

삼림군집구조 조사를 위한 조사구 크기에 관한 연구(I)¹ —소백산지역 활엽수혼효림군집 교목층의 적정 조사구수—

박인협² · 이경재³ · 조재창⁴

Plot Size for Investigating Forest Community Structure(I)¹

—Adequate Number of Plots of Tree Stratum in
a Mixed Deciduous Forest Community at
Sobaeksan Area—

In-Hyeop Park² · Kyong-Jae Lee³ · Jae-Chang Jo⁴

요 약

빈도측정을 고려한 삼림군집구조 조사시 교목층의 적정 조사구수를 결정하기 위하여 우점종인 물푸레나무의 중요치가 28.1%인 소백산지역 활엽수혼효림군집의 교목층을 대상으로 20개의 10m×10m 조사구를 설치한 후 종수-면적 곡선, performance curve, 통계학적 방법 등을 적용하였다. 종수-면적 곡선에 있어서 누적조사구수의 증가율보다 출현종수의 증가율이 낮은 최소 조사구수는 8개이었으며, 누적조사구수의 증가율에 비하여 출현종수의 증가율이 1/2 이하인 최소 조사구수는 11개이었다. 주요수종의 중요치에 의한 performance curve를 작성한 결과 우점종과 준우점종의 구분이 뚜렷해지는 최소 조사구수는 5개이었으며, 준우점종간의 구분도 뚜렷해지는 최소 조사구수는 10개이었다. 따라서, 삼림군집 구조의 기본적인 측도인 출현종수와 중요치를 고려할 때 본 조사지에 있어서 10m×10m 교목층 조사구의 적정 조사구수는 10개인 것으로 나타났다. 이때, 군집을 대표한다고 할 수 있는 20개 전체조사구와의 유사도지수는 90% 이상이었으며, 모집단인 군집 종다양도에 대한 신뢰구간은 ±0.073이었다.

분류단어 : 표본 크기, 조사구수, 활엽수혼효림군집, 교목층

ABSTRACT

A mixed deciduous forest community in Mt. Sobaek was studied to determine the adequate number of plots of tree stratum for investigating forest community structure. Twenty 10m×10m plots were set up

1 접수 11월 25일 Received on Nov. 25, 1992

2 순천대학교 농과대학 College of Agriculture, Sunchon National Univ., Sunchon 540-742, Korea

3 서울시립대학교 문리과대학 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul 130-743, Korea

4 서울대학교 대학원 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Graduate School, Seoul National Univ., Suwon 441-744, Korea

in the studied forest community, and species-area curve, performance curve and statistical method were carried out. According to species-area curve, the minimal number of plots where a given percentage increase in number of plots produced less than the same percentage increase in number of species was eight. The minimal number of plots where a given percentage increase in number of plots produced less than the half of the percentage increase in number of plots was eleven. According to performance curve by importance value of the major species, the minimal number of plots where the dominant species was distinguished from the subdominant species was five. The minimal number of plots where the subdominant species was distinguished from each other was ten. Therefore, ten 10m×10m plots seems to give an adequate sample for investigating structure of the studied forest community. Similarity index between the ten plots and total twenty plots was above 90%, and 95% confidence interval of species diversity of the ten plots was ± 0.073 .

Key words: Sample size, Number of plots, Mixed deciduous forest community, Tree stratum.

서 론

넓은 면적을 이루고 있는 삼림군집의 구조를 조사하고자 할 때 삼림군집 전체를 모두 조사한다는 것은 거의 불가능하며 비합리적인 일이다. 따라서 삼림군집내에서 표본을 추출하여 조사하고 그 결과에 의하여 전체 삼림군집을 추정하는 표본조사법을 일반적으로 사용하고 있다. 삼림군집의 구조를 조사하기 위한 표본조사법으로는 방형구법, transect법, point법 등이 있으나 특수한 경우를 제외할 때 일반적으로 방형구법이 사용되고 있다(Brewer and Zar, 1977). 방형구법에 있어서 표본추출 방법을 최소면적의 단일 조사구를 설치하기도 하나, 빈도 측정을 고려하여 몇 개의 조사구를 삼림군집내에 임의로 설치하는 것이 일반적인 방법이다. 빈도 측정이 요구되는 군집구조 조사시 1개 조사구의 면적은 식생층에 따라 다르며, 교목층의 경우 100m², 관목층은 4-16m², 초본층은 1-2m² 정도가 적당한 것으로 인정되고 있다(Cain and Castro, 1959; Oosting, 1956).

