

고속도로 비탈면의 기반 조건별 녹화효과 분석*

박재현¹⁾ · 전기성²⁾ · 김경훈³⁾

¹⁾ 경남과학기술대학교 산림자원학과 · ²⁾ 한국도로공사 · ³⁾ 일송환경복원(주)

Effect Analysis of the Revegetation in Accordance with the Conditions of the Lower Base on Slope of Expressway*

Jae-hyeon Park¹⁾ · Gi-seong Jeon²⁾ and Kyung-hoon Kim³⁾

¹⁾ Department of Forest Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea,

²⁾ Korea Expressway Coporation, 208-96, Dongbu-daero 922, Dongtan-myeon, Hwaseong-si, Gyeonggi-do, Korea,

³⁾ Ilsong ERT co., ltd. #2401, U-Tower Bldg., 1029 Youngduk-dong, Yongin, Korea.

ABSTRACT

This study was carried out to provide basic information to improve the surrounding ecosystems with benefit analysis and monitoring in cut slopes following establishment of a test construction to improve ecological environment in slopes of an expressway.

Field tests from October 2012 to May 2013 were conducted in Seosejong IC and Shinyang IC. In order to improve the view of slopes, soil condition is an important factor. The earth slope, it is possible to introduce directly the plant. Stable construction method was applied, another foundation for planting is necessary. The mixing ratio of the seeds according to the experimental results, the difference was found at an early stage plants in Site I (Seosejong IC). Trees were planted on terraced structures were well coordinated and pictures. The growth of planted trees was good in Site II (Shinyang IC). Due to the use of plants in the landscape will continue to change. Thus, long-term monitoring and landscape analysis will be needed.

* 이 연구는 한국도로공사 및 경남과학기술대학교 연구년 연구비의 지원을 받았음.

First author : Park, Jae-hyeon, Dept. of Forest Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju, Korea,

Tel : +82-55-751-3248, E-mail : pjh@jinju.ac.kr

Corresponding author : Kim, Kyung-hoon, Ilsong ERT co., ltd. #2401, U-Tower Bldg., 1029 Youngduk-dong, Yongin, Korea,

Tel : +82-31-898-4971, E-mail : kim-hooney@hanmail.net

Received : 21 March, 2014. **Revised** : 25 September, 2014. **Accepted** : 4 October, 2014.

Key Words : *Landscape analysis, Soil condition, Improve ecological environment in slopes of an expressway, Mixing ratio of seeds.*

I. 서 론

고속도로 비탈면은 식물에 의한 표층부 안정과 경관을 개선하기 위하여 다양한 녹화공을 적용하여 식물로 피복시키고 있으며(Jeon, 2002), 일부 불안정한 비탈면의 경우 재해 예방 차원에서 비탈면 보강을 위한 안정공법이 적용되고 있다. 또한 부분적으로 붕괴가 발생한 비탈면에서는 소일네일링, 락볼트 등의 보강공법이 주로 적용되고 있다(Ryu, 2011). 비탈면 식생녹화를 위하여 적용되고 있는 녹화기술은 생태계 복원, 생물서식공간기능, 경관보존기능 등을 가지고 있으나, 녹화공법을 적용할 때 식물 선정이 잘못될 경우 일부 외래종에 의해 우점되거나 단조로운 경관이 나타나기도 한다(Kim, 1998; Hur and Ahn, 2006). 비탈면 녹화공법은 국토해양부(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2009)의 녹화지침에 의거하여 적용되고 있는데, 여기에서는 비탈면의 토질조건별로 적합한 녹화공법을 제시하고는 있지만 식생피복에 목표를 둔 기능적인 측면만을 강조한 것으로서, 주변 경관과의 조화 등과 같은 경관개선을 목표로 시행되지는 못하고 있다. 특히 녹화공법을 검토할 때 경제성에만 치중하여 시공 후 일정기간이 지난 후에 녹화 공사한 지역이 다시 황폐화되는 사례(Korea Expressway Corporation, 2001b; Kim, 2010)도 나타나고 있다. 경관적 측면에서 볼 때 도로 비탈면에는 자연적 요소인 식생을 위주로 하는 녹지를 도입하여 자연성을 증진하고 동시에 인공경관과 대비되는 식생경관을 이루게 된다. 그러나 고속도로 비탈면의 경우 면적이 크고 시야에 쉽게 노출되어 자연경관과 도로 내·외부 경관에 절대적인 영향을 미치고 있기 때문에 획일적인 비탈면 조성과 경제성을 고려한 단순녹화

를 지양하고 인간의 감성측면을 고려한 비탈면 경관 개선이 필요하다고 볼 수 있다(Son, 2010).

