

전라남도 일부지역 대규모 절토비탈면의 식물침입

박 문 수¹⁾

¹⁾ 순천대학교 산림자원·조경학부

Plants Invasion in Large-scale Cutting Slopes in the Part of Jeollanamdo

Park Moon-Su¹⁾

¹⁾ School of Forest Resources and Landscape Architecture, Suncheon National University.

ABSTRACT

To investigate the plants invasion process and dominant species in large-scale cutting slopes, slopes elapsed one year to thirteen years after construction had been selected in five counties. The obtained results are summarized as follows :

The species of high appearance frequency were *Alnus firma*, *Arundinella hirta*, *Miscanthus sinensi* var. *purpurascens*, *Erigeron cancdensis*, *Artemisia princeps* var. *orientalis*, *Oenothera odorata*, *Lactuca raddeana*, *Lactuca indica* var. *laciniata*, *Lespedeza bicolor*, *Youngia sonchifolia*, *Populus albaglandulosa*, and so on.

The biological type of identified vascular plants was Ch-D₁-R₅-e.

In time, plant coverage was increased gradually and average of plant coverage was 1.17% in slopes which elapsed one year, 42.44% after six years, 56.67% after eight years, and 69.17% after ten years.

The dominant species in the surveyed slopes were covered with *Alnus firma*, *Artemisia princeps* var. *orientalis*, *Erigeron cancdensis*, *Miscanthus sinensi* var. *purpurascens*, *Arundinella hirta*, *Lactuca raddeana*, *Oenothera odorata*, *Boehmeria spicata*, *Kummerowia striata* and *Artemisia montana* of the 59 species.

The conditions of location in large-scale cutting slopes are hard to fix and germinate of seeds, and extend plant roots in the slope soil. Hence, the highly appearance species and dominance species of the area will make plant coverage quick and slope stable.

Key Words : *Biological type*, *Plant coverage*, *Dominant species*, *Arundinella hirta*.

Corresponding author : Park Moon-Su, School of Forest Resources and Landscape Architecture, Suncheon National University, Tel : +82-61-750-3220, E-mail : parkms@sunchon.ac.kr

I. 서론

최근 기후변화, 대기오염 등으로 산림의 중요성이 한층 강조되고 있는 반면에 지역의 균형발전과 개발이란 미명 하에 전국의 산림훼손은 어느 때보다 심한 상태이다.

우리나라에서 인위적인 대규모 산지훼손 유형은 채광 및 채석지, 도로개설, 택지개발, 고랭지 채소의 경작활동, 스키장, 댐, 각종 개발계획에 의한 관광지 등이다(이준우 등, 2005).

호남지역의 산지훼손은 산림법이나 산지관리법에 의한 것은 채석이나 광산이 대부분이고, 이들보다 상위법에 의해서 훼손되는 경우는 도로, 댐, 수자원시설, 군사시설, 택지개발 등이다. 또한 주요 훼손유형은 주거시설, 채석지, 노선, 레저시설, 공공시설, 공장조성지 등이다(정남철 등, 2005). 이러한 곳들은 대부분 산림훼손 면적이 넓고, 대규모 급경사의 비탈면을 만들고 있다. 도로개설, 골프장 조성 등은 비탈면 안정 및 녹화를 위해 다양한 방법들이 시행되고 있으나, 시·군의 지자체에서 이루어지는 채토지, 채석지, 공장조성지 등에는 예산의 이유로 방치되는 사례가 많고, 이로 인한 비탈면 붕괴 및 침식, 경관훼손, 주변하천의 수질 오염 및 하상상승, 농경지 및 가

옥침수 등 여러 피해를 야기하고 있다.

비탈면의 식생침입 및 식생회복과 관련된 연구는 주로 도로비탈면(新谷 等, 1980)과 임도비탈면을 중심으로 연구되었으며, 임도는 도로구조 및 산림환경인자가 임도비탈면의 식생침입과 토양침식에 미치는 영향(박문수, 1996), 임도 절토비탈면의 우점식물과 식물피복에 미치는 인자들의 영향(박문수, 2002) 등에 대해 연구가 이루어졌다.

채석 등의 작업은 도로개설과 달리 비교적 급경사지에서 대규모 면적에 이루어지는 경우가 많고, 전남지역에서는 전남 동부권을 중심으로 개발, 컨테이너부두 조성, 바다 매립 등으로 대규모 산지가 절개되고 이로 인해 경관이 크게 훼손되고 있다. 이러한 급경사 및 대규모 비탈면에 침입되는 녹화과정과 이들을 중심으로 한 녹화는 빠른 경관을 회복하고, 비탈면 안정에 기여하리라 생각된다.

