

# 가야산국립공원 홍류동 계곡 소나무림의 15년간 식생구조 변화연구

Changes of the *Pinus densiflora* Community Structure during  
the Fifteen Years in the Hongryudong Valley, Gayasan National Park

이경재<sup>1</sup> · 김종엽<sup>2</sup> · 최운규<sup>3</sup> · 이승주<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>서울시립대학교 도시과학대학 조경학과 · <sup>2</sup>서울시립대학교 대학원 조경학과 ·

<sup>3</sup>국립공원관리공단 변산반도사무소

## I. 연구목적

본 연구는 가야산국립공원의 절경 중 하나로 자연보전지역으로 지정되어 있는 홍류동 계곡의 소나무림을 대상으로 식물군집구조를 규명하고 15년간의 식생구조 변화를 비교·분석하여 효율적인 소나무림의 보전관리방안 수립을 위한 기초자료를 제공하고자 수행되었다.

## II. 연구방법

식물군집구조 조사분석을 위한 조사구는 10m×10m 크기의 방형구 5개(500m<sup>2</sup>)를 1개소로 하여 계곡변 양측사면에 총 20개소를 설정하여 2004년 7월에 조사하였다. 조사구 20개소 중에서는 소나무림의 15년간 식생구조변화를 파악하기 위해 과거 이경재 등(1989)이 연구한 가야산지구의 식물군집구조 조사구와 동일한 지역에서 7개소(조사구 5, 6, 7, 9, 15, 17, 19)를 설정하였다.

식생조사는 각 조사구에서 출현하는 목본수종 중 교목층과 아교목층은 수종명과 흉고직경을, 관목층은 수종명과 수관투영면적을 조사하였다. 식생조사 자료를 바탕으로 DCA에 의한 ordination 분석(Hill, 1979a)과 TWINSpan에 의한 classification 분석(Hill, 1979b)으로 군집을 분류하였고 Curtis & McIntosh (1951)를 응용한 상대우점치(박인협, 1997), 표본목 수령, Shannon의 종다양도(Pielou, 1975)를 분석하였다. 아울러 1989년과 2004년의 동일한 조사구인 7개 조사구의 상대우점치, 종다양도 변화를 비교분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 식물군집구조

본 연구에서는 상대우점치와 군집분리를 비교한 결과 DCA 보다 TWINSpan에 의한 군집분리가 보다 명확하였다. TWINSpan 분석결과 조사구는 총 4수준까지 종조성 차이에 의해 분류가 시도되었는데, 제2수준까지가 유의성이 큰 것으로 판단되었다. 제1수준 제1division에서는 노린재나무(-)의 출현유무, 난티잎개암나무와 밤나무(+)의 출현유무에 따라 분리되었다. 제2수준 제2division에서는 서어나무, 개머루, 생강나무(-)가 출현한 군집 I(조사구 7, 20, 12, 13, 15, 16)과 출현하지 않은 군집 II(조사구 9, 14, 17, 18, 19, 20)로 나누어졌으며, 제3division에서 참느릅나무(+)가 출현하지 않은 군집 III(조사구 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8)과 출현한 군집 IV로(조사구 11) 최종 분리되었다.

각 군집의 층위별 상대우점치(IP.: importance percentage) 분석결과, 군집 I은 교목층에서 소나무(IP.: 97%)가 우점종이었고, 아교목층에서 서어나무(IP.: 10%)와 굴참나무(IP.: 17%)가 주요 출현수종이었으며, 관목층에서 조릿대(IP.: 53%)가 우점종이었다. 군집 II는 교목층에서 소나무(IP.: 86%)가 우점종이었고, 아교목층에서 소나무(IP.: 25%)가 우점종, 잣나무(IP.: 13%), 굴참나무(IP.: 8%), 졸참나무(IP.: 8%)가 주요 출현수종이었다. 관목층에서는 철쭉꽃, 조릿대, 진달래가 주요 출현수종이었다. 군집 III은 교목층에서 소나무(IP.: 98%)가 우점종이었고, 아교목층에서 소나무(IP.: 16%), 서어나무(IP.: 19%), 졸참나무(IP.: 18%)가 주요 출현수종이었으며, 관목층에서 담쟁이덩굴(IP.: 13%), 진달래(IP.: 9%), 조록싸리(IP.: 9%)가 주요 출현수종이었다. 군집 IV는 교목층에서 소나무(IP.: 100%)가 우점종이었고, 아교목층에서 소나무(IP.: 21%)와 쇠물푸레(IP.: 33%)가 경쟁관계에 있었으며, 관목층에서는 조릿대(IP.: 37%)가 우점종이었다.

따라서, 군집 I은 아교목층에 자생종이 우점하는 소나무군집, 군집 II는 아교목층에 소나무와 자생종이 경쟁중인 소나무군집, 군집 III은 아교목층에 자생종과 소나무가 경쟁중인 소나무군집, 군집 IV는 아교목층에 쇠물푸레와 소나무가 경쟁중인 소나무군집이었다. 즉, 4개 군집 모두 교목층에서는 소나무가 우점하고 있으나 군집 II → IV → III → I 순으로 아교목층에서 자생종과 경쟁하는 소나무의 세력이 약하였다.

표본목의 수령 분석 결과 4개 군집 교목층의 우점종인 소나무의 수령은 73~115년생이었으며 아교목층에서는 소나무가 27~40년생, 서어나무와 굴참나무가 34~36년생이었다. 즉, 아교목층에 출현하는 소나무와 참나무류는 동령목으로서 경쟁관계에 있는 것으로 판단되었다.

