

# 계룡산국립공원 계곡부 식생의 식물사회학적 연구<sup>1</sup> 이 선<sup>2</sup> · 송호경<sup>2</sup>

## Phytosociological Study on Vegetation of Valley in Kyeryongsan National Park<sup>1</sup>

Sun Yee<sup>2</sup>, Ho-Kyung Song<sup>2</sup>

### 요 약

본 연구는 국립공원의 산림관리에 필요한 기초자료를 제공하고자 계곡부식생을 조사하였다. 계룡산국립공원의 계곡부식생을 ZM학파(Zürich-Montpellier School)의 식물사회학적인 방법으로 분류한 결과, 까치박달군락과 서어나무군락으로 구분되었다. 까치박달군락은 다시 고로쇠나무아군락, 조릿대아군락, 병꽃나무아군락 등 3개의 아군락으로, 서어나무군락은 쥐똥나무아군락, 쪽동백아군락 등 2개의 아군락으로 구분되었다. 까치박달군락은 서어나무군락보다 해발고가 높고 습한 지역에 분포하였다. 또한 동일한 계곡이라 할지라도 입지조건 중 특히 계곡부가 위치해 있는 사면의 방위에 따라 식생구성의 차이를 나타냈다.

주요어 : 군락분류, 해발고, 방위

### ABSTRACT

The vegetation of valley in Kyeryongsan National Park was investigated to provide basic data for reasonable management of National Park. With the method of Zürich-Montpellier School, the vegetation of valley in Kyeryongsan was classified into *Carpinus cordata* community and *Carpinus laxiflora* community. *Carpinus cordata* community could be divided into 3 subcommunities as follows; *Acer mono* subcommunity, *Sasa borealis* subcommunity and *Weigela subsessilis* subcommunity. *Carpinus laxiflora* community could be divided into 2 subcommunities as follows; *Ligustrum obtusifolium* subcommunity and *Styrax obassia* subcommunity. As compared with *Carpinus laxiflora* community, *Carpinus cordata* community was found on moist sites and at high altitudes. The direction of valley location seems to make differences in composition of vegetation.

**KEY WORDS : COMMUNITY CLASSIFICATION, ALTITUDE, DIRECTION**

1 접수 1월 31일 Received on Jan. 31, 2000

2 충남대학교 농과대학 산림자원학과 Department of Forest Resources, College of Agriculture, Chungnam National University, Taejeon, 305-764, Korea(hksong@hanbat.chungnam.ac.kr)

## 서론

계곡이란 산 속의 물줄기가 있는 골짜기를 말한다. 계곡부는 수분과 광량, 건기와 우기에 따른 水位 변화, 流速 등 다양한 환경 인자들로 인하여 일반 산림 생태계 내에서도 독특한 생태계를 유지하고 있으며, 다양한 동·식물의 분포와 구성을 나타낸다. 계곡에는 어류, 파충류, 조류 등 다양한 동물들이 서식하거나 또는 採餌 및 휴식장소로 이용될 뿐만 아니라, 다른 환경에서는 볼 수 없는 특이한 식생이 발달하고 있다.

계곡부의 식생은 사면부나 능선부의 식생과는 다른 구성을 나타내며, 이러한 식생을 기후적인 극상림을 형성하는 'zonal vegetation'에 대응하여, 기후 조건이 다양해도 주로 토양조건에 영향을 받아 유사한 종구성을 나타내는 'azonal vegetation'이라 한다(Müller-Dombois and Ellenberg, 1974; Bailey, 1996; Ellenberg, 1996). 이러한 예는 계곡부식생 외에도 사구식생, 암벽지식생 등을 들 수 있다.

계곡에서는 지형적인 특성으로 인해 계곡부에서 사면부로 옮겨 갈수록 토양수분과 양분함량 등이 저하되므로 그에 따른 식생구성과 분포의 차이를 나타낸다. 일반적으로 계곡에서 능선부를 향한 사면부에는 몇 개의 띠를 이루며 식생이 변화한다.

계곡부는 환경변화에 따라 식생이 변화될 수 있으며 그에 따라 水系에도 영향을 미치게 된다. 이와 같이 계곡은 생태학적인 측면에서뿐만 아니라 환경보호 측면에서도 중요한 위치를 차지하고 있다. 그러나 무분별한 인간의 간섭과 부주의로 계곡부의 생태계는 심하게 오염되고 있다. 계룡산국립공원은 연평균 150~200만명의 탐방객이 찾고 있으며, 대전광역시와 바로 인접하여 있어 대전을 중심으로 근린공원적 성격이 매우 강하다. 또한 대부분의 지역이 비지정 등산로가 개설되어 인위적인 간섭과 피해가 심하다.

계룡산의 식생에 관한 연구는 정태현(1958)을 시작으로 많은 논문이 보고되어 있다(최두문, 1965; 1967; 1968; 박종성 등, 1979; 이우철과 이은복, 1979; 신창남과 방제욱, 1982; 이순용, 1991; 내무부, 1993; 심정기, 1998). 그 외 산림군집형과 천이 및 동태에 관한 연구(송호경, 1985; 박종성 등, 1983; 신창남과 이심신, 1984)와 산림토양에 관한 연구(신창남 등, 1983) 등이 있으나, 계곡부식생에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 이와 같이 산림생태계 내의 독특한

위치를 차지하는 계룡산국립공원 내 주요 계곡변 산림군락을 대상으로 Braun-Blanquet(1964)의 식물사회학적 방법을 사용하여 산림군락을 분류하고 식생구성을 분석함으로써 국립공원의 산림관리에 필요한 기초자료를 제공하고자 시행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지 개황

계룡산국립공원은 전체 면적이 약 61km<sup>2</sup>로 타국립공원보다 비교적 작은 규모이다. 정상인 천황봉(해발 845m)을 중심으로 20여 개의 산봉들이 연봉을 이루고 있으며 그 사이로 약 15개의 계곡이 형성되어 있다. 전체적으로는 천황봉(해발 845m)과 관음봉(해발 816m)을 중심으로 동쪽방향으로 분지형 계곡을 이루는 內斜面과 서쪽방향의 外斜面으로 크게 구분된다. 지형적인 특징은 산봉과 계곡이 높고 깊으며 상부로 올라갈수록 경사가 심하다. 또한 서측보다 동측의 경사가 대체로 심하고, 계곡의 하단부에는 비교적 평탄한 충적지가 발달하여 소규모 취락지가 형성되어 있다.

