

내부 전기저항의 측정을 통한 조경수목의 변색 및 부후목재의 탐색¹

송근준² · 한심희³ · 하태주²

Detection of Discolored or Decayed Wood in Landscape Woody Plants by Internal Electric Resistance Measurements¹

Keun-Joon Song², Sim-Hee Han³, Tae-Joo Ha²

요 약

본 연구는 조경수목의 목질 내부의 상태 진단과 변색 및 부후 부위의 탐색을 통하여 병든 부위를 조기에 제거, 병의 확산 방지 및 효율적인 예방 관리를 위해 Shigometer의 이용 가능성을 제시하고자 하였다. 본 연구대상지는 충남 천안시 성환읍 수향리에 위치한 연암축산원에대학으로 하였으며, 대학 구내에 식재된 조경수목 대상수종으로 하였다. 대상수종은 침엽수 7종과 활엽수 16종으로 총 23종을 선정하였다. 조사한 조경수목의 내부 전기저항치는 수종별로 매우 다양하게 나타났다. 평균 내부 전기저항치가 500k Ω 이상인 수종은 은행나무, 섬잣나무, 소나무, 단풍나무, 중국단풍, 홍단풍이었으며, 개체간 차이와 측정 깊이에 따른 차이도 심하지 않았다. 그러나 메타세쿼이아, 수양버들, 자귀나무, 회화나무는 200k Ω 이하의 낮은 내부 전기저항치를 나타냈다. 측정 깊이에 따른 변화가 심한 수종은 전나무, 메타세쿼이아, 수양버들, 느티나무, 툼림나무, 목련, 일본목련, 핀오크, 벚나무 등으로 이들은 측정 깊이에 따라 전기저항치가 갑자기 하락하는 부위를 포함하고 있었으며, 전기저항치가 갑자기 하락하는 부위의 목재는 부후되어 있었다. 결론적으로 Shigometer는 가시적인 피해 증상이 나타나기 전 초기단계에서 목재의 변색 및 부후 부위를 찾아내는 데 유용하게 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : Shigometer

ABSTRACT

This study was conducted to test the possibility of using Shigometer to detect of discolored or decayed wood. Internal electric resistance(IER) was measured with Shigometer in twenty three landscape woody plants from April to November, 1999 in Yonam College located at Chunan, Korea. IER of landscape woody plants was different with wood species. Wood species with high IER(more than 500k Ω) were *Gingo biloba*, *Pinus parviflora*, *P. densiflora*, *Acer palmatum*, *A.*

1 접수 1월 31일 Received on Jan. 31, 2001

2 연암축산원예대학 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Yonam College of Agriculture, Chungnam, 333-800, Korea(gjsong@yonam-ag.ac.kr)

3 서울대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Seoul Nat'l Univ., Suwon, 441-744, Korea(inyasio@hanmail.net)

buergerianum, and *A. palmatum* var. *amo*, wood species with low IER (less than 200k Ω) were *Metasequoia glyptostroboides*, *Salix babylonica*, *Albizia julibrisin*, and *Sophora japonica*. Wood species with high IER were not different with individuals and the depth of measurements. But *Abies holophylla*, *M. glyptostroboides*, *S. babylonica*, *Zelkova serrata*, *Liriodendron tulipifera*, *Magnolia kobus*, *M. obovata*, *Quercus palustris*, and *Prunus serrulata* var. *spontanea* were different with the depth of measurements, their IER were decrease abruptly along the radius of tree. Abrupt decreases of IER indicated discolored or decayed wood. IER measurements were related to the occurrence of discolored and decayed wood. Therefore the Shigometer may be useful in identifying trees containing discolored and decayed wood, particularly in the early stages of development.

KEY WORDS : SHIGOMETER

서 론

일반적으로 죽은 나무의 가지에서는 부패된 부위가 변재부까지 진행되는 것으로 알려져 있으며, 부후의 범위와 특성에 대한 추정은 가시적으로 나타나는 부후목재의 외형을 기초로 하였다(Shortle and Smith, 1987). 그러나 외형상으로 건강한 나무라 할지라도 목질 내부에 부패된 부위를 포함할 수 있으며, 대개는 줄기의 중심부에 한정되어 있어 가시적인 피해 증상을 보이기 전에 부후 부위를 감지하는 것은 매우 어렵다. 따라서 변색과 부후로 인한 가시적인 증상이 나타나기 전에 초기단계에서 목재의 손상을 감지하는 것은 병의 발생으로 나타나는 경제적인 손실과 병의 치료에 소요되는 시간을 줄일 수 있다(Wilcox, 1978).