고속도로 경관의 중요요소는 산, 하천, 가로변 수목, 도로변 비탈면 등으로 인공적인 요소 보다는 자연요소가 가장 먼저 인식되고 또 중요하게 생각되고 있으며, 낙석방지망, 계단식 옹벽, 슛크리트 등의 인공적인 구조물 보다는 자연녹화형태를 선호하는 것으로 나타났다(Kim et al., 2002; Song, 2010). 특히 사례연구에서 녹화공법과 안정공법을 경관선호도와 주변 경관과의 조화성 등의 항목으로 분석해본 결과 녹화공법을 적용한 곳이 선호도와 조화성에서 상대적으로 높은 결과가 도출된 바 있다(Lee, 2005). 결국 고속도로 이용자들이 선호하는 비탈면의 경관은 비탈면이 구조적인 안정을 확보하는 범위 안에서 인공적인 구조물 보다는 주변 경관과 조화를 이룰 수 있는 생태적인 비탈면 녹화공법이 선호된다고 볼 수 있다(Park et al., 2014). 최근에는 각종 고속도로나 국도 계획시 경관을 고려한 설계(Korea Expressway Corporation, 2001a; Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2011), 산림지역에서의 도로와 산림경관(Korea Forest Service, 2011) 등을 중요하게 검토하고 있으며, 녹화분야에 있어서도 주변 경관을 고려한 녹화방법(Ministry of Environment, 2001; Kim et al., 2007) 연구가 활발히 진행되고 있다. 즉, 고속도로 비탈면의 경우 특히 콘크리트로 안정을 기하기 위해 조성된 비탈면은 비자연적 경관을 연출하고 있다.

따라서 이 연구에서는 토사 및 콘크리트 기반의 비탈면에 녹화를 통한 경관을 개선하기 위하여 시험시공을 실시하였으며, 시공 후 현장조사 및 녹화효과 분석을 통하여 향후 고속도로 비탈면 경관개선의 방향을 제시해보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 조사지 개황 및 시험시공 방향 수립

조사대상지를 선정함에 있어 경관이 불량한 (Korea Expressway Corporation, 2001a; Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2011) 계단식 옹벽이 시공되어 있는 고속도로 비탈면을 대상으로 대상지 특성, 적용 재료, 디자인 등의 항목을 고려하여 시험시공 대상지 및 방법(Korea Expressway Corporation, 2001b)을 선정하였다. 시험시공 대상지는 원지반의 조건에 따라서 식물을 직접 식재할 수 있는 토사비탈면과 안정공법의 적용으로 별도의 식재구조물 적용이 필요

한 장소로 구분하였다. 시험시공에서는 식물종류 및 구조물의 특징에 따라 구분하였다. 또한 계절에 따라 다양하게 변화할 수 있는 경관을 창출하고자 계절별로 예상경관을 시뮬레이션 하였다.

이 연구의 시험시공지로 당진~대전간 고속도로 상에 있는 서세종나들목 주변 비탈면(시험시공지 I)과 신양나들목 주변의 비탈면(시험시공지 II)을 선정하였다. 시험시공지 I은 서세종나들목 부근의 토사비탈면으로 과거에 종자뿔어붙이기공법과 두꺼운층 식생기반재뿔어붙이기공법이 적용되었으나 현재는 식물 생육상태가 저조하여 경관이 불량한 곳이었다. 즉, 비



Figure 1. Site I for test construction (cut slope in Seosejong IC).

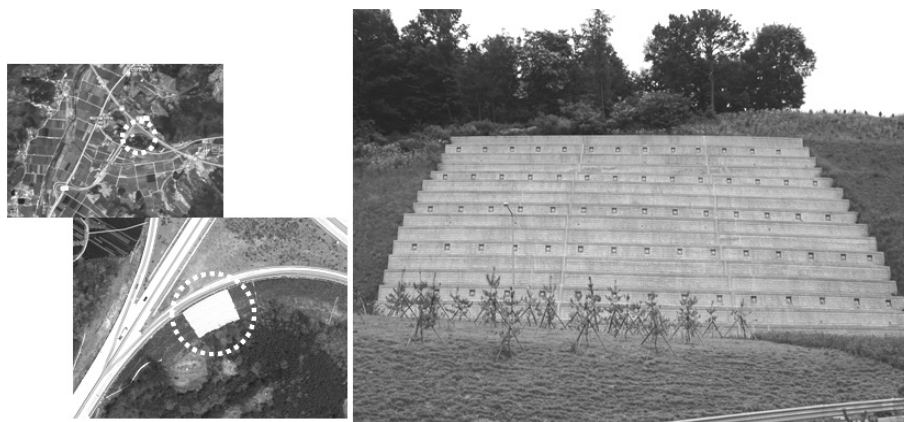


Figure 2. Site II for test construction (terraced retaining wall of cut slope in Shinyang IC).

