

한라산 남·북사면 등산로별 낙엽활엽수림의 식생구조

김대신*, 김종갑, 고정균

제주특별자치도 세계유산·한라산연구원

요 약

한라산 남·북사면 낙엽활엽수림의 해발고도별 종조성의 변화를 파악하기 위하여 돈내코등산로와 관음사등산로를 중심으로 식생조사를 실시하였다.

한라산 남사면 돈내코등산로는 등산로의 초입부에서 해발 약 800m까지는 구실잣밤나무-붉가시나무 군락, 해발 약 800m부터 1,300m까지는 서어나무-졸참나무 군락, 1,200m부터는 소나무 군락으로 구분되었다. 북사면 관음사등산로는 등산로 초입에서 해발 약 1,000m 지점까지 서어나무-졸참나무 군락, 해발 1,000m부터 1,200m까지는 신갈나무 군락이 형성되면서 1,100m부터는 소나무 군락이 나타났다.

한라산 낙엽활엽수림에 분포하는 주요 목본식물의 해발고도별 분포특성은 남사면의 경우 제주조릿대를 비롯하여 산딸나무, 굴거리나무, 덜꿩나무, 팡팡나무, 당단풍나무 등은 거의 모든 등산로구간에 걸쳐 분포하고 있었고, 그 외 수종은 해발고도별로 차이를 보였다. 북사면의 경우는 제주조릿대를 비롯하여 고로쇠나무, 팔배나무, 개서어나무 등 모든 구간에 걸쳐 분포하고 있었다. 그러나 북사면은 난대성수종의 분포는 거의 없는 특징이 있었으며, 구상나무는 1,373m 지점부터 신갈나무, 소나무, 사스래나무 등과 혼재되어 분포하고 있어 남사면과 차이를 보였다.

* 교신저자 ; 전화: 064-710-7585, e-mail: kds3374@korea.kr

서론

세계적으로 산림의 면적은 41억ha에 달하며, 최근 기후변화 등에 따라 산림 생태계는 육상생태계 중 최고의 탄소저장고로 주목을 받고 있다(McCarl and Schneider, 2001; 장지혜 등, 2014). 산림식생의 구조는 각 임목의 성장 및 상호작용 등에 의해 변화한다(Oliver et al., 2001). 이러한 변화는 생태계 전체에 교란을 일으키고 먹이사슬의 최상위에 있는 인간에게도 영향을 줄 수 있다(Doi, 2011).

제주도는 Ronald Good의 세계식물구계 분류에 의하면 중일식물구계의 온대아구계에 속하며(이경재 등, 1992), 섬의 중앙에 한라산이 위치하고 있어 좁은 면적이지만 난대림, 온대림, 한대림 등 수직적 식생분포가 뚜렷한 특징이 있다(오구균 등, 2007). 이러한 한라산의 수직적 식생분포를 밝히기 위해 천연보호구역내 주요 등산로 및 사면별에 따른 식생변화 연구로는 어리목, 영실, 돈내코지역의 식물군집구조 연구(이경재 등, 1992), 한라산 아고산지대 식물군집구조 및 식생훼손 연구(이경재 등 1992), 한라산국립공원 동사면의 해발고도별 식생변화 및 구조연구(이상철 등, 2010) 등이 수행되어 왔으며, 지역별로 해발고도에 따른 식생구조와 종조성에 차이를 보이고 있는 것으로 보고된 바 있다. 그러나 최근 기후변화 등으로 한라산의 식생구조변화와 함께 해발고도에 따라 구분된 식생대는 장기적으로 고지대로 이동 등이 예상되고 있다.

따라서 본 조사는 한라산 세계자연유산지구 내 남·북사면별 주요 등산로를 중심으로 분포하는 낙엽활엽수림지역의 해발고도에 따른 식생 구조 및 종 조성 변화에 대한 자료를 구축하고 관련 정보를 제공하고자 실시하였다.

조사지역 및 방법

세계자연유산 한라산의 남사면 및 북사면 등산로변 낙엽활엽수림 분포지역의 식생구조 및 변화를 알아보기 위해 돈내코등산로 및 관음사등산로를 따라

2015년 5월부터 10월까지 현지조사를 실시하였다. 조사구간은 온대 낙엽활엽수림이 분포하는 지역으로 돈내코등산로 해발 약 720m부터 1,490m 지점까지 13개소와 관음사등산로 해발 약 720m부터 1,370m 지점까지 15개소 등 총 28개소의 조사구(20×20m)를 조사대상으로 하였다(그림 1). 식생조사는 식생조사법에 따라 교목층, 아교목층, 관목층 및 초본층 등 층위별 식물의 종류와 출현하는 식물의 피도와 군도를 기록하고 입지정보를 기록하였다.

식물의 분류와 동정은 원색식물도감(이창복, 2003)을 기준으로 하였고, 학명과 국명은 국가표준식물목록과 국가생물종지식정보시스템을 기준으로 작성하였다.

