

내장산국립공원 금선계곡 및 원적계곡 식생구조 특성 연구

A Study on the Vegetation Structure of the Geumsun Valley and Weonjeok Valley Plant Community in Naejangsan National Park, Korea

배기욱¹ · 이경재² · 한봉호² · 김종엽³

¹신성엔지니어링, ²서울시립대학교 조경학과, ³도시생태학연구센터 HUNECO

서론

우리나라의 자연공원은 국립공원, 도립공원, 군립공원으로 구분되며 자연생태계와 자연 및 문화경관을 보전하고 지속가능한 이용을 도모하여 국민의 보건 및 여가와 정서생활의 향상에 기여하고자 지정한 지역으로 생태계를 대표하는 공간이다(조태동 등, 1997). 하지만, 근래 국립공원의 탐방객 집중으로 무계획적, 비합리적인 난개발이 발생하고 있어 자연생태계 및 생물서식처 감소를 방지하기 위한 대책이 필요하다(오남현과 최외출, 2001). 또한, 서식처 훼손은 최소서식공간의 양과 질을 저하시키거나 생태적 과정을 방해함으로써 서식공간을 파괴하거나 개체군의 고립을 유발시키고 있다.

기존의 국내 산림군집구조 분석 및 식생조사 연구는 대부분 온대중부지역의 계곡부를 중심으로 수행되었으나, 온대남부지역을 대표할만한 내장산국립공원의 계곡부 식생연구는 미흡하여 본 연구의 필요성이 요구되었다. 또한, 그동안 내장산국립공원의 식생조사 및 모니터링은 실시되어 왔으나 본 연구와 같은 식생구조 조사를 통한 구체적인 공원관리계획은 없었다.

따라서, 본 연구는 내장산국립공원 금선계곡과 원적계곡을 대상으로 식물군집구조를 조사하여 두 계곡의 생태적 가치 및 환경적 차이를 규명하고, 기존 연구에서 다루지 못한 온대남부지역과 온대중부지역 접경지에 위치한 대상지의 식생구조 특성을 밝혀냄으로써 공원관리에 필요한 기초자료 제공에 그 목적이 있다.

연구방법

1. 조사지 개황

내장산국립공원 금선계곡 및 원적계곡의 기후대는 정읍시의 30년간(1971~2000년) 기상청(2010) 통계자료에 의해 온량지수 100℃ 이상인 106.3℃로 나타나 온대남부지역에 해당하였다. 강수량은 약 52%가 여름(6~8월)철에 집중되며, 졸참나무, 굴참나무 등의 낙엽 참나무류와 들메나무, 개서어나무, 느티나무, 고로쇠나무, 단풍나무, 물푸레나무, 굴거리나무 등의 습윤지성 산림 식생대에 적합한 수종이 분포함으로써 식물구계학적으로 온대남부 식생대로 판단되었다.

2. 식생조사

조사구는 400m²(20m×20m) 크기의 방형구 20개소를 설정하였으며, 조사시기는 2010년 6월에 실시하였다. 식생조사는 Monk *et al.*(1969)의 방법으로 조사구내에 출현하는

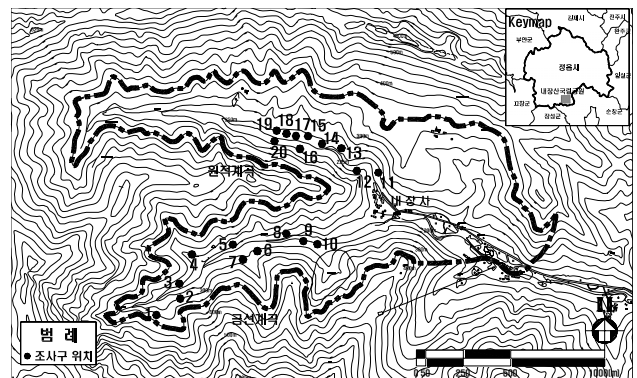


그림 1. 내장산국립공원 금선계곡 및 원적계곡 조사구 위치도

목본식물 중 교목층, 아교목층, 관목층의 수종명, 흉고직경, 수고, 지하고, 수관폭을 측정하였다(그림 1).

