

# 백두대간 한의령에서 댛재구간 마루금의 식물군집구조 특성<sup>1a</sup>

조현서<sup>2</sup> · 이수동<sup>3\*</sup>

## Plant Community Structure of Haneoryoung ~ Daetjae Ridge, the Baekdudaegan Mountains<sup>1a</sup>

Hyun-Seo Cho<sup>2</sup>, Soo-Dong Lee<sup>3\*</sup>

### 요 약

본 연구는 백두대간 중 한의령에서 댛재구간 마루금에 분포하는 식생에 대하여 출현종, 천이경향 등에 대한 기초자료를 제시하고자 10m×10m(100m<sup>2</sup>) 조사구 46개소를 설치하였다. TWINSpan에 의한 군집분류 결과 소나무-신갈나무-물푸레나무군락, 소나무-신갈나무군락, 느릅나무군락, 신갈나무-낙엽활엽수군락, 신갈나무군락, 신갈나무-물박달나무군락, 신갈나무-쇠물푸레나무군락, 일본잎갈나무군락 등 8개로 유형화되었다. 천이경향을 살펴보면, 소나무우점군락은 외부의 인위적인 교란이 없다면 신갈나무우점군락으로 발전하겠으나 느릅나무군락은 경쟁종이 없어 현상태를 유지하겠다. 신갈나무우점군락은 신갈나무와의 경쟁종이 없는 경우에는 노령임분으로 발전할 가능성이 있으나 지형적인 조건으로 물푸레나무, 물박달나무 등 교목성상의 경쟁종이 출현할 경우에는 낙엽활엽수군락으로의 천이도 가능한 것으로 판단되었다. 단위면적당(400m<sup>2</sup>) 종다양도지수는 소나무 등 천이진행 군락이 1.0477~1.1283, 신갈나무우점군락 등 천이 진행이 안정상태인 군락이 0.6446~0.9424로 낮았다.

주요어: 느릅나무군락, 천이경향, 교란, 경쟁

### ABSTRACT

This study was launched in order to collect basic data such as emergent species, a succession trend based on the actual vegetation at the ridge from Haneoryoung to Daetjae, thereby designating 46 quadrats(10 m × 10 m: 100 m<sup>2</sup>). As a result of classification by TWINSpan, the plant community was categorized into eight different communities, such as *Pinus densiflora-Quercus mongolica-Fraxinus rhynchophylla*, *P. densiflora-Q. mongolica*, *Ulmus davidiana var. japonica*, *Q. mongolica-Deciduous Broad-leaved*, *Q. mongolica*, *Q. mongolica-Betula davurica*, *Q. mongolica-F. sieboldiana*, and *Larix kaempferi*. An analyzation of each communities indicated that *P. densiflora* dominant community will change into a *Q. mongolica* dominant community if there are no outside artificial disturbances. *U. davidiana var. japonica* community maintains its present condition, because it doesn't appear to be a competitive species. In the case of *Q. mongolica* dominant community, if nothing comes in a

1 접수 2013년 8월 16일, 수정(1차: 2013년 12월 11일, 2차: 2013년 12월 18일), 게재확정 2013년 12월 19일

Received 16 August 2013; Revised (1st: 11 December 2013, 2nd: 18 December 2013); Accepted 19 December 2013

2 경남과학기술대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology, Gyeongnam 660-758, Korea (sanchs@gntech.ac.kr)

2 경남과학기술대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Gyeongnam National University of Science and Technology, Gyeongnam 660-758, Korea (ecoplan@gntech.ac.kr)

a. 본 논문은 2013년도 경남과학기술대학교 기성회 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

\* 교신저자 Corresponding author: ecoplan@gntech.ac.kr

competitive species against *Q. mongolica*, it is possible to succeed to a mature stand. These communities with competitive species such as *F. rhynchophylla*, *B. davurica* that do not emerge at a canopy layer will gradually progress to the Deciduous Broad-leaved community. With regard to the species diversity index per unit (400 m<sup>2</sup>), succession processing communities (*P. densiflora*: 1.0477~1.1283) tend to be higher than succession-processed communities (*Q. mongolica* dominant: 0.6446~0.9424).

**KEY WORDS:** *Ulmus davidiana* var. *japonica* community, **SUCCESSION TREND, DISTURBANCE, COMPETITION**

## 서론

백두대간이란 백두산을 시작으로 두류산, 금강산, 오대산 등을 거쳐 지리산으로 이어지는 산계와 수계가 결합된 우리나라의 가장 큰 산줄기를 말하며 분수령을 바탕으로 한 대간은 신라말엽 및 고려시대를 거쳐 조선시대에 완성된 고유의 지형해석 방법으로 정맥이 강을 기준으로 명명된 사실에서 잘 나타난다고 하였다(Lee et al., 2003; Shin, 2004).

백두대간과 관련된 연구는 1990년대에 들어와서 활성화 되었으며, 관련 연구로는 유역범위 및 관리, 식생 특성 파악, 훼손지 관리 및 복원 등 3개 분야로 구분할 수 있다고 하였다(Lee et al., 2012). 유역범위 설정은 체계적인 관리를 목표로 관리실체의 명확한 인식이 필요하다는 전제 조건에서 시작된 연구로 어떤 방식을 적용하는가도 중요하나 지형 훼손을 방지하거나 최소화할 수 있는 경계설정에 대한 논의도 지속되어야 하는 것으로 나타났다(Yoo, 2002; Shin, 2004). 관리범위에 있어서는 유역확장방식을 활용한 연구에서는 5~8차 수계까지를(Kwon et al., 2004a; 2004b), 자연환경을 감안한 전통방식에서는 관리는 3차 수계까지, 보전지역 설정은 최소한 1차 수계는 포함되어야 한다고 주장한 바 있다(Shin, 2004). 식생특성 연구는 봉우리나 주요 마루금 구간의 식생분포 현황 및 군집구조 특성(Yun et al., 2010), 지형, 온도 등 환경조건과 식생 분포와의 상호관계(Cho, 2009; Park et al., 2009), 인공식생과 소나무, 낙엽활엽수림의 천이 경향에 대한 예측(Choi, 2002; Cho and Choi, 2002; Lim et al., 2004)이 가장 많은 부분을 차지하였으나 여전히 부족하다는 판단이다(Lee et al., 2012). 최근에는 식생에 대한 기초연구를 바탕으로 복원·관리 방안을 제안하였는데 훼손지, 인공조림지 등에 대한 경관생태학적 측면에서의 복원(Oh et al., 2007; Lee et al., 2007)과 원상태 회복을 위한 자생종 활용(Song et al., 2007; Kim et al., 2008; Lee et al., 2008)의 필요성을 제시한 것과 더불어 훼손지가 위치한 지역의 인문사회적 특성에 대한 고려가 필요하다고 하였다(Ahn et al., 2009). 1990년대 이후 지속적인 연구로 인해 백두대간의 중요성과 기본적인 개념은

자리를 잡은 것으로 판단되나 국토 전체를 아우르는 넓은 범위로 인해 현재까지 파악되지 않은 구간이 많을 뿐만 아니라 복원·관리 방향을 제안함에 있어서도 원형경관 파악이 필수라고 하였으므로(Vaughn and Young, 2010; Lee et al., 2012) 향후 훼손가능성을 대비하기 위해서라도 지역별 기초연구는 필요한 것으로 판단되었다.

현재까지의 많은 연구에도 불구하고 684km에 달하는 남한구간의 생태적 특성을 파악하기는 어려워 자료가 축적되지 않은 지역에 대한 기초 조사는 지속되어야 한다고 하였다(Lee et al., 2012). 또한 덕항산 일대의 경우 경사가 완만한 지역은 고랭지 채소 재배로 인한 식생훼손과 토양유실, 마루금을 관통하는 도로의 경우 생태축 단절의 우려가 높은 지역이나 장기적인 식생 복원·관리를 위한 기초연구는 전무한 상태이다. 따라서 본 연구는 백두대간 한의령에서 땃재 구간에 분포하는 식생을 대상으로 식물군집구조 및 생태적 특성을 밝혀 향후 복원 및 관리계획 수립 시 필요한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지

본 연구는 백두대간 구간 중 35번 국도와 만나는 한의령에서부터 덕항산, 구미사봉을 지나 24번 지방도가 지나는 땃재에 이르는 약 20km 구간에 대해 조사·분석 하였다. 대상지는 삼척시 일부 구간과 삼척시와 태백시의 경계를 가르는 마루금을 중심으로 2008년 5월 예비조사를 거쳐 6월과 8월에 본조사를 실시하였다. 식물군집구조는 능선부의 대표적인 식생과 입지환경의 변화가 있는 지역을 대상으로 총 46개소의 조사구를 설정하였다(Figure 1). 각 조사구는 10m×10m (100m<sup>2</sup>) 방형구를 기본으로 1~2개소를 함께 설치하였으며 주요 환경인자 및 식생구조를 파악하였다.

