

## 主要經濟樹種의 耐陰性 및 光線要求도와 水分特性에 관한 研究( I )<sup>1\*</sup>

- 人工被陰處理를 實施한 落葉闊葉樹 6種의 水分通導性 變化 -  
權琦遠<sup>2</sup> · 崔正鎬<sup>2</sup> · 鄭鎮澈<sup>3</sup>

## Studies on the Shade Tolerance, Light Requirement, and Water Relations of Economic Tree Species( I )<sup>1\*</sup>

- Changes of Hydraulic Conductance of Six Deciduous Hardwood Species Subjected to Artificial Shade Treatments -

Ki Won Kwon<sup>2</sup>, Jeong Ho Choi<sup>2</sup> and Jin Chul Chung<sup>3</sup>

### 要 約

낙엽성 활엽수 6수종을 5수준의 피음도로 처리한 후 이들의 수분통도성을 Huber value와 leaf specific conductivity(LSC)로서 조사하였다. 처리 1차 연도에 피음하지 않은 조건에서 측정된 전체 조사 대상 수종의 Huber value는 6, 7, 9월에 각각 1.5~9.1mm/dm<sup>2</sup>, 1.3~2.6mm/dm<sup>2</sup>, 1.5~5.3mm/dm<sup>2</sup>의 범위 내에 있었다. 그 값은 일반적으로 대부분의 수종에서 피음도를 높이면서 감소하는 경향을 보였다. 9월에는 조기 낙엽 현상 때문에 측정치 대부분이 7월에 측정된 값보다 높았다. Huber value는 대부분의 조사 수종에서 처리 1, 2차 연도에 따른 측정치간에 차이를 보였지만 그 값의 계절적인 변이나 피음에 따른 영향은 처리 연도에 상관없이 비슷한 경향을 보였다. 2년간 진행된 조사에서 leaf specific conductivity는 자작나무, 박달나무, 느티나무, 고로쇠나무의 경우에 4.0~80.0μl/dm<sup>2</sup> 범위내의 값에서 측정 계절이나 피음 수준에 따른 변이를 보였다. 그러나 쥐똥나무와 산벚나무의 경우에는 상기 수종들의 값과는 차이를 보이면서 각기 4.0~280.0μl/dm<sup>2</sup>, 8.0~120μl/dm<sup>2</sup>의 값을 나타냈다. LSC값은 수종 별, 그리고 처리 연도 별로 계절에 따라 다소 불규칙한 변화를 보였으며 처리 1차 연도에는 자작나무, 박달나무, 산벚나무, 처리 2차 연도에는 느티나무, 산벚나무에서 대부분 7월보다는 9월에 보다 높은 LSC값을 나타냈다. LSC값은 조사된 모든 수종에서 인위적인 피음 수준을 높일수록 대체로 감소하는 경향을 보였다.

### ABSTRACT

Huber value and leaf specific conductivity were investigated for determining the hydraulic conductance of six deciduous hardwood species subjected to five levels of artificial shade treatments. Huber values measured in full sun were in the ranges of 1.5~9.1mm/dm<sup>2</sup>, 1.3~2.6mm/dm<sup>2</sup>, 1.5~5.3mm/dm<sup>2</sup> in June, July, and September, respectively in the first year. The values generally decreased with increasing the shading in most of the species studied. Because of early defoliation in September, most of the values measured were also higher in September than in July. Huber values were quite different between those of the first year and those of the second year in most of the species studied, but the seasonal variation of Huber values and shading effects to the values seemed to be similar between the first and the second years. The values of leaf specific conductivity(LSC) measured in *Betula platyphylla*

<sup>1</sup> 接受 1999年 3月 20日 Received on March 20, 1999.

<sup>2</sup> 충남대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Chungnam Nat'l Univ., Deajon 305-764, Korea

<sup>3</sup> 원광대학교 생명자원과학대학 산림자원전공 Major in Forest Resources, Wonkwang Univ., Iksan 570-749, Korea

\* 본 연구는 한국과학재단 핵심전문연구(KOSEF 971-0607-051-2) 지원으로 수행되었음.

var. *japonica*, *B. schmidtii*, *Zelkova serrata*, *Acer mono* for 2 years were in the range of 4.0~80.0 $\mu\text{l}/\text{dm}^2$  by season and by shading treatment. But in *Ligustrum obtusifolium* and *Prunus sargentii*, the values were in the ranges of 4.0~280.0 $\mu\text{l}/\text{dm}^2$  and 8.0~120 $\mu\text{l}/\text{dm}^2$ , respectively with having quite different values compared with those of the above species. Seasonal variation of LSC values was more or less irregular by species and by treatment year, but the LSC values of *B. platyphylla* var. *japonica*, *B. schmidtii*, and *P. sargentii* in the first year and also those of *Z. serrata* and *P. sargentii* in the second year were mostly higher in September than in July. The LSC values seemed to be generally decreased with increasing the artificial shading in all of the species studied.

