

종자피복, 경사조절 및 토양멀칭 처리가 녹화식물의 발아와 생장에 미치는 영향

이병태¹⁾ · 박종민²⁾

¹⁾ 장수군 산림축산과 · ²⁾ 전북대학교 산림과학부(농업과학기술연구소)

Effects of Seed Coating, Slope Control and Soil Mulching on
Seed Germination and Seedling Growth of Rehabilitation Plants

Lee, Byung-Tae¹⁾ and Park, Chong-Min²⁾

¹⁾ Department of Forestry and Livestock, Jangsoo-gun,

²⁾ Division of Forest Sciences, Chonbuk National University.

ABSTRACT

This study was carried out to improve rehabilitation effect by hydro-seeding methods on denuded slopes. *Lespedeza cyrtobotrya*, *Indigofera pseudotinctoria*, *Arudinella hirta*, *Poa pratensis*, and *Lolium perenne* were used in this study. The results of the germination and growth characteristics by seed coating, slope control and soil mulching treatments are summarized here.

Seed coating of those plants had an effect on germination ratio, germination force, LD₅₀, and seedling growth of stem, leaf and root. The seed coating effect was highest for *I. pseudotinctoria* while the seedling growth was best for *L. cyrtobotrya*. Vermiculite+Talcum was the best coating material for germination and seedling growth of the plants. As the slopes were steeper, germination ratio was lower and seedling growth of stem and root decreased. Lots of seeds and soils were swept away when the slope was steep. Soil mulching was effective for germination, seedling growth of stem and root, and soil stabilization. It was more effective when the slope was steeper. Coir net was the most effective soil mulching material in this study.

Key Words : *Seed coating, Germination ratio, Soil stabilization, Coir net.*

Corresponding author : Park, Chong-Min, Division of Forest Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea,
Tel : +82-63-270-2639, E-mail : mailto:cmpark@chonbuk.ac.kr

Received : 31 August, 2006. **Accepted** : 8 December, 2006.

I. 서 론

각종 개발에 수반되는 훼손지의 녹화복구는 국토보전 측면에서 뿐만 아니라 경관복원 및 생태계 복원 측면에서도 중요한 과제가 되어 왔다. 국내에서는 이러한 훼손지 비탈면의 녹화를 위하여 파종 및 식재의 방법을 주로 이용하고 있으며, 그 가운데에서 종자분사파종공(hydroseeding methods)이 널리 이용되고 있다(우보명, 2003). 이 방법은 유기물 자재에 접착제를 묻힌 후 종자가 혼합하여 기계력에 의해 뿌어 붙여 비탈면을 녹화시키는 방법으로서 식생에 의한 조기 녹화 및 비탈면 안정을 목적으로 시공하고 있다. 비탈면의 조기 녹화를 위해서는 파종한 종자의 발아가 균일하고 신속하여야 한다. 그런데 지금까지 국내에서 시공되고 있는 인공씨뿌리기공법은 종자에 아무런 처리 없이 시행되고 있다. 그래서 지금까지의 씨뿌리기공법에서는 비탈면에 부착된 종자가 건조기에 수분부족으로 인해 발아가 지연되거나 발아 후에 고사되어 녹화에 실패한 사례가 많이 발생하였다(김종관 등, 2000).

이러한 점을 보완하는 방법으로써 종자를 피복하여 파종하는 방법이 개발되었다. 종자의 피복은 근류근의 보호, 미량 및 다량 영양소의 공급, 조류 및 설치류로부터의 보호, 성장촉진제의 흡수촉진, 산소공급, 발아촉진, 종자무게 및 크기의 증대, 선택성의 적용 등 다양한 효과를 기대할 수 있다(Scott, 1989). 또한 종자 주위의 미세환경을 개선하기 때문에 유식물의 정착에 매우 유익하고(Scott, 1975), 파종 후에 외부의 침해와 자극에 대처할 수 있는 종자 보호역할을 하며(Harper, 1977), 비행기를 이용한 공중파종과 기계파종에 편리하고 또한 기계적인 자극으로부터 종자를 보호한다(Mayer와 Poljakoff-Mayber, 1982).

따라서 본 연구는 훼손지 비탈면 녹화식물로 많이 이용되고 있는 몇 가지 식물을 대상으로 하여 이들 종자의 피복처리 방법, 비탈면의 경사정도, 토양멀칭 방법에 따라 종자의 발아 및 묘묘의

생장상태를 구명함으로써 훼손지 비탈면의 안정 녹화방법을 개선하기 위한 자료를 제공하는 데에 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 공시식물

본 연구에 사용된 식물들은 초기 생장이 빠르고 건조에 강한 특성이 있어서 현재 각종 훼손지 비탈면 녹화에 많이 활용하고 있는 종들로서(우보명, 2003) 목본류로는 참싸리(*Lespedeza cyrtobotrya*)와 낭아초(*Indigofera pseudotinctoria*), 재래초류로는 새(*Arundinella hirta*), 도입 목초류로는 왕포아풀(캔터키 블루그래스, *Poa pratensis*)와 호밀풀(페러니얼 라이그래스, *Lolium perenne*) 등 모두 5종이다. 종자는 녹화용 종자를 공급하고 있는 회사에서 2003년 4월에 구입하였고, 구입 후 1차 풍선법, 2차 입선법으로 정선하였다.

2. 종자 피복

1) 종자 피복기계

회전 원통형 피복기계(삼흥전공)는 피복관의 직경 20.5cm, 깊이 23cm이며 회전속도와 팬의 각도는 조절이 가능하다. 접착제 분무는 분무량을 조절할 수 있는 소형 전기분무기(220V, 0.8A, 45W TAIWAN)를 사용하였고, 피복과정 중 종자의 건조는 시중에서 판매하는 3단식 헤어드라이어(220V, 60Hz, 1200W)를 사용하였다.

2) 피복재료

Vermiculite+Talcum(V+T), Bentonite(B), Calcium Carbonate(CC), Calcium Hydroxide(CH) 등 4종을 피복재료로 사용하였다. 이 피복재료들은 입단을 형성하여 보습효과가 크고 일정한 경도를 유지하는 특성을 가지고 있다. 이 중에서 V+T는 입자가 큰 Vermiculite의 부착성을 높이기 위해 Vermiculite에 Talcum을 1 : 1의 비율로 혼합조제한 피복재료이다. 종자표면에 피복시 종자와 피복

Table 1. Properties of the soils used in the experiment.

| Separate(%) | | | Soil texture | pH (1 : 5) | Organic matter (%) | Total Nitrate (%) | P ₂ O ₅ (ppm) | Exchangeable (me/100g) | | | |
|-------------|------|------|--------------|------------|--------------------|-------------------|-------------------------------------|------------------------|------|------|------|
| Sand | Silt | Clay | | | | | | K | Na | Ca | Mg |
| 49.1 | 37.4 | 13.5 | SiL | 5.01 | 0.30 | 0.11 | 0.22 | 0.19 | 0.15 | 1.09 | 0.84 |

재료의 비율을 중량비 1 : 3으로 처리하였다.

3) 결착제

종자의 피복재료를 결합시키는 결착제로는 PVA (Polyvinyl Alcohol)을 사용하였다. PVA는 가격이 저렴하며 구하기 쉽고, 피복 강화를 위해 접착제 농도를 증가하더라도 발아에는 큰 영향을 주지 않기 때문에, 발아를 억제하지 않고 종자와 고형물질의 흡착능력이 우수한 적정 결착제로 인정되었다(강점순 등, 1999).

