

ORIGINAL ARTICLE

제주도에서 나무의 열매와 종자를 섭식하는 조류와 관련 수종 현황

김은미* · 강창완¹⁾ · 이성연 · 송국만 · 원현규

국립산림과학원 난대·아열대산림연구소, ¹⁾한국조류보호협회 제주지회

The Status of Birds Consuming Fruits and Seeds of the Tree and Related Tree Species on Jeju Island, the Republic of Korea

Eun-Mi Kim*, Chang-Wan Kang¹⁾, Seong-Youn Lee, Kuk-Man Song, Hyun-Kyu Won

Warm Temperate and Subtropical Forest Research Center, National Institute of Forest Science, Jeju 63582, Korea

¹⁾The Korea Association For Bird Protection Jeju Branch, Jeju 63541, Korea

Abstract

Birds play a main role in the formation and change of forest structures as they are seed-dispersal agents. This study aims to identify birds consuming fruits and seeds of the tree and their associated fruits and seeds on Jeju Island in the context on the forest restoration in Korea. We conducted field surveys twice a month from 2013 to 2015 at nine study sites located across Jeju Island and collected available photographic and observation records. A total of 50 species of birds consuming fruits and seeds of the tree were identified and birds belonging to Bombycillidae, Pycnonotidae, Zosteropidae, Sturnidae and Fringillidae were confirmed as major birds consuming fruits and seeds of the tree. Gulping was the dominant type of feeding as well as crushing, but relationship between the size of a bird and the number of fruit and seed species used by the bird was not significant. We also documented that 118 fruit and seed species were consumed by birds and that shrubby fruits and seeds were more consumed by birds than those of other plant types. The relative consumption rate of fruits and seeds ranged from 0.02 to 0.44, but five species were the most important fruits and seeds for birds. Our finding suggest that avian frugivorous guplers will benefit the seed dispersal, especially of five fruiting plants, providing useful baseline data for forest restoration and urban park design.

Key words : Birds consuming fruits and seeds of the tree, Fruits, Seeds, Gulping, Consumption rate, Forest

1. 서론

진전종자의 공급은 숲 생태계의 장기변동에 영향을 끼치는 요인이다(Kim and Kim, 2013). 숲에 서식하는

야생동물은 종자산포를 통해 식생의 변화나 유지에 중요한 역할을 하며(Houle, 1992; Ida and Nakagoshi, 1994), 특히 조류는 열매나 종자를 섭식한 후 먼 거리를 이동하여 배설함으로써 종자산포의 성공가능성을 높이며

Received 19 January, 2016; Revised 25 March, 2016;

Accepted 25 March, 2016

*Corresponding author : Eun-Mi Kim, Warm Temperate and Subtropical Forest Research Center, National Institute of Forest Science, Jeju 63582, Korea

Phone: +82-64-730-7242

E-mail : kpitta@naver.com

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

더 극적인 식생의 변화를 초래하는데 기여하기도 한다 (Englaund, 1993; Traveset, 1994; Fukui, 1995). 종자 산포와 관련한 일본의 연구에서 40% - 80%에 달하는 열매식물은 조류를 종자산포를 위한 매개체로 이용하고 (Nakanishi, 1994) 홍콩에서는 85% 정도의 열매가 종자 산포에 있어 조류와 관련되어 있다고 보고하였다 (Corlett, 1998). 하지만 열매나 종자를 섭식하는 조류에는 열매를 통째로 삼키는 종과 열매와 종자를 으개서 먹는 종 등도 포함되어 있어, 모든 관련 조류가 효과적인 종자산포자로서 역할을 하는 것은 아니다. 열매와 종자를 으개서 먹는 종은 효과적인 종자 산포자라기 보다는 종자포식자라고 할 수 있다(Moermond and Denslow, 1985). 따라서 종자산포자로서 역할을 이해하기 위해서는 조류가 종자를 포식하거나 과육부분만 섭식하지 않고 열매 전체를 섭식하는지를 이해할 필요가 있다 (Fukui, 1995).

자연 상태의 숲 생태계뿐만 아니라 도시 환경림과 같은 공원설계 및 조경식재에도 야생조류와의 서식관계를 파악한다면 보다 풍요로운 경관조성을 이룰 수 있다 (Cho and Lee, 1998). 열매를 섭식하는 조류와 열매에 대한 관계를 파악하는 것은 종자산포자와 같은 생태계 내에서의 기초적인 역할에 대한 이해를 도울뿐만 아니라 조경이나 산림식생복원 등과 관련한 분야에서의 응용이 가능하다고 할 수 있다. 특히 위도가 낮고 해양성 기후에 해당하는 제주도는 식물지리학적으로 보았을 때 식물종이 내륙지역보다 많고 먹이자원으로 이용될 수 있는 열매식물 또한 많기 때문에 열매섭식조류와 열매에 대한 연구를 수행하기에 적합한 곳이다(Kim et al., 2015).

조류와 열매의 밀접한 상호작용은 숲의 형성이나 복원차원에서 중요하게 다뤄질 수 있고 인위적인 복원에서 누락될 수 있는 숲의 식생적인 면이나 동물 서식지로서의 기능적인 면 등을 보완할 수 있을지 모른다(Kim et al., 2002; Kim et al., 2015). 또한 조류는 종자를 깨서 속을 먹기 때문에 종자의 감소를 초래하기도 하여 숲의 형성을 방해하는 작용을 하기도 한다. 이렇듯 조류는 숲의 형성이나 복원에 있어 양면성을 가지고 있지만 아직 까지 조류가 섭식하는 열매나 이를 섭식하는 조류에 대한 연구는 단편적으로 이루어지고 있고 다양한 조류가 열매나 종자를 섭식하지만 단지 직박구리 1종에 대한 연구만이 있을 뿐이다(Kim et al., 2002; Korea forest

research institute, 2014; Kim et al., 2015).

