

비탈면의 생태복원을 위한 연속섬유보강토의 적용성에 관한 연구

고정현¹⁾ · 허영진¹⁾ · 이용구¹⁾ · 김남춘²⁾

¹⁾ 일송환경복원(주) · ²⁾ 단국대학교 녹지조경학과

A Study on the Use of a Continuous Fiber Soil
Reinforcement System to Revegetate a Cut Slope

Koh, Jeung-Hyun¹⁾ · Hur, Young-Jin¹⁾ · Lee, Yong-Gu¹⁾ and Kim, Nam-Choon²⁾

¹⁾ ILSONG ERT CO. Ltd.,

²⁾ Department of Landscape Achitecture, Dankook Universty.

ABSTRACT

A technology using continuous fiber soil reinforcement system for the creation of ecological restoration in a damaged area has been developed and introduced. The continuous fiber soil reinforcement system (Geofiber system) is an environmentally friendly slope protection technique that continuous fiber soil reinforced layers are constructed with green plantation on cut slope. The characteristics of this system in terms of the strength and hydraulic performance, and the vegetation were investigated in this study. The main objectives of this comparative study was to quantify the potential contribution of geofiber system for the revegetation on the cut slope in a damaged area. A Geofiber system was constructed to reinforce the lower layer of slopes and revegetation methods including wood chips were carried out on the upper layer by machineries. The results of monitoring during 3 years on cut slopes were as follows : 1) All the quadrat existed in the proper range for vegetation. 2) Species richness was 4.4 (site-1) and 18.5 (site-2) respectively. 3) The averaged coverage rates of quadrats was 90%. It is remarkable that the continuous fiber soil reinforcement system would be capable of applying to a damaged area and also would serve maintaining a healthier environment for floras. However, it behooves to continue monitoring on succession of vegetation for ecological restoration.

Corresponding author : Hur, Young-Jin, ILSONG ERT CO. Ltd.

Tel : +82-31-898-4971, E-mail : yjh1925@hanmail.net

Received : 12 April, 2010. **Revised** : 7 May, 2010. **Accepted** : 24 May, 2010.

Key Words : *Continuous fiber soil reinforcement system, ecological restoration, revegetation, wood chips.*

I. 서 론

각종 개발행위에 의한 자연의 훼손규모와 태풍이나 지진과 같은 자연재해에 의한 훼손지의 규모는 점차 대형화하고 있으며, 심각한 재난재해로 이어질 수 있는 훼손지에 대한 안정성 확보는 매우 중요한 사안으로 부상되고 있다. 또한 최근에는 자연 친화적인 환경요소의 중요성이 부각되면서 구조적 안정뿐만 아니라 경관까지 고려하는 지형복구 및 식생복원기술의 개발이 요구되고 있다.

이러한 요구에 부응하기 위하여 콘크리트 블록격자공이나 보강토 옹벽 등의 토목구조물에 의한 공법들이 시도되고 있으나 완성된 형상이 주변지형 및 경관과 조화를 이루지 못하는 단점이 있다. 또한 이들 공법은 제한된 위치에만 부분적으로 식생이 가능하며 조성된 식생기반도 유효토심이 낮아 초본 및 관목위주의 식생이 조성되고 강우에 쉽게 유실되는 등 식생복원 및 내구성 측면에서도 여전히 많은 문제점들을 안고 있다 (Sotir et al., 2002).

그동안 국내 비탈면 녹화공사는 외래종에 대한 의존도가 지나치게 높았고 자생목본종 위주의 녹화에는 소홀히 해온 경향이 있으며, 이들 외래종들은 지역의 생태적 침략종이 되어 재래종을 위협하는 등 생태계 교란 문제를 지속적으로 제기시켜 왔다(고정현 등, 2006). 앞으로는 환경친화적인 건설사업 수행과 지역 생태계 보존의 측면에서 외래초본류 보다는 지역 고유종을 적극 활용하는 녹화공법의 기술개발이 시급하게 요청되고 있다(국토해양부, 2009).

