

자생수목의 종자를 이용한 절개지의 복원

-THE EAST VALLEY C.C 사례를 중심으로-

김재준¹⁾ · 이재근²⁾

¹⁾ 방림조경(주) · ²⁾ 상명대학교 대학원 환경자원학과

Restoration of the Cut-slopes by Native Plant Seeding

-Application on the Rock Exposed Cut-slopes at East Valley Country Club-

Kim, Jae-Jun¹⁾ and Lee, Jae-Keun²⁾

¹⁾ Banglim Landscape Co. Ltd,

²⁾ Dept. of Environmental Plant Resources, Graduate School of Sang Myung University

ABSTRACT

This study was conducted to develop environmental restoration methods for the ecological restoration of the rock exposed steep cut-slopes using native woody plants seeds by the hydro-seeding with artificial soil media. The main results are summarized as follows;

1. *Quercus spp.* seeded after seed treatment germinated over 80% and most of them grew well until one year. So, *Quercus spp.* can grow at the extremely dry rock exposed slopes revegetated by hydro-seeding with soil-fertilizer-seed mixed media.

2. The germinated seedlings grew well at the slopes oriented southeast. But in case of the survival ratio of the germinated seedlings, northwestward slopes was the best.

3. In case of the using pot seedlings of the *Miscanthus sinensis var. purpurascens*, it shows more beautiful scenery than the area using cool-season grasses.

4. As the results of the experiment, *Albizia julibrissin*, *Quercus spp.* and *Lespedeza crytobotrya* can be useful at the restoration and revegetation of the cut-slopes.

5. At the results of the seed mixture experiment, cool-season grasses covered the ground quickly, but slowly germinated *Quercus spp.* and *Lespedeza crytobotrya* formed under story vegetation. Also, *Albizia julibrissin* formed upper story vegetation will be replaced by *Quercus spp.* slowly.

Key words : restoration, hydro-seeding, recycling soil-fertilizer-seed media, seed mixture, native plants

I. 서론

1992년 브라질 리우데자네이루에서 개최된 유엔환경개발회의 이후 세계 각국은 각종 개발에 있어서 환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발(ESSD : Environmentally Sound and Sustainable Development) 개념을 도입하여 자연과 공생하는 환경의 시대를 열어가고 있다(환경부, 2001).

전국토의 65%가 산림지역으로 각종 개발사업이 산림지역에 집중되고 있는 우리나라는 주거단지, 리조트, 관광단지, 도로건설을 비롯한 각종 개발행위에 있어 수십 미터에 이르는 절개지를 만들어 내고, 자연생태계를 무분별하게 파괴·훼손시키고 있는 실정이다((사)한국환경생태학회, 2001).

그러나 국내에서 사용되고 있는 대부분의 절개지 녹화공법은 번식력이 강한 도입초종인 양잔디를 위주로 녹화시킴으로써 주변 지역과 이질적인 경관을 형성하고, 2차 식생의 자연이입을 저해하여 생태적 친이를 더디게 하며, 주변 지역으로 확산되어 고유의 자연생태계를 잠식해 나가는 문제점을 낳고 있다.

외래 도입초종을 사용하는 분사파종녹화(Seed spray)공법은 급경사 비탈면이나 암반 같은 특수사면의 녹화에 적합하고 시공비가 저렴하며 시공이 간편하여 꾸준히 수요가 증가할 것으로 예상되며(김보현, 2000), 초기 조성속도는 자생초종들이 느리지만 1년 이후부터는 상당한 회복효과가 나타났으므로, 재래관목과 초종을 적절히 배합하는 식생형성이 경관면에서 우수하다(江崎 등, 1976).

비탈면 녹화와 관련하여 이재필 등(1995)은 도로비탈면을 재래 초·목본 위주로 조기녹화하고, 자연천이에 부합하는 식생경관을 조성하기 위하여 재래 초·목본의 적정 혼파비율을 찾고자 하였으며, 김남춘(1997a 혹은 b)은 파종시기에 따라 발아율과 생육상태가 다르므로 식생배합을 탄력적으로 조정할 필요가 있다고 하였다. 조주형(1998)은 식생이 갖는 비탈면 안정 효과의 기여도 여부를 자생수종을 이용하여 공학

적인 측면에서 정량적인 수치로 제시하였고, 小橋와 村井(1995)은 비탈면에서 왕성한 생육을 하는 초기녹화초종은 능수참새그령(Weeping love grass)과 큰김의털(Tall fescue)이라는 보고를 하였으나 이들 초종들은 오히려 2차 식생의 침입을 저해하는 결과를 초래하여 비탈면 녹화에 적합하지 못하다고 하였다. 우보명 등(1993)은 비탈면 녹화공사시에 외래도입 초종보다는 그 지역의 자생식물을 활용하여 속성녹화공법을 적용함이 효과적일 것이라고 보고하였다.

