

국립공원 능선부 훼손지 식생복원공법 개발에 관한 연구¹

정승준² · 오구균³ · 오장근⁴

A Study on Restoration Measures of Vegetation for Devastated Ridge Line Area in National Park, Korea¹

Seung-Jun Jeong², Koo-Kyoon Oh³, Jang-Guen Oh⁴

요 약

본 연구는 지리산국립공원 아고산대 훼손지에서 식생복원 효과를 구명하기 위하여 야생풀포기심기, 개량토포설, 환경피해도 요인을 고려하여 입지환경이 다른 2개 대상지에 실험구를 설치한 후 4년(1997년~2000년) 동안 식생피복도와 종다양성을 조사·분석하였다. 산림지대와 초원지대에서의 복원실험은 야생풀포기이식, 개량토포설, 환경피해도 요인간 상호작용효과는 없었으나, 야생풀포기이식 처리수준간에는 고도의 유의한 차이가 인정되었다. 국립공원 능선부 훼손지의 식생복원실험 결과 토양이 습한 산림지대에서는 야생풀포기이식 15% 피복 처리수준에서 2년 안에 식생피복이 이루어졌고, 종다양성은 3년 만에 복원되었다. 또한 무처리구에서 3년 안에 식생피복이 이루어졌으나, 종다양성은 복원되지 않았다. 바람이 많고, 토양침식이 심한 능선부 초원지대에서는 3년 후에 야생풀포기이식 30% 피복 처리수준에서 식생피복이 양호하게 이루어졌으며, 종다양성은 복원되지 않았다.

주요어 : 식생피복, 종다양성, 야생풀포기이식, 개량토, 환경피해도

ABSTRACT

To investigate effective revegetation measures at devastated ridge line area in national park, vegetation coverage and number of species were monitored for four years(1997~2000) at the experimental plots which had been set up at the two different sites. For this purpose, $3 \times 2 \times 2$ factorial experiment(wild grass planting \times ameliorated topsoil \times environmental impact) were used with a randomized complete block design. The results of this study were as follows: There were no environment mutual interactions among wild grass planting, ameliorated topsoil and environmental impact, but it was detected profound significance between the treatment level of wild grass planting. Vegetation coverage was recovered after two years with fifteen percent of wild grass planting at the devastated forest-floor with good moisture condition and species

1 접수 1월 31일 Received on Jan. 31, 2001

2 호남대학교 정보산업대학원 Graduate School of Information and Industry, Honam Univ., Kwangju, 506-714, Korea(jsj010@hanmail.net)

3 호남대학교 도시·조경학부 School of Urban Planning and Landscape Architecture, Honam Univ., Kwangju, 506-714, Korea(landeco@honam.honam.ac.kr)

4 국립공원관리공단 National Parks Authority, Seoul, 121-717, Korea(jgoh@npa.or.kr)

diversity was recovered within three years. Vegetation coverage of control plot without treatment was recovered after three years at the forest-floor, but species diversity was not recovered within three years. Thirty percent of wild grass planting was effective for vegetation recover after three years at a plenty of airy and devastated ridge line in grassland area of national park, but not for species diversity.

KEY WORDS : VEGETATION COVERAGE, SPECIES DIVERSITY, WILD GRASS PLANTING, AMELIORATED TOPSOIL, ENVIRONMENTAL IMPACT

서 론

국립공원은 UNESCO의 생물권보전지역 내에 지정되는 핵심지구와 같은 개념으로서 연구목적 등 특수목적 이외에는 사람의 출입이 철저히 통제되는 장소이다(Noss, 1987). 그러나 우리의 현실은 모든 사람들이 산 정상에 오르고 싶어하기 때문에 정상을 중심으로 설정된 자연보존지구나 동·식물 희귀서식지는 사람들이 가장 많이 방문하는 장소 중의 하나이다. 그렇기 때문에 역설적으로 훼손이 더 심하게 진행될 가능성이 매우 높은 곳이기도 하다. 특히, 국립공원 내 능선부는 서늘한 기후와 다양한 야생화, 조망 경관이 뛰어나 매년 탐방객의 과밀현상이 반복되어 탐방로 및 주변의 훼손이 확산되고, 새로운 탐방로가 생기는가 하면, 산정상 및 대피소 주변에는 불법 야영으로 인하여 나지가 발생하고 있다(국립공원관리공단, 1998).

외국에서는 1960년대부터 아고산 또는 고산지대의 결절지점과 야영장, 등산로 등을 중심으로 산림훼손지역 복원에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으나 해발고가 높은 능선부 훼손지는 자연휴식년제 같은 소극적인 조치만으로 자연회복이 거의 불가능하다. 국립공원에서는 능선부 훼손을 심각하게 생각하고 복원공사를 하고 있으나 자연생태계의 비반복성과 다양성 때문에 표준복원공법 개발이 용이하지 않다(Mount Rainier National Park, 1989).

