



저작자표시-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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](#)

박사학위논문

멸종위기종 팔색조의 보전생물학적
연구

제주대학교 대학원

생물학과

김 은 미

2014년 8월



목차

List of Tables	i
List of Figures	iii
List of Appendices	vii
ABSTRACT	viii
I. 서론	1
II. 일반현황	5
1. 국내 분포 현황	5
2. 국내 연구 현황	7
3. 국외 연구 현황	10
III. 재료 및 방법	12
1. 개체군 번식 특성	12
2. 번식지 분석	12
2-1. 위성영상	12
2-2. 문헌 자료	13
2-3. 미세번식지	15
3. 피해 실태	16
4. 집단유전학적 구조	18
4-1. 연구 재료	18
4-2. Genomic DNA 추출	20
4-3. 염기서열	20
4-4. 집단유전학적 특성	22
IV. 결과	23
1. 개체군 번식 특성	23

2. 번식지 분석 -----	30
2-1. 위성영상 -----	30
2-2. 문헌 자료 -----	32
1) 팔색조 서식 조건 -----	32
2) 1960년대 해발 1000m이하 지역 팔색조 서식 유무 -----	34
3) 해발 1000m 이상 지역에서 팔색조 서식 유무 -----	34
2-3. 미세번식지 -----	37
3. 피해 실태 -----	45
4. 집단유전학적 구조 -----	56
4-1. 팔색조의 집단유전학적 특성 -----	56
4-2. 팔색조의 <i>COI</i> 과 <i>Cyt-b</i> 유전자의 haplotype network -----	58
 V. 고찰 -----	 61
1. 개체군 번식 특성 -----	61
2. 번식지 분석 -----	63
3. 피해 실태 -----	68
4. 집단유전학적 구조 -----	71
5. 결론 -----	73
5-1. 번식지 보호 방안 -----	73
5-2. 개체군 사망률 감소 방안 -----	74
5-3. 집단유전학적 구조 -----	74
 VI. 인용문헌 -----	 76
 VII. 요약 -----	 85
 Appendices -----	 89

List of Tables

Table 1	The number of breeding pairs of the Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) recorded from 2002 to 2013 in Jeju Island, Republic of Korea-----	9
Table 2	Bibliography that were utilized for comparison of the habitat environment of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) between 1960s and 2000s on Jeju Island -----	14
Table 3	Injury and mortality symptoms and the classification method used for the Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>)-----	17
Table 4	List of samples used for molecular analysis-----	19
Table 5	Primers used for the amplification of mitochondria gene-----	21
Table 6	Landcover changes from 1975 to 2002 as detected using the Landsat MSS & ETM+ Images(unit : ha)-----	30
Table 7	Tree species where the nest of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) were found-----	40
Table 8	Records showing the Fairy Pittas' (<i>Pitta nympha</i>) injury and mortality cases recorded from 2002 to 2012 on Jeju Island, Republic of Korea-----	46
Table 9	Number of variations occurred in <i>COI</i> and <i>Cyt-b</i> genes among the three populations of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) -----	56

Table 10	Tajima's neutrality test for understanding the cause of polymorphism in two gene(<i>COI</i> , <i>Cyt-b</i>)-----	57
Table 11	Slatkin' s linearized <i>Fst</i> test for understanding the genetic differentiation -----	58
Table 12	Distribution of haplotype of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) that inhabited Jeju Island, Korean Peninsula and Taiwan -----	59

List of Figures

Figure 1	The distribution of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) in the Republic of Korea.-----	6
Figure 2	The map of the Northeast Asia including the Republic of Korea and Taiwan where DNA samples of Fairy Pitta were collected.-----	18
Figure 3	A Fairy Pitta calling his breeding partner on a high tree at the end of May to search for a mating partner.-----	23
Figure 4	Temporal distribution of the first egg-laying of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) in Jeju Island.-----	24
Figure 5	Five eggs of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) with irregular purple spots on a white background.-----	25
Figure 6	Chicks hatched on June 23 2009 at Hannam-ri, Namwon-eup, and Seogwipo city.-----	26
Figure 7	A chick leaving the nest was observed on 8 th August, 2006 at Hogeundong, Seogwipo city.-----	27
Figure 8	Staying time per day for feeding on nest.-----	27
Figure 9	Diets supplied to chicks during breeding season (from the middle of June to the end of August) on Jeju Island.-----	28
Figure 10	Parents collected earthworms, which is the greatest part of a chick's diet.-----	29

Figure 11	Landcover classification of Jeju Island in 1975 (above) and 2002 (below) based on Landsat MSS & ETM+ Images.-----	31
Figure 12	Comparative photos of the same view from Suack-kyo located at the southern slope of Mt. Halla, which had been taken at different time.---	32
Figure 13	The environmental habitat of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>).-----	33
Figure 14	Dense canopy layer of the forest where Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) utilized as their habitat. ---	33
Figure 15	Vegetation and land use in areas with less than 1,000 m(above the sea level) on Jeju Island in 1960s(Park, 1968; Cha, 1969).-----	34
Figure 16	Vegetational characteristics of the areas with more than 1000m (above sea level) in 1960s(Oh, 1968; Woo, 1968; Cha, 1969).-----	35
Figure 17	Vegetation of Mt. Halla (above 950m asl) (Cha, 1969).-----	36
Figure 18	Recorded observation of the Fairy Pitta's habitat in 1960s and the present habitat based on the elevation.-----	37
Figure 19	Nest support materials used by Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) on Jeju Island.-----	38
Figure 20	Location of the nest as shown in the photos. --	39
Figure 21	Height of the nest which were measured from ground to the nest entrance. -----	41

Figure 22	Nest and the forest inhabited by Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) which was observed at valley located at Hawon-dong, Seogwipo city.-----	42
Figure 23	Nest and the forest inhabited by Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) which was found at Cheongsu-ri, Hangeong-myeon, Jeju city.-----	42
Figure 24	A typical oval-shaped nest of the Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) in which the upper part was composed by moss and underpart was formed by various branches.-----	43
Figure 25	The nest of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) in which the upper part was composed by Japanese cedar's branches.-----	44
Figure 26	Setting place for eggs stacked by dried windlestraw and pine needles not feather for drainage.-----	44
Figure 27	Locations of reported death or injury cases of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) between 2002 to 2012 in Jeju Island, Republic of Korea.-----	49
Figure 28	Number of injury and mortality of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) per year from 2002 to 2012.---	50
Figure 29	Survival rate of rescued and surveyed Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) in Jeju island, Republic of Korea.-----	50
Figure 30	Cause of injury and mortality on Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) from 2003 to 2012. -----	51

Figure 31	Percentage of injury and mortality symptoms on Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) from 2002 to 2012.-----	51
Figure 32	Number of injury and death case of the Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) recorded per month.-----	52
Figure 33	Number of injury and death case of the Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) recorded in the different locations.-----	53
Figure 34	Number of injury and death case of the Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>) recorded based on age.-----	53
Figure 35	Percentage of the natural enemies which plundered eggs and chicks in the nest or prey the adults during migration and breeding season.-----	54
Figure 36	A photo showing the Peregrine Falcon (<i>Falco peregrinus</i>) which is natural enemy of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>).-----	55
Figure 37	Haplotype network on <i>COI</i> (left) and <i>Cyt-b</i> gene (right) of Fairy Pitta (<i>Pitta nympha</i>).-----	60

List of Appendices

Appendix 1 Mitochondrial *COI* gene sequence of *Pitta nympha* – 89

Appendix 2 Mitochondrial *Cyt-b* gene sequence of *Pitta nympha* – 105

ABSTRACT

Recently, Jeju Island was recognized as the largest breeding place of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) in Korea, however there are only few studies on the distribution and ecology of this species. The maintenance or increase of endangered species' population are important for species preservation, thus understanding their breeding mechanism, breeding site and genetic structure are necessary. The size of Fairy Pitta population is influenced by habitat environment, natural enemy, artificial things, and genetic diversity. In this study, the changes in the habitat environment were investigated by comparing Landsat satellite images and existing literature from 1970s' to 2000s'. Also, the causes of injury and mortality of Fairy Pitta were investigated. Finally, the genetic structures of Fairy Pitta's population that inhabited Jeju Island, Korean Peninsula and Taiwan were compared using mitochondria *COI* and *Cyt-b* genes.

1. Characteristic of population breeding

The Fairy Pitta arrived at the breeding site at the end of May and as soon as they arrived, the male wandered for the breeding site and made a sound to find its mate and defend its territory. Egg-laying was observed in early June, with the earliest egg recorded on June 1, 2012, while the last egg-laying was recorded on July 23, 2007. Most of the egg-laying or approximately 68% occurred in the month of June. The most frequent clutch size was 5(46% of the clutches found) and the mean for 97 clutches was 4.5 (± 0.83) eggs (range: 3-6). The mean clutch size on the tree (4.0 ± 0.63) was lower as compared on the rock(4.8 ± 0.75). It was observed that the Fairy Pitta incubated for 13 - 14 days and the nestlings were fed for 13 - 14 days. Earthworms were the most common food for nestlings, averaging 82% of all the food items. In this study, it was observed that the breeding success (i.e.,

eggs laid giving rise to fledged young) of the Fairy Pitta was approximately 41.9%.

2. Characteristic of breeding site

The altitude range of the habitats which Fairy Pitta inhabited in 1960s is different from today's habitat in Jeju Island. The habitat environment was investigated in this study to understand the cause of the changes by comparing the satellite image data (Landsat) between 1975 and 2002 and literatures on Fairy Pitta's habitats, vegetations and forest landscapes. At present, Fairy Pitta mainly inhabited in forest areas with below 600 asl(above sea level), which was massively pastured before that had small isolated forests in the nearby valley. These forests had broad-leaved evergreen forests, and the secondary forests had a poor condition in terms of size and forest structure. The forests with 700m asl were also a secondary forests with trees having approximately 3m height. The forests from 800m to 1300m asl were also disturbed due to the mushroom cultivation conducted by the local people. It was also observed that the Fairy Pitta could not inhabited in the areas with more than 1300m asl due to the poor forest conditions in terms of size and structure which consist of *Ilex crenata*, *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* and coppice forests. Therefore, it might be possible that the best forests habitat for the Fairy Pitta in 1960s were located in areas with 1,000m to 1,300m asl. In comparison to present habitats, the sizes of the habitats before were smaller having a lesser population of Fairy Pitta in the forests with 100m to 800m asl. However, due to the successful improvement of the forest landscape in Jeju Island since 1960s, the population of Fairy Pitta increased. In the analysis of the breeding sites, 39 of the total 70 nest were found on rock, while 28 were found on the trees which mostly were evergreen broad-leaved

trees (86%), and 3 were found on the incline. Nests were found between 0.8m and 4.6m high, with the 74% of the nests were located at heights between 1 to 3m. Mean distance from the edge of valley to nest support on the rocks was different as compared to the trees. The nests were characterized to have dorm shape, and most of them were oval. To protect the Fairy Pitta and their habitats in Jeju Island, it is suggested that sustainable forest management that focuses on the species composition and stand structure that protects and enhances the biodiversity must be implemented.

3. Causes of injury and mortality

The Fairy Pitta (*Pitta nympha*) is considered as an internationally threatened species, but there is a little quantitative information on threats in breeding areas of this species worldwide as well as in Korea. This study examined the causes of injury and mortality of Fairy Pittas in Jeju Island, Korea from 2002 to 2012. A total of 30 cases which mainly occurred from the month of May to July were observed. The identified causes of injury and mortality were predation (11 cases, 36.7%), and window strike (11 cases, 36.7%), followed by car accidents (three cases, 10.0%), natural disasters (floods; two cases, 6.7%), dehydration (two cases, 6.7%), and human disturbances (one case, 3.3%). The most affected age class was after hatch year (AHY) birds (18 cases, 60.0%) followed by eggs (eight cases, 26.7%), raising a conservational concern that the high injury and mortality rate during AHY may reduce effective population size of Fairy Pittas in Jeju. Particularly, buildings which are located in forests significantly threatened Fairy Pittas. Therefore, mitigation and conservation measures such as window strike prevention, regulations of new building and road construction in key forests, control of corvid predators, and human

disturbance reduction should be considered in Jeju Island, which is the most important breeding areas of the Fairy Pitta in Korea. In conclusion, in addition to the known threats to Fairy Pitta populations including habitat loss and lowland deforestation, the results of this study suggest that human-related mortality, including window strikes and traffic accidents as well as predation may adversely and significantly affect the survival of individual Fairy Pitta, raising new conservation concerns in human-dominated environments.

4. Population genetic structure

A Fairy Pitta is a bird known to breed only in mainland China, Taiwan, Japan and Korea and is listed as Vulnerable in the IUCN Red List. This study was carried out to analyze the DNA in order to contribute in the conservation of the genetic diversity of Fairy Pitta. A total of 34 samples were collected in Jeju Island, the Korean Peninsula and Taiwan from 2004 to 2013. The DNA was extracted from them and several sequences were amplified through PCR and the population genetic analysis was then performed. Results showed that there was a transversion between nucleotide sequences at *COI* gene, while there was no changes at *Cyt-b* gene. It was confirmed that the polymorphism from two genes was caused from genetic drift and not from selection. Through this analysis, the group within the Korean Peninsula was found higher than the other two groups based on the analysis of *COI* gene, and the group from Taiwan was found higher than other two groups through the analysis of *Cyt-b* gene. The population genetic structure of mitochondria gene of three groups showed that the *COI* gene had 5 haplotypes and *Cyt-b* gene had 6 haplotypes. Haplotype 2 in *COI* gene was found in the three groups and many individuals samples had this haplotype. Like *COI* gene, haplotype 2 in *Cyt-b* gene was found in

three groups and was found in plenty of individuals. It was also observe that the other haplotypes did not overlap among the three groups or other haplotype was not found in other groups. To prevent the Fairy Pitta from extinction and to obtain the genetic diversity, a more comprehensive study is needed that will compare the result of this study with other regional group such as Japan, China and additional research in the non-breeding area must also be conducted.

I. 서론

팔색조는 분류학상 참새목 팔색조과에 속하는 조류로 1850년 네덜란드 학자에 의해 처음 보고되었다(Monroe와 Sibley, 1993). 과거 팔색조는 Indian Pitta(*Pitta brachyura*)와 동종으로 취급되었으나 깃털과 형태 그리고 소리에서 분명한 차이를 보여 현재는 별개의 종으로 취급된다(Lambert와 Woodcock, 1996). 제주도를 포함한 한국, 중국, 대만, 일본 등에서 번식하고 비번식기를 보르네오에서 지내는 조류로, 팔색조과에 속하는 조류는 전 세계적으로 30종이 분포하고 있으나 팔색조만이 동북아시아에서 번식하는 유일한 팔색조과의 조류이다(Lambert와 Woodcock, 1996; Erritzoe와 Erritzoe, 1998; Brazil, 2009; Lok 등, 2009). 이러한 분포권의 제한으로 인해 멸종위기에 취약하고 19세기와 20세기동안 급격한 서식지 상실로 인해 전세계적으로 2500마리에서 10000마리 정도의 개체가 생존해 있는 것으로 추정되고 있으며 IUCN(International Union for the Conservation of Nature)이 발행하는 Red Data Book에 멸종위기 취약종(VU)으로 등재되어 있다(BirdLife International, 2001, 2013). 최근 몇 년 동안 각 국가마다 팔색조에 대한 생태, 분포, 서식환경에 대한 연구가 진행되었고 이를 통해 보호대책을 마련하고 있으며(Lin 등, 2007a, 2007b; Kim 등, 2012) 서식지로 알려진 국가 간의 국제협력의 필요성이 대두되고 있는 실정이다(Wilkie, 2008).

우리나라에서 제주도는 최근 팔색조의 최대번식지로 알려지면서 팔색조의 서식지로서 그 중요성을 인정받고 있으나 아직까지 팔색조에 대한 연구는 분포나 생태의 일부가 밝혀졌을 뿐이다. 멸종 수준에 속하는 생물인 경우 개체군의 유지나 증가는 종 보전을 위해 중요하며 개체군 변화에 영향을 미칠 수 있는 요인에 대한 연구는 필수적이다. 팔색조의 개체군 변화는 서식환경, 천적, 인공구조물, 유전적 다양성 등과 같은 요인에 의해 영향을 받는다. 서식환경의 변화는 대규모적으로 개체군의 변화를 야기하며 개체군의 회복을 위해 장기간이 소요되고 천적이나 인공구조물 등은 소규모적인 개체군 변화를 발생시킨다. 개체군 내의 유전적 다양성이 훼손될 경우 종의 절멸을 일으켜 개체군의 회복이 불가능한 상황

에 놓이기도 한다.

제주도에서 팔색조에 대한 첫 기록은 1918년 한라산 남측사면에서 채집한 결과를 보고한 것이다(黑과 森, 1918). 팔색조의 관찰지정보가 구체적으로 언급된 것은 1927년 관음사 부근에서 팔색조의 소리를 들었다는 보고이며(森, 1928) 이후에 30년 동안 팔색조의 서식지 정보를 알 수 있는 조사나 기록은 없었다. 1960년대 팔색조에 대한 보고가 이루어졌으며 영실기암(남사면)을 중심으로 해발 1,200m에서 해발 1,600m 일대까지 관찰되었다고 보고하였고(김, 1964), 한라산 해발 1,000m에서 1,200m부근에 번식한다고 보고된 바 있다(원, 1968). 최근 조사에서는 팔색조가 해발 100m에서 해발 800m까지 분포하는 것으로 나타났으며 해발 900m 이상에서는 번식하지 않았다는 보고가 있다(김 등, 2003). 지금까지 팔색조에 대한 기록을 살펴보면 1960년대와 현재 팔색조가 관찰되는 해발고도에 큰 변화가 있었음을 알 수 있다. 이러한 변화는 과거 수행된 조사가 미흡하여 서식지가 누락되었을 가능성도 배제할 수 없지만 서식환경의 변화에 기인하였을 가능성이 크며 1960-70년대와 현재의 산림경관 파악을 통해 그 원인을 찾을 수 있을 것이다. 따라서 제주도에서 번식지 변화는 1960년대와 2000년대를 비교해 봄으로서 파악하였다. 1960년대와 2000년대를 비교함과 더불어 추가적으로 현재 번식지에 대한 정보를 정리하였다.

팔색조는 여름에 번식하기 위해 찾아오는 여름철새로, 봄철에 보르네오 등지에서 출발하여 5월 중하순에 제주도에 도래한다(김, 2006). 팔색조는 이동하는 과정에서 매 등의 천적에 노출되어 잡아먹히고 번식시기에는 큰부리까마귀, 누룩뱀 등에 동지가 약탈당하기도 한다. 또한 인위적인 요인에 의해 사망하기도 하는데, 현재 교통량 증가에 따른 야생동물의 차량충돌 사고, 환경오염에 의한 각종 오염물질 중독사고 등에 의한 야생동물의 부상 사례가 계속 늘고 있고(한국야생동물보호협회, 2002) 자연 상태에서 먹이 사슬의 유지과정에서 사망하거나 부상을 당하는 것이 아니라 교통사고, 감전사, 유리창충돌 등 인위적인 구조물과의 충돌사고로 인하여 부상당하거나 사망하는 사례가 증가하고 있으며(Avery 등, 1978) 팔색조 또한 예외는 아니다. 현재 팔색조의 개체군 변화에 영향을 미치는 주요 요인인 천적, 인공구조물 등에 대한 피해실태를 점검, 분석하였다. 최근 자연환경에 대한 관심이 증대되고 있고, 특히 특정종이 가지고 있는 낮은

유전적 다양성은 종의 절멸에 있어 중요한 요인으로 작용한다고 알려져 있는데 (Frankham, 1997), 우리나라에서 천연기념물로 지정되어 있는 팔색조는 현재 대만에 500개체 이상이 생존해 있는 것으로 나타났고(Ko 등, 2009) 우리나라에서는 제주도의 60쌍을 포함하여(김, 2006) 약 200개체 정도 관찰되고 있으나 일본은 이미 서식지 파괴로 인해 희귀해진 상태이고 최대 개체수가 생존해 있을 것으로 파악되는 중국인 경우 구체적인 연구가 이루어지지 않았으며 서식지가 급속도로 파괴되고 있다고 추정되고 있다(Lin 등, 2008). 미국 메사추세츠에서 1800년대 초반까지만 해도 수 만 마리가 생존해있던 Heath Hen(*Tympanuchus cupido cupido*)는 1890년대 불과 200개체로 감소하였고 (Gross, 1928; Johnson 과 Peter, 2006) 유전적 다양성이 낮아지면서 100년도 안 되는 사이에 절멸에 이르렀다(Johnson와 Peter, 2006). 유전적 다양성이 낮아진 집단은 집단의 규모가 작아졌을 때 절멸되기 쉽다(Newman와 Pilson, 1997; Reed와 Frankham, 2003; Spielman 등, 2004). 따라서 개체수가 일정 수준 이하가 되면 개체군의 감소는 더욱 빠르게 진행된다. 과거에는 형태적 및 생화학적 특성에 의하여 유전적 다양성을 평가하여 왔으나 이러한 평가방법은 유전적 특성이 가까운 근연종간에는 사용이 매우 제한적이며, 대상형질이 환경의 영향을 받기 때문에 다양성의 평가가 어려운 실정이다(Chen과 Nelson, 2004). 집단유전학은 같은 종들의 개별 생물체가 모여 있는 집단의 유전적 구성을 연구하는 것으로 집단의 유전적 구성이 시간과 지리적 공간에서의 변화에 따라 어떻게 변하는가에 관심을 갖는다. 팔색조의 번식지는 동북아시아에 한정되어 있고 번식지의 제한은 잠재적으로 낮은 유전적 다양성이나 파편화된 유전자 구조를 형성할 수 있으며 현재 대만이나 중국 등 대규모 서식지가 파괴되고 있다 (Wilkie, 2008; Lin 등, 2008). 이동지 혹은 번식지 그리고 월동지에서 피해를 받고 있어(김 등, 2013; BirdLife International, 2001) 개체수의 감소가 지속적으로 진행되고 있다면 팔색조의 유전적 구조가 지역 간에 상당히 분화되어 있을 것으로 예상된다. 따라서 지역 집단 간의 분화가 실제로 이루어졌는지 그리고 그 정도는 어떠한지를 파악함으로써 앞으로 팔색조 개체수의 감소로 인한 유전적 다양성의 훼손에 대처할 방안을 찾는 데 필수적인 연구라고 할 수 있다.

본 연구에서는 첫째, 팔색조의 번식생태를 살펴보고 둘째, 과거 팔색조 관찰기

록을 중심으로 1970년대와 최근에 가까운 Landsat 위성영상을 비교하여 산림의 변화를 살펴보고 문헌조사를 통해 서식환경의 변화를 검증하고 현재 번식지 특성을 살펴보았다. 이를 통해 산림 및 토지이용 변화가 팔색조 개체군의 변화에 어떠한 영향을 주며 식생 변화에 따른 팔색조의 서식유무를 예측하는데 필요한 자료를 제공하고, 셋째, 현재 개체군의 변화에 영향을 미치는 요인 중 천적, 인공 구조물 등에 의한 제주도에서 팔색조의 피해실태를 파악하여 피해를 최소화할 수 있는 방안을 마련하고, 마지막으로 팔색조의 미토콘드리아에 존재하는 두 개의 유전자상에서 분자적인 다양성 규명을 통하여 번식지인 제주도, 한반도, 그리고 대만에 서식하는 팔색조 개체군의 유전학적 구조를 분석하여 미래에 발생 가능한 개체군의 변화를 예측함으로써 팔색조 서식지 및 종 보호를 위한 보전생물학적 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 일반 현황

1. 국내 분포 현황

2000년대 이전에는 팔색조의 국내 분포에 대한 자료는 거의 없었고 단지 20쌍 미만의 팔색조가 번식하고 있다는 기록이 있을 뿐이었다(Collar 등, 1994; UNEP와 WCMC, 2009). 2000년대 이후 제주도에서 60쌍이 번식한다는 보고가 있었고(김, 2006), 김 등(2010)은 전국자연환경조사에서 국내에서 팔색조가 11회의 관찰기록이 있으며 1회 관찰시 1-5개체가 확인되었다고 보고하였다. 그리고 사진작가나 지역의 조사자들에 의해 단편적이고 개인적인 기록들이 있으며 이들 기록들에서 최근에는 내륙지역에서 팔색조의 번식이 이루어지고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 2000년대 이후에 팔색조의 기록들을 정리한 결과를 보면 이동시기에 중간기착지에서 확인된 개체들(전라남도 흑산도, 제주도 마라도, 문섬, 보론섬 등 4개체)까지 포함하여 국내에 222개체에서 249개체가 서식하는 것으로 확인되었다. 16개의 지역(8도, 8개 광역시) 중 9개 지역(7도, 2개 광역시)에서 팔색조의 번식이 확인되었다. 즉, 경기도에서 2개체, 강원도에서 3개체 충청남도에서 4개체, 대전에서 2개체, 전라북도에서 2개체, 전라남도에서 25개체에서 37개체, 경상남도에서 48개체에서 56개체, 부산에서 12개체에서 19개체, 제주도에서 120개체 등이었다(Figure 1). 대부분 팔색조는 제주도를 포함하여 전라남도, 경상남도 등 다수의 섬이 분포하는 남부지역에 집중되어 있었다.