부패된 부위를 감지하는 가장 이상적인 방법은 의심이 되는 나무를 베어 낸 후 조직을 제거하여 수분 함량 및 pH를 측정하고 미생물을 분리하여 동정하는 것이다. 그러나 이러한 방법은 임목을 손상시키는 단점을 가지고 있다(Scott, 1984). 비교적 최근에 국내에 소개된 기기(Ko and Morimoto, 1985)인 Shigometer는 목질부의 변색과 부패된 부위를 감지하기 위해서 고안된 pulse resistance meter이다. Shigometer는 형성층 전기저항 및 목질 내부 전기저항을 측정하여 수목의 활력을 평가하거나 목질부의 변색 및 부패 부위와 정도를 찾아낼 수 있다. 또한 결과가 빠르게 나타나며, 비파괴적이기 때문에 적용하기 쉽다는 장점을 가지고 있다(McCullough and Wagner, 1987).

목부 조직의 수분함량이 섬유포화점(fiber saturation point) 이상인 변색 또는 부패된 목질부에서는 전기저항이 감소한다. 이것은 미생물의 대사활

동에 의해서 양이온이 축적되어 이동성 양이온들의 농도가 증가했기 때문인 것으로 보고 있다(Tattar et al., 1972). 이러한 현상은 Shigometer를 이용한 부후목재의 탐색을 가능하게 한다. 외국에서는 각종 병원균에 의해 손상된 나무 조직의 변화(Sylvia and Tattar, 1978), 수목의 가지치기에 따른 상처 부위의 동태 변화(Filip et al., 1995), 각종 스트레스로 발생하는 수목의 활력 변화(Borchert, 1994) 등 여러 분야에 Shigometer가 사용되고 있다. 그러나 국내에서는 기기에 대한 정보와 신뢰성의 부족으로 Shigometer의 이용에 대한 보고가 매우 적고 형성층 전기저항의 측정을 통하여 수목의 활력 및 건강도를 판단하는데 이용되고는 있으나(차병진과 나용준, 1993; 이경준 등, 1997; 송근준 등, 2000), 수목 내부의 부후 탐색 및 진단에는 이용되지 못하고 있다.

따라서 본 연구는 조경수목의 목질 내부의 상태 진단과 변색 및 부후 부위의 탐색을 실시하고, 병든 부위의 조기 제거, 병의 확산 방지와 효율적인 예방 관리를 위해 Shigometer의 이용 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상지 및 대상수종

연구대상지는 충청남도 천안시 성환읍 수향리에 위치한 연암축산원에대학으로 대학 구내에 식재된 조경수목 중 침엽수 7종과 활엽수 16종으로 총 23종을 선정하였다. 선정된 수목은 수종별로 5개체, 가래나무, 수양버들, 자귀나무, 소사나무는 3개체를 측정대상목으로 하였다. 각 대상수종은 수고, 흉고직경,

Table 1. Average DBH, height, and crown width of twenty three landscape woody plants

Scientific names	DBH(cm)	Height(m)	Crown width(m)
<i>Ginkgo biloba</i> L.	12.6	7.2	1.4
<i>Abies holophylla</i> Max.	15.6	8.1	2.3
<i>Pinus koraiensis</i> S. et Z.	17.7	7.8	2.4
<i>Pinus parviflora</i> S. et Z.	23.1	4.3	1.4
<i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	24.2	8.2	3.0
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	21.8	2.2	1.5
<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et Cheng	53.6	17.2	3.8
<i>Salix babylonica</i> L.	42.0	4.7	1.5
<i>Juglans mandshurica</i> Max.	36.1	8.6	4.7
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> Hara.	9.7	9.7	1.8
<i>Carpinus coreana</i> Nakai	4.2	12.3	1.5
<i>Zelkova serrata</i> Makino	38.8	12.8	5.0
<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	38.1	20.8	4.2
<i>Magnolia kobus</i> A.P. DC.	17.2	6.5	2.3
<i>Magnolia obovata</i> Thunb	20.0	8.0	2.7
<i>Quercus palustris</i>	25.1	12.4	4.1
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> Wilson	23.1	7.1	3.6
<i>Chaenomeles sinensis</i> Koehne	14.5	3.0	0.9
<i>Albizia julibrissin</i> Durazz	10.4	2.9	1.8
<i>Sophora japonica</i> L.	11.8	5.6	2.2
<i>Acer palmatum</i> Thunberg	24.7	5.8	3.2
<i>Acer buergerianum</i> Mio.	25.0	12.2	3.5
<i>Acer palmatum</i> var. <i>amo</i>	10.3	4.5	1.8

수관폭을 측정하였다(Table 1).

