

진도 침찰산 상록활엽수림의 식생구조^{1*}

오구균² · 조 우³

Vegetation Structure of Warm Temperate Evergreen Forest at Ch'omch'alsan, Chindo, Korea^{1*}

Koo-Kyoon Oh², Woo Cho³

요 약

본 연구는 생물종자원 및 경관자원으로서의 보존가치가 큰 난온대 상록활엽수림의 식생구조를 정량적으로 파악하여 국토자원관리와 식재설계의 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 하였다. 연구대상지는 전남 진도군 의신면의 천연기념물(107호)인 상록수림을 포함하는 침찰산 일원이었다. 식생구조분석을 위하여 총 52개의 조사구(조사구면적 300m²)를 설정하고 식생조사를 실시하였으며 TWINSpan 및 DCA기법을 적용하였다. 그 결과 7개의 식물군집이 분리되었는데 이들 군집은 굴참나무-개서어나무군집, 종가시나무군집, 구실잣밤나무-참가시나무군집, 구실잣밤나무-동백나무군집, 붉가시나무-동백나무군집, 소사나무-참나무류군집, 소사나무군집이었다. 침찰산식생은 소나무는 차대가 형성되지 않아 쇠퇴하는 단계에 있었고, 교목층에서 개서어나무, 굴참나무, 졸참나무 등 낙엽활엽수가 구실잣밤나무, 종가시나무, 참가시나무, 붉가시나무, 참식나무 등 상록활엽수로 천이되고 있는 천이 도중상의 식생구조이었다. 수종과 토양 및 입지환경과의 관계에서 참식나무, 종가시나무, 동백나무는 비옥한 토양에서 상대우점치가 컸고 소사나무는 고지대 능선부, 개서어나무는 저지대 곡간부나 산록부의 양호한 환경조건에서 분포하고 있는 것으로 나타났다. 앞으로 난온대림 지역의 관광지 주변이나 국·공유림의 삼림식생관리는 식생구조와 천이계열을 고려하여 상록활엽수림 복원을 촉진시키는 계획이 필요하며, 도시구역이나 공단조성시에는 환경 입지조건을 고려한 상록활엽수종의 식재가 바람직하다.

주요어 : 상록활엽수림, TWINSpan, DCA

ABSTRACT

To propose basic information for national resource management and planting design, plant community structure of evergreen broad-leaved forest was investigated. Fifty-two plots(each size 300m²) were set up at Ch'omch'alsan area of Chindo, Korea. TWINSpan and DCA methods were used for classification and ordination analysis. Fifty-two plots were divided into seven groups, which were *Quercus variabilis*-*Carpinus tschonoskii* community, *Q. glauca* community, *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*-*Q. stenophylla* community, *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*-*Camelia japonica* community, *Q. acuta*-*Camelia japonica* community, *Carpinus coreana*-*Q* spp. community, *C. coreana* community.

* 본 논문은 1992년 교육부지원 학술진흥재단의 자유공모(지방대학육성)과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

1 접수 6월 30일 Received on June 30, 1996

2 호남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ., Kwangju 506-090, Korea

3 서울시립대학교 문리과대학 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul 130-743, Korea

Pinus densiflora almost have been selected. *Carpinus tschomoskii*, *Q. variabilis* and *Q. serrata* were to be succeeded by *Castanea cuspidata* var. *sieboldii*, *Q. glauca*, *Q. stenophylla*, *Q. acuta* and *Neolitsea sericea* in canopy layer. And *Neolitsea sericea*, *Q. glauca* and *Camellia japonica* was showed high importance values in fertile soil condition. Future restoration plan was necessary for a tourist resort or national forest in warm temperate region. And evergreen broad-leaved plants shall be planted in considering of environmental condition at warm temperate and industrial complex area.

KEY WORDS : EVERGREEN BROAD-LEAVED FOREST, TWINSPAN, DCA

서론

우리나라는 북위 33°40'에서 43°2' 사이에 위치해 있는 반도로서 다양한 식물대를 형성하고 있으며 삼림 식생은 기후조건 특히, 기온의 차이에 따라 아고산림, 냉온대림, 난온대림 등으로 구분할 수 있다(Yim and Kira, 1975). 이중 난온대림은 한랭지수 -10 이상, 연평균기온이 14℃ 이상되는 지역으로서 동해안은 북위 약 36°, 서해안에서는 북위 약 35°가 한계지역이라고 할 수 있으며 난온대림의 고유 식생경관을 형성하는 수종은 참식나무, 후박나무, 잣밤나무류, 황칠나무, 식나무, 동백나무, 붉가시나무 등의 상록활엽수종이다(임경빈, 1989). 그러나, 상록활엽수는 국지적으로 연평균 기온 10℃ 이상되는 곳에서도 분포하고 있어(김종홍, 1987) 수종별 내한성에 따라 북방한계는 조금씩 상이 하리라 판단된다.

한반도 난온대림지역의 상록활엽수림대는 과거 벌채, 연료채취, 조림 등 인위적 영향으로 대부분 파괴되어 참나무류를 중심으로 한 낙엽활엽수림대 또는 곰솔수림대로 자연식생경관의 원형이 상실되었다고 할 수 있다(植木秀幹, 1933; 임경빈, 1989; 오구균과 최송현, 1993). 그러나, 인간의 접근이 어려운 일부 섬이나 내륙 벽지 그리고 종교적 목적(당산 숲 등)이나 방제 목적상 보호되어온 상록활엽수림은 국지적으로 소집단(patch) 또는 군집수준으로 잔존하고 있으며 일부 낙엽활엽수림의 임상층에서 상록활엽수가 활착하면서 상록활엽수림이 복원되는 곳도 있다.

