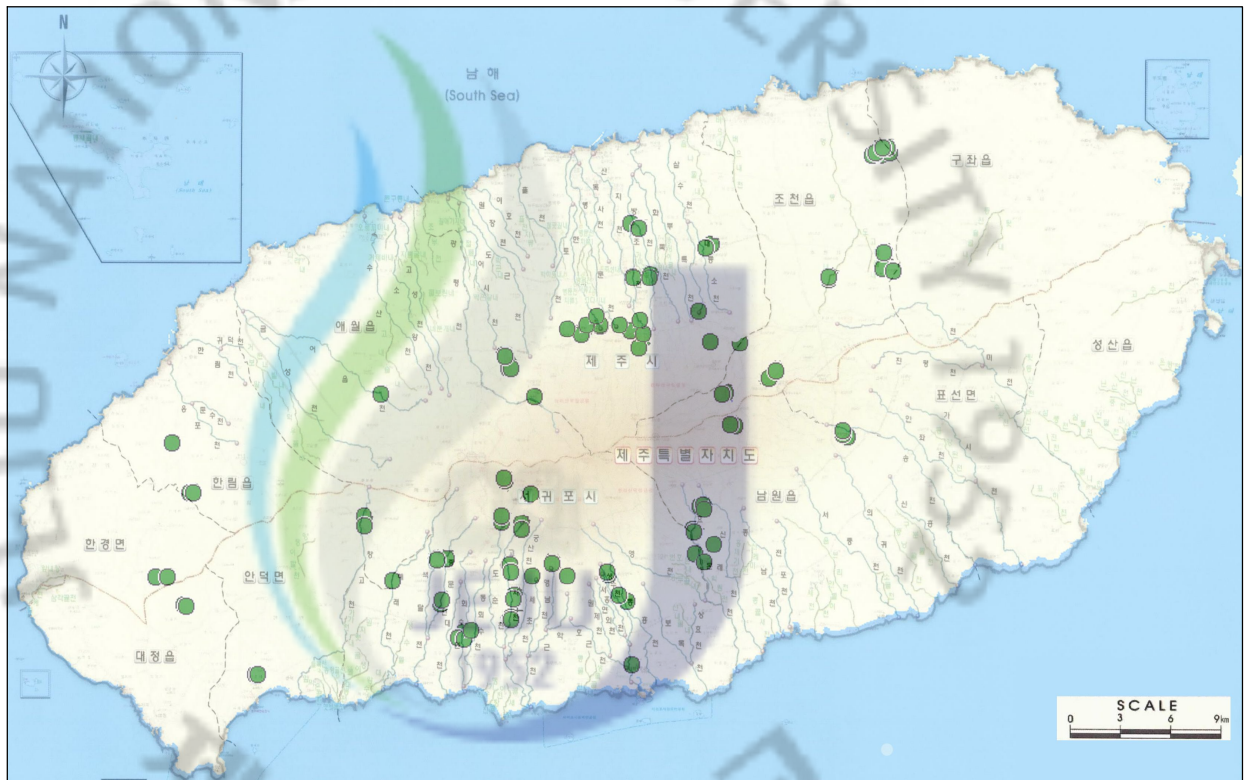


Figure 18. The dependence of Black Paradise Flycatcher distribution on the streams of Jeju Island.

제5장 번식지 환경

서 론

일본의 연구 기록을 보면 긴꼬리딱새가 좋아하는 서식처는 등지의 장소가 10m에서 25m의 큰 나무가 우거진 숲이며, 영소목은 숲 내의 낮은 나무도 있고 높은 나무의 경우도 있으나, 수종은 다양하지만 모두 잎이 넓은 상록활엽수라고 하였다(Akiyama, 1968; 日本鳥類學會, 2000; Saiki, 2006; Suzuki, 2010). 하지만 中村登流와 中村雅彦(1995)는 삼나무와 편백나무의 숲에서도 서식한다고 하였다. Jahn(1939)는 소나무 숲이나, 관목지대가 있는 산등성이에 서식하며, 좋아하는 곳은 그늘진 숲 지대이고, 하늘을 가리는 나무가 있는 곳을 좋아 한다고 보고하였다.

우리나라에서 번식하는 장소에 대한 연구는 없다. 다만, 조류도감이나 보고서에서 산림이나 계곡이 있는 숲, 하천 그리고 울창한 숲으로 표현하고 있다(박, 1998; 이 등, 2000; 제주특별자치도 등, 2010).

따라서 본 연구는 긴꼬리딱새의 번식지 환경특성을 밝혀, 우리나라에서 번식하는 긴꼬리딱새의 서식지 보호와 복원에 필요한 기초자료를 제공하기 위하여 이루어졌다.

조사방법

본 연구는 2009년 4월부터 11월까지 고정조사구역과 등지가 발견된 7곳(Figure 19)의 등지주변 5m반경의 환경을 조사하였다(서귀포시 광평리 지역에서 등지와 도로 사이의 최소거리가 5m로 확인되어 최소영향범위를 5m로 설정). 조사는 도보로 이동하면서 정점조사법(Point Census Method)과, 선조사법(Line Transect Method)을 병행하여(Bibby *et al.*, 1992) 직접관찰(Binoculars, Nikon 8×30)하거나 Playback(PMP-istantion i2, Max 92.7 dB)으로 유인하여 개체수를 파악하고, 그 주변에서 번식둥지를 찾아 GPS(Garmin eTrex Vista)에 표시한 후, 나무 높이 1.3m 이상의 목본류(Saiki, 2006)와 하부식생, 등지 주변으로

반경 5.6m(≒100m²)의 나무밀도 및 운습도(Testo 610), 조도(Topcoa IM-2D)를 조사하고 서식지 환경과 생태적 특징을 파악하였다.



Figure 19. Black Paradise Flycatcher survey sites. A: Mulyeongari, B: Chonnam National Univ. Experimental Forest, C: Valley near Guaneumsa D: Guaneumsa Valley, E: Dongbaekdongsan, F: Guangpyeong-ri and G: Jeoji.

결론 및 고찰

제주도에서 번식한 등지 주변의 수종은 때죽나무, 초피나무 (*Zanthoxylum piperitum*), 예덕나무(*Mallotus japonicus*), 말오줌매(*Euscaphis japonica*), 꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*), 비목나무(*Lindera erythrocarpa*), 새비나무 등 40종이었다. 이중 활엽수는 95.0%였고 나머지 5.0%는 침엽수로 곰솔과 삼나무 2종 이었으며, 활엽수 중에서도 25.0%가 상록활엽수종으로 나타났다. 출현율은 사스레피나무가 75.0%로 가장 많은 지역에서 관찰되었고, 다음으로 종가시나무 58.3%, 동백나무(*Camellia japonica*) 50.0%, 때죽나무, 으름덩굴(*Akebia quinata*), 구실잣밤나무(*Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*), 나도밤나무(*Meliosma myriantha*)가 33.3%, 조록나무(*Distylium racemosum*), 상산(*Orixa japonica*), 단풍나무(*Acer palmatum*), 산딸나무 25.0%의

순으로 나타났다(Table 7).

Table 7. Species of trees within 5m from the bird nests

No	Species	Survey Areas													Total	%
		A	B	C	D1	D2	E1	E2	E3	E4	E5	F	G			
1	<i>Eurya japonica</i>	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●		9	75.0
2	<i>Camellia japonica</i>		●				●		●	●	●	●		6	50.0	
3	<i>Cleyera japonica</i>								●					1	8.3	
4	<i>Styrax japonica</i>	●			●	●		●				●		5	41.7	
5	<i>Neolitsea aciculata</i>	●												1	8.3	
6	<i>Akebia quinata</i>	●		●		●	●							4	33.3	
7	<i>Quercus serrata</i>		●		●									2	16.7	
8	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>		●		●					●	●			4	33.3	
9	<i>Carpinus laxiflora</i>	●												1	8.3	
10	<i>Quercus glauca</i>		●		●		●	●	●			●	●	7	58.3	
11	<i>Carpinus cordata</i>											●		1	8.3	
12	<i>Quercus acuta</i>						●							1	8.3	
13	<i>Meliosma myriantha</i>		●		●					●	●			4	33.3	
14	<i>Acer palmatum</i>			●		●						●		3	25.0	
15	<i>Euscaphis japonica</i>							●						1	8.3	
16	<i>Albizia julibrissin</i>						●						●	2	16.7	
17	<i>Pueraria lobata</i>	●												1	8.3	
18	<i>Distylium racemosum</i>							●			●	●		3	25.0	
19	<i>Rosa multiflora</i>							●						1	8.3	
20	<i>Orixa japonica</i>	●		●		●								3	25.0	
21	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	●												1	8.3	
22	<i>Malotus japonicus</i>							●						1	8.3	
23	<i>Cornus kousa</i>	●		●		●								3	25.0	
24	<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i>		●											1	8.3	
25	<i>Callicarpa mollis</i>	●					●							2	16.7	
26	<i>Viburnum erosum</i>	●			●									2	16.7	
27	<i>Sambucus sieboldiana</i>								●	●				2	16.7	
28	<i>Viburnum dilatatum</i>		●			●				●	●			2	16.7	
29	<i>Cudrania tricuspidata</i>						●							1	8.3	
30	<i>Morus bombycis</i>			●		●								2	16.7	
31	<i>Lindera erythrocarpa</i>	●												1	8.3	
32	<i>Neolitsea sericea</i>	●												1	8.3	
33	<i>Magnolia sieboldii</i>											●		1	8.3	
34	<i>Smilax china</i>	●												1	8.3	
35	<i>Ligustrum obtusifolium</i>						●							1	8.3	
36	<i>Platycatya strobilacea</i>		●											1	8.3	
37	<i>Rhododendron weyrichii</i>		●											1	8.3	
38	<i>Elaeagnus umbellata</i>											●		1	8.3	
39	<i>Pinus thunbergii</i>	●							●					2	16.7	
40	<i>Cryptomeria japonica</i>				●									1	8.3	

A: Mulyeongari, B: Chonnam National Univ. Experimental Forest, C: Valley near Guaneumsa
D: Guaneumsa Valley, E: Dongbaekdongsan, F: Guangpyeong-ri and G: Jeoji.

하부식생에서 출현율이 높은 수종은 산수국(*Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*), 가는쇠고사리(*Rumohra aristata*), 자금우(*Ardisia japonica*), 백량금 등이었다(Table 8). 산수국을 제외한 나머지 종들은 냇가나 숲속에서 자라는 종들로 그늘지고 습한 곳에 자라는 종들이며, 산수국 역시 양지에서도 자라지만 음지에서도 자라는 식물이다(이, 1996).

Table 8. Species of low vegetation within 5m from nests in the survey areas

No	Scientific name	Survey Areas											Sum	%			
		A	B	C	D1	D2	E1	E2	E3	E4	E5	F			G		
1	<i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>acuminata</i>				●											1	8.3
2	<i>Rumohra aristata</i>														●	1	8.3
4	<i>Ardisia japonica</i>						●		●	●	●					4	33.3
5	<i>Ardisia crenata</i>						●	●	●	●	●					5	41.7

A: Mulyeongari, B: Chonnam National Univ. Experimental Forest, C: Valley near Guaneumsa D: Guaneumsa Valley, E: Dongbaekdongsan, F: Guangpyeong-ri and G: Jeoji.

긴꼬리딱새 번식지는 한국과 일본에 대부분 분포하고 있다(Brazil, 2009). 일본지역의 번식지 환경에 대한 연구를 살펴보면 상록활엽수림에 둥지를 짓는다는 보고(Akiyama, 1968)와, 산기슭의 넓은 숲과 호수가 있으며, 높이가 10~15m 정도의 참나무와 단풍나무 종류들이 섞여 있는 활엽수림(Jahn and Kobe, 1939). 편백나무와 삼나무 등의 인공림과 구실잣밤나무, 붉가시나무 등의 상록활엽수가 많은 지역(Saiki, 2006)에 분포한다는 보고가 있으며, 또 다른 연구에서는 긴꼬리딱새가 서식하는 환경에 대하여 활엽수와 삼나무와 같은 침엽수가 섞여 있는 혼효림(Mizuta, 1998)이라고 밝힌 바 있다. 또한 세이셸(Seychelle)에서 긴꼬리딱새와 같은 속의 Seychelles Black Paradise Flycatcher(*Terpsiphone corvina*)의 연구에서도 이와 비슷하게 물이 있고 잎이 넓은 나무인 활엽수들이 많은 지역을 선호한다고 하였다(Currie *et al.*, 2003a, 2003b).

본 연구에서도 조사한 나무수종들의 95%가 활엽수이고 이중 상록활엽수가 25%이었다. 따라서 긴꼬리딱새는 활엽수가 많이 있는 지역을 선호하는 것으로 여겨지며, 대부분 습지주변에 있으므로 사스래피나 종가시나무와 같은 상록활엽수이고, 일본에서 하부식생에 대해 자세하게 연구된 바 없어 비교할 수는 없으나 하부식생은 습기 때문에 고사리 종류나 이끼류 그리고 자금우와 백량금 같은 빛이 적은 곳에서 서식하는 식물들이 많은 곳을 선호하는 것 같다.

일본의 연구에서도 둥지주변에 물이 있는 계곡이나 습지가 있었고(Akiyama, 1968; Mizuta, 1998; Saiki, 2006), 본 연구결과에서도 저지지역을 제외한 모든 지역은 계곡이나 습지가 있는 곳에서 둥지가 관찰되었다(Table 9).

저지지역은 제주도의 꽃자왈이라는 특수한 지형적 특성을 갖고 있어 수분을 많이

함유하고 있으며(송과 윤, 2002). 다른 번식둥지 지역과 비슷한 온·습도, 조도 그리고 식생을 갖고 있다. 그리고 꽃자왈이라고 불리우는 또 다른 지역인 동백동산에서는 저지 꽃자왈과 비슷한 환경을 유지하고 있었으나 저지지역과는 달리 많은 개체가 번식하고 있었다. 다만 두 지역 간의 차이는 둥지 주변에 물이 있고 없음에 있었다. 따라서 환경조건(식생, 온도, 습도, 조도)이 비슷한 지역에서 긴꼬리딱새의 번식개체의 서식밀도 차이는 물의 유무에 있다고 판단된다.

Table 9. Distances from the nests to streams and to roads

No	Survey Site	To Stream (m)	To Road (m)
1	Mulyeongari	52.0	110.0
2	Chonnam national Univ. Experimental Forest	14.5	52.0
3	Valley near Guaneumsa	3.1	5.3
4	Guaneumsa Valley 1	4.8	220.0
5	Guaneumsa Valley 2	17.6	101.0
6	Dongbaekdongsan 1	18.0	58.0
7	Dongbaekdongsan 2	20.0	35.0
8	Dongbaekdongsan 3	120.0	125.0
9	Dongbaekdongsan 4	11.0	6.5
10	Dongbaekdongsan 5	12.0	3.5
11	Guangpyeong-ri	9.1	5.0
12	Jeoji	none	56.0
Mean±SE		25.7±10.2	64.7±18.8

번식에 방해로 주는 요인은 여러 가지가 있으나 그 중 인간의 간섭을 생각해 볼 수 있다. 따라서 번식둥지와 얼마의 거리를 유지해야 번식에 방해로 주지 않을 것인가를 고려해야 향후 긴꼬리딱새의 번식지를 복원하는데 중요한 자료가 될 것이다.

조사결과 둥지에서 가장 가까운 지역은 동백동산(5)의 둥지가 도로와 3.5m 정도의 거리였으나 이 도로는 사람들이 이용하지 않는 도로로 길에 잡초가 무성하게 자라고 있어 도로로서의 역할을 하지 않는 곳이었다. 따라서 이 도로와 둥지와의 차이를 방해거리로 보기에는 무리가 있다고 판단하여 이곳은 제외하였다. 이 도로를 제외하고 살펴본 결과, 광평리 지역이 둥지와 도로의 이격 거리가 5m로 가장 가까운 지역이었다. 이 도로는 차량의 소통이 많지는 않았으나 조사기간 동안 하루에 10대 이상의 차량이 운행되고 있었으며, 도보로 이동하는 사람도 하루에 3명 정도 보였다. 그리고 관음사 주변 계곡의 둥지에서는 5.3m 떨어진 곳에 분당 2대 정도의 차량이 다니는 왕복

2차선 도로였다(Table 9). 따라서 개발을 하거나 복원을 할 때 적어도 핵심지역(Core Zone)은 5m의 거리를 유지해야 하며, 핵심지역을 보완하여 완충지역(Buffer Zone)을 5m정도 설정하면 적어도 최소한의 서식처를 보호할 수 있을 것이라 판단된다.

Table 10. Characteristics of trees around the survey sites

No	Survey areas	Number of trees around the nest (5.6m)	Diameter of breast height			Density (No. of trees/m ²)	Height of tree around the nest (m)
			10cm	20cm	30cm		
1	Mulyeongari Chonnam nat'l	23	4	16	3	0.23	9
2	Univ. Exper. Forest	89	74	11	4	0.89	9
3	Valley near Guaneumsa	14	4	3	7	0.14	10
4	Guaneumsa Valley 1	56	45	10	1	0.56	13
5	Guaneumsa Valley 2	34	15	4	15	0.34	13
6	Dongbaekdong -san 1	34	13	17	4	0.34	9
7	Dongbaekdong -san 2	56	43	12	1	0.56	9
8	Dongbaekdong -san 3	36	4	24	8	0.36	11
9	Dongbaekdong -san 4	32	16	7	9	0.32	10
10	Dongbaekdong -san 5	48	37	5	6	0.48	11
11	Guangpyeong-ri	87	65	16	6	0.87	11
12	Jeoji	16	1	4	11	0.16	9
Mean±SE		41±7	25±7	10±1	6±1	0.41±0.07	10±0

등지주변의 나무의 밀도(그루/m²)는 0.41±0.07로 나타났으며, 저지와 동백동산의 곳자왈 지역에서는 흉고직경이 30cm이상, 높이 10m이상인 나무들이 많이 분포하고 있으나 다른 지역들의 등지 주변에서는 흉고직경이 10cm이하인 사스래피나무와 동백나무 유목(幼木)들이 많이 관찰되었다(Table 10). 이들 지역은 대부분 계곡이나 습지와 같은 물이 있는 지역과 가까운 지역들이었으며, 사스래피나무나 동백나무, 종가시나무와 같은 나무들이 우점하고 있었다(Table 7).

그리고 번식 등지에서 측정한 온도는 25.3±0.2°C 이었고, 습도 70.5±1.3%, 조도 336.6±36.9lx로 나타났다(Table 11).

Table 11. Physical factors of the survey sites

No	Place	Illuminance (lx)		Humidity (%)		Temperature (°C)	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.
1	Mulyeongari	365.2	564.4	70.8	81.9	24.8	26.0
2	Chonnam nat'l Univ. Exp. Forest	130.4	251.2	73.3	78.2	24.7	25.3
3	Valley near Guaneumsa	182.1	345.4	75.2	76.3	23.8	24.4
4	Guaneumsa Valley 1	140.3	452.3	62.0	69.6	22.5	24.0
5	Guaneumsa Valley 2	135.0	554.9	65.0	68.7	23.5	25.1
6	Dongbaekdongsan 1	455.1	661.2	65.0	71.6	25.8	26.8
7	Dongbaekdongsan 2	306.2	502.1	62.4	70.2	25.1	25.6
8	Dongbaekdongsan 3	152.3	615.2	63.4	68.3	25.4	26.3
9	Dongbaekdongsan 4	150.6	521.3	62.4	67	25.6	26.2
10	Dongbaekdongsan 5	95.6	356.2	64.4	70.8	24.3	26.6
11	Guangpyeong-ri	51.6	331.1	67.9	75.8	25.2	26.0
12	Jeoji	297.0	462.5	76.5	85.0	26.8	27.7
Mean±SE		336.6±36.9		70.5±1.3		25.3±0.2	

본 연구 결과를 바탕으로 멸종위기종인 긴꼬리딱새의 번식지 환경을 보호하고 복원을 하기 위해서는 적어도 다음과 같은 환경 조건이 필요하다고 여겨진다. 우선 계곡, 습지와 같은 물이 있는 지역이어야 하며, 특히 주변의 나무의 흉고직경이 20cm이하의 활엽수 비율이 높고 6월에서 8월 사이에 습도는 70% 정도의 다습한 지역으로 온도 25°C정도, 조도 300~800lx 정도의 어두운 곳으로, 도로와 적어도 5m이상 (Core zone)의 이격 거리가 확보되어야 하며, 주변 수목의 높이가 10m정도인 아교목들이 많아야 한다는 것을 알 수 있었다. 따라서 이러한 조건을 충족하는 제주도의 꽃자왈 지역은 긴꼬리딱새 개체수가 다른 지역에 비해 높을 것이라 생각된다. 따라서 향후 긴꼬리딱새의 번식지 환경을 복원하거나 개발로부터 긴꼬리딱새의 서식처를 보호하기 위해서는 본 연구 결과를 바탕으로 더 많은 자료들을 축적하여 개발과 보호에 따른 적절한 관리방안이 마련되어야 할 것이다.

제6장 등지재료와 구조 및 암·수의 참여율

서 론

조류들은 대부분 등지를 만들고 새끼를 키운다. 등지는 여러 가지 모양과 재료로 이루어져 있다. 방울새(*Carduelis sinica*)의 등지는 침엽수의 가지 위에 나무껍질, 종이, 선태류 등을 엮어서 밥그릇 모양으로 만들며(우와 윤, 1989), 꿩이갈매기는 등지재료로 밀사초(*Agropyron tsukushiense*)를 사용한다(권, 1998). 딱새는 마른 풀, 이끼, 잔가지, 동물의 털 등을 이용하여 등지를 만든다(백 등, 2007). 이처럼 조류의 등지는 종에 따라 여러 형태, 크기 그리고 재료 등의 차이가 있다(박, 2003; 김, 2010).

일본에서의 긴꼬리딱새 연구를 살펴보면 Jahn(1939)은 마른 풀로 엮어진 등지의 밝은 이끼와 지의류로 가볍게 짜여있고, 내부는 작은 뿌리와 말의 털로 깔아 놓았다고 기술하고 있으며, Akiyama(1968)는 긴꼬리딱새의 번식생활을 보고하면서 등지는 암컷만이 만든다고 보고하였고, Mizuta(1998)는 암·수가 같이 등지를 짓고, 등지재료는 이끼와 삼나무, 편백나무의 줄기라고 기술하고 있다. 하지만 아직까지 등지의 크기와 재료, 암·수 참여율에 대해서는 연구된 바 없으며, 우리나라에는 전무하다.

따라서 본 연구는 우리나라에서 번식하는 긴꼬리딱새의 등지재료, 방식, 암·수의 등지 짓는 참여율 등을 밝히고자 이루어졌다.

조사방법

1. 등지의 크기 및 재료 분석

긴꼬리딱새의 등지를 번식이 끝난 후 수거가 가능한 것들을 수거하여 실온에서 건조한 후 외부 크기(Figure 20), 무게를 측정 후, 등지의 재료를 분석하였다.

긴꼬리딱새는 포란, 굵이 등을 하기 위해 둥지에 들어가기 위해서는 Y자모양의 가지가 없는 부분에 몸을 항상 의지한다(Figure 20). 따라서 처음 둥지를 만들 때는 암수가 가슴으로 단단하게 눌러 만들기 때문에 가슴에서 항문까지의 몸체가 들어갈 정도로 딱 끼는 둥지를 만들지만 새끼를 키우다 보면 가지가 없는 부분이 커지기 때문에 둥지의 처음 크기를 측정하기 위해서 장경과 단경으로 분리하여 생각하지 않았다. 따라서 둥지의 외부직경을 가로와 세로로 측정한 결과를 평균하였다

둥지의 재료는 둥지를 모두 분해하여 무게를 측정하였으며, 둥지의 재료를 따로 분리하여 각 재료를 동정하였다. 또한, 둥지를 만들 때 참여하는 암수의 비율은 둥지를 만드는 장면을 비디오(Cannon XL1s)로 촬영하여 참여하는 비율과 행동을 조사하였다. 강우량은 습지보호지역에 설치된 강우설량계(Model: WDSA-250)를 이용하여 측정하였고, 통계분석은 SAS Program을 사용하여 분석하였다.

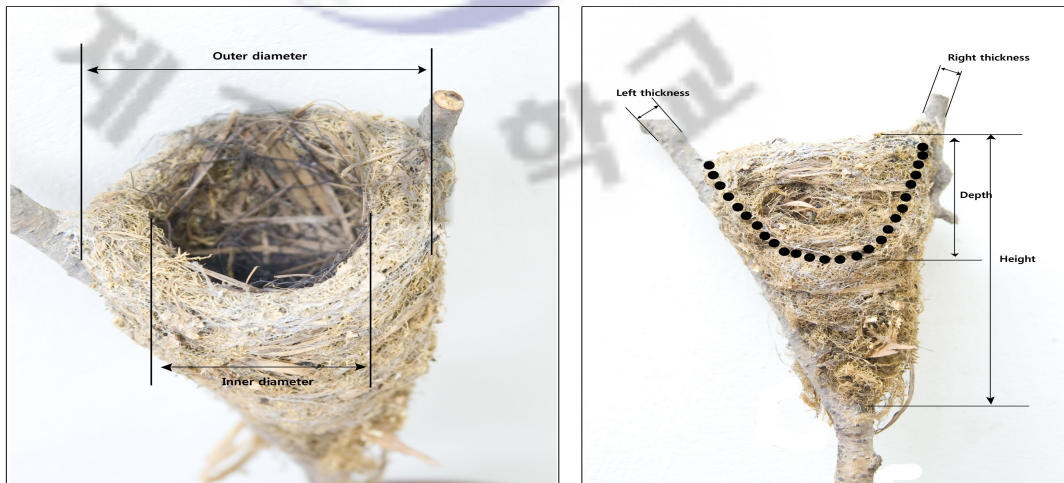


Figure 20. Guideline of nest measurements. Outer and inner diameters (left), Height and depth (right).

2. 둥지재료로 사용된 깃털의 종판별을 위한 유전자분석

유전자분석을 위한 시료는 둥지재료에서 사용된 깃털(Figure 25)과 긴꼬리딱새가 포기한 알들 그리고 제주민속자연사 박물관에서 소장하고 있던 긴꼬리딱새 박제에서 채취한 깃털들을 사용하였다. 그리고 긴꼬리딱새와 다른 유전자

의 염기서열에 대한 정보는 GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)를 통해 수집하였다. 시료는 Wizard Genomic DNA Purification Kit (Preomega, USA)를 이용하여 DNA를 분리하였다(장, 2011). 유전자 증폭을 위한 PCR (Polymerase Chain Reaction) 방법은 Herbert *et al.*(2004)과 Kerr *et al.*(2007)의 방법에 준하여 수행하고, Maxime PCR Premix (iNtRON Biotechnology, Korea)를 이용하여 반응한 후, Thermal Cycler 2720 (Applied Biosystems, USA)를 이용하여 증폭하였다.

1차 Primer는 aviCY_F (5'-CAT GAG GAC AAA TAT CAT TCT GAG-3')와 aviCY_R (5'-ATG AAT GGG TGT TCG ACT GGT TGG-3', product size 600-bp)쌍을 이용하여 수행하였고, 이후 aviCY_nestF (5'-TAC ACG AAA CCG CTC AAA CAA C-3')와 aviCY_nestR (5'-ACT AGG GTT CAG AAT AGG GTT T-3', product size 389-bp)를 사용하여 nested-PCR을 수행하였다.

