

산림군집구조 조사를 위한 조사구 크기에 관한 연구(V)¹ - 구룡산지역 활엽수혼효림군집 교목층과 관목층의 적정 조사구수 -

박인협² · 서영권²

Plot Size for Investigating Forest Community Structure (V)¹

- Adequate Number of Plots for Tree and Shrub Strata in a Mixed Forest Community of Broad-leaved Trees at Guryongsan Area -

In-Hyeop Park², Young-Kwon Seo²

요 약

무작위표본추출법에 의한 산림군집구조 조사시 교목층과 관목층의 적정 조사구수를 파악하기 위하여 혼효율이 비교적 높은 구룡산 상금정계곡 활엽수혼효림군집의 교목층과 관목층을 대상으로 각각 10m×10m, 5m×5m 크기의 조사구를 15개씩 설치한 후 종수-면적 곡선, performance curve 등을 적용하였다. 종수-면적 곡선에 의한 교목층의 적정 조사구수는 일반적인 수준에서 5개 이상이었으며, 보다 정확성을 요구할 경우 10개 이상이었다. 교목층의 상대중요치에 의한 performance curve를 작성한 결과 조사구수 4개 이상에서 우점종과 준우점종의 구분이 뚜렷해지며, 조사구수 8개 이상에서는 준우점종의 순위가 일정한 경향이였다. 교목층의 종다양도는 조사구수 7개 이상에서 비교적 일정한 경향을 보였으며, 조사군집을 대표한다고 할 수 있는 전체 조사구수 15개의 종다양도와 0.05 이내의 차이를 보였다. 교목층 전체 조사구수와의 유사도지수는 조사구수 5개 이상에서 80% 이상, 9개 이상에서 90% 이상이었다. 관목층의 경우, 종수-면적 곡선에 의한 적정 조사구수는 일반적인 수준에서 5개 이상이었으며, 보다 정확성을 요구할 경우 12개 이상이었다. 관목층의 상대중요치에 의한 performance curve를 작성한 결과 조사구수 4개 이상에서 우점종과 준우점종의 구분이 뚜렷하였으며, 조사구수 13개 이상에서는 준우점종의 순위가 일정한 경향으로 유지되었다. 관목층 종다양도는 조사구수 6개 이상에서 비교적 일정한 경향을 보였으며, 조사군집을 대표한다고 할 수 있는 전체 조사구수 15개의 종다양도와 0.05 이내의 차이를 보였다. 관목층 전체 조사구수와 유사도지수는 조사구수 5개 이상에서 80%, 9개 이상에서 90% 이상이었다. 이상을 종합하면, 우점종과 준우점종이 구분되는 일반적인 수준의 적정 조사구수는 교목층과 관목층 모두 대체로 5개, 준우점종 내에서의 순위까지 구분되는 보다 정확성을 요구하는 수준의 적정 조사구수는 교목층 10개, 관목층 13개 정도이었다.

주요어 : 종수-면적 곡선, 상대중요치, 종다양도, 유사도지수

1 접수 12월 15일 Received on Dec. 15, 2001

2 순천대학교 농업생명과학대학 College of Agriculture and Life Sciences, Suncheon National Univ., Suncheon, 540-742, Korea(inhyeop@sunchon.ac.kr)

ABSTRACT

A mixed forest community of broad-leaved trees in Guryongsan area was studied to determine the adequate number of plots of tree and shrub strata for investigating forest community structure. Fifteen 10m×10m plots were set up in the tree stratum and fifteen 5m×5m plots were set up in the shrub stratum. Species-area curves and performance curves were made from vegetation analysis of the plots. In tree stratum, the minimum number of plots where a given percentage increase in number of plots produced less than the same percentage in number of species was five. In tree stratum, minimum number of plots where a given percentage increase in number of plots produced less than the half of the percentage increase in number of species was ten. In tree stratum, minimum number of plots where the dominant species was distinguished from the subdominant species was four. In tree stratum, minimum number of plots where the subdominant species were distinguished from each other was eight. In tree stratum, the difference of species diversity(H') between seven or more plots and total fifteen plots was less than 0.05. Similarity index was more than 80% between five or more plots and total fifteen plots, and more than 90% between nine or more plots and total fifteen plots. In shrub stratum, the minimum number of plots where a given percentage increase in number of plots produced less than the same percentage in number of species was five. In shrub stratum, the minimum number of plots where a given percentage increase in number of plots produced less than the half of the percentage increase in number of species was twelve. In shrub stratum, minimum number of plots where the dominant species was distinguished from the subdominant species was four. In shrub stratum, the minimum number of plots where the subdominant species were distinguished from each other was thirteen. In shrub stratum, the difference of species diversity(H') between six or more plots and total fifteen plots was less than 0.05. Similarity index was more than 80% between five or more plots and total fifteen plots, and more than 90% between nine or more plots and total fifteen plots. It may be given as a conclusion that adequate number of 10m×10m plots for the tree stratum was about 5 in general case and 10 in case of requiring more accuracy, and that the adequate number of 5m×5m plots for shrub stratum was about 5 in general case and 13 in case of requiring more accuracy.