### 2. 조사분석 방법

식생구조는 방형구법(quadrat method)으로 조사하였으

며 각 조사구내에 출현하는 수종을 대상으로 수관의 위치에

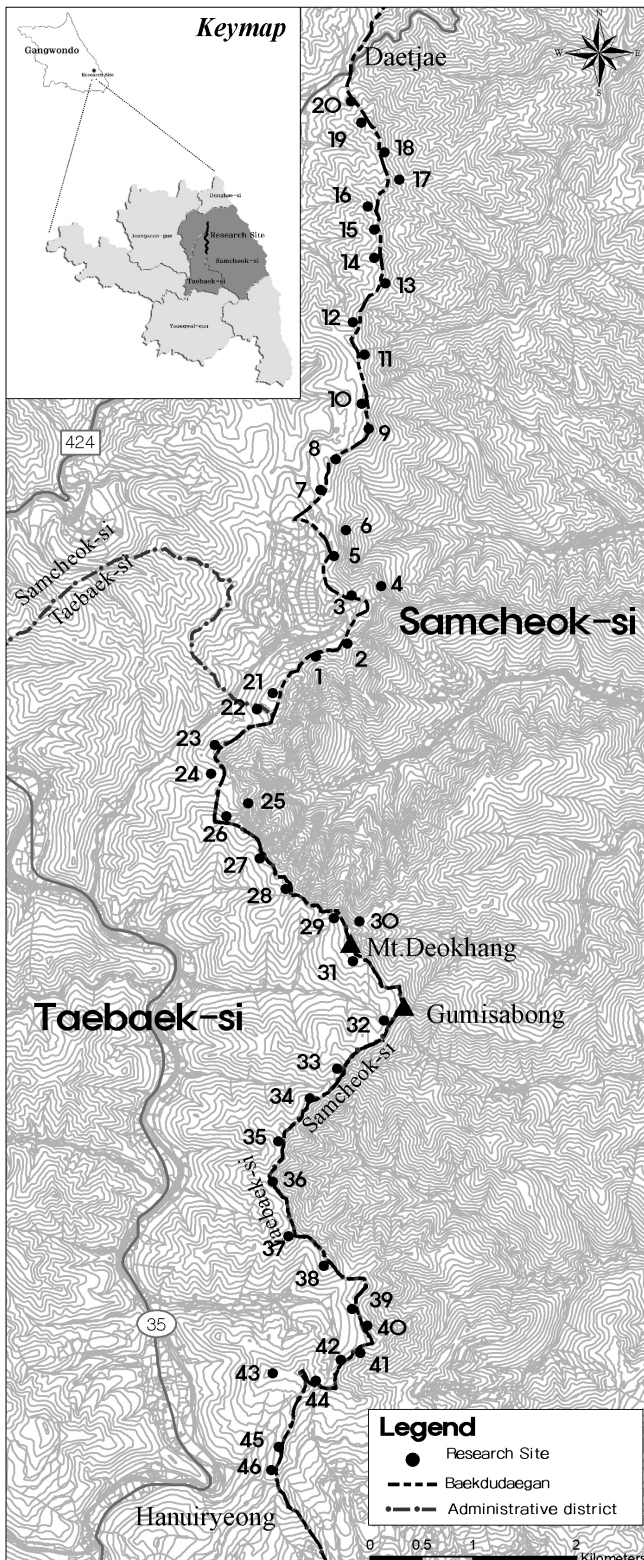


Figure 1. Survey plots

따라 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 수종명과 규격을 측정하여 기록하였다. 흉고직경(DBH) 2cm 이상인 교목 및 아교목층은 흉고직경, 수고, 지하고, 수관폭을, 수고 2m 이하인 관목층은 수고, 지하고, 수관폭을 조사하였다.

조사자료를 토대로 각 조사구의 수종별 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Percentage: I.P.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치를 수관층위별로 분석하였다(Brower and Zar, 1977). 상대우점치(Importance Percentage: I.P.)는 각 종별 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였고 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한  $\{(교목층 I.P. \times 3) + (아교목층 I.P. \times 2) + (관목층 I.P. \times 1)\} / 6$ 으로 평균상대우점치(M.I.P.)를 산정하였다(Park, 1985). 식생조사자료를 바탕으로 군집을 분류하고자 TWINSpan classification 분석을 실시하였다(Hill, 1979). 종 구성의 다양한 정도를 나타내는 척도인 종다양도(Shannon의 수식(Pielou, 1977)을 적용하여 종다양도(Species diversity, H'), 균재도(Evenness, J'), 우점도(Dominance, D)를 종합적으로 비교하였으며 Whittaker (1956)의 수식을 이용하여 유사도지수(Similarity index)를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. Classification 분석

한의령에서 뗏재구간의 전체 조사구를 대상으로 TWINSpan 분석결과 8개 유형으로 구분되었다(Figure 2). 제 I Division에서는 신갈나무, 쇠물푸레나무, 노박덩굴이 출현하는 군과 물푸레나무가 출현하는 군으로 분리되었다. 신갈나무, 쇠물푸레나무 등이 출현하는 군은 제 II Division에서 철쭉나무, 쇠물푸레나무의 출현여부에 따라 구분되었다. 철쭉나무, 쇠물푸레나무가 지표종인 제 III Division은 물박달나무, 당단풍이 각각 지표종인 신갈나무-물박달나무군과 신갈나무-쇠물푸레나무군으로 나누어졌다. 철쭉나무, 쇠물푸레나무가 출현하지 않는 제 IV Division은 조록싸리, 미역줄나무가 출현하는 군과 소나무, 개웃나무, 참싸리가 출현하는 군으로 구분되었다. 조록싸리, 미역줄나무가 출현하는 제 V Division은 지표종인 소나무가 출현하는 신갈나무-낙엽활엽수군락과 출현하지 않는 신갈나무군락으로 확정되었다. 소나무, 개웃나무, 참싸리가 출현하는 제 VI Division 중 함박꽃나무가 출현하는 군은 소나무-신갈나무군락으로, 출현하지 않는 군은 소나무-신갈나무-물푸레나무군락으로, 물푸레나무가 출현하는 군인 제 VII Division은 느릅나무가 출현하지 않는 일본잎갈나무군락과 느릅나무가 지표종인 느릅나무군락으로 최종 분류되었다.

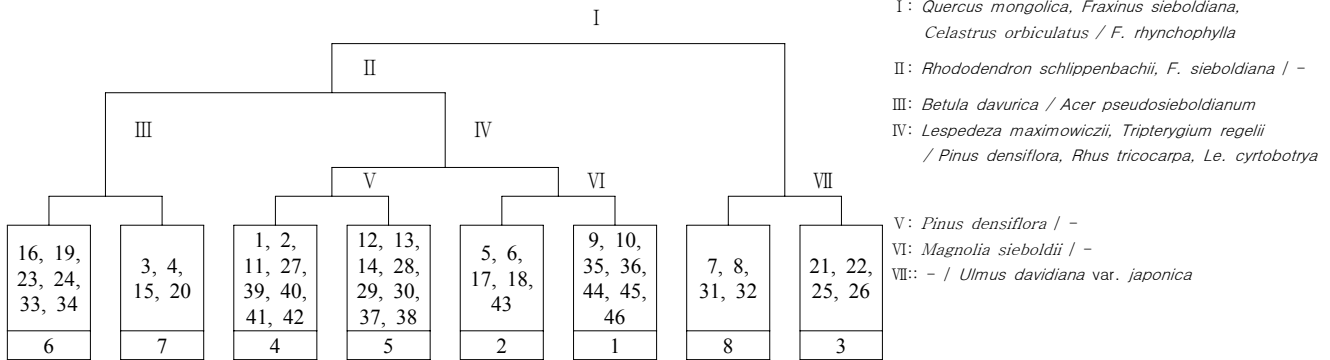


Figure 2. Dendrogram of forty sites classified by TWINSpan classification

이상 TWINSpan에 의한 군락 분류 결과 소나무-신갈나무-물푸레나무군락, 소나무-신갈나무군락, 느릅나무군락, 신갈나무-낙엽활엽수군락, 신갈나무군락, 신갈나무-물밭달나무군락, 신갈나무-쇠물푸레나무군락, 일본잎갈나무군락 등 8개로 유형화되었다.