상록활엽수림은 온대기후대에서 독특한 경관을 나타내며 환경오염 등에 대한 내성이 강하여 난온대림지역의 환경립조성 수종이나 조경수로 활용성이 크다. 또한, 약재나 장식재 등 경제적인 가치도 크기 때문에 생물자원으로서 중시되고 있다.

난온대 상록수림의 분포나 종조성에 대한 기초연구는 기왕에 많이 보고된 바 있으나(양인석, 1958; 김종홍, 1987, 1988; 김철수와 우제창, 1991) 식생구조에 관한 연구보고는 매우 미약한 상태이다(오구균과 최송현, 1993; 오구균과 조우, 1994; 오구균, 1994; 오구

균과 지용지, 1995). 냉온대 낙엽활엽수림의 정성적, 정량적 식생구조와 식생천이계열에 관한 연구에 비하면 미약한 실정에 있다.

본 연구는 오구균과 최송현(1993)의 후속연구로써 생물종자원 및 경관자원으로서 보존가치가 큰 난온대 상록활엽수림의 식생구조를 정량적으로 파악하여 국토 자원관리와 식재설계의 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 시도되었다.

조사대상지 및 연구방법

조사대상지인 전남 진도군 의신면의 침찰산 쌍계사 주변에 총 52개의 조사구를 Figure 1과 같이 설정하였다. 각 조사구에는 15×20m의 방형구(300m²)를 설치하여 교목층 및 아교목층 수목을 대상으로 흉고직경을 매목 조사하였다. 수관층위는 교목층은 상층수관을 이

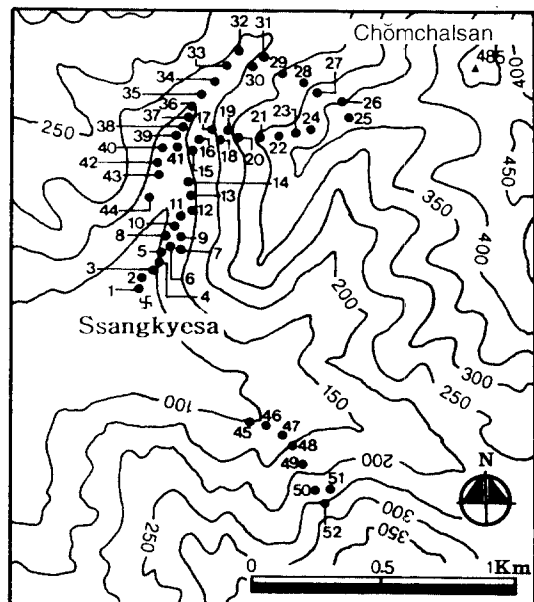


Figure 1. Location of survey plots

루는 수목, 아교목층은 흉고직경 2cm 이상의 수목으로 하였다.

입지환경요인은 조사구의 방위, 경사도, 해발고 및 지형조건을 측정하였고 방위는 8개방위로, 지형조건은 능선, 중북부, 곡간부, 계곡부의 4개유형으로 구분하였다. 아울러 토양의 이화학적 성질을 알아보기 위해 52개 조사구 중 28개소의 A층에서 1kg의 시료를 채취하여 실험실에서 음건시킨 후 농촌진흥청의 토양화학분석 방법(1988)으로 치환성양이온(E.C.), pH, 유기물, 유효인산, 전질소, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ 함량 및 양이온 치환능(C.E.C.)을 분석하였다.

식생조사에서 얻은 자료를 바탕으로 Curtis & McIntosh(1951)의 방법으로 상대우점치 및 평균상대우점치를 구하였고 이를 토대로 식생 data matrix를 작성하여 식생과 환경요인과의 상관관계를 분석하는데 유용한 기법인 ordination 및 classification 분석을 실시하였다. Ordination은 Hill(1979a)의 DCA를, classification은 Hill(1979b)의 TWINSpan을 이용하였다. 이상의 분석은 PDAP(Plant Data Analysis Package)를 사용하여 실시하였다.

입지 및 토양환경요인과 출현 수종들과의 상관관계 분석은 SPSS/PC+를 이용하였으며, 입지환경중 8개 방위는 1(북북서), 2(북북동), 3(서북서), 4(동북동), 5(서남서), 6(동남동), 7(남남서), 8(남남동)로 지형은 1(산록부), 2(중북사면), 3(곡간부), 4(능선부)의 수치로 변형하였고 기타 요인들은 실측치를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지개황

전남 진도군 의신면에 소재한 첨찰산(E 127° 17' ~ 20', N 34° 27' ~ 30', 485m)의 상록활엽수림은 12,231m²가 천연기념물 제 107호로 지정(1962년)되어 있으며 인근 완도 측후소의 21년간의 기상자료(기상청, 1991)에 의하면 연평균기온은 13.9℃, 월평균 최고기온은 27.1℃, 월평균 최저기온은 -1.1℃, 한랭지수 -5.9, 연평균강수량 1,471.5mm로서 난온대 상록활엽수림대의 기후특성(Yim & Kira, 1975)을 보이고 있다.

