

재래 초·목본 식물 위주의 비탈면녹화 시공지에 대한  
식생 변화에 관한 연구  
- 모니터링 조사를 중심으로 -

남언정<sup>1)</sup> · 김남춘<sup>2)</sup> · 조민환<sup>3)</sup> · 길 인<sup>3)</sup> · 이석해<sup>4)</sup> · 이정학<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 단국대학교 대학원 생명자원과학과 · <sup>2)</sup> 단국대학교 생명자원과학대학 환경조경학전공  
<sup>3)</sup> 토림산업 · <sup>4)</sup> 수성엔지니어링

Study on the Vegetation Change of the Road-side Slopes Restored  
by Native Herbs and Woody Plants  
- Centered with Monitoring Survey -

**Nam, Un-jung<sup>1)</sup> · Kim, Nam-choon<sup>2)</sup> · Cho, Min-hwan<sup>3)</sup> · Gil, In<sup>3)</sup>  
Lee, Suk-hae<sup>4)</sup> and Lee, Jeong-Hak<sup>4)</sup>**

<sup>1)</sup> Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Bio-Resources Science, Dankook University,

<sup>2)</sup> Dept. of Landscape Architecture, School of Bio-Resources Science, Dankook University,

<sup>3)</sup> TOLIM CO. Ltd, <sup>4)</sup> Soo Sung ENG.

**ABSTRACT**

Aiming at nature's early restoring needs to select plant species harmonizing with surrounding environment that fits to restoring goal of ultimately aiming at woody plants dominant vegetation that protect and stabilize surface parts of bared slopes. And it is important to make it assimilated with surrounding natural vegetation by differentiating planning of seed mixtures.

Natural Ecological Restoring Construction Methods (JSB Method) was developed to increase the effect of landscape change according to seasons not to simple hydro-seeding by reducing rate of foreign grasses while raising rate of wild flower using. It was considered that using wild flowers that bloom on each season solved the problems of slope landscapes that looks artificial and uninteresting. After researching environmental condition of the slopes, JSB Method has shown that, as of wet-type method,

---

**Corresponding author** : Kim, Namchoon, Department of Landscape Architecture, Dankook University,  
Tel : +82-41-562-0550, E-mail : namchoon@dankook.ac.kr

**Received** : 30 June, 2007. **Accepted** : 21 August, 2007.

soil is relatively soft and the difference of thickness of plant base soil media affects on the difference of soil hardness. In case of soil hardness of 8.8~17mm, there's dangerousness of slope's collapsing, but it has shown that growth of plant was favorable. For the acidity of soil, most of them are in the type of neutralized soil of more than pH 6. And after analyzing the degree of woody plants dominance, it had shown that lower part was occupied with wild flowers and other herbaceous species like China pin, golden pheasant mum, pitcher plant, and middle and upper part was occupied with woody plants like silk-tree, sumac forming multi-layer structure.

It can be concluded that the restoration objects of the woody plant vegetation on the roadside slopes can be accomplished successfully by Natural Ecological Restoring Construction Method (JSB method).

Key Words : *Ecological restoration, Wild flower hydroseeding, Woody plants dominant restoration, Revegetation.*

## I. 서 론

우리나라에서는 매년 증가하는 도로공사 및 각종 건설공사로 인해 비탈면 발생이 급격하게 증가되고 있지만 비탈면 녹화공사는 아직까지 조기 녹화에만 급급하여 외래도입초종위주로 시공하고 있을 뿐만 아니라 녹화공법 적용에 있어서도 훼손된 비탈면의 생태환경에 대한 분석 없이 무분별하게 적용함으로써 식물이 2~3년 이내에 고사되어 비탈면이 황폐화되는 등의 문제점도 빈번하게 나타나고 있다(건설교통부, 2005).

따라서, 보다 환경친화적인 비탈면 식생 조성을 도모하기 위해서는 정형적이고 직선 형태의 비탈면에서, 주변 환경과 자연스럽게 조화될 수 있는, 조기에 목본이 출현하는 식생군락을 형성시키는 비탈면 복원목표의 효과적인 달성방안이 연구되어야 한다. 비탈면 녹화식생으로 재래 초·목본식물들을 사용하면 우리나라 기후에 대한 적응이 우수하여 유지관리가 용이해지고, 비탈면 경관도 조속하게 회복할 수 있으며, 야생동물의 서식공간을 제공하고, 비탈면 붕괴방지 효과측면에서 외래도입초종보다 탁월하여(우보명 등, 1995), 환경친화적인 비탈면 조성에 효과적인 것으로 알려져 왔다. 아울러, 환경친화적인 도로 건설을 하기 위해서도 가급적 자생종 위주의 복

원 녹화방안이 모색되어야 하며, 사용하는 식물의 가급적 지역 고유의 자생종을 적극 활용하는 방향으로 녹화가 발전되어야 한다고 하였다(고정현 등, 2006).

기존의 비탈면 녹화와 관련된 문제점들을 해결하기 위해 종래의 한지형 잔디 위주의 녹화공법에서 벗어나 자생종을 많이 사용하며, 기후와 해발고도를 고려하는 녹화식물의 배합과 목본군락형, 생물종다양성복원형의 복원목표의 수립이 새로운 녹화 방안으로 제안되고 있다(건설교통부, 2005).

