

병해충 방제용 수목 보호대의 개발

A trap for preventing from the diseases and pests
on trees using nonwoven fabrics

한국생산기술연구원

농 립 부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “병해충 방제용 수목보호대의 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2000 . 10 . 31 .

주관연구기관명 : 한국생산기술연구원

총괄연구책임자 : 현 순 욱

연 구 원 : 정 순 임

연 구 원 : 황 희 연

요 약 문

I. 제 목

병해충 방제용 수목 보호대의 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구는 전세계적으로 관심의 대상이 되고 있는 환경문제에 대한 적극적인 대응 방편의 하나로서 보다 나은 환경의 보존을 위하여 임업재종의 하나인 병해충 방제용 및 이식용 수목 보호대를 개발하는데 목표를 두었다. 병해충의 피해를 막기 위하여 설치할 수목용 보호대에 방충 및 살충 효과에 관한 기술을 첨가하여 재래식 방법의 단점을 보완할 수 있는 환경조화형 기술을 개발하고자 한다.

해충 방제용 수목보호대는 해충의 잠복소 즉 월동처 및 그리고 해충들의 번데기 과정 중 번데기로 용화하기 위한 고치를 만드는 장소 등으로 사용될 수 있도록 유인하는 수목보호대이다. 지금까지는 해충 방제용 수목보호대로 벗짚을 나무의 수관부에 감싸주어 월동 해충이나 번데기로 용화하는 장소로 이용하여 방제하였다. 그러나 벗짚의 공급의 문제성과 벗짚으로 수목보호대를 제작, 설치 및 수거하는 작업의 불편이 제기되고 있다. 따라서 적절한 소재의 대

치와 간편한 방법의 개발이 필요하게 되었다.

이식용 수목보호대는 수목을 굴취하여 이식시킬 때에 발생할 수 있는 수피의 손상을 방지하여 주고, 이식 후의 급작스러운 기후 변화에 따른 피해를 막아줄 수 있다.

현재 이식용 수목보호대로 사용되고 있는 마대의 원료인 황마섬유는 국내에서 생산이 되지 않으므로, 100% 수입에 의존하고 있다. IMF을 겪은 국내 경제 현황에서는 이 수입품을 대체할 수 있는 내국산 이식용 수목보호대의 개발이 요구되고 있다.

따라서 본 연구결과로 얻어진 신제품은 수입의 감소 뿐만 아니라, 수출의 증대로 인한 외화를 획득할 수 있다. 또한 인건비 절감이라는 경제적인 효과를 거두기 위하여, 수목에 감아주는 작업을 좀 더 간단히 할 수 있는 이식용 수목보호대가 필요하다.

본 연구에서는 이와 같은 목적으로 개발된 소재로 수목보호대들을 제작하여 수목에 설치함으로써 수목의 성장증진 및 환경보호에 기여하고자 한다.

삼림상태가 뛰어난 녹지 면적(특히 강원도)이 해충, 벌목 및 개간 등으로 매년 감소되고 있는 것으로 밝혀져서 대책 마련의 시급성이 지적되고 있다. 산림, 가로수 그리고 다양한 규모의 녹지 공간과 공원에 산재되어 있는 수목에 발생하는 해충을 방제하는 문제는 효과적이고 적절한 방제 수단의 개발을 절대적으로 필요로 하고 있다. 특히 현재까지 폭넓게 사용되는 살충제에 의한 화학적 방제 수단은 환경의 오염과 주거지 주변의 생태계 파괴 등의 환경문제와 천적 생물들의 무차별적 박멸이라는 문제들을 제기해 왔다. 따라서 살충효과에 관한 연구가 필요시 되고있다. 국가 경제의 질적 성장에 따른 주위 환경의 향상을 위하여 도시의 녹화 및 조경에 관련된 시장은 급격하게 팽창하고 있다. 특히 조경수 수요의 빠른 증가가 나타나고 있으므로, 수목보호용 자재도 안정적인 공급, 간편한 시공, 우수한 효능 등이 요구되고 있다.

WTO의 출범과 OECD의 가입으로 환경보호가 농업의 보존에 이르기까지 주요한 사항으로 대두되고 있어서 정부 및 민간 단체들이 예전과는 달리 환경 보존을 위한 활동을 활발히 진행하고 있다. 그러나 눈에 띄는 변화는 보이지 않는다. 그러므로, 환경에 관한 사업들은 장시간이 소요되는 것으로 써, 단시간 내의 결과를 기대하기보다는 꾸준한 노력과 재원이 뒷받침되어 진행되어야지 좋은 결과를 얻게 될 것이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 상기의 연구 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 내용의 연구들을 수행하였다.

1. 국내의 자료 수집

문헌, 특히, 시판용 제품등 국내의 수목보호대에 관한 자료수집

가. 수목용 보호대의 바탕재로 사용될 재료 수집 및 물리적 성질 비교 분석

나. 병해충의 종류에 따른 형태 및 생태

다. 병해충 피해 발생과 양상

라. 병해충 방제법

마. 방충/살충제 수집 및 분석

바. 환경친화성 재료(바탕재 및 방충/살충제) 수집 및 연구

2. 병해충 방제용 수목 보호대

환경친화적인 섬유 중에서 친수성인 viscose rayon fibers과 소수성인 polyester fibers 및 polypropylene fibers를 구입하여 webs와 nonwovens를 제작하였다. 그 중에서 webs는 2가지를 제작하고, nonwovens는 fiber contents에 따라 여러 종류를 만들었다. Webs와 nonwoven fabrics의 물리적 성질(weight, thickness, density, breaking strength, elongation, bursting strength 및 tear strength)들을 통하여 각 소재의 특성을 비교하였다. 2층 및 3층 구조의 2가지 수목보호대가 제작되었다.

살충제는 살충효과는 좋으나, 인체에 독성이 약한 Fenitrothion계의 Sumithion이 선택되었고, 그 살충제의 mep유제, 수화제 및 분제를 구입하여 사용하였다.

본 연구를 위하여 제작된 viscose rayon 100% spunlaced fabrics의 병해충 방제용 수목 보호대는 5본의 소나무와 1본의 모과나무에 설치되었다. Encapsulation에 의한 살충제 첨가법의 효율성에 관한 연구를 진행시켰으나, 국내 기술로는 아직 개발이 되지 않아 사용할수 없었다. 따라서 살충제의 효율성은 장기적인 연구 요구될 것으로 사료된다.

병해충 방제용 수목 보호대의 design 중에서 1, 2차 나염을 통하여 제작된 2종과 stripes 배치에 따른 종류 3종을 설치하였다.

3. 이식용 수목보호대

이식용 수목보호대의 field test에 사용된 바탕재로는 현재 보호대의 바탕재로 널리 쓰이고 있는 수입품 황마와 본 연구를 위하여 환경 친화적인 viscose rayon 섬유로 제작된 needlepunched fabrics, spunlaced nonwovens fabrics 및

실사시 제언된 종이와 황마의 4가지 종류를 사용하였다. 종이, 황마, needlepunched fabrics, spunlaced fabrics로 제작된 보호대의 폭은 겹침 분량으로 들어가는 손실을 최소화하고 설치 작업의 효율성을 증대시키기 위하여 본 연구에서는 수목보호대의 폭을 동일하게 10cm로 조정하여 사용하였다.

이식용 수목보호대의 field test에 사용된 바탕재 중에서 본 연구를 위하여 제작된 및 needlepunched nonwoven fabrics 및 spunlaced fabrics 의 염색과 나염 전후의 물리적 성질을 비교하였다. 나염 디자인은 1차, 2차 나염을 거쳐 디자인한 것으로 수피의 색과 유사하게 수목의 외피를 디자인 한 후에 3차 원 입체나염기법을 사용하였다.

본 연구에서 제작된 이식용 수목보호대는 이식용 수목보호대의 종류에 따라 종이 13본, 황마 13본, needlepunched nonwoven fabrics 16본 및 spunlaced fabrics 10본으로 총 56본의 소나무에 설치하였다.

4. 수목 생리 조사

1999년 11월 12월 2000년 3월 5월 7월 9월 10월 16회에 걸쳐서 Shigometer(임업 연구원에서 대여)를 사용하여고 전문가(동국대학교 이해풍 교수)의 자문을 받아 진행되었다.

수목의 생리 조사가 실시된 된 수목은 1999년 11월, 12월과 2000년 3월에는 소나무 12그루, 살구 나무 7그루를 5회에 걸쳐 조사 하였으며 2000년 5월에는 소나무 46그루와 모과나무 1그루에 대하여 6회실시하였고 2000년 7월, 9월과 10월에는 소나무 56그루에 대하여 5회생리 조사를 하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 병해충 방제용 수목보호대

병해충 방제용 수목보호대는 환경친화적인 100% viscose rayon fabrics와 polyester fibers가 혼방된 viscose rayon fabrics를 이용하여 needlepunched nonwoven fabrics, spunlaced fabrics의 web으로 2층 구조를 여기에 net를 첨가하여 3층 구조로 제작하였다. 살충제는 Spray법으로 첨가하였으나 작업자의 흡입 등으로 인하여 산업 재해 발생과 소각 할 때의 대기 오염의 우려 등으로 부분적인 연구만이 이루어졌다. 따라서, 살충효과를 위하여 수거 후 잠복되어 있는 해충의 종 및 수의 조사에만 한정적으로 살충제가 첨가된 수목보호대가 이용되었다.

그 결과 수목보호대의 구조적인 측면에서 2층 구조는 해충의 침입, 잠복이 용이하여 연구기관용으로 적합하며 3층 구조는 수목으로부터 착탈이 간편하고 수거후 수목에 잔여물이 남지 않아 가로수용으로 적합하다. 해충의 종 및 수의 조사에서는 환경 친화적인 viscose rayon fibers를 사용한 수목보호대에서 더 많은 수의 해충이 발견되었다.

나. 이식용 수목보호대

총 4종(종이, 황마, needlepunched nonwoven fabrics과 spunlaced fabrics)의 바탕재로 제작된 수목보호대가 설치되었다. 또한 비온 후에 건조되는 상태가 수피에 영향을 끼칠 것으로 기대되어 수분율의 증발을 조사한 결과

spunlaced fabrics, 마대, needlepunched nonwoven fabrics, viscose rayon fabrics의 순으로 spunlaced fabrics가 적합한 것으로 밝혀졌다. 수목보호대의 나염에 있어서도 2차 나염이 1차 나염에 비하여 수피와 조화가 더 잘 이루어졌다. 현재 사용중인 황마로 제작된 이식용 수목보호대는 병충해의 확산 및 2차 전이를 예방 할 수 없으나 본 연구에서 개발된 이식용 수목보호대는 병해충의 확산과 2차전이의 예방에 큰 효과가 있는 것으로 나타났다.

2. 활용에 대한 건의

가. 기대효과

1) 기술적 측면

- 완전분해성/재활용성 재료의 개발
- 임업을 저해하는 요소를 제거하는 기술의 향상
- 임업용 외에 다른 분야로의 용도 다양화 (예: 농업용)
- 제조기술의 국산화로 내수 및 수출 증대

2) 경제 · 산업적 측면

- 경제적 효과
 - 임업자원 보호로 인한 국가 예산 절감
 - 살포에 지출되는 비용 (약제, 인건비, 항공기 운임료 등) 절감
 - 피해목 벌채비의 절감
 - 환경오염을 정화시키는데 지출되는 비용 절감
 - 재활용으로 인한 자원 낭비의 감소 및 재활용품의 원가 절감
 - 국내에서 제조되어 판매되고 있는 상품이 전무한 상황이므로 시장성

보장

(개인 및 관공서에서 구입)

- 국산화로 인한 수입대체 및 전세계 수출로 인한 외화 획득

• 산업적 효과

- 수목을 통한 환경오염의 제거 및 폐기물 처리 비용의 절감

- 타 산업에서의 응용 및 용도의 다양화

- 신제품으로 수출 증대

나. 활용방안

• 신제품 개발로 참여기업에 상품화하는 데 필요한 기술을 이전하여 제품 생산을 지원

• 참여기업과 유기적 관계를 유지하면서 생산 기술의 향상 및 용도의 다양화를 위한 지속적인 지원

• 임야에 적용하여 효율적인 녹지화 및 환경 오염도 저하에 기여

Summary

This study described a new wrap prevented from the diseases and the pests on trees (Wrap I) and a new wrap used after transferring trees(Wrap II).

1) Wrap I

Wrap I was made of nonwovens and webs using three different kinds of fibers, viscose rayon, polyester, and polypropylene fibers. The materials were examined seven physical properties, weight, thickness, density, breaking strength, elongation, bursting strength, and tear strength. The wrap was composed of two types with two layers and three layers. Two layers was made of a web and a nonwoven fabrics, however, three ones with two webs and a nonwoven fabric. A pesticide belonged to Fenitrothion group was sprayed on webs. The wraps covered pine trees and some fruit trees. Three different designs were printed using the silk-screen techniques.

2) Wrap II

Four types of materials, flax, recycled papers, needlepunched nonwovens, and spunlaced fabrics were used for Wrap II. The new wrap were printed using the silk-screen techniques. Seven different physical properties were examined for the material used for Wrap II. The wraps covered pine trees.

Two entomologists caught the insects on trees covered with wraps. They classified them. Also, the scientists used the electric resistance for examining the growths of trees to compare between the wraps made of different materials.

The results obtained from the experiments were as follows.

- 1) The growth of trees covered with new Wrap I made of needlepunched nonwoves was easier and safer to handle than the rice straw wrap. The new wrap could be replaced to the rice straw wrap. Also, the wrap could be prevented the drivers from the traffic accidents in dark street, especially countryside, because of fluorescent stripes. The insects were caught on the wrap with three layers because of keeping the more volume and warmth.
- 2) Comparing to other types of wraps, the new Wrap II made of the needlepunched nonwoven fabrics showed the best results because of keeping the moisture longer. Its design using the bark pattern was fit to the tree. It added the beauty on the street. The wrap could be replaced to flax wrap imported from foreign countries.
- 3) The significant difference on the electric resistance was shown at the measuring time.
- 4) Total numbers of insects caught on trees covered Wrap II were 560.

C O N T E N T

| | |
|--|-----|
| Chapter 1. Introduction----- | 15 |
| section 1. Review of literature----- | 15 |
| section 2. Purposes----- | 16 |
| | |
| Chapter 2. Tree wrap preventing from the diseases and pests on trees----- | 20 |
| section 1. Introduction----- | 20 |
| section 2. Experimental and Methods----- | 42 |
| section 3. Results and Discussion----- | 49 |
| | |
| Chapter 3. Tree wrap used after transferring----- | 67 |
| section 1. Introduction----- | 67 |
| section 2. Experimental and Methods----- | 77 |
| section 3. Results and Discussion----- | 80 |
| section 4. Conclusion----- | 94 |
| | |
| Referances----- | 96 |
| | |
| Appendix----- | 101 |

목 차

| | |
|-----------------------------|-----|
| 제 1 장 서 론----- | 15 |
| 제 1절 국내외 관련 분야의 현황----- | 15 |
| 제 2절 연구 개발의 목표 및 내용----- | 16 |
| 제 2 장 병해충 방제용 수목보호대 분야----- | 20 |
| 제 1절 서 설----- | 20 |
| 제 2절 재료 및 방법----- | 42 |
| 제 3절 결과 및 고찰----- | 49 |
| 제 3 장 이식용 수목보호대 분야----- | 67 |
| 제 1 절 서 설----- | 67 |
| 제 2절 재료 및 방법----- | 77 |
| 제 3절 결과 및 고찰----- | 80 |
| 제 4절 결 론----- | 94 |
| 참고자료 및 문헌----- | 96 |
| 부 록----- | 101 |

여 백

제 1 장 서 론

제 1절 국내외 관련분야의 현황

삼림상태가 뛰어난 녹지 (특히 강원도) 면적이 해충, 벌목 및 개간 등으로 매년 감소되고 있는 것으로 밝혀져서 대책 마련의 시급성이 지적되고 있다. WTO의 출범과 OECD의 가입으로 환경보호가 녹지의 보존에 이르기까지 주요한 사항으로 대두되고 있어서 정부 및 민간 단체들이 예전과는 달리 환경보존을 위한 활동을 활발히 진행하고 있다. 한편 국가 경제의 질적 성장에 따른 주위 환경의 향상을 위하여 도시의 녹화 및 조경에 관련된 시장은 급격하게 팽창하고 있다. 특히 조경수 수요의 빠른 증가가 나타나고 있으므로, 수목보호용 소재도 안정적인 공급, 간편한 시공, 우수한 효능 등이 요구된다. 산림, 가로수 그리고 다양한 규모의 녹지 공간과 공원에 산재되어 있는 수목에 발생하는 해충을 방제하는 문제는 효과적이고 적절한 방제 수단의 개발을 절대적으로 필요로 하고 있다.

본 연구에서는 이러한 목적으로 개발된 소재를 가지고 수목보호대들을 개발하여 수목에 처리함으로써 수목의 성장증진 및 환경보호에 기여하고자 한다.

1. 국내외 관련기술의 현황과 문제점

기존에 벗짚을 사용하여 해충의 잠복소 그리고 해충들의 변태 과정 중 번

데기로 용화하기 위한 고치를 만드는 잠복소 등으로 사용될 수 있도록 유인함으로써 해충을 제거하기도 했으나 벼농사가 점차 기계화됨에 따라 수확시 기계의 사용이 일반화되어 새끼의 원료인 벚짚을 구하기가 힘들다. 또 개량된 다수확 품종으로 인하여 벼의 줄기 자체가 굵고, 짧아져서 양질의 새끼가 없어지고 있다. 최근 농촌인력의 급속한 감소와 노령화 추세로 겨울철 농한기의 농가부업인 새끼생산이 자취를 감춤으로써 물량부족과 가격폭등 현상을 보이고 있다.

현재 이식용 수목보호대로 사용되고 있는 마대의 원료인 황마섬유는 국내에서 생산이 되지 않으므로, 100% 수입에 의존하고 있다. IMF 체제하에 있는 국내 경제 상황에서는 이 수입품을 대체할 수 있는 국내산 이식용 수목보호대의 개발이 요구되고 있다. 또한 인건비 절감이라는 경제적인 효과를 거두기 위하여, 수목에 감아주는 작업을 좀 더 간단히 할 수 있는 이식용 수목보호대가 필요하다.

또 지상에서 살포되는 살충제가 생태계에 주는 피해는 상당히 크고 과도한 양의 살충제를 사용할 경우에 목표 지점을 벗어난 살충제는 벌, 물고기, 또는 유익한 천적을 죽이고, 음료수원이나 관개수를 오염하는가 하면 농작물과 육류에 잔류하게 되고, 분해가 늦은 살충제는 농토를 황폐시키고 있다.

따라서 병해충 방제용 수목보호대로 살충제를 올바르게 사용하면 환경 피해를 최소한으로 줄일 수 있으므로, 살충제를 공중 살포 이외의 다른 방법으로 해충을 줄이는 연구가 요구된다.

제 2절 연구개발의 목표 및 내용

1. 연구개발 목표와 내용

본 연구는 환경문제에 적극적으로 대응하기 위한 방편으로 보다 나은 환경의 보존을 위하여 임업재 증의 하나인 병해충 방제용 수목보호대 및 이식용 수목보호대를 개발하는데 목표를 두었다. 병해충의 피해를 막기 위한 해충 방제용 수목보호대에 방충 및 살충 효과에 관한 기술을 첨가하여 재래식 방법의 단점을 보완할 수 있는 환경조화형 기술과 수목을 굴취하여 이식시킬 때에 발생될 수 있는 수피의 손상을 방지하여 주고, 이식 후의 급작스러운 기후 변화에 따른 피해를 막아 주기 위한 이식용 수목보호대를 개발하고자 한다.

본 연구의 수목보호대들은 앞서 언급한 바와 같이 가로수, 공원의 녹림수 및 정원수에 서식하는 해충 방제를 위하여 사용될 예정이다. 병해충 방제용 수목보호대에 해충이 많이 포획되었으나, 그 중에는 익충도 있을 것으로 사려되었다.

2. 연구 개발의 필요성

가. 기술적 측면

이식용 수목보호대는 수목을 굴취하여 이식시킬 때에 발생될 수 있는 수피의 손상을 방지하여 주고, 이식 후의 급작스러운 기후 변화에 따른 피해를 막아 준다. 한편 해충 방제용 수목보호대는 지금까지는 해충 방제용 수목보호대로 사용되어 오던 벗짚의 공급에서의 문제와 벗짚을 사용하여 보호대를 제작하는 작업의 불편함을 적절한 소재와 대체하면서 간편하게 된 것이다.

이 수목 보호대는 바탕재로 부직포를 사용하였고 소수성 웹을 적층함으로써 보호대의 공간 확보로 보온성을 향상시켰고, 또 소수성으로 습도가 낮아 건조를 유지하므로써 병해충이 서식하기 용이한 조건을 형성하도록 한 것이다.

흡수성 합성섬유와 소수성 합성섬유가 혼합되어 웹을 형성하고 있으므로 약제를 첨가하기 용이하며 약제를 첨가시킨 흡습성 웹을 소수성 웹과 바탕재로 사용된 부직포 사이에 두었다.

최근에 수목용 보호대를 일부 수입하여 사용하고 있으나, 이 보호대가 현장에서 사용되었을 경우에 나타나는 구체적인 과학적인 실험 결과가 아직 없을 뿐만 아니라, 국내에서 이 분야의 연구가 전무한 상태이다.

나. 경제·산업적 측면

수목용 보호대를 생산하기 위한 기술의 국산화는 중장기적으로 볼 때 수입 대체 효과를 가져 올 뿐만 아니라, 내수시장의 확대를 기대할 수 있다. 또 사용이 간편하고 효율성이 높아 그 수요량은 급격히 증가될 것으로 예상된다.

수입 대체제품의 개발은 수입에 의한 경제적 손실 감소, 전 생산의 자국화에 따른 생산비용의 절감과 가격인하 및 고부가가치의 제품 개발로 인하여 수출 증대와 함께 국내 사정에 맞는 보호대 개발의 결과로 얻어지는 임자원의 보존 및 발전으로 인해 좀 더 나은 환경을 구축할 수 있다.

다. 사회·문화적 측면

현재까지 폭넓게 사용되던 살충제에 의한 화학적 방제 수단은 환경의 오염과 주거지 주변의 생태계 파괴 등의 환경문제와 천적 생물들의 무차별적인 박멸이라는 문제들을 일으켰다. 해충 방제용 수목보호대는 이와 같은 문제들을 해소하기 위하여 해충의 월동처 그리고 해충들의 변태 과정 중 번데기로 용화하기 위한 고치를 만드는 장소 등으로 사용될 수 있도록 유인함으로써 살충제나 방충제의 살포로 인하여 독성이 있는 약제가 근처 지역으로 유포되어 인체

에 해를 끼치는 문제를 해소하고 천연섬유를 사용함으로써 보호대의 소각 시에 생성되는 유독 가스를 줄이는 등 환경오염을 감소시킬 수 있다.

3. 연구 전망과 타당성

가. 앞으로의 전망

- WTO를 비롯하여 세계 곳곳에 산재하여 있는 환경단체들의 활동에 힘입어 환경오염의 감소를 강력하게 규제하는 추세이므로 임업과 관련된 환경보존형 자재의 개발이 절실히 요구된다.
- 본 연구결과를 토대로 하여 임업분야 이외에도 다른 산업으로 용도 응용이 가능하므로 이 분야에 대한 기술 개발이 시급하기 때문에 중장기적인 연구로 추진되어야 한다.
- 본 연구결과로 얻어질 신제품은 수입의 감소뿐만 아니라, 타 분야에서 응용으로 국내 수출산업의 국제 경쟁력 강화에 기여가 예상된다.
- 임업용의 부산물을 이용한 신제품의 개발 가능성도 예상된다.

나. 기술도입의 타당성

- 국내에서 수목 보호대의 연구개발이 전무한 상태이나 생산기술을 도입한다면 기술료 납부를 부담하여야 한다.
- 경제성 측면에서 기술도입보다는 자체기술개발을 통한 고부가 가치성 제품 생산 기술의 개발이 장기적으로 볼 때 더 효과적인 것으로 보여진다.

제 2 장 병해충 방제용 수목 보호대 분야

제1절 서 설

1. 수목 보호대에 대한 조사

가. 병해충 방제용 수목보호대

1) 수요조사

가) 국 내

1980년대 이후, 성공적인 4대 조림 국가(독일, 영국, 뉴질랜드, 한국) 중의 하나로서 세계에 알려졌고, 온대기후대에 속해 있으며, 여름철의 집중호우와 겨울철의 추운 대륙풍으로 특징 지워지는 기후조건을 가지고 있다. 따라서 봄과 가을은 비교적 짧은 반면에 여름과 겨울은 길며, 연평균 강우량은 600-1,200mm에 달하는 데, 이와 같은 기후조건 때문에 한반도의 산림은 기후대에 따라 난대림, 남부 온대림, 중부 온대림, 한대림으로 구분되며, 침엽수림과 낙엽 활엽수림, 상록 활엽수림이 서로 독립적, 혹은 혼효림 상태로 성장하고 있다.

흔히 소나무, 잣나무 등으로 대표되는 우리나라의 침엽수림은 한반도 북부

의 한대림 지역에 주로 분포하고 있으며, 이에 반하여 중부 온대지방에 많이 위치하고 있는 신갈나무, 떡갈나무, 단풍나무 등의 낙엽 활엽수림은 우리나라를 대표하는 임분이다. 낙엽 활엽수림은 임분이 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 다양하게 층이 구성되어 있으며, 임지 내에 40-60종의 식물 종을 유지하고 있다. 일본 목련 등의 상록 활엽수림은 사시사철 짙은 녹색을 유지하고 있는데, 우리나라는 상록 활엽수림의 북한계에 위치하고 있는 관계로 남해안의 도서 지역을 비롯하여 극히 일부 난대 지역에서만 찾아 볼 수 있다.

1994년대 말 현재 우리나라의 산림 면적은 646만ha로 전국토 면적의 65%를 점유하는 산악국가이나, 1인당 산림 면적은 세계 평균의 1/5인 0.15ha에 불과하다. 산림 중에서도 70% 정도만 정상적인 산림 경영이 가능하며, 나머지는 도시계획지구, 군사보호지구, 자연보호지구 등으로 지정되어 있어 산림 경영 대상 면적은 더욱 제한되어 있다.

