

# 천연기념물 제374호 제주 평대리 비자나무림의 식물생태학적 가치 제고\*

최병기 · 이진범

동의대학교 분자생물학과

## A Study on the Synecological Values of the *Torreya nucifera* Forest (Natural Monument No. 374) at Pyeongdae-ri in Jeju Island

Choi, Byoung-Ki · Lee, Chin-Bum

Dept. of Molecular Biology, Dongeui University

### ABSTRACT

The natural monument forests (no.374) located at Pyeongdae-ri in Jeju island are described and classified by using phytosociological methods and numerical analysis. The purpose of this paper is to identify the ecological character of *Torreya nucifera* forests between natural habitat and artificial habitat, as well as their spatial and phytogeographical distribution in the Korea. The comparison of forests between Pyeongdae-ri and other regions was analyzed by using a non-metric multidimensional scaling analysis (NMDS) and hierarchical clustering.

On the basis of the 12 phytosociological relevés, the vegetation of *T. nucifera* dominant forest in Jeju island was arranged in one syntaxon (*Alangium platanifolium-Torreya nucifera* community included typicum and one subcommunity) within Camellieta. The community of *T. nucifera* dominant forests were characterized floristically and ecologically. We discussed diagnostic species with references, and proposed a few important diagnostic species (*Ilex crenata* for. *microphylla*, *Acer palmatum*, *Zingiber mioga*, *Mercurialis leiocarpa*, *Osmorhiza aristata*, *Mecodium wrightii* etc.) to explain condition of the habitat and synecological character. The communities were described by concerning their edaphical and syndynamical niche; we discussed their total distribution in Korea. In most forests they are widespread in Korean peninsular and their distribution is primarily determined by artificial plantation and periodical management. The forests consisted of *T. nucifera* have developed from natural environment element and artificial management. As a result they have very unique characters with the floristic, structural characterization and distribution. Furthermore, we identified that they need to apposite management for sustainability.

*Key words* : Ecosystem Management, Phytogeography, Protected Area, Z.-M. method

### 국문초록

제주도 평대리에 위치한 천연기념물 374호, 비자나무림에 대해 식물사회학적 방법 및 수리적 분석에 의한 연구가 이루어졌다. 본 연구의 목적은 비자나무림이 가지는 생태적 특성을 규명하는데 목적을 두고 있으며, 한반도 내 공간적 분포특성을 파악하고 비교하고자 하였다. 국내외 지역에 분포하는 식생대와의 상관관계 분석을 위해 NMDS와 집괴분석법이 활용되었다.

제주 평대리 비자나무림은 12개의 식물사회학적 조사표를 바탕으로 비자나무-상산군락으로 분류되었으며, 서식처 환경을 반영한 전형하위군락과 가는쇠고사리하위군락으로 구분되었다. 또한 식생의 서식처 특성과 비자나무림 발달에 근거를 제공하는 추가적인 진단종군(쌍쌍나무, 단풍나무, 양하, 산쪽풀, 긴사상자, 처녀이끼 등)이 제안되었다. 제주도 내 동일식생대 식생의

\* 본 논문은 2015년 동의대학교 학술연구지원비에 의해서 수행된 연구임.

† Corresponding Author : Lee, Chin-Bum, Department of Molecular Biology, Busan 47340, South Korea, E-mail: cblee@deu.ac.kr

종조성 분석 및 국내 기타 비자나무림들과의 좌표결정과 집괴분석 비교를 통해서 평대리 비자나무림은 종조성 및 식생구조에 있어서 매우 독립적인 특성을 나타내고 있는 것으로 확인되었다. 국외 비자나무림과의 비교에서 평대리 비자나무림이 가지는 특성이 확인되었으며, 자생지와는 종조성 및 식생유형에서 많은 차이를 보이는 것으로 밝혀졌다. 평대리 비자나무림에 대한 식물생태학적 평가가 이루어졌으며, 국가중요자연자원에 대한 평가규정에 대해 고찰하였다.

주제어 : 보호지역, 생태계 관리, 식물지리학, Z.-M. 방법

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

국가 자연자원의 가치는 지역의 자연환경을 바탕으로 유구한 역사를 통하여 형성되었으며, 소비적, 비소비적 사용가치 및 자연자원의 부가가치를 능가하는 존재의 가치를 가진다고 할 수 있다[1]. 또한 이들의 가치는 존재가 가지는 분포의 희귀성 및 이들의 존재로부터 발생하는 다양한 기능 및 역할들로부터 보다 추가적인 가치부여가 가능하다.

국내에는 15개 내외의 크고 작은 비자나무 개체군 또는 군락지가 분포하고 있다. 분포지역은 전라남도의 강진군, 고창군, 고흥군, 나주시, 여수시, 완도군, 장성군, 진도군, 해남군, 화순군 등과 경상남도 사천시 일대, 그리고 제주도에서 보고되고 있다[2-5]. 비자나무(*Torreya nucifera* Siebold, & Zuccarini)는 비자나무속의 유일한 종으로서 상대적으로 좁은 분포범위를 나타내며, 불연속적인 분반상 분포경향을 보인다. 국내 송백류 가운데 난온대지역(warm-temperate climate zone)에 국한되어 분포하는 유일한 종이며, 과거로부터 경관조성용뿐 아니라 식용(견과) 및 약용(구충제), 바둑판을 비롯한 다양한 경제(hardwood)성 목재로 활용되어 왔다.

한국의 최북단 분포지는 전라남도 장성군의 내장산국립공원 내에 위치한 백양사 일대의 비자나무림인 것으로 인식되고 있다. 국내에 분포하는 비자나무 개체 또는 삼림을 포함한 개체군 가운데 강진군(제39호), 진도군(111호), 장성군(153호), 고흥군(239호), 해남군(241호), 사천시(287호), 제주시(374호), 화순군(483호) 등은 그 규모와 자연경관적 가치를 인정받아 천연기념물로 지정되어 보호받고 있다[6]. 제주도 평대리의 비자나무림은 이들 비자나무림 가운데 오래된 수령을 가진 다수의 노거수를 포함하는 한국의 대표적 비자나무림이며, 숲의 규모와 역사성, 경관문화적 가치 및 학술적 가치를 인정받아 국내 비자나무림 가운데 7번째인 1993년에 천연기념물로 지정되었다[6].

국내 비자나무림에 관한 연구는 보호림으로 지정된 사찰 또는 향교 등의 비자나무림을 대상으로 식물종 및 식생구조, 생물환경 등에 대한 연구가 지역별로 다양하게 수행된 바 있으며[3][4], 비자나무의 생장특성과 관리전략에 따른 무육강도의

변화 연구[7] 및 지역 식물상 발굴연구의 한 부분으로 비자나무림 영역이 포함되어 연구되어진 바 있다[8]. 그러나 이들 연구의 대부분은 비자나무림을 구성하는 목본식물종에 국한되어 연구가 이루어졌으며, 식생 구조적 측면에서 숲의 연속성에 집중된 연구가 주를 이루었다. 이러한 연구결과들은 개개 숲의 구조를 이해하는데 큰 기여를 하였을 것으로 판단되나, 식생 구성종에 대한 생태학적 특성 및 숲이 가지는 가치평가에 대한 고려는 미흡하였으며, 국내외 비자나무림과의 특성을 발굴하기 위한 체계적 접근은 부족했던 것으로 판단된다. 또한 연구지역을 제외한 국내 모든 비자나무림이 식재기원으로 발달된 군락들로 알려지고 있으며, 종의 식재에 관한 역사적 기록을 바탕으로 숲이 구성되어 있는데 반해 반면 평대리의 비자나무는 여전히 자생여부에 대한 논의가 학자들 간 다양한 의견 차이를 보이며 논의되고 있다[4][5][9].

본 연구는 국내 비자나무림 가운데 비자나무의 식물지리분포 중심에 보다 가까이 위치하며, 자생여부에 관한 논의가 여전히 이루어지고 있는 국내 최남단의 평대리 비자나무 숲을 대상으로 그 생태학적 가치를 기록하고자 하였다. 또한 제주도 내 동일 식생지역에 분포하고 있는 기타 식생 및 국내/외에 분포하는 비자나무림들과의 생태학적 특성을 비교하고 그 가치를 논의하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상지 현황

천연기념물 제374호 비자나무림은 제주특별자치도 북제주군 구좌읍 평대리에 위치해 있다. 지리적으로 33° 28' 43" N~33° 29' 30" N, 126° 48' 12" E~126° 48' 50" E에 해당하며, 해발고도 분포가 약 125~160m에 이르는 완만한 경사의 평지대에 분포하고 있다(Figure 1).

한라산에서 동쪽으로 뻗어 내려간 능선의 끝자락에 위치한 월랑봉(382m)과 돛오름(287m) 사이에 분포하고 있다. 연구지역은 제주도 남측에 비해서는 상대적으로 강수량이 적은편이지만, 섬의 북서부 지역에 비해 높은 강수량을 형성하고 있어, 토양 및 공중습도가 높아 수목의 생장에 유리한 조건을 가지고 있다[10]. 제주도 생태권역구분에서 제주생태권역(Jeju ecoregion)

에 해당한다(Figure 1)[11]. 연구지역은 유기물 함량이 풍부하며 보수성, 보비력, 배수성, 통기성 등이 양호한 토양환경을 형성하고 있는 것으로 알려져 있다. 토양이화학적 특성에서도 수목의 생육에 양호한 환경조건을 갖추고 있는 것으로 알려져 있으나, 토양의 깊이가 얇고, 석력의 함량이 높아 실제 수목이 생육에 이용할 수 있는 토양의 양은 많지 않은 곳자왓 지역에 위치하고 있다[12].

## 2. 연구 방법

### 1) 현장식생조사

식생유형분류를 위하여 동질의 환경조건과 균질한 종조성을 포함하고 있는 입지를 대상으로 현장조사를 실시하였다. 조사 시기는 2012년, 2013년, 2014년에 이루어졌으며, 식생최성기인 6월부터 9월에 걸쳐 이루어졌다. 조사구의 면적은 식생 종 및 서식처정보의 누락을 최소화하는 면적을 대상으로 이루어졌으며, 각 식생유형의 수관층 높이에 자승한 이상의 면적을 선정하여 조사되었다. 식생조사결과를 바탕으로 군락구조, 군락생태, 군락동태, 군락지리 등에 대한 평가를 실시하였다.

