

## 오대산 삼림식생의 패턴과 천이계열

변두원 · 이호준 · 김창호\*

건국대학교 이과대학 생물학과, 신라대학교 자연과학대학 생명과학과\*

### Vegetation Pattern and Successional Sere in the Forest of Mt. Odae

Byun, Doo-Weon, Ho-Joon Lee and Chang-Ho Kim\*

Department of Biology, College of Science, Kon-Kuk University

Department of Life Science, College of Natural Sciences, Silla University\*

#### ABSTRACT

The vegetation pattern of Mt. Odae based on the soil humidity gradient showed 3 types: (1) the forest of *Pinus densiflora* under the mesic or xeric conditions of the low altitudinal area, (2) the forest of *Acer* including *A. mono*, *A. pseudo-sieboldianum* and *Tilia amurensis* under the submesic or subxeric conditions and (3) the forest of *Quercus* including *Q. mongolica* of the higher elevational area and *Q. variabilis* of the lower elevational area under the xeric condition. Water content, organic matter and total nitrogen of soil were relatively low in *Pinus densiflora* and *Quercus variabilis* communities while they were relatively high in *Betula platyphylla* var. *japonica* and *Quercus mongolica* communities. According to the result of cluster analysis based on similarity indices of the communities, the proposed successional sere in the forest vegetation of Mt. Odae was as follows.

*P. densiflora* community → *P. densiflora* + *Q. mongolica* community → *Q. mongolica* + *A. pseudo-sieboldianum* community.

*P. densiflora* community → *P. densiflora* + *Q. variabilis* community → *Q. variabilis* community → *Q. mongolica* + *Q. variabilis* community → *Q. mongolica* + *A. pseudo-sieboldianum* community.

<i>T. amurensis</i> community → <i>Q. mongolica</i> + <i>T. amurensis</i> community	}	→	<i>Q. mongolica</i> + <i>A. pseudo-sieboldianum</i> community
<i>A. mono</i> → <i>Q. mongolica</i> + <i>A. mono</i> community			
<i>B. platyphylla</i> var. <i>japonica</i> community → <i>Q. mongolica</i>			
+ <i>B. platyphylla</i> var. <i>japonica</i> community			

Key words : Vegetation pattern, Soil humidity, Cluster analysis, Successional sere.

#### 서론

삼림군집의 분포와 발달특성은 기후적 요인 외에도 사면, 방위, 경사도, 해발고도 등의 지형학적 요인과 토양적 요인 등에 의한 환경변화에 따라 달라지게 되며,

동일한 수종일지라도 지형상의 분포위치에 따라 그들의 양적, 구조적 특성을 달리하게 된다. Cajander (1909)는 입지환경의 중요성에 대한 인식을 바탕으로 환경구배에 따른 군락의 생태적 계열에 대한 개념을 정립한 바 있다. 1950년대 이후, Curtis and McIntosh (1951), Brown and Curtis (1952), Goff (1975), McIntosh (1978)

와 Whittaker (1965, 1967, 1978a, b) 등은 이러한 개념을 토대로 연속체분석과 비교서열법을 발전시켰다. 특히, Whittaker (1965, 1967, 1978a, b)는 종조성의 유사도에 기초하여 입지에 따른 식분 (stand)의 질서에 초점을 맞춘 환경구배분석을 통하여 최종적으로 식생을 환경변화에 대응하는 하나의 연속체로 파악하였다.

우리나라의 삼림식생에 대한 연구는, 정 (1926, 1943) 과 장 (1935)을 비롯하여, Nakai (1915)와 Uyeki (1933) 등에 의해 주로 수직, 수평적 식물대 또는 삼림대의 분포 등과 관련된 연구가 시작된 이래, 많은 지역의 삼림식생에 대한 연구가 이루어진 바 있으나, 대부분 단순한 식생의 기재나 수직분포에 관한 보고였다. 한편, 서열법과 분류법을 이용한 식물사회학적 연구는 1980년대 이후 본격적으로 시작되어 최근에는 비교적 활발한 연구활동이 이루어지고 있다. 오대산 지역의 삼림과 관련한 연구로는, 박과 오 (1971), 임 등 (1988), 이와 백 (1988), 김 (1989)의 보고가 있으나, 소금강 등 일부 지역에 국한된 연구로서 오대산 전역을 대상으로 식생패턴과 천이계열을 밝힌 논문은 아직 보고된 바 없다.

본 연구는 오대산 국립공원의 현존 삼림식생에 대해 지형 및 토양요인의 변화에 따른 식생의 패턴과 더불어 종조성의 유사도에 근거한 천이계열을 분석함으로써, 오

대산 국립공원의 자연생태계 보존을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 조사지의 개황

오대산은 북위 37° 46'~37° 51', 동경 128° 30'~128° 41'에 위치하고 있는 태백산맥의 준령으로, 북으로는 설악산, 금강산으로 통하고, 남으로는 태백산을 거쳐 차령산맥으로 통한다. 행정상으로는 강원도의 평창군, 홍천군, 강릉시 등 3개 시·군에 걸쳐 있으며, 면적은 298.5 km<sup>2</sup> 이다 (국립공원관리공단 1997). 1563 m의 비로봉을 주봉으로 한 다섯봉우리와 함께 표고 700 m 이상되는 호령봉에서 동대산에 이르는 지역의 경우 전반적으로 완만한 능선으로 되어 있다. 또한 노인봉(1338 m)을 중심으로 한 소금강 지역은 경사가 매우 급한 관계로 험난한 지형을 이루고 있는 것이 지형상의 두드러진 특징이라 할 수 있다 (Fig. 1).

