

순천시 조계산 운수암 계곡부 식물군집구조¹

한봉호² · 최진우^{3*} · 노태환⁴ · 허지연⁴

The Structure of Plant Community of the Woonsooam Valley in Jogyesan (Mt.), Suncheon¹

Bong-Ho Han², Jin-Woo Choi^{3*}, Tai-Hwan Noh⁴, Ji-Yeon Hur⁴

요약

본 연구는 순천시 조계산(해발고 884.3m) 운수암 계곡부를 대상으로 식물군집구조를 조사 분석하여 식생구조 특성과 생태적 천이계열, 보전가치를 밝히고 기초자료를 제공하고자 수행하였다. 조사구는 해발고 255~495m에 20m×20m 크기의 15개소를 설정하였다. DCA 기법에 의한 군집분류 결과 군집 I (소나무군집), 군집 II (굴참나무-졸참나무군집), 군집 III (졸참나무-굴참나무군집), 군집 IV (개서어나무-졸참나무군집), 군집 V (낙엽활엽수군집) 등 다섯 개의 식물군집으로 분류되었다. 순천시 조계산 일대는 온량지수를 분석한 결과 온대남부기후대의 식생이었다. 조계산 운수암 계곡부는 졸참나무군집 34.4%, 졸참나무-굴참나무군집 32.1%로 계곡부 사면을 중심으로 우점하여 분포하였으며, 계곡부를 중심으로 개서어나무군집이 5.5% 분포하였다. 관목층에서는 조릿대가 우점하고 있었다. 생태적 천이계열은 추정하기 어려웠으나, 장기적으로 모니터링을 통해 군집별 변화양상을 규명할 수 있을 것이다. 샤논의 종다양도지수(400m²)는 군집 III(1.0102~1.1013), 군집 V(0.9945), 군집 II(0.7913~1.1503), 군집 IV(0.8081~1.0749), 군집 I(0.9273) 순으로 높았다.

주요어: 개서어나무, 졸참나무, 온대남부기후대, 조릿대, 도립공원

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the ecological succession sere and conservative value, and to provide the basic data in Woonsooam Valley, in Jogyesan (Mt.) (altitude 884m), Suncheon City, Korea by analysing the structure of the plant community. Fifteen plots (size is 20m×20m) were set up at an altitude of range from 255m to 495m. As a result of analysis of DCA which is one of the ordination technique, the plant communities were divided into five groups which are community I (*Pinus densiflora* community), community II (*Quercus variabilis-Quercus serrata* community), community III (*Q. serrata-Q. variabilis* community), and community IV (*Carpinus tschonoskii-Q. serrata* community) and community V (Deciduous broad-leaved forest community). We found out that the vegetation of the study site located in the South Temperate Climate Zone. The study site is found out that *Q. serrata* community 34.4%, part of slope in valley is the distribution that dominant species is *Q. serrata-Q. variabilis* community 32.1%. And in valley showed *Carpinus tschonoskii*

1 접수 2013년 11월 20일, 수정(1차: 2014년 2월 14일, 2차: 2014년 2월 26일), 게재확정 2014년 2월 27일

Received 20 November 2013; Revised (1st: 14 February 2014, 2nd: 26 February 2014); Accepted 27 February 2014

2 서울시립대학교 도시과학대학 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, College of Urban Sciences, Univ. of Seoul, Seoul 130-743, Korea (hanho87@uos.ac.kr)

3 (재)환경생태연구재단 Environmental Ecosystem Research Foundation, Songpa-gu, Seoul 138-830, Korea (jinunechoi@gmail.com)

4 서울시립대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Univ. of Seoul, Seoul 130-743, Korea (tai-hwan@hanmail.net; nolnina@uos.ac.kr)

* 교신저자 Corresponding author: jinunechoi@gmail.com

community 5.5%. And *Sasa borealis* was dominant species in the shrub layer. We couldn't supposed that the ecological succession sere of the study site, however we should do a long-term monitoring to investigate the changes of the ecological succession each plant community, According to the index of Shannon's diversity (unit: 400m²), community III was ranged from 1.0102 to 1.1013, community V was 0.9945, community II was ranged from 0.7913 to 1.1503, community IV was ranged from 0.8081 to 1.0749 and community I was 0.9273.

KEY WORDS: *Carpinus tschonoskii*, *Quercus serrata*, SOUTH TEMPERATE CLIMATE ZONE, *Sasa borealis*, PROVINCIAL PARK

서론

조계산(884.3m)은 북위 34° 58' 20" ~ 35° 0' 35", 동경 127° 15' 50" ~ 127° 21' 5" 에 위치하고 있고, 행정구역상으로는 전라남도 순천시 승주읍, 주암면, 송광면, 낙안면의 1개읍 3개면에 걸쳐 있다. 조계산은 1979년 12월 26일에 깊은 계곡과 울창한 숲, 폭포, 약수 등 자연경관이 아름다워 11번째로 도립공원으로 지정되었는데, 지정 당시 면적은 23.16km²이었으나 현재는 27.38km²이다. 조계산은 예로부터 소강남(小江南)이라는 애칭이 있는 명산으로 송광산(松廣山)이라고도 하며, 백두대간에서부터 내려와 호남정맥상에 위치하여 광주의 무등산, 영암의 월출산과 삼각형을 이룬다. 또한 명승지로 서쪽에 송광사(서기 750년경 창건), 동쪽에 한국불교 태고종 선암사(서기 529년 창건), 국보 3개소, 보물 14개소, 천연기념물 2개소, 사찰 및 암자 6개소, 탑 1개소 등이 입지하여 1998년 12월 23일에는 사적 및 명승 제8호로 지정되었다.

조계산은 전국에서도 비교적 잘 알려진 명산이며, 천연적 문화적 관광자원이 풍부한 곳이나, 1950년대에 들어와 산림 훼손이 극심하였으나 현재는 2차림이 회복되어 발달하고 있다(Park, 2003). 또한 선암사가 위치한 동쪽 사면과 계곡부, 송광사, 천자암 사찰림은 비교적 잘 보존되어 있다(Kim et al., 1982; Chung and Kim, 1986).

조계산은 1979년 도립공원으로 지정되면서부터 조계산에 대한 자연보전적인 측면의 식생 연구가 이루어지기 시작하였다. Kim and Chang(1982)은 조계산의 식물상은 총 122과 424속 597종 107변종 10품종(총 714종류)을 밝혔으며, 특징 수종으로 털조장나무, 박쥐나무, 대팻집나무, 히어리, 노목인 자귀나무, 고로쇠나무, 차나무군락, 노각나무, 흰말채나무 등이라고 하였으며, Chang(1991)은 조계산에 소나무, 상수리나무, 신갈나무, 굴참나무, 졸참나무, 서어나무, 굴피나무 등 산림식생 7개 군락과 리기다소나무, 잣나무, 편백, 삼나무, 일본잎갈나무, 밤나무, 일본목련 등 인공식재 군락 7개, 그리고 붉나무, 노각나무, 비목나무, 매죽나무,

느티나무, 층층나무, 들메나무, 물푸레나무 등 대상군락 8개가 분포하였다고 하였다. Kim(2002)은 조계산을 대상으로 지형인자와 산림군락간의 공간적 관계를 분석하여 조계산의 식생을 표고, 향, 경사 등에 따라 산림식생 특성을 보고한 바 있으며, Kim(2012)은 선암사골 계곡부 식생을 대상으로 굴참나무군집, 졸참나무군집, 낙엽활엽수혼효군집, 개서어나무군집 4개로 구분하여 천이계열을 졸참나무군집에서 개서어나무군집으로 발달하고 있는 초기단계로 추정하였다.

