

# 난온대 상록수림지역의 식생구조와 천이계열<sup>1</sup>

오 구 균 · 최 송 현\*

호남대학교 공과대학 조경학과 · 서울시립대학교 대학원\*

## Vegetational Structure and Successional Sere of Warm Temperate Evergreen Forest Region, Korea<sup>1</sup>

Oh, Koo-Kyoon and Song-Hyun Choi\*

Department of Landscape Architecture, College of Engineering, Honam University

Graduate School, Seoul City University\*

### ABSTRACT

Vegetational structure and successional sere were investigated for the evergreen and nearby deciduous broad-leaved forests in inland areas (Turyunsan, Pulgapsan) and south-western island areas (Hongdo, Chindo). The evergreen broad-leaved forests of the four areas showed a seral stage with an age structure mostly under fifty years old. Dominant evergreen broad-leaved species in canopy layer were *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, *Machilus thunbergii*, *Quercus acuta*, *Q. stenophylla*, *Q. glauca*, and *Neolitsea sericea*.

Succession of the forest vegetation in the surveyed areas was proceeding from deciduous broad-leaved trees to evergreen broad-leaved trees. The species of climax stage were assumed to be *Machilus thunbergii*, *Neolitsea sericea* and *Dendropanax morbisfera* in canopy layer, *Aucuba japonica* and *Machilus japonica* in subtree and shrub layer.

**Key words** : Vegetational structure, Successional sere, Evergreen broad-leaved forest, Climax stage

### 서 론

한반도 난대림지역의 상록활엽수림대는 과거 벌채, 연료채취, 조림 등 인위적 영향으로 대부분 파괴되어 참나무류를 중심으로 한 낙엽활엽수림대 또는 곰솔나무수림대로 자연식생 경관의 원형을 상실하였고, 식물천이계열 추정이나 식물군집구조의 연구가 어려운 실정이다. 다행히도 인간의 접근이 어려운 일부 섬이나 내륙 벽지(僻地) 그리고 종교적 또는 방재(防災) 목적상 보

<sup>1</sup> 이 논문은 1992년 교육부지원 학술진흥재단의 자유공모(지방대학육성)과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

호되어 온 곳에서 국지적으로 소집단 또는 군락수준으로 잔존·생육하고 있는 상록활엽수림, 그리고 임상층(林床層)에서 상록활엽수가 활착·생육하고 있는 낙엽활엽수림이 난온대 상록활엽수림대의 식물상, 군락구조 등 학술연구와 국토의 자원관리 방향을 설정하는데 귀중한 생물자원이 되고 있다.

1970년대 이후 냉온대 낙엽수림대의 정성적, 정량적 식물군집 및 식생천이계열에 관한 연구는 상당히 보고되고 있으나(강과 오 1982, 김 1987b, 박 등 1988, 오 등 1988b, 이 등 1988, 1992, 송 등 1992) 난온대 상록수림대를 대상으로 국지적 환경요인을 고려한 식생구조와 식생천이계열에 관한 정량적 연구는 매우 적은 편이다(김과 장 1973, 김 1988).

따라서 본 연구는 난온대림 기후대의 내륙지방과 도서지방의 잔존 상록활엽수림과 주변의 낙엽활엽수림을 중심으로 식생구조를 정량적으로 분석하는데 그 목적이 있다.

## 조사지 개황

난온대상록수림 및 낙엽활엽수림의 연구대상지는 내륙지방의 전남 해남군 두륜산(703 m)과 영광군 불갑산(516 m) 불갑사 주변, 그리고 도서지방인 진도의 침찰산(485 m) 쌍계사 주변, 신안군 홍도(368 m) 지역이다(Fig. 1). 상기 4개지역의 기상현황은 조사대상지나 주변의 기상측후소(홍도;목포, 진도;완도)나 기상관측소(두륜산;해남, 불갑산;함평)의 지난 20~30년의 기상자료를 참조할 때, 한랭지수가 -10 이상인 홍도, 진도 및 두륜산은 난온대상록수림 생육지역(임 1970)이고, 불갑산은 연평균기온 12.7°C, 월최고기온 24.1°C, 월최저기온 1.6°C, 한랭지수 -11.4, 온량지수 113.6(기상청 1991)으로 난·냉온대 경계부의 기후특성(임 1970)을 나타내고 있다.

전남 신안군 흑산면에 소재한 홍도(E 125°10'~15', N 34°30'~44')는 총면적 6.87 km<sup>2</sup>로서 섬 전체가 천연보호구역(천연기념물 170호;1965년)으로 지정되어 있다. 홍도의 식물상에 관해서는 石戸(1920), 이와 이(1959) 등의 보고가 있었다. 김(1987c)의 식물사회학적 조사보고에 의하면, 홍도의 식물상은 110과, 336속, 545종(상록활엽식물은 54종)이고, 구실잣밤나무, 후박나무, 붉가시나무, 동백나무, 식나무, 참식나무 등의 식물군락이 분포하고 있으며, 전지역 대부분이 상록활엽수림이다. 홍도의 식생은 1960년 대에 대규모 산불, 1980년 대까지도 주민들의 연료채취, 약재채취, 염소방목 등으로 부단히 인위적 간섭을 받아 왔다. 대부분 50년 미만의 상록활엽수이며, 당산숲과 접근이 어려운 동사면에 비교적 잘 보존된 상록수림이 잔존하고 있다.

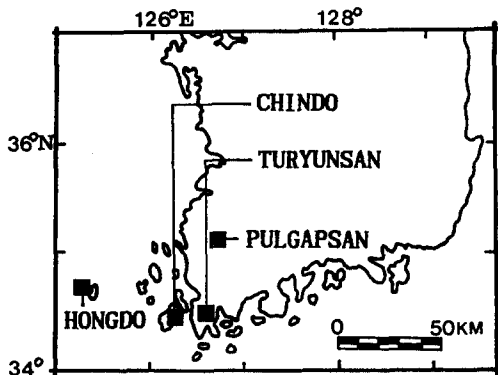


Fig. 1. Location of survey sites.

진도군 의신면에 소재한 침찰산(E 127°17'~20', N 34°27'~30')의 상록수림, 12,231 m<sup>2</sup>가 천연기념물 107호(1964)로 지정되어 있다. 진도의 식물상에 대하여는 양(1958), 김(1990), 김과 우(1991) 등의 보고가 있었으며, 현재까지 139과, 484속, 680종, 1아종, 95변종, 9품종의 식물과 구실잣밤나무군락, 참가시나무군락, 붉가시나무군락, 동백나무군락 등이 보고되어 있다. 1960년 대 대규모 벌채 후 맹아림으로 발달한 진도의 상록활엽수림은 천연기념물 지정 이후에도 동백나무나 어린나무들이 분재용으로 캐어지고 있으며, 인접한 덕신

산 꼭간부의 상록활엽수림은 천연기념물 지정에서 제외되어 있어 훼손위험이 높다.

1979년 도립공원으로 지정된 두륜산-대둔산 일대(E 126°36'~39', N 34°25'~30')의 식물상에 대해서는 박과 박(1973), 도와 박(1979)의 조사 보고가 있으며, 김과 오(1991)는 114과, 342속, 532종, 79변종, 6품종의 식물상과 붉가시나무-조릿대군락, 동백나무군락 등의 상록활엽수군락을 보고했다. 대둔사(대흥사) 등 사찰 암자 주위에 붉가시나무를 위주로 한 상록활엽수 2차림이 분포하고 있으며, 특히 대둔사 뒤, 남서사면에는 수고 15 m 이상, 수령 70년 이상으로 추정되는 붉가시나무가, 국지적으로는 참식나무, 황칠나무 등과 함께 잘 보존되어 생육하고 있었다.