기후조건은 본 지역에 기상관측소가 없는 관계로 인접한 대관령측후소의 기상자료 (중앙기상대 1971~1996)를 참고로 하였다. Fig. 2에서와 같이 연평균 기온은 6.4°C이며, 일평균 최저기온과 최고기온은 각각 1월의 -12.3°C와 8월의 23.9°C이다. 평균 연강수량은 1446.

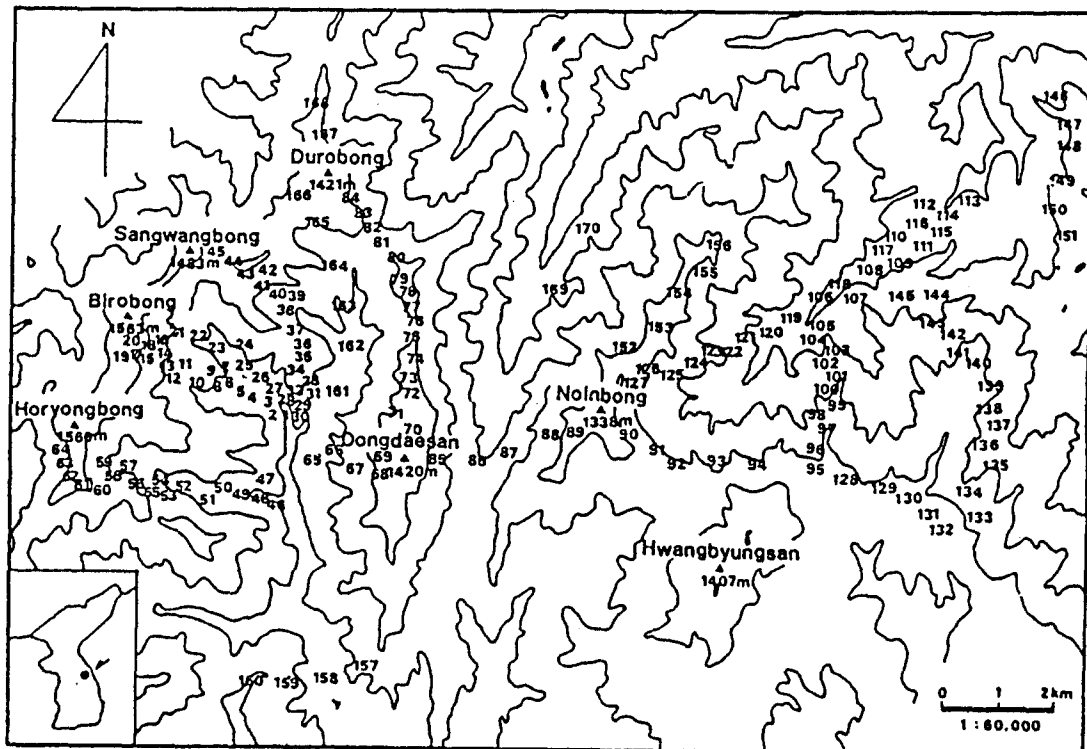


Fig. 1. Topography and study plots of Mt. Odae (Arabic numerals represent the serial number of sampling sites).

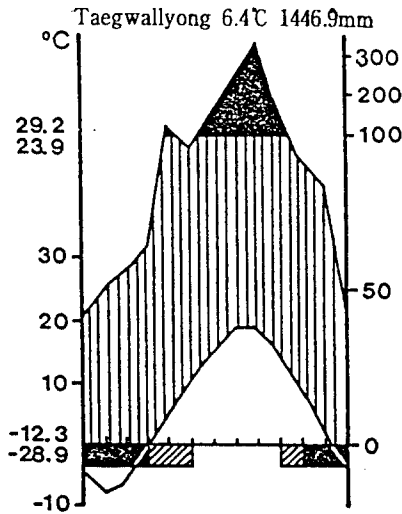


Fig. 2. Climate diagram in Taegwallyong meteorological station near the study area (1971~1996).

9 mm로 하계에 있어서 강수량 집중도가 높은 편이다. 상대습도의 경우 한냉건조한 대륙성 고기압의 영향을 받는 겨울철에는 50~60 %로 건조하며, 여름철에는 80 % 이상으로 습하다. 연평균 상대습도는 중부지방의 70 %보다 높은 78 %를 나타내고 있으나, 위치, 방향, 해발고도 등의 지형요인과 기상학적 요인에 따라 지역차가 크게 나타나고 있다.