빈도 측정이 요구되는 군집구조 조사시 설치되는 조사구의 수 즉, 표본의 크기를 증가시키면 정확도는 높아지는 반면 시간과 노력이 많이 들기 때문에 적절한 표본의 크기를 결정하는 것은 기초적이면서도 중요한 과제라고 할 수 있다. 적정 표본의 크기는 삼림군집의 유형에 따라 다르며, 삼림군집의 이질성 즉, 혼효율이 높은 군집일수록 보다 큰 표본의 크기가 요구된다(Brewer and McCann, 1982). 따라서 혼효율이 비교적 높은 삼림군집인 활엽수혼효림군집을 대상으로 적정 표본의 크기를 결정하는 것은 중요한 의미를 갖는다.

본 연구는 이러한 관점에서 소백산지역 활엽수혼효

림군집의 교목층을 대상으로 빈도 측정이 요구되는 삼림군집구조 조사를 위한 적정 조사구수를 결정하고자 실시되었다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 연구는 소백산지역 천동계곡 해발 430-530m의 남서사면에 위치하고 있는 활엽수혼효림군집을 대상으로 실시되었다(그림 1). 활엽수혼효림군집의 계곡하부(해발 430m)와 계곡상부(해발 530m)에는 낙엽송이 식재되어 있었으며 사면상부에는 신갈나무가 우점종을 이루고 있었다. 따라서 본 조사지인 활엽수혼효림군집은 계곡상하부의 낙엽송조림지와 사면상부의 신갈나무림, 사면하부의 계천과 등산로에 의하여 둘러싸인 어느정도 독립된 형태의 군집이라고 할 수 있다. 활엽수혼효림군집의 크기는 계곡상하부간 거리 약 650m, 사면상하부간 거리 약 100m로서 총면적은 약 6.5ha이었다. 경사도는 10-20°C이었으며 암반나출도가 80-95%로서 전형적인 계곡부의 지황 특성을 보이고 있었다.

중구성 상태를 보면 교목층의 경우 물푸레나무, 쪽동백나무, 왕느릅나무, 고로쇠나무, 쇠물푸레나무 등이 5% 이상의 중요치를 보였으며, 우점종이라고 할 수 있는 물푸레나무의 중요치가 28.1%로 비교적 낮은 값을 보임으로써 혼효율이 비교적 높은 활엽수혼효림군집이었다(표 1). 표에서는 제시하지 않았으나 관목층에서는 담쟁이덩굴, 바위말발도리 등의 암반부착 수종이 주를 이루고 있었으며 생강나무, 조록싸리 등이 고르게 출현하고 있었다. 교목층중 상층임관을 이루고

