

TWINSPAN 및 CCA에 의한 智異山 亞高山帶 針葉樹林群集과 環境의 相關關係 分析¹

李樹元² · 李康寧³ · 宋鎮京⁴

The Analysis of Vegetation-Environment Relationships of the Coniferous Forests in Subalpine Districts of Mt. Chiri by TWINSPAN and CCA¹

Soo Won Lee², Kang Young Lee³ and Ho Kyung Song⁴

要 約

TWINSPAN 및 CCA에 의한 智異山 亞高山帶 針葉樹林的 群集과 環境과의 相關關係를 究明하기 위하여 分析하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

TWINSPAN에 의한 智異山 亞高山帶 針葉樹林은 구상나무群落群으로 구상나무-소나무群落, 구상나무-신갈나무群落, 구상나무-가문비나무群落으로 構成되었고, 구상나무-신갈나무群落은 典型下位群落과 잣나무下位群落으로, 구상나무-가문비나무群落은 典型下位群落, 주목下位群落, 층층나무下位群落으로 分類되어 3개 群落, 5개 下位群落을 갖는 6개의 植生單位로 區分되었다.

CCA에 의한 群落과 環境要因과의 關係를 보면 1軸에서는 海拔高, Ca, Mg 등이, 2軸에서는 Ca, 海拔高 등과 높은 相關關係를 나타내고 있었다.

구상나무-소나무群落은 海拔高가 낮고, Ca, Mg 등의 養料가 많은 地域에 주로 分布하였고, 구상나무-신갈나무群落은 海拔高가 中間이고, Ca, Mg 등의 養料가 보통인 地域에 주로 分布하였다. 구상나무-잣나무群落과 구상나무-주목群落은 海拔高가 높고, Ca, Mg 등의 養料가 적은 地域에 분포하였으며, 구상나무-층층나무군락은 海拔高가 낮고 Ca, Mg 등의 양료가 보통인 地域에 주로 分布하였다.

ABSTRACT

This study was carried out to identify the analysis of vegetation-environment relationships of the coniferous forests in subalpine districts of Mt. Chiri by two-way indicator species analysis(TWINSPAN) and CCA. The results are summarized as follows;

The subalpine coniferous forest in Mt. Chiri was classified *Abies koreana* community group by the TWINSPAN method. The *Abies koreana* community group was classified *Abies koreana-Pinus densiflora*, *Abies koreana-Quercus mongolica* and *Abies koreana-Picea jezoensis*. The *Abies koreana-Quercus mongolica* community classified into two subcommunities, typical and *Pinus koraiensis* subcommunity. The *Abies koreana-Picea jezoensis* community classified into three subcommunities such as typical, *Taxus cuspidata* and *Cornus controversa* subcommunity. The subalpine conifers communities in Mt. Chiri could be classified into six vegetation units, which consisted of three vegetation communities and five subcommunities.

¹ 接受 1996年 11月 14日 Received on November 14, 1996.

² 林業研究院 Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea.

³ 慶尙大學校 農科大學 College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju, Korea.

⁴ 忠南大學校 農科大學 College of Agriculture, Chungnam National University, Taejon, Korea.

The relationship between vegetation community and influencing environmental factors was analyzed by using the CCA ordination method. It was found that altitude, concentrations of Ca^{++} and Mg^{++} in soil were, major environmental variables, which influence the distribution of vegetation community in the first axis, and Ca^{++} and altitude in the second axis.

In the relations of communities and environmental factors by CCA, the optimal ecological habitats of *Abies koreana*-*Pinus densiflora* community could be located at low elevations, in which Ca^{++} and Mg^{++} are rich. *Abies koreana*-*Quercus mongolica* community prefers the sites in mid-elevation zone, in which Ca^{++} and Mg^{++} are medium level in soil.

The optimum site for *Abies koreana*-*Pinus koraiensis* community and *Abies koreana*-*Taxus cuspidata* community could be high elevations in which Ca^{++} and Mg^{++} are poor. *Abies koreana*-*Cornus controversa* community is found in the site at low elevations where Ca^{++} and Mg^{++} are medium.

Key words : Mt. Chiri, TWINSPAN, CCA, Direct gradient analysis.