본 조사지역을 구성하는 모암 (국립지질광물연구소 1975)은 주로 화강암과 편마암이며 화강암은 편마암에 편입한 큰 저반으로서 본 조사지의 동측 소금강산 급경사면의 대부분을 차지하고 있으며, 서측의 대부분은 편마암으로 되어있다. 또한 국부적으로 화강암이 관입되어 있으며 세립질화강암이 동대산 능선에 분포되어 있다. 화강암은 흑운모화강암을 주재로 하며 중립질내지 세립질이며 풍화면이나 계곡에서 절리를 잘 나타내고 있다.

### 조사방법

**토양분석** : 토양시료는 상관에 의하여 군락을 결정 한 후, 낙엽층을 제거한 뒤 깊이 20 cm내의 토양을 채취 하였다. 채취한 시료는 실험실로 밀봉 운반하여, 즉시 함수량과 pH를 측정하였고 나머지 토양은 상온에서 음건시킨 후 2 mm (1250mesh) 규격체로 쳐서, 분석에 사용하였다. 토양함수량은 토양시료를 105°C 건조기에 넣어 24시간 건조시킨 후 칭량하였다. 토양 pH의 경우

5g의 토양시료에 증류수 12.5 cc (1:2.5)의 비율로 현탁액을 만들어 24시간 방치한 후 pH meter로 측정하였다. 유기물함량은 음건토양을 600°C의 전기로에서 5시간 작열시켜 소실량을 측정하는 한편, 유기물함량을 1.732로 나누어서 유기탄소량을 결정하였으며, micro-kjeldhal법을 이용하여 총질소량을 구하였다. 유효인산량은 0.1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 추출하여 ammonium-molybdate로 발색시킨 후, spectrophotometer (Cecil 2924, England)를 사용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하고 표준물질의 흡광도와 비교한 값을 정량하였다.

**Cluster analysis** : 상관에 의해 특징이 뚜렷한 군락을 선택하여 다음과 같이 구성종의 우점도에 의한 Whittaker (1952)의 유사도지수를 구하고 이를 근거로 집괴 분석을 실시하였다.

$$C = 2c/a+b$$

- a : The total dominance where A quadrat of each species
- b : The total dominance where B quadrat of each species
- c : The total lower part dominance where A and B quadrat of coexistence species

**식생패턴** : 환경구배와 식생과의 관계를 분석하기 위하여 X축을 건습구배, Y축을 고도로 정하고, 우점종의 중요치를 환경구배에 따라 구분하여 군락 chart를 도시하였다. 건습변화의 지수는 각 군락의 토양함수량으로 0~4까지 정하였고 중요치는 상대밀도, 상대피도, 상대빈도의 합으로 계산하였다.

### 결과 및 고찰

#### 식생 패턴

온도와 습도를 식물의 분포에 영향을 미치는 2대 요인이라고 할 때, 고도와 습도를 2개의 축으로 한 평면상의 분포는 종의 분포특성을 분명히 표현할 수 있기 때문에 각기 종은 고유의 분포곡선을 갖는다 (Whittaker 1952). 이러한 개념을 바탕으로 오대산 지역의 환경구배와 식생과의 관계를 분석하기 위하여 X축을 건습구배, Y축을 고도로 정하고, 주요 우점종의 중요치를 환경구배에 따라 구분하여 군락 chart를 도시하였다 (Fig. 3).

신갈나무군락 (Fig. 3-1)의 경우, 함수량은 50.1 %로 건습구배상 submesic과 subxeric 사이에서 순림을 형성하고 있으며, 고도가 높아질수록 중요치가 높아져 고도 1,000~1,200 m 사이에서 중요치가 200으로 가장 높게 나타나고 있다. 따라서 이곳이 신갈나무 군락의 최적지로 보이며, 이러한 경향은 계룡산 (송 1985)과 설악산 (임과 백 1985)의 식생에서도 유사하게 나타나고 있다. 김 (1987)과 송 (1985)은 신갈나무군락을 습성, 중성, 건성의 3가지 형으로 구분하였는데, 이는 신갈나무군락이 기후적요인과 지형적요인 등과 관련한 환경적용 범위가 그만큼 넓다는 것을 의미한다. 피나무군락 (Fig. 3-2)은 고도 800~1,000 m 사이의 건습구배상 함수량 62.8 %인 submesic 조건하에서 중요치 150으로 가장 높은 수치를 기록하였다. 그러나 800~1,000 m 이상과 이하의

고도대에서는 모두 중요치가 감소하는 경향을 보이고 있는데, 이는 피나무가 최적 고도대 이외의 지역에서는 타 수종과 혼생군락으로 분포함을 시사하고 있다. 고로쇠나무군락 (Fig. 3-3)의 경우, 함수량이 55.4 %로 건습구배상 submesic과 subxeric 사이의 조건을 지닌 600~800 m의 고도대에서 중요치가 150으로 가장 높게 나타났다. 고로쇠나무군락 역시 고도 600~800 m를 기준으로, 위아래쪽 모두가 중요치의 감소 경향이 나타나 이들 지역에서도 피나무군락과 마찬가지로 타 수종과 혼생하고 있음을 알 수 있다.