[표 1] 한국의 산림면적과 축적(1994)

| 소유구분 | 산림 면적 | | 산림 축적 | | 단위 면적당 축적 (m ³ /ha) |
|------|-----------|-------|------------------------|-------|-----------------------------------|
| | (1,000ha) | % | (1,000m ³) | % | |
| 국유림 | 1,386 | 21.5 | 97,432 | 32.9 | 70.2 |
| 공유림 | 492 | 7.6 | 21,392 | 7.2 | 43.5 |
| 사유림 | 4,578 | 70.9 | 176,982 | 59.8 | 38.7 |
| 합 계 | 6,456 | 100.0 | 295,806 | 100.0 | 45.8 |

자료 : 산림청(1994)

현재 산림은 [표 1]과 같이 소유 구분에 의거하여 국유림, 공유림 및 사유림으로 구분되는 데 국유림은 전체 산림의 139만ha(21%)를 차지하고 있으며, 산림청은 이 중 타부처가 관장하는 13만ha를 제외한 126만ha의 국유림을 관리

하기 위하여 지방산림관리청(5개소), 국유림관리소(30개소), 산림토목사업소(3개소)를 산하기관으로 설치하여 운영하고 있다. 1994년대 말, 국유림의 평균 축적은 ha당 70.2m^3 로, 국내 산림의 전체 평균치인 45.8m^3 보다 많으며, 지방자치 단체가 소유하고 있는 공유림은 면적 상으로는 전체의 7.6%, 축적으로는 전체의 7.2%를 차지하고 있다.

국립공원은 [표 2]와 같이 전국에 20곳이 있으며, 총면적은 $6,473.11\text{ km}^2$ (전국토의 6.5%)로 육지가 $3,821.46\text{ km}^2$ (전국토의 3.8%)를 차지하며, 해상은 $2,648.54\text{ km}^2$ (전국토의 2.7%)를 차지하고 있다. 가장 넓은 국립공원은 한려해상공원으로 510.32 km^2 이고, 그 다음으로 넓은 곳은 지리산으로 440.49 km^2 이며, 세 번째로는 설악산으로 373.00 km^2 이다. 국립공원 중에서 14곳이 보호구역으로 지정되어 있다.

도립공원은 [표 3]에 나타난 것과 같이, 20개로서 전체면적이 732.48 km^2 이고, 팔공산이 122.08 km^2 로 가장 넓은 면적을 가진 공원인 반면에 문경새재가 5.30 km^2 로 가장 작은 도립공원이다.

국립공원은 [표 4]와 같이 전국에 26곳이 있으며, 총면적은 235.83 km^2 에 달하고 있다. 그 중에서 화왕산이 31.28 km^2 로 가장 컸으며, 입곡공원이 1.00 km^2 로 가장 적었다.

이상과 같이 전국에 있는 국립, 도립 및 군립공원의 위치와 면적에 대한 자료는 있으나, 공원의 녹림수에 대한 공식적인 자료는 보고된 것이 없었다.

[표2] 국립공원 현황

단위 : km²

| 지정 순위 | 공원명 | 위치 및 시·도별 면적 | 면적 | 공원보호구역 |
|----------|-------|---|------------------------------------|--------|
| 1 | 지 리 산 | 전북 남원 107.78 전남 구례 87.98 경남 산청 93.60 하동 84.55 함양 66.58 | 440.49 | 35.23 |
| 2 | 경 주 | 경북 경주 112.95 월성 25.21 | 138.10 | |
| 3 | 계 룡 산 | 충남 공주 41.32 논산 13.01 대전 6.82 | 61.15 | 21.60 |
| 4 | 한려해상 | 전남 여수 28.90 경남 거제 170.50 통영 172.20 포천 26.70 삼동 7.60 남해 72.72 | 510.32 165.56(육지) 344.76(해상) | |
| 5 | 설 악 산 | 강원 속초 55.80 양양 87.20 인제 221.00 고성 9.00 | 373.00 | 4.70 |
| 6 | 속 리 산 | 충북 괴산 140.32 보은 72.56 경북 상주 51.02 문경 19.50 | 283.40 | 1.02 |
| 7 | 한 라 산 | 제주 제주시 51.30 남제주 28.66 북제주 29.49 서귀포 39.55 | 149.00 | 2.35 |
| 8 | 내 장 산 | 전남 장성 32.23 전북 정읍 11.40 순창 8.80 정주 23.60 | 76.30 | 12.56 |
| 9 | 가 야 산 | 경남 합천 42.81 거창 2.60 | 80.16 | 4.39 |
| 10 | 덕 유 산 | 전북 무주 170.00 장수 10.00 경남 거창 33.00 함양 6.00 | 219.00 | |

[표 2] 국립공원 현황 (계속)

단위 : km²

| 지정 순위 | 공 원 명 | 위치 및 시·도별 면적 | 면적 | 공원보호구역 |
|----------|------------|---|--|------------------|
| 11 | 오 대 산 | 강원 명주 113.70 홍천 44.40 평창 140.40 | 298.50 | 1.98 |
| 12 | 주 왕 산 | 경북 청송 75.73 영덕 29.85 | 105.58 | 0.70 |
| 13 | 태안해안 | 충남 태안 292.38 보령 36.61 | 328.99 38.69(육지) 290.30(해상) | 0.09 |
| 14 | 다 도 해 상 | 전남 여천 421.68 고흥 143.59 완도 609.86 진도 635.06 신안 534.72 | 2,344.91 340.43(육지) 2,004.48(해상) | |
| 15 | 북 한 산 | 서울 도봉 21.43 성북 4.70 종로 3.84 은평 9.24 동대문 0.31 경기 고양 14.93 양주 14.58 의정부 9.23 | 78.45 | |
| 16 | 치 약 산 | 강원 원주군 98.24 원주시 9.48 횡성 74.37 | 182.09 | |
| 17 | 월 약 산 | 충북 제원 111.30 단양 63.32 충원 32.08 | 284.50 | 2.34 |
| 18 | 소 백 산 | 경북 문경 77.80 영풍 169.00 봉화 2.40 충북 단양 148.20 | 320.50 | 3.17 |
| 19 | 변산반도 | 전북 부안 157.00 | 157.00 148.00(육지) 9.00(해상) | |
| 20 | 월 출 산 | 전남 영암 27.84 강진 14.04 | 41.89 | 16.82 |
| 계 | 20개 공원 | | 6,473.11 3,821.46(육지) 2,648.54(해상) | 122.21 14개 공원 |

자료 : 내무부 자연공원과, 1993 /
국립공원관리공단, 1991.(업무자료집)

[표 3] 국립공원 현황

단위 : km²

| 지정 순위 | 공 원 명 | 위치 및 시·도별 면적 | 면적 |
|----------|--------|--|--------|
| 1 | 금 오 산 | 경북 구미 21.13 구룡 8.28 칠곡 8.50 | 37.91 |
| 2 | 남한산성 | 경기 광주 36.44 | 36.44 |
| 3 | 모 악 산 | 전북 김제 28.22 완주 14.00 | 42.22 |
| 4 | 무 등 산 | 강주 27.03 전남 담양 0.08 화순 2.49 | 30.23 |
| 5 | 덕 산 | 충남 예산 21.05 | 21.05 |
| 6 | 칠 갑 산 | 충남 청양 32.54 | 32.54 |
| 7 | 대 둔 산 | 전북 완주 38.10 | 38.10 |
| 8 | 낙 산 | 강원 양양 9.10 | 9.10 |
| 9 | 마 이 산 | 전북 진안 16.90 | 16.90 |
| 10 | 가 지 산 | 경남 밀양 14.04 울진 28.60 양산 63.87 | 106.07 |
| 11 | 조 계 산 | 전남 승주 27.38 | 27.38 |
| 12 | 두 룬 산 | 전남 해남 34.64 | 34.64 |
| 13 | 선 운 산 | 전북 고창 43.70 | 43.70 |
| 14 | 팔 공 산 | 대구 동구 30.60 경북 칠곡 30.15 안동 21.68 경상영천 10.61 영천 29.04 | 122.08 |
| 15 | 대 둔 산 | 충남 논산 15.98 금산 8.56 | 24.54 |
| 16 | 문경세계 | 경북 문경 5.30 | 5.30 |
| 17 | 경 포 | 강원 강릉 7.11 명주 2.26 | 9.37 |
| 18 | 청 량 산 | 경북 봉화 40.36 안동 8.40 | 48.76 |
| 19 | 연 화 산 | 경남 고성 28.72 | 28.72 |
| 20 | 태 백 산 | 강원 태백 17.44 | 17.44 |
| 계 | 20개 공원 | | 732.48 |

자료 : 국립공원관리공단, 1991, 업무자료집
국립공원협회, 국립공원 39-40호, 1988.

[표 4] 국립공원 현황

단위 : km²

| 지정 순위 | 공 원 명 | 위 치 | 면 적 |
|----------|-------|--------------------|--------|
| 1 | 천 마 산 | 경기도 남양주군 화도면, 진건면 | 12.71 |
| 2 | 아 미 산 | 강원 인제군 인제읍 | 3.98 |
| 3 | 고 북 | 충남 연기군 서면 | 1.95 |
| 4 | 강 천 산 | 전북 순창군 팔덕면 | 15.70 |
| 5 | 장 안 산 | 전북 장수군 장수읍 | 6.38 |
| 6 | 불영계곡 | 경북 울진군 울진읍 서면, 근남면 | 25.14 |
| 7 | 덕구운천 | 경북 울진군 북면 | 6.05 |
| 8 | 보 경 사 | 경북 영일군 송라면 | 8.51 |
| 9 | 운 문 산 | 경북 청도군 운문면 | 16.20 |
| 10 | 비 파 산 | 경북 달성면 옥포면, 유가면 | 13.00 |
| 11 | 빙계계곡 | 경북 의성군 춘남면 | 0.84 |
| 12 | 월 아 산 | 경남 진양군 금산면 | 7.65 |
| 13 | 화 왕 산 | 경남 창령읍 옥천리 | 31.28 |
| 14 | 불 광 산 | 경남 양산군 장안면 | 3.59 |
| 15 | 신 불 산 | 경남 울주군 상북면 | 11.66 |
| 16 | 상 족 산 | 경남 고성군 하일면, 하이면 | 5.11 |
| 17 | 호 약 산 | 경남 남해군 이동면 | 6.58 |
| 18 | 고 소 산 | 경남 하동군 악양면 | 3.14 |
| 19 | 웅 석 봉 | 경남 산청군 산청읍 | 18.19 |
| 20 | 기 백 산 | 경남 함양군 장안면 | 2.91 |
| 21 | 거별산성 | 경남 거창군 거창읍 | 4.25 |
| 22 | 황 매 산 | 경남 합천군 대병면, 가회면 | 17.99 |
| 23 | 구천계곡 | 경남 거제군 동부면 | 5.67 |
| 24 | 봉 명 산 | 경남 사천군 곤양면 | 2.65 |
| 25 | 입 곡 | 경남 함안군 산인면 | 1.00 |
| 26 | 제주조각 | 제주 남제주군 안덕면 | 3.70 |
| 계 | | 26개 공원 | 235.83 |

자료 : 국립공원관리공단, 1991, 업무자료집
국립공원협회, 국립공원 39-40호, 1988.

[표 5] 전국의 가로수 분포현황

단위 : 본

| 수종별 시도별 | 계 | 은행나무 | 현사시 | 포플러 | 블리 타니스 | 수양 버들 | 왕벚 나무 | 히말리 야시니 | 복백합 | 메타세 퀘이아 | 단풍 나무 | 이까시 나무 | 해송 | 감나무 | 중목 단풍 | 동백 나무 | 진입수 | 백옥봉 | 기 타 | 비 고 |
|------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|---|
| 계 | 본 1,956,860 | (20.2) 394,513 | (14.8) 289,060 | (13.1) 256,839 | (17.2) 336,177 | (9.4) 181,441 | (5.1) 100,026 | (3.1) 59,643 | (2.4) 47,963 | (1.6) 31,368 | (2.1) 41,627 | (1.8) 34,466 | (1.0) 19,121 | (0.3) 5,892 | (0.1) 2,860 | (0.2) 4,453 | (0.1) 1,112 | (0.2) 4,208 | (7.0) 136,237 | (0.3) |
| 서울 | 217,098 | (21.7) 47,032 | (5.1) 11,069 | (2.3) 4,929 | (4.9) 107,844 | (10.7) 23,261 | (2.1) 4,597 | - | (0.5) 1,105 | (0.2) 511 | (4.7) 10,114 | (0.4) 809 | - | - | (0.1) 169 | - | - | - | (0.1) 230 | 가목 나무 1,652(0.7) 외화 나무 1,823(0.8) 타 나무 1,929(0.9) |
| 부산 | 49,952 | (30.0) 15,382 | (0.7) 350 | - | (11.0) 5,131 | (24.3) 11,816 | (6.0) 3,031 | (5.0) 2,563 | (0.6) 3,000 | - | - | - | (9.0) 4,591 | - | - | - | - | - | (8.0) 3,998 | |
| 대구 | 54,609 | (13.5) 7,369 | (1.6) 852 | (3.0) 1,648 | (36.4) 19,862 | (11.9) 6,485 | (2.9) 1,570 | (9.0) 4,922 | (5.1) 2,816 | (0.4) 195 | (0.9) 3,766 | (1.8) 1,004 | - | - | (2.5) 1,379 | - | (1.2) 672 | - | (3.8) 2,079 | |
| 인천 | 48,062 | (47.0) 22,583 | (10.0) 4,831 | (7.0) 3,525 | (11.0) 5,020 | (17.0) 8,139 | (10.3) 192 | (0.4) 205 | (0.6) 2,929 | - | - | (0.5) 225 | - | (0.3) 123 | - | - | - | - | (0.5) 290 | |
| 광주 | 22,999 | (24.2) 5,578 | (16.1) 3,707 | (0.1) 26 | (11.9) 2,741 | (8.9) 2,044 | (0.2) 51 | (18.2) 4,180 | (5.2) 1,199 | (9.6) 2,202 | - | (2.2) 496 | - | - | - | - | - | - | (3.4) 775 | |
| 경기 | 268,495 | (26.4) 70,861 | (28.4) 76,358 | (7.7) 20,793 | (13.2) 35,466 | (13.5) 36,348 | (1.5) 4,150 | - | (0.6) 1,529 | (1.0) 2,737 | (1.3) 3,393 | (1.0) 2,648 | - | (0.1) 123 | - | - | (0.2) 440 | - | (4.8) 12,935 | 가목 나무 376(0.3) 외화 나무 100 타 나무 238 |
| 강원 | 145,124 | (21.4) 31,071 | (28.5) 41,424 | (5.3) 7,666 | (8.3) 12,079 | (5.6) 8,139 | (3.0) 4,378 | (0.9) 1,353 | (0.1) 137 | - | (4.3) 6,152 | (11.9) 17,204 | (1.6) 2,303 | (0.6) 934 | - | - | - | - | (8.7) 12,284 | |
| 충북 | 141,150 | (3.9) 5,500 | (12.6) 17,807 | (17.3) 24,345 | (38.3) 54,058 | - | (3.6) 5,031 | - | (0.5) 783 | - | (1.4) 2,016 | - | - | (1.2) 1,653 | - | - | - | - | (21.2) 29,957 | |
| 충남 | 170,103 | (17.4) 29,634 | (19.7) 33,486 | (3.1) 5,299 | (22.9) 39,011 | (10.1) 17,139 | (2.6) 4,472 | (0.2) 357 | (11.4) 19,315 | - | (0.2) 294 | - | - | (0.1) 100 | - | - | - | - | (12.3) 20,996 | |
| 전북 | 78,750 | (24.1) 19,004 | (10.8) 8,520 | (20.1) 15,858 | (5.0) 3,965 | (10.5) 8,291 | (13.2) 10,418 | (3.0) 2,357 | (1.6) 1,271 | (5.4) 4,233 | (1.4) 1,074 | (0.1) 108 | (0.2) 182 | (0.2) 170 | (1.7) 1,312 | - | - | (1.0) 750 | (1.7) 1,237 | |
| 전남 | 180,504 | (19.2) 34,675 | (20.7) 37,365 | (9.0) 16,203 | (4.0) 7,206 | (6.8) 12,334 | (7.9) 14,356 | (7.3) 13,239 | (2.2) 3,955 | (9.6) 17,408 | (3.7) 6,692 | (2.3) 4,072 | (0.8) 1,402 | (0.1) 252 | - | (0.5) 864 | - | (1.2) 2,158 | (4.7) 8,232 | |
| 경북 | 315,957 | (14.0) 44,332 | (14.5) 45,898 | (45.4) 143,329 | (4.4) 13,822 | (4.0) 12,680 | (4.9) 15,473 | (4.5) 14,303 | (0.3) 928 | (1.0) 3,230 | (2.3) 7,104 | (2.4) 7,625 | (0.5) 1,504 | (0.5) 1,638 | - | - | - | (0.4) 1,300 | (0.9) 2,798 | |
| 경남 | 226,259 | (26.4) 59,804 | (3.3) 7,393 | (5.8) 13,218 | (13.1) 29,635 | (16.5) 37,272 | (11.9) 26,981 | (7.2) 16,164 | (3.9) 8,906 | (0.4) 852 | (3.5) 1,022 | (0.1) 275 | (1.4) 3,235 | (0.4) 899 | - | (0.8) 1,717 | - | - | (8.3) 18,856 | |
| 제주 | 37,798 | (4.4) 1,674 | - | - | (0.8) 307 | (1.3) 493 | (14.1) 5,326 | - | - | - | - | - | (15.6) 5,504 | - | - | (5.0) 1,872 | - | - | (56.8) 21,479 | 목 나무 121(0.2) 민 나무 450 위질당야자 168 |

() : %를 의미함.

전국의 가로수 분포현황은 [표 5]에 시도별 및 수종별로 나타나 있는 데, 가로수의 총수는 1,956,860본이다. 분포상황을 시도별로 살펴보면, 경상북도가 315,957본(16.2%)으로 가장 많고, 다음으로 경기도가 268,495본(13.7%), 경상남도가 226,259본(11.6%), 서울이 217,098본(11.1%), 전라남도가 180,504본(9.2%), 충청남도가 170,103본(8.7%), 강원도가 145,124본(7.4%), 충청북도 141,150본(7.2%) 순으로 전국 가로수의 85.1%를 차지하고 있으며, 그 나머지 14.9%가 전라북도, 대구, 부산, 인천, 제주, 광주에 분포하는 것으로 나타났다.

수종별로 보면 전국적으로 은행나무가 394,513본(20.2%)으로 가로수 중에 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 다음으로 플라타너스가 336,177본(17.2%), 현사시가 289,060본(14.8%), 포플러가 256,839본(13.1%), 수양버들이 184,441본(9.4%), 왕벚나무가 100,026본(5.1%), 히말라야시다가 59,643본(3.1%), 목백합가 47,963본(2.4%), 단풍나무가 41,627본(2.1%), 아까시나무가 34,466본(1.8%), 메타세콰이아가 31,368본(1.6%)으로 가로수의 대부분을 차지하고 있다.

특별시와 광역시에 있는 가로수의 수종을 살펴보면, 서울의 경우에 플라타너스가 107,844본(49.7%)으로 총가로수의 절반을 차지하고 있으며, 다음으로 은행나무가 47,052본(21.7%), 수양버들이 23,261본(10.7%)으로 이상의 세 종류가 대부분을 차지하고 있다. 부산의 경우에는 은행나무가 15,382본(30.0%)으로 가장 많은 비율을 차지하고 있는 수종이며, 다음으로는 수양버들이 11,816본(24.3%), 플라타너스가 5,131본(11.0%)으로 가로수의 대부분을 차지하였다. 대구에서는 플라타너스가 19,862본(36.4%), 은행나무가 7,359본(13.5%), 수양버들이 6,485본(11.9%)으로 가로수의 60%이상을 차지하고 있다. 인천에서는 은행나무가 22,583본(47.0%)으로 가장 많이 차지하고 있고, 다음으로 수양버들이 8,139본으로 17.0%를 차지하고 있다. 4개의 광역시 중 가장 낮은 가로수 분포율을 보이고 있는 광주는 은행나무가 5,578본(24.2%), 히말라야시다가 4,180본(18.2%), 플라타너스가 2,741본(11.9%)을 차지하고 있다.

도별로 보면 가장 가로수의 분포가 높은 경상북도의 경우에 포플러가 143,329본으로 45.4%를 차지하고 있으며, 그 외에 현사시가 45,898본, 은행나무가 44,332본으로 각각 14.5%, 14.0%를 차지하고 있다. 다음으로 경기도에서는 현사시가 76,358본(28.4%), 은행나무가 70,861본(26.4%)으로 두 종의 가로수가 절반 이상을 차지하고 있다. 경상남도는 은행나무가 가장 많은 비율을 차지하고 있어 59,804본으로 26.4%를 차지하고 있으며, 수양버들이 37,272본(16.5%), 플라타너스가 29,665본(13.1%), 왕벚나무가 26,981본(11.9%)의 순으로 나타났다. 전라남도에서는 현사시가 37,365본(20.7%), 은행나무가 34,675본(19.2%)으로 주종을 이루고 있다. 충청남도에서는 플라타너스가 39,011본(22.9%), 현사시가 33,486본(19.7%), 은행나무가 29,634본(17.4%)으로 주종을 이루고 있다. 강원도에서는 현사시가 41,424본(28.5%), 은행나무가 31,071본(21.4%)으로 대부분을 차지하고 있으며, 충청북도에서는 플라타너스가 54,058본(38.3%), 포플러가 24,345본(17.3%)으로 주종을 이루고 있다. 한편, 전라북도에서는 은행나무가 19,004본(24.1%), 포플러가 15,858본(20.1%)으로 대부분을 차지하고 있으며, 가장 가로수의 분포율이 낮은 제주도에서는 해송 5,904본(15.6%)과 왕벚나무 5,326본(14.1%)이 주종을 이루고 있다.

나) 국 외

국제식량농업기구(FAO)가 1990년에 조사한 바로는 세계의 육지면적은 133억ha이었다. 그 중에서 폐쇄림과 소림의 산림면적은 34.4억ha(육지면적의 27%)이었고, 휴한림과 저목림의 산림면적은 17억ha이었으므로, 전체 산림면적은 51.4억ha로서 경지면적(17.1억ha)의 약 3배에 달한다. 북반구에는 침엽수가 많아 스칸디나비아 반도로부터 구소련과 캐나다 서부까지 침엽수림대가 널리

분포하고 있으며, 남반구는 적도를 사이에 두고 넓은 열대성 활엽수림대를 이루고 있는 데 아프리카 대륙은 소림이 지배적이다. 중위도 지역에는 온대성 침엽수와 활엽수의 혼효림(混淆林)이 주로 분포되어 있다. 약 27억ha를 점유하고 있는 교림은 러시아공화국(약 7.9억ha), 중남미 대륙(6.8억ha), 북미 대륙(4.7억ha)에 많고, 유럽과 열대아프리카에는 적으므로 지역적으로 편재되어 있는 상태이다. 산림 축적은 약 3,100억m²로 추정되는 데, 이 중에서 침엽수림은 전체산림 면적의 약 40%를 차지하며, 이 중 80%가 구소련과 북미대륙에 분포되어 있다. 이처럼 세계 육지면적의 27%에 해당하는 폐쇄림과 소림의 산림면적을 고려해 볼 때 수목보호대의 수출시장은 무한한 것으로 여겨진다.

이상의 수목 보호대를 설치할 가로수의 국내 현황에 대한 자료는 임업연구원을 통하여 얻을 수 있었다. 본 연구의 결과로서 얻어질 가로수용 수목 보호대는 병해충으로 인한 피해를 막으면서 주위환경을 보호/개선할 뿐만 아니라, 재래방법의 번거로운 작업을 단순화시켜 작업의 능률을 향상시키고, 약제의 독성으로 인한 폐해를 줄여 환경오염을 감소시킬 수 것으로 여겨진다. 더욱이 내수뿐만 아니라, 더 나아가 전세계로 수출하여 외화를 획득할 수 있을 것이다

2. 국내외 관련 기술 현황 조사

가. 국내외의 관련기술 현황 (발명품: 발명자, 출원국, 공고일자)

- ◆ 해충구제방법: 가시하라 다카노부 외 3인, 일본, 1981. 8. 25
- ◆ O-피라졸-4-1-O-ethyl-S-N-propyl-(티오노)-티올-포스포린산 에스테르의 제조방법: 프리트즈 마우레르 외 2인, 독일, 1982. 5. 31
- ◆ 살충용 수성 현탁액: 오카모도 유기가쓰 외 1인, 일본, 1983. 4. 28
- ◆ N-설피닐 카바메이트류: 모하메드 아브딜 해미드, 미국, 1983. 5. 19
- ◆ N, N-디메틸 카바민산 O-피리미디닐 에스테르의 제조방법, 프리트즈

마우레르 외 2인, 독일, 1983. 6. 20

- ◆ N, N-디메틸 카팜산 O-피리미디닐 에스테르의 제조방법, 프리트즈마 우레르 외 2인, 독일, 1984. 9. 11
- ◆ 살충제 조성물: 강세훈, 한국, 1984. 12. 26
- ◆ 가변식 초음파 해충 구제장치: 김영빈, 미국, 1995. 3. 14
- ◆ 살충제를 혼합한 고형유기물 제조방법: 박인호, 한국, 1985. 3. 16
- ◆ 엔-설피닐 카바에이트의 제조방법, 테트수오 로이후크토 외 1인, 미국, 1985. 4. 10
- ◆ 카바메이트 유도체의 제조방법, 고도 다게시, 외 9인, 일본, 1985.5.24
- ◆ 인산 및 포스폰산의 크산테논 - 1 에스테를의 제조방법, 제임스티 트랙슬러, 미국, 1985. 7. 19
- ◆ 살충제 조성물: 강세훈, 한국, 1985. 9. 19
- ◆ N-(포스티닐아미조)티오와 N-(포스노티오일아미노) 티오메틸카바메이트를 제조하는 방법: 스티니분 제임즈, 미국, 1985. 10. 2
- ◆ 해충방제에 유용한 벤조일페닐우레아 및 그의 제조방법, 조세프 드 라 백, 스위스, 1987. 9. 22
- ◆ Treatmetrn for straw mat for pest or tick control: Shinto Paint Co. Ltd., 일본, 1988. 12
- ◆ Fibrous mats for raising plants: Brehm International Marking, 독일, 1989. 11
- ◆ Bandage to protect transplanted tree from sun, cold, and insects: AGROS KK, 일본, 1990. 12
- ◆ Porous packaging containing aluminium phosphide pesticide: Casa Beranrdo Ltd., South Africa, 1990. 12

- ◆ 해충 포살방법과 그 포살통: 윤인원, 한국, 1990. 12. 19
- ◆ 전기 해충 트립장치: 살바토레 에프 아이엘로 외 6인, 미국, 1991. 10. 14.
- ◆ Reinforced 100% polyester material used as applicator for holding pest control agents and process for its manufacture: Spada Bernardo, Brazil, 1992. 12. 29
- ◆ Animal repellent tape preventing young tree buds from pests: ASAHI Chemical industry Co., Ltd., 일본, 1993. 12
- ◆ 벚짚을 이용한 수목보호대, 정경균, 한국, 1994. 6. 20
- ◆ 해충 퇴치용 멀칭 필름: 기따무라 슈지 외 4인, 일본, 1995. 1. 27
- ◆ Multilayered substance, providing slow release of chemicals: Sumitomo Chemical Co, Ltd., 일본, 1995. 3

이상과 같이 살충제에 관한 연구 및 특허들이 계속적으로 발표되고 있었고, 그 약품들을 이용한 수목보호대 및 해충 구제법이 점점 발표되는 것으로 미루어 보아 연구가 진행되고 있음을 보여주었다.

