

암반비탈면에 있어서 천공기법에 의한 녹화공법의 개발
- 참싸리를 중심으로 -

마호섭^{1*} · 강원석¹ · 박진원²

¹경상대학교 환경산림과학부(농업생명과학연구원), ²특수법인 사방협회

Development of Revegetation Measures using
Boring Technique in Rock Slopes
- Focus on *Lespedeza cyrtobotrya* -

Ho-Seop Ma^{1*}, Won-Seok Kang¹ and Jin-Won Park²

¹Gyeongsang National University, College of Agriculture and Life Sciences, Division of Forest Environment Science, Jinju 660-701, Korea (Institute of Agriculture Llife Science)

²Special Cooperation Korean Association of Soil and Water Conservation, Jinju 660-982, Korea

요 약: 암반비탈면에 천공기법을 이용하여 녹화기반을 조성한 후 배양토 및 토양처리별 식생플랜트를 설치하고 녹화식물의 초기 생육특성을 조사하여 암반비탈면의 녹화 공법에 대한 효과를 분석하였다. 녹화기반 조성 후 배양토별 참싸리(*L. cyrtobotrya*)의 배양토에 따른 발아량은 산림부식토 23개체(19.2%), 산림표층토 22개체(18.3%), 혼합토 12개체(10.0%), 일반상토 1개체(0.8%)의 순으로 총 58개체가 나타났다. 월별 성장량의 변화 결과, 비탈면 방향은 북서방향, 배양토는 혼합토, 토양처리는 미생물처리가 참싸리의 성장량에 가장 많은 영향을 주었다. 생존 개체수와 성장량의 주 효과는 비탈면 방위, 배양토, 토양처리이며, 각 요인 간 상호작용 효과는 비탈면 방위 × 배양토, 비탈면 방위 × 토양처리, 배양토 × 토양처리가 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한, 비탈면방위 × 배양토 × 토양처리의 상호작용 효과도 매우 커 참싸리의 월별 성장량에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 특히, 암반비탈면의 효과적인 녹화를 위해서는 천공지점의 선정이 매우 중요하고, 식생플랜트내 배양토 및 종자의 유실을 보호하고 조기 발아를 위하여 미생물 및 멀칭처리 등도 매우 필요하였다.

Abstract: This study was conducted to evaluate the effects of early revegetation by analyzing the characteristics of germination and growth of *Lespedeza cyrtobotrya* using boring technique in rock slopes. After making up a growing basis of approximately 20 cm depth and 10 cm diameter by using a boring machine, the surface of rock slopes was planted with vegetation-plant. The number of germinating populations by soil media was 23 in H.s, 22 in T.s, 12 in M.s, and 1 in M.g.s. The germination rate (%) by soil media was 19.2% in H.s, 18.3% in T.s, 10.0% in M.s and 0.8% in M.g.s. In monthly changes of growth rate, the aspect was northwest direction, the soil media was M.s, and the treatment was microorganism plot. The main factors affecting survivorship and growth of population were soil media and treatment plot. The interaction between each factor had a good effects in bearing×soil media, bearing×treatment plot, soil media×treatment plot. but, it is recommended that the mulching of vegetation plant is highly needed to help the germination of seed and growth of vegetation because of loss of seed and soil media occurred due to rainfall. Therefore, The result suggests that the revegetation technique using boring in rock slope was very efficient in respect of the early revegetation and the landscape.

Key words : soil media, treatment plot, *Lespedeza cyrtobotrya*, germination rate

서 론

산림 지역은 채석장, 도로 및 택지 등 각종 개발로 인하

여 대규모 훼손지의 발생이 급격히 증가하는 추세에 있다. 인공적으로 발생된 암반비탈면은 풍화가 많고 강우에 의한 표면침식 및 파쇄가 많아 생육기반이 불량하여 자연복원을 위해서는 오랜 기간이 소요된다. 반면에 그대로 방치할 경우 경관성 저하 및 토양침식으로 인한 붕괴가 발

*Corresponding author
E-mail: mhs@gnu.ac.kr

생하는 등의 문제가 나타나므로 비탈면 녹화의 필요성이 요구된다. 암반비탈면의 녹화는 주변지역의 환경조건에 조화되는 녹화식물을 이용하여 암반비탈면의 안정, 조기 녹화, 경관성 제고, 시공의 경제성 등 시공 목적에 따라 주변의 지역적인 특성을 고려하여 결정할 필요성이 있다.