탈면 녹화 후 지속적인 관리가 되어 있지 않을 뿐만 아니라 이로 인해 비탈면 녹화에 대한 종 다양성이 낮은 상태로 대상지 주변에서 아까시 나무 등의 잡목이 유입되어 있으며, 나들목 진입부로서 여러 방향에서 시각적으로 노출되고 있는 곳이다. 대상 비탈면의 방위는 북서향이며 비탈면 경사도는 1 : 1.5 정도로 비교적 완만한 토사비탈면 조건이었다. 토질은 조립질 토사로 구성되어 있으며, 토양의 응집력이 약해 쉽게 유실이 되어 배수는 용이하지만, 토양 보수력은 상대적으로 낮은 상태로 판단된다.

시험시공지 II는 안정공법(계단식 옹벽)이 적용된 곳으로 신양나들목 부근의 비탈면이다. 이곳은 나들목 진입부로 다방면에서 시각적으로 노출이 되어 있으며, 약 50m 폭에 계단높이 1m 이상의 계단식 옹벽 구조물이 설치되어 있어서 시각적으로 위압감을 주고 있는 상태이다. 비탈면 대상지는 북서향으로 위치하고 있으며, 계단식 옹벽이 설치되어 있는 곳의 경사도는 위치별로 약간 차이가 있으나 평균 1 : 1 정도의 경사도를 보이고 있다.

2. 시험시공 및 조사 방법

시험시공지 I은 토사비탈면으로 식재에 의한 생태경관 개선을 목적으로 하였다. 대상지 주변상부는 산림지와 연결되며, 이곳에는 밤나무, 신갈나무 등의 활엽수림이 군락을 형성하고 있다. 이곳의 생태경관 개선 목표는 식물에 의하여 상징적인 로고를 식물로 구현하는 것이었으며, 상부에는 한국도로공사의 로고인 “ex”와 ‘한국도로공사’를, 주변부는 계절별로 다양한 야생화가 보일 수 있도록 하였다. 계획 수립에 있어서 비탈면 식생과 주변 식생의 조화를 우선으로 고려하였으며, 다양한 식생이 주변의 산림지와 자연스럽게 연결되도록 하였다. 식재에 의해 조성하고자 하는 로고는 회양목 글자의 테두리 부분에 식재하고, 한국도로공사 로고인 “ex” 글씨 내부는 산철쭉을 식재하여 봄철에 로고의

원색인 주황색과 붉은색을 표현하도록 하였다. 또한 “한국도로공사” 글씨 부분은 회양목 내부에 조팝나무를 식재하여 봄철에 흰색이 표현되도록 하였다. 로고 사이에는 맥문동을 식재하여 늦가을에도 푸른색이 보일 수 있도록 하였다. 로고가 조성된 곳의 하부 및 측면부에는 얇은층 식생기반재 뽑어붙이기공법을 적용하였으며, 이곳에는 야생화 위주의 종자배합을 통하여 계절별로 다양한 경관이 조성되도록 하였다. 즉, 기존에 일부 피복되어 있던 식생은 외래도입종 위주였는데 이를 재래초종 중 야생화 위주로 종자배합을 달리 하였다. 상부 2단의 “한국도로공사” 로고 좌우측에는 봄철에 개화할 수 있는 야생화를 위주로 배합하였으며, 로고 하단부 중앙에는 여름철, 그리고 하단부 좌우측에는 가을철에 개화하는 야생화를 배치하여 계절별로 다양한 야생화 경관이 표현되도록 계획하였다. 아울러 시험시공에 사용된 종자는 봄, 여름, 가을철에 순차적으로 야생화가 개화할 수 있도록 다양한 종을 배합하였다(Table 1). 즉, 비탈면 시험시공 후 계절별로 출현식생, 침입식생을 조사하였으며, 시뮬레이션 한 경관변화를 조사하였다(Park et al., 2014).

