

Research Paper

## 주왕산국립공원 내 훼손지의 5년간(2010~2014년) 식물상 변화

유주한\* · 김미진\*\*

동국대학교 경주캠퍼스 조경학과\*, 국립공원관리공단 주왕산사무소\*\*

### Change of Flora of Damaged Land in Juwangsan National Park for Five Years (2010~2014)

Juhan You\* · Mijin Kim\*\*

Dept. of Landscape Architecture, Dongguk University-Gyeongju\*,  
Juwangsan National Park Office, Korea National Park Service\*\*

**요약 :** 본 연구는 주왕산국립공원 내 훼손지의 식물상을 조사 및 분석하여 국립공원의 관리를 위한 기초 자료 제공에 목적이 있다. 훼손지 발생 원인의 경우 조사구 1은 담압에 의한 식생 훼손, 조사구 2, 3, 4는 광암사 철거, 조사구 5, 6, 7은 내원마을 철거에 의해 발생된 것으로 전체 조사구는 인위적 교란과 간섭에 의한 것이다. 출현 식물상은 52과 109속 116종 2아종 17변종 등 135분류군이며, 조사구별 식물상 현황은 조사구 6이 가장 많은 52분류군, 조사구 1은 가장 적은 23분류군이다. 희귀식물은 1분류군, 특산식물은 4분류군, 식물구계학적 특정식물은 10분류군, 귀화식물은 9분류군, 생태계교란식물은 1분류군이다. 식피울 변화 분석 결과, 관목층의 경우 조사구 7이 0%→50%, 초본층의 경우 조사구 5가 75%→95%로 가장 많이 변화했다. 종수 변화의 경우 대부분 조사구에서 증가하는 경향을 보여 천이에 의해 다양한 종이 이입 또는 발생된 것이다. 이는 시간의 흐름에 따라 천이가 진행되어 발생된 것으로 주변 자연식생과 유사하게 회복되고 있다고 생각된다. 우점종의 경우 관목층은 쇠물푸레나무, 싸리, 붉나무, 조록싸리, 버드나무, 등, 느티나무가, 초본층은 억새, 주름조개풀, 쑥, 바랭이새, 개망초이다. 귀화율과 도시화지수 분석 결과, 귀화율은 시간의 경과에 따라 증감 현상이 있었으며, 도시화지수는 대부분 증가 추세를 보였다. 특히 도시화지수의 증가는 천이과정 상 선구식물인 귀화식물이 지속적으로 이입되었기 때문이다.

**주요어 :** 우점종, 귀화식물, 천이, 관리

**Abstract :** The purpose of this study is to offer the basic data for management of National Park by surveying and analysing the change of flora of damaged lands in Juwangsan National Park, Korea. In cause of occurring the damaged lands, site-1 was the vegetation damage by stamping, the

First Author: Juhan You, Dept. of Landscape Architecture, Dongguk University-Gyeongju, Gyeongju 38066, Korea, Tel: +82-54-770-2230, E-mail: youjh@dongguk.ac.kr

Corresponding Author: Juhan You, Dept. of Landscape Architecture, Dongguk University-Gyeongju, Gyeongju 38066, Korea, Tel: +82-54-770-2230, E-mail: youjh@dongguk.ac.kr

Co-Author: Mijin Kim, Juwangsan National Park Office, Korea National Park Service, Cheongsong 37437, Korea, Tel: +82-54-870-5312, E-mail: treewls@knps.or.kr

Received: 7 June, 2016. Revised: 26 July, 2016. Accepted: 3 August, 2016.

removing Gwangamsa of site-2, 3, 4 and the removing Naewon village of site-5, 6, 7. Whole sites are caused by the artificial disturbance and interference. The numbers of flora were summarized as 135 taxa including 52 families, 109 genera, 116 species, 2 subspecies and 17 varieties in whole sites. The status of flora by sites, site-6 is the largest number of 52 taxa, site-1 is the lowest of 23 taxa. The rare plant is 1 taxa, 4 taxa of endemic plants, 10 taxa of specific plants by floristic region, 9 taxa of naturalized plants and 1 taxa of invasive alien plant. In the results of analysis about the change of coverage ratio, for this shrub layer, site-7 was changed to the most 0%→50%, and the herb layer, site-5 was changed to the most 75%→95%. In case of the change of species numbers, most sites tended to increase in the sites introduced different species or generated by the growth. It is contemplated that is similar to the restoration with the surrounding natural vegetation that is in progress is a transition occurs with the passage of time. In the dominant species, the shrub layer is *Fraxinus sieboldiana*, *Lespedeza bicolor*, *Rhus javanica*, *Lespedeza maximowiczii*, *Salix koreensis* and *Zelkova serrata*, and *Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*, *Oplismenus undulatifolius*, *Artemisia princeps*, *Bothriochloa ischaemum* and *Erigeron annuus* of herb layer. In the results of analysing Naturalized Index(NI) and Urbanized Index(UI), NI was increased or decreased this phenomenon with the lapse of time, UI was the most increase. In particular, the increase in UI is due to the transition process, the pioneering plant, naturalized plant was imported to continue.

Keywords : dominant species, naturalized plant, succession, management

## I. 서론

국립공원은 한 국가의 자연풍경을 대표하는 경승지를 법에 의해 지정, 관리 및 유지하는 것으로 1967년 국립공원 제1호인 지리산국립공원을 시작으로 2013년 제21호인 무등산국립공원에 이르기까지 총 21개소가 지정되었고(Park et al. 2012; Lee et al. 2015) 국가 생태환경의 거점과 핵심기능을 가져 자연생태계의 보고이며, 종보호, 교육 및 휴양이 국립공원의 중요한 목표이기 때문에 보전과 이용이 공존한다(You & Kwon 2015).

이에 자연자원과 문화역사자원이 풍부한 국립공원은 휴양, 치유, 등산, 체험 등 다양한 야외활동이 이루어지는 중요한 관광자원이나 탐방객수의 급격한 증가와 그에 따른 이용압력 발생으로 지속적인 교란과 간섭에 직면해 있다. 또한 국립공원은 전체가 자연생태계로 형성된 것이 아니라 취락, 사찰, 도로 등 인공시설도 포함된다. 그리고 국립공원은 공원자연보존지구, 공원자연환경지구, 공원문화유산지구, 공원마을지구로 구분되며, 이 중 공원마을지구는 주민의 취락생활을 유지하는데 필요한 저밀도의 취락지

역이다(Korea National Park Service 2014).

이러한 공원마을지구는 국립공원 내 인위적 간섭이 빈번히 발생하는 지역으로 본 연구대상지인 주왕산국립공원도 해당된다. 따라서 국립공원은 자연환경이 우수한 지역이 대부분을 구성하지만 지역 주민들과 탐방객들의 편의를 위한 다양한 시설물이 위치한 인위적 간섭지역도 있기 때문에 개발과 보전이라는 중요한 환경이념이 공존한다. 특히 인위적 간섭은 곧 산림훼손으로 연결되는 경우가 많은데 이는 생태계의 단절, 파편화와 같은 생태적 영향뿐만 아니라 경관에도 영향을 미쳐 경관파괴, 토양침식, 생태계 파괴 등 산림의 질적, 양적, 기능적 특성에 부정적 영향을 준다(Huh et al. 2007). 또한 국립공원 내 산림훼손은 생물종다양성과 종풍부도에 영향을 주며, 훼손에 따른 복원기작인 2차 천이가 발생되는데 주로 주변 종과 이질적인 선구종이 이입되어 종조성이 변하기 때문에(Lee et al. 1998; Jang et al. 2008) 산림훼손은 국립공원 전체 생태계의 변형을 초래할 수 있다.