따라서 대규모 비탈면에 생육하고 있는 식물종과 비탈면 조성 후 식물 피복도의 변화, 우점식물 등을 조사하여 비탈면의 식물침입과정과 비탈면 녹화공사 시 지역 특성에 적합한 식물종을 개발하여 비탈면의 시공 및 유지관리에 필요한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

Table 1. General descriptions of investigated slopes.

County	Location	No. of investigated site	Area(m ²)
Suncheon-shi	Seo-myeon Chongso, Gangcheong	6	24,966.8
	Haeryong-myeon Hodu	5	40,942.9
	Yeonhyang-dong	1	4,260
	Daeryong-dong	2	47,577.6
Gwangyang-shi	Gwangyang-up Giryong	2	15,960
	Ma-dong	2	14,660
	Golyag-myeon Yongjang	4	55,360
Yosu-shi	Yulchon-myeon Sinpung	2	11,550
Boseong-gun	Beolgyo-eup Wolgok	2	44,540
	Deugryang-myeon Dochon, Jeonghung	4	41,431.5
Janghung-gun	Janghung-up Songsan	1	9,900
Gangjin-gun	Gangjin-up Haechang	3	67,186
Total		32	378,334.8

II. 재료 및 방법

1. 조사지역 선정

조사지는 입지환경 및 위도가 비슷한 전라남도 순천시, 광양시, 여수시, 보성군, 장흥군, 강진군 등 6개 시·군을 대상으로 녹화작업을 하지 않은 대규모 절토비탈면을 선정하였다.

선정된 비탈면은 32개였으며, 유형별로 보면 채석 13곳, 채토 12곳, 공장부지 조성 2곳, 도로 비탈면 2곳, 택지조성 2곳, 광산 1곳이었다. 이들 비탈면은 비탈 조성 후 1~13년이 경과하였고, 조사지의 전체 비탈면적은 Table 1과 같이 378,334.8m²였다.

2. 조사지 기후

조사지는 2번 국도를 중심으로 위도가 비슷한 지역에 분포하고, 해발고 차가 크지 않은 지역들이다. 기후는 기상청의 최근 30년 자료(1971~2000)를 분석한 결과 여수시의 기후는 온도에 있어 인접지역에 비해 높으나 여수시의 조사지역은 순천시의 경계에 위치하여 온도 및 강수량의 차이가 크지 않은 것으로 나타났다.

3. 조사항목 및 조사방법

조사는 대규모 절토사면이 위치한 비탈면을 1개의 조사지로 입지환경, 식물상, 식생조사를 하였으며, 조사기간은 2005년 5월부터 8월까지 실시하였다.

1) 입지환경

비탈면의 전반적인 형상을 나타내는 특성과

입지 및 토양을 조사하였으며, 조사항목은 아래와 같다.

A. 해발고, B. 방향, C. 비탈면형, D. 비탈길이와 비탈폭 - Laserace 300으로 측정, E. 비탈경사, F. 토성, G. 암반, H. 토양경도-산중식 토양경도 계로 측정, I. 경과년수, J. 주변식생 등.

2) 식물상

식물상 조사는 비탈면 전 지역의 분포식물을 조사하기 위해 비탈면 가장자리와 비탈턱(소단)을 따라 조사하였다.

조사지역 일대의 관속식물을 대상으로 현지 조사하여 기록하고, 사진기록, 채집하여 이창복(1980), 이영로(2003)의 문헌을 바탕으로 종을 동정하였으며, Raunkiaer(1934)의 방법으로 생활형 분석을 하였다.

3) 식생

식생조사는 식생 분포 양상을 조사하기 위해 2m×2m의 방형구 격자특을 1개 비탈면 당 일직선으로 상, 중, 하에 3개씩 설치하였으며, 중은 비탈면 길이의 중앙에, 상과 하는 중을 중심으로 상은 위쪽 비탈면 끝에서 중까지의 중앙에, 하는 비탈면 가장자리에서 중까지의 중앙에 설치하였다. 조사내용은 식물피복도와 우점도를 계산하기 위하여 식물종, 밀도, 빈도, 피도 등을 조사하였으며, 상대우점도는 다음과 같은 방법으로 산출하였다 (生態學實習懇談會編, 1980).

상대우점도(IV) = 상대밀도(RD) + 상대빈도(RF) + 상대피도(RC)

Table 2. Temperature and precipitation of survey areas(1971~2000).

