

ORIGINAL ARTICLE

한반도 주요 도서 지역의 기후변화 지표 식물 분포

김현희* · 水野一晴 · 이호상¹⁾ · 구재균²⁾ · 공우석²⁾

교토대학교 문학부 지리학과, ¹⁾국립산림과학원 난대아열대연구소, ²⁾경희대학교 이과대학 지리학과

Distribution of Indicator Plant of Climate Change in Major Islands of the Korean Peninsula

Hyun Hee Kim*, Kazuharu Mizuno, Ho Sang Lee¹⁾, Jae Gyun Koo²⁾, Woo Seok Kong²⁾

Department of Geography, Kyoto University, Kyoto 6068501, Japan

¹⁾Warm Temperate and Subtropical Forest Research Center, National Institute of Forest Science, Seogwipo 63582, Korea

²⁾Department of Geography, Kyung Hee University, Seoul 02453, Korea

Abstract

This study analyzed the status of climate-change indicator plants native to the main islands of the Korean peninsula, while elucidating their distribution characteristics. Information on flora from over 129 island locations, comprising more than 100 species of native plants, was collected, compiled into a database, and utilized as raw data. The distribution of 193 climate-change indicator plants was confirmed. The distribution area of broadleaf evergreen trees and ferns, including *Mallotus japonicus* and *Cyrtomium falcatum*, was relatively wide. In contrast, the distribution of common northern plants such as *Corydalis turtschaninovii* and *Malus baccata* was limited. If global warming persists, northern plant distribution is expected to decrease rapidly in the Korean Peninsula island region, while the northern limit line of the southern plants is expected to migrate further northward. During this process, it is likely that the plant congregation structure and species diversity within the island region will change dynamically. In this study, comparative analyses between species and regions were conducted by assessing the relative frequency of their occurrence, and six types of botanical geographic distribution patterns were noted.

Key words : Vulnerable plants, Island area, Global warming, Biogeography, Indicator space

1. 서론

1962년 미국의 해양생물학자 레이첼 카슨 (Rachel L. Carson)은 이제는 환경 분야의 고전이라 할 수 있는 ‘침묵의 봄(Silent Spring)’을 출판하여 학계와 사회에

큰 반향을 불러일으켰다. 무분별한 살충제의 남용과 그로 인한 야생 생물들의 직접적인 피해로 봄이 되어도 새가 찾아오지 않고, 새소리도 들리지 않는 그런 침묵의 봄이 된 것이다. 여기서 새는 살충제(DDT) 오염의 심각성을 알려주는 지표종(indicator species)이다. 사전적

Received 3 November, 2020; Revised 22 November, 2020;
Accepted 23 November, 2020

*Corresponding author: Hyun Hee Kim, Department of Geography, Kyoto University, Kyoto 6068501, Japan
Phone : +81-90-9887-8982
E-mail : hyunheekim24@gmail.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.

의미로 지표종은 특정 지역이나 자생지에서 해당 지역의 환경상태를 측정하는 척도로 이용하는 생물을 말한다(Korean Society of Plant Biologists, 2020).

야외조사가 강조되는 생태학과 생물지리학 분야에 있어 지표종에 관한 연구는 오래전부터 수행되어 온 연구 활동 중 하나이며, 자연 조사와 보전 그리고 관리에서 관련 연구는 필수적이다(Dufrène and Legendre, 1997; Podani and Csányi, 2010). 최근 우리나라에서도 지표종을 대상으로 한 연구가 다양한 분야에서 수행되고 있다. 공간적으로는 전국 단위에서부터 고산지역(Kim et al., 2011; Kong et al., 2014), 열대 해역(Kim et al., 2008), 습지(Do et al., 2007), 조간대(Jeong et al., 2014) 등 특수 생태계에 분포하는 지표종에 관한 연구가 보고되었으며, 기능적으로는 기후변화 취약성 평가(Jung et al., 2009; Lee et al., 2011), 농업생태계의 활용(Kim et al., 2009; Nam et al., 2018), 생태계 위해성 평가(Chang and Kim, 2007), 호수 수질 평가(Lim and Lee, 2007) 등과 관련된 응용 연구들이 있다.

또한 기후변화에 민감한 특정 식물의 분포 현황 및 변화에 대해 예측하는 다수의 연구도 수행되었다(Shin et al., 2018). 이들 종은 분비나무(*Abies nephrolepis*) (Park et al., 2015), 구상나무(*Abies koreana*) (Park et al., 2015; Koo et al., 2016; Park et al., 2019), 송악(*Hedera rhombea*) (Park et al., 2016a), 후박나무(*Machilus thunbergii*) (Yun et al., 2011), 사스레피나무(*Eurya japonica*) (Yun et al., 2017), 식나무(*Aucuba japonica*) (Park et al., 2019), 동백나무(*Camellia japonica*) (Park et al., 2019) 등 대표적인 상록침엽수와 상록활엽수(Park et al., 2016b)를 포함하며, 외래식물인 실망초(*Conyza bonariensis*) (Lee et al., 2015), 털물참새피(*Paspalum distichum* var. *indutum*) (Cho and Lee, 2015) 그리고 다수의 한반도 희귀식물(Kim et al., 2018), 특산식물(Lee et al., 2012; Ahn et al., 2016; Kim et al., 2018), 습지식물(Hong et al., 2019)까지 다양한 종을 대상으로 한다. 이들 연구의 일반적인 견해는 앞으로 기후변화에 따른 식물 자생지 변화가 다양하게 나타날 것으로 예상된다. 대부분의 연구에서 상록활엽수에 해당하는 종의 자생지가 확장할 것으로 언급하고 있다. 반면 분비나무(*Abies nephrolepis*)와 같은 북방계 식물은 그 면적이 감소할 것으로 본다. 그리고 환경 스트레

스에 상대적으로 강한 C4 식물의 면적이 증가할 것으로 예상하며(Kim et al., 2011), 상록활엽수 간 중간 경쟁이 증가하고, 북방계 식물의 감소와 남방계 식물의 증가 사이에서 역동적인 식물 종다양성의 변화도 예측한다. 그러나 식물종의 자생지 변화 예측은 다양한 환경변수들이 많은 예측 불가능성을 포함하고 있다는 점에서 결과에 대한 해석은 조심스럽게 다루어 져야 한다. 따라서 예측 오류를 줄이고 정확성을 높이기 위해서는 현재 데이터에 대한 신뢰성 있는 자료 구축과 해석이 중요하다.

이처럼 기후변화에 따른 특정 식물군에 관한 분포를 예측하고자 하는 많은 연구 활동이 있음에도 불구하고, 아직 도서 지역을 대상으로 한 관련 연구는 많지 않다. 바다에 의해 지리적으로 고립된 도서는 기후변화에 따른 피해가 육지보다 더 극단적인 것으로 예상된다. 사실상 이동 또는 씨앗의 산포 거리에 물리적 거리의 제약이 있어, 도서 지역에 자생하는 종은 변화하는 환경에 빠르게 적응하거나 멸종할 수밖에 없다(Courchamp et al., 2014). 특히 유라시아 대륙 동안(東岸) 북반구 중위도에 위치한 한반도 도서 지역은 생물지리학적으로 매우 중요한 공간이다. 북위 33도에서 38도의 수리적 위치를 가지는 한반도 도서 지역은 난온대 기후에서 냉대기후로 전이되는 공간으로 주요 기후대의 경계선에 위치한다. 따라서 온난화에 따른 식물 분포 변화가 빠르게 진행될 것으로 예상된다. 남방계 식물의 북상과 북방계 식물의 후퇴 속에서 도서 지역은 육지보다 생물 군집 변화 속도가 빠르고 결과가 극단적인 가능성이 높다. 이러한 관점에서 본 연구는 한반도 주변 주요 도서 지역에 자생하는 기후변화 지표 식물의 현재 분포 현황과 특징에 대해 주요 종별, 지역별로 분석하고자 한다. 특히 우리나라 전 지역에 해당하는 도서 지역을 연구 대상으로 하였으며 많은 선행 연구자료들을 모아 하나의 결과물로 제시하고자 한다. 이를 통해 향후 지구온난화에 따른 도서 지역 식물상 변화에 대응하기 위한 기초자료를 제시한다.

2. 연구방법 및 지역

본 연구는 기존 발표된 식물상 연구 자료들을 수집하여, 하나의 database를 만들고, 그중 기후변화 지표 식물을 선택하여 원자료(raw-data)로 활용하였다. 식물 목록은 국립수목원 국가표준식물목록(2017)을 따랐으며,