설악산 (임과 백 1985)과 계룡산 (송 1989), 내장산 (김 1987), 가야산 (임 등 1990) 등의 삼림식생에서는 피나무와 고로쇠나무가 신갈나무군락의 수반종으로 흔히 나타나고 있으며 순군락 상태로 분포하는 경우는 드

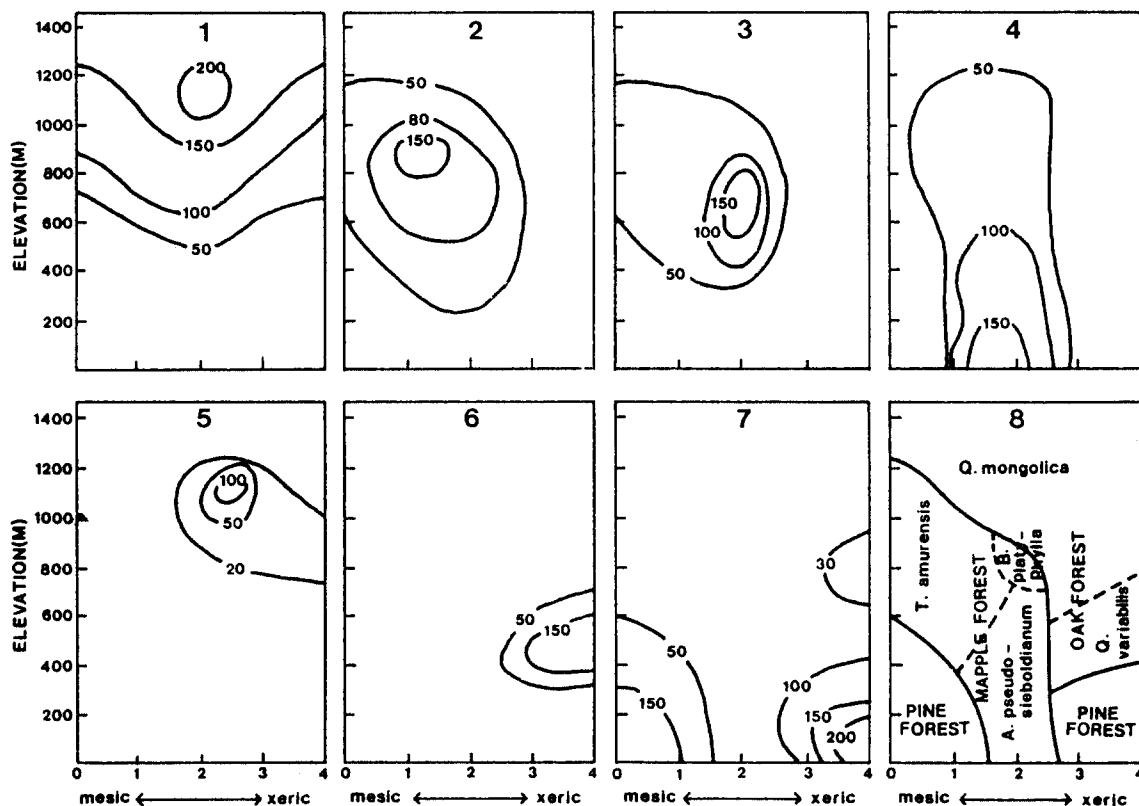


Fig. 3. Population chart(3-1~7) for 7 dominant species and mosaic chart(3-8) for vegetation pattern of Mt. Odae.

\* Arabic numerals on the curved lines of Figs. 3-1~7 represent the isopleth of importance values of population.

\* The vertical axis of elevation means the gradient of temperature and horizontal axis means the gradient of moisture condition from mesic on the left to xeric on the right.

3-1 : A population chart for *Quercus mongolica*.

3-3 : A population chart for *Acer mono*.

3-5 : A population chart for *Betula platyphylla* var. *japonica*.

3-7 : A population chart for *Pinus densiflora*.

3-2 : A population chart for *Tilia amurensis*.

3-4 : A population chart for *Acer pseudo-sieboldianum*.

3-6 : A population chart for *Quercus variabilis*.

3-8 : Mosaic chart for vegetation of Mt. Odae..

물다. 따라서 본 조사지에 분포하는 피나무군락과 고로쇠나무군락은 원래 신갈나무군락의 수반종이었던 것이 인위적 또는 자연적 환경요인에 의해 신갈나무군락이 파괴된 후, 천이과정을 거쳐 새롭게 성립된 군락으로 생각된다.