1차 PCR과 nested-PCR은 denaturation 94°C 1분, annealing 온도에서 1분, polymerization 72°C 2분을 1 cycle로 하여 30cycle을 수행한 후, 최종신장은 72°C에서 10분간 실시하였다. PCR산물은 1% agarose gel 상에서 전개하여 확인하였고, 확인이 안 된 sampl들은 nested PCR을 통해서 sampl들을 증폭했다. 그리고 1% agarose gel 상에서 전개하여 확인하였다. 증폭산물은 정제 후 DNA 서열 결정에 이용하였다. DNA 염기서열 분석은 MegaBace1000 DNA Sequencer (Pharmacia, Sweden)를 이용하여 결정하였고, 결정된 서열들은 GenBank DNA database상에서 BLAST 검색을 통해 최고 유사서열을 검색하여 종 동정에 이용하였다(오 등, 2010; Park, 2011).

결과 및 고찰

1. 등지의 외부측정

긴꼬리딱새의 등지의 외형적 크기를 Figure 20과 같이 측정한 결과 Table 12와 같이 나타났다. 외경은 $75.95 \pm 1.18\text{mm}$ 이고 내경은 $59.76 \pm 0.66\text{mm}$ 였다. 산좌의 깊이는 $41.17 \pm 0.70\text{mm}$, 등지의 높이는 $94.25 \pm 3.18\text{mm}$ 그리고 무게는 $7.12 \pm 0.48\text{g}$ 이었다(Table 12).

그리고 각 지역별 둥지들의 차이를 ANOVA분석(분산분석)을 통해 수행한 결과, 높이(F-Value=1.68, P-Value=0.1978, >0.10, n=21), 깊이(F-Value=1.04, P-Value=0.4490, >0.10, n=21) 그리고 가지 사이의 각(F-Value=0.64, P-Value=0.17184, >0.10, n=21)에는 90%신뢰구간에서 차이가 없는 것으로 나타났다.

둥지를 만든 Y자모양의 가지 두께를 측정한 결과 평균 8.59 ± 3.44 mm로 나타나 긴 꼬리딱새가 둥지를 짓기 위해 선호하는 나무의 두께를 확인할 수 있었다(Table 13).

둥지의 높이는 둥지를 지은 Y자 가지의 각도와 상관있을 것이다. 따라서 Y자 가지의 각도를 측정한 결과, $56 \pm 5^\circ$ 로 나타났다. 그리고 Y자 가지의 각과 둥지의 높이에 관계를 살펴보기 위해 SAS Program을 이용하여 회귀분석 한 결과 Y자 가지의 각은 둥지의 높이에 영향을 준다는 것을 알 수 있다(P-value=0.0823, P<0.1). 따라서 가지의 각이 크면 클수록 둥지의 높이는 작아지는 경향이 있으며 각의 크기가 작으면 작을수록 둥지의 높이가 높아지는 경향이 있다. 긴꼬리딱새는 평균적인 외경(75.95 ± 1.18 mm)과 내경(59.76 ± 0.66 mm)을 갖고 있다. 하지만 Y자 가지의 각이 작으면 외경과 내경을 만들 만한 위치까지 올라가야 하기 때문에 가지가 벌어지는 곳에서 위로 많이 올라가는 경향이 있었다. 하지만 몇몇의 경우는 각이 커도 둥지의 높이가 높은 경우가 있었다(Figure 21). 이는 둥지를 지을 때 아래로 둥지 재료를 붙이는 과정에서 과도하게 많이 붙이는 경우이다.

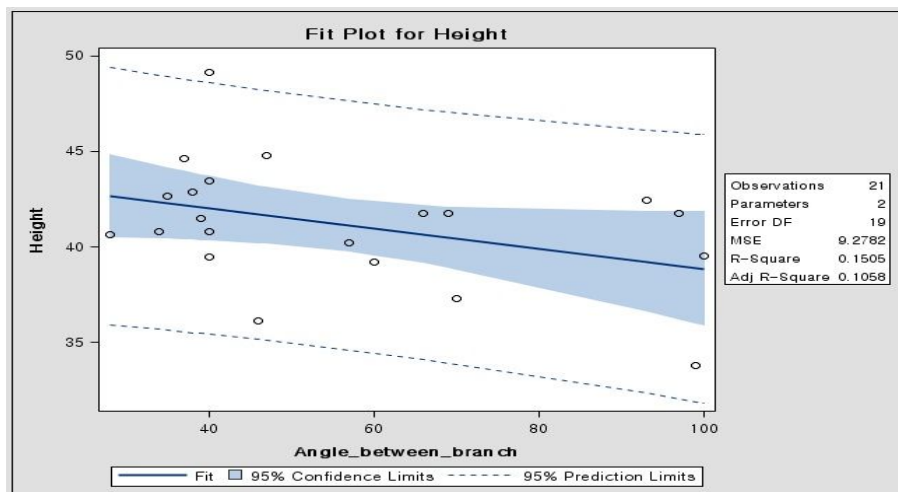


Figure 21. Regression analysis of nest height and the angle between two branches.

Table 12. Characteristic measurements of nests

No	Year	Space	Outer diameter(mm)			Inner diameter(mm)			Depth (mm)	Height (mm)	Weight (g)
			Width	Length	Average	Width	Length	Average			
1	2010	C	83.36	84.45	83.91	61.86	69.64	65.75	37.30	93.51	8.70
2	2001	C	82.81	83.09	82.95	64.84	53.89	59.37	44.65	115.58	11.30
3	2010	C	80.40	86.80	83.60	67.69	64.02	65.86	49.13	111.38	10.90
4	2009	C	85.99	77.67	81.83	66.50	62.78	64.64	40.64	124.73	7.70
5	2009	C	72.61	65.37	68.99	61.60	58.40	60.00	42.68	108.88	6.21
6	2009	C	75.75	77.74	76.75	63.02	58.25	60.64	42.44	94.35	4.90
7	2009	C	73.17	85.79	79.48	53.76	63.77	58.77	41.76	103.42	11.30
8	2009	C	69.30	75.29	72.30	55.64	60.20	57.92	39.48	82.89	5.50
9	2009	F	79.18	78.41	78.80	56.93	57.37	57.15	40.23	86.50	3.70
10	2010	A	71.73	68.68	70.21	57.75	51.47	54.61	41.73	74.06	4.70
11	2009	A	68.15	72.38	70.27	60.80	54.52	57.66	43.44	92.62	5.80
12	2008	A	70.60	64.89	67.75	58.46	56.50	57.48	40.81	89.22	6.90
13	2009	A	79.62	83.28	81.45	56.98	65.87	61.43	41.77	90.36	8.10
14	2010	D	79.65	73.52	76.59	51.08	64.75	57.92	36.12	101.83	5.30
15	2009	D	78.95	76.83	77.89	64.09	61.63	62.86	33.79	68.94	7.20
16	2009	D	73.29	69.81	71.55	61.87	60.31	61.09	39.54	72.43	6.40
17	2010	E	69.38	68.95	69.17	60.93	55.55	58.24	39.18	102.95	5.30
18	2008	B	66.14	74.74	70.44	50.87	61.02	55.95	44.80	77.16	6.95
19	2009	F	81.46	77.86	79.66	56.86	59.96	58.41	40.81	90.26	5.30
20	2009	H	69.25	87.97	78.61	52.39	68.34	60.37	41.48	96.27	9.20
21	2009	I	72.02	73.60	72.81	54.37	63.22	58.80	42.86	101.89	8.10
Mean±SE			75.95±1.18			59.76±0.66			41.17±0.70	94.25±3.18	7.12±0.48

A: Guangpyeong-ri, B: Chonnam National Univ. Experimental Forest, C: Guaneumsa Valley, D: Dongbaekdongsan, E: Mulyeongari F: Valley near Guaneumsa trail, G: Jeoji-ri, H: Tamla bridge and I: Hannam-ri.

Table 13. Characteristics of nested branches

No	Year	Location	Thickness of branch(mm)		Angle between branch(°)
			Right	Left	
1	2010	C	6.10	12.06	70
2	2001	C	10.93	8.24	37
3	2010	C	8.51	5.53	40
4	2009	C	11.68	6.57	28
5	2009	C	9.04	5.65	35
6	2009	C	5.49	7.90	93
7	2009	C	5.70	6.75	97
8	2009	C	5.42	8.21	40
9	2009	F	12.25	8.81	57
10	2010	A	14.61	8.62	69
11	2009	A	10.79	12.15	40
12	2008	A	6.15	4.71	34
13	2009	A	12.36	6.17	66
14	2010	D	16.33	7.66	46
15	2009	D	10.23	2.99	99
16	2009	D	6.66	5.80	100
17	2010	E	4.74	2.50	60
18	2008	B	13.52	7.53	47
19	2009	F	8.39	11.00	40
20	2009	H	11.64	6.32	39
21	2009	I	17.68	7.24	38
Mean±SE			8.59±0.53		56±5

A: Guangpyeong-ri, B: Chonnam National Univ. Experimental Forest, C: Guaneumsa Valley, D: Dongbaekdongsan, E: Mulyeongari F: Valley near Guaneumsa trail, G: Jeoji-ri, H: Tamla bridge and I: Hannam-ri.

2. 둥지재료 분석

둥지의 재료를 분석하기 위해 수집해 온 둥지를 분해하였다. 둥지재료는 크게 네 부분으로 구분하였다.

첫째, 둥지의 기본구조를 이루며 대부분을 차지하는 것으로 초본류의 잎이나 삼나무, 편백나무(*Chamaecyparis obtusa*)의 줄기껍질 또는 나무의 껍질들이다(Table 14, Figure 22, 23). 이것들은 대부분 둥지의 틀을 만드는데 사용되며, 특히 삼나무나 편백나무의 껍질은 21개의 둥지 중 15개의 둥지에서 사용되어 71.4%의 굉장히 높은 빈도로 사용되고 있음을 알 수 있었다. 일본에서 연구한 결과를 보면, 삼나무 조림지에서 긴꼬리딱새가 서식하며(中村登流와 中村雅彦, 1995; Saiki, 2006), 둥지의 재료를 편백나무나 삼나무의 껍질이라고 보고하고 있다(Mizuta, 1998). 따라서 삼나무와 편백나무가 식재된 인공림 주위에는 긴꼬리딱새가 서식할 가능성이 다른 지역에 비해 더 높을 것이라 생각된다.

Table 14. The frequency and percentage of trees whose barks were used to build nests (n=21)

Bark Source	No. of cases	Percentage
Japanese Styrax and Japanese Cedar	15	71.4
Red-leaved Hornbeam	1	4.7
Oak	2	9.5



Figure 22. Barks used for nest building.



Figure 23. Trees whose barks were used as nest materials. A: *Cryptomeria japonica*, B: *Chamaecyparis obtusa*.

둘째, 둥지의 산좌를 이루는 식물의 뿌리이다. Jahn(1939)은 둥지의 재료로 식물의 뿌리와 말의 털을 사용한다고 보고하였다. 하지만 본 연구결과 식물의 뿌리를 이용하여 산좌를 형성하는 것들도 있지만 어떤 경우는 산좌를 식물의 뿌리로 만들지 않고 초본류의 잎으로 만든 경우도 있었다. 그리고 말의 털을 사용한다는 Jahn(1939)의 연구와는 달리 제주도에서 관찰된 긴꼬리딱새의 둥지에서는 말의 털은 관찰되지 않았다. 다만, 말총(Horsehair)과 매우 유사한 색깔과 굵기를 갖는 식물의 뿌리들이 많이 관찰되었다.

셋째, 이끼는 긴꼬리딱새가 서식하는 계곡이나 꽃자왈 지역에서 항상 보이는 식물이다. 둥지의 분석하면서 확인한 결과, 이끼의 줄기와 뿌리에는 아무런 흙들이 없었다. 큰유리새(*Cyanoptila cyanomelana*)나 박새(*Parus major*)와 같은 새들 역시 둥지를 지을 때 이끼를 이용하여 둥지를 짓는다(이 등, 2000). 이 둥지들은 이끼에 대부분 흙들이 묻어 있어 땅에서 채취한 이끼라는 것을 확인할 수 있다. 하지만 긴꼬리딱새의 둥지에 사용된 이끼는 흙이나 이끼의 생김새가 지면에서 자라는 이끼(선태류)와는 차이가 있는 것처럼 보였다. 한국의 선태류는 총 930종으로 정리하고 있다(국립수목원, 2007). 이 중 어떤 종의 이끼를 사용하는지는 모르지만 주변에서 관찰되는 이끼 중 긴꼬리딱새가 이끼를 가져오는 것을 확인한 결과, 주변의 나무에 자라는 이끼를 가져 오는 것으로 확인되었다(Figure 24).



Figure 24. Green mosses on tree trunk used as nest materials.

넛재, 장식용으로 사용하는 재료들이다, 장식용으로 사용된 재료들은 깃털, 지의류, 그리고 나뭇잎(Figure 25)이나 둥지에서 차지하는 비중은 그리 크지는 않았다. 그러나 대부분의 둥지에서 지의류와 나뭇잎 그리고 깃털을 확인할 수 있었다.

깃털은 하얀색을 띠고 있다. 그리고 크기와 모양으로 보아 새의 앞가슴 깃털로 판단된다(Figure 25). 21개의 둥지 중 10개의 둥지(47.6%)에서 관찰되는 것으로 보아 꽤 많은 둥지에서 장식용으로 깃털을 사용하는 것으로 보인다. 지의류는 관찰된 둥지 중 19개의 둥지(90.5%)에서 관찰되어 거의 모든 둥지에서 장식용으로 사용하였다. 마지막으로 나뭇잎은 4개의 둥지(19.0%)에서 관찰되었고(Table 15), 2개의 둥지에서는 장식용으로 사용한 재료가 관찰되지 않았다. 장식을 사용하는 이유는 아직 밝혀진 바 없다. 따라서 향후 장식용으로 사용하는 지의류와 깃털 그리고 나뭇잎을 왜 긴꼬리딱새들이 둥지의 외벽에 붙이는지는 연구가 필요할 것이다.

Table 15. The frequency and percentage of materials used to ornament nests (n=21)

Ornament	Feather	Lichen	Leave of tree
Frequency	10	19	4
Percentage	47.6	90.5	19.0

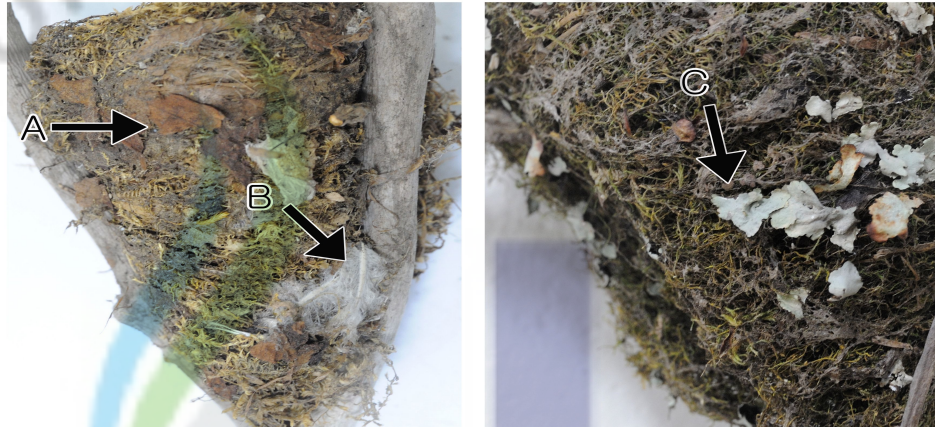


Figure 25. Nests ornamented with fallen leaves (a), feathers (b), and lichens (c).

3. 둥지 구조 분석

긴꼬리딱새의 둥지를 분해하면서 둥지의 구조를 분석하고 녹화된 테이프의 둥지 짓는 장면을 분석한 결과, 긴꼬리딱새의 둥지는 크게 3단계로 나누어지는 것으로 확인되었다(Figure 26).

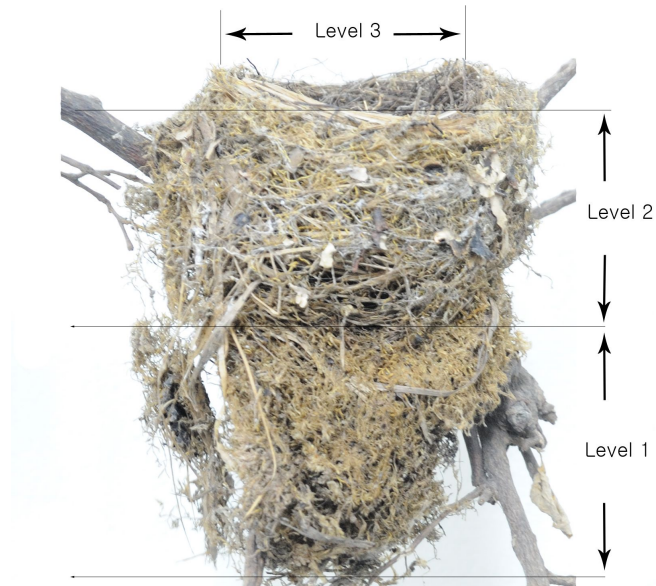


Figure 26. Nest structure (side view).

1단계는 수컷이 영소목을 선택하여 먼저 거미줄을 가져다 붙이고, 다음에 암·수가 번갈아 가면서 영성하게 이끼와 주변에서 구할 수 있는 벼과(Poaceae) 초본류의 잎들과 이끼 등을 가져다가 붙인다. 이 단계는 가지가 분리된 곳에서 3~4cm 정도 될 때까지 계속해서 붙여나간다. 이때는 등지재료를 붙이는 것이 우선이지 단단하게 고정하는 것에는 신경을 쓰지 않았다(Figure 26, Level 1).

2단계는 1단계에서 어느 정도 가지에서 올라오면 이끼보다는 주변에서 구할 수 있는 나무껍질(삼나무 혹은 편백나무의 껍질 등)을 나무에서 뜯어다가 등지에 붙인다(Figure 23). 물론 거미줄을 사용하기는 하지만 많은 양의 거미줄을 붙이지는 않고 배와 가슴으로 등지재료를 가져다 놓고 누르는 동작을 반복하였다. 그리고 바깥쪽은 이끼를 가져다가 붙이고 거미줄을 턱과 턱에 붙여다가 계속해서 이끼 바깥쪽으로 붙여갔다(Figure 26, Level 2).

3단계는 등지의 안쪽에 식물의 뿌리를 이용해서 산좌를 만드는 일이다(Figure 26, Level 3). 대부분의 등지에서 식물의 뿌리를 이용한 산좌를 확인하였는데 이들은 등지 측정을 위해 분해하는 과정에서도 서로 연결되어 있어 쉽게 분해되지 않았다. 연결은 거미줄을 이용해서 결합하지는 않았고 재료 하나하나가 다른 재료의 사이로 들어가 있어 엉켜있는 상태였다. 외벽은 이끼를 물어다가 붙이고 거미줄을 턱과 부리사이에 붙여다가 계속해서 좌우로 붙여 가로로 붙여서인지 등지의 외벽에서 관찰된 거미줄 형태를 보면 거미줄이 가로로 붙여져 있는 것을 볼 수 있었다(Figure 27).



Figure 27. Spiderwebs used to strengthen the outer wall of the nests.

둥지를 만드는 과정을 직접 관찰하고 녹화된 테이프를 분석하여 확인한 결과 둥지가 거의 완성되면 암컷은 자신의 몸의 크기에 둥지를 맞추기 위해 360도 회전하면서 둥지를 가슴과 다리로 밀어내는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 마지막으로 수컷이 들어와서 자기의 몸에 맞는지 확인하고는 안 맞으면 밖에서 소리를 내어 암컷을 불렀다. 그러면 암컷이 다시 둥지로 들어와서 둥지를 가슴으로 밀어내는 동작을 반복하고 둥지를 완성하였다.

4. 둥지를 짓는 암·수의 비율

수컷은 처음 10시 04분에 둥지자리를 확인하고 암컷을 부른 이후에 27분이 지난 10시 31분부터 16시 45분까지 총 38번의 둥지재료를 물고 날랐다. 하지만 암컷은 수컷이 둥지자리를 확인하고 난 후 30분이 지난 10시 34분에 처음 둥지재료를 물고 왔으나 둥지를 지은 첫날 총 5번만 둥지재료를 물고 왔다(Figure 28). 따라서 둥지 짓는 첫날은 수컷이 대부분 둥지 짓는 것을 관찰할 수 있었다(Figure 28). 그리고 암·수 모두 둥지를 짓는 시간은 오전에 집중적으로 이루어졌다(Figure 29).

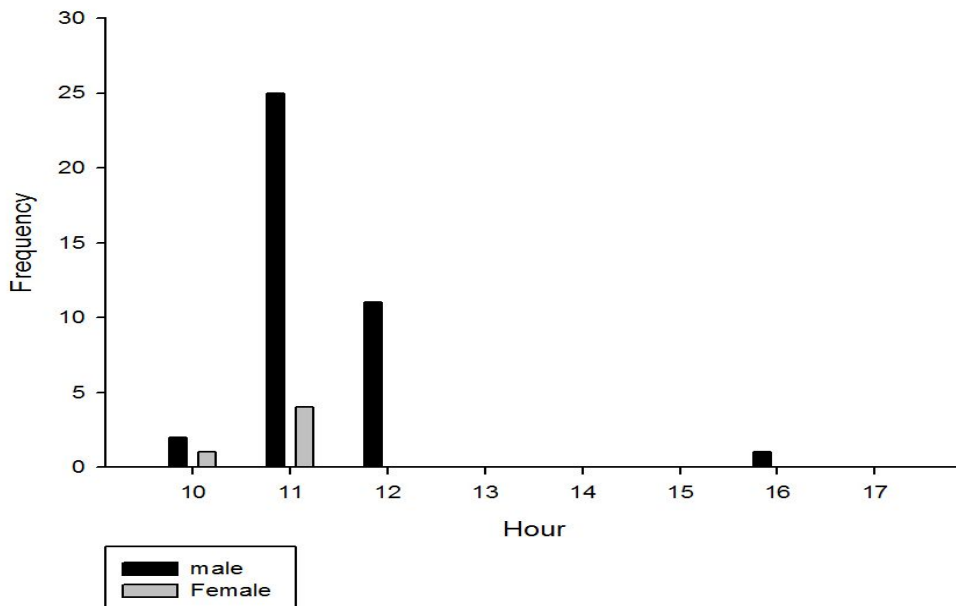


Figure 28. Sexual difference in the frequency of participation in nest construction during 17 hours from the beginning.

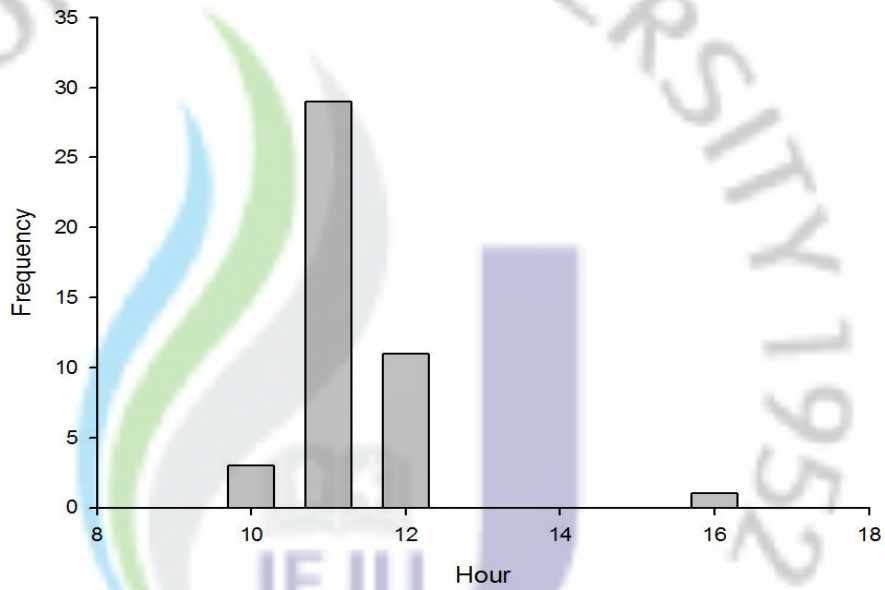


Figure 29. The frequency of time zones for nest construction.

둥지재료는 대부분 첫째 날은 이끼와 마른 초분류 잎을 가져오는 것이 관찰되었다. 둥지재료를 물고 온 시간(Mean±SD)은 가장 큰 차이를 보이는 처음과 두 번째 그리고 마지막에 가져온 시간을 제외하여 계산한 결과 1.62 ± 1.54 (분)로 가까운 곳에서 재료를 가져 오는 것으로 생각된다(Figure 30).

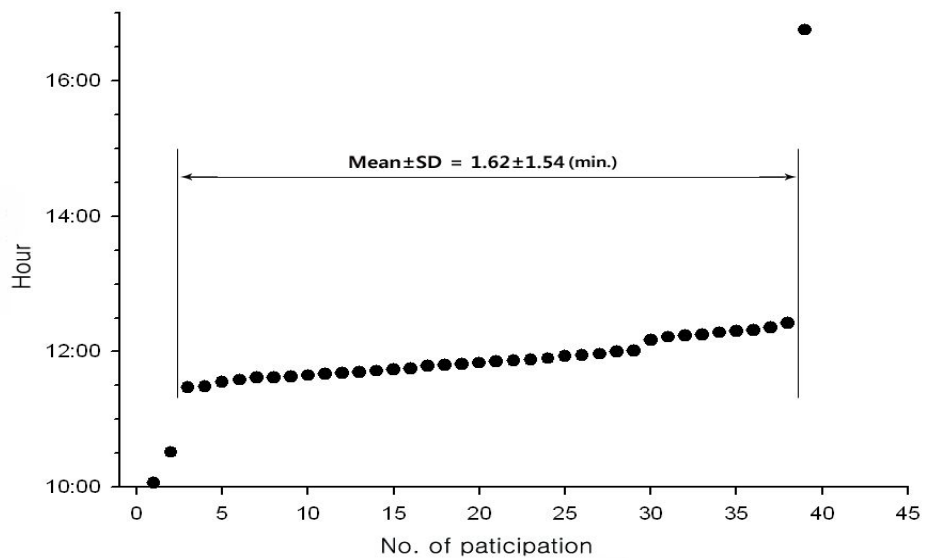


Figure 30. The number of nest-building male.

둘째 날은 첫째 날과는 달리 아침에는 관찰이 되지 않았으며, 오후 1시 18분부터 수컷이 둥지에 재료를 물고 와서 둥지에 재료를 붙이고 가지 위에서 날개를 짧게 펴면서 낮은 소리로 “호이 호이 호이”를 1초에 3회 정도의 속도로 4초 정도 소리를 내었다. 그 후 바로 암컷이 둥지 재료를 물고 왔다. 그리고 총 4번 동안 재료를 물고 오고는 더 이상 오지는 않고 둥지 짓기를 포기하였다.

긴꼬리딱새는 둥지를 지을 때 천적에게 들리지 않기 위해 조심해서 재료를 가져온다. 하지만 본 조사에서는 처음부터 둥지를 짓는 것을 본 연구자에게 들켜버렸다. 그래서인지 긴꼬리딱새는 둥지 짓기를 다음날 포기해 버렸다. 따라서 긴꼬리딱새의 연구에 있어서 둥지를 짓는 시기에는 방해할 하지 않는 것이 이 종을 보호하는 방법이라고 생각된다.

