

Research Paper

생태복원사업의 식재 현황과 개선 방안

이선미* · 윤주은** · 강다인* · 차재규*

국립생태원 생태평가연구실*, 서울여자대학교 생물학과**

Planting Status of Ecological Restoration Project and Improvement Plan

Seonmi Lee* · Jueun Yun** · Dain Kang* · Jaegyung Cha*

Division of Ecological Assessment, National Institute of Ecology*
Department of Biology, Seoul Women's University**

요약: 본 연구는 생태복원사업의 식재 및 유입식물의 현황을 파악하여 식재식물의 문제점을 해결하기 위한 기초자료로 활용하기 위해 수행하였다. 적극적 복원을 실시한 환경부 생태계보전협력금 반환사업지역과 산림청 민간인 통제선 이북지역 산림복원사업지역에서 식재 및 유입식물을 조사하여 자생, 외래, 재배의 특성을 분석하였다. 또한, 식재식물 중 자생식물의 식재 및 서식 지역, 서식지 특성 비교·분석, 생활형 특성을 분석하였다. 분석결과 생보협 사업의 식재식물 중 자생식물은 50.4%, 외래식물은 6.8%, 재배식물은 42.9%이었다. 민복 사업에서 식재식물 중 자생식물은 78.6%, 외래식물은 21.4%이었고, 재배식물은 없었다. 식재 지역과 서식 지역의 거리가 가깝지 않고 서식지 특성이 상이한 곳에 식재되었다고 판단되는 자생식물도 여러 종 확인되었다. 라운키에르 생활형의 경우 식재식물은 대형지상(MM)과 미소지상(N)식물의 비율이 높았고, 유입식물은 일년생(Th)과 반지중(H)식물의 비율이 높았다. 따라서 생태복원 시 외래 및 재배식물 보다 자생식물의 식재 비율을 높이고, 자생식물 선정 시 서식지와 생태적 특성을 고려하여 생태복원의 효과를 높여야 할 것이다.

주요어: 적극적 복원, 생태계보전협력금, 민복지역, 외래식물, 재배식물

Abstract: This study was conducted to obtain information relevant to resolving problems related to artificially introduced plants in ecological restoration projects. We investigated artificially introduced plants and plants growing naturally from its surroundings in the active restoration sites of the Ecosystem Conservation Fund Return Project (ECFRP) of the Ministry of Environment and the Civilian Control Zone Forest Restoration Project (CCZFRP) of the Korea Forest Service. We also analyzed the characteristics of native, exotic, and cultivated plants in addition to their Raunkiaer's life forms. Furthermore, we compared the planted areas and inhabited areas, as well as the characteristics of the habitats of native plants among the planted plants. We found that among the

First Author: Seonmi Lee, Tel: +82-41-950-5442, E-mail: planteco@nie.re.kr, ORCID: 0000-0003-3818-3714

Corresponding Author: Jaegyung Cha, Tel: +82-41-950-5471, E-mail: flow@nie.re.kr, ORCID: 0000-0002-1661-6841

Co-Authors: Jueun Yun, Tel: +82-2-970-5822, E-mail: love21221@naver.com, ORCID: 0000-0002-6443-0769

Dain Kang, Tel: +82-41-950-5478, E-mail: rkdekdl44@nie.re.kr, ORCID: 0000-0002-5443-6489

Received: 16 March, 2020. Revised: 23 June, 2020. Accepted: 30 July, 2020.

plants planted in the ECFRP, 50.4% were native, 6.8% were exotic, and 42.9% were cultivated. Meanwhile, in the CCZFRP, 78.6% were native, 21.4% were exotic. We also noted that many native plants were found in the planted areas that were far from their habitats. In addition, we identified many native plants that were planted in areas judged to have characteristics different from that of their natural habitat. In the case of Raunkiaer's life forms, the planted plants showed high ratios of megaphanerophytes (MM) and microphanerophytes (N), while the invasive plants showed high ratios of therophytes (Th) and hemicryptophytes (H). When restoring the ecosystem, the ratio of planting native plants should be higher than that of exotic or cultivated plants. Moreover, the habitats and ecological characteristics should be considered when selecting native plants to enhance the effect of ecological restoration.

Keywords : Active restoration, Ecosystem conservation fund, CCZ, Exotic plant, Cultivated plant

I. 서론

인간에 의한 산업화, 도시화, 인구 증가 등에 따라 자연 환경의 훼손이 가속화되었으며 예측하지 못했던 부정적 영향이 곳곳에서 발생하였다. 이러한 시대에 보전 활동은 드물게 존재하는 기존의 온전한 개체군, 군락 및 생태계의 보호에서 훼손된 서식지의 복원으로 패러다임이 전환되고 있다(Caro et al. 2012; Corlett 2015; Espeland et al. 2017). 전 세계에서 일반적으로 사용하고 있는 국제복원생태학회의 정의로서 생태복원이란 저하, 피해, 파괴된 생태계의 회복을 도와주는 활동이다(SER 2004). 복원의 한 방법인 적극적 복원은 자연적 과정, 멸종위기종, 지역적 절멸종의 재도입이 필요하거나 생태계 종조성, 구조 및 기능 저하 또는 답압 토양, 하천 직강화, 외래종과 같은 요인에 의한 교란이 있을 경우 종 도입, 종자 파종, 묘목 식재, 장애물 제거 등 직접적으로 개입하여 복원하는 것이다(Bradshaw 1984; DellaSala et al. 2003; Greipsson 2011). 국내의 생태복원사업은 대부분 식물의 묘목을 식재하거나 종자를 파종하는 등의 적극적 복원 방법을 적용하고 있다.

생태복원사업을 실시할 때 복원의 뚜렷한 목적과 목표 설정이 매우 중요하며(NRC 1992), 복원할 지역의 상태를 평가한 후 실행에 필요한 복원 기법과 적합한 식재종을 선정하여야 한다. 복원종의 선정 시 복원지역에서 이미 자라고 있는 자생종, 대조지역의 정보, 복원지역의 식물 전문가, 식물군락 관련 문헌,

역사자료 등을 참고할 것을 권장하고 있다(PCA 2002). 또한, Ki and Kim(2012)은 “생태복원지역에 외래식물을 식재하는 것은 복원의 본래 취지에 적합하지 않으므로 자생식물로 교체하고 식재식물의 고사율을 낮추기 위해 환경특성(토양수분 등)을 고려한 이식수목 선정이 이루어져야 한다”고 제시하는 등 자생식물의 식재를 권장하고 있다.

훼손된 생태계의 복원을 위해 환경부는 2001년도부터 『자연환경보전법』 제46조(생태계보전협력금)에 따라 자연환경과 생태계에 미치는 영향이 현저하거나 생물다양성 감소를 초래하는 사업의 사업자에게 생태계보전협력금을 부과 및 징수하여 생태계 보전과 복원 사업에 필요한 비용을 조달하고 있다. 또한 동법 제50조(생태계보전협력금 반환·지원)에 따라 생태계보전협력금 반환사업을 실시하여 생태계 또는 생물종의 보전과 복원사업에 활용하고 있다(National Law Information Center 2016). 그리고 산림청은 2012년도부터 『민간인 통제선 이북지역의 산지관리에 관한 특별법』에 따라 민북지역 산지관리계획 수립과 복원사업을 실시하고 있으며, 훼손된 산지의 복구와 복원에 관한 사항을 포함하고 있다. 시행규칙에 산지복구 및 생태복원 기준을 제시하였고, 행정규칙에 ha 당 복구·복원비 산정 기준액을 구체적으로 제시하였다(National Law Information Center 2015). 그러나 환경부와 산림청의 생태복원사업은 식재종 관련 선정 기준과 적합한 종 정보 등을 구체적으로 제시하고 있지 않으며, 관련 지침이나 가이드라인도 부재한 상황이다.

