

木本植物의 葉順에 따른 잎의 生長과 異形性

閔 丙 末*

檀國大學校 師範大學 科學教育科

온대지방의 수 종 목본식물에서 생육초기 동일 줄기로부터 동시 개엽하는 잎들의 성장과 크기 및 형태의 차이를 조사하고 이를 나타내는 방법을 시도하였다. 조사된 12종에서 조사기간 중에 동일 줄기로부터 개엽한 총엽수는 3~7개이며, 이중 동시 개엽한 엽수는 2~6개이었다. 동시 개엽한 잎의 엽면적 생장은 조사시기의 마지막인 6월 10일에 거의 완료되었지만 잎의 무게는 계속 증가하였다. 그리고 동시 개엽한 잎들의 비엽면적의 최대치는 유사한 시기에 나타났다. 굴참나무를 제외한 11종에서 엽순에 따라 엽신의 길이와 폭의 차이에 유의성이 있었고, 진달래를 제외한 10종에서 전후엽 사이에서 0.1% 혹은 5% 수준에서 유의적인 차가 존재하였다. 엽순에 따른 잎의 이형성 지수는 엽신의 길이와 폭으로부터 산출한 값인 엽신의 길이×폭과 길이/폭에서 각각 평균 편차를 이용하여 구하였다. 이 결과 잎의 이형성 지수는 12종 중 개서나무, 쪽동백나무, 느릅나무, 짝짜래나무 및 노린재나무 등이 큰 것으로, 팔배나무와 피나무가 작은 것으로 나타났다. 이 결과는 실제 잎의 형태적 차이를 유사하게 표현하였다. 그리고 잎의 이형성 지수는 그 종의 성장형태나 잎의 다른 특징과 관계가 없었고, 환경에 대한 적응의 한 형태로 사료되었다.

주요어: 목본식물, 비엽면적, 엽면적, 엽생장, 엽순

잎은 물질생산 기관으로 식물생장에 필요한 물질을 제공하기 때문에 식물의 생장연구에는 잎의 특성 파악이 기초가 된다 (Blackman and Wilson, 1951; Evance, 1972). 잎은 물질생산을 극대화하기 위하여, 한편으로 광합성 기간을 가능한 길게 하고 다른 한편으로는 잎의 유지에 에너지 소비를 최소화하는 손익계산상 유리한 방향으로 진화되므로써 종에 따라, 지리적 위치에 따라 잎의 수명이 다양하다(Chabot and Hicks, 1982). 이로 말미암아 열대지방에서는 잎이 상록성으로 수명이 길며, 연중 연속적, 등간적으로 출현하지만, 극지방으로 갈수록 낙엽성으로 수명이 짧으며 생육초기에 동시 출현한다(Daubenmire, 1974; Bentley, 1979).

그런데 식물의 잎은 나이에 따라 광합성능이 다를 뿐만 아니라 다른 한편으로 잎의 질이 달라진다. 특히 후자는 초식동물에 의한 피식과 관계가 깊다(Wiesenborn and Trumble, 1988; Bingaman and Hart, 1992, 1993). 왜냐하면 잎의 나이에 따라 영양물질의 함량과 동물에 대한 독성물질의 상태가 다르기 때문이다. 이러한 잎의 광합성적 특징과 초식동물간의 상호작용 관계 때문에 잎의 외부적 형태나 내부구조 및 생장형에 대한 연구는 생리학적으로는 물론 생태학적 입장에서 많은 연구가 되어 있다(Šesták et al., 1971; Evance, 1972; Jakucs, 1985).

한편, 한 줄기로부터 나온 잎들은 엽순에 따라 크기 및 형태가 대체로 유사하지만 종에 따라 현저한 차이를 보이는 것도 있다. 이것은 잎의 전개과정시 환경의 영향에 의하기도 하지만 주로 유전적인 특성에 기인하기 때문이다. 그리고 이러한 유전적 특성은 오랜기간 동안의 적응으로부터 파생된 결과로 생각할 수 있다. 즉, 잎들의 형태가 다름으로써 각각의 것들이 서로 다른 기능을 능률적으로 수행할 수 있다는 가정이 가능하다. 따라서 온대 낙엽활엽수로부터 자료가 충분히 모아지면 동일한 줄기내의 엽순에 따른 이형성을 진화적 차원에서 해석할 수 있을 것이다.

따라서 온대지방에서 생육초기 동일 줄기로부터 나온 잎의 성장자료는 동물과 초식동물간의 상호작용을 파악하는데 기초가 될 뿐만 아니라 그 종의 환경에 대한 적응현상을 이해하는데 필요하다. 그러나 이에 대한 국내에서의 연구자료는 매우 부족한 실정이다(Park and Kim, 1985a, 1985b).

본 연구의 목적은 낙엽활엽수를 대상으로 하여, 생육초기 동일한 줄기로부터 나온 잎에서 엽순별로 성장과 형태의 차이를 비교함으로써 식물과 초식동물간의 상호작용 관계의 기초자료를 얻고 그 종의 환경에 대한 적응상을 규명코자 하였다. 이를 위하여 12종의 목본식물에서 생육초기 엽순별 생장을 조사하였고, 잎의 길이와 폭을 측정하고 평균편차를 이용하여 이형성 지수 산출을 시도하였다.