3. 살충제에 대한 조사

해충을 방제할 목적으로 사용된 살충제는 생태계를 구성하는 생물들에 대하여 직간접적으로 여러 가지 영향을 미친다. 직접적인 영향이란 살충제에 의한 방화 곤충이나 거미류, 토양의 지렁이류 등의 제거를 말하며, 간접적인 영향이란 농약으로 오염된 동물이나 식물을 먹었을 때 죽게 되는 것이다.

위생상 또는 경제적인 이유로 살포한 살충제는 목표한 지점을 벗어나 지표

수에 씻겨 이동하여 지하로 스며들며, 농작물이나 가축에 잔류하고 증발하여 기류를 따라 수백 마일을 이동하기도 한다. 이와 같이 널리 확산된 살충제의 대부분은 결국 물로 귀환하지만 이 과정에서 독성물질인 살충제가 생태계에 주는 피해는 상당히 크다. 즉 잘못 사용하거나, 과다하게 사용하게 되어 목표 지점을 벗어난 살충제는 벌, 물고기, 또는 유익한 천적을 죽이고, 음료수원이나 관개수를 오염시키는가 하면 농작물과 육류에 잔류하게 되고, 분해가 늦은 살충제는 농토(국토)를 황폐시키고 있다.

그러나, 살충제를 올바르게 사용하면 환경 피해를 최소한으로 줄일 수 있으므로, 살충제의 살포 이외의 수단으로 해충을 줄이는 연구가 오래 전부터 행하여지고 있다. 살충제를 살포하여 방제하는 방법은 살충제의 대부분이 독성이 강하여 직접/간접적으로 인체에 피해를 줄뿐만 아니라, 주변으로 유포되어 자연을 파괴시키는 주된 요인이 되기 때문에 살충제 살포에 의한 피해를 막으면서 주위환경을 보호할 수 있는 새로운 병해충 방제방법의 개발이 절실히 요구된다.

가로수, 공원의 녹림수 및 정원수의 병해충 방제를 위하여 수목보호대의 web에 첨가할 살충제는 약효를 장기간 지속시키면서 환경오염을 최소화할 수 있어야 한다. 또한 살충제 침투 후에도 web의 형태가 유지 되므로서 해충의 잠복소가 만들어져야 할 것이다. 따라서 다양한 방법에 의한 살충제의 첨가는 이와 같은 조건을 충족시킬 수 있어야 할 것이다.

가. 병해충의 종류에 따른 형태, 생태 및 피해

우리 나라에 산림병해충이 약 1,700여종이 분포하고 있는데 특히 10여종이 전국산림의 370,000ha에 발생하여 피해를 주고 있는 실정에 있으며, 생리로 다시 많이 포획된 해충들에 대하여 조사된 내용은 아래와 같다.

◆ 미국 흰불나방(불나방과)

[가해수종] 활엽수 160종 및 초본류

[분포] 한국, 일본, 중국, 캐나다, 미국, 멕시코, 유럽, 러시아

[발생연혁] 북미 원산으로 아시아지역에 침입한 것이 1948년경 일본, 1958년경 한국의 서울, 1979년에 중국으로 발생하기 시작하였는데 미군의 화물에 묻어 들어온 것으로 추정되고 있다.

[피해] 유충 한 마리가 100-150cm²의 잎을 섭식하며 1화기보다 2화기에 피해가 더 심하다. 산림내의 피해는 경미한 반면에 도시주변의 가로수나 정원수에 특히 피해가 크다.

[형태] 성충의 몸길이는 암컷이 12-14mm, 수컷이 9-10mm이고, 날개를 편 길이는 암컷이 36-37mm, 수컷이 28-30mm이며, 몸과 날개가 백색으로 제1화기의 성충만은 날개에 검은 점들이 있다. 더듬이는 암수 모두 톱니 모양이지만 수컷에서는 깃털모양으로 보인다. 알은 구형으로 직경이 0.5mm이고, 담녹색으로서 부화할 때가 되면 머리와 앞가슴의 등면은 흑갈색이며, 배의 등면과 옆면이 담황색인 것과 머리와 등면 및 배면이 검은색이고, 옆면만 암황색인 것이 있다. 노숙유충의 몸길이는 30mm정도이고, 몸의 각절에 흑이 있으며, 검은색과 백색의 긴 털이 뺨뺨이 나있다.

[생태] 연 2회 발생하며, 수피사이, 판자틈, 지피물밑, 잡초 뿌리 근처 등에서 고치를 짓고, 그 속에서 번데기로 월동하며, 1화기 성충이 5월 중순-6월 상순에 나타나 600-700개의

알을 잎 뒷면에 무더기로 낳는다. 우화시각은 18-19시가 보통이며, 주로 밤에 활동하고 추광성이 강하다. 교미는 줄기나 잎 뒷면에 붙어 14-15시간 계속된다. 암컷의 포란수는 유충때의 먹이식물 종류에 따라 차이가 있으며, 성충의 수명은 4-5일이고, 1화기의 알기간은 9일 정도이다. 5월 하순부터 부화한 유충은 4령기까지 실을 토하여 잎을 싸고 그 속에서 모여 사는 생활을 하면서 엽육만을 싹해하고 5령기부터 흩어져서 잎맥만 남기고 7월 중순-하순까지 가해한다. 유충기간은 40일 내외이며 노숙유충은 수피사이 등에 고치를 짓고 번데기가 되며, 번데기 기간은 12일 정도이다. 2화기 성충은 7월 하순부터 8월 중순에 부화하여 산란하고 약 7일의 알기간을 거쳐 8월 초순부터 유충이 부화하기 시작하여 10월 상순까지 가해한다. 유충기간은 50일 내외이며 번데기 기간은 약 200일이다.

◆ 노랑무늬솔바구미(노랑소나무점바구미)

[가해수종] 소나무, 곰솔, 잣나무, 스트로브잣나무, 리기다소나무, 가문비나무, 개잎갈나무

[분포] 한국, 일본

[피해] 소나무류의 쇠약목이나 별채한 원목을 가해하는 2차해충으로 줄기나 가지의 형성층을 유충이 식해하여 고사시킨다. 잣나무 대묘 조립지와 조경용으로 이식한 나무에서 피해가 자주 발생한다.

[형태] 성충의 몸길이는 5~7mm이고 몸색은 적갈색이며 가슴

등에 2개의 작은 백색 횡대가 있다. 알은 장경이 약 0.5mm이고 타원형이다. 노숙유충의 몸길이는 10mm이고 머리는 갈색이며 몸통은 유백색이다.

[생태] 연 1회 발생한다. 수피틈에서 월동한 성충이 4월경에 월동처에서 나와 주둥이로 수피에 구멍을 뚫고 형성층에 1~2개를 산란하는데 수피가 얇은 곳에 주로 많이 산란한다. 부화한 유충이 수피밑을 불규칙하게 식해하다가 노숙유충이 되면 목질을 물어 뜯어 타원형의 번데기집을 만들고 그 속에서 번데기가 된다. 새로 우화한 성충은 6~7월에 수피에 직경 3mm가량의 등근구멍을 뚫고 탈출, 가해수종으로 새가지 몇 가지에 주둥이를 꽂고 즙액을 빨아 먹으며 생활하나 산란은 하지 않는다. 산란후 새성충이 출현하기까지는 3~4개월이 소요되며 11월경에 월동에 들어간다.

[방제] 건전한 나무에는 산란을 하지 않으므로 수세를 강하게 유지시키는 것이 최선의 방제법이다. 수세가 쇠약한 나무나 죽은 나무는 이 해충의 번식처가 되므로 5월하순까지 임내에 세워 성충이 산란케 한 후 5월하순에 박피하면 이 해충외에 소나무좀도 방제할 수 있다. 약제방제는 산란시기인 4월 중~하순부터 10일간격으로 2~3회에 걸쳐 맵프유제, 파프유제, 싸이스린유제등을 살포한다.

나. 방충,살충제 및 항균제 자료 수집 및 분석

산업용 항균제의 개발에 힘입어 항균 처리된 제품들이 잇달아 나오고 있다. 중국의 방직대학 진미화 교수가 발명한 항균방취섬유(헬스트), 미국 Thomson Research Associate제품인 Ultra Fresh, 미국 S. C. Johnson사의 '레이드 그린', 유공의 항균제 YSB-TX가 개발되었으나, 이 약품들이 항균제로 연구된 것이지, 임업제에 사용될 용도로 개발된 것이 아니므로 관련 연구가 발표되어 있지 않아서 본 연구에 사용하기에는 적합하지 않았다. 또한 KIST에서 개발한 'BIO 농약'이 신문에 게재되었으나, 아직은 실제적으로 사용 할 수 있는 단계에는 이르지 못하였고, 활발하게 연구가 진행되고 있는 키토산을 이용한 살충제/항균제는 본 연구에 사용하기 위하여서는 좀 더 시간이 필요하였다.

본 연구에 사용될 살충제들을 여러 가지 분류법에 의하여 다음과 같이 나누어질 수 있다.

1) 사용목적 및 작용특성에 따른 분류

소화중독제(stomach poison), 접촉독제(contact poison),
침투성살충제(systemic insecticide), 유인제(attractant),
기피제(repellent), 생물농약(biotic pesticide),
불임제(chemosterilant).

2) 주성분 조성에 따른 분류

Organophosphorus pesticide, Carbamate pesticide,
Organochloride pesticide, Sulfur pesticide,
Copper pesticide, Organoarsenic pesticide,
Antibiotic pesticide, Pyrethroid pesticide,
Phenoxy pesticide, Triazine pesticide.

3) 농약형태에 따른 분류

Emulsifiable concentrate, Wettable powder/Soluble powder,
Dust, Granule, Liquid, Flowable, Micrograule/Fine granule,
Driftless dust, Fumigant, Table.

1차 시제품 제작을 위하여 채택된 살충제는 Fenitrothion계로서 제2절에서 설명되어 있다.

다. 병해충 방제법

살충제는 사용방법에 따라 효과가 다르다. 일반적으로 예방을 목적으로 약제를 살포할 때에는 전면에 걸쳐 균일하게 살포하여야 하며 피해가 발생하였을 때는 피해부위에 중점 살포할 필요가 있다. 살충제를 적용하는 방법은 다음과 같이 분류될 수 있다.

- ◆ 분무법, 분제살포법, 입제살포법, Mist법, 연무법, 훈증법, 관주법, 토양처리법, 침지법, 분의법, 도포법, 수간주입.

수목의 병해충 방제를 위하여 수목보호대에 첨가할 살충제는 약효를 장기간 지속 시키면서 환경오염을 최소화 할 수 있어야 한다. 또한 살충제 침투 후에도 수목 보호대의 형태가 유지되어야 할 것이다. 따라서 다양한 방법들 중에서 encapsulation에 의한 살충제의 첨가법을 연구하였으며, 이 방법은 위에서 언급한 조건을 충족시킬 수 있을 것으로 사려되었으나 국내 기술로는 아

직 개발이 완료되지 않아서 사용할수 없었다. 살충제의 효율성은 장기적인 연구가 요구된다.

본 연구에서는 살충제 Spay법으로 사용하였다.

1) Encapsulation

살충제가 encapsulation되어 수목보호대에 첨가된 후에 동절기에 수목에 사용되면 벌레들이나 세균, 곰팡이 등의 번식을 억제하여 나무가 겨울동안 벌레 등에 의하여 손상을 덜 입고 건강하게 자랄 수 있다.

이 encapsulation 기술은 기능성을 발휘하는데 있어서 핵심작용을 하는 살충제가 원료와의 상용성이 없기 때문에, 이를 보호막에 의하여 효과적으로 분리한 다음, 나중에 이 보호막이 마찰에 의하여 깨지면서 조제의 제 역할을 충분히 수행할 수 있게 하는 것이다.

또한 내용물이 마찰 등에 의해 손상되면서 생긴 틈으로 서서히 방출되기 때문에 시료가 microcapsule에 의하여 봉합되어 있지 않은 경우보다 그 효과가 훨씬 더 오랫동안 지속되게 된다. 그러나 이 기술이 중합과 유화, 더 나아가서 막유화중합라고 하는 유기화학적 제반 기술이 요구되고 있기 때문에 이론적으로는 쉬운 듯 보이나, 이 기술을 성공시키는 것이 그렇게 쉽지 않은 게 현실이다.

가) Microcapsule 특징

- (1) Core material: 활성물질, wall material: polymer matrix
- (2) Size: 1-20 μ m
- (3) Capsule이 외부 마찰에 의해 깨어지면서 core의 활성물질이 서서히 방출

나) Microencapsulate 사용시 장점

- (1) 상용성이 좋지 않은 물질과의 분리
- (2) 방출속도 조절
- (3) 주위로부터 활성물질을 분리
- (4) 입맛에 맞지 않은 물질 분리
- (5) 흐름성 조절

다) 막유화에 의한 size 조절

기존의 유화법은 제조된 에멀전의 입자크기 분포가 다분산적 (polydispersed)이라는 단점을 가지고 있다. 이를 극복할 수 있는 방법으로 microporous 막을 이용한 막유화법이 있다. 이 시스템을 사용하면 일정 압력하의 분산상은 매우 좁은 분포의 기공 크기를 가진 microporous 막을 통과하여 연속상으로 유화된다. 이 방법은 다른 방법에 비해 매우 좁은 분포의 기공크기로 유화시킨다.

라) 적용 가능한 캡슐화 방법

(1) In situ중합법

심물질의 내부로부터 또는 core 물질의 외부로부터 어느 한쪽에서 monomer 또는 prepolymer의 반응물을 공급하여 입자 주위에 균일한 polymer층을 형성시키는 방법이다.

(2) Coacervation법

고분자용액의 환경변화에 의하여 어떤 농도에서 농도가 짙은 분산상과 농도가 얇은 회박상으로 분리가 일어난다. 이 분리가 일어나

는 현상을 coacervation이라 하고, 이때 생기는 액적을 coacervate라 하는데 이 coacervate를 core material을 포함하는 막으로 이용하여 마이크로 캡슐을 제조하는 방법이다. 이 방법을 Simple coacervation이라 한다.

또 2종 이상 고분자가 정전기적 상호작용, 수소결합 등에 의하여 화합하여 분리하는 현상을 이용한 것이 complex coacervation이다. 단백질-다당류, 단백질-단백질, 단백질-핵산, 다당류-핵산 등이 조합되어 있고, 이 중에서 가장 많이 이용되는 것이 geratin-gum arabic의 조합이다.

(3) 계면중합법

계면중합법은 섞이지 않는 두 용매 중에 monomer를 용해하고, 액의 계면에서 고분자를 합성하는 계면중합반응을 이용하여 마이크로캡슐을 제조하는 방법이다. 수용성 monomer를 함유한 용액을 유상 중에 미소한 액적으로 분산하고, 다른 유용성 monomer를 첨가하면 합수 마이크로캡슐이 얻어진다.

계면중합법은 다음의 3단계로 나누어 생각할 수 있다.

(가) 고분자 중합의 초기과정

(나) 액적 주위에 초기 고분자 막이 형성되는 과정

(다) 고분자 막이 성장하여 마이크로캡슐 막으로 되는 과정

4. 수목의 생리 조사

식물체의 전기생리학적 연구는 전기적인 방법을 이용하여 식물체의 생리를 증상이 나타나기 전에 식물체에 해를 주지 않고 알아내는 방법이다(Tattar

and Blanchard, 1976). 이러한 연구는 식물세포의 세포막이 파괴되어 전해질이 세포간극으로 흘러나오게 되면 ion 농도가 높아지게 되는 원리를 이용한 방법으로 여러 가지 병의 진단에 사용할 수 있다(Garraway, 1973; Sylvia and Tattar, 1978).

제 2절 재료 및 방법

1. 재 료

가. 병해충 방제용 수목보호대

환경친화적인 소재를 선택하여 수목보호대에 사용될 webs와 nonwoven fabrics를 제작하였다. 그 중에서 web은 소수성과 친수성의 2가지를 만들었고, nonwovens는 fiber content에 따라 여러 종류를 제작하였으며, webs와 nonwoven fabrics의 물리적 성질(weight, thickness, density, breaking strength, elongation, bursting strength 및 tear strength)을 통하여 각 소재의 특성을 비교하였다. 이상의 소재들을 이용하여 2층 및 3층 구조의 수목보호대가 제작되었다.

나. 살충제

1차 시제품 제작을 위하여 채택된 살충제는 Fenitrothion계로서 간략한 설명은 아래와 같다.

Fenitrothion

[화학명]

O O-dimethyl O-4-nitro-m-tolyl phosphorothiate

[상표명]

MEP, Sumithion, Folithion, Cytel, 파크치온, 박치온, Accothion, Cyfen, Agrotbio n, Novathion, Smibas(+BPMC), 호리박살(+BPMC)

[Sumithion의 특징]

- 1) 약효 지속기간이 길고 침투이행성이 강하다.
- 2) 주로 접촉독, 식중독이 강하며, 식물체 내에 파고든 해충에도 약효가 우수하다.
- 3) 저독성 살충제이며, 작물에 안전하다.
- 4) 유기인계다.
- 5) 수화제 - 물 20 l 당 25g
 메프유제 - 물 20 당 13ml

2. 연구 방법

가. 자료 및 문헌 조사

국내의 관련 연구 논문과 문헌 및 특허를 본 연구원의 자료실 및 한국산업기술정보원에 의뢰하여 검색하였고, 그 문헌조사를 기초로 하여 연구가 수행되었다. 국내외의 산림분포 현황은 본 연구과제와 관련된 국내외 자료 및 문헌을 통하여 조사하였고, 수목보호대를 설치할 가로수의 국내 현황에 대한 자료는 임업연구원을 통하여 얻었다.

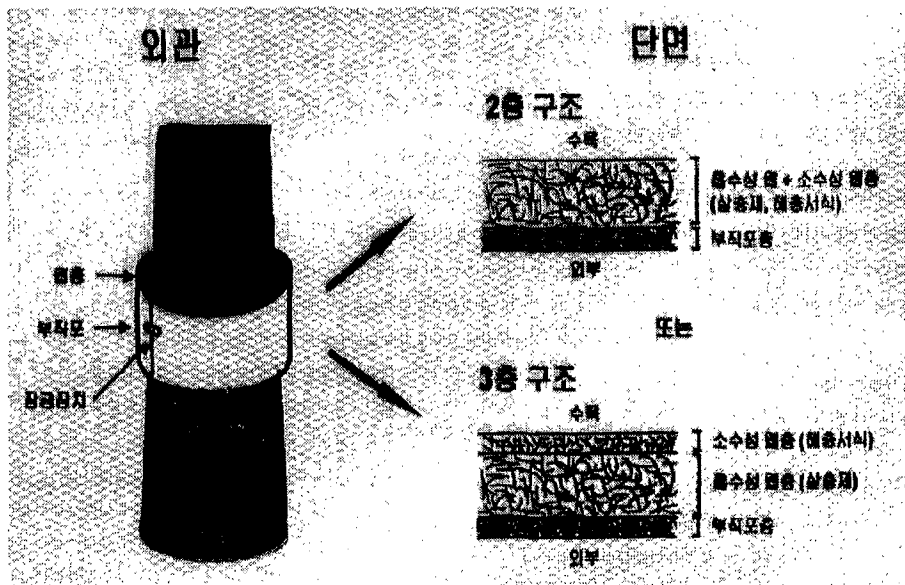
나. 시제품 제작

시제품 제작을 위하여 예비실험을 본 실험에 앞서서 실시하였다.

수목 보호대의 바탕재는 환경친화적 섬유인 viscose rayon 섬유와 polypropylene 섬유가 혼방된 needlepunched nonwoven fabrics로 제작되었다. Web은 polyester 섬유로 제작된 web과 환경친화적인 viscose rayon 섬유와 polypropylene 섬유를 혼방하여 제조된 web의 2가지 종류를 사용하였다. 수목보호대의 web은 공기 함유율이 높고, 보온성을 유지할 수 있었으므로, 섬유 사이의 공간으로 병해충이 쉽게 침투할 수 있었다. 예비 시험을 통하여 수목 보호대의 web이 수목에 묻어나는 단점이 나타나서 이 문제점을 보완하기 위하여 polyethylene으로 된 white net를 사용하였다.

병해충 방제용 수목보호대의 field test에 사용된 바탕재와 web 및 web 이 수목에 묻어나는 단점을 보완하기 위하여 제작된 net는 모두 환경 친화적인 섬유인 viscose rayon 100%로 제작되었다.

바탕재는 needlepunched woven fabrics로 제작된 반면에 net는 spunlaced fabrics로 만들어졌다.



[그림 1] 병해충 방제용 수목보호대의 구조

다. Shigometer

Shigometer는 살아 있는나무나 목재에 모두 사용 가능하다. 탐침을 사용하여 나무의 변색, 부패, 활력, 목재의 부패를 진단 할수 있다. 탐침을 나무 조직에 넣고 난뒤 펄스 전류를 흘리면 진단기에 그 조직의 저항값이 표시된다.

나무의 종류, 부위별로 저항값이 변하는 형태를 보면 그 나무의 상태를 알 수 있는 것이다.

나무의 내부 상태를 조사할 때는 꼬임 형 탐침 (twisted wire probe)을 사용 하는데, 저항 변화가 크면 그 크기에 따라 변색, 부패, 감염으로 내부 조직이 변질 되었음을 알수 있다.

목재 표면의 부패를 조사할 때는 바늘형 탐침(needle probe)을 사용하는데 저항 값이 50 k Ω 이하는 부패된 것으로 간주한다.

바늘형 탐침으로 나무의 형성층 부위를 조사할 때, 저항 값이 낮으면 활력이 높은 것이고, 높으면 나무가 병들었거나 휴면 상태임을 나타낸다.

라 Field Test

Field test I 에서는,수목보호대의 바탕재로 환경친화적인 viscose rayon 섬유와 polypropylene 섬유가 혼방된 needlepunched nonwoven fabrics가 사용되었다. 수목 보호대의 web은 polyester 섬유로 제작된 web 과 환경친화적인 viscose rayon 섬유와 polypropylene 섬유를 혼방하여 제조된 web의 2가지 종류를 사용하였다. 살충제(Smithion MC, MEP유제)는 spray법에 의하여 webs에 첨가하여, 수목보호대의 성능을 평가하였다.

반면에 Field Test II에 사용된 수목보호대는 환경친화적인 viscose rayon 섬유와 polyester 섬유로 혼방되어 needlepunched nonwoven fabrics로 제조된 바탕재와 viscose rayon 섬유와 polyester 섬유가 혼방된 web과 viscose rayon 섬유 및 polyester 섬유로 각각 만들어진 webs가 사용되었다. 또한 바탕재의 weight와 thickness를 달리하여 수목보호대를 제작하였다.

수목보호대의 web은 공기 함유율이 높고, 보온성을 유지할 수 있었으므로, 섬유 사이의 공간으로 병해충이 쉽게 침투할 수 있었다. 예비 시험을 통하여 수목 보호대의 web이 수목에 묻어나는 단점이 나타나서 이 문제점을 보완하기 위하여 polyethylene으로 된 white net를 사용하였다. 살충제(Sumithion MC, MEP유제)는 spray법에 의하여 webs에 첨가하였다. 상기와 같이 제작된 수목보호대를 수목에 설치하여 일정기간(1997년 10월-1998년 4월) 후 수거하여 포획된 해충을 분석하였다.

또한 본 연구를 위하여 제작된 viscose rayon 100% spunlaced fabrics의 병해충 방제용 수목 보호대는 5본의 소나무와 1본의 모과나무에 설치하였다.

병해충 방제용 수목 보호대의 design 중에서 1, 2차 나염을 통하여 제작된 2종과 stripes 배치에 따른 종류 3종을 설치하였다.



[그림 2] 병해충 방제용 수목 보호대의 설치

1) 잠복 곤충의 종 및 개체 수 조사

수목에 설치(1997년 10월-1998년 4월)되었다가 수거된 수목보호대(20cm 폭 x 160cm 길이)에 의하여 포획된 해충을 분석하였다.

해충 방제용 수목보호대의 소재에 따른 효과의 비교 조사를 위하여 1999년 5월 5일부터 1999년 8월 15일까지 침엽수는 소나무(*Pinus densiflora*) 15년 생

으로 직경 8~10cm 것을 대상으로 하였고 양버즘나무(*Platanus occidentalis*), 은사시나무(*Populus tomentiglandulosa* T. Lee) 느티나무(*Zelkova serrata* Makino)를 대상으로 실시하였다. 각각의 수종을 대상으로 needlepunched nonwoven fabrics와 황마를 3반복으로 처리하였고, 수거 후에 잠복하여 있는 곤충의 종 및 개체 수를 조사하였다.