## 2. 일반적 개황

Table 1은 TWINSpan 분석에 의한 8개 군락의 일반적 개황을 나타낸 것이다. 소나무-신갈나무-물푸레나무군락은 해발고 880~1,015m, 경사도 15° 이하인 능선부에 주로 입지하였으며 소나무에 의한 우점도가 높았으나 하층에 물푸레나무, 신갈나무 등이 출현하여 소나무와 경쟁상태이었다. 교목층의 식피율은 70% 내외로 높았으나 아교목층은 5~40%로 신갈나무 등 교목성상 낙엽성 참나무류의 세력이

우세하였다. 소나무-신갈나무군락은 해발고 925~930m, 경사도 8~15°인 마루금의 완경사지를 따라 남사면에 주로 선형으로 분포하였다. 교목층 식피율은 60~70%이었으나 아교목층은 15~30%로 다소 낮았으며 관목층은 30~50%로 산딸기, 조록싸리 등이 주요 출현종이었다.

느릅나무군락은 해발고 1,000~1,020m, 경사도 20~25°인 북사면의 급경사지에 분포하였으며 교목층은 60~70%로 단일종이 우점하였다. 아교목층은 조사구별로 다양하였으나 15% 이하로 낮았으며 관목층 또한 20% 이하로 매화, 말발도리, 미역줄나무 등 관목성상의 수종이 우점하였다. 신갈나무-낙엽활엽수군락은 해발고 975~1,025m인 급경사 지역의 산등선에 주로 입지하였다. 피도는 교목층 70~85%, 아교목층 20% 이하, 관목층 10~70%이었으며 신갈나무, 당단풍, 조록싸리, 미역줄나무가 출현하였다. 신갈나무군락은 신갈나무로의 천이가 진행된 군락으로 해발고 970~1,105m,

Table 1. General description of the physical and vegetation of the surveyed site

Community	<i>P. densiflora</i> - <i>Q. mongolica</i> - <i>F. rhynchophylla</i>	<i>P. densiflora</i> - <i>Q. mongolica</i>	<i>U. davidiana</i> var. <i>japonica</i>	<i>Q. mongolica</i> - Deciduous Broad-leaved	<i>Q. mongolica</i>	<i>Q. mongolica</i> - <i>B. davurica</i>	<i>Q. mongolica</i> - <i>F. sieboldiana</i>	<i>Larix kaempferi</i>
Altitude (m)	880~1015	925~1015	1000~1020	975~1025	970~1105	870~1000	870~1000	980~1005
Slope (°)	5~15	8~15	20~25	11~25	5~22	15~24	15~24	10~21
Aspect	N30W, S75W, S80E, S70W	S70W, S30E, S80E	N10W, N5E	N30W, N45W, N60W, S25W, S30E	N60W, N88W, N30W, S70W, S25W	N50W, N20W, S70W, S70W	N10W, N20W, S70W	N80W, S40W
Topography	Ridge	Ridge	Ridge, valley	Ridge	Ridge, peak	Ridge, peak	Ridge	Ridge
Dominant species	<i>P. densiflora</i>	<i>P. densiflora</i> , <i>Q. mongolica</i>	<i>U. davidiana</i> var. <i>japonica</i>	<i>Q. mongolica</i>	<i>Q. mongolica</i>	<i>Q. mongolica</i> , <i>B. davurica</i>	<i>Q. mongolica</i> , <i>B. schmidtii</i>	<i>L. kaempferi</i>
Canopy Coverage (%)	60~70	60~70	60~70	70~80	70	70~80	70	70~80
Canopy Height (m)	12~20	10~19	15~19	9~14	9~14	8~18	12~18	14~20
Canopy Mean DBH (cm)	20~35	15~27	25~30	15~20	15~25	14~20	14~22	17~25
Under story Dominant species	<i>F. rhynchophylla</i> , <i>Q. mongolica</i>	<i>Q. mongolica</i> , <i>P. densiflora</i>	<i>A. pictum</i>	<i>Q. mongolica</i> , <i>A. pseudosieboldianum</i>	<i>A. pseudosieboldianum</i> , <i>Q. mongolica</i>	<i>Q. mongolica</i> , <i>F. sieboldiana</i> , <i>Sorbus alnifolia</i>	<i>F. sieboldiana</i> , <i>Q. mongolica</i>	<i>L. kaempferi</i> , <i>F. rhynchophylla</i>
Under story Coverage (%)	5~40	15~30	5~15	10~20	5~20	15~40	15~40	5
Under story Height (m)	2~8	5~8	5~7	5~7	5~7	5~7	5~7	5~7
Under story Mean DBH (cm)	2~9	5~9	5~7	5~8	4~8	4~5	4~5	5~7
Shrub Dominant species	<i>Le. maximowiczii</i> , <i>Le. cyrtobotrya</i> , <i>F. sieboldiana</i> , <i>Q. mongolica</i>	<i>Rubus crataegifolius</i> , <i>Q. mongolica</i> , <i>F. sieboldiana</i>	<i>Deutzia uniflora</i> , <i>Tripterygium regelii</i>	<i>Le. maximowiczii</i> , <i>Tripterygium regelii</i> , <i>Lindera obtusiloba</i>	<i>Tripterygium regelii</i> , <i>Sasa borealis</i>	<i>R. schlippenbachii</i> , <i>R. mucronulatum</i>	<i>R. schlippenbachii</i> , <i>R. mucronulatum</i>	<i>Le. maximowiczii</i> , <i>F. rhynchophylla</i>
Shrub Coverage (%)	15~60	30~50	10~20	10~70	20~80	30~60	10~60	5~20
Shrub Height (m)	1.2~2	0.8~2	1.5	1~1.5	1~1.5	2	2	0.8~1.2

경사도 5~22°인 북사면과 남사면 전체에 넓게 분포하였다. 피도는 교목층 70%, 아교목층 5~20%, 관목층 20~80%로 조사구별로 다양하였다. 신갈나무-물박달나무군락은 해발고 870~1,000m, 경사도 15~24°인 산정상부와 능선부에 출현하였으며 교목층은 식피율 70~80%로 신갈나무, 물박달나무가, 아교목층은 10~40%로 신갈나무, 쇠물푸레나무가, 관목층은 철쭉, 진달래가 우점하였다. 박달나무가 지표종인 신갈나무-쇠물푸레나무군락은 해발고 870~1,000m, 경사도 15~24°인 능선부를 중심으로 입지하였다. 피도는 교목층 70%, 아교목층 14~40%, 관목층 10~60%로 조사구별로 다양하였으나 대체로 층위구조가 형성되어 있었다. 신갈나무 우점군락의 출현지역은 해발 800~1,025m에 분포하여 해발 700~1,500m 전사면과 산정상 능선부에 분포한다고 밝힌 Kim *et al.*(2011)의 연구결과와 일치하였다.

조립된 일본잎갈나무군락은 해발고 980~1,005m, 경사도 10~21°인 산등선의 완만하거나 접근성이 양호한 지역에 입지하였는데 이는 해발고에 크게 구애받지 않고 완만한 지형적인 조건을 갖춘 지역에 광범위하게 분포한다고 한 Cho *et al.*(2012)과 Lee *et al.*(2011)의 연구결과와 일치하였다. 교목층의 식피율은 70~80%로 높은 반면 아교목층과 관목층은 5% 미만으로 피도가 매우 낮게 나타났다.