산림훼손의 경향은 시가화에 따른 산림의 단절 및 파편화, 주거지 근처의 농경지·고랭지농업 및 과수원과 같은 농업지역, 목장 및 휴경지와 같은 초지, 채

광지·도로 및 시설물 개발에 의한 나지로 구분된다(Lee et al, 2007). 또한 국립공원의 훼손은 능선, 산정 및 탐방객들이 집중되어 발생하는 점적 훼손, 탐방로의 이용이나 도로 개설과 같은 선적 훼손, 집단 시설지구나 새로운 시설물 설치와 같은 면적 훼손, 테크, 대피소 및 전방대 설치에 따른 자연장애물 제거가 있다(Cho 2006). 특히 우리나라의 국립공원은 대다수 산지인 점을 감안한다면 훼손지 복원 그 자체가 산림복원과 연계된 의미를 가지고 있다. 그러나 훼손지의 자연적 회복은 오랜 시간이 요구되며, 피해 정도에 따라 식생피복과 종조성이 완전하게 회복되지 않을 수도 있다(Kim et al. 2015).

이에 연구대상지인 주왕산국립공원은 1976년 3월 30일에 우리나라 국립공원 중 12번째로 지정된 지역으로 경상북도 청송군과 영덕군에 걸쳐 있으며, 면적 107,425km<sup>2</sup>이고 동경 129°04′~129°14′, 북위 36°19′~36°27′에 위치한다(You et al. 2013). 또한 주왕산(720.6m)은 해발고도 700~900m 내외의 기암절벽과 주왕계곡이 있으며, 주왕산을 중심으로 북쪽은 태행산(933.1m), 대둔산(905m), 남쪽은 먹구등(846.2m), 왕거암(907.4m), 대궐령(740m), 별바위(745.2m)가 연봉을 이룬다(Lee et al. 2011).

주왕산국립공원의 용도지구는 공원자연보존지구 19,788km<sup>2</sup>, 공원자연환경지구 85,746km<sup>2</sup>, 공원문화유산지구 0.007km<sup>2</sup>, 공원마을지구 0.054km<sup>2</sup>이며, 토지소유는 국유지 25,493km<sup>2</sup>, 공유지 47,510km<sup>2</sup>, 사유지 32,072km<sup>2</sup>, 사찰지 0.520km<sup>2</sup>이다(Korea National Park Service 2014). 그리고 자연환경 중 식물상은 111과 322속 520종 1아종 59변종 8품종 등 총 588분류군이 생육하며, 주요 식생군락은 소나무군락, 소나무-신갈나무군락, 소나무-굴참나무군락, 소나무-줄참나무군락, 신갈나무군락, 서어나무군락, 물푸레나무군락, 잣나무군락, 일본잎갈나무군락 등 낙엽활엽 및 상록침엽수군락이 형성되어 있다(Korea National Park Research Institute 2008). 따라서 주왕산국립공원은 수려한 계곡, 암봉 등 경관 자원과 다양한 동식물의 자연자원이 풍부하여 생태적 가치가 높고 백두대간의 주요 생태 거점이다.

그러나 주왕산국립공원은 연중 탐방객들이 많고

이용압력이 높으며, 공원 내 사찰, 마을이 존재하여 인위적 교란이 발생된 지역이 있다. 또한 대부분의 국립공원의 훼손지가 고산 능선부의 지형적 특성이며, 통신소, 야영장 등의 시설물(Park 2009a)과 달리 주민이 거주한 마을과 초등학교가 있었다는 점과 탐방로와 계곡 주변이라는 것이 특이점을 보이고 있다.

이에 본 연구는 인위적 교란에 의해 발생한 주왕산 국립공원의 훼손지에 분포하는 식물상을 연도별 조사 및 분석을 통해 훼손지 복원과 관리를 위한 기초 자료 제공에 목적이 있다.

## II. 연구방법

현장조사는 국립공원관리공단의 훼손지 모니터링 매뉴얼(Korea National Park Service 2013)에 따라 6월, 8월에 실시하였으며, 세부기간은 2010년 6월 24~25일, 8월 4~5일, 2011년 6월 5~7일, 20~22일, 8월 12~14일, 8월 26~28일, 2012년 6월 27~28일, 8월 21~22일, 2013년 6월 25~26일, 8월 26~27일, 2014년 6월 10일, 18~19일, 22일, 8월 18일, 28~29일, 31일에 걸쳐 수행하였다. 훼손지 조사는 총 7개소이며, 조사구 1은 주봉구간, 조사구 2, 3, 4는 장군봉구간, 조사구 5, 6, 7은 가메봉구간에 위치해 있다(Figure 1, 2).

훼손지 환경특성은 훼손지 폭, 길이, 크기, 깊이, 경사도, 해발고도에 대해 측정하였으며, 폭, 길이, 크기는 조사구의 크기를 의미하고 조사구의 크기는 25m<sup>2</sup>이다. 훼손지 폭, 길이 및 크기는 각 5.0m, 25m<sup>2</sup>로 동일한데 훼손지 장기모니터링을 위한 조사구 크기를 고정하였기 때문이다. 훼손 깊이는 알루미늄 함척(SB, ST-55M, Korea)을 수평을 고정한 후 수직으로 줄자(Komelon, Phantom Fiber, Korea)를 내려 깊이를 조사하였으며, 경사도는 경사계(Suunto, PM-5/360PC, Finland), 해발고도와 위치는 GPS 장비(GARMIN, GPSmap60CS, USA)를 이용하였다.

출현 식물상은 Lee(2003a, b)의 문헌을 토대로 동정하였으며, 현지 동정이 불가능한 종은 사진촬영 및 식물체 채집을 통해 실험실에서 재동정하였다. 식물 명과 학명은 국가표준식물목록(Korea National

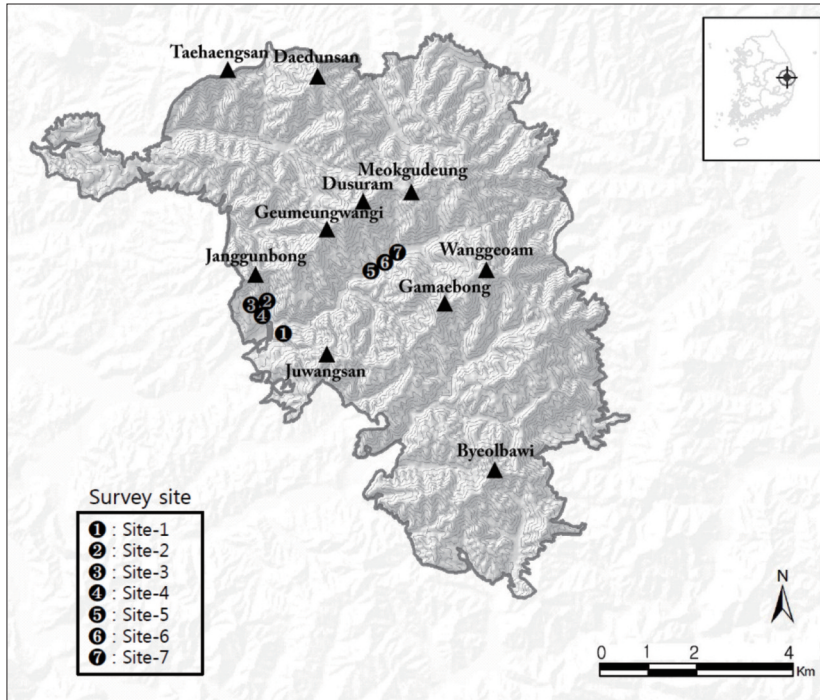


Figure 1. The surveyed sites of Juwangsan National Park



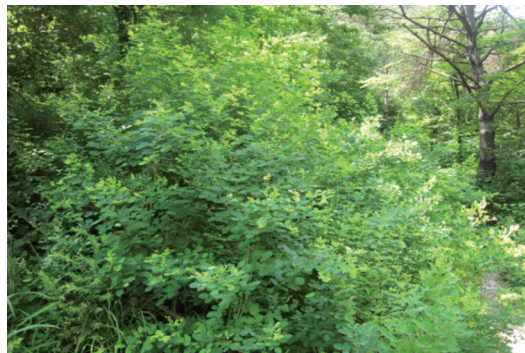
Site-1



Site-2



Site-3



Site-4

Figure 2. The photos of the survey sites in Juwangsan National Park



Site-5



Site-6



Site-7



Signboard about Naewon Village

Figure 2. Continued

Arboretum & The Plant Taxonomic Society of Korea 2007)에 의거하여 기재하였으며, 분류군은 Engler 체계에 따라 배열하였다. 또한 작성된 식물상 목록을 바탕으로 희귀식물(Korea National Arboretum 2008), 한국특산식물(Korea National Arboretum 2005), 식물구계학적 특정식물(Ministry of Environment 2012), 귀화식물(Park 2009b), 생태계교란야생식물(National Institute of Environmental Research 2012)을 추출하여 분석하였다.