자연의 조기 회복을 지향하기 위해서는 나지상태의 비탈면 표층부분을 보호하여 안정시키는 초기 녹화목표를 수립해야 함과 동시에 궁극적으로 지향하는 복원목표에 부합되는 비탈면 녹화공법의 선정과 주변 환경과 조화를 이루는 식물종을 선정하여야 한다. 비탈면에 초본과 목본을 혼파하면 초기에는 초본이 우점하나 시간이 지나면서 목본이 우점하는 식생형으로 바뀌어야 목본군락형 혹은 생물종다양성복원형의 복원목표가 달성된다. 이를 위해서는 녹화공법에서 사용하는 식생기반재의 토양경도가 낮은 수준이면서 유실되지 않아야 파종한 목본식물이 2-3년 후에 출현하여 우점할 수 있을 것으로 판단된다. 일반적으로 토양경도가 30mm 이상이 되는 식생기반재를 사용하면 파종한 목본식물과 주변 식생의 자연

침입에 의한 목본위주형의 복원목표가 달성되는데 매우 오랜 시간이 요구될 것으로 생각된다.

## II. 목본군락형 복원목표와 식물배합

그 동안 비탈면 녹화에서는 조기녹화만을 강조하고 야생동물의 서식처제공과 경관미에 대한 고려를 하지 못하였기 때문에 외래도입초종에 대한 의존도가 매우 높았고, 우리나라 재래초·목본식물의 사용이 매우 제한적이었다. 앞으로는 외래도입초종 보다는 재래초·목본식물을 적극 활용하는 녹화기술이 개발되어 목본군락형의 복원목표로 녹화할 필요가 있다(김남춘, 1991).

일본의 비탈면 녹화변천과정을 살펴보면 조기녹화에서 완속녹화로, 초본류 위주에서 조기수림화방식으로 변천되어온 것을 볼 수 있다(고정현 등, 2006). 조기수림화 방식은 파종공에 의한 복층구조의 식물군락 형성을 통해 경관과 함께 녹화의 질을 향상시키며 천이 중후기-극상종의 도입을 시도하고 생태계의 다양성까지 배려하여 녹화식물을 선택하는 특성이 있다. 조기수림화 방식은 급속녹화시대 때 많이 사용한 콩과식물의 도입에 의한 과정을 지나, 천이 중후기-극상종의 도입에 의한 수림화가 가능하도록 하여 생태계의 보전 및 다양성을 고려하는 자연회복녹화의 단계에 이르고 있다고 볼 수 있다. 우리나라에서도 조기수림화를 복원목표로 하는 녹화공법의 개발과 연구가 절대적으로 필요한 시기이다. 이러한 자연회복녹화를 통한 생태계 보전 및 복원을 하기 위해서는 모니터링조사의 필요성이 인식되어야 하며, 종다양성을 확보하는 방안, 완속녹화에 대한 필요성 인식, 비탈면 위치별로 복원목표를 상이하게 적용, 현장발생재의 적극적인 활용, 복원녹화 전문가의 양성 등이 무엇보다 필요하다고 하였다. 특히 비탈면 상단부는 목본군락형의 복원목표를 적용하는 것이 경관적인 면에서 바람직하다.

환경친화적인 비탈면 녹화용으로 재래초·목본식물들을 사용하면 그 나라 지역 기후에 대한

적응성이 높아 유지관리가 용이하고, 비탈면 경관의 조속한 회복에 기여하며, 야생동물의 서식처 및 은신처를 제공하고, 비탈면 붕괴방지 효과 면에서 외래도입초종 보다 탁월한 장점이 있다(김남춘, 1998). 녹화용 식물의 배합과 관련하여 외래종과 자생종의 혼합에 대한 연구(김남춘 등, 2001; 김남춘 등, 2002)가 있었으며, 외래종에 지나치게 의존하기 보다는 자생야생화류와 목본식물을 혼파하는 것이 다층구조의 식물군락을 조성하는데 효과적이라고 하였다. 특히, 녹화용 식물들은 파종시기와 혼파하는 식물종과 파종량에 따라 매우 상이한 녹화품질을 보인다. 목본 중에서는 가중나무가 혼파한 다른 식물들의 생육을 방해할 정도로 우점하는 경향을 보이며, 자귀나무의 경우 초기신장이 매우 빠르게 진행되나 쉽게 쇠퇴하는 문제점도 나타난다(김남춘 등, 2002). 단풍나무와 이팝나무, 곰솔 등은 발아가 진행되나 생육속도가 느려 단기간에 녹화효과를 기대하기 곤란하며 야생화 중에서는 수레국화, 쑥부쟁이, 민들레, 벌개미취, 도라지, 샴스타데이지, 꽃의 발아율이 높은 것으로 나타난다. 다층구조의 식생군락을 형성하려면 조기녹화용 식물과 천이중후기에 속하는 식물종을 혼파하고 완속녹화의 개념으로 복원녹화를 시도하여야 하는 것이 효과적이라고 할 수 있다.

