

홍도의 식생구조¹

이지혜² · 도미솔³ · 송호경^{4*}

Vegetation Structure of Hongdo Island¹

Ji-Hye Lee², Mi-Sol Do³, Ho-Kyung Song^{4*}

요약

본 연구는 홍도의 식생구조를 식물사회학적 방법으로 군락을 분류하고, 식생과 토양과의 상관관계를 밝히고자 구배 분석을 실시하였다. 홍도의 식생은 구실잣밤나무군락, 붉가시나무군락, 후박나무군락, 소나무군락, 소사나무군락으로 구분되었다. 중요치 분석결과 구실잣밤나무가 75.56%로 가장 높았으며, 소나무 34.84%, 후박나무 29.11%, 동백나무 26.88%, 붉가시나무 17.79%, 황칠나무 15.23%, 광나무 13.41%, 소사나무 12.67% 등의 순으로 나타났다. 토양은 매우 높은 유기물과 질소함량을 보이며 표토층에서 강한 산성토양의 특성을 나타내어 우리나라의 일반 산림토양과는 다른 특성을 가지고 있었다. 유기물함량 14.48~25.45%, 전질소함량 0.49~0.90%, 유효인산함량 26.00~58.68mg/kg, 치환성양이온 K^+ 는 0.64~1.64cmol⁺/kg, Ca^{2+} 는 6.22~21.51cmol⁺/kg, Mg^{2+} 는 2.92~6.95cmol⁺/kg, 토양 pH는 4.42~5.44인 것으로 조사되었다. DCCA를 이용한 홍도의 식생과 환경요인과의 상관관계를 분석한 결과, 구실잣밤나무 군락이 수분이 가장 많은 곳에 분포하였고, 후박나무군락, 붉가시나무군락 순으로 분포하였다. 후박나무군락이 pH, 치환성양이온 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , 양이온치환용량 등이 가장 높은 지역에 분포하였다. 소사나무군락이 소나무군락에 비해 해발고, 전질소, 양이온치환용량, 치환성양이온 Mg^{2+} 등이 높은 지역에 분포하였다.

주요어: 식물사회학, 분포서열법, 토양특성

ABSTRACT

This study was carried out to analyze the vegetation properties, soil characteristic, and ordination of forest in Hongdo island and the results are as follows: *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* community, *Quercus acuta* community, *Machilus thunbergii* community, *Pinus densiflora* community and *Carpinus coreana* community. The results of importance value on the vegetation of Hongdo island consisted of the following in order: 75.56% of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, the highest, 34.84% of *Pinus densiflora*, 29.11% of *Machilus thunbergii*, 26.88% of *Camellia japonica*, 17.79% of *Quercus acuta*, 15.23% of *Dendropanax morbifera*, 13.41% of *Ligustrum japonicum*, 12.67% of *Carpinus coreana*. Due to the high organic matter, total nitrogen and low pH, the soil properties of Hongdo island are different from those of other forest in Korea. The composition of soil properties in the same areas are as follows: organic matter, total nitrogen, available phosphorous, exchangeable K^+ , exchangeable Ca^{2+} , exchangeable Mg^{2+} contained, and soil pH. The capacities of these chemical properties of the soil ranged from 14.48~25.45%, 0.49~0.90%, 26.00~58.68 mg/kg, 0.64~1.64

1 접수 2013년 8월 20일, 수정(1차: 2013년 10월 22일, 2차: 2013년 10월 31일), 게재확정 2013년 10월 31일

Received 20 August 2013; Revised (1st: 22 October 2013, 2nd: 31 October 2013); Accepted 31 October 2013

2 한밭수목원 Hanbat Arboretum, 169 Dunsandaero, Seo-gu, Daejeon 302-834, Korea

3 충남대학교 대학원 산림자원학과 Graduate School, Dept. of Forestry Resources, Chungnam Nat'l Univ., Daejeon 305-764, Korea

4 충남대학교 산림환경자원학과 Dept. of Environment & Forestry Resources, Chungnam Nat'l Univ., Daejeon 305-764, Korea

* 교신저자 Corresponding author(hksong@cnu.ac.kr)

cmol⁺/kg, 6.22~21.51 cmol⁺/kg, 2.92~6.95cmol⁺/kg, and 4.42~5.44 respectively. The results of the correlation between communities and soil conditions of vegetation of Hongdo island by DCCA ordination method are as follows: *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* community was found in the highest soil moisture and followed in order *Machilus thunbergii* community, *Quercus acuta* community. The *Machilus thunbergii* community was found in the highest pH, exchangeable Ca²⁺, exchangeable Mg²⁺, exchangeable K⁺ and cation exchange capacity. The *Carpinus coreana* community was found in the highest elevation, total nitrogen, cation exchange capacity, exchangeable Mg²⁺ and followed in order *Pinus densiflora* community.

KEY WORDS: PHYTOSOCIOLOGY, DCCA ORDINATION, SOIL CHARACTERISTIC

서론

모든 식물 종들은 각기 그들이 생육하는 입지환경에 적응하여 제한적으로 분포하고 있다. 각각의 식물 종들은 입지에 대한 적응력을 가지면서 오랫동안 다른 식물 종들과 경쟁을 통하여 살아남은 종들이 서로 조화를 이루며 어떤 일정한 형태의 식물사회를 이루게 된다. 즉 현존하는 식물사회는 그들이 처한 다양한 환경 인자에 적응하여 이룩한 결과물이라 할 수 있다. 그러므로 현재의 식물사회의 분포와 구성을 통해 그 입지조건을 추정할 수 있으며(Ellenberg, 1992), 그 이전과 이후의 식물사회의 변천에 관해서도 유추하여 볼 수 있다. 이러한 정보를 통하여 생태적으로 안정된 식생을 조성하고 유지 할 수 있게 된다. 이를 위해서는 각 지역에 따라 현존 식생의 입지 특성을 조사분석하여 입지 형태를 분류하는 한편, 수종별 생태적 특성과 그에 따른 관리방안 등이 제시되어야 할 것이다(Yee, 2000).

우리나라 난온대 상록활엽수림의 주요 분포지는 제주도, 남해안과 섬지역을 비롯하여 동해안은 경북 울릉도, 서해안은 백령도를 중심으로 대청도 및 소청도까지 이르고 있다. 최근 들어 우리나라 난온대림은 국가적인 생물유전자원, 생태관광자원 등으로 가치가 높게 평가되면서 분포나 생태적 특성, 훼손된 상록활엽수림의 복원 등에 사회적 관심이 커지고 있다(Oh and Kim, 1996). 우리나라 남해안과 도서지역에 분포하는 난온대 상록활엽수림은 16세기를 전후하여 섬에 거주하는 인구증가와 목재생산, 연료를 위한 벌채 등으로 산림훼손이 시작되었고, 관상식물 채취, 택지개발 등 인간의 간섭으로 인위적 교란이 일어나 대부분 파괴되었다. 낙엽활엽수림 또는 곰솔수림대로 퇴행천이하면서 원형이 많이 상실되었으며, 접근이 어려운 도서지방 등에 국지적으로 상록활엽수림이 잔존하고 있다(Oh and Cho, 1994).

홍도는 1960년대에 대규모 산불이 있었으며, 1980년대 까지도 주민들의 연료채취, 약재채취, 염소방목 등으로 인위적 간섭을 받아왔다. 대부분 50년생 미만의 상록활엽수

림, 당산 숲과 접근이 어려운 동사면에 상록활엽수림이 잔존하고 있다. 희귀한 식물자원이 풍부하여 섬 전체가 천연보호구역(천연기념물 제 170호)으로 지정되어 난온대 상록활엽수림의 식물상, 군락구조 등 학술연구와 생물종자원 및 생육서식지 보존 측면에서 중요성을 가진다. 또한 서남해 도서지역의 대표적 관광자원으로 많은 관광객이 방문하고 있으며 수용력을 초과하는 과다한 계절적 편중이용, 자연자원에 대한 탐방활동이라기보다는 무분별하고 집단적인 관광 행락적 이용으로 환경오염과 훼손이 극심하여 보존과 이용의 갈등이 나타나고 있는 곳이다. 천연보호구역이란 문화재보호법에 의해 지정되는 천연기념물의 하나로서 우리나라 천연보호구역은 현재 11개소에 총면적 623,659,434m²에 달하나 동·식물자원에 대한 정기적인 조사연구나 구체적인 보호계획의 수립이 미흡한 실정이며 현재의 관리상으로도 많은 문제점들을 안고 있다(Park, 1995).