*교신저자: Fax (02) 709-2651
© 한국식물학회 [서울] 1995

재료 및 방법

본 연구의 조사지는 두 지역이다. 하나는 남한산성 지역으로 경기도 광주군 중부면 산성리(37°28'N, 127°10'E)에 위치하며, 조사된 숲은 남한산성 성곽의 내부에 있는 자연림으로 비교적 보존이 양호하며 해발고도는 200-250 m이다. 다른 하나는 대관령 인근 지역으로 강원도 평창군 도암면 수하리 (37°37'N, 128°43'E)에 위치하며 인간간섭이 거의 없는 자연림으로 해발고도는 800-900 m이다. 조사지역의 식물상과 기후는 전보 (민과 최, 1993)에서 상술한 바 있어 본 보에서 생략한다.

조사 수종의 선정은 1991년의 예비조사에 근거하여 엽순별 간격이 뚜렷한 종으로 하였다. 그 결과, 남한산성 지역에서는 진달래(*Rhododendron mucronulatum*), 개서나무(*Carpinus ischonoskii*), 개벚나무(*Prunus leveilleana*), 쪽동백나무(*Styrax obassia*), 생강나무(*Lindera obtusiloba*), 굴참나무(*Quercus variabilis*), 팔배나무(*Sorbus alnifolia*)의 7종이, 대관령 지역에서는 노린재나무(*Symplocos chinensis* for. *pilosa*), 피나무(*Tilia amurensis*), 털피나무(*Tilia rufa*), 느릅나무(*Ulmus davidiana*), 짝짜래나무(*Rhamnus yoshinoi*)의 5종이 선정되었다. 수종별 표준목은 1992년 3월 수령이 많고, 주변의 다른 개체에 의한 피음 정도가 낮은 것으로 2-5개체 정하였다. 조사기간은 남한산성 지역에서 1992. 3. 28-5. 31, 대관령 지역에서 1992. 4. 18-1992. 6. 10이었고, 시료의 채취는 주 1회 실시하였다.

각 표준목의 상부에서 1주당 3년생 이상의 정상 줄기 3-6 개를 채취하여 압착건조시킨 후 엽순에 따라 분리하였다. 분리된 시료를 엽면적계(Area Meter, Delta-T Device U.K.)로 엽면적을 측정 후 85°C에서 건조시켜 건조량을 측정하였으며 이 자료로부터 비엽면적(specific leaf area, SLA)을 구하였다. 잎의 이형성을 조사하기 위한 자료는 조사 최종일인 6월 10일과 5월 31일의 채집물과 이날 현지에서 버니어 캘리퍼로 측정된 것로부터 구하였다.

결과 및 고찰

엽순에 따른 성장형태

본 조사기간중 줄기당 평균엽수와 이중 겨울눈의 파열과 동시에 출현한 엽수는 Table 1에 나타난 바와 같다. 평균엽수는 3-7엽으로, 생강나무, 팔배나무 등은 3엽, 진달래, 개서나무, 개벚나무, 굴참나무 및 느릅나무는 7엽이었다. 이들 중 겨울눈의 파열과 동시에 출현한 엽수는 노린재나무와 짝짜래나무가 6개로 가장 많았고, 팔배나무가 2개로 가장 적었으며 이외는 3-4개이었다. 겨울눈의 파열과 동시에 출현한 잎 이후 새로 추가된 잎은 굴참나무가 4엽이었으나 노린재나무는 없었다.

Table 1. Number of leaves per shoot (A) and number of foliating leaves on the same time (B)

Species	No. of leaves	
	A	B
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	7	5
<i>Carpinus ischonoskii</i>	7	5
<i>Prunus leveilleana</i>	7	5
<i>Ulmus davidiana</i>	7	4
<i>Quercus variabilis</i>	7	3
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	6	6
<i>Rhamnus yoshinoi</i>	6	6
<i>Tilia amurensis</i>	5	5
<i>Tilia rufa</i>	4	4
<i>Styrax obassia</i>	4	3
<i>Lindera obtusiloba</i>	3	3
<i>Sorbus alnifolia</i>	3	2

이러한 결과에 의하면 대부분의 수종에서 겨울눈의 파열과 동시에 나타난 엽수가 많고, 이들이 동시에 성장하기 때문에 새로운 잎의 출현이 적은 것으로 해석할 수 있다.

생육초기 12종의 엽면적, 엽건중량 및 비엽면적(SLA)의 변화는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 잎의 건조량은 12종 모두 조사의 마지막 시기까지 증가하여 생장이 완료된 것으로 볼 수 없기 때문에 엽순별 비교는 곤란하였다.

조사시기의 마지막인 6월 10일에 대부분의 수종에서 동일 줄기내 동시에 출현한 잎의 엽면적 생장은 거의 완료되었다. 중앙부의 잎인 제3엽의 엽면적은 동시출현 엽수가 3-4개인 수종은 100 cm² 이상이었고, 5-7개인 수종은 100 cm² 이하이었다. 그리고 비엽면적은 엽순에 관계없이 종에 따라 일정 시기에 동시에 최대값을 나타냈다. 그러므로 동시에 출현한 잎들은 6월 중순경 엽면적의 생장은 완료하고 이후로는 무게의 증가가 일어나며, 초식동물이 잎을 먹는 측면에서 볼 때 비교적 엽질이 유사하여 엽순에 따른 동물의 선호차이는 없을 것으로 생각되었다.

엽순별 크기와 형태

Fig. 2는 본 조사대상 12종의 엽순별 상대적 크기와 형태를 모식한 것으로 대표적인 제1엽, 중앙엽 및 최종엽만 표시하였다.

대부분의 수종에서 엽순별 잎의 형태는 유사하나 개서나무, 느릅나무, 짝짜래나무에서는 엽두가 엽순에 따라 점차 뾰족해지며, 쪽동백나무는 타원형에서 원형, 도란형으로 변하고 있다. 한편 노린재나무의 제1엽은 부정형이나 엽순에 따라 예첨두의 타원형으로 바뀌며, 생강나무는 결각이 점차 커져가고 있다.