고속도로 비탈면에 대한 녹화공법의 적용실태에 대한 연구에서 토질별로 상이한 녹화품질이 나타나는 것을 볼 수 있다. 외래도입초종에 의존하는 경향이 많으며, 이들로 인해 종다양성이 떨어지고 장기적으로 보면 2차식생의 침입이 방해받는 문제가 발생하는 곳도 많은 것을 볼 수 있다. 발파암 비탈면도 지금보다 구배를 더욱 낮추어 녹화공사를 시행함으로써 주변과 유사한 식생구조를 갖도록 토목설계기준이 바뀌어야 하며, 등나무 식재는 유지관리 비용을 요구하는 특성이 있다고 하였다(김남춘 등, 2007).

이상의 국내외 연구동향을 살펴본 결과 보다 친환경적인 도로건설을 수행하기 위한 방안의 하

나로 비탈면 복원목표로써 목본군락형, 생물종다양성복원형의 복원목표가 달성될 수 있어야 하며, 시간이 변하면서 비탈면 식생이 어떻게 변화하는지를 모니터링 조사할 필요가 있고, 녹화식물로 외래도입초종보다는 재래초·목본식물을 적극 활용하는 방안들을 적극적으로 검토하여야 한다고 생각된다.

### III. 조사 내용 및 방법

#### 1. 조사 내용

최근 목본군락형 혹은 생물종다양성복원형의 비탈면 복원목표를 달성할 수 있는 녹화방법에 대한 관심이 높아지고 있다. 그동안 조기녹화에 급급해온 관행에서 탈피하고자 하는 것으로 본 연구에서는 이러한 국내외 경향에 부응하여 자연생태복원공법으로 자생초·목본위주로 시공한 후 경과 년수에 따라 출현종이 어떻게 변화하는가를 파악하여 목본군락형의 복원목표가 달성될 수 있는가를 파악하고자 하였다.

#### 2. 조사 방법

모니터링 조사는 2005년부터 2007년도까지 진행되었으며, 조사는 계절을 고려하여 총 4회(봄,

여름, 가을) 조사하였는데, 2006년 6월과 8월, 10월과 2007년도 8월에 하였다.

조사 지점은 시공 후 경과 년 수와 비탈면의 토질, 사용한 식물종자 등을 고려하여 대표성이 있다고 판단되는 경기도권역 3곳, 충청도권역 1곳, 강원도권역 1곳 총 5곳을 선택하였다.

조사방법으로는 2005년 7월에 건설교통부에서 발표한 「비탈면녹화설계 및 시공 잠정 지침」에 있는 비탈면 조사 야장표를 근거로 각 현장별로 대조구를 선정하여 반복 조사하였다. 시간이 많이 경과하여 이미 피복율이 100%를 보인 지역에 대해서는 출현종 위주로 조사하였고, 출현한 식물군락에서의 우점종을 분석하였다.

시공지에 대한 토양경도는 산중식 토양경도계를 사용하여 조사하였으며, 토양산도와 습도는 간이 측정기를 활용하여 현장에서 조사하였다.

### IV. 결과 및 고찰

#### 1. 입지환경

비탈면 시공지의 입지환경 조사 분석 결과 자연생태복원공법(JSB공법)은 식생기반재를 물과 함께 혼합하여 압력으로 취부하는 습식공법으로 토양경도는 17mm 이하의 부드러운 상태이며, 비

표 1. 조사지역별 현황.

장소	토양경도(mm)				토양경도(kg/cm <sup>2</sup> )				습도(%)				토양산도(pH)				경사(°)
	1	2	3	계	1	2	3	계	1	2	3	계	1	2	3	계	
삼청각(서울)	10	10	11	10.3	1.4	1.4	1.7	1.5	35	15	10	20	6	7	7	6.7	45~50
영화촬영소(경기도)	8.5	12	13	11.2	1	2	2.1	1.7	60	40	25	41.7	6.5	6.8	7	6.8	50
하수종말처리장(경기도)	12	13	13	12.7	2	2.1	2.1	2.07	60	40	30	43.3	6.5	7	7	6.8	45~50
대전-당진간 도로비탈면(충청도)	13	18	20	17	2.1	4.2	5.4	3.9	10미만	10미만	10미만	10미만	7	7	7	7	40
KT연수원(강원도)	9.5	8	9	8.8	1.2	0.85	1.1	2.05	25	10	10	15	6.5	7	7	6.8	40

표 2. 각 조사지점별 출현종 및 침입종의 비율.

구 분	삼청각 (서울)	영화촬영소 (경기도)	하수종말처리장 (경기도)	대전-당진간 도로비탈면 (충청도)	KT연수원 (강원도)
과종식물(종)	23	15	27	26	8
출현율(%)	39	80	59	38	75
침입율(%)	64	62.5	20	41	62.5

탈면 토질에 따라 식생기반재의 시공두께 차이로 인한 토양경도의 차이가 있는 것으로 나타난다. 표 1에서 토양경도는 자연토양과 유사한 낮은 수준으로 나타나며, 대전-당진 간 도로비탈면의 경우는 토질이 밭파압 지역으로 토양경도가 가장 높은 수준이었지만 식물의 생육에는 양호한 조건을 보였다.