우리 나라에서 레크레이션 활동으로 훼손된 산림생태계 복원에 관한 연구는 서울대 관악수목원 내 소풍지(오구균, 1991)와 지리산국립공원 노고단(오구균 등, 1997)을 대상으로 보고된 바 있다. 한편 1990년대 중반부터 한라산국립공원, 지리산국립공원, 설악산국립공원, 소백산국립공원 등에서 고산지대 복원사업이 시행되고 있으나 그 결과는 그다지 성공적이지 못하다. 국립공원관리공단에서는 1994년 한국환경생태학회에 의뢰하여 지리산 노고단, 세석지구에

대한 훼손지 현황조사와 복구공법을 수립한 뒤 이를 토대로 훼손지 복구공사를 추진해 오고 있다(국립공원관리공단, 1994).

국립공원 훼손지의 생태학적 복원공사는 과거의 조림사업이나 사방공사와는 차원이 다른 것으로 대상지에 대한 면밀한 생태계 기초조사, 훼손원인 및 인간영향 요인분석, 토양공급 및 개량, 사면안정화, 식생도입(종자발아, 이식, 멀칭), 복원 모니터링 및 보완공사 실시 등 단계적 과정을 거쳐 가능한 훼손지 주변의 안정된 자연생태계와 경관을 복원하고자 하는 사업이다(국립공원관리공단, 1994).

국립공원 능선부와 같이 자연경관이 수려하고 생물자원이 비교적 잘 보전된 생태계의 효율적인 관리를 위해서는 기후나 자연적·인위적 교란에 대한 변화과정을 조사하는 생태계 모니터링이 지속적으로 이루어져야 한다(Franklin *et al.*, 1990; Magnuson, 1990; Fail, 1991).

본 연구는 국립공원 능선부의 훼손지에 인위적 복원조치에 따른 식생복원효과를 구명함으로써 효율적인 식생피복 및 종다양성 복원공법개발을 위한 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

1. 대상지 선정

국립공원 능선부 훼손지 복원실험은 국립공원관리공단에서 1997년 지리산국립공원 자연휴식년제 구간인 연하천지역과 제석봉지역에 설치한 식생복원실험구에서 실시하였다. 연하천지역은 능선부 아래 환경사지에 위치하는 구상나무, 주목 등 산림지대이다. 제석봉지역은 과거 구상나무림 지역이었으나 1960년 초 산불로 인한 고사목이 존재하면서 초본류가 분포하는 곳이다. 국립공원 능선부 훼손

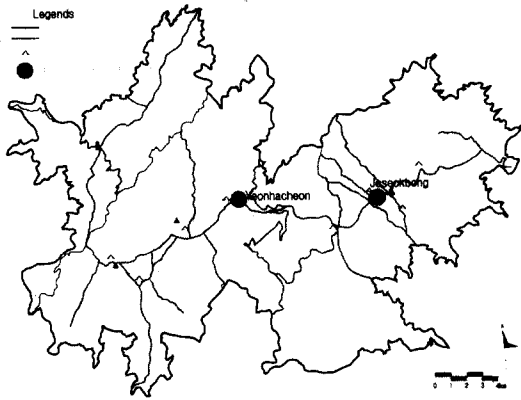


Figure 1. Location map of the field-experimental plots in Chirisan National Park

지의 복원실험을 위한 조사대상지 위치는 그림 1과 같다.

2. 대상지 개황

(1) 산림지대 조사대상지

산림지대인 연하천지역은 해발 1,500m 이상의 고산지대에 위치해 있고, 지리산국립공원 종주코스(노고단~천왕봉)의 중간 지점으로 노고단산장에서 18km 떨어져 있다. 연하천산장은 1982년에 50명 정도 수용할 수 있는 규모로 건립된 대피소(50m²)로서 주변은 과거에 대피소를 중심으로 야영활동이 있어 왔던 곳이다. 연하천산장 주위로 약 15,000m²가 훼손되었으며, 주 등산로 주위에는 탐방객들의 야영활동으로 면적(面的) 훼손이 심하게 발생하고 있어서 1997년부터 주목군락지 일대에 대한 자연휴식년제가 시행되고 있다.