시험시공지 II는 안정공법인 계단식 옹벽이 조성된 곳으로서, 계단식 구조물에 식물을 도입하기 위하여 입체적인 식재기반을 조성하였다. 비탈면 전면부에는 푸른 숲을 상징하는 나무를 표현하고자 하였다. 계단식 옹벽 위에는 도색작업을 통하여 나무를 표현하였으며, 나무의 일부 위에는 화분을 배치하여 그림과 실물이 조화가 되도록 하였다. 이 시험시공에는 자원재활용의 개념으로 재활용 섬유 및 재활용 퇴비를 사용하였다. 또한 대상지는 무토양 구조물 위에 식물이 도입되기 때문에 관수 등의 유지관리가 필요하며, 이를 위하여 옹벽 위에 내려지는 강우를 한 곳으로 집수하고, 이 물을 식물의 생장에 필요한 유지관리 용수로 사용하도록 하였다. 화분에는 각각 집수통을 설치하여 점적 관수의

Table 1. Seed mixing ratio of the test.

Seeds and seeding rate (Korean name, Scientific name)			Seeding rate (g/m ²)			Mixing ratio (%)
			For spring	For summer	For fall	
Herbaceous seeds	Landscape improvements	벌노랑이, <i>Lotus corniculatus</i> var. <i>japonica</i>	4.2	5.2	2.0	76.5%
		패랭이꽃, <i>Dianthus chinensis</i>	2.3	4.9	4.0	
		자운영, <i>Astragalus sinicus</i>	9.0	5.0	-	
		쑥부쟁이, <i>Aster yomena</i>	-	-	3.0	
		수레국화, <i>Centaurea cyanus</i>	3.0	4.5	4.9	
		끈끈이대나물, <i>Silene armeria</i>	1.0	4.0	1.0	
		기생초, <i>Coreopsis tinctoria</i>	-	1.9	5.2	
		코스모스, <i>Cosmos bipinnatus</i>	-	1.6	5.0	
		금계국, <i>Coreopsis drumondii</i>	-	4.3	-	
		민들레, <i>Taraxacum platycarpum</i>	4.0	-	-	
		개양귀비, <i>Papaver rhoeas</i>	2.0	-	-	
		샤스타데이지, <i>Chrysanthemum burbankii</i>	6.3	-	-	
		산국, <i>Dendranthema boreale</i>	-	-	7.3	
	붉은토끼풀, <i>Trifolium pratense</i>	2.6	3.0	2.0		
	Sub total			34.4	34.4	34.4
Plant coverage improvements	톨웨스큐, <i>Festuca arundinacea</i>	3.6	3.6	3.6	23.5%	
	페레니얼라이그라스, <i>Lolium perenne</i>	3.5	3.5	3.5		
	크리핑레드웨스큐, <i>Festuca rubra</i>	3.5	3.5	3.5		
Sub total			10.6	10.6	10.6	
Total			45.0	45.0	45.0	



Figure 3. Site I after test construction (cut slope in Seosejong IC).

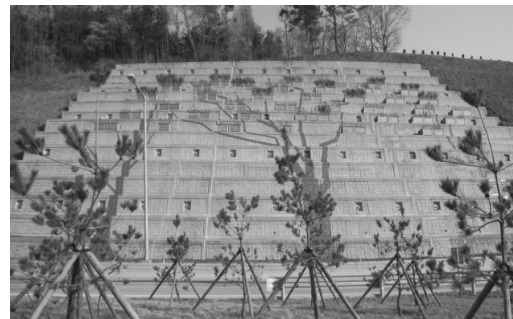


Figure 4. Site II after test construction (terraced retaining wall of cut slope in Shinyang IC).

형태로 물이 상시 공급이 되도록 하였다. 즉, 기반조성에는 화분(두께 100 × 50 × 50cm)을 조성하였고, 식생경관과 상징물은 자연 수목을 나타내는 도색과 자원재활용을 위한 우수재활용(뒷면 우수집수통 설치) 및 점적관수시스템(식재공간 관수)을 설치하였다.

