

수 종 목본식물의 개엽 특성에 관한 연구

민 병 미

단국대학교 과학교육과

Studies on the Leafing Characteristics of Several Woody Plants

Min, Byeong-Mee

Department of Science Education, Dankook University

ABSTRACT

A study was conducted to examine the leaf expansion forms and to analyze the leaf growth in early growing season of 1992 in a temperate deciduous forest in central region of Korea.

After the winter bud scale fell off, the expansion forms of 11 woody species were divided into 3 groups, spreading fan form, opening form from half folding, and unrolling form from main vein. The ratios of leaf area at the end of growing season to that of leaf expansion time varied among species, and were related closely to expansion forms.

The leaves reached to full size between the third ten days of April and the middle ten days of May, except for a few species. Leaf weight, however, increased steadily during the growing season. Specific leaf area (SLA) increased rapidly for 10~20 days after leaf expansion and decreased rapidly for 10 days after reaching maximum values, and thereafter decreased slowly. The SLA values of trees were smaller than 200 cm²/g, but those of subtree and shrub were larger than 200 cm²/g.

Key words : Woody plant, Expansion form, Temperate deciduous forest, Leaf area, Leaf weight, Specific leaf area, Growing season

서 론

식물에서 물질생산을 추정하기 위한 방법의 하나로 잎의 생장을 분석하기 시작한 것은 비교적 오래전이다 (Evanco 1972). 그리고 이것은 온대지방에서 생육초기의 개엽형태를 파악하는 데 이용할 수도 있으며, 실제 Viragh와 Precsenyi (1985)는 수 종 참나무속 목본식물을 재료로 하여 조사하였다. 그 결과, 잎의 출현시기와 성숙시기는 동일하지만, 양엽에 비하여 음엽은 엽면적이 넓고 건중량이 적은 것으로 나타났다. 그리고 Kloczy와 Precsenyi (1985)는 동일 지역내에서 관목과 교목은 잎의 성장형태가 다름을 밝힌 바 있다.

한편, Viragh와 Precsenyi (1985) 및 Kloczy와 Precsenyi (1985)가 전술한 연구에서 나비의

유충이 매우 넓은 면적의 잎을 먹어 부수적인 조사의 어려움을 표현한 바와 같이 초식 곤충에서 유충으로의 부화시키는 잎의 성장과정과 관계가 깊다 (Gange and Pryse 1990, Maschinski and Whitham 1989). 그러므로 생육초기의 개엽형태는 그 식물의 개엽전략적인 측면에서나 곤충과의 상호관계를 규명하는 데 기초자료가 된다. 그러나 국내에서는 생육초기의 개엽형태에 관한 연구보고는 매우 부족한 실정이다.

본인은 이미 전보 (민과 최 1993)에서 수 종 목본식물의 겨울눈의 파열시기와 개엽시기에 대하여 밝힌 바 있다. 따라서 이와 관련하여 본보에서는 수종별로 개엽형태의 특징을 조사하여 차후의 여러 연구에 기초자료를 얻는 데 그 목적이 있다.

연구방법

본 연구의 조사지역인 남한산성 지역은 경기도 광주군 중부면 산성리에 위치하는 곳으로 이 지역의 환경, 조사대상 수종 및 표준목의 선정은 대체로 전보 (민과 최 1993)에서 기술한 바와 같으나 본 연구에서는 이를 Table 1과 같이 11종을 재선정하였다. 그리고 조사기간은 1992. 3. 28~1992. 5. 31이었다.

조사기간 중 잎의 형태를 조사·기록하고, 잎의 성장을 분석하기 위하여 시료를 채취하였는데 이는 주 2회 실시하였다. 시료의 채취는 지정된 개체에서 줄기 단위로, 수고와 주변 개체의 영향을 고려하여 평균되는 위치에서 실시하였다. 채취한 시료는 압착 건조하였다. 그리고 동일 줄기 내에서 잎의 위치는 호생일 경우 가능한한 1엽을, 외관상 속생일 경우는 모두 취하였다 (Table 1). 엽면적과 건중량을 측정하기 위하여 개체당 15~40개의 잎이 사용되었으며, 이때 극단적으로 크거나 작은 잎 혹은 초식동물에 의하여 먹힌 부분이 있는 것은 제외하였다. 일부 종들은 1개의 엽면적이 적어 측정오차가 오히려 크고, 일부 종들은 엽면적의 변이가 심한 것을 감안하여 시료 전체를 동시에 측정하였다. 이때 엽면적은 Area Meter (Delta-T Device, U.K.)를 사용하여 0.1 cm² 단위로, 건중량은 mg (Mettler PJ 3000) 단위로 측정하였다.

