

덕유산 국립공원 적상산성 일원의 식물군집구조¹

오 구 권²

Plant Community Structure of the Chöksangsansöng Area in Tökyusan National Park¹

Koo-Kyoon Oh²

요 약

덕유산 국립공원 자연보존지구인 적상산성 일대의 삼림을 대상으로 25개 조사구(20m×25m)의 식생자료를 토대로 상대우점치, 흉고 직경급 분포, 종 다양도지수, DCA 및 TWINSpan 분석을 실시하였다. 25개 조사구에서의 우점수종으로 출현한 수종은 신갈나무, 까치박달, 졸참나무, 층층나무이었고, 전체적으로는 신갈나무가 우점수종으로 생육하고 있었다. 적상산성의 식생은 4개의 식물군으로 분류되었으며, 신갈나무에서 까치박달로 천이되고 있는 천이도중상의 식생구조를 나타내었다. 무주양수발전소의 댐 건설로 인한 기상변화로 적상산성의 삼림식생은 습윤지성 음수계열의 수종으로 식생천이가 가속화될 것으로 예상된다.

주요어 : 적상산성, 신갈나무, 까치박달, 천이도중상

ABSTRACT

The forest of Chöksangsansöng area was studied to investigate vegetational structure with twenty-five plots(20m×25m). Relative importance values, DBH class distribution, species, diversity indices, DCA ordination and TWINSpan classification were used for vegetational structure analysis. *Quercus mongolica*, *Carpinus cordata*, *Quercus serrata* and *Cornus controversa* were appeared to be dominant species in each plot and dominant species in the Chöksangsansöng area was *Quercus mongolica*. The forest of Chöksangsansöng area was classified into four groups and showed seral stage from *Quercus mongolica* to *Carpinus cordata*. Vegetational succession in the Chöksangsansöng area shall be accelerated to moist and shade tolerant species due to cool and humid climatic condition by upper dam construction of the Mujuyangspalchönso(pumping up power station).

KEY WORDS : CHÖKSANGSANSÖNG, *Quercus mongolica*, *Carpinus cordata*, SERAL STAGE

1 접수 1 월 15일 Received on Jan. 15, 1994

2 호남대학교 공과대학 College of Engineering, Honam Univ., Kwangju 506-509, Korea

서론

덕유산 국립공원의 자연보존지구이자 사적 146호인 적상산성 일원의 삼림이 1988년부터 시작된 무주양수발전소(이하 양수발전소라 함) 상부댐 건설로 대규모로 파괴되고 있다. 상부댐 건설로 안국사 일원 약 250,000m²의 삼림이 벌채되었고, 저지대 습윤지에 생육하고 있었던 노랑매미꽃과 연복초군락 등도 파괴되어 흔적도 없다. 적상산성 주변의 식생은 절대보존가치가 있는 녹지자연도 9등급 지역이고, 냉온대 북부지역의 습지 및 산림생태계를 나타내고 있으나, 한전측은 자체 작성한 환경영향평가서에서 녹지 자연도 6, 8 등급으로 사정한 바 있다.

1995년 6월 댐 건설공사가 완료되어 저수될 경우, 냉습한 미기상의 영향으로 현존 신갈나무를 위주로 한 삼림생태계의 변화가 예측되고 있다. 따라서 본 연구는 훼손되지 않은 적상산성 주변의 식물군집구조를 밝히고, 생태계 모니터링의 기초자료로 활용하는 데 그 목적이 있다.

조사지 설정 및 연구방법

조사대상지인 양수발전소 상부댐의 순환로 주위에 방위, 지리적 위치, 식생상관 등을 고려하여 25개소의 조사구를 Figure 1과 같이 설정하였다. 1993년 8월 각 조사구에 20m×25m의 방형구(quadrat)를 설치하였으며, 상·중층 수목은 500m²의 방형구에서 흉고직경을, 하층수목은 방형구의 4개 구석에서 각각 25m²의 방형구를 설정하고 수관면적을 측정하였다. 수관층위 구분은 수관층 수목을 상층수목, 흉고직경 2cm 이하를 하층수목, 기타를 중층수목으로 구분하였다. 그리고 각 조사지 A층에서 토양시료를 채취하여 실내에서 음건시킨 후, 농촌진흥청(1988)의 방법으로 토양산도, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺를 분석하였다.

식생조사에서 얻어진 자료를 토대로 수관층위별 우점도를 파악하기 위하여 Curtis & McIntosh(1951) 방법에 따라 상대우점치(RIV)를, 상대우점치에 수관층위별 가중치를 계산한 평균상대우점치(MRIV)를(오와 최, 1993) 계산하였다. 식생자료 중 Classification과 Ordination 분석에 필요한 합성치는 흉고직경 2cm 이상되는 수목들의 상대우점치를 사용하여 Hill(1979a, 1979b)의 방법을 이용한 PDAP(Plant Data Analysis Package)를 사용하여 DCA, TWINSpan 분석을 하였다. 그리고 Pielou(1977)의 방법으로 Shannon의 종다양성지수를, Whittaker(1956)의 방법으로 유사도지수를 분석하였다.