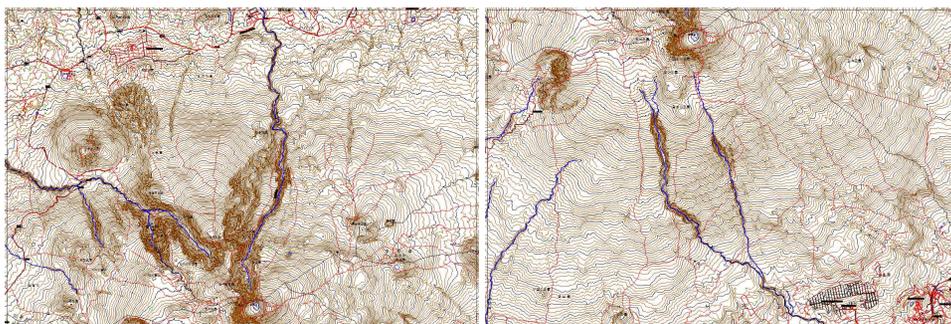


그림 1. 조사지역 위치도(좌: 한라산 북사면, 우: 한라산 남사면)

결과 및 고찰

1. 한라산 남·북사면의 식생

한라산 남사면의 낙엽활엽수림 산림식생의 종 구성을 파악하기 위하여 돈내코등산로는 해발 약 720m부터 구상나무(*Abies koreana*)가 출현하는 1,490m 지점까지 조사하였다. 그 결과 해발고도의 변화에 따라 오구균 등(2007)과 고정균(2012)이 제시한 구실잣밤나무(*Castanopsis sieboldii*)-붉가시나무(*Quercus acuta*) 군락, 서어나무(*Carpinus laxiflora*)-졸참나무(*Quercus serrata*) 군락, 소나무(*Pinus densiflora*) 군락 등으로 구분되었다(부록 1).

구실잣밤나무-붉가시나무 군락은 돈내코등산로의 초입부에서 해발 약 800m 까지 분포하며 방형구내 출현종수는 30종류/400m² 내외였다. 주요 구성종은 구실잣밤나무, 붉가시나무를 비롯하여 개서어나무(*Carpinus tschonoskii*), 새덕이나무(*Neolitsea aciculata*), 참식나무(*Neolitsea sericea*) 등이 교목층을 형성하고, 아교목층에는 단풍나무(*Acer palmatum*)와 당단풍나무(*Acer pseudosieboldianum*), 산벚나무(*Prunus sargentii*) 등이 분포하고 있었다. 관목층에는 사스레피나무(*Eurya japonica*)가 우점하였고, 그 외로 비쭈기나무(*Cleyera japonica*), 새덕이나무 등이 분포하고 있었다. 초본층에는 제주조릿대(*Sasa quelpaertensis*)가 다른 군락보다는 낮은 피도로 우점하는 특징이 있었으며, 그 외로 비목나무(*Lindera erythrocarpa*), 마삭줄(*Trachelospermum asiaticum*), 송악(*Hedera rhombea*), 자금우(*Ardisia japonica*) 등이 분포하고 있었다.

서어나무군락은 해발 약 800m부터 1,300m까지 이어졌다. 이 군락은 방형구내 평균 출현종수가 23.5종류(15~28종류)/400m²이며, 북사면의 경우보다는 졸참나무의 피도가 상대적으로 낮은 특징이 있었다. 층위별로 살펴보면 교목층에서 서어나무의 피도가 높고 졸참나무, 개서어나무 등이 분포하였으며, 아교목층에는 당단풍나무가 우점하였고 그 외로 산벚나무 등이 분포하고 있었다. 관목층은 해발고도가 상승할수록 사스레피나무의 피도가 낮아졌고 굴거리나무(*Daphniphyllum macropodum*)의 피도 및 군도가 높아지는 경향을 보였으며, 그 외로 주목(*Taxus cuspidata*), 팽팽나무(*Ilex crenata*), 털팽나무(*Viburnum erosum*), 대팻집나무(*Ilex macropoda*), 사람주나무(*Sapium japonicum*) 등이 분포하고 있었다. 초본층은 제주조릿대가 우점하고 있었으며, 바위족제비고사리(*Dryopteris saxifraga*), 마삭줄, 뉘시제비꽃(*Viola grypoceras*), 송악 등이 낮은 피도로 분포하고 있었다. 이들 남사면의 서어나무 군락을 북사면의 관음사등산로와 비교해 볼 때, 이 군락에는 개서어나무 보다는 서어나무의 피도 및 군도가 다소 높게 나타나고 있었으며, 개서어나무는 해발 약 1,100m에서 1,300m 지역까지 낮은 피도로 분포하는 특징이 있었다(부록 2). 이러한 종구성은 이경재 등(1992)이 한라산 남사면지역의 경우는 개서어나무의 분포가 거의 없고 서어나무가 우점하고 있다는 것과 부분적으로 일치하는 결과이기도 하다. 따라서 서어나무 군락은 남사면지역에서는 가장 넓은 분포를 보이는 식물군락으로 낙엽활엽수림 지역의 대

표적인 식물군락이라 할 수 있다. 국내 산림식생의 조사결과를 볼 때, 서어나무림은 우리나라 온대중부림의 극상림으로 보고된 바 있는데, 제주도의 낙엽활엽수림의 종구성은 국내 주요 국립공원 산림식생과는 다소 차이를 보이는 부분이기도 하다.

서어나무 군락은 해발 1,200m 부근에서 소나무 군락으로 변하는데, 소나무림은 해발 약 900m지점에서 일부 분포가 확인되었다. 소나무 군락의 방형구내 평균 출현종수는 28.4종류(20~33종류)/400m²로 비교적 종수가 많은 특징이 있었다. 소나무가 교목층을 형성하였으며, 아교목층에는 산개벚나무(*Prunus maximowiczii*), 당단풍나무, 산딸나무(*Cornus kousa*), 팔배나무(*Sorbus alnifolia*) 등이 분포하였으며, 관목층에는 주목, 마가목(*Sorbus commixta*), 산개벚나무, 윤노리나무(*Pourthiaea villosa*) 등이 분포하고 있었다. 초본층은 제주조릿대가 높은 피도 및 군도로 우점하고 있었다. 이러한 소나무 군락은 해발고도에 따른 분포보다는 비정규적으로 분포하는 것으로 보이며, 하층부에는 거의 출현하고 있지 않고 있어 향후 종구성에 대한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 보인다.