*Key words* : shade tolerance, light requirement, water relations, Huber value, leaf specific conductivity, *Betula platyphylla* var. *japonica*, *B. schmidtii*, *Zelkova serrata*, *Acer mono*, *Ligustrum obtusifolium*, *Prunus sargentii*.

緒 論

광선은 모든 식물의 대사작용과 생장에 필요한 궁극적인 에너지원이며, 광합성을 통해 이들 에너지는 식물체내에 고정된다. 또한 광선은 광합성 에너지 제공과 함께 온도, 습도, 강수 등 산림의 무기환경에 변화를 초래함으로써 수목의 성장과 대사활동에 직·간접적으로 영향을 미치며 특히 수목의 증산에 따른 수분 potential의 경사를 유도하여 수분과 양료의 흡수와 이동을 유도하는 동기를 제공한다.

수분은 Soil-Plant-Atmosphere Continuum (SPAC)으로 표현되는 이동 경로를 따라 최소 뿌리를 통해 흡수되어 도관 또는 가도관을 지나 이동하면서 각종 대사작용에 참여한 후, 최종에는 잎의 기공에서 증산작용을 통해 대부분의 수분이 외부로 방출된다(Kramer, 1983 ; Kramer와 Kozlowski, 1979 ; Philip, 1966). 이와 같은 일련의 과정에서 수분은 수분 potential의 경사를 따라 수분 potential이 높은 곳에서 낮은 곳으로 끊임 없이 움직이고 있으며 목부 조직의 이동 통로는 도관 또는 가도관의 미세한 모세관이다(Kozlowski et al, 1991 ; Kramer, 1983). 이들 모세관을 통한 수분 이동의 효율성은 뿌리에서의 수분 흡수 능력 및 잎 표면 기공에서의 증산 저항 기작과 함께 건조 회피성 형태로 설명되는 내건성 등에 중요한 영향을 미치면서(Levitt, 1972) 수목이 지니는 전반적인 수분특성에 깊이 관여하고 있다(Kramer, 1983 ; Tyree와 Ewers, 1991 ; Zimmermann, 1983).

수목의 줄기가 지니는 수분 통도 능력을 표현하는 간단한 방법으로 줄기 단면의 xylem 면적을 그 줄기 상부에 달린 잎의 총 증량으로 나눈

Huber value를 생각할 수 있다(Huber, 1928). 그러나 수목의 xylem을 구성하는 도관 또는 가도관은 그 직경에 있어서 상당한 차이를 보이고 있어 유체의 흐름에 대한 Hagen-Poiseulle의 경험식을 고려할 때 Huber value만으로 수분통도성을 정확히 파악할 수 없다(Zimmermann, 1983). 또한 도관 내에 수분의 흐름을 방해하는 기포, 침적물 등 다양한 장애물이 존재하는 조건하에서는 수목 줄기의 특정 부위를 통과하는 수분의 통도성을 Huber value만으로 정확히 설명하는데는 충분하지 않다. 이 때문에 수목이 지니는 수분 통도성을 보다 정확히 설명하기 위해서는 실제로 줄기를 통과하는 수분의 양과 이를 소비하는 잎의 총량으로 수분의 공급과 소비의 균형 여부를 분석하는 leaf specific conductivity(LSC)의 값으로 수목이 지니는 수분 통도성을 파악하는 것이 보다 바람직한 방안이 될 수 있다(Tyree와 Alexander, 1993 ; Tyree et al, 1983 ; Zimmermann, 1978 ; Ewers와 Zimmermann, 1984b). 이와 같은 LSC값의 주요 관련 인자인 잎과 줄기의 도관 발달 또한 광선의 영향을 크게 받을 수 있어 이들의 상호 관계를 밝히는 일은 관련 연구에 주요한 의미를 지닌 정보를 제공할 수 있다.