KEY WORDS : SPECIES-AREA CURVE, IMPOTANCE PERCENTAGE, SPECIES DIVERSITY, SIMILARITY INDEX

서론

산림군집의 구조를 조사하기 위한 표본조사법으로는 방형구법, transect법, point법 등이 있으나 특수한 경우를 제외하면 일반적으로 방형구법이 사용되고 있다(Brewer and Zar, 1977). 방형구법에 있어서 표본추출 방법은 비교적 넓은 면적의 단일 조사구를 설치하거나 빈도 측정을 고려하여 기본 단위의 조사구를 여러 개 설치하는 것이 일반적인 방법이다. 이때 조사구의 크기, 즉 단일 조사구의 면적 또는 기본 단위의 조사구수를 증가시키면 정확도는 높아지는

반면 시간과 노력이 많이 들기 때문에 적절한 조사구의 크기를 결정하는 것은 기초적이면서도 중요한 과제라고 할 수 있다. 적정 조사구의 크기는 산림군집의 유형에 따라 다르며, 혼효율이 높은 산림군집일수록 보다 큰 조사구의 크기가 요구된다(Brewer and McCann, 1982). 따라서, 전반적인 산림군집을 대상으로 적정 조사구의 크기를 적용하기 위해서는 산림군집의 유형에 따른 연구가 필요하며, 특히 혼효율이 비교적 높은 산림군집을 대상으로 적정 조사구의 크기를 결정하는 것이 중요한 의미를 갖는다.

본 연구는 이러한 관점에서 산림군집구조 조사를

위한 교목층의 적정 조사구 크기(박인협 등, 1993; 1994), 관목층의 적정 조사구 크기(박인협과 문광선, 1995; 1996) 등 일련의 연구에 이어 기존 연구와는 산지와 임상이 다르며 혼효율이 비교적 높은 구룡산지역 활엽수혼효림군집을 대상으로 기본 단위의 조사구를 여러 개 설치하는 무작위표본추출법에 있어서 교목층과 관목층의 적정 조사구수를 파악하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 연구는 강원도 구룡산지역 상금정 계곡부 해발 880~950m 지점의 동질성이 유지되고 있는 활엽수 혼효림군집을 대상으로 실시되었다. 종구성 상태는 교목층에서 귀룽나무, 층층나무, 왕버들, 고로쇠나무, 느릅나무, 함박꽃나무, 산뽕나무 등이 5% 이상의 중요치를 보였으며, 우점종이라고 할 수 있는 귀룽나무의 중요치가 20.3%로 비교적 낮은 값을 보임으로써 혼효율이 높은 산림군집이었다(Table 1). 관목층의 경우 물참대, 고평나무, 고추나무 등이 주를 이루고 있었다.

2. 조사방법

조사구의 기본단위, 즉 1개 조사구의 크기는 교목층은 10m×10m, 관목층은 5m×5m로 하였다. 조

사구의 설치는 전체 조사구 측정치의 경우 조사군집을 대표할 수 있도록 하기 위하여 동질성이 유지되고 있는 활엽수혼효림군집 내에 고르게 분포하도록 교목층과 관목층 각각 15개의 조사구를 배치하였다.

식생조사로서는 각 조사구 내에 출현하는 목본식물을 대상으로 교목층과 관목층으로 구분하여 수종, 흉고직경 또는 수관폭 등을 조사하였다. 식생층의 구분은 Monk 등(1969)의 방법을 참조하여 수고 2m 이상의 수목을 교목층, 수고 2m 미만의 수목을 관목층으로 하였다. 산림군집분석치로서 각 종의 상대적 중요도를 나타내는 측도는 Curtis와 McIntosh (1951)의 중요치(importance value, I.V.)를 3으로 나눈 값인 상대중요치(importance percentage, I.P.)를 적용하였다(Brower and Zar, 1977). 종다양도(species diversity)는 일반적으로 사용되고 있는 Shannon의 수식(Pielou, 1977), 유사도지수는 상대중요치에 의한 Sørensen의 수식(Brower and Zar, 1977)을 사용하였다.

