

## 오서산 산림식생의 상관우점종, 종조성 및 종간연관에 의한 군집유형 분류

변성엽 · 윤충원\*

공주대학교 산림자원학과

## Classification of Community Type by Physiognomy Dominant Species, Floristic Composition and Interspecific Association of Forest Vegetation in Mt. Oseosan

Seong Yeob Byeon and Chung Weon Yun\*

Department of Forest Resource, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

**요약:** 산림식생은 분류방법에 따라 식생유형의 결과가 다를 수 있다. 본 연구의 목적은 세 종류의 식생분류 방법론을 적용하여 결과를 비교하기 위해 충남 오서산 산림식생을 대상으로 2016년 9월부터 10월까지 총 80개소의 식생조사를 수행하였다. 얻어진 자료를 토대로 상관우점종에 의한 군락유형분류, 종조성에 따른 군락유형분류, 종간연관 분석을 실시하였다. 상관우점종에 의한 군락유형분류를 실시한 결과, 소나무군락, 신갈나무군락, 느티나무군락, 상수리나무군락, 층층나무군락, 졸참나무군락, 일본잎갈나무군락, 리기다소나무군락, 밤나무군락, 백합나무군락의 총 10개의 군락유형으로 구분되었다. 종조성에 따른 유형분류를 실시한 결과, 총 4개의 식생단위와 8개의 종군 유형으로 분류되었다. 종조성 체계의 최상위 수준에서 비목나무군락군으로 대표되어졌으며, 비목나무군락군은 진달래군락(진달래전형군, 쪽동백나무군), 느티나무군락(일본잎갈나무군, 큰개별꽃군)으로 분류되어, 1개 군락군 2개 군락 2개 군의 분류체계를 나타냈다. 종간연관 분석 결과는 크게 두 개의 그룹으로 나누어졌으며, 종조성에 의한 군락유형과 종간연관에 의한 유형은 지형적인 영향이 크게 작용하는 것으로 판단되었다. 조사지의 산림식생은 상관우점종에 의해 10개의 군락유형, 종조성에 의해 8개의 종군단위와 4개의 식생단위, 종간연관에 의해 2개의 유형으로 분류되어, 상관우점종, 종조성(종군유형→식생단위), 종간연관 순으로 식생단위가 단순화되는 것을 알 수 있었다. 결론적으로 산림식생은 분류방법론에 따라 다양한 식생유형이 분류되었고 또한 많은 환경요인들의 영향이 작용하고 있는 것으로 판단되었다.

**Abstract:** The result of forest vegetation classification could be quite different and dependant on analysis methods. The purpose of this study was to compare the analyzed results for three kinds of methods (physiognomy dominant species, floristic composition and interspecific association) related to vegetation classification. Vegetation data were collected by the 80 quadrates in Mt. Oseo, Chungcheongnam-do from September to October in 2016. We carried out community type classification using above three methods. As a result, the vegetation according to physiognomy dominant species was classified into ten communities such as *Pinus densiflora* community, *Quercus mongolica* community, *Zelkova serrata* community, *Quercus acutissima* community, *Cornus controversa* community, *Quercus serrata* community, *Larix kaempferi* community, *Pinus rigida* community, *Castanea crenata* community and *Liriodendron tulipifera* community. The vegetation according to floristic composition was classified into 4 vegetation units. It was totally represented by *Lindera erythrocarpa* community group. And *L. erythrocarpa* community group was classified into the *Rhododendron mucronulatum* community (subdivided *R. mucronulatum* typical group and *Styrax obassia* group) and *Zelkova serrata* community (subdivided *Larix kaempferi* group and *Pseudostellaria palibiniana* group). As a result of interspecific association, forest vegetation was divided into two groups. And it was considered that the vegetation type by floristic composition and interspecific association significant could be affected by topography. There were lots of vegetation groups or units in the order like 10 types of communities by the physiognomy dominant species, 8 species group and 4 vegetation types by the floristic composition, and 2 types by the interspecific association. In conclusion, vegetation classification methods elicited diverse vegetation groups or units with lots of correlations of environmental factors.

**Key words:** vegetation type, phytosociology, TWINSpan, Plexus diagram

\* Corresponding author  
E-mail: cwyun@kongju.ac.kr

## 서론

생명체는 지구 내의 모든 유동체들을 통하여 물리적으로 연결되어 있고, 식물군락은 오랜 시간을 거쳐 다양한 환경요소와 복합적으로 작용하여 발달하므로 모든 서식처에 대하여 생태적 기초정보들을 내포하고 있다(Becking, 1957; Ko et al., 2014). 또한 현존식생은 자연군락과 대상군락으로 구분되어진다. 자연군락(natural community)은 자연조건에 적응한 구조 및 종조성을 가지고, 대상군락(substitute community)은 인위적 작용에 의해 성립·유지된다. 따라서 자연군락 및 대상군락은 모두 다양한 생태권 내에서 생태계와 개체군 사이의 군락 또는 군집을 형성하고 있으므로, 군집생태학적(community ecology) 접근이 중요하다(Byeon and Yun, 2016). 식생(vegetation) 또는 식피(plant cover)는 특정 지표면에 생육하는 식물의 집단으로서, 식생학(vegetation science)은 군락(community)의 법칙성·질서, 특정 지역에 생육하는 식물의 집단인 식생을 연구하는 군집생태학의 한 분야이다. 또한 좁은 의미로는 식물사회학(phytosociology)이라고도 한다. 식물사회학은 종간의 상관관계를 밝힘으로서 군락으로 구분되는 종집단의 특징 및 군락과 환경 간의 상관관계 등을 연구한다(Son et al., 2016). 또한 산림식생자라는 식생의 발달 과정과 양상을 규명하고 앞으로의 천이과정을 예측할 수 있어(Barbour et al., 1980), 넓은 범위로는 산림생태계의 관리를, 좁은 범위로는 군락생태학의 학술연구에 기여할 수 있을 것이다(Lee et al., 2015a).

식물사회학은 식물군락을 주 연구대상으로 하여 식물의 군락구분과 연관된 연구를 하는 학문으로서(Whittaker, 1962), 식물사회학은 군락의 층 구조에 대응하여 우점종에 의한 분류를 시도한 스칸디나비아학파, 군락 내의 종조성에 의한 분류를 실시한 중부 유럽의 Z-M학파, 스칸디나비아학파의 분류방식과 유사하지만 분류방식에 있어 입지환경조건을 대응시킨 러시아학파, 연속적인 식생의 변화를 주장하면서도 단계(formation)와 같은 불연속적인 개념을 접목하고 있는 클리멘츠학파, 환경의 경향을 분석을 하여 식생분류를 시도하는 위스콘신학파로 발달해왔다. 전 세계적으로 자연 경관을 구분하는 데에는 상관에 의한 전통적인 분류가 적용되고 있지만 식생에 대한 분류는 종조성에 의한 사회학적 측면을 중요시하는 Z-M학파의 방식이 널리 사용되고 있다(Kim and Lee, 2006; Son et al., 2016). 또한 수종에 따라서는 유사한 생육환경을 선호하거나 특정한 생육환경을 회피함으로써 특정한 두 수종 간 서로 친화력(정의 관계) 또는 반발력(부의 관계)이 작용할 수 있으며, 아무런 상호작용이 없을 수도 있다(Lee et al., 1996). 이와 같은 현상을 수종간 상

관관계라고 하며, 특정한 종들 간의 상관관계 양상은 대체로 유사한 것으로 알려져 있다(Lee et al., 1996).

상관우점종에 의한 유형분류 방법은 특정 수종이 상층에 우점하고 있는 군락의 각 계층 우점종 파악 및 층위별 천이경향 등을 파악하기에 적절하며, 넓은 범위의 경관을 구분하기에 용이한 장점이 있으나, 식물 종의 생태에 관련된 자세한 정보를 알기 어려운 단점이 있다. 식물 종은 생태적으로 광범위하게 분포하거나, 특정 군락에 한정되어 분포하며, 이는 종조성에 의한 유형분류의 중요개념이다(Kim et al., 1987). 종조성에 의한 유형분류 방법은 특정 군락에 연관되는 표징종(character species)·식별종(differential species)·식생단위(vegetation unit) 등을 추출한다. 이러한 유형분류 방법은 각 종의 생태적 구성특징에 대해 자세한 정보를 알 수 있다는 장점이 있으나, 특정 종이 상층에 우점하고 있는 상관군락에 대한 층위별 정보를 알 수 없다는 단점이 있다. 종간연관분석은 유의적인 연관성을 가진 종들을 도형(성좌표)으로 나타낼 수 있어 종간의 분포상태 및 유연성에 대해 이해도를 증진시킬 수 있으며(Agnew, 1961; Lee et al., 2015a), 자연내의 복잡한 군집구조를 한눈에 볼 수 있다는 장점이 있는 반면, 생물이 분포하는 데 있어 가장 큰 영향을 주는 요인인 환경에 대한 정보를 알 수 없으며, 종간의 분포상태에 대한 정량적 평가를 할 수 없다는 단점이 있다.

우리나라 산림식생을 상관우점종을 중심으로 유형분류를 한 연구로는 제주도 상록활엽수림(Jeon et al., 2016), 봉화 장군봉(Byeon and Yun, 2016), 가거도(Lee et al., 2015c), 식장산(Hwang and Yun, 2007), 울릉도(Song et al., 2007) 등이 이루어져 오고 있으며, 종조성을 중심으로 유형분류를 한 연구로는 유인도서와 무인도서(Kim et al., 2016), 덕유산(Han et al., 2016), 응봉산(Lee et al., 2015a), 계방산(Ko et al., 2014), 우리나라 전체(Yun et al., 2011) 등이 이루어져 왔다. 산림식생의 각 종들간의 연관관계를 연구한 논문으로는 응봉산(Lee et al., 2015a), 계방산(Ko et al., 2014), 문수산과 옥석산(Kim and Yun, 2009), 대구 인접지역 산림식생(Choung et al., 2006), 남해 금산(Kim et al., 2003) 등이 이루어져 왔다. 종조성에 의한 군락유형을 연구함에 있어, 종들간의 연관분석을 동시에 수행함으로써 특정종의 생태적 정보에 대한 연구를 수행한 연구는 많은 연구자에 의해 진행되어 왔으나, 상관우점종에 의한 군락유형, 종조성에 의한 군락유형을 비교함으로써 상호간의 장단점을 보완한 생태적 정보를 연구한 사례는 부족한 실정이었다. 따라서, 본 연구는 오서산을 대상으로 상관우점종에 의한 유형분류, 종조성에 의한 유형분류, 종간연관분석을 수행함으로써, 분류 방법

에 따른 산림식생 유형을 파악하고, 이에 따른 군집생태적 특성을 구명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지 개황

본 연구대상지인 오서산(790.7 m)은 경기도 안성시 칠현산에서, 청룡산, 성거산, 월조산, 광덕산, 구봉산, 백원산, 오서산, 수덕산, 가야산, 팔봉산, 백화산, 지령산을 거쳐 태안반도의 안흥진까지 금강의 서북쪽을 지나는 산줄기인 금북정맥의 최고봉에 위치하고 있고(Korea Research Institute for Human Settlements, 2004), 북위 36° 21' 11.66" ~ 36° 32' 35.32", 동경 126° 34' 28.64" ~ 126° 47' 47.14"에 위치하고 있다. 또한 행정구역은 충청남도 보령시 청소면과 청라면, 청양군 화성면, 홍성군 광천읍 등 3개의 행정구역에 걸쳐있다. 산림대 구분에서는 온대중부, 식물구계구분에서는 중부아구, 생태권역은 해안도서권역에 속한다(Son et al., 2016). 또한 오서산 산림식생에 관련된 연구는 식물상에 대한 연구(Chung et al., 1984; Sun, 1991; Ko and Bae, 1999; Oh et al., 2013), 식생구조 또는 종조성에 대한 연구(Shin and Yun, 2014a) 등이 이루어져 왔다.

