

얇은부채 (*Symplocarpus renifolius*) 개체군의 동태

1. 개체군의 구조와 영양생장

민병미·강현정

단국대학교 사범대학 과학교육과

Population Dynamics of *Symplocarpus renifolius*

1. Population Structure and Vegetative Growth

Min, Byeong Mee and Hyun-Jung Kang

Department of Science Education, College of Education, Dankook University

ABSTRACT

Size class structure and vegetative growth of a perennial herb of the temperate deciduous forests, *Symplocarpus renifolius* Schott, were studied from 1991 to 1994 in Namhansansung, Kyonggi Province, Korea. The size class structures of leaf number and leaf area per individual followed bell-shape curve, i. e. frequency of middle class was relatively high.

The leaf area increased from the late-March to mid-May. At the end of the growing season, leaf area (length \times breadth) was proportional to biomass, especially aboveground biomass. The leaf number and leaf area per individual increased at the rate of 0.08 leaf/year and 9.7 cm²/year, respectively. The size of the individuals in large-sized classes, in leaf number and leaf area, decreased in next year, while the size of the individuals in small-sized classes increased. Therefore, it was concluded that the size class structure of *S. renifolius* population was largely determined by the growth form.

Key words: Growth form, Leaf area, Leaf number, Population, Size class structure, *Symplocarpus renifolius*

서 론

생물에서 하나의 개체군은 마치 한 개체처럼 환경의 지배를 받으면서 발생, 성장, 성숙, 퇴화를 거듭하면서 계속 변화한다 (Odum 1965). 동물을 대상으로 한 demography 연구는 비교적 일찍부터 시작되었지만 이것을 식물에 적용하기 시작한 것은 비교적 근래이다 (Harper and White 1974).

동물은 대부분 유성생식으로 번식하고 개체를 구분하기 쉽지만, 식물은 영양생식과 종자에 의한 유성생식을 동시에 하고, 개체의 단위가 명확하지 않을 경우가 있기 때문에 동물개체군과 식

물개체군은 연구방법이 다르다 (Harper and White 1974, Silvertown 1982). 일반적으로 동물의 한 개체군에 대한 것은 출생, 성장, 생식, 사망의 전생활사를 종합적으로 연구하지만 식물에 대한 것은 생활사 중의 한 속성을 단위로 하여 조사한다. 예를 들면, 밀도에 따른 사망률이나 개체의 무게 (White and Harper 1970), 개체군의 증가형태 (Angevine and Handel 1986, Eriksson 1988), 개체군의 성장속도 (May 1973), 발아부터 종자생산 경시적 과정 (Gilbert 1970), 어린시기의 사망률 (Rabotnov 1969), 개체의 크기와 꽃피는 시기 (Courtney 1969), 연령에 따른 번식률 (Charlesworth 1976), 연령과 크기와의 관계 (Lotz 1990), 연령과 사망률의 관계 (Hegazy 1992)에 대한 연구가 있다. 이처럼 외국에서는 식물에 대한 demography 연구가 다양하고 활발하지만 국내에서는 둥굴레 (정 1991), 갈대 (정과 김 1989) 및 산조팝 (정 1989)의 영양생장을 중심으로 한 개체군의 동태를 파악한 것 외에는 그리 많지 않다.

본 연구의 대상인 앓은부채 (*Symplocarpus renifolius*)는 음습지에 생육하는 다년초로서 지하부는 뿌리와 지하경으로 되어 있고 지상부는 엽병과 엽신으로 구성되어 있다. 한국의 중부지방에서는 3월 하순 개체당 1 개의 육수화서 (양성화)가 개화한 후 4월 초순부터 지상부가 자라기 시작하며 4월 하순이면 지상부의 생장이 거의 완료된다. 9월 초순경 종자가 성숙하면 과육이 모체로부터 분리되면서 지상부가 고사한다. 앓은부채는 종자로 번식하며 개체의 단위가 뚜렷이 구분되어 개체군의 동태를 정확하게 조사할 수 있고, 지상부는 엽병과 엽신으로 구성되어 있기 때문에 영양생장의 연도별 비교가 용이하다.