(2) 초원지대 조사대상지

제석봉 조사대상지는 장터목에서 천왕봉쪽으로 0.7km 거리에 위치해 있고, 구상나무 고사목과 새류

의 초원지대가 특이한 경관을 나타내고 있다. 제석봉 지역은 해발 1,800m 정도의 고산지대로서 1950년대까지는 구상나무가 울창한 산림이었으나, 자유당 말기 권력자가 제석단에 제재소를 설치하여 거목들을 벌채하면서 훼손되었고, 그후 1960년대 제석봉에 불이 나서 그 흔적이 그대로 고사목으로 남아 있다. 이러한 산불로 약 60,000m²가 훼손된 제석봉 구상나무군락 일원은 강풍 등 기후적 요인과 계속되는 등산객의 답압으로 아직도 구상나무군락이 복원되지 않고 있다. 한편, 산림청과 국립공원관리공단에서는 1993년부터 구상나무 복원을 위해 구상나무 묘목을 식재하여 모니터링하고 있으나 강풍에 의하여 성장상태는 양호하지 못하였다.

3. 복원실험구 배치 및 실험설계

(1) 복원실험구 배치 및 크기

조사대상지에서 훼손 정도 및 수관층의 유무에 따라서 복원실험구를 배치하였으며, 2개 조사대상지에 각각 36개씩 총 72개의 복원실험구를 1997년 8월에 설치하였다. 생태계 복원실험구 크기는 0.7m×0.7m로 하며, 주변부 효과를 제거하기 위하여 실제 실험구 크기는 1.0m×1.0m로 설치하였다.

(2) 실험설계

각 조사대상지마다 실험구는 공통으로 표토를 깊이 10cm까지 갈아엎어 토양을 연화처리(土壤軟化處理) 하였으며, 표토유실을 방지하기 위해 황마(Geo-jute)로 멀칭하였다. 실험구의 처리는 표토의 유실상태에 따른 환경피해도, 주위 토양의 양료수준으로 개량한 개량토 포설, 야생풀포기이식의 3개 요인을 고려한 3요인(3×2×2) 실험구를 3반복으로 설치하였다(2개 조사대상지×12실험구×3반복=72 실험구 설치). 각 실험구는 Table 1과 같이 처리, 배치하여 설계요인에 따른 식생복원 효과를 비교하였다.

흙 80%, 상토 20%의 비율로 혼합한 개량토처리

Table 1. Treatment levels of 3×2×2 factorial experiment for vegetation restoration

Factor	Level		
	1	2	3
Wild grass planting(coverage)	0%(1)	15%(2)	30%(3)
Ameliorated topsoil(Depth)	0(∩)	5cm(∟)	
Environmental impact	Topsoil washed out(a)	Topsoil preserved(b)	

로 설계된 복원실험구에서는 5cm 두께로 개량토를 포설한 뒤 답압으로 충분히 다짐을 하였다. 야생풀포기이식은 복원실험구 주위에서 10cm×15cm 크기의 야생풀포기를 삽으로 떼어 채취한 후 야생풀포기에 붙어 있는 흙이 떨어지지 않도록 마대로 운반하여 복원실험구에 식재하였다. 15% 야생풀포기 실험구에서는 1m²당 10포기를, 30% 야생풀포기 실험구에서는 1m²당 20포기를 이식했다. 환경피해도는 복원실험구 설치 전에 표토가 유실된 지역과 보존된 지역으로 구분하였다.

4. 식생조사 및 분석

국립공원 능선부 훼손지의 인위적 복원조치에 따른 식생복원효과를 구명하기 위해 복원실험구를 설치한 후 1997년, 1998년, 1999년, 2000년에 각 복원실험구에서 식생피복도와 출현 종수를 조사하였다. 식생피복도 조사시에는 격자틀을 이용하여 주변부 효과를 제거하고 0.7m×0.7m 내의 식생피복도를 조사하였다.

4년(1997년~2000년)동안 식생피복도, 출현 종수를 측정 한 종속변량에 대하여 야생풀포기이식, 개량토포설, 환경피해도 요인수준간 SPSS 통계분석 프로그램을 이용하여 다변량분산분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 산림지대 복원실험효과

(1) 다변량 유의성 검정

산림지대인 연하천 복원실험구의 4년 동안 식생피복도 및 출현 종 수에 대한 야생풀포기이식, 개량토포설, 환경피해도 요인수준간 상호작용 효과를 알아보기 위해 다변량분산분석을 실시한 결과는 Table 2와 같다.

식생피복도는 야생풀포기이식 처리수준간 1년차, 2년차, 3년차에 고도의 유의한 차이가 인정되었고, 4년차에는 유의한 차이가 인정되지 않았으며, 개량토포설 처리수준간에는 2년차, 3년차, 4년차에 유의한 차이가 인정되었다. 출현 종수는 야생풀포기이식 처리수준간 연차별로 고도의 유의성이 인정되었으나, 개량토포설 처리수준간, 환경피해도 수준간에는 유의한 차이가 없었다.