생태복원사업 시 식재종 선정 및 기준 마련 등과 관련된 연구는 많지 않다. Lee and Han(2002)은 생물 이동통로 식재 시 주변산림지역에서 출현하는 종 중 상재도가 높은 종 기준, Lee and Lee(2004)는 주변 산림에 우점하는 종과 잠재자연식생을 이를 것으로 판단되는 종을 선정 후, 대기오염 및 염분에 대한 내성과 수급 가능성을 고려한 식재종 선발, Kim(2011)은 곰솔림 식생복원모델 수종 선정 기준을 천이 단계 상 도태할 가능성이 있는 종, 덩굴성 수종, 외래식물을 제외한 자생종으로 설정, Ki and Kim(2012)은 토양습도를 고려한 수종 선정과 대상지 여건을 고려한 적정 식재구조의 필요성 제시, Yu(2020)는 수변생태 벨트의 식재수종선발 기준 등을 제시하고 도입 가능한 수종을 제시하였다.

본 연구는 국내 생태복원사업에서 식재한 식물과 식재하지 않았으나 자연스럽게 유입된 식물의 현황 분석을 통해 지속적으로 제기되고 있는 식재식물의 문제점을 파악하고 해결 방안 마련에 기초자료로 활용하기 위해 수행하였다.

II. 연구 범위 및 방법

1. 연구 대상지역

생태복원사업 식재식물의 현황과 문제점을 도출하

기 위해 적극적 복원을 실시한 22개 사업 지역에 식재한 식물(이하 “식재식물”)과 자연스럽게 유입되어 서식하고 있는 식물(이하 “유입식물”)의 현장 조사를 통해 수집한 자료를 분석하였다. 이중 환경부 생태계

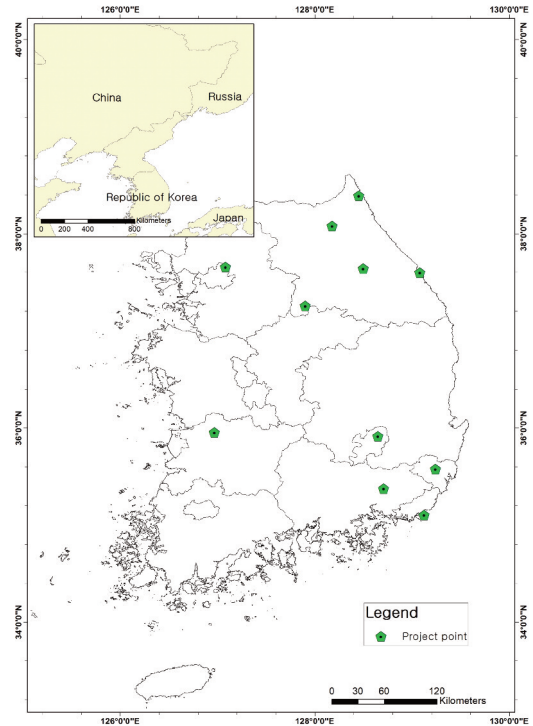


Figure 1. A map showing the study sites in the Ecosystem Conservation Fund Return Project and Civilian Control Zone Forest Restoration Project.

Table 1. List of the Ecosystem Conservation Fund Return Project surveyed (Ministry of Environment 2014)

Restoration project		Restoration area	Restoration year	Area (m ²)	Land use before restoration	Year and month of investigation	
Ecosystem Conservation Fund Return Project	Jayeon madang	Sorasan	Iksan	2015	55,000	Fields, Plants	2016. 6., 8., 10.
		Bullogobun	Daegu	2014	94,678	Fields, Houses	2016. 6., 8., 10.
		Nowon	Seoul	2015	77,800	Fields, Roads, Artificial valley	2016. 6., 8., 10.
		Igidae	Busan	2014	77,536	Houses, Fields, Bare grounds	2016. 7., 10.
	Biotope	Dangmallisup	Milyang	2012	9,609	Fields, Paddies, Abandoned lands	2015.7.
		Guyoung	Ulsan	2006	660	—	2015.7.
		Soksa	Pyeongchang	2008	40,000	Roads	2015.9.
		Donghae	Donghae	2011	18,000	Roads	2015.9.
		National highway 19	Wonju	2012	7,500	Roads	2015.9.

Table 2. List of the Civilian Control Zone Forest Restoration Project surveyed

Restoration project	No.	Restoration area	Restoration year	Land use before restoration	Year and month of investigation
Civilian Control Zone Forest Restoration Project	1	Goseong	2012	Forest	2015. 7.
	2		2012		
	3		2012		
	4		2012		
	5		2012		
	6		2012		
	7		2012		
	8		2014		
	9		2014		
	10	Inje	unknown		2015. 9.
	11	Goseong	2012		
	12		2014		
	13		2014		

보전협력금 반환사업(이하 “생보협 사업”) 지역은 자연마당 4개 지점과 소생태계 5개 지점 등 총 9개 지점이고, 산림청 민간인 통제선 이북지역 산림복원사업(이하 “민복 사업”) 지역은 13개 지점이다(Figure 1). 생보협 사업에서는 주로 농경지, 유희지, 도로 등의 복원을 실시하였고, 민복 사업에서는 군사 도로 건설 후 발생한 절개지의 복원을 실시하였다. 복원사업의 실시 연도와 면적, 복원 전 토지이용, 현장 조사일은 Table 1과 Table 2에 제시하였다.

2. 연구 방법

생태복원사업을 실시한 지역에서 식재 및 유입식물을 구분하여 식물상 조사를 실시하였다. 조사지역 내에 서식하는 다양한 식물을 포함하기 위해 모든 공간을 조사하였다. 식물의 동정과 분류는 Lee(2014)와 Park(2009)에 따라 현장에서 기록하였고, 현장에서 동정이 불가능한 식물은 사진 촬영과 채집을 통해 실험실에서 동정 및 분류하였다. 학명과 국명은 National Institute of Biological Resources(2011a), 외래식물은 Lee et al.(2011), 재배식물은 Korea National Arboretum(2016)을 기준으로 하였다. 조사 시기는 Table 1, Table 2와 같다.

현장에서 조사된 식재 및 유입식물은 자생, 외래, 재배의 특성을 분석하였고, 식재식물 중 자생식물은 Kim

and Kim(2018) 및 National Institute of Biological Resources(2011b)에 제시되어 있는 정보를 바탕으로 기존의 서식지와 서식지 특성을 정리하여 식재식물과 비교·분석하였다. 또한 식물 눈의 위치에 따라 구분한 라운키에르 생활형(Raunkiaer life form)을 분석하였다(Raunkiaer 1934). 일부 재배식물과 외래식물은 생활형 정보가 없어 분석에서 제외하였다. 일반적으로 생활형 분석 시 재배식물은 제외하지만, 본 연구에서는 식재 및 유입식물의 비교를 위해 분석에 포함하였다. 생활형은 일년생식물(Th), 지중식물(G), 반지중식물(H), 지표식물(Ch), 미소지상식물(관목, N), 소형지상식물(아교목, M), 대형지상식물(대교목, MM), 수생식물(HH), 착생식물(E)로 구분하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식재식물과 유입식물 현황

식재식물은 생보협 사업에서 최소 10종(Table 3-d)에서 최대 47종(Table 3-e), 민복 사업에서 최소 1종(Table 3-1, 6, 7, 12)에서 최대 6종(Table 3-11)까지 식재하였다. 생보협 사업에서는 재배식물의 식재 비율이 높게 나타났으며, 자연마당의 식재식물 중에는 외래식물도 일부 포함되어 있었다. 반면 소생태계

에서는 외래식물을 식재하지 않았다(Table 3-f~i). 민복 사업 지역은 절개지 복원의 특성상 대부분 시드 스프레이를 통해 외래식물인 호밀풀을 식재하였고 재배식물은 모든 지점에서 식재하지 않았다.

유입식물 중 외래식물은 생보협 사업 지역에서는 최소 6종(Table 3-f)에서 최대 44종(Table 3-b) 사이로 나타났고, 민복 사업 지역에서는 최소 0종(Table 3-1, 4, 8, 9, 10)에서 최대 3종(Table 3-2, 3, 12, 13) 사이로 낮게 나타났다. 이것은 주변의 토지이용 및 교란의 정도와 관련이 있는 것으로 판단되는데, 생보협 사업 지역은 도시나 도시 외곽지역에 위치하고 주변의 토지는 도시, 농경지, 등산로 등으로 이용되고 있어 인간에 의한 교란의 빈도와 강도가 높았다(Table 1). 반면 민복 사업 지역의 주변은 신갈나무군락, 굴참나무군락, 소나무군락 등 온전한 산림이 분포하고 있으며, 출입을 제한하여 군사적 목적 이외에 인간에 의한 교란의 빈도와 강도가 매우 낮았다.

