

## 외과수술 후 수목의 효율적인 Callus 형성 방법에 관한 연구\*

하태주<sup>1)</sup> · 이재근<sup>2)</sup> · 권오복<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 상명대학교 산업과학연구소 · <sup>2)</sup> 상명대학교 환경조경학과 · <sup>3)</sup> 상명대학교 박사과정

### A Study of Effective Methods for the Formation of Calluses on Trees after Surgical Operation\*

Ha Tae-Joo<sup>1)</sup> · Lee Jae-Keun<sup>2)</sup> and Kwon, Oh-Bok<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Industrial Science Research Institute, Sangmyung Univ, <sup>2)</sup> landscape architecture, Sangmyung Univ,  
<sup>3)</sup> Industrial Science Research Institute, Sangmyung Univ.

#### ABSTRACT

This study validated the effect of Vaseline and the vegetable hormone-added medicine that can influence the formation of new calluses on the injured part, with the subjects of natural monument trees and large old trees. The medicines can help in the treatment of the pored or injured parts and promote the formation of new callus on natural monument trees and large old trees, which can help vigorous growth activities and prevent any secondary infection by pathogens at the same time.

It turned out that the Vaseline that is used for the protection of cambiums after surgical operations on the trees did not have any significant effect on the formation of calluses. However, since it was found that new calluses formed rapidly when applying the medicine using a vegetable hormone, the medicine is highly recommended for use.

If further studies should determine proper medicines for the trees according to the kinds of trees and if the medicine is applied in proper concentrations to the injured part for rapid formation of calluses on the trees when the trees undergo surgical operations, it then should be helpful in preventing the sound part(s) of the trees from decay caused by secondary infection and treatment of the injured part.

Key Word : *Surgical operation, Rapid formation of callus, Vegetable hormone.*

#### I. 연구의 배경 및 목적

산림속에 나타나는 우세목 혹은 대형목은 그

종을 대표할 수 있는 수종으로서 유전적, 학술적으로 매우 중요하다. 이러한 나무를 유지, 관리, 보호하기 위하여 국가및 지방자치단체에서는 천

\* 본 연구는 2003년 상명대학교 학술지원으로 연구되었습니다.

표 1. 상처유합 약품실험 공시수종.

Korean names	Scientific name	흉고직경(cm)	수고(m)	수관폭(m)
소나무	<i>Pinus densiflora</i> S.et Z.	18.0	7.8	6.3
은행나무	<i>Ginkgo biloba</i> Linnaeus	18.5	15.0	3.4
회화나무	<i>Sophora japonica</i> Linnaeus	12.5	7.2	4.7
느티나무	<i>Zelkova serrata</i> Makino	13.0	6.1	6.7

연기념물, 지방기념물, 보호수, 노거수, 희귀수 등으로 구분 관리하고 있다. 그러나 이러한 노거수들은 때에 따라 생리적 피해, 기상적 피해, 인위적인 피해를 받게 되며, 피해를 받은 노거수들은 수세약화, 부분적 고사, 전체고사 등의 원인이 될 수 있다(김승환·김순희, 1996).

이러한 원인으로 수세가 불량해 지거나 또는 피해를 받은 나무는 피해부위에 동공이 생기거나 부패되어 고사하거나 도복되는 경우가 있으며, 이러한 피해를 입은 수목은 외과수술법을 통하여 수세의 회복과 상처의 치료를 실시하여 건전한 수목으로 회복시켜 아름다운 수목으로 보존하여야 할 것이다(강전유, 1997).

본 연구는 현재 대부분 외과수술 후 사용되고 있는 바셀린과, 기존에 판매되고 있는 약품에 식물호르몬(IAA)을 첨가한 약품을 사용하여 유합조직의 발달상태를 조사하였고, 외과수술시 노출된 형성층의 보호와 여러 작업과정에서 나타날 수 있는 약해를 방지하기 위하여 사용되는 바셀린의 효능, 그리고 식물호르몬을 첨가한 약품을 통하여 상처부분의 새로운 유합조직 형성에 끼치는 효과를 검증하는 것을 목적으로 하였다.

## II. 연구의 범위 및 방법

### 1. 연구범위

본 연구의 범위는 수목의 외과 수술 후 약품 처리에 따른 상처의 Callus 형성 정도를 알아보기 위하여, 천안 연암대학내 식재된 4개 수종을 공시수종으로 하였다.

처리 약품으로는 대부분 외과수술시 사용되는 A, B바셀린의 효과와 식물호르몬을 첨

가한 A, B약품의 유합정도를 비교해보기 위하여 2003년 8월부터 2004년 5월까지 10개월간 유합과정을 실험하였다. 실험 공시수종은 표 1과 같다.

