

ORIGINAL ARTICLE

국립공원 내 전국 우수 산림생태 복원지역 식생 회복 평가

정태준 · 김영선¹⁾ · 김영진²⁾ · 김연경³⁾ · 조은숙⁴⁾ · 조동길⁵⁾*

상지대학교 응용식물학과, ¹⁾(사)한백생태연구소, ²⁾목포대학교 조경학과, ³⁾한그루,
⁴⁾동아대학교 도시계획·조경학과, ⁵⁾동아대학교 조경학과

Vegetation Changes in Forest Restoration Areas in National Parks

Tae-Jun Jung, Young-Sun Kim¹⁾, Young-Jin Kim²⁾, Yeon-Gyeong Kim³⁾, Eun-Suk Cho⁴⁾,
Dong-gil Cho⁵⁾*

Department of Applied Plant Science, Sangji University, Wonju 26339, Korea

¹⁾Hanbaek Ecological Research Institute, Gurye 57655, Korea

²⁾Department of Landscape Architecture, Mokpo University, Mokpo 58554, Korea

³⁾Han Groo, Gwangju 62321, Korea

⁴⁾Department of Planning and Landscape Architecture, Dong-A University, Busan 49315, Korea

⁵⁾Department of Landscape Architecture, Dong-A University, Busan 49315, Korea

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the vegetation recovery status of Mudeungsan National Park Jungmeorijae, Jeungsimsa district restoration site, and the Shimwon Valley ecological landscape restoration site in Jirisan National Park. Compared to the control plots, the Jungmeorijae restoration site was analyzed to have height growth of about 73.5%, the average species diversity index of about 75.2%, and the average similarity index was recovered to 7.75%. In the case of the restoration site in Jeungsimsa district, the height growth compared to the control plots was about 69.2%, the average species diversity index was about 55.0%, and the average similarity index was recovered to 25.65%. In the case of the Shimwon Valley ecological landscape restoration area, the height growth compared to the control plots was about 32.6%, the average species diversity index about 176.7%, and the average similarity index was recovered to 0.85%. The restoration site of the Jeungsimsa district was planted with relatively large trees during restoration work, and it took a relatively long time(20 years). Also, the site had less limiting factors due to the low elevation, allowing the degree of vegetation recovery to be higher than that of other sites.

Key words : Relative importance percentage, Species diversity index, Similarity index, Restoration of damaged area

1. 서론

1980년대부터 시작된 급격한 산업화와 도시화로 사람들이 살아가는 생활환경의 오염과 함께 많은 훼손지가

전국 곳곳에 발생했다. 현재는 국립공원으로 지정된 지역 내에도 과거 도로 건설, 벌목, 건축물 건설 등의 개발 행위가 있었고, 이로 인하여 인위적 간섭, 과도한 산림자원 채취 등의 교란이 지속적으로 이루어졌지만, 최근에는

Received 4 March, 2022; Revised 29 April, 2022;

Accepted 10 May, 2022

*Corresponding author: Dong-gil Cho, Department of Landscape Architecture, Dong-A University, Busan 49315, Korea
Phone : +82-51-200-7573
E-mail : cdgileco@dau.ac.kr

© 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.

훼손된 생태계를 복원하여 생물다양성을 높이고 서식지의 질을 높여려는 노력이 활발하다(Jung et al., 2021).

국립공원공단은 국립공원 내 훼손지를 최대한 자연적 상태로 복구하기 위해 1994년 처음으로 생태복원 전문가를 주축으로 조사단을 구성, 지리산국립공원 노고단, 세석지구에 대한 훼손지 조사를 실시하여 복원대책을 수립하였으며 이를 기초로 복원사업을 시행하였고(Shim, 2017), 그 이후 국립공원 훼손지 복원 중장기 종합계획을 수립하는 등 훼손지 복원을 위해 노력하고 있다(Korea National Park Research Institute, 2020). 그러나 많은 복원 공사를 수행한 노력에 비교해 공사 완료 후 복원 현황에 대한 모니터링을 체계적으로 진행하고 있지 않아 연구자료가 부족하다.

생태복원 및 복원지역 모니터링에 관한 연구를 살펴보면, Jeong et al.(2001)은 지리산국립공원 능선부 훼손지에서 식생복원 효과를 구명하기 위하여 야생포포기심기, 개량토포설, 환경피해도 요인을 고려하여 실험구를 설치하고 4년 동안 식생피복도와 종다양성 변화를 분석한 결과, 야생포포기심기 처리 수준 간의 차이가 있음을 확인하였다. 또한, Shin et al.(2013)은 지리산국립공원 노고단을 대상으로 인위적 복원조치에 의한 식생복원 효과와 산림 훼손 지역의 자연적 식생 회복 상태를 구명하고 그 결과, 중간 경쟁에 의해 시간이 경과하면서 입지환경에 적응된 수종들에 의해 안정된 군락으로 전환되어 20년이 지난 시점에서 훼손지가 복원되고 있는 것으로 유추하였다. Park(2009)은 우리나라 5개 국립공원의 능선부 훼손복원지의 복원 과정 모니터링과 군락변화 과정을 비교 분석하여 훼손복원의 효과를 밝히고, 향후 대상 지역을 보전하는 관리방안에 사용될 기초자료를 제공하고자 국립공원 고산대의 식생회복정도를 평가하였다. Choi(2016)는 지리산국립공원 노고단 일원 훼손지 복원 공사 지역의 식물상, 상대우점치, 종다양도, 유사도 등을 비교 분석하여 중간경쟁에 의해 안정화되어가는 천이과정에 있다고 평가하였다. Oh(2017)는 지리산국립공원 노고단에서 1992년에 시행한 훼손지 식생복원시험 지역을 대상으로 20년간 식생 회복결과를 분석한 결과, 수고생장이 인근 자연림 식생의 20% 수준으로 회복하였으며, 자연림 대비 20% 수준까지 이루어지는데 20여 년이 소요된다고 예측하였다. Kim and Shim(2019)은 무등산국립공원 중봉과 누에봉 복원 공사지의 식생 회복 평

가에서, 복원 후 17년이 경과 한 중봉 군부대 이전 복원 공사 지역은 종구성의 유사도지수 평균치가 3.5%로 낮았으나 관목층의 수고는 112%의 수준으로 회복되었고, 복원 후 14년이 경과한 누에봉은 대조구와 유사도지수 평균치는 5.05%이었고 산철쭉과 털진달래가 출현하는 관목층의 수고는 82.6% 수준으로 회복된 것으로 평가하였다. 기존 연구 결과, 복원지의 입지나 환경, 공법에 따라 복원의 속도와 방향에 있어 차이가 나타나는 것이 확인되었으나, 입지, 환경조건, 공법에 따른 식생의 변화에 대한 예측을 할 수 있는 수준의 연구는 진행되지 않았다.

