



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

2013年 2月
博士學位 論文

철새 중간기착지에서 발생하는 조류사고원인 분석에 관한 연구

An Analysis on the Causes of Migratory Bird
Mortality occurred at a Stopover Island, Hong-do,
Jeonnam, Korea

朝鮮大學校 大學院

生物學科

冰 基 昌

철새 중간기착지에서 발생하는
조류사고원인 분석에 관한 연구

An Analysis on the Causes of Migratory Bird Mortality
occurred at a Stopover Island, Hong-do, Jeonnam, Korea

2013年 2月 25日

朝鮮大學校 大學院

生物學科

冰 基 昌

철새 중간기착지에서 발생하는
조류사고원인 분석에 관한 연구

指導教授 崔 榮 福

이 論文을 理學 博士學位申請 論文으로 제출함

2012年 10月

朝鮮大學校 大學院

生物學科

冰 基 昌

冰基昌의 博士學位論文을 認准함

委員長	호남대학교 교수	이 두 표 (인)	
委員	국립중앙과학관 연구관	백 운 기	
委員	한국환경생태연구소 대표	이 한 수 (인)	
委員	전남대학교 교수	성 하 철 (인)	
委員	조선대학교 교수	최 영 복 (인)	

2012年 12月

朝鮮大學校 大學院

목 차

제1장. 서론	1
제2장. 연구사	4
1. 국내연구	4
2. 국외연구	5
제3장. 연구지역 및 연구방법	7
1. 연구지역	7
2. 연구방법	10
가. 연구기간 및 자료정리	10
나. 철새도래현황 및 사체수집 방법	10
제4장. 중간기착지에서 조류사망사고 현황	12
1. 연구배경	12
2. 연구재료 및 방법	13
가. 사고원인별 분류	13
나. 성별구분	15
다. 연령구분	15
라. 자료분석	16

3. 결과	16
가. 조류사고현황	16
나. 사고원인별 현황 및 특성	23
다. 사고발생 시기별 현황 및 특성	25
라. 사고원인별 종 특성	33
마. 성별 및 연령별	42
바. 사고발생 지역 유형 및 특성	43
4. 고찰	45
제5장. 인공구조물에 의한 충돌	48
1. 연구배경	48
2. 연구재료 및 분석방법	49
3. 결과	50
가. 인공구조물에 의한 충돌사고 현황	50
나. 사고발생 시기별 현황 및 특성	52
다. 종별 특성	57
라. 사고발생지역의 환경적 특성	58
4. 고찰	60
제6장. 들고양이에 의한 포살	64
1. 연구배경	64

2. 연구재료 및 방법	65
가. 연구대상	65
나. 들고양이 행동권 분석	65
3. 결과	67
가. 들고양이에 의한 포살 현황	67
나. 사고발생 시기별 현황 및 특성	69
다. 종별 특성	73
라. 들고양이 행동권 분석	75
4. 고찰	93
제7장. 종합 고찰	96
1. 중간기착지의 조류사망사고 현황	96
2. 인공구조물에 의한 충돌	97
3. 들고양이에 의한 포살	99
4. 결론 및 제언	100
참고문헌	102

List of Tables

Table 1. Classification by the causes of bird mortality in the study area.	14
Table 2. List of collected species.	18
Table 3. Differences of fat scores in spring and autumn.	33
Table 4. List of the collected birds according to the causes of mortality. Abbreviations: KC, killed by cat; CW, collision with windows or other man-made structures; PS, prostration or starvation; UK, death from some unknown cause; OA, other human-related accident; KN, killed by natural enemy; OP, oil pollution; TA, traffic accident.	35
Table 5. Age classes of the collected birds.	43
Table 6. Classification of the habitat type.	44
Table 7. List of the collected birds with windows or man-made structures. ...	50
Table 8. Difference of mortality by collision between the building area and the building-loss area.	59
Table 9. List of the collected birds (killed by cat).	67
Table 10. Estimated home ranges of feral cats using Minimum Convex Polygon (MCP).	77
Table 11. Estimated home ranges of feral cats using Kernel Estimation (KR).	80
Table 12. Differences of the home range sizes between the day and the night using KR.	87

List of Figures

Figure 1. Major flyways of migratory birds.	7
Figure 2. Location of study site, Hong-do island, Jeonnam (province), Korea.	8
Figure 3. Study area (0.65 km ² , approx. 10% of Hong-do Island).	9
Figure 4. Example of the specimen collection.	11
Figure 5. Fat score classes. Fat = stippled areas. F = furcular (interclavicular) depression, B = breast muscle, A = abdomen (cited from Kaiser 1993).	15
Figure 6. Type of accident and their mortality. Abbreviations: KC, killed by cat; CW, collision with windows or other man-made structures; PS, prostration or starvation; UK, death from some unknown cause; OA, other human-related accident; KN, killed by natural enemy; OP, oil pollution; TA, traffic accident.	24
Figure 7. Annual variation of the number of collected species and individuals.	25
Figure 8. Monthly variation in the number of collected species (\pm SD) from 2007 to 2011.	26
Figure 9. Monthly variation in the number of collected species from 2007 to 2011.	27
Figure 10. Mean number of daily monitored species (\pm SD) in Hong-do island from 2007 to 2011.	28
Figure 11. Monthly variation in the number of daily monitored species in Hong-do island from 2007 to 2011.	29
Figure 12. Monthly variation in the number of collected individuals (\pm SD) from	

2007 to 2011.	30
Figure 13. Monthly variation in the number of collected individuals from 2007 to 2011.	30
Figure 14. Mean number of daily monitored individuals (\pm SD) in Hong-do island from 2007 to 2011.	32
Figure 15. Monthly variation in the number of daily monitored individuals in Hong-do island from 2007 to 2011.	32
Figure 16. Causes of mortality.	41
Figure 17. Sex ratio of the collected birds.	42
Figure 18. A complete view of the study site (grey area represent locations that accidents occurred).	44
Figure 19. A Yellow-throated Bunting <i>Emberiza elegans</i> and a Sparrow hawk <i>Accipiter nisus</i> killed by collision with windows.	52
Figure 20. Annual variation of the number of collected species and individuals with windows or man-made structures.	53
Figure 21. Monthly variation in the number of collected species (\pm SD) with windows or man-made structures from 2007 to 2011.	54
Figure 22. Monthly variation in the number of collected species with windows or man-made structures from 2007 to 2011.	55
Figure 23. Monthly variation in the number of collected individuals (\pm SD) with windows or man-made structures from 2007 to 2011.	56
Figure 24. Monthly variation in the number of collected species with windows or man-made structures from 2007 to 2011.	56
Figure 25. Difference in mortality between breeding and migratory population by collision with window and man-made structure.	58
Figure 26. Relationship between the area of windows and the mortality.	60

Figure 27. Diagram of the pursuit processing for feral cat.	67
Figure 28. Annual variation of the number of collected species and individuals (killed by cat).	70
Figure 29. Monthly variation in the number of collected species (\pm SD) from 2007 to 2011 (killed by cat).	71
Figure 30. Monthly variation in the number of collected species from 2007 to 2011 (killed by cat).	71
Figure 31. Monthly variation in the number of collected individuals (\pm SD) from 2007 to 2011 (killed by cat).	72
Figure 32. Monthly variation in the number of collected individuals from 2007 to 2011 (killed by cat).	73
Figure 33. Difference in mortality between breeding and migratory population (killed by cat).	75
Figure 34. Feral cats attached with GPS Mobile (6 individuals).	76
Figure 35. Home ranges of feral cats using the MCP.	78
Figure 36. Home range of the studied feral cat (Id:T4132) using Kernel Estimation.	81
Figure 37. Home range of the studied feral cat (Id:T9317) using Kernel Estimation.	82
Figure 38. Home range of the studied feral cat (Id:T9738) using Kernel Estimation.	83
Figure 39. Home range of the studied feral cat (Id:aaa0992) using Kernel Estimation.	84
Figure 40. Home range of the studied feral cat (Id:aaa1442) using Kernel Estimation.	85

Figure 41. Home range of the studied feral cat (Id:aaa2870) using Kernel Estimation.	86
Figure 42. Home range of the studied feral cat (Id:T4132) using Kernel Estimation in day and night.	88
Figure 43. Home range of the studied feral cat (Id:T9317) using Kernel Estimation in day and night.	89
Figure 44. Home range of the studied feral cat (Id:T9738) using Kernel Estimation in day and night.	90
Figure 45. Home range of the studied feral cat (Id:aaa0992) using Kernel Estimation in day and night.	91
Figure 46. Home range of the studied feral cat (Id:aaa1442) using Kernel Estimation in day and night.	92
Figure 47. Home range of the studied feral cat (Id:aaa2870) using Kernel Estimation in day and night.	93

ABSTRACT

An Analysis on the Causes of Migratory Bird Mortality occurred at a Stopover Island, Hong-do, Jeonnam, Korea

Bing, Gi-Chang

Advisor : Prof. Choi, Young-Bok, Ph.D.

Department of Biology,

Graduate School of Chosun University

Migratory birds can travel across ecological barriers such as seas, deserts, and any area inadequate for reside using the wings highly adapted to fast and long-distance movement and the regulatory mechanism for this movement, therefore, they occupy extensive areas in different seasons.

However, they need successive stopovers to recharge their energy to complete the journey, thus the quality and the capacity of stopover sites are critical factors for the successful migration. Particularly, long-distant migratory species meet more diverse environments, and as a result, they may have more possibilities to face risks. Therefore, an active and systematic management of their stopover habitat is urgently needed.

The study was conducted to support an empirical basis to eliminate risk factors and to suggest necessities of habitat for the successful stopover.

I collected data on the mortality of migratory birds from January 2007 to December 2011 on Hong-do (Island), Shinan County, Jeollanamdo Province. A total of 15 Orders 36 Families 130 species 1,338 individuals were collected during the 60 months.

Birds in the Order Passeriformes including 16 Families took the most part of the collected birds. Most dominant species were the Ancient Murrelet (*Synthliboramphus antiquus*, 10.5%), the Black-faced Bunting (*Emberiza spodocephala*, 7.4%), the Yellow-throated Bunting (*Emberiza elegans*, 6.7%), and the Olive-backed Pipit (*Anthus hodgsoni*, 5.6%).

Especially, nine species which were designated as the protected species were included in the collected birds.

The causes of mortality were categorized into eight groups; 'Killed by cats' was the most dominant cause of mortality (29.3%), followed by 'collision with man-made structures (22.3%)', 'oil pollution (15.0%)', 'unknown cause (10.6%)', 'exhaustion (10.6%)', 'predation by natural enemies (4.6%)', 'traffic accident (0.1%)', and 'others (7.2%)'.

Among the cause of mortality, human related factors such as attack by introduced cats, collision with man-made structures and vehicle, oil pollution, and other human-related factors took 73.8% of the total, and natural factors took 15.2%.

The mortality was higher in spring and autumn migration seasons, and higher mortality in spring than in autumn may be due to the geographical characteristic of the study site and the different migration patterns between the seasons. Morphological, behavioral and migration characteristics seem to affect the causes of mortality, and it is seems to be species specific.

The Japanese White-eye (*Zosterops japonicus*), the Pale Thrush (*Turdus pallidus*), the Yellow-throated Bunting (*Emberiza elegans*), the White's Thrush (*Zootera aurea*) were the frequently collided species to man-made structures, and the flight pattern seem to affect the mortality and the degree of damage.

Patterns of mortality were different between the breeding population (sedentary species) and the non-breeding population (migratory species). The mortality of the breeding population started to be increased from May, the initial breeding season of the study site, and the mortality of the non-breeding

population was higher in spring and autumn, the migration season.

The factor analysis was conducted to clarify the environmental factors to affect the mortality, and the result showed that the area of windows was the only factor to affect the mortality caused by the 'collision with man-made structures'.

Mortality by cats was higher in spring than in autumn, both in the breeding populations (sedentary species) and in the non-breeding population (migratory species).

The home range estimated by Minimum Convex Polygon (MCP) method was higher in males than in females. However, there was no difference between the sexes when the home range were estimated by Kernel Estimation (KR). The size of home ranges was significantly higher in autumn than in spring.

The home ranges of the six study cats were overlapped in the Hong-do 1 gu village although the sizes of each cats were significantly different. 50% core range of the cats were all villages which implies that the cats are supported food garbages or other food resources, therefore they may highly depend on the human-induced food rather than birds.

However, the cats still can be a potential risk factors, because the mortality caused by cats is higher and it may be increased if the quality and the quantity of food available is decreased.

Ecological characteristics (ecological niche, migration habits, food, behavioral characteristics), and the landscape pattern of the area that accidents happened (location of buildings, number of cats and natural predators, and environmental pollution such as oil spill) affected the aspect of cause of mortality.

Therefore, understanding the basic species specific ecology and risk factors in the habitat can support to make mitigation measures to help decrease the mortality so that it will contribute to protect the endangered species and to increase the biodiversity in a long-term view.

제1장. 서 론

근대에 이르러 환경변화는 급속히 진행되고 있다. 이러한 환경변화에 대해 여러 가지 방법을 활용한 많은 연구가 진행되고 있으며, 그 중 환경변화에 민감한 동물분류군인 조류를 환경변화관찰 지표종(indicator species)으로 활용하고 있다(국립공원관리공단 2008). 조류는 날개라는 특수기관을 통해 얻어진 뛰어난 이동성과 조절능력을 가지며, 많은 조류들은 빠르고 경제적으로 바다, 사막 또는 거주하기에 부적당한 지역을 건너 수 천km에 달하는 먼 거리를 여행할 수 있다. 특히, 일련의 이동주기를 채택함으로써 다른 계절에 광범위하게 분리된 지역들을 점유할 수 있는 이점이 있다(Newton 2008).

보통 조류는 계절변화에 따른 이동성을 기준으로 크게 텃새와 철새로 구분되어 진다. 텃새(resident birds)의 경우 번식지(breeding site)와 월동지(wintering site)가 동일하거나 인접해 있기 때문에 서식지에 대한 큰 변화 없이 살아가는 반면 철새(migratory birds)의 경우, 보통 매년 번식지와 월동지를 오고가는 이동을 한다. 철새는 번식지와 월동지를 오고가기 때문에 이동과 중간기착지(stopover site)에 많은 시간을 할애하며, 다양한 환경을 접하며 살아가게 된다. 크게 이동거리에 따라 단거리이동 철새와 장거리이동 철새로 구분되며, 단거리이동 철새의 경우 장거리이동 철새에 비해 비교적 이동거리가 짧기 때문에 환경적 제약을 그만큼 덜 받는다. 그러나 단거리이동 철새라 할지라도 국가 간을 이동하기 때문에 어느 한 지역의 환경오염이나 파괴와 같은 변화에 매우 민감하며, 서식지역이 광범위하다보니 국가 간의 네트워크를 통한 서식지 관리가 필요하다는 단점이 있다. 특히, 장거리를 이동하는 철새들은 이동기간 동안 많은 환경과 접하게 되고 이러한 환경은 장거리 이동 철새의 성공적인 이동 및 서식에 매우 민감하게 작용하기 때문에 환경변화의 많은 위협에 노출되어 있으며, 보다 체계적이고 적극적인 통합서식지 관리가 필요하다(국립공원관리공단 2011).

철새의 장거리이동은 비행과 중간기착지(stopover site)의 연속이라고 말할 수 있으며(Hedenström and Ålerstam 1997, Newton 2006), 가장 많은 시간과 에너지투자는 중간기착지의 연속적인 과정에서 사용되어지기 때문에 이동경로 상에 위치한 중간기착지의 서식지 질은 장거리 이동 철새의 이동성공여부에 매우 중요하게 작용한다. 그것은 철새에게 중간기착지에 대한 선택압(selective pressures)과 중간기착지에서 최적의 시간사용과 에너지 분배를 위한 강한 선택압박을 받는 것을 내포하고 있다(Hedenström

and Alerstam 1997, Newton 2006). 장거리이동 철새의 경우 바다, 사막, 산맥 등과 같은 대규모 생태적 장벽(ecological barriers)을 통과해야 하기 때문에 중간기착지의 서식지 질이나 수용능력은 철새의 생존에 중요한 요소로 작용한다. 이로 인해 다수의 철새가 중간기착지에 집합하여 높은 밀도를 보이는 것이 일반적이며(Alerstam 1993, Ottich and Dierschke 2003), 짧은 시기 동안 일시에 집중되어 서식지 질이 저하되거나 자원의 양이 감소하여 이 지역을 통과하는 철새 개체군의 전부를 수용하기가 불가능해지는 경우가 발생하기도 한다(Ottich and Dierschke 2003). 중간기착지의 수용력 저하는 그 내부에서 획득할 수 있는 먹이의 양이나 선호하는 환경요소의 규모(scale or dimension) 등이 제한되므로 장거리 이동의 성공여부와 관련이 있다. 성공적인 장거리 이동을 위해서는 철새들에게 체력적인 안배와 이동경로 상의 안정적인 서식지 요구조건이 필요하기 때문에 대부분의 장거리이동 철새들은 중간기착지에서 최적의 시간과 효과적인 에너지 분배를 통한 이동전략을 지향한다(Hedenström and Alerstam 1997, Newton 2006). 그러나 중간기착지의 안정적인 서식지 요구조건이 불충분하다면 철새는 중간기착지에서 다음 이동을 위한 체력적인 안배를 하지 못하게 되고, 결과적으로 성공적인 장거리이동을 할 수 없게 된다.

번식지에 도착했을 때의 신체조건, 도착시기, 도착 후 회복력은 그 해의 번식성공에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(Moller 1994, Aebischer *et al.* 1996, Lozano *et al.* 1996, Smith and Moore 2005), 철새의 사망, 신체조건, 적절한 이동시간은 이동기간 동안 기후조건에 의해서도 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 더욱이 번식지 또는 월동지를 오고가는 동안 영향을 많이 받으며, 이런 기후조건과 중간기착지의 서식지 질과 수용력은 이동기간 동안 개체군의 사망률에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이 되며(Newton 2006), 장기적으로는 개체군 생존율에도 영향을 미쳐 종보전적 측면에 악영향을 미친다.

서식지(habitat)는 야생 동·식물의 생존과 성장, 번식에 필요한 모든 생물적, 무생물적 요소로 정의할 수 있으며, 특히 야생동물의 서식지는 자원(resource)과 서식조건(condition)이라는 두 가지 필수요소에 의해 영향을 받는다. 따라서 서식지의 관리는 해당 지역의 자원 및 서식조건을 관리함으로써, 이런 요소에 의존하는 종과 개체군을 보전하는 중요한 수단으로 적용될 수 있다. 특히 철새의 서식환경을 개선하기 위해서는 서식지 관리의 적극적인 방법으로써 이용가능한 자원을 충분히 확보하고 불리한 서식조건을 제거하거나 보완하는 방법으로 적용될 수 있다(국립공원관리공단 2007).

따라서 중간기착지의 서식지 질과 수용능력, 위험요인 배제 등은 철새의 이동에 있

어 매우 중요하게 작용하고 이러한 요소들에 의해 이동의 성공여부는 좌우되기 때문에 (국립공원관리공단 2010), 중간기착지의 서식지 요구조건 및 위험요인 파악과 더불어 서식지 질 향상과 위험요인 제거는 장거리이동의 성공률 향상을 위한 최소한의 대책이며, 장기적인 관점에서 개체군 보호 및 종다양성 증진에 이바지 할 수 있다. 그러나 우리나라 서남해안을 통과하는 철새들에게 중요한 중간기착지로 이용되는 전남 홍도에서 실시된 국립공원관리공단(2006)의 조사 결과, 인공구조물에 의한 충돌, 들고양이에 의한 포살 등 다양한 조류사고가 발생하는 것으로 나타나 보다 자세한 사고현황파악과 함께 사고원인에 대한 연구가 필요한 것으로 나타났다. 더욱이 연구지역인 홍도는 우리나라에 도래하는 조류 종의 약 70%이상이 이용하는 것으로 나타나 매우 중요한 지역이며, 중간기착지에서 발생하는 조류사고에 대한 현황파악과 위험요인 제거에 관한 연구는 전무한 실정이어서 이에 대한 연구가 시급한 것으로 판단된다.

이에 본 연구는 연구지역과 같이 바다로 고립되고 철새의 이동에 있어 지리적으로 중요한 중간기착지에서 발생하는 1. 조류사고현황파악과 더불어 철새에게 직접적인 영향을 미치는 2. 위험요인을 파악함으로써 철새에게 적합한 중간기착지로서의 3. 서식환경 요구조건을 충족시키기 위한 기초자료를 제공하고자 하며, 더 나아가 급변하는 환경 속에서 철새와 서식지 보전을 도모하고자 한다.

제2장. 연구사

1. 국내연구

삶의 질 향상과 자연에 대한 인식의 변화로 인해 도시 인근의 녹지면적과 공원이 확대 및 증가하고 있다. 그러나 이런 녹지면적 증가에도 불구하고 도시화 및 도로개발에 따른 야생동물의 주요 서식지 파괴와 서식지 간의 단절 또한 증가하고 있어 야생동물의 생명에 대한 잠재적인 위협요인 또한 증가하고 있다. 단순한 공간이용적 측면과 도시기능적인 측면의 녹지면적 증가는 오히려 야생동물을 위협하는 요인으로 작용하고 있으며, 이런 위협요인에 직면해 있는 야생동물에 대한 구호 및 연구는 이미 국외에서 국가기관, 민간 수의사, 동물원 및 대학의 수의과학대학 등에서 활발히 진행되고 있다.

최근 국내에서도 야생동물 보호인식이 높아지면서 경성대학교 조류관, 국립환경과학원, 동서조류연구소, 문화재청, 새한국조수연구소, 야생동물유전자은행, 한국조류보호협회, 한국동물구조협회, 한국야생동물보호협회, 국립생물자원관 등 기관과 민간단체 등에서 보호 및 구조활동이 활발히 진행되고 있으며(국립환경연구원 2002), 그 수 또한 증가하는 추세이다. 그러나 중금속오염이나 기름오염에 의한 야생조류의 사망과 보툴리즘(botulism)에 의한 집단폐사, 항공기 충돌(bird strike) 등은 사회적 이슈(issue)가 되어, 이에 대한 연구가 보고되었으나(이 1995, 박 1996, 원 2003), 부상 야생조류에 관한 실태조사와 야생동물의 조난실태(한국동물구조관리협회 1998), 부상 야생동물의 구조와 치료(국립환경연구원 2002), 대구 경북지방의 야생조류 구조기록(박 등 2002), 천연기념물(야생동물)의 구조·치료 및 관리(김 등 2005, 2006) 등의 일부 보고만 있는 실정이다.

더욱이 내륙보다는 조류의 주요 중간기착지로 이용되는 도서지방에서의 연구는 조류상 및 이동경로에 대한 연구(권 등 2007, 김 등 2010, 김 2011)가 일부 존재할 뿐 야생조류사고에 관한 연구는 전무한 실정이다. 특히 철새의 경우 국가 간을 이동하기 때문에 다양한 환경과 광범위한 지역에서의 서식지 관리 및 보호가 필요하며, 서식지 관리에 있어 최소한의 적극적 방법인 위협요인 파악이나 사고현황에 대한 기초자료가 전무하다. 따라서 선행적으로 이루어져야 할 위협요인 파악이나 사고현황에 대한 기초 자료가 절실히 필요한 실정이다.

2. 국외연구

미국, 유럽, 일본 등 선진 국가에서는 이미 30~40년 전부터 조류사고에 대한 연구와 보고가 활발히 진행되고 있다. 그 중 가장 많이 진행되고 있는 연구는 도시의 확장에 따른 조류서식지 감소 또는 서식지 간의 단절로 인해 발생하는 인공구조물에 의한 충돌에 관한 연구이다. 일찍이 산업화가 일어난 미국이나 유럽에서 도시의 수직적 또는 수평적 공간확장에 따른 인공구조물의 증가는 이동조류에게 많은 위험요인으로 작용하게 되었다.

크게 일반적인 사고현황과 인위적인 사고요인인 인공구조물에 의한 충돌로 사망하는 조류에 관한 연구로 Fink and French (1971), Johnson and Hudson (1976), Avery (1979), Banks (1979), Klem (1991), Harden (2002), Erickson *et al.* (2005), Gelb and Delacretaz (2006) 등이 있으며, 조류와 유리창 사이에서 발생하는 충돌의 생태학적 연구(Klem 1979, 1989, 1990a, 1990b)와 도심지역의 맹금류에게 미치는 인간과 관계된 위험요인에 관한 연구(Hager 2009) 등이 진행되었다. 이와 더불어 유리창의 구조, 채식지의 위치, 쓰레기의 영향 등 보다 자세히 진행된 연구(Klem 2004)와 유리창 충돌빈도와 종풍부도의 상관관계 가설검정에 관한 연구(Hager *et al.* 2008)가 진행되었으며, 사고원인인 유리창이 갖는 반사율에 관한 연구(Banks 1976, Evans 1976)와 사고발생지역의 지리적 또는 환경적 특성에 관한 연구(Codoner 1995, O'Connell 2001, Klem *et al.* 2009), 계절적 특성에 관한 연구(Blem and Willis 1998, Dunn 1993, Sealy 1985) 등이 있다. 사고를 많이 당하거나 생태적 특성 또는 서식지역의 제한적 특성에 따라 특정 조류에서 발생하는 사고에 관한 연구로 벌새과(Trochilidae)의 사망률에 영향을 미치는 잠재적인 중요한 원인으로서의 거미줄과 유리창에 관한 연구(Graham 1997)와 영국에서 사체 분석을 통해 새매(*Accipiter nisus*)와 황조롱이(*Falco tinnunculus*)의 사망 개체수와 사망 패턴의 경향에 관한 연구(Newton *et al.* 1999) 등이 있다. 또한, 유리창 충돌 등과 같은 인공구조물에 의한 사고에 근거한 방지대책에 관한 연구(Stedman and Stedman 1986, Klem 2009) 등이 진행되었다.

도시의 확장이나 산업화에 따라 발생하는 문제점을 해결하기 위한 친환경적인 에너지 개발의 목적 중 풍력발전기(wind turbine)의 건설 및 사용, 이로 인해 건설되는 고압전선이 증가함으로써 인해 발생하는 조류사고에 관한 연구로 아고산지역에서 고압전선이 조류사망에 미치는 영향에 관한 연구(Bevanger and Brøseth 2004, Mark 2006, Smallwood

2007, Drewitt and Langston 2008, Smallwood and Thelander 2008) 등이 있다.

이외 충돌이 아닌 다른 인위적인 요인에 의한 사고에 관한 연구로 침몰선박의 기름에 의한 해조류(seabird)의 피해에 관한 연구(Hampton *et. al.* 2003), 월동지에서 Sharp-shinned Hawks (*Accipiter striatus*)와 Cooper's Hawks (*Accipiter cooperii*)의 생존과 사망원인에 대한 연구(Roth *et al.* 2005), 해안성 조류의 기름오염률을 이용한 만성적 기름오염의 장기적 성향평가(Wilhelm *et. al.* 2008) 등이 있다.

대부분의 연구는 유리창이나 건물, 풍력발전기(wind turbine), 고압송전선 등과 같은 인공구조물에 의한 충돌과 기름오염에 관한 연구로 사고현황과 원인분석, 저감방안 등을 제시하고 있으며, 도심과 인접한 공원이나 조류의 채식지 및 서식지 또는 내륙의 중간기착지에서 진행되었다. 이는 연구지역이 지리적으로 제한되어 진행된 연구이며, 바다로 고립된 도서지방 특히, 장거리이동 철새의 중간기착지로 이용되는 지역에서의 조류사고 현황과 위험요인에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 철새의 성공적인 이동에 중요하게 작용하는 중간기착지에서 발생하는 다양한 조류사고 현황과약과 직접적으로 작용하는 위험요인에 대한 파악이 시급한 실정이다.

제3장. 연구지역 및 연구방법

1. 연구지역

우리나라는 지리적으로 전 세계 철새이동경로 중 동아시아-대양주 이동경로(East Asian-Australasian Flyway) 상에 위치하고 있으며(Figure 1), 이 경로를 이용하는 철새들은 대개 시베리아(Siberia)나 알래스카(Alaska) 등지의 북쪽지역에서 번식을 하고 가을철 이동을 하여 동남아시아(Southeast Asia)나 호주(Australia), 뉴질랜드(New Zealand)에서 겨울을 난다. 약 15,000km의 장거리 이동을 하는 철새들에게는 사막과 바다와 같은 생태적 장벽을 통과해야 하는 어려움이 있다. 이런 철새들에게는 오아시스(oases)나 섬(islands)과 같은 중간기착지가 유일하게 체력을 보충할 수 있는 공간이며, 생태적 장벽을 통과하기 전 장거리 이동에 필요한 영양분과 에너지를 중간기착지에서 비축해야 한다(Alerstam and Lindström 1990). 따라서 철새들에게 중간기착지의 선택과 서식지 질은 장거리 이동의 성공여부를 결정한다(Michael and Jennil 2001).

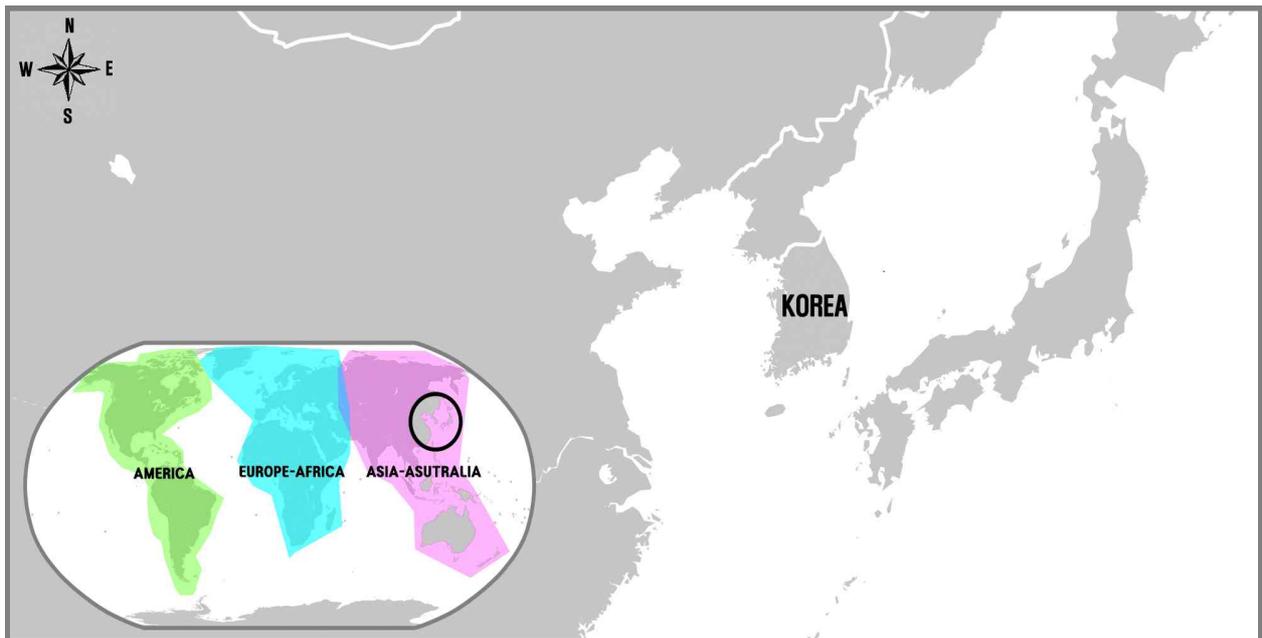


Figure 1. Major flyways of migratory birds.

연구지역인 홍도(Hong-do)(N 34° 39' ~ 34° 44', E 125° 10' ~ 125° 12')는 행정구역 상 전라남도 신안군 흑산면에 위치해 있으며, 지리적으로 한반도의 최서·남단에 위치한 도서지방이다(Figure 2). 한반도의 서쪽해안(목포기준)에서 직선으로 약 115 km정도 떨어져 있으며, 중국의 동쪽해안(양쯔강 하구기준)에서 직선으로 약 450km정도 떨어져 있다. 한반도를 통과하는 많은 철새들은 봄철과 가을철에 월동지인 동남아시아와 번식지인 시베리아를 포함한 북반구 사이를 이동하기 위해 홍도를 중간기착지로 이용하고 있다. 홍도를 중간기착지로 이용하는 철새들에게 있어 홍도는 봄철에 넓은 바다를 건너와 다음 이동을 위한 휴식할 수 있는 첫 관문이며, 가을철에 넓은 바다를 건너가기 위한 에너지 보충과 휴식을 취할 수 있는 마지막 중간기착지이다(국립공원관리공단 2006).

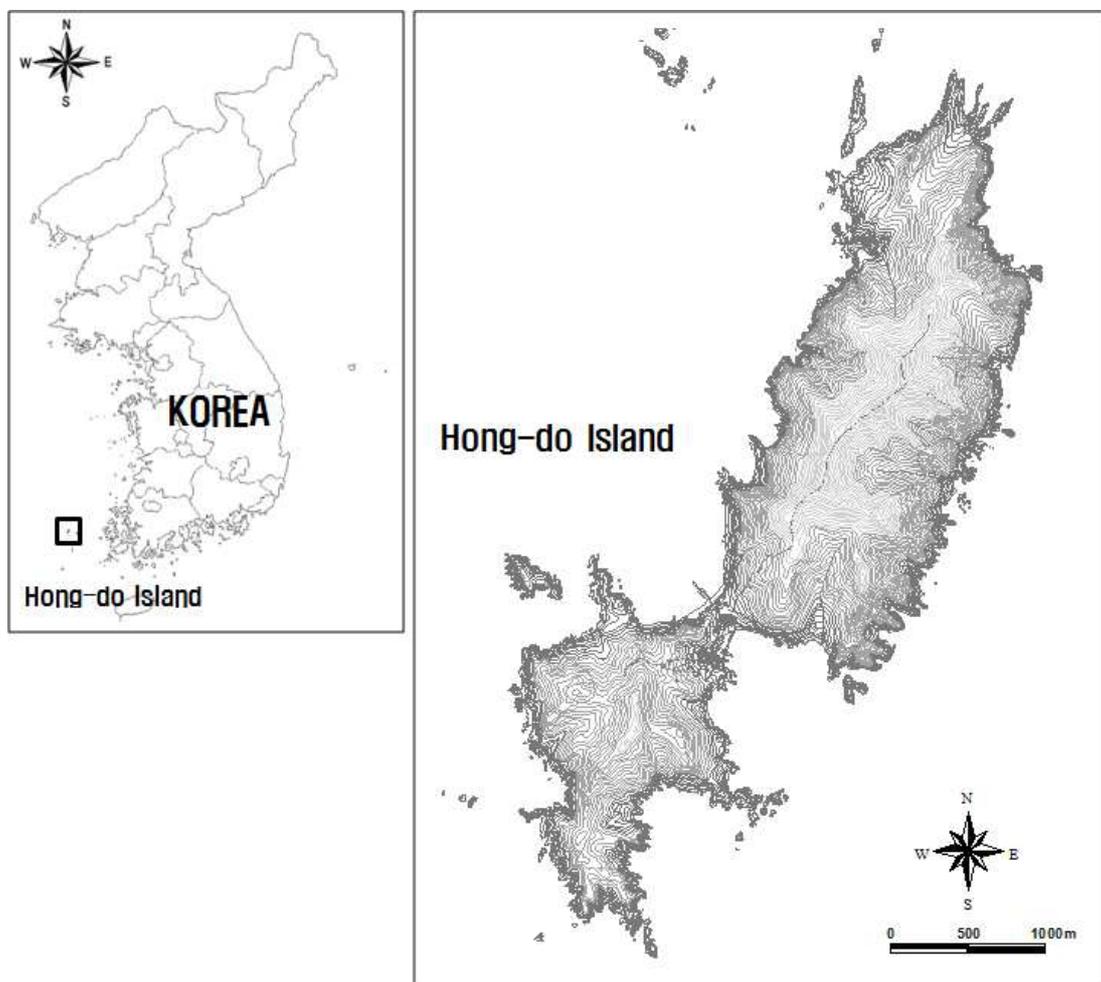


Figure 2. Location of study site, Hong-do island, Jeonnam (province), Korea.

홍도는 섬 전체가 천연기념물 제170호 홍도천연보호구역 및 다도해해상국립공원으로 지정되어 보호되고 있으며, 약 20여개의 무인 부속도서가 섬 주위에 분포하고 있다. 주요 식생은 모밀잣밤나무(*Castanea cuspidata* var. *thunbergii* Nakai), 구실잣밤나무(*Castanea cuspidata* var. *thunbergii* Nakai), 후박나무(*Machilus thunbergii*), 붉가시나무(*Quercus acuta*) 등의 상록활엽수림이 우점(48.2%)하고 있으며, 곰솔림이 군락을 이루어 분포한다. 섬의 최고봉인 깃대봉(365m)과 양산봉(231m)은 산림이 우거져 있으며, 남북으로 길게 뻗은 형상을 하고 있다(국립공원관리공단 2007). 인구는 218가구에 약 500여명으로 한해 관광객이 약 20만 여명에 달하는 유명한 관광지이다. 홍도는 1구와 2구의 2개 마을이 형성되어 있으며, 섬 전체 면적의 2/3를 차지하는 북쪽지역과 1/3를 차지하는 남쪽지역이 좁은 면적의 평지로 이어져 홍도 1구마을이 위치해 있다.

홍도의 전체 면적은 약 6.47km²이며, 그 중 조류관찰이 용이하고 조류사고가 많이 발생하는 1. 홍도 1구 마을 거주지역과 2. 인근의 농경지 및 3. 해안가를 연구지역으로 설정하였으며, 세부 연구지역의 면적은 약 0.65km²이다(Figure 3).

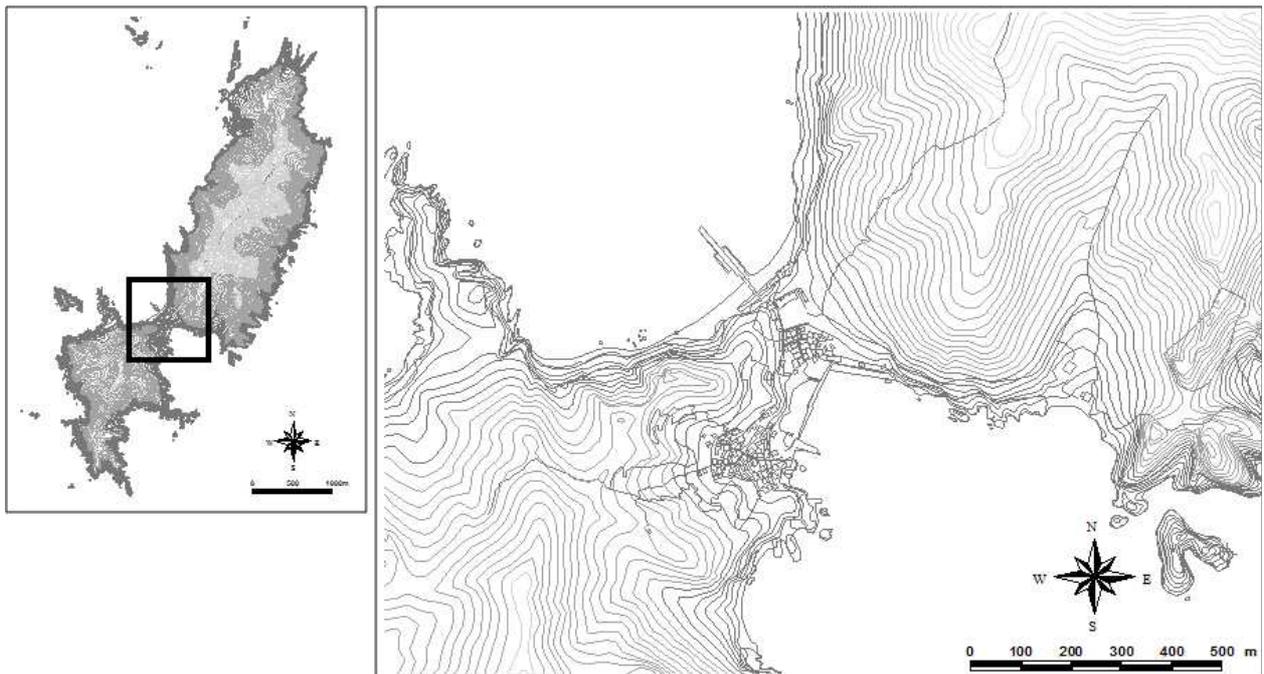


Figure 3. Study area (0.65 km², approx. 10% of Hong-do Island).

2. 연구방법

가. 연구기간 및 자료정리

2007년 1월부터 2011년 12월까지 총 5년 간 연구지역인 홍도에 도래하는 조류를 대상으로 하였으며, 본 연구의 종 분류체계는 ‘The Howard and Moore Complete Checklist of the Birds of the World (Dickinson 2003)’의 분류체계를 기준으로 정리하였으며, 학명과 국명은 ‘한국조류목록(한국조류학회 2009)’을 기준으로 정리하였다. 범정보호종 목록 정리는 환경부 ‘야생동·식물보호법 시행규칙’(2012년 5. 31일 개정)을 기준으로 환경부 지정 멸종위기 야생동·식물 I 급과 II 급, 문화재청 지정 천연기념물 목록은 문화재보호법을 기준으로 분류하였다.

나. 철새도래현황 및 사체수집 방법

연구지역에서의 철새 도래 현황을 알아보기 위해, 연구기간 내 매일 1~3회에 걸쳐 연구지역에 도래하는 조류 군집의 전체를 한 눈에 바라볼 수 있는 지점을 선정하여 조사하는 정점조사법(point count method)과 연구지역 내에 적절한 경로를 설정하여 시속 약 1.5~2.0km의 속도의 도보로 경로 양쪽의 일정한 범위를 조사하는 선조사법(line transect method)을 병행하여 조사하였다. 종 및 개체수는 육안 또는 쌍안경(swarovski 10×42)과 망원경(swarovski 20~60×)을 이용하여 조사하였으며, 울음소리(song)도 함께 동정하였다. 움직임이 적고 눈에 잘 띄지 않는 소형조류는 안개그물(mist-net)을 이용하여 포획조사도 병행하였다.