상기와 같은 기존기술이 갖고 있는 기술적인 한계점을 극복하고 자연재해 및 개발로 인한 훼손지를 대상으로 비탈면의 안정성을 확보하면서 지형을 복구하는 동시에 영구적인 식물생장 기반

을 구축하기 위하여 토목섬유를 이용한 연속섬유보강토 축조기술과 식생복원 기술을 결합한 공법이 국내외에서 다수 시공되고 있다(강인규 등, 2008; 호리에 나오키 등, 2009). 국내에서는 연속섬유보강토체 기반 위에 건설현장에서 발생하는 토양의 유기물층인 표토를 포함한 현장발생토 및 임목폐기물(건설교통부, 2007)을 재활용하여 생화이버와 부속화이버 형태로 가공한 식생기반재를 습식 취부기로 시공하며 종다양성 확보를 위해 파종공을 주된 방법으로 하되 필요시에 식재공을 병용하여 식생을 복원하는 기술이 개발되었다(환경부, 2009). 본 연구에서는 연속섬유보강토공과 식생복원공을 결합한 생태복원기술을 적용한 두 곳의 현장에 대하여 시공 후 3년간의 모니터링 결과를 조사하여 파종식물의 발아 및 생육 특성을 분석하여 비탈면 녹화공법에 대한 현장 적용성을 검토하였다. 더불어 향후 연속섬유보강토를 활용한 생태적인 녹화기술에 대한 방향성을 모색하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

실험에 사용된 기술은 일반토사와 연속섬유를 함께 분사혼합하여, 지반강도와 토목안정성이 우수한 식생기반토체를 조성한 후, 파종을 통해 조기에 식생을 조성하는 기술로서 집중호우나 홍수로 인해 훼손된 도로사면 및 하천호안을 긴급하게 복원할 수 있는 기술이며 훼손지역의 복구 등을 위하여 적용되어 온 기존의 시멘트 콘크리트 보강 등과 같은 인공재료의 사용을 지양하여 저탄소·녹색성장에 대응 가능한 생태환경 기술이다. 이 기술은 토양 1m³당 연속섬유 3.3kg이 균일하게 혼합된 연속섬유보강토를 30cm 이상의 두께로 축조하여 훼손된 비탈면의 지형을 복구하고 식생복원을 위해 연속섬유보강토 기반위에 목

표 1. 연속섬유 및 사질토의 규격.

연속섬유		사질토	
항 목	규 격	항 목	규 격
재질	폴리에스테르	최대입경	20mm 이하
섬유의 두께	148테니아	50% 입경	0.2~1.0mm
인장강도	4.8N 이상	균등계수	2.0 이상
신장률	40% 이하	75 μ m 이하 함유율	7~13%



그림 1. 기술의 개념도.

질섬유를 이용한 식생기반재와 종자를 혼합하여 취부하거나 식재용 천공기를 이용하여 식재하는 기술이다(환경부, 2009). 사용기술의 개념도는 그림 1과 같다. 연속섬유보강토체에 사용되는 공시 재료는 크게 연속섬유와 사질토로 구분되며 표 1에 규격을 제시하였고, 이 규격을 만족시키는 재

료를 구입하여 시공에 사용한다.

1. 실험장소

1) 위치

실험에 사용된 장소는 강원도에 위치한 두 곳을 선정하였으며, 각각에 대한 상세는 다음과 같다.

(1) 삼당령(실험장소-1)

백두대간 강원도 삼당령에 있는 임도의 역경사 절토사면의 자연비탈면을 이용하였으며, 경사도는 1 : 0.8이고, 토질은 풍화암과 견질토사가 혼재되어 있는 구간이다.

(2) 한계령(실험장소-2)

인제-양양 수해복구 공사현장에서 연구의 취지에 부합되는 대표지역을 연구대상으로 하였으며, 이중 해발고를 기준으로 하여 총 4개소의 대상지를 선정하였다.



사진 1. 연구대상지-1.



사진 2. 연구대상지-2.

표 2. 시험시공 대상지의 개황.

구 분	해발고(m)	경사도	면적(m ²)
1(1-1공구)	390	1 : 0.7	2,536
2(1-2공구)	493	1 : 0.8	1,154
3(1-3공구)	564	1 : 0.8	1,288
4(2공구)	912	1 : 0.8	584

2) 실험구 조성

(1) 삼당령(실험장소-1)

실험구는 300m²의 면적에 훼손된 역경사 비탈면의 지형을 복원하기 위하여 연속섬유보강토를 30cm 두께로 조성하여 식물의 생육기반층을 조성하였으며, 여기에 식생복원을 위한 녹화층을 3cm 두께로 시공하였다.

표 3. 실험구 조성방법.