식생 복원지의 식생 변화를 관찰하고, 데이터를 구축하여 향후 다른 복원지의 모델을 제시하고 관리방안을 도출하기 위해서는 다양한 대상지에 대한 장기간의 모니터링이 필수적이다. 따라서 본 연구의 목적은 전국의 우수 산림생태 복원 사례지를 찾는 공모 사업인 “전국 우수 산림생태 복원대회”에서 선정된 무등산국립공원 중머리재, 중심사지구 복원지와 지리산국립공원 심원계곡 생태경관 복원지에 대한 모니터링 결과를 분석하여 복원지의 식생 변화에 대한 데이터를 구축하고, 향후 다른 복원지의 식생 복원 모델 제시 및 관리방안을 도출하기 위한 기초자료를 확보하는 데 있다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상지

국립공원 내 식생 복원지역에 대하여 시간의 경과에 따른 식생 회복 상태의 변화를 파악하기 위하여 조사구를 설치하고, 인근 자연림에 대조구를 설치하였다. 연구대상지는 총 3개 지역으로, 무등산국립공원의 중머리재 복원지, 중심사지구 복원지와 지리산국립공원의 심원계곡 생태경관 복원지이다. 무등산국립공원은 2013년 3월 4일 국립공원 제21호로 지정되었으며, 전체면적은 75.425 km²이다. 무등산국립공원은 주상절리가 발달되어 있고, 특히 해발 1,187 m의 무등산국립공원 최고봉인 천왕봉 일대는 서석대, 입석대, 규봉 등 수직절리상의 암석이 석책을 두른 듯 분포한다. 동·식물은 수달(*Lutra lutra*), 구렁이(*Elaphe schrenckii*), 쏘대박(Prionailurus bengalensis), 으름난초(*Cyrtosia septentrionalis*) 등 멸종위기야생생물 26종을 포함하여 총 4,066종의 생물종이 서식하고 있다. 지리산국립공원은 1967년 12월 29일에 우리나라

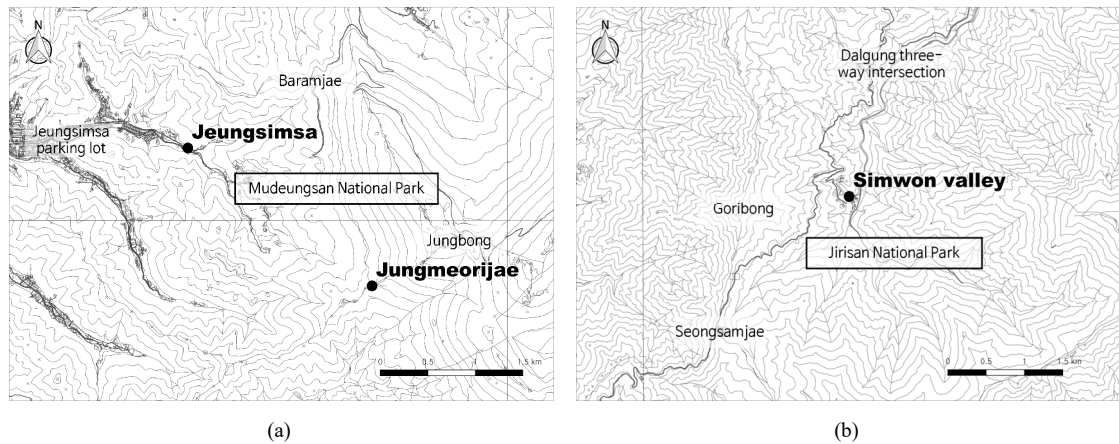


Fig. 1. Location map of monitoring and control plots (a: Jungmeorijae, Jeungsimsa, b: Simwon valley).

Table 1. GPS coordinates of monitoring and Control plots by site

Jungmeorijae	M1	N 35° 7' 7" E 126° 59' 4"	C1	N 35° 7' 7" E 126° 59' 4"
	M2	N 35° 7' 7" E 126° 59' 3"	C2	N 35° 7' 9" E 126° 58' 55"
	M3	N 35° 7' 7" E 126° 59' 2"	C3	N 35° 7' 4" E 126° 59' 2"
Jeungsimsa	M1	N 35° 7' 47.8" E 126° 57' 53.5"	C1	N 35° 6' 47.3" E 126° 58' 0.1"
	M2	N 35° 7' 53.6" E 126° 57' 48.0"	C2	N 35° 7' 53.6" E 126° 57' 48.0"
	M3	N 35° 7' 54.4" E 126° 57' 48.3"	C3	N 35° 7' 53.0" E 126° 57' 42.7"
	M4	N 35° 7' 54.2" E 126° 57' 44.3"	-	-
Simwon valley	M1	N 35° 19' 17" E 127° 31' 45"	C1	N 35° 19' 11" E 127° 31' 49"
	M2	N 35° 19' 20" E 127° 31' 29"	C2	N 35° 19' 20" E 127° 31' 29"
	M3	N 35° 19' 12" E 127° 31' 46"	C3	N 35° 19' 10" E 127° 31' 46"

최초의 국립공원으로 지정되었으며, 그 면적이 483.022 km²로 22개 국립공원 중 가장 넓은 면적의 산악형 국립공원이다. 동·식물은 2018년 기준 자연자원조사 결과 지리산국립공원 전체 생물종은 총 8,069종에 이른다. 식물은 1,832종이며, 동물의 경우 포유류 46종, 조류 117종, 양서류 12종, 파충류 11종, 어류 22종, 곤충 4,903종으로 기타는 원핵생물·지의류·거미 등 1,126종이다. 또한, 2019년 멸종위기 II급 남생이(*Mauremys reevesii*), 물방개(*Cybister chinensis*), 구름병아리난초(*Neottianthe cucullata*) 서식이 확인되어 멸종위기종은 총 47종이다.

무등산국립공원의 중머리재 복원지는 탐방객 집중이 용으로 훼손된 산림 생태계를 복원하고자, 2015~2016년에 복원 사업이 수행되었다. 복원 사업을 통하여 경관 복원, 지형복원, 식생복원을 하고, 중머리재 고유의 모습

을 회복하고자 하였다. 중심사지구 복원지는 과거 중심사 집단시설지구의 개발로 탐방객이 증가하면서 음식점, 주차장, 상가 등이 확장되었고, 이에 따라 자연식생지가 훼손됨에 따라 2002~2010년 복원 사업이 수행되었다. 중심사지구 복원사업에는 노후화된 상가 및 주택 등을 철거 및 정비, 탐방객 안내센터 건립, 휴게공간 조성, 무등산국립공원 자생 수종 식재 등의 내용이 포함되었다 (Korea Forest Conservation Association, 2021). 중심사지구 복원지는 식재 공사시 수고 2.5 m 정도의 수목을 식재하여, 묘목을 식재하거나 자생풀포기를 이식한 다른 연구 대상지와 비교하여 초기에 비교적 큰나무를 도입하였다. 지리산국립공원의 심원계곡 생태경관 복원지는 과거 심원마을이 위치했던 지역으로 마을이 형성된 기원은 정확히 알 수 없으나 약 300년 정도로 예상된다. 1988년

Table 2. Number of monitoring and Control plots by site

	Mudeungsan National Park		Jirisan National Park
	Jungmeorijae	Jeungsimsa	Simwon Valley
Monitoring plots	3	4	3
Control plots	3	3	3

마을 앞을 지나는 861번 지방도가 놓인 이후로, 청정 오지를 찾아온 외지인들이 목고 갈 민박촌을 형성하면서 관광지로 변화하였다. 국립공원 내부에 거주지가 형성되고 관광지로 이용되면서 수질 오염이 일어나고 생태계 건강성을 저해하는 요인으로 판단되어 2017년까지 마을을 이주하고 생태경관 복원공사사업을 완료하였다. 복원사업의 내용은, 복원지 내 건축물과 도로를 철거하였고, 지형복원을 실시하였으며, 식생복원으로는 자생 수종인 사스래나무(*Betula ermanii*), 국수나무(*Stephanandra incisa*), 때죽나무(*Styrax japonicus*), 병꽃나무(*Weigela subsessilis*) 등 9종, 4만 8,065그루를 식재하였다.