### 3. 식물군락구조

#### 1) 상대우점치

Table 2는 군락별 주요 출현종의 상대우점치 및 평균상대우점치를 나타낸 것이다. 능선부를 중심으로 선형으로 분포하는 소나무-신갈나무-물푸레나무군락은 교목층에서 소나무(I.P.: 54.6%), 신갈나무(I.P.: 35.8%)가 경쟁상태이나 아교목층에서는 신갈나무(I.P.: 34.5%)와 물푸레나무(I.P.: 26.8%)가 소나무(I.P.: 16.6%)보다 세력이 우세하였다. 관목층은 조록싸리(I.P.: 25.4%), 산딸기(I.P.: %)의 우점도가 높았고 갈매나무, 참싸리, 물푸레나무가 주요 동반종이었다. 척박한 지역에 분포하는 소나무는 급경사 암반지역에 출현하여 당분간 현 상태를 유지할 것이나 장기적으로는 교목층과 아교목층에서 출현하는 낙엽활엽수와의 경쟁으로 인해 도태될 것으로 예측되며(Um *et al.*, 2009; Cho *et al.*, 2012) 하층에 출현하는 신갈나무, 물푸레나무의 경쟁관계는 장기간의 관찰이 필요할 것으로 사료되었다. 마루금인 주 능선부를 따라 선형으로 또는 산정부에 고립되어 분포하는 소나무-신갈나무군락의 교목층은 소나무(I.P.: 66.1%)와 신갈나무(I.P.: 28.1%)가 경쟁하였으나 아교목층에서는 소나무가 거의 출현하지 않은 반면, 신갈나무(I.P.: 49.3%), 물박달나무(I.P.: 18.9%)의 우점치가 높아지고 있었다. 관목층에서는 조록싸리(I.P.: 21.1%), 신갈나무(I.P.: 11.7%)

가 경쟁상태이었으며 참싸리, 노린재나무, 물푸레나무 등이 주요 출현종이었다. 신갈나무에 둘러싸여 고립된 소나무군락은 하층에 신갈나무, 물박달나무, 까치박달, 굴참나무, 물푸레나무 등 교목성상의 낙엽활엽수종이 하층으로 갈수록 우세해지고 있어 장차 이들 종으로의 자연적인 천이가 예상되었다. 또한 자연식생의 경우 숲 발달과정상 중간경쟁으로 소나무가 신갈나무에 의해 도태되는 것으로 밝힌바 있고(Cho and Choi, 2002; Kim and Lee, 2012) 백두대간의 경우 고립된 소나무림은 주변의 우점종 특히, 신갈나무 등 낙엽성 참나무류로의 천이를 예측하고 있는 바(Lee *et al.*, 2012) 특별한 외부요인이 작용하지 않는다면 신갈나무가 우점하는 군락으로 발전할 것이다.

Song(2008)이 자연성이 높다고 한 느릅나무군락은 마루금과 계곡부가 이어지는 다소 완만한 능선부를 중심으로 조각보 형태로 분포해 있었다. 교목층에서는 느릅나무(I.P.: 78.3%)가 우점종이었고 신갈나무(I.P.: 11.0%)가 주요 출현종이었으나 아교목층에서는 고로쇠나무(I.P.: 26.9%), 물푸레나무(I.P.: 10.5%), 느릅나무(I.P.: 17.4%), 신갈나무(I.P.: 15.7%) 등 낙엽활엽수종이 경쟁상태이었다. 관목층에서는 매화말발도리(I.P.: 21.4%), 미역줄나무(I.P.: 17.0%), 산딸기(I.P.: 14.6%), 까마귀밥여름나무(I.P.: 14.3%)가 주요 출현종이었다. 하층에 신갈나무, 고로쇠나무, 물푸레나무 등 경쟁종이 출현하나 전석지대에 주로 분포하는 매화말발도리가 하층의 주요 종으로 출현하는 등 특이한 지형조건을 갖추고 있을 뿐 아니라 교목층 느릅나무의 우점도가 높아 현상태를 유지할 것으로 판단되었다.

일본잎갈나무군락은 해발고와 관계없이 접근이 양호하거나 완만한 지역에 분포하는 군락으로(Yun *et al.*, 2010) 교목층에서는 일본잎갈나무 한 종만 출현하였고 아교목층에서는 물푸레나무(I.P.: 48.2%), 일본잎갈나무(I.P.: 47.1%)가, 관목층에서는 물푸레나무(I.P.: 28.2%), 조록싸리(I.P.: 25.5%)가 우점종으로 경쟁하고 있었다. 일본잎갈나무가 우점하는 군락은 낙엽활엽수로의 천이 진행을 예측하는 연구가 많아(Kim *et al.*, 2003) 자연림으로 둘러싸여 있을뿐만 아니라 다소 습윤한 본 대상지도 인위적인 관리보다는 현상태를 유지한다면 물푸레나무를 중심으로 한 낙엽활엽수로의 자연적인 천이 유도가 가능할 것이다.

완만한 능선부 또는 남서사면에 입지한 신갈나무-낙엽활엽수군락의 교목층과 아교목층에서는 신갈나무의 상대우점치(I.P.)가 각각 89.7%, 50.9%로 우점종이었고 교목층에서는 산벚나무, 층층나무, 물푸레나무, 물박달나무가, 아교목층에서는 당단풍, 고로쇠나무가 출현하였다. 관목층에서는 관목성상의 조록싸리(I.P.: 51.1%), 미역줄나무(I.P.: 24.0%)가 우점종이었고 교목성상의 수종으로는 신갈나무, 물푸레나무, 물박달나무 등이 나타났다. 교목층과 아교목층

에서 습윤지성 낙엽활엽수종인 물박달나무, 층층나무 등이 출현하나 신갈나무의 세력이 우세하고 하층에서는 경쟁종이 출현하지 않아 현상태가 유지되겠다. 전 지역에 넓은 면적으로 분포하는 신갈나무군락의 교목층과 아교목층에서는 신갈나무의 상대우점치(I.P.)가 각각 88.8%, 48.8%로 우점하였고 교목층에서는 물박달나무가, 아교목층에서는 당단풍, 물박달나무가 출현하였다. 관목층에서는 신갈나무의 세력이 약해진 반면, 관목성상의 조록싸리(I.P.: 53.6%), 병꽃나무(I.P.: 23.7%)가 우점종이었고 미역줄나무, 진달래 등이 나타났다. 교목층과 아교목층에서 습윤지성 낙엽활엽수종인 물박달나무가 출현하나 신갈나무의 세력이 우세하고 하층에 경쟁종이 출현하지 않아 현상태가 유지될 것이다. 신갈나무-물박달나무군락은 완만한 능선 또는 계곡부에 주로 발달해 있었으며 물박달나무가 지표종이었다. 교목층과 아교목층에서 신갈나무가 상대우점치(I.P.) 94.5%, 30.4%로 우점종이었고 아교목층에서는 쇠물푸레나무(I.P.: 46.1%), 물박달나무(I.P.: 11.6%)이, 관목층에서는 관목성

상의 철쭉(I.P.: 29.5%), 진달래(I.P.: 29.1%), 산앵도나무(I.P.: 21.7%)가 주요종으로, 교목성상 수종의 세력은 미미하였다. 본 군락은 상층에 출현하는 물박달나무와 하층에 출현하는 쇠물푸레나무로 대표되는 군락이나 교목층 신갈나무의 세력이 우세하여 현상태를 유지할 것으로 판단되었다. 환경사지와 계곡부, 완만한 능선에 임지한 신갈나무-쇠물푸레나무군락의 교목층에서는 신갈나무(I.P.: 97.6%)가 우점종이었고 아교목층은 쇠물푸레나무(I.P.: 44.0%), 신갈나무(I.P.: 27.3%), 당단풍(I.P.: 12.4%) 등이 주요 출현종이었다. 관목층에서는 관목성상의 철쭉(I.P.: 59.8%), 진달래(I.P.: 15.4%)가 경쟁상태이었다. 본 군락은 박달나무와 쇠물푸레나무가 군락을 대표할 수 있으나 아교목성상으로 차대를 형성할 수 없다고 하였으므로(Lee *et al.*, 2012) 교목층과 아교목층에서 우점도가 높은 신갈나무 중심의 군락을 유지할 것이다. 한편, 온대림에서의 천이는 소나무→소나무-신갈나무→신갈나무로 진행되는 것이 일반적이라고 하였으나(Um *et al.*, 2009; Cho *et al.*, 2012) 하층에