본 조사지 지질의 대부분은 선캄브리아기의 결정편암계 운모편암으로 구성되어있으며(Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources, 1930), 토성은 갈색건조산림토양(B1)이 가장 많이 구성하고 있었고, 토성은 사양토, 미사질양토, 양토 등으로 구성되어 있다(Korea Forest Service, 2011). Korea Meteorological Administration(2010)

에 따르면 도서지방을 제외한 우리나라의 연 평균기온은 10~15°C로서 가장 무더운 달인 8월은 23~26°C, 가장 추운 달인 1월은 -6~3°C이고, 연중 지역별 강수량은 중부지방 1,200~1,500 mm, 남부지방 1,000~1,800 mm, 경북 지역은 1,000~1,300 mm, 경남해안 일부지역은 1,800 mm, 제주도지방은 1,500~1,900 mm으로 계절적으로는 연 강수량의 50~60%가 여름에 내린다. 보령지역의 연평균기온은 12.4°C, 가장 무더운 달인 8월은 25.5°C, 가장 추운 달인 1월의 월평균기온은 -0.8°C로, 해양성 기후의 특징이 나타나며, 연평균강수량은 1,244.3 mm로 내륙 평년값에 비하여 다소 적다(Korea Meteorological Administration, 2010).

### 2. 조사 및 분석방법

2016년 9월부터 10월까지 오서산 지역의 산림식생을 대상으로 금북정맥 마루금을 포함하여 80개의 조사구(10×10 m 30개소, 20×20m 50개소)를 설치하였으며(Figure 1), 각 조사구의 주요 환경인자(해발, 경사도, 암석노출도, 방위 등)를 측정하였다. 조사는 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blaunquet, 1964)에 따라 수직적인 공간분배를 고려하여 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층의 4개 층위로 구분하고, 각 층위에 출현하는 모든 구성종의 종명과 각 종의 양과 생육상태를 조사하였으며, 각 층위의 우점종·평균식피율·평균수고·평균흉고직경을 측정하여 기록하였다. 식물 분류와 동정은 원색식물도감(Lee, 2003), 원색한국수목도감(Hong et al., 1987), 나무생태도감(Yun, 2016)을 기준으로 식물분류와 동정을 실

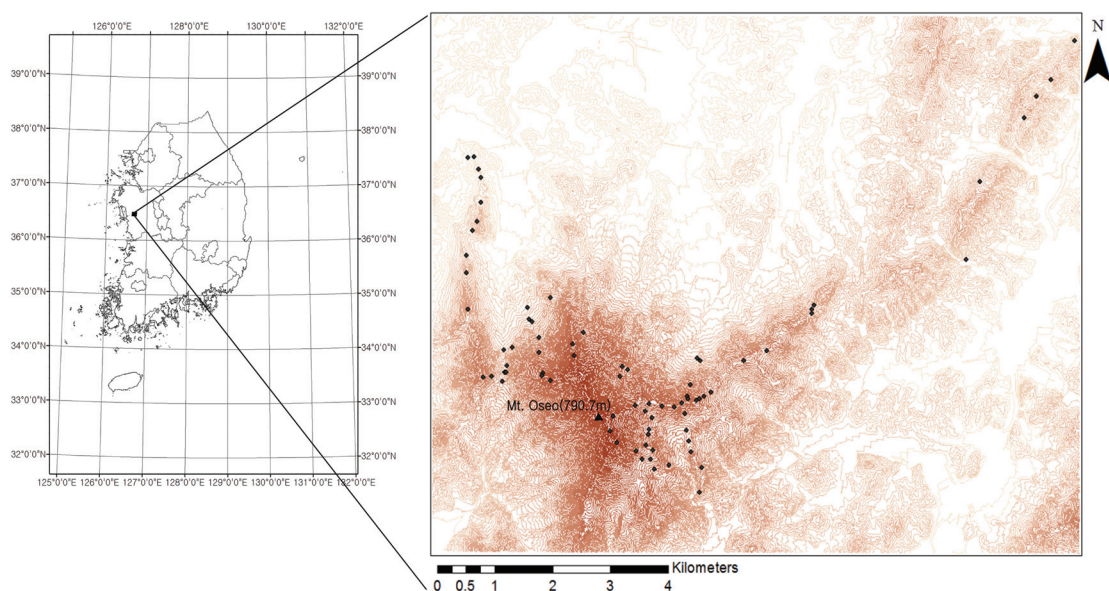


Figure 1. Map showing the investigated plots.

시하였으며, 국가표준식물목록(Korea Forest Service, 2007a)과 국가생물종지식정보시스템(Korea Forest Service, 2007b)을 기준으로 학명과 국명을 작성하였다.

본 연구의 군락유형분류는 상관우점종에 따른 군락유형분류, 종조성에 따른 유형분류, 중간연관분석을 실시하였다. 상관우점종에 의한 유형분류는 2개소 이상 조사된 군락을 대상으로 하여, 각 층위별 출현종에 대한 상재도 및 최소·최대 우점도를 작성하였으며, 종조성적 식생유형분류는 PC-ORD v5.17 프로그램(McCune and Mefford, 2006)을 통해 Hill (1979)의 TWINSpan (Two-Way Indicator Species Analysis)분석을 실시함으로써 대별종군과 식별종군을 파악한 후, 이를 이용하여 Ellenberg(1956)의 표조작법(Tabulation method)의 각 단계를 거쳐 최종적으로 상재도로 나타난 식별표(differential table)로 군락조성표를 작성한 후 식생단위를 결정하였다(Müller-Dombois and Ellenberg, 1974; Toyohara, 1977). 군락유형을 분류한 후 각각 유형에 대한 평균입지환경을 분석하여 기입하였으며, 정량적 결과산출이 불가능한 지형의 경우 계곡(V) 10, 사면하부(LS) 30, 사면중부(MS) 50, 사면상부(US) 70, 능선부(R)와 산정부(T) 각각 90으로의 일정한 범주를 주어 각각 분석하였다.

또한 각 종간의 연관관계를 판단하기 위하여 중간연관분석(종간 결합)을 실시하였다. 80개의 조사구로부터 기록된 221종 중, 상관을 구성하고 있는 상관우점종과 종조성적 분류에 나타난 표징종 및 식별종을 중심으로 5% 이상의 빈도를 갖는 종을 선발하였다. 또한 종수(221종) × 조사방형구수(80개 조사구)의 종의 존재유무 자료행렬(presence - absence data matrix)을 작성한 후 모든 종간의 쌍에 대한 2 × 2 분할표(Table 1)를 작성하여  $\chi^2$ 검정(Chi-square test statistic)을 실시하였다(Agnew, 1961; Brower and Zar 1977). 2 × 2 분할표에서 두 종 A와 B가 독립적 이란 귀무가설을 5%의 유의수준에서 기각하였다.

**Table 1.** 2×2 contingency table for association between two species, A and B.

|           |         | Species B |        |           |
|-----------|---------|-----------|--------|-----------|
|           |         | present   | absent |           |
| Species A | present | a         | b      | m=a+b     |
|           | absent  | c         | d      | n=c+d     |
|           |         | r=a+c     | s=b+d  | N=a+b+c+d |

\* a : The number of SUs where both species occur; b : The number of SUs where species A occurs, but not B; c : The number of SUs where species B occurs, but not A; d : The number of SUs where neither A nor B are found

$$X^2 = \sum \frac{(\text{관측치} - \text{기대치})^2}{\text{관측치}} \quad (1)$$

$$X^2 = \frac{N(ad-bc)^2}{mnr s} \quad (2)$$

식 2에서 ad가 bc보다 크면 정의 상관관계(양성결합), bc가 ad보다 크면 부의 상관관계(음성결합)의 관계를 가진다. ++와 +는 정의 상관관계를, --와 -는 부의 상관관계를 나타낸 것이며, ++와 --는 99%의 확률수준에서, +와 -는 95%의 확률수준에서 두 수종간의 유의한 상관관계가 있음을 나타낸다(Agnew, 1961).

각 유형분류방법에 따라 분류된 단위유형간의 비교는 상관우점종 및 종조성에 의한 분류를 통해 얻어진 표징종 및 식별종을 중심으로 하여, 선으로 연결한 다이어그램을 작성함으로써 각 유형분류방법에 의한 유형간의 상관관계를 비교·분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 상관우점종에 의한 군락유형

상관우점종에 의한 군락유형분류를 실시한 결과, 오서산의 산림식생은 소나무군락, 신갈나무군락, 상수리나무군락, 느티나무군락, 층층나무군락, 졸참나무군락, 일본잎갈나무군락, 리기다소나무군락, 밤나무군락, 백합나무군락의 총 10개의 군락유형으로 구분되었다(Table 2). 일본잎갈나무, 밤나무 및 백합나무 상관군락은 주로 사면부에 위치하고 있는 다른 상관군락에 비하여 출현종수가 높게 나타났다. 산림의 교란에 의한 수광량의 증가는 산림식물의 종다양성을 증가시키는 요인이기도 하며(Lee et al., 1996), Krebs(1985)와 Barbour et al.(1980)은 생육환경이 이질적이고 복잡하거나 국소적 교란이 발생하게 될 경우 종다양도가 높아진다고 하였다. 따라서 조림에 의해 형성된 이들 상관군락의 경우 슈아베기 등의 각종 시업의 영향에 의해 호전되어진 광선조건을 이용하여 이주·정착하는 식물의 종류가 많아져 출현종수가 높은 것으로 판단되었다.

