

## 유기질계 토양개량재를 이용한 절토비탈면 녹화공법 적용시험 연구

전기성<sup>1)</sup> · 우경진<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 한국도로공사 도로교통기술원

### A Study on Application Test of Cut-slope Revegetation Measures with Organic Soil Amendment Materials

Jeon, Gi-Seong<sup>1)</sup> and Woo, Kyung-Jin<sup>1)</sup>

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

#### ABSTRACT

This study was conducted to suggest the ecological restoration methods of the decomposed granite cut-slope by organic soil amendment materials. Field test carried out for the cut-slope with organic soil amendment materials method and other three revegetation methods in Cheongwon. Test revegetation plants were *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Lespedeza cyrtobotrya*, and *Arundinella hirta*.

The result of this study can be summarized as follows;

1. The soil hardness, the soil acidity, and the soil humidity of organic soil amendment materials method were at a suitable value for plants growth. And it was better as compared with other three revegetation methods of cutting-rock slopes.
2. The result of toxic substance investigation, all items were at a suitable for standard law.
3. During one year after seeding, most plants germinated and especially *Festuca arundinacea* and *Dactylis glomerata* grows well. Seedling numbers were 336.7 per m<sup>2</sup>(after 6 months), 183.3 per m<sup>2</sup>(after 10 months), and 353.3 per m<sup>2</sup>(after 6 months). Ten months later after seeding, plants showed 80% ground coverage. Visual rate, plant height, and growth rate were excellence, Also, high plant growth in spring better than autumn.

Key Words : *Revegetation*, *Organic soil amendment materials*, *Decomposed granite*, *Cut-slope*.

## I. 서론

최근 들어 사회 간접시설 확충 및 경제발전 계획에 의하여 전국적으로 도로 확포장공사 및 신도시건설 등 대규모 공사가 이루어지며 이로 인하여 인위적인 훼손 비탈면이 급격히 증가되고 있다. 이러한 비탈면은 그대로 방치할 경우에는 토사의 침식이 발생하여 결국 비탈 붕괴의 원인이 되므로 적절한 비탈안정공법과 함께 비탈면 녹화를 실시하고 있다. 비탈면녹화는 주로 암절 개지에는 암반취부녹화공법을 시공하고, 일반토사구간에는 종자뿌어붙이기(seed spray)공법으로 녹화를 시키고 있는데 이들 지역이 아닌 즉, 리핑암지역, 사력토지역, 화강풍화토지역 등에는 적당한 공법이 부족한 실정이다.

특히, 리핑암지역 및 화강풍화토지역의 비탈면은 쉽게 건조해지고 붕괴가 용이하며(矢橋震吾 · 金光達太郎, 1985), 물에 대하여 안정성이 낮아 집중호우 등으로 절토사면이 침식 또는 붕괴되는 일이 많다(김찬기 등, 2003). 또한 토질이 척박하기 때문에 비료성분이 부족한 토양기반재를 이용한 녹화시에는 초기에 식생이 정착하기 어려운 특성을 갖고 있다.

비탈면 녹화에 사용되는 토양기반재는 크게 암석이나 점토 등의 소성가공품을 주재료로 하는 무기질계와 유기질을 주재료로 하는 유기질계로 구분되는데 이중 유기질계는 다소 급한 경사면에 부착시키고 조기녹화를 도모할 때 효과적이다(한국환경복원녹화기술학회, 2003; 平野英樹, 1991).

본 실험에 사용된 녹화공법은 유기질계 토양개량재를 이용한 것으로서 미생물활성제, 뿌리심근촉진제, 표토안정제, 보습제 등 재료를 현장여건에 따라 적합한 배합비로 혼합하여 종자와 함께 취부하는 공법으로 토양에 뿌려진 후에 오래도록 유실되지 않고 토양에 잔류하여 마치 산림 토양이 낙엽으로 덮여 있는 것과 같은 효과를 갖는다. 또한 미생물군(토양미생물)으로 구성되어 있으므로 이 영양성분은 토양 자체의 영양분

과 일치되어 순환되며, 척박한 토양이나 토양의 깊은 곳까지도 영양분을 균형 있게 증진시켜 줌으로써 식물의 뿌리가 토양 깊숙이 뻗어 내릴 수 있게 하는 역할을 한다.