주요 계류로서는 천황봉 주능선으로부터 발원하여 은선폭포와 동학사를 지나 龍水川으로 東流하는 동학사 계곡류와 갑사를 지나 계룡저수지와 노성천으로 西南流하는 갑사 계곡류가 있다. 또한 신원사를 지나 양화저수지와 노성천으로 합류하는 신원사 계곡류, 용화사를 지나 두계천으로 南流하는 용화사 계곡류, 그리고 삼불봉 능선으로부터 발원하여 上·下辛里를 거쳐 北東流하여 용수천으로 합류하는 상·하신 계곡류 등 5대 溪流가 主水系를 형성하고 있다(내무부, 1993).

계룡산국립공원의 지질학적 구조는 주로 화강암을 모암으로 하는 지질학적 특성을 나타내고 있으며, 계곡부는 전형적인 V자형태로서 사면경사는 절리면 경사에 부합되는 약 40° 내외이다. 또한 節理 이외에는 지하수를 함유할 수 있는 조건이 미약하여 雨期를 제외하면 거의 流水가 부족한 실정이다.

계룡산의 최근 10년간(1987~1996) 연평균 기온은 12.7℃, 연평균 강수량은 1,286mm이며 하계인 6~8월에 강우량의 56%가 집중되어 있고, 충남 전역과 비교하여 습도가 높은 편이다(국립공원관리공단 계룡산관리사무소, 1997).

계룡산은 한국 온대남부와 온대중부가 중첩되는 지역으로 온대남부의 북한계선인 식물과 온대중부의

남한계선인 식물이 다수 혼생하는 곳으로 계곡이나 사면에는 낙엽활엽수가 주종을 이루고 능선을 따라 소나무가 많이 출현하는 한국 온대중부의 전형적인 식생을 나타낸다.

### 2. 조사방법

본 연구를 위한 야외조사는 1999년 7월부터 8월 까지 은선폭포~동학사계곡, 남매담~동학사계곡, 연천봉~갑사계곡, 금잔디고개~갑사계곡, 연천봉~신원사계곡, 남매담~상신리계곡 등 총 6개의 계곡부를 설정하여 총 50개의 조사구(10m×20m)를 설치하였다. 또한 비교적 인위적인 피해가 없고 식생이 균질한 지역을 조사대상으로 설정하였다. 각 계곡의 조사구 수는 계곡마다 7~10개이며, 대략 해발 40~50m마다 조사구를 배치하였다. 계곡부의 식생은 사면쪽으로 조금만 이동하여도 식생구성의 차이를 보이므로 조사구는 계곡에 바로 인접하게 설치하였다. 조사구 내의 출현종을 계층별로 교목층(>8m), 아교목층(2~8m), 관목층(0.8~2m), 초본층(<0.8m) 등으로 구분하여 기록하고 상층목의 수고를 측정하고 평균을 산출하였다. 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 전추정법을 변형한 Dierssen(1990)의 우점도를 적용하였다(송호경 등, 2000). 식생조사에서 얻어진 자료는 Ellenberg(1956)의 표주작법에 따라 식생단위를 분류하였다.

### 결과 및 고찰

각 계곡별로 조사된 총 50개의 조사구 자료를 분석한 결과, 식생분포에 결정적 역할을 하는 토양수분이 유사한 조건이므로 조사구의 방위에 따른 식생구성의 차이는 뚜렷하지 않았다. 반면에 계곡류가 위치해 있는 사면의 방위에 따라 식생구성의 차이를 보이고 있다. 또한 계류폭은 하부에서 10~20m이고, 상부로 올라갈수록 좁아져 해발 400m 이상에서는 계류폭이 2~4m이며 대부분 건천을 이루고 있다.

조사된 50개의 plot에서 출현한 총 종수는 153종이었다. 이것은 그 동안 보고된(박종성 등, 1979; 신창남, 1982; 국립공원관리공단 계룡산관리사무소, 1997) 계룡산 전체의 종수 680~830여 종(평균 약 750여 종)의 약 18~23%(평균 약 20%)에 해당하는 것이다.

계룡산국립공원 계곡부의 식생은 식물사회학적인

분석방법에 의해, 까치박달군락(*Carpinus cordata* community)과 서어나무군락(*Carpinus laxiflora* community)으로 구분되었다(Table 1). 까치박달군락은 다시 고로쇠나무아군락(*Acer mono* subcommunity), 조릿대아군락(*Sasa borealis* subcommunity), 병꽃나무아군락(*Weigela subsessilis* subcommunity) 등 3개의 아군락으로 구분되었으며, 서어나무군락은 쥐똥나무아군락(*Ligustrum obtusifolium* subcommunity), 쪽동백아군락(*Styrax obassia* subcommunity) 등 2개의 아군락으로 구분되었다.

각 아군락의 분포위치를 지도상에 표시하면 Figure 1과 같다.

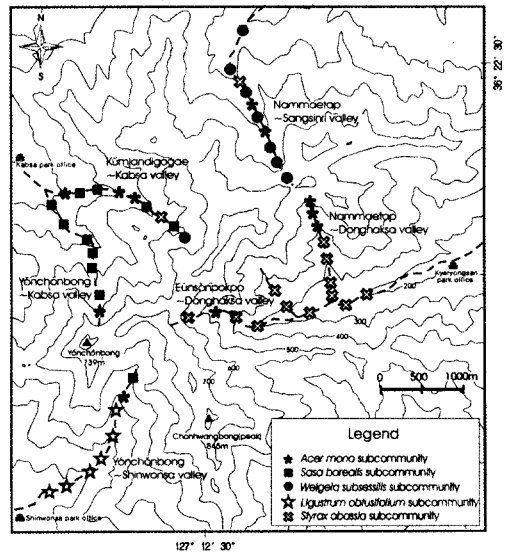


Figure 1. Distribution map of forest community in Kyeryongsan National Park

### A. 까치박달군락(*Carpinus cordata* community)

본 군락은 계룡산국립공원 내 북서쪽에 위치한 갑사계곡과 북쪽에 위치한 상신리계곡에 분포하는 것으로 조사되었다. 이 군락은 해발고 190~550m(평균 378m) 부근에 주로 분포하여 서어나무군락보다 다소 높은 지역에 분포하는 것으로 조사되었으며, 조사구의 경사도는 평균 24°를 나타냈다. 주요 식별종들

은 교목류로는 까치박달 외에 밤나무, 물푸레나무, 만주고로쇠, 느티나무, 개비자 등이며, 관목류로는 고추나무, 초본류로는 죽도리와 천남성을 들 수 있다.

