

리사이클링에코녹화공법을 이용한 자연식생 재현 모니터링¹

-장흥다목적댐 배면부를 대상으로-

김성현^{2*} · 오구균³

Monitoring on Regenerated Process of Natural Vegetation Using Recycling Eco-Revegetation Technique¹

-A Case Study for the Rear-slope of Jangheung Multi-purpose Dam-

Sung-Hyun Kim^{2*}, Koo-Kyoon Oh³

요 약

자연식생 재현을 파악하기 위하여 리사이클링에코녹화공법을 이용한 장흥다목적댐 배면부에 모니터링 시험구를 선정하였다. 모니터링 시험구는 2004년 5월에 설치하였고, 2004년 5월부터 2005년 10월까지 4차례 걸쳐 식물상, 식물군집구조, 자연이입종, 고사율을 모니터링 하였다. 우드칩 멀칭 후 출현 종수 감소와 함께 출현식물의 도시화지수가 감소하여 자연성은 증진되었으며, 덩굴식물의 세력은 확장되었다. 낙엽활엽수군락에서 자연이입종 수가 가장 많았고, 식재수목의 고사율도 높았다.

주요어 : 식물상, 자연이입종, 고사율

ABSTRACT

The objective of this study was to monitor the regenerated process of natural vegetation on the rear-slope of Jangheung multi-purpose dam using the recycling eco-revegetation technique. The monitoring plots were established in May 2004 and the plots were monitored in May 2004 and October 2005. Flora, plant community structures, naturally introduced plants, death rates were monitored. The change of flora after wood chip mulching decreased in family and species, but the influence of vine tree was extended. The urbanization index declined. Naturally introduced species and death ratios at the monitoring plot had a tendency to a higher increase in the deciduous broad-leaved forest.

KEY WORDS : FLORA, NATURALLY INTRODUCED SPECIES, DEATH RATE

1 접수 12월 31일 Received on Dec. 31, 2005

2 호남대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Honam Univ., Gwangju, 506-714, Korea

3 호남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ., Gwangju, 506-714, Korea

* 교신저자, Corresponding author(landecosw@hanmail.net)

서론

댐건설, 도로공사, 골프장 공사 등 대규모 개발사업을 시행할 때에 필연적으로 발생하는 훼손지를 녹화할 때, 대부분 외국초종인 한지형잔디(양잔디)나 외국에서 개발된 재배품종을 사용하고 있다(전기성 등, 1995). 기존의 녹화 및 복원공사는 산림훼손지를 소극적으로 복구하는 녹화수준으로 시행되었으며, 개발 이전의 주변경관이나 자연식생과 조화되지 않는 수법으로 설계되고 시공되어 왔다.

2003년을 기준으로 지난 20년간 약 22만 6천ha의 산림면적이 대지나 공장 등의 타용도로 전용되어 훼손되었으며(산림청, 2004), 훼손된 지역에서 발생한 산림수목 대부분이 재활용되지 못한채 폐기되고 있는 실정이다. 최근에는 국내·외적으로 환경에 대한 중요성이 대두되면서 골프장건설, 도로 건설 등에서 환경과 생태복원의 개념이 도입되고 있다(김광두, 1998). 최근에는 자연자원의 가치가 높은 국립공원 또는 자연공원을 중심으로 자생식물을 녹화용 소재로 활용하는 사례(광주광역시, 1999; 한국통신, 2002)가 증가하고 있지만 산림이 훼손되기 전의 원생태계를 복원하는데 한계가 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 일부지역에서는 훼손지의 표토를 수거하여 식물생육환경 조성용 재료로 재활용하는 등 방치되었던 산림자원을 활용하기 위한 다양한 연구들이 시도되고 있다. 리사이클링에코녹화공법(특허 제0500378호)은 각종 산지공사로 인해 산림훼손지에서 불가피하게 발생하는 산림표토, 폐목, 수목그루터기 등 폐자원을 최대한 재활용하고 자연적으로 안정된 수림형성을 조기에 도모하기 위한 것으로 성목뿐만 아니라 산림내 관목, 초본류, 토양소동물, 토양미생물, 매토종자 등 다양한 생물자원의 리사이클링(재활용)을 통하여 훼손지의 산림식생을 조기에 복원시키기 위

한 녹화시공방법이다. 본 연구는 리사이클링에코녹화공법을 이용하여 시행된 장흥다목적댐 배면부의 자연식생 재현과정을 밝히는데 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 시험구 개황

1) 시험구 설정

자연식생 재현과정을 모니터링 하기 위하여 2004년 5월에 장흥다목적댐 배면부에 모니터링 시험구(그림 2)를 설치하였다. 모니터링 시험구는 소나무군락(15m×20m) 3개소, 낙엽활엽수군락 시험구(15m×20m) 3개소, 주연부식생(3m×10m) 시험구 3개소, 수목그루터기 시험구(15m×15m) 2개소로 총 11개 시험구를 구성하였다(그림 1).