진도의 식물상은 양인식(1958), 김종홍(1990), 김철수와 우제창(1991) 등의 보고가 있으며 현재까지 139과 484속 680종 1아종 95변종 9품종의 식물과 구실잣밤나무군락, 참가시나무군락, 붉가시나무군락, 동백나무군락 등이 보고되어 있다. 한편, 천연기념물로 지정된 본 연구대상지의 식물상은 총 112속 117종 18변종 3품종이 보고 되었으며(문화재관리국, 1993) 이

중 목본 식물은 상록수 20속 19종 2변종, 낙엽수 51속 58종 10변종 3품종, 초본류는 41속 40종 6변종이다. 1960년대 대규모 벌채후 발달한 맹아림으로 추정되는 본 조사지의 상록활엽수림은 천연기념물 지정 이후에도 동백나무를 비롯한 어린나무들이 분재용으로 굴취되고 있다. 인접한 덕신산(386m) 곡간부의 상록활엽수림은 천연기념물 지정에서 제외되어 있어 훼손위험이 높은 상태이다.

본 조사결과 총 89종의 목본식물이 출현하였고, 이중 상록활엽수는 23종으로서 영광군 불갑산의 5종(오구균과 지용기, 1995), 해남군 두륜산의 17종(오구균, 1994)에 비하여 많았으나 신안군 홍도의 30종(오구균과 조우, 1994) 보다는 적게 나타났다.

한편, 본 조사지에서 출현율이 높은 몇 수종에 대한 연륜 분석결과를 살펴보면 구실잣밤나무는 23~41년생, 줄참나무는 38~46년생, 참식나무는 34~55년생, 붉가시나무는 44년생, 동백나무는 69년생, 소사나무는 60년생이 그리고 소나무는 63~81년생이 주를 이루고 있었다.

2. 식물군집구조

총 52개 조사구에 대한 classification 분석 결과는 Figure 2와 같다.

TWINSpan에 의한 군집분리는 토양습도, 방위, 해발고와 산불 등의 교란이 환경인자로서 작용하여 이루어지는 것으로 보도되고 있으나(이경재 등, 1993) 본 조사지에서는 환경인자에 의한 군집분리 경향이 뚜렷하지 않았다. TWINSpan의 제 1 division에서는 소사나무의 출현유무와 상대우점치의 차이에 의해 2개의 그룹으로 분리되었고 이중 A그룹은 제 2, 3 division에서 5개의 조사구군으로 B그룹은 2개의 조사구군으로 구분되었다. 이들 7개 조사구군은 굴참나무-개서어나무군집, 종가시나무군집, 구실잣밤나무-참가시나무군집, 구실잣밤나무-동백나무군집, 붉가시나무-동백나무군집, 소사나무-참나무류군집과 소사나무군집이었다.

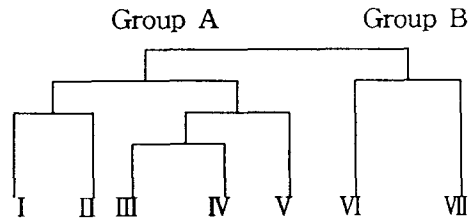


Figure 2. The dendrogram of TWINSpan stand classification of fifty-two plots, in Ch'omch'alsan

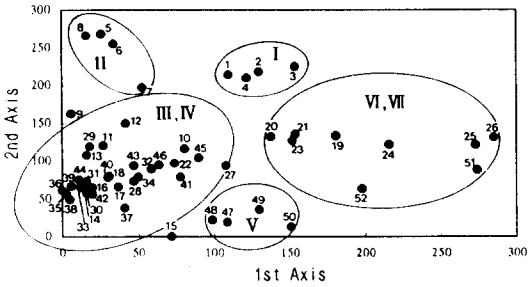


Figure 3. DCA ordination of the fifty-two plots in Ch'omch'alsan

Figure 3은 52개 조사구에 대한 DCA ordination 분석을 실시한 내용이다. DCA 제 1, 2축의 total variance에 대한 집중율은 76.4%로서 매우 높게 나타났다. Figure 3과 같이 TWINSpan에 의한 조사구 분리 경향과 대체로 유사하였는데 DCA 제 1축에서는 소사나무의 출현유무 및 상대우점치 차이에 따라 오른쪽에는 소사나무의 상대우점치가 큰 조사구군이 위치하였고, 왼쪽에는 다시 DCA 제 2축의 아래 부분에 구실잣밤나무와 참가시나무가 우점종인 조사구군, 붉가시나무가 우점종인 조사구군이, 위쪽에는 종가시나무와 굴참나무, 개서어나무가 우점종인 조사구군이 위치하였다. 한편, 환경구배가 인접한 두 군집 사이의 종구성의 변이인 beta diversity(Kimmins, 1987)를 나타내는 고유치(S.D.: Standard Deviation)가 DCA 제 1축에서 2.85로서 그 값이 다른 연구보고 보다 낮았다(Bernard *et al.*, 1985; Westman, 1985; Olsvig-Whittaker *et al.*, 1985). Gauch & Whittaker (1972)는 고유치가 4.0에 접근할 수록 군집간에 공통종이 없고 종의 분화가 완전히 이루어진 것으로서 천이의 경향을 확실하게 예측할 수 있다고 보고하고 있다. 본 조사지의 낮은 고유치는 본 조사지의 상록활엽수림이 미성숙단계임을 시사하고 있다.

군집의 분리가 세분화된 TWINSpan의 결과를 바탕으로 주요 출현수종 등의 상대우점치와 평균상대우점치를 구한 것은 Table 1과 같다.

3개의 조사구가 포함된 조사구군 I의 교목층에서는 굴참나무, 개서어나무, 소나무, 졸참나무가 경쟁관계에 있었고 아교목층은 상록활엽수로서는 종가시나무와 광나무의 상대우점치가 높았으며 개서어나무와 굴참나무가 주요 수종이었다. 본 조사구군은 난온대 상록활엽수림이 파괴되면서 퇴행천이한 식물군락으로서(오구균과 최송현, 1993) 상록활엽수림의 식생천이가 예상된다.