또한, 김남춘(1998)은 특정지역의 자연식생군락이 훼손된 인근지역 녹화의 모델이 될 수 있으며, 지역 고유의 자연식생군락으로 복원하기 위해서는 자연식생군락에 대한 유형화와 단순화로 우점종, 출현빈도가 높은 종, 시각적 우세종을 파악하고 이들 위주로 녹화계획을 수립해야 한다고 했다. 또한 녹화하는 식생군락이 주변 산림과 유사하다면 주변지역에도 서식처로 활용되므로 더 많은 야생동물이 유입될 수 있다고 하였다(Jabu, 1982).

최근 들어 우리나라에도 생태적 복원의 개념이 도입되면서 생태적으로 건강하면서 경관적으로 주변과 쉽게 조화될 수 있는 복원 노력이 시도되고 있다. 생태적 복원(ecological restoration)이란 인간에 의해 훼손된 피해지역을 원래 생태계의 종 다양성과 역동성으로 되돌리는 과정으로 생태계를 복원하고 관리하는 실제행위라 할 수 있다(김남춘, 1998). 골프장도 환경친화적인 고려가 필요하며 실제로 외국사례들을 보면 생태를 고려한 골프장이 더욱 유명한 사례가 많다(Love, 1999; Hurdzan, 1996).

따라서 비탈과 같은 경관훼손지를 환경친화적으로 녹화하기 위해서는 열악한 절개지 환경에 내성이 강하면서, 경관미를 높이고 야생동물의 서식처를 제공할 수 있으며, 종자확보가 쉽고 뿌리의 발달이 왕성한 식생천이 초기종에 대한 녹화수종의 개발이 요구되고 있다. 특히, 목본류는 훼손된 절개지의 경관미를 향상시키며, 뿌리를 땅속으로 깊이 내려 토양과의 결속력을 증대시켜 토양의 전단강도를 높임으로써 사면의 안정성을 높이는 역할을 한다(山寺,

1990; 小橋와 村井, 1995).

본 연구에서는 절개지 녹화시 자생목본을 활용하여 절개지의 안정성을 얻는 효과와 더불어 생태적으로 건강한 식생대를 조기에 정착시켜 훼손된 절개지의 식생천이를 촉진하고, 경관미를 조기에 회복시킬 목적으로 골프장개발로 인해 발생된 절개지를 대상으로 자생수목 종자를 이용하여 생태적으로 복원하는 공법의 실현가능성을 검증하는 데 연구목적을 두었다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상지 현황

연구대상지는 경관과 생태를 고려하여 비탈면을 녹화하고자 한 경기도 광주군 실촌면 건업리에 위치한 이스트밸리(The East Valley) 골프장내의 비탈면을 선정하였다. 이 골프장은 코스의 방향이 동·남·서향으로 구성되어 비탈면의 향이 다양하게 나타나고 있다. 비탈면들은 표고가 300~500m에 속하며, 비탈면의 경사는 1:0.5~1.1의 범위에 속하였다. 토질은 경암, 연암, 리팜암 토사 등이며, 골프장 부지에는 계곡과 능선이 많아 많은 양의 절토 및 성토비탈면이 발생하였다.

식물상의 경우 대상지역 및 인근지역 일대를 포함하여 총 334종의 관속식물이 분포하고 있는 것으로 보고되었다. 대부분 산지지역으로 신갈나무, 상수리나무, 생강나무, 쪽동백, 산벚나무, 개암나무 등이 높은 출현빈도를 나타냈다. 초본류로는 참취, 삼주, 원추리, 애기나리, 하늘나리, 양지꽃, 고사리, 조개풀, 대사초들이 우세하게 분포하였다(이스트밸리 컨트리클럽, 1999).

비탈면주변 자연식생은 상층, 중층, 하층, 지피층으로 구분하여 조사하였는데 낙엽교목류가 우점종으로 출현했으며 그 중에서는 참나무류가 제일 우점하고 있는 것으로 나타났다. 특히 상층에 참나무류, 소나무, 회화나무, 자작나무 등이 출현했고, 중층에는 단풍나무, 옷나무, 층층나무, 하층에는 생강나무, 조팝나무, 진달래, 참싸리, 지피류로는 고사리, 멩대이덩굴, 둥글레 등이 출현하였다.