영광군 불갑산(E 126°32'~35', N 35°11'~13') 불갑사-전의암 주위의 참식나무군락, 27,796 m<sup>2</sup>이 천연기념물 112호(1962년)로 지정되어 있고, 52과 114속 186종 19변종 2품종의 식물상과 참식나무군락, 동백나무군락, 굴참나무군락, 개서어나무군락, 떡갈나무군락이 생육하는 것으로 보고되어 있다(김 1987a). 불갑사-전의암간 꼭간부, 전석지대에 분포하고 있는 참식나무는 흉고직경 30 cm 미만, 수령 50년생 미만으로 천연기념물 지정년도, 주변 소나무와 참나무류의 수령을 고려할 때, 현 참식나무군락은 1950년 경 대규모 벌채후 발달된 2차림으로 생각된다.

이상 4개지역의 상록활엽수림의 보존상태를 흉고직경과 수령, 식물군락의 발달 정도들을 고려하여 종합해 보면, 100년 이상의 영급으로 구성된 임분구조를 나타내는 상록활엽수림은 없다. 흉도의 상록수림은 최근 10여 년 전까지도 국지적으로 벌채, 박피 등 인위적 간섭을 받았고, 나머지 3개 지역은 1950~1960년 대에 대규모 벌채에 의한 인위적 간섭을 받은 이차림으로 판단된다. 그리고 상록수림의 임연부는 최근까지 가축방목과 비료목, 연료채취 등 지속적인 인위적 간섭으로 상록활엽수종에 의한 산림 주연부 식생의 발달이 지연되고 있었다.

## 조사 방법

### 식생 및 환경요인 조사

식물군집구조 분석을 위하여 상록활엽수림과 인접 낙엽활엽수림을 대상으로 조사지를 설정하고, 각 조사지에서 15m × 20m, 5m × 5m 크기의 방형구(300m<sup>2</sup>)를 설치한 뒤, 상·중층 수목은 15m × 20m 크기의 방형구에서 흉고직경을, 하층수목은 각 방형구마다 5m × 5m 크기의 소방형구 2개씩에서 수관폭을 조사하는 중첩방형구법(이 등 1988)을 이용하였다. 수관층위 구분은 상층수목은 상층 수관을 이루는 수목, 하층수목은 흉고직경 2cm 이하, 기타 수목은 중층수목으로 구분하였으며, 고밀도로 분포하는 송악, 자금우, 마삭줄 등은 피도를 목측한 뒤, 단독으로 생육하는 개체의 피도를 참조하여 개체 수로 환산했다. 식생조사구는 흉도지역에서 49개소, 진도지역에서는 52개소, 두륜산지역에서 59개소, 불갑산지역에서 40개소, 총 200개소를 설정하였다.

한편, 상록활엽수와 낙엽활엽수 집단간의 수종간 상대우점치 크기를 조사하기 위하여 상기 식물집단간 경쟁관계가 선적으로 구분되는 추이대에서 양쪽 방향으로 폭 10m, 길이 25m의 벨트-트랜섹트(오 등 1988a)를 설치하여 매 10m 구간별로 3개 수관층위로 나누어 매목조사를 하였으며, 상·중층 수목은 10m × 10m 크기의 방형구에서, 하층수목은 5m × 10m 크기의 방형구에서 조사하였다. 흉도지역에서 2개소, 진도지역 4개소, 두륜산지역 5개소, 불갑산지역 3개소, 총 14개소의 벨트-트랜섹트를 설치하였다. 그리고 식물의 학명은 이(1988)의 학명체계를 따랐다.

입지환경요인으로는 조사지의 방위, 경사도, 해발고 및 지형조건을 현지에서 측정하였으며, 방위는 8개 방위로, 지형조건은 능선, 중복부, 꼭간부, 계류변의 4개 유형으로 구분하였다. 그리

고 홍도와 진도지역에서 각각 28개소, 두륜산과 불갑산지역에서 각각 22개소, 총 100개소의 식생 조사지의 A층에서 1 kg의 토양시료를 채취하여 실내에서 음건시킨 후, 농촌진흥청(1988)의 방법으로 EC, pH, 유기물, 유효인산, 전질소, 양이온치환능,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ 를 분석하였다.

### 식물군집구조 분석

식생조사에서 얻어진 자료를 토대로 수관층위별 우점도를 파악하기 위하여 상대우점치(I.V.)를, 상대우점치에 수관층위별 가중치를 계산한 평균상대우점치(M.I.V.)를 계산하였다.

$$\text{상대우점치(RIV:Relative Importance Value)} = \frac{RD + RC}{2}$$

$$\text{평균상대우점치(MRIV:Mean Relative Importance Value)} = \frac{\text{상층RIV} \times 3 + \text{중층RIV} \times 2 + \text{하층RIV} \times 1}{6}$$

한편, 식생자료 중에서 Classification과 Ordination분석에 필요한 합성치는 흉고직경 2 cm 이상 되는 수목들의 평균상대우점치를 사용하였으며, Classification은 Hill(1979b)의 TWINS-PAN(Two-Way INDicator SPecies ANALYSIS)에 의하여 계산하였고, Ordination은 Hill(1979a)의 DCA(Detrended Correspondence Analysis)의 방법을 이용한 PDAP(Plant Data Analysis Package)를 사용하였다. 입지 및 토양환경요인과 식물들간의 상관관계는 SPSS/PC<sup>+</sup>를 사용하였으며, 입지요인 중 8개 방위는 1(북북서), 2(북북동), 3(서북서), 4(동북동), 5(서남서), 6(동남동), 7(남남서), 8(남남동)로, 지형은 1(산록부), 2(중북사면), 3(곡간부), 4(능선부)의 숫자로 변형하였고, 기타 요인들은 실측치를 사용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 주요 식물집단간의 상대우점치 변동

상층 수관에서 상록활엽수와 소나무 또는 낙엽활엽수집단이 경계를 이루고 있는 지점의 수관층위별 상대우점치를 나타낸 것이 Fig. 2이다.

홍도지역의 벨트 1, 2는 구실잣밤나무와 소나무가 상층 수관에서 경쟁관계를 나타내고 있다. 그러나 중층 수관에서는 구실잣밤나무가 우점한 가운데 후박나무, 동백나무, 기타 상록활엽수 세력이 커지고 있으며, 하층 수관에서는 기타 상록활엽수와 후박나무 세력이 더욱 커지고 있어 소나무의 도태가 예상된다.

진도지역의 벨트 1은 구실잣밤나무와 참가시나무 및 종가시나무가 상층 수관에서 우세하게 나타나고 있다. 중층 수관에서는 동백나무가 전 구간에서 우점하고 있으며, 하층 수관에서는 구실잣밤나무, 동백나무, 기타 상록수가 우세하게 나타나고 있다.

진도 벨트 2에서는 0~30 m 구간의 구실잣밤나무와 30~50 m 구간의 굴참나무가 상층 수관에서 우세하게 나타나고 있으며, 중층 수관에서는 굴참나무의 상대우점치는 크게 낮아지고, 동백나무와 기타 상록활엽수들의 상대우점치가 증가하고 있다. 하층 수관에서는 0~20 m 구간에서는 구실잣밤나무가, 20~30 m 구간에서는 기타 상록활엽수가 우세하고, 30~50 m 구간에서는 기타 낙엽수가 우세한 가운데 참가시나무, 동백 기타 상록활엽수의 상대우점치가 상 중층에 비

하여 증가하고 있어 굴참나무의 도태가 예상된다.

진도 벨트 3의 상층 수관에서는 증가시나무가 전구간에서 우점한 가운데 굴참나무와 기타 낙엽활엽수가 분포하고 있다. 중층 수관에서는 동백나무와 기타 상록활엽수들의 상대우점치가 커졌고, 굴참나무는 출현하지 않았다. 하층 수관에서는 전구간을 기타 상록활엽수들이 우세한 가운데 동백나무, 증가시나무, 후박나무 순으로 상대우점치가 높았다.

진도 벨트 4의 상층 수관에서는 0~30 m 구간에서는 붉가시나무, 30~50 m 구간에서는 소사나무와 기타 낙엽수가 우세하게 분포하고 있다. 중층 수관에서는 전구간에서 동백나무가 우세하게 분포하고 있으며, 하층 수관에서는 동백나무가 전구간에서 우세한 가운데 기타 상록수의 상대우점치도 크게 증가하고 있으며, 소사나무는 출현하지 않았다.