County	Average temp.(°C)	Monthly aver. low temp.(°C)	Monthly aver. max. temp.(°C)	Precipitation(mm)
Yosu	14.09	-1.1	28.9	1,413.0
Suncheon	12.47	-5.3	30.7	1,490.6
Janghung	12.0	-4.3	30.3	1,462.8

III. 결과 및 고찰

1. 입지환경

비탈면의 형상, 입지 및 토양 등을 조사한 결과 해발고는 10~195m에 위치하고, 비탈면의 방향은 북향 9곳, 동향 14곳, 남향 5곳, 서향 3곳

으로 조사되었다. 비탈면형상은 채석 및 채토지는 오목형이 많았고, 공장부지 조성지는 편평형이었다. 비탈길이는 21~135m, 비탈폭은 43~380m, 비탈경사는 35~88°로 평균 53.28°의 급경사를 보였다. 토양경도는 6~38mm/cm², 평균 23.55mm/cm²로 식물의 근계발달이 곤란한 토양

Table 3. The vascular plant of investigated areas.

Species	Investigated areas																																Fre. of Appear	Life form					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		Df ^a	D	R	G		
<i>Alnus firma</i>	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	27	MM	1	5	e
<i>Arundinella hirta</i>	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	24	Ch	1	3	t
<i>Miscanthus sinensi</i> var. <i>purpurascens</i>		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	22	Ch	1	3	t
<i>Erigeron candensis</i>		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	20	Th	1	5	ps
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>		0		0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0			0	0			0	0		0	0		0	0	0	0	19	H	1	3	t
<i>Oenothera odorata</i>				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	19	Thw	3	5	e
<i>Lactuca raddeana</i>				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	19	Th	1	5	ps
<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>				0	0	0		0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	Thw	1	5	e
<i>Lespedeza bicolor</i>				0				0	0	0	0	0	0		0	0	0	0			0	0	0			0	0		0	0	0	0	0	0	18	N	1	5	b
<i>Youngia sonchifolia</i>	0			0	0	0		0	0	0	0				0	0	0	0							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	Thw	1	5	e
<i>Populus alba</i> var. <i>glandulosa</i>	0						0	0	0	0					0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	MM	1	5	e
<i>Pueraria thumbergiana</i>	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	15	N	1	5	l
<i>Erigeron annuus</i>				0	0	0		0	0	0	0				0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	Th	1	5	ps
<i>Digitaria sanguinalis</i>						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	15	Th	1	3	b
<i>Boehmeria spicata</i>				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	14	N	4	5	b
<i>Pinus densiflora</i>				0	0	0			0	0	0	0									0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	MM	1	5	e
<i>Rubus crataegiifolius</i>						0	0	0	0							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	N	2	5	l
<i>Bidens frondosa</i>											0					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	Th	1	5	e
<i>Pinus thumbergii</i>	0	0					0	0								0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	MM	1	5	e	
<i>Lespedeza cuneata</i>	0								0	0	0	0				0	0	0	0					0										0	11	N	1	5	e
<i>Alnus hirsuta</i>	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									0	0												11	MM	1	5	e	
<i>Kummerowia striata</i>				0	0						0				0	0	0	0						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	Th	3	5	b
<i>Commelina communis</i>	0					0	0	0								0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	Th	4	5	b	
<i>Robinia pseudo-acacia</i>																0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	M	3	3	e	
<i>Smilax china</i>						0	0								0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	N	2	5	l	
<i>Zanthoxylum schimkii</i>	0						0	0								0	0	0	0					0										7	N	2	5	b	
<i>Festuca ovina</i>							0	0								0	0	0	0					0										7	Ch	1	3	t	
<i>Paulownia coreana</i>	0							0	0	0														0									0	6	MM	1	5	e	
<i>Clematis hexapetala</i>	0			0	0																	0	0		0								6	Ch	1	5	l		
<i>Pinus rigida</i>										0					0	0						0	0		0								6	MM	1	5	e		
<i>Salix gracilistyla</i>										0					0	0								0	0		0						6	M	1	5	e		
<i>Lysimachia clethroides</i>						0	0	0	0							0																	5	Th	1	5	e		
<i>Arthraxon hispidus</i>											0				0	0	0	0															0	5	Ch	1	3	P	

Table 3. Continued.