2. 내부 전기저항의 측정 및 부후목재 검사

목질의 내부 전기저항(Internal electric resistance: IER)은 흉고직경이 측정된 지상으로부터 1.2m 정도의 높이에서 Shigometer(미국 OSMOSE 사, OZ-93)를 이용하여 측정하였다. 첫 번째 측정은 드릴을 사용하여 나무의 중심을 향해서 3cm 깊이의 구멍을 뚫은 후, 전극을 삽입하여 전기저항을 측정하였고, 전극을 제거한 후 다시 3cm 깊이의 구멍을 추가로 뚫고 전극을 삽입하여 두 번째 깊이의 전기저항을 측정하였다. 동일한 방법으로 공시 수종의 중심에 도달할 때까지 3cm 깊이로 반복하여 구멍을 뚫고 내부 전기저항을 측정하였다. 전기저항의 측정은 4월부터 11월까지 실시하였으며, 기존 측정 부위와 동일한 위치에서 내부 전기저항을 측정하였다. 내부 전기저항의 측정 결과는 수종별 차이와 측정 깊이에 따른 변화를 표시하였다.

수피로부터 수를 향해 측정된 내부 전기저항치가 갑자기 감소하는 경우는 변색 또는 부후된 목재로 볼 수 있으며, 갑자기 증가하는 경우는 동공이 있는 위치로 볼 수 있는데(Osmose, 1980), 측정 결과에 의해 변색 또는 부후된 것으로 판단되는 개체는 생장추를 이용하여 목편을 빼내서 목재의 상태를 기록하고, 변색 또는 부후된 부위의 전기저항치와 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 측정 깊이에 따른 내부 전기저항치의 변화

(1) 침엽수 조경수목

조경수종 중 침엽수를 대상으로 목질내부에서 측정된 내부 전기저항치의 변화 특성을 수종별, 깊이별로 Table 2에 나타내었다.

은행나무의 내부 전기저항치는 비교적 개체간 균일

Table 2. Changes of internal electric resistance(k Ω) in seven landscape woody plants with needle-leaves. The numbers of parentheses denote standard deviation.

Tree species	Distance from the bark(cm)								
	3	6	9	12	15	18	21	24	27
<i>Ginkgo biloba</i>	633 (46)	576 (82)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abies holophylla</i>	388 (173)	60 (37)	36 (8)	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus koraiensis</i>	347 (127)	379 (224)	491 (236)	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus parviflora</i>	404 (180)	602 (79)	653 (17)	643 (40)	-	-	-	-	-
<i>Pinus densiflora</i>	603 (45)	653 (19)	673 (12)	674 (9)	-	-	-	-	-
<i>Pinus thunbergii</i>	636 (29)	621 (64)	584 (143)	-	-	-	-	-	-
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	166 (71)	152 (36)	64 (54)	45 (9)	52 (16)	64 (37)	58 (39)	47 (17)	37 (28)

한 특성을 보여 주었으며, 측정 깊이에 따른 전기저항치의 변화도 크지 않은 576k Ω 에서 633k Ω 의 범위였다. 전나무의 내부 전기저항치는 3cm 깊이에서 388k Ω 으로 개체간 차이가 크게 나타났으며, 중심부로 들어갈수록 전기저항치는 감소하였다. 잣나무의 내부 전기저항치는 개체간 차이가 심하였다. 수피로부터 3cm 떨어진 깊이의 내부 전기저항치는 347k Ω 이고, 9cm 깊이에서는 491k Ω 으로 변화 폭이 더욱 커졌다. 섬잣나무의 경우 수피로부터 3cm 깊이의 내부 전기저항치는 404k Ω 으로 개체간 차이가 매우 컸지만, 중심부인 12cm의 내부 전기저항치는 643k Ω 으로 변화 폭이 감소되었다. 이와 같이 잣나무와 섬잣나무와 같이 형성층 부근에서 전기저항치가 낮게 나타나는 현상은 생리적으로 왕성한 활력을 보여 주는 사부에 많은 이온들이 존재하기 때문이다(Shigo and Shigo, 1974). 소나무의 내부 전기저항치는 개체에 따른 차이가 없었으며, 깊이에 따른 내부 전기저항치도 균일하였다. 수피로부터 3cm 깊이의 내부 전기저항치는 603k Ω 이었으며, 12cm 깊이의 내부 전기저항치는 674k Ω 이었다. 곰솔의 경우는 수피로부터 3cm 깊이의 내부 전기저항치는 636k Ω 으로 소나무와 유사하였으나, 중심부로 들어갈수록 개체간 변화의 폭은 증가하였다. 메타세쿼이아의 경우는 다른 침엽수의 수종에 비해 매우 낮은 내부 전기저항치를 보여 주었다. 3cm 깊이의 내부 전기저항치는 166k Ω 이며, 9cm 깊이부터는 내부 전기저항치가 55k Ω

이하로 급격하게 하락하였다.