따라서 본 연구에서는 제주도에 서식하는 조류 중 열매를 섭식하는 조류 및 열매식물에 대해 파악은 훼손된 산림의 복원이나 도심 식재 복원, 공원 조성 등을 위한 자료를 제공하고 열매섭식조류에 대한 생태계 내에서의 역할을 재정립하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 현장조사

조사지역은 난대상록수림의 열매가 다수 존재하는 천연연폭포와 천제연폭포 일원, 봄철 이동철새들이 먹이를 이용하기 위해서 많이 찾는 서부지역에 위치한 대정읍 일원 해안가 숲, 상록활엽수림과 관목림에서 열매와 섭식 조류를 조사하기 위해 청수꽃자왈과 선홍꽃자왈, 중산간지역 낙엽활엽수림의 열매를 파악하기 위해 국립산림과학원 제주시험림 한남지역, 고도가 높고 한대지역의 열매 및 조류를 파악하기 위해 1100고지, 도심인근 공원인 한라수목원, 민간주변에 식재된 열매의 섭식 유무를 파악하기 위해 돈내코유원지 일대를 조사하였다(Fig. 1). 2013년부터 2015년까지 3년 동안 월 2회 이상 조사를 실시하였고 조류의 출현은 오전 10시 이전과 오후 4시 이후에 많이 이루어지는데 채식행위 또한 오전시간에 활발할 것으로 판단하여 오전 12시 이전에 주로 조사가 수행되었다. 조류는 계절별로 출현하는 패턴이 다르기 때문에 나무의 열매 및 종자를 섭식하는 조류에 대해 텃새, 겨울철새, 여름철새, 나그네새 등으로 나누어 계절별 출현현황을 살펴보았다. 탐방로나 임도를 따라 이동하면서 조사하는 선조사법과 결실기를 맞은 열매나 나무에 달린 종자가 많이 관찰되는 장소에서 30분정도 머물면서 섭식 유무를 조사하는 정점조사법을 병행하였다. 추가적으로 이들 조사지역 이외의 다른 지역에서 열매 섭식하는 것을 목격하였을 경우도 포함시켰다. 현장조사와 더불어 조류가 열매를 먹는 장면이 포착된 사진 자료 및 과거 관찰기록도 함께 확보하여 확인하였다(Fig. 2).

2.2. 식물 특징

조류가 열매나 종자를 먹이로 이용하는 목본식물을 조사하였으며 제주도에 자생하는 식물과 오래전부터 민가 주변에서 널리 식재하고 있는 나무이거나 비교적

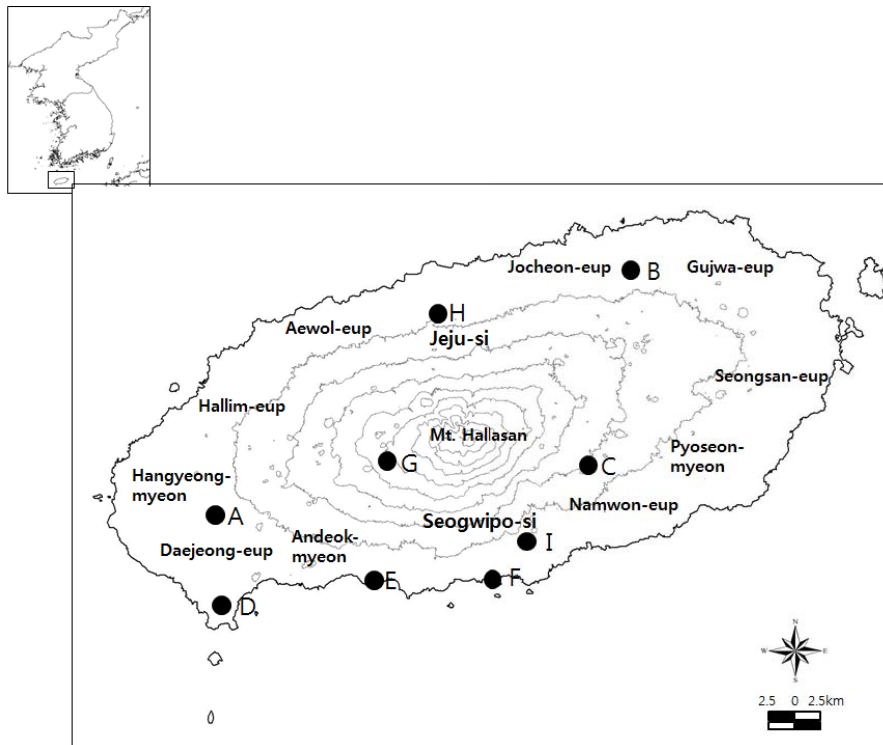


Fig. 1. Location of the study areas on Jeju Island, the Republic of Korea(A: Cheongsu-ri, B: Seonheul-ri, C: Hannam-ri, D: a coastal forest Daejeong-eup, E: Jungmun-dong, F: Cheonjiyeon Waterfall, G: 1100 altitude service area, H: Halla Arboretum, I: Donnaeko valley).



Fig. 2. Examples of birds using fruits and tree seeds on Jeju Island(A Japanese White-eye(*Zosterips japonicus*) swallowing a fruits of *Viburnum odoratissimum* var. *awabuki* (K.Koch) Zabel ex Rümpler(left: photo by Kang Hee Man), Eurasian Tree Sparrows(*Passer montanus*) eating seeds of *Pinus thunbergii* Part(right: photo by Song In Hyuck).

흔하게 조림되어 쉽게 접할 수 있다고 판단한 수종을 포함시켰다. 이들 식물은 생육형태, 줄기의 형태와 크기 등에 따라 착생식물(epiphyte), 덩굴성목본식물(liana), 관

목(arboreal shrub), 소교목(small tree), 교목(tall tree)로 나누었다(Kim and Kim, 2011; Kitamura et al., 2002).