따라서 본 연구의 목적은 앓은부채 개체군의 동태를 규명함으로써 이 종의 개체군 성장과 유지에 대한 개체군 생태학적 기초자료를 얻는 데 있다. 우선 본 연구에서는 개체군의 구조인 크기별 분포형태를 파악하고, 이와 관련있는 성장형태를 조사하였다.

조사지 개황

본 연구의 조사지는 행정구역상 경기도 광주군 중부면 산성리 (37°28'N, 127°10'E)에 위치한 남한산성 남부 성곽 북사면으로 인간간섭이 비교적 적어 보존이 양호하다 (Fig. 1). 해발고도는 300~350 m 이고, 토양은 부식질이 많은 양토이다. 토양의 함수량은 20~40%로 수분상태가 매우 양호하며 나지 태양광의 10~20% 정도만 임상에 도달한다. 앓은부채는 작은 계곡을 따라 양 옆의 경사지 혹은 평탄한 지역에 분포하는데, 밀집된 지역이 길이 40 m, 폭 20 m 이며 밀도가 4~5 개/m² 이다.

주변의 식물은 교목층에 신갈나무 (*Quercus mongolica*), 개서어나무 (*Carpinus tschonoskii*), 오리나무 (*Alnus japonica*) 및 말채나무 (*Cornus walteri*)가 피도 60%를, 아교목층에 쪽동백 (*Styrax obassia*), 당단풍 (*Acer pseudo-sieboldianum*), 팔배나무 (*Sorbus alnifolia*) 등이 피도 90%를, 관목층에 말발도리 (*Deutzia parviflora*), 짙레꽃 (*Rosa multiflora*), 고추나무 (*Staphylea bumalda*), 국수나무 (*Stephanandra incisa*), 쥐똥나무 (*Ligustrum obtusifolium*) 등이 피도 20~30%를, 초본층에 넓은잎천남성 (*Arisaema robustum*), 애기나리 (*Disporum smilacinum*), 처녀치마 (*Heloniopsis orientalis*), 태백제비꽃 (*Viola albida*), 단풍취 (*Ainsliaea acerifolia*), 하늘말나리 (*Lilium tsingtauense*), 이질풀 (*Geranium nepalensw* subsp. *thunbergii*), 벌개덩굴 (*Meehania urticifolia*), 바늘꽃 (*Epilobium pyrricholophum*) 등이 피도 20 %를 차지하고 있다. 이외 다래와 칩이 교목과 아교목 및 관목의 일부를 덮고 있다.

한편 서울측후소의 평년자료 (기상청 1990)에 의하면 연평균강수량은 1,370 mm, 연평균기온

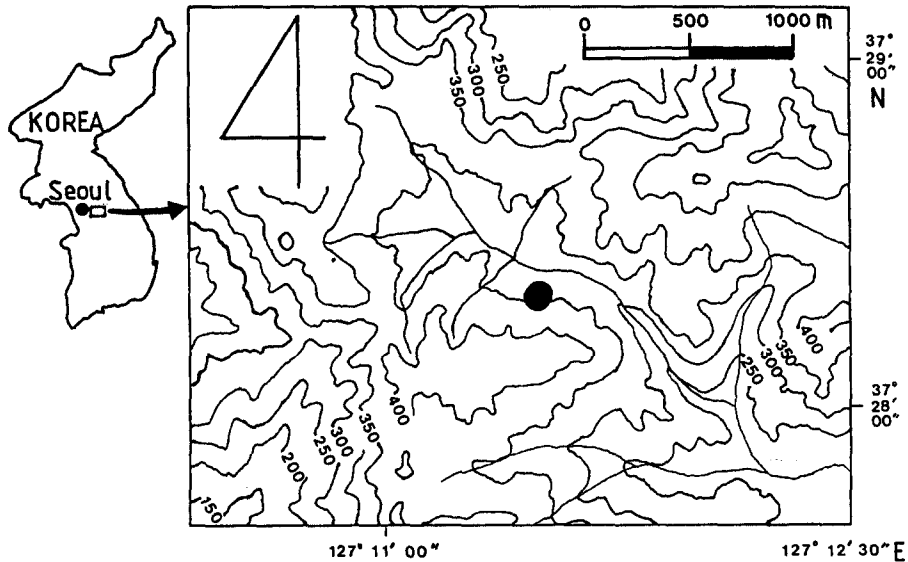


Fig. 1. Map showing the study area. Closed circle (●) indicates study site.