4) 종자 피복방법

종자 피복시 피복기계의 팬에 종자를 담고 팬의 기울기를 35°로 조절하였고, 피복팬 회전속도를 60rpm으로 조정하였다. 결착제는 분무기 분사노즐에서 분사되는 양을 일정하게 조절하여 15초 간격으로 분사하였다. 피복재료는 분사 직후마다 조금씩 피복팬에 주입하여 피복하였다. 종자 피복은 결착제 분사와 피복재료 주입 및 건조의 과정을 반복하면서 25분 동안 진행하였다. 피복진행과정 중에 헤어드라이어를 이용하여 10분 간격으로 3~5분 동안 피복팬 안에 더운 공기를 주입하여 피복종자를 건조시켰다.

3. 생장상 발아실험

포장에 파종한 종자와 비교하기 위해 피복하지 않은 종자를 대상으로 생장상에서 발아실험을 하였다. 발아상(B.O.D. Incubator : DAE LIM)의 내부 온도는 주간 고온(30±1℃) 10시간, 야간 저온(18±1℃) 14시간으로 설정하고, 직경 9cm의 Petri dish에 식물종마다 30립씩 3반복으로 배치하였다. 최종 발아수는 파종 후 25일 동안 발아

한 것으로 하였다.

4. 포장 발아 및 생장 시험

포장시험은 전북대학교 학술림의 묘포장 내 비닐하우스에서 실시하였으며, 52cm×33cm×5cm 파종상자에 50립씩 3반복으로 산파하였다. 공시식물의 종자를 피복한 것과 피복하지 않은 것으로 구분하여 모두 파종 후 복토하지 않은 겉뿌림으로 파종하였다. 시험기간은 2003년 6월부터 10월까지였다. 조사항목은 종자 발아율, 발아세, LD₅₀(파종 후 발아율이 50%에 도달한 기간), 유묘의 줄기 또는 잎(초장) · 뿌리의 생장량 등이었다. 파종상자에 사용한 토양의 물리 · 화학적 특성은 Table 1과 같다.

5. 인공비탈면 경사조절과 멀칭처리별 발아 및 생장 시험

경사 · 멀칭조절 시험은 전북대학교 학술림의 묘포장 내 비닐하우스에서 2003년 7월부터 10월까지 실시하였으며, 52cm×33cm×5cm 파종상자에 50립씩 3반복으로 산파하였다. 토양경도는 산중식 경도계로 15±2mm로 조절하여 토양을 충전하였다. 인공비탈면의 경사는 완경사(10°), 중경사(20°), 급경사(30°)의 3단계 조절하였다.

토양멀칭은 현재 임도시공현장에서 많이 이용하는 차광막(Shade), 코이어넷(Coier net), 볏짚(Straw) 3가지로 하였고, 대조구는 비멀칭으로 하였다. 멀칭재료의 피복율은 차광막 80%, 볏짚 80%, 코이어넷 40%였다. 종자 피복재료는 위 포지시험에서 종자를 피복하여 파종 30일 후의 발아율이 가장 양호하였던 Vermiculite+Talcum(V+T)을 사용하였다. 공시식물은 참싸리(*Lespedeza*

Table 2. Climatic conditions during experiment.

| Month | Temperature(°C) | | | Relative humidity(%) |
|-------|-----------------|------|------|----------------------|
| | Max. | Min. | Mean | |
| June | 31.9 | 21.0 | 26.5 | 70.8 |
| July | 35.6 | 24.9 | 30.3 | 73.7 |
| Aug. | 38.1 | 25.6 | 31.9 | 68.8 |
| Sep. | 34.8 | 23.0 | 28.9 | 65.7 |
| Oct. | 30.0 | 20.9 | 25.5 | 64.3 |

cyrtobotrya), 낭아초(*Indigofera pseudotinctoria*), 호밀풀(*Lolium perenne*) 등 3종이다. 강우시의 토사유출량을 조사하기 위하여 인공사면 하단에 함석받이(33cm×15cm×5cm)를 설치하였다. 살수는 물 1ℓ를 파종상자의 50cm 위에서 1분간 살수하여 강우량 100mm/hr로 조절하였다.

6. 관리

파종상의 급수는 3일 간격으로 1ℓ씩 급수하였다. 본 연구에서 시험하우스내의 6월부터 10월까지 5개월간의 월별 평균기온, 최고기온, 최저기온, 상대습도는 Table 2와 같다.

7. 통계분석

본 시험의 결과는 SAS(version 6.12)을 이용하여 분산분석을 실시하고, 처리간 평균비교는 유의수준 5%에서 최소유의차 검정(LSD)을 사용하였다.

III. 결 과

1. 생장상에서의 종자발아율

생장상에서 파종 25일 후에 최종발아율을 조사한 결과 참싸리 77%, 낭아초 82%, 새 75%, 왕포아풀 84%, 호밀풀 90%로서 목초류인 왕포아풀과 호밀풀의 발아율이 비교적 높았다. 치상 후 5일까지의 발아율은 참싸리가 37%로 가장 높았으며, 새는 2%로 가장 낮았다. 치상 후 10일까지는 새가 16%로 가장 낮은 발아율을 보였으나, 다른 모든 종들은 50% 이상의 발아율을 나타냈다. 치상 후 15일까지는 발아율이 계속 증가하였고, 15일부터 25일까지는 발아율은 증가하였지만 증가폭은 점점 감소하였다(Table 3). 본 시험에서는 생장상의 온도를 일정하게 한 조건에서 발아율을 검정하였는데, 공시식물의 발아율은 선행 연구(김창호·윤상욱, 1993)의 경우와 유사한 경향을 보였다.

2. 포장에서의 종자 피복재료별 발아특성

1) 종자발아율

피복재료에 따른 공시식물별 종자 발아율은 Table 4에 나타난 바와 같다. 포장에서의 발아율은 피복처리에 관계없이 모든 공시식물이 생장상에서의 발아율 보다 낮았다. 피복처리에 따라서는 피복종자에서 생장상 발아율과의 차이가 적었고, 무피복종자에서 발아율의 차이가 컸다. 피복종자에서는 호밀풀과 새가 각각 20.5%와 19.6%

Table 3. Germination ratio(%) of experiment plants with days after seeding in chamber.

| Day after seeding | Species <i>Lepedeza cyrtobotrya</i> (참싸리) | <i>Indigofera pseudotinctoria</i> (낭아초) | <i>Arundinella hirta</i> (새) | <i>Poa pratensis</i> (왕포아풀) | <i>Lolium perenne</i> (호밀풀) |
|-------------------|---|--|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 5 | 37±1.70 | 21±0.82 | 2±0.94 | 13±1.25 | 33±1.89 |
| 10 | 57±1.25 | 51±3.86 | 16±0.82 | 53±2.45 | 63±1.70 |
| 15 | 68±2.49 | 75±1.63 | 51±0.82 | 72±0.82 | 83±1.25 |
| 20 | 74±0.00 | 80±0.82 | 62±1.25 | 81±1.25 | 88±1.25 |
| 25 | 77±0.82 | 82±0.82 | 75±0.82 | 84±1.70 | 90±1.25 |

Table 4. Seed germination ratio(%) of experimental plants with seed coating materials.

| Species | Coating materials | | | | | Non-coating | Total mean |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| | V+T | B | CC | CH | Average | | |
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> (참싸리) | 68.3 | 61.5 | 64.3 | 56.3 | 62.6 _c | 52.1 | 60.5 |
| <i>Indigofera pseudotinctoria</i> (낭아초) | 70.5 | 68.0 | 65.0 | 69.3 | 68.2 _a | 51.6 | 64.9 |
| <i>Arundinella hirta</i> (새) | 56.8 | 53.4 | 54.2 | 57.2 | 55.4 _d | 48.1 | 53.9 |
| <i>Poa pratensis</i> (왕포아풀) | 68.1 | 66.3 | 64.1 | 62.3 | 65.2 _b | 51.7 | 62.5 |
| <i>Lolium perenne</i> (호밀풀) | 73.2 | 71.1 | 68.3 | 65.2 | 69.5 _a | 61.1 | 67.8 |
| Mean | 66.4 ^d | 64.1 ^b | 63.2 ^c | 62.1 ^c | 64.2 | 52.9 ^d | 61.9 |

*V+T : Vermiculite+Talcum, B : Bentonite, CC : Calcium Carbonate, CH : Calcium Hydroxide

*right upper scripts beside numerals : result of LSD among coating materials

*right down scripts beside numerals : result of LSD among species

로 많은 발아율 차이를 나타내었고, 무피복종자에서는 낭아초와 왕포아풀에서 30% 이상의 많은 발아율 차이를 나타내었다. 이와 같이 성장상에서보다 포장에서 발아율이 저조한 것은 시험을 수행한 비닐하우스 내부의 온도가 고온이었고, 토양 위에 걸쭉한 종자는 성장상에서보다 종자의 발아에 필요한 수분의 유지가 나뉘기 때문인 것으로 판단된다.

