

## 도로비탈면의 환경인자를 고려한 식생구조분석에 관한 연구

전 기 성<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 한국도로공사 도로교통기술원

### A Study on the Revegetation Structural Analysis for Environment Factor of Road Slope

**Jeon, Gi-Seong<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Korea Highway Corporation, Highway & Transportation Technology Institute.

#### ABSTRACT

This study was carried out from January 1998 to December 1999 to report the revegetation of cutting-rock slopes and a design standard in the highway cut-slopes. The field data was collected from the 67 sites cutting-rock slopes of highways, local roads, and field test.

As the result of analyze, cutting-rock slopes revegetation measures were 16 types. There were Vine planting(3 types), Hydroseeding measures with seed-fertilizer-soil materials(5 types), Vegetaion-base spraying measures(5 types), and Stability measures(3 types).

The factors affecting the plant coverage rates of cutting-rock slopes were the slope gradient, the slope width and direction. The plant coverage rate decreases in the condition of steep slope and long slope width and length(height). In addition, the plant coverage rates of the westward and southward were lower than that of the northward and eastward.

Most dominant species were *Zoysia japonica*, *Lespedeza cyrtobotrya*, *Lespedeza cuneata*, *Rubus crataegifolius*, *Miscanthus sinensis*, *Arrundinella hirta*, *Themeda triandra*, and *Oenothera odorata*. Exotic species were *Eragrostis curvula*(Weeping lovegrass), *Dactylis glomerata*(Orchardgrass), *Lolium perenne*(Perennial ryegrass), and *Festuca arundinacea*(Tall fescue).

It is recommended to adjust the proposed factor as environment, topsoil, classification of rock, field condition and characteristic related with revegetation measures on slopes for the presentation of revegetation standard.

Key Words : *Cutting-rock slope*, *Revegetation measures*, *Plant coverage*.

## I. 서론

환경복원이란 각종 유형의 토목공사 및 개발 행위와 때로는 자연현상 등에 의하여 훼손된 그린(green)을 인간의 노력으로 재생·복원·녹화하는 일로서 때로는 식물의 성장이 불가능할 정도의 열악한 입지환경조건을 적극적으로 개선하여 그린을 창출하는 일을 총칭하여 환경복원 또는 녹화라 한다(우보명, 2003).

일반적으로 도로의 암절토부는 급경사지가 많고, 여름철 집중호우시나 태풍시에는 낙석·낙반의 위험과 함께 붕괴의 위험을 가지고 있는 비탈면으로서 비탈면 안정과 동시에 조속히 녹화하여 환경복원을 도모하는 것이 도로의 안전주행을 위해서는 필수적이다. 특히, 최근에 자가 운전자의 급격한 상승과 더불어 자동차의 이용은 현대생활에서 필요불가결한 수단이 되었으며, 이와 더불어 도로의 이용은 현대 국민에게 일상생활의 하나로 자리 잡은지 오래되었다. 그러나 도로 암절토부의 복구방법은 이러한 이용자의 증가에도 불구하고 획기적인 녹화방법의 기준, 지침 등의 개발이 되지 않고 있고, 과거에 이용되었던 공법이나 신기술로 지정된 공법을 모방하는 단계에 있어 이에 대한 바람직한 녹화방법의 기준이 필요한 시기이다(한국토지개발공사, 1987; 우보명 등, 1997; 한국도로공사, 1998).

우리나라에서 시공되고 있는 암반녹화공법은 녹생토암절개면보호식재공(녹생토), 법면녹화배토습식공법(ASNA공법) 등이 있고, 이외에 많이 시공되고 있는 공법이 원지반식생정착공법

(CODRA), 자연표토복원공법 등 몇 가지 공법에 불과한 실정이며, 대부분 외국의 녹화공법에서 기초한 공법으로 각 공법의 특성과 시공방법은 차이가 있다(한국도로공사, 1995; 1997).

도로 암절토부의 녹화를 위해서는 암절토부에 대한 암중, 균열정도 등의 암반특성을 이해하는 것이 중요하며, 우리나라는 대부분이 화강편마암계통의 암반으로서 경암이 주로 분포하고 있어 녹화공법의 시공이나 시공후의 사후관리에 비교적 적은 노력을 투자하고 있는 것이 사실이다(平野, 1991; 한국도로공사, 1995). 그리고, 녹화공법이 시공된 비탈면이라도 개설년도가 오래되고, 녹화식생이 회색으로 변하거나, 배양토만 노출된 채로 남아 있는 비탈면도 있어 암절토부의 녹화방법에 대한 학술적이고도 실용적인 연구가 수행되어야 할 것이다(이재필, 1995; 장용배, 1994).