5개의 조사구가 포함된 조사구군 II의 교목층과 아교목층 모두 종가시나무가 우점종이었고 교목층에서 굴참나무와 구실잣밤나무의 상대우점치가 비슷하였으며 졸참나무와 굴참나무는 아교목층에서 세력이 약화되었다.

가장 많은 24개의 조사구가 포함된 조사구군 III의 교목층에서는 구실잣밤나무가 우점종이었고 참가시나무의 상대우점치가 컸으며, 아교목층에서 우점종은 동백나무이었다. 또한, 난온대 상록활엽수림의 천이계열 상에서 낙엽활엽수인 굴참나무와 졸참나무의 다음 단계를 이어 갈 것으로 예측되는 붉가시나무와 종가시나무(오구균과 최송현, 1993)가 비슷한 세력으로 출현하고 있었다.

5개의 조사구가 포함된 조사구군 IV의 교목층에서는 구실잣밤나무와 참가시나무 그리고 난온대 상록활엽수림의 극상수종으로 추정되는 참식나무(오구균과 최송현, 1993)가 주요 수종이었고 굴참나무와 졸참나무의 상대우점치는 조사구군 III보다 낮았다. 아교목층에서는 동백나무가 66.2%의 상대우점치를 나타낸 우점종이었고 참식나무가 9.0%의 상대우점치를 나타냈으며 굴참나무와 졸참나무는 거의 도태된 상태이었다. 따라서 본 조사구군의 식생은 조사구군 III보다 식생천이가 더 이루어진 식물군집이라고 판단된다.

4개의 조사구가 포함된 조사구군 V의 교목층에서는 붉가시나무가 우점종이었고, 소나무와 소사나무는 10% 이상의 상대우점치를 나타내었다. 아교목층에서는 동백나무가 우점종이었고 붉가시나무가 11.3%의 상대우점치를 나타냈으며 소나무는 출현하지 않았다.

7개의 조사구가 포함된 조사구군 VI의 교목층에서는 소사나무가 우점종이었고 그 외에 구실잣밤나무, 굴참나무, 졸참나무의 상대우점치가 비슷하였다. 아교목층에서는 동백나무가 우점종이었고, 소사나무의 상대우점치가 16.9%로 높게 나타났다.

조사구군 VII은 2개의 조사구를 포함하고 있으며 소사나무가 교목층의 우점종이었고 졸참나무의 상대우점치가 23.7%로 높게 나타나고 있다. 소사나무가 우점종인 조사구군 VI과 VII은 능선부나 암석노출지역으로서 광량과 바람이 많고 건조한 환경특성을 나타내고 있다. 난온대림 기후대에 위치한 산림의 능선부에서 우점종인 소사나무는(오구균과 최송현, 1993; 김철수와 우제창, 1991; 오구균, 1994; 오구균과 지용기, 1994) 동백나무, 졸참나무와 경쟁관계에 있으며, 지형극상 수종으로 판단된다. 아교목층에서는 소사나무와 더불어 다른 조사구군에서는 출현이 없거나 세력이 약한 털진달래와 노간주나무, 팔배나무의 상대우점치가 큰 것이 특징이었다.

3. 주요 수종들의 흉고직경급 분포

TWINSpan분석 결과 분리된 7개 조사구군의 교목층 및 아교목층에서 상대우점치가 10% 이상인 상록활엽수와 낙엽활엽수로서 상록활엽수와와의 경쟁관계에 있는 수종들을 포함한 총 11수종의 흉고직경급별 개체수

Table 1. Importance value of major woody plant species by the stratum of classified types by TWINSpan in Ch'omch'alsan