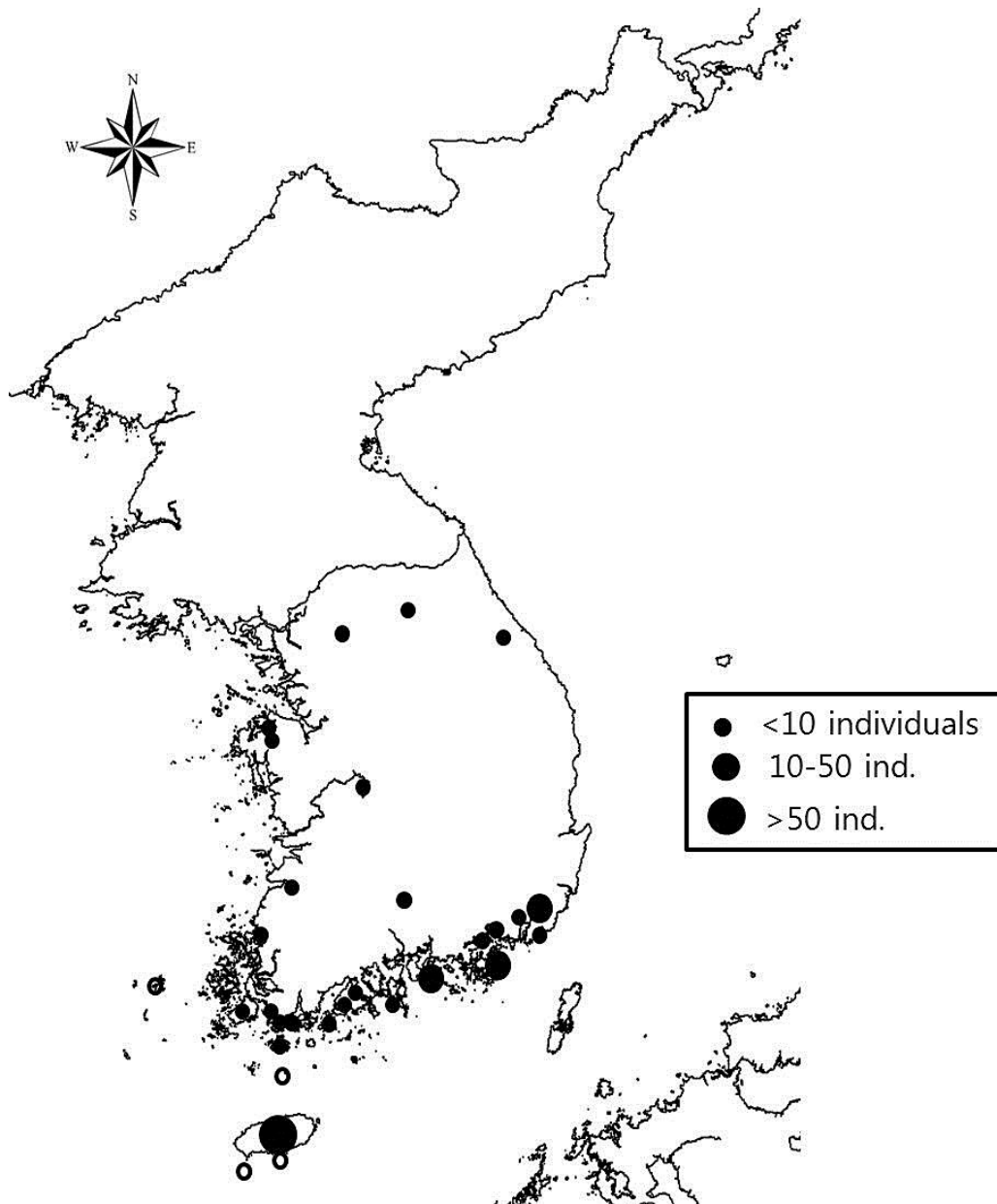


Figure 1. The distribution of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) in the Republic of Korea (dark circle means breeding site, white circle means stopover, Kim, 2006; Kim *et al.*, 2010).

2. 국내 연구현황

우리나라에서 팔색조에 대한 연구는 일제강점기로 거슬러 올라간다. 黒田과 森(1918)가 한라산의 남측사면에서 조류를 채집한 내역을 가지고 제주도에 서식하는 팔색조에 대해 처음으로 학계에 보고하였다. 그 이후 森(1927)은 관음사 부근에서 팔색조의 소리를 들었다고 보고하였다. 이는 팔색조의 존재에 대한 단순한 기록에 불과하였는데 원(1931)에 의해 관찰과 채집을 통해 제주도에 서식하는 팔색조의 습성에 대한 논문을 일본동물학회지에 투고하면서 팔색조를 다룬 첫 논문이 탄생하였다.

해방 이후 조사는 거의 이루어지지 않았고, 단지 미국인 Austin(1948)에 의해 제주도산조류로 팔색조 등 5종이 기재된 책이 간행되었다. 1960년대 들어서면서 국내학자에 의한 팔색조 연구가 이루어졌는데, 대표적인 학자가 김현규박사이다. 김(1964)은 ‘팔색조의 생태’라는 논문을 통해 우리나라에서 팔색조의 분포를 비롯하여 생태, 번식환경 등 팔색조의 전반에 대해 기록하였다. 그 기록에는 거제도과 제주도에서 번식을 하며 땅위에서 주로 지렁이, 곤충 등의 먹이를 잡고, 5월 중순경에 도래한다. 둥지는 바위에 10여일 걸려서 지으며 6월경 4-8개의 알을 낳고 주로 암컷이 포란한다. 새끼가 부화하면 지렁이를 잡아다 먹이고 천적으로 뱀을 지목하였다. 원(1968)은 한라산 1000m에서 1200m에 번식한다고 보고하였다.

팔색조의 식성에 대한 연구가 1972년 이정일에 의해 이루어졌는데, 거제도에서 번식하는 팔색조의 번식과정을 관찰하여 정리하였다. 이 연구에서 새끼가 성장할 때 새끼 한 마리당 1일 평균 15마리 이상의 지렁이를 채식한다고 보고하였다.

80년대에 들어서면서 팔색조에 대한 조사는 제주도 중심으로 이루어졌지만 단순한 개체수 조사였다. 이 조사에서 돈내코 계곡과 수악계곡 일대, 한라산 북사면 해발 500m와 600m일대 그리고 어리목 등에서 관찰되었다고 보고하였다(박과 김, 1981; 박, 1984; 소와 박, 1987).

2000년대로 접어들면서 김 등(2003)은 제주도 전역에 45쌍의 팔색조가 번식하고 있다고 보고하였다. 그리고 해발 100m에서부터 800m까지 팔색조가 번식

하는 것이 확인되었으며 해발 400m에서부터 600m사이에 가장 많이 분포한다고 하였다. 서식환경에서는 팔색조가 번식하는 조사지점의 낙엽층 두께와 지렁이 개체수는 번식하지 않는 조사지점의 것과 차이를 보인다고 하였다. 그리고 김 (2006)은 추가조사를 통해 제주도전역에 60쌍이 번식하는 것이 확인되었으며 서귀포시지역이 제주시지역에 비해 다소 많았으며 주로 계곡과 그 주변에 번식하고 있다고 보고하였다(Table 1). 번식실패요인은 뱀이나 큰부리까마귀 등 동지 약탈자, 빈번한 사람 출입, 그리고 자연재해라고 보았다. 2008년 천연기념물 모니터링에서 팔색조번식지인 거제도 동백나무림에 대한 조사가 이루어져 8마리의 팔색조가 서식한다고 보고하였다(강과 남, 2008). Kim 등(2012)은 먹이분석과 관련해서 새끼에게 제공하는 먹이자원의 82%가 지렁이였으며 동지 방문시 평균 길이가 5.7cm인 먹이를 최소 1개에서 최대 7개까지 운반하였고 번식 초기에는 동지에 머물면서 새끼에게 먹이를 먹이는 시간이 다른 시기보다 길었다고 보고하였다.

Table 1. The number of breeding pairs of the Fairy Pitta (*Pitta nympha*) recorded from 2002 to 2013 in Jeju Island, Republic of Korea

Altitude zone (m)*	Survey area		Subtotal
	Seogwipo city	Jeju city	
100–199	1	2	3
200–299	5	–	5
300–399	7	3	10
400–499	13	3	16
500–599	9	11	20
600–699	1	2	3
700–799	–	2	2
800–899	1	–	1
	Total		60

* Above the sea level.

3. 국외 연구현황

국외에서 팔색조 연구는 번식지인 일본, 대만 등에서 주로 실시되었다. 일본에서의 연구는 1990년대 활발히 이루어졌으며 분포나 세력권에 대한 조사가 주를 이루었다. 藤田 등(1992)에 의하면 고치(Kochi)현에서 1991년에 조사를 실시하여 23.8km²의 면적에 적어도 10마리의 팔색조가 서식하며 이는 km²당 0.42마리의 밀도를 나타낸다고 하였고, 규슈(Kyushu)에서는 두 지역에서 팔색조의 서식밀도를 조사한 결과, 한 지역에서는 1.5km²의 면적에 14마리의 팔색조가 서식한다고 하였고 또 다른 지역에서는 0.5km²의 면적 안에 3마리가 서식한다고 보고하였다(金井, 1992). Okada(1999)는 고치(Kochi)현에서 팔색조는 km²당 5쌍이 번식한다고 제안하였다. 번식생태에 있어서는 일본에 5월 중순에 도착하여 6월초까지 짝을 찾기 위해 소리를 하며 등지는 활엽수 나무에 40-50°의 경사면에 지으며 지상에서 2-5m 위치였다. 한배산란수는 4-6마리였으며 번식기 동안 등지에 100-400m 거리 안쪽에서 주로 활동하였다고 보고하였다(Okada, 1999).

대만에서는 1990년대 이전까지 팔색조 연구는 개체수 조사에 국한되어 있었으며 1991년 대만에서 팔색조의 분포와 번식에 대한 연구가 시작되어 팔색조 연구가 본격화되었다. 2000년대 들어서면서 팔색조 연구가 활발히 진행되었는데, 대만 특산종을 연구하는 대만특산종연구소가 주축이 되었다. 캠코더 및 비디오기록기 등 첨단 장비를 이용하여 번식기에 방해를 최소화하면서 연구를 실시하였다. Lin 등(2007b)은 팔색조의 먹이분석을 통해 새끼들에게 공급하는 먹이를 분석하였는데 73%이상이 지렁이였으며 나비목 유충과 성충, 거미, 달팽이, 도마뱀, 개구리, 작은 뱀, 딱지류 등 다양한 먹이를 공급하였다고 기록하였다. 먹이 길이는 64mm이고 방문당 1.8개의 먹이를 물고 왔으며 시간당 2.2회에서 6.2회까지 방문하였다고 정리하였다. Lin 등(2007a)은 팔색조 발견을 위한 녹음기 사용의 효과성 연구에서 번식기 동안 팔색조 개체수 조사시 playback을 이용하여 그 조사의 효율성에 대한 논문을 작성하였는데, 녹음된 팔색조 소리를 재생했을 경우 54%의 감지율을 나타내었고 이 중 94%가 1분에서 5분 이내 시간에 이루어졌다. playback을 실시하였을 때와 그렇지 않았을 때를 비교하였을

때 Playback을 실시하면 25%까지 감지율을 상승시킬 수 있다고 결론을 내렸다. 팔색조는 5월 초가 중순에 비해서, 그리고 중순이 5월 말에 비해서 감지율이 높다는 것을 밝혀냈다. 그리고 팔색조의 둥지 선택과 관련한 연구에서 2004년부터 2006년까지 3년간 조사한 결과, 팔색조가 좋아하는 둥지 위치는 수관층이 뺏뺏이 덮여 있는 곳, 다양한 나무가 존재하는 곳, 둥지 주변에 관목이나 넝쿨이 별로 없는 곳, 바위의 경사가 급하고 다른 동물의 접근이 어려운 곳 등이었다. 2003년부터 2007년까지 천적이 팔색조의 번식성공률에 미치는 영향에서는 천적으로 뱀이 가장 많았으며 그 다음에는 짧은꼬리원숭이, 고양이족제비 등 포유류였다고 보고하였다. 팔색조의 회귀율을 연구한 결과, 성조의 회귀율이 16-26%로 나타났다고 보고하였다(Lin 등, 2008). 최근 Ko 등(2009)은 팔색조에 대한 예측모형을 적용하여 대만내에서 알려진 팔색조의 분포지를 공식화하였으며 GIS를 이용하여 예측가능한 분포모형을 개발하였다고 보고하였다.

Ⅲ. 재료 및 방법

1. 개체군 번식 특성

2002년부터 2013년까지 팔색조가 도래하는 5월 중순부터 번식이 마무리되는 8월 하순까지 팔색조가 번식하는 계곡이나 숲을 조사하였으며 먹이 분석을 위해서는 무인영상촬영장치를 이용하여 번식 방해를 최소화하였다.

2. 번식지 분석

2-1. 위성영상

최근 전국 산림에 대한 체계적인 모니터링을 통한 변화탐지와 산불 피해지 조사 등에 위성영상을 이용하고 있다(김 등, 2004). 본 연구에서는 2가지 종류의 위성영상을 이용하였다. 첫째, 한라산은 고산지역인 관계로 구름이나 눈이 덮인 경우가 많아 사용가능한 영상이 매우 제한적이기 때문에 동주기 위성인 Landsat 영상을 취득하여 사용하였다. 식생은 계절적 변화 특성을 지니고 있어 변화탐지를 위해서는 가능한 연중 동일한 시기의 영상을 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 본 연구에서는 1975년 3월의 Landsat MSS 영상과 2002년 3월의 Landsat 7 영상이 사용되었다. 가능한 최근의 영상을 이용하고자 하였으나 2003년 Landsat 7의 SLC (Scan Line Corrector) 고장 이후로 정상적인 영상을 구하기 어려웠고 최근 영상의 배포가 시작된 Landsat 8은 사용가능한 영상이 아직 거의 없는 상태이다.

사용된 모든 영상은 확인 가능한 지상기준점과 수치지형도를 이용하여 기하보정을 실시하였고 평면직각좌표계인 TM(Transverse Mercator) 좌표계로 등록하였다. 방사보정은 Markham와 Barker(1986)의 방법을 따랐고 영상에서 나타나는 그림자 효과를 제거하기 위하여 예전에 작성된 수치고도모형을 이용한 지형 보정(C-correction)을 실시하였다.

연구대상지의 토지피복분류에는 무감독 분류와 감독 분류를 모두 이용하였다. 연구대상지의 영상에 대해 주성분 분석을 실시하고 여기에 앞서 산출한 NDVI 자료를 추가하여 Isoclass 무감독분류방법(unsupervised classification)을 이용하여 일단 100개의 클래스로 분류를 실시하였다. 이와 같이 무감독 분류를 통해서 얻어진 분류대상지역의 분광특성을 확보하고 분광적 거리가 가까운 항목들을 묶어 분류 클래스의 수를 줄이는 동시에 분류 클래스 간의 분광적인 분리가 잘 이루어지지 않거나 불확실한 부분에 대해서는 이미 그 차이가 확실한 부분을 모두 마스킹 한 후 다시 같은 과정을 반복하였다. 이렇게 반복적인 무감독 분류를 실시한 후 그 다음 단계에서 감독분류(supervised classification)를 실시하였는데 분광특성이 명확하고 참조자료를 통해 확인이 가능한 대상들에 대하여 훈련 지역(training area)을 설정함으로써 이를 통해 확보된 분광 특성자료를 앞서 무감독 분류를 통해 얻어진 분광 자료와 비교 분석하여 오류가 있는 부분은 전 단계를 다시 반복함으로써 최종적으로 수역, 산림, 초지 및 저밀도 식생지역, 경작지, 나지, 도시 및 인공구조물 지역 등 6개의 클래스로 분류를 수행하였다.

2-2. 문헌 자료

팔색조가 서식했던 해발고도 차이의 원인을 규명하기 위해 식생이나 식물상 등 서식환경에 대한 문헌조사를 실시하였다. 한라산의 경관은 많은 인문적 요인에 의하여 변모되어 왔고(임 등, 1991), 조류는 인간 간섭에 대한 영향을 크게 받는 것을(이 등, 2010) 고려하여 인문지리적인 요인에 대한 문헌 조사 또한 병행하였다. 시기별로는 1960년대와 1970년대 초반 그리고 2000년대 초반의 문헌을 조사하였다(Table 2). 검색어로는 서식지와 식생 및 산림경관의 관계를 보기 위해 ‘팔색조’, ‘한라산’, ‘제주도’, ‘식물상’, ‘수직분포’, ‘해발고도’, ‘초지대’, ‘중산간지역’, ‘계곡’, ‘숲’, ‘상록활엽수림’, ‘낙엽활엽수림’, ‘임업’, ‘식생’, ‘경관’ 등을 조합하여 검색하였다. 1960년대 서귀포시 수악교 인근 사진을 확보하여 현재 사진과 비교함으로써 증거자료를 제시하였다.

Table 2. Bibliography that were utilized for comparison of the habitat environment of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) between 1960s and 2000s on Jeju Island

Author	Title	Publisher	Year
김현규	팔색조의 생태	한국문화연구원논총	1964
박봉규	한라산 및 홍도 학술조사보고서(한라산의 초지식생)	문화공보부	1968
오계철	한라산 및 홍도 학술조사보고서(기후와 삼림군집)	문화공보부	1968
우낙기	제주도	한국지리연구소	1968
원병오	한라산 및 홍도 학술조사보고서(한라산의 동물)	문화공보부	1968
차종환	한라산 식물의 수직분포	식물학회지	1969
한국자연공원협회	학술조사연구시리즈Ⅲ: 한라산	한국자연공원협회	1975
김은미 등	제주도에서 팔색조(<i>Pitta nympha</i> Temminck & Schlegel)의 분포와 서식환경	한국조류학회지	2003
김은미	한라산에서 팔색조(<i>Pitta nympha</i>)의 분포와 번식 생태	한라산천연보호구역 학술조사보고서	2006
제주특별자치도	사진으로 보는 제주역사	제주특별자치도	2009
정광중	제주의 숲, 꽃자왈의 인식과 이용에 대한 연구	한국사진지리학회지	2012




2-3. 미세번식지

2002년부터 2013년까지 팔색조가 도래하는 5월 중순부터 번식이 마무리되는 8월 하순까지 팔색조가 번식하는 계곡이나 숲을 조사하였으며 둥지나 둥지자리 측정 등은 번식 방해를 최소화하기 위해 새끼가 모두 이소한 이후에 실시하였다. 5m자를 이용하여 지면으로부터 둥지까지의 높이(cm)인 둥지높이를 측정하였으며 나무인 경우 수종을 기록하였다. 둥지로부터 계곡까지의 길이는 계곡 가장자리에서부터 둥지가 있는 둥지자리까지 측정하였으며 50m 줄자를 이용하였다. 통계분석은 spss 12.0을 이용하였다.

3. 피해 실태

2002년부터 2012년까지 한국조류보호협회 제주지회의 구조신고 자료와 직접적인 목격 그리고 조사 중에 관찰된 기록을 정리하였다. 제주도내에서 발생한 팔색조의 월별, 원인별 피해실태 그리고 생존여부 등을 조사하였다. 피해증상의 분류방법은 크게 나누어 외상, 영양결핍, 기타로 분류하였다. 외상의 경우는 골절, 피부의 손상 등 눈에 띄는 상처가 있었거나 피하출혈 등 충격의 원인이 분명한 경우이며, 영양결핍은 외상은 없으나 날거나 이동하지 못하는 경우, 기타는 포식이나 자연재해 등 특별한 증상이 없는 경우를 일컫는다(Table 3).

Table 3. Injury and mortality symptoms and the classification method used for the Fairy Pitta (*Pitta nympha*)

Classification	Symptom	Example
Trauma	fracture, skin damage, injury, hypodermal bleeding	 Window strike at Seonheul-ri Jocheon-eup, Jeju city on 6 th July, 2009
Undernutrition	inability fly and move without injury	 Rescue at Halla hospital in Jeju city on 20 th May 2009
Others	predation, natural disaster	 Predated eggs at Hannam-ri, Namwon-eup, Seogwipo city on 15 th June 2010

4. 집단유전학적 구조

4-1. 연구 재료

팔색조의 유전자 확보를 위해 사단법인 한국조류보호협회 제주지회를 비롯하여 야생동물유전자원은행 등 천연기념물을 관리할 수 있는 단체의 도움을 받아 2004년부터 2013년까지 구조되거나 회수된 사체에서 21개의 샘플을 확보하였고, 살아있는 팔색조인 경우에는 혈액을 채취하였으며, 사체는 근육, 간, 혀 부위, 깃털 등을 채취하여 분석에 이용하였다. 대만 내 샘플은 대만특산종연구소 (Endemic Species Research Institute)에서 제공받았으며 2007년부터 2012년까지 대만 중부雲林현과 대만 남부 타이난현에서 포획된 개체들의 혈액을 이용하였다(Figure 2, Table 4).

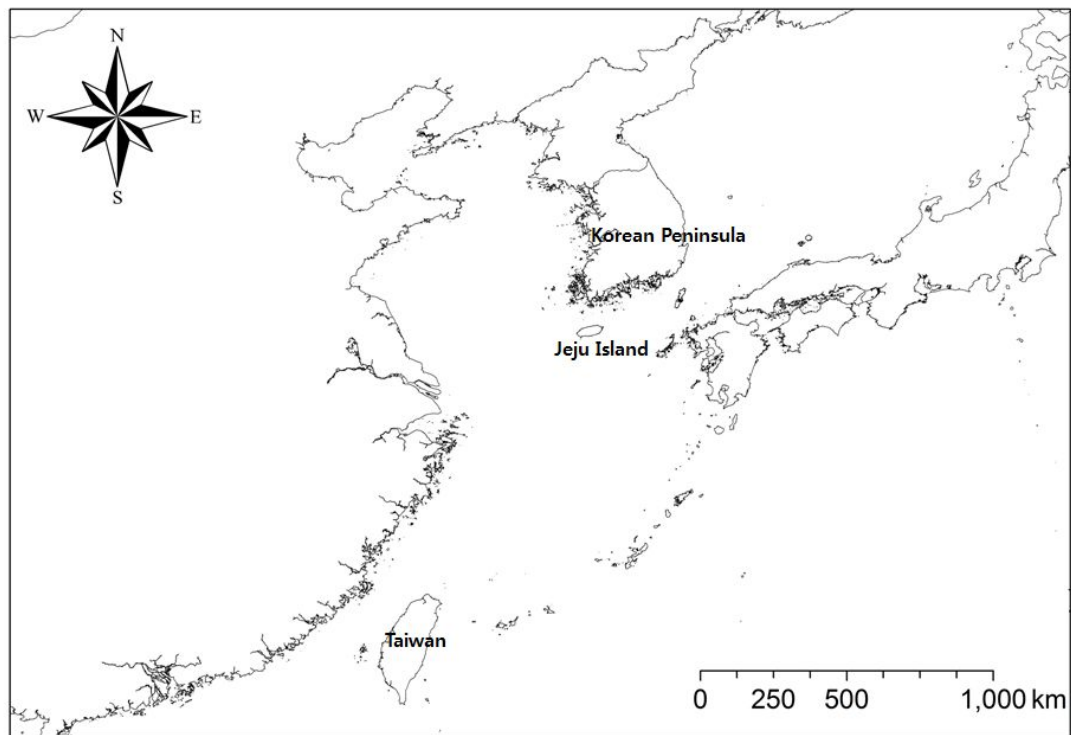


Figure 2. The map of the Northeast Asia including the Republic of Korea and Taiwan where DNA samples of Fairy Pitta were collected.

Table 4. List of samples used for molecular analysis

No.	Age	Gender	area	Gene
J1	Adult	Female	Jeju-do	<i>Cyt-b</i>
J2	Adult	Male	Jeju-do	-
J3	Chick	Female	Jeju-do	<i>COI / Cyt-b</i>
J4	Adult	Un.	Jeju-do	-
J5	Juvenile	Male	Jeju-do	<i>COI / Cyt-b</i>
J6	Adult	Male	Jeju-do	<i>COI / Cyt-b</i>
J7	Adult	Female	Jeju-do	<i>COI / Cyt-b</i>
J8	Chick	Male	Jeju-do	<i>Cyt-b</i>
J9	Chick	Male	Jeju-do	<i>COI / Cyt-b</i>
J10	Juvenile	Female	Jeju-do	<i>Cyt-b</i>
J11	Adult	Female	Jeju-do	<i>Cyt-b</i>
J12	Adult	Un.	Jeju-do	-
J13	Adult	Female	Jeju-do	-
J14	Adult	Male	Jeju-do	<i>COI</i>
J15	Adult	Male	Jeju-do	<i>COI / Cyt-b</i>
KP1	Adult	Female	Gyeonggi-do	<i>Cyt-b</i>
KP2	Adult	Female	Gangwon-do	<i>COI / Cyt-b</i>
KP3	Adult	Un.	Chungcheongnam-do	-
KP4	Chick	Male	Gangwon-do	<i>COI / Cyt-b</i>
KP5	Adult	Un.	Gyeongsangdam-do	<i>Cyt-b</i>
KP6	Adult	Male	Busan	<i>COI</i>
T1	Adult	Female	Taiwan	<i>COI / Cyt-b</i>
T2	Adult	Male	Taiwan	-
T3	Adult	Female	Taiwan	<i>COI / Cyt-b</i>
T4(T11)	Adult	Female	Taiwan	-
T5	Adult	Female	Taiwan	-
T6	Adult	Male	Taiwan	<i>COI / Cyt-b</i>
T7	Adult	Male	Taiwan	<i>COI / Cyt-b</i>
T8	Adult	Female	Taiwan	-
T9	Adult	Female	Taiwan	-
T10	Adult	Female	Taiwan	<i>Cyt-b</i>
T12	Adult	Female	Taiwan	-
T13	Adult	Female	Taiwan	<i>COI</i>
T14	Adult	Female	Taiwan	<i>COI / Cyt-b</i>

J: Jeju Island, KP: Korean Peninsula, T: Taiwan, Un.: Unknown

4-2. Genomic DNA 추출

Genomic DNA의 추출을 위해 팔색조의 혈액 샘플과 조직 샘플을 이용하였다. DNA 추출은 DNeasy Blood and Tissue kit (Qiagen, Germany)를 사용하였으며, 그 방법은 다음과 같다. 혈액 샘플의 경우는 20 μ l의 proteinase K를 1.5 ml tube에 넣고 혈액 10 μ l 를 첨가한 후 최종부피가 220 μ l가 되도록 PBS를 첨가하였다. 200 μ l의 AL buffer를 추가하여 잘 혼합한 후 56°C에서 10분간 반응시켰고, 그 후 200 μ l의 에탄올을 다시 추가하여 잘 섞어준 후 DNeasy mini spin column에 옮겨 8000 rpm에서 1분간 원심분리 하였다. column을 빠져나온 액은 버린 후 500 μ l의 AW1 buffer를 첨가하여 8000 rpm에서 1분간 원심분리를 하였다. 또 다시 column을 빠져나온 액을 버리고 500 μ l의 AW2 buffer를 첨가하여 14000 rpm에서 3분간 원심분리를 하였다. 원심분리가 끝난 후 DNeasy mini spin column은 새로운 1.5 ml tube에 옮겨 조립한 후 AE buffer를 200 μ l 넣고 상온에서 1분간 반응시켰다. 이후 8000 rpm에서 1분간 원심분리를 하고 얻어진 DNA는 -20°C에서 보관하였다.

조직 샘플인 경우는 20 mg 만큼 절단하여 1.5 ml tube에 넣은 후 180 μ l의 ATL buffer와 20 μ l의 proteinase K를 첨가한다. vortex하여 잘 섞어준 후 조직이 완전히 용해될 때까지 56°C에서 반응시켰다. 조직이 완전히 용해된 후 15 초간 vortex 해 준 후에 200 μ l의 AL buffer를 첨가하고 다시 한 번 vortex 하여 잘 혼합시켰다. 완전히 혼합된 혼합액에 200 μ l의 에탄올을 첨가하고 vortex하여 잘 혼합시켰다. 이 혼합액은 DNeasy mini spin column에 옮겨 8000 rpm에서 1분간 원심분리를 하였으며 이후의 과정은 혈액 샘플에서의 DNA 추출시 사용한 방법과 동일하게 수행하였다.

4-3. 염기서열 분석

PCR(polymerase chain reaction)은 polymerase와 특정 부위에 결합하도록 sequence를 조정한 primer를 이용하여 특정 유전자 부위를 대량 증폭하는 기술이다. PCR을 이용하여 Cytochrome c Oxidase subunit 1 (COI) 부위와

Cytochrome-b (*Cyt-b*) 부위는 universal primer를 이용해 증폭하고자 한다. 두 유전자 부위의 universal primer는 아래와 같다(Table 5).