한라산 북사면에 위치한 관음사등산로 지역의 식생변화를 조사한 결과, 등산로 초입에서부터 서어나무-졸참나무 군락, 신갈나무(*Quercus mongolica*) 군락, 소나무 군락 등으로 구분되었다(부록 2).

등산로 초입에서 해발 약 1,000m 지점까지 분포하는 개서어나무-졸참나무군락은 방형구내 평균 출현종수가 20종류(14~26종류)/400m² 내외로 남사면 지역보다는 종수가 적은 특징이 있었다. 이 군락은 졸참나무의 피도와 군도가 매우 높았으며, 개서어나무, 당단풍나무, 서어나무, 산벚나무 등이 교목층을 형성하고 있었다. 아교목층은 당단풍나무, 서어나무 등이 분포하였으며, 관목층은 덩굴나무가 우점하였고 주목, 정금나무(*Vaccinium oldhamii*) 등이 낮은 피도로 분포하였다. 초본층은 제주조릿대가 높은 피도로 우점하였으며, 마삭줄, 담쟁이덩굴(*Parthenocissus tricuspidata*) 등이 낮은 피도로 분포하고 있었다. 이 군락은 졸참나무의 피도와 군도가 매우 높아 남사면 돈내코등산로와는 차이를 보였으며, 관목층의 구성종에도 사스레피나무의 분포가 거의 없어 차이를 보였다. 이 군락의 우점종인 개서어나무는 이후에 이어지는 신갈나무 군락 형성구간을 제외하면 낙엽활엽수림이 형성된 대부분 구간에서 높은 피도와 군도로 분포하는 특징이

있었다. 이러한 결과는 관음사지역과 인접한 어리목지역의 산림군집구조에 대한 연구(엄태원 등, 2007)에서 제시한 것처럼 개서어나마가 다른 수종들보다 상층 및 중층에서 중요도가 높아 당분간 우점군락으로 형성될 것으로 판단한 것과 유사한 결과를 보이고 있는 것으로 판단된다.

신갈나무 군락은 해발 1,000m에서부터 1,200m까지 형성되어 있는데, 방형구내 평균출현 종수는 18.6종류(16~23종류)/400m²였다. 관음사등산로의 경우 졸참나무 군락에서 1,000m 지점에서 확연하게 신갈나무 군락으로 변화하는 특징이 있는데, 서어나마, 개서어나마 및 졸참나무 등과 혼재하면서 분포하는 남사면과는 차이를 보였다. 이들 신갈나무를 우점으로 하는 낙엽활엽수림의 비교적 높은 지역에 형성되는 군락으로 경사가 급한 능선 구간에 형성되어 있다. 이 군락은 신갈나무와 개서어나마 등이 교목층을 형성하며, 아교목층에는 서어나마, 산벚나무 등이 분포하였다. 초본층에는 제주조릿대가 높은 피도와 군도로 우점하고 있어 다른 식물의 출현빈도는 매우 낮았다. 이 군락의 우점종인 신갈나무는 소나무 군락에서는 출현빈도가 매우 낮았으며, 1,400m 이상에서 다시 출현하는 특징이 있었다.

소나무 군락은 신갈나무 군락에서 이어지며, 방형구내 평균출현 종수는 21종류(18~26종류)/400m²로 관음사지역 산림식생 중 출현 종수가 가장 많은 특징이 있었다. 교목층에는 소나무가 우점하고 아교목층에는 산개벚지나무, 팔배나무, 마가목 등이 낮은 피도로 분포하고 있었다. 관목층에는 보리수나무(*Elaeagnus umbellata*), 산개벚지나무 등이 낮은 피도로 분포하였으며 초본층에는 제주조릿대가 높은 피도로 우점하고 있었다. 이러한 소나무 군락은 1,300m 부근까지 이어지며 해발 약 1,350m 부근에서 구상나무 출현하고 이후 구상나무, 사스래나무(*Betula ermanii*) 등 분포하는 구상나무림 및 아고산 관목림으로 이어졌다.

2. 한라산 남·북사면 해발고도별 주요 목본식물의 분포 특성

한라산 낙엽활엽수림지역에 분포하는 주요 목본식물의 분포특성을 파악하기 위해 해발고에 따른 분포상을 조사하였다. 한라산 남사면 돈내코등산로의 해발 720m에서 1,492m까지 분포하는 구상나무 등 25종류 주요 목본류에 대한 해발고도별 분포 변화를 조사한 결과는 표 1과 같다. 제주조릿대를 비롯하여 산딸나

무, 굴거리나무, 덜꿩나무, 팽팽나무, 당단풍나무 등은 거의 모든 등산로 구간에 걸쳐 분포하고 있었다. 난대성수종인 붉가시나무, 구실잣밤나무, 새덕이나무, 비쭈기나무 등은 해발 약 800m까지 분포하였다. 특히 참식나무는 교목층 및 초본층에 해발 900m 지점까지 분포하였고, 관목류인 사스레피나무는 1,000m 지점까지 분포하여 차이를 보였다.