Community Species	I			II			III			IV		
	C	U	M	C	U	M	C	U	M	C	U	M
<i>Pinus densiflora</i>	15.44	0.00	9.26	-	-	-	-	-	-	2.46	0.00	1.48
<i>Juniperus rigida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platycarpa strobilacea</i>	0.97	2.83	1.71	3.76	0.47	2.44	1.16	0.30	0.82	2.51	0.52	1.71
<i>Carpinus tschonoskii</i>	20.03	11.02	16.43	1.12	0.00	0.67	0.92	1.76	1.26	5.92	1.14	4.01
<i>C. coreana</i>	-	-	-	-	-	-	1.69	3.09	2.25	0.33	0.88	0.55
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	1.95	0.00	1.17	10.23	1.39	6.69	55.47	0.08	36.51	30.81	2.64	19.54
<i>Quercus variabilis</i>	29.90	9.57	21.77	10.71	1.51	7.03	5.31	2.58	4.22	0.65	0.00	0.39
<i>Q. serrata</i>	10.51	2.68	7.38	3.52	4.76	4.02	2.76	1.71	2.34	3.99	0.38	2.55
<i>Q. acuta</i>	-	-	-	0.00	2.33	0.93	5.27	7.59	6.20	5.72	0.66	3.70
<i>Q. glauca</i>	2.63	7.94	4.75	64.51	25.42	48.87	8.75	2.49	6.25	3.11	0.48	2.06
<i>Q. stenophylla</i>	-	-	-	-	-	-	15.48	6.81	12.01	15.37	1.69	9.90
<i>Zelkova serrata</i>	-	-	-	-	-	-	0.46	0.27	0.38	-	-	-
<i>Aphananthe aspera</i>	1.18	1.98	1.50	-	-	-	0.09	0.67	0.32	0.44	0.38	0.42
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	1.06	0.42	-	-	-	0.00	0.07	0.03	0.00	0.58	0.23
<i>L. erythrocarpa</i>	-	-	-	-	-	-	0.09	0.00	0.05	4.32	1.78	3.30
<i>Mathilus thunbergii</i>	0.00	1.00	0.40	0.00	7.05	2.82	0.10	1.73	0.75	1.80	1.66	1.74
<i>Lozoste lancifolia</i>	1.20	1.21	1.20	0.00	2.65	1.06	0.00	0.44	0.18	0.57	0.00	0.34
<i>Neolitsea sericea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.06	9.03	8.45
<i>Sorbus alnifolia</i>	0.00	0.38	0.15	0.00	0.67	0.27	0.00	0.29	0.12	-	-	-
<i>Prunus sargentii</i>	0.00	1.18	0.47	0.00	0.98	0.39	0.46	0.83	0.61	2.35	0.67	1.68
<i>Albizia julibrissin</i>	4.79	0.00	2.87	-	-	-	0.33	0.25	0.30	1.16	0.16	0.76
<i>Sapium japonicum</i>	-	-	-	0.00	0.81	0.32	0.00	0.21	0.18	0.25	0.80	0.47
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	1.42	0.57	0.00	0.71	0.28	0.00	0.45	0.18	0.00	0.45	0.18
<i>Euscaphis japonica</i>	1.18	1.23	1.20	0.00	3.06	1.22	0.16	0.45	0.28	0.64	0.44	0.56
<i>Acer palmatum</i>	0.69	6.30	2.93	1.29	2.19	1.65	0.08	0.97	0.44	0.00	0.29	0.12
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	-	-	-	0.00	5.57	2.23	0.00	0.94	0.38	1.20	0.81	1.04
<i>A. micro-sieboldianum</i>	-	-	-	-	-	-	0.00	0.65	0.26	0.00	0.22	0.09
<i>Meliosma myriantha</i>	1.99	7.53	4.21	2.64	0.38	1.74	0.22	0.58	0.36	0.23	0.00	0.14
<i>M. oldhami</i>	-	-	-	-	-	-	0.06	0.00	0.04	1.17	0.25	0.80
<i>Camellia japonica</i>	0.00	6.67	2.67	0.00	9.94	3.98	0.08	46.24	18.54	1.42	66.16	27.32
<i>Eurya japonica</i>	0.00	0.33	0.13	0.00	1.65	0.66	0.00	2.06	0.85	0.62	1.10	0.81
<i>Cornus kousa</i>	0.00	0.94	0.38	-	-	-	0.00	0.50	0.20	-	-	-
<i>Styrax japonica</i>	5.76	4.65	5.32	0.00	2.01	0.80	0.29	1.22	0.66	1.64	0.00	0.98
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus americana</i>	0.00	2.52	1.01	0.00	0.33	0.13	0.00	0.51	0.20	0.33	1.24	0.69
<i>Ligustrum japonicum</i>	0.00	18.57	7.43	0.00	18.97	7.59	0.08	4.90	2.01	0.25	4.78	2.06
<i>Viburnum erosum</i>	0.00	3.97	1.59	0.00	0.95	0.38	0.00	0.25	0.10	-	-	-

* C: Canopy Importance Value, U: Understory Importance Value, M: Mean Importance Value

Table 1. (Continued)

Community Species	V			VI			VII		
	C	U	M	C	U	M	C	U	M
<i>Pinus densiflora</i>	16.36	0.00	9.82	-	-	-	-	-	-
<i>Juniperus rigida</i>	-	-	-	0.00	0.68	0.27	2.73	10.77	5.95
<i>Platycarpa strobilacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus tshonoskii</i>	0.59	0.25	0.45	0.58	0.00	0.35	0.70	0.00	0.42
<i>C. coreana</i>	10.70	5.02	8.43	35.95	16.85	28.31	55.20	19.68	40.99
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	-	-	-	15.93	3.65	11.02	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	-	-	-	17.93	4.20	12.44	7.57	0.51	4.75
<i>Q. serrata</i>	-	-	-	14.55	4.68	10.60	23.70	11.10	18.66
<i>Q. acuta</i>	50.12	11.26	34.58	3.68	4.04	3.82	-	-	-
<i>Q. glauca</i>	5.11	0.00	3.07	1.16	0.00	0.70	-	-	-
<i>Q. stenophylla</i>	1.29	0.72	1.06	6.73	2.24	4.93	-	-	-
<i>Zelkova serrata</i>	1.16	0.00	0.70	-	-	-	-	-	-
<i>Aphananthe aspera</i>	-	-	-	0.93	0.30	0.68	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	0.68	0.27	0.00	0.62	0.25	0.00	1.88	0.75
<i>L. erythrocarpa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mathilus thunbergii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lozoste lancifolia</i>	0.00	0.25	0.10	-	-	-	-	-	-
<i>Neolitsea sericea</i>	0.55	0.23	0.42	-	-	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	0.00	1.11	0.44	0.00	0.16	0.06	2.26	17.48	8.35
<i>Prunus sargentii</i>	2.71	0.00	1.63	0.58	2.28	1.26	-	-	-
<i>Albizia julibrissin</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sapium japonicum</i>	0.00	0.37	0.15	0.48	5.93	2.66	-	-	-
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	0.44	0.18	0.00	0.22	0.09	0.00	1.91	0.76
<i>Euscaphis japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer palmatum</i>	0.00	0.96	0.38	0.26	1.05	0.58	-	-	-
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	0.57	2.89	1.50	0.00	6.13	2.45	-	-	-
<i>A. micro-sieboldianum</i>	1.64	0.00	0.98	-	-	-	-	-	-
<i>Meliosma myriantha</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. oldhami</i>	0.57	0.00	0.34	-	-	-	-	-	-
<i>Camellia japonica</i>	3.78	68.25	29.57	0.22	34.55	14.31	0.00	1.29	0.52
<i>Eurya japonica</i>	0.00	3.99	1.60	0.00	4.59	1.84	4.97	5.18	5.05
<i>Cornus kousa</i>	0.85	0.38	0.66	0.00	4.19	1.68	-	-	-
<i>Styrax japonica</i>	0.50	2.05	1.12	0.44	0.00	0.26	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	-	-	-	-	-	-	1.38	22.17	9.70
<i>Fraxinus americana</i>	0.00	0.63	0.25	0.26	0.38	0.27	1.49	2.77	2.00
<i>Ligustrum japonicum</i>	0.59	0.54	0.57	0.00	0.19	0.08	-	-	-
<i>Viburnum erosum</i>	-	-	-	0.00	0.47	0.19	0.00	2.30	0.92