2.3. 섭식 특징

열매를 먹는 조류의 섭식유형은 종자를 비롯하여 열매 전체를 삼키는 삼킴형(gulper)(Fukui, 1995; Yagihashi et al., 1998), 열매의 과육을 쪼아서 내용물을 먹는 쪼아 먹기형(pecker)(Sakakibara, 1989), 그리고 종자를 부셔서 내용물을 먹는 부쉬먹기형(crusher)(Englund, 1993; Traveset, 1994) 3가지 유형으로 나누었다. 섭식 다양성은 1-2종을 섭식하는 경우 낮음(low), 3-5종을 섭식하면 중간(medium), 6-10종을 섭식하면 높음(high), 11종 이상 섭식하면 매우 높음(very high)로 구분하였다. 섭식물은 해당 열매 및 종자를 섭식한 조류종수를 열매 및 종자를 섭식한 총 조류종수로 나눈 값으로 하였다.

2.4. 통계분석

먹이량이 많을 것으로 추정되는 대형 조류가 소형 조류에 비해 섭식하는 열매나 종자의 종수가 다양할 것 인지를 검증하기 위하여 열매와 조류의 크기 사이 관련성을 상관분석을 통해 분석하였고 정규성 검정에서 두 변수 모두 유의확률이 0.05보다 작아 정규성을 만족하지 못하여 비모수검정에 해당하는 Spearman 상관분석을 시행하였다. 통계분석은 SPSS(v.12, SPSS Inc., Chicago, IL., USA)를 사용하여 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 열매 섭식 조류 분석

제주도에서 나무의 열매 및 종자를 섭식하는 조류는 16과 50종으로 확인되었다(Table 1). 우리나라에는 2009년 9월 현재 총 74과 518종의 조류가 기록된 것을 감안할 때(The Ornithological Society of Korea, 2009) 제주도에서 나무의 열매 및 종자를 섭식하는 조류는 우리나라 전체 조류의 종에서 9.7%를 차지하였다. 하지만 이들 조류 중 유리딱새(*Luscinia cyanura*), 진박새(*Parus ater*), 큰유리새(*Cyanoptila cyanomelana*), 딱새(*Phoenicurus aureus*) 등 몇 종은 주로 곤충을 섭식하는 종으로 기회적으로 1종 내지 2종의 열매를 섭식하고 있어 이들 조류를 제외한다면 나무의 열매나 및 종자를 섭식하는 조류의 비중은 더 낮아질 것으로 보인다.

본 연구에서 나무의 열매 및 종자 섭식이 확인된 조류 중 텃새는 18종, 겨울철새는 16종, 나그네새는 10종, 여

름철새는 2종, 길잃은새는 4종으로서(Table 1) 텃새와 겨울철새가 68%를 차지하였다. 나무의 열매와 종자를 동물성 먹이자원이 부족하고 식물의 주요 결실기에 해당하는 가을과 겨울에는 나무의 열매와 종자를 섭식하는 조류의 개체수가 증가하였으며(Fig. 3), 이는 나무의 열매와 종자가 조류, 특히 텃새와 겨울철새가 겨울을 지내는데 유용한 먹이자원이라는 것을 나타낸다. Kim et al.(2015)은 직박구리(*Microscelis amaurotis*)가 섭식하는 열매의 대부분은 가을이 결실기였다는 보고를 하였는데 이번 조사에서도 결실기가 가을과 겨울인 열매는 전체 열매 중 81%를 차지하여 곤충이나 거미 등 동물성 먹이자원이 부족한 시기에 열매가 다양한 조류의 먹이원으로 이용되고 있음을 확인할 수 있었다.

조류의 크기와 이용하는 나무의 열매 및 종자의 종수 사이에는 상관관계가 없음을 확인할 수 있었다(Table 1, rho=0.323, p=0.022). 동남아시아에서는 조류의 크기가 클수록 더 많은 열매를 섭식하며 대형조류는 소형 조류가 섭식할 수 없는 크기의 열매를 섭식함으로써 더 다양한 열매를 섭식한다고 보고하였다(Kitamura et al., 2002). 하지만 이번 조사에서 소형조류에 속하는 동박새가 44종을 섭식하여 Kitamura et al.(2002)의 결과와 다른 섭식유형을 나타냈다. 이는 크기가 큰 열매는 삼키지 않고 과육을 쪼아서 먹는 형태로 열매를 섭식하는 등 섭식방법을 달리하기 때문에 조류 크기와 섭식열매 종수와는 관련이 없는 것으로 판단된다.

이번 조사에서 나무의 열매 및 종자를 먹는 것이 확인된 조류는 1종에서부터 83종에 이르기까지 다양한 열매 및 종자를 이용하였지만, 13종(전체의 26%)의 조류만이 6종 이상의 열매를 섭식하는 주요 열매 및 종자 섭식조류로 나타났다. 먹이로서 열매나 종자의 비중이 높은 조류는 여새과(Bombycillidae), 직박구리과(Pycnonotidae), 동박새과(Zosteropidae), 찌르레기과(Sturnidae), 되새과(Fringillidae)에 해당되는 조류들이었다(Table 2). 이들 중 직박구리과와 동박새과의 조류는 비둘기과(Columbidae)와 더불어 동남아시아에서도 열매를 섭식하는 주요 열매섭식조류로 보고되었다(Kitamura et al., 2002). 이번 조사에서는 열매를 섭식하는 비둘기과의 조류가 섭식하는 열매종수가 적었는데 비둘기과 조류들은 다양한 열매를 섭식하기 보다는 특정 열매에 대한 선호도가 높기 때문에 나타난 결과라고 판단된다.