Table 1. Leaf arrangement and leaf rank on the twig used for study

Species	Leaf arrangement	Rank
<i>Prunus leveilleana</i> (4)*	alternate	first
<i>Quercus mongolica</i> (4)	optically fasciculate	first to fifth
<i>Quercus serrata</i> (1)	alternate	first to fourth
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i> (4)	opposite	first
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (4)	optically fasciculate	first to fifth
<i>Rhododendron mucronulaum</i> (4)	alternate	second
<i>Carpinus tschonoskii</i> (4)	alternate	first
<i>Sorbus alnifolia</i> (3)	alternate	first
<i>Styax obassia</i> (3)	optically opposite (first only)	first
<i>Lindera obtusiloba</i> (3)	alternate	first
<i>Maackia amurensis</i> (2)	alternate	first

() : No. of individuals surveyed

결과 및 고찰

개엽형태

겨울눈이 파열된 후 잎의 성장과정을 겨울눈의 파열된 형태, 겨울눈이 일부 제거되어 잎이 나출된 것, 전개 직전의 것, 완성된 것 및 엽면적상 생장이 완료된 시기의 것을 간략하게 도식하면 Fig. 1과 같다. 이때 관찰 대상의 잎은 Table 1과 같으나 크기비교의 Fig. 1과 같다. 이때 관찰 대상의 잎의 Table 1과 같으나 크기비교의 편의상 신갈나무 (*Quercus mongolica*)와 철쭉꽃 (*Rhododendron schlippenbachii*)은 외관상 속생으로 보이는 5엽중 평균 면적의 것으로, 다릅나무 (*Maackia amurensis*)는 중앙 소엽으로 하였다.

겨울눈이 파열되고 잎의 형태가 완성되는 시기는 전보 (민과 최 1993)에서 밝힌 바와 같다. 그런데 이 과정에서 나타나는 주된 형태를 3 가지로 대별하여 모식적으로 나타내면 Fig. 2와 같다. 첫째는, 주맥과 측맥의 각도가 증가하면서 형태가 완성되는 즉, 부채를 퍼는 듯한 경우로 여기에는 신갈나무, 당단풍 (*Acer pseudo-sieboldianum*), 팔배나무 (*Sorbus alnifolia*), 졸참나무 (*Quercus serrata*) 및 개서나무 (*Carpinus tschonoskii*) 등이 있으며 (Fig. 2A), 다음은 개벚나무 (*Prunus leveilleana*), 진달래 (*Rhododendron mucronulatum*), 쪽동백 (*Styrax obassia*), 생강나무 (*Lindera obtusiloba*) 및 다릅나무에서 볼 수 있는 형태로 주맥을 중심으로 1/2 집힌 것이 전개되는 방식이다 (Fig. 2B). 셋째는, 주맥으로부터 권상으로 퍼지는 것으로 철쭉꽃이 이에 속하였다 (Fig. 2C). 그러나 종에 따라서는 두 가지 이상의 형태가 동시에 관찰되기도 하였다.

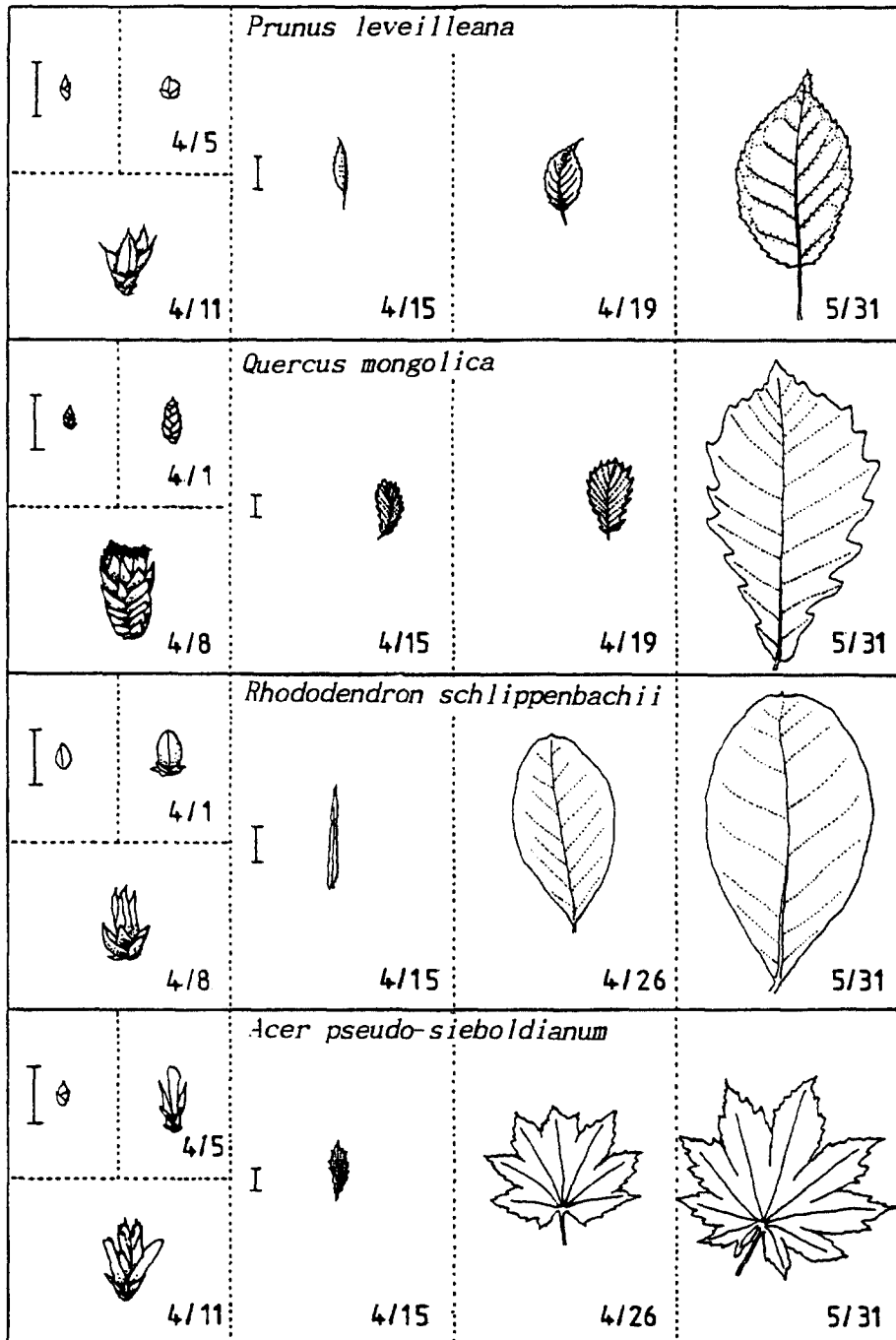
한편, 잎의 형태가 완성된 시기의 잎 크기와 엽면적상 잎의 생장이 완료된 때의 것을 비교하면 종에 따라 크기 차이가 다양하였다. 즉, 엽신의 길이를 기준으로 하였을 때 가장 차이가 큰 종은 생강나무로 약 4.2배 이었고, 쪽동백, 진달래, 졸참나무 등도 비교적 컸으며, 가장 적은 종은 개서나무로 1.3배 이었고 철쭉꽃, 당단풍 등도 비교적 적었다.