까치박달은 설악산에서는 철쭉군(*Rhododendron schlippenbachii* community)의 하위군락인 곱취하위군락(*Ligularia fischeri* subcommunity)의 식별종으로, 또 지리산에서는 서어나무군단(*Carpinus laxiflorae*)의 표징종으로 구분되었다(임양재와 백순달, 1985; 임양재와 김정연, 1992). 또한 Kim(1992)은 까치박달을 너도밤나무-신갈나무群綱(*Quercus-Fagetia crenatae*)의 식별종으로, Yee(1998)는 관중-총총나무군락군(*Dryopteris crassirhizoma-Cornus controversa* community group)의 식별종으로 분류하였다. 이처럼 까치박달이 한반도 식생단위의 분류에서 차지하는 위치는 다르지만, 토양수분이 습한 지역에 군락을 이루며 자라는 입지특성은 공통적으로 보고되고 있다. Masaki 등(1992)의 연구결과에 따르면, 이와 같은 까치박달의 입지특성은 일본에서도 유사한 결과를 나타냈다. 까치박달군락의 하위군락으로는 고로쇠나무아군락, 조릿대아군락, 병꽃나무아군락으로 구분되었으며 각 군락의 특징은 다음과 같다.

#### A-1. 고로쇠나무아군락(*Acer mono* subcommunity)

이 아군락은 남매담~동학사계곡, 금잔디고개~갑사계곡, 남매담~상신리계곡 등의 해발 210~520m(평균 404m)에 주로 분포하였다. 식별종은 고로쇠나무 외에도 습지에 자라는 긴사상자, 관중, 풍계나무, 십자고사리 등과 전석지에 주로 분포하는 오갈피, 물참대 등으로 구성되어 있다. 각 계층별 평균피도율은 교목층 82%, 아교목층 66%, 관목층 27%, 초본층 23% 등으로 다른 아군락과 비교하여 다소 낮게 조사되었고, 평균 출현종수는 29종이었다. 교목층의 평균수고는 13m(9~15m)로 비교적 낮게 조사되었다.

고로쇠나무아군락에서는 고로쇠나무와 느티나무가 교목층을, 까치박달, 사람주나무, 고로쇠나무, 좁은단풍 등이 아교목층을 우점하였다. 특히 느티나무는 본 아군락의 교목층과 아교목층에서 출현빈도가 매우 높다. 관목층에는 사람주나무, 좁은단풍, 작살나무, 비목나무 등이, 초본층에는 천남성, 큰개별꽃, 산수국 등이 우점하였고, 그 외 비목나무와 개비자나무의 치수발생률이 높은 것으로 나타났다. 그러나 다른 아군락에서 자주 출현하는 소나무, 개울나무, 굴참나무, 신갈나무, 그리고 애기나리 등이 거의 출현하지

않고 있다.

#### A-2. 조릿대아군락(*Sasa borealis* subcommunity)

조릿대아군락은 복서류인 연천봉~갑사계곡의 해발 190~470m(평균 335m)에 주로 분포하며 조릿대와 산뽕나무가 식별종이었다. 각 계층별 평균피도율은 교목층 87%, 아교목층 72%, 관목층 33%, 초본층 38%으로 나타났다. 본 아군락에서는 조릿대가 밀생함에도 불구하고 평균출현종수 29종으로 타아군락과 비교하여 큰 차이를 나타내지 않고 있다. 교목층의 평균수고가 16m(12~18m)로 아군락 중에 가장 높은 결과를 나타냈다. 이 아군락에서는 교목층에 밤나무, 졸참나무, 굴참나무, 신갈나무 등이, 아교목층에 까치박달, 사람주나무, 좁은단풍, 때죽나무 등이 우점하였다. 관목층에는 까치박달, 사람주나무, 좁은단풍 등이, 초본층에는 죽도리, 개비자 등이 우점하였으며, 특히 개비자나무는 상대도 100%로, 매우 높은 치수발생률을 나타냈다.

#### A-3. 병꽃나무아군락(*Weigela subsessilis* subcommunity)

병꽃나무아군락은 계룡산국립공원의 북사면에 위치해 있는 남매담~상신리계곡의 해발 240~550m(평균 403m)에 주로 분포하고 있다. 식별종으로는 병꽃나무, 산박하, 꿩의다리, 비짜루, 용수염, 굴피나무, 고평나무, 개암나무, 병조희풀, 소태나무 등이다. 병꽃나무아군락의 교목층 평균수고는 13m(8~14m)로 비교적 낮고, 각 계층별 평균피도율은 교목층 83%, 아교목층 68%, 관목층 26%, 초본층 39%이었다. 관목층의 평균피도도가 타아군락에 비해 낮은 반면, 초본층의 평균피도율은 높다. 평균 출현종수는 36종으로 조사군락 중 가장 높은 값을 보여 주고 있다. 교목층에는 밤나무, 물푸레나무, 졸참나무, 벗나무, 소태나무 등이 우점하였고, 아교목층에는 때죽나무, 비목나무, 사람주나무, 밤나무 등이 자주 출현하였다. 관목층에는 사람주나무, 때죽나무, 병꽃나무 등이, 초본층에는 산박하, 대사초, 개고사리, 큰개별꽃, 주름조개풀, 국수나무 등이 우점하였다. 비교적 건조하고 광량이 풍부한 곳에 분포하는 굴참나무는 이 아군락에서 드물게 출현하였다.