3. 군집분류

군집은 군집분류법과 Ordination 방법으로 분류할 수 있다. 군집분류법 중 TWINSpan(Two-way Indicator SPecies ANalysis)은 종분류법의 하나로 CA의 제 1축 기초 상에서 지표종법을 이용한 분류방법이다. Ordination 방법 중 DCA(Detrended Correspondence Analysis)는 종과 조사지를 대표하는 점과 벡터로 표시되는 환경인자가 하나의 도표에 나타낼 수 있어 식물군집과 주변 환경인자와의 관계를 보다 잘 알 수 있다(Hill, 1979). 본 연구에서는 TWINSpan과 DCA, 조사구별 평균상대우점치를 종합적으로 고려하여 군집을 분류하였다.

4. 평균상대우점치 및 상대우점치

조사구별 조사자료를 바탕으로 Curtis & McIntosh(1951)의 중요치(I.V.: importance value)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(I.P.: importance percentage)를 계산하였다. 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여하여 평균상대우점치(M.I.P.: mean importance percentage)를 다음과 같이 산정하였다(임경빈 등, 1980; 오구균과 박석곤, 2002). 이상의 모든 분석은 서울시립대학교 도시생태학연구실에서 개발한 PDAP(plant data analysis package)를 사용하여 실시하였다.

5. 흉고직경급별 분포 및 수목생장량

수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로 산림천이 양상을 추정할 수 있는 흉고직경급별 분포(Harcombe and Marks, 1978)를 분석하였다. 수목의 성장량은 조사구별로 주요수종에 대해 지상으로부터 1.2m 높이에서 성장추(increment borer)를 이용하여 목편을 추출한 후 수목의 연륜 및 성장량을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 군집분류

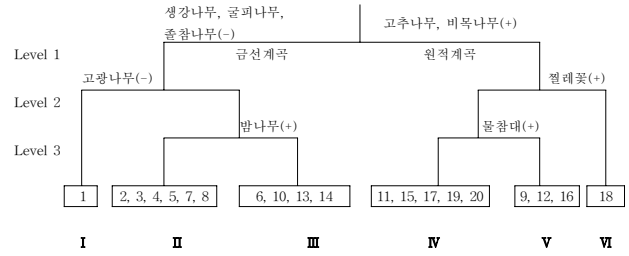


그림 2. 내장산국립공원 금선계곡 및 원적계곡 TWINSpan에 의한 Classification 분석

본 연구대상지에 설정한 20개 조사구를 TWINSpan을 이용하여 Classification 분석을 실시한 결과 전체적으로 6개의 군집으로 분류되었다(그림 2).

DCA를 이용한 Ordination 분석결과, 제1그룹은 조사구 18, 제2그룹은 조사구 11, 15, 17, 19, 20, 제3그룹은 조사구 9, 12, 16, 제4그룹은 6, 10, 13, 14, 제5그룹은 2, 3, 4, 5, 7, 8, 제6그룹은 조사구 1로 분리되었다. 조사구간의 상이성을 바탕으로 조사구를 배치하는 DCA에 의한 Ordination 분석은 환경적으로 비교적 동일지역 내 낙엽활엽수간의 비교라는 부분에서 군집분류가 명확하게 나타나지 않았다(그림 3).

본 연구에서는 DCA에 의한 Ordination 분석방법보다 TWINSpan에 의한 Classification 분석결과가 6개의 군집으로 명확하게 분류되어 본 연구에서는 Classification 기법에 의하여 군집을 분류하였다.