### 2) 식생단위 추출

식물군락분류 및 식생단위 추출은 Z.-M.학파(Zürich-Montpellier)의 전통군락분류법과 통합분류방법을 이용하였으며, 출현식물종의 질적/양적 평가는 변환통합우점도의 순차적인 값(ordinal scale: 1,2,3,4,5,6,7,8,9)을 이용하였다[13][14]. 유형화된 식생단위에 구성식물종의 기여도는 단위식생 간의 질적/양적 비교분석이 가능한 상대기여도(r-NCD)를 산출하여 정량적인 값으로 표현하였다. 유형화된 단위식생은 국제식생명명규약에 따랐으며[15], 식물명은 Lee(1996), Lee(2006), Park(2009)을 참고하였다[16][17][18].

### 3) 좌표결정(ordination) 및 집괴분석(clustering)

평대리 비자나무림과 제주도 내 동일 식생대 내 기타식생과의 구성 종조성을 바탕으로 한 식생학적 비교 및 국내 기타지역 비자나무림과의 식물생태학적 비교분석을 위하여 좌표결정 및 집괴분석이 이루어졌다. 좌표결정 및 집괴분석은 Syntax 2000를 통해 이루어졌으며, 좌표의 속성에 따라 Non-metric multidimensional scaling 및 UPGMA의 Group average방법을 활용하였다.

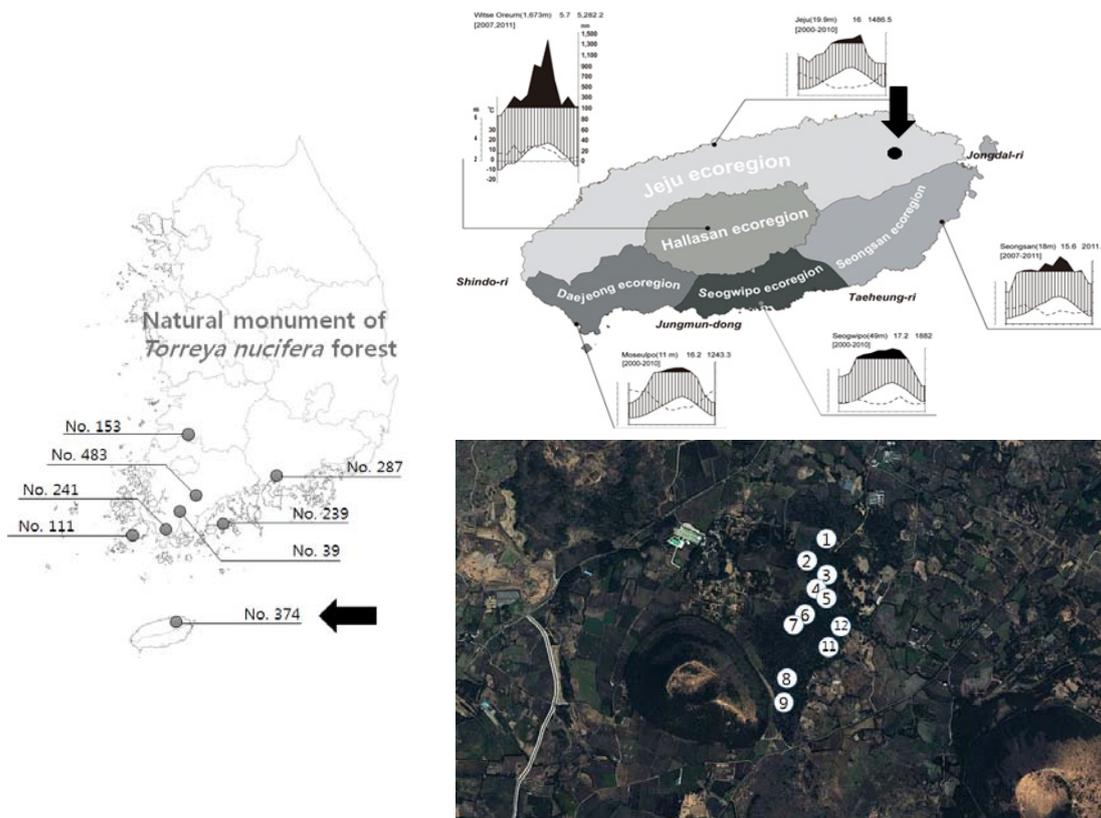


Figure 1. Geography, climate and physiognomy of study area (numbers are relevé site)

4) 식물상 및 생물다양성

연구지역의 식물상 및 식물상 특성을 기술하였으며, 군락에서 이들 종이 가지는 의미에 대한 논의가 이루어졌다. 또한 비자나무림의 분포중심지이며, 자생지인 일본의 서식현황과 비교함으로써 연구지역의 생태학적 특성을 고찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 평대리 비자나무림의 식생특성

비자나무림은 난온대 상록활엽수림대에 위치하고 있으며, 비교적 완만한 경사를 나타내는 저지대 및 구릉지에 발달하고 있었다. 군락 구성종은 총 58과 101속 123종 5변종 3품종의 총 131분류군으로 구성되어 있었다(Table 1; Figure 2). 비자나무림은 군락 종조성에 의해 비자나무-상산군락으로 확인되었으며, Lee and Oh(2013)의 선행연구[9]에서 고려된 결과와 동일한 유형을 형성하는 것으로 판단되었다. 전형하위군락과 가는쇠고사리하위군락으로 구분되었으며, 각 하위군락은 서식처 환경에 대응되며, 특정의 구분을 포함하고 있었다(Table 1).

1) 식생분류: 비자나무-상산군락(*Alangium platanifolium-Torreya nucifera* community)

단위식생의 진단종은 선행연구에서 제시된, 비자나무, 상산, 단풍박쥐나무 등이 인정되며, 전형하위군락과 가는쇠고사리하위군락으로 구분되었다(Figure 2). 진단종 가운데 상재도는 상대적으로 높지 않으나, 입지환경을 반영하는 진단종 성격의 구분종이 존재하는 것으로 판단되어 보완을 제안한다. 비자나무-

상산군락의 구성종 가운데 비자나무, 단풍나무, 상산, 양하 등은 본 단위식생에서 제한적인 분포를 나타내는 종들이다. 이들은 국내 자생적 분포가능여부에 대한 많은 논의를 필요로 하는 종들로 비자나무림의 기원에 관한 근거를 반영하는 의미 있는 진단종들로 판단된다. 또한 전형하위군락의 서식처 환경을 반영하는 팽팡나무, 산쪽풀, 긴사상자 등에 대응하여, 가는쇠고사리하위군락의 서식처 환경을 반영하는 빗죽이나마, 가지고비고사리, 더부살이고사리, 난장이이끼, 처녀이끼, 주걱일엽, 제비난초, 차겉이란, 콩짜개란, 괴불이끼, 풍란, 순갈일엽, 구슬개고사리, 나도풍란 등은 출현빈도가 상대적으로 낮으나, 꽃자왈 서식처 환경을 잘 반영하고 있으며, 군락구조에 따른 종의 동태를 나타내는 중요 군락진단종으로 판단되었다. 식생구조는 교목층, 관목층, 초본층의 3층구조 또는 아교목층이 발달된 4층 구조를 형성하고 있으며, 전체 출현종별 상대기여도는 비자나무(100), 상산(71.4), 생달나무(58.2), 후박나무(49.6), 참식나무(44.9), 십자고사리(36.6), 단풍박쥐나무(36.5) 등의 순으로 높게 나타났다(Table 1). 상관 구성종이며, 모든 층위에서 종 분포를 나타내는 종은 비자나무, 단풍나무, 송악, 예덕나무, 생달나무, 후박나무, 종가시나무, 참식나무 등이었다.

비자나무는 전형하위군락에서는 초본층 내 유묘의 발생이 확인되었으나, 가는쇠고사리하위군락에서는 초본층 내 높은 피도로 영양번식 하는 다양한 양치식물류 및 덩굴성식물, 부착식물 등에 의해 피압되는 경향을 보였다. 반면 자연적인 도목의 발생 또는 인위적 관리하에 상대적으로 개방된 상관을 형성하고 있는 입지들에서는 분반상의 유묘재생이 확인되었다. 연구지역 외 지역으로의 비자나무 확산 및 비자나무림의 발생은 확인되지 않았다.

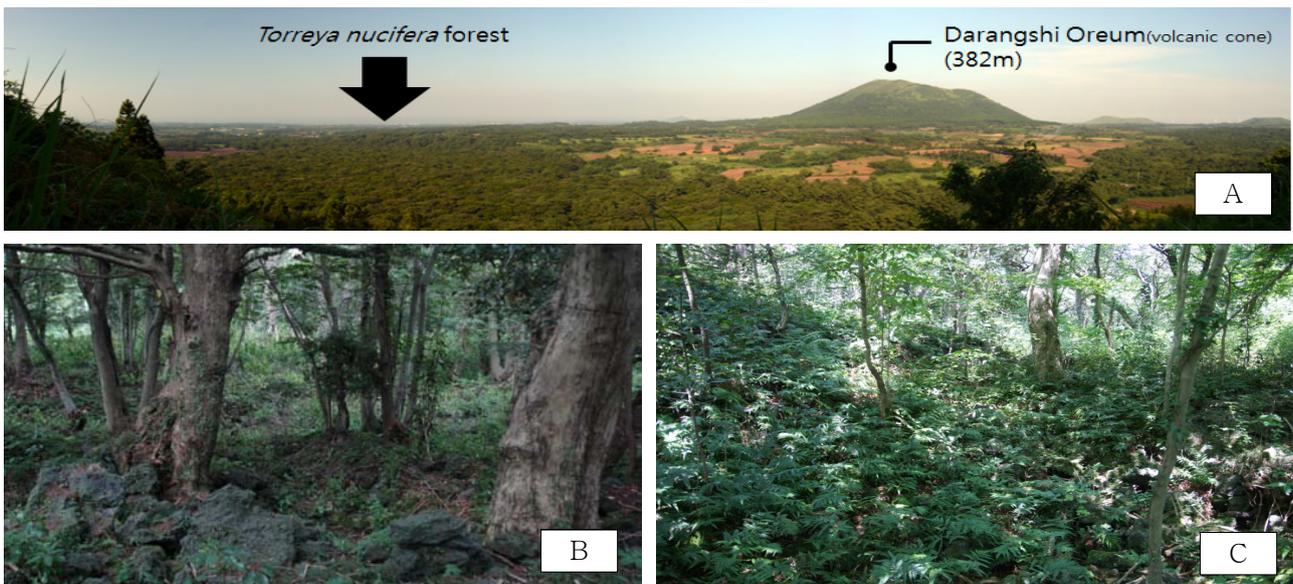


Figure 2. Panorama (A), typicum (B) and subcommunity (C) of *Alangium platanifolium-Torreya nucifera* community