당단풍군락 (Fig. 3-4)은 함수량 58.7 %로 건습구배상 submesic인 해발 200 m 이내의 지역에서 중요치가 150으로 나타나 최고를 기록하였으며, 고도가 높아질수록 점차 중요치가 감소하고 있어 신갈나무와의 혼생군락을 이루고 있다. 이와 같은 경향은 설악산 (임과 백 1985)과 계룡산 (송 1989), 내장산 (김 1987) 등지의 식생에서도 마찬가지로 고도가 상승할수록 당단풍이 신갈나무군락의 수반종으로서의 지위를 차지하고 있다. 한편, 자작나무군락 (Fig. 3-5)은 고도 1,100 m 부근에서 함수량 41.9 %로 건습구배상 subxeric인 곳에서의 중요치가 가장 높았으며, 대체로 건조도양과 수광량이 많은 곳에 분포하는데 그 범위는 넓지 않았다. 자작나무군락은 설악산 (임과 백 1985), 계룡산 (송 1989), 내장산 (김 1987)에서는 분포하지 않는 군락이나, 오 등 (1988)은 치악산의 자작나무군락이 산화, 태풍, 고사 등에 의하여 신갈나무군락이 파괴된 후 침입하여 2차림으로 발달한 것으로 해석하고 있다. 굴참나무군락 (Fig. 3-6)은 함수량 30.2 %로 건습구배상 xeric인 고도 400~600 m의 지역에서 중요치 150으로 가장 높은 수치를 보이며, 이보다 높은 해발 600 m 부근에서는 신갈나무군락과 혼생하는 한편, 아래쪽의 350~400 m 지역에서는 소나무군락과 혼생하고 있었다. 임과 백 (1985)은 설악산 굴참나무군락의 경우 신갈나무군락이 파괴된 후, 토심이 깊고 경사가 급한 곳에 2차림으로 발달하였다고 하였으며, 속리산 (임 등 1989)에서도 산화 후에 침입한 것으로 보고하였다. 오대산의 굴참나무군락도 이와같이 2차림으로 판단되며 분포범위와 중요도는 오대산과 설악산, 속리산이 일치하고 있었다. 한편, 소나무군락 (Fig. 3-7)은 고도 300 m이하, 함수량 70.4 %로 건습구배상 mesic인 곳에 중요치 150으로, 고도 200 m 이하, 함수량 25.1 %로 xeric인 곳에 중요치 200으로 각각 우점하고 있었는데 고도가 높아질수록 중요치가 감소하여, 고도 700~1,000 m에서는 중요치 30에 불과하였다. 이것은 신갈나무군락과 굴참나무군락의 우점으로 인하여 상대적으로 중요치가 낮아진 것으로 생각된다. 이와 같은 분포양상을 보이는 것은 소나무가 온도, 습도 등에 비교적 넓은 적응력을 가지나, 환경이 좋은 생리적인 적지에서는 다른 수종과의 경쟁에 약하기 때문에 건조한 척박

지, 암석지대 등 비교적 환경이 좋지않은 지역에 군락을 형성하기 때문으로 생각된다. 이 등 (1984)은 설악산 침엽수림의 분포와 유형을 밝히면서 입지조건에 의한 소나무의 군락형을 정상군락형, 암벽군락형, 능선군락형, 퇴석지군락형, 하변군락형, 계곡군락형 그리고 화전지군락형의 7가지로 분류하였는데, 오대산에는 하변군락형과 계곡군락형, 능선군락형은 분포하였으나, 지형이 암벽과 암석이 분포하지 않는 만년기적 특징을 보이기 때문에 정상군락형과 암벽군락형이 분포하지 않았다. 또한 퇴석지와 화전이었던 곳이 없기 때문에 퇴석지군락형과 화전지군락형도 분포하지 않았다.

이상의 결과로 mosaic chart에 의한 오대산의 삼림식생 패턴 (Fig. 3-8)을 살펴보면 3가지 형으로 구분지을 수 있다. 즉, 습한지역과 건조한 지역의 낮은 고도에 분포하는 소나무림과 당단풍, 피나무, 고로쇠나무가 주종을 이루는 단풍나무림, 그리고 건조지의 낮은 고도에 분포하는 굴참나무와 높은 고도에 분포하는 신갈나무로 구성되어지는 참나무림으로 구분할 수 있다.

## 토양환경

沼田 (1977)는 천이가 진행되고 식물군락이 발달할수록 토양함수량, 유기물함량, 총 질소량이 증가하고, 식생-토양계의 동적 평형을 유지하여, 식생은 결국 토양적 극상을 형성한다고 하였다. 이러한 개념과 관련하여 Table 1과 같이 오대산 삼림식생의 군락별 토성을 비교함으로써 각 군락의 천이단계를 추정하고자 하였다.

본 지역에서의 토양 pH는 소나무군락이 5.7로 가장 높았고 자작나무군락은 4.3으로 가장 낮았다. 한편 신갈나무와 당단풍의 혼생군락은 고도가 높아질수록 낮아지는 경향을 보여 1,400 m에서 4.5를 기록하였다.

일반적으로 입지의 수분조건은 천이의 방향과 속도에 영향을 주고 식생이 발달하면 함수량이 많아지게 된다. 이는 식물군락과 낙엽층이 지표면을 피복하고 있어 수분 증발을 저지하는 것도 있지만, 토양안에 첨가된 유기물은 보수성이 좋아 이에 따른 효과가 크며, 유기물함량이 높으면 토양수분도 증가하게 된다 (沼田 1977).