조계산 전역의 소나무림은 인간간섭과 한국전쟁 당시의 벌채와 산불 등 인위적 피해를 받아 훼손되었고, 소나무는 내음성이 약하므로 이미 존재하였던 소나무림을 제외하고는 낙엽활엽수림화되어 가고 또 활엽수림으로 보전된 것으로 예상하였으며, 선암사 일대의 식생은 조계산에서 가장 잘 보전된 지역이라고 볼 수 있다(Kim and Chang, 1982; Kim, 2012). 이와 같이 그동안 조계산의 자연자원에 대한 연구는 식물상을 중심으로 시작하여 전반적인 군락분포 특성과 특정종에 대한 군락구조와 동태 연구가 주로 이루어져 왔으며, 조계산에 분포하는 식생의 보전가치에 대한 연구와 정보는 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 순천시 조계산을 대상으로 상대적으로 식생이 잘 보전되어 온 선암사 일대 운수암 계곡부 낙엽활엽수림의 식물군집구조를 조사 분석하여 식생구조 특성과 생태적 천이계열, 보전가치를 밝히고 관리를 위한 식생 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

연구방법

1. 연구대상지

순천시 조계산은 도립공원으로 해발고가 884.3m이다. 연구대상지는 조계산 선암사에서 선암사 암자인 운수암을 거쳐 북서쪽 범바위(해발고 650m)로 연결되는 계곡부 유역권으로 범위를 한정하고, 20m×20m(400m²) 크기의 방형구 15개소를 설정하였다. 조사구 위치도는 1/5,000 수치지형도에 표기하여 Figure 1과 같이 작성하였으며, 식생구조 조

사는 2010년 3월 13일에 실시하였다.

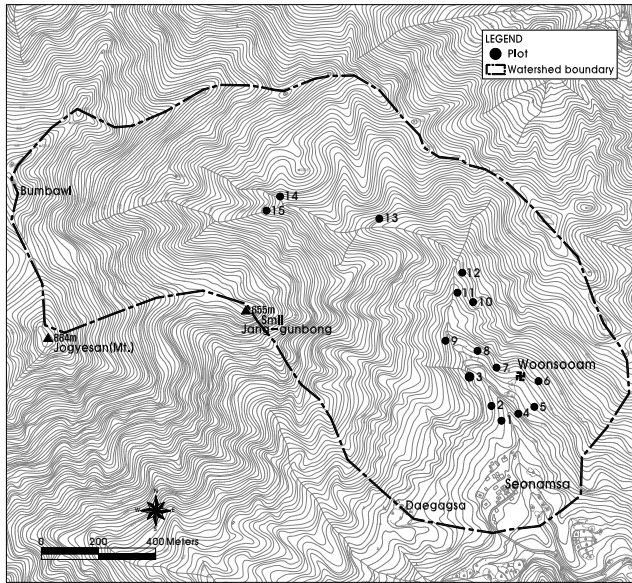


Figure 1. Location map of survey area and investigated plots

2. 조사분석 방법

1) 기후특성

연구대상지의 기후 특성은 순천시의 최근 30년간(1981~2010년) 기후자료(KMA, 2011)를 활용하여 월평균 최고, 최저, 평균기온(°C), 연평균기온(°C), 강수량(mm), 상대습도(%)를 파악하였으며, 월평균기온 자료를 활용하여 온량지수(warmth index, °C·월)를 산출하여 연구대상지의 식생기후대를 파악하였다.

2) 식물군집구조

식생조사는 조사구 내 목본을 대상으로 교목층과 아교목층은 흉고직경 2cm 이상인 수목의 흉고직경, 수고, 지하고, 수관폭을 조사하였고, 관목층은 흉고직경 2cm 이하 또는 수고 2m 이하인 수목의 수고와 수관폭을 조사하였다. 조사구의 입지환경을 파악하기 위해 해발고, 향, 경사도, 지형특성과 층위별로 평균 수고, 흉고직경, 피도를 조사하였다.

군집분류는 TWINSpan에 의한 classification 분석(Hill, 1979b)과 DECORANA(DCA: Hill, 1979a) 분석을 실시하였으며, McCune and Mefford(1999)의 'PC-ORD' 프로그램을 사용하여 상대우점치에 의한 종조성 특성을 고려하여 군집을 분류하고 군집을 명명하였다.

상대우점치는 층위별 출현종의 세력비교를 통하여 각 조사구의 생태적 천이경향 예측 및 층위구조 형성을 판단하기

위한 방법이다. 식생조사 자료를 바탕으로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance value: I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance percentage: I.P.)는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였으며 수관피도는 흉고단면적을 기준으로 하였으며 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 $\{(교목층I.P.\times 3)+(아교목층I.P.\times 2)+(관목층I.P.\times 1)\}/6$ 으로 평균상대우점치(Mean importance percentage: M.I.P.)를 구하였다(Yim *et al.*, 1980; Park *et al.*, 1987; Oh and Park, 2002).

흉고직경급별 분포(Harcomb and Marks, 1978)는 식생조사 자료를 바탕으로 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로 산림천이 양상을 추정하기 위하여 해당 군집의 생태적 천이계열을 밝히기 위해 필요한 분석항목 중 하나로 분석하였다. 군집 간 유사성의 정도를 측정하기 위해 Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도지수(Similarity Index: S.I.)를 분석하였으며, 군집별 Shannon의 종다양도지수(H') (Pielou, 1975), 균재도(J'), 우점도(D), 최대종다양도(H'max)를 산출하여 식생구조를 정량적으로 평가하고자 하였다(Krebs, 1985).

3) 토양 이화학적 특성

연구대상지 내 설정한 식물군집구조 조사구 내에서 대표 조사구의 환경적 구조를 고려하여 표토를 제거하고 토양 A층에서 시료를 채취하였고, 음건 후 SSSA(Soil Science society of America)의 Method of Soil Analysis를 준용하여 토양산도(pH), 전기전도도(EC: Electrical Conductivity), 유기물 함량(Soil Organic Matter), 유효인산(Available Phosphorus), 전질소(T-N: Total Nitrogen), 양이온교환용량(CEC: Cation Exchange Capacity), 치환성양이온(Exchangeable Cation), 토성(Soil Texture)을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 기후특성

최근 30년간(1981~2010) 기상청의 한국기후표(KMA, 2011)의 순천시 기후자료(기상대 관측지점: 북위 35°04', 동경 127°14')에 따르면, 30년간 월평균 최고기온은 8월에 34.9°C, 최저기온은 1월에 -11.6°C이었으며, 연평균 최고기온은 25.7°C, 최저기온은 1.1°C이었다. 월평균기온은 1월의 -0.4°C에서 8월의 25.2°C 범위 내로 나타났고, 연평균기온은 12.6°C이었다. 강수량은 1월에 최저 32.0mm, 최고 7월 337.3mm로 연강수량은 1,531.3mm이었고, 습도는 3월에 최

저 63.4%, 8월에 최고 78.5%, 연평균 71.1%이었다. 온량지수(warmth index)는 월평균기온 5℃ 이상인 달에 대해 월평균기온과 5℃와의 차를 1년 동안 합한 값으로서 분석결과 104℃·월이었으며, 온량지수가 100℃·월 이상이므로 온대남부림에 해당되었다.