본 연구의 범위는 기존에 사용되어지고 있는 바셀린의 문제점을 파악하고 이에 대체될 식물호르몬을 첨가한 약품의 효능을 밝히기 위한 기초 Data를 제시하기 위해 실시하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 연구방법

공시수종으로 선발된 수종은 외관상 건강한 수종으로 판단되고 정상적으로 생육하고 있는 개체를 수종별로 확보하여 흉고 높이의 2곳에 길이 30cm, 넓이 3cm로 인위적으로 상처를 내어 외과수술을 하였고, 외과수술간의 거리는 1차 수술한 지점으로부터 6cm 떨어진 곳에 2차 외과수술을 하였다.

외과 수술 후 수술부위로부터 옆 부분으로 1cm와 2cm 떨어진 지점에 4곳을 측정하여 전체 전기저항 변화를 조사하였다. 유합조직의 형성 과정은 버니어 캘리퍼스를 이용하여 측정하였다. 상처 부위에 외과수술 후 Callus 형성을 위해 사용한 약품으로는 A바셀린과 a약품1)을 한 개체에 처리하고, 또 다른 개체에도 B바셀린과 b약품2)을 처리하였다.

#### 2) Shigometer를 이용한 활력측정

수종별 형성층 전기저항은 외과 수술 후 수술 부위로부터 1cm와 2cm 떨어진 지점에 4곳을 측

1) a약품 : IAA 1000ppm 처리 후 도포.

2) b약품 : IAA 2000ppm 처리 후 도포.

정한 평균치를 이용하여 오차의 범위를 좁혔으며, 형성층 전기저항 측정기기는 휴대용 수목전기저항 측정기 Shigometer(미국 OSMOSE사, OZ-93)를 사용하였다. Shigometer에는 두 가지 종류의 측정침이 있으나, 형성층전기저항 측정은 바늘형 측정침(needle probe)을 이용하여 수목의 수세진단에 이용하였다

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 외과수술 부위 전기저항 변화

##### 1) 소나무

소나무 외과수술후 상처의 유합정도를 관찰하기위한 전기저항은 흉고의 전기저항치보다 외과수술부위의 전기저항치가 높게 나타났다. 즉 활력이 좋은 수목의 형성층 전기저항치는 낮게 나타나며, 활력이 나쁜 수목의 전기저항치는 높게 나타났다(Davis 등, 1979; Shigo, 1991). 상처가 아무는 것도 전기저항치가 낮은 수목이 빨리 치유되었으며(Neely, 1983; Shortle 등, 1977; Wargo, 1977), 또 빨리 자라는 나무에 비해 늦게 자라는 나무가 더 많은 균에 감염되었다(Filipnet 등, 1983).

소나무의 경우 흉고의 전기저항치보다 외과수술부위의 전기저항치가 높기 나타나 상처의 유합조직이 형성이 비교적 늦은 것으로 판단되며, 소나무류가 활엽수에 비해 생장이 늦은 것과 관련이 있는 것으로 판단된다. 표 2에서와 같이 2003년 9월 7일의 전기저항치를 보면 흉고직경 전기저항치는 15.58k $\Omega$ 이고 A바세린 처리의 경우 22.83k $\Omega$ 이며, a약품은 20.3k $\Omega$ 으로 나타나 흉고직경의 전기저항치 보다 높은 수치를 나타내어 상처 유합조직생성이 어려워 보이며, B바세린 처리는 17.09k $\Omega$ 이며, b약품의 경우 17.4k $\Omega$ 으로 나타나 흉고 직경의 저항치보다 외과수술부위의 저항치가 높게 나타나 상처부위의 활력이 저조하여 유합조직 형성이 힘들 것으로 조사되었다.

소나무는 생장의 속도가 늦지만, 상처의 아무는 정도도 느린 편으로 나타났다.

10월 19일의 전기저항치에서도 흉고직경의 전기저항치는 15.34k $\Omega$ 으로 나타났으나 A바세린의 경우 24.3k $\Omega$ 으로 가장 높게 나타나 상처부위가 건조되는 것으로 보이며, 이는 외과수술부위의 상처부분에서 유합조직의 생성보다는 상처부위가 건조되고 있음을 파악할 수 있다.

표 2. 소나무 약품처리별 전기저항변화.

(단위 : k $\Omega$ ), [( )안은 표준편차

약품별전기저항 측정일	흉고저항	A바세린 상처부위	B바세린 상처부위	a약품 상처부위	b약품 상처부위
2003년 8월3일	14.98 (2.06)	13.85 (0.98)	14.49 (0.96)	12.73 (0.42)	15.29 (1.41)
2003년 8월24일	15.58 (1.03)	16.83 (2.79)	15.43 (1.31)	14.72 (1.51)	17.17 (1.84)
2003년 9월7일	15.58 (1.83)	22.83 (2.23)	17.09 (1.84)	20.3 (2.92)	17.4 (0.97)
2003년 10월 19일	15.34 (1.47)	24.3 (9.24)	17.1 (1.70)	18.83 (1.07)	17.43 (1.28)
2004년 3월13일	15.03 (2.54)	19.73 (6.24)	18.58 (3.21)	19.5 (7.09)	17.14 (2.11)
2004년 4월11일	11.92 (2.86)	13.6 (3.51)	14.02 (2.17)	12.88 (1.16)	11.94 (1.25)
2004년 5월2일	10.49 (2.14)	15.42 (3.15)	13.38 (2.75)	14.71 (3.07)	10.92 (1.05)