분포를 나타낸 것은 Table 2이다.

조사구군 I에서는 개서어나무와 굴참나무가 각 흉고직경급별로 고르게 분포하고 있어 이들을 중심으로 하는 군집유지가 예상된다. 조사구군 II에서는 구실잣밤나무와 종가시나무는 흉고직경 22cm 이상에서도 출

현하여 굴참나무보다 공간 경쟁력이 큰 상태이며 상록 활엽수로의 식생발달과정에 있다고 생각된다. 조사구군 III, IV에서도 구실잣밤나무와 참가시나무, 붉가시나무 등 상록활엽수종들이 굴참나무와 졸참나무 등 낙엽활엽수종보다 각 흉고직경급에서 고른 분포를 하고 있어 상

Table 2. D.B.H. class distribution of major woody plant species by the seven community classified by TWINSpan in Ch'omch'alsan

Community	Species	2≤D	7≤D	12≤D	17≤D	22≤D	27≤D	32≤D	37≤D	42≤D	47≤D	52≤D
		<7	<12	<17	<22	<27	<32	<37	<42	<47	<52	
I	<i>Pinus densiflora</i>	0	0	1	0	3	1	0	1	1		
	<i>Carpinus tshonoskii</i>	14	6	10	1	0	1	2				
	<i>Quercus serrata</i>	6	3	7	3	4	2					
	<i>Ligustrum japonicum</i>	25	11									
II	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	4	0	1	0	1	3	0	1			
	<i>Q. variabilis</i>	8	11	4	3	1	1					
	<i>Q. glauca</i>	8	4	6	9	12	5	3	2			
	<i>Ligustrum japonicum</i>	47	10									
III	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	52	138	177	115	59	18	6	6	3	0	1
	<i>Q. variabilis</i>	22	35	27	5	0	0	1	1			
	<i>Q. serrata</i>	16	22	10	6	1						
	<i>Q. acuta</i>	28	12	12	15	14	7					
	<i>Q. glauca</i>	15	16	18	13	13	4	2	1	2		
	<i>Q. stenophylla</i>	26	39	50	41	17	15					
	<i>Camellia japonica</i>	653	143	14								
IV	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	10	12	31	15	12	3	1				
	<i>Q. variabilis</i>	0	0	2								
	<i>Q. serrata</i>	2	8	2	1	0	1					
	<i>Q. acuta</i>	6	5	6	3	0	1					
	<i>Q. glauca</i>	3	2	3	0	1	0	1				
	<i>Q. stenophylla</i>	2	4	6	5	4	1	3	1	0	0	1
	<i>Camellia japonica</i>	222	108	19	3							
V	<i>Carpinus coreana</i>	5	11	5	5							
	<i>Q. acuta</i>	13	13	11	8	13	3	3	2	5	1	
	<i>Camellia japonica</i>	135	38	10	0	1						
VI	<i>Carpinus coreana</i>	63	95	28	5							
	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	5	5	4	6	5	2	2	1	1		
	<i>Q. variabilis</i>	3	26	22	7	2						
	<i>Q. serrata</i>	8	29	15	5	2						
	<i>Camellia japonica</i>	115	28	2								
VII	<i>Carpinus coreana</i>	42	42	13	1							
	<i>Q. serrata</i>	14	13	10	1							

* D: DBH

록활엽수종 중심의 식물군집이 유지되리라 예상되며 구실잣밤나무와 참가시나무는 흉고직경 37cm 이상의 대경목이 출현하고 있다. 조사구군 V에서는 불가시나무

가 흉고직경 12cm 이상에서 절대적인 우위를 점하고 있으며 조사구군 VI에서는 구실잣밤나무만이 흉고직경 27cm 이상에서 출현하여 교목층 수관을 상당부분 점