2. 식물군집구조

1) 조사구의 classification 및 ordination

15개 조사구에 대하여 TWINSpan에 의한 classification 분석을 실시하였다. 제1단계(level 1) 제1division(eigenvalue 0.325)에서는 나도밤나무(+), 합다리나무(+), 개서어나무(+), 굴참나무(-) 유무에 의해 크게 두 개 그룹으로 나누어졌으며, 제2단계(level 2) 제2division(eigenvalue 0.280)에서는 당단풍나무(+에 의해 두 개 그룹으로, 제3division(eigenvalue 0.352)에서는 개다래(+ 유무에 의해 두 개 그룹으로 나누어져 전체적으로 4개의 군집으로 분류되었다(Figure 2). 분류된 4개의 군집은 군집별 종조성이 혼합되어 있어 군집 분류가 명확하지 않다고 판단되어 Ordination 분석을 하였다.

Ordination 분석(Orloci, 1978)으로 조사구 간의 상이성과 평균상대우점치를 바탕으로 조사구를 배치한 결과, DCA 축의 eigenvalue이 제1축 0.486, 제2축 0.144, 제3축 0.058로 제1축과 제2축이 축 전체 합 0.688의 total variance 91.6%로 전체집중률이 높았다. 각 조사구의 배치를 살펴보면, 왼쪽부터 소나무군집(I), 굴참나무-졸참나무군집(II), 졸참나무-굴참나무군집(III), 개서어나무-졸참나무군집(IV), 낙엽활엽수군집(V) 등 5개 군집으로 분류되었다(Figure 3). 본 연구에서는 조사구별 종조성과 평균상대우점치를 고려하였을 때 TWINSpan의 군집분류는 군집별 종조성이 혼합되어 있어 식별종 유무에 의한 군집분류가 명확하지 않았으나, DCA에 의한 군집분류는 5개의 군집별 상대우점치에 의한 종조성 특성이 명확하여 DCA 기법에

의하여 군집을 분류하였다. 다만, 소나무군집(I)과 낙엽활엽수군집(V)는 조사 후 분류결과 각각 1개의 조사구가 별도로 분류되었다.

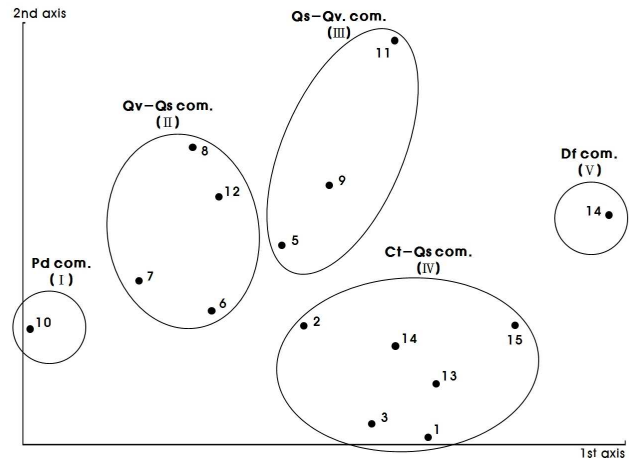


Figure 3. DCA ordination of fifteen plots at the Woonsooam Valley in Jogyesan (Mt.)

(*Pd: *Pinus densiflora*, Qv: *Quercus variabilis*, Qs: *Quercus serrata*, Ct: *Carpinus tshonoskii*, Df: Deciduous broad-leaved forest)

2) 조사구 일반적 개황

Table 1은 20m×20m(400m²) 크기의 조사구 방형구 15개소에 대한 일반적 개황으로서 군집분류 결과를 반영하여 5개의 군집을 기준으로 조사구를 배열하였으며, 특히 지형은 산록(Pm), 산복(HS), 사면(SI), 계곡(Va)으로 구분하여 표기하였다. 해발고는 255m(조사구 1)에서 495m(조사구 15)이었으며, 전체적으로 주향은 남동향이었으며, 경사도는 완경사지에서 급경사지 범위이었다. 전체적으로 교목층은 평균수고 10~19m, 평균흉고직경 16~35cm, 식피율 75~90%, 아교목층은 평균수고 4~9m, 평균흉고직경 4~8cm, 식피율 50~75%,

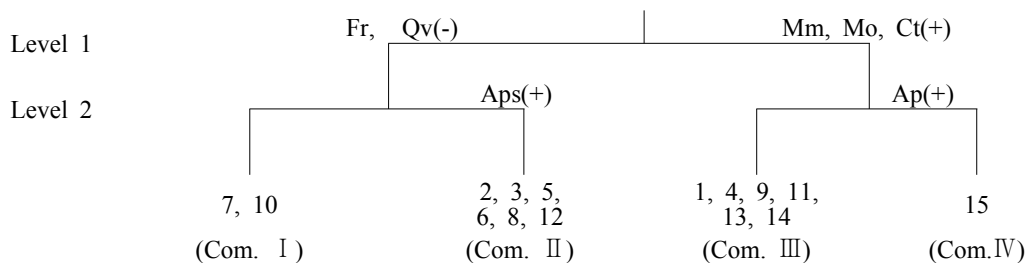


Figure 2. Dendrogram of classification by TWINSpan using fifteen plots at the Woonsooam Valley, in Jogyesan (Mt.) (Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Qv: *Quercus variabilis*, Mm: *Meliosma myriantha*, Mo: *Meliosma oldhamii*, Ct: *Carpinus tshonoskii*, Aps: *Acer pseudo-sieboldianum*, Ap: *Acer palmatum*)

관목층은 평균수고 1.5~2.0m, 식피율 70~95%이었다.

군집 I (소나무-졸참나무군집)은 해발고 345m, 완경사지 산복 사면에 위치하고 있었고, 교목층은 평균수고 13m, 평균DBH(흉고직경) 25cm, 식피율 85%, 아교목층은 평균수고 6m, 평균DBH 7cm, 식피율 70%, 관목층은 평균수고 2m, 식피율 95%이었다. 군집 II(굴참나무-졸참나무군집)는 해발고 300~345m, 급경사지 사면에 위치하고 있었고, 교목층은 평균수고 10~19m, 평균DBH 16~35cm, 식피율 75~85%, 아교목층은 평균수고 4~7m, 평균DBH 4~6cm, 식피율 70%, 관목층은 평균수고 1.5~2m, 식피율 70~90%이었다. 군집 III(졸참나무-굴참나무군집)은 해발고 285~330m, 급경사지 사면 및 계곡부에 위치하고 있었고, 교목층은 평균수고 14~19m, 평균DBH 23~35cm, 식피율 80~85%, 아교목층은 평균수고 5~6m, 평균DBH 5~7cm, 식피율 70%, 관목층은 평균수고 1.5~2m, 식피율 70~90%이었다. 군집 IV(개서어나무-졸참나무군집)는 해발고 255~495m, 주로 급경사지 계곡부에 위치하고 있었고, 교목층은 평균수고 14~16m, 평균DBH 18~28cm, 식피율 80~90%, 아교목층은 평균수고 5~7m, 평균DBH 6~8cm, 식피율 50~75%, 관목층은 평균수고 1.5m, 식피율 70~90%이었다. 군집 V(낙엽활엽수군집)는 해발고 485m, 급경사지 계곡부에 위치하고 있었고, 교목층은 평균수고 18m, 평균DBH 28cm, 식피율 80%, 아교목층은 평균수고 9m, 평균DBH 8cm, 식피율 50%, 관목층은 평균수고 1.5m, 식피율 80%이었다.