Table 1. List of birds eating fruits and seeds of the tree and the number of associated fruiting plant species confirmed from 2013 to 2015 on Jeju Island, the Republic of Korea

| Scientific name | Body length (cm) | No. of use plants | Occurrence | Scientific name | Body length (cm) | No. of use plants | Occurrence |
|-------------------------------|------------------|-------------------|------------|--------------------------------------|------------------|-------------------|------------|
| <i>Phasianus colchicus</i> | 90 | 2 | res | <i>Zoothera aurea</i> | 30 | 7 | res |
| <i>Aix galericulata</i> | 45 | 4 | wv | <i>Turdus hortulorum</i> | 23 | 4 | sv |
| <i>Columba janthina</i> | 40 | 3 | res | <i>Turdus cardis</i> | 22 | 7 | pm |
| <i>Streptopelia orietalis</i> | 33 | 4 | res | <i>Turdus merula</i> | 26 | 2 | pm |
| <i>Treron sieboldii</i> | 33 | 4 | Vag | <i>Turdus obscurus</i> | 22 | 4 | pm |
| <i>Dendrocopos leucotos</i> | 28 | 2 | res | <i>Turdus pallidus</i> | 23 | 24 | res |
| <i>Garrulus glandarius</i> | 33 | 5 | res | <i>Turdus chrysolaus</i> | 24 | 3 | pm |
| <i>Pica pica</i> | 46 | 5 | res | <i>Turdus naumanni</i> | 24 | 3 | wv |
| <i>Corvus macrorhynchos</i> | 57 | 10 | res | <i>Turdus eunomus</i> | 24 | 10 | wv |
| <i>Bombycilla garrulus</i> | 20 | 6 | wv | <i>Luscinia cyanura</i> | 14 | 2 | pm |
| <i>Bombycilla japonica</i> | 18 | 8 | wv | <i>Phoenicurus aureoreus</i> | 15 | 4 | wv |
| <i>Parus major</i> | 14 | 2 | res | <i>Rhyacornis fuliginosa</i> | 14 | 1 | Vag |
| <i>Parus venustus</i> | 10 | 1 | Vag | <i>Cyanoptila cyanomelana</i> | 17 | 2 | sv |
| <i>Parus ater</i> | 11 | 1 | res | <i>Passer montanus</i> | 15 | 3 | res |
| <i>Parus varius</i> | 14 | 2 | res | <i>Fringilla montifringilla</i> | 16 | 3 | wv |
| <i>Pycnonotus sinensis</i> | 18 | 1 | Vag | <i>Carduelis sinica</i> | 14 | 6 | res |
| <i>Microscelis amaurotis</i> | 28 | 83 | res | <i>Carduelis spinus</i> | 13 | 8 | wv |
| <i>Cettia diphone</i> | 16 | 1 | res | <i>Loxia curvirostra</i> | 17 | 4 | wv |
| <i>Zosterops japonicus</i> | 12 | 44 | res | <i>Pyrrhula pyrrhula</i> | 15 | 5 | wv |
| <i>Sturnus sturninus</i> | 18 | 1 | pm | <i>Coccothraustes coccothraustes</i> | 18 | 2 | wv |
| <i>Sturnus philippensis</i> | 19 | 2 | pm | <i>Eophona migratoria</i> | 19 | 7 | wv |
| <i>Sturnus sericeus</i> | 24 | 5 | wv | <i>Eophona personata</i> | 21 | 6 | wv |
| <i>Sturnus cineraceus</i> | 24 | 5 | wv | <i>Emberiza cioides</i> | 16 | 2 | res |
| <i>Sturnus vulgaris</i> | 21 | 5 | wv | <i>Emberiza chrysophrys</i> | 15 | 1 | pm |
| <i>Zoothera sibirica</i> | 24 | 3 | pm | <i>Emberiza aureola</i> | 16 | 1 | pm |

* Occurrence: the status of the avian species on Jeju Island: res: resident, wv: winter visitor, Vag: vagrant, pm: passage migrant, sv: summer visitor)

직박구리는 83종, 동박새가 44종, 흰배지빠귀(*Turdus pallidus*)가 24종 등의 열매식물을 이용하는 대표적인 주요 열매섭식조류였다. 직박구리는 열매를 통째로 삼켜 종자를 먼거리까지 이동시킴으로서 종자산포자로서 생태계 내에서 중요한 위치에 있다는 보고가 있듯이 (Kim et al., 2002; Choi and Chae, 2007; Cho et al., 2011; Kim et al., 2015) 직박구리나 동박새, 흰배지빠귀처럼 많은 열매종을 섭식하는 조류들은 열매 섭식 및 종자 배설을 통해 산림의 형성 및 변화에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

조류의 섭식유형을 보면 열매를 통째로 삼키는 삼킴형이 가장 많았고 부쉬먹는 부쉬먹기형이 그 다음을 차지하였다. 이외에도 열매를 삼키면서 동시에 과육을 쪼아 먹는 형태도 직박구리, 동박새 등 8종이었으며 2종(큰부리까마귀(*Corvus macrorhynchos*), 까치(*Pica pica*))는 삼킴과 쪼아먹기, 그리고 부쉬먹기 등 3가지 모두를 이용하기도 하였다(Fig. 4). 되새과의 조류는 섭식유형에 있어 부쉬먹기형으로 열매과육보다는 주로 종자를 부쉬서 내용물을 먹는 조류이기 때문에 종자산포에 부정적인 반면, 삼킴형은 주로 열매를 통째로 삼키는 종으로 31종이

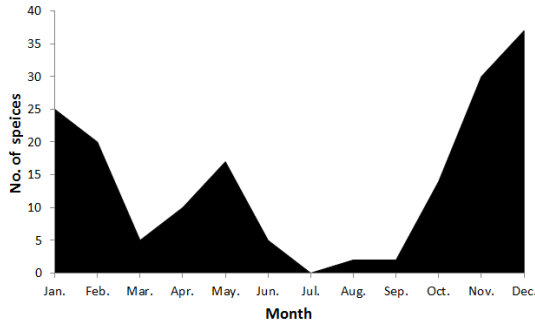


Fig. 3. Seasonal change in the number of species consuming fruits and seeds of the tree from 2013 to 2015 on Jeju Island, the Republic of Korea.