Table 1. Synoptic table of *T. nucifera* community at Pyeongdae-ri in Jeju island (A: *Typicum*, B: *Arachniodes aristata* subcommunity)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
running number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
elevation	130	132	155	140	147	145	155	153	159	158	160	155					
slope	2	2	3	3	3	5	2	2	2	2	5	0					
area	625	625	400	300	600	400	600	400	500	400	400	600					
height of tree	15	15	15	12	14	15	14	15	13	15	15	14					
cover of tree	95	97	95	90	95	90	85	85	80	90	95	90					
height of subtree	-	-	-	8	-	-	8	7	7	8	9	8					
cover of subtree	-	-	-	20	-	-	30	25	25	20	30	30					
height of shrub	4	4	5	3	5	3	2.5	3	2	3	3	2					
cover of shrub	60	50	70	50	60	40	50	70	60	55	40	50					
height of herb	0.8	0.6	0.8	0.4	0.6	0.8	0.7	0.8	1	0.6	0.8	0.6					
cover of herb	65	50	60	75	70	80	70	85	80	75	80	90	Total				
	A				B				Ci	Ni	NCD	r-NCD					
<b>Diagnostic species of <i>Alangium platanifolium</i>-<i>Torreya nucifera</i> community</b>																	
<i>Torreya nucifera</i>	비자나무	8	8	8	9	7	9	8	8	7	9	8	9	98	12	8.2	100.0
<i>Orixa japonica</i>	상산	6	7	7	8	6	7	5	6	7	2	5	4	70	12	5.8	71.4
<i>Alangium platanifolium</i>	단풍박쥐나무	-	5	3	2	5	3	4	5	2	3	4	3	39	11	3.0	36.5
<i>Arachniodes aristata</i>	가느쇠고사리	-	-	1	-	-	5	7	8	6	7	6	7	47	8	2.6	32.0
<b>Additional diagnostic species for syntaxa</b>																	
<i>Ilex crenata</i> for. <i>microphylla</i>	광광나무	2	4	3	-	4	-	-	-	-	(2)	-	-	13	4	0.4	4.4
<i>Acer palmatum</i>	단풍나무	-	3	-	1	2	3	5	3	4	5	4	5	35	10	2.4	29.8
<i>Zingiber mioga</i>	양하	2	2	3	4	4	2	3	-	-	-	-	3	23	8	1.3	15.6
<i>Mercurialis leiocarpa</i>	산쪽풀	3	-	2	2	1	1	-	-	(1)	-	-	(1)	9	5	0.3	3.8
<i>Osmorhiza aristata</i>	긴사상자	1	1	-	3	4	-	3	-	-	-	-	2	12	5	0.4	5.1
<i>Cleyera japonica</i>	비죽이나무	-	-	-	-	-	-	4	-	5	-	3	4	16	4	0.4	5.4
<i>Coniogramme japonica</i>	가지고비고사리	-	-	-	-	-	-	1	-	2	2	-	3	8	4	0.2	2.7
<i>Polystichum lepidocaulon</i>	더부살이 고사리	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2	3	9	3	0.2	2.3
<i>Lacosteopsis orientalis</i> var. <i>abbreviata</i>	난장이이끼	-	-	-	-	-	(1)	-	3	3	-	2	-	8	3	0.2	2.0
<i>Mecodium wrightii</i>	치녀이끼	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	2	-	5	3	0.1	1.3
<i>Loxogramme grammitoides</i>	주걱일엽	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	5	3	0.1	1.3
<i>Platanthera freynii</i>	제비난초	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	1	-	5	3	0.1	1.3
<i>Oberonia japonica</i>	차겉이란	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	2	5	3	0.1	1.3
<i>Bulbophyllum drymoglossum</i>	콩짜개란	-	-	-	-	-	(1)	-	2	-	1	-	2	5	3	0.1	1.3
<i>Crepidomanes insignis</i>	괴불이끼	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1	4	3	0.1	1.0
<i>Neofinetia falcata</i>	풍란	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	3	2	0.0	0.5
<i>Loxogramme dulouxii</i>	순갈일엽	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2	2	0.0	0.3
<i>Athyrium deltoideifrons</i>	구슬개고사리	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2	2	0.0	0.3
<i>Aerides japonicum</i>	나도풍란	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	0.0	0.1
<b>Diagnostic species of <i>Camellietea japonicae</i> and lower units</b>																	
<i>Cinnamomum japonicum</i>	생달나무	6	4	6	4	6	5	3	5	6	3	4	5	57	12	4.8	58.2
<i>Machilus thunbergii</i>	후박나무	-	3	5	5	6	4	5	5	3	5	6	6	53	11	4.0	49.6
<i>Neolitsea sericea</i>	참식나무	4	5	-	5	6	4	4	5	5	3	4	3	48	11	3.7	44.9
<i>Trachelospermum asiaticum</i>	마사줄	3	-	4	3	2	1	2	3	2	2	3	3	28	11	2.1	26.2
<i>Hedera rhombea</i>	송아	-	4	2	-	1	3	-	4	3	2	3	3	25	9	1.6	19.1
<i>Lemmaphyllum microphyllum</i>	콩짜개덩굴	-	2	3	3	-	3	-	2	3	-	2	3	21	8	1.2	14.3
<i>Ardisia crenata</i>	백량근	-	2	-	2	1	2	-	3	3	-	3	3	19	8	1.1	12.9
<i>Viburnum odoratissimum</i>	아왜나무	-	3	4	-	4	4	-	3	-	-	3	-	21	6	0.9	10.7
<i>Quercus glauca</i>	종가시나무	5	-	-	3	-	-	5	-	5	5	-	6	29	6	1.2	14.8
<i>Ficus oxphylla</i>	모람	2	-	-	2	1	1	-	2	-	2	-	-	10	6	0.4	5.1
<i>Actinodaphne lancifolia</i>	육박나무	-	-	-	3	-	-	-	3	5	-	-	3	14	4	0.4	4.8
<i>Machilus japonica</i>	생달나무	-	4	-	-	-	-	-	3	-	4	-	4	15	4	0.4	5.1
<i>Neolitsea aciculata</i>	새덕이	4	-	3	-	-	-	3	-	-	-	3	-	13	4	0.4	4.4
<i>Dryopteris erythrosora</i>	홍지네고사리	-	-	1	2	-	-	2	-	-	-	2	1	8	5	0.3	3.4
<i>Fyrosia lingua</i>	석위	3	-	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	8	3	0.2	2.0
<b>Companion species</b>																	
<i>Polystichum tripteris</i>	십자고사리	6	6	6	3	1	3	-	4	4	-	5	5	43	10	3.0	36.6
<i>Ficus erecta</i>	천선과나무	6	6	7	5	3	4	-	5	-	5	6	-	47	9	2.9	36.0
<i>Dryopteris caudipinna</i>	가느홍지네고사리	2	1	2	1	-	2	3	3	4	4	2	2	26	11	2.0	24.3
<i>Callicarpa mollis</i>	새비나무	4	-	3	3	3	3	-	4	4	-	4	-	28	8	1.6	19.0
<i>Ophiopogon japonicus</i>	소엽맥문둥	4	-	3	2	1	2	3	3	4	2	-	3	27	10	1.9	23.0
<i>Elaeagnus macrophylla</i>	보리밭나무	2	-	3	3	3	3	2	-	3	2	3	3	27	10	1.9	23.0
<i>Lindera erythrocarpa</i>	비목나무	3	5	-	5	5	3	-	5	-	5	-	-	31	7	1.5	18.5
<i>Clerodendron trichotomum</i>	누리장나무	4	-	3	4	-	-	4	-	3	3	4	-	25	7	1.2	14.9
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	주름조개풀	2	3	-	2	3	3	4	-	2	-	-	-	19	7	0.9	11.3
<i>Calanthe discolor</i>	새우난초	3	-	3	2	-	2	-	3	2	-	3	2	20	8	1.1	13.6
<i>Arisaema amurense</i> for. <i>serratum</i>	천남성	-	3	-	2	1	4	-	1	2	3	-	2	18	8	1.0	12.2
<i>Dryopteris uniformis</i>	곰비늘고사리	3	3	-	3	-	-	2	3	-	3	3	-	20	7	1.0	11.9
<i>Diarrhena japonica</i>	용수염	3	4	3	2	3	-	1	-	-	-	3	-	19	7	0.9	11.3
<i>Viola acuminata</i>	줄방제비꽃	-	3	2	-	2	2	2	-	2	1	2	2	16	8	0.9	10.9
<i>Litsea japonica</i>	까마귀쭈나무	-	3	-	3	2	3	-	2	-	2	-	3	18	7	0.9	10.7
<i>Zelkova serrata</i>	느티나무	3	-	3	-	2	-	2	3	-	-	3	2	18	7	0.9	10.7
<i>Disporum viridescens</i>	큰애기나리	2	2	-	-	-	2	-	3	4	3	2	-	18	7	0.9	10.7
<i>Quercus salicina</i>	참가시나무	5	-	-	5	5	-	4	-	4	-	5	-	24	5	0.8	10.2
<i>Kadsura japonica</i>	남오미자	2	-	2	2	-	-	2	3	-	3	-	2	16	7	0.8	9.5
<i>Cimicifuga acerina</i>	개승마	1	1	-	2	1	1	-	1	2	-	2	-	11	8	0.6	7.5
<i>Cornus kousa</i>	산딸나무	3	-	4	-	-	-	3	2	-	-	4	-	16	5	0.6	6.8
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	쥐똥나무	-	-	3	-	-	2	-	3	-	4	3	-	15	5	0.5	6.4
<i>Mallotus japonicus</i>	예덕나무	-	2	-	2	2	-	-	-	2	-	2	2	12	6	0.5	6.1
<i>Liriope spicata</i>	개맥문둥	3	-	3	-	-	2	3	-	3	-	3	-	14	5	0.5	6.0
<i>Persicaria filiformis</i>	이삭여뀌	-	-	-	2	1	1	-	2	-	-	3	2	11	6	0.5	5.6
<i>Desmodium podocarpum</i> ssp. <i>oxyphyllum</i>	도둑늬의갈구리	-	2	-	2	1	2	-	-	2	-	2	-	11	6	0.5	5.6
<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	머귀나무	3	-	4	2	-	2	3	-	3	3	-	2	22	8	1.2	15.0
<i>Plectranthus inflexus</i>	산박하	2	3	-	-	-	-	2	3	-	-	2	-	12	5	0.4	5.1
<i>Laportea bulbifera</i>	혹쟁기풀	2	2	-	-	-	-	2	-	3	-	3	-	12	5	0.4	5.1
<i>Stephanaadra incisa</i>	국수나무	2	2	3	3	-	-	-	2	-	-	-	-	12	5	0.4	5.1
<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>	파리풀	-	2	1	2	-	1	-	-	2	-	-	2	10	6	0.4	5.1
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	초피나무	2	-	-	-	-	2	-	-	2	3	-	2	11	5	0.4	4.7
<i>Semiaquilegia adoxoides</i>	개구리발톱	2	-	-	2	2	-	1	-	-	1	-	1	9	6	0.4	4.6
<i>Callicarpa japonica</i>	작살나무	2	-	-	2	-	-	2	-</								