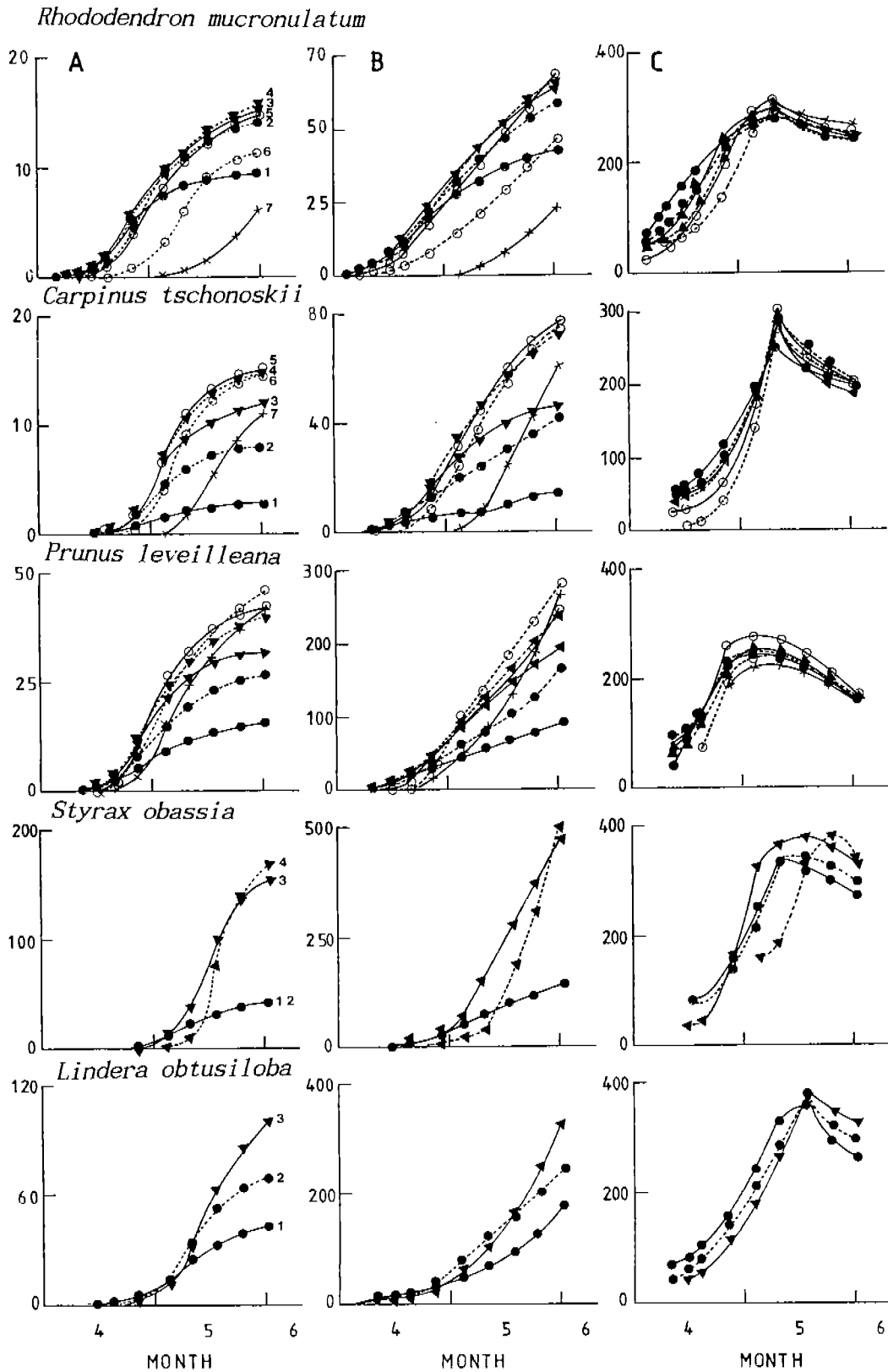
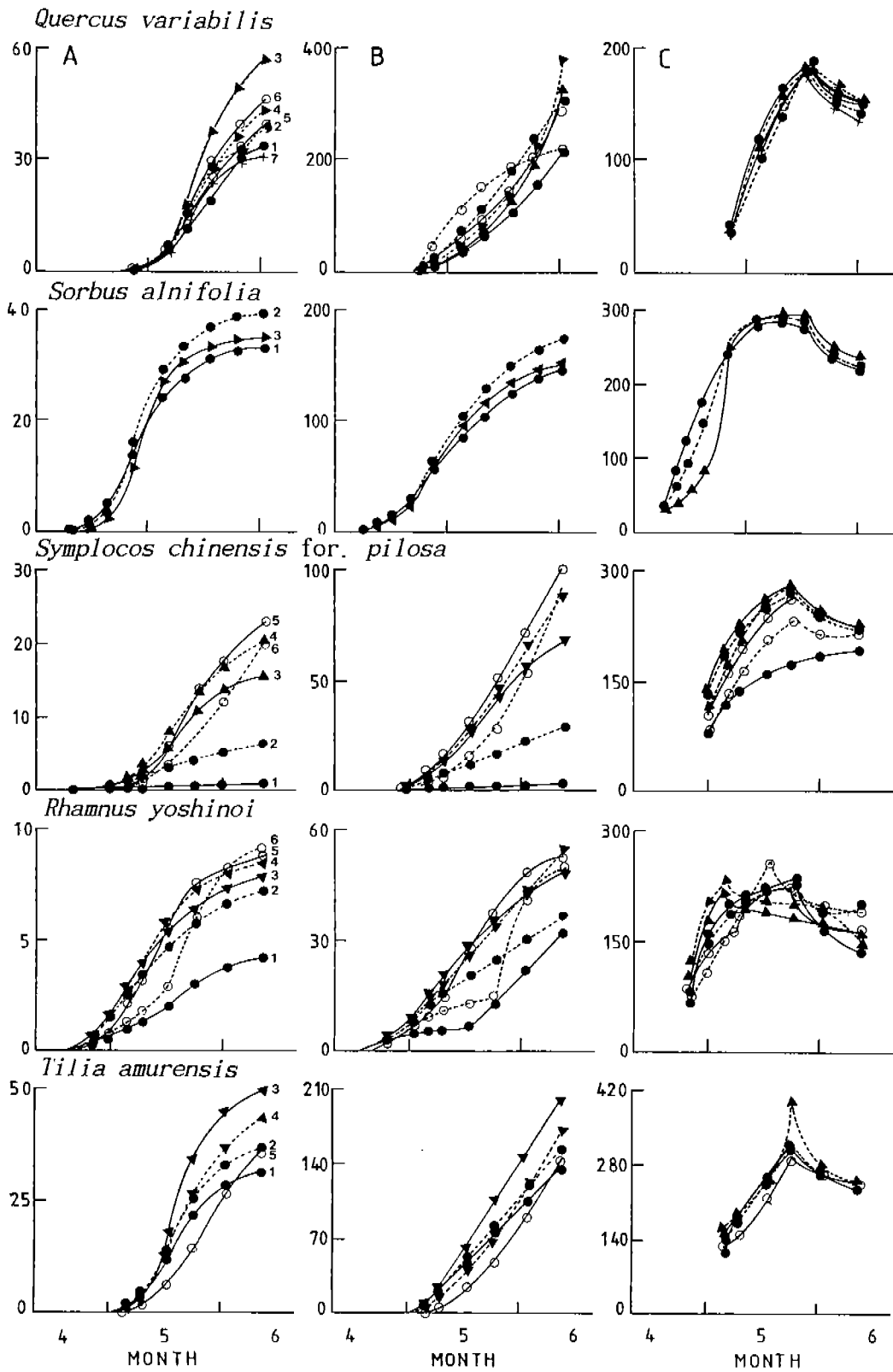