우리나라의 비탈면 녹화공법은 초기단계에서 황폐지에 대한 속성녹화(우보명, 1974)와 지피식생의 조성에 대한 연구(정인구, 1973)가 있었다. 이후 비탈면의 안정과 녹화에 관한 연구는 조경녹화사방공법 및 주요공법의 경관적 가치와 효과분석과 암반비탈면에 대하여 식생기반을 조성하고 만경류를 이용하여 피복하는 녹화공법 등이 보고되었다(우보명, 1975; 우보명, 1978; 유택규와 이천용, 1982; 우보명, 1983; 박병익과 박종민, 1987; 김경훈 등, 1999).

녹화하는 데에 있어서 토양은 근본적으로 매우 중요한 요소로서 녹화대상지의 특성에 맞는 올바른 토양을 선택하여 식물이 양호하게 생육할 수 있는 조건을 조성해주어야 한다. 안태석 등(2004)은 비탈면 녹화용 블록인 에코스톤의 현장 시공에서 토양의 종류를 쉽게 구입할 수 있는 일반토, 부식토, 일반상토와 혼합토로 구분하여 배양토의 식재식물의 생장을 파악하였다.

또한, 녹화용으로 사용되는 외래 도입초종 중 일부는 국내환경에 대한 초기 적응성이 양호하여 주변 식생의 침입을 방해하고 있으며, 주변의 생태계로 침투 확산하여 우리나라 생태계를 교란할지도 모른다는 위해성 때문에 많은 논란이 되고 있어 자생종 활용의 중요성이 강조되고 있다(김남춘 등, 1998; 전기성과 우보명, 1999; 전권석과 마호섭, 2004; 마호섭 등, 2005).

특히, 무토양 암석지로 되어 있는 암반비탈면에서는 다양한 자생 목본류와 초본류, 야생화 등을 이용하여 환경친화적인 복원과 녹화를 위하여 장기적인 복원계획에 따라 비탈면의 안정성, 경제성, 효율성 및 경관성을 높일 수 있도록 새로운 녹화공법의 개발이 필요하다.

따라서 본 연구는 암반비탈면에서 천공기법을 이용하여 식생기반을 만든 후 배양토와 토양 처리된 식생플랜트를 암반비탈면에 설치하고 방위 및 배양토별 토양처리에 따른 참싸리(*L. cyrtobotrya*)의 생존 개체수와 성장량 등 생장특성을 조사하여 암반비탈면의 녹화공법으로서 개발 가능성과 조기녹화 효과를 분석하였다.

재료 및 방법

1. 시험구 배치

본 실험지역은 진주시 명석면에 위치하고 있는 채석장 지역으로 채석이 완료된 잔벽 비탈면에 천공기법을 이용하여 천공 경사각 5°, 직경 100 mm, 깊이 20 cm를 뚫어

비탈면 방위, 배양토(산림부식토, 일반상토, 혼합토, 산림표층토), 토양처리(미생물처리, 멀칭처리, 무처리)의 3요인으로 총 24개(2방위 × 4배양토 × 3토양처리)의 녹화기반을 조성하였다.

2. 공시 식물의 선정 및 파종량 선정

공시식물은 자생초본인 참싸리(*L. cyrtobotrya*)를 선정하였다. 참싸리는 질소를 고정하여 토양의 개선효과가 있고 발아율이 비교적 우수하여 종래부터 황폐지 복구공사에 많이 사용되었다. 파종량은 식생플랜트의 식재면적의 크기(10 cm × 10 cm)를 고려하여 10립을 파종하였다.

3. 배양토의 조제 및 토양처리

암반비탈면에 녹화기반을 조성한 후 녹화실험을 위해 사용된 배양토는 산림부식토(Humus soil of forest), 일반상토(Merchantable general soils), 혼합토(Mixed soil) 및 산림표층토(Topsoil of forest)로서 4가지이다. 산림부식토는 실험지 주변 산림지역에서 낙엽을 제거한 후 부식토에서 부식토를 채취하였고, 산림표층토는 부식토를 제거한 후 채취하였다(김경훈과 우보명, 1999). 채취한 토양은 실내로 옮긴 후 2 mm 규격의 체로 토양의 이물질과 자갈 등을 제거하였다. 일반상토는 시중에 판매하고 있는 인공토양을 구입하여 사용하였으며, 혼합토는 부식토, 일반상토 및 산림표층토를 적정한 비율(2:1:2.5)로 조제하였다.

토양의 미생물 처리는 항생물질 분비로 토양의 병원균 밀도를 낮추어서 식물의 지하부 생육에 도움이 되고자 사용하였다. 사용한 미생물제제는 트리코델마 하지아눔(*Trichoderma harzianum*)으로서 사용설명서의 권장량에 따라 각 배양토 중량의 1%를 첨가하였다. 또한, 강우에 의한 배양토의 유실되는 문제점을 개선하고자 황마를 이용하여 멀칭처리를 하였으며, 대조구로서 무처리구를 만들어 비교실험을 하였다.