은 11.8℃이다.

연구 방법

본 연구에서 앓은부채의 조사는 두가지 방법으로 나누어 실시하였는데, 하나는 앓은부채의 연도별 크기변화를 조사하기 위한 것으로 영구방형구를 설치하여 실시하였고, 다른 하나는 앓은부채 각 기관의 비를 파악하기 위한 것으로 영구방형구 외부에서 채취한 시료를 실험실로 운반하여 분석하였다.

영구방형구는 1991년 7월 5일에, 10×10 m의 크기로 설치하였으며 방형구 내의 모든 개체에 대나무 막대를 이용하여 고유번호를 표시하였다. 그 결과 조사대상 개체수는 총 355개체 이었다. 표시된 전 개체에 대하여 1991년 7월 19일, 1992년 7월 15일, 1993년 6월 20일 및 1994년 7월1일의 4차에 걸쳐 엽수, 엽병의 길이, 엽신의 길이, 엽신의 폭을 0.5 cm 단위까지 측정하였다. 한편, 생육기간중 지상부의 생장을 조사하기 위하여 5개체를 선정하여 잎의 길이(엽병의 길이 + 엽신의 길이)와 폭을 측정하였는데 지상부의 생육이 시작되는 3월 15일부터 이것이 거의 완료되는 6월 30일까지로 3~4월에는 주 2회, 5~6월에는 주 1회 실시하였다.

한편, 잎의 수와 넓이를 고려하여 각 크기의 계급별로 2~5 개체씩 총 22개체를 채취하였다. 채취한 시료에 대하여 각 개체 당 엽수, 엽병의 길이, 엽신의 길이 및 엽신의 폭을 측정하고 엽병, 엽신, 생식기관 및 지하부로 구분하였다. 엽신은 면적계(Area Meter, Delta-T Device, U. K.)를 사용하여 엽면적을 측정한 후 엽병 및 지하부와 함께 80℃에서 48시간 건조시켜 무게를 1 mg까지 측정하였다. 이 자료로부터 잎의 크기나 무게에 대한 속성간의 관계를 회귀분석하였고, 이 때 얻은 상관계수의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

개체의 크기분포

채취한 22개체의 잎 51개에서 얻은 엽병의 길이, 엽병의 건중량, 엽신의 길이, 엽신의 폭, 엽신의 길이 × 폭, 엽면적, 엽신의 건중량, 엽면적비(SLA)의 최소치와 최대치는 Table 1과 같다. 최대치와 최소치의 비가 현저하게 큰 것은 잎의 건중과 엽면적으로 각각 29.1과 20.7이었으며, 가장 적은 것은 SLA로 1.7이었다. 따라서 개체에 따라 잎의 두께는 비교적 비슷하나 엽면적이나 잎의 건중량은 개체에 따라 차이가 큰 것으로 나타났다.

51개의 잎에서 얻은 엽병의 길이, 엽병의 건중량, 엽신의 길이, 엽신의 폭, 엽신의 길이 × 폭, 엽신의 건중량 및 엽면적간의 상관계수는 Table 2와 같다. 조사된 잎의 속성 간에는 모두 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났는데 특히, 엽신의 폭 × 엽신의 길이와 엽면적 사이의 상관계수가 $r=0.99$ 이었기 때문에 엽신의 폭과 길이로부터 엽면적을 추정하여도 합당한 것으로 나타났다. 그런데 일반적으로 식물은 잎의 형태에 따라 다소 차이는 있지만 길이와 폭으로부터 엽면적

Table 1. The values of the minimum and the maximum of the leaf characters.