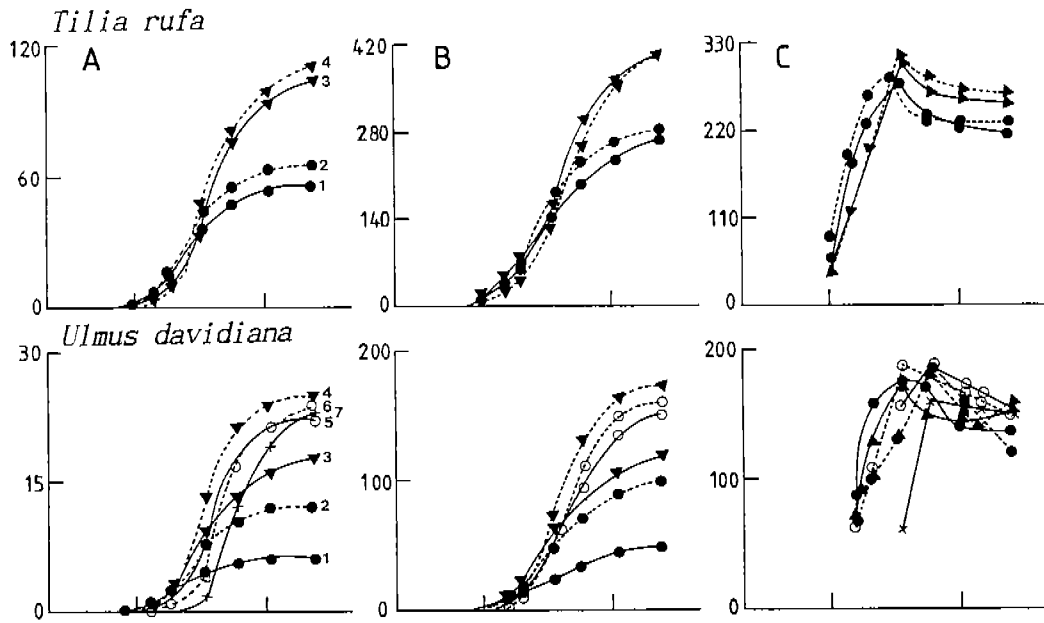