2009년 6월 27일에 거의 완성단계에 있는 둥지를 발견하였다. 발견 당시 수컷이 둥지 주변에서 경계하는 소리를 내고 있어서 쉽게 찾을 수 있었다. 수컷은 둥지 재료를 가져 오거나 하는 행동은 하지 않고 다만 주변에서 경계소리를 내면서 먹이 활동하는 것만 확인되었다. 이 둥지는 암컷에 의해서만 둥지 재료를 보강하는 작업을 하고 있었다. 암컷은 둥지의 재료인 이끼와 거미줄을 둥지 주변에 붙이고 가슴으로 둥지를 누르면서 꼬리깃을 쭉 펴는 행동을 반복적으로 하면서 둥지를 자신의 몸에 맞게 넓히고 있었다. 이 과정은 저녁 5시 28분까지 계속 진행되었다. 그리고 마지막으로 수컷이 한번 둥지에 한번 들어와 앉아서 가슴으로 한번 밀고는 바로 나가서 경계소리와 비슷한 소리로 시끄럽게 울기 시작하더니 암컷이 바로 둥지로 들어와서 둥지를 계속해서 밖으로 밀면서 둥지의 크기를 넓히는 행동을 반복하였다. 그리고 오후 5시 32분에 둥지 짓기를 마무리했다(Figure 31).

둥지 짓기는 첫째 날과 둘째 날 그리고 마지막 날 관찰하였으나 한 둥지를 관찰한 결과는 아니다. 따라서 모든 과정이 다른 둥지에서도 동일하다고 말할 수는 없다. 멸종위기종인 긴꼬리딱새의 둥지 짓는 과정을 관찰하기는 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서 사례는 별로 없지만 긴꼬리딱새의 전반적인 둥지 짓는 행동을 확인하였다는데 의미가 있다고 할 수 있겠다.

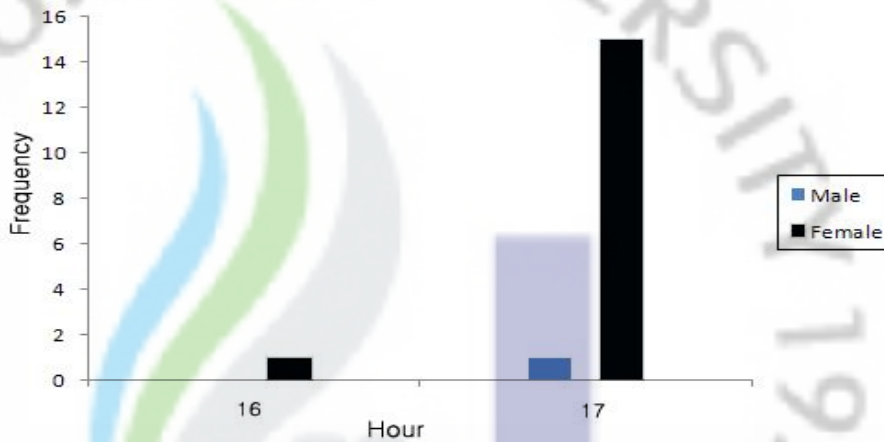


Figure 31. Sexual difference in the frequency of participation frequency in nest construction for specific periods of time on the last day.

Mizuta(1998)는 둥지 짓기는 평균 7일이라고 보고하였다. 하지만 본 연구에서는 21일이 걸린 것도 있었다. 2010년도 6월 5일에 관찰한 전남대학교 학술림 지역에서 둥지 짓는 초기단계(1~2일)의 둥지를 발견하였다. 따라서 둥지 짓는 것을 방해하지 않기 위해 촬영 장비를 설치하지 않고 둥지의 완성 후 최초 알을 낳을 때 까지 관찰한 결과 6월 30일에 첫 알이 관찰되었다. 첫 알은 관음사계곡에서 2009년 6월 27일에 둥지를 완성하고 5일 후에 최초 알이 관찰되는 것으로 보아 둥지를 짓고 5일정도 후에 낳는 것으로 판단된다. 따라서 전남대학술림에서 관찰한 둥지는 6월 30일에서 5일전인 25일 정도에 둥지가 완성된 것으로 보여 진다. 결과적으로 이 둥지는 21일 정도가 걸려서 둥지를 완성하였다는 결론을 내릴 수 있다.

평균적인 둥지의 기간은 둥지 짓는 속도와 크기로 보아 Mizuta(1998)가 제시한 것처럼 7일 정도로 생각된다. 하지만 전남대학술림에서 관찰된 것처럼 21일정도 걸리는 경우도 있다. 긴꼬리딱새의 둥지의 재료는 대부분 마른 나무껍질이거나 마른 잎 그리고 이끼와 거미줄을 이용한다. 이 재료들은 비가 오면 젖어서 둥지를 지을 수 없기 때문에 전남대학술림에서는 21일 동안 둥지를 지은 것이라 판단된다(Figure 32). 따라서 둥지를 짓는 기간에서 중요한 것은 날씨라 생각된다. 우리나라와 일본은 6월과 7월이 장마기간이다. 그래서 장마가 오기 전에 빨리 둥지를 짓지 않으면 둥지재료를 가져올 수 없어 둥지 짓는 기간이 길어지는 경우도 있는 것으로 생각된다.

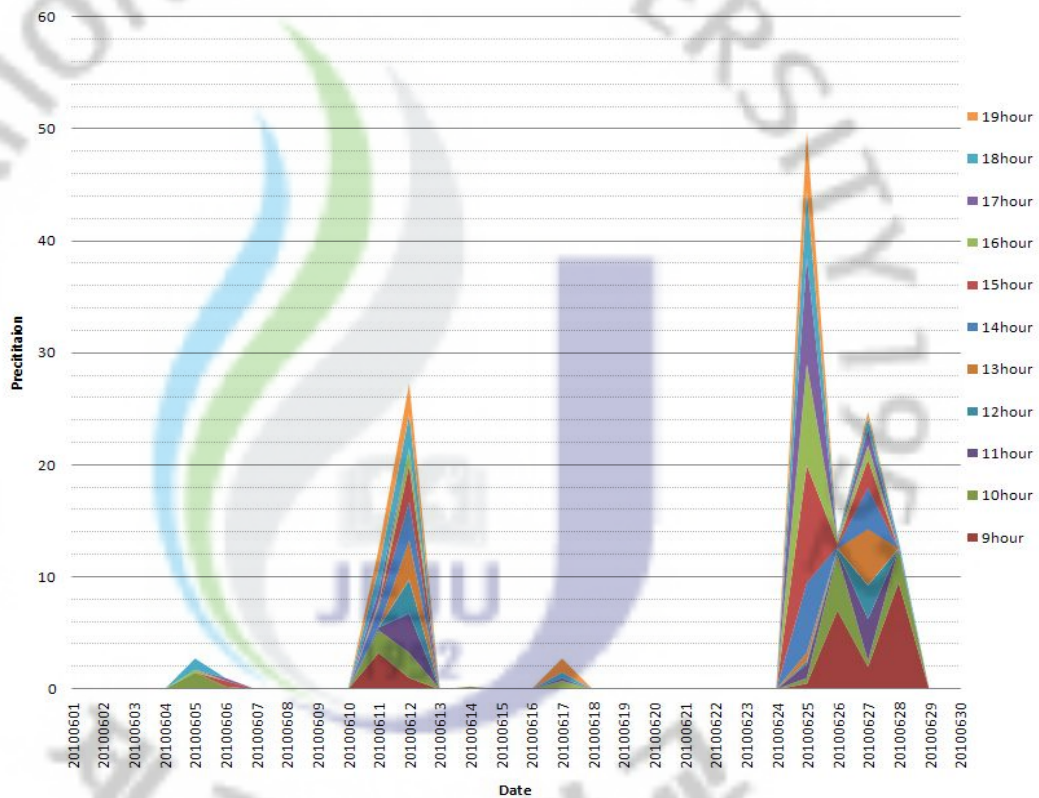


Figure 32. Precipitation measured at Mulyeongari in June, 2010.

요약하면, 수컷은 처음 동지 장소를 마련해서 암컷에게 장소를 알려준 후, 동지를 틀 가지에 거미줄과 재료를 붙이면 암컷이 다음에 작업을 한다. 하지만 이때의 암컷의 참여도는 매우 낮다. 수컷은 처음부터 2분에 한번 정도는 계속해서 동지를 만들지만 주로 오전에 작업을 하고 오후에는 작업을 하지 않았다. 이는 암·수가 번갈아 가면서 동지를 짓는다고 한 연구(Mizuta, 1998)와 내용이 일치하였으나 Akiyama(1968)가 수컷은 동지를 짓지 않고 암컷만이 동지를 짓는다고 한 연구 결과와는 상반되었다.

동지 짓기의 마무리단계에서는 암컷의 비중이 매우 높았다. 수컷은 거의 참여하지 않고 다만 한번 동지에 앉아 크기가 맞는지만 확인하였으나 암컷은 모든 과정을 완성하였다. Akiyama는 동지가 거의 완성된 동지만을 관찰하였다고 하였다. 따라서 이때의 수컷은 대부분 주위에서 경계만을 하고 동지 짓기를 가끔씩만 참여하고 있다. Akiyama가 암컷만이 동지를 짓는다고 생각한 이유는 전 과정을 살펴

보지 않고 둥지 짓기의 마무리 단계만 관찰하여 모든 과정이 그러하다고 생각한 일반화의 오류를 범했기 때문이다.

긴꼬리딱새는 둥지의 짓는 과정이 천적이나 다른 동물에 노출되면 초기에는 바로 포기하는 것 같다. 왜냐하면, 둥지 짓기 첫날부터 연구자의 행동에 민감하게 반응하여 다음날 포기하는 것이 관찰되었기 때문이다. 그래서 다음에 관찰된 둥지들은 둥지를 짓는 과정을 녹화하거나 촬영하지는 않고 다만 둥지를 짓는 시기와 둥지를 마무리 하는 시기만을 기록한 결과, 다른 둥지들은 모두 둥지 짓기를 포기하지는 않았다.

5. 유전자분석을 이용한 둥지재료로 사용된 깃털의 종판별

긴꼬리딱새 둥지에서 발견된 깃털은 총 10곳의 지역에서 관찰되었다(Table 15). 이것들 중 유전자 분석을 위해 모근이 있는 둥지 9곳의 깃털을 분석하였다. 그 중 4개의 시료에서 유전자를 서열을 확보하였다. 유전자 서열에 대한 BLAST 검색 결과 *Terpsiphone paradisi*에서 보고된 서열이 가장 높은(유사도 95%) 상동성을 나타냈다(Table 16).

Table 16. The most similar species to the bird(s) of the feathers used in ornament nests, which was determined by BLAST of the mtDNA CYTB sequences obtained from the feathers using nested PCR

Sample code	Site	The most similar species	Similarity (%)
T008-nF	Tamla bridge	<i>Terpsiphone paradisi</i>	95
T009-nF	Jeoji	<i>T. paradisi</i>	95
T010-nF	Guangpyeong-ri	<i>T. paradisi</i>	95
T014-nF	Guangpyeong-ri	<i>T. paradisi</i>	95

염기유사도 95%의 수준은 동일 속(Genus)임은 확실하나, 동일 종(Species)라고 단정하기는 어렵다고 할 수 있다. 따라서 종을 확인하기 위해 긴꼬리딱새가 포기한 알에서 발생한 배아(T001-nF)와 제주민속자연사박물관의 긴꼬리딱새 박제표본에서 가져온 깃털(T019-nF)을 유전자 분석하여 비교하였다. 결과, 100% 일치하는 것으로

로 나와 긴꼬리딱새의 알이라는 것을 확인하였으며, 다른 유전자들과도 긴꼬리딱새 박체의 깃털(T019-nF)과 비교한 결과 모두 유사도가 99%이상으로 나왔다(Table 17).

Table 17. Comparison of similarity of the samples with standard sample T019-nF (the feathers of *Terpsiphone atrocaudata*)

Sample Code	Site	Source of samples	Similarity ¹⁾ (%)
T001-nF	Tamla bridge	Embryo of <i>Terpsiphone atrocaudata</i>	100
T004-F	Dongbaekdongsan	Embryo of <i>T. atrocaudata</i>	99
T005-F	Guangpyeong-ri	Embryo of <i>T. atrocaudata</i>	99
T008-nF	Chonnam nat.l Univ. Exp. Forest	Ornamental feather	99
T009-nF	Guangpyeong-ri	Ornamental feather	99
T010-nF	Guangpyeong-ri	Ornamental feather	99
T014-nF	Guangpyeong-ri	Ornamental feather	100
T018-nF	Jeju Folk. & Nat. Hist. Museum	Feather of the stuffed <i>T. atrocaudata</i>	100

¹⁾Similarity was determined by BLAST of the mtDNA CYTB sequences obtained from the using PCR and nested PCR samples.

따라서 등지의 재료로 사용된 깃털들은 유전자분석 결과로 보아 긴꼬리딱새의 깃털임을 확인하였다(Table 17). 그리고 이 깃털의 크기와 흰색 색깔로 보아 긴꼬리딱새의 앞가슴 깃털로 추정된다(Figure 25).

대부분의 새들은 번식 시에 포란반(Incubation patch)을 만들기 위해 가슴에서부터 배까지 털을 뽑아 피부가 노출되게 한다. 그리고 포란 시 이 부분을 알과 접촉, 체온을 알에 전달하여 32°C로 유지해야 부화를 할 수 있다(조, 2009). 따라서 긴꼬리딱새도 포란반을 만들면서 앞가슴 깃털 뽑았을 것이다. 그리고 그 깃털을 등지의 곁에 장식용으로 사용한 것으로 보인다.

제7장 한배 산란수, 성공률 그리고 알의 크기 및 암·수의 포란 비율

서 론

긴꼬리딱새는 대부분 우리나라와 일본에서 번식을 하며, 깊은 산속이나 계곡에서 번식을 하기 때문에 사람들에게 잘 관찰되지 않으며, 개체수도 많지 않아 연구하기에는 매우 어려운 종이다. 그렇기 때문에 긴꼬리딱새에 대한 해외에서의 연구는 거의 없으며, 다만 일본에서 몇 편의 연구가 있을 뿐이다. 일본에서의 연구는 번식환경에 대해 전반적으로 이루어졌으며 특히, 둥지 주변 환경에 대한 연구와 번식에 대한 연구가 많이 이루어졌다(Jahn, 1939; Akiyama, 1968; Mizuta, 1998; Saiki, 2006),

국내에서는 관찰기록에 대한 연구 자료는 있으나(김 등, 2004; 권 등, 2007; 김, 2009; 김 등, 2010) 생태에 대한 연구는 거의 없다. 다만 Kim *et al.*(2010)에 의해서 번식지 환경에 대한 연구가 있을 뿐이다.

따라서 본 연구는 제주도에서 번식하는 긴꼬리딱새의 번식생태를 살펴, 한배 산란수, 번식성공도 및 새끼의 성장률 등을 조사하여 긴꼬리딱새 특성을 밝히고자 이루어졌다.

조사방법

2008년부터 2010년까지 고정조사구 5곳에서 번식하는 긴꼬리딱새의 번식둥지에서 한배 산란수를 확인하고 알들의 장경, 단경과 무게를 측정하였다. 그리고 유조의 체중, 부리, 날개, 부척, 꼬리의 길이를 측정하였다(Digitaliper(Mitutoyo calliper, 0.01 mm; Stainless Hardened, 150mm). 체중은 저울(TMB360-1, 0.1g)을 이용하여 측정하였다. 그리고 암·수의 포란 비율은 비디오카메라(Cannon XL1s)와 디지털카메라

(Nikon D3, 600mm) 그리고 Digital scouting camera(Wildview Xtreme 5)를 이용하여 녹화 및 촬영하여 실험실에서 분석하였다.

부화(Hatching), 이소(Fledgling), 번식(Breeding) 성공률을 파악하기 위해 각 등지별로 다음의 공식을 이용하여 계산하였다(채, 1997; 김, 2002; 김, 2009; 김 등, 2009).

1. 부화성공률(%): 부화한 알 수 / 전체 알 수 \times 100
2. 이소성공률(%): 이소한 새끼 수 / 부화 알 수 \times 100
3. 번식성공률(%): 이소한 새끼 수 / 전체 알 수 \times 100

결론 및 고찰

1. 한배 산란수

관찰한 총 12개의 등지에서 한배 산란수와 부화한 개체 그리고 이소한 개체를 조사하였다(Table 18). 그리고 탁란으로 의심되는 알(전남대학슬림, 2009)과 첫 번째 알을 낳고 등지가 사라진 경우(전남대학슬림, 2010)를 제외하고 계산한 결과 한배산란수는 3 ± 0 개(mean \pm SE)로 측정되었다.

한배 산란수는 여러 요인에 의해 결정되며 일부 생리학적 영향 또는 환경적 변화에 의해 다양하게 나타난다. 특히 주변 환경 인자에 의해 많은 영향을 받는다(김과 이, 2007; 이 등, 2007). 따라서 다른 지역과 환경이 다른 제주도의 긴꼬리딱새 한배산란수를 확인하였다. 결과, 12개의 등지 중 2008년도에 광평리에서 이소한 새끼만을 확인한 등지와 전남대학슬림에서 첫 번째 알을 낳고 등지가 사라진 경우를 제외한 10개의 등지 중 6개의 등지에서 4개의 알을 낳았다(60%, 전남대학슬림의 5개 알 중 탁란의심 알 한 개를 제외함). 그리고 2개의 등지에서 3개의 알을 낳았으며(20%), 2개의 등지에서 2개의 알을 낳았다(20%). 따라서 제주도에 번식하는 긴꼬리딱새들은 3-5개의 알을 낳는다는 기존의 내용(박, 1998; 이 등, 2000)보다는 적은 2-4개의 알을 낳는 것으로 나타났다(Table 18).

Table 18. Data on clutches in the periods of breeding

No	Year	Site	No. of eggs	Hatching		Fledgling
				Failure	Success	
1	2008	Guangpyeong-ri	-	-	-	1
2	2009	Guangpyeong-ri	4	1	3	3
3	2009	Chonnam nat'l Univ. Exp. Forest ¹⁾	4+1	5	0	0
4	2009	Mulyeongari	3	2	1	1
5	2009	Guaneumsa Valley	2	0	2	2
6	2009	Dongbaekdongsan	2	0	2	2
7	2009	Dongbaekdongsan	4	4	0	0
8	2009	Dongbaekdongsan	4	4	0	0
9	2010	Chonnam nat'l Univ. Exp. Forest	1	1	0	0
10	2010	Guaneumsa Valley	4	0	4	4
11	2010	Guaneumsa Valley	3	0	3	1
12	2010	Guangpyeong-ri	4	4	0	0
Mean±SE			3±0	2±1	1±0	1±0

¹⁾The nest was invaded by brood parasite.

- No data

2. 부화, 이소 그리고 번식 성공률

부화 성공률(Hatching success)은 전체 12개의 둥지에서 확인한 결과 총 36개의 알에서 15개의 알이 부화에 성공하였다(42%, n=12). 알이 4개인 둥지는 29%, 3개인 둥지는 67% 그리고 2개인 둥지는 100%의 부화율을 나타냈다(Table 19). 따라서 2개의 알이 부화율이 높은 것으로 관찰되었다.

이소성공률(Fledgling success)은 4개의 알이 100%, 3개의 알 50% 그리고 2개의 알이 100%으로 나타났다(Table 19). 따라서 4개의 알을 갖고 있는 둥지가 매우 높은 이소성공률(100%)을 보이는 것으로 보아 큰부리까마귀(*Corvus macrorhynchos*)와 같은 천적에 의해서 알을 습격(Figure 33) 당해 부화에 실패(부화성공률 29%)하지 않는 방법을 모색한다면 긴꼬리딱새의 개체수를 증가시키는 획기적인 방법이 될 것이라 생각된다.

번식성공률(Breeding success)은 4개의 알이 29%, 3개의 알 33% 그리고 2개의 알이 100%으로 나타나 2개의 알이 이소성공률이 높은 것으로 나타났다(Table 19).

본 연구결과 확인된 긴꼬리딱새의 번식성공률은 37.1%밖에 안 된다. 해오라기(50.7%), 쇠백로(62.7%), 섬참새(65.5%), 집비둘기(74.5%)보다는 한참 못 미친다(채, 1997; 한 등, 2001; 김과 이, 2007). 긴꼬리딱새의 번식성공률이 이렇게 작은 이유는 큰부리까마귀와 같은 천적에 의한 알의 피해와 태풍과 같은 날씨 때문에

알과 새끼가 둥지에서 떨어지는 경우 때문이다. 문제는 태풍이나 바람에 의해서 알이 떨어지는 경우는 어쩔 수 없다고 해도 큰부리까마귀와 같은 포식자들에게 포식당하는 것은 어느 정도 예방할 수 있을 것이다. 왜냐하면 자연에서 포식자가 긴꼬리딱새의 둥지를 찾아 알과 새끼를 포식하는 것보다는 연구자나 관찰자들에 의해서 포식자들에게 둥지가 노출되는 경우가 더 많이 있는 것으로 생각되기 때문이다. 하지만 아직 단언할 만한 증거는 없으나 최대한 적게 방문한 지역은 대부분 번식에 성공한 것으로 보아 어느 정도 둥지의 노출이 연구자나 관찰자들에 의해서 이루어진 가능성이 있기 때문에 이에 대한 연구는 향후 이루어져야 할 것이다.

Table 19. The success rates of hatching, fledgling and breeding of Black Paradise Flycatcher on Jeju Island

Clutch size	Percentage of success		
	Hatching	Fledgling	Breeding
4	29	100	29
3	67	50	33
2	100	100	100
Clutch No. (n=35)	15	13	13
Mean	42.8	86.7	37.1



Figure 33. A Large-billed Crow (*Corvus macrorhynchos*) attacking Black Paradise Flycatcher chicks.

3. 알의 크기

알의 평균 크기(n=18)는 장경 20.56 ± 0.11 mm, 단경 15.61 ± 0.86 mm 그리고 무게는 2.8 ± 0.4 g로 나타났다. 그런데 대부분 알들의 크기와 무게는 비슷하게 나타났다. 하지만 6월 21일에 전남대학숲림에서 발견된 탁란으로 추정되는 알은 크기가 다른 긴꼬리딱새의 알들과 차이가 없으나(ANOVA검정, F-Value=0.04, P-Value=0.8419, > 0.05, n= 18). 무게(2.4g)는 차이가 존재한다는 것을 확인하였다(ANOVA, F-Value=10.12, P-Value=0.0055, <0.01).

Table 20. The size of Black Paradise Flycatcher eggs

Date	Site	Egg (n=18)		
		Major axis(mm)	Minor axis(mm)	Weight(g)
Jun. 16 '09	Guangpyeong-ri	21.08	15.42	2.90
Jun. 16 '09	Guangpyeong-ri	20.72	15.31	2.90
Jun. 16 '09	Guangpyeong-ri	20.54	15.80	2.90
Jun. 16 '09	Guangpyeong-ri	20.90	15.42	2.90
Jun. 07 '09	Chonnam nat'l Univ. Exp. Forest	21.07	14.58	2.90
Jun. 07 '09	Chonnam nat'l Univ. Exp. Forest	20.78	15.90	2.90
Jun. 07 '09	Chonnam nat'l Univ. Exp. Forest	20.52	15.87	2.90
Jun. 07 '09	Chonnam nat'l Univ. Exp. Forest	20.55	15.86	2.90
Jun. 12 '09	Chonnam nat'l Univ. Exp. Forest	20.99	15.54	2.40
Jun. 15 '09	Dongbaekdongsan	20.78	15.90	2.90
Jun. 15 '09	Dongbaekdongsan	21.01	16.01	2.90
Jun. 15 '09	Dongbaekdongsan	20.52	15.87	2.90
Jun. 24 '09	Dongbaekdongsan	19.31	15.57	2.60
Jun. 24 '09	Dongbaekdongsan	19.77	15.84	2.60
Jun. 24 '09	Dongbaekdongsan	20.02	16.02	2.60
Jul. 21 '10	Guaneumsa Valley	20.52	15.21	2.90
Jul. 21 '10	Guaneumsa Valley	20.54	15.61	2.90
Jul. 21 '10	Guaneumsa Valley	20.53	15.32	2.60
Mean±SE		20.56±0.11	15.61±0.86	2.8±0.4

4. 성장률

최소한의 인간의 간섭을 배제하여 긴꼬리딱새의 성장률을 측정하기 위해 2일에서 3일 간격으로 긴꼬리딱새 새끼의 성장률을 측정하였다. 측정결과, 처음 태어난 개체 (n=6)들의 날개(Wing)는 $8.0\pm 0.0\text{mm}$, 부척(Tarsus)은 $6.7\pm 0.1\text{mm}$, 부리(Bill)는 $6.3\pm 0.0\text{mm}$, 무게(Weight)는 $2.6\pm 0.1\text{g}$, 그리고 꼬리 길이는 30.0mm 이었다(Table 21).

Table 21. The body size of chicks after hatching

Site	Wing(mm)	Tarsus(mm)	Bill(mm)	Tail(mm)	Weight(g)
Mulyeongari	8.0	6.5	6.4	30.0	2.3
Guaneumsa Valley	8.0	6.7	6.3	30.0	2.6
Guaneumsa Valley	8.0	7.2	6.4	30.0	2.7
Guangpyeong-ri	8.0	6.6	6.3	30.0	2.7
Guangpyeong-ri	8.0	6.7	6.3	30.0	2.8
Guangpyeong-ri	8.0	6.7	6.3	30.0	2.7
Mean±SE	8.0 ± 0.0	6.7 ± 0.1	6.3 ± 0.0	30.0 ± 0.00	2.6 ± 0.1

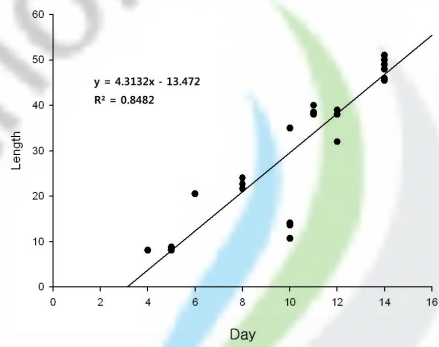
그리고 이소하기 전에 유조들의 크기를 측정한 결과는 날개 $48.9\pm 0.6\text{mm}$, 부척 $15.6\pm 0.2\text{mm}$, 부리 $9.9\pm 0.5\text{mm}$, 꼬리 $85.6\pm 2.4\text{mm}$ 그리고 무게는 $13.6\pm 0.1\text{g}$ 이었다(Table 22).