참싸리는 피복재료 중 V+T피복구의 발아율이 68.3%로 가장 높았고 다음으로 CC피복(64.3%), B피복구(61.5%), CH피복구(56.3%)의 순이었다. 피복종자는 무피복종자에 비해 피복재료에 따라 발아율이 13.4% ~ 16.2% 향상되었다. 낭아초는 V+T피복구가 70.5%로 가장 높았고, CC피복구가 65.0%로 가장 낮았다. 피복종자는 무피복종자에 비해 피복재료에 따라 발아율이 13.4% ~ 18.9% 향상되었다. 새는 싸리와 낭아초와는 달리 CH피복구가 57.2%로 V+T피복구의 56.8%보다 약간 높았으며, B피복구가 53.2%로 가장 낮았다. 피복종자는 무피복종자에 비해 피복재료에 따라 발아율이 5.3% ~ 9.1% 향상되었다. 왕포아풀과 호밀풀은 모두 V+T피복구, B피복구, CC피복구, CH피복구의 순으로 발아율이 좋았고, 모든 피복재료에서 무피복구에 비해 발아율이 높았다.

피복재료에 따른 발아율을 LSD 검정한 결과, 평균발아율은 V+T피복구(66.4%), B피복구(64.1%),

CC피복구(63.2%), CH피복구(62.1%)의 순으로 나타나 피복재료 간에 큰 차이는 없었다. 그러나 모든 피복재료 처리구에서 무피복종자의 평균 발아율 52.9% 보다 높은 발아율을 나타내었다. 본 시험에서 피복재료 중 V+T는 수분보유력이 좋았고, 종자발아 시에 안정하게 지지해 주었으며, 피복층이 쉽게 분해되어 발아력이 좋았던 것으로 판단된다.

2) 발아소요일수

피복재료에 따른 발아개시일($G \cdot S$)과 발아세($G \cdot F$), LD_{50} 은 Table 5와 같다. 먼저 발아개시일을 보면, 공시식물별 피복종자의 평균 발아개시일은 무피복종자에 비해 참싸리만 0.1일 빨랐고 낭아초, 새, 왕포아풀, 호밀풀은 모두 무피복종자에 비해 각각 0.4일, 0.8일, 0.3일, 0.4일씩 발아가 지연되었다. 피복재료 중에서는 V+T피복구에서 발아개시일이 빠른 것으로 나타났다. 발아세를 보면, 참싸리는 피복종자의 발아세가 무피복종자에 비해 참싸리는 2.6일, 낭아초는 3.7일, 새는 3.5일, 왕포아풀은 2.3일, 호밀풀은 2.6일 빨랐다. 피복재료 중에서는 V+T피복구에서 발아세가 빠른 것으로 나타났다. LD_{50} 은 피복종자의 LD_{50} 은 무피복종자에 비해 참싸리는 2.2일, 낭아초는 1.8일, 새는 2.6일, 왕포아풀은 2.4일, 호밀풀은 1.9일 빨랐다. 종자 피복처리하는 모든 시험중

Table 5. G · S, G · F and LD₅₀ of seeds with coating materials(unit : day).

| Species | V+T | | | B | | | CC | | | CH | | | Average | | | Non-coating | | |
|-----------------------------------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|---------|------|------|-------------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> | 3.2 | 13.9 | 11.0 | 3.4 | 14.0 | 11.0 | 2.9 | 13.5 | 10.7 | 3.8 | 14.6 | 11.5 | 3.3 | 14.6 | 11.6 | 3.4 | 17.2 | 13.8 |
| <i>Indigofera pseudotinctoria</i> | 4.3 | 14.2 | 11.5 | 4.6 | 15.4 | 12.3 | 4.7 | 15.7 | 12.6 | 4.1 | 14.2 | 11.5 | 4.4 | 14.2 | 12.7 | 4.1 | 17.9 | 14.5 |
| <i>Arundinella hirta</i> | 6.5 | 19.7 | 15.8 | 7.2 | 20.6 | 16.8 | 6.8 | 20.2 | 16.2 | 6.6 | 19.9 | 16.0 | 6.8 | 19.9 | 17.1 | 6.0 | 23.4 | 19.7 |
| <i>Poa pratensis</i> | 4.9 | 16.5 | 13.2 | 5.0 | 16.8 | 13.5 | 5.4 | 17.2 | 13.9 | 5.9 | 17.5 | 14.3 | 5.3 | 17.5 | 14.4 | 5.0 | 19.8 | 16.8 |
| <i>Lolium perenne</i> | 4.1 | 14.0 | 11.1 | 4.7 | 14.9 | 12.0 | 5.0 | 15.3 | 12.9 | 4.4 | 14.5 | 11.5 | 4.6 | 14.5 | 12.6 | 4.2 | 17.1 | 14.5 |
| Mean | 4.6 | 15.9 | 12.5 | 5.0 | 16.3 | 13.1 | 5.0 | 16.4 | 13.3 | 5.0 | 16.1 | 13.0 | 4.9 | 16.1 | 13.7 | 4.5 | 19.1 | 15.9 |

*I : Germination Start, II : Germination Force, III : LD₅₀

에서 LD₅₀을 단축시켰으며, 그 중에서도 새가 3.9일이 단축되어 가장 효과적이었다. 이는 이성운(2003)의 목초종자를 곁뿌림한 경우에 V+T피복구에서 1.2일 단축시켰다는 보고보다 더 빠른 결과이다.

이상의 결과를 종합하면, 피복종자는 무피복종자에 비해 발아개시일은 약간 지연되었지만, 발아세에 빨리 도달하고, LD₅₀을 단축하는 효과가 있었다. 이러한 결과는 훼손지 비탈면 씨뿌리기 공법에서 종자를 피복하여 파종하면 조기에 균일하게 발아하여 조기녹화의 효과를 이룰 수 있다는 가능성을 보여준 것이라고 판단된다.