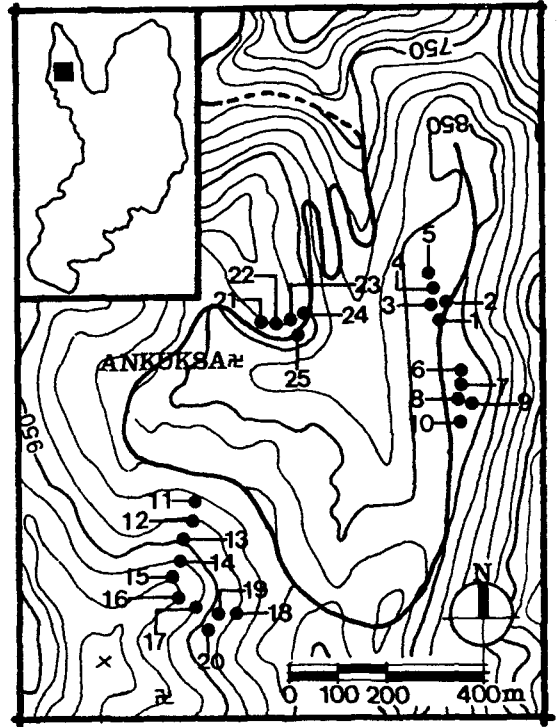


Figure 1. Location of survey plots at Chöksansansong area in Tökyusan National Park.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

대상지(N35° 56' 33"~57° 5', E127° 41' 40"~42° 0")에서 가장 가까운 거창 관측소(N35° 40', E127° 55')에서 지난 18년간(1973~1990)측정한 기상자료에 의하면(기상청, 1991), 연평균기온 11.4℃, 연평균 강수량 1273.5mm, 온량지수 93.9로서 수평적 식생대 구분에 의하면, 냉온대 중부의 특성을 나타내고 있다(임, 1977). 그러나, 해발 850m~1,000m인 대상지의 해발고 증가에 따른 기온체감율(0.6℃/100m)을 적용해 볼 때, 대상지의 연평균 기온은 약 7.6℃, 온량지수는 66.5 정도로 추정되어 냉온대 북부의 기후 특성을 나타내고(임, 1977), 산지에서 강수량 증가현상을 고려할 때(김과 이, 1986; 민 등, 1977), 강수량도 1,500mm 이상인 다우지역으로 생각된다.

Table 1은 각 조사구의 지형, 토양및 식생의 특성을 나타내고 있다. Group I, II, III, IV는 TWINSpan에 의하여 분리된 조사구군이다. 모든 조사구들은 해발

Table 1. General description of the physical features, soil and vegetation for each plot.

| Group | I | | | | II | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | \ Plot Number | 4 | 11 | 14 | 15 | 8 | 12 | 13 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Altitude | 860 | 910 | 965 | 990 | 865 | 925 | 945 | 970 | 950 | 930 | 930 | |
| Aspect | NW | N | N | N | E | N | N | S | E | E | E | |
| Slope(°) | 15 | 15 | 25 | 25 | 30 | 10 | 15 | 25 | 25 | 25 | 30 | |
| Soil pH | - | - | 5.25 | - | 5.39 | 5.27 | - | - | 5.12 | - | 4.98 | |
| K ⁺ (m.e./100g) | - | - | 24.59 | - | 12.03 | 16.57 | - | - | 5.58 | - | 6.33 | |
| Ca ⁺⁺ (m.e./100g) | - | - | 4.45 | - | 2.16 | 3.44 | - | - | 1.00 | - | 1.47 | |
| Mg ⁺⁺ (m.e./100g) | - | - | 1.07 | - | 0.50 | 0.63 | - | - | 0.40 | - | 0.96 | |
| Height of tree layer(m) | 17 | 18 | 18 | 18 | 17 | 18 | 18 | 17 | 17 | 17 | 16 | |
| Mean DBH of tree layer(cm) | 35 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Cover of tree layer(%) | 60 | 70 | 70 | 60 | 80 | 70 | 70 | 60 | 60 | 60 | 60 | |
| Cover of subtree layer(%) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Cover of shrub layer(%) | 5 | 5 | 5 | 5 | 30 | 5 | 3 | 20 | 5 | 5 | 10 | |
| Number of species(500m ²) | 23 | 29 | 24 | 23 | 25 | 22 | 24 | 19 | 27 | 25 | 25 | |
| Shannon's diversity(H') | 0.7302 | 1.1427 | 0.6688 | 0.9214 | 0.9835 | 1.1333 | 1.0222 | 1.1188 | 1.2900 | 1.2348 | 1.1616 | |

Table 1. (Continued)

| Group | III | | | | | | | | IV | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | \ Plot Number | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 16 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Altitude | 855 | 865 | 855 | 860 | 865 | 865 | 855 | 860 | 990 | 870 | 870 | 870 | 860 | 860 | |
| Aspect | W | W | W | NW | SE | SE | E | E | S | S | SE | SE | SE | SE | |
| Slope(°) | 20 | 10 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | 17 | 25 | 25 | 25 | 20 | 25 | 30 | |
| Soil pH | 4.74 | 4.73 | - | 4.88 | - | 4.74 | - | 5.19 | 4.82 | 4.92 | - | 5.19 | - | - | |
| K ⁺ (m.e./100g) | 1.38 | 5.62 | - | 2.32 | - | 0.44 | - | 6.93 | 0.75 | 9.92 | - | 9.15 | - | - | |
| Ca ⁺⁺ (m.e./100g) | 0.77 | 0.39 | - | 0.35 | - | 0.13 | - | 1.81 | 0.42 | 0.42 | - | 1.12 | - | - | |
| Mg ⁺⁺ (m.e./100g) | 0.54 | 0.56 | - | 0.89 | - | 0.50 | - | 0.74 | 0.49 | 0.41 | - | 0.86 | - | - | |
| Height of tree layer(m) | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | |
| Mean DBH of tree layer(cm) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 26 | 26 | 28 | 28 | 28 | |
| Cover of tree layer(%) | 70 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 70 | 60 | 60 | 70 | 70 | 60 | 60 | 60 | |
| Cover of subtree layer(%) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 40 | 40 | 40 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Cover of shrub layer(%) | 10 | 5 | 15 | 5 | 40 | 40 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 20 | 20 | 20 | |
| Number of species(500m ²) | 21 | 22 | 21 | 21 | 25 | 23 | 28 | 28 | 22 | 17 | 15 | 20 | 17 | 18 | |
| Shannon's diversity(H') | 0.7739 | 1.1229 | 1.0441 | 0.9251 | 0.9081 | 0.7821 | 0.9555 | 0.9405 | 0.7748 | 0.8862 | 0.5717 | 0.8120 | 0.8797 | 0.7930 | |