식생조사는 조사구 내 목본, 초본을 전수조사하였으며, 층위는 교목층(8m 이상), 아교목층(4~8m), 관목층(0.7~4m), 초본층(0.7m 이하)으로 구분한 후 식물종, 식피율, 우점종을 파악하였다. 식피율은 각 층위별로 작성하였으며, 관목층의 경우 줄기가 명확하게 구분되는 종은 줄기를 기준으로 좌우측 식피면적을, 줄기가 불명확한 종은 좌우측의 연장거리를 측정 후 산출하였다. 또한 초본은 균락형태를 도면에 작성하여 면적비율을 산정하였으며, 관목과 초본의

식피율은 방안지를 활용하였다. 우점종은 Braun - Blanquet(1964)의 우점도 및 군도계급이 높고 현장에서 개체수가 가장 많고 분포면적이 넓은 종을 우점종으로 규정하였다. 귀화식물의 생태적 영향을 정량적으로 분석하기 위해 귀화율(NI: Naturalized Index)과 도시화지수(UI: Urbanized Index)를 사용하였다(Yim & Jeon 1980). 귀화율은 (전체 귀화식물종수/특정지역의 전체 식물종수)×100%, 도시화지수는 (전체 귀화식물종수/한국 내 귀화식물 321종)×100%의 공식을 이용하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 훼손지 유형과 환경특성

국립공원의 훼손지 유형은 크게 백두대간 및 정맥 생태축, 도서·연안 생태축, 계곡 생태축으로 구분되며, 백두대간 및 정맥 생태축은 독립 훼손지, 비정규 탐방로, 단절 생태축, 폐도, 도서·연안 생태축은 연

Table 1. The classification of damaged lands in surveyed sites

Site	Category	Type	Reason	Occurring of damage	Starting of monitoring
Site-1	Ecological axis on Baekdudaegan and mountain range	Independent damaged area	Damaged ridge	2005	2010
Site-2			Removal of Gwangamsa Temple		
Site-3					
Site-4					
Site-5	Ecological axis in valleys	Damaged valley	Removal of Naewon Village		
Site-6					
Site-7					

Table 2. The environmental characteristics of surveyed sites

Site	Width(m)	Length(m)	Depth(m)	Size(m <sup>2</sup> )	Slope(%)	Altitude(m)
Site-1	5.0	5.0	0.3	25.0	15.0	385
Site-2	5.0	5.0	0.2	25.0	25.0	326
Site-3	5.0	5.0	0.2	25.0	26.0	321
Site-4	5.0	5.0	0.1	25.0	14.0	273
Site-5	5.0	5.0	0.1	25.0	0.0	407
Site-6	5.0	5.0	0.1	25.0	0.0	404
Site-7	5.0	5.0	0.1	25.0	0.0	408

안 사구, 연안 생태축 단절, 도서 훼손지, 계곡 생태축은 계곡 훼손지 등 8개로 구분된다(Yeom 2015). 이에 본 대상지는 백두대간에 위치해 있으며, 주왕계곡 주변에 위치하고 있어 훼손지 유형 중 백두대간 및 정맥 생태축, 계곡 생태축에 포함된다.

훼손지 발생 원인의 경우 조사구 1은 탐방객들의 과도한 이용과 답압에 의한 능선부 훼손, 조사구 2, 3, 4는 능선에 위치한 광암사 철거, 조사구 5, 6, 7은 주왕계곡 주변 내원마을 철거에 의해 발생된 것이다. 따라서 조사구 1~4는 능선부의 훼손에 의한 독립 훼손지, 조사구 5~7은 계곡 주변의 시설물 철거에 따른 계곡 훼손지로 유형화시킬 수 있다(Table 1). 그리고 전체 조사구가 인위적 간섭과 교란에 의해 식생이 훼손된 형태를 하고 있었다. 또한 훼손 형태는 원지형 변형, 표층부 유실, 토양오염, 토양이화학성 변화, 식생쇠퇴, 종의 침입이 있는데(Sung et al. 2016) 본 지역은 원지형 변형에 의한 식생쇠퇴와 종의 침입이 일련의 과정으로 발생된 것으로 생각된다.

훼손지 환경 특성은 Table 2와 같으며, 깊이의 경우 조사구 1은 0.3m, 조사구 2, 3은 0.2m, 나머지 조사구는 0.1m이며, 경사도는 조사구 3이 가장 급한 26.0%이며, 그 다음이 25.0%이고 나머지는 0.0~

15.0%이다. 해발고도의 범위는 273~408m이다. 인위적 간섭에 영향을 주는 탐방로와의 거리의 경우 Site-1은 2m, Site-2, 3, 4는 15m, Site-5은 6m, Site-6은 1m, Site-7은 30m이다.

## 2. 식물상

전체 조사구에서 출현한 식물상은 52과 109속 116종 2아종 17변종 등 135분류군으로 나타났으며, 나자식물은 2분류군, 피자식물 중 쌍자엽식물은 111분류군, 단자엽식물은 22분류군이다(Table 3). 과별 분류군수가 가장 많은 과는 국화과 25분류군, 벼과 13분류군으로 나타났다. 본 지역은 자연적, 인위적 요인에 의해 발생된 훼손지로서 교목층이 없기 때문에 광조건이 양호한 지역인데 국화과와 벼과는 생태적 불안정한 교란지에서 구성비가 높고 광조건이 풍부한 지역에서 많이 출현한다(Cho 2005; Ryu et al. 2013)고 보고하고 있어 환경조건에 의해 이들 과의 분류군이 많았다고 판단된다.

조사구별 식물상 현황의 경우 조사구 1은 23분류군, 조사구 2는 30분류군, 조사구 3은 25분류군, 조사구 4는 33분류군, 조사구 5는 51분류군, 조사구 6은 52분류군, 조사구 7은 41분류군이며, 조사구 6이

Table 3. The number of flora distributed in surveyed sites

Taxon	Family	Genus	Species	Subspecies	Variety
Gymnospermae	1	1	2	–	–
Angiospermae	51	108	114	2	17
Dicotyledonae	47	91	96	2	13
Monocotyledonae	4	17	18	–	4
Total	52	109	116	2	17