본 지역의 기반암은 선 캄브리아기의 흑운모상 편마암, 석영, 장식질편마암, 반상변정질 편마암이며, 부분적으로 규암이 소규모 나타났다. 층적층 발달은 대체로 미약하여 부지내는 박층의 혼전석층이 발달되었고 장심리(대상지 좌측) 부근과 건업리 상부 기도원 부근(대상지 우측)은 미약하게 선상지가 형성되어 있었다(한두석, 2001).

2. 실험구 조성

대상지 내에는 대단위 절개비탈면이 15개소가 있으나, 적정 규모 이상인 것 중에서 향을 고려하여 대표성이 있다고 판단된 4개 절개지를 실험구로 선택하였다. 각 실험구의 현황은 아래 표와 같다.

표 1. 실험구비탈면 현황

번호	대상사면	암 질	비탈면 길이 (m)*	비탈면 면적 (m)**	방위
제1실험구	EAST 3 HOLE	경암, 연암, 풍화암지역	102	7,100	SW
제2실험구	SOUTH 4 HOLE	토사 및 깎돌혼합지역	88	6,045	SE
제3실험구	WEST 7 HOLE	경암지역	116	14,125	NW
제4실험구	진입도로	풍화암지역	95	5,800	NW

주) *: 횡단면도에 제시된 길이

** : 평면도상의 면적을 산출하여 보정계수 산입

3. 식생기반재 조성 및 뽕어 붙이기

암절개지나 척박한 비탈면 등은 식물이 생육하기에는 열악한 조건이므로 조속한 생태계복원을 위해서 인위적으로 식물생육기반을 뽕어 붙여야 한다. 암노출비탈면은 토양경도가 대부분 30mm이상인 연암 및 경암지역으로 일반적인 종자분사과정만으로는 녹화가 곤란하고 적정두께의 식생기반재 뽕어붙이기를 적용하는 것이 적합하다(한국도로공사, 1995).

본 연구에서는 식물 생육이 거의 불가능한 경암, 연암, 풍화암 등의 절개지에 철망을 설치

한 후 보비력, 보습력, 통기성을 개선한 복합 유기질로 구성된 식생기반 토양(‘녹생토’계열)과 야생화, 자생초종, 목본종자를 혼합하고 취부기로 비탈에 살포하여 종자가 발아·생육할 수 있도록 하였다. 아울러 조기녹화효과와 함께 식생천이를 적극 유도하고 주변의 식생과 조화되게 복원될 수 있는 방법을 사용하고자 하였다.

시공 및 파종은 1999년 4월 20일부터 25일까지 실시되었다. 실험구가 설치될 절개지를 정리한 후 경암, 풍화암, 연암 등 암지역에는 철망을 설치하여 식생기반 토양이 비탈면에 유실이 없이 고정될 수 있도록 하였으며, 그 위에 혼합종자를 식생기반 토양을 살포하였다.

토사 및 깎돌 혼합지역에는 시공시 인공토양과 같이 혼합종자를 동시에 살포하는 장섬유(폴리프로필렌 900 D)비탈면 보호공법을 선택하였다. 식재기반재의 두께는 파종한 식물의 발아와 생육을 보장하기 위해 적용지역에 따라 토사 및 경질토 지역은 3cm, 풍화암 및 깎돌혼합지역은 5cm, 경암 및 연암지역은 10cm를 적용하였다.

4. 종자배합

녹화용 목본식물은 자연식생조사와 토질분석 결과를 토대로 주변 기존식생과 경관적으로 조화를 이룰 수 있는 자생수 종자를 선정하였다. 초본식물은 조기피복효과를 얻고, 교목류에 피압되지 않으며 산야에 흔히 분포하는 벼과의 지피초종을 선정하였다. 또한, 식생기반재의 유실을 방지하기 위해 perennial ryegrass를 소량 혼합하였다.

아울러 시공초기 비탈면경관의 단조로움을 피하고 사계절효과가 나타나도록 초화류 종자를 포함하였다. 코스모스와 사스타데이지, 루드베키아, 수레국화 등은 발아가 빠르고 초장이 크게 생육하는 특성이 있어 사용하였으며, 퍼레니얼라이그라스는 조기녹화로 절개지 유실을 막아주기 때문에 사용하였고 억새와 안고초는 내근성이 뛰어나고 척박지에 강한 특성이 있어 사용하였다(박수현, 1995; 조무연, 1989).