토양습도는 조사 시기(봄, 여름, 가을)와 녹화 지역(성토지역, 절토지역, 암반)에 토질특성에 따라 차이가 크게 나타난다. 토양산도는 대부분이 pH 6이상으로 식물생육에는 지장이 없는 것으로 보인다. 조사 비탈면의 경사도는 평균 1 : 1의 구배를 가지는 것으로 나타났다.

2. 출현종

각 녹화지역에는 교목류의 경우 자귀나무, 붉

나무, 해송, 사방오리나무, 개쉬땅나무, 리기다소나무, 생열귀, 가죽나무가 사용되었고, 관목류는 참싸리, 낭아초, 꼬리조팝, 비수리가, 초화류는 재래종인 벌노랑이, 억새, 안고초, 쑥, 쑥부쟁이, 산국, 구절초 등이, 외래종으로는 Tall fescue, Creeping red fescue, Perennial ryegrass 등과 같은 양잔디류가 일부 사용되었다.

또한, 경관을 위해 초화류가 사용되는데, 각 계절(봄철, 여름철, 가을철)의 경관을 위해 사용되는 초화류 식물은 각각 다르다. 봄철 경관을 위해 사용되는 초화류는 샤프스타데이지, 끈끈이대나물, 패랭이 등이며, 여름철은 금불초, 달맞이, 도라지, 동자꽃 등이고, 가을철은 춘차국, 산국, 천인국, 루드베키아 등이 사용되었다.

각 지역별 출현종 중에서 녹화식물이 아닌 침입종에 속하는 것으로 교목류로는 아까시나무와

표 3. 조사지점별 출현종 및 침입종 현황(○ : 과종식물, ●출현종, ●침입종).

구 분	식물명	삼청각 (서울)			영화촬영소 (경기도)			하수종말 처리장 (경기도)			대전-당진간 도로비탈면 (충청도)			KT연수원		
		과종 식물	출현종	침입종	과종 식물	출현종	침입종	과종 식물	출현종	침입종	과종 식물	출현종	침입종	과종 식물	출현종	침입종
교 목 류	붉나무	○	-	-	○	●	-	○	●	-	○	-	-	○	●	-
	가죽나무	○	●	-	○	-	-	○	●	-	-	-	-	-	-	-
	사방오리나무	○	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-
	자귀나무	○	●	-	○	●	-	○	●	-	○	-	-	○	-	-
	리기다소나무	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	개쉬땅나무	-	-	-	○	-	-	○	●	-	-	-	-	-	-	-
	생열귀	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	해송	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-
	아까시나무	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	갯버들	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-
소계	4	2	1	6	2	-	6	4	1	4	-	-	2	1	-	

표 3. 계속

구분	식물명	삼척각 (서울)			영화촬영소 (경기도)			하수종말 처리장 (경기도)			대전-당진간 도로비탈면 (충청도)			KT연수원		
		과종 식물	출현종	침입종	과종 식물	출현종	침입종	과종 식물	출현종	침입종	과종 식물	출현종	침입종	과종 식물	출현종	침입종
관목류	참싸리	○	●	-	○	●	-	○	●	-	○	-	-	○	●	-
	낭아초	○	●	-	○	●	-	○	●	-	○	-	-	○	●	-
	비수리	○	-	-	○	●	-	○	●	-	-	-	-	○	●	-
	꼬리조팝	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
	소계	3	2	-	3	3	-	3	3	-	3	-	-	3	3	-
초화류	별노랑이	○	●	-	○	●	-	○	●	-	○	●	-	-	-	-
	억새	○	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-
	안고초	○	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-
	쑥부쟁이	○	●	-	-	-	-	○	-	-	○	●	-	-	-	-
	산국	○	-	-	-	-	-	○	-	-	○	●	-	-	-	-
	샤스타데이지	○	●	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-
	끈끈이대나물	○	-	-	○	●	-	○	●	-	○	●	-	-	-	●
	패랭이	○	●	-	○	●	-	-	-	-	○	●	-	-	-	-
	금불초	○	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-
	달맞이	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
	춘차국	○	-	-	○	●	-	○	●	-	○	●	-	-	-	-
	금계국	○	●	-	○	●	-	-	-	●	○	●	-	-	-	-
	루드베키아	○	-	-	○	●	-	○	●	-	-	-	-	-	-	-
	별개미취	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	타래붓꽃	-	-	-	○	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	쑥	-	-	-	-	-	●	○	●	-	○	●	-	-	-	●
	천인국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
	구절초	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
	질경이	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	취	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	박주가리	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	뚝갈	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-
	자주개자리	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	사위질빵	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	여뀌	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	물봉선	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	수염패랭이	-	-	-	-	-	-	○	●	-	-	-	-	-	-	-
	붓꽃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
	부처꽃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
	동자꽃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-
	도라지	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
	수레국화	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	●	-	-	-	-
개망초	-	-	●	-	-	●	-	-	●	-	-	-	-	-	●	
망초	-	-	●	-	-	●	-	-	●	-	-	●	-	-	-	