Table 22. The body size of fledgling Black Paradise Flycatcher chicks

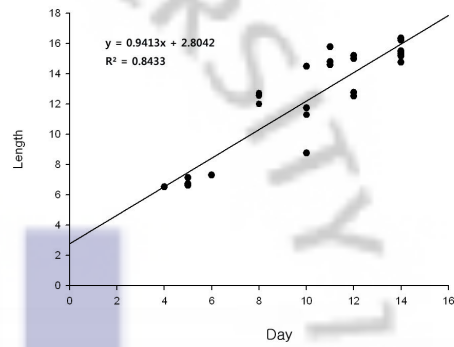
Site	Wing(mm)	Tarsus(mm)	Bill(mm)	Tail(mm)	Weight(g)
Guangpyeong-ri	49.0	15.5	8.6	70.0	13.5
Mulyeongari	48.0	15.2	10.4	90.0	13.7
Guaneumsa Valley	50.0	15.2	10.4	80.0	13.8
Guaneumsa Valley	49.0	15.5	10.1	90.0	13.4
Guangpyeong-ri	51.0	16.2	11.5	90.0	14.7
Guangpyeong-ri	50.0	16.4	11.6	90.0	13.6
Guangpyeong-ri	51.0	16.3	10.4	80.0	13.4
Guaneumsa Valley	46.0	15.3	8.0	90.0	13.1
Guaneumsa Valley	46.0	14.8	8.0	90.0	13.6
Mean± SE	48.9 ± 0.6	15.6 ± 0.2	9.9 ± 0.5	85.6 ± 2.4	13.6 ± 0.1

유조의 부리, 부척 그리고 무게는 비교적 고른 성장곡선을 나타내었다(Figure 33), 다른 조류의 경우 무게가 이소직전에 감소한다고 보고 하였으나(김과 함 2001, 한 등, 2001) 긴꼬리딱새의 경우는 다른 조류에 비해 빨리 이소(평균 10일)하기 때문인지 무게가 계속해서 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 날개와 꼬리는 급속한 성장 곡선을 나타냈다(Figure 34). 긴꼬리딱새는 이소하는 데 평균 10일(8-12일) 정도가 소요된다(Mizuta, 1998). 열흘 만에 이소를 한 것은 아주 주목할 만한 것이다. 그리고 깃털은 아주 불완전한 상태를 가지고 있다(Jahn, 1939). 이소시기가 다른 새들에 비해 빨리 이소하기 위해서는 이소에 필요한 날개와 꼬리의 깃이 길어야 한다. 다른 조류들도 날개의 성장은 다른 부위에 비해 현저하게 빠르다. 예를 들어 쇠백로(한 등, 2001). 제비(김과 함, 2001). 까치(오 등, 2000) 그리고 매(백 등, 2008)의 경우도 날개가 다른 부위보다 현저하게 빠르게 성장한다고 보고하였다. 따라서 긴꼬리딱새의 새끼들도 이소시기에 필요한 날개와 꼬리의 성장 곡선이 다른 부위와는 달리 급격하게 성장하는 것이라 생각된다.

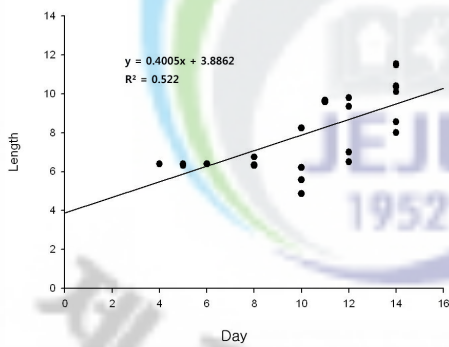
이소 후 긴꼬리딱새를 계속해서 관찰한 결과, 긴꼬리딱새는 이소 후 1주일이면 먹이활동을 하고 20일이 지나면 어미만큼 성장 한 것을 확인하였다. 그리고 2009 년도에 동백동산과 물영아리 오름에서 관찰한 결과 9월 27일 이후에는 관찰되지 않았다. 따라서 9월 중순 이후가 되면 겨울을 보내기 위해 월동지로 이동하는 것으로 판단된다.



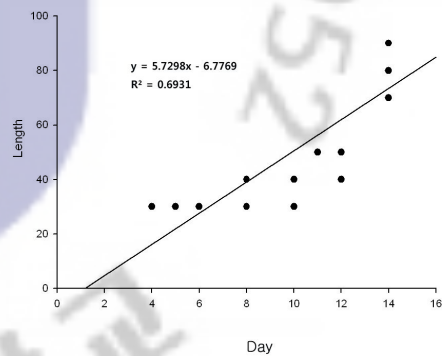
(Wing)



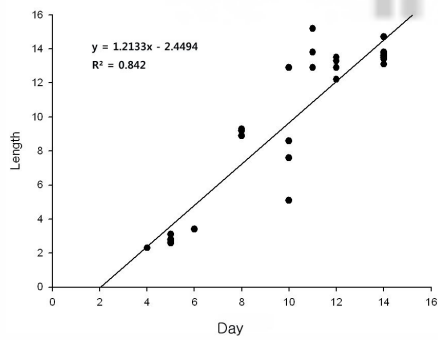
(Tarsus)



(Bill)



(Tail)



(Weight)

Figure 34. The growth curves of the Black Paradise Flycatcher chicks presented by the lengths of primary wing, tarsus, bill and tail lengths and body weight.

5. 암·수의 포란 비율

암·수간의 포란 비율을 광평리 지역에서 번식한 개체를 중심으로 확인한 결과, 포란 3일째(추정)날 암·수간의 포란 횟수는 2시간 20분 동안 수컷이 3번 암컷이 3번 관찰되었다. 포란 시간은 수컷이 56분, 암컷은 72분으로 나타나 암컷이 수컷보다 16분 더 포란하는 것으로 나타났다. 하지만 최대 포란 시간은 수컷이 38분, 암컷은 최대 26분 동안 포란하여 수컷이 암컷보다 길었다. 평균 포란 시간은 수컷은 18.7분, 암컷은 24.0분을 포란하는 것으로 나타났다(Table 23).

포란 8일째(추정)날의 포란 횟수는 수컷이 11번, 암컷이 15번 포란하는 것이 관찰되었다. 포란 시간은 수컷이 137분, 암컷은 290분을 포란하여, 암컷이 수컷에 비해서 2.1배 정도 높은 비율로 포란하고 있는 것으로 나타났다. 수컷의 가장 오랫동안 포란한 시간은 25분이었으며, 암컷의 최대 포란 시간은 45분이었다. 평균 포란 시간은 수컷은 12.5분, 암컷은 19.3분이었다.

포란 10일(추정) 되는 날 오전에 관찰한 결과, 암·수가 포란을 번갈아 가면서 하는 것을 확인할 수 있었다. 포란 시간은 수컷이 99분, 암컷은 153분을 포란하는 것으로 조사되었다. 따라서 수컷의 최대 포란 시간은 37분이었으며, 암컷은 48분이었다. 평균 포란 시간은 수컷은 33.0분, 암컷은 38.3분을 포란하였다(Table 23).

Table 23. Incubation time (min.) of male and female at Guangpyeong-ri site

Incubation day	Sex	Incubation frequency	Incubation time		
			Total	Maximum	Average
3th	Male	3	56	38	18.7
	Female	3	72	26	24.0
8th	Male	11	137	25	12.5
	Female	15	290	45	19.3
10th	Male	3	99	37	33.0
	Female	4	153	48	38.3

따라서 암컷과 수컷의 포란 시간은 평균적으로 암컷이 수컷보다 전체 포란 시간 중 암

컷이 수컷보다 많은 시간을 포란하는 것을 확인할 수 있었다(Figure 35).

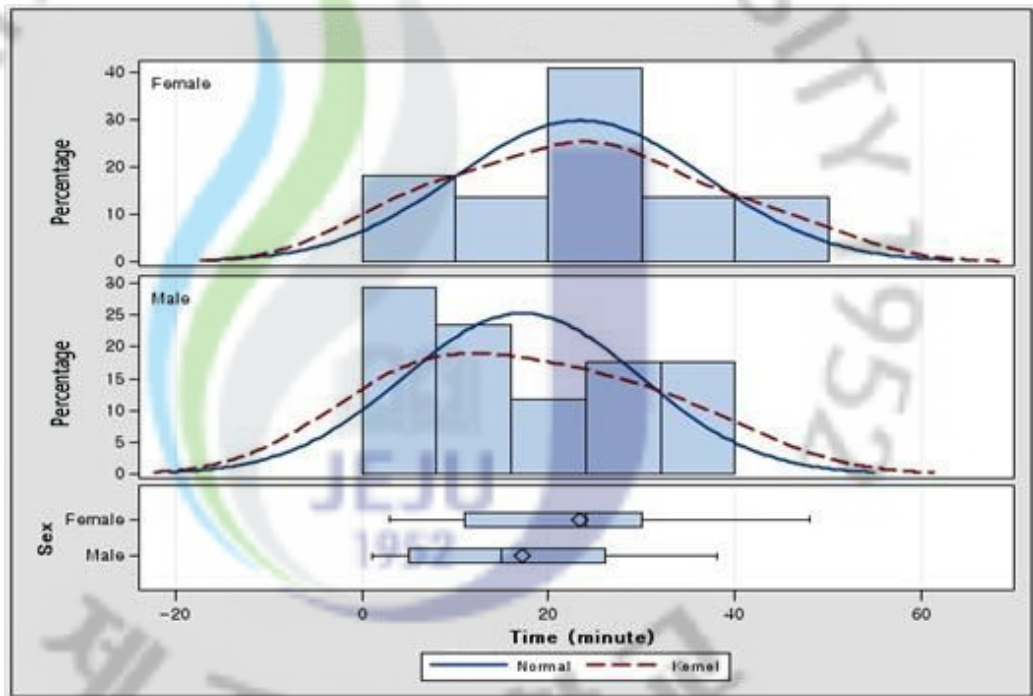


Figure 35. The distribution of the incubation times of male and female.

본 연구의 결과와 같이 긴꼬리딱새의 암컷과 수컷의 포란 시간에 대한 일본의 연구에서도 암컷이 수컷보다 많은 시간 포란하는 것으로 보고하였다(Akiyama, 1968; Mizuta, 1998). 하지만 본 연구는 데이터가 빈약해 일반화하기는 어렵다. 따라서 포란 시간에 대한 암·수의 시간 투자에 대한 연구는 향후 많은 데이터를 수집해서 좀 더 자세히 진행할 필요가 있을 것이다.

제8장 먹이자원과 급이 비율

서 론

산림은 야생조류에게 채식장소, 번식장소, 은신처, 휴식처 등 다양한 서식지 구성요소를 충족시켜주고 있으며, 또한 산림에 서식하는 조류는 주로 곤충이나 식물의 종자를 먹음으로서 산림에서 수목의 성장이나 재생산에 커다란 영향을 미쳐 임업에서 그 역할이 예로부터 중시되었다(김 등, 2004)

긴꼬리딱새는 우리나라에서 여름에 번식하는 조류로 울창한 숲에서 주로 번식하며, 먹이는 대부분은 곤충을 먹는다(박, 1998; 이 등, 2000; Brazil, 2009). 긴꼬리딱새는 제주에서 많은 개체가 번식을 하고 있으며, 우리나라의 최대번식지이다(Kim *et al.*, 2010)

일본에서의 긴꼬리딱새 연구는 암·수 먹이 급이 빈도에 대하여만 언급이 되어 있고 이 종들이 무엇을 얼마나 먹고 있는지에 대하여서는 연구가 되어 있지 않다. 급이는 새끼가 둥지에 머무르는 기간이 길고, 채식능력이 없는 만성성 조류에서는 둥지를 떠난 후에도 급이를 받는 경우가 많다(조, 2009). *Terphosine* 속은 사회적 일부일처제를 택하는 속이다(Ligon, 1999). 이 속들은 급이 비율이 암·수에 따라 다르게 나타난다(Mizuta, 2005). 또한 한배 새끼수(Brood size)의 차이에 의해서도 암·수의 참여도 차이가 발생한다(Johnson and Best, 1982; Leffelaar and Robertson, 1986; Yasukawa *et al.* 1990; Rosa and Murphy, 1994; Filiater and Breitwitch, 1997; Mizuta, 2005). 하지만 이종에 대해서는 일본에서의 몇몇 연구만이 있고 우리나라에서의 연구는 없다.

따라서 본 연구에서는 번식지에서 먹이로 이용될 만한 먹이자원과 실제로 육추 과정에서 새끼에게 급이하는 먹이를 조사하여 번식지의 먹이와 실제 먹이와의 관계와 암·수의 먹이 급이 비율을 밝히고자 한다.

조사방법

2009년 1월부터 2010년 12월까지 4군데의 긴꼬리딱새 번식지에서 먹이로 이용 가능한 곤충(잠재 먹이원)을 확인하기 위해 말레이즈 트랩(Figure 36)을 설치하여 곤충을 포획하였다. 종 동정은 곤충도감(신, 1991; 남, 1996; 김 등, 2002)을 이용하여 동정하였다.

어미가 새끼에게 공급하는 먹이의 종류와 빈도는 비디오장비(Cannon XL1s)와 디지털 카메라(Nikon D3, 600mm) 그리고 Digital scouting camera(Wildview Xtreme 5)를 이용하여 측정하였다.

녹화된 비디오는 총 3,480분이며 사진은 총 2,030컷이고 Scouting camera 120시간이다. 비디오는 비디오영상플레이어를 이용하여 먹이를 물고 오는 시간과 먹이를 분단위로 기록하였으며, 사진은 먹이를 먹이는 장면을 확대하여 먹이를 분석하였다.

측정결과는 Excel을 이용하여 분석하였고, 통계는 SAS Program을 이용하여 분석하였다.

조사장소

말레이즈 트랩을 설치한 장소는 다음과 같다.

1. 제주시 한경면 저지곶자왈
2. 제주시 아라동 관음사계곡
3. 제주시 조천읍 동백동산
4. 서귀포시 남원읍 수망리 물영아리오름

4군데 장소를 선택한 이유는 제주도의 특이한 지형인 곶자왈에서의 긴꼬리딱새의 번식밀도와 먹이와의 차이를 비교하기 위해서 두 군데의 곶자왈 지역(저지 곶자왈, 동백동산 곶자왈)을 선택하였으며, 관음사계곡은 긴꼬리딱새가 대부분 계곡을 중심으로 번식을 하기 때문에 계곡의 먹이량을 조사하였다. 그리고 물영아리오름은

제주도의 오름이라는 독특한 화산구의 주변에 서식하는 긴꼬리딱새들의 먹이원을 살펴보기 위해 총 4군데에 말레이즈 트랩을 설치하여 곤충상을 조사하였다.



Figure 36. Malaise traps installed to collect insects.

결과 및 고찰

1. 잠재 먹이원

조사결과 파리목(Diptera)과 밤나방과(Noctuidae)와 거미과(Araneae) 그리고 명나방과(Pyralidae) 순으로 가장 높은 빈도로 관찰되었다. 계절별로는 5월 이후에 많은 개체가 채집 되었다. 곤충들은 대부분 겨울보다는 따뜻한 여름을 선호하기 때문에 5월과 9월 사이에 다른 달 보다는 많은 개체들이 포획된 것으로 보인다(Figure 37).

긴꼬리딱새는 제주도에서 번식을 하는 개체이다(박, 1998). 새끼를 키우기 위해서는 많은 먹이가 필요하다. 번식지에서의 먹이양은 개체수의 크기를 결정하는 중요한 역할을 한다. 또한 먹이의 이동과 포식자의 이동은 서로 상관관계가 있다

(Travis *et al.*, 1985; McCauley *et al.*, 1993).

긴꼬리딱새가 5월 초에 이동하여 5월 중순부터 등지를 짓기 시작하고 9월이면 다시 겨울을 보내기 위해서 동남아시아로 이동을 한다(Akiyama, 1968; Brazil, 2009). 따라서 긴꼬리딱새의 번식기에 곤충의 먹이량은 매우 중요하며, 곤충의 증가량은 곧 긴꼬리딱새의 증가와 상관관계가 있다는 것을 추측할 수 있다.

말레이즈 트랩으로 번식지에서 채집된 곤충상을 살펴보면, 많은 곤충개체군이 5월과 9월 사이에 관찰되었다. 특히 관음사계곡에서는 다른 지역보다도 더 많은 개체가 관찰되고 있으며 개체군도 다양하다는 것을 확인하였다(Figure 37).

저지 곳자왈과 동백동산에서도 많은 개체군의 곤충들이 관찰되었다. 그리고 물영아리에서 채집된 곤충개체군은 다른 지역에 비해 적은 개체군이 관찰되었지만 개체수는 다른 지역보다는 높게 나타났다. 이 결과는 물영아리에 설치된 트랩의 위치와 식생과도 연관되는 것으로 생각된다. 물영아리의 말레이즈 트랩이 설치된 위치는 삼나무가 우거진 지역으로 다른 지역에 비해 식생이 단조로워 개체군이 적게 채집된 것이라 추측된다.

지역별로 개체수가 20마리 이상 나온 개체들을 살펴보면, 관음사계곡은 5월에 파리목과, 6월 각다귀과, 7월 파리목, 밤나방과, 자나방과가 가장 많이 관찰되며, 8월은 밤나방과, 파리목 그리고 9월은 파리목, 밤나방과, 멸구과 순으로 나타났다.

물영아리는 5월에 파리목, 똥풍뎡이과, 6월에 파리목, 7월에 밤나방과, 8월에 파리목, 밤나방과 그리고 9월에는 파리목, 밤나방과 순으로 나타났다.

저지곳자왈은 5월에 맵시벌과, 6월에 매미충과, 각다귀과, 7월에 수시렁이과, 자나방과, 8월에는 20개체 이상 채집된 곤충은 없었고, 9월에는 딱정벌레목, 10월에도 20개 이상 채집된 곤충이 없었다.

동백동산은 5월에서 7월 사이에 등반객들에 의해서 채집통이 버려지는 사고가 있어 자료를 확보하지 못하였다. 그래서 8월에는 다른 곳으로 말레이즈 트랩을 옮겨 채집하였다. 결과 8월에는 명나방과와 돌좀과, 9월에는 돌좀과 순으로 관찰되었다.

긴꼬리딱새가 제주도에 번식하기 위해 돌아오는 5월과 9월 사이에 채집되는 모든 곤충들은 긴꼬리딱새의 잠재적 먹이원이라고 볼 수 있다. 그 중 긴꼬리딱새와 같이 날아다니면서 먹이를 채집하는 종에게는 날개가 달린 곤충들이 많이 피식될 것으로 보여 진다. 그러나 딱정벌레목과 같은 종들은 너무 딱딱한 외골격을 갖고

있어서 먹이원으로는 적당하지 않다. 따라서 채집된 곤충들의 목록을 살펴보면 대부분 파리류와 나방류를 많이 포획할 것이라 생각된다.

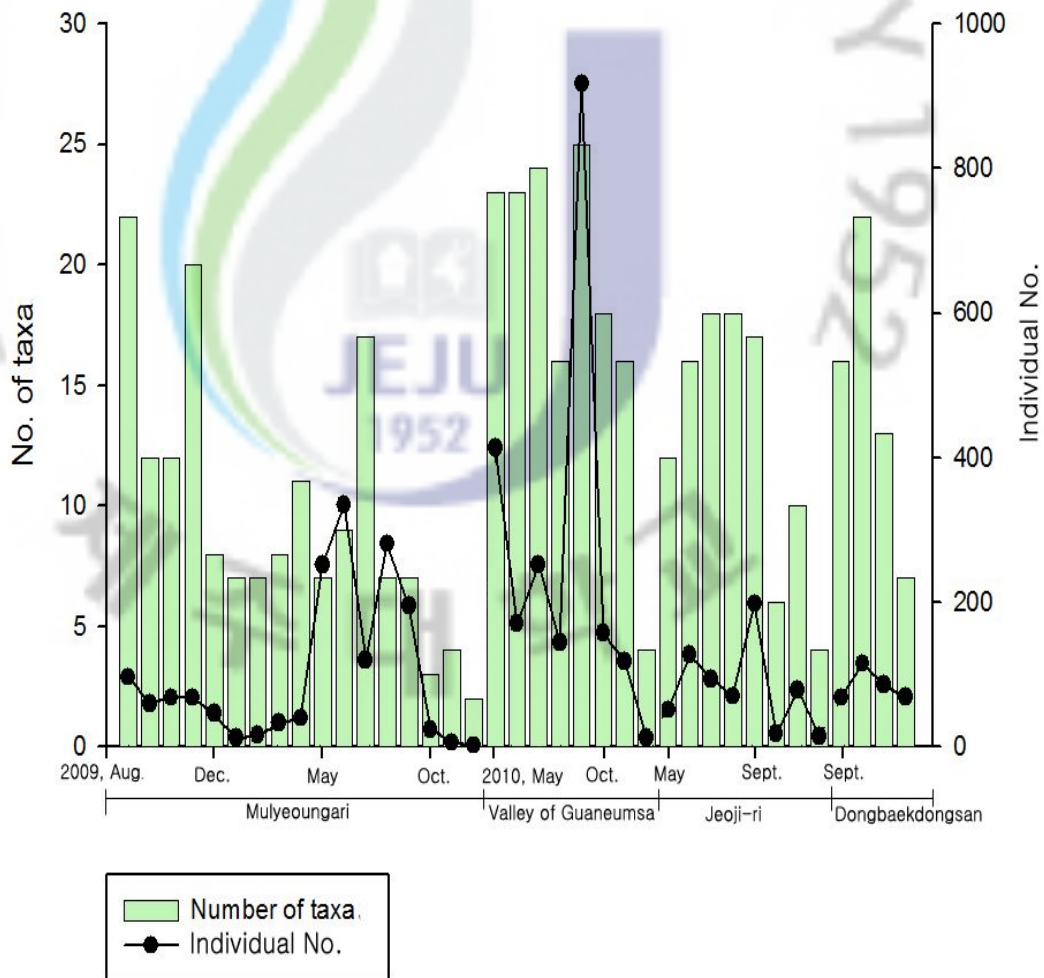


Figure 37. Insects collected by a Malaise trap at four fixed survey sites.

2. 촬영 장비를 이용한 먹이분석

디지털카메라(Nikon D3, 600mm)를 이용하여 먹이를 먹는 순간을 촬영한 사진 2,030 컷을 분석한 결과, 나비목(Lepidoptera) 파리목(Diptera), 메뚜기목(Orthoptera), 풀잠자리목(Neuroptera), 잠자리목(Orthoptera), 거미목(Araneae)이 관찰되었다(Figure 38).

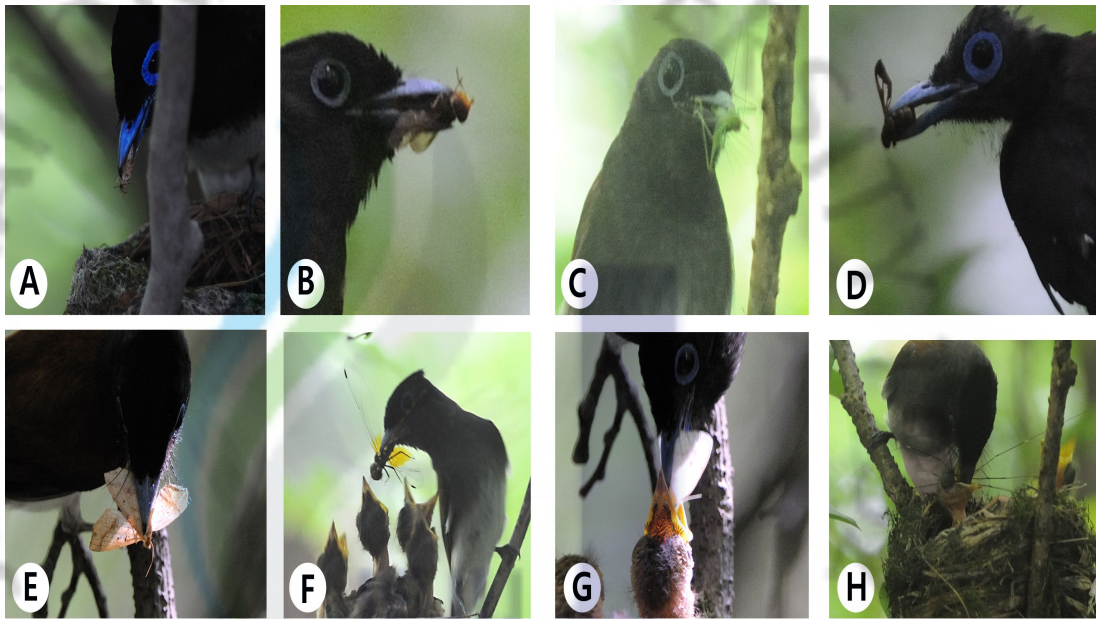


Figure 38. Illustrations of various types of invertebrates (insects and spiders) fed to chicks. A: Lepidoptera, B: Diptera, C: Orthoptera, D: Neuroptera, E: Lepidoptera, F: Odonata, G: Lepidoptera, and H: Araneae.

그리고 비디오카메라(Cannon XL1s)와 Digital scouting camera(Wildview Xtreme 5)를 이용하여 먹이를 분석한 결과, 2009년에 관음사계곡에서 번식한 등지는 번식초기에 작은 곤충과 파리류를 많이 포식하였으며, 이후 이소시기가 가까워지면서 거미류와 나방의 수가 증가하고 있는 것을 확인할 수 있었다(Figure 39).

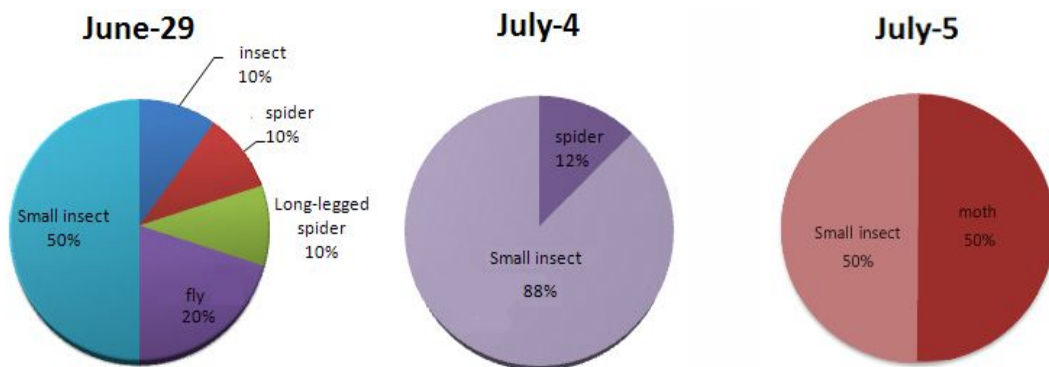


Figure 39. Food types of Black Paradise Flycatcher chicks examined from the Guaneumsa Valley samples (2009).

2010년에 관음사계곡에서 번식한 옥추 초기의 등지를 관찰한 결과, 전반적으로 작은 곤충을 많이 급이하고, 점점 나방류(small moth, moth)의 비중이 높아지고 있고, 여치류도 많이 급이하는 것으로 나타났다(Figure 40).

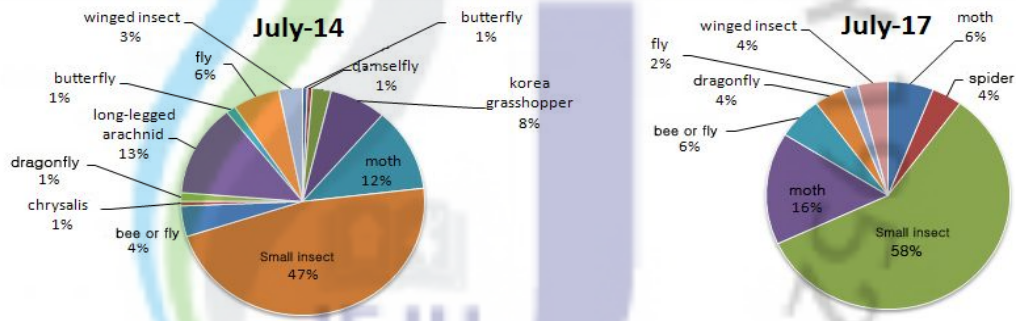


Figure 40. Food types of Black Paradise Flycatcher chicks examined from the Guaneumsa Valley samples (2010).