외과수술부위의 상처에서 유합조직이 생성되지 못하고 건조되는 것은 상처부위를 더욱 넓게 할 뿐 아니라 건조된 부위에 빗물의 침투, 균류, 병해충의 서식지가 되어 건전부위까지도 피해를 줄 수 있을 것으로 판단되며, 또한 상처부위가 일정부위까지 마른 후 유합조직이 생성되므로 외과수술부위의 유합이 늦어지게 되는 원인이기도 하다. 소나무의 형성층 전기저항 측정 당시 활력은 보통이었다.

2004년 3월의 조사결과 흉고 전기저항은 15.03 k $\Omega$ 으로 나타났으나 A바셀린의 경우 19.73k $\Omega$ 으로 나타났으며, B바셀린은 18.58k $\Omega$ 으로 나타났다. 또 a약품의 경우 19.5k $\Omega$ 으로 나타났으며, b약품은 17.14k $\Omega$ 으로 나타나 형성층 전기저항 측정 활력이 가장 좋은 것으로 나타나 상처 유합에 가장 좋은 것으로 판단되었으며 또 A바셀린과 a약품에서 소나무 수액의 유출이 심하였으며 B바셀린 처리에서는 형성층 부위의 조직일부가 목질부와 분리되어 있는 것으로 조사되었으며, b약품에서 균일하게 유합조직이 형성 되는 것으로 조사되어 소나무의 유합조직은 b약품의 처리가 가장 좋은 것으로 나타났으며, b약품이 소나무 외과수술 후 처리 약품으로 가장 좋은 것으로 판단되었다(표 2).

## 2) 느티나무

느티나무의 외과수술 후 상처의 유합정도를 관찰하기 위한 전기저항은 표 3과 같이 나타났다.

느티나무는 흉고와 외과수술부위에서 활력이 비교적 좋은 것으로 나타나 외과수술부위의 상처의 유합조직이 빨리 형성되었으며, 외과수술 후 1개월쯤 후인 2003년 9월7일의 저항치를 보면 흉고직경 전기저항치 3.91k $\Omega$ 으로 활력이 좋으며, A바셀린의 경우 3.35k $\Omega$ 이나, a약품의 경우 2.58k $\Omega$ 으로 더욱 활력이 좋아 외과수술 후의 상처유합이 빠른 것으로 조사되었으며, 균일한 저항치를 나타내었다. B바셀린은 4.45k $\Omega$ 으로 나타났으며, b약품의 경우 2.83k $\Omega$ 으로 조사되어 좋은 활력을 보였다.

전기저항 측정에서 10월 19일 A바셀린 처리에서 최고저항치 8.5k $\Omega$ 와 최저저항치 3.6k $\Omega$ 으로

측정되었는데 이러한 경우 흉고직경 평균전기 저항치 7.12k $\Omega$ 보다 지나치게 낮게 나타났는데, 저항치가 지나치게 높을 경우 수술부위의 건조 현상을 주의 깊게 관찰하여야 하며, 지나치게 낮은 경우 외과수술부위의 부패에 의해서도 낮은 저항치를 보일 수 있으므로 세심한 관찰을 요한다. 이는 심재 부위 전기저항 측정에서와 같이 25% 이하로 전기저항치가 갑자기 감소하는 것은 부후에 의한 것으로 볼 수 있으며, 건전 수목조직의 부패는 형성층 주변 및 변재 부위까지의 썩음 현상으로 부패물질의 증가 및 수목의 형성층 주변 수분을 함유한 조직의 부패 물질 증가로 전기저항치가 부분적 또는 부패부위의 전기저항이 낮아지는 것으로 조사되었다.

느티나무의 경우 a약품 처리의 경우가 가장 좋았으며, 전기저항치도 가장 낮아 활력이 좋은 것으로 나타났다. 느티나무의 경우 대부분 활력은 좋은 편이었으나 바셀린을 사용하는 경우 부분적으로 부패가 일어났다. 특히 B바셀린의 경우 표피조직의 일부가 건조되어 있어 목질부와 표피부분의 조직이 고사되었고 분리되어 있는 것으로 조사되었으며, a약품과 b약품의 경우 수술부위모두가 새로운 조직으로 치유된 상태였다. A, B바셀린의 경우 상처중앙부위로 유합조직이 생성되지 않았으며, A바셀린 처리에서는 1~1.5cm 정도 의 상처가 남아있었으며, 2004년 3월의 형성층 전기저항 측정에서 10.38 k $\Omega$ 으로 나타났으며, B바셀린 처리에서는 11.68 k $\Omega$ 으로 나타났는데 특이점은 한쪽부분은 유합조직이 형성되고 있었으나 한쪽부분에서는 전체가 건조되어 형성층조직이 분리되고 일부 건전부위까지 건조되어 있었으며, 1.7~2.2cm 정도 상처가 남아있는 것으로 조사되었다. a약품 처리의 경우 10.78k $\Omega$ 으로 나타나 전기저항치도 낮게 나타나 활력이 좋은 것으로 나타났으며 상처가 깨끗이 유합되었으며, 상처가 아무는 것도 전기저항치가 낮은 수목이 빨리 치유되었다(Neely, 1983; Shortle 등, 1977; Wargo, 1977). b약품의 경우 11.93k $\Omega$ 으로 나타나 활력이 저조하였으며, 중앙부분이 유합이 되지 않은 상태이다(표 3).