#### 1) 소나무군락

본 군락은 총 32개의 조사구에 의해 소나무군락으로 분류되었으며, 대부분 사면 상부에 분포하고 있었다. 상관우점종인 소나무의 상재도와 우점도는 교목층 V45, 아교목층 I 12, 관목층 I ++, 초본층 R++로 나타났다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 소나무, 비목나무, 생강나무, 개웃나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 청가시덩굴,

**Table 2. Differentiated constancy table according to physiognomy dominant species.**

| Community                     | PIDE     | QUMO         | QUAC         | ZESE    | COCO    | QUSE        | LAKA     | PIRI     | CACR     | LITU     |
|-------------------------------|----------|--------------|--------------|---------|---------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| Altitude(m)                   | 337.3    | 531.4        | 177.3        | 305.8   | 470.8   | 503.7       | 215.2    | 152.0    | 37.5     | 203.0    |
| Slope degree(°)               | 11.9     | 21.4         | 7.0          | 8.8     | 13.3    | 11.7        | 4.8      | 10.0     | 9.0      | 12.5     |
| Topography                    | US(65.0) | MS, US(62.2) | LS, MS(40.0) | V(10.0) | V(10.0) | MS, V(36.7) | MS(50.0) | US(63.3) | LS(30.0) | LS(30.0) |
| Bare rock(%)                  | 3.2      | 9.4          | 0.0          | 57.5    | 66.3    | 26.7        | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      |
| Bare soil(%)                  | 0.2      | 5.5          | 0.0          | 26.7    | 10.0    | 0.0         | 0.0      | 30.0     | 2.0      | 10.0     |
| Litter layer(cm)              | 6.0      | 4.1          | 2.8          | 1.0     | 2.0     | 5.7         | 4.5      | 3.7      | 5.0      | 2.0      |
| Coverage(%)                   |          |              |              |         |         |             |          |          |          |          |
| tree layer                    | 73.4     | 77.8         | 68.8         | 77.5    | 77.5    | 71.7        | 65.0     | 75.0     | 65.0     | 80.0     |
| subtree layer                 | 16.0     | 19.2         | 18.8         | 22.5    | 10.0    | 17.5        | 10.8     | 30.0     | 12.5     | 17.5     |
| shrub layer                   | 33.4     | 19.7         | 41.3         | 16.3    | 26.3    | 15.0        | 10.0     | 30.0     | 40.0     | 17.5     |
| herb layer                    | 25.2     | 25.6         | 46.3         | 47.5    | 42.5    | 16.7        | 24.2     | 30.0     | 40.0     | 52.5     |
| Height(m)                     |          |              |              |         |         |             |          |          |          |          |
| tree layer                    | 11.8     | 9.4          | 15.5         | 12.5    | 11.8    | 12.3        | 15.3     | 15.3     | 14.0     | 12.0     |
| subtree layer                 | 6.2      | 5.9          | 8.8          | 6.5     | 6.2     | 8.0         | 7.5      | 6.0      | 5.8      | 7.0      |
| shrub layer                   | 2.3      | 2.2          | 2.7          | 1.5     | 2.0     | 3.2         | 2.8      | 3.2      | 2.0      | 3.0      |
| herb layer                    | 0.4      | 0.3          | 0.3          | 0.2     | 0.4     | 0.5         | 0.4      | 0.5      | 0.6      | 0.1      |
| DBH(cm)                       |          |              |              |         |         |             |          |          |          |          |
| tree layer                    | 24.3     | 15.5         | 29.0         | 26.3    | 25.3    | 20.0        | 30.8     | 26.7     | 25.8     | 24.0     |
| subtree layer                 | 10.2     | 7.2          | 14.3         | 12.0    | 8.3     | 8.0         | 15.3     | 10.0     | 10.0     | 8.0      |
| shrub layer                   | 2.2      | 2.1          | 3.0          | 2.3     | 3.0     | 4.3         | 3.8      | 2.5      | 2.0      | 3.0      |
| The number of present species | 22.7     | 18.1         | 28.5         | 33.0    | 28.3    | 21.0        | 28.3     | 24.3     | 38.5     | 33.0     |
| Relevé                        | 32.0     | 18.0         | 4.0          | 4.0     | 4.0     | 3.0         | 6.0      | 3.0      | 2.0      | 2.0      |

**1. Pinus densiflora community ;**

|                                  |    |      |      |     |     |  |      |     |  |  |
|----------------------------------|----|------|------|-----|-----|--|------|-----|--|--|
| <i>Pinus densiflora</i><br>(소나무) | T1 | V 45 | I 11 | 111 | 122 |  | I 11 | 312 |  |  |
|                                  | T2 | I 12 |      |     |     |  |      |     |  |  |
|                                  | S  | I ++ |      |     |     |  |      |     |  |  |
|                                  | H  | R++  |      |     |     |  | I ++ |     |  |  |

**2. Quercus mongolica community ;**

|                                    |    |       |        |     |     |  |      |  |  |  |
|------------------------------------|----|-------|--------|-----|-----|--|------|--|--|--|
| <i>Quercus mongolica</i><br>(신갈나무) | T1 | I 12  | V 45   |     |     |  |      |  |  |  |
|                                    | T2 | I 12  | II 12  | 111 | 111 |  | I 11 |  |  |  |
|                                    | S  | I +2  | II +1  | 1++ |     |  | I ++ |  |  |  |
|                                    | H  | II ++ | III ++ |     |     |  | I 11 |  |  |  |

**3. Quercus acutissima community ;**

|                                      |    |      |      |     |  |  |  |     |     |  |
|--------------------------------------|----|------|------|-----|--|--|--|-----|-----|--|
| <i>Quercus acutissima</i><br>(상수리나무) | T1 | I 11 | I 11 | 444 |  |  |  | 111 | 122 |  |
|                                      | T2 | R22  |      | 122 |  |  |  |     |     |  |
|                                      | S  | I 11 |      |     |  |  |  | 111 |     |  |
|                                      | H  | I r+ |      | 2++ |  |  |  | 122 |     |  |

**4. Zelkova serrata community ;**

|                                  |    |  |  |     |     |     |     |       |     |  |
|----------------------------------|----|--|--|-----|-----|-----|-----|-------|-----|--|
| <i>Zelkova serrata</i><br>(느티나무) | T1 |  |  | 111 | 444 | 312 | 111 | I 22  |     |  |
|                                  | T2 |  |  | 111 | 122 |     |     | II 11 |     |  |
|                                  | S  |  |  |     | 1++ |     |     | II +1 | 111 |  |
|                                  | H  |  |  |     | 2+2 | 1++ |     | II ++ | 2++ |  |

**5. Cornus controversa community ;**

|                                     |    |       |      |     |     |     |     |       |     |     |
|-------------------------------------|----|-------|------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|
| <i>Cornus controversa</i><br>(층층나무) | T1 |       |      | 111 | 122 | 445 |     | I 11  |     |     |
|                                     | T2 | I 12  | I 11 | 211 |     | 311 |     | II 12 | 212 |     |
|                                     | S  | II 12 | I ++ | 1++ | 122 | 2++ | 1++ | I ++  | 1++ | 1++ |
|                                     | H  | R++   |      |     | 1++ |     | 1++ | I ++  |     |     |

**6. Quercus serrata community ;**

|                                  |    |       |  |     |     |  |     |     |     |     |
|----------------------------------|----|-------|--|-----|-----|--|-----|-----|-----|-----|
| <i>Quercus serrata</i><br>(졸참나무) | T1 |       |  |     | 111 |  | 345 |     | 111 |     |
|                                  | T2 |       |  |     |     |  |     |     | 111 |     |
|                                  | S  | II +3 |  | 111 |     |  |     | 2+2 |     | 1++ |
|                                  | H  | II +1 |  | 1++ |     |  | 1++ | 2+1 |     | 1++ |

Table 2. Continued.

| Community  | PIDE | QUMO  | QUAC   | ZESE | COCO | QUSE | LAKA   | PIRI   | CACR | LITU |
|--|------|-------|--------|------|------|------|--------|--------|------|------|
| <b>7. Larix kaempferi community ;</b>              |      |       |        |      |      |      |        |        |      |      |
| <i>Larix kaempferi</i><br>(일본잎갈나무)                 | T1   | R11   | 111    |      | 111  |      | V35    |        |      |      |
| <b>8. Pinus rigida community ;</b>                 |      |       |        |      |      |      |        |        |      |      |
| <i>Pinus rigida</i><br>(리기다소나무)                    | T1   | I 12  |        |      |      |      |        | 344    |      |      |
|  | H    |       |        |      |      |      |        | 1++    |      |      |
| <b>9. Castanea crenata community ;</b>             |      |       |        |      |      |      |        |        |      |      |
| <i>Castanea crenata</i><br>(밤나무)                   | T1   |       | 122    | 111  |      |      | I 11   |        | 244  |      |
|  | T2   | I 11  |        |      |      |      | I 11   | 1++    |      |      |
|  | S    | II+2  | 111    |      |      |      |        | 111    |      | 1++  |
|  | H    | I +1  |        |      | 1++  |      |        |        | 1++  |      |
| <b>10. Liriodendron tulipifera community ;</b>     |      |       |        |      |      |      |        |        |      |      |
| <i>Liriodendron tulipifera</i><br>(백합나무)           | T1   |       |        |      |      |      |        |        |      | 255  |
|  | T2   |       |        |      |      |      |        |        |      | 212  |
|  | S    |       |        |      |      |      |        |        |      | 211  |
|  | H    |       |        |      |      |      |        |        |      | 1++  |
| <b>11. Companion species ;</b>                     |      |       |        |      |      |      |        |        |      |      |
| <i>Lindera erythrocarpa</i><br>(비목나무)              | T1   |       |        | 412  | 211  |      |        |        |      |      |
|  | T2   | I 11  | I 11   | 312  | 213  | 111  | III12  | 122    | 111  |      |
|  | S    | IV+4  | II+1   | 413  | 3+2  | 313  | III+2  | 1++    | 122  | 2+1  |
|  | H    | IV+2  | III+1  | 3+2  | 4+1  | 1++  | V ++   | 2++    | 2+1  | 2+1  |
| <i>Sorbus alnifolia</i><br>(팔배나무)                  | T1   |       |        | 211  |      |      |        |        |      |      |
|  | T2   | I 22  | II+2   |      |      |      |        |        |      |      |
|  | S    | II+2  | II+1   | 1++  |      | 1++  | I 11   | 111    | 111  |      |
|  | H    | I ++  | II ++  |      |      | 1++  |        |        | 1++  |      |
| <i>Lindera obtusiloba</i><br>(생강나무)                | S    | III+1 | III+1  | 3++  | 2++  | 3++  |        | 1++    | 2+2  | 1++  |
|  | H    | II ++ | II ++  | 2++  | 2++  | 1++  | III ++ | 1++    | 2+1  |      |
| <i>Styrax japonicus</i><br>(때죽나무)                  | T2   | I 12  | I 11   | 311  | 111  | 122  |        | 111    | 111  | 111  |
|  | S    | II+2  | I 12   |      | 1++  | 1++  | II ++  | 111    | 211  | 2+1  |
|  | H    | II ++ | I ++   | 1++  |      | 2++  |        | 1++    |      |      |
| <i>Rhus trichocarpa</i><br>(개웃나무)                  | T2   |       | I ++   |      |      |      |        |        |      |      |
|  | S    | III+3 | I ++   | 2+1  |      |      |        | 2+2    |      |      |
|  | H    | II ++ | I ++   | 3++  |      |      | IV ++  | 2++    | 1++  | 1++  |
| <i>Ligustrum obtusifolium</i><br>(쥐똥나무)            | S    | II+2  |        | 4+2  | 312  | 4+2  | 2+2    | III+1  | 1++  | 211  |
|  | H    | II ++ |        | 4++  | 2+1  | 2++  | 1++    | III ++ | 1++  | 1++  |
| <i>Oplismenus undulatifolius</i><br>(주름조개풀)        | H    | IV+3  | II+1   | 413  | 323  | 313  | 211    | V+3    | 2++  | 222  |
| <i>Smilax china</i><br>(청미래덩굴)                     | S    | II+3  |        |      |      |      |        | I ++   | 3+2  | 1++  |
|  | H    | V+2   | III ++ | 3+1  |      | 1++  | 2++    | I ++   | 133  | 2++  |
| <i>Smilax sieboldii</i><br>(청가시덩굴)                 | T2   | R++   |        |      |      |      |        | I ++   |      |      |
|  | S    | I +1  |        | 2+2  |      |      |        |        |      | 1++  |
|  | H    | III+1 | II ++  | 4+1  | 2++  | 2++  |        | V+1    | 2+1  | 1++  |
| <i>Disporum smilacinum</i><br>(애기나리)               | H    | III+4 | IV+2   | 2+1  | 3++  | 1++  | 2+1    |        | 2++  | 1++  |
| <i>Parthenocissus tricuspidata</i><br>(담쟁이덩굴)      | T2   | I 11  |        | 111  |      |      |        | I 11   |      | 111  |
|  | S    | I ++  |        |      |      | 1++  |        | I ++   |      |      |
|  | H    | IV+2  | I ++   | 4++  |      | 2++  | 122    | V+1    | 2++  | 1++  |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i><br>(실새풀)          | H    | II+1  | I ++   | 2+1  | 3+3  | 3+2  | 3+2    | IV+2   | 1++  | 1++  |
| <i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i><br>(가늌잎그늘사초) | H    | III+3 | III+4  | 111  | 4+1  | 2+1  | 1++    | II+1   | 3++  | 1++  |
| <i>Rhododendron mucronulatum</i><br>(진달래)          | S    | II+3  | III+3  |      |      |      |        |        | 3+2  |      |
|  | H    | II+1  | II ++  |      |      |      |        |        | 1++  |      |