표 3. 계속

구분	식물명	삼척각 (서울)			영화촬영소 (경기도)			하수종말 처리장 (경기도)			대전-당진간 도로 비탈면 (충청도)			KT연수원		
		파종 식물	출현종	침입종	파종 식물	출현종	침입종	파종 식물	출현종	침입종	파종 식물	출현종	침입종	파종 식물	출현종	침입종
초화류	강아지풀	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	●
	닭의장풀	-	-	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	갯잎	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	씀바귀	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	줄딸기	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	팽이밥	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	새콩	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	민들레	-	-	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	돼지풀	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	익모초	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	환삼덩굴	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	●
	명아주	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	영경귀	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-
	왕고들빼기	-	-	●	-	-	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-
	고들빼기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-
	붉은토끼풀	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	●	-	-	-
	애기똥풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●
	산톱풀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●
	산박하	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●
	머느리배꼽	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	●
	바랭이	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	산딸기	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	별꽃	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	미나리	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kentucky bluegrass	○	-	-	-	-	-	○	●	-	○	-	-	-	-	●
	Perennial ryegrass	○	-	-	-	-	-	○	●	-	-	-	-	○	●	-
Tall fescue	○	-	-	-	-	-	○	●	-	○	●	-	○	●	-	
Creeping red fescue	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	
소계	16	5	15	8	7	20	18	9	3	19	10	7	3	2	10	
합 계	23	9	16	15	12	20	27	16	4	26	10	7	8	6	10	

갯버들이 나타났고, 초본류로는 별꽃, 질경이, 강아지풀, 토끼풀, 닭의장풀, 칩, 박주라기, 민들레, 머느리배꼽, 여뀌, 망초, 개망초, 사위질빵, 미나리, 환삼덩굴, 알팔파, 왕고들빼기, 물봉선, 영경귀, 뚝갈 등이 나타났다.

관목류의 경우는 확인된 침입종은 없었으며 침입한 식물중 환삼덩굴과 칩은 우점하면 녹화지

역의 다른 식생의 생육에 장애를 주기 때문에 이들을 제거하는 지속적인 관리가 필요한 것으로 나타났다. 대전-당진 간 도로비탈면을 제외한 다른 지역의 경우는 훼손지역 주변으로 자연식생군락이 있어 이들로부터 유입하는 침입종이 훼손지역에 출현하는 것을 볼 수 있었으며 계절별로는 표 3에서 보는 바와 같이 침입종이 여름, 가을,

봄철의 순으로 많이 출현하는 경향을 보였다.

3. 계절별 경관 연출
















각 조사 대상지별로 단조로운 비탈면 식생경관에서 탈피하여 흥미롭고 다채로운 경관연출을 위해 다양한 초화류를 파종하였다. 특히 봄철, 여름철, 가을철별로 다른 경관이 연출되도록 초화류를 다양하게 사용되었다. 봄철에는 샤프스타데이지, 끈끈이대나물, 패랭이 등이 꽃이 피면서 여러

가지 다양한 색채 연출이 가능한 것을 볼 수 있으며, 여름철에는 금불초, 달맞이, 도라지가 꽃이 피면서 짙은 색채의 초점경관이 연출되고, 가을철에는 춘차국, 산국, 천인국, 루드베키아 등이 역할을 대신하는 것을 볼 수 있었다.

4. 우점종 분석

각 조사 대상지별 우점종은 아래 표 5, 6, 7, 8, 9와 같다. 파종 후 2년이 경과된 삼청각(서울)의

표 4. 조사대상지의 계절별 전경.

구 분	봄	여름	가을
삼청각 (서울)			
영화촬영소 (경기도)			
하수종말 처리장 (경기도)			
대전-당진간 도로비탈면 (충청도)			
KT연수원 (강원도)			
출현종 (초화류)	샤프스타데이지, 패랭이, 끈끈이대나물	금불초, 달맞이꽃, 도라지	춘차국, 산국, 천인국, 루드베키아
주조색	붉은색, 흰색	붉은색, 노란색, 보라색	노란색, 흰색



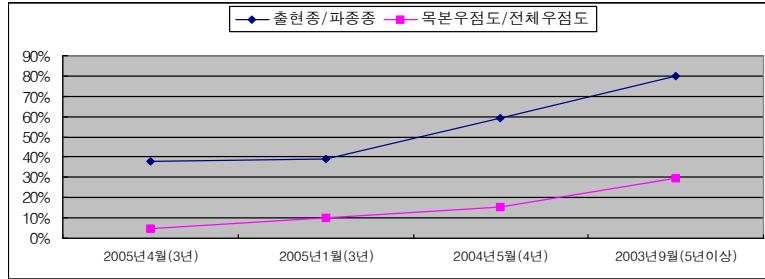


그림 1. 경과년수에 따른 출현율.

경우 자귀나무와 닭의장풀이 우점 하였는데, 자귀나무는 주로 비탈면 중단부에서 다수 나타났으며 닭의장풀은 하단부에서 출현빈도가 높았다. 파종 후 약 2년이 경과한 대전-당진간 도로비탈면(충청도 공주)의 경우 목본은 거의 목격되지 않으며, 초본류는 샤프스타테이지가 우점하는 것으로 나타났다. 파종후 3년이 경과하면서 목본류가 증가하는 경향이 있어 이 지역에서의 목본류 출현은 더 시간을 두고 모니터링 조사할 필요가 있어 보인다.