따라서 이 연구는 기 시공된 도로 암절토부에 대해서 관련공법, 피복도, 식생현황 등을 현장조사하여 얻은 자료를 기초로 하여 환경인자를 고려한 식생구조 분석을 하여 암절토부의 보호·녹화기준의 기초자료를 정립하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 조사 방법

#### 1) 문헌조사

국내외의 수집된 연구논문과 보고서 및 소개책자 등을 수집·분석하여 암절토부 녹화공법별 특징, 시공방법, 녹화효과 등의 기초자료를 이용하여 우리나라에서 활용가능성과 적용성에

<표 1> 환경인자별 식생현황의 조사 목록.

분 류	조사 항목	비 고	
환경인자조사	입지인자조사	경과년수, 토양산도, 토양습도, 비탈면 경사도, 비탈면 너비, 비탈면 길이, 비탈면 방위, 점검로 유무	
	암반특성조사	지질, 암반특성, 암중	
식생현황조사	녹화식생조사	개체수, 피복도, 우점종	
	침입식생조사	주변임상, 피복도, 우점종, 개체수	
녹화공법조사	녹화공법의 특징, 타당성, 시공년수		

대해 검토하고, 현장조사를 위한 기초자료로 활용하였다.

2) 현장조사

현장조사는 고속도로 8개노선, 지방도 3개노선을 비롯하여 총 11개 노선에서 노선과 지역 특성을 고려하여 67개소의 암절토부를 대상지로 하여 조사를 수행하였다.

현장조사는 벨트트랜젝트법을 이용하여 비탈면에 9개의 조사구, 주변 산림인접부에 3개소의 조사구를 설치하여 비탈면 경과년수, 방위, 경사도, 너비 등의 입지인자조사와 피복도, 수종 및 초종, 개체수 등을 조사하였다(김남춘, 1990; 1991). 또한 녹화공법 종류, 공법특징 등을 조사하였다.

조사는 1998년 4월부터 시작하였으며, 2차년도에는 기 조사지를 확인 조사하여 비탈면의 상태를 점검하였다.

2. 분석 방법

1) 환경인자분석

경과년수, 토양산도, 토양습도, 비탈면 경사도(°), 비탈면 너비(m), 비탈면 길이(m), 비탈면 방위(°) 등의 입지인자를 SAS통계패키지를 이용하여 상관분석을 하였다(한국도로공사, 1995; 1997).

2) 식생현황분석

녹화공법에 이용된 식생의 종류와 생육상태, 주변에서 자연식생의 침입상태 등을 조사한 자료를 이용하여 분석하였다.

(1) 피복도 분석

피복도는 대상비탈면의 녹화효과를 달성할 수 있는지 없는지를 결정하는 중요한 결정인자

이므로 대상비탈면에 임의의 조사구(2×2m)를 9개소 정하고 조사구내 식생의 피복도를 구하여 분석하였다.

(2) 중요도 및 종다양성 분석

훼손지 또는 비탈면에서 재래종과 외래종의 혼생하는 지역의 식생분석은 일반적으로 Crutis & Mcintosh(1951)방법을 많이 사용하는데 식생 조사의 결과로 얻은 자료를 이용하여 상대우점치(중요도 · I.V. : Importance Value)를 식물종별로 산출하였다(한국도로공사, 1995; 1997)(식 1).

또한, 각 조사 표본지구에서 중요도가 높은 식물종을 우점종으로 산출하였다.

종다양도는 각 조사구의 종구성 상태를 나타내는 척도로서 Shannon(1963)의 종다양도지수(H')를 산정하였다(식 2).

각 조사구에서 종다양도의 최대가능치인 최대종다양도(H'max)는 H'max=log<sub>s</sub>(s는 종수)식으로 구하고, 상대적 종다양도인 균제도(Evenness ; J')는 J'=H'/H'max식으로 산정하였다. 또한 각 조사구의 우점도(Dominance ; D)는 D=1-J'(Whittaker, 1965)식으로 계산하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 암절토부 녹화공법현황

공법유형별 조사대상지를 조사위치별로 구분해보면 경부선이 1개소, 중부선이 9개소, 중앙선 7개소, 서울외곽순환선 11개소, 영동선 14개소, 동해선 4개소, 제2경인선 8개소, 구마선 1개소, 용인지방도 6개소, 원주지방도 5개소, 대구지방도 2개소를 조사하였다.

우리나라의 도로 암절토부 녹화에 시공된 공법의 유형은 16개로 분류할 수 있다(한국도로공사, 1995). 공법의 유형은 덩굴식물식재가 3유

$$I.V. = \frac{\text{상대밀도(RD)} + \text{상대피도(RC)} + \text{상대빈도(RF)}}{3} \dots\dots\dots(\text{식 1})$$

$$\text{종다양도(Species Diversity : H')} = -\sum(n_i/N)(\log n_i/N) \dots\dots\dots(\text{식 2})$$

(N : 한 조사구내 총개체수, n<sub>i</sub> : 한 조사구내 어떤 한 종의 개체수)

형, 암반취부녹화공법이 5유형, 기반재뿔어붙이가 5유형, 안정공법이 3유형으로 분석되었다.