4. 조사 및 분석

암반비탈면에 있어서 참싸리의 생육특성을 조사하기 위하여 2009년 4월 23일에 식물을 식생플랜트에 파종하였고 24일에 생육기반이 조성된 실험지의 암반비탈면에 정착한 후 초기발아 특성을 분석하기 위하여 약 1달 동안 총 5회에 걸쳐 발아되는 개체를 조사하였다.

참싸리의 생육특성은 2009년 5월부터 2010년 4월까지 1년 동안 월별로 조사하였으며, 비탈면방위, 배양토 및 토양처리에 따른 참싸리의 생존개체수의 변화와 성장량에 미치는 영향을 분석하기 위하여 3원배치 분산분석(Three way ANOVA)을 실시하였다. 통계분석을 위한 통계 Package로는 SPSS 12.0을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 참싸리의 초기 발아 개체분석

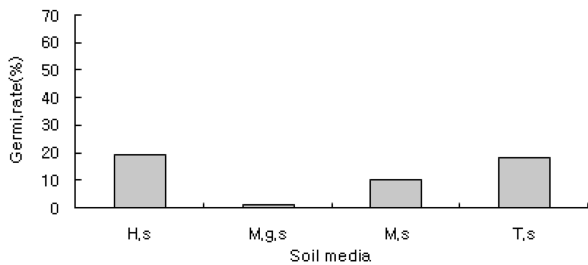
식생플랜트에 사용된 배양토와 토양처리가 식생의 초기발아에 영향을 미치는가를 분석하기 위해 2009년 5월 1일, 7일, 13일, 20일 22일 총 5회에 걸쳐 조사를 하였으며,

Table 1. The number of germination individual of *Lespedeza cyrtobotrya* by soil media.

Date	H.s	M.g.s	M.s	T.s
5-01	1	0	0	0
5-07	13	0	4	10
5-13	20	0	11	16
5-20	23	1	12	22
5-22	23(6)	1(0)	12(1)	22(4)

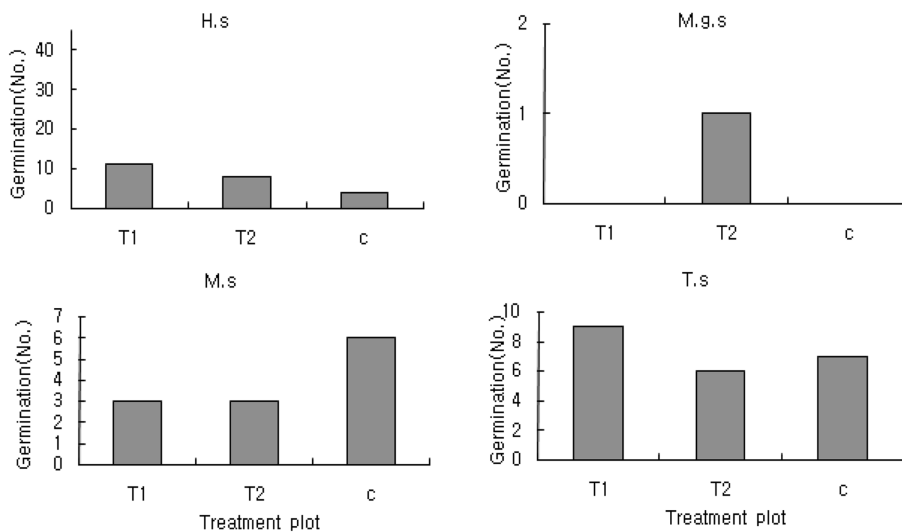
Note) H.s: Humus soil of forest M.g.s: Merchantable general soil
M.s: Mixed soil T.s: Topsoil of forest.

*Number in parenthesis means individuals lost by rainfall.



Note) H.s: Humus soil of forest M.g.s: Merchantable general soil
M.s: Mixed soil T.s: Topsoil of forest

Figure 1. Germination rate(%) of *Lespedeza cyrtobotrya* by soil media.



Note) H.s: Humus soil of forest M.g.s: Merchantable general soil

M.s: Mixed soil T.s: Topsoil of forest

T1: Microorganism plot T2: Microorganism + Net plot C: Control plot

Figure 2. Germination number of *Lespedeza cyrtobotrya* by treatment of soil media.

며, 초기 발아실험 결과는 Table 1, Figure 1과 같다.