2. 조사분석방법

연구 대상지별 조사구 설치 현황은, 중머리재 복원지와 심원계곡 생태경관 복원지에는 조사구 3개소, 대조구 3개소를 설치하였고, 중심사지구 복원지는 조사구 4개소, 대조구 3개소를 설치하고 식생 현황을 조사하였다. 방형구는 조사구 5×5 m, 대조구 10×10 m로 설치하였다. 현장 조사는 중머리재 복원지 2021년 9월 13일, 중심사지구 복원지 2021년 9월 10일, 심원계곡 생태경관 복원지 2021년 8월 21일에 실시하였다.

조사구 및 대조구 내에 출현하는 목본 중 상층 수관을 이루는 수목을 교목층, 교목층 이하 수목 중 수고 2 m 이상의 수목을 아교목층, 0.3~2.0 m 사이의 수목을 관목층, 수고 0.3 m 미만의 수목을 지피층으로 수관 층위를 구분하여 조사하였다. 교목층과 아교목층 수목은 흉고직경(cm)과 수고(m)를, 관목층과 지피층은 수목의 수관폭과 수고(m)를 측정하여 수종명과 함께 기록하였다. 다간성 줄기를 갖는 수종의 경우, 원줄기를 중심으로 지름 60 cm 안에 있는 줄기를 동일한 개체로 포함하여 흉고직경이나 수관폭을 측정하였다. 조사한 결과 중 목본층을 대상으로 상대우점치, 종다양도지수 및 유사도지수를 분석하여 조사구별로 비교하였다(Shannon and Weaver,

1949; Walter et al., 1975). 식물 동정은 한국의 나무(Kim and Kim, 2013)와 대한식물도감(Lee, 2003a; Lee, 2003b), 벼과 사초과 생태도감(Jo et al., 2016)을 참고하여 동정하고, 식물 종명 및 학명은 국립수목원의 국가표준식물목록에 따라 정리하였으며, Engler의 분류 체계에 따라 분류하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 중머리재 복원지

무등산국립공원 중머리재 복원지에 설치된 조사구 개황을 조사하였다(Table 2). 조사구와 대조구는 해발 588.1~660.3 m에 위치하고, 경사도는 5~50°까지 분포한다. 조사구에서 교목층은 확인되지 않았고, 아교목층도 조사구 3에서만 확인되었다. 조사구 1, 3은 관목층과 지피층이 분포하고, 조사구 2는 지피층만 분포하고 있었다. 조사구 1의 경우 관목층 식피율이 60%로 확인되어 식피율 측면에서는 복원이 빠르게 진행되는 것으로 나타났다. 대조구는 대조구 2, 3에서 교목층이 식피율 60%로 분포하고, 대조구 1에서는 교목층이 확인되지 않았고, 아교목층, 관목층, 지피층이 확인되었다.

중머리재 복원지의 조사구 및 대조구의 상대우점치와 평균상대우점치를 분석하였다. 조사구 1은 교목층, 아교목층은 분포하지 않았고, 관목층에서 조록싸리(*Lespedeza maximowiczii*), 비수리(*Lespedeza cuneata*) 2종이 확인되었다. 조사구 2는 목본이 생육하지 않아 상대우점치 분석 결과가 나타나지 않았다. 조사구 3은 아교목층에서 비목나무(*Lindera erythrocarpa*)가 80.84%로 우점하고 있으며 쥐똥나무(*Ligustrum obtusifolium*)가 혼생하고 있다. 관목층은 두릅나무(*Aralia elata*), 산딸기(*Rubus crataegifolius*), 조록싸리(*Lespedeza maximowiczii*)의 상대우점치가 비교적 높게 나타났다. 교목층이 분포하지 않는 대조구 1에서는 아교목층에

Table 3. General description of monitoring plots at restoration area of Jungmeorijae in Mudeungsan National Park

		plots					
		M1	M2	M3	C1	C2	C3
Altitude (m)		647.3	641.5	660.3	646.6	644.2	588.1
Slope Aspect		E118S	N10E	W295N	E115S	N6E	W275N
Slope (°)		5	30	18	15	50	25
Canopy	height (m)	-	-	-	-	13.3	10
	coverage (%)	-	-	-	-	60	60
Sub-canopy	height (m)	-	-	2.5	2.8	3.5	4
	coverage (%)	-	-	50	40	10	30
Shrub	height (m)	1.2	-	1.4	1.0	1.5	0.9
	coverage (%)	60	-	30	10	20	20
Ground cover	coverage (%)	30	40	20	50	-	10

M: Monitoring plot, C: Control plot

때죽나무(*Styrax japonicus*)의 상대우점치가 매우 높게 나타났고, 산카막살나무(*Viburnum wrightii*)가 혼생하고 있다. 대조구 2는 교목층에서 졸참나무(*Quercus serrata*)가 우점하며 물들메나무(*Fraxinus chiisanensis*)가 혼생하고 있으며, 아교목층에서는 병꽃나무(*Weigela subsessilis*)와 물들메나무(*Fraxinus chiisanensis*)의 상대우점치가 높게 나타났다. 대조구 3은 교목층에 상수리나무(*Quercus acutissima*)가 우점하고, 노린재나무(*Symplocos sawafutagi*), 떡갈나무(*Quercus dentata*), 개웃나무(*Toxicodendron trichocarpum*) 등 비교적 다양한 종이 분포하고, 아교목층에서는 노린재나무()가 56.98 %로 매우 높게 나타났으며, 관목층에서는 비뚝나무(*Lindera erythrocarpa*)가 우점하고 있다. 조사구의 상대우점치 분석 결과, 조사구 2는 초본 식물만 확인되었고, 조사구 전체에서 교목층이 형성되지 않았으며, 싸리류(*Lespedeza* spp.), 산딸기(*Rubus crataegifolius*) 등 선구수종으로 볼 수 있는 종들이 다수 분포하는 결과를 볼 때, 복원 후 약 6년이 지났으나 식생 복원의 단계는 초기에 해당하는 것으로 판단된다.