야생풀포기이식, 개량토포설, 환경피해도 요인수준간 상호작용 검정결과 개량토포설+야생풀포기이식 요인수준간에 식생피복도는 3년차에 유의성이 인정되었으며, 개량토포설+환경피해도 요인, 야생풀포기이식+환경피해도 요인, 개량토포설+야생풀포기이식+환경피해도 요인수준간에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 전체적으로 식생피복도와 출현 종 수는 야생풀포기이식 처리 수준간에 고도의 유의한 차이를 나타냈으며, 3개 처리요인간 상호

Table 2. Mutivariate analysis of variance among 3×2×2 factors of experimental plots at the devastated highland forest

Factor	Coverage				No. of species			
	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
Ameliorated topsoil	-	**	**	**	*	-	-	-
Wild grass planting	***	***	***	-	***	***	***	***
Environmental impact	-	-	-	-	-	-	*	-
Ameliorated topsoil× Wild grass planting	-	*	**	-	-	-	-	-
Ameliorated topsoil× Environmental impact	-	-	-	-	-	-	-	-
Wild grass planting× Environmental impact	-	*	-	-	-	-	-	-
Ameliorated topsoil×Wild grass planting×Environmental impact	-	*	*	*	-	-	-	-

***: p<.001, **: p<.01, *: p<.05, -: nonsignificant

Table 3. Wild grass planting effect on coverage and No. of species during four years at the devastated forest-floor

Coverage Level	Coverage				No. of species			
	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
0%	2.2***	32.9***	67.0***	94.2	1.2***	5.2***	7.3***	8.9***
15%	10.8***	63.0***	95.3***	99.2	6.3***	13.8***	13.8***	15.4***
30%	12.1***	67.2***	96.8***	99.2	8.3***	17.1***	16.8***	16.3***

***: $p < .001$, **: $p < .01$, *: $p < .05$

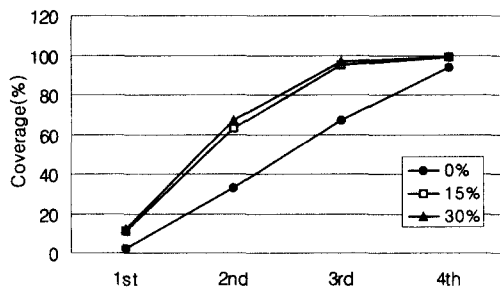


Figure 2. Wild grass planting effect on coverage for four years at the devastated forest-floor

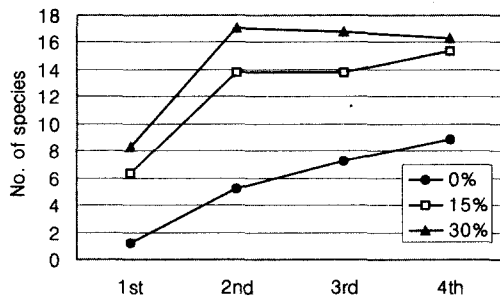


Figure 3. Wild grass planting effect on no. of species for four years at the devastated forest-floor

작용효과는 없었다.

(2) 실험설계 요인에 따른 식생복원효과

① 야생풀포기이식 처리에 따른 식생복원효과

야생풀포기이식 처리수준간 연차별 식생피복도, 출현 종 수에 대한 식생복원효과는 Table 3과 Figure

2, Figure 3과 같다.

야생풀포기이식 처리수준간 식생피복도는 1년차, 2년차, 3년차에 고도의 유의한 차이가 인정되었으나, 4년차에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이는 4년차에 야생풀포기이식 0%, 15%, 30% 피복도 처리수준에 관계없이 전체 실험구에서 식생피복도가 평균 90% 이상으로 나타났기 때문이다. 야생풀포기이식 무처리구에서 식생피복도의 평균이 3년차에 67%로 나타났으며, 4년차에 94.2%로 나타나 국립공원 능선부 산림지대의 토양침식이 없는 훼손지에서는 식생피복도가 3년 내에 94% 수준으로 회복되리라 예상된다. 한편, 식생피복도는 야생풀포기이식 15%와 30% 피복 처리수준에서는 연차별 피복률이 유사하게 나타났으며, 3년차에 평균 식생피복률이 각각 95.3%와 96.8%로서 완전 피복에 가깝게 나타나 토양침식이 없는 능선부 훼손지의 식생복원에는 피복도 15% 수준으로 야생풀포기이식공법이 효율적이라고 판단된다.

출현종 수는 야생풀포기이식 처리수준간 연차별로 고도의 유의한 차이가 인정되었다. 야생풀포기이식 무처리구에서 식생피복도와 함께 꾸준한 증가를 나타냈으며, 15% 피복한 야생풀포기이식 실험구에서는 평균 출현종 수가 1년차에 6.3종, 2~3년차에 13.8종, 4년차에 15.4종으로 나타났다. 야생풀포기이식 30% 피복 처리수준에서 종다양도는 1년차에 비해 2년차에 급격히 증가하다 3년차부터는 증가율이 감소하는 경향을 나타냈다.