홍도의 식생 및 식물상 등에 관한 연구는 Yim and Kim(1974)가 홍도에 자라는 적송집단을 대상으로 개체의 수형, 분지각, 수피색, 수지구의 위치와 수 등을 조사하였으며, Ihm(1986)은 토양환경이 서로 다른 두 지역에서 생육하는 홍도 적송의 형질과 수분포텐셜을 토양의 이화학적 성질과 비교하여 식물의 적응성을 연구하였다. Kim(1986; 1987)은 종조성을 조사하고 3개의 군집과 8개의 군락으로 분류하고 식생에 대한 조성표를 작성하여 종합상재도표에 의한 식생단위를 구분하고 이를 토대로 상관적인 우점식생을 비교하였다. Oh and Cho(1994)는 49개의 조사구에 대한 식생구조와 천이계열을 분석하였으나 조사구의 범위가 홍도 전체가 아닌 깃대봉~홍도 2구를 잇는 주능선을 조사하였다. 또한 Park(1995)는 홍도의 관리상 문제점들로 인해 파괴된 식생을 복구하는 방안을 제시하였다. Lee et al.(2010)은 홍도의 양산봉을 중심으로 식물사회학적방법으로 군락을 분류하고 방형구법을 사용하여 구배분석을 실시하였다. 식물상에 관한 연구는 Lee(1959), Lee and Kim(1968), Kim(1986; 1987) 등이 발표하였다. 본 연구는 Lee et al.(2010)의 연구대상지를 양산봉에서 홍도 1구~깃

대봉~홍도 2구까지 확장하여 조사하였다. 이를 토대로 식물군락을 분류하고 현재의 식물사회 분포와 구성을 통해 그 입지조건을 추정하여 보호, 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상지

홍도는 전라남도 신안군 흑산면에 속하며, 지리적 위치는 목포에서 서쪽으로 115km 거리에, 대흑산도의 서쪽 19km 지점에 위치하고 있다. 경위도상으로는 동경 125° 10'35"~ 125° 13'14", 북위 34° 39'43"~ 34° 43'23"에 걸쳐 위치하고 있다. 홍도는 본도와 20여개의 부속도로 구성되어 있으며 본도의 총 면적은 6.47km²이고 해안선의 길이는 20.8km이다. 홍도는 섬전체가 북동~남서향으로 장축을 갖는 지형을 이루고 있으며 1구 마을을 중심으로 북동쪽에는 최고봉인 깃대봉(367.8m)이 위치하고, 남서쪽으로는 양상봉(236m)이 위치하고 있어 비교적 큰 기복을 이룬다. 양상봉~홍도 1구~깃대봉~홍도 2구를 잇는 능선 양측의 산복지형은 동사면과 서사면으로 배사구조를 이루고 있으며, 홍도의 면적이 협소한 관계로 계곡의 형성이 미약하고 급경사를 이루고 있다. 홍도의 지질은 퇴적암기원의 사암과 규암으로 형성되어 있다. 해안지역은 오랜 해식작용과 풍식작용에 의해 해식의 단애를 이루고 모암의 층리와 절리가 잘 발달되며, 절리는 거의가 수직적이다(Kim, 1986; Park, 1995).

지형의 표고는 0~367.8m까지 이르고 있으며 1구, 2구 마을은 0~50m의 표고지역에 입지하고 있다. 경사도는 18~26° 경사의 자형사면이 26.39%, 35°이상의 경사를 보여주는 지형의 면적이 73.61%를 이루고 있어 홍도의 지형은 급사면의 특징을 보여준다(You and Lee, 1999). 경사향은 동, 서, 북서향이 전체의 약 50%를 구성하고 있으며 홍도 1구는 동, 남동향, 홍도 2구는 북, 북서향에 입지하고 있다(Park, 1995).

조사대상지인 홍도는 1999년에 자동관측소가 설치되어 홍도 자동관측소의 11년간(2001~2011) 기상자료를 이용하였다. 홍도의 연평균기온은 14.5°C, 연평균강수량은 1,150.5mm로 조사되었다(Korea Meteorological Administration, 2012).

2. 야외조사 및 자료 분석방법

야외조사는 2008년 6월, 2009년 6월, 2010년에는 8월, 9월, 2011년은 5월까지 실시하였고, 총 5회에 걸쳐 조사하

였으며, 73개의 방형구(15m×15m)를 설치하였다(Figure 1). 해발고와 방위, 사면, 능선, 계곡 등의 지형적 입지 특성을 고려하여 배치하고, 식생조사와 입지조사를 병행하였다. 식물사회학적방법은 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분법을 변형한 Dierssen(1990)의 9단계 구분법을 사용하여 조사구 내의 출현 종을 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 구분하여 조사하였다. 식물의 동정과 식물명은 Lee(2003)의 도감을 참고하였다.

매목조사를 통하여 얻은 자료를 이용하여 Curtis and McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요치를 산출하였다. 각 방형구마다 입지특성을 파악하기 위하여 환경요인으로 조사지의 해발고, 경사도, 방위를 측정하였으며, 해발고는 GPS 장비, 방위와 경사도는 클리노미터를 이용하여 측정하였다.

토양시료는 유기물층을 제거한 후 깊이 0~10cm에서 채취하였으며, 채취된 토양은 실험실로 운반하여 자연 건조한 후 토양의 화학적 특성을 분석하였다. 유기물함량은 Tyurin 법, 전질소함량은 micro-Kjeldahl법, 유효인산은 Lancaster

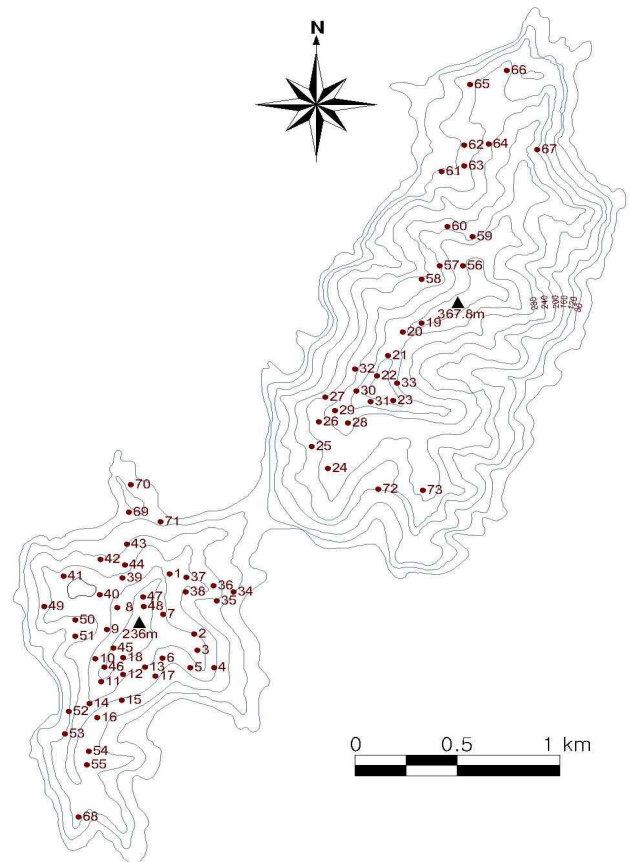


Figure 1. The location map of the surveyed plots in Hongdo island

법, pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 분석하였다. 토양 수분함량은 100cc 스테인레스 원통을 이용하여 채취하였고, 수분함량은 건토중량법을 이용한 산출하였다(National Institute of Agricultural Science and Technology, 2000).

Ordination 분석은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA (detrended canonical correspondence analysis)로 사용하였으며(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), 자료의 분석은 Ter Braak and Smilauer(1998)의 CANOCO for Widows program을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 식물사회학적군락분류

홍도의 식생은 동백나무군강으로 종합되는 상록활엽수림대, 해안의 암벽이나 노암지대에는 소나무, 능선 돌출부 및 전석경사지에는 소사나무가 군락을 이루며 분포하였으며, 그 외 이대군락, 초지 및 폐경지 등은 조사 대상지에서 제외시켰다. 73개의 조사구에서 출현한 195종을 대상으로 표작성법으로 분석한 결과 홍도의 식물군락은 크게 구실잣밤나무군락, 후박나무군락, 붉가시나무군락, 소나무군락, 소사나무군락 등 5개 군락으로 구분되었다(Table 1, Appendix 1).

Kil and Kim(1999)은 기존에 조사된 문헌을 이용하여 399개의 식생조사 자료를 정리하였다. 정리된 자료를 토대로 한국의 상록활엽수림 식생을 15개의 군집을 포함하는 3개의 군단으로 구분하여 우리나라 상록활엽수림의 식생인 동백나무군강(Camellietae)에 대한 군집분류 체계의 수립을 시도하였다. 신칭 가시나무~잣밤나무군단은 구실잣밤나무군집, 붉가시나무군집, 가시나무군집, 까마귀나무군집으로 분류하였다. 4개의 군집 중 구실잣밤나무군집과 붉가시나무군집이 홍도에서 나타났다. 10개의 군집으로 분류된 신칭 후박나무~동백나무군단 중 홍도에서 조사된 자료로 분류된 군집은 후박나무군집, 식나무군집, 다정큼나무군집으로 본 조사에서는 후박나무군락이 구분되었다. 후박나무는 다른 군락에서도 우점도는 낮지만 출현빈도가 높게 나타났으며, 식나무와 다정큼나무는 높은 빈도로 출현하였다.