아울러 비탈면 녹화에 따른 경관개선 효과를 분석하기 위하여 고속도로 경관개선을 위한 녹화에 있어서 경관기능평가를 위하여 설문 문항을 작성한 후 2013년 3월 28일부터 5월 12일까지 전국의 일반인을 대상으로 인터넷으로 설문지를 볼 수 있게 하고, 설문문항에 대하여 설명한 후 설문지를 작성하도록 하였다. 설문지는 서세종 IC 토사비탈면에 한국도로공사 로고를 녹화하여 시공한 이미지와 신앙 IC에 설치된 계단식 콘크리트옹벽에 나무그림과 잎을 상징하는 녹화방법을 적용한 이미지에 대하여 총 응답자는 167명이었으나 작성문항에 대한 선택을 하지 않았거나 전체 설문문항 중에서 일부만 작성한 경우 등 분석에 부적합하다고 판단되는 설문지 13부를 제외하고 총 154명의 설문결과를 분석에 사용하였다. 각 항목에 대하여 spss pc+

를 이용하여 산술 통계 분석하였으며, 표본오차 분석결과 ±7.90%로 95%의 신뢰수준을 갖는 것으로 분석되었다(Park et al., 2014).

III. 결과 및 고찰

1. 시험시공지 I의 경관시물레이션 및 모니터링

2012년 시험시공지 I 경관불량지역의 경관개선을 위하여 시공한 대상지에서 봄과 여름, 그리고 가을에 꽃이 피었을 때의 시물레이션 경관은 시험시공 전에 비탈면 경관의 변화를 예측할 수 있도록 하는 등 비탈면 경관변화를 파악하기 위하여 수행하였는바, 이를 보면(Figure 5) 다양한 식물의 개화로 한국도로공사의 로고가 더욱 돋보이는 경관을 연출하고 있음을 알 수 있었다.

시험대상 비탈면의 기반 토양에 대한 물리·화학적 특성은 Table 2와 같다. 토양산도는 pH 6.8~6.9로 중성을 나타냈으며, 토양경도지수(산중식토양경도계)는 21~24mm로 식물생육이 영향이 없는 양호한 조건(Korea Expressway Corporation, 2001b)인 것으로 조사되었다. 또한

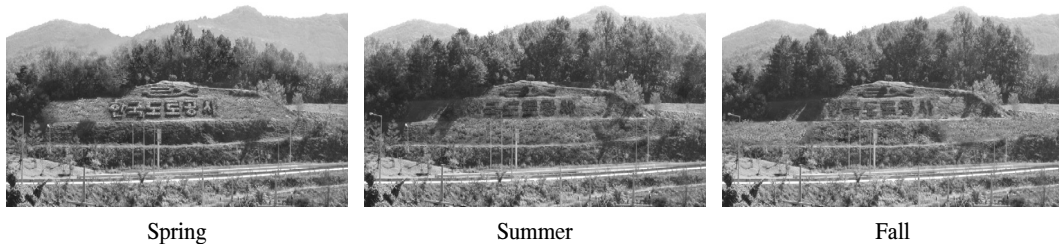


Figure 5. Image simulation in cut slope for 3 seasons in Seosejong IC after construction of green logo.

Table 2. General characteristics of soils used in test.

Items	Soil pH	Soil hardness index (mm)*	Soil moisture (%)
Area 1 (Spring)	6.8	24	50
Area 2 (Summer)	6.9	22	80
Area 3 (Fall)	6.8	21	85

* Soil hardness was measured by Yamanaka tester.

Table 3. Comparison of emergence plant species associated with the seed mixing.