3. 포장에서의 유묘 생장특성

1) 길이 생장량

종자피복처리에 따른 길이 생장량은 Table 6

과 같다. 피복종자와 무피복종자의 평균 길이 생장량을 비교하면, 참싸리 2.5cm, 낭아초 1.7cm, 새 0.6cm, 왕포아풀 1.6cm, 호밀풀 1.2cm씩 피복종자의 생장이 더 좋았음을 알 수 있었다. 공시식물 중에서는 특히 참싸리에서 종자피복에 의한 길이생장 촉진효과가 좋았다. 종자피복 여부에 따른 평균 길이 생장량에 대한 분산분석결과 Pr>F=0.0001로 종자피복 여부에 따라 고도의 유의성이 있는 것으로 나타났다. 피복종자와 무피복종자 간에 평균 길이 생장량을 LSD검정한 결과, 피복종자의 6.2cm와 무피복종자의 4.6cm는 통계적인 차이가 인정되었다. 피복재료들 간에 평균 길이 생장량을 LSD검정한 결과에서도 피복재료별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 V+T피복구에서 평균 길이 생장량이 6.6cm로 가장 좋았으며, B피복구는 5.9cm로 가장 나빴다. V+T피복구

Table 6. Stem and leaf growth of seedlings with coating materials(unit : cm).

| Species | Coating materials | | | | | Non-coating | Total mean |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|------------|
| | V+T | B | CC | CH | Average | | |
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> | 8.4 | 7.2 | 8.9 | 6.2 | 7.7 _a | 5.2 | 7.2 |
| <i>Indigofera pseudotinctoria</i> | 7.2 | 6.1 | 5.8 | 6.6 | 6.4 _{bc} | 4.7 | 6.1 |
| <i>Arundinella hirta</i> | 4.3 | 3.8 | 4.0 | 4.6 | 4.2 _d | 3.6 | 4.1 |
| <i>Poa pratensis</i> | 6.1 | 5.7 | 5.4 | 5.8 | 5.8 _c | 4.2 | 5.4 |
| <i>Lolium perenne</i> | 7.2 | 6.7 | 6.3 | 6.7 | 6.7 _b | 5.5 | 6.5 |
| Mean | 6.6 ^a | 5.9 ^b | 6.1 ^{ab} | 6.0 ^b | 6.2 | 4.6 ^c | 5.9 |

*right upper scripts beside numerals : result of LSD among coating materials

*right down scripts beside numerals : result of LSD among species

Table 7. Root growth of seedlings with coating materials(unit : cm).

| Species | Coating materials | | | | | Non-coating | Total mean |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------|
| | V+T | B | CC | CH | Average | | |
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> | 6.7 | 6.3 | 7.2 | 6.0 | 6.6 _a | 5.5 | 6.3 |
| <i>Indigofera pseudotinctoria</i> | 6.6 | 5.9 | 6.5 | 6.6 | 6.4 _a | 4.8 | 6.1 |
| <i>Arundinella hirta</i> | 4.5 | 3.6 | 4.1 | 4.8 | 4.3 _c | 3.2 | 4.0 |
| <i>Poa pratensis</i> | 4.4 | 4.1 | 3.7 | 3.9 | 4.0 _c | 3.4 | 3.9 |
| <i>Lolium perenne</i> | 5.7 | 5.4 | 4.9 | 5.1 | 5.3 _b | 4.2 | 5.1 |
| Mean | 5.6 ^a | 5.1 ^b | 5.3 ^{ab} | 5.3 ^{ab} | 5.3 | 4.2 ^c | 5.1 |

*right upper scripts beside numerals : result of LSD among coating materials

*right down script beside numerals : result of LSD among species

는 발아율과 길이 생장량 모두 좋은 결과를 나타냈으며, B피복구는 발아율은 좋았으나 길이 생장량은 가장 좋지 않았다.

2) 뿌리 생장량

종자피복처리 여부에 따른 평균 뿌리 생장량은 Table 7과 같다. 피복종자와 무피복종자의 뿌리 생장량을 비교하면, 피복종자가 무피복종자에 비해 참싸리 1.1cm, 낭아초 1.6cm, 새 1.1cm, 왕포아풀 0.6cm. 호밀풀 1.1cm씩 더 성장하였다. 공시 식물 가운데서는 특히 참싸리와 낭아초에서 종자 피복에 의한 뿌리성장 촉진효과가 좋았다. 피복 처리에 따른 뿌리 생장량에 대한 분산분석결과 $Pr>F=0.0001$ 로 종자피복 여부에 따라 뿌리 생장량에 고도의 유의성이 있는 것으로 나타났다. 피복 및 무피복종자 간에 평균 뿌리 생장량을 LSD검정한 결과, 피복종자의 5.3cm와 무피복종자의 4.2cm는 차이가 인정되었다. 또한 피복재료들 간에 뿌리 생장량을 LSD검정한 결과 재료들 사이에 차이가 인정되었다. 즉 V+T피복구에서 평균뿌리 생장량이 5.68cm로 가장 좋았고, 다른 피복재료와 뚜렷한 차이를 나타내었다. CC피복구와 CH피복구는 동일한 결과를 나타내었고, 모두 B피복구 및 무피복종자와는 차이가 인정되었다.

4. 경사조절과 멀칭처리별 종자발아 특성

인공비탈면에서 경사조절과 멀칭처리에 따른 공시식물의 종자발아율(G), 종자유실수(C·S), 보정발아율(R·G)은 Table 8과 같다. 공시식물 종별로 종자발아율을 보면 참싸리는 비멀칭시 포지실험에서 발아율이 67.2%였으나 10°경사면에서 53.2%, 20°경사면에서 43.1%, 30°경사면에서 30.8%로 비탈면의 경사가 급할수록 발아율이 낮아졌다. 다른 멀칭처리에서도 마찬가지로 경사가 급할수록 발아율은 낮았다. 낭아초와 호밀풀도 경사가 급할수록 발아율이 감소하였다. 이것은 경사가 급해짐에 따라 수분 보유력이 낮고 관수를 해도 수분을 보유할 시간적 여유가 부족하기 때문인 것으로 판단된다.

멀칭재료별로 경사에 따른 참싸리의 발아율을 보면 경사 10°에서 코이어넷 63.1%, 벧짚 60.2%, 차광막 58.4%, 비멀칭이 53.2%였다. 경사 20°에서 코이어넷 56.1%, 벧짚 53.3%, 차광막 50.1%, 비멀칭 43.1%이었으며, 경사 30°에서 코이어넷 50.6%, 벧짚 45.7%, 차광막 40.4%, 비멀칭 30.8%이었다. 즉 코이어넷 멀칭에서 발아율이 가장 좋았고, 다음으로 벧짚, 차광막, 비멀칭의 순으로서 모든 멀칭처리가 비멀칭에 비해 발아율이 좋았다. 특히 코이어넷은 수분 보유력이 좋고 땅눈이 커서 적당한 햇빛이 확보되어 발아율이 가장 좋았던 것으로 판단된다.

Table 8. Germination ratio of experiment plants with slopes and mulching treatments.