표 3. 느티나무 약품처리별 전기저항변화.

(단위 : kΩ), [( )안은 표준편차]

약품별 전기저항 측정일	흉고저항	A바세린 상처부위	B바세린 상처부위	a약품 상처부위	b약품 상처부위
2003년 8월3일	3.85 (0.43)	4.22 (0.43)	5.2 (0.56)	3.98 (0.25)	5.71 (0.52)
2003년 8월24일	4.33 (0.58)	4.36 (0.45)	5.71 (0.28)	3.25 (0.25)	3.93 (0.31)
2003년 9월7일	3.91 (0.52)	3.35 (0.33)	4.45 (0.39)	2.58 (0.21)	2.83 (0.48)
2003년 10월19일	7.12 (0.93)	6.03 (1.77)	6.39 (0.38)	5.99 (0.19)	6.42 (0.46)
2004년 3월13일	10.38 (1.45)	11.18 (2.47)	11.68 (1.61)	10.78 (0.99)	11.93 (1.25)
2004년 4월11일	6.43 (1.06)	5.78 (1.01)	4.41 (0.49)	4.18 (0.27)	5.61 (0.30)
2004년 5월2일	5.78 (0.49)	5.14 (1.84)	6.14 (1.15)	4.64 (0.45)	4.8 (0.41)

3) 회화나무

회화나무의 외과수술 처리별 전기저항의 경우 표 4와 같이 2003년 8월 24일 A바세린을 처리한 측정치에서 3.08kΩ으로 나타나 흉고 전기저항치인 4.68kΩ보다 낮게 나타나 활력이 좋은 것으로 판단 할 수 있으나, 부분별 측정에서 최고 저항치는 4.7kΩ이었으며, 최저저항치는 2.1kΩ으로 파악되었다.

최저저항치를 나타낸 부위에서 건전부위로 1cm안쪽의 저항치를 측정하여 보았는데, 2.9~4.2kΩ으로 나타나 안쪽부위도 부분적으로 부패되는 것으로 판단되었다.

회화나무의 경우 부패부위가 넓어 9월 7일의 측정일에서는 외과수술부위에서 건전부위 1~2cm 안쪽으로 이동하여 측정하였는데 전기저항치가 4.28kΩ으로 나타나 흉고 저항치 5.24kΩ과 비슷한 수준으로 나타나 상처부위는 부패되어 있는 것으로 판단되며, 상처부위와 거리가 먼 안쪽 부위에서부터 유합조직이 형성되는 것이 아닌가 판단된다.

이는 결국 상처부위의 유합이 늦어지는 결과를 초래 할 수 있으며, 깊은 상처의 경우 건전부위의 변재와 심재부위에 병원균에 의한 2차

오염을 유발 할 수도 있을 것으로 판단된다.

8월 24일의 A바세린 처리부위에서 3.08kΩ과 B바세린 처리 부위의 저항치 3.35kΩ으로 나타났으며, a약품 4.28kΩ, b약품처리 부분의 저항치는 4.9kΩ으로 나타나 A, B바세린의 활력이 좋은 것으로 나타났으나 이 측정 또한 상처부위의 부패로 인한 전기저항치가 낮은 것으로 조사되었으며, 부패 후 상처부위가 건조되어 점점 저항치는 높아지게 된다. 회화나무에서 약품 처리를 하지 않은 무처리에서는 3.96kΩ, 흉고의 전기저항치 4.68kΩ와 비슷한 수준으로 측정되었다.

일반적으로 박테리아와 초기 곰팡이들은 천이과정을 통해서 부후균으로 대체되기 전에 수분함량이 높은 목재에서 생활하기 때문에 전기저항치가 감소한다(Shortle and Cowling, 1978).

2004년 3월의 측정에서 흉고전기저항치는 13.47kΩ으로 조사되었으며, A바세린 처리의 경우 14.78kΩ으로 조사되어 흉고 저항치와 비슷하게 나타났으나 부분별 측정에서 10~18kΩ으로 나타났다. 상처의 유합은 진전되고 있으나 1.5~1.7cm의 상처가 남아 있다. B바세린 처리에서는 18.13kΩ으로 조사되었으며, 최고저항치와 최저저항치가 30.8~14.7kΩ으로 나타나 많은 부위에

표 4. 회화나무 약품처리별 전기저항변화.