댐배면부에 흙을 성토한 깊이는 상부(약 2m)에서 하부(약 9~10m)까지 성토량이 다르게 포설하였으며, 댐배면부의 사면의 기울기는 1:1.8이다. 댐배면부 전구간의 멀칭재료는 우드핀칩을 이용하였고, 멀칭두께는 10cm~40cm로 포설하였다.

2) 식재현황

자연식생 재현을 목적으로 소나무군락 시험구에 식재된 수목현황은 15종 236주, 낙엽활엽수군락 시험구는 21종 464주, 주연부식생 시험구는 15종 154주, 수목그루터기 시험구는 19종, 117주로 식재되어 있다.

3) 토양

자연식생 재현시험구에 포설한 토양은 주변 농경지 토양으로 추정되며, 양토와 사양토가 대부분으로 토성은 좋은 것으로 나타났으며(표 1), 토양 pH는 pH 4.72~

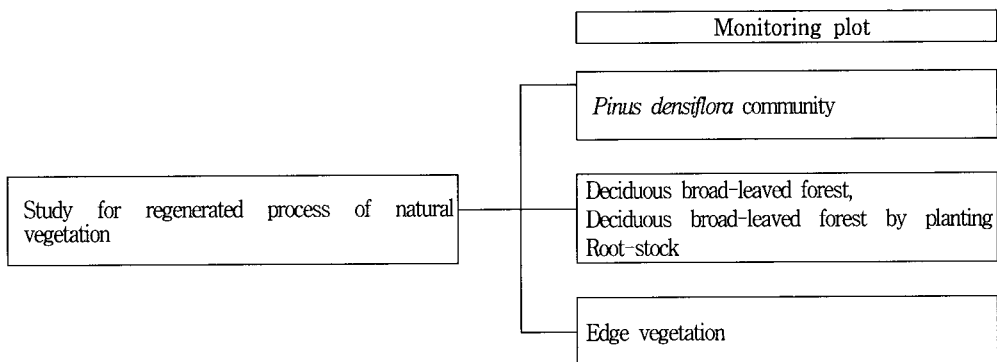


Figure 1. The monitoring plot for regenerated process of natural vegetation

Table 1. Soil characteristics by each monitoring plot

Plot	Soil texture	pH	Organic matter	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation(m.e./100g)			
					K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
<i>Pinus densiflora</i> community	Sand, fine sand	5.20~	0.52~	26.19~	0.09~	2.55~	0.55~	0.20~
		5.90	1.29	37.09	0.11	5.80	1.68	0.42
Deciduous broad-leaved forest	Sand, fine sand	4.72~	0.36~	38.01~	0.07~	5.30~	2.89~	0.43~
		5.62	0.52	42.46	0.12	7.60	3.88	0.93
Deciduous broad-leaved forest by planting root-stock	Sand	5.30~	1.09~	27.97~	0.08~	6.70~	1.95~	0.23~
		5.48	1.21	46.32	0.11	6.71	1.97	0.51
Edge vegetation	Sand, fine sand	5.46~	0.13~	27.19~	0.10~	3.41~	0.38~	0.19~
		6.97	1.42	43.89	0.14	5.20	1.32	0.30

pH 6.97로 나타나 중성과 알칼리성으로 나타났고, 유기물 함량은 전체 시험구에서 0.36%~1.42%로 기준치에 못미치는 것으로 나타났다. 치환성양이온 중 Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺⁺은 일반 산림토양 수준과 유사하였으며, K⁺은 일반 산림토양의 기준치에 못미쳐 식물의 발근 및 신진대사에 부정적 영향을 미칠 것으로 판단된다(이계훈 등, 1995). 주변 농경지 표토가 섞여 포설됨에 따라 함께 들어온 양수 선구식물 종수가 다량 함유되면서 풋트수목이나 근주수목의 초기활착, 성장에 부정적 영향을 미치리라고 생각된다.