緒 論

智異山은 北緯 35°13'00"에서 35°27'00"와 東經 127°27'50"에서 127°49'50"사이에 位置하고 있으며, 行政區域上으로는 慶尙南道 山淸郡과 咸陽郡, 河東郡, 全羅南道 求禮郡, 全羅北道 南原郡의 3 個道 5 個郡 15 個面에 걸쳐 있으며, 그 面積이 440.485km²에 달하고, 主峰인 天王峰(1,915m)은 小白山脈群의 最高峰으로 1,300m 이상인 산봉우리도 15개 이상이나 된다.

우리나라의 亞高山帶 針葉樹林은 人爲的 및 自然生態的 要因들에 의해 그 規模와 面積이 점차 減少되고 있는 시점에서, 구상나무를 중심으로 구성된 智異山 亞高山帶 針葉樹林에 대한 群集과 環境要因과의 相關關係를 分析함으로써 智異山 亞高山帶 針葉樹林의 保存管理에 必要한 基礎資料를 얻고자 遂行하였다.

任慶彬(1993)은 우리나라 寒帶林을 構成하는 針葉樹는 전나무類가 主種이고 잣나무, 가문비나무 順으로 나타난다고 하였으며, 任良宰와 金正彦(1992)은 智異山 亞高山帶 植物群集을 산겨이삭-구상나무群集, 철쭉나무群集, 사스래나무群集, 호오리새群集, 새群集, 참억새群集으로 分類하였으며, 朴載泓(1989)은 반야봉 구상나무림의 표지종군으로 구상나무, 산겨이삭, 잣나무, 흰등피나무, 산개고사리, 사스래나무, 명자순, 세잎종달굴, 마가목, 야광나무, 쥐털이슬 등을 報告하였으며, 金泰旭과 李景宰(1986)는 심원계곡의 海拔高에 따라 優占種을 800m에서 졸참나무와 소나무, 900m에서 소나무, 신갈나무, 1,000~1,400m에서 신갈나무, 1,470m에서 진달래와

철쭉나무이라고 보고하였다. 박인협 등(1991)은 화엄사계곡 및 피아골계곡의 山林群集構造에 관한 연구에서 화엄사계곡은 소나무군집, 서어나무류·졸참나무군집, 졸참나무·서어나무류 군집, 신갈나무군집 등 3개 군집으로 구분하였고 그리고 群集分離 環境因子를 海拔高라고 하였다.

이경재 등(1991a, 1991b)의 Classification 및 Ordination 방법에 의한 智異山 대원계곡의 삼림 군집구조 분석과 지리산 아고산대 신갈나무-분비나무림 식물군집 구조분석이 있다. 그리고 김성덕과 윤용섭(1991)은 지리산 반야봉의 구상나무림의 갱신에 대하여 보고하였다.

本 研究는 智異山 亞高山帶 針葉樹林의 群集과 環境과의 相關關係를 究明하기 위하여 實施되었다.

材料 및 方法

1. 調查地 概況

智異山의 地形은 主峰인 天王峰을 中心으로 북쪽으로 중봉, 하봉, 서쪽으로 제석봉(1,806m), 촛대봉(1,704m), 영신봉(1,652m), 칠선봉(1,576m), 덕평봉(1,522m), 형제봉(1,443m), 삼각고지(1,462m), 명선봉(1,586m), 토끼봉(1,534m), 반야봉(1,732m), 노고단(1,507m)으로 이어지는 主稜線(약 45km)을 形成하며, 중산리계곡, 장단골, 피아골, 뱀사골, 칠선계곡, 한신계곡 등 20여개의 크고 작은 溪谷에서 흘러나오는 물은 南江과 섬진강으로 流入되어 南海로 들어간다

地質은 선캄브리아기 變成岩類인 智異山 편마암 복합체와 이를 관입한 반려암 및 반성화강암 그리고 염기성암맥 등으로 이루어졌으며 이들의 形成時期는 대체로 原生帶 初期로 알려져 있다

(나기창과 김민호, 1993).

氣候는 남쪽 地域이 年平均 氣溫 13℃ 線으로, 북쪽은 12℃ 線으로 이어지며 降水量은 구례, 하동, 산청, 함양, 남원 등 5개 군의 平均降水量이 1,200~1,600mm로 남쪽은 多雨地域, 북쪽은 강우량이 적은 地域에 속하고 계절적으로 6~8월에 年降水量의 50~60%를 차지하며 겨울철의 降水量은 10% 程度에 그치고 있다.