(단위 : k $\Omega$ ), [( )안은 표준편차]

측정일 \ 약품별 전기저항	홍고저항	A바셀린 상처부위	B바셀린 상처부위	a약품 상처부위	b약품 상처부위	무처리
2003년 8월3일	4.52 (0.47)	4.01 (0.60)	3.85 (0.36)	4.23 (0.38)	5.68 (0.34)	4.69 (0.25)
2003년 8월24일	4.68 (0.99)	3.08 (0.90)	3.35 (0.48)	4.28 (0.42)	4.9 (0.43)	3.96 (0.41)
2003년 9월7일	5.24 (0.59)	4.28 (0.18)	5.15 (0.36)	4.98 (0.40)	5.68 (0.70)	5.75 (0.28)
2003년 10월19일	7.64 (0.71)	6.02 (0.39)	8.47 (0.38)	8 (0.50)	9.37 (0.40)	9.38 (0.70)
2004년 3월13일	13.47 (1.26)	14.78 (3.11)	18.13 (6.13)	11.78 (1.40)	14.45 (2.59)	17.08 (6.79)
2004년 4월11일	5.98 (1.36)	7.15 (2.42)	10.93 (3.14)	6.43 (1.04)	10.27 (1.35)	16.22 (3.65)
2004년 5월2일	5.75 (0.39)	9.4 (3.41)	9.66 (3.17)	7.53 (1.61)	9.97 (2.29)	11.45 (5.47)

서 건조되어 있었으며, 많은 부위에서 부패 후 건조 된 것으로 조사되었고 상처부위가 2.2~3.4cm로 조사되어 처음 상처 3cm보다 상처부위가 넓어진 것으로 조사되었으며 상처의 상, 하단 부위의 목질부 부패가 있는 것으로 조사되어 2차 감염에 의한 목질부의 부패가 나타났다. a약품의 경우 전기저항치는 11.78k $\Omega$ 으로 나타나 활력이 좋아 보였으며, 상처도 거의 유합되어 상처부위 측정이 어려운 상태였다. b약품에서는 14.45k $\Omega$ 으로 나타나 활력은 저조하였으나, 상처의 유합 정도는 비교적 잘 아물고 있었으며, 상처는 최대 0.8cm정도 남아 있었다. 무처리의 경우 전기저항치는 17.08k $\Omega$ 으로 나타나 활력이 저조하였으며, 최대저항치와 최저저항치는 27.9~14.0k $\Omega$ 으로 나타나 상처부위에서는 건조된 것으로 조사되었으며 상처는 안쪽 부분에서 유합조직이 형성되고 있었으나, 목질부의 부패가 조사되었으며 상처는 최대 1.5cm정도 남아 있는 것으로 조사되었다. 5월 2일의 측정에서도 홍고 5.75k $\Omega$ , A바셀린 9.4k $\Omega$ , B바셀린 9.66k $\Omega$ , a약품은 7.53k $\Omega$ , b약품 9.97k $\Omega$ , 무처리 11.45k $\Omega$ 으로 조사되어 a약품에서 활력이 가장 좋았으며 바셀린 처리구에서 활력이 저조하여 상처의 유합과 관

련이 있는 것으로 조사되었다.

회화나무는 A, B 바셀린에서 부분적으로 썩음현상이 조사되어 전기저항치로는 활력이 좋아 보이나 이는 썩음현상으로 저항치가 낮은 것으로 조사되었으며, a약품에서 상처치유가 가장 잘 되었으며, b약품도 새로운 유합조직이 잘 형성된 것으로 조사되었다(표 4).

#### 4) 은행나무

은행나무의 전기저항치는 대부분 비슷하게 측정되었으나 표 5에서와 같이 2003년8월3일에는 홍고에서 6.53k $\Omega$ 의 저항치를 나타냈으며, B바셀린처리의 경우 7.38k $\Omega$ 으로 나타나 b약품의 5.73k $\Omega$ 보다 월등히 높게 나타났다.

지속적으로 b약품처리가 낮게 나타났으며, 8월 24일에 A바셀린에서 6.08k $\Omega$ 으로 나타났으며, 최고저항치 6.8k $\Omega$ 과 최저저항치 5.3k $\Omega$ 으로 나타났고, 주위의 부패는 없었으며, a약품에서도 5.87k $\Omega$ 으로 나타나 최고 저항치 6.6k $\Omega$ 과 최저 저항치 4.3k $\Omega$ 으로 나타났고, 부패의 징후는 없었다. 9월과 10월의 측정에서도 홍고직경의 저항치와 비슷한 수준으로 나타내었다.