<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	바위수국	3	-	-	-	-	-	3	-	4	-	2	-	12	4	0.3	4.1
<i>Cyrtomium fortunei</i>	쇠고비	-	2	1	-	1	-	1	-	-	1	-	2	8	6	0.3	4.1
<i>Smilax sieboldii</i>	청가시 덩굴	-	2	-	2	2	-	-	2	-	1	-	-	9	5	0.3	3.8
<i>Arisaema peninsulae</i>	점박이 천남성	2	-	2	-	2	-	1	-	-	2	-	-	9	5	0.3	3.8
<i>Sambucus sieboldiana</i>	뽕나무	3	-	-	-	-	2	-	-	3	-	3	-	11	4	0.3	3.7
<i>Gynostemma pentaphyllum</i>	돌이	1	-	2	-	-	1	-	-	1	1	-	-	6	5	0.2	2.6
<i>Achyranthes japonica</i>	쇠무릅	2	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	2	7	4	0.2	2.4
<i>Boehmeria spicata</i>	좁개잎나무	1	-	-	-	-	1	2	-	-	-	2	-	6	4	0.2	2.0
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	담쟁이 덩굴	2	-	-	-	-	2	-	-	3	-	-	-	7	3	0.1	1.8
<i>Calanthe coreana</i>	섬새우난초	-	-	3	-	-	2	-	-	-	2	-	-	7	3	0.1	1.8
<i>Polystichum polyblepharum</i>	나도히조미	-	2	-	-	-	-	-	3	-	2	-	2	9	4	0.3	3.1
<i>Piper kadsura</i>	후추등	-	2	3	2	-	-	3	-	-	2	-	-	12	5	0.4	5.1
<i>Oreorchis patens</i>	감자난초	2	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	6	3	0.1	1.5
<i>Bulbophyllum inconspicuum</i>	혹난초	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	4	4	0.1	1.4
<i>Cardamine violifolia</i>	벌개냉이	-	2	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	5	3	0.1	1.3
<i>Strobilanthes oligantha</i>	방울꽃	2	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	5	3	0.1	1.3
<i>Fatsia japonica</i>	팔손이 나무	2	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	5	3	0.1	1.3
<i>Ainsliaea apiculata</i>	좁따취	1	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	4	3	0.1	1.0
<i>Pilea taquetii</i>	제주큰물통이	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	3	3	0.1	0.8
<i>Goodyera macrantha</i>	붉은사철란	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	3	3	0.1	0.8
<i>Arachniodes standishii</i>	일새고사리	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	0.1	0.7
<i>Prunus pendula for. ascendens</i>	올벚나무	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	0.1	0.7

List of one occurrence species: *Celtis sinensis* 뽕나무, *Ficus erecta* var. *sieboldii* 좁은잎천선과, *Ribes fasciculatum* var. *chinensis* 가마귀밥여름나무, *Damnacanthus indicus* 호자나무, *Camellia japonica* 동백나무, *Zanthoxylum coreanum* 왕초피나무, *Cornus macrophylla* 곰의발레나무, *Aralia elata* 두릅나무, *Polygonatum lasianthum* 죽대, *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* 구실잣밤나무, *Desmodium oldhamii* 큰도독늘의갑구리, *Smilax china* 청미래덩굴, *Dioscorea tenuipes* 각시마, *Ampelopsis brevipedunculata* 개머루, *Galium pogonanthum* 산갈퀴, *Viburnum dilatatum* 가막살나무, *Styrax japonica* 매죽나무, *Boehmeria platanifolia* 개모시풀, *Cyclosorus acuminatus* 별고사리, *Aconitum jaluense* 투구꽃, *Staphylea bumalda* 고추나무, *Actinidia arguta* 다래나무, *Cucubalus baccifer* var. *japonicus* 영금별꽃, *Viola japonica* 왜제비꽃, *Cryptomeria japonica* 삼나무, *Clematis apiifolia* 사위질행, *Botrychium ternatum* 고사리삼, *Dioscorea septemloba* 단풍마, *Boehmeria pannosa* 왕모시풀, *Boehmeria longispica* 왜모시풀, *Coniogramme intermedia* 고비고사리, *Paederia scandens* 계요동, *Pilea mongolica* 모시물통이, *Asparagus schoberioides* 비저루, *Cryptotaenia japonica* 파드득나무, *Corydalis incisa* 자주괴불주머니

Date and GPS information of sites: no.1: 3. Jun. 2012 (N33° 29' 22.3", E126° 48' 32.7", 133m), no.2: 7. Aug. 2013 (N33° 29' 17.7", E126° 48' 26.7", 140m), no. 3: 7. Aug. 2013 (N33° 29' 16.1", E126° 48' 31.2", 144m), no.4: 3. Jun. 2012 (N33° 29' 15.0", E126° 48' 28.9", 143m), no.5: 7. Aug. 2013 (N33° 29' 12.1", E 126° 48' 30.5", 146m), no. 6: 8. Aug. 2013 (N33° 29' 07.8", E 126° 48' 23.9", 146m), no. 7: 4. Jun. 2012 (N33° 29' 07.0", E126° 48' 20.9", 147m), no. 8: 8. Aug. 2013 (N33° 28' 53.6", E126° 48' 20.3", 155m), no. 9: 20. Jul. 2014 (N33° 28' 49.9", E126° 48' 19.3", 157m), no. 10: 4. Jun. 2012 (N33° 29' 01.6", E126° 48' 28.9", 152m), no. 11: 20. Jul. 2014 (N33° 29' 02.7, E126° 48' 29.1, 153m), no.12: 20. Jul. 2014 (N33° 29' 04.9, E126° 48' 31.3, 153m)

## 2. 제주도 동일기후대 식생과의 비교

평대리 비자나무림과 제주도 내 동일식생대의 단위식생들과의 유의성 분석결과, 평대리 비자나무림은 가장 독립적인 식생 단위인 것으로 확인되었다(Figure 3). 좌표결정분석에서 지질 환경에서 유사한 서식처 유형을 나타내는 후박나무-밤일엽근 집과 상대적으로 인접한 좌표결정을 나타내는 것으로 확인되었으나, 다른 모든 식생단위에 대하여 가장 이질적인 분포를 나타내었다(Figure 3). 집괴분석 결과에서도 동일식생대의 단위식생들과는 독립적인 특성을 보였으며, 구성종군을 바탕으로 가장 최초로 구분되는 독립적인 집괴를 형성하고 있는 것으로 확인되었다.

군락 내 주요 구성종 상대기여도 비교에서도 비자나무림은 20위권 고상대기여도 출현종 가운데 50%에 해당하는 10종이

비자나무림에서만 높은 상대기여도를 나타내는 것으로 확인되어, 가장 독립적인 종조성을 형성하고 있는 것으로 확인되었다(Figure 4). 비자나무림에서 특징적인 상대도를 나타내는 종은 비자나무를 비롯해 상산, 십자고사리, 단풍박쥐나무, 가는홍지네고사리, 양하, 머귀나무 등이며, 동일식생대의 기타 식생형에서는 낮은 상대기여도로 출현하거나, 출현하지 않는 경우도 존재했다. 이러한 특징은 비자나무림이 제주도 내에 독특한 고유 구성종을 바탕으로 독립적인 자연경관을 형성하고 있음을 반증하는 결과이다. 특히 주목할 부분은 비자나무림이 상록침엽수에 의한 우점상관을 형성하고 있음에도 불구하고, 유의성 분석결과 제주도 내 대표적인 상록침엽수림인 해송군락, 삼나무군락 등 상록침엽수림과의 종조성 유사도에 비해 상록활엽수림에서 높은 유의성을 보이며, 높은 상록활엽수 및 상록초본식물의 높은 분포가 확인되었다.