Table 1에서 보면 파종후 1주일 후인 5월 1일에 산림부식토에서 1개체가 최초로 발아하였으며, 다른 배양토에서는 발아하지 않았다. 7일에는 산림부식토에서 13개체, 혼합토는 4개체, 산림표층토는 10개체가 발아하였으나 일반상토는 발아개체가 발견되지 않았다. 13일에는 산림부식토에서 20개체가 발아하였으며, 혼합토 11개체, 산림표층토 16개체가 발아하였다. 5월 20일에는 산림부식토에서 23개체로 발아개체수가 증가하였으며, 약 4주째에 처음으로 일반상토에서 1개체가 발아하였고, 혼합토는 12개체, 산림표층토에서 22개체가 발아하여 총 58개체가 발아하였다. 그러나 5월 21일에 102.5 mm의 강우가 발생한 다음날인 5월 22일에 산림부식토에서 23개체가 발아되어 있었으나 배양토와 함께 6개체가 유실되었고, 혼합토에서 12개체중 2개체가 유실되었으며, 산림표층토는 22개체중 3개체가 유실되어 모두 11개체가 강우에 의하여 피해를 받은 것으로 나타났다.

Figure 1에서 보면 참싸리(*L. cyrtobotrya*)의 배양토에 따른 발아율은 전체 파종량 중에서 초기 4주 동안 발아한 전체 비율로서 산림부식토 19.2%(23개체), 산림표층토 18.3%(22개체), 혼합토 10.0%(12개체), 일반상토 0.8%(1개체)순으로 나타나 산림부식토, 혼합토, 산림표층토에서 비교적 고르게 발아하였다.

따라서, 참싸리는 생육기반재인 배양토에 따라 초기 발아율 및 발아량에 차이가 나타나 녹화재료로 선정할 경우 배양토의 선택이 중요하며, 특히 다른 토양에 비해 산림부식토가 높은 발아율과 발아량을 보여 암반비탈면의 조

기 녹화재료로서 사용이 가능할 것으로 사료된다.

안태석 등(2004)은 토양수분이 높은 일반상토는 부엽물질과 피트모스에 의해 식물의 생장에 역효과가 있을 수 있다고 하였다. 따라서 일반상토는 식생플랜트의 초기발아용 배양토로 선정할 경우 적절한 배합이 필요한 것으로 생각된다.

배양토별 토양처리에 따른 참싸리의 발아개체 수는 Figure 2와 같다. 즉, 재래초본인 참싸리는 미생물처리구인 산림부식토, 혼합토 및 산림표층토의 배양토에서 각각 11개체, 6개체 및 9개체로 총 26개체가 발아하였고, 미생물+멸칭처리구에서는 산림부식토 8개체, 일반상토 1개체, 혼합토 3개체, 산림표층토에서 7개체가 발아하여 총 19개체가 발아하였다. 무처리구에서는 산림부식토, 혼합토 및 산림표층토의 배양토에서 각각 4개체, 3개체 및 6개체로 총 13개체가 발아하였다. 전체적으로 보면 미생물처리구가 26개체, 미생물+멸칭처리구는 19개체로서 미생물+멸칭처리구가 7개체가 더 많이 발아하여 표면이 불규칙하며 요철이 있고 잔벽면상의 물길이가 모이는 곳에 천공이 된 실험구의 경우 강우에 의하여 종자와 함께 배양토의 유실이 많기 때문에 멸칭처리가 더욱 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한, 토양미생물이 처리된 처리구에서 45개체가 발아하였으나 미생물이나 멸칭처리를 하지 않은 무처리구는 13개체가 발아하여 비교적 낮은 경향을 보였으며 일반상토에서 1개체만이 발아하였다. 일반상토는 다른 배양토에 비해 중량이 가벼워 바람에 날리거나 빗물에 의해 쉽게 종자와 함께 유실되어 발아가 잘 되지 않은 것으로 사료된다. 특히 암반비탈면은 표면이 불규칙하여 물길이가 지나가는 곳에 설치된 실험구는 배양토와 함께 종자의 유실이 발생하여 비교적 발아가 저조한 것으로 나타났다.

인공토양으로 시공한 인공지반 녹화지역에서 토양 미생물은 일반적으로 자연토양에 비해 생육조건이 좋지 못한 인공토양에서 식물의 생육에 도움을 준다고 하였다(김동엽과 나용규, 2002). 토양미생물 제제의 처리는 토양화학성을 개선하여 발생초기에 목본식물의 발아에 영향을 미친다는 김홍수(2002)의 연구와 김남춘(1997)의 목본 종자의 발아율은 4월과 5월 및 9월에 파종시 발아율이 우수하며 파종시기에 영향을 받는다는 연구결과 등을 고려하면 목본식물의 발아는 다양한 실험조건과 기상 등 환경에 많은 영향을 받는 것으로 보인다.