Table 2. Continued.

| Community  |    | PIDE  | QUMO  | QUAC | ZESE | COCO | QUSE | LAKA   | PIRI | CACR | LITU |
|--|----|-------|-------|------|------|------|------|--------|------|------|------|
| <i>Indigofera kirilowii</i><br>(땅비싸리)            | H  | III+2 | II+2  |      |      |      |      |        | 2+1  |      |      |
| <i>Styrax obassia</i><br>(쪽동백나무)                 | T1 |       |       |      |      |      |      |        |      |      |      |
|  | T2 |       | I 12  |      |      |      | 122  |        |      |      |      |
|  | S  | I 12  | II 13 |      |      |      |      |        |      |      |      |
|  | H  | I ++  | II ++ |      |      |      |      |        |      |      |      |
| <i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i><br>(고로쇠나무) | T1 |       |       |      | 211  | 111  |      |        |      |      |      |
|  | T2 |       |       |      | 111  | 111  |      |        |      |      |      |
|  | S  |       |       |      | 1++  | 1++  |      | I ++   |      | 1++  |      |
|  | H  |       |       |      | 2++  |      |      | III ++ |      |      |      |
| <i>Quercus variabilis</i><br>(갈참나무)              | T1 | R11   | I 11  |      |      |      | 111  |        |      |      |      |
|  | T2 |       |       |      |      |      |      | I 11   |      |      |      |
|  | S  | I +1  |       |      |      |      |      |        | 1++  |      |      |
|  | H  | I +1  |       |      |      |      |      | I ++   |      |      |      |
| <i>Carpinus laxiflora</i><br>(서어나무)              | T1 |       | II 12 |      |      |      |      |        |      |      |      |
|  | T2 | R11   | I 11  |      |      |      |      |        |      |      |      |
|  | S  | I +1  | I +1  |      |      |      |      |        |      |      |      |
|  | H  | I ++  | I ++  |      |      |      |      |        |      |      | 1++  |

\* The other 192 companion species among total of 221 species omitted. PIDE : *Pinus densiflora*; QUMO : *Quercus mongolica*; QUAC : *Quercus acutissima*; ZESE : *Zelkova serrata*; COCO : *Cornus controversa*; QUSE : *Quercus serrata*; LAKA : *Larix kaempferi*; PIRI : *Pinus rigida*; CACR : *Castanea crenata*; LITU : *Liriodendron tulipifera*; T1 : Tree layer; T2 : Subtree layer; S : Shrub layer; H: Herb layer.

애기나리, 담쟁이덩굴, 가는잎그늘사초, 땅비싸리, 산초 나무가 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 소나무, 졸참나무, 비목나무, 개웃나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 애기나리, 가는잎그늘사초, 진달래, 물푸레나무, 미국자리공, 산초나무가 나타났다. 본 군락의 전 층위에서 신갈나무가 이입하고 있어 신갈나무로의 천이가 예상되었으며, 이는 Lee et al.(2015b)이 소나무와 신갈나무가 혼효하고 있는 군락의 경우 신갈나무에 의한 천이가 진행되어 신갈나무로 군락이 대체 될 것이라는 연구결과와 일치하였다.

2) 신갈나무군락

본 군락은 총 18개의 조사구에 의해 신갈나무군락으로 분류되었으며, 대부분 사면 중부 이상에서 분포하고 있었다. 본 군락은 다른 군락에 비하여 평균해발고도·평균 사면경사도가 가장 높게 나타난 반면에, 평균출현종수는 가장 낮게 나타났다. 상관우점종인 신갈나무의 상재도와 우점도는 교목층 V45, 아교목층 II 12, 관목층 II+1, 초본층 III++로 나타났다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 비목나무, 생강나무, 청미래덩굴, 애기나리, 가는잎그늘사초, 진달래, 선밀나무, 철쭉이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 가는잎그늘사초, 진달래, 쪽동백나무, 개고사리, 노린재나무, 당단풍나무, 철쭉이 나타났다.

3) 상수리나무군락

본 군락은 총 4개의 조사구에 의해 상수리나무군락으로 분류되었으며, 대부분 사면 중부 이하에서 분포하고 있었다. 본 군락은 다른 군락에 비하여 관목층 평균식피율·교목층 평균수고가 가장 높게 나타났다. 상관우점종인 상수리나무의 상재도와 우점도는 교목층 444, 아교목층 122, 초본층 2++로 나타났다. 상재도가 2 이상으로 나타난 종은 상수리나무, 층층나무, 비목나무, 생강나무, 개웃나무, 쥐똥나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 청가시덩굴, 애기나리, 담쟁이덩굴, 실새풀, 가는잎죽제비고사리, 노린재나무, 비짜루, 사위질빵, 산딸기, 산박하, 으름덩굴, 초피나무, 큰개별꽃, 파리풀이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 상수리나무, 비목나무, 주름조개풀, 으름덩굴이 나타났다.

4) 느티나무군락

본 군락은 총 4개의 조사구에 의해 느티나무군락으로 분류되었으며, 계곡부에 분포하고 있었다. 상관우점종인 느티나무의 상재도와 우점도는 교목층 444, 아교목층 122, 관목층 1++, 초본층 2+2로 나타났다. 상재도가 2 이상으로 나타난 종은 느티나무, 비목나무, 팔배나무, 생강나무, 때죽나무, 쥐똥나무, 주름조개풀, 청가시덩굴, 애기나리, 실새풀, 가는잎그늘사초, 고로쇠나무, 갈퀴꼭두서니, 개고사리, 개암나무, 고흥나무, 노랑제비꽃, 딱총나무, 물푸레나

무, 바보여뀌, 사위질빵, 산박하, 산벚나무, 산팽나무, 오갈피나무, 으름덩굴, 짙레꽃, 초피나무, 큰개별꽃, 회잎나무가 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 느티나무, 비목나무, 주름조개풀, 실새풀이 나타났다. Bae et al.(2012)은 내장산국립공원 내의 금선계곡과 원적계곡의 현존식생은 개서어나무군집과 느티나무군집으로 이루어져있으며, 단풍나무, 까치박달나무, 개서어나무, 느티나무가 우점하는 군집으로 천이가 유지될 것이라고 하였다. Hwang and Yun (2007)은 식장산 산림식생 중 계곡부 식생은 졸참나무군락, 갈참나무군락, 느티나무군락 등 11개의 군락으로 이루어져있다고 하였다. 또한 Yun et al.(2011)은 우리나라 계곡 주요 식생이 느티나무, 사람주나무, 비목나무, 때죽나무 등으로 대표된다고 하였다. 따라서 느티나무는 우리나라 계곡부 식생을 대표하는 수종으로서 계곡부 천이의 주요수종인 것으로 사료되므로, 이들 군락에 대한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단되었다.

#### 5) 층층나무군락

본 군락은 총 4개의 조사구에 의해 층층나무군락으로 분류되었으며, 계곡부에 분포하고 있었다. 본 군락은 다른 군락에 비하여 평균암석노출도가 가장 높게 나타났다. 상관우점종인 층층나무의 상재도와 우점도는 교목층 445, 아교목층 311, 관목층 2++로 나타났다. 상재도가 2 이상으로 나타난 종은 층층나무, 느티나무, 비목나무, 생강나무, 쥐똥나무, 주름조개풀, 청가시덩굴, 담쟁이덩굴, 실새풀, 가는잎그늘사초, 개고사리, 개머루, 고팡나무, 고깔제비꽃, 당단풍나무, 둥굴레, 병꽃나무, 사위질빵, 산박하, 으름덩굴, 졸방제비꽃, 천남성, 칩, 큰개별꽃이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 층층나무, 비목나무, 주름조개풀, 으름덩굴이 나타났다.

#### 6) 졸참나무군락

본 군락은 총 3개의 조사구에 의해 졸참나무군락으로 분류되었으며, 대부분 사면 중부에 분포하고 있었다. 본 군락은 다른 군락에 비하여 초본층 평균식피율이 가장 낮게 나타났다. 상관우점종인 졸참나무의 상재도와 우점도는 교목층 345, 초본층 1++로 나타났다. 상재도가 2 이상으로 나타난 종은 졸참나무, 비목나무, 생강나무, 때죽나무, 쥐똥나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 애기나리, 실새풀, 개고사리, 고깔제비꽃, 노린재나무, 원추리, 죽도리풀, 참빗살나무가 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 졸참나무가 나타났다.