본 연구대상지는 해발고 255~495m의 낙엽활엽수림으로 대부분 층위가 발달한 상태이었으며, 교목층의 평균흉고직경이 16~35cm로 대경목(30cm이상)의 성숙림(thrifty mature forest)이었다. 군집 I(소나무-졸참나무군집)은 산복사면, 군집 II(굴참나무-졸참나무군집)는 산복 및 사면부, 군집

III(졸참나무-굴참나무군집)은 사면 및 계곡부, 군집 IV(서어나무-졸참나무군집)는 대체로 계곡부, 군집 V(낙엽활엽수군집)는 계곡부에 위치하고 있었다.

3) 상대우점치 및 흉고직경급별 분포

군집 I은 소나무군집(조사구 10)으로 분포 위치는 운수암 맞은편 산복사면이었다. 층위별 상대우점치(I.P.: importance percentage)를 보면, 교목층에서는 소나무(I.P.: 50.7%)가 우점종이었고, 굴참나무(I.P.: 14.2%)와 졸참나무(I.P.: 14.0%)가 출현하였다. 아교목층에서는 대팻집나무(I.P.: 34.1%)가 우점하였고, 소나무(I.P.: 16.0%), 노각나무(I.P.: 15.3%)가 주요 출현수종이었다. 관목층에서는 철쭉(I.P.: 40.9%), 진달래(I.P.: 37.7%)가 우점종이었다. 주요 수종의 흉고직경급별 분포 분석결과, 소나무는 DBH 7~31cm 범위에서는 11개체가 고르게 분포하였고, DBH 32cm 이상 범위에서 3개체이었다. 그 외 굴참나무는 DBH 22~26cm 범위에서 2개체, DBH 37~41cm 이상 범위에서 1개체, 졸참나무는 DBH 2~26cm 범위에서 8개체, DBH 26cm 이상 범위에서는 분포하지 않았다.

군집 II는 굴참나무-졸참나무군집(조사구 6, 7, 8, 12)으로 주로 운수암 주변 사면에 분포하였다. 층위별 상대우점치는 교목층에서 굴참나무(I.P.: 68.5%)가 우점하였고, 졸참나무(I.P.: 26.3%)가 출현하였다. 아교목층에서는 졸참나무(I.P.: 19.5%)가 우점종이었고, 노각나무(I.P.: 9.8%), 때죽나무(I.P.: 8.9%), 굴참나무(I.P.: 8.3%), 당단풍나무(I.P.: 8.2%)가 주요 출현수종이었다. 관목층에서는 철쭉(I.P.: 33.6%)이 우점종이었다. 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 보면, 굴참나무는 DBH 2~31cm 범위에서 22개체, DBH 32

Table 1. General description of the physical features and vegetation structure of the surveyed plots

| Community* | | I | | | | | II | | | | | III | | | IV | | | | | V |
|-------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|---|
| Plot | | 10 | 6 | 7 | 8 | 12 | 5 | 9 | 11 | 1 | 2 | 3 | 4 | 13 | 15 | 14 | | | | |
| Altitude (m) | | 345 | 310 | 300 | 300 | 345 | 285 | 310 | 330 | 255 | 270 | 280 | 265 | 410 | 495 | 485 | | | | |
| Geographical features** | | Hs | Sl | Hs | Sl | Sl | Sl | Va | Va | Va | Sl | Va | Va | Va | Va | Va | | | | |
| Canopy layer | Mean height (m) | 13 | 18 | 10 | 18 | 19 | 14 | 18 | 19 | 14 | 16 | 14 | 16 | 15 | 16 | 18 | | | | |
| | Mean DBH (cm) | 25 | 35 | 16 | 35 | 34 | 23 | 35 | 30 | 24 | 24 | 18 | 28 | 26 | 24 | 28 | | | | |
| | Coverage (%) | 85 | 80 | 75 | 85 | 80 | 80 | 85 | 80 | 90 | 80 | 85 | 85 | 90 | 90 | 80 | | | | |
| Understory layer | Mean height (m) | 6 | 7 | 4 | 7 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 7 | 7 | 7 | 9 | | | | |
| | Mean DBH (cm) | 7 | 6 | 4 | 5 | 6 | 5 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 7 | 8 | 8 | | | | |
| | Coverage (%) | 70 | 70 | - | - | 70 | - | 70 | 70 | 50 | 60 | 75 | 60 | 50 | 70 | 50 | | | | |
| Shrub layer | Mean height (m) | 2 | 1.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | | | | |
| | Coverage (%) | 95 | 80 | 90 | 70 | 70 | 90 | 70 | 85 | 85 | 90 | 90 | 80 | 70 | 80 | 80 | | | | |

* I: *Pinus densiflora* com., II: *Quercus variabilis-Quercus serrata* com., III: *Quercus serrata-Quercus variabilis* com.,

IV: *Carpinus tschonoskii-Quercus serrata* com., V: Deciduous broad-leaved forest com.

