

수 중 목본식물의 생육초기 기온과 잎의 생장

민 병 미

단국대학교 과학교육과

Air Temperature and Leaf Growth of Several Woody Plants in Early Growing Season

Min, Byeong-Mee

Department of Science Education, Dankook University

ABSTRACT

To investigate the relationship between leaf growth of several woody plants and air temperature in early growing season (from April to June) in deciduous forests, I surveyed the changes of leaf area (LA), leaf weight (LW) and specific leaf area (SLA) of 19 species, in two areas - Namhansansung (NA) and Taegwallyong (TA) area in which that the latitudes are similar ($37^{\circ} 28' N$ at NA and $37^{\circ} 27' N$ at TA), but annual mean temperatures were different ($11.8^{\circ}C$ in NA, $6.3^{\circ}C$ in TA) for two years, 1991 and 1992.

In the same species, the plants of NA began to grow 10~25 days earlier than those of TA, but the latter grew faster than the former. On 10 June the values of LA and LW per leaf were similar in the two areas but the maximum values of SLA were higher in NA.

In the same plant, the values of LA and LW were constant year by year, except for *Prunus leveilleana*, *Quercus mongolica*, *Symplocos chinensis* for. *pilosa* and *Styrax obussia*. In NA, the leaves began to grow during the first ten days of April, and earlier in 1992 than in 1991, and daily mean temperature (DMT) of the former from 27 March to 6 April were higher than those of the latter. But the LA increased faster in 1991 than in 1992, and DMT from 10 April to 16 April were higher in 1991 than in 1992.

Key words : Woody plants, Leaf area, Leaf weight, Specific leaf area, Deciduous forest, Growing season, Air temperature.

서 론

전보 (민과 최 1993, 민 1994)에서 언급한 바와 같이 온대낙엽수림에서 생육초기 잎의 생장과 정은 기온, 토양의 수분상태, 일장 등의 물리적 환경요인에 의하여 영향을 받으며, 종의 개엽전략적 측면에서 매우 중요하다 (Flint 1974).

본인은 전보에서 동계 및 생육초기의 기온과 수 중 목본식물의 겨울눈의 파열시기 및 개

엽시기를 조사하였고 (민과 최 1993), 동일지역에서 수종별 개엽형태와 성장형태를 발표한 바 있다 (민 1994). 따라서 본 보에서는 전보에 이어 생육초기의 잎의 성장과정을 기온과 관련하여 분석하는데 그 목적이 있다.

연구 방법

본 연구의 조사지역은 남한산성과 대관령 인근 지역으로 정하였으며, 조사기간은 1991년과 1992년의 생육초기로 전보 (민과 최 1993)에서 자세히 설명한 바 있다.

조사대상 수종은 두 지역에서 공통으로 분포하는 종과 각 지역에서 출현빈도가 높은 종으로 선정하였는데, 그 결과 공통으로 분포하는 10종, 남한산성 지역의 5종, 대관령 지역의 4종 등 모두 19종이 포함되었다. 그리고 수종별로는 1개체씩을 선정하여 2년간 조사하였는데, 1991년에 조사된 여러 개체중 엽면적과 건중량이 평균치에 가장 근접한 개체를 1992년에 재선정하여 표준

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

Species	Leaf arrangement	Rank
<i>Prunus leveilleana</i>	alternate	first
<i>Quercus mongolica</i>	optically fasciculate	first to fifth
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	alternate	third
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	optically fasciculate	first to fifth
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	opposite	first
<i>Betula davurica</i>	alternate	first
<i>Acer mono</i>	opposite	second
<i>Quercus serrata</i>	alternate	first to fourth
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	alternate	second
<i>Lindera obtusiloba</i>	alternate	first
<i>Quercus variabilis</i>	alternate	first
<i>Quercus dentata</i>	optically fasciculate	first to third
<i>Sorbus alnifolia</i>	alternate	first
<i>Carpinus tschonoskii</i>	alternate	first
<i>Styrax obassia</i>	optically opposite (first only)	first
<i>Stephanandra incisa</i>	alternate	first
<i>Tilia rufa</i>	alternate	first
<i>Staphylea bumalda</i>	opposite	first
<i>Ulmus davidiana</i>	alternate	first