Table 1. Island flora literature cited in this study

-
- Choi, Y. E. et al. (2017) A Study on the Flora and Vegetation of Myodo Island in Yeosu.
- Han, B. W. et al. (2018) Floristic Study of Jindo Island.
- Hwang, S. H. et al. (2019) Flora of vascular plants on Oenarodo Island.
- Hyun, J. O. et al. (2018) Floristic study of Aphaedo Island in Shinan-gun, Jeollanam-do, Korea.
- In, S. Y. (2012) Floristic study of Imja-do (Isl.)
- Jang, C. S. et al. (2014) Floristic Study of Daeheuksando in Korea.
- Jang, G. Y. (2009) A Floristic Study of the Gumo Islands.
- Jang, K. S. et al. (2014) The Temporal Variation of Songido's Vascular Flora.
- Jeong, J. H. et al. (2011) Flora of Sinan-Gun (Sinan, Jeollanam-do, Korea).
- Kang, M. Y. et al. (2016) The Flora of Vascular Plants in Jangsa Island, Tongyeong-si Gyeongsangnamdo.
- Kim, H. J. et al. (2015) Flora of Vascular Plants in Deokjeokdo (Ongjin-gun) and Its Adjacent Regions, Korea.
- Kim, H. J. et al. (2016) Flora of Vascular Plants in Mueuido (Incheon), Korea.
- Kim, J. H. et al. (2013) A Floristic Study of Baengnyeongdo (Isl.) in Korea.
- Kim, J. H. et al. (2016) Vascular plant diversity and vegetation of Yokjido Island in Tongyeong-si, Korea.
- Kim, S. Y. et al. (2014) Floristic Study of Yeoseo-do (Isl.) in Korea.
- Lee, C. H. et al. (2002) The Flora of Wi Island.
- Lee, H. J. et al. (2012) Distribution of Vascular Plants in Youngjongdo and Yongyudo.
- Lee, J. H. (2006) The Plant-Geographical Distribution and the Flora Characteristics in Choyak(Yaksan).
- Lee, J. H. (2014) Study of the Characteristics of the Vegetation of the Hongdo Natural Preserve : Species and Vegetation Composition of Natural Heritage No. 170.
- Lee, Y. H. (2005) The Flora in Saeng-il island and the geographical distribution of plants.
- Lim, Y. S. et al. (2014) Floristic Study of Daebudo Island.
- Lim, Y. S. et al. (2015) Floristic Study of Yeongheungdo Island.
- Ministry of Environment. 1999~2015. National uninhabited island natural environment survey.
- National Institute of Environmental Research. 2008. Specific island scrutiny.
- Oh, H. K. and Beon, M.S. (2011) Characteristics Type of Vascular Plants in Jeokjabong, Bogil Island(Jeonnam).
- Oh, H. K. et al. (2016) Study on Flora and Comparative Example of Gulup-do in Ongjin, Incheon.
- Oh, H. K. et al. (2016) Study on Flora Distributed of Nearby Island and Yubu-do in Seocheon, Chungnam.
- Park, S. J. et al. (2004) Flora and Conservation Counterplan of Sonjook Island.
- Seo, K. S. (2014) The Flora and Vegetation Structure of Nodo in Hallyeo-haesang National Park.
- Son, D. C. et al. (2016) Flora of the Five West Sea Islands in Korea.
- Song, H. J. (2006) A Floristic Study of the Namhae-County.
- Song, K. M. et al (2009) Flora and Life-form of the Uninhabited Islets, in Jeju-do.
- Sun, E. M. et al (2019) The Floristic Study of Dolsando Island (Yeosu-si), Korea.
- Sun, E. M. et al (2019) The vascular plants of Chujado Island (Jeju-do), Korea.
- Yang, J. C. et al. (2012) The Flora of Vascular Plants in Daecheong Island, South Korea.
- Yang, S. G. et al. (2013) Floristic Study of Gageodo in Korea.
- Yang, S. G. et al. (2015) A floristic study of Ulleungdo Island in Korea.
- Yang, Y. H. and Song, C.K. (2003) The flora of Gapado(Jeju island).
-

인용된 식물상 자료들은 2000년 이후 심사를 통해 게재된 학술논문과 정부 발행 보고서들이다(Table 1). 그리고 기후변화 지표 식물은 국립수목원(2011)에서 제시한 ‘기후변화에 취약한 위기 식물 300종’과 국립생물자원

관(2017)에서 제시한 국가 기후변화 생물 지표종 100종 중 관속식물 39종, 후보종 30종 중 관속식물 13종을 그 대상으로 하였다. 전체 352종을 이번 연구에서는 ‘기후변화 지표 식물’로 통일하여 지칭하고, 한반도 주변 주요

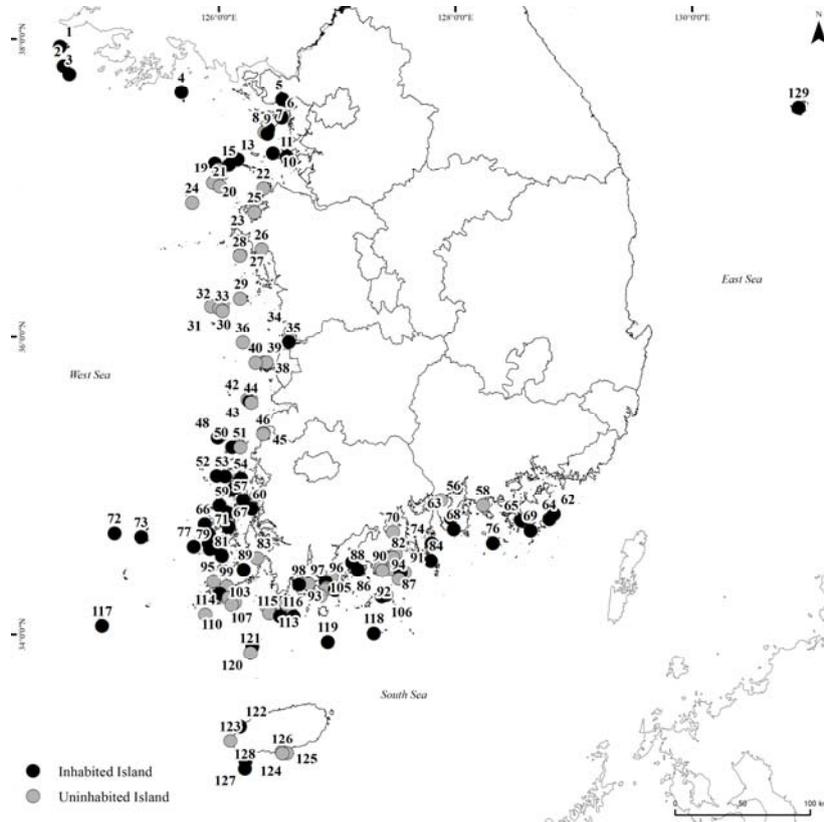


Fig. 1. Research area where flora data is secured(Uninhabited island 65, Inhabited island 64).

1. Backryeongdo 2. Daecheongdo 3. Sochengdo 4. Yeonpyeong 5. Hwangando 6. Yeongjondogdo 7. Yonggyudo 8. Silmido 9. Muwuido 10. Yeongheungdo 11. Daebudo 12. Dukjukdo 13. Soyado 14. Gulupdo 15. Mungapdo 16. Gado 17. Gakheuldo 18. Beolseom 19. Janggudo 20. Gwangdaedo 21. Habajiseom 22. Heukeodo 23. Pido 24. Mokdeokdo 25. Yuldo 26. Myodo 27. Samodo 28. Chichido 29. Daegilsando 30. Daecheongdo 31. Hwangdo 32. Hoenggyeondo 33. Odo 34. Ahangdo 35. Yubudo 36. Sipleedongpado 37. Sohoenggyeongdo 38. Hwanggyeondo 39. Hoenggyeondo 40. Bonongdo 41. TanjungkumdoIsland 42. Daludo 43. Wido 44. Oechido 45. Myodo 46. Dombae 47. Soseongmando 48. Anmado 49. Daenoindo 50. Songido 51. Sonoindo 52. Jaewondo 53. Imjado 54. Jido 55. Jeungdo 56. Jangdo 57. Machwado 58. Anjangseom 59. Jaeundo 60. Aphaedo 61. Amtaedo 62. Jisimdo 63. Namhaedo 64. Naedo 65. Hansando 66. Bigeumdo 67. Anjwado 68. Nodo 69. Jangsado 70. Jinjioedo 71. Dochodo 72. Hongdo 73. Huksando 74. Dolsando 75. Daeyado 76. Yokjido 77. Wooido 78. Hauido 79. Sindo 80. Daekdaedo 81. Shineuido 82. Sihodo 83. Gambudo 84. Geumodo 85. Sorokdo 86. Odongdo 87. Aedo 88. Geogeumdo 89. Jindo 90. Gamaedo 91. Daehangdo 92. Oenarodo 93. Seomeoduji 94. Gokgudo 95. Baekyado 96. Joyagdo 97. Wondo 98. Wando 99. Jangjukdo 100. Hyeoldo 101. Galmado 102. Saengildo 103. Hajodo 104. Sogeomundo 105. Jinseom 106. Soonjukdo 107. Hanggeumdo 108. Somasakdo 109. Tanhangdo 110. Naptaegido 111. Jangguseom 112. Munebukdo 113. Jeosando(Dakseom) 114. Byeongpungdo 115. Bogildo 116. Soando 117. Gageodo 118. Geomundo 119. Yeoseodo 120. Choojado 121. Beomseom 122. Biyangdo 123. Chagwido 124. Saeseom 125. Seopseom 126. Munseom 127. Gapado 128. Marado 129. Ulleungdo

도서 지역에서의 분포 현황 및 특성을 분석하고 기술하였다. 이들 식물 종은 기후변화에 취약하거나 분포역이 민감하게 반응할 것으로 예상되는 식물로 해당 종의 분포 변화가 곧 한반도 도서 지역 기후변화 양상을 반영한

것으로 해석해도 무리는 없다. 식물별 분포역을 비교하기 위하여 전체 도서 지역 중 해당 식물상이 자생하는 도서 지역의 상대출현 빈도수를 계산(특정 식물이 분포하는 도서의 수 ÷ 전체 도서의 수)하였으며, 지도는 Arc-Gis

10.3을 활용하여 작성하였다.

연구지역은 소수 중에 의한 결과의 왜곡을 줄이고 신뢰성을 확보하기 위하여, 100종 이상의 자생식물이 분포하는 129개소의 도서 지역을 그 대상으로 하였다. 이중 무인도가 65개소, 유인도가 64개소이다. 지역별로는 경기도 21개소, 충청남도 13개소, 전라북도 9개소, 전라남도 서해 34개소, 전라남도 남해 33개소, 경상도 10개소, 제주도(본섬은 제외) 9개소이다(Fig. 1).