생보협 사업에서 유입식물 중 재배식물은 평창에서 일본잎갈나무 1종과 동해에서 사방오리 1종이 나타났고, 이외의 지점에서는 나타나지 않았다. 일본잎갈나무와 사방오리는 주변의 조림지에서 종자가 유입된 것으로 판단된다. 식재한 재배식물은 다시 종자가 발아하여 주변지역으로 확산되는 경우는 드물었으나, 일본잎갈나무와 사방오리와 같이 기존의 조림지에서 주변의 자연지역으로 유입되기도 하므로 재배식물의 확산에 대한 지속적 관찰이 필요하다.

생보협과 민복 사업에서 확인된 식재 및 유입식물의 목록을 종합한 후 각각 재배식물, 외래식물, 자생식물로 구분하여 Figure 2, Figure 3에 나타내었다. 생보협 사업에서는 식재식물 중 자생식물은 50.4%, 외래식물은 6.8%, 재배식물은 42.9%이었다. 유입식물 중 자생식물은 80.4%, 외래식물은 19.1%, 재배식물은 0.4%이었다(Figure 2). 민복 사업에서는 식재식물 중 재배식물은 한 종도 없었고, 자생식물은 78.6%, 외래식물은 21.4%이었다. 유입식물 중 재배식물은 한 종도 없었고, 자생식물은 79.2%, 외래식물은 20.8%이었다(Figure 3).

식재식물 중 자생식물의 서식지와 서식지의 특성은 Appendix 1에 나타내었다. 서식지와 서식지 특성은

Table 3. Total number of plant including planted plant and naturally invaded plant of each site

	Ecosystem Conservation Fund Return Project													Civilian Control Zone Forest Restoration Project												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Total number of plant	197 (100.0)	273 (100.0)	220 (100.0)	103 (100.0)	90 (100.0)	36 (100.0)	71 (100.0)	71 (100.0)	48 (100.0)	8 (100.0)	10 (100.0)	7 (100.0)	8 (100.0)	12 (100.0)	9 (100.0)	13 (100.0)	12 (100.0)	17 (100.0)	18 (100.0)	21 (100.0)	13 (100.0)	22 (100.0)				
Number of planted plant (%)	29 (14.7)	30 (11.0)	21 (9.5)	10 (9.7)	47 (52.2)	11 (30.6)	26 (36.6)	33 (46.5)	11 (22.9)	1 (12.5)	2 (20.0)	2 (28.6)	3 (37.5)	2 (16.7)	1 (11.1)	1 (7.7)	2 (16.7)	2 (11.8)	2 (11.1)	6 (28.6)	1 (7.7)	2 (9.1)				
Cultivated plant (%)	17 (8.6)	19 (7.0)	12 (5.5)	5 (4.9)	12 (13.3)	5 (13.9)	5 (7.0)	10 (14.1)	2 (4.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
Exotic plant (%)	4 (2.0)	5 (1.8)	4 (1.8)	3 (2.9)	2 (2.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (12.5)	1 (10.0)	1 (14.3)	1 (12.5)	2 (16.7)	1 (11.1)	0 (0.0)	1 (8.3)	1 (5.9)	0 (0.0)	1 (4.8)	0 (0.0)	0 (0.0)				
Native plant (%)	8 (4.1)	6 (2.2)	5 (2.3)	2 (1.9)	33 (36.7)	6 (16.7)	21 (29.6)	23 (32.4)	9 (18.8)	0 (0.0)	1 (10.0)	1 (14.3)	2 (25.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (8.3)	1 (5.9)	2 (11.1)	5 (23.8)	1 (7.7)	1 (4.5)				
Number of naturally invaded plant (%)	168 (85.3)	243 (89.0)	199 (90.5)	93 (90.3)	43 (47.8)	25 (69.4)	45 (63.4)	38 (53.5)	37 (77.1)	7 (87.5)	8 (80.0)	5 (71.4)	5 (62.5)	10 (83.3)	8 (88.9)	12 (92.3)	10 (83.3)	15 (88.2)	16 (88.9)	15 (71.4)	12 (92.3)	20 (90.9)				
Cultivated plant (%)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.4)	1 (1.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
Exotic plant (%)	34 (17.3)	44 (16.1)	37 (16.8)	24 (23.3)	19 (21.1)	6 (16.7)	11 (15.5)	11 (15.5)	11 (22.9)	0 (0.0)	3 (30.0)	3 (42.9)	0 (0.0)	1 (8.3)	1 (11.1)	1 (7.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (4.8)	1 (3.1)	3 (23.1)	3 (13.6)				
Native plant (%)	134 (68.0)	199 (72.9)	162 (73.6)	69 (67.0)	24 (26.7)	19 (52.8)	33 (46.5)	25 (35.2)	26 (54.2)	7 (87.5)	5 (50.0)	2 (28.6)	5 (62.5)	9 (75.0)	7 (77.8)	11 (84.6)	10 (83.3)	15 (88.2)	16 (88.9)	14 (66.7)	9 (69.2)	17 (77.3)				

※ a: Seoul, b: Daegu, c: Iksan, d: Busan, e: Milyang, f: Ulsan, g: Pyeongchang, h: Donghae, i: Wonju

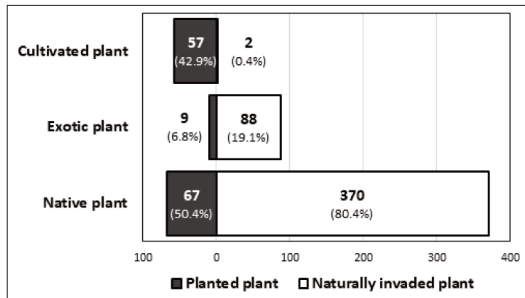


Figure 2. Composition of cultivated plant, exotic plant, and native plant between planted plants (n=133) and naturally invaded plants (n=460) in the Ecosystem Fund Return Project.

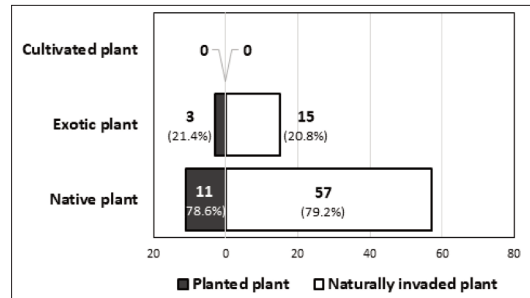


Figure 3. Composition of cultivated plant, exotic plant, and native plant between planted plants (n=14) and naturally invaded plants (n=72) in the Civilian Control Zone Forest Restoration Project.

이 사업 지역과 유사하여 적합하게 식재되었다고 판단되는 자생식물도 있었지만, 서식지와 사업 지역의 거리가 가깝지 않고 서식지 특성이 뚜렷하게 다른 곳에 식재한 자생식물로 사철나무, 보리밥나무, 병아리꽃나무, 해당화, 구상나무, 주목 등이 있음을 확인할 수 있었다(Appendix 1).

2. 식재식물과 유입식물의 라운키에르 생활형 특성

생보협과 민북 사업에서 확인된 식재 및 유입식물의 라운키에르 생활형 특성을 분석하였고(Figure 4, Figure 5), 남한지역 및 생태계가 온전한 국립공원의 결과와 비교하였다(Table 4).