Seeds (Korean name, Scientific name)		Area 1 (Spring)		Area 2 (Summer)		Area 3 (Fall)	
		Seeded	Emerged	Seeded	Emerged	Seeded	Emerged
Landscape improvements	별노랑이, <i>Lotus corniculatus</i> var. <i>japonica</i>	○	●	○	●	○	
	패랭이꽃, <i>Dianthus chinensis</i>	○		○		○	
	자운영, <i>Astragalus sinicus</i>	○	●	○	●		
	쑥부쟁이, <i>Aster yomena</i>		●		●	○	
	수레국화, <i>Centaurea cyanus</i>	○		○	●	○	●
	끈끈이대나물, <i>Silene armeria</i>	○	●	○		○	●
	기생초, <i>Coreopsis tinctoria</i>		●	○	●	○	●
	코스모스, <i>Cosmos bipinnatus</i>			○	●	○	
	금계국, <i>Coreopsis drumondii</i>		●	○	●		●
	민들레, <i>Taraxacum platycarpum</i>	○					
	개양귀비, <i>Papaver rhoeas</i>	○	●				●
	샤스타데이지, <i>Chrysanthemum burbankii</i>	○	●				●
	산국, <i>Dendranthema boreale</i>		●		●		●
	붉은토끼풀, <i>Trifolium pratense</i>	○	●	○		○	●
Sub total		9	10	9	8	9	8
Plant coverage improvement	툭헤스큐, <i>Festuca arundinacea</i>	○	●	○	●	○	●
	페레니얼라이그라스, <i>Lolium perenne</i>	○	●	○	●	○	●
	크리핑레드헤스큐, <i>Festuca rubra</i>	○	●	○	●	○	●
	Sub total		3	3	3	3	3
Invasive plants naturally	산딸기, <i>Rhus crataegifolius</i>		●				●
	아까시나무, <i>Robinia pseudoacacia</i>		●				
	갯버들, <i>Salix gracilistyla</i>				●		●
	가죽나무, <i>Ailanthus altissima</i>				●		●
	자귀풀, <i>Aeschynomene indica</i>		●				
	명아주, <i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>		●				
	개망초, <i>Erigeron annuus</i>		●		●		●
	달맞이꽃, <i>Oenothera laciniata</i>		●				
	할미꽃, <i>Pulsatilla koreana</i>		●		●		
	구절초, <i>Chrysanthemum zawadskii</i>		●				
	박주가리, <i>Metaplexis japonica</i>				●		●
	고려엉겅퀴, <i>Cirsium setidens</i>				●		●
	비수리, <i>Lespedeza cuneata</i>				●		●
Sub total			8		7		7
Total		12	21	12	18	12	18

토양습도는 50~85%의 범위로 식물생육에는 지장이 없는 것으로 분석되었다.

시험시공 후 1년이 경과된 2013년 5월에 위치별로 출현한 식생을 조사하였다(Table 3). 조사 결과 봄철 개화종으로 사용한 9종 중 6종이 출현하였으며, 여름철 개화종으로 사용한 9종 중 6종이 출현하였다. 가을철 개화종으로 사용한 9종 중에서는 4종이 출현하였다. 또한 초기 피복종 중 봄, 여름, 가을에 개화하는 외래초종은 각각 3종 중 3종 모두가 출현하여 출현율은 100%를 나타내었다. 시험시공을 실시한 후 녹화용 식물이 아직 정착되지 않은 단계이기 때문에 정확한 예측은 어렵지만, 비탈면 녹화에서는 종자배합 방법이 매우 중요하다는 선행연구(Hur and Ahn, 2006)와 같이, 배합목표에 따라 녹화경관은 향후 계절별로 차별화될 것으로 예측된다.

시험시공 대상지의 전체적인 식생피복도는 약 50% 이하로 낮게 나타났는데, 이유는 파종한 종자들이 동절기를 지나면서 발아가 늦어진 것으로 판단된다. 또한 식재한 회양목, 조팝나무, 산철쭉나무의 경우 생존율을 확인한 결과 식재한 수종은 모두 생존하였다. 아울러 꽃이

피는 관목류인 조팝나무 및 산철쭉의 개화가 진행되고 있는 것을 확인할 수 있었으며, 백문동의 경우 전체적인 시공면적에 모두 생육하는 것으로 나타났다.

시험시공지에서 침입종을 조사한 결과 목본으로는 산딸기 등 5종이 출현하였는데, 이들 식물은 주변에서 날아오거나 토양 내에 남아있던 종자나 뿌리에서 출현한 것으로 판단된다. 초본으로는 자귀풀, 명아주, 개망초, 달맞이꽃, 할미꽃, 구절초, 박주가리, 고려엉겅퀴, 비수리 등 9종이 출현하였는데, 이들 식물도 고속도로 비탈면의 특성상 주변에서 침입한 것으로 사료된다. 즉, Kim(2010)은 고속도로 비탈면에서는 차량의 이동 및 바람, 주변 산림지 등 다양한 요인으로 인해 비탈면에 침입하는 식생이 다양하다고 하였는데, 이와 유사한 결과라고 판단된다.

2. 시험시공지 II의 모니터링 결과

시험시공지 II의 경우 계단식 옹벽이 조성되어 있어 시험시공 전에는 식생이 활착할 수 없는 비탈면으로 식물의 직접식재나 종자 파종이 곤란하므로, 별도의 식물생육기반을 조성해주었다. 바탕면에 기본 이미지 구현을 위하여 나



Figure 6. The initial state of the plant growth in site 2 (Shinyang IC).