살충제를 encapsulation하여 needlepunched nonwoven fabrics에 부착하여 동절기에 나무의 해충 방제용 수목보호대로 사용하기 위하여 encapsulation의 방법이 연구 진행하여 수목보호대에 사용하기 적합한 방법을 모색하려 했다.

마. 수목 생리 조사

1999년 11월 8일, 9일, 10일 그리고 12월 14일 및 2000년 3월 3일까지 5회에 걸쳐서 Shigometer(임업 연구원에서 대여)를 사용하여 수목의 생리가 조사되었다. 수목의 생리가 조사된 수목은 3차년도(1999년 11월, 12월에서 2000년 3월)에 설치되었던 소나무와 살구나무의 2종이었다.

후에 소나무와 살구나무 외에 4차 연도(2000년 5월)에 이식되어온 해송이 추가되어 1999년 11월부터 2000년 10월까지 총 8회에 걸쳐서 Shigometer(임업 연구원에서 대여)를 사용하여 수목의 전기저항을 조사하였다.

본 연구는 수목보호대를 설치한 수목의 생리조사를 위한 목적으로 각각의 수목들의 전기저항을 비교하여 수목보호대가 수목의 생리에 영향을 미칠 수 있는지를 조사하였다. 또한, 다양한 소재의 수목보호대가 해충의 분산을 물리적으로 억제할 수 있는지를 동시에 조사하였다

지금까지 많은 학자들이 측정시기, 측정시의 대기온도, 측정수목의 크기, 수종, 측정기술 등에 의해 형성층 전기저항의 측정치에 오차가 생긴다고 보고해 왔다(Davis et al., 1979; Newbanks and Tattar, 1977). 따라서 수목의 생리는

종이, 황마, needlepunched woven fabrics 그리고 spunlaced fabrics 소재로 한 수목보호대를 설치한 수목의 전기저항을 조사하였고, 각각의 수목보호대별로 월별, 하루 중 시간대별로 조사를 실시하였다. 본 실험에서는 태양에 노출되는 양에 따른 차이를 비교하기 위하여 모든 수목을 동서남북의 4방향에서 각각 조사하였다. 또한 모든 측정은 당시 수목의 동일한 부위에서 동일한 측정자에 의하여 계속적으로 조사를 실시 하였다.

조사된 측정 자료를 바탕으로 결과의 분석은 전기저항이 낮을수록 수목의 성장 상태가 좋은 것으로 나타났다.(Cha and La, 1993).

제 3절 결과 및 고찰

1. 수목용 보호대의 바탕재로 사용될 환경친화성 재료 수집 및 물성 비교 분석

환경친화적인 섬유로는 천연섬유 중에서 cotton fibers와 재생섬유의 viscose rayon fibers가 본 연구의 소재로 사용 가능하였다. 그 중에서 cotton fibers는 생산공정의 carding에서 문제점(needle에 찌꺼기가 낀)이 발생되므로, viscose rayon fibers가 적합하다는 결론을 얻고, viscose rayon fibers, polyester fibers 및 polypropylene fibers를 구입하여 수목보호대에 필요한 webs와 nonwoven fabrics를 제작하였다. 예비실험에서 나타난 소재들의 특성들은 [표 6] webs 및 nonwoven fabrics의 물리적 성질들은 [표 7 와 8]과 같다.

[表 6] Characteristics of fibers used for preliminary experiment

| Fiber | Fineness(denier) | Length(mm) |
|---------------|------------------|------------|
| Viscose rayon | 2 | 51 |
| | 3 | 51 |
| Nylon | 2 | 51 |
| Polyester | 3 | 38 |
| | 1.2 | 38 |
| Polypropylene | 2 | 51 |
| | 2 | 47.5 |
| | 2 | 38 |

[表 7] Characteristics of webs used for preliminary experiment

| | Web | |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | I | II |
| Fiber content | 65/35 nylon/polyester | 80/20 viscose rayon/polyester |
| Weight(g/m ²) | 40 | 40 |
| Thickness(mm) | 10 | 10 |
| Density(g/cm ³) | 0.004 | 0.005 |

[표 8] Characteristics of nonwoven fabrics used for preliminary experiment

| | Nonwoven fabrics | | |
|--|--------------------------------------|--|--|
| | I | II | III |
| Fiber content | 70/30 viscose rayon/ polyester | 75/25 viscose rayon/ polypropylene | 75/25 viscose rayon/ polypropylene |
| Weight(g/m ²) | 498 | 139 | 167 |
| Thickness(mm) | 2.85 | 1.22 | 1.20 |
| Density(g/cm ³) | 0.158 | 0.113 | 0.139 |
| Tensile strength(kg/cm ²) | | | |
| Machine direction | 32.5 | 9.0 | 11.2 |
| Cross direction | 36.1 | 10.1 | 11.0 |
| Elongation(%) | | | |
| Machine direction | 72.6 | 51.2 | 54.6 |
| Cross direction | 83.0 | 57.2 | 70.9 |
| Tear strength(kg) | | | |
| Machine direction | 12.5 | 3.5 | 4.3 |
| Cross direction | 9.7 | 2.8 | 3.5 |
| Bursting strength(kg/cm ²) | 25.0 | 2.7 | 3.0 |

2. 수목보호대의 성능 평가

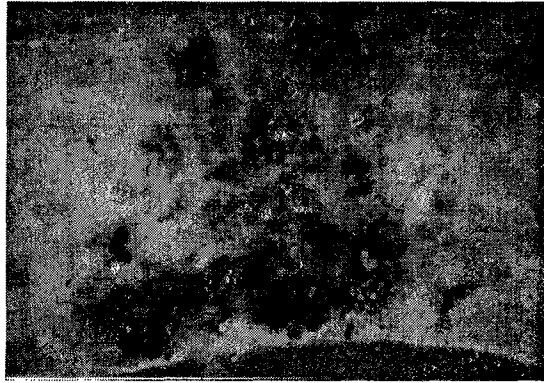
Field test의 수목 보호대에 사용된 재료의 물리적 성질들은 [표 6]에 나타나 있다. 바탕재는 환경친화적인 viscose rayon 섬유와 polypropylene 섬유가 혼방된 needlepunched nonwoven fabrics로 제작되었다. 이 바탕재는 volume 감이 있어서 보온성을 지닐 뿐만 아니라, 감광효과를 나타냈으며, 통기성이 있

었다. 또한 강도와 신도가 우수하였으므로, 수목 보호대의 형태가 잘 유지되면서 내후성을 가지고 있었기에 수목 보호대의 용도에 적합하였다.

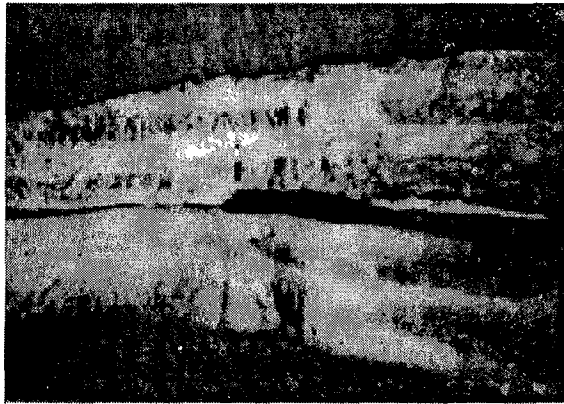
수목 보호대의 web은 polyester 섬유(5.0 denier, 51mm)로 제작된 web과 환경친화적인 viscose rayon 섬유(2.0 denier, 51mm)와 polypropylene 섬유(2.0 denier, 38mm)를 혼방하여 제조된 web의 2가지 종류를 사용하였다. Web은 공기 함유율이 높고, 보온성을 유지할 수 있었으므로, 섬유 사이의 공간으로 병해충이 쉽게 침투할 수 있었다. 예비 시험을 통하여 수목 보호대의 web이 수목에 묻어나는 단점이 나타나서 이 문제점을 보완하기 위하여 polyethylene로 제조된 white net를 사용하였다. 살충제(Sumithion MC, MEP유제)는 spray법에 의하여 web에 첨가하였다.

수목에 설치(1997년 10월- 1998년 4월)되었다가 수거된 수목보호대(20cm 폭 x 160cm 길이)에 의하여 포획된 해충을 분석하였다. Polyester 섬유로 된 web을 사용한 수목 보호대에서는 78마리/10cm²가 포획되었으나, 환경친화적 viscose rayon 섬유와 polypropylene 섬유로 된 web을 이용한 것에서는 88마리/10cm²이었다. 이 결과에 따르면 수목 보호대의 web은 후자가 적합한 것으로 밝혀졌다.

Field Test I에 사용되었던 수목 보호대는 [그림 3]에 나타나 있다. 사진의 흰색은 수목 보호대 안쪽의 web이며, 그 위의 짙은 색군들은 포획된 해충들이다.



[그림 3] 수목에 설치되었던 병해충 방제용 수목보호대
(부분확대, Field Test I)



[그림 4] 수목보호대 수거 후 펼친 모습

[표 9] Field Test I에 사용된 수목 보호대 바탕재의 물리적 성질

| Physical property | Nonwoven fabric |
|--|--|
| Fiber content(%) | 80/20 viscose rayon ¹⁾ /polypropylene ²⁾ |
| Weight(g/m ²) | 500.0 |
| Thickness(mm) | 3.01 |
| Density(g/cm ³) | 0.166 |
| Tensile strength(kg/cm) | |
| Machine direction | 24.8 |
| Cross direction | 31.2 |
| Elongation(%) | |
| Machine direction | 64.0 |
| Cross direction | 71.0 |
| Tear strength(kg), | |
| Machine direction | 8.9 |
| Cross direction | 7.9 |
| B u r s t i n g strength(kg/cm ²) | 16.0 |

1) : 3.0 denier, 51mm

2) : 2.0 denier, 38mm

Field Test II의 수목 보호대에 사용된 바탕재의 물리적 성질들은 [표 7]에 나타나 있다. 바탕재는 환경친화적인 viscose rayon 섬유와 polyester 섬유가 혼방된 needlepunched nonwoven fabrics로 제작되었다. 이 바탕재는 volume 감이 있어서 보온성을 지닐 뿐만 아니라, 감광효과를 나타냈으며, 통기성이 있었다. 또한 강도와 신도가 우수하였으므로, 수목 보호대의 형태가 잘 유지되면서 내후성을 가지고 있었기에 수목 보호대의 용도에 적합하였다.

수목 보호대의 web은 바탕재에서 사용한 것과 동일한 polyester 섬유(2.0

denier, 51mm), 환경친화적인 viscose rayon 섬유(1.5 denier, 38mm) 및 viscose rayon 섬유와 polyester 섬유를 혼방하여 제조된 web의 3가지 종류를 사용하였다. Web은 공기 함유율이 높고, 보온성을 유지할 수 있었으므로, 섬유 사이의 공간으로 병해충이 쉽게 침투할 수 있었다. 예비 시험을 통하여 수목 보호대의 web이 수목에 묻어나는 단점이 나타나서 이 문제점을 보완하기 위하여 polyethylene로 제조된 white net를 사용하였다. 살충제(Sumithion MC, MEP유제)는 spray법에 의하여 web에 첨가하였다. [그림 5]는 수목에 설치된 병해충 방제용 수목보호대의 Field Test II를 보여주고 있다.

[표 10] Field Test 에 사용된 수목 보호대 바탕재의 물리적 성질

| Physical property | Nonwoven fabric |
|--|--|
| Fiber content(%) | 60/40 viscose rayon ¹⁾ /polyester ²⁾ |
| Weight(g/m ²) | 140.0 |
| Thickness(mm) | 1.20 |
| Density(g/cm ³) | 0.117 |
| Tensile strength(kg/3cm) | |
| Machine direction | 11.5 |
| Cross direction | 12.0 |
| Elongation(%) | |
| Machine direction | 49.7 |
| Cross direction | 70.1 |
| Tear strength(kg), | |
| Machine direction | 4.7 |
| Cross direction | 3.7 |
| B u r s t i n g strength(kg/cm ²) | 8.5 |

1) : 1.5 denier, 38mm 2) : 2.0 denier, 51mm



[그림 5] 수목에 설치된 해충방제용 수목보호대(Field Test II)

3. 병해충 방제용 수목보호대

가. 바탕재의 물리적 성질

[그림 6]와 같이 설치된 해충 방제용 수목보호대에 설치된 바탕재의 물리적 성질들은 [표 11]에 나타나 있다. 바탕재는 환경친화적인 viscose rayon 섬유와 polyester 섬유가 혼방된 needlepunched nonwoven fabrics로 제작되었다. 이 바탕재는 volume감, 보온성, 감광효과 및 통기성이 있었다. 또한 강도와 신도가 우수하였으므로, 수목 보호대의 형태가 잘 유지되면서 내후성을 가지고

있었기에 병해충 방제용 수목 보호대의 용도에 적합하였다. 수목보호대의 web은 바탕재에서 사용한 것과 동일한 polyester 섬유(2.0 denier, 51mm)와 환경친화적인 viscose rayon 섬유(2.0 denier, 51mm)로 제조되었다. Web은 공기 함유율이 높고, 보온성을 유지할 수 있으므로, 섬유 사이의 공간으로 병해충이 쉽게 침투할 수 있었다. 예비 시험을 통하여 수목 보호대의 web이 수목에 묻어나는 단점이 나타나서 이 문제점을 보완하기 위하여 polyethylene로 제조된 white net를 사용하였다.

[표 11] 병해충 방제용 수목 보호대 바탕재의 물리적 성질

| Physical property | Nonwoven fabric |
|--|--|
| Fiber content(%) | 60/40 viscose rayon ¹⁾ /polyester ²⁾ |
| Weight(g/m ²) | 140.0 |
| Thickness(mm) | 1.20 |
| Density(g/cm ³) | 0.117 |
| Tensile strength(kg/3cm) | |
| Machine direction | 11.5 |
| Cross direction | 12.0 |
| Elongation(%) | |
| Machine direction | 49.7 |
| Cross direction | 70.1 |
| Tear strength(kg), | |
| Machine direction | 4.7 |
| Cross direction | 3.7 |
| Bursting strength(kg/cm ²) | 8.5 |

1) : 2.0 denier, 38mm 2) : 2.0 denier, 51mm



[그림 6] 설치된 병해충 방제용 수목보호대

나. 바탕재

병해충 방제용 수목보호대의 field test에 사용된 바탕재와 web 및 web 이 수목에 묻어나는 단점을 보완하기 위하여 제작된 net는 모두 환경 친화적인 섬유인 viscose rayon 100%로 제작되었다. 바탕재는 needlepunched woven fabrics로 제작된 반면에 net는 spunlaced fabrics로 만들어졌다.

4. 해충방제 효과

해충 방제용 수목보호대의 소재에 따른 효과 비교 조사를 위하여 1999년 5월 5일부터 1999년 8월 15일까지 칩엽수는 소나무(*Pinus densiflora*) 15년 생

으로 직경 8~10cm것을 대상으로 하였고, 양버즘나무(*Platanus occidentalis*), 은사시나무(*Populus tomentiglandulosa* T. Lee), 느티나무(*Zelkova serrata* Makino)를 대상으로 실시하였다. 각각의 수종을 대상으로 needlepunched nonwoven fabrics와 황마를 3반복으로 처리하였고 수거 후 잠복하여 있는 곤충의 종 및 개체 수를 조사하였다.([그림 7]참조)

해충 방제용 수목보호대를 철거한 후 유인된 해충을 포함한 모든 절지 동물류를 분류 정리한 결과는 버즘나무와 은사시나무의 경우 비교적 많은 종의 해충류가 발견되었으며, 느티나무와 소나무의 경우는 상대적으로 적은 종들이 조사되었다.([표 12]참조)

봄, 여름, 가을까지는 대체로 해충을 포함한 모든 곤충들이 수관부에 그대로 머물러 있으면서 서식하고 성장을 계속한다. 따라서 본 조사에서도 마지막 철거 후에 채집한 시기가 8월 15일 경이어서 그때까지도 대부분의 곤충들은 수관부에 머물러 있기 때문에 적은 종에 수와 적은 개체수가 확인되는 것으로 판단된다. 그러나 소수종이 조사되는 것은 일부 나방류 해충이 변태 과정 중에서 일부 종들이 번데기로 용화하기 위하여 고치를 만들고, 그러기 위하여 잠복소가 되는 해충 방제용 수목보호대를 이용하게되기 때문에 번데기 상태로 채집되었을 뿐이다. 또한 성충으로 채집된 딱정벌레류나 노래기 같은 다족류는 잠시 밤 동안 머물러 있다가 채집된 것으로 판단되었다.



[그림 7] 수거된 해충 방제용 수목보호대

[표 12] 병해충 방제용 수목보호대에 잠복된 해충 비교

| 수종 | 밴드의 소재 | 유인된 절지동물 총수 | 종수 |
|-------|--------------------------------|-------------|----|
| 머즘나무 | 황마 | 12.5±1.2 | 7 |
| | Needlepunched nonwoven fabrics | 10.4±0.5 | 6 |
| 은사시나무 | 황마 | 9.2±2.3 | 7 |
| | Needlepunched nonwoven fabrics | 8.7±1.6 | 7 |
| 느티나무 | 황마 | 4.4±2.0 | 2 |
| | Needlepunched nonwoven fabrics | 3.8±1.8 | 2 |
| 소나무 | 황마 | 4.2±1.8 | 3 |
| | Needlepunched nonwoven fabrics | 5.9±2.0 | 4 |

이와 같은 이유들 때문에 해충 방제용 수목보호대(잠복소)가 효과적으로 해충 방제에 사용되기 위해서는 12월경 낙엽이 질 때까지 설치하여 두어야 하는 것이며, 그 때 월동하기 위하여 내려온 곤충류를 조사해야 할 것이다. 대부분의 해충 방제용 수목보호대는 계속 그 때까지 지속적으로 보존하며 본 연구 결과를 분석하고자 한다.

또한 벗짚 잠복소외에 많이 사용되는 마대와 needlepunched nonwoven fabrics와의 비교 결과는 모두 큰 차이를 보이지 않아 전체적으로 needlepunched nonwoven fabrics가 벗짚 잠복소와 마대 잠복소처럼 함께 사용

이 가능한 것으로 판단되었다([표 12]참조)

조사기간동안 전체적으로 채집된 해충의 종은 기주 수종에 따라 차이가 있으나, 곤충 12종과 노래기 2종 등 모두 14종이 분류되었다. 조사기간에 비하여 적은 종이 기록되었으나, 앞에서 언급했듯이 대부분 수관부에 머물러있기 때문으로 보이며 낙엽이 지는 12월 이후에는 많은 해충들이 성충으로, 애벌레로, 번데기의 모습으로 잠복소에서 발견되었다.

본 연구결과를 정리하면 needlepunched nonwoven fabrics는 마대와 차이가 없이 잠복소 대치 소재로 사용될 수 있으며 다양한 주요해충들을 유인할 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다. 다만 12월 말 낙엽이 진 후에 추가적으로 재조사를 실시하여야 보다 정확하고 양적으로 많은 기초 정보를 얻어 더욱 신뢰성 있는 결론을 유추할 수 있다고 본다.

[표 13] 유인된 주요 절지동물 종

| 종 명 | 충 기 | 기주수종 |
|--|-----|-----------|
| 미국흰불나방 <i>Hyphantria cunea</i> | 번데기 | 버즘, 은사시나무 |
| 버들재주나방 <i>Clostera anastomosis</i> | 번데기 | 버즘, 은사시나무 |
| 오리나무잎말이나방 <i>Choristoneura diversana</i> | 번데기 | 버즘, 은사시나무 |
| 매실애기잎말이나방 <i>Rhopobota naebana</i> | 번데기 | 버즘, 은사시나무 |
| 복숭아명나방 <i>Dichocrocis punctiferalis</i> | 번데기 | 소나무 |
| 참콩풍뎡이 <i>Popillia flavosellata</i> | 성충 | 버즘, 은사시나무 |
| 버들꼬마잎벌레 <i>Plagiodera versicolora</i> | 성충 | 버즘, 은사시나무 |
| 사시나무잎벌레 <i>Chrysomela populi</i> | 성충 | 은사시 |
| 느티나무벼룩바구미 <i>Rhynchaeus sanguinipes</i> | 성충 | 느티나무 |
| 콩독나방 <i>Cifuna locuples</i> | 애벌레 | 느티나무 |
| 까막노래기 <i>Oxidus sp.</i> | 성충 | 소나무 |
| 버즘나무방패벌레 <i>Corythucha ciliata</i> | 성충 | 소나무 |
| 노랑무늬솔바구미 <i>Pissodes nitidus</i> | 성충 | 버즘, 은사시나무 |
| 곧은참노래기 <i>Koreoaris pallida</i> | 성충 | 소나무 |

나. 살충 효과 연구

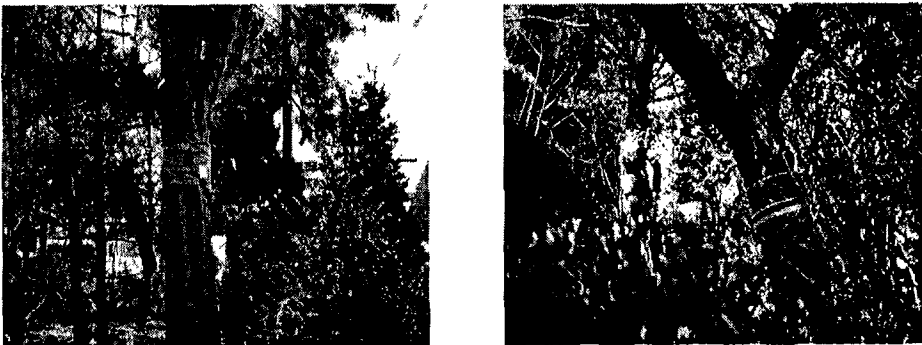
수목의 병해충 방제를 목적으로 설치되는 해충 방제용 수목보호대에 첨가할 살충제는 다양한 방법들 중에서 encapsulation에 의한 살충제를 첨가하려

고 하였다. 그러나 살충제분야에서 encapsulation의 전문가가 부족한 이유로 어려움이 많았다.

연세의료기술품질평가센터에 시험평가를 의뢰한 결과, microcapsules에서 살충제가 release되는 속도의 결과가 가능하지 않아서 살충효과에 대한 결과가 불충분하였다. 현재 encapsulation의 효율성에 관한 연구를 진행시키기 위하여 제약분야의 전문가에게 도움을 청하였고, 살충제의 효율성은 장기적인 연구기간이 요구될 것으로 사료된다.

1) 설치작업

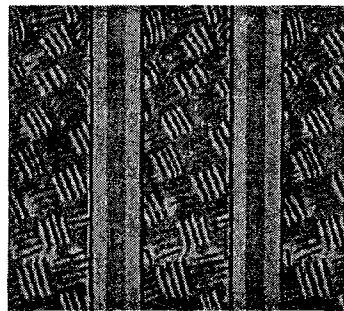
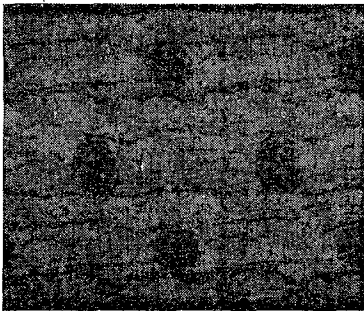
본 연구를 위하여 제작된 viscose rayon 100% spunlaced fabrics의 병해충 방제용 수목 보호대는 [그림 8]와 같이 5본의 소나무와 1본의 모과나무에 설치하였다



[그림 8] Field test를 위하여 설치된 병해충 방제용 수목보호대



[그림 8] Field test를 위하여 설치된 병해충 방제용 수목보호대(계속)

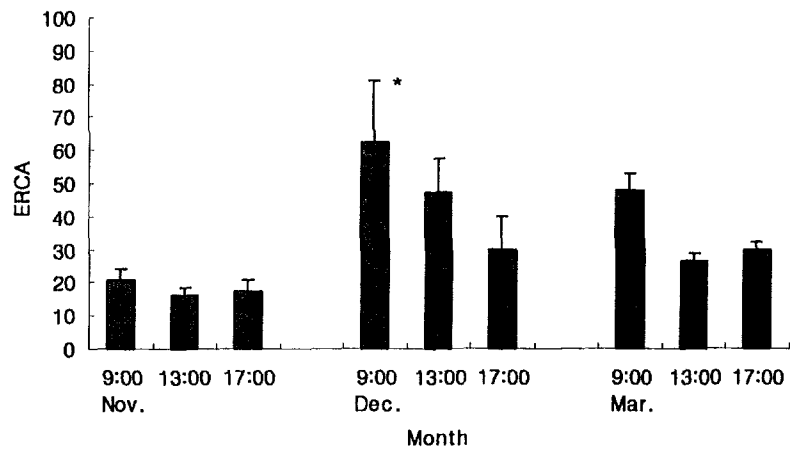


[그림 9] 수목보호대의 나염 디자인

5. 수목의 생리 조사

가. 병해충 방제용 수목보호대

병해충 방제용 수목보호대가 설치된 살구나무의 전기저항 평균치는 $33.07 \pm 4.59 \text{ K}\Omega$ 이었다. [도표 1]와 같이 11월의 조사에서 시간대 별로 각각 차이를 보이지 않았으나, 12월의 경우는 오전 9시에 높은 차이를 보였다. 이와 같이 12월과 3월의 조사결과에서 오전 9시의 경우는 오후 1시와 오후 5시보다 낮은 온도이어서 생리대사작용의 차이를 보인 때문으로 판단되었다.



* : statistical significance, $P \leq 0.05$

[도표 1] 병해충 방제용 수목보호대가 설치된 살구나무의 조사 시기 및 시간별 전기 저항치 비교

제 3장 이식용 수목보호대 분야

제 1절 서 설

1. 이식용 수목 보호대

이식용 수목보호대는 수목을 굴취하여 이식시킬 때에 발생될 수 있는 수피의 손상을 방지하여 주고, 이식 후의 급작스러운 기후변화에 따른 피해를 막아 줄 수 있다. 따라서 위의 목적에 적합한 소재는 흡수성, 보온성 부식성, 햇빛에 그을음 방지, 수분의 증산 방지, 한해 방지가 될 수 있는 특성을 지녀야 한다.