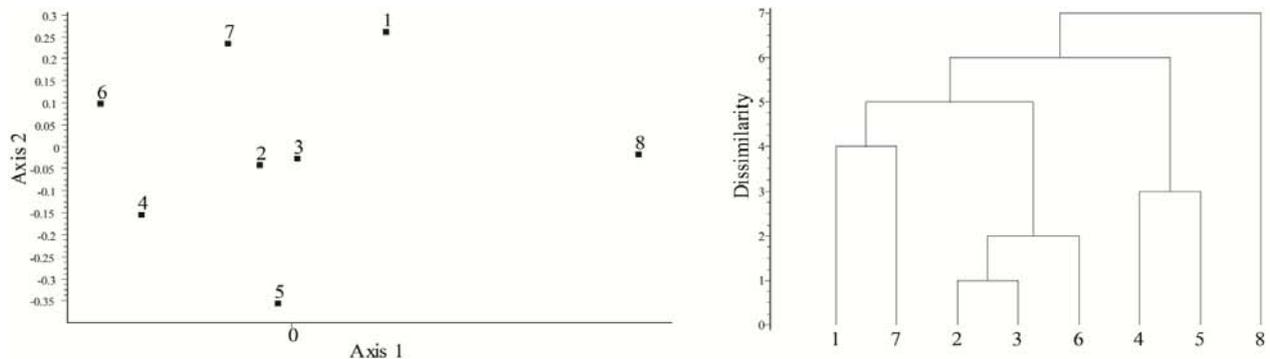


Figure 3. Ordination and cluster analysis of *T. nucifera* community and neighborhood vegetation (lower units of *Camellietea japonicae*) in warm temperate zone, Jeju island[19]

(1: *Neochiropterio ensatae*-*Machiletum thubergii*, 2: *Ardisio*-*Castanopsietum sieboldii*, 3: *Arachniodo*-*Castanopsietum sieboldii*, 4: *Hosto minoris*-*Castanopsietum sieboldii*, 5: *Fico thubergii*-*Quercetum acutae*, 6: *Callicarpa mollis*-*Quercus acuta* community, 7: *Cyrtomio*-*Quercetum glaucae*, 8: *Alangium platanifolium*-*Torreya nucifera* community)

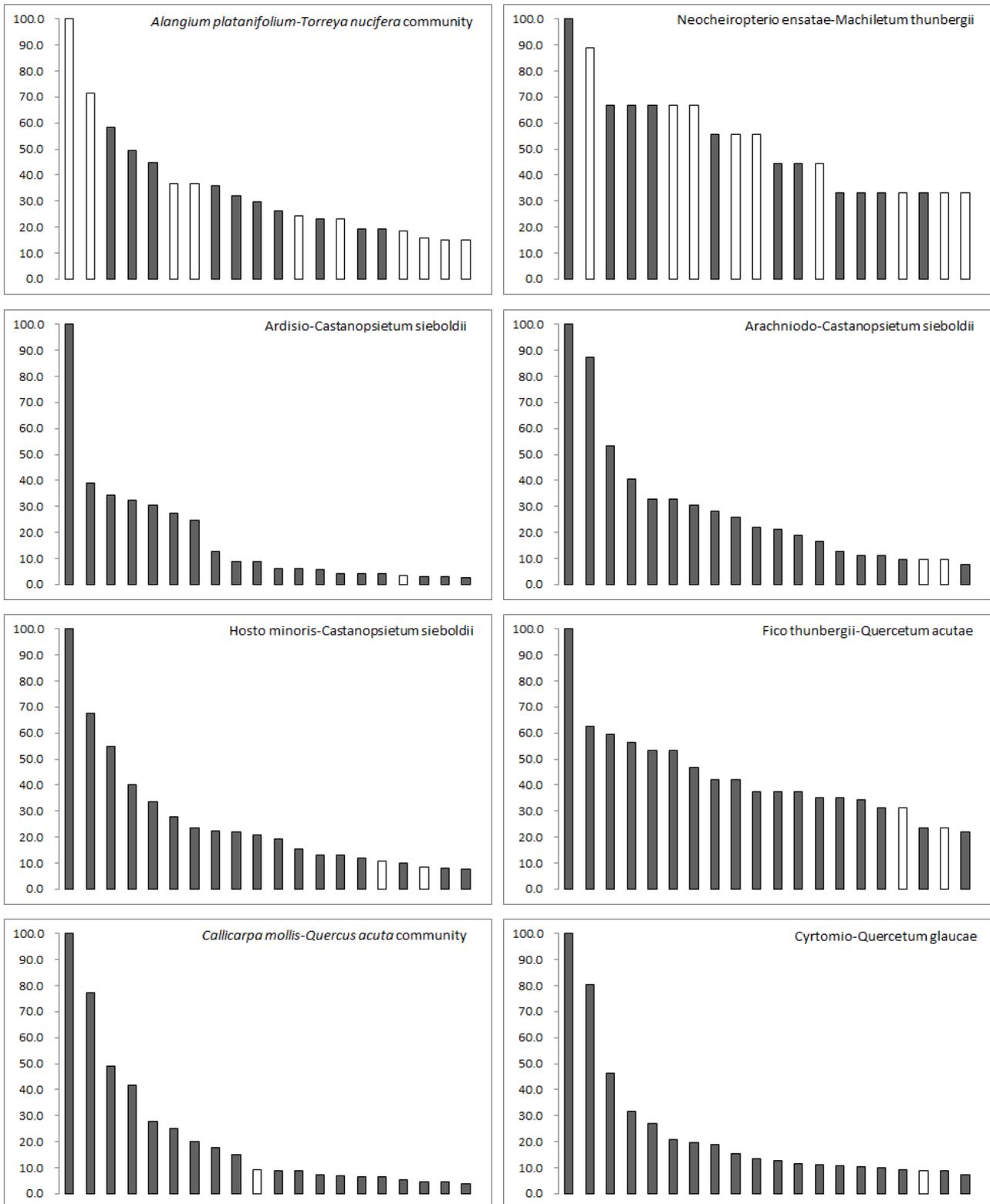


Figure 4. The rate of 20<sup>th</sup> species by r-NCD of syntaxa in warm temperate climate zone, Jeju island  
 (■: common species, □: one syntaxa species)

### 3. 연구지역 외 비자나무림과의 비교

#### 1) 국내 비자나무림과의 비교

국내에 분포하는 대표적 비자나무림에 대한 선행 연구자료와 본 연구자료를 바탕으로 비자나무림 간 수목종을 바탕으로 한 군집유사성 분석이 이루어졌다. 분석결과 평대리의 비자나무림은 국내 분포 비자나무림 가운데서도 가장 독특한 군락구조와 종조성을 나타내는 것으로 확인되었다(Figure 5). 국내 비자나무림 가운데 장성군, 강진군, 고흥군, 장흥군 등의 지역이 상대적으로 높은 유사성을 보였으며, 제주도 화순군이 독립적인 분포와 집괴를 형성하는 것으로 확인되었다. 그러나 이들 두 지역 또한 수목종의 종조성적 유사도는 높지 않아 평대

리 비자나무림은 국내에서 그 유형을 찾기 어려운 지역 고유의 자연경관을 형성하고 있는 것으로 밝혀졌다.

국내 비자나무림의 식생구조를 고려한 수목층위별 유사도 분석결과 관목층(0.584), 아교목층(0.450), 교목층(0.425)의 순으로 유사성을 보이는 것으로 확인되었으나, 제주도는 대부분의 지역과 비자나무림 평균 유사도 값에 미치지 못하는 이질적인 종조성을 형성하는 것으로 확인되었다(Table 2). 교목층의 경우 화순군과의 유사성이 평균값이상으로 나타났으나, 그 값이 높지 않았으며, 강진군과 고흥군은 0.250과 0.240으로 종조성 유사도에서 큰 차이를 보였다. 아교목층은 평균이상의 유사도가 관찰되지 않았으며, 0.2를 넘지 못하는 지역이 장흥군(0.114), 강진군(0.167), 장흥군(0.125)로 확인되었다. 이러한

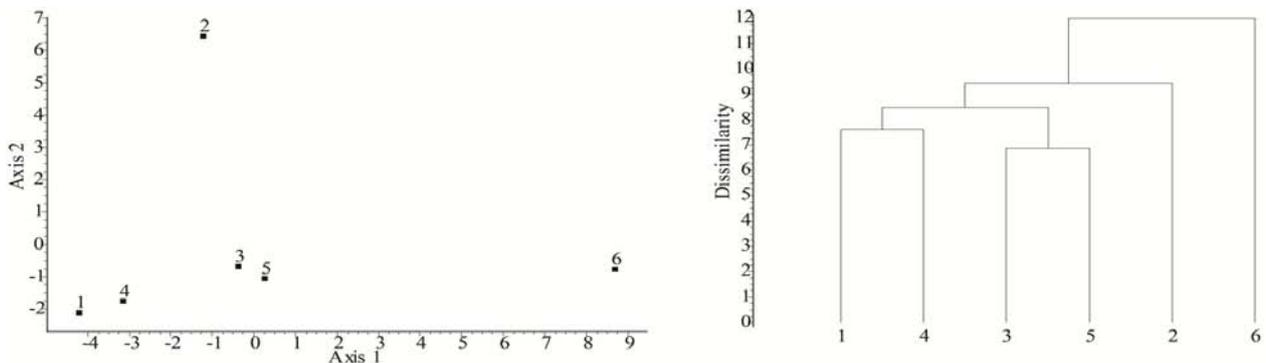


Figure 5. Ordination and cluster analysis of *T. nucifera* dominant community in Korea  
(1: Jangseong, 2: Hwasun, 3: Gangjin, 4: Goheung, 5: Jangheung, 6: Jeju)

Table 2. Similarity of community by frequency of woody plants in syntaxa

	Jeju	Jangseong	Hwasun	Gangjin	Goheung	Jangheung
<b>Tree layer</b>						
Jeju	-				average: 0.425	
Jangseong	0.308	-				
Hwasun	0.560	0.526	-			
Gangjin	0.250	0.375	0.625	-		
Goheung	0.240	0.667**	0.316	0.615	-	
Jangheung	0.455	0.235*	0.471	0.462	0.429	-
<b>Subtree layer</b>						
Jeju	-				average: 0.450	
Jangseong	0.114*	-				
Hwasun	0.324	0.600	-			
Gangjin	0.167	0.588	0.333	-		
Goheung	0.364	0.750	0.800**	0.667	-	
Jangheung	0.125	0.429	0.421	0.533	0.533	-
<b>Shrub layer</b>						
Jeju	-				average: 0.584	
Jangseong	0.286	-				
Hwasun	0.518	0.731	-			
Gangjin	0.451	0.615	0.545	-		
Goheung	0.272*	0.800	0.679	0.750	-	
Jangheung	0.274	0.938**	0.588	0.706	0.615	-

\*\* : maximum, \* : minimum, (Jaccard coefficient)

결과는 평대리의 비자나무림이 다층의 발달된 식생구조를 형성하는 반면 국내 다른 지역은 아교목층을 비롯한 식생구조 발달이 빈약하며, 형성되는 경우에도 대부분의 경우 한반도 대륙성 기후에 적응된 이차림 구성종이 높은 기여도로 출현하고 있기 때문에 판단된다. 관목층에서도 모든 지역에서 평균값을 넘어서는 값은 확인되지 않았으며, 고흥군의 경우 관목층 내 가장 이질적인 값(0.272)을 가지는 것으로 나타났다. 교목층을 제외한 아교목층 및 관목층에서는 한반도 비자나무림에 비해 현저히 낮은 유사도 값을 나타내어 국내 비자나무림 가운데서도 매우 독립적인 군락조성이 발달되어 있음을 재확인하였다.