4) 수목 식재시기 및 관리현황

소나무 및 풋트수목 이식시기는 2003년 12월이며, 낙엽활엽수 이식시기는 2003년 5월, 2003년 12월, 2004년 1월이고, 수목그루터기 이식시기는 2003년 4월이다. 장흥다목적댐 배면부의 표토 포설은 2001년 10월부터 2002년 4월까지 진행되었으며, 수물지내 발생한 폐목으로 조제한 우드칩을 2004년 9월에 댐배면부 전 지역에 걸쳐 멀칭하였다. 잡초제거시기는 2003년 8월, 2004년 9월에 두 차례를 실시하였다.

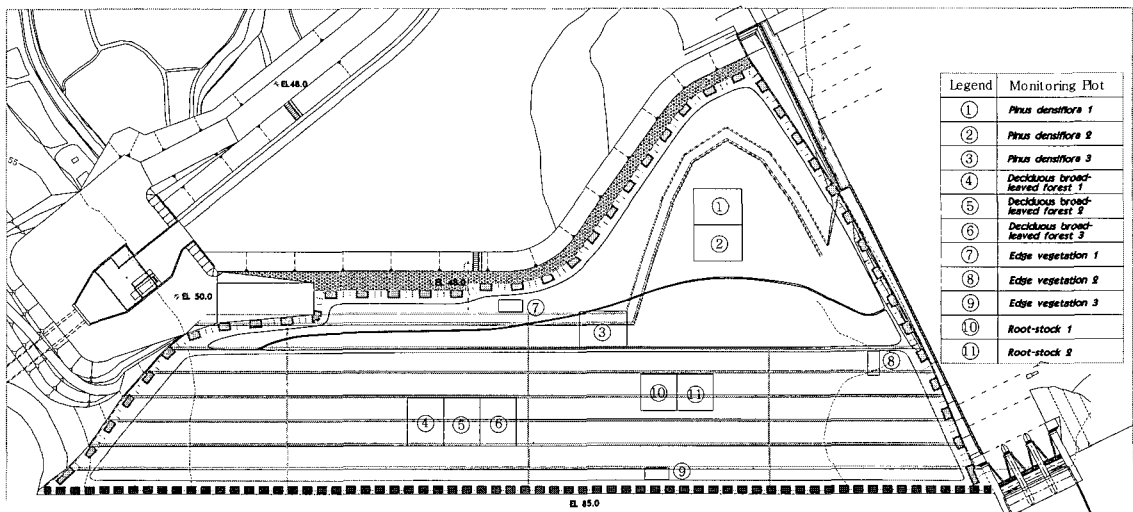


Figure 2. The location map of the monitoring plots in the Jangheung Multi-purpose Dam

2. 조사 및 분석방법

자연식생 재현과정을 알아보기 위해 2004년부터 2005년까지, 5월과 10월 총 4회에 걸쳐 식물상, 귀화율 및 도시화지수, 평균상대우점치, 이입종 및 고사율을 파악하였다. 식물상 변화는 식재 후 1차년도(우드칩멸칭전)과 2차년도(우드칩멸칭 후)로 구분하여 4회 조사하였고, 식물상 조사시 식물군락별 각 식물에 대해 Braun-Blanquet(1964) 방법으로 우점도와 균도를 조사하였다. 귀화식물은 현지조사로 확인된 식물상 중 박수현(1995)의 귀화식물도감에 따라 목록을 작성하였다. 현재 한국에 분포하는 귀화식물 전체 종에 대한 비율로 임양재와 전의식(1980)의 도시화지수(UI)를 산출하였으며, 조사된 전체 식물상에 대한 비율로 汲田眞(1975)의 귀화율(NI)을 산출하였다. 도시화지수는(UI)는 현지조사된 귀화식물 총수/한국 귀화식물 전종(267종) \times 100으로 산출하였고, 귀화율(NI)은 현지 조사된 귀화식물 총수/총 출현 종수 \times 100으로 산출하였다.

측정된 식물자료를 토대로 Cultis and McIntosh(1951)의 중요치(Important Value : IV)를 백분율로 환산한 상대우점치와 평균상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 구하였다. 소나무군락 시험구와 주연부식생 시험구에서는 상층과 하층으로 구분하고, 낙엽활엽수군락 시험구와 수목그루터기 시험구에서는 층위를 구분하지 않고 분석하였다. 식물명은 산림청(2004)의 국가표준식물목록을 기준을 따랐다.