무처리의 경우도 지속적으로 낮은 저항치를

보여 활력이 좋은 것으로 조사되었으며, 다른 수종의 조사와는 다른 전기저항과 유합조직 형성을 보여주었다. 은행나무의 경우 전기저항치 조사에서 대부분의 흉고 전기저항치 보다 낮게 나타나거나 비슷한 수준으로 측정되었다. 무처리에서 다른 처리구 보다 낮은 전기저항치를 보여 주었는데 특히 8월24일의 측정에서 흉고 저항치 7.17k $\Omega$ 과 무처리의 경우 전기저항치 3.91k $\Omega$ 으로 나타나 흉고저항치 보다 낮은 수치를 보였으나 다른 수종에서 볼 수 있었던 부패 현상은 조사되지 않았으며 이후의 조사에서도 상처부위의 부패현상은 조사되지 않았다. 2004년 3월의 측정에서도 은행나무의 전기저항치는 비슷한 수준으로 조사되었으며, 흉고 전기저항치 16.63k $\Omega$ 으로 조사되었으며, A바셀린 처리에서 16.13k $\Omega$ 으로 나타나 흉고 저항치와 비슷하였으며, 상처의 유합정도와 유합조직이 고루 형성되고 있었으며, 5~7mm정도 상처가 남아 있는 것으로 조사되었다. B바셀린 처리에서도 16k $\Omega$ 으로 나타났고, 상처의 유합정도도 잘 발달되어 있었으며, 4~10mm정도의 상처가 남아 있었다. a약품과 b약품에서는 비슷한 저항치 17.08k $\Omega$ 과 15.44k $\Omega$ 으로 조사되었으며, 상처유합정도는 a약품

은 5~8mm남아 있었으나 b약품의 경우 최대 4mm 남아 있어 유합조직 발달에서 b약품이 좋은 것으로 조사되었다. 무처리에서도 15.63k $\Omega$ 으로 측정되고 상처의 유합정도도 5~6mm남아 있는 것으로 조사되어 은행나무는 모든 처리구에서 비슷한 수준의 저항치와 상처 유합정도를 나타냈으나 b약품의 경우가 가장 좋은 것으로 나타났다(표 5).

외과수술 후의 전기저항치는 수종별로 다른 특성을 보이는것으로 조사되었는데, 이는 수목의 특성과 수목조직의 특성에 기인 한 것으로 판단되며 후속 연구를 통한 지속적인 관찰과 조사가 필요한 것으로 사료된다.

2. 통계분석

외과수술 수종에 따른 약품의 종류에 따른 분석은 이원배치 분산분석(Two-Way ANOVA)을 통하여 분석하였다. 이원배치 분산분석은 독립변수의 수가 2개이며 이들 독립변수와 종속변수간의 상호작용 효과를 검정할 수 있다는데서 다른 유형의 분산분석과는 다르다. 즉 이원배치 분산분석은 두 집단 또는 그 이상간 두 개의 독립변수들이 하나의 검정변수에 대한 평균의 차

표 5. 은행나무 약품처리별 전기저항변화.

(단위 : k $\Omega$ ), [( )안은 표준편차

약품별전기저항 측정일	흉고저항	A바셀린 상처부위	B바셀린 상처부위	a약품 상처부위	b약품 상처부위	무처리
2003년 8월3일	6.53 (1.33)	6.13 (0.36)	7.38 (0.37)	6.13 (0.44)	5.73 (0.35)	5.43 (0.33)
2003년 8월24일	7.17 (1.18)	6.08 (0.57)	6.61 (0.36)	5.87 (0.97)	5.7 (0.51)	3.91 (1.68)
2003년 9월7일	7.67 (1.02)	7.15 (0.60)	6.85 (0.59)	6.98 (0.60)	6.18 (0.22)	4.23 (1.06)
2003년 10월19일	10.36 (1.39)	11.48 (0.78)	9.38 (0.49)	10.58 (0.47)	8.5 (0.33)	8.22 (2.20)
2004년 3월13일	16.63 (1.47)	16.13 (1.32)	16 (1.43)	17.08 (1.04)	15.44 (1.28)	15.63 (2.53)
2004년 4월11일	8.15 (0.59)	10.1 (3.09)	14.73 (2.98)	10.61 (1.85)	14.73 (2.30)	7.93 (1.60)
2004년 5월2일	8.75 (0.61)	11 (3.23)	9.52 (1.59)	9.68 (1.66)	9.33 (2.30)	9.83 (3.73)

표 6. 소나무 외과수술부위 분석.

요 인	제공합	자유도	제공 평균	F 비	P-값	F 기각치
날 자 별	191.81	6.00	31.97	11.46	0.00	2.66
약 품 별	31.02	3.00	10.34	3.71	0.03	3.16
잔 차	50.21	18.00	2.79			
계	273.04	27.00				

이가 통계적으로 유의한가를 검정하고자 할 때 이용하는 통계기법이다.