#### B. 서어나무군락(*Carpinus laxiflora* community)

서어나무군락은 계룡산국립공원의 남쪽에 위치한

연천봉~신원사계곡과 계룡산국립공원의 중앙부를 가로지르는 은선폭포~동학사계곡, 남매담~동학사계곡에 분포하고 있다. 이들 계곡은 대부분 북에서 남으로 흐르는 계류들이며 남사면에 위치해 있다. 이 군락은 해발고 130~540m(평균 291m)에 분포하여, 까치박달군락보다 해발고가 낮은 지역에 분포하는 것으로 조사되었다. 또한 조사구 경사도는 평균 30°를 나타내어 까치박달군락이 분포하는 지역보다 경사가 가파르다. 주요 식별종으로는 서어나무, 쇠물푸레, 조록싸리, 왓살고사리 등이다.

남이(1988)는 계룡산의 산림군락 중 서어나무군락의 토양수분 함량이 평균 25.2%로 가장 낮은 것으로 보고하였으며, Masaki 등(1992)은 서어나무가 능선부나 사면상부에 분포한다고 보고하였다. 또한 본 조사에서 구분된 이 군락의 구성종들은 철쭉꽃, 조록싸리, 참취, 그늘사초, 땅비싸리 등과 같이 대부분 내건성이 높은 종들이라 할 수 있다.

서어나무군락은 쥐똥나무아군락(*Ligustrum obtusifolium* subcommunity), 쪽동백아군락(*Styrax obassia* subcommunity) 등 2개의 아군락으로 구분되었다.

### B-1. 쥐똥나무아군락(*Ligustrum obtusifolium* subcommunity)

이 아군락은 국립공원의 남사면에 위치한 연천봉~신원사계곡의 해발 130~350m(평균 242m)에 출현하고 있어, 조사군락 중 가장 낮은 곳에 분포하는 군락이다. 식별종으로는 쥐똥나무, 감태나무, 덜꿩나무, 리기다소나무, 노간주나무 등이다. 교목층의 평균 수고는 15m(13~16m)이고, 각 계층별 평균피도율은 교목층 88%, 아교목층 63%, 관목층 36%, 초본층 32% 등이다. 평균출현종수는 31종이다. 교목층을 우점하는 수종으로는 굴참나무, 서어나무 등이며, 아교목층은 서어나무, 때죽나무, 벗나무 등이 우점하고 있다. 관목층에는 때죽나무, 생강나무, 초본층에는 대사초와 국수나무가 높은 빈도로 출현하였다. 타아군락에서 자주 출현하던 좁은단풍은 이 아군락에서는 거의 나타나지 않고 있다.

### B-2. 쪽동백아군락(*Styrax obassia* subcommunity)

쪽동백아군락은 은선폭포~동학사계곡과 남매담~동학사계곡 등 주로 동학사계곡 주변을 중심으로 분포하고 있다. 식별종으로는 쪽동백 외에 그늘사초, 철쭉꽃, 땅비싸리, 노린재나무, 참취, 대팻집나무 등 비교적 건조한 토양에 서식하는 종들로 구성되어 있

다. 본 아군락은 해발고 200~540m(평균 313m)에 분포하며 교목층 평균수고는 15m(12~17m)에 달하고 있다. 각 계층별 평균피도율은 교목층 86%, 아교목층 66%, 관목층 36%, 초본층 25% 등이며, 평균출현종수는 27종으로 조사군락 중 가장 낮은 값이다. 교목층에는 서어나무, 졸참나무, 굴참나무, 신갈나무 등이, 아교목층에는 서어나무, 사람주나무, 좁은단풍, 때죽나무 등이 우점하였다. 관목층에는 사람주나무, 좁은단풍, 때죽나무, 철쭉꽃, 쇠물푸레 등이, 초본층에는 그늘사초, 대사초, 국수나무, 비목나무, 쇠물푸레 등이 우점하였다.

본 연구에서는 계곡부의 식생만을 조사하였으므로, 식생의 분포를 결정짓는 중요한 인자 중의 하나인 조사구의 수분조건은 대체로 유사하다고 가정할 수 있다. 그러나 같은 계곡부식생일지라도 계류의 위치, 경사도, 해발고 등과 같은 지형적인 입지조건에 따라 식생구성의 차이를 나타내고 있으며, 이는 수분 외에도 계곡이 위치한 사면의 방위와 해발고에 따른 광량과 온도의 차이가 식생분포에 결정적인 역할을 하고 있음을 보여 주고 있다.

두 군락의 대표수종인 까치박달과 서어나무의 조사구역 내 출현빈도를 분석한 결과, 까치박달은 관목층에 25%, 초본층에 10%, 서어나무는 관목층에 16%, 초본층에 4%를 나타내어 까치박달은 특히 관목층에서 서어나무보다 출현빈도가 높게 조사되었다. 이것은 까치박달이 서어나무보다 내습성이 높아 계곡부위나 사면하부에서 치수발생이 양호한 반면, 서어나무는 계곡부에서 치수의 생존율이 다소 떨어진다는 Shibata와 Nakashizuka(1995)의 연구결과와도 일치하는 것이다. 또한 까치박달과 서어나무는 모두 내습성이 높고(Masaki et al., 1992), 까치박달은 일반적으로 서어나무보다 위도와 해발고가 다소 높은 지역에 분포하는 것으로 알려져 있다(라우텐자흐, 1945; 송호경, 1986; 이우철 등, 1991). 본 조사에서도 까치박달이 서어나무보다 해발고가 비교적 높은 곳에 분포하여 유사한 결과를 나타내고 있다. 서어나무와 까치박달은 한반도의 온대중부림의 해발고가 낮은 지역에서 극상수종으로 보고되고 있으며(김윤동, 1977; 강윤순과 오계칠, 1982; Kim and Yim, 1987; 박인협 등, 1988; 이경재 등, 1991) 본 지역이 계곡부이므로 이 수종들을 중심으로 지형적인 극상림을 형성할 것으로 판단된다.