Table 5. Primers used for the amplification of mitochondria gene

Primers	Sequences	References
Bird F1 (<i>COI</i>)	5'-TCTCCAACCACAAAGACATTGGCAC-3'	Hebert et al., 2004
Bird R2 (<i>COI</i>)	5'-ACTACATGTGAGATGATTCCGAATCCAG-3'	Hebert et al., 2004
<i>Cyt b</i> F	5'-CATCCAACATCTCTGCTTGATGAAA-3'	Moore and DeFillippis, 1997; Slikas, 1997
<i>Cyt b</i> R	5'-ATGAAGGGATGTTCTACTGGTTG-3'	Moore and DeFillippis, 1997; Slikas, 1997

*COI*과 *Cyt-b* 유전자의 증폭을 위한 반응 조건은 다음과 같다. *COI* 유전자인 경우 initial denaturation을 95°C에서 2분, denaturation은 95°C에서 1분, annealing은 51°C에서 1분, extension은 72°C에서 5분으로 35 cycles을 실시한 뒤, final extension은 72°C에서 5분간 실시하였다. *Cyt-b* 유전자인 경우 initial denaturation을 94°C에서 4분, denaturation은 94°C에서 1분, annealing은 50°C에서 1분, extension은 72°C에서 1분으로 35 cycles을 실시한 뒤, final extension은 72°C에서 5분간 실시하였다.

PCR 반응액의 제조는 i-pfu DNA polymerase (iNtRON, Korea)를 사용하여 polymerase 0.2 μ l, 10X PCR buffer 2.5 μ l, forward와 reverse primer 각 0.5 μ l, dNTP 0.5 μ l, genomic DNA 2 μ l를 혼합한 후 이차증류수 18.8 μ l를 넣어 총 25 μ l로 제조하였다.

증폭이 완료된 증폭산물은 1% agarose gel에서 2 μ l의 PCR 증폭산물을 1 μ l의 6X gel loading dye와 섞어 100V, 30분 전기영동을 통해 밴드를 확인하고 100bp ladder와 대조함으로써 증폭산물의 크기를 확인하였다. 증폭산물의 확인 후 증폭 결과에 따라 QIAquick PCR purification kit (Qiagen, Germany) 또는

QIAquick Gel extraction kit (Qiagen, Germany)를 사용하여 제공된 매뉴얼에 따라 정제하였고, 정제된 증폭산물은 ABI Prism 3730xl DNA sequencer (Applied Biosystems, USA)를 이용하여 염기서열을 결정하였다.

4-4. 집단유전학적 특성

염기서열이 결정된 *COI*과 *Cyt-b* 유전자는 MEGA5 소프트웨어(Tamura 등, 2011)를 이용하여 alignment 하였고 DnaSP 소프트웨어(Librado와 Rozas, 2009)에서 haplotype의 수를 분석하였다. 분석된 haplotype data는 네트워크 분석을 위해 Fluxus network 소프트웨어(<http://www.fluxus-engineering.com>)를 이용하여 median joining 알고리즘을 적용해 분석하였다(Bandelt 등, 1999).

IV. 결과

1. 개체군 번식 특성

팔색조는 제주도 번식지에 5월 중순에서 말경에 도착하였다. 도래한 번식개체들이 처음 관찰된 날들은 2003년 5월 20일, 2006년 5월 24일, 2008년 5월 25일, 2009년 5월 21일, 2010년 5월 26일, 2011년 5월 22일, 2012년 5월 17일, 2013년 5월 14일 등이었다. 도착하자마자 수컷은 번식지 주변을 돌아다니며 ‘호잇 호잇’ 두음절로 끝나는 소리를 내며 짝을 찾거나 세력권을 방어하였다(Figure 3).



Figure 3. A Fairy Pitta calling his breeding partner on a high tree at the end of May to search for a mating partner.

알은 6월 초부터 낳기 시작하였으며 첫 번째 알을 낳은 가장 빠른 기록은 6월 1일(2012)이었고 7월말까지 산란을 하였다. 가장 늦은 기록은 7월 23일(2007)이었다. 따라서 알 낳는 기간은 대략 45일 정도였다. 조사 기간동안 (n=25) 산란시기를 조합해 보면(Figure 4), 대부분(68%) 산란은 6월에 이루어졌다. 가장 빠른 이소일자는 7월 2일(2006)이었고 가장 늦은 이소일자는 8월 19일(2007)이었다.

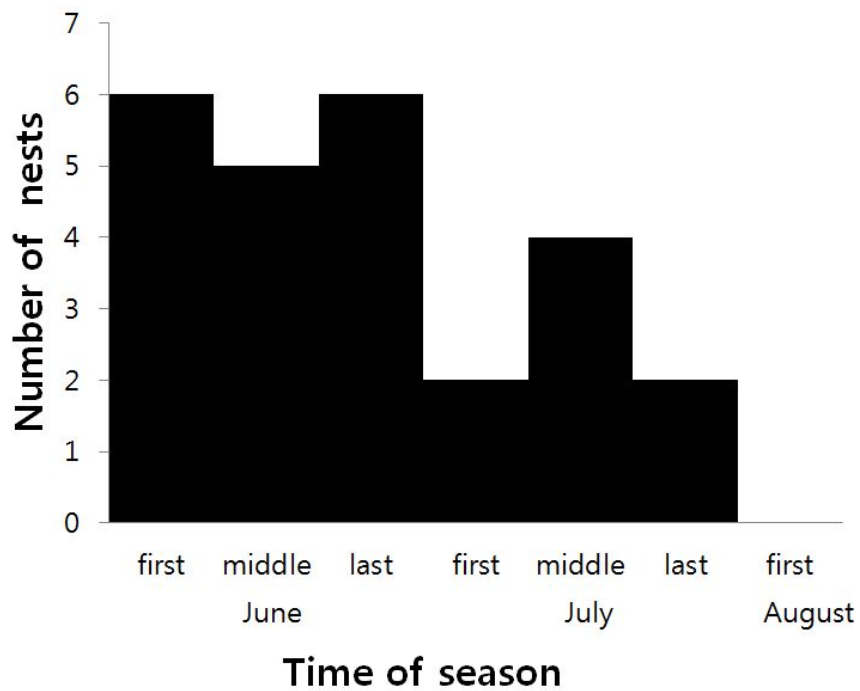


Figure 4. Temporal distribution of the first egg-laying of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) in Jeju Island.

가장 많은 한배산란수는 5개(46%)였고 24개의 둥지에서 평균 한배산란수는 4.5 ± 0.83 개(range: 3-6)였다(Figure 5). 산란이 시작되는 6월1일부터 6월 30일까지 평균 한배산란수는 4.5 ± 0.8 개였고 7월 1일부터 산란이 끝나는 7월 27일까지는 4.4 ± 0.79 개였다. 나무를 둥지자리로 이용한 팔색조의 평균 한배산란수는 4.0 ± 0.63 개로 바위를 둥지자리로 이용한 팔색조의 개수(4.8 ± 0.75)보다 낮았다.



Figure 5. Five eggs of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) with irregular purple spots on a white background.

팔색조는 13일 혹은 14일정도 알을 품은 후 새끼가 부화하며 새끼는 만성성의 조류로 솜털이 없는 상태였다(Figure 6). 막 태어난 새끼는 맨살이기 때문에 어미새가 3-4일 정도 품어서 보온을 유지시켰으며 부화 후 13일에서 14일 정도 먹이를 공급받아 성장한 후 둥지를 떠났다(Figure 7). 새끼를 먹이는 기간 동안 부화 후 1일에서 4일까지는 둥지에 머무는 시간이 하루에 약 200분 정도로 길었고 5일부터 8일까지는 약 50분 정도로 줄어들었다가 9일 이후부터 이소할 때까지는 어미새가 거의 둥지에 머무르지 않았다(Figure 8).



Figure 6. Chicks hatched on June 23 2009 at Hannam-ri, Namwon-eup, and Seogwipo city.



Figure 7. A chick leaving the nest was observed on 8th August, 2006 at Hogeundong, Seogwipo city. Chicks moved forward by hopping or jumping, due to its inability to fly.

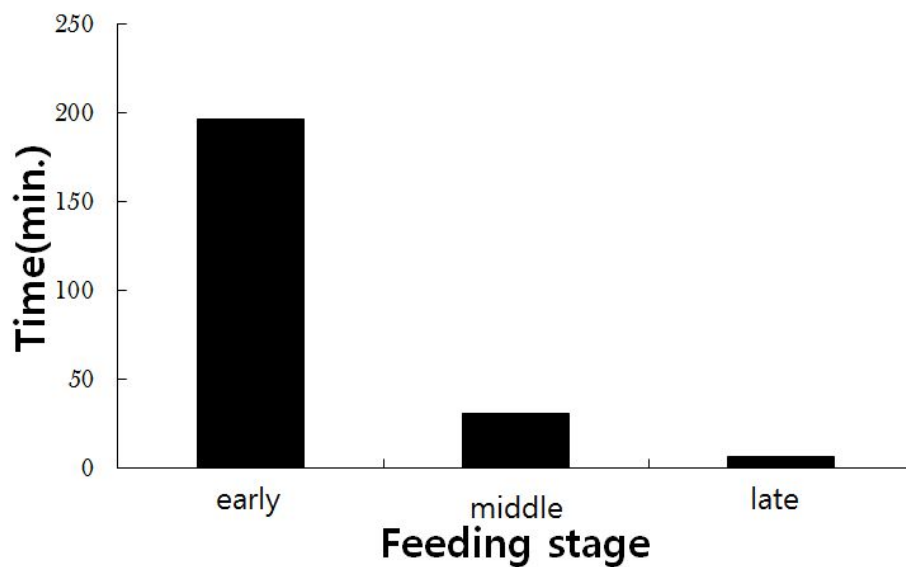


Figure 8. Staying time per day for feeding on nest: early (1–4 days), middle (5–8 days) and late (after 9 days).

팔색조가 새끼에게 제공하는 먹이는 80%이상이 지렁이였으며 두 번째로 많은 먹이는 매미목(Homoptera)의 곤충으로, 약 7%를 차지하였다. 나머지 먹이로는 나비·나방류인 인시목(Lepidoptera) 곤충의 애벌레 그리고 성충, 민달팽이 등 병안목(Stylommatophora), 딱정벌레목(Coleoptera)의 애벌레와 성충 그리고 메뚜기류(Orthoptera) 등이었다. (Figure 9, Figure 10). 바위에 등지를 튼 번식쌍의 번식성공률과 나무에서의 번식성공률은 비슷하였다. 각각의 등지가 발견된 날짜를 고려한 Mayfield method를 사용하였을 때(Mayfield, 1975), 산란에서부터 이소까지 등지의 평균생존율은 0.419이고 이는 한 등지에서 적어도 한 마리의 새끼가 이소하여 번식 성공할 41.9%의 기회를 갖는다는 것을 의미한다.

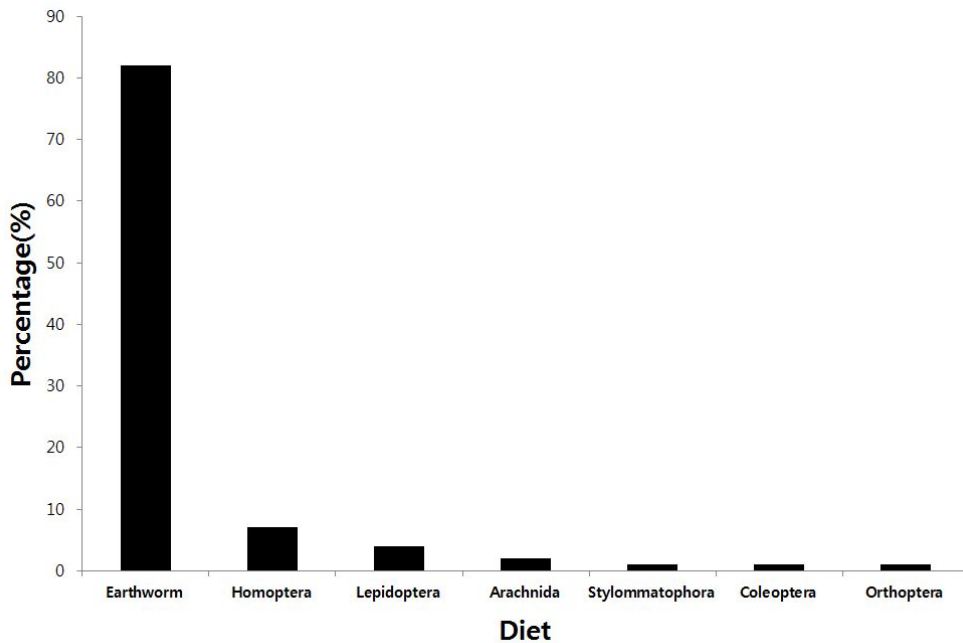


Figure 9. Diets supplied to chicks during breeding season (from the middle of June to the end of August) on Jeju Island.



Figure 10. Parents collected earthworms, which is the greatest part of a chick's diet.

2. 번식지 분석

2-1. 위성영상

1975년과 2002년 위성영상사진을 살펴보면 1975년에는 중산간 일대가 분홍색을 띠고 있으며 면적 또한 넓게 분포하고 있으며 이들 지역은 초지대로 숲은 형성되어 있지 않았다. 2002년에는 1975년에 초지대였던 곳이 숲과 농경지로 변화하였으며 초지대는 일부 남아있다는 것을 확인할 수 있었다. 1975년에 숲은 초지대를 벗어나 해발고도가 높은 곳과 저지대에 존재하며 2002년에도 1975년과 마찬가지로 해발고도가 높은 곳에 존재하였다(Figure 11). 1960년대 수악교 인근 아리랑 고개에서 찍은 사진을 살펴보면 중산간지역에서 해안까지 확트인 초지대임을 확인할 수 있으며 비슷한 장소에서 촬영한 2013년 사진을 보면 이곳이 숲으로 변화하였음을 확인할 수 있었다(Figure 12). 면적 변화에 있어서 1975년과 2002년 초지대 면적은 2배 이상 감소한 반면 숲의 면적은 변화가 거의 없다는 것을 알 수 있었다(Table 6).

Table 6. Land cover changes from 1975 to 2002 as detected using the Landsat MSS & ETM+ Images(unit : ha)

Land cover	1975	2002
Water body	231508.1448(-)	231504.2352(-)
Forest	89813.7315(48.6)	91918.4445(49.7)
Grassland or sparse vegetation	55840.8879(30.2)	19885.8294(10.8)
Cultivated land	29663.6949(16.0)	57721.4091(31.2)
Barren land	5884.2639(3.2)	1685.5812(0.9)
Urban area	3657.7242(2.0)	13652.9478(7.4)
Total	184860.3024(100)	184864.212(100)

The parentheses represent the percentage of land cover.

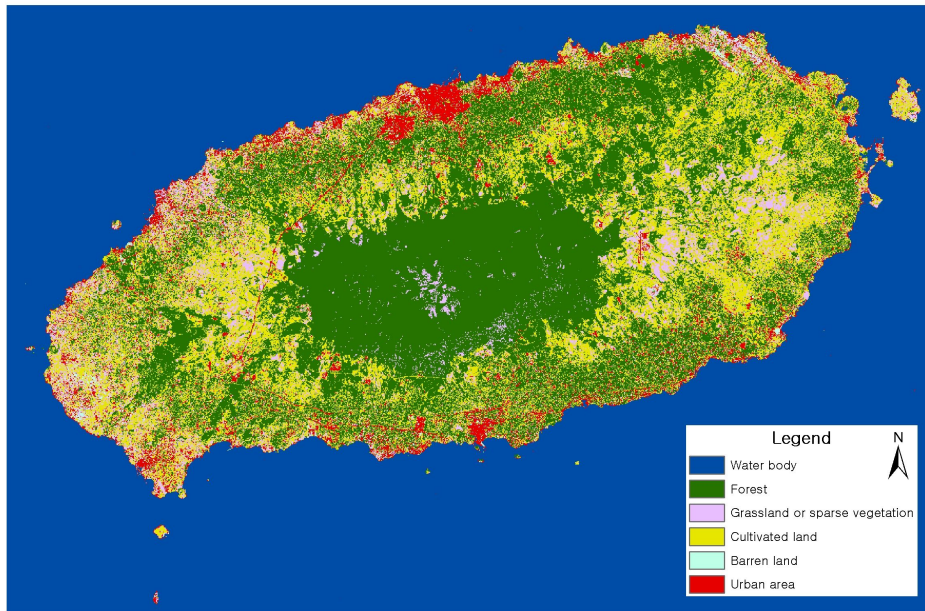
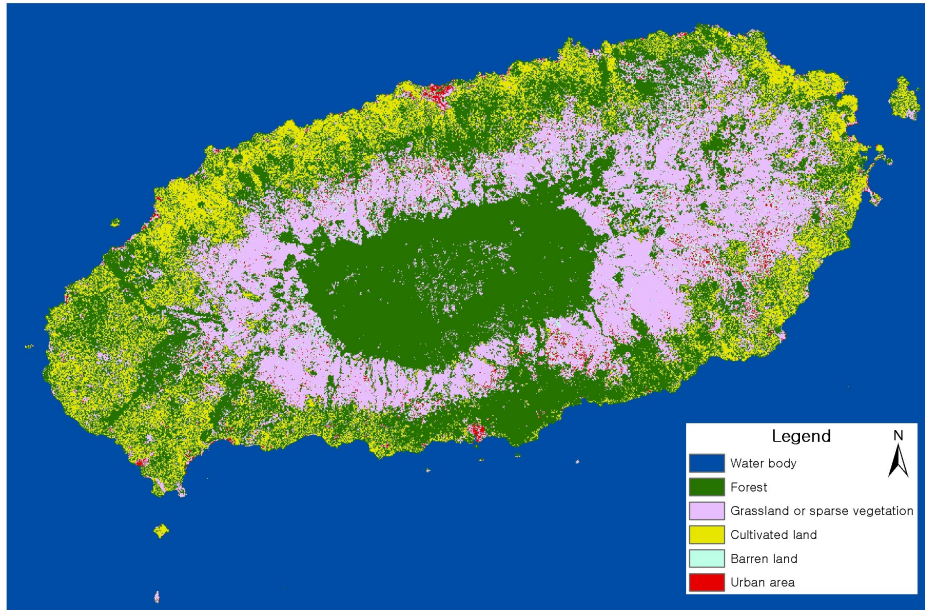


Figure 11. Landcover classification of Jeju Island in 1975 (above) and 2002 (below) based on Landsat MSS & ETM+ Images.

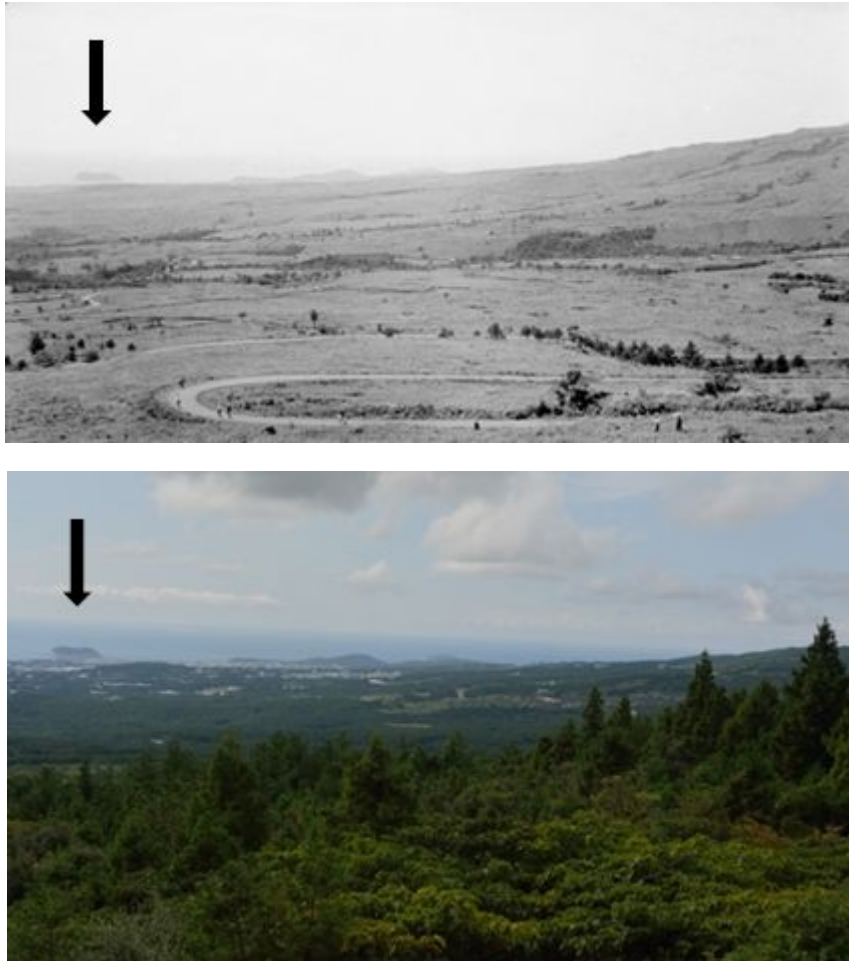


Figure 12. Comparative photos of the same view from Suack-kyo located at the southern slope of Mt. Halla, which had been taken at different time. Above: 1960 (Jeju Special Self-Governing Pro., 2009) ; below: Present (2013). Arrows indicated Munseom Islet as marker.

2-2. 문헌 자료

1) 팔색조 서식조건

팔색조의 번식지는 습하고 어두우며 울창한 산림환경으로 계곡과 계곡 주변부에 형성된 숲이나 곳자왈 등이 이들 번식지에 속하며 낙엽층이 형성되어 있어

지렁이 등 먹이가 살기에 적합하고 하층식생 또한 빈약하여 지렁이 등 지상에서 먹이 찾기에 용이하였다. 그리고 수관층은 나뭇가지가 얽혀 있어 번식기에 하늘이 보이지 않을 정도로 잎이 무성하였다(Figure 13, 14).



Figure 13. The environmental habitat of Fairy Pitta (*Pitta nympha*). The habitat ranged around a humid and gloomy valley. A nest is indicated by a red arrow.

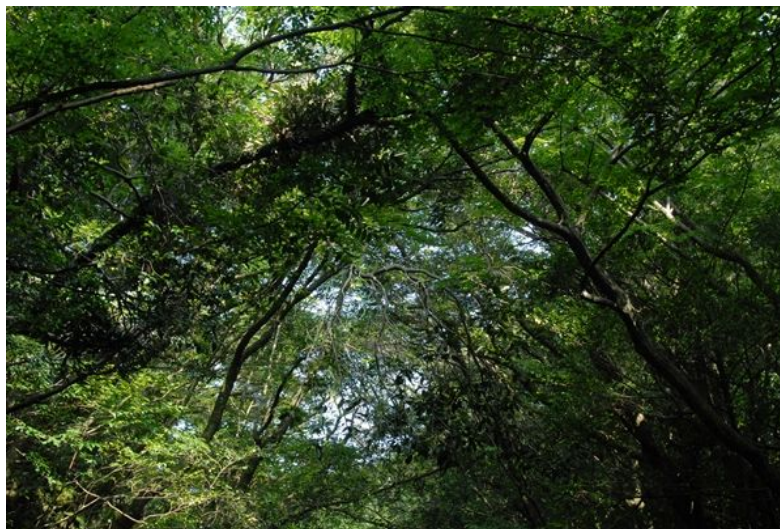


Figure 14. Dense canopy layer of the forest where Fairy Pitta (*Pitta nympha*) utilized as their habitat.

2) 1960년대 해발 1000m 이하 지역 팔색조 서식 유무

1960년대는 남사면은 해발 700m까지, 그리고 북사면은 600m까지 초지대를 이루고 있었고 대부분 목장지대로 이용되었다. 그리고 700m에서부터 800m까지는 수관층높이가 3m인 이차림이었고 상층은 개서어나무, 졸참나무가 차지하고 있었고 하층에는 사스레피나무, 동백나무 등이 발아하는 단계의 식생을 나타냈다. 그리고 800m에서부터 1300m까지는 표고버섯재배가 성행하였으며 표고버섯재배를 위한 목재라든지 표고버섯 관리를 위한 사람출입 등이 빈번하게 이루어지고 있었다(Figure 15).

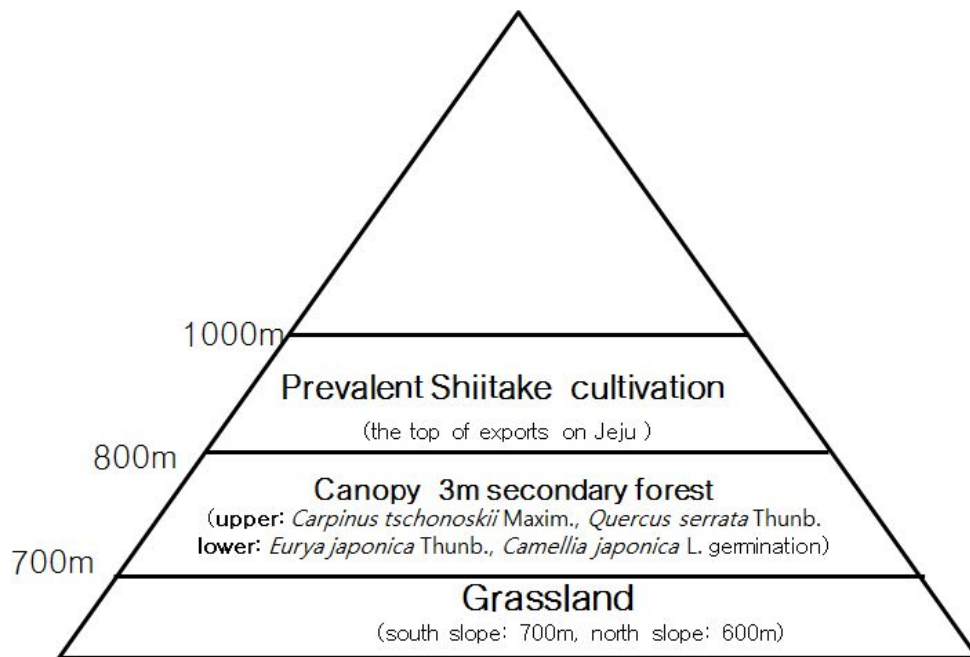


Figure 15. Vegetation and land use in areas with less than 1,000 m (above the sea level) on Jeju Island in 1960s (Park, 1968; Cha, 1969).

3) 해발 1000m 이상 지역에서 팔색조 서식 유무

해발 1000m에서부터 1200m까지는 수관층높이가 10m인 성숙림으로 교목층은 서어나무, 신갈나무 등이 차지하고 있었고 1200m에서부터 1300m까지도 역시 수관층 높이가 10m로 높았으며 교목층에 서어나무와 소나무 등이 혼재해 있

는 혼효림대였다. 해발 1300m이상 지역은 팽팽나무, 진달래, 구상나무 등이 자라는 관목림 지대로 수관층 높이는 4m정도로 낮았다(Figure 16).