각 공법별로는 덩굴식물식재공법이 14개소, 녹생토가 13개소, 원지반식생정착공법이 9개소, 자연표토복원공법이 7개소 등으로 총 조사개소는 67개소이었다.

공법 중 가장 많이 조사된 공법은 덩굴식물식재공법으로 이 공법은 경암비탈면에 주로 시공되고 있었으며, 피복속도가 느리고 녹화에 장기간이 소요되는 단점이 있는 공법이다(한국도로공사, 1995; 1997).

두껍게 암반사면을 취부하여 부착하는 공법인 암반취부녹화공법은 녹생토공법, 자연표토복원공법, PEC공법, Texsol공법, 녹생토+Net 등이 주로 시공되었다.

식생기반재를 취부하는 기반재뿔어붙이기공법은 원지반식생정착공법, NGR공법, Seedspray공법, 그물망·카페트공법(Green fix), Net+Seedspray 등이 시공되었다(한국토지개발공사, 1987).

안정공법에는 철망+와이어로프, 슛크리트공법, 슛크리트+철망+와이어로프 등이 있는 것으로 조사되었다.

2. 환경인자별 상관분석

도로 암절토부의 주변환경인자인 비탈면 경사도, 비탈면 방위, 비탈면 길이 등의 환경인자를 이용하여 <표 3>과 같이 상관분석을 실시하였다.

상관분석에서 비탈면 방위는 4개방위(동, 서, 남, 북)로, 배수로는 양호, 중간, 불량 등으로 더미변수로 처리하여 분석하였다.

<표 3>에서와 같이 상관분석 결과, 도로 절토비탈면의 식생피복도에 영향을 주는 인자는 비탈면 피복도와 배수상태는 부(-)의 상관을 나타내고 있으며, 비탈면경사도, 길이, 너비 등의 인자도 부의 상관을 나타내었다. 또한, 식생피복도와 상관이 높은 비탈면경관에 영향을 미치는 인자는 비탈면 경사도, 비탈면 길이, 비탈면 너비,

<표 2> 조사위치별 보호·녹화공법 분류.

공 법	위 치	위 치										
		경부선	중부선	중앙선	순환선	영동선	동해선	제2경인	구마선	용인	원주	대구
덩굴식물식재공법	덩굴식물식재공법		3		1	8		2				
	철망+와이어+등나무				4		2					
	Net+담쟁이				1							
암반취부녹화공법	녹생토공법		5	3	1			1	1			2
	자연표토복원공법							1		6		
	PEC공법							1				
	TEXSOL공법			1								
	녹생토+ Net				1	2						
기반재뿔어붙이기공법	CODRA공법	1		2				1			5	
	NGR공법							1				
	Seedspray공법		1									
	그물망·카페트				2							
	Net + Seedspray				1			1				
안정공법	철망+와이어로프			1		4						
	슛크리트공법							1				
	슛크+철망+와이어							1				
합 계		1	9	7	11	14	4	8	1	6	5	2

※ 용인, 원주, 대구는 지방도임.

<표 3> 도로비탈면의 환경인자 상관분석.

	경사도	방 위	너 비	길 이	경과년수	산 도	습 도	배수로	피복도	공 법
경사도	1.0000									
방 위	0.0661	1.0000								
너 비	0.1713	0.1926	1.0000							
길 이	0.1522	0.2600	0.3490	1.0000						
경과년수	0.3152	-0.1438	-0.0753	-0.0907	1.0000					
토양산도	0.0219	0.0898	-0.3004	-0.0149	0.1989	1.0000				
토양습도	-0.0655	-0.2061	0.1186	-0.1223	-0.1738	-0.6799	1.0000			
배수로	0.3706	0.0773	0.1232	0.1321	0.1669	-0.2091	-0.0708	1.0000		
피복도	-0.4233**	-0.0937*	-0.2242*	-0.0210*	-0.1929*	0.0149	0.0572	-0.1873	1.0000	
공 법	0.2698	-0.0264	0.3458	-0.0313	0.2871	-0.2235	0.2582	0.1974	-0.6769	1.0000

※ Significance : \*(90 ≤ x < 95), \*\*(95 ≤ x < 99)

경과년수, 방위로 나타났다. 특히 비탈면 방위와 길이는 상관계수값이 너무 낮으나 선행연구결과(한국도로공사, 1995; 1997)를 검토하여 볼 때 통계적 유의성은 있어 방위와 길이도 피복도에 영향을 주는 요인으로 분석되었다. 또한, 방위는 토양습도와 상관관계가 높는데 토양습도는 식생피복도와 상관이 없는 것으로 분석되었으나 토양습도와 공법은 높은 상관관계에 기인하여 피복도가 영향을 받는 것으로 분석되었다.