연구지역에 도래하는 조류 전 종을 대상으로 하였으며, 수집방법은 연구지역에서 365일 상주하며, 일일마다 지속적으로 순회 모니터링(1~3회)과 지역주민의 신고에 의한 접수를 통해 이루어졌다. 수집된 조류는 종 동정 이후 일시, 종명, 성별, 연령, 지방축적률, 수집장소, 사고원인, 수집시간, 경과시간, 인수자 등 가능한 모든 기록을 기록장에 기입하고 사진 촬영을 통해 자료를 축적한 후 기본정보와 함께 Polyethylene Zipper-bag에 넣어 냉동·보관하였다(Figure 4).



Figure 4. Example of the specimen collection.

제4장. 중간기착지에서의 조류사망사고 현황

1. 연구배경

연구지역인 홍도는 많은 참새목(passerines) 조류를 포함한 다양한 종류의 철새들이 성공적인 이동을 위해 봄과 가을철에 이용하는 주요 중간기착지이다. 철새들을 포함한 많은 조류는 태어남과 동시에 일정한 세력권을 가지며(Baker 1978, Greenwood and Harvey 1982, Holmes and Sherry 1992), 이러한 생태적 충실도는 세력권 소유 및 방어, 번식지 선택, 포식자와 우수한 번식동료 선택에 대한 선행학습 등을 통해 번식에 필요한 이점을 얻는 것에 기인하는 것으로 알려져 있다. 이런 이점들은 몇몇 참새목 이동조류에게 번식지와 월동지에 대한 충실도에 중요하게 작용하는 것을 의미한다(Nisbet and Medway 1972, Price 1981, Holmes and Sherry 1992).

철새는 텃새와 달리 번식지와 월동지를 달리하기 때문에 번식지와 월동지를 오고가는 동안의 공간과 중간기착지에 많은 시간을 할애하고 다양한 환경을 접하며 살아가게 된다. 이는 이동과정에 내포되어 있는 많은 위험으로부터 노출되어 있는 것을 의미하며, 더욱이 장거리이동 철새가 수천km를 이동하는 동안에는 지속적인 비행과 중간기착지에 대한 강한 선택압이 주어진다(Paulo Catry *et. al.* 2004). 즉, 다양한 환경을 접하고 변화에 적응해야 하는 철새들에게 중간기착지의 서식지 질과 수용력은 매우 중요하게 작용하는 것이다.

그러나 많은 철새들이 번식지, 월동지, 이동경로 상 또는 중간기착지에서 많은 사고로 인해 다치거나 죽음을 맞이한다. 사고로 인한 사망이 아니어도 구조된 야생조류는 회복하기 매우 어렵고, 회복하여도 야생에 되돌려 보내기 어려운 상황이 많이 발생한다. 또한 사망하거나 구조된 야생조류의 대부분은 다양한 형태의 인위적 사고에 의해 사망하거나 다친 개체로 보고되고 있다(Yanagawa 1993).

따라서 야생조류 보호를 위해서는 사고발생 원인을 조사하여 그 원인에 대한 다양한 형태의 예방책을 강구하는 것이 선행되어야 할 것이며, 국내에서는 이를 위한 정량적인 기초자료가 거의 없는 실정으므로, 본 연구는 야생조류보호를 위한 기초정보 수집을 목적으로 철새의 주요 중간기착지인 전남 홍도에서 발생하는 1. 사고에 대한 현황을 조사하고 2. 예방책 강구를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구자료 및 방법

가. 사고원인별 분류

사고원인별 분류는 Yanagawa (1993)의 문헌을 참고하여 크게 인위적인 요인과 자연적인 요인, 그리고 원인을 알 수 없는 원인불명으로 분류하였다. 인위적인 요인으로는 1. 인공구조물에 의한 충돌, 2. 교통사고, 3. 들고양이에 의한 포살, 4. 기름오염, 5. 기타로 분류하였고, 자연적인 요인으로는 1. 탈진 및 아사, 2. 천적에 의한 포살로 분류하였다. 연구지역에 서식하는 들고양이는 야생화된 개체이나 최초 인간에 의해 유입되었기 때문에 인위적인 요인으로 분류하였으며, 맹금류(raptors)나 때까치과(Laniidae) 등에 속한 포식성 조류에 의한 사고일 경우 천적에 의한 포살로 분류하였다.

사고원인별 판단은 수집장소, 두개골이나 구강내 출혈, 부리나 두개골의 파손, 날개 손상, 지방축적물, 근육량, 직접관찰 등의 항목을 종합적으로 판단하여 분류하였다. 인공구조물에 의한 충돌의 대부분은 건물유리창에 충돌한 사례가 많으며, 충돌 시 두개골이나 구강내 출혈, 부리나 두개골의 파손, 날개 손상 등의 상태가 많은 점을 고려하였다. 고양이에 의한 포살은 먹이를 한 곳에 모아두는 고양이의 습성을 고려하였고, 실제 조사에서도 고양이에 의한 피해를 입은 조류사체가 한 곳에 모여 있는 것을 관찰할 수 있었다. 기름오염의 피해를 받은 조류의 대부분은 육안으로 확인이 가능하였으며, 기름이나 타르(tar)덩어리가 묻어 있었다.

Table 1. Classification of the causes of bird mortality in the study area.

Cause of mortality	Criterion of judgement		
	Collected point	Appearance of carcass	Others
Mortality caused by human related factors			
Collision with window or other man-made structure	In and around the man-made structure	Cranial hemorrhage, Damaged bill	Direct observation
Traffic accident	On the road	Fracture of bones, Bruises	
Killed by cat	Mainly near human habitation	Scratch, Bite	Direct observation
Killed in other human-related accident	Mainly near human habitation		Direct observation
Mortality caused by natural factors			
Prostration of starvation		Atrophy of pectoral muscle, Empty gizzard	
Killed by natural enemy		Scratch, Bite	Direct observation
Unknown cause		Mummification, Skeletization	

조류는 이동에 있어 에너지(energy) 생산과 항상성(homeostasis) 유지와 같은 생리적인 조건을 요구하고 이에 특별한 적응력으로 진화했다(McWilliamms *et al.*, 2004). 이런 진화를 거친 조류는 장거리이동을 위한 에너지를 이동하기 전 단계에서 축적된 지방과 단백질로부터 얻는다(Berthold 2001). 이런 조류의 생리적 특성상 근육량과 지방축적률을 파악함으로써, 이동의 성공여부를 파악 및 예측할 수 있는 계기가 된다. 따라서 본 연구에서는 근육량과 지방축적률을 Kaiser (1993)의 문헌을 참고하여 판단하고, 탈진 및 아사로 분류하였다. 천적에 의한 포살은 직접 관찰된 사례만 포함하여 분류하였으나, 직접 관찰이 어려운 점을 감안하면 실제보다 과소평가되었을 가능성도 있다.

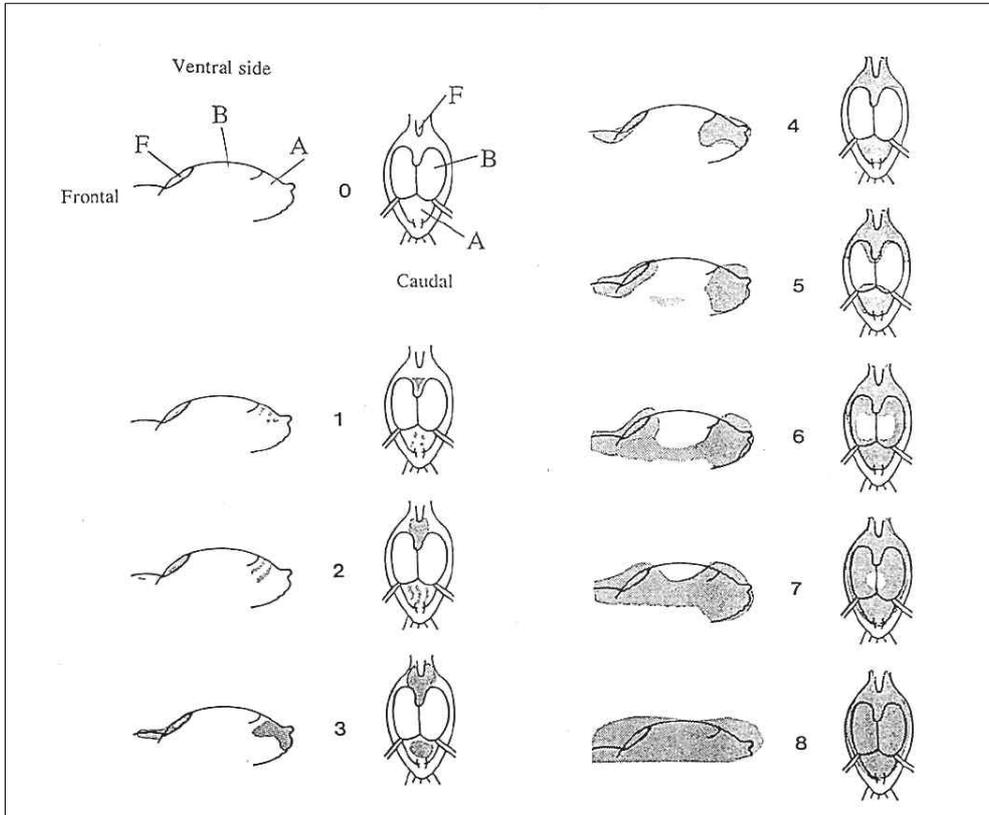


Figure 5. Fat score classes. Fat = stippled areas. F = furcular (interclavicular) depression, B = breast muscle, A = abdomen (cited from Kaiser 1993).

나. 성별구분

성별은 성적이형을 나타내는 종이나 암수구분의 명백한 특징(수컷과 암컷의 깃털 색 차이, 크기, 포란반, 충배설강의 형태, 생식기 등)을 보이는 종을 대상으로 문헌을 참고하여 구분하였다(Svensson 1992, 국립공원관리공단 2007).

다. 연령구분

연령은 깃형태, 홍채색, 깃갈이, 깃의 마모정도, 두개골 기층화 분석 등을 통해 각각의 종별 특성을 파악하여 연령을 구분하였다. 조류의 깃갈이(moulting)는 크게 완전깃

같이(complete moult)와 부분깃같이(partial moult)로 분류되는데, 완전깃같은 경우는 주로 성조(adult)에서 나타나며, 부분깃같은 경우는 주로 어린새(juvenile)에서 볼 수 있는 특징이기 때문에 조류의 연령구분에 있어 중요한 방법으로 인지되고 있다(국립공원관리공단 2005). 이동성 조류의 경우 가을 이동시기에 연령 구별이 어려운 참새목(passerines) 조류를 대상으로 두개골 기층화(skull ossification) 정도를 측정함으로써 연령구분이 가능하다. 그 해 태어난 어린새는 기층화가 진행 중에 있으며, 성조는 기층화가 완성된 형태를 나타내는 것이 대부분이다. 그러나 일부 종의 경우 성조일지라도 기층화가 완전하게 이루어지지 않는다는 점이다. 따라서 기층화 형성과정이 조류의 나이에 따라 차이가 있으므로 두개골 기층화 정도는 연령을 구별하는 지표가 된다.

라. 자료분석

연구지역에서 사체로 수집된 조류 중 철새와 텃새를 구분하고, 이들의 봄철과 가을철 지방축적의 차이를 알아보기 위해 Kaiser (1993)의 지방축적단계(fat score)를 기준으로 Mann-Whitney의 U-test를 통해 비교분석하였으며, 유의수준은 5%와 1%로 설정하였다. 통계분석에 사용된 프로그램은 SPSS 12.0을 이용하였다.

3. 결과

가. 조류사고현황

연구지역인 홍도에서 2007년 1월부터 2011년 12월까지 5년 간 사체로 인수된 조류는 총 15목 36과 130종 1,338개체가 수집되었다. 목(Order)별로는 참새목(PASSERIFORMES)이 16과로 가장 많았으며, 그 다음으로 도요목(CHARADRIIFORMES)이 5과, 매목(FALCONIFORMES)과 파랑새목(CORACIIFORMES)이 각각 2과, 황새목(CICONIIFORMES), 기러기목(ANSERIFORMES), 두루미목(GRUIIFORMES), 아비목(GAVIIFORMES), 논병아리목(PODICIPEDIFORMES), 사다새목(PELECANIFORMES), 비둘기목(COLUMBIFORMES), 닭목(GALLIFORMES), 습새목(PROCELLARIIFORMES), 두견이목(CUCULIFORMES), 올빼미목(STRIGIFORMES)이 각각 1과로 나타났다.

과(Family)별로는 솔딱새과(Muscicapidae)가 13종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 휘파람새과(Sylviidae)가 12종, 백로과(Ardeidae) 11종, 지빠귀과(Turdidae)와 멧새과(Emberizidae)가 각각 9종, 할미새과(Motacillidae)가 8종, 도요과(Scolopacidae)가 7종, 오리과(Anatidae)가 6종, 뜰부기과(Rallidae)와 되새과(Fringillidae)가 각각 5종, 수리과(Accipitridae)가 4종, 아비과(Gaviidae), 논병아리과(Podicipedidae), 가마우지과(Phalacrocoracidae), 갈매기과(Laridae), 때까치과(Laniidae)가 각각 3종, 비둘기과(Columbidae), 물총새과(Alcedinidae), 박새과(Paridae), 제비과(Hirundinidae), 종다리과(Alaudidae), 동박새과(Zosteropidae)가 각각 2종, 평과(Phasianidae), 바다제비과(Hydrobatidae), 매과(Falconidae), 장다리물떼새과(Recurvirostridae), 물떼새과(Charadriidae), 바다오리과(Alcidae), 두견이과(Cuculidae), 올빼미과(Strigidae), 후투티과(Upupidae), 팔색조과(Pittidae), 직박구리과(Pycnonotidae), 상모솔새과(Reguliidae), 굴뚝새과(Troglodytidae), 바위종다리과(Prunellidae)가 각각 1종으로 나타났다.

종(Species)별로는 바다쇠오리 *Synthliboramphus antiquus*가 140개체(10.5%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 축새 *Emberiza spodocephala* 99개체(7.4%), 노랑턱멧새 *Emberiza elegans* 90개체(6.7%), 횡등새 *Anthus hodgsoni* 75개체(5.6%)로 상위 5% 이상을 차지하는 특징종으로 나타났으며, 상위 5% 이상을 차지하는 특징종과 흰배지빠귀 *Turdus pallidus* 59개체(4.4%), 동박새 *Zosterops japonicus*와 유리딱새 *Tarsiger cyanurus*가 각각 51개체(3.8%), 흰배멧새 *Emberiza tristrami* 50개체(3.7%), 숲새 *Urosphena squameiceps* 44개체(3.3%), 호랑지빠귀 *Zoothera aurea* 42개체(3.1%)가 701개체(52.39%)로 사고로 인해 사망한 개체 중 절반 이상을 차지하였다.

사체로 수집된 전체 조류 중 범정보호종은 환경부 지정 멸종위기 야생동·식물 I 급인 매 *Falco peregrinus* 1개체와 II 급인 큰덤불해오라기 *Ixobrychus eurhythmus* 2개체, 물수리 *Pandion haliaetus* 1개체, 붉은배새매 *Accipiter soloensis* 1개체, 새매 *Accipiter nisus* 1개체, 흑비둘기 *Columba janthina* 1개체, 팔색조 *Pitta nympa* 1개체가 수집되었으며, 문화재청 지정 천연기념물 제323-2호인 붉은배새매 1개체, 제323-4호인 새매 1개체, 제215호인 흑비둘기 1개체, 제447호인 두견이 *Cuculus poliocephalus* 1개체, 제324-6호인 소쩍새 *Otus sunia* 2개체, 제204호인 팔색조 1개체가 수집되었다(Table 2).

Table 2. List of collected species.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
ORDER GALLIFORMES	닭목		
Family Phasianidae	평과		
<i>Coturnix japonica</i>	메추라기	3	0.2
ORDER ANSERIFORMES	기러기목		
Family Anatidae	오리과		
<i>Anas penelope</i>	홍머리오리	1	<0.1
<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리	2	0.1
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	2	0.1
<i>Anas formosa</i>	가창오리	1	<0.1
<i>Anas crecca</i>	쇠오리	1	<0.1
<i>Aythya fuligula</i>	맹기흰죽지	1	<0.1
ORDER GAVIIFORMES	아비목		
Family Gaviidae	아비과		
<i>Gavia stellata</i>	아비	8	0.5
<i>Gavia arctica</i>	큰회색머리아비	36	2.5
<i>Gavia pacifica</i>	회색머리아비	32	2.2
ORDER PROCELLARIIFORMES	습새목		
Family Hydrobatidae	바다제비과		
<i>Oceanodroma monorhis</i>	바다제비	1	<0.1
ORDER PODICIPEDIFORMES	논병아리목		
Family Podicipedidae	논병아리과		
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	논병아리	4	0.3
<i>Podiceps grisegena</i>	큰논병아리	1	<0.1
<i>Podiceps cristatus</i>	빨논병아리	2	0.1
ORDER CICONIIFORMES	황새목		
Family Ardeidae	백로과		
<i>Botaurus stellaris</i>	알락해오라기	1	<0.1
<i>Ixobrychus sinensis</i>	덤불해오라기	3	0.2
<i>Ixobrychus eurhythmus</i>	큰덤불해오라기	2	0.1
<i>Nycticorax nycticorax</i>	해오라기	2	0.1
<i>Butorides striata</i>	검은맹기해오라기	3	0.2
<i>Ardeola bacchus</i>	흰날개해오라기	3	0.2

Table 2. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
<i>Bubulcus ibis</i>	황로	3	0.2
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	2	0.1
<i>Ardea alba</i>	중대백로	1	<0.1
<i>Egretta intermedia</i>	중백로	3	0.2
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	2	0.1
ORDER PELECANIFORMES	사다새목		
Family Phalacrocoracidae	가마우지과		
<i>Phalacrocorax carbo</i>	민물가마우지	1	<0.1
<i>Phalacrocorax capillatus</i>	가마우지	1	<0.1
<i>Phalacrocorax pelagicus</i>	쇠가마우지	1	<0.1
ORDER FALCONIFORMES	매목		
Family Falconidae	매과		
<i>Falco peregrinus</i>	매	1	<0.1
Family Accipitridae	수리과		
<i>Pandion haliaetus</i>	물수리	1	<0.1
<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매	1	<0.1
<i>Accipiter nisus</i>	새매	1	<0.1
<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	1	<0.1
ORDER GRUIFORMES	두루미목		
Family Rallidae	뜸부기과		
<i>Coturnicops exquisitus</i>	알락뜸부기	1	<0.1
<i>Amaurornis phoenicurus</i>	흰배뜸부기	1	<0.1
<i>Porzana pusilla</i>	쇠뜸부기	3	0.2
<i>Porzana fusca</i>	쇠뜸부기사촌	1	<0.1
<i>Gallinula chloropus</i>	쇠물닭	3	0.2
ORDER CHARADRIIFORMES	도요목		
Family Recurvirostridae	장다리물떼새과		
<i>Himantopus himantopus</i>	장다리물떼새	1	<0.1
Family Charadriidae	물떼새과		
<i>Charadrius veredus</i>	큰물떼새	1	<0.1
Family Scolopacidae	도요과		
<i>Scolopax rusticola</i>	멧도요	1	<0.1

Table 2. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
<i>Gallinago stenura</i>	바늘꼬리도요	2	0.1
<i>Gallinago megala</i>	깍도요사촌	3	0.2
<i>Gallinago gallinago</i>	깍도요	4	0.3
<i>Tringa nebularia</i>	청다리도요	2	0.1
<i>Tringa glareola</i>	알락도요	2	0.1
<i>Actitis hypoleucos</i>	깍작도요	2	0.1
Family Laridae	갈매기과		0.2
<i>Larus crassirostris</i>	괭이갈매기	15	1.0
<i>Larus vegae</i>	재갈매기	2	0.1
<i>Rissa tridactyla</i>	세가락갈매기	14	1.0
Family Alcidae	바다오리과		<0.1
<i>Synthliboramphus antiquus</i>	바다쇠오리	140	9.5
ORDER COLUMBIFORMES	비둘기목		
Family Columbidae	비둘기과		
<i>Columba janthina</i>	흑비둘기	1	<0.1
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	3	0.2
ORDER CUCULIFORMES	두견이목		
Family Cuculidae	두견이과		
<i>Cuculus poliocephalus</i>	두견이	1	<0.1
ORDER STRIGIFORMES	올빼미목		
Family Strigidae	올빼미과		
<i>Otus sunia</i>	소쩍새	2	0.1
ORDER CORACIIFORMES	파랑새목		
Family Alcedinidae	물총새과		
<i>Halcyon pileata</i>	청호반새	1	<0.1
<i>Alcedo atthis</i>	물총새	1	<0.1
Family Upupidae	후투티과		
<i>Upupa epops</i>	후투티	1	<0.1
ORDER PASSERIFORMES	참새목		
Family Pittidae	팔색조과		
<i>Pitta nympha</i>	팔색조	1	<0.1
Family Laniidae	때까치과		

Table 2. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
<i>Lanius tigrinus</i>	첩때까치	1	<0.1
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	1	<0.1
<i>Lanius schach</i>	긴꼬리때까치	1	<0.1
Family Paridae	박새과		
<i>Parus major</i>	박새	1	<0.1
<i>Parus varius</i>	곤줄박이	16	1.1
Family Hirundinidae	제비과		
<i>Hirundo rustica</i>	제비	36	2.5
<i>Cecropis daurica</i>	귀제비	10	0.7
Family Alaudidae	종다리과		
<i>Calandrella brachydactyla</i>	쇠종다리	1	<0.1
<i>Alauda arvensis</i>	종다리	3	0.2
Family Pycnonotidae	직박구리과		
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	직박구리	4	0.3
Family Sylviidae	휘파람새과		
<i>Urosphena squameiceps</i>	숲새	44	3.0
<i>Cettia diphone</i>	휘파람새	4	0.3
<i>Locustella lanceolata</i>	취발귀개개비	7	0.5
<i>Locustella certhiola</i>	북방개개비	1	<0.1
<i>Locustella ochotensis</i>	알락꼬리취발귀	1	<0.1
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비	2	0.1
<i>Phylloscopus fuscatus</i>	솔새사촌	3	0.2
<i>Phylloscopus proregulus</i>	노랑허리솔새	2	0.1
<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새	27	1.8
<i>Phylloscopus borealis</i>	솔새	9	0.6
<i>Phylloscopus tenellipes</i>	되솔새	2	0.1
<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	12	0.8
Family Zosteropidae	동박새과		
<i>Zosterops erythropleurus</i>	한국동박새	5	0.3
<i>Zosterops japonicus</i>	동박새	51	3.5
Family Reguliidae	상모솔새과		
<i>Regulus regulus</i>	상모솔새	8	0.5

Table 2. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
Family Troglodytidae	굴뚝새 과		
<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새	2	0.1
Family Turdidae	지빠귀 과		
<i>Zoothera sibirica</i>	흰눈썹지빠귀	5	0.3
<i>Zoothera aurea</i>	호랑지빠귀	42	2.9
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	5	0.3
<i>Turdus cardis</i>	검은지빠귀	4	0.3
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	59	4.0
<i>Turdus chrysolaus</i>	붉은배지빠귀	9	0.6
<i>Turdus ruficollis</i>	붉은목지빠귀	1	<0.1
<i>Turdus naumanni</i>	노랑지빠귀	2	0.1
<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	9	0.6
Family Muscicapidae	솔딱새 과		
<i>Luscinia calliope</i>	진홍가슴	6	0.4
<i>Luscinia cyane</i>	쇠유리새	19	1.3
<i>Luscinia sibilans</i>	울새	2	0.1
<i>Tarsiger cyanurus</i>	유리딱새	51	3.5
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	10	0.7
<i>Saxicola torquatus</i>	검은딱새	25	1.7
<i>Monticola solitarius</i>	바다직박구리	5	0.3
<i>Muscicapa griseisticta</i>	제비딱새	1	<0.1
<i>Muscicapa dauurica</i>	쇠솔딱새	4	0.3
<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새	1	<0.1
<i>Ficedula narcissina</i>	황금새	5	0.3
<i>Ficedula mugimaki</i>	노랑딱새	2	0.1
<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	25	1.7
Family Prunellidae	바위종다리 과		
<i>Prunella montanella</i>	멧종다리	1	<0.1
Family Motacillidae	할미새 과		
<i>Dendronanthus indicus</i>	물레새	1	<0.1
<i>Motacilla flava</i>	긴발톱할미새	1	<0.1
<i>Motacilla alba</i>	알락할미새	4	0.3

Table 2. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
<i>Anthus richardi</i>	큰밭종다리	2	0.1
<i>Anthus hodgsoni</i>	HINGDUNGSAE	75	5.1
<i>Anthus gustavi</i>	흰등밭종다리	1	<0.1
<i>Anthus cervinus</i>	붉은가슴밭종다리	7	0.5
<i>Anthus rubescens</i>	밭종다리	5	0.3
Family Fringillidae	되새과		
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	29	2.0
<i>Carduelis spinus</i>	검은머리방울새	1	<0.1
<i>Uragus sibiricus</i>	긴꼬리홍양진이	1	<0.1
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	콩새	3	0.2
<i>Eophona migratoria</i>	밀화부리	1	<0.1
Family Emberizidae	멧새과		
<i>Emberiza tristrami</i>	흰배멧새	50	3.4
<i>Emberiza pusilla</i>	쇠붉은뺨멧새	28	1.9
<i>Emberiza chrysophrys</i>	노랑눈썹멧새	15	1.0
<i>Emberiza rustica</i>	쭈새	20	1.4
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	90	6.1
<i>Emberiza rutila</i>	꼬까참새	17	1.2
<i>Emberiza spodocephala</i>	축새	99	6.7
<i>Emberiza pallasii</i>	북방검은머리쭈새	3	0.2
<i>Calcarius lapponicus</i>	긴발톱멧새	1	<0.1
15 Orders 36 Families 130 Species 1,338 Individuals			

나. 사고원인별 현황 및 특성

전체 130종 1,338개체 중 사고원인별로 살펴보면, 들고양이에 의한 포살(Killed by cat, KC)이 392개체(29.3%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 인공구조물에 의한 충돌(Collision with window other man-made structure, CW)이 298개체(22.3%), 기름오염(Oil pollution, OP)이 201개체(15.0%), 원인불명(Unknown cause, UK)이 147개체

(11.0%), 탈진 및 아사(Prostration or starvation, PS)가 142개체(10.6%), 기타(Killed in other human-related accident, OA)가 96개체(7.2%), 천적에 의한 포살(Killed by natural enemy, KN)이 61개체(4.6%), 교통사고(Traffic accident, TA)가 1개체(0.1%)순으로 나타났다. 사고원인 중 들고양이에 의한 포살, 인공구조물에 의한 충돌, 기름오염, 기타, 교통사고 등 인간과 관련된 인위적인 요인(mortality caused by human related factors)에 의한 사고가 988개체로 전체의 73.8%를 차지하였으며, 자연적인 요인(mortality caused by natural factors)에 의한 사고가 203개체로 전체의 15.2%, 사고의 원인을 파악할 수 없는 원인불명이 147개체로 전체의 11.0%로 사고원인 중 인위적인 요인에 의한 사고가 자연적인 요인에 의한 사고보다 많은 것으로 나타났다(Figure 6).

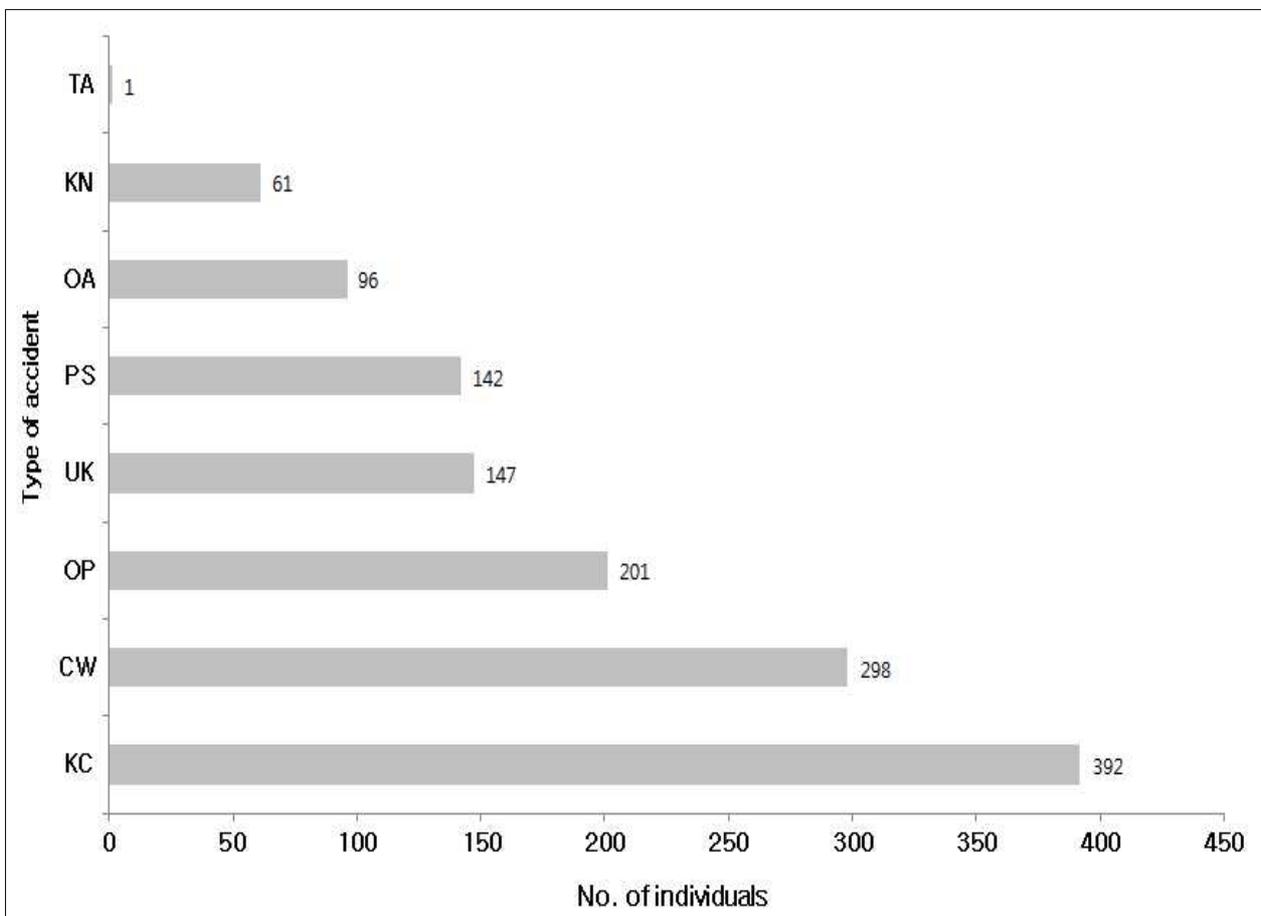


Figure 6. Type of accident and their mortality. Abbreviations: KC, killed by cat; CW, collision with windows or other man-made structures; PS, prostration or starvation; UK, death from some unknown cause; OA, other human-related accident; KN, killed by natural enemy; OP, oil pollution; TA, traffic accident.

다. 사고발생 시기별 현황 및 특성

연구기간인 2007년부터 2011년까지 총 5년 동안 연도별 사고발생 현황을 보면, 87종 418개체로 종수 및 개체수 모두 2009년에 사고가 가장 많은 것으로 나타났으며, 그 다음으로 2008년에 65종 316개체, 2010년에 63종 293개체, 2007년에 50종 179개체, 2011년에 39종 132개체 순으로 나타났다. 연도별 사고발생 종수 및 개체수는 최고를 보인 2009년 87종 418개체부터 최저를 보인 2011년 39종 132개체까지 사고를 당하는 조류의 종수가 많으면 개체수 또한 많은 것으로 나타나, 연도별 종수 및 개체수 특성을 보이는 않았다. 5년 간 사고발생은 종수에서 평균 61 ± 18.03 (평균 \pm 표준편차)종, 개체수에서 268 ± 113.85 개체로 연구지역에서 사고발생은 환경적 특성이 크게 변하지 않는 한 평균적인 범위 전후로 발생할 것으로 판단된다(Figure 7).

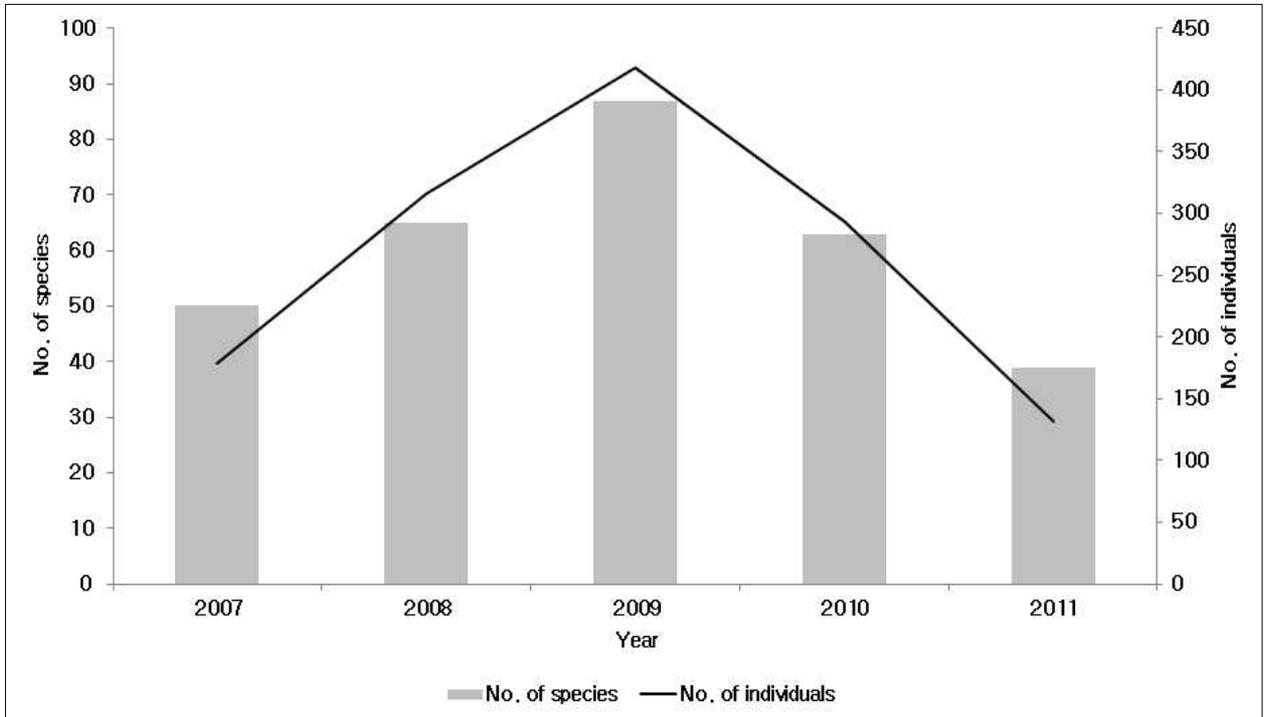


Figure 7. Annual variation of the number of collected species and individuals.

5년 간 월별 사고 종수는 4월에 평균 22.60 ± 11.19 (평균 \pm 표준편차)종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 5월에 21.00 ± 9.30 종, 10월에 12.60 ± 4.39 종, 9월에 10.60 ± 5.68 종, 11월에 10.60 ± 7.57 종, 3월에 6.80 ± 4.44 종, 1월에 5.00 ± 3.08 종, 8월에 4.80 ± 2.28 종, 2월에

3.80±3.11종, 12월에 3.00±2.83종, 6월에 2.60±4.22종, 7월에 0.80±1.30종 순으로 나타났다(Figure 8).

각 연도마다 월별 사고발생은 2007년에는 11월에 23종으로 가장 많았으며, 4월에 13종, 5월에 11종, 3월에 8종, 9월과 10월에 각각 6종, 1월에 5종, 12월에 4종, 8월에 2종, 2008년에는 5월에 22종으로 가장 많았으며, 4월에 19종, 10월에 17종, 11월에 10종, 1월에 8종, 2월과 9월에 각각 7종, 12월에 6종, 3월과 8월에 각각 5종, 6월과 7월에 각각 1종, 2009년에는 4월에 40종으로 가장 많았으며, 5월에 29종, 9월에 19종, 10월에 16종, 3월에 14종, 11월에 11종, 6월에 10종, 8월에 7종, 1월과 12월에 각각 5종, 7월에 3종, 2월에 2종, 2010년에는 5월에 31종으로 가장 많았으며, 4월에 27종, 10월에 11종, 1월과 2월, 8월, 9월에 각각 7종, 3월과 11월에 각각 4종, 6월에 2종, 2011년에는 4월과 9월에 각각 14종으로 가장 많았으며, 10월에 13종, 5월에 12종, 11월에 5종, 2월과 3월, 8월에 각각 3종 순으로 나타났다(Figure 9).

월별 사고발생 종수는 연도별로 상이하게 나타났으나 전체적으로 연구지역에 도래하는 철새의 주요 이동시기인 봄철과 가을철에 집중되는 것으로 나타났다.

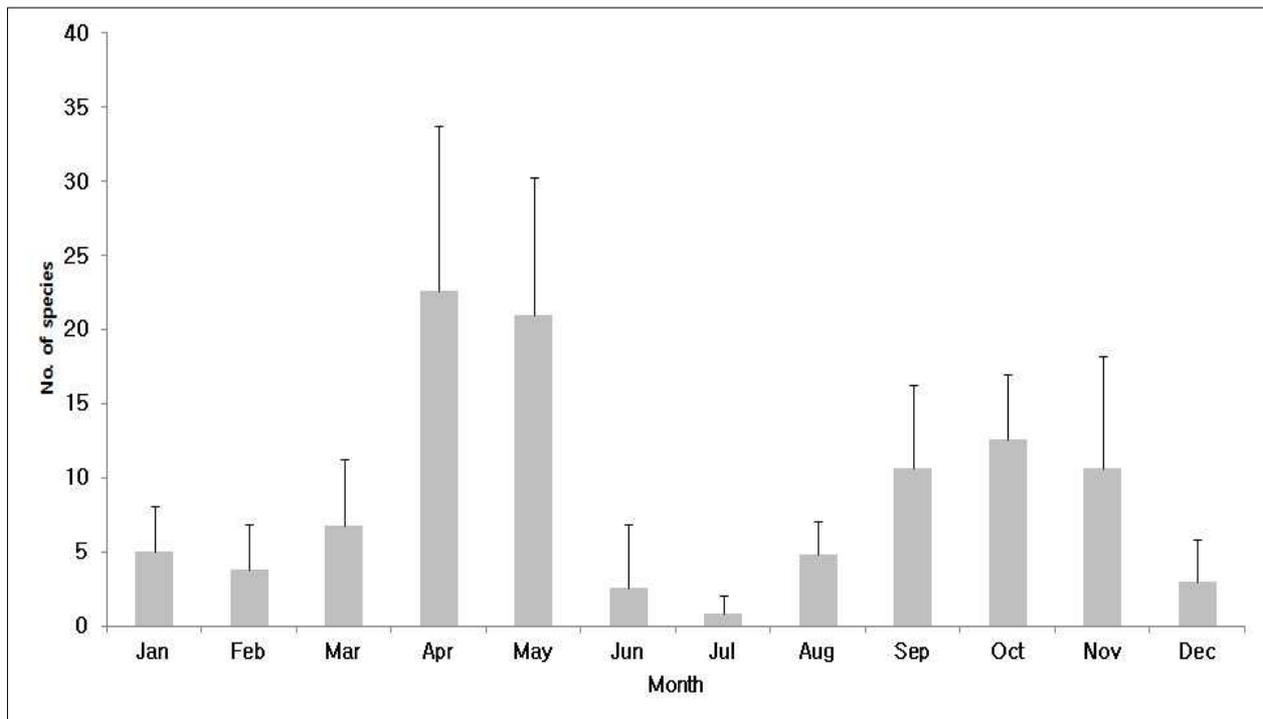


Figure 8. Monthly variation in the number of collected species (±SD) from 2007 to 2011.