수목이 지니는 광선 및 수분 특성에 대한 생리·생태학적 연구는 선진 각국에서 이미 다양한 결과가 보고되고 있지만 이들 결과를 임분의 생태환경과 수종 구성이 서로 상이한 우리나라 산림의 육림기술 개발에 그대로 적용할 수는 없다. 이상에 기술된 내용과 관련하여 본 연구에서는 인공피음 하에서 자라는 묘목을 대상으로 6가지 주요 경제 수종의 광선과 수분통도 특성의 상호 관계를 구명하기 위해 피음도에 따른 계절별 Huber value 및 leaf specific conductivity의 변

화 경향을 파악하고자 하였다.

材料 및 方法

1. 試驗 材料

주요 경제 수종 중 자작나무, 박달나무, 느티나무, 고로쇠나무, 뽕나무, 산벚나무 6개 수종의 1년생 실생 유묘를 연구대상으로 하였다. 1997년 4월 초순에 충남대학교 농과대학 교포장에 피음처리와 관련한 여러 가지 실험을 종합하여 수행하기 위한 피음처리 포장을 조성한 후, 묘상에 15cm x 15cm 간격으로 수종별, 처리별로 각각 3개 plot에 12~15주씩 총 36~45주의 묘목을 반복 식재하였다. 6월 초순까지 2개월간 무피음 하에서 식재된 묘목을 활착시킨 후, Fig. 2와 같은 피음도를 유지하도록 가광율이 다른 차광막을 1~2겹으로 조합하여 피음 수준을 5단계로 조절한 인위적인 피음처리를 실시하였다. 본 논문 내용의 연구를 수행하기 위해서 이들 처리 묘목의 일부를 사용하였으며 매회 분석시 마다 수종 및 처리 별로 3주의 묘목을 절단하여 분석 시료로 이용하였다.

2. 分析 方法

1997년 6월에서 1998년 9월까지 2년간 인위적인 피음처리 실시 전(6월)과 피음처리 실시 후(7월) 그리고 수목의 생리활동이 둔화되기 시작하는 시기(9월) 등 3차례에 걸쳐 3만복씩 피음처리에 따른 수재 내의 수분 통도성을 조사하였다. 조사 내용으로 수목 체내의 수분 통도성 관련 공간 구조를 파악하기 위해 도입된 hydraulic architecture 개념을 이용하여 leaf specific conductivity와 Huber value 등을 측정하였다(Zimmermann, 1978, 1983 ; Ewers와 Zimmermann, 1984a).

통도성 분석을 위해 시료는 이른 새벽 묘목 조직내 수분이 최대로 포화된 시점에 줄기 하단부를 절단하여 즉시 밀폐된 물통내의 물에 꽂아 24시간 암실에서 충분히 포수시킨 후 근원부 위로 4cm 길이의 stem을 시료로 취하였다. 이들 시료를 시험관의 1mM KCl 용액에 완전히 잠기도록 꽃은 다음 vacuum pump를 이용하여 15분 동안 도관 내의 공기를 제거한 후 100등분되어 최소 눈금이 10μl인 1ml 용량의 피펫에 stem의 하부 절단부를 연결하여 15분 동안 도관을 지나 흘러 내린 수분의 양을 측정하여 1시간 단위로 환산하였다. 엽면적 측정기를 이용하여 stem 상부에 달린 전체 잎의 엽면적을 측정하고 Bumi Co.의 Image Analysis Program을 이용하여 xylem 면적과 도관 직경을 측정하였다(Fig. 1). Fig. 1의 장치로 측정된 값과 함께 조사된 시료목의 엽면적 및 목부의 면적 등을 가지고 공식 (1), (2), (3), (4)에 의해 산출되는 leaf specific conductivity와 Huber value 등 통도 특성 관련 내용들을 계산하였다.

結果 및 考察

1. 被陰處理에 따른 日中 光量의 變化

인공 피음 처리에 따른 처리구별 광량의 차이를 비교하고자 6, 7, 9월에 구름이 없는 맑은 날을 기준으로 일중 시간대별 피음망 하부로 투입되는 광량의 변화를 지표면과 평행한 수평 방향으로 10~20만복 측정하였다. 계절별 광량을 한낮인 12시를 기준으로 살펴보면 6월에 전광에서 최고 광량이 1,500~1,800μE·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, 7월에는 1,600~1,900μE·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, 9월에는 1,700~2,100μE·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> 안팎으로 계절별로 다소 차이를 보였다. 일중 시간대별 변화에서는 오전에서 한낮까지 광량의 증