낙엽활엽수림 식생의 주요 구성종인 졸참나무는 1,200m 지점까지 분포하였으며, 신갈나무는 1,180m 지점에서부터 졸참나무와 혼재하며 분포가 계속되어 구상나무림까지 이어졌다. 가장 높은 피도를 보이는 서어나무와 개서어나무는 등산로 시작점에서부터 해발 약 1,300m 지점까지 분포가 이어졌다. 소나무는 해발고도에 따른 분포 경향을 보이지는 않았지만 돈내코등산로의 경우에 해발 약 1,180m 지점에서부터 임분을 형성하여 구상나무림까지 이어졌다. 마가목, 산개벚치나무는 해발 약 1,180m 지점부터 분포를 시작하였으며, 털진달래 (*Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*)는 해발 1,360m부터 분포를 시작하였다. 구상나무는 해발 1,490m 지점부터 수고가 낮은 소나무림 및 관목림에 혼재되어 분포를 시작하고 있었다. 이러한 주요 목본식물의 낙엽활엽수림 지역 내에서의 변화는 일부 관목류나 양수의 경우는 해당식물의 일반적인 분포와는 다소 차이를 보이고 있다.

한라산 북사면 관음사등산로의 해발 720m에서 1,373m까지 분포하는 구상나무 등 27종류의 주요 목본류에 대한 해발고도별 분포 변화를 조사한 결과는 표 2와 같다. 제주조릿대를 비롯하여 고로쇠나무, 팔배나무, 개서어나무 등 모든 조사구간에 걸쳐 분포하고 있었다. 난대성수종의 분포는 거의 없는 특징을 보였으며, 관목류인 사스레피나무는 하천을 따라 800m 지점까지 분포하여 남사면과는 차이를 보였다.

낙엽활엽수림 식생의 주요 우점종인 졸참나무는 1,000m 지점까지 분포하였으며, 서어나무는 1,200m 지점까지 분포하고 있어 남사면과 차이를 보인다. 낙엽활엽수림의 주요 구성종인 당단풍나무, 덜꿩나무는 1,150m까지 분포하고, 산벚나무는 1,200m까지, 단풍나무는 졸참나무와 비슷한 1,000m 지점까지 분포

표 1. 한리산 남사면(돈내코등산로) 낙엽활엽수림지역의 해발고도별 주요 목본식물의 분포

Altitude(m) Scientific name	720	850	900	945	994	1026	1060	1125	1180	1290	1360	1407	1492	Korean name	Layer
<i>Abies koreana</i>														구상나무	T2/S
<i>Elaeagnus umbellata</i>														보리수나무	T2/S
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>														털진달래	S
<i>Symplocos sawafutagi</i>														노린재나무	S/H
<i>Rhododendron yedense</i> for. <i>paikhanense</i>														산철쭉	S/H
<i>Pourthiaea villosa</i>														윤노리나무	T2/S/H
<i>Pinus densiflora</i>														소나무	T/1
<i>Sorbus commixta</i>														마가목	T2/S
<i>Prunus maximowizii</i>														산개벚지나무	T2/S
<i>Sorbus alnifolia</i>														팔메나무	T2
<i>Quercus mongolica</i>														신갈나무	T1
<i>Taxus cuspidata</i>														주목	T2/S
<i>Cornus kousa</i>														산딸나무	T1/T2/S
<i>Viburnum erosum</i>														덜꿩나무	S/H
<i>Asarum maculatum</i>														개죽도리	H
<i>Quercus serrata</i>														졸참나무	T1/T2
<i>Ilex crenata</i>														평꿩나무	S H
<i>Acer pseudsieboldianum</i>														당단풍나무	T1/T2/S
<i>Daphniphyllum macropodum</i>														굴거리나무	T1/T2/S /H
<i>Dryopteris saxifraga</i>														바위죽제비고사리	H
<i>Styrax japonicus</i>														매죽나무	T2
<i>Carpinus laxiflora</i>														서어나무	T1/ T2
<i>Prunus sargentii</i>														산벚나무	T1/T2/S
<i>Carpinus tschonoskii</i>														개서어나무	T1/T2
<i>Eurya japonica</i>														사스레피나무	T2/S
<i>Meliosma myriantha</i>														나도밤나무	T2/S
<i>Acer palmatum</i>														단풍나무	T2/S
<i>Neolitsea sericea</i>														참식나무	T2/H
<i>Lindera erythrocarpa</i>														비목나무	H

표 1. ⇒ 계속

Altitude(m) Scientific name	720	850	900	945	994	1026	1060	1125	1180	1290	1360	1407	1492	Korean name	Layer
<i>Castanopsis sieboldii</i>	—													구실잣밤나무	T1
<i>Quercus acuta</i>	—													붉가시나무	T1
<i>Neolitsea aciculata</i>	—													새덕이	T2/S/H
<i>Cleyera japonica</i>	—													비쭈기나무	T2/S
<i>Sasa quepaertensis</i>	—													제주조릿대	H

T1: tree layer, T2: subtree layer, S: shrub layer, H: herb layer

하고 있었다. 관목층 구성종 중 주목은 해발 약 700m부터 구상나무림까지 분포하며, 굴거리나무는 해발 1,000m까지, 남사면 하층부의 주요 구성종인 팡팡나무의 분포는 빈약하며 남사면과 차이를 보였다.

소나무는 해발 약 1,100m 지점에서부터 임분을 형성하여 분포하기 시작하였으며, 아그배나무, 산개벚나무는 해발 약 1,180m 지점부터 분포를 시작하여 남사면과 유사한 특징이 있었다. 구상나무는 해발 1,373m부터 신갈나무, 소나무, 사스래나무 등과 혼재되어 분포하고 있어 남사면 보다는 해발고도에 따른 분포로 볼 때 다소 해발이 낮은 곳에서부터 분포하는 특징이 있었다.