무줄기를 4색으로 도색하고 식재박스를 설치한 후에 박스 내부에 산철쭉, 개쉬땅나무, 화살나무를 식재하였다. 시공 후 1년이 경과한 시점인 2013년 6월 25일 현재 활착율은 산철쭉(99%), 개쉬땅나무(97%), 화살나무(100%) 모두 높은 활착율을 나타내었다. 또한 화살나무와 산철쭉의 경우 생육이 활발하게 진행되고 있는 것으로 나타났다(Figure 6).

아울러 각 식재박스 안에서 파종하지 않은 초본류들이 자라고 있었다. 침입한 초본류로는 환삼덩굴, 피, 쭉, 망초 등 주변에서 쉽게 볼 수 있는 식물들이 침입하였는데, 이러한 초본류는 수목의 생육을 저해하는 요소로 파악된다. 초본류들의 침입 원인으로는 주변 산림에서 이입된 종자에서 발아한 식물이거나 상토 반입시 따라온 잠재종자원에서 발아된 식물로 판단된다(Koh et al., 2006). 또한 차폐녹화의 목적으로 옹벽 하부에 식재한 담쟁이덩굴도 생육이 완만하게 진행되는 것으로 나타났다.

시설물에 대한 점검 결과 관수시설 및 플랜트박스의 훼손은 없는 것으로 나타났다. 신양나들목의 경우 페인트의 훼손이나 시설물의 경우에는 훼손이 없었으며, 수목의 활착적인 면에서도 100%의 활착율을 나타내었다. 따라서 경관이 불량하다고 판단되는(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2009) 고속도로 비탈면의 계단식 옹벽을 녹화하고 경관개선효과를 분석하기 위해서는 지속적인 모니터링과 잡초제거를 통한 수목관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

선호도 평가에 대한 결과는 비탈면에 녹화로 고를 시공하기 전과 후의 사진을 비교하였을 때 경관선호도는 좋음(43%)과 매우 좋음(16%)이 59%를 차지하여 나쁨(9%)보다는 녹화로고에 대하여 좋게 인식하는 것으로 분석되었거나, 고

속도로 비탈면의 콘크리트 계단식 옹벽에 그림이나 각종 로고를 설치하는 것에 대해 응답자 중 65%는 찬성하였다는 Park et al.(2014)의 연구결과¹⁾를 비교하더라도 식생을 이용한 비탈면 녹화를 통해 토사 및 콘크리트 계단식 옹벽의 경관개선이 이루어질 수 있는 것으로 파악할 수 있다.

3. 종합고찰

2가지 조건의 고속도로비탈면에 기반조건별 녹화효과를 분석하기 위하여 실시한 결과, 토사 비탈면에 적용하였던 시험시공지 I은 직접 식생도입이 가능하기 때문에 식재와 파종의 방법으로 초기에 도입하였던 식물과 파종한 종자의 발아특성에 따라 녹화효과(출현종의 비율)의 차이가 있는 것으로 분석되었다. 또한 선행연구(Koh et al., 2006; Kim, 2010)와 같이 초기에 발아한 식물이 시간이 경과함에 따라서 지속적으로 변화되어갈 것으로 예상할 수 있다. 반면 콘크리트옹벽 위에 조성한 시험시공지 II의 경우는 도입한 식물의 종류 보다는 어떤 구조로 식생이 도입되는지가 녹화효과에 차이를 보이는 것으로 알 수 있다(Park et al., 2014). 즉 식생의 활착 여부보다는 콘크리트 구조물 위에 나무그림과 식생이 일부 도입되었다는 자체만으로도 정성적인 선호도의 차이가 발생하였다고 볼 수 있으나, 경관개선 효과를 정량적으로 분석하기는 어려운 점이 있었다.

따라서 비탈면에서의 녹화효과 제고나 경관개선 작업은 기반의 특성에 좌우되기 때문에(Kim, 1998; Kim et al., 2007), 녹화계획 수립시 이를 반영한 계획수립이 필요할 것이다. 또한 본 연구의 결과는 시공초기의 시각적인 녹화효과 연구결과이므로, 시간이 경과함에 따라서 지속적으로 변화되어질 녹화효과 및 경관에

1) 신양나들목에 설치된 계단식 콘크리트옹벽 위에 나무그림과 잎을 상징하는 수목을 적용한 이미지에 대하여 인터넷 설문조사를 실시한 결과임(Park et al., 2014).

대한 지속적인 추적조사가 필요할 것으로 판단된다.