### 1) 소나무

날자에 따른 F값이 11.46이고 기각치는 2.66임을 알 수 있다. 따라서 F값이 기각치보다 크므로 귀무가설을 기각할 수 있다.

그러므로 날자에 따른 전기저항도는 차이가 있다고 말할 수 있다(분산분석표에서 P-값이 0.00이고 이는 유의 수준  $\alpha=0.05$ 보다 적으므로 95%의 신뢰구간에서 신뢰할 수 있다.). 또한 약품에 따른 F값이 3.71이고 기각치는 3.16임을 알 수 있다.

따라서 F값이 기각치보다 크므로 귀무가설을 기각할 수 있다. 그러므로 약품에 따른 전기저항도는 차이가 있다고 말할 수 있다(분산분석표에서 P-값이 0.03이고 이는 유의 수준  $\alpha=0.05$ 보다 적으므로 95%의 신뢰구간에서 신뢰할 수 있다.).

소나무 상처부위 전기저항과 유합조직 형성과의 관계를 분석하기 위하여 일원배치법을 이용하여 분석하였다.

### 2) 느티나무

날자에 따른 F값이 82.33이고 기각치는 2.66

임을 알 수 있다. 따라서 F값이 기각치보다 크므로 귀무가설을 기각할 수 있다.

그러므로 날자에 따른 전기저항도는 차이가 있다고 말할 수 있다(분산분석표에서 p-값이 0.00이고 이는 유의 수준  $\alpha=0.05$ 보다 적으므로 95%의 신뢰구간에서 신뢰할 수 있다.). 또한 약품에 따른 F값이 5.39이고 기각치는 3.16임을 알 수 있다.

따라서 F값이 기각치보다 크므로 귀무가설을 기각할 수 있다. 그러므로 약품에 따른 전기저항도는 차이가 있다고 말할 수 있다. (분산분석표에서 P-값이 0.01이고 이는 유의 수준  $\alpha=0.05$ 보다 적으므로 95%의 신뢰구간에서 신뢰할 수 있다)

또 느티나무 상처부위 전기저항과 유합조직 형성과의 관계를 분석하기 위하여 일원배치법을 이용하여 분석하였다.

### 3) 은행나무

날자에 따른 F값이 122.43이고 기각치는 2.66임을 알 수 있다. 따라서 F값이 기각치보다 크므로 귀무가설을 기각할 수 있다.

그러므로 날자에 따른 전기저항도는 차이가 있다고 말할 수 있다(분산분석표에서 P-값이 0.00이고 이는 유의 수준  $\alpha=0.05$ 보다 적으므로

표 7. 느티나무 외과수술부위 분석.

요 인	제공합	자유도	제공 평균	F 비	P-값	F 기각치
날 자 별	167.78	6.00	27.96	82.33	0.00	2.66
약 품 별	5.49	3.00	1.83	5.39	0.01	3.16
잔 차	6.11	18.00	0.34			
계	179.39	27.00				



표 8. 은행나무 외과수술부위 분석.

요 인	제공합	자유도	제공 평균	F 비	P-값	F 기각치
날 자 별	294.52	6.00	49.09	122.43	0.00	2.66
약 품 별	5.18	3.00	1.73	4.30	0.02	3.16
잔 차	7.22	18.00	0.40			
계	306.91	27.00				

95%의 신뢰구간에서 신뢰할 수 있다.) 또한 약품에 따른 F값이 4.30이고 기각치는 3.16임을 알 수 있다.

따라서 F값이 기각치보다 크므로 귀무가설을 기각할 수 있다. 그러므로 약품에 따른 전기저항도는 차이가 있다고 말할 수 있다.(분산분석표에서 P-값이 0.02이고 이는 유의 수준  $\alpha=0.05$ 보다 적으므로 95%의 신뢰구간에서 신뢰할 수 있다.)

또 은행나무 상처부위 전기저항과 유합조직 형성과의 관계를 분석하기 위하여 일원배치법을 이용하여 분석하였다.

#### 4) 회화나무

날자에 따른 F값이 32.31이고 기각치는 2.66임을 알 수 있다. 따라서 F값이 기각치보다 크므로 귀무가설을 기각할 수 있다.

그러므로 날자에 따른 전기저항도는 차이가 있다고 말할 수 있다.(분산분석표에서 P-값이 0.00이고 이는 유의 수준  $\alpha=0.05$ 보다 적으므로 95%의 신뢰구간에서 신뢰할 수 있다.) 또한 약품에 따른 F값이 3.47이고 기각치는 3.16임을 알 수 있다.

따라서 F값이 기각치보다 크므로 귀무가설을 기각할 수 있다. 그러므로 약품에 따른 전기저항도는 차이가 있다고 말할 수 있다.(분산분석표에

서 P-값이 0.04이고 이는 유의 수준  $\alpha=0.05$ 보다 적으므로 95%의 신뢰구간에서 신뢰할 수 있다.) 또 회화나무 상처부위 전기저항과 유합조직 형성과의 관계를 분석하기 위하여 일원배치법을 이용하여 분석하였다.