Table 4. The ecologically important species in surveyed sites

Scientific-Korean name	A	B	C	D	E
<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc. 잣나무	–	–	○	–	–
<i>Carpinus laxiflora</i> (Siebold & Zucc.) Blume 서어나무	–	○	–	–	–
<i>Fallopia dumetorum</i> (L.) Houb. 닭의덩굴	–	–	–	○	–
<i>Aristolochia manshuriensis</i> Kom. 등칫	○	–	○	–	–
<i>Philadelphus schrenkii</i> Rupr. 고광나무	–	○	–	–	–
<i>Wisteria floribunda</i> (Willd.) DC. 등	–	–	○	–	–
<i>Viola orientalis</i> (Maxim.) W. Becker 노랑제비꽃	–	–	○	–	–
<i>Oenothera biennis</i> L. 달맞이꽃	–	–	–	○	–
<i>Angelica anomala</i> Ave-Lall. 개구릿대	–	–	○	–	–
<i>Symphytum officinale</i> L. 컴프리	–	–	–	○	–
<i>Lonicera praeflorens</i> Batalin 울피불나무	–	–	○	–	–
<i>Lonicera subsessilis</i> Rehder 청피불나무	–	○	○	–	–
<i>Weigela subsessilis</i> (Nakai) L. H. Baliley 병꽃나무	–	○	–	–	–
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. 돼지풀	–	–	–	○	○
<i>Bidens frondosa</i> L. 미국가막사리	–	–	–	○	–
<i>Carduus crispus</i> L. 지느러미엉겅퀴	–	–	–	○	–
<i>Carpesium macrocephalum</i> Franch. & Sav. 여우오줌	–	–	○	–	–
<i>Cirsium pendulum</i> Fisch. ex DC. 큰엉겅퀴	–	–	○	–	–
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist 망초	–	–	–	○	–
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. 개망초	–	–	–	○	–
<i>Taraxacum officinale</i> Weber 서양민들레	–	–	–	○	–
<i>Erythronium japonicum</i> (Baker) Decne. 얼레지	–	–	○	–	–

A: Rare plant, B: Endemic plant, C: Specific plant by floristic region, D: Naturalized plant, E: Invasive alien plant

가장 많았고 조사구 1이 가장 적었다. 조사구 6은 산림가장자리와 인접하고 계곡이 있어 생육환경이 양호한 반면, 조사구 1은 건조하고 척박한 환경으로 인해 식물상이 적었다고 생각된다.

본 지역에서 출현한 생태적 중요종은 Table 4와 같으며, 희귀식물은 등칫 1분류군, 특산식물은 서어나무, 고광나무, 청피불나무, 병꽃나무 등 4분류군, 식물구계학적 특정식물은 잣나무(I등급), 등칫(III등급), 등(IV등급), 노랑제비꽃(II등급), 개구릿대(I등급), 울피불나무(I등급), 청피불나무(II등급), 여우오

줌(II등급), 큰엉겅퀴(I등급), 얼레지(I등급) 등 10분류군, 귀화식물은 닭의덩굴, 달맞이꽃, 컴프리, 돼지풀, 미국가막사리, 지느러미엉겅퀴, 망초, 개망초, 서양민들레 등 9분류군, 생태계교란식물은 돼지풀 1분류군이다.

### 3. 식생

#### 1) 식피율

모든 조사구에서 교목층은 형성되지 않았으며, 관

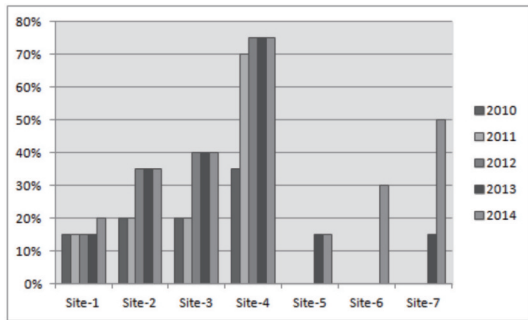
목층과 초본층의 식피율 변화는 Figure 3과 같다. 관목층의 경우 조사구 1은 15%→20%, 조사구 2는 20%→35%, 조사구 3은 20%→40%, 조사구 4는 35%→75%, 조사구 5는 0%→15%, 조사구 6은 0%→30%, 조사구 7은 0%→50%로 나타나 시간이 지날수록 식피율이 증가하였고 특히 조사구 4와 조사구 7은 증가 폭이 컸다. 초본층의 경우 조사구 1은 25%에서 30%로 증가하였다가 다시 25%로 감소하였으며, 조사구 2는 75%→80%, 조사구 3은 80%→85%, 조사구 4는 90%→95%, 조사구 5는 75%→95%, 조사구 6은 75%→90%, 조사구 7은 85%→95%로 관목층과 유사하게 연도별로 증가하였다.

따라서 대부분 조사구에서 시간이 경과할수록 식피율이 증가하는 경향을 보였다. 목밭의 층위구조 발달은 5년까지는 초본층, 5~10년까지는 관목층이 발달하며, 시간이 경과할수록 관목의 식피율이 높아지는 반면, 교목류가 발생하여 광량이 감소하면 초본의 식피율도 감소한다(Lee 2006). 이는 목밭과 같이 휘

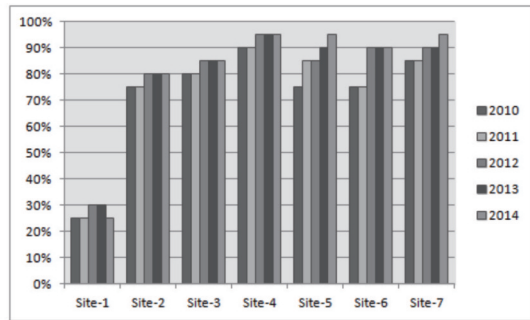
손지의 경우도 교란과 간섭에 의한 2차 천이의 발생으로 층위 발달이 시작했기 때문에 초본층과 관목층의 식피율이 증가한 것이며, 향후 교목층이 발달하면 초본층의 식피율은 감소할 것으로 예상된다.

2) 종수

관목층과 초본층의 연도별 종수 변화는 Figure 4와 같다. 관목층의 경우 조사구 1은 5종→7종, 조사구 2는 2종→5종, 조사구 3은 1종→4종, 조사구 4는 2종→3종, 조사구 5와 6은 0종→5종, 조사구 7은 0종→2종으로 증가하였다. 초본층의 경우 조사구 1은 7종에서 14종으로 증가하였다가 7종으로 감소하였으며, 조사구 2는 16종→26종, 조사구 3은 16종→23종, 조사구 4는 17종→33종, 조사구 6은 8종→23종으로 증가하였다. 조사구 5는 11종에서 19종으로 증가하였다가 18종으로 감소하였으며, 조사구 7도 7종에서 21종으로 증가하였다가 15종으로 감소하는 것으로 분석되었다.

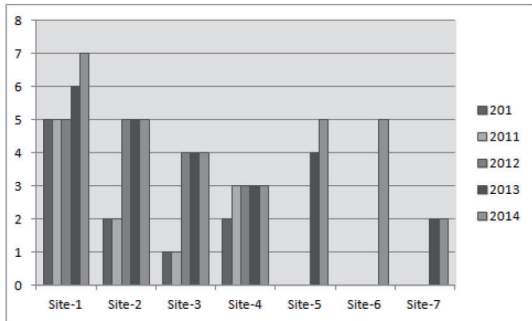


Shrub layer

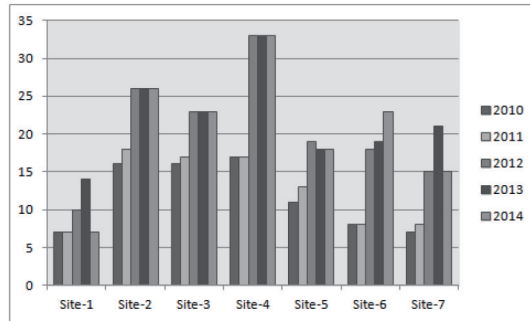


Herb layer

Figure 3. The change of coverage ratio according to the year



Shrub layer



Herb layer

Figure 4. The change of number of species according to the year

관목층과 초본층의 종수 비교 시, 초본층이 많음을 알 수 있는데 이는 온대림 90% 이상이 초본류로 구성되어 있으며, 초본류는 목본류보다 생식생장이 빠르고 환경에 대해 빠른 반응과 피복의 생존전략을 가지는 반면, 목본류는 주어진 환경에 적응, 확장하는 전략이 있다(Cheon et al. 2014). 또한 과거 인위적 영향에 의해 초본군락은 광범위하게 분포하는 특징이 있다(Song 2001). 따라서 초본층의 종수가 많은 것은 관속식물의 고유 구성비도 관련이 있지만 훼손지 환경에 빠르게 침입하여 적응하는 초본류의 생태적 특성에 의한 것으로 볼 수 있다.