(2) 활엽수 조경수목

활엽수 조경수목의 내부 전기저항치는 수종별로 큰 차이를 보여 주었다(Table 3). 특히 가래나무, 편오크, 회화나무의 내부 전기저항치는 다른 활엽수종에 비해 낮은 수치인 400k Ω 이하였으며, 특히 수양버들과 자귀나무는 100k Ω 이하의 매우 낮은 내부 전기저항치를 나타냈다.

자작나무의 내부 전기저항치는 개체간 큰 차이가 없었으며, 측정 깊이에 따른 차이도 크지 않았다. 자작나무의 내부 전기저항치는 414k Ω 에서 475k Ω 이고, 소사나무는 3cm 깊이의 516k Ω 보다 중심부인 6cm에서 다소 낮은 415k Ω 의 내부 전기저항치를 나타냈다.

느티나무는 3cm 깊이에서도 450k Ω 의 내부 전기저항치를 보여 큰 폭의 변화를 나타냈으며, 개체간 내부 전기저항치의 변화도 심한 것으로 나타났다.

플립나무의 경우는 중심부로 들어갈수록 내부 전기저항치가 감소하였다. 3cm 깊이의 내부 전기저항치는 494k Ω 였으나, 12cm 깊이에서는 80k Ω 으로 가장 낮았다. 목련의 내부 전기저항치는 수피로부터 3cm 깊이에서 652k Ω 을 보여 주어 큰 차이가 없었으나, 9cm 깊이에서는 가장 낮은 383k Ω 이었으며, 깊이에 따른 변화 폭이 크게 증가하였다. 일본목련의 경우는 3cm 깊이부터 15cm 깊이까지 내부 전기저항치의 변화가 심하게 나타났다.

벚나무는 3cm에서 653kΩ의 높은 내부 전기저항치로 개체간 큰 차이가 없었으나, 6cm 깊이부터는 개체간의 변화 폭이 점차 증가하면서 전기저항치가 감소하였다. 특히 9cm 깊이에서는 가장 낮은 354kΩ이었다. 모과나무는 3cm 깊이에서는 357kΩ으로 가장 낮았으며, 중심부에서는 가장 높은 556kΩ이었다.

단풍나무의 내부 전기저항치는 617kΩ에서 687kΩ의 범위였으며, 중국단풍의 내부 전기저항치는 647kΩ에서 687kΩ이었다. 홍단풍은 개체간 변화를 보였으며, 중심부로 갈수록 전기저항치는 감소하는

경향을 보여 주었다. 3cm 깊이에서의 내부 전기저항치의 범위는 637kΩ이고, 6cm 깊이의 내부 전기저항치는 407kΩ으로 변화 폭이 커졌다.

Scott(1984)가 포플러의 형성층 부근부터 수를 향해 1cm 간격으로 측정한 전기저항치는 210kΩ에서 500kΩ의 범위를 나타냈는데, 외형상 건강한 수목에서는 전기저항치가 높았으나 중심인 수쪽으로 갈수록 전기저항치가 약간씩 감소하는 경향을 보였다. 그러나 외형상으로 가지가 죽어 가고 있는 수목의 경우는 20~60kΩ까지 전기저항치가 급격한 감소를 나타

Table 3. Changes of internal electric resistance(k Ω) in sixteen landscape woody plants with broad-leaves. The numbers of parentheses denote standard deviation