따라서 유기질계 토양개량재를 이용한 녹화공법은 리핑암 및 화강풍화토로 이루어진 절토비탈면의 녹화시 기존의 취부두께 5cm 이상의 암반취부녹화공법 시공시 문제되었던 과공사비를 줄여 경제적인 시공을 할 수 있을 것이며, 공법에 사용되는 미생물 활성제와 유기질계 토양개량재를 통해 척박한 비탈면의 식물 생육환경 개량에도 크게 기여하리라 생각되어진다. 또한 이용되는 생분해성 재료는 환경오염을 유발하지 않아 절토비탈면의 생태적 천이와 안정에 기여하리라 생각된다.

본 연구는 도로 건설현장에 발생하는 리핑암 및 화강풍화토로 이루어진 절토비탈면의 안정과 영구적인 보호 녹화를 위해 미생물 활성제와 오랜 세월이 걸쳐 영양분을 공급해줄 수 있는 유기질계 토양개량재를 이용한 녹화공법을 건설현장에서 활용할 수 있도록 시험효과를 평가하는데 목적이 있다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시식물의 선정

실험에 사용된 식물은 외래종 3종(Tall fescue, Perennial ryegrass, Orchard grass), 자생종 2종(참싸리, 안고초)으로 총 5종이 사용되었다. 선정된 초종중 외래종은 혹서기에 황변하는 단점이 있으나 초기 비탈면 피복에 매우 우수한 효과를 보이며 자생종은 친환경적인 식물군락을 조성하는데 효과적인 특성이 있다(김남준a, 1997; 김남준b, 1997; 한국도로공사, 1998).

### 2. 공시식물의 발아율 조사 및 파종량 산정

실험에 사용된 종자는 2003년도에 채종된 종자로서 상온상태(평균온도 12~17℃와 Growth

표 1. 실험 장소별 종자 파종량.

일 반 명	학 명	발아율(%)	평균입수(粒/g)	파종량(g/m <sup>2</sup> )
Tall fescue	<i>Festuca arundinacea</i>	86	500	9
Perennial ryegrass	<i>Lolium perenne</i>	92	550	8
Orchard grass	<i>Dactylis glomerata</i>	89	1,300	1
참 싸 리	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	77	240	3
안 고 초	<i>Arundinella hirta</i>	40	2,500	9
합 계	-	-	-	30

\*건교부 비탈면 환경녹화 설계 및 시공 잠정 지침(안)의 종자배합기준 기본으로 선정

Chamber(20℃) 상태에서 3반복으로 2주간 발아율을 검증 하였다.

유기질계 토양개량제를 이용한 녹화공법의 종자 배합은 건교부 비탈면 환경녹화 설계 및 시공 잠정 지침(안)(2004)의 종자배합 기준을 기본으로 표 1과 같이 정하였고, 파종량은 平野英樹(1991)의 파종량 산정식에 의하여 산출하였다.

3. 실험구 조성

실험구 조성은 청원-상주 건설사업소 청원 IC 절토비탈면에서 2003년 6월 9일~6월 14일까지 실시하였다. 시험대상 비탈면의 경사도는 50°이였으며, 향은 북서방향으로 조사되었고, 암질은 풍화암이었다. 시험시공은 유기질계 토양개량제를 이용한 녹화공법외 풍화암 및 리핑암 녹화를 위해 현장에서 많이 사용되는 암반취부녹화공법 3가지를 함께 시공하였으며 각 공법당 시공면적은 50m<sup>2</sup>였다.

4. 조사 및 분석

실험구 조사 및 분석은 2003년 6월부터 2004년 5월까지 실시하였다.

1) 토양환경조사

비탈면 토양환경조사는 토양경도와 토양산습도를 측정하였는데 식생조성과 침입여부를 결정하는 토양경도는 山中式경도계를 이용하여 조사

하였으며, 토양산습도계를 이용하여 토양산도와 토양습도를 조사하였다.

2) 녹화토양기반재 유해물질함량 조사

유기질계 토양개량제를 이용한 녹화공법에 사용되는 토양기반재의 샘플을 채취한 후 한국생활시험연구원에 의뢰하여 유해물질함량 분석을 실시하였다.

3) 식생생육조사

식생생육조사는 각 초종의 생육특성을 측정하기 위하여 파종 후부터 가로(10cm)×세로(10cm)격자틀을 제작·이용하여 격자틀내의 발아정도와 발아후의 초장과 초종별 개체수, 생육지수 등을 측정하였다. 생체중량은 격자틀내에서 식생을 채취(5반복)하여 지상부와 지하부의 생중량을 측정하여 산출하였다.

① 수종 및 초종 : 방형구내에 출현하는 모든 수종 및 초종을 동정하였다.