단위면적 500㎡당 군집별 종다양도지수 분석결과 4개 군집의 Shannon의 종다양도지수는 군집 I은 1.0914, 군집 II는 1.1485, 군집 III은 1.2376, 군집 IV는 0.9809이었고, 이 중 군집 III의 종다양도지수가 가장 높았고, 군집 IV는 관목층에 조릿대의 우점도가 높아 타 조사구에 비해 종다양도지수가 낮았다.

## 2. 15년간 식물군집구조 변화

표 1은 가야산국립공원 홍류동 계곡 소나무림 중 조사구 7개소를 대상으로 1989년과 2004년의 층위별 상대우점치 변화를 분석한 것이다.

표 1. 가야산국립공원 홍류동 계곡 소나무림의 15년간 층위별 상대우점치(%) 변화

소나무 군집유형	조사 구	1989년			2004년		
		교목층	아교목층	관목층	교목층	아교목층	관목층
관목층의 소나무 도태	17	소나무 (100.0)	소나무(32.5)	소나무(39.9)	소나무 (95.1)	소나무 (53.4)	진달래(17.5) 철쭉꽃(11.5)
아교목층 천이발달 및 관목층의 소나무 도태	5	소나무 (91.1)	소나무(67.1)	소나무(66.6)	소나무 (91.5)	서어나무(18.7) 굴참나무(15.8)	쪽동백나무 (29.6)
	6	소나무 (100.0)	소나무(50.1)	소나무(55.4)	소나무 (96.5)	서어나무(24.0) 줄참나무(27.3)	진달래(24.3) 줄참나무(10.3)
	9	소나무 (100.0)	소나무(56.0)	소나무(58.6)	소나무 (100.0)	소나무(15.8) 갯나무(26.5) 굴참나무(15.6)	쇠물푸레(30.5) 철쭉꽃(18.8) 진달래(12.4)
교목· 아교목층 천이발달 및 관목층의 소나무 도태	19	소나무 (59.2) 참나무류 (21.3)	소나무(39.2) 신갈나무(6.4) 옻나무(6.7)	소나무(38.7)	소나무 (47.1) 상수리나무 (24.7) 굴참나무 (24.8)	소나무(16.5) 굴참나무(14.7) 신갈나무(12.9)	철쭉꽃(28.9) 진달래(25.1)
아교목층 자생종 발달 및 관목층의 소나무 도태	7	소나무 (100.0)	붉나무(31.3) 생강나무(13.2)	소나무(43.6) 생강나무(9.5)	소나무 (100.0)	개옻나무(13.4) 생강나무(12.5) 층층나무(53.4)	조릿대 (64.6)
	15	소나무 (93.5)	쇠물푸레(19.1) 옻나무(13.8)	소나무(37.5)	소나무 (93.7)	노각나무(19.1) 당단풍(12.6) 신갈나무(12.5)	조릿대(40.8)

15년간의 시계열적 변화에 따른 소나무군집 변화 유형은 교목 및 아교목층의 소나무는 그대로 우점하고 관목층의 소나무가 도태된 소나무군집(조사구 17), 교목층

에 소나무가 그대로 우점하고 아교목층에 천이가 발달하고 관목층에 소나무가 도태된 소나무군집(조사구 5, 6, 9), 교목·아교목층에 천이가 발달하고 관목층에 소나무가 도태된 소나무군집(조사구 19), 교목층에 소나무가 그대로 우점하고 아교목층에 자생종이 발달하고 관목층에 소나무가 조릿대에 도태된 소나무군집(조사구 7, 15) 유형으로 구분되었다. 즉, 향후 가야산국립공원 홍류동 계곡내 독특한 경관의 소나무군집을 유지·보전하기 위해서는 소나무와 경쟁관계에 있는 일부 수종의 밀도를 적절히 조절할 필요가 있겠다.

15년간의 종수 및 종다양도지수 변화를 살펴보면 조사구 7을 제외한 나머지 6개 조사구의 종수는 과거 14~26종에서 26~34종, Shannon의 종다양도지수는 과거 0.2608~1.0428에서 0.5547~1.2567로 전반적으로 증가하였다. 이 중 조사구 5는 개체수가 14종에서 33종으로, Shannon 종다양도지수가 0.2608에서 1.2373으로 변화가 뚜렷하였다. 즉, 지난 15년간 본 조사지의 종다양도가 증가한 것은 생태적 천이가 발달함에 따라 아교목층과 관목층에 다양한 자생종이 유입되었기 때문으로 추측된다. 다만 조사구 7은 종수가 증가한 반면 종다양도지수가 감소하였는데, 이는 조릿대의 피복율이 보다 증가하였기 때문으로 판단되었다.

## 인용문헌

- 박인협, 이경재, 조재창(1987) 북한산지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구회지1(1): 1-23.
- 이경재, 조재창, 우종서(1989) Ordination 및 Classification 방법에 의한 가야산지구의 식물군집 구조분석. 응용생태연구 3(1): 28-41.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496.
- Hill, M. O.(1979a) DECORANA- a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell University. Ithaca, N.Y. 55pp
- Hill, M. O.(1979b) TWINSpan- a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. Ecology and Systematics, Cornell University. Ithaca, N.Y. 99pp.
- Pielou, E. C.(1977) Mathematical ecology. John Wiley&Sons, N.Y. 385pp