Fig. 1. Leaf growth curves of 12 woody plants in early growth season. A, leaf area (cm²); B, leaf weight (mg); C, specific leaf area (cm²/g). ●—●, 1st leaf; ●--●, 2nd leaf; ▲—▲, 3rd leaf; ▲--▲, 4th leaf; ○—○, 5th leaf; ○--○, 6th leaf; ×—×, 7th leaf.



(Fig. 1. continued)



(Fig. 1. continued)

12종의 엽순별 길이, 폭, 길이×폭, 길이/폭의 자료는 Table 2와 같다. 제 1엽부터 최종의 것까지 엽신의 길이가 비교적 유사한 종은 굴참나무, 진달래, 팔배나무, 피나무 등이었으며 차이가 현저한 종은 노린재나무와 쪽동백이었다. 한편, 엽신의 폭도 제 1엽부터 최종엽까지의 크기 변화는 엽신의 길이의 것과 유사한 경향을 보였다.

엽순별 길이와 폭의 차이에 대하여 ANOVA-test한 결과 굴참나무를 제외한 11종에서 1% 수준의 유의적인 차가 존재하는 것으로 나타났으며, 연속된 전후의 잎에 대하여 Tukey 검정의 결과, 진달래만 제외하면 모든 종에서 0.1%, 1% 혹은 5% 수준에서 유의적인 차가 있는 것으로 나타났다.

엽신의 길이/폭은 대부분의 조사 수종에서 엽순에 관계없이 유사하였지만 개서나무와 느릅나무는 제 1엽과 나머지 잎들과, 쪽동백나무는 제 1엽 및 제 2엽과 나머지 잎들과 현저한 차이를 보였다. 한편, 엽신의 폭×길이에서 개서나무, 노린재나무, 쪽동백나무, 느릅나무, 짝자래나무 등은 엽순별로 현저한 차이를 보였으나 이외의 수종은 비교적 적었다. 전자들은 엽신의 길이가 엽순별로 큰 차이가 있거나 엽신의 길이/폭이 편차가 심한 종들이었다.

일반적으로 직접 엽면적을 측정할 수 없는 경우에는 엽신의 길이와 폭으로부터 엽면적을 산출할 수 있다(Sesták *et al.*, 1971). 즉,

$$A \text{ (엽면적)} = b \cdot L \text{ (엽신의 길이)} \times B \text{ (엽신의 폭)}$$

이다. 그리고 이 때 *b*는 잎의 형태나 노쇠에 따라 변화되므로 수식으로 측정하여야 되지만 실제의 엽면적과 엽신의 길이 및 폭으로부터의 추정치는 높은 상관관계를 보여주고 있다(Polster and Reichenbach, 1958). 그러므로 엽순별로 엽면적의 상대적인 크기만 비교할 때는 동일 종에서는 형태가 비교적 유사하기 때문에 *B*×*L*로 계산하여도 무방하다.

이형성지수의 산출

잎의 이형성을 산출하는 데는 잎의 크기(엽면적, 엽신의 길이, 폭), 잎의 형태(엽신의 길이/폭, 결각, 거치) 및 잎의 배열 등의 여러 가지 요인이 고려될 때 신빙성 있는 수치가 산출될 수 있다. 그러나 본 연구에서 잎의 이형성을 산출하는 데 다음과 같은 기준을 정하였다.

- 첫째, 잎을 파괴하지 않고 자료를 구한다.
- 둘째, 가능한 한 간단한 공식을 사용한다.
- 셋째, 최종 숫자가 0-10의 범위로 한다.
- 넷째, 실제 차이를 그대로 반영한다.

따라서 여기서는 엽신의 길이와 폭의 실측자료로부터 엽면적을 추정하고 엽신의 길이/폭을 구하였다. 그리고 이 두 변량으로부터 각각의 평균 편차를 구한 후 이들을 곱하였다. 평균 편차의 수치는 대부분의 수종에서 각각 1미만이므로 적당한 수치산출을 위하여 각각 10 즉, 100을 곱하여 최종값을 구하였다. 그런데 엽순에 따라 엽면적은 동일하나 형태가 다를 경우