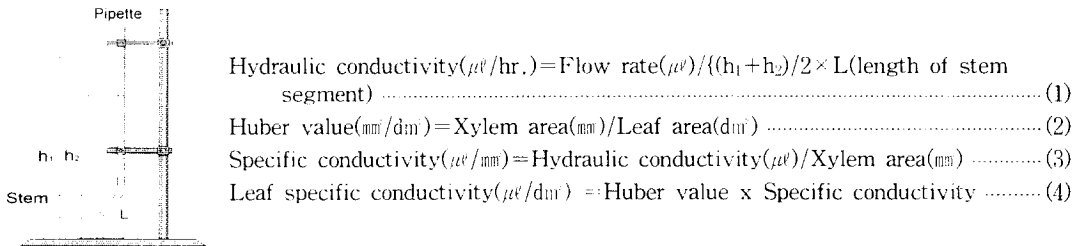


Fig. 1. Diagram for measuring the gravity flow rate(hydraulic conductivity) and equations relating to hydraulic conductance.

\* h<sub>1</sub> and h<sub>2</sub> : the heights of water column in pipette before and after gravity flow.

가가 계절별로 비슷한 변화를 보였지만, 일조시간이 짧아진 9월에는 오후 14시 이후 일몰이 가까워질수록 광량이 급격히 감소하여 6, 7월의 변화 양상과는 차이를 보였다. 인공피음 처리구별 상대적인 투과 광량은 전광 처리구(A)를 100%로 보았을 때 약 피음 처리구(B)는 38~62%, 보통 피음 처리구(C)는 22~28%, 피음 강도가 강해지

는 D와 E 처리구는 각각 7~20%, 2~6%로 피음 강도가 강해질수록 전광 처리구에 비해 투과 광량은 크게 감소되었다(Fig. 2).

2. 被陰處理에 따른 水分通導性的 季節變化

Table 1에는 xylem의 면적과 엽면적의 상호 관계를 나타내는 엽면적 기준의 Huber value를

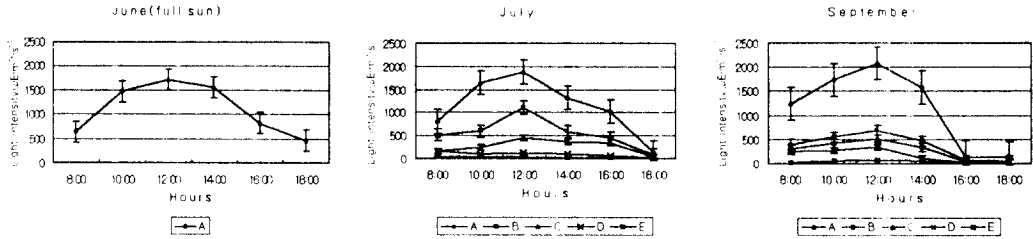


Fig. 2. Diurnal changes of light intensity in five treatment levels of artificial shading in sunny days showing the light intensity of A(full sun : +) curves. \*+ : standard deviation

Table 1. Temporal changes of Huber value compared among tree species in hydraulic conductance analysis of seedlings subjected to artificial shading. (unit : mm/dm)