#### 7) 일본잎갈나무군락

본 군락은 총 6개의 조사구에 의해 일본잎갈나무군락으

로 분류되었으며, 사면 중부에 분포하고 있었다. 본 군락은 다른 군락에 비하여 교목층과 아교목층의 평균흉고직경·평균흉고직경은 가장 높게 나타난 반면에, 평균사면경사·교목층 평균식피율·관목층 평균식피율은 가장 낮게 나타났다. 상관우점종인 일본잎갈나무의 상재도와 우점도는 교목층에서 V35로 나타났다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 일본잎갈나무, 비목나무, 생강나무, 개울나무, 쥐똥나무, 주름조개풀, 청가시덩굴, 담쟁이덩굴, 실새풀, 고로쇠나무, 가는잎죽제비고사리, 굴피나무, 까치수염, 남산제비꽃, 대사초, 모시풀, 산초나무, 어수리, 왕머루, 으름덩굴, 음나무, 조록싸리, 풀솜대가 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 일본잎갈나무, 주름조개풀이 나타났다. 일본잎갈나무군락은 교목층을 제외한 층위에서 신갈나무, 느티나무, 층층나무 등의 교목성 수종이 출현하는 반면 일본잎갈나무는 출현하지 않아 그대로 존치시킬 경우 느티나무, 층층나무, 신갈나무에 의한 천이가 이루어질 것으로 사료되었으며, 이는 Kim et al.(2013)이 일본잎갈나무조림지에서 천이의 추세를 예측한 결과, 참나무류를 비롯한 자생식물은 직경급 분포가 역 J자의 형태를 보여 향후 참나무류를 비롯한 자생식물에 의한 천이가 진행될 것이라고 보고한 연구결과와도 일치하였다.

#### 8) 리기다소나무군락

본 군락은 총 3개의 조사구에 의해 리기다소나무군락으로 분류되었으며, 대부분 사면 상부에 분포하고 있었다. 본 군락은 다른 군락에 비하여 평균토양노출도·아교목층 평균식피율·관목층 평균수고가 가장 높게 나타났다. 상관우점종인 리기다소나무의 상재도와 우점도는 교목층 344, 초본층 1++로 나타났다. 상재도가 2 이상으로 나타난 종은 리기다소나무, 소나무, 졸참나무, 비목나무, 개울나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 청가시덩굴, 애기나리, 담쟁이덩굴, 가는잎그늘사초, 진달래, 땅비싸리, 갈참나무, 산초나무, 조록싸리가 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 리기다소나무, 청미래덩굴이 나타났다.

#### 9) 밤나무군락

본 군락은 총 2개의 조사구에 의해 밤나무군락으로 분류되었으며, 대부분 사면 하부에 분포하고 있었다. 본 군락은 다른 군락에 비하여 평균출현종수는 가장 높게 나타난 반면, 평균해발고도는 가장 낮게 나타났다. 상관우점종인 밤나무의 상재도와 우점도는 교목층 244, 관목층 111, 초본층 1++로 나타났다. 상재도가 2 이상으로 나타난 종은 느티나무, 층층나무, 밤나무, 비목나무, 생강나무, 때죽나무, 쥐똥나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 고마리, 노린재나무, 미국자리공, 사위질빵, 산딸기, 신나무, 짙레



꽃이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 밤나무가 나타났다.

10) 백합나무군락

본 군락은 총 2개의 조사구에 의해 백합나무군락으로 분류되었으며, 대부분 사면 하부에 분포하고 있었다. 본 군락은 다른 군락에 비하여 교목층과 아교목층 평균식피율이 가장 높게 나타났다. 본 군락에서 상관우점종인 백합나무의 상재도와 우점도는 교목층 255, 아교목층 212, 관목층 211, 초본층 1++로 나타났다. 상재도가 2 이상으로 나타난 종은 백합나무, 비목나무, 때죽나무, 주름조개풀, 청가시덩굴, 개고사리, 고마리, 딱총나무, 사위질빵, 산딸기, 산초나무, 으름덩굴, 이삭여뀌, 족도리풀, 진고사리가 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 백합나무, 으름덩굴이 나타났다.

2. 종조성에 의한 군락유형

종조성에 따른 유형분류를 실시한 결과, 오서산의 산림식생은 비목나무군락군으로 크게 분류되었으며, 비목나무군락군은 진달래군락, 느티나무군락의 2개의 군락으로 각각 분류되었다. 진달래나무군락은 진달래전형군, 쪽동백나무군의 2개 군, 느티나무군락은 일본잎갈나무군, 큰개별꽃군 2개의 군으로 각각 세분되어, 오서산의 산림식생은 1개 군락군 2개 군락 4개 군으로의 분류체계를 보였으며, 총 4개의 식생단위로 나누어졌다(Table 3). 종군 유형으로는 1~6의 식별종군 외에 종군 7의 1개 유형과 종군 8의 수반종군 유형으로 구분되어 총 8개의 종군유

형으로 구분되었다. 노린재나무와 덜꿩나무가 식별종으로 출현한 종군 7을 하나의 군락단위로 생각하면, 오서산의 산림식생은 노린재나무군락, 큰개별꽃군락으로 분류할 수 있으며, 노린재나무군락은 진달래군과 일본잎갈나무군으로, 진달래군은 진달래전형소군과 쪽동백나무소군으로 세분하여 1개 군락군 2개 군락 2개 군 2개 소군으로 구분할 수도 있다.

비목나무군락군의 표징종 및 식별종으로는 비목나무, 소나무, 신갈나무, 팔배나무, 생강나무, 때죽나무, 개옷나무, 쥐똥나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 청가시덩굴, 애기나리, 담쟁이덩굴, 실새풀, 가는잎그늘사초가 나타났으며, 진달래나무군락의 표징종 및 식별종으로는 진달래, 땅비싸리, 느티나무군락의 표징종 및 식별종으로는 느티나무, 층층나무, 고로쇠나무, 짙레꽃, 으름덩굴, 사위질빵, 파리풀, 이삭여뀌, 모시풀이 나타났다. 느티나무와 층층나무가 우점하고 있는 상관군락은 아교목층을 제외한 전 층위에서 느티나무와 층층나무가 혼효하고 있는 것으로 나타나(Table 2), 종조성에 의한 군락유형에서 하나의 군락단위로 분류되었다. 또한 이들 수종의 분포지는 계곡부에 주로 위치하고 있었으므로(Table 2~3), 오서산의 계곡부 식생은 느티나무와 층층나무에 의한 혼효림이 형성되어 있는 것으로 판단되었다.

또한 신갈나무의 경우 식생단위를 고려할 때(Table 3), 전 식생단위에서 상재도 II 이상으로 나타나 오서산 산림식생을 대표할 수 있으며, 이는 Yun et al.(2011)의 우리나라의 산림식생은 전체적으로 신갈나무군락형으로 대표된다는 결과와 일치하였다.

Table 3. Differentiated constancy table according to floristic composition.

| Community Group<br>Vegetation Unit | A             |              | B            |         |      |
|------------------------------------|---------------|--------------|--------------|---------|------|
|                                    | a             | b            | a            | b       |      |
|                                    | 1             | 2            | 3            | 4       |      |
| Altitude(m)                        | 234.6         | 519.4        | 210.3        | 333.2   |      |
| Slope degree(°)                    | 10.9          | 18.2         | 8.6          | 9.4     |      |
| Topography                         | US(67.9)      | MS, US(61.8) | LS, MS(41.1) | V(16.7) |      |
| Bare rock(%)                       | 5.8           | 7.0          | 41.7         | 59.3    |      |
| Bare soil(%)                       | 6.0           | 2.9          | 5.3          | 18.3    |      |
| Litter layer(cm)                   | 4.9           | 5.4          | 4.5          | 1.4     |      |
| Coverage(%)                        | tree layer    | 73.2         | 75.7         | 70.6    | 76.1 |
|                                    | subtree layer | 16.3         | 19.0         | 15.6    | 16.3 |
|                                    | shrub layer   | 36.1         | 23.8         | 23.6    | 22.8 |
|                                    | herb layer    | 27.4         | 24.6         | 30.3    | 47.2 |
| Height(m)                          | tree layer    | 11.6         | 10.8         | 14.8    | 12.2 |
|                                    | subtree layer | 5.2          | 6.5          | 7.2     | 6.9  |
|                                    | shrub layer   | 2.3          | 2.4          | 2.6     | 2.0  |
|                                    | herb layer    | 0.5          | 0.8          | 0.4     | 0.2  |

**Table 3. Continued.**

| Community                     |               | A    |      | B    |      |
|-------------------------------|---------------|------|------|------|------|
|                               |               | a    | b    | a    | b    |
| Group                         |               |      |      |      |      |
| Vegetation Unit               |               | 1    | 2    | 3    | 4    |
| DBH(cm)                       | tree layer    | 23.2 | 18.9 | 29.1 | 26.7 |
|                               | subtree layer | 9.4  | 8.0  | 12.5 | 12.1 |
|                               | shrub layer   | 2.2  | 2.1  | 3.4  | 3.0  |
| The number of present species |               | 23.2 | 19.6 | 29.5 | 30.1 |
| Relevé                        |               | 19.0 | 34.0 | 18.0 | 9.0  |

**1. Character species and differential species of *Lindera erythrocarpa* community group ;**

|   |       |        |       |       |
|---|-------|--------|-------|-------|
| <i>Lindera erythrocarpa</i> (비목나무)              | IV+4  | V+3    | V+3   | V 13  |
| <i>Pinus densiflora</i> (소나무)                   | V 15  | III 15 | II 15 | I 22  |
| <i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)                 | II+1  | IV+5   | II+1  | II 11 |
| <i>Sorbus alnifolia</i> (팔배나무)                  | III+2 | III+2  | II+1  | II+1  |
| <i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)                | IV+1  | III+1  | IV+2  | IV++  |
| <i>Styrax japonicus</i> (때죽나무)                  | III+1 | III+2  | III+2 | IV+1  |
| <i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)                  | IV+2  | II+3   | IV+1  | II+1  |
| <i>Ligustrum obtusifolium</i> (쥐똥나무)            | III+2 | I +2   | V+2   | V+2   |
| <i>Oplismenus undulatifolius</i> (주름조개풀)        | IV+3  | III+3  | V+3   | IV 13 |
| <i>Smilax china</i> (청미래덩굴)                     | V+3   | IV++   | III+1 | II++  |
| <i>Smilax sieboldii</i> (청가시덩굴)                 | III+1 | II++   | V+2   | IV+1  |
| <i>Disporum smilacinum</i> (애기나리)               | II+4  | IV+4   | II++  | III+1 |
| <i>Parthenocissus tricuspidata</i> (담쟁이덩굴)      | IV+2  | II+1   | IV+2  | II+1  |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i> (실새풀)          | II++  | II+2   | III+2 | IV+3  |
| <i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (가는잎그늘사초) | IV+3  | III+4  | II+1  | IV+1  |