두륜산지역의 벨트 1의 상층 수관에서는 붉가시나무와 졸참나무, 개서어나무의 상대우점치가 높게 나타나고 있다. 중층 수관에서는 동백나무가 전구간에서 우점하고 있으며, 하층 수관에서는 동백나무와 기타 상록활엽수 세력이 크게 증가하고 있었고, 졸참나무나 개서어나무는 출현하지 않았다.

두륜산지역의 벨트 2의 상층 수관에서는 붉가시나무와 굴참나무의 상대우점치가 높게 나타나고 있다. 중층 수관에서는 동백나무가 전구간에서 우점하고 있으며, 기타 상록활엽수 세력이 증가하였다. 하층 수관에서는 동백나무와 기타 상록활엽수의 상대우점치가 50% 정도로 우점하고 있었으며, 상층 수관에서 우세하였던 붉가시나무와 굴참나무 및 개서어나무는 출현하지 않았다.

두륜산지역의 벨트 3의 상층 수관에서는 0~20 m, 30~40 m 구간에서는 붉가시나무가, 20~30 m, 40~50 m 구간에서는 개서어나무와 기타 낙엽수가 우점하고 있었다. 중층 수관에서는 전구간에서 붉가시나무, 동백나무, 기타 낙엽수가 분포한 가운데 동백나무가 0~20 m 구간에서, 기타 낙엽수가 30~40 m 구간에서 우점하고 개서어나무의 상대우점치는 매우 낮았다. 그러나 하층 수관에서는 새비나무, 비목나무, 자귀나무 등 기타 낙엽수종이 전구간에서 우세하게 분포하고 있었고, 후박나무, 참식나무 등 기타 상록수들도 10~50 m 구간에서 약 25% 정도의 상대우점치를 나타내고 있었다.

불갑산지역의 벨트 1의 상층 수관에서는 기타 낙엽수가 우점한 가운데 30~50 m 구간에서 참식나무가 분포하고 있으나, 중층 수관에서는 참식나무와 비자나무가 우세하게 분포하고 있다. 하층 수관에서는 참식나무가 전구간에 분포한 가운데 상록활엽수가 0~20 m, 30~40 m 구간에서 분포하고 있어서 낙엽활엽수류는 도태되리라 예상된다.

불갑산지역의 벨트 2의 상층 수관에서는 개서어나무, 참식나무, 기타 낙엽수가 우세하게 분포하고 있다. 중층 수관에서는 10~50 m 구간까지 참식나무가 우세한 가운데 0~10 m 구간에서는 개서어나무, 10~30 m 구간에서는 비자나무가, 30~50 m 구간에서는 기타 낙엽수가 우세하게 분포하고 있다. 하층 수관에서는 전구간에서 참식나무와 기타 상록수가 분포한 가운데 0~10 m, 40~50 m 구간에서는 기타 낙엽활엽수가 우세하게 분포하고 있으며, 개서어나무는 출현하지 않고 있어서 개서어나무의 도태가 예상된다.

불갑산지역 벨트 3의 상층 수관에서는 기타 낙엽활엽수, 참나무류, 개서어나무가 분포하고 있다. 중층 수관에서는 참식나무가 전구간에서 분포한 가운데 0~40 m 구간에서 우세하고 0~10 m 구간에서는 기타 상록활엽수가, 30~50 m 구간에서는 개서어나무와 기타 낙엽활엽수가, 40~50 m 구간에서는 비자나무가 우세하게 분포하고 있다. 하층 수관에서는 참식나무가 0~50 m 구간에서 분포하고 있으며, 10~20 m, 40~50 m 구간에서는 기타 상록활엽수가, 20~40 m 구간에서는 기타 낙엽활엽수류가 우세하게 분포하고 있고 개서어나무, 낙엽참나무류는 출현하지

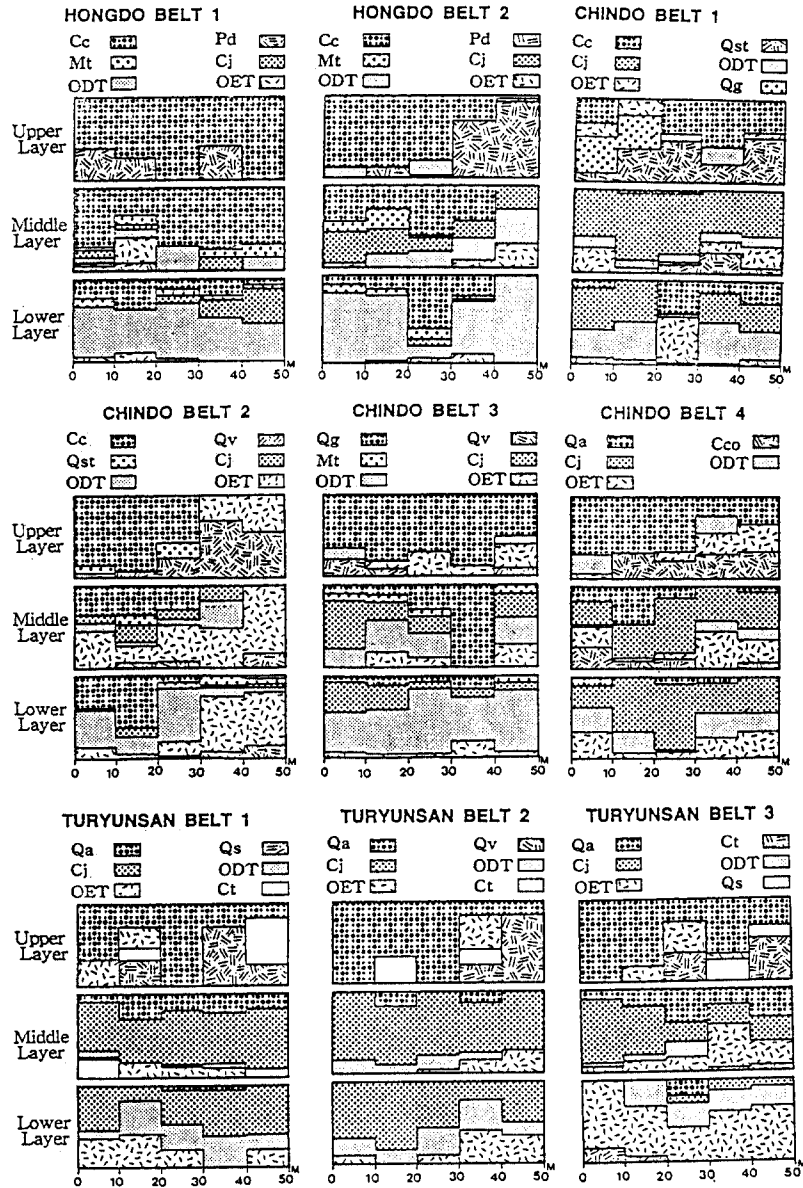


Fig. 2. Fluctuation of relative importance value of competitive species along 50m belt - transect by crown stories.

Cc: *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, Cco: *Carpinus coreana*, Cj: *Camellia japonica*, Ct: *Carpinus tschonoskii*, DQ: deciduous *Quercus* spp., Mt: *Machilus thunbergii*, Ns: *Neolitsea sericea*, Pd: *Pinus densiflora*, Qa: *Quercus acuta*, Qg: *Q. glauca*, Qs: *Q. serrata*, Qst: *Q. stenophylla*, Qv: *Q. variabilis*, OET: the other evergreen trees, ODT: the other deciduous trees.

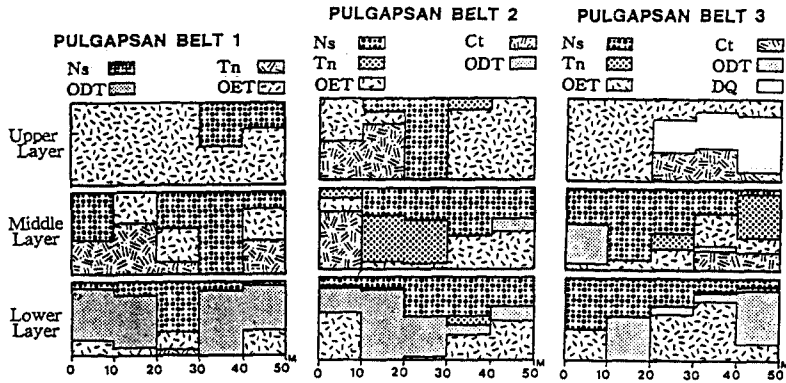


Fig. 2. Continued

않았다.