식재식물은 생보협 사업에서는 대교목(MM)의 비율이 33.1%로 가장 높았고, 미소지상식물(N)의 비율

이 22.3%로 두 번째로 높았다. 민북 사업에서도 대교목의 비율이 30.8%로 가장 높았고, 미소지상식물의 비율이 23.1%로 두 번째로 높았다. 유입식물은 생보협 사업에서는 일년생식물(Th)의 비율이 28.3%로 가장 높았고, 반지중식물(H)의 비율이 19.3%로 두 번째로 높았다. 민북 사업에서는 반지중식물의 비율이 30.0%로 가장 높았고 일년생식물의 비율이 28.6%로 두 번째로 높았다. 미소지상식물의 비율은 생보협 사업에서는 9.0%, 민북 사업에서는 8.6%로 나타났다(Figure 4, Figure5).

식재식물에서 대교목(MM)의 비율은 생보협 및 민북 사업에서 각각 33.1%와 30.8%로 나타났는데, 이 비율은 교란이 거의 없는 지리산국립공원에서의

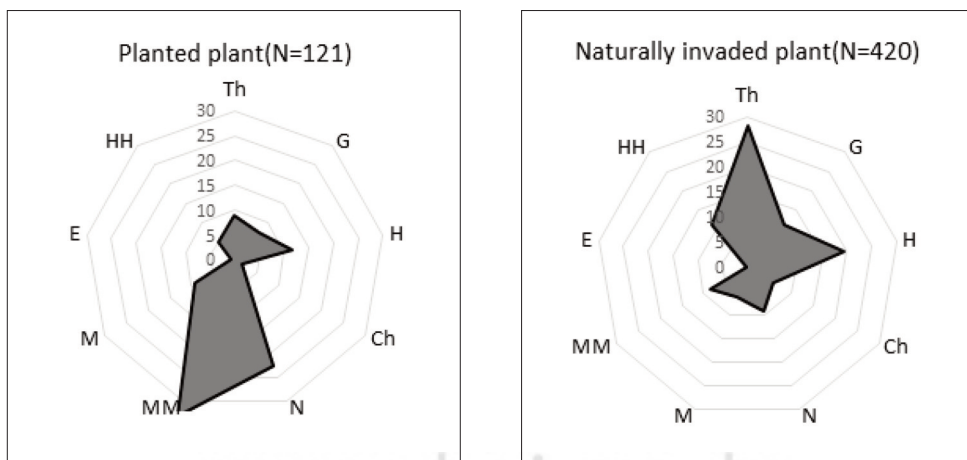


Figure 4. Raunkiaer life form ratio (%) of planted plant (left) and naturally invaded plant (right) in the Ecosystem Conservation Fund Return Project.

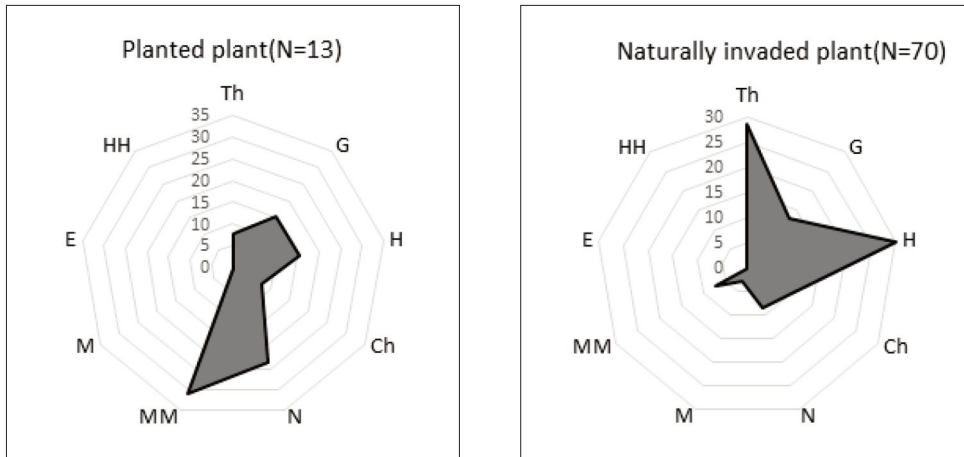


Figure 5. Raunkiaer life form ratio (%) of planted plant (left) and naturally invaded plant (right) in the Civilian Control Zone Forest Restoration Project.

Table 4. Comparison of Raunkiaer life form ratio (%) with the several National Parks

Region		Th	G	H	CH	N	M	MM	HH	E	Remark
ECFRP	Planted	9.1	7.4	11.6	1.7	22.3	9.1	33.1	5.0	0.8	
	Invaded	28.3	11.2	19.3	6.0	9.0	6.2	8.6	0.2	11.2	
CCZFRP	Planted	7.7	15.4	15.4	7.7	23.4	0.0	30.8	0.0	0.0	
	Invaded	28.6	12.9	30.0	10.0	8.6	2.9	7.1	0.0	0.0	
	Jirisan	16.6	18.3	28.7	3.8	8.8	6.6	8.4	7.5	1.3	Kwon 2014
Sobaeksan		16.0	19.0	32.6	3.1	9.1	6.1	7.8	5.2	1.1	Korea National Park Research Institute 2016
South Korea		19.0	12.4	30.0	1.9	14.8	20.0	-	1.4	-	Yim et al. 1982

※ ECFRP: Ecosystem Conservation Fund Return Project, CCZFRP: Civilian Control Zone Forest Restoration Project

8.4%나 소백산국립공원의 7.8% 보다 훨씬 높게 나타났다(Table 4). 유입식물에서 일년생식물(Th)의 비율은 생보협 사업에서 28.3%로 나타나 남한의 비율 보다는 약 9.3%, 국립공원 지역보다는 약 11.7%에서 12.3% 높게 나타났다. 민복 사업에서는 28.6%로 나타나 남한의 비율 보다는 약 9.6%, 국립공원 지역보다는 약 12.0%에서 12.6% 높게 나타났다. 일년생이나 이년생 식물의 비율이 25~30%로 높다는 것은 각종 간섭의 빈도가 매우 높다는 것을 의미하고(Kim and Lim 2006), 온전한 산림일수록 대교목의 비율이 높게 나타난다. 또한, 식재식물과 유입식물의 생활형이 매우 다르게 나타났는데, 이는 복원 지역의 환경 특성(특히 토양 특성)을 고려하지 않은 식물 식재의 결과로 추정되나 추후 생태복원지역의 토양 특성

과 식재식물의 생육상태 조사를 통해 상관관계를 밝힐 필요가 있다.

3. 생태복원사업 식재식물의 문제점과 개선 방안

국제복원생태학회는 '생태적 복원의 실행을 위한 국제 기준'에서 복원의 효과를 평가하기 위한 여섯 가지 항목인 위협 요인의 부재, 물리적 조건, 종조성, 구조적 다양성, 생태계 기능, 외부 교환을 제시하였고, 이중 종조성 항목은 대조지역과 비교하였을 때 복원 지역에서 자생식물이 차지하는 비율을 바탕으로 복원의 성공 여부를 평가하도록 제시하고 있다(McDonald et al. 2016). 생보협 사업과 민복 사업의 실행 시 대조지를 선정 후 사업을 진행하지 않았으므로 자생식물의 비율을 비교하는 것은 어려웠으나 단순히 식

Table 5. Comparison between the suggested plants in 2008 and surveyed plants in 2015.