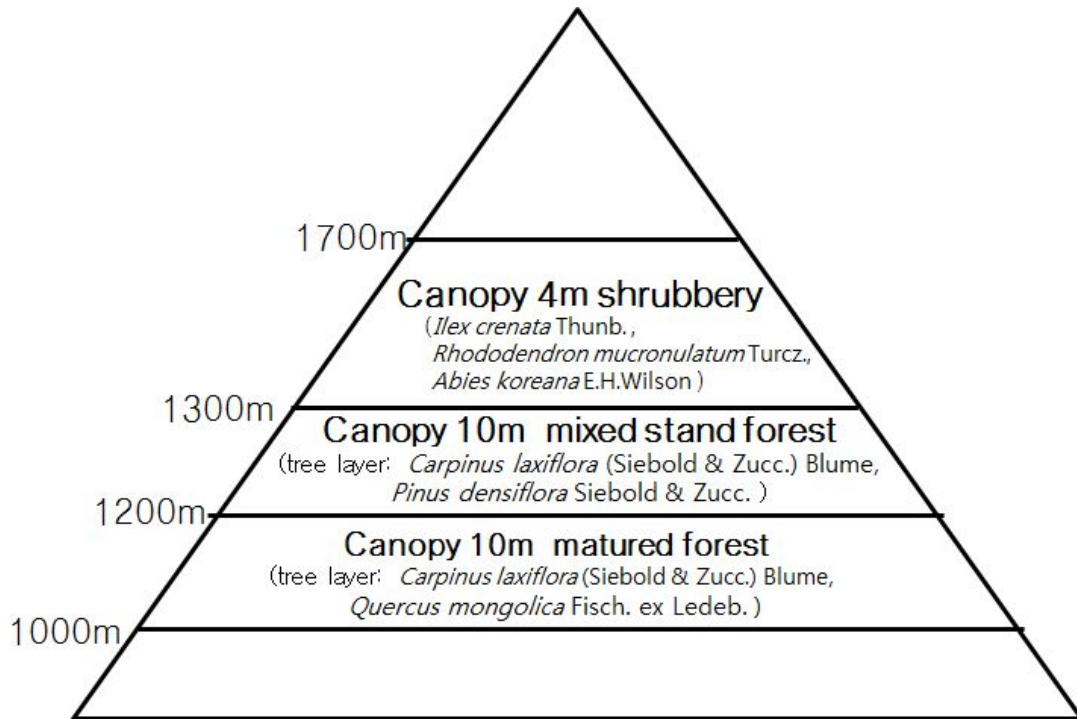


Figure 16. Vegetational characteristics of the areas with more than 1000m (above sea level) in 1960s(Oh, 1968; Woo, 1968; Cha, 1969).

Figure 17는 1969년 차중환의 논문에서 발췌한 것으로 낙엽활엽수림(H)와 침활혼효림(M)으로 표시된 지역(high forest)이 대략 해발 1300m까지임을 알 수 있다. 해발 1300m 이상 지역은 대부분 관목림(W)과 초지(G)로 표시되어 있다. 팔색조 관찰기록을 바탕으로 1960년대 팔색조가 서식하였을 가능성이 높은 고도는 해발 1000m에서부터 1300m까지이며 1300m에서부터 1600m까지는 팔색조가 서식하지 않았을 가능성이 높다(Figure 18).

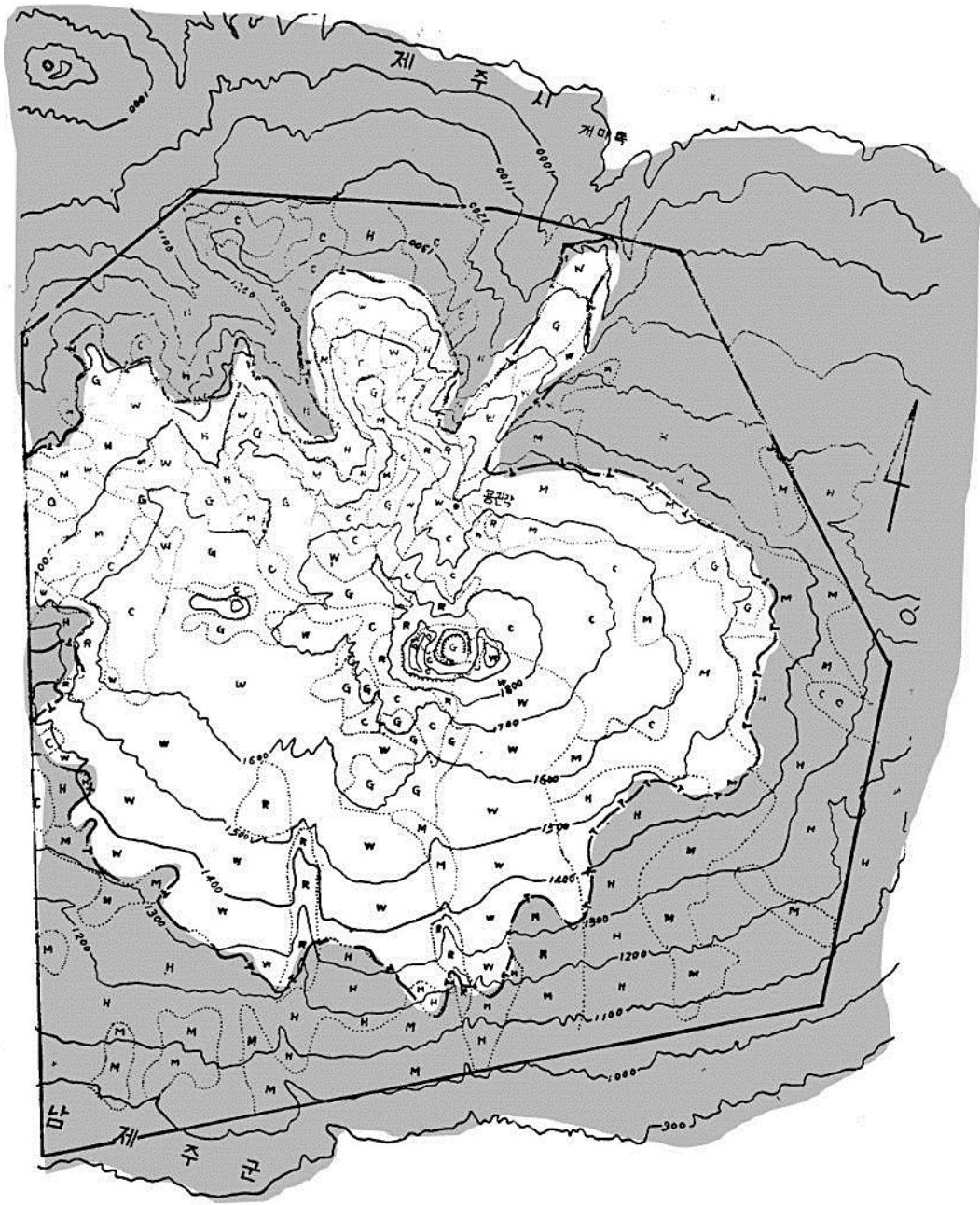


Figure 17. Vegetation of Mt. Halla (above 950m asl) (Cha, 1969).
 Remarks C: Conifer, H: Hard wood, M: Mixed forest, W: Shrubby, wood
 lands, G: Grass, R: Rock (dark part: high forest, white part: low forest).

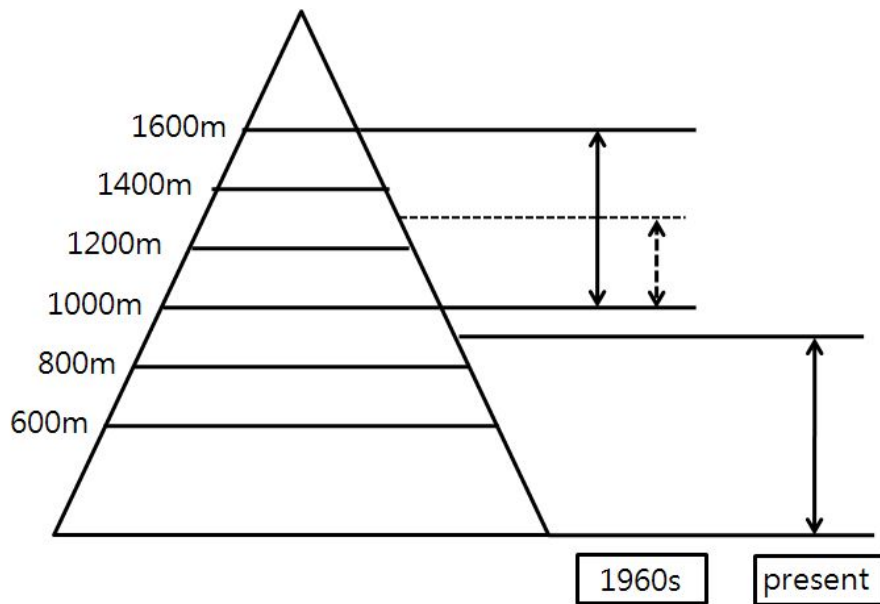


Figure 18. Recorded observation of the Fairy Pitta's habitat in 1960s and the present habitat based on the elevation (rigid arrow: observed habitat of Fairy pitta, dot arrow: forecasted habitat of Fairy pitta).

2-3. 미세번식지

2003년부터 2013년까지 등지자리를 살펴본 결과, 총 70개의 등지 중 39개는 바위 위에, 28개는 나무줄기 사이에 위치하였으며 경사면에서 3개의 등지가 관찰되었다(Figure 19, 20). 나무 중에서는 활엽수(86%)를 선호하였고 활엽수 중에서도 상록활엽수(69%)를 더 선호하였다. 상록활엽수 중에서 조록나무 (*Distylium racemosum* Siebold & Zucc.)가 가장 많았으며 그 다음으로 붉가시나무 (*Quercus acuta* Thunb.) 순 등이었다(Table 7).

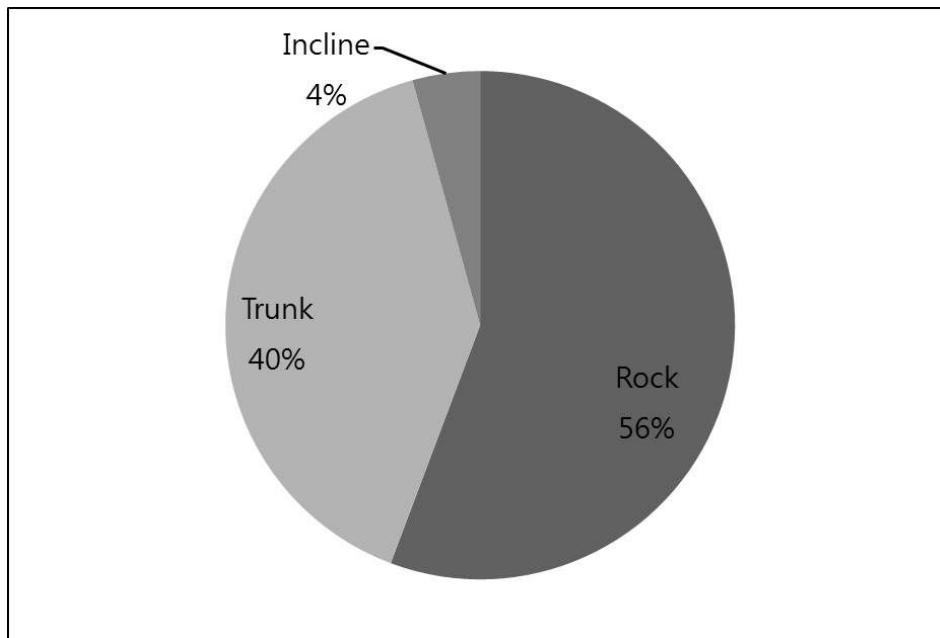


Figure 19. Nest support materials used by Fairy Pitta (*Pitta nympha*) on Jeju Island (rock : 39, tree trunk : 28, and incline : 3).



Figure 20. Location of the nest as shown in the photos (circle: nest, above : rock, middle : tree trunk, bottom : incline).

Table 7. Tree species where the nest of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) were found

Vegetation	Nesting tree species	Korean name	Number
Evergreen broad-leaved trees	<i>Distylium racemosum</i> Siebold & Zucc.	조록나무	8
	<i>Quercus acuta</i> Thunb.	붉가시나무	4
	<i>Quercus salicina</i> Blume	참가시나무	2
	<i>Quercus glauca</i> Thunb.	종가시나무	2
	<i>Castanopsis sieboldii</i> (Makino) Hatus.	구실잣밤나무	2
Deciduous broad-leaved trees	<i>Carpinus laxiflora</i> (Siebold & Zucc.) Blume	서어나무	2
	<i>Acer palmatum</i> thunb.	단풍나무	1
	<i>Celtis sinensis</i> Pers.	팽나무	1
	<i>Styrax japonicus</i> Siebold & Zucc.	매죽나무	1
	<i>Quercus serrata</i> Thunb. ex Murray	굴참나무	1
Conifer trees	<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	소나무	4
Total			28

둥지는 0.8m에서부터 4.6m까지 다양한 높이에 지었으며 (1.8 ± 0.59 , $n=70$, Figure 21), 약 74%가 1m에서 3m 사이에 위치하였다. 1m보다 낮은 곳에 19%, 3m보다 높은 곳에 7%가 위치하였다. 평균둥지 높이는 바위가 $1.66 \pm 0.56m$ 로 나무 ($2.04 \pm 0.58m$)보다 낮게 나타났다 ($t=-2.349$, $p<0.05$).

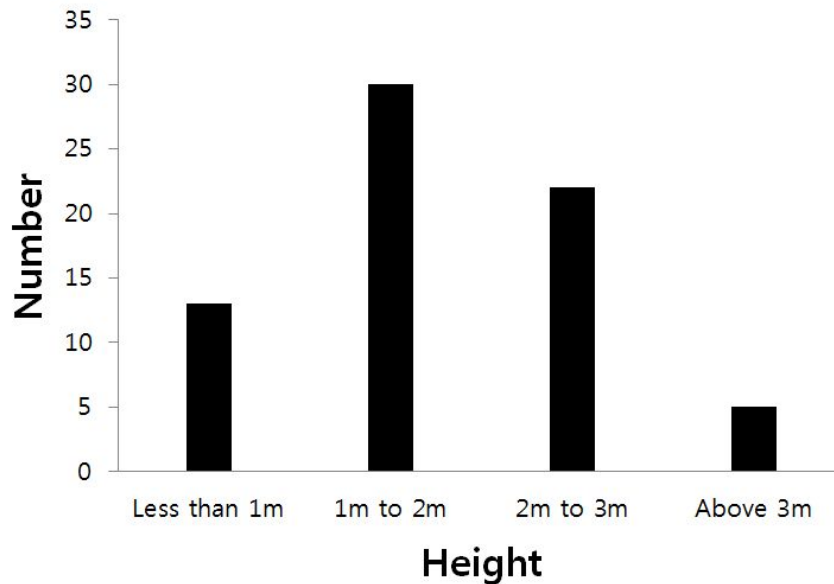


Figure 21. Height of the nest which were measured from ground to the nest entrance.

둥지자리에서 계곡까지의 거리를 측정한 결과, 둥지자리가 바위인 경우는 평균 $5.39 \pm 5.98m$ 였고 나무인 경우는 평균 $1.85 \pm 2.16m$ 떨어진 곳에 위치하였다. 바위를 둥지자리로 이용하는 경우가 나무를 이용하는 경우보다 계곡과 거리가 떨어져 있었다. 대부분 둥지자리(84%)는 계곡과 계곡 주변에 위치하였고 계곡이 없는 숲 속(16%)에 위치한 둥지자리 중 나무를 선택한 경우는 75%로, 계곡이 없는 숲 속에서는 바위보다는 나무를 둥지자리로 주로 이용하였다(Figure 22, 23).



Figure 22. Nest and the forest inhabited by Fairy Pitta (*Pitta nympha*) which was observed at valley located at Hawon-dong, Seogwipo city(circle: nest).



Figure 23. Nest and the forest inhabited by Fairy Pitta (*Pitta nympha*) which was found at Cheongsu-ri, Hangeong-myeon, Jeju city(circle: nest).

둥지는 돛형태로, 대부분이 위아래로 긴 타원형이었으며 원형에 가까운 것도 관찰되었고 앞으로 입구가 있었다(Figure 24). 입구는 원형이거나 좌우로 긴 타원형(장지름 10.02 ± 2.4 cm, range 6.5–13.5, 단지름 7.8 ± 2.5 , range 4.5–12) 있었다. 둥지의 평균 측정치는 다음과 같다: 둥지의 세로부분을 측정한 외부지름 60.7cm(± 7.9 , range 47–73), 가로부분의 외부지름 40.6cm(± 10.03 , range 26–65), 입구의 가장자리로부터 둥지 안쪽 끝까지 측정한 깊이 15.4cm(± 1.94 , range 12–18)였다. 둥지재료는 아래쪽부분은 다양한 길이의 나뭇가지를 쌓아서 지탱을 하고 윗부분은 주로 솔이끼(*Polytrichum commune*)로 덮였으며 간혹 삼나무(*Cryptomeria japonica*) 잔가지가 덮여있기도 하였다(Figure 25). 아래쪽 부분에 있는 나뭇가지수는 291.8(± 137.5 , range 142–473)였고 동물의 땀나 철사가 섞여 있기도 하였다. 알자리에는 솔잎과 가늘고 마른 풀줄기가 깔려 있었고 깃털은 발견되지 않았다(Figure 26).



Figure 24. A typical oval-shaped nest of the Fairy Pitta (*Pitta nympha*) in which the upper part was composed by moss and underpart was formed by various branches.



Figure 25. The nest of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) in which the upper part was composed by Japanese cedar's branches.



Figure 26. Setting place for eggs stacked by dried windlestraw and pine needles not feather for drainage.

3. 피해 실태

2002년부터 2012년까지 30건의 피해사례를 확인하였다(Table 8, Figure 27, 28). 피해를 입은 팔색조 중 22개체(73%)가 사망하였고 8개체는 생존하여 자연으로 복귀하였다(Figure 29). 구조되거나 사망한 원인은 6가지로 살펴볼 수 있는데, 11건(36.7%)이 유리창충돌로 인해 외상을 당하였고 11건(36.7%)이 천적에 의해 약탈이나 포식을 당한 경우였고 이 두 가지가 팔색조 피해의 주요 원인이었다. 다음은 3건의 차량 충돌사고(10.0%), 2건의 하천 범람으로 인한 피해(6.7%), 2건의 탈진(6.7%), 그리고 사람의 간접으로 인한 피해가 1건(3.3%)이었다(Figure 30, 31). 성조의 경우 18건의 피해사례가 확인되었고 그 중 유리창충돌이 9건으로 가장 많았으며 천적에 의한 포식이 5건이었다. 유조인 경우 3건의 피해사례가 확인되었고 3건 모두 유리창충돌이나 차량충돌 등 인위적인 원인에 의한 것이었다. 전체 피해사례 중 유리창충돌 등의 15건(50%)은 인간의 활동과 직접적으로 연관이 있었으나 절반은 직접적으로 관련되지 않았다. 하지만 알이나 새끼 등의 번식실패를 제외한 피해사례를 살펴보았을 때 성조나 유조의 총 21건의 피해사례 중 14건(67%)가 유리창충돌이나 차량충돌과 같은 인간의 활동과 직접적으로 연관되어 있었다.

Table 8. Records showing the Fairy Pittas' (*Pitta nympha*) injury and mortality cases recorded from 2002 to 2012 on Jeju Island, Republic of Korea

No.	Date	Age class of pitta	Cause of injury and mortality	Rescue Outcome	Habitat	Related species
1	14 September 2002	Adult	Dehydration	Rehabilitated	Suburban	
2	23 June 2004	Adult	Car accident	Dead	Forest	Human
3	14 July 2004	Adult	Window strike	Rehabilitated	Forest	Human
4	2 July 2005	Egg	Flooding	Dead	Forest	
5	7 July 2005	Adult	Window strike	Dead	Forest	Human
6	2 August 2005	Juvenile	Window strike	Dead	Suburban	Human
7	8 September 2005	Adult	Window strike	Rehabilitated	Urban	Human
8	27 May 2006	Adult	Window strike	Dead	Urban	Human
9	4 June 2006	Adult	Window strike	Dead	Forest	Human

10	28 June 2006	Egg	Predation	Dead	Forest	Eurasian Magpie
11	17 July 2006	Egg	Disturbance	Nest abandonment	Forest	Human
12	27 July 2006	Chick	Predation	Dead	Forest	Steppe Rat Snake
13	11 June 2007	Egg	Predation	Dead	Forest	Large-billed Crow
14	29 July 2007	Egg	Flooding	Dead	Forest	
15	21 May 2009	Adult	Dehydration	Rehabilitated	Urban	
16	24 May 2009	Adult	Predation	Dead	Coast	Peregrine Falcon
17	27 May 2009	Adult	Predation	Dead	Coast	Peregrine Falcon
18	27 May 2009	Adult	Predation	Dead	Coast	Peregrine Falcon
19	27 May 2009	Adult	Predation	Dead	Coast	Peregrine Falcon
20	27 May 2009	Adult	Predation	Dead	Coast	Peregrine Falcon

21	13 June 2009	Adult	Car accident	Dead	Suburban	Human
22	6 July 2009	Adult	Window Strike	Dead	Forest	Human
23	15 June 2010	Egg	Predation	Dead	Forest	Large-billed Crow
24	22 June 2010	Adult	Window Strike	Rehabilitated	Forest	Human
25	9 July 2010	Egg	Predation	Dead	Forest	Large-billed Crow
26	30 May 2011	Adult	Window Strike	Dead	Forest	Human
27	14 June 2011	Adult	Window Strike	Rehabilitated	Suburban	Human
28	19 July 2011	Egg	Predation	Dead	Forest	Large-billed Crow
29	29 August 2012	Juvenile	Car accident	Rehabilitated	Forest	Human
30	14 September 2012	Juvenile	Window Strike	Rehabilitated	Urban	Human

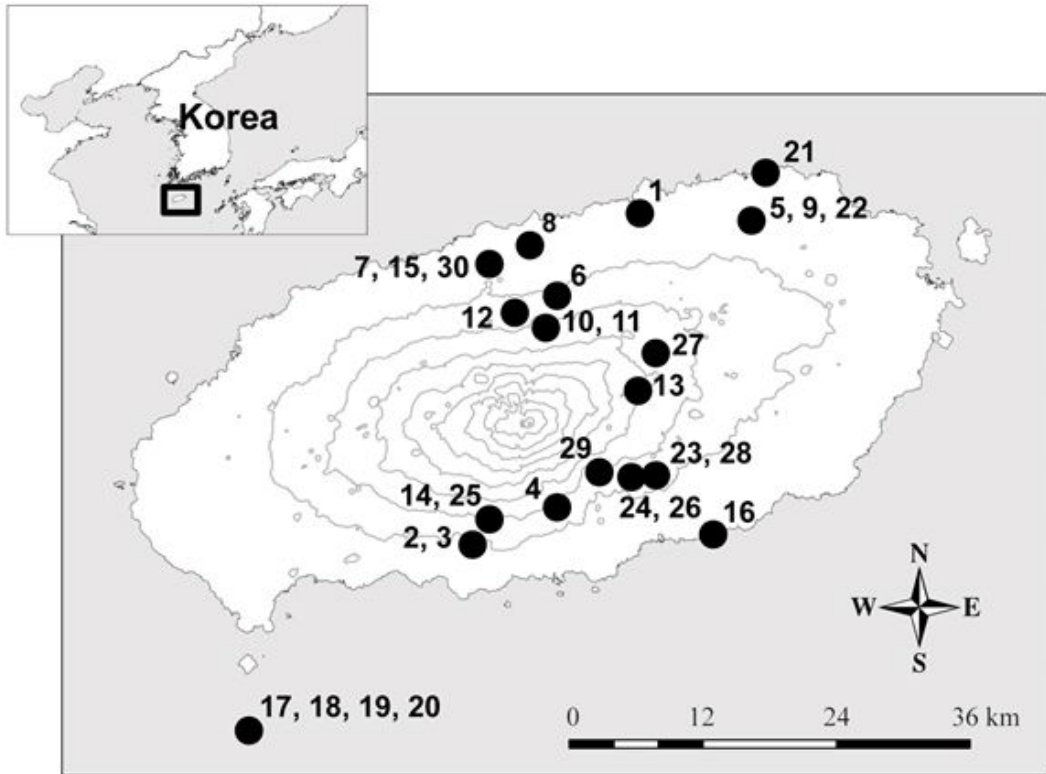


Figure 27. Locations of reported death or injury cases of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) between 2002 to 2012 in Jeju Island, Republic of Korea. The number at each location (filled circle) corresponds to the reports listed in Table 8.

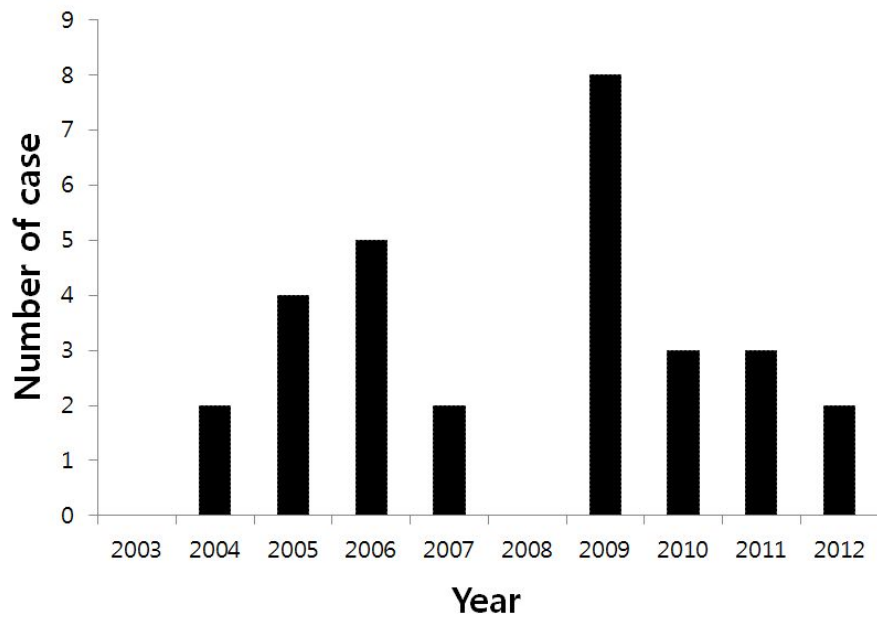


Figure 28. Number of case on injury and mortality of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) per year from 2002 to 2012.