Species	Investigated areas																																Fre. of Appear	Life form					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		Df	D	R	G		
<i>Phytolacca americana</i>												0					0	0																5	Th	1	5	e	
<i>Indigofera kirilowii</i>												0		0	0											0								5	Ch	1	5	e	
<i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i>	0														0										0			0						4	Ch	1	3	t	
<i>Equisetum arvense</i>						0			0		0															0								4	H	1	3	e	
<i>Persicaria hydropiper</i>																0	0			0	0													4	H	1	3	p	
<i>Lespedeza maximowiczii</i>																		0	0	0	0													4	N	1	5	b	
<i>Syrax japonica</i>	0								0										0															3	M	4	5	e	
<i>Albizia julibrissin</i>	0			0														0																3	M	3	5	e	
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i>							0														0	0												3	Th	1	5	e	
<i>Rosa multiflora</i>							0		0	0																									3	N	2	5	b
<i>Rhus trichocarpa</i>																			0							0	0								3	M	2	5	e
<i>Sonchus oleraceus</i>	0			0																															2	Thw	1	5	e
<i>Humulus japonicus</i>							0		0																										2	Ch	1	5	l
<i>Quercus aliena</i>											0										0														2	MM	4	5	e
<i>Quercus serrata</i>								0																											2	MM	4	5	e
<i>Dactylis glomerata</i>																							0	0											2	Ch	1	3	t
<i>Artemisia montana</i>																							0	0											2	H	1	3	e
<i>Achyranthes japonica</i>																																			2	H	1	5	e
<i>Stellaria media</i>																																			2	Thw	1	5	b
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>																																			2	N	2	5	l
<i>Zoysia japonica</i>																																			2	Ch	1	2	p
<i>Lespedeza pilosa</i>								0				0																							2	Ch	1	5	p
<i>Optismenus undulatifolius</i>																																			2	Ch	2	3	p
<i>Persicaria perfoliata</i>																																			2	Th	2	5	l
<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>																																			2	Ch	1	3	t
<i>Metaplexis japonica</i>																																			2	H	1	5	l
<i>Astragalus sinicus</i>				0																															1	Thw	3	5	p
<i>Gnaphalium japonicum</i>						0																													1	H	1	5	e
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>								0																											1	Th	1	5	e
<i>Picris hieracioides</i> var. <i>glabrescens</i>										0																									1	Thw	1	5	e
<i>Salix glandulosa</i>											0																								1	MM	1	5	b
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>											0																								1	H	1	3	e
<i>Mosla punctulata</i>											0																								1	Th	1	5	e
<i>Aster scaber</i>											0																								1	H	1	5	ps
<i>Rumex acetocella</i>												0																							1	Ch	1	5	ps
<i>Phragmites japonica</i>																	0																		1	Ch	1	1	e
<i>Rhynchosia volubilis</i>																	0																		1	Th	3	5	e

Table 3. Continued.

Species	Investigated areas																																Fre. of Appear	Life form							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		Df ²	D	R	G				
<i>Pseudoraphis kishida</i>																	0																	1	Ch	1	2	p			
<i>Castanea crenata</i>																	0																	1	MM	4	5	e			
<i>Aralia elata</i>																	0																	1	N	1	3	e			
<i>Rubus corchorifolius</i>																				0														1	N	2	5	l			
<i>Stephanandra incisa</i>																				0														1	N	2	5	b			
<i>Rubus parvifolius</i>																				0															1	N	2	5	l		
<i>Sophora flavescens</i>																									0										1	H	3	5	e		
<i>Amphicarpaea edgeworthii</i> var. <i>trisperma</i>																									0										1	Th	3	5	e		
<i>Rhus chinensis</i>																									0										1	N	2	5	e		
<i>Ilex chinensis</i> var. <i>strigosa</i>																									0										1	H	1	3	p		
<i>Dioscorea tokoro</i>																									0										1	Ch	1	5	l		
<i>Viola mandshurica</i>																									0										1	H	3	5	e		
<i>Dioscorea tenuipes</i>																										0										1	Ch	1	5	l	
<i>Hemistepta lyrata</i>																										0										1	H	1	5	e	
<i>Plantago asiatica</i>																										0										1	H	1	5	e	
<i>Tulipa edulis</i>																																				1	G	4	5	e	
<i>Quercus acutissima</i>																																					1	MM	4	5	e
<i>Aster cilicosus</i>																																					1	H	1	3	e
No. of species	9	13	2	14	16	16	15	11	25	24	25	21	13	5	22	18	23	31	3	11	37	34	4	6	37	31	3	15	25	3	5	19									

²Df : Dormancy form, D : Diseminule form, R : Radicoid form, G : Growth form.

경도를 가지는 것으로 조사되었다(小橋澄治 等, 1992).

2. 식물상

훼손지 비탈면의 주변에서 양호한 생장을 보이고 있는 상층부의 식물은 곱솔림, 리기다소나무림, 밤나무림, 사방오리림, 낙엽활엽수 혼효림 등이었다.

1) 식물상

조사 지역에 분포하는 관속식물은 표 3과 같다. 조사지역에 따라 2~37종이 분포하였으며, 총 88종의 식물이 비탈면에 침입하는 것으로 조사되었다. 이 중 1년생 및 2년생 식물이 21종, 다년생 식물이 35종, 목본 식물이 32종으로 분석되었다.