결과 및 고찰

1. 식물상 변화

1) 우드칩 멸칭 후 식물상 변화

우드칩 멸칭 후 식물군락별 식물상 변화를 관찰한 결과, 모니터링 시험구내 멸칭 전 조사된 식물(1차년도)은 48과 149종이고, 우드칩 멸칭 후 식물상(2차년도)은 45과 132종으로 3과 17종이 소멸되었다. 수목에 악영향을 미치는 덩굴식물은 10과 14종(1차년도)에서 8과 12종(2차년도)으로 2과 2종이 감소하였지만 덩굴식물의 세력은 확장되었다.

우드칩 멸칭 후 소나무군락 시험구에서 초본층의 우점도와 균도의 변화(표 2)는 쑥, 쑥부쟁이, 칩, 돌콩의 세력이 우점하였고, 개망초, 딱새, 새완두, 토끼풀 등의 세력은 도태되었다. 우드칩 멸칭 후 식물의 개체수와 종수는 감소하였고, 식물군집 경쟁에서 우세한 덩굴식물의 세력이 확장되었다.

낙엽활엽수군락 시험구에서 우드칩 멸칭 후 우점종 변화는 칩, 물억새, 쑥, 새팔, 토끼풀이 우세하였고, 자귀풀, 썩바귀, 환삼덩굴, 망초 등의 세력은 쇠퇴하였다. 주연부식생 시험구에서 우드칩 멸칭 후 우점종의 변화는 쑥, 칩, 망초, 개망초의 세력이 우세한 반면 가락지나물, 개불알풀, 쑥부쟁이, 왕고들빼기, 환삼덩굴 등의 세력은 쇠퇴하였다. 수목그루터기 시험구에서는 쑥이 우세하였고, 나머지 식물들의 세력은 쇠퇴하였다.

이상의 결과를 종합해 보면, 우드칩 멸칭 후 식물의 개체수와 종수는 감소하였으나 칩과 돌콩 등의 덩굴식물의 세력이 확장되었다. 양수 덩굴식물의 번무는 우드칩멸칭 때문이라기 보다는 대상지 토양과 높은 광량 때문이라고 판단된다. 따라서 잡초나 귀화식물 등 선구식물이 활착한 후 우드칩 멸칭은 그 효과가 미약하다고 생각되며, 녹화기반조성 후 바로 우드칩멸칭을 통하여 외래 귀화식물이나 덩굴류 발생을 억제하는 것이 중요하다고 생각된다.

2) 귀화율 및 도시화지수 변화

귀화식물은 외국에서 우리나라에 들어온 수종이 기후에 적응하여 세대를 거듭해서 살아가는 종을 일컫는다. '귀화식물'이란 "우리나라 비토착종으로서 인위적 또는 자연적인 방법으로 우리나라에 들어와 야생상태에서 스스로 번식하여 생장할 수 있는 종"으로 정의된다(박수현, 1994). 장흥다목적댐 배면부에서 확인된 귀화식물은 총 16종이며, 모니터링 시험구별 귀화율 및 도시화지수는 표 3과 같다.

모니터링 시험구에서 귀화율 변화는 수목그루터기 시험구에서 가장 높게 나타났고, 주연부식생 시험구, 낙엽활엽수군락 시험구, 소나무군락 순으로 높게 나타났고, 도시화지수와 귀화식물의 종수는 전체 모니터링 시험구에서 감소하였다.

우드칩 멸칭의 영향으로 귀화식물들이 점차적으로 감소할 것으로 판단된다.

2. 평균상대우점치 변화

목표 식물군집 조성을 위해 모니터링 시험구별 평균상대우점치를 조사하여 수종별 세력을 비교하였다(표 4).

주연부식생 시험구의 1차년도 평균 상대우점치는 소나무, 싸리나무, 국수나무 등으로 높게 나타났고, 2차년도에서는 소나무, 싸리나무, 국수나무 등으로 평균상대우점치가 높게 나타나 2년간 상대적 우점치의 변화는 없었다.