IV. 결 론

고속도로 비탈면의 경관개선을 위한 시험연구로서 2012년 10월부터 2013년 5월까지 당진대전간 고속도로의 시험시공지 I 과 시험시공지 II의 비탈면에 수목식재, 종자파종(얕은층 식생기반재 뽑어붙이기공법), 도색 및 식생상을 설치하고 모니터링을 실시하였다.

1. 비탈면 녹화를 위해서는 토질조건이 중요한데, 토사비탈면일 경우는 식물을 직접 식재하거나 종자를 파종하여 경관개선이 가능하며, 안정공법의 구조물이 적용된 곳이나 암반 비탈면 조건에서는 별도의 식재기반을 조성해주는 방법이 필요하다.

2. 토사비탈면으로 구성된 서세종나들목 시험시공지의 경우에는 관목류 식재와 종자파종에 의한 경관개선 방법을 적용하였다. 계절별로 종류 및 사용량을 달리한 종자배합별로 초기 발아종의 차이가 발생하였으며, 또한 주변에서 산딸기, 아까시나무, 명아주, 개망초 등 다양한 식물이 침입하는 경향을 보였다.

3. 계단식 옹벽위에 조성한 신양나들목 시험시공지에서는 그림과 식물의 조화를 계획하였으며, 나무줄기 도색과 식생상자 설치를 통하여 다양한 수목을 식재하였다. 시공초기에 수목의 활착율은 산철쭉, 개쉬땅나무, 화살나무 모두 95% 이상으로 양호하였으며, 그림과 실물이 조화되어 독특한 경관이 유도되었다.

4. 금번 시험시공은 비탈면 조건에 따라서 상징적인 로고의 조성과 식생의 조화, 콘크리트 구조물로 덮여진 옹벽 위 구조물과 식생의

조화라는 측면에서 향후 적용가능성이 있을 것으로 판단된다. 그러나 생태적 경관개선을 위하여 다양한 식물종을 사용한 방법이므로 시간이 경과함에 따라서 식생의 변화에 따른 경관의 변화가 수반될 것으로 판단되며, 향후 경관변화를 위한 중장기적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

References

- Hur YJ and Ahn, TY. 2006. Seasonal Weight in Seeding Mixture for the Restoration and Revegetation of the Disturbed Slopes. J. of Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 9(1): 41-54.
- Jeon GS. 2002. A study of improvement method and analysis of type of revegetation measures of rock slopes. J. of Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 5(5): 22-29.
- Kim KH. 2010. Direction of ecological restoration on rock cut slope (4). J. of Landscape Architecture Construction Ecology 58: 220-223.
- Kim NC. 1998. A study on the ecological restoration strategies for the disturbed landscapes. J. of Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 1(1): 28-44.
- Kim NC · Song HK · Park GS · Jeon GS · Lee SH and Lee BJ. 2007. An analytical study on the revegetation methods for highway slopes. J. of Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 10(2): 1-15.
- Kim YG · Cho JH and Park TH. 2002. A survey on the awareness of citizen participation in urban park management. Kor. J. Env. Eco. 16(3): 287-295.
- Kim SC. 2003. Landscape analysis of road slopes in Ji-ri national park. J. of Korean For. Soc. 92(6): 545-557.
- Koh JH · H. Yoshida and Kim NC. 2006. A Study

- on the Historical Changes and Prospect of Slope Revegetation Technology in Japan. *J. of Korean Env. Res. & Reveg. Tech.* 9(1): 112-120.
- Korea Expressway Corporation. 2001. Highway Landscape Design Manual.
- Korea Expressway Corporation. 2001. Professional Specifications of Korea Expressway Corporation (Chapter 5. Landscape).
- Korea Forest Service. 2011. Forest landscape planning and management handbook. pp.161.
- Lee J. 2005. An analysis on the visual image and harmony of the construction method in the slope scene -A case on the Daejeon-Jinju highway-. *J. of Korean Institute of Landscape Architecture.* 33(1): 33-48.
- Ministry of Environment. 2001. A study on the technology activation measures for revegetation the cutting slope.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2009. Guideline for construction and design of slope revegetation.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2011. Handbook of Landscape Road Development.
- Park JH · Jeon GS and Kim KH. 2014. The study on the landscape view preferences on slopes of expressway. *Journal of Korean Forestry.* 103(2): 226-232.
- Ryu SH. 2011. A case study on the stability analysis of rock slope during road construction. MS degree dissertation, Hanyang University.
- Son WP. 2010. Road Landscape Planning. Banseokgisul.
- Song MT. 2010. An analysis of landscape preference by the slope type of highway. MS degree dissertation, Hanyang University.