따라서 고산지대 능선부 산림지대 훼손지의 식생복원을 위해서는 야생풀포기이식 15% 피복도로 처리했을 때 효율적이라고 판단되며, 이와 같이 처리했을 때 식생피복은 2년 안에 피복이 이루어지고, 종다양성은 3년 안에 복원되리라 예상된다.

② 개량토포설에 따른 식생복원효과

개량토포설 처리수준간 연차별 식생피복도, 출현

Table 4. Ameliorated topsoil effect on coverage and no. of species during four years at the devastated forest-floor

Level	Coverage(%)				No. of species			
	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
0cm	7.7	58.9**	91.5**	98.9**	4.7*	11.4	12.4	13.3
5cm	7.6	49.8**	81.3**	96.1**	5.8*	12.7	12.9	13.8

***: p<.001, **: p<.01, *: p<.05

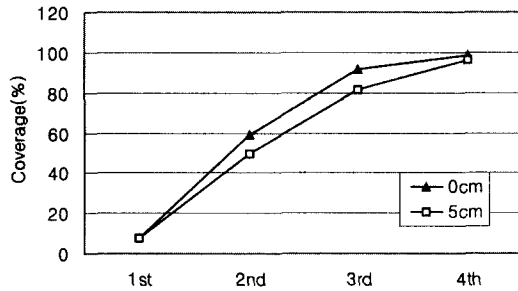


Figure 4. Ameliorated topsoil effect on coverage for four years at the devastated forest-floor

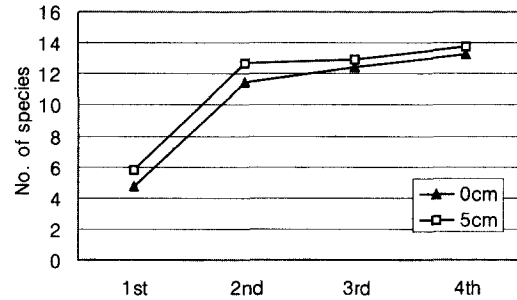


Figure 5. Ameliorated topsoil effect on no. of species for four years at the devastated forest-floor

종 수에 대한 식생복원효과를 나타낸 것이 Table 4와 Figure 4, Figure 5이다.

식생피복도는 개량토포설 처리수준간 2년차, 3년차, 4년차에 유의한 차이를 나타냈으며, 개량토무처리구가 처리구보다 높게 나타났다. 출현 종수는 개량토포설 처리수준간 연차별로 유의한 차이가 인정되지 않았다. 전체적으로 개량토포설 처리수준간에 식생피복도와 출현 종수와 큰 차이가 없게 나타난 것은 산림지대에 위치한 연하천지역이 평지형 능선부로 표토 유실이 거의 없었기 때문이라

판단된다.

③ 환경피해도에 따른 식생복원효과

환경피해도 수준간 연차별 식생피복도, 출현 종수에 대한 식생복원효과를 나타낸 것이 Table 5와 Figure 6, Figure 7이다.

표토 유실지역과 보존지역간 식생피복도와 출현 종수는 유의한 차이를 나타내지 않아 산림지대 복원 실험구에서는 환경피해도와 개량토 깊이에 따른 식생복원효과는 작은 것으로 판단된다.

Table 5. Environmental impact effect on coverage and No. of species during four years at the devastated forest-floor

Level	Coverage(%)				No. of species			
	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
Topsoil washed out	8.1	51.5	83.8	96.7	4.9	12.3	12.6*	13.1
Topsoil preserved	7.2	57.2	89.0	98.3	5.6	11.8	12.7*	14.0

***: p<.001, **: p<.01, *: p<.05

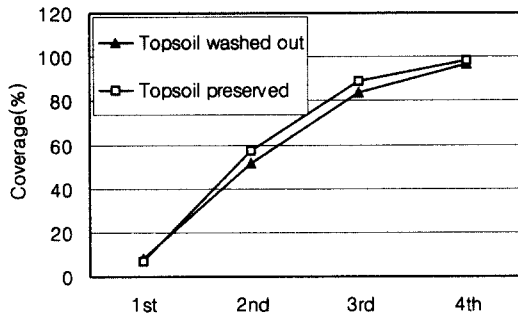


Figure 6. Environmental impact effect on coverage for four years at the devastated forest-floor