결국 입지환경적 조건과 식물종구성, 그리고 기존의 연구보고 등을 종합해 보면, 서어나무군락은 까치박달군락보다 다소 건조한 지역에 분포하는 것으로 판단된다. 따라서 현재 교목층에서 우세한 세력을 나

타내는 참나무류(졸참나무, 굴참나무 등)는 사면하부와 사면중부에서는 점차 서어나무로, 계곡부에서는 까치박달로의 천이가 진행 중인 것으로 판단된다.

## 인용문헌

- 강윤순, 오계철(1982) 광릉 삼림군집에 대한 Ordination 방법의 적용. 한국식물학회지 25: 83-99.
- 김윤동(1977) 광릉 삼림군집 내 주요 수종의 직경급분포에 관하여. 한국생태학회지 20: 141-149.
- 국립공원관리공단 계룡산관리사무소(1997) 계룡산국립공원 자연생태계 보전계획. 108쪽.
- 남이(1988) 계룡산 삼림식생분포와 토양수분과의 관계. 충남대학교 대학원 입학과, 석사논문. 22쪽.
- 내무부(1993) 국립공원자연자원조사 -계룡산국립공원. 163쪽.
- 라우텐자흐 지음(1945), 김종규, 강경원, 손명철 옮김(1998) 코레아 I, II. 민음사. 1,057쪽.
- 박인협, 이경재, 조재창(1988) 치악산국립공원의 삼림구조 -구룡사-비로봉지역을 중심으로-. 응용생태연구 2(1): 1-8.
- 박종성(1983) 계룡산 삼림토양의 특성에 관하여. 충남대학교 환경연구보고 1(2): 1-7.
- 박종성, 김지문, 송호경(1979) 계룡산 식물에 관한 조사보고. 충남대학교 농업기술연구보고 6(2): 134-147.
- 박종성, 신창남, 송호경(1983) 계룡산 삼림군집의 천이에 따른 식생의 변화에 관한 연구. 충남대학교 농업과학연구 1(1): 1-11.
- 송호경(1985) 계룡산 삼림군집형과 그의 구조에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문 54쪽.
- 송호경(1986) 계룡산 삼림식생의 수직분포. 충남대학교 환경연구보고 4(2): 72-75.
- 송호경, 박관수, 이선, 이미정, 지윤의(2000) 안면도 및 태안군 근흥면 모감주나무군락의 식생구조 및 토양특성에 관한 연구. 한국환경생물학회지 18(1): 69-75.
- 신창남, 방재욱(1982) 계룡산 내 관속식물의 종목록. 충남대학교 자연과학연구지 9: 81-95.
- 신창남, 송호경, 박종성(1983) 계룡산 삼림토양의 특성에 관하여. 충남대학교 환경연구보고 1(2): 1-7.
- 신창남, 이십신(1984) 계룡산 관목림 군집의 구조와 동태 분석. 충남대학교 환경연구보고 2(1): 1-13.
- 심정기, 태경환, 임인택, 윤창영, 김동갑, 김주환(1998) 계룡산 남사면 일대 식물상에 관한 연구. 한국생물상연구지 3: 281-309.
- 이경재, 구관효, 최재식, 조현서(1991) Classification 및 Ordination 방법에 의한 지리산 대원계곡의 삼림군집구조 분석. 응용생태연구 5(1): 54-67.
- 이순용(1991) 계룡산의 식물상에 관한 연구. 한남대학교 교육대학원 석사논문 66쪽.
- 이우철, 이은복(1980) 계룡산 및 칠갑산의 식물상. 한국자연보존협회 조사보고서 17: 63-90.
- 임양재, 백순달(1985) 설악산의 식생. 중앙대학교 출판국. 199쪽.
- 임양재, 김정연(1992) 지리산의 식생. 중앙대학교 출판부. 467쪽.
- 전상린(1985) 계류의 물고기. 자연보존 50: 19-21.
- 정태현(1958) 계룡산 식물에 대하여. 성균관대학교 논문집 3: 1-40.
- 정태현, 이우철(1965) 한국삼림식물대 및 적지적수론. 성균관대학교 논문집 10: 329-435.
- 최두문(1965) 계룡산의 식생연구. 수관층의 표징종과 임상식물의 생산구조. 공주사대 논문집 3: 99-116.
- 최두문(1967) 계룡산의 식생연구. 동학사 남부계곡의 수직식생 분석. 공주사대 백제문화 1: 23-33.
- 최두문(1968) 계룡산의 식생연구. 동학사 북부계곡과 폭포주변의 수직식생 분석. 공주사대 백제문화 2: 53-64.
- Bailey, R. G.(1996) Ecosystem geography. Springer. 204pp.
- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensozioologie. Springer. 631pp.
- Dierssen, K.(1990) Einfuhrung in die Pflanzensozioologie. Akademie-Verlag Berlin. 241pp.
- Ellenberg, H.(1956) Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Stuttgart. 156pp.
- Ellenberg, H.(1996) Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen 5.A. UTB. 1,095pp.
- Kim, J. U. and Y. J. Yim(1987) Actual vegetation and potential natural vegetayion of Seonunsan area, southwestern Korea. Korean J. Ecol., 10: 159-164.
- Kim, J. W.(1992) Vegetation of Northeast Asia. On the syntaxonomy and syngelography of the oak and beech forest. Dissertation der Universitaet Wien. 314pp.
- Masaki, T., W. Suzuki, K. Niiyama, S. Iida, H. Tanaka and T. Nakashizuka(1992) Community structure of aspecies-rich temperate forest, Ogawa Forest Reserve, central Japan. Vegetatio 98: 97-111.

- Müller-Dombois, D. and H. Ellenberg(1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York. 547pp.
- Shibata, M., and T. Nakashizuka(1995) Seed and seedling demography of four cooccurring *Carpinus* species in a temperate deciduous forest. *Ecology*, 76(4): 1,099-1,108.
- Yee, S.(1998) Waldvegetation und Standorte im Odaesan-Nationalpark (Südkorea) als Grundlage für ein standortkundliches Verfahren un umweltschonende, naturnahe Waldnutzung. *Culterra* 25. Schriftenreihe des Instituts für Landespflege der Albert Ludwigs-Universität Freiburg. 182pp.