파종후 3년이 경과한 하수종말처리장(경기도

남양주)의 경우 목본은 낭아초가 우점하였고, 초본류는 외래도입초종인 Tall fescue가 비탈면 하단부에서 우점하는 것으로 나타났다.

파종 후 4년이 경과된 영화촬영소(경기도 남양주)에서는 비탈면 상단부에서 목본류인 참싸리가 우점하였고, 비탈면 전반적으로 초본류인 왕고들빼기가 우점하는 것으로 나타났다.

파종후 약 5년이 경과한 KT연수원(강원도 원주)의 경우 낭아초가 우점하는 것으로 나타났다. 조사 결과 목본류는 보통 비탈면 중단과 상단부에 주로 우점하였고, 초본류인 닭의장풀, 샤프스타

표 5. 조사 지점별 우점도 분석(삼청각).

시공일 : 2005년 1월

종 자 명	학 명	하단부 우점도	중단부 우점도	상단부 우점도	평균	
목본류	참싸리	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	1.10	0.53	3.37	1.66
	가죽나무	<i>Ailanthus altissima</i>	0.55	0.53	0.00	0.36
	자귀나무	<i>Albizia julibrissin</i>	0.55	3.21	2.25	2.03
	낭아초	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	1.10	4.81	6.74	4.21
	아까시나무	<i>Robinia pseudoacacia</i>	1.66	1.07	2.25	1.66
초화류	별노랑이	<i>Lotus corniculatus</i>	9.39	10.70	11.24	10.44
	쭈	<i>Artemisia princeps var. orientalis</i>	0.55	1.60	1.12	1.09
	망초	<i>Erigeron canadensis</i>	6.63	11.76	11.24	9.88
	닭의장풀	<i>Commelina communi</i>	33.15	16.04	11.24	20.14
	쇠별꽃	<i>Stellaria aquatica</i>	1.10	0.53	2.25	1.29
	코스모스	<i>Cosmos bipinnatus</i>	2.76	3.21	2.25	2.74
	명아주	<i>Chenopodium album var. centrorubrum</i>	3.31	3.74	10.11	5.72
	꿀풀	<i>Prunella vulgaris var. lilacina</i>	11.05	21.39	11.24	14.56
	고들빼기	<i>Youngia sonchifolia</i>	1.10	0.53	3.37	1.67
	외래도입 초종	톨웨스큐	<i>Festuca arundinacea</i>	22.10	16.04	11.24
페레이얼 라이그라스		<i>Prennial ryegrass</i>	3.87	4.28	10.11	6.09
합 계		100%	100%	100%	100%	

표 6. 조사 지점별 우점도 분석(영화촬영소).

시공일 : 2003년 9월

종 자 명		학 명	하단부 우점도	중단부 우점도	상단부 우점도	평균
목본류	붉나무	<i>Japanese sumac</i>	5.35	3.16	2.53	3.68
	싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	2.68	5.26	25.32	11.09
	자귀나무	<i>Albizia julibrissin</i>	4.46	4.21	7.59	5.42
	개취땅나무	<i>Sorbaria sorbifolia var. stellipila</i>	1.79	3.16	5.06	3.34
	가죽나무	<i>Ailanthus altissima</i>	0.00	1.05	1.27	0.77
	죽제비싸리	<i>Amorpha fruticosa</i>	0.89	1.05	2.53	1.49
초화류	낭아초	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	1.79	4.21	6.33	4.11
	물봉선	<i>Impatiens textori</i>	13.39	21.05	12.66	15.70
	쑥	<i>Artemisia princeps var. orientalis</i>	4.46	3.16	2.53	3.38
	왕고들빼기	<i>Lactuca indica var. laciniata</i>	3.57	4.21	3.80	3.86
	붓꽃	<i>Iris nertschinskia</i>	4.46	10.53	2.53	5.06
	췌	<i>Pueraria thunbergiana</i>	1.79	4.21	6.33	4.11
	새	<i>Spodiopogon cotulifer</i>	1.79	3.16	2.53	2.49
환삼덩굴	<i>Humulus japonicus Siebold</i>	53.37	31.58	18.99	34.65	
<b>합 계</b>			<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

데이지, Tall fescue 등은 주로 하단에서 출현빈도가 높았다.

전반적으로 시간이 경과함에 따라 과종식물의 출현율과 목본류의 우점도가 함께 높아지는 경향을 보인다. 이러한 결과로 보아 생태복원공법(JSB공법)으로 시공한 곳들은 시간이 흐를수록

종다양성이 높아지며, 특히 목본류의 상대 우점도가 증가하는 경향이 뚜렷한 것을 볼 수 있었다. 과종 직후보다 3년이 지나면서 목본류의 우점도가 높아지는 것을 볼 때 본 생태복원공법(JSB공법)은 목본군락형 혹은 종다양성복원형의 복원목표를 최종적으로 달성할 수 있다고 보여 진다. 본

표 7. 조사 지점별 우점도 분석(하수종말처리장).