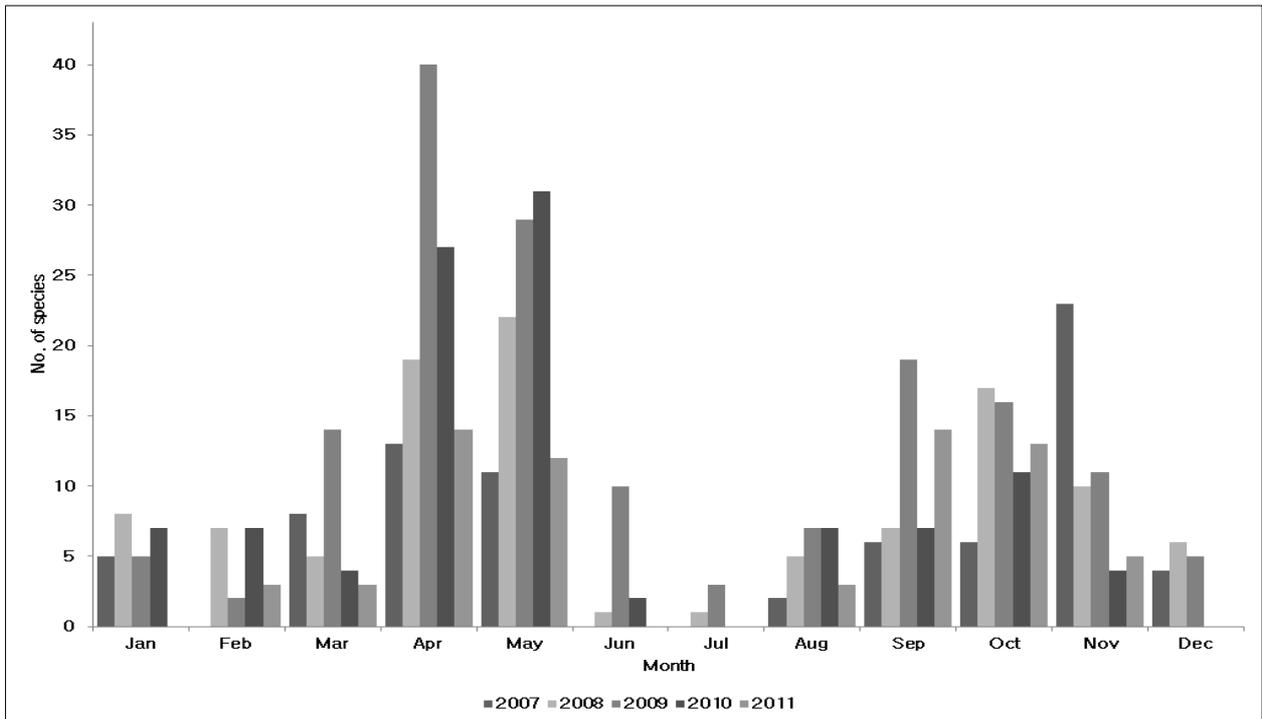


Figure 9. Monthly variation in the number of collected species from 2007 to 2011.

연구지역의 월별 철새 도래종수 현황은 5월에 평균 131.40 ± 9.79 (평균 \pm 표준편차)종으로 가장 많았으며, 4월에 116.00 ± 16.57 종, 10월에 95.00 ± 16.39 종, 11월에 78.60 ± 18.57 종, 9월에 75.00 ± 23.01 종, 3월에 57.40 ± 13.72 종, 12월에 44.00 ± 6.96 종, 8월에 41.20 ± 6.42 종, 6월에 40.80 ± 4.09 종, 1월에 35.60 ± 9.58 종, 2월에 34.00 ± 4.53 종, 7월에 27.40 ± 2.51 종순으로 나타났다(Figure 10). 각 연도마다 월별 도래종수는 2007년에는 5월에 138종으로 가장 많았으며, 4월에 108종, 9월에 87종, 10월에 86종, 11월에 68종, 3월에 67종, 12월에 47종, 6월에 44종, 1월과 8월에 각각 37종, 2월에 31종, 7월에 27종, 2008년에는 5월에 124종으로 가장 많았으며, 4월에 116종, 10월에 103종, 9월에 87종, 11월에 76종, 3월에 58종, 8월에 48종, 12월에 46종, 1월에 38종, 6월에 37종, 2월에 32종, 7월에 24종, 2009년에는 4월에 141종으로 가장 많았으며, 5월에 122종, 10월에 103종, 9월에 97종, 11월에 82종, 3월에 57종, 12월에 53종, 8월에 47종, 6월에 37종, 2월에 36종, 1월에 31종, 7월에 28종, 2010년에는 5월에 145종, 4월에 119종, 10월에 112종, 11월에 108종, 3월에 70종, 1월에 49종, 6월에 46종, 2월과 8월에 각각 41종, 9월에 40종, 12월에 36종, 7월에

27종, 2011년에는 5월에 128종으로 가장 많았으며, 4월에 96종, 10월에 71종, 9월에 64종, 11월에 59종, 6월에 40종, 12월에 38종, 3월에 35종, 8월에 33종, 7월에 31종, 2월에 30종, 1월에 23종 순으로 나타났다(Figure 11).

연구지역에 도래하는 조류의 월별 도래종수에서도 각 연도별로 상이하게 나타났으며, 봄철과 가을철 이동시기에 집중하여 도래하는 것으로 나타났다.

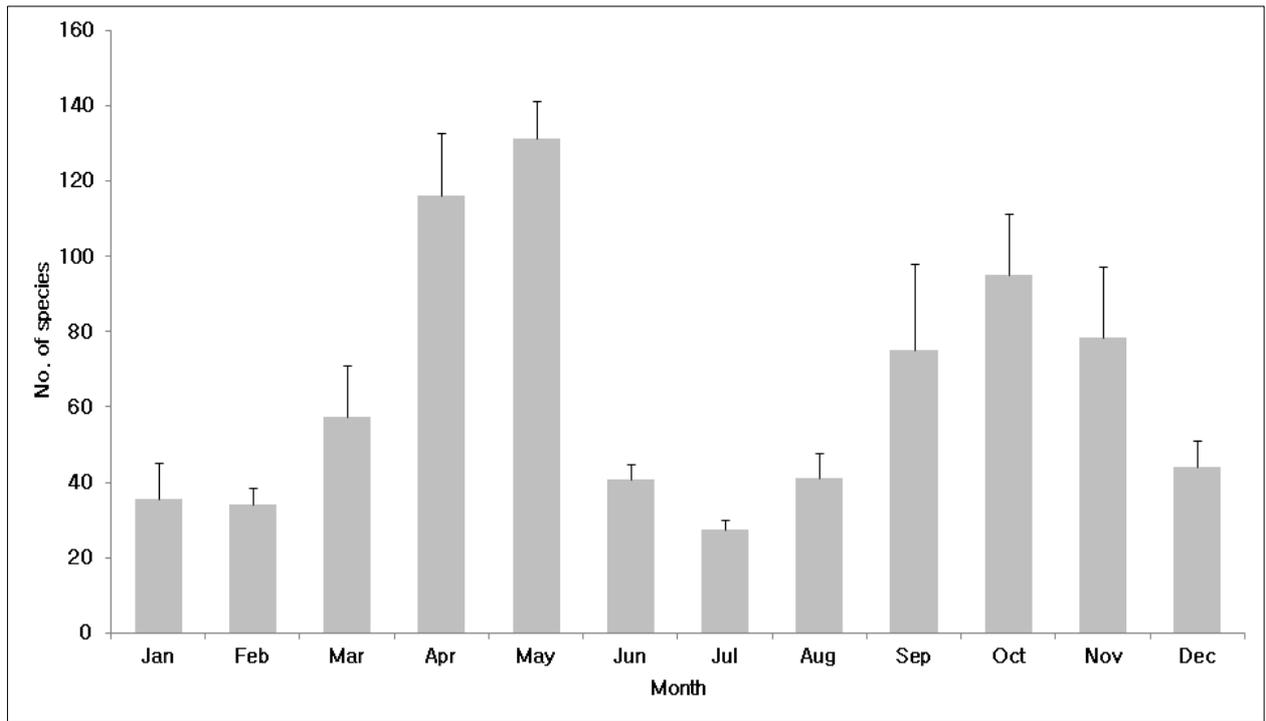


Figure 10. Mean number of daily monitored species (\pm SD) in Hong-do island from 2007 to 2011.

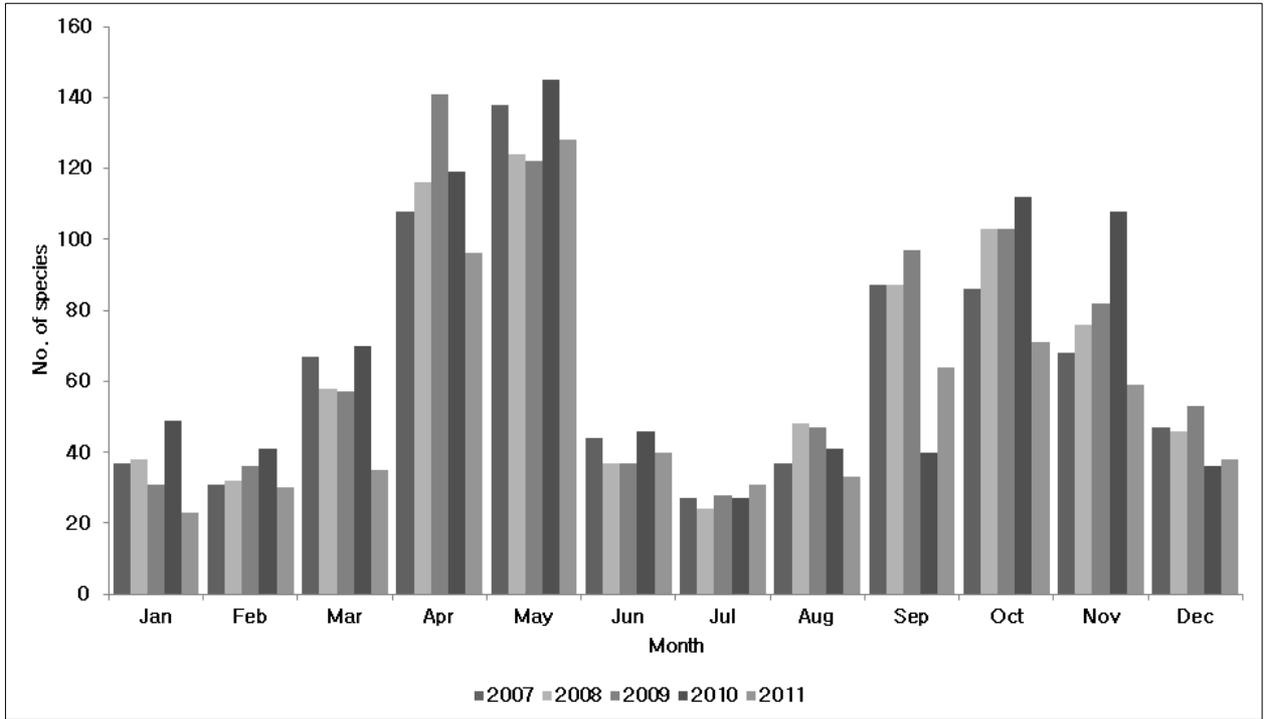


Figure 11. Monthly variation in the number of daily monitored species in Hong-do island from 2007 to 2011.

5년 간 월별 사고 개체수는 4월에 평균 77.80 ± 69.12 (평균 \pm 표준편차) 개체로 가장 많았으며, 그 다음으로는 5월에 47.80 ± 29.56 개체, 10월에 26.00 ± 10.61 개체, 1월에 25.60 ± 27.52 개체, 11월에 24.00 ± 24.88 개체, 9월에 21.80 ± 6.76 개체, 2월에 18.40 ± 21.66 개체, 3월에 12.60 ± 6.69 개체, 8월에 6.60 ± 3.65 개체, 12월에 3.20 ± 3.03 개체, 6월에 3.00 ± 5.10 개체, 7월에 0.80 ± 1.30 개체 순으로 나타났다(Figure 12). 각 연도마다 월별 사고 개체수는 2007년에는 11월에 67개체로 가장 많았으며, 4월에 31개체, 9월에 21개체, 5월에 18개체, 1월과 3월에 각각 14개체, 10월에 8개체, 12월에 4개체, 8월에 2개체, 2008년에는 1월에 65개체로 가장 많았으며, 4월에 52개체, 5월에 48개체, 2월에 43개체, 10월에 36개체, 11월에 21개체, 9월에 18개체, 3월에 14개체, 8월에 11개체, 12월에 6개체, 6월과 7월에 각각 1개체, 2009년에는 4월에 194개체로 가장 많았으며, 5월에 91개체, 10월에 30개체, 9월에 28개체, 3월에 22개체, 11월에 17개체, 6월에 12개체, 8월에 7개체, 1월과 12월에 각각 6개체, 7월에 3개체, 2월에 2개체, 2010년에는 4월에 86개체로 가장 많았으며, 5월에 59개체, 1월에 43개체, 2월에 41개체, 10월에 27개체, 9월에 13개체, 3월과 8월에 각각 9개체, 11월에 4개체, 6월에 2개체, 2011년에는 9월과 10월에 각각 29개체로 가장 많았으며, 4월에 26개체, 5월에 23개체, 11월에 11개체, 2월에 6개체, 3월과 8월에 각각 4개체 순으로 나타났다(Figure 13).

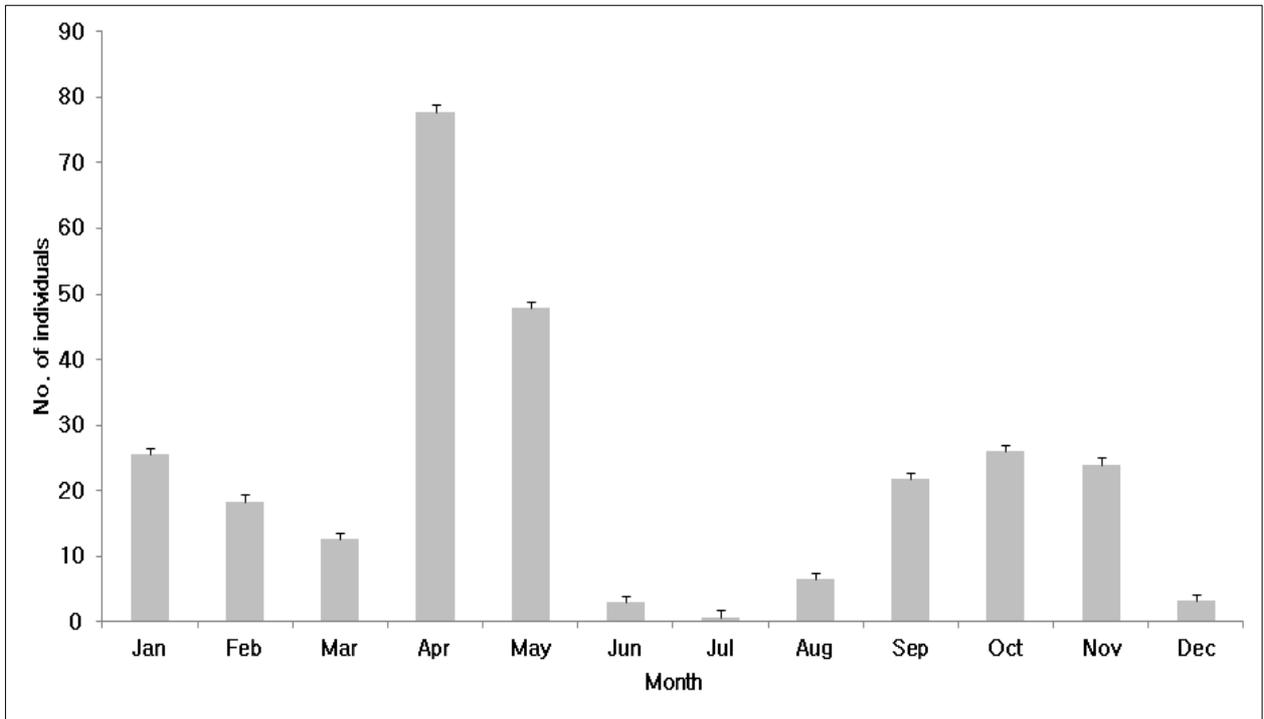


Figure 12. Monthly variation in the number of collected individuals (\pm SD) from 2007 to 2011.

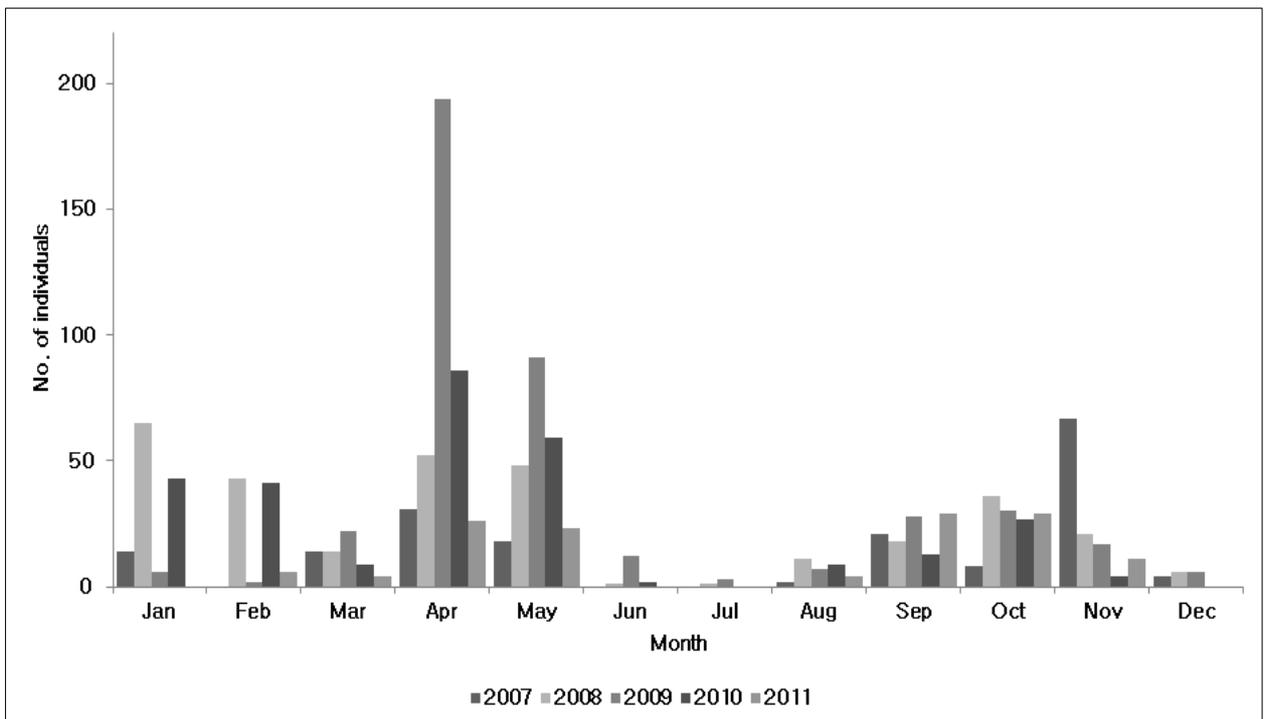


Figure 13. Monthly variation in the number of collected individuals from 2007 to 2011.

연구지역의 월별 철새 도래개체수는 11월에 평균 37,194.20±9,053.24 (평균±표준편차) 개체로 가장 많았으며, 그 다음으로는 12월에 25,250.40±9,152.15개체, 10월에 11,338.00±1,098.12개체, 4월에 10,186.20±3,231.08개체, 5월에 4,985.20±528.51개체, 1월에 4,795.80±3,088.37개체, 3월에 4,612.20±1,877.71개체, 9월에 4,350.00±1,803.84개체, 8월에 3,243.20±1,323.13개체, 2월에 2,610.80±1,739.76개체, 6월에 1,852.80±398.24개체, 7월에 1,606.00±375.51개체 순으로 나타났다(Figure 14). 각 연도마다 월별 도래개체수는 2007년에는 11월에 24,780개체로 가장 많았으며, 12월에 22,529개체, 10월에 13,101개체, 4월에 6,602개체, 3월에 6,146개체, 5월에 5,690개체, 9월에 4,854개체, 2월에 3,448개체, 8월에 2,959개체, 1월에 2,218개체, 6월에 1,823개체, 7월에 1,698개체, 2008년에는 11월에 37,357개체로 가장 많았으며, 12월에 19,768개체, 10월에 11,155개체, 4월에 10,786개체, 9월에 6,422개체, 1월에 5,860개체, 3월에 5,459개체, 5월에 5,332개체, 8월에 4,967개체, 2월에 4,843개체, 6월에 2,367개체, 7월에 2,125개체, 2009년에는 11월에 45,197개체로 가장 많았으며, 12월에 40,210개체, 4월에 10,863개체, 10월에 10,218개체, 1월에 7,122개체, 5월에 4,375개체, 9월에 4,256개체, 8월에 3,907개체, 3월에 3,163개체, 2월에 2,957개체, 6월에 1,858개체, 7월에 1,561개체, 2010년에는 11월에 46,412개체로 가장 많았으며, 12월에 16,824개체, 10월에 10,707개체, 1월에 7,899개체, 4월에 7,774개체, 3월에 6,208개체, 5월에 4,641개체, 8월에 2,997개체, 6월에 1,961개체, 6월에 1,572개체, 9월에 1,469개체, 2월에 1,388개체, 2011년에는 11월에 32,225개체로 가장 많았으며, 12월에 26,921개체, 4월에 14,906개체, 10월에 11,509개체, 5월에 4,888개체, 9월에 4,749개체, 3월에 2,085개체, 8월에 1,386개체, 6월에 1,255개체, 7월에 1,074개체, 1월에 880개체, 2월에 418개체 순으로 나타났다(Figure 15).

월별 사고발생 개체수는 종수와 마찬가지로 연도별로 상이하게 나타났으며, 전체적으로 연구지역에 도래하는 철새의 주요 이동시기인 봄철과 가을철에 집중되고 연구지역에 도래하는 개체수 또한 월별로 상이하게 나타났으나 봄철과 가을철 이동시기에 편중되어 도래하는 것으로 나타났다.

따라서 연도별로 도래하는 종수 및 개체수는 월별로 상이하며 사고발생 종수 및 개체수 또한 각 연도마다 월별로 상이하나 전체적으로 연구지역에서 주요 철새도래시기인 봄철과 가을철에 집중적으로 도래하며 이에 비례하여 사고가 발생하는 것으로 나타났다.

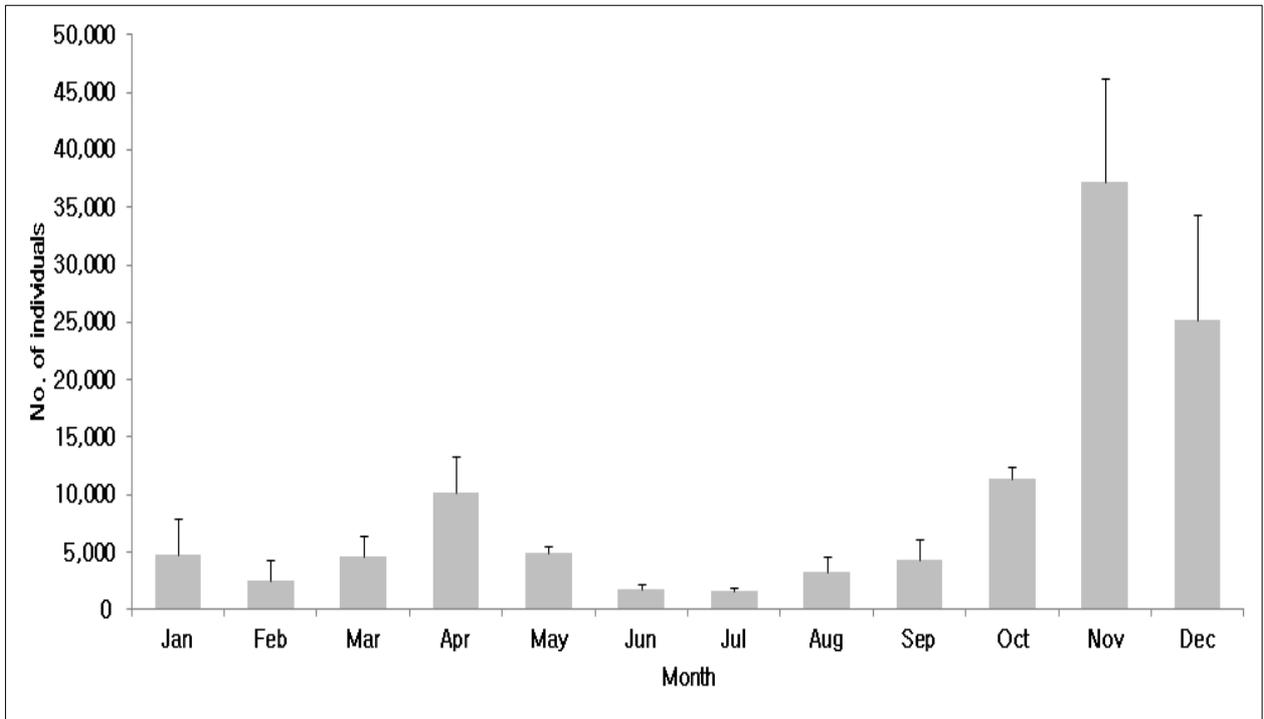


Figure 14. Mean number of daily monitored individuals (\pm SD) in Hong-do island from 2007 to 2011.

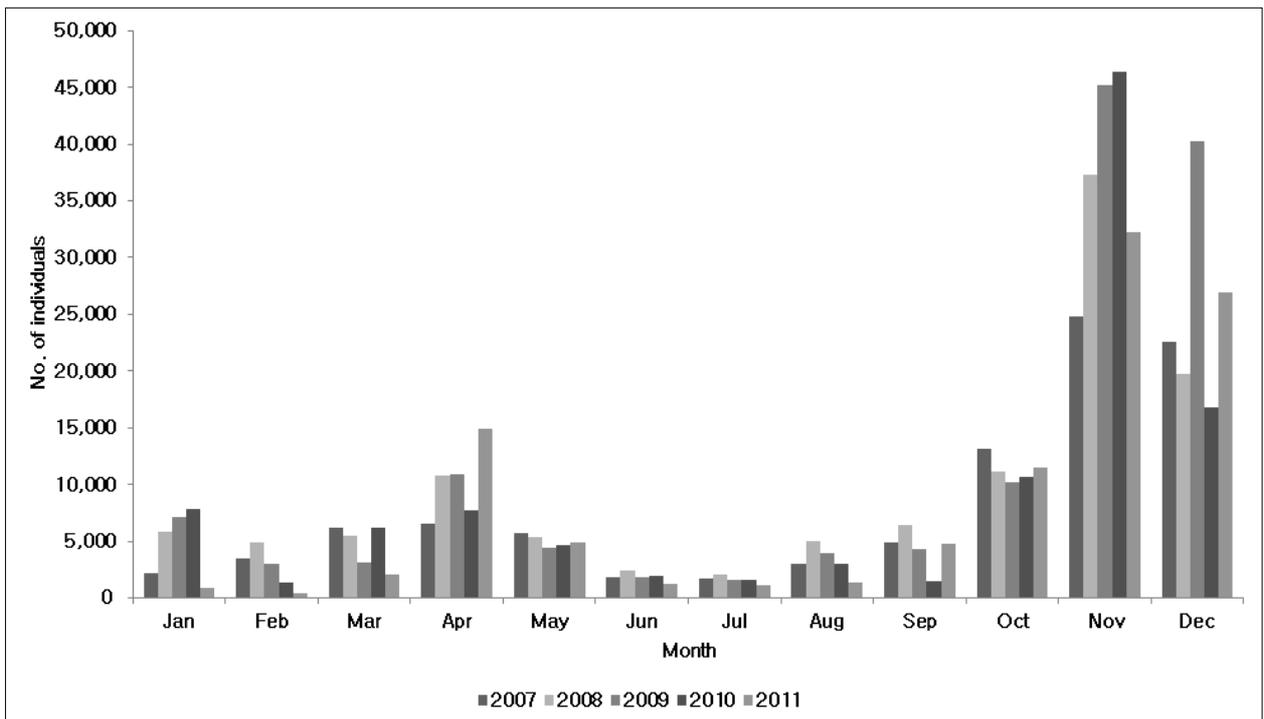


Figure 15. Monthly variation in the number of daily monitored individuals in Hong-do island from 2007 to 2011.

사체로 인수된 전체 조류 중 이동성에 따라 철새(migratory birds)와 텃새(resident birds)로 구분하고 이들의 계절에 따른 지방축적 단계를 비교한 결과, 철새의 경우 봄철에는 평균 1.38 ± 1.54 (평균 \pm 표준편차)($n=206$)단계와 가을철에는 1.41 ± 0.49 ($n=142$)단계의 지방축적을 보여 봄철보다는 가을철에 지방축적단계가 높은 것으로 나타났으며 (Mann-Whitney U-test, $p < 0.01$), 이와는 반대로 텃새의 경우 봄철에는 1.86 ± 1.19 ($n=23$)단계와 가을철에는 1.68 ± 0.47 ($n=50$)단계를 보여 가을철보다는 봄철에 더 높은 지방축적단계를 보였다($p=0.04$)(Table 3). 따라서 철새의 경우 연구지역의 지리적 특성상 봄철에 논스톱(non-stop)으로 비행해야 하는 최단거리가 가을철에 비해 길어 지방축적단계가 계절에 따라 상이한 것으로 판단되며, 텃새의 경우 가을철에는 번식과 관련된 일련의 행동(새끼새에게 먹이공급, 어린새의 증가 등)으로 인해 봄철보다는 가을철에 지방축적단계가 낮은 것으로 판단된다.

Table 3. Differences of fat scores in spring and autumn.

Classification	Fat score (mean \pm SD)		z-value
	Spring	Autumn	
Migratory birds	1.38 ± 1.54 ($n=206$)	1.41 ± 0.49 ($n=142$)	-6.27**
Resident birds	1.86 ± 1.19 ($n=23$)	1.68 ± 0.47 ($n=50$)	-2.06*

Mann-Whitney U-test, ** $p < 0.01$, * $p < 0.04$

라. 사고원인별 종 특성

사체로 인수된 전체 조류 중 각 사고원인별 상위 5%이상 차지하는 특징종 현황을 보면, 고양이에 의한 포살은 족새가 71개체(18.1%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 노랑턱멧새 46개체(11.7%), 흥동새 41개체(10.5%), 숲새 33개체(8.4%), 흰배멧새 23개체(5.9%), 인공구조물에 의한 충돌은 동박새가 36개체(12.1%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 흰배지빠귀 31개체(10.4%), 노랑턱멧새 22개체(7.4%), 호랑지빠귀 20개체(6.7%), 탈진 및 아사는 제비가 30개체(21.1%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 귀제비 9개체

(6.3%), 횡등새 8개체(5.6%), 원인불명은 바다쇠오리가 13개체(8.8%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 횡등새 12개체(8.2%), 유리딱새 11개체(7.5%), 노랑턱멧새 10개체(6.8%), 쇠붉은뺨멧새 8개체(5.4%), 기타는 바다쇠오리가 8개체(5.4%)로 가장 많았으며, 천적에 의한 포살은 노랑턱멧새가 7개체(11.5%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 족새 6개체(9.8%), 횡등새, 노랑눈썹솔새, 꿩이갈매기, 흰배지빠귀, 호랑지빠귀가 각각 4개체(6.6%), 기름오염은 바다쇠오리가 119개체(59.2%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 큰 회색머리아비 30개체(14.9%), 회색머리아비 27개체(13.4%), 교통사고는 숲새가 1개체 순으로 나타났다(Table 4).

또한, 사체로 인수된 전체 조류 중 개체수가 많은 상위 5%이상의 특징종의 사고유형을 보면 바다쇠오리는 140개체(10.5%) 중 기름오염이 119개체로 가장 많았으며, 그 다음으로는 원인불명이 13개체, 기타가 8개체로 나타났으며, 족새는 99개체(7.4%) 중 고양이에 의한 포살이 가장 많았으며, 그 다음으로는 인공구조물에 의한 충돌이 9개체, 기타가 7개체, 천적에 의한 포살이 6개체, 원인불명이 4개체, 탈진 및 아사가 2개체, 노랑턱멧새는 90개체(6.7%) 중 고양이에 의한 포살이 46개체로 가장 많았으며, 인공구조물에 의한 충돌이 22개체, 원인불명이 10개체, 천적에 의한 포살이 7개체, 기타가 3개체, 탈진 및 아사가 2개체, 횡등새는 75개체(5.6%) 중 고양이에 의한 포살이 41개체로 가장 많았으며, 원인불명이 12개체, 탈진 및 아사가 8개체, 기타가 7개체, 천적에 의한 포살이 4개체, 인공구조물에 의한 충돌이 3개체 순으로 나타났다(Table 4).

Table 4. List of the collected birds according to the causes of mortality. Abbreviations: KC, killed by cat; CW, collision with windows or other man-made structures; PS, prostration or starvation; UK, death from some unknown cause; OA, other human-related accident; KN, killed by natural enemy; OP, oil pollution; TA, traffic accident.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)	Causes of mortality (%)								
				KC	CW	PS	UK	OA	KN	OP	TA	
<i>Synthliboramphus antiquus</i>	바다쇠오리	140	10.5				9.3	5.7			85.0	
<i>Emberiza spodocephala</i>	축새	99	7.4	71.7	9.1	2.0	4.0	7.1	6.1			
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	90	6.7	51.1	24.4	2.2	11.1	3.3	7.8			
<i>Anthus hodgsoni</i>	HINGDUNG새	75	5.6	54.7	4.0	10.7	16.0	9.3	5.3			
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	59	4.4	16.9	52.5	8.5	11.9	3.4	6.8			
<i>Zosterops japonicus</i>	동박새	51	3.8	13.7	70.6			9.8	5.9			
<i>Tarsiger cyanurus</i>	유리딱새	51	3.8	33.3	17.6	13.7	21.6	9.8	3.9			
<i>Emberiza tristrami</i>	흰배멧새	50	3.7	46.0	28.0	2.0	12.0	6.0	6.0			
<i>Urosphena squameiceps</i>	숲새	44	3.3	75.0	11.4		4.5	4.5	2.3			2.3
<i>Zoothera aurea</i>	호랑지빠귀	42	3.1	23.8	47.6	11.9	4.8	2.4	9.5			
<i>Gavia arctica</i>	큰회색머리아비	36	2.7			2.8	5.6	8.3			83.3	
<i>Hirundo rustica</i>	제비	36	2.7	2.8		83.3	11.1	2.8				
<i>Gavia pacifica</i>	회색머리아비	32	2.4				12.5	3.1			84.4	
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	29	2.2	44.8	37.9	6.9	10.3					
<i>Emberiza pusilla</i>	쇠붉은뺨멧새	28	2.1	17.9	42.9	3.6	28.6	7.1				
<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새	27	2.0	3.7	51.9		7.4	22.2	14.8			
<i>Saxicola torquatus</i>	검은딱새	25	1.9	20.0	36.0	12.0	20.0	12.0				
<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	25	1.9	52.0	12.0	4.0	24.0		8.0			
<i>Emberiza rustica</i>	쭈새	20	1.5	15.0	35.0	10.0	25.0	15.0				
<i>Luscinia cyane</i>	쇠유리새	19	1.4	78.9	5.3	10.5		5.3				
<i>Emberiza rutila</i>	꼬까참새	17	1.3	5.9	70.6	11.8	5.9		5.9			
<i>Parus varius</i>	곤출박이	16	1.2	12.5	87.5							

Table 4. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)	Causes of mortality (%)								
				KC	CW	PS	UK	OA	KN	OP	TA	
<i>Larus crassirostris</i>	괘이갈매기	15	1.1				13.3	20.0	26.7	40.0		
<i>Emberiza chrysophrys</i>	노랑눈썹멧새	15	1.1	26.7	53.3			20.0				
<i>Rissa tridactyla</i>	세가락갈매기	14	1.1				42.9	7.1			50.0	
<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	12	0.9	16.7	25.0	8.3	25.0		25.0			
<i>Cecropis daurica</i>	귀제비	10	0.8			90.0	10.0					
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	10	0.8	30.0	30.0	10.0		10.0	10.0	10.0		
<i>Turdus chrysolais</i>	붉은배지빠귀	9	0.7	22.2	55.6	11.1	11.1					
<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	9	0.7	33.3	11.1	33.3	11.1			11.1		
<i>Phylloscopus borealis</i>	솔새	9	0.7	11.1	55.6		11.1	11.1	11.1			
<i>Gavia stellata</i>	아비	8	0.6					37.5			62.5	
<i>Regulus regulus</i>	상모솔새	8	0.6	100.0								
<i>Locustella lanceolata</i>	취발귀개개비	7	0.5	42.9	14.3	14.3	14.3	14.3				
<i>Anthus cervinus</i>	붉은가슴발종다리	7	0.5	42.9	14.3	28.6		14.3				
<i>Luscinia calliope</i>	진홍가슴	6	0.5	16.7		50.0	33.3					
<i>Zosterops erythropleurus</i>	한국동박새	5	0.4	20.0	20.0				60.0			
<i>Zoothera sibirica</i>	흰눈썹지빠귀	5	0.4	20.0	60.0				20.0			
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	5	0.4		80.0		20.0					
<i>Monticola solitarius</i>	바다직박구리	5	0.4	20.0	40.0				40.0			
<i>Ficedula narcissina</i>	황금새	5	0.4	20.0		20.0	60.0					
<i>Anthus rubescens</i>	발종다리	5	0.4	80.0			20.0					
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	논병아리	4	0.3				100.0					
<i>Gallinago gallinago</i>	깍도요	4	0.3			50.0		50.0				
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	직박구리	4	0.3		50.0	25.0		25.0				
<i>Cettia diphone</i>	휘파람새	4	0.3	100.0								

Table 4. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)	Causes of mortality (%)								
				KC	CW	PS	UK	OA	KN	OP	TA	
<i>Turdus cardis</i>	검은지빠귀	4	0.3	25.0	25.0			25.0	25.0			
<i>Muscicapa dauurica</i>	쇠솔딱새	4	0.3		25.0	25.0	25.0	25.0				
<i>Motacilla alba</i>	알락할미새	4	0.3	75.0							25.0	
<i>Coturnix japonica</i>	메추라기	3	0.2	100.0								
<i>Ixobrychus sinensis</i>	덤불해오라기	3	0.2			66.7					33.3	
<i>Butorides striata</i>	검은댕기해오라기	3	0.2	66.7		33.3						
<i>Ardeola bacchus</i>	흰날개해오라기	3	0.2			100.0						
<i>Bubulcus ibis</i>	황로	3	0.2			100.0						
<i>Egretta intermedia</i>	중백로	3	0.2			100.0						
<i>Porzana pusilla</i>	쇠뜸부기	3	0.2		33.3	66.7						
<i>Gallinula chloropus</i>	쇠물닭	3	0.2	33.3			33.3	33.3				
<i>Gallinago megala</i>	깍도요사촌	3	0.2	33.3	66.7							
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	3	0.2	66.7							33.3	
<i>Alauda arvensis</i>	종다리	3	0.2	33.3			33.3				33.3	
<i>Phylloscopus fuscatus</i>	솔새사촌	3	0.2	33.3	33.3	33.3						
<i>Coccythraustes coccythraustes</i>	콩새	3	0.2		66.7			33.3				
<i>Emberiza pallasii</i>	북방검은머리쭈새	3	0.2	33.3	66.7							
<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리	2	0.2			100.0						
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	2	0.2			100.0						
<i>Podiceps cristatus</i>	빨눈병아리	2	0.2				50.0				50.0	
<i>Ixobrychus eurhythmus</i>	큰덤불해오라기	2	0.2		50.0	50.0						
<i>Nycticorax nycticorax</i>	해오라기	2	0.2			100.0						
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	2	0.2			100.0						
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	2	0.2		50.0	50.0						

Table 4. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)	Causes of mortality (%)								
				KC	CW	PS	UK	OA	KN	OP	TA	
<i>Gallinago stenura</i>	바늘꼬리도요	2	0.2		100.0							
<i>Tringa nebularia</i>	청다리도요	2	0.2	100.0								
<i>Tringa glareola</i>	알락도요	2	0.2			50.0	50.0					
<i>Actitis hypoleucos</i>	갭작도요	2	0.2			100.0						
<i>Larus vegae</i>	재갈매기	2	0.2					50.0			50.0	
<i>Otus sunia</i>	소쩍새	2	0.2	50.0	50.0							
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비	2	0.2	100.0								
<i>Phylloscopus proregulus</i>	노랑허리솔새	2	0.2		50.0			50.0				
<i>Phylloscopus tenellipes</i>	되솔새	2	0.2		50.0					50.0		
<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새	2	0.2	100.0								
<i>Turdus naumanni</i>	노랑지빠귀	2	0.2		50.0		50.0					
<i>Luscinia sibilans</i>	울새	2	0.2	50.0						50.0		
<i>Ficedula mugimaki</i>	노랑딱새	2	0.2			100.0						
<i>Anthus richardi</i>	큰발중다리	2	0.2	50.0		50.0						
<i>Anas penelope</i>	홍머리오리	1	<0.1					100.0				
<i>Anas formosa</i>	가창오리	1	<0.1				100.0					
<i>Anas crecca</i>	쇠오리	1	<0.1					100.0				
<i>Aythya fuligula</i>	댕기흰죽지	1	<0.1			100.0						
<i>Oceanodroma monorhis</i>	바다제비	1	<0.1			100.0						
<i>Podiceps grisegena</i>	큰논병아리	1	<0.1								100.0	
<i>Botaurus stellaris</i>	알락해오라기	1	<0.1			100.0						
<i>Ardea alba</i>	중대백로	1	<0.1			100.0						
<i>Phalacrocorax carbo</i>	민물가마우지	1	<0.1				100.0					

Table 4. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)	Causes of mortality (%)								
				KC	CW	PS	UK	OA	KN	OP	TA	
<i>Phalacrocorax capillatus</i>	가마우지	1	<0.1									100.0
<i>Phalacrocorax pelagicus</i>	쇠가마우지	1	<0.1									100.0
<i>Falco peregrinus</i>	매	1	<0.1					100.0				
<i>Pandion haliaetus</i>	물수리	1	<0.1				100.0					
<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매	1	<0.1			100.0						
<i>Accipiter nisus</i>	새매	1	<0.1		100.0							
<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	1	<0.1									100.0
<i>Coturnicops exquisitus</i>	알락뜸부기	1	<0.1			100.0						
<i>Amaurornis phoenicurus</i>	흰배뜸부기	1	<0.1			100.0						
<i>Porzana fusca</i>	쇠뜸부기사촌	1	<0.1			100.0						
<i>Himantopus himantopus</i>	장다리물떼새	1	<0.1			100.0						
<i>Charadrius veredus</i>	큰물떼새	1	<0.1		100.0							
<i>Scolopax rusticola</i>	멧도요	1	<0.1	100.0								
<i>Columba janthina</i>	흑비둘기	1	<0.1		100.0							
<i>Cuculus poliocephalus</i>	두견이	1	<0.1		100.0							
<i>Halcyon pileata</i>	청호반새	1	<0.1	100.0								
<i>Alcedo atthis</i>	물총새	1	<0.1		100.0							
<i>Upupa epops</i>	후투티	1	<0.1			100.0						
<i>Pitta nympha</i>	팔색조	1	<0.1	100.0								
<i>Lanius tigrinus</i>	취때까치	1	<0.1								100.0	
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	1	<0.1	100.0								
<i>Lanius schach</i>	긴꼬리 때까치	1	<0.1		100.0							
<i>Parus major</i>	박새	1	<0.1					100.0				
<i>Calandrella brachydactyla</i>	쇠종다리	1	<0.1				100.0					

Table 4. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)	Causes of mortality (%)									
				KC	CW	PS	UK	OA	KN	OP	TA		
<i>Locustella certhiola</i>	북방개개비	1	<0.1		100.0								
<i>Locustella ochotensis</i>	알락꼬리쥐발귀	1	<0.1							100.0			
<i>Turdus ruficollis</i>	붉은목지빠귀	1	<0.1	100.0									
<i>Muscicapa griseisticta</i>	제비딱새	1	<0.1				100.0						
<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새	1	<0.1	100.0									
<i>Prunella montanella</i>	멧중다리	1	<0.1		100.0								
<i>Dendronanthus indicus</i>	물레새	1	<0.1				100.0						
<i>Motacilla flava</i>	긴발톱할미새	1	<0.1	100.0									
<i>Anthus gustavi</i>	흰등발중다리	1	<0.1			100.0							
<i>Carduelis spinus</i>	검은머리방울새	1	<0.1	100.0									
<i>Uragus sibiricus</i>	긴꼬리홍양진이	1	<0.1							100.0			
<i>Eophona migratoria</i>	밀화부리	1	<0.1				100.0						
<i>Calcarius lapponicus</i>	긴발톱멧새	1	<0.1		100.0								
130 Species 1,338 Individuals				29.3	22.3	10.6	11.0	7.2	4.6	15.0	0.1		



Killed by cat



Feces of cat



Collision with windows



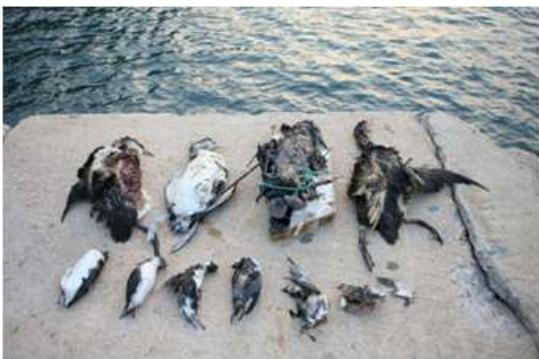
Collision with windows



Exhausted bird



Killed by natural enemy



Oil pollution



Oil pollution

Figure 16. Causes of mortality.