Table 2. Importance percentage of major woody plants by the stratum in eight communities

Community	<i>P. densiflora-Q. mongolica-F. rhynchophylla</i>				<i>P. densiflora-Q. mongolica</i>				<i>U. davidiana var. japonica</i>				<i>L. kaempferi</i>				
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	
<i>P. koraiensis</i>	-	-	-	-	-	0.7	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. densiflora</i>	54.6	16.6	-	32.8	66.1	0.6	-	33.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. kaempferi</i>	4.5	-	-	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0	47.1	-	65.7	-
<i>Salix chaenomeloides</i>	-	6.0	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>U. davidiana var. japonica</i>	-	-	-	-	-	0.7	0.7	0.4	78.3	17.4	2.9	45.5	-	-	-	-	-
<i>B. davurica</i>	1.7	6.0	0.5	2.9	4.8	18.9	0.4	8.8	-	-	-	-	-	4.7	-	1.6	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	0.4	0.1	-	3.2	0.9	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Q. mongolica</i>	35.8	34.5	3.0	29.9	28.1	49.3	11.7	32.4	11.0	15.7	-	10.7	-	-	-	-	-
<i>Boehmeria spicata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	-	1.9	-	-	-	-	-
<i>Deutzia uniflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.4	3.6	-	-	-	-	-
<i>Ribes fasciculatum var. chinense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.3	2.4	-	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	1.4	0.2	-	6.4	1.3	2.4	-	2.2	-	0.8	-	-	-	-	-
<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	25.4	4.2	-	-	7.1	1.2	-	-	14.6	2.4	-	-	13.6	2.3	-
<i>Gleditsia sinensis</i>	-	-	-	-	-	-	7.9	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Le. maximowiczii</i>	-	-	25.5	4.2	-	-	21.1	3.5	-	-	2.3	0.4	-	-	25.5	4.3	-
<i>Le. cyrtobotrya</i>	-	-	11.5	1.9	-	-	8.8	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhus tricocarpa</i>	-	-	0.4	0.1	-	2.4	3.7	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	3.8	2.4	-	-	-	-	-
<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	0.3	0.1	-	-	5.3	0.9	-	-	17.0	2.8	-	-	1.6	0.3	-
<i>A. pictum</i>	-	7.0	-	2.3	-	-	0.9	0.2	3.4	26.9	2.2	11.1	-	-	2.3	0.4	-
<i>A. pseudosieboldianum</i>	-	-	0.4	0.1	-	2.0	2.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia amurensis</i>	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0	4.4	9.7	-	5.4	-	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	0.5	0.1	-	1.4	0.2	0.5	-	4.4	-	1.5	-	-	1.8	0.3	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	3.2	-	1.1	-	1.4	5.2	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. rhynchophylla</i>	2.0	26.8	9.6	11.5	-	2.5	5.8	1.8	2.8	10.5	3.5	5.5	-	48.2	28.2	20.8	-
<i>F. sieboldiana</i>	-	-	-	-	-	9.9	3.5	3.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	0.6	-	-	9.3	1.6	-
M.I.P. <1.0	4.3 (11 species)				3.3 (16 species)				3.3 (6 species)				3.0 (7 species)				

\* C: Canopy, U: Understory, S: Shrub, M: Mean

(Table 2. Continued)

Community	<i>Q. mongolica</i> - Deciduous Broad-leaved				<i>Q. mongolica</i>				<i>Q. mongolica</i> - <i>B. davurica</i>				<i>Q. mongolica</i> - <i>F. sieboldiana</i>			
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>P. densiflora</i>	-	-	-	-	-	1.0	-	0.3	-	1.1	0.6	0.5	-	7.1	-	2.4
<i>U. davidiana</i> var. <i>japonica</i>	1.2	5.0	0.9	2.4	1.8	2.0	-	1.6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. schmidtii</i>	-	1.0	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	-	-	1.2
<i>B. davurica</i>	1.3	2.1	0.3	1.4	9.4	6.5	-	6.8	4.6	11.6	-	6.2	-	-	-	-
<i>Q. mongolica</i>	89.7	50.9	4.5	62.6	88.8	48.8	0.6	60.8	94.5	30.4	3.6	58.0	97.6	27.3	2.0	58.2
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	1.2	-	0.4	-	-	-	-	-	5.8	-	1.9	-	-	0.8	0.1
<i>Prunus Sargentii</i>	4.5	0.7	-	2.5	-	1.0	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Le. maximowiczii</i>	-	-	51.1	8.5	-	-	53.6	8.9	-	-	1.5	0.3	-	-	8.4	1.4
<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	24.0	4.0	-	-	9.5	1.6	-	-	1.1	0.2	-	-	-	-
<i>A. pictum</i>	-	4.1	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. ukurunduense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8	-	1.3
<i>A. pseudosieboldianum</i>	-	21.9	1.4	7.5	-	29.9	1.0	10.1	-	-	0.6	0.1	-	12.4	3.4	4.7
<i>Tilia amurensis</i>	-	-	-	-	-	3.7	0.4	1.3	1.0	4.9	-	2.1	-	1.1	-	0.4
<i>Cornus controversa</i>	2.0	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. mucronulatum</i>	-	-	-	-	-	-	2.5	0.4	-	-	29.1	4.9	-	-	15.4	2.6
<i>R. schlippenbachii</i>	-	-	1.4	0.2	-	-	1.8	0.3	-	-	29.5	4.9	-	-	59.8	10.0
<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i>	-	-	-	-	-	-	1.0	0.2	-	-	21.7	3.6	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	5.2	3.3	2.3	-	2.1	1.1	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. rhyrachophylla</i>	1.3	0.7	1.6	1.1	-	2.5	0.4	0.9	-	-	-	-	-	1.3	-	0.4
<i>F. sieboldiana</i>	-	1.0	-	0.3	-	-	0.2	0.0	-	46.1	0.7	15.5	-	44.0	0.9	14.8
<i>Weigela subsessilis</i>	-	-	0.8	0.1	-	-	23.7	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-
M.I.P. <1.0	4.0 (11 species)				1.6 (8 species)				1.9 (6 species)				2.6 (6 species)			

\* C: Canopy, U: Understory, S: Shrub, M: Mean

습윤지성 낙엽활엽수가 출현하거나 전석지대에서는 낙엽 활엽수군락으로 이행되는 경우도 있는 것으로 연구된 바 있다(Hwang *et al.*, 2012). 대상지의 경우 습하거나 전석지대에 출현하는 것으로 알려진 물박달나무, 박달나무 등(Kim *et al.*, 2011)이 하층에서 세력을 형성하고 있으므로 신갈나무와 경쟁할 가능성도 예측할 수 있겠다. 결국 신갈나무와의 경쟁 수준이 없는 경우에는 노령임분으로 발전할 가능성이 있으나(Cho, 1994; Lee *et al.*, 1996; Choi, 2002) 지형적인 조건으로 물푸레나무, 물박달나무 등 교목성상의 경쟁종이 출현하는 지역은 낙엽활엽수군락으로의 천이를 예측한 바 있으므로(Cho and Choi, 2002; Hwang *et al.*, 2012) 장기 모니터링이 필요한 것으로 판단되었다.

2) 흉고직경급별 분포

Table 3은 군락별 주요 출현종의 흉고직경급별 분포를 나타낸 것으로 천이와 관련된 교목성상을 대상으로 분석하였다. 소나무-신갈나무-쇠물푸레나무군락에서는 우점종인 소나무가 흉고직경(DBH) 7~37cm 구간에 총 35개체가 출현하였으나 관목은 출현하지 않는 반면, 교목성상의 경쟁종인 신갈나무는 DBH 7~27cm 사이에 관목 16개체를 포함하여 총 47개체가, 물푸레나무는 DBH 7cm 이하에 관목 84개체를 포함하여 총 100개체가 관찰되었다. 소나무-신갈나무군락에서는 소나무가 DBH 2~52cm 사이에 55개체가, 이

중 DBH 17~37cm 사이에 48개체가 집중 출현하였으나 관목은 나타나지 않았다. 교목성상으로 경쟁종에 해당되는 신갈나무는 DBH 2~37cm 사이에 75개체, 관목에 116개체, 물박달나무, 까치박달나무 등이 DBH 32cm 이하에 111개체 출현하는 등 하층으로 갈수록 많은 개체가 출현하여 장차 신갈나무와 경쟁이 예상되었다. 일반적인 천이는 소나무에서 신갈나무를 거쳐 낙엽활엽수로 진행되는 것으로 예측한 바 있으나(Lee *et al.*, 2012) 하층으로 갈수록 까치박달나무, 물푸레나무보다는 신갈나무의 세력이 우세해지고 있으므로 신갈나무로의 천이가 예상되었다.