Season	Shading* level	<i>Betula platyphylla</i> v. <i>japonica</i>	<i>Betula schmidtii</i>	<i>Zelkova serrata</i>	<i>Acer mono</i>	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	<i>Prunus sargentii</i>
First year treatment							
June	A	2.6±0.6	4.6±1.7	5.8±0.6	1.5±0.2	9.1±5.4	2.7±0.7
	A	1.4±0.4	2.2±0.4	1.3±1.4	2.0±0.4	2.2±0.4	2.6±1.1
July	B	1.2±0.5	1.5±0.8	1.8±0.7	6.3±2.6	6.6±4.4	2.0±0.7
	C	1.1±0.8	1.2±0.4	1.0±0.3	2.9±1.8	2.9±2.0	1.8±1.7
	D	1.0±0.1	1.1±0.6	1.2±0.5	1.3±0.1	2.8±1.6	1.6±0.9
Sept.	E	1.0±0.2	1.1±0.2	4.2±2.3	1.0±0.3	1.7±0.5	1.5±2.3
	A	2.7±0.4	2.8±0.4	2.6±0.4	1.5±1.0	4.4±1.7	5.3±1.0
	B	2.3±0.9	2.6±1.5	2.6±0.3	2.5±2.1	8.0±6.9	2.6±2.2
Sept.	C	1.6±1.1	1.4±0.4	2.5±1.4	2.1±0.1	3.0±1.4	1.8±0.6
	D	1.1±0.3	1.3±0.1	1.9±1.5	2.5±0.2	5.7±0.9	1.4±2.0
	E	1.3±0.1	-	1.9±0.2	1.3±0.8	3.3±0.9	2.4±0.1
Second year treatment							
June	A	3.7±1.8	1.9±0.3	1.5±0.7	1.2±0.4	3.2±0.8	2.0±0.6
	A	5.7±1.1	1.8±0.1	2.9±0.5	1.3±0.1	2.6±0.7	2.2±0.6
July	B	4.1±0.6	1.6±0.2	3.8±0.9	1.7±0.3	4.3±2.4	2.1±0.6
	C	4.0±0.1	1.2±0.4	3.6±0.1	1.7±0.1	2.6±0.8	2.0±0.3
	D	3.9±0.8	1.1±0.1	1.7±0.7	1.3±0.2	2.4±0.8	2.0±0.3
Sept.	E	2.1±0.5	-	1.6±0.1	1.4±0.3	2.2±0.7	1.6±1.1
	A	6.1±1.4	3.7±1.2	4.4±1.0	3.5±0.4	5.0±2.5	6.2±0.2
	B	5.8±1.5	3.5±1.0	4.3±0.6	6.2±2.4	6.0±1.4	4.9±4.7
Sept.	C	4.3±0.9	3.5±1.6	2.9±0.2	3.4±0.3	3.7±2.5	4.9±2.4
	D	4.1±2.1	2.6±0.4	2.4±0.3	3.2±1.4	3.5±0.1	4.3±1.7
	E	3.8±1.0	-	2.2±0.1	1.8±0.6	3.4±1.2	2.9±0.7

\* Light transmittances : A : 100%, B : 38~62%, C : 22~28%, D : 7~20%, E : 2~6%

피음처리 연도 및 계절 그리고 피음처리구 별로 제시하여 수종간에 비교하고 있다. Huber value는 수목이 지니는 수분통도성을 분석하는 과정에서 수분이 이동하는 주요 통로인 xylem과 xylem 내의 도관을 통해 이동된 수분의 대부분을 소비하는 잎의 면적간에 보여지는 상호 관계를 설명하는 주요 지표로 이용될 수 있다(Huber, 1928; Parker와 Pallardy, 1985; Rogers와 Hinckley, 1979).