3. 결과

자생식물 100종 이상이 분포하는 도서 지역 129개소에 분포하는 기후변화 지표 식물은 총 76과 193종이다. 국화과가 13종으로 가장 많았으며, 미나리아재비과 10종, 콩과 10종, 장미과 9종, 녹나무과 8종 순이다. 일반적으로 많은 종이 보고되는 벼과와 사초과는 각 1종에 불과하다. 본 연구에서 다룬 전체 352종의 기후변화 지표 식물 중 54.8%(193종)가 우리나라 주요 도서 지역에 분포한다. 이중 양치식물은 7과 12종(6.2%), 겉씨식물 2과 2종(1%), 쌍떡잎식물 58과 159종(82.4%), 외떡잎식물 9과 20종(10.4%)이다. 192종이 자생식물이었으며, 큰개불알풀(*Veronica persica*)이 유일한 귀화식물이다. 큰개불알풀(*Veronica persica*)은 국립생물관에서 지정한 국가 기후변화 생물 지표종에 속한다.

도서 지역 129개소에 분포하는 기후변화 지표 식물 193종 중 분포역이 가장 넓은 종은 예덕나무(*Mallotus japonicus*)로 총 99개소의 도서에서 분포가 확인되었으며, 양치식물인 도깨비쇠고비(*Cyrtomium falcatum*)가 98개소로 다음이다. 이들 2종의 도서 지역별 상대 출현 빈도수는 0.77과 0.76이다. 전체 종별 평균 상대 출현 빈도수는 0.15(19개소)이며, 상대 출현 빈도수가 0.5(65개소)를 넘는 종은 예덕나무(*Mallotus japonicus*)와 도깨비쇠고비(*Cyrtomium falcatum*)를 포함하여 7종(전체 식물의 3.6%)에 불과하다. 해당 식물은 동백나무(*Camellia japonica*) 0.71(92개소), 사스레피나무(*Eurya japonica*) 0.71(91개소), 꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*) 0.64(83개소), 후박나무(*Machilus thunbergii*) 0.57(74개소), 돈나무(*Pittosporum tobira*) 0.54(70개소)이다. 상대적으로 넓은 분포역을 가지고 있는 이들 식물은 따뜻한 환경을 선호하는 종들로 온난한 우리나라 도서 지역

기후를 잘 반영한다. 이외에 상대 출현 빈도수가 0.4이상 14종(7.3%), 0.3이상 15종(7.8%), 0.2 이상 18종(9.3%), 0.1 이상 35종(18.1%), 0.1 미만 104종(53.9%)으로 조사되었다. 전체 129개소의 도서 지역 중 13개소(상대 출현 빈도수 0.1 미만) 미만에서 분포하는 종이 전체의 절반을 넘는다. 이를 통해 기후변화 지표종의 분포가 공간적으로 매우 제한적임을 알 수 있다. 특히 단 1곳의 도서에만 분포하는 종도 26종(13.5%)으로 조사되었다(Table 2).

도서별 기후변화 지표 식물은 평균 29.3종(유인도 평균 37.7종, 무인도 평균 21.1종)이다. 금오도(94종), 진도(85종), 거문도(81종), 거금도(79종), 완도(75종), 홍도(74종), 생일도(73종), 손죽도(72종), 흑산도(71종), 소거문도(69종)는 지표 식물이 많이 분포하는 상위 10개소이다. 이들 도서는 전부 전라남도 서해와 남해의 비교적 큰 유인도에 해당한다. 단순 종 수와는 달리 자생식물 대비 지표 식물 비율은 평균 12.2%(유인도 평균 10.8%, 무인도 평균 13.6%)이다. 섬섬(제주, 27.8%), 애도(전남 남해, 27.4%), 문섬(제주, 25.4%), 새섬(제주, 25%), 범섬(제주, 24.1%), 장구섬(전남 남해, 24.1%), 문어북도(전남 남해, 21.9%), 혈도(전남 남해, 21.2%), 소마삭도(전남 남해, 21%), 소거문도(19%)는 자생식물 대비 지표 식물의 비중이 높은 상위 10개소이다. 소거문도를 제외한 모든 도서가 무인도이며, 특히 제주권과 전라남도 남해에 속하는 무인도가 많다. 도서의 크기가 큰 유인도에 무인도 보다 많은 종의 지표 식물이 자생하지만, 자생식물 대비 지표 식물 비중은 무인도가 더 높은 것으로 조사되었다(Fig. 2).

지역별 기후변화 지표 식물은 경기도 35과 63종, 충청남도 30과 39종, 전라북도 37과 50종, 전라남도 서해 64과 140종, 전라남도 남해 71과 167종, 경상도 64과 132종, 제주도 47과 81종으로 파악되었다. 자생식물 대비 기후변화 지표 식물의 비중은 경기도 5%, 충청남도 6.8%, 전라북도 12.3%, 전라남도 서해 13.7%, 전라남도 남해 15.2%, 경상도 13.7%, 제주도 18.4%이다.

지역별로 상대출현 빈도수 기준 분포역이 넓은 상위 10%에 관한 분석 결과는 다음과 같다. 지역 간 중복되는 종을 제외하면 총 37종이 전 지역 상위 10%를 구성한다. 다른 지역에는 포함되지 않고, 해당 지역에만 상위 10%에 속하는 종은 경기도가 4종(조선헌호색(*Corydalis*

Table 2. List of plants according to the frequency of relative appearance by island region

<p>More than 0.5</p> <p><i>Mallotus japonicus</i> (예덕나무), <i>Cyrtomium falcatum</i> (도깨비쇠고비), <i>Camellia japonica</i> (동백나무), <i>Eurya japonica</i> (사스레피나무), <i>Cudrania tricuspidata</i> (꾸지뽕나무), <i>Machilus thunbergii</i> (후박나무), <i>Pittosporum tobira</i> (돈나무)</p>
<p>More than 0.4</p> <p><i>Aster arenarius</i> (섬갯쭉부쟁이), <i>Rubus hirsutus</i> (장팔기), <i>Paederia scandens</i> (계요등), <i>Ajuga decumbens</i> (금창초), <i>Lemmaphyllum microphyllum</i> (콩짜개당굴), <i>Neolitsea sericea</i> (참식나무), <i>Primula modesta</i> var. <i>hannasanensis</i> (설앵초), <i>Rhaphiolepis indica</i> var. <i>umbellata</i> (다정큼나무), <i>Oplopanax elatus</i> (맛두릅나무), <i>Viola grypoceras</i> (남시제비꽃), <i>Artemisia sieversiana</i> (산흰썩), <i>Lygodium japonicum</i> (실고사리), <i>Ficus erecta</i> (천선과나무), <i>Eurya emarginata</i> (우묵사스레피)</p>
<p>More than 0.3</p> <p><i>Crepidiastrum lanceolatum</i> (갯고들빼기), <i>Elaeagnus macrophylla</i> (보리밥나무), <i>Pimpinella hallaisanensis</i> (한라참나물), <i>Litsea japonica</i> (까마귀쪽나무), <i>Verbena officinalis</i> (마편초), <i>Iris koreana</i> (노랑붓꽃), <i>Carex okamotoi</i> (지리대사초), <i>Castanopsis sieboldii</i> (구실잣밤나무), <i>Rubus corchorifolius</i> (수리말기), <i>Stauntonia hexaphylla</i> (말꿀), <i>Caesalpinia decapetala</i> (실거리나무), <i>Abelia tyaihyoni</i> (줄맹강나무), <i>Boehmeria pannosa</i> (왕모시풀), <i>Ardisia crenata</i> (백량금), <i>Lamium takesimense</i> (섬광대수염)</p>
<p>More than 0.2</p> <p><i>Vaccinium oldhamii</i> (정금나무), <i>Rhynchosia volubilis</i> (여우콩), <i>Melia azedarach</i> (멀구슬나무), <i>Haloragis micrantha</i> (개미탑), <i>Kadsura japonica</i> (남오미자), <i>Euphorbia helioscopia</i> (등대풀), <i>Argusia sibirica</i> (모래지치), <i>Pinellia tripartita</i> (대반하), <i>Arisaema ringens</i> (큰천남성), <i>Lespedeza maritima</i> (해변싸리), <i>Hedera rhombea</i> (송악), <i>Hepatica insularis</i> (새끼노루귀), <i>Lamium amplexicaule</i> (광대나물), <i>Quercus acuta</i> (불가시나무), <i>Cinnamomum yabunikkei</i> (생달나무), <i>Semiaquilegia adoxoides</i> (개구리발톱), <i>Daphne genkwa</i> (팔꽃나무), <i>Dunbaria villosa</i> (여우팔)</p>
<p>More than 0.1</p> <p><i>Sapium japonicum</i> (사람주나무), <i>Rhus succedanea</i> (검양옻나무), <i>Clematis trichotoma</i> (할미밀망), <i>Indigofera koreana</i> (좁방비싸리), <i>Ilex crenata</i> (팽팡나무), <i>Cnidium japonicum</i> (갯사상자), <i>Syringa patula</i> var. <i>venosa</i> (섬개회나무), <i>Orixa japonica</i> (상산), <i>Dicranopteris pedata</i> (발풀고사리), <i>Meliosma myriantha</i> (나도밤나무), <i>Ardisia japonica</i> (자금우), <i>Ligustrum foliosum</i> (섬취풍나무), <i>Bothriospermum tenellum</i> (꽃반이), <i>Machilus japonica</i> (센달나무), <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> (머귀나무), <i>Rhus sylvestris</i> (산검양옻나무), <i>Symplocos tanakana</i> (재나무), <i>Lilium cernuum</i> (솔나리), <i>Castanopsis cuspidata</i> (모밀잣밤나무), <i>Corydalis turtschaninovii</i> (조선현호색), <i>Daphniphyllum macropodum</i> (굴거리나무), <i>Veronica persica</i> (큰개불알풀), <i>Actinodaphne lancifolia</i> (육박나무), <i>Corydalis incisa</i> (자주괴불주머니), <i>Ligustrum japonicum</i> (광나무), <i>Milletia japonica</i> (애기등), <i>Quercus glauca</i> (종가시나무), <i>Asarum maculatum</i> (개족도리풀), <i>Cayratia japonica</i> (거지덩굴), <i>Artemisia dubia</i> (참썩), <i>Sageretia thea</i> (상둥나무), <i>Dendropanax morbiferus</i> (황칠나무), <i>Pteris cretica</i> (큰봉의꼬리), <i>Quercus myrsinifolia</i> (가시나무), <i>Elaeagnus glabra</i> (보리장나무)</p>
<p>Less than 0.1</p> <p><i>Pteris multifida</i> (봉의꼬리), <i>Korthalsella japonica</i> (동백나무겨우살이), <i>Neolitsea aciculata</i> (새덕이), <i>Malus baccata</i> (야광나무), <i>Damnacanthus indicus</i> (호자나무), <i>Cirsium setidens</i> (고려영경귀), <i>Ligularia taquetii</i> (갯취), <i>Ficus erecta</i> var. <i>sieboldii</i> (좁은잎천선과), <i>Rubus ribisoides</i> (섬팔기), <i>Idesia polycarpa</i> (이나무), <i>Carpesium macrocephalum</i> (여우오줌), <i>Trillium kamschaticum</i> (연영초), <i>Clematis brachyura</i> (외대으이리), <i>Chionanthus retusus</i> (이팝나무), <i>Caryopteris incana</i> (층꽃나무), <i>Cephalotaxus koreana</i> (개비자나무), <i>Anemone raddeana</i> (평의바람꽃), <i>Rhynchosia acuminatifolia</i> (큰여우콩), <i>Daphne kiusiana</i> (백서향), <i>Angelica japonica</i> (갯강활), <i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i> (아왜나무), <i>Polygonatum cryptanthum</i> (목포용동굴레), <i>Juncus setchuensis</i> var. <i>effusoides</i> (푸른갯골풀), <i>Chloranthus fortunei</i> (옥녀꽃대), <i>Trichosanthes kirilowii</i> var. <i>japonica</i> (노랑하늘타리), <i>Mercurialis leiocarpa</i> (산죽풀), <i>Lycoris chinensis</i> var. <i>sinuolata</i> (진노랑상사화), <i>Microlepia strigosa</i> (돌토끼고사리), <i>Polystichum lepidocaulon</i></p>