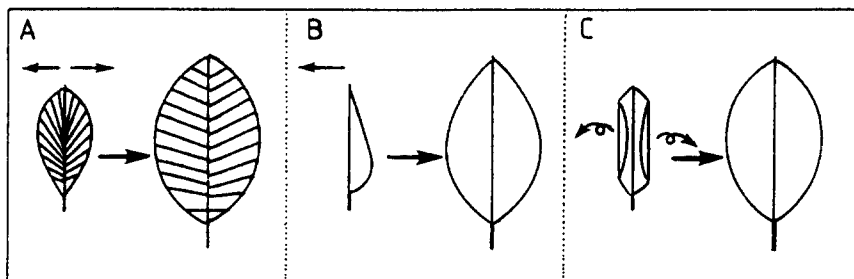
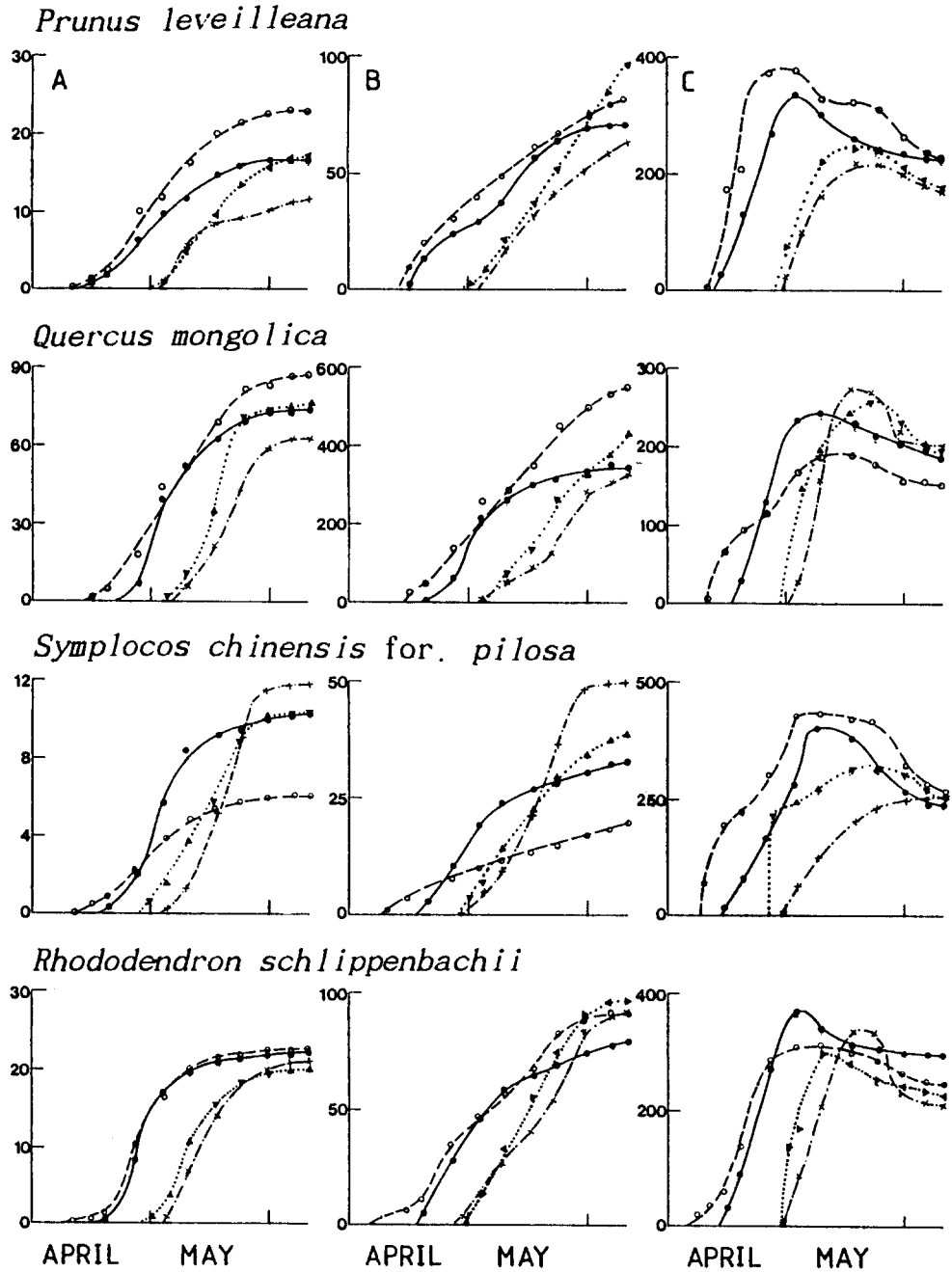