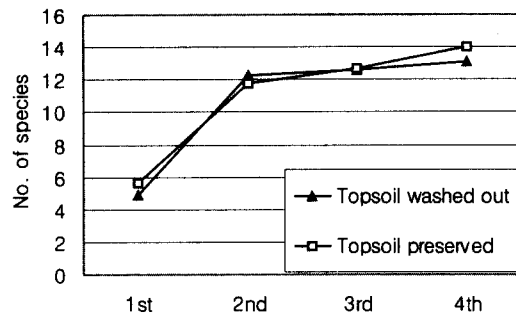


Figure 7. Environmental impact effect on no. of species for four years at the devastated forest-floor

2. 초원지대 복원실험효과

(1) 다변량 유의성 검정

초원지대 복원실험구의 4년 동안 식생피복도, 출현종 수에 대한 종속성장변량에 대하여 개량토포실, 야생풀포기이식, 환경피해도 요인수준간 상호작용을 알아보기 위해 다변량분산분석을 실시한 결과는 Table 6과 같다.

식생피복도는 야생풀포기이식 처리 수준간 1년차, 2년차, 3년차, 4년차에 고도의 유의한 차이가

인정되었으며, 환경피해도 수준간에는 2년차, 3년차에 유의성이 인정되었으나, 4년차에는 유의한 차이가 인정되지 않았다. 출현종 수는 야생풀포기이식 처리수준간 1년차, 2년차, 3년차에 고도의 유의한 차이가 인정되었으며, 4년차에는 통계적 유의성만 인정되었다. 환경피해도 수준간에는 3년차, 4년차에 유의한 차이가 인정되었다. 3개 실험설계요인간 상호작용효과는 유의한 차이가 인정되지 않아 식생피복도와 출현종 수에 미치는 효과는 없었다.

Table 6. Multivariate analysis of variance among 3 × 2 × 2 factors of experimental plots at the devastated ridge line grassland area

Factor	Coverage				No. of species			
	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
Ameliorated topsoil	-	-	-	-	-	-	-	-
Wild grass planting	***	***	***	***	***	***	***	*
Environmental impact ratio	-	**	**	-	-	-	**	**
Ameliorated topsoil × Wild grass planting	-	-	-	-	-	*	-	-
Ameliorated topsoil × Environmental impact	-	-	-	-	-	-	-	-
Wild grass planting × Environmental impact	-	-	-	-	-	-	-	-
Ameliorated topsoil × Wild grass planting × Environmental impact	*	*	-	-	-	-	-	-

***: p < .001, **: p < .01, *: p < .05, -: nonsignificant

Table 7. Wild grass planting effect on coverage and No. of species during four years at the devastated grassland area

Level	Coverage(%)				No. of species			
	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
0%	4.9***	7.6***	8.7***	19.7***	0.0***	0.7***	1.9***	4.3*
15%	11.7***	29.0***	45.7***	71.8***	2.2***	2.8***	4.5***	6.0*
30%	18.3***	38.7***	55.5***	84.4***	2.0***	3.8***	5.3***	6.3*

***: p<.001, **: p<.01, *: p<.05

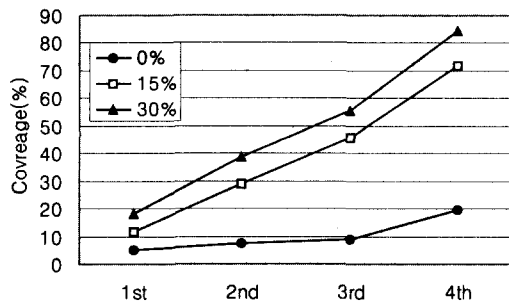


Figure 8. Wild grass planting effect on coverage for four years at the devastated grassland area

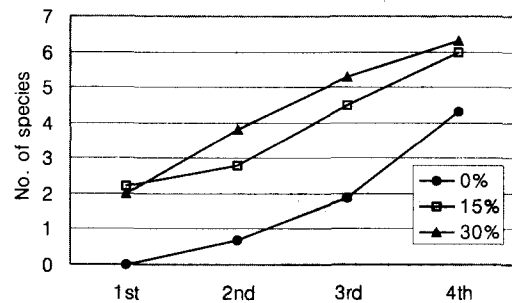


Figure 9. Wild grass planting effect on no. of species for four years at the devastated grassland area

(2) 설계요인에 따른 식생복원효과

① 야생풀포기이식에 따른 식생복원효과

야생풀포기이식 처리수준간 연차별 식생피복도, 출현 종수에 대한 식생복원효과를 나타낸 것이 Table 7과 Figure 8, Figure 9와 같다.

야생풀포기이식 처리수준간 식생피복도와 출현 종수는 고도의 유의성이 인정되었다. 단, 4년차 출현 종수에서는 야생풀포기이식 처리수준간에 통계적 유의성만 인정되었다.