Tree species	Distance from the bark(cm)								
	3	6	9	12	15	18	21	24	27
<i>Salix babylonica</i>	73 (74)	73 (50)	35 (21)	35 (16)	36 (8)	22 (11)	19 (17)	-	-
<i>Juglans mandshurica</i>	328 (96)	376 (231)	276 (35)	248 (173)	464 (217)	-	-	-	-
<i>Betula platyphylla</i>	475 (172)	414 (196)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus coreana</i>	516 (103)	415 (184)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zelkova serrata</i>	450 (211)	426 (227)	322 (305)	188 (132)	323 (234)	321 (204)	248 (189)	247 (167)	236 (165)
<i>Liriodendron tulipifera</i>	494 (205)	612 (20)	355 (240)	80 (78)	362 (185)	175 (35)	-	-	-
<i>Magnolia kobus</i>	652 (44)	427 (212)	383 (196)	455 (297)	-	-	-	-	-
<i>Magnolia obovata</i>	550 (117)	504 (185)	463 (174)	399 (248)	361 (261)	-	-	-	-
<i>Quercus palustris</i>	312 (170)	85 (42)	42 (32)	161 (108)	-	-	-	-	-
<i>Prunus serrulata</i>	653 (36)	476 (170)	354 (254)	441 (306)	-	-	-	-	-
<i>Chaenomeles sinensis</i>	357 (179)	556 (186)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Albizia julibrissin</i>	96 (33)	72 (2)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sophora japonica</i>	151 (140)	129 (120)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer palmatum</i>	617 (158)	687 (24)	666 (22)	682 (23)	-	-	-	-	-
<i>Acer buergerianum</i>	647 (37)	671 (28)	673 (37)	687 (3)	-	-	-	-	-
<i>Acer palmatum</i> var. <i>amo</i>	637 (76)	407 (158)	-	-	-	-	-	-	-

내면서 낮은 값을 유지하였다.

2. 부후목재의 탐색 결과

(1) 침엽수 조경수목

대부분의 침엽수 조경수목은 내부 전기저항치가 깊이에 따라 큰 변화를 보이지 않아 비교적 건전한 것으로 나타났다. 그러나 몇몇 수종의 일부 개체에서는 변색 또는 부후로 판단될 정도로 전기저항치가 갑자기 감소하였다. Figure 1과 Photo 1은 변색이나 부후로 판단되는 수종의 개체별 내부 전기저항치의 변화와 내부 목재의 상태를 나타낸 것이다.

수를 향해 측정된 내부 전기저항치가 갑자기 감소하는 경우 또는 최고치의 25% 이하로 갑자기 감소하는 경우 부후된 부위로 볼 수 있다. 또한 갑자기 증가하여 높은 전기저항치가 부분적으로 나타나는 경우는 동공이 발생된 것으로 볼 수 있다(Osmose, 1980). 그러나 본 연구 결과에서는 동공이 생긴 것으로 판단할 수 있을 정도로 높은 전기저항치는 나타나지 않은 반면에 주변보다 낮은 전기저항치를 나타내는 개체들이 일부 수종에서 감지되었다.

전나무는 중심부인 6cm와 9cm 깊이의 내부 전기저항치가 3cm 깊이의 15% 이하인 36kΩ에서 60kΩ의 범위로 하락하여 부후된 것으로 감지되었다. 곰솔의 일부 개체는 수피로부터 9cm 떨어진 깊이에서 전기저항치가 주변의 50%로 감소하여 부후가 진행되고 있는 것으로 나타났다(Figure 1).

Shortle과 Smith(1987)가 지상으로부터 1.4m의 높이에서 측정된 가문비나무의 내부 전기저항의 경우는 250kΩ 이상으로 낮은 이온화 경향을 나타내

는 목재는 줄기 횡단면에 변색이나 부후목재가 없었으나 100kΩ 이하로 높은 이온화 경향을 나타내는 전나무의 경우는 변색과 부후목재의 평균 횡단면이 증가하는 것으로 보고하였다.

목재 부후는 상처를 통해서 침입한 미생물의 감염과 관련되어 나타나는 변화인데(Bauch et al., 1979), 죽은 가지에서 발견되는 부후목재는 근제에서 시작되어 나무의 기부에까지 진행된다(Schuck et al., 1980). 목재 부후의 초기단계는 내부 전기저항의 감소로 나타나는데 이것은 목재의 상대적인 이온화 경향이 증가하기 때문이다(Tattar et al., 1972). 본 조사 결과에서는 전나무와 곰솔의 내부 목재가 낮은 전기저항을 나타냄으로써 부후가 진행되고 있음을 보여 주었다. 메타세쿼이아는 깊이 9cm부터 전기저항치가 하락하여 낮은 상태를 나타내는데 내부 전기저항치가 최고치의 30% 이하까지 하락하였다(Figure 1). 그러나 메타세쿼이아의 내부 전기저항치의 감소는 부후로 인한 결과라기보다는 목질 자체에 수분 함유량이 높은 탓으로 보인다.