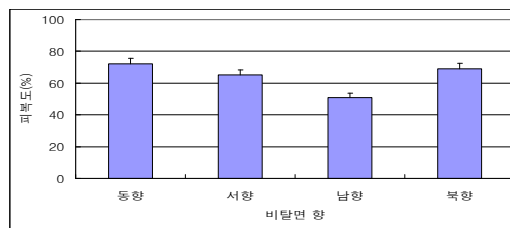
일반적으로 토양습도는 습도가 높아질수록 피복도가 양호하며, 배수상태가 양호할수록 피복도가 양호한 것으로 조사되었다. 선행연구에 의하면, 적용된 공법이 다양할수록 경관이 좋고, 경사도가 급할수록 경관이 불량하며, 비탈면 길이와 너비가 클수록 경관은 악화된다고 보고한 바 있다(한국도로공사, 1997). 또한, 토양경도가 높아질수록, 암반이 차지하는 면적이 클수록 경관은 불량이진다고 보고된 바 있다(龜山, 1976; 1977; 1978; 龜山 等, 1983).

3. 환경인자별 식생현황

1) 방위와 식생피복도

조사대상 암절토부의 방위를 4가지 향(동향, 서향, 남향, 북향)으로 구분하여 식생피복도를 조사 분석한 결과는 <그림 1>과 같다.

이 조사에서는 비탈면 방위에 따른 식생피복도의 차이는 크게 두드러지지 않았으나 여름철의 집중호우로 전체적인 식생피복도는 높게 나



<그림 1> 비탈면 향에 따른 피복도 변화.

타났다. 상대적으로 남향과 서향의 식생피복도가 북, 동향의 식생피복도보다는 다소 낮은 것으로 보아, 방위에 의한 식생상태는 생육요건이 악조건일 경우 영향을 받은 것으로 보여지며, 지속적인 비배 및 유지관리가 필요할 것으로 판단되었다(김형기, 1994; 농사원시험국, 1961).

남향비탈의 식생이 태양별에 의해 건조되어 습도가 북향비탈보다 낮게 나타나 초종의 생육이 불량하거나 고사되는 경우가 많았다. 북향비탈의 경우 건조가 남향비탈에 비해 적어 식생생육이 비교적 양호하였으며 상관분석에서도 비탈방위에 따른 식생생육은 통계적으로 영향을 받는 것으로 분석되었다. 또한, 식생구조분석에서도 영향을 받고 있었고, 현지조사에서도 생육상태가 차이가 있어 비탈면 보호·녹화공법의 선정시 고려해야할 항목이었다(한국도로공사, 1995; 1997).

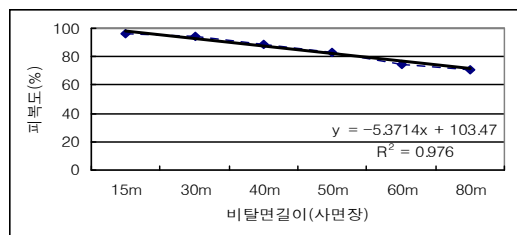
비탈방위에 따른 식생구조를 보면 주변 경계부와 비탈상부는 종다양도가 높게 분석되었고, 비탈 중부, 하부, 하단부로 종다양도가 점차 낮아지고 있었으며, 우점도는 높게 분석되었다.

<표 4> 비탈방위에 따른 식생구조.

위 치	방 위	종 다양도	최대종 다양도	균재도	우점도
주변 경계부	동향	0.7876	0.9767	0.8653	0.1422
	북향	0.8154	0.9672	0.7521	0.2484
	남향	0.7856	0.8721	0.8382	0.1732
	서향	0.8352	0.9541	0.8542	0.1674
비탈 상부	동향	0.7142	0.9742	0.7762	0.2393
	북향	0.7531	0.9961	0.7453	0.2722
	남향	0.7342	0.9458	0.7487	0.2553
	서향	0.7222	0.9485	0.7532	0.2571
비탈 중부	동향	0.7135	0.8632	0.7845	0.2354
	북향	0.6421	0.8576	0.7488	0.2424
	남향	0.6372	0.8363	0.7534	0.2681
	서향	0.6723	0.8841	0.7553	0.2426
비탈 하부	동향	0.6413	0.8562	0.7672	0.2457
	북향	0.6274	0.7521	0.7234	0.2836
	남향	0.7231	0.7911	0.7641	0.2467
	서향	0.6742	0.7891	0.7839	0.2532
비탈 하단부	동향	0.7842	0.8785	0.7673	0.2120
	북향	0.6257	0.8165	0.7511	0.2454
	남향	0.6535	0.8817	0.7872	0.2231
	서향	0.6771	0.7442	0.7833	0.2451