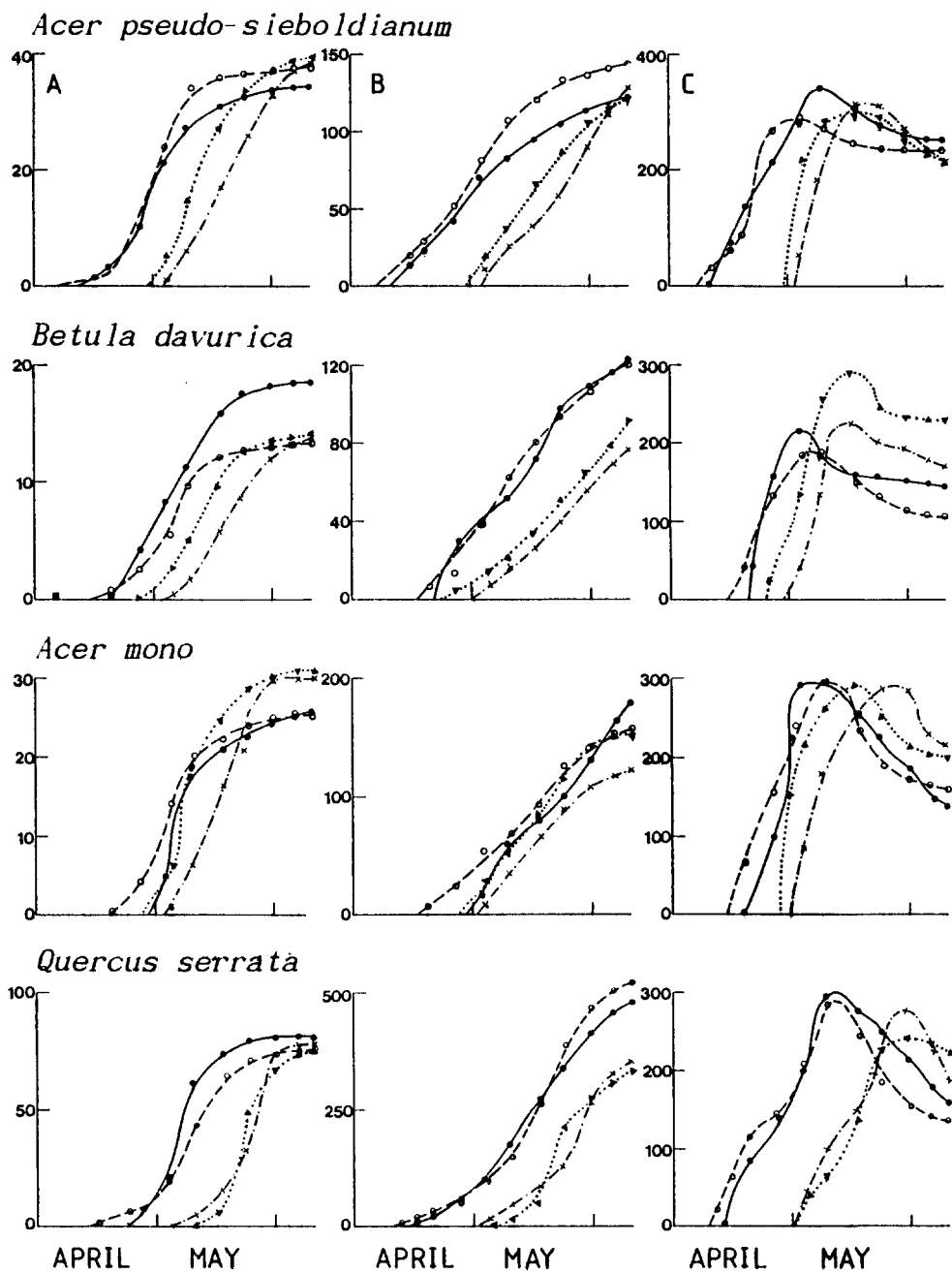