한정적인 자료이지만 난온대 상록수림지역에서 주요 수종들의 수관층위별 상대우점치 변동을 고려할 때, 홍도지역에서 소나무는 점차 도태되어 가고 구실잣밤나무, 후박나무, 동백나무 등 상록활엽수종으로 식생천이가 예상된다. 진도지역에서는 굴참나무, 소사나무가 도태되어 가고, 구실잣밤나무, 참가시나무, 붉가시나무, 동백나무 등 상록활엽수종으로 식생천이가 예상된다. 두륜산지역에서는 굴참나무, 졸참나무, 개서어나무가 도태되어 가고, 붉가시나무, 동백나무나 기타 상록활엽수로 식생천이가 예상되며, 불갑산지역에서는 참식나무와 비자나무, 기타 상록활엽수의 경쟁력이 커지고 개서어나무, 낙엽 참나무류는 도태가 예상된다.

**식물군집구조 분석**

홍도지역의 총 49개 조사구(14,700 m<sup>2</sup>)에서 86종의 목본식물이 생육하고 있었으며, 이중 상록활엽수는 30종이었다. 진도 침찰산 쌍계사 주변지역에서는 총 52개 조사구(15,600 m<sup>2</sup>)에서 89종의 목본식물이 생육하고 있었으며, 이중 상록활엽수는 23종이었다. 해남군 두륜산 대둔사 주변에서는 총 59개 조사구(17,700 m<sup>2</sup>)에서 100종의 목본식물이, 17종의 상록활엽수가 생육하고 있었으며, 본 조사지중 최북단인 영광군 불갑사 주변에서는 총 40개 조사구(12,000 m<sup>2</sup>)에서 113종의 목본식물이, 5종의 상록활엽수가 생육하고 있었다. 조사구 면적이 다소 차이는 있었으나, 출현 수종 수는 불갑산, 두륜산, 진도, 홍도 순이었으며, 상록활엽수종 수는 홍도, 진도, 두륜산, 불갑산 순으로 정반대의 결과를 나타냈다. 불갑사지역은 냉·난온대기후대의 추이대 특성으로(임 1970), 두륜산지역은 지형적 특성과 종자전파의 용이성 때문에 출현 종 수가 많은 것으로 생각되며(Gorman 1979), 상록활엽수종 수는 기후요인과 인위적 교란이 크게 작용한 것으로 생각된다(임 1970).

4개 조사지역의 200개의 조사구를 동시에 분석할 수 없는 프로그램의 제한성 때문에 편의상 각 지역별로 조사구들을 분류하기 위하여 TWINSPLAN 과 DCA 분석을 한 결과, 홍도지역에서는 8개 조사구군, 진도지역에서는 7개 조사구군, 두륜산지역에서는 4개 조사구군, 불갑산지역에서는 5개 조사구군, 총 24개 조사구군으로 유별되었으며, 각 조사구군에서 수관층위별 상대우점치가 10% 이상되는 주요 종들의 평균상대우점치는 Table 1과 같다.

TWINSPLAN에 의해 24개의 조사구군을 분류한 결과는 Fig. 3과 같고, DCA 분석 결과는 Fig. 4와 같다.







Fig. 3에 의하면, 제 1 division에서는 대체적으로 홍도와 진도지역, 두륜산과 불갑산지역으로 나누어졌으며, 제 2 division에서는 4개, 3 division에서는 7개 조사구군으로 나누어졌고, 이중 홍도의 조사구 군은 제 2 division에서 다른 지역의 조사구군과 완전히 분리되었다.

4개 지역의 24개 조사구군에 대한 DCA 분석에 의한 분리현상을 도식화한 Fig. 4에 의하면, 제 1, 2축에서 Total Variance의 집중률은 73.8%로서 높게 나타났다. 제 1축에서는 홍도, 진도, 두륜산, 불갑산 지역으로 조사구군이 분리되었다. 그러나 후박나무가 우점하고 있는 홍도의 H1과 참식나무가 우점하고 있는 두륜산의 T19는 다른 조사구군과 분리되고 있는데 홍도의 H1은 전질소와 유기물이 상대적으로 낮고, 두륜산의 T19는 토양환경이 상대적으로 매우 양호한 지역이다.

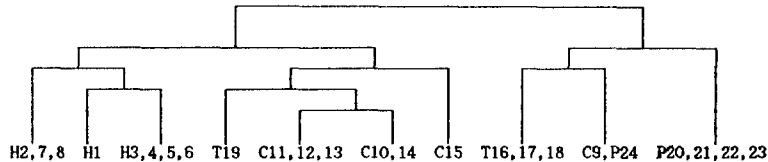


Fig. 3. Dendrogram of TWINSpan classification of twenty four plot groups at the four areas. Legends of H1 ~ P24 are referred to Table 5.

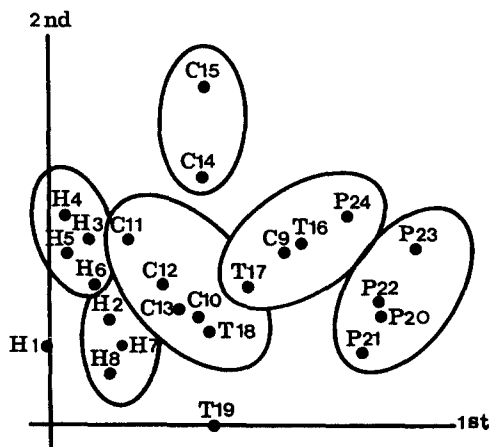


Fig. 4. Plot groups ordination on the first two axes, using DCA.

상대우점치가 우세한 종들의 분류와 환경과의 상관성을 알아보기 위하여 24개 조사구군 (Table 1)에서 5회 이상 출현한 수종 중 중·상층 수관층위에서 20% 이상의 상대우점치를 나타낸 주요 종을 중심으로 TWINSpan과 DCA 분석 결과는 Fig. 5, 6과 같다.

46종에 대한 TWINSpan 분석 결과, 대체적으로 상록활엽수와 낙엽활엽수군으로 대별되었으며, 교목층에서는 개서어나무-느티나무-비자나무-갈참나무-푸조나무-다릅나무-층층나무-굴피나무-자귀나무군, 굴참나무-단풍나무-곰의말채나무군, 대팻집나무-줄참나무-고로쇠나무군, 산벚나무-이나나무군, 참식나무-소나무-팔배나무군, 불가시나무-종가시나무군, 육박나무-황칠나무-예덕나무군, 후박나무-소

사나무-구실잣밤나무-읍나무-감탕나무군으로 분리되었다. 아교목 및 관목층에서는 사람주나무-산딸나무-때죽나무-덜꿩나무군, 비목나무-새비나무군, 쇠물푸레나무-산가막살나무군, 당단풍-굴거리나무군, 동백나무-광나무-사스레피나무군, 센달나무-식나무-왕작살나무군으로 분리되었다.