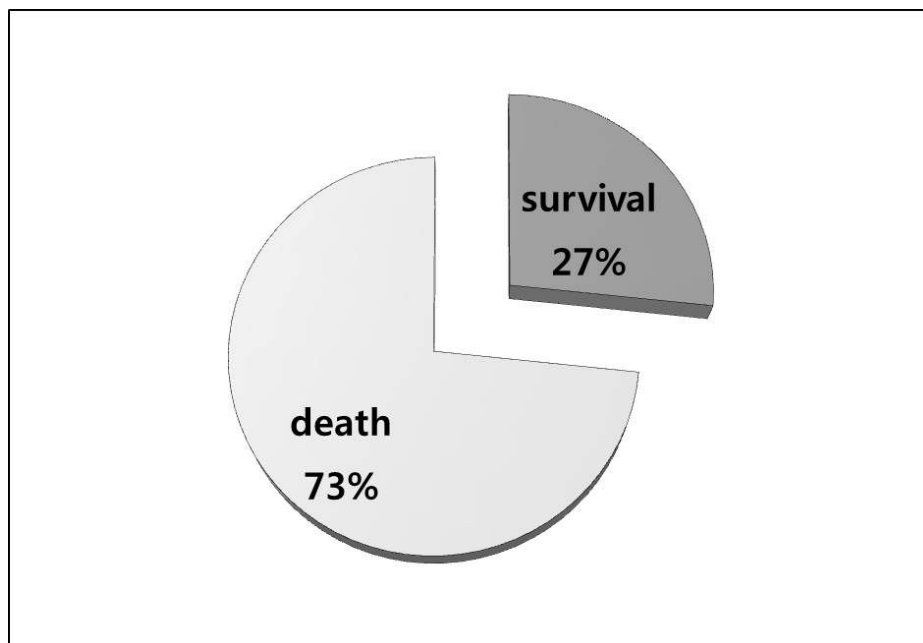


Figure 29. Survival rate of rescued and surveyed Fairy Pitta (*Pitta nympha*) in Jeju island, Republic of Korea.

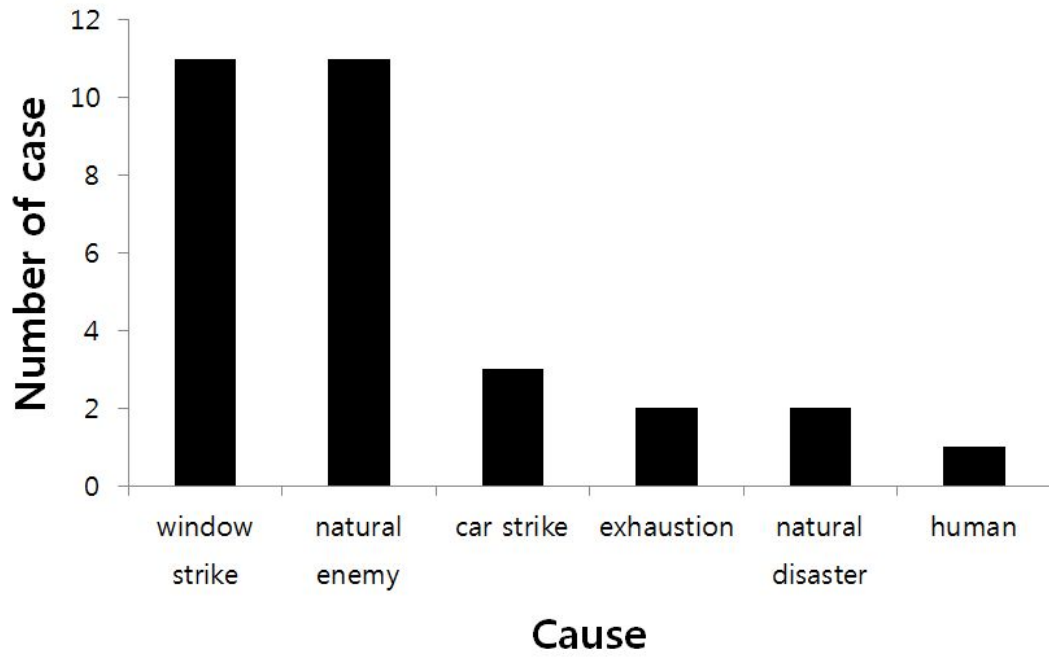


Figure 30. Cause of injury and mortality on Fairy Pitta (*Pitta nympa*) from 2002 to 2012.

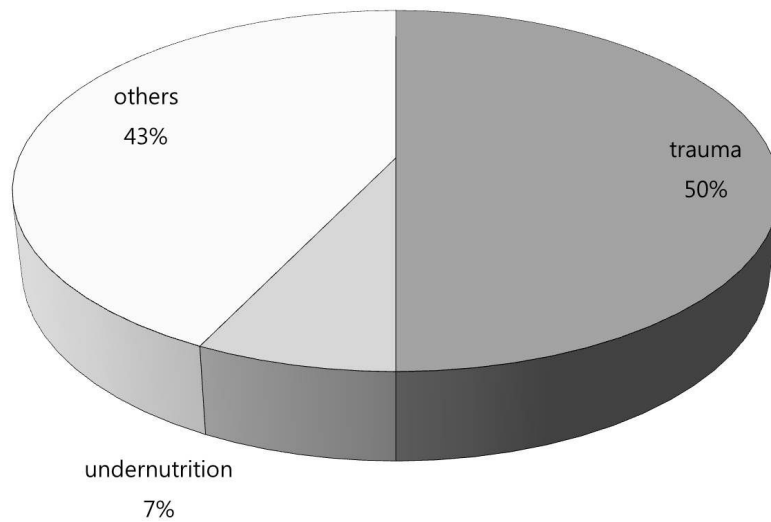


Figure 31. Percentage of injury and mortality symptoms on Fairy Pitta (*Pitta nympa*) from 2002 to 2012.

대부분의 피해는 5월, 6월, 7월로, 봄철 이동시기와 여름철 번식 초기에 집중되어 있었다(Figure 32). 팔색조 피해는 서식하거나 선호하는 숲에서 가장 많이 발생하였고(17건), 5건은 주로 이동시기에 해안지역에서 기록되었고 도심이나 시내외곽지역에서 각각 4건씩 보고되었다(Figure 33). 번식가능한 성조가 피해를 입는 경우가 18건(60%)이었고 다음으로 등지 약탈이나 하천 범람으로 인해 알이 소실되는 경우가 8건(26.7%), 유조가 피해를 입은 경우는 3건(10%)이었으며 단지 1건(3.3%)만이 새끼일 때 피해를 당했다(Figure 34).

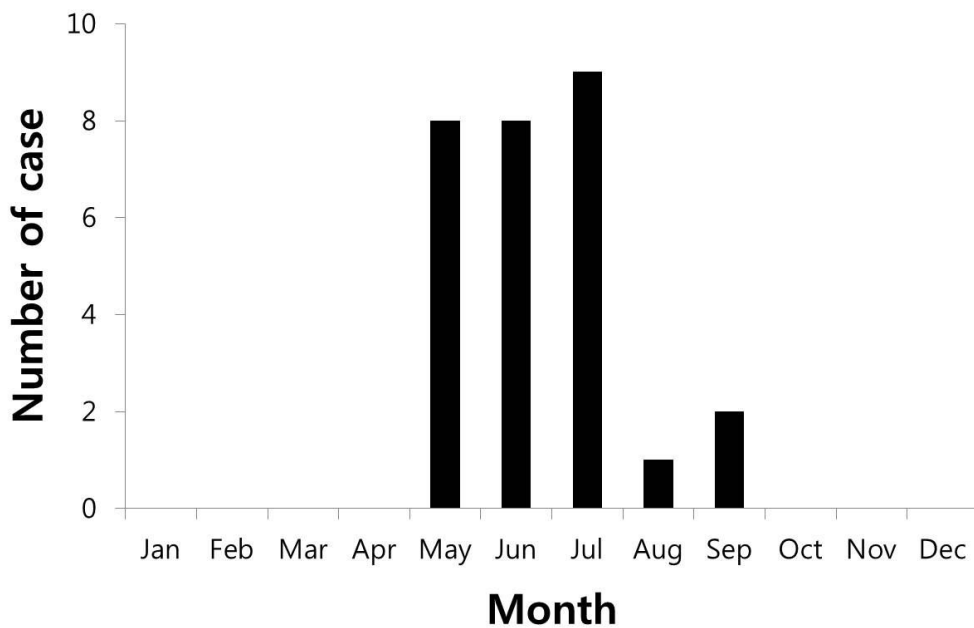


Figure 32. Number of injury and death case of the Fairy Pitta (*Pitta nympha*) recorded per month.

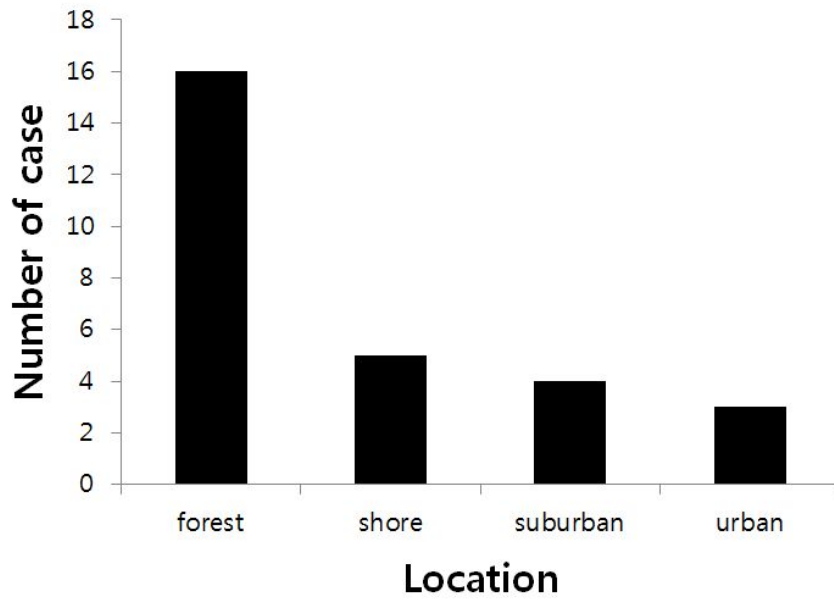


Figure 33. Number of injury and death case of the Fairy Pitta (*Pitta nympha*) recorded in the different locations.

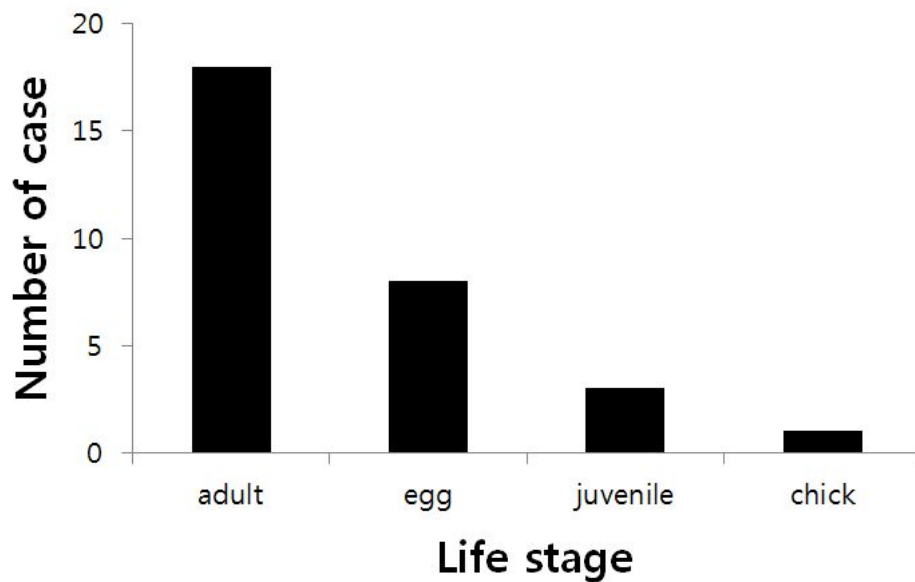


Figure 34. Number of injury and death case of the Fairy Pitta (*Pitta nympha*) recorded based on age.

4개의 종이 성조나 둥지를 약탈한 천적으로 확인되었는데, 매(*Falco peregrinus*), 큰부리까마귀(*Corvus macrorhynchos*), 까치(*Pica pica*), 누룩뱀(*Elaphe dione*) 등이었다. 주요 천적은 매로, 번식을 위해 이동하는 팔색조 5개체를 사냥하였으며 큰부리까마귀는 4개의 둥지에서 19개의 알을 약탈하였다 (Figure 35, 36).

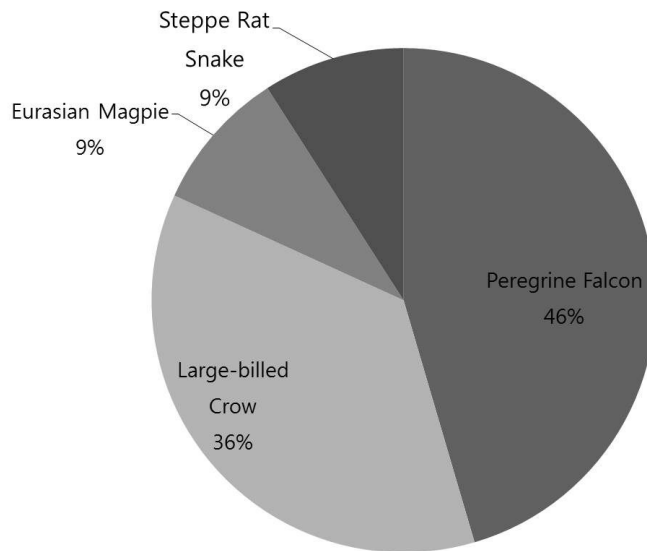


Figure 35. Percentage of the natural enemies which plundered eggs and chicks in the nest or prey the adults during migration and breeding season.



Figure 36. A photo showing the Peregrine Falcon (*Falco peregrinus*) which is natural enemy of Fairy Pitta (*Pitta nympha*). This picture was taken by Mr. Chen who was from Hongkong to Jeju Island on May 28th 2010.

4. 집단유전학적 구조

4-1. 팔색조의 집단유전학적 특성

팔색조의 *COI* 유전자와 *Cyt-b* 유전자의 염기서열의 비교분석 결과, *COI* 유전자에서는 제주집단과 대만집단 사이에 염기전이(transition)가 있음이 확인되었고 제주 및 한반도 집단에서 염기전환(transversion)이 일어났음을 확인하였으나, 각 집단간의 *COI* 유전자 염기서열에서 염기 삽입이나 삭제는 발견되지 않았다. *Cyt-b* 유전자에서는 제주도, 한반도, 대만 집단 등 모든 집단에서 염기전이가 관찰된 반면 염기전환이나 염기 삽입/삭제 등은 관찰되지 않았다(Table 9).

Table 9. Number of variations occurred in *COI* and *Cyt-b* genes among the three populations of Fairy Pitta (*Pitta nympha*)

Gene	Statistics	Population			Mean \pm s.d.
		Jeju	Korean Peninsula	Taiwan	
<i>COI</i>	Transition	1	None	2	1.000 \pm 1.000
	Transversion	1	1	None	0.667 \pm 0.577
	Substitution	2	1	2	1.677 \pm 0.577
	Indel	None	None	None	0.000 \pm 0.000
<i>Cyt-b</i>	Transition	2	2	1	1.667 \pm 0.557
	Transversion	None	None	None	0.000 \pm 0.000
	Substitution	2	2	1	1.667 \pm 0.577
	Indel	None	None	None	0.000 \pm 0.000

미토콘드리아의 두 유전자의 다형성 (polymorphism)이 선택압 (selection pressures)에 의한 것인지 유전자 부동 (genetic drift)에 의한 것인지를 Tajima의 *D*값을 이용하여 검정하였다. 그 결과 *COI* 유전자의 *D*값은 -

0.30859, *Cyt-b* 유전자의 *D*값은 -0.50754로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다($P(COI) > 0.1$, $P(Cyt-b) > 0.1$, Table 10).

Table 10. Tajima's neutrality test for understanding the cause of polymorphism in two gene (*COI* and *Cyt-b*).

	Statistics	Jeju	Korean Peninsula	Taiwan	Mean \pm s.d.
<i>COI</i>	Sample	7	3	6	5.33333 \pm 2.08167
	Tajima's <i>D</i>	0.20619	0.00000	-1.13197	-0.30859 \pm 0.72048
	P-values	0.63300	1.00000	0.15900	0.59733 \pm 0.42163
<i>Cyt-b</i>	Sample	10	4	6	6.66667 \pm 3.05505
	Tajima's <i>D</i>	0.12030	-0.70990	-0.93302	-0.50754 \pm 0.55505
	P-values	0.65100	0.25500	0.27800	0.39467 \pm 0.22229

Slatkin의 *Fst*값을 이용하여 지역집단간의 유전적 분화정도를 분석한 결과 *COI* 유전자는 한반도지역이 다른 지역과 분화의 정도가 더 컸으며, *Cyt-b* 유전자는 반대로 대만 지역이 다른 지역에 비해 분화정도가 큰 것으로 나타났다 (Table 11).

Table 11. Slatkin' s linearized *Fst* test for understanding the genetic differentiation.

<i>COI</i>	localities	Jeju	Korean Peninsula	Taiwan
	Jeju	0		
	Korean Peninsula	0.50000	0	
	Taiwan	0	0.18218	0
<i>Cyt-b</i>		Jeju	Korean Peninsula	Taiwan
	Jeju	0		
	Korean Peninsula	0.19375	0	
	Taiwan	0.20161	0.05357	0

Matrix of Slatkin linearized *Fsts* as $t/M = Fst/(1-Fst)$

(M=N for haploid data, M=2N for diploid data)

4-2. 팔색조의 *COI*과 *Cyt-b* 유전자의 haplotype network

본 연구에서 제주도·한반도·대만의 지역 집단의 미토콘드리아 유전자-*COI*과 *Cyt-b*-의 집단유전학적 구조를 조사한 결과, *COI* 유전자는 haplotype이 5개였으며, *Cyt-b* 유전자의 경우는 6개의 haplotype이 검출되었다(Table 12, Figure 37). *COI* 유전자는 총 642bp의 염기서열을 획득하였는데 이들 중 10, 348, 357, 501 번째 염기부위에 변이를 나타냈으며 haplotype-1은 'ATCT', haplotype-2는 'GTCT', haplotype-3은 'GTCC', haplotype-4는 'GACT', haplotype-5는 'GTTT' 였다. *Cyt-b* 유전자는 총 607bp를 획득하였는데, 273, 295, 300, 307, 522 번째 염기부위에 변이를 나타냈으며 haplotype-1은 'ACAGG', haplotype-2는 'ACAGA', haplotype-3은 'GCAGA', haplotype-4는 'ATAGA', haplotype-5는 'ACAAA', haplotype-6는 'ACGGA' 였다. *COI* 유전자에서 제주도에서는

haplotype-2, 4, 5가 발견되었고 한반도에서는 haplotype-2, 4가, 대만에서는 haplotype-1, 2, 3이 발견되었다. *Cyt-b* 유전자에서, haplotype-1, 2, 3는 제주도에서, haplotype-2, 4, 5는 한반도에서, haplotype-2, 6은 대만에서 발견되었다.

Table 12. Distribution of haplotype of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) that inhabited Jeju Island, Korean Peninsula and Taiwan

	Haplotype	Jeju	Korean Peninsula	Taiwan
<i>COI</i>	Hap-1			1
	Hap-2	3	1	4
	Hap-3			1
	Hap-4	3	2	
	Hap-5	1		
<i>Cyt-b</i>	Hap-1	4		
	Hap-2	5	2	5
	Hap-3	1		
	Hap-4		1	
	Hap-5		1	
	Hap-6			1

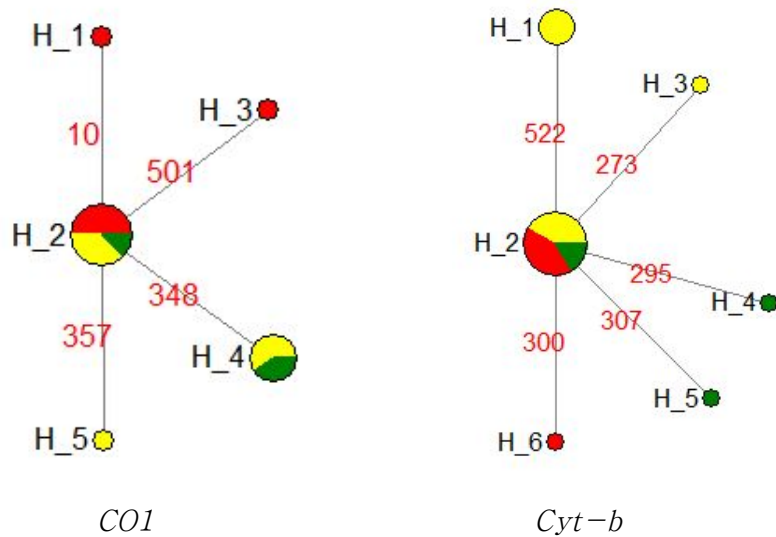


Figure 37. Haplotype network on *COI* (left) and *Cyt-b* gene (right) of Fairy Pitta (*Pitta nympha*). Yellow: Jeju; green: Korean Peninsula; red: Taiwan. The red colored numbers indicate the mutation sites in *COI* and *Cyt-b* gene sequences.

V. 고찰

1. 개체군 번식 특성

팔색조는 번식지에 5월 말에 도착하기 때문에 6월 초부터 산란을 시작하였다. 팔색조는 약 70%의 산란이 6월에 이루어지는데 우리나라에서 장마가 남부지방에서는 6월 21일-22일경에 시작되듯이(이, 2000) 포란기간이 13일 전후이므로(김, 2006; Lin 등, 2007b) 알이 부화하여 새끼를 먹이는 시기는 장마철 시작과 거의 일치한다. 팔색조는 새끼들에게 주로 지렁이를 먹이는데 지렁이는 몸이 건조해지면 죽게 되며, 먹이보다는 서식지의 토양수분 조건이 더 중요하듯(나 등, 2000) 장마철의 집중호우로 인해 지렁이는 피부호흡을 위해 토양 밖으로 나오게 되며 이는 팔색조가 지렁이를 쉽게 발견할 수 있는 기회를 제공한다. 또한 장마철의 습하고 어두운 번식지 내 환경은 낮에도 지렁이가 토양 밖으로 나와 활동할 수 있는 조건을 만들어주기 때문에 팔색조가 먹이를 획득하는데 유리하게 작용한다.

장마철은 먹이자원의 쉬운 확보를 비롯하여 알이나 새끼를 약탈하는 등지약탈자들의 활동을 저하시킬 가능성이 높다. 조류는 비가 올 경우 깃털이 젖기 때문에 그렇지 않은 날에 비해 활동성이 떨어지는데 대표적인 등지 약탈자인 까마귀, 어치, 까치 등 까마귀과에 속하는 조류 또한 비가 많이 오는 장마철인 경우 활동성이 떨어질 것으로 판단된다. 그리고 누룩뱀은 등지 안에 있는 알과 갓 태어난 유조를 더 선호하는 파충류로(이 등, 2011), 대부분 파충류는 온도에 민감하고 낮은 온도에서는 먹이 사냥에 실패하는 경우가 종종 발생하는데(Avery 등, 1982; Greenwald, 1974), 장마철은 비가 오거나 구름이 끼는 날씨가 계속되는 경우가 많아 파충류인 누룩뱀의 먹이활동을 저하시킬 뿐만 아니라 먹이 섭식 후 소화를 돕기 위한 햇볕 쬐기 행동을 거의 할 수 없어 활동성에 있어 불리하지만 주요 등지 포식자인 누룩뱀의 활동성 저하는 팔색조의 번식에는 유리하게 작용한다. 이런 포식자로 인한 방해가 감소할 뿐만 아니라 제주도의 하천과 계곡은 건천이지만 장마철은 비가 많이 오기 때문에 물이 넘치는 경우도 종종 발생하여 사람들이 계곡이나 숲 출입을 꺼려하며 이로 인해 번식 방해가 최소화된다.

이번 조사에서 한배산란수는 적게는 3개에서 많게는 6개까지 확인되었고 보통 5개를 낳았는데 기존의 한배산란수에 대한 보고에서 보통 4개에서 6개의 한배산란수를 나타냈고(Erritzoe와 Erritzoe, 1998), 대만에서는 3개가 확인되기도 하여(Severinghaus 등, 1991) 제주도에서의 한배산란수와 유사하였다. 기존에 동종으로 여겨졌던 Indian Pitta (*Pitta brachyura*)의 한배산란수는 4개에서 6개로 보고되어(Erritzoe와 Erritzoe, 1998) 비슷하였고 2009년 처음으로 우리나라에서 기록된 푸른날개팔색조(*Pitta moluccensis*)는(김 등, 2009) 보통 4-5개의 한배산란수를 가지며 7개를 산란한 기록이 있어(Erritzoe와 Erritzoe, 1998) 팔색조와 비슷하지만 다소 많은 알을 낳았다. 한배산란수는 동지자리에 따라 차이를 보였는데 나무에서보다는 바위에서 한배산란수가 많게 나타나 동지내 알자리가 차지하는 공간의 차이에 기인하는 것으로 보이며 이로 인해 동지자리로 바위에 많이 이용되는 것과 관련이 있어 보여 추후 조사가 필요하다고 판단된다.

소형조류와 멧비둘기 등은 알에서 깨어난 후 몸에 깃털이 없거나 소수의 솜털만 나 있는 만성성의 조류로(이 등, 2000) 팔색조의 새끼도 만성성을 나타낸다. 팔색조는 새끼가 부화한 후에 4일정도 먹이급여와 함께 동지에 머물면서 새끼를 품어주었는데 비가 많은 장마철은 기온이 낮을 뿐만 아니라 솜털도 없는 상태로 부화했기 때문에 새끼들 스스로 보온을 유지할 능력이 떨어지며 먹이에 대한 요구보다는 보온에 대한 필요성이 더 크기 때문에 부화 초기에는 중기에 비해 6배, 후기에는 10배 이상 오래 머물렀던 것으로 판단된다.

팔색조의 번식성공률(41.9%)은 까치, 까마귀, 누룩뱀, 사람의 방해 등 천적이 유사한 붉은머리오목눈이(43.23%)와 비슷하게 나타났고(박 등, 1993) 천적이 적고 사람 방해에 그리 민감하지 않은 쇠백로(62.7%), 해오라기(50.7%)(한 등, 2001), 까치(77.8%)(Oh 등, 2000) 보다는 낮았으며 습새(3.6%)(남 등, 2002), 검은머리물떼새(33.3%)(이와 조, 2000)처럼 집단성을 나타내면서 사람이나 소형포유류 등의 천적에 민감한 종보다는 높았다. 특히 팔색조의 경우 계곡 주변을 번식지로 이용하는 특성상 장마철 집중 호우로 인한 계곡의 범람으로 인해 동지 침수가 발생하였고 주요 번식실패요인 중 하나를 차지하기 때문에 다소 낮은 성공률을 보인다고 판단된다.

2. 번식지 분석

산림 내 팔색조 서식조건에 대해 1960년대에는 ‘습기를 요하는 아열대성 식물이 울창한 임상을 필수조건으로 하고 있으며 긴꼬리딱새, 큰유리새, 호랑지빠귀, 흰배지빠귀 등 습기와 어두운 곳을 좋아하는 새들을 동반하고 있다(김, 1964)’고 기술하였다. 한편, 현재는 상록활엽수림대지역으로 숲이 습하고 어두우며 울창한 곳이 팔색조 서식에 적합한 환경을 제공한다고 하였고(김 등, 2003), 숲 내에서 꼭대기 층을 보았을 때 하늘이 거의 보이지 않을 정도로 울창하고 5월부터 8월에 숲 내 습도가 70% 이상 되며 사람 접근이 어려운 계곡이나 곳자왈, 원시림 등을 팔색조의 서식지로써 적합하다고 판단하였다. 또한 제주 조릿대가 자라는 지역에서는 시야확보가 어려워 부적합한 환경을 제공하므로 하층식생이 뺄뺄하지 않은 곳을 서식지로 이용한다고 하였다(김, 2006). 이들 기록을 통해 1960년대와 현재의 팔색조 서식조건이 유사함을 확인할 수 있었다.