중머리재 복원지의 종다양도지수 분석 결과 대조구가 대체로 높게 나타났다. 조사구 2는 목본이 출현하지 않아 결과 값이 산출되지 않았고, 조사구 3은 아교목층, 관목층에 9종이 조사되면서, 종다양도지수가 0.7847로 높게 분석되었다.

조사구의 목본 식생 종구성의 유사성을 나타내는 유

사도지수를 분석하였다. 유사도지수는 군락 간 유사도지수가 20% 미만일 때 서로 이질적인 집단이고, 80% 이상일 때 서로 동질적인 집단으로서, 생태적으로 유사한 집단간의 유사도지수는 높게 나타난다. 조사구와 대조구간의 유사도지수 분석 결과에서 조사구 3이 유일하게 대조구와의 유사도지수가 산출되었다. 특히, 조사구 3과 대조구 1의 유사도지수는 33.33%로 20%가 넘는 유사도지수가 산출되었다. 조사구 2는 목본이 생육하지 않고, 조사구 1의 경우 조사구 1에서 확인된 종이 대조구에서 출현한 종과 중복되는 종이 없어 유사도지수가 산출되지 않았다.

3.2. 중심사지구 복원지

무등산국립공원 중심사지구 복원지에 설치된 조사구 개황을 조사하였다(Table 6). 조사구와 대조구는 해발 175~193 m로 다른 연구 대상지와 비교하여 해발고가 낮은 곳에 위치하고, 경사도는 8~25°까지 분포한다. 중심사지구 복원지는 복원 당시 수목을 식재하였고, 2002년 복원 후 20년이 경과되어 조사구에서도 교목층, 아교목층, 관목층, 지피층이 모두 분포하며 식피율도 비교적 높게 나타났다. 조사구에서 교목층은 수고 7~13 m, 식피율 20~60%, 아교목층 수고 2.3~4.0 m, 식피율 10~30%, 관목층 수고 0.9~1.5 m, 식피율 10~20%, 지피층 식피율 10~70%로 나타났다. 대조구에서는 교목층은 수고 12~14 m, 식피율 50~60%, 아교목층 수고 3.5~4.2 m,

Table 4. Relative Importance Percentage of monitoring and control plots at restoration area of Jungmeorijae in Mudeungsan National Park

Plot	Species	R.I.P.			M.R.I.P.
		C	Sub-C	S	
M1	<i>Lespedeza cuneata</i>			43.12	10.78
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>			56.88	14.22
M3	<i>Aralia elata</i>			28.64	7.16
	<i>Rubus parvifolius</i>			7.55	1.89
	<i>Lindera erythrocarpa</i>		80.84		40.42
	<i>Viburnum wrightii</i>			12.50	3.12
	<i>Rubus crataegifolius</i>			21.75	5.44
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>			23.71	5.93
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>		19.16		9.58
	<i>Rosa multiflora</i>			3.32	0.83
	<i>Thuja orientalis</i>			2.52	0.63
C1	<i>Styrax japonicus</i>		81.12		40.56
	<i>Viburnum wrightii</i>		18.88		9.44
	<i>Rubus crataegifolius</i>			100.00	25.00
C2	<i>Stephanandra incisa</i>			5.01	1.25
	<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i>		12.20		6.10
	<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>			3.08	0.77
	<i>Fraxinus chiisanensis</i>	36.32	26.08		40.28
	<i>Weigela subsessilis</i>		28.52	14.13	17.79
	<i>Lindera erythrocarpa</i>		8.73	24.09	10.39
	<i>Morus bombycis</i>		4.36		2.18
	<i>Lindera obtusiloba</i>		3.91	6.05	3.47
	<i>Sasa borealis</i>			27.04	6.76
	<i>Quercus serrata</i>	63.68			47.76
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>		3.59	10.18	4.34
	<i>Euonymus oxyphyllus</i>			2.61	0.65
C3	<i>Sorbus alnifolia</i>		12.60		6.30
	<i>Euonymus alatus</i>			7.81	1.95
	<i>Lindera glauca</i>			17.81	4.45
	<i>Rhus tricocarpa</i>	14.43			10.82
	<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i>	19.15	56.98	9.00	45.10
	<i>Styrax japonicus</i>		10.39	10.91	7.92
	<i>Quercus dentata</i>	19.06			14.29
	<i>Lindera erythrocarpa</i>		5.59	50.92	15.52
	<i>Quercus acutissima</i>	47.36			35.52
	<i>Lindera obtusiloba</i>			2.68	0.67
	<i>Rubus corchorifolius</i>			1.51	0.38
	<i>Quercus serrata</i>		17.11		8.55
<i>Ligustrum obtusifolium</i>			7.17	1.79	
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		9.93		4.97	

R.I.P.: Relative Importance Percentage, M.R.I.P.: Mean Relative Importance Percentage, C: Canopy, Sub-C: Sub-Canopy, S: Shrub, M: Monitoring plot, C: Control plot

Table 5. Species diversity index of monitoring and control plots at restoration area of Jungmeorijae in Mudeungsan National Park

Plot	H'	J'	D	H'max
M1	0.2653	0.8813	0.1187	0.3010
M2	-	-	-	-
M3	0.7847	0.8223	0.1777	0.9542
C1	0.4151	0.8699	0.1301	0.4771
C2	0.8639	0.7538	0.2462	1.1461
C3	0.8160	0.7561	0.2439	1.0792

H': Species Diversity, H'max : Max Species Diversity, J': Evenness, D: Dominance, M: Monitoring plot, C : Control plot

Table 6. Similarity index of monitoring and control plots at restoration area of Jungmeorijae in Mudeungsan National Park

	M1	M2	M3	C1	C2	C3
M1						
M2	-					
M3	18.18					
C1			33.33			
C2			17.39			
C3			19.05	13.33	38.46	

M: Monitoring plot, C: Control plot

Table 7. General description of monitoring plots at restoration area of Jeungsimsa in Mudeungsan National Park

		plots						
		M1	M2	M3	M4	C1	C2	C3
Altitude (m)		180	180	181	175	193	183	180
Slope Aspect		N22E	E67	E67	S238W	N321W	N355	S225W
Slope (°)		10	10	15	8	13	25	20
Canopy	height (m)	7	5	11	13	14	13	12
	coverage (%)	50	40	60	20	60	60	50
Sub-canopy	height (m)	2.4	3.0	4	2.3	3.5	4.2	3.5
	coverage (%)	10	30	10	25	20	40	20
Shrub	height (m)	0.9	1.5	1.2	1.2	1.0	1.2	1.2
	coverage (%)	20	10	20	20	10	15	10
Ground cover	coverage (%)	40	10	70	10	15	60	40

M: Monitoring plot, C: Control plot

식피율 20~40%, 관목층 수고 1.0~1.2 m, 식피율 10~15%, 지피층 식피율 15~60%로 나타났다.