DCA 분석 결과는 대체적으로 TWINSpan 분석 (Fig. 5)과 유사하게 교목층이나 아교목/관목층 모두에서 상록활엽수군과 낙엽활엽수군으로 분리되어 분포하고 있으며, 제 1, 2축 좌표상에서 소나무와 곰의말채나무가 독립적으로 분포하는 것이 특이하였다. 교목층에서는 팔배나무-소사나무군, 구실잣밤나무-감탕나무-황칠나무-후박나무군, 참식나무-종가시나무-불가시나무-육박나무-예덕나무군, 개서어나무-줄참나무-굴참나무-갈참나무-층층나무-비자나무-푸조나무-느티나무군의 환경유형으로 분리되었다. 아교목 및 관목층에서는 교목층에서와 같이 잘 분리되지 않았으며, 때죽나무-산딸나무-덜꿩나무-사람주나무-비목나무군과 동백나무-광나무-식나무-센달나

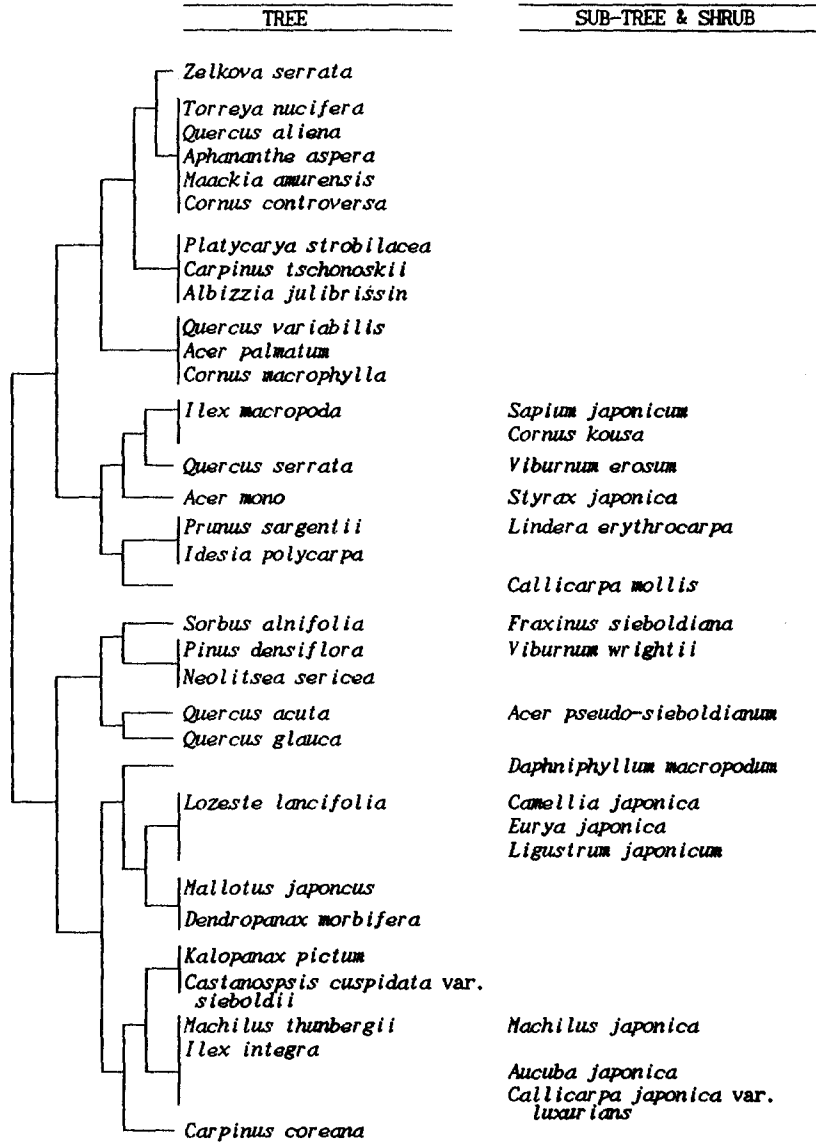


Fig. 5. Dendrogram of TWINSPLAN species classification for major woody plants.

무-굴거리나무-왕작살나무군의 환경유형으로 분리되었다.

토양환경인자와 DCA의 제1축, 제2축의 score와의 상관관계를 나타낸 것이 Table 2이다. DCA 제 1, 2축에서의 Eigen values는 홍도에서 각각 0.472, 0.232이고, 진도에서는 0.469, 0.331, 두류산에서는 0.714, 0.310, 불갑산에서는 0.559, 0.233 이었다. 4개지역 중 두류산지역의 토양환경인자와 DCA의 제1축과 고도의 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, 홍도와 진도지역에서는 DCA 제 1, 2축과 상관관계를 나타내는 토양인자 수가 상대적으로 적게 나타났는데, 이는 홍도와 진도지역이 인위적 간섭으로 식생천이가 교란되었기 때문으로 사료된다(김과 길 1992, 이 등 1992, 송 등 1992).

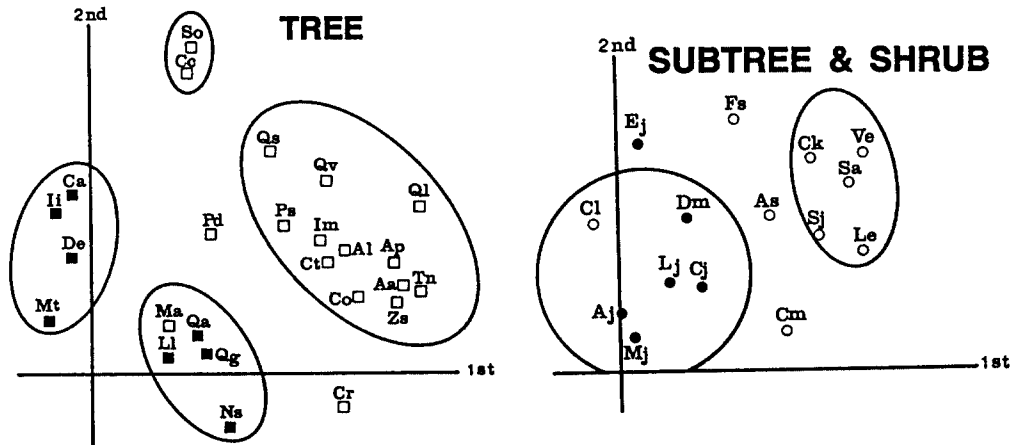


Fig. 6. Species ordination on the first two axes, using DCA for major woody plants.

Aa: *Aphanathe aspera*, Aj: *Aucuba japonica*, Al: *Albizia julibrissin*, Ap: *Acer palmatum*, As: *A. pseudo-sieboldianum*, Ca: *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, Cc: *Carpinus coreana*, Ct: *C. tschonoskii*, Cj: *Camellia japonica*, Co: *Cornus controversa*, Ck: *C. kousa*, Cr: *C. macrophylla*, Cl: *Callicarpa japonica* var. *luxurians*, Cm: *C. mollis*, De: *Dendropanax moribifera*, Dm: *Daphniphyllum macropodum*, Ej: *Eurya japonica*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Ii: *Ilex integra*, Im: *I. macropoda*, Le: *Lindera erythrocarpa*, Lj: *Ligustrum japonicum*, Ll: *Lozoste lancifolia*, Ma: *Mallotus japonicus*, Mj: *Machilus japonica*, Mt: *M. thunbergii*, Ns: *Neolitsea sericea*, Pd: *Pinus densiflora*, Ps: *Prunus sargentii*, Qa: *Quercus acuta*, Qg: *Q. glauca*, Ql: *Q. aliena*, Qs: *Q. serrata*, Qv: *Q. variabilis*, Sa: *Sapium japonicum*, Sj: *Styrax japonica*, So: *Sorbus alnifolia*, Tn: *Torreya nucifera*, Ve: *Viburnum erosum*, Zs: *Zelkova serrata*

Table 2. Correlation between environmental variables and DCA stand scores of the first two axes

Env. variables \	Area	Hongdo		Chindo		Turyunsan		Pulgapsan	
		AX1	AX2	AX1	AX2	AX1	AX2	AX1	AX2
Soil pH		-.69**	-.00	0.06	0.54*	0.86**	0.20	-.47	-.05
E. C.		-.34	-.23	-.42	0.01	0.76**	-.24	-.64*	-.18
Organic matter		-.03	-.49*	0.33	-.25	0.75**	-.22	-.25	-.06
Total Nitrogen		-.06	-.50*	0.33	-.26	0.74**	-.23	-.25	-.06
Available Phosphate		-.17	-.18	-.28	-.46	0.41	-.25	-.04	0.45
C. E. C.		-.37	-.40	0.22	-.16	0.93**	-.09	-.67**	0.06
Exchangeable Potassium		-.31	-.29	0.20	0.00	0.93**	-.05	-.56*	-.26
Sodium		-.02	0.09	0.15	0.36	0.39	-.24	-.37	0.12
Calcium		-.58*	-.32	-.19	0.42	0.97**	0.06	-.62*	-.11
Magnesium		-.43	-.12	-.21	0.34	0.90**	0.05	-.65**	0.20
Alt. (Altitude)		-.08	-.68**	0.80**	0.09	0.03	-.22	-.48	-.41
Asp. (Aspect)		0.28	0.42	0.10	-.13	0.35	-.68**	0.36	-.27
Slo. (Slope)		-.04	-.15	0.34	0.16	0.16	-.20	0.17	-.15
Top. (Topography)		-.13	0.37	-.61**	-.38	-.16	0.06	0.48	0.07