단위중량당 종자의 입수는 표2에서와 같으며, 참나무류는 자료를 제시하지 못하였다. 사용한 종자의 발아율은 소나무의 경우 45%, 자귀나무는 28%, 참싸리는 60%를 나타내었고, 회화나무, 산벚나무, 산딸나무, 붉나무 등은 자연상태에서의 발아율이 매우 낮고 오래 걸리기 때문에 발아 처리하여 사용하였다. 초화류 종자 중 루드베키아는 92%, 수레국화는 58%, 코스모스는 90%를 나타내었는데 수레국화를 제외하고는 매우 높은 발아율을 나타내었다. 이 외에도 비닐하우스에서 POT로 육묘하여 재배한 담쟁이덩굴, 억새 등을 경관적으로 필요한 부분에 소량 식재하였다.

표 2. 종자의 입수와 단위면적당 파종량

품 종	입도 (개/g)	파종량 (개/m ²)	품 종	입도 (개/g)	파종량 (개/m ²)
소 나 무	90	180	참나무류	-	1
회화나무	160	320	붉나무	250	255
자작나무	5,300	1,060	루드베키아	2,100	630
자귀나무	30	120	수레국화	200	740
산벚나무	150	255	코스모스	170	340
산딸나무	140	238	Perennial ryegrass	500	1,500
참 싸 리	180	900			

5. 조사 및 분석

파종한 종자들에 대한 생육경향을 조사하였으며, 조사구는 실험구로 지정된 절개지내에 1.0m× 1.0m 규모의 고정조사구를 3 반복 설치하고 출현종 중 목본종자위주로 개체수, 수고(초장), 생존율을 조사하였고, 초본류는 피복율 등을 조사하였다. POT식재지는 별도로 관리하였고, 조사는 파종 후 1달 간격으로 실시하였으며 조사한 결과를 토대로 수종별 성장속도, 생존율, 발아율 등을 산정하였다.

절개지의 방향, 인공토양의 두께, 절개지의 모양에 따라 식물들의 발아율, 성장율, 생존율을 비교 분석하였고, 각 식물들의 이용방안에 대하여 대안을 작성하고 실험구주변의 식생을 조사하여 주변과 최대한 근접한 식물상이 형성

되도록 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 발아율

1) 수목류의 노지발아율

1999년 4월 20일경 파종한 종자들은 자작나무, 산벚나무와 산딸나무를 제외한 나머지종 모두가 시공한 후 60일 이내에 발아가 시작되었으며, 두 달 후에는 더 이상 발아율이 크게 증가하지 않았다. 참나무류는 두달 뒤 발아율이 80.75% 정도로 매우 높았으며 생육상태 또한 양호했다. 자귀나무와 참싸리는 두달 후 각각 54.25%와 38%를 나타내었는데 이후에도 참싸리는 많은 개체수가 증가되어 종간의 경쟁이 치열할 것으로 예상되며 김남춘(1998)연구와 유사한 결과를 보였다(그림 1).

소나무와 회화나무는 17%와 18.25%로 발아율은 저조하였으나 개체수는 적절한 수준을 보여주었다. 산벚나무와 산딸나무는 두꺼운 종피로 초기발아율이 극히 저조하였으나 파종 1년 후부터는 각각 20.75%와 10.50%의 발아율을 보여주었다. 자작나무는 조사구에서 발아하지 않아 종자파종으로 출현시키기 어려울 것으로 판단된다.

모든 종자들의 생육상태는 발아초기에 양호하였으며, 전체적으로 고르게 발아되어 분포하였다. 초화류 및 초본류의 발아도 양호한 상태로 경관상 불량하였던 기존의 절개비탈면이 복원되는데 기여하였다. 하지만 목본류가 어느 정도 성장을 하면, 초본류 및 초화류와 경쟁을 해서 식생구조가 바뀔 것으로 예상된다.

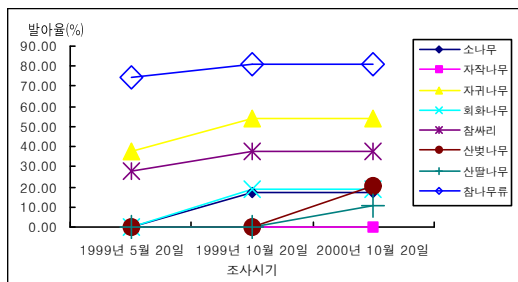


그림 1. 수종별 발아율 변화

2) 비탈면의 향과 수목류의 발아율

실험구의 향에 따른 발아율의 결과는 그림 2와 같다. 발아율은 소나무, 자귀나무, 회화나무, 참싸리, 참나무류 등 목본류 5종의 발아율을 중심으로 합산하여 평균값으로 비교하였다. 파종한 후 한달 뒤인 5월 20일에 북서향에서 발아 진행속도에서 큰 차이가 나타난 것 외에는 향에 따른 전체적인 발아율 차이는 나타나지 않았다.