**2. Character species and differential species of *Rhododendron mucronulatum* community ;**

|  |       |       |      |
|--|-------|-------|------|
| <i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래) | III+3 | III+3 |      |
| <i>Indigofera kirilowii</i> (땅비싸리)     | IV+2  | II+2  | I ++ |

**3. Differential species of *Styrax obassia* group ;**

|  |      |       |      |
|--|------|-------|------|
| <i>Styrax obassia</i> (쪽동백나무)                    |      | III+3 |      |
| <i>Carpinus laxiflora</i> (서어나무)                 | I 11 | II+5  | I 33 |
| <i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)         | I ++ | III+3 |      |
| <i>Viola albida</i> f. <i>takahashii</i> (단풍제비꽃) |      | II++  | I ++ |
| <i>Artemisia stolonifera</i> (넓은잎외잎쭈)            |      | II++  | I ++ |
| <i>Carex ciliatmarginata</i> (털대사초)              |      | II+1  |      |
| <i>Hosta longipes</i> (비비추)                      |      | II++  |      |

**4. Character species and differential species of *Zelkova serrata* community ;**

|   |      |      |       |        |
|---|------|------|-------|--------|
| <i>Zelkova serrata</i> (느티나무)                         |      |      | III+2 | V 14   |
| <i>Cornus controversa</i> (층층나무)                      | I 12 | I +2 | IV+5  | IV 15  |
| <i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (고로쇠나무)         |      |      | II+1  | III 11 |
| <i>Rosa multiflora</i> (절레꽃)                          |      |      | II++  | III++  |
| <i>Akebia quinata</i> (으름덩굴)                          | I +1 |      | IVr3  | V+3    |
| <i>Clematis apiifolia</i> (사위질빵)                      | I ++ |      | III+1 | IV++   |
| <i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i> (파리풀) |      |      | II+2  | II++   |
| <i>Persicaria filiformis</i> (이삭여뀌)                   | I ++ |      | II+1  | II++   |
| <i>Boehmeria nivea</i> (모시풀)                          |      |      | IIr1  | II+1   |

Table 3. Continued.

| Community<br>Group<br>Vegetation Unit   | A     |       | B      |       |
|---|-------|-------|--------|-------|
|   | a     | b     | a      | b     |
|   | 1     | 2     | 3      | 4     |
| <b>5. Differential species of <i>Larix kaempferi</i> group ;</b>                      |       |       |        |       |
| <i>Larix kaempferi</i> (일본잎갈나무)   |       |       | III 15 |       |
| <i>Liriodendron tulipifera</i> (백합나무)   |       |       | I 55   |       |
| <i>Persicaria thunbergii</i> (고마리)  |       |       | II+2   |       |
| <b>6. Differential species of <i>Pseudostellaria palibiniana</i> group ;</b>          |       |       |        |       |
| <i>Pseudostellaria palibiniana</i> (큰개별꽃)   | R++   |       |        | V+2   |
| <i>Persicaria pubescens</i> (바보여뀌)  |       |       | I ++   | III++ |
| <i>Philadelphus schrenkii</i> (고팡나무)  |       |       |        | III++ |
| <i>Celtis aurantiaca</i> (산팽나무)   |       |       |        | III+2 |
| <i>Viola acuminata</i> (줄방제비꽃)  |       |       |        | III++ |
| <i>Alangium platanifolium</i> var.<br><i>trilobum</i> (박쥐나무)                          |       |       | I ++   | II ++ |
| <i>Rubia cordifolia</i> var.<br><i>pratensis</i> (갈퀴꼭두서니)                             |       |       |        | II ++ |
| <i>Euonymus alatus</i> f.<br><i>ciliatodentatus</i> (회잎나무)                            |       |       |        | II+1  |
| <i>Deutzia grandiflora</i> var.<br><i>baroniana</i> (바위말밭도리)                          |       |       |        | II ++ |
| <i>Meehania urticifolia</i> (별개덩굴)  |       |       |        | II ++ |
| <i>Dryopteris lacera</i> (비늘고사리)  |       |       |        | II+1  |
| <i>Populus tomentiglandulosa</i> (은사시나무)  |       |       |        | II+1  |
| <b>7. Differential species of <i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> group ;</b> |       |       |        |       |
| <i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> (노린재나무)                                   | II ++ | III+3 | IVr2   |       |
| <i>Viburnum erosum</i> (덜꿩나무)   | II ++ | III+1 | II+1   |       |
| <b>8. Companion species group ;</b>   |       |       |        |       |
| <i>Quercus acutissima</i> (상수리나무)   | II 12 | I 11  | I 24   | II 44 |
| <i>Quercus serrata</i> (졸참나무)   | IV+3  | I 25  | II+4   | I 11  |
| <i>Pinus rigida</i> (리기다소나무)  | II 14 |       | I 22   |       |
| <i>Castanea crenata</i> (밤나무)   | III+2 | I +1  | III+4  | II+1  |
| <i>Lysimachia clethroides</i> (큰까치수염)   | I ++  | I ++  |        |       |
| <i>Pyrola japonica</i> (노루발)  |       | I r1  |        |       |
| <i>Vitis ficifolia</i> var. <i>sinuata</i> (까마귀머루)                                    |       | I ++  |        |       |
| <i>Persicaria hydropiper</i> (여뀌)   |       | I ++  |        |       |
| <i>Crepidiastrum sonchifolium</i> (고들빼기)  |       | I ++  |        |       |
| <i>Celastrus orbiculatus</i> (노박덩굴)   |       | I ++  |        |       |
| <i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i> (미역취)                                |       | I ++  |        |       |
| <i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍나무)  |       | III+3 | I 11   | II+1  |
| <i>Convallaria keiskei</i> (은방울꽃)   |       | I ++  |        |       |
| <i>Ainsliaea acerifolia</i> (단풍취)   |       | I ++  |        |       |
| <i>Adenophora stricta</i> (당잔대)   |       | I ++  |        |       |
| <i>Euonymus sachalinensis</i> (회나무)   |       | I ++  |        |       |
| <i>Asplenium incisum</i> (꼬리고사리)  |       | I ++  |        |       |

Table 3. Continued.

| Community<br>Group<br>Vegetation Unit                      | A    |      | B    |       |
|--|------|------|------|-------|
|  | a    | b    | a    | b     |
|  | 1    | 2    | 3    | 4     |
| <i>Pueraria lobata</i> (쑤)                                 | I 11 |      | I ++ | II ++ |
| <i>Rubia akane</i> (꼭두서니)                                  |      |      | I ++ | I ++  |
| <i>Deparia japonica</i> (진고사리)                             |      | R ++ | I ++ | I ++  |
| <i>Asparagus schoberioides</i> (비짜루)                       |      | R ++ | I ++ | I ++  |
| <i>Ribes fasciculatum</i> var.<br><i>chinense</i> (까마귀밥나무) |      |      | I ++ | II +1 |
| <i>Acer palmatum</i> (단풍나무)                                |      |      | I ++ | I ++  |
| <i>Pilea peploides</i> (물통이)                               |      |      | I ++ | I ++  |
| <i>Agrimonia pilosa</i> (짚신나물)                             |      |      | I 11 | I ++  |
| <i>Rubus parvifolius</i> (명석딸기)                            |      |      | I 11 | I ++  |
| <i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> (느릅나무)         |      |      | I ++ | I ++  |
| <i>Heracleum moellendorffii</i> (어수리)                      |      |      | I ++ | I ++  |
| <i>Meliosma oldhamii</i> (합다리나무)                           |      | R ++ |      |       |

\* The other 142 companion species among total of 221 species omitted.

1) 식생단위 1 (비목나무군락군-진달래군락-진달래전형군; 조사구수 19)

본 식생단위는 비목나무군락군-진달래군락 이하의 군에서 식별종이 출현하지 않음으로서 진달래전형군으로 분류되었으며, 대부분의 조사구가 사면 상부에 분포하고 있었다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 비목나무, 소나무, 팔배나무, 생강나무, 때죽나무, 개웃나무, 쥐똥나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 청가시덩굴, 담쟁이덩굴, 가는잎그늘사초, 진달래, 땅비싸리, 떡갈나무, 산초나무, 졸참나무, 밤나무가 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 비목나무, 소나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 애기나리, 가는잎그늘사초, 진달래, 리기다소나무, 산초나무, 졸참나무가 나타났다.

2) 식생단위 2 (비목나무군락군-진달래군락-쪽동백나무군; 조사구수 34)

본 식생단위는 비목나무군락군-진달래군락에서 쪽동백나무, 서어나무, 철쭉, 단풍제비꽃, 넓은잎외잎쑤, 털대사초, 비비추에 의하여 하나의 군단위로 세분되었으며, 대부분의 조사구가 사면 중부 이상에 분포하고 있었다. 본 식생단위는 다른 식생단위에 비하여 가장 높은 해발고도를 보인 반면에 교목층 평균수고·교목층 평균흉고직경·평균출현종수는 가장 낮게 나타났다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 비목나무, 소나무, 신갈나무, 팔배나무, 생강나무, 때죽나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 애기나리, 가는잎그늘사초, 진달래, 쪽동백나무, 철쭉, 노린재나무, 털펄나무, 당단풍나무, 물푸레나무, 선밀나물이 나타났으며,

우점도가 3 이상으로 나타난 종은 비목나무, 소나무, 신갈나무, 개웃나무, 주름조개풀, 애기나리, 가는잎그늘사초, 진달래, 쪽동백나무, 서어나무, 철쭉, 노린재나무, 당단풍나무, 물푸레나무, 개고사리, 졸참나무가 나타났다.