Characters	Minimum	Maximum
Length of petiole (cm)	18.5	59.0
Dry weight of petiole (g)	0.11	1.68
Length of leaf blade (cm)	5.5	29.0
Breadth of leaf blade (cm)	5.5	33.0
Length × breadth of leaf blade (cm ²)	54	940
Leaf area (cm ²)	35	733
Dry weight of leaf blade (g)	0.07	2.16
Specific leaf area (cm ² /g)	301	499

Table 2. Correlation coefficients between the leaf characters*.

	A	B	C	D	E	F	G	H
B	0.95							
C	0.90	0.92						
D	0.89	0.92	0.88					
E	0.91	0.96	0.96	0.96				
F	0.92	0.96	0.94	0.96	0.99			
G	0.91	0.96	0.93	0.96	0.98	1.00		
H	0.63	0.70	0.58	0.67	0.65	0.66	0.74	
I	0.93	0.98	0.91	0.93	0.96	0.98	0.99	0.76

* $r=0.372$ at 1% level, d.f. = 49

A : length of petiole

C : length of leaf blade

E : length × breadth of leaf blade

G : dry weight of leaf blade

I : dry weight of leaf

B : dry weight of petiole

D : breadth of leaf blade

F : leaf area

H : specific leaf area

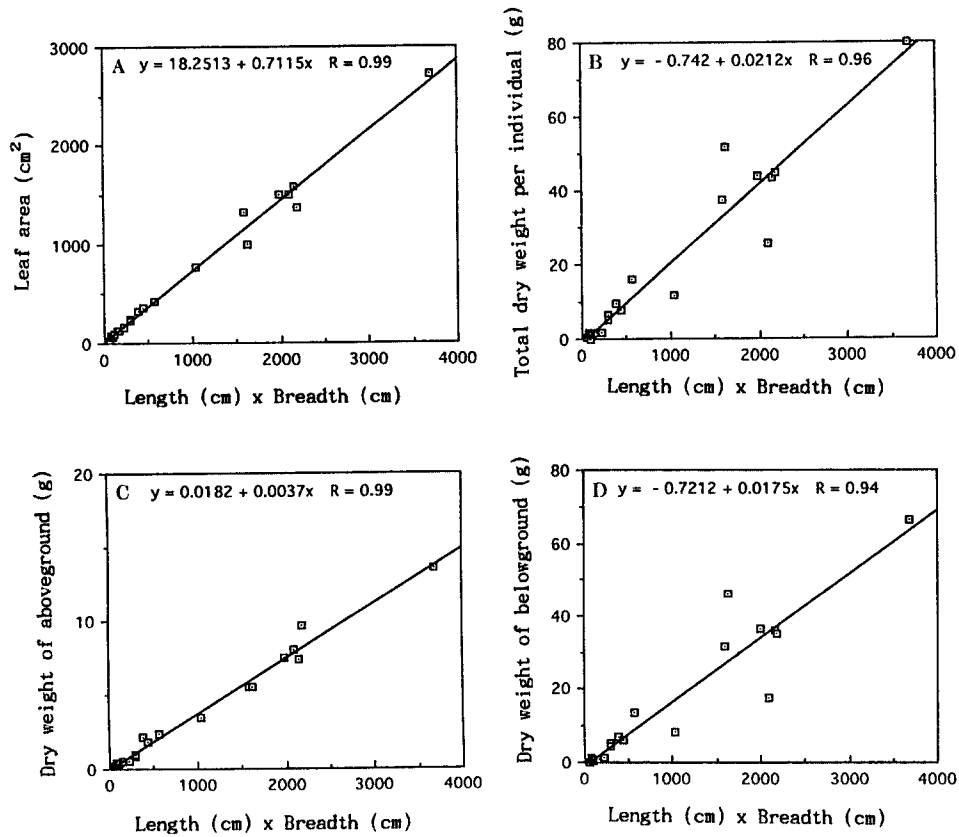


Fig. 2. Relationships between length × breadth of leaf and other characters of *S. renifolius*. A : length × breadth - leaf area, B : length × breadth - total weight, C : length × breadth - weight of aboveground, D : length × breadth - weight of belowground. * $r=0.537$ at 1% level, d.f.=20

을 추정하므로써 잎을 파괴하지 않아도 엽면적을 얻을 수 있다 (Sestak *et al.* 1971).