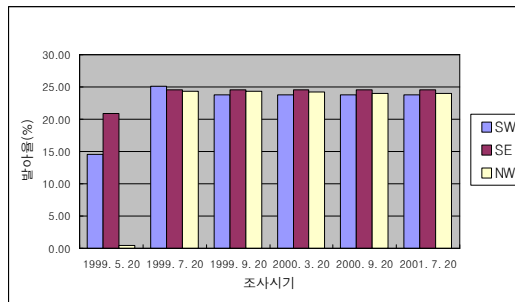


그림 2. 비탈면의 향과 수목류의 발아율

2. 수고 생육

1) 수종별 수고 생육

뒤늦게 발아한 산벚나무와 산딸나무를 제외한 대부분의 목본류는 고른 성장속도를 보여주었다. 콩과식물류는 초기에는 다른 수종과 큰 차이 없는 성장속도를 보여주었으나 파종 1년 후부터는 다른 초종을 압도하는 빠른 속도의 성장률을 보여주었고, 특히 자귀나무는 파종 1년 후 평균수고 96.5cm의 높은 성장율을 보여주었다.

참나무는 파종 전에 발아처리를 하여 생육이 시작한 상태로 파종하였기 때문에 초기성장이 빨라서 파종한 년도에는 성장속도가 콩과 식물에 앞섰으나 파종 1년 후부터는 콩과 식물에 뒤지는 경향을 보였다. 소나무의 초기발아속도는 매우 낮았으나 파종 1년 후부터는 조금씩 빠른 성장율을 보여주고 있어 앞으로의 성장이 기대된다. 산벚나무와 산딸나무는 파종한 년도에는 발아가 되지 않았으나 다음해부터는 빠른 성장속도를 보이고 있어서 소나무와 마찬가지로 파종 다음해의 성장이 기대되고 있다. 각 수

종의 수고성장은 그림 3과 같다.

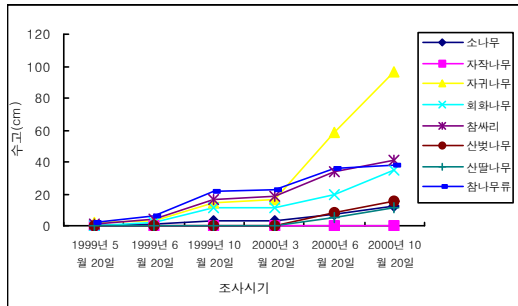


그림 3. 수종별 수고성장

2) 비탈면의 향과 수고 생육

각 실험구의 향에 따른 수고성장의 결과는 아래의 그림 4와 같다. 수고에 대한 자료는 소나무, 자귀나무, 회화나무, 참새리, 참나무류 등 5종의 평균수고를 나타낸 것이다. 수고성장은 발아율과 달리 많은 차이가 나타났는데, 파종 1년 후부터 SE(남동)의 평균수고가 높아지기 시작해서 파종 2년 후인 7월까지 가장 높은 평균수고를 나타내고 있으며, SW(남서)향이 가장 낮은 수고를 나타내었다. 남동쪽은 일조 등에서 다른 향보다 유리하여 식물의 성장에도 유리한 것으로 판단된다

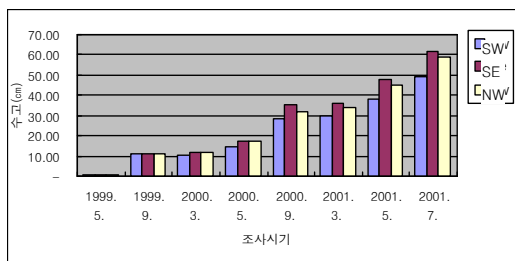


그림 4. 절개지 향과 수고성장

3. 생존율과 개체수의 변화

파종식물의 생존율과 개체수를 조사한 결과 파종 당해년도인 1999년 여름 장마전의 극심한 가뭄에 많은 피해를 받았고, 특히 식생기반토양의 두께가 얇은 지역에서 그 정도가 심해서 많은 수종들이 고사를 했다. 가뭄에 잘 적응한 개체들은 장마 후 여름에 고른 성장을 보였다.