Scientific-Korean name	Suggested plant in 2008	Surveyed plant in 2015	Remarks
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. 소나무	○	○	Both
<i>Quercus mongolica</i> Ledeb. 신갈나무		○	
<i>Dianthus chinensis</i> L. 패랭이꽃		○	
<i>Rhododendron mucronulatum</i> Turcz. 진달래		○	
<i>Indigofera pseudotinctoria</i> Matsum. 남아초		○	
<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz. 싸리		○	
<i>Lespedeza cuneata</i> (Dum. Cours.) G. Don 비수리	○		
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> Miq. 참싸리	○		
<i>Lespedeza maximowiczii</i> C.K. Schneid. 조록싸리	○		
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (Pax) Kom. 당단풍나무		○	
<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc. 산초나무	○		
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> Hance 물푸레나무		○	
<i>Weigela subsessilis</i> (Nakai) L.H. Bailey 병꽃나무	○	○	Both
<i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) Tanaka 새	○		
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Rroth 실새풀		○	
<i>Cymbopogon tortilis</i> ssp. <i>goeringii</i> (Steud.) T. Koyama 개솔새	○		
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. 큰김의털		○	Exotic
<i>Lolium perenne</i> L. 호밀풀		○	Exotic
<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson 억새	○		
<i>Poa pratensis</i> L. 왕포아풀		○	Exotic
<i>Spodiopogon cotulifer</i> (Thunb.) Hack. 기름새	○		
<i>Themeda triandra</i> ssp. <i>japonica</i> (Willd.) T. Koyama 솔새	○		
<i>Zoysia japonica</i> Steud. 잔디		○	

재한 식물 중에서 자생식물이 차지하는 비율을 계산한 결과 생보협 사업에서는 50.4%, 민복 사업에서는 78.6%로 나타났다. 그러나 식재한 자생식물의 구체적인 서식지 특성을 감안할 경우 사업지역에 적합한 자생식물을 식재한 비율은 더 낮아질 것으로 판단된다. 국내 생태복원 사업 시 국제복원생태학회에서 제시하는 기준에 부합하는 복원 효과 평가 시스템을 구축할 필요가 있다.

『민간인 통제선 이북지역의 산지관리에 관한 특별법』에서 제시하고 있는 산지복구 및 생태복원 기준(National Law Information Center 2017)을 보면, “수목, 초본류 및 덩굴을 심고, 자연 그대로 비탈면의 녹화가 가능한 경우에는 그렇지 않으며, 복원 대상지 또는 주변지역에 자생하는 식물종을 선정”하도록 제시하고 있다. 또한 비무장지대 일원지역 산림 훼손지의 산림복원 방안으로서 11종의 자생식물을 식재식물

로 제시하였으나(Korea Forest Service 2008), 실제로는 그중 소나무와 병꽃나무 2종만을 식재하였고 그 외에는 외래식물인 큰김의털, 왕포아풀, 호밀풀 등을 식재하였다(Table 5).

큰김의털, 왕포아풀, 호밀풀은 국내에 목초용 및 비탈면 사방 녹화용으로 도입되었고(Cho et al. 2016; Oh et al. 2008; Rho et al. 2014), 도로를 따라 주변으로 확산하는 특성이 있다. 큰김의털은 한번 도입되면 자생식물과 경쟁하여 군락을 형성할 정도로 생존력이 강해 교란식물로 관리하거나(Cho et al. 2016) 생태계위해성이 우려되는 외래식물로 제시된 바 있고(National Institute of Environmental Research 2007), 생태적 문제를 야기한다고 보고하였다(Ministry of Environment 2010). 또한 큰김의털과 호밀풀은 초기 우점으로 다른 종들의 침입을 억제하여 자연적으로 진행되는 천이를 지연시킨다는 보

Table 6. List of Invasive alien plant species among the naturally invaded plants

Scientific-Korean Name	Ecosystem Conservation Fund Return Project									Civilian Control Line Forest Restoration Project												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Rumex acetosella</i> L. 애기수영		○													○							
<i>Sicyos angulatus</i> L. 가시박		○																				
<i>Solanum carolinense</i> L. 도깨비가지		○																				
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. 돼지풀	○	○										○										
<i>Ambrosia trifida</i> L. 단풍잎돼지풀	○																					
<i>Aster pilosus</i> Willd. 미국쑥부쟁이		○	○				○	○	○													
<i>Eupatorium rugosum</i> Houtt. 서양등골나물	○																					
<i>Hypochaeris radicata</i> L. 서양금혼초				○																		
<i>Lactuca scariola</i> L. 가시상추	○	○		○																		
<i>Humulus japonica</i> Siebold & Zucc. 환삼덩굴	○	○	○	○	○				○													

※ a: Seoul, b: Daegu, c: Iksan, d: Busan, e: Milyang, f: Ulsan, g: Pyeongchang, h: Donghae, i: Wonju

고도 있다(Kim 1997). 비무장지대는 군사적 목적으로 인간의 활동을 제한하여 현재는 생물다양성이 풍부한 지역으로 보고되고 있는데(National Institute of Ecology 2015), 생태복원사업에 외래식물을 식재하는 것은 주변의 온전한 생태계에 부정적 영향을 초래할 수 있다. 따라서 보전가치가 높은 지역에 외래식물을 식재하는 것은 더 엄격히 제한할 필요가 있다.

대부분의 외래식물은 그들에 대한 내성이 약하기 때문에 빛의 양이 줄어들면 종수도 감소한다(Berger 1993; Fine 2002; National Park Research Institute 2014). 생태복원 지역에 유입된 외래식물은 식재식물이나 유입된 자생식물이 자라서 그들이 형성되면 대부분 사라질 것으로 예상되지만 그렇게 되기까지 시간이 필요하다. 그 사이에 외래식물이 식재식물과 자생식물을 피압할 수 있으므로 생태복원 사업을 실시한 후 초기에는 외래식물을 지속적으로 제거하는 등의 직접적 관리가 필요하다. 생보협 및 민복 사업 지역에서 확인된 외래식물 중 생태계교란 식물은 애기수영, 가시박, 도깨비가지 등 총 10종이었고(Table 6), 이 식물들은 생태계의 균형을 교란하거나 교란할 우려가 크므로 구체적이고 적극적인 관리 대책이 필요하다.

식재식물 중 자주 식재하고 있는 자생식물의 문제점을 검토해 보았다. 화본과 식물인 잔디는 해안 지역, 언덕초지, 개활지(Cho et al. 2016) 및 저지대

초원, 하천둑, 논둑 등 양지바른 곳에서 자란다(Korea National Arboretum 2017). 그러나 관상용 및 사방용으로 많이 식재하고(Korea National Arboretum 2017), 조경수 식재지와 자연초지 구분 시 조경수 식재지의 식별종으로 제시된 바 있다(Kim et al. 2015). 실제로 복원지역 주변의 산림지역에서는 관찰되지 않았으며, 자생지와 상관없는 산림의 복원사업에 식재하여 주변의 경관과 어울리지 않았고, 경우에 따라서는 자연적 천이 과정을 지연 시킬 수도 있으므로 생태복원사업 시 활용에 주의할 필요가 있다. 또한 낙엽성 관목의 콩과 식물인 낭아초는 경상도, 전라도 및 제주도의 해안지대에 자생한다(Kim and Kim 2018; National Institute of Biological Resources 2011b). 남부지방 해안지대에 분포하는 서식지 특성을 고려하면, 중부지방 산림의 생태복원사업 시 식재하는 것은 바람직하지 않다고 판단된다. 많은 콩과 식물들은 척박한 토양을 비옥하게 만들어주거나, 순일차생산량(NPP)을 증가시키는 용도로 이용되었고(Wang et al. 2010), 토양 내 탄소를 저장하는 역할을 한다(Deyn et al. 2011; Wu et al. 2016). 또한 생태계 교란에 대한 토양 생물의 풍부도 및 다양도와 비옥도 증가 등 토양의 물리화학적 및 생물학적 특성의 저항력(생태계의 안정성)을 강화시켜준다(Gao et al. 2017). 생태복원사업 지역에 콩과 식물을 식재하는 것은 바람직하나 가급적 주변에 분포하고 있는 자생의 콩과

식물을 선정할 필요가 있다. 일본에서는 기존의 자생지에서 벗어나 국내의 다른 지역으로 유입되거나 식재한 경우 국내유래외래종으로 정의하여 「생태계피해방지외래종목록」에 포함, 관리하고 있으며(Ministry of the Environment 2017), 우리나라도 이에 대한 논의가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 식재식물 중 자생식물을 대상으로 서식지와 식재지역을 비교하고 서식지의 특성을 제시하였다(Appendix 1). 자생지와와의 거리 판단 기준에 대한 논의가 필요하며, 각 종의 서식지 특성(수평(전국, 중부지방, 남부지방 등) 및 수직(고도) 분포 특성, 숲 가장자리, 계곡, 해안가, 바위지대, 풀밭 등 자생지 특성 등)을 고려하여 자생식물을 선정할 필요가 있다. 생태복원사업의 정밀한 현황과 복원 효과 분석을 바탕으로 향후 생태복원사업 관련 가이드라인에 식재종 관련 구체적 선정 기준, 적합 및 지양 식재식물 정보, 단계적으로 자생식물의 비율을 상향 조정하는 방안 등을 제시할 필요가 있다. 또한, 개발사업 시 환경영향평가 단계에서 훼손수목의 10% 이상을 이식 또는 재활용하도록 권장하고 있는데(Korea Environment Institute, 2017), 이때 발생하는 훼손수목을 생태복원사업 지역에 활용하는 등 환경영향평가 제도와 생태계보전협력금 반환사업 제도를 연계하는 방안을 고려할 필요가 있다.