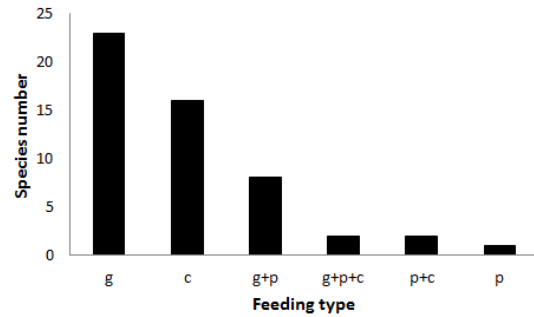


Fig. 4. The number of bird species consuming fruits and seeds of the tree using different feeding types on Jeju Island, the Republic of Korea (g: gulper, c: crusher, p: pecker).

이에 속하여 절반이상(62%)을 차지하였고 직박구리, 동박새, 지빠귀과(Turdidae) 등이 삼킴형 조류에 속하였으며 이들 조류들은 열매를 섭취한 후 이동하여 종자를 배설하기 때문에 종자산포자로서 생태계 내에서의 역할이 크고 향후 산림복원차원에서 많은 기여를 할 것으로 판단된다.

3.2. 열매식물 분석

이번 조사에서 조류가 열매 및 종자 등 먹이로 이용하는 목본식물은 49과 118종으로 확인되었으며, 이들 중 40종이 관목, 39종이 교목이었다(Fig. 5). 태국에서는 관목이나 소교목의 나무열매가 다른 야생동물들이 별로 소비하지 않기 때문에 조류에 의해 주로 소비되고 이들 열매의 종자를 산포하는 데 중요한 역할을 한다고 보고하였다(Kitamura et al., 2002). 특히 관목 중 장미과에 속하는 종들이 많이 섭취되었는데 이들 종들은 가시가 있기 때문에 다른 야생동물이 좋아하지 않고 이로 인해 다른 야생동물과의 경쟁이 심하지 않아 조류의 주요 먹이자원으로 이용되는 것으로 판단된다.

섭식률은 0.02에서부터 0.44까지 다양하였으며 2종 이하의 조류가 섭취하여 0.05 미만인 섭식률이 낮은 열매는 75종으로 절반이상을 차지하였고 이용률이 0.2 이상으로 섭식률이 높은 열매는 5종이었다. 특히 가장 많은 조류가 섭취한 종은 피라칸다였다(Table 2). 섭식률에 대한 기존 보고서에서 직박구리는 귤나무(*Citrus unshiu* S.Marcov.), 멸구슬나무(*Melia azedarach* L.), 산뽕나

무(*Morus bombycis* Koidz.), 피라칸다(*Pyracantha angustifolia* (Franch.) C.K.Schneid.), 송악(*Hedera rhombea* (Miq.) Siebold & Zucc. ex Bean), 보리밥나무(*Elaeagnus macrophylla* Thunb.), 광나무(*Ligustrum japonicum* Thunb.) 등을 즐겨먹는다고 하였고 야생조류가 가장 선호하는 수종으로는 감나무(*Diospyros kaki* Thunb.), 팔배나무(*Sorbus alnifolia* (Siebold & Zucc.) C.Koch), 산수유(*Cornus officinalis* Siebold & Zucc.), 층층나무(*Cornus controversa* Hemsl.) 등이라고 보고하였다(Choi and Chae, 2007; Cho et al., 2011; Kim et al., 2015). 기존에 선호한다고 확인된 종들 중 감나무, 산뽕나무, 피라칸다, 송악 등은 직박구리를 비롯하여

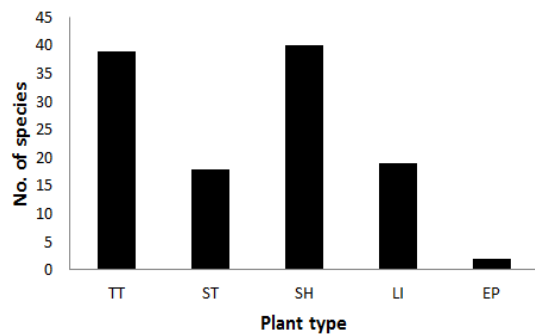


Fig. 5. The number of fruit and seed species used by birds in different plant types on Jeju Island, the Republic of Korea (TT: tall tree, ST: small tree, SH: arboreal shrub, LI: liana, EP: epiphyte).

Table 2. List of fruits and seeds consumed by birds, the number of birds with confirmed fruit and seed consumption, and the relative consumption rate (CR) of their fruits from 2013 to 2015 on jeju Island, the Republic of Korea