참나무류는 초기 생존율이 100%로 많은 양이 가뭄에 잘 견디었고 파종 1년 후에도 94.75%의 높은 생존율을 나타내어 척박한 환경의 절개지에서 적응하는 것으로 판단된다. 하지만 생육 상태가 발아초기에 비해 가뭄피해를 많이 받아 우수하지 않았다. 앞으로 해가 지나면서 생존한 개체가 존재하면 목본형 비탈면 녹화에서 매우 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

소나무는 파종 후 가뭄기간이 포함된 4달만에 23.5%의 생존율을 보여서 파종초기의 건조에 약한 경향을 보였고, 시간이 지남에 따라 8.75%까지 낮아짐으로써 많은 종이 피압된 것을 알 수 있었다. 하지만 현재 생육하고 있는 개체들이 양호한 편이므로 다음 해에도 일부는 생존할 것으로 기대된다.

자귀나무는 파종 1년 후 생존율이 26.5% 정도로 높지는 않았으나 생장이 다른 종보다 월등히 우수해 현재 자라고 있는 개체수로도 우점종으로 발전할 수 있어서 조기녹화목본종으로 적합한 것으로 판단된다.

회화나무와 참새리는 생존율이 파종 1년 후 17.25%와 17.5%로 비슷한 편이었으나 참새리가 생육이 우수한 것에 비해 회화나무는 우수하지 못해 콩과식물 중에는 가장 약한 경향을 알 수 있다.

산벚나무와 산딸나무는 파종 1년 후에 발아하기 시작하여 발아 후 바로 20%대의 생존율을 보여 앞으로 생존여부에 대해서는 추후에 조사하여야 할 것으로 판단된다. 각 수종별 생존율과 개체수는 그림 5와 6과 같다.

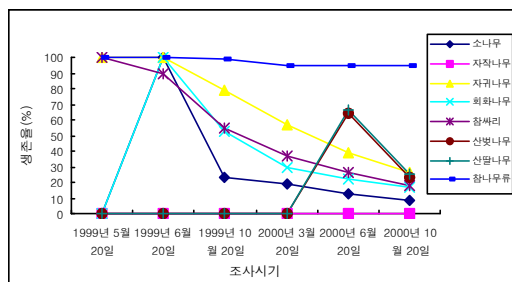


그림 5. 각 수종별 생존율

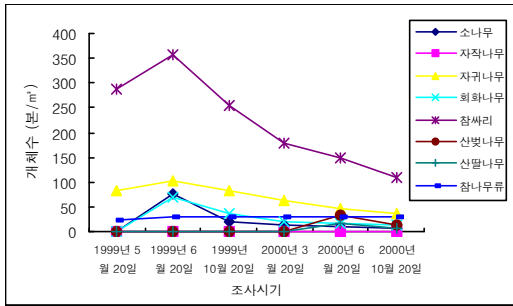


그림 6. 각 수종별 개체수

향에 따른 생존율은 그림 7에서와 같다. 개체의 생존율은 NW(북서)향에서 가장 좋았는데 향에 따른 수고성장에서의 결과와는 다르게 SE(남동)에서 가장 좋은 수고성장을 보인 반면 개체의 생존율은 NW(북서)향에서 가장 좋은 결과를 나타내고 있다. 이것은 NW(북서)향이 개체의 성장에는 SE(남동)향보다는 불리하지만, 생존을 위한 환경으로는 유리한 것으로 알 수 있다. 한편 SW(남서)향은 발아율과 수고성장, 생존율에서 모두 상대적으로 불리한 결과를 나타내 파종한 식물의 생육에는 다른 향들에 비해 비교적 불리한 향이라는 것을 알 수 있다.

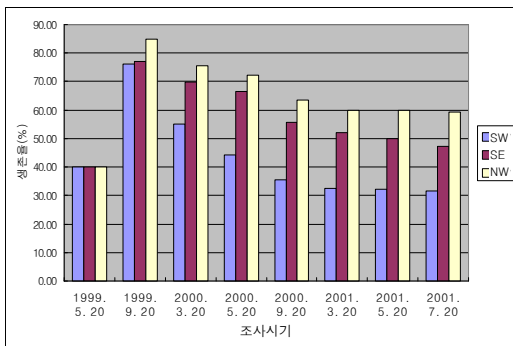


그림 7. 향에 따른 개체생존율의 비교

IV. 결 론

본 연구는 골프장개발로 인해 발생한 절개지를 자생수목의 종자를 이용하여 복원녹화하는 방법을 제안하는 것을 목적으로 진행되었다. 즉, 국내에 자생하는 식물의 종자를 받아처리

하여 척박한 암절개지에 인위적인 식생기반을 조성하여 파종함으로써 천이단계를 가속화시켜 주변식생과 유사한 식생구조로 복원하는 방안 에 대한 적용가능성을 검증하고자 하는 기술적 연구로써 주요한 실험 결과는 다음과 같다.