(2) 활엽수 조경수목

활엽수 조경수목에서 변색이나 부후로 판단되는 수종 중 일부 개체의 내부 전기저항치와 목재의 상태는 Figure 2와 Photo 1에 나타났다.

핀오크는 수피로부터 6cm 깊이부터 내부 전기저항치가 3cm 깊이의 27% 정도 감소하여 부후가 진행되고 있음을 보여 주었으며(Figure 2A, Photo 1a), 빛나무는 9cm 이후의 내부 전기저항치가 3cm 깊이의 5%에서 14%로 낮은 수준을 나타내어 완전히 부후된 것으로 나타났다(Figure 2A, Photo 1a). 또한 가래나무 일부 개체의 내부 전기저항치는 12cm인 중심부에서 가장 낮았으며, 최고치의 20%로 하락하여 부후되어 있었다(Figure 2B, Photo 1b).

목련과에 속하는 수종들은 일부 개체에서 낮은 전기저항치를 보였으며 대부분 목재의 중심부인 수에서 변색이나 부후 증상을 나타냈다. 튜립나무는 9cm 이후에서 3cm 깊이의 값보다 13%에서 30%까지 전기저항치가 하락하여 일부는 부후된 것으로 감지되었으며, 일부는 부후가 진행되고 있음을 알 수 있었다(Figure 2B, Photo 1b). 목련은 6cm 이후 전기저항치가 3cm 깊이보다 18%에서 20%로 낮아 부후되어 있었다(Figure 2B, Photo 1b). 특히 일본목련의 경우 측정 대상 수목의 5개체 중 3개체가 부후된 것으로 나타났다(Figure 2C, Photo 1c).

느티나무는 3개체가 9cm 이후부터 급격한 전기저항치의 감소를 나타냈으며, 최고 내부 전기저항치의

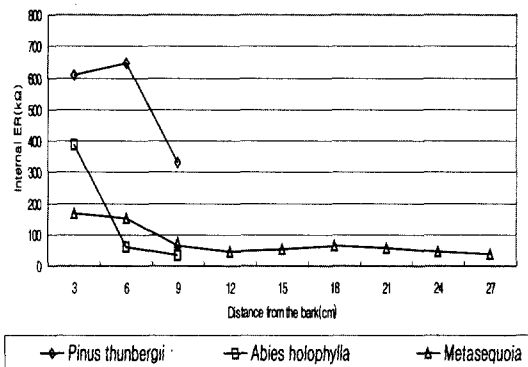


Figure 1. Changes of internal electric resistance along the radius of three trees with needle-leaves