2010년 관음사계곡에서 늦게 번식한 등지는 대부분 작은 곤충이었다(Figure41). 화면상으로 보기에 는 부리에 가려서 보이지 않을 정도로 작아 어떤 종인지 동정하기에는 곤란하였다. 하지만 말레이즈 트랩에 의해서 채집된 곤충을 보고 유추해 보면 파리류라고 유추해 볼 수 있다. 그리고 여치류도 전체먹이의 11%를 차지하고 있었다(Figure44).

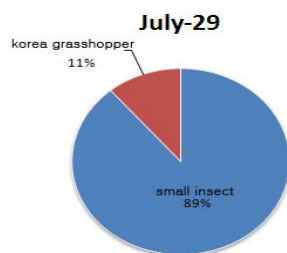


Figure 41. Food types of Black Paradise Flycatcher chicks examined from the Guaneumsa Valley samples (July 29, 2010).

2010년 광평리 지역에서 번식한 등지의 먹이를 분석한 결과(Figure 42), 초기에

는 작은 곤충을 많이 먹이는 것으로 나타났다. 그리고 여치류도 전체먹이의 20%나 제공되고 있었다. 중반기에 들어가면서 나방류, 곤충류, 작은 곤충들이 주였으며 먹이의 크기가 옥추 초반기 보다 큰 것들을 새끼들에게 공급하고 있었다. 이소 전 날에는 먹이의 양이 확연하게 줄어들었다. 비디오에 기록된 내용은 적으나, 직접 관찰한 결과 대부분 작은 곤충들이었다. 이는 Jahn(1939)의 연구에서 이소를 유도 하기 위해서 먹이를 주는 빈도를 줄이고 먹이의 양을 줄인다고 보고하였듯이 긴꼬 리딱새도 이소를 유도하기 위한 어미새의 전략인 것으로 생각된다.

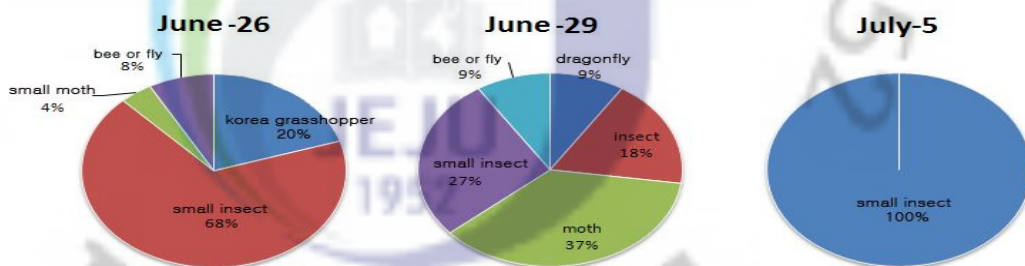


Figure 42. Food types of Black Paradise Flycatcher chicks examined from the Guangpyeong-ri samples (2010).

2009년에 물영아리에서 관찰한 등지는 5일 동안 중반기의 등지를 관찰하였다. 관찰 결과 25일에는 작은 곤충과 잠자리 그리고 벌류 등 이었다. 26일에는 곤충과 나방, 잠자리, 실잠자리와 작은 곤충들이었다. 부화 7일되는 29일에는 잠자리가 59%를 차지할 정도로 큰 먹이를 많이 먹이는 것이 확인되었다. 따라서 후반기로 갈수록 큰 먹이를 공급하는 것이 확인되었다(Figure 43).

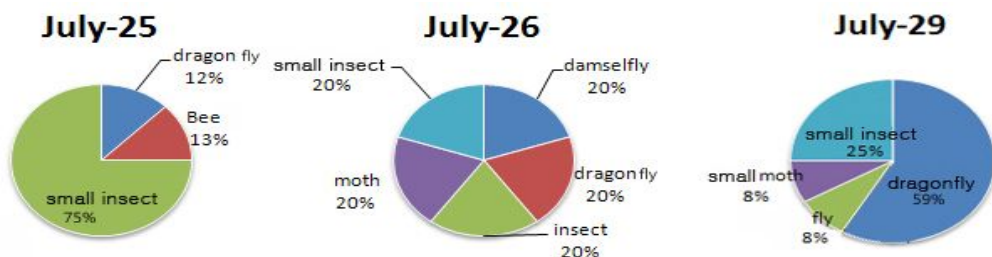


Figure 43. Food types of Black Paradise Flycatcher chicks examined from the Mulyeongari samples (2009).

따라서 긴꼬리딱새는 육추 초기에는 작은 곤충들을 대부분 먹이고 있으며, 중반기에 들어가면서 잠자리류, 여치류, 거미류 그리고 나방류를 많이 먹인다. 후반기에는 나방류와 작은 곤충들을 많이 먹이는 것으로 확인되었다.

육추 초기에 급이는 새끼들이 먹을 수 있는 작은 곤충들을 먹인다. 하지만 대부분의 먹이를 공급하는 시간이 짧은 것(Table 24~28)으로 보아 가까운 곳의 작은 벌레들을 잡아서 먹이는 것으로 생각된다. 말레이즈 트랩에 의해 채집된 곤충들을 보아도 주변에 작은 과리류가 많이 서식한다. 따라서 주변에서 쉽게 공급이 가능한 작은 곤충들을 급이하지만 새끼들이 자라면서 작은 먹이만으로는 먹이량이 부족하다. 따라서 초·중반으로 갈수록 큰 먹이인 나방류, 잠자리류, 다리가 긴 거미류 그리고 여치류를 많이 잡아 오는 것으로 보인다. 먹이의 크기가 커지면 어미가 먹이를 구하는 시간이 길어지고 급이 간 시간도 길어진다. 그리고 이소시기가 되면 어미는 새끼들에게 이소를 강요하기 위해서 작은 먹이를 자주 주면서 새끼를 밖으로 유도는 하는 것이 확인되었다.

3. 먹이 급이 비율

2010년도 관음사계곡(Brood size=4)에서의 부화한지 2일된 동지의 급이 비율을 살펴본(5시간 03분 동안) 결과, 암컷과 수컷의 급이 비율은 암컷이 90번 수컷이 70번 먹이를 운반하였다. 17일 날(4시간 24분 동안)은 암컷이 24번 수컷이 18번 급이하였다. 14일에 암·수가 새끼에게 먹이를 공급한 시간 간격(mean±SD)은 1.2±1.2분, 3일이 지난 부화 5일째 날은 6.2±7.6분으로 나타났다(Table 24).

Table 24. The feeding frequency of male and female and the mean time of feeding interval during 567 minutes*

	Sex	Day after hatching	
		2 days	5 days
Number of feedings	Male	70	18
	Female	90	24
Time of feeding interval (Mean±SD) (min.)		1.2±1.2	6.2±7.6

*The data have been obtained from observation of the Guaneumsa Valley sample (brood size=4), 2010.

2010년도 관음사계곡(Brood size=3)에서의 부화한지 2일된 등지의 급이 비율을 살펴본(43분 동안) 결과, 암컷과 수컷의 급이 비율은 암컷이 8번 수컷이 1번 먹이를 물고 왔다. 어미새가 새끼에게 먹이를 공급한 시간 간격(mean±SD)은 5.3±3.3 분으로 나타났다(Table 25).

Table 25. The feeding frequency of male and female and the mean time of feeding interval during 43 minutes in 2 days after hatching*

Number of feedings	Male	1
	Female	8
Time of feeding interval (Mean±SD) (min.)	5.3±3.3	

*The data were obtained from investigation of the sample of Guaneumsa Valley, B-area (brood size=3), 2010.

2009년도 광평리(Brood size=3)에서 번식한 등지의 먹이 급이 빈도를 살펴본 결과, 부화 2일째(6월 26일)는 암컷과 수컷의 등지 먹이 급이는(1시간 19분 동안) 암컷이 10번 수컷이 11번이었다. 부화 5일째 되는 29일(3시간 8분 동안)은 암컷이 13번 수컷이 10번 급이 하였다. 26일에 암·수가 새끼에게 먹이를 공급한 시간 간격은 9.0±6.6, 육추 중반기(부화 후 5일)인 29일은 급이 간격이 8.6±7.6분이었다(Table 27).

Table 26. The feeding frequency of male and female and the mean time of feeding interval during 267 minutes*

	Sex	Day after hatching	
		2 days	5 days
Number of feedings	Male	11	10
	Female	10	13
Time of feeding interval (Mean±SD) (min.)		9.6±6.6	8.6±7.6

*The data have been obtained from observation of Guangpyeong-ri sample (brood size=3), 2009.

2009년도 관음사계곡(Brood size=2)에서의 급이 비율을 살펴본 결과, 부화 5일째인(29일)은 암컷과 수컷의 급이 비율은(26분 동안) 암컷과 수컷이 동일하였으나 부화 10일째 되는 4일은 수컷이 5번 암컷이 3번 이소 전날인 6월 5일은 26분 동안 수컷이 3번 암컷이 1번 급이하였다. 29일에 암·수가 새끼에게 먹이를 공급한

시간 간격(mean±SD)은 2.9±2.8분, 육추 중반기인 7월 4일은 4.1±2.7분이었으며, 이소전날은 9.4±5.8분이었다(Table 28).

Table 27. The feeding frequency of male and female and the mean time of feeding interval during 78 minutes*

	Sex	Day after hatching		
		5 days	10 days	11 days
Number of feedings	Male	5	5	3
	Female	5	3	1
Time of feeding interval (Mean±SD) (min.)		2.9±2.8	4.1±2.7	9.4±5.8

*The data have been obtained from observation of the Guaneumsa Valley sample (brood size=2), 2009.

2009년도 물영아리(Brood size=1)에서 번식한 등지는 처음 3개의 알을 낳아서 포란했으나 비·바람에 의해서 2개의 알이 소실되고 한 개의 알만 부화에 성공하였다. 어미새의 급이 비율을 살펴본 결과 부화 5일째(7월 25일)는 암컷만이 급이하였다(1시간 19분 동안). 26일(1시간 51분 동안)은 암컷이 7번 수컷이 1번 출현하였으나 암컷만이 5번만 급이를 하였다. 부화 10일째인 29일에 12시 45분부터 1시간 58분 동안 암컷만이 12번 급이하였다.

어미새가 새끼에게 먹이를 공급한 시간 간격은 25일 25.8±20.7분, 26일은 급이 시간 간격이 27.5±17.0분 그리고 29일은 11.7±11.3분으로 나타났다(Table 29).

Table 28. The feeding frequency of male and female and the mean time of feeding interval during 567 minutes*

	Sex	Day after hatching		
		5 days	6 days	10 days
Number of feedings	Male	0	0	0
	Female	16	5	12
Time of feeding interval (Mean±SD) (min.)		25.8±20.7	27.5±17.0	11.7±11.3

*The data have been obtained from observation of the Mulyeongari sample (brood size=1), 2009.

다섯 곳의 둥지에서 살펴본 결과, 2009년도에 물영아리(Brood size=1) 둥지는 이소할 때까지 모든 과정에서 암컷만이 전담하고 있었다. 관음사계곡(Brood size=2)에서 암·수의 급이 비율은 부화초기는 암컷(50%)과 수컷(50%)이 동일하였으나 부화 10일째 되는 날은 암컷 37.5%, 수컷62.5%로 나타났으며, 이소 전날은 암컷 25.0%, 수컷75.0%로 수컷이 암컷보다 빈도가 높게 나타났다. 2010년도 관음사계곡(B Area, Brood size=3)은 암컷이 수컷에 비해 급이 빈도(88.9%)가 높은 빈도로 급이를 하고 있었다. 2009년도 광평리(Brood size=3) 부화 초기에는 암컷(47.6%)이 수컷(52.4%)보다 조금 낮게 나왔으나, 부화 5일째에는 암컷(56.5%)이 수컷(43.5%)보다 높게 측정되었으나 차이는 거의 없었다. 하지만 2010년도에 관찰한 관음사계곡(Brood size=4)은 암컷이 조금 높게(부화 5일째: 56.3%, 부화8일째: 57.1%) 나와 암컷의 참여도가 수컷보다는 높았으나 급이 빈도 차이가 많이 나는 것은 아니었다.

Mizuda(2005)는 Madagascar Paradise Flycatcher(*Terpsiphone mutata*)의 연구에서 한배 새끼수(Brood size)에 따라서 암·수의 급이 비율이 차이가 나며, 한배새끼수가 적을수록 암컷만 전담하는 경향이 높고, 한배새끼수가 많을수록 암·수가 같이 급이하는 급이율이 높다고 보고하였다. 본 연구에서도 한배새끼수가 한 개체로 가장 적은 물영아리(Brood size=1) 둥지의 경우는 암컷과 수컷이 둘 다 관찰은 되었으나 암컷만이 육추와 급이 모두를 담당했다. 광평리(Brood size=3)의 둥지도 암컷이 수컷보다는 급이율이 높았다. 또한 관음사계곡(B Area, Brood size=3, 2010)도 암컷이 수컷보다 높은 급이율을 보이고 있었으며, 관음사계곡(Brood size=4, 2010)의 둥지에서도 암컷의 급이 비중이 높았다. 하지만 한배새끼수가 둘인 관음사계곡(2009)은 수컷의 급이율이 암컷보다는 높게 나타나 예외적인 경우도 있었다.

따라서 관음사계곡(2009, Brod size=2)을 제외한 나머지 지역에서의 결과는 긴 꼬리딱새도 Madagascar Paradise Flycatcher와 같이 한배 새끼수가 작을수록 한쪽 성에 의해서 육추가 이루어지며, 특히 암컷에 의해서 급이가 높은 빈도로 이루어지나 예외적인 경우로 수컷이 암컷보다 높은 빈도로 급이하는 경우도 있었다. 그리고 한배 새끼수가 많을수록 수컷의 급이 비율이 높아져 암·수가 비슷하게 급이 한다는 결과를 확인할 수 있었다.

하지만 생각해 보아야 할 것은 있다. 물영아리와 관음사계곡(B Area)은 번식시기가 매우 늦었다. 번식시기가 늦어지면 수컷에게는 많은 변화가 일어나는 것으로 보인다. Jahn(1939)의 연구에서도 수컷이 심하게 깃털을 가는 현상(Figure 44)이 관찰되며 깃을 정리하는데 시간을 많이 소비하고 새끼를 육추하는 데는 시간을 소비하지 않는다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 관찰된 두 경우는 한배새끼수가 작아서 일수도 있지만 늦은 번식에 의해서 수컷의 깃갈이 시기와 맞물려 수컷의 육추 빈도가 줄어들기 때문일 수도 있다. 따라서 이에 대한 연구는 좀 더 많은 사례를 갖고 상세한 연구가 이루어져야 할 것이라 생각한다.

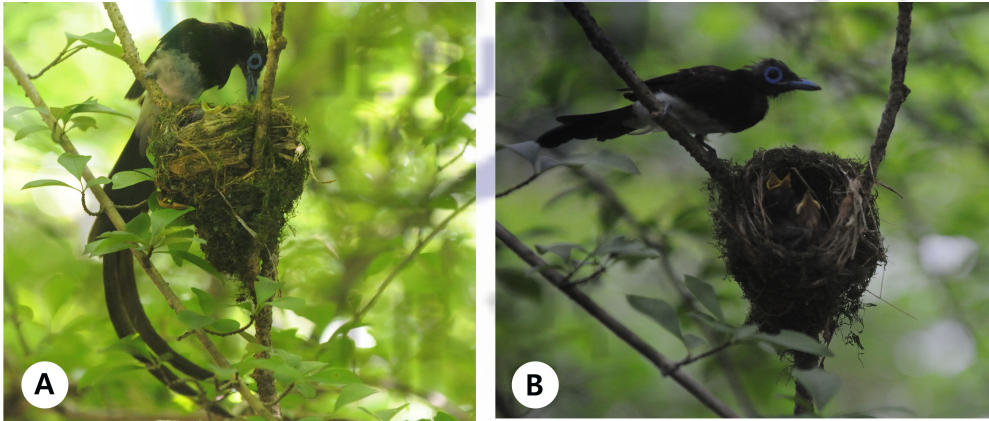


Figure 44. The change of the male's ornamental feathers. A: Before deplumation and B: After deplumation.

제9장 탁란

서론

자신은 새끼를 키우지 않고 다른 새의 둥지에 알을 낳고, 새끼를 육추 시키는 습성을 탁란이라 하며, 탁란하는 새를 탁란조, 탁란되는 새를 가친(假親) 또는 숙주(宿主)라고 부른다. 뺨꾸기(*Cuculus canorus*)와 같이 둥지 만들기, 포란, 육추를 일절하지 않는 경우를 진성 탁란조(Obligate brood parasite)라고 하고, 자신의 새끼를 키우기를 하며, 때때로 탁란도 하는 경우를 조건적 탁란조(Facultative brood parasite)라고 한다. 일반적으로 진성 탁란조를 탁란조라 부르고 있다(조, 2009).

우리나라의 탁란조는 뺨꾸기 외에 병어리뺨꾸기(*C. saturatus*), 매사촌(*C. fugax*), 두견이(*C. poliocephalus*) 4종이 서식한다(조, 2009). 탁란은 대부분 조성성(Precocial) 조류에서 많이 보여 진다(Hamilton and Orians, 1965). 우리나라에서 탁란에 대한 연구는 뺨꾸기와 붉은머리오목눈이(*Paradoxornis webbianus fulvicauda*)에 대한 연구(김, 1996), 붉은머리오목눈이의 종내 탁란에 대한 연구(김 등, 2010), 찌르레기(*Sturnus cineraceu*)의 둥지 점령과 종내 탁란에 대한 연구(김, 1997) 등 종내, 종간 탁란에 대한 많은 연구가 진행되었으며, 계속해서 진행되고 있다. 현재 탁란에 대한 연구는 숙주와 탁란조의 공방진을 통하여 서로 진화된다는 공진화(coevolution)에 대한 연구가 많이 진행되고 있다(Rothstein, 1975; Brooke and Davies, 1987; Nakamura, 1990; Rothstein, 1990; Higuchi, 1998; 이, 2002; 김, 2006).

하지만 아직까지 국내 및 국외에서 긴꼬리딱새의 둥지에 탁란을 한 사례는 공식적으로 보고되지 않았다. 따라서 본 연구는 2008년에 관찰된 긴꼬리딱새의 둥지에 탁란한 개체와 2009년도에 탁란으로 의심되는 알을 긴꼬리딱새의 알과 비교하고, 유전자 분석을 통해 종을 판별하기 위해 실시하였다.

조사방법

1. 긴꼬리딱새의 등지에 탁란한 탁란조

2008년4월부터 2010년 9월까지 제주도 전 지역을 대상으로 조사하였다. 관찰결과 알의 크기가 차이가 나거나 부화한 새끼가 크거나 형태가 차이가 있는 것을 확인하였고, 디지털카메라(Nikon D3, AF-S 200mm)를 사용하여 촬영하였다.

2. 유전자 분석방법

포란을 하지 않는 탁란으로 의심되는 알을 실험실로 가져와서 유전자 분석을 통해 종을 판별하였다.

유전자분석을 위한 시료는 긴꼬리딱새의 포기한 알들과 탁란으로 의심되는 알을 사용하였다. 시료는 Wizard Genomic DNA Purification Kit (Promega, USA)를 이용하여 DNA를 분리하였다(장, 2011). 유전자 증폭을 위한 PCR (Polymerase Chain Reaction) 방법은 Herbert *et al.*(2004)과 Kerr *et al.*(2007)의 방법에 준하여 수행하고, Maxime PCR Premix (iNtRON Biotechnology, Korea)를 이용하여 반응한 후, Thermal Cycler 2720 (Applied Biosystems, USA)를 이용하여 증폭하였다.

Primer는 aviCY_F (5'-CAT GAG GAC AAA TAT CAT TCT GAG-3')와 aviCY_R (5'-ATG AAT GGG TGT TCG ACT GGT TGG-3', product size 600-bp)쌍을 이용하여 수행하였다.

PCR은 denaturation 94°C 1분, annealing 온도에서 1분, polymerization 72°C 2분을 1 cycle로 하여 30cycle을 수행한 후, 최종신장은 72°C에서 10분간 실시하였다. PCR산물은 1% agarose gel 상에서 전개하여 확인하였다. 증폭산물은 정제 후 DNA 서열 결정에 이용하였다. DNA 염기서열 분석은 MegaBace1000 DNA Sequencer (Pharmacia, Sweden)를 이용하여 결정하였고, 결정된 서열들은 GenBank DNA database상에서 BLAST 검색을 통해 최고 유사서열을 검색하여 종 동정에 이용하였다(오 등, 2010; Park, 2011).

결과 및 고찰

1. 탁란 개체의 새끼

2008년 7월 27일에 관찰된 긴꼬리딱새의 둥지에서 긴꼬리딱새의 새끼가 아닌 다른 개체를 확인하였다. 종 동정을 위해 디지털카메라로 촬영하여 확인한 결과 병어리뺨꾸기(*C. saturatus*) 새끼로 판별되었다(Figure 45). 병어리뺨꾸기의 새끼는 부리안쪽으로 검은색 점을 갖고 있는 것이 특징이다(Tojo *et al.*, 2002).

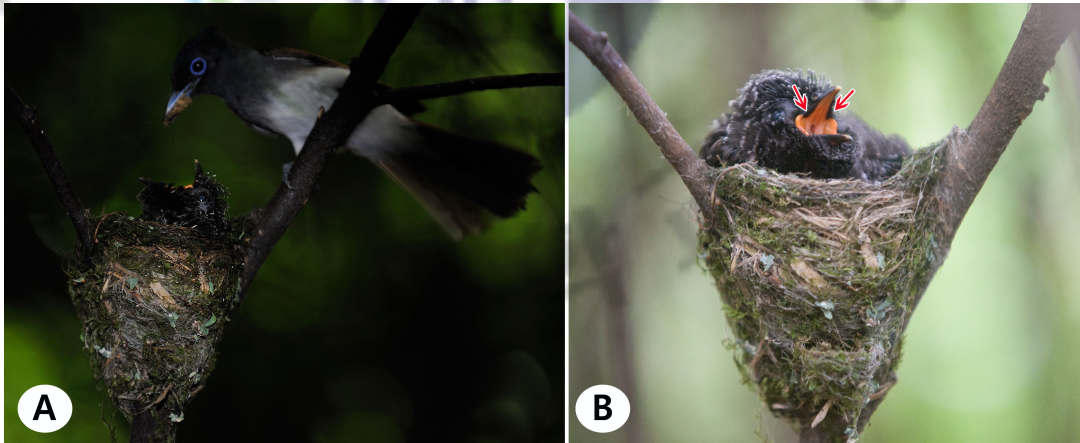


Figure 45. An Oriental Cuckoo chick hatched in a Black Paradise Flycatcher nest. A: A female giving food to a Oriental Cuckoo chick and B: An Oriental Cuckoo chick with the well-defined characteristic (arrows).

병어리뺨꾸기는 뺨꾸기와 비슷하나 아랫부분의 가로줄이 굵다. 눈은 노란색 또는 갈색이며, 검은등뺨꾸기(*C. micropterus*)와 구별이 어려우나 허리와 꼬리의 색 대비가 뚜렷하며 암컷의 가슴에는 갈색깃이 보이기도 한다(이 등, 2000). 특히 이종은 2009년부터 IUCN이 정한 Red List에 최소보호대상종(Least Concern)으로 등록되어 있다(이 등, 2001; King, 2005; <http://www.iucnredlist.org>).

조사기간 동안 다른 긴꼬리딱새 둥지에서는 탁란조를 확인하지는 못하였으며, 다만, 2009년에 병어리뺨꾸기(2008년)가 탁란한 곳으로부터 40m정도 떨어진 곳에서

타란으로 의심되는 알을 확인하였다.

2. 탁란으로 의심되는 알의 형태비교

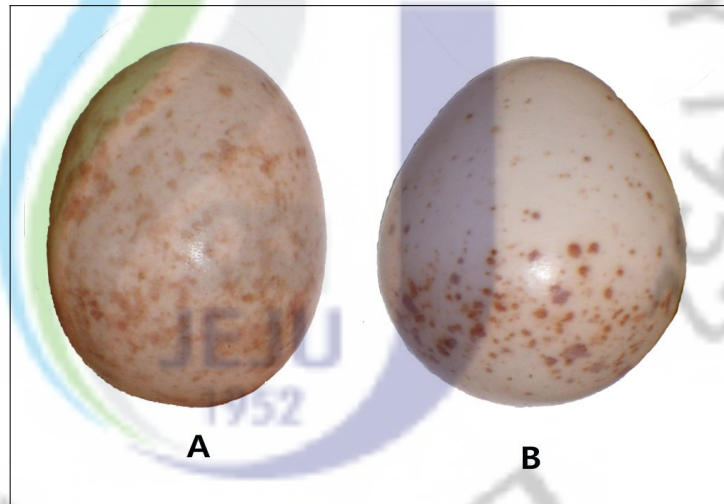


Figure 46. A brood parasite egg (A) and a Black Paradise Flycatcher egg (B).

2009년도에 긴꼬리딱새 둥지를 관찰하던 중 긴꼬리딱새와는 다른 생김새와 크기를 갖고 있는 알을 발견하였다. 발견된 알은 처음 긴꼬리딱새의 둥지에 있던 4개의 알을 측정하다가 1개의 알을 깨뜨리는 바람에 한 개의 알을 둥지에서 제거하게 되었다. 4일 후 다시 둥지를 확인하였을 때는 세 개였으나 이를 후 다시 확인 했을 때는 둥지에서 다시 네 개의 알이 있는 것을 확인하였다. 이 알은 모양과 생김새 그리고 알의 문양도 차이가 있어 카메라로 사진을 찍었다(Figure 46). 이때가 긴꼬리딱새가 알을 낳고 포란 한지 8일째 되는 날이었다.

3일후 다시 둥지를 찾아 상태를 확인하였으나, 어미들이 둥지에서 포란하는 것이 확인되지 않았다. 또한 알의 온도가 현저하게 낮았다. 따라서 하루 종일 둥지를 관찰하였으나 암컷은 관찰되지 않았으며, 수컷은 가끔 둥지 근처에 오기는 하였으나 포란을 하지는 않았다. 다시 3일 후 둥지를 찾았을 때는 하루 종일 수컷이 한 번 들린 것을 제외하고는 암컷을 관찰되지 않았으며, 수컷 역시 포란을 하지 않았다. 긴꼬리딱새는 알을 모두 낳은 후 평균 10일 정도 포란 후 부화하는데 이 둥지

는 14일이 지났는데도 부화를 하지 않고 포란도 안하고 있는 것으로 보아 동지를 포기한 것으로 간주하였다. 따라서 동지의 알을 모두 수거하여 냉동고에 보관하였다.

긴꼬리딱새의 알은 한쪽의 폭이 좁고 반대쪽은 폭이 커서 오뚜기 모양으로 보이며 알의 표면 문양은 장축의 폭이 넓은 부분에 갈색 반점이 모여 있는 것이 특징이다 (Figure 46, B). 하지만 탁란으로 의심되는 알은 색깔이 전체적으로 옅은 갈색을 띠며 알 표면 전체에 갈색 반점이 고르게 퍼져 있어 긴꼬리딱새의 알과는 차이가 있었다(Figure 46, A). 그리고 긴꼬리딱새 알의 크기는 평균 장경이 20.56 ± 0.11 mm, 단경이 15.61 ± 0.86 mm 그리고 무게는 2.8 ± 0.4 g 이다(Table 29). 탁란으로 의심되는 알의 크기는 장경이 20.99mm, 단경이 15.54mm 크기는 거의 긴꼬리딱새의 알과 차이가 없었으나($P > 0.05$) 무게가 2.4g으로 긴꼬리딱새의 알의 평균무게인 2.8g보다는 차이가 있었다($P < 0.01$).