2) 길이(높이)와 식생피복도

도로 암절토부의 길이에 따른 식생피복도의 차이를 분석하였다. 암반비탈면을 크게 20m 이하, 21m~40m, 41m 이상으로 구분하여 분석한 결과 길이에 따라 식생의 피복은 영향을 받는 것으로 분석되었으며, 비탈면의 길이(높이)가 길수록 피복속도는 떨어지고 녹화하는데 소요 기간이 오래 걸리는 것으로 나타났다(한국도로공사, 1997). 이 조사에서 비탈면 길이와 피복도의 관계는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 비탈면 길이(높이)와 피복도의 관계.

절토부의 길이에 따른 식생피복도는 비탈면

의 길이가 길어질수록 식생생육에 의한 피복도는 저하되는 것으로 나타났다.

비탈면의 길이(높이)가 20m 미만의 비탈면에서는 식생피복도가 83%로 매우 높아 식생생육이 매우 왕성한 것으로 조사되었으며, 21m에서 40m 미만인 중간높이의 비탈면에서는 62%로 상대적으로 낮은 것으로 조사되었다. 또한, 41m 이상의 장대한 비탈면에서 식생피복도는 62%로 비교적 높게 나타나고 있었는데 이는 41m 이상의 장대한 암절토부일 경우에는 암반취부녹화 공법을 시공함으로써 식생에 의해 암절토부를 피복하고 있어 피복효과가 비교적 높은 것으로 나타났다(한국도로공사, 1995; 1997).

비탈길이 비교적 긴 41m 이상일 때, 종다양도가 높고 우점도가 낮아 종이 가장 다양하고 고르게 분포하고 있는 것으로 분석되었다. 또한 종다양도는 주변산림부에서 비탈면 중부와 하부로 내려오면서 점차 감소하였다. 우점도는 주변 산림부와 주변 경계부에서 낮게 나타나 이 지역은 주변 산림식생이 다양하게 서식하고 있는 것으로 분석되었다. 따라서 비탈면이 대형일수록 비탈면 주변에서부터 다양한 식생이 침입하여 보다 많은 종들이 정착하고 있다고 분석되었다(한국도로공사, 1997).

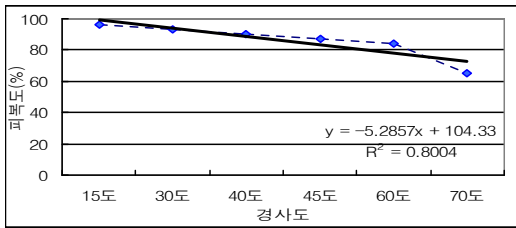
<표 5> 비탈길이(높이)에 따른 식생구조.

위 치	비탈길이(높이)	종 다양도	최대종 다양도	균재도	우점도
주변 경계부	20m 이하	0.8242	0.9562	0.8453	0.1456
	21~40m	0.7265	0.9562	0.8232	0.1876
	41m 이상	0.8352	0.9634	0.8557	0.1657
비탈 상부	20m 이하	0.7464	0.9527	0.7453	0.2564
	21~40m	0.6581	0.8975	0.7563	0.2567
	41m 이상	0.6857	0.9672	0.6675	0.3342
비탈 중부	20m 이하	0.5925	0.7789	0.7543	0.2432
	21~40m	0.6357	0.7931	0.7678	0.2546
	41m 이상	0.6789	0.8543	0.8342	0.1879
비탈 하부	20m 이하	0.6236	0.8437	0.7675	0.2543
	21~40m	0.6245	0.7756	0.7654	0.2435
	41m 이상	0.7872	0.8346	0.8342	0.1934
비탈 하단부	20m 이하	0.6632	0.8547	0.7435	0.2506
	21~40m	0.7825	0.7432	0.7765	0.2435
	41m 이상	0.7689	0.9224	0.8546	0.1657

3) 경사도와 식생피복도

도로 암절토부의 경사도를 40도 이하, 41~60도, 61도 이상으로 구분하였을 때 경사도와 식생피복관계는 <그림 3>과 같다.

40도 미만의 완경사 비탈면은 15개소, 경사도 41~60도 사이의 비탈면은 24개소였으며, 61도 이상의 급경사 비탈면은 28개소로 분석되었으며, 평균경사도는 57도였다.



<그림 3> 비탈면 경사도와 피복도 관계분석.

<표 6> 비탈경사도에 따른 식생구조.