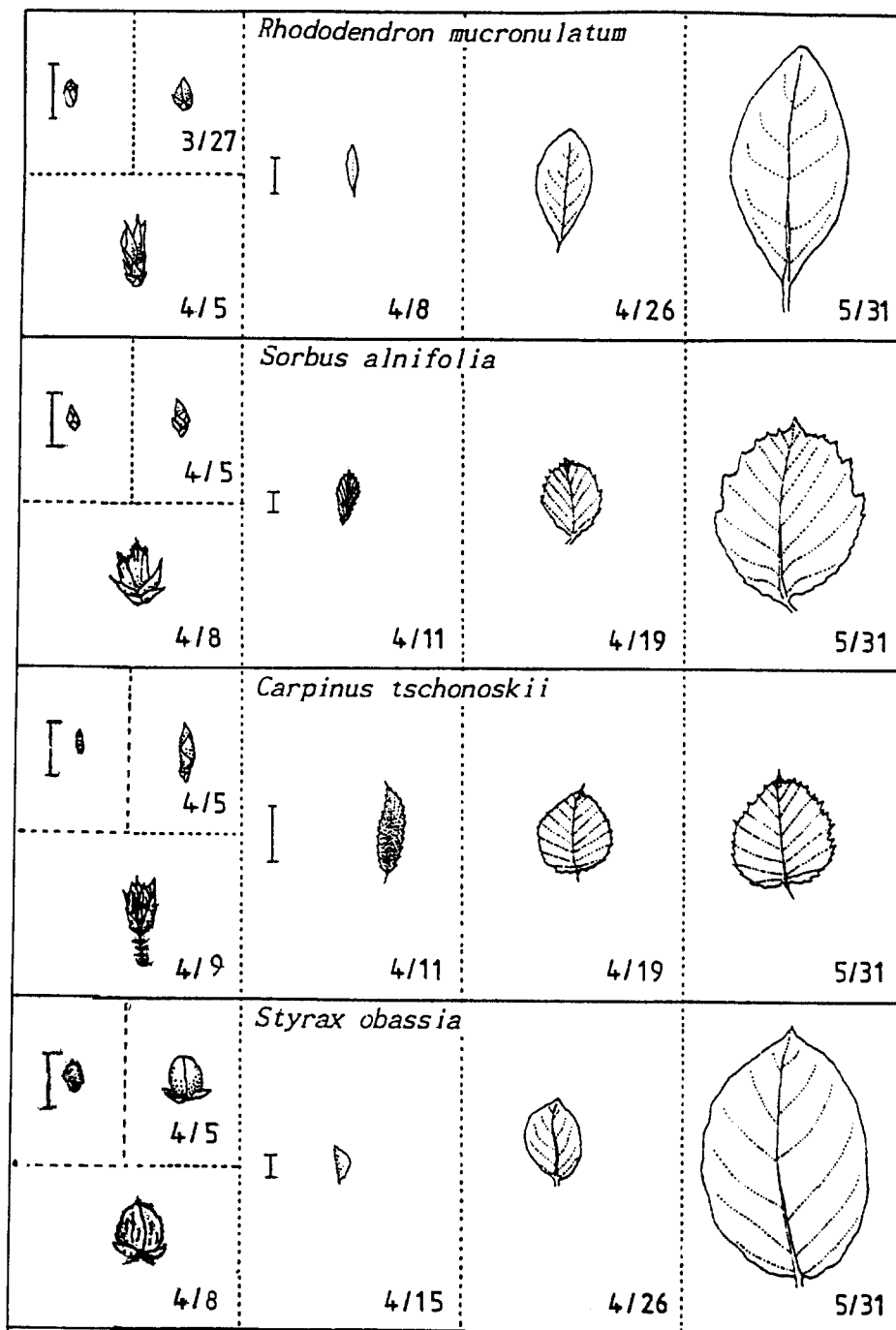
따라서 부채처럼 퍼지거나 권상개엽하는 종들은 인편의 이탈직후 엽신의 길이가 다소 결정되는 경향이 있으나 2절 전개되는 종들은 잎의 형태가 완성된 후에는 상당기간 성장을 계속한 것으로 나타났다.