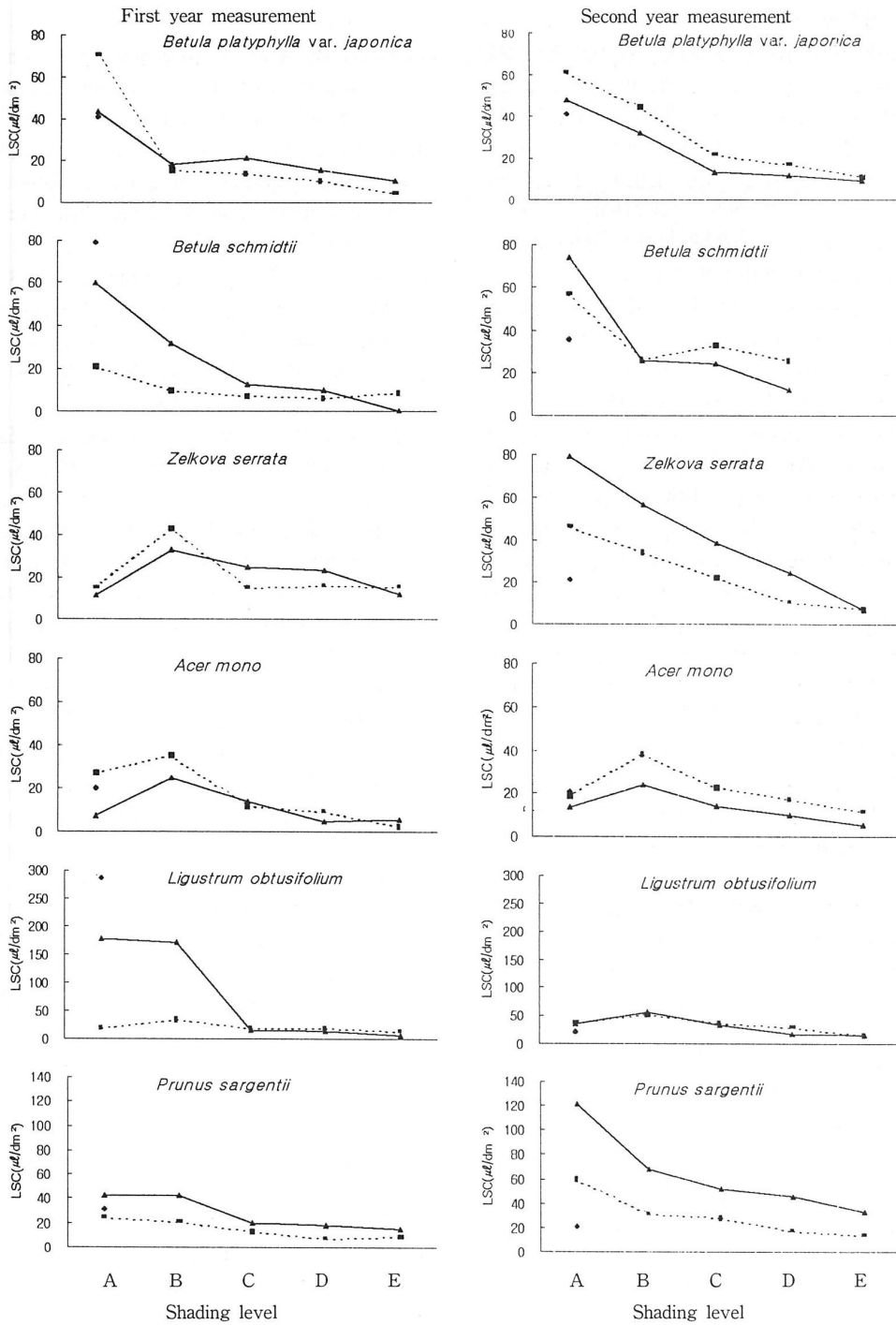
생육 시기별 비교에서는 1차 연도 측정 시 6월에 측정된 Huber value가 1.5~9.1mm/dm<sup>2</sup>로 조사되어 고로쇠나무 이외의 대부분의 수종에서 7월이나 9월에 측정된 값보다 상대적으로 높았는데 이와 같은 결과는 생육이 왕성한 6월에 보다 효율적으로 수분을 이동시킬 수 있는 조직 구조를 보이기 때문이라고 해석할 수 있다. 수종별로는 쥐똥>느티>박달>산벚>자작>고로쇠나무 순으로 수종간의 차이를 나타냈다. 9월의 측정치 또한 7월보다는 높은 값을 기록할 때가 많은데 이는 일부 잎의 조기 낙엽에 따른 영향으로 설명될 수 있다. 또한 9월에 박달나무의 경우는 강 피음 처리구인 E 처리구에서 광량 부족에 의한 수목의 생리활동 위축으로 고사되어 측정을 할 수 없었다.

2차 연도에서는 수종별로 묘목의 나이에 따른 생육 패턴에 차이를 보이면서 자작, 느티, 산벚나무의 Huber value가 1차 연도에 비해 일반적으로 올라가는 경향을 보였다. 대부분의 수종에서 1차 연도와 비슷하게 9월의 Huber value 값이 피음에 따른 조기 낙엽 현상으로 6월 또는 7월보다 약 2~3배까지 높아지고 있었다. 수종별 Huber value의 2차 연도 측정치 비교에서는 대체로 자작나무가 높은 값을 보이며 박달나무, 고로쇠나무는 상대적으로 낮은 값을 보여 1차 연도의 결과와는 다소 차이를 보이고 있었다. 인공피음 처리구 별로는 1, 2차 연도를 포함하여 전광 처리구(A)에서 자작나무는 1.4~2.7mm/dm<sup>2</sup>, 3.7~6.1mm/dm<sup>2</sup>, 박달나무는 2.2~4.6mm/dm<sup>2</sup>, 1.8~3.7mm/dm<sup>2</sup>, 산벚나무는 2.6~5.3mm/dm<sup>2</sup>, 2.0~6.2mm/dm<sup>2</sup>까지로 1, 2차 연도의 강 피음 처리구인 D, E 처리구 1.0~4.3mm/dm<sup>2</sup>보다 다소 높은 값을 유지하면서 처리간 차이를 나타냈다. 또한 약 피음 처리구(B)에서 고로쇠나무는 2.5~6.3mm/dm<sup>2</sup>, 1.7~6.2mm/dm<sup>2</sup>, 쥐똥나무는 6.6~8.0mm/dm<sup>2</sup>, 4.3~6.0mm/dm<sup>2</sup>까지로 다른 피음 처리구보다 높

은 측정치를 보이고 있으며, 특히 강 피음 처리구인 E 처리구의 측정치보다는 약 2배 또는 그 이상의 차이를 보이는 경우가 있었다. 느티나무는 생육 계절별, 피음 처리구별로 일정한 변화 경향을 보이지 않았다.