Kil and Kim(1999)은 기존에 조사된 문헌을 이용하여 자료를 정리하여 분류한 것으로 홍도에서 조사된 자료는 Kim(1986)의 연구를 참고하였다. Kim(1986)는 7개의 조사구를 소사나무~다정큼나무군집으로 분류하였으나 본 연구에서는 소사나무군락으로 분류하였다. 다정큼나무는 출현빈도는 높으나 우점도가 + ~ 2B로 조사되었으며, 소나무군락에서도 출현빈도가 높게 나타났다. 홍도의 동백나무군강에 출현하는 종은 동백나무, 송악, 마삭줄, 자귀무, 광나무,

사스레피나무, 생달나무, 소엽맥문동, 콩짜개덩굴, 천선과, 남오미자, 센달나무, 모람, 족제비고사리, 멸꿀, 도깨비고비, 일엽초, 넓은잎천남성, 섬회양목, 새우난초이다. Kil and Kim(1999)의 출현한 종중에서 섬회양목과 새우난초를 제외한 다른 종은 모두 출현하였으며, 새우난초는 조사구에 포함되지 않았지만 식물상 조사 시 발견되었다. 2개의 군단에서 수반되는 종은 조금씩 차이가 있지만 공통적으로 나타난 종으로는 계요등, 예덕나무, 천남성, 맥문동, 말오줌때, 쥐똥나무, 왕작살, 보춘화, 애기나리, 맥문아재비, 기장대풀 등이다.

Oh and Cho(1994)는 깃대봉~홍도 2구를 잇는 주능선 양측의 산복지형을 중심으로 동백나무군집, 후박나무군집, 구실잣밤나무~후박나무군집, 구실잣밤나무군집, 구실잣밤나무~동백나무군집, 상록활엽수혼효군집 등 6개의 군집으로 구분하였다. 본 조사에서는 깃대봉~홍도 2구를 잇는 주능선 양측의 산복지형 뿐만 아니라 홍도 1구를 중심으로 남서쪽에 위치한 양산봉의 주능선 산복지형까지 포함하여 구분된 군락에 차이가 나타났다.

1) 구실잣밤나무군락 *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* community

홍도에서 가장 넓은 면적을 점유하고 있는 대표적인 군락으로 총 30개의 조사구가 포함되었다. 다층림으로 구성되어 있으며 다양한 상록성 초본들이 생육하고 있었다. 교목층의 평균 피도율이 93.5%로 구실잣밤나무가 우점도 2A ~ 5로 우점하고 있으며, 아교목층은 피도율이 50.8%로 후박나무, 황칠나무, 동백나무, 사스레피나무 등이 혼효되어 있었다. 구실잣밤나무는 아교목층에서 거의 나타나지 않았으며, 황칠나무가 21개 조사구의 교목층, 아교목층에서 우점도 2A ~ 3으로 출현하였다. 구실잣밤나무가 아교목층과 관목층에서는 거의 나타나지 않고 황칠나무가 교목층의 우점종이 아닌 아교목층의 우점종 상태로 존재하는 경우가 많기 때문인 것으로 판단된다. 황칠나무는 주로 붉가시나무, 동백나무, 구실잣밤나무 등과 혼생하고 있다고 보고한바 있다(Kim et al., 2000). 구실잣밤나무군락이 분포하는 방위는 북동, 남서, 남동향으로 조사되었는데, 이는 황칠나무군락이 분포하는 방위와 지형이 구실잣밤나무군락과 유사하게 북동, 북서, 남동향의 계곡부와 산복부에 분포하는 것으로 나타났다(Kim et al., 2000; Choi, 2003; Kim, 2010; Lee et al., 2010). 또한 해발고는 남부내륙 및 도서지역에서는 주로 400m 이하 지역에 생육하는 것으로 보이는데, 그 중에서도 홍도지역이 20~250m로 가장 낮게 조사되었다. 초본층의 평균 피도율은 42.2%로 나타났으며, 멸꿀, 마삭줄, 소엽맥문동, 콩짜개덩굴, 자귀무 등 상록성 초본들이 우점하고 있었다.

2) 붉가시나무군락 *Quercus acuta* community

총 6개의 조사구가 포함되었으며, 능선부나 전석지 등의 비교적 열악한 환경에서 생육하고 있었다. 교목층의 평균 피도율은 94%로 붉가시나무, 황칠나무, 후박나무, 구실잣밤나무 등이 분포하였다. 우점종은 붉가시나무로 과거 벌채된 후 재생된 맹아림의 이차림으로 준극상림을 형성하고 있다 (Park, 1995). 지상에서 60cm 부근부터 맹아지가 자라면서 여러 개의 수간으로 갈라져 자라는 개체들이 많았다. 흉도는 일제강점기 하에 숲을 구워 공출했던 섬으로 알려져 있다. 주민청문에 의하면, 흉도의 깃대봉(367.8m) 아래 설풍리(雪風里)쪽으로 4~5기의 숲굴이 있었고, 내연발전소 위쪽에 있는 옷골에 견산(見山)의 숲굴이 10여기 있었다고 한다. 일제강점기 하에 1925~1935년 사이에 숲을 구워 공출했고 1940년까지 공출해갔으나 그 뒤 폐쇄되었다고 한다. 이들 숲굴이 있는 곳은 참나무속이 많이 자생하여 숲을 굽기에 적합한 자연조건을 가지고 있었다. 붉가시나무도 숲의 재료로 이용되었으며, 1980년대까지도 연료채취 등의 인위적인 간섭의 영향을 많이 받은 것으로 보이나 현재는 이차림을 형성하고 있었다. 구실잣밤나무와 후박나무 등이 혼재되어 높은 상재도를 나타내고 있으나, 붉가시나무군락이 비교적 열악한 환경에 형성되어 있으므로 양호한 입지환경을 요구하는 종에 의한 우점종 교체는 일어나지 않을 것을 보인다. 초본층에는 마삭줄, 소엽맥문동, 콩짜개덩굴 등이 나타났다.

3) 후박나무군락 *Machilus thunbergii* community

후박나무는 본 연구의 조사대상지인 흉도와 서남해안 도서인 흑산도, 가거도, 우이도, 오동도 등의 해상국립공원지역에 넓게 분포하고 있는 수종이다. 총 10개의 조사구가 포함되었으며, 모든 사면에서 분포하며, 특히 깃대봉의 북서사면 상부와 중부의 토양 수분조건이 양호한 지역과 2구 마을의 뒷사면에 우점하여 생육하고 있다 (Park, 1995). 계곡부에서 군락을 형성하나 서향의 능선상에도 분포하고 있었다. 수피채취를 위해 벌채당한 후 원식생으로 회복하고 있는 자연림에 가까운 2차림으로 2구 마을의 계곡에는 순군락을 형성하고 있었다. 평균출현종수는 23종으로 다른 군락에 비해 가장 적은 종이 출현하였으며 교목층의 평균 피도율은 89.2%로 3개의 조사구를 제외하고 모두 95% 이상의 높은 피도율을 나타냈으며, 후박나무가 교목층에서 높은 우점도를 나타냈다. 후박나무는 녹나무과에서도 분포지역이 넓게 나타나고 방풍림, 녹음수로 좋으며 목재는 건축내장재, 선박재, 조각재, 악기재 등으로 이용된다. 수피는 염색 염료의 재료, 위장병 등의 약제로도 쓰임새가 많은 수종이다 (Korea Forest Research Institute, 2006). 흉도에서도 군

락별로 우점도는 낮지만 출현빈도가 높게 나타났다. 음수로 공중습도가 높은 사질양토에서 잘 자라는 식나무, 까마귀쪽나무가 이 군락에서 주로 나타나며, 동백나무, 광나무, 천선과나무, 보리밥나무, 남오미자, 송악, 마삭줄, 큰천남성 등이 출현하였다. 도깨비고비는 이 군락에서만 출현하였다. 후박나무는 교목층 이하에서는 우점도가 낮게 나타나며, 동백나무가 아교목층과 관목층에서 높은 우점도를 나타내고 있다. 후박나무군락으로 구분된 10개의 조사구 중 2개의 조사구에서는 교목층에서 후박나무의 우점도가 2A ~ 3로 나타나고, 교목층 이하에서 우점도가 +로 조사되었다. 동백나무는 아교목층에서 우점도 4~5로 나타났으며 후박나무의 순군락을 이루는 곳을 제외하고 동백나무에 의한 우점종 교체가 일어날 것으로 예상된다. 이는 Park(1995)가 후박나무군락의 천이계열 예측에서 아교목층에서 1.1~3.3의 우점도를 보이나 관목층과 초본층에서 후박나무의 유목이 거의 나타나지 않고 있으며 임상에 동백나무의 우점도(2.2~5.5)가 높게 나타나 동백나무에 의한 우점종 교체가 일어날 것으로 예상한 것과 같다. Kim and Oh(1990a, 1990b)이 후박나무군락이 다층림으로 구성이 되어 있고, 평균출현종수는 23~26종으로 나타났다고 하였으며, Kim et al.(2000)은 아교목층에 동백나무가 우점하고 천선과나무, 송악, 도깨비고비, 큰천남성 등이 나타났다고 한 결과와 유사하다.