## IV. 결 론

본 연구는 노거수에 있어서 물리적인 상처, 기상적, 생물학적 피해에 의해 생겨날 수 있는 공동 혹은 상처에 있어 상처부분을 빨리 치유하고 새로운 유합조직(callus)의 생성을 촉진시켜 왕성한 성장활동을 함과 동시에 상처를 통한 병원균의 2차감염을 차단하고, 외과수술시 노출된 형성층의 보호와 여러 가지 작업과정에서 나타날 수 있는 약해를 받지 않게 하기 위하여 사용되는 바셀린의 효능과 식물호르몬(IAA)을 첨가한 약품을 통하여 상처부분의 새로운 유합조직 형성에 끼치는 약품의 효과를 검증하기 위해 시행되었으며 그 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 대부분 외과 수술시 사용되는 바셀린처리에서 은행나무를 제외한 느티나무, 회화나무, 소나무에서 건조현상과 수액의 유출등을 보여 바셀린의 처리가 유합조직 형성에 문제점이 있는 것으로 조사되었으며 식물호르몬을 처리한

표 9. 회화나무 외과수술부위 분석.

요 인	제공합	자유도	제공 평균	F 비	P-값	F 기각치
날 자 별	340.34	6.00	56.72	32.31	0.00	2.66
약 품 별	18.26	3.00	6.09	3.47	0.04	3.16
잔 차	31.60	18.00	1.76			
계	390.21	27.00				

약품(→구)에서 바셀린 처리구 보다 유합조직 형성이 좋은 것으로 조사되어 식물호르몬(IAA)의 처리가 유합조직형성에 좋은 것으로 조사되었다.

둘째, 침엽수와 낙엽활엽수에 대한 약품의 처리 결과가 다르게 나타났는데 침엽수의 경우 b 약품에서 유합조직이 잘 형성 되었으며 낙엽활엽수의 경우 a약품에서 유합조직이 잘 형성되어 수목간 특성에 의해 약품의 처리결과가 다른 것으로 조사되었다.

이상의 결과로 볼 때 수목외과수술 후 형성층 보호를 위해 사용되고 있는 바셀린의 처리는 유합조직 형성에 큰 도움이 없는 것으로 조사되었으며 식물 호르몬을 이용한 약품에서 유합조직의 형성이 순조롭게 이루어진 것으로 조사됨으로써 이의 사용이 적극 권장되어야 할 것으로 판단된다.

차후의 과제로 수종별 적합한 약품의 처리와 농도별 처리를 통해 상처 유합조직이 빨리 생성될 수 있는 방법을 찾아 외과수술시 적용된다면 상처유합과 2차감염에 의한 건전부위의 부패 예방과 치유에 많은 도움이 되리라 판단된다.

## 인 용 문 헌

- 하태주. 2000. 造景樹木의 形成層電氣抵抗과 光合成量의 測定으로 본 樹木의 活力에 관한 研究. 상명대학교대학원 석사학위논문.
- 송근준 · 한심희 · 하태주. 2000. 造景樹木27종에서 측정된형성층 전기저항의 계절, 직경 및 기상조건에 따른 차이. 연암축산원예대학논문집. 19 : 57-74.
- 송근준 · 한심희. 2000. 造景樹木이 植栽된 土壤의 磷酸加水分解酵素 活性과 總微生物 活性에 관한 研究. 연암축산원예대학논문집. 19 : 75-87.
- 송근준 · 한심희 · 하태주. 2001. 내부전기저항의 측정을 통한 조경수목의 변색 및 부후목재의 탐색. 한국환경생태학회지 15(1) : 17-25.
- 김용식 · 신현탁 · 이영한 · 박용찬. 1999. 큰 가지 전정 후 절단부위 상태에 관한연구.한국 환경생태학회지 13(2) : 160-166.
- 강전유 등. 1997. 삼림환경보전학. 향문사.
- 이경준. 1993. 樹木生理學. 서울대학교 출판부. p 412.
- 이중훈 · 이호진 · 문 원. 1990. 栽培植物生理學. 韓國放送通信大學出版部. p390.
- 송근준 등. 1997. 전문대학 관상원예과 직업교육강화를 위한 관상수 유지관리 실습 Program 개발. 연암축산원예대학.
- 김승환 · 김순희. 1996. 부산시 노거수의 공간구성에 관한 연구. 한국조경학회지 24(2) : 86-98.
- Tattar, T. A. and R. O. Blanchard. 1976. Electro-physiological research in plant pathology. Annu. rev. Phytopathol. 14 : 309-325.
- Wheeler. H. and. P. Hanchey. 1968. Ann. Rev. Phytopathol. 6 : 331-350.
- Shortle, W. C. and E. B. Cowling. 1978. Interaction of live sapwood and fungi commonly found in discolored and decayed wood. Phytopathology 68 : 617-623.

接受 2004年 9月 15日