② 개체수 : 방형구내에 출현하는 수종 및 초종의 개체수를 측정하였다(분얼을 하는 다발형 화본과 초본의 경우는 분얼수를 측정).

③ 수고 및 초장 : 방형구내에 출현하는 수종 및 초종의 지면으로부터의 높이를 측정하였다.

④ 식생피복도 : 방형구내에 출현하는 수종 및 초종의 점유비율(%)을 측정하며, 녹화공사가 시공된 비탈면의 전체적인 식생피복도를 비탈하단



사진 1. 식생 생육 조사용 격자틀.

부에서 측정하였다.

⑤ 가시적 평가 : 경관적, 미관적, 생태적으로 우수한 정도에 따라 0점(낮음)~10점(높음)까지 점수를 주어 상대적으로 평가하였다.

⑥ 주변 임상 : 조사대상 비탈 주변 20m 이내의 산림의 임상 및 우점종을 조사하였다.

#### 4) 통계처리분석

통계처리분석은 측정된 자료를 컴퓨터 통계프로그램인 'The SAS System 8.1'을 이용하였으며, Duncan 검정을 이용하여 처리 평균간을 비교하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 토양기반재의 물리적·화학적 특성 조사결과

##### 1) 토양경도 조사결과

조사결과 유기질계 토양개량재를 이용한 녹화공법 시험시공지의 토양경도는 시험시공 직후인 2003년 6월 20일 조사시 14.6mm로 나타났으며, 이후 4회에 걸친 조사에서도 토양경도가 17.5~20.7mm로 나타나 식물이 생육하기에 알맞은 토양경도 범위를 보였다.

공법별 토양경도 조사는 시험시공 10개월 후와 12개월 후에 각각 실시하였다. 조사결과 유기

질계 녹화공법을 비롯한 3개의 비교녹화공법은 모두 토양경도가 15.5~19.1mm의 범위를 보여 식물이 생육하기에 알맞은 토양경도 범위를 보였다. 한편 유기질계 녹화공법과 비교녹화공법 A, B, C는 1차, 2차 조사 모두 토양경도가 같거나 유사하게 나타났다.

##### 2) 토양산도 조사결과

토양의 산성 또는 알칼리성의 정도는 pH로 표현하는데 이는 토양내의 화학적인 반응 및 토양 생물 활동에 영향을 받는다. 일반적으로 우리나라 산림토양의 pH는 5.0~6.0으로 산성인데 유기질계 토양개량재를 이용한 녹화공법의 토양산도 조사결과 pH 5.92~6.76의 범위를 보였으며, 평균 pH는 6.28로 나타났다.

토양산도의 공법별 비교는 시험시공 10개월 후와 12개월 후에 각각 실시하였다. 조사결과 1차 조사에서 시험공법을 비롯한 3개의 비교녹화공법은 모두 pH 5.19~6.76으로 약산성을 나타냈으며, 2차 조사에서는 1차 조사시보다 pH가 0.2~0.84 정도 낮게 조사되었다. 평균 pH는 유기질계 녹화공법과 비교녹화공법 B, C가 높았으며, 비교녹화공법 A는 상대적으로 pH가 낮았다.

##### 3) 토양습도 조사결과

토양습도는 비가 내리지 않은 지속 기간에 반비례하여 달라지는데 유기질계 토양개량재를 이용한 녹화공법의 토양습도 조사결과 강우가 내리지 않은 기간이 1개월 이상 지속된 2004년 5월 27일 조사에서는 토양습도가 0.7%로 낮게 낮으나 다른 조사에서는 모두 2.1% 이상의 토양습도를 보였다. 평균 토양습도는 2.6% 였다.

토양습도의 공법별 비교는 시험시공 10개월 후와 12개월 후에 각각 실시하였다. 공법별 비교에서는 1차, 2차 조사 모두 유기질계 녹화공법과 비교녹화공법 A의 토양습도가 높게 나왔으며, 평균 토양습도는 유기질계 녹화공법, 비교

표 2. 토양기반재 유해물질함량 조사결과.