이러한 시간의 흐름에 따른 종수 변화는 천이과정 에 포함된다고 생각된다. 이에 천이는 식생이 점진적으로 발달하며, 천이 초기는 단순한 군집이지만 후기로 갈수록 복잡하고 성숙한 군집으로 변해 종조성이 증가한다(Chung et al. 2014). 그리고 종다양성과 종풍부도는 천이초기에 증가하였다가 중기에 감소한 후 다시 증가하는 경향이 있다(Lee et al. 1998). 즉, 조사구에서 식피율과 종수 변화는 식생의 회복, 종의 이입 등 생태계의 변화과정인 천이에 의한 것으로 판단된다.

### 3) 우점종

조사구별 우점종 변화는 Table 5와 같다. 관목층의 경우 조사구 1은 소나무(*Pd*)→쇠물푸레나무(*Fs*)로, 조사구 2는 조록싸리(*Lm*)→싸리(*Lb*)로, 조사구 3은 붉나무(*Rj*), 조사구 4는 조록싸리가 지속적으로 우점하였다. 조사구 5, 6, 7은 2010년부터 2012년까지는 관목층이 형성되지 않았으나 이 후 조사구 5에서 버드나무(*Sk*), 조사구 6은 느티나무(*Zs*), 조사구 7은 줄말기(*Ro*)→등(*Wf*)으로 변화하였다.

초본층에서는 조사구 1의 경우 큰기름새(*Ss*)→억새(*Ms*)로, 조사구 2, 4는 주름조개풀(*Ou*)이 계속 우점하였으며, 조사구 3은 강아지풀(*Sv*)→주름조개풀로, 조사구 5는 망초(*Cc*)→쑥(*Ap*)으로, 조사구 6은 질경이(*Pa*)→개망초(*Ea*)→바랭이새(*Bi*) 순으로, 조사구 7은 명아주(*Ca*)→쑥→개망초로 변화하였다.

따라서 현재 관목층은 쇠물푸레나무, 싸리, 붉나무, 조록싸리, 버드나무, 등, 느티나무가, 초본층은

억새, 주름조개풀, 쑥, 바랭이새, 개망초가 우점한 상태이고 특정종에 의해 우점된 것은 아니었다. 관목층의 경우 조사구 1은 쇠물푸레나무가 우점하였으며, 이는 주변 군락 내 쇠물푸레나무의 종자가 이입되었기 때문으로 생각된다. 특히 주왕산 능선부 식생에서 신갈나무, 굴참나무, 쇠물푸레나무가 평균상대우점치가 높아 세력권이 강하며, 온대 중부 능선형 군집의 대표식생은 신갈나무, 쇠물푸레나무(Kim et al. 1995)란 점을 감안한다면 주변 우점군락에서 영향을 받은 것이다. 조사구 6은 느티나무가 관목형태로 우점한 것은 주변에 과거 식재된 느티나무 종자에 의해 발생된 것으로 추정된다. 나머지 조사구 또한 주변 식생에서 훼손지 내로 종자가 이입되어 발생되었다고 볼 수 있다. 따라서 훼손지의 회복 과정에 대한 해석 또는 복원식재 시 주변 식생에 대한 정확한 분석이 뒷받침되어야 할 것이다.

초본층의 경우 조사구 2, 3, 4에서 주름조개풀이 우점하였는데 다른 조사구와 달리 관목층이 발달하여 반음지가 형성되었다. 이는 숲길 가장자리 식생 중 그늘진 곳에서 주름조개풀의 중요도가 높았고 양지바른 곳은 출현하지 않았다(Joe & Kim 2008)는 것과 주로 도시화지역에서 발생한다(Kang & Bang 2001)는 결과와 일치하였다. 따라서 주름조개풀의 우점은 광조건과 교란에 의한 것이라 할 수 있다. 조사구 5와 7은 쑥과 개망초가 우점하였는데 Lee (2006)는 목발 천이과정에서 개망초-쑥 단계는 1~6년, 관목단계는 6~15년으로 구분하였다. 본 지역은 기존 내원마을과 농경지가 2007년 12월에 철거된 것을 감안한다면 현 시점과 약 6년 정도가 경과되었다. 따라서 앞서 언급한 목발 천이과정 상 개망초-쑥 단계에서 관목단계로 변하는 과정 중에 있다고 판단된다. 특히 쑥은 밭에서 우점하는 식물로써 야산 개간지에 많이 발생한다(Kang et al. 2003). 또한 휴경지와 폐경지는 시간이 지날수록 개망초, 망초 등 장경초본이 우점하는 것(Song 1997)으로 보아 마을 이전에 따른 2차 천이과정 상에 있다고 추정된다. 또한 조사구별로 우점종이 달랐는데 이는 조사구 1, 5, 7은 광조건이 좋아 양지성 식물인 억새, 쑥, 개망초가 우점한 반면, 조사구 2, 3, 4, 6은 주변 식생에 의해

Table 5. The change of dominant species by sites

Year		Site-1	Site-2	Site-3	Site-4	Site-5	Site-6	Site-7
2010	Shrub	<i>Pd</i>	<i>Lm</i>	<i>Rj</i>	<i>Lm</i>	-	-	-
	Herb	<i>Ss</i>	<i>Ou</i>	<i>Sv</i>	<i>Ou</i>	<i>Cc</i>	<i>Pa</i>	<i>Ca</i>
2011	Shrub	<i>Pd</i>	<i>Lm</i>	<i>Rj</i>	<i>Lm</i>	-	-	-
	Herb	<i>Ss</i>	<i>Ou</i>	<i>Sv</i>	<i>Ou</i>	<i>Cc</i>	<i>Ea</i>	<i>Ap</i>
2012	Shrub	<i>Pd</i>	<i>Lb</i>	<i>Rj</i>	<i>Lm</i>	-	-	-
	Herb	<i>Ss</i>	<i>Ou</i>	<i>Ou</i>	<i>Ou</i>	<i>Cc</i>	<i>Ea</i>	<i>Ap</i>
2013	Shrub	<i>Pd</i>	<i>Lb</i>	<i>Rj</i>	<i>Lm</i>	<i>Sk</i>	-	<i>Ro</i>
	Herb	<i>Ms</i>	<i>Ou</i>	<i>Ou</i>	<i>Ou</i>	<i>Ap</i>	<i>Bi</i>	<i>Ea</i>
2014	Shrub	<i>Fs</i>	<i>Lb</i>	<i>Rj</i>	<i>Lm</i>	<i>Sk</i>	<i>Zs</i>	<i>Wf</i>
	Herb	<i>Ms</i>	<i>Ou</i>	<i>Ou</i>	<i>Ou</i>	<i>Ap</i>	<i>Bi</i>	<i>Ea</i>

*Pd*: *Pinus densiflora*, *Lb*: *Lespedeza bicolor*, *Lm*: *Lespedeza maximowiczii*, *Rj*: *Rhus javanica*, *Fs*: *Fraxinus sieboldiana*, *Sk*: *Salix koreensis*, *Zs*: *Zelkova serrata*, *Ro*: *Rubus oldhamii*, *Wf*: *Wisteria floribunda*, *Ss*: *Spodiopogon sibiricus*, *Ms*: *Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*, *Ou*: *Oplismenus undulatifolius*, *Sv*: *Setaria viridis*, *Cc*: *Conyza canadensis*, *Ap*: *Artemisia princeps*, *Ea*: *Erigeron annuus*, *Pa*: *Plantago asiatica*, *Ca*: *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Bi*: *Bothriochloa ischaemum*

광선이 차단되어 음지성 식물인 주름조개풀, 바랭이 새가 우점하였다.