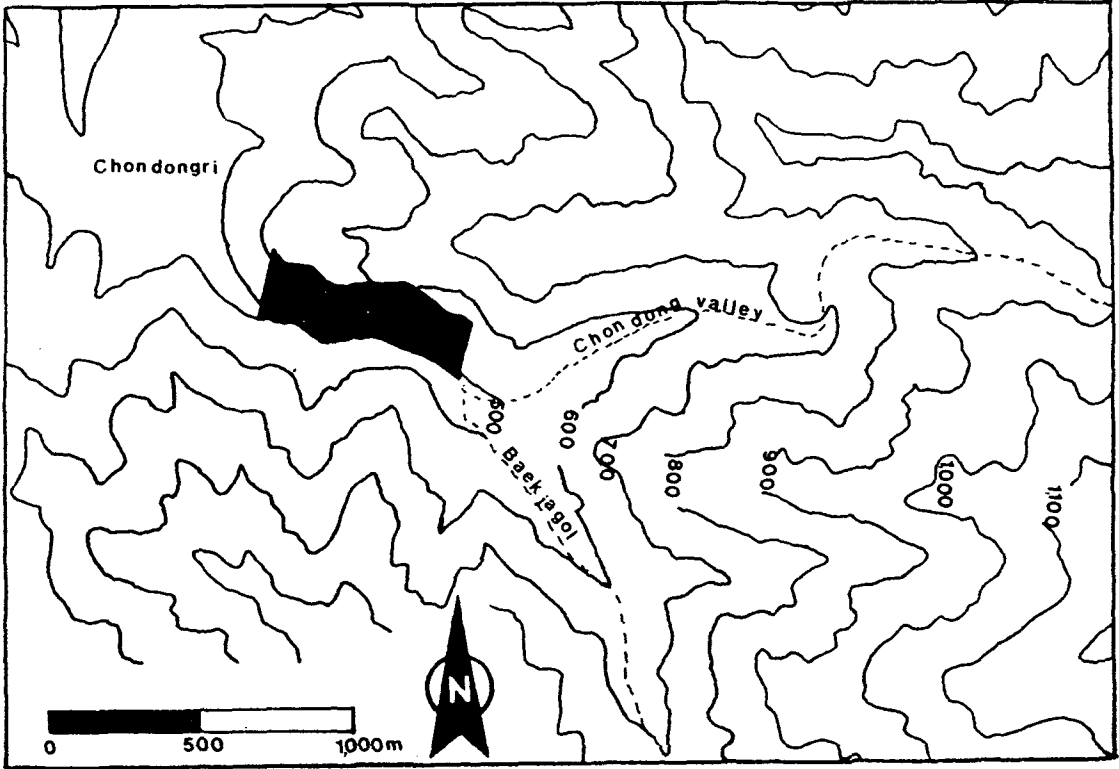


Figure 1. Location map of the mixed deciduous forest community studied in Mt. Sobaek

Table 1. Importance values of the major species (I.V. > 5.0) in tree stratum of total plots

Species	I.V.(%)
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	28.1
<i>Styrax obassia</i>	13.8
<i>Ulmus macrocarpa</i>	10.7
<i>Acer mono</i>	9.6
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	6.1
Other species	31.7

있는 교목상층의 밀도는 855본/ha, 평균 흉고직경은 12.6cm, 평균수고는 15m, 식피율은 80-95%이었다.

2. 조사방법

조사구의 기본 단위 즉, 1개 조사구의 크기는 교목층에 있어서 경험적으로 적합하다고 인정되고 있는 10m x 10m로 하였다(Cain and Castro, 1959; Oosting, 1956). 조사구의 설치는 임연효과를 배제하고 전체 조사구 측정치의 경우 조사군집을 대표할 수

있도록 하기 위하여 활엽수혼효림군집(계곡거리 650m x 사면거리 100m)의 사면거리를 2등분한 후 등분된 각 사면의 중앙부에 계곡거리에 따른 등간격으로 10개씩 설치하였다. 따라서 조사구의 총수는 20개(2개 조사구 x 10개 조사구)가 된다. 식생조사로서는 설치된 각 조사구내 교목층을 대상으로 수종, 흉고직경 등을 측정하였다. 교목층의 구분은 흉고직경 1cm 이상으로 하였다(Monk et al., 1969).

적정 조사구수를 결정하는 방법으로는 종수-면적 곡선(species-area curve), performance curve, 통계학적 방법 등을 적용하였다(Brewer and McCann, 1982). 종수-면적 곡선과 performance curve의 경우 누적조사구의 순서는 총 20개 조사구에 일련번호를 정한 후 난수표에 의하여 임의로 선정하였다. 따라서 본 연구 결과 제시된 적정 조사구수는 임의표본추출법의 경우에 해당된다. 삼림군집 분석치로서 중요치(importance value)는 상대밀도, 상대흉고단면적, 상대빈도에 의한 Curtis와 McIntosh(1951)의 방법, 종다양도(species diversity)는 수종별 개체밀도에 의한 Shannon의 방법(Pielou, 1975), 유사도지수는

중요치에 의한 Sørensen의 방법(Brower and Zar, 1977)을 사용하였다.