**HS: Hillside, Sl: Slope, Va: Valley

Table 2. Importance percentage of woody species by the stratum in each community

| Scientific name | <i>Pinus densiflora</i> community (I) | | | | <i>Quercus variabilis</i> - <i>Quercus serrata</i> community (II) | | | | <i>Q. serrata</i> - <i>Q. variabilis</i> community (III) | | | | <i>Carpinus tshonoskii</i> - <i>Q. serrata</i> community (IV) | | | | Deciduous broad-leaved forest community (V) | | | |
|---|---------------------------------------|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|
| | C | U | S | M | C | U | S | M | C | U | S | M | C | U | S | M | C | U | S | M |
| <i>Actinidia polygama</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.9 | 1.8 | 0.6 | - | - | - | - | |
| <i>Cephalotaxus koreana</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2.2 | 0.4 | - | - | - | - | |
| <i>Carpinus tshonoskii</i> | - | - | - | - | 3.6 | 4.2 | 1.8 | 3.5 | 8.1 | 15.0 | 7.2 | 10.3 | 42.9 | 37.0 | 10.7 | 35.6 | 20.2 | 39.0 | 23.1 | |
| <i>Corylus sieboldiana</i> | - | - | 2.2 | 0.4 | - | - | 5.1 | 0.9 | - | - | 2.0 | 0.3 | - | - | 2.0 | 0.3 | - | - | - | |
| <i>Rhus trichocarpa</i> | - | - | - | - | - | 0.9 | - | 0.3 | - | - | - | - | - | 0.4 | 1.3 | 0.3 | - | - | - | |
| <i>Acer mono</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.8 | 0.7 | - | 1.2 | - | 4.2 | 1.4 | |
| <i>Diospyros lotus</i> | - | - | - | - | - | 0.7 | - | 0.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| <i>Cornus macrophylla</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.3 | - | 0.4 | 3.2 | - | - | 1.6 | - | - | - | |
| <i>Ligustrum japonicum</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2.1 | - | 0.7 | |
| <i>Quercus variabilis</i> | 14.2 | - | - | 7.1 | 68.5 | 8.3 | - | 37.1 | 24.0 | 2.1 | - | 12.7 | 6.0 | 1.2 | - | 3.4 | - | - | - | |
| <i>Platycarya strobilacea</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.8 | - | - | 3.4 | - | - | - | - | 73.6 | - | 36.8 | |
| <i>Meliosma myriantha</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.4 | - | 1.1 | 1.5 | 6.4 | 2.6 | 3.3 | - | - | - | |
| <i>Stewartia koreana</i> | 7.3 | 15.3 | - | 8.8 | - | 9.8 | - | 3.3 | - | 11.7 | 6.0 | 4.9 | 4.1 | 6.0 | 4.2 | 4.7 | - | 4.2 | 1.4 | |
| <i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> | - | - | - | - | - | - | 1.2 | 0.2 | - | 0.6 | - | 0.2 | - | - | 0.9 | 0.1 | - | - | - | |
| <i>Zelkova serrata</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.7 | - | 0.3 | - | 3.7 | 1.2 | |
| <i>Actinidia arguta</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.6 | 0.3 | - | - | - | |
| <i>Acer palmatum</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.6 | 5.3 | 1.1 | - | - | - | |
| <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> | - | 4.3 | 0.4 | 1.5 | - | 8.2 | 6.0 | 3.7 | - | 17.4 | 9.9 | 7.5 | - | 10.8 | 16.7 | 6.4 | - | 3.0 | 11.1 | 2.9 |
| <i>Ilex macropoda</i> | 2.7 | 34.1 | 3.9 | 13.4 | - | 5.8 | - | 1.9 | - | 1.8 | - | 0.6 | - | 2.5 | 4.9 | 1.6 | - | 2.4 | 9.4 | 2.4 |
| <i>Styrax japonica</i> | - | 2.8 | - | 0.9 | - | 8.9 | 5.3 | 3.8 | - | 3.3 | 3.0 | 1.6 | 1.3 | 4.4 | 1.0 | 2.3 | - | 2.0 | 6.5 | 1.8 |
| <i>Deutzia parviflora</i> | - | - | 2.2 | 0.4 | - | - | 3.1 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | 3.4 | 0.6 | - | - | - | - |
| <i>Fraxinus rhynchophylla</i> | - | - | 1.9 | 0.3 | - | 4.5 | 8.3 | 2.9 | - | 1.4 | 4.7 | 1.2 | - | - | 3.2 | 0.5 | - | - | - | - |
| <i>Castanea crenata</i> | - | - | - | - | - | 0.8 | - | 0.3 | - | - | - | - | 0.7 | - | - | 0.4 | - | - | - | - |
| <i>Lindera glauca</i> | - | - | - | - | - | - | 1.9 | 0.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Rhus chinensis</i> | - | - | - | - | - | 1.0 | - | 0.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Sapium japonicum</i> | - | - | - | - | - | 6.6 | 4.9 | 3.0 | - | 6.5 | 2.0 | 2.5 | - | 9.9 | 13.3 | 5.5 | - | 24.9 | 22.3 | 12.0 |
| <i>Rhus sylvestris</i> | - | 3.9 | - | 1.3 | - | 0.5 | - | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Cornus kousa</i> | - | 4.6 | - | 1.5 | - | 1.2 | - | 0.4 | - | 1.8 | 12.8 | 2.7 | - | 0.7 | 0.9 | 0.4 | - | 4.2 | - | 1.4 |
| <i>Prunus sargentii</i> | - | - | - | - | - | 3.3 | - | 1.1 | - | 2.8 | 1.2 | 1.2 | 1.6 | 3.8 | - | 2.1 | - | - | - | - |
| <i>Lindera obtusiloba</i> | - | - | - | - | - | 5.5 | 12.1 | 3.9 | - | 2.2 | 25.4 | 5.0 | - | 0.7 | 7.1 | 1.4 | - | - | - | - |
| <i>Pinus densiflora</i> | 50.7 | 16.0 | 5.0 | 31.5 | - | 3.2 | - | 1.1 | - | - | - | - | 1.4 | - | 0.8 | 0.8 | - | - | - | - |
| <i>Lithocarpus edulis</i> | 11.1 | 8.9 | 2.5 | 9.0 | - | 1.1 | - | 0.4 | - | - | - | - | 0.7 | - | - | 0.4 | - | - | - | - |
| <i>Albizia julibrissin</i> | - | - | - | - | 1.6 | - | - | 0.8 | - | 0.8 | 2.0 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Callicarpa japonica</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.5 | 0.3 | - | 22.2 | 3.7 | - |
| <i>Pinus koraiensis</i> | - | - | - | - | - | - | 0.5 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | 2.9 | 0.5 | - | - | - | - |
| <i>Abies holophylla</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.2 | 0.9 | - | 0.4 | 2.3 | 0.5 | - | - | - | - |
| <i>Quercus serrata</i> | 14.0 | 7.8 | - | 9.6 | 26.3 | 19.5 | 1.2 | 19.9 | 58.0 | 9.3 | 1.4 | 32.4 | 30.2 | 6.3 | 1.6 | 17.5 | - | - | - | - |
| <i>Rhododendron mucronulatum</i> | - | 2.3 | 37.7 | 7.1 | - | - | 5.4 | 0.9 | - | - | 2.4 | 0.4 | - | 0.8 | 7.1 | 1.5 | - | - | - | - |
| <i>Styrax obassia</i> | - | - | - | - | - | 2.7 | - | 0.9 | - | 2.6 | - | 0.9 | 0.6 | 5.1 | - | 2.0 | - | 10.3 | - | 3.4 |
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> | - | - | - | - | - | - | 1.0 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Euonymus oxyphyllus</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.6 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | 28.5 | 4.8 |
| <i>Rhododendron schlippenbachii</i> | - | - | 40.9 | 6.8 | - | 1.2 | 33.6 | 6.0 | - | - | - | - | - | - | 0.9 | 0.1 | - | - | - | - |
| <i>Smilax sieboldii</i> | - | - | - | - | - | - | 1.8 | 0.3 | - | - | 1.4 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Smilax china</i> var. <i>microphylla</i> | - | - | 3.4 | 0.6 | - | - | 3.9 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Cornus controversa</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.2 | - | - | 3.1 |
| <i>Celtis sinensis</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2.3 | - | - | 1.1 | - | - | - | - |
| <i>Meliosma oldhamii</i> | - | - | - | - | - | 2.0 | 2.8 | 1.1 | 3.0 | 15.9 | 3.7 | 7.4 | 1.8 | 0.8 | - | 1.1 | - | - | - | - |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

*C: Importance percentage in canopy layer, U: Importance percentage in understory layer, S: Importance percentage in shrub layer, M: Mean importance percentage

cm 이상 범위에서 14개체로 모든 범위에서 고르게 분포하였고, 특히 DBH 7~11cm 범위에서 8개체로 가장 많았다. 그 외 졸참나무는 DBH 2~16cm 범위에서 31개체, DBH 17~26cm 범위에서 2개체, DBH 32cm 이상 범위에서 4개체 등이 분포하였고, 개서어나무는 DBH 2~26cm 범위에서 8개체이었다.