상재도가 가장 높은 식물은 사방오리로 27개

지역에 분포하였으며, 다음으로 새, 억새, 망초, 쭉, 달맞이꽃, 썸바귀, 왕고들빼기, 싸리, 고들빼기, 현사시나무 순이었다. 칩, 개망초, 바랭이, 좁깨잎나무, 소나무, 산딸기, 미국가막사리, 곱솔, 비수리, 물오리나무, 매듭풀 등도 상재도 30% 이상의 식물로 조사되었다.

상재도 50% 이상의 침입식물 중 목본은 사방오리, 싸리, 현사시나무로 이들 식물은 대규모 급경사 비탈면의 식생침입에 타 수종들보다 유리한 식물로 조사되었고, 초본은 벼과식물(억새, 새), 국화과식물(쭉, 썸바귀, 왕고들빼기, 고들빼기 등)과 달맞이꽃이 유리한 식물로 조사되었다.

2) 생활형 조성

표 3에 근거하여 생활형 분석을 한 결과는 표 4와 같다.

Table 4. The composition of biological types in investigated area.

	Dormancy form							
	MM ^z	M	N	Ch	H	G	Th	Thw
%	13.63	5.68	17.05	20.46	18.18	1.14	15.91	7.95
	Diseminule form				Radicoid form			
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	R ₁	R ₂	R ₃	R ₅
%	67.05	13.64	10.23	9.09	1.14	2.27	20.45	76.14
	Growth form						Biological type	
	e	ps	p	b	t	l	Ch-D ₁ -R ₅ -e	
%	51.14	5.68	9.09	12.5	7.95	13.64		

^z MM : Mega- and mesophanerophyte, M : Microphanerophyte, N : Nanophanerophyte, Ch : Chamaephyte, H : Hemicyptophyte, G : Geophyte, Th : Therophyte(summer annual), Thw : Therophyte(winter annual), D₁ : Disseminated widely by wind and water, D₂ : Disseminated attaching with or eaten by animals and man, D₃ : Disseminated by mechanical proulsion of dehiscence of fruits, D₄ : Having no special modification for dissemination, R₁ : Widest extent of rhizomatous growth, R₂ : Moderate extent, R₃ : Narrowest extent, R₅ : Non-clonal growth monophyte, e : Erect form, ps : Pseudo-rosette form, p : Procumbent form, b : Branched form, t : Tussock form, l : Climbing or liane form.

생활형 분석 결과 휴면형은 지표식물(Ch)이 20.46%로 가장 많았고, 이어서 반지중식물(H)이 18.18%로 나타났다. 교목, 아교목, 관목 등 목본이 36.36%였고, 초본은 63.64%였으며, 이 중 1년생 및 2년생 식물이 23.86%로 다소 높은 비율을 차지하는 것으로 조사되어 정착에 어려움이 있는 것으로 조사되었다. 산포기관형은 풍수산포(D₁)가 67.05%로 높은 비중을 차지하는 것으로 조사되었으며, 특히 상재도 50%이상의 식물 중 달맞이꽃을 제외하고는 모두 풍수산포의 산포기관형을 갖는 것으로 조사되었다. 이는 대규모의 비탈과 경사로 인해 다른 방법에 의해서는 산포되기 어려운 특징을 갖는다고 생각된다. 지하기관형은 단위식물(R₅)이 76.14%로 각각의 개체가 분포하는 체계를 이루며, 생육형은 직립형(e)이 51.14%로 가장 많이 분포하였고, 덩굴

식물(l)도 13.64%로 다양한 종이 분포하는 것으로 조사되었다. 따라서 전 조사지의 생활형 분석결과 Biological type은 Ch-D₁-R₅-e로 분석되었다.

3. 식생

1) 식물피복도

(1) 경과년수

비탈면 조성 후 1년에서 13년이 경과한 조사지 비탈면에 활착·생육하고 있는 식물을 조사하여 평균 식물피복도를 구한 결과는 Table 5와 같다.

비탈면 조성 후 1년째 비탈면에서는 1~3종이 침입하여 평균 1.17%의 피복을 보였으며, 2년째 18.47%, 6년째 42.44%, 8년째 56.67%, 10년째 69.17%로 연도가 지남에 따라 일반적으로 증가하는 것으로 조사되었다. 그러나 7년째 6.44%,

Table 5. Change of plant coverage by elapsed years after slopes construction.

Elapsed year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Coverage (%)	1.17	18.47		32.67		42.44	6.44	56.67	37.00	69.17	6.33		48.33

11년째 6.33%의 피복을 보였으며, 이는 비탈면에 따른 길이, 경사, 토성 및 암석유무 등이 식물 침입과 비탈면 피복에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

또한 비탈 조성 후 1년째는 침입한 종자가 발아하여 겨우 생육하는 정도였고, 채석지의 경우는 조사되지 않은 곳이 많았다. 2년째와 4년째는 주로 1년생 식물이 침입하여 가을 이후에 고사하고, 이듬해 새로운 종자가 침입 생육한 것으로 조사되었으며, 6년째 이후에는 피복도가 높아짐으로 다년생 식물 및 목본 식물이 점차 정착한 것으로 나타났다.