구분	규격	비고
연속섬유보강토공	T=30cm	
식생복원공	파종	T=3cm
	식재	포트묘

*주 : 식재묘목으로 소나무와 단풍나무를 선택한 이유는 비탈면 녹화에서 종자상태로 파종시에 발아가 불량한 수종을 침엽수와 활엽수로 구분하여 대표종을 선정하여 식생복원을 달성하기 위함.

(2) 한계령(실험장소-2)

실험구는 5,562m²의 면적에 태풍에 의해 훼손된 비탈면의 지형을 복원하기 위하여 연속섬유보강토를 30cm 두께로 조성하여 지형을 복구하고

표 4. 실험구 조성방법.

구분	내용	대상지	반복
1	종자파종	4개소	3반복
2	종자파종+참나무류 직파		
3	종자파종+묘목식재		

식물의 생육기반층을 조성하였으며, 연속섬유 보강토 기반위에 녹화층을 3cm 두께로 시공하였다. 시공지의 특성에 따른 지형 및 식생회복 특성을 분석하기 위하여 식생적용방법을 주요인으로서 한 3유형의 식생배합 실험을 수행하였다. 실험에서는 기본적으로 생태복원을 위한 기본 종자 파종방법과, 여기에 현지에서 채취한 대립 종자를 직접 파종하는 방법, 그리고 묘목을 식재하는 방법을 통하여 수립화에 의한 생태복원 가능성을 파악하고자 하였다.

3) 실험 기간

본 실험의 실험구 설치는 실험장소-1이 2006년 7월이고, 실험장소-2가 2007년 7월이며, 식생조사는 시공 후에 장마전후 및 낙엽 전(3회/년)에 실시하였으며, 각 조사항목별로 생육의 초기단계와 중기단계 시점의 수치를 이용하여 평가하였다.

4) 공시 재료

본 실험의 공시 사용 재료는 연속섬유보강토층을 조성함에 있어 사질토와 연속섬유를 이용하였으며, 비탈면의 용수를 배출하기 위하여 이면 배수관을 사용하였다. 보강토체 상부에 녹화를

표 5. 실험장소-1의 종자배합량.

구 분	식 물 명	학 명	파종량(g)
재래 목본	자귀나무	<i>Albizia julibrissin</i>	24.8
	붉나무	<i>Rhus chinensis</i>	
	참싸리	<i>Lespedeza cytotrya</i>	
	낭아초	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	
재래 초본	비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>	13.2
	별노랑이	<i>Lotus corniculatus</i>	
	감국	<i>Chrysanthemum indicum</i>	
	산국	<i>Chrysanthemum boreale</i>	
	패랭이	<i>Dianthus chinensis</i>	
	끈끈이대나물	<i>Silene armeria</i>	
	금계국	<i>Coreopsis lanceolata</i>	
	춘차국	<i>Coreopsis tinctoria</i>	
	수레국화	<i>Centaurea cyanus</i>	
	구절초	<i>Chrysanthemum zawadkii</i>	
	자운영	<i>Astragalus sinicus</i>	
쑥부쟁이	<i>Aster yomena</i>		
외래 초본	Tall fescue	<i>Festuca arundinacea</i>	2.0
	Perennial ryegrass	<i>Lolium perene</i>	
계	총 13 종		40.0

위한 식생기반재에는 임목폐기물을 파쇄한 파쇄 칩을 이용하여 녹화효과를 향상시킨 재료(고정현 등, 2010)와 황토, 스텝 화이버 등을 혼합한 생육보조재를 사용하였다.

5) 종자 배합

(1) 실험장소-1

실험에 사용된 공시 식물은 재래목본(낭아초, 붉나무, 자귀나무, 참싸리 등 총 4종)과, 재래초본(비수리, 별노랑이, 감국, 산국, 패랭이, 끈끈이대나물, 금계국, 춘차국, 수레국화, 구절초, 쑥부쟁이, 자운영 등 총 12종), 도입초본(Tall fescue, Perennial ryegrass 등 총 2종)을 선정하여 총 18종을 실험하였다. 실험 1에 사용된 종자별 배합량은 표 5와 같다.

(2) 실험장소-2

실험 대상지인 인제-양양 국도 구간은 국립공

원과 연결된 곳으로서 생태학적으로 매우 중요한 의미를 가지고 있다. 따라서 외래종의 사용을 줄이고 현지 환경특성에 부합될 수 있는 자생종 중에서 녹화에 사용가능한 식생을 중심으로 파종용 종자를 배합하였다. 또한 묘목식재에 의한 수림화 가능성을 파악하기 위하여 선정된 목본종으로는 설악산 및 한계령 지역의 대표 식생인 참나무류(신갈나무 등)와 소나무, 자작나무를 선정하였다. 실험 2에 사용된 종자별 배합량은 표 6과 같다.