벼농사가 기계화됨에 따라 수확 시에도 기계의 사용이 일반화되어 새끼의 원료인 벧짚을 구하기가 힘들고, 개량된 다수확품종으로 인하여 벼의 줄기 자체가 굵고, 짧아져서 양질의 새끼가 없어지고, 최근 농촌인력의 급속한 감소와 노령화 추세로 겨울철 농한기의 농가부업인 새끼생산이 자취를 감춤으로써 물량부족과 가격폭등현상을 보이고 있다.

반면에 국가 경제의 질적 성장에 따른 주위 환경의 향상을 위하여 도시의 녹화 및 조경에 관련된 시장은 급격하게 팽창하고 있다. 또한 조경수 수요의 빠른 증가가 나타나고 있으므로, 수목보호용 자재도 안정적인 공급, 간편한 시공, 우수한 효능 등이 요구되고 있다.

1. 이식용 수목보호대의 종류 및 특성

가. 마대의 정의

최근 벼농사의 기계화 추세에 따라 수확기계의 사용이 일반화되어 갈수록 새끼의 연료인 볏짚을 구하기가 힘들고, 개량된 다수확품종으로 인하여 벼의 줄기 자체가 굵고, 짧아져 양질의 새끼가 없어지고, 최근 농촌인력의 급속한 감소와 노령화 추세로 겨울철 농한기의 농가부업인 새끼생산이 점차 자취를 감추어감에 따른 물량부족과 가격폭등현상을 보이고 있다.

반면에 국가경제의 질적 성장에 따른 주위환경의 향상으로 도시녹화 및 조경에 관련된 시장은 급격하게 팽창하고 있다. 또한 조경수의 수요도 빠른 증가를 보이고 있어서 수목보호용 자재도 안정적인 공급, 간편한 시공, 우수한 효능 등이 요구되고 있다. 이에 천연식물인 황마를 사용하여 종래의 볏짚 위는 것과 새끼를 대신하는 줄기감기 및 뿌리분 감기 재료로 개발된 것이 마대이다.

마대의 재료가 되는 황마섬유의 학명은 코루초로스 캡슐라리스 엘(Corchorus Capsularis L)이다. 갈대류의 일년생초본에서 채취한 인피섬유로서, 황마의 거친 껍질을 인디언 옐로우라고도 부르며, 침수 분해하여 방적용 섬유로 사용한다. 줄기는 녹색 또는 홍색으로 지름이 1-2.5cm, 높이는 1.5-5m이며, 그 나무질 부분은 유연하여 인피부와 쉽게 분리되어 채취된다. 주산지는 인도와 파키스탄이며, 특히 파키스탄의 Bengal지방이 세계 생산량의 90%를 차지하고 있다. 남아프리카, 멕시코, 미국, 중국, 대만 등지에서도 산출된다. 원산지는 중국이라고 전해지며, 인도에는 중국으로부터 전래된 것이라 한다. 황마섬유의 길이는 1.5-3cm로 서 단섬유의 길이는 0.8-4.1mm, 지름이 0.02mm이다. 우량품은 흰색으로 광택이 나며, 보통은 황갈색이다.

황마 섬유세포의 내공이 불규칙하게 배열되어 있어서 흡수성, 보온성, 부식성, 햇빛에 그을음 방지, 수분의 증산 방지, 한해 방지를 위하여 수목의 줄기감기 및 뿌리분감기의 재료로 사용되고 있다.

그러나, 현재 이러한 마대의 원료가 되고 있는 황마섬유는 국내에서 생산이

되지 않으므로, 100% 수입에 의존하고 있다. 더욱이 IMF를 겪은 경제 현황에서는 이 수입품을 대체할 수 있는 내국산 이식용 수목보호대의 개발이 요구되고 있다. 따라서 본 연구결과로 얻어질 신제품은 수입의 감소뿐만 아니라, 수출의 증대로 인한 외화를 획득할 수 있을 것이다. 또한 인건비 절감이라는 경제적인 효과를 거두기 위하여, 수목에 감아주는 작업을 좀 더 간단히 할 수 있는 이식용 수목보호대가 필요하다.

나. 기존의 마대 사용법 및 효과

수목의 하단부에서 위쪽으로 봉대를 감듯이 반씩 겹치면서 감아 올라가며 나무리 부분은 끈으로 묶어서 처리하면 된다. 일반적으로 나무의 직경이 10cm 미만인 경우에는 마대품 #100번을 사용하나, 직경이 20cm 이상인 경우에는 #200번을 사용하며, 1 roll당 1.6본 정도를 감아줄 수 있다.

마대를 사용하면 수목을 굴취하여 이식시킬 때에 발생할 수 있는 수피의 손상을 방지하여 주고, 이식 후의 급작스러운 기후변화에 따른 피해를 막아줄 수 있다. 마대가 수분을 99% 함유하고 있으므로, 보습효과가 뛰어나다. 또한 통기성이 양호하며, 열전도성이 낮아서 여름철의 태양열로 인한 수목의 손상을 방지하여 준다. 수피의 수분증발을 억제하는 효과가 있고, 겨울철 월동준비로 수목에 3-4번 정도 감아주면 해충이 지낼 수 있는 공간을 만들어 줄 수 있다. 병충해 방제를 위하여 수목에 녹화마대를 감은 후에 농약을 살포하여 주면 녹화마대에 농약이 잔류함으로써 지속적인 효과가 있다. 발아상황은 녹화마대가 줄기와 밀착되어 있기 때문에 일단 발아하면, 싹이 내부 발아력에 의하여 마대 틈사이로 돌아나올 수 있어서 발아를 촉진시켜 준다.

3. 수목과 해충에 대한 자료조사

가. 수 목

본 연구의 이식용 수목보호대가 설치된 수목 관한 자료는 다음과 같다.

1) 소나무

학명: *Pinus densiflora* Sieb.ct Zucc.

영명: Japanese Red Pine

소나무가 우리 산림(남한)에 차지하는 면적은 단일 수종으로서 으뜸인 전체의 42퍼센트이다. 북부의 고원 지대를 제외한 지리산·태백산·치악산 등 전국의 최고 1,300m이하에서 자생하고 지리적으로는 일본, 만주에 분포하는 상록 침엽 수목이다. 수고 30m, 직경 180cm에 달한다. 극양수로서 양지진 곳에서 천연하중갱신이 잘 이루어지며 대단위 군계를 형성하고 내 건성이 높아서 건조 척박한 곳에서도 잘 자라며 내한성도 대단히 강하다. 대기오염에 대한 저항성은 보통이나 병충해에는 약한 편이다. 뿌리는 직근경으로 일시 이식은 불량하나 이식기술의 발전으로 근래에는 높은 활착률을 갖는다.

줄기는 보통 붉은 색이고 오래된 수피는 흑갈색이며 잎은 2개씩 속생하고 비틀리며 길이 8~9cm 넓이 1.5mm로서 밑부분의 잎은 2년 후에 떨어진다. 꽃은 암수 따로 피는 자웅이화이나 자웅일화인 것도 있으며 수꽃 이삭은 길이 1cm 내외로 장축 원형이며 황색이고 암꽃 이삭은 난형으로 자색이다. 5월에 꽃이 피고 열매는 길이 4.5cm, 지름 3.0cm의 구과로서 난상 원형이며 이듬해 9~10월에 황갈색으로 익는다.

목재는 재질이 연하고 부드러우며 강건하고 무늬가 아름다워 건축용재, 일반용재, 펄프재로 좋으며 솔잎, 수피중 외피, 송진, 송화가루는 식용도 할수 있으나

약용으로서 가치가 높다. 소나무는 각종 공해에는 약하나 철저한 관리를 하면 도시에서도 생육이 좋으므로 아름다운 수형을 감상하는 관상수로 훌륭하다.

번식은 가을에 종자를 기건저장 하였다가 파종하기 1개월 전에 노천매장한 후에 파종한다. 밑부분에서 굵은 가지가 갈라지는 것을 반송(for. *multicaulis* Uyeki)이라 하고, 여러개의 붉은 줄기가 수형을 만드는 것을 다행송(var. *umbraculifera* Mayr.)이라 하며, 접목에 의하여 증식되며 강원도 태백산 중심으로 자생하는 줄기가 곧고 마디가 긴 것을 금강송(for. *erecta* Uyeki)이라 하며 중요조림 수목으로 취급한다. 바닷가를 따라 분포하는 해송 *P.thunbergii*와는 분포경계가 비교적 뚜렷하다. 소나무는 몇 가지 변종과 품종이 있어 함경남북도 해안지방의 북동형, 강원도·경상북도북부 일대의 금강형, 남서부 저지대 해안지방의 중남부 평지형, 경상북도 남동부 일대의 안강형, 평안남도에서 전라남도에 걸친 내륙지방의 중남부 고지형으로 크게 나뉜다.

2) 해송

바닷가의 해풍의 영향이 미치는 곳에 자생하는 소나무로 서해안에서는 백령도까지 동해안에서는 월산까지 분포하며 내륙에서는 대전, 상주 지역까지 자란다. 수직적으로는 제주도에서 표고 500m 이하의 산록, 산복에 자생한다. 토심이 깊고 비옥적윤한 곳에서 생장이 좋으나 건조척박한 앞지에서도 잘 견딘다. 내한성이 약하여 중부 내륙지방과 심산오지에서는 생육이 불가능하다.

심록침엽수목으로 수고 20m 이상, 직경 1m까지 크며 꽃은 일가화로 5월에 새가지 끝에 암꽃은 적자색으로 피며 열매는 이듬해 9월에 익는다. 잎은 진녹색으로 두 개씩 속생하며 길이 9~15cm이고 동아는 은백색이고 줄기 수피는 흑갈색이다.

생장이 우수하고 균집성이 높으며 천연하종갱신이 잘 되므로 중요조림수종

으로 장려하고 있으며 해풍에 강하므로 방조림, 해안사방의 주 수종으로 이용되고 있으며 내염성, 내조성이 강하고 조경가치가 다양하므로 해안이나 간척지 조경용으로 많이 식재되고 있다. 목재는 견 축, 토목, 펄프재로 쓰고 수피, 화분, 수지, 잎 등은 식용, 약용의 재료로 이용된다.

번식은 가을에 익는 종자를 채취하여 기건저장하였다가 파종 1개월 전에 노천 매장한 후 파종한다.

 밀부분에서 굵은 가지가 갈라지는 것을 곱반송(for. multicaulis Uyeki)이라고 한다.

나. 해 충

 본 연구의 이식용 수목보호대가 설치된 수목에서 포획된 해충에 관한 자료는 다음과 같다.

1) 노랑무늬솔바구미(노랑소나무점바구미)

 학명: *Pissodes nitidus* Roelofs

 영명: Yellow spotted pine weevil

[가해수종] 소나무, 곰솔, 잣나무, 스트로브잣나무, 가문비나무, 개잎갈나무

[분포] 한국, 일본

[피해] 소나무류의 쇠약목이나 벌채한 원목을 가해하는 2차 해충으로 줄기나 가지의 형성층을 유충이 식해하여 고사시킨다. 잣나무 대묘 조림지와 조경용으로 이식한 나무에서 피해가 자주 발생한다.

[형태] 성충의 몸길이는 5~7mm이고 몸색은 적갈색이며 가슴등에 2개의 작

은 백색무늬가 있고 날개에는 2개의 백색 횡대가 있다. 알은 장경이 약 0.5mm이고 타원형이다. 노숙유충의 몸길이는 10mm이고 머리는 갈색이며 몸통은 유백색이다.



[그림 10] 노랑무늬솔바구미 성충

[그림 11] 노랑무늬솔바구미 유충

[생태] 연1회 발생한다. 수피틈에서 월동한 성충이 4월경에 월동처에서 나와 주둥이로 수피에 구멍을 뚫고 형성층에 1~2개를 산란하는데 수피가 얇은 곳에 주로 많이 산란한다. 부화한 유충은 수피밑에 불규칙하게 식해하다가 노숙유충이 되면 목질을 물어 뜯어 타원형의 번데기집을 만들고 그 속에서 번데기가 된다. 새로 우화한 성충은 6~7월에 수피에 직경 3mm가량의 둥근 구멍을 뚫고 탈출, 가해수중으로 이동하여 새가지 및 가지에 주둥이를 꽂고 즙액을 빨아 먹으며 생활하나 산란은 하지 않는다. 산란 후 새성충이 출현하기까지는 3~4개월이 소요되며 11월경에 월동에 들어간다.

[방제] 건전한 나무에는 산란을 하지 않으므로 수세를 강하게 유지시키는 것이 최선의 방제법이다. 수세가 쇠약한 나무나 죽은 나무는 이 해충의 번식처가 되므로 5월하순까지 임내에 세워 성충이 산란케 한 후 5월하

순에 박피하면 이 해충외에 소나무좀도 방제할 수 있다. 약제방제는 산란시기인 4월 중~하순부터 10일간격으로 2~3회 걸쳐 메프유제, 파프유제, 싸이스린유제 등을 살포한다.

2) 소나무좀

학명: *Tomicus piniperda*(Linnaeus)

영명: Pine bark beetle

[가해수종] 소나무, 곰솔, 잣나무 기타 소나무(*Pinus*)속의 침엽수

[분포] 한국, 일본, 중국, 시베리아, 유럽, 북미

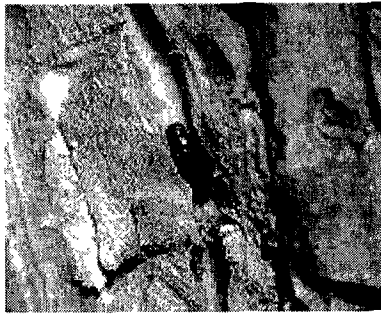
[피해] 수세가 쇠약한 벌목, 고사목에 기생한다. 월동성충이 수피를 뚫고 들어가 산란한 알에서 부화한 유충이 수피밑을 식해한다. 쇠약한 나무나 벌채한 나무에 기생하지만 대발생할때는 건전한 나무도 가해하여 고사시키기도 한다. 새성충은 새가지를 뚫고 들어가 새가지가 구부러지거나 부러져 고사한채 나무에 붙어 있는데 이를 후식 피해라 부른다.

[표 14] 소나무좀의 생활경과

| 충 태 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 성충 | ■ | | | | | | | | | | | |
| 알 | | | | ■ | | | | | | | | |
| 유충 | | | | | ■ | | | | | | | |
| 번데기 | | | | | | ■ | | | | | | |
| 유충 | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

[형태] 성충의 몸길이는 4~4.5mm이고 긴 타원형으로 광택이 있는 암갈색

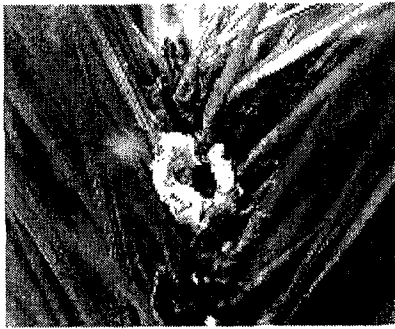
내지 검은색이며 회색의 털이 나 있다. 촉각의 선단이 계란형이고 4절이다. 앞가슴은 앞쪽이 좁고 등쪽에는 점각이 있고 중앙에는 매끈하고 광택이 있는 종선이 있다. 앞날개에는 작은 점각이 있으며 끝에는 1열의 돌기와 억센 털이 있다. 앞날개의 제2열 사이에는 이것이 없다. 유충은 유백색으로 몸길이는 3mm정도로 원통형이며 배쪽으로 C자모양 구부러져 있다. 유충의 외형적인 형태로 나무좀종류를 동정하는 것은 매우 어려우며 일반적으로 야외에서 식혼의 모양으로 구분하는 경우가 많다.



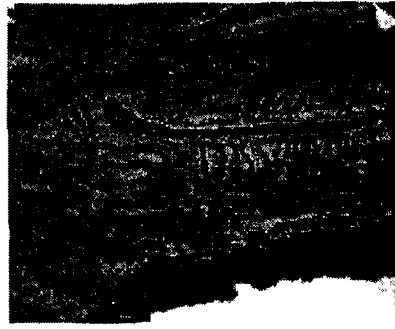
[그림 12]소나무좀 성충(소나무)



[그림 13]소나무좀 유충(소나무)



[그림 14]소나무좀 후식피해(소나무)



[그림 15]소나무좀 깡도(소나무)

[생태] 연1회 발생하지만 봄과 여름 두 번 가해한다. 지체부의 수피틈에서 월동한 성충이 3월말~4월초에 평균기온이 15℃정도 2~3일 계속되면 월동처에서 나와 쇠약목, 벌채목의 수피에 구멍을 뚫고 침입한다. 암컷성충이 앞서서 천공하고 들어가면 수컷이 따라 들어가며 교미를 끝낸 암컷은 밑에서 위로 10cm가량의 갱도를 뚫고 갱도 양측에 약60여개의 알을 낳으며 산란기간을 12~20일이다. 부화한 유충은 갱도와 직각 방향으로 내수피를 파먹어 들어가면서 유충갱도를 형성한다. 유충기간은 약20일이고 2회 탈피한다. 유충은 5월하순경에 갱도끝에 타원형의 번데기집을 만들고 목질 섬유로 둘러싼 후 그 속에서 번데기가 되며 번데기 기간은 16~20일이다. 새성충은 6월초부터 수피에 원형의 구멍을 뚫고 나와 가해수종으로 이동하여 1년생 새가지속을 위쪽으로 가해하다가 늦가을에 가해수종의 지체부 수피틈에서 월동한다.

[방제] 수세 쇠약목을 주로 가해하기 때문에 수세를 강화시키는 것이 가장 좋은 예방법이다. 수세가 쇠약한 나무는 미리 제거하고 원목과 침적은 5월이전에 수피를 벗겨 번식처를 없앤다. 1~2월중에 벌채된 소나무 원목을 1m가량 잘라 2월말에 임내에 세워 유인 산란시킨 후 5월중에 껍질을 벗겨 유충을 구제한다. 약제방제로는 3월하순~4월중순에 메프유제 200배액, 다수진유제 200배액을 혼합하여 5~7일간격으로 3~5회 살포한다.

3)큰넓적하늘소

[분포] 분포 지역은 전 한반도, 덕적도, 울릉도, 홍도에 분포한다.

[피해] 가해하는 수목으로는 각종 침엽수의 고사목, 벌채목 등이다.

[생태] 체장 몸길이는 유충기를 침엽수의 고사목어나 벌채목에서 보낸 후 7

월~9월 사이에 성층으로 우화하여 출현한다.

제 2절 재료 및 방법

1. 재료

가. 바탕재

이식용 수목보호대의 field test 에 사용된 바탕재로는 현재 보호대의 바탕재로 널리 쓰이고 있는 수입품 황마와 본 연구를 위하여 환경 친화적인 viscos rayon 섬유로 제작된 needlepunched nonwoven fabrics과 spunlaced fabrics 및 종이의 4가지 종류를 사용하였다.

나. Shigometer

Shigometer는 살아 있는나무나 목재에 모두 사용 가능하다. 탐침을 사용하여 나무의 변색, 부패, 활력, 목재의 부패를 진단 할수 있다. 탐침을 나무 조직에 넣고 난뒤 펄스 전류를 흘리면 진단기에 그 조직의 저항값이 표시된다.

나무의 종류, 부위별로 저항값이 변하는 형태를 보면 그 나무의 상태를 알 수 있는 것이다.

나무의 내부 상태를 조사할 때는 꼬임 형 탐침 (twisted wire probe)을 사용하는데, 저항 변화가 크면 그 크기에 따라 변색, 부패, 감염으로 내부 조직이 변질 되었음을 알수 있다.

목재 표면의 부패를 조사할 때는 바늘형 탐침(needle probe)을 사용하는데 저항 값이 50 k Ω 이하는 부패된 것으로 간주한다.

바늘형 탐침으로 나무의 형성층 부위를 조사할 때, 저항 값이 낮으면 활력

이 높은 것이고, 높으면 나무가 병들었거나 휴면 상태임을 나타낸다.

2. 연구 방법

가. 자료 및 문헌조사

국내외 관련 연구 논문과 문헌 및 특허를 본 연구원의 자료실 및 한국산업 기술정보원에 의뢰하여 검색하였고, 그 문헌조사를 기초로 하여 연구가 수행되었다. 국내외의 산림분포 현황은 본 연구과제와 관련된 국내외의 자료 및 문헌을 통하여 조사하였고, 수목보호대를 설치 할 가로수의 국내 현황에 대한 자료는 임업연구원을 통하여 얻었다.

나. 시제품 제작 및 설치

이식용 수 목 보호대의 소재 및 제품 수집을 통하여 종이, flax, viscose rayon 으로 needlepunched nonwoven fabrics 및 spunlaced fabricsmf 제작 한 후 효과 및 물리적 특성을 조사 하였다. 이식용 수목보호대의 설치는 수목의 하단부에서 위쪽으로 붕대를 감듯이 반씩 겹치면서 감아 올라갔으며, 나무리 부분은 끈으로 묶어서 처리하였다.

다. Field test

1) 수목의 생리 조사

1999년 11월부터 2000년 10월까지 총 7회에 걸쳐서 Shigometer(임업연구원 에서 대여)를 사용하여 수목의 전기저항을 조사하였다. 수목의 전기저항이 조

사된 수목은 3차 년도에 설치되었던 소나무와 살구나무 외에 4차 년도에 이식되어온 해송이 추가로 조사되었다. 지금까지 많은 학자들이 측정시기, 측정시의 대기온도, 측정수목의 크기, 수종, 측정기술 등에 의해 형성층 전기저항의 측정치에 오차가 생긴다고 보고해 왔다(Davis et al., 1979; Newbanks and Tattar, 1977). 따라서 수목의 생리는 종이, 황마, needlepunched nonwoven fabrics 및 spunlaced fabrics을 재질로 한 수목보호대를 설치한 수목의 전기저항을 구하였고, 각각의 수목보호대별로 월별, 하루 중 시간대별로 조사를 실시하였다. 본 실험에서는 보다 오차를 줄이기 위하여 모든 측정 수목을 동서남북으로 나누어 각각 조사하였으며 이를 종합하였다. 또한 측정 당시 수목의 동일한 지점에서 동일한 측정자에 의하여 조사를 실시하였다.

조사된 측정 자료를 바탕으로 결과의 분석은 전기저항이 낮을수록 나무의 생장세가 좋은 것으로 처리하였다(Cha and La, 1993).

2) 이식용 수목보호대에서 포획된 해충의 조사

2000년 5월 경남 영덕으로부터 이송되어온 해송과 육송을 대상으로 종이, 황마, needlepunched nonwoven fabrics, spunlaced fabrics을 재질로 한 이식용 수목보호대를 설치하였다. 각각의 수목 보호대는 지상과 닿는 부분부터 지상으로부터 2m 지점까지 손이 닿을 수 있는 높이로 설치하였다. 보호대 설치 당시 특히 외부의 곤충이 이, 출입 할 수 없도록 촘촘히 감았다.

일반적으로 중요한 소나무의 해충들이 6월에서 8월 사이에 우화 하여 탈출공을 통하여 기주인 소나무를 탈출하는 것으로 알려져 있다. 따라서 2000년 7월과 8월 두 차례에 걸쳐 보호대를 제거하면서 보호대 내부의 해충을 포획하였다. 포획된 해충은 각각의 보호대별로 분리하여 수량을 조사하였으며 표본으로 제작하여 종 동정을 실시하였다.

제 3절 결과 및 고찰

1. 이식용 수목 보호대 재료의 물리적 성질

이식용 수목 보호대 재료의 물리적 성질은 [표 15]과 같았다. [그림 16]은 수목에 설치된 이식용 수목보호대를 보여주고 있다.

[표 15] Field Test 에 사용된 이식용 수목 보호대 재료의 물리적 성질

| Physical property | Nonwoven fabric |
|--|-------------------------------------|
| Fiber content(%) | 100% viscose rayon ¹⁾ |
| Weight(g/m ²) | 112.0 |
| Thickness(mm) | 0.71 |
| Density(g/cm ³) | 0.158 |
| Tensile strength(kg/cm) | |
| Machine direction | 6.3 |
| Cross direction | 5.9 |
| Elongation(%) | |
| Machine direction | 42.0 |
| Cross direction | 66.8 |
| Tear strength(kg), | |
| Machine direction | 2.6 |
| Cross direction | 2.3 |
| Bursting strength(kg/cm ²) | 3.0 |

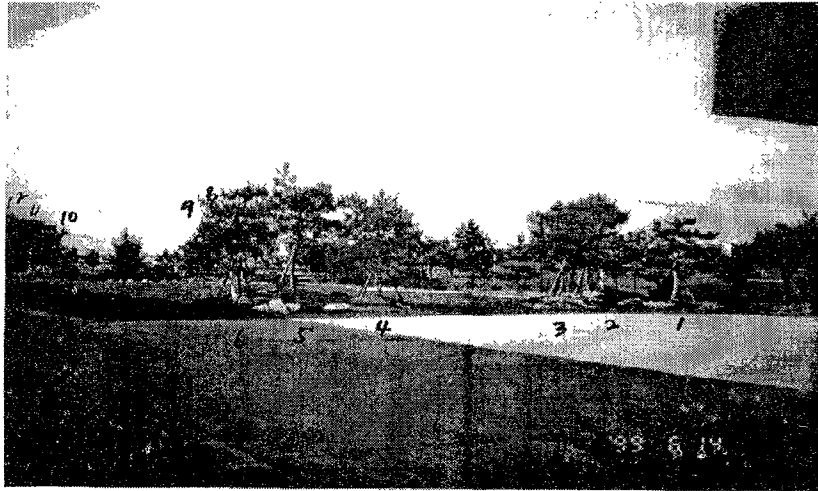
1) 1.5 denier, 44mm



[그림 16] 수목에 설치된 이식용 수목보호대(Field Test I)

2. 이식용 수목보호대의 성능 평가 및 설치

이식용 수목보호대는 [그림 17]과 같이 종이, flax, viscose rayon으로 제작된 needlepunched nonwoven fabrics과 spunlaced fabrics로 제작되어 수목의 하단부에서 위쪽으로 봉대를 감듯이 감아 올라갔다. 수목보호대의 성능시험을 위하여 소나무만을 사용하였고, 비온 후에 수목보호대가 수피에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 각 바탕재의 수분율을 조사하여 비교하였다.



[그림 17] 설치된 이식용 수목보호대

가. 바탕재

종이, flax, needlepunched nonwoven fabrics 및 spunlaced fabrics 의 4가지 종류로 제작된 이식용 수목보호대를 사용하였다.