따라서 표면이 불규칙하고 요철이 있는 암반비탈면상의 효과적인 녹화를 위해서는 적절한 파종시기와 천공지점의 선정이 매우 중요하다. 또한, 배양토 및 종자의 유실을 보호하고 조기 발아를 위하여 미생물 및 멸칭처리 등도 매우 필요한 것으로 생각된다.

2. 월별 참싸리의 생존 개체수 및 성장량 변화

참싸리의 월별 생존개체수의 변화는 Figure 3과 같다.

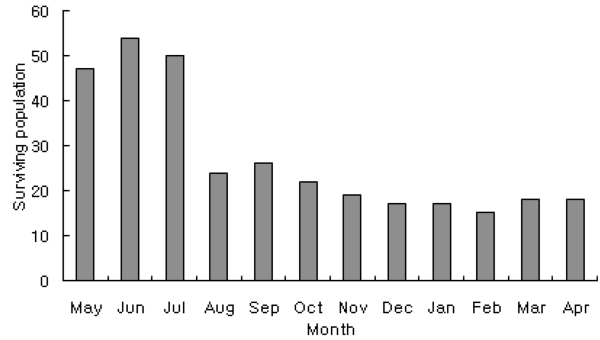


Figure 3. Monthly changes of the surviving population of *Lespedeza cyrtobotrya*.

Table 1 및 Figure 3에서 보면 파종 이후 5월에는 발아 개체수가 58개로 나타났으나 강우로 인하여 배양토와 함께 발아개체수가 유실되어 생존개체수는 47개체로 줄었으며, 이후 6월에는 점차 발아가 진행되어 54개체로 증가하였고, 7월에는 50개체로 비교적 많은 생존개체수가 조사되었다. 그러나 8월 이후는 강우가 잦아 빗물에 의하여 배양토와 함께 종자 및 발아 개체수의 유실로 인해 발아 및 생존개체수는 급격히 감소하여 8월에는 24개체, 9월에는 26개체가 조사된 후 10월에 22개체, 11월에 19개체, 12월에 17개체 1월엔 17개체로 생존개체수가 감소하는 경향을 보였다.

식생플랜트에 파종된 자생목본의 개체수의 변화경향은 전기성과 우보명(1996)의 녹화용 목본식물과 초본식물종자의 혼파처리 연구에서 10월 이후에 생존개체수가 급격히 줄어드는 결과와 개체수 변화 경향과 유사하였다.

비탈면 방위, 배양토 및 토양처리가 파종종자의 성장량에 미치는 영향을 알아보기 위한 참싸리의 성장량의 월별 변화는 Figure 4 및 Figure 5와 같다.

방위에 따른 참싸리의 총성장량은 배양토의 토양처리에 따라 다양하게 나타나고 있으나 북서방향이 1,466.4 cm, 북동 방향이 445.9 cm로 북서방향이 북동방향보다 1,020.5 cm의 성장량이 많았다. 배양토에 따른 참싸리의 총성장량은 산림부식토가 408.6 cm, 일반상토가 476.8 cm, 혼합토가 576.3 cm, 산림표층토가 450.6 cm로 혼합토 > 일반상토 > 산림표층토 > 산림부식토 순으로 나타났으나 큰 차이점은 없는 것으로 보인다. 토양처리에 따른 참싸리의 총성장량은 미생물처리구가 984.5 cm, 미생물처리+멸칭처리구가 588.7 cm, 무처리구가 339.1 cm로서 미생물처리구 > 미생물처리+멸칭처리구 > 무처리구 순으로 나타나 미생물처리구의 성장량이 무처리구 보다 3배 이상 높은 성장량의 차이를 보였다.

참싸리의 월별 성장량의 변화는 9월까지 계속 성장을 하였으나 그 이후부터는 정지하는 경향을 보였고 특히, 북서방위에서 일반상토의 미생물처리구에서 성장량이 54