느릅나무군락에서는 느릅나무가 DBH 47cm 이하에 구간에서 1~5개체씩 전 구간에 출현하나 신갈나무는 DBH 32cm 이하에서 1~2개체씩 7개체가, 고로쇠나무는 DBH 27cm 이하에서 11개체가 관찰되었다. 느릅나무군락은 일부 신갈나무, 고로쇠나무 등이 출현하나 세력이 약해 현상태를 유지할 것으로 판단되었다. 신갈나무-낙엽활엽수군락은 신갈나무가 DBH 37cm 이하에서 총 133개체가 출현하여 우점종이었으나 느릅나무, 물박달나무가 DBH 17cm 이하에서 25개체가 나타나 세력은 미미하였으나 신갈나무와 공존하고 있었다. 다만 경급이 작을수록 많은 개체가 출현하는 신갈나무에 의해 낙엽활엽수가 피압되고 있어 현상태를 유지할 것이다. 신갈나무군락은 신갈나무가 DBH 42cm 이하에

Table 3. The distribution of major woody species' DBH by 8 communities

Community	Scientific name	SH	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
<i>P. densiflora</i> - <i>Q. mongolica</i>	<i>P. densiflora</i>	-	-	2	9	8	8	7	1	-	-	-
	<i>B. davurica</i>	4	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>F. rhynchophylla</i>	<i>Q. mongolica</i>	16	-	5	11	11	4	-	-	-	-	-
	<i>F. rhynchophylla</i>	84	8	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>P. densiflora</i> - <i>Q. mongolica</i>	<i>P. densiflora</i>	-	1	-	2	14	14	12	8	1	2	1
	<i>B. davurica</i>	4	3	2	1	1	1	1	-	-	-	1
	<i>Carpinus cordata</i>	12	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Q. mongolica</i>	116	28	19	13	6	4	2	3	-	-	1
	<i>Sorbus alnifolia</i>	8	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>U. davidiana</i> var. <i>japonica</i>	<i>F. rhynchophylla</i>	80	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>U. davidiana</i> var. <i>japonica</i>	8	2	2	1	3	5	2	5	2	1	-
	<i>Q. mongolica</i>	-	2	1	-	2	1	1	-	-	-	-
	<i>A. pictum</i>	4	3	1	1	1	1	-	-	-	-	-
<i>Q. mongolica</i> - Deciduous Broad-leaved	<i>Tilia amurensis</i>	-	1	2	-	-	-	1	-	-	-	-
	<i>U. davidiana</i> var. <i>japonica</i>	12	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	<i>B. davurica</i>	4	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Q. mongolica</i>	36	17	23	32	12	7	5	1	-	-	-
<i>Q. mongolica</i>	<i>Le. maximowiczii</i>	488	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Q. mongolica</i>	16	21	8	19	18	12	5	3	5	-	-
	<i>U. davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Le. maximowiczii</i>	860	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>A. pseudosieboldianum</i>	16	3	3	3	-	1	-	-	-	-	-
<i>Q. mongolica</i> - <i>B. davurica</i>	<i>Sasa borealis</i>	620	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>P. densiflora</i>	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>B. davurica</i>	-	11	3	3	2	-	-	-	-	-	-
	<i>Q. mongolica</i>	28	16	30	29	26	4	1	-	-	1	1
	<i>Tilia amurensis</i>	-	2	3	1	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i>	252	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Q. mongolica</i> - <i>F. sieboldiana</i>	<i>F. sieboldiana</i>	8	40	12	2	-	-	-	-	-	-	-
	<i>P. densiflora</i>	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Q. mongolica</i>	8	7	11	13	10	3	4	1	-	-	-
	<i>A. pseudosieboldianum</i>	16	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Larix kaempferi</i>	<i>F. sieboldiana</i>	4	21	12	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>L. kaempferi</i>	-	1	4	9	24	10	5	-	-	-	-
	<i>Le. maximowiczii</i>	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>F. rhynchophylla</i>	92	6	5	-	1	-	-	-	-	-	-

\* SH: Shrub, D2: 2≤ba<7, D3: 7≤ba<12, D4: 12≤ba<17, D5: 17≤ba<22, D6: 22≤ba<27, D7: 27≤ba<32, D8: 32≤ba<37, D9: 37≤ba<42, D10: 42≤ba<47, D11: 47≤ba<52

서 총 107개체가 출현하였고 참느릅나무 4주 등이 출현하였으나 경쟁종은 없었다. 하층에 조록싸리, 조릿대의 세력이 우세하여 타종의 출현은 미미하였으며 경급이 작을수록 신갈나무의 개체수가 많아져 현상태를 유지할 것이다. 신갈나무-물박달나무군락에서 신갈나무는 DBH 52cm 구간까지 출현하나 DBH 22cm이하의 구간에서 약 20~30개체씩 집중적으로, 교목성상의 물박달나무는 DBH 2~22cm 구간에 2~11개체씩 출현하였으나 세력이 약해 당분간 현상태를 유지할 것이다. 신갈나무-쇠물푸레나무군락은 신갈나무가 DBH 37cm 이하에서 57개체가 출현한 반면, 경쟁종이 출현하지 않았다. 일반적으로 소나무에서 낙엽성 참나무류로의 천이가 진행된 이후 일정기간이 지나면 활엽수로 진행되는

경우도 있다고 하였으나(Cho and Choi, 2002) 대상지는 신갈나무가 전 층위에서 우세하므로 현상태를 유지하겠다. 다만 지형적으로 습하거나 전석지대의 경우 물박달나무, 물푸레나무 등 낙엽활엽수가 생육하기에 적합하므로 이들 종으로의 천이도 조심스럽게 예측해 볼 수 있겠다. 이상을 종합해 보면 소나무군락의 경우 세력이 우세한 신갈나무군락으로 천이가 진행되었거나 진행될 것으로 판단되나 전석지대 등 습윤지성 낙엽활엽수가 나타나는 일부 지역의 경우 신갈나무와의 경쟁관계는 모니터링이 필요한 것으로 보인다.

일본잎갈나무군락에서는 일본잎갈나무가 DBH 2~32cm 구간에 53개체가 출현한 반면, 물푸레나무는 DBH 17cm 이하에서 12개체, 관목 92개체가 출현하는 등 세력이 우세



해지고 있어 장기적으로는 이들 수종으로의 천이가 예측되었다.

3) 종다양도 및 유사도지수

Table 4는 군락별 종수 및 개체수를 파악한 것으로 단위 면적 100m<sup>2</sup>의 조사구를 기준으로 하여 산출하였으며, 다수의 조사구가 설정된 군락은 각 조사구별 평균값을 통하여 비교하였다. 조사구별 출현 종수는 3~18종으로 각 군락별 평균 출현 종수는 7.8~12.3종이었으며 소나무-신갈나무-물푸레나무군락, 소나무-신갈나무군락에서 비교적 다양한 종이 출현하였다. 두 군락의 출현종이 많은 것은 천이 단계에 있어서 소나무에서 신갈나무로의 진행단계로 천이초기종과 중기종이 혼효된 결과인 것으로 보인다.

군락별 100m<sup>2</sup>당 출현 개체수는 교목층 6~14.8개체, 아교목층 5.2~18.8개체, 관목층 61~236.5개체이었다. 신갈나무-물박달군락의 교목층, 아교목층 출현 개체수가 각각 14.8개체, 18.8개체, 신갈나무군락의 관목층 출현 개체수가 236.5개체로 가장 많은 반면, 교목층에서는 느릅나무군락 6개체, 아교목층에서는 소나무-신갈나무군락이 5.2개체, 관목층의

평균 출현 개체수는 느릅나무군락이 61개체로 가장 적었다. 대상지에서 교목층의 밀도가 낮은 느릅나무군락에서 아교목층, 관목층의 개체수가 가장 적었는데 이는 전석지대인 입지조건이 타 수종이 출현하기 어려운 상태에서 유지되는 군락이기 때문인 것으로 사료되었다. 반면, 신갈나무-물박달나무군락은 환경조건이 양호하고 습윤한 상태로 다양한 종이 출현할 수 있는 조건으로 출현 개체수가 많은 것으로 분석되었고 소나무우점 군락에서 관목층의 개체수가 많은 것은 경쟁종의 출현이 많은 천이진행단계이기 때문인 것으로 판단되었다.