4. 귀화율 및 도시화지수

조사구별 귀화식물의 변화를 살펴보면(Figure 5), 종수의 경우 조사구 1은 0분류군, 조사구 2는 0분류군→1분류군, 조사구 3과 4는 1분류군, 조사구 5는 2분류군→4분류군, 조사구 6은 1분류군→4분류군, 조사구 7은 0분류군→5분류군이며, 조사구 1, 3, 4를 제외하고는 시간이 지남에 따라 증가하였다. 이 중 조사구 5의 경우 2013년에 감소한 것은 주변 귀화식물 제거작업이 있기 때문이다. 귀화율(NI)의 경우 조사구 1은 0.0%, 조사구 2는 0.0%→5.0%→3.3%, 조사구 3은 6.3%→5.9%→4.0%, 조사구 4는 5.9%→3.0%, 조사구 5는 18.2%→25.0%→22.2%→13.0%→11.4%, 조사구 6은 12.5%→5.6%→4.3%→10.8%,

조사구 7은 0.0%→12.5%→20.0%→12.0%→16.7%로 나타났으며, 도시화지수(UI)의 경우 조사구 1은 0.0%, 조사구 2는 0.0%→0.3%, 조사구 3과 4는 0.3%, 조사구 5는 0.6%→1.2%, 조사구 6은 0.3%→1.2%, 조사구 7은 0.0%→1.6%이다. 즉, 귀화율은 시간의 경과에 따라 증감 현상이 있었으며, 도시화지수는 대부분 증가 추세를 보였다.

귀화율은 전체 식물종수 대비 특정지역의 귀화식물 종수에 의해 산출되므로 전체 식물종수에 따라 영향을 받는다. 그러나 도시화지수는 우리나라 전체 귀화식물 321종 대비 특정지역의 귀화식물 종수에 의해 산출되므로 전체 귀화식물 종수가 영향을 미치지 않는다. 특히 도시화지수는 귀화식물 종수를 통해 지역 간 절대 비교가 가능하며, 도시화 정도를 파악할 수 있는 지표이다(Oh et al. 2011). 일부 조사구를 제외하고 도시화지수가 연도별로 증가한 것은 귀화식

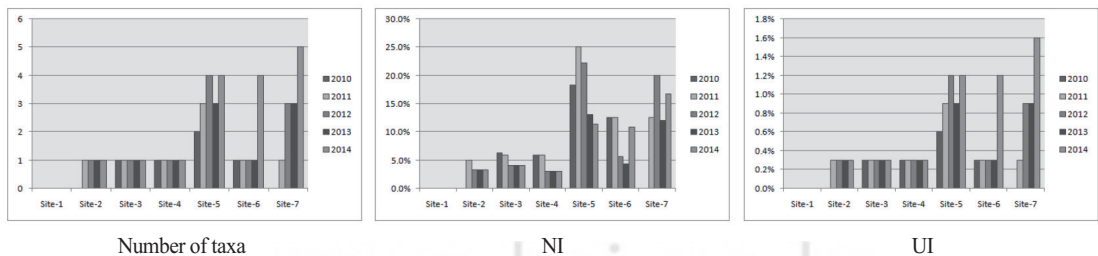


Figure 5. The change of naturalized plants according to the year

물이 지속적으로 이입되었다는 것을 의미한다. 이러한 현상은 과거부터 생육한 귀화식물이 이입되었을 뿐만 아니라 탐방객의 통행과 이용압력 증가 등의 인위적 간섭에 의한 것으로 보인다.

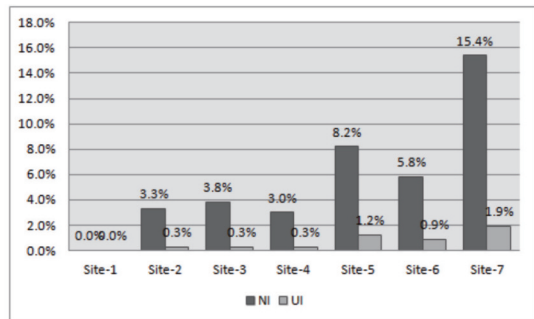
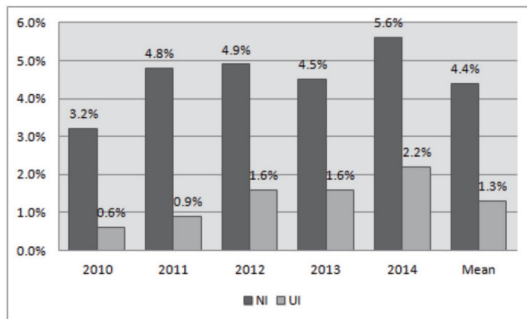
또한 대부분 조사구가 교목층이 형성되지 않아 광조조건이 양호한 상태이다. 귀화식물은 자연식생에서 거의 나타나지 않는데 이는 울폐도가 높은 교목층이 귀화식물 종자 확산을 억제한다(Lee et al. 2014). 즉 조사구 대부분이 간섭과 교란과 같은 인위적 영향과 함께 울창한 자연식생이 형성되지 않았기 때문으로 보인다.

전체 조사구의 연도별 변화에 있어 귀화율은 3.2% → 5.6%로, 도시화지수는 0.6% → 2.2%로 증가하였으며, 5년 동안 출현한 식물상을 종합한 것은 조사구 7이 귀화율 및 도시화지수가 가장 높았다(Figure 6). 이는 조사구 7이 과거 주택과 농경지가 밀집한 지역이었기 때문으로 생각된다. 연도별 귀화식물의 경우 2010년은 개망초, 망초 등 2분류군, 2011년은 개망초, 망초, 컴프리 등 3분류군, 2012년은 개망초, 망초, 미국가막사리, 달맞이꽃, 컴프리 등 5분류군, 2013년은 개망초, 미국가막사리, 닭의덩굴, 달맞이꽃, 컴프리 등 5분류군, 2014년은 개망초, 돼지풀, 서양민들레, 지느러미영경귀, 닭의덩굴, 달맞이꽃, 컴프리 등 7분류군으로 시간이 경과할수록 귀화식물 종수가 증가하였다. 시간의 흐름에 따른 귀화식물 증가는 앞서 언급한 것과 같이 지속적인 이입에 인한 것이며, 대부분 귀화식물이 천이 초기의 선구식물이기 때문이다. 이는 묵밭의 교란에서 광조조건이 양호한

천이 초기나 중기에 종다양성이 증가하였다가 후기에 식생회복으로 인해 감소하는 특징이 있다(Lee & Kim 1998). 따라서 본 지역이 천이 초기나 중기 단계이기 때문에 귀화식물과 기타 자생식물이 지속적으로 발생 또는 이입되기 때문이다.

특이하게 과거에는 없었으나 2014년 조사구 7에서 생태계교란야생식물인 돼지풀의 출현이 처음 확인되었다. 돼지풀은 군락형성의 천이 초기에 침입하는 식물로 도로변, 휴경지, 훼손지에서 주로 분포하며, 환경적응력이 뛰어나 어떠한 장소에서도 군락을 유지하고 번식시킬 수 있다(Cha et al. 2002; You et al. 2011). 출현 원인은 과거부터 주변에서 생육한 개체가 조사구 내로 확산되었거나 탐방객들에 의해 종자가 이입되어 발생된 것으로 추정되나 정확한 원인은 규명할 수 없었다. 분포형태는 개망초, 달맞이꽃, 쑥, 익모초 등과 함께 혼생하고 있었다. 또한 조사구 외곽에서도 다수 관찰되었으나 주변 물억새군락에서 전혀 관찰되지 않았다. 이는 물억새가 역새보다 강건한 지하경을 가지며, 줄기를 조밀하게 총생시켜 군락을 형성하기 때문에(Song & Song 1996) 돼지풀이 침입할 수 없었다고 생각된다. 또한 물억새와 생장특성이 유사한 갈대군락에서도 귀화식물의 이입과 종자발생 억제 효과가 있다(You et al. 2010)고 하여 돼지풀 확산을 방지하기 위해서 물억새군락이 확산될 수 있도록 유도해야 할 것이다.