Flax, needlepunched fabrics, spunlaced fabrics로 제작된 보호대의 폭은 15cm이었다. 그러나, tree wrap의 경우에 바탕재의 폭은 수목의 흉고 직경과 밀접한 연관성이 있었다. 즉 나무의 흉고 직경이 클수록 수목보호대의 폭이 넓고, 나무의 흉고 직경이 작을수록 수목보호대의 폭도 좁아야 수목에 설치할 때 겹침 분량으로 들어가는 손실을 최소화 할 수 있을 뿐 아니라, 설치 작업의 효율성을 증대시킬 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 수목보호대의 폭을 15cm 대신에 10cm인 것을 선택하였다.

나. 바탕재의 물리적 성질

이식용 수목보호대의 시제품에 사용된 바탕재인 종이, flax, needlepunched

nonwoven fabrics 및 spunlaced fabrics 의 물리적 성질들은 [표 16]에 나타나 있다.

[표 16] 바탕재로 사용된 이식용 수목보호대 및 tree wrap의 물리적 성질

| | 종이 | 황마 | Spunlaced fabrics | Needle-punched nonwoven fabrics |
|--|-----------|---------|----------------------------------|----------------------------------|
| Fiber content(%) | 100% pulp | 100% 황마 | 100% viscose rayon ¹⁾ | 100% viscose rayon ¹⁾ |
| Weight(g/m ²) | 195.0 | 186.0 | 63.0 | 115.0 |
| Thickness(mm) | 0.75 | 1.03 | 0.43 | 0.73 |
| Density(g/cm ³) | 0.260 | 0.181 | 0.147 | 0.158 |
| Tensile strength(kg/cm) | | | | |
| MD ²⁾ | 11.7 | 26.0 | 6.6 | 6.5 |
| CD ³⁾ | | 19.1 | 1.9 | 6.0 |
| Elongation(%) | 32.2 | | | |
| MD ²⁾ | | 4.4 | 73.9 | 52.3 |
| CD ³⁾ | | 6.5 | 155.0 | 76.7 |
| Tear strength(kg), | | | | |
| MD ²⁾ | 0.9 | 1.3 | 0.3 | 2.5 |
| CD ³⁾ | | 1.1 | 0.6 | 2.1 |
| Bursting strength(kg/cm ²) | 0.3 | 9.5 | 2.0 | 3.8 |

1) : 2.0 denier, 51mm

2) : machine direction

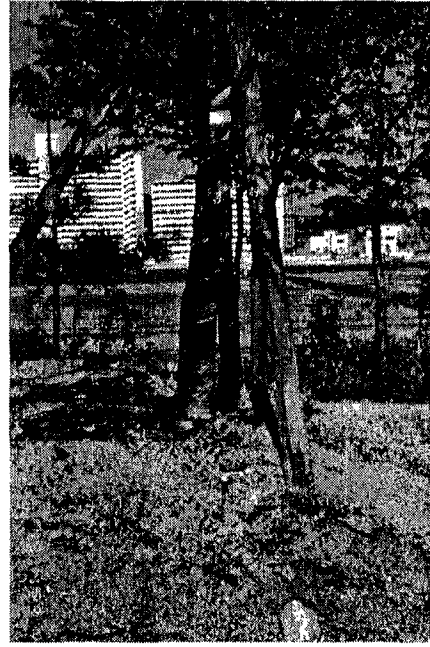
3) : cross direction

다. 설치방법

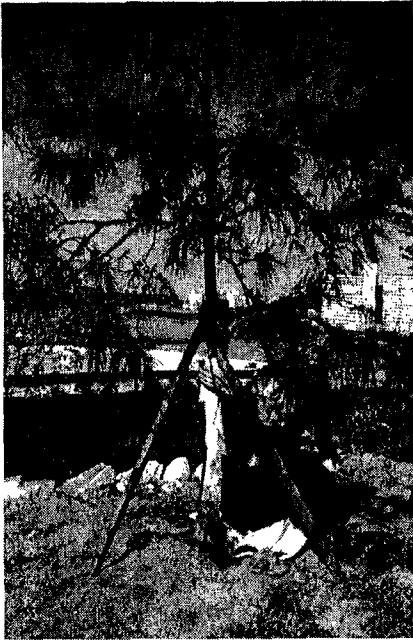
이식용 수목보호대의 설치는 수목의 하단부에서 위쪽으로 봉대를 감듯이 반씩 겹치면서 감아 올라갔으며, 마무리 부분은 끈으로 묶어서 처리하였다. 이상의 방법으로 침엽수와 활엽수 24그룹에 [그림 18], [그림 19] 및 [그림 20]와 같이 설치하였다.



[그림 18] 마대로 제작된 이식용 수목보호대



[그림 19] Spunlaced nonwoven fabrics로 제작된
이식용 수목 보호대



[그림 20] Needlepunched fabrics로 제작된 이식용 수목 보호대

3. 이식용 수목보호대의 함수율 측정

비온 후에 수목보호대가 수피의 미치는 영향을 함수율을 통하여 연구한 결과는 [표17]와 같다. 수목5의 바탕재인 마대와 수목12의 spunlaced fabrics가 가장 잘 건조되었으며, 특히 수목12의 spunlaced fabrics는 수분흡수율이 좋았다. 이 표에서의 건조 시간의 차이는 수목보호대 설치시의 겹쳐진 부분 및 일사 방향과 관계되는 것으로 사려된다.

[표 17] 이식용 수목보호대의 함수율

| 수목 | 지름 (mm) | 바탕재 | 함수율(%) | | | |
|----|---------|--------------------------------|--------|------|------|------|
| | | | 비오기전 | 비온후 | 1시간후 | 2시간후 |
| 1 | 95 | Spunlaced fabrics | 5.9 | 15.4 | 12.5 | 8.5 |
| 2 | 127 | Woven fabrics | 6.9 | 13.0 | 8.1 | 7.3 |
| 3 | 92 | Needlepunched nonwoven fabrics | 7.5 | 15.2 | 10.3 | 11.5 |
| 4 | 108 | Needlepunched nonwoven fabrics | 7.4 | 16.0 | 3.1 | 3.4 |
| 5 | 115 | Woven fabrics | 5.5 | 8.7 | 7.1 | . |
| 6 | 95 | Spunlaced fabrics | 5.0 | 21.4 | 13.3 | . |
| 7 | 92 | Spunlaced fabrics | 5.4 | 23.1 | 9.1 | 7.1 |
| 8 | 102 | Needlepunched nonwoven fabrics | 7.4 | 38.5 | 9.1 | 5.8 |
| 9 | 95 | Woven fabrics | . | 13.9 | 4.0 | 2.1 |
| 10 | 95 | Woven fabrics | . | 8.9 | 5.6 | 3.9 |
| 11 | 102 | Needlepunched nonwoven fabrics | 7.0 | 22.2 | 5.4 | 3.0 |
| 12 | 111 | Spunlaced fabrics | 5.4 | 9.5 | 7.7 | . |

2) 바탕재의 물리적 성질 비교

이식용 수목보호대의 field test에 사용된 바탕재 중에서 본 연구를 위하여 제작된 spunlaced fabrics 및 needlepunched fabrics의 염색과 나염 후의 물리적 성질은 [표 18]과 같았다. 바탕재의 물리적 성질을 비교한 결과, 원포일 때 보다 염색과 나염 작업을 거친 후에는 염료의 첨가로 인하여 중량, 두께, 인장강도 및 파열강도는 증가되는 반면에 신도는 저하된 것으로 나타났다.

[표 18] 이식용 수목보호대 바탕재의 물리적 성질 비교

| 바탕재 물리적 성질 | 원포 ¹⁾ | 염색지 | 나염 무늬의 종류 | | |
|---------------------------|------------------|--------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | | | 나무무늬 ²⁾ | 스트라이프 ²⁾ | 나무테무늬 ³⁾ |
| 중량 (g/m ²) | 112.00 | 116.00 | 127.00 | 117.00 | 147.00 |
| 두께 (mm) | 0.71 | 0.82 | 0.86 | 0.82 | 0.90 |
| 인장강도 (Kg) | MD ⁴⁾ | 6.30 | 11.00 | 11.90 | 10.60 |
| | CD ⁵⁾ | 5.90 | 9.20 | 8.80 | 8.80 |
| 신도 (%) | MD ⁴⁾ | 42.00 | 21.90 | 18.50 | 18.70 |
| | CD ⁵⁾ | 66.80 | 42.70 | 44.20 | 48.20 |
| 인열강도 (Kg) | MD ⁴⁾ | 2.60 | 1.90 | 2.70 | 2.20 |
| | CD ⁵⁾ | 2.30 | 2.00 | 2.70 | 2.40 |
| 파열강도(Kg/cm ²) | 3.00 | 4.00 | 6.70 | 5.00 | 5.50 |

1) : viscose rayon 100%, 2.0 denier, 51mm

2) : 1차 나염지

3) : 2차 나염지

4) : machine direction

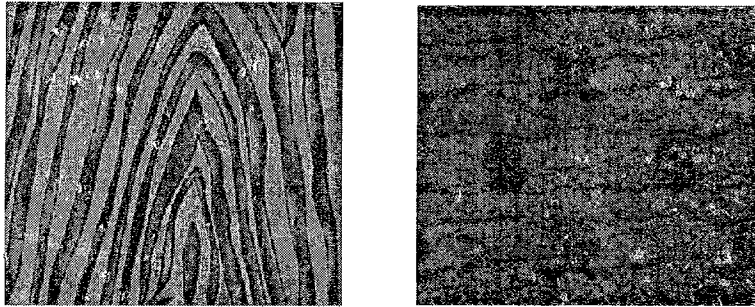
5) : cross direction

3) 나염

이식용 수목보호대의 바탕재로 사용된 needlepunched nonwoven fabrics, spunlaced fabrics의 원포를 먼저 염색한 후에 나염 작업을 하였다. 나염 디자인은 전문가가 이식용 수목보호대의 용도로 디자인한 15가지의 디자인 중에서

1차 나염 시에는 나무 무늬와 스트라이프 무늬의 2종을 채택하였으나, 수목에 설치하여 본 결과, 수목과 수목보호대와의 조화가 잘 이루어지지 않아서 미관상 좋지 않았으므로 2차 나염을 시도하였다.

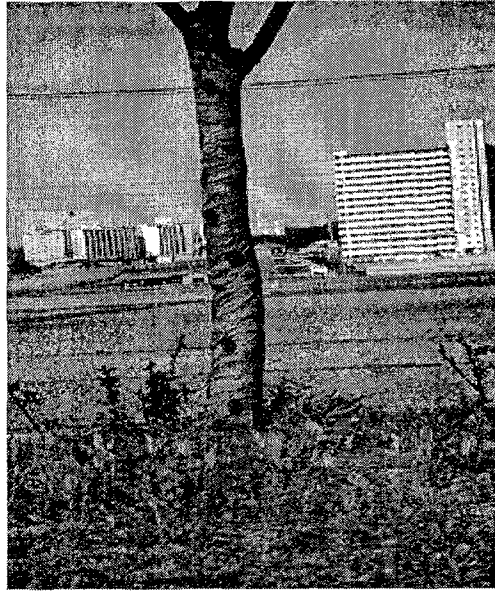
2차 나염은 1차 나염에 비하여 좀더 수피의 색과 유사하게 조절하였고, 패턴도 수목의 외피를 디자인 화 한 후에 3차원 입체나염기법을 사용하였다. 이 결과로 수목에 설치시 1차 나염지보다 수피와의 조화가 좀 더 잘 이루어졌다.



[그림 21] 수목보호대의 나염 디자인

(4) 설치작업

본 연구에서 제작된 종이, 황마, spunlaced fabrics, needlepunched nonwoven fabrics의 4종류로 구성된 이식용 수목보호대를 [그림 22]과 같이 4차년도 Field test를 위하여 2000년 4월에 31본의 소나무에 설치하였다. 이식용 수목보호대의 종류에 따라 설치한 이식 소나무의 본 수는 황마 7본, spunlaced fabrics 8본, needlepunched fabrics 8본 및 tree wrap 8본이었다.



[그림 22] Field test를 위하여 설치된 이식용 수목 보호대

4.) 수목의 생리 조사

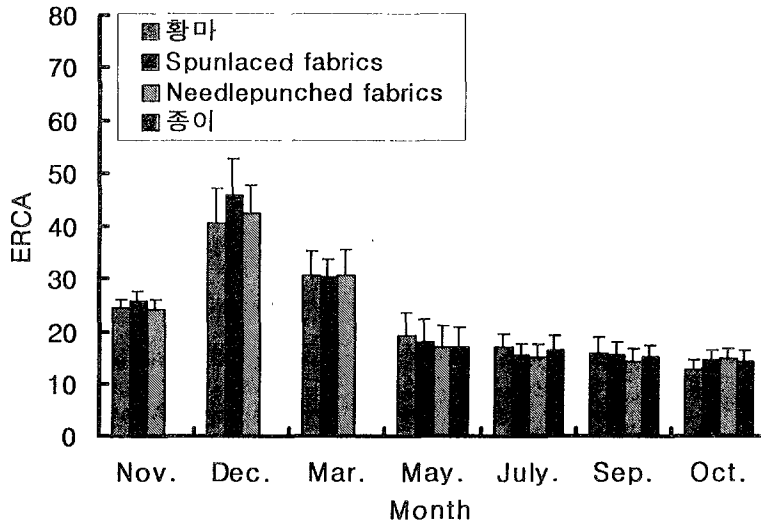
수목의 생리는 수종과 관계없이 기존의 황마가 설치된 수목과 전기저항의 차이가 없었다[표 19]. 그러나, 월별 조사시기에 따라서는 [도표 2]과 같이 차이를 나타내었다. 즉 11월에서 3월 사이에 조사된 측정치는 5월에서 10월 사이의 측정치에 비하여 낮은 온도로 인하여 높은 저항치를 나타내어 생리활동의 저항이 높은 것을 알 수 있었다. 한편 조사 시간별로 저항의 평균치는 오전 9시에 조사한 결과가 오후 1시, 5시와 비교하였을 때 높은 저항치를 보였으나, 통계적으로는 유의한 차이가 없는 것으로 확인되었다[표 20]. 이와 같은 결과는 바탕재 소재의 차이가 수목생리에 있어 기존의 황마 처리와 차이가 없음을 나타낸 것이다.

[표 19] 이식용 수목보호대를 설치한 소나무의 전기 저항 비교

| 소 재 | ERCA ¹⁾ (KΩ) ²⁾ |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| 황마 | 23.0±3.4 |
| Spunlaced fabrics | 23.7±3.3 |
| Needlepunched nonwoven fabrics | 22.7±3.2 |

1): Electrical resistance of cambial area

2): nonsignificant



[도표 2] 이식용 수목보호대가 설치된 소나무의 월별 전기 저항치 비교

[표 20] 이식용 수목보호대가 설치된 소나무의 조사 시간별 전기 저항치 비교

| 조사시간 | ERCA*(KΩ) |
|-------|------------|
| 09:00 | 32.95±9.43 |
| 13:00 | 28.26±7.87 |
| 17:00 | 27.52±5.79 |

*: nonsignificant

5. 이식용 수목보호대에서 포획된 해충의 조사

2000년 5월 경남 영덕으로부터 이송되어온 해송은 당시 수피의 탈출공을 확인함으로써 많은 나무좀, 바구미, 하늘소류에 의한 피해를 입은 것으로 확인할 수 있었다. 이러한 해충에 감염된 수목은 이식 후 식재된 지역의 다른 수목에 확산되어 피해를 줄 수 있어 상당히 위협한 해충의 매개원이 될 수 있다. 일반적으로 수목의 수세가 약화되면 해충이 쉽게 공격할 수 있는 기회를 줄 수 있다. 특히 수목의 이식과정에서 수세가 약화될 때 해충공격으로부터 보호하는 것이 필요하다.

본 조사에서는 이식용 수목보호대가 수목의 이식 후 해충의 이, 출입에 의한 확산을 막을 수 있는 것으로 확인되었고, 특히 기존의 황마보다는 needlepunched woven fabrics과 spunlaced fabrics의 조밀한 수목보호대의 재질을 뚫지 못하여 분산(dispersal)을 억제하는 효과가 우수한 것으로 조사되었다. 소나무류의 수피를 가해하는 중요해충중에서 본 조사에서는 바구미과(Curculionidae), 노랑점바구미아과(Pissodinae) 1종, 나무좀과(Scolytidae) 소나무좀아과(Hylesininae) 1종, 그리고 큰 넓적하늘소(*Arhopalus rusticus* (Linnaeus)) 1종 등 크게 3과 3종 560여 개체가 조사되었다 [표 21].

소나무에 설치한 각각의 수목보호대에서 조사된 해충은 주변의 소나무를 가해하기 위하여 각각의 해충마다 조금씩은 다르나 일반적으로 5월에서 8월 사이에 우화하여 분산하는 것으로 조사되었다. 그 동안 수목보호대로 사용하였던 황마에 비하여 needlepunched woven fabrics와 spunlaced fabrics에서 각각, 월등히 많은 161, 294 개체가 포획되어 해충의 분산을 크게 억제할 것으로 생각되었다. 이러한 이유는 황마가 needlepunched woven fabrics와 spunlaced fabrics에 비하여 해충들의 이 출입이 용이한, 재질의 간격이 넓은 구조로 이루어졌기 때문인 것으로 생각되었다.

이러한 결과는 이식용 수목보호대는 해충종들이 생육을 마친 후 수목보호대에 의해 물리적방제(Mechanical control)되는 효과가 있는 것으로 조사되었다.

[표 21] 이식용 수목보호대에서 포획된 해충의 종류와 밀도¹⁾

단위: 마리

| 보호대 종류 | 해충의 종류 | | | 기타 ²⁾ |
|-------------------------------|---|--|---|------------------|
| | 바구미과, 노랑점바구미아과 Curculionidae, Pissodinae | 나무좀과 소나무좀아과 Scolytidae, Hylesininae | 큰 넓적 하늘소 <i>Arhopalus rusticus</i> (Linnaeus) | |
| 부 직 포 | | | | |
| (Needlepunched fabrics) 스판 | 85 | 62 | 14 | 77 |
| (Spunlaced fabrics) | 201 | 83 | 10 | 5 |
| 황 마 | 74 | 21 | 7 | |
| 종 이 | 1 | - | 2 | |
| 합 계 | 361 | 166 | 33 | 82 |

1) 2000년 5월 설치, 7월과 8월 두 차례 수거하여 포획함

2) 방아벌레 등 딱정벌레류, 노래기, 그리고 개미 등

제 4절 결 론

본 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 이 연구를 통하여 개발된 100% viscose rayon로 제작된 수목보호대는 환경친화적 소재로써 환경 오염을 방지 할 수 있을 뿐만 아니라 needlepunched nonwoven fabrics와 spunlaced fabric으로 제작되어 보온성이 우수하여 월동기 해충의 잠입율이 높고 기존의 황마로 제작된 수목보호대에 비하여 설치 및 회수가 용이하다.
2. 병해충 방제용 수목 보호대는 100% viscose rayon을 사용하여 needlepunched nonwoven fabrics와 spunlaced fabrics, web 및 net의 2층 3층 구조로 제작되었는데 이중 2층구조는 해충의 침입이 용이하여 연구 기관용으로 적합하며 3층구조는 설치후 회수시 수목에 잔유물이 묻지 않아 가로수용으로 적합하다.
3. 수목보호대의 적합한 소재의 선택을 위하여 실시한 물성 실험 결과 종이, 황마 보다 spunlaced fabrics와 needlepunched nonwoven fabrics가 우수하게 평가되었다.
4. Spunlaced fabric 소재가 수분 함유율이 좋고 비온 뒤 수분 함유율 또한 뛰어나, 수목보호대의 소재로 사용할 경우 이식용 수목의 문제점으로 지적되는 이식후의 건조를 막아 줄 것으로 밝혀졌다.

5. 2차나염을 통하여 수목의 외피를 디자인에 이용하므로써 미관상 좋은 수목 보호대의 디자인을 선택할 수 있었으며 설치하였을 경우 자연과의 조화가 더욱 우수하였다. 또한 수목보호대에 형광 띠를 디자인에 넣음으로써 가로수에 설치 할 경우 교통사고 예방의 효과도 기대된다.

6. 본연구의 병해충 방제용 수목보호대의 개발에 있어서 살충제의 첨가 방법으로 사용되었던 spay법은 작업자의 흡입등 산업재해와 소각시 대기 오염의 발생등의 문제점이 지적되었다. 이에 살충제의 encapsulation을 시도하였으나, 연구 기간의 단기화와 국내 기술의 인력부족으로 실행이 불가능하였다. 장기적인 투자가 요구되는 부분이다.

7. 종이, 황마, needlepunched nonwoven fabrics, spunlaced fabrics의 소재로 제작된 수목보호대를 field에 설치한 후 수목생리조사를 한 결과 기존의 황마로 만들어진 수목보호대와 바탕소재를 달리한 경우와 수목 생리상에는 차이가 없음을 보여주었다.

8. 본 연구에서는 feild test를 통하여 수목보호대가 수목의 이식 후 해충의 이,출입을 막을 수 있는 것으로 확인되었고 황마보다 needlepunched nonwoven fabrics과 spunlaced fabrics의 조직이 더욱 조밀하기 때문에 해충의 분산을 막아주는 것으로 나타났다.

따라서 본 연구를 통하여 수목보호대의 운반, 설치, 수거가 기존의 황마에 비해 용이하며 성능면에도 우수한 환경친화적 소재의 수목보호대 제작 및 생산화가 가능 할 것으로 사려된다.

참고자료 및 문헌

1. Garraway, M. O. *Plant Dis. Repr.* 57. 1973.
2. Tattar, T. A. and R. O. Blanchard. *Ann. rev. Phytopathol* 6. 1976.
3. Newbanks, D. and T. A. Tattar. *Can. J. For. Res.* 7. 1977.
4. Sylvia, D. M. and T. A. Tattar. *Can. J. For. Res.* 8. 1978.
5. Davis, W., A. Shigo, and R. Weyrick. *Forest Sci.* 25. 1979.
6. 배정훈, 대한민국특허, 79-001600, 1979.
7. G. Takankbu and N. Akira, JP Patent, 81-000969, 1981.
8. H. J. Heins and R. W. Tailer, GB Patent, 82-000875, 1982.
9. P. Mauler and I. Hamman, DE Patent, 82-000974, 1982.
10. P. Mauler and I. Hamman, DE Patent, 84-001312, 1984.
11. P. Mauler and I. Hamman, DE Patent, 84-001313, 1984.
12. P. Mauler and I. Hamman, DE Patent, 84-001314, 1984.
13. T. Roihukto and M. A. H. Pami, US Patent, 85-000651
1985.
14. T. Roihukto and M. A. H. Pami, US Patent, 85-000652
1985.
15. T. Roihukto and M. A. H. Pami, US Patent, 85-000653
1985.

16. K. Takesi and T. Akari, JP Patent, 85-000743, 1985.
17. 배정훈, 대한민국특허, 85-000905, 1985.
18. O. Ukigaschu and T. Manabu, JP Patent, 85-000991, 1985.
19. J. Tracsler, US Patent, 85-001041, 1985.
20. 박인호, 대한민국특허, 85-001148, 1985.
21. 강세훈, 대한민국특허, 85-001331, 1985.
- 22 S. J. Nelson, US Patent, 85-001428, 1985.
23. 이승모, 한반도 하늘소과 갑충지, 국립과학관, 1987
24. 윤인원, 대한민국특허, 91-007846, 1991.
25. J. Drybag, US Patent, 92-002313, 1992.
26. 한국수목도감, 산림청 임업연구원, 1992
27. K. Schuji, N. Kiyoko, K. Gojo, K. Takanori, and N. Hideo,
JP Patent, 95-000683, 1995.
28. 정경균, 대한민국특허, 94-010894, 1994.
29. 宮式 清, JP Patent, 平7-6781, 1995.
30. 김광은, 최병철편저, 자연농약에 의한 병해충 방제, 서울 : 도
설출판 서원, 1996.
31. 양항승, 이 두형, 이 승찬, 신 농약, 서울 : 정문사, 1995.
32. 유병일, 지구환경과 산림 그리고 인간, 서울 : 도서출판 지구
촌, 1996.
33. 백운하, 해충학, 서울 : 정문사, 1996.

34. 이범용, 정영진, 한국수목해충, 서울 : 성안당, 1997.
35. 이창기, 환경과 건강, 서울 : 하서출판사, 1997.
36. 대농민용 기술지, 서울 : 동방아그로, 1997.
37. 농약사용지침서, 농약공업협회, 1997.
38. 윤채혁, 농약총람, 서울 : 한림, 1996, 552-557.
39. “산림보고 강원 ‘신음’”, 경향신문, 1996. 10. 1.
40. 농림부, “농정새소식, 산림병해충 방제 촉진대회”, 1997. 4.
41. J. and K. Dunster, dictionary of Natural Resource Management, Oxon : CAB International, 1996.
42. C. L. Foy and David W. Pritchard, Pesticide Formulation and Adjuvant Technology, New York : CRC Press, 1996.
43. 사단법인 한국방역협회, 해충방제학요론, 서울 : 계축문화사, 1997.
44. “항균·항취 키토산 연구 활발”, 한국섬유신문, 1997. 5.
45. “신물질 항균제 ‘YSB-TX’ 개발”, 한국섬유신문, 1997. 5.
46. H. Butin, *Tree Diseases and Disorders*, Oxford : Oxford University Press, 1995.
47. “항균처리 제품 붐물”, 조선일보, 1997. 5. 7.
48. “항균방취제 ‘ULTRA FRESH’ 상륙”, 한국섬유신문, 1997. 5. 15.
49. 현재선, 농림해충학총론, 서울 : 서울대학교 출판부, 1994.