주연부식생 시험구에서 평균상대우점치가 높게 나

Table 2. Change of the flora after the wood chip mulching

Plot	Species	2004(1st Yr.)		2005(2nd Yr.)		
		May	July	May	July	
Pinus densiflora community	<i>Artemisia princeps</i>	3.3	-	2.2	3.3	
	<i>Kalimeris yomena</i>	2.2	1.1	1.1	2.7	
	<i>Pueraria lobata</i>	1.1	r	r	2.2	
	<i>Glycine soja</i>	-	-	-	2.2	
	<i>Conyza canadensis</i>	0.6	1.1	-	-	
	<i>Vicia tetrasperma</i>	1.8	1.5	0.7	-	
	<i>Erigeron annuus</i>	1.1	1.1	-	-	
	<i>Elymus sibiricus</i>	-	1.1	-	-	
	<i>Gnaphalium affine</i>	2.1	2.2	-	-	
	<i>Youngia japonica</i>	-	-	2.1	-	
	<i>Vicia hirsuta</i>	3.4	-	-	-	
	<i>Ixeridium detatum</i>	-	-	1.1	r	
	<i>Trifolium repens</i>	2.1	-	-	-	
Deciduous broad-leaved forest	<i>Pueraria lobata</i>	-	1.1	1.1	2.3	
	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	1.1	-	-	2.1	
	<i>Artemisia princeps</i>	-	-	1.4	1.8	
	<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i>	-	-	-	1.1	
	<i>Trifolium repens</i>	-	-	1.1	1.1	
	<i>Aeschynomene indica</i>	-	2.2	-	-	
	<i>Ixeridium detatum</i>	-	0.4	1.4	-	
	<i>Kalimeris yomena</i>	1.6	1.1	0.6	-	
	<i>Erigeron annuus</i>	1.1	1.1	-	-	
	<i>Conyza canadensis</i>	1.1	-	-	-	
	<i>Sanguisorba officinalis</i>	3.3	-	-	-	
Deciduous broad-leaved forest by planting Root-stock	<i>Lysimachia clethroides</i>	-	2.2	-	-	
	<i>Humulus japonicus</i>	2.3	1.1	-	-	
	<i>Artemisia princeps</i>	r	1.6	1.7	2.2	
	<i>Vicia tetrasperma</i>	2.3	2.3	0.6	-	
	<i>Conyza canadensis</i>	1.1	1.6	0.1	-	
	<i>Erigeron annuus</i>	1.1	1.1	-	-	
	<i>Vicia hirsuta</i>	r	1.1	-	-	
	<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	-	2.2	-	-	
	Edge vegetation	<i>Artemisia princeps</i>	2.1	2.1	1.1	1.4
		<i>Pueraria lobata</i>	r	r	r	1.1
<i>Conyza canadensis</i>		0.6	1.7	-	0.6	
<i>Erigeron annuus</i>		0.4	0.4	-	0.4	
<i>Trifolium repens</i>		2.3	+	1.1	r	
<i>Potentilla anemonifolia</i> Lehm.		2.1	1.1	-	-	
<i>Veronica didyma</i> Tenore var. <i>lilacina</i>		1.1	-	-	-	
<i>Kalimeris yomena</i>		1.1	1.1	-	-	
<i>Vicia tetrasperma</i>		-	2.1	-	-	
<i>Lactuca indica</i> L. var. <i>laciniata</i>		-	1.6	-	-	
<i>Persicaria hydropiper</i> var. <i>hydropiper</i>	-	2.2	-	-		
<i>Humulus japonicus</i>	2.2	3.2	-	-		

Table 3. Change of the naturalization and urbanization index by each monitoring plot

Plot	2004(1st Yr.)			2005(2nd Yr.)		
	NI(%)	UI(%)	Species	NI(%)	UI(%)	Species
Deciduous broad-leaved forest	10.1	3.8	10	10.5	2.3	6
Deciduous broad-leaved forest by planting root-stock	19.1	3.0	8	22.2	1.5	4
Edge vegetation	29.2	5.3	14	32.1	3.4	9
<i>Pinus densiflora</i> community	14.7	4.2	11	15.0	2.3	5