| Species | Slope angle (°) | Coir net | | | Shade | | | Straw | | | sub-mean | | | Non-mulching | | | Total-mean | | |
|-----------------------------------|-----------------|----------|----------|---------|-------|----------|---------|-------|----------|---------|----------|----------|---------|--------------|----------|---------|------------|----------|---------|
| | | G (%) | C.S (ea) | R.G (%) | G (%) | C.S (ea) | R.G (%) | G (%) | C.S (ea) | R.G (%) | G (%) | C.S (ea) | R.G (%) | G (%) | C.S (ea) | R.G (%) | G (%) | C.S (ea) | R.G (%) |
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> | 10 | 63.1 | 0.0 | 63.1 | 58.4 | 0.0 | 58.4 | 60.2 | 0.0 | 60.2 | 60.6 | 0.0 | 60.6 | 53.2 | 2.0 | 55.4 | 58.7 | 0.5 | 59.3 |
| | 20 | 56.1 | 0.0 | 56.1 | 50.1 | 1.0 | 51.1 | 53.3 | 1.0 | 54.4 | 53.2 | 0.7 | 53.9 | 43.1 | 5.0 | 47.9 | 50.7 | 1.8 | 52.4 |
| | 30 | 50.6 | 1.0 | 51.6 | 40.4 | 3.0 | 43.0 | 45.7 | 2.0 | 47.6 | 45.6 | 2.0 | 47.4 | 30.8 | 10.0 | 38.5 | 41.9 | 4.0 | 45.2 |
| Sub-mean | | 56.6 | 0.3 | 56.9 | 49.6 | 1.3 | 50.8 | 53.1 | 1.0 | 54.1 | 53.1 | 0.9 | 53.9 | 42.4 | 5.7 | 47.3 | 50.4 | 2.1 | 52.3 |
| <i>Indigofera pseudotinctoria</i> | 10 | 67.4 | 0.0 | 67.4 | 64.5 | 0.0 | 64.5 | 65.0 | 0.0 | 65.0 | 65.6 | 0.0 | 65.6 | 57.1 | 1.0 | 58.3 | 63.5 | 0.3 | 63.8 |
| | 20 | 61.7 | 0.0 | 61.7 | 53.9 | 1.0 | 55.0 | 56.6 | 0.0 | 56.6 | 57.4 | 0.3 | 57.8 | 45.5 | 3.0 | 48.4 | 54.4 | 1.0 | 55.4 |
| | 30 | 51.3 | 1.0 | 52.3 | 46.2 | 3.0 | 49.1 | 48.3 | 2.0 | 50.3 | 48.6 | 2.0 | 50.6 | 32.4 | 12.0 | 42.6 | 44.6 | 4.5 | 48.6 |
| Sub-mean | | 60.1 | 0.3 | 60.5 | 54.9 | 1.3 | 56.2 | 56.6 | 0.7 | 57.3 | 57.2 | 0.8 | 58.0 | 45.0 | 5.3 | 49.8 | 54.2 | 1.9 | 55.9 |
| <i>Lolium perenne</i> | 10 | 70.8 | 0.0 | 70.8 | 65.1 | 0.0 | 65.1 | 67.3 | 0.0 | 67.3 | 67.7 | 0.0 | 67.7 | 63.5 | 1.0 | 64.8 | 66.7 | 0.3 | 67.0 |
| | 20 | 62.8 | 0.0 | 62.8 | 55.6 | 2.0 | 57.9 | 60.1 | 1.0 | 61.3 | 59.5 | 1.0 | 60.7 | 48.2 | 6.0 | 54.8 | 56.7 | 2.3 | 59.2 |
| | 30 | 48.5 | 1.0 | 49.5 | 42.5 | 4.0 | 46.2 | 45.1 | 2.0 | 47.0 | 45.4 | 2.3 | 47.6 | 30.0 | 15.0 | 42.9 | 41.5 | 5.5 | 46.4 |
| Sub-mean | | 60.7 | 0.3 | 61.0 | 54.4 | 2.0 | 56.4 | 57.5 | 1.0 | 58.5 | 57.5 | 1.1 | 58.7 | 47.2 | 7.3 | 54.1 | 55.0 | 2.7 | 57.5 |

*G : Germination ratio, C.S : Number of Carried Seeds, R.G : Revised Germination ratio

경사조절과 멀칭처리에 따른 식물종별 발아율에 대한 분산분석결과 $Pr>F=0.0001$ 로 경사조절과 멀칭처리에 의한 발아율에 대하여 고도의 유의성이 있는 것으로 나타났다. 식물종별 발아율에 대한 LSD검정 결과는 호밀풀은 평균발아율이 55.0%로 가장 높았으며 남아초가 54.2%, 참싸리가 50.4%로 가장 낮았다. 호밀풀과 남아초 사이의 평균발아율에는 차이가 없었으며, 참싸리와는 차이가 있는 것으로 나타났다. 비탈경사별 발아율은 경사 10°에서 평균발아율이 63.0%로 가장 높았으며, 경사 20°에서 53.9%, 경사 30°에서 42.7%로 가장 낮았다. 즉, 비탈면의 경사도에 따라 발아율이 차이가 있는 것으로 나타났으며 경사가 급할수록 발아율은 낮았다. 멀칭재료별 평균발아율은 코이어넛에서 60.7%로 가장 좋았으며, 벧짚 57.5%, 차광막 54.4%로 멀칭의 효과가 인정되었다.

5. 경사조절과 멀칭처리별 생장량

1) 길이 생장량

경사조절과 멀칭처리에 따른 공시식물의 길이

생장량은 Table 9와 같다. 공시식물 종별로 길이 생장량을 보면 참싸리는 비멀칭시 포지실험에서 길이 생장량이 9.5cm이었으나 10°경사면에서 7.2cm, 20°경사면에서 5.8cm, 30°경사면에서 5.2cm로 비탈면의 경사가 급해질수록 길이 생장량이 감소하였다. 다른 멀칭처리에서도 마찬가지로 비탈면의 경사가 급할수록 길이 생장량이 감소하였다. 남아초와 호밀풀도 모든 멀칭재료에서 경사가 급할수록 길이 생장량이 감소하였다. 이는 발아율에서와 같은 이유라고 판단된다.

멀칭재료별로 경사에 따른 참싸리의 길이 생장량을 보면 경사 10°에서 코이어넛 7.2cm, 벧짚 6.2cm, 차광막 5.5cm, 비멀칭이 5.4cm였다. 경사 20°에서 코이어넛 5.8cm, 벧짚 4.6cm, 차광막 4.1cm, 비멀칭 3.8cm이었으며, 경사 30°에서 코이어넛 5.2cm, 벧짚 4.5cm, 차광막 3.6cm, 비멀칭 3.1cm이었다. 즉 코이어넛에서 길이생장이 가장 좋았고 다음으로 벧짚, 차광막, 비멀칭의 순이었으며, 모든 멀칭처리는 비멀칭보다 길이생장이 좋았다. 코이어넛은 발아율에서와 같이 수분보유력이 좋아 길이생장이 가장 좋았던 것으로 판단되

Table 9. Stem and leaf growth(cm) of seedlings with slopes and mulching treatments.

| Species | Slope angle(°) | Coir net | Shade | Straw | Sub-mean | Non-mulching | Total-mean |
|-----------------------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> | 10 | 7.2 | 5.5 | 6.2 | 6.3 | 5.4 | 5.9 _a |
| | 20 | 5.8 | 4.1 | 4.6 | 4.8 | 3.8 | 4.3 _b |
| | 30 | 5.2 | 3.6 | 4.5 | 4.4 | 3.1 | 3.8 _c |
| Sub-mean | | 6.1 | 4.4 | 5.1 | 5.2 | 4.1 | 4.9 ^{ab} |
| <i>Indigofera pseudotinctoria</i> | 10 | 5.9 | 4.5 | 5.4 | 5.3 | 4.2 | 4.7 _a |
| | 20 | 4.7 | 3.9 | 4.2 | 4.3 | 3.4 | 3.8 _b |
| | 30 | 4.1 | 3.0 | 3.8 | 3.6 | 2.5 | 3.1 _c |
| Sub-mean | | 4.9 | 3.8 | 4.5 | 4.4 | 3.4 | 4.1 ^b |
| <i>Lolium perenne</i> | 10 | 6.9 | 6.1 | 6.4 | 6.5 | 5.6 | 6.0 _a |
| | 20 | 5.8 | 4.6 | 5.4 | 5.3 | 4.2 | 4.7 _b |
| | 30 | 4.9 | 3.8 | 4.5 | 4.4 | 3.2 | 3.8 _c |
| Sub-mean | | 5.9 | 4.8 | 5.4 | 5.4 | 4.3 | 5.1 ^a |
| Total-mean | | ^a 5.6 | ^b 4.3 | ^{ab} 5.0 | 5.0 | ^{bc} 3.9 | |

*right upper scripts beside numerals : result of LSD among species

*right down scripts beside numerals : result of LSD among slopes

*left upper scripts beside numerals : result of LSD among mulching materials

며, 벧짚은 밭아울에서는 차광막보다 좋지 않았으나 길이생장은 오히려 좋은 것으로 나타났다.