6) 조사분석 방법

(1) 식생기반재의 토양 특성조사

비탈면의 토양인자 중에서는 「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침(국토해양부, 2009)」에서 정하는 조사항목인 토양경도, 토양산도와 토양습도를 측정하였다. 토양경도(mm)는 토양경도계(Soil hardness tester, yamanaka 식), 토양산

표 6. 실험장소-2의 종자배합량.

구 분	식 물 명	학 명	과중량(g)
재래 목본	자귀나무	<i>Albizia julibrissin</i>	10.0
	산오리	<i>Alnus japonica</i>	10.0
	참싸리	<i>Lespedeza cytototrya</i>	5.5
	죽제비싸리	<i>Amorpha fruticosa</i>	6.0
	개취땅나무	<i>Sorbaria sorbifolia</i>	5.5
재래 초본	비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>	10.0
	억새	<i>Miscanthus sinensis</i>	4.0
	산국	<i>Chrysanthemum boreale</i>	4.0
	패랭이	<i>Dianthus chinensis</i>	4.0
	쑥부쟁이	<i>Aster yomena</i>	4.0
	쑥	<i>Artemisia princeps</i>	3.0
계	총 11 종		40.0

도(pH)와 토양습도(%)는 토양산습도계(E. M. System Soil Tester, DEMETRA 식)를 이용하여 측정하였고, 각 실험구별로 각 5회씩 측정한 후 산술 평균치를 사용하였다.

(2) 식생조사

조사대상 비탈면에서 1.0m×1.0m규격의 방형구를 실험구당 3개씩 설치하였으며, 각 실험에 이용한 녹화 식물의 출현종 및 생장량은 초기에는 시공 후부터 4주 간격으로 조사하였으며, 1년이 경과한 후부터는 3회/년의 빈도로 조사하였다. 측정은 각 식물의 출현종과 피복율을 조사하였다. 출현종은 초본과 목본의 도입종과 주변으로부터의 침입종을 조사하였으며, 피복율은 각 실험구를 사진 촬영한 후 실험실에서 모눈종이에 비추어 면적을 환산하여 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식생기반재의 토양 특성

식물의 근계성장에 영향을 미치는 토양경도를 시공 후 2~3년이 경과한 시점에서까지의 측정된 결과, 실험장소-1의 경우 8~12mm에 걸쳐 분포

함을 확인 할 수 있었으며, 이러한 결과는 식물이 생육하는데 양호한 것으로 나타났다. 같은 시기에 조사한 실험장소-2의 경우도 7~15mm에 분포하고 있었으며, 식물의 생육에 양호한 것으로 확인되었다. 토양산도의 측정치는 두 대상지 모두 pH 6.5~pH 7.0 사이로 골고루 분포하는 것으로 나타났으며, 2009년 국토해양부에서 발표한 「도로비탈면 녹화 공사 설계 및 시공 지침」에서는 토양산도가 pH 5.5~pH 7.0 사이에 존재하게 되면 식물이 생육하는데 적합하다고 하였다. 이러한 사실은 조사지역 식생기반재의 토양산도가 식물이 생육하는데 있어서 적합하다는 것을 뒷받침하고 있다. 토양습도도 두 곳의 대상지의 결과가 유사한 것을 알 수 있으며, 40~60% 수준으로 100%를 최대값으로 볼 때 중간치의 값으로 파종된 식물종자가 발아생육 하는데 양호할 것으로 분석되었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때, 연속섬유보강토체 기반위에 조성된 녹화층의 식생기반재로서의 평가는 식물생육에 양호한 것으로 확인되었다고 할 수 있다. 아래의 표 7에 두 대상지의 토양특성에 대한 측정값을 나타내었다.

표 7. 실험구별 토양특성 분석.

구분	조사 시기 및 측정치											
	08년 6월		08년 7월		08년 9월		09년 7월		09년 8월		09년 10월	
조사지역	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
토양경도(mm)	8	7	9	10	8	15	12	11	11	11	11	12
토양산도(pH)	6.8	7.0	6.5	6.8	6.9	6.9	6.6	6.9	6.8	6.8	6.8	6.9
토양습도(%)	55	40	60	60	60	50	60	55	55	50	40	50

주 : 조사지역 구분의 1은 실험장소-1, 2는 실험장소-2의 측정값을 나타냄.