智異山의 溫度因子를 알아보기 위하여 智異山 주위의 기상관측소가 있는 구례, 하동, 산청, 함양, 남원 등 5개 지역에서 1961~1990년까지 30年間の 기상자료를 이용하여 垂直으로 海拔高 100m 씩 上昇함에 따라 平均 0.52℃ 체감하는 방법을 적용해서 海拔高別, 月別 平均氣溫을 算出하였는데 그 結果는 Table 1과 같다.

Table 1에서와 같이 月平均氣溫 10℃ 이상을 林木의 生長期間으로 보면 智異山의 亞高山帶인 海拔 1,300m 에서는 5월에서 9월까지 5개월의 期間을 나타내고 있었으며 1,600m 이상에서는 6월에서 9월까지 4개월의 期間을 나타내고 있었는데 智異山 亞高山帶에 있어서는 4-5개월의 生長期間을 나타내고 있었다.

2. 植生 및 環境因子調査

植生調査는 1993년 7월부터 1994년 10월 사이에 智異山 1,300m 이상의 地域에서 1/25,000 Scale

의 地形圖와 林相圖를 參考하여 主要群落인 針葉 樹林을 하봉, 중봉, 제석봉, 세석, 토끼봉, 반야봉, 돼지령 등 7개 地域에서 총 111個所를 選定하여(Fig. 1) 10m×10m의 方形區를 設置하였다.

각 方形區에서 8m이상의 樹木群을 上層, 2m 이하의 樹木群을 下層, 그 사이의 樹木群을 中層으로 區分하였다. 調査地域別로 傾斜度는 크리노메타를 使用하였고 方位는 콤파스를 사용하여 8方位를 測定하였으며 海拔高는 地形圖와 高度計를 併用하여 기록하였고, 土壤試料는 有機物層을 除去하고 15cm 깊이까지 1kg씩 採取하여 土性, pH, 全窒素, 有機物含量, 有效磷酸, Ca, Mg, K, C.E.C. 등을 測定하였으며, pH는 土壤試料와 蒸溜水를 1:5의 比率로 섞어 測定하였고, 全窒素는 micro-Kjeldahl法, 有機物含量은 Tyurin法, 有效磷酸은 Lancaster法, Ca⁺⁺와 Mg⁺⁺는 原子吸光分光 分析法, K⁺는 炎光分光 分析法, C.E.C.는 Brown法을 使用하였다.

3. TWINSPAN 및 Ordination 分析

植生調査의 資料로부터 各種의 合成值 X_{ij}를 다음과 같이 구하였다.

$$X_{ij} = (d_{ij} + D_{ij}) / 2$$

X_{ij}는 j 調査區에서 種 i의 合成值이며, d_{ij}는 相對密度, D_{ij}는 相對被度を 나타낸다.

合成值 X_{ij}를 가지고 각 調査區에 따른 種組成을

Table 1. The monthly mean temperatures at the different altitudinal gradient in Mt. Chiri.