위 치	비탈 경사도	종 다양도	최대종 다양도	균재도	우점도
주변 경계부	40° 이하	0.8673	0.9875	0.8876	0.1342
	41~60°	0.8436	0.9879	0.8455	0.1765
	61° 이상	0.8768	0.9432	0.8453	0.2778
비탈 상부	40° 이하	0.7657	0.9768	0.7879	0.2453
	41~60°	0.7457	0.9565	0.7478	0.2825
	61° 이상	0.7342	0.9654	0.7657	0.2564
비탈 중부	40° 이하	0.6768	0.8876	0.7554	0.2467
	41~60°	0.6554	0.7875	0.7735	0.2453
	61° 이상	0.5675	0.8345	0.7896	0.1834
비탈 하부	40° 이하	0.6654	0.8765	0.7564	0.2775
	41~60°	0.5889	0.7786	0.7745	0.2345
	61° 이상	0.5765	0.7768	0.7445	0.1855
비탈 하단부	40° 이하	0.6554	0.8346	0.7795	0.2347
	41~60°	0.7453	0.9324	0.8456	0.2134
	61° 이상	0.5876	0.7923	0.7653	0.2564

<그림 3>에서와 같이, 경사도에 따른 암절토부의 식생피복도는 전체적으로 경사가 급해질수록 식생생육상황은 악화되는 것으로 나타났으며, 식생생육의 최적구간은 40도 이하인 것으로 조사되었다. 또한, 경사도 61도 이상의 비탈면은 대부분 암절토 비탈면으로 암반취부녹화공법 등으로 피복 녹화하였기 때문에 식생피복도는 약

65% 정도로 유지되는 것으로 조사되었다.

대부분의 경사도에서 주변산림부와 주변부에서는 종다양도가 높게 나타나고 있으나, 비탈상부, 중부, 하부에서는 경사도가 40도 이하일 때 종다양도가 높았다. 경사도가 완만할수록 비탈면의 주변부에서 식생천이는 활발하였고, 종다양도는 주변 산림부에서 비탈하부로 내려올수록 경사도에 따라서 급격한 감소추세를 보였다(龜山, 1976; 1977; 1978).

그러나, 우점지수는 증가가 뚜렷하여 식생생육과 침입은 비탈면 경사도에 따라 영향을 많이 받는 것으로 분석되었으며, 상관분석결과에서도 같은 결과를 나타내고 있었다. 따라서 경사도는 비탈면의 보호·녹화공법시공과 식생의 도입에서 중요하게 고려되어야 할 요인으로 판단되었다(한국도로공사, 1995; 1997).

4. 식생구조분석

조사대상지의 우점식생현황을 노선별로 분석해 보면 <표 7>과 같다.

<표 7>에서와 같이 재래종의 경우 대부분의 우점종은 잔디, 싸리, 비수리, 산딸기나무, 억새, 새, 솔새, 개솔새 등이 주로 우점하였다. 외래종은 Weeping lovegrass, Orchardgrass, Perennial ryegrass, Tall fescue 등이 주로 우점하여 이들 초종이 사용빈도가 높게 나타났다.

현장조사에서 대부분 주변에서 침입이 잘되는 선구수종은 산딸기나무, 쭉, 새, 억새, 소나무, 해송 등이 선구수종으로 침입하여 비탈면의 녹화식물과 경쟁 생육하고 있었다(한국도로공사, 1995; 1997).

중요도 측면에서도 유사하여 싸리, 새, 리기다소나무, 해송, 산딸기나무, 잔디, 쭉류와 외래종은 Orchardgrass, Perennial ryegrass, Weeping lovegrass 등이 중요도가 높게 나타나 이들 종이 피복효과를 높이는 것으로 분석되었다.

비탈면 녹화시공지의 식생구조는 주로 녹화용 초종과 선구수종으로 침입된 재래종의 복합 형태를 띠고 있어 다른 자연환경지역과는 다르게 독특한 식생구조로 구성되어 있는 것으로 분석되었다. 따라서 이러한 식생조성지역에서

<표 7> 조사대상비탈면의 식생 우점종 및 중요도.