2. 시공지의 식물 생육특성

1) 출현종 분석

(1) 실험장소-1의 출현종 현황

종자상태로 파종한 사용종은 재래목본인 낭아초, 붉나무, 자귀나무, 참싸리 등 4종과 재래초본인 비수리, 별노랑이, 감국, 산국 등 12종, 도입

초본인 Perennial ryegrass, Tall fescue 2종을 합쳐 18종이었으며, 그 중 재래목본인 붉나무, 참싸리, 낭아초 3종과 재래초본인 비수리, 산국, 별노랑이, 패랭이, 끈끈이대나물, 금계국, 수레국화, 쑥부쟁이, 춘차국 등 9종, 외래초본 Tall fescue 1종을 합쳐 13종이 출현하였다. 침입종은

표 8. 실험장소-1의 출현종 분석.

	식물종	상대밀도	상대피도	상대빈도	상대우점치
파종 식물	붉나무	0.09	0.63	1.45	0.72
	참싸리	0.46	2.52	2.90	1.96
	낭아초	0.55	2.52	4.35	2.47
	비수리	0.00	0.00	0.00	0.00
	별노랑이	45.39	44.53	13.04	34.32
	산국	9.13	16.10	13.04	12.76
	패랭이	0.27	0.38	1.45	0.70
	끈끈이대나물	0.64	0.75	2.90	1.43
	금계국	1.28	1.01	4.35	2.21
	춘차국	1.10	1.38	4.35	2.28
	쑥부쟁이	0.46	0.25	1.45	0.72
Tall fescue	13.06	2.77	8.70	8.17	
침입종	아까시	0.18	0.50	2.90	1.19
	쑥	6.94	8.55	13.04	9.51
	족제비싸리	0.64	1.26	4.35	2.08
	개망초	0.18	0.25	2.90	1.11
	명아주	0.27	0.50	2.90	1.23
	자주개자리	19.18	15.09	13.04	15.77
	고들빼기	0.09	0.63	1.45	0.72
췌적송	0.09	0.38	1.45	0.64	

죽제비싸리, 쑥, 자주개자리, 조룩싸리, 토끼풀, 달맞이꽃, 슬패랭이, 개망초 등 8종이 나타났다. 표 8에 실험장소-1의 2009년 조사완료 시점(2009년 10월)의 출현종에 대한 분석 결과를 나타내었다. 상대우점치를 조사한 결과, 파종한 종자 중에서는 벌노랑이의 우점도가 다른 종에 비해 우점도가 가장 높았으며, 침입종에서는 자주개자리가 가장 많이 우점하고 있는 것을 알 수 있었다.

(2) 실험장소-2의 출현종 현황

식생조사의 최종시점인 2009년10월의 출현종을 살펴보면, 1-1 공구는 재래목본인 자귀나무, 참싸리 등 2종과 재래초본인 비수리, 쑥, 산국, 패랭이꽃 등 4종을 합쳐 총 6종이 출현하였으며, 침입종은 벌노랑이, 명아주, 달맞이꽃, 자주개자리, 사철쑥, 쑥, 망초, 흰토끼풀, 붉은토끼풀, 강아지풀 등 10종이 나타났다. 1-2공구는 식재한 소나무가 활착이 되어 생육하고 있는 것이 확인되었으며, 재래목본인 자귀나무, 참싸리, 죽제비싸리 등 3종과 재래초본인 비수리, 쑥, 산국, 패랭이꽃, 쑥부쟁이 등 5종을 합쳐 총 9종이 출현하였으며, 침입종은 벌노랑이, 명아주, 달맞이꽃, 자주개자리, 사철쑥, 그늘사초, 안고초, 개망초, 여뀌, 능수참새그렁, 강아지풀 등 11종이 나타났다. 1-3공구는 재래목본인 자귀나무, 참싸리 등 2종과 재래초본인 쑥, 산국, 패랭이 등 3종을 합쳐 총 5종이 출현하였고, 침입종으로는 목본인 붉나무, 참나무류와 초본인 명아주, 민들레, 달맞이꽃, 자주개자리, 그늘사초, 사철쑥, 명석달기, 쑥부쟁이, 조릿대, 질경이, 개망초, 여뀌, 능수참새그렁, 강아지풀 등 총 16종이 나타났다. 2공구는 식재한 자작나무 1종은 활착이 되어 생육하고 있는 것이 확인되었으며, 재래목본인 자귀나무 등 1종이 나타났다. 그리고 재래초본인 쑥, 산국, 패랭이꽃 등 3종을 합쳐 총 5종이 출현하였으며, 침입종은 벌노랑이, 민들레, 자주개자리, 그늘사초, 사철쑥, 냉이, 질경이, 개