한편, 22개체에서 엽신의 길이 × 엽신의 폭으로부터 산출한 총엽면적, 실제 측정된 총엽면적, 지상부의 총건중량, 지하부의 건중량 및 총건중량간의 관계 및 이들간의 상관계수는 Fig. 2와 같다. 각 속성간의 상관계수는 1% 유의수준에서 모두 유의하였다. 특히 엽신의 길이 × 엽신의 폭과 실제 측정된 엽면적값($r=0.99$, $p<0.01$), 한 개체에서 총엽면적과 총건중량의 관계가 고도로 유의한 것으로 나타났다($r=0.96$, $p<0.01$). 따라서 개체 전체의 크기는 엽신의 폭과 길이 자료로부터 추정하여도 무리가 없는 것으로 나타났다.

1991년부터 1994년까지 앓은부채 개체군의 크기별 분포를 개체당 엽수와 엽면적에 따라 구분하여 나타낸 결과는 Fig. 3과 같다. 1994년에 크기가 작은 개체가 다소 적은 것을 제외하면 4개년의 결과가 유사하기 때문에 이중 1991년의 결과만 언급하면 다음과 같다. 엽수에 의한 크기별 분포를 보면, 모든 개체들은 엽수가 1~6장이었으며 4장인 개체가 다른 것보다 다소 많고 5~6장인 개체가 적었지만 (엽수 5장 7.2%, 6장 1.9%), 대체적으로 1~4장인 개체들은 각각 전체의 21.5%에서 23.7%로 거의 유사하였다. 일반적으로는 엽수가 많은 개체의 수가 적고 이것이 적은

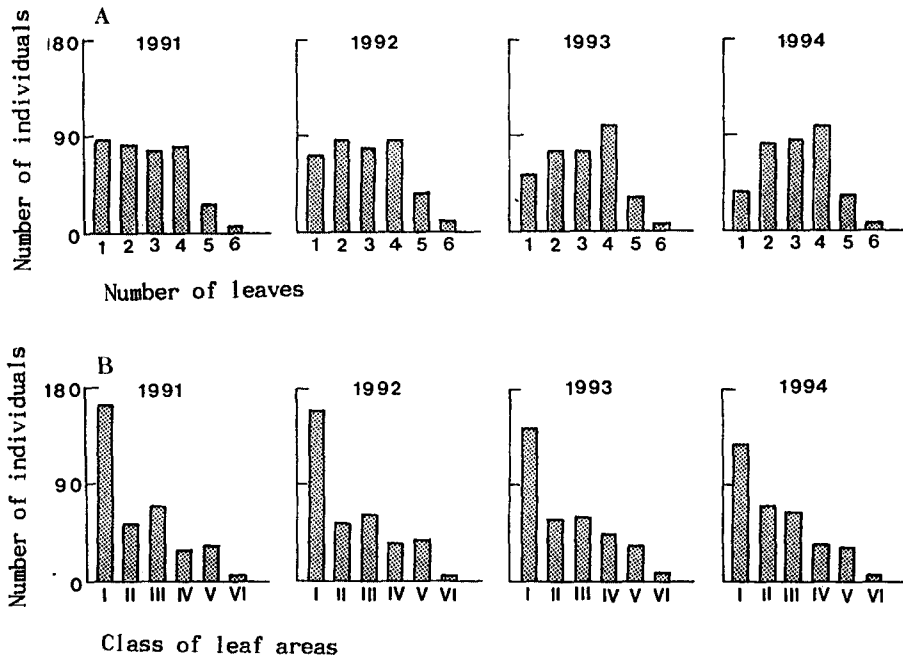


Fig. 3. Size class structure of *S. renifolius* population. A: number of leaf, B: leaf area (cm²). Classes of leaf area (cm²): I: >500, II: 500~1,000, III: 1,000~1,500, IV: 1,500~2,000, V: 2,000~3,000, VI: ≥ 3,000