적정 조사구수를 결정하는 방법으로는 종수-면적곡선(species-area curve)과 산림군집 분석치에 의한 performance curve를 적용하였다(Brewer and McCann, 1982). 누적조사구의 순서는 식생층별 각각 15개 조사구에 일련번호를 정한 후 난수표에 의하여 무작위로 선정하였다. 따라서 본 연구결과 제시된 적정 조사구수는 무작위표본추출법의 경우에 해당된다.

Table 1. Importance percentage(%) of the major woody species in tree and shrub strata of total plots

Species	Tree stratum	Shrub stratum
<i>Salix chaenomeloides</i>	9.3	2.3
<i>Acer mono</i>	6.7	-
<i>Prunus padus</i>	20.3	-
<i>Cornus controversa</i>	10.6	-
<i>Magnolia sieboldii</i>	5.2	-
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	6.0	-
<i>Morus bombycis</i>	5.2	-
<i>Philadelphus schrenckii</i>	-	22.4
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	2.4
<i>Deutzia glabrata</i>	-	35.4
<i>Staphlea bumalda</i>	-	17.5
Other species	34.7	20.0
Total	100.0	100.0

결과 및 고찰

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 구룡산지역 상금정계곡 활엽수혼효림군집의 누적조사구수에 의한 교목층과 관목층의 종수-면적 곡선은 각각 Figure 1, 2와 같다.

Brewer와 McCann(1982)은 종수-면적 곡선에 의하여 최소 크기의 적정 조사구수를 결정하는 데 있어서 특정한 법칙은 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 누적조사구수를 적정 조사구수로 한다고 하였다. 본조사지의 교목층과 관목층의 경우 누적조사구수의 증가율보다 출현종수의 증가율이

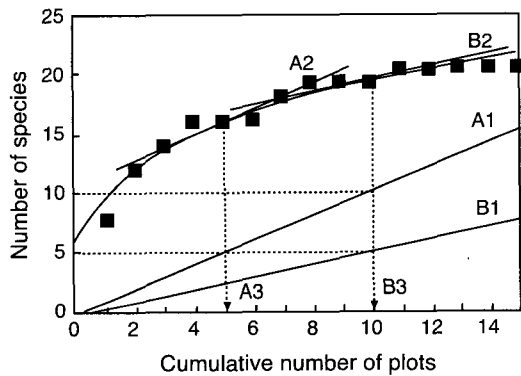


Figure 1. Species-area curve of the tree stratum(The size of a plot is 10 by 10 meters.)

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: protraction to minimal number of plots based on A1 and B1, respectively.

낮은 최소 조사구수는 2개 식생층 모두 5개이었으며, 누적조사구의 증가율에 비하여 출현종수의 증가율이 1/2 이하인 최소 조사구수는 교목층 10개, 관목층 12개이었다.

2. Performance curve

표본의 크기에 따른 어떠한 평균 측정치의 변화를 performance curve라고 하며, 표본의 크기를 증가 시킴에 따라 평균 측정치는 모집단의 평균치에 수렴하기 때문에 적정 표본의 크기를 결정하는 데 이용되고 있다(Brewer and McCann, 1982).

본 조사지인 활엽수혼효림군집의 누적조사구수 증가에 따른 교목층과 관목층의 주요 수종 상대중요치 변화에 의한 performance curve는 각각 Figure 3, 4와 같다. 교목층과 관목층 모두 누적조사구수가 증가함에 따라 주요 수종의 상대중요치가 점차 상쇄되어 전체 조사구인 누적조사구수 15개의 상대중요치에 수렴하는 것으로 나타났다. 교목층에서 조사군집을 대표한다고 할 수 있는 누적조사구수 15개 전체에

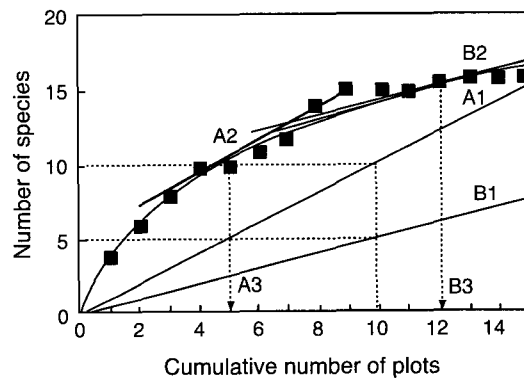


Figure 2. Species-area curve of the shrub stratum (The size of a plot is 5 by 5 meters.)