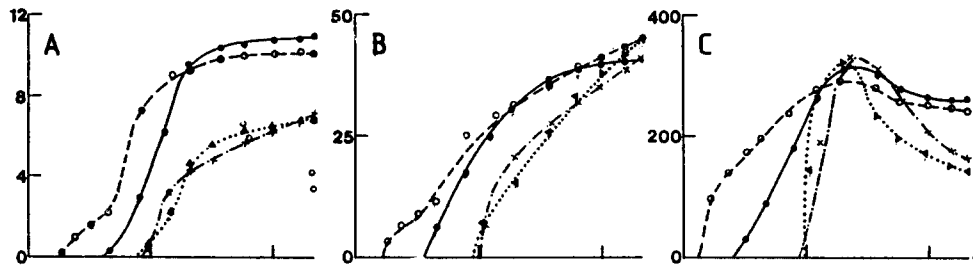
Fig. 1. Changes in air temperatures in Namhansansung Area (Seoul Meteorological Station) and Taegwallyong Area (Taegwallyong Meteorological Station), 1991 and 1992.

목으로 정하였다. 잎의 성장분석을 위하여 엽면적과 건중량을 측정하였고 이로부터 비엽면적을 산출하였는데, 이를 위한 시료의 채취 및 측정방법은 전보 (민 1994)와 동일하게 하였다. 그리고 본 조사의 대상 수종과 줄기내에서 잎의 위치는 Table 1과 같다.