이들 결과를 종합할 때, 한라산 남·북사면의 낙엽활엽수림의 주요 식생구조는 유사한 경향을 보이고 있으나 종구성이나 해발고도에 따른 분포 특성을 다소 차이가 있는 것으로 나타났다.

표 2. 한라산 북사면(관음사등산로) 낙엽활엽수림지역의 해발고도별 주요 목본식물의 분포

Scientific name	Altitude(m)													Korean name	Layer			
	721	732	750	810	849	963	1000	1088	1118	1158	1179	1254	1300			1360	1373	
<i>Abies koreana</i>																—	구상나무	T1
<i>Betula ermanii</i>																—	사스래나무	T2
<i>Prunus maximowizii</i>																—————	산개벚나무	T2/S
<i>Malus sieboldii</i>																—————	아그배나무	T2/S
<i>Pinus densiflora</i>																—————	소나무	T1
<i>Sorbus commixta</i>																—————	마가목	T2/S
<i>Quercus mongolica</i>																—————	신갈나무	T1/T2
<i>Carpinus laxiflora</i>	—————															—————	서어나무	T1/T2/S
<i>Prunussargentii</i>	—————															—————	산벚나무	T1/T2
<i>Acer pseudsieboldianum</i>	—————															—————	당단풍나무	T1/T2/S
<i>Viburnumerosum</i>	—————															—————	덜꿩나무	S
<i>Lindera erythrocarpa</i>	—————															—————	비목나무	T2/T1/H
<i>Acer palmatum</i>	—————															—————	단풍나무	T2
<i>Quercus serrata</i>	—————															—————	줄참나무	T1/T2
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	—————															—————	굴거리나무	T1
<i>Styrax japonicus</i>	—————															—————	매죽나무	T1
<i>Magnolia kobus</i>	—————															—————	목련	T2
<i>Viburnum dilatatum</i>	—————															—————	가막살나무	T2
<i>Vaccinium oldhami</i>	—————															—————	정금나무	S
<i>Taxus cuspidata</i>																—————	주목	T2/S
<i>Kalopanax septemlobus</i>	—————															—————	읍나무	T1/T2
<i>Acer pictum var. mono</i>	—————															—————	고로쇠나무	T1/T2/H
<i>Sorbus alnifolia</i>	—————															—————	팔배나무	T2/S
<i>Carpinus tschonoskii</i>	—————															—————	개서어나무	T1/T2
<i>Sasa quepaertensis</i>	—————															—————	제주조릿대	H

T1: tree layer, T2: subtree layer, S:shrub layer, H:herb layer

Vegetation Structure of Deciduous Broad-leaved Forest on the Southern and Northern Slopes in Mt. Hallasan

Kim Dae-Shin*, Kim Jong-Kab and Koh Jung-Goon
World Heritage and Mt. Hallasan Research Institute,
Jeju Special Self-Governing Province

Summary

This study was carried out to classify vegetation structure of deciduous broad-leaved forest by altitude on the southern(Donnaeko trail) and northern(Gwaneumsa trail) slopes in Mt. Hallasan.

The communities on the Donnaeko trail were divided in *Castanopsis sieboldii-Quercus acuta* community from trail entrance up to 800m above sea level(a.s.l.), *Castanopsis sieboldii-Quercus serrata* community from 800m a.s.l. up to 1,300m and *Pinus densiflora* community more than 1,200m a.s.l. The communities on the Gwaneumsa trail were divided in *Carpinus laxiflora-Quercus serrata* community from trail entrance to 800m a.s.l., *Quercus mongolica* community from 1,000m a.s.l. up to 1,200m and *Pinus densiflora* community more than 1,100m a.s.l.

In the distribution of main woody plants on deciduous broad-leaved forest by altitude on the Donnaeko trail, *Cornus kousa*, *Daphniphyllum macropodum*, *Viburnum erosum*, *Ilex crenata* and *Acer pseudosieboldianum* containing *Sasa quepaertensis* were distributed in all trail sections but other species differed depending on the elevation. *Acer pictum* var. *mono*, *Sorbus alnifolia* and

Carpinus tschonoskii containing *Sasa quepaertensis* by altitude on the Gwaneumsa trail were distributed in all trail sections. Gwaneumsa trail compared to Donnaeko trail showed differences that temperate species was not distributed on trail and it was distributed the mixed forests of *Abies koreana*, *Quercus mongolica* var. *crispula*, *Pinus densiflora*, and *Betula ermanii* etc. from 1,373m a.s.l.