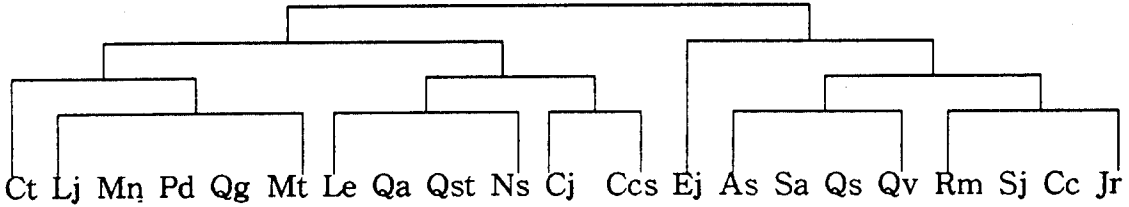


Figure 4. The dendrogram of TWINSpan species classification of twenty-one woody plant species in Ch'omch'alsan(Jr: *Juniperus rigida*, Cc: *Carpinus coreana*, Sj: *Sapium japonicum*, Rm: *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*, Qv: *Quercus variabilis*, Qs: *Q. serrata*, Sa: *Sorbus alnifolia*, As: *Acer pseudo-sieboldianum*, Ej: *Eurya japonica*, Ccs: *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, Cj: *Camellia japonica*, Ns: *Neolitsea sericea*, Qst: *Q. stenophylla*, Qa: *Q. acuta*, Le: *Lindera erythocarpa*, Mt: *Machilus thunbergii*, Qg: *Q. glauca*, Pd: *Pinus densiflora*, Mm: *Meliosma myriantha*, Lj: *Ligustrum japonicum*, Ct: *Carpinus tschonoskii*)

하고 있어 그 세력 확장이 예상된다. 조사구군 VII에서는 소사나무와 졸참나무가 비슷한 직경급 분포를 나타내고 있어 장기적인 모니터링이 필요하다. 또한, 대부분의 조사구에서는 아교목층에서 동백나무와 광나무가 우점수종으로 출현하고 있다.

앞서의 상대우점치 분석과 흉고직경급별 분포를 비교해 보았을 때, 소나무는 차대가 형성되지 않아 도태되고 있었으며, 교목층에서는 개서어나무, 굴참나무, 졸참나무를 중심으로 한 낙엽활엽수에서 구실잣밤나무, 종가시나무, 참가시나무, 붉가시나무, 참식나무 등 상록활엽수로 식생천이가 이루어지고 있는 천이 도중상의 식생구조를 보이고 있다. 또한, 아교목층에서는 동백나무와 광나무가 중심을 이루는 식생 발달 단계를 나타내고 있다.

4. 주요 수종들의 classification 과 ordination 분석

총 52개 조사구에서 5회 이상 출현빈도를 보이는 수종 중 교목층과 아교목층에서 10% 이상의 상대우점치를 나타내고 있는 21수종에 대한 classification 분석과 ordination 분석 내용은 Figure 4, 5와 같다.

TWINSpan 분석 결과 교목층 수목군은 소사나무-굴참나무-졸참나무-팔배나무군, 구실잣밤나무, 참식나무, 참가시나무-붉가시나무-비목나무군, 후박나무-종가시나무-소나무-나도밤나무-개서어나무군으로 분리되었다. 아교목층 수목군은 사삼나무-털진달래-당단풍-사스레피나무군, 동백나무, 광나무가 분리되었다. DCA 분석에서는 TWINSpan 분석과 유사하였는데 DCA 제 1축을 기준으로 왼쪽에는 상록활엽수가 오른쪽에는 낙엽활엽수 중심으로 분포하였다.

이상과 같은 수종간의 분리경향은 수종들의 생태적 적소가 같을 때 경쟁적 배제에 의하여 나타난다(이경재

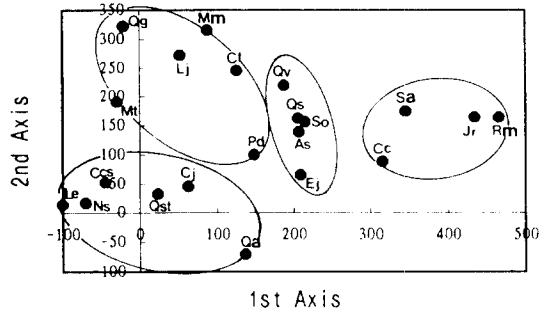


Table 3. Soil characteristics of seven community in Ch'omch'alsan

Community	Soil pH	E.C. (mS/cm)	O.M. (%)	T.N. (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C. (m.e./100g)	Exchangeable Cations (m.e./100g)			
							K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
I	5.0~5.3	0.052	6.55	0.33	15.0	9.50	0.31	0.13	0.95	0.67
II	4.3~4.6	0.121	10.71	0.54	84.0	12.30	0.32	0.21	0.51	0.68
III	4.8~5.4	0.063	8.01	0.40	19.5	10.16	0.29	0.16	0.73	0.88
IV	5.0~5.3	0.073	9.06	0.45	18.0	10.94	0.37	0.19	1.52	1.30
V	4.8~5.3	0.096	8.04	0.40	17.5	10.82	0.35	0.27	1.39	1.15
VI	4.7~5.3	0.062	13.89	0.69	23.0	12.91	0.37	0.22	0.67	0.74
VII	5.1	0.038	6.88	0.34	8.0	9.07	0.31	0.16	0.17	0.46
Mean	4.3~5.4	0.069	9.30	0.46	23.6	10.90	0.33	0.19	0.89	0.90

Table 4. Correlation between major woody plant species and environmental variables including soil characteristics in Ch'omch'alsan

Species	Soil Characteristics											Land		
	pH	E.C.	O.M.	P ₂ O ₅	C.E.C.	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	T.N.	Alt.	Asp.	Slo.	Type
<i>Carpinus tschonoskii</i>	+										++		-	+
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>			-		-	+			-		--			++
<i>Camellia japonica</i>						--	+	++	+					-
<i>Quercus acuta</i>			-						+	-				
<i>Carpinus coreana</i>											+++			+
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>					-							+++		--
<i>Q. serrata</i>			+				-	+		+	+			
<i>Q. glauca</i>	+	++		+++				--			-		-	+++
<i>Q. stenophylla</i>														
<i>Neolitsea sericea</i>	+						++	++						
<i>Machilus thunbergii</i>														