첫째, 수목 종자의 노지발아율은, 특히 참나무류의 발아율이 파종 두달 후에 80.75%로 매우 높았으며, 생육상태 또한 양호했다. 산벚나무와 산딸나무는 두꺼운 종피로 초기발아율이 극히 저조하였으나 파종 1년 후부터는 각각 20.75% 와 10.50%의 발아율을 보여주었다. 자작나무는 조사구에서 발아하지 않아서 종자파종으로 출현시키기 어려울 것으로 예상되었다.

각 실험구의 향에 따른 발아율의 결과는 파종한 후 한달 뒤에 북서향이 발아 진행속도에서 다른 향(남서향, 남동향)보다 다소 늦은 것 외에는 향에 따른 전체적인 발아율 차이는 발견할 수 없었다.

둘째, 수고성장에서는 뒤늦게 발아한 산벚나무와 산딸나무를 제외한 나머지는 대부분 고른 성장속도를 보여주었다. 콩과 식물류는 초기에는 다른 수종과 큰 차이 없는 성장속도를 보여주었으나 파종 1년 후부터는 다른 초종을 압도하는 빠른 속도의 성장률을 보여주었고 특히 자귀나무는 파종 1년 후에는 평균수고가 96.5 cm로 높은 성장율을 보여주었다.

각 실험구의 향에 따른 수고성장의 결과는 파종 1년 후부터 SE(남동)향의 평균수고가 높아지기 시작해서 파종 2년 후인 7월까지 가장 높은 평균수고를 나타내고 있으며 SW(남서)향이 가장 낮은 수고를 나타내었다. SE(남동)향은 일조 등에서 다른 향보다 유리하여 식물의 성장에도 유리한 것으로 판단된다

셋째, 생존율과 개체수의 변화를 살펴보면, 당해년도인 1999년 여름의 극심한 가뭄에 많은 피해를 받았는데, 특히 식생기반토양의 두께가 얇은 지역이 가장 심각하였다. 그러나, 참나무류는 초기 생존율이 100%로 심한 가뭄에도 잘 견디었고 파종 1년 후에도 94.75%의 높은 생존율을 나타내어서 척박한 절개지 환경에도 잘 적응하는 것으로 판단된다. 한편, 소나무는 파

종 후 가뭄기간이 포함된 4달만에 23.5%의 생존율을 보여서 파종초기에는 건조에 약한 것으로 판단되며 시간이 지남에 따라 8.75%까지 낮아짐으로써 대부분 피압되는 것을 알 수 있었다. 하지만 현재 남아있는 개체수들의 생육이 양호한 편이고 원활하게 성장이 이루어지고 있어 다음 해의 성장율에 따라 적정량은 남을 수 있을 것으로 기대된다.

자귀나무는 파종 1년 후 생존율이 26.5% 정도로 높지는 않았으나 생장이 다른 종보다 월등히 우수해 현재 자라고 있는 개체수로도 우점종으로 발전할 수 있어서 조기 녹화용 목본으로 적합한 것으로 판단된다.

넷째, 향에 따른 개체의 생존율은 수고성장에서의 결과와는 다르게 NW(북서)향에서 가장 좋은 결과를 나타내고 있다. 이것은 NW(북서)향이 개체의 성장에는 SE(남동)향보다는 불리하지만, 생존을 위한 환경으로는 유리한 것으로 볼 수 있다. 한편 SW(남서)향은 발아율과 수고성장, 생존율에서 모두 상대적으로 불리한 결과를 나타내 파종한 식물의 생육에는 다른 향들에 비해 비교적 불리한 향이라는 것을 알 수 있다.

본 연구는 목본류의 종자파종에 의한 절취비탈면의 녹화가능성을 판단하기 위한 것으로서 참나무류와 소나무류, 자귀나무, 산벚나무, 산딸나무 등의 활용가능성을 확인할 수 있었다. 본 실험을 진행함에 있어 토질과 경사도의 제약이 있었고, 보다 다양한 비탈 조건에서 실험을 진행하지 못한 한계가 있었으므로 실제 적용에 있어서는 본 연구결과와 상이한 결과가 도출될 수는 있겠으나 외래조종 위주의 조기급속녹화방식에서 생태와 경관을 고려한 목본류 위주의 복원녹화가 가능하다는 것을 확증할 수 있었으며, 이와 유사한 연구가 앞으로도 지속적으로 진행될 필요가 있다고 판단된다.