마. 성별 및 연령별

전체 1,338개체 중 성적이형성(sexual dimorphism)의 특징을 나타내는 개체는 총 447개체(33.4%)이었으며, 외형적으로 성별판별이 불가능한 종은 891개체(66.6%)로 나타났다. 외형적으로 성적이형성의 특징을 나타내는 개체 중 수컷(male)은 252개체(18.8%), 암컷(Female)은 195개체(14.6%)로 나타났다(Figure 17).

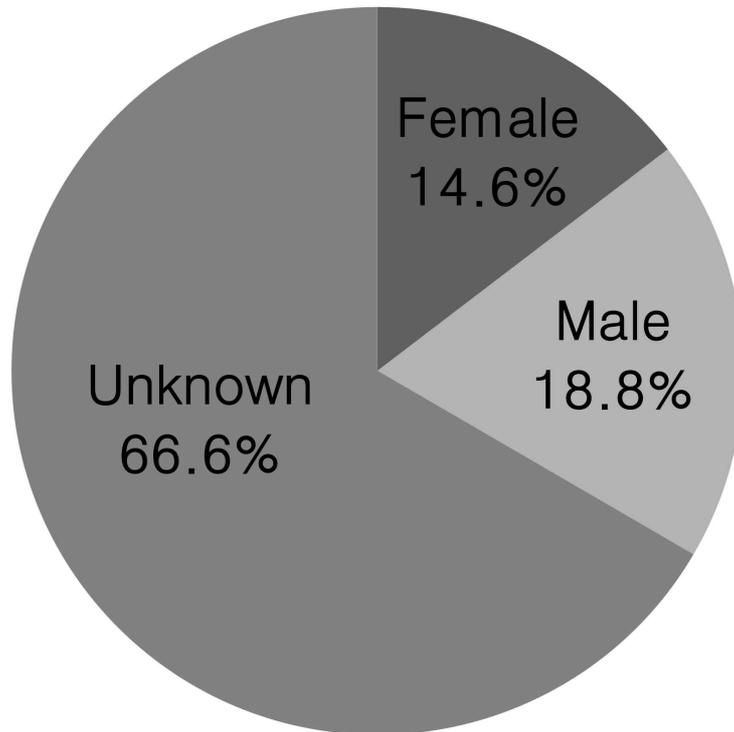


Figure 17. Sex ratio of the collected birds.

연령별로는 연령식별이 불가능한 681개체(50.9%)를 제외하면, 1회 여름깃(1th summer plumage)이 305개체(22.8%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 1회 겨울깃(1th winter plumage)이 183개체(13.7%), 성조(adult)가 113개체(8.4%), 유조(juvenile)가 49개체(3.7%), 3회 여름깃(3th summer plumage)이 3개체(0.2%), 2회 여름깃(2th summer plumage)와 3회 겨울깃(3th winter plumage)이 각각 2개체(0.1%)로 나타났으며, 번식이 가능한 1회 여름깃(2년생) 이상을 성조로 보았을 경우 성조(1회 여름깃, 2회 여름깃, 3회 여름깃, 3회 겨울깃, 성조)가 425개체(31.8%)로 어린새(유조, 1회 겨울깃) 232개체(17.3%)보다 많은 것으로 나타났다. 연령구분이 가능한 종 중 연구지역에 도래하는 계

절성으로 보면 봄철 이동시기에 385개체(28.8%)로 가을철 이동시기 265개체(19.8%)보다 많았으며, 번식이 가능한 성조는 가을철보다 봄철 사고 비율이 높은 반면, 어린새는 봄철보다 가을철에 사고 비율이 높은 것으로 나타났다(Table 5).

Table 5. Age classes of the collected birds.

Classification by age		No. of individuals	Propotion (%)	Spring	Autumn
	Adult	113	8.5	60	45
	1 th summer	305	22.8	302	2
Adult	2 th summer	2	0.2	3	0
	3 th summer	3	0.2	2	0
	3 th winter	2	0.2	1	0
	Juvenile	49	3.7	8	46
Juvenile	1 th winter	183	13.7	9	172
Unknown	Unknown	681	50.9		
Total		1,338		385 (28.8%)	265 (19.8%)

바. 사고발생 지역 유형 및 특성

사고가 발생한 지역을 서식지 유형에 따라 분류하면 건물지역(Buildings)이 471개체(35.20%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 농경지 및 주거지역(Dry Croplands and Residential District)이 333개체(24.89%), 바다 및 해안가(Sea and Seaside)가 260개체(19.43%), 초지(Grassland)가 173개체(12.93%), 절벽 및 바위해안(Rocky cliffs and shores)이 44개체(3.29%), 산림지역(Forests)이 22개체(1.64%), 도로(Roads)가 14개체(1.05%)순으로 나타났으며, 장소가 불문명한 지역(Unknown)에서 발생한 사고도 21개체(1.57%)로 나타났다(Table 6).

Table 6. Classification of the habitat type.

Habitat type	No. of individuals	Proportion (%)
Buildings	471	35.2
Dry Croplands and Residential District	333	24.9
Sea and Seaside	260	19.4
Grassland	173	12.9
Rocky cliffs and shores	44	3.3
Forests	22	1.6
Roads	14	1.1
Unknown	21	1.6
Total	1,338	

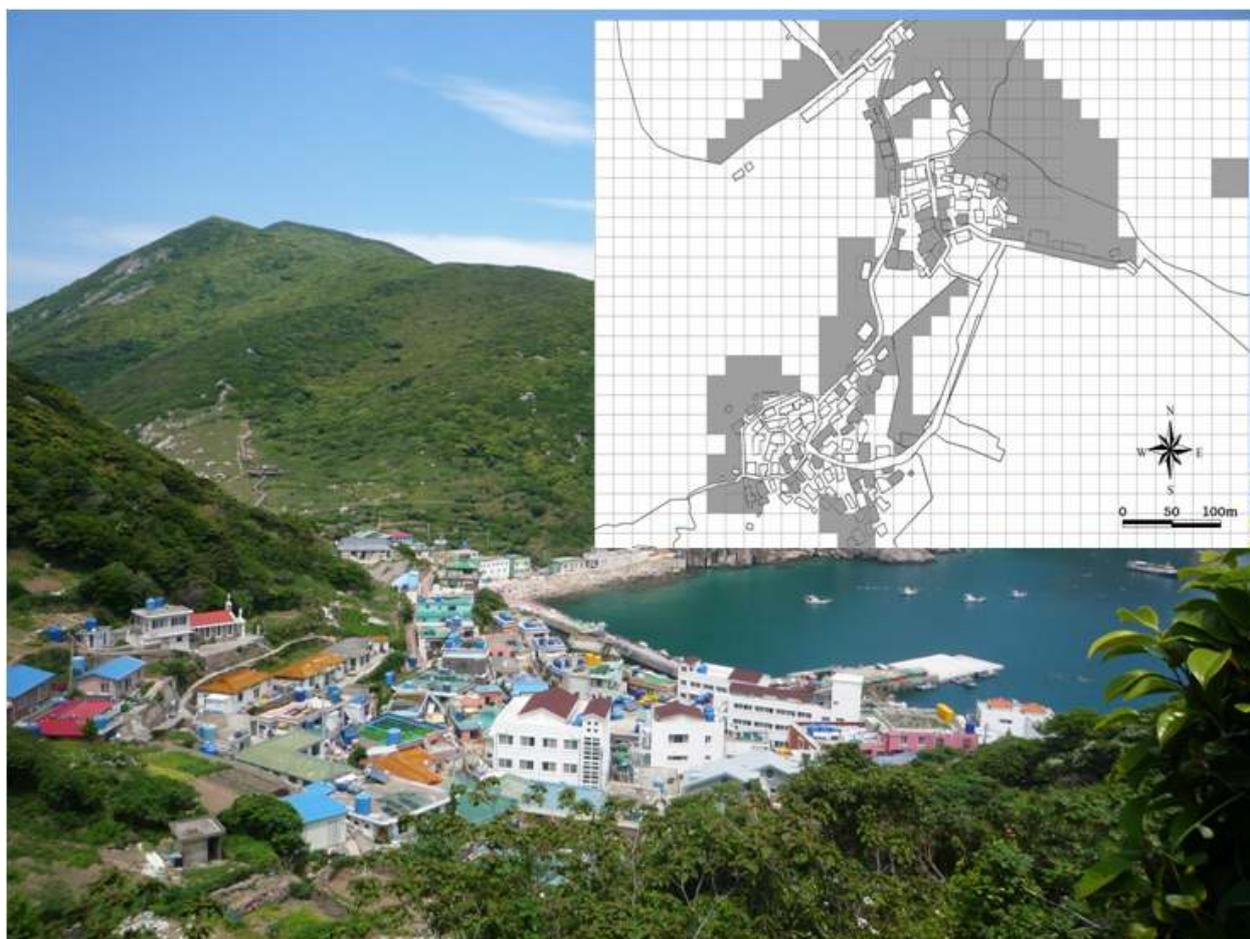


Figure 18. A complete view of the study site (grey area represent locations that accidents occurred).

4. 고찰

참새목(passerines) 조류를 포함한 대부분의 조류는 태어남과 동시에 일정한 세력권을 가지고(Baker 1978, Greenwood and Harvey 1982, Holmes and Sherry 1992), 수컷의 경우 세력권 방어를 위해 공격성향을 가지는 것은 배우자를 위해 경쟁하는 번식시기와 연관된 일반적인 현상으로 알려져 있으나, 생존에 있어 비번식시기가 더욱 더 결정적인 부분이라고 제안되었다(Lack 1954, Fretwell 1972). 이런 생존본능은 번식지뿐만 아니라 월동지나 이동 중 잠시 체류하는 중간기착지에 대한 충실도에 중요하게 작용하는 것을 의미하며, 2007년부터 2011년까지 총 5년 간의 연구를 통해 확인된 총 130종 1,338개체가 사고로 인한 사체로 인수되어 연구지역과 같은 중간기착지에서도 사고가 많이 발생하는 것으로 나타났다. 더욱이 연구지역에서 선행된 연구(국립공원관리공단 2008)를 통해 번식이 확인되거나 번식 가능성이 높은 종 총 18종 중 사고를 당한 11종을 제외한 119종이 철새로 확인되었고, 번식이 확인되거나 번식 가능성이 높은 11종의 텃새도 사고로 인해 사체로 인수되었다. 즉, 연구지역에 도래하는 조류는 대부분이 철새로 다음 이동을 위해 잠시 체류하며 체력을 보충하는 중간기착지로 이용하는 것으로 나타났으며, 체류기간이 비교적 짧은 철새의 비중이 높음에도 불구하고 조류의 사고가 많이 발생하는 것은 거시적으로 중간기착지로서의 수용력이 떨어지거나 낮은 서식지의 질과 함께 잠재된 위험요인이 많음을 간접적으로 시사하고 있다. 연구지역에서 사고를 당하는 대다수의 종은 철새(119종, 91.5%)이며, 이와 더불어 연구지역에 서식하는 텃새(11종, 8.5%)의 사고비율(사고개체종수/텃새종수, 61.1%)도 높은 것으로 나타났다.

사고를 당하는 조류 중 참새목 조류가 가장 많았으며, 바다쇠오리, 노랑턱멧새, 족새 등이 상위 5%이상을 차지하는 특징종으로 나타났다. 이는 연구지역에 도래하는 조류 또한 참새목 조류가 가장 많으며, 사고를 많이 당하는 상위 5%이상의 특징종들은 연구지역에 대단위 개체군이 도래하는 철새로 체류시간이 텃새 개체군보다 상대적으로 짧음에도 사고를 많이 당하는 종으로 나타났다. 그러나 상위 5%이상을 차지하는 3종을 제외하면 연구지역에서 번식이 확인된 동박새와 흰배지빠귀가 사고를 많이 당하는 종으로 나타나 철새뿐만 아니라 텃새 개체군에게도 잠재된 위험요인이 존재하는 것으로 판단된다.

사체로 인수된 전체 조류 중 법정보호종은 총 9종이 확인되어 철새의 높은 사고비율

에는 범정보호종이나 희귀종 또한 사고의 위험에 노출되어 있는 것으로 판단되며, 개체군 유지를 위해 사고에 대한 이해나 내재된 위험에 대해 보다 많은 노력이 필요하고, 특히 희귀하거나 개체수가 감소 중일 경우 더욱더 필요한 것으로 판단된다 (Drewitt and Langston 2008). 게다가 사고발생 원인 중 들고양이에 의한 포살, 인공구조물에 의한 충돌, 기름오염 등 인간과 관련된 인위적인 요인이 전체 사고의 73.8%를 차지할 정도로 그 심각성과 적극적인 대응책이 절실히 요구된다. 5년 간 평균 61 ± 18.03 종 268 ± 113.85 개체가 사고를 당하는 것으로 나타났으며, 연구지역에 도래하는 조류와 환경적 특성이 크게 변하지 않는 한 평균적인 범위 전후로 발생할 것으로 판단된다.

시기별로 사고발생은 조류의 이동시기에 주로 발생하는 것으로 나타나 Johnson *et al.* (1976)의 연구와 동일한 결과를 보였으나, 봄철이 가을철보다 사고발생이 많은 것으로 나타나 계절에 따른 사고발생 시기는 정반대로 나타났다. 본 연구지역에서 봄철이 가을철보다 사고가 많이 발생하는 것은 지리적 특성과 철새의 이동생태에 기인한 것으로, 번식지로 이동하는 시기인 봄철에는 휴식을 취할 수 있는 공간이 없는 장거리의 바다를 건너야 하고, 보다 빨리 번식지에 도착해서 다른 종이나 개체보다 생태적 우위를 선점해야 하는 압박감 등으로 가을철에 비해 상대적으로 빠르고 짧은 이동기간을 가지는 것이 일반적이며(Berthold 2001), 이에 따른 사고의 위험도 가을철에 비해 높은 것으로 판단되며, 이는 철새의 경우 봄철보다 가을철에 더 높은 지방축적단계를 보인 본 연구결과가 이를 뒷받침할 수 있는 것으로 판단된다.

들고양이에 의한 포살은 족새, 노랑턱멧새, hing동새, 숲새, 흰배멧새가 특이종으로 나타났으며, 이 종들은 주로 덩굴이나 관목층, 초지 등에서 채식이나 서식하는 생태적 습성 때문에 다른 종들에 비해 들고양이에 의한 포살의 위험이 높은 것으로 판단된다. 인공구조물에 의한 충돌은 동박새, 흰배지빠귀, 노랑턱멧새, 호랑지빠귀가 특이종으로 나타났으며, 동박새와 흰배지빠귀는 연구지역에서 번식개체군이자 빠르고 직선에 가까운 비행형태를 보이며, 노랑턱멧새는 인공구조물 인근에서 채식하다 사람이나 개, 고양이 등에 놀라 빠르게 회피하는 습성이 있고(Yanagawa and Shibuy 2000.), 호랑지빠귀는 체중에 따른 충돌여과가 큰 것으로 판단된다. 탈진 및 아사는 제비, 귀제비, hing동새가 특이종으로 나타났으며, 제비와 귀제비는 다른 종에 비해 이동시기가 이른 편이라 추위나 바람에 의한 체력적인 부담이 큰 것으로 판단되며, 제비, 귀제비, hing동새 모두 날개가 뾰족한 형태를 취하고 있어 빠르게 날 수는 있으나 체력소모가 더 심해 장거리 이동에 있어서는 적합하지 않은 것으로 판단된다(Newton 2008). 따라서 각각의 사고

원인에 따른 종특이성을 갖으며, 신체적 특징, 생태적 습성, 이동시기 등 각각의 특이성에 따라 사고유형도 다양한 것으로 판단된다.

종합적으로 도래개체수가 많은 종과 분류군의 사고율이 높으며, 특정 종의 도래현황(해갈이)에 따라 그 해에 나타나는 사고개체의 비율은 달라지지만, 특정 종을 제외하면 연구지역에 많이 도래하는 종의 사고위험이 높은 것으로 판단된다. 사고유형은 사고개체군의 생태적 특성에 기인하여 다양하며, 중간기착지와 같이 한정된 환경에서는 작은 변화에도 매우 민감하게 반응할 것으로 판단된다.

제5장. 인공구조물에 의한 충돌

1. 연구배경

급속한 산업화로 인해 도시는 수직적·수평적 팽창을 거듭하고 이로 인해 도시주변이나 외곽의 녹지면적은 점차 줄어들고 있는 동시에 생활여건의 개선과 의식변화로 인해 도심 내 녹지면적은 점차 증가하고 있다. 또한, 건축기술의 발달로 인하여 대형화, 고층화되면서 건축물의 형태 또한 매우 다양해지고 있다. 최근의 건축물은 고급스러움과 예술성을 부여하기 위해 유리창의 면적이 증가하고 있으며, 이런 건축경향에 따라 반사성능을 그대로 가지고 있으면서 외부환경과 차단할 수 있는 유리가 건축자재로써 각광을 받고 있다. 더욱이 반사(reflection)에 따른 거울효과(mirror effect)로 인해 건축자재로써 유리의 사용은 날로 증가하고 있다.

현재까지 보고된 야생조류의 사고원인 중 인공구조물에 의한 충돌에는 유리창 충돌, 풍력발전기 충돌, 고압전선 충돌, 비행기 충돌, 교량 충돌 등 다양한 형태가 있으며, 그 중 유리창 충돌이 가장 많은 부분을 차지하고 있다. 이렇듯 심미적 또는 친환경적 건축자재로 사용되는 유리의 사용증가로 인해 부가적인 문제가 야기되고 있으며, 반사율이나 굴절률이 높은 건물의 유리창은 외부환경을 그대로 반영하기 때문에 이를 인식하지 못한 야생조류는 서식환경으로 착각하게 되고 결국 충돌을 유발한다. New Mexico의 야생동물구조센터에서 진행된 조류사고의 원인분석 연구에서 인위적인 요인에 의한 조류사고 중 전체의 8%가 유리창 충돌사고로 밝혀질 정도로 도시의 발달은 결국 유리창에 충돌사하는 조류의 증가를 가져온다(Harden, J. 2002). 국외에서는 인공구조물에 의한 충돌과 같은 야생조류의 사고에 관한 현황 및 충돌방지법에 관한 연구가 비교적 많이 진행되었으며(Banks 1976, Klem 1989, 1990 *et. al.*), 가까운 일본에서 진행된 연구에서도 인공구조물에 의한 충돌 중 유리창 충돌로 인해 사망하는 개체수가 가장 많은 것으로 나타났다(Yanagawa and Shibuya 2000).

많은 연구들이 버드세이버(bird-saver)나 그물설치 등 다양한 방법 등을 이용한 충돌방지에 관한 방안을 제시하였지만 보다 실질적이고 효과적인 연구에 대해서는 미비한 실정이다. 건물의 형태적 특성, 건물 주위의 환경적 특성 또는 사고를 당하는 조류의 생태적 특성에 의해 사고율이 영향을 받을 것이라고 예상되나 이에 대한 기초적인

자료가 부족한 실정이다. 더욱이 많은 연구들은 도심이나 도시 인근의 지역에서 실시되었으며, 내륙의 중간기착지에서 진행되었기 때문에 지역적 한계성을 보이고 있으며, 본 연구지역인 도서지방과 같은 지역에서의 지역적 특성을 감안한 연구는 전무하다.

더욱이 연구지역인 홍도는 많은 철새의 중요한 중간기착지임과 동시에 국내 유명관광지로 홍도를 찾는 관광객이 한해 약 20만 명에 달하며, 이를 수용하기 위한 숙박시설이나 음식점의 수는 날로 증가하고 있고, 섬 전체가 천연기념물 보호지역과 국립공원 지역으로 보호되고 있어 건축물의 건축공간이 부족해 수직적 팽창이 이루어지고 있다. 이에 따른 건축물 증가와 더불어 철새에게 위험요인으로 작용하는 유리창의 수와 면적 또한 증가하고 있으며, 충돌에 의해 사망하는 사고가 많이 발생하고 있다.

따라서 중간기착지, 특히 도서지방과 같이 고립된 지역에서 발생하는 조류의 사고 중 인공구조물에 의한 사고의 특성과약을 파악하고 이에 대한 대책방안을 위한 기초자료를 제공하고자 본 연구를 실시하였다.

2. 연구재료 및 분석방법

사체로 인수된 조류 중 사고원인이 유리창이나 건물 등 인공구조물에 의한 충돌로 사망한 개체 전 종을 대상으로 하였으며, 연구지역에 도래하는 조류 현황, 도래시기를 이용하여 사고발생시기와 비교하였다. 사고발생지역의 환경적 특성을 고려하여 건물지역, 건물외 지역, 장소불명으로 분류하였다. 인공구조물에 의한 충돌로 인해 사망하는 개체에 어떤 요인이 영향을 미치는지 알아보기 위해 통계프로그램인 SPSS 12.0 (SPSS Inc.)을 이용하여 다중회귀분석(multiple regression)을 실시하였으며, 결과물은 시그마플롯(SigmaPlot 12.0, SPSS Inc.) 프로그램을 이용하여 표현하였다.

3. 결과

가. 인공구조물에 의한 충돌사고 현황

인공구조물에 의한 충돌로 인해 사망한 조류는 총 54종 298개체가 수집되었으며, 그 중 동박새가 36개체(12.1%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 흰배지빠귀가 31개체(10.4%), 노랑턱멧새가 22개체(7.4%), 호랑지빠귀가 20개체(6.7%)로 상위 5%이상을 차지하는 특징종으로 나타났다(Table 7).

Table 7. List of the collected birds with windows or man-made structures.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
<i>Zosterops japonicus</i>	동박새	36	12.1
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	31	10.4
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	22	7.4
<i>Zoothera aurea</i>	호랑지빠귀	20	6.7
<i>Emberiza tristrami</i>	흰배멧새	14	4.7
<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새	14	4.7
<i>Parus varius</i>	곤줄박이	14	4.7
<i>Emberiza pusilla</i>	쇠붉은뺨멧새	12	4.0
<i>Emberiza rutila</i>	꼬까참새	12	4.0
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	11	3.7
<i>Emberiza spodocephala</i>	축새	9	3.0
<i>Tarsiger cyanurus</i>	유리딱새	9	3.0
<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	9	3.0
<i>Emberiza chrysophrys</i>	노랑눈썹멧새	8	2.7
<i>Emberiza rustica</i>	쭈새	7	2.3
<i>Urosphena squameiceps</i>	숲새	5	1.7
<i>Turdus chrysolaus</i>	붉은배지빠귀	5	1.7
<i>Phylloscopus borealis xanthodryas</i>	솔새	5	1.7
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	4	1.3
<i>Anthus hodgsoni</i>	횡등새	3	1.0
<i>Saxicola torquatus</i>	검은딱새	3	1.0

Table 7. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	3	1.0
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	3	1.0
<i>Zoothera sibirica</i>	흰눈썹지빠귀	3	1.0
<i>Monticola solitarius</i>	바다직박구리	2	0.7
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	직박구리	2	0.7
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	콩새	2	0.7
<i>Gallinago megala</i>	각도요사촌	2	0.7
<i>Emberiza pallasi</i>	북방검은머리쭉새	2	0.7
<i>Gallinago stenura</i>	마늘꼬리도요	2	0.7
<i>Luscinia cyane</i>	쇠유리새	1	<0.3
<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	1	<0.3
<i>Locustella lanceolata</i>	쥐발귀개개비	1	<0.3
<i>Anthus cervinus</i>	붉은가슴밭종다리	1	<0.3
<i>Zosterops erythropleurus</i>	한국동박새	1	<0.3
<i>Turdus cardis</i>	검은지빠귀	1	<0.3
<i>Muscicapa dauurica</i>	쇠솔딱새	1	<0.3
<i>Porzana pusilla</i>	쇠뚝부기	1	<0.3
<i>Phylloscopus fuscatus</i>	솔새사촌	1	<0.3
<i>Phylloscopus tenellipes</i>	되솔새	1	<0.3
<i>Phylloscopus proregulus</i>	노랑허리솔새	1	<0.3
<i>Turdus naumanni</i>	노랑지빠귀	1	<0.3
<i>Ixobrychus eurhythmus</i>	큰덤불해오라기	1	<0.3
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	1	<0.3
<i>Otus sunia</i>	소쩍새	1	<0.3
<i>Accipiter nisus</i>	새매	1	<0.3
<i>Charadrius veredus</i>	큰물떼새	1	<0.3
<i>Columba janthina</i>	흑비둘기	1	<0.3
<i>Cuculus poliocephalus</i>	두견이	1	<0.3
<i>Alcedo atthis</i>	물총새	1	<0.3
<i>Lanius schach</i>	긴꼬리때까치	1	<0.3
<i>Locustella certhiola</i>	북방개개비	1	<0.3
<i>Prunella montanella</i>	멧종다리	1	<0.3

Table 7. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
<i>Calcarius lapponicus</i>	긴발톱멧새	1	<0.3
54 species 298 individuals			



Figure 19. A Yellow-throated Bunting *Emberiza elegans* and a Sparrow hawk *Accipiter nisus* killed by collision with windows.

나. 사고발생 시기별 현황 및 특성

인공구조물에 의한 충돌로 사망한 전체 54종 298개체 중 연도별 사고발생 현황을 보면, 연평균 25.60 ± 7.20 (평균 \pm 표준편차)종 59.60 ± 17.42 개체가 사고를 당하는 것으로 나

타났으며, 2009년에 37종 86개체로 종수 및 개체수가 가장 많았다. 그 다음으로는 종수에서 2010년이 27종, 2007년이 25종, 2011년이 20종, 2008년이 19종으로 나타났으며, 개체수에서는 2007년에 64개체, 2010년에 59개체, 2008년에 49개체, 2011년에 40개체 순으로 나타났다(Figure 20).

5년간 사고발생 종수 및 개체수 변화에서 2009년에 사고발생 종수와 개체수 모두 가장 높은 것으로 나타났으나, 2010년과 2007년, 2011년과 2008년에는 각각 사고발생 종수와 개체수가 상이한 것으로 나타나 사고발생 종수가 많다고 해서 사고 개체수가 많은 것은 아닌 것으로 나타났다.

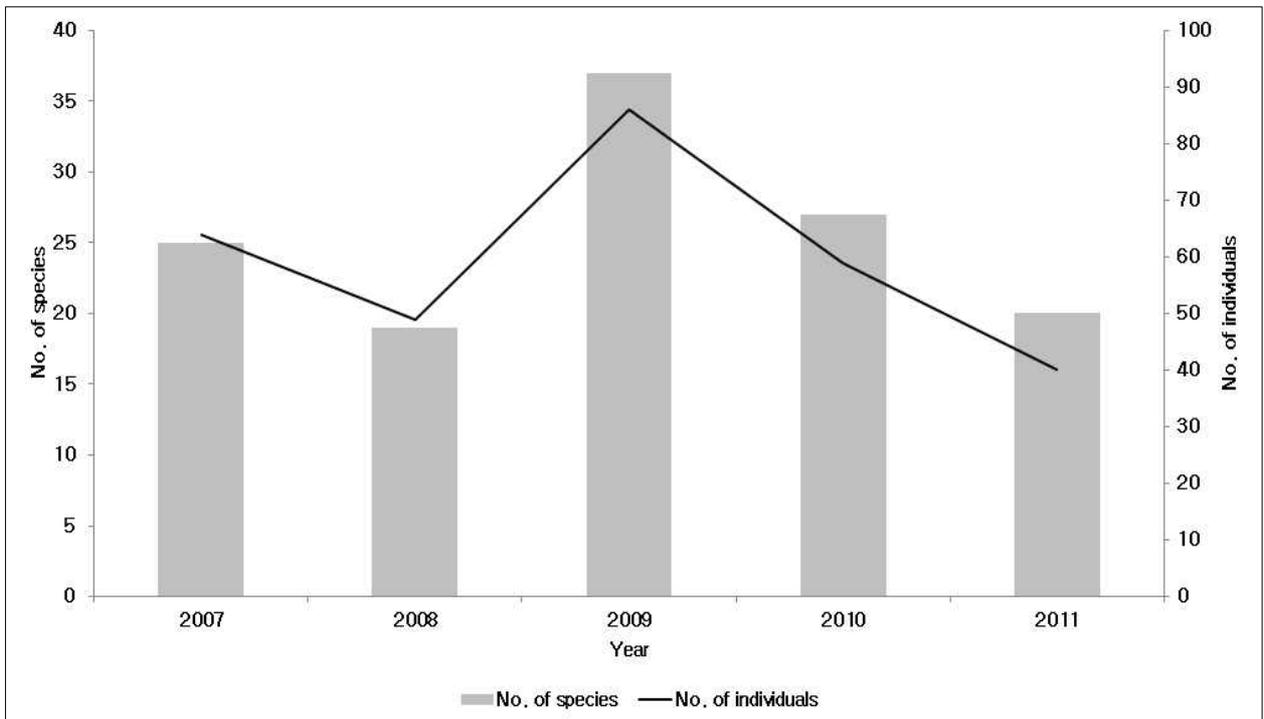


Figure 20. Annual variation of the number of collected species and individuals with windows or man-made structures.

월별 사고발생 시기는 종수에서 4월이 평균 9.20 ± 4.21 종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 9월에 7.00 ± 2.83 종, 10월에 7.00 ± 2.55 종, 11월에 5.00 ± 3.32 종, 5월에 3.80 ± 1.30 종, 8월에 3.20 ± 2.28 종, 3월에 1.00 ± 0.71 종, 12월에 0.80 ± 0.84 종, 6월에 0.40 ± 0.89 종, 1월, 2월, 7월에 각각 0.20 ± 0.45 종 순으로 나타났다(Figure 21). 각 연도별로는 2007년에는 11월에 10종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 4월에 9종, 9월에 5종, 5월에 4종, 10월에 3

중, 3월에 2종, 2008년에는 4월에 8종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 10월과 11월에 각각 6종, 8월과 11월에 각각 4종, 5월에 3종, 2월, 7월, 12월에 각각 1종, 2009년에는 4월에 14종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 9월에 12종, 10월에 9종, 11월에 6종, 8월에 4종, 5월에 3종, 6월과 12월에 각각 2종, 2월과 3월에 각각 1종, 2010년에는 4월에 12종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 10월에 8종, 5월, 8월, 9월에 각각 6종, 1월, 3월, 11월에 각각 1종, 2011년에는 10월에 9종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 9월에 6종, 11월에 4종, 4월과 5월에 각각 3종, 8월에 2종 순으로 나타났다(Figure 22).

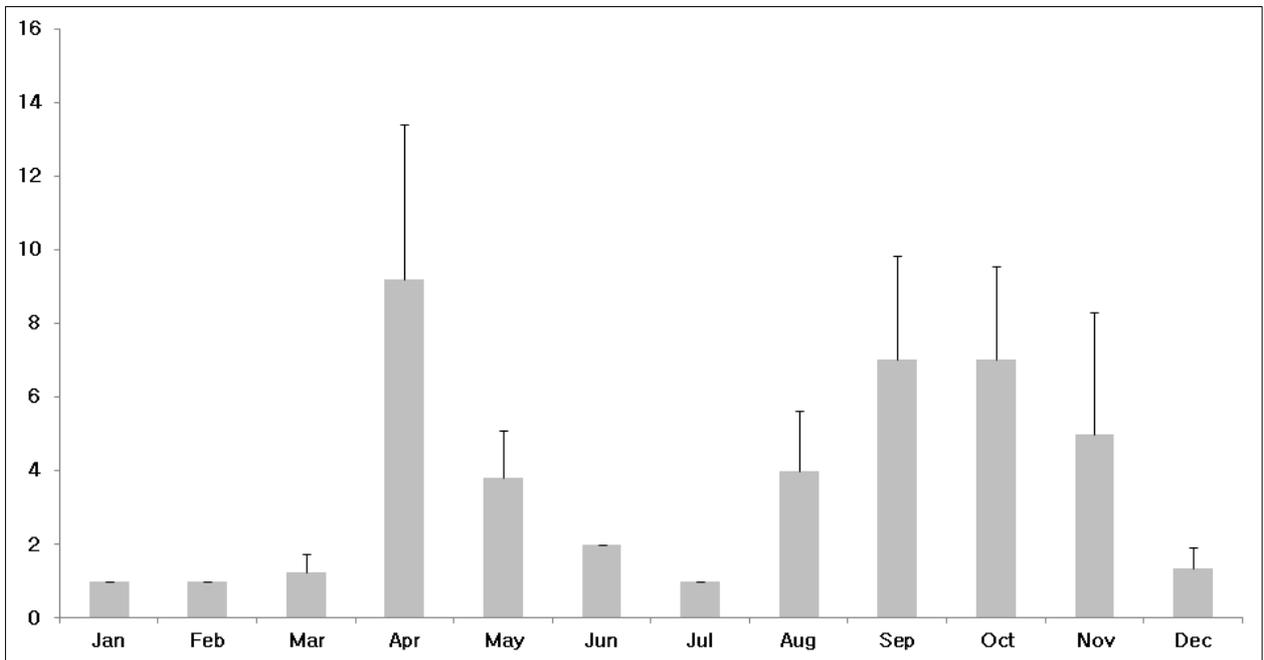


Figure 21. Monthly variation in the number of collected species (\pm SD) with windows or man-made structures from 2007 to 2011.

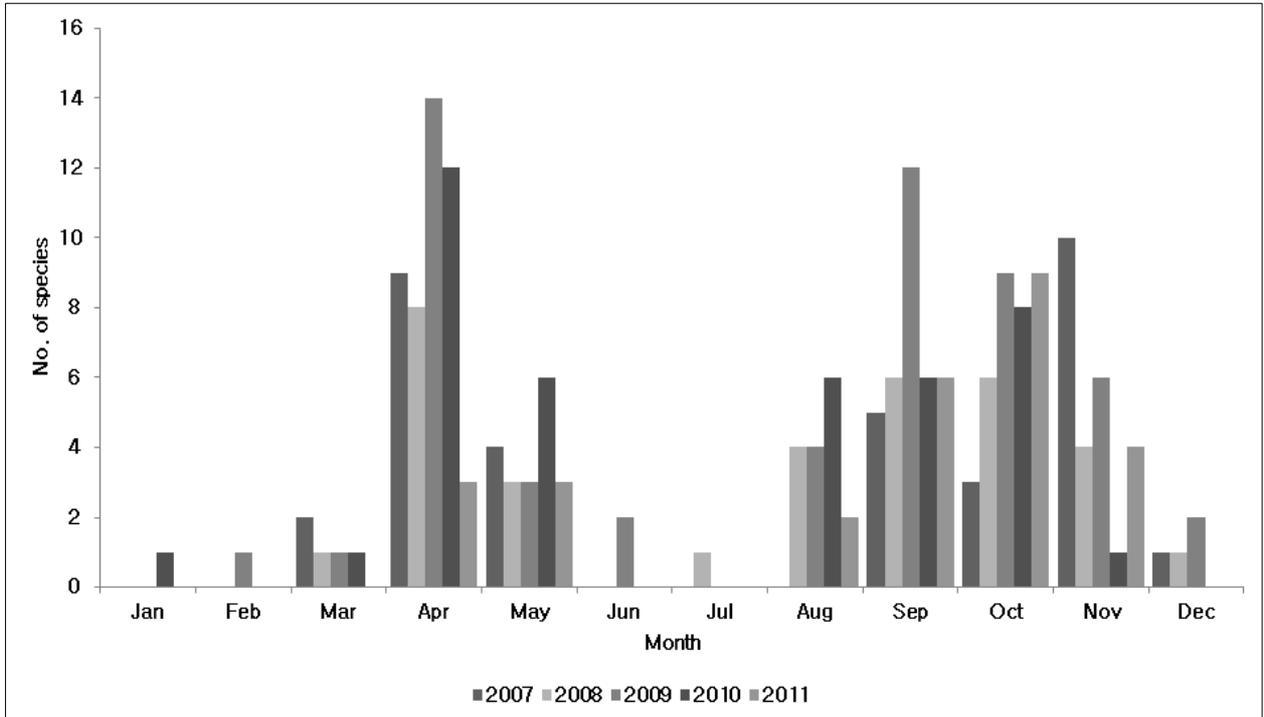


Figure 22. Monthly variation in the number of collected species with windows or man-made structures from 2007 to 2011.

개체수는 중수에서와 마찬가지로 4월에 16.20 ± 11.90 개체로 가장 많았으며, 다음으로는 9월에 14.20 ± 4.38 개체, 10월에 11.00 ± 4.85 개체, 11월에 6.60 ± 5.64 개체, 5월에 4.40 ± 1.67 개체, 8월에 4.20 ± 3.35 개체, 3월에 1.20 ± 1.10 개체, 12월에 0.80 ± 0.84 개체, 6월에 0.40 ± 0.89 개체, 1월, 2월, 7월에 각각 0.20 ± 0.45 개체 순으로 나타났다(Figure 23). 연도별로는 2007년에는 9월에 20개체로 가장 많았으며, 다음으로는 4월과 11월에 각각 16개체, 5월에 5개체, 3월과 10월에 3개체, 12월에 1개체, 2008년에는 4월, 9월, 10월에 각각 10개체로 가장 많았으며, 다음으로는 8월에 7개체, 11월에 6개체, 5월에 3개체, 3월, 6월, 12월에 각각 1개체, 2009년에는 4월에 35개체로 가장 많았으며, 다음으로는 9월에 17개체, 10월에 15개체, 11월에 6개체, 8월에 4개체, 5월에 3개체, 6월과 12월에 각각 2개체, 2월과 3월에 각각 1개체, 2010년에는 4월에 17개체로 가장 많았으며, 다음으로는 10월에 14개체, 9월에 10개체, 8월에 8개체, 5월에 7개체, 1월, 3월, 11월에 각각 1개체, 2011년에는 9월에 14개체로 가장 많았으며, 다음으로는 10월에 13개체, 5월과 11월에 각각 4개체, 4월에 3개체, 8월에 2개체 순으로 나타났다(Figure 24). 5년간 연도별 사고발생 중수 및 개체수에서 월별로 상이하게 나타났으나 봄철에는 4월에 집중되고 가을철에는 9월, 10월, 11월에 집중되는 경향을 보였다.