| Scientific name | No. of birds | CR | Scientific name | No. of birds | CR | Scientific name | No. of birds | CR |
|---|--------------|------|---|--------------|------|--|--------------|------|
| <i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. | 3 | 0.06 | <i>Ficus erecta</i> Thunb. | 3 | 0.06 | <i>Ardisia japonica</i> (Thunb.) Blume | 1 | 0.02 |
| <i>Pinus thunbergii</i> Parl. | 12 | 0.24 | <i>Ficus oxyphylla</i> Miq. ex Zoll. | 1 | 0.02 | <i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W. T. Aiton | 3 | 0.06 |
| <i>Chamaecyparis obtusa</i> (Siebold & Zucc.) Endl. | 5 | 0.10 | <i>Ficus thunbergii</i> Maxim. | 2 | 0.04 | <i>Rubus crataegifolius</i> Bunge | 1 | 0.02 |
| <i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D. Don | 3 | 0.06 | <i>Ficus carica</i> L. | 1 | 0.02 | <i>Rubus coreanus</i> Miq. | 1 | 0.02 |
| <i>Juniperus chinensis</i> L. | 3 | 0.06 | <i>Platycarya strobilacea</i> Siebold & Zucc. | 1 | 0.02 | <i>Rubus parvifolius</i> L. | 2 | 0.04 |
| <i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc. | 1 | 0.02 | <i>Myrica rubra</i> (Lour.) Siebold & Zucc. | 1 | 0.02 | <i>Rubus hirsutus</i> Thunb. | 1 | 0.02 |
| <i>Magnolia kobus</i> DC. | 1 | 0.02 | <i>Castanopsis sieboldii</i> (Makino) Hatus. | 1 | 0.02 | <i>Rubus buergeri</i> Miq. | 1 | 0.02 |
| <i>Lindera rythrocarpa</i> Makino | 1 | 0.02 | <i>Quercus acutissima</i> Carruth. | 1 | 0.02 | <i>Rosa multiflora</i> Thunb. | 2 | 0.04 |
| <i>Neolitsea sericea</i> (Blume) Koidz. | 3 | 0.06 | <i>Quercus acuta</i> Thunb. | 2 | 0.04 | <i>Prunus tomentosa</i> Thunb. | 1 | 0.02 |
| <i>Neolitsea aciculata</i> (Blume) Koidz. | 2 | 0.04 | <i>Quercus gilva</i> Blume | 2 | 0.04 | <i>Prunus pendula</i> f. <i>ascendens</i> (Makino) Kitam. | 3 | 0.06 |
| <i>Litsea japonica</i> (Thunb.) Juss. | 9 | 0.18 | <i>Quercus glauca</i> Thunb. | 2 | 0.04 | <i>Prunus yedoensis</i> Matsum. | 6 | 0.12 |
| <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl | 2 | 0.04 | <i>Quercus salicina</i> Blume | 2 | 0.04 | <i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. | 1 | 0.02 |
| <i>Cinnamomum yabunikkei</i> H. Ohba | 2 | 0.04 | <i>Alnus firma</i> Siebold & Zucc. | 2 | 0.04 | <i>Rhaphiolepis indica</i> var. <i>umbellata</i> (Thunb.) Ohashi | 4 | 0.08 |
| <i>Machilus thunbergii</i> Siebold & Zucc. | 4 | 0.08 | <i>Carpinus laxiflora</i> (Siebold & Zucc.) Blume | 4 | 0.08 | <i>Pourthiaea villosa</i> (Thunb.) Decne. var. <i>villosa</i> | 1 | 0.02 |
| <i>Sarcandra glabra</i> (Thunb.) Nakai | 1 | 0.02 | <i>Eurya japonica</i> Thunb. | 6 | 0.12 | <i>Sorbus commixta</i> Hedl. | 2 | 0.04 |
| <i>Kadsura japonica</i> (L.) Dunal | 2 | 0.04 | <i>Eurya emarginata</i> (Thunb.) Makino | 3 | 0.06 | <i>Sorbus alnifolia</i> (Siebold & Zucc.) C. Koch | 4 | 0.08 |
| <i>Schisandra repanda</i> (Siebold & Zucc.) Radlk. | 2 | 0.04 | <i>Ternstroemia gymnanthera</i> (Wight & Arn.) Sprague | 2 | 0.04 | <i>Pyrus pyrifolia</i> var. <i>culta</i> (Makino) Nakai | 3 | 0.06 |
| <i>Nandina domestica</i> Thunb. | 2 | 0.04 | <i>Actinidia arguta</i> (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq. | 2 | 0.04 | <i>Malus sieboldii</i> (Regel) Rehder | 3 | 0.06 |
| <i>Akebia quinata</i> (Houtt.) Decne. | 3 | 0.06 | <i>Elaeocarpus sylvestris</i> var. <i>ellipticus</i> (Thunb.) H. Hara | 6 | 0.12 | <i>Pyracantha angustifolia</i> (Franch.) C. K. Schneid. | 22 | 0.44 |
| <i>Stauntonia hexaphylla</i> (Thunb.) Decne. | 3 | 0.06 | <i>Idesia polycarpa</i> Maxim. | 3 | 0.06 | <i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb. | 2 | 0.04 |
| <i>Cocculus trilobus</i> (Thunb.) DC. | 2 | 0.04 | <i>Diospyros kaki</i> Thunb. | 10 | 0.20 | <i>Elaeagnus glabra</i> Thunb. | 3 | 0.06 |
| <i>Daphniphyllum macropodum</i> Miq. | 3 | 0.06 | <i>Vaccinium oldhamii</i> Miq. | 3 | 0.06 | <i>Elaeagnus macrophylla</i> Thunb. | 3 | 0.06 |
| <i>Celtis sinensis</i> Pers. | 3 | 0.06 | <i>Styrax japonicus</i> Siebold & Zucc. | 1 | 0.02 | <i>Lagerstroemia indica</i> L. | 1 | 0.02 |
| <i>Cudrania tricuspidata</i> (Carr.) Bureau ex Lavallee | 2 | 0.04 | <i>Symplocos tanakana</i> Nakai | 1 | 0.02 | <i>Cornus macrophylla</i> Wall. | 3 | 0.06 |
| <i>Morus bombycis</i> Koidz. | 11 | 0.22 | <i>Ardisia crenata</i> Sims | 1 | 0.02 | <i>Cornus controversa</i> Hemsl. | 2 | 0.04 |

Table 2. Continued.