함 유 물 질		단 위	제품기준 “나지역”	결 과 치	합격여부
유해물질 함 량	카드뮴(Cd)	mg/kg	12 이하	0.4	적합
	구 리(Cu)	mg/kg	200 이하	133	적합
	비 소(As)	mg/kg	20 이하	0.2	적합
	수 은(Hg)	mg/kg	16 이하	0.2	적합
	납(Pb)	mg/kg	400 이하	0.4	적합
	크롬(Cr)	mg/kg	12 이하	0.2	적합
	아연(Zn)	mg/kg	800 이하	117	적합
	니켈(Ni)	mg/kg	160 이하	13	적합
	불소(F)	mg/kg	800 이하	40	적합
	유기인화합물	mg/kg	30 이하	검출안됨	적합
	폴리클로리네이티드비페닐	mg/kg	12 이하	검출안됨	적합
	시안	mg/kg	120 이하	검출안됨	적합
	페놀	mg/kg	20 이하	검출안됨	적합
	벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌(BTEX)	mg/kg	80 이하	검출안됨	적합
	석유계총탄화수소(TPH)	mg/kg	2,000 이하	21	적합
	트리클로로에틸렌(TCE)	mg/kg	40 이하	검출안됨	적합
	테트라클로로에틸렌(PCE)	mg/kg	24 이하	검출안됨	적합
유기물함량	%	10~25	12	적합	
C/N율(유기물/질소)	-	50 이하	21	적합	
염분(NaCl)	%	1% 이하	0.2	적합	
pH	-	5.0~7.0	7.0	적합	
입자크기	%	10mm 이내	100	적합	
수분	%	20~65	42	적합	
중량	t/m <sup>3</sup>	1	-	적합	

※ 참고자료 : 환경부고시 제 2000-78호 “유기성오니 등을 토지개량제 및 매립시설 복토용도로의 재활용 방법에 관한 고시”

※ 나지역 : 지적법에 의한 지목이 공장용지·도로·철도용지 및 잡종지인 지역

녹화공법 A, B, C에서 각각 1.4%, 1.6%, 0.3%, 0.1% 였다.

염분함량, 수분함량, 입자크기 등도 결과치가 제품기준에 적합하였다.

## 2. 토양기반재 유해물질함량 조사결과

유해물질함량 조사에서 대상 토양기반재는 카드뮴(Cd)을 비롯한 15개 항목에서 제품기준에 적합한 것으로 나타났다. 또한 유기물함량, C/N율,

## 3. 식생생육조사

### 1) 실험지 주변 식생

실험지 주변식생은 혼효림이 존재하며 주요 목본으로는 소나무, 잣나무, 떡갈나무, 싸리나무,

표 3. 녹화공법 시험시공지 종자 발아개체수.

	종자 발아개체수 (본/m <sup>2</sup> )		
	2003년 11월 25일 (6개월 후)	2004년 4월 1일 (10개월 후)	2004년 5월 27일 (12개월 후)
유기질계 녹화공법	366.7 a	183.3 a	353.3 a <sup>z</sup>
A 공법	266.7 ab	200.0 a	396.7 a
B 공법	400.0 a	91.7 b	336.7 a
C 공법	166.7 b	31.7 b	156.7 b

<sup>z</sup>Means with same letter within column are significantly different at  $P=0.05$  level by DMRT test.

아카시나무 등이 있으며, 초본으로는 강아지풀, 바랭이, 명아주, 민들레, 망초, 쑥, 쇠뜨기, 달맞이꽃, 크로바(토끼풀) 등이 생육하였다.

#### 2) 식물 종류조성과 우점종

녹화공법 현장적용시험지의 식물 조성은 5과 11속 11종류로 목본으로는 참싸리와 아카시나무가, 초본류로는 Tall fescue, Perennial ryegrass, Orchard grass, 안고초, 명아주, 망초, 쑥, 쇠뜨기, 크로바(토끼풀) 등이 출현하였다. 또한 인위적으로 파종한 종과 침입종과의 비율은 45 : 55로 침입종이 우세하였으며, Tall fescue와 Orchard grass가 우점종으로 나타났다.

#### 3) 종자 발아개체수

종자 발아개체수 조사는 시험시공 6개월, 10개월, 12개월 후에 각각 실시하였다.

시험시공 6개월 후 조사에서는 B공법의 종자 발아개체수가 400.0 본/m<sup>2</sup>으로 가장 많이 나타났으며, 그 다음으로는 유기질계 토양개량재를 이용한 녹화공법 366.7 본/m<sup>2</sup>, 비교녹화공법 A 266.7 본/m<sup>2</sup>, 비교녹화공법 C 166.7 본/m<sup>2</sup> 순서였다.

시험시공 10개월 후 조사에서는 비교녹화공법 A와 유기질계 토양개량재를 이용한 녹화공법이 각각 200 본/m<sup>2</sup>, 183.3 본/m<sup>2</sup> 으로 많이 나타났으

며 통계적 유의성도 보였다.