(더부살이고사리), *Actinidia rufa* (섬다래), *Cleyera japonica* (비쭈기나무), *Distylium racemosum* (조록나무), *Vaccinium bracteatum* (모새나무), *Ainsliaea apiculata* (좁딱취), *Wedelia prostrata* (갯금불초), *Hosta minor* (좁비비추), *Ophiopogon jaburan* (맥문아재비), *Lycoris flavescens* (붉노랑상사화), *Pollia japonica* (나도생강), *Nanocnide japonica* (나도물통이), *Stewartia pseudocamellia* (노각나무), *Vicia hirticalycina* (나래완두), *Wikstroemia trichotoma* (산닥나무), *Aucuba japonica* (식나무), *Callicarpa mollis* (새비나무), *Salvia japonica* (둥근베암차즈기), *Valeriana dageletiana* (넓은잎쥐오줌풀), *Campanula takesimana* (섬초롱꽃), *Arisaema takesimense* (섬남성), *Abies holophylla* (전나무), *Cimicifuga biternata* (개승마), *Euonymus chibai* (섬회나무), *Dystaenia takeshimana* (섬바디), *Rhododendron weyrichii* (참꽃나무), *Wahlenbergia marginata* (애기도라지), *Artemisia rubripes* (담불쑥), *Lloydia triflora* (나도개감채), *Bletilla striata* (자란), *Coniogramme japonica* (가지고비고사리), *Dryopteris fuscipes* (큰지네고사리), *Ostrya japonica* (새우나무), *Lindera sericea* (털조장나무), *Eranthis byunsanensis* (변산바람꽃), *Arabis takesimana* (섬장대), *Prunus takesimensis* (섬빛나무), *Tilia insularis* (섬피나무), *Ligustrum quihoui* (상동잎쥐똥나무), *Saussurea macrolepis* (각시서덜취), *Dryopteris championii* (제주지네고사리), *Aconitum pseudolaeve* (진범), *Mukdenia rossii* (돌단풍), *Ribes mandshuricum* (까치밭나무), *Euphorbia ebracteolata* (붉은대극), *Bupleurum latissimum* (섬시호), *Scrophularia koraiensis* (토현삼), *Veronica nakaiana* (섬꼬리풀), *Cirsium pendulum* (큰엉겅퀴), *Galeola septentrionalis* (오름난초), *Equisetum hyemale* (속새), *Fallopia koreana* (삼도하수오), *Silene takeshimensis* (울릉장구채), *Hepatica maxima* (섬노루귀), *Thalictrum coreanum* (연잎평의다리), *Berberis koreana* (매자나무), *Aristolochia manshuriensis* (등취), *Coreanomecon hylomeconoides* (매미꽃), *Corydalis filistipes* (섬현호색), *Corydalis maculata* (점현호색), *Hylomecon vernalis* (피나물), *Cardamine komarovii* (논쟁이냉이), *Rubus takesimensis* (섬나무딸기), *Spiraea chartacea* (떡조팝나무), *Spiraea salicifolia* (꼬리조팝나무), *Dumasia truncata* (비진도콩), *Vicia chosonensis* (노랑갈퀴), *Impatiens koreana* (취진물봉선), *Elaeagnus submacrophylla* (큰보리장나무), *Sanicula rubriflora* (붉은참반디), *Brachybotrys paridiformis* (당개지치), *Scrophularia takesimensis* (섬현삼), *Cirsium rhinoceros* (바늘엉겅퀴), *Lycoris sanguinea* var. *koreana* (백양꽃), *Poa takeshimana* (섬포아풀), *Symplocarpus renifolius* (얇은부채)

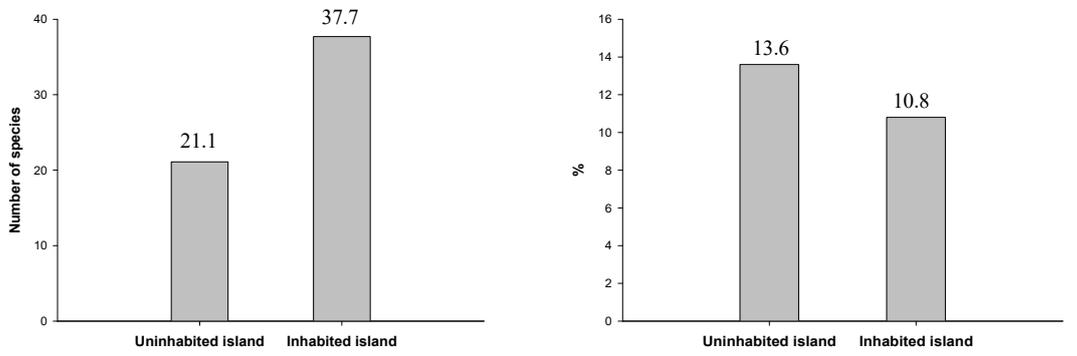


Fig. 2. The average number of indicator species(left) and the ratio of the average number of indicator species to native plants(right) by island region.

turtschaninovi), 야광나무(*Malus baccata*), 모래지치(*Argusia sibirica*), 광대나물(*Lamium amplexicaule*)), 전라남도 서해 4종(실고사리(*Lygodium japonicum*), 백량근(*Ardisia crenata*), 섬광대수염(*Lamium takesimense*), 산흰쑥(*Artemisia sieversiana*)), 전라남도 남해 5종(콩짜개덩굴(*Lemmaphyllum microphyllum*)), 한라참나물(*Pimpinella hallaisanensis*), 줄댕강나무(*Abelia*

tyaihyoni), 갯고들빼기(*Crepidiastrum lanceolatum*), 노랑붓꽃(*Iris koreana*)), 경상도 4종(구실갯밭나무(*Castanopsis sieboldii*), 참식나무(*Neolitsea sericea*), 뉘시제비꽃(*iola grypoceras*), 지리대사초(*Carex okamotoi*)), 제주도 3종(까마귀쪽나무(*Litsea japonica*), 거지덩굴(*Cayratia japonica*), 송악(*Hedera rhombea*))으로 조사되었다. 이는 분포역이 넓은 지역별 상위 10% 종을

Table 3. Relative frequency of appearance within the region for 37 major species (top 10% species by region)