| Scientific name | No. of birds | CR | Scientific name | No. of birds | CR | Scientific name | No. of birds | CR |
|---|--------------|------|--|--------------|------|---|--------------|------|
| <i>Cornus kousa</i> F. Buerger ex Miquel | 3 | 0.06 | <i>Vitis coignetiae</i> Pulliat ex Planch. | 1 | 0.02 | <i>Fatsia japonica</i> (Thunb.) Decne. & Planch. | 1 | 0.02 |
| <i>Viscum album</i> var. <i>coloratum</i> (Kom.) Ohwi | 3 | 0.06 | <i>Vitis ficifolia</i> var. <i>sinuata</i> (Regel) H. Hara | 1 | 0.02 | <i>Kalopanax septemlobus</i> (Thunb.) Koidz. | 1 | 0.02 |
| <i>Taxillus yadoriki</i> (Siebold) Danser | 2 | 0.04 | <i>Ampelopsis heterophylla</i> (Thunb.) Siebold & Zucc. | 1 | 0.02 | <i>Eleutherococcus gracilistylus</i> (W. W. Sm.) S. Y. Hu | 1 | 0.02 |
| <i>Euonymus japonicus</i> Thunb. | 1 | 0.02 | <i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch. | 2 | 0.04 | <i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem. | 1 | 0.02 |
| <i>Euonymus hamiltonianus</i> Wall. | 1 | 0.02 | <i>Euscaphis japonica</i> (Thunb.) Kanitz | 4 | 0.08 | <i>Ligustrum japonicum</i> Thunb. | 3 | 0.06 |
| <i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb. | 4 | 0.08 | <i>Staphylea bumalda</i> DC. | 2 | 0.04 | <i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc. | 2 | 0.04 |
| <i>Ilex macropoda</i> Miq. | 1 | 0.02 | <i>Acer pseudosieboldianum</i> (Pax) Kom. | 3 | 0.06 | <i>Paederia candens</i> (Lour.) Merr. var. <i>scandens</i> | 2 | 0.04 |
| <i>Ilex crenata</i> Thunb. | 2 | 0.04 | <i>Acer palmatum</i> Thunb. | 3 | 0.06 | <i>Lonicera japonica</i> Thunb. | 1 | 0.02 |
| <i>Ilex cornuta</i> Lindl. & Paxton | 1 | 0.02 | <i>Rhus succedanea</i> L. | 1 | 0.02 | <i>Viburnum furcatum</i> Blume | 3 | 0.06 |
| <i>Ilex integra</i> Thunb. | 2 | 0.04 | <i>Melia azedarach</i> L. | 5 | 0.10 | <i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i> (K.Koch) Zabel ex Rümpler | 2 | 0.04 |
| <i>Ilex rotunda</i> Thunb. | 8 | 0.16 | <i>Zanthoxylum piperitum</i> (L.) DC. | 1 | 0.02 | <i>Viburnum erosum</i> Thunb. | 2 | 0.04 |
| <i>Mallotus japonicus</i> (L.f.) Müll.Arg. | 1 | 0.02 | <i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc. | 1 | 0.02 | <i>Viburnum dilatatum</i> Thunb. | 3 | 0.06 |
| <i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> (Bunge) Rehder | 2 | 0.04 | <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> Siebold & Zucc. | 1 | 0.02 | <i>Smilax china</i> L. | 2 | 0.04 |
| <i>Sageretia thea</i> (Osbeck) M. C. Johnst. | 2 | 0.04 | <i>Citrus unshiu</i> S. Marcov. | 5 | 0.10 | | | |
| <i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> (Bunge) Rehder | 1 | 0.02 | <i>Hedera rhombea</i> (Miq.) Siebold & Zucc. ex Bean | 11 | 0.22 | | | |

다른 조류 또한 섭식률이 높아 선호하는 열매였고 가로 수나 정원수로 많이 식재되는 피라칸다는 비변식기에 딱새, 박새, 참새 등도 먹이가 부족한 겨울철에 섭식되었다. 섭식률이 높은 곰솔은 퇴새과와 박새과의 조류가 즐겨 섭식하였다. 퇴새과는 소나무과의 종자를 즐겨먹는 종이었으며 박새과는 겨울철 비변식기에 공원 등지에 매달아 놓은 쇠기름덩이를 지방공급을 위해 섭식하였다는 보고가 있어(Kim et al., 2002), 인공적인 먹이 공급이 없는 자연 상태에서는 곰솔의 종자를 겨울철 지방 섭취를 위

해 섭식하는 것으로 판단된다.

그리고 도토리는 조류에 의한 섭식률은 높지 않지만 수종 갱신을 통한 숲의 유지와 관련성이 있으며 도토리를 주로 섭식하는 어치는 Hulme and Kollmann(2005)의 보고에 언급된 설치류와 비슷한 역할을 하는데 설치류는 종자가 풍년인 해에 큰 종자들을 분산 저장하여 일부 수종의 갱신에 필수적인 역할을 한다고 하였다. 어치도 겨울을 대비하여 도토리를 저장하며 섭식되지 않은 일부 도토리는 모수로부터 먼 거리를 이동하여 봄에

발아를 하게 돼 수종의 갱신에 기여한다. 하지만 도토리
는 식용의 목적으로 전문적으로 채취되고 있어 숲의 유
지에 부정적인 영향을 미칠 수 있어 이에 대한 대책이 필
요하다고 판단된다.