시험시공 12개월 후 조사에서는 유기질계 토양개량재를 이용한 녹화공법, 비교녹화공법 A, B가 각각 353.3 본/m<sup>2</sup>, 396.7 본/m<sup>2</sup>, 336.7 본/m<sup>2</sup>으로 많이 나타났으며, 통계적 유의성을 보였다.

#### 4) 식생 피복도

식생 피복도 조사결과 유기질계 토양개량재를 이용한 녹화공법은 시험시공 5개월 후에는 피복도가 80% 이상으로 우수하게 나타났다. 시험시공 10개월 후 조사시에는 피복도가 50%로 감소하였으나 12개월 후 다시 80%의 피복도를 보였다.

공법별 비교에서는 시험시공 5개월 후 조사시 유기질계 토양개량재를 이용한 녹화공법과 비교 녹화공법 3개 모두 70% 이상의 피복도를 보였다. 시험시공 10개월 후 조사에서는 비교녹화공법 C가 다른 공법에 비하여 상대적으로 피복도

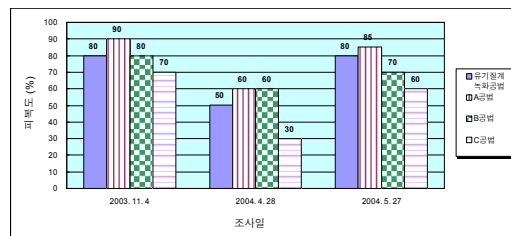


그림 1. 녹화공법 시험시공지 공법별 식생 피복도.

표 4. 녹화공법 시험시공지 공법별 Tall fescue 초장.

	Tall fescue 초장 (cm)		
	2003년 11월 25일 (6개월 후)	2004년 4월 1일 (10개월 후)	2004년 5월 27일 (12개월 후)
유기질계 녹화공법	16.7 a	17.0 a	32.7 b <sup>z</sup>
A 공법	14.7 a	18.7 a	27.0 b
B 공법	15.0 a	12.7 ab	53.3 a
C 공법	5.7 b	9.0 b	18.3 b

<sup>z</sup>Means with same letter within column are significantly different at  $P=0.05$  level by DMRT test.

가 낮게 나타났으며, 12개월 후 조사시에는 비교 녹화공법 A와 유기질계 토양개량제를 이용한 녹화공법의 피복도가 각각 85.0%, 80.0%로 높게 나타났다.

5) 식생 초장

녹화공법 현장적용시험지 식생 초장 조사는 우점종인 Tall fescue를 대상으로 실시하였으며 결과는 표 4와 같다.

시험시공 6개월 후 조사에서는 유기질계 토양개량제를 이용한 녹화 공법의 Tall fescue 초장이 16.7cm로 가장 높게 나타났으며, 비교녹화공법 B 15.0cm, 비교녹화공법 A 14.7cm, 비교녹화공법 C 5.7cm 순이었다. 시험시공 10개월 후 조사에서는 유기질계 토양개량제를 이용한 녹화 공법과 비교녹화공법 A의 Tall fescue 초장이 각각 17.0cm, 18.7cm로 높게 조사되었으며 통계적 유의성을 보였다. 시험시공 12개월 후 조사에서는

비교녹화공법 B의 Tall fescue 초장이 53.3cm로 가장 높게 나타났으며, 유기질계 토양개량제를 이용한 녹화 공법의 Tall fescue 초장은 32.7cm 이었다.

6) 식생 생체중량

식생 생체중량 조사는 우점종인 Orchard grass를 대상으로 실시하였다.

유기질계 토양개량제를 이용한 녹화공법의 식생 생육지수는 그림 2와 같이 시공 3개월 후, 5개월 후 각각 1.6g, 6.1g 으로 조사되어 가을철 생육이 높지 않았음을 보였다. 그러나 시공 다음해 4차, 5차 조사에서는 3차 조사보다 각각 7.1g, 24.5g 증가하여 봄철 생육량이 왕성함을 알 수 있었다.

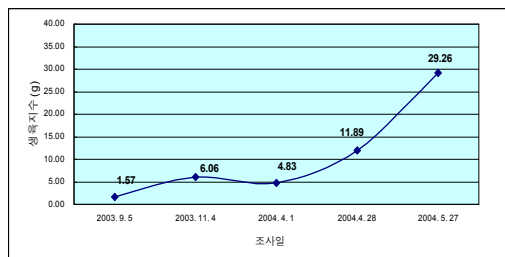


그림 2. 녹화공법 현장적용시험지 Orchard grass 생육지수.