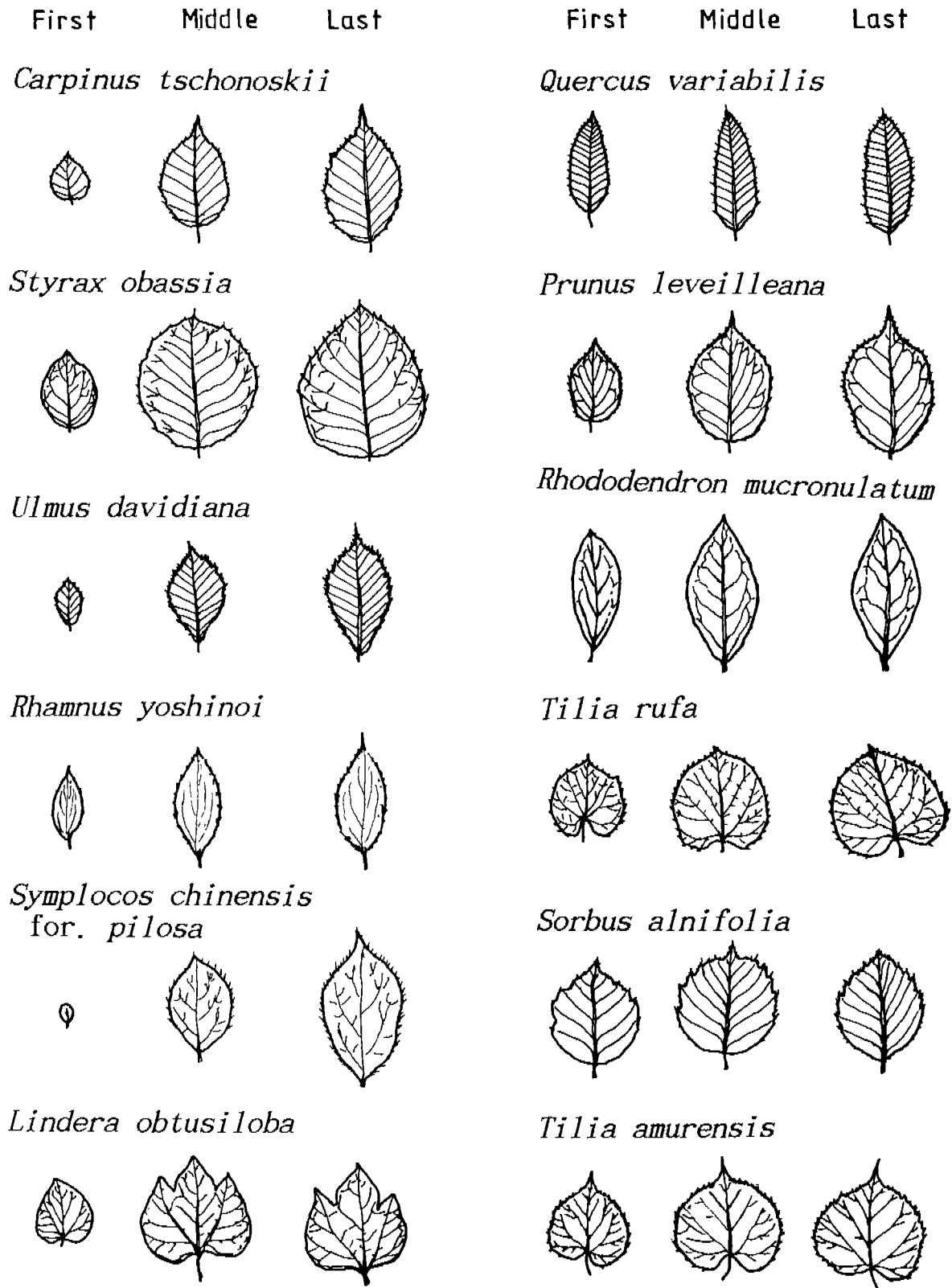


Fig. 2. The relative size and morphology of the first, the middle and the last leaves along leaf rank (plastochron) in this study. Species are arranged from highest heteromorphic (top left) to lowest heteromorphic (bottom right).

Table 2. The length (*L*), breadth (*B*), length/breadth (*L/B*) and length x breadth (*L*×*B*) of leaves of 12 woody plants along leaf rank (plastochron) (unit: cm)

Leaf rank	<i>L</i> (mean±SD)	<i>B</i> (mean±SD)	<i>L/B</i> (mean±SD)	<i>L</i> × <i>B</i> (mean±SD)	No. of samples
<i>Carpinus tschonoskii</i>					
1	2.07±0.25	1.79±0.06	1.15±0.12	3.73±0.67	21
2	3.90±0.23**	2.58±0.15 ^a	1.51±0.09	10.08±1.02	21
3	5.16±0.50 ^a	3.07±0.30 ^a	1.68±0.06	15.98±3.08	21
4	5.87±0.77	3.22±0.19	1.82±0.15	19.03±3.60	21
5	6.45±0.68	3.61±0.24 ^b	1.79±0.16	23.37±3.44	21
<i>Styrax obassia</i>					
1	9.09±1.30	6.03±0.78	1.51±0.11	55.73±14.42	18
2	9.77±1.02	6.24±0.57	1.48±0.34	61.35±11.44	18
3	16.05±1.73 ^a	13.54±1.23 ^a	1.19±0.12	218.77±37.73	18
4	17.75±2.51	13.62±2.34	1.32±0.13	246.62±70.22	18
<i>Ulmus davidiana</i>					
1	3.73±0.21	2.50±0.16	1.50±0.09	9.35±1.03	15
2	5.77±0.09 ^b	3.10±0.09	1.86±0.08	17.87±0.26	15
3	7.63±0.39 ^b	4.07±0.17 ^b	1.88±0.16	30.98±0.72	15
4	9.20±0.22 ^c	4.87±0.12 ^c	1.89±0.05	44.78±1.81	15
<i>Rhamnus yoshinoi</i>					
1	3.10±0.24	1.27±0.55	2.47±0.28	3.94±0.59	10
2	3.83±0.77	1.67±0.25	2.28±0.12	6.58±2.33	10
3	4.63±0.40	1.77±0.48	2.96±1.25	7.99±1.63	10
4	5.00±0.41	2.23±0.21	2.24±0.03	11.25±1.95	10
5	5.37±0.17	2.40±0.08	2.24±0.14	12.87±0.31	10
6	5.43±0.60	2.47±0.17	2.20±0.21	13.46±2.07	10
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>					
1	1.40±0.21	0.78±0.12	1.80±0.12	1.11±0.34	19
2	2.60±0.23 ^a	1.52±0.18 ^a	1.72±0.14	3.98±0.76	19
3	4.34±0.46 ^a	2.58±0.21 ^a	1.68±0.09	11.28±2.11	19
4	5.78±0.26 ^b	3.54±0.19	1.63±0.03	20.51±1.95	19
5	7.00±0.22	4.12±0.13	1.70±0.03	28.86±1.73	19
6	8.04±0.70	4.40±0.39	1.83±0.13	35.57±5.70	19
7	8.48±0.19	4.18±0.31	2.04±0.11	35.43±3.31	19
<i>Lindera obtusiloba</i>					
1	7.13±1.07	6.59±1.03	1.08±0.07	47.99±13.01	20
2	9.15±0.98 ^a	9.16±0.86 ^a	1.00±0.07	84.50±15.80	20
3	11.27±0.91 ^a	11.96±1.20 ^a	0.95±0.08	135.61±23.13	20
4	11.33±0.61	10.67±2.50	1.12±0.25	122.00±33.27	20
<i>Quercus variabilis</i>					
1	10.77±1.55	4.03±1.50	2.67±0.34	43.64±7.91	9
2	10.75±1.81	4.38±0.52	2.44±0.11	47.97±14.18	9
3	13.08±0.80	5.13±0.63	2.59±0.36	67.11±10.07	9
4	13.60±0.92	5.43±0.52	2.52±0.16	74.15±11.33	9
<i>Prunus levilleana</i>					
1	6.44±1.41	3.62±0.85	1.79±0.19	24.36±10.79	20
2	8.18±1.11 ^a	4.77±0.67 ^a	1.73±0.18	39.54±10.04	20
3	8.90±1.05	5.33±0.76	1.68±0.09	48.14±12.13	20
4	9.90±0.82	6.11±0.48	1.62±0.09	60.75±9.04	20
5	10.81±1.07	6.37±0.65	1.70±0.09	69.41±13.11	20
6	11.06±0.93	6.29±0.51	1.76±0.09	70.00±10.34	20
7	11.22±0.69	6.08±0.75	1.86±0.19	68.57±11.31	20