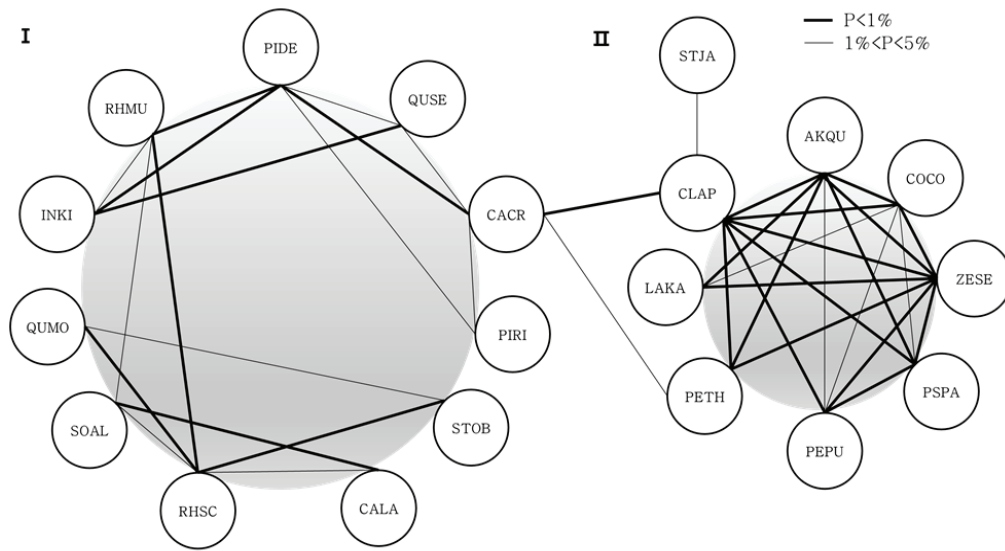
본 식생단위에서 서어나무는 높은 우점도를 보였는데, 서어나무는 여러 학자들에 의해 식생천이의 주요 종으로 알려져 있으므로(Park et al., 1989; Lee et al., 1991; Han et al., 2001; Kwak, 2011; Shin et al., 2014c), 층위별 종조성, 우점도, 중요치 등을 고려하여 오서산 천이경향에 대해 구체적인 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

3) 식생단위 3 (비목나무군락군-느티나무군락-일본잎갈나무군; 조사구수 18)

본 식생단위는 비목나무군락군-느티나무군락에서 일본잎갈나무, 백합나무, 고마리에 의하여 하나의 군단위로 세분되었으며, 대부분의 조사구가 사면 중부 이하에 분포하고 있었다. 본 식생단위는 다른 식생단위에 비하여 교목층 평균수고·교목층 평균흉고직경은 가장 높게 나타났다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 비목나무, 생강나무, 때죽나무, 개웃나무, 쥐똥나무, 주름조개풀, 청미래덩굴, 청가시덩굴, 담쟁이덩굴, 실새풀, 느티나무, 층층나무, 으름덩굴, 사위질빵, 일본잎갈나무, 노린재나무, 산초나무, 밤나무, 산딸기, 가는잎죽제비고사리, 미국자리공이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 비목나무, 소나무, 주름조개풀, 서어나무, 층층나무, 으름덩굴, 일본잎갈나무, 백합나무, 굴참나무, 졸참나무, 밤나무, 상수리나무, 미국자리공이 나타났다.







PIDE : *Pinus densiflora*; RHMU : *Rhododendron mucronulatum*; INKI : *Indigofera kirilowii*; QUMO : *Quercus mongolica*; SOAL : *Sorbus alnifolia*; RHSC : *Rhododendron schlippenbachii*; CALA : *Carpinus laxiflora*; STOB : *Styrax obassia*; PIRI : *Pinus rigida*; CACR : *Castanea crenata*; QUSE : *Quercus serrata*; STJA : *Styrax japonicas*; AKQU : *Akebia quinata*; CLAP : *Clematis apiifolia*; LAKA : *Larix kaempferi*; PETH : *Persicaria thunbergii*; PEPU : *Persicaria pubescens*; PSPA : *Pseudostellaria palibiniana*; ZESE : *Zelkova serrata*; COCO : *Cornus controversa*

Figure 3. Species constellation showing positive correlation between 20 species from study area.

합분석에 의해서는 2개의 유형으로 분류되었다. 즉, 상관우점종에 의해 10개의 군락유형, 종조성에 의해 8개의 중군단위와 4개의 식생단위, 종간의 연관관계에 의해 2개의 유형으로 분류되어, 상관우점종, 종조성, 종간연관순으로 식생단위가 단순화되는 것을 알 수 있었다.

10개의 상관군락과 4개의 식생단위(1~4)를 비교해 보면(Figure 4), 소나무, 신갈나무, 상수리나무, 층층나무, 졸참나무, 밤나무의 6개 군락은 모든 식생단위의 구성종에 포함되었고, 느티나무는 식생단위 3과 4, 일본잎갈나무와 백합나무의 2개 군락은 식생단위 3, 리기다소나무는 식생단위 1과 3의 구성종에 각각 포함되었다. 상관군락의 60%는 종조성의 식생단위와 전혀 무관한 것으로 나타났고, 일본잎갈나무, 백합나무, 리기다소나무와 같은 조립지는 일부 식생단위에 포함되었다. 이는 조립지가 계곡부와 사면 하부 등 일부 지역에 제한되어 있으며, 양수로서 인접 지역으로 이입될 수 없었기 때문에 나타난 결과로 사료되었다. 단, 밤나무가 전체 식생단위에 포함된 것은 정확한 이유를 알 수 없어 앞으로 구명될 필요가 있을 것으로 판단되었다.

4개의 식생단위(1~4)와 7개의 식별중군유형(A~G)을 비교하면(Figure 4), 중군 A (비목나무군락군)에는 모든 식생단위가 포함되었으며, 중군 B (진달래군락)에는 식생단위 1과 2, 중군 C (쪽동백나무군)에는 식생단위 2, 중군 D (느티나무군락)에는 식생단위 3과 4, 중군 E (일

본잎갈나무군)에는 식생단위 3, 중군 F (큰개별꽃군)는 식생단위 4, 중군 G (노린재나무군)에는 식생단위 1, 2, 3이 각각 포함되었다. 또한 중군 B (진달래군락)와 D (느티나무군락)는 서로 대별되는 중군으로 나타났으며, 이는 지형적인 특성에 의한 것으로 판단되었다. 중군 D (느티나무군락)는 사면 중부 이하의 습한 지역 또는 계곡부에서 나타난 중군단위로, 주로 사면 중부 이상의 지형에서 나타난 중군 B (진달래군락)에 비해, 교목층·아교목층의 평균 수고와 평균 흉고직경, 평균 출현종수가 높게 나타났다. 이는 계곡부 환경특성(토양수분, 양분함양 및 광량, 수위 변화 등)의 반영으로 볼 수 있으며, Shin and Yun (2014b)의 계곡부 특성상 사면부에 비하여 높은 출현종수를 보인다는 연구결과와 일치하였다. 중군 E (일본잎갈나무군)와 F (큰개별꽃군)는 중군 D (느티나무군락)의 하위 단위로서 서로 대별되는 중군으로 나타났으며, 중군 E (일본잎갈나무군)는 일본잎갈나무와 백합나무가 식별종으로 나타난 군으로 주로 조림수종에 의해 하나의 중군단위로 분류된 것으로 판단되었다. 또한 중군 F (큰개별꽃군)는 큰개별꽃, 바보여뀌, 고광나무 등의 계곡부 자생종으로 이루어진 중군단위인 것으로 판단되었다. 따라서, 중군 E (일본잎갈나무군)와 중군 F (큰개별꽃군)는 계곡부 또는 습한 사면부에 나타난 중군 D (느티나무군락) 내에서 조립 여부에 따라 서로 대별되는 중군으로 나타난 것으로 판단되었다. 중군 G (노린재나무군)



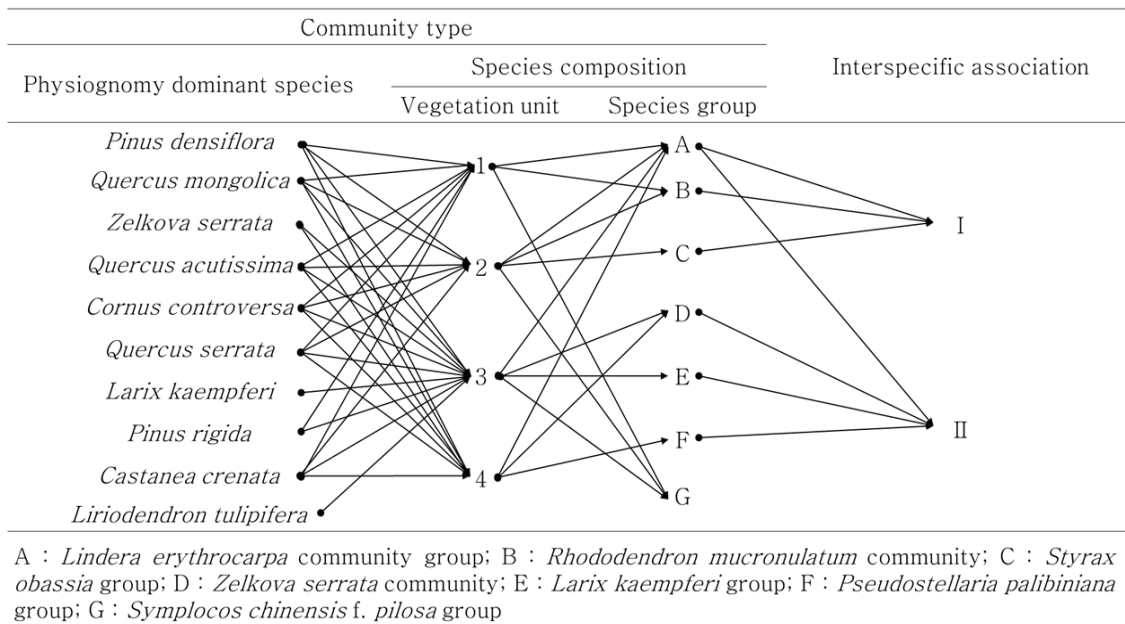


Figure 4. Comparison of type units according to each classification method.

와 종군 F (큰개별꽃군)는 서로 대별되는 종군으로 나타났으며, 종군 G (노린재나무군)의 식별종인 노린재나무와 털팽나무는 배수성이 좋은 토양에서 생육이 좋은 종들로(Korea Forest Service, 2007b), 상대적으로 수분이 많은 계곡부에서는 생육 조건이 좋지 않아, 계곡부에 나타난 종군 F (큰개별꽃군)와 대별되는 종군으로 나타난 것으로 판단되었다.

7개의 식별종군유형(A~G)과 2개의 종간연관그룹(I~II)을 비교하면, 종군 A (비목나무군락)의 식별종 중 일부 구성종은 I과 II의 유형에서 나타났으나, 대부분의 식별종은 나타나지 않아, 특정 유형으로 구분되어지지 않았으며, 이는 대부분 식별종의 P-value가 5% 이상으로 나타나 무작위 결합을 보였기 때문으로 판단되었다. 종군 A의 식별종 중 소나무, 신갈나무, 팔배나무는 종간연관그룹 I 유형에서 나타났으며, 때죽나무는 종간연관그룹 II 유형에서 나타났다. 또한 주로 상대적으로 건조한 사면부에 나타난 종군 B(진달래군락)와 종군 C(쪽동백나무군)의 식별종은 종간연관그룹 I 유형으로, 계곡부 또는 상대적으로 습한 사면부에 나타난 종군 D(느티나무군락), 종군 E(일본잎갈나무군), 종군 F(큰개별꽃군)의 식별종은 종간연관그룹 II 유형으로 각각 분류되었다. 따라서, I 유형은 건조한 사면부에 자생하는 종으로, II 유형은 계곡부 또는 습한 사면부에 자생하는 종으로 유형이 분류된 것으로 판단되어지며, 이는 종간연관에 의한 유형분류 또한 종조성에 의한 분류와 마찬가지로 지형적인 영향이 크게 작용하는 것으로 판단되었다.