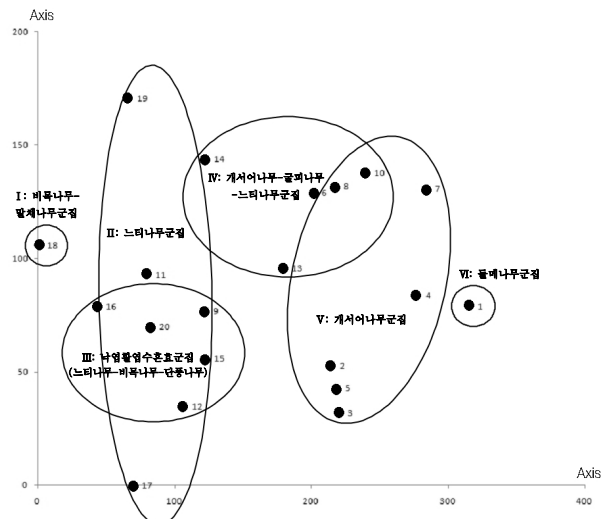


그림 3. 내장산국립공원 금선계곡 및 원적계곡 DCA에 의한 Ordination 분석

2. 평균상대우점치 및 상대우점치

1) 평균상대우점치

군집 I(들메나무군집)은 1개 조사구(조사구 1)가 포함되었으며, 들메나무가 우점하면서 졸참나무, 대팻집나무, 개서어나무가 출현하였고, 군집 II(개서어나무군집)는 6개 조사구(조사구 2, 3, 4, 5, 7, 8)가 포함되었으며, 개서어나무가 우점하면서 굴참나무, 합다리나무가 출현하였다. 군집 III(개서어나무-굴피나무-느티나무군집)은 4개 조사구(조사구 6, 10, 13, 14)가 포함되었으며, 개서어나무와 느티나무, 굴피나무가 출현하였다. 군집 IV(느티나무군집)는 5개 조사구(조사구 11, 15, 17, 19, 20)가 포함되었으며, 느티나무가 우점하면서 단풍나무, 층층나무, 팽나무, 개서어나무가 출현하였다. 군집 V(낙엽활엽수혼효군집)는 3개 조사구(조사구 9, 12, 16)가 포함되었으며, 느티나무, 비목나무, 단풍나무, 까치박달나무, 고로쇠나무 등이 출현하였다. 군집 VI(비목나무-말채나무군집)은 1개 조사구(조사구 18)가 포함되었으며, 비목나무, 말채나무, 산뽕나무가 출현하였다(그림 2).

2) 상대우점치

① 들메나무군집

군집 I은 들메나무군집으로 1개 조사구(조사구 1)가 포함되었고, 교목층에서는 들메나무가 우점하였으며, 아교목층에서는 대팻집나무, 관목층에서는 산수국이 우점종이었다. 본 군집은 금선계곡 사면부 전석지대에 분포하고, 들메나무가 매우 큰 세력을 형성하고 있으며, 그 밖에 졸참나무, 개서어나무가 출현하였다.

② 개서어나무군집

군집 II는 개서어나무군집으로 6개 조사구(조사구 2, 3, 4, 5, 7, 8)가 포함되었고, 교목층에서는 개서어나무가 우점하였고, 아교목층에서는 까치박달나무, 관목층에서는 비자나무가 우점종이었다.

③ 개서어나무-굴피나무-느티나무군집

군집 III은 개서어나무-굴피나무-느티나무군집으로 4개 조사구(조사구 6, 10, 13, 14)가 포함되었으며, 교목층에서는 개서어나무가 우점하였고, 아교목층에서는 단풍나무, 관목층에서는 으름덩굴이 우점종이었다. 본 군집은 계곡부 저지대 완경사 지역에서 천이극상단계의 개서어나무와 느티나무, 굴피나무, 곰의말채 등 낙엽활엽수가 우점하는 특성

을 보이고 있었다. 특히, 금선계곡의 우점종인 개서어나무와 원적계곡의 우점종인 느티나무가 혼효된 군집의 특성을 나타내고 있었다.

④ 느티나무군집

군집 IV는 느티나무군집으로 5개 조사구(조사구 11, 15, 17, 19, 20)가 포함되었으며, 교목층에서는 느티나무가 우점하였고, 아교목층에서는 단풍나무, 관목층에서는 고추나무가 우점종이었다. 본 원적계곡부의 조사구도 전석지대에서의 느티나무와 층층나무, 말채나무 등의 대경목이 다양하게 발달하고 있었고, 아교목층 및 관목층에서 비목나무, 박쥐나무 등이 상당수 출현하고 있었다.