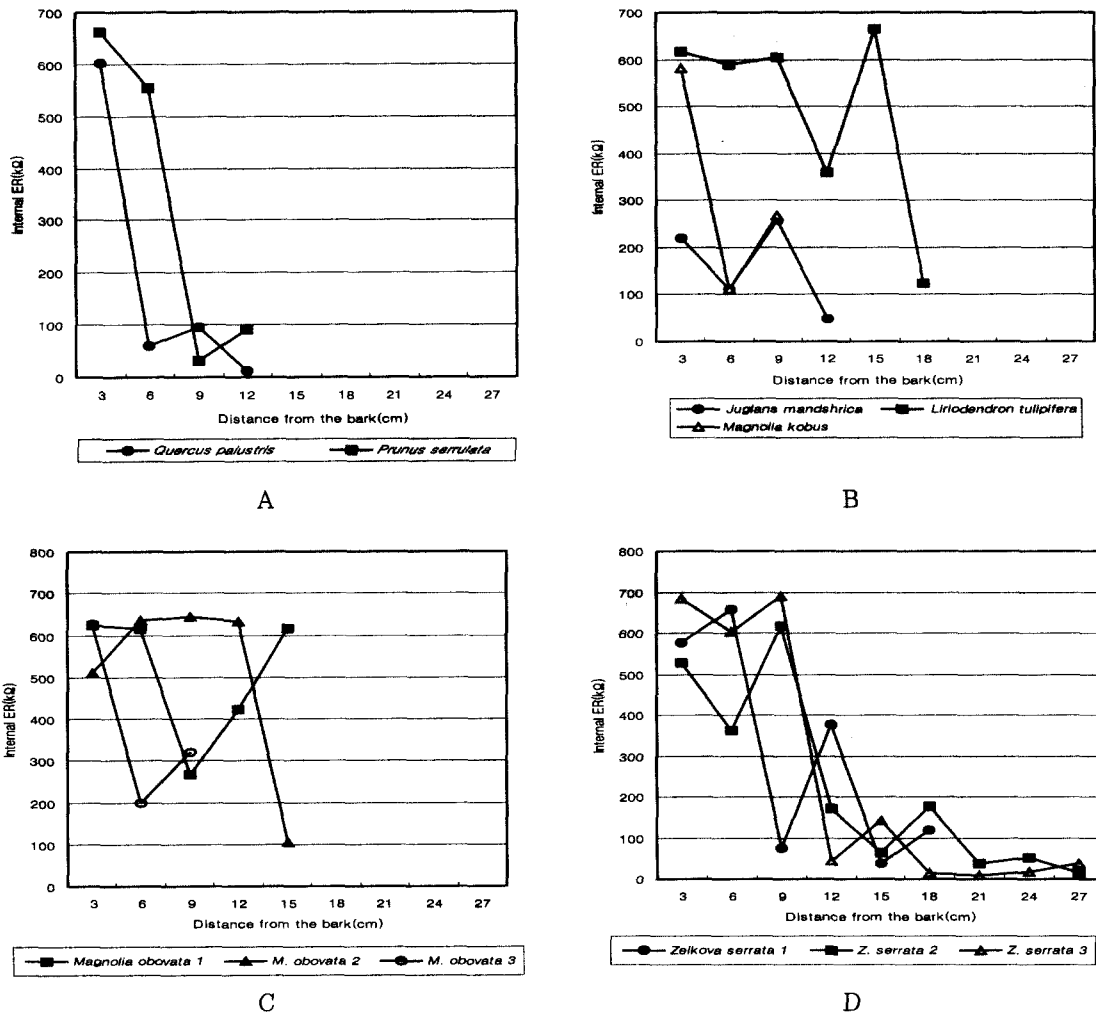


Figure 2. Changes of internal electric resistance along the radius of trees with broad-leaves

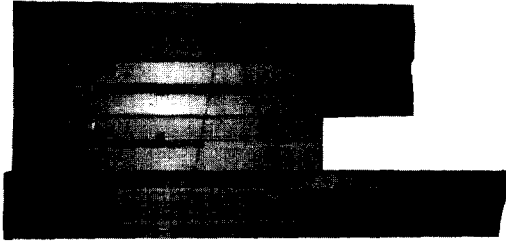
25% 이하로 내부 목재가 부후된 것으로 나타났다 (Figure 2D, Photo 1d).

단풍나무과에 속하는 단풍나무, 중국단풍, 홍단풍에서 측정된 내부 전기저항치는 부후된 것으로 판단될 정도의 감소는 없었다. 그러나 Tattar(1976)가 *Acer platanoides*와 *A. saccharum*에서 측정한 전기저항치는 건전한 목재의 경우 각각 343~432kΩ 과 296~500kΩ 을 나타냈으며, 변색된 목재는 각각 16~30kΩ 과 20~49kΩ 이었다.

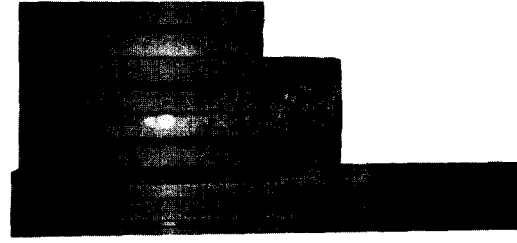
일반적으로 박테리아와 초기 곰팡이들은 천이과정을 통해서 부후균으로 대체되기 전에 수분함량이 높은 목재에서 생활하기 때문에 전기저항치가 감소한다

(Shortle and Cowling, 1978).

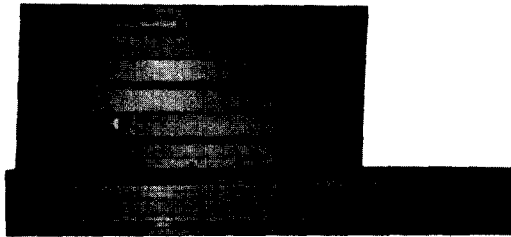
또한 부후균의 침입 정도는 목재의 전기저항과 관련되는데 상대적으로 낮은 내부 전기저항은 심재가 감염에 의해 변화되었다는 것을 나타낸다(Shigo and Shortle, 1986; Shortle, 1990). 즉 변색 및 부후목재에서 나타나는 내부 전기저항치의 상대적인 감소는 Shigometer를 이용한 부후목재의 탐색 가능성을 보여 주며, 이러한 탐색기술은 병으로 인해 발생하는 가지적인 병징이 나타나기 이전에 수목을 치료하거나 예방하는 데 도움을 주고, 이에 따른 경제적인 손실을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.