인용문헌

- Doi, H. and N.I. Yurlova. 2011. Consequent Effect of Parasitism on Population Dynamics, Food Webs, and Human Health Under Climate Change, *A Journal of the Human Environment*, 40: 332-334.
- McCarl, B.A. and U.A. Schneider. 2001. Greenhouse gas mitigation in U.S agriculture and forest. *Science* 294: 2481-2482.
- Oliver, H., A.F. Lotter and G. Lemcke. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25: 101-110.
- 고정균. 2012. 한라산국립공원 자연자원조사-식생. 제주특별자치도 한라산연구소. pp.85-104.
- 엄태원, 김갑태, 추갑철, 류동엄. 2007. 한라산 어리목지역의 산림군집 구조에 관한 연구. *한국환경생태학회지*, v.21, no.2, pp.113-119.
- 오구균, 고정균, 김태환. 2007. 한라산 돈내코계곡의 해발고별 식물군집분포. *한국환경생태학회지*, v.21, no.2, pp.141-148.
- 이경재, 류창희, 최송현. 1992. 한라산 어리목, 영실, 돈내코지역의 식물군집구조. *한국환경생태학회지*, v.6, no.1, pp.25-43.
- 이경재, 조우, 조현서. 1992. 한라산 아고산지대 식물군집구조 및 식생훼손. *한국환경생태학회지*, v.6, no.1, pp.44-54.
- 이영노. 2007. 새로운 한국식물도감 I, II. (주)교학사. 서울
- 이우철. 1996. 원색한국기준식물도감. 아카데미서적. 서울
- 이창복. 2003. 원색 대한식물도감(상, 하). 향문사. 서울
- 이상철, 최송현, 강현미, 조현서, 조재우. 2010. 한라산국립공원 동사면의 해발고별 식생변화 및 구조. *한국환경생태학회지*, v.24 no.1, pp.26-36.
- 장지혜, 이준석, 정지선, 송태영, 이경재, 서상욱, 이재석. 2014. 계룡산 국립공원 산림생태계의 탄소축적량 산정에 관한 연구. *생태와환경*, v.47, no.4, pp.319-327.

부록 1. 한라산 돈내코 등산로변 고도별 식생조사표

Quadrat No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Area	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400				
Altitude(m)	720	850	900	945	994	1026	1076	1125	1180	1290	1360	1407	1492				
Height of tree layer(m)	13	10	15	14	13	13	14	15	15	12	10	10	6				
Cover of tree layer(%)	85	70	80	80	80	70	70	80	80	60	70	60					
Height of tree subtree layer(m)	8	6	9	8	8	7	9	9	10	8	6	7	8				
Cover of tree subtree layer(%)	40	40	40	40	30	40	40	20	50	50	50	50	70				
Height of tree shrub layer(m)	3	2	4	3	4	3	4	5	4	3	3	2	4				
Cover of tree shrub layer(m)	50	40	30	40	40	30	30	20	20	30	50	50	50				
Height of tree herb layer(m)	0.5	0.5	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1				
Cover of tree herb layer(%)	60	60	30	80	85	90	95	95	100	95	95	100	100				
Number of species	29	25	23	26	24	21	28	15	25	25	30	29	20				
Scientific name													Korean name	Layer			
<i>Castanopsis sieboldii</i>	1.1													구실잣밤나무	T1		
<i>Quercus acuta</i>	+2													붉가시나무	T1		
<i>Neolitsea aciculata</i>	1.1													새덕이	T2/S/H		
<i>Cleyera japonica</i>	+2													비쭈기나무	T2/S		
<i>Neolitsea sericea</i>		+2	+	+										참식나무	T2/H		
<i>Eurya japonica</i>	2.2	1.1	1.1	+2	+2	+							사스레피나무	T2			
<i>Meliosma myriantha</i>	+	+	+	+	+	+	+						나도밤나무	T2/S			
<i>Acer palmatum</i>	1.1	1.1	1.1		+2		+2						단풍나무	T2/S			
<i>Quercus serrata</i>	2.2		1.1				1.1		1.1					졸참나무	T1/T2		
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	+	1.1	+	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+2	+	+			굴거리나무	T1/T2/ S/H		
<i>Dryopteris saxifraga</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+			바위죽제비고사리	H		
<i>Styrax japonicus</i>	+				+								매죽나무	T2			
<i>Carpinus laxiflora</i>	+2	3.3	3.3	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1				서어나무	T1/T2		
<i>Prunus sargentii</i>		+2		+2		+2		+	+2	+				산벚나무	T1/T2/ S		
<i>Carpinus tschonoskii</i>	1.1				1.1	2.2	2.2	1.1	1.1					개서어나무	T1/T2		
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	+2	+2	1.1	1.1	+	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1		1.1		당단풍나무	T1/T2/S		
<i>Lindera erythrocarpa</i>	+	+												비목나무	H		
<i>Taxus cuspidata</i>		+2	+2	1.1	+2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+	+2	주목	T2/S		
<i>Cornus kousa</i>		1.1		+2	+2	1.1	1.1		+2		+2	+2	+2	산딸나무	T1/T2/ S		
<i>Viburnum erosum</i>			+	+	+		+2	+	+	+2	+2	1.1		덜꿩나무	S/H		
<i>Ilex crenata</i>	+	+	+	+	1.1	+2	+2	+	+	+	+	+		괭괭나무	S/H		
<i>Asarum maculatum</i>		+	+	+									개죽도리	H			
<i>Quercus mongolica</i>									2.2					신갈나무	T1		
<i>Pourthiaea villosa</i>										+	+	+2	+2	윤노리나무	T2/S/ H		
<i>Pinus densiflora</i>				+2							2.2	3.3	3.3	3.3	3.3	소나무	T1
<i>Sorbus commixta</i>										+2		+2	1.1	+2	마가목	T2/S	
<i>Prunus maximowizii</i>											+	1.1	1.1	1.1	산개벚지나무	T2/S	
<i>Sorbus alnifolia</i>								+		+2	1.1	1.1	1.1	팔배나무	T2		
<i>Elaeagnus umbellata</i>												+2	+	+	보리수나무	T2/S	
<i>Rhus chinensis var. aliatum</i>												+		털진달래	S		