개체의 것이 많아 삼각형을 이루지만 본 개체군에서는 작은 것부터 중간 것의 수가 유사하여 종형을 나타내었다. 그러나 엽면적을 500 cm² 등급으로 구분하였을 경우 500 cm²이하는 45.5%, 1,000 cm²이상 1,500 cm²미만은 19.3%, 3,000 cm²이상은 2.2%으로 나타나 크기분포가 전자보다는 삼각형에 비교적 가까웠으나 중간크기의 개체들이 상대적으로 많았다. 따라서 엽면적과 엽수의 크기로 구분한 두 결과 전자가 후자보다 안정형인 것으로 나타났다.

생장량

잎의 길이와 폭을 최초 조사시기인 3월 15일의 크기를 0으로, 마지막 시기인 6월 30일의 것을 100으로 하여 나타낸 것은 Fig. 4와 같다. 잎의 길이는 3월 20일부터 증가하기 시작하여 4월 초

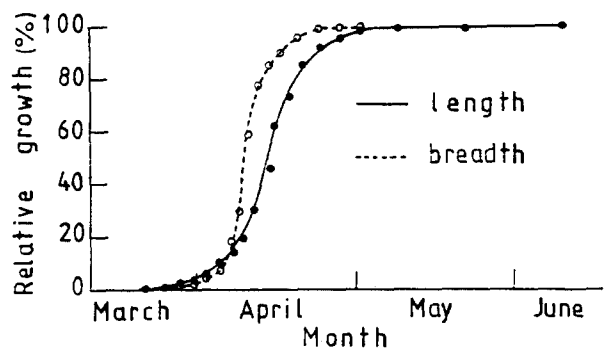


Fig. 4. Relative growth of *S. renifolius* leaf along time of the growing season.

순부터 중순 사이에 급격히 증가하고 이후로는 완만하여 4월 하순경에는 생장이 거의 완료되었다. 이에 비하여 엽신의 폭은 4월 5일부터 4월 12일까지의 짧은 기간 내에 생장을 완료하였다. 이는 앞은부채의 잎이 횡적으로 권상개엽하기 때문에 길이 성장보다 폭 생장이 시작은 늦지만 일찍 완료하기 때문인 것으로 생각되었다. 실제 야외관찰에 의하면 엽신의 길이는 4월 중순에 생장을 완료하나 엽병은 5월 하순까지 길이생장이 완료된다. 한편, 지상부는 9월 초순 과육이 부패하여 종자가 산포될 때 황색으로 변하여 낙엽 및 고사하는 것으로 나타났다.

Table 3. Number of leaves and leaf area per individual in 1991, 1992, 1993 and 1994

Year	No. of leaves	Leaf area (cm ²)
1991	2.72±1.33	845±788
1992	2.84±1.35	890±824
1993	2.94±1.34	906±818
1994	2.96±1.34	874±771