오대산의 삼림군락에서도 유기물함량이 낮은 소나무군락에서 유기물함량이 높은 신갈나무 혼생군락으로 갈수록 함수량도 높아지는 결과를 보였다. 즉, 유기물함량의 경우 소나무와 굴참나무가 분포하는 군락에서는 5.8~21.1 %의 함량을 보인데 비해 자작나무군락은 14.1 %, 신갈나무가 혼생된 군락은 15.1~21.7 %가 함유되

**Table 1.** Soil properties in each forest community in Mt. Odae

Communities	pH	Water content(%)	Organic matter(%)	Total nitrogen(mg /100g)	Available phosphorus(mg /100g)	C(%)
A	5.7	25.1	5.8	2.24	8.42	3.39
B	5.6	27.2	5.9	2.80	12.63	3.41
C	5.5	30.2	12.0	4.48	7.37	6.93
D	5.3	31.1	21.1	5.04	8.42	12.18
E	4.3	41.9	14.1	4.48	2.54	8.14
F	5.0	62.5	15.1	5.07	7.58	8.72
G	5.1	61.8	20.9	6.32	5.05	12.07
H	5.6	65.9	21.5	5.80	10.95	12.40
I	5.2	52.9	21.7	6.43	7.37	12.53
J	4.8	53.0	19.0	6.50	6.16	10.97
K	4.5	52.6	12.0	5.10	4.21	6.93

A : *Pinus densiflora* community. B : *Pinus densiflora* + *Quercus mongolica* community. C : *Quercus variabilis* community.

D : *Pinus densiflora* + *Styrax obassia* community.

E : *Betula platyphylla* var. *japonica* community.

F : *Quercus mongolica* + *Tilia amurensis* community.

G : *Quercus mongolica* + *Betula platyphylla* var. *japonica* community.

H : *Quercus mongolica* + *Acer pseudo-sieboldianum* community (1,100 m).

I : *Quercus mongolica* + *Acer pseudo-sieboldianum* community (1,200 m).

J : *Quercus mongolica* + *Acer pseudo-sieboldianum* community (1,300 m).

K : *Quercus mongolica* + *Acer pseudo-sieboldianum* community (1,400 m).

어 있었으며, 함수량에 있어서는 양수성인 소나무와 굴참나무가 존재하는 군락에서 25.1~31.1 %를 나타내었고, 신갈나무가 혼생하는 군락에서는 52.6~65.9 %의 높은 수치를 기록하였다. 총 질소량은 소나무군락이 가장 낮은 2.24 mg이었고, 신갈나무 혼생군락은 5.07~6.50 mg의 수치를 보였다.

이상의 결과로 오대산의 삼림식생에서는 소나무군락이 토양비옥도가 가장 낮아 아직 천이 초기단계에 머무르고 있다고 생각되며, 이와 대조적으로 신갈나무-당단풍군락은 토양적극상에 해당하는 것으로 판단된다.

### 천이계열

Yim (1977, 1978)에 의하면 냉온대 중부에 속하는 오대산지역의 기후적 극상림은 신갈나무와 당단풍의 혼생림이다. 沼田 (1977)는 이러한 기후대에서 천이 초기단계인 초본기 이후에 나타나는 목본종들이 자작나무, 철쭉꽃, 버드나무 및 *Pinus*속과 *Fagus*속에 속하는 식물들이며, 2차천이 초기에도 자작나무가 출현한다고 하였다. 이에 따라 오대산의 천이계열 시발점을 소나무군락과 자작나무군락으로, 극상림은 신갈나무-당단풍군락으로 간주하고 군락간 유사도를 근거로 천이계열을 추정하였다. Table 2는 Whittaker (1952)의 우점도를 이용한 유사도지수를 나타낸 것이다. Whittaker (1967)와 Cox and Lewis (1976)는 군락간 유사도가 0.2 이하일 때는 이질적이며, 0.8 이상일 때는 동질적이라 하였다. 아울

러 이 등 (1988)은 유사도지수가 0.5 이상이어야 유의성이 있다고 하였다.

소나무군락은 소나무-신갈나무군락과의 유사도가 0.55, 소나무-굴참나무군락과는 0.54를 보였으며, 타 군락과는 유의성이 있는 0.5이상의 값을 기록하지 않았다. 따라서 소나무군락은 소나무-신갈나무군락과 소나무-굴참나무군락의 2가지 방향으로 천이가 진행됨을 알 수 있다. 소나무-신갈나무군락은 단지 소나무군락과만 유의성있는 수치를 기록하였으므로 바로 극상인 신갈나무와 당단풍 혼생군락으로 발달하여 가는 것으로 생각된다. 또한 소나무-굴참나무군락은 굴참나무군락과 0.55의 유사도를 보였으며, 굴참나무군락은 다시 신갈나무-굴참나무군락과 0.59의 유사도를 나타내었다. 신갈나무-굴참나무군락은 타 군락과 유의성이 없었으며 계속하여 극상림으로 발달하여 갈 것으로 생각된다. 한편 2차천이 초기단계인 자작나무군락은 신갈나무-자작나무군락과 0.50의 수치를 보였으며, 신갈나무-자작나무군락은 0.46의 유사도를 기록하며 신갈나무-당단풍군락과 관계를 가지고 있었다. 피나무의 경우는 신갈나무-피나무군락과 0.70의 높은 유사도를 보이고, 신갈나무-당단풍군락과 신갈나무-피나무군락과 0.72의 수치로 가장 밀접한 유사도를 보이고 있었다. 또한 고로쇠나무군락은 신갈나무-고로쇠나무군락과 0.61의 수치를 보이고, 신갈나무-고로쇠나무군락은 신갈나무-당단풍군락과 0.69의 수치를 기록하였다.