조사대상 비탈상부	1순위	2순위	3순위	4순위	5순위
경부선	리기다소나무(0.2501)	잔디(0.1221)	쭉(0.0732)	산딸기(0.12467)	떡갈나무(0.0244)
중부선	싸리(0.1582)	산딸기(0.1671)	쭉(0.1558)	억새(0.1538)	아까시나무(0.1393)
중앙선	새(0.1156)	참싸리(0.1451)	억새(0.1134)	은사시(0.0766)	떡갈나무(0.0031)
서울 외곽순환선	O.R.G.(0.3974)	산딸기(0.1231)	아까시나무(0.2411)	취(0.0782)	참싸리(0.062)
영동선	소나무(0.3416)	W.L.G.(0.3226)	새(0.0729)	T.F.(0.0693)	억새(0.0636)
동해선	해송(0.4523)	참싸리(0.2571)	잔디(0.1143)	새(0.2322)	산딸기(0.2214)
제 2 경인선	새(0.1124)	솔새(0.2393)	죽제비싸리(0.1433)	참싸리(0.1435)	산딸기(0.0546)
구마선	잔디(0.5577)	새(0.1464)	양지꽃(0.6714)	은사시(0.0837)	달맞이꽃(0.0546)
용인현대연구소	참싸리(0.3425)	개솔새(0.2144)	띠(0.1324)	O.R.G.(0.0799)	아까시나무(0.0466)
원주 Oak valley	산딸기(0.2144)	T.F.(0.2131)	억새(0.1145)	김의털(0.1063)	W.L.G.(0.0732)
대구시가지도	잔디(0.3124)	아까시나무(0.2152)	개솔새(0.2362)	여뀌(0.1347)	매듭풀(0.0734)
경부선(비탈중부)	쭉(0.3241)	산딸기(0.2143)	김의털(0.1745)	아까시나무(0.13435)	사철쭉(0.0938)
중부선	참싸리(0.4325)	T.F.(0.1549)	W.L.G.(0.1625)	망초(0.2173)	닭의장풀 (0.0559)
중앙선	W.L.G.(0.346)	상수리(0.1134)	은사시(0.1372)	달맞이꽃(0.0138)	잔디(0.0518)
서울 외곽순환선	잔디(0.4343)	쭉(0.1421)	갯버들(0.1657)	망초(0.0435)	산오리(0.0532)
영동선	달맞이꽃(0.2543)	닭의장풀(0.2142)	쭉(0.1321)	서양민들레(0.0764)	취(0.0924)
동해선	해송(0.4678)	잔디(0.3212)	죽제비싸리(0.2161)	새(0.0565)	억새(0.0435)
제 2경인선	TF(0.2456)	O.R.G.(0.4224)	환삼덩굴(0.1276)	비수리(0.0345)	개망초(0.0345)
구마선	등(0.6732)	취(0.3465)	환삼덩굴(0.2254)	돼지풀(0.0657)	제비꽃(0.0435)
용인현대연구소	죽제비싸리(0.2453)	담쟁이덩굴(0.12345)	매듭풀(0.1236)	취(0.0873)	환삼덩굴(0.0636)
원주 Oak valley	T.F.(0.3245)	O.R.G.(0.2326)	새(0.1326)	산딸기(0.0652)	잔디(0.0735)
대구시가지도	W.L.G.(0.4563)	O.R.G.(0.1241)	T.F.(0.076)	쭉(0.0321)	망초(0.0396)
경부선(비탈하부)	T.F.(0.5436)	마디풀(0.1251)	O.R.G.(0.0752)	P.R.G.(0.0425)	갯버들(0.0523)
중부선	참싸리(0.3235)	쭉(0.2143)	T.F.(0.1652)	망초(0.0847)	왕고들빼기(0.0395)
중앙선	산딸기나무(0.6514)	W.L.G.(0.3246)	잔디(0.0632)	은사시(0.0452)	용가시나무(0.5662)
서울 외곽순환선	O.R.G.(0.5734)	T.F.(0.0789)	싸리(0.0917)	갯버들(0.0741)	T.F.(0.0741)
영동선	W.L.G.(0.5432)	T.F.(0.2573)	은사시(0.1134)	돼지풀(0.0701)	산딸기(0.0451)
동해선	해송(0.8255)	잔디(0.2312)	바랭이(0.0765)	새(0.0651)	닭의장풀(0.0583)
제 2경인선	죽제비싸리(0.4321)	T.F.(0.2852)	W.L.G.(0.2147)	쭉(0.0395)	질경이(0.0553)
구마선	W.L.G.(0.6342)	죽제비싸리(0.1232)	O.R.G.(0.074)	쭉(0.0701)	잔디(0.0432)
용인현대연구소	잔디(0.5465)	은사시(0.3265)	서양민들레(0.0875)	망초(0.0729)	제비꽃(0.0572)
원주 Oak valley	잔디(0.4725)	개망초(0.2152)	개밀(0.1454)	왕고들빼기(0.0431)	다닥냉이(0.0424)
대구시가지도	사철쭉(0.4538)	T.F.(0.2153)	갯버들(0.1325)	이고들빼기(0.13)	달맞이꽃(0.0835)

※ W.L.G.; Weeping lovegrass, O.R.G.; Orchardgrass, P.R.G.; Perennial ryegrass, T.F.; Tall fescue

생육하는 외래종과 재래초종의 생육경쟁상태를 지속적으로 추적조사하여 우리나라에 적합한 녹화용식생을 개발하여 보급하는 것이 필요하다고 생각된다.