중심사지구 복원지의 조사구 및 대조구의 상대우점치와 평균상대우점치를 분석하였다. 조사구 1은 교목층에

벚나무(*Prunus jamasakura*)가 우점하고 산뽕나무(*Morus bombycis*), 졸참나무(*Quercus serrata*)가 혼생하고, 아교목층은 산가막살나무(*Viburnum wrightii*)가 확인되었다. 조사구 2는 교목층과 아교목층에서 단풍나무

Table 8. Relative Importance Percentage of monitoring and control plots at restoration area of Jeungsimsa in Mudeungsan National Park

Plot	Species	R.I.P.			M.R.I.P.
		C	Sub-C	S	
M1	<i>Wisteria floribunda</i>			78.75	19.69
	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	42.14			31.60
	<i>Viburnum wrightii</i>		100.00		50.00
	<i>Morus bombycis</i>	27.95			20.96
	<i>Rubus corchorifolius</i>			21.25	5.31
	<i>Quercus serrata</i>	29.91			22.43
M2	<i>Zelkova serrata</i>			21.41	5.35
	<i>Acer palmatum</i>	58.47	42.59	78.59	84.80
	<i>Morus bombycis</i>		18.29		9.14
	<i>Quercus serrata</i>	41.53	39.12		50.71
M3	<i>Cudrania tricuspidata</i>			2.24	0.56
	<i>Zelkova serrata</i>			10.51	2.63
	<i>Zelkova serrata</i>			3.91	0.98
	<i>Acer palmatum</i>			36.00	9.00
	<i>Wisteria floribunda</i>			4.76	1.19
	<i>Cornus walteri</i>		32.67		16.33
	<i>Castanea crenata</i>		41.67		20.83
	<i>Salix chaenomeloides</i>	78.57			58.93
	<i>Callicarpa japonica</i>		25.67	25.83	19.29
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>			5.04	1.26
	<i>Rosa multiflora</i>			2.31	0.58
M4	<i>Cornus controversa</i>	21.43			16.07
	<i>Celtis sinensis</i>			9.39	2.35
	<i>Acer palmatum</i>		90.15	86.49	66.70
	<i>Pinus densiflora</i>	100.00			75.00
	<i>Pseudosasa japonica</i>		9.85		4.92
	<i>Celtis sinensis</i>			13.51	3.38
	<i>Lindera glauca</i>			3.40	0.85
	<i>Rhus tricocarpa</i>		41.67		20.83
	<i>Meliosma myriantha</i>			6.16	1.54
	<i>Acer palmatum</i>			4.17	1.04
C1	<i>Styrax japonicus</i>	5.92	29.05	17.11	23.24
	<i>Styrax japonicus</i>			12.14	3.04
	<i>Euscaphis japonica</i>	2.93			2.20
	<i>Castanea crenata</i>			6.16	1.54
	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	6.09		8.31	6.64
	<i>Pinus densiflora</i>	78.89			59.17
	<i>Rubus corchorifolius</i>			6.34	1.59
	<i>Quercus mongolica</i>	2.98			2.24
	<i>Quercus serrata</i>	3.19	14.29	15.57	13.43
	<i>Rhododendron mucronulatum</i>		15.00	14.44	11.11
	<i>Celtis sinensis</i>			6.19	1.55

Table 8. continued.

Plot	Species	R.I.P.			M.R.I.P.
		C	Sub-C	S	
C2	<i>Lindera glauca</i>			18.86	4.71
	<i>Quercus variabilis</i>	36.49			27.37
	<i>Acer palmatum</i>	5.58	43.38	28.03	32.88
	<i>Styrax japonicus</i>	6.40	13.25		11.42
	<i>Castanea crenata</i>	23.54			17.65
	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	5.86			4.40
	<i>Viburnum wrightii</i>		14.68		7.34
	<i>Pinus densiflora</i>	10.58			7.94
	<i>Quercus serrata</i>	5.35	28.70		18.36
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>			36.18	9.04
	<i>Lonicera subsessilis</i>			12.26	3.06
	<i>Smilax china</i>			4.67	1.17
	<i>Cornus controversa</i>	6.20			4.65
	C3	<i>Stephanandra incisa</i>			16.35
<i>Stephanandra incisa</i>				6.01	1.50
<i>Prunus padus</i>				10.34	2.58
<i>Acer palmatum</i>		9.00		11.02	9.50
<i>Lindera erythrocarpa</i>				8.40	2.10
<i>Morus bombycis</i>		11.36			8.52
<i>Orixa japonica</i>				6.01	1.50
<i>Pinus densiflora</i>		11.36			8.52
<i>Callicarpa japonica</i>			27.88	41.86	24.41
<i>Cornus controversa</i>		68.27	72.12		87.26

R.I.P.: Relative Importance Percentage, M.R.I.P.: Mean Relative Importance Percentage, C: Canopy, Sub-C: Sub-Canopy, S: Shrub, M: Monitoring plot, C: Control plot

(*Acer palmatum*)와 졸참나무(*Quercus serrata*)가 우점하고 산뽕나무(*Morus bombycis*)가 혼생하고 있었다. 조사구 3은 교목층에 왕버들(*Salix chaenomeloides*)이 우점하고 층층나무(*Cornus controversa*)가 혼생하고 있으며, 아교목층에는 밤나무(*Castanea crenata*), 말채나무(*Cornus walteri*), 작살나무(*Callicarpa japonica*)가 확인되었다. 조사구 4는 교목층에 소나무(*Pinus densiflora*) 1종이 생육하고, 아교목층에 단풍나무(*Acer palmatum*)가 우점하고 있다. 대조구 1에서는 교목층에 소나무(*Pinus densiflora*)의 상대우점치가 78.89%로 높게 분석되었고, 아교목층에는 개웃나무(*Toxicodendron trichocarpum*), 때죽나무(*Styrax japonicus*) 등이 확인

되었다. 대조구 2는 교목층에 굴참나무(*Quercus variabilis*)가 우점하며 밤나무(*Castanea crenata*)가 혼생하고, 소나무(*Pinus densiflora*), 졸참나무(*Quercus serrata*), 때죽나무(*Styrax japonicus*) 등 다양한 수종이 확인되었다. 아교목층은 단풍나무(*Acer palmatum*)가 우점하며 졸참나무(*Quercus serrata*), 산가막살나무(*Viburnum wrightii*) 등이 생육하고 있었다. 대조구 3은 교목층과 아교목층에 층층나무(*Cornus controversa*)가 우점하고, 소나무(*Pinus densiflora*), 산뽕나무(*Morus bombycis*), 단풍나무(*Acer palmatum*)가 확인되었다. 조사구의 상대우점치 분석 결과, 복원 후 약 20년이 지남에 따라 교목층, 아교목층에 다양한 수종이 생육하고,

Table 9. Species diversity index of monitoring and control plots at restoration area of Jeungsimsa in Mudeungsan National Park

Plot	H'	J'	D	H'max
M1	0.4357	0.5599	0.4401	0.7782
M2	0.4252	0.7062	0.2938	0.6021
M3	0.9197	0.8256	0.1744	1.1139
M4	0.3402	0.5651	0.4349	0.6021
C1	1.0722	0.9117	0.0883	1.1761
C2	0.9004	0.8083	0.1917	1.1139
C3	0.9210	0.9210	0.0790	1.0000

H' : Species Diversity, H'max : Max Species Diversity, J' : Evenness, D: Dominance, M: Monitoring

Table 10. Similarity index of monitoring and control plots at restoration area of Jeungsimsa in Mudeungsan National Park

	M1	M2	M3	M4	C1	C2	C3
M1							
M2	40.00						
M3	10.53	23.53					
M4	-	25.00	23.53				
C1	28.57	21.05	21.43	31.58			
C2	31.58	23.53	30.77	23.53	50.00		
C3	12.50	28.57	26.09	28.57	16.00	26.09	

M: Monitoring plot, C: Control plot

대조구에서 출현한 종들이 조사구에서도 확인되는 등 복원 초기 단계를 지난 것으로 판단된다.