Table 4. Change of mean importance percentage by each monitoring plot

Plot	Species	2004 (1st Yr.)	2005 (2nd Yr.)	Plot	Species	2004 (1st Yr.)	2005 (2nd Yr.)
Edge vegetation	<i>Pinus densiflora</i>	66.67	66.67	<i>Pinus densiflora</i> community	<i>Pinus densiflora</i>	66.67	66.67
	<i>Quercus serrata</i>	0.13	0.27		<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i> Blume	0.52	0.23
	<i>Spiraea prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i>	1.76	2.81		<i>Carpinus turczaninowii</i>	1.67	2.10
	<i>Stephanandra incisa</i>	8.38	9.71		<i>Morus bombycis</i> var. <i>bombycis</i>	0.17	0.24
	<i>Malus baccata</i>	0.27	0.28		<i>Stephanandra incisa</i>	5.71	7.94
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	19.00	14.27		<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	0.18	0.27
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	0.97	3.03		<i>Albizia julibrissin</i>	0.64	1.17
	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.13	0.14		<i>Lespedeza maximowiczii</i>	18.97	19.79
	<i>Euonymus alatus</i>	1.13	1.00		<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>	5.46	1.60
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>	0.13	-				
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	1.29	1.70				
	<i>Smilax china</i>	0.14	-				
	<i>Salix gracilistyla</i>	-	0.13				
Total	100	100	Total	100	100		
Deciduous broad-leaved forest	<i>Populus alba</i>	0.34	1.21	Deciduous broad-leaved forest by planting root-stock	<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	11.21	13.42
	<i>Rubus corchorifolius</i>	1.11	3.73		<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.51	0.51
	<i>Salix gracilistyla</i>	0.54	0.85		<i>Corylus heterophylla</i>	0.46	0.52
	<i>Quercus acutissima</i>	5.58	4.63		<i>Quercus acutissima</i>	17.79	14.48
	<i>Quercus variabilis</i>	0.17	0.15		<i>Quercus variabilis</i>	4.43	4.47
	<i>Quercus dentata</i>	0.23	0.16		<i>Quercus aliena</i>	17.37	15.06
	<i>Quercus aliena</i>	7.74	5.36		<i>Quercus serrata</i>	11.04	9.54
	<i>Quercus serrata</i>	18.78	4.47		<i>Celtis sinensis</i>	2.26	0.62
	<i>Spiraea prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i>	17.37	11.74		<i>Lindera obtusiloba</i> var. <i>obtusiloba</i>	0.48	0.50
	<i>Stephanandra incisa</i> l	2.20	3.74		<i>Lindera glauca</i> var. <i>glauca</i>	0.50	0.59
	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	0.23	0.46		<i>Lindera erythrocarpa</i>	0.58	0.68
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	16.48	33.98		<i>Prunus sargentii</i>	3.67	4.21
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	1.90	1.89		<i>Prunus leveilleana</i>	4.29	4.50
	<i>Lespedeza bicolor</i>	1.21	2.99		<i>Albizia julibrissin</i>	7.64	-
	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	0.25	-		<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.64	12.97
	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	1.32	1.61		<i>Euonymus alatus</i>	1.12	1.46
	<i>Rhus javanica</i>	0.30	2.70		<i>Euscaphis japonica</i>	0.58	0.57
	<i>Euonymus alatus</i>	20.28	13.93		<i>Grewia parviflora</i>	0.71	1.16
	<i>Styrax japonicus</i>	0.47	1.08		<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>	0.48	0.44
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	2.87	2.75		<i>Styrax japonicus</i>	4.82	4.00
	<i>Weigela subsessilis</i>	0.21	0.13		<i>Ligustrum obtusifolium</i>	4.33	4.53
	<i>Lindera erythrocarpa</i>	-	0.25		<i>Viburnum wrightii</i>	3.79	4.54
	<i>Malus baccata</i>	-	0.26		<i>Weigela subsessilis</i>	1.34	1.24
	<i>Rubus crataegifolius</i>	-	0.21				
	<i>Rosa multiflora</i> var. <i>multiflora</i>	-	0.30				
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	0.54				
	<i>Smilax china</i>	-	0.76				
Total	100	100	Total	100	100		

Table 6. Naturally introduced species and trees by each monitoring plot

Plot	2004(1st Yr.)	2005(2nd Yr.)
Deciduous broad-leaved forest	8 species 17 tree	17 species 71 tree
<i>Pinus densiflora</i> community	3 species 4 tree	5 species 17 tree
Edge vegetation	-	5 species 21 tree
Deciduous broad-leaved forest by planting root-stock	1 species 1 tree	8 species 12 tree

타난 수종은 참싸리, 국수나무, 조팝나무 순이었고, 평균상대우점치변화가 낮아진 수종은 조록싸리, 화살나무, 진달래 순으로 나타났으며, 소나무 이외의 다른 종이 수관층을 형성될 때까지는 우점종의 변화가 없을 것으로 판단된다.