新谷(1984)은 임도비탈면의 식생회복에서 경과년수와 비탈면길이를 통해 절토비탈면의 길이가 8m 이내이면 10년에 피복율이 거의 100%에 달한다고 보고하였고, 박문수(2002)는 임도개설 후 1년째 임도에서는 평균 4.2%, 2년째는 13%, 9년째에 86.5%의 피복을 보여 연도가 지남에 따라 꾸준히 증가한다고 하였다.

임도비탈면과 차이를 보인 것은 비탈면의 길이와 경사에서 큰 차이가 있고, 대규모 비탈면의

경우 암반이 차지하는 면적이 대단히 넓어 식물 생육 가능 공간 차이 때문으로 사료된다.

(2) 방향

비탈 방향에 따른 식물피복은 서향 85.56%(경과년수 : 9.3년), 동향 37.29%(경과년수 : 4.1년), 북향 24.76%(경과년수 : 4.4년), 남향 9.67%(경과년수 : 7년) 순으로 나타났다. 남향은 비탈 조성 후 경과년수가 오래 되었음에도 낮은 피복을 보인 것은 일조량이 많아 건조하여 종자 발아 및 생육이 어렵고, 비탈경사가 남향은 64.8°로 타 방향의 비탈경사 47~53.1° 보다 높았기 때문으로 여겨진다. 따라서 대규모 비탈면의 식물 피복은 비탈 방향뿐만 아니라 생육기반 조건, 비탈경사, 암반 등 여러 인자의 영향을 받을 것으로 생각된다.

2) 우점식물

식생조사 결과 32개 조사지역 96개의 조사구 중 88개의 조사구에 식물이 분포하였으며, 59종의 식물이 조사되었다. 주요 우점식물은 Table 6

Table 6. Importance species and importance value in large-scale cutting slopes.

Species	Korean name	RD ^z	RF	RC	IV
<i>Alnus firma</i>	사방오리	9.72	16.67	68.06	94.45
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	쑥	14.25	5.46	2.51	22.22
<i>Erigeron cancdensis</i>	망 초	10.53	7.76	2.62	20.91
<i>Miscanthus sinensi</i> var. <i>purpurascens</i>	억 새	9.39	6.03	2.35	17.77
<i>Arundinella hirta</i>	새	8.63	3.74	3.11	15.48
<i>Lactuca raddeana</i>	산쑥바귀	4.39	5.75	1.01	11.15
<i>Oenothera odorata</i>	달맞이꽃	1.91	4.02	0.86	6.79
<i>Boehmeria spicata</i>	좁깨잎나무	2.19	2.87	1.58	6.64
<i>Kummerowia striata</i>	매 둥 풀	3.67	2.30	0.27	6.24
<i>Artemisia montana</i>	산 쑥	4.05	1.15	0.96	6.16
<i>Youngia sonchifolia</i>	고들빼기	2.76	2.58	0.56	5.90
<i>Pinus thunbergii</i>	곰 솔	0.81	3.45	1.51	5.77
<i>Pinus densiflora</i>	소 나무	0.86	3.45	1.41	5.72
<i>Lespedeza cuneata</i>	비 수 리	2.29	2.58	0.84	5.71
<i>Erigeron annuus</i>	개 망 초	1.81	2.58	0.61	5.00
<i>Lespedeza bicolor</i>	싸 리	0.95	2.58	0.88	4.41
<i>Digitaria sanguinalis</i>	바 랑 이	3.29	0.86	0.07	4.22

Table 6. Continued.