2-tailed signif. : \*  $-0.01$ , \*\*  $-0.001$

두류산지역에서는 DCA 제 1축과 토양의 화학적 특성이 고도의 정(+)의 상관관계를 나타냈으나, 불갑산지역에서는 염농도, 양이온치환능,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ 가 부(-)의 상관관계를 나타

**Table 3.** Soil characteristics of twenty four plot groups in the four areas.

Area	No. of Plot Group	Soil pH	EC* (mS/cm)	Organic Matter (%)	Total Nitro. (%)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	CEC** (m. e. /100g)	Exchangeable Cations (m. e. /100g).			
								K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
Hongdo	1	5.2~5.5	0.116	6.95	0.35	21.6	10.25	0.24	0.43	1.80	1.77
	2	5.2	0.121	13.65	0.68	13.0	17.73	0.53	0.42	3.94	2.49
	3	5.0~5.4	0.088	11.43	0.57	19.0	13.66	0.41	0.32	1.63	1.50
	4	4.2~5.2	0.108	10.31	0.56	17.8	10.99	0.30	0.30	1.82	1.30
	5	4.7~5.5	0.141	13.53	0.68	26.0	12.64	0.41	0.53	2.14	1.99
	6	5.7	0.191	28.17	1.41	32.0	24.98	0.91	0.54	11.64	3.81
	7	4.3~6.8	0.169	14.07	0.70	21.5	16.80	0.50	0.36	7.95	2.30
	8	6.1~6.2	0.166	13.24	0.67	13.0	16.97	0.64	0.58	8.08	2.86
	Mean	4.2~6.8	0.140	12.76	0.65	21.1	14.28	0.44	0.39	4.50	2.04
Chindo	9	5.0~5.3	0.052	6.55	0.33	15.0	9.50	0.31	0.13	0.95	0.67
	10	4.3~4.6	0.121	10.71	0.54	84.0	12.30	0.32	0.21	0.51	0.68
	11	4.8~5.4	0.063	8.01	0.40	19.5	10.16	0.29	0.16	0.73	0.88
	12	5.0~5.3	0.073	9.06	0.45	18.0	10.94	0.37	0.19	1.52	1.30
	13	4.8~5.3	0.096	8.04	0.40	17.5	10.82	0.35	0.27	1.39	1.15
	14	4.7~5.0	0.062	13.89	0.69	23.0	12.91	0.37	0.22	0.67	0.74
	15	5.1	0.038	6.88	0.34	8.0	9.07	0.31	0.16	0.17	0.46
	Mean	4.3~5.4	0.069	9.30	0.46	23.6	10.90	0.33	0.19	0.89	0.90
Turyu-nsan	16	4.8~5.0	0.059	7.72	0.36	15.0	9.72	0.23	0.18	0.48	0.58
	17	4.7~5.2	0.063	7.13	0.36	23.0	70.15	0.24	0.18	0.87	0.57
	18	4.4~5.2	0.078	8.67	0.43	20.0	10.67	0.31	0.19	0.65	0.61
	19	5.6~6.3	0.140	15.36	0.79	28.0	19.59	0.97	0.23	8.72	2.57
	Mean	4.4~6.3	0.075	8.67	0.43	20.0	11.07	0.33	0.19	1.39	0.77
Pulga-nsan	20	5.1~5.8	0.096	8.37	0.42	25.0	12.04	0.33	0.20	3.97	1.80
	21	4.5~6.1	0.108	9.46	0.47	35.0	13.78	0.48	0.18	5.89	1.85
	22	5.2~5.8	0.107	10.31	0.52	28.0	15.63	0.54	0.19	6.73	2.13
	23	4.8~5.3	0.073	8.50	0.43	49.5	12.45	0.37	0.15	3.28	1.61
	24	4.8~5.0	0.075	8.86	0.45	23.0	10.19	0.32	0.14	1.66	0.79
	Mean	4.5~6.1	0.097	9.25	0.46	34.7	13.31	0.44	0.17	4.97	1.74

\* EC: Electron Exchange Capacity, \*\* CEC: Cation Exchange Capacity

났다. 식생발달의 정도가 양호할수록 토양환경인자와 환경구배에 따른 식생분포를 나타내는 ordination의 score와의 상관관계가 높음을 고려할 때(이 등 1992, 송 등 1992), 식생발달의 정도는 두류산, 불갑산, 홍도, 진도의 순으로 판단된다.

### 토양환경과 주요식물의 상관관계

100개 지점에서 채취한 토양의 화학적 특성을 나타낸 것이 Table 3이다. 토양산도는 4개 지역 모두 4.3~6.3 정도로서 국지적으로는 강산성을 나타낸 곳도 있다. 염농도(EC)는 홍도지역이 0.140 mS/cm로서 가장 높았고, 0.09 mS/cm 이하인 다른 지역의 염농도보다 약간 높게 나타났다. 유기물은 4지역 모두 9% 이상으로서 우리나라 산림토양의 평균치(이 1981)인 2.8%보다

4배 정도 높게 나타났고, 전질소함유량은 냉온대지방의 잘 보존된 광릉(이 등 1992)보다도 높았다. 토양의 보비력을 나타내는 양이온치환용량은 광릉(이 등 1992)보다 약간 낮았으나, 홍도와 불갑산지역은 우리나라 산림평균치(이 1981) 보다는 높았다. 대체적으로 홍도와 불갑산지역의 토양환경이 진도, 두륜산지역보다 양호하였다.

4개 조사지에서 우점도가 크거나 내음성이 크다고 판단되는 수종들의 평균상대우점치(MRIV)와 토양환경인자의 상관관계를 분석한 뒤, 2개 이상의 지역에서 출현하여 통계적 유의성(99%)의 빈도가 높은 수종들을 정리한 것이 Table 4이다.

토양의 화학적 특성과 주요 수종의 상관관계를 보면, 참식나무와 황칠나무는 토양산도, 염농도, 유기물, 전질소, 양이온치환용량과 정(+)의 상관관계를 나타내어 비옥한 토양에서 경쟁력이 높을 것으로 판단된다. 육박나무는 염농도, 유기물 및 전질소함유량과 높은 상관관계를 나타냈으며, 동백나무, 후박나무, 붉가시나무는 양이온치환용량과 정(+)의 상관관계를 나타냈다. 반면 상록활엽수림지역내 또는 주변에 생육하고 있는 졸참나무와 개서어나무는 산도, 염농도 및 양이온치환용량과는 부(-)의 상관관계를 나타냈으며, 소나무와 구실잣밤나무는 토양산도 및 양이온치환용량과 부(-)의 상관관계를 나타내어 척박지에서 생장력이 클 것으로 생각된다.

지형요인중 해발고와 소사나무 및 붉가시나무는 정(+)의 상관관계를, 후박나무, 소나무 그리고 개서어나무는 부(-)의 상관관계를 나타냈으며, 기타 종들과는 상관성이 낮았다.