경사조절 및 멀칭처리에 따른 길이 성장량을 분산분석결과 $Pr > F = 0.0001$ 로 경사 및 멀칭이 길이 성장량에 고도의 유의성이 있는 것으로 나타났다. 식물종별 길이 성장량을 LSD검정한 결과 호밀풀이 5.1cm로 가장 좋았고, 남아초가 4.1cm로 가장 좋지 않았다. 식물종 사이에 성장량의 차이는 있었으나, 이것은 식물종 고유의 성장특성이 있기 때문에 종들 사이의 비교는 큰 의미가 없다고 판단된다. 평균 길이 성장량은 경사 10°에서 5.5cm로 가장 잘 자랐으며 비탈경사가 급할수록 길이 성장량은 감소하였고, 각 평균값 간에는 차이가 있는 것으로 나타났다. 멀칭재료별 평균 길이 성장량은 코이어넷에서 5.6cm로 가장 좋았고, 다른 멀칭재료와 차이가 인정되었다. 이는 멀칭이 토사유출을 방지해 줄 뿐만 아니라 안정적으로 길이생장을 하는 데에 영향을 준 것으로 판단된다.

2) 뿌리 성장량

경사조절과 멀칭처리에 따른 공시식물의 뿌리 성장량은 Table 10과 같다. 멀칭재료별 뿌리 성장량을 보면 모든 비탈경사에서 코이어넷 멀칭이 가장 좋았고, 다음이 벧짚과 차광막의 순이었으며, 모두 비멀칭보다 길이 생장이 좋았다. 코이어넷은 밭아울에서와 같이 수분보유력이 좋아 뿌리 성장량도 가장 좋았던 것으로 판단되며, 벧짚은 밭아울이 차광막보다 좋지 않았으나 길이 성장량은 좋은 것으로 나타났다. 비탈경사별로 비교하면, 참싸리의 코이어넷 멀칭의 경우 비멀칭 포지 실험에서 9.2cm이었으나 10° 경사면에서 8.4cm, 20° 경사면에서 7.5cm, 30°경사면에서 6.4cm로 점점 감소하였다. 다른 멀칭처리에서도 마찬가지로 경사가 급할수록 뿌리 성장량이 감소하였다. 남아초와 호밀풀도 모든 멀칭처리에서 경사가 급할수록 뿌리 성장량이 감소하였다. 경사별 공시종 전체의 평균 뿌리 성장량은 경사 10°에서 6.6cm, 20°에서 6.0cm, 30°에서 5.1cm로 경사가

Table 10. The root growth(cm) with slopes and mulching treatments.

| Species | Slope angle(°) | Coir net | Shade | Straw | Sub-mean | Non-mulching | Total-mean |
|-----------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|----------|-------------------|-------------------|
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> | 10 | 8.4 | 7.3 | 8.2 | 8.0 | 7.0 | 7.7 _a |
| | 20 | 7.5 | 6.9 | 7.8 | 7.4 | 6.6 | 7.2 _{ab} |
| | 30 | 6.4 | 5.6 | 6.1 | 6.0 | 4.9 | 5.8 _b |
| Sub-mean | | 7.4 | 6.6 | 7.4 | 7.1 | 6.2 | 6.9 ^a |
| <i>Indigofera pseudotinctoria</i> | 10 | 7.8 | 6.5 | 7.4 | 7.2 | 6.4 | 7.0 _a |
| | 20 | 6.9 | 5.9 | 6.8 | 6.5 | 5.4 | 6.3 _b |
| | 30 | 6.3 | 5.4 | 5.9 | 5.9 | 4.6 | 5.6 _c |
| Sub-mean | | 7.0 | 5.9 | 6.7 | 6.5 | 5.5 | 6.3 ^a |
| <i>Lolium perenne</i> | 10 | 5.4 | 4.8 | 5.2 | 5.1 | 4.6 | 5.0 _a |
| | 20 | 5.1 | 4.6 | 4.9 | 4.9 | 4.0 | 4.7 _{ab} |
| | 30 | 4.6 | 4.0 | 4.4 | 4.3 | 3.1 | 4.0 _b |
| Sub-mean | | 5.0 | 4.5 | 4.8 | 4.8 | 3.9 | 4.6 ^b |
| Total-mean | | ^a 6.5 | ^b 5.7 | ^a 6.3 | 6.1 | ^{bc} 5.2 | |

*right upper scripts beside numerals : result of LSD among species

*right down scripts beside numerals : result of LSD among slopes

*left upper scripts beside numerals : result of LSD among mulching materials

급할수록 뿌리 성장량이 감소하였다. 이는 길이 성장량과 같은 결과였으며, 비탈경사 사이에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 발아율에서와 같은 이유로 경사가 급할수록 수분 보유력이 낮고 수분을 보유할 시간적 여유가 부족하여 뿌리 성장도 좋지 않은 것으로 판단된다.

경사조절과 멀칭처리별 분산분석결과 $Pr>F=0.0001$ 로 경사·멀칭이 뿌리 성장량에 고도의 유의성이 있는 것으로 나타났다. 식물종별 평균 뿌리 성장량을 LSD검정한 결과 참싸리가 6.9cm로 가장 좋았고, 길이 성장량이 가장 좋았던 호밀풀이 4.6cm로 가장 작았다. 각 식물종의 평균 뿌리 성장량 간에는 차이가 있는 것으로 나타났으나, 길이 성장과 마찬가지로 식물종의 성장특성을 고려한다면 그 차이는 큰 의미가 없다고 판단된다.

6. 경사조절과 멀칭처리별 토사 유출량

경사조절과 멀칭처리에 따른 공시식물의 토사 유출량은 Table 11과 같다. 공시식물 종별로 토

사유출량을 보면 참싸리는 경사 10°일 때 코이어넷이 5.3g으로 가장 적었고, 비멀칭이 67.0g으로 가장 많았다. 벧짚은 5.5g, 차광막 6.7g으로 코이어넷과 유출량의 차이가 작았다. 경사 30°일 때 코이어넷 37.1g으로 비멀칭보다 198.5g 유출이 적었다. 이것은 코이어넷이 경사가 급하여도 토사유출량의 방지에 가장 효과적이었음을 나타낸 것이다. 또한 벧짚과 차광막도 경사 30°일 때 비멀칭보다 각각 189.4g, 181.8g 토사유출이 적어 침식방지에 효과가 있었다. 낭아초와 호밀풀에서도 경사에 따라 코이어넷이 가장 토사유출방지에 효과적이었다. 식물종별로 경사 30°일 때 코이어넷의 토사유출량을 보면 참싸리 37.1g, 낭아초 32.4g, 호밀풀 20.4g으로 호밀풀에서 가장 효과적이었는데, 이는 발아율이 좋고 길이 및 뿌리 성장량이 좋아 토사유출을 방지해 준 것으로 사료된다.

경사조절 및 멀칭처리에 따른 토사유출량을 분산분석한 결과 $Pr>F=0.0001$ 로 경사 및 멀칭의 의한 토사유출량에 고도의 유의성이 있는 것으로

Table 11. The sediment amount(g) with slopes and mulching treatments.

| Species | Slope angle(°) | Coir net | Shade | Straw | Sub-mean | Non-mulching | Total-mean |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------|--------------------|-------------------|
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> | 10 | 5.3 | 6.7 | 5.5 | 5.8 | 67.0 | 21.1 ^c |
| | 20 | 19.9 | 23.5 | 24.5 | 22.6 | 142.0 | 52.5 ^b |
| | 30 | 37.1 | 53.8 | 46.2 | 45.7 | 235.6 | 93.2 ^a |
| Sub-mean | | 20.8 | 28.0 | 25.4 | 24.7 | 148.2 | 55.6 ^a |
| <i>Indigofera pseudotinctoria</i> | 10 | 4.4 | 5.4 | 4.8 | 4.9 | 52.0 | 16.7 ^c |
| | 20 | 15.4 | 19.1 | 16.2 | 16.9 | 123.2 | 43.5 ^b |
| | 30 | 32.4 | 47.8 | 37.6 | 39.3 | 212.3 | 82.5 ^a |
| Sub-mean | | 17.4 | 24.1 | 19.5 | 20.3 | 129.2 | 47.6 ^b |
| <i>Lolium perenne</i> | 10 | 3.7 | 5.1 | 4.5 | 4.4 | 36.4 | 12.4 ^c |
| | 20 | 12.4 | 13.4 | 11.4 | 12.4 | 110.5 | 36.9 ^b |
| | 30 | 20.4 | 41.1 | 31.9 | 31.1 | 174.2 | 66.9 ^a |
| Sub-mean | | 12.0 | 19.9 | 15.9 | 16.0 | 107.0 | 38.8 ^c |
| Total-mean | | ^b 16.7 | ^a 24.0 | ^{ab} 20.3 | 20.3 | ^c 128.1 | |