식생피복도는 야생풀포기이식 0% 피복 처리수준에서 3년차보다 4년차에 급격히 증가했으며, 15%와 30% 피복 처리수준에서는 꾸준한 증가를 나타내고 있었다. 초원지대 복원실험구에서 야생풀포기이식 무처리구와 처리구간 식생피복률에서 확연한 차이가 나타나, 토양이 건조하고, 토심이 얇은 초원지대에서의 식생복원은 야생풀포기이식공법이 효율적이라 판단된다.

야생풀포기이식 처리수준간 출현 종수는 연차별 10종 이하로 낮게 나타났는데 제석봉지역이 과거 산불지역이며, 바람이 많은 환경특성상 새류 중심의 식생이 분포하고 있기 때문에 종이 단순하다.

초원지대인 제석봉의 식생복원실험에서 야생풀포

Table 8. Ameliorated topsoil effect on coverage and No. of species during four years at the devastated grassland area

Level	Coverage(%)				No. of species			
	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
0cm	9.7	27.2	37.9	58.6	1.3	2.5	4.0	5.7
5cm	10.3	23.0	35.3	58.6	1.4	2.3	3.8	5.4

***: p<.001, **: p<.01, *: p<.05

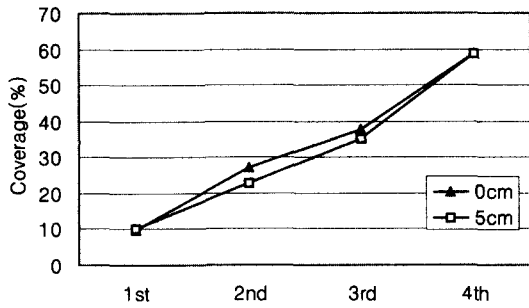


Figure 10. Ameliorated topsoil effect on coverage for four years at the devastated grassland area

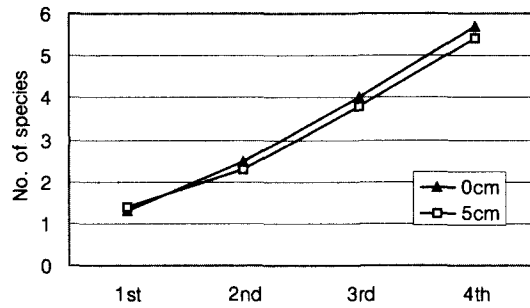


Figure 11. Ameliorated topsoil effect on no. of species for four years at the devastated grassland area

기이식 30% 피복 처리수준에서 식생피복도가 양호하게 나타났으나 3년~5년간 추가 모니터링을 통한 식생복원 목표를 설정하는 것이 필요하며, 입지환경, 토양침식 등과 식생복원과 관계에 관한 다양한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

② 개량토포설 처리에 따른 식생복원효과

개량토포설 처리수준간 연차별 식생피복도, 출현종수에 대한 식생복원효과를 나타낸 것이 Table 8

과 Figure 10, Figure 11이다.

개량토포설 처리수준간 식생피복도와 출현종수는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 양 처리수준간에 연차별 식생피복도와 출현종수가 유사하게 나타났다.

개량토포설 처리에 따른 식생피복도와 출현종수에 차이가 없어 환경변화요인에 의한 처리수준에 변화가 예상되어 초원지대 복원실험구들을 토양침식이 있는 등산로변에 설치한 실험구들과 새류군락 내 일부 나

Table 9. Environmental impact effect on coverage and no. of species during four years at the devastated grassland area

Level	Coverage				No. of species			
	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
Topsoil washed out	10.6	20.3**	29.6**	55.6	1.4	2.7	4.6**	6.5**
Topsoil preserved	9.3	29.9**	43.6**	61.6	1.3	2.1	3.2**	4.6**

***: $p < .001$, **: $p < .01$, *: $p < .05$

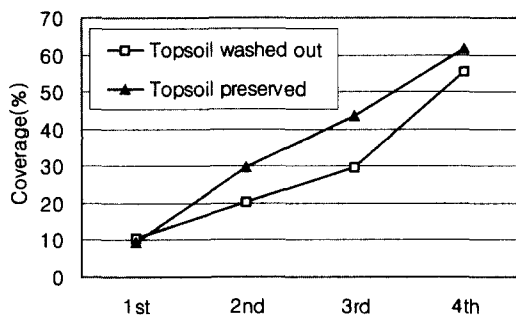


Figure 12. Environmental impact effect on coverage for four years at the devastated grassland area

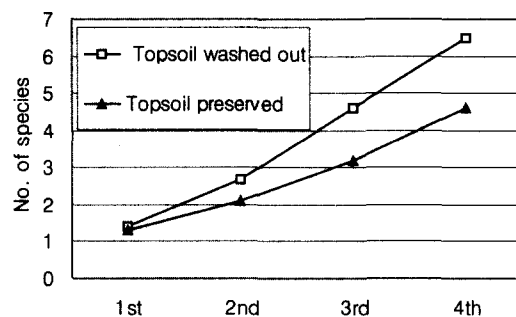


Figure 13. Environmental impact effect on coverage for four years at the devastated grassland area