따라서 귀화식물의 발생과 침입은 생태계에 악영향을 유발할 뿐만 아니라 생물종다양성이 높은 주왕산국립공원의 생태계를 변화시키기 때문에 이들에



By year

By site

Figure 6. The change of NI and UI by years and sites

대한 장기적인 감독과 관리가 요구된다.

#### IV. 결론

본 연구는 주왕산국립공원 내 훼손지의 식물상을 연도별로 조사 및 분석하여 국립공원 생태계의 보전과 관리를 위한 기초 자료 제공에 목적이 있다. 훼손지 폭, 길이 및 크기는 각 5.0m, 25m<sup>2</sup>로 동일하였으며, 깊이는 0.1~0.3m, 경사도는 0~26.0%, 해발고도는 273~408m이다. 훼손지 발생 원인은 답압에 의한 식생 훼손, 광암사 철거, 내원마을 철거에 의해 발생된 것으로 대부분 인위적 교란과 간섭에 의한 것이다. 출현 식물상은 52과 109속 116종 2아종 17변종 등 135분류군이며, 나자식물은 2분류군, 피자식물 중 쌍자엽식물은 111분류군, 단자엽식물은 22분류군이다.

희귀식물은 등침 1분류군, 특산식물은 서어나무, 고광나무, 청괴불나무, 병꽃나무 등 4분류군, 식물구계학적 특정식물은 잣나무, 등침, 등 노랑제비꽃, 개구릿대, 올괴불나무, 청괴불나무, 여우오줌, 큰영경귀, 열레지 등 10분류군, 귀화식물은 닭의덩굴, 달맞이꽃, 컴프리, 돼지풀, 미국가막사리, 지느러미영경귀, 망초, 개망초, 서양민들레 등 9분류군, 생태계교란식물은 돼지풀 1분류군이다.

식피율 변화 분석 결과, 관목층의 경우 조사구 1은 15%→20%, 조사구 2는 20%→35%, 조사구 3은 20%→40%, 조사구 4는 35%→75%, 조사구 5는 0%→15%, 조사구 6은 0%→30%, 조사구 7은 0%→50%로 변화하였으며, 초본층의 경우 조사구 1은 25%→30%→25%, 조사구 2는 75%→80%, 조사구 3은 80%→85%, 조사구 4는 90%→95%, 조사구 5는 75%→95%, 조사구 6은 75%→90%, 조사구 7은 85%→95%로 나타나 관목층과 초본층 모두 시간의 흐름에 따라 증가하는 추세를 보였다. 현재 고목층은 없으나 관목층과 초본층에서 천이가 진행되고 있어 과거 훼손지에서 주변 자연식생과 유사하게 회복되고 있다고 판단된다.

종수 변화에 있어 관목층의 경우 조사구 1은 5종→7종, 조사구 2는 2종→5종, 조사구 3은 1종→4종,

조사구 4는 2종→3종, 조사구 5와 6은 0종→5종, 조사구 7은 0종→2종으로, 초본층의 경우 조사구 1은 7종→14종→7종, 조사구 2는 16종→26종, 조사구 3은 16종→23종, 조사구 4는 17종→33종, 조사구 5는 11종→19종→18종, 조사구 6은 8종→23종, 조사구 7은 7종→21종→15종으로 변화하였다. 일부 조사구에서 증감 현상이 발생되었지만 대부분 증가하는 경향을 보여 식피율과 마찬가지로 천이에 의해 다양한 종이 이입 또는 발생된 것이라고 생각된다.

우점종의 경우 관목층은 쇠물푸레나무, 싸리, 붉나무, 조록싸리, 버드나무, 등, 느티나무가, 초본층은 억새, 주름조개풀, 썩, 바랭이새, 개망초가 우점한 상태이고 특정종에 의해 우점되지 않았다. 대부분 조사구의 우점종은 주변 식생에서 이입되어 발생된 것이라 판단되며, 향후 중간 경쟁을 통해 우점종이 변할 것으로 생각된다. 귀화율과 도시화지수 분석 결과, 귀화율의 경우 조사구 1은 0.0%, 조사구 2는 0.0%→5.0%→3.3%, 조사구 3은 6.3%→5.9%→4.0%, 조사구 4는 5.9%→3.0%, 조사구 5는 18.2%→25.0%→22.2%→13.0%→11.4%, 조사구 6은 12.5%→5.6%→4.3%→10.8%, 조사구 7은 0.0%→12.5%→20.0%→12.0%→16.7%이며, 도시화지수(UI)의 경우 조사구 1은 0.0%, 조사구 2는 0.0%→0.3%, 조사구 3과 4는 0.3%, 조사구 5는 0.6%→1.2%, 조사구 6은 0.3%→1.2%, 조사구 7은 0.0%→1.6%이다. 따라서 귀화율은 시간의 경과에 따라 증감 현상이 있었으며, 도시화지수는 대부분 증가 추세를 보였다. 귀화율의 증감 현상은 출현 전체 식물종수에 기인해서 발생된 것이며, 도시화지수의 증가는 천이과정 상 선구식물인 귀화식물이 지속적으로 이입되었기 때문이다. 따라서 귀화식물의 관리를 통해 주왕산국립공원의 생물종다양성을 보전할 수 있는 방안이 논의되어야 할 것이다. 이에 귀화식물 관리는 물리적, 화학적 및 생물학적 방제 관점에서의 논의가 필요한데 화학적 방제는 주로 제초제와 같은 화학물질을 사용하기 때문에 귀화식물 이외의 자생식물과 다양한 생물종에 치명적 악영향이 발생할 수 있으며, 일부 훼손지를 제외하고 계곡 주변에 위치해 있기 때문에 육수생태계에게도 영향을 줄 수 있으므로 현장 적용은 불가능하

다. 따라서 물리적, 생물학적 방제가 적용되어야 한다. 물리적 방제는 귀화식물이 대부분 일년초임을 감안하여 신초 발생 때 지상부를 절단함으로써 개화 및 결실 등의 유성번식 기능을 사전에 제거하는 것이 필요하다. 생물학 방제는 물억새, 역새 등과 같이 지하경이 밀생되는 종을 식재하고 그 군락을 육성하여 귀화식물이 선호하는 광조건을 통제해야 할 것이다.

향후 훼손지의 생태적 변화를 정밀하게 감시하고 분석하기 위해 훼손지와 상호 비교될 수 있는 대조구를 훼손지별로 설치하여 객관적인 모니터링이 이루어질 수 있는 방안이 개선되어야 되어야 할 것이며, 토양의 이화학적 특성 및 토심, 견밀도 등 무생물적 요소와의 상관성 연구가 필요하다.