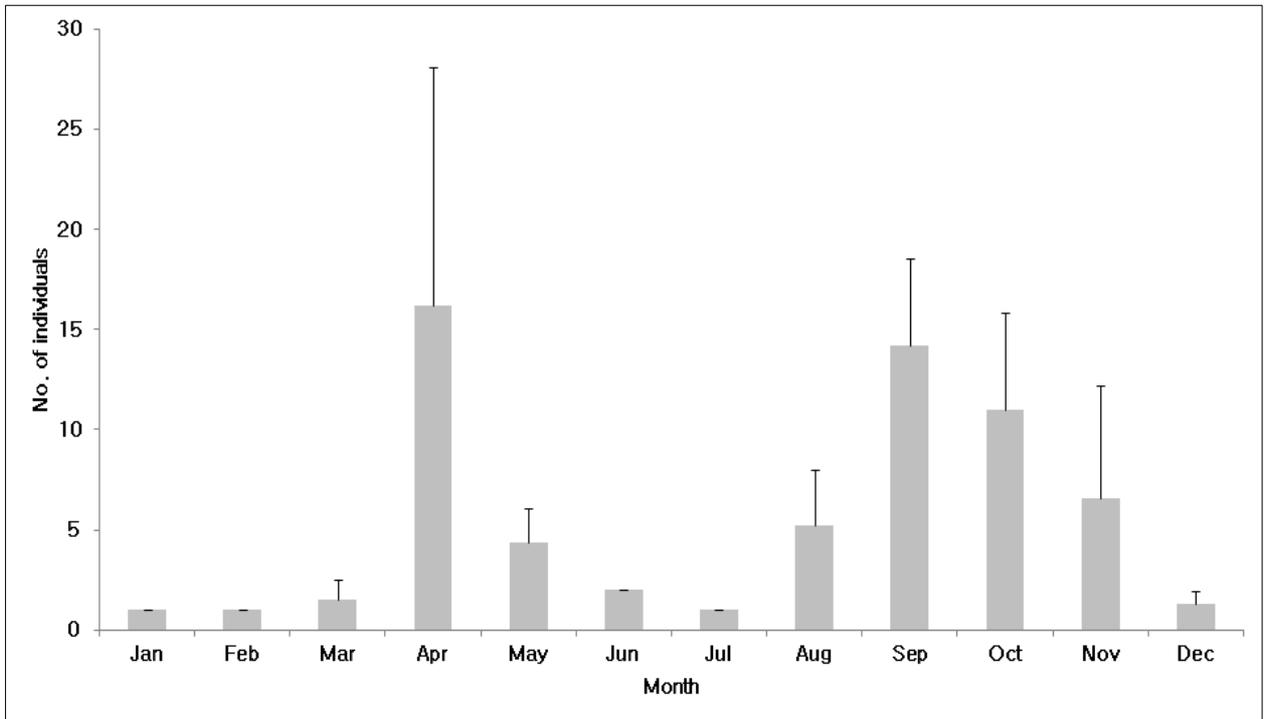


Figure 23. Monthly variation in the number of collected individuals (\pm SD) with windows or man-made structures from 2007 to 2011.

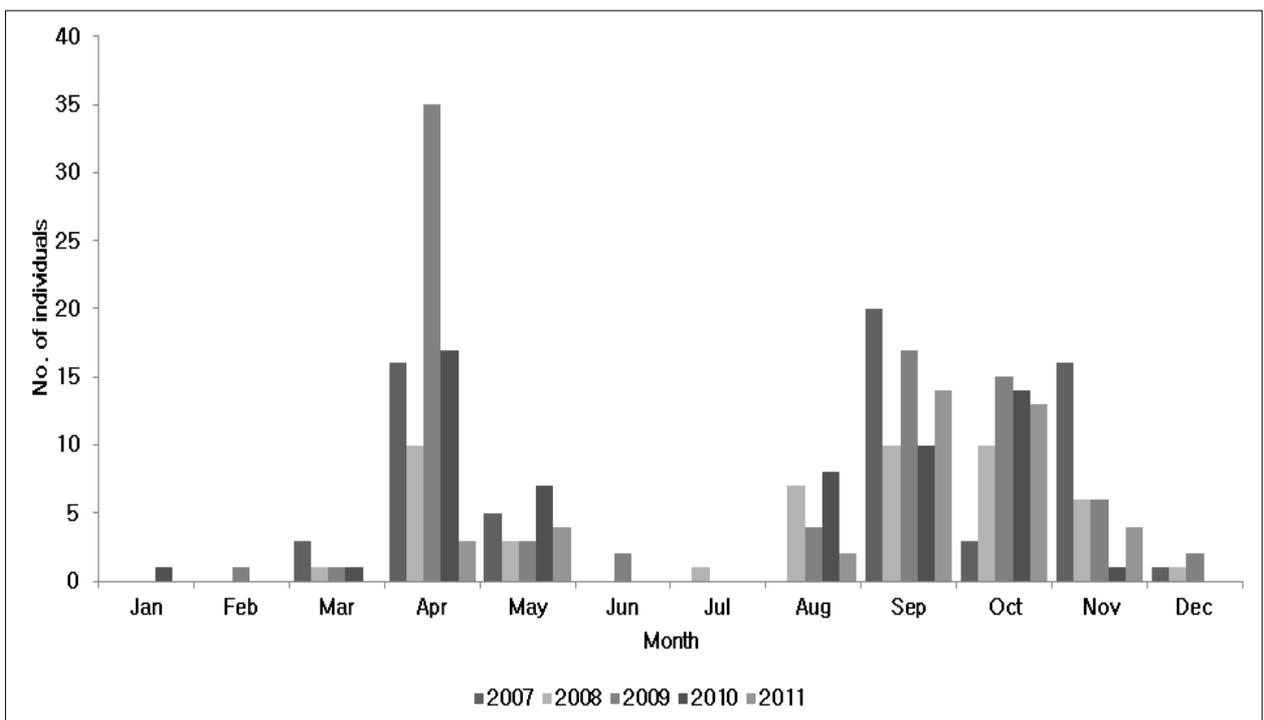


Figure 24. Monthly variation in the number of collected species with windows or man-made structures from 2007 to 2011.

다. 종별 특성

연구지역에서 인공구조물에 의한 충돌로 사망하는 개체 중 번식개체군(털새)과 비번식개체군(철새)으로 분류한 결과 번식개체군은 총 6종 연간평균 1.42 ± 1.56 (평균 \pm 표준편차)종, 86개체 연간평균 7.17 ± 13.20 개체로 나타났으며, 비번식개체군은 총 49종 연간평균 7.58 ± 7.61 종, 212개체 연간평균 17.67 ± 21.94 개체로 나타났다. 번식개체군의 경우 월별 사고발생은 9월에 5종 44개체로 종수 및 개체수 모두 가장 많았으며, 그 다음으로는 종수에서 4월과 8월에 3종, 6월에 2종, 5월, 7월, 10월, 12월에 각각 1종, 개체수에서는 4월에 18개체, 8월에 16개체, 5월에 3개체, 6월에 2개체, 7월, 10월, 12월에 각각 1개체 순으로 나타났다(Figure 25). 사고를 많이 당하는 상위 5%이상의 종별로는 동박새가 총 36개체(41.9%)로 가장 많았으며, 월별로는 9월에 24개체, 8월에 8개체, 4월, 7월, 10월, 12월에 각각 1개체 순으로 나타나 봄철보다는 번식시기인 늦은 봄부터 가을철까지 사고가 점차 증가하는 경향을 보였다. 그 다음으로는 흰배지빠귀가 총 31개체(36.0%)로 4월에 15개체, 9월에 8개체, 8월에 5개체, 3월에 3개체 순으로 나타났다. 곤줄박이는 총 14개체(16.3%)로 9월에 9개체, 8월에 3개체, 4월에 2개체 순으로 나타났다.

비번식 개체군의 경우 월별 사고발생은 4월에 23종 63개체로 종수 및 개체수 모두 가장 많았으며, 그 다음으로는 종수에서 10월과 11월에 각각 15종, 9월에 14종, 5월에 10종, 8월에 5종, 3월에 4종, 12월에 3종, 1월과 2월에 각각 1종, 개체수에서는 10월에 53개체, 11월에 33개체, 9월에 27개체, 5월에 19개체, 3월과 8월에 각각 6개체, 12월에 3개체, 1월과 2월에 각각 1개체 순으로 나타났다(Figure 25). 사고를 많이 당하는 상위 5%이상의 종별로는 비번식 개체군인 노랑턱멧새가 22개체(10.4%)로 가장 많았으며, 월별로는 11월에 11개체, 10월에 5개체, 3월과 4월에 각각 2개체, 1월과 12월에 각각 1개체 순으로 봄철보다는 가을철에 많은 경향을 보였다. 그 다음으로는 호랑지빠귀가 20개체(9.4%)로 4월에 18개체, 9월과 10월에 각각 1개체 순으로 가을철보다는 봄철에 많은 경향을 보였다. 흰배멧새는 총 14개체(6.6%)로 10월에 6개체, 5월에 4개체, 4월과 11월에 각각 2개체, 노랑눈썹솔새는 총 14개체(6.6%)로 9월과 10월에 각각 6개체, 4월과 11월에 각각 1개체, 쇠붉은뺨멧새는 총 12개체(5.7%)로 10월에 11개체, 4월에 1개체, 꼬까참새는 총 12개체(5.7%)로 10월에 6개체, 5월에 4개체, 11월에 2개체, 되새는 총 11개체(5.2%)로 10월에 6개체, 11월에 4개체, 4월에 1개체 순으로 나타났다.

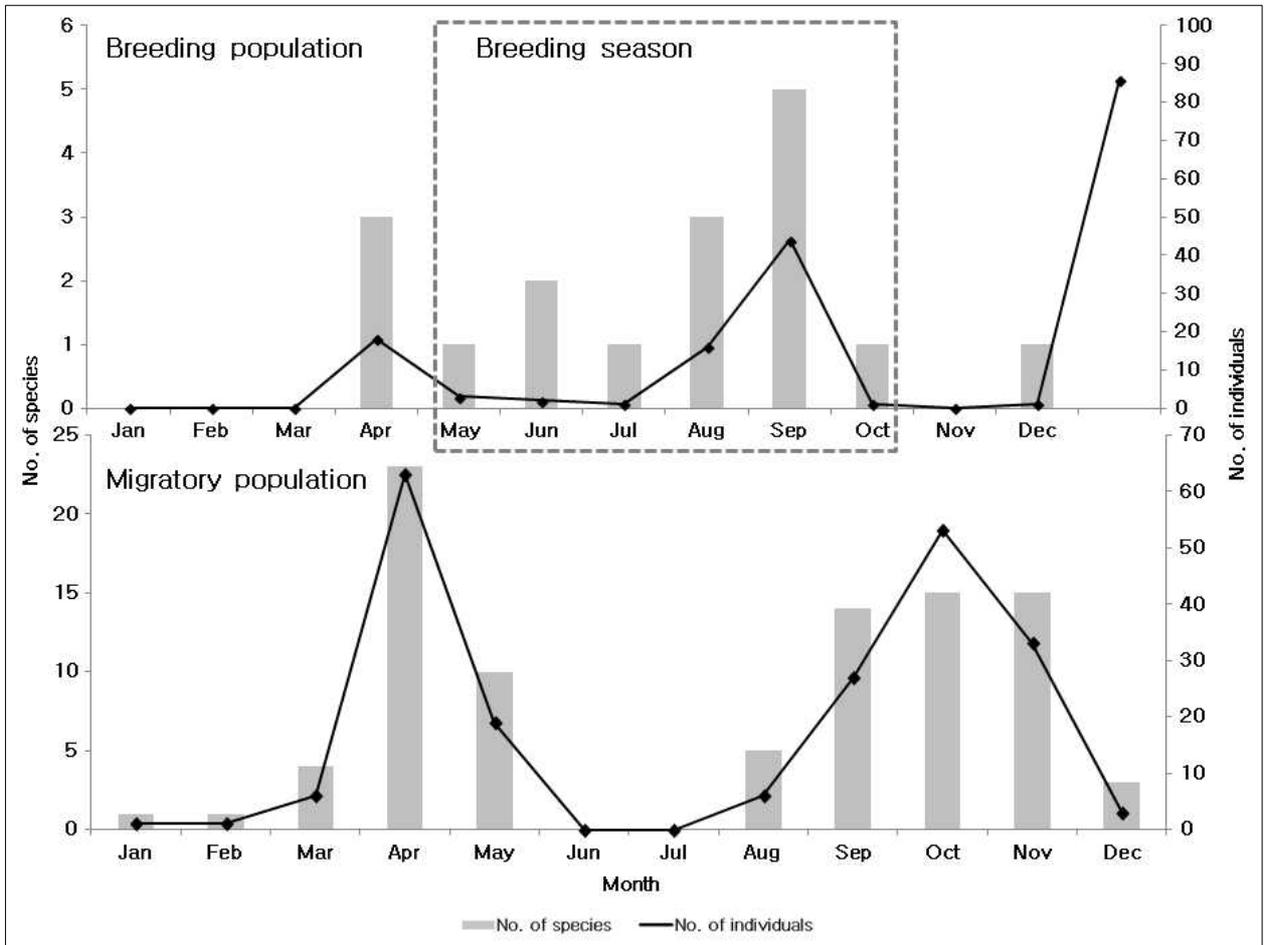


Figure 25. Difference in mortality between breeding and migratory population by collision with window and man-made structure.

라. 사고발생지역의 환경적 특성

사고발생은 총 42개소에서 발생하였으며, 발생지역을 환경적 분류에서 건물을 기준으로 5m 반경 안은 건물지역(building region), 5m 반경 밖은 건물의 외 지역(other region excepted building), 장소불명(unknown)으로 분류한 결과, 건물지역이 총 31(73.8%)개소로 가장 많았으며, 사고발생 개체수 또한 258개체(86.6%)로 가장 많았다. 그 다음으로는 건물의 외 지역이 총 10(23.8%)개소, 사고개체수는 35개체(11.7%), 장소불명이 1(2.4%)개소, 사고개체는 5(1.7%)순으로 나타나 인공구조물에 의한 충돌로 사망하는 개체가 건물지역에서만 발생하는 것이 아니라 건물의 외 지역에서도 발생하는 것으

로 나타났다. 그러나 건물외 지역에서 발생하는 다른 인공구조물(목재데크, 물탱크 등)에 의한 충돌과 함께 건물지역에서 인공구조물에 의해 충돌한 후 즉사하지 않고 약간의 비행능력이거나 이동능력이 있어 다른 곳으로 이동한 후 사망한 경우도 함께 나타났다(Table 8).

Table 8. Difference of mortality by collision between the building area and the building-loss area.

Region type	Number of region	Proportion (%)	Number of individuals	Proportion (%)
Building area	31	73.8	258	86.6
Building-loss area	10	23.8	35	11.7
Unknown	1	2.4	5	1.7
Total	42		298	

각각의 사고발생지역의 환경적 특성이 조류의 사고발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 건물의 높이(building height), 유리창의 수(number of windows), 건물의 단면에서 유리창이 차지하는 면적(비율)(area of windows)을 비교한 결과, 건물의 높이(0~12m)와 사고발생이 일어나는 건물의 단면에 위치한 유리창의 수(0~20개)는 사고발생 개체수에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 유리창의 면적만이 사고발생 개체수에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Multiple Regression, $F=10.76$, $p=0.02$, $n=42$)(Figure 26).

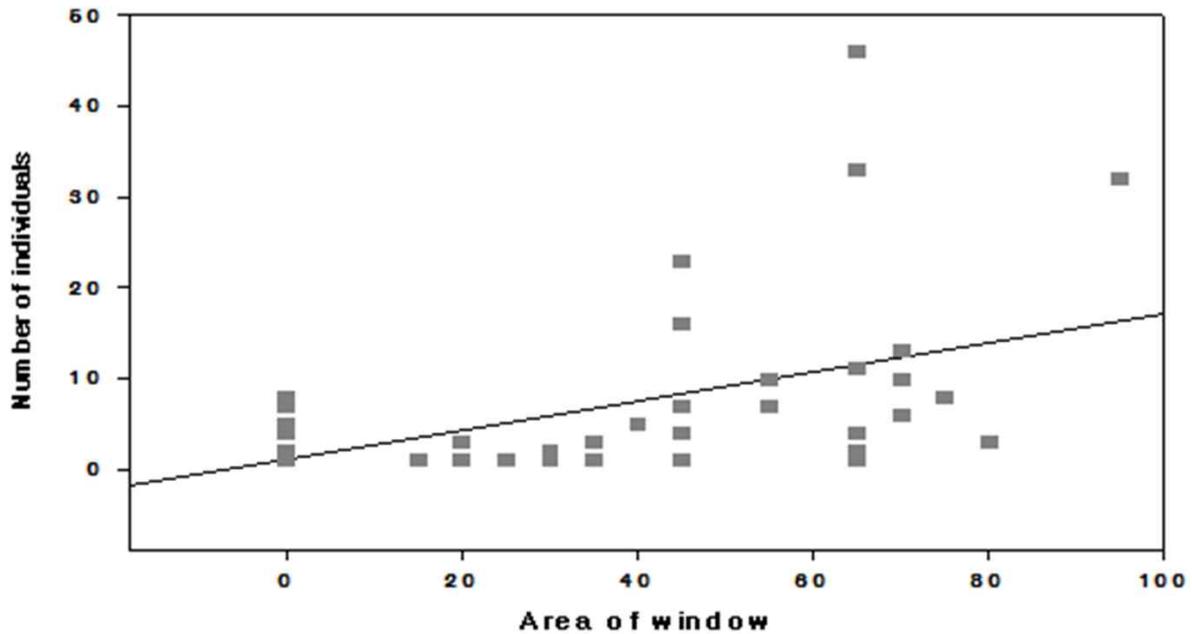


Figure 26. Relationship between the area of windows and the mortality.

4. 고찰

인공구조물에 의한 충돌로 인해 사망한 조류는 총 54종 298개체가 수집되었으며, 그 중 동박새, 흰배지빠귀, 노랑턱멧새, 호랑지빠귀가 사고를 많이 당하는 종으로 나타나 충돌로 인한 사망은 종의 비행형태에 따라 사고유발이나 정도가 다를 것으로 판단된다 (Yanagawa and Shibuya 2000). 이는 연구지역에서의 텃새개체군인 동박새와 흰배지빠귀는 비행형태가 비교적 빠르고 직선에 가까워 유리창 등의 장애물을 회피하는 것을 곤란하게 만들어 사고빈도가 높을 것으로 판단되며, 이에 반해 동일지역의 텃새개체군인 직박구리는 서식개체수는 비슷하나 상대적으로 사고빈도와 충돌사하는 개체수는 적게 관찰되어 직박구리의 과형비행에 따른 유리창 회피능력과 비행속도의 차이에 기인한 것으로 판단된다. 사고를 많이 당하는 개체로 호랑지빠귀가 포함된 것을 감안하면 사고를 많이 당하는 종의 무게가 무거울수록 치명적인 사망에 이르는 것으로 판단되며, 사체 발견지역의 지역적 특성 중 건물외 지역에서도 발견되는 것이 이를 뒷받침하는 것으로 판단된다. 이는 건물지역에서 충돌 후 약간의 이동능력이 있어 건물 외 지역으로 이동한 후 시간차이를 두고 추가적으로 사망하는 것으로 체중에 비례하여 충돌

충격이 가해질 것으로 판단된다. 그러나 몸집이 작고 체중이 가벼운 벌새의 경우 많은 충돌이 치명적이지는 않지만, 대략 매 주당 2~3회의 충돌은 사망에 이르는 것으로 보아(Graham 1997) 체중이 적은 종일지라도 유리창 충돌로 인해 사망에 이르는 경우도 있는 것으로 판단된다. 지역별로 건물지역이 건물 외 지역보다 월등히 높게 나타났으나 건물 외 지역에서도 수집되는 것은 1차 충돌에 의해 사망하는 개체도 있지만 충돌 후에 사망하지 않고 이동이 가능하여 다른 지역으로 이동한 후 합병증이나 생존시간이 조금 늘어난 후 죽는 것을 의미한다. 유리창 인근의 지면을 채식지로 이용하는 생태적 지위(niche)의 조류가 충돌이 발생하기 쉬운 조류라고 알려져 있다(Klem 1990, Yanagawa and Shibuya 2000). 노랑턱멧새가 여기에 해당하는 것으로 판단되며, 인공구조물에 의해 충돌이 많이 일어나는 조류는 종의 생태적 특성과 관련이 있는 것으로 판단된다.

유리창 충돌은 봄철 이동시기와 가을철 이동시기에 가장 많이 나타나는 것으로 알려져 있다(Johnson and Hudson 1976, Klem 1989, Gelb and Delacretaz 2006). 그러나 Codoner (1995)의 연구결과는 이른 여름에 사고가 많이 발생하고 이 시기에 어린새에게 먹이를 공급하기 위해 어른 새의 활발한 채식활동의 증가에 기인한 것으로 추측하였으며, Gelb and Delacretaz (2006)는 아침시간에 사고가 발생한다고 하였으나, 본 연구에서는 사고발생시기가 주로 봄철과 가을철에 발생하고 연구지역에 도래하는 철새의 도착시간이 계절에 따라 오전과 오후로 나뉘는 점을 감안하면 홍도와 같은 바다로 고립된 중간기착지 또는 전체 이동거리 중 중간기착지의 위치에 따라 사고발생시간과 시기는 봄철이나 가을철 또는 아침이나 저녁과 같은 계절이나 시간에 따라 달라지는 것이 아니라 사고 발생지역의 지리적 특성에 따라 다르게 나타날 것으로 판단된다.

종별 특성을 보면 동박새는 홍도에서 번식한 개체군이 많아서 봄철보다는 가을철에 사고를 많이 당하는 것으로 판단되고, 흰배지빠귀도 홍도에서 번식하나 번식개체군보다는 이동하는 개체군이 많아서 가을철에도 사고가 많이 발생하지만 봄철에 보다 많이 사고를 당하는 것으로 나타났다. 이는 흰배지빠귀가 번식하는 개체군보다 연구지역을 중간기착지로 이용하는 이동 개체군이 더 많음을 간접적으로 시사하고 있는 것으로 판단된다. 인공구조물에 의한 충돌로 사망한 개체들 중 연구지역에서 번식하는 개체군(텃새)과 번식하지 않는 개체군(철새) 중 번식개체군의 경우 이른 번식시기인 5월부터 증가하는 경향을 보였으며, 비번식 개체군의 경우 철새의 주요 도래시기인 봄철과 가을철에 뚜렷하게 많은 경향을 보였다. 이는 철새에 비해 텃새가 사고지역의 지리나 지형을 좀 더 숙지하고 있으며, 더불어 위험요인도 숙지하거나 학습했을 가능성이 높은

반면(Newton and Dale 1999, Yanagawa and Shibuya 2000), 본 연구결과에서 나타난 번식개체군(털새)의 5월부터 증가경향은 어린새가 경험이 없어 사고를 많이 당하는 것을 단편적으로 보여주는 것으로 판단된다.

유리창의 방향과 사고와의 상관관계 분석 결과 관계는 없는 것으로 나타났으나, 서식지 또는 채식지의 방향(Dunn 1993)이나 이동방향의 중간에 위치한 방향과 연관이 있을 것으로 판단된다. 유리창 수의 증가는 조류의 충돌사고 증가를 유발하고(Banks 1976, Codoner 1995), 야간비행 동안 고층빌딩의 상층부에 충돌하며, 새들은 낮시간 동안에는 깨끗한 유리창에 비친 지면의 효과에 의해 충돌하는 것으로 알려져 있다(Fink and French 1971). 연구지역에서 주·야간에 따른 사고경향은 알 수 없으나, 연구지역에 도래하는 대부분의 조류가 주간에 이동하는 철새(diurnal migrants)이고 야간에 이동하는 철새(nocturnal migrants)는 일부이며, 연구지역에서 철새의 먹이와 물 이용 양상을 알아보기 위한 실험(국립공원관리공단 2007)에서도 야간에 조류의 활동은 없었다. 또한, 야간 이동 시에는 높은 빌딩에 충돌하는 경우(Johnson and Hudson 1976)가 많은 것으로 보아 높은 빌딩이 없는 연구지역에서는 사고가 야간보다 주로 주간에 발생할 것으로 판단된다. Hager *et al.* (2008)는 조류의 사고 빈도가 어떤 지역에서 조류의 많음(풍부도)을 대신할 수 없으며, 오히려 유리창 충돌 빈도는 그 지역의 전체 유리창 면적, 유리창 높이, 주변의 서식지 특성 그리고 중간 행동 특성(철새와 털새)을 좀 더 잘 설명할 수 있다고 하였다. 그러나 연구지역에서는 유리창의 높이는 관계가 없는 것으로 나타났으며, 게다가 어떤 지역의 조류의 개체수가 적은 것은 꼭 그 지역에서 건물이나 유리창에 의한 잠재적인 위험이 낮다는 것을 대변하는 것은 아닌 것으로 판단된다. 각각의 사고발생지역의 환경적 특성이 조류의 사고발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시한 다중회귀분석 결과 유리창의 면적만이 인공구조물에 의한 충돌로 사망하는 개체에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 따라서 건물의 유리창 면적의 증가여부에 따라 조류사고의 위험도 달라지는 것으로 판단된다. 건물 앞에 다른 건물이나 장애물이 있는 층의 유리창에서는 충돌하지 않았으며, 건물 앞에 다른 건물이나 기타 장애물이 있더라도 그보다 높은 곳에 위치한 유리창에서 사고가 발생하였다. Klem (1989)은 유리창 충돌로 사망하는 조류의 사고는 아주 쉽게 발생하며, 그 이유로 조류는 유리창을 장벽이나 조류에게 위협요인으로 작용한다는 것을 인식하지 못하기 때문이라고 판단하였다. 또한, Snyder (1946)는 유리창에 의한 충돌사고를 많이 당하는 종을 “Tunnel fliers”라고 명명하였고, 이런 종들은 유리창을 장벽이 아닌 작은 공간의 서식지로 인식하며, 이런 종들의 습관은 유리창 충돌에 의한 내재적 위험이 큰 것으로

판단하였다. 본 연구에서는 사고를 많이 당하는 동박새, 흰배지빠귀, 노랑턱멧새, 호랑지빠귀가 이런 종특이성 및 생태적 특성을 갖는 것으로 판단된다. 더욱이 빌딩사이를 연결하는 유리로 된 연결통로와 조류사망에 관한 연구에서 유리로 된 연결통로는 주변의 서식지나 채식지를 반사하기 보다는 조류의 이동경로나 비행경로 중간에 위치하고 있어 하늘이나 나무를 반사하고 이를 조류가 인식함으로 인해 사고가 발생하는 것으로 판단하였다(Johnson and Hudson 1976). O'Connell (2001)의 연구결과 사고는 이동시기에 많이 발생하는 것으로 나타났으며, 텃새나 인가 근처에 설치된 먹이 급이대를 이용하는 "feeder birds"보다 철새가 사고를 많이 당하는 것으로 나타나 이전의 연구결과와 일치하는 것으로 나타났다(Klem 1990a, Dunn 1993). 본 연구결과는 Klem (1990a)과 Dunn (1993)의 연구방법적인 측면이나 결과에서는 일치하지만 철새가 텃새보다 사망률이 더 높은 것으로 나타났다. 또 복합상업지구는 일반 가정집보다 고층빌딩이 더 많이 있기 때문에 유리창 충돌에 의한 사고가 많이 발생하는 것으로 판단하였으며, 연구지역은 고층빌딩보다는 일반 가정집이나 숙박업소가 대부분이고 가정집보다는 숙박업소가 더 높기 때문에 다른 연구와 본 연구가 일부 일치하는 것으로 판단된다.

제6장. 들고양이에 의한 포살

1. 연구배경

도서지방에 서식하는 들고양이(feral cat)는 최초 애완고양이 또는 쥐와 같은 위해(危害)설치류를 제거하기 위해 도입한 고양이가 유기되면서 야생화한 것으로 인가주변이나 주거 밀집지역 인근 야산 등에서 발견됨으로써 거리훼손, 농작물 또는 건조용 어패류 피해, 생태계 교란 등의 문제가 야기되고 있다. 또한, 주거지역 인근을 배회하며 시끄러운 소음을 내거나 번식기 소음 등으로 인해 공포감을 형성하고(ME 2001), 음식물 쓰레기 훼손 등 그 피해가 날로 증가하고 있다. 이러한 피해는 도서지역과 같이 좁은 면적과 동시에 외부와 단절된 지역에서는 그 피해가 심각한 것으로 나타나고 있으며, 야생화한 들고양이는 번식력과 적응력이 강해 개체군 조절이나 구제에 어려움이 따른다. 이런 외형적 피해뿐만 아니라 들고양이는 톡소포자충증(toxoplasmosis)의 원인체인 톡소포자충(*Toxoplasma gondii*)이나 피부사상균증 등 인수공통전염병의 종숙주로서의 역할을 하는 것으로 알려져 있다(김 2009).

국내에서 들고양이(혹은 길고양이)에 대한 수의학적인 연구는 많이 진행되고 있으나 외국에 비해 생태에 관한 연구는 전무한 실정이다. 국내에 서식하고 있는 들고양이에 대한 생태연구는 환경부에서 시행한 들고양이의 서식실태와 관리방안에 관한 연구(ME 2001)를 시작으로 경주국립공원 내 서식하는 들고양이의 동절기 행동권 분석(이 등 2009) 등 일부만 진행되었을 뿐 보다 다양하고 지속적인 연구는 미비한 실정이다.

야생동물의 행동권과 이동경로는 연구자들의 오랜 관심의 대상이 되어 왔다. 분류군 및 종의 특성에 따라 다양한 방법들이 행동권과 이동경로 연구에 이용되고 있으며, 과학기술의 발달로 인해 연구방법 또한 진화하고 있다. 최근에는 지리정보시스템(GIS : geographic information system)을 활용하여 얻어진 무선추적 자료를 근거로 해당 종의 서식범위와 이동거리, 행동패턴 분석, 서식지 분석 등 매우 다양한 정보를 확보할 수 있어 생태학 연구에 활발하게 이용되어지고 있다.

철새의 중간기착지에서 발생한 조류사고 원인 중 들고양이에 의한 피해가 발생되고 그 피해 또한 비중이 큰 것으로 나타났으며(국립공원관리공단 2007, 2008, 2009, 2010, 2011), 이에 대한 해결방안으로 선행되어야 할 들고양이의 생태에 관한 정보를 제공하기

위해 본 연구는 연구지역과 같이 바다로 격리되고 면적이 좁은 도서지방에 서식하는 들고양이의 서식유형 및 행동권 조사를 통해 1. 적정 개체수 파악 및 2. 조절방법, 3. 조류 피해 현황 파악 및 추정 등의 관리계획 수립에 활용 가능한 현황자료를 제공하고자 한다.

2. 연구재료 및 방법

가. 연구대상

사체로 인수된 조류 중 사고원인이 들고양이에 의한 포살로 사망한 개체 전 종을 대상으로 하였으며, 들고양이에 의한 직접적인 포살이 아닌 자연사하는 개체도 있을 것으로 판단되나 자연사 한 후 이차적으로 들고양이에 의해 포식된 개체는 들고양이에 의한 포살의 자료에 포함하여 분류하였다. 연구지역에 도래하는 조류 현황, 도래시기를 이용하여 사고발생시기 등을 비교하였다. 들고양이에 의한 포살에 대한 평가는 직접목 견과 섭식흔적, 먹이를 한 곳에 모아두는 들고양이의 습성을 감안하여 평가하였으며, 발견 시 종명, 연령, 장소 등의 정보를 기록장에 기록하였다.

나. 들고양이 행동권 분석

조류사고원인 중 들고양이에 의한 포살의 근본적인 원인인 들고양이의 서식유형 및 행동권을 파악하기 위해 연구지역에 서식하는 들고양이를 대상으로 총 6개체를 포획하여 새로 개발된 추적장치(GPS Mobile)를 부착하였으며, 연구지역의 지리적 특성 상 연구지역에 도래하는 철새들은 봄철과 가을철에 집중되는 경향이 있어 봄철에 3개체와 가을철에 3개체를 나누어 각각의 계절에 따른 특성과 행동권에 차이가 있는지를 조사하였다. 또한, 암·수에서도 차이가 있는지를 알아보기 위해 암컷 3개체, 수컷 3개체를 구분하여 조사하였다. 새로 개발된 추적장치는 휴대폰(cellular phone) 기술과 전 지구 위치파악시스템(GPS; Global Positioning System)을 이용한 원격추적 시스템을 기반으로 개발되었다. 연구에 사용된 추적장치는 추적이 시작된 후부터 끝날 때까지 다양한 송신패턴(short term and period, long term and period)을 가지고

있으며, 기존의 추적기보다 오차범위가 좁고 소형 및 경량화로 인해 야생동물에 사용이 적합하도록 개량되었다. 포획된 들고양이는 검사 및 보정용 마취·진정제로 널리 쓰이는 조레틸 50 (Zoletil 50, Virbac Inc.)을 체중 당 0.1ml (ml/kg)을 일회용 주사기를 이용하여 근육에 투여하였다. 행동권 분석에는 ArcGIS 9.3을 이용하였으며, 수집된 인공위성의 위치좌표는 ArcGIS 9.3용 Extension인 HRE (Home Range Extension)을 이용하여 분석하였다. 행동권 분석은 가장 단순하며 널리 사용되는 기본적인 행동권 산출법인 최소볼록다각형법(MCP; Minimum Convex Polygon)을 이용하여 100% 행동권 면적을 산출했으며(Mohr and Stumpf 1996, Bookhout 1996), 최소볼록다각형법은 공간이동을 하는 동물의 행동권을 분석할 경우 지도상에 표현된 모양이 볼록형이 아닌 경우 즉, 이용하지 않는 공간까지 포함할 수 있기 때문에 신뢰도가 낮아질 수 있어 이를 보완하기 위해 특정기간 동안 동물이 체류한 위치의 상대적인 빈도분포(UD; utilization distribution)를 이용한 핵심지역 추정법(Kernel Estimation)을 이용하여 95%, 90%, 50%의 행동권을 분석하였다(최 2009). 추적기는 GPS 위성을 이용하여 위치좌표를 저장하고 1일 2회 발신하게 설정하였으며, 들고양이의 일일 및 시간대별 행동생태를 확인하기 위하여 GPS 발신기의 위치좌표 저장시간 간격을 120분으로 한정하였다. 위치좌표 저장시간 간격 설정은 연구지역에 도래하는 봄철과 가을철 기간이 대략 2달인 점과 추적기에 들어가는 건전지(Dry cell)의 한계치를 감안하여 설정하였다. 추적기(약 85g)의 무게를 감안하여 들고양이의 행동에 영향을 미치지 않는 체중의 3%이내의 범위에 포함되는 개체로 한정하여 진행하였으며, 추적기에 저장된 위치좌표는 휴대폰 중계기지국에 수신되고 수신된 자료(data)는 웹사이트(http://61.109.255.147/wild/rg4_member/login.php)로 전송되는 과정을 거쳐 들고양이의 위치정보를 수집하였다. 매 120분 간격으로 수집된 들고양이 위치좌표의 95%에 해당하는 공간을 행동권으로 정의하였으며, 50%에 해당하는 지역을 중심지역(core area)으로 선정하였다.

Pursuit Processing

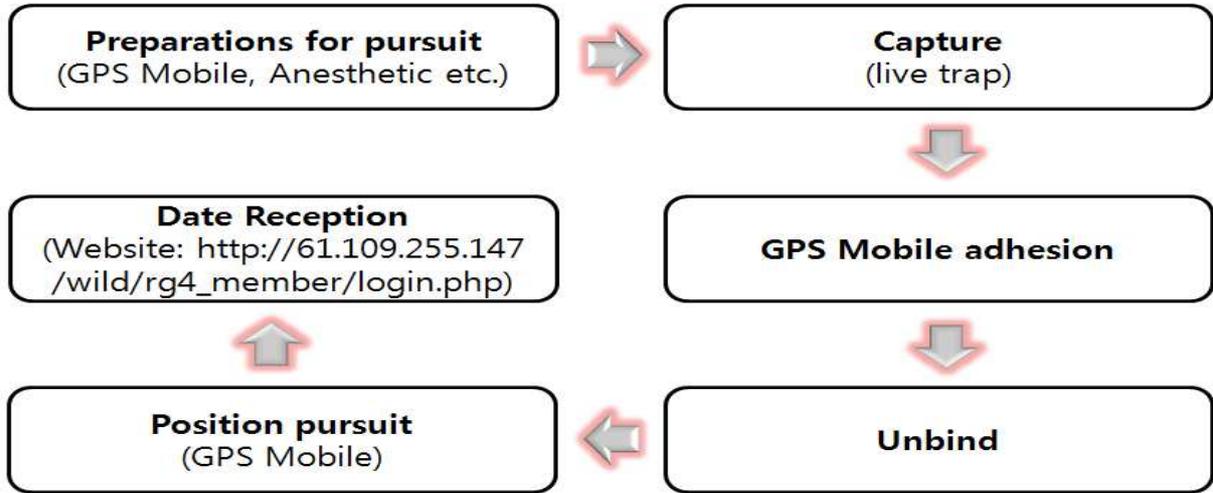


Figure 27. Diagram of the pursuit processing for feral cat.

3. 결과

가. 들고양이에 의한 포살 현황

들고양이에 의한 포살로 인해 사망한 조류는 총 59종 392개체가 수집되었으며, 그 중 축새가 71개체(18.1%)로 가장 많았으며, 그 다음으로는 노랑턱멧새가 46개체(11.7%), hing둥새가 41개체(10.5%), 숲새가 33개체(8.4%), 흰배멧새가 23개체(5.9%)순으로 상위 5%이상을 차지하는 특징종으로 나타났다(Table 9).

Table 9. List of the collected birds (killed by cat).

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
<i>Emberiza spodocephala</i>	축새	71	18.1
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	46	11.7
<i>Anthus hodgsoni</i>	hing둥새	41	10.5
<i>Urosphena squameiceps</i>	숲새	33	8.4
<i>Emberiza tristrami</i>	흰배멧새	23	5.9

Table 9. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
<i>Tarsiger cyanurus</i>	유리딱새	17	4.3
<i>Luscinia cyane</i>	쇠유리새	15	3.8
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	13	3.3
<i>Saxicola torquatus</i>	검은딱새	13	3.3
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	10	2.6
<i>Zosterops aurea</i>	호랑지빠귀	10	2.6
<i>Regulus regulus</i>	상모솔새	8	2.0
<i>Zosterops japonicus</i>	동박새	7	1.8
<i>Emberiza pusilla</i>	쇠붉은뺨멧새	5	1.3
<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	5	1.3
<i>Emberiza chrysophrys</i>	노랑눈썹멧새	4	1.0
<i>Anthus rubescens</i>	밭중다리	4	1.0
<i>Cettia diphone borealis</i>	휘파람새	4	1.0
<i>Emberiza rustica</i>	쭈새	3	0.8
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	3	0.8
<i>Turdus eunomus</i>	개똥지빠귀	3	0.8
<i>Locustella lanceolata</i>	취발귀개개비	3	0.8
<i>Anthus cervinus</i>	붉은가슴밭중다리	3	0.8
<i>Motacilla alba</i>	알락할미새	3	0.8
<i>Coturnix japonica</i>	메추라기	3	0.8
<i>Parus varius</i>	곤줄박이	2	0.5
<i>Turdus chrysolaus</i>	붉은배지빠귀	2	0.5
<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	2	0.5
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	2	0.5
<i>Butorides striata</i>	검은댕기해오라기	2	0.5
<i>Tringa nebularia</i>	청다리도요	2	0.5
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비	2	0.5
<i>Troglodytes troglodytes</i>	굴뚝새	2	0.5
<i>Phylloscopus inornatus</i>	노랑눈썹솔새	1	<0.3
<i>Emberiza rutila</i>	꼬까참새	1	<0.3
<i>Phylloscopus borealis</i>	솔새	1	<0.3
<i>Zosterops sibirica</i>	흰눈썹지빠귀	1	<0.3

Table 9. Continued.

Scientific Name	Korean Name	No. of individuals	Dominance (%)
<i>Monticola solitarius</i>	바다직박구리	1	<0.3
<i>Gallinago megala</i>	깍도요사촌	1	<0.3
<i>Emberiza pallasii</i>	북방검은머리쭈새	1	<0.3
<i>Zosterops erythropleurus</i>	한국동박새	1	<0.3
<i>Turdus cardis</i>	검은지빠귀	1	<0.3
<i>Phylloscopus fuscatus</i>	솔새사촌	1	<0.3
<i>Otus sunia</i>	소쩍새	1	<0.3
<i>Hirundo rustica</i>	제비	1	<0.3
<i>Luscinia calliope</i>	진홍가슴	1	<0.3
<i>Ficedula narcissina</i>	황금새	1	<0.3
<i>Alauda arvensis</i>	종다리	1	<0.3
<i>Gallinula chloropus</i>	쇠물닭	1	<0.3
<i>Luscinia sibilans</i>	울새	1	<0.3
<i>Anthus richardi</i>	큰발종다리	1	<0.3
<i>Scolopax rusticola</i>	멧도요	1	<0.3
<i>Halcyon pileata</i>	청호반새	1	<0.3
<i>Pitta nympha</i>	팔색조	1	<0.3
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	1	<0.3
<i>Turdus ruficollis</i>	붉은목지빠귀	1	<0.3
<i>Ficedula zanthopygia</i>	흰눈썹황금새	1	<0.3
<i>Motacilla flava</i>	긴발톱할미새	1	<0.3
<i>Carduelis spinus</i>	검은머리방울새	1	<0.3
Total	59 species	392 individuals	

나. 사고발생 시기별 현황 및 특성

들고양이에 의한 포살로 사망한 전체 59종 392개체 중 연도별 사고발생 현황을 보면, 연평균 22.40 ± 10.53 (평균 \pm 표준편차)종 78.40 ± 65.29 개체가 사고를 당하는 것으로 나타났다으며, 2009년에 40종 189개체로 종수 및 개체수가 가장 많았다. 그 다음으로는 종

수에서 2008년이 22종, 2011년이 20종, 2007년이 18종, 2010년이 12종으로 나타났으며, 개체수에서는 2008년이 78개체, 2011년에 54개체, 2007년에 52개체, 2010년에 19개체 순으로 나타났다(Figure 28).