따라서 무게를 제외한 외형적 크기는 매우 비슷하여 유전자분석을 통하여 종을 판별하였다.

Table 29. Comparison of brood parasite and Black Paradise Flycatcher eggs

Species	Size of egg(s)		
	Major axis(mm)	Minor axis (mm)	Weight (g)
Brood parasite	20.99	15.54	2.4
Black Paradise Flycatcher (Mean±SE)	20.56 ± 0.11	15.61 ± 0.86	2.8 ± 0.4

3. 탁란 된 알의 유전자 분석을 통한 종 동정

탁란이라고 의심되는 알의 유전자 분석 결과 긴꼬리딱새가 아닌 삿갓새(*C. canorus*)와 유사한 것으로 나타났다(유사도 97%). 두 번째 비슷한 종은 매사촌(*C. fugax*)으로 나타났다(유사도 90%). 따라서 전남대학솔림에서 2009년도에 발견된 탁란으로 의심되는 알은 탁란이 맞으며, 2008년도에 근처에서 발견된 탁란 개체인 병

어리뻘꾸기는 아닌 것으로 나타났다(Table 30).

Table 30. The results of BLAST utilized for the identification of the brood parasite embryo and egg using the mtDNA CYTB sequences

Sample	No. of DNA sequences	Similar species		Smilarity (%)
		Scientific name	Common name	
Failed embryo	T01	<i>Terpsiphone paradisi</i>	Asian Paradise Flycatcher	97
		<i>Terpsiphone cinnamomea</i>	Rufous Paradise Flycatcher	92
Failed Egg (Brood parasitism)	T02	<i>Cuculus canorus</i>	Common Cuckoo	97
		<i>Cuculus fugax</i>	Hawk Cuckoo	90

긴꼬리딱새에 탁란하는 개체는 아직까지 보고된 적이 없었으나, 본 연구 결과로 병어리뻘꾸기와 뻘꾸기가 긴꼬리딱새의 둥지에 탁란한다는 사실을 확인할 수 있었다.

제10장 등지방어를 위한 음성신호 분석

서론

새들의 소리는 복잡한 의사소통 신호를 갖고 있으며, Song의 기능은 종내 그리고 종간의 의사소통, 종의 식별, 개체 식별, 나이, 건강 상태, 행동 등을 나타내는데 사용된다(Slater, 1995). 또한 많은 동물들은 종 특이적 음성신호를 배운다(Machteld *et al.*, 2007). 종의 소리는 짝을 만나기 위한 성적 음성신호로 사용된다(Paul and Miller, 2008). 그리고 성 선택에 있어서 수컷의 건강상태를 음성신호가 나타낸다는 가설이 많다(Timothy *et al.*, 2006).

조류의 음성신호는 행동학적인 면에서 많이 연구되었으며, 특히 세력권에 대한 수컷의 행동에 대해서 많은 연구가 진행되었다(Ronald and Falls, 1975; Tomback *et al.*, 1983).

우리나라의 조류음성 분석에 대한 연구는 지리적 격리에 대한 연구(백, 1994; 백과 함, 1994; 홍, 1996; 강과 함, 1999) 등이 있으며, 외부형태와 Song을 비교한 연구(강과 조, 2006)와 등지에서의 방어를 위한 음성신호 분석(정 등, 2010) 그리고 흰물떼새의 음성구조 및 의미 분석에 대한 연구(조와 강, 2002)가 있다.

긴꼬리딱새의 소리는 여러 가지 패턴의 형태로 나타난다. 짝짓기시기의 소리와 다른 짝에게 강요할 때의 소리, 새끼에게 먹이를 먹으라고 할 때의 소리 그리고 경계음 등 여러 가지 패턴을 갖고 있다. 경계음(Alarm Call)은 적으로부터 자신 및 가족을 보호하기 위해 내는 소리로 기능은 적에 대한 위협, 적에 대하여 자신이 적의 존재를 알고 있는 것을 알리거나, 혈연자 등 동지에게 적의 존재를 알리는 세 가지 경우로 생각된다(조, 2009).

본 연구는 긴꼬리딱새의 등지방어를 위한 경계음을 분석하여 등지 방어를 하기 위한 행동과 경계음과의 관계를 밝히기 위하여 이루어졌다.

방 법

비디오장비(Cannon XL1s)를 이용하여 번식기간 동안 영상으로 녹화하였다(총 시간은 3,480분). 비디오에서 녹화된 장면을 분석하여 Song과 Call을 하는 장면을 기록하고 오디오를 추출하였다. 그리고 MATLAB Program(Ver 7, The Math Works Inc, USA)을 이용하여 경계음을 추출하였다. 그리고 음압(Sound pressure)을 측정하고 음향신호(Wave signal)를 살펴본 후 분음과형도(Sonogram)로 음의 형태를 분석하였다. 또한 경계음에 대한 행동의 차이점을 분석하기 위해 파형(Waveform)과 스펙트럼(Spectrum)을 이용해서 분석 하였다. 그리고 파형에서 음(note)간과 음절(phrase)간의 차이를 분석하여 각 구간 사이의 시간 간격을 측정하였다(Figure 47).

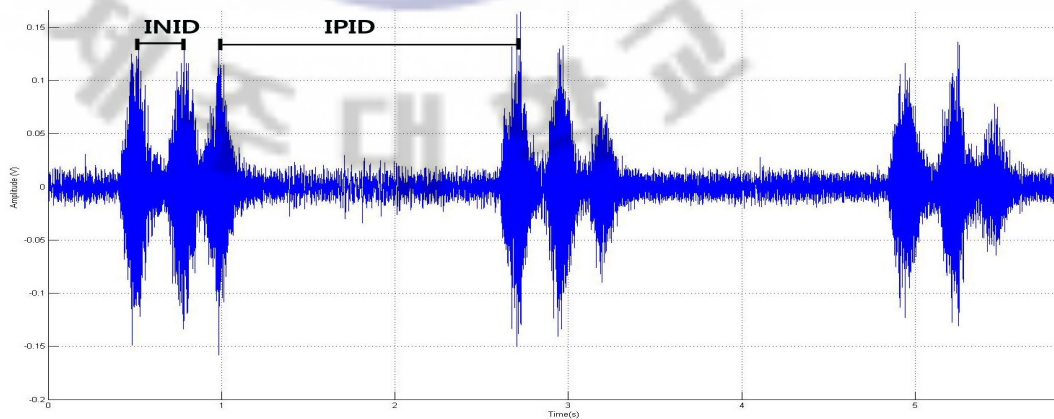


Figure 47. Waveform of Black Paradise Flycatcher alarm calls. INID: Inter-note interval duration, IPID: Inter-phrase interval duration.

얻어진 자료는 행동과 음의 특징을 분석하여 긴꼬리딱새의 경계음 특징과 행동과의 관계를 살펴보았다.

결과 및 고찰

긴꼬리딱새의 경계음은 둥지주변에서 수컷에 의해서 나타난다. 암컷의 경우는 거의 소리를 내지 않으며 가끔 수컷을 부르던가 아니면 새끼들에게 먹이를 줄 때 그리고 경계할 때 가끔 소리를 내는 경우는 있었다. 긴꼬리딱새 수컷의 경계음은 규칙적인 타입을 나타내고 있다. 먼저 Figure 48의 Sonogram에서 3개의 음절(phrase)을 조사한 결과, 파형에서 일정한 패턴을 나타내고 있는 것을 확인하였다(Table 31). 파폭(Wave width)은 수치적으로 계산하면 좋겠으나, 선택한 파의 기준점에 따라 차이가 너무 많이 발생하기 때문에 파폭의 수치적 의미는 없다고 판단되어 파폭은 대략적인 경향성만을 보았다. Figure 49에서 파형을 살펴본 결과 약 0.18초(sec) 사이에서 파폭은 일정하게 나타나는 경향을 보이고 있다. 스펙트럼(Spectrum)의 경향은 주파수(Frequency)가 오른쪽을 치우치는 경향성을 보인다(Figure 49). 따라서 MATLAB Program을 이용해서 중심주파수(Center frequency)를 분석한 결과, 처음에는 낮게(3.5kHz) 시작하여 점점 높은 음을 나타내고 있는 것을 알 수 있다(Table 31). 이 경향성은 다른 두개의 음절에서도 같은 경향성을 나타내고 있다(Table 31). 각 경계음의 세 개의 분음(둥지에서 멀리 있는 경우)들의 유의성을 살펴보기 위해 SAS Program을 사용하여 ANOVA분석을 한 결과, 첫 음들 간에는 차이가 없다고 나왔으며($P>0.05$), 두 번째 음도 각 음간의 차이가 없다고 나왔다($P>0.05$). 그리고 세 번째 음 역시 차이가 없는 것으로 나왔다($P>0.05$). 따라서 첫 음과 둘째 그리고 셋째 음들 간에는 차이가 없는 것으로 나와 일정한 패턴을 갖는 것을 알 수 있다.

둥지와 멀리 있을 때의 경계음(Table 31의 NO. 1~5)과 둥지와 근접한 경우(Table 31의 No. 6)간의 차이를 검정하기 위해 Wilcoxon Two-Sample Test로 검정한 결과, 둥지와 멀리 있을 때의 경계음과 둥지와 가까이 있을 때의 경계음 사이에 중심주파수(center frequency)는 차이가 있는 걸로 나왔다($Z=2.1493$, $P\text{-Value}=0.0316$, <0.05 , $n=57$). 둥지에서 경계대상이 멀리 있을 때에는 대부분 첫 음이 3.5kHz에서 시작해서 둘째 음과 셋째 음이 높아지는 경향성을 띠고 세 번의 분음만을 나타내나, 둥지에서 가까이 접근했을 때는 4.0 kHz이상의 분음을 5번 이상 내는 것을 확인할 수 있었다(Table 31).

Table 31. Sonogram analysis of six alarm calls

No.	wave	Center frequency(kHz)	wave	Center frequency(kHz)	wave	Center frequency(kHz)	Mean±SD (kHz)
1	1-1	3.537	2-1	3.586	3-1	3.559	3.561±0.245
	1-2	3.929	2-2	3.929	3-2	4.018	3.959±0.514
	1-3	4.189	2-3	4.123	3-3	4.116	4.143±0.403
2	1-1	3.535	2-1	3.508	3-1	3.525	3.523±0.137
	1-2	3.873	2-2	3.795	3-2	3.804	3.824±0.427
	1-3	4.069	2-3	4.100	3-3	3.976	4.048±0.645
3	1-1	3.508	2-1	3.493	3-1	3.427	3.476±0.431
	1-2	3.755	2-2	3.694	3-2	3.822	3.757±0.640
	1-3	4.064	2-3	none	3-3	3.954	4.001±0.778
4	1-1	3.560	2-1	3.383	3-1	3.305	3.416±0.131
	1-2	4.113	2-2	3.702	3-2	4.057	3.957±0.223
	1-3	3.540	2-3	4.079	3-3	4.194	3.938±0.349
5	1-1	3.657	2-1	3.258	3-1	3.212	3.376±0.245
	1-2	3.768	2-2	3.802	3-2	3.795	3.788±0.018
	1-3	4.013	2-3	3.851	3-3	3.827	3.897±0.101
6	1-1	4.672	2-1	3.540	3-1	3.589	3.933±0.640
	1-2	4.351	2-2	4.650	3-2	4.000	4.334±0.325
	1-3	4.456	2-3	4.610	3-3	4.000	4.355±0.317
	1-4	3.248	2-4	4.684			3.966±1.015
	1-5	2.994	2-5	4.650			3.822±1.171

각 경계음간 시간차(INID)에 대한 ANOVA 검정결과 차이가 없는 것으로 나왔다 (F-Value=0.67, P-Value=0.6185, >0.05, n=29). 이 결과는 각 경계음에 대한 차이가 거의 없다는 것을 의미하나 경계거리가 등지에서 멀어졌을 때(2m이상)의 각 음의 INID값과 등지에 접근했을 때(2m이내)의 INID값으로 나누어서 등분산 검정결과, 서로 다르게 산출되어(F-Value=6.19, P-Value=0.0183, <0.05, n=37), Satterthwaite method를 이용하여 T 검정한 결과 두 그룹 간에는 차이가 있음을 알 수 있었다 (T-Value=2.08, P-Value=0.0464, <0.05, n=37), 이 결과는 기존의 연구(Park and park, 1997; 정 등, 2010)에서 등지에 가까이 접근하는 경우가 멀리 있는 경우보다 분음간의 간격 짧아지는 경향을 띠는 결론과 일치하고 있다. 그리고 경계음의 분음의 횟수(5번)도 차이가 있었다(Table 31). 경계대상이 등지에서 멀리 떨어져 있을 때 보통 세 개의 분음으로 나타나는데(Figure 48) 등지에 근접(2m 이내)하면 분음이 다섯 번 나타났다(Figure50).

MATLAB Program을 이용해서 음절간(IPID)의 거리를 측정한 결과 여러 크기로 나타났다(Table 32, 33). 이 결과는 경계음을 내면서 약간의 느려지거나 빨라지는 경향이 있다는 것을 의미한다(F-Value=7.90, P=0.0218, <0.05, n=10). 하지만 등지와 경계

대상과는 거리차이에 의한 두 그룹(Table 32와 33) 간에는 차이가 없었다(F-Value=2.54 P-Value=0.9989, >0.05, Pooled Method T-test F-Value=-0.30, P=0.7626, >0.05, n=12).

따라서 등지와외의 거리에 따른 경계음의 차이는 2가지 패턴(pattern)으로 나타나며, 첫 번째 패턴(pattern)은 세 개의 분음으로 경계음을 내는 경우고 두 번째 패턴(pattern)은 다섯 번이상의 분음을 내는 패턴이다. 그리고 경계음은 평소에는 중심주파수(center frequency)의 크기가 첫 음은 낮게 시작하여 두 번째, 세 번째 음은 높아지는 경향이 있고 경계대상이 등지에 근접한 경우는 첫 음부터 높은 음을 낸다. 그리고 음간(INID)의 시간차이는 있으나 음절간(IPID)의 유의하지 않았다.

Table 32. Interval duration of the inter-notes and inter-phrases of five alarm calls

No.		INID 1		INID 2		INID 3		IPID	
1	Wave section	1	2	1	2	1	2	1	2
	Duration (sec)	0.255	0.219	0.242	0.232	0.285	0.233	1.552	1.776
	Mean±SD	0.245±0.023						1.664±0.158	
2	Wave section	1	2	1	2	1	2	1	2
	Duration (sec)	0.248	0.215	0.285	0.211	0.287	0.215	1.718	1.753
	Mean±SD	0.244±0.032						1.846±0.181	
3	Wave section	1	2	1	2	1	2	1	2
	Duration (sec)	0.243	0.254	0.295	none	0.251	0.205	1.680	1.917
	Mean±SD	0.250±0.032						1.799±0.168	
4	Wave section	1	2	1	2	1	2	1	2
	Duration (sec)	0.193	0.596	0.249	0.251	0.250	0.256	3.086	2.547
	Mean±SD	0.299±0.015						2.817±0.381	
5	Wave section	1	2	1	2	1	2	1	2
	Duration (sec)	0.234	0.224	0.278	0.222	0.288	0.211	1.957	1.507
	Mean±SD	0.243±0.032						1.732±0.318	

INID: inter-note interval duration, IPID: inter-phrase interval duration.

Table 33. Interval duration of the inter-notes and inter-phrases of the waveform No 6

Wave section	INID 1				INID 2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Duration (sec)	0.193	0.188	0.221	0.253	0.198	0.268	0.228	0.224
Mean±SD	0.222±0.029							
IPID								
Wave section	1				2			
Duration (sec)	1.842				2.281			
Mean±SD	2.062±0.031							

INID: inter-note interval duration, IPID: inter-phrase interval duration.

조류의 소리는 많은 정보를 함유하고 있으며(Gill, 1994), 대부분 song과 call을 함께 발성한다(Thrope, 1961). 검은머리갈매기의 둥지방어 음성은 적에게 경고의 의미를 가진다고 보고 있다(정 등, 2010). 긴꼬리딱새의 경계음도 적에게 경고의 의미를 내포하고 있는 것으로 생각된다. 이유는 처음 긴꼬리딱새의 둥지에 5m내로 들어가면 긴꼬리딱새가 공격은 하지 않고 경고음을 내기 시작한다. 이 패턴은 Figure 48의 패턴과 같이 3음(note)으로 되는 소리(첵, 첵, 첵)를 낸다. 이때는 주위의 가지에 앉아서 소리를 내면서 다른 가지로 이동하거나 하지는 않았다. 하지만 2m내로 접근하면 Figure 50의 패턴과 같이 분음(note)이 5번 이상을 내면서 이 가지 저가지로 이동한다. 그리고 적에게 접근하지만 공격하지는 않았다. 다만, 동박새(*Zosterops japonicus*)나 박새와 같은 소형조류가 둥지주변에 오면 소리를 내지 않고 바로 둥지로 들어가면서 이들을 쫓아버렸다. 따라서 경고음은 적에게 둥지 주변으로 오지 말라는 경고의 의미가 강한 것으로 판단된다.

긴꼬리딱새의 이러한 경계음은 다른 천적에게는 경고의 의미를 주고 있으나 연구자들이나 사진을 찍기 위해 접근하는 사람들에게는 위치를 노출시키는 커다란 문제점으로 작용하고 있다. 따라서 긴꼬리딱새와 같이 둥지 근처에서 특정 음을 내는 멸종위기종을 보호하기 위해서는 법이나 다른 인위적인 방법에 의해서 인간의 접근을 금지하는 것이 중요하다고 생각한다.

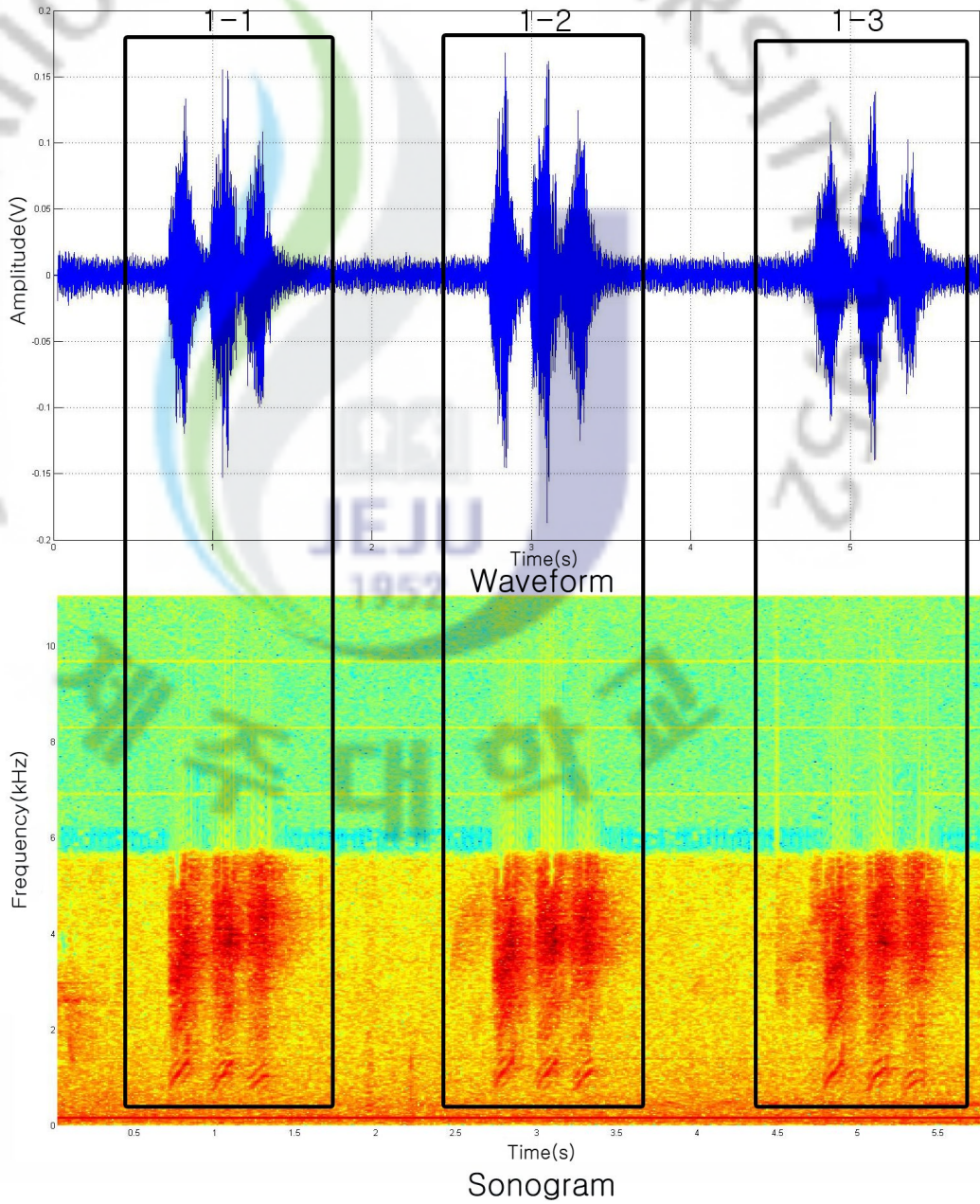


Figure 48. Sonogram and waveform of alarm call No. 1 in Table 31.

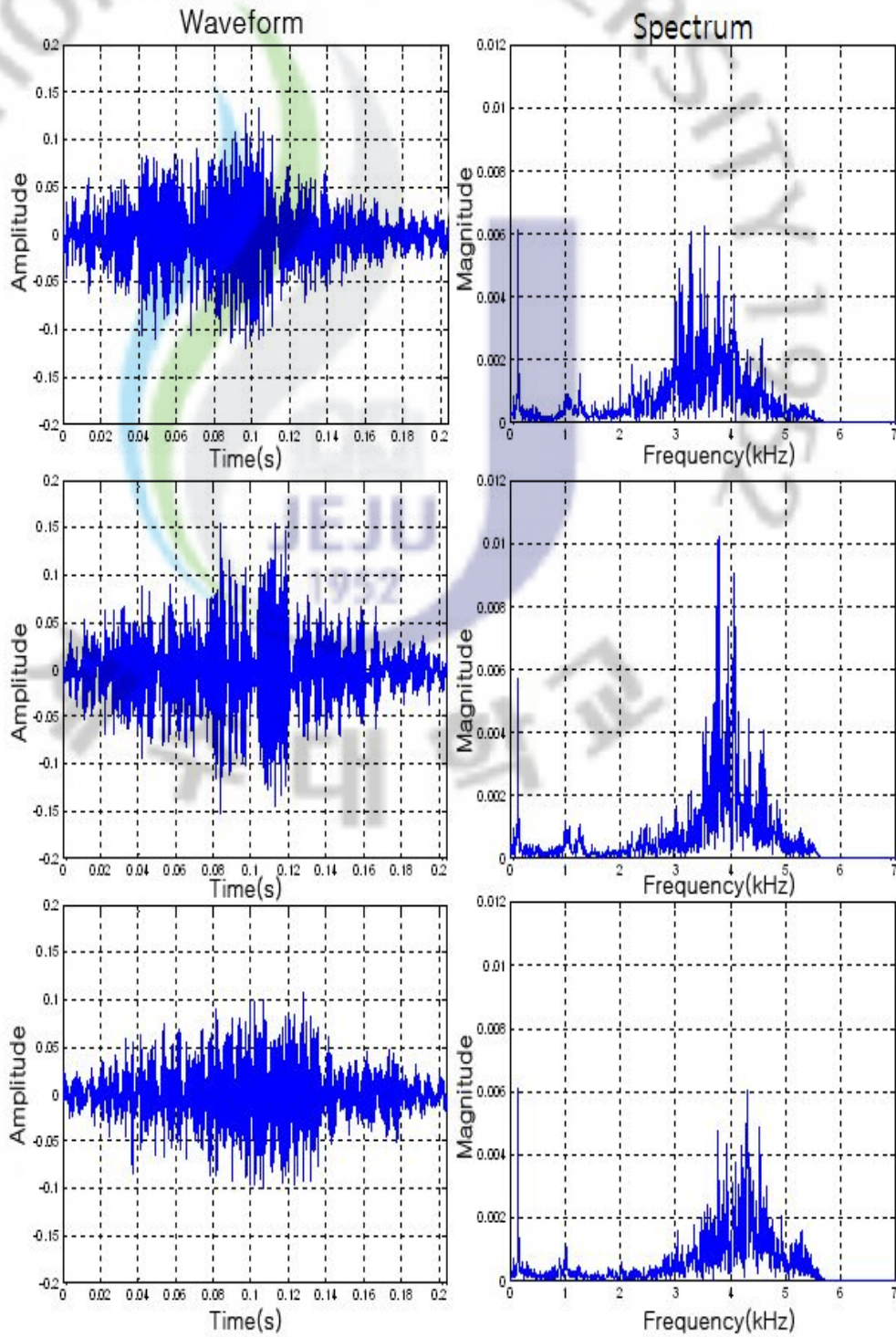


Figure 49. Amplified waveforms and spectrums of wave 1-1 in Figure 48.

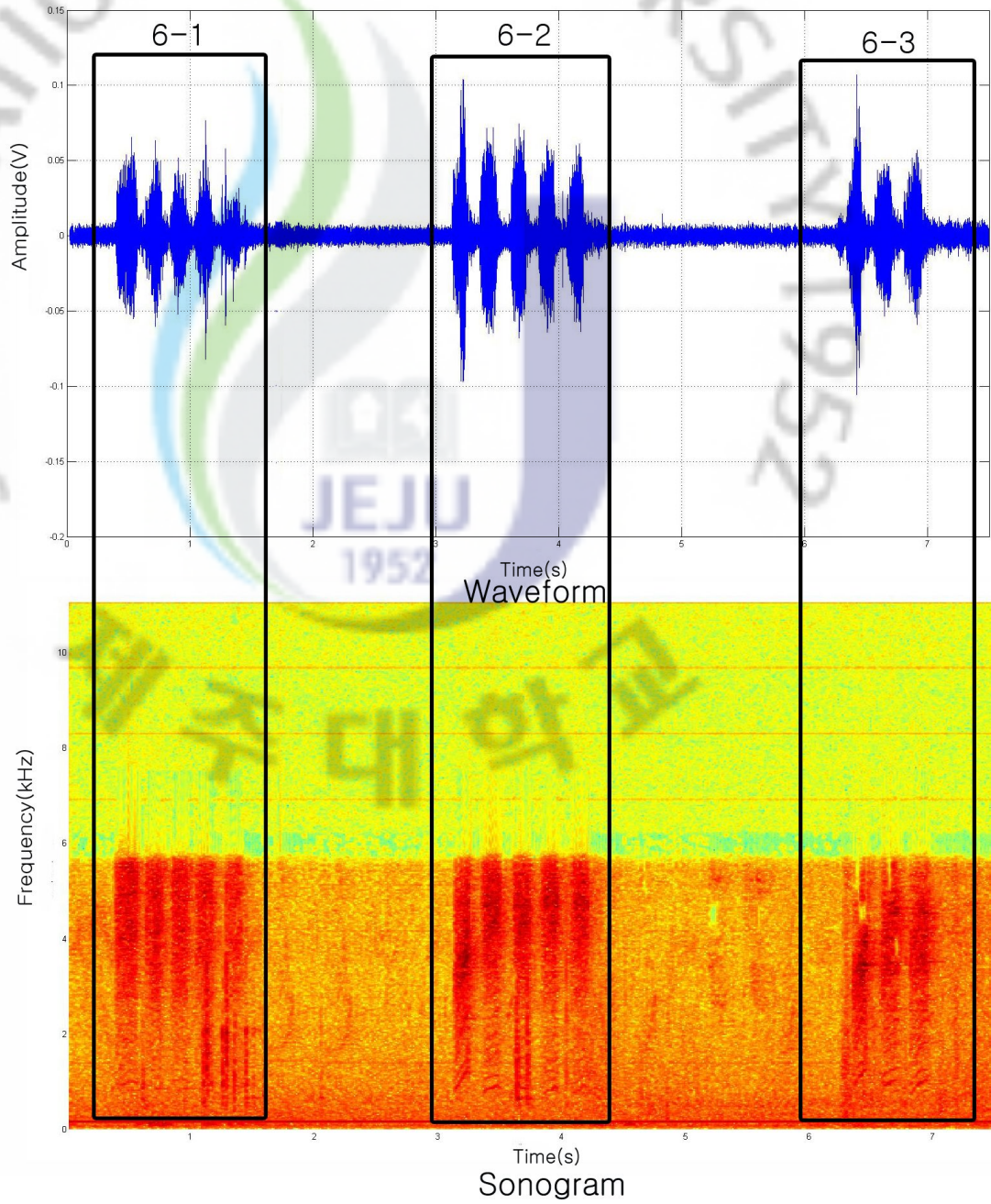


Figure 50. Sonogram and waveform of alarm call No. 6 in Table 31.