군집 Ⅲ은 졸참나무-굴참나무군집(조사구 5, 9, 11)으로 층위별 상대우점치를 보면, 교목층에서는 졸참나무(I.P.: 58.0%)가 우점종이었고, 굴참나무(I.P.: 24.0%)가 주요 출현수종이었다. 아교목층에서는 당단풍나무(I.P.: 17.4%)와 개서어나무(I.P.: 15.0%)가 우점하였고, 노각나무(I.P.: 11.7%), 졸참나무(I.P.: 9.3%)가 주요 출현수종이었다. 관목층에서는 생강나무(I.P.: 25.4%)가 우점종이었다. 주요 수종의 흉고직경급별 분포 분석결과, 졸참나무는 DBH 7~21cm 범위에서 15개체, DBH 31~36cm 범위에서 9개체, DBH 47cm 이상 범위에서 2개체이었고, 굴참나무는 DBH 12~36cm 범위에서 10개체, DBH 42~46cm 범위에서 1개체, 개서어나무는 DBH 2~21cm 범위에서 16개체로 졸참나무, 굴참나무에 비해 교목층의 대경목 분포에서는 세력이 약하였으나, 소경목의 아교목층에서는 경쟁관계에 있었다.

군집 Ⅳ는 개서어나무-졸참나무군집(조사구 1, 2, 3, 4, 13, 15)으로 층위별 상대우점치는 교목층에서 개서어나무(I.P.: 42.9%)가 우점하였고, 졸참나무(I.P.: 30.2%)의 세력이 개서어나무보다 약하였다. 아교목층에서도 개서어나무(I.P.: 37.0%)가 우점종이었고, 당단풍나무(I.P.: 10.8%), 사람주나무(I.P.: 9.9%), 나도밤나무(I.P.: 6.3%), 졸참나무(I.P.: 6.2%) 등이 출현하였다. 관목층에서는 당단풍나무(I.P.: 16.7%), 사람주나무(I.P.: 13.3%) 등이 출현하였다. 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 보면, 개서어나무는 DBH 2~16cm 범위에서 64개체, DBH 17~31cm 범위에서 27개체, DBH 32cm 이상 범위에서 10개체로 전체 범위에서 광범위하게 분포하고 있었다. 졸참나무 역시 DBH 2~16cm 범위에서 11개체, DBH 17~31cm 범위에서 14개체, DBH 32cm 이상 범위에서 8개체로 광범위하게 분포하였으나 개체수가 개서어나무보다 적었으며, 굴참나무는 DBH 3~16cm 범위에서 7개체, DBH 27~31cm 범위에서 1개체, DBH 37~41cm 범위에서 1개체 분포하였다.

군집 Ⅴ는 낙엽활엽수군집(조사구 14)으로 분포 위치는 조사구 중 가장 계곡에 위치하였다. 교목층에서는 굴피나무

(I.P.: 73.6%)가 우점하였고, 개서어나무(I.P.: 20.2%), 층층나무(I.P.: 6.2%)가 출현하였다. 아교목층에서는 개서어나무(I.P.: 39.0%), 사람주나무(I.P.: 24.9%)가 우점하며 쪽동백나무(I.P.: 10.3%), 고로쇠나무(I.P.: 4.2%), 느티나무(I.P.: 3.7%), 산딸나무(I.P.: 4.2%) 등 다양한 낙엽활엽수가 출현하였다. 관목층에서는 참회나무(I.P.: 28.5%), 사람주나무(I.P.: 22.3%), 작살나무(I.P.: 22.2%) 등이 출현수종이었다. 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 보면, 굴피나무는 DBH 17~26cm 범위에서 5개체, DBH 32cm 이상 범위에서 4개체이었고, 개서어나무는 DBH 2~21cm 범위에서 15개체, 층층나무는 DBH 22~26cm 범위에서 1개체이었다.

군집별 천이경향을 종합해보면, 군집 Ⅰ은 소나무군집으로 교목층과 아교목층에서 소나무가 우점하였고, 아교목층에 참나무류가 다소 출현하였으나 소나무의 세력이 강하여 당분간 소나무가 우점하는 현재의 식생구조를 유지할 것으로 예측되었으며, 군집 Ⅱ는 운수암 주변 사면에 분포한 굴참나무-졸참나무군집 굴참나무(M.I.P.: 37.1%)가 우점하는 군집으로 유지되면서 굴참나무가 차세대를 형성할 것으로 판단되나, 아교목층에서의 졸참나무 세력이 우세하며 졸참나무와 개서어나무의 개체수가 많아 식생구조 변화 예측은 불확실하였다. 군집 Ⅲ은 졸참나무-굴참나무군집으로 졸참나무(M.I.P.: 32.4%)가 우점하는 군집으로 유지될 것으로 예측되나 아교목층에서 당단풍나무, 개서어나무가 우점하고 졸참나무에 비해 개서어나무의 개체수가 많아 생태적 천이 변화 예측은 불확실하여 지속적인 모니터링을 통한 군집 변화 양상 규명이 필요하였다. 군집 Ⅳ는 개서어나무-졸참나무군집으로 개서어나무(M.I.P.: 35.6%)가 우점하는 군집으로 발달할 것으로 예측되었으며, 교목층과 아교목층에서 개서어나무가 우점하고, 졸참나무가 교목층에서 개서어나무보다 세력이 약하고 아교목층에 출현하나 비율이 적고 개체수가 많으나 개서어나무와 비교하였을 때 차이가 크게 나므로 본 군집은 졸참나무군집에서 개서어나무군집으로 생태적 천이가 진행된 것으로 판단되었다. 군집 Ⅴ는 낙엽활엽수군집으로 당분간 굴피나무(M.I.P.: 36.8%), 개서어나무(M.I.P.: 23.1%), 사람주나무(M.I.P.: 12.0%) 등이 우점하는 군집을 유지할 것으로 예측되었다. 이를 종합해보면 조계산 운수암 계곡부는 온대남부림 자연 식생의 특성을 나타내고 있었다. 하지만 조계산 운수암 계곡부를 비롯한 모든 군집별 조사구에는 조릿대가 70% 이상의 비율로 밀도

Table 3. The coverage of *Sasa borealis* by the stratum in each community

| Community* | I | | | | | II | | | III | | | IV | | | | | V |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|--|---|
| Plot | 10 | 6 | 7 | 8 | 12 | 5 | 9 | 11 | 1 | 2 | 3 | 4 | 13 | 15 | 14 | | |
| <i>Sasa borealis</i> coverage(%) | 95 | 80 | 90 | 70 | 70 | 90 | 70 | 85 | 85 | 90 | 90 | 80 | 70 | 80 | 80 | | |

*Plant community names are referred from Table 1

Table 4. DBH class distribution of major woody species of five communities by DCA at the Woonsoom Valley, in Jogyesan (Mt.)