50. “솔잎혹파리 무공해 방제 생물농약 세계 첫개발”, 중앙일보, 1997. 5. 23.
51. “항균방취섬유 ‘헬스트’ 입성”, 한국섬유신문, 1997. 6. 23.
52. “향기나는 우산 나왔다.”, 조선일보, 1997. 8. 21.
53. Jack E. Rechcigl and Herbert C. Mackinnon, Agricultural Uses of By-Products and Wastes, Acs Symposium Series 668, American Chemical Society, 1997
54. Peter Hough, The Global Politics of Pesticides, Earthscan, 1998.
55. 임경빈, 푸른 마을을 꿈꾸는 나무, 중앙일보, 1998.
56. 정희양, 목재이학, 서울대학교 출판부, 1998.
57. 전영우, 소나무와 우리 문화, 수문출판사, 1999.
58. 서민화, 이유미, 쉽게 찾는 우리 나무1-5권, 현암사, 2000
59. 이경준, 수목생리학, 서울대학교 출판부, 2000

여 백

부 록

소나무의 생리 조사서

(1999. 11. 8)*

09:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|-----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 26 | 22 | 16 | 20 | |
| 2 | 17 | 19 | 19 | 17 | |
| 3 | 18 | 18 | 17 | 22 | |
| 4 | 20 | 22 | 20 | 21 | |
| 5 | 26 | 29 | 31 | 33 | |
| 6 | 22 | 25 | 31 | 22 | |
| 7 | 25 | 19 | 21 | 22 | |
| 8 | 22 | 23 | 24 | 28 | |
| 9 | 20 | 22 | 28 | 22 | |
| 10 | 24 | 27 | 21 | 22 | |
| 11 | 25 | 24 | 25 | 20 | |
| 12 | 24 | 31 | 27 | 26 | 고사중 |

*: 온도 10℃, 습도 90%

소나무의 생리 조사서

(1999. 11. 8)*

13:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|-----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 24 | 12 | 16 | 23 | |
| 2 | 17 | 21 | 18 | 21 | |
| 3 | 21 | 22 | 20 | 20 | |
| 4 | 22 | 24 | 18 | 17 | |
| 5 | 28 | 26 | 19 | 24 | |
| 6 | 20 | 19 | 16 | 17 | |
| 7 | 22 | 12 | 18 | 18 | |
| 8 | 19 | 23 | 22 | 20 | |
| 9 | 22 | 15 | 17 | 19 | |
| 10 | 23 | 23 | 25 | 21 | |
| 11 | 21 | 22 | 18 | 22 | |
| 12 | 22 | 29 | 27 | 30 | 교사중 |

*: 온도 19℃, 습도 66%

소나무의 생리 조사서

(1999. 11. 8)*

17:00

단위: k Ω

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|-----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 26 | 28 | 28 | 23 | |
| 2 | 23 | 19 | 19 | 20 | |
| 3 | 22 | 21 | 19 | 28 | |
| 4 | 23 | 23 | 23 | 22 | |
| 5 | 31 | 32 | 33 | 30 | |
| 6 | 25 | 25 | 26 | 23 | |
| 7 | 24 | 17 | 21 | 23 | |
| 8 | 22 | 26 | 23 | 21 | |
| 9 | 18 | 19 | 19 | 25 | |
| 10 | 23 | 22 | 20 | 21 | |
| 11 | 30 | 24 | 32 | 27 | |
| 12 | 32 | 34 | 32 | 31 | 고사중 |

*: 온도 13℃, 습도 79%

소나무의 생리 조사서

(1999. 11. 9)*

09:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|-----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 25 | 28 | 25 | 36 | .. |
| 2 | 23 | 23 | 24 | 28 | |
| 3 | 31 | 25 | 24 | 32 | |
| 4 | 32 | 33 | 33 | 27 | |
| 5 | 35 | 34 | 36 | 41 | |
| 6 | 28 | 31 | 38 | 34 | |
| 7 | 31 | 24 | 29 | 32 | |
| 8 | 24 | 39 | 32 | 22 | |
| 9 | 228 | 24 | 22 | 26 | |
| 10 | 21 | 22 | 22 | 24 | |
| 11 | 25 | 24 | 25 | 25 | |
| 12 | 31 | 35 | 32 | 34 | 고사중 |

*: 온도 12℃, 습도 78%

소나무의 생리 조사서

(1999. 11. 9)*

13:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|-----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 34 | 33 | 25 | 24 | |
| 2 | 21 | 23 | 23 | 19 | |
| 3 | 21 | 21 | 23 | 23 | |
| 4 | 25 | 26 | 26 | 24 | |
| 5 | 32 | 30 | 44 | 38 | |
| 6 | 28 | 26 | 25 | 25 | |
| 7 | 25 | 22 | 22 | 23 | |
| 8 | 26 | 29 | 29 | 21 | |
| 9 | 25 | 23 | 24 | 26 | |
| 10 | 25 | 22 | 24 | 19 | |
| 11 | 26 | 32 | 25 | 28 | |
| 12 | 27 | 30 | 31 | 31 | 고사중 |

*: 온도 10℃, 습도 90%

소나무의 생리 조사서

(1999.11.9)*

17:00

단위: k Ω

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|-----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 26 | 27 | 29 | 24 | |
| 2 | 19 | 21 | 21 | 20 | |
| 3 | 22 | 21 | 23 | 22 | |
| 4 | 21 | 22 | 22 | 24 | |
| 5 | 27 | 28 | 33 | 30 | |
| 6 | 24 | 25 | 24 | 23 | |
| 7 | 24 | 21 | 20 | 22 | |
| 8 | 24 | 26 | 29 | 21 | |
| 9 | 20 | 21 | 21 | 24 | |
| 10 | 21 | 20 | 22 | 20 | |
| 11 | 26 | 28 | 23 | 25 | |
| 12 | 23 | 25 | 30 | 30 | 고사중 |

*: 온도 14℃, 습도 61%

소나무의 생리 조사서

(1999. 11. 10)*

09:00

단위: k Ω

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|-----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 29 | 27 | 26 | 33 | |
| 2 | 25 | 25 | 24 | 26 | |
| 3 | 29 | 28 | 25 | 30 | |
| 4 | 29 | 27 | 27 | 26 | |
| 5 | 33 | 35 | 34 | 40 | |
| 6 | 27 | 30 | 34 | 30 | |
| 7 | 29 | 24 | 28 | 29 | |
| 8 | 27 | 30 | 32 | 29 | |
| 9 | 29 | 26 | 23 | 27 | |
| 10 | 26 | 27 | 27 | 28 | |
| 11 | 24 | 23 | 24 | 24 | |
| 12 | 29 | 31 | 30 | 33 | 고사중 |

*: 온도 11℃, 습도 78%

소나무의 생리 조사서

(1999. 11. 10)*

13:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|-----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 26 | 28 | 27 | 22 | |
| 2 | 20 | 21 | 21 | 20 | |
| 3 | 21 | 24 | 22 | 22 | |
| 4 | 21 | 20 | 20 | 22 | |
| 5 | 30 | 29 | 40 | 36 | |
| 6 | 25 | 22 | 25 | 25 | |
| 7 | 24 | 17 | 19 | 21 | |
| 8 | 22 | 23 | 23 | 20 | |
| 9 | 28 | 27 | 27 | 26 | |
| 10 | 22 | 18 | 20 | 17 | |
| 11 | 24 | 25 | 25 | 27 | |
| 12 | 27 | 30 | 29 | 29 | 고사중 |

*: 온도 19℃, 습도 50%

소나무의 생리 조사서

(1999. 11. 10)*

17:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|-----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 21 | 20 | 20 | 20 | |
| 2 | 17 | 21 | 20 | 20 | |
| 3 | 25 | 25 | 18 | 20 | |
| 4 | 21 | 22 | 21 | 21 | |
| 5 | 28 | 29 | 30 | 26 | |
| 6 | 23 | 24 | 23 | 24 | |
| 7 | 22 | 19 | 23 | 21 | |
| 8 | 23 | 25 | 31 | 20 | |
| 9 | 19 | 20 | 20 | 22 | |
| 10 | 22 | 25 | 21 | 20 | |
| 11 | 26 | 29 | 23 | 24 | |
| 12 | 25 | 29 | 32 | 32 | 고사중 |

*: 온도 14℃, 습도 70%

살구나무의 생리 조사서

(1999. 11. 8)*

09:00

단위: k Ω

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 35 | 31 | 26 | 27 | |
| 2 | 26 | 23 | 23 | 16 | |
| 3 | 16 | 13 | 16 | 15 | |
| 4 | 19 | 22 | 21 | 16 | |
| 5 | 24 | 25 | 20 | 20 | |
| 6 | 21 | 25 | 24 | 18 | |
| 7 | 14 | 17 | 16 | 16 | |

*: 온도 10 $^{\circ}$ C, 습도 90%

살구나무의 생리 조사서

(1999. 11. 8)*

13:00

단위: k Ω

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 16 | 13 | 15 | 12 | |
| 2 | 19 | 17 | 18 | 13 | |
| 3 | 11 | 9 | 11 | 12 | |
| 4 | 16 | 14 | 18 | 13 | |
| 5 | 20 | 18 | 12 | 17 | |
| 6 | 19 | 23 | 20 | 20 | |
| 7 | 20 | 20 | 18 | 18 | |

*: 온도 19 $^{\circ}$ C, 습도 66%

살구나무의 생리 조사서

(1999. 11. 8)*

17:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 13 | 17 | 15 | 15 | |
| 2 | 21 | 16 | 19 | 16 | |
| 3 | 13 | 11 | 13 | 11 | |
| 4 | 16 | 17 | 18 | 17 | |
| 5 | 20 | 22 | 23 | 24 | |
| 6 | 27 | 19 | 23 | 18 | |
| 7 | 21 | 17 | 22 | 14 | |

*: 온도 13℃, 습도 79%

살구나무의 생리 조사서

(1999. 11. 9)*

09:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 19 | 21 | 25 | 19 | |
| 2 | 25 | 26 | 28 | 19 | |
| 3 | 13 | 17 | 16 | 12 | |
| 4 | 20 | 25 | 21 | 16 | |
| 5 | 24 | 19 | 28 | 19 | |
| 6 | 26 | 24 | 24 | 20 | |
| 7 | 28 | 27 | 23 | 17 | |

*: 온도 12, 습도 78%

살구나무의 생리 조사서

(1999. 11. 9)*

13:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 11 | 17 | 13 | 16 | |
| 2 | 22 | 20 | 22 | 17 | |
| 3 | 13 | 11 | 13 | 11 | |
| 4 | 18 | 17 | 19 | 14 | |
| 5 | 15 | 20 | 20 | 16 | |
| 6 | 20 | 16 | 15 | 14 | |
| 7 | 18 | 19 | 20 | 14 | |

*: 온도 18℃, 습도 51%

살구나무 생리 조사서

(1999. 11. 9)*

17:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 12 | 16 | 15 | 15 | |
| 2 | 20 | 15 | 18 | 18 | |
| 3 | 13 | 11 | 13 | 11 | |
| 4 | 19 | 18 | 20 | 16 | |
| 5 | 19 | 20 | 22 | 23 | |
| 6 | 25 | 18 | 21 | 17 | |
| 7 | 20 | 16 | 20 | 14 | |

*: 온도 14℃, 습도 61%

살구나무의 생리 조사서

(1999. 11. 10)*

09:00

단위: k Ω

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 18 | 20 | 17 | 19 | |
| 2 | 25 | 24 | 26 | 18 | |
| 3 | 13 | 16 | 15 | 11 | |
| 4 | 19 | 24 | 20 | 16 | |
| 5 | 24 | 20 | 26 | 18 | |
| 6 | 25 | 24 | 24 | 19 | |
| 7 | 28 | 26 | 22 | 19 | |

*: 온도 11 $^{\circ}$ C, 습도 78%

살구나무의 생리 조사서

(1999. 11. 10)*

13:00

단위: k Ω

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 12 | 18 | 14 | 15 | |
| 2 | 21 | 17 | 22 | 20 | |
| 3 | 13 | 12 | 13 | 12 | |
| 4 | 18 | 16 | 18 | 15 | |
| 5 | 15 | 13 | 12 | 16 | |
| 6 | 20 | 17 | 16 | 12 | |
| 7 | 18 | 19 | 19 | 15 | |

*: 온도 19 $^{\circ}$ C, 습도 50%

살구나무의 생리 조사서

(1999. 11. 10)*

17:00

단위: kΩ

| Tree | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------|----|----|----|----|
| | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | 11 | 17 | 15 | 14 | |
| 2 | 25 | 24 | 26 | 18 | |
| 3 | 13 | 16 | 15 | 11 | |
| 4 | 19 | 18 | 20 | 16 | |
| 5 | 18 | 19 | 20 | 21 | |
| 6 | 24 | 19 | 20 | 18 | |
| 7 | 20 | 17 | 20 | 16 | |

*: 온도 14, 습도 70%

이식용 수목보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(1999. 12. 14)*

9:00

단위:kΩ

| Tree | 바탕재 | 생리조사방향 | | | | 비 고 |
|------|--------------------------------|--------|-----|-----|-----|------|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | Needle-punched nonwoven fabric | 47 | 37 | 42 | 45 | 소나무 |
| 2 | | 46 | 51 | 47 | 40 | 소나무 |
| 3 | | 49 | 56 | 56 | 52 | 소나무 |
| 4 | | 51 | 51 | 50 | 52 | 소나무 |
| 5 | spunlaced fabric | 61 | 70 | 53 | 48 | 소나무 |
| 6 | | 47 | 43 | 43 | 50 | 소나무 |
| 7 | | 51 | 52 | 48 | 48 | 소나무 |
| 8 | | 106 | 182 | 123 | 112 | 소나무 |
| 9 | 황마 | 42 | 48 | 46 | 43 | 소나무 |
| 10 | | 58 | 59 | 57 | 58 | 소나무 |
| 11 | | 46 | 51 | 46 | 50 | 소나무 |
| 12 | | 42 | 44 | 42 | 38 | 소나무 |
| 13 | | 71 | 69 | 68 | 68 | 살구나무 |
| 14 | | 68 | 68 | 69 | 68 | 살구나무 |
| 15 | | 48 | 50 | 46 | 46 | 살구나무 |
| 16 | | 54 | 104 | 88 | 130 | 살구나무 |
| 17 | | 69 | · | 71 | · | 살구나무 |
| 18 | | 37 | 52 | 42 | 39 | 살구나무 |
| 19 | | 55 | · | 39 | · | 살구나무 |

* : 온도 1℃, 습도 83%

이식용 수목보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(1999. 12. 14)*

13:00

단위:kΩ

| Tree | 바탕재 | 생리조사방향 | | | | 비 고 |
|------|--------------------------------|--------|----|----|----|------|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | Needle-punched nonwoven fabric | 36 | 36 | 33 | 34 | 소나무 |
| 2 | | 42 | 46 | 41 | 44 | 소나무 |
| 3 | | 31 | 45 | 49 | 43 | 소나무 |
| 4 | | 44 | 47 | 41 | 42 | 소나무 |
| 5 | spunlaced fabric | 44 | 38 | 36 | 41 | 소나무 |
| 6 | | 33 | 32 | 31 | 44 | 소나무 |
| 7 | | 45 | 46 | 38 | 42 | 소나무 |
| 8 | | 42 | 63 | 66 | 51 | 소나무 |
| 9 | 황마 | 36 | 31 | 32 | 30 | 소나무 |
| 10 | | 52 | 47 | 48 | 46 | 소나무 |
| 11 | | 37 | 41 | 40 | 42 | 소나무 |
| 12 | | 20 | 27 | 30 | 25 | 소나무 |
| 13 | | 73 | 73 | 52 | 63 | 살구나무 |
| 14 | | 65 | 61 | 46 | 58 | 살구나무 |
| 15 | | 37 | 39 | 37 | 38 | 살구나무 |
| 16 | | 36 | 39 | 42 | 50 | 살구나무 |
| 17 | | 63 | 42 | 24 | 57 | 살구나무 |
| 18 | | 36 | 56 | 42 | 39 | 살구나무 |
| 19 | | 35 | 41 | 32 | 43 | 살구나무 |

* : 온도 7℃, 습도 61%

이식용 수목보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(1999. 12. 4)*

17:00

단위:kΩ

| Tree | 바탕재 | 생리조사방향 | | | | 비 고 |
|------|--------------------------------|--------|----|----|----|------|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | Needle-punched nonwoven fabric | 38 | 38 | 38 | 33 | 소나무 |
| 2 | | 41 | 42 | 38 | 32 | 소나무 |
| 3 | | 29 | 33 | 37 | 31 | 소나무 |
| 4 | | 52 | 48 | 42 | 37 | 소나무 |
| 5 | spunlaced fabric | 46 | 41 | 31 | 32 | 소나무 |
| 6 | | 38 | 43 | 41 | 46 | 소나무 |
| 7 | | 27 | 32 | 35 | 27 | 소나무 |
| 8 | | 35 | 50 | 44 | 47 | 소나무 |
| 9 | 황마 | 38 | 32 | 34 | 39 | 소나무 |
| 10 | | 44 | 46 | 45 | 49 | 소나무 |
| 11 | | 39 | 38 | 32 | 36 | 소나무 |
| 12 | | 33 | 29 | 31 | 30 | 소나무 |
| 13 | | 62 | 74 | 66 | 64 | 살구나무 |
| 14 | | 66 | 55 | 53 | 55 | 살구나무 |
| 15 | | 36 | 39 | 45 | 43 | 살구나무 |
| 16 | | 43 | 45 | 46 | 47 | 살구나무 |
| 17 | | 54 | 52 | 38 | 43 | 살구나무 |
| 18 | | 39 | 49 | 47 | 35 | 살구나무 |
| 19 | | 37 | 42 | 37 | 37 | 살구나무 |

* : 온도 3℃, 습도 70%

이식용 수목 보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(2000. 03. 03)*

09:00

단위: kΩ

| Tree | 바탕재 | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--------------------------------|--------|----|----|-----|------|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | needle-punched nonwoven fabric | 42 | 33 | 40 | 44 | 소나무 |
| 2 | | 37 | 43 | 43 | 33 | 소나무 |
| 3 | | 32 | 42 | 36 | 30 | 소나무 |
| 4 | | 36 | 34 | 28 | 29 | 소나무 |
| 5 | spunlaced fabric | 57 | 30 | 41 | 35 | 소나무 |
| 6 | | 47 | 29 | 35 | 30 | 소나무 |
| 7 | | 30 | 26 | 20 | 30 | 소나무 |
| 8 | | 72 | 14 | 90 | 100 | 소나무 |
| 9 | 황마 | 49 | 42 | 40 | 36 | 소나무 |
| 10 | | 37 | 37 | 41 | 47 | 소나무 |
| 11 | | 32 | 29 | 36 | 33 | 소나무 |
| 12 | | 26 | 31 | 27 | 33 | 소나무 |
| 13 | · | 52 | 56 | 57 | 48 | 살구나무 |
| 14 | | 51 | 54 | 51 | 51 | 살구나무 |
| 15 | | 30 | 39 | 55 | 55 | 살구나무 |
| 16 | | 43 | 47 | 53 | 49 | 살구나무 |
| 17 | | 43 | 65 | 35 | 57 | 살구나무 |
| 18 | | 37 | 54 | 50 | 56 | 살구나무 |
| 19 | | 34 | 35 | 37 | 49 | 살구나무 |

*: 온도5℃, 습도83%

이식용 수목 보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(2000. 03. 03)

13:00

단위:kΩ

| Tree | 바탕재 | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|--|--------|----|----|-----|------|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | needle- punched nonwoven fabric | 26 | 36 | 26 | 25 | 소나무 |
| 2 | | 33 | 31 | 30 | 33 | 소나무 |
| 3 | | 32 | 42 | 36 | 30 | 소나무 |
| 4 | | 36 | 34 | 28 | 29 | 소나무 |
| 5 | spunlaced fabric | 32 | 31 | 24 | 32 | 소나무 |
| 6 | | 26 | 31 | 23 | 25 | 소나무 |
| 7 | | 21 | 17 | 18 | 21 | 소나무 |
| 8 | | 72 | 14 | 90 | 100 | 소나무 |
| 9 | 황마 | 27 | 33 | 26 | 32 | 소나무 |
| 10 | | 33 | 34 | 35 | 33 | 소나무 |
| 11 | | 29 | 28 | 26 | 29 | 소나무 |
| 12 | | 19 | 23 | 18 | 25 | 소나무 |
| 13 | | 23 | 23 | 25 | 24 | 살구나무 |
| 14 | | 23 | 24 | 21 | 25 | 살구나무 |
| 15 | | 22 | 27 | 35 | 24 | 살구나무 |
| 16 | | 23 | 29 | 33 | 32 | 살구나무 |
| 17 | | 22 | 30 | 25 | 24 | 살구나무 |
| 18 | | 25 | 30 | 37 | 27 | 살구나무 |
| 19 | | 29 | 31 | 25 | 31 | 살구나무 |

*: 온도 19℃, 습도 36%

이식용 수목 보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(2000. 03. 03)*

17:00

단위: kΩ

| Tree | 바탕재 | 생리조사방향 | | | | 비고 |
|------|------------------|--------|----|----|----|------|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | needle-punched | 23 | 34 | 23 | 22 | 소나무 |
| 2 | | 30 | 29 | 29 | 32 | 소나무 |
| 3 | nonwoven | 31 | 30 | 37 | 22 | 소나무 |
| 4 | fabric | 23 | 27 | 24 | 28 | 소나무 |
| 5 | spunlaced fabric | 27 | 23 | 22 | 22 | 소나무 |
| 6 | | 24 | 28 | 25 | 26 | 소나무 |
| 7 | | 22 | 20 | 21 | 19 | 소나무 |
| 8 | | 19 | 53 | 56 | 44 | 소나무 |
| 9 | 황마 | 30 | 32 | 29 | 24 | 소나무 |
| 10 | | 33 | 37 | 32 | 32 | 소나무 |
| 11 | | 32 | 22 | 25 | 25 | 소나무 |
| 12 | | 24 | 26 | 23 | 21 | 소나무 |
| 13 | · | 26 | 25 | 27 | 23 | 살구나무 |
| 14 | | 31 | 29 | 30 | 26 | 살구나무 |
| 15 | | 24 | 28 | 37 | 26 | 살구나무 |
| 16 | | 31 | 32 | 32 | 30 | 살구나무 |
| 17 | | 26 | 37 | 29 | 27 | 살구나무 |
| 18 | | 27 | 36 | 38 | 30 | 살구나무 |
| 19 | | 30 | 33 | 26 | 33 | 살구나무 |

*:온도12℃, 습도55%

이식용 수목보호대가 설치된 소나무의 생리조사서

(2000. 5. 2)*

14:00

단위 : kΩ

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 |
|------|---|-------------|----|----|----|-----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | Needle punched nonwoven fabric | 17 | 18 | 22 | 15 | |
| 2 | | 23 | 21 | 23 | 24 | |
| 3 | | 28 | 31 | 32 | 26 | |
| 4 | | 25 | 25 | 20 | 20 | |
| 5 | | 14 | 13 | 13 | 14 | |
| 6 | | 19 | 16 | 14 | 18 | |
| 7 | | 15 | 15 | 16 | 20 | |
| 8 | | 19 | 21 | 19 | 14 | |
| 9 | | 13 | 15 | 15 | 15 | |
| 10 | | 15 | 12 | 13 | 15 | |
| 11 | | 20 | 18 | 17 | 17 | |
| 12 | | 22 | 17 | 19 | 18 | |
| 13 | 종이 | 18 | 21 | 20 | 20 | |
| 14 | | 28 | 24 | 26 | 32 | |
| 15 | | 20 | 19 | 18 | 16 | |
| 16 | | 17 | 17 | 16 | 18 | |
| 17 | | 17 | 14 | 12 | 15 | |
| 18 | | 20 | 15 | 16 | 20 | |
| 19 | | 15 | 13 | 11 | 15 | |
| 20 | | 13 | 15 | 14 | 15 | |
| 21 | | 17 | 18 | 16 | 15 | |
| 22 | | 20 | 21 | 19 | 25 | |
| 23 | Spun laced fabric | 22 | 23 | 23 | 17 | |
| 24 | | 30 | 24 | 31 | 22 | |
| 25 | | 29 | 24 | 29 | 33 | |
| 26 | | 19 | 16 | 15 | 17 | |
| 27 | | 15 | 14 | 12 | 12 | |
| 28 | | 16 | 17 | 19 | 15 | |
| 29 | | 18 | 18 | 18 | 20 | |
| 30 | | 15 | 14 | 15 | 15 | |
| 31 | | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| 32 | | 13 | 14 | 11 | 13 | |
| 33 | 황 마 | 22 | 21 | 19 | 21 | |
| 34 | | 19 | 27 | 25 | 19 | |
| 35 | | 29 | 34 | 35 | 32 | |
| 36 | | 18 | 19 | 20 | 18 | |
| 37 | | 18 | 19 | 13 | 16 | |
| 38 | | 17 | 16 | 15 | 13 | |
| 39 | | 27 | 27 | 28 | 25 | |
| 40 | | 20 | 18 | 17 | 23 | |
| 41 | | 25 | 20 | 19 | 20 | |

* : 온도 22℃

이식용 수목보호대가 설치된 소나무의 생리조사서

(2000. 5. 4)*

16:00

단위 : kΩ

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 |
|------|---|-------------|----|----|----|-----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | Needle punched nonwoven fabric | 19 | 17 | 19 | 14 | |
| 2 | | 19 | 20 | 19 | 21 | |
| 3 | | 27 | 34 | 20 | 24 | |
| 4 | | 20 | 15 | 19 | 15 | |
| 5 | | 11 | 14 | 16 | 19 | |
| 6 | | 15 | 12 | 16 | 15 | |
| 7 | | 16 | 14 | 15 | 14 | |
| 8 | | 23 | 24 | 26 | 18 | |
| 9 | | 20 | 22 | 22 | 21 | |
| 10 | | 20 | 18 | 20 | 20 | |
| 11 | | 26 | 24 | 25 | 25 | |
| 12 | | 27 | 23 | 23 | 23 | |
| 13 | 종이 | 23 | 18 | 20 | 21 | |
| 14 | | 24 | 23 | 24 | 25 | |
| 15 | | 16 | 17 | 20 | 16 | |
| 16 | | 16 | 16 | 19 | 17 | |
| 17 | | 12 | 12 | 14 | 16 | |
| 18 | | 18 | 16 | 16 | 19 | |
| 19 | | 22 | 20 | 20 | 22 | |
| 20 | | 20 | 21 | 21 | 23 | |
| 21 | | 22 | 24 | 21 | 22 | |
| 22 | | 26 | 25 | 25 | 28 | |
| 23 | Spun laced fabric | 15 | 23 | 22 | 17 | |
| 24 | | 24 | 29 | 28 | 26 | |
| 25 | | 28 | 23 | 23 | 30 | |
| 26 | | 17 | 14 | 14 | 13 | |
| 27 | | 14 | 14 | 11 | 11 | |
| 28 | | 23 | 22 | 21 | 21 | |
| 29 | | 26 | 22 | 27 | 24 | |
| 30 | | 23 | 21 | 21 | 22 | |
| 31 | | 27 | 27 | 25 | 27 | |
| 32 | | 19 | 22 | 18 | 19 | |
| 33 | 황 마 | 21 | 14 | 18 | 18 | |
| 34 | | 20 | 23 | 17 | 20 | |
| 35 | | 26 | 29 | 21 | 25 | |
| 36 | | 16 | 16 | 20 | 13 | |
| 37 | | 12 | 12 | 12 | 14 | |
| 38 | | 23 | 21 | 21 | 20 | |
| 39 | | 31 | 28 | 34 | 34 | |
| 40 | | 24 | 21 | 23 | 25 | |
| 41 | | 27 | 24 | 21 | 24 | |