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: protraction to minimal number of plots based on A1 and B1, respectively.

서 산정된 상대중요치는 귀룽나무가 20.3%로서 우점종이었으며, 준우점종의 경우 층층나무 10.6%, 왕버들 9.3%, 고로쇠나무 6.7%, 느릅나무 6.0%의 순으로 높았다. 이와 비교할 때 누적조사구수 4개 이상에서 우점종과 준우점종의 구분이 뚜렷해지며, 누적조사구수 8개 이상에서는 준우점종의 순위가 일

정한 경향으로 구분되었다. 관목층에서는 조사군집을 대표한다고 할 수 있는 누적조사구수 15개 전체에서 산정된 상대중요치는 물참대가 35.4%로서 우점종이었으며, 준우점종의 경우 고향나무 22.4%, 고추나무 17.5%, 당단풍과 왕버들 각각 2.4%, 2.3%의 순으로 높았다. 이와 비교할 때 누적조사구수 4개

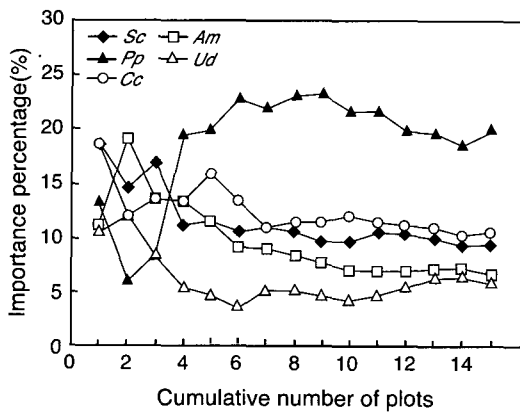


Figure 3. Importance percentage of the major woody species in relation to cumulative number of plots for the tree stratum (The size of a plot is 10 by 10 meters.)
Sc: *Salix chaenomeloides*, Am: *Acer mono*, Pp: *Prunus padus*, Ud: *Ulmus davidiana* var. *japonica*, Cc: *Cornus controversa*

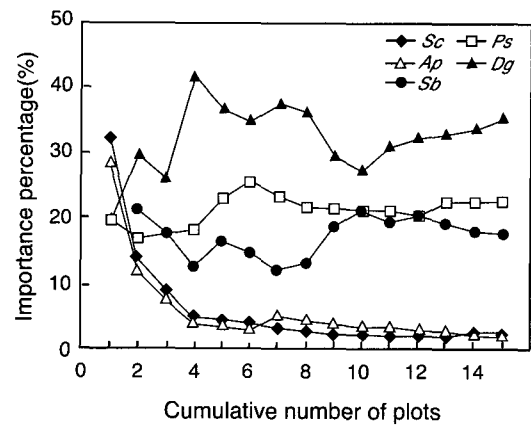


Figure 4. Importance percentage of the major woody species in relation to cumulative number of plots for the shrub stratum (The size of a plot is 5 by 5 meters.)
Sc: *Salix chaenomeloides*, Ps: *Philadelphus schrenckii*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, Dg: *Deutzia glabrata*, Sb: *Staphlea bumalda*

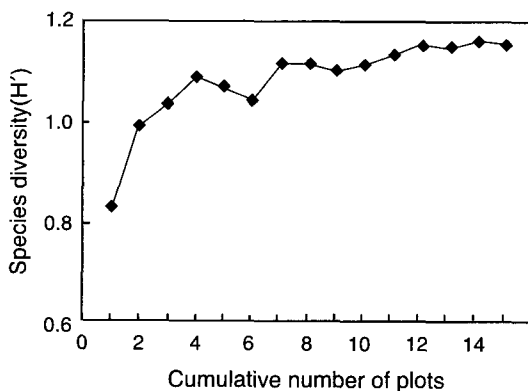


Figure 5. Species diversity in relation to cumulative number of plots for the tree stratum (The size of a plot is 10 by 10 meters.)