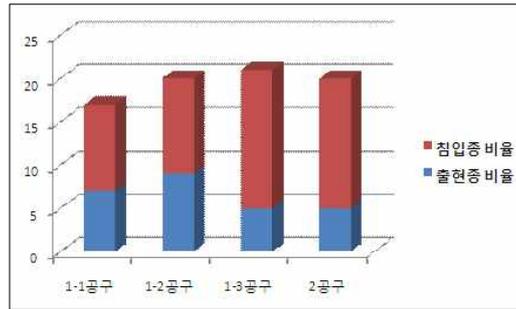


그림 2. 출현종 중 침입종의 수와 파종식물의 출현종 수간 구성비율.

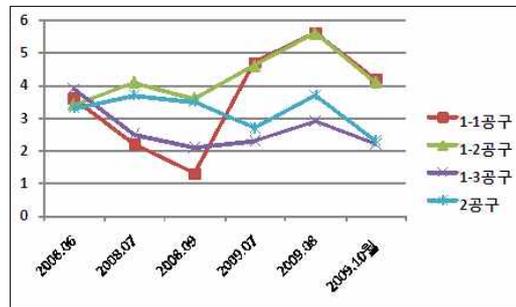


그림 3. 시간경과에 따른 평균 출현종수의 변화.

망초, 여뀌, 흰토끼풀, 붉은토끼풀, 능수참새그렁, 강아지풀, 끈끈이대나물, 금계국 등 15종이 나타났다.

시공대상지의 고도별로 출현종과 침입종의 비율을 비교해 보면, 출현종은 고도가 높은 1-3공구와 2공구는 파종한 식물의 출현율이 낮았으며, 침입종은 1-3공구와 2공구에서 많이 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 1-2공구는 출현종수와 침입종수가 비슷하나 고도가 높은 1-3공구와 2공구의 경우는 침입종이 많은 것을 확인할 수 있었다(그림 2).

한편 시간경과에 따른 출현종 변화를 확인해 본 결과, 전체적으로 2009년의 총 출현종수 및 개체수가 2008년에 비해 출현종수가 증가하며, 개체수도 2008년보다 증가한 것을 확인할 수 있었으며, 매년 장마 후에 개체수가 많이 증가하는 것으로 나타났다.

2) 피복율 분석

(1) 실험장소-1의 피복율 변화

시공 후 1년이 경과한 시점의 평균 피복율은 80%를 보였고, 2009년의 평균 피복율은 90%수준까지 도달하여서 비탈면에 식생이 안정적으로 정착되어 생육하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

(2) 실험장소-2의 피복율 변화

시공한 지 2년이 지난 2009년의 피복율은 모든 대상지가 약 90%로 나타났다. 대체적으로 모든 시험 시공지의 식생피복율은 매우 우수한 것으로 보였으며, 시공 초기에 우점하던 쑥의 우점율은 감소하였으나 다른 출현종의 개체수보다 쑥이 많이 나타났다. 고도가 가장 높은 2공구는 초기에는 피복이 잘 이루어지지 않았고 피복의 속도가 고도가 낮은 1-1공구에 비해 느린 것을 확인할 수 있었다(그림 4).

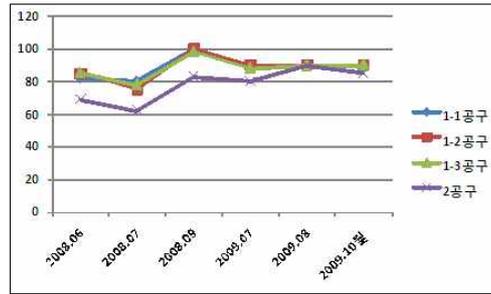


그림 4. 시간경과에 따른 피복율의 변화.