| Com. ^a | Species name | SH ^b | DBH class ^c | | | | | | | | | | | Total |
|-------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-------|
| | | | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 | D12 | |
| I | <i>Pinus densiflora</i> | 4 | - | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | - | 2 | - | - | 18 |
| | <i>Quercus variabilis</i> | - | - | - | - | - | 2 | - | - | 1 | - | - | 3 | |
| | <i>Quercus serrata</i> | - | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 8 | |
| II | <i>Quercus variabilis</i> | - | 1 | 8 | 5 | 5 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 36 |
| | <i>Quercus serrata</i> | 4 | 10 | 11 | 10 | - | 1 | 1 | 2 | - | 1 | - | 1 | 41 |
| | <i>Carpinus tschonoskii</i> | 4 | 2 | 4 | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | 12 |
| III | <i>Quercus serrata</i> | 4 | - | 1 | 7 | 7 | - | 7 | 2 | - | - | 1 | 1 | 30 |
| | <i>Quercus variabilis</i> | - | - | - | 1 | 5 | 1 | 2 | 1 | - | 1 | - | - | 11 |
| | <i>Carpinus tschonoskii</i> | 16 | 6 | 4 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 32 |
| IV | <i>Quercus serrata</i> | 4 | 2 | 6 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 2 | 2 | - | 1 | 38 |
| | <i>Carpinus tschonoskii</i> | 24 | 27 | 23 | 14 | 17 | 7 | 3 | 6 | 1 | 2 | 1 | - | 125 |
| | <i>Quercus variabilis</i> | - | - | 3 | 4 | - | - | 1 | - | 1 | - | - | - | 9 |
| V | <i>Platycarya strobilacea</i> | - | - | - | - | 2 | 3 | - | 3 | - | 1 | - | - | 9 |
| | <i>Carpinus tschonoskii</i> | - | 1 | 8 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 15 |
| | <i>Cornus controversa</i> | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 |

^aPlant community names are referred from Table 1, ^bShrub

^c2cm ≤ D2 < 7cm, 7cm ≤ D3 < 12cm, 12cm ≤ D4 < 17cm, 17cm ≤ D5 < 22cm, 22cm ≤ D6 < 27cm, 27cm ≤ D7 < 32cm, 32cm ≤ D8 < 37cm, 37cm ≤ D9 < 42cm, 42cm ≤ D10 < 47cm, 47cm ≤ D11 < 52cm, 52cm < D12

높게 생육하고 있어 군집별 생태적 천이계열을 명확하게 예측하는데 영향을 끼치는 것으로 판단되었다(Table 3).

4) 유사도지수

유사도지수는 군집 간 20% 미만일 때 서로 이질적인 집단이고, 80% 이상일 때 서로 동질적인 집단으로서(Whittaker, 1956) 생태적으로 종 분포가 비슷할수록 유사도지수는 높게 나타난다(Cox, 1976). 군집 간 유사도지수를 살펴보면, 군집 I 과 군집 II 는 34.8%, 군집 I 과 군집 III 은 27.2%, 군집 I 과 군집 IV 는 26.0%, 군집 I 과 군집 V 는 7.6%, 군집 II 와 군집 III 은 58.1%, 군집 II 와 군집 IV 는 47.6%, 군집 II 와 군집 V 는 15.8%, 군집 III 과 군집 IV 는 55.4%, 군집 III 과 군집 V 는 26.3%, 군집 IV 과 군집 V 는 40.3%, 로 대부분 50% 이하로 군집 간에 이질적인 편이었다. 이 중에서 군집 I (소나무군집)과 군집 V (낙엽활엽수군집) 간 유사도지수가 7.6%로 가장 이질적이었고, 군집 II (굴참나무-

졸참나무군집)과 군집 III (졸참나무-굴참나무군집) 간 유사도지수가 58.1%, 군집 III (졸참나무-굴참나무군집)과 군집 IV (개서어나무-졸참나무군집)는 55.4%로 상대적으로 높았다(Table 5).

5) 종다양도지수

단위면적 400m² 당 Shannon의 종다양도지수를 각 군집의 조사구별로 살펴보면, 군집 I (소나무군집)은 0.9273, 군집 II (굴참나무-졸참나무군집)는 0.7913~1.1503, 군집 III (졸참나무-굴참나무군집)은 1.0102~1.1013, 군집 IV (개서어나무-졸참나무군집)는 0.8081~1.0749, 군집 V (낙엽활엽수군집)은 0.9945이었다. 단위면적 400m² 당 최대종다양도(H_{max})는 군집 I 에서는 조사구 10이 1.2041, 군집 II 에서는 조사구 8이 1.3010, 군집 III 에서는 조사구 11이 1.2304, 군집 IV 에서는 조사구 3이 1.2304, 군집 V 에서는 조사구 16이 1.1761이었다(Table 6).

조계산 운수암 계곡부와 인접한 계곡부 선암사골 식생의 종다양도지수는 굴참나무군집 0.8324, 졸참나무군집 0.8221~0.9971, 낙엽활엽수군집 0.8044~1.1404, 개서어나무군집 0.8452~1.2312(Kim, 2012)이었으며, 내장산국립공원 금선계곡 및 원적계곡의 개서어나무군집 종다양도는 0.8253~1.3850이었고 낙엽활엽수군집은 1.1546~1.2049이었다(Bae et al., 2011).

종다양도는 군집 III (졸참나무-굴참나무군집) → 군집 V

Table 5. Similarity index (%) between communities by DCA at the Woonsoom Valley, in Jogyesan (Mt.)

| Community* | I | II | III | IV |
|------------|------|------|------|------|
| II | 34.8 | | | |
| III | 27.2 | 58.1 | | |
| IV | 26.0 | 47.6 | 55.4 | |
| V | 7.6 | 15.8 | 26.3 | 40.3 |

*Plant community names are referred from Table 1

Table 6. Species diversity of each plot of community classified by DCA at the Woonsooam Valley, in Jogyesan (Mt.) (Unit: 400 m²)

| Com.* | Plot | H' (Shannon) | J' (evenness) | D (dominance) | H'max |
|-------|------|--------------|---------------|---------------|--------|
| I | 10 | 0.9273 | 0.7701 | 0.2299 | 1.2041 |
| | 6 | 1.1034 | 0.8629 | 0.1371 | 1.2788 |
| II | 7 | 0.7913 | 0.6303 | 0.3697 | 1.2553 |
| | 8 | 1.1503 | 0.8842 | 0.1158 | 1.3010 |
| | 12 | 0.9249 | 0.8570 | 0.1430 | 1.0792 |
| III | 5 | 1.1013 | 0.9364 | 0.0636 | 1.1761 |
| | 9 | 1.0102 | 0.8814 | 0.1186 | 1.1461 |
| | 11 | 1.0392 | 0.8445 | 0.1555 | 1.2304 |
| IV | 1 | 1.0236 | 0.8501 | 0.1499 | 1.2041 |
| | 2 | 1.0300 | 0.8758 | 0.1242 | 1.1761 |
| | 3 | 0.9734 | 0.7911 | 0.2089 | 1.2304 |
| | 4 | 1.0036 | 0.9010 | 0.9900 | 1.1139 |
| | 13 | 0.8081 | 0.7760 | 0.2240 | 1.0414 |
| | 15 | 1.0749 | 0.9139 | 0.0861 | 1.1761 |
| V | 14 | 0.9945 | 0.8456 | 0.1544 | 1.1761 |

*Plant community names are referred from Table 1

(낙엽활엽수군집) → 군집 II(굴참나무-졸참나무군집) → 군집 IV(개서어나무-졸참나무군집) → 군집 I(소나무군집) 순으로 높았다.