성장형태

4월 1일부터 5월 31일까지 엽면적, 잎의 건중량 및 비엽면적 (specific leaf area, SLA)의 변화는 Fig. 3과 같다.

엽면적은 대부분의 수종에서 4월 초순과 4월 중순 사이에 개엽과 함께 증가하기 시작하여 4월 하순 및 5월 중순 사이에 급격히 증가하고 이후로는 완만하게 증가하거나 일정하게 되는 시그모이드 증가곡선을 나타내었다. 수종별로 비교하면, 비교적 이른 시기에 엽면적의 증가가 둔한 즉, 생장이 거의 완료된 수종은 신갈나무, 진달래, 팔배나무 등으로 4월 하순이었고, 늦은 종은 다릅나무 및 졸참나무로 5월 하순이었다. 그리고 엽면적의 증가가 완만한 종은 개벚나무, 당단풍 및 졸참나무이었으며 이것이 급격한 종은 생강나무와 다릅나무였다. 특히 다릅나무는 5월 초순에 개엽하여 5월 하순에 엽면적상의 생장이 완료되어 짧은 기간의 개엽전략을 갖는 것으로 나타났다. 한편, 개체간 엽면적은 변이가 심하여 수종간 비교는 다소 부정확하지만 5월 31일의 자료에 의하면 조사된 11종중 다릅나무가 1엽당 120 cm²로 가장 컸고 다음은 신갈나무 (85 cm²)였으며, 가장 좁은 것은 개서나무로 2 cm²이었다.