3) 대상지별 시간경과에 따른 시각적 특성의 변화

IV. 결 론

사질토와 연속섬유를 혼합하여 시공하는 연속섬유보강토공과 식생기반재를 습식 취부기로 시공하는 식생복원공을 결합한 생태복원기술을 적

구분	실험장소-1	실험장소-2
08년 6월		
08년 7월		
08년 8월		

사진 3. 대상지별 시간 경과에 따른 경관의 변화.

사진 3. 계속

구분	실험장소-1	실험장소-2
09년 7월		
09년 8월		
09년 10월		

용한 두 곳의 현장에 대하여 시공 후 3년간의 모니터링 결과를 통하여 다음과 결과를 얻었다.

1. 시험구별 토양경도의 수치는 7~15mm로 조사되었고, 식생기반재 산도분석의 경우 두 곳의 대상지 모두 pH6.5~7.0로 확인되었다. 식생기반재 습도 분석의 경우에도 시공 초기의 습도값은 높았으나 식생이 안정되면서 일정한 습도값인 40~60%를 유지하는 것을 확인할 수 있었다. 이를 종합해 보았을 때 연속섬유보강토공 기반위에 적용된 식생복원공의 기반재는 식물이 발아하여 생육하기에는 적당한 조건을 갖추었음을 보여주고 있었다.

2. 실험장소-1의 출현종의 경우, 2008년과 2009년도를 비교해 봤을 때 평균출현종수에서는 분명한 차이를 보이고 있는데 2008년의 평균출현종수가 2.3종이고 2009년에는 4.4종으로 2.1종의 평균출현종수의 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다.

3. 실험장소-2의 출현종의 경우, 파종한 종의 출현과 침입종이 계속하여 증가하고 있는 것을 확인할 수 있었으며, 시험구별로 16~21종의 종수가 확인되었다.

4. 피복율의 경우, 두 곳의 대상지 모두 시공 후 2년이 경과시점에서 90% 이상의 피복율을 보이는 것을 확인할 수 있었으며, 시간의 경과에 따른 경관의 변화에서도 식물이 건전하게 자라서 생육하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

5. 이상을 종합해 본다면, 연속섬유보강토공을 적용하여 훼손지의 지형을 복구하고 식물이 건전하게 생육할 수 있는 기반을 조성한 후에 녹색자원을 재활용한 식생복원공을 시공하게 되면 식물 생육에 적합한 기반조건을 만족시키며, 식생의 안정적인 정착에 있어서 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 판단되며, 동종의 공법을 적용한 선행연구 사례(고정현 등, 2009)와 유사한 결과가 확인되었다.

6. 본 연구는 연속섬유보강토공과 식생복원공을 결합한 생태복원기술을 훼손지 비탈면에 적용한 사례로서 4대강 사업 및 새만금 사업과 같은 하천생태복원에 적용될 수 있도록 국내 하천의 수리학적 특성에 부합하는 지에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

- 강인규 · 류정수 · 김경훈 · 고정현. 2008. 연속장섬유를 이용한 유실 비탈면 복원공법의 설계와 시공사례. 한국토질 및 기초기술사회 가을기술발표회논문집. pp.21-30.
- 건설교통부. 2007. 임목폐기물 재활용 방안.
- 고정현 · 吉田 寛 · 김남춘. 2006. 일본의 비탈면 녹화공법 발전과정과 전망. 한국환경복원녹화기술학회지 9(1) : 100-108.
- 고정현 · 허영진 · 모리모토 유키히로 · 박종식. 2009. An experimental study using the soil seed bank for ecological restoration in a constructed area. 제 8회 일본-한국-프랑스 지반환경 공동세미나 논문집. pp.93-98.
- 고정현 · 허영진 · 이용구 · 김남춘. 2010. 임목폐기물 파쇄칩을 활용한 녹화기술의 비탈면 적용성에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 13(1) : 47-56.
- 국토해양부. 2009. 도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공 지침.
- 호리에 나오키 · 고정현 · 허영진. 2009. 연속섬유보강토공법의 하천구역 적용사례에 관한 연구. 한국환경복원기술학회 춘계학술대회 논문집. pp.88-96.
- 환경부. 2009. 환경신기술 인증서(제285호). 훼손된 비탈면의 지형 복구 및 식생복원을 위한 연속섬유 보강토 공법의 현장적용기술. 231pp.
- Sotir, R. B., Christopher, B. R., and Cowland, J. W. 2002. Vegetated reinforced soil slopes. In : Gourc and Girard (eds), Geosynthetics-7th ICG., pp.635-640.