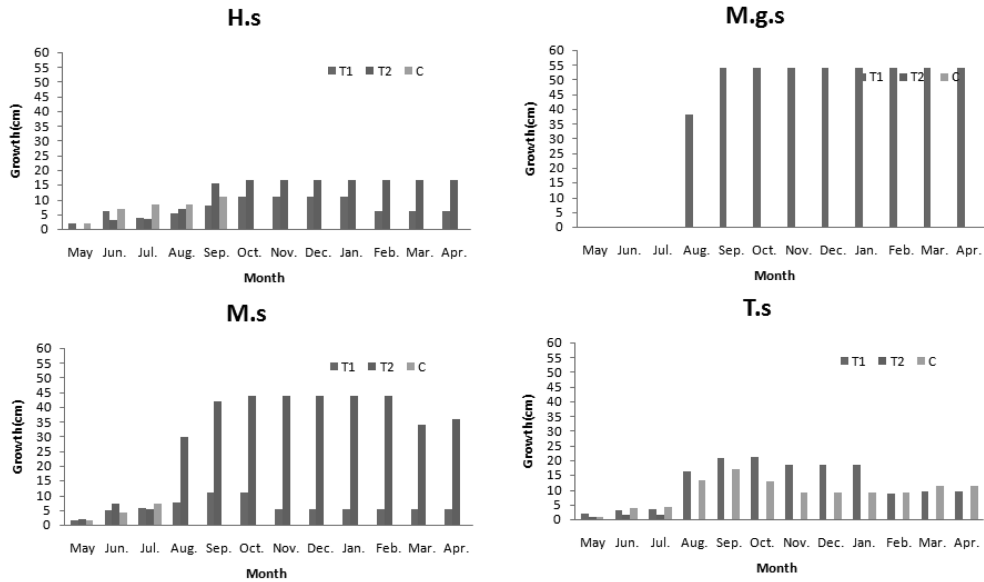
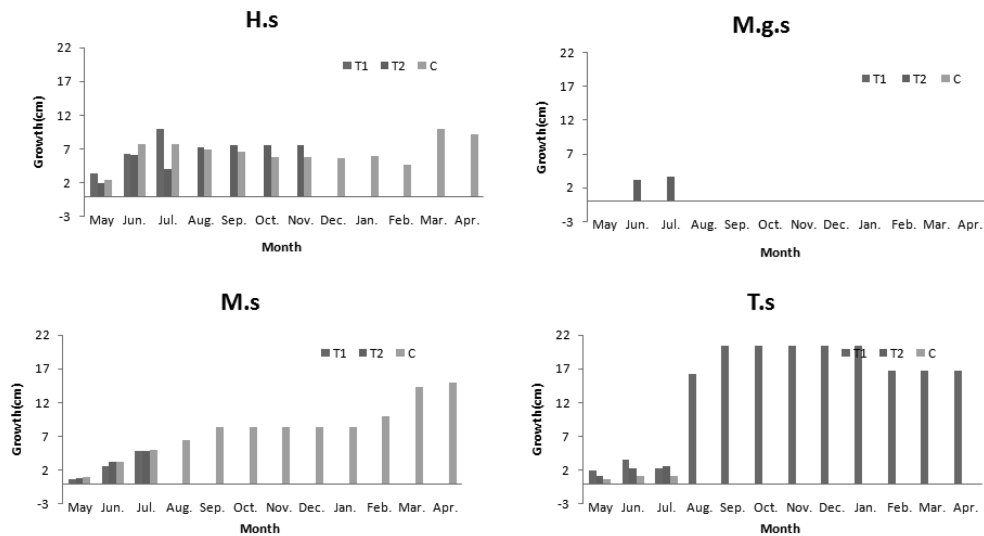


Figure 4. The changes of monthly growth by treatment of soil media(N20W).



Note) H.s: Humus soil of forest M.g.s: Merchantable general soil
 M.s: Mixed soil T.s: Topsoil of forest
 T1: Microorganism plot T2: Microorganism + Net plot C: Control plot

Figure 5. The changes of monthly growth by treatment of soil media(N60E).

cm로 가장 많이 성장하였으며, 혼합토의 멀칭처리구에서는 41.8 cm로 조사되었다.

참싸리의 월별 성장량의 변화를 분석한 결과 방향은 북서방향, 배양토는 혼합토, 토양처리는 미생물처리가 참싸리의 성장량에 가장 많은 영향을 주었다. 이와 같은 결과는 남상준과 김남춘(1998)의 참싸리의 생육은 북서방향에서 활발하다는 연구 결과와 유사하였다.

3. 생존개체수 및 성장량 간의 상호작용효과

참싸리의 생존 개체수에 있어서 비탈면 방위, 배양토,

토양처리 등 3개 요인 내 주 효과 및 요인 간 상호작용 효과의 결과는 Table 2와 같다.

Table 2에서 보면, 비탈면 방위의 주 효과는 F-value=25.115, P-value=0.000로 유의하게 나타났으며, 배양토와 토양처리의 주 효과는 각각 F-value=34.529, P-value=0.000, F-value=8.361, P-value=0.000으로 유의하게 나타나 비탈면 방위와 배양토, 토양처리에 따라 참싸리의 생존 개체수는 차이가 있는 것으로 나타났다.