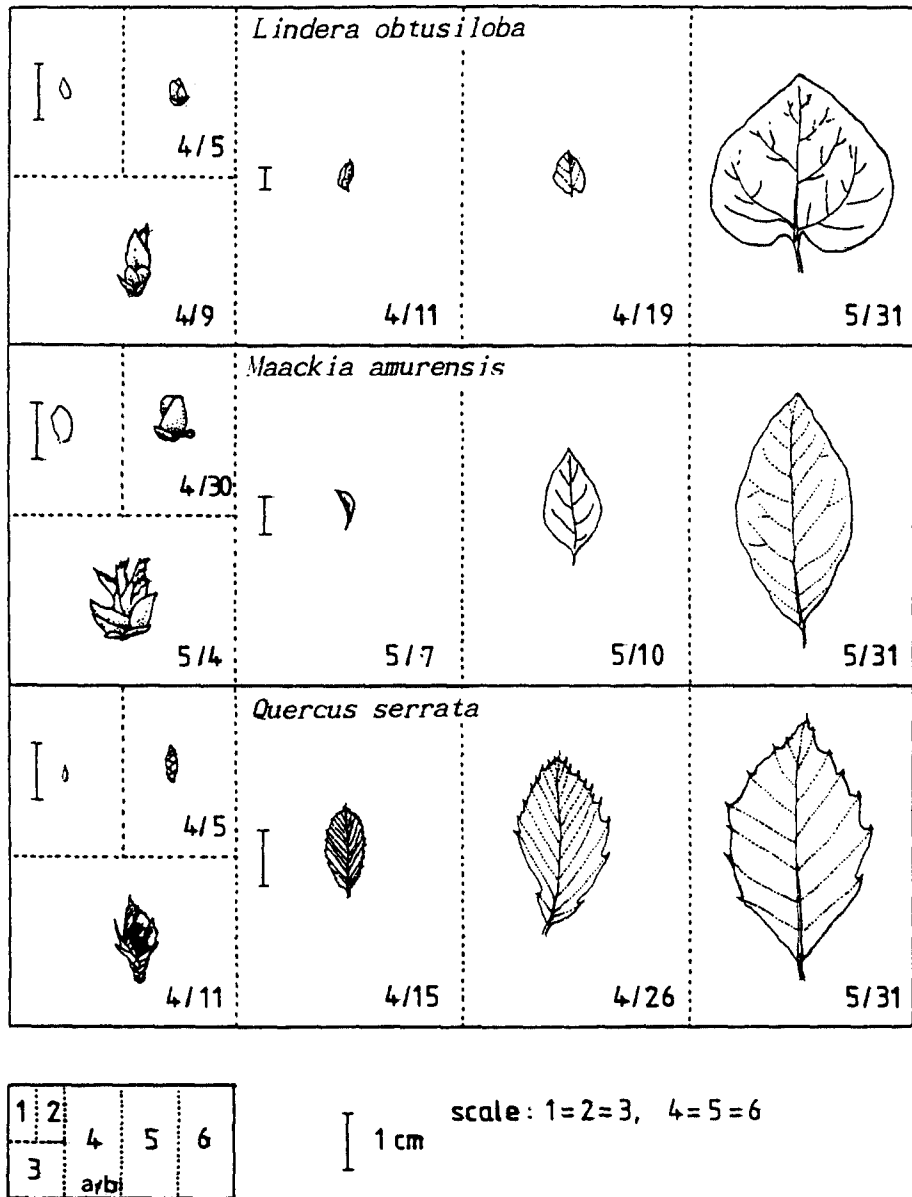


Fig. 1. Leaf expansion forms of eleven species in early growing season.

1 : winter bud, 2 : expanding bud, 3 : scaling off and appearing leaf, 4 : imperfect form, 5 : perfect form, 6 : full size of leaf, a / b : 1 month / date

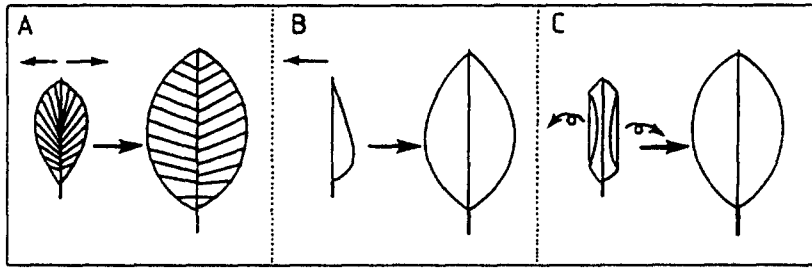


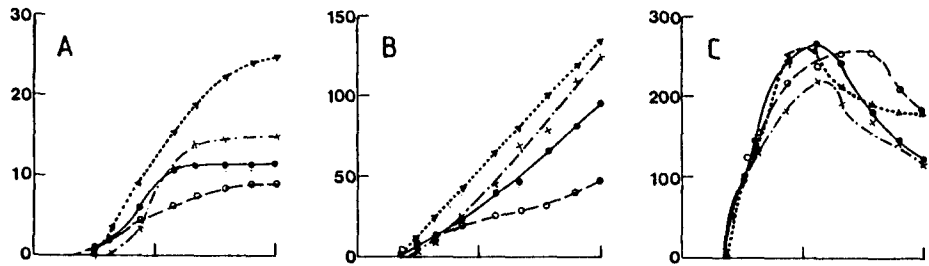
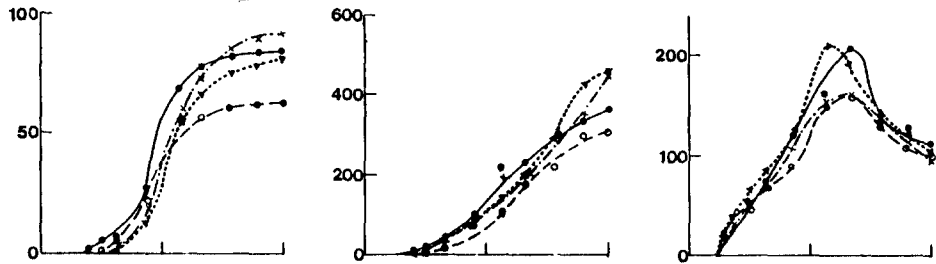
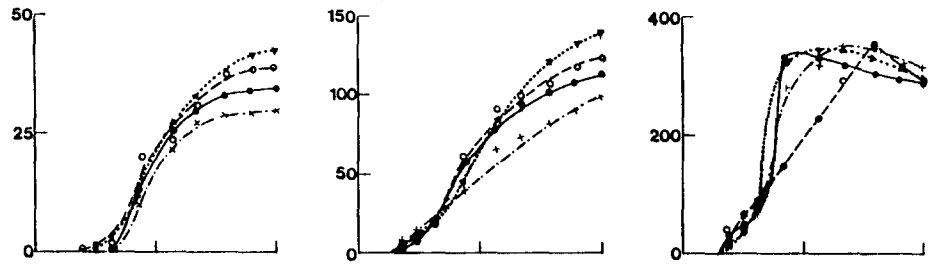
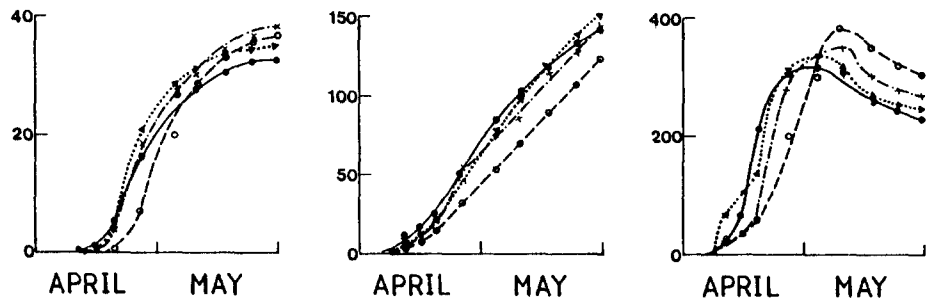
Fig. 2. A schematic diagram of 3 unfolding forms in early growing season.