Scientific name	Korean name	A	B	C	D	E	F	G
<i>Lygodium japonicum</i>	실고사리	-	-	-	0.59	0.64	0.40	0.67
<i>Lemmaphyllum microphyllum</i>	콩짜개덩굴	-	-	0.44	0.47	0.82	0.40	0.56
<i>Cyrtomium falcatum</i>	도깨비쇠고비	0.33	0.54	1.00	0.85	0.85	0.90	1.00
<i>Castanopsis sieboldii</i>	구실잣밤나무	-	0.08	0.56	0.35	0.52	0.70	0.33
<i>Cudrania tricuspidata</i>	꾸지뽕나무	0.24	0.69	0.67	0.79	0.76	0.40	0.78
<i>Ficus erecta</i>	천선과나무	-	-	-	0.41	0.67	0.80	0.78
<i>Litsea japonica</i>	까마귀족나무	-	-	-	0.41	0.55	0.60	1.00
<i>Machilus thunbergii</i>	후박나무	0.24	0.31	0.67	0.68	0.67	0.90	0.56
<i>Neolitsea sericea</i>	참식나무	0.19	0.31	0.44	0.38	0.58	0.80	0.44
<i>Camellia japonica</i>	동백나무	0.38	0.38	1.00	0.82	0.82	0.80	0.78
<i>Eurya emarginata</i>	우묵사스레피	-	-	-	0.50	0.73	0.30	0.78
<i>Eurya japonica</i>	사스레피나무	-	0.15	1.00	1.00	0.97	0.90	0.56
<i>Corydalis turtschaninovii</i>	조선현호색	0.57	0.23	0.44	-	-	-	-
<i>Pittosporum tobira</i>	돈나무	-	0.08	0.44	0.68	0.79	0.80	0.89
<i>Malus baccata</i>	야광나무	0.43	-	-	0.03	0.06	-	-
<i>Rhaphiolepis indica</i> var. <i>umbellata</i>	다정큼나무	-	-	0.11	0.44	0.73	0.70	0.67
<i>Mallotus japonicus</i>	예덕나무	-	0.62	1.00	1.00	0.94	0.90	0.89
<i>Cayratia japonica</i>	거지덩굴	0.05	0.23	0.22	-	0.06	0.10	0.78
<i>Elaeagnus macrophylla</i>	보리밥나무	0.48	0.77	1.00	0.03	0.24	0.30	0.89
<i>Viola grypoceras</i>	남시제비꽃	0.24	0.23	0.33	0.53	0.45	0.70	0.11
<i>Hedera rhombea</i>	송악	0.05	0.23	0.78	0.06	0.15	0.30	0.89
<i>Oplopanax elatus</i>	땃두릅나무	0.05	-	-	0.59	0.76	0.70	-
<i>Pimpinella hallaisanensis</i>	한라참나물	0.14	-	-	0.50	0.79	0.20	-
<i>Ardisia crenata</i>	백량금	-	-	-	0.59	0.48	-	0.56
<i>Primula modesta</i> var. <i>hannasanensis</i>	설앵초	0.05	-	-	0.68	0.73	0.60	-
<i>Paederia scandens</i>	계요등	0.14	0.62	1.00	0.35	0.45	0.50	1.00
<i>Argusia sibirica</i>	모래지치	0.43	0.38	-	0.12	0.21	0.20	0.56
<i>Ajuga decumbens</i>	금창초	0.10	-	-	0.59	0.82	0.80	0.44
<i>Lamium amplexicaule</i>	광대나물	0.57	-	0.11	0.06	0.12	0.60	0.33
<i>Lamium takesimense</i>	섬광대수염	0.05	-	-	0.59	0.48	0.30	-
<i>Abelia tyaihyoni</i>	줄댕강나무	-	-	-	0.47	0.67	0.50	-
<i>Artemisia sieversiana</i>	산현쑥	0.10	-	-	0.82	0.61	0.20	-
<i>Aster arenarius</i>	섬갯쑥부쟁이	0.05	-	-	0.88	0.73	0.70	0.11
<i>Crepidiastrum lanceolatum</i>	갯고들빼기	-	-	-	0.56	0.70	0.60	0.22
<i>Iris koreana</i>	노랑붓꽃	0.05	-	-	0.56	0.67	0.40	-
<i>Arisaema ringens</i>	큰천남성	0.48	0.62	0.67	0.03	0.03	0.10	0.44
<i>Carex okamotoi</i>	지리대사초	0.14	-	-	0.50	0.58	0.70	-

A: Island area in Gyeonggi-do province, B: Island area in Chungcheongnam-do province, C: Island area in Jeollabuk-do province, D: Island area in Jeollanam-do province(west sea), E: Island area of Jeollanam-do province(south sea), F: Island area of Gyeongsang-do province, G: Island area of Jeju province(Gray-color is the top 10% of the species within the region.)

Table 4. List of plants by type of distribution

A	<p><i>Cyrtomium falcatum</i> (도깨비쇠고비), <i>Cudrania tricuspidata</i> (꾸지뽕나무), <i>Machilus thunbergii</i> (후박나무), <i>Neolitsea sericea</i> (참식나무), <i>Clematis brachyura</i> (외대어리), <i>Hepatica insularis</i> (새끼노루귀), <i>Stauntonia hexaphylla</i> (멸골), <i>Camellia japonica</i> (동백나무), <i>Corydalis incisa</i> (자주괴불주머니), <i>Rubus corchorifolius</i> (수리딸기), <i>Rubus hirsutus</i> (장딸기), <i>Dunbaria villosa</i> (여우팔), <i>Euphorbia helioscopia</i> (등대풀), <i>Sapium japonicum</i> (사람주나무), <i>Orixa japonica</i> (상산), <i>Cayratia japonica</i> (거지덩굴), <i>Elaeagnus macrophylla</i> (보리밥나무), <i>Viola grypoceras</i> (납시제비꽃), <i>Haloragis micrantha</i> (개미탑), <i>Hedera rhombea</i> (송악), <i>Cnidium japonicum</i> (갯사상자), <i>Chionanthus retusus</i> (이팝나무), <i>Paederia scandens</i> (계요등), <i>Argusia sibirica</i> (모래지치), <i>Verbena officinalis</i> (마편초), <i>Lamium amplexicaule</i> (광대나물), <i>Artemisia dubia</i> (참쑥), <i>Arisaema ringens</i> (큰천남성), <i>Veronica persica</i> (큰개불알풀)</p>
B	<p><i>Castanopsis sieboldii</i> (구실잣밤나무), <i>Quercus acuta</i> (붉가시나무), <i>Eurya japonica</i> (사스레피나무), <i>Pittosporum tobira</i> (돈나무), <i>Raphiolepis indica</i> var. <i>umbellata</i> (다정큼나무), <i>Mallotus japonicus</i> (예덕나무), <i>Vaccinium oldhamii</i> (정금나무), <i>Symplocos tanakana</i> (검노린재나무), <i>Caryopteris incana</i> (층꽃나무)</p>
C	<p><i>Quercus myrsinifolia</i> (가시나무), <i>Ligustrum japonicum</i> (광나무), <i>Daphniphyllum macropodum</i> (굴거리나무), <i>Machilus japonica</i> (센달나무), <i>Ardisia japonica</i> (자금우), <i>Ilex crenata</i> (괭괭나무), <i>Kadsura japonica</i> (남오미자), <i>Lemmaphyllum microphyllum</i> (콩짜개덩굴)</p>
D	<p><i>Abelia tyaihyoni</i> (줄댕강나무), <i>Ficus erecta</i> (좁은잎천선과), <i>Rubus ribisoides</i> (섬딸기), <i>Idesia polycarpa</i> (이나무), <i>Carpesium macrocephalum</i> (여우오줌), <i>Trillium kamschaticum</i> (연영초), <i>Korthalsella japonica</i> (동백나무겨우살이), <i>Neolitsea aciculata</i> (새티이), <i>Damnacanthus indicus</i> (호자나무), <i>Cirsium setidens</i> (고려영경귀), <i>Ligularia taquetii</i> (갯취), <i>Pteris cretica</i> (큰봉의꼬리), <i>Dendropanax morbiferus</i> (황칠나무), <i>Sageretia thea</i> (상동나무), <i>Quercus glauca</i> (종가시나무), <i>Asarum maculatum</i> (개죽도리풀), <i>Milletia japonica</i> (애기등), <i>Actinodaphne lancifolia</i> (육박나무), <i>Castanopsis cuspidata</i> (모밀잣밤나무), <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> (머귀나무), <i>Rhus sylvestris</i> (산검양옻나무), <i>Lilium cernuum</i> (솔나리), <i>Dicranopteris pedata</i> (발풀고사리), <i>Clematis trichotoma</i> (할미밀망), <i>Syringa patula</i> var. <i>venosa</i> (섬개회나무), <i>Rhus succedanea</i> (검양옻나무), <i>Cinnamomum yabunikkei</i> (생달나무), <i>Daphne genkwa</i> (팔꽃나무), <i>Rhynchosia volubilis</i> (여우콩), <i>Melia azedarach</i> (멀구슬나무), <i>Ardisia crenata</i> (백량금), <i>Litsea japonica</i> (까마귀쪽나무), <i>Crepidiastrum lanceolatum</i> (갯고들빼기), <i>Lygodium japonicum</i> (실고사리), <i>Ficus erecta</i> (천선과나무), <i>Eurya emarginata</i> (우묵사스레피)</p>
E	<p><i>Pteris multifida</i> (봉의꼬리), <i>Boehmeria pannosa</i> (왕모시풀), <i>Semiaquilegia adoxoides</i> (개구리발톱), <i>Caesalpinia decapetala</i> (실거리나무), <i>Indigofera koreana</i> (줄땀비짜리), <i>Lespedeza maritima</i> (해변짜리), <i>Meliosma myriantha</i> (나도밤나무), <i>Elaeagnus glabra</i> (보리장나무), <i>Oplonanax elatus</i> (맛두릅나무), <i>Pimpinella hallaisanensis</i> (한라참나물), <i>Primula modesta</i> var. <i>hannasanensis</i> (설앵초), <i>Ligustrum foliosum</i> (섬취뚱나무), <i>Bothriospermum tenellum</i> (꽃받이), <i>Ajuga decumbens</i> (금창초), <i>Lamium takesimense</i> (섬광대수염), <i>Artemisia sieversiana</i> (산흰쑥), <i>Aster arenarius</i> (섬갯쑥부쟁이), <i>Iris koreana</i> (노랑붓꽃), <i>Pinellia tripartita</i> (대반하), <i>Carex okamotoi</i> (지리대사초)</p>
F	<p><i>Corydalis turtschaninovii</i> (조선현호색), <i>Malus baccata</i> (아랑나무)</p>

A: All regions, B: South regions of Chungcheongnamdo province, C: South regions of Jeollabukdo province, D: South regions of West sea in Jeollanamdo province, E: Southern area and Gyeonggido province island area, F: Island area in Gyeonggido province

대상으로 한 결과이다(Table 3).