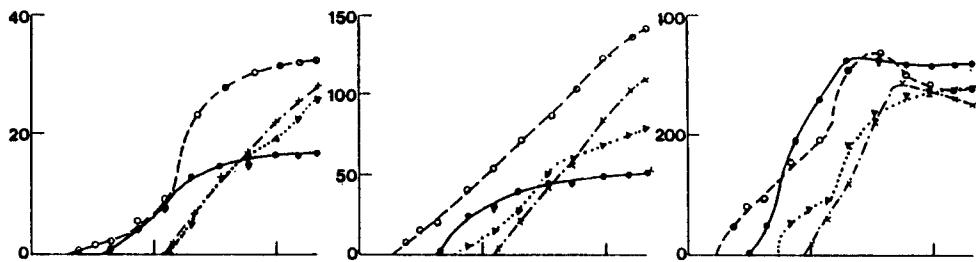




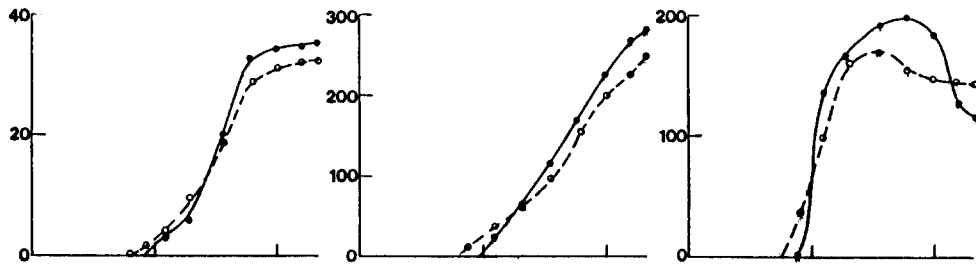
Rhododendron mucronulatum



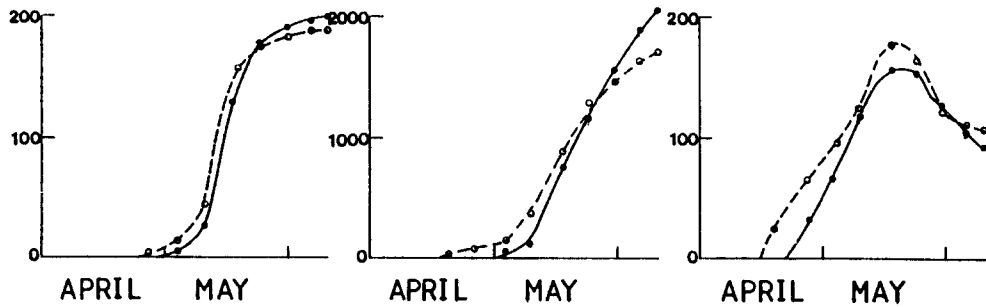
Lindera obtusiloba

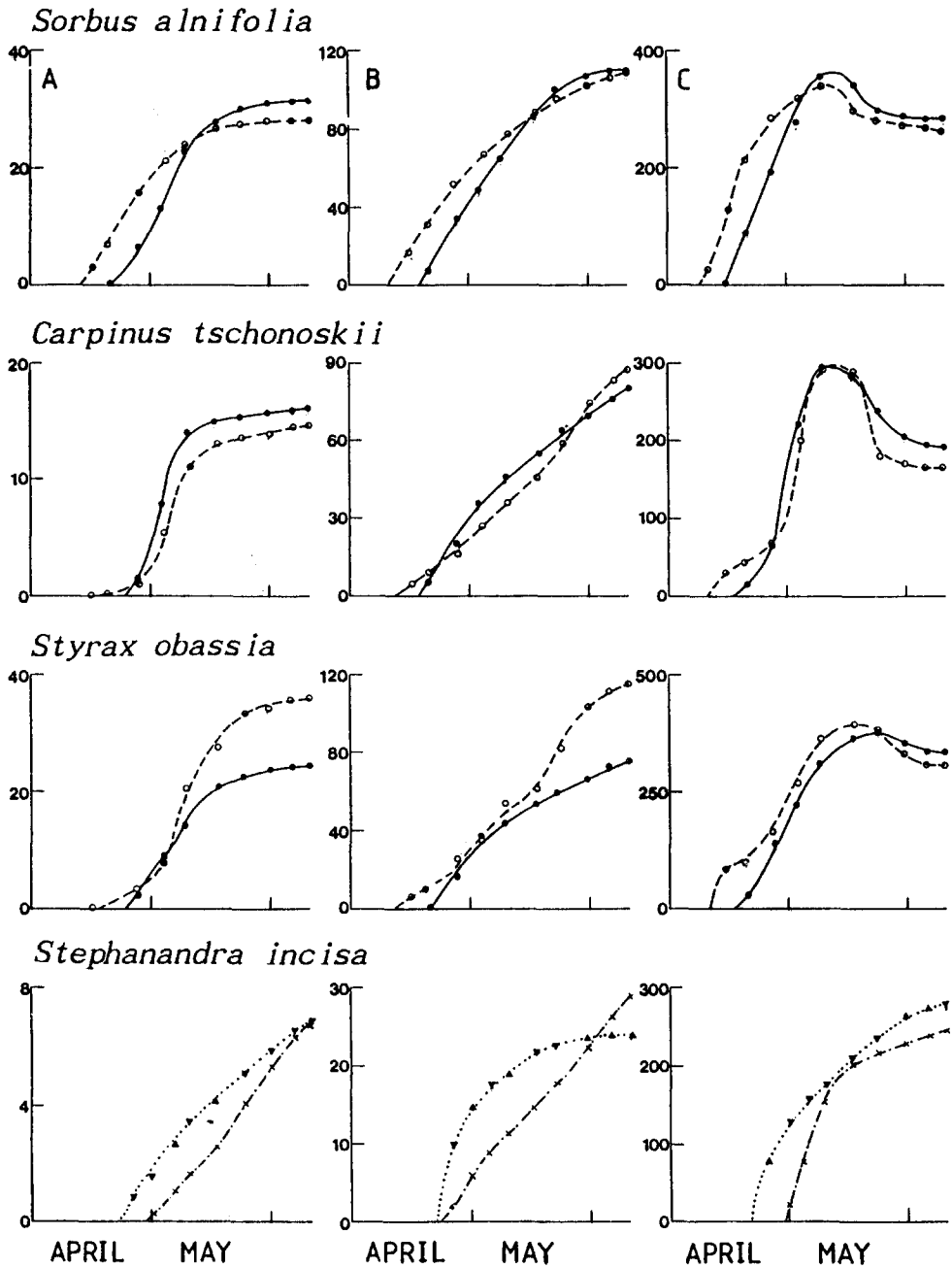


Quercus variabilis



Quercus dentata





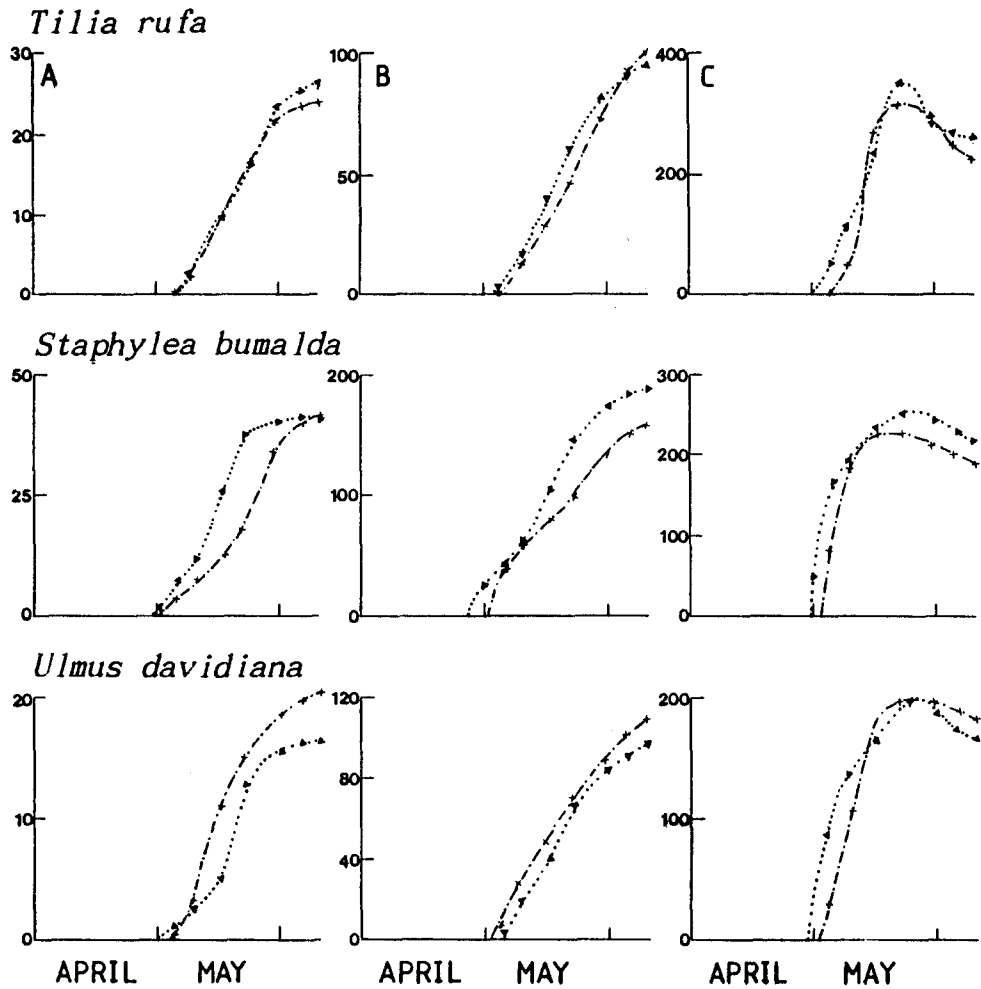


Fig. 2. Changes in leaf area, leaf weight and specific leaf area of 19 woody species, in early growing season of 1991 and 1992, in Namhansansung Area and Taegwallyong Area.

A : leaf area (cm² /leaf, four leaves in *Q. serrata*)

B : leaf weight (g /leaf, four leaves in *Q. serrata*)

C : specific leaf area (cm² /g)

———— : 1991 Namhansansung, : 1991 Taegwallyong,

----- : 1992 Namhansansung, - · - · - : 1992 Taegwallyong,

결과 및 고찰

생육초기의 기온