이와 같은 결과로 다음과 같이 천이계열을 추정하였다.

**Table 2.** Similarity indices(Coefficient of Whittaker) for each forest community in Mt. Odae

Communities	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
B	0.55											
C	0.54	0.40										
D	0.43	0.42	0.55									
E	0.37	0.44	0.40	0.59								
F	0.33	0.36	0.24	0.18	0.29							
G	0.34	0.29	0.30	0.21	0.21	0.31						
H	0.31	0.25	0.15	0.20	0.25	0.50	0.34					
I	0.28	0.19	0.27	0.27	0.27	0.18	0.46	0.28				
J	0.20	0.29	0.24	0.18	0.33	0.23	0.48	0.27	0.61			
K	0.18	0.23	0.25	0.20	0.27	0.35	0.70	0.24	0.35	0.47		
L	0.15	0.25	0.27	0.27	0.36	0.38	0.44	0.46	0.53	0.69	0.72	

A : *Pinus densiflora* community

C : *Pinus densiflora* + *Quercus variabilis* community

E : *Quercus mongolica* + *Quercus variabilis* community

G : *Tilia amurensis* community

I : *Acer mono* community

K : *Quercus mongolica* + *Tilia amurensis* community

B : *Pinus densiflora* + *Quercus mongolica* community

D : *Quercus variabilis* community

F : *Betula platyphylla* var. *japonica* community

H : *Quercus mongolica* + *Betula platyphylla* var. *japonica* community

J : *Quercus mongolica* + *Acer mono* community

L : *Quercus mongolica* + *Acer pseudo-sieboldianum* community

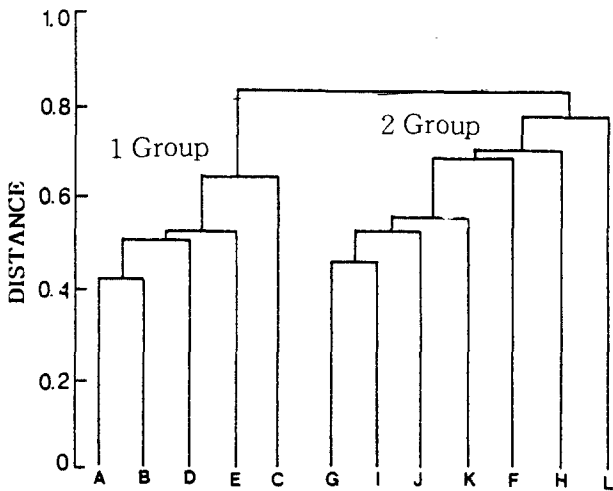
- 1) 소나무군락 → 소나무 + 신갈나무군락 → 신갈나무 + 당단풍군락
- 2) 소나무군락 → 소나무 + 굴참나무군락 → 굴참나무군락 → 신갈나무 + 굴참나무군락 → 신갈나무 + 당단풍군락
- 3) 피나무군락 → 신갈나무 + 피나무군락  
 고로쇠나무군락 → 신갈나무 + 고로쇠나무군락  
 자작나무군락 → 신갈나무 + 자작나무군락  
 → 신갈나무 + 당단풍군락

Fig. 4는 유사도지수를 이용한 cluster analysis의 결과이다. 제 1군은 소나무군으로 소나무군락을 기준으로 소나무와 신갈나무 혼생군락, 굴참나무군락, 신갈나무와 굴참나무 혼생군락, 소나무와 굴참나무 혼생군락으로 이루어져 있으며, 제 2군은 신갈나무군으로 신갈나무와 당단풍 혼생군락을 기준으로 신갈나무와 자작나무 혼생군락, 자작나무군락, 신갈나무와 피나무 혼생군락, 신갈나무와 고로쇠나무 혼생군락, 고로쇠나무군락과 피나무군락으로 이루어져 있다. 극상인 신갈나무와 당단풍을 기준으로 하여 천이진행방향을 살펴보면 1군에서 2군으로 발달되어 갈 것으로 생각된다.

**적 요**

토양 습도구배에 따른 오대산 삼림식생의 패턴은 낮은 고도의 건·습지역에서 비교적 고르게 분포하는 소나무림과 증성지역에서 당단풍, 피나무, 고로쇠나무가 주종을 이루는 단풍나무림, 그리고 낮은 고도와 높은 고도의 건조지에 각각 분포하는 굴참나무와 신갈나무로 구성된 참나무림 등 3가지 유형으로 구분되었다. 토양비옥도를 나타내는 함수량, 유기물함량, 총 질소량에 있어서는 소나무군락과 굴참나무군락이 비교적 낮았으며 신갈나무 혼생군락으로 갈수록 증가하였다.

군락간 유사도지수를 근거로 한 cluster analysis 결과, 오대산 삼림식생의 천이계열은 극상인 신갈나무 + 당단풍 혼생군락을 기준으로 할때, 다음과 같이 추정된다.