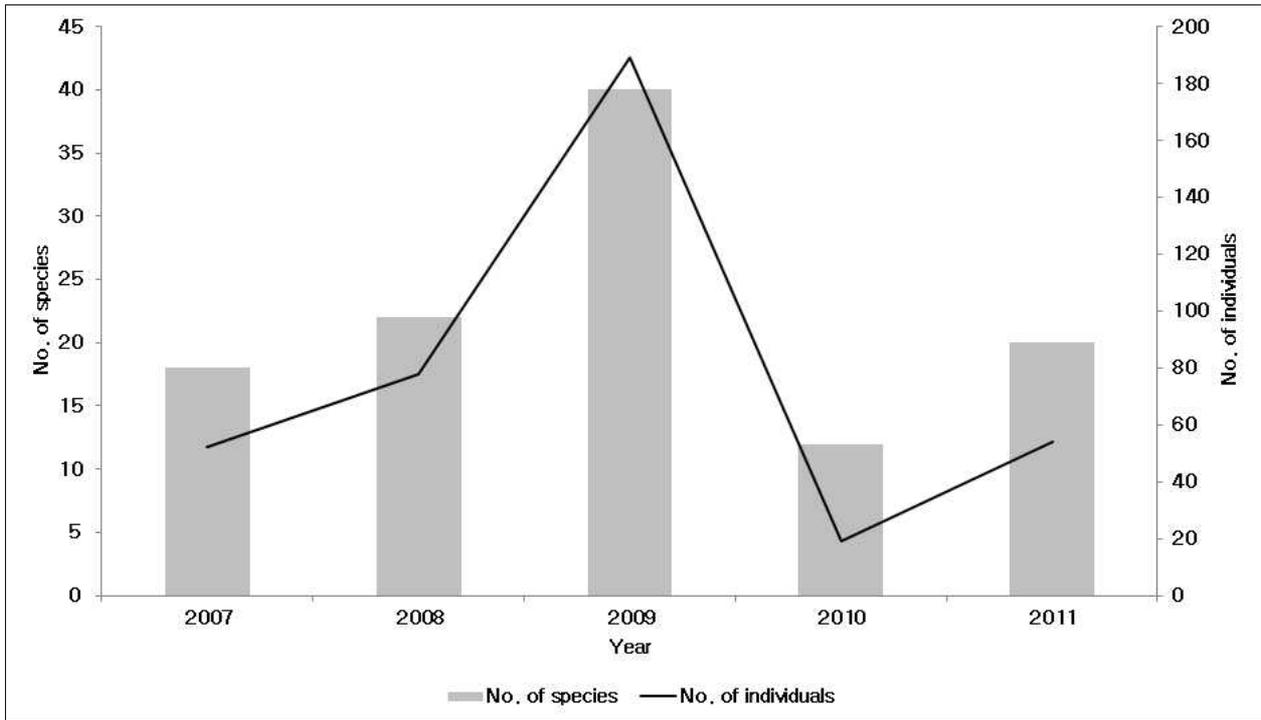


Figure 28. Annual variation of the number of collected species and individuals (killed by cat).

월별 사고발생 시기는 중수에서 4월에 평균 10.00 ± 6.96 (평균 \pm 표준편차)종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 5월에 9.20 ± 8.17 종, 11월에 4.20 ± 5.07 종, 10월에 4.20 ± 1.10 종, 9월에 1.80 ± 2.49 종, 3월에 1.40 ± 1.14 종, 6월에 1.00 ± 2.24 종, 8월에 0.40 ± 0.55 종, 7월에 0.20 ± 0.45 종 순으로 나타났다(Figure 29). 각 연도별로는 중수에서 2007년에는 11월에 13종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 10월에 4종, 4월에 3종, 3월과 5월에 각각 1종, 2008년에는 4월과 5월에 각각 12종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 10월에 6종, 11월에 4종, 9월에 2종, 8월에 1종, 2009년에는 5월에 22종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 4월에 21종, 6월에 5종, 3월과 10월에 각각 3종, 11월에 2종, 7월과 9월에 각각 1종, 2010년에는 4월에 6종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 5월에 5종, 10월에 4종, 3월과 11월에 각각 1종, 2011년에는 4월에 8종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 5월과 9월에 각각 6종, 10월에 4종, 3월에 2종, 8월과 11월에 각각 1종 순으로 나타났다(Figure 30).

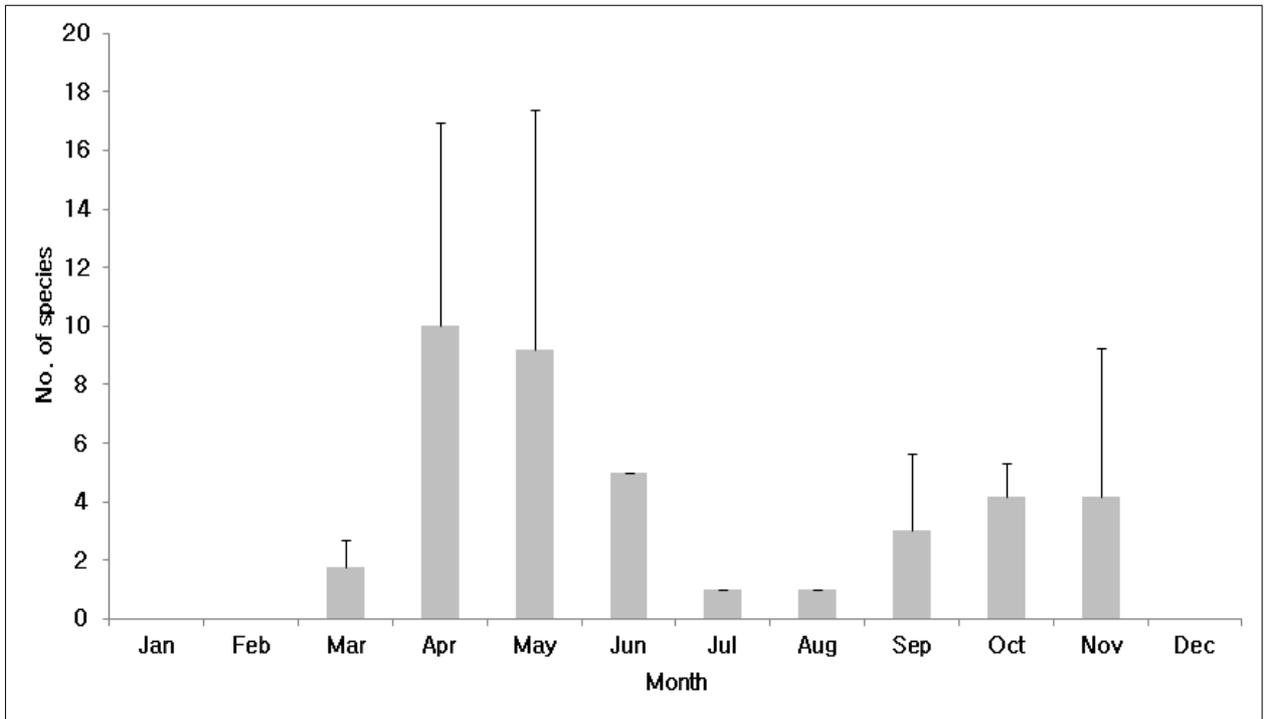


Figure 29. Monthly variation in the number of collected species (\pm SD) from 2007 to 2011 (killed by cat).

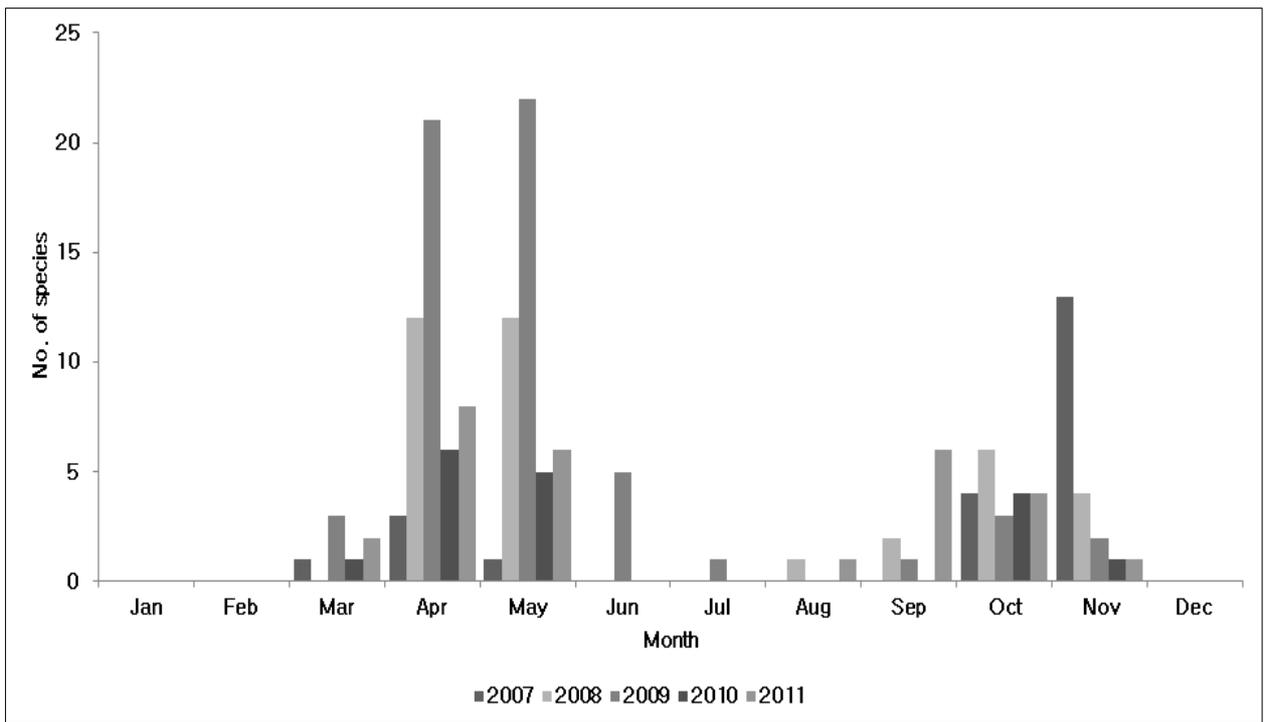


Figure 30. Monthly variation in the number of collected species from 2007 to 2011 (killed by cat).

개체수에서는 종수에서와 마찬가지로 4월에 30.80 ± 40.25 (평균 \pm 표준편차)개체로 가장 많았으며, 그 다음으로는 5월에 23.00 ± 27.65 개체, 11월에 12.00 ± 17.46 개체, 10월에 6.60 ± 3.44 개체, 9월에 2.60 ± 3.78 개체, 3월에 1.60 ± 1.34 개체, 6월에 1.20 ± 2.68 개체, 8월에 0.40 ± 0.55 개체, 7월에 0.20 ± 0.45 개체 순으로 나타났다(Figure 31). 연도별로는 2007년에는 11월에 43개체로 가장 많았으며, 그 다음으로는 10월에 4개체, 4월에 3개체, 3월과 5월에 각각 1개체, 2008년에는 5월에 31개체로 가장 많았으며, 그 다음으로는 4월에 24개체, 10월에 12개체, 11월에 7개체, 9월에 3개체, 8월에 1개체, 2009년에는 4월에 101개체로 가장 많았으며, 5월에 68개체, 6월에 6개체, 11월에 5개체, 10월에 4개체, 3월에 3개체, 7월과 9월에 각각 1개체, 2010년에는 4월과 5월에 각각 6개체로 가장 많았으며, 그 다음으로는 10월에 5개체, 3월과 11월에 각각 2개체, 2011년에는 4월에 20개체로 가장 많았으며, 그 다음으로는 5월과 9월에 각각 9개체, 10월에 8개체, 11월에 4개체, 3월에 3개체, 8월에 1개체 순으로 나타났다(Figure 32).

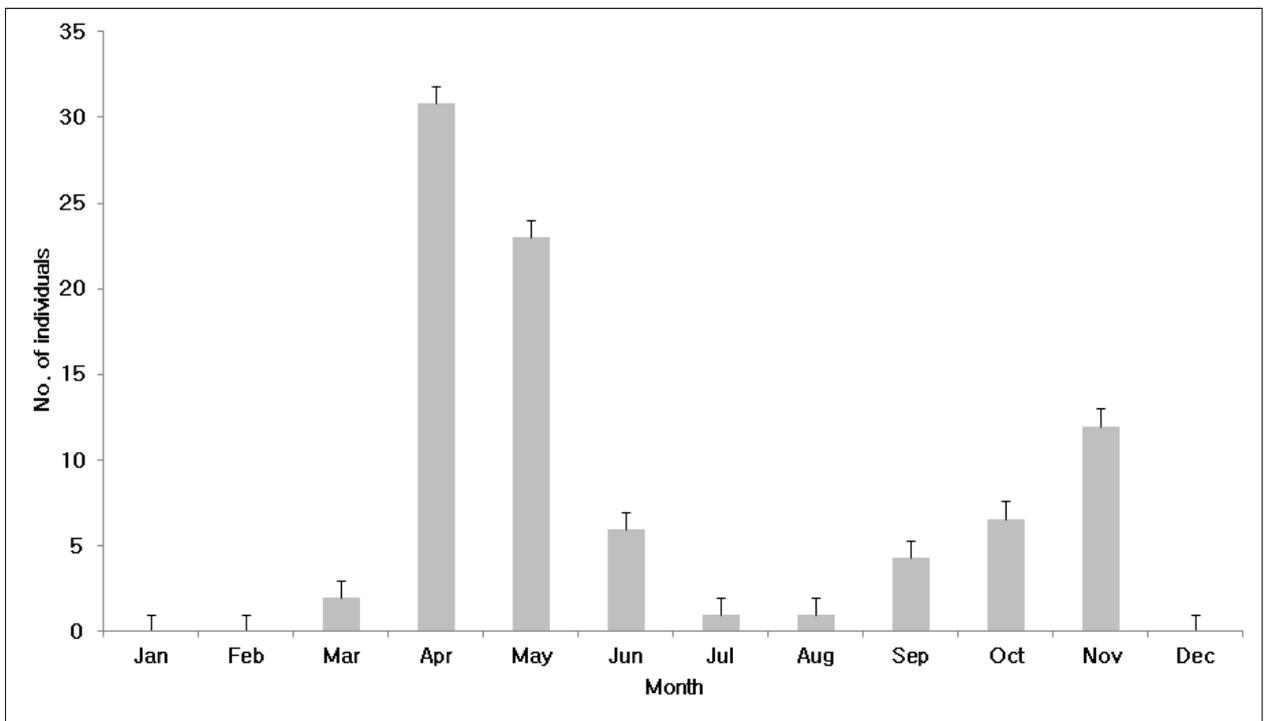


Figure 31. Monthly variation in the number of collected individuals (\pm SD) from 2007 to 2011 (killed by cat).

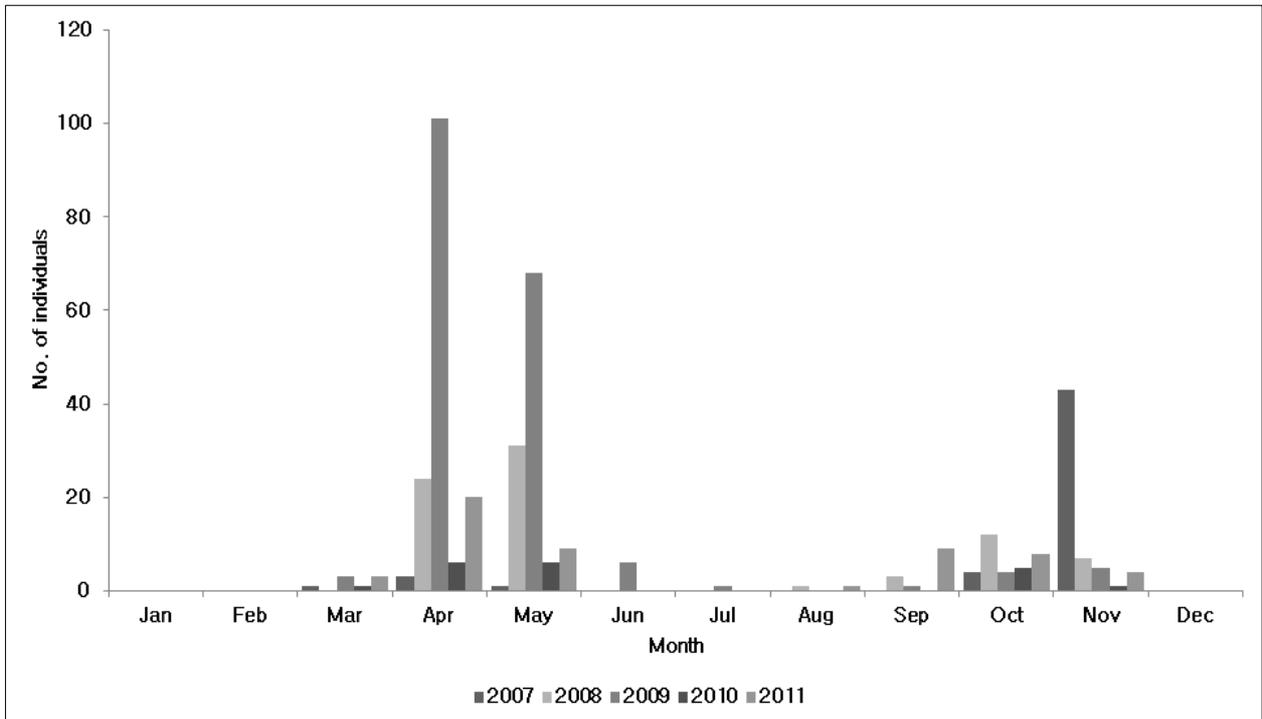


Figure 32. Monthly variation in the number of collected individuals from 2007 to 2011 (killed by cat).

다. 종별 특성

연구지역에서 들고양이에 의한 포살로 사망하는 개체 중 번식개체군(털새)과 비번식개체군(철새)로 분류한 결과 번식개체군의 종수는 총 5종 평균 0.92 ± 1.16 (평균 \pm 표준편차)종, 개체수는 총 22개체 평균 1.83 ± 3.10 개체로 나타났으며, 비번식개체군의 종수는 총 54종 평균 8.00 ± 10.18 종, 개체수는 378개체 평균 31.50 ± 49.40 개체로 나타났다. 번식개체군의 경우 월별 사고발생은 종수에서 4월과 9월에 각각 3종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 10월에 2종, 5월, 8월, 11월에 각각 1종, 개체수에서는 4월에 10개체로 가장 많았으며, 그 다음으로는 9월에 6개체, 8월과 10월에 각각 2개체, 5월과 11월에 각각 1개체 순으로 나타났다(Figure 33). 사고를 많이 당하는 상위 5%이상의 종별로는 흰배지빠귀가 총 10개체(45.5%)로 가장 많았으며, 월별로는 4월에 6개체, 5월, 9월, 10월, 11월에 각각 1개체 순으로 나타나 가을철보다는 봄철에 사고를 당하는 개체가 많은 것으로 나타났다. 그 다음으로는 동박새가 총 7개체(31.8%)로 9월에 4개체, 8월에 2

개체, 10월에 1개체, 곤줄박이와 멧비둘기는 각각 총 2개체(9.1%)로 4월에 2개체 순으로 나타났다.

비번식 개체군의 경우 월별 사고발생은 종수에서 5월에 29종으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 4월에 26종, 11월에 13종, 10월에 12종, 3월에 6종, 6월에 5종, 9월에 4종, 7월에 1종, 개체수에서는 4월에 145개체로 가장 많았으며, 그 다음으로는 5월에 113개체, 11월에 51개체, 10월에 47개체, 3월에 8개체, 9월에 7개체, 6월에 6개체, 7월에 1개체 순으로 나타났다(Figure 33). 사고를 많이 당하는 상위 5%이상의 종별로는 족새가 총 71개체(18.8%)로 가장 많았으며, 월별로는 4월에 28개체, 5월에 23개체, 10월에 11개체, 11월에 7개체, 6월에 2개체 순으로 나타나 봄과 가을철 이동시기에 모두 사고를 당하나 가을철보다는 봄철에 더 많은 개체가 사고를 당하는 것으로 나타났다. 그 다음으로는 노랑턱멧새가 총 46개체(12.2%)로 월별로는 11월에 19개체, 4월에 18개체, 3월과 9월에 3개체, 10월에 2개체, 5월에 1개체 순으로 나타나 사고발생이 봄철과 가을철 모두 고르게 분포하는 것으로 나타났으며, 횡등새는 총 49개체(13.0%)로 5월에 18개체, 4월에 13개체, 10월에 11개체, 11월에 7개체순으로 가을철보다는 봄철에 사고를 많이 당하는 것으로 나타났다. 숲새는 총 33개체(8.7%)로 4월에 22개체, 5월에 11개체로 봄철에만 집중되어 사고가 발생하는 것으로 나타났다. 흰배멧새는 총 23개체(6.1%)로 5월에 16개체, 11월에 5개체, 4월에 2개체 순으로 역시 봄철이 가을철보다 많은 경향을 보였다.

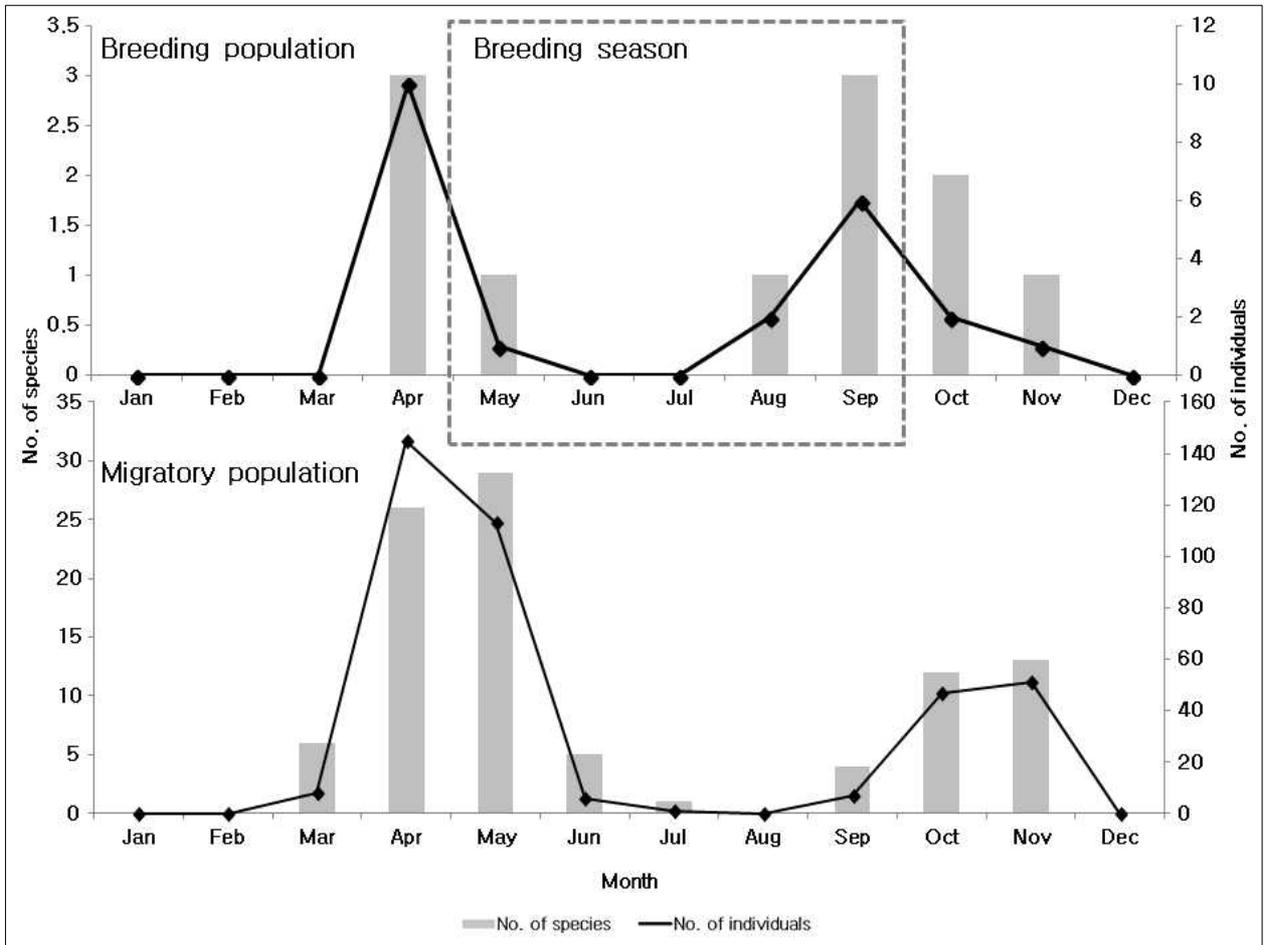


Figure 33. Difference in mortality between breeding and migratory population (killed by cat).

라. 들고양이 행동권 분석

들고양이의 생태적 정보를 얻기 위해 연구지역에 서식하는 들고양이 6개체를 대상으로 봄철에는 총 3개체 중 수컷(male) 1개체와 암컷(female) 2개체를 부착하였으며, 가을철에는 총 3개체 중 수컷 2개체와 암컷 1개체를 부착하여, 총 5,809지점의 위치자료를 획득하였다(Figure 34).

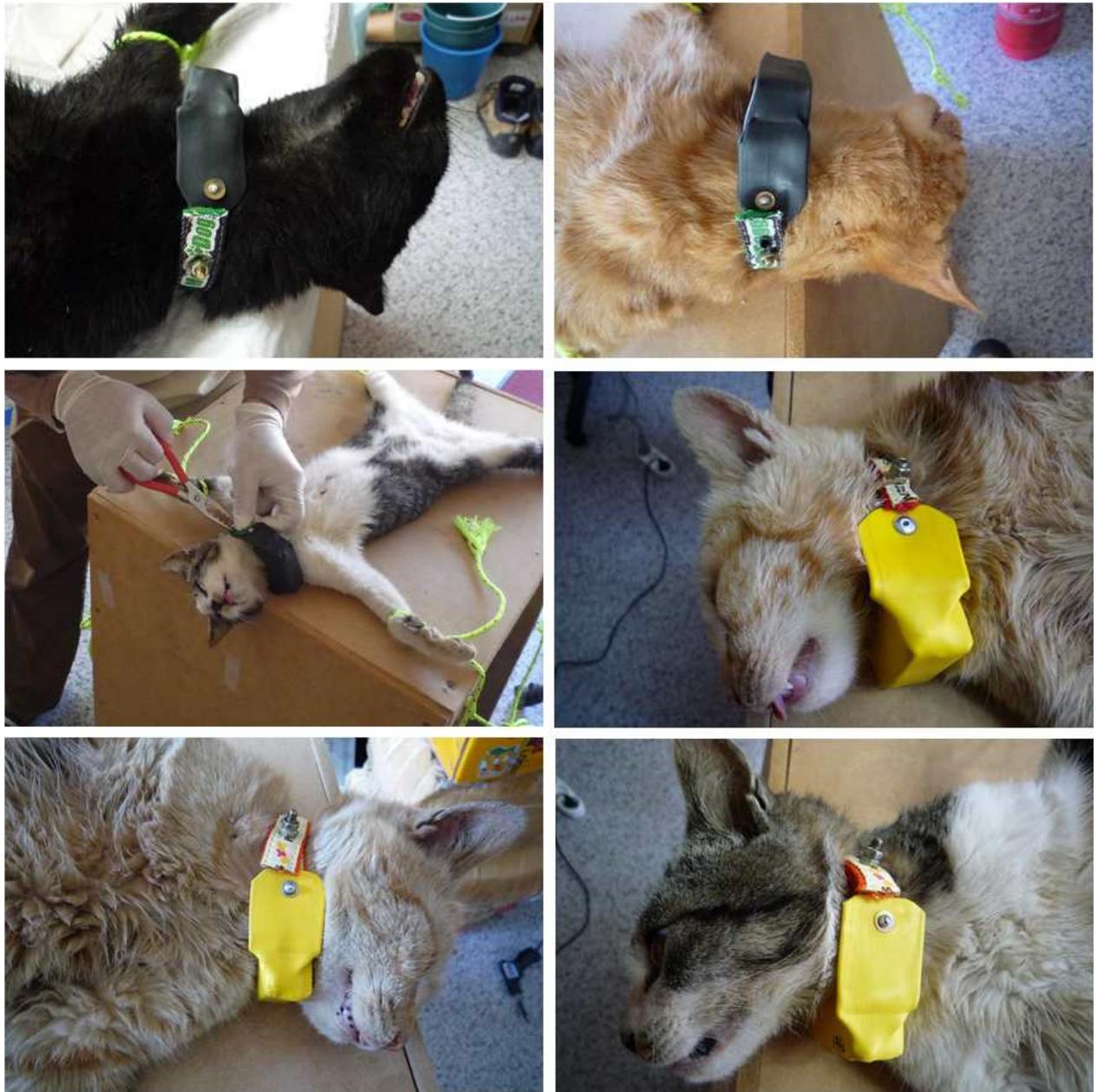


Figure 34. Feral cats attached with GPS Mobile (6 individuals).

최소블록다각형법(MCP)에 따라 수신된 위치좌표의 최외곽 지점을 연결하여 파악된 100% 들고양이 6개체의 총 행동권의 크기는 전체 72.01 ± 100.67 (평균 \pm 표준편차)ha로 나타났으며, 봄철에 총 26.49 ± 34.30 ha, 가을철에 총 117.52 ± 133.96 ha로 가을철이 봄철보다 크게 나타났다. 각 개체마다 행동권의 편차가 큰 것으로 나타났으며, 각 개체별로는 봄철에는 수컷(ID:aaa0992)개체가 66.06 ha로 가장 크게 나타났으며, 그 다음으로는

수컷(aaa2870)개체가 8.29 ha, 암컷(aaa1442)개체가 5.12 ha순으로 나타났다. 가을철에는 암컷(T9317)개체가 270.21 ha로 가장 크게 나타났으며, 그 다음으로는 수컷(T4132)개체가 62.61 ha, 암컷(T9738)개체가 19.74 ha순으로 나타났다. 봄철에는 수컷 2개체(aaa0992, aaa2870)가 암컷 1개체(aaa1442)보다 행동권이 큰 것으로 나타났으나 가을철에는 암컷 1개체(T9317)가 수컷 1개체(T4132)보다 행동권이 크게 나타나 암·수 차이에 따른 행동권의 크기가 달라지는 것을 파악할 수 없었다. 그러나 수컷(T4132)개체가 다른 암컷(T9738)보다는 큰 것으로 나타났다. 암컷(T9317)개체의 경우 주서식지인 홍도1구 마을이 아닌 홍도2구 마을까지 이동한 것으로 나타났으며, 최소볼록다각형법(MCP)의 행동권 파악에서 이동한 거리와 홍도1구 마을과 홍도2구 마을 사이의 면적이 포함되어 있기 때문에 가을철에도 수컷이 암컷보다 행동권의 크기가 큰 것인지는 파악할 수 없었다(Table 10, Figure 35).

Table 10. Estimated home ranges of feral cats using Minimum Convex Polygon (MCP).

Season	Cat ID	Sex	Area (ha)	Mean (ha)	SD (ha)	Total (ha)	
						Mean	SD
Spring	aaa0992	Male	66.06				
	aaa1442	Female	5.12	26.49	34.30		
	aaa2870	Male	8.29			72.01	100.67
Autumn	T4132	Male	62.61				
	T9317	Female	270.21	117.52	133.96		
	T9738	Female	19.74				

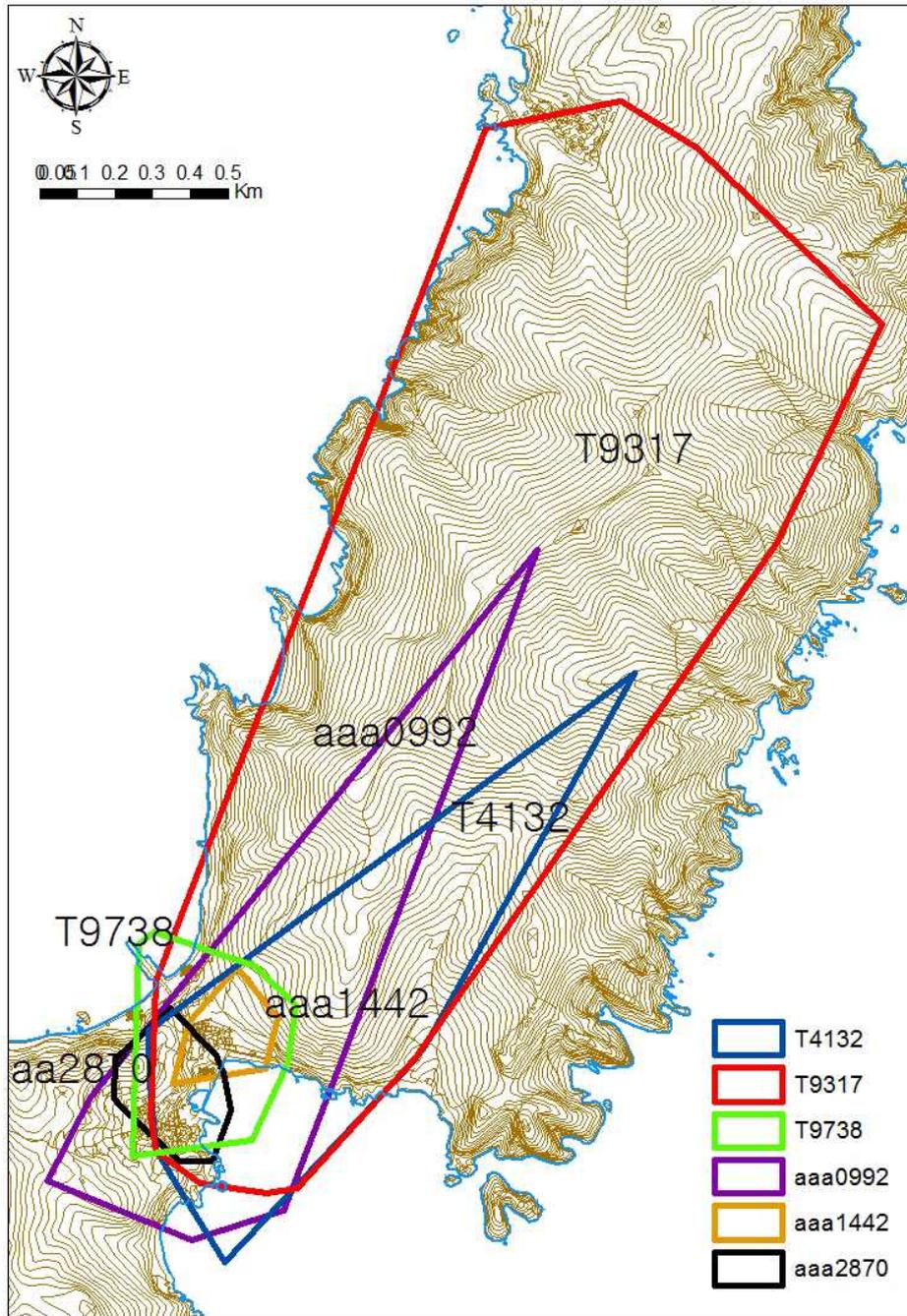


Figure 35. Home ranges of feral cats using the MCP.

특정기간 동안 동물이 체류한 위치의 상대적인 빈도분포(UD; utilization distribution)를 이용한 핵심지역 추정법(Kernel Estimation)을 이용하여 수집된 들고양이의 총 5,809지점

위치자료를 95%, 90%, 50%의 행동권을 분석한 결과, 봄철에 수컷(ID:aaa0992)개체가 총 66.06 ha (MCP) 중 95%에서 19.27ha (KR), 90%에서 14.20 ha, 50%에서 2.99 ha로 가장 크게 나타났으며, 그 다음으로 수컷(aaa2870)개체가 총 8.29 ha (MCP)로 암컷(aaa1442)개체 5.12 ha (MCP)보다 컸으나 KR 95%, 90%, 50%에서는 암컷(aaa1442)이 수컷(aaa2870)보다 큰 것으로 나타났다. 이는 수컷의 최대행동반경이나 주행동권 모두 암컷보다 큰 것이 일반적이나 일부 개체의 경우, 수컷이 암컷보다 큰 최대행동반경을 가짐과 동시에 암컷보다 작은 주행동권을 가진 경우도 있는 것으로 판단되나 비교대상의 개체수가 적기 때문에 과대평가를 했을 수도 있다. 가을철에는 암컷(T9317)개체가 총 270.21 ha (MCP) 중 95%에서 158.73 ha (KR), 90%에서 99.93 ha, 50%에서 17.07 ha로 가장 크게 나타났다. 이는 일반적으로 수컷의 행동권이 암컷보다 큰 것에 반대되는 결과로 주서식지역에서의 경쟁에서 밀리거나 다른 요인에 의해 주서식지역을 벗어난 것에 따른 것으로 판단된다(Table 11, Figure 36~41).

핵심지역 추정법에 의한 50% 핵심지역은 가을철의 암컷(T9317)개체가 가장 컸으며, 그 다음으로는 가을철의 수컷(T4132)개체, 봄철의 수컷(aaa0992)개체, 가을철의 암컷(T9738)개체, 봄철의 암컷(aaa1442)개체, 수컷(aaa2870)개체 순으로 나타났다. 또한, 계절별로 가을철이 5.10 ± 6.23 ha (평균 \pm 표준편차)로 봄철 1.45 ± 1.34 ha보다 행동권의 크기가 큰 것으로 나타났다(Table 11, 36~41).

핵심지역 추정법에 의해 확인된 주간시간대의 행동권 면적과 들고양이에 의해 사망한 조류개체수를 기준으로 연구지역에 서식하는 들고양이의 수가 총 6개체라고 가정한다면, 단위면적당 사고를 당하는 개체수(N/ha)는 행동권 내에서 외곽지역인 95%에서 42.48 ± 42.45 (평균 \pm 표준편차)개체, 핵심지역인 50%에서 256.09 ± 264.34 개체가 사고를 당하는 결과를 얻을 수 있다(Table 9, 11). 이는 본 연구지역 내에 서식하는 들고양이를 6개체로 가정했을 때 얻을 수 있는 최대 사고개체수인 것으로 판단된다. 그러나 위치추적을 한 샘플개체수가 6개체로 적고 가을철 암컷(T9317)개체의 행동권이 다른 개체에 비해 넓어 편차가 큰 결과를 나타내고 있어 단위면적당 사고 개체수를 평가하기에는 다소 무리가 있으며, 보다 정확한 사고개체수 산정을 위해서는 핵심지역별 사고개체수와 들고양이 서식밀도를 바탕으로 분석하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

Table 11. Estimated home ranges of feral cats using Kernel Estimation (KR).

Season	Cat ID	Sex	MCP (ha)	KR (ha)		
				95%	90%	50%
Spring	aaa0992	Male	66.06	19.27	14.20	2.99
	aaa1442	Female	5.12	4.11	3.08	0.75
	aaa2870	Male	8.29	4.09	3.07	0.60
		Mean		9.16	6.78	1.45
		SD		8.76	6.42	1.34
Autumn	T4132	Male	62.61	47.98	34.52	6.58
	T9317	Female	270.21	158.73	99.93	17.07
	T9738	Female	19.74	12.00	9.37	2.67
		Mean		72.90	47.94	8.76
		SD		76.47	46.75	7.42
Total		Mean		41.03	27.36	5.10
		SD		59.91	37.40	6.23

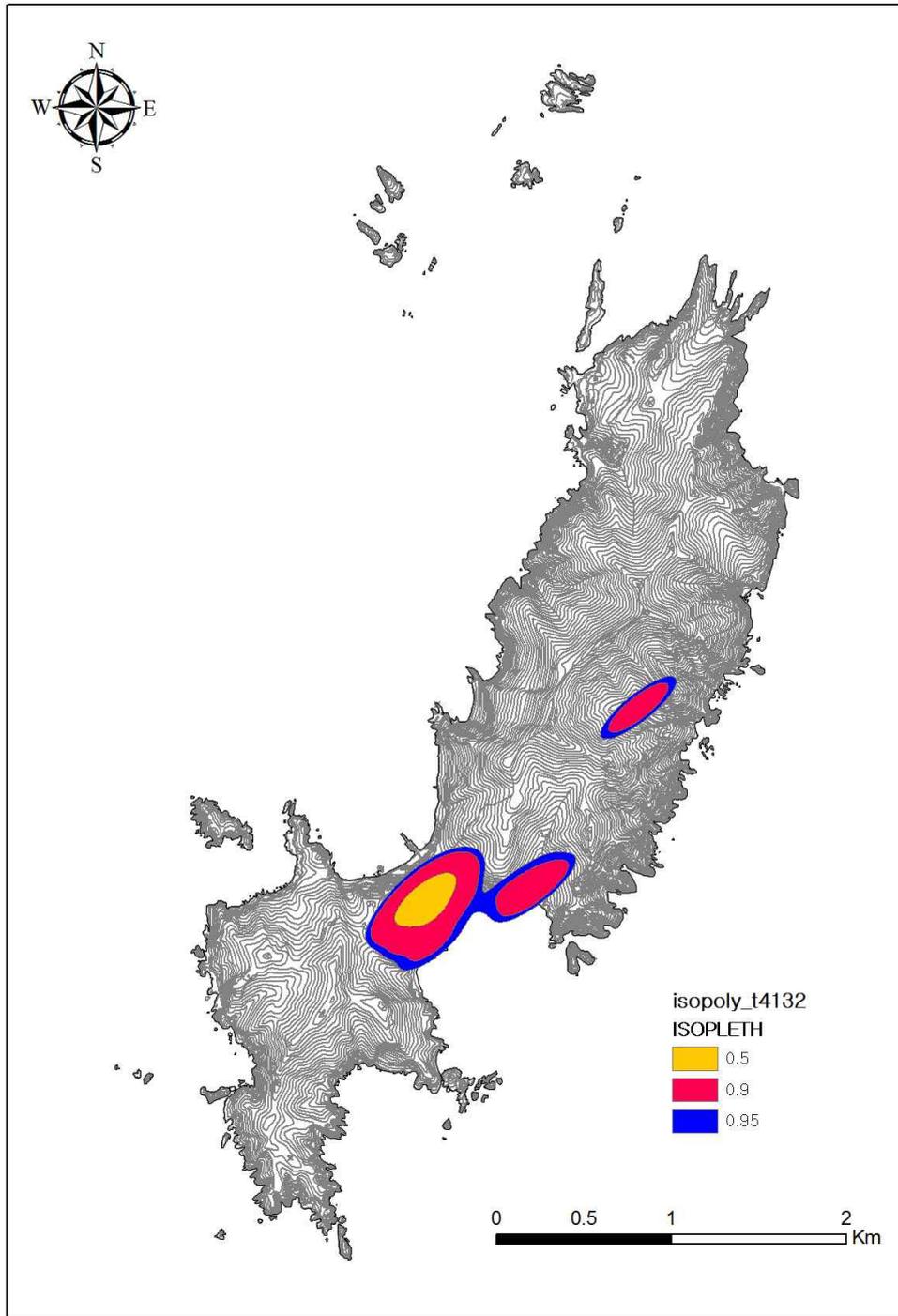


Figure 36. Home range of the studied feral cat (Id:T4132) using Kernel Estimation.