7) 가시적 평가도

시험시공 3개월, 6개월, 10개월, 12개월 후 각자의 공법에 대하여 가시적 평가를 하였다.



사진 2. 녹화공법 시험시공지 Tall fescue 초장 측정 (2004. 4. 1).

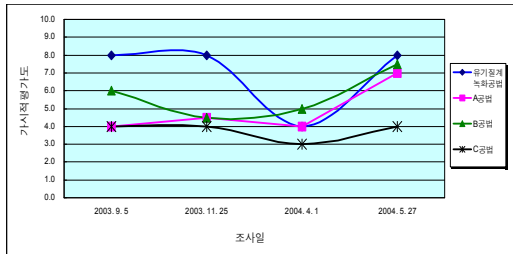


그림 3. 녹화공법 시험시공지 공법별 가시적 평가도.

유기질계 토양개량제를 이용한 녹화공법은 시험시공 3개월 후 조사에서 외래초종의 생육이 양호하고, 참싸리의 생육상태도 좋아 가장 우수한 평가 결과를 받았으며, 6개월 후 조사에서도 전체적인 식생 활착 상태가 양호하였고 피복도가 80% 정도로 외부유입초종의 도입이 양호하다고 판단되어 좋은 평가 결과를 보였다. 10개월 후 조사에서는 피복도와 식생 생육이 불량하여 평가 결과가 중간정도를 보였으며 12개월 후 조사에서는 가장 높은 평가를 받았다.

#### IV. 결 론

유기질계 토양개량제를 이용한 녹화공법의 절토비탈면 실험결과는 다음과 같다.

1. 유기질계 토양개량제를 이용한 녹화공법의 실험구는 토양경도, 토양산도, 토양습도가 식물이 생육하기에 적당한 수치를 보였으며, 다른 녹화공법과 비교시에는 큰 차이가 나타나지 않았다.
2. 토양기반재의 유해물질함량 조사결과 카드뮴(Cd)을 비롯한 23개 조사항목 모두 제품기준에 적합한 것으로 나타났다.
3. 절토비탈면 시험시공지의 식물 조성은 우점종인 Tall fescue와 Orchard grass 외 9종의 식물이 출현하였으며, 종자 발아개체수는 6개월, 10개월, 12개월 후 각각 336.7본/m<sup>2</sup>, 183.3본/m<sup>2</sup>, 353.3본/m<sup>2</sup>으로 나타났으며 다른 녹화공법에 비하여 우수한 발아율을 보였다.

식생 피복도 조사결과에서도 유기질계 토양개량제를 이용한 녹화공법은 시험시공 5개월 후, 10개월 후 피복도가 80% 이상으로 나타났으며 가시적 평가결과도 외래초종의 생육이 양호하고, 참싸리의 생육상태도 좋아 높게 나타났다.

식생 초장과 생육지수 조사에서도 유기질계 토양개량제를 이용한 녹화공법은 다른 녹화공법보다 높게 나타났으며, 통계적 유의성을 보여 식물 생육이 우수함을 보였다. 또한 가을철 생육보다는 봄철 생육량이 왕성함을 알 수 있었다.

#### 인 용 문 헌

- 건설교통부. 2004. 비탈면 환경녹화 설계 및 시공 지침 잠정(안).
- 김남춘a. 1997. 사면녹화공사용 자생목본의 파종 적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(1) : 73-81.
- 김남춘b. 1997. 주요 초본식물의 비탈면 파종적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(2) : 72-72.
- 김찬기 · 이강일 · 배기목. 2003. 실무 화강암과 풍화토의 특성과 응용. 건설정보사. pp 221-231.
- 우보명. 2003. 훼손지환경녹화공학. 서울대학교 출판부. p. 558.
- 한국도로공사. 1998. 고속도로 암절토부 녹화 및 방음수림대 조성에 관한 세미나. 한국도로공사 도로연구소. pp. 1-34.
- 한국환경복원녹화기술학회. 2003. 녹을 창조하는 식재기반. 보문당. pp. 125-156.
- 矢橋震吾 · 金光達太郎. 1985. マサ土法面の水平分布と崩壊について. 造園雜誌 48(5) : 103-108.
- 平野英樹. 1991. 最新斜面 · 土留め技術總覽 産業技術センター. p.1101.
- 太田重良 · 堀江保夫. 1975. 環境保全と緑化工技術. 創文. 299p.

接受 2005年 4月 20日