Table 1. Vegetation table of the valley in Kyeryongsan National Park

A: *Carpinus cordata* community

A-1: *Acer mono* subcommunity, A-2: *Sasa borealis* subcommunity, A-3: *Weigela subsessilis* subcommunity

B: *Carpinus laxiflora* community

B-1: *Ligustrum obtusifolium* subcommunity, B-2: *Styrax obassia* subcommunity

	A			B	
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2
Serial number	11 12345678901	11111111222 23456789012	22222223 34567890	333333 123456	33344444444444 78901234567890
Releve number	441 4331442 60271094254	44 4 42 34123745695	5111 11 03578916	211222 189023	42122323333333 87089163456728
Location	GNSGNDNSGGS GaaYaoaaGGi	GGGGGGGGGS GGYYYGYYYGi	GSSSSSSS Gaaaaaaa	SSSSSS iiiiii	GDSDDDDDDNNNDN Goaoooooooooaaaa
Direction	N S S NEWEEWENEW	SSNS NN SNWEEEWEEW	NS NN WWESWNEE	N WWWSE	NN N N S SWWWSEWEEWWW
Slope degree (°)	23122231123 40053214585	12212222313 59855538755	22111132 33888538	332332 503506	33133323133333 42527252842850
Altitude (m)	34355444234 54522710142 05000000550	22122333444 27948828677 55000000000	43452234 98454949 00000000	211233 936025 000000	42323523222323 21064405837195 5000000050550
Height of upper tree layer(m)	111 1111111 54391450355	11111111111 45677678823	1111 111 4334 134	111111 535546	11111111111111 55254257352567
Coverage of upper tree(T1) layer(%)	99755998999 55005000050	99898888998 55005055005	98795989 05505050	999889 000550	9988888 788899 0555550 550505
Coverage of lower tree(T2) layer(%)	55788467938 55500505005	86667866797 00505055555	96859673 05050050	457757 555055	87447884876565 5555505555505
Coverage of shrub(S) layer(%)	31 13693 35355585000	81466 221 2 55550505055	1 14 624 05505555	822522 005000	31321418245452 55055555005550
Coverage of herb(H) layer(%)	6 5 62 2 50208355515	67228262 4 50050555530	54251247 00005505	411274 000000	23444 3 253111 50000351000850
Number of species	32233233223 09239325542	33332132223 33450706993	43334333 15880234	334222 520395	2322323222323 84492320494400

Differential species of *Carpinus cordata* community

<i>Carpinus cordata</i> T1	AB...4				B
<i>Carpinus cordata</i> T2	A3ABBBB.A.	1AB.BBB33A	.A.		A.A.
<i>Carpinus cordata</i> S	+++ +A+1.A	.A1A+++A.A	+1+R.		+++.
<i>Carpinus cordata</i> H	.....1	.....1	.....+		R.
<i>Castanea crenata</i> T1	BB.....A.A	AABBBAAB.	BBB.3A.	AA.1	B.BA.A.
<i>Castanea crenata</i> T2	.....	AABA.....	B1.+A1AA	AA.	
<i>Castanea crenata</i> S	.....	1.....		R.+	
<i>Castanea crenata</i> H	.....				A.....R
<i>Asarum sieboldii</i> H	R.RR.+R.+	1++R+R+1+R.	+R.+R.	1.R.	R++.
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> T1	A.....AB.	B.B.B.A.	BABA.A.		A.....
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> T2	.....A.	1.....	.....+		
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> S	.....	1.....	.....+		+..R
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> H	.....	RR.R.....R	R.R.....	R.	+R.+..R.
<i>Acer truncatum</i> T1	.....A.				B.
<i>Acer truncatum</i> T2	.....A.A.				
<i>Acer truncatum</i> S	.....	+RR.			
<i>Acer truncatum</i> H	RR.R.R.+	R.....1R.	RR.R1R		
<i>Cephalotaxus koreana</i> H	+111+.M+.M	RRMM1++1M11	111...+	+..1	
<i>Zelkova serrata</i> T1	.B.BB.AB5.A	B.....B.	.A.		
<i>Zelkova serrata</i> T2	..AA.A.A.AA	A.A.1..+		A1A.	.....1.
<i>Zelkova serrata</i> S	.....+	++R..R.	R.....	+	
<i>Zelkova serrata</i> H	.R.....	+R..R		+	
<i>Staphylea bumalda</i> S	+.1.....	.....R.+	+.1..A		R.....
<i>Staphylea bumalda</i> H	+.R.RR.+	.R.R..R.	1..+R		.....+
<i>Arisaema amurense</i> var. <i>serratum</i> H	++ ++R+.++	+.R...+1R	1R+...1+		R.+..R.R





Table 1. (Continued)

Differential species of *Styrax obassia* subcommunity

<i>Styrax obassia</i> T1	3iBA, A, AA, B, 3, 1, A	3iABAA, AAB, ABB
<i>Styrax obassia</i> T2		1, +, R, 1+
<i>Styrax obassia</i> S		Ai, Aii, i, BM, i
<i>Styrax obassia</i> H		11, Ri, +1
<i>Carex lanceolata</i> H		1
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> S		+ R, R+RM
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> H		
<i>Indigofera kirilowii</i> H	R	
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> T2		+ + + + i, R
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> S		+ R, R, R+ + + R
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> H		R, +, R, +
<i>Aster scaber</i> H		RR, R
<i>Ilex macropoda</i> T2		A, A, A, 1
<i>Ilex macropoda</i> S		