#### IV. 결 론

본 연구는 도로 암절토부 녹화방법 및 기준의 기초자료를 정립하기 위해, 1998년부터 1999년



까지 문헌과 자료를 수집·분석하고, 공법별로 시공된 고속도로와 지방도의 67개소의 암절토부를 현장 조사·분석한 결과는 다음과 같다.

암절토부 공법현황 분석결과 고속도로 및 지방도의 비탈면 녹화에 시공된 공법은 덩굴식물식재(3 유형), 암반취부녹화공법(5 유형), 기반재 뽑어붙이기(5 유형), 안정공법(3 유형) 등 16개의 유형으로 구분할 수 있었다. 각 공법별로는 덩굴식물식재공법이 14개소, 녹생토가 13개소, 원지반식생정착공법이 9개소, 자연표토복원공법이 7개소 순이었다.

암절토부의 피복도에 영향을 주는 인자는 비탈면 경사도, 비탈면 길이(높이), 비탈면 향이었다. 비탈면 경사도가 높을수록 피복도는 떨어졌으며, 비탈면 너비가 넓을수록, 비탈면 길이가 길수록 피복도는 낮았다.

환경인자별 식생현황조사에서 방위별 식생피복도는 북·동향 비탈면의 식생피복도가 남향, 서향 비탈면의 식생피복도보다 높은 것으로 조사되었으며, 상관분석 결과 유의하였다. 비탈면 길이에 따른 식생피복도 조사에서는 비탈면의 길이(높이)가 길수록 피복도는 떨어지고, 녹화하는데 소요기간이 오래 걸리는 것으로 나타났다.

식생구조분석에서 재래종의 우점종은 잔디, 싸리, 비수리, 산딸기나무, 억새, 새, 솔새 등이 주로 우점하였다. 외래종은 Weeping lovegrass, Orchardgrass, Perennial ryegrass, Tall fescue 등이 주로 우점하여 이들 초종이 사용빈도가 높게 나타나 이들 녹화초종에 대한 지속적인 조사와 모니터링이 필요하였다.

이와 같은 결과에서 향후 비탈면의 보호·녹화를 위해서는 비탈면의 환경, 토질조건, 암종, 현장조건과 공법의 시공성과 특성 등을 고려한 적절한 공법을 시공해야할 것으로 생각된다.

## 인 용 문 헌

- 김남춘. 1990. 도로비탈면 녹화에 사용되는 주요 초본식물의 지하부 생육이 토양안정에 미치는 효과에 관한 연구. 한국조경학회지 18(2) : 45-55.
- 김남춘. 1991. 녹화식생의 생육이 사면녹화 및 경관조성에 미치는 효과에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 김형기. 1994. 잔디학. 선진문화사.
- 농사원시험국. 1961. 토양보전편람.
- 우보명의 18인. 1997. 산림공학. 광일문화사.
- 우보명. 2003. 훼손지 환경녹화공학. 서울대 출판부.
- 이재필. 1995. 도로사면녹화를 위한 식생배합에 관한 연구. 건국대학교 대학원 석사학위논문.
- 장용배. 1994. 절토법면 녹화공법에 관한 연구. 한양대학교 환경과학대학원 석사학위논문.
- 한국도로공사. 1995. 고속도로 절토 비탈면 녹화 공법 연구.
- 한국도로공사. 1998. 고속도로공사 전문시방서.
- 한국도로공사. 1997. 도입초종이 주변식생에 미치는 영향에 관한 연구.
- 한국토지개발공사. 1987. 분사부착 방법에 의한 법면녹화공법. 한국토지개발공사 기술연구소.
- 龜山章. 1976. 道路周邊による周邊植生への影響. 應用植物社會學研究 5 : 75-93.
- 龜山章. 1977. 高速道路のり面の植生遷移について(I). 造園雜誌 41(1) : 23-33.
- 龜山章. 1978. 高速道路のり面の植生遷移について(II). 造園雜誌 41(4) : 2-15.
- 龜山章·倉畑益二郎·品川正義·近藤三雄·小橋澄治. 1983. 郷土の自然と調和する緑化工技術を考える. 緑化工技術(日本緑化工研究會) 10(1) : 27-30.
- 平野英樹. 1991. 最新斜面·土留め技術總覽. 産業技術サービスセンター.
- Crutis, J. T. and R. P. Mcintosh. 1951. An upland forest continue in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32 : 476-496.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1963. The Mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press. Urbana p 117.
- Whittaker, R. H. 1965. Dominance and Diversity in Land Plant Communities. Science 147 : 250-260.

接受 2004年 2月 17日