부록 1. ⇒ 계속

Scientific name															Korean name	Layer		
<i>Symplocos sawafutagi</i>																+2 1.1 +2	노린재나무	S/H
<i>Rhododendron yedoense</i> f. <i>poukhanense</i>																+ +2 +2	산철쭉	S/H
<i>Abies koreana</i>																1.1	구상나무	S
<i>Sasa quepaertensis</i>	3.3	3.3	1.1	4.4	4.4	4.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5		제주조릿대	H	
<i>Viburnum erosum</i> var. <i>taquetii</i>		+			+	+	+		+						+2 +	가새털평나무	S/H	
<i>Hydrangea petiolaris</i>			+		+	+	+	+	+	+						등수국	S/H	
<i>Arisaema peninsulae</i>					+	+	+	+			+	+	+			점백이천남성	H	
<i>Viola grypoceras</i>					+	+		+			+	+	+			წყის제비꽃	H	
<i>Smilax china</i>		+		+				+			+	+	+			청미래덩굴	S/H	
<i>Trachelospermum asiaticum</i>		+	+		+	+			+							마삭줄	S/H	
<i>Ilex macropoda</i>					+		+2		+	1.1			+			대팻집나무	T2/S	
<i>Huperzia serrata</i>			+			+	+					+		+		뺨뚱	H	
<i>Euonymus alatus</i>															+2 + +2 +2	화살나무	S	
<i>Euonymus oxyphyllus</i>			+					+							+2 +	참회나무	T2/S/H	
<i>Viola albida</i> var. <i>chaerophylloides</i>					+		+	+					+			남산제비꽃	H	
<i>Arisaema ringens</i>					+	+		+		+						큰천남성	H	
<i>Goodyera velutina</i>		+		+	+	+										털사철란	H	
<i>Carex ciliatmarginata</i>									+		+		+			털대사초	H	
<i>Vaccinium oldhami</i>															+	정금나무	T2/S	
<i>Cornus macrophylla</i>															+2 1.1	곰의말채나무	T2	
<i>Ainsliaea apiculata</i>						+							+			좁딱취	H	
<i>Neoshirakia japonica</i>		+	+	+												사람주나무	S	
<i>Hedera rhombea</i>		+	+			+										송악	H/S	
<i>Hydrangea serrata</i> for. <i>acuminata</i>									+			+	+			산수국	H	
<i>Dryopteris bissetiana</i>			+													산죽제비고사리	H	
<i>Potentilla yokusaiana</i>									+	+						민눈양지꽃	H	
<i>Mitchella undulata</i>												+	+			호자덩굴	H	
<i>Maackia fauriei</i>							+									솔비나무	S/H	
<i>Viburnum furcatum</i>															+2	분단나무	S	
<i>Rhododendron weyrichii</i>			+													참꽃나무	S	
<i>Callicarpa japonica</i>						+		+								작살나무	S	
<i>Berberis amurensis</i> var. <i>quepaertensis</i>																섬매발톱나무	S/H	
<i>Viburnum furcatum</i>															+2	분단나무	S/H	
<i>Viola violacea</i>						+										자주잎제비꽃	H	

The others companion species: *Ardisia japonica*(자금우, +), *Cornus controversa*(증층나무, +2), *Reynoutria japonica*(호장근, +), *Schizophragma hydrangeoides*(마위수국, +), *Acer pictum* var. *mon*(고로쇠나무, +2), *Smilax sieboldii*(청가시덩굴, +), *Hosta minor*(좁비비추, +), *Goodyera schlechtendaliana*(사철란, +), *Tripteris japonica*(덩굴용담, +), *Arundinella hirta* var. *ciliata*(털새, +), *Clerodendron trichotomum*(누리장나무, +), *Ligustrum japonicum*(광나무, +), *Aralia elata*(두릅나무, +), *Weigela florida*(붉은병꽃나무, +), *Lysimachia japonica*(좁가지풀, +), *Arisaema thunbergii*(무늬천남성, +), *Prunus buergeriana*(섬개벚나무, +2), *Thelypteris japonica*(지네고사리, +), *Dryopteris erythrosora*(홍지네고사리, +), *Ajuga decumbens*(금창초, +), *Miscanthus sinensis*(억새, +), *Athyrium vidalii*(산개고사리, +), *Botrychium ternatum*(고사리삼, +), *Stauntonia hexaphylla*(벌꿀, +), *Calanthe reflexa*(여름새우난초, +), *Lecanorchis japonica*(무엽란, +)