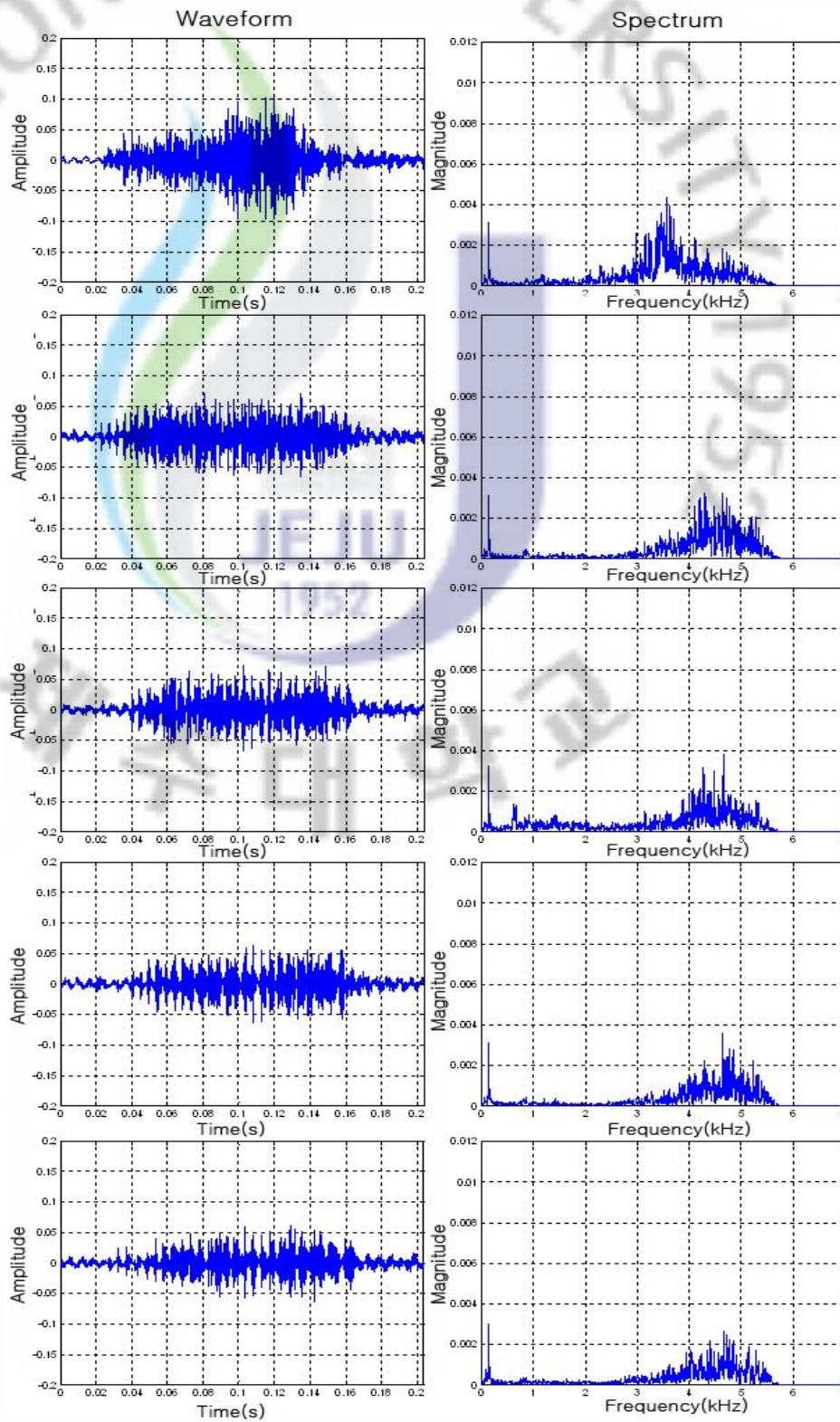


Figure 51. Waveforms and spectrums of alarm calls No. 6-2 in Figure 50.

제11장 개체군 보전을 위한 관리방안

I. 관리의 필요성

긴꼬리딱새는 환경부에서 멸종위기 II급으로 정하여 보호하는 종(영산강유역환경청 2006, 2009; 환경부 2009)이다. 멸종위기종이란 멸종 위기에 있거나 가까운 장래에 멸종될 위험이 있는 모든 동·식물을 정부가 적극적인 보호를 위해 지정해서 관리하는 종이다. 하지만 멸종위기종의 연구는 거의 없는 게 현실이다. IUCN에서는 Red List에 멸종위기에 근접한 종으로 분류하고 있다(Ministry of Environment and UNDP/GEF Wetland Project, 2009).

긴꼬리딱새는 우리나라와 일본 그리고 대만에서 대부분의 개체가 번식한다(Brazil, 2009). 하지만 우리나라에서는 이 종에 대한 번식기록은 2009년도에 관공서에서 조사한 내용뿐 학술적 연구는 없다(영산강유역환경청, 2009).

본 연구결과 제주의 계곡과 하천 그리고 곳자왓 지역에서 많은 개체가 번식하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 제주도의 계곡과 하천은 많은 개발에 의해서 원래의 모습을 상실하고 있다(제주특별자치도, 2010), 또한 곳자왓 지역의 산림은 해마다 줄어들고 있다(제주특별자치도, 2010). 이와 같이 긴꼬리딱새 서식지의 파괴는 해마다 늘어나고 있으나 이에 대한 보전노력은 전무하다.

II. 국내법에 의한 보호

멸종위기종은 야생동·식물보호법 제13조에 '환경부장관이 대통령이 정하는 바에 따라 멸종위기 야생 동·식물에 대한 중·장기보전대책을 수립 시행하여야 한다. 필요한 사항은 대통령령으로 정한다'라고 멸종 위기 야생 동·식물에 대한 보호대책의 수립을 정하고 있다. 그리고 멸종위기야생동물·식물의 서식지에 대하여 보호조치를 강구하여야 하며, 자연 상태에서 현재의 개체군으로는 지속적인 생존이 어렵다고 판단되는 종에 대한 증식·복원 등 필요한 조치를 하도록 하고 있다(환경부, 2005).

또한 멸종위기종의 포획과 채취에 대하여 야생 동·식물보호법 제14조(멸종위기

야생 동·식물의 포획·채취 등 금지)에 '누구든지 멸종위기 야생 동·식물을 포획·채취·방사·이식·가공·유통·보관·수출·수입·반출·반입(가공·유통·보관·수출·수입·반출 및 반입하는 경우, 죽은 것을 포함)·훼손 및 고사시켜서는 아니 된다'라고 명시하고 있다. 다만 학술연구 또는 멸종위기종의 보호·증식 및 복원의 목적과 생물자원시설 관람·전시용 등 몇 가지 예외 조항을 두고 있다. 그리고 포획을 하기 위해서는 포획신고서를 득하도록 하고 있다(Appendix 1).

III. 번식지의 보호

연구결과 확인된 긴꼬리딱새의 번식지는 제주도의 하천과 갯자왈 지역이다. 오늘날 제주의 하천은 하천 정비라는 목적으로 하천 바닥을 긁어내고 일자형으로 굴곡을 펴는 등 화산 지형의 하천 원형은 사라져 버렸고 홍수기에 배수로의 역할로 전락하게 되었다. 일부 하천은 콘크리트로 덮어 주차장으로 이용하고 있어 하천 생태의 교란이 예상되고 있다.(<http://ngii.go.kr>). 갯자왈 지역의 산림 역시 해마다 줄어들고 있으며(제주특별자치도, 2010), 이 줄어든 면적만큼 골프장과 대단위 유락시설과 건물들이 들어오고 있다. 따라서 이와 같은 개발로부터 갯자왈과 하천의 보호하기 위해서는 갯자왈의 도립공원이나 국립공원으로 지정해서 보호하여야 한다. 그리고 하천 정비사업의 경우는 원래 자연을 훼손하지 않는 범위에서 정비하는 공법을 마련해야 할 것이며, 이를 법으로 제정할 필요성이 있다.

연구결과 확인된 동백동산갯자왈의 긴꼬리딱새의 서식밀도는 다른지역에 비해 매우 높다. 하지만 현재 동백동산은 환경부의 습지보호지역과 지방문화재로 지정되어 보호되고 있으나 본 연구에서 확인된 긴꼬리딱새의 밀도가 높은 지역은 습지보호지역과 지방문화재지역에서 벗어난 지역이다. 따라서 이에 대한 보호조치로 습지보호지역의 범위를 넓혀 이 지역을 보호할 필요가 있겠다.

서식지는 최대수용능력을 갖고 있다. 최대수용능력을 계산하기 위해서는 일 년간의 먹이의 양을 추정하고, 미래의 생산성에 손상을 주지 않고 소비될 수 있는 먹이의 양을 결정해야 한다. 그 다음에 이 먹이의 양으로 부양할 수 있는 동물의 수를 계산한다(최와 박, 2005). 이는 각 서식지마다 다른 수용능력을 갖고 있다는 것이

다. 제주도의 경우는 하천과 꽃자왈 지역의 서식개체군의 차이가 발생할 것이다. 따라서 향후 서식지의 보호를 위해서는 지역마다의 개체군의 존속가능성을 분석하여야 할 것이다. 그런 다음 서식지를 등급화 분류하여 서식지 수용능력모형을 설정하고 단위서식지별 최적수용능력을 고려하여 핵심지역과 완충지역을 설정하여 보호방안을 마련해야 할 것이다.

IV. 인간에 의한 피해

우리나라의 경우 많은 사람들이 주 5일 근무를 하고 있다. 따라서 스포츠산업과 레저 산업이 급속도로 발전하고 있다. 휴일에 많은 사람들이 카메라를 들고 이곳저곳 다니면서 사진을 찍고 블로그(Blog)와 홈페이지(Homepage) 그리고 사진대회에 출품하면서 멸종위기종인 긴꼬리딱새의 사진을 찍고 올려 방문자들의 부러움을 받거나 대회에서 입상하는 경우가 많이 발생하고 있다. 이러다보니 더 많은 사람들이 멸종위기종을 찾게 되고 서식지가 공개되는 일이 발생하고 있다. 이러한 인간의 행동은 포란과 육추 과정에서 스트레스를 주거나 다른 천적을 유도할 가능성이 높기 때문에 조사자에 의한 번식지 조사도 신중을 기해야 한다. 그리고 이러한 행동은 법에 명시된 멸종위기종에 대한 포획도 아니고 훼손도 아니기 때문에 법으로 금지할 구속력이 없다.

따라서 이러한 문제점을 보완하기 위해서는 법적으로 번식시기에 번식 방해하는 행위를 금지하는 조항을 삽입하는 것도 한 가지 방법이며, 사진대회에 번식둥지에 대한 사진은 대상에서 제외시키는 것도 한 가지 방법이다. 이는 외국에서는 오래전부터 시행되고 있는 사항이다. 따라서 특별한 경우를 제외하고는 번식시기에 긴꼬리딱새의 번식을 방해하는 행위를 하지 않는 것이 멸종위기종인 긴꼬리딱새의 개체군을 증가시키는 한 방편이라고 생각된다.

V. 개체군 변동 모니터링을 위한 제언

긴꼬리딱새의 서식·분포실태 및 변화상을 분석하기 위해서는 상시 모니터링 체계

구축이 필요하다. 새로이 발견된 지역에 대한 정밀조사, 지역 단체나 전문가 및 주민들을 활용한 상시모니터링과 개체수 파악, 변화상 그리고 변화원인을 분석할 수 있는 체계구축이 필요하다.

현재 긴꼬리딱새와 같은 멸종위기종은 환경부에서 관리하고 있다. 하지만 인원의 부족과 전문성의 결여 등으로 멸종위기종에 대한 체계적인 조사 및 관리가 안 되고 있는게 현실적이다. 따라서 관련유관기관의 기능과 역할을 점검하고 긴꼬리딱새와 같은 멸종위기종에 대한 역할을 재정비 할 필요성이 있다. 따라서 다음과 같이 제안하고자 한다.

먼저 각 지역에 있는 지역주민 및 지역단체, 대학연구소, 서식지의 보전기관 등의 활용을 들 수 있다. 각 지역에서 연구하는 사람들은 상시 모니터링을 하기 때문에 이들을 활용한 자료 수집은 자료의 신속성과 신뢰성이 보장된다. 또한 일반인들이 접근하기 어려운 국립공원과 지자체가 보호하고 있는 지역은 각 단체의 전문가들을 활용하는 방법이 있다.

이 자료들을 취합하고 관리하는 체계가 있어야 한다. 이 업무는 각 지역에 있는 각 지방 유역환경청에서 취합한다면 쉽고 효율적으로 할 수 있을 것이다. 각 유역환경청에서 취합한 자료들은 바로 국립환경과학원으로 보내 취합하여 이를 바탕으로 분포지역과 특성을 파악해서 환경부의 주무부서와 각 지방유역환경청에 자료를 보낸다. 환경부의 주무부서는 관리계획을 마련해서 각 유역환경청에 관리계획을 하달하고, 각 유역환경청은 관리계획을 바탕으로 서식처 및 개체를 보호하며, 과학원에서 취합된 자료들을 자료를 수집한 개인, 지역주민, 민간전문가, 대학연구소, 지역단체 그리고 지자체 등으로 자료를 보내주어야 한다. 자료의 공유를 하지 않고는 자료를 수집하는 당사자나 각 단체들의 참여를 독려할 수 없다. 그리고 멸종위기종을 보호한다는 참여의식을 함양시켜 주어야만 이들의 참여율과 대국민 홍보 효과를 볼 수 있을 것이라 생각된다.

Appendix 1. Endangered species capture application form(Black Paradise Flycatcher).

허가번호 제2008-13호	멸종위기 야생동·식물	<input checked="" type="checkbox"/> 포획 <input type="checkbox"/> 채취 <input type="checkbox"/> 방사 <input type="checkbox"/> 이식 <input type="checkbox"/> 가공 <input type="checkbox"/> 유통 <input type="checkbox"/> 보관 <input type="checkbox"/> 수출 <input type="checkbox"/> 수입 <input type="checkbox"/> 반출 <input type="checkbox"/> 반입 <input type="checkbox"/> 훼손 <input type="checkbox"/> 고사		허가증
성명(대표자)	김영호	생년월일	760928-*****	
상호(명칭)		전화	010-****-0582	
주소	제주특별자치도 제주시 ***** *****			
허가사항	대상지역	제주특별자치도 전지역		
	대상종명	삼광조 [<i>Terpsiphone atrocaudata</i>]		
	수량	30개체	허가기간	허가일~2011.07.31
	목적·용도	학술연구(박사논문)		
	허가조건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포획한 종(삼광조)은 학술연구 목적으로만 사용하여야 함. ○ 허가한 수량을 포획하였거나 허가기간이 경과된 경우에는 본 허가증의 효력이 상실되므로 이에 위반하여 포획하여서는 안 되며, 추가포획 및 보관이 필요한 경우에는 허가갱신 등의 절차를 거쳐야 함. ○ 야생동식물보호법 제14조제4항 및 같은법 시행규칙 제17조의 규정에 의거 포획 후 5일 이내에 일시, 장소, 개체수, 포획방법 등의 결과(개체수 확인 가능한 사진 등 증빙 첨부)를 영산강유역환경청에 신고하여야 함. ○ 위 조건 및 야생동식물보호법 등 관련 규정을 위반할 시 본 허가를 취소할 수 있음. 		
<p>「야생동·식물보호법」 제14조제1항 및 동법 시행규칙 제13조제2항의 규정에 의하여 멸종위기야생동·식물의 <input checked="" type="checkbox"/>포획 <input type="checkbox"/>채취 <input type="checkbox"/>방사 <input type="checkbox"/>이식 <input type="checkbox"/>가공 <input type="checkbox"/>유통 <input type="checkbox"/>보관 <input type="checkbox"/>수출 <input type="checkbox"/>수입 <input type="checkbox"/>반출 <input type="checkbox"/>반입 <input type="checkbox"/>훼손 <input type="checkbox"/>고사를 허가합니다.</p> <p style="text-align: center;">2008년 7월 30일 영산강유역환경청장 인</p> <p style="text-align: center;">유의사항</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 멸종위기야생동·식물의 포획·채취등을 하는 때에는 허가증을 휴대하여야 합니다. 2. 포획·채취등을 한 멸종위기야생동·식물은 5일 이내에 영산강유역환경청장에게 신고하여야 합니다. 3. 화약류·덫·울무·그물·함정을 설치하거나 유독물·농약 등을 살포 또는 주입하는 방법으로 멸종위기야생동·식물을 포획하지 못합니다. 4. 허가증이 그 효력을 상실한 경우에는 30일 이내에 유역환경청장 또는 지방환경청장에게 반납하여야 합니다. 				

210mm×297mm(보존용지(1종) 120g/m²)

적 요

긴꼬리딱새의 번식 생태를 밝히기 위하여 제주도 일원에서 2008년부터 2010년까지 연구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 도래시기

우리나라의 최남단 마라도와 대정읍 지역 그리고 고정 조사구(번식지)에서 도래 현황을 조사한 결과, 5월초에서 말 사이에 제주도에 도래하고 있으며, 바로 번식지로 이동을 하여 세력권을 형성하는 것으로 나타났다.

2. 도래현황

제주도 전 지역에 대해서 긴꼬리딱새의 도래현황을 조사한 결과, 관찰된 개체는 총 124개체가 관찰되었다. 고도별로는 해발 83m에서부터 해발 1106m까지 관찰되었으며, 해발 500m에서 가장 높은 빈도로 분포하는 것으로 나타났다. 특히, 꽃자왈 지역인 저지와 동백동산을 조사한 결과, 저지 꽃자왈 지역은 70,344㎡당 1마리, 동백동산 꽃자왈 지역은 8,213㎡당 1마리가 확인되어 동백동산 꽃자왈 지역이 저지 꽃자왈 지역보다 8배정도 밀도가 높게 관찰되었다. 이 결과는 두 지역의 습지의 유무와 밀접한 관련이 있어 습지의 유무가 긴꼬리딱새의 서식에 중요한 요인임을 알 수 있었다. 또한 고정조사지역(하천 및 계곡)에서 등지간의 거리를 기준으로 세력권을 확인한 결과, 평균 158m의 세력권을 가지고 있었다.

3. 등지장소 선택환경

등지를 짓는 장소를 비교 분석한 결과, 긴꼬리딱새가 등지를 짓는 장소는 계곡이나 습지와 같은 물이 있는 지역이어야 하며, 특히 주변의 나무의 직경이 20cm이하 활엽수의 비율이 높고, 6월에서 8월의 습도가 70% 정도의 다습한 지역으로 온도 25℃ 정도, 조도 300~800lx 정도의 어두운 곳으로, 도로와 적어도 5m이상(핵심지역)의 이격 거리가 확보되어야 하며, 주변의 수목의 높이가 10m정도인 아교목들이 많아야 한다는 것을 알 수 있었다.

4. 등지재료와 구조 그리고 암·수의 참여율

등지의 크기는 외경 $75.95 \pm 1.18\text{mm}$, 내경 $59.76 \pm 0.66\text{mm}$ 이고, 산좌의 깊이는 $41.17 \pm 0.70\text{mm}$, 등지의 높이는 $94.25 \pm 3.18\text{mm}$ 그리고 무게는 $7.12 \pm 0.48\text{g}$ 이었다. 등지의 재료는 이끼, 삼나무 및 편백나무 등의 나무껍질, 나무뿌리, 거미줄로 이루어져 있으며 등지의 장식으로 사용하는 것은 지의류와 나뭇잎, 그리고 새의 깃털이었다. 새의 깃털은 유전자 분석을 통해 종 동정을 한 결과, 긴꼬리딱새의 깃털로 판별되었으며, 크기 및 색깔로 보아 앞가슴 깃털로 파악된다. 등지 짓기는 7일에서 22일 정도에 완성되는 것으로 조사되었다. 등지 짓는 기간이 이렇게 큰 편차를 갖는 이유는 장마와 연관이 있었다. 그리고 등지 짓기는 오전에 대부분 이루어졌으며, 마무리 단계에서만 아침과 저녁에 이루어졌다. 암·수의 등지 짓는 참여도는 초기에는 암·수가 같이 등지를 짓지만 마무리 단계로 갈수록 수컷의 비중은 떨어지고 암컷의 비중이 높아지는 것을 확인하였다.

5. 한배 산란수, 성공률, 알의 크기 및 암·수의 포란 비율

한배 산란수는 보통 2개에서 4개의 알을 낳으며 평균 3개의 알을 낳는 것으로 나타났다. 부화성공률은 알이 4개인 등지는 29%, 알이 3개인 등지는 67% 그리고 알이 2개인 등지는 100%의 부화율을 나타냈다. 이소성공률은 4개의 알이 100%, 3개의 알 50% 그리고 2개의 알이 100%으로 나타나 2개의 알이 이소성공률이 높은 것으로 나타났다. 변식성공률은 4개의 알이 29%, 3개의 알 33% 그리고 2개의 알이 100%으로 나타나 2개의 알이 이소성공률이 높은 것으로 나타났다. 알의 평균 크기는 장경 $20.56 \pm 0.11\text{mm}$, 단경 $15.61 \pm 0.86\text{mm}$ 그리고 무게는 $2.8 \pm 0.4\text{g}$ 이었다. 유조의 부리, 부척 그리고 무게는 비교적 고른 성장곡선을 나타내었으나, 날개와 꼬리는 급속한 성장 곡선을 보였다. 그리고 포란 시간은 암컷이 수컷보다 포란 시간이 길다는 것을 확인할 수 있었다.

6. 먹이자원과 굵이 비율

번식지에서 말레이즈 트랩에 의해 채집된 곤충은 파리목(Diptera), 밤나방과(Noctuidae), 거미과(Araneae) 명나방과(Pyralidae) 순으로 관찰되었다. 계절별로는 5월 이후에 많은 개체가 포획된 것으로 나타났다. 긴꼬리딱새가 굵이하는 과정을 비디오장비를 이용하여 먹이의 종류를 파악한 결과, 나비목(Lepidoptera) 파리

목(Diptera), 메뚜기목(Orthoptera), 풀잠자리목(Neuroptera), 잠자리목(Orthoptera), 거미목(Araneae)이 관찰되었다. 암·수의 급이율은 한배새끼수가 적을수록 한쪽 성(sex)의 급이 비중이 높아지고 있었다. 그리고 전반적으로 암컷의 급이 비중이 수컷보다는 높았으며, 한배새끼수가 많을수록 암·수의 급이 비중이 비슷해지는 것으로 조사되었다.

7. 탁란

2008년도에 제주도의 긴꼬리딱새 분포를 조사 중 긴꼬리딱새의 등지에 탁란한 병어리빠꾸리를 확인하였다. 2009년도에는 긴꼬리딱새의 등지에서 탁란으로 의심되는 알을 발견하였다. 하지만 부화하기 전에 긴꼬리딱새들이 등지를 포기하였다. 따라서 알을 수거하여 외부크기와 무게를 측정한 결과 외부크기(장경 20.99mm, 단경 15.54mm)는 긴꼬리딱새(장경 20.54 ± 0.11 mm, 단경 15.62 ± 0.99 mm)와 비슷하였으나 무게는 2.4g으로 긴꼬리딱새의 알(2.8 ± 0.32 g)보다 가벼웠다. 따라서 유전자분석을 통해 동정한 결과, 빠꾸기(유사도 97%)와 상동성이 높게 나타났다. 긴꼬리딱새 등지에 탁란하는 개체는 아직까지 보고된 적 없으나 연구를 통해 병어리빠꾸기와 빠꾸기가 긴꼬리딱새의 등지에 탁란한다는 사실이 확인되었다.

8. 등지방어를 위한 음성신호 분석

등지와 의 거리에 따른 경계음의 차이는 2가지 패턴(pattern)으로 나타났다. 첫 번째 패턴은 등지와 의 거리가 멀리 떨어져 있는 경우 패턴은 세 개의 음(note)으로 경계음(Alarm call)을 내는 경우고 두 번째 패턴은 등지와 의 거리가 가까이 있는 경우 다섯 번이상의 음을 내는 패턴이다. 그리고 경계음은 평소에는 중심주파수(center frequency)의 크기가 첫 음(3.5kHz)에서는 낮게 시작하여 세 번째 음(4.0kHz)은 높아지는 경향이 있고 등지에 근접한 경우는 첫 음부터 높은 음(4.0kHz)을 냈다. 그리고 음간의 시간차이(INID)는 있으나 음절간(IPID)의 유의하지 않는다는 결과를 얻을 수 있었다.