## References

- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. 3rd Ed. Springer.
- Cha SH, Kim WH, Kim JH. 2002. Effects of some environmental factors on the germination of seeds in *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*. Korean J. Ecol. 25(3): 163-170. [Korean Literature]
- Cheon KI, Chun JH, Yang HM, Lim JH, Shin JH. 2014. Changes of understory vegetation structure for 10 years in long-term ecological research site at Mt. Gyebang. J. Korean For. Soc. 103(1): 1-11. [Korean Literature]
- Cho HJ. 2005. Forest vegetation structures and successional trends in Young-il soil erosion control district. Jour. Korean For. Soc. 94(6): 453-461. [Korean Literature]
- Cho KJ. 2006. The National Park concept, impairment by users, and conservation: the application of an alternative interpretive model for conservation. The Journal of Korean Institute of Forest Recreation. 10(4): 51-66. [Korean Literature]
- Chung SH, Hwang KM, Kim JH. 2014. Ecological interpretation and estimation of successional trend by characteristics of species diversity and topography for forest cover types in the natural forest of Western Jirisan. J. Korean For. Soc. 103(4): 537-546. [Korean Literature]
- Huh J, Kim DS, Joo SH, Kim CS, Ahn MJ. 2007. The visual preference for damaged mountainous landscape. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 35(4): 71-80. [Korean Literature]
- Jang GS, Jeon SW, Kim SS. 2008. Analyzing characteristics of forest damage within the Geum-buk Mountain range. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 36(5): 55-63. [Korean Literature]
- Joe SH, Kim KD. 2008. Comparisons between a forest road with a coniferous plantation and distributed vegetation on the edge of a forest, and reclaimed soil seed bank. Kor. J. Env. Eco. 22(4): 409-419. [Korean Literature]
- Kang BH, Shim SI, Ma KH. 2003. Floristic composition of plant community in set-aside fields with regard to seral stages. Korean Journal of Environmental Agriculture. 22(1): 53-59. [Korean Literature]
- Kang HK, Bang KJ. 2001. Vegetation structure and restoration model for naturalness of Robinia pseudo-acacia forest in the case of Korean national capital region. Kor. J. Env. Eco. 15(2): 159-172. [Korean Literature]
- Kim DH, Lee DH, Kim HS, Kim SI. 2015. Effects of special protection area designation on soil properties and vegetation coverage of degraded trails. J. Korean For. Soc. 104(3): 352-359. [Korean Literature]
- Kim GT, Kim JS, Choo GC, Um TW. 1995.

- Studies on the structure of forest community at nature conservation area in Chuwangsan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 8(2): 135-141. [Korean Literature]
- Korea National Arboretum, The Plant Taxonomic Society of Korea. 2007. A Synonymics List of Vascular Plants in Korea. Korea National Arboretum. pp. 534. [Korean Literature]
- Korea National Arboretum. 2005. Endemic Vascular Plants in the Korean Peninsula. Korea National Arboretum. pp. 206. [Korean Literature]
- Korea National Arboretum. 2008. Rare Plants Data Book in Korea. Korea National Arboretum. pp. 332. [Korean Literature]
- Korea National Park Research Institute. 2008. Investigation on the Natural Resource of the Juwangsan National Park. Korea National Park Research Institute. pp. 73-98. [Korean Literature]
- Korea National Park Service. 2013. 2013 Manual of Monitoring in Special Field. Korea National Park Service. pp. 22-29. [Korean Literature]
- Korea National Park Service. 2014. 2014 Basic Statistics of National Park. Korea National Park Service. pp. 201-202. [Korean Literature]
- Lee CS, Park HS, You YH, Hong SK. 1998. A study on vegetation succession in abandoned paddy fields. *J. Nat. Sci. Inst., Seoul Women's Univ.* 10: 29-43. [Korean Literature]
- Lee DK, Song WK, Jeon SW, Sung HC, Son DY. 2007. Deforestation patterns analysis of the Baekdudaegan Mountain Range. *J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech.* 10(4): 41-53. [Korean Literature]
- Lee HC, Hwang IC, Lim DO, Chung CW. 2011. The specific plant species and conservation of Juwangsan National Park, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 25(4): 498-515. [Korean Literature]
- Lee HH, Lee JH, Park KY, Jang JW. 2014. Two years monitoring of vegetation changes in torrential stream restoration site. *J. Korean For. Soc.* 103(2): 240-247. [Korean Literature]
- Lee KS, Kim JH. 1998. Test of intermediate disturbance hypothesis by experimental disturbance gradient in old-field plant community. *Korean J. Ecol.* 21(3): 233-241. [Korean Literature]
- Lee KS. 2006. Changes of species diversity and development of vegetation structure during abandoned field succession after shifting cultivation in Korea. *J. Ecol. Field Biol.* 29(3): 227-235.
- Lee NY, Na KT, Noh JM, Shim SY. 2015. Estimation of carbon storage in a forest ecosystem at Mudeungsan Mt. National Park, Korea. *Journal of National Park Research.* 6(1): 1-6. [Korean Literature]
- Lee TB. 2003a. Coloured Flora of Korea. Vol. I. Hyangmusa. pp. 914. [Korean Literature]
- Lee TB. 2003b. Coloured Flora of Korea. Vol. II. Hyangmusa. pp. 910. [Korean Literature]
- Ministry of Environment. 2012. A Guide to the 4th National Natural Environment Research. Ministry of Environment. pp. 185-215. [Korean Literature]
- National Institute of Environmental Research. 2012. Ecosystem Disturbance Species. National Institute of Environmental Research. pp. 168. [Korean Literature]
- Oh HK, Sagong JH, You JH. 2011. Analysis on environmental indices and naturalized plants distributed in Gyeryong-si, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 25(4): 479-489. [Korean Literature]
- Park KH, Yang JY, Kim IT. 2012. A study on

- endangered plants of Korea National Park. Journal of National Park Research. 3(4): 95-103. [Korean Literature]
- Park SH. 2009a. A study on vegetation restoration changes at damaged area in alpine zone of five National Park in Korea. Ph.D. dissertation. Suncheon National University, Suncheon. [Korean Literature]
- Park SH. 2009b. New Illustrations and Photographs of Naturalized Plants of Korea. Ilchokak. pp. 575. [Korean Literature]
- Ryu HJ, Park SH, Chang KS, Choi HS, Ha SG, Lee HJ, Lee YM. 2013. Distribution of vascular plants in Is. Yeonpyeongdo regions. Korean J. Environ. Ecol. 27(2): 147-169. [Korean Literature]
- Song JS, Song SD. 1996. A phytosociological study on the riverside vegetation around Hanchon, an upper stream of Nak-tong River. Korean J. Ecol. 19(5): 431-451. [Korean Literature]
- Song JS. 1997. A phytosociological study on the weed communities in the cultivated and abandoned fields of Korea. Korean J. Ecol. 20(3): 191-200. [Korean Literature]
- Song JS. 2001. A phytosociological study of the shrubby and herbaceous vegetation of the riverside in the upper stream of Nak-dong River, Korea. Kor. J. Env. Eco. 15(2): 104-117. [Korean Literature]
- Sung HC, Kim SR, Kang DI, Seo JY, Lee SM. 2016. Analysis on the type of damaged land in DeMilitarized Zone(DMZ) area and restoration direction. J. Korean Env. Res. Tech. 19(1): 185-193. [Korean Literature]
- Yeom SJ. 2015. Basic study on damaged area types and improvement idea of the National Park. Journal of Environmental Science International. 24(11): 1405-1415. [Korean Literature]
- Yim YJ, Jeon ES. 1980. Distribution of Naturalized Plants in the Korean Peninsula. Korean J. Botany. 23(3-4): 69-83. [Korean Literature]
- You JH, Kwon SY. 2015. Flora distributed in Mt. Gumi District, Gyeongju National Park. Korean J. Plant Res. 28(4): 511-525. [Korean Literature]
- You JH, Mun SJ, Lee WS. 2011. Management plan and vascular plants of the Hwarang district in Gyeongju National Park. J. Korean Env. Res. Tech. 14(5): 17-35. [Korean Literature]
- You JH, Park KH, Yoon YC. 2010. Distributional characteristics and management device of naturalized plants in Naedong Stream, Changwon-si. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 38(4): 96-105. [Korean Literature]
- You JH, Seo JK, Jung SG. 2013. Analysis on characteristics of distribution of specific plants in Juwangsang National Park, Korea. Journal of Environmental Science International. 22(7): 873-884. [Korean Literature]