중심사지구 복원지의 종다양도지수 분석 결과 대조구가 대체적으로 높게 나타났다. 다만, 조사구 3은 왕버들(*Salix chaenomeloides*), 층층나무(*Cornus controversa*), 말채나무(*Cornus walteri*) 등 다양한 종이 생육하며 종다양도지수가 0.9197로 분석되어, 대조구 수준의 종다양도를 보여주었다.

목본 식생 종구성의 유사성을 나타내는 유사도지수를 분석하였다. 그 결과, 조사구와 대조구간의 유사도지수는 12.50~31.58%로 분포하였다. 조사구 1과 대조구 3의 유사도지수가 20% 이하로 나타났고, 그 외 집단 간에는 20% 이상의 유사도지수가 산출되어 서로 이질적이라고 평가할 수 없는 정도의 종 구성 유사성을 보여주었다.

3.3. 심원계곡 생태경관 복원지

지리산국립공원 심원계곡 생태경관 복원지에 설치된

조사구 개황을 조사하였다(Table 10). 조사구와 대조구는 해발 870~922 m로 3개의 연구 대상지 중 가장 해발고가 높았고, 경사도는 5~35°까지 분포한다. 2016년 복원 공사 후 약 6년이 경과한 상태로, 조사구에서 교목층은 확인되지 않았고, 아교목층도 조사구 3에서만 확인되었다. 조사구에서 관목층은 수고 0.5~1.5 m, 식피율 40~80%로 확인되었고, 지피층은 식피율 5~30%로 나타났다. 대조구에서는 교목층은 수고 12~15 m, 식피율 45~60%, 아교목층 수고 3~4 m, 식피율 10~30%, 관목층 수고 0.7~1.8 m, 식피율 20~95%로 나타났고, 지피층은 확인되지 않았다.

심원계곡 생태경관 복원지의 조사구 및 대조구의 상대우점치와 평균상대우점치를 분석하였다. 조사구 1과 2는 교목층, 아교목층은 생육하지 않았고, 관목층에 병꽃나무(*Weigela subsessilis*), 국수나무(*Stephanandra incisa*), 때죽나무(*Styrax japonicus*), 당단풍(*Acer*

Table 11. General description of monitoring plots at restoration area of Simwon Valley in Jirisan National Park

		plots					
		M1	M2	M3	C1	C2	C3
Altitude (m)		875	922	887	895	875	870
Slope Aspect		N75E	E150S	S256W	N350W	N350W	N111E
Slope (°)		10	5	15	10	10	35
Canopy	height (m)	-	-	-	12	12.5	15
	coverage (%)	-	-	-	45	60	60
Sub-canopy	height (m)	-	-	4.3	3	4	3.3
	coverage (%)	-	-	20	25	10	30
Shrub	height (m)	0.8	1.4	1.5	0.7	1.8	1.0
	coverage (%)	40	40	80	20	20	95
Ground cover	coverage (%)	30	30	5	-	-	-

M: Monitoring plot, C: Control plot

pseudosieboldianum) 등이 확인되었다. 조사구 3은 아교목층에 붉나무(*Rhus javanica*)가 우점하며 은사시나무(*Populus × tomentiglandulosa*)가 혼생하고, 관목층에서는 조록싸리(*Lespedeza maximowiczii*), 호랑버들(*Salix caprea*), 붉나무(*Rhus javanica*) 등 다양한 종이 확인되었다. 대조구 1은 교목층에 고로쇠나무(*Acer pictum* var. *mono*), 물푸레나무(*Fraxinus chiisanensis*)가 우점하며 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 신갈나무(*Quercus mongolica*) 등 다양한 수종이 분포하고, 아교목층에서는 함박꽃나무(*Magnolia sieboldii*), 왕괴불나무(*Lonicera vidalii*) 등이 확인되었다. 대조구 2는 교목층에 개회나무(*Syringa reticulata* subsp. *amurensis*), 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*)가 우점하며, 아교목층에서는 회목나무(*Euonymus pauciflorus*), 왕괴불나무(*Lonicera vidalii*), 생강나무(*Lindera obtusiloba*) 등이 분포하고 있다. 대조구 3은 교목층에 졸참나무(*Quercus serrata*) 상대우점치가 40.78%로 높게 나타났고, 관목층에서는 철쭉(*Rhododendron schlippenbachii*)이 우점하며, 관목층에 조릿대(*Sasa borealis*)가 매우 높게 분포함이 확인되었다. 조사구의 상대우점치 분석 결과, 교목층, 아교목층에 목본이 분포하는 비율이 적고, 종 조성을 고려해 볼 때, 식생 복원의 단계는 초기에 해당하는 것으로 판단된다. 다만, 조사구 3번은 복원 공사 당시 수목을 식재하지 않은 조사구였으나, 현재 아교목

층에 붉나무(*Rhus javanica*), 은사시나무(*Populus × tomentiglandulosa*)가 분포하는 등, 수목을 식재한 조사구 1, 2보다 복원의 속도가 더 빠른 것으로 판단된다.

심원계곡 생태경관 복원지의 종다양도지수 분석 결과 조사구가 대조구보다 대체로 높게 나타났다. 종다양도지수가 가장 높게 나타난 조사구도 아교목층과 관목층에서 13종의 식물이 확인된 조사구 3이었다. 대조구 1과 3의 종다양도지수가 매우 낮게 산출된 것은 종수가 적기 때문이 아니라 관목층에 조릿대(*Sasa borealis*)가 우점하여, 그 개체수가 매우 많았기 때문이다.

목본 식생 종구성의 유사성을 나타내는 유사도지수를 분석하였다. 그 결과, 조사구와 대조구간의 유사도지수는 대조구 3과 조사구 3에서 유일하게 7.69%로 나타났다. 대조구 3과 조사구 3에서 느릅나무 1종이 중복되면서 유사도지수가 산출되었고, 다른 집단 간에는 서로 중복되는 종이 없었다. 유사도지수 분석 결과 심원계곡 생태경관 복원지는 현재 천이 초기 단계로 선구수종이 주로 우점하고 있어, 대조구와의 유사성을 논하기 어려운 상태였다.