IV. 결론

본 연구는 향후 생태복원사업의 효율성을 높이기 위한 정책 마련의 기초자료로 활용될 수 있도록 생태복원사업을 실시한 지역을 대상으로 식재 및 유입식물의 현황과 문제점을 파악하고 이를 해결할 수 있는 방안을 제시하기 위해 수행하였다.

식재식물의 자생, 재배, 외래의 특성을 분석한 결과, '생태복원' 사업이지만 여전히 외래식물과 재배식물을 식재하고 있었으며, 자생식물을 식재하더라도 자생지와와의 거리가 가깝지 않고 서식지 특성이 서로 다른 곳에 식재하는 등의 문제점을 파악할 수 있었다. 또한, 라운키에르 생활형을 분석한 결과 유입식물 중 일년생식물의 비율이 가장 높게 나타난 것으로 보아

적극적 복원을 실시한 지역은 아직 물리적 환경이 안정되지 않았거나 인간의 교란이 여전히 높은 것으로 판단된다. 또한 식재식물과 유입식물의 생활형 구성이 매우 다르게 나타났는데, 이는 복원 지역의 환경 특성(특히 토양 특성)을 고려하지 않은 식재식물 선정이 이루어진 결과로 판단된다.

본 연구에서는 일부 생태복원사업만을 대상으로 식재식물과 유입식물을 조사하여 분석하였고, 식재식물의 생육과 직접적 관련이 있는 토양 분석을 실시하지 않는 등의 한계가 있다. 향후 다양한 생태복원사업을 대상으로 다년간의 식물과 토양 관련 모니터링을 통한 복원 효과 분석 연구가 필요하다고 판단된다.

우리나라에서 실시하고 있는 생태복원사업은 대체로 식물 식재, 종자 파종 등의 적극적 복원이다. 일반적으로 공원과 같이 사람의 이용이 주요 목적인 공간에 식재하는 식물과 '생태복원'이 주요 목적인 공간에 식재하는 식물은 구분할 필요가 있으며, 복원된 지역에 유입되어 서식하고 있는 자생식물을 식재식물의 선정 시 참고할 필요가 있다. 또한 식재식물의 선정 시 자생식물은 자생지와와의 거리와 종별 서식지 특성을 고려하여 선정하면 생태복원사업의 효과를 높일 수 있을 것으로 판단된다. 향후 정밀한 현황과 복원 효과 분석을 바탕으로 생태복원사업 관련 가이드라인을 개선하고 개발사업 시 발생하는 훼손수목을 생태복원 사업지역에 활용하는 등 환경영향평가 제도와 생태계보전협력금 반환사업 제도를 연계하는 방안을 고려할 필요가 있다.

사사

이 논문은 국립생태원 연구과제 「생태계 보전기술 개발 및 기반 구축」(NIE-기반연구-2016-08), 「환경영향평가 가이식장 운영 개선 연구」(NIE-기반연구-2020-30)의 일환으로 수행하였습니다.

References

- Berger JJ. 1993. Ecological restoration and nonindigenous plant species: a review. *Restor. Ecol.* 1: 74-82.
- Bradshaw AD. 1984. Ecological principles and land reclamation practice. *Landsc. Plan.* 11:35-48.
- Caro T, Darwin J, Forrester T, Ledoux-Bloom C, Wells C. 2012. Conservation in the Anthropocene. *Conserv. Biol.* 26: 185-188.
- Cho YH, Kim JH, Park SH. 2016. Grasses and Sedges in South Korea. Geobook, Seoul, Korea. [Korean Literature]
- Corlett RT. 2015. The Anthropocene concept in ecology and conservation. *Trends in Ecol. & Evol.* 30: 36-41.
- De Deyn GB, Shiel RS, Ostle NJ, McNamara NP, Oakley S, Young I, Freeman C, Fenner N, Quirk H, Bardgett RD. 2011. Additional carbon sequestration benefits of grassland diversity restoration. *J. Applied Ecol.* 48, 600-608. doi: 10.1111/j.1365-2664.2010.01925.x.
- DellaSala DA, Martin A, Spivak R, Schulke T, Bird B, Criley M, van Daalen C, Kreilick J, Brown R, Aplet G. 2003. A citizen's call for ecological forest restoration: forest restoration principles and criteria. *Ecol. Restor.* 21(1): 14-23.
- Espeland EK, Emery NC, Mercer KL, Woolbright SA, Kettenring KM, Gepts P, Etterson JR. 2017. Evolution of plant materials for ecological restoration: insights from the applied and basic literature. *J. Applied Ecol* 54: 102-115. Doi: 10.1111/1365-2664.12730.
- Fine PVA. 2002. The invasibility of tropical forests by exotic plants. *J. Trop. Ecol.* 18(5): 687-705.
- Gao D, Wang X, Fu S, Zhao J. 2017. Legume plants enhance the resistance of soil to ecosystem disturbance. *Front. Plant Sci.* 2017:21 doi: 10.3389/fpls.2017.01295.
- Greipsson S. 2011. Restoration ecology. Jones & Bartlett Learning, Burlington, USA. pp.14-15, 352-362.
- Han BH, Choe IH, Ki KS. 2010. The change of riverside vegetation by construction of ecological stream in Suwoncheon, Gyeonggi Province. *Korean J. Ecol. & Environ.* 24(6): 723-734. [Korean Literature]
- Ki KS, Kim JY. 2012. Monitoring of plant community structure change for four years (2007-2010) after riparian ecological restoration, Nakdonggang(River). *Korean J. Ecol. & Environ.* 26(5): 707-718. [Korean Literature]
- Kim JS, Jung TJ, Hong SH. 2015. Biotope type classification based on the vegetation community in built-up area. *Korean J. Ecol. & Environ.* 29(3): 454-461. [Korean Literature]
- Kim JW, Lim JC. 2006. A phytosociological review of the forests (Maecul-soop). *Keimyung Korean Studies J.* 33: 81-112. [Korean Literature]
- Kim NC. 1997. A study on the seeding timing of native woody plants for the slope revegetation works. *J. Korean Inst. Landsc. Arch.* 25(1): 73-81. [Korean Literature]
- Kim SK. 2011. Vegetation restoration model of *Pinus thunbergii* in urban areas. *J. Environ. Impact Assess.* 20: 151-162. [Korean Literature]
- Kim TY, Kim JS. 2018. Woody Plants of Korean Peninsula. 715p. [Korean Literature]
- Korea Forest Service. 2008. Restoration plan for the degraded forests in the Civilian Control Zone (CCZ). [Korean Literature]
- Korea Environment Institute. 2017. How to write