시공일 : 2004년 5월

종 자 명		학 명	하단부 우점도	중단부 우점도	상단부 우점도	평균
목본류	가죽나무	<i>Ailanthus altissima</i>	4.37	3.28	4.03	3.89
	자귀나무	<i>Albizia julibrissin</i>	2.19	0.28	1.61	1.36
	낭아초	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	3.83	8.20	4.03	5.35
	참싸리	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	5.46	4.92	4.03	4.80
초화류	산국	<i>Chrysanthemum boreale</i>	1.64	1.64	2.42	1.90
	금계국	<i>Coreopsis drumondii Torr. &amp; Gray</i>	8.20	16.39	8.06	10.88
	별노랑이	<i>Lotus corniculatus var. japonicus</i>	10.93	12.30	8.06	10.43
	쑥	<i>Artemisia princeps var. orientalis</i>	1.09	3.28	4.84	3.07
	여뀌	<i>Persicaria hydropiper</i>	0.55	0.82	0.81	0.73
	고마리	<i>Persicaria thunbergii</i>	1.64	3.28	5.65	3.52
	망초	<i>Erigeron canadensis</i>	10.93	12.30	24.19	15.81
	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	5.46	16.39	24.19	15.36
	외래도입 초종	톨웨스큐	<i>Festuca arundinacea</i>	43.72	16.39	8.06
<b>합 계</b>			<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

표 8. 조사 지점별 우점도 분석(대전-당진간 도로 비탈면).

시공일 : 2005년 4월

종 자 명	학 명	하단부 우점도	중단부 우점도	상단부 우점도	평균	
초화류	금계국	<i>Coreopsis drumondii Torr. &amp; Gray</i>	15.60	6.78	7.65	10.01
	별노랑이	<i>Lotus corniculatus var. japonicus</i>	10.64	6.78	5.10	7.51
	패랭이	<i>Dianthus sinensis</i>	7.09	1.69	1.02	3.27
	샤스타 데이지	<i>Chrysanthemum burbankii</i>	28.37	28.25	33.16	29.93
	끈끈이 대나물	<i>Silene armeria</i>	14.18	33.90	30.61	26.23
	산국	<i>Chrysanthemum boreale</i>	1.42	2.82	2.55	2.26
	토끼풀	<i>Trifolium repens</i>	12.77	14.12	15.31	14.07
외래도입초종	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	1.42	2.82	2.55	2.26
	톨웨스큐	<i>Festuca arundinacea</i>	8.51	2.82	2.04	4.46
합 계		100%	100%	100%	100%	

생태복원공법(JSB공법) 시공지역에서는 초화류 위주의 식생이 파종 1년과 2년 동안 우점하며, 파종 3년 후부터 목본류의 밀도가 높아지면서 자연침입한 식생과 더불어 다층구조의 목본식생군락이 서서히 형성되는 것을 볼 수 있었다.

## V. 결 론

비탈면 녹화는 국토개발로 인해 훼손된 생태계를 회복시키는데 있어 자연성을 높여 주는 역

할 뿐만 아니라 생물다양성을 회복하는 데에도 기여함으로써 인간과 자연의 공존을 도모하는 것에 큰 의미를 부여한다. 하지만 과거 비탈면 녹화는 빠른 지표면 회복을 위해 생육이 지나치게 왕성한 목초류의 외래도입초종을 무분별하게 많이 사용해온 문제점이 있었다.

자연생태복원공법(JSB공법)은 기존 녹화공법에서 의존하는 외래도입초종 위주의 녹화방식에서 탈피하여 야생화의 사용비율을 높이고, 목초류의 외래도입초종의 사용 비율은 대폭 줄여서

표 9. 조사 지점별 우점도 분석(KT연수원).

시공일 : 2002년 4월

종 자 명	학 명	하단부 우점도	중단부 우점도	상단부 우점도	평균	
목본류	붉나무	<i>Japanese sumac</i>	0.82	0.63	1.96	1.14
	낭아초	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>	7.41	3.80	3.27	4.83
	싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	4.12	6.33	1.31	3.92
초화류	금계국	<i>Coreopsis drumondii Torr. &amp; Gray</i>	12.35	12.66	9.80	11.60
	쭈	<i>Artemisia princeps var. orientalis</i>	6.17	12.66	13.07	10.63
	비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>	1.23	4.43	6.54	4.07
	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	4.12	9.49	13.07	8.89
	망초	<i>Erigeron canadensis</i>	6.17	3.16	9.80	6.38
	물봉선	<i>Impatiens textori</i>	4.12	4.43	6.54	5.03
	왕고들빼기	<i>Lactuca indica var. laciniata</i>	2.06	1.27	1.93	1.75
	고들빼기	<i>Youngia sonchifolia</i>	2.06	6.33	3.27	3.89
	명아주	<i>Chenopodium album var. centrorubrum</i>	8.23	3.16	3.27	4.89
	외래도입초종	톨웨스큐	<i>Festuca arundinacea</i>	41.15	31.65	26.14
합 계		100%	100%	100%	100%	