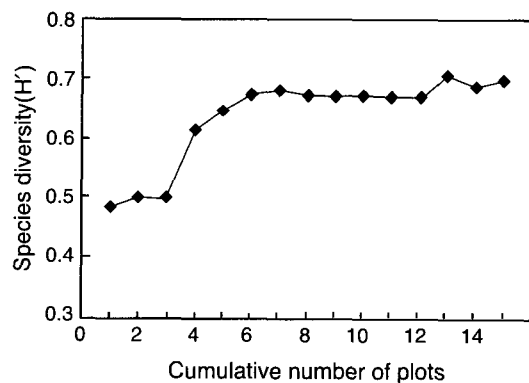


Figure 6. Species diversity in relation to cumulative number of plots for the shrub stratum (The size of a plot is 5 by 5 meters.)

이상에서 우점종과 준우점종의 구분이 뚜렷해지며, 누적조사구수 13개 이상에서는 준우점종의 순위가 일정한 경향으로 구분되었다.

Figure 5, 6에서는 누적조사구수의 증가에 따른 교목층과 관목층의 종다양도 변화를 보였다. 교목층과 관목층 모두 누적조사구수가 증가함에 따라 종수 및 균재도의 종합적인 지수인 종다양도가 대체적으로 증가한 후 다소의 증감을 보이면서 전체 조사구인 누적조사구수 15개의 종다양도에 수렴하는 것으로 나타났다. 교목층은 누적조사구수 7개 이상에서 비교적 일정한 경향을 보였으며, 관목층은 누적조사구수 6개 이상에서 비교적 일정한 경향을 보였다. 비교적 일정한 경향을 보인 교목층 누적조사구수 7개와 관목층 누적조사구수 6개의 종다양도는 각각 1.115, 0.674로서 전체 조사구인 누적조사구수 15개의 교목층 종다양도 1.153, 관목층 종다양도 0.696과 비교하면 모두 0.05 이내의 차이를 보였다.

Figure 7, 8에서는 누적조사구수 15개인 전체 조사구와 각 누적조사구간의 유사도지수를 보였다. 누적조사구수가 증가함에 따라 유사도지수는 다소의 증감을 보이면서 점차 증가한 후 누적조사구수 15개의 100%에 수렴하는 것으로 나타났다. 교목층과 관목층 모두 조사군집을 대표한다고 할 수 있는 누적조사구수 15개인 전체 조사구와의 유사도지수가 80% 이상인 누적조사구수는 5개 이상이었으며, 90% 이상인 누적조사구수는 9개 이상이었다.

이상의 결과를 종합하면, 본 조사지인 활엽수혼효

림군집에서 교목층의 산림군집구조를 조사하기 위하여 10m×10m 조사구를 무작위표본추출법에 의하여 여러 개 설치할 때, 종수-면적 곡선에 의한 적정 조사구수는 일반적인 수준에서 5개 이상이었으며, 보다 정확성을 요구할 경우 10개 이상이었다. 상대종요치에 의한 performance curve를 작성한 결과 누적조사구수 4개 이상에서 우점종과 준우점종의 구분이 뚜렷해지며, 누적조사구수 8개 이상에서는 준우점종의 순위가 일정한 경향이었다. 종다양도는 조사구수 7개 이상에서 비교적 일정한 경향을 보였으며, 조사군집을 대표한다고 할 수 있는 전체 조사구수 15개의 종다양도와 0.05 이내의 차이를 보였다. 전체 조사구수와의 유사도지수는 조사구수 5개 이상에서 80% 이상, 9개 이상에서 90% 이상이었다.

조사구의 크기를 5m×5m로 한 관목층의 경우, 종수-면적 곡선에 의한 적정 조사구수는 일반적인 수준에서 5개 이상이었으며, 보다 정확성을 요구할 경우 12개 이상이었다. 상대종요치에 의한 performance curve를 작성한 결과 조사구수 4개 이상에서 우점종과 준우점종의 구분이 뚜렷하였으며, 조사구수 13개 이상에서는 준우점종의 순위가 일정한 경향으로 유지되었다. 종다양도는 조사구수 6개 이상에서 비교적 일정한 경향을 보였으며, 조사군집을 대표한다고 할 수 있는 전체 조사구수 15개의 종다양도와 0.05 이내의 차이를 보였다. 전체 조사구와의 유사도지수는 조사구 5개 이상에서 80%, 9개 이상에서 90% 이상이었다.