결 과

1. 종수-면적 곡선

표본의 크기에 따른 출현종수의 변화를 종수-면적 곡선이라고 하며, 표본의 크기는 누적조사구면적 또는 누적조사구수 등으로 나타낼 수 있다(Brewer and McCann, 1982). 본 조사지인 활엽수혼효림군집의 누적조사구수에 의한 교목층의 종수-면적 곡선은 그림 2와 같다.

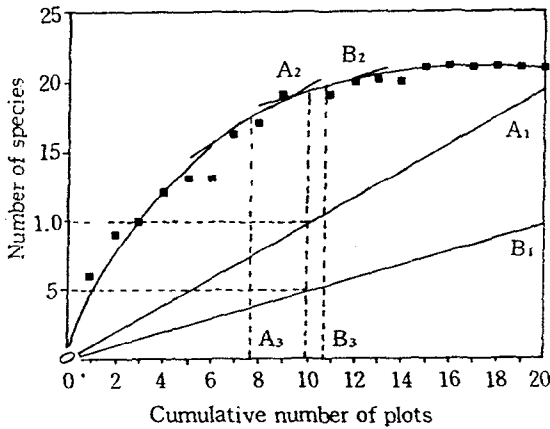


Figure 2. Species-area curve of the studied forest community

Legend : A₁, line where a given percentage increase in number of plots produce the same percentage increase in number of species; B₁, line where a given percentage increase in number of plots produce the half of the percentage increase in number of species; A₂ and B₂, tangent lines parallel to A₁ and B₁, respectively; A₃ and B₃, protration to minimal number of plots based on A₁ and B₁, respectively.

전체 20개 조사구중 임의로 선정된 첫번째 조사구 즉, 1개 누적조사구수의 출현종수는 6개 수종이었다. 두번째 임의로 선정된 조사구에서는 첫번째 조사구에서 출현하지 않았던 3개의 새로운 수종이 출현함으로써 첫번째와 두번째 조사구의 합 즉, 누적조사구수가 2개인 경우 출현종수는 9개가 되었다. 동일한 방법으로 누적조사구수를 증가시키에 따라 출현종수는 점차

증가한 후 누적조사구수 16개 이상에서 21개 수종으로 최대치를 보였다.

Brewer와 McCann(1982)은 종수-면적 곡선에 의하여 최소 크기의 적정 조사구수를 결정하는데 있어서 특정한 방침은 없으나, 일반적으로 누적조사구수의 증가율 보다 출현종수의 증가율이 낮을 때 적당한 것으로 인정되고 있으며, 보다 정확성을 요구할 경우 누적조사구수의 증가율에 비하여 출현종수의 증가율이 1/2 이하인 조사구수를 적정조사구수로 한다고 하였다. 본 조사의 경우 누적조사구수의 증가율보다 출현종수의 증가율이 낮은 최소 조사구수는 8개이었으며, 누적조사구수의 증가율에 비하여 출현종수의 증가율이 1/2 이하인 최소 조사구수는 11개이었다.

2. Performance curve

표본의 크기에 따른 어떠한 평균 측정치의 변화를 performance curve라고 하며, 표본의 크기를 증가시키에 따라 평균 측정치는 모집단의 평균치에 수렴하기 때문에 적정 표본의 크기를 결정하는데 이용되고 있다(Brewer and McCann). 본 조사지인 활엽수혼효림군집의 누적조사구수의 증가에 따른 교목층 주요 수종의 중요치 변화에 의한 Performance curve는 그림 3과 같다.