4) 소나무군락 *Pinus densiflora* community

소나무군락의 분포지는 온대침엽수림으로 한반도 전역에 분포하고 있으며 해안 도서지방에는 곰솔이 넓게 분포하고 있다. 유독 흉도만이 소나무가 자연림으로 생육하고 있다 (Kim, 1987). Lee and Kim(1968)은 곰솔이 소나무보다 월등히 그 수가 적으나 생장상태는 뛰어나고 전부 벌채를 당한 것 같다고 보고하였다. Yim and Kim(1974)은 조사중 양상봉 주위에서 수고 50cm의 곰솔 묘목 한 주를 발견하였으나 본 조사에서 자연식생의 곰솔은 발견되지 않았다. 다만 흉도 2구에서 등대로 가는 길의 사면에 곰솔이 식재되어 있었다. 흔히 절벽 상에 자라며 부적당한 생육조건 때문인지 독특한 수형으로 나타난다. 그러나 2구의 당상림이나 맞은 편 사면 등에 남아있는 것은 수고가 약 12m로 생육하고 있다. 소나무군락은 총 16개 군락이 포함되었다. 그중 6개의 조사구에서 소나무가 교목층에 우점도 2A ~ 5로 출현하였고, 10개 조사구에서 아교목층에 우점도 2B ~ 4로 조사되었다. 소나무 외에 다른 종들이 출현하고 있지만 우점도가 낮고 암벽주변이나 능선부의 생육환경이 열악하여 타종이 침입하여 경쟁에 의한 우점을 이룰 수 있는 가능성이 낮다 (Park, 1995). 소나무가 구실잣밤나무군락 등에서도 출현하고 있지만 상록활엽수와의 종간경쟁에서 소나무는 도태하고 구실잣밤나무, 후박나무, 동백나무 등으로 식생천

Table 1. Synthesis table of Hongdo island communities using ZM School's method

Vegetation units	A	B	C	D	E
Community number	30	6	10	16	11
Mean altitude	173.9	226.8	163.9	138.9	252.4
Mean coverage of upper tree (T1) layer (%)	93.5	96.3	89.2	63.3	
Mean coverage of lower tree (T2) layer (%)	50.8	35.8	43.0	59.0	77.4
Mean coverage of shrub (S) layer (%)	22.5	13.3	19.5	28.8	32.3
Mean coverage of herb (H) layer (%)	42.2	38.3	26.1	62.5	65.9
Mean number of species	24	25	23	35	38
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	V	V	III	III	III
<i>Stauntonia hexaphylla</i>	IV	I	II	I	II
<i>Dendropanax morbifera</i>	V	III	I	II	I
<i>Quercus acuta</i>	III	V	I	I	I
<i>Machilus thunbergii</i>	V	V	V	II	III
<i>Pinus densiflora</i>	III	I	I	V	III
<i>Rhus chinensis</i>	.	.	.	III	.
<i>Cocculus trilobus</i>	I	.	I	IV	.
<i>Miscanthus sinensis</i>	.	.	.	IV	I
<i>Patrinia villosa</i>	.	.	.	IV	I
<i>Chrysanthemum boreale</i>	.	.	.	II	.
<i>Carpinus coreana</i>	I	I	.	III	V
<i>Hosta yingeri</i>	I	I	.	II	IV
<i>Lepisorus onoei</i>	I	I	.	.	IV
<i>Hemerocallis fulva</i>	.	.	.	I	IV
<i>Camellietea japonicae</i>					
<i>Camellia japonica</i>	V	V	V	IV	IV
<i>Hedera rhombea</i>	II	.	IV	II	III
<i>Trachelospermum asiaticum</i>	V	V	V	IV	V
<i>Ardisia japonica</i>	IV	IV	II	IV	V
<i>Ligustrum japonicum</i>	V	V	IV	V	V
<i>Eurya japonica</i>	V	IV	I	II	II
<i>Cinnamomum japonicum</i>	II	II	III	I	I
<i>Ophiopogon japonicus</i>	V	V	II	II	III
<i>Lemmaphyllum microphyllum</i>	V	V	II	I	V
<i>Ficus erecta</i>	II	V	IV	II	I
<i>Kadsura japonica</i>	I	II	IV	I	.
<i>Machilus japonica</i>	I	II	I	.	.
<i>Ficus nipponica</i>	.	.	.	I	.
<i>Dryopteris bissetiana</i>	I	.	.	I	.
<i>Cyrtomium falcatum</i>	I	.	II	I	.
<i>Lepisorus thunbergianus</i>	I	.	.	II	IV
<i>Arisaema robustum</i>	I	.	I	I	II
<i>Companions</i>					
<i>Paederia scandens</i>	II	III	II	V	V
<i>Mallotus japonicus</i>	I	.	II	III	II
<i>Liriope platyphylla</i>	II	.	.	I	II
<i>Euscaphis japonica</i>	I	II	II	.	.
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	I	.	.	I	II
<i>Callicarpa japonica</i> var. <i>luxurians</i>	I	.	I	I	.
<i>Cymbidium goeringii</i>	I	.	.	I	I
<i>Disporum smilacinum</i>	I	.	I	III	II
<i>Ophiopogon jaburan</i>	I	IV	IV	II	III
<i>Caesalpinia japonica</i>	.	.	I	.	.
<i>Aucub japonica</i>	IV	V	V	.	.
<i>Ilex integra</i>	I	II	I	II	I
<i>Raphiolepis umbellata</i>	I	I	.	IV	V

* A: *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* community, B: *Quercus acuta* community, C: *Machilus thunbergii* community, D: *Pinus densiflora* community, E: *Carpinus coreana* community, The other species were omitted by author.

이가 진행 중인 것으로 보인다. 이는 Oh and Cho(1994)가 구실잣밤나무와 소나무가 상층수관에서 경쟁관계를 나타내고, 중층 수관에서는 후박나무, 동백나무, 기타 상록활엽수의 세력이 커지고 있으며, 하층에는 기타 상록활엽수와 후박나무 세력이 더욱 커지고 있어 소나무의 도태가 예상된다고 한 것과 유사하다. 주로 남서사면에 분포하며 초본층의 평균 피도율이 62.5%, 평균출현종수도 35종으로 다른 군락보다 높게 나타났다.

5) 소사나무군락 *Carpinus coreana* community

11개의 조사구가 포함되었으며 교목층이 출현하지 않았다. 아교목층의 평균 피도율이 77.4%로 조사되었으며 소사나무의 우점도가 2A ~ 4로 나타났다. 수고가 높지 않고 줄기가 여러 개로 분지된 개체가 다수이다. 소사나무군락은 일부 계곡부를 제외하고 대부분 정상부 및 능선부의 척박한 환경에 밀생하여 생육하고 있다. 방위도 고르게 분포하지만

주로 남서사면과 북서사면에 분포하는 것으로 조사되었다. 구실잣밤나무, 광나무, 동백나무, 사스레피나무, 쇠물푸레나무, 소나무 등이 출현하였지만 우점도가 + ~ 2A로 낮게 나타났다. 소사나무와 소나무는 암벽의 주변과 능선부에 주로 분포하며 열악한 생육환경에 잘 견디지만 소나무는 경쟁력이 약하여 내륙지방에서도 낙엽활엽수에 의해 쉽게 대체되는 종이다. 기존에 소나무가 생육하고 있어도 천이가 진행되면서 소사나무군락으로 교체되고 이후 열악한 환경 때문에 다른 종의 적응이 어려우므로 천이의 진행이 정체되어 있는 것으로 보인다. 평균출현종수는 38종으로 분류된 군락 중에서 가장 많은 종이 출현하였으며 상록활엽수림 군락에서 출현하지 않았던 매발톱나무, 넉줄고사리, 더덕, 그늘사초, 곰취, 알머느리밥풀, 애기나리 등이 출현하였다. 상록성 초본인 맥문아재비, 소엽맥문동, 콩짜개덩굴 등도 나타났다. 홍도 자생식물인 홍도원추리와 홍도 고유의 특산식물은 아니지만 다른 지역과 공통으로 분포하는 특산식물인 반들

Table 2. Importance value of the major tree species of the site in Hongdo island

(Unit: %)