A : spreading fan form. B : opening from half folding, C : unrolling form from main vein.

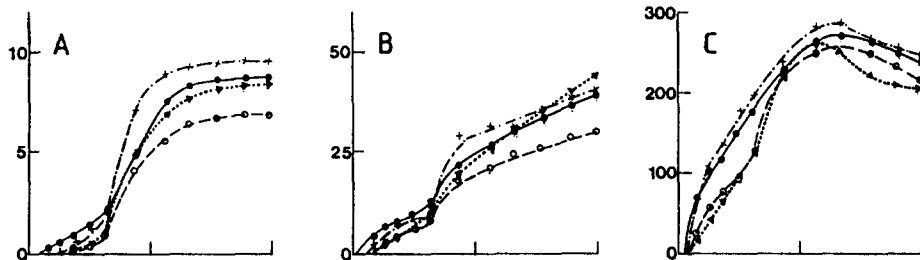
잎의 건조량은 조사기간중 수종과 개체에 따라 다양한 증가곡선을 보였으나 대체적으로는 직선적인 증가형태로 나타났다. 진달래, 개서나무 및 생강나무는 생육초기에 변곡점이 나타났는데 이는 4월 10일경 다소 낮은 기온이 지속되었고 (민과 최, 1993), 이들 종이 이에 민감하게 반응하여 나타난 결과로 생각되나 3종이 서로 다른 시기에 나타난 것은 종에 따른 특성인지 미기후의 차이에 의한 것인지는 더 조사가 필요하다.

비엽면적 (specific leaf area, SLA)은 생육초기에 급격히 증가하여 최대에 도달한 후 급격히 감소하여 5월 하순에는 감소가 둔화되는 양상을 보였다. 그리고 최대치는 대부분의 수종에서 엽면적상 생장이 거의 완료된 시기보다 10일 먼저 나타났으며 생강나무, 다릅나무 및 졸참나무를 제외하면 4월 25일 부터 5월 6일에 나타났다. 그리고, 최대치가 나타나는 시차는 개체간 변이가 크지 않고 종에 따라 비교적 일정하였으나, 그 값의 개체간 변이는 엽면적 및 건조량의 것과 유사하게 나타났다. 비엽면적이 최대치에 도달하였을 때, $300 \text{ cm}^2/\text{g}$ 을 기준하여 이분할 경우, 큰 부류에는 철쭉꽃, 당단풍, 쪽동백, 생강나무 등으로 모두 관목이, 작은 부류에는 개벚나무를 포함한 6종의 교목 혹은 아교목과 1종의 관목이 속하였으며, 특히 신갈나무는 약 $200 \text{ cm}^2/\text{g}$ 으로 가장 적었다. 그러나 본 조사의 마지막 시기인 5월 31일에 비엽면적 $200 \text{ m}^2/\text{g}$ 을 기준하여 이분할 경우, 큰 부류에는 철쭉꽃, 당단풍, 진달래, 팔배나무, 개서나무, 쪽동백, 생강나무 등이, 작은 부류에는 개벚나무, 신갈나무, 다릅나무, 졸참나무 등이 속하였다. 그런데 전자는 관목이나 아교목으로, 후자는 교목으로 구성된 공통점을 보였다. 비엽면적의 값이 큰 것은 얇고 넓은 것을 의미하므로, 이들은 각각의 수관층에 따라 적당한 형태 즉, 관목은 음엽, 교목은 양엽의 특징을 갖고 있는 것으로 나타났다.