수분통도성을 분석하는 과정에서는 잎 면적에 대비한 xylem 면적으로 표현되는 Huber value보다 xylem을 구성하는 도관의 넓이나 도관 내에 수분 통도의 장애가 되는 기포 등에 의한 embolism 현상 등이 보다 중요한 인자로 간주될 수 있다(Zimmermann, 1983). 이 때문에 Huber value 그 자체만으로는 수분 통도 능력을 정확히 추정하는 직접적인 방법이 될 수 없다. 이와 같은 점을 고려하여 단위 시간에 xylem 내의 도관을 통해 이동하는 수분의 양을 직접 측정하고 이를 잎의 면적에 대비한 값으로 환산하여 비교할 수 있게 한 leaf specific conductivity(LSC)를 분석하여 함께 비교하는 것이 중요하며 본 연구에서는 이와 같은 LSC값을 연도 및 계절별 그리고 피음 처리구 별로 측정 분석하여 상호 비교하였다(Fig. 3).

피음 처리 후 연도, 계절 및 피음 처리 별 LSC 값의 변화는 자작, 박달, 느티, 고로쇠나무의 경우에 대부분 4.0~80.0μl/dm<sup>2</sup> 안팎에서 수종간에 다소의 차이를 보이지만 쥐똥나무와 산벚나무는 각각 4.0~280.0μl/dm<sup>2</sup> 안팎, 8.0~120.0μl/dm<sup>2</sup> 안팎의 범위에서 다른 수종과도 상당한 차이를 보이고 측정 연도, 계절, 피음 수준에 따른 차이도 크게 벌어지는 경우가 있었다. 생육 시기별 LSC값은 전광 조건의 경우 1차 연도 측정 시 6월의 LSC값에서 박달, 느티, 쥐똥나무가 높은 측정치를 보였고 자작, 고로쇠, 산벚나무는 7월 또는 9월에 6월 보다 다소 높은 측정치를 보일 때가 있었다 그러나 LSC값은 피음 처리가 지속된 2차 연도에 대부분의 수종에서 6월보다는 7월 및 9월에 높은 측정치를 보였다. 측정 연도에 따라 차이는 있지만 박달나무, 느티나무, 산벚나무의 LSC값은 9월 측정치가 7월에 비해 현저히 높은 수준을 유지한 경우가 있는데 이는 이들 수종의 조기 낙엽 현상에 따른 것으로 추정되며 그와 같은 현상은 수분stress가 상대적으로 큰 전광 또는 약 피음구에서 보다 뚜렷하게 지적되고 있었다. 피음 처리간 비교에서는 느티나무, 쥐똥나무에서 일부 불규칙한 경향은 있지만 조사 수종 모두 피음 처리의 강도가 강할수록 LSC값이 떨어



**Fig. 3.** Temporal changes in leaf specific conductivity of tree species subjected to artificial shade treatments (◆ June, ■ July, ▲ September).

\* Light transmittances; A : 100%, B : 38~62%, C : 22~28%, D : 7~20%, E : 2~6%

지는 경향을 보였다. 특히 자작, 박달, 산벚나무는 전광 처리구(A), 약 피음 처리구(B)에서 상대적으로 높은 LSC값을 나타냈으며 피음도가 높아질수록 LSC 값이 꾸준히 떨어지는 경향을 나타냈다. 즉, 조사 수종 중 자작, 박달, 산벚나무가 전광 처리구(A)에서  $20.0 \sim 120.0 \mu\text{m}^2/\text{dm}^2$  안팎의 측정치를 보여 강 피음 처리구(E)의 약  $8.0 \sim 40.0 \mu\text{m}^2/\text{dm}^2$ 보다 약 3~5배 안팎의 높은 값을 보였다. 그러나 내음성이 비교적 강한 것으로 평가되는 고로쇠나무와 쥐뿔나무는 1차 연도 9월 측정치에서 일부 예외는 있지만 피음 처리에 따른 LSC값의 차이가 양수인 자작나무 등에서 보이는 차이처럼 크게 벌어지지는 않았다. 노타나무의 경우에는 1차 연도에 피음 처리간 차이가 비교적 크지 않은 반면에 2차 연도에서는 전광 처리구(A)에서 강피음으로 갈수록 LSC값이 큰 폭으로 감소하고 있어 연도 별로 다른 경향을 보여 주었다.