Species	Korean name	RD ^z	RF	RC	IV
<i>Achyranthes japonica</i>	쇠 무 료	2.19	1.15	0.64	3.98
<i>Populus albaglandulosa</i>	현사시나무	0.52	2.01	1.39	3.92
<i>Cymbopogo tortilis</i> var. <i>goeringii</i>	개 솔 새	1.95	1.43	0.47	3.85
<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	왕고들빼기	1.34	2.01	0.25	3.60
<i>Pueraria thunbergiana</i>	췌	0.52	1.72	1.20	3.44
<i>Dactylis glomerata</i>	오 리 새	1.38	0.86	1.08	3.32
<i>Stellaria media</i>	별 꽃	1.24	0.86	0.26	2.36
<i>Mosla punctulata</i>	들 깨 풀	0.81	1.15	0.38	2.34
<i>Persicaria hydropiper</i>	여 꺾	0.86	0.86	0.18	1.90
<i>Picris hieracioides</i> var. <i>glabrescens</i>	쇠서나물	0.52	1.15	0.23	1.90
<i>Bidens frondosa</i>	미국가막사리	0.57	0.86	0.28	1.71
<i>Arthraxon hispidus</i>	조 개 풀	0.95	0.57	0.15	1.67
<i>Lysimachia clethroides</i>	큰까치수영	0.38	0.86	0.29	1.53
<i>Stephanandra incisa</i>	국수나무	0.57	0.29	0.58	1.44
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	아까시나무	0.14	0.57	0.70	1.41
<i>Phytolacca americana</i>	미국자리공	0.19	0.86	0.29	1.34
<i>Rubus crataegifolius</i>	산 딸 기	0.24	0.86	0.23	1.33
<i>Pinus rigida</i>	리기다소나무	0.19	0.86	0.25	1.30
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	담쟁이덩굴	0.38	0.57	0.23	1.18
<i>Pseudoraphis kishiba</i>	물 잔 디	0.72	0.29	0.15	1.16
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	주름조개풀	0.71	0.29	0.12	1.12
<i>Equisetum arvense</i>	쇠 뜨 기	0.38	0.29	0.06	0.73
<i>Paulownia coreana</i>	오동나무	0.05	0.29	0.35	0.69
<i>Festuca ovina</i>	김 의 털	0.24	0.29	0.06	0.59
<i>Rubus corchorifolius</i>	수리딸기	0.14	0.29	0.15	0.58
<i>Salix glandulosa</i>	왕 버 들	0.05	0.29	0.23	0.57
<i>Commelina communis</i>	닭의장풀	0.19	0.29	0.06	0.54
<i>Smilax china</i>	청미래덩굴	0.14	0.29	0.06	0.49
<i>Aster scaber</i>	참 취	0.14	0.29	0.03	0.46
<i>Cocculus trilobus</i>	맹맹이덩굴	0.10	0.29	0.06	0.45
<i>Clematis apiifolia</i>	사위질빵	0.10	0.29	0.03	0.42
<i>Hemistepta lyrata</i>	지 칭 개	0.10	0.29	0.03	0.42
<i>Alnus hirsuta</i>	물오리나무	0.05	0.29	0.06	0.40
<i>Quercus aliena</i>	갈참나무	0.05	0.29	0.06	0.40
<i>Sophora flavescens</i>	고 삼	0.05	0.29	0.03	0.37
<i>Amphicarpaea edgeworthii</i> var. <i>trisperma</i>	새 콩	0.05	0.29	0.03	0.37
<i>Rubus parvifolius</i>	멍석딸기	0.05	0.29	0.03	0.37
<i>Dioscorea tenuipes</i>	각 시 마	0.05	0.29	0.03	0.37
<i>Quercus serrata</i>	졸참나무	0.05	0.29	0.03	0.37
<i>Indigofera kirilowii</i>	땅비싸리	0.05	0.29	0.03	0.37
<i>Gnaphalium japonicum</i>	풀솨나물	0.05	0.29	0.01	0.35
<i>Tulipa edulis</i>	산 자 고	0.05	0.29	0.01	0.35
		100.00	100.00	100.00	300.00

^zRD : Relative Density, RF : Relative Frequency, RC : Relative Coverage, IV : Importance Value.

과 같다.

주요 우점식물은 사방오리(IV : 94.45), 쭉(IV : 22.22), 망초(IV : 20.91), 억새(IV : 17.77), 새(IV : 15.48), 산쭉바귀(IV : 11.15), 달맞이꽃(IV : 6.79), 쯤깨잎나무(IV : 6.64), 매듭풀(IV : 6.24), 산쭉(IV : 6.16) 등의 순으로 나타났다. 이 중 밀도가 높은 순위는 쭉, 망초, 사방오리, 억새, 새 순이었고, 피도가 높은 식물은 사방오리가 68%를 차지하였으며, 다음으로 새, 망초, 쭉, 억새 순이었다.

목본의 경우 교목류는 사방오리, 곰솔, 소나무, 현사시나무 등이, 관목류로는 쯤깨잎나무, 싸리, 칩 등이 우점수종으로 조사되었으며, 이들 수종은 세립종자이고, 풍수산포에 의해 쉽게 산포되는 수종들로 조사지역의 주변에 양호한 생장을 보이는 수종이었다.

전남지역 임도의 절토비탈면에서 우점도가 높은 식물은 새, 억새, 소나무, 쭉, 쇠서나물, 사방오리, 들깨풀, 망초 등이었으며(박문수, 1997), 본 조사와 차이를 보이는 것은 대규모 비탈면에서는 사방오리가 차지하는 비중이 높다는 것과 수종의 순위, 쇠서나물, 들깨풀 등이 차이를 보였다.