기상청 (1991, 1992)의 자료에 의하여 1991. 1~1991. 5 및 1992. 1~1992. 5의 일평균기온이 5°C 이상인 온도를 누적한 Nuttson의 온량지수 (Tn)는 전보 (민과 최 1993)에서 자세히 설명

한 바와 같다. 즉, 남한산성 지역에서 1992년은 1991년에 비하여 4월 15일경까지 Tn이 약 50°C · day 높았으나 4월 28일경에는 30°C · day로 차이가 적어졌다. 그러나 대관령 지역에서는 5월 10일경까지는 1991년과 1992년이 거의 유사하였으나, 이후로 Tn의 차이가 계속 증가하여 5월 31일에는 1991년이 1992년보다 30°C · day 높았다 (민과 최 1993, Fig. 4참조). 따라서 조사기간중 Tn의 변화곡선은 두 지역에서 1991년과 1992년의 것이 다르게 나타났다.

한편, 두 지역의 1991년 및 1992년 3, 4, 5월의 일평균기온은 Fig. 1과 같다. 대관령 지역의 일평균기온은 남한산성 지역의 것과 비교할 때, 생육초기동안 낮았고 변화폭이 매우 컸다. 따라서 1991년과 1992년의 일평균기온의 고저 및 경향성을 추정하기 곤란하였다. 이에 비하여 남한산성 지역의 것은 1991년과 1992년의 일평균기온의 변화 양상이 다소 차이가 있었다. 즉, 4월 1일 전후의 10일 동안은 1992년의 일평균기온이 1991년의 것에 비하여 7.5°C 높았고, 4월 13일 전후의 6일 동안은 1991년의 것이 10.9°C 더 높았다.

생장형태

남한산성과 대관령 지역에서 1991년 및 1992년 조사된 19종의 생육초기 엽면적, 건중량 및 비엽면적의 변화는 Fig. 2와 같다.