일반적으로 피음도가 강해지면서 LSC값은 감소하는 경향을 보이는데 이와 같은 현상은 광선 조건에 따라 피음도가 높아지면서 엽면적 생장이 줄기의 목부 성장보다 상대적으로 많아지거나 피음 조건 별로 낙엽이 지는 정도가 다른 짐등에서 그 원인을 찾을 수 있다. 이상과 관련하여 수목이 생육하는 지역의 수분 환경을 그 지역의 광선 조건과 밀접한 관련이 있어 그 지역의 피음 정도가 강해질 때 보다 습윤한 환경 조건이 조성되고 이와 같은 환경 조건하에서는 LSC값이 감소되더라도 수목이 정상적으로 수분 대사의 평형을 유지하는데 어려움이 없을 것으로 보인다(Kozłowski *et al.*, 1991; Kramer, 1983; Zimmermann, 1983). 조사된 모든 수종에서 피음도에 따라 LSC값이 감소되고 있으며 이와 같은 현상을 총체적으로 분석할 때, 피음도 및 이에 따른 수분환경 변화는 서로 밀접한 관계를 유지하면서 수목이 지니는 수분통도성의 변화를 초래하는데 핵심이 되는 주요 동기를 제공한 것으로 해석할 수 있다.

### 引用文獻

1. Ewers, F.W. and M.H. Zimmermann. 1984a. The hydraulic architecture of balsam fir(*Abies balsamea*). *Physiol. Plant.* 60 : 453-458.
2. Ewers, F.W. and M.H. Zimmermann. 1984b. The hydraulic architecture of eastern hemlock(*Tsuga canadensis*). *Can. J. of Bot.* 62 : 940-946.
3. Huber, B. 1928. Weitere quantitative Untersuchungen über das Wasserleitungssystem der Pflanzen. *Jb Wiss. Bot.* 67 : 877-959
4. Ikeda, T. and T. Suzaki. 1986. Influence of hydraulic conductance of xylem on water status in cuttings. *Can. J. of For. Res.* 16 : 98-102.
5. Kozłowski, T.T., P.J. Kramer, and S.G. Pallardy. 1991. *The Physiological Ecology of Woody Plants*. A.P., N.Y. 811pp.
6. Kramer, P.J. 1983. *Water Relations of Plants*. A.P., N.Y. 489pp.
7. Kramer, P.J. and T.T. Kozłowski. 1979. *Physiology of Woody Plants*. A.P., N.Y. 811pp.
8. Levitt, J. 1972. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. A.P., N.Y. 697pp.
9. Parker, W.C. and S.G. Pallardy. 1985. Stem vascular anatomy and leaf area in seedlings of six black walnut(*Juglans nigra*) families. *Can. J. Bot.* 63 : 1266-1270.
10. Philip, J.R. 1966. Plant water relations. - some physical aspects. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 17 : 245-268.
11. Rogers, R. and T.M. Hinckley. 1979. Foliar weight and area related to current sapwood area in oak. *For. Sci.* 25 : 298-303.
12. Tyree, M.T. and F.W. Ewers. 1991. The hydraulic architecture of trees and other woody plants. *New Phytol.* 119 : 345-360.
13. Tyree, M.T. and J.D. Alexander. 1993. Hydraulic conductivity of branch junctions in three temperate tree species. *Physiol. Plant.* 66 : 397-405.
14. Tyree, M.T., M.E.D. Graham, K.E. Cooper, and L.J. Bazos. 1983. The hydraulic architecture of *Thuja occidentalis*. *Can. J. Bot.* 61 : 2105-2111.
15. Zimmermann, M.H. 1978. Hydraulic architecture of some diffuse-porous trees. *Can. J. Bot.* 56 : 2286-2295.
16. Zimmermann, M.H. 1983. *Xylem Structure and the Ascent of Sap*. Spr.-Ver. Berlin. 139pp.