부록 2. 한라산 관음사 등산로변 고도별 식생조사표

Scientific name																Korean name	Layer										
<i>Quercus serrata</i>	33	22	33	33	33	44														졸참나무	T1/T2						
<i>Daphniphyllum macropodum</i>		+	+	+	+2	1.1	1.1													+	굴거리나무	T1					
<i>Styrax japonicus</i>				+2	+	+2														+	매죽나무	T1					
<i>Vaccinium oldhami</i>	1.1	+	+	+	+																+	정금나무	S				
<i>Carex ciliatomarginata</i>		+			+	+	+															+	털대사초	H			
<i>Magnolia kobus</i>				+	+	+	+	+																목련	T2		
<i>Acer palmatum</i>				+				+2																단풍나무	T2		
<i>Carpinus laxiflora</i>	1.1	1.1	1.1	+2	+2	1.1	1.1	+2	1.1	1.1														서어나무	T1/T2/S		
<i>Prunus sargentii</i>		+		+2	1.1	1.1		+2			+	+	+2											산벚나무	T1/T2		
<i>Acer pseudobiddanum</i>	1.1	1.1	2.2	1.1	+2	+	+2	1.1	+2	+														당단풍나무	T1/T2/S		
<i>Viburnum erosum</i>	1.1	+2	1.1	1.1	1.1	+					+	+	+2											털팽나무	S		
<i>Lindera erythrocarpa</i>				+		+		+2	+				+2											비목나무	T2/T1/H		
<i>Taxus cuspidata</i>					+	+		+	+	+	+	+	+2											주목	T2/S		
<i>Carpinus tshonoskii</i>	+2	1.1			1.1	1.1	+2	2.2	2.2	1.1														개서어나무	T1/T2		
<i>Acer pictum var. mono</i>				+2	+	+		+2	+															고로쇠나무	T1/T2/H		
<i>Hydrangea petiolaris</i>													+2	+	+	+	+	+	+					등수국	H		
<i>Smilax china</i>		+			+	+	+					+	+	+										청미래덩굴	S		
<i>Kalopanax septemlobus</i>						+2	+2	+2				+	+2	+2										읍나무	T1/T2		
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>			+	+	+	1.1			+	+														담쟁이덩굴	S/H		
<i>Asarum maculatum</i>												+	+	+	+	+	+	+						개죽도리	H		
<i>Cornus kousa</i>	1.1	+2				+		+																산딸나무	T2		
<i>Quercus mongolica</i>												2.2	3.3	1.1										+2	신갈나무	T1/T2	
<i>Mitchella undulata</i>							+					+2	+											호자덩굴	H		
<i>Disoprnum smilacinum</i>								+					+												애기나리	H	
<i>Pourthiaea villosa</i>												+	+2	+	1.1										윤노리나무	S	
<i>Pinus densiflora</i>													+2	3.3	4.4	4.4	4.4	4.4	3.3						소나무	T1	
<i>Sorbus commixta</i>																									+	마가목	T2/S

부록 2. ⇒ 계속

Scientific name																Korean name	Layer														
<i>Prunus maximowizii</i>																1.1	1.1	+	+	산개벚나무	T2/S										
<i>Sorbus alnifolia</i>																				+	+	1.1	+2	+2	+2	팔배나무	T2/S				
<i>Elaeagnus umbellata</i>																										1.1	+	+2	+2	보리수나무	S
<i>Malus sieboldii</i>																										+2		+2	1.1	아그배나무	T2/S
<i>Abies koreana</i>																													+2	구상나무	T1
<i>Betula ermanii</i>																													1.1	사스래나무	T2
<i>Sasa quelpaertensis</i>	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5															제주조릿대	H
<i>Dryopteris saxifraga</i>	+	+																											+	바위족제비고사리	H
<i>Maackia fauriei</i>	1.1		+	+																									+	솔비나무	T1/T2
<i>Euonymus oxyphyllus</i>																													+2	참회나무	T2
<i>Trachelospermum asiaticum</i>	+	+	+	+																										마삭줄	S
<i>Ilex crenata</i>																													+	괭괭나무	H
<i>Hydrangea petiolaris</i>																													+2	등수국	T2
<i>Goodyera biflora</i>																													+	섬사철란	H
<i>Lindera obtusiloba</i>	+																												+	생강나무	S
<i>Viburnum dilatatum</i>	+2																												1.1	가막살나무	T2
<i>Dryopteris erythrosora</i>																													+	홍지네고사리	H
<i>Dryopteris chinensis</i>	+																												+	기린잎족제비고사리	H
<i>Viola grypoceras</i>																													+	남시제비꽃	H
<i>Cornus controversa</i>																													+	층층나무	T1
<i>Arisaema peninsulae</i>																													+	점백이천남성	H
<i>Viburnum wrightii</i>																													+2	산가막살나무	S
<i>Rhododendron weyrichii</i>	+																												+	참꽃나무	H
<i>Hydrangea serrata</i> f. <i>acuminata</i>																													+2	산수국	H
<i>Meliosma oldhamii</i>																													+	합다리나무	S
<i>Lepisorus ussuriensis</i>																													+	산일엽초	S/H
<i>Viola violacea</i>																													+	자주잎제비꽃	H
<i>Arisaema robustum</i>																													+	넓은잎천남성	H
<i>Prunus buergeriana</i>																													+	섬개벚나무	T2/T1
<i>Ajuga decumbens</i>																													+	금창초	H

The others companion species: *Cornus macrophylla*(곰의말채나무, +), *Hydrangea petiolaris*(등수국, +), *Reynoutria japonica*(호장근, +), *Euonymus pauciflorus*(회목나무, +), *Neoshirakia japonica*(사람주나무, +), *Schizophragma hydrangeoides*(바위수국, +), *Hedera rhombica*(송악, +), *Dryopteris crassirhizoma*(관중, +), *Callicarpa japonica*(작살나무, +), *Goodyera schlechtendaliana*(사철란, +), *Maianthemum bifolium*(두루미꽃, +), *Rosa multiflora*(젤레나무, +), *Senecio nemorensis*(금방망이, +), *Clerodendron trichotomum*(누리장나무, +), *Euonymus bungeanus*(좁참빗살나무, +), *Viburnum furcatum*(분단나무, +2), *Vaccinium japonicum*(산매자나무, +), *Asplenium incisum*(꼬리고사리, +), *Dryopteris bissetiana*(산족제비고사리, +), *Schisandra repanda*(흑오미자, +), *Hepatica insularis*(새끼노루귀, +), *Ostrya japonica*(새우나무, +), *Viburnum erosum*(덜꿩나무, +), *Ardisia japonica*(자금우, +)