⑤ 낙엽활엽수혼효군집(느티나무-비목나무-단풍나무)

군집 V는 낙엽활엽수혼효군집(느티나무-비목나무-단풍나무)으로 3개의 조사구(조사구 9, 12, 16)가 포함되었다. 교목층에서는 느티나무가 우점하였으며, 아교목층에서는 단풍나무, 관목층에서는 고추나무가 우점종이었다. 본 군집은 교목층에서는 느티나무와 비목나무, 고로쇠나무, 물푸레나무 등 다양한 낙엽활엽수가 경쟁하고, 아교목층에서는 단풍나무가 다소 우점하여 천이극상 수종인 까치박달나무와 온대남부수종인 사람주나무 등이 출현하였다.

⑥ 비목나무-말채나무군집

군집 VI는 비목나무-말채나무군집으로 1개의 조사구(조사구 18)가 포함되었으며, 교목층에서는 비목나무가 우점하였고, 아교목층에서는 고추나무, 관목층에서는 박쥐나무가 우점종이었다. 본 군집은 원적계곡의 비목나무-말채나무군집으로 교목층에서는 비목나무, 말채나무, 산뽕나무 등의 대경목이 저밀도로 종간경쟁이 활발히 진행되고 있었고, 아교목층에서는 고추나무, 단풍나무, 산뽕나무 등이 우점하고 있었다.

3. 흉고직경급별 분포 및 수목성장량 분석

1) 흉고직경급별 분석

흉고직경급별 분포는 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로 식생천이의 양상을 추정할 수 있다(이경재 등, 1988; 오구균과 최송현, 1993; 오구균과 조우, 1994). 흉고직경급별 분포와 군집별 주요 수종의 성장량을 비교·분석하여 본 계곡 식생의 발달과정을 예측한 결과는 아래와 같다.

흉고직경급별 주요 수종의 분포를 살펴보면 군집 I은

들메나무군집으로, 들메나무 DBH(Diameter of Breast Height) 분포범위는 2~37cm, DBH 12~27cm에서 출현빈도가 높았고, DBH 22~32cm에서 졸참나무의 세력이 컸으며, 들메나무, 졸참나무, 개서어나마가 주요 출현수종이었다. 군집 II는 개서어나마군집으로, 개서어나마 DBH 분포범위는 2~52cm로 전체적으로 고른 분포를 나타내었고, DBH 2~32cm에서 절대적으로 우세한 세력을 형성하였다. 군집 III은 개서어나마-굴피나무-느티나무군집으로, 개서어나마는 DBH 2~42cm, 느티나무는 DBH 2~37cm, 굴피나무는 DBH 2~42cm 범위에서 출현빈도가 상대적으로 높아 수종간의 경쟁이 치열하였고, 그 외 졸참나무와 단풍나무가 출현하였다. 군집 IV는 느티나무군집으로, DBH 2~52cm 범위에서 골고루 우세한 세력을 나타냈고, 비목나무는 DBH 7~37cm, 단풍나무는 DBH 2~32cm에서 출현빈도가 높았으며, 그 외 개서어나마와 층층나무가 일부 출현하였다. 군집 V는 낙엽활엽수혼효군집(느티나무-비목나무-단풍나무)으로, 느티나무 DBH 분포범위 12~27cm, 비목나무 DBH 분포범위 17~42cm에서 출현하였고, 밀도는 낮지만 낙엽활엽수간의 경쟁이 치열하였다. 군집 VI는 비목나무-말채나무군집으로, DBH 분포범위가 비목나무 22~32cm, 산뿔나무 2~17cm에서 출현하였고, 말채나무는 DBH 42~47cm 대경목 범위에서만 출현하였으며, 전체적으로 저밀도 층층의 층위구조를 형성하였다.

2) 수목성장량

군집 I에서 들메나무는 흉고직경 22cm, 수령 86년생으로 일정한 소폭의 성장량을 보였다. 군집 II에서는 개서어나마의 경우 흉고직경 33.5cm, 수령 56년생, 고로쇠나무의 경우 흉고직경 36.5cm, 수령 79년생이었다. 군집 III은 개서어나마가 흉고직경 29cm, 수령 48년생, 굴피나무는 흉고직경 30cm, 수령 49년생, 느티나무는 흉고직경 30cm, 수령 71년생이었는데, 1960년대부터 개서어나마와 굴피나무가 출현하기 시작하여 높은 성장량을 보이다 1990년대부터 현재까지 개서어나마의 성장량이 증가하면서 굴피나무의 성장량이 감소하는 추세이다. 군집 IV는 느티나무의 경우 흉고직경 30cm, 수령 52년생이었다. 군집 V는 비목나무의 경우 흉고직경 28cm, 수령 49년생, 느티나무는 흉고직경 37cm, 수령 70년생이었다. 군집 VI는 느티나무의 경우 흉고직경 34cm, 수령 51년생, 산뿔나무는 흉고직경 37cm, 수령 43년생이었다.