엽면적의 증가는 국수나무 (*Stephanandra incisa*)와 털피나무 (*Tilia rufa*)를 제외하면 시그모이드곡선을 이루었고 6월 10일 경에는 생장이 거의 완료되었다. 그런데 중에 따라 성장속도가 완만하거나 급격한 정도는 달랐다. 그러나 건중량은 철쭉꽃 (*Rhododendron schlippenbachii*), 진달래 (*Rhododendron mucronulatum*), 팔배나무 (*Sorbus alnifolia*) 등만 제외하면 조사기간 중 계속 증가하였으며 그 형태는 시그모이드곡선, 로그함수곡선, 직선, 지수함수곡선 등 다양하였다. 비엽면적은 생육초기에 급격히 증가하여 최대치에 도달한 후 급격히 감소하다 5월말 이후에는 감소가 완만하거나 일정한 값을 유지하였다. 본 조사의 마지막 시기인 6월 10일에 비엽면적의 값 200 cm² /g을 기준으로 하였을 때 그 이하인 종은 신갈나무 (*Quercus mongolica*), 물박달나무 (*Betula davurica*) 등 대부분 교목이었고, 그 이상인 것은 노란재나무 (*Symplocos chinensis* for. *pilosa*), 당단풍 (*Acer pseudo-sieboldianum*), 생강나무 (*Lindera obtusiloba*) 등 관목이었다.

지역간 성장차이

남한산성과 대관령 지역에 공통으로 분포하는 10종에서, 1992년 자료에 의하면 동일종일 경우 남한산성의 것은 대관령의 것에 비하여 앞의 생장이 이른 시기에 시작되었으며, 두 지역간 차이가 큰 종은 당단풍과 생강나무로 약 25일 이었고 적은 종은 고로쇠나무 (*Acer mono*)로 약 10일이었다. 그런데 엽면적상 생장이 거의 완료된 시기의 두 지역간 차이는 약 0~20일로 생장개시 시기의 것보다 다소 적었다. 이것은 대관령 지역의 것이 남한산성 지역의 것보다 빠른 시간내에 크기생장을 완료하는 것을 나타내며 이는 개엽이 완료되는 시기의 차이와 유사한 것이었다 (민과 최 1993). 그리고 6월 10일 엽면적의 값은 철쭉꽃, 당단풍, 물박달나무 및 졸참나무 (*Quercus serrata*)는 두 지역의 것이 유사하였고, 고로쇠나무는 대관령 지역의 것이, 진달래는 남한산성 지역의 것이 컸다.

한편, 앞의 건중량 증가도 엽면적의 것과 유사한 경향을 나타냈다. 즉, 대관령의 것이 남한산성의 것에 비하여 시작은 늦었지만 물박달나무와 졸참나무를 제외하면 증가속도가 빨라 6월 10일경에는 두 지역의 것이 유사하였다. 특히 엽면적상 생장은 비교적 생육초기에 완료되었지만 앞의 건중량은 계속 증가하는 것을 고려하면 건중량의 증가 속도는 두 지역간 차이가 뚜렷한 것

으로 생각되었다.

비엽면적의 최대치는 진달래를 제외하면 남한산성 지역의 것이 대관령 지역의 것보다 10~20 일 먼저 나타났으며, 전자의 값이 후자의 것보다 높았다. 특히 개벚나무, 노린재나무 및 생강나무는 두 지역이 100 cm²/g이상의 차이를 나타냈다.

기상청(1990)에 의하면 대관령 지역의 연평균기온은 남한산성 지역 (서울 측후소)의 것에 비하여 5.5℃ 낮다. 따라서 기온과 잎의 성장형태는, 연평균기온이 낮고 생육 시기가 늦은 지역의 것은 그 반대인 지역의 것에 비하여 일반적으로 생장이 늦게 시작되나 성장속도가 빠르며 생육 초기의 잎이 두꺼운 것으로 나타났다. 특히, 연평균기온이 낮은 대관령 지역은 생육초기 기온의 변동폭이 매우 크기 때문에 갑작스런 냉해를 받지 않기 위해서는 비엽면적의 최대치를 적게 하는 것이 유리한 것으로 해석될 수 있다.

연별 성장변이

동일 개체내에서 엽면적과 건중량의 증가형태나 값에서 1991년의 것과 1992년의 것은 대부분의 수종에서 유사하였으나 개벚나무, 신갈나무, 노린재나무, 생강나무, 쪽동백 및 국수나무 등은 동일 개체라도 연도에 따라 변이가 매우 큰 것으로 나타났다.