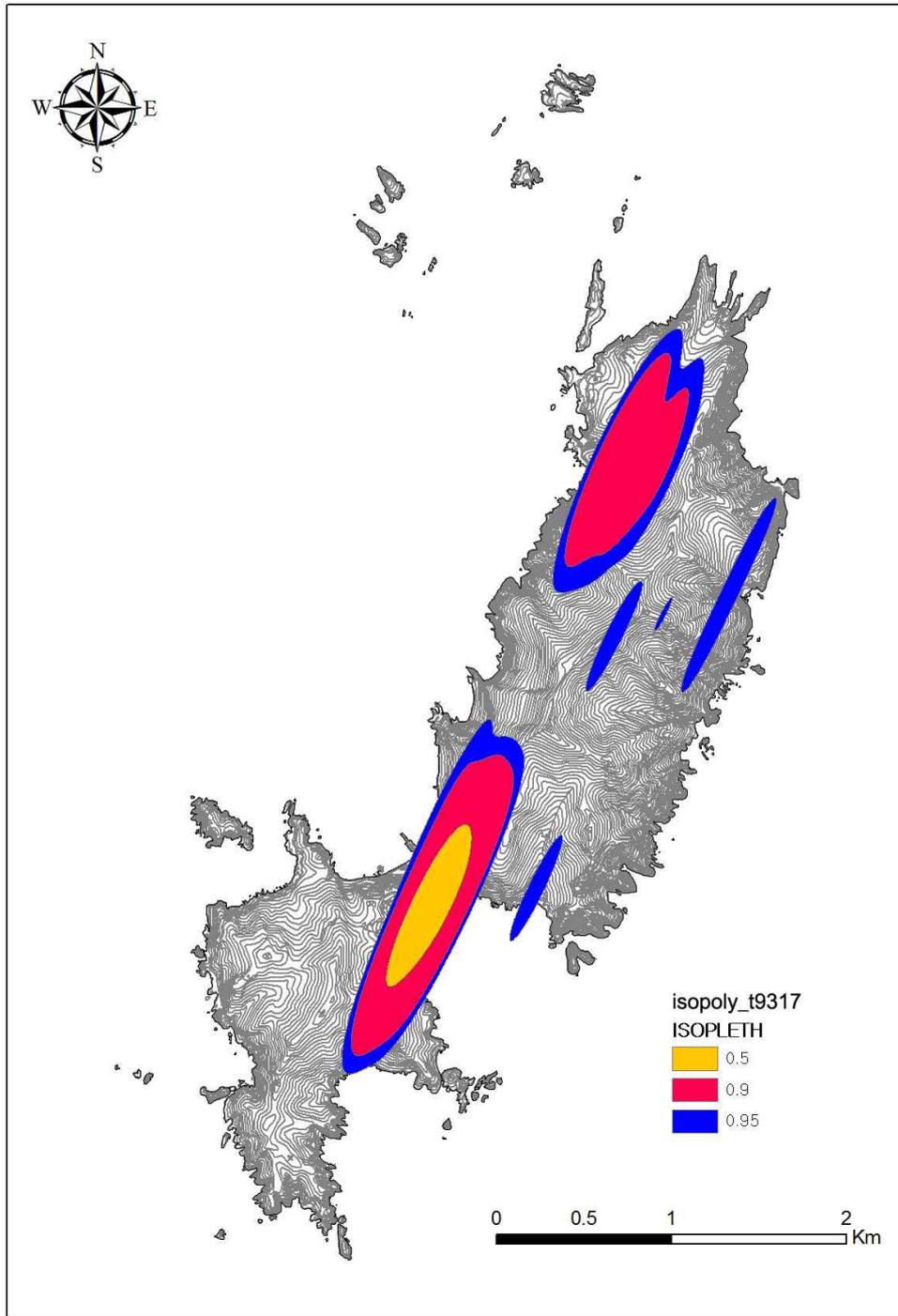


Figure 37. Home range of the studied feral cat (Id:T9317) using Kernel Estimation.

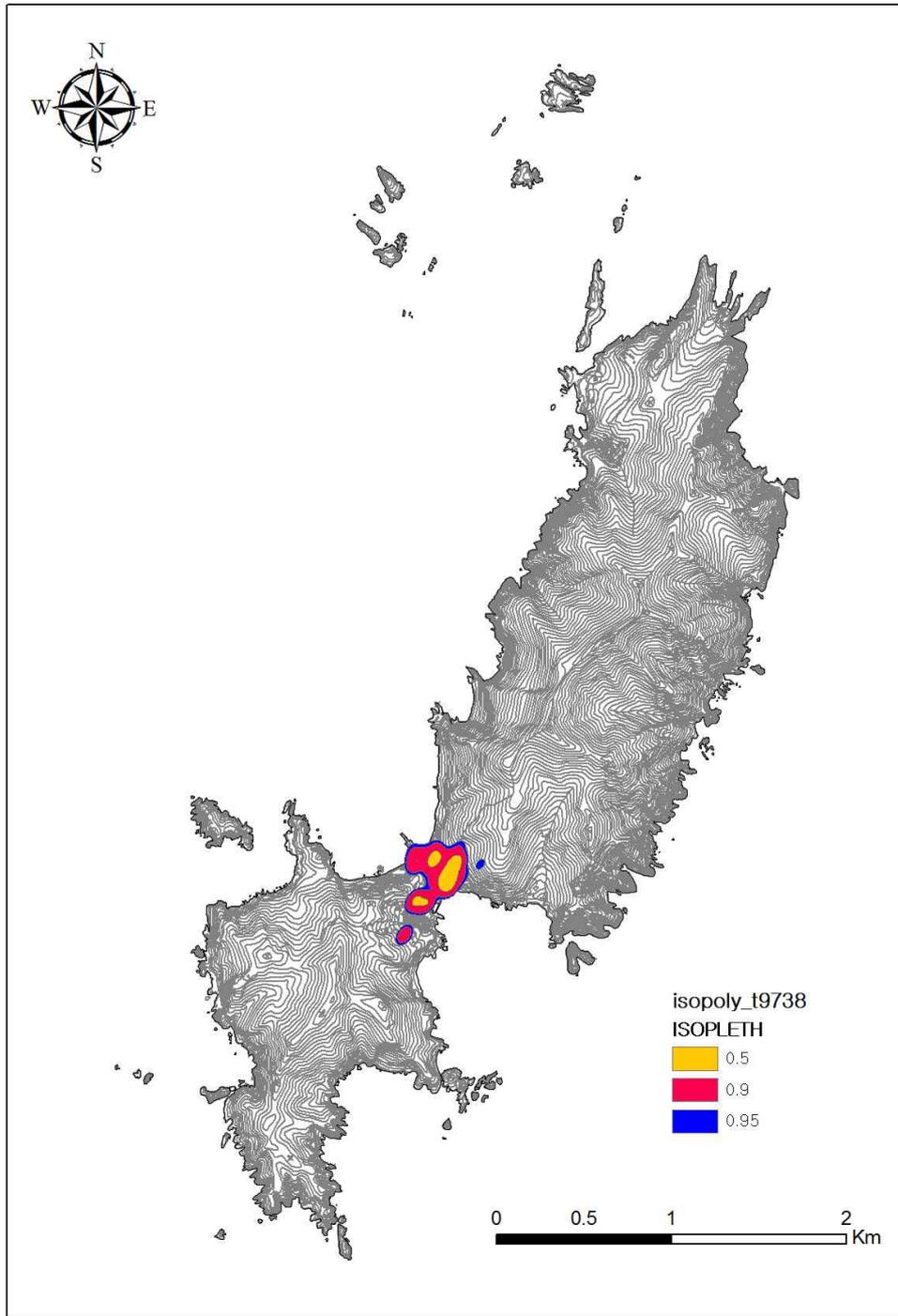


Figure 38. Home range of the studied feral cat (Id:T9738) using Kernel Estimation.

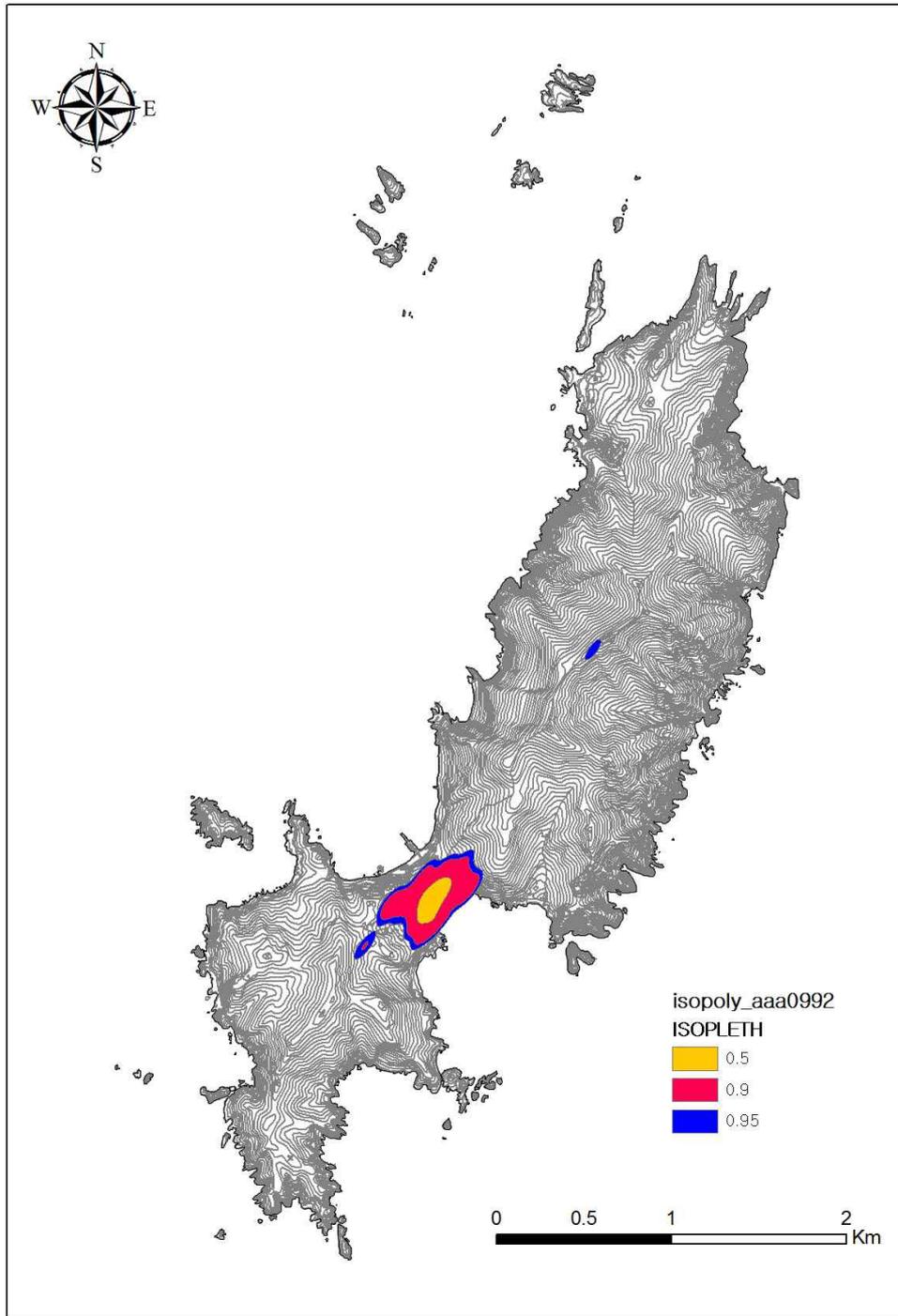


Figure 39. Home range of the studied feral cat (Id:aaa0992) using Kernel Estimation.

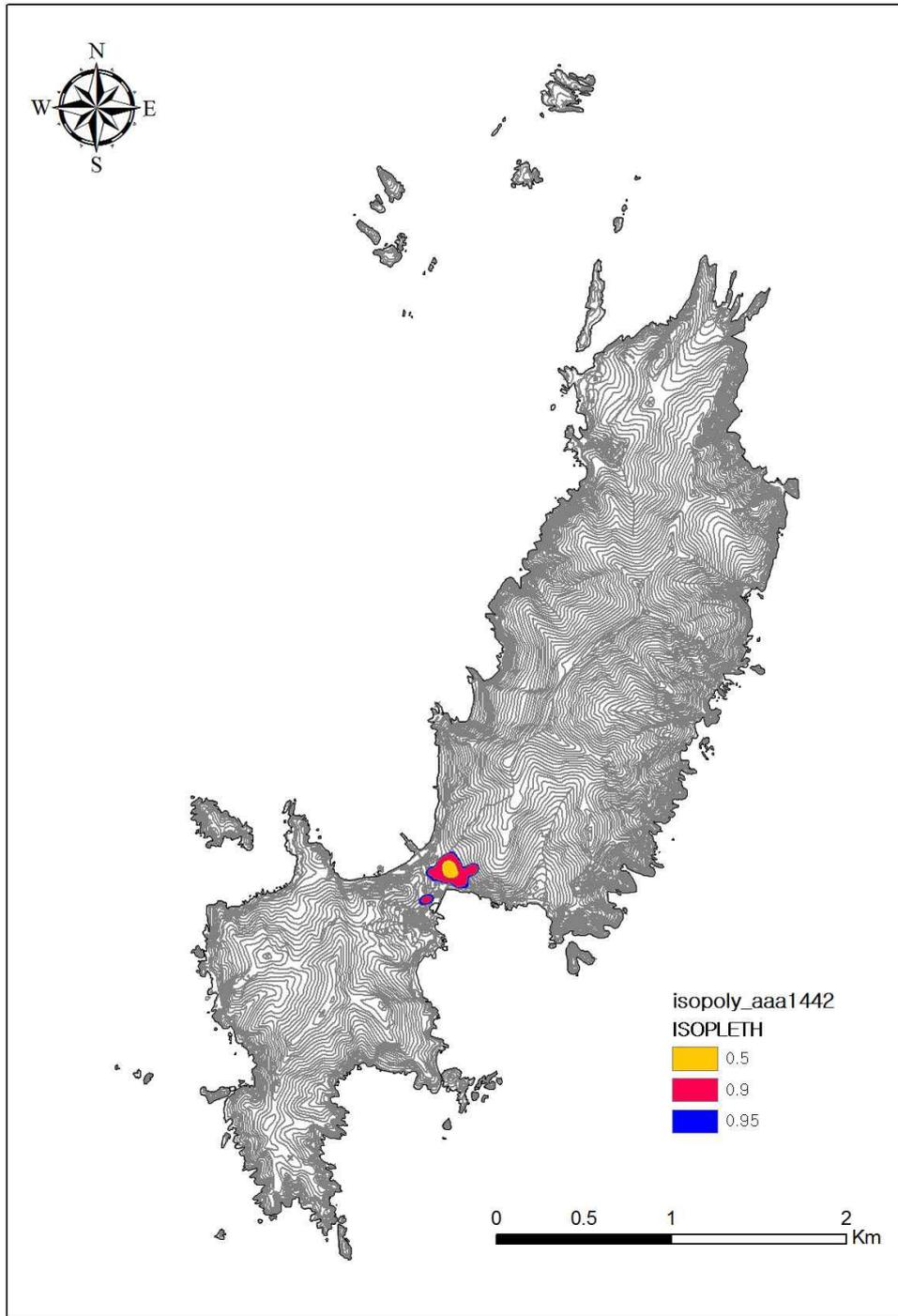


Figure 40. Home range of the studied feral cat (Id:aaa1442) using Kernel Estimation.

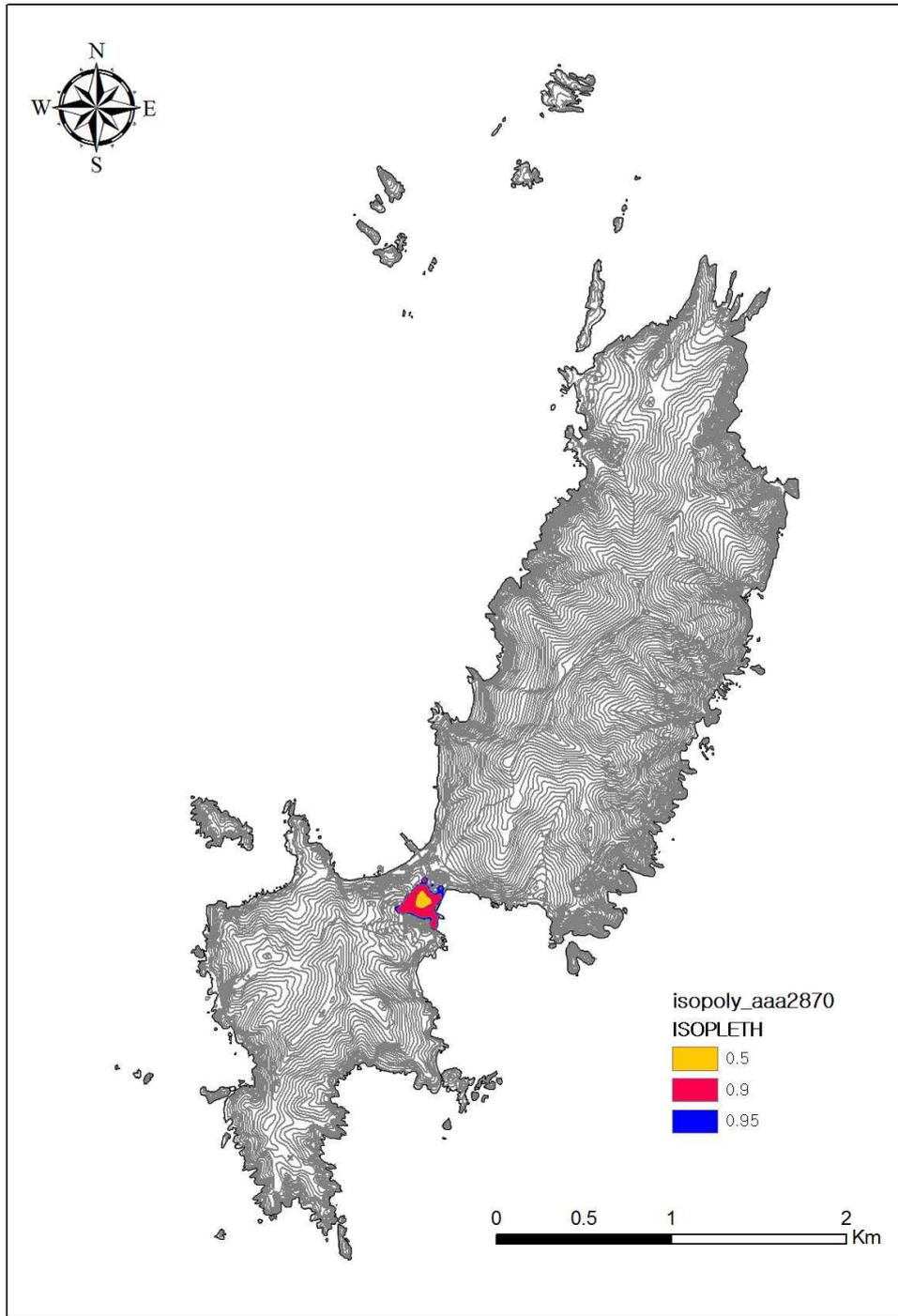


Figure 41. Home range of the studied feral cat (Id:aaa2870) using Kernel Estimation.

위치추적기를 이용하여 수집된 들고양이의 총 5,809지점 위치자료를 주·야간으로 구분하여 핵심지역 추정법(KR)에 의한 95%, 90%, 50%의 행동권을 분석한 결과, 봄철에는 주간보다 야간에 95%, 90%, 50%의 행동권 모두 큰 것으로 나타났으며, 이와는 반대로 가을철에는 야간보다 주간에 95%, 90%, 50%의 행동권 모두 큰 것으로 나타났다(Table 12, Figure 42~47). 연구지역에서 발생하는 음식물쓰레기는 가을철보다 봄철에 많이 발생하며, 연구지역에 도래하는 철새의 패턴 또한 가을철보다는 봄철에 짧은 도래기간에 집중적으로 도래하는 패턴에 기인하여, 봄철이 가을철보다 상대적으로 긴 주간시간을 가짐에도 불구하고 가을철에 행동권이 크게 나타난 결과는 음식물쓰레기나 조류 등의 가용할 수 있는 먹이의 양이나 확보용이성이 떨어지기 때문에 이를 보완하기 위해 봄철보다는 가을철의 행동권이 큰 것으로 판단되며, 주간 행동권 또한 봄철보다 가을철이 큰 것으로 판단된다(Table 12, Figure 42~47).

Table 12. Differences of the home range sizes between the day and the night using KR.

Season	Cat ID	Sex	MCP (ha)	KR (ha)					
				95%		90%		50%	
				Day	Night	Day	Night	Day	Night
Spring	aaa0992	Male	66.06	18.95	22.78	13.72	16.94	2.91	3.85
	aaa1442	Female	5.12	4.14	4.53	3.14	3.36	0.82	0.83
	aaa2870	Male	8.29	4.14	4.42	3.06	3.34	0.65	0.66
		Mean		9.08	10.58	6.64	7.88	1.46	1.78
		SD		8.55	10.57	6.13	7.85	1.26	1.79
Autumn	T4132	Male	62.61	56.48	52.29	40.48	38.83	7.63	7.59
	T9317	Female	270.21	208.39	143.21	134.00	98.47	21.22	18.52
	T9738	Female	19.74	13.27	12.86	10.25	10.11	2.92	2.91
		Mean		92.71	69.45	61.58	49.14	10.59	9.67
		SD		102.48	66.85	64.52	45.07	9.50	8.01

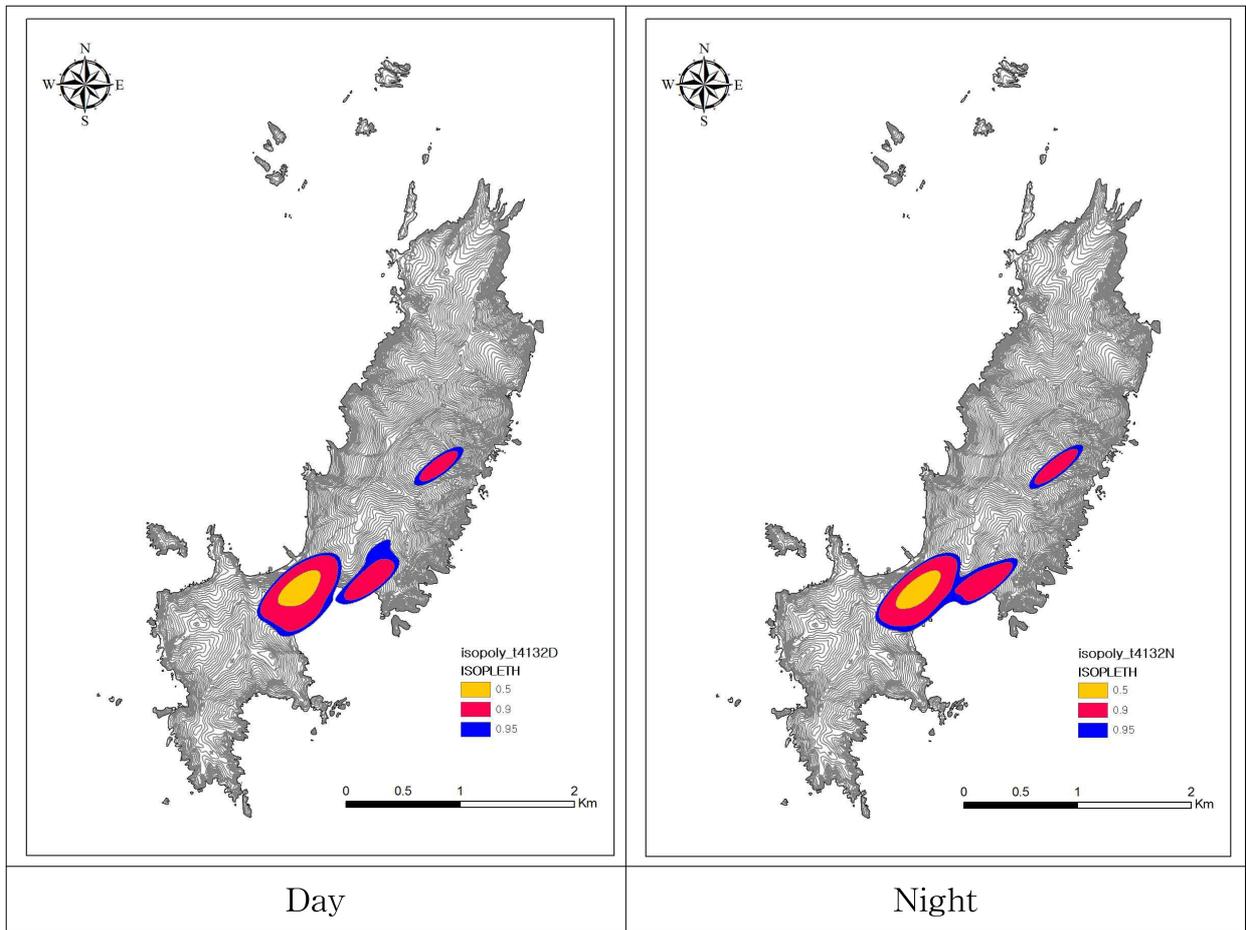


Figure 42. Home range of the studied feral cat (Id:T4132) using Kernel Estimation in day and night.

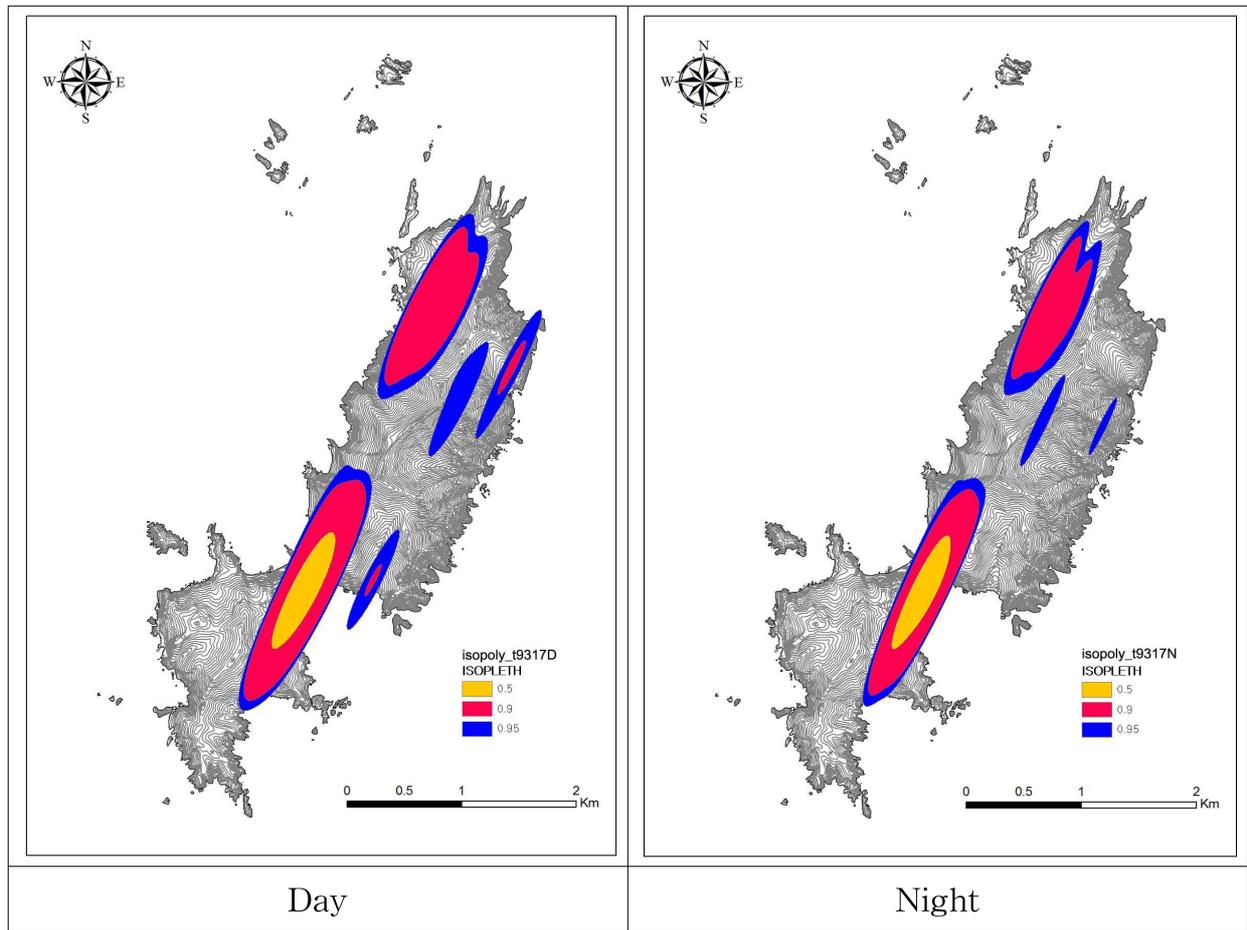


Figure 43. Home range of the studied feral cat (Id:T9317) using Kernel Estimation in day and night.

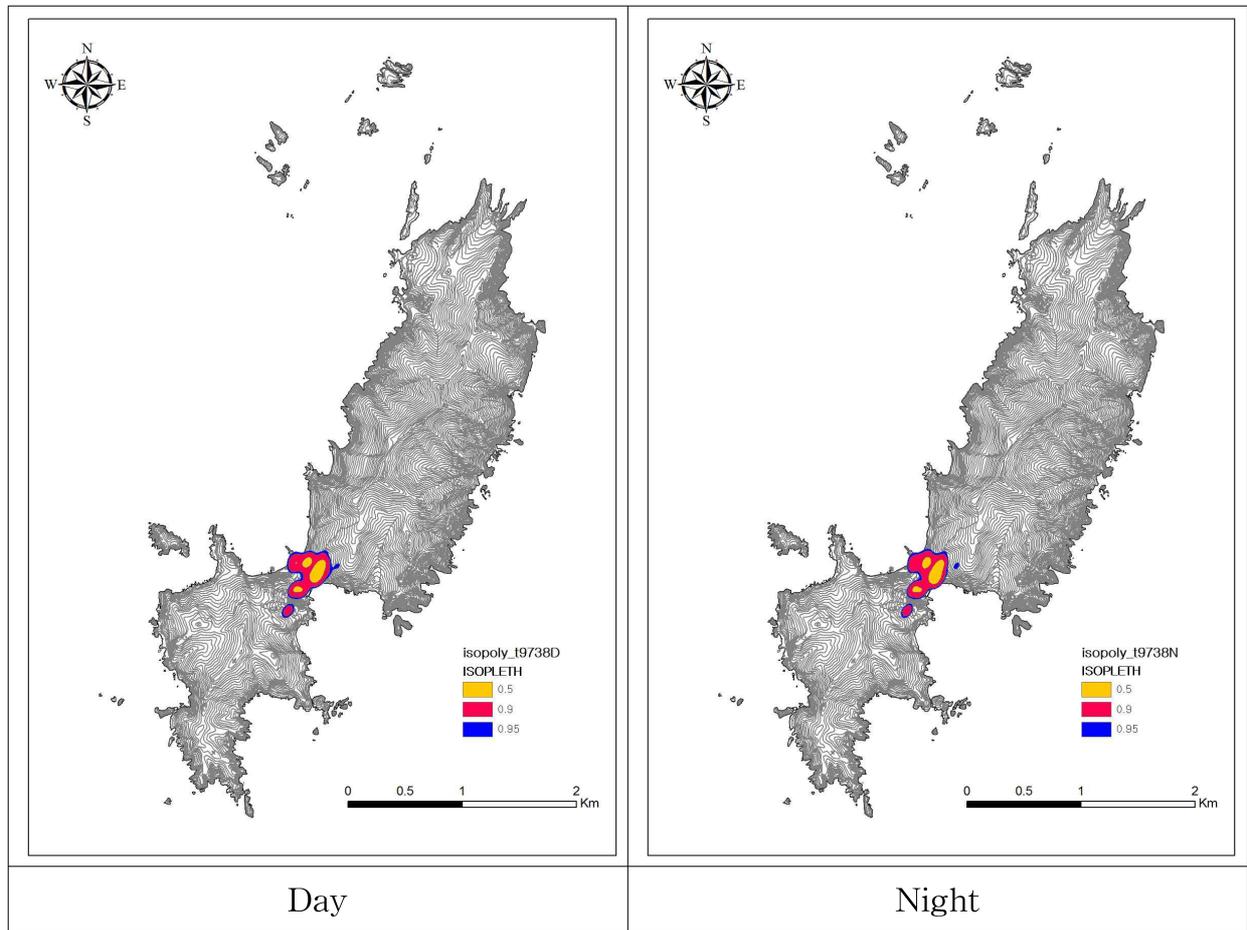


Figure 44. Home range of the studied feral cat (Id:T9738) using Kernel Estimation in day and night.

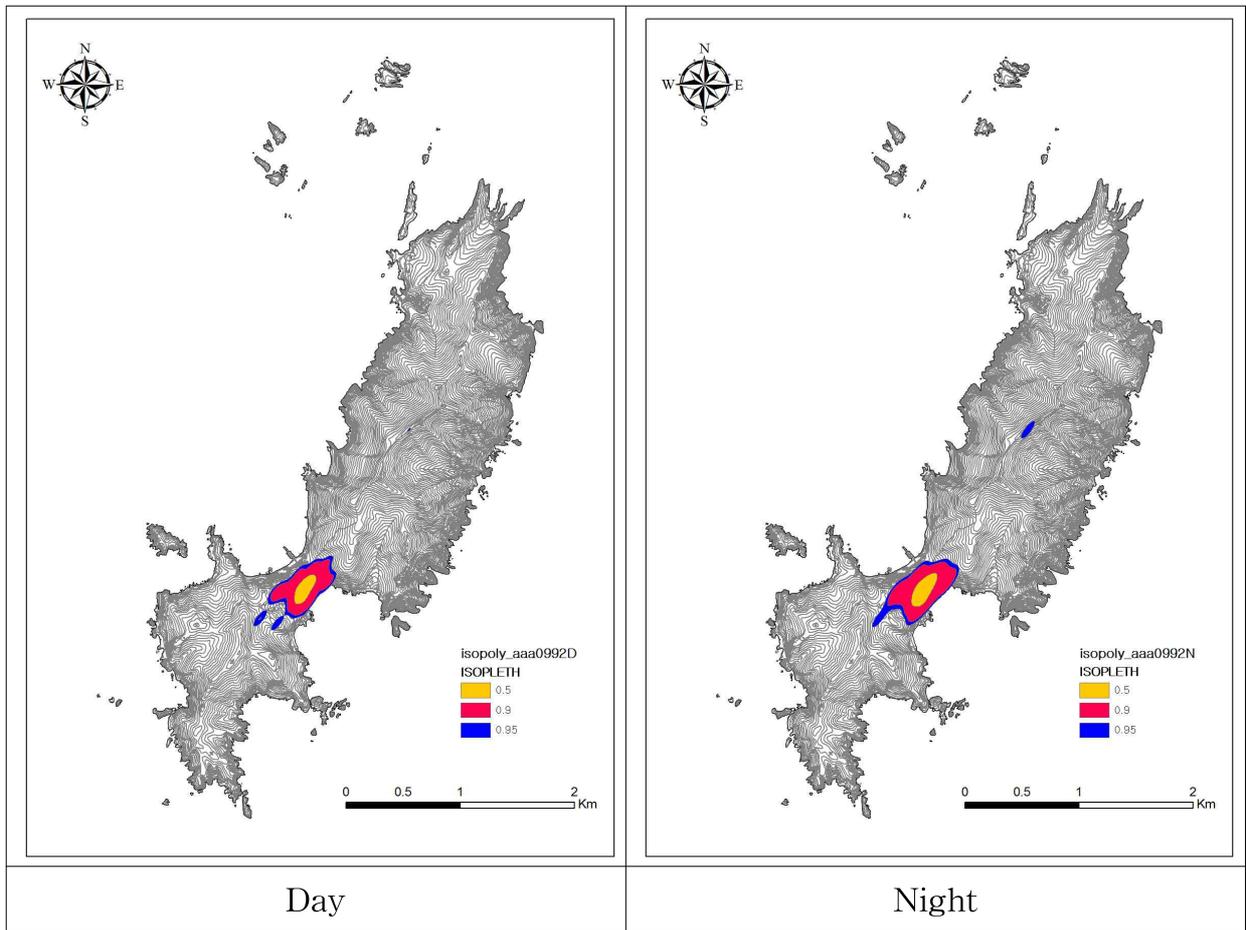


Figure 45. Home range of the studied feral cat (Id:aaa0992) using Kernel Estimation in day and night.

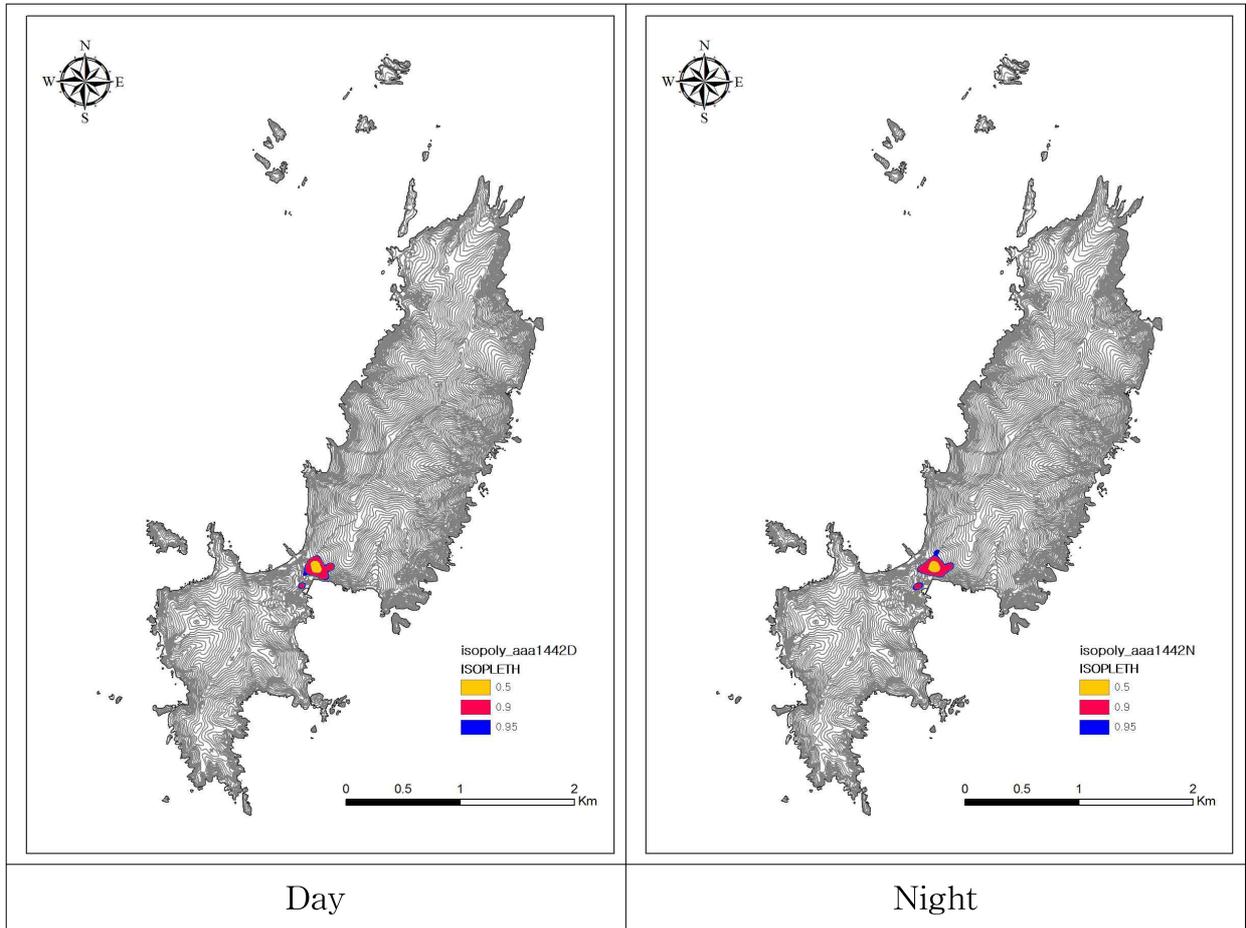


Figure 46. Home range of the studied feral cat (Id:aaa1442) using Kernel Estimation in day and night.