- and review environmental impact assessment document (Ver. 2.0). p. 21. [Korean Literature]
- Korea National Arboretum. 2016. Standard checklist of cultivated plants in Korea. 510p. [Korean Literature]
- Korea National Park Research Institute. 2016. Natural Resource Survey of Sobaeksan National Park. p. 101. [Korean Literature]
- Kwon JK. 2014. A study on ecological characteristic of forest vegetation in Jirisan National Park. Ph. D. Chungnam National University, Daejeon. [Korean Literature]
- Lee CS, Lee AN. 2004. Restoration effects confirmed in the environmental forests created on the bases of ecological principles. Korean J. Environ. Biol. 22(1): 220-226. [Korean Literature]
- Lee KJ, Han BH. 2002. Planting plan of ecological corridor at destroyed mountain area as a result of road construction. Korean J. Environ. Ecol. 16: 321-337. [Korean Literature]
- Lee TB. 2014. Illustrated flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul, Korea. 1828p. [Korean Literature]
- Lee YM, Park SH, Jung SY, Oh SH, Yang JC. 2011. Study on the current status of naturalized plants in South Korea. Korean J. Plant Taxon. 41, 87-101. [Korean Literature]
- McDonald T, Gann GD, Jonson J, Dixon KW. 2016. International standards for the practice of ecological restoration-including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.
- Ministry of Environment. 2010. Guideline on the restoration of coal mining spoils. 73p. [Korean Literature]
- Ministry of Environment. 2014. Casebook of ecosystem conservation fund return projects. [Korean Literature]
- National Institute of Biological Resources. 2011a. National list of species of the Korea_Vascular plants. 633p. [Korean Literature]
- National Institute of Ecology. 2015. Biodiversity synthesis report around the Demilitarized Zone (DMZ) area. 375p. [Korean Literature]
- National Institute of Environmental Research. 2007. Detailed studies on invasive alien species and their management (II). p. 235. [Korean Literature]
- National Park Research Institute. 2014. Study on the management plan of the particular exotic species-exotic plants-. p. 43, 76. [Korean Literature]
- NRC (National Research Council). 1992. Restoration of aquatic ecosystems: science, technology, and public policy. National Academic Press, Washington DC, USA.
- Oh HK, Shin HT, Beon MS. 2008. Investigation of vascular plants in the Eco-Arboretum site, Mt. Gumwon. Korean J. Plant Resour. 21(2): 117-127. [Korean Literature]
- Park SH. 2009. Colored illustration of naturalized plants of Korea. Ilchokak, Seoul, Korea. 602p. [Korean Literature]
- Park YD, Kwon TH, Ma HS. 2016. Ecological monitoring on changes in microclimate, vegetation and soil properties after 2 years in restoration project sites linking the ridgeline of Baekdudaegan. J. Agric. & Life Sci. 50(1): 125-136. [Korean Literature]
- PCA (Plant Conservation Alliance). 2002. An introduction to using native plants in restoration projects. U.S. EPA. 66pp.
- Raunkiaer C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. Oxford: Clarendon Press, 632pp.
- Rho JH, Oh HK, Han YH, Choi YH, Byun MS, Kim YS, Lee WH. 2014. A study on the

- distribution status and management measures of naturalized plants growing in Seongwup Folk Village, Jeju Island. *J. Korean Inst. Trad. Landsc. Arch.* 32(1): 107-119. [Korean Literature]
- Wang F, Li Z, Xia H, Zou B, Li N, Liu J, Zhu W. 2010. Effects of nitrogen-fixing and non-nitrogen-fixing tree species on soil properties and nitrogen transformation during forest restoration in southern China. *Soil Sci. Plant Nutr.* 56, 297-306. doi: 10.1111/j.1747-0765.2010.00454.x.
- Wu GL, Liu Y, Tian FP, Shi ZH. 2016. Legumes functional group promotes soil organic carbon and nitrogen storage by increasing plant diversity. *Land Degrad. Dev.* 28, 1336-1344. doi: 10.1002/ldr.2570.
- Yim YJ, Park GH, Sim JK. 1982. Geographical significance of Raunkiaer's life form spectra in South Korea. *Bulletin on Inst. Tech. Sci. Chungang University*, 9: 5-20. [Korean Literature]
- Yu SB. 2020. A study on plants status analysis and planting species selection for river riparian eco-belt in Korea. MS Degree. Pusan National University, Pusan. [Korean Literature]
- Korea National Arboretum [Internet]. Korea Biodiversity Information System [cited 2017 October 16]. Available from: <http://www.nature.go.kr/kbi/plant/pilbk/selectPlantPilbkDtl.do?plantPilbkNo=27446> [Korean Literature]
- Ministry of the Environment [Internet]. [cited 2017 November 16]. Available from: <http://www.env.go.jp/council/former2013/13wild/y133-04/mat08.pdf>. [Japanese Literature]
- National Institute of Biological Resources [Internet]. 2011b. Biodiversity of the Korean Peninsula [cited 2017 October 11]. Available from: <https://species.nibr.go.kr/index.do>. [Korean Literature]
- National Law Information Center [Internet]. 2015. Base amount of recovery and restoration cost per ha for mountainous areas in the north of Civilian Control Lines [cited 2017 April 5]. Available from: <http://law.go.kr/LSW/admRulInfoP.do?admRulSeq=2200000037361>. [Korean Literature]
- National Law Information Center [Internet]. 2016. Natural Environment Conservation Act [cited 2017 March 24]. Available from: <http://www.law.go.kr/lsSc.do?menuId=0&p1=&subMenu=1&nwYn=1§ion=&tabNo=&query=%EC%9E%90%EC%97%B0%ED%99%98%EA%B2%BD%EB%B3%B4%EC%A0%84%EB%B2%95#undefined>. [Korean Literature]
- National Law Information Center [Internet]. 2017. Enforcement rules of the special act on the management of mountainous areas in the north of Civilian Control Lines [cited 2017 March 24]. Available from: <http://www.law.go.kr/lsSc.do?menuId=0&p1=&subMenu=1&nwYn=1§ion=&tabNo=&query=%EB%AF%BC%EA%B0%84%EC%9D%B8%20%ED%86%B5%EC%A0%9C%EC%84%A0%20%EC%9D%B4%EB%B6%81%EC%A7%80%EC%97%AD%EC%9D%98%20%EC%82%B0%EC%7%80%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%97%90%20%EA%B4%80%ED%95%9C%20%ED%8A%B9%EB%B3%84%EB%B2%95%20%EC%8B%9C%ED%96%89%EA%B7%9C%EC%B9%99#AJAX>. [Korean Literature]
- SER (Society for Ecological Restoration) [Internet]. 2004. The SER international primer on ecological restoration. [cited 2017 March 24]. Available from: www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Appendix 1. List of planted native plants, planting area of ecological restoration, their habitat area and characteristic

Scientific-Korean Name	Area of Ecological Restoration	Habitat Area	Habitat Characteristics
<i>Calamagrostis arundinacea</i> 실새풀	Inje	Gyeonggi, Gangwon, Chungcheongnam-buk, Gyeongsangnam-buk, Jeonnam	Forest or sunny grassland
<i>Miscanthus sinensis</i> 억새	Donghae	Nationwide	Dry place including roadside, agricultural land, grassland
<i>Pennisetum alopecuroides</i> 수크령	Milyang, Wonju	Nationwide	Roadside, agricultural land, grassland, forest edge
<i>Phragmites communis</i> 갈대	Milyang, Donghae	Nationwide	Downstream of river (including estuary), wetland in the lowland near the seashore
<i>Phragmites japonica</i> 담쟁리풀	Milyang	Nationwide	Edge of stream, valley, and river
<i>Zizania caduciflora</i> 줄	Donghae	Nationwide	Surrounding area of river, stream, wetland, reservoir, pond
<i>Zoysia japonica</i> 잔디	Seoul, Daegu, Busan, Milyang, Pyeongchang, Goseong	Nationwide	Planted in sunny mountain area, grassland, roadside, park, golf course, grave
<i>Juncus effusus</i> var. <i>decepiens</i> 골풀	Ulsan	Nationwide	Mountain wetland, agricultural land, wetland or ditch in the lowland
<i>Typha angustifolia</i> 에기부들	Milyang	Nationwide	River, stream, pond
<i>Typha orientalis</i> 부들	Ulsan, Donghae	Nationwide	Agricultural land, stream, lake, pond, wetland in the
<i>Iris ensata</i> var. <i>spontanea</i> 꽃창포	Milyang	Nationwide	Wet grassland or mountain wetland
<i>Hosta longipes</i> 비비추	Milyang, Pyeongchang	South of Gyeonggi and Gangwon	Wet rock cracks or brook in mountain
<i>Liriope platyphylla</i> 맥문동	Milyang	South of the central region	Shady forest and wet place or the foot of a mountain
<i>Liriope spicata</i> 개맥문동	Pyeongchang	Nationwide	Mountain forest
<i>Aster koraiensis</i> 벌개미취	Pyeongchang, Donghae	Incheon, Jeollanam-buk	Wet place in the lowland
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> 구질초	Milyang	Nationwide	Sunny mountain edge and rock area on mountain ridge
<i>Synilesis palmata</i> 우산나팔	Pyeongchang	Nationwide	Shady forest
<i>Weigela subsessilis</i> 병꽃나무	Milyang, Donghae, Goseong	Nationwide	Sunny area at the foot of a mountain
<i>CalliCARPA dichotoma</i> 졸작살나무	Milyang, Donghae	South of the central region	Rock area in forest
<i>Chionanthus retusus</i> 이팝나무	Seoul, Daegu, Iksan	Nationwide	Forest or forest edge near the seashore
<i>Forsythia koreana</i> 개나리	Seoul, Daegu, Milyang	Habitat unknown	Planted in parks and gardens of the whole country
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> 물푸레나무	Donghae, Inje, Goseong	Nationwide	Mountain area
<i>Ligustrum japonicum</i> 광나무	Milyang	South of Jeonnam and Gyeongnam	Lowland at the foot of a mountain
<i>Ligustrum obtusifolium</i> 쥐똥나무	Milyang, Pyeongchang, Donghae	Nationwide	Low mountain
<i>Syringa oblata</i> var. <i>dilatata</i> 수수꽃다리	Pyeongchang	Habitat unknown	Planted in parks and gardens of the whole country
<i>Paulownia coreana</i> 오동나무	Seoul	South of Gyeonggi	Near valley or lowland