결론적으로 상관군락, 종조성에 의한 식생단위와 종군 및 종간연관의 결과비교는 산림식생구조의 포괄적인 이해에 기초가 될 수 있고 또한 이를 바탕으로 한 산림의 군집 생태학적 관리방안의 기초자료가 될 것으로 사료되었다.

### 감사의 글

본 연구는 산림청 ‘임업기술개발사업(과제번호: S211416L010140)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

### References

Agnew, A.D.Q. 1961. The ecology of *Juncus effusus* L. in North Wales. *Journal of Ecology* 49(1): 83-102.

Bae, K.W., Lee, K.J., Han, B.H., Kim, J.Y. and Jang, J.H. 2012. Actual vegetation and plant community structure of Geumsun valley and Weonjeok valley in Naejangsan(Mt.) National Park, Korea. *Korean Society of Environment and Ecology* 26(3): 412-425. (in Korean with English abstract)

Barbour, M.G., Burk, J.H. and Pitts, W.D. 1980. *Terrestrial Pant Ecology*. 2nd Ed. The Benjamin Cummings Publishing Company. Menlo Park, California, USA, pp. 604.

Becking, R.W. 1957. The Zürich-Montpellier School of phytosociology. *The Botanical Review* 23(7): 411-488.

Braun-Blaunquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetation der Vegetation*. 3rd Ed. Springer-Verlag. Wien, New York, pp. 865. (in German)

- Brower, J.E. and Zar, J.H. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company Publishers. Iowa, USA, pp. 596.
- Byeon, S.Y. and Yun, C.W. 2016. Stand structure of actual vegetation in natural forest and plantation area of Mt. Janggunbong, Bonghwa-Gun. Korean Society of Environment and Ecology 30(6): 999-1013. (in Korean with English abstract)
- Choung, H.L., Chun, Y.M. and Lee, H.J. 2006. Progressive succession and potential natural vegetation on the forest vegetation in and surrounding Daegu, Korea. Journal of Ecology and Environment 29(3): 265-275. (in Korean with English abstract)
- Chung, Y.H., Yim, Y.J., Kim, T.W. and Lee, E.B. 1984. Studies on the range with degree of green naturalness of Chungnam. Bulletin of the KACN 6: 5-180. (in Korean with English abstract)
- Ellenberg, H. 1956. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Ulmer. Stuttgart, Germany, pp. 136. (in German)
- Han, B.H., Cho, W. and Lee, S.D. 2001. Plant community structure of Donghaksa valley in Kyeryongsan national park. Korean Society of Environment and Ecology 14(4): 238-251. (in Korean with English abstract)
- Han, S.H., Han, S.H. and Yun, C.W. 2016. Classification and stand characteristics of subalpine forest vegetation at Hyangjeukbong and Jungbong in Mt. Deogyusan. Journal of Korean Forest Society 105(1): 48-62. (in Korean with English abstract)
- Hill, M.O. 1979. TWINSpan- A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ithaca, N.Y. Cornell University, Press, pp. 50.
- Hong, S.C., Byen, S.H. and Kim, S.S. 1987. Colored Illustrations of Trees and Shrubs in Korea. Gyemyengsa. Korea, pp. 310. (in Korean)
- Hwang, S.M. and Yun, C.W. 2007. Vegetation structure of Secheon valley area and forest vegetation types in Mt. Sikjang. Korean Society of Environmental Biology 25(3): 249-259. (in Korean with English abstract)
- Jeon, C.H., Won, H.K., Kim, H.S. and Cho, Y.J. 2016. The vegetation structure of evergreen broad-leaved forest of Jeju experimental forest, Korea. Journal of Korean Island 28(1): 221-238. (in Korean with English abstract)
- Kim, H.J. and Yun, C.W. 2009. A study on the forest vegetation classification and analysis of interspecific association in Mt. Munsu and Mt. Okseok. Journal of Korean Forest Society 98(4): 379-391. (in Korean with English abstract)
- Kim, I.T., Park, T.H., Jim, Y.G. and Lee, J.H. 2003. Phytosociological study on the vegetation in Mt. Geum. Journal of Environmental Research 3(1): 122-126. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.M., Kim, C.S. and Park, B.G. 1987. Methods of Vegetation Survey. Ilsinsa. Seoul, Korea, pp. 170. (in Korean)
- Kim, J.S., Jeon, C.H., Jung, S.C., Kim, C.S., Won, H.G., Cho, J.H. and Cho, H.J. 2016. A comparison of species composition and stand structure of the forest vegetation between inhabited and uninhabited island in the South Sea, Korea. Korean Society of Environment and Ecology 30(4): 771-782. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.W. and Lee, Y.K. 2006. Classification and Assessment of Plant Communities. World Science. Seoul, Korea, pp. 240. (in Korean)
- Kim, S.M., An, J.H., Lim, Y.K., Pee, J.H., Kim, G.S., Lee, H.Y., Cho, Y.C., Bae, K.H. and Lee, C.S. 2013. Ecological changes of the *Larix kaempferi* plantations and the restoration effects confirmed from the results. Korean Society of Limnology 46(2): 241-250. (in Korean with English abstract)
- Ko, S.C. and Bae, H.Y. 1999. Flora of Ohseosan(Chungnam of Yesan and Hongseong) : The Whole Country of the Natural Environment an Investigation. Ministry of Environment. (in Korean)
- Ko, S.Y., Han, S.H., Lee, W.H., Han, S.H., Shin, H.S. and Yun, C.W. 2014. Forest vegetation classification and quantitative analysis of *Picea jezoensis* and *Abies hollophylla* stand in Mt. Gyeongbuk. Korean Society of Environment and Ecology 28(2): 182-196. (in Korean with English abstract)
- Korea Forest Service. 2007a. Korea plant names index committee. <http://www.nature.go.kr/kpni/>.
- Korea Forest Service. 2007b. Korea biodiversity information system. <http://www.nature.go.kr/>.
- Korea Forest Service. 2011. The Study on a Conservation Plan and Status Survey in the Geumbuk-Jeongmaek. Korea Forest Service. Daejeon, Korea, pp. 467. (in Korean)
- Korea Meteorological Administration. 2010. <http://www.kma.go.kr/>.
- Korea Research Institute for Human Settlements. 2004. Restructuring Mountain Systems in Korean Peninsula : Focusing on Mountain Range Analysis. Korea Research Institute for Human Settlements. Sejong, Korea. pp. 229. (in Korean)
- Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources. 1930. <http://www.kigam.re.kr>.
- Krebs, C.J. 1985. Ecology. 3<sup>rd</sup> Ed. Haber & Row, Publishing company. New York, U.S.A, pp. 3-14.

- Kwak, J.I. 2011. A Study on Vegetation Structure Characteristics and Ecological Succession Trends of Seoul Urban Forest, Korea. Doctor thesis in Seoulshirip University, pp. 316. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.Y., Lee, J.H. and Yun, C.W. 2015a. Characteristics of species composition and community structure for the forest vegetation of aspect area in Mt. Eungbok. *Korean Society of Environment and Ecology* 29(5): 791-802. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.Y., Oh, J.G., Jang, I.S. and Kim, H.S. 2015b. Community distribution on mountain forest vegetation of the Youngbong area in the Worak national park, Korea. *Korean Journal of Ecology and Environment* 48(1): 51-60. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.Y., Myeong, H.H., Lee, S.M. and Kim, H.S. 2015c. A study on the current distribution of vegetation of Gageodo, Jeollanamdo. *Journal of Korean Island* 27(1): 195-210. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., Goo, G.H., Choi, J.S. and Cho, H.S. 1991. Analysis on the forest community of Daewon valley in Mt. Chiri by the classification and ordination techniques. *Korean Society of Environment and Ecology* 5(1): 54-67. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., Han, S.S., Kim, J.H. and Kim, E.S. 1996. *Forest Ecology*. Hyangmunsa. Seoul, Korea, pp. 335. (in Korean)
- Lee, T.B. 2003. *Coloured Flora of Korea*. Hyangmunsa. Seoul, Korea, pp. 999. (in Korean)
- Müller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley. New York, U.S.A, pp. 547.
- McCune, B. and Mefford, M.J. 2006. Pc-ORD, Multivariate Analysis of Ecological data. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon, pp. 237.
- Oh, H.K., Kim, D.P., Oh, K.K., Kang, K.R. and Bae, J.N. 2013. Management methods and vascular plants of the Ohseosan and the Bongsusan, Chungnam. *Korea Society for Environmental Restoration Technology* 16(3): 63-81. (in Korean with English abstract)
- Park, I.H., Jo, J.C. and Oh, C.H. 1989. Forest structure in relation to altitude and part of slope in a valley and a ridge forest at Mt. Gaya area. *Journal of Basic Science* 3(1): 52-50. (in Korean with English abstract)
- Shin, H.S. and Yun, C.W. 2014a. Characteristics of species composition and community structure for the forest vegetation of Mt. Ohseo in Chungnam province. *Korea Society for Environmental Restoration and Revegetation Technology* 17(3): 35-51. (in Korean with English abstract)
- Shin, H.S. and Yun, C.W. 2014b. Species Composition and Community Characteristics of Forest Vegetation of Mt. Gaya in Chungnam. *Journal of Agriculture & Life Science* 48(3): 25-35. (in Korean with English abstract)
- Shin, H.S., Shin, J.K., Kim, H.J., Han, S.H., Lee, W.H. and Yun, C.W. 2014c. Characteristics of community structure for forest vegetation on Manisan, Ganghwado. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 16(1): 11-21. (in Korean with English abstract)
- Son, Y.H., Koo, C.D., Kim, C.S., Park, P.S., Yun, C.W. and Lee, K.H. 2016. *Forest Ecology*. Hyangmunsa. Seoul, Korea, pp. 346. (in Korean)
- Song, H.K., So, S.K., Kim, M.Y., Park, J.M., Lee, S.H. and Park, G.S. 2007. Vegetation-environment relationships in forest community of Ulleung island. *Korean Society of Environment and Ecology* 21(1): 82-92. (in Korean with English abstract)
- Sun, B.Y. 1991. *The Whole Country of the Natural Ecosystem an Investigation : Degree of Green Naturality of Cungnam*. Ministry of Environment. (in Korean)
- Toyohara, G. 1977. The vegetation and its mapping of the Hiba mountains, Southwestern Honshu, Japan. *Hikobia* 8(1-2): 151-164.
- Whittaker, R.H. 1962. Classification of natural communities. *Botanical Review* 28: 1-239.
- Yun, C.W. 2016. *Field Guide to Trees and Shrubs*. Geobook. Seoul, Korea, pp. 703. (in Korean)
- Yun, C.W., Kim, H.J., Lee, B.C., Shin, J.H., Yang, H.M. and Lim, J.H. 2011. Characteristic community type classification of forest vegetation in South Korea. *Forest Science and Technology* 100(3): 504-521. (in Korean with English abstract)