누적조사구수가 증가함에 따라 소수의 조사구에 집중분포하고 있는 수종의 중요치가 점차 상쇄되어 전체

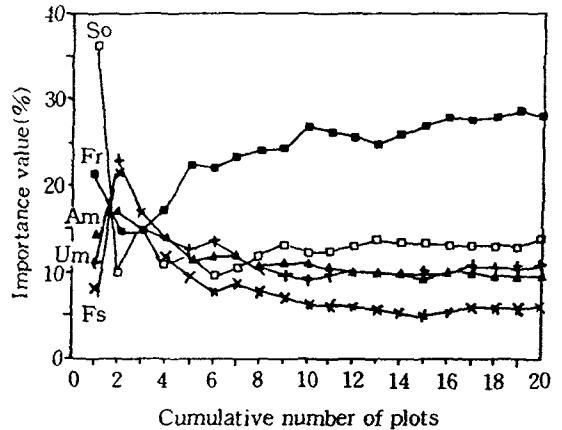


Figure 3. Relation of the importance value of the major tree species to cumulative number of plots

Legend : So: *Styrax obassia*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Am: *Acer mono*, Um: *Ulmus macropoda*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*.

조사구인 누적조사구수 20개의 중요치에 수렴하는 것으로 나타났다. 본 조사군집을 대표한다고 할 수 있는 누적조사구수 20개에서 산정된 중요치는 물푸레나무가 28.1%로서 우점종이었으며, 준우점종의 경우 쪽동백나무 13.8%, 왕느릅나무 10.7%, 고로쇠나무 9.6%, 쇠물푸레나무 6.1%의 순으로 높았다. 이와 비교할 때 누적조사구수 5개 이상에서 우점종과 준우점종의 구분이 뚜렷해지며, 전체 조사구인 누적조사구수 20개의 준우점종중 왕느릅나무와 고로쇠나무의 중요치가 유사한 것을 고려하면 누적조사구수 10개 이상에서는 준우점종의 중요치도 일정한 경향으로 구분되는 것으로 나타났다.

그림 4에서는 20개 전체조사구와 각 누적수의 조사구간 유사도지수를 보였다. 누적조사구수가 증가함에

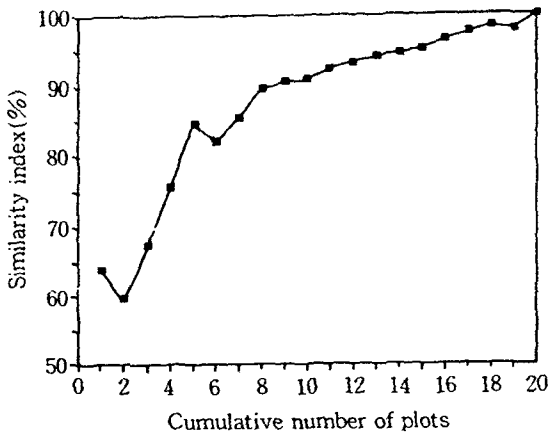


Figure 4. Relation of similarity index between each cumulative number of plots and total plots to cumulative number of plots

따라 유사도지수는 다소의 증감을 보이면서 점차 증가한 후 누적조사구수 20개의 100%에 수렴하고 있는 것으로 나타났다. 본 조사군집을 대표한다고 할 수 있는 20개 전체 조사구와의 유사도지수가 90% 이상인 누적조사구수는 8개 이상이었으며, 80%이상인 누적조사구수는 5개 이상이었다.

3. 통계학적 방법

통계학에 있어서 주어진 신뢰한계에서 추정하고자 하는 모집단의 평균은 $\bar{x} \pm t(s/\sqrt{n})$ 의 범위내에 존재하며, 따라서 주어진 신뢰한계에서 표본 평균(\bar{x})의 모집단 평균에 대한 신뢰구간은 $\pm t(s/\sqrt{n})$ 로 나타