이는 대규모 비탈 조성지는 임도비탈면에 비해 비탈길이 길고, 비탈폭이 넓어 조사구에 따라서는 100m 이상의 지점에서 비산하여 분포하여야 하고, 대 면적으로 인한 건조, 급경사, 암반 등으로 생육 환경이 열악하여 우점도가 낮은 식물 및 조사되지 않은 식물은 침입하기 어려운 것으로 나타났다. 따라서 이러한 우점식물 위주의 파종 및 식재가 방치된 비탈면의 녹화 시간단축 및 경관회복에 크게 기여하리라 생각된다.

IV. 결 론

대규모 절토비탈면의 식물 침입과정과 녹화 식물개발을 위해 비탈 조성 후 1~13년이 경과한 32개의 비탈면을 조사한 결과는 다음과 같다.

비탈면의 입지환경은 길이, 폭, 넓이의 규모가 크고, 평균 53.28°의 급경사를 이루며, 토양경도는 평균 23.55mm/cm²로 식물의 근계발달이 곤란한 입지환경을 가지는 것으로 조사되었다.

식물상은 조사지역에 따라 2~37종이 분포하여 총 88종의 식물이 비탈면에 침입하는 것으로 조사되었다. 이 중 1년생 및 2년생 식물이 21종, 다년생 식물이 35종, 목본 식물이 32종으로 분석되었다.

출현빈도가 가장 높은 식물은 사방오리, 새, 억새, 망초, 쭉, 달맞이꽃, 썸바귀, 왕고들빼기, 싸리, 고들빼기, 현사시나무 순이었다.

조사된 관속식물의 생활형 분석결과 Biological type은 Ch-D₁-R₅-e로 나타났다.

침입한 식물의 피복도 변화는 조성 후 1년째는 평균 1.17%, 2년째 18.47%, 6년째 42.44%, 8년째 56.67%, 10년째 69.17%로 연도가 지남에 따라 일반적으로 증가하는 것으로 조사되었다.

우점식물은 사방오리(IV : 94.45), 쭉(IV : 22.22), 망초(IV : 20.91), 억새(IV : 17.77), 새(IV : 15.48), 산쭉바귀(IV : 11.15), 달맞이꽃(IV : 6.79), 쯤깨잎나무(IV : 6.64), 매듭풀(IV : 6.24), 산쭉(IV : 6.16) 등의 순으로 조사되었다. 특히 사방오리는 피도가 68%를 차지하는 식물로 비탈면 피복효과가 높은 식물로 조사되었다.

대규모 절토비탈면의 입지환경은 종자 정착 및 발아가 어렵고, 근계발달이 어려워 일반 식물은 생육이 곤란하다. 따라서 상재도 및 우점도가 높은 식물위주의 녹화시행이 비탈면 녹화시간 단축 및 경관회복을 조속하게 할 수 있을 것으로 생각된다.

인 용 문 헌

- 박문수. 1996. 도로구조 및 산림환경인자가 임도 비탈면의 식생침입과 토양침식에 미치는 영향. 경상대학교 대학원 박사학위 논문.
- 박문수. 1997. 임도 절토비탈면의 식생침입과 식

- 물피복도에 미치는 인자들의 영향. 농업과 학 연구 11 : 17-27.
- 박문수. 2002. 임도 절토비탈면의 우점식물과 식물피복에 미치는 인자들의 영향 -전라북도를 대상으로-. 환경복원녹화 5(1) : 19-27.
- 이준우 · 김선희 · 김용환 · 박문수 · 박재현 · 서재철 · 서호석 · 차두송. 2005. 대규모 산지훼손 지 실태조사, 원인분석 및 지속가능한 산지보전을 위한 모니터링 방안. 한국산지보전 협회 보고서.
- 이영로. 2003. 원색한국식물도감. 서울 : 교학사.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 서울 : 향문사.
- 정남철 · 안기완 · 김상오 · 정세명 · 정일신 · 정현미 · 강민지 · 김자환 · 오광인. 2005. 호남지역 산지훼손실태와 훼손지의 생태복원을 위한 기술적 · 제도적 개선방안. 한국임학회 학술연구발표논문집 pp. 152-154.
- 生態學實習書懇談會編. 1980. 生態學實習書. 東京 : 朝倉書店.
- 小橋藤治 · 村井 宏 · 龜山 章. 1992. 環境綠化工學. 東京 : 朝倉書店.
- 新谷 融 · 勝呂博之 · 失島宗 · 橋田欣一. 1980. 綠化工施工道路法面における植生回復に關する 研究. 北海道大學農學部 演習林研究報告 38 : 1-30.
- 新谷 融. 1984. 林道法面の植生回復. 林業技術 506 : 17-20.
- Raunkiaer, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford. www.kma.go.kr

接受 2005年 6月 17日