4. 결 론

산림복원이나 도시공원 설계시 나무의 열매 및 종자
를 섭식하는 조류에 대해 고려한다면 비용이나 시간적인
면에서 많은 도움을 받을 수 있을 것이다. 하지만 이들 조
류 중 섭식유형의 차이로 인해 각각의 산림복원이나 도
시공원 설계시 어떠한 수종을 식재해야 하는지에 대한
고려가 필요하고 판단된다. 즉, 나무의 열매 및 종자를 섭
식하는 조류 중 열매를 통째로 삼킨 후 이동해서 종자를
배설하는 삼킴형 조류가 가장 많았는데 이는 산림 복원
시 이들 조류들이 선호하는 나무를 식재함으로써 종자
산포를 통한 복원 비용의 절감이나 복원 진행 속도의 향
상 그리고 인위적인 복원과정에서 간과할 수 있는 생태
적인 측면을 보강할 수 있다고 판단된다. 그리고 열매과
육만을 쪼아 먹거나 종자를 부숴먹는 종들은 산림 복원
차원에서 부정적인 영향을 미칠 가능성이 있지만 도시공
원 조성시 이들 조류들이 선호하는 나무를 식재한다면
다양한 조류의 출현을 통해 사람들의 휴식과 정서함양에
도움을 줄 것이라 판단된다. 특히 이들 조류들은 관목이
나 교목의 열매 및 종자를 주로 이용하였기 때문에 관목
이나 교목을 적절히 조합해서 식재한다면 복원 차원에서
비용 절감이나 속도의 향상 등을 기대할 수 있고 도시공
원 설계시 종자 산포를 통한 생물다양성의 증진을 비롯
하여 심미적인 효과의 극대화를 기대할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2014년 국립산림과학원 난대·아열대산림
연구소의 도서산림관련 위탁연구과제로 수행된 조사결
과를 재분석하여 작성한 것으로 위탁연구과제를 수행하
는데 도움을 주신 난대·아열대산림연구소 김찬수 소장
님과 관계자분들께 진심으로 감사드립니다. 그리고 열매
먹는 조류 사진 및 사진 자료를 제공해 주신 (사)제주야
생동물연구센터 강희만선생님, 지남준선생님, 송인혁선
생님 그리고 모든 회원분들께 진심으로 감사드립니다.

REFERENCES

- Corlett, R. T., 1998, Frugivory and seed dispersal by
birds in Hong Kong shrubland, *Forktail*, 13, 23-27.
- Cho, S. Y., Nam, H. Y., Choi, C. Y., Chae, H. Y., 2011,
Effects of seed ingestion by Brown-eared Bulbuls
(*Microscelis amaurotis*) on the *Ligustrum japonicum*
seed germination, *Kor. J. Orni.*, 18(3), 241-247.
- Cho, W., Lee, K. J., 1998, Planting of urban environ
-mental forest and community planting area, *J.*
Korean Inst. Landscape Architecture, 26(1), 70-82.
- Choi, C. Y., Chae, H. Y., 2007, Effects of bird ingestion
on seed dispersal and germination of the *Elaeagnus*
macrophylla, *J. Korean For. Soc.*, 96(6), 633-638.
- Englund, R., 1993, Fruit removal in *Viburnum opulus*:
Copious seed predation and sporadic massive seed
dispersal in a temperate shrub, *Oikos*, 67, 503 - 510.
- Fukui, A. W., 1995, The Role of the Brown-Eared
Bulbul *Hypsypetes anaurotis* as a seed dispersal
Agent, *Res. Popul. Ecol.*, 37(2), 211-218.
- Houle, G., 1992, Spatial relationship between seed and
seedling abundance and mortality in a deciduous
forest of north-eastern North America, *J. Ecol.*, 80,
99-108.
- Hulme, P. E., Kollmann, J., 2005, Seed predator guilds,
spatial variation in post-dispersal seed predation and
potential effects on plant demography: A Temperate
perspective, In; Forget *et al.*(eds.), *Seed Fate:
Predation, Dispersal and Seedling Establishment*,
CABI Publishing, Massachusetts, 9-30.
- Ida, H., Nakagoshi, N., 1996, Gnawing damage by
rodents to the seedlings of *Fagus crenata* and
Quercus mongolica var. *grosseserrata* in a temperate
Sasa grassland-deciduous forest series in south
-western Japan, *Ecol. Res.*, 11, 97-103.
- Korea forest research institute, 2014, Birds and fruits in
Jeju Island, Korea forest research institute.
- Kim, E. M., Kang, C. W., Won, H. K., Song, K. M., Oh,
M. R., 2015, The Status of fruits consumed by
Brown-eared Bulbul(*Hypsypetes anaurotis*) as a seed
dispersal agent on Jeju Island, *J. Korean Env. Res.*
Tech., 18(1), 53-69.
- Kim, G. T., Kim, H. J., 2013, Secondary dispersion of
several broadleaved tree seeds by wildlife in Mt.
Jungwang, Pyeongchang-gun, Korea, *Korean J.*

- Environ. Ecol., 27(1), 64-70.
- Kim, J. K., Lee, S. K., Min, H. K., Oh, K. C., 2002, A Study on food resource and utilization of artificial nest of wild-birds in urban woodland, Korean Ecol., 25(5), 275-282.
- Kim, J. S., Kim, T. Y., 2011, Woody Plants of Korean Peninsula, Dolbegae, Paju, 1-688.
- Kitamura, S., Yumoto, T., Poonswad, P., Chuailua, P., Plongmai, K., Maruhashi, T., Noma, N., 2002, Interactions between fleshy fruits and frugivores in a tropical seasonal forest in Thailand, Oecologia, 133, 559-572.
- Moermond, T. C., Denslow, J., 1985, Neotropical avian frugivores: Patterns of behavior, morphological and nutrition, with consequences for fruit selection, Ornithol. Monogr., 36, 865-897.
- Nakanishi, H., 1994, Dispersal types of the component species of natural forests in Japan, Nagasaki Womens Jr. Coll. Ann. Rep. Study, 18, 1-5.
- Sakakibara, S., 1989, The Role of the varied tit, *Parus varius* T. and S., in the seed dispersal of Japanese yew, *Taxus cuspidata* S. and Z. Jpn, For Sci., 71, 41-49.
- The Ornithological Society of Korea, 2009, Checklist of the Birds of Korea, Hanrimwon Publishing company.
- Traveset, A., 1994, Influence of type of avian frugivory on the fitness of *Pistacia terebinthus* L., Evol. Ecol., 8, 618-627.
- Yagihashi, T., Hayashida, M., Miyamoto, T., 1998, Effect of bird ingestion on seed germination of *Sorbus commixta*, Oecologia, 114, 209-212.