제주도 전체에 대한 1960년대 위성영상 사진 확보가 불가능하였기 때문에 1975년 위성영상사진을 이용하였으며 문헌 조사를 통해 1960년대 이후 10년 동안 산림경관의 큰 변화가 없었음을 확인하였다. 1975년과 2002년 제주도 토지피복도를 비교해 보면, 해발 1000m이하 지역의 변화를 확인할 수 있었다. 1975년은 목장지대인 해발 400-600m 일대를 중심으로 초지대가 넓게 분포하고 있으며 2002년에는 이들 지역에서 초지대는 거의 사라지고 대부분이 숲이나 농경지로 바뀐 것을 알 수 있었다. 1975년도 영상을 보면 해발 1000m이상 지역인 영실기암 인근지역에 작은 규모의 숲이 형성되어 있는 것을 볼 수 있는데 기존 문헌에 언급되었듯이 이곳이 팔색조 서식이 가능했던 지역으로 판단된다. 그리고 해안가를 비롯하여 중산간 이하 지역에도 숲이 형성되어 있었지만 1970년대 이전에는 집안의 대소사를 비롯한 일상생활에서 많은 양의 땀감을 지속적으로 소비하였고 이들 소비용 땀감이나 장작은 중산간 지역 임야나 곳자왈에서 주로 마련되었고(정, 2012) 이로 인해 사람 간섭이 많아 서식은 불가능하였을 것으로 판단된다. 2002년도 영상은 400-600m 일대 숲이 회복되었음을 보여준다. 제주도의 산림변화를 면적상으로 비교했을 때 1975년과 2002년에 큰 변화가 없다. 그러나 산림의 분포적인 측면에서 살펴보면 제주도 남쪽과 서쪽의 해안

지역에 분포하였던 1975년의 숲들이 관광산업의 개발로 도시화되어 손실된 반면, 과거 초지대였던 지역인 해발 400-600m 일대의 숲이 고르게 회복되면서 팔색조의 서식지가 확대되었다. 또한 한라산 남쪽지역(서귀포시지역)의 숲이 더 넓게 분포하는 것을 통해 서식하는 팔색조의 개체수가 한라산 남쪽 지역에서 더 많다는 기존의 보고를 뒷받침한다고 판단된다(김 등, 2003). 1975년과 2002년의 토지피복도 비교를 통해 1960년대 해발 1000m 이상 지역에서만 팔색조가 서식 가능하였다는 것과 약 30년 동안 숲이 회복되면서 현재 팔색조의 서식지가 해발 1000m이하 지역으로 확대되었다는 것을 확인할 수 있었다.

1960년대 한라산 초지대는 북사면인 경우 해발 600m까지, 남사면은 해발 700m까지였으며(차, 1969), 인위적인 이차천이계열에서 방해극상의 양상을 나타내고 있는 반자연초지(semi-natural grassland)였다(박, 1968)고 기록하였다. 북사면은 해발 600m까지 고사리가 높은 빈도로 출현하는 광대한 억새밭이었으며, 해발 700m 부근에서는 높이 4m, 줄기직경 5cm 내외의 어린 졸참나무 숲이었던 것으로 보고되었고, 남사면도 북사면과 마찬가지로 650m 이하에서 억새의 군집이 나타나기 시작한다고 보고하였다(오, 1968).

위성영상 비교와 사진자료를 통해 현재 팔색조가 주로 분포하는 해발고도 600m 이하 지역은 1960년대에는 초지대였음을 알 수 있었다. 특히 해변에서 해발 250m까지 온대남부 기후로 조엽수림이 발달될 수 있는 기후이나 방목, 방화 및 벌채 등에 의해 이차적으로 초지를 이루고 있었으며 억새가 우점 되어 있었고 실제적으로 그 분포가 해발 600m까지 다다른다고 보고하였다(오, 1968). 육지에서는 1년 기간 중 1/2정도를 자연초지에서 사료를 얻을 수 있는데 비하여, 제주도는 초본생육기간이 길어서 2/3정도를 자연초지에서 얻을 수 있어 방목상 최적지라는 기록을 통해(차, 1969), 해발 600m 이하 초지대가 가축 사육으로 인해 영향을 받고 있었음을 짐작할 수 있다. 목장으로서의 이용뿐만 아니라 1948년 4·3사건이 발생하여 정치적 목적으로 대규모 벌목이 이루어졌고 이로 인하여 광활한 초지대를 형성하였다는 기록을 통해(우, 1968) 이 일대 숲이 대부분 사라졌음을 알 수 있었다.

1960년대 해발 600미터 이하 지역은 팔색조의 번식지로서 가능성은 낮았을 것으로 추측된다. 팔색조가 서식하기에 울창한 숲이 있지 않았던 것으로 보이기

만, 다른 산림성 조류도 같은 조건이기에 이러한 산림상황이 팔색조에게만 영향을 준 것이 아니라, 다른 산림성 조류에게도 영향을 준 것으로 보인다.

탐라계곡, 수악계곡 등이 상록수림의 특이성에 의해 한라산천연보호구역내에 편입되었다(한국자연공원협회, 1975)는 보고가 있어 해발 600m 이상 지역에서 팔색조가 서식하였을 가능성이 제기될 수 있다. 그러나 해발 730m 근처에는 3m가량 되는 개서어나무, 졸참나무 등이 많았으며 하층에는 사스레피나무, 동백나무, 붉가시나무, 종가시나무, 구실잣밤나무 등이 많이 발아해 있었다는 기록이 있는데(오, 1968), 이는 그 당시 숲이 이차림임을 나타낸다. 따라서 탐라계곡이나 수악계곡 주변 난대림 또한 이차림적인 성격을 띠었으며 이로 인해 팔색조의 서식가능성은 희박하였을 것으로 판단된다. 그리고 1960년대 당시 표고버섯재배가 성행하여 제주도의 무역품 중 1위를 차지할 정도였는데 주로 한라산 해발 800m에서부터 1300m까지 주요 생산지였다(우, 1968)는 보고를 통해 표고버섯이 생산되는 과정에서 숲이 인위적으로 관리되고 사람들의 출입이 빈번해지면서 700m 이상 지역에서도 팔색조의 서식이 불가능하였을 것으로 추정된다.

1960년대 북사면의 해발 1000m 이상 지역은 서나무, 신갈나무, 굴거리나무 등이 많았고 높이가 10m 이상 되는 성숙림으로 되어 있었고, 해발 1200m부터 해발 1300m까지는 혼효림대로서 서어나무, 소나무 등이 있었으며 보리수나무, 정금나무, 팽팡나무, 섬매자나무 등이 많았다고 기록하였다. 해발 1300m부터 해발 1700m까지는 상록침엽수림대로 1300m지점의 침엽수림대에서부터 수목의 높이가 현저히 낮은 관목림으로 되어 있었고, 해발 1550m부터 4m이하의 구상나무, 사스레나무, 소나무, 주목 등의 침엽수가 분포하고 하층은 제주조릿대, 가시영경귀, 개미탑 등과 정금나무, 들쭉나무, 털진달래, 산철쭉, 시로미 등이 많았음을 기록을 통해 알 수 있었다. 한편, 남사면은 해발 1300m까지 낙엽광엽수림대가 분포하며 혼효림은 해발 1300m에서부터 해발 1500m까지 분포하고 있었고 해발 1400m 이하에서는 15m 이상의 침엽수 및 활엽수의 군락이, 1400m 이상은 나무높이가 상당히 낮아져 5m 이하가 되며 팽팡나무, 진달래, 구름채꽃 등이 많이 나타나고 계곡에는 구상나무가 분포되어 있었다(차, 1969)고 기록하였다.

1960년대 북사면 해발 1200m부터 1300m까지는 하층에 보리수나무, 정금나

무, 팽팽나무, 섬매자나무 등이 많았고 해발 1300m 이상에서는 수목의 높이가 현저히 낮은 관목림이 분포하여(차, 1969) 팔색조가 서식하기에 적합하지 않았다고 판단된다. 남사면의 해발 1200m에서부터 1300m까지는 10m 이상 교목이 있는 낙엽활엽수림대였고(차, 1969), 8m 내지 10m 의 졸참나무가 교목층을 이루고 있었으며 서어나무가 그 하층을 차지하고 있었다(오, 1968)는 것으로 보아 현재 팔색조 서식지의 산림 규모 및 구조와 비슷하였다는 것을 알 수 있었다. 그러나 해발 1300m 이상 지역은 침엽수와 활엽수가 혼효된 군락이 분포되어 있어 현재 팔색조가 서식하는 숲의 구조인 상록활엽수림 및 낙엽활엽수림과는 다소 차이를 보인다. 그리고 해발 1400m 이상에서는 나무높이가 낮아지며 팽팽나무, 진달래 등이 하층부를 덮고 있고(차, 1969) 진달래층보다는 팽팽나무가 현저히 많았다는 것으로 보아 지상에서 먹이를 구하는 팔색조의 습성상(김 등, 2003) 시야 확보에 방해받을 수 있어 이 고도에서 팔색조의 서식가능성은 희박하였을 것으로 판단된다.

Figure 17은 1969년 차중환의 논문에서 발췌한 것으로 낙엽활엽수림(H)와 침활혼효림(M)으로 표시된 지역(high forest)은 팔색조 서식을 위한 최소한의 조건을 만족시키는 고도이며 이 고도는 대략 해발 1300m까지임을 알 수 있다. 해발 1300m 이상 지역은 대부분 관목림(W)과 초지(G)로 표시되어 있는데 팔색조의 서식에 부적합한 환경임을 나타낸다.

1970년대 식물의 수직분포에서 해발 700m까지는 난대림, 해발 700m에서 해발 1500m까지는 온대림, 해발 1500m에서 해발 1700m까지는 한대림으로(한국자연공원협회, 1975) 나타나, 현재 서식지가 해발 1000m 이하의 난·온대림 지역에 집중되어 있다는 사실로 볼 때(김 등, 2003) 북사면에는 해발 1000m에서부터 해발 1200m까지, 남사면에는 해발 1000m에서부터 1300m까지 팔색조가 서식하였지만 해발 1300m 이상의 고도에서는 서식이 불가능하였을 것으로 판단된다. 1960년대 해발 1300m이상 해발 1600m까지의 팔색조 관찰기록(김, 1964)은 소리를 통해서 이루어졌을 가능성이 있다. 팔색조 조사에서 소리를 통해 존재여부를 확인하는 경우가 있기 때문에(黑과 森, 1918; 森, 1927; 김 등, 2003; Lin 등, 2007a), 조사방법 상의 오류로 인해 실질적으로 서식했던 고도 사이에 오차가 발생하였다고 판단된다.

기존의 팔색조 둥지는 주로 바위(95%) 위에 지은 것이 발견되었지만(김, 1964; 강과 남, 2008), 이번 조사에서 바위와 나무, 경사진 바닥면에서 발견되었고 63%정도만 바위에서 발견되었다. 대만의 팔색조는 대부분 경사진 바닥면에 둥지를 트는 데 이 또한 제주도와 차이를 보였다(Lin 등, 2007b). 나무에서 발견된 둥지 중에 상록활엽수가 61%를 차지하였는데, 제주도의 상록활엽수림대는 한라산을 중심으로 남사면에서 600m, 북사면에서는 400m이하의 지역이며 돈내코계곡에서 상록활엽수가 군집을 이루고 있는 지점은 해발 700m부근까지(오 등, 2007)로써, 이는 팔색조의 주 서식지가 해발 300-600m사이의 상록활엽수림이라는 점과 일치한다. 특히 둥지자리로 이용한 나무들 중 조록나무(해발 200-500m), 참가시나무(해발 250-650m), 붉가시나무(해발 350-750m), 구실잣밤나무(해발 200-650m) 등(Oh 등, 2007)은 상록활엽수림대에 주로 생육하는 나무들로 팔색조의 분포와 일치한다. 팔색조는 해발 100m에서부터 800m까지 번식한다고 조사되었는데(김 등, 2003), 둥지 역시 해당고도에서만 발견되어 이를 뒷받침해 주었다.

대부분 둥지(85%)는 지상에서부터 1m에서 3m사이에 위치하였는데, 이는 번식기 둥지포식자와 관련이 있어 보인다. 제주도에는 다람쥐, 청설모같은 소형포유류가 거의 없고 대부분 둥지포식자는 큰부리까마귀, 까치, 어치 등 조류이다. 제주도 중산간지역 숲과 계곡은 큰부리까마귀가 흔하게 서식하고 있어 큰부리까마귀에 의한 둥지 약탈이 빈번히 일어난다. 알이나 새끼를 약탈하는 포식자가 까마귀나 까치 같은 조류가 많은 경우 새들은 둥지를 낮게 짓는 경향이 있으며 다람쥐같은 소형포유류인 경우는 둥지를 높은 곳에 짓는 경향이 있는데(Best와 Stauffer, 1980; Sockmann, 1997; Liebezeit와 George, 2002), 팔색조의 경우, 조류와 같은 포식자를 피해 낮은 곳에 둥지자리를 선택한 것으로 판단된다.

둥지높이에 있어서 바위보다는 나무에서 높았는데, 이는 둥지 크기와 관련이 있어 보인다. 나무에 튼 둥지 중 가로 외부측정치는 26cm에서 45cm까지 다양하였고 둥지를 지탱하기 위해서는 적어도 흉고직경이 26cm이상은 되어야 한다는 것을 나타내며 흉고직경을 측정한 결과, 평균 $54.4 \pm 11.2\text{cm}$ (range : 32-70cm)였다. 국립산림과학원의 자료에 의하면 어른이 양팔을 벌려 나무를 안아 그 둘레를 측정하였을 때 어른 한아름 둘레를 100cm로 보고 원주율 값인

3.14로 나누면 약 32cm의 흉고직경이 나오는데 이 정도의 흉고직경을 가진 나무의 수령은 소나무가 55-60년, 잣나무 50년, 참나무 60년 등으로 적어도 50년 이상이다. 수령 50년 이상의 나무는 그 수고 또한 높고 줄기의 첫 분지부분도 높다. 나무를 등지자리로 이용할 때 첫 분지부분에 주로 등지를 만들므로 등지 높이가 높다고 판단된다.

팔색조 등지는 계곡 주변에서 가장 많이 발견되었으며 이는 습한 환경을 선호하는 습성과 관련이 있어 보인다(김, 1964). 제주도의 계곡은 우천 시에만 흐르는 건천이지만 주변이 상록활엽수림으로 이루어져 있고 접근성이 어렵기 때문에 원시림 자체가 보전되어 있다. 상록활엽수림 하부는 부엽 층이 두껍고 습도가 높을 뿐 아니라 광도가 낮아(방 등, 2004) 팔색조의 먹이인 지렁이가 생육하기에 적합한데 지렁이는 체중의 75-90%가 물로 되어 있으며 피부호흡에 의존하며 몸이 건조해지면 죽게 되는 특성상 먹이보다는 서식지의 토양수분 조건 즉 습한 지 건조한지가 생육에 더 중요하게 작용한다(나 등, 2008). 새끼를 키울 때 먹이 중에 지렁이가 차지하는 비율이 70%(Kim 등, 2012; Lin 등, 2007b) 이상으로, 지렁이가 번식기 중요한 먹이자원임을 말해준다. 그리고 하부식생을 이루는 관목층은 피도가 30~60%로(한 등, 2007) 빈약하여 땅 위를 돌아다니며 먹이를 찾기에 유리하다. 새끼를 키울 때 먹이를 쉽게 구할 수 있다는 점은 번식성공에 중요한 영향을 미치는 데(Xin, 2008) 팔색조가 계곡 내 혹은 5m이내에서 등지를 짓는 이유를 단적으로 설명해 준다.

3. 피해 실태

해안을 따라 사회기반시설과 리조트 개발 등이 가속화됨에도 불구하고, 산불통제, 땀감용 벌채 금지, 국립공원 지정 등 과거 수십 년 동안 숲은 잘 보전되었다. 따라서 팔색조가 번식하기에 좋은 서식조건을 유지하고 있고 서식지 상실은 팔색조에게 위협요인이 되지 않는다(김 등, 2013). 이번 조사 기간 동안 사냥이나 덫을 이용해 팔색조가 피해를 당한 사례는 없었고 천적에 의한 포식이나 유리창 충돌 등이 팔색조에게 피해를 입히는 가장 중요한 요인이었다.

새와 인공구조물 사이의 충돌에 대한 예는 폭넓게 보고되어왔으며(Tanner,

1954; Johnston과 Haines, 1957; Jones과 Francis, 2003; martinez 등, 2010), 특히 유리창 충돌은 새들이 당하는 피해 중 많은 부분을 차지한다 (Klem, 1990; Dunn, 1993; Klem 등, 2004). 11건의 유리창 충돌로 인한 피해에서 보듯이, 유리창 충돌은 다른 천적으로 인한 피해보다 제주도에서 서식하는 팔색조에게 가장 심각한 위협이었음을 확인할 수 있었다. 단지 숲 내에 위치한 2개의 건물이 11건의 유리창 충돌 중 5건을 야기했다. 숲 내 건물의 수나 유리창 면적이 점차 증가함에 따라 유리창 충돌로 인한 위협은 또한 증가한다. 숲 내에 건물이 들어선 첫 해, 반복적인 조류 사망의 예는 유리창 충돌의 유해한 효과가 빛을 반사하는 유리창의 비율이 커지는 등의 일정한 조건 하에서 더 커질 수 있음을 제안한다. 차량 충돌로 인한 피해는 일정한 지역에 서식하는 야생동물의 사망을 야기하지만(Hell 등, 2005; Gryz와 Krauze, 2008; Litvaitis와 Jeffrey, 2008) 팔색조에서는 단지 3건으로 유리창 충돌에 의한 피해보다 적었다. 그럼에도 불구하고 인간과 관련한 사고에서 비롯된 외상은 팔색조가 사망하거나 구조되는 주요 원인이었다.

9건의 유리창 충돌을 포함한 성조의 높은 피해율은 제주도에서 팔색조의 개체군에 미치는 영향에서 중요한 의미를 가지는 반면 새끼의 피해율이 낮은 것은 번식지에서 새끼의 생존율이 높거나 사망률이 낮아 약탈이나 하천 범람 등의 위협으로부터 성공적으로 동지를 떠난다는 것을 제안한다.

대부분 피해는 5월부터 7월까지 봄과 초여름에 집중되었는데 성조의 이동과 번식을 위한 가장 활동적인 시기와 일치한다(김, 1964; 김 등, 2003); 그러나 가을 이동시기인 10월에는 거의 피해사례가 기록되지 않았다. 팔색조의 봄 이동시기는 해안 절벽에서 주로 번식하는 매의 번식시기와 일치하고 따라서 이동하는 많은 팔색조들이 제주도에 도착하기 전 마지막 바다를 건너는 동안 매의 약탈에 의한 위협에 노출되어 있다. 일례로 마라도에서 하루 동안 4개체의 팔색조가 매에게 사냥당한 것을 볼 때 이동하는 동안 천적은 팔색조의 피해에 중요한 영향을 준다고 할 수 있다.

비록 천적에 의한 포식은 생태계 내의 자연적인 현상이지만, 까치를 포함한 큰부리까마귀에 의한 동지 약탈은 완전히 자연적인 현상으로 일축할 수만은 없다. 까마귀과의 새들은 쓰레기를 뒤져 먹이를 찾기도 하고 도로나 탐방로를 따라 숲

으로 유입된다. 인간의 간섭에 의한 직접적인 둥지 피해는 단지 1건이지만 까마귀과 새들의 습성이나 분포와 관련한 인간의 간접적인 영향은 둥지 실패나 사망 등의 피해율을 자연적인 상태에서보다 높이는 결과를 가져온다.

현재 팔색조에 피해를 입히는 위협요인을 확인하였기 때문에 피해를 저감할 수 있는 몇 가지 방안을 제안하고자 한다. 첫째로, 유리창 충돌을 막는 것이 가장 시급하게 요구된다. 이를 위해 건물 외부를 유리 대신 주변풍경을 투영하지 않는 소재를 이용하여 마무리하고 Bird Saver와 같이 창문에 맹금류 사진이나 그림을 붙여 이동하는 조류가 창문을 인식하거나 피해갈 수 있도록 하며 창문에 부딪혔을 때 충격을 완화할 수 있는 방지망을 설치하는 것이 적절하다(Dunn, 1993; Klem 등, 2004). 하지만 주요 번식지 내에 새로운 건물의 신축을 제한하는 것이 더 기본적인 해결책이 될 것이다. 건물 신축할 때 팔색조의 번식 유무나 개체 수 그리고 건물 신축으로 인해 받을 영향 등 환경적인 측면이 고려되어야 할 것이다. 숲 지역에서 유리창의 면적이나 크기 등을 제한할 필요가 있으며 이런 통제에는 에너지효율면에서도 더 현실적이고 성공적이라고 할 수 있다. 두 번째는 팔색조 주요 번식지에서 새로운 도로나 탐방로 건설을 제한해야 한다. 이것은 또한 노루 같은 다른 주요 야생동물의 차량 충돌을 최소화할 것이다. 더 중요한 것은, 도로나 탐방로가 짧아지거나 없어진다면 외부로부터의 약탈자가 팔색조 번식지로 새롭게 유입되는 것을 감소시킬 것이다. 세 번째로, 팔색조 둥지의 주요 약탈자인 큰부리까마귀와 까치를 통제할 수 있는 프로그램을 생각해 볼 수 있다. 까마귀과 새들을 통제하는 것은 위협에 처한 새들과 관련한 약탈로 인한 유해한 효과를 경감시킬 수 있다(Peery와 Henry, 2010). 특히 높은 고도나 숲 지역으로의 까치의 침입은 우선적으로 통제되고 관리되어야 할 것이다. 마지막으로, 둥지가 있는 지역에서 인간의 방해로 최소화해야 한다; 이 연구에서 인간의 방해로 인한 둥지 포기는 단 1건이었지만, 둥지로의 접근은 약탈 위험을 동시에 증가시킨다. 건설이나 잡목 제거 같은 숲 관리는 번식이 끝난 시기에 이루어져야 할 것이다. 아마추어 사진작가에 의한 접근 또한 통제되어야 할 것이다. 그리고 이 종과 관련한 현행 국내법(환경부 지정 멸종위기야생동물 II급, 문화재청 지정 천연기념물 제 204호)(환경부, 2002)과 한라산 같은 보호구역 등이 엄격히 적용되어야 할 것이다.

제주도는 팔색조의 최대 번식지로서 일반적인 피해저감 방안과 더불어 제주도 실정에 맞는 구체적인 보호방안을 살펴볼 필요가 있다. 제주도에 번식하는 팔색조는 중산간 일대 해발 400m에서부터 600m 사이에 집중적으로 번식하고 있기 때문에(김 등, 2003) 중산간 일대의 숲과 계곡은 팔색조의 번식지로서 중요한 장소이지만 팔색조의 서식지로서 중요성이 간과되고 있으며 현재 골프장이나 농경지로 개발되었거나 개발계획을 가지고 있어 훼손 가능성이 높다. 따라서 다른 지역보다 이들 지역에 대한 관심과 인식을 불러일으킬 수 있는 방안이 우선되어야 할 것이다. 그리고 제주도에 도래하는 팔색조 대부분이 계곡과 계곡 주변의 숲에서 번식하는 만큼 계곡에 대한 관리가 필요하다고 판단된다. 계곡 내부로의 사람의 출입이나 쓰레기 투기 등은 직접적으로 팔색조의 번식을 방해할 뿐만 아니라 약탈자인 까마귀류의 이입을 부추기기 때문에 계곡 내로 들어가는 행위는 제한할 필요가 있으며 농경지나 목장으로 이용하기 위해 계곡 주변부의 나무나 덩굴 등을 제거하거나 계곡 내 혹은 가장자리에 자라는 나무나 풀 등이 가축의 먹이로 이용됨으로서 계곡에 형성된 숲이 점점 좁아질 경우 번식지의 질이 낮아지고 미세기후의 변화를 초래함으로써 팔색조의 번식에 부정적인 영향을 미칠 것이기 때문에 계곡과 그 주변의 숲에 대한 간섭을 최대한 줄이는 방안이 마련되어야 한다. 팔색조는 바위나 굵은 나무줄기 사이에 둥지를 트는 만큼 번식지 내 나무의 벌채나 조경용으로 큰 바위 등이 밀반출되지 않도록 단속을 강화할 필요가 있다고 판단된다.

4. 집단유전학적 구조

이번 분석에서는 지역 간 개체의 유전적 차이를 나타낼 수 있는 염기전환이 제주도와 한반도에 서식하는 팔색조의 *COI* 유전자에서 발생하였다. 염기전환은 퓨린염기와 피리미딘 염기가 서로 바뀌는 것으로, Avise와 Lansman(1983)에 의하면, 일반적으로 종내 mtDNA의 유전적 변이정도는 염기전환(transversion)에 의한 유전자 돌연변이가 중요한 요인인 것으로 알려졌는데, 제주도와 한반도의 개체인 경우 이러한 염기전환이 발생함으로써 유전적 변이가 진행될 가능성이 높으며 이런 유전적 변이의 가능성은 대만에 도래하는 개체와의 유전적 차이

를 더욱 벌어지게 하는 역할을 할 것으로 판단된다.

미토콘드리아의 두 유전자의 다형성 (polymorphism)은 둘 다 개체군 내의 적응도를 감소시키는 해로운 돌연변이를 제거함으로써 특정 haplotype이 선택되는 정제선택(purifying selection)의 경향을 띠었다. 그러나 두 유전자의 *D*값 모두 통계적으로 유의하지 않았으므로 두 유전자가 보이는 다형성이 선택압에 의한 결과라기보다는 유전자 부동에 의한 것이라는 것을 짐작할 수 있었다.

팔색조가 저지대 상록활엽수림에 도래하여 장마철에 번식을 한다는 점에서는 각 집단 간에 비슷한 서식특성을 가지지만 천적이라든지 장마가 시작되는 시점 혹은 기온 등에서는 차이를 보이며 이런 차이는 각 지역에서 서식하는 서식조건에 따른 행동이나 습성의 차이를 가져오게 하고(김 등, 2003; Lin 등, 2007b; Severinghaus 등, 1991) 이로 인해 환경에 불리한 유전자를 제거하면서 나타나 는 선택압에 의한 유전자 다형성이 발생할 수도 있다. 하지만 이번 분석을 통해 환경적인 요인에 영향을 받기보다는 많은 세대를 거치는 동안 팔색조가 각각의 번식지로 도래하였으며 이로 인해 지역별 개체들 간의 유전자 다형성이 형성된 것으로 추측된다. 대만에서 2004년부터 2007년까지 팔색조의 회귀율을 조사한 자료에 의하면, 16-26%(수컷 33%, 암컷 13%)의 성조가 이전에 번식 했던 장소로 되돌아왔으며 300m 이상의 세력권과 사람 앞에 잘 나타나지 않는 습성으로 인해 관찰율이 떨어진다는 것을 감안한다면 높은 회귀율을 보인다고 할 수 있다(Lin 등, 2008). 팔색조의 높은 회귀율은 각각의 번식지에서 유전자가 섞일 가능성을 낮춤으로서 유전자 부동이 일어나고 있음을 의미한다.