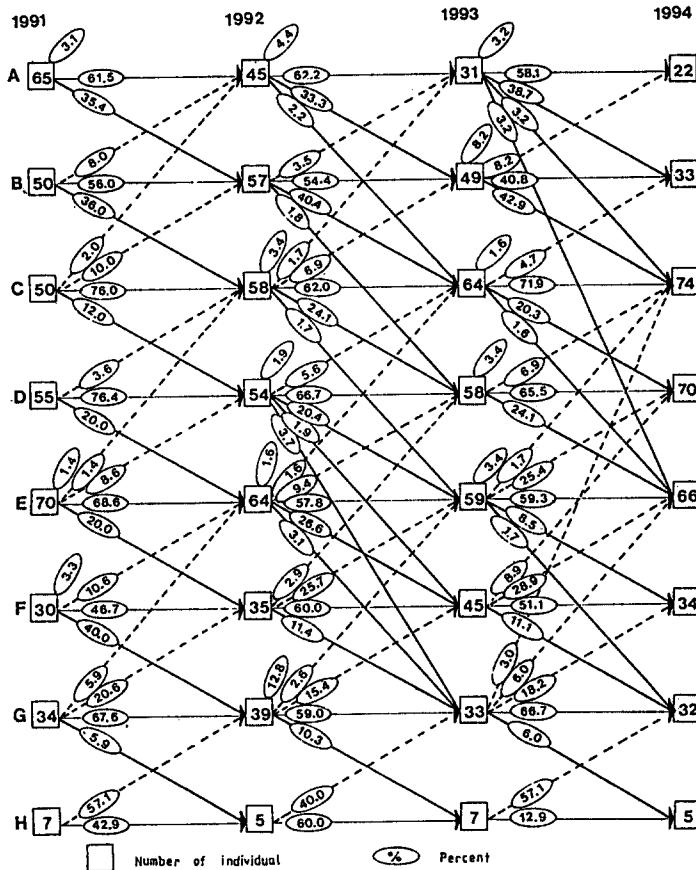


Fig. 5. Changes of the leaf area per individual along the year. Size classes of leaf area(cm²) are as follows: A: <100, B: 100 ~ 200, C:200 ~500, D: 500 ~ 1,000, E:1,000 ~ 1,500, F:1,500 ~ 2,000, G:2,000 ~ 3,000, H: ≥3,000

잎의 연도별 크기변화

조사대상 전 개체에 대한 1991, 1992, 1993 및 1994년의 평균 엽수 및 엽면적은 Table 3과 같다. 처음 조사시기인 1991년에는 개체당 평균 엽수가 2.72이었으나 1992, 1993 및 1994년에는 각각 2.84, 2.94, 2.96으로 연간 0.08개의 잎이 증가하였으며, 엽면적은 1991년, 1992년, 1993년 및 1994년에 각각 845, 890, 906, 874 cm²로 개체당 1991~1992년에 52.8±216.2 cm², 1992~1993년에 55.4±282.8cm², 1993~1994년에 -32.3±293.7 cm² 증가하였다. 이것을 엽면적의 크기에 따라 구분하고 전년도에 비하여 증가, 일정 및 감소된 개체의 비율로 나타낸 결과는 Fig. 5와 같다.

연도별 엽면적의 크기 변화를 보면, 동일 크기계

급에서는 엽면적이 변하지 않는 개체의 비율이 가장 높았고, 증가하거나 감소하는 개체의 비율(감소율)은 낮았다. 그리고 엽면적이 좁은 개체일수록 좁아지는 개체보다 넓어지는 개체의 비율(증가율)이 높았고, 엽면적이 넓을수록 이와 상반되는 현상을 보였다. 100 cm²이하에서 감소율은 1991~1992년이 3.1%, 1992~1993년이 4.4%, 1993~1994년이 3.2%이었고, 증가율은 1991~1992년이 35.4%, 1992~1993년이 35.5%, 1993~1994년이 45.1%이었는데 비하여 3,000 cm²이상에서 감소율은 1991~1992년이 57.1%, 1992~1993년이 40.0%, 1993~1994년이 57.1%이었고, 증가율은 1991~1992년, 1992~1993년 및 1993~1994년 모두 0%이었다.

따라서 앞에서 언급한 얇은부채개체군의 크기별 분포중 중간 계급의 빈도가 높은 이유는 이 개체군의 본질적인 속성이 특이하기 때문으로 해석할 수도 있다. 즉, 큰 개체는 다음해 크기가 감소하고, 작은 개체는 다음해 증가하여, 결국 중간 크기의 개체가 많아지기 때문인 것으로 사료되었다.

전 조사개체에서 연도별 엽면적의 크기변화를 증가, 일정 및 감소한 개체의 비율로 나타낸 것은 Table 4와 같다.