* + : positive, - : negative

** +++ , --- : p<0.001, ++ , -- : p<0.01, + , - : p<0.05

의 상관관계 분석내용은 Table 4와 같다. 내음성과 종간 경쟁력이 강하여 난온대 상록활엽수림의 극상 수종으로 판단되는 참식나무는 토양 pH, Ca²⁺ 및 Mg²⁺와 정(+)의 상관관계를 나타내었다. 동백나무도 Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺와 정(+)의 상관관계를 보여 비옥한 토양에서 높은 상대우점치를 나타낸 선행연구(오구균, 1994; 오구균과 조우, 1994)와 유사하였다. 증가시나무는 토양 pH와는 부(-)의 상관관계를 나타냈으나 E.C., 전질소함량과는 고도의 정(+)의 상관관계를 나타내었으며 당단풍은 유기물함량, C.E.C., K⁺, Na⁺, 전질소함량과 부(-)의 상관관계를 나타내 퇴행천이 수종으로 판단된다. 줄참나무는 유기물함량과 전질소함량

과는 부(-)의 상관성을, Ca²⁺, Mg²⁺와는 정(+)의 상관관계에 있었다. 입지환경과 수종간의 관계에서는 소시나무는 고도와 정(+)의 상관관계를, 지형과는 부(-)의 상관관계를 나타내어 고지대 능선부의 척박지에 분포하는 대표종으로서(오구균과 조우, 1994) 생각된다. 한편, 증가시나무와 냉온대 남부림의 극상수종으로 추정되는 개서어나무는 고도, 경사와는 부(-)의 상관성을, 지형과는 정(+)의 상관성을 나타냄으로서 저지대의 토심이 깊은 산록부와 골간부에 분포하는 수종으로 판단되며 구실잣밤나무는 남사면의 광량이 많은 곳에 생육하는 수종으로 생각된다.

이상의 결과를 볼 때 참식나무, 증가시나무, 동백나무

는 비옥한 토양에서 높은 상대우점치를 나타내어 비옥한 토양환경에서 중간 경쟁력이 클 것으로 추정되며 개서어 나무는 토양 양료와는 상관관계가 인정되지 않았다.

인 용 문 헌

- 기상청(1991) 한국기후표(Ⅱ). 418쪽.
- 김종홍(1987) 한반도 상록활엽수림에 대한 식물사회학적 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문, 115쪽.
- 김종홍(1988) 진도의 식생. 한국생태학회지 13: 33-50.
- 김철수, 우제창(1991) 침찰산의 식생에 관한 식물사회학적 연구. 연안생물연구 8: 39-50.
- 농촌진흥청(1988) 토양화학분석법. 농촌진흥청 농업기술연구소, 450쪽.
- 문화재관리국(1993) 천연기념물 수림지 생태계 조사 보고서. 259쪽.
- 양인석(1958) 진도의 식물조사보고. 경북대학교 논문집 2: 323-349.
- 오구균, 최송현(1993) 난온대 상록수림지역의 식생구조와 천이계열. 한국생태학회지 16(4): 459-476.
- 오구균(1994) 두륜산 상록활엽수림의 식물군집구조. 응용생태연구 8(1): 43-57.
- 오구균, 조우(1994) 흥도 상록활엽수림 지역의 식물군집구조. 응용생태연구 8(1): 27-42.
- 오구균, 지용기(1995) 불갑산 상록활엽수림의 식물군집구조. 응용생태연구 9(1): 30-41.
- 이경재, 조우, 조재창(1993) 소백산 국립공원 천동계곡의 식물군집구조 분석. 응용생태연구 6(2): 134-146.
- 이경재, 조우, 한봉호(1996) 오대산 국립공원 소나무림의 식물군집구조. 응용생태연구 9(2): 115-125.
- 이수욱(1981) 한국의 삼림토양에 관한 연구(Ⅱ). 한국임학회지 54: 25-35.
- 임경빈(1989) 조립학원론. 향문사, 서울, 491쪽.
- 植木秀幹(1933) 朝鮮森林植物帶. 植物分類及植物地理 11(2).
- Bernard, J.M., E.K. Seischaab and G.G. Gauch (1985) Gradient analysis of the vegetation of the Byron-Bergen swamp, a rich fen in western New York. In: Peet R.K.(ed.), Plant community ecology: Papers in honor of R.H. Whittker, Dr W. Junk Publ., pp. 125-131.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Gauch, H.G. and R.H. Whittaker(1972) Comparison of ordination techniques. Ecology 53: 868-875.
- Hill, M.O.(1979a) DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology Systematics, Ithaca, N.Y., Cornell University, 52pp.
- Hill, M.O.(1979b) TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics, Ithaca, N.Y., Cornell University, 99pp.
- Kimmins, J.D.(1987) Forest ecology. Macmillan Publishing Company, N.Y. 531pp.
- Olsvig-Whittaker L., M. Shachak M and A. Yair (1985) Vegetation patterns related to environmental factors in Neger Desert Watershed. In:Peet R.K.(ed.), Plant community ecology:Papers in honor of R.H. Whittker, Dr W. Junk Publ., pp. 133-145.
- Westman, W.E.(1985) Xeric mediterranean-type shrubland associations of Ata and Baja California and the community/continuum debate. In:Peet R.K.(ed.), Plant community ecology:Papers in honor of R.H. Whittker, Dr W. Junk Publ., pp. 79-95.
- Yim, Y.J. and T. Kira(1975) Distribution of forest vegetation and climate in Korea Peninsula I. Distribution of some indices of thermal climate. Japan J. Ecol. 25: 77-88.