식물별 세부 분포를 살펴보기 위하여 10개소 이상의 도서 지역에 분포하는 104종을 대상으로 그 분포역을 따로 분석한 결과 크게 다음의 6개 분포 유형으로 구분할 수 있었다. 1) 경기도부터 제주까지 전국적으로 분포하는 29종, 2) 경기도에는 분포하지 않지만, 충청남도 이남

에 분포하는 9종(8.7%), 3) 경기도와 충청남도에는 분포하지 않으며, 전라북도 이남에 분포하는 8종, 4) 전라남도 서해 이남에 분포하는 36종, 5) 주로 전라도 남쪽에 분포하면서 일부 경기도에 분포하는 20종 그리고 6) 경기도를 중심으로 분포하는 2종이다. 이중 특히 주목되는 종은 경기도를 중심으로 하는 조선현호색(*Corydalis*

turtschaninovii)과 야광나무(*Malus baccata*)로 다른 종과 달리 경기도에서 분포역이 가장 넓다. 조선현호색(*Corydalis turtschaninovii*)은 경기도, 충청남도, 전라북도의 도서에서는 분포기록이 있으나, 전라남도 서해이남의 도서에서는 보고되지 않았다. 야광나무(*Malus baccata*) 또한 경기도를 중심으로 분포하며, 전라남도 서해와 남해 일부 도서에서만 보고되었다. 이와 함께 전국적으로 분포하지만, 광대나물(*Lamium amplexicaule*)과 큰천남성(*Arisaema ringens*)도 다른 지역보다 경기도 도서 지역에서 넓은 분포역을 가진다(Table 4) (Fig. 3).

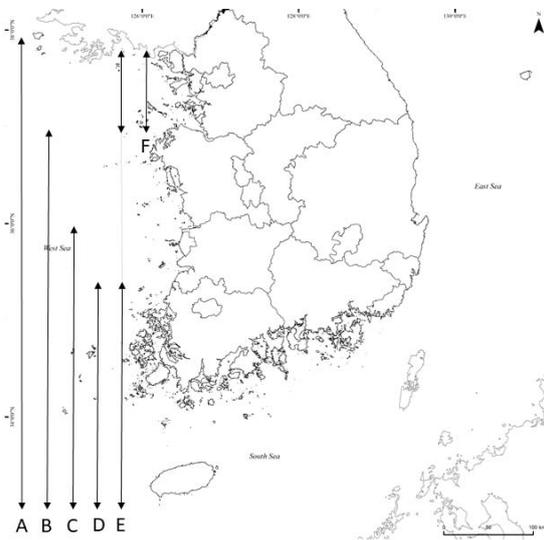


Fig. 3. Map of range by type of distribution.

A: All regions, B: South regions of Chungcheongnamdo province, C: South regions of Jeollabukdo province, D: South regions of West sea in Jeollanamdo province, E: Southern area and Gyeonggi-do province island area, F: Island area in Gyeonggi-do province

4. 고찰

이 연구는 한반도 주요 도서 지역에 자생하는 기후변화에 민감한 식물과 지표 식물을 대상으로 그 현황과 식물지리학적 분포에 관해 살펴보았다. 특히 수치화된 자료를 통해 그 결과를 비교 분석하고자 하였다. 100종 이상의 자생식물이 분포하는 주요 도서 지역 129개소를 대상으로 하였으며, 국립수목원과 국립생물자원관에서 제

시한 352종의 기후변화 관련 식물 중 54.8%인 193종이 한반도 주요 도서 지역에 자생한다.

예덕나무(*Mallotus japonicus*), 도깨비쇠고비(*Cyrtomium falcatum*), 동백나무(*Camellia japonica*), 돈나무(*Pittosporum tobira*) 등 분포역이 넓은 대부분의 식물이 따뜻한 지역을 선호하는 양치식물과 상록활엽수로 온난한 우리나라 주변 도서 지역 기후를 잘 반영하고 있다. 따라서 지구온난화가 지속될 경우 도서 지역에 자생하는 상록활엽수의 북방한계선은 더욱 북상할 가능성이 크다. 이와 관련한 다양한 예측 모델 연구들이 발표된 바 있다(Yun et al., 2011; Lee et al., 2012; Koo et al., 2016; Park et al., 2016a, Park et al., 2016b; Yun et al., 2017; Park et al., 2019).

전체 129개소의 도서 지역 가운데 절반인 65개소 이상에 고루 분포하는 식물종은 단 7종에 불과하다. 반면에 10%인 13개소 미만에 제한적으로 분포하는 종이 전체의 절반 이상인 104종(53.9%)으로 조사되었다. 이는 도서 지역 기후변화 지표 식물의 분포가 보편성보다는 공간적으로 제한적인 분포 양상을 가지고 있음을 보여준다.

향후 평균 기온 상승이 이어질 것이라는 전제하에 온화한 기후조건을 가지고 있는 우리나라 도서 지역에 자생하는 북방계 식물에 관한 관심이 그 무엇보다 우선되어야 할 것으로 보인다. 그 예로 조선현호색(*Corydalis turtschaninovii*)과 야광나무(*Malus baccata*)를 꼽을 수 있다. 러시아 동부와 중국 동북부에도 자생하는 이들 두 종은 본 연구에서 유일하게 다른 지역보다 수리적 위치가 가장 북쪽인 경기도 도서 지역에 집중 분포한다. 북방계 식물인 이들 종은 온난화에 따른 자생지의 물리적 환경 변화로 인해 가장 먼저 분포 양상이 쇠퇴할 것으로 예상된다. 특히 도서 지역은 지리적 격리로 인하여, 현존하는 자생지를 마지막으로 해당 지역에서 절멸하는 과정을 따를 가능성이 크다. 따라서 해당 종에 대한 개체군 수준에서의 세밀한 분포지 조사와 지속적인 추적 조사가 시급히 요구된다.

도서별 식물 현황에 대해서도 몇 가지 눈여겨볼 점이 있다. 먼저 도서별 기후변화 지표 식물은 주요 유인도에 그 종수가 많았으나, 자생식물 대비 지표 식물의 비중은 무인도가 높았다. 특히 제주도 주변 무인도에서 지표 식물의 비중이 높는데, 이는 따뜻한 기후를 반영한 남방계 식물의 수가 상대적으로 많기 때문이다. 더불어 또 하나

살펴볼 점은 일부 규모가 작은 유인도들이다. 전라남도 남해의 손죽도, 소거문도, 거문도 그리고 전라남도 서해 남부의 홍도와 흑산도는 도서의 크기가 진도, 금오도, 완도 등에 비해 상대적으로 작음에도 불구하고 지표 식물의 수가 많아 흥미롭다. 따라서 이들 도서에 대한 지역 단위에서의 세밀한 식물상 검토가 필요할 것으로 판단된다. 그 연구 결과를 토대로 식물 보전지구나 기후변화 관찰 모니터링 지구로 지정할 필요성이 있을 것으로 보인다. 향후 기후변화를 관찰하기 위한 특정 도서 지역 선정에 있어, 이와 같은 점이 우선 고려되어야 할 것으로 판단된다. 접근성이 어려운 도서 지역 전 지역을 장기간 전수 조사하는 것은 불가능해 이와 같은 지역을 우선 제안하는 바이다.

지역별 자생식물 대비 지표 식물의 비중은 경기도가 5%로 가장 낮았고, 남부지방으로 갈수록 그 비중은 높았다. 특히 제주권의 경우 전체 자생식물의 18.4%가 기후변화 지표 식물에 해당하였다. 이와 같은 결과는 우리나라 도서 지역에 자생하는 기후변화 지표 식물이 북방계 식물보다 남방계 식물이 월등히 많음을 잘 보여준다. 향후 지역별 지표 식물의 비중과 그 구성이 어떻게 변할 것인가에 대한 장기적인 조사의 필요성이 제기된다. 특히 수리적 위치가 가장 북쪽인 경기도 도서 지역의 식물상 변화가 가장 먼저 그리고 뚜렷할 것으로 예상된다.

마지막으로 본 연구에서는 총 37종이 우리나라 지역별 도서 지역의 상위 10%를 구성하고 있음을 밝혔으며, 10개소 이상의 도서 지역에 분포하는 104종을 대상으로 여섯 유형의 분포 유형을 제시하였다. 그중에서 특정 지역에서 상대적으로 우점하는 종들이 눈에 띈다. 경기도의 조선히호색(*Corydalis turtchaninovii*)과 야광나무(*Malus baccata*)가 가장 대표적이다. 해당 종은 유일하게 경기도권을 중심으로 분포역이 가장 넓은 대표적인 북방계 식물이다. 현재와 같은 온난화와 기온 상승이 지속한다면 이들의 분포는 빠른 속도로 축소될 것으로 예상된다. 더불어 명확한 북한계선을 가지는 종이 충청남도 9종(구실잣밤나무(*Castanopsis sieboldii*), 붉가시나무(*Quercus acuta*), 사스레피나무(*Eurya japonica*), 돈나무(*Pittosporum tobira*), 다정큼나무(*Rhaphiolepis indica* var. *umbellata*), 예덕나무(*Mallotus japonicus*), 정금나무(*Vaccinium oldhamii*), 검노린재나무(*Symplocos tanakana*), 층꽃나무(*Caryopteris incana*)), 전라북도 8