(Table 2. continued)

Leaf rank	L (mean±SD)	B (mean±SD)	L/B (mean±SD)	L×B (mean±SD)	No. of samples
<i>Rhododendron mucronulatum</i>					
1	5.97±0.97	2.37±0.44	2.55±0.34	14.43±4.49	19
2	6.67±0.82	2.71±0.44	2.50±0.29	18.27±4.50	19
3	7.27±0.74	3.08±0.32	2.37±0.25	22.52±3.72	19
4	7.45±0.84	3.02±0.40	2.50±0.17	22.80±4.97	19
5	7.86±0.66	3.34±0.21	2.36±0.20	26.26±3.26	19
<i>Tilia rufa</i>					
1	7.62±0.82	8.62±0.38	0.92±0.07	65.91±9.33	9
2	8.32±0.46	9.46±0.57	0.88±0.08	78.66±5.77	9
3	11.00±1.07 ^b	11.86±0.84 ^b	0.93±0.03	131.32±22.04	9
4	11.50±0.89	11.90±1.10	0.97±0.04	137.73±22.98	9
5	11.55±0.95	11.25±0.75	1.03±0.02	130.65±19.35	9
<i>Sorbus alnifolia</i>					
1	7.79±0.68	5.94±0.57	1.31±0.05	46.62±8.31	16
2	8.55±0.43 ^b	6.81±0.27 ^b	1.26±0.05	58.32±4.70	16
3	8.51±0.47	6.13±0.66	1.40±0.11	52.43±7.92	16
<i>Tilia amurensis</i>					
1	6.04±0.94	6.25±0.93	0.97±0.07	38.54±11.75	21
2	7.03±0.85 ^c	6.88±0.75 ^b	1.02±0.08	48.85±10.87	21
3	8.02±1.03 ^c	7.88±0.84	1.02±0.07	63.91±14.79	21
4	7.46±1.08	7.07±1.16	1.07±0.17	53.46±15.01	21

*Differences between two neighbouring leaves (the latter for the former) a, p<0.001; b, p<0.01; c, p<0.05.

Table 3. Characters of leaves on the same twig of woody plants in early growth season

Species	Mean leaf area (cm ²)	Specific leaf area (cm ² /g)	Index of Heteromorphism		
			L/B	L×B	Total
<i>Carpinus</i>					
<i>tschonoskii</i>	10.45(5)	199	0.208	0.417	8.680
<i>Styrax obassia</i>	101.69(4)	308	0.120	0.598	7.176
<i>Ulmus davidiana</i>	15.77(4)	132	0.141	0.471	6.706
<i>Rhamnus</i>					
<i>yoshinoi</i>	7.61(6)	166	0.185	0.340	6.280
<i>Symplocos</i>					
<i>chinensis for.</i>					
<i>pilosa</i>	13.26(7)	318	0.101	0.618	6.239
<i>Lindera</i>					
<i>obtusiloba</i>	43.64(4)	287	0.063	0.321	2.004
<i>Quercus</i>					
<i>variabilis</i>	43.11(4)	152	0.075	0.213	1.599
<i>Prunus</i>					
<i>leveilleana</i>	34.66(7)	162	0.059	0.269	1.585
<i>Rhododendron</i>					
<i>mucronulatum</i>	14.39(5)	241	0.073	0.173	1.260
<i>Tilia rufa</i>	39.31(5)	242	0.043	0.269	1.162
<i>Sorbus alnifolia</i>	35.55(3)	228	0.051	0.075	0.380
<i>Tilia amurensis</i>	82.78(4)	240	0.013	0.146	0.183

(): Numbers of leaves on the same twig.

(엽선의 길이와 폭의 비)는 앞의 항이 0이 되고 엽면적은 다르나 닳음꼴일 경우는 뒤의 항이 0으로 되고 결국 최종값이 0기 때문에 각 항의 최저치를 0.01로 정하였다.

$$I_{hm} = \left(\frac{1}{n} \sum \frac{|X_A - \bar{X}_A|}{\bar{X}_A} \right) \times \left(\frac{1}{n} \sum |X_R - \bar{X}_R| \right) \times 100$$

I_{hm} : Index of heteromorphism

X_A : leaf area ($L \times B$)

X_R : length/breadth ratio (L/B)

n : number of leaves studied on a twig

그 결과 본 조사의 12종에 대한 잎의 이형성지수는 Table 3과 같다. 잎의 이형성지수가 큰 종은 개서나무, 쪽동백나무, 느릅나무, 짝짜래나무 및 노린재나무이었고, 작은 종은 팔배나무와 피나무였으며, 그 이외의 수종은 이형성지수가 중간이었는데 이는 Fig. 1에서 나타난 형태의 차이와 대체로 일치하였다. 전자에서 쪽동백나무는 엽면적이 대단히 큰 반면 이외의 것들은 엽면적이 작은 종들이었다. 그러나 이들은 비엽면적으로 판단할 때 쪽동백나무와 노린재나무는 음지에 적응된 종이지만 이외는 양지에 적응된 종이였으며 개서나무는 교목, 이외는 야교목 및 관목이었다. 그리고 이들은 전보(민과 최, 1993)에 의하면 생육초기 잎의 개엽이 이르거나 늦은 종이 아닌 중간 정도 것들이었다. 따라서 이형성지수가 크고 작은 교목

혹은 관목, 엽면적의 크고 작음, 양수 혹은 음수, 생육초기 개엽의 早晚 등과 전혀 관계가 없었다.