Appendix 1. Continued

Scientific-Korean Name	Area of Ecological Restoration	Habitat Area	Habitat Characteristics
<i>Dianthus chinensis</i> 페랭이꽃	Goseong	Nationwide	Dry place including forest edge, slope area, grassland, seashore
<i>Rhododendron mucronulatum</i> 진달래	Pyeongchang, Donghae, Goseong	Nationwide	Sunny and rocky area in the forest
<i>Rhododendron yedoense</i> f. <i>poukhanense</i> 산철쭉	Milyang	Nationwide	Waterside at foot of a mountain or high mountain area
<i>Quercus acutissima</i> 상수리나무	Milyang, Pyeongchang	Nationwide	Sunny foothills at altitude below 800 m
<i>Quercus aliena</i> 갈참나무	Milyang	Nationwide	Valley or foot of a mountain between 50~1,000 m above sea level
<i>Quercus mongolica</i> 신갈나무	Pyeongchang, Donghae, Goseong	Nationwide	Mountain area between 100~1,800 m above sea level
<i>Quercus serrata</i> 졸참나무	Donghae	South of the central region	Mountain area with low elevation
<i>Quercus variabilis</i> 굴참나무	Pyeongchang, Donghae	Nationwide	Sunny foothill or mountainside between 50~1,200 m above sea level
<i>Celtis sinensis</i> 팽나무	Milyang	Nationwide	Mountain slope, valley, roadside
<i>Ulmus parvifolia</i> 참느릅나무	Donghae	South of the central region	Forest edge, foot of a mountain, streamside, rock area
<i>Zelkova serrata</i> 느티나무	Milyang, Ulsan, Donghae, Wonju	Nationwide	Mountain valley, foot of mountain
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> var. <i>sibiricum</i> 평의다리	Milyang	Nationwide	Mountain forest
<i>Ilex crenata</i> 팽귇나무	Milyang	Jeollanam-buk, Gyeongnam, Jeju	Forest edge
<i>Euonymus alatus</i> 화살나무	Milyang, Donghae	Nationwide	Foot of a mountain, rock area on mountainside, limestone area
<i>Euonymus japonicus</i> 사철나무	Milyang, Wonju	Gyeonggi, Chungnam, Gyeongnam, Jeollanam-buk, Jeju	Mountain area near seashore
<i>Cornus kousa</i> 산딸나무	Milyang, Ulsan, Pyeongchang	Central and Southern area	Mountain forest
<i>Buxus koreana</i> 회양목	Milyang, Pyeongchang	Nationwide	Sunny rock cracks in limestone area
<i>Indigofera pseudotinctoria</i> 남이초	Seoul, Iksan, Busan, Goseong	Gyeongnam-buk, Jeollanam-buk, Jeju	Grassland near the seashore
<i>Lespedeza bicolor</i> 싸리	Goseong	Nationwide	Forest edge or sunny area around trail
<i>Wisteria floribunda</i> 등	Daegu	Busan	
<i>Lythrum anceps</i> 부처꽃	Milyang	Nationwide	Wetland, streamside
<i>Lythrum salicaria</i> 털부처꽃	Ulsan, Donghae, Wonju	Nationwide	Wetland, streamside
<i>Elaeagnus macrophylla</i> 모리밥나무	Milyang	South of the central region (west coast, Ulleung, Jeju)	Mountain area near the seashore
<i>Parthenocissus tricuspidata</i> 담쟁이덩굴	Donghae	Nationwide	Rock or tree trunk in the forest

Appendix 1. Continued

Scientific-Korean Name	Area of Ecological Restoration	Habitat Area	Habitat Characteristics
<i>Sedum kamischaticum</i> 기린초	Milyang	Nationwide	Sunny place on rock in the forest or seashore
<i>Aria alnifolia</i> 팔배나무	Wonju	Nationwide	Mountain forest
<i>Prunus yedoensis</i> 왕벚나무	Daegu, Iksan, Milyang, Donghae, Wonju	Jeonmam, Jeju (Mt. Halla)	
<i>Rhodotypos scandens</i> 병아리꽃나무	Pyeongchang	South of the central region such as Gyeonggi, Gangwon, Gyeongbuk	Low mountain or island near seashore
<i>Rosa multiflora</i> 켈레나무	Donghae	Nationwide	Sunny forest edge or near valley
<i>Rosa rugosa</i> 해당화	Donghae	Nationwide	Shady ground or foot of a mountain near seashore
<i>Sorbaria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i> 쉬팡나무	Pyeongchang	Gyeonggi, Gangwon	Sunny forest edge or near ravine
<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i> 조팝나무	Pyeongchang, Donghae	Nationwide except for Jeju and the northern high mountain area	Forest edge or rock area
<i>Spiraea salicifolia</i> 꼬리조팝나무	Ulsan, Pyeongchang	Nationwide except Jeju	Near river, stream, or valley wet grassland
<i>Astilbe rubra</i> 노루오줌	Milyang	Nationwide	Mountain
<i>Mukdenia rostr</i> 돌단풍	Donghae	Gyeonggi, Gangwon, Chungcheongnam-buk, Gyeongnam-buk, Jeollanam-buk	Rock cracks in the valley
<i>Acer palmatum</i> 단풍나무	Milyang	Jeollanam-buk, Gyeongnam	Mountain area
<i>Acer pseudosteboldianum</i> 당단풍나무	Goseong	Nationwide	Mountain forest
<i>Acer triflorum</i> 복자기	Milyang, Pyeongchang	North of the central region	Mountain forest
<i>Juniperus chinensis</i> 향나무	Seoul, Iksan	Gangwon (Samcheok, Youngwol), Gyeongbuk (Ulleung, Uiseong)	Sunny rock area on mountain
<i>Abies holophylla</i> 전나무	Seoul, Pyeongchang, Wonju	Nationwide	High mountain ridge or valley
<i>Abies koreana</i> 구상나무	Seoul	Jeonbuk (Mt. Deogyu), Gyeongnam (Mt. Jiri, Gaya), Jeju (Mt. Halla)	Mountain slope or ridge above 1,000 m above sea level
<i>Pinus densiflora</i> 소나무	Milyang, Pyeongchang, Goseong	Nationwide	Sunny and dry mountain slope or ridge
<i>Pinus koraiensis</i> 잣나무	Wonju	North of Mt. Jiri	High mountain ridge
<i>Taxus cuspidata</i> 주목	Pyeongchang	Nationwide	High mountain slope or ridge above 700 m above sea level

※ Source: Kim and Kim 2018; National Institute of Biological Resources 2011b