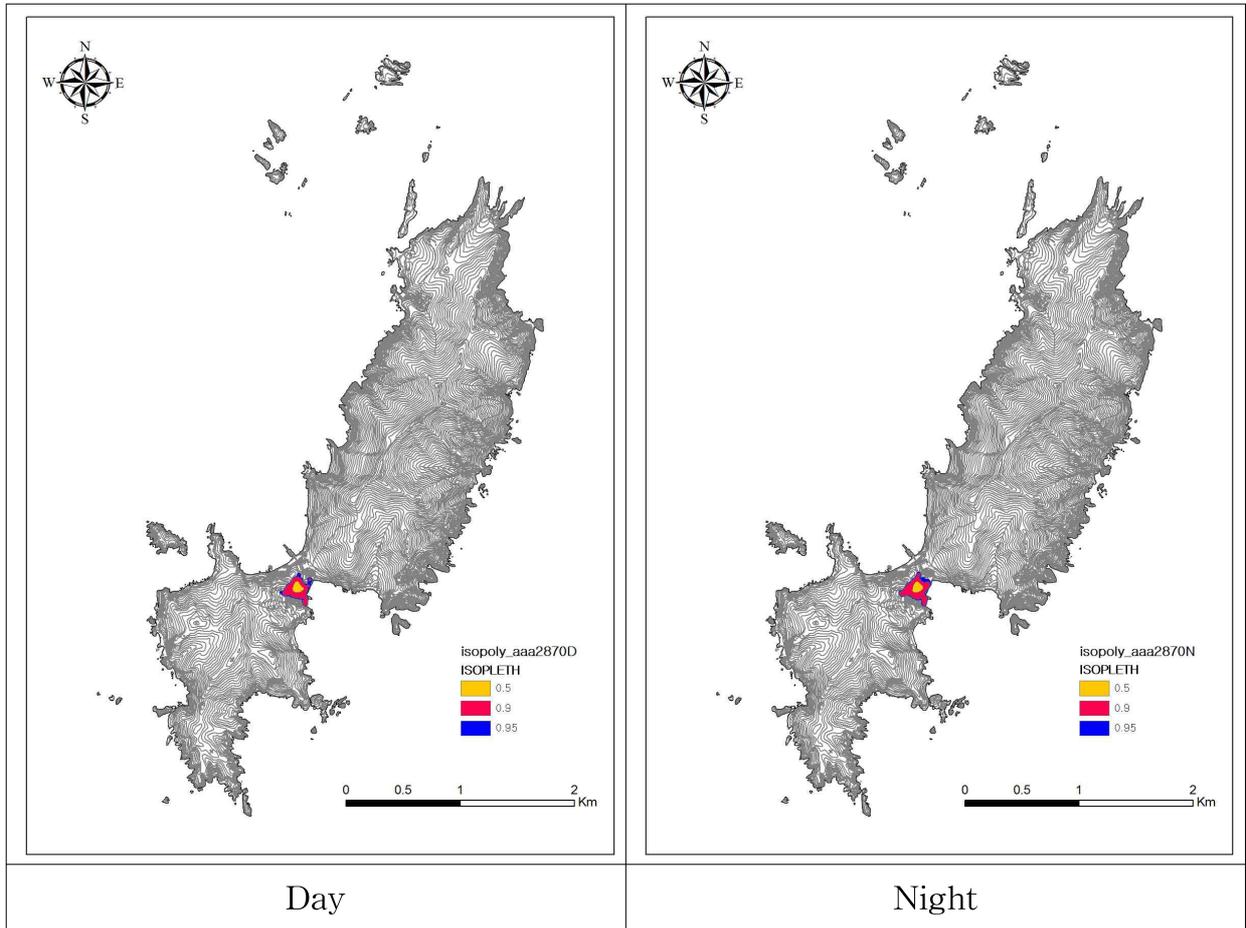


Figure 47. Home range of the studied feral cat (Id:aaa2870) using Kernel Estimation in day and night.

4. 고찰

사고가 발생하는 시기별 사고경향은 가을철보다는 봄철이 더 많은 경향을 보였으며, 번식여부를 기준으로 연구지역에서 번식개체군(텃새)과 비번식개체군(철새)의 사고경향 또한 두 개체군 모두에서 가을철보다는 봄철에 사고를 많이 당하는 것으로 나타났다. 이는 들고양이에 의한 포살 요인은 다른 위험요인보다 봄철에 장거리의 바다를 건너와야 하는 지리적 특성에 기인하여 중간기착지에 도착하였을 당시 체력이 소진된 경우(Table 3)가 많아 같은 종 내에서도 체력이 소진되지 않은 개체(사고를 당하지 않는 개체)보다 상대적으로 포식자인 들고양이에 대한 회피능력이 저하된 것으로 판단된다

(Yanagawa and Shibuya 2000). 아울러, 비번식개체군과 달리 번식개체군은 봄철에 4월과 5월에 집중되는 경향을 보이다가 봄철 이동시기가 끝나고 번식기가 시작되면서부터 가을철 이동시기까지 증가하는 경향이 나타나 연구지역에서 태어난 어린새의 경우 들고양이에 의한 피해에 좀 더 노출되어 있는 것으로 판단된다.

들고양이의 행동권 크기에 관한 연구(Mirmovitch 1995)에서는 연중 수컷이 암컷보다 더 큰 행동권을 가지는 것으로 알려져 있으나, 본 연구에서는 최소블록다각형법(MCP)에 의한 행동권과 핵심지역 추정법(KR)에 의한 행동권 모두 가장 큰 행동권을 가진 가을철 암컷(T9317)개체의 경우, 홍도1구 마을과 홍도2구 마을 사이가 직선거리로 약 2.6km의 거리임에도 불구하고 이동한 것은 돌발적인 행동권의 변화일 가능성을 배제할 수는 없지만 주행동권 내에서도 다른 개체의 세력권 방어를 위한 공격적 행동이나 먹이경쟁 등에 밀려 이동했을 가능성도 있는 것으로 판단된다. 즉, 연구대상인 들고양이의 추적개체수가 적긴 하나 본 연구에서 나타난 결과로 보아 행동권이 크다고 해서 서식지 내에서 다른 개체에 비해 우위에 위치하는 것만은 아닐 가능성도 있는 것으로 판단된다. 보다 많은 수의 개체를 대상으로 연구가 필요한 것으로 판단된다.

최소블록다각형법(MCP)에 의한 봄철 행동권 면적에서는 수컷이 암컷보다 큰 것으로 나타났으나, 핵심지역 추정법에 의한 50% 핵심지역(core area)에서는 역전되는 결과가 나타났다. 따라서, 최소블록다각형법에 의한 행동권은 최대 활동범위를 대변하나 주활동범위는 대변할 수 없는 것으로 판단되며, 주행동권의 크기는 비슷할 지라도 최대 활동범위는 개체마다 차이가 있는 것으로 판단된다. 핵심지역 추정법(KR)에 의한 50% 핵심지역은 성별에 따른 차이를 뚜렷하게 보이지는 않았으나 계절별로 가을철이 5.10 ± 6.23 ha (평균 \pm 표준편차), 봄철 1.45 ± 1.34 ha로 행동권의 크기에서 차이를 보였다. 세력권이나 행동권의 면적이 좁을수록 그 내부에서 획득할 수 있는 먹이의 양이나 선호하는 환경요소의 규모(scale or dimension) 등이 제한되므로 계절에 따른 행동권의 범위가 변할 가능성이 있으며, 세력권 및 행동권 크기에 따른 먹이 의존도 또한 달라질 것으로 판단된다. 즉, 먹이확보의 용이성 등과 같은 서식지의 질과 들고양이의 행동권은 상호 보완적인 관계가 있는 것으로 판단된다(이 등 2009).

단위면적당 사고개체수는 들고양이의 행동권 핵심지역인 50%를 기준으로 하여야 하나 50% 내는 주거 밀집지역이며, 50% 외곽지역과 95% 사이의 지역은 주거지역 인근 농경지나 초지 또는 산림 인접지역으로 연구지역에 도래하는 조류가 주로 이용하는 공간이며, 실제 주로 들고양이에 의한 포살이 발생하는 지역이다. 따라서 들고양이의 행동권 중 핵심지역을 기준으로 조류의 사고개체수를 추정하거나 평가할 때 오류가 발생

할 수 있으므로 무리수가 클 것으로 판단된다.

행동권의 크기에서는 각각의 개체마다 차이는 있으나 지리적 위치는 홍도1구 마을에서 6개체 모두 중복되었다. 또한, 핵심지역인 50%내의 지역은 모두 주거 밀집지역으로 들고양이들은 주로 주거 밀집지역에서 서식하는 것으로 판단되며, 주거지역을 중심으로 음식물 쓰레기나 기타 먹이자원을 지속적으로 공급받을 수 있어 조류보다는 음식물 쓰레기나 기타 먹이자원에 대한 의존도가 높은 것으로 판단된다(이 등 2009). 그러나 들고양이에 의한 포살로 인한 사고가 지속적으로 발생하고 있어 들고양이의 개체수가 폭발적으로 증가하거나 가용할 수 있는 먹이자원의 양이나 질이 떨어지면 조류사고가 증가할 것으로 판단되며, 들고양이는 지속적으로 조류에 대한 잠재적인 위험요인으로 작용할 것으로 판단된다.

제7장. 종합 고찰

1. 중간기착지의 조류사망사고 현황

철새는 뛰어난 이동성과 조절능력을 바탕으로 빠르게 바다, 사막 또는 거주하기에 부적당한 지역을 건너 수천km에 달하는 먼 거리를 여행할 수 있으며, 일련의 이동주기를 채택함으로써 다른 계절에 광범위하게 분리된 지역들을 점유할 수 있는 이점이 있다(Newton 2008). 그러나 많은 시간과 에너지 투자를 이동과 중간기착지의 연속적인 과정에서 사용하여야 하는 선택압(selective pressure)을 받으며, 이동경로 상에 위치한 중간기착지의 서식지 질과 수용력은 철새의 이동 성공 여부에 매우 중요하게 작용한다. 특히 장거리 이동 철새의 경우 많은 환경과 접하게 되고 그만큼 환경변화의 많은 위험에 노출되어 있어 보다 체계적이고 적극적인 통합서식지 관리가 필요하다. 따라서 철새의 성공적인 이동을 위한 중간기착지의 안정적인 서식지 요구조건과 위험요인 제거를 위한 기초연구가 필요하며, 특히, 연구지역과 같이 바다로 고립된 도서지방에서의 사고현황과악 및 사고원인에 대한 연구가 전무한 실정이고 연구에 대한 필요성은 증대되고 있다.

이를 위해 2007년 1월부터 2011년 12월까지 총 60개월 간 전남 신안군 홍도에 도래하는 조류에서 발생하는 사고를 대상으로 실시된 연구결과 사체로 인수된 조류는 총 15목 36과 130종 1,338개체가 수집되어 연구지역에 도래하는 많은 조류가 사고위험에 노출되어 있는 것으로 나타났다. 또한, 사체로 수집된 조류 중 법정보호종도 총 9종이 확인되어 법정보호종이나 희귀종도 사고의 위험에 노출되어 있는 것으로 나타났다. 번식지나 월동지와 같은 주서식지에서는 법정보호종이나 희귀종의 개체군 유지를 위한 노력이 진행 중이나 연구지역과 같은 도서지방의 중간기착지에서는 사고에 대한 이해나 내재된 위험에 대한 연구가 거의 없는 실정이다. 더욱이 한정된 먹이자원, 수용력, 장거리 이동에 따른 피로도 및 위험증가, 제한된 서식지, 높은 밀집도 등의 불리한 조건의 중간기착지에서 사고현황과악 및 위험요인 제거와 같은 적극적인 노력이 번식지나 월동지보다 많이 필요하고, 특히 희귀하거나 개체수가 감소 중일 경우 더욱더 절실한 것으로 판단된다(Drewitt and Langston 2008). 게다가 사고발생 원인 중 들고양이에 의한 포살, 인공구조물에 의한 충돌, 기름오염 등 인간과 관련된 인위적인 요인

(anthropogenic factors)이 전체 사고의 73.8%를 차지할 정도로 그 심각성과 적극적인 대응책이 절실히 요구된다. 5년 간 평균 61 ± 18.03 종 268 ± 113.85 개체가 사고를 당하는 것으로 나타났으며, 연구지역에 도래하는 조류와 환경적 특성이 크게 변하지 않는 한 평균적인 범위 전후로 사고가 발생할 것으로 판단된다. 이는 현재 발생하는 조류의 사고수와 위험요인으로 작용하는 요인을 파악하고 단순하게 제거하는 1차적인 행동만으로도 본 연구결과의 평균이하로 사고율을 유지할 수 있거나, 점차적으로 사고를 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다. 또한 위험요인 제거와 더불어 안정적인 담수를 공급할 수 있는 시설의 설치와 같은 서식지 질을 높이는 행동으로 인해 한정된 공간으로도 수용력을 향상 시키는 효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

사고를 당하는 조류의 대부분은 철새로 다음 이동을 위해 잠시 체류하며 체력을 보충하는 중간기착지로 이용하는 것으로 나타났으며, 이와 더불어 연구지역에서 번식하거나 1년 내 서식하는 텃새의 사고비율(61.1%)도 높게 나타났다. 사고발생은 조류의 이동시기에 주로 발생하는 것으로 나타나 Johnson *et. al.* (1976)의 연구와 동일한 결과를 보였으나, 봄철이 가을철보다 사고발생이 많은 것으로 나타나 계절에 따른 사고 발생 시기는 정반대로 나타났다. 본 연구지역에서 봄철이 가을철보다 사고가 많이 발생하는 것은 지리적 특성과 철새의 이동생태에 기인한 것으로, 번식지로 이동하는 시기인 봄철에는 휴식을 취할 수 있는 공간이 없는 장거리의 바다를 건너야 하고, 보다 빨리 번식지에 도착해서 다른 종이나 개체보다 생태적 우위를 선점해야 하는 압박감 등으로 가을철에 비해 상대적으로 빠르고 짧은 이동기간을 가지는 것이 일반적이며 (Berthold 2001), 이에 따른 사고의 위험도 가을철에 비해 높은 것으로 판단된다.

따라서 각각의 사고원인에 따른 종특이성을 가지며 신체적 특징, 생태적 습성, 이동 시기 등 각각의 특이성에 따라 사고유형도 다양한 것으로 판단된다.

2. 인공구조물에 의한 충돌

인공구조물에 의한 충돌로 인해 사망한 조류는 총 54종 298개체가 수집되었으며, 그 중 동박새, 흰배지빠귀, 노랑턱멧새, 호랑지빠귀가 사고를 많이 당하는 종으로 나타나 충돌로 인한 사망은 종의 비행형태에 따라 사고유발이나 정도가 다를 것으로 판단된다 (Yanagawa and Shibuya 2000). 연구지역에서의 텃새개체군 내의 중간에서도 비행형

태에 따라 유리창에 충돌하는 빈도가 다르게 나타났으며, 사체 발견지역의 지역적 특성 중 건물 외 지역에서도 사체가 발견된 것으로 보아 건물지역에서 충돌 후 약간의 이동능력이 있어 건물 외 지역으로 이동한 후 시간적 차이를 두고 추가적으로 사망하는 것으로 체중과 비행속도에 비례하여 충돌충격이 가해질 것으로 판단된다. 그러나 몸집이 작고 체중이 가벼운 종일지라도 유리창 충돌로 인해 사망에 이르는 경우도 있는 것으로 판단된다. 유리창 인근의 지면을 채식지로 이용하는 생태적 지위(niche)의 조류가 충돌이 발생하기 쉬운 조류라고 알려져 있으며(Klem 1990, Yanagawa and Shibuya 2000), 노랑턱멧새가 여기에 해당하는 것으로 판단된다. 따라서 인공구조물에 의해 충돌이 많이 일어나는 조류는 종의 비행형태, 체중, 채식지 등의 생태적 특성과 관련이 있는 것으로 판단된다.

유리창 충돌은 다른 연구결과(Johnson and Hudson 1976, Klem 1989, Gelb, and Delacretaz 2006)와 같이 봄철 이동시기와 가을철 이동시기에 가장 많이 나타났으나, 홍도와 같은 바다로 고립된 중간기착지에서는 전체 이동거리 중 중간기착지의 위치에 따라 사고발생시간과 시기가 봄철이나 가을철 또는 아침이나 저녁에 따라 달라지는 것이 아니라 사고 발생지역의 지리적 특성에 따라 다르게 나타날 것으로 판단된다. 각각의 종별 특이성을 보이며, 철새에 비해 텃새가 사고지역의 지리나 지형을 좀 더 숙지하고 더불어 위험요인도 숙지하거나 학습했을 가능성이 높아 텃새와 철새의 사고발생 시기 또한 차이가 있는 것으로 판단된다.

각각의 사고발생지역의 환경적 특성이 조류의 사고발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시한 다중회귀분석 결과 유리창의 면적만이 인공구조물에 의한 충돌로 사망하는 개체에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 따라서 건물의 유리창 면적의 증가여부에 따라 조류사고의 위험도 달라지는 것으로 판단된다.

유리창의 방향과 사고와의 상관관계 분석 결과 관계는 없는 것으로 나타났으나, 서식지 또는 채식지의 방향(Dunn 1993)이나 이동방향의 중간에 위치한 방향과 연관이 있을 것으로 판단된다. 연구지역에서 주·야간에 따른 사고경향은 알 수 없으나, 연구지역에 도래하는 대부분의 조류가 주행성 조류이고, 야간 이동 시에는 높은 빌딩에 충돌하는 경우(Johnson and Hudson 1976)가 많은 것으로 보아 연구지역에서는 사고가 야간보다는 주로 주간에 발생할 것으로 판단된다.

생활여건의 개선과 여가생활의 증가로 인해 연구지역인 홍도에 찾아오는 관광객의 수는 날로 증가하고 있으며, 이는 관광객을 수용할 수 있는 숙박업소나 음식점 등의 건축물 증가를 가져오고 결국 철새의 주요 중간기착지 내에서 인공구조물에 의한 충돌

등의 잠재적 위험요인의 증가와 함께 사고개체의 증가를 초래하게 될 것이다. 더욱이 섬의 면적이 작고 지형이 험한 환경적 특성 상 대부분의 건축물들은 고층화 될 것이며, 전망을 중시하는 유명관광지의 특성상 상대적으로 유리창의 수와 면적 또한 증가할 것이다. 아울러 건축물의 유리창 이외에도 철새들에게 유리창과 같은 역할을 하는 음식점의 수족관 면적 또한 증가할 것이다.

3. 들고양이에 의한 포살

들고양이에 의한 포살은 시기별로 가을철보다 봄철이 더 많은 경향을 보였으며, 번식개체군(텃새)과 비번식개체군(철새)의 사고경향 또한 두 개체군 모두에서 가을철보다는 봄철에 사고를 많이 당하는 것으로 나타났다. 이는 봄철에 장거리의 바다를 건너 와야 하는 지리적 특성에 기인하여 중간기착지에 도착하였을 당시 체력이 소진된 경우가 많아 같은 종 내에서도 체력이 소진되지 않은 개체보다 상대적으로 포식자인 들고양이에 대한 회피능력이 저하된 것으로 판단된다. 번식기가 시작되면서부터 가을철 이동시기까지 번식개체군이 증가하는 경향은 연구지역에서 태어난 어린새의 경우 들고양이에 대한 학습능력이나 회피능력이 부족한 것으로 판단된다.

들고양이의 행동권 크기는 연중 수컷이 암컷보다 더 큰 행동권을 가지는 것으로 알려져 있으나(Mirmovitch 1995), 본 연구에서는 성별에 따른 차이를 보이지 않았으며, 가장 큰 행동권을 가진 가을철 암컷 1개체로 보아 주행동권 내에서도 다른 개체의 세력권 방어를 위한 공격적 행동이나 먹이경쟁 등에 밀려 이동한 것으로 판단된다. 즉 행동권이 크다고 해서 서식지 내에서 다른 개체에 비해 우위에 위치하는 것은 아니라고 판단된다.

최소불록다각형법(MCP)에 의한 행동권 면적에서 시기적으로 성별에 따른 차이는 다양하게 나타나 최소불록다각형법에 의한 행동권은 최대 활동범위를 대변하나 주활동범위는 대변할 수 없는 것으로 판단되며, 주행동권의 크기는 비슷할 지라도 최대 활동범위는 개체마다 차이가 있는 것으로 판단된다. 세력권이나 행동권의 면적이 좁을수록 그 내부에서 획득할 수 있는 먹이의 양이나 선호하는 환경요소의 규모(scale or dimension) 등이 제한되므로 계절에 따른 행동권의 범위가 변할 가능성이 있으며, 세력권 및 행동권 크기에 따른 먹이 의존도 또한 달라질 것으로 판단된다. 즉, 먹이 확보

의 용이성 등과 같은 서식지의 질과 들고양이의 행동권은 상호 보완적인 관계가 있는 것으로 판단된다.

행동권의 핵심지역인 50%내의 지역은 모두 주거 밀집지역으로 주로 주거 밀집지역에서 서식하는 것으로 판단되며, 주거지역을 중심으로 음식물 쓰레기나 기타 먹이자원을 지속적으로 공급받을 수 있어 조류보다는 음식물 쓰레기나 기타 먹이자원에 대한 의존도가 높은 것으로 판단된다. 그러나 들고양이에 의한 포살로 인한 사고가 지속적으로 발생하고 있어 들고양이의 개체수가 폭발적으로 증가하거나 가용할 수 있는 먹이 자원의 양이나 질이 떨어지면 조류사고가 증가할 것으로 판단되며, 들고양이는 지속적으로 조류에 대한 잠재적인 위험요인으로 작용할 것으로 판단된다.

4. 결론 및 제언

연구지역인 홍도는 지리적으로 봄철에는 장거리 이동을 한 후 도착해서 먹이나 물을 섭취해야 하며, 반대로 가을철에는 장거리 이동을 위해 먹이나 물을 섭취해야 한다. 그러나 저수지나 하천 같이 물을 공급할 수 있는 영구적인 담수자원(freshwater resource)이 없어 봄철 장거리 이동을 한 후 도착한 철새들의 체력 회복에 시간이 걸려 가을철보다는 상대적으로 탈진, 들고양이에 의한 포살, 유리창 충돌 등 사고가 많이 발생한다. 따라서 위험요인 제거와 더불어 영구적인 담수자원 확보와 같은 서식지 질 향상이 병행되어야 할 것으로 판단되며, 연구지역에 도래하는 철새에게 위험요인으로 작용하는 유리창 면적의 증가를 최소화해야 하고, 사고가 많이 발생하는 방향에 위치한 유리창의 반사율이나 투과도를 낮춰 철새들이 서식지로 인식하지 못하게 방지해야 할 것으로 판단된다. 아울러 들고양이가 음식물 쓰레기에 대한 먹이의존도가 높긴 하나 본능적으로 철새를 사냥하고 연구지역과 같이 고립되고 한정된 지역에서는 적정 개체수 조절보다는 완전구제가 더 올바를 것으로 판단된다. 그러나 들고양이의 완전구제 시 발생할 수 있는 설치류의 피해방지 대책과 함께 지역주민의 동의를 얻어야 할 것으로 판단된다.

종합적으로 중간기착지에서의 조류사고는 조류의 생태적 특성(생태적 지위, 이동습성, 먹이선택, 행동습성 등)과 사고지역의 특성(건물의 위치, 고양이나 천적의 개체수, 기름유출과 같은 환경오염)이 매우 밀접한 관계를 가지고 상호작용하며, 이에 따라 사

고의 유형도 달라지고, 중간기착지와 같이 한정된 환경에서는 작은 변화에도 매우 민감하게 반응하는 것으로 판단된다. 또한, 도래개체수가 많은 종과 분류군의 사고율이 높으며, 특정 종의 도래현황(해갈이)에 따라 그 해에 나타나는 사고개체의 비율은 달라지지만, 특정 종을 제외하면 연구지역에 많이 도래하는 종의 사고위험이 높은 것으로 판단된다. 따라서 조류의 생태적 기초자료를 확보하고 환경적 위험요인 등을 병행하여 파악하고 제거함으로써 조류사고의 위험을 줄일 수 있고, 이는 장거리 이동 철새의 성공적인 이동을 위한 최소한의 대책이며, 장기적인 관점에서 개체군 보호 및 종다양성 증진에 이바지 할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 국립공원관리공단. 2006. 2006 조류 조사연구 결과 보고서. 국립공원연구원 철새연구센터. 307pp.
- 국립공원관리공단. 2007. 2007 조류 조사연구 결과 보고서. 국립공원연구원 철새연구센터. 337pp.
- 국립공원관리공단. 2008. 2008 조류 조사연구 결과 보고서. 국립공원연구원 철새연구센터. 316pp.
- 국립공원관리공단. 2009. 2009 조류 조사연구 결과 보고서. 국립공원연구원 철새연구센터. 293pp.
- 국립공원관리공단. 2010. 2010 조류 조사연구 결과 보고서. 국립공원연구원 철새연구센터. 266pp.
- 국립공원관리공단. 2011. 2011 조류 조사연구 결과보고서. 국립공원연구원 철새연구센터. 220pp.
- 국립환경연구원. 2002. 부상 야생동물의 구조와 치료. 국립환경연구원 생물다양성 센터. 28pp.
- 권영수, 김동원, 이후승, 권인기, 백운기, 유정철. 2007. 경남 홍도일대에서 번식하거나 중간기착하는 조류. 한국조류학회지 14(1):51-60.
- 김능희, 채희선, 한혜진, 손홍락, 김창기, 김선홍, 이정학, 김철훈. 2009. 서울지역 길고양이의 *Toxoplasma* 감염증 실태조사. 한국가축위생학회지 32(3):275-279
- 김성현. 2011. 가을철 소청도를 통과하는 수리과(Accipitridae) 조류의 이동 현황. 한국조류학회지 18(1):35-41.
- 김영준, 이항, 김영대, 신남식. 2005. 천연기념물(야생동물)의 구조-치료 및 관리. 문화재청. 478pp.

- 김영준, 이항, 김영대, 신남식. 2006. 천연기념물(야생동물)의 구조-치료 및 관리. 문화재청. 485pp.
- 김영호, 강희만, 강창완, 김은미, 김화정, 지남준, 장용창, 오홍식. 2010. 봄철 마라도의 조류상. 한국조류학회지 17(1):27-35.
- 박성근, 남재우, 박진영, 유정철. 1996. 김포 국제공항에서의 조류-항공기 충돌 위험과 방지대책. 한국조류학회지 3(1):11-22.
- 박희천, 류시현, 서영광, 이진희. 2002. 대구 경북지방의 야생조류 구조기록. 한국조류학회지 9(2):71-77.
- 원병오. 2003. 조류충돌의 실태와 예방. 항공진흥 30:68-74.
- 이두표. 1995. 조류의 조직 중 중금속 축적레벨의 중간차에 관한 연구. 산업기술연구논문집 (2):165-176.
- 이정일, 정철운, 김철영. 2009. 경주국립공원내 서식하는 들고양이 Feral cats (*Felis catus*)의 동절기 행동권 분석. 한국환경생태학회지 23(5):485-491.
- 한국조류학회. 2009. 한국조류목록. 한국조류학회. 133pp.
- 최창용. 2009. Changes in Diet, Density, and Ecologica Interaction of the Breeding Chinese Sparrowhawk. 서울대학교 대학원 박사학위논문. 164pp.
- Kaiser A. 1993. A new multi-category classification of subcutaneous fat deposits of songbirds. J. Fiel. Ornitho. 64(2):246-255.
- Aebischer, A., Perrin, M., Krieg, M., Struder, J. & Meyer, D. R. 1996. The role of territory choice and arrival date on breeding success in the Savi's Warbler *Locustella luscinioides*. J. Avian Biol. 27:143-152.
- Alerstam, T. 1993. Bird Migration. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 423pp.
- Avery, M. L. 1979. Review of avian mortality due to collisions with man-made

- structures. U.S. Fish and Wildlife Service.:11.
- Baker, R. R. 1978. The evolutionary ecology of animal migration. London, Hodder & Stoughton.
- Banks, R. C. 1976. Reflective plate glass a hazard to migration birds. *BioScience* 26(6):414.
- Banks, R. C. 1979. Human related mortality of birds in the United States. Special Scientific Report, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington D.C. 16pp.
- Berthold, P. 2001. Bird migration: a general survey (2nd edn). Oxford, Oxford University Press.
- Blem, C. R. a. B. A. W. 1998. Seasonal variation of human caused mortality of birds in the Richmond area. *Raven* 69(1):3-8.
- Brøseth., K. B. a. H. 2004. Impact of power lines on bird mortality in a subalpine area. *Animal Biodiversity and Conservation* 27(2):67-77.
- Codoner, N. A. 1995. Mortality of Connecticut birds on roads and at buildings. *Connecticut Warbler* 15(3):89-98.
- Desholm, M. 2006. Wind farm related mortality among avian migrants. Ph.D. thesis, University of Copenhagen. 127pp.
- Dickinson, E. C. e. 2003. The Howard and Moore Complete Checklist of the Birds of the World. 3rd Edition. Christopher Helm, London.
- Drewitt, A. I. a. R. H. W. L. 2008. Collision Effects of Wind-power Generators and Other Obstacles on Birds. *Ann. N.Y. Acad Sci* 1134:233-266.
- Dunn, E. H. 1993. Bird mortality from striking residential windows in winter. *Journal of Field Ornithology* 64(3):302-309.

- Erickson, W. P., G. D. Johnson, D. P. Young Jr. 2005. A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep.PSW-GTR-191:1029-1041.
- Evans, A. M. 1976. Reflective glass. *BioScience* 26(10):596.
- Fink, L. C. a. T. W. F. 1971. Birds in downtown Atlanta-Fall, 1970. *Oriole* 36(2):13-20.
- Fretwell, S. D. 1972. *Populations in a seasonal environment*. Princeton, Princeton University Press.
- Gelb, Y. a. N. D. 2006. Avian window strike mortality at an urban office building. *Kingbird* 56(3):190-198.
- Graham, D. L. 1997. Spider webs and windows as potentially important sources of hummingbird mortality. *Journal of Field Ornithology* 68(1):98-101.
- Greenwood, P. J. H., P. H. 1982. The natal and breeding dispersal of birds. *Annu. Rev. Eco. Syst.* 13:1-21.
- Hager, S. B., H. Trudell, K.J. McKay, S.M. Crandall, L. Mayer. 2008. Bird density and mortality at windows. *Wilson Journal of Ornithology* 120(3):550-564.
- Hager, S. B. 2009. Human-Related Threats to Urban Raptors. *J. Raptor Res.* 43(3):210-226.
- Harden, J. 2002. An overview of anthropogenic causes of avian mortality. *Journal of Wildlife Rehabilitation* 25(1):4-11.
- Hedenström, A. A., T. 1997. Optimum fuel loads in migratory birds: distinguishing between time and energy minimisation. *J. theor. Biol.* 189:227-234.

- Holmes, R. T. S., T. W. 1992. Site fidelity of migratory warblers in temperate breeding and neotropical wintering areas: applications for population dynamics, habitat selection, and conservation. pp. 563-575 in Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds (des J. M. Hagan & D. W. Johnston). Washington, D.C., Smithsonian Institution Press.
- Jenni, M. S. a. L. 2001. Stopover durations of three warbler species along their autumn migration route. *Oecologia* 128:217-227.
- Johnson, R. E. a. G. E. H. 1976. Bird mortality at a glassed-in walkway in Washington State. *Western Birds* 7:99-107.
- Klem, D., Jr. 1979. Biology of collisions between birds and windows. Ph.D. dissertation, Southern Illinois University, Carbondale, IL.
- Klem, D., Jr. 1989. Bird-window collisions. *Wilson Bulletin* 101(4):606-620.
- Klem, D., Jr. 1990a. Collisions between birds and windows: Mortality and prevention. *Journal of Field Ornithology* 61(1):120-128.
- Klem, D., Jr. 1990b. Bird injuries, cause of death, and recuperation from collisions with windows. *Journal of Field Ornithology* 61(1):115-119.
- Klem, D., Jr. 1991. Glass and bird kills: An overview and suggested planning and design methods of preventing a fatal hazard. Pp. 99-104 in L. W. Adams and D. L. Leedy (Eds.), *Wildlife Conservation in Metropolitan Environments*. Natl. Inst. Urban Wildl. Symp. Ser. 2, Columbia, MD.
- Klem, D., Jr., D. C. Keck, K. L. Marty, A. J. Miller Ball, E. E. Niciu, C. T. Platt. 2004. Effects of window angling, feeder placement, and scavengers on avian mortality at plate glass. *Wilson Bulletin* 116(1):69-73.
- Klem, D., Jr. 2006. Glass: A deadly conservation issue for birds. *Bird Observer*

34(2):73–81.

- Klem, D., Jr., C. J. Farmer, N. Delacretaz, Y. Gelb and P.G. Saenger. 2009. Architectural and Landscape Risk Factors Associated with Bird–Glass Collisions in an Urban Environment. *Wilson Journal of Ornithology* 121(1):126–134.
- Klem, D. J. 2009. Preventing Bird–Window Collisions. *The Wilson Journal of Ornithology* 121(2):314–321.
- Lack, D. 1954. *The natural regulation animal numbers*. Clarendon Press, Oxford, England.
- Lindström, A. T. a. Å. 1990. Optimal bird migration: the relative importance of time, energy, and safety. In: Gwinner, E.(ed), *Bird migration: the physiology and ecophysiology*. Springer, Berlin Heidelberg, New York.:pp. 331–351.
- Lozano, G. A., Perrault, S. & Lemon, R. E. 1996. Age, arrival date and reproductive success of male American Redstarts *Setophaga ruticilla*. *J. Avian Biol.* 27:164–170.
- McWilliams, S. R., Guglielmo, C., Pierce, B. & Klaassen, M. 2004. Flying, fasting, and feeding in birds during migration: a nutritional and physiological ecology perspective. *J. Avian Biol.* 35:377–393.
- ME. 2001. Study on habitat status and management of feral cats in Korea. Ministry of Environment:7–60.
- Mirmovitch. 1995. Spatial organization of urban feral cats (*Felis catus*) in Jerusalem. *Wildlife Research.* 22:299–310.
- Moller, A. P. 1994. *Sexual selection and the Barn Swallow*. Oxford, Universit Press.

- Newton, I., I. Wyllie, and L. Dale. 1999. Trends in the numbers and mortality patterns of sparrowhawks (*Accipiter nisus*) and Kestrels (*Falco tinnunculus*) in Britain, as revealed by carcass analyses. *Journal of Zoology* 248:139–147.
- Newton, I. 2006. Can conditions experienced during migration limit the population levels of bird? *J. Ornithol.* 147:146–166.
- Newton, I. 2008. *The migration ecology of birds*. Academic Press, London. pp976.
- Nisbet, I. C. T. M., L. 1972. Dispersion, population ecology and migration of Eastern Great Reed Warblers *Acrocephalus orientalis* wintering in Malaysia. *Ibis* 114:451–494.
- O'connell, T. J. 2001. Avian window strike mortality at a suburban office park. *Raven* 72(2):141–149.
- Ottich, I. D., V. 2003. Exploitation of resources modulates stopover behaviour of passerine migrants. *J. Ornithol.* 144:307–316.
- Paulo Catry, Vitor Encarnação, António Araújo, Peter Fearon, Michael Armelin, Peter Delaloye. 2004. Are long-distance migrant passerines faithful to their stopover sites?. *Journal of Avian Biology.* 35(2):170–181.
- Price, T. 1981. The ecology of the Greenish Warbler *Phylloscopus trochiloides* in its winter quarters. *Ibis* 123:131–144.
- Roth, T. C. I., S. L. Lima, W. E. Vetter. 2005. Survival and causes of mortality in wintering Sharp-shinned Hawks and Cooper's Hawks. *Wilson Bulletin* 117(3):237–244.
- Sabina I. Wilhelm, G. J. R., Pierre C. Ryan, Stan F. Tobin, Richard D. Elliot. 2009. Re-evaluating the use of beached bird oiling rates to assess

- long-term trends in chronic oil pollution. *Marine Pollution Bulletin* 58:249-255.
- Sealy, S. G. 1985. Analysis of a sample of Tennessee Warblers window-killed during spring migration in Manitoba. *North American Bird Bander* 10(4):121-124.
- Smallwood, K. S. 2007. Estimating wind turbine-caused bird mortality. *Journal of Wildlife Management* 71(8):2781-2791.
- Smallwood, K. S. a. C. T. 2008. Bird Mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, California. *Journal of Wildlife Management* 72(1):215-223.
- Snyder, L. L. 1946. "Tunnel fliers" and window fatalities. *Condor* 48(6):278.
- Stedman, S. J. a. S., B. H. 1986. Preventing window strikes by birds. *Migrant* 57:18.
- Steve Hampton, R. G. F., Harry R. Carter, Christine Abraham, and Diana Humple. 2003. Chronic Oiling and Seabird Mortality from the Sunken *VESSEL S.S. JACOB LUCKENBACH* in Central California. *Marine Ornithology* 31:35-41.
- Svensson, L. 1992. Identification Guide to European Passerines. British Trust for Ornithology. Norfolk (2005 reprint). pp368.
- Yanagawa, H. 1993. Causes of wild bird mortality in eastern Hokkaido. *Strix* 12:161-169.
- Yanagawa, H. a. T. S. 2000. Bird-window collision at two elementary schools in Tokach district, Hokkaido, Japan. *Strix* 18:79-87.

감사의 글

생물학을 접하고 공부하기 시작한 것이 엇그제 같은데 벌써 15년이라는 시간이 지났습니다. 15년이라는 시간동안 참 많은 일들이 있었던 것 같습니다. 학부 때 생태실험실에 들어가 ‘새’라는 동물을 알았고, 알면 알수록 참 ‘재미있는 녀석이구나’하는 생각에 조금 더 공부해보고자 대학원에 진학했고 석사과정과 박사과정을 무사히 마칠 수 있게 되었습니다.

새에 대한 열망으로 조금 더 공부하겠다고 했던 저를 받아주시고 항상 노심초사 걱정해 주시며 지금까지 이끌어 주신 지도교수 최영복 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 학부 때부터 저의 부족한 능력을 보다 더 키워주시고 나아갈 방향을 제시해 주신 이두표 교수님과 항상 웃음과 격려를 보내주신 백운기 박사님, 바쁘신 와중에도 심사위원을 흔쾌히 맡아주시고 연구할 수 있도록 지원해 주신 이한수 박사님, 논문의 완성도를 위해 아낌없이 조언해 주시고 지도해 주신 성하철 교수님께도 감사의 말씀을 드립니다.

학업과 직장을 병행하다 보니 자주 찾아뵙지는 못했지만 물심양면 지원해주시고 배려해 주신 김영곤 교수님, 박현용 교수님, 전택중 교수님께 진심으로 감사드립니다. 지금은 안계시지만 항상 너털웃음과 함께 바라봐 주신 故 김종세 교수님과 따뜻한 미소와 함께 손이 예쁘다고 칭찬해 주신 이현화 교수님께도 감사의 말씀을 드립니다. 박사과정 중 함께 수학하며 좋은 추억을 함께 한 송재겸 박사님과 김공민 선생, 강주연 선생께도 감사드립니다.

또, 새를 공부하고 관찰하면서 알게 되고 많은 도움을 주신 분들이 너무나 많습니다. 항상 호기심과 동기유발로 저를 일깨워 주신 박진영 박사님, 온화한 미소와 함께 친동생처럼 대해주신 김화정 박사님, 할 수 있다는 자신감을 심어주신 허위행 박사님, 새로운 관점으로 새를 보는 방법을 알려주시고 때론 엄하게 때론 형처럼 함께 해주신 최창용 교수님께 진심으로 감사드립니다. 학부 때부터 새를 가르쳐 주시고 힘들 때마다 항상 든든한 후원자역할과 인생의 롤모델이 되어 주신 김성현 박사님께 큰 빛을 진 것 같습니다. 또한, 생태학에 대한 기초를 닦을 수 있게 도와주신 호남대학교 선후배님들과 경남대학교 선배님들께도 깊은 감사의 말씀을

드립니다. 뿐만 아니라 새를 통해 가족과 같이 대해 주신 강창완 선생님, 김은미 선생님, 강희만 선생님, 지남준 선생님, 김영호 박사님, 고경남 선생님, 박형욱 선생님, 이경규 선생님, 이석원 선생님께도 진심으로 감사드립니다.

직장일과 함께 논문을 준비하다 보니 많이 힘들었던 것 같습니다. 그러나 논문 준비에 몰심양면으로 지원해 주신 국립공원연구원과 철새연구센터의 모든 분들이 계셨기에 미흡하지만 무사히 마칠 수 있었던 것 같습니다. 일일이 성함과 감사의 마음을 전해 드려야 하나 부족하지만 지면으로나마 진심으로 감사의 말씀을 드리며 보다 나은 연구와 활동으로 보답하고자 합니다.

살아계셨으면 누구보다도 기뻐하셨을 나의 사랑하는 아버지와 어머니, 사위가 아닌 아들로 대해 주시며 항상 격려해 주시고 몰심양면으로 사랑을 보내주신 장인 어른과 장모님, 하나뿐인 남동생에게 항상 칭찬과 격려를 아끼지 않고 보내준 나의 누님들과 매형들, 친동생, 친형처럼 대해주며 따뜻한 형제애로 응원해준 두 처남과 처형, 형님을 비롯한 처가식구들께 진심으로 감사드리며, 크나큰 은혜를 가슴속 깊이 새기고 기억하며 살겠습니다.

마지막으로 지난 15년 전 철없던 저를 새로운 삶에 눈뜨게 해주고 결혼 후에도 떨어져 살며, 가족과 함께해야 할 소중한 시간들을 새와 함께 보내 아빠역할, 남편 역할을 충실히 하지 못했던 부족한 나를 항상 이해해주고 사랑과 격려를 보내주며 두 아들들을 훌륭히 키워낸 나의 정신적 지주이자 이 세상에 하나뿐인 나의 소울메이트인 사랑하는 아내 선아와 이 세상에 그 어떤 진귀한 것으로 준다해도 절대 바꾸지 않을 내 인생의 가장 소중한 두 보물 가온이와 가을이에게 이 논문을 바칩니다.