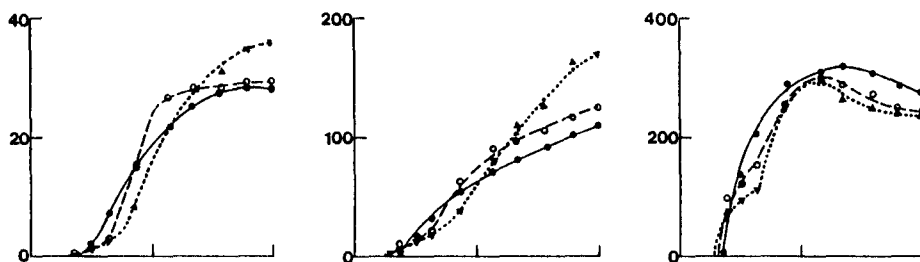
Viragh와 Precsenyi (1985)는 온대낙엽수림의 교목인 참나무속 식물 (*Quercus petraea*, *Q. cerris*)에서 비엽면적과 유사한 지수인 엽면적비 (leaf area ratio, LAR)를 조사한 결과 이는 생육초기에 급격히 증가하여 최대치를 나타낸 후 다시 급격히 감소하는 것으로 보고하였다. 그런데 참나무속 식물 (*Q. ilex*)은 광도 등 환경에 따라 잎의 특성이 크게 변하는 것으로 보고된 바 있다 (Gratani *et al.*, 1992). 그리고 같은 장소에서 Kaloczy와 Precsenyi (1985)가 단풍나무 (*Acer campestre*, *A. tararicum*) 등의 관목내지 관목층에 있는 목본에서 엽면적비를 조사하여 전자의 교목과 비교한 결과, 관목의 잎은 교목의 것보다 얇고 넓은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 결과와 유사한 것이며, Chabot과 Hicks (1982), Reich와 Walters (1992) 등도 음엽은 양엽에 비하여 비엽면적이 크고 광합성능이 적지만 긴 수명으로 총광합성량을 보상하는 것으로 보고한 바 있다. 토마토 등 작물에서 동일 개체에서도 광도가 낮으면 비엽면적이 증가하는 것은 일반적인 현상이다 (Sharma and Osunkoya 1980).

Prunus leveilleana*Quercus mongolica**Rhododendron schlippenbachii**Acer pseudo-sieboldianum*