2) 국외 비자나무림과의 비교

비자나무의 대표적 자생지이며, 식물지리적으로 특산종(endemic species)으로까지 고려되고 있는 일본에서는 난온대 상록활엽수림역인 킨키(kinki)지역과 츠부(chubu)지역에서 비자나무가 포함된 식생이 분포하고 있는 것으로 확인되었다(Table 3). 이들은 평대리 비자나무림과 마찬가지로 상록활엽수림역에 위치하고 있었으며, 붓순나무-붉가시나무군목

(*Illicio-Quercetalia acutae* Fujiwara 1981)에 귀속되는 식생형에서 보고된 바 있다[20]. 이들 식생형은 비자나무와 함께 일본전나무(*Abies firma*), 솔송나무(*Tsuga sieboldii*), 편백나무(*Chamaecyparis obtusa*), 금송(*Sciadopitys verticillata*) 등의 침엽수종과 함께 다양한 난온대 상록활엽수림종이 혼생하는 식생을 형성하고 있는 것으로 기재되고 있다. 비자나무에 의해 단순우점상관을 형성하는 식생은 자생지인 일본에서도 보고된 바가 없었다.

평대리 비자나무림과 대표 분포지역인 이들 지역의 군락 조성 비교에서 세 지역에 공통적으로 출현하는 종은 비자나무, 단풍나무, 참식나무, 소엽맥문동, 십자고사리, 송악, 작살나무 등 16종으로 확인되었다(Table 3; Figure 6). 평대리 군락의 진단종으로 고려된 단풍박쥐나무와 상산 등은 제주도에서만 높은 상재도로 출현하는 종으로 확인되었다. 군집비교에서 확인된 평대리 비자나무림의 독립 구성종은 100분류군이었으며, 일본 군락에서만 확인된 종은 109분류군이 확인되었다. 일본에서 제한적인 분포를 나타내는 종 가운데 42분류군은 국내에서 분포가 확인되지 않은 일본특산종 및 국내 미확인분포종들이

Table 3. Comparison of *T. nucifera* community between Korea and Japan

	Scientific name	Korean name	NCD		
			Korea	Japan	
				Jeju	Chubu
Common species	<i>Torreya nucifera</i>	비자나무	V	V	V
	<i>Acer palmatum</i>	단풍나무	V	III	II
	<i>Neolitsea sericea</i>	참식나무	V	II	V
	<i>Ophiopogon japonicus</i>	소엽맥문동	V	V	II
	<i>Polystichum tripterum</i>	십자고사리	V	I	I
	<i>Hedera rhombea</i>	송악	IV	III	III
	<i>Callicarpa japonica</i>	작살나무	III	V	II
	<i>Drvopteris erythrosora</i>	홍지네고사리	III	IV	V
	<i>Ficus nipponica</i>	모란	III	I	II
	<i>Quercus salicina</i>	참가시나무	III	V	IV
	<i>Zelkova serrata</i>	느티나무	III	IV	II
	<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	바위수국	II	IV	II
	<i>Camellia japonica</i>	동백나무	I	II	V
	<i>Cryptomeria japonica</i>	삼나무	I	I	I
	<i>Polygonatum lasianthum</i>	죽대	I	I	I
	<i>Smilax china</i>	철미레 덩굴	I	I	II
Korea	Jeju	<b>NCD V:</b> <i>Alangium platanifolium</i> 단풍박쥐나무, <i>Dryopteris caudipinna</i> 가는홍지네고사리, <i>Elaeagnus macrophylla</i> 보리밥나무, <i>Orixa japonica</i> 상산, <i>Trachelospermum asiaticum</i> 마삭줄, <b>NCD IV:</b> <i>Arachnoides aristata</i> 가는쇠고사리, <i>Ardisia crenata</i> 백량금, <i>Arisaema amurense</i> for. <i>serratum</i> 천남성, <i>Cimicifuga acerina</i> 개승마, <i>Ficus erecta</i> 천전과나무, <i>Lemnaphyllum microphyllum</i> 풍짜개덩굴, <i>Viola acuminata</i> 출방제비꽃, <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> 머귀나무, <i>Zingiber mioga</i> 양파, <b>NCD III:</b> <i>Arisaema peninsulae</i> 점박이천남성, <i>Clerodendron trichotomum</i> 누리장나무, <i>Cornus kousa</i> 산딸나무, <i>Desmodium podocarpum</i> ssp. <i>oxyphyllum</i> 도둑놈의갈구리, <i>Diarrhena japonica</i> 옹수염, <i>Disporum viridescens</i> 큰애기나리, <i>Gynostemma pentaphyllum</i> 돌의, <i>Laportea bulbifera</i> 흑색기름, <i>Ligustrum obtusifolium</i> 쥐똥나무, <i>Lindera erythrocarpa</i> 비목나무, <i>Liriope spicata</i> 개맥문동, <i>Litsea japonica</i> 까마귀취나무, <i>Mallotus japonicus</i> 예덕나무, <i>Mercurialis leiocarpa</i> 산쪽풀, <i>Oplismenus undulatifolius</i> 주름조개풀, <i>Osmorhiza aristata</i> 긴사상자, <i>Persicaria filiformis</i> 이삭여뀌, <i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i> 파리풀, <i>Piper kadsura</i> 후추등, <i>Plectranthus inflexus</i> 산박하, <i>Quercus glauca</i> 종가시나무, <i>Semiaquilegia adoxoides</i> 개구리발톱, <i>Stephanaadra incisa</i> 국수나무, <i>Viburnum odoratissimum</i> 아왜나무, <b>NCD II:</b> <i>Achyranthes japonica</i> 쇠무릅, <i>Arachnoides standishii</i> 일색고사리, <i>Boehmeria spicata</i> 쯤개잎나무, <i>Bulbophyllum drymoglossum</i> 풍짜개란, <i>Bulbophyllum inconspicuum</i> 흑난초, <i>Calanthe coreana</i> 섬새우난초, <i>Cardamine violifolia</i> 별개쟁이, <i>Cleyera japonica</i> 빗죽이나무, <i>Coniogramme japonica</i> 가지고비고사리, <i>Crepidomanes insignis</i> 과불이끼, <i>Fatsia japonica</i> 팔손이나무, <i>Goodyera macrantha</i> 붉은사철란, <i>Lacosteopsis orientalis</i> var. <i>abbreviata</i> 난장이이끼, <i>Loxogramme graminifolia</i> 주걱일엽, <i>Machilus japonica</i> 셀달나무, <i>Mecodium wrightii</i> 치녀이끼, <i>Neolitsea aciculata</i> 새덕이, <i>Oberonia japonica</i> 차겉이란, <i>Oreorchis patens</i> 감자난초, <i>Pilea taquetii</i> 제주큰물퐁이, <i>Platanthera freynii</i> 제비난초, <i>Polystichum lepidocaulon</i> 터부살이고사리, <i>Polystichum polyblepharum</i> 나도히초미, <i>Prunus pendula</i> for. <i>ascendens</i> 울벚나무, <i>Pyrrosia lingua</i> 석위, <i>Sambucus sieboldiana</i> 뎃나무, <i>Strobilanthes oligantha</i> 망울꽃, <b>NCD I:</b> <i>Aconitum jaluense</i> 투구꽃, <i>Actinidia arguta</i> 다래나무, <i>Aerides japonicum</i> 나도풍란, <i>Ampelopsis brevipedunculata</i> 개머루, <i>Aralia elata</i> 두릅나무, <i>Asparagus schoberioides</i> 비짜루, <i>Athyrium deltoideifrons</i> 구슬개고사리, <i>Boehmeria longispica</i> 왜모시풀, <i>Boehmeria pannosa</i> 왕모시풀, <i>Boehmeria platanifolia</i> 개모시풀, <i>Botrychium ternatum</i> 고사리삼, <i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> 구실잣밤나무, <i>Celtis sinensis</i> 팽나무, <i>Clematis apiifolia</i> 사위질빵, <i>Coniogramme intermedia</i> 고비고사리, <i>Cornus macrophylla</i> 곰의말채나무, <i>Cryptotaenia japonica</i> 파드득나무, <i>Cucubalus baccifer</i> var. <i>japonicus</i> 덩굴별꽃, <i>Cyclosorus cuminatus</i> 별고사리, <i>Damnacanthus indicus</i> 호자나무, <i>Desmodium oldhamii</i> 큰도둑놈의갈구리, <i>Dioscorea septemloba</i> 단풍마, <i>Dioscorea tenuipes</i> 각시마, <i>Ficus erecta</i> var. <i>sieboldii</i> 줄은일색천과, <i>Galium pogonanthum</i> 산갈퀴, <i>Loxogramme dulouxii</i> 순갈일엽, <i>Neofinetia falcata</i> 풍란, <i>Paederia scandens</i> 계요등, <i>Pilea mongolica</i> 모시물퐁이, <i>Ribes fasciculatum</i> var. <i>chinensis</i> 가마귀발여름나무, <i>Staphylea bumalda</i> 고추나무, <i>Styrax japonica</i> 매죽나무, <i>Viburnum dilatatum</i> 가막살나무, <i>Viola japonica</i> 왜제비꽃, <i>Zanthoxylum coreanum</i> 왕초피나무			
Japan	Chubu	<b>NCD V:</b> <i>Carex conica</i> 예기사초, <b>NCD IV:</b> <i>Asarum takaoi</i> 죽도리풀 sp., <i>Camellia rusticana</i> 동백나무 sp., <i>Carpinus laxiflora</i> 서어나무, <i>Euonymus alatus</i> var. <i>apterus</i> for. <i>ciliatodentatus</i> 당회잎나무, <i>Lindera umbellata</i> var. <i>membranacea</i> 생강나무 sp., <b>NCD III:</b> <i>Acer sieboldianum</i> 당단풍 sp., <i>Carex stenostachys</i> var. <i>ikegamiana</i> 사초과 sp., <i>Hamamelis japonica</i> var. <i>obtusata</i> 미기죽송, <i>Sorbus alnifolia</i> 팔배나무 (The rest (NCD-I,II) is omitted)			
Japan	Kinki	<b>NCD V:</b> <i>Dryopteris lacera</i> 비늘고사리, <b>NCD IV:</b> <i>Illicium religiosum</i> 붓순나무, <i>Quercus myrsinaefolia</i> 가시나무, <b>NCD III:</b> <i>Elaeagnus pungens</i> 보리밥나무 sp. <i>Euonymus oxyphyllus</i> 참회나무, <i>Nandina domestica</i> 미기죽송, <i>Ophiopogon japonicus</i> var. <i>caespitosus</i> 소엽맥문동 sp. <i>Rubus hakonensis</i> 산딸기 sp. <i>Sapium japonicum</i> 사립추나무 (The rest (NCD-I,II) is omitted)			