**Fig. 4.** Dendrogram of the communities based on cluster analysis in Mt. Odae (The communities abbreviations are the same as in Table 2).

소나무군락 → 소나무 + 신갈나무군락 → 신갈나무 + 당단풍군락  
 소나무군락 → 소나무 + 굴참나무군락 → 굴참나무군락 → 신갈나무 + 굴참나무군락 → 신갈나무 + 당단풍군락  
 피나무군락 → 신갈나무 + 피나무군락 → 신갈나무 + 피나무군락 → 신갈나무 + 당단풍군락  
 고로쇠나무군락 → 신갈나무 + 고로쇠나무군락 → 신갈나무 + 당단풍군락  
 자작나무군락 → 신갈나무 + 자작나무군락 → 신갈나무 + 당단풍군락

## 인 용 문 헌

- 국립공원관리공단. 1997. 오대산 국립공원의 자연생태계 보존계획. 국립공원관리공단. 서울. 126p.
- 국립지질광물연구소. 1975. 한국지질도 (오대산 도폭).
- 김정언. 1987. 분류법과 서열법에 의한 내장산 삼림식생 연구. 중앙대학교 대학원 박사학위논문.
- 김창호. 1989. 오대산 삼림군집구조에 관한 연구. 동국대학교 대학원 박사학위논문.
- 중앙기상대. 1971-1996. 기상연보. 서울.
- 박봉규, 오지영. 1971. 오대산의 식생. 한국자연보존협회 조사보고서 9: 133-138.
- 송호경. 1985. 계룡산 삼림군집형과 그의 구조에 관한 연구. 충남대학교 환경연구보고 3: 19-58.
- \_\_\_\_\_, 1989. 계룡산 삼림군집의 연속변화에 관하여. 충남대학교 환경연구보고 7: 18-24.
- 오구균, 권태호, 조일용. 1988. 치악산 국립공원의 주변부 식생구조. 응용생태연구 2: 19-36.
- 이경재, 오구균, 조재창. 1988. 내장산 국립공원의 식물군집 및 이용행태에 관한 연구. 한국임학회지 77: 166-177.
- 이우철, 백원기. 1988. 소금강의 식물상. 명주군. 76-101.
- 이일구, 이호준, 변두원. 1984. 설악산 침엽수림의 분포와 유형. 설악산 학술조사보고서 136-168.
- 임양재, 백순달. 1985. 설악산의 식생. 중앙대학교 출판부. 190p.
- \_\_\_\_\_, 심재국, 방제용. 1989. 속리산일대의 식생. 한국자연보존협회 조사보고서 29: 97-121.
- \_\_\_\_\_, 양권열, 김종근·방제용. 1990. 가야산국립공원의 식생. 한국자연보존협회 조사보고서 28: 57-79.
- \_\_\_\_\_, 이남주, 백승엽. 1988. 소금강의 식생. 명주군. pp. 106-146.
- 장형두. 1935. 평양식물지. 조선향토식물 1: 45-52.
- 정태현. 1926. 주요조림수종의 분포 및 적지. 임업시험장 시보 5.
- \_\_\_\_\_. 1943. 조선삼림식물도설. 연구서림. 683p.
- 沼田 眞. 1977. 群落の遷移とその機構. 朝倉書店.
- Brown, R.T. and J.T. Curtis. 1952. The upland conifer-hardwood forests of northern Wisconsin. Ecol. Monogr. 22: 217-234.
- Cajander, A.K. 1909. Über Waldtypen. Acta Forest. Fen. 1: 1-175.
- Cox, T.F. and T. Lewis. 1976. A conditioned distance ratio method for analyzing spatial patterns. Biometrik 63: 483-491.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh. 1951. The upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Goff, F.G. 1975. Comparison of species ordinations resulting from alternative indices of interspecific association and different numbers of included species. Vegetatio 31: 1-14.
- McIntosh, R.P. 1978. Matrix and plexus techniques. In R.H. Whittaker(ed.). Ordination of plant communities. W. Junk, The Hague pp. 151-184.
- Nakai, T. 1915. Flora of Chirisan. 98p.
- Uyeki, H. 1933. On the forest zone of Korea. Acta Phytotax. Geobot. 2: 73-85.
- Whittaker, R.H. 1952. A study of summer foliage insect communities in the Great Smoky Mountains. Ecol. Monogr. 22: 1-44.
- \_\_\_\_\_, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science 147: 250-260.
- \_\_\_\_\_, R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. Biological Reviews 42: 207-264.
- \_\_\_\_\_, R.H.,(ed.). 1978a. Ordination of plant communities. W. Junk, The Hague.
- \_\_\_\_\_, R.H.,(ed.). 1978b. Classification of plant communities. W. Junk, The Hague. pp. 288-321.
- Yim, Y.J. 1977. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula III. Distribution of the tree species along the thermal gradient. Jap. J. Ecol. 27: 177-189.
- \_\_\_\_\_. 1978. On the distribution of beech and beech-dominated forest in the Northern Hemisphere. Korean J. Ecol. 6: 153-166.