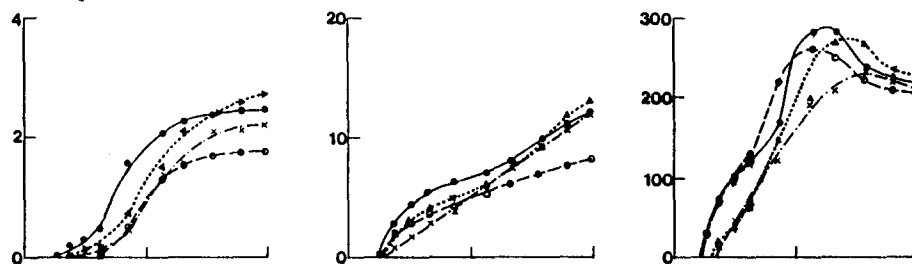
Rhododendron mucronulatum



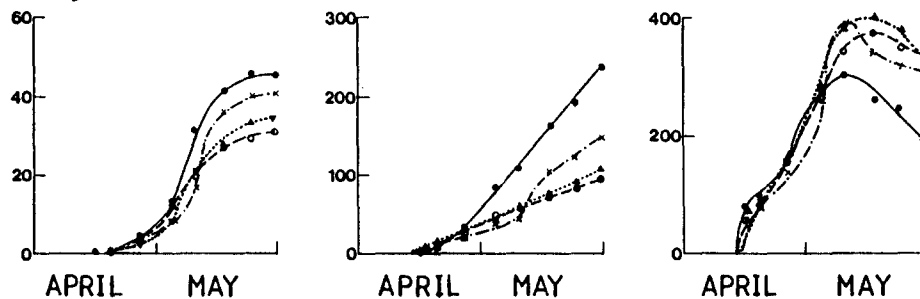
Sorbus alnifolia



Carpinus tschonoskii



Styrax obassia



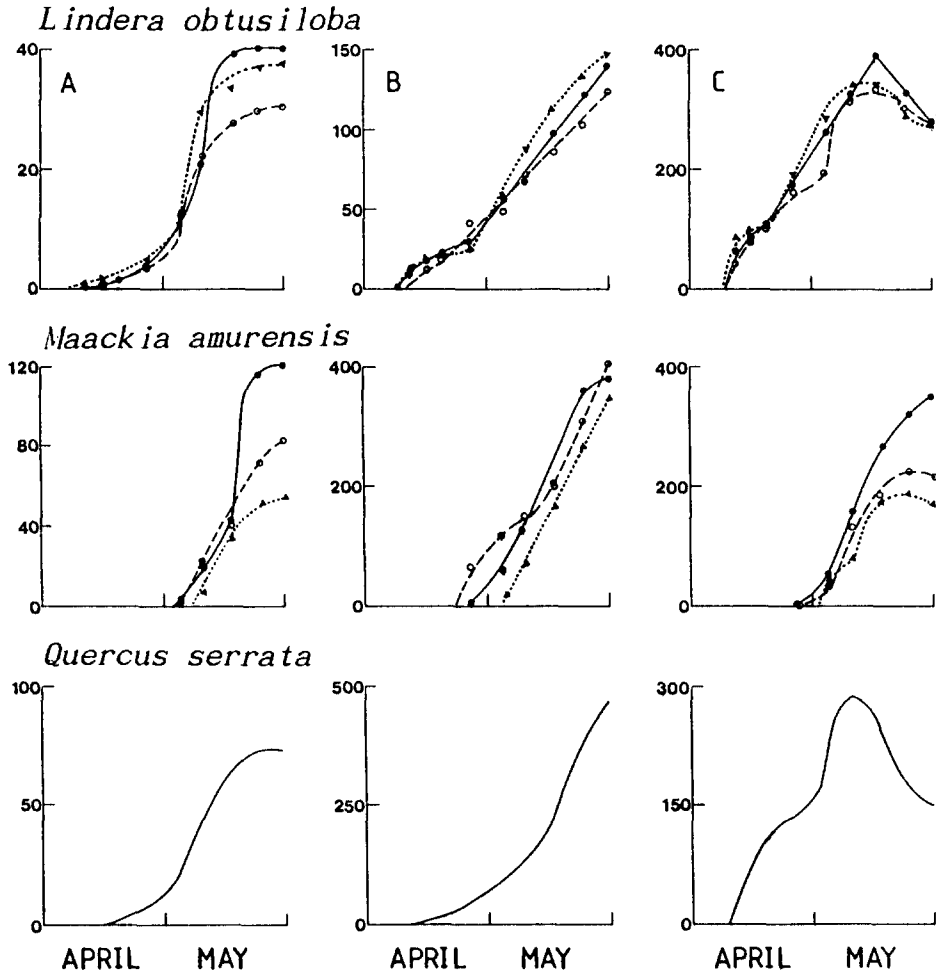


Fig. 3. Changes in leaf area, leaf weight and specific leaf area.

A : leaf area (cm^2 /leaf, four leaf in *Q. serrata*)

B : leaf weight (mg dw /leaf, four leaf in *Q. serrata*)

C : specific leaf area (cm^2 /g dw)

———— : No. 1, : No. 2, - - - - : No. 3, ······ : No. 4

적 요

온대낙엽수림에서 목본 식물의 개엽형태와 생육초기 성장과정을 분석하기 위하여 경기도 광주군 중부면 산성리 남한산성 구내의 자연림에서 1992. 4. 1~1992. 5. 31에 11종에 대하여 잎의 형태변화, 엽면적 및 잎의 건조량 변화를 조사하였다.

겨울눈의 인편이 탈락한 후 잎의 전개형태는 크게 주맥과 측맥의 각도가 증가하는 형태, 2절이 퍼지는 형태 및 주맥으로부터 말려 퍼지는 형태와 3 부류로 구분되었다. 잎의 전개시에 비하여

생장이 완료된 시기의 엽면적이 가장 크게 증가하는 종은 생강나무(4.2배)였고, 가장 적은 것은 개서나무(1.3배)였으며, 이것은 잎의 전개형태와 관계가 깊었다.

조사된 대부분의 수종에서 4월 하순과 5월 중순에 엽면적상 생장은 완료되었지만 잎의 건중량은 조사기간중 계속 증가하였다. 비엽면적의 최대치는 4월 중순과 5월 초순 사이에 나타나 엽면적 생장의 완료시보다 대략 10일 빨랐다. 그리고, 5월 하순에 비엽면적의 값은 관목은 200 cm²/g 이상이었고 교목은 200 cm²/g 이하이었다.

인용문헌

- 민병미 · 최재규. 1993. 수 종 목본식물의 화력학적 연구. 한생태지 16 : 477-487.
- Chabot, B.F. and D.J. Hicks. 1982. The ecology of leaf life spans. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13 : 229-259.
- Evance, G.C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 734p.
- Gange, A.C. and J.E. Pryse. 1990. The role of temperature and food quality in affecting the performance of the alder aphid, *Pterocallis alni*. *Entomol. Exp. Appl.* 57 : 9-16.
- Gratani, L., P. Marzi and M.F. Crescente. 1992. Morphological adaptation of *Quercus ilex* leaves in the Castelporziano forest. *Vegetatio* 99 : 155-161.
- Kaloczy, I.B. and I. Precsenyi. 1985. Leaf growth investigations of shrubs. *In*. P. Jakuce (ed.), Ecology of an Oak Forest in Hungary. Akademiai Kiado, Budapest. pp. 260-272.
- Maschinski, J. and T.G. Whitham. 1989. The continuum of plant responses to herbivory : the influence of plant association, nutrient availability, and timing. *Amer. Nat.* 134 : 1-19.
- Reich, P.B. and M.B. Walters. 1992. Leaf life-span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. *Ecol. Monogr.* 62 : 365-392.
- Sharma, B.M. and O.O. Osunkoyz. 1989. Growth analysis of *Lycopersicon esculentum* Mill. in south-west Nigeria. *Ekol. Pol.* 36(3-4) : 545-560
- Viragh, K. and I. Precsenyi. 1985. Leaf growth investigations on trees. *In*, P. Jakucs (ed.), Ecology of an Oak Forest in Hungary. Akademiai Kiado, Budapest. pp. 231-260.
- (1993년 12월 18일 접수)