두 유전자에서 지역적으로 분화정도가 다른 것은 모계유전을 하며 재조합이 없는 미토콘드리아 유전자이지만, 진화적 시간에서 두 유전자의 재조합이 있었다는 것을 암시한다(국립생물자원관, 2014). 두 유전자의 이러한 결과는 팔색조가 서식하는 공간의 면적과 관련이 있어 보인다.

팔색조는 천적의 피해를 줄이기 위해 번식지로 이동하는 동안 집단을 이루는데(Lok 등, 2009; Kim 등, 2013) 번식지에 도착한 후 흩어지게 된다. 면적이 넓은 지역에서는 번식지간 거리가 멀어질 것이고 거리가 멀어짐으로서 서로 상호작용을 하거나 환경에 적응하는 정도나 방법 등이 달라질 것이다. 이러한 환경적인 요인의 차이로 인해 같은 지역 내에서 번식을 한다고 해도 면적이 좁은 지

역보다 넓은 지역에서 분화정도가 클 것이고 대만과 한반도에서 분화정도가 크게 나타나는 원인으로 판단된다.

제주도·한반도·대만의 지역 집단의 미토콘드리아 유전자-*COI*과 *Cyt-b*-의 집단유전학적 구조를 조사한 결과, *COI* 유전자의 경우 haplotype-2가 모든 지역에서 발견되었으며, 개체수도 가장 많았다. *Cyt-b* 유전자의 경우에도 마찬가지로 haplotype-2가 전지역에서 발견되고 압도적으로 많은 개체수를 보였으며, 그 외 haplotype들의 경우 전혀 중복되지 않고 지역적으로 단절된 상태였다. 팔색조의 *COI*과 *Cyt-b* 유전자의 haplotype network을 살펴보면 각각 5개와 6개의 haplotype이 검출되었는데 이는 유전적 다양성이 그다지 크지 않다는 것을 나타낸다. *COI* 유전자의 haplotype은 haplotype-2가 모든 지역에서 발견되는 것으로 보아 조상형이며, 그로부터 point mutation을 통해 다른 네 가지 haplotype이 생성된 것으로 판단된다. 또한 haplotype-2와 다른 네 haplotype들 간에 mutation site가 많지 않은 것으로 볼 때, 진화적으로 근래에 분화가 일어난 것으로 보인다. 대만과 한국에서 공유하고 있는 haplotype-2를 제외하고는 haplotype-1과 haplotype-3은 대만에서만, haplotype-4와 5는 한국에서만 발견되는 것으로 보아 서로 격리되어 있는 것으로 보인다. *Cyt-b* 유전자도 haplotype-2로부터 5가지 haplotype들이 분화해 나온 형태로, 각각 하나의 mutation site만을 가지고서 *COI* 유전자와 비슷한 haplotype network를 보여주고 있다. 세 지역이 공유하고 있는 haplotype-2를 제외하고는 haplotype-1, 3은 제주도에서만, haplotype 4, 5는 한반도에서만, haplotype-6은 대만에서만 나온 것으로 보아 세 지역이 서로 분리되어 있는 것으로 보인다.

5. 결론

5-1. 번식지 보호방안

1960년대와 현재 제주도의 팔색조 고도별 번식지는 많은 차이를 보이고 있었다. 1960년대에는 해발 600m까지 초지대가 형성되어 있었고 상록수림이 형성되어 있었던 계곡 등도 이차림이었기 때문에 팔색조가 서식할 가능성은 낮다고 보인다. 1980년대 들어서면서 기후생태학적으로 중요한 지역인 계곡을(이와 정,

2011) 비롯한 해발 500m와 600m일대의 이차림이 성숙하면서 팔색조가 서식 가능성이 높은 숲으로 회복되었고, 현재 계곡 주변 숲과 곳자왈 등이 보호되면서 팔색조 서식에 적합한 숲으로 발전하였다. 따라서 1960년대 해발 1000m에서부터 최대 1300m까지 좁은 면적에 극히 적은 수의 팔색조가 서식하였을 것으로 추정하였으며, 현재는 1960년대에 비해 제주도 내 산림의 분포나 식생 구조면에서 숲의 질이 높아져 1960년대 이후 어느 때보다 팔색조가 서식하기에 적합한 환경을 제공하고 있으며 팔색조 개체군 유지를 위해 현재의 산림식생을 유지·관리하는 것이 필요하다고 판단된다. 팔색조 주요 번식지는 제주도에서 핵심구역(core zone)을 지정하고 가장자리 1km 지역을 완충지대(buffer zone)로 두어서, 산림관리에 있어서 일어나는 제반 활동을 제한하는 방안을 고려해야 한다. 또한, 핵심구역과 핵심구역의 연결성을 높여 전체적으로 팔색조의 메타개체군(meta population)을 제주도에서 유지해야 할 것이다.

5-2. 개체군 사망률 감소 방안

서식지 상실이나 저지대 숲의 파괴(BirdLife International, 2013)을 포함한 팔색조 개체군을 감소시키는 위협과 더불어, 이번 연구 결과는 약탈뿐만 아니라 유리창 충돌, 차량 충돌을 포함한 인간에 의한 피해는 팔색조 개체군의 생존에 중요한 영향을 미칠 것이며 인간이 지배하는 환경에서 보호에 대한 관심을 새롭게 불러일으킬 것이다.

5-3. 집단유전학적 구조 분석

1996년도까지 팔색조는 인도와 파키스탄 등 인도대륙에 서식하는 Indian Pitta(*Pitta brachyura*)와 지형적으로 격리되어 있음에도 불구하고 외형적으로 비슷하다고 해서 같은 종으로 여겨졌다(Lambert와 Woodcock, 1996). 하지만 1996년 별개의 종으로 취급되면서 번식지가 동북아시아로 국한되었고 개체수 또한 멸종위기에 처해 있는 수준으로 평가된다. DNA 분석을 통해 현재는 유전

적으로 격리되어 있다는 것을 확인할 수 있었고 도래시기, 서식환경에 적응하는 방법 등의 차이가 유전적 격리를 더 크게 만들고 있으며 제주도, 그리고 한반도에 도래하는 팔색조 집단들이 대만에 도래하는 팔색조 집단과 비번식기에도 서로 섞이지 않고 각각의 분리된 집단을 이루어 서로 다른 지역에서 생활한다고 추정할 수 있다. 만약 팔색조의 집단이 서로 격리된 채 번식기와 비번식기를 보낸다면 소규모 집단에 적용되는 유전자 부동에 의해 유전적 다양성에 부정적인 영향을 미칠 것이며(Johnson과 Peter, 2006) 낮은 유전적 변이는 개체군의 절멸에 기여하고(Simberloff, 1998) 특히 제주도는 섬이라는 특수성 때문에 낮은 유전자 변이가 반영될 수 있다(Franlham, 1997)고 본다. 새들의 분포 형태는 지리적으로 고정되어 있고 파편화되어 있기 때문에 유전구조는 진화적 관점에서 빠르게 분화할 수 있다. 그리고 그들 중 어떤 개체군은 지역적인 절멸의 위험에 놓일 수 있다. 이에 팔색조에 대한 추가적인 유전적 정보 획득을 위해 일본과 중국에 대한 집단유전학적 비교 및 비번식기동안 팔색조가 생활하는 지역에 대한 추가적인 조사가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

제주도내의 팔색조 메타개체군의 유전 다양성을 확보하기 위하여 주요 번식지를 나누고 번식지별 유전다양성을 측정하고, 핵심 지역, 완충 지역으로 나누어서 팔색조 번식지 보호 및 관리를 포함하는 보전생물학적 접근이 필요하다. 또한, 장기적으로 제주도의 메타개체군과 대만 개체군의 유전적 다양성, 육지부의 팔색조 번식지에 대한 추가 연구도 필요하다.

제주도 팔색조 메타개체군의 다양성 유지는 한국에서 멸종위기종인 팔색조의 개체군 유지에 중요하며, 더 나아가 동아시아의 개체군 보호에 큰 역할을 하여 국제적으로 멸종위기종인 팔색조의 보전생물학적 보호 체계에 기여하리라 본다.

VI. 인용문헌

- 강정훈, 남상찬. 2008. 2008년도 천연기념물(동물, 서식지) 모니터링 보고서. 국립문화재연구소, 대전, pp. 53-67.
- 강창완, 강희만, 김완병, 김은미, 박찬열, 지남준. 2009. 제주조류도감. 한그루출판사. 464쪽.
- 국립생물자원관. 2013. 한반도 주요 생물군 계통수 작성: 한국 자생 조류의 계통수 작성 및 DNA 바코드 분석 연구. 국립생물자원관. 119pp.
- 김은미. 2006. 한라산에서 팔색조(*Pitta nympha*)의 분포와 번식 생태. 한라산 천연보호구역 학술조사보고서: 533-545.
- 김은미, 강창완, 김화정, 강영호, 지소연, 박찬열. 2009. 한국미기록종 푸른날개 팔색조(*Pitta moluccensis*)의 국내 첫 관찰기록. 한국조류학회지 16(2): 155-159.
- 김은미, 권진오, 강창완, 천정화. 2013. Landsat 영상비교와 문헌연구를 통한 제주도 산림경관변화와 팔색조 서식고도 차이에 관한 연구. 한국지리정보학회 16(4): 79-90.
- 김은미, 오홍식, 김상범, 김원택. 2003. 제주도에서 팔색조(*Pitta nympha* Temminck & Schlegel)의 분포와 서식환경. 한국조류학회지 10(2): 77-86.
- 김준범, 조명희, 권태호, 김인호, 조운원, 신동호. 2004. GIS와 항공정사사진을 이용한 산림정보 관리시스템 구축. 한국지리정보학회지 7(2): 57-68.
- 김창희, 강종현, 이윤경, 김동원, 서재화, 김명진. 2010. 제2차 전국자연환경조사 결과 분석을 통한 멸종위기조류의 국내 분포 현황. 한국조류학회지 17(1): 67-137.
- 김현규. 1964. 팔색조의 생태. 한국문화연구원논총 5: 235-240.
- 김현규. 1970. 거제도산 팔색조의 생태. 호천 이용하교수회갑기념논문집, pp.341-347.
- 나영은, 이상범, 한민수, 김세근, 최동로. 2000. 밭도양에서 지렁이 서식에 영향을 주는 토양특성에 관한 연구. 한국토양비료학회지 5(2): 165-168.

- 남기백, 유승화, 김동원, 유정철. 2002. 집쥐에 의한 습새 번식성공률 감소. 한국 조류연구소 8(1): 43-47.
- 박봉규. 1968. 한라산 및 홍도 학술조사보고서(한라산의 초지식생, 89-111쪽). 문화공보부, 서울.
- 박은미, 김창희, Satoshi Yamagishi, 원병오. 1993. 붉은머리오목눈이의 번식생태, 경희대 조연보 4:47-61.
- 박행신. 1984. 한라산 북사면 산림조류의 군집구조에 관한 연구. 제주대논집 자연과학편 19:71-183.
- 박행신. 1998. 제주의 새. 제주대학교 출판부, pp.6-13.
- 박행신, 김원택. 1981. 제주도 삼림조류조사. 제주대논집 자연과학편 13:151-165.
- 박행신, 원병오, 소대진. 1985, 한라산 천연보호구역학술조사보고서, 제주도, pp.56-81.
- 방광자, 김광두, 강현경, 주진희. 제주도의 상록양치식물 자생지 환경특성 및 식생구조에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 7(3): 64-72.
- 소대진, 박행신. 1987. 한라산 산림조류의 군집에 관한 연구. 제주대학교 과학교육논문집 4:93-126.
- 오구균, 고정균, 김태환. 2007. 한라산 돈내코계곡의 해발고별 식물군집분포. 한국환경생태학회지 21(2): 141-148.
- 오계철. 1968. 한라산 및 홍도 학술조사보고서(기후와 삼림군집, 60-89쪽). 문화공보부, 서울.
- 오홍식, 김병수, 김완병. 2002. 한라산의 조류군집에 관한 연구. 한국조류학회지 9(2):85-104.
- 오홍식, 김창부, 김병수, 김완병, 정충덕, 박행신. 2000. 제주도에 서식하는 까치 *Pica pica sericea*의 번식생태 및 분포. 한국조류학회지 7(2): 63-75.
- 우낙기. 1968. 제주도. 한국지리연구소, 서울. 438쪽.
- 원병오. 1968. 한라산 및 홍도 학술조사보고서(한라산의 동물, 225-281쪽). 문화공보부, 서울.
- 원홍구. 1931. 제주도에서 팔색조의 습성에 관하여. 일본동물학잡지

- 43:666-668.
- 이상덕, 조삼래. 2000. 한국 서해 납작도에서의 검은머리물떼새 *Haematopus ostralegus*의 번식 생태조사. 한국조류학회지 7(2): 83-92.
- 이슬기, 정성관, 박경훈, 김경태, 이우성. 2010. GIS를 이용한 산림성 조류의 서식지 예측 모형 및 지도 구축. 한국지리정보학회지 13(1) : 62-73.
- 이우성, 정성관. 2011. GIS를 활용한 산림녹지의 환경조절적 기능 평가. 한국지리정보학회지 14(4): 102-115.
- 이우신, 구태희, 박진영. 2000. 야외원색도감 한국의 새. LG상록재단. 320쪽.
- 이정현, 장환진, 서재화. 2011. 한국 양서·파충류 생태도감. 국립환경과학원. 256쪽.
- 이정일. 1972. 팔색조 Fairy Pitta, *Pitta brachyura nympha* Temminck and Schlegel의 식성에 관한 연구. 동국대 석사학위청구논문, 31pp.
- 이현영. 2000. 한국의 기후. 법문사. 238쪽.
- 임양재, 백광수, 이남주. 1991. 한라산의 식생. 중앙대학교출판부, 서울. 291쪽.
- 정광중. 2012. 제주의 숲, 꽃자왈의 인식과 이용에 대한 연구. 한국사진지리학회지 22(2): 11-28.
- 제주특별자치도. 2009. 사진으로 보는 제주역사. 제주특별자치도, 제주. 855쪽
- 차중환. 1969. 한라산 식물의 수직분포. 식물학회지 12(4): 19-29.
- 환경부. 2002. 환경백서 2002. 환경부 자연보전국. pp. 265-270.
- 한국야생동물보호협회. 2002. 야생동물 밀렵감시 및 신고장려 교육교재. 한국야생동물보호협회 강원지회. pp. 8-9.
- 한국자연공원협회. 1975. 학술조사연구시리즈Ⅲ: 한라산. 한국자연공원협회. pp. 13-26.
- 한상희, 남동하, 구태희. 2001. 쇠백로 *Egretta garzetta*와 해오라기 *Nycticorax nycticorax*의 번식생태 비교. 한국조류학회지 8(1): 35-45.
- Austin, O.L. 1948. The birds of Korea. Bull. Mus. Comp. Zool. 101 (1):1-301.
- Avery, M.L., Springer, D.F. and Dailey, N.S. 1978. Avian mortality at

- man-made structures: an annotated bibliography. U. S. Fish and Wildlife Service, Biological Services program, National Power Plant Team. FWS/OBS-78/58. 108pp.
- Avery, R.A., Bedford, J.D., and Newcombe, C.P. 1982. The Role of Thermoregulation in Lizard Biology: Predatory Efficiency in a Temperate Diurnal Basker. *Behav Ecol Sociobiol* 11: 261-267.
- Avise, J.C. and Lansman, R.A. 1983. Polymorphism of mitochondrial DNA in Populations of higher animals. In "Evolution of Genes and Proteins"(M. Nei and R.Koehn, eds.). Sinauer Associates, Sunderland, MA, 147-164.
- Bandelt, H.J., Forster, P. and Röhl, A. 1999. Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies. *Mol. Biol. Evol.* 16:37-48.
- Best, L.B. and Stauffer D.F. 1980. Factors affecting nesting success in riparian bird communities. *Condor* 82:149-158.
- BirdLife International. 2001. *Threatened birds of Asia: The BirdLife International Red Data Book*. Cambridge UK: BirdLife International.
- BirdLife International. 2013. Species factsheet: *Pitta nympha*. Downloaded from <http://birdlife.org> on 19/01/2013.
- Brazil, M. 2009. *The birds of East Asia*. London: Christopher Helm.
- Chen, Y. and Nelson R.L. 2004. Genetic variation and relationships among cultivated, wild and semiwild soybean. *Crop Sci.* 44:316-325.
- Collar, N.J., Crosby, M.J. and Stattersfield, A.J. 1994. *Birds to watch 2: the world list of threatened birds*. Cambridge: BirdLife International.
- Dunn, E.H. 1993. Bird mortality from striking residential windows in winter. *Journal of Field Ornithology* 64: 302-309.
- Erritzoe, J. 2004. Order Passeriformes. Family Pittidae (Pittas). In: del Hoyo, J., A. Elliot & J. Sargatal (eds.), *Handbook of the Birds of the World*.

- Volume 8. Broadbills to Tapaculos. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Erritzoe, J. and Erritzoe H.B. 1998. Pittas of the World: A Monograph on the Pitta Family. The Lutterworth Press, Cambridge.
- Frankham, R. 1997. Do island populations have lower genetic variation than mainland populations?. *Heredity* 78: 311-327.
- Greenwald, O.E. 1974. Thermal dependence of striking and prey capture by gopher snakes. *Copeia* : 141-148.
- Gross, A.O. 1928. The heath hen. *Memoirs Boston Soc. Nat. Hist.* 6: 489-588.
- Gryz, J. and Krauze, D. 2008. Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza Valley(NEPoland).*European Journal of Wildlife Research* 54: 709-714.
- Hell, P., Plavý, R., Slamečka, J. and Gašparík, J. 2005. Losses of mammals (Mammalia) and birds (Aves) on roads in the Slovak part of the DanubeBasin.*European Journal of Wildlife Research* 51: 35-40.
- Hebert, P.D., Stoeckle, M.Y., Zemlak, T.S. and Francis, C.M. 2004. Identification of birds through DNA barcodes. *PLoS biology* 2(10): e312.
- Hong E. K., Won, C.M., Yang, B.G., Yoo, B.H., Lee K.C., Choi, B.J. 1999. Wildlife Survey. Report of NIER, Korea 21:49-61.
- Johnson, J.A. and Peter, O.D. 2006 Low genetic variation in the Heath Hen prior to extinction and implications for the conservation of prairie-chicken populations. *Conservation Genetics* 7: 37-48.
- Johnston, D.W. and Haines, T.P. 1957. Analysis of bird mortality in October 1954. *Auk* 74: 447-458.
- Jones, J. and Francis, C.M. 2003. The effects of light characteristics on avian mortality at lighthouses. *Journal of Avian Biology* 34: 328-333.

- Kim, E.M., Choi, C.Y. and Kang, C.W. 2013. Causes of injury and mortality of Fairy Pitta *Pitta nympha* on Jeju Island, Republic of Korea. *Forktail* 29: 104-107.
- Kim, E.M., Park C.R., Kang C.W, and Kim S.J. 2012. The nestling diet of fairy pitta *Pitta nympha* on Jeju Island, Korea. *Open Journal of Ecology* 2(4): 178-182.
- Ko, C.Y., Lee, P.F., Bai, M.L. and Lin, R.S. 2009. A Rule-Based Species Predictive Model for the Vulnerable Fairy Pitta(*Pitta nympha*) in Taiwan. *TAIWANIA* 54(1): 28-36.
- Klem, D.Jr. 1990. Collisions between birds and windows: mortality and prevention. *Journal of Field Ornithology* 61: 120-128.
- Klem, D. Jr., Keck, D.C., Marty, K.L., Ball, A.J. M., Niciu, E.E., and Platt, C.T. 2004. Effects of window angling, feeder placement, and scavengers on avian mortality at plate glass. *Wilson Bulletin* 116: 69-73.
- Lambert, F. and Woodcock, M. 1996. *Pittas, Broadbills and Asities*, Pica Press, Sussex, pp.162-166.
- Librado, P. and Rozas, J. 2009. DnaSP v5: a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics* 25(11): 1451-1452.
- Liebezeit J.R. and George T.L. 2002. Nest predators, nest-site selection, and nesting success of the Dusky Flycatcher in a managed ponderosa pine forest. *Condor* 104:507-517.
- Lin, R.S., Lee, P.F., Ding, T.S. and Lin, Y.K. 2007a. Effectiveness of Playbacks in Censusing the Fairy Pitta *Pitta nympha* during the Breeding Season in Taiwan. *Zool. Stud.* 46(2): 242-248.
- Lin, R.S., Yao, C.T. and Lee, P.F. 2007b. The Diet of Fairy Pitta *Pitta nympha* Nestlings in Taiwan as Revealed by Videotaping. *Zoological Studies* 46(3): 355-361.

- Lin, R.S., Chen, W.J. and Lee, P.F. 2008. The Annual report of Jeju Wildlife Research Center: A review and perspective of the Fairy Pitta research in Taiwan. Jeju Wildlife Research Center, Jeju.
- Lindström, Å. 1989. Finch Flock Size and Risk of Hawk Predation at a Migratory Stopover Site. *The Auk* 106(2): 225-232.
- Litvaitis, J.A. and Jeffrey, P.T. 2008. An Approach Toward Understanding Wildlife-Vehicle Collisions. *Environmental Management* 42: 688-697.
- Lok, A.F.S.L., Khor, K.T.N., Lims, K.C. and Subaraj, R. 2009. Pittas(PITTIDAE) of Singapore. *NATURE IN SINGAPORE* 2: 155-165.
- Markham, B.L. and Barker, J.L. 1986. "Landsat MSS and TM Post-Calibration Dynamic Ranges, Exoatmospheric Reflectances and at Satellite Temperatures", EOSAT: Landsat Technical Notes, 1: 3-5.
- Martínez, J.E., Calvo, J.F., Martínez, J.A., Zuberogoitia, I., Cerezo, E., Manrique, J., Gómez, G.J., Nevado, J.C., Sánchez, M., Sánchez, R., Bayo, J., Pallarés, A., González, C., Gómez, J.M., Pérez, P. and Motos, J. 2010. Potential impact of wind farms on territories of large eagles in southeastern Spain. *Biodiversity and Conservation* 19: 3757-3767.
- Mayfield, H.F. 1975. Suggestion for calculating nest success. *Wilson Bull.* 87: 456-466.
- Monroe, B.L. and Sibley, C.G. 1993. A World Checklist of Birds, Yale University Press, New Haven and London.
- Moore, W.J. and DeFillippis, V.R. 1997. The window of taxonomic resolution for phylogenies based on mitochondrial cytochrome b. D.P Mindell (Ed.), *Avian Molecular Evolution and Systematics*, Academic Press, San Diego, CA. pp84-120.
- Morniyama, T. 1929. The pitta(*Pitta brachyura nympha* Temminck &

- Schlegel). *Amba* 1(2): 28-37.
- Newman, D. and Pilson, D. 1997. Increased probability of extinction due to decreased genetic effective population size: Experimental populations of *Clarkia pulchella*. *Evolution* 51: 354-362.
- Okada, M. 1999. Fairy Pitta at the environs of River Shimantogawa. *Birder* 13:54-57.
- Peery, M.Z. and Henry, R.W. 2010. Recovering marbled murrelets via corvid management: a population viability analysis approach. *Biological Conservation* 143: 2414-2424.
- Rao, M., Johnson, A. and Bynum, N. 2007. Assessing threats in conservation planning and management. *Lessons in Conservation* 1: 46-71.
- Reed, D.H. and Frankham, R. 2003. Correlation between fitness and genetic diversity. *Conserv. Biol.* 17: 230-237.
- Satchell, J.E. 1955. Some aspects of earthworm ecology, in *Soil Zoology*(ed. D.K. Mc. E. Kevan), Butterworths, London. pp. 180-201.
- Severinghaus, L.L., Liang, C.T., Severinghaus, S.R. and Lo, L.C. 1991. The distribution, status and breeding of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) in Taiwan. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica* 30: 41-47.
- Slikas, B. 1997. Phylogeny of the avian family Ciconiidae (Storks) based on Cytochrome b sequences and DNA-DNA hybridization distances. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 8: 275-300.
- Sockmann, K.W. 1997. Variation of life-history traits and nestsite selection affects risk of nest predation in the California Gnatcatcher. *Auk* 114:324-332.
- Spielman, D., Brook, B.W. and Frankham, R. 2004. Most species are not driven to extinction before genetic factors impact them. *Proc. Natl. Acad.*

- Sci. USA 101: 15261-15264.
- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M. and Kumar, S. 2011. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol. Biol. Evol.* 28(10):2731-9.
- Tanner, J.T. 1954. Bird mortality during night migration: October 1954. *Migrant* 25: 57-68.
- Tomek, T. 2002. The birds of North Korea: Passeriformes. *Acta Zoologica Cracoviensia* 45: 1-235.
- UNEP and WCMC. 2009. Review of *Cynogale bennettii*, *Macaca arctoides*, *Polyplectron schleiermacheri* and *Pitta nympha* for countries other than Malaysia with long-standing import suspensions. A report to the European Commission Directorate General Environment ENV.E.2.-Environmental Agreements and Trade. Cambridge: UNEP World Conservation Monitoring Centre.
- Wilkie, M.B. 2008. The Annual report of Jeju Wildlife Research Center: Conservation and Threats to the Fairy Pitta *Pitta nympha*: The Huben IBA, Taiwan. Jeju Wildlife Research Center, Jeju.
- Xin, L. 2008. Breeding ecology of an Old World high-altitude warbler, *Phylloscopus affinis*. *J. Ornithol.* 149:41-47.
- 金井 裕. 1992. 九州地方の ヤイロチョウ *Pitta brachyura* の生態状況. 日本野鳥の會, 特殊鳥類調査報告書, pp.30-42.
- 藤田剛, 桶口廣芳, 澤田佳長. 1992. 日本におけるの ヤイロチョウ *Pitta brachyura* の生態分布. 日本野鳥の會, 特殊鳥類調査報告書, pp.1-8.
- 森爲三. 1928. 濟州夏季鳥類觀察記. 鳥 6(26): 45-47.
- 黒田長禮, 森爲三. 1918. 濟州道採集の主なる鳥類に就て. 鳥2(7): 73-87.