일조량이 많은 방위와 구실잣밤나무, 소나무, 동백나무는 정(+)의 상관관계를, 졸참나무, 개서어나무는 부(-)의 상관관계를 나타냈다. 경사도와는 붉가시나무가 정(+)의 상관관계를, 졸참나무와 개서어나무는 부(-)의 상관관계를 나타냈다. 지형 즉, 토심이 깊은 산록부나 중복 곡간부와 황칠나무, 후박나무 졸참나무 및 개서어나무가 정(+)의 상관관계를, 동백나무, 소사나무는 부(-)의 상관관계를 나타냈다. 토양 및 지형적 환경인자와 난온대 상록수림대의 중간 상대우점치가 큰 수종들의 상관관계를 고려할 때, 염농도가 높은 도서지방의 경우, 비옥한 토양에서는 참식나무, 황칠나무, 육박나무, 후박나무, 붉가시나무, 동백나무의 우점도가 커질 것으로 예상되며, 이중 동백나무는 중복부 사면과 능선부에서, 황칠나무와 후박나무는 토심이 깊은 저

**Table 4.** Correlation between major species and environmental variables in the four areas.

Species	Soil Characteristics										Alt.	Asp.	Slo.	Top.
	pH	EC	OM	TN	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CEC	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				
<i>Neolitsea sericea</i>	++	++	+	+	.	++	++	.	++	++	.	.	.	.
<i>Camellia japonica</i>	+	+	.	.	.	++	+	+	++	++	.	+	.	--
<i>Machilus thunbergii</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	+	+	-	.	.	+
<i>Quercus acuta</i>	-	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	.	+	.
<i>Lozoste lancifolia</i>	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dendropanax morbifera</i>	+	+	++	++	++	+	+	.	.	+	.	.	.	+
<i>Carpinus coreana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	--
<i>Quercus serrata</i>	.	-	.	.	.	-	-	-	--	--	.	-	-	+
<i>Carpinus tschonoskii</i>	.	--	.	.	+	-	--	.	-	-	--	-	-	+
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	.	.	.	-	.	.	-	-	-	+	.	.
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	-	.	.	.	.	.	.	.	-	-	.	+	.	.

++:very positive, +:positive, --:very negative, -:negative

지대에서, 붉가시나무는 고지대 남사면에서 우점도가 커질 것으로 예상된다. 한편, 난온대지방의 능선부에 우점하고 있는 소사나무는 고지대 능선부에서 경쟁력이 큰 것으로 나타났으며, 냉온대 중부 또는 남부지방에서 경쟁력이 큰 졸참나무와 개서어나무, 그리고 소나무는 난온대상록수림에서 퇴행천이한 식물군락의 식물종으로, 해발고와 고도의 상관성을 나타내는 구실잣밤나무는(Toshiro *et al.* 1983) 난온대 상록수림의 식생천이계열상 도중상 또는 토지구상수종으로 판단되며, 향후 토양환경이 양호해지면서 그 세력이 약해질 것으로 예상된다.

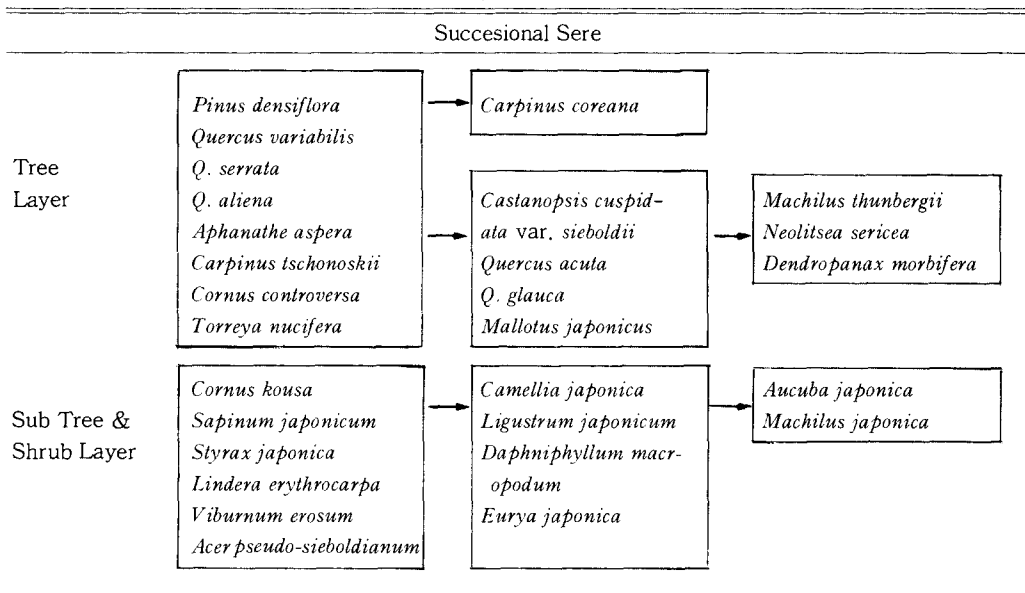
본 연구조사지에서 상대우점치 점유율이 높은 수종을 중심으로 TWINSpan과 DCA의 분석(Fig. 5,6), 토양환경과의 상관분석(Table 4), 상록 및 낙엽활엽수 집단의 수관 층위별 상대우점치 변동(Fig. 2) 등을 종합하여 개략적인 식생천이계열을 추정하여 보면 Table 5와 같다. 상층수관에서의 식생천이과정은 소나무, 굴참나무, 졸참나무, 갈참나무, 비자나무, 개서어나무, 층층나무에서 소사나무(고지대 능선부), 붉가시나무, 종가시나무, 예덕나무를 거쳐 참식나무(비옥한 전석지대), 황칠나무, 후박나무로 진행되는 것으로 추정된다.

아교목 및 관목층에서는 당단풍, 산딸나무, 사삼나무, 때죽나무, 비목나무, 털팽나무에서 동백나무, 광나무, 사스레피나무, 굴거리나무를 거쳐 식나무, 쉼달나무 순으로 식생천이계열이 추정되어 선행연구(Goldberg 1982, 김 1988)와는 상이하였다. 그러나 본 조사가 토양환경 발달이 미숙한 곳도 많을 뿐만 아니라 토양환경구배에 따른 식생발달 정도나 식생천이가 충분하게 이루어지지 못했고, 도서지방의 지리적 격리, 기후인자를 고려할 때 난온대 상록수림대의 식생천이계열 연구는 추후 여러 각도에서 수행되어야 할 것으로 생각된다.

**종합고찰**

우리나라 난온대 상록수림에 대한 식생분포 및 식물사회학적 연구는 1980년대 활발히 보고(김 1987a, 1987c, 1990, 김과 박 1988, 김과 오 1991, 김과 우 1991, 이 1981, 이 등 1980, 1982, 임과 이 1976, 정과 홍 1954)되고 있으나, 식물군집구조에 관한 정량적 연구 보고(김 1988, 김과 장

**Table 5.** Successional sere of the major species group.



1973)는 매우 적어 이 분야의 많은 연구가 필요하다.

본 연구에서의 주요 관점은 난온대 상록 수림의 식생구조를 밝히고, 식생천이계열을 추정하는데 있었다. 6,500~4,500년 전의 한반도의 온난화 시기에 북상한(安田等 1980) 난온대 상록활엽수종들은 4500~1,400년 전의 한냉화시기, 770~300년 전의 온난화 시기(장 등 1987)의 기후대 변동과 1400여 년 전 이후의 산림파괴시대를 거치면서 오늘날 국지적으로 분포하고 있다. 20여 년 전부터 벌채나 연료채취가 중지되면서 일부 낙엽활엽수림이나 식재림의 임상층에서 상록활엽수가 활발히 성장하고 있으며, 상록활엽수로의 생태적 천이 가능성이 발견되고 있다.

4개 조사지역의 상록활엽수림대의 식생구조는 주요 수목들의 나이테 확인에 의하면, 대부분 50여 년 미만의 영급구조를 갖는 불안정한 천이도중상의 식생구조이었으며, 두륜산의 대둔사 뒤, 남사면과 홍도의 동사면 곡간부 일부의 식생이 50년 이상의 영급구조를 나타냈다. 그러한 상록수림대의 식생구조는 지리적 격리에 의한 종자전파의 제한(Gorman 1979) 등의 자연적 원인과 1950~60년 대까지의 대규모 산림벌채와 화재, 그리고 지속적인 인간간섭 등 인위적 교란후 2차천이 해 온 결과라고 생각된다.