860m~970m 사이에 위치하며, 교목층의 평균 수고 및 평균 흉고직경은 각각 17m, 30cm 내외이며, 500m²당 출현하는 수종 수는 20~30종, 종다양도는 0.6~1.3의 범위를 나타내고 있다. 토양산도는 4.7~5.3, Mg⁺⁺는 0.4~1.1 m.e./100g로서 큰 폭의 차이는 없었으나, K⁺, Mg⁺⁺는 조사구간에 큰 폭의 차이를 나타냈다. 대체적으로 서울 인접지역인 광릉 삼림보다 토양산도가 높게 나타났으며, K⁺, Mg⁺⁺의 치환성 양이온량도 냉온대 중부 극상림으로 추정되는 광릉지역보다는(이 등, 1992) 높게 나타나 토양의 보비력은 우수한 것으로 생각된다. 특히, 층층나무, 들메나무가 우세하게 분포하고 있는 조사구 14의 토양 비

육도는 매우 높게 나타났으며, 신갈나무가 우점하고 있는 III 조사구군의 토양보비력이 다른 조사구군보다 상대적으로 낮게 나타났다.

2. 상대우점치와 직경급분포

25개 조사구를 대상으로 TWINSpan에 의해 분류한 결과는 Figure 2와 같다. 제1 division에서는 2개의 군, 제2 division에서는 4개의 군, 제3 division에서는 7개의 군, 제4 division에서는 8개의 군으로 유별되었다. 25개 조사구에 대하여 DCA에 의한 Ordination 기법의 분리현상을 도시화한 것이 Figure 3이다.

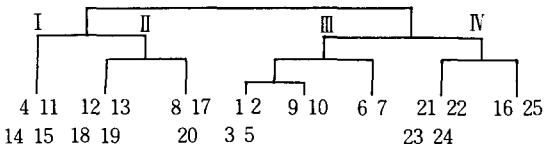


Figure 2. Dendrogram of stand classification of twenty-five plots by TWINSpan.

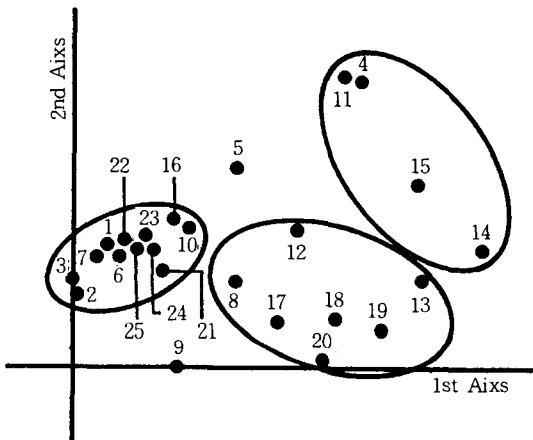


Figure 3. Stand ordination of twenty-five plots by DCA.

제1축의 Eigen Value는 0.417, 제2축에서의 Eigen Value는 0.154로서 제1, 2축에서의 집중률은 57.1%로 나타났으며, 제1, 2축의 환경좌표상에서 신갈나무가 우점하는 조사구군이 집중되는 현상을 나타내고 있다. 본 대상지의 조사구가 비교적 좁은 지역에서 설정되었고, 지형적 요인과 식생의 변이가 크지 않으므로 TWINSpan의 제2축에서 분리된 4개의 조사구군으로 식물군을 분리하는 것이 타당하리라 생각된다.

Table 2는 TWINSpan에 의하여 4개 식물군으로 분리된 25개 조사구의 각 수관층위에서 상대우점치가 10% 이상인 수종의 평균상대우점치이다. 식물군 I의 조사구에서는 까치박달이 우세한 가운데 층층나무와 들메나무, 당단풍, 생강나무 등이 비교적 높은 상대우점치를 나타내고 있다. 식물군의 조사구에서는 신갈나무가 우세한 가운데 까치박달과 서어나무가 비교적 높은 상대우점치를 나타내고 있다. 식물군 III, IV의 조사구에서는 대체적으로 신갈나무가 높은 상대우점치를 나타내고 있다.