한의령에서 뗏재로 이어지는 마루금 구간의 군락별 종다양도를 살펴보면(Table 5) 경쟁상태의 군락인 소나무-신갈나무군락 등 천이진행되는 군락의 종다양도지수는 1.0477~1.1283으로 높았다. 다만 다음 단계로 천이가 완전히 진행된 안정 상태인 신갈나무가 우점하는 군락의 경우에는 0.6446~0.9424로 낮았다. 소나무가 우점하는 군락은 환경조건이 열악한 마루금과 암반에 위치하나 천이가 진행되고 있어 종다양도가 높은 반면, 신갈나무군락은 환경조건은 양호하나 천이가 기 진행되어 경쟁이 사라진 안정상태를 유지

Table 4. Mean analysis of the number of 8 communities' species and individuals in Daetjae~Baekbongryung

Community*	Individuals				Species number
	Canopy	Understory	Shrub	Total	
I	11 (4~20)	11.1 ( 2~20)	129.7 ( 40~204)	151.9 ( 64~226)	12.3 (9~14)
II	10 (4~16)	5.2 ( 1~ 8)	122.4 ( 28~244)	137.6 ( 43~264)	11.8 (8~18)
III	6 (5~ 7)	6.5 ( 4~ 9)	61 ( 24~132)	73.5 ( 33~144)	10.5 (7~13)
IV	10.9 (5~15)	10.4 ( 2~18)	153.5 ( 60~288)	174.8 ( 84~300)	9.4 (3~17)
V	8.6 (4~11)	7.3 ( 1~16)	236.5 (112~568)	252.4 (136~594)	8.5 (5~16)
VI	14.8 (9~21)	18.8 (13~22)	67 ( 16~132)	100.5 ( 38~160)	9 (5~11)
VII	8.3 (5~12)	16.3 (15~18)	63 ( 40~112)	87.5 ( 66~135)	9 (6~12)
VIII	11 (9~14)	5.5 ( 3~ 9)	105 ( 56~184)	121.5 ( 71~198)	7.8 (6~11)

\* I : *P. densiflora*-*Q. mongolica*-*F. rhynchophylla*, II : *P. densiflora*- *Q. mongolica*, III : *U. davidiana* var. *japonica*, IV : *Q. mongolica*-Deciduous Broad-leaved, V : *Q. mongolica*, VI : *Q. mongolica*-*B. davurica*, VII : *Q. mongolica*-*F. sieboldiana*, VIII : *Larix kaempferi*

Table 5. 8 communities' species diversity indices in Daetjae~Baekbongryung (unit: 400 m<sup>2</sup>)

Community*	H' (Shannon)	J' (evenness)	D (dominance)	H' max
I	1.0477	0.7404	0.2596	1.4150
II	1.1283	0.8071	0.1929	1.3979
III	1.1143	0.8427	0.1573	1.3222
IV	0.8319	0.6394	0.3606	1.3010
V	0.6446	0.5973	0.4027	1.0792
VI	0.9030	0.7499	0.2501	1.2041
VII	0.9424	0.7370	0.2630	1.2788
VIII	0.9968	0.8101	0.1899	1.2304

\* I : *P. densiflora*-*Q. mongolica*-*F. rhynchophylla*, II : *P. densiflora*- *Q. mongolica*, III : *U. davidiana* var. *japonica*, IV : *Q. mongolica*-Deciduous Broad-leaved, V : *Q. mongolica*, VI : *Q. mongolica*-*B. davurica*, VII : *Q. mongolica*-*F. sieboldiana*, VIII : *Larix kaempferi*

Table 6. Similarity index among 8 communities in Daetjae~Baekbongryung

Community*	I	II	III	IV	V	VI	VII
II	50.22						
III	18.29	19.62					
IV	30.55	58.97	21.52				
V	31.19	60.15	15.57	81.38			
VI	31.74	54.71	14.15	62.68	68.65		
VII	28.42	54.17	12.04	66.48	66.91	81.94	
VIII	11.71	13.08	10.43	8.58	7.21	2.04	1.84

\* I: *P. densiflora*-*Q. mongolica*-*F. rhynchophylla*, II: *P. densiflora*-*Q. mongolica*, III: *U. davidiana* var. *japonica*, IV: *Q. mongolica*-Deciduous Broad-leaved, V: *Q. mongolica*, VI: *Q. mongolica*-*B. davurica*, VII: *Q. mongolica*-*F. sieboldiana*, VIII: *Larix kaempferi*

하여 종수가 타군락에 비해 적었던 것이 그 원인으로 판단되었다. 이는 백두대간 대덕산-금대봉 구간의 식생연구에서 순군락의 종다양도가 혼합된 군락보다 낮다는 Kim *et al.*(2003)과 천이초기형이 단일종보다 높다고 한 Kim and Lee(2012)의 연구결과와도 일치하였다. 반면에 단일군락인 느릅나무군락의 경우 종다양도지수가 1.1143으로 높은 것은 고도가 높아질수록, 천연활엽수림으로 갈수록 높다고 한 Hwang *et al.*(2012)의 결과와 일치하였는데 이는 교란발생가능성과 훼손위험성이 감소했기 때문인 것으로 사료되었다. 일본잎갈나무도 천이가 진행되고 있는 군락으로 안정된 신갈나무군락보다 종다양도가 높은 것으로 분석되었다.

한편, 최대종다양도(H' max)는 군재도 값이 높은 군락의 종다양도 값이 높는데 이 중 평균 종수가 가장 많은 소나무 우점군락이 약 1.4로 가장 높았다. 종다양도 값은 평균 0.9511로 유사한 지역인 태백산 장군봉 지역의 0.991(Kim and Baek, 1997), 대덕산~금대봉 지역의 0.4443~1.2036(Kim *et al.*, 2003)와 비교하면 천이진행형인 소나무-신갈나무군락, 느릅나무군락은 높으나 신갈나무군락은 다소 낮았고 깃대봉~청옥산 지역의 0.5981~0.8150(Choo *et al.*, 2002)와 비교하면 전반적으로 높아 식생보호 상태는 양호한 것으로 판단되었다.

군락간의 유사도지수를 살펴보면(Table 6), 소나무-신갈나무-물푸레나무군락은 천이가 진행되고 있는 군락으로 정도에 따라 후기단계의 소나무-신갈나무군락과는 유사하나 신갈나무가 우점하는 군락과는 유사도 30% 이하로 이질적인 것으로 나타났다. 다만 천이가 이미 진행된 것으로 보여지는 소나무-신갈나무군락은 신갈나무 우점군락과 유사도가 50% 이상으로 동질적인 군락으로 분석되었다. 환경이 열악한 능선부에 고립되어 독립적으로 분포하는 느릅나무군락은 다른 군락과의 유사도가 50% 미만으로 상이한 상태이었다. 한편 신갈나무가 우점하는 군락인 신갈나무-낙엽활엽수, 신갈나무, 신갈나무-물박달나무, 신갈나무-쇠물푸레

나무군락은 유사도 60% 이상으로 종구성이 유사하였으며 일반적으로 80% 이상이면 서로 동질적 집단이라고 하였으므로(Whittaker, 1956) 4개의 신갈나무 우점군락은 동질적인 종구성과 천이단계인 것으로 확인할 수 있었다. 일본잎갈나무군락은 타 군락과 유사도 10% 이하로 이질적인 군락으로 나타났다. 천이초기단계의 소나무군락은 신갈나무 등 낙엽활엽수와 경쟁에 의해 도태되는 군락이므로 신갈나무가 우점하는 군락과는 이질적이었다.