*right upper scripts beside numerals : result of LSD among species

*right down scripts beside numerals : result of LSD among slopes

*left upper scripts beside numerals : result of LSD among mulching materials

나타났다. 식물종별 토사유출량을 LSD검정한 결과 평균 토사유출량은 참싸리에서 55.6g으로 가장 많았고, 남아초 47.6g, 호밀풀 38.8g로 나타났으며, 평균값 간에는 차이가 있는 것으로 나타났다. 경사별 평균 토사유출량은 경사 30°에서 80.9g으로 가장 많았고, 경사 20°에서 44.3g, 경사 10°에서 16.7g으로 나타났으며, 평균값 간에는 차이가 인정되었다. 멀칭재료별 평균 토사유출량은 코이어넷에서 16.72g으로 가장 적었고, 다른 멀칭재료와 차이가 인정되었다. 그러나 코이어넷과 벚짚은 차이가 없었고, 벚짚과 차광막도 차이가 없었으나, 코이어넷과 차광막은 차이가 인정되었다. 본 연구에 사용된 멀칭재료 모두 비멀칭과 차이를 보여 멀칭의 효과가 토사유출량의 감소에 효과가 있음을 보여주고 있다.

이상의 결과를 보면 종별로는 목본종인 참싸리가 다른 종에 비해 토사유출량이 많았고, 경사가 급할수록 토사유출량은 증가하였다. 또한 멀칭재료별로는 토사유출량의 방지에 코이어넷이 가장 효과적이었으며, 다른 멀칭재료들도 효과가

있는 것으로 나타났다.

IV. 종합 고찰

종자피복이 발아를 향상시키는 것과 관련해서 Scott 등(1985)는 무피복종자와 피복종자의 비교 시험에서 종자피복은 목초의 발아율을 크게 증가하였으며, 최상의 피복처리는 무피복 종자보다 출현율을 4배에서 6배 이상 증가시켰다고 보고하였다. 또한 Scott와 Blair(1988a)도 종자피복제인 MCP와 같은 가용성 인 공급체가 화분과 목초보다는 콩과 목초에서 종자의 발아에 크게 영향을 미쳤다고 보고하였다. 본 연구에서도 피복재료에 따라 차이는 있었지만 피복종자의 발아율이 무피복 종자에 비해 높게 나타나서 이들의 연구와 비슷한 경향을 보여주었다. Dexter와 Miyamoto(1959)는 hydrophilic colloid로 sugar beet(사탕무, *Beta vulgaris var. saccharifera*) 종자를 피복하였을 때 종자의 수분흡수 능력이 향상되었다고 하였다. Dowling 등(1971)은 수분흡수를 제한하지 않

는 조건하에서 피복된 종자의 흡수능력은 무피복 종자에 비해 10~15% 더 향상되었으며, 종자가 건조되기 전에 발아에 충분한 수분상태를 유지할 수 있는 조건이 되어 종자발아에 유익한 환경을 조성하여 준다고 보고한 바 있다. 또한 Langer (1977)는 종자를 피복하여 겉뿌림하면 토양수분을 흡수하여 보유하는 능력이 개선된다고 하였다. 즉 종자의 피복은 파종 후에 토양수분을 효과적으로 흡수하여 보유함으로써 종자가 발아하는 데에 알맞은 조건을 만들어준다고 할 수 있다.

종자피복이 유묘의 활착과 생장에 미치는 효과와 관련해서는 Vartha와 Clifford(1973)는 ryegrass (*Lolium temulentum*)에 인(P) 성분을 피복하여 활착률이 2~4배 정도 개선되었다고 보고하였고, Scott와 Hay(1974)는 인(P)과 유황(S) 그리고 몰리브덴(Mo)을 클로버(*Clover spp.*) 종자에 피복하여 활착률이 개선되었다고 하였다. Scott(1977)는 종자의 물리적 형태 개선에 의한 초기 유식물의 root-shoot형성이 촉진된다고 하였고, Scott 및 Archie(1978)는 유황이 함유된 재료로 종자를 피복하여 겉뿌림한 콩과 목초의 경우 활착률이 약 2배 개선되었다고 보고한 바 있다. 또한 허와 Leung(1997)은 타마 라이그래스(*Tama ryegrass*)와 새밭풀(Orchard grass, *Dactylis glomerata*), 그리고 레드 클로버(*Trifolium pratense*)와 화이트 클러버(*Trifolium repens*) 종자에 polyethylene glycol을 피복한 실험에서 정착률과 초기생육이 향상되었다고 하였다. 즉 종자피복은 뿌리의 생성과 생장을 촉진하여 유묘의 활착과 생장을 촉진하는 것으로 분석되며, 본 연구의 결과도 이들의 보고와 일치하는 경향을 나타내었다.

종자피복 재료와 관련하여 McWilliam와 Dowling (1971)는 독보리(*Lolium temulentum*)는 소석회(Calcium Hydroxide)만 피복하여도 활착률이 20%나 개선되었고, 서브테레니안 클로버(*Trifolium subterraneum*)의 경우 소석회만 피복한 경우에 활착률이 무려 70%나 개선되었다고 하였고, White (1973)는 콩과 목초에 있어서 근류근과 소석회

피복효과가 매우 우수하게 나타났다고 보고하였다. 또한 Dowling 등(1971)은 Bentonite를 피복하여 종자의 노출을 방지하고 보수력을 높여 무피복종자에 비해 훨씬 빠른 수분흡수속도와 흡수효과가 좋았다고 보고하였고, Scott와 Hay(1974)는 가뭄에 의한 수분손실도 적었다고 보고하였다. Scott와 Blair(1988b)는 파라리스(*Phalaris arundinacea*)와 알팔파(*Medicago sativa*) 종자에 MCP(mono-calcium phosphate), DCP(di-calcium phosphate), TCP(tri-calcium phosphate)를 피복할 경우에 인의 이용률이 증가하는 순서(TCP<DCP<MCP)에 따라 점차 초기생육이 향상되었다고 하였다. 국내에서는 이효원 등(1987)이 60% lime, 20% phosphatate, 및 20% peat moss(w/w)의 증량 피복재료와 13% arabic gum 및 2% methyl cellulose (w/v)를 결합제로 사용하여 새밭풀, 호밀풀(페러니얼 라이그래스, *Lolium perenne*), 왕포아풀(켄터키 블루그래스, *Poa pratensis*), 툴 페스큐(*Festuca arundinacea*), 라도노 클로버(*Trifolium repens* var. *giganteum*)의 종자를 피복하여 시험하였다. 그 결과 겉뿌림 목초의 초기생육을 촉진하였고, 정착 개체수 및 조성 당해 건물수량도 증가시켰다고 하였다. 본 연구에서는 소석회(Calcium Hydroxide, CH)보다 Vermiculite+Talcum(V+T) 피복이 더 효과적인 것으로 나타났다.

결국 종자를 피복하는 효과는 토양표면에 종자를 파종했을 때 피복층에 수분흡수력과 보수력을 개선하고, 종자의 무게를 증가시키고, 물리적 훼손으로부터 종자를 보호하는 역할 때문이라고 할 수 있다. 훼손지 비탈면의 씨뿌리기공법에서 초기 발아율이 좋을수록 사면을 녹화·안정시키는 효과가 크므로, 녹화용 식물 종자를 피복하여 파종하는 방법은 이용성이 높다고 판단된다. 따라서 앞으로 녹화공사에 효과적으로 이용할 수 있는 다양한 피복재료를 개발하는 연구가 더 필요하다고 생각된다.