4개 식물군의 수관층위별 주요 수종의 상대우점치를 나타낸 것이 Figure 4이다. 식물군 I의 상층수관에서의 상대우점치는 까치박달이 25.5%, 신갈나무

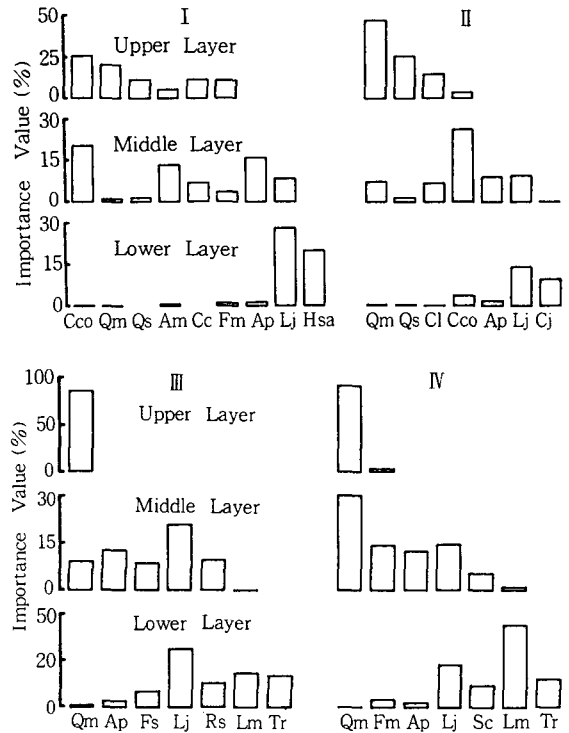


Figure 4. Relative importance values of major woody species by crown layer for four plant groups. (Cco: *Carpinus cordata*, Qm: *Quercus mongolica*, Qs: *Quercus serrata*, Am: *Acer mono*, Cc: *Cornus controversa*, Fm: *Fraxinus mandshurica*, Ap: *Acer pseudosieboldianum*, Lo: *Lindera obtusiloba*, Hsa: *Hydrangea serrata* for. *acuminata*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Cj: *Callicarpa japonica*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Rs: *Rhododendron schlippenbachii*, Lm: *Lespedeza maximowiczii*, Tr: *Tripterygium regelii*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*)

가 20.3%로 우세하게 나타나고 있으며, 까치박달의 평균상대우점치가 19.7%로 가장 높게 나타났다. 중층수관에서는 까치박달의 상대우점치가 20.7%로 가장 높고, 당단풍, 고로쇠나무의 상대우점치가 각각 16.2%, 13.5%로 비교적 높게 나타났고, 하층수관에서의 상대우점치는 생강나무가 28.2%, 산수국이 19.8%로 높게 나타났다. 식물군의 상층수관에서는 신갈나무의 상대우점치가 46.7%로 가장 높게 나타났고, 졸참나무와 서어나무의 상대우점치가 각각 25.2%, 14.1%로 높게 나타났다. 중층수관에서의 상대우점치는 까치박달이 26.3%로 가장 높게 나타났고, 생강나

Table 2. Relative importance values of each plot for classified types by TWINSPAN.