종(콩짜개덩굴(*Lemnaphyllum microphyllum*), 가시나무(*Quercus myrsinifolia*), 남오미자(*Kadsura japonica*), 센달나무(*Machilus japonica*), 굴거리나무(*Daphniphyllum macropodum*), 팽팽나무(*Ilex crenata*), 자금우(*Ardisia japonica*), 광나무(*Ligustrum japonicum*)) 그리고 전라남도 서해 도서 지역 36종(발풀고사리(*Dicranopteris pedata*), 실고사리(*Lygodium japonicum*), 큰봉의꼬리(*Pteris cretica*), 모밀잣밤나무(*Castanopsis cuspidata*), 종가시나무(*Quercus glauca*), 천선과나무(*Ficus erecta*), 좁은잎천선과(*Ficus erecta* var. *sieboldii*), 동백나무겨우살이(*Korthalsella japonica*), 육박나무(*Actinodaphne lancifolia*), 생달나무(*Cinnamomum yabunikkei*), 까마귀쪽나무(*Litsea japonica*), 새터이(*Neolitsea aciculata*), 할미밀망(*Clematis trichotoma*), 개죽도리풀(*Asarum maculatum*), 우묵사스레피(*Eurya emarginata*), 섬딸기(*Rubus ribisoideus*), 애기등(*Milletia japonica*), 여우콩(*Rhynchosia volubilis*), 머귀나무(*Zanthoxylum ailanthoides*), 멀구슬나무(*Melia azedarach*), 검양오탁나무(*Rhus succedanea*), 산검양오탁나무(*Rhus sylvestris*), 상동나무(*Sageretia thea*), 팔꽃나무(*Daphne genkwa*), 이나무(*Idesia polycarpa*), 황칠나무(*Dendropanax morbiferus*), 백량금(*Ardisia crenata*), 섬개회나무(*Syringa patula* var. *venosa*), 호자나무(*Damnacanthus indicus*), 줄댕강나무(*Abelia tyaihyoni*), 여우오줌(*Carpesium macrocephalum*), 고려영경귀(*Cirsium setidens*), 갯고들빼기(*Crepidiastrum lanceolatum*), 갯취(*Ligularia taquetii*), 솔나리(*Lilium cernuum*), 연영초(*Trillium kamtschaticum*))으로 파악되었다. 특히 전라남도 신안군과 전라북도 부안군 위도 사이가 중요한 식물 경계선으로 주목되는데, 이에 관한 보다 자세한 연구는 약 2,000여 종의 자생식물 분포 분석을 통한 후속 연구에서 밝히고자 한다. 우리나라는 남북 분단이라는 지정학적 상황으로 인해 식물의 북방한계선 이동에 관한 추적 관찰이 쉽지 않다. 사실상 서해 백령도(북위 38도)가 그 한계선이라 하겠다. 때문에 북한 도서 지역에 관한 현황 파악이 사실상 불가능하여 많은 아쉬움이 남는다. 이를 극복 할 수 있는 방안 마련이 정부 차원에서 준비되어야 할 것으로 본다.

한반도 도서 지역은 온난한 환경을 선호하는 남방계 지표 식물이 우점하며, 상대적으로 북방계 식물의 분포는

제한적이다. 향후 기온 상승이 지속한다면, 도서 지역에 자생하는 북방계 식물의 분포역이 축소되거나 소멸될 것은 자명하다. 한반도 도서 지역은 난-온대기후에서 냉대기후로 바뀌는 지리적 위치로 기후변화와 관련된 식물상과 종다양성 변화가 역동적으로 전개될 것으로 판단된다. 해당 종들에 대한 물리적 환경, 생물학적 특성을 포함한 식물지리학적 이야기를 풀어나가는 것 또한 앞으로 필요한 과정이라 본다. 본 연구에서 주목한 도서 지역은 기후변화에 따른 환경 지표 공간(indicator space)으로써 그 역할을 할 수 있는 점에서 공간적 가치를 다시 한번 강조할 수 있겠다.

감사의 글

이 논문은 국립산림과학원 난대아열대연구소의 지원(도서산림 특이성 분석에 따른 유형화와 생태정보 구축 연구(2014~2019))을 받아 수행되었습니다.

REFERENCES

- Ahn, K. H., You, Y. H., Cho, K. T., 2016, Growth response to light, moisture and nutrients for the conservation measures of *bupleurum latissimum* (Apiaceae, endangered species) under future climate environment (Elevated CO₂ Concentration and Temperature), *Korean J. Environ. Ecol.*, 30(5), 803-809.
- Chang, J. S., Kim, K. W., 2007, Ecosystem risk assessment using the indicator species, *J. Soil Groundwater Environ.*, 12(1), 103-115.
- Cho, K. H., Lee, S. H., 2015, Prediction of changes in the potential distribution of a waterfront alien plant, *paspalum distichum* var. *indutum*, under climate change in the Korean peninsula, *Ecology and Resilient Infrastructure*, 2(3), 206-215.
- Choi, Y. E., Lee, N. S., Kim, H. R., 2017, A Study on the flora and vegetation of Myodo Island in Yeosusi, the *Journal of Korean Island*, 29(1), 283-308.
- Courchamp, F., Hoffmann, B. D., Russell, J. C., Leclerc, C., Ballard, C., 2014, Climate change, sea-level rise, and conservation: keeping island biodiversity afloat, *Trends in Ecology and Evolution*, 29(3), 127-130.
- Do, Y. N., Moon, T. Y., Joo, G. J., 2007, Application of the carabid beetles as ecological indicator species for wetland characterization and monitoring in Busan and Gyeongsangnam-do, *Korean J. Environ. Ecol.*, 21(1), 22-29.
- Dufrene, M., Legendre, P., 1997, Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach, *Ecological Monographs*, 67(3), 345-366.
- Han, B. W., Na, H. R., The Korean society of plant parataxonomists, Hyun, J. O., 2018, Floristic Study of Jindo Island, *Korean J. Plant Res.*, 31(2), 162-194.
- Hong, S. B., Jeong, H. M., Shin, M. S., Kim, J. Y., Jang, I. Y., 2019, Risk assessment of temperature increase for wetland flora in South Korea, *Journal of Climate Change Research*, 10(4), 309-316.
- Hwang, S. H., La, E. H., Lee, J. W., Ahn, J. K., 2019, Flora of vascular plants on Oenarodo Island, *Korean J. pl. Taxon.*, 49(2), 179-197.
- Hyun, J. O., Na, H. R., Kim, Y. S., Han, B. W., 2018, Floristic study of Aphaedo Island in Shinan-gun, Jeollanam-do, Korea, *Korean J. pl. Taxon.*, 48(1), 65-99.
- In, S. Y., 2009, Floristic study of Imja-do (Isl.), M.S. Dissertation, Chonnam National University, Gwangju, Korea.
- Jang, C. S., Yang, S. G., Jang, H. D., Lee, R. Y., Park, M. S., Kim, K. H., Oh, B. U., 2014, Floristic study of Daeheuksando in Korea, *Korean J. Plant Res.*, 27(5), 518-533.
- Jang, G. Y., 2009, A Floristic study of the Gumo Islands, M.S. Dissertation, Suncheon National University, Suncheon, Korea.
- Jang, K. S., Lee, K. H., An, K. W., Baek, K. S., Oh, C. J., Yu, H. C., Kim, J. Y., 2014, The temporal variation of Songido's vascular flora, the *Journal of Korean Island*, 26(3), 129-150.
- Jeong, H. D., Hong, S. E., Kim, S. W., Han, M. S., Jang, S. H., 2014, Community structure and biological indicator species of marine benthic algal at intertidal zone in the three areas of the east coast of Korea, *Jouranal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, 20(6), 609-618.
- Jeong, J. H., Jang, C. M., Kim, K. H., Oh, Y. J., Paik, W. K., 2011, Flora of Sinan-Gun (Sinan, Jeollanam-do, Korea). *Korean J. Nat. Conserv.*, 5(2), 107-134.
- Jung, N. S., Jang, D. H., Lee, S. H., 2009, Research on an upland indicator plant for vulnerability assessment of climate change, *Journal of the Association of Korean*