며, *チュブ*와 *キンキ* 간에도 48종과 38종의 독립적인 종조성을 보이는 것으로 확인되었다(Figure 6). 그러나 본 연구를 포함해 이들 선행연구들은 식물상을 파악하기 위한 연구가 아니었던 만큼 절대적인 종의 분포특성을 반영하는 자료로 해석하기에는 한계를 가진다. 따라서 추후 후속연구를 통하여 이들 지역의 식물상 및 군락동태를 고려한 구성종의 추이에 대한 추가적 보완 연구가 이루어진다면 보다 의미 있는 해석이 가능할 것으로 기대된다.

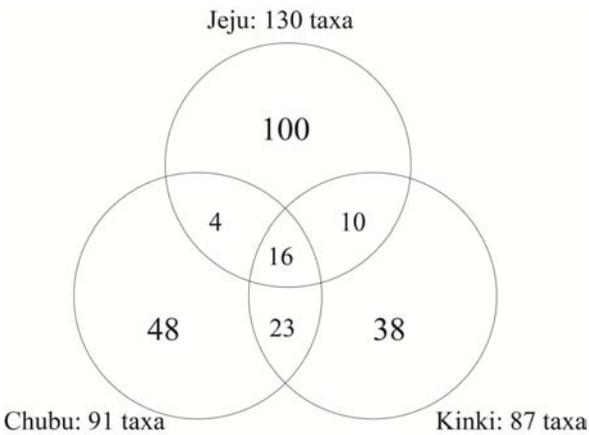


Figure 6. Species diversity of *T. nucifera* community between Jeju (Korea), Chubu and Kinki (Japan)

#### 4. 평대리 비자나무림의 가치평가 및 평가기법에 대한 고찰

비자나무림의 가치평가는 숲의 규모 및 개체군의 수령, 방목자의 인식정도 및 지불의사비용 등에 의해서 주로 고려되고 있으며, 역사 문화적 가치에 대한 논의들이 부가적으로 평가에 영향을 미치고 있다[8]. 반면 비자나무림에 관한 생태학적 가치는 가치평가의 재료가 생물인 식물이며, 이들로 이루어진 군락을 대상으로 하고 있음에도 불구하고, 그 기준은 대표성이라는 개념적 기준에 국한되어 있다. 따라서 이들에 대한 가치평

가에 객관적 접근이 어려움을 겪으며, 평가자의 판단에 따른 가치평가의 혼란이 발생할 가능성을 내포하고 있다[21]. 이러한 상황에서 식생평가에 적용되고 있는 다항목 매트릭스 평가 기법은 생물의 생태학적 평가 측면에서 유효한 평가기준으로 적용될 수 있을 것으로 판단된다[22]. 평가기법은 대상의 기원, 분포의 희귀성, 복원잠재성, 중요종의 존재여부 등의 네 가지 평가항목으로 이루어져 있으며, 평가기법의 기준을 바탕으로 평대리 비자나무림에 대한 가치평가가 이루어졌다. 평대리 비자나무림은 [인공기원]-[국지적 분포]-[장기복원성]-[중요종 존재]등에 의해 [7]등급에 해당되며, 인공기원의 평가대상 중 가장 높은 가치를 가지는 것으로 판정되었다(Table 4).

기원평가는 많은 학자들 간 이견이 존재하나, 식물생태학적 기준을 바탕으로 인공기원의 숲으로 판단된다. 본 연구에서의 인공기원 판단기준은 연구지역 외 주변지역으로의 비자나무 개체 및 삼림의 확장이 발생하지 않는다는 점, 개체군이 비교적 균등한 분포를 보이고 있으며, 연구지역 내 다수 지역에서 규칙적인 열분포를 나타낸다는 점, 군락 구성종 가운데 다수 종이 국내 자생분포 불가종이거나, 난해종들이며, 식재기록이 분명한 한반도 비자나무림들에서도 이들 종의 식재가 비자나무와 함께 이루어졌음이 알려져 있어, 역사문화적 배경아래 유사한 조성패턴을 통했을 것으로 유추된다는 점, 자생지에서조차도 비자나무 위주의 단순우점상관을 형성하지는 않으며, 지역의 잠재자연식생으로 고려되는 상록활엽수종에 의해 개체의 경쟁적 도태가 발생하고 있는 점 등이다. 그러나 그럼에도 불구하고 국내 제한분포를 나타내는 일부 종에서 특정한 서식처를 중심으로 독립적 이적분포를 나타내는 경우가 존재하며, 다수의 종 이용기록이 존재함을 고려할 때 자생분포의 가능성을 완전히 배제할 수는 없다.

분포의 희귀성은 수평/수직적 분포에서 매우 제한적 분포를 나타내고 있어 국지적 분포로 고려되었다. 복원성은 800년 내 외로 추정되는 최고령 노거수를 포함해 다수의 노거수 개체가 포함되어 있으며, 대체식생자원이 존재하지 않아 높은 복원 부가가치를 가지는 것으로 평가되었다. 중요종 존재유무는 환

Table 4. Multicriterion evaluation matrix based on ordinal value of vegetation naturalness (modified from Kim *et al.* 2012 [22])

Development origin				Anthropogenic			Wilderness			
Geographical distribution				Nd	Pd	Ld	Nd	Pd	Ld	
				0	1	2	3	4	5	
Resilience	St	Weighted species	-	0	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
			+	1	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
	Mt		-	2	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
			+	3	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
	Lt		-	4	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
			+	5	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]

Abbreviated words: **Nd**: National distribution, **Pd**: provincial distribution, **Ld**: local distribution, **St**: short-term history, **Mt**: mid-term history, **Lt**: long-term history, -: absent, +: present

경부 멸종위기야생식물 4분류군을 포함해 다수의 희귀 및 멸종 위기종을 포함하고 있어 보다 높은 기준으로 판정되었다.

또한 본 연구결과에서 나타난 것과 같이 평대리 비자나무림은 제주도 내 동일 식생분포역 뿐만 아니라 국내 및 국외 비자나무림과의 비교에서도 고유한 종조성을 바탕으로 지역성을 내포한 독특한 자연경관을 발달하고 있는 것으로 확인되었다. 이러한 종조성 및 구조의 차별성은 단순히 종의 분포뿐 아니라 이들 중에 직/간접적으로 의존된 다양한 생물종의 분포에 복합적인 기여를 하고 있는 것으로 판단된다. 특히 평대리 비자나무림은 국내에서 매우 제한적인 분포를 나타내는 멸종위기종인 나도풍란(Ⅰ급), 풍란(Ⅰ급), 자철이란(Ⅱ급), 콩짜개란(Ⅱ급)을 포함한 다수의 식물구계학적 특정식물종이 다양하게 분포하고 있는 것으로 확인되었으며, 지역 종급원(species pool)의 형성에도 중요한 역할을 담당하고 있는 것으로 밝혀졌다. 그 외에도 이들 존재가 가지는 다양한 생태학적 기능과 가치 및 지역 문화와 결부된 심원생태학적 관점의 확장된 연구가 연속되어야 할 것으로 판단된다.

### 5. 평대리 비자나무림의 군락동태와 관리방안

평대리 비자나무림은 독특한 자연환경조건에서 인위적 관리에 의해 유지, 관리되어온 역사 문화 숲이다. 꽃자왈 지형의 험준한 환경조건으로 인해 이들 지역에 대한 인위적 개발압이 와해되어 왔으며, 수관하층에서 소형 돌서렁 및 풍혈 등의 독특한 미소환경을 가짐으로써 현재의 식물종조성이 형성, 발달되어 온 것으로 판단된다. 그러나 수관층 및 입지 내 비자나무림의 출현정도를 고려할 때, 현재의 삼림구조를 발달하게 했던 가장 중요한 요인 가운데 하나는 단연 비자나무림에 대한 오랜 인위적 관리행위에 있는 것으로 판단된다.