| Group | I | | | | II | | | | III | | | | IV | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | 4 | 11 | 14 | 15 | 8 | 12 | 13 | 17 | 18 | 19 | 20 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 16 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
| <i>Quercus mongolica</i> | 0.1 | 21.0 | 5.2 | 13.1 | 36.9 | 36.4 | 13.0 | 26.6 | 24.0 | 12.7 | 23.3 | 49.4 | 52.9 | 56.7 | 26.7 | 49.8 | 51.3 | 27.8 | 47.7 | 42.6 | 57.1 | 59.2 | 55.0 | 56.6 | 55.7 | |
| <i>Quercus serrata</i> | | | 8.8 | 7.3 | 0.3 | 2.7 | 29.5 | 11.7 | 9.4 | 21.7 | 22.7 | | | 0.2 | 0.7 | 0.6 | 1.2 | 0.2 | | 3.0 | 6.3 | | | | 2.8 | |
| <i>Carpinus laxiflora</i> | | | 0.1 | 0.6 | | 8.5 | 3.5 | 10.8 | 16.1 | 9.5 | 14.1 | | | | | | 25.8 | 2.0 | | | | 0.3 | | | | |
| <i>Carpinus cordata</i> | | 32.1 | 31.2 | 1.0 | 22.3 | 5.3 | 18.7 | 22.5 | 9.0 | 12.6 | 14.1 | 7.6 | 0.2 | | | 27.7 | | 2.8 | 6.8 | 5.2 | | | | | 1.9 | |
| <i>Cornus controversa</i> | | | 23.5 | 7.4 | 2.5 | 3.3 | 6.2 | 8.0 | 9.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fraxinus mandshurica</i> | 9.0 | 2.8 | 16.0 | 1.0 | | 7.5 | 3.4 | 0.8 | 1.9 | 1.4 | | 1.3 | | | | 0.6 | 1.7 | 0.7 | 4.4 | 7.8 | 9.5 | 9.8 | 11.1 | 4.6 | 0.3 | |
| <i>Acer mono</i> | 6.8 | 3.2 | 5.8 | 10.4 | 0.6 | 1.6 | 1.6 | | 0.8 | 1.2 | | 0.2 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cornus walteri</i> | 7.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.9 | 2.0 | | | | |
| <i>Styrax obassia</i> | 1.9 | 4.1 | 5.4 | 3.7 | | 1.2 | 3.4 | 1.9 | 3.9 | 2.5 | 3.7 | 1.0 | 5.5 | 1.4 | 7.4 | | | 2.5 | 7.8 | 1.6 | 3.6 | 2.4 | 2.2 | 1.4 | 2.7 | |
| <i>Cornus kousa</i> | 1.8 | 1.3 | | | 4.4 | 10.5 | 2.4 | | 2.4 | 5.2 | 3.0 | 0.8 | | 0.5 | | 2.7 | 5.0 | 2.8 | | | | | 5.0 | | | |
| <i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i> | | 0.3 | 3.5 | | | 3.4 | 1.5 | 1.6 | 2.5 | 1.0 | | | | | | 0.4 | | | | 0.4 | | | | | | |
| <i>Aster pseudo-sieboldianum</i> | | 8.6 | 2.2 | 5.1 | 8.9 | 11.5 | 1.2 | 1.1 | 4.2 | 1.6 | 5.4 | 4.3 | 11.9 | 2.1 | 8.0 | 9.4 | | 1.7 | 2.3 | 5.4 | 4.1 | 0.7 | 2.2 | 2.6 | 12.8 | 6.2 |
| <i>Fraxinus sieboldiana</i> | | | | | 0.8 | | | | | | | 3.3 | 5.2 | 2.0 | 2.7 | 4.0 | 8.2 | 4.8 | 1.0 | 0.8 | 1.2 | 3.7 | 1.2 | 4.3 | | |
| <i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>leucis</i> | | 0.4 | | | | 2.6 | 1.5 | 6.6 | 1.2 | 2.2 | 0.6 | | | | | 0.9 | | | | 0.8 | 2.0 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 0.6 | |
| <i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> | 0.6 | 0.9 | 1.3 | 0.4 | 0.2 | 3.5 | 0.8 | 2.7 | 2.9 | 1.2 | 2.7 | 1.8 | | 1.2 | 0.2 | 1.0 | 0.6 | 1.7 | 0.6 | 0.2 | 8.9 | 5.3 | 2.8 | 2.4 | 0.4 | |
| <i>Rhus trichocarpa</i> | | | | | | | | | | | | 4.7 | 0.4 | 6.2 | 0.8 | | 1.4 | 1.1 | 0.4 | | | | | | | |
| <i>Magnolia sieboldii</i> | | 2.4 | 3.0 | 1.3 | | | | | | | | 1.2 | | 0.5 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lindera obtusiloba</i> | 20.2 | 0.8 | 2.7 | 1.9 | 12.4 | | 0.4 | 14.1 | 3.4 | 3.8 | | 10.9 | 0.8 | 4.5 | 13.0 | 29.3 | 13.6 | 8.7 | 7.6 | 11.9 | 1.4 | 4.1 | 12.7 | 12.3 | 9.7 | |
| <i>Rhododendron schlippenbachii</i> | | 0.3 | | | | | | | | | | 2.4 | 14.6 | 11.8 | 2.3 | 0.4 | 10.7 | | | | | | | | | |
| <i>Lespedeza maximowiczii</i> | | 0.2 | | | 0.2 | | 1.0 | | 0.6 | | | 0.7 | 0.4 | 1.5 | 1.1 | 1.7 | 6.8 | 0.9 | 4.5 | 6.4 | 5.3 | 6.4 | 5.5 | 1.2 | 5.7 | |
| <i>Hydrangea serrata</i> for. <i>acuminata</i> | | | 9.9 | 6.9 | | 5.0 | | 1.9 | 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Staphylea bumalda</i> | | 5.8 | 0.2 | 0.2 | 1.4 | 1.4 | 1.1 | | 0.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Deutzia parviflora</i> | 1.0 | 2.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Deutzia glabrata</i> | | | | | | | | | | | | 1.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acanthopanax sessiflorus</i> | | | | 1.7 | | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 0.7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Stephanandra incisa</i> | | 0.4 | 0.1 | 2.4 | 2.4 | 1.0 | 1.7 | | 0.2 | 0.3 | | | | | | | | | | | | 2.1 | 0.4 | | | |
| <i>Alangium platanifolium</i> var. <i>macrophyllum</i> | 0.1 | 0.9 | | | | | | | 2.4 | | | | | | | | | | | | | | 0.3 | | | |
| <i>Calliandra japonica</i> | 2.8 | | | | 5.7 | 0.4 | 0.3 | | 1.2 | | | | | | 1.1 | 0.9 | 0.1 | 1.3 | | | | | | | | |

무(10.9%), 당단풍(10.6%) 순으로 나타났다. 하층수관에서의 상대우점치는 생강나무가 13.9%, 작살나무가 9.6%로 높게 나타났다. 식물군 III의 상층수관에서는 신갈나무의 상대우점치가 85.0%이고, 평균상대우점치가 45.7%로 신갈나무가 우점하는 식물군집이다. 중층수관에서의 상대우점치는 생강나무가 20.6%로 가장 높았고, 당단풍(12.5%), 철쭉꽃(9.5%) 순으로 나타났으며, 하층수관에서의 상대우점치는 생강나무(25.1%), 조록싸리(14.7%), 미역줄나무(13.6%) 순으로 나타났다. 식물군 IV의 상층수관에서는 신갈나무의 상대우점치가 90.2%이고, 평균상대우점치가 55.3%로서 식물군 III과 같이 신갈나무가 우점하는 군집이다. 중층수관의 상대우점치는 신갈나무가 30.3%로 가장 높고, 생강나무(14.7%), 들메나무(14.4%), 당단풍(12.4%) 순으로 나타났다. 하층수관에서의 상대우점치는 조록싸리가 35.6%로서 매우 높게 나타났고, 생강나무(17.8%), 미역줄나무(11.3%) 순으로 나타났다.

Figure 5는 4개 식물군의 수관층에서 상대우점치가 비교적 큰 수종들의 흉고직경급 분포이다. 북사면에 위치한 식물군 I의 직경급분포에서는 흉고직경 32cm 이상에서 신갈나무의 개체수가 많고, 흉고직경 32cm 이하에서는 까치박달이 많이 나타나고 있다. 식물군 II의 직경급분포에서는 흉고직경 22cm 이상에서는 신갈나무, 졸참나무 순으로 개체수가 많고, 흉고직경 22cm 이하에서는 까치박달, 서어나무 순으로 개체수가 많이 출현하고 있다. 식물군 III, IV에서는 흉고직경 2cm 이상에서는 신갈나무의 개체수가, 2cm 이하에서는 들메나무가 많이 출현하고 있고, 식물군 IV에서는 흉고직경 22cm 이하에서 까치박달의 개체수가 신갈나무 다음으로 많이 출현하고 있는 점이 식물군 III과 다르다.