Table 4. Changes of *S. renifolius* along size classes

Year	Number (%) decreased	Number (%) without change	Number (%) increased
1992	39 (10.8)	236 (65.4)	86 (23.8)
1993	48 (13.4)	214 (60.0)	95 (26.6)
1994	67 (19.4)	205 (59.2)	74 (21.4)

적 요

얇은부채개체군의 동태를 파악하기 위하여 경기도 광주군 중부면 남한산성 지역의 자연군락에서 1991년부터 1994년까지 지상부의 크기변화를 조사하였다.

엽수에 의한 크기별 분포구조는 극단적인 종형율, 엽면적에 의한 것도 대체로 종형을 이루어 중간계급 개체들이 많았다. 지상부는 3월 하순경 성장하기 시작하고 5월 중순경 완료하여 비교적 짧은 시기에 성장을 완료하는 것으로 나타났다. 잎의 각 속성간에 매우 유의한 상관관계가 있었으며, 엽신의 길이와 폭을 곱하여 얻은 값과 건물량과는 상관계수가 컸다. 개체당 매년 엽수는 0.08개, 엽면적은 9.7 cm²증가하였다. 개체별 전년에 비한 지상부의 변화는, 대체로 엽수가 많거나 엽면적이 넓은 개체는 감소하는 개체의 비율이 높았고, 이것이 적거나 좁은 개체는 증가하는 개체의 비율이 높았다. 따라서 얇은부채개체군에서 중간계급의 빈도가 높은 이유는 크기별 성장량의 차이에 의한 것으로 사료되었다.

인용문헌

기상청. 1990. 한국기후표 평년값 1961-1990. 제Ⅱ권. 동진문화사, 418p.

정연숙. 1989. 수 중 근반형성식물의 영양생장과 개체군의 동태. 서울대학교 박사학위논문, 166p.

정연숙. 1991. 용동굴레와 각시뿔굴레의 성장특성과 라메트 개체군의 동태. 한국생태학회지

- 14:305-316.
- 정연숙 · 김준호. 1989. 간척지 갈대의 영양생장과 지상부 모듈의 개체군동태. 한국생태학회지 12:171-182.
- Angevine, M.W. and S.N. Handel. 1986. Invasion of forest floor space, clonal architecture and population growth in the perennial herb *Clintonia borealis*. J. Ecol. 74:547-560.
- Charlesworth, B. and J.A. Leon. 1976. The relation of reproductive effort to age. Amer. Natur. 110:449-459.
- Courtney, A.D. 1969. Seed dormancy and field emergence in *Polygonum aviculare*. J. Appl. Ecol. 5:675-684.
- Eriksson, O. 1988. Ramet behaviour and population growth in the clonal herb *Potentilla anserina*. J. Ecol. 76:522-536.
- Gilbert, O.L. 1970. Biological flora of the British Isles -*Dryopteris villarii* (Bellardi) Waynar. J. Ecol. 58:301-313.
- Harper, J.L. and J. White. 1974. The demography of plants. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5:419-463.
- Hegazy, A.K. 1992. Age-specific survival, mortality and reproduction, and prospects for conservation of *Limonium delicatulum*. J. Appl. Ecol. 29:549-557.
- Lotz, L.A. 1990. The relation between age and size at first flowering of *Plantago major* in various habitats. J. Ecol. 78:757-771.
- May, R.M. 1973. On relationships among various population models. Amer. Natur. 107:46-57.
- Odum, E.P. 1965. Germination of ancient seeds. Floristical observations and experiments with archaeologically dated soil samples. Proc. NZ Ecol. Soc. 17:1-9.
- Rabotnov, T.A. 1969. On coenopopulations of perennial herbaceous plants in natural coenoses. Vegetatio 19:87-95.
- Šesták, Z., J. Čatský and P.G. Jarvis. 1971. Plant photosynthetic production manual of methods. Dr W. Junk N.V., Publishers, The Hague.
- Silvertown, J.W. 1982. Introduction to plant population ecology. Longman, London. 209p.
- White, J. and J.L. Harper. 1970. Correlated changes in plant size and number in plant populations. J. Ecol. 58:467-485.

(1994년 8월 29일 접수)