소나무군락 시험구에서 평균상대우점치는 1차년도에 소나무, 조록싸리, 국수나무, 진달래 순으로 높게 나타났으며, 2차년도에는 소나무, 조록싸리, 국수나무, 소사나무 순으로 나타나 2년간 상대우점치의 변화는 없었다. 토양의 생육기반조성이 될 때까지 조록싸리의 세력이 꾸준히 증가되라고 판단되며, 고사목이 많고 수세가 약해진 진달래와 개암나무는 평균상대우점치가 감소하였다.

낙엽활엽수군락 시험구에서 1차년도 평균상대우점치는 화살나무, 졸참나무, 조팝나무, 조록싸리 등으로 나타났고, 2차년도에서는 조록싸리, 화살나무, 조팝나무 순으로 나타나 조록싸리의 세력이 증가하였다.

평균상대우점치가 낮아진 수종은 졸참나무, 화살나무, 조팝나무, 갈참나무 순으로 나타났다. 세력이 약해진 원인은 고사목 증가와 덩굴성 식물인 칩, 환삼덩굴, 돌콩 등에 의한 영향으로 판단된다.

수목그루터기 시험구에서 1차년도 상대우점치는 상수리나무, 갈참나무, 개암나무, 졸참나무 순으로 높게 나타났고, 2차년도에서는 갈참나무, 상수리나무, 개암나무, 조록싸리 순으로 나타나 갈참나무와 조록싸리의 세력은 증가하고 졸참나무의 세력은 감소하였다.

이상의 결과를 종합해 보면, 식재 후 2년동안 모니터링 시험구별 우점종의 변화가 일부 나타났으며, 선구수

종인 싸리나무류의 세력이 증가하였다. 장흥댐 배면부는 태양광량이 많고 녹화 지반토양에 포함된 양수선구 식물 즉, 쌍종류와 덩굴성 초본류가 번무하면서 자연식생재현에 부정적 영향을 미칠 것으로 판단된다.

3. 자연 이입종 현황

이입종은 천이가 진행되는 동안 증가하거나 감소하고, 천이의 초기단계에서 이입종이 최고에 도달한 후 계속 감소한다(Shafi and Yarranton, 1973). 모니터링 시기와 도입된 종이 적은 관계로 자연식생 재현과정을 설명하기에는 충분하지 못한 점이 있으나, 칩, 돌콩과 같은 만경류는 수목의 수관층이 형성되면서 점차 그 세력이 감소할 것으로 판단된다(이돈구 등, 2001).

모니터링 시험구별 자연 이입종(표 6)은 1차년도에 낙엽활엽수군락(8종, 17주), 소나무군락(3종, 4주), 수목그루터기 시험구(1종, 1주) 순으로 많이 나타났고, 2차년도에 낙엽활엽수군락(17종, 71주), 수목그루터기 시험구(8종, 12주), 주연부식생(5종, 21주), 소나무군락(5종, 17주) 순으로 많이 나타났다.

이상의 결과를 종합해보면, 자연적으로 이입, 활착한 외래종은 낙엽활엽수군락에 가장 많았고, 2차년도에는 수목그루터기에서 이입된 종이 크게 증가하였다.

4. 모니터링 시험구별 고사율

모니터링 시험구별 고사율(표 7)을 살펴보면, 낙엽활엽수군락은 1차년도에 19.1%, 2차년도에 27.8%로 고사율이 높게 나타났으며, 소나무군락은 1차년도에 11.4%,

Table 7. Change of death ratio by each monitoring plot

Plot	planting tree	2004(1st Yr.)	2005(2nd Yr.)
Deciduous broad-leaved forest	464	19.1	27.8
<i>Pinus densiflora</i> community	236	11.4	26.5
Deciduous broad-leaved forest by planting root-stock	117	9.4	17.0
Edge vegetation	154	0.0	5.0

2차년도에 26.5%의 고사율이 나타났다. 수목그루터기 시험구에서는 1차년도에 9.4%, 2차년도에 17.0%의 고사율이 나타났으며, 주변부식생 시험구에서는 1차년도에는 고사율이 나타나지 않았고, 2차년도에 5.0%로 고사율이 높게 나타났다.