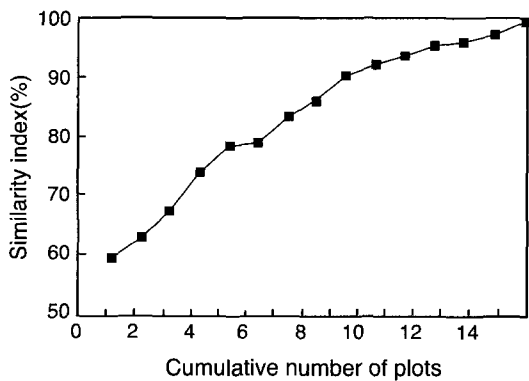


Figure 7. Similarity index between each cumulative number of plots and total number of plots for the tree stratum(The size of a plot is 10 by 10 meters.)

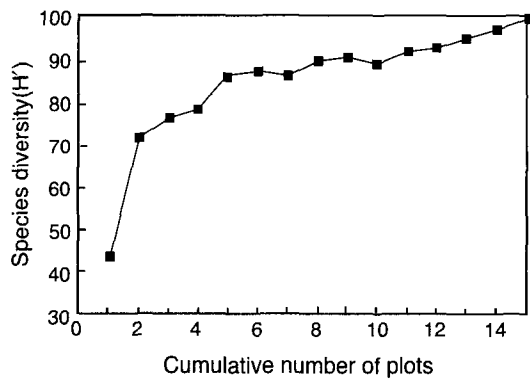


Figure 8. Similarity index between each cumulative number of plots and total number of plots for the shrub stratum(The size of a plot is 5 by 5 meters.)

이상을 종합하면, 본 조사지인 활엽수혼효림군집에서 산림군집구조를 조사하기 위하여 교목층 10m × 10m, 관목층 5m × 5m 크기의 조사구를 무작위표본추출법에 의하여 설치할 경우, 우점종과 준우점종이 구분되는 일반적인 수준의 적정 조사구수는 교목층과 관목층 모두 대체로 5개, 준우점종 내에서의 순위까지 구분되는 보다 정확성을 요구하는 수준의 적정 조사구수는 교목층 10개, 관목층 13개 정도이었다. 관목층의 경우 준우점종 내에서의 순위까지 구분되는 적정 조사구의 수가 교목층에 비하여 많은 것은 조사구의 크기가 작고 동일 산림군집 내에서도 교목층 하부의 환경조건에 따라 국지적인 집중 분포를 하는 수종이 비교적 많기 때문이라고 판단된다. 한편, 적정 조사구의 수는 산림군집의 혼효율이 높을수록 증가한다는 Brewer와 McCann(1982)의 보고와 본 조사지의 경우 비교적 혼효율이 높은 활엽수 혼효림이었던 점을 고려할 때, 상대적으로 혼효율이 낮은 산림군집의 경우 적정 조사구수는 본 연구에서 제시한 수보다 적을 것으로 추정된다.

인 용 문 헌

- 박인협, 문광선(1996) 산림군집구조 조사를 위한 조사구 크기에 관한 연구(Ⅳ) -오대산국립공원 지역 잣나무-활엽수 혼효림군집 관목층의 적정 조사구수-. 환경생태학회지 9(2): 197-201.
- 박인협, 문광선(1995) 산림군집구조 조사를 위한 조사구 크기에 관한 연구(Ⅲ) -주왕산 소나무림의 관목층 적정 조사구 면적-. 응용생태연구 8(2): 150-153.
- 박인협, 류창희, 조우(1994) 산림군집구조 조사를 위한 조사구 크기에 관한 연구(Ⅱ) -덕유산지역 혼효림군집 교목층의 적정 조사구 면적-. 응용생태연구 7(2): 187-191.
- 박인협, 이경재, 조재창(1993) 산림군집구조 조사를 위한 조사구 크기에 관한 연구(Ⅰ) -소백산지역 활엽수 혼효림군집 교목층의 적정 조사구수-. 응용생태연구 6(2): 162-167.
- Brewer, R. and M. T. McCann(1982) Laboratory and field manual of ecology. Saunders College Pub. , New York, 269pp.
- Brower, J. E. and J. H. Zar(1977) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publ., Iowa, 194pp.
- Curtis, J. T. and R. R. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Monk, C. D., G. I. Child and S.A. Nicholson(1969) Species diversity of a stratified oak-hickory community. Ecology 50(3): 468-470.
- Pielou, E. C.(1977) Ecological diversity. John Wiley & Sons, New York, 165pp.

박인협, 문광선(1996) 산림군집구조 조사를 위한 조사구 크기에 관한 연구(Ⅳ) -오대산국립공원 지역 잣나무-활엽수 혼효림군집 관목층의 적정 조사구수-. 환