* : 온도 22℃

이식용 수목보호대가 설치된 소나무의 생리조사서

(2000. 5. 8)*
14:00

단위 : kg

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 |
|------|--------------------------------|-------------|----|----|----|-----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | Needle punched nonwoven fabric | 16 | 17 | 19 | 15 | |
| 2 | | 19 | 18 | 19 | 26 | |
| 3 | | 24 | 24 | 21 | 25 | |
| 4 | | 16 | 11 | 13 | 15 | |
| 5 | | 7 | 9 | 7 | 7 | |
| 6 | | 11 | 10 | 11 | 13 | |
| 7 | | 10 | 10 | 9 | 11 | |
| 8 | | 11 | 12 | 12 | 12 | |
| 9 | | 9 | 9 | 8 | 8 | |
| 10 | | 10 | 8 | 8 | 9 | |
| 11 | | 13 | 11 | 11 | 12 | |
| 12 | | 10 | 9 | 9 | 9 | |
| 13 | 종이 | 21 | 20 | 22 | 19 | |
| 14 | | 24 | 23 | 23 | 25 | |
| 15 | | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| 16 | | 14 | 12 | 14 | 13 | |
| 17 | | 10 | 9 | 9 | 10 | |
| 18 | | 13 | 9 | 10 | 12 | |
| 19 | | 9 | 8 | 7 | 8 | |
| 20 | | 9 | 10 | 10 | 9 | |
| 21 | | 9 | 9 | 11 | 13 | |
| 22 | | 12 | 12 | 11 | 16 | |
| 23 | Spun laced fabric | 21 | 16 | 19 | 17 | |
| 24 | | 23 | 24 | 26 | 24 | |
| 25 | | 27 | 22 | 21 | 24 | |
| 26 | | 10 | 8 | 8 | 10 | |
| 27 | | 9 | 8 | 9 | 9 | |
| 28 | | 10 | 9 | 10 | 9 | |
| 29 | | 14 | 12 | 14 | 16 | |
| 30 | | 8 | 7 | 9 | 10 | |
| 31 | | 15 | 14 | 15 | 15 | |
| 32 | | 5 | 8 | 5 | 6 | |
| 33 | 황 마 | 20 | 14 | 17 | 16 | |
| 34 | | 19 | 22 | 18 | 22 | |
| 35 | | 24 | 28 | 20 | 23 | |
| 36 | | 14 | 12 | 14 | 13 | |
| 37 | | 10 | 9 | 9 | 9 | |
| 38 | | 10 | 7 | 10 | 9 | |
| 39 | | 18 | 21 | 18 | 22 | |
| 40 | | 14 | 12 | 12 | 12 | |
| 41 | | 13 | 10 | 12 | 13 | |

* : 온도 26℃

병해충 방제용 수목보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(2000. 5. 19)*

8:30

단위:kΩ

| Tree | 바탕재 | 생리조사방향 | | | | | | | | 비 고 |
|------|--------------------------------|--------|----|----|----|----|----|----|----|------|
| | | 동 | | 서 | | 남 | | 북 | | |
| | | A | B | A | B | A | B | A | B | |
| 1 | Needle-punched nonwoven fabric | 14 | 11 | 11 | 11 | 11 | 14 | 11 | 10 | 모과나무 |
| 2 | | 8 | 8 | 7 | 8 | 13 | 9 | 10 | 7 | 소나무 |
| 3 | | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 9 | 소나무 |
| 4 | | 12 | 11 | 9 | 11 | 10 | 12 | 9 | 9 | 소나무 |
| 5 | | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 10 | 소나무 |
| 6 | | 15 | 16 | 15 | 16 | 12 | 12 | 13 | 13 | 모과나무 |

* : 온도 22℃

A : 병해충 방제용 수목 보호대가 설치 된 수피

B : 병해충 방제용 수목 보호대가 설치 되지 않은 수피

병해충 방제용 수목보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(2000. 5. 22)*

8:30

단위:kΩ

| Tree | 바탕재 | 생리조사방향 | | | | | | | | 비 고 |
|------|--------------------------------|--------|----|----|----|----|----|----|----|------|
| | | 동 | | 서 | | 남 | | 북 | | |
| | | A | B | A | B | A | B | A | B | |
| 1 | Needle-punched nonwoven fabric | 23 | 23 | 22 | 25 | 21 | 23 | 21 | 22 | 모과나무 |
| 2 | | 23 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 | 23 | 20 | 소나무 |
| 3 | | 22 | 22 | 19 | 19 | 22 | 21 | 22 | 20 | 소나무 |
| 4 | | 22 | 22 | 20 | 22 | 20 | 20 | 19 | 19 | 소나무 |
| 5 | | 20 | 21 | 20 | 20 | 20 | 21 | 19 | 20 | 소나무 |
| 6 | | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 23 | 24 | 모과나무 |

* : 온도 24℃

A : 병해충 방제용 수목 보호대가 설치 된 수피

B : 병해충 방제용 수목 보호대가 설치 되지 않은 수피

병해충 방제용 수목보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(2000. 5. 23)*

8:30

단위:kg

| Tree | 바탕재 | 생리조사방향 | | | | | | | | 비 고 |
|------|--------------------------------|--------|----|----|----|----|----|----|----|------|
| | | 동 | | 서 | | 남 | | 북 | | |
| | | A | B | A | B | A | B | A | B | |
| 1 | Needle-punched nonwoven fabric | 14 | 15 | 13 | 15 | 18 | 16 | 17 | 18 | 모과나무 |
| 2 | | 15 | 13 | 12 | 12 | 13 | 13 | 12 | 13 | 소나무 |
| 3 | | 14 | 14 | 17 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 소나무 |
| 4 | | 17 | 16 | 16 | 18 | 17 | 15 | 15 | 15 | 소나무 |
| 5 | | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 소나무 |
| 6 | | 25 | 24 | 21 | 21 | 20 | 20 | 25 | 25 | 모과나무 |

* : 온도 23℃

A : 병해충 방제용 수목 보호대가 설치 된 수피

B : 병해충 방제용 수목 보호대가 설치 되지 않은 수피

이식용 수목보호대가 설치된 소나무의 생리조사서

(2000. 7. 27)*

10:30

단위 : kg

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 | |
|------------------|--------------------------------|-------------|----|----|----|-----|----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | | |
| 1 | Needle punched nonwoven fabric | 8 | 10 | 10 | 8 | | |
| 2 | | 13 | 13 | 18 | 16 | | |
| 3 | | 5 | 6 | 13 | 11 | | |
| 4 | | 24 | 23 | 21 | 23 | | |
| 5 | | 11 | 11 | 9 | 12 | | |
| 6 | | 10 | 11 | 12 | 14 | | |
| 7 | | 14 | 13 | 14 | 12 | | |
| 8 | | 19 | 20 | 25 | 19 | | |
| 9 ¹⁾ | | 17 | 14 | 15 | 21 | | |
| 10 | | 19 | 16 | 16 | 19 | | |
| 11 | | 24 | 20 | 23 | 17 | | |
| 12 | | 20 | 22 | 21 | 23 | | |
| 13 | | 21 | 16 | 19 | 17 | | 해송 |
| 14 | | 18 | 13 | 13 | 15 | | 해송 |
| 15 | | 16 | 17 | 17 | 19 | | 해송 |
| 16 ²⁾ | | 14 | 17 | 12 | 13 | | 해송 |
| 17 | 종이 | 20 | 22 | 19 | 16 | | |
| 18 | | 13 | 23 | 24 | 17 | | |
| 19 | | 18 | 14 | 13 | 16 | | |
| 20 | | 21 | 24 | 21 | 18 | | |
| 21 | | 12 | 11 | 12 | 11 | | |
| 22 | | 18 | 17 | 16 | 16 | | |
| 23 | | 22 | 16 | 18 | 14 | | |
| 24 | | 15 | 24 | 16 | 18 | | |
| 25 | | 17 | 16 | 18 | 20 | | |
| 26 | | 25 | 26 | 26 | 25 | | |
| 27 | | 17 | 12 | 13 | 18 | | 해송 |
| 28 | | 13 | 13 | 16 | 13 | | 해송 |
| 29 | | 18 | 15 | 16 | 12 | | 해송 |
| 30 ³⁾ | Spun laced fabric | 6 | 6 | 2 | 8 | | |
| 31 | | 17 | 13 | 17 | 14 | | |
| 32 | | 16 | 12 | 15 | 21 | | |
| 33 | | 22 | 16 | 22 | 16 | | |
| 34 | | 13 | 15 | 11 | 13 | | |
| 35 | | 15 | 11 | 12 | 21 | | |
| 36 | | 18 | 17 | 16 | 20 | | |
| 37 | | 16 | 14 | 15 | 16 | | |
| 38 | | 24 | 20 | 24 | 20 | | |
| 39 | | 21 | 20 | 17 | 21 | | |
| 40 | | 17 | 14 | 18 | 15 | | 해송 |
| 41 | | 20 | 16 | 16 | 19 | | 해송 |
| 42 | | 17 | 15 | 12 | 17 | | 해송 |
| 43 | | 16 | 16 | 11 | 18 | | 해송 |

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 |
|------------------|-----|-------------|----|----|----|-----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 44 | | 15 | 13 | 11 | 20 | |
| 45 | | 10 | 14 | 11 | 15 | |
| 46 ⁴⁾ | | 46 | 29 | 32 | 27 | |
| 47 | | 18 | 17 | 21 | 16 | |
| 48 | | 13 | 13 | 15 | 13 | |
| 49 | 황 마 | 25 | 20 | 21 | 21 | |
| 50 ⁵⁾ | | 11 | 32 | 10 | 85 | |
| 51 | | 21 | 20 | 21 | 20 | |
| 52 | | 21 | 16 | 16 | 24 | |
| 53 ⁶⁾ | | 14 | 12 | 9 | 11 | |
| 54 | | 26 | 20 | 16 | 19 | 해송 |
| 55 | | 22 | 23 | 20 | 23 | 해송 |
| 56 | | 22 | 22 | 23 | 18 | 해송 |

* : 온도 31℃

- 1) 다수의 탈출공 존재
- 2) 다수의 탈출공 존재
- 3) 다수의 해충 존재
- 4) 고사
- 5) 다수의 해충 존재, 반고사
- 6) 다수의 탈출공 존재

이식용 수목보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(2000. 7. 28)*

9:00

단위 : kg

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 | |
|------------------|---|-------------|----|----|----|------------------|----------------------|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | | |
| 1 | Needle punched nonwoven fabric | 12 | 20 | 18 | 15 | 보호대 교체 보호대 교체 | |
| 2 | | 17 | 18 | 11 | 14 | | |
| 3 | | 6 | 4 | 12 | 12 | | |
| 4 | | 20 | 18 | 18 | 20 | | |
| 5 | | 10 | 10 | 8 | 14 | | |
| 6 | | 9 | 11 | 11 | 12 | | |
| 7 | | 17 | 15 | 16 | 14 | | |
| 8 | | 17 | 19 | 19 | 14 | | |
| 9 ¹⁾ | | 15 | 14 | 14 | 19 | | |
| 10 | | 17 | 12 | 15 | 17 | | |
| 11 | | 20 | 19 | 20 | 18 | | |
| 12 | | 20 | 20 | 21 | 20 | | |
| 13 | | 15 | 14 | 16 | 15 | | 해송 해송 해송 해송 |
| 14 | | 14 | 10 | 10 | 12 | | |
| 15 | | 15 | 13 | 10 | 10 | | |
| 16 ²⁾ | | 15 | 17 | 12 | 14 | | |
| 17 | 종이 | 12 | 10 | 15 | 12 | 보호대 교체 보호대 교체 | |
| 18 | | 15 | 20 | 22 | 15 | | |
| 19 | | 13 | 11 | 10 | 14 | | |
| 20 | | 20 | 22 | 20 | 16 | | |
| 21 | | 14 | 19 | 15 | 13 | | |
| 22 | | 19 | 16 | 15 | 15 | | |
| 23 | | 20 | 15 | 17 | 15 | | |
| 24 | | 12 | 20 | 15 | 17 | | |
| 25 | | 15 | 14 | 16 | 19 | | |
| 26 | | 24 | 19 | 20 | 19 | | |
| 27 | | 15 | 10 | 12 | 17 | | 해송 해송 해송 |
| 28 | | 8 | 8 | 9 | 7 | | |
| 29 | | 22 | 17 | 17 | 14 | | |
| 30 ³⁾ | Spun laced fabric | 7 | 8 | 4 | 6 | 보호대 교체 | |
| 31 | | 12 | 12 | 15 | 16 | | |
| 32 | | 18 | 15 | 15 | 20 | | |
| 33 | | 20 | 18 | 24 | 17 | | |
| 34 | | 9 | 10 | 10 | 11 | | |
| 35 | | 19 | 10 | 10 | 15 | | |
| 36 | | 19 | 19 | 17 | 21 | | |
| 37 | | 14 | 16 | 12 | 14 | | |
| 38 | | 21 | 18 | 22 | 17 | | |
| 39 | | 19 | 15 | 19 | 19 | | |
| 40 | | 15 | 11 | 16 | 15 | | 해송 해송 해송 해송 |
| 41 | | 19 | 15 | 15 | 19 | | |
| 42 | | 16 | 14 | 13 | 15 | | |
| 43 | | 15 | 14 | 15 | 10 | | |

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 | |
|------------------|-----|-------------|----|----|----|--------|--------|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | | |
| 44 | 황 마 | 15 | 11 | 12 | 16 | 보호대 교체 | |
| 45 | | 9 | 10 | 12 | 11 | | |
| 46 ⁴⁾ | | 53 | 34 | 44 | 28 | | 보호대 교체 |
| 47 | | 17 | 17 | 20 | 15 | | |
| 48 | | 15 | 16 | 15 | 12 | | |
| 49 | | 20 | 16 | 21 | 17 | | |
| 50 ⁵⁾ | | 6 | 21 | 9 | 84 | | |
| 51 | | 20 | 15 | 20 | 18 | | |
| 52 | | 17 | 18 | 19 | 20 | | |
| 53 ⁶⁾ | | 12 | 10 | 10 | 12 | | |
| 54 | | 24 | 20 | 17 | 20 | 해송 | |
| 55 | | 20 | 22 | 20 | 18 | 해송 | |
| 56 | | 19 | 18 | 20 | 18 | 해송 | |

* : 온도 28℃

- 1) 다수의 탈출공 존재
- 2) 다수의 탈출공 존재
- 3) 다수의 해충 존재
- 4) 고사
- 5) 다수의 해충 존재, 반고사
- 6) 다수의 탈출공 존재

이식용 수목보호대가 설치된 소나무의 생리조사서

(2000. 9. 5)*

14:30

단위 : kΩ

| Tree | 비탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 |
|------|--------------------------------|-------------|----|----|----|-----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | Needle punched nonwoven fabric | 3 | 5 | 3 | 5 | 고사 |
| 2 | | 17 | 12 | 11 | 13 | |
| 3 | | · | · | · | · | |
| 4 | | 14 | 20 | 18 | 17 | |
| 5 | | 12 | 10 | 12 | 14 | |
| 6 | | 12 | 10 | 11 | 12 | |
| 7 | | 18 | 16 | 15 | 11 | |
| 8 | | 18 | 17 | 20 | 17 | |
| 9 | | 17 | 13 | 12 | 19 | |
| 10 | | 16 | 14 | 13 | 16 | |
| 11 | | 19 | 20 | 21 | 17 | |
| 12 | | 21 | 19 | 17 | 21 | |
| 13 | | 15 | 14 | 15 | 16 | |
| 14 | | 18 | 12 | 14 | 16 | |
| 15 | | 14 | 12 | 16 | 10 | |
| 16 | | 13 | 15 | 16 | 13 | |
| 17 | 종이 | 8 | 11 | 8 | 10 | |
| 18 | | 21 | 22 | 23 | 19 | |
| 19 | | 14 | 10 | 10 | 12 | |
| 20 | | 20 | 20 | 15 | 14 | |
| 21 | | 15 | 18 | 17 | 19 | |
| 22 | | 19 | 20 | 20 | 14 | |
| 23 | | 12 | 13 | 13 | 11 | |
| 24 | | 19 | 19 | 16 | 17 | |
| 25 | | 18 | 18 | 19 | 17 | |
| 26 | | 19 | 22 | 19 | 18 | |
| 27 | | 14 | 11 | 11 | 15 | |
| 28 | | 13 | 12 | 16 | 13 | |
| 29 | | 20 | 16 | 13 | 12 | |
| 30 | Spun laced fabric | 16 | 4 | 4 | 12 | |
| 31 | | 16 | 17 | 15 | 19 | |
| 32 | | 16 | 13 | 15 | 19 | |
| 33 | | 22 | 15 | 21 | 15 | |
| 34 | | 14 | 16 | 15 | 14 | |
| 35 | | 21 | 17 | 20 | 22 | |
| 36 | | 17 | 20 | 20 | 17 | |
| 37 | | 16 | 14 | 16 | 15 | |
| 38 | | 18 | 21 | 23 | 20 | |
| 39 | | 19 | 19 | 17 | 20 | |
| 40 | | 10 | 10 | 18 | 15 | |
| 41 | | 8 | 12 | 16 | 17 | |
| 42 | | 19 | 12 | 13 | 14 | |
| 43 | | 18 | 16 | 16 | 14 | |

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 |
|------|-----|-------------|----|----|----|-----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 44 | 황 마 | 7 | 7 | 5 | 7 | 고사 |
| 45 | | 10 | 14 | 11 | 7 | |
| 46 | | . | . | . | . | |
| 47 | | 19 | 18 | 14 | 17 | |
| 48 | | 17 | 17 | 15 | 14 | |
| 49 | | 17 | 18 | 16 | 15 | |
| 50 | | . | . | . | . | |
| 51 | | 22 | 19 | 20 | 20 | |
| 52 | | 22 | 12 | 15 | 16 | |
| 53 | | 7 | 8 | 9 | 13 | |
| 54 | | 18 | 18 | 21 | 20 | |
| 55 | | 20 | 20 | 19 | 15 | |
| 56 | | 12 | 12 | 11 | 9 | |

* : 온도 27℃

이식용 수목보호대가 설치된 수목의 생리조사서

(2000. 9. 28)*

10:00

단위 : kg

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 |
|------|---|-------------|----|----|----|-----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | Needle punched nonwoven fabric | 18 | 16 | 16 | 16 | 고사 |
| 2 | | 14 | 14 | 13 | 12 | |
| 3 | | · | · | · | · | |
| 4 | | 16 | 17 | 15 | 17 | |
| 5 | | 9 | 11 | 10 | 9 | |
| 6 | | 11 | 11 | 10 | 12 | |
| 7 | | 16 | 17 | 18 | 12 | |
| 8 | | 17 | 18 | 19 | 16 | |
| 9 | | 16 | 16 | 16 | 16 | |
| 10 | | 10 | 11 | 10 | 14 | |
| 11 | | 19 | 18 | 14 | 18 | |
| 12 | | 20 | 19 | 18 | 20 | |
| 13 | | 11 | 11 | 14 | 12 | |
| 14 | | 15 | 11 | 14 | 13 | |
| 15 | | 15 | 16 | 13 | 13 | |
| 16 | | 12 | 14 | 12 | 10 | |
| 17 | 종이 | 13 | 13 | 12 | 13 | |
| 18 | | 12 | 11 | 16 | 24 | |
| 19 | | 11 | 12 | 14 | 12 | |
| 20 | | 16 | 12 | 18 | 18 | |
| 21 | | 19 | 12 | 14 | 13 | |
| 22 | | 18 | 18 | 18 | 16 | |
| 23 | | 14 | 13 | 13 | 11 | |
| 24 | | 15 | 14 | 13 | 15 | |
| 25 | | 15 | 15 | 16 | 16 | |
| 26 | | 17 | 20 | 19 | 17 | |
| 27 | | 13 | 13 | 11 | 11 | |
| 28 | | 14 | 11 | 11 | 12 | |
| 29 | | 18 | 12 | 18 | 14 | |
| 30 | Spun laced fabric | 17 | 13 | 7 | 4 | |
| 31 | | 16 | 18 | 16 | 14 | |
| 32 | | 19 | 16 | 18 | 18 | |
| 33 | | 15 | 16 | 15 | 19 | |
| 34 | | 15 | 14 | 16 | 15 | |
| 35 | | 15 | 16 | 19 | 20 | |
| 36 | | 17 | 19 | 19 | 16 | |
| 37 | | 15 | 14 | 14 | 18 | |
| 38 | | 21 | 20 | 22 | 19 | |
| 39 | | 14 | 13 | 13 | 14 | |
| 40 | | 11 | 11 | 12 | 12 | |
| 41 | | 15 | 12 | 16 | 14 | |
| 42 | | 12 | 10 | 15 | 16 | |
| 43 | | 14 | 13 | 13 | 18 | |

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 |
|------|-----|-------------|----|----|----|-----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 44 | 황 마 | 19 | 24 | 14 | 17 | 고사 |
| 45 | | 11 | 13 | 20 | 22 | |
| 46 | | · | · | · | · | |
| 47 | | 16 | 13 | 14 | 17 | |
| 48 | | 14 | 16 | 15 | 17 | 고사 |
| 49 | | 14 | 15 | 15 | 13 | |
| 50 | | · | · | · | · | |
| 51 | | 21 | 17 | 23 | 19 | |
| 52 | | 20 | 11 | 14 | 15 | |
| 53 | | 17 | 13 | 16 | 11 | |
| 54 | | 17 | 19 | 19 | 21 | |
| 55 | | 13 | 16 | 14 | 19 | |
| 56 | | 17 | 18 | 16 | 16 | |

* : 온도 21℃

이식용 수목보호대가 설치된 소나무의 생리조사서

(2000. 10. 26)*

14:30

단위 : kg

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 |
|------|---|-------------|----|----|----|-----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 1 | Needle punched nonwoven fabric | 17 | 17 | 17 | 16 | 고사 |
| 2 | | 20 | 14 | 19 | 15 | |
| 3 | | · | · | · | · | |
| 4 | | 15 | 16 | 15 | 19 | |
| 5 | | 9 | 12 | 9 | 9 | |
| 6 | | 13 | 12 | 10 | 13 | |
| 7 | | 18 | 15 | 12 | 13 | |
| 8 | | 16 | 17 | 19 | 16 | |
| 9 | | 11 | 12 | 10 | 12 | |
| 10 | | 12 | 10 | 11 | 15 | |
| 11 | | 17 | 22 | 20 | 16 | |
| 12 | | 17 | 19 | 17 | 19 | |
| 13 | | 14 | 14 | 13 | 13 | |
| 14 | | 18 | 13 | 13 | 17 | |
| 15 | | 23 | 20 | 12 | 14 | |
| 16 | | 12 | 14 | 15 | 13 | |
| 17 | 종이 | 15 | 17 | 13 | 17 | |
| 18 | | 14 | 15 | 23 | 20 | |
| 19 | | 15 | 11 | 11 | 12 | |
| 20 | | 15 | 14 | 10 | 17 | |
| 21 | | 18 | 17 | 11 | 17 | |
| 22 | | 17 | 19 | 16 | 15 | |
| 23 | | 10 | 12 | 12 | 10 | |
| 24 | | 14 | 15 | 14 | 16 | |
| 25 | | 12 | 14 | 17 | 15 | |
| 26 | | 18 | 19 | 18 | 16 | |
| 27 | | 11 | 11 | 10 | 13 | |
| 28 | | 18 | 17 | 16 | 20 | |
| 29 | | 23 | 17 | 24 | 16 | |
| 30 | Spun laced fabric | 8 | 16 | 12 | 11 | |
| 31 | | 18 | 19 | 16 | 20 | |
| 32 | | 22 | 21 | 18 | 17 | |
| 33 | | 17 | 14 | 11 | 14 | |
| 34 | | 15 | 14 | 14 | 13 | |
| 35 | | 17 | 15 | 15 | 19 | |
| 36 | | 16 | 17 | 18 | 17 | |
| 37 | | 16 | 14 | 15 | 17 | |
| 38 | | 19 | 19 | 20 | 19 | |
| 39 | | 10 | 15 | 14 | 16 | |
| 40 | | 12 | 11 | 11 | 11 | |
| 41 | | 19 | 12 | 20 | 15 | |
| 42 | | 16 | 14 | 17 | 15 | |
| 43 | | 19 | 19 | 13 | 15 | |

| Tree | 바탕재 | 생 리 조 사 방 향 | | | | 비 고 |
|------|-----|-------------|----|----|----|-----|
| | | 동 | 서 | 남 | 북 | |
| 44 | 황 마 | 19 | 20 | 18 | 20 | 고사 |
| 45 | | 12 | 15 | 17 | 18 | |
| 46 | | · | · | · | · | |
| 47 | | 22 | 12 | 18 | 19 | |
| 48 | | 16 | 15 | 14 | 15 | |
| 49 | | 14 | 12 | 14 | 15 | |
| 50 | | · | · | · | · | |
| 51 | | 21 | 18 | 22 | 20 | |
| 52 | | 19 | 10 | 13 | 14 | |
| 53 | | 15 | 13 | 14 | 18 | |
| 54 | | 15 | 16 | 14 | 10 | |
| 55 | | 20 | 19 | 15 | 16 | |
| 56 | | 14 | 12 | 16 | 18 | |

* : 온도 17℃