이상 4개 식물군의 수관층위별 상대우점치 및 평균상대우점치, 직경급분포 결과와 냉온대 중부 및 북부 지방의 산림군집구조와 천이계열을(이 등, 1990, 1992; 송 등, 1992) 비교하여 볼 때, 대상지의 삼림구조는 신갈나무가 우점한 가운데 국지적으로 까치박달로 식생천이가 진행되는 것으로 판단된다. 식물군 III, IV는 신갈나무가 우점하고 있으며, 쇠물푸레나무, 철쭉꽃 등 호양성 수종들의 상대우점치가 높은 식물군 III이 식물군 IV보다 건조한 지역으로 생각된다. 식물군 II는 신갈나무군집에서 까치박달로 식생천이가 진행중인 것으로 생각되며, 식물군 I은 신갈나무에서 까치박달로의 식생천이가 상당히 진행된 식물군집으로 생각된다. 냉온대 중부립의 극상수종으로 추정되는 서어나무의 상대우점치가 까치박달이 우세한 식물군 I에서 매우 낮은 것이 특징적이었다. 이 등(1990)은 까치

박달은 환경인자와 고도의 정(+)의 상관관계가, 신갈나무, 서어나무는 부(-)의 상관관계가 있다고 보고하고, 서어나무에서 까치박달로의 식생천이를 추정하고 있어서 앞으로 까치박달과 서어나무의 상대우점치 변동이 주목된다.

3. 다양성 및 유사도지수

4개 식물군에 대한 종 다양도지수는 Table 3과 같다. 조사구 면적의 차이가 있겠으나, 종다양성은 식물군 II가 1.4121로 가장 높고, I, III, IV 순으로 높게 나타났으며, 종 수는 식물군 III이 49종으로 가장 많고, II, I, IV 순으로 많게 나타났다. 조사구 면적의 크기에 관계없이 신갈나무가 우점하고 있는 식물군 IV의 종 수, 종다양도가 상대적으로 낮게 나타났으며, 신갈나무에서 까치박달로의 식생천이가 진행되거나 상당히 진행된 식물군 III, IV의 종 수, 종 다양도가 상대적으로 높게 나타났다. 이 결과는 서어나무나 까치박달, 층층나무 등 음수계열의 삼림에서 종 다양도가 증가하는 선행 연구결과와 일치함을 나타내고 있다(이 등, 1990, 1992; 박 등, 1991).

4개 식물군간 종 구성의 유사도를 나타낸 Figure 6에 의하면, 식물군 III과 IV간의 유사도지수가 73.26%로 매우 높게 나타났고, 식물군 I과 III, IV간이 40% 미만의 낮은 유사도를, 기타 다른 식물군간의 유사도지수는 50%~60%를 나타냈다.

4. 주요 수종의 Classification과 Ordination 분석

25개 조사구의 각 수관층위에서 상대우점치가 20% 이상을 나타낸 20개 수종에 대한 TWINSPLAN 분석 결과는 Figure 7과 같다. 총 5개 Division으로 구분되었으며, 제 1축에서는 신갈나무와 들메나무, 생강나무, 쇠물푸레나무, 당단풍, 철쭉꽃, 미역줄나무, 조록싸리, 노린재나무군과 까치박달과 서어나무, 졸참나무, 층층나무, 고로쇠나무, 산딸나무, 개회나무, 작살나무, 말발도리나무, 산수국, 고추나무군 즉, 건조지의 양수나 중용수계열 수종과 습윤지의 중용수나 음수계열 수종군으로 분리되었다. 우리나라에서는 인간의 간섭이 없는 극상단계의 삼림생태계를 나타내는 지역에 대한 확신이 없고, 지형적 토지극상단계의 추정적 연구가 보고되고 있다(강과 오, 1982; 이 등, 1990, 1992). 따라서 식생천이계열상 천이도중상을 양수/중용수계열의 수종이 우점하는 중기 천이단계와 중용수 및 음수계열의 수종이 우점하는 후기 천이단계로