## LITERATURE CITED

- Ahn, T.M., I.H. Kim, J.Y. Lee, C.K. Kim, H.S. Chae, Y. Lee, M.S. Young and M.W. Kim(2009) Development of participatory ecological restoration system through integrative categorization of disturbed areas in BaekDooDaeGahn. *J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech.* 12(4) : 11-22. (in Korean with English abstract)
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Cho, H.J.(2009) Vegetation types and life-form composition of *Pinus densiflora* forests on the ridge of the Baekdudaegan in South Korea. *Jour. Korean For. Soc.* 98(4): 472-478. (in Korean with English abstract)
- Cho, H.S, S.D. Lee and M.J. Kim(2012) Vegetation Structure of Jeolgu Valley in the Nakdong-Jeongmaek. *Kor. J. Env. Eco.* 26(5) : 770~779. (in Korean with English abstract)
- Cho, H.S. and S.H. Choi(2002) Plant community structure of the Baekcheon valley in Taebaeksan area, the Baekdudaegan. *Kor. J. Env. Ecol.* 15(4): 369-378. (in Korean with English abstract)
- Cho, J.C.(1994) *Stand Structure and Growth Pattern Pinus densiflora* S. et Z. and Their Relationship to Forest Fire in Sokwang-Ri, Uljin-Gun. Seoul National University Graduate School Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy, 101pp. (in Korean with English abstract)
- Choi, S.H.(2002) Community structure of the ridge area in the

- Cheongoksan, the Baekdudaegan. Kor. J. Env. Ecol. 15(4): 344-353. (in Korean with English abstract)
- Choo, G.C., G.T. Kim and J.O. Kim(2002) Studies on the structure of the Baekcheon Valley in Taebaeksan Area, the Baedudaegan. Kor.J. Env. Eco. 15(4): 354-360. (in Korean with English abstract)
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Winsconsin. Ecology 32: 476-496.
- 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, NY: Ecology and Systematics, Cornell University, 90pp.
- Hwang, K.M., J.M. Lee and J.H. Kim(2012) Community classification and successional trends in the natural forest of Baekdudaegan in Gangwon Province: Focused on Hyangrobong, Odaesan, Seokbyeongsan, Dutasan, Deokhangsan and Hambaeksan. Journal of Agriculture & Life Science 46(4): 41-55. (in Korean with English abstract)
- Kim, G.T. and G.J. Baek(1997) Studies on the stand structure of *Taxus cuspidata* forest at Janggunbong area in Taebaeksan. Kor. J. Env. Ecol. 12(1): 1-8. (in Korean with English abstract)
- Kim, G.T., G.C. Choo and G.J. Baek(2003) Structure of forest community at Daedeoksan- Geumdaebong Nature Ecosystem Preservation Area in Baekdudaegan. Kor. J. Env. Ecol. 17(1): 9-17. (in Korean with English abstract)
- Kim, H.S., S.M. Lee and H.K. Song(2011) Actual vegetation distribution status and ecological succession in the Deogyusan National Park. Kor. J. Env. Ecol. 25(1): 37-46. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.Y. and K.J. Lee(2012) Vegetational structure and the density of thinning for the inducement of the ecological succession in artificial forest, National Parks: In case of Chiaksan, Songnisan, Deogyusan, and Naejangsan. Kor. J. Env. Ecol. 26(4): 604-619. (in Korean with English abstract)
- Kim, N.C., U.J. Nam and K.J. Shin(2008) A study on the slope ecological restoration and revegetation models of the Baekdu-Mountain Range. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 11(1): 72-84. (in Korean with English abstract)
- Kwon, T.H., S.H. Choi and K.J. Yoo(2004a) Establishing the managerial boundary of the Baekdu-daegan - An approach by watershed expanding process -. The Korean Journal of Geographic Information Studies 5(4): 106-118. (in Korean with English abstract)
- Kwon, T.H., S.H. Choi and K.J. Yoo(2004b) Establishing the managerial boundary of the Baekdu-daegan(Ⅱ) - In the case of semi-mountainous district -. The Korean Journal of Geographic Information Studies 7(1): 61-74. (in Korean with English abstract)
- Lee, D.K., W.K. Song, S.W. Jeon, H.C. Sung and D.Y. Son(2007) Deforestation patterns analysis of the Baekdudaegan mountain range. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 10(4): 41-53. (in Korean with English abstract)
- Lee, D.W., J.H. Shin and S.G. Kang(2003) Watershed concept embedded in the Baekdudaegan frame. Korean J. Ecol. 26(4): 215-221. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.H., H.J. Hwon, G.S. Jeon, N.C. Kim, G.S. Park and H.K. Song(2008) Native plants selection for ecological replantation in roadside cutting-slope of the Baekdu range. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 11(4): 67-74. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., J.C. Jo and Y.C. Choi(1996) The community structure in old-growth forest of the Sangwonsa-Birobong area, Odaesan National Park. Kor. J. Env. Ecol. 9(2): 166-181. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.D., D.W. Kim and S.H. Choi(2011) Analyzing vegetation structure of Seongsil valley in the Nakdong-Jeongmaek. Kor.J. Env. Eco. 24(5): 582-590. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.D., S.H. Hong and J.S. Kim(2012) Plant community structure of Daetjae (hill) Baekbongryung (ridge), the Baekdudaegan mountains. Kor. J. Env. Ecol. 26(5): 719-729. (in Korean with English abstract)
- Lim, D.O., Y.S. Kim, Y.K. Park, Y.M. Ryu and M.H. Koh(2004) Vascular plants of Mt. Deog-yu area in the Baekdudaegan. Kor. J. Env. Ecol. 18(2): 107-122. (in Korean with English abstract)
- Oh, J.H., Y.K. Kim and J.O. Kwon(2007) An analysis of landcover change and temporal landscape structure in the main ridge area of the Baekdudaegan mountain system. The Korean Journal of Geographic Information Studies 10(3): 49-57. (in Korean with English abstract)
- Oh, K.K., S.H. Choi and K.T. Na(2003) Actual vegetation and degree of green naturalness in the Baekdudaegan from the Manbokdae to the Bokseongijae, Korea. Kor. J. Env. Ecol. 17(1): 26-34. (in Korean with English abstract)
- Park, I.H.(1985) A study on Forest Structure and Biomass in Baegwoonsan Natural Ecosystem. Seoul National University Graduate School Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy. pp. 42. (in Korean with English abstract)
- Park, S.G., H.J. Cho and C.B. Lee(2009) Vegetation types and floristic composition of native conifer forests in the ridge of the Baekdudaegan, South Korea. Jour. Korean For. Soc. 98(4): 461-471. (in Korean with English abstract)
- Pielou, E.C.(1977) Mathematical Ecology. John Wiley and Sons, N.Y. 165pp
- Shin, J.H.(2004) Management area and management strategy of Baekdudaegan. Kor. J. Env. Ecol. 18(2): 197-204. (in Korean with English abstract)
- Song, H.K., G.S. Jeon, N.C. Kim, G.S. Park, H.J. Kwon and J.H.

- Lee(2007) Selection of replantation species in roadside cutting-slope area of the Baekdu range. *J. Korean Env. Res. and Reveg. Tech.* 10(3): 52-59. (in Korean with English abstract)
- Song, J.S.(2008) A synecological study of the riverside vegetation of the upper stream of Nakdong river, Korea: Forest and shrub vegetation. *Kor. J. Env. Ecol.* 22(4): 443-452. (in Korean with English abstract)
- Um, T.W., G.T. Kim and G.C. Choo(2009) Vegetation structure of Sinseonnong in Byeonsanbando National Park. Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 23(2): 143-150. (in Korean with English abstract)
- Vaughn, K.J. and T.P. Young(2010) Contingent conclusions: Year of initiation influences ecological field experiments, but temporal replication is rare. *Restoration Ecology* 18(S1): 59-64.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecol. Monogra* 26: 1-80.
- Yoo, K.J.(2002) An approach for establishing conceptual framework of management spectrum on the Baekdudaegan area, Korea. *Kor. J. Env. Ecol.* 15(4): 408-419. (in Korean with English abstract)
- Yun, J.W., S.C. Jung, G.S. Koo, J.H. Lee, C.W. Yun, S.H. Joo(2010) Forest vegetation classification on Sobaeksan National Park in the Baekdudaegan. *Kor. J. Env. Ecol.* 24(6): 630-637. (in Korean with English abstract)