Species	Relative density	Relative coverage	Relative frequency	Importance value
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	22.16	44.32	9.07	75.56
<i>Pinus densiflora</i>	9.76	19.41	5.67	34.84
<i>Machilus thunbergii</i>	9.92	10.50	8.70	29.11
<i>Camellia japonica</i>	13.92	3.13	9.83	26.88
<i>Quercus acuta</i>	6.53	6.53	4.73	17.79
<i>Dendropanax moribifera</i>	6.25	2.74	6.24	15.23
<i>Ligustrum japonicum</i>	5.14	0.89	7.37	13.41
<i>Carpinus coreana</i>	5.27	4.56	2.84	12.67
<i>Eurya japonica</i>	3.17	0.56	6.05	9.77
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	3.04	0.95	4.54	8.53
<i>Ficus erecta</i>	1.17	0.50	3.59	5.26
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	1.77	0.51	2.46	4.73
<i>Ilex integra</i>	1.48	0.33	2.65	4.46
<i>Styrax japonica</i>	0.70	0.76	2.27	3.73
<i>Raphiolepis umbellata</i>	1.32	0.52	1.89	3.73
<i>Prunus sargentii</i>	0.53	0.36	2.27	3.16
<i>Euscaphis japonica</i>	0.52	0.18	2.27	2.97
<i>Mallotus japonicus</i>	0.86	0.25	1.51	2.62
<i>Litsea japonica</i>	0.78	0.11	1.51	2.41
<i>Aucuba japonica</i>	0.74	0.06	1.51	2.32
<i>Neolitsea sericea</i>	0.72	0.93	0.57	2.21
<i>Pittosporum tobira</i>	0.61	0.12	1.32	2.06
<i>Cinnamomum japonicum</i>	0.50	0.21	1.32	2.03
<i>Lozoste lancifolia</i>	0.37	0.11	1.32	1.81
<i>Eurya emarginata</i>	0.46	0.07	1.13	1.66
<i>Sorbus alnifolia</i>	0.24	0.06	1.32	1.62
<i>Quercus serrata</i>	0.49	0.46	0.19	1.14
Other species	1.57	0.88	5.86	8.31
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

진달래, 흑산도비비추가 출현하였다(Kim, 2004).

2. 중요치 분석

특정종의 중요치는 군락 내에서 그 종의 중요성 또는 영향력을 나타내는 척도로 사용된다. 전체 조사구에서 출현한 종 가운데 흉고직경 2cm 이상이 개체를 대상으로 매목조사를 실시하여 46종의 중요치를 분석하였다(Table 2).

전체 46종 가운데 구실잣밤나무의 중요치가 75.56%로 가장 높았으며, 소나무 34.84%, 후박나무 29.11%, 동백나무 26.88%, 붉가시나무 17.79%, 황칠나무 15.23%, 광나무 13.41%, 소사나무 12.67% 등의 순으로 나타났다. 군락별 중요치를 살펴보면(Table 3), 구실잣밤나무군락에서는 구실잣밤나무가 124.14% 중요치가 가장 높았으며, 아교목층에서 후박나무, 붉가시나무, 동백나무, 황칠나무 등 상록활

엽수들간에 경쟁을 하고 있었다. 붉가시나무군락에서는 구실잣밤나무의 세력이 약해지면서 붉가시나무가 우점하였고, 아교목층에서는 후박나무와 동백나무가 경쟁하는 것으로 보인다. 후박나무군락에서는 후박나무군락에서는 후박나무가 교목층에서 우점종이었고, 구실잣밤나무는 쇠퇴하고 있었다. 아교목층에서는 동백나무가 세력이 높았다. 소나무군락에서는 교목층과 아교목층에서 소나무가 우점종이었다. 그러나 소나무군락을 제외한 다른 4개의 군락에서는 소나무의 중요치가 5.51~12.33%로 나타났다. 소사나무군락에서는 소사나무가 109.64%로 우점종이었다. 홍도는 소나무의 세력약화에 따라 구실잣밤나무로 천이가 진행되었고(Oh and Cho, 1994), 상록활엽수들간에 경쟁을 하고 있지만 아직까지도 가장 많이 분포하고 있는 종은 구실잣밤나무로 한동안은 우점 할 것으로 예상된다.

Table 3. Importance value of the major tree species of the five plant communities in Hongdo island

Species	I	II	III	IV	V
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	124.14	77.10	22.79	25.47	19.44
<i>Pinus densiflora</i>	10.66	5.51	11.22	134.38	12.33
<i>Machilus thunbergii</i>	17.06	21.49	102.61	7.05	-
<i>Camellia japonica</i>	25.90	31.03	40.52	18.71	20.36
<i>Carpinus coreana</i>	2.75	2.02	-	18.44	109.64
<i>Quercus acuta</i>	16.18	91.01	1.58	1.30	5.10
<i>Ligustrum japonicum</i>	16.30	11.01	7.71	9.24	22.29
<i>Dendropanax morbifera</i>	25.13	11.37	9.74	1.87	3.66
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	8.94	-	9.44	10.61	8.22
<i>Eurya japonica</i>	14.81	11.63	2.66	5.40	-
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	2.32	-	-	12.17	18.96
<i>Raphiolepis umbellata</i>	0.94	-	-	11.22	16.78
<i>Ficus erecta</i>	3.99	7.26	12.25	3.00	-
<i>Styrax japonica</i>	4.44	-	5.11	1.41	7.15
<i>Quercus serrata</i>	-	-	-	-	16.91
<i>Litsea japonica</i>	-	-	10.28	6.44	-
<i>Cinnamomum japonicum</i>	-	6.17	6.94	-	3.42
<i>Ilex integra</i>	6.31	4.63	2.72	2.86	-
<i>Mallotus japonicus</i>	0.43	-	6.94	5.01	3.67
<i>Pittosporum tobira</i>	0.48	-	1.41	6.95	4.16
<i>Euscaphis japonica</i>	3.56	4.18	3.46	1.27	-
<i>Prunus sargentii</i>	4.32	-	-	4.57	3.50
<i>Neolitsea sericea</i>	0.43	-	11.83	-	-
<i>Aucuba japonica</i>	1.94	2.61	6.55	-	-
<i>Eurya emarginata</i>	-	-	5.46	4.94	-
<i>Lozoste lancifolia</i>	1.70	2.40	4.41	-	-
<i>Euonymus japonica</i>	-	4.43	-	-	3.81
Other species	5.43	4.13	6.10	17.32	14.38

* I: *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* community, II: *Quercus acuta* community, III: *Machilus thunbergii* community, IV: *Pinus densiflora* community, V: *Carpinus coreana* community

3. 토양특성

홍도의 토양 심도는 깊지 않으며 계곡부와 저지에서는 두꺼우나 해안의 단애가 발달되는 지역과 급경사면에서는 깊지 않고 암석이 노출되어 있다. 전 토양 심도에서 암석 피와 각력이 포함되어 있고 흑색, 흑갈색의 색을 띠며 다공질의 특성과 보수력이 낮고 투수성이 좋으며 가소성이 없는 것은 모래가 주구성성분이다(Kim, 1986). 농업 진흥청 발행의 개략토양도(1:50,000)에서는 갯대봉지역의 대부분과 양산봉의 주변지역을 암석노출지로 분류하고 있고 1972년의 정밀토양도(1:25,000)에서는 1구, 2구 마을지역을 제외한 곳을 산악지로서 미조사지로 분류하고 있다(Park, 1995). 홍도의 군락별 토양에 대한 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

73개 조사구에 대한 토양의 평균 pH는 4.69, 군락별 pH는 4.42~5.44로 Oh and Cho(1994)이 pH 4.81~5.81로 보고한 토양산도와 유사하지만, Jeong *et al.*(2002)이 보고한 우리나라 산림토양 pH 5.48과 Lee(1981)이 보고한 우리나라 산림토양의 지형별 모체에 따른 토양의 평균 pH 5.5 보다 낮은 값으로 나타났다. Jeong *et al.*(2002)은 우리나라 산림 토양 중에서도 전남지역의 pH값이 5.2이하로 낮은 값을 보인다고 하였다. 일본의 경우 증발산량에 비해 강우량이 많은 습윤한 기후 하에서 강수 내 수소이온이 토양의 치환성 양이온과 빈번히 교환함으로써 토양의 산성화를 가속화시키는데 그 원인으로 알려져 있다. 홍도의 지역적, 기후적 특성을 고려하면 강한 산성의 원인은 식생으로 인한 유기물의 공급과 습윤기후에서의 식물 유체가 천천히 분해되어 유기산이 생성, 집적되는 현상에 기인하는 것으로 판단된다(Jin *et al.*, 1994; Park *et al.*, 2000).