Companions

<i>Sapium japonicum</i> T1	A, AA1, 1A, B, AA	ABA3A, AB, B	A1A, 1, A, A	AA, ABBi, B, AA, A
<i>Sapium japonicum</i> T2	1R, 1+1A11A	+A11+ 11A	1++R, +1	B11A1111A1A1B1
<i>Sapium japonicum</i> S	R, R, R, A	R, A, A, A, A, A, A	+R, R, R, +	1, +, +R
<i>Sapium japonicum</i> H	A, AA1A, A	A, A, A, A, A, A, A	B, B, B	B3, 1, B, A1AA, A
<i>Acer pseudosieboldianum</i> var. <i>koreanum</i> T2	+ + + + 1R+ + A	11+ + A111	+ A, B1	AA, 11, A+1, AAAA
<i>Acer pseudosieboldianum</i> var. <i>koreanum</i> S	R, R, R, R, R			+ 11, R+ + +
<i>Acer pseudosieboldianum</i> var. <i>koreanum</i> H	R, R, R, R, R			+ 11, R+ + +
<i>Styrax japonica</i> T2	AA, 1AA, 3	33, AA, 3A, i	BB, 433, 3AB3	1B13, 313BA, A
<i>Styrax japonica</i> S	+1+1, +	1, A+1, B	+ + 13R, AABBB+	11, 1, +, AB31A1
<i>Styrax japonica</i> H	R, R, R, R, R			
<i>Quercus serrata</i> T1	4, 3, A, B4	A3B3BA, AB, 3	AA, 3A, 4	B, 3, 3BBBAB, 3
<i>Quercus serrata</i> T2	1	B, A, A, A	B, B, 1B	AA, A, A, AAA, A
<i>Quercus serrata</i> S			RR, R	A, A, R, R, +
<i>Quercus serrata</i> H				+ 1, B, +
<i>Lindera erythrocarpa</i> T1	A, AA, AA4A	i, B, 1+1A	ABAA, 1AA	A, AA, B
<i>Lindera erythrocarpa</i> T2	+R, R+111+	1, +1	1, A, +	A, 1, +
<i>Lindera erythrocarpa</i> S	+R, +RR	RR, 1, R, +	R, R, +	11R, RR, R, +
<i>Lindera erythrocarpa</i> H	+R, R, 1	+1, 1M	1M+MMM	BM1, B, MMMM, A, 1MMM1M
<i>Carex siderosticta</i> H			R+1R+M	+B, M, A, B, +
<i>Athyrium nipponicum</i> H			B+1	A, 1, 1, +1, 1, +1
<i>Stephanandra incisa</i> S				1+1111
<i>Stephanandra incisa</i> H				+11+1+1+
<i>Callicarpa japonica</i> S	A1A1, AAA+	1, 1, 1, +	+1, +, +A	+11, +3, A+
<i>Callicarpa japonica</i> H	R, R, R, R, R			R, R, R, R
<i>Lindera obtusiloba</i> T2	R, A, +1i	BA, AA, +1	+ + + + R	Bi, +1+ 1, + + + 11, 1A
<i>Lindera obtusiloba</i> S	R, R, R, R, R			
<i>Lindera obtusiloba</i> H				
<i>Pseudostellaria palibiniana</i> H	M, 1, M1M+1	M, +	A, M1M, MM	1, +, R
<i>Disporum smilacinum</i> H	1	MA1, 11i	M, A, 11M	M, M, +A, M, M1+M, 1
<i>Pinus densiflora</i> T1		B, AAA, A, A	AAA, A	A, BA, 4, A, 3A
<i>Pinus densiflora</i> T2				
<i>Pinus densiflora</i> S				
<i>Smilax nipponica</i> H				
<i>Hydrangea serrata</i> for. <i>acuminata</i> H				
<i>Oplismenus undulatifolius</i> H				
<i>Smilax china</i> H				
<i>Rhus trichocarpa</i> T2				
<i>Rhus trichocarpa</i> S				
<i>Rhus trichocarpa</i> H				
<i>Parthenocissus tricuspidata</i> H				
<i>Quercus variabilis</i> T1				
<i>Quercus variabilis</i> T2				
<i>Quercus variabilis</i> S				
<i>Quercus variabilis</i> H				
<i>Corylus sieboldiana</i> T2				
<i>Corylus sieboldiana</i> S				
<i>Corylus sieboldiana</i> H				
<i>Pyrola japonica</i> H				
<i>Zanthoxylum piperitum</i> T2				
<i>Zanthoxylum piperitum</i> S				
<i>Zanthoxylum piperitum</i> H				
<i>Ainsliaea acerifolia</i> H				
<i>Quercus mongolica</i> T1				
<i>Quercus mongolica</i> T2				
<i>Quercus mongolica</i> H				
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> T1				
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> T2				
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> S				
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> H				

\* M: 2m, A: 2a, B: 2b

Table 1. (Continued)