홍도지역에서의 상록활엽수는 구실잣밤나무, 후박나무, 붉가시나무, 동백나무가, 진도 침찰산 지역에서는 구실잣밤나무, 종가시나무, 참가시나무, 붉가시나무가, 두륜산 대둔사 주변에서는 붉가시나무, 참식나무가, 불갑산 불갑사 주변에서는 참식나무가 우점수종으로 생육하고 있었으며, 비옥한 전석지대에 참식나무가, 능선부에 소사나무가, 중층 수관에서는 동백나무와 광나무가 우점하고 있었다.

상록활엽수림대에서 현재 우점도 높은 수종으로는 구실잣밤나무, 붉가시나무, 후박나무, 참식나무, 종가시나무, 참가시나무 등의 상록활엽수와 개서어나무, 굴참나무, 갈참나무, 졸참나무, 소사나무, 예덕나무, 푸조나무 등의 낙엽활엽수, 그리고 소나무와 비자나무 등이 분포하고 있다. 토양의 비옥도와 주요 식물간 상관관계(Table 4), 주요 식물집단의 수종별 상대우점치 변동(Fig. 2), 주요 종들의 TWINSPAN과 DCA 분석 결과(Fig. 5, 6)를 종합해 볼 때, 소나무와 비자나무 그리고 냉온대림 남부지방에서 경쟁력이 높은 낙엽수종들은 난대림 기후대에서 도태되면서 상록 활엽수종으로 천이가 예상된다. 상층 수관층에서는 황칠나무, 후박나무, 참식나무가, 아교목 및 관목층에서는 식나무, 센달나무가 식생천이계열상 극상단계의 수종으로 추정된다. 그러나 지리적 격리, 온도, 토양의 비옥도, 지형적 위치 등에 따라 영향을 받고 있는 현존 상록활엽수림의 식생천이계열은 국지적으로 차이가 예상되며, 보다 많은 연구의 축적이 필요하다고 생각된다.

## 적 요

내륙지역(두륜산, 불갑산)과 서남해 섬지역(홍도, 진도)의 상록활엽수림과 주변 낙엽활엽수림을 대상으로 식생구조와 식생천이계열을 분석, 추정하였다. 4개 지역의 상록활엽수림은 대부분 50여 년생 미만의 영급구조로서 천이도중상의 군집구조를 나타내고 있었으며, 교목층에서의 우점종은 구실잣밤나무, 후박나무, 붉가시나무, 참식나무, 종가시나무, 참가시나무 등이었다. 상록활엽수림대의 식생은 낙엽활엽수종에서 상록활엽수종으로 식생천이가 진행중이었으며, 교목층에서는 후박나무, 참식나무 및 황칠나무가, 아교목층 및 관목층에서는 식나무와 센달나무가 극상단계의 수종으로 추정되었다.



## 인용문헌

- 강운순·오계철. 1982. 광릉 산림군집에 대한 Ordination 방법의 적용. 한국식물학회지 25:83-89.
- 기상청. 1991. 한국기후표 제 2권. 418p.
- 김광호. 1987a. 불갑산 삼림군락의 식물사회학적 연구. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문. 31p.
- 김정언. 1987b. 분류법과 서열법에 의한 내장산 산림식생연구. 중앙대학교 박사학위논문. 123p.
- 김종홍. 1988. 한반도 상록활엽수에 대한 식물사회학적 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문. 115p.
- 김종홍. 1990. 진도의 식생. 한국생태학회지 13:33-50.
- 김준민·장남기. 1973. 해남 대둔산의 삼림군락의 고도에 따른 연속적 변화에 관한 연구. 해남 대둔산 종합학술조사보고서 :179-187.
- 김창환·길봉섭. 1992. DCCA와 Polar Ordination에 의한 무등산의 삼림군락분석. 한국생태학회지 15:117-126.
- 김철수. 1987c. 흥도의 식물상과 식생에 관한 연구. "흥도천연보호구역 학술조사보고서"에서, 신안군, pp. 89-174.
- 김철수·오장근. 1991. 해남반도의 상록수림의 종조성과 분포에 관한 연구. 한국생태학회지 14:243-256.
- 김철수·박연우. 1988. 소흑산도의 식물상과 식생에 대한 식물사회학적 연구. 연안생물연구 5: 1-44.
- 김철수·우제창. 1991. 침찰산의 식생에 관한 식물사회학적 연구. 연안생물연구 8:39-50.
- 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법. 농촌진흥청 농업기술연구소. 450p.
- 도상학·박수현. 1979. 두류산의 식물자원. 생약학회지 2:99-118.
- 박만규·박홍덕. 1973. 해남 대둔산의 식물상. 해남 대둔산 종합학술조사보고서 :151-178.
- 박인협·이경제·조재창. 1988. 치악산국립공원의 산림군집구조 -구룡사-비로봉 지역을 중심으로-. 응용생태연구 2:1-9.
- 송호경·권기훈·이돈구·장규관·우인식. 1992. TWINSpan과 DCCA에 의한 중왕산의 삼림군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 81:247-254.
- 양인석. 1958. 진도의 식물조사보고. 경북대학교 논문집 2:323-349.
- 오구균·권태호·조일웅. 1988a. 치악산국립공원의 주연부식생구조. 응용생태연구 2:19-36.
- 오구균·이경제·임경빈. 1988b. 식물사회학적 특성을 고려한 남산공원 식생의 관리대책. 한국임학회지 77:1-9.
- 이경제·오구균·조재창. 1988. 내장산국립공원의 식물군집 및 이용행태에 관한 연구. (1). 한국임학회지 77:166-177.
- 이경제·최송현·조재창. 1992. 광릉 삼림의 식물군집구조(Ⅱ) - Classification 및 Ordination 방법에 의한 죽엽산지역의 식생분석-. 한국임학회지 81:214-223.
- 이수욱. 1981. 한국의 산림토양에 관한 연구(Ⅱ). 한국임학회지 54:25-35.
- 이일구. 1981. 동남해 도서지방의 상록활엽수의 분포와 그의 보존상태에 관하여. 자연보존연구

- 보고서 3:89-109.
- 이일구·이창복. 1959. 홍도의 식물상. 고허지 3:58-74.
- 이일구·이호준·김인택. 1982. 수개 도서지방의 상록활엽수의 분포와 그의 보존상태에 관하여. 자연보존연구보고서 4:114-135.
- 이일구·황경수·송중석. 1980. 서남해 도서지방의 상록활엽수의 분포와 보존상태에 관한 연구. 자연보존연구보고서 2:13-33.
- 이창복. 1988. 신고 수목학. 향문사, 서울. 331p
- 임양재. 1970. 한반도의 기후조건과 수종의 분포와의 관계에 관한 연구. 인천교육대학 논문집 5:315-336.
- 임양재·이우철. 1976. 주도와 까막섬의 식생. 한국식물학회지 19:49-61.
- 장남기·김영복·오인혜·손영희. 1987. 대암산습원의 이탄의 화분분석에 의한 식생변천에 관한 연구. 한국생태학회지 10:195-204.
- 정영호·홍순우. 1954. 소흑산도의 식물상. 생물학 연구 1:19-29.
- 安田喜憲·塚田松雄·金達敏·李相泰·任良宰. 1980. 韓國における環境變遷史と農耕の起源. 韓國における環境變遷史. 日本文部省海外學術調査:1-19.
- 石戶谷勉. 1920. 大黑山島及梅加島の森林植物. 朝鮮:35-55.
- Goldberg, D. E. 1982. The distribution of evergreen and deciduous trees relative to soil type: an example from the Sierra Madre, Mexico, and a general model. Ecology 63:942-951.
- Gorman, M. L. 1979. Island Ecology. Chapman and Hall Ltd. London. 79p.
- Hill, M. O. 1979a. DECORANA-A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell Univ. Press, Ithaca, N. Y. 52p.
- Hill, M. O. 1979b. TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attributes. Cornell Univ. Press, Ithaca, N. Y. 99p.
- Iehara, T., I. Miyata and Y. Sugimura. 1983. Vegetation structure of national forests dominated by *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* in Izumo area, San-In region. Japanese Journal of Ecology 33:109-119.

(1993년 10월 4일 접수)