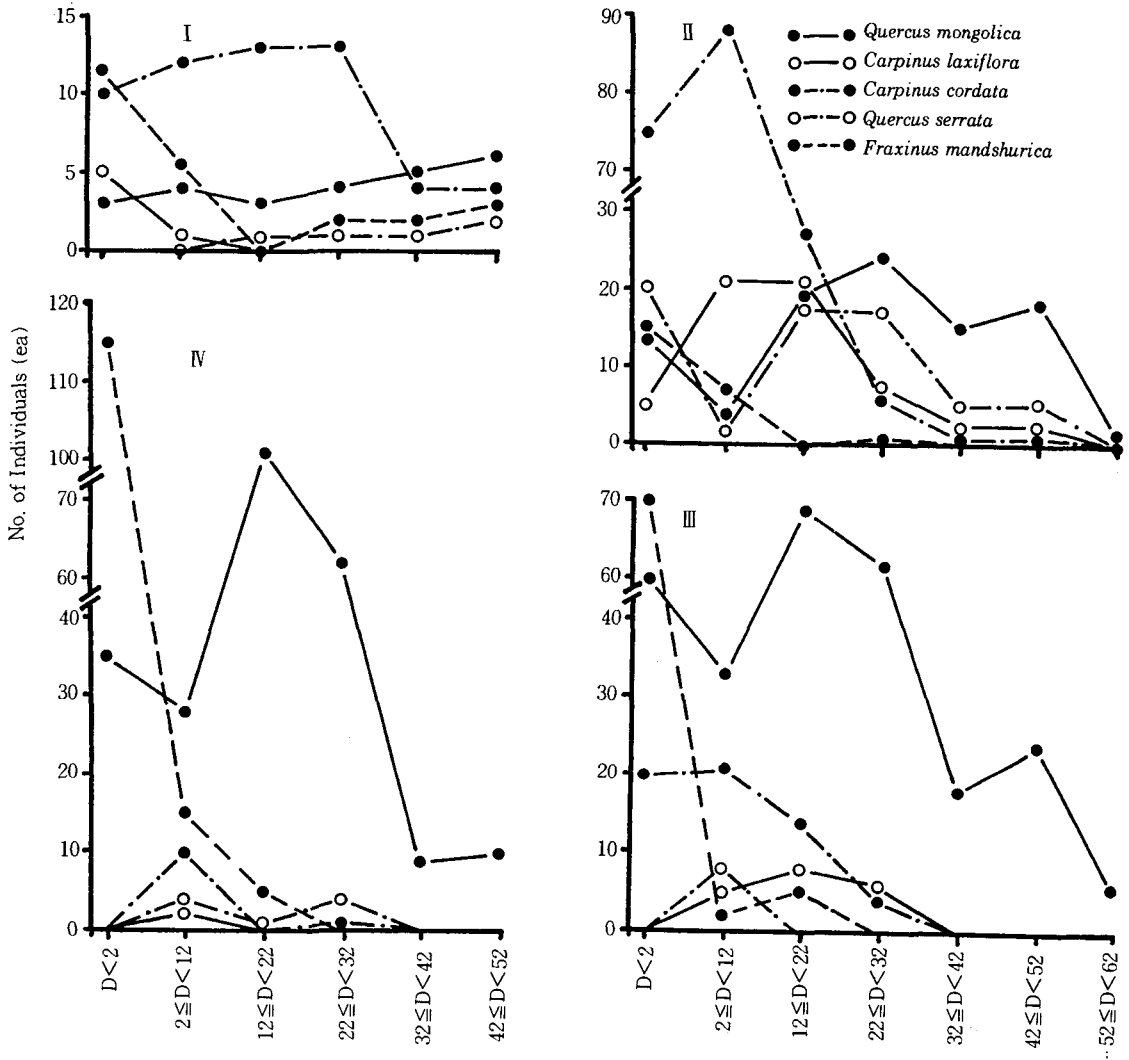


Figure 5. DBH class distribution of major tree species for four plant groups.

Table 3. Species diversity indices of four plant communities at Chöksansansöng area.

| | Sample Area (m ²) | No. of species (ea) | Species diversity (H') | Evenness H' max (J') | Dominance (D') | H' max |
|-----|-------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|----------------|--------|
| I | 2,000 | 45 | 1.1344 | 0.6861 | 0.3139 | 1.6532 |
| II | 3,500 | 47 | 1.4124 | 0.8445 | 0.1555 | 1.6721 |
| III | 4,000 | 49 | 1.1079 | 0.6555 | 0.3445 | 1.6902 |
| IV | 3,000 | 34 | 0.8868 | 0.5791 | 0.4209 | 1.5315 |

* Shannon's diversity index(H') uses logarithms to base 10

| | I | II | III |
|-----|-------|-------|-------|
| II | 57.03 | | |
| III | 37.34 | 54.47 | |
| IV | 37.98 | 50.13 | 73.26 |

Figure 6. Similarity indices among four plant groups.

나누어 볼 수 있다. 이와같이 식생천이계열을 나누어 볼 때, TWINSpan 제 1축에서의 분리는 식생천이계열상 중기 천이단계와 후기 천이단계로 크게 분류된다고 생각된다. 본 대상지의 식생이 신갈나무에서 까치박달로의 식생천이를 나타내는 천이도중상의 불안정한 군집구조적 특성을 고려하여 식물군을 구분해 보면 철쭉꽃과, 쇠물푸레, 미역줄나무, 조록싸리군, 신갈나무와 생강나무, 노린재나무, 들메나무, 당단풍군, 까치박달과 서어나무, 졸참나무, 고로쇠나무, 개회나무, 작살나무, 말밭도리나무군, 층층나무와 산수국, 고추나무군으로 구분되었다.

20개 주요 수종에 대한 DCA 분석 결과를 도시화한 Figure 8에 의하면, 제 1, 2축상에서 각 종들의 명확한 분리현상은 stand ordination과 같이 나타나지 않았는데 이는 식생천이계열이 미성숙단계이기 때문으로 생각된다. 대략적인 분리현상을 보면, 신갈나무를 중심으로 건조지에서 생육하는 생강나무와 노린재나무, 당단풍, 작살나무군, 졸참나무를 중심으로 습윤지에 생육하는 개회나무와 층층나무, 산수국군, 까치박달을 중심으로 비옥한 습윤지에 생육하는 고로쇠나무와 들메나무, 고추나무군, 바람많은 건조지에 잘 견디는 미역줄나무와 쇠물푸레나무, 철쭉꽃군으로 분리되었다. 그리고, 냉온대 극상수종으로 추정되는 서어나무와 까치박달은 제 2축에서 환경구배의 분리가 명확히 이루어졌는데, 이 결과는 환경인자와 높은 상관관

계를 나타내었던 제 1축에서의 환경구배분리가 이루어진 광릉의 삼림과는 차이가 있었다(이 등, 1990, 1992). 냉습한 적상산성지역에서의 주요 수종에 대한 TWINSpan과 DCA 분석 결과에 따른 식생천이계열을 추정하여 보면, 교목층에서는 신갈나무에서 졸참나무와 서어나무를 거쳐 까치박달로 천이되고, 아교목 및 관목층에서는 쇠물푸레나무, 철쭉꽃, 조록싸리에서 당단풍, 노린재나무, 생강나무를 거쳐 개회나무와 작살나무로 천이될 것으로 추정된다.