4. 결론

무등산국립공원 중머리재 복원지(복원 후 약 6년), 증심사지구 복원지(복원 후 약 20년), 지리산국립공원 심원계곡 생태경관 복원지(복원 후 약 6년)의 복원 후 식생

Table 12. Relative Importance Percentage of monitoring and control plots at restoration area of Simwon valley in Jirisan National Park

Plot	Species	R.I.P.			M.R.I.P.
		C	Sub-C	S	
M1	<i>Salix gracilistyla</i>			10.35	2.59
	<i>Stephanandra incisa</i>			14.23	3.56
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>			13.17	3.29
	<i>Styrax japonicus</i>			20.56	5.14
	<i>Weigela subsessilis</i>			41.69	10.42
M2	<i>Stephanandra incisa</i>			20.65	5.16
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>			5.23	1.31
	<i>Styrax japonicus</i>			17.33	4.33
	<i>Salix koreensis</i>			7.41	1.85
	<i>Weigela subsessilis</i>			44.17	11.04
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>			5.23	1.31
M3	<i>Staphylea bumalda</i>			1.29	0.32
	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>			1.41	0.35
	<i>Aralia elata</i>			1.08	0.27
	<i>Deutzia parviflora</i>			2.48	0.62
	<i>Salix koreensis</i>			7.52	1.88
	<i>Weigela subsessilis</i>			10.60	2.65
	<i>Rhus javanica</i>		79.71	16.15	43.90
	<i>Rubus crataegifolius</i>			11.67	2.92
	<i>Pinus densiflora</i>			1.21	0.30
	<i>Populus tomentiglandulosa</i>		20.29	1.21	10.44
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>			17.04	4.26
	<i>Boehmeria spicata</i>			10.42	2.61
	<i>Salix caprea</i>			17.92	4.48
C1	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	22.27			16.70
	<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i>			3.28	0.82
	<i>Fraxinus chiisanensis</i>	22.27			16.70
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	13.78			10.33
	<i>Lindera erythrocarpa</i>			15.80	3.95
	<i>Morus bombycis</i>	15.33			11.50
	<i>Quercus mongolica</i>	14.53			10.90
	<i>Lonicera vidalii</i>		35.07		17.54
	<i>Callicarpa japonica</i>		13.31		6.65
	<i>Sasa borealis</i>			79.38	19.84
	<i>Actinidia kolomikta</i>			1.54	0.39
	<i>Tilia amurensis</i>	11.82			8.86
	<i>Magnolia sieboldii</i>		51.62		25.81

Table 12. continued.

Plot	Species	R.I.P.			M.R.I.P.
		C	Sub-C	S	
C2	<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	28.50		8.26	23.44
	<i>Zelkova serrata</i>	19.75			14.81
	<i>Deutzia uniflora</i>			26.30	6.58
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	26.59			19.94
	<i>Cornus kousa</i>	6.85			5.14
	<i>Lindera obtusiloba</i>		23.84		11.92
	<i>Lonicera vidalii</i>		30.55	18.38	19.87
	<i>Callicarpa japonica</i>		13.77		6.89
	<i>Actinidia kolomikta</i>			6.38	1.60
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>			9.99	2.50
	<i>Magnolia sieboldii</i>	18.32		8.39	15.83
<i>Euonymus pauciflorus</i>		31.84	22.29	21.50	
C3	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	4.27			3.20
	<i>Stewartia pseudocamellia</i>	4.35			3.26
	<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i>		6.69		3.35
	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	11.15			8.36
	<i>Lindera erythrocarpa</i>	4.28			3.21
	<i>Sapium japonicum</i>	4.35	6.31		6.42
	<i>Prunus sargentii</i>	22.19			16.64
	<i>Lindera obtusiloba</i>	4.28	9.86		8.14
	<i>Sasa borealis</i>			98.55	24.64
	<i>Quercus serrata</i>	40.78			30.58
	<i>Corylus sieboldiana</i>		12.31		6.15
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		64.83	1.45	32.78	
<i>Magnolia sieboldii</i>	4.36			3.27	

R.I.P.: Relative Importance Percentage, M.R.I.P.: Mean Relative Importance Percentage, C: Canopy, Sub-C: Sub-Canopy, S: Shrub, M: Monitoring plot, C: Control plot

Table 13. Species diversity index of monitoring and control plots at restoration area of Simwon valley in Jirisan National Park

Plot	H'	J'	D	H' max
M1	0.6990	1.0000	-	0.6990
M2	0.6945	0.8925	0.1075	0.7782
M3	0.9712	0.8718	0.1282	1.1139
C1	0.3092	0.2776	0.7224	1.1139
C2	0.9704	0.8992	0.1008	1.0792
C3	0.0587	0.0527	0.9473	1.1139

H': Species Diversity, H' max : Max Species Diversity, J': Evenness, D: Dominance, M: Monitoring

Table 14. Similarity index of monitoring and control plots at restoration area of Simwon valley in Jirisan National Park

	M1	M2	M3	C1	C2	C3
M1						
M2	54.55					
M3	11.11	31.58				
C1						
C2				40.00		
C3			7.69	38.46	24.00	

M: Monitoring plot, C: Control plot

변화를 분석한 결과, 조사구 수목의 층위구조는 2~4층, 평균수고 2.5~9.0 m, 종수 10~18종, 평균종다양도지수 0.53~0.79, 평균유사도지수 0.85~25.65%로 나타났다.

복원 후 약 6년이 경과된 중머리재 복원지의 경우 대조구 대비 수고 생장은 약 73.5%, 평균종다양도지수 약 75.2% 수준으로 회복되었고, 조사구와 대조구간의 평균 유사도지수는 7.75%로 나타났다. 평균유사도지수는 7.75%로 나타났으나 조사구별로 확인해보면, 조사구 1과 목본이 출현하지 않은 조사구 2는 유사도지수가 0%로 나타났고, 비교적 다양한 종이 생육(9종)하고 있는 조사구 3에서는 17.39~33.33%의 유사도지수가 산출되었다. 조사구 1, 2번이 조사구 3과 다른 양상을 보이는 것은 조사구 1, 2번 위치가 신년 해맞이 장소로 이용되어 탐방객이 집중되는 시기가 있는 등 탐방객에 의한 훼손 발생이 그 원인으로 판단된다. 또한, 조사구 내에서 층위별 우점종 분석 결과 교목층은 생육하지 않았고, 아교목층 비목나무, 관목층 비수리, 조록싸리, 두릅나무가 우점하고 있었다.

복원 후 약 20년이 경과된 증심사지구 복원지의 경우 대조구 대비 수고 생장은 약 69.2%, 평균종다양도지수 약 55.0% 수준으로 회복되었고, 조사구와 대조구간의 평균유사도지수는 25.65%로 나타났다. 증심사지구 복원지는 모든 조사구에서 4층 구조의 층위가 형성되어 있고, 조사구 3의 경우 종다양도지수가 대조구 수준으로 회복되어 있었다. 또한, 증심사지구 복원지는 다른 연구 대상지와 비교하여 조사구와 대조구간 유사도지수가 높게 나타났는데, 이는 증심사지구 복원 당시 다른 연구 대상지에 비해 비교적 큰나무를 식재했고, 복원 후 20년이라는 비교적 긴 시간이 경과했으며, 해발고도가 낮아 제한요인이 적기 때문에 식생 회복의 정도가 높은 것으로 판

단된다. 또한, 조사구 내에서 층위별 우점종 분석 결과 교목층에 벗나무, 왕버들, 아교목층 산가막살나무, 단풍나무, 졸참나무, 밤나무, 말채나무, 관목층 등나무, 단풍나무, 작살나무가 우점하고 있었다.