4. 천이경향 분석

기존 연구자료와 약 20여년 이상의 시간적 흐름이 지난 현재 연구결과를 비교해 보면, 내장산국립공원 계곡부의 층위구조는 소나무는 산림 능선부에 일부 출현하나 계곡부에는 출현하지 않았다. 계곡부 대부분의 식생은 개서어나마, 느티나무, 졸참나무, 굴참나무, 굴피나무, 고로쇠나무가 교목층을 우점하였고, 단풍나무, 비목나무 등이 아교목층 우점종이었다. 내장산국립공원의 입지적·환경적 차이를 고려하면 금선계곡은 주로 급경사 사면부의 전석지대이고, 원적계곡은 금선계곡보다는 경사가 완만한 전석지대에 위치하고 있었다. 기후대는 온대남부지역에 해당하며, 강수량의 약 52%가 여름(6~8월)에 집중되어 두 계곡의 산림식생이 생태적으로 음지성의 습한 장소에서 잘 적응하고 생육할 수 있는 환경적 조건이 갖추어져 개서어나마, 느티나무, 들메나무, 고로쇠나무, 비목나무, 층층나무 등의 낙엽활엽수의 식생천이가 진행되어 왔다고 판단되었다.

이상 금선계곡 및 원적계곡의 현존식생과 군집분류, 상대우점치, 흉고직경급별 분포 및 수목성장량 등의 식물군집구조를 종합해보면 내장산국립공원 계곡부의 식생천이과정은 참나무류(굴참나무, 졸참나무)→개서어나마, 느티나무로 예측되었고, 특히 금선계곡은 개서어나마, 원적계곡은 느티나무로 진행 및 유지된다고 예측되었다.

인용문헌

- 기상청(2010) 기상청 국내기후자료 평년값자료(30년). 기상청 홈페이지(<http://www.kma.go.kr/>)
- 오구균, 박석곤(2002) 백두대간 피재-도래기재구간의 능선부 식생구조. 한국환경생태학회지 15(4): 330-343.
- 오구균, 조우(1994) 홍도 상록활엽수림의 식물군집구조. 응용생태연구 8(1): 27-40.
- 오구균, 최송현(1993) 난온대 상록수림지역의 식생구조와 천이계열. 환경생태학회지 16(4): 459-476.
- 오남현, 최외출(2001) 자연공원의 난개발에 관한 연구 - 팔공산 자연공원을 사례로 -. 지역사회발전연구 26(1): 131-151.
- 이경재, 오구균, 조재창(1988) 내장산국립공원의 식물군집 및 이용행태에 관한 연구(I) - Ordination 방법에 의한 식생구조분석 -. 한국임학회지 77(2): 166-177.
- 임경빈, 박인협, 이경재(1980) 경기도 지방 적송림의 식물사회학적 연구. 한국임학회지 50: 56-71.

- 조태동, 이명우, 김진선(1997) 우리나라 자연공원의 용도지구제 개선에 관한 연구 -국립공원의 자연보존지구 및 자연환경지구를 대상으로-. 대한국토·도시계획학회지 32(5): 185-202.
- 한봉호(2000) 생태도시 구현을 위한 도시녹지축의 생태적 특성 평가 및 식재모델에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위 논문, 271쪽.
- Harcombe, P. A. and P. H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in southeast Texas forests. For. Sci. 24(2): 153-166.
- Hill, M. O.(1979) DECORANA; a fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology Systematics, Cornell University, Ithaca, N. Y., 52pp.
- Monk C. D., G. I. Child and S. A. Nicholson(1969) Species diversity of a stratified Oak-Hickory community. Ecology 50(3): 468-470.