지에 설치한 실험구들을 분리하여 통계분석을 실시한 결과 토양침식이 있는 복원실험구에서 개량토포설 처리수준간 출현 종수와 식생피복도가 처리구보다 무처리구에서 약간 높게 나타났다. 이는 등산로변 복원실험구에서 집중강우가 자주 발생하고, 토양침식이 빈번하여 복원실험구의 개량토가 일부 씻겨 내려갔기 때문이라 판단된다.

③ 환경피해도에 따른 식생복원효과

환경피해도 수준간 연차별 식생피복도, 출현 종수에 대한 식생복원효과를 나타낸 것이 Table 9와 Figure12, Figure 13이다.

환경피해도 수준간 식생피복도는 2년차, 3년차에 유의한 차이가 인정되었으나, 4년차에는 유의한 차이가 차이가 없었다. 반면, 출현 종수는 3년차, 4년차에 유의한 차이가 인정되지 않았다. 식생피복도는 유실된 처리구보다 보존된 처리구가 비교적 높게 나타났다. 출현 종수는 유실된 처리구가 보존된 처리구보다 높게 나타나 특이하였는데 이에 대한 3~5년간 추가 모니터링이 필요하다.

총 합 고 찰

능선부 훼손지의 식생복원은 환경에 따라 다양한 변수가 존재하기 때문에 각 훼손지의 복원시 입지환경 조건에 맞는 복원공법을 적용하기 위해서는 식생복원실험에 대한 기초연구들이 다양하게 수행되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 국립공원 능선부 산림지대와 초원지대의 훼손지에 인위적 복원 조치에 의한 식생복원효과를 구명하기 위하여 야생풀포기이식, 개량토포설, 환경피해도 요인을 고려하여 입지환경이 다른 2개 대상지에 복원실험구를 설치한 후 4년(1997년~2000년) 동안 식생피복도와 종다양성을 조사·분석하였다.

산림지대와 초원지대에서의 복원실험 결과 야생풀포기이식, 개량토포설, 환경피해도 요인간 상호작용 효과는 없었으나, 야생풀포기이식 처리수준간에는 고도의 유의한 차이가 인정되었다.

토양이 습한 능선부 산림지대 훼손지의 식생복원 실험에서는 야생풀포기이식 15% 피복 처리수준에서 2년 만에 식생피복이 이루어졌고, 종다양성은 3년

만에 복원되었다. 또한 무처리구 실험구에서는 3년 안에 식생회복이 되었으나, 종다양성은 복원되지 않았다.

바람이 많고, 토양침식이 심한 능선부 초원지대의 식생복원실험에서는 3년 후에 야생풀포기이식 30% 피복 처리수준에서 식생피복이 양호하게 났으며, 종다양성은 복원되지 않았다. 초원지대의 식생복원은 복원실험구에서의 추가 모니터링과 식생복원과 입지환경, 토양침식과의 관계 등 다양한 연구를 통해서 적절한 식생복원공법을 선택하는 것이 필요하며, 토양침식이 있는 훼손지의 복원시에는 생육지반 조성이 중요하다.

식생피복도와 출현 종 수는 산림지대 복원실험구가 초원지대 복원실험구보다 약 2배 이상 높거나 많게 나타났다.

인 용 문 헌

국립공원관리공단(1994) 지리산국립공원 훼손지 복구 환경조사 및 실시설계. 141쪽.
 국립공원관리공단(1998) 국립공원 30년사. 899쪽.
 오구균(1991) 답압으로 훼손된 임간나지의 임상식생 복원에 관한 연구 -관악산을 중심으로-. 서울대학교 대학원. 박사학위논문. 86쪽.
 오구균, 우보명, 김동완(1997) 지리산국립공원 아고산대 황폐나지의 식생복원공법 개발. 환경생태학회지 11(1): 37-45.
 Fail, J. Jr.(1991) A 29-year resurvey of permanent plots in a northwest georgia virgin forest. *Castanea* 56:176-180.
 Franklin, J. F., C. S. Bledsoe and J.T. Callahan(1990) Contributions of the long-term ecological program. *Bioscience* 40:509-523.
 Magnuson, J. J.(1990) Long-term ecological research and the invisible present. *Bioscience* 40: 509-523.
 Noss, R. F.(1987) Protecting natural areas in fragmented landscapes. *Natural Areas Journal* 7: 2-13.
 Mount Rainier National Park(1989) Mount Rainier National Paradise Meadow Plan. 42pp.