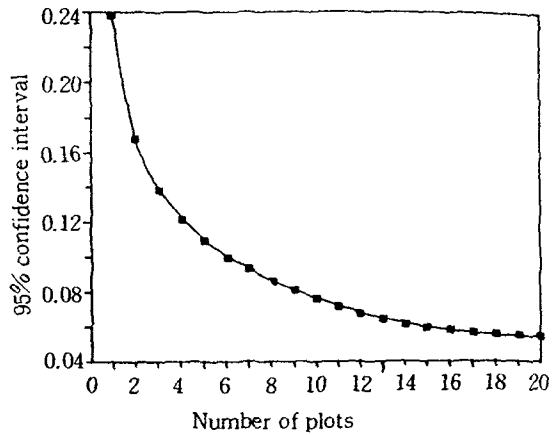


Figure 5. Relation of 95% confidence interval of each number of plots for species diversity to number of plots

낼 수 있다(단, t 는 t -value, s 는 표본의 표준편차, n 은 표본수). 이러한 신뢰구간에 대한 개념은 적정 조사구수를 결정하는데 사용될 수 있으며, 이 때 95%의 신뢰한계가 일반적으로 적용되고 있다(Brower and Zar, 1977 ; Brewer and McCann, 1982).

본 조사지인 활엽수혼효림에서 조사구수에 따른 종 다양성의 95% 신뢰구간은 그림 5와 같다. 모집단인 활엽수 혼효림군집의 종다양도에 대한 신뢰구간이 ± 0.1 이하인 조사구수는 6개 이상이었으며, 조사구수가 10개일 경우 신뢰구간은 ± 0.073 인 것으로 나타났다.

고찰 및 결론

삼림군집의 유형은 출현종과 출현종별 개체의 수, 크기, 분포형태 등에 의하여 결정될 수 있으며, 개체의 수, 크기, 분포형태는 각각 밀도, 피도 또는 흉고단면적, 빈도 등에 의하여 표현할 수 있다(Muller-Dombois and Ellenberg, 1974). 이러한 관점에서 볼 때 삼림군집 구조 조사에 있어서 출현수종수와 밀도, 피도 또는 흉고단면적, 빈도에 의한 종합적인 측도인 중요치는 기본적이면서도 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다.

본 조사지인 활엽수혼효림군집 교목층의 종수-면적 곡선 즉, 출현수종수에 의한 10m x 10m 조사구의 적정수는 일반적인 수준의 경우 8개 이상, 보다 정확성을 요구할 경우 11개 이상이었으며, 주요 수종의 중요치에 의한 performance curve를 작성한 결과 우점

종과 준우점종의 구분 및 준우점종인 4개 수종간의 구분이 뚜렷해지는 조사구수는 10개 이상이었다. 따라서, 본 조사지에 있어서 10m×10m 교목층 조사구의 적정조사구수는 10개라고 할 수 있다. 이때, 군집을 대표한다고 할 수 있는 20개 전체조사구와의 유사도지수는 90% 이상이었으며, 모집단인 군집 종다양도에 대한 신뢰구간은 0.073이었다. 한편, 적정 조사구의 수는 삼림군집의 이질성이 높을 수록 증가하며, 본조사지의 경우 우점종인 불푸레나무의 중요치가 비교적 낮은 혼효율이 높은 삼림군집임을 고려할 때 상대적으로 혼효율이 낮은 삼림군집의 경우 적정조사구수는 10개 이하가 될 것으로 추정된다.

인용문헌

1. Brewer, R. and M. T. McCann. 1982. Laboratory and field manual of ecology. Saunders College Pub., New York. 269pp.
2. Brower, J. E. and J. H. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co., Iowa. 194pp.
3. Cain, S. A. and G. M. De O. Castro. 1959. Manual of vegetation analysis. Haper, New York. 325pp.
4. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32 : 476-496.
5. Monk, C. D., G. I. Child and S. A. Nicholson. 1969. Species diversity of a stratified oak-hickory community. *Ecology* 50 : 468-470.
6. Muller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York. 547pp.
7. Oosting, H. J. 1956. The study of plant communities : An introduction to plant ecology. 2nd ed. W. H. Freeman and Co., Sanfrancisco. 440pp.
8. Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons, New York. 165pp.