잎의 이형성 지수가 큰 종에서 제1엽은 상대적으로 엽면적이 매우 작다. 이러한 이유에는 제1엽이 이외의 것에 비하여 성장기간 동안 모체로부터 영양물질이나 수분의 공급이 적은 생리적 특성 등의 여러 가지가 있을 수 있지만, 결국 이 잎의 기능은 생태적으로 볼 때 광합성 이외의 것으로도 생각할 수 있다. 즉, 제1엽의 기능 중의 하나는 전개되기 전의 제2엽, 제3엽 등을 감싸므로써 생육초기 돌발적인 기온강하에 가능한 한 피해를 적게 받도록 적응된 것으로, 잎이 기온변화에 대한 반작용으로 말미암아 파생된 특징으로 추측할 수 있다. 실제의 관찰에 의하면 대부분의 수종에서 생육초기의 잎들은 뒷면에 면모가 밀생하고 있었다. 이 가정이 사실일 경우, 잎의 이형성 지수가 큰 종일수록 기후변화가 심한 온대지방에서 잎의 적응상 발달된 형질로 간주할 수도 있다. 그러나 이것을 확증하기 위하여는 더 많은 자료가 축적되어야 하며, 잎의 이형성 지수 산출방법도 다소 개선할 경우도 있을 것으로 생각된다.

인 용 문 헌

- 민병미, 최재규. 1993. 수 종 목본식물의 화력학적 연구. 한생태지 16: 477-487.
- Bentley, B.L. 1979. Longevity of individual leaves in a tropical rainforest understory. *Ann. Bot.* 43: 119-121.
- Bingaman, B.R. and E.R. Hart. 1992. Feeding and oviposition preferences of adult cottonwood leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) among *Populus* clones and leaf age classes. *Environ. Entomol.* 21: 508-517.
- Bingaman, B.R. and E.R. Hart. 1993. Clonal and leaf age variation in *Populus* phenolic glycosides: Implications for host selection by *Chrysomela scripta* (Coloptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.* 22: 397-403.
- Blackman, G.E. and G.L. Wilson. 1951. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. VII. An analysis of the differential effects of light intensity on the net assimilation rate, leaf-area ratio, relative growth rate of different species. *Ann. Bot. N.S.* 15: 373-409.
- Chabot, B.F. and D.J. Hicks. 1982. The ecology of leaf life spans. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13: 229-259.
- Daubenmire, R. 1974. *Plants and Environment*. 3rd Ed., Wiley, New York, 422 pp.
- Evance, G.C. 1972. *The Quantitative Analysis of Plant Growth. Studies in Ecology, Vol. 1.* University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 734 pp.
- Jacucs, P. 1985. *Ecology of an Oak Forest in Hungary.* Akademiai Kiado, Budapest, 1546 pp.
- Park, B.K. and J.H. Kim. 1985a. The development of leaves in *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album* represented by the plastochron. 1. The derivation of the plastochron index. *Korean J. Ecol.* 8: 1-5.
- Park, B.K. and J.H. Kim. 1985b. The development of leaf in *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album* represented by the plastochron. 2. The competitive development of leaf in the species. *Korean J. Ecol.* 8: 127-132.
- Polster, H. and H. Reichenbach. 1958. Bestimmung von Blattfläche *in situ* durch lineare Messungen. *Biol. Zentralbl.* 77: 265-277.
- Šesták, Z., J. Čatský and P.G. Jarvis. 1971. *Plant Photosynthetic Production Manual of Methods.* W. Junk (ed). N.V. Publishers, The Hague, 818 pp.
- Wiesenborn, W.D. and J.T. Trumble. 1988. Optimal oviposition by the corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) on whorl-stage sweet corn. *Environ. Entomol.* 17: 722-726.

(1994. 12. 15 接受)

Growth and Heteromorphism of Leaves along Leaf Rank (Plastochron) of Woody Plants

Min, Byeong Mee*

Department of Science Education, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

ABSTRACT

The growth, size and morphology of leaves, which foliated on the same shoot and time in the early growth season, were studied in 12 woody species in temperate deciduous forests of Korea, and the equation for the index of heteromorphism of leaves was formulated. The numbers of leaves per shoot were from 3 to 7 in early growth season and the numbers of synchronous leafing were from 2 to 6. All the leaves on a shoot were reached maximum values of specific leaf areas at the same time nearly. The differences of the length (L) and breadth (B) of leaves along leaf rank (plastochron) were conspicuous, except for *Quercus variabilis*. Especially, in 10 species, the differences of the neighbouring leaves were significant at 0.001 or 0.05 level. The index of leaf heteromorphism was calculated from the data based on $L \times B$ and L/B , and similar to differences of actual leaves along leaf rank. The values of index of heteromorphism were high in *Carpinus tschonoskii*, *Styrax obassia*, *Ulmus davidiana*, *Rhamnus yoshinoi* and *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, and low in *Sorbus alnifolia* and *Tilia amurensis*. The index of heteromorphism had no relation to other characters of the leaf or life form of the species. It was thought that the differences along leaf rank were related to the degree of adaptation to environment, especially to changing air temperature in early growth season.

Keywords : growth season, index of heteromorphism, leaf area, leaf growth, leaf rank

*Corresponding author: Fax +82-2-709-2651