3. 토양 이화학적 특성

조계산 운수암 계곡의 토양의 토성은 바람이 잘 통하고 배수가 잘 되는 사양토가 대표적이었고, 토양 산도는 pH

4.58-4.88 범위 내에 분포하여 군집 I(소나무군집)의 조사구 10을 제외하고는 미경작 산지토양 평균 pH 4.80(Kim *et al.*, 1995)보다 낮았다. 유기물 함량은 3.81~7.83% 범위로 나타났고 산림에서 토양의 물리성과 화학성을 적절하게 조성하는 기준치인 미경작 산지토양의 평균값 6.40% 보다 낮은 군집 III(졸참나무-굴참나무군집)은 유기물 함량이 부족한 상태이었다. 식물체에 흡수되어 식물의 발근, 착근, 신진대사 등을 촉진하는 역할을 하는 유효인산은 0.00~6.00mg/kg으로 전체평균 2.85mg/kg으로 대부분의 조사구들이 미경작 산지토양 평균인 5.60mg/kg에 못 미치는 상황이었다.

Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺ 등 치환성양이온의 경우 Ca⁺⁺은 0.10~0.99cmol/kg이었으며 모든 조사구에서 Ca⁺⁺이 부족한 것으로 분석되었다. Mg⁺⁺은 0.12~3.68cmol/kg로 군집 IV(개서어나무-졸참나무군집) 조사구 4를 제외한 모든 조사구가 산림토양의 기준수치인 0.70cmol/kg에 못미치는 결과이었고 K⁺은 0.26~0.34cmol/kg, 평균 0.31cmol/kg로 산림토양의 기준수치 0.25cmol/kg보다높은 수치를 보였다. Na⁺은 군집 II(굴참나무-졸참나무군집) 조사구 7과 군집 III(졸참나무-굴참나무군집)인 조사구 5가 0.04cmol/kg로 가장 낮았으며 군집 I(소나무군집)인 조사구 10과 군집 III(졸참나무-굴참나무군집) 조사구 11이 0.07cmol/kg로 가장 높았다.

이상 조계산 일대 토양환경을 종합해보면 토양 pH는 4.67(4.58-4.88)로 토양 산성도가 높게 나타났다. 유기물 함량은 3.81~7.83%으로 분석되었으며 유효인산함유량은 대부분의 조사구가 산림토양 평균기준에 미달하는 상태이었다. Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺ 등 치환성양이온이 심하게 용탈되어 부족한 상황이었다.

Table 7. Soil physicochemical properties at the Woonsooam Valley, in Jogyesan (Mt.)

| Community type | Plot | pH | EC _{1:5} | O.M. | Avail-P | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | Soil texture |
|-----------------------|------|-------|-------------------|------|---------|------------------|------------------|----------------|-----------------|--------------|
| | | (1:5) | dS/m | % | mg/kg | cmol/kg | | | | |
| Community I | 10 | 4.88 | 0.05 | 7.83 | 0.00 | 0.40 | 0.22 | 0.34 | 0.07 | Sandy loam |
| Community II | 7 | 4.58 | 0.19 | 7.01 | 3.82 | 0.52 | 0.12 | 0.33 | 0.04 | Sandy loam |
| Community III | 5 | 4.58 | 0.05 | 4.63 | 0.69 | 0.10 | 0.14 | 0.26 | 0.04 | Sandy loam |
| | 11 | 4.59 | 0.11 | 3.81 | 3.74 | 0.37 | 0.25 | 0.33 | 0.07 | Loam |
| Community VI | 4 | 4.70 | 0.07 | 7.49 | 6.00 | 0.99 | 3.68 | 0.32 | 0.06 | Sandy loam |
| Total | | 4.67 | 0.09 | 6.15 | 2.85 | 0.48 | 0.88 | 0.31 | 0.06 | - |
| Non-agricultural soil | | 4.80 | - | 6.40 | 5.60 | 2.27 | 0.70 | 0.25 | - | - |

LITERATURE CITED

Bae, G.W., K.J. Lee, B.H. Han, J.Y. Kim and J.H. Jang(2012) Actual vegetation and plant community structure of Geumsun valley and Weonjeok valley in Naejangsan (Mt.) National Park, Korea. Korean J. Environ. Ecol. 26(3): 412-425. (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.
- Chang, S.M.(1991) Ecological studies on the forest vegetation in the Mt. Joghe. Jour. Korean For. Soc. 80(1): 54-71. (in Korean with English abstract)
- Chung, Y.H. and H. Kim(1986) Degree of green naturality and Flora of Mt. Chogye district. Korean J. Environ. Biol. 4(2): 27-43. (in Korean with English abstract)
- Cox, G.W.(1976) Laboratory Manual of General Ecology. Wn.C. Brown Co., 232pp.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the Prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Harcomb, P.A. and R.H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in southeast Texas forests. For. Sci. 24(2): 153-166.
- Hill, M.O.(1979a) DECORANA - a FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York, 52pp.
- Hill, M.O.(1979b) TWINSpan - A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an ordered Two-way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York, 99pp.
- Kim, J.E.(2002) Analysis of the Spatial Distribution Pattern of Forest Vegetation in Mt. Jogye by Extraction of Geomorphic Environmental Factors Using Digital Elevation Model. Ph. D. Dissertation, Department of Biology, the Graduate School Suncheon National University, 190pp. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.H. and S.M. Chang(1982) A Study on the Flora of the Mt. Joghesean. Korean J. Ecology 5(1-2): 63-88. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.Y.(2012) The structure of the plant community in Seonamsagol (Valley), Jogyesan (Mt.) Provincial Park, Suncheon City. Korean J. Ecol. 26(4): 593-603. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.H., S.M. Chang and H.J. Kim(1982) A Study on the medicinal plant resources of Mt. Joghesean. Journal of Suncheon National University 1: 455-472. (in Korean with English abstract)
- Kim, K.H., J.Y. Yun and S.H. Yoo(1995) Distribution of Cs-137 and K-40 in Korean soils. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 28(1): 33-40. (in Korean with English abstract)
- KMA(2011) Climatological Normals of Korea - 1981~2010 -. Korea Meteorological Administration, Seoul, 678pp.
- Krebs, C.J.(1985) Ecology. NY, Harper Low, 800pp.
- McCune, B. and M.J. Mefford(1999) PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MJM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA, 221pp.
- Oh, K.K. and S.G. Park(2002) Vegetation structure of mountain ridge from Pijae to Doraegijae in the Baekdudaegan. Korea. Kor. J. Env. Ecol. 15(4): 330-343. (in Korean with English abstract)
- Park, I.H., K.J. Lee and J.C. Jo(1987) Forest community structure of Mt. Bukhan area. Journal of Korean Applied Ecology 1(1): 1-23. (in Korean with English abstract)
- Park, S.H.(2003) A Floristic Study of Mt. Joghe. Master's thesis, The Graduate School Suncheon National University, 98pp. (in Korean with English abstract)
- Pielou, E.C.(1975) Ecological Diversity. John Wiley and Sons Inc., New York, 165pp.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smokey Mountains. Ecol. Monographs 26: 1-80.
- Yim, K.B., I.H. Park and K.J. Lee(1980) Phytosociological changes of *Pinus densiflora* forest induced by insect damage in Kyonggi-do area. Journal of Korean Forestry 50: 56-71. (in Korean with English abstract)