비탈면의 경사와 멀칭이 녹화식물의 발아와 생장에 미치는 영양과 관련하여 전기성(2004)은 경

사도에 따른 암절토부의 식생피복도는 전체적으로 경사가 급해질수록 식생생육상황이 악화된다 고 하였고, 경사가 완만할수록 식생천이가 활발하고 우점지수의 증가가 뚜렷하여 식생의 생육이 비탈면의 경사도에 따라 영향을 많이 받는 것으로 분석하였다. 그래서 경사도는 비탈면의 보호·녹화공법시공과 식생의 도입에서 중요하게 고려되어야 할 요인이다. 우경진 등(2005)은 인공성토비탈면에서 유망실험구의 종자 발아개체수가 시험 시공21주 후까지 다른 실험구에 비하여 많게 나타나 멀칭처리가 효과가 있음을 말했다고, 역시 유망실험구가 톨 페스큐(*Festuca arundinacea*) 초장과 생체중량조사에서 높게 나타났으며 통계적 유의성도 보였다. 이는 비탈면의 경사가 낮고 멀칭처리한 녹화식물의 종자가 파종 후 정착가능성이 높아져 종자발아율이 높아지고 비탈면과 멀칭재료의 일정한 수분보유량은 지상부와 뿌리의 성장량을 좋게 하여 식생피복도가 높아진 본 실험과 같은 결과를 보였다.

결국 종자분사파종공법에서 시공 비탈면에 대한 멀칭의 효과는 비탈면의 표면이 거친 곳이 부드러운 곳보다 종자의 발아 및 착생에 유리하다는 것을 증명하는 것이다. 즉 멀칭은 표면침식을 방지하여 호우 시에 토사유출을 방지할 뿐 아니라, 지표면을 물리적으로 안정시킴으로써 식물의 생육조건을 안정화시키는 데에도 크게 기여하며, 갈수기에는 토양수분 조건을 양호하게 함으로써 식생의 발아와 성장에 좋은 영향을 미칠 것으로 판단된다.

V. 결 론

훼손지 비탈면에서 종자분사파종공법에 의한 녹화효과를 높이기 위해서 참싸리, 낭아초, 새, 켄터키 블루그래스(왕포아풀), 페리니얼 라이그래스(호밀풀)를 재료로 하여 종자피복, 비탈경사 및 토양멀칭 처리에 따른 종자의 발아 및 성장 특성을 조사하였다. 그 결과를 요약하면 다음과

같다.

종자의 피복처리는 공시식물들의 발아율, 발아세, LD₅₀, 길이 성장량, 뿌리 성장량에 있어서 효과가 있었다. 종자피복 효과는 종자발아는 낭아초에서, 유묘생장은 참싸리에서 가장 크게 나타났다. 종자 피복재료 중에서는 Vermiculite+Talcum 가 공시식물의 종자발아와 유묘생장에 있어서 가장 효과가 있었다. 인공비탈면에서 경사가 급할수록 종자의 발아 및 길이와 뿌리의 생장이 감소하였고, 종자와 토양의 유실이 많았다. 인공비탈면에서 멀칭처리는 종자 발아율의 향상, 길이와 뿌리 생장의 향상, 토양안정 등에 효과가 있었다. 그리고 경사가 급할수록 멀칭처리의 효과가 크게 나타났다. 멀칭재료 중에서는 코이어넷이 가장 효과가 있는 것으로 나타났다.

인 용 문 헌

- 강점순 · 안종길 · 손병구 · 최영환. 1999. 파종작업의 생력화의 입묘 증진을 위한 상추 종자의 코팅기술 개발. 대산논총 (7) : 67-84.
- 김종관 · 권찬호 · 한건준 · 민두홍 · 김종덕 · 김동암. 2000. 종자 피복이 걸뿌림 목초의 정착과 초기 생육에 미치는 영향. 한초지 20(1) : 61-66.
- 김창호 · 윤상옥. 1993. 원색 자원수목도감. 아카데미서적. 서울. pp.469.
- 우보명. 2003. 훼손지 환경녹화공학. 서울대학교출판사. 서울. pp.558.
- 이성운. 2003. 목초종자 피복을 위한 피복물질에 관한 연구. 전북대학교 박사학위논문. pp.65.
- 이효원 · 정병룡 · 김희경. 1987. 걸뿌림 목초종자의 정착에 관한 연구(I). 각종 증량제 및 미량광물질의 종자 피복이 발아에 미치는 영향. 한초지 7(2) : 113-119.
- 우경진 · 전기성. 2005. 비탈면 입지조건에 따른 녹화 특성에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 8(5) : 47-55.

- 전기성. 2004. 도로비탈면의 환경인자를 고려한 식생구조분석에 관한 연구. 한국환경복원 녹화기술학회지 7(2) : 12-20.
- 허삼남, D. Leung. 1997. 산지초지 개량과 관리에 관한 연구. 한초지 17(4) : 329-344.
- Dexter, S. T., and T. Miyamoto. 1959. Acceleration of water uptake and germination of sugarbeet seedballs by surface coatings of hydrophilic colloids. *Agron. J.* 51 : 388-389.
- Dowling, P. M., R. J. Clements and J. R. McWilliam. 1971. Establishment and survival of pasture species from seed sown on soil surface. *Australian journal of agricultural research*, 22 : 61-74.
- Harper. J. L. 1977. Population biology of plants. Agronomy press, London.
- Langer, R. H. M. 1977. Pastures and Pasture Plants. p.270-274.
- McWilliam, J. R., and P. M Dowling. 1971. Better establishment from aerial seeding. *Rural Res. CSIRO*, 71 : 2-6.
- Scott, D., and R. J. M. Hay. 1974. Some physical and nutritional effects of seed coating. *Proc Int. Grassl. Congr*, 12th 1(2) : 523-531.
- Scott, D. 1975. Effects of seed coating on establishment. *N. Z. J. Agric. Res*, 18 : 59-67.
- Scott, D., and W. J. Archie. 1978. Sulphur, phosphate and molybdenum coating of legume seed. *N. Z. J. Agric. Res*, 21 : 643-649.
- Scott, J. M., C. J. M. Mitchell and G. J. Blair. 1985. Effect of nutrient seed coating on the emergence and early growth of perennial ryegrass. *Aust. J. Agric. Res*, 36 : 221-231.
- Scott, J. M., and G. J. Blair. 1988a. Phosphorus seed coating for pasture species. I. Effect of source and rate of phosphorus on emergence and early growth of phalaris(*Phalaris aquatica* L.) and lucerne(*Medicago sativa* L.). *Aust. J. Agric. Res*, 38 : 437-445.
- Scott, J. M., and G. J. Blair. 1988b. Phosphorus seed coating for pasture species. II. Comparison of effectiveness of phosphorus applied as seed coatings, drilled or broadcast, in promoting early growth of phalaris(*Phalaris aquatica* L.) and lucerne(*Medicago sativa* L.). *Aust. J. Agric. Res*, 39 : 447-456.
- Scott, J. M. 1989. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. *Advances in Agronomy*, 42 : 43-83.
- Vartha, E. W., and P. T. P. Clifford. 1973. Effects of seed coating on establishment and survival of grasses, surface-sown on tussock grassland. *N. Z. J. Exp. Agric*, 1 : 181-186.
- White, J. G. H. 1973. Improvement of hill country pastures. p.259-290. In R. H. M. Langer(ed.) Pasture and pasture plants. A. H. & A.W. Reed, Wellington, New Zealand. p.259-290.