평대리 비자나무림은 선택적 간벌이 이루어지는 입지를 따

라 수관층이 비자나무에 의해 우점되며, 수관하층에서 다양한 연령대의 비자나무 후계목 또는 유묘가 발생하는 경향을 보인다(Figure 7). 그러나 이들 입지에 대해 지속적인 방치에 의한 지역 잠재자연식생의 자생천이가 진행된 입지에서는 수관층의 비자나무를 제외하고는 수관하층 구조 내에서 비자나무의 생육 및 재생이 관찰되지 않거나, 현저히 그 피도와 빈도가 감소하는 경향을 보였다. 따라서 비자나무 우점상관의 현재와 같은 숲 구조를 유지하고자 한다면 지속적인 간벌을 통한 주기적 보존관리가 필요할 것으로 여겨진다. 특히 비자나무의 경우 발달된 배젓과 더불어 장기간 휴면기능을 가지는 종자은행(seed bank)을 형성하지 않으며, 제주도 내 기타지역에 이들의 복원을 지원할 자생지 또한 존재하지 않는다. 따라서 이들 숲이 자생적 천이에 의해 상록활엽수림으로 완전히 교체된다면 인위적 관리 하에서도 본래의 숲 형태를 복원하는 것은 매우 큰 어려움이 따를 것으로 판단된다(Figure 7). 물론 인위적 관리행위는 매우 신중한 접근이 필요하다. 관리 중 최우선시 되어야 할 유의사항은 비자나무림의 숲 내부에 서식하는 주요 핵심종의 생태적 지위를 교란하지 않는 수준에서 이루어져야 하며, 서식처의 질적 쇠퇴를 발생시키지 않아야 한다[23]. 최근 평대리 비자나무림에서 수관층의 과도한 택벌로 인한 삼림의 파편화와 그로인해 발생되고 있는 가장자리효과(edge effect)는 숲 내부의 광환경과 수분환경의 변화, 외래종 및 외지종의 침투, 임연성 덩굴식물종(송악, 마삭줄, 칩 등)의 번성, 병충해 발생 등 다양한 문제를 야기하고 있는 것으로 확인되었다. 이는 여전히 적절한 관리계획의 수립이 이루어지지 않은 가운데 경험적 관리방안이 반복적으로 적용되고 있기 때문으로 판단되며, 관리 규모와 강도, 시기와 방법, 접근의 유의점 등에 대한 다양한 실험적 검증과정이 병행된 가운데 보다 효과적인 방안의 확립이 요구되는 시점이다.

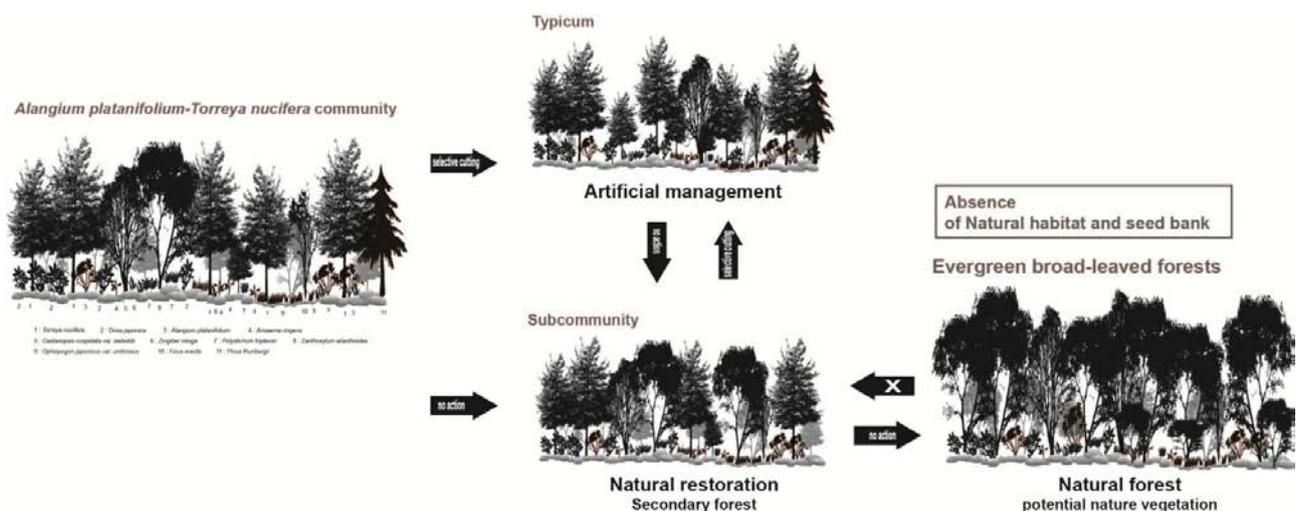


Figure 7. Vegetation changes by human activity and natural succession of *T. nucifera* forest in Jeju island

## IV. 결론

평대리 비자나무림에 대한 식생 및 식물상에 관한 연구가 이루어졌다. 식생 종조성 및 서식처를 바탕으로 한 군락분류 결과 비자나무-상산군락으로 구분되며, 이들 가운데 인위적 관리 하에 비자나무 재생의 영속성을 가지는 전형하위군락과 자생 천이에 의해 다양한 상록활엽수림 구성종이 진출해있는 가는 쇠고사리하위군락으로 발달하고 있는 것으로 확인되었다. 제주도 평대리의 비자나무림은 동일 식생분포역과 국내 및 국외에서 독립적인 식물상과 식생특성을 형성하고 있는 것으로 확인되었다. 비자나무림에 대한 가치평가가 이루어졌으며, 인위적 관리 하에 분포하는 삼림 가운데 가장 높은 보존의 가치를 가지는 것으로 평가되었다. 연구지역의 지속가능한 보존을 위한 실험적 검증절차가 필요함이 논의되었으며, 효과적 평가방법의 마련에 대한 시대적 요구를 언급하고 후속연구를 위한 논의가 이루어졌다. 본 연구는 비자나무림의 식물생태학적 접근에 국한되어 진행되었으며, 지역문화 및 비자나무림의 심원생태학적 가치를 반영한 인문사회학적 가치에 대한 접근이 추가적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다. 또한 기후변화와 더불어 상대적으로 남방계 식물로 알려져 있는 비자나무의 국내 분포경향 및 확장추이 등 다양한 변화특성에 대한 장기모니터링 연구가 요구된다.

## REFERENCES

[1] Primack, R. B.(2004). A Primer of Conservation Biology (3rd Edition). Sinauer Associates, Inc.  
 [2] Shin, H. C., Lee, K. S. Park, N. C. and Jung, S. Y.(2010). Vegetation Structure of the *Torreya nucifera* Stand in Korea. Journal of Korean Forestry Science, 99(3): 312-322.  
 [3] Han, D. E., Jang, K. K., Choi, J. H., Jang, S. K. and Kwon, T. O.(1995). Studies on Structure and Dynamics of *Torreya nucifera* Forest in Mt. Naejang National Park I. These Collection of The Agricultural College, 18(-): 107-119.  
 [4] Park, M. S.(2007). Vegetation Structure and Growth Environment of *Torreya nucifera* Foerst in Mt. Gaecheon. Journal of Korea Institute of Forest Research, 11(1): 15-25.  
 [5] Jeong, S. M., Jin, S. H., Kim, M. H., Baek, K. S., Kim, C. Y., Ahn, Y. S. and An K. W.(2013). Conservation Management Strategies of Protected Areas for Genetic Resources, *Torreya nucifera* Forest of Bulhoesa(Temple) in Naju. Journal of Korean Society of Environment and Ecology, 27(1): 71-84.

[6] Natural Heritage Center(2015). List of Natural monument in Korea. Web data in NHC Homepage (<http://www.nhc.go.kr>)  
 [7] Lee, S. G.(2009). Studies on the Biota, Growth Characteristics, and Vegetational Changes in Relation to Tending Care Intensity and Conservation Measures of the *Torreya nucifera* Forest in Gujwa-eup, Jeju, Korea. Ph.D. Dissertation of Sangji University.  
 [8] Lee, W. H., Kim, D. H., Kim, J. U., Oh, H. S., Choi, B. K. and Lee, J. S.(2014). A Basic Study on the Establishment of Preservation and Management for Natural Monument(no.374) Pyeongdae-ri *Torreya nucifera* forest of Jeju. Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture, 32(1): 93-106.  
 [9] Lee, W. H. and Oh, H. S.(2013). The Vegetation Structure and Management Solution of the Natural Monument(No.374) Pyeongdae-ri *Torreya nucifera* forest of Jeju. Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture, 31(3): 54-60.  
 [10] KMA.(2015). Climate data, <http://www.kma.go.kr>.  
 [11] Kim, J. W. and Choi, B. K.(2012). Discovering the Essence of the Korean Vegetation for Field Excursion. Seoul: Worldscience Publisher.  
 [12] Park, J. B., Kang, B. R., Koh, G. W. and Kim G. P.(2014). Geological Characteristics of Gotjawal terrain in Jeju island. Journal of the Geological Society of Korea, 50(3): 431-440.  
 [13] Braun-Blanquet, J.(1965). Plant Sociology. New york: The Study of Plant Communities(Transl. by G.D.Fuller and H.S. Conard).  
 [14] Westhoff, V. and Van der Marrel, E.(1978). The Braun-Blanquet Approach. In: R.H. Whittacker. (ed.). Ordination and Classification of Communities, Dr. W Junk by Publisher. Haque, Boston, London.  
 [15] Weber, H. E., Moravec, J. and Theurillat, J. P.(2000). International code of phytosociological nomenclature, 3rd edition. Journal of Vegetation Science, 11: 739-768.  
 [16] Lee, W. T.(1996). Lineamenta Flora Koreae. Seoul: Academy Press.  
 [17] Lee, T. B.(2003). Illustrated Flora of Korea. Seoul: Hyangmunsa.  
 [18] Park, S. H.(2009). New Illustrations and Photographs of Naturalized Plants of Korea. Seoul: Ilchokak.  
 [19] Choi, B. K.(2013). Syntaxonomy and Syngelography of Warm-Temperate Evergreen Broad-leaved Forests in Korea. Ph.D. Dissertation of Keimyung University.  
 [20] Miyawaki, A., Okuda, S. and Fujiwara, K.(1994). Handbook of Japanese Vegetation. Tokyo: Shibundo.  
 [21] Kim, J. U. and Kim S. M.(2014). Research for Current Status of Protected Area in Korea and World Protected Area Designation. -Focused on sacred natural sites designated as scenic site & natural monument-. Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture, 32(3): 191-200.  
 [22] Kim, J. W., Choi, B. K., Ryu, T. B. and Lee, G. Y.(2012). Application and assessment of national vegetation naturalness. Korea Institute for Ecosystem Management, Keimyung University, Daegu. Seoul: Report to the NIER.  
 [23] Cho, H. S., Park, H. J. and Park, J. S.(2014). Basic Research on Improvement Schemes for the Limit of Changing Current State of the Cultural Properties. Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture, 32(4): 105-119.

원 고 접 수 일: 2015년 11월 09일

심 사 일: 2015년 11월 18일 (1차)

게 재 확 정 일: 2015년 11월 18일

3인 익명 심사필, 1인 영문 abstract 교정필