9. 개체군 보전을 위한 관리방안

긴꼬리딱새 서식지의 파괴는 해마다 늘어나고 있으나 이에 대한 보전노력은 전

무하다. 현재 긴꼬리딱새와 같은 멸종위기종은 국내법(야생동·식물보호법)에 의해 보호받고 있다. 하지만 제주도의 긴꼬리딱새 서식처인 꽃자왈과 하천의 개발로 인해서 서식처가 많이 사라지고 있다. 또한 레저(Leisure) 산업의 발달로 인해 사진을 찍거나 생태관광 인구가 늘어나면서 번식을 방해하는 경우가 늘어나고 있다. 그리고 전 지구적인 기후변화에 의한 식생 변화와 지엽적인 번식방해요인에 의해 개체수 감소가 일어나기 때문에 서식지 정보를 파악하여 정기적인 모니터링(Monitoring)이 이루어져야 한다. 그리고 관리체계의 일원화를 통해 효율적인 관리시스템을 마련하여 민·관이 함께 정보를 공유하고 관리하여야 긴꼬리딱새를 멸종위기로부터 보호할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강순석. 2004. 제주도 해안을 가다. 제주도민속자연사박물관.
- 강정훈, 함규황. 1999. 태백산맥을 경계로 한 박새(*Parus major*) 소리의 지리적 변이. 한국조류학회지 (6)2: 101-110.
- 강종현, 조삼래. 2006. 한국 박새과의 외부형태 및 song 특성 비교. 한국조류학회지 13(1): 1-13.
- 곽창암. 2008. 마라도의 지형·지질과 생활환경. 2008마라도학술조사보고서. 29-36쪽.
- 국립수목원. 2007. 한국 선대식물목록. (사)한국장애인문화인쇄협회. 162쪽.
- 권영수, 김동원, 이후승, 권인기, 백운기, 유정철. 2007. 경남 홍도일대에서 번식하거나 중간기착하는 조류. 한국조류학회지 14(1): 51-60.
- 권영수. 1998. 꿩이갈매기의 번식생태. 이학석사학위논문. 경희대학교. 47쪽.
- 김대신, 양승훈, 김철수. 2009. 꽃자왈지대의 식물상 및 곤충상 조사보고서(Ⅰ)-애월꽃자왈-: 애월꽃자왈의 식물상 및 식생. 환경자원연구원 한라생태환경연구부. 19-46쪽.
- 김동원, 이진원, 유정철. 2010. 붉은머리오목눈이(*Paradoxornis webbiana*)의 중내탁란. 한국환경생태학회지 24(4): 345-350.
- 김동원. 2006. 붉은머리오목눈이 *Paradoxornis wevianus*의 알 인식 능력과 탁란에 대한 방어기작. 경희대학교 대학원 석사학위청구논문.
- 김동원. 2009. 봄철 하태도의 조류 번식 및 이동 양상. 한국조류학회지 16(2): 93-106.
- 김상진, 이두표. 2007. 농촌지역에서 서식하는 집비둘기(*Columba livia*)의 번식생태. 한국조류학회지 14(2): 127-134.
- 김영호. 강희만, 강창완, 김은미, 김화정, 지남준, 장용창, 오홍식. 2010. 봄철 마라도의 조류상. 한국조류학회지 17(1): 27-35.
- 김완병, 김은미, 김병수, 오홍식, 김원택. 2004. 제주도 돈내코와 한남리 시험림의 조류상. 한국조류학회지 11(1): 33-39.
- 김완병, 오홍식, 김병수, 김원택. 2009. 제주도에서 흑로(*Egretta sacra*)의 번식성

- 공울과 실패요인. 한국조류학회지 16(1): 1-9.
- 김완병. 2008. 마라도의 조류상. 2008마라도학술조사보고서. pp. 71-85.
- 김완병. 2010. 제주도에 서식하는 흑로 *Egretta sacra*의 번식생태와 관리방안. 제주대학교 대학원 박사학위 청구논문.
- 김완병, 김영호, 오홍식. 2011. 제주도의 조류목록. 한국조류학회지 18(1): 93-113.
- 김인규, 함규황. 2001. 제비(*Hirundo rustica*)의 번식생태에 관한 연구. 한국조류학회지 8(1): 1-9.
- 김정수. 2002. 해오라기의 생태와 체내 중금속 축적에 관한 연구. 경희대학교대학원 석사학위논문.
- 김주필, 유정선, 김병우. 2002. 원색한국거미도감. 아카데미서적. 519쪽.
- 김진한, 박진영, 이정연, 유병호, 이길철. 1999. 철새 이동 경로 및 渡來棲息調査. 국립환경연구원보 21: 63-80.
- 김창희, 강종현, 이윤경, 김도원, 서재화, 김명진. 2010. 제2차 전국자연환경조사 결과 분석을 통한 멸종위기조류의 국내분포현황. 한국조류학회지 17(1): 67-137.
- 김창희. 1996. 탁란자와 숙주간의 행동학적 특성: 뺨꾸기 (*Cuculus canorus*)와 붉은 머리오목눈이(*Paradoxornis webbiana*). 한국조류학회지 3(1): 51-57.
- 김창희. 1997. 찌르레기 *Sturnus cineraceus*의 중지점령과 종내탁란. 한국조류학회지 4: 27-34.
- 남상호. 1996. 원색도감 한국의 곤충. 교학사. 519쪽.
- 박행신. 1998. 제주의 새. 제주대학교 출판부. 344쪽.
- 박헌우. 2003. 한국에서 검은머리갈매기의 번식생태특성 및 보전방안. 교육학박사학위 논문. 한국교원대학교.
- 백운기, 함규황. 1994. 한국산 박새 *Parus major* 소리에 관한 연구. 한국조류학회지 1: 25-33.
- 백운기. 1994. 한국산 박새 *Parus major* 소리(song)의 변이에 관한 연구. 경남대학교 대학원 박사학위논문.
- 백충렬, 김진희, 박예라, 조삼래. 2007. 딱새(*Phoenicurus aureus*)의 번식생태에 관한 연구. 한국조류학회지 14(1): 23-30.
- 백충렬, 오수길, 조삼래. 2008. 천연기념물 매(*Falco peregrinus*)의 번식생태에 관

- 한 연구. 한국조류학회지 15(2): 117-123.
- 송시태, 고기원, 윤선. 1996. 제주도 지하수의 함양과 오염에 영향을 미치는 습골 구조와 꽃자왈 지대에 관한 연구(1). 대한지하수토양환경학회 68-69.
- 송시태, 윤선. 2002. 제주도 꽃자왈지대의 용암, 1 : 조천-함덕 꽃자왈지대. 대한지질학회지 38(3): 377-389.
- 신유향. 1991. 한국나비도감. 아카데미서적. 363쪽.
- 영산강유역환경청. 2006. 남도의 멸조위기 야생 동·식물. 시보출판사. 203쪽.
- 영산강유역환경청. 2009. 제주의 삼광조·팔색조 이야기. 도서출판 한그루. 90쪽
- 오홍식, 김병수, 김완병. 2002. 한라산의 조류군집에 관한 연구. 한국조류학회지 9(2): 85-104
- 오홍식, 김창부, 김병수, 김완병, 정충덕, 박행신. 2000. 濟州島의 棲息하는 까치 *Pica pica sericea* 繁殖生態 및 分布. 한국조류학회지 7(2): 63-75.
- 오홍식, 한상현, 강소연, 강택중, 김병수, 이정연, 김태규, 박수곤, 김태욱, 장민호. 2010. 제주도 한라산에 설치한 인공소상을 이용하는 조류 현황에 대한 분자유전학적 연구. 한국조류학회지 17(3): 197-204.
- 우용태. 2009. 새 이름의 유래와 잘못된 이름 바로잡기. 경성대학교 조류관. 74쪽.
- 우한정, 윤무부. 1989. 원색한국조류도감. 아카데미서적. 564쪽.
- 이영노. 1996. 한국식물도감. 교학사. 1237쪽.
- 이우신, 구태희, 박진영. 2000. 한국의 새. LG상록재단. 384쪽.
- 이종구, 정옥식, 이우신, 박종여, 강상호, 하기호, 박창권. 2007. 지리산 지역에서 곤줄박이의 알 크기와 한배 산란수의 변화. 한국임학회지 96(1): 77-82.
- 이진원. 2002. Egg Color Dimorphism of Vinous-throated Parrotbills *Paradoxornis webbianus* and Brood Parasitism by Cuckoos *Cuculus canorus*. 경희대학교 대학원 석사학위청구논문.
- 이한수, 백운기. 2001. 새로 개정된 세계 보호종 현황에서 한국과 관련된 항목 요약. 한국조류학회지 8(1): 63-69.
- 임양재, 백광수, 이남주. 1991. 한라산의 식생. 중앙대학교출판부.
- 장민호. 2011. 한국산 출장지뱀 *Takydromus wolteri*의 본진과 관리에 관한 연구. 제주대학교 대학원 박사학위논문.

- 정훈, 김은지, 권영수. 2010. 검은머리갈매기의 둥지방어를 위한 음성신호 분석. 한국조류학회지 17(4): 349-2010.
- 제주도. 1995. 제주어사전. 대영인쇄소. 625쪽
- 제주도. 1997. 제주도 중산간지역 종합조사. 제주도. 716쪽
- 제주도. 한라산생태문화연구소. 2006 한라산의 하천. 343쪽.
- 제주특별자치도 한라산연구소. 2007. 한라산 데이터 북. 236쪽.
- 제주특별자치도, 사단법인 제주야생동물연구센터, 국립산림과학원 난대산림연구소, 제주지역환경기술개발센터. 2010. 제주조류도감. 도서출판 한그루. 464쪽.
- 제주특별자치도. 2010. 제주특별자치도 통계연보. 재승인쇄정보출판사. 668쪽.
- 조삼래, 강종현. 2002. 흰물떼새 *Charadrius alexandrinus*의 음성구조 및 의미 분석. 한국조류학회지 9(1): 1-11.
- 조중현. 2009. 조류학사전. 강원도민일보사. 305쪽
- 채희영. 1997. 다른 두 서식지에서 섬참새 *Passer rutilans*의 번식생태. 한국조류학회지 4(1): 47-54.
- 최태영, 박종화. 2005. 설악산 국립공원의 산양 보호구역 설정기법에 관한 연구: 서식지 적합성 모형, 서식지 수용능력, 최소 존속 개체군 이론을 이용하여. 한국조류학회지 32(6): 23-35.
- 한국조류학회. 2009. 한국 조류 목록. 한림원. 132쪽.
- 한봉호, 김종엽, 최인태, 이경재. 2007. 제주도 동백동산 상록활엽수림의 식생구조. 한국환경생태학회지 21(4): 336-346.
- 한상희, 남동하, 구태희. 2001. 쇠백로 *Egretta garzetta*와 해오라기 *Nycticorax nycticorax*의 繁殖生態 比較. 한국조류학회지 8(1): 35-45.
- 홍길표. 1996. 한국산 박새 *Parus major*소리의 구조적 특징과 지리적 변이. 경남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 환경부. 2005. 야생동·식물보호법(법·시행령·시행규칙).
- 환경부. 2009. 멸종위기야생 동·식물 화보집(개정판). 환경부. 249쪽
- 中村登流, 中村雅彦. 1995. 原色日本野鳥生態圖鑑 陸鳥編. 保育社, 大阪.
- 日本鳥類學會. 2000. 日本鳥類目錄改訂 第6版. 日本鳥學會. 帶廣.

- Akiyama Y. 1968. The breeding biology of *Terpsiphone atrocaudata atrocaudata*. Bull. Inst. of Natural Educ., Shiga Heights (Shinshu Univ.) 7: 65–70.
- Bibby C. J., N. D. Burgess and D. A. Hill. 1992. "Bird Census Techniques". Academic Press. London. 257pp.
- Brazil M. 2009. The Birds of East Asia. Black Publishers Ltd. pp. 302–303.
- Brook M. de L. and N. B. Davies. 1987. Recent changes in host usage by cuckoos *Cuculus canorus* in Britain. Journal of Animal Ecology 56: 873–883.
- Currie D., R. Bristol, J. Millett, and N. J. Shah. 2003a. The distribution and population of Seychelles Black Paradise–flycatcher *Terpsiphone corvina* in La Digue: Implications for conservation and translocation. Bird conservation International 13: 307–318.
- Currie D., R. Bristol, J. Millett, M. Hill, U. Bristol., S. J. Parr and N. J. Shah. 2003b. Habitat requirements of the Seychelles Black Paradise Flycatcher *Terpsiphone corvina*: a re–evaluation of translocation priorities. Blackwell Oxford Royaume–Uni. 145(2): 624–636.
- del Hoyo, J., A. Elliott and D. Christie. 2006. Handbook of the birds of the world Vol. 11. Old World Flycatchers to old world warblers. Lynx Edicions, Barcelona.
- Filliater T. S., R. Breitwitch. 1997. Nestling provisioning by the extremely dichromatic Northern Cardinal. Wilson Bull 109: 145–153.
- Gill F. B. 1994. Ornithology. W. H. Freeman and Company, New York. pp. 234–235
- Hamilton W. J. III and G. H. Orians. 1965. Evolution of brood parasitism in altricial birds. The condor 65(5): 361–382.
- Hebert P. D. N., M. R. Stoweckle, T. S. Zemplak and C. M. Francis. 2004. Identification of birds through DNA barcodes. PLoS Biology 2: e312.
- Higuchi H. 1998. Host use and egg color of Japanese Cuckoos. In: Rothstein

- SI & Robinson SK (eds) Parasitic birds and their host—Studies in coevolution—. Oxford University Press, Oxford. pp. 80–93.
- IUCN. 2008. 2008 Red List of Threatened Species. Available at: <http://www.iucnredlist.org>.
- Jahn D. P., D. S. Kobe. 1939. Zur Biologie des japanischen Paradiesfliegenschnappers *Terpsiphone atrocaudata*(Eyton). Jpn. J. Ornithology 87(2): 216–223.
- Johnson E. J., L. B. Best. 1982. Factors affecting feeding and brooding of Grey Catbird nestlings. Auk 99: 148–156.
- Kerr K. C. R., M. Y. Stoeckle, C. J. Dove. L. A. Weigt, C. M. Francis and P. D. N. Hebert. 2007. Comparative DNA barcode coverage of North American Birds. Molecular Ecology Notes 7: 535–543.
- Kim Y. H., H. S. Oh, Y. C. Jang, S. S. Choi. 2010. Nest environment selection of Black Paradise Flycatcher(*Tersiphone atrocaudata*). Kor. J. Ornithology 17(1): 11–19
- King B. 2005. The taxonomic status of the three subspecies of *Cuculus saturatus*. British Ornithologists' Club 125(1): 48–55.
- Leffelaar D, R. J. Robertson. 1986. Equality of feeding roles and the maintenance of monogamy in tree swallows. Behav. Ecol. Sociobiol 18: 199–206.
- Ligon J. D. 1999. The evolution of avian breeding systems. Oxford University Press, Oxford.
- Machteld N. V., E. Etman, C. van Heijningen, M. van der Linden and C. ten Cate. 2007. Song discrimination learning in zebra finches induces highly divergent responses to novel songs. Proc. R. Soc. B 274: 295–301.
- McCauley E., W. G. Wilson and A. M. de Roos. 1993. Dynamics of age-structured and spatially structured predator-prey interactions: Individual-based models and population-level formulations. The

- American Naturalist 142(3): 412–442.
- Ministry of Environment, UNDP/GEF Wetland Project. 2009. Korean red data book—and Invasive species in Korea. Ministry of Environment. 76pp.
- Mizuta T. 1998. The Breeding Biology of the Black Paradise Flycatcher *Terpsiphone atrocaudata*. Jpn. J. Ornithology 47: 25–28.
- Mizuta T. 2005. Parental care behavior in the monogamous, sexually dimorphic Madagascar paradise flycatcher: sex differences and the effect of brood size. Ecol Res 20: 547–553.
- Nakamura H. 1990. Brood parasitism by the Cuckoo *Cuculus canorus* in Japan and the start of new parasitism on the Azure-winged Magpie *Cyanopica cyana*. Jpn. J. Ornithology 39: 1–18.
- Park S. R., D. S. Park. 1997. Acoustic communication of the Black-tailed Gull (*Larus crassirostris*): the structure and behavioral context of vocalizations. Korean Journal of Biological Sciences 1: 565–569.
- Park. H. Y., H. S. Yoo, G. J. Kim. 2011. New DNA barcodes for identification of Korean birds. Genes & Genomics 33: 91–95.
- Paul L. Hooper, Geoffrey F. Miller. 2008. Mutual Mate Choice Can Drive Costly Signaling Even Under Perfect Monogamy. Adaptive Behavior 16(1): 53–70.
- Ronald J. Brooks, J. B. Falls. 1975. Individual recognition by song in White-throated Sparrows. I. Discrimination of songs of neighbors and strangers. Canadian Journal of Zoology 53: 879–888.
- Rosa S. M., M. T. Murphy. 1994. Trade-offs and constraints on Eastern Kingbird parental care. Wilson Bull 106: 668–678.
- Rothstein S. I. 1975. Evolutionary rates and host defenses against avian brood parasitism. The American Naturalist 109: 161–176
- Rothstein S. I. 1990. A model system for coevolution: Avian brood parasitism. Annual Review of Ecology and Systematics 21: 481–508.

- Saiki M. 2006. The breeding habitat of the Black Paradise Flycatcher in the Kiyosumi mountains, Chiba Prefecture. *Jpn. J. Ornithology* 55: 18–23.
- Slater P. J. B. 1995. Bird song: Biological themes and variations. Cambridge University Press.
- Suzuki H., Y. Ajioka, K. Takahashi and T. Kurosawa. 2010. The breeding biology and habitat of the Black Paradise Flycatcher *Terpsiphone atrocaudata* at Kotorinomori, Fukushima Prefecture. *Jpn. J. Ornithology* 59: 168–173.
- Thrope W. H. 1961. Bird-song. Cambridge University Press, United Kingdom. 143pp.
- Timothy H. Parker, I. R. Barr and S. C. Griffith. 2006. The Blue tit's song is an inconsistent signal of male condition. *Behavioral Ecology* 1029–1040.
- Tojo H., S. Nakamura and H. Higuchi. 2002. Gape patches in Oriental Cuckoo *Cuculus saturatus* nestlings. *The Ornithology Society of Japan* 1: 145–149.
- Tomback D. F., D. B. Thompson and M. C. Baker. 1983. Dialect discrimination by White-crowned Sparrow: reaction to near and distant dialects. *AUK* 100: 452–460.
- Travis J., W. H. Keen and J. Julianna. 1985. The role of relative body size in a predator-prey relationship between dragonfly naiads and larval anurans. *Oikos* 45: 59–65.
- Wild Bird Society of Japan. 1982. A field guide to the birds of Japan. Illustrations by Takano. pp. 262–263.
- Yasukawa K, J. L. McClure, R. A. Boley, J. Zanolco. 1990. Provisioning of nestlings by male and female Red-winged Blackbirds, *Agelaius phoeniceus*. *Animal Behaviour* 40: 153–166.

감사의 글

시나브로 시간이 흘러 무사히 학위과정을 마치게 되었습니다. 모두 주위 분들이 도움이 있었기에 가능하였습니다. 진심으로 감사드립니다. 먼저 학부 때부터 박사학위까지 곁에서 많은 조언과 격려로 부족했던 저를 이끌어 주신 오홍식 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 바쁘신 과정에서도 기꺼이 시간을 내주시며 논문심사위원장을 맡아주시고 많은 조언을 해주신 김세재 교수님과 논문의 교정을 위해 많은 시간을 내어, 수정해주시고 논문 쓰는 법을 가르쳐 주신 김원택 명예교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한 바쁘신 가운데 논문 심사를 위해 한 걸음에 멀리 제주도로 와주신 호남대학교에서 이두표 교수님과 경희대학교 유정철 교수님께 진심으로 감사드립니다.

학창시절부터 항상 바른길로 인도해 주시고 조언과 격려를 해주신 과학교육과 정충덕 교수님께 감사드립니다. 그리고 많은 조언과 가르침을 주신 이순동 교수님, 임평옥 교수님, 학창시절 대학의 낭만을 가르쳐 주시고 술선수범 이끌어 주신 강동식 교수님, 강영봉 교수님, 언제나 선배로서 많은 조언을 해주시는 이상철 교수님, 그리고 고석태 교수님과 김세현 교수님, 강경희 교수님 특히, 수업에 참여를 못해 도너그럽게 용서해주신 육군사관학교 이남택 교수님 감사합니다. 그리고 행정적으로 지원을 많이 해주신 물리교육 김민성 조교선생님과 생물교육 박병건 조교선생님 진심으로 고마움을 전합니다.

직장에서 졸업논문을 준비할 수 있도록 조언과 격려를 아끼지 않아 주셨던 영산강유역환경청 안연순 청장님을 비롯한 조명현 환경관리국장님, 방종식 유역관리국장님, 송재웅 과장님, 김영근 과장님, 조재선 과장님, 김남중 과장님, 장치승 과장님, 김길성 과장님, 김병천 과장님, 선종이 과장님, 백동섭 과장님, 이남수 과장님, 김영식 과장님, 정계수 과장님, 유종열 과장님, 한용섭 과장님과 좋은 말씀을 많이 해주신 김윤희, 송병화, 민생기 계장님과 항상 도움을 많이 주시고 격려를 해주시는 자연환경과 최종인 계장님을 비롯한 안영택 계장님, 이영남님, 이종관님, 김수진님 그리고 항상 도움을 주시는 신광하님, 정광훈님, 김장주님, 그리고 김소희 누님을 비롯한 많은 영산강유역환경청 직원들 모두에게 진심으로 감사드립니다. 특히 제주

사무소에 근무하면서는 항상 옆에서 챙겨주시고 격려해주시는 현승철 소장님 이하 한상현님, 변창규님, 박수홍님 너무 큰 힘이 되어주셔서 감사합니다. 그리고 환경부에 근무하시는 김태식 서기관님, 이동욱 서기관님, 윤남호 사무관님, 김두형 사무관님, 김준동 사무관님 제주도청으로 가신 강순형님과 김창호님 그리고 항상 형님처럼 챙겨주시는 원주지방환경청 김종삼 형님과 형수님 그리고 조카들, 항상 동생 같은 강권철님, 정년퇴임하신 박한엽 서기관님 진심으로 감사드립니다.

자료를 직접 찾아서 보내주시고 신경을 많이 써주신 국립생물자원관 한상훈 박사님을 비롯한 원창만 박사님, 김진한 박사님, 김화정 박사님, 조영석 박사님, 허위행 박사님 고맙습니다. 그리고 논문에 대해서 많은 조언을 해주시고 격려를 항상 해주시는 국립환경과학원 윤승준 원장님과 박진영 박사님, 최태봉 박사님, 최광희 박사님과 직원분들에게 감사드립니다.

물영아리 습지보호지역에서 많은 도움을 주신 고평렬님, 김혜정님, 유승철님, 강승일님, 물장오리습지보호지역 한일환님, 1100고지습지 강영자님, 동백동산 습지보호지역 김기홍님 감사드립니다. 그리고 제주지역환경기술개발센터 감상규 센터장님, 김병현님, 송승혁님, 김현정님 항상 격려해주시는 선배 조은일 교수님 고마움을 전합니다.

항상 선배처럼 형님처럼 이끌어 주시는 김완병 박사님, 오장근 박사님, 제주민속자연사 박물관 정세호 박사님, 강은실님과 직원분들, 난대산림연구소 김찬수 박사님을 비롯한 직원분들, 한라산연구소 김철수 소장님을 비롯한 직원분들 고맙습니다.

조류조사하면서 많은 도움을 주신 제주야생동물연구센터 강명철님, 강창완님, 강희만님, 김신권님, 김은미님, 이용욱님, 지남준님, 송은정님 등 회원들 모두에게 감사드립니다. 그리고 산과 계곡으로 같이 다니면서 야외 조사에 함께 해주신 장수방 선생님, 논문 수정과 교정에 도움을 주시고 많은 조언을 해주신 장용창 형님과 홍수연 누님께 진심으로 감사드립니다.

찢한 땀냄새를 맡으면 동고동락했던 중요무형문화재 제76호 택견 회원들과 인간문화재 정경화 선생님, 제주전수관 양정호 관장님 그리고 맥택견회 동기인 문권성 항상 형제자매처럼 지내는 맥택견회 동생들 이승제, 강관석, 홍성필, 이성필, 강경필, 양근탁, 송진영, 홍성주, 김태호, 양정보, 성백훈, 김창수, 김성삼, 홍승우, 나명오, 오민정, 송지영, 정승현, 박병구, 김진규, 김용범, 문승일, 원광희, 이해원, 김성

희, 김현정, 고민정, 전현우, 양안숙, 강희선, 백윤정 등 맥택견희 회원들에게 진심으로 고마움을 전합니다.

중요무형문화재 제45호 대금산조 인간문화재 이생강 선생님과 전수조교 이광훈 선생님, 예성국악원 한송유 원장님, 김석중 선생님, 서영이와 석원이를 비롯한 예성국악원 회원님들 감사의 마음을 전합니다. 그리고 학위논문 쓴다고 운동 못가서 안본지 오래된 대성검도관 양태욱 관장님을 비롯한 회원님들 모두에게 미안하고 감사합니다.

유전자분석 및 논문에 대해서 많은 가르침을 주신 한상현 박사님, 박사과정을 같이 하면서 수업과 실험실에서 많은 도움을 주신 남원중학교 고상범 선생님 야외생태조사에 대해서 많은 조언을 주시는 제주여자고등학교 고영민 선생님, 김병수 박사님, 장민호 박사님 허드렛일을 많이 해주고 야외조사를 함께 해준 강택중님, 김동민님, 김태욱님, 박수곤님 양성년님 그리고 생물교육 박사과정에 있는 정상욱님, 김상진님, 신용운님, 양강효 선생님, 고용철 장학사님, 김창건 연구사님 학부생으로 도움을 많이 준 후배 김수영, 한란, 박소진, 오아름, 주상민, 오유경, 조은수, 김훈성, 소원영 항상 감사하고 고맙습니다.

석사 때부터 같이 수업을 받으며 형처럼 잘 챙겨주시는 오현중학교 홍창의 선생님과 최진석 선생님 그리고 교생 때부터 많은 것을 베풀어 주시는 선배 진현숙 선생님, 그리고 과학교육과의 멋진 선배 양태호 선배님, 삼성여고의 김수철 선생님, 미래과학사의 현용재 사장님, 김병진 선배, 장진혁, 최진영, 조창주, 고경환, 김상철, 이대복, 현재곤을 비롯한 과학교육과 동기들 및 선·후배들 모두 도와주셔서 감사합니다.

신안군에서 새를 사랑하고 지킴이를 자칭하시는 고경남님, 이경규님, 대전중앙과학관 백운기 박사님, 유재평 박사님, 진선덕 연구원님, 멀리 신안군 흑산도에서 철새를 연구하면서 고생하시는 철새연구센터 채희영 박사님, 박종길 박사님, 홍길표 박사님, 빙기창 연구원님, 원일재 연구원님, 김성진 연구원님, 남현영 연구원님, 박창욱 연구원님, 조숙영 연구원님 그리고 최창용 박사님, 박용수 박사님 산림과학원 박찬열 박사님, 한국환경생태연구소 이기섭 박사님, 이한수 박사님, 김인규 박사님, 강태한 박사님, 한라산국립공원 신용만님과 직원분들 그리고 정상배 박사님, 제주지질 연구소 강순석 박사님, 제주생태교육연구소 현원학 소장님, 한라동물병원 안민찬

원장님, 국립공원관리공단 정철운 박사님, 자연생태문화체험골 강영식님, 제주도의회 김기삼님, 제주생물종다양성연구소 양경식 연구원님, 제주MBC 강석태님, 변창영님, 김연화님, 김기호님, 현성욱님, 영어 교정을 많이 도와준 장미경님과 강지운님 그리고 김남규님, 학교생활을 재미있게 보낼 수 있도록 도와준 Dr. Li Ying, Mr. Sitaramanjaneya Reddy Guntur 모든 분들께 감사드립니다.

어린 시절을 같이 보낸 내 고향 친구들 무관, 영준, 진수, 성석, 준석, 철휘, 은희, 주형, 경혜, 동현 계돈, 종범, 정현이를 비롯한 고향친구들 모두 고맙고 감사합니다.

그리고 항상 아낌없이 후원을 해 주시는 어머니, 아버지, 누나가족들과 동생들 그리고 삼촌들과 고모님들, 이모님들 항상 부산에 가면 신세지는 외삼촌 가족들 모두에게 감사드립니다.

논문을 완성할 수 있도록 도와주신 모든 분들에게 다시 한 번 고개 숙여 감사드리며, 기대에 부응할 수 있도록 더욱 노력하겠습니다. 감사합니다.

And finally, I am very grateful to Matthew Poll for his valuable criticisms and comments on this study.

2011년 7월

김 영 호 올림