## Other species:

*Quercus aliena* T1 42:B, 43:B, 1:B, 4:4, 19:A; *Quercus aliena* T2 42:A, 18:A, 19:A, 20:A;  
*Liriope spicata* H 24:R, 13:1, 18:R, 27:R; *Meliosma oldhamii* T1 19:B; *Meliosma oldhamii* T2 7:A,  
 24:B, 1:B, 23:A, 27:1; *Lilium distichum* H 19:1; *Rhododendron mucronulatum* S 18:+, 48:1;  
*Rhododendron weyrichii* H 22:R; *Acer ginnala* T2 19:A; *Aconitum pseudolaeve* var. *erectum* H 1:R,  
 2:1, 16:A; *Actaea asiatica* H 4:++; *Actinidia arguta* T1 5:A; *Actinidia polygama* T2 4:B;  
*Actinidia polygama* H 3:R, 5:M, 44:R; *Adenophora remotiflora* H 6:R; *Akebia quinata* S 8:+, 11:1;  
*Akebia quinata* H 2:R, 43:R, 13:+, 21:+, 19:++; *Alangium platanifolium* var. *macrophyllum* 5:R,  
 45:R, 50:R; *Alangium platanifolium* var. *macrophyllum* 2:+, 4:+, 5:+, 14:R, 15:+, 8:R, 16:++;  
*Albizia julibrissin* T1 11:A; *Albizia julibrissin* T2 20:1; *Ampelopsis heterophylla* H 4:R;  
*Artemisia princeps* var. *orientalis* H 29:1; *Astilbe chinensis* var. *davidii* H 43:R, 13:R, 21:R,  
 37:R; *Athyrium pycnosorum* H 4:++; *Athyrium yokoscense* H 4:R; *Boehmeria spicata* H 8:R;  
*Boehmeria tricuspis* H 43:++; *Cimicifuga heracleifolia* H 2:A, 5:R, 11:++; *Codonopsis lanceolata* H  
 24:R, 49:+, 25:R, 50:+, 21:1, 27:R, 28:R; *Cornus controversa* T1 3:B, 5:B, 24:B, 44:A, 6:3, 29:A,  
 31:B; *Cornus controversa* T2 6:1, 29:++; *Cornus controversa* S 2:R, 5:++; *Cornus kousa* T2 3:3, 42:1,  
 5:A, 49:4, 25:1, 8:A, 18:A, 27:1, 31:A, 26:A; *Cornus kousa* S 8:R, 18:+, 19:1, 31:+, 26:1;  
*Cornus kousa* H 17:R, 27:R; *Cornus macrophylla* T1 6:B; *Cornus walteri* T2 42:A;  
*Corylus heterophylla* S 20:++; *Corylus sieboldiana* var. *mandshurica* S 3:+, 11:R, 10:B;  
*Desmodium oxyphyllum* H 5:R, 25:R; *Diospyros lotus* T1 42:B, 45:A, 6:A, 16:B; *Diospyros lotus* T2  
 18:1; *Dryopteris bissetiana* H 4:A, 14:+, 11:++; *Elaeagnus umbellata* S 21:R;  
*Euonymus alatus* for. *ciliatodentatus* H 14:R, 8:R, 9:R, 18:R, 23:R, 10:R;  
*Euonymus alatus* for. *ciliatodentatus* S 45:R, 43:R, 2:+, 8:R, 21:1, 19:++; *Euonymus oxyphyllus* T2  
 1:B, 14:A, 3:+, 47:+, 5:1, 31:A; *Euonymus oxyphyllus* S 14:+, 45:B, 44:R, 1:A, 49:+, 50:1, 16:1,  
 31:1; *Euonymus oxyphyllus* H 1:+, 6:R, 7:R, 47:+, 50:+, 19:R, 28:+, 29:R, 31:1;  
*Euonymus sachalinensis* T2 50:1; *Goodyera repens* H 49:++; *Gynostemma pentaphyllum* H 43:R;  
*Heremacallis fulva* H 19:+, 27:R; *Hosta longipes* H 49:+, 9:R, 48:R, :R; *Hovenia dulcis* T2 42:A;  
*Kerria japonica* S 42:3; *Kerria japonica* H 42:1; *Lespedeza bicolor* S 20:R; *Liriope platyphylla* H  
 19:++; *Lycoris aurea* H 43:++; *Maackia amurensis* T1 9:++; *Maackia amurensis* T2 48:1;  
*Maackia amurensis* S 22:R; *Maackia amurensis* H 5:+, 48:R, :+;  
*Miscanthus sinensis* var. *purpurascens* H 20:1, 48:++; *Osmunda japonica* H 35:A;  
*Phryma leptostachya* var. *asiatica* H 2:+, 7:+, 17:R, 19:R, :+; *Pimpinella brachycarpa* H 1:R, 2:+,  
 14:R, 45:R, 25:R, 50:R, 22:R, 31:R; *Polygonatum lasianthum* var. *coreanum* H 7:+, 14:+, 44:+,  
 49:1, 50:M, 15:+, 16:R, 48:+, 27:1, 28:++; *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* H 4:R, 6:R, 2:R,  
 50:+, 37:R; *Pseudostellaria heterophylla* H 1:1, 11:R; *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum* H  
 2:+, 6:+, 24:+, 44:+, 25:+, 17:R, 10:++; *Pueraria thunbergiana* H 6:R, 8:+, 18:R;  
*Pyrus ussuriensis* T1 2:A; *Quercus acutissima* T1 10:B; *Rhamnus davurica* S 14:+, 37:R;  
*Rhamnus davurica* H 34:R; *Rhus chinensis* H 8:R; *Rhus verniciflua* S 18:R;  
*Ribes fasciculatum* var. *chinense* H 5:+, 45:R; *Rubia akane* H 13:++; *Rubus crataegifolius* H 29:++;  
*Salix maximowiczii* T1 43:A; *Sambucus williamsii* var. *coreana* S 16:R;  
*Sambucus williamsii* var. *coreana* H 4:+, 5:R, 7:R, 5:R, 6:R, 15:R; *Saussurea seoulensis* H 36:++;  
*Scutellaria indica* H 4:R; *Smilacina japonica* H 2:+, 14:R, 6:+, 15:R, 11:R, 16:1;  
*Smilax riparia* var. *ussuriensis* H 22:R; *Smilax sieboldii* S 8:R; *Smilax sieboldii* H 25:R, 33:R;  
*Sorbus alnifolia* T1 1:3, 27:B; *Sorbus alnifolia* T2 1:A, 22:A, 35:++; *Sorbus alnifolia* S 1:+, 1:+,  
 18:+, 36:R, :R; *Sorbus alnifolia* H 26:+, 34:R, 35:++; *Syneilesis palmata* H 4:++;  
*Ulmus davidiana* var. *japonica* T2 25:++; *Vaccinium oldhami* H 29:++;  
*Veratrum maackii* var. *japonicum* H 15:R; *Viburnum wrightii* S 21:R; *Vicia unijuga* H 19:R;  
*Vicia venosa* var. *cuspidata* H 21:A; *Viola dissecta* var. *chaerophylloides* H 24:R, 2:R, 13:R,  
 17:+, 8:R, 21:R, 23:R, 36:R, 37:R, :R; *Viola rossii* H 2:+, 6:1, 16:++; *Vitis amurensis* H 2:+,  
 44:+, 17:R, 19:R, 10:R, 29:R, 33:R; *Vitis flexuosa* H 2:R; *Zanthoxylum schinifolium* T2 34:1;  
*Zanthoxylum schinifolium* S 45:+, 18:R; *Zanthoxylum schinifolium* H 18:R;