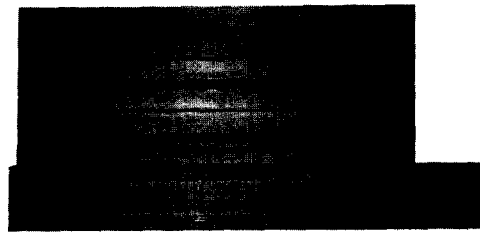
a. *Pinus thunbergii*, *Quercus palustris*, *Prunus serrulata*



b. *Juglans mandshurica*, *Liriodendron tulipifera*, *Magnolia kobus*



c. *Magnolia obovata*, *M. obovata*, *M. obovata*



d. *Zelkova serrata*, *Zelkova serrata*, *Zelkova serrata*

Photo 1. Photographs of trees with discolored or decayed wood(light color-sound wood, dark color-decayed wood), B: bark, P : pith

인용문헌

- 송근준, 한심희, 하태주(2000) 조경수목 27종에서 측정된 형성층 전기저항의 계절, 직경 및 기상조건에 따른 차이. 연암축산원예대학 논문집 19: 57-74.
- 이경준, 한심희, 정용선(1997) 20개 조경수종의 형성층 전기저항치의 수종간 차이와 계절적 변화. 한국임학회지 86: 415-421.
- 차병진, 나용준(1993) Shigometer를 이용한 서울과 수원 가로수의 전기저항 비교. 충북대학교 농업과학연구 11: 49-56.
- Bauch, J., P. Klein, A. Frühwald, and H. Brill(1979) Alteration of wood characteristics in *Abies alba* Mill. due to "fir drying" and considerations concerning its origin. Eur. J. For. Path. 9: 321-331.
- Borchert, R.(1994) Electric resistance as a measure of tree water status during seasonal drought in a tropical dry forest in Costa Rica. Tree Physiol. 14: 299-312.
- Filip, G. M., C. A. Parks, B. E. Wickman, and R. G. Mitchell(1995) Tree wound dynamics in thinned and unthinned stands of grand fir, ponderosa pine, and lodgepole pine in eastern Oregon. Northwest Sci. 69: 276-283.
- Ko, J. H., and K. Morimoto(1985) Loss of tree vigor and role of boring insects in red pine stands heavily infested by the pine needle gall midge in Korea. ESAKIA 23: 151-158.
- McCulloch, D. G., and M. R. Wagner(1987) Evaluation of four techniques to assess vigor of water-stressed ponderosa pine. Can. J. For. Res. 17: 138-145.
- Osmose(1980) Osmose shigometer model OZ-93 instruction manual. 25pp.
- Schuck, H. J., U. Blümel, L. Geier, and P. Schütt(1980) Symptoms and etiology of dieback of silver fir(fir dying). 1. Evaluation of disease symptoms. Eur. J. For. Path. 10: 125-135.
- Scott, E. S.(1984) Detection of wetwood in living poplar trees by electrical resistance measurements.

- Eur. J. For. Pathol. 14: 334-339.
- Shigo, A. L., and A. Shigo(1974) Detection of discolouration and decay in living trees and utility poles. U.S.D.A. For. Res. Service Paper NE294, 11pp.
- Shigo, A. L., and W. C. Shortle(1986) Shigometry: a reference guide. U.S. Dep. Agric. Agric. Handb. 646pp.
- Shortle, W. C.(1990) Ionization of wood during previsual stages of wood decay, In Biodeterioration research 3. Edited by G. C. Llewellyn and C. E. O' Rear. Plenum Press, New York. pp. 333-348.
- 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.
- Shortle, W. C. and K. T. Smith(1987) Electrical properties and rate of decay in spruce and fir wood. *Phytopathology* 77: 811-814.
- Sylvia, D. M., and T. A. Tattar(1978) Electrical resistance properties of tree tissues in cankers incited by *Endothia parasitica* and *Nectria galligena*. *Can. J. For. Res.* 8: 162-167.
- Tattar, T. A.(1976) Use of electrical resistance to detect *Verticillium* wilt in Norway and sugar maple. *Can. J. For. Res.* 6: 499-503.
- Tattar, T. A., A. L. Shigo, and T. Chase(1972) Relationship between the degree of resistance to a pulsed electric current and wood in progressive stages of discoloration and decay in living trees. *Can. J. For. Res.* 2: 236-243.
- Wilcox, W. W.(1978) Review of literature on the effects of early stages of decay on wood strength. *Wood Fiber Sci.* 9: 252-257.