VII. 요약

우리나라에서 제주도는 최근 팔색조의 최대번식지로 알려지면서 팔색조의 서식지로서 그 중요성을 인정받고 있으나 아직까지 팔색조에 대한 연구는 분포나 생태의 일부가 밝혀졌을 뿐이다. 멸종 수준에 속하는 생물인 경우 개체군의 유지나 증가는 종 보전을 위해 중요하며 개체군의 번식 기작, 번식지 특성, 개체군의 유전적 구조를 포함하는 보전생물학적 연구가 필수적이다. 팔색조의 개체군 변화는 서식환경, 천적, 인공구조물, 유전적 다양성 등과 같은 요인에 의해 영향을 받는다. 여기서 서식환경의 변화와 관련하여 과거 팔색조 관찰기록을 중심으로 1970년대와 최근에 가까운 Landsat 위성영상을 비교하여 산림의 변화를 살펴보고 문헌조사를 통해 서식환경의 변화를 살펴보았다. 그리고 현재 개체군의 변화에 영향을 미치는 요인 중 천적, 인공구조물 등에 의한 제주도에 팔색조의 피해실태를 파악하였으며 팔색조의 미토콘드리아에 존재하는 두 개의 유전자상에서 분자적인 다양성 규명을 통하여 번식지인 제주도, 한반도, 그리고 대만에 서식하는 팔색조 개체군의 유전학적 구조를 분석하였다.

1. 개체군 번식 특성

팔색조는 제주도 번식지에 5월 중순에서 말경에 도착하였다. 도착하자마자 수컷은 번식지 주변을 돌아다니며 ‘호잇 호잇’ 두음절로 끝나는 소리를 내며 짝을 찾거나 세력권을 방어하였다. 알은 6월 초부터 낳기 시작하였으며 첫 번째 알을 낳은 가장 빠른 기록은 6월 1일(2012)이었고 7월말까지 산란을 하였다. 대부분(68%) 산란은 6월에 이루어졌다. 가장 많은 한배산란수는 5개(46%)였고 24개의 둥지에서 평균 한배산란수는 4.5 ± 0.83 개(range: 3-6)였다. 나무를 둥지자리로 이용한 팔색조의 평균 한배산란수는 4.0 ± 0.63 개로 바위를 둥지자리로 이용한 팔색조(4.8 ± 0.75)보다 낮았다. 팔색조는 13일 혹은 14일정도 알을 품은 후 새끼가 부화하며 새끼는 만성성의 조류로 솟털이 없는 상태였다. 팔색조가 새끼에게 제공하는 먹이는 80%이상이 지렁이였다. 한 둥지에서 적어도 한

마리의 새끼가 이소하여 41.9%의 번식 성공률을 보여주었다.

2. 번식지 분석

제주도에서 팔색조가 서식하는 해발고도는 1960년대와 현재 많은 차이를 보이고 있다. 이러한 차이가 발생하게 된 배경을 이해하기 위해 Landsat 위성영상의 시계열 자료 비교와 문헌을 중심으로 한 서식지 환경, 산림분포 및 산림경관 변화 측면에서 두 시기의 차이에 관해 살펴보았다. 현재의 팔색조 주 서식고도인 600m 이하지역 경관은 상당면적이 산림으로 구성된 반면, 1960년대에는 거의 초지대였으며, 계곡 주변으로 상록수림이 있었으나 이차림으로서 숲의 규모가 작고 구조 또한 서식에 불리하였다. 해발 700미터 주변의 숲들도 역시 약 3m 정도의 수고를 가진 임목들로 구성된 이차림이었으며, 800미터에서 1,300미터 지역의 숲들 또한 지역주민들의 버섯재배 등으로 교란을 받은 이차림이었다. 해발 1,300미터 이상 지역은 팽팍나무, 진달래 등의 작은 관목림으로 구성되어 팔색조의 서식지로서는 숲의 규모나 구조가 적합하지 않았을 것으로 보인다. 따라서 1960년대에는 1,000미터부터 1,300미터 사이의 숲이 팔색조의 최적 서식처가 될 수 있었을 가능성이 높다. 현재의 서식처인 해발 100미터부터 800미터 사이의 숲들과 비교하였을 때, 현재보다 제한된 면적에서 적은 수의 팔색조가 서식하였을 것으로 판단된다. 미세번식지 분석에서 총 70개의 둥지 중 39개는 바위 위에, 28개는 나무줄기 사이에 위치하였으며 경사면에서 3개의 둥지가 관찰되었다. 둥지는 0.8m에서부터 4.6m까지 다양한 높이에 지었다. 둥지자리에서 계곡까지의 거리를 측정한 결과, 둥지자리가 바위인 경우는 평균 5.39 ± 5.98 m였고 나무인 경우는 평균 1.85 ± 2.16 m 떨어진 곳에 위치하였다. 둥지는 돛형태로, 대부분이 위아래로 긴 타원형이었으며 원형에 가까운 것도 관찰되었고 앞으로 입구가 있었다. 1960년대 이후 산림경관의 긍정적 변화로 인해 현재 팔색조의 개체수가 증가되고 있는 시점에서, 향후 제주도에서 팔색조와 같은 깃대종과 그 서식처를 보호하기 위해서는 생물종다양성을 유지·증진시킬 수 있는 숲의 식생 구성과 임분 구조를 염두에 둔 지속적인 산림관리가 요구된다.

3. 피해실태 분석

팔색조는 국제적 멸종위기종으로 지정된 조류로 우리나라 최대 번식지인 제주도에서의 피해사례를 살펴보았다. 2002년부터 2012년까지 한국조류보호협회 제주지회의 구조신고 자료와 직접적인 목격 그리고 조사 중에 관찰된 기록을 정리하였다. 2002년부터 2012년까지 30건의 피해사례를 확인하였다. 피해를 입은 팔색조는 대부분 성조로 18건의 피해사례가 발생하였으며 알이 피해를 입은 사례도 8건으로 나타났다. 주로 피해가 발생한 달은 5월, 6월, 7월이었다. 팔색조가 피해를 입는 원인으로는 유리창충돌, 탈진, 천적, 교통사고, 자연재해 등이 있었으며 천적과 유리창충돌로 인한 피해가 가장 많이 발생하였다. 피해증상으로는 외상, 영양결핍 등이 있었고 대부분(78%)이 사망하는 것으로 나타났다. 팔색조 피해는 숲에서 가장 많이 발생하였다. 숲 내에 위치하거나 번식지 인근에 건축된 건물은 팔색조를 비롯한 숲에 서식하는 조류의 생명을 위협하는 방해물로 작용한다. 따라서 번식지 인근 건물 신축을 제한하고 Bird Saver와 같은 충돌방지대책을 세우며 도로나 탐방로 개설을 제한하여 새로운 약탈자의 유입을 차단하고 등지가 있는 지역으로의 인간들의 접근을 막아야 할 것이다. 보호중에 대한 법적용을 엄격히 할 필요가 있다. 결론적으로, 서식지 상실이나 저지대 숲의 파괴를 포함한 팔색조 개체군을 감소시키는 위협과 더불어, 이번 연구 결과는 약탈뿐만 아니라 유리창 충돌, 차량 충돌을 포함한 인간에 의한 피해는 팔색조 개체군의 생존에 중요한 영향을 미칠 것이며 인간이 지배하는 환경에서 보호에 대한 관심을 새롭게 불러일으킬 것이다.

4. 집단유전학적 구조 분석

한국을 비롯하여 대만, 중국, 일본 등 동아시아에서 번식하는 팔색조는 국제적 멸종위기종으로, 종 보전을 위한 기초자료를 제공하기 위하여 팔색조 집단의 유전자 다양성에 대한 연구를 수행하였다. 2004년부터 2013년까지 제주도와 한반도 그리고 대만에서 수집한 34개체의 팔색조 샘플에서 DNA를 추출하였고, 미토콘드리아의 *COI*과 *Cyt-b* 유전자 염기서열 정보를 기초로 집단유전학적 분석을

실시하였다. 샘플 34개 중 23개에서 유효한 결과를 얻을 수 있었다. *COI* 유전자에서는 제주 및 한반도 집단에서 1개의 nucleotide에서 transversion이 발생했지만, *Cyt-b* 유전자에서는 nucleotide의 transversion이 관찰되지 않았다. 그리고 두 유전자가 보이는 다형성이 선택압에 의한 결과라기보다는 유전자 부동에 의한 것이라는 것을 확인할 수 있었다. 지역집단간의 유전적 분화정도를 분석한 결과 *COI* 유전자는 한반도지역이 다른 지역에 비해 분화의 정도가 더 컸으며, *Cyt-b* 유전자는 대만지역이 다른 지역에 비해 분화정도가 큰 것으로 나타났다. 제주도·한반도·대만 지역 집단의 미토콘드리아 유전자의 집단유전학적 구조를 조사한 결과, *COI* 유전자는 haplotype이 5개였으며, *Cyt-b* 유전자의 경우는 6개의 haplotype이 검출되었다. *COI* 유전자의 경우 haplotype 2가 모든 지역에서 발견되었으며, 개체수도 가장 많았다. *Cyt-b* 유전자의 경우에도 마찬가지로 haplotype 2가 전지역에서 압도적으로 많은 개체수에서 발견되었다. 그 외 haplotype들의 경우 전혀 중복되지 않고 지역적으로 단절된 상태였다. 앞으로 지역적으로 단절되어 있는 팔색조의 멸종을 막고 유전적 다양성을 확보하기 위해서는 일본과 중국 집단 및 비번식기에 팔색조가 서식하는 지역에 대한 추가적인 집단유전학적 연구가 필요하다.

Appendix 1. Mitochondrial *COI* gene sequence of *Pitta nympha*

LOCUS J3 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70525
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPMIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPI LYQHLEWFFGHPEVYIL ILPGFG"

BASE COUNT 175 a 211 c 97 g 159 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaacagg caccctacta ggagatgacc aatctacaa tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactcc tcctagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tctactacacc tagcaggtgt ctcatctatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacct cattatttgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttcgacc cagccggagg tggcgacca atcctatacc aacacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattcg ga

LOCUS J5 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial C01 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70526
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 COMMENT ##Assembly-Data-START##
 Sequencing Technology :: Sanger dideoxy sequencing
 ##Assembly-Data-END##
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTFSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLFWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 175 a 212 c 97 g 158 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gcccaaccagg caccctacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattggt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactccc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccatitit tcactacacc tagcaggtgt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattatttgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttcgacc cagccggagg tggcgacca atcctatacc acaacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS J6 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70527
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS d, dd. and d, dd.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayeodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLEWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 175 a 212 c 97 g 158 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtcccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct ccccccactt ttcctactcc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggtgt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattattgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgacca atcctatacc acaacttatt ttgattotc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS J7 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial C01 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70528
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLFWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 176 a 212 c 97 g 157 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactacc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagctt cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggagt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattatttgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgaccca atcctatacc acaacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS J9 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial C01 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70529
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLEWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 175 a 212 c 97 g 158 t
 ORIGIN
 1 gcgaaactag gccaaaccagg caccctacta ggagatgacc aaatctacaa tgtaattggt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactacc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggtgt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattatttgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgaccca atcctatacc aacacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS J14 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70530
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLFWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 176 a 212 c 97 g 157 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactccc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggagt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattaattgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgaccca atcctatacc acaacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS J15 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70531
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLFWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 176 a 212 c 97 g 157 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgta atctctctt atagttata ccttataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtcccc cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttcctactcc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggagt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattattgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgacca atcctatacc acaacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS KP2 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70532
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLFWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 176 a 212 c 97 g 157 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactccc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggagt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattattgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgaccca atcctatacc acaacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS KP4 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70533
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLEWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 175 a 212 c 97 g 158 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactccc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggtgt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattattgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgaccca atcctatacc acaacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS KP6 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70534
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLFWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 176 a 212 c 97 g 157 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactacc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagctt cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggagt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattaattgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgaccca atcctatacc acaacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS T1 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70535
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLEWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 175 a 213 c 97 g 157 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactccc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggtgt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattatttgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg cattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgaccca atcctatacc acaacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS T3 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070536
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLEWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 175 a 212 c 97 g 158 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactcc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggtgt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattattgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgaccca atcctatacc acaacttatt ttgattttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS T6 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial C01 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70537
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 COMMENT ##Metadata-START##
 Sequencing Technology :: Sanger dideoxy sequencing
 ##Metadata-END##
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVMPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTFSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLFWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 175 a 212 c 97 g 158 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaaaccagg caccactacta ggagatgacc aaatctacaa tgtaattggt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactacc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccatitit tcaactacacc tagcaggtgt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattatttgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgacca atcctatacc acaacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS T7 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70538
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLEWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 175 a 212 c 97 g 158 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactcc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggtgt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattattgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgacca atcctatacc acaacttatt ttgattctt
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS T13 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070539
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELGQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVMPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLLASSTVEAGAGTGWTVYPLAGNLAHAG
 ASVDLTI FSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLEWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 175 a 212 c 97 g 158 t
 ORIGIN
 1 gcgaactag gccaccagg caccacta ggagatgacc aaatctaca tgtaattgtt
 61 accgcacacg cctttgta atctctctt atagttata ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtcccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactcc tctagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagctt cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggtgt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctccgc cctctcacia
 421 taccaaacc cattattgt atgatcgtc ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttgacc cagccggagg tggcgacca atcctatacc acaacttatt ttgattttc
 601 ggccaccag aagtatacat tcttatctc cctggattog ga

LOCUS T14 642 bp DNA linear 24-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial CO1 gene sequence of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70540
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
Pitta Pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 642)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (24-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..642
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>642
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AELSQPGTLLGDDQIYNVIVTAHAFVMIFFMVPIMIGGFGNWL
 VPLMIGAPDMAFPRMNNMSFWLLPPSFLLLASSTVEAGAGTGWTVYPPLAGNLAHAG
 ASVDLTFSLHLAGVSSILGAINFITTA INMKPPALSQYQTPLFVWSVLI TAVLLLLS
 LPVLAAGITMLLTDRNLNTFFDPAGGGDPILYQHLFWFFGHPEVYILILPGFG"
 BASE COUNT 176 a 212 c 96 g 158 t
 ORIGIN
 1 gcagaactaa gcccaaccagg caccctacta ggagatgacc aaatctacaa tgtaattggt
 61 accgcaacag cctttgtaat aatcttcttt atagttatac ccattataat cggaggattt
 121 ggaaactgac tagtccccct cataattgga gccctgaca tagccttccc acgaataaat
 181 aacataagct tctgactcct cccccatct ttctactacc tcttagcctc ctctacagta
 241 gaagccggag caggaacagg atgaaccgtg tatccccccc tagccggaaa cctggcccac
 301 gctggagcct cagtagacct aaccattttt tcactacacc tagcaggtgt ctcatccatc
 361 ctaggagcaa tcaacttcat cacaactgca atcaacataa aacctcccgc cctctcacia
 421 taccaaacct cattatttgt atgatccgta ctcatcacag ccgtactcct cctactctcc
 481 ctcccagtac tcgctgcagg tattaccatg ctctaacag accgaaacct aaacaccacc
 541 ttcttcgacc cagccggagg tggcgaccca atcctatacc aacacttatt ttgattcttc
 601 ggccaccag aagtatacat tctt

Appendix 2. Mitochondrial *Cyt-b* gene sequence of *Pitta nympha*

LOCUS J1 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070541
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSVDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 169 a 207 c 81 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccacgcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 acctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtcccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctacgtagac aaccctaccc tcacccgatt ctttgcccta
 361 catttctcc taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tgctcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcaccгаа tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS J3 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070542
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS J5 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070543
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSVDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 169 a 207 c 81 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaacct cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tgctcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS J6 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070544
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSVDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 169 a 207 c 81 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat cgcgcgcca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcacccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tgctcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS J7 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070545
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSDNPTLTRFFALHFLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcacccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS J8 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM0705426
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcacccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tctcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS J9 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070547
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSVDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 169 a 207 c 81 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgctcgatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcc taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tgctcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS J10 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70548
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSVDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcc taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS J11 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070549
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSVDNPTLTRFFALHFLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS J15 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70550
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLLLTMLATAFVG YVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSVDNPTLTRFFALHFLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 169 a 207 c 81 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcgatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcc taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaacct cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS KP1 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70551
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 206 c 80 g 151 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat cgcgcgcca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacattagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tctcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS KP2 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70552
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcc taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaacct cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcaccгаа tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS KP4 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70553
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSDNPTLTRFFALHFLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS KP5 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70554
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 TWGGFSDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 171 a 207 c 79 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgaacct gaggagggtt ctcaatgac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcctc taccattcat tatcgcaagt ctcaactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggtt caaacaacct cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS T1 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70555
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcaagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcaactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaacc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS T3 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070556
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSVDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgctcgatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS T6 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70557
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
pitta pitta nympha
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 169 a 207 c 81 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat cgcgcgcca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagtg
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS T7 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70558
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS T10 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KMO70559
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSDNPTLTRFFALHFLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcaccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tctcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

LOCUS T14 607 bp DNA linear 27-JUN-2014
 DEFINITION Mitochondrial Cytb gene sequences of *Pitta nympha*, partial CDS.
 ACCESSION KM070560
 VERSION
 KEYWORDS .
 SOURCE mitochondrion *Pitta nympha*
 ORGANISM *Pitta nympha*
 Eukaryota; Metazoa; Chordata; Craniata; Vertebrata; Euteleostomi;
 Testudines + Archosauria group; Archosauria; Dinosauria;
 Saurischia; Theropoda; Coelurosauria; Aves; Neognathae;
 Passeriformes; Pittidae; *Pitta*.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Study on Conservation Biology of the Endangered Species, Fairy
 pitta *Pitta nympha*
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 607)
 AUTHORS Kim, E.-M., Jeon, Y.-S., Kim, S.-J., Kang, C.-W., Jeong, G.-S. and
 Won, H.-K.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (27-JUN-2014) Division of Ecoscience, Ewha Womans
 University, B319, General Sci. Bldg. Ewhayodaegil-52,
 Seodaemun-gu, Seoul, Seoul 120-750, Republic of Korea
 FEATURES Location/Qualifiers
 source 1..607
 /organism="Pitta nympha"
 /organelle="mitochondrion"
 /mol_type="genomic DNA"
 CDS <1..>606
 /codon_start=1
 /transl_table=2
 /translation="AFTSVAHTCRNVQFGWLI RNLHANGASIFFIC IYLHIGRGLYYG
 SYLYKETWNTGVILLTLMATAFVGYVLPWGQMSFWGATVITNLFSAIPYIGQTLVEV
 AWGGFSVDNPTLTRFFALHLLPFI IASLTLIHLTFLHETGSNNPMGIQSDCDKIPFH
 PYFSSKDILGFMIML IPLMTLAMFSPNLLGDPENFTPANPLV"
 BASE COUNT 170 a 207 c 80 g 150 t
 ORIGIN
 1 gccttcacat ccgtcgccca tacatgtoga aacgtccaat tcggctggct aatccgcaac
 61 ctccaagcca atggagcctc aatcttcttt atctgcatct accttcatat cggacgcgga
 121 ctctactacg gctcctacct atacaaagaa acatgaaaca caggagttaa cctcctcctc
 181 accctcatag caaccgcctt cgtcggatat gtccttccat gaggccaaat atcattctga
 241 ggtgccacag tcattaccaa cttattctca gcaatcccat acatcggcca aacactagta
 301 gaatgagcct gaggagggtt ctcagtagac aaccctaccc tcacccgatt ctttgccta
 361 catttctcct taccattcat tatcgcaagt ctcacactca tccacctcac ctttcttcac
 421 gaaacagggt caaacaaccc cataggaatt caatccgact gtgacaaaat cccattccac
 481 ccatatttct cttcaaaaga tatcctaggc ttcataatca tactcatccc actaataacc
 541 ctagccatat tctcacccea tctcctggga gaccagaaa acttcacacc cgccaacccc
 601 ctagtaa

감사의 글

이제 시작입니다. 대학원 박사과정에 문을 두드리며 처음 들었던 생각입니다. 첫 수업을 들으면서 느꼈던 생각입니다. 박사과정을 수료하고 깨달았던 생각입니다. 졸업논문을 준비하며 밤새 고민했던 생각입니다. 졸업논문 발표를 끝내고서 되짚었던 생각입니다. 박사논문 심사를 끝내고 도장을 받던 순간 치솟아 오르던 생각입니다. 제본되어 나온 금박으로 새겨진 논문 제목을 보면서 몽클했던 생각입니다. 끝이라고 생각되던 순간은 언제나 시작을 알리는 알람이었습니다. 지금 끝이라는 생각보다 또다시 시작이라는 단어가 떠오르는 것은 시작의 반복이 있었기에 여기까지 올 수 있었다고 느끼기 때문일 것입니다.

시작의 순간엔 항상 망설임이 있고 혼자였다면 감히 시작이란 단어를 떠올리기조차 버거웠을 것입니다. 하지만 많은 분의 도움과 조언과 응원이 있었기에 용기를 내어 시작의 문을 두드릴 수 있었습니다. 처음 분자생물학 실험실 문을 두드렸을 때 놀라면서도 반갑게 맞아주셨던 김세재 교수님. 박사과정의 뜻을 내비쳤을 때 뜻밖이라는 표현과 함께 하고자 하는 사람의 기는 꺾으면 안 된다고 흔쾌히 제자로 받아들여주셨습니다. ‘과연 시작할 수 있을까’ 하는 의구심은 교수님의 한마디에 눈 녹듯 사라졌습니다. 감사합니다. 내 머리 속과 같이 어지럽던 논문을 정성껏 다듬어 주신 김원택 교수님. 대학원, 그 시작과 함께 마무리를 교수님과 할 수 있어 기뻐했습니다. 감사합니다. 새를 통해 처음 인연을 맺었던 박진영 박사님. 박사님의 새에 대한 열정과 헌신은 새를 시작하던 저에게 정신적인 바탕이 되었습니다. 그리고 이제는 팔색조의 질긴 인연을 만들어주셨습니다. 감사합니다. 조류와 환경과의 관계에 대한 폭넓은 배움을 주셨던 박찬열 박사님. 논문의 틀을 더욱 아름답게 잡아주셨습니다. 감사합니다. DNA라는 생소했던 단어를 어찌 풀어나갈까 고민이 많을 때 친절하신 오대주 박사님. 이것저것 열심히 설명해 주시고 검토해 주셨습니다. 감사합니다.

제가 여기 오기까지 생물학과라는 버팀목이 있었기에 가능했습니다. 처음 생물학과 들어갔던 그 때, 가르침을 주시고 생물학과를 지켜주셨던 오문유 교수님, 허인욱 교수님, 이용필 교수님, 김문홍 교수님, 오덕철 교수님 감사합니다. 지금

멋진 생물학과를 만들기 위해 열정적으로 제자들을 가르치시는 이화자 교수님, 고석찬 교수님, 김명숙 교수님, 이선령 교수님, 박수제 교수님, 송우람 교수님 감사합니다. 그리고 고 천영진 교수님 감사합니다. 다양한 분야에 대한 목마름으로 문을 두드렸을 때 선뜻 배움을 주셨던 정영배 교수님, 강동일 교수님, 송창길 교수님, 강민수 교수님 감사합니다.

저는 운이 좋은 사람입니다. 정길상 교수님, 전연선 선생님을 만나 생소했던 집단유전학적 연구 분야에 대해 눈을 뜨게 되었습니다. 항상 저의 물음에 친절하게 답해주시고 신경 써 주셔서 감사합니다. 그리고 필요한 자료나 문제점 등에 대한 명쾌한 해답을 주었던 최창용 박사 그리고 남현영 박사. 내 삶에 많은 도움이 되었다. 고맙다.

팔색조의 주요 변식지인 대만에서 팔색조 연구를 위해 헌신하시던 林瑞興(Lin, Ruey Shing) 박사님과의 만남은 팔색조에 대한 연구의 폭을 넓혀주셨고 DNA 연구를 위한 혈액샘플을 선뜻 제공해주셨습니다. 감사합니다. 그리고 陳世中(Chen, Shih Chung) 선생님이 있어 생생한 현장 사진을 얻을 수 있었습니다. 감사합니다. 그리고 대만에서 팔색조를 보러 찾아오셨던 저어새 보호운동가 王徵吉 선생님 그리고 Mark Bruce Wilkie 선생님의 팔색조에 대한 열정을 배웠습니다. 감사합니다.

혼자서 할 수 없는 것이 팔색조 연구. 도움이 필요할 때 달려와 준 후배들이 있었기에 힘들지 않았습니다. 양경식, 오미래, 민동원, 송국만, 양은정, 홍인철, 신혜선 고맙다. 그리고 생물학과 조교선생, 현수의 도움이 없었다면 대학원 과정이 많이 힘들었을 겁니다. 고맙다 김현수.

연구하는 동안 사진이면 사진, 자료면 자료, 조사면 조사 어느 하나 소홀히 할 수 없었는데 많은 분들이 도움을 주셨습니다. 여기에 고마움을 남기고 싶습니다. 가까이서 지켜봐주신 송인혁 선생님, 지남준 선생님, 강희만 기자님, 이용우 선생님, 김영훈 선생님, 정상배 선생님, 강명철 기자님 감사합니다. 멀리서 필요한 자료를 두말 않고 제공해주신 박웅 선생님, 빙기창 박사님, 강승구 박사님, 김영춘 선생님, 지찬혁 선생님, 권경숙 선생님, 정용훈 선생님, 고경남 선생님, 임완호 선생님, 최종수 선생님, 김영준 선생님, 조해진 선생님 감사합니다. 박사를 마무리하는 과정에서 큰 힘이 되어주셨던 장갑수 교수님, 윤영민 교수님, 정용환 박

사님 감사합니다. 새를 보러 다니고 연구를 하면서 웃음을 주셨던 김화정 박사님, 허위행 박사님, 김성현 박사님 감사합니다. 그리고 새를 통해 알게 된 멋진 사람들, 심규식 선생님, 김수만 선생님, 곽호경 선생님, 조영권 선생님, 윤순태 선생님, 이윤경 선생님, 김동원 선생님, 최유성 선생님 감사합니다. 새를 보던 초창기 도움을 주셨던 제주 토박이 김완병 박사님, 김병수 박사님 감사합니다. 그리고 국립산림과학원 난대·아열대산림연구소가 있었기에 제가 여기 설 수 있었습니다. 박정환 소장님, 김장수 과장님, 김찬수 과장님, 원현규 박사님, 김준범 박사님, 강영제 박사님, 최형순 박사님, 정성철 박사님, 김해란 선생님 그리고 연구소 식구들 감사합니다. 학문의 길을 열어주시고 올라가신 권진오 박사님, 어찌 감사함을 말로 다 표현할까요. 그리고 논문에 없어서는 안 될 귀중한 자료를 주신 천정화 박사님 감사합니다. 로스 박사님 영문 교정해 주셔서 감사합니다. 그리고 팔색조의 보호를 위해 애쓰시는 (사)한국조류보호협회 관계자분들, 한국야생동물유전자원은행 관계자분들, 문화재청 관계자분들께 감사드립니다.

저는 지금 행복합니다. 내 남편, 아들, 그리고 딸이 엄마를 자랑스러워하겠죠. 그리고 항상 힘이 되어주던 친정할머니, 아버지, 어머니, 언니, 동생들 얼굴에 또 한번 웃음꽃이 피겠죠. 또 시댁식구들이 모여앉아 며느리 박사 받았다고 한바탕 시끌벅적하겠죠. 너무 감사하고 꿈 같은 상상입니다.