각 요인 간 상호작용효과 결과 비탈면 방위와 배양토는 F-value=3.982, P-value=0.008로 유의하게 나타났으며,

Table 2. The interaction among the three factors associated with the survivor population for *L. cyrtobotrya*.

Code	Type III	D.F	S.q ²	F-value	P-value
Model	343.469	23	14.933	13.044	0.000
Bearing	28.753	1	28.753	25.115	0.000
Soil media	118.594	3	39.531	34.529	0.000
Treatment plot	19.146	2	9.573	8.361	0.000
Bearing & Soil media	13.677	3	4.559	3.982	0.008
Bearing & Treatment plot	21.174	2	10.587	9.247	0.000
Soil media & Treatment plot	37.437	6	6.240	5.450	0.000
Bearing & Soil media & Treatment plot	104.688	6	17.448	15.240	0.000
Error	302.250	264	1.145		
Corrected Total	1017.000	288			

Table 3. The interaction among the three factors associated with the monthly growth of *L. cyrtobotrya*.

Code	Type III	D.F	S.q ²	F-value	P-value
Model	27446.565	23	1193.329	25.538	0.000
Bearing	3616.043	1	3616.043	77.387	0.000
Soil media	211.548	3	70.516	1.509	0.213
Treatment plot	2206.594	2	1103.297	23.612	0.000
Bearing & Soil media	1370.171	3	456.724	9.774	0.000
Bearing & Treatment plot	2071.639	2	1035.819	22.168	0.000
Soil media & Treatment plot	8515.363	6	1419.227	30.373	0.000
Bearing & Soil media & Treatment plot	9455.208	6	1575.868	33.725	0.000
Error	12335.886	264	46.727		
Corrected Total	52479.990	288			

비탈면 방위와 토양처리는 F-value=9.247, P-value=0.000로, 배양토와 토양처리는 F-value=5.450, P-value=0.000로 모두 유의하게 나타나 비탈면 방위와 배양토, 비탈면 방위와 토양처리, 배양토와 토양처리는 참싸리의 생존개체수에 있어서 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다.

마지막으로 3개 요인 모두의 상호작용 효과는 F-value=15.240, P-value=0.000으로 유의하게 나타나 비탈면 방위, 배양토, 토양처리는 참싸리의 생존 개체수에 있어서 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다.

참싸리의 월별 성장량에 있어서 비탈면 방위, 배양토, 토양처리 등 3개 요인 내 주 효과 및 요인 간 상호작용 효과의 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서 보면, 먼저 배양토의 주 효과는 F-value=1.509, P-value=0.213으로 유의하지 않게 나타나 배양토에 따른 참싸리의 월별 성장량은 차이가 없는 것으로 나타나 실험에 적용한 4가지 녹화식물용의 배양토로서 비교적 양호한 것으로 생각된다.

비탈면 방위와 토양처리의 주 효과는 각각 F-value=77.387, P-value=0.000, F-value=23.612, P-value=0.000으로 유의하게 나타나 비탈면 방위와 토양처리에 따른 참싸리의 월별 성장량은 차이가 있는 것으로 나타났다. 각 요인 간 상호작용효과 결과 비탈면 방위와 배양토, 비탈면 방위와 토양처리, 배양토와 토양처리는 각각 F-value=9.774,

P-value=0.000, F-value=22.168, P-value=0.000, F-value=30.373, P-value=0.000으로 유의하게 나타나 비탈면 방위와 배양토, 비탈면 방위와 토양처리, 배양토와 토양처리 모두 참싸리의 월별 성장량에 있어서 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다.

마지막으로 3개 요인 모두의 상호작용 효과는 F-value=33.725, P-value=0.000으로 유의하게 나타나 비탈면 방위, 배양토, 토양처리는 참싸리의 월별 성장량에 있어서 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다.

결론

천공기법을 이용하여 녹화기반을 조성한 후 배양토 및 토양처리별 식생플랜트를 설치하고 녹화식물의 초기 생육특성을 조사하여 암반비탈면의 조기녹화 기술에 대한 효과를 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

녹화기반 조성 후 배양토별 참싸리(*L. cyrtobotrya*)의 배양토에 따른 발아량은 산림부식토 23개체(19.2%), 산림표층토 22개체(18.3%), 혼합토 12개체(10.0%), 일반상토 1개체(0.8%)의 순으로 총 58개체가 나타났다. 월별 성장량의 변화 결과, 비탈면 방향은 북서방향, 배양토는 혼합토, 토양처리는 미생물처리가 참싸리의 성장량에 가장 많은 영향을 주었다. 생존 개체수의 주 효과는 비탈면 방위, 배

양토, 토양처리이며, 각 요인 간 상호작용 효과는 비탈면 방위×토양처리, 배양토×토양처리가 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다.