인 용 문 헌

김남춘a. 1997. 사면녹화공사용 자생목본의 파종 적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(1)

: 73-81.
 김남춘b. 1997. 주요초본식물의 비탈면 파종 적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(2) : 62-72.
 김남춘. 1998. 景觀毀損地の 生態的 復舊方案에 관한 연구. 韓國環境復元綠化技術學會誌 1(1) : 28-44.
 김보현. 2000. 도로건설이 식물생태계에 미치는 영향. 서울시립대학교 대학원 석사학위 논문.
 박수현. 1995. 한국귀화식물원색도감. 일조각.
 우보명 · 권태호 · 김남춘. 1993. 임도비탈면의 자생식생침입과 효과적인 비탈면 녹화공법에 관한 연구. 한국임학회지 82(4) : 381-395.
 이기철 · 김동필 역. 1992. 최첨단의 녹화기술. 명보문화사.
 이스트밸리 컨트리클럽. 1999. 환경영향평가 협의내용 변경 요청서.
 이재필 · 김남춘 · 홍성권. 1995. 도로사면녹화를 위한 식생배합에 관한 연구. 한국조경학회지 23(2) : 113-123.
 (사)한국환경생태학회. 2001. 난개발 해결을 위한 환경생태계획; 도로개발과 훼손지 복원 : 49-74.
 趙武衍. 1989. 원색한국수목도감. 아카데미 서적.
 조주형. 1998. 식생도입에 의한 비탈면 안정효과에 관한 연구. 경희대학교대학원 박사학위논문. 한두석. 2001. 환경친화적 골프장 조성에 관한 연구. 경원대학교 환경정보대학원 석사학위논문. 환경부. 2001. 21세기 자연환경 보전정책 발전 방향. 한국환경정책평가연구 pp. 1-277.
 한국도로공사. 1995. 고속도로 절토비탈면 녹화공법 연구.
 Jabu, S. 1982. Restoration of a kaolin clay strip mine for wildlife habitat using biotechnical and revegetation methods. MS thesis. University of Georgia, Athens.
 Love, B. ASGCA. 1999. An environmental ap-

- proach to golf develop, American Society
of Golf Course Architects.
- Hurdzan, M. J. 1996. *Golf Course Architecture*.
- 小橋 澄治・村井 宏. 1995. のり面緑化の最先
端. ソフトサイエンス社.
- 山寺喜成. 1990. 急勾配斜面における緑化工技術
の改善に關す研究.
- 江崎次夫・伏見知道. 1976. 日本産雜草類のり面
保護工に對する利用方法に關す研究(II).
林道切取りのり面での検討. 愛媛大演報
- 小橋登治・材井 宏・龜山 章. 1997. 環境綠化工
學.

接受 2002年 6月 30日

부 록

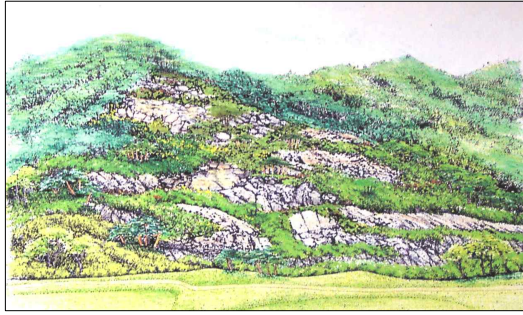


그림 8. 제1실험구의 복원개념



그림 9. 제1실험구의 시공 1년후



그림 10. 제2실험구의 시공중 모습



그림 11. 제2실험구의 시공1년후

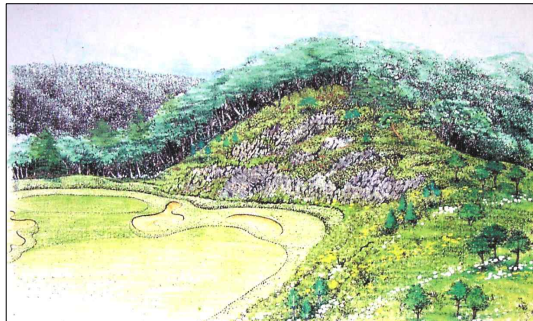


그림 12. 제3실험구의 녹화개념



그림 13. 제3실험구의 시공1년후



그림 14. 제4실험구의 시공전 모습



그림 15. 제4실험구의 시공1년후