- Photo-Geographers, 19(4), 81-93.
- Kang, M. Y., Moon, H. S., Kang, J. T., Ahn, K. W., 2016, The flora of vascular plants in Jangsa Island, Tongyeong-si Gyeongsangnamdo. the Journal of Korean Island, 28(1), 239-254.
- Kim, H. J., Hong, J. K., Kim, S. C., Oh, S. H., Kim, J. H., 2011, Plant phenology of threatened species for climate change in Sub-alpine zone of Korea - Especially on the summit Area of Mt. Deogyusan -, Korean J. Plant Res., 24(5), 549-556.
- Kim, H. J., Ji, S. J., Jung, S. Y., Park, S. H., Lee, S. G., Lee, C. W., Chang, K. S., 2015, Flora of vascular plants in Deokjeokdo (Ongjin-gun) and its adjacent regions, Korea, Korean J. Plant Res., 28(4), 487-510.
- Kim, H. J., Son, D. C., Lee, D. H., Han, J. S., Jung, S. Y., So, S. K., Choi, K., Kim, H. J., 2016, Flora of vascular plants in Mueuido (Incheon), Korea, Korean J. Environ. Biol., 33(4), 246-256.
- Kim, H. S., Jung, M. M., Lee, J. B., 2008, The Korean peninsula warming based on appearance trend of tropical dinoflagellate species, Genus *Ornithocercus*, The Sea Journal of the Korean Society of Oceanography, 13(4), 303-307.
- Kim, J. D., Park, G. E., Lim, J. H., Yun, C. W., 2018, Vegetation type classification and endemic-rare plants investigation in forest vegetation area distributed by vulnerable species to climate change, Mt. Jiri, Journal of Korean Forestry Society, 107(2), 113-125.
- Kim, J. H., Jung, E. H., Lee, K. U., Nam, C. H., Park, S. A., Park, C. H., Nam, G. H., Lee, B. Y., Suh, M. H., 2016, Vascular plant diversity and vegetation of Yokjido Island in Tongyeong-si, Korea, Korean J. pl. Taxon., 46(1), 83-116.
- Kim, J. H., Nam, G. H., Kim, S. Y., Kim, J. S., Choi, J. E., Lee, B. Y., 2013, A Floristic study of Baengnyeongdo (Isl.) in Korea, Korean J. Plant Res., 26(2), 178-213.
- Kim, M. H., Han, M. S., Kang, K. K., Na, Y. E., Bang, H. S., 2011, Effects of climate change on C4 plant list and distribution in South Korea: A Review, Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology, 13(3), 123-139.
- Kim, S. Y., Yun, J. H., Kim, J. S., Kim, J. H., 2014, Floristic study of Yeoseo-do (Isl.) in Korea, Korean J. Plant Res., 27(2), 133-154.
- Kim, T. H., Hong, H., Choi, N. J., 2009, Selection of earthworm for bioindicators in agroecosystem, Korean J. Environ. Biol., 27(1), 40-47.
- Kong, W. S., Kim, K. O., Lee, S. G., Park, H. N., Cho, S. H., 2014, Distribution of high mountain plants and species vulnerability against climate change, Journal of Environmental Impact Assessment, 23(2), 119-136.
- Koo, K. A., Kim, J. E., Kong, W. S., Jung, H. C., Kim, G. H., 2016, Projecting the potential distribution of abies Koreana in Korea under the climate change based on RCP scenarios, Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology, 19(6), 19-30.
- Korea National Arboretum, 2010, 300 Target Plants Adaptable to Climate Change in the Korean Peninsula, Pocheon: Korea National Arboretum.
- Korean Society of Plant Biologists, 2020, <https://terms.naver.com/>.
- Lee, C. H., Cho, S. J., Si, J. G., 2002, The flora of wi Island, The Journal of Korean institute of Forest Recreation, 6(4), 21-38.
- Lee, H. J., Park, S. H., Ha, S. G., Hwang, H. S., Chang, K. S., Lee, Y. M., 2012, Distribution of vascular plants in Youngjongdo and Yongyudo, Korean J. Environ. Ecol., 26(6), 839-867.
- Lee, J. H., 2006, The plant-Geographical distribution and the flora characteristics in Choyak(Yaksan), M.S. Dissertation, Chonnam National University, Gwangju, Korea.
- Lee, J. H., 2014, Study of the characteristics of the vegetation of the Hongdo natural preserve : Species and vegetation composition of natural heritage No. 170, Ph. D. dissertation, Chungnam National University, Daejeon, Korea.
- Lee, S. C., Choi, S. H., Lee, W. K., Park, T. J., Oh, S. H., Kim, S. N., 2011, Vulnerability assessment of forest distribution by the climate change scenarios, Journal of Korean Forestry Society, 100(2), 256-265.
- Lee, S. H., Jung, H. C., Choi, J. Y., 2012, Projecting climate change impact on the potential distribution of endemic plants (*Megaleranthis saniculifolia*) in Korea, Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology, 15(3), 75-84.
- Lee, Y. H., 2005, The flora in Saeng-il island and the geographical distribution of plants, M.S. dissertation, Chonnam National University, Gwangju, Korea.
- Lee, Y. H., Oh, Y. J., Hong, S. H., Na, C. S., Na, Y. E., Kim, C. S., Sohn, S. I., 2015, Predicting the suitable habitat of

- invasive alien plant conyza bonariensis based on climate change scenarios, *Journal of Climate Change Research*, 6(3), 243-248.
- Lim, A. S., Lee, O. M., 2007, Water trophic states and biological indicators of phytoplankton at six reservoirs in Gyeonggi-do, *Algae*, 22(2), 69-85.
- Lim, Y. S., Na, H. R., Han, B. W., Seo, W. B., Hyun, J. O., 2015, Floristic study of Yeongheungdo Island, *Korean J. Plant Res.*, 28(4), 456-474.
- Lim, Y. S., Yoo, K. P., The Korean Society of Plant Parataxonomists, Hyun, J. O., 2014, Floristic Study of Daebudo Island, *Korean J. Plant Res.*, 27(5), 447-476.
- Ministry of Environment, 1999~2015, National uninhabited island natural environment survey, Ministry of Environment, Gyunggi-province.
- Nam, H. K., Song, Y. J., Kwon, S. I., Eo, J. N., Kim, M. H., 2018, Potential changes in the distribution of seven agricultural indicator plant species in response to climate change at agroecosystem in South Korea, *Korean J. Environ. Ecol.*, 51(3), 221-233.
- National Institute of Biological Resources, 2020, <https://species.nibr.go.kr/>.
- National Institute of Environmental Research, 2008, Specific island scrutiny, National Institute of Environmental Research, Gyunggi-province.
- Oh, H. K., Beon, M. S., 2011, Characteristics type of vascular plants in Jeokjabong, Bogil Island(Jeonnam), *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology*, 14(4), 25-40.
- Oh, H. K., Han, Y. H., Kim, E. O., Kim, Y. H., 2016, Study on flora and comparative example of Gulup-do in Ongjin, Incheon, *Journal of Environmental Impact Assessment*, 25(2), 103-123.
- Oh, H. K., Son, B. Y., Yun, S. G., 2016, Study on flora distributed of nearby island and Yubu-do in Seocheon, Chungnam, *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology*, 19(3), 11-27.
- Park, H. C., Lee, J. H., Lee, G. G., Um, G. J., 2015, Environmental features of the distribution areas and climate sensitivity assesment of Korean Fir and Khinghan Fir, *Journal of Environmental Impact Assessment*, 24(3), 260-277.
- Park, S. J., Kim, J. H., Kim, S. M., Park, H. D., Woo, B. J., Bec, K. Y., 2004, Flora and conservation counterplan of Sonjook Island, *Korean J. Environ. Ecol.*, 18(1), 18-41.
- Park, S. U., Koo, K. A., Kong, W. S., 2016, Potential impact of climate change on distribution of warm temperate evergreen broad-leaved trees in the Korean Peninsula, *Journal of the Korean Geographical Society*, 51(2), 201-217.
- Park, S. U., Koo, K. A., Kong, W. S., 2019, Climate-related range shifts of climate-sensitive biological indicator species in the Korean Peninsula: A Role of dispersal capacity, *Journal of Climate Change Research*, 10(3), 185-198.
- Park, S. U., Koo, K. A., Seo, C. W., Kong, W. S., 2016, Potential impact of climate change on distribution of hederarhomboid in the Korean Peninsula, *Journal of Climate Change Research*, 7(3), 325-334.
- Podani, J., Csányi, B., 2010, Detecting indicator species: Some extensions of the IndVal measure, *Ecological Indicators*, 10(6), 1119-1124.
- Seo, K. S., 2014, The flora and vegetation structure of Nodong in Hallyeo-haesang National Park, M.S. Dissertation, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju, Korea.
- Shin, M. S., Seo, C. W., Lee, M. W., Kim, J. Y., Jeon, J. Y., Adhikari, P., Hong, S. B., 2018, Prediction of potential species richness of plants adaptable to climate change in the Korean Peninsula, *Journal of Environmental Impact Assessment*, 27(6), 562-581.
- Son, D. C., Kim, H. J., Lee, D. H., Jung, S. Y., Park, S. H., Chang, K. S., 2016, Flora of the Five West Sea Islands in Korea, *Korean J. Plant Res.*, 29(4), 434-466.
- Song, H. J., 2006, A Floristic study of the Namhae-County, M.S. Dissertation, Suncheon National University, Suncheon, Korea.
- Song, K. M., Hyun, H. J., Kang, C. H., Kim, M. H., 2009, Flora and life-form of the uninhabited Islets, in Jeju-do, *J. Environ. Sci. Int.*, 18(11), 1309-1324.
- Sun, E. M., Kim, H. J., Jang, C. S., Lee, J. S., Park, S. H., Jung, K. S., Choi, K., Kim, H. J., Oh, S. H., 2019, The floristic study of Dolsando Island (Yeosu-si), Korea, *Korean J. Plant Res.*, 32(1), 86-107.
- Sun, E. M., Park, Y. C., Lee, K. H., Song, K. H., Son, D. C., 2019, The vascular plants of Chujado Island (Jeju-do), Korea, *Korean J. pl. Taxon.*, 49(4), 345-370.
- Yang, J. C., Park, S. H., Ha, S. G., Lee, Y. M., 2012, The flora of vascular plants in Daecheong Island, South Korea, *Korean J. Plant Res.*, 25(1), 31-47.

- Yang, S. G., Jang, C. S., Jang, H. D., Lee, R. Y., Park, M. S., Kim, K. H., Oh, B. U., 2013, Floristic study of Gageodo in Korea, Korean J. Plant Res., 26(5), 597-612.
- Yang, S. G., Jang, H. D., Nam, B. M., Chung, G. Y., Lee, R. Y., Lee, J. H., Oh, B. U., 2015, A floristic study of Ulleungdo Island in Korea, Korean J. pl. Taxon., 45(2), 192-212.
- Yang, Y. H., Song, C. K., 2003, The flora of Gapado(Jeju island), Journal of Asian agriculture and biotechnology, 19(2), 59-68.
- Yun, J. H., Nakao, K., Park, C. H., Lee, B. Y., 2011, Potential habitats and change prediction of machilus thunbergii Siebold & Zucc. in Korea by Climate Change, Korean J. Environ. Ecol., 25(6), 903-910.
- Yun, J. H., Park, J. S., Choi, J. Y., Nakao, K., 2017, Habitat prediction and impact assessment of Eurya japonica Thunb. under Climate Change in Korea, Journal of

Environmental Impact Assessment, 26(5), 291-302.

-
- Graduate student. Hyun-Hee Kim
Department of Geography, Kyoto University
Hyunheekim24@gmail.com
 - Professor. Kazuharu Mizuno
Department of Geography, Kyoto University
mizuno.kazuharu.7n@kyoto-u.ac.jp
 - Researcher. Ho-Sang Lee
Warm Temperate and Subtropical Forest Research Center,
National Institute of Forest Science
hoslee@korea.kr
 - Graduate student. Jae-Gyun Koo
Department of Geography, Kyung Hee University
93koojg126@khu.ac.kr
 - Professor. Woo-Seok Kong
Department of Geography, Kyung Hee University
wskong@khu.ac.kr