먼저, 남한산성 지역에서 모든 수종의 성장개시는 1992년이 1991년보다 빨랐지만 대체적으로 성장속도는 1991년의 것이 빨랐다. 1991년과 1992년의 엽면적 값을 6월 10일의 자료로 비교하면 전자에서 높은 것과 후자에서 높은 것이 종에 따라 다른 것으로 나타났다. 즉, 개벚나무, 신갈나무, 철쭉꽃, 당단풍, 고로쇠나무 및 쪽동백은 1992년의 것이 1991년의 것보다 높았고 이외는 그 반대이었다. 건중량의 증가형태는 대체적으로 엽면적의 것과 유사하였고, 그 값은 6월 10일의 것에 의하면 엽면적의 값이 큰 종은 건중량의 것도 컸지만 졸참나무와 개서나무는 역으로 나타났다. 특이엽면적은 최대치의 값이나 시기등이 변이가 심하여 일정한 경향성이 없었다.

다음으로, 대관령 지역에서 대부분의 수종은 1992년보다 1991년에 생육시기가 이른 것으로 나타났다으며, 엽면적이나 건중량의 증가속도가 빨랐다. 엽면적의 값은 대부분 1991년의 것이 높았지만, 졸참나무, 노린재나무, 철쭉꽃, 생강나무 및 느릅나무에서는 1992년의 것이 높았다. 잎의 건중량 변화도 증가하는 경향이나 6월 10일의 값에서 높고 낮음은 엽면적의 것과 유사하였다.

앞에서 언급한 바와 같이 대관령 지역의 일평균기온의 변화폭은 매우 크기 때문에 기온과 성장형태를 비교하기 어렵지만, 남한산성 지역의 목본 식물은 기온변화에 따라 잎의 성장과정이 크게 달라지는 것으로 나타났다. 즉, 1992년의 일평균기온은 1991년의 것에 비하여 3월 하순과 4월 초순 사이에는 현저히 높았고 이로 말미암아 4월 초순과 중순에 개엽하는 수종은 1992년이 1991년보다 이른 시기에 생장을 시작하였다. 그러나 4월 중순의 일평균기온은 1991년이 1992년보다 높았고 4월 하순과 5월 초순의 성장속도도 1991년이 1992년보다 빨랐다. 한편, 개엽시기가 수종별로 다르기 때문에 잎의 생장에 미치는 기온의 효과가 나타나는 시기를 추정하기는 불가능하지만, 본 조사에서는 대략 7~10일 후에 반응이 나타나는 것으로 생각되었다. 그런데, 생장이 완료되었을 때의 엽면적의 크기나 비엽면적 값은 잎의 수관내의 위치 (Viragh and Precsenyi 1985)와 종의 유전적 특성 등에 의하여 복합적으로 나타나기 때문에 다양한 조작실험을 하여야 설명가능할 것으로 생각되었다.

적 요

온대 낙엽수림에서 생육초기 기온과 잎의 성장과정 사이의 관계를 규명하기 위하여, 연평균기온이 크게 다른 두 지역-남한산성과 대관령 지역-에서 1991년과 1992년의 2년간 수 중 목본식물을 대상으로 잎의 성장 즉, 엽면적과 잎의 건조량 변화를 조사하였다.

동일 수종에서 연평균기온이 5.5℃ 낮은 대관령 지역의 것은 남한산성 지역의 것에 비하여 생장의 시작은 10~25일 늦으나 생장이 완료된 시기는 0~20일 차이를 보였다. 그리고 엽면적과 잎의 건조량은 두 지역이 유사하였으나, 생육초기 비엽면적의 최대치는 기온이 낮은 대관령 지역의 것이 적었다.

동일 개체의 경우, 생장이 거의 완료된 시기의 엽면적과 잎의 건조량은 대부분의 수종에서 매년 일정하였으나 신갈나무, 노린재나무, 개벚나무, 쪽동백 등은 변이가 컸다. 남한산성 지역에서 1992년이 1991년보다 3월 하순과 4월 초순의 일평균기온이 높았고 잎이 이른 시기에 생장을 시작하였으나, 4월 중순의 일평균기온 및 잎의 성장속도는 그 반대이었다.

인용문헌

- 기상청. 1990. 한국기후표, 평년값. 제 2권. 동진문화사, 418 pp.
- 기상청. 1991. 기상월보. 1991. 1~1991. 5. 공명문화사.
- 기상청. 1992. 기상월보. 1992. 1~1992. 5. 공명문화사.
- 민병미·최재규. 1993. 수 중 목본식물의 화력학적 연구. 한생태지 16 : 477-487.
- 민병미. 1994. 수 중 목본식물의 개엽 특성에 관한 연구. 한생태지 17 : 37-47.
- Flint, H.L. 1974. Phenology and genecology in woody plants. *In* H. Lieth (ed.). Phenology and Seasonality Modeling. Springer-Verlag, New York. pp. 83-97.
- 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)