유기물은 토양 내 양이온치환능력, 보수력, 토양구조 등

토양의 이화학적 성질에 큰 영향을 미치고 질소의 대부분을 공급하며(Miller and Donahue, 1990), 유효인산의 50~60%를 공급하는 등 토양 특성에 가장 큰 영향을 준다. 유기물함량은 14.48~25.45%, 전질소함량은 0.49~0.90%, 유효인산은 26.00~58.68mg/kg의 범위로 나타났다. 우리나라 산림토양의 평균값보다 높게 나타났는데 이러한 결과는 토양 중 석력함량이 높아 유기물층이 제대로 형성되지 못하기 때문으로 사료된다. 유기물함량과 전질소함량은 Oh and Cho(1994)의 보고와 유사하게 나타났다. 유기물함량, 전질소함량, 유효인산 함량 모두 붉가시나무군락이 가장 높게 나타났으며, 소나무군락이 가장 낮게 조사되었다.

토양 내 유효인산의 함량은 토양 pH나 유기물함량과 밀접한 관계가 있으며 pH가 낮을 경우 인산의 난용성화에 기인하여 유효인산의 함량이 낮게 나타나는 것으로 알려져 있다(Jin *et al.*, 2002). 그러나 본 연구 결과 유효인산은 토양의 타 화학적 성질에 비해 편차가 매우 크게 나타나 토양의 pH나 유기물함량과의 뚜렷한 관계가 나타나고 있지 않으며, Lee(1981)도 동일한 산림지역에서도 유효인산의 변이가 매우 크게 나타나는 것으로 보고하고 있다. 유기물은 또한 토양중 양이온치환용량(CEC)의 30~70%를 공급하며 또한 부식은 양료의 흡착을 위한 양이온치환 입지를 제공한다(Miller and Donahue, 1990). 토양 중 CEC, 치환성 K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ 함량 또한 높게 나타난 것은 높은 유기물함량과 바닷가에 인접하여 해수의 영향 때문으로 사료된다(Cho *et al.*, 1985).

구실잣밤나무군락과 붉가시나무군락의 평균 pH는 4.42로 5개의 군락 중 가장 낮게 나타났다. 임분 내에 햇빛이 거의 투과되지 못하며, 표토에는 습기가 높아 상록수의 두꺼운 낙엽들이 잘 부식되지 않고 유기산이 생성된다. 산성 토양의 수용성 Fe, Al, Mn은 P이온과 반응하여 인은 불용성 인산이 되므로 식물에 이용되지 못한다(Kang *et al.*,

Table 4. Soil properties of the Site in Hongdo island communities

Soil characteristic	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> community	<i>Quercus acuta</i> community	<i>Machilus thunbergii</i> community	<i>Pinus densiflora</i> community	<i>Carpinus coreana</i> community
pH	4.42 ± 0.61	4.55 ± 0.42	5.44 ± 0.55	4.73 ± 0.65	4.57 ± 0.51
Soil moisture (%)	25.86 ± 11.30	15.14 ± 11.91	25.26 ± 6.38	19.94 ± 13.90	23.00 ± 10.72
Organic matter (%)	15.98 ± 13.94	25.45 ± 8.38	23.90 ± 10.09	14.48 ± 11.06	22.31 ± 14.64
Total-N (%)	0.55 ± 0.44	0.86 ± 0.14	0.90 ± 0.33	0.49 ± 0.39	0.75 ± 0.47
P ₂ O ₅ (mg/kg)	36.18 ± 39.13	58.68 ± 36.44	41.95 ± 24.36	26.00 ± 32.83	53.40 ± 41.04
K ⁺ (cmol ⁺ /kg)	0.75 ± 0.78	0.80 ± 0.31	1.64 ± 0.80	0.64 ± 0.43	0.93 ± 0.54
Ca ²⁺ (cmol ⁺ /kg)	7.42 ± 14.05	8.34 ± 4.36	21.54 ± 15.25	6.22 ± 6.44	10.07 ± 9.41
Mg ²⁺ (cmol ⁺ /kg)	2.92 ± 3.69	3.85 ± 1.20	6.95 ± 3.68	3.96 ± 3.76	4.24 ± 3.22
CEC (cmol ⁺ /kg)	25.24 ± 19.52	30.64 ± 6.42	37.47 ± 10.83	24.69 ± 19.77	30.23 ± 13.99

2002). 후박나무군락의 토양 평균 pH는 5.44(4.63~6.37)로 Park(1998)이 보고한 pH 5.6~6.3의 범위와 Jeong *et al.*(2002)이 보고한 우리나라 산림토양 pH 5.48과 Lee (1981)이 보고한 우리나라 산림토양의 지형별 모체에 따른 토양의 평균 pH 5.5와 유사하게 나타났다. 활엽수 생육의 최적 pH인 5.5~6.5와 비슷한 수치를 나타내며 후박나무 생육에는 좋은 토양조건이라고 할 수 있다(Park, 1998). 다른 군락에 비해서 pH값이 높게 나타났으며, 토양 중 치환성양이온 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} 의 함유량도 다른 군락에 비해 높은 편이다. 토양의 수분함량은 25.26%로 조사되었다. 일부 군락지 하단부의 토양침식이 극심한 상태이고 태풍, 집중호우 등의 영향을 많이 받는 지역의 특성상 토양의 침식은 더 심해질 것으로 보인다. 부분적으로는 암반이 노출된 곳도 있어서 수목의 근부노출이 심한 곳도 나타났다. 소나무군락은 평균 pH 4.73으로 나타났으며 수분함량은 19.94%로 나타났다. 수분함량은 불가시나무군락이 평균 15.14%로 가장 낮게 나타났다. 불가시나무군락과 소나무군락이 주로 남서사면, 남동사면에서 나타났고, 능선이나 해안가 절벽의 열악한 환경에서 광선의 노출이 많았고, 후박나무군락은 북서사면 상부와 중부의 토양 수분조건이 양호한 지역에 생육하기 때문이라 판단된다. 위의 결과로 볼 때 홍도의 토양특성은 매우 높은 유기물과 질소함량을 보이며 표토층에서 강한 산성토양의 특성을 나타내어 우리나라의 일반 산림토양과는 매우 다른 특성을 가지고 있었다.

4. Ordination 분석

식물사회화적 방법에 의하여 구분된 5개의 군락을 대상으로 조사지역의 해발고, 경사, 방위, 토양의 화학적 특성 등 12개의 환경요인으로 DCCA ordination을 분석한 결과를 I/II 평면상에 나타낸 것이다(Figure 2). Figure 2에서 해발고, pH, 치환성양이온 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} 등이 식생분포에 영향을 미치는 환경인자로 나타났다. 해발고는 불가시나무군락, 소나무군락이 가장 높은 곳에 나타났으며, 후박나무군락이 가장 낮은 곳에 나타났다. 후박나무군락이 pH, 치환성양이온 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} 이 가장 높은 곳에 나타났고, 구실잣밤나무군락이 pH가 가장 낮은 곳에 나타났다. 수분함량은 불가시나무군락이 가장 낮은 곳에 나타났으며, 구실잣밤나무군락과 후박나무군락이 비슷한 지위에서 나타났다. 구실잣밤나무군락은 평균 피도율이 93.5%로 높게 나타났으며, 소나무군락이 교목층이 없고 아교목층의 평균 피도율이 77.4%로 군락 중에 가장 높게 나타났다. 교목층이 있는 군락 중에 구실잣밤나무군락의 아교목층 평균 피도율이 가장 높으며, 초본층에도 상록성 초본이 주로 생육하고 있어 표토에는 습기가 높고 상록수의 두꺼운 낙엽들이 잘

부식되지 않아 유기산이 생성되어 pH와 수분함량이 높은 것으로 생각된다. 불가시나무군락은 해발고가 높고 능선의 건조한 지역에 생육하고 있어 수분함량이 적은 것으로 판단된다. 소나무군락과 소나무군락은 수분함량이 낮은 곳에 나타났다.