참싸리의 성장량의 주 효과는 비탈면방위, 토양처리이며, 각 요인 간 상호작용 효과는 비탈면 방위×배양토, 비탈면 방위×토양처리 및 배양토×토양처리가 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 비탈면방위×배양토×토양처리의 상호작용 효과도 매우 커서 참싸리의 월별 성장량에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

따라서, 암반비탈면의 효과적인 녹화를 위해서는 천공 지점의 선정이 매우 중요하고, 식생플랜트내 배양토 및 종자의 유실을 보호하고 조기 발아를 위하여 미생물 및 멀칭처리 등도 매우 필요하다. 또한, 녹화식물의 지속적인 모니터링과 연구가 필요하겠지만, 천공기법을 이용한 암반비탈면의 녹화기술은 조기녹화 및 경관증진을 위해 무토양 암석지에서 매우 효과가 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품기술평가원(20090312)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

인용문헌

1. 김경훈, 김학영, 황애민, 이승은. 1999. 암비탈면 녹화용 환경친화적 PEC4 공법의 시공. 한국환경복원녹화기술학회지 2(4): 64-73.
2. 김경훈, 우보명. 1999. 비탈면 녹화용 재료로서 산림 표층토의 적정 채취시기 및 이용방법. 한국환경복원녹화기술학회지 2(2): 53-61.
3. 김남춘. 1997. 사면 녹화 공사용 자생목본식생의 파종 적기에 관한 연구. 한국조경학회지 25(1): 73-82.
4. 김남춘, 석원진, 남상준. 1998. 비탈면의 조기식생녹화를 위한 식물배합에 관한 연구. 한국조경학회지 26(3): 8-18.
5. 김동엽, 나용규. 2002. 인공지반녹화지에서의 인공토양내 토양미생물 활동. 2002년 한국임학회 학술연구 발표논문집. pp. 59-61.
6. 김홍수. 2002. 임도 비탈면의 속성 녹화기술에 관한 연구. 경상대학교 석사학위논문. pp. 40.
7. 남상준, 김남춘. 1998. 자연표토 복원공법에 의한 암비탈면의 한국잔디와 목본 류 종자파종에 의한 녹화. 한국환경복원녹화기술학회지 1(1): 141-150.
8. 마호섭, 박진원, 김용철. 2005. 종자뿌어붙이기공법에 의한 임도비탈면의 식생회복. 경상대 학술연구보고 15: 41-50.
9. 박병익, 박종민. 1987. 폐석퇴적지 사면의 녹화공법에 관한 연구. 전북대학교 농업과학기술연구소 18: 68-77.
10. 안태석, 조현길, 안태원, 김지호, 정경진, 김미경. 2004. Eco-stone을 이용한 사면녹화공법에 관한 연구 -식재식물종의 처리구간 성장상태를 중심으로-. 한국환경복원녹화기술학회지 7(2): 87-95.
11. 우보명. 1974. 황폐산지의 속성녹화공법개발에 관한 연구. 한국임학회지 24: 1-24.
12. 우보명. 1975. 조경녹화사방에 관한 연구. 한국임학회지 28(1): 67-96.
13. 우보명. 1978. 암벽면녹화공법개발에 관한 연구 (1) -담쟁이덩굴류의 이용성개발-. 한국임학회지 37: 1-16.
14. 우보명. 1983. 道路비탈면의 景觀安定을 위한 基本모형 選定에 관한 研究. 韓國林學會誌 61: 69-79.
15. 유택규, 이천용, 1982. 암석노출지의 녹화방법에 관한 연구 -도로변 절개지를 중심으로-. 한국조경학회지 9(2): 13-18.
16. 전기성, 우보명. 1996. 녹화용 자생 목본식물과 초본식물종자의 혼파처리에 관한 연구. 한국임학회지 85(2): 271-279.
17. 전기성, 우보명. 1999. 사면 녹화용 외래초종과 재래 목초본식물의 적정 파종량 및 혼파비에 관한 연구. 한국환경복원기술학회지 2(2): 33-42.
18. 전권석, 마호섭. 2004. 시간경과에 따른 임도 절토비탈면의 식생피복도 변화. 한국환경복원녹화기술학회지 7(3): 14-25.
19. 정인구. 1973. 니암지대황폐림지의 지피식생 조성방법에 관한 연구 -니암특성과 조기녹화-. 한국임학회지 19: 1-23.

(2011년 5월 24일 접수; 2011년 9월 6일 접수)