단순한 지표면의 피복이 아니고 계절별로 색다른 경관 변화가 이루어지면서 3년이 경과되면서부터 다층구조의 목본군락형을 성립시키는데 역점을 두고 있는 것을 모니터링 조사를 통해 확인할 수 있었다. 시공 후 계절별로 꽃이 피는 야생화가 우점하는 것은 외래도입초종에 의한 단순한 그린색의 지루함을 개선하는 효과가 있으며, 외래도입초종들이 우점하면서 자생목본류를 피압하는 현상을 없애는 역할이 있다고 보여 진다. 모니터링 조사결과 시공 후 5년 후에 목본류가 많이 출현하는 것을 목격할 수 있었는데 목본류의 점유면적이 늘어나면 인공비탈면의 자연경관미의 조기회복과 비탈면의 안정에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

통상적으로 비탈면에서는 목본식물을 식재하는 것보다 파종에 의하여 성립시키면 뿌리가 깊게 발달하면서 표층 붕괴를 방지하여 비탈면의 안정에 도움을 주는 것으로 알려져 왔다. 시간의 경과에 따른 파종종자의 출현율 및 우점도 조사결과 시간이 흐를수록 목본류의 우점도가 증가하는 것을 볼 수 있었는데 자연생태복원공법은 점차적으로 목본류의 우점도가 증가하면서 비탈면에 다층구조형 식생군락을 형성시킬 수 있는 녹화방법이라고 보여진다.

자연생태복원공법(JSB공법)은 습식공법으로 토양이 대체로 부드럽고, 녹화지역의 토질 특성에 따라 식생기반재의 시공두께 차이로 토양경도에서 차이가 있지만 식물생육이 적합한 상태이며, 높은 식생피복율을 나타내기 때문에 식생기반재의 유실현상은 없는 것으로 조사되었다. 토양산도는 대부분이 pH 6이상으로 자연토양과 유사한 정도이며, 시공현장의 평균 경사는 1 : 1 정도 이었다. 시간경과에 따른 식물출현경향을 볼 때 자연생태복원공법은 목본군락형의 복원목표가 달성될 수 있는 녹화공법이라고 판단된다.

다만, 앞으로 목본 및 초본류의 종자 배합 시 훼손지 주변지역 식생을 파악하여 주변식생과 맞는 식생형을 복원목표로 하는 시공기술의 개선이

요망된다. 건교부에서 작성중인 비탈면 지침안에서는 국토의 훼손지역을 복원하는데 있어 생태계 보호 및 자연회복을 중요한 복원목표로 설정하도록 하고 있으며 주변의 생태계와 유사한 식생구조로 빠르게 회복할 수 있도록 하고 있다. 이러한 자생종 위주의 녹화를 하기 위해서는 지역 고유종의 활용이 필요하며, 자연생태복원공법(JSB공법)은 앞으로 생물종다양성 복원을 위한 자생종 위주의 복원 연구를 더욱 추진하여야 한다고 판단된다.

## 인 용 문 헌

- 건설교통부. 2005. 비탈면 녹화 설계 및 시공 지침 지침.
- 고정현·吉田 寬·김남춘. 일본의 비탈면 녹화 공법 발전과정과 전망. 한국환경복원녹화기술학회지 9(1) : 112-120.
- 김남춘. 1991. 녹화식생의 생육이 사면녹화 및 경관조성에 미치는 효과에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문.
- 김남춘·송호경·박관수·전기성·이상화·이병준. 2007. 고속도로 절·성토 비탈면 녹화 공법 적용 실태 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 10(2) : 1-15.
- 김남춘·윤중서·배선우·손원주·정성철. 2002. 비탈면 조기수립화를 위한 녹화용 식물의 활용에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 5(6) : 72-85.
- 김남춘·허영진·김정훈. 2005. 환경친화적인 도로 비탈면 훼손지 복원을 위한 적정 식물배합에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 8(4) : 81-90.
- 김정완·정태건·김남춘·권병성. 2006. 얇은 식생기반재 취부공법에 의한 비탈면 녹화 식생 배합 및 적용시험 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 9(6) : 143-151.
- 김정훈·허영진·김남춘·정용문. 2005. 생육보

- 조재 취부 공법에 의한 비탈면 녹화 식생배합의 적정성에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 8(2) : 90-97.
- 방광자 · 이종석 · 이택주 · 강현경 · 설중호. 1998. 자생초본 식물의 녹화소재로서의 특성에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 1(1) : 45-53.
- 여환주 · 이상필 · 백난영 · 이재근. 2005. 난지도 쓰레기 매립지 비탈면 생태복원 특성에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 8(3) : 1-12.
- 우보명 · 권태호 · 김남춘. 1993. 임도비탈면의 자생식생 침입과 효과적인 비탈면 녹화공법에 관한 연구. 한국임학회지 82(4) : 381-395.
- 이영노. 1996. 한국식물도감. 교학사.
- 한국도로공사. 1995. 고속도로 절토비탈면 녹화공법 활성화 방안에 관한 연구.
- 허영진 · 안태영. 2006. 훼손 비탈면의 생태복원 녹화를 위한 종자배합량의 계절별 가중치에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 9(1) : 41-54.