환경적으로 비교적 동일지역 내 상록활엽수 군락의 비교와 기타 수종의 군락 비교를 위해서 군락을 구분하여 분석하였다. 식생분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고와 수분요소가 가장 중요한 인자로 알려져 있는 데, 상록활엽수군락의 환경과의 상관관계 분석결과(Figure 3), 수분, pH, 치환성양이온 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , CEC 등이 상관관계가 높은 것으로 나타났다. Kang *et al.*(2002)은 일반적으로 내륙지방의 임목생장과 토양성분과의 관계에서는 대체적으로 전질소, 유효인산, 유기물함량 등이 임목의 생장에 직접적으로 관여하고 있는 것에 비해, 난대지역의 임목생장과 토양성분과의 관계에서 치환성양이온들이 난대림의 생장에 밀접한 영향을 미치고 있으며, 유기물함량과는 직접적인 상관성이 없는 것을 알 수 있다고 하였다. 구실잣밤나무군락이 수분이 가장 많은 곳에 분포하였고, 후박나무군락, 불가시나무군락 순으로 분포하였다. 후박나무군락이 pH, 치환

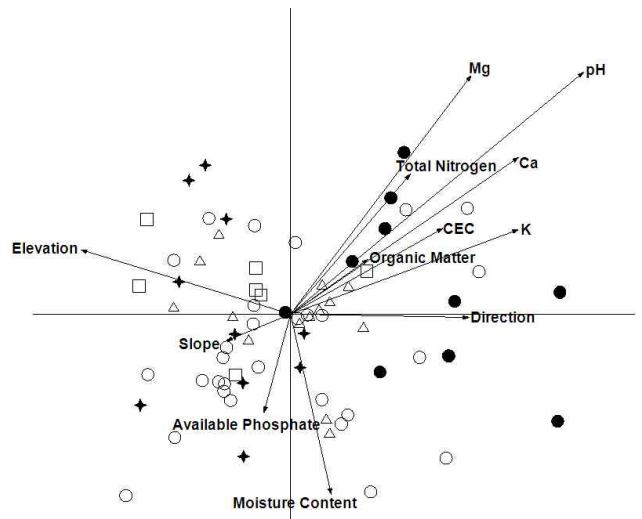


Figure 2. Vegetation data of Hongdo island communities: DCCA (detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram of plots (○, □, ●, △, ◆) and environmental variables (arrow) (○: *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* comm., □: *Quercus acuta* community, ●: *Machilus thunbergii* community, △: *Pinus densiflora* community, ◆: *Carpinus coreana* community)

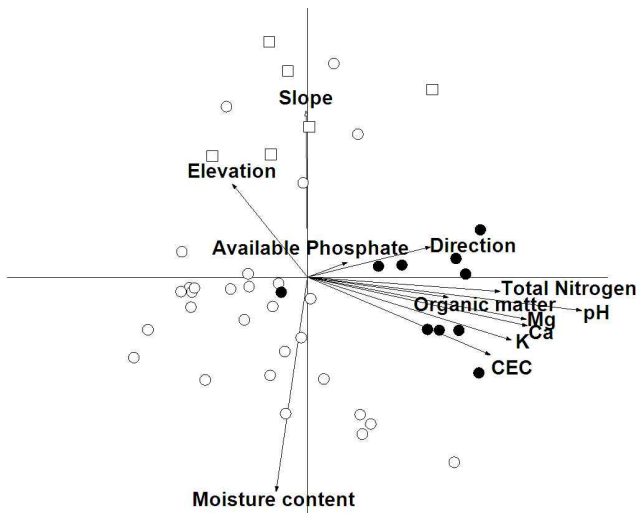


Figure 3. Vegetation data of the evergreen broad-leaved trees in Hongdo island communities: DCCA (detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram of plots (○, □, ●) and environmental variables (arrow)
 (○: *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* comm.,
 □: *Quercus acuta* community,
 ●: *Machilus thunbergii* community)

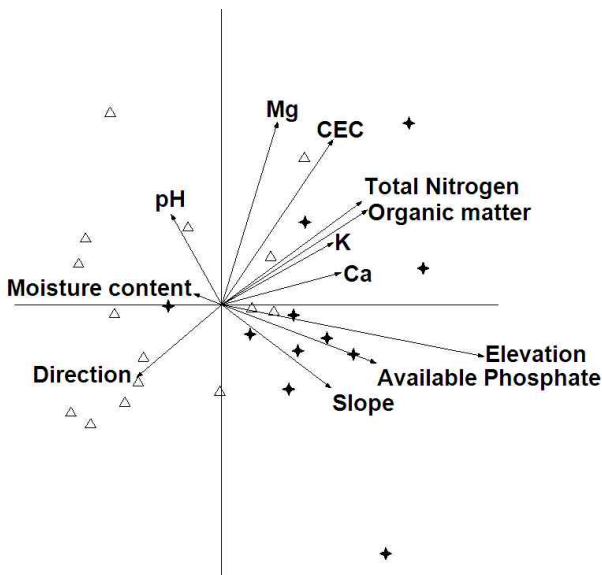


Figure 4. Vegetation data of several other trees in Hongdo island communities: DCCA (detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram of plots (△, ◆) and environmental variables (arrow)
 (△: *Pinus densiflora* community,
 ◆: *Carpinus coreana* community)

성양이온 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , CEC 등이 가장 높은 지역에 분포하였다.

기타 수종의 군락(소나무군락, 소사나무군락)에서는(Figure 4) 해발고, 치환성양이온 Mg^{2+} , CEC 등이 식생분포에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 소사나무군락이 소나무군락에 비해 해발고, 치환성양이온 Mg^{2+} , CEC 등이 높은 지역에 분포하였고, 5개의 군락을 대상으로 분석하였을 때 수분함량이 낮은 곳에 분포하고 있었던 것과 유사하게 수분과의 상관관계는 낮은 것으로 나타났다.

5. 종합고찰

홍도는 천연보호구역으로 난·온대 상록활엽수림의 식물상, 군락구조 등 학술연구와 생물종자원 및 생물서식지 보존 측면에서 중요성을 가진다. 절대적인 보존이 필요한 지역이지만 집단시설지구가 보호구역내에 위치하고 서남해 도서지역의 대표적 관광자원으로 주민 및 관광객에 의해 고정적이고 지속적으로 동·식물의 서식 및 생육지가 교란·훼손되고 있는 등 관리상의 문제점들을 안고 있다. 본 연구는 홍도의 식물군락을 분류하고 현재의 식물사회 분포와 구성을 통해 그 입지조건을 추정하여 보호, 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

식물군락은 구실잣밤나무군락, 불가시나무군락, 후박나무군락, 소나무군락, 소사나무군락으로 구분되었다. 소나무의 세력약화에 따라 구실잣밤나무로 천이가 진행되었으며 상록활엽수들간에 경쟁을 하고 있지만, 아직까지도 가장 많이 분포하고 있는 종은 구실잣밤나무로 지속적으로 우점하다가 불가시나무, 후박나무군락으로 천이가 진행될 것으로 보인다. 홍도의 토양특성은 매우 높은 유기물과 질소함량을 보이며 표토층에서 강한 산성토양의 특성을 나타내어 우리나라의 일반 산림토양과는 매우 다른 특성을 가지고 있었다. 식생분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고와 수분이 군락분포와 상관관계가 높은 것으로 나타났으며, 치환성양이온들이 난대림의 생장에 밀접한 영향을 미치고 있으며, 유기물함량과는 상관관계가 낮게 나타났다.

최근 지구환경 변화와 더불어 종다양성 등 자원화에 대한 중요성이 높아지고 있으며 난대림의 식물사회 분포와 식생 분포에 영향을 미치는 환경인자들과의 관계를 구명하여 생물육적지를 판정하므로 본 연구는 홍도의 서식지 보존 및 자원화를 위한 기초자료가 될 것으로 사료된다. 또한 이후 홍도의 종 조성에 관한 조사를 통하여 종의 증감여부와 특산 식물, 희귀 및 멸종위기식물, 특정식물, 귀화식물 등의 주요 특성과 현황을 파악하고 종 보전방안을 마련해야 할 것이다.