□ 감사의글 : 열악한 작업환경속에서 본 연구의 조사에 참여하여준 호남대 조경학과 청솔모임, 그리고 자료정리를 도와준 지용기, 임윤희, 정창승군에게 감사드립니다.

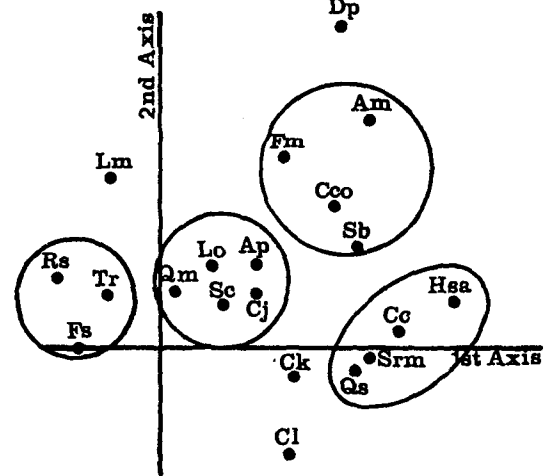


Figure 8. Species ordination of twenty woody species on the first two axis by DCA. (Legends of twenty woody species referred to Figure 7)

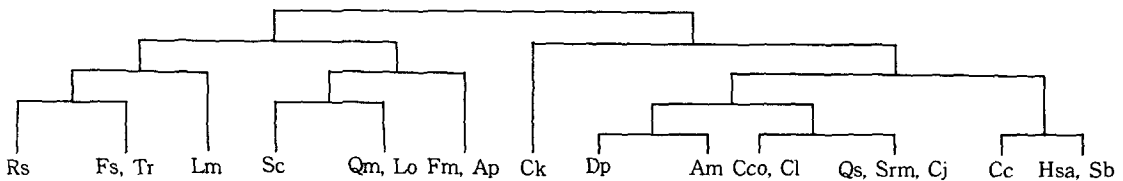


Figure 7. Dendrogram of species classification by TWINSpan.

(Tree - Qm: *Quercus mongolica*, Qs: *Quercus serrata*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Cco: *Carpinus cordata*, Cc: *Cornus controversa*, Ck: *Cornus kousa*, Am: *Acer mono*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, Fm: *Fraxinus mandshurica*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Srm: *Syringa reticulata* var. *mandshurica*, ; Shrub - Lo: *Lindera obtusiloba*, Dp: *Deutzia parviflora*, Lm: *Lespedeza maximowiczii*, Sb: *Staphylea bumalda*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Rs: *Rhododendron schlippenbachii*, Cj: *Callicarpa japonica*, Hsa: *Hydrangea serrata* for. *acuminata*, Tr: *Tripterygium regelii*)

인 용 문 헌

- 강윤순, 오계철 (1982) 광릉삼림군집에 대한 Ordination 방법의 적용. 한국식물학회지 25(2):42-53.
- 기상청 (1991) 한국기후표. 418쪽.
- 김태욱, 이경재 (1986) 지리산 심원계곡의 해발고에 따른 식생구조의 변화. 서울대학교 연습보고 22:10-24.
- 농촌진흥청 (1988) 토양화학분석법. 농촌진흥청 농업 기술연구소. 450쪽
- 민경현, 고성하, 박태영 (1974) 산림기상에 관한 연구. 임업시험장 연구보고 21:231-243.
- 박인협, 최영철, 조우 (1991) 지리산국립공원 화엄사 계곡 및 피아골계곡의 삼림군집구조에 관한 연구 - Classification 및 Ordination 방법에 의한 식생 분석 -. 응용생태연구 5(1):42-53.
- 송호경, 권기원, 이돈구, 장규관, 우인식 (1992) TWINSPAN 과 DCCA에 의한 주왕산의 삼림군집 과 환경의 상관관계분석. 한국임학회지 81(3):247-254.
- 오구균, 최송현 (1993) 난온대 상록수림지역의 식생 구조와 천이계열. 한국생태학회지 16(4):(인쇄중)
- 이경재, 조재창, 이봉수, 이도석 (1990) 광릉삼림의 식물군집구조(I) - Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉지역의 식생분석 -. 한국임학회지 79(2): 173- 186.
- 이경재, 최송현, 조재창 (1992) 광릉삼림의 식물군집 구조() - Classification 및 Ordination 방법에 의한 죽엽산지역 식생분석 -. 한국임학회지 81(3):214-223.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh (1951) An upland forest continuum in the prairieforest border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496.
- Hill, M. O. (1979a) DECORANA - 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., 52pp.
- Hill, M. O. (1979b) TWINSPAN - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way 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.
- Whittaker, R. H. (1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monogra. 26:1-80.
- Yim, Yang-Jai (1977) Distribution of forest vegetation and climate in the korean peninsula. IV. Zonal distribution of forest vegetation in relation to thermal climate. Jap. J. Ecology 27:269-278.