복원 후 약 6년이 경과된 심원계곡 생태경관 복원지의 경우 대조구 대비 수고 생장은 약 32.6%, 평균종다양도지수 약 176.7% 수준으로 회복되었고, 조사구와 대조구간의 평균유사도지수는 0.85%로 나타났다. 평균종다양도지수가 대조구보다 더 높게 분석된 것은 대조구 1과 3의 관목층에 조릿대(*Sasa borealis*)의 개체수가 매우 높게 나타나며, 종다양도를 결정하는 종 풍부도와 균등도 중 균등도에서 매우 낮은 수치를 나타낸 것이 원인으로 분석되었다. 유사도지수는 조사구 3에서만 7.69%로 평가되어 3개 대상지 중 가장 낮게 나타났는데, 이는 심원계곡 생태경관 복원지가 식물 생육에 불리한 비교적 고지대에 입지하고, 멧돼지(*Sus scrofa*) 및 집중 호우 시 유수에 의한 수목 훼손이 지속적으로 발생하는 것이 원인으로 판단된다. 조사구 내에서 층위별 우점종 분석 결과 교목층은 생육하지 않았고, 아교목층 붉나무, 은사시나무, 관목층 병꽃나무, 국수나무, 조록싸리가 우점하고 있었다. 또한, 심원계곡 생태경관 복원지 내 조사구 3개소 중 복원공사 시 수목을 식재하지 않았던 조사구 3에서 유일하게 유사도지수 7.69%로 분석되었는데, 이러한 결과는 향후 산림 내 식생 복원 시 수목을 식재하고 관리하는 능동복원(Active Restoration) 방식과, 식재하지 않고 자연의 힘이 과정에 맡기는 수동복원(Passive Restoration) 방식 중 어떤 것이 더 효과적일지 확인하는 추가적인 연구의 필요성 제시한다.

연구 대상지별 분석 결과를 비교하면, 해발고도가 낮은 증심사지구 복원지의 식생 회복 정도가 높은 것으로

Table 15. Comparison of the average value of the analysis results of the monitoring plot and control plot by site

	Jungmeorijae		Jeungsimsa		Simwon valley	
	M	C	M	C	M	C
Vertical layer of vegetation	2	3	4	4	3	3
Hight of woody plants(m)	2.5	3.4	9.0	13.0	4.3	13.2
Taxa of plants	10	23	20	28	18	26
Mean species Diversity	0.53	0.70	0.53	0.96	0.79	0.45
Mean evenness	0.85	0.79	0.66	0.88	0.92	0.41
Mean dominance	0.15	0.21	0.34	0.12	0.12	0.59
Mean max Species Diversity	0.63	0.90	0.77	1.10	0.86	1.10
Mean similarity index(%)	7.75	17.26	25.65	30.70	0.85	34.15

M: Monitoring plot, C: Control plot

나타났다. 따라서, 고지대의 경우 식물의 생육 조건이 좋지 않아 복원 후 식생 회복에 시간이 매우 오래 걸리기 때문에 고지대 훼손은 사전에 방지하는 것이 중요하다.

본 연구는 환경 조건이 다른 3개의 복원지에 대한 식생 회복의 정도를 평가하였으나, 대상지 별 조사구 및 대조구의 수가 적고, 대상지가 모두 한반도의 남부에만 분포하는 등 식생 복원지에 대한 관리 방안을 정립하고 복원 모델을 제시하기에는 한계가 크다. 또한, 식생 복원 과정에는 다양한 변수가 존재하고, 복원 과정을 정확하게 예측하는 것은 어렵다. 그리고 대상지 입지별로 환경 요인이 매우 다양하기 때문에, 추후 효과적인 식생 복원 계획 수립을 위해서 다양한 대상지에 대한 장기적인 모니터링이 필요하고, 대상지별 모니터링 결과 데이터를 구축하는 지속적 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(2021358B10-2123-BD01)의 지원에 의하여 수행되었습니다.

REFERENCES

<https://www.knps.or.kr/portal/main.do>.

- Jo, Y. H., Kim, J. H., Park, S. H., 2016, Grasses and sedges in South Korea, Geobook, 528.
 Jung, T. J., Kim, Y. G., Kim, Y. J., Jung, M. H., Park, K. H.,

Shin, C. K., Park, S. h., Kim, Y. S., 2021, A Change of vegetation at the ecological restoration area of Simwon Valley in Jirisan National Park, Korean J. Environ. Ecol., 35(3), 294-304.

Kim, J. S., Kim, T. Y., 2013, Woody plants of Korean Peninsula, Dolbegae, Pahu, 689.

Kim, Y. S., Shim, S. Y., 2019, Evaluation of vegetation recovery after restoration works at the Jungbong and Nuebong area, Mudeungsan National Park, Korean J. Environ. Ecol., 33(1), 64-74.

Korea Forest Conservation Association, 2021, A Study on the development of automatic detection of forest restoration targets using deep learning techniques and the development of native plants-based restoration simulation programs, Annual report, Korea Forest Conservation Association, Daejeon, South Korea.

Korea National Park Research Institute, 2020, Mid- to long-term comprehensive plan for restoration of damaged areas in national parks. Korea National Park Service, Wonju, South Korea.

Lee, C. B., 2003a, The Korean Plant Showcase I, Kang Moon-sa, 914.

Lee, C. B., 2003b, The Korean Plant Showcase II, Kang Moon-sa, 910.

Oh, K. K., 2017, Evaluation of vegetation recovery after restortaion works at the Nogodan Area, Jirisan National Park, Korean J. Environ. Ecol., 31(1), 93-103.

Shannon, C. E., Weaver, W., 1949, The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press,

Urbana, 117.

Shim, S. Y., 2017, Evaluation of vegetation recovery after restoration works in Mudeungsan National Park. M. A. Dissertation, Honam University, Gwangju, South Korea.

Walter, H., Harnickell, E., Mueller-Dombois, D., 1975, Climate Diagram Maps, Springer, New York, 36.

-
- Doctor's course. Tae-Jun Jung
Department of Applied Plant Science, Sangji University
sinaaa7@naver.com

-
- Assistant director, Young-Sun Kim
Hanbaek Ecological Research Institute
0sunsy@hanmail.net
 - Master's Course, Young-Jin Kim
Department of Landscape Architecture, Mokpo University
kyj773535@naver.com
 - President, Yeon-Gyeong Kim
Han Groo
soda3515@hanmail.net
 - Master's Course, Eun-Suk Cho
Department of Planning and Landscape Architecture,
Dong-A University
y0942y@naver.com
 - Assistant Professor. Dong-Gil Cho
Department of Landscape Architecture, Dong-A University
cdgileco@dau.ac.kr