LITERATURE CITED

- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie 3. Auflage. Wien, New York, 865pp.
- Cho, S.J., C.S. Park and D.I. Um(1985) Soil Science. Hyangmunsa, Seoul, 396pp. (in Korean)
- Choi, S.K.(2003) Growth characteristics of *Dendropanax morbifera* LEV. in Wando area of Korea. Korean J. Crop Sci. 48(6): 434-437. (in Korean with English abstract)
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the Prairie forest border region of Wisconsin. J. Ecology 32: 476-496.
- Dierssen, K.(1990) Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin, 241pp.
- Ellenberg, H.(1992) Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 18. 2. Auflage, 258pp.
- Hill, M.O. and H.G. Gauch(1980) Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. Vegetatio 42: 47-58.
- Hill, M.O.(1979) DECORANA: A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ecology and Systematics, Cornell Univ. Ithaca, N.Y. 14850, 52pp.
- Hübner, W.(1989) Die ökologischen Artengruppen nach Schönhar 1954/1988. Mitt. d. Verein F. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung 34: 25-38.
- Ihm, B.S.(1986) Some Characteristics of Red Pine Trees of Hongdo Island at Different Soil Properties. Bulletin of Institute of Littoral Biota Mokpo National College. vol. 3: 69-78.
- Jeong, J.H., K.S. Koo, C.H. Lee and C.S. Kim(2002) Physico-chemical properties of Korean forest soils by regions. Jour. Korean For. Soc. 91(6): 694-700. (in Korean with English abstract)
- Jin, H.O., M.J. Lee, Y.O. Sin, J.J. Kim and S.G. Jeon(2002) Forest Soils. Hyangmunsa, Seoul, 325pp. (in Korean)
- Kang, J.T., N.C. Park and Y.G. Chung(2002) Effects of the soil properties on growth of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* and *Dendropanax morbifera* stands in warm temperate forest zone. Jour. Korean For. Soc. 91(6): 25-35. (in Korean with English abstract)
- Kil, B.S. and J.U. Kim(1999) Syntaxonomy of evergreen broad-leaved forests in Korea. Korean J. Environ. Biol. 17(3): 233-247. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.S. and J.G. Oh(1990a) Phytosociological study on the evergreen broad-leaved forest in Dadohae National Marine Park (I): the vegetation of Chodo archipelago. Korean J. Ecol. 13(3): 181-190. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.S. and J.G. Oh(1990b) Phytosociological study on the evergreen broad-leaved forest in Dadohae National Marine Park (II): The vegetation of Kumo archipelago. Korean J. Ecol. 13(4): 343-359. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.S.(1986) Studies on the Flora and Vegetation of Hongdo Island. Bulletin of Institute of Littoral Biota, Mokpo National College 3: 1-36. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.S.(1987) Studies on the Flora and Vegetation of Hongdo Island. Report of the academic survey of Hongdo Nature Reserve, Sinan-gun, pp. 88-175. (in Korean)
- Kim, I.T., J.H. Lee and Y.G. Jin(2000) The vegetation of Hansando and Chubong islets. Korean J. Ecol. 23(5): 391-395. (in Korean with English abstract)
- Kim, M.Y.(2004) Korean Edemic Plants. Solkwahak, Seoul, 224pp. (in Korean)
- Kim, S.H.(2010) Conservation and Utilization of Vegetation in *Denropanax morbifera* Lev. Natural Forests in the Warm Temperate Zone of Korea. Korea Forest Research Institute, pp. 1-21. (in Korean)
- Kim, S.H., C.H. Shin, N.C. Jung, C.S. Na and Y.J. Kim(2000) Site characteristics and vegetation structure of *Denropanax morbifera* lev. natural forests in the warm temperate zone of Korea. Jour. Korean For. Soc. 89(1): 93-104. (in Korean with English abstract)
- Korea Forest Research Institute(2006) Warm Temperate Tree Species of Korea. Korea Forest Research Institute, Seoul, 63pp. (in Korean)
- Korea Meteorological Administration(2012) Meteorological data. <http://www.kma.go.kr/>
- Lee, J.H., S.K. So, G.U. Suh, M.Y. Kim and H.K. Song(2010) Vegetation and soil properties of warm temperate evergreen broad-leaved forest in Hongdo, Korea. Korean J. Env. Eco. 24(1): 54-61. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.W.(1981) Studies on forest soils in Korea (II). Jour. Korean For. Soc. 54: 25-35. (in Korean with English abstract)
- Lee, T.B. and T.W. Kim(1968) Report of the Academic Survey of Mt. Hanlasan and Hongdo Natural Conservatory Area : Natural Monument No. 182 and 170. Culture and Public Information, Seoul, pp. 308-359. (in Korean)
- Lee, T.B.(2003) Coloured Flora of Korea: vol. I, II. Hyangmunsa, Seoul, I : 914pp; II : 910pp. (in Korean)
- Miller, H.G. and R.L. Donahue(1990) Soils: an Introduction to Soils and Plant Growth. Prentice-Hall. N. J., 768pp.
- National Institute of Agricultural Science and Technology(2000) Analysis of Soil and Plants. 203pp. (in Korean)
- Oh, K.K. and W. Cho(1994) Plant community structure of warm temperate evergreen broad-leaved forest in Hongdo, Korea. Jour. Env. Eco. 8(1): 27-42. (in Korean with English abstract)
- Oh, K.K. and Y.S. Kim(1996) Restoration model of evergreen

- broad-leaved forest in warm temperate region (I): vegetation structure, Korea. Jour. Env. Eco. 10(1): 87-102. (in Korean with English abstract)
- Park, B.O.(1995) A study on Revegetation of Hongdo Nature Reserve, Korea. Master thesis, Univ. of Seoul, Korea, 140pp (in Korean with English abstract)
- Park, C.M.(1998) Investigation on the inhabitation environments and growth conditions of *Machilus thunbergii* Community in Oyonsanbando. Korean J. Env. Eco. 12(3): 242-252. (in Korean with English abstract)
- Park, G.S and S.W. Lee(1990) The Influence of organic matter on soil aggregation in forest soils. Jour. Korean For. Soc. 79(4): 367-375. (in Korean with English abstract)
- Park, G.S., H.K. Song and S. Yee(2000) Soil characteristics in *Fagus multinervis* subcommunities at Songinbong area of Ullungdo. Korean J. Environ. Biol. 18(3): 299-305. (in Korean with English abstract)
- Ter Braak, C.J.F. and P. Smilauer(1998) CANOCO - Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Microcomputer Power, Ithaca, USA, 352pp.
- Yee, S.(2000) A Study on Characteristic of Forest Vegetation and Site in Mt. Odae(I) - Classification of Plant Community in Tongdaesan - Jour. Korean For. Soc. 89(2): 173-184. (in Korean with English abstract)
- Yim, K.B. and C.S. Kim(1974) *Pinus densiflora* S. et Z. Population in Hong-do Island in Korea. Jour. Korean For. Soc. 24: 53-61. (in Korean with English abstract)
- You, K.A and K.K. Lee(1999) Geomorphological, geological and oceanographical environments of Hongdo area. Journal of Naju College. vol. 4: 51-57. (in Korean with English abstract)

(Appendix 1. Continued)

Community type	Quercus acuta community										Machilus thunbergii community														
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	40	41	42	43	44	45	46	32	
Serial number	40	42	43	21	44	5	61	62	66	39	40	41	42	43	44	45	46	39	40	41	42	43	44	45	46
Releve number																									
<i>Lepisorus onoei</i>	H																								
<i>Hemerocallis fulva</i>	H																								
<i>Carex lanceolata</i>	H																								
<i>Peucedanum terebinthaceum</i>	H																								
<i>Hosta yingeri</i>	H																								
Camellietea japonicae																									
<i>Camellia japonica</i>	T2	B	A	A	B	A	A	A	+	A	A	4	+	+	+	+	4	+	4	+	+	+	5	4	+
	S	A	+	+	+	A	A	A				A	+					A	A	A	+				
	H	+	1	1		+	1	+			1						1	1	1						
<i>Hedera rhombea</i>	T1																								
	S																								
	H																								
<i>Trachelospermum asiaticum</i>	T1																								
	S																								
	H	A	B	4	M	4	3	1	1	B	M	1	1	A	A	1	1	1	M	1	1	A	A	1	1
<i>Ardisia japonica</i>	H	1	1	1	M						1														
<i>Ligustrum japonicum</i>	T2	+	+	+	+	+	+	+	+	+															
	S	+	+	+	+	+	+	+	+	+															
	H																								
<i>Eurya japonica</i>	T2		+		B	A																			+
	S	+			+	+																			
	H																								
<i>Cinnamomum japonicum</i>	T1		+		+																				A
	T2				+																				+
	S				+																				+
	H				+																				
<i>Ophioogon japonicus</i>	H	1	1	1	1																				1
<i>Lenmaphyllum microphyllum</i>	H	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M														M
<i>Ficus erecta</i>	T1																								A
	T2	+	+	+	+	+	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	A
	S	+	+	+	+	+																			
	H																								1
<i>Kadsura japonica</i>	T2																								
	S																								
	H																								

(Appendix 1. Continued)

Community type	Pinus densiflora community														Carpinus coreana community												
	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
Releve number	27	64	63	55	75	69	71	68	72	70	2	37	60	3	54	67	36	50	47	38	59	20	23	19	41	4	33
<i>Arisaema robustum</i>	H									+									+	R				+			R
Companions																											
<i>Paederia scandens</i>	S			+						+											+						
<i>Mallotus japonicus</i>	H	I	I	I	I	I	I	I	I	I	+	I	I	+	I	+	I	+	I	+	I	+	I	+	I	+	I
	T1																										
	T2					A	+		+	A									+		+					+	
	S		A			+		+	+				+														
	H							+	I				+														
<i>Liriope platyphylla</i>	H	I						I																			I
<i>Euscaphis japonica</i>	T2								I																		
	S																										
	H																										
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	S	+																									
	H																										
<i>Callicarpa japonica</i> var. <i>luxurians</i>	T2																										
	S			+																							
<i>Cymbidium goeringii</i>	H	I																									+
<i>Disporum smilacinum</i>	H	I	I	M		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Ophiopogon jaburan</i>	H	I	I	I	I	I	M	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Caesalpinia japonica</i>	S																										
<i>Aucuba japonica</i>	T2																										
	S																										
	H																										
<i>Ilex integra</i>	T1																										
	T2																										
	S			+																							
<i>Raphiolepis umbellata</i>	T2								A	B											A	A	A	A	4	B	B
	S		+							+																	
	H																										

* A: 2A, B: 2B, M: 2M

** The other species were omitted by author