식재수목의 고사율이 높은 결과는 토양의 포설 후 1년이 경과한 후 수목을 식재했고, 덩굴식물의 번성, 광량이 많은 댐배면부 특성 등이 그 원인이라고 판단된다.

5. 종합고찰

본 연구는 리싸이클링에코녹화공법을 이용하여 시행된 장흥다목적댐 배면부의 자연식생재현과정을 2년간 모니터링 하였다.

우드칩 멀칭 후 식물상 변화는 3과 17종이 소멸되었고, 수목에 악영향을 미치는 덩굴식물의 세력은 확장되었다. 또한 식물의 환경성을 평가하는 귀화율과 도시화 지수는 우드칩 포설 후 감소하였다. 2년간 식물군락별 뚜렷한 우점종의 변화는 나타나지 않았으나 조록싸리 등의 상대우점치는 증가하였다. 자연적으로 이입, 활착한 이입종은 낙엽활엽수군락에서 가장 많았고, 주변부식생, 소나무군락, 수목그루터기 시험구 순으로 이입종이 많았다. 식재수목 유형별 고사율은 이식수목, 수목그루터기, 풋트수목 순으로 많았다.

본 연구에서 제시된 결과는 차후 대규모 개발사업을 시행할 때 훼손지 복원 및 관리방안 수립에 있어 기초자료로 이용될 수 있으리라고 생각된다. 그러나 본 자연식생재현 모니터링은 모니터링 기간이 짧고, 농경지 토양 포설, 외래종 번무 등으로 인한 식재한 수목들의 활착 및 성장 장애 등으로 인한 문제점을 가지고 있다.

한편, 농경지 토양 포설시기와 식재시기의 불일치로 인하여 발생하는 양수 덩굴식물 관리가 적기에 안되면서 광량이 많은 댐배면부 덩굴식물이 크게 번성하면서 식재수목의 성장장애와 고사가 발생했다. 따라서 차후 리싸이클링에코녹화법을 이용한 자연식생 재현공사에서는 가장 문제가 되는 덩굴식물의 번성을 억제하기 위한 조치가 필요하다고 생각된다. 초기에 수관층 형성을 목표로 고밀도로 식재하고, 교목층의 수관층이 형성될 때

까지 덩굴제거, 풀제거 등 초기 지피식물 관리가 필요하다. 또한 산림훼손지에서 발생한 표토를 수거한 후 녹화 공사직전에 표토를 깊이 20cm 내외로 포설하며, 수목식재 후 우드칩멀칭을 하여 덩굴성 양수와 썩 종류의 활착을 억제하는게 중요하다고 판단된다.

인용문헌

- 광주광역시(1999) 무등산 군부대 이전지 및 원주민촌 철거지 복원 기본 및 실시계획 종합보고서. 100쪽.
- 김광두(1998) 한국골프장의 친환경적 개발에 관한 연구. 한국산단학회지 12(1):49-78.
- 박수현(1995) 한국 귀화식물 원색도감. 일조각, 371쪽.
- 산림청(2004) 임업통계연보. 290쪽.
- 산림청(2004) 국가표준식물목록. 218쪽.
- 한국통신(2002) 무등1중계소 환경복원공사 설계 종합보고서, 150쪽.
- 이계훈, 류순호, 윤주용(1995) 한국토양 중 Cs-137과 K-40의 분포. 한국토양비료학회지 28(1):33-40.
- 이돈구, 박인협, 천정화, 서영권, 이상훈(2001) 난대수종의 갱신방안(산림청, '난대림 생물산업화를 위한 복구개발 산·학·관 협동 실연 연구(III)', 15-46쪽.
- 임양재, 전의식(1980) 한반도의 귀화식물분포. 한국식물분류학회지 22:69-83.
- 전기성, 우보명(1995) 절개비탈의 녹화기술에 관한 고찰. 서울대 연습림연구보고. 31:73-95.
- 汲田眞(1975) 歸化植物. 環境科學 라이브러리-13. 大日本圖書. 東京, 160pp.
- Braun-Blanquet(1964) Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetation Kunde Dritte Auflage, Springer-Verlag, Wien, 865pp.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Cultis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie froest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476496.
- Shafi, M.I. and G.A. Yarranton(1973) Diversity, floristic richness, and species evenness during a secondary(post-fire) succession. Ecology 44:576-579.