Month Altitude(m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1900	-10.0	-8.0	-3.3	2.9	8.2	12.4	16.1	16.7	11.5	5.0	-1.4	-7.3
1800	-9.4	-7.5	-2.8	3.5	8.8	12.9	16.7	17.2	12.0	5.6	-0.9	-6.8
1700	-8.8	-7.0	-2.3	4.0	9.3	13.4	17.2	17.7	12.5	6.1	-0.4	-6.2
1600	-8.3	-6.5	-1.8	4.5	9.8	14.0	17.7	18.3	13.0	6.6	0.2	-5.7
1500	-7.8	-6.0	-1.2	5.0	10.3	14.5	18.2	18.8	13.6	7.1	0.7	-5.2
1400	-7.3	-5.4	-0.7	5.5	10.8	15.0	18.7	19.3	14.1	7.7	1.2	-4.7
1300	-6.8	-4.9	-0.2	6.1	11.4	15.5	19.3	19.8	14.6	8.2	1.7	-4.2
1200	-6.2	-4.4	0.3	6.6	11.9	16.0	19.8	20.3	15.1	8.7	2.2	-3.6
1100	-5.7	-3.9	0.8	7.1	12.4	16.6	20.3	20.9	15.6	9.2	2.8	-3.1
1000	-5.2	-3.4	1.4	7.6	12.9	17.1	20.8	21.4	16.2	9.7	3.3	-2.6
900	-4.7	-2.8	1.9	8.1	13.4	17.6	21.3	21.9	16.7	10.3	3.8	-2.1
800	-4.2	-2.3	2.4	8.7	14.0	18.1	21.9	22.4	17.2	10.8	4.3	-1.6
700	-3.6	-1.8	2.9	9.2	14.5	18.6	22.4	22.9	17.7	11.3	4.8	-1.0
600	-3.1	-1.3	3.4	9.7	15.0	19.2	22.9	23.5	18.2	11.8	5.4	-0.5
500	-2.6	-0.8	4.0	10.3	15.5	19.7	23.4	24.0	18.8	12.3	5.9	0.0
400	-2.1	-0.2	4.5	10.8	16.0	20.2	23.9	24.5	19.3	12.9	6.4	0.5
300	-1.6	0.3	5.0	11.3	16.6	20.7	24.5	25.0	19.8	13.4	6.9	1.0
200	-1.0	0.8	5.5	11.8	17.1	21.2	25.0	25.5	20.3	13.9	7.4	1.6

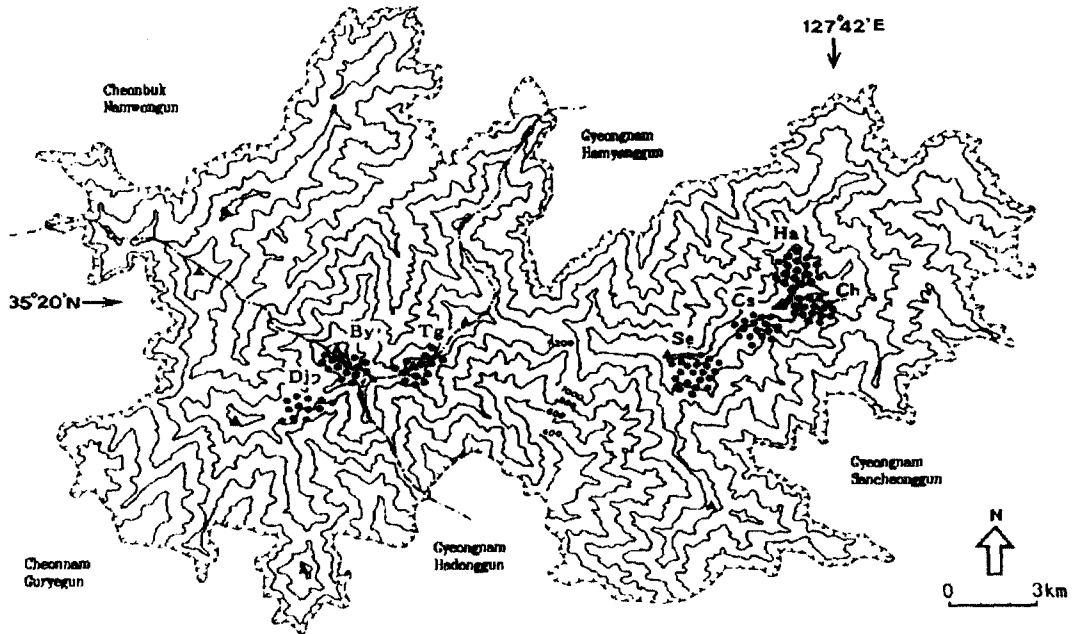


Fig. 1. Location map of the surveyed districts in subalpine coniferous forest of Mt. Chiri.
(The areas surveyed in each district were plotted as ●)

나타내는 Vegetational data matrix를 作成하였으며, 또한 野外 調査와 實驗室 測定 結果, 얻어진 環境要因들을 利用하여 Environmental data matrix를 作成하였다. 群集을 分類하기 위한 Classification은 Hill(1979)의 TWINSPAN(Two-way INdicator SPecies ANalysis)을 利用하였으며, 얻어진 資料는 0%, 1%, 3%, 6%, 12%, 25%의 cut level이 使用되었다. 各 調査區에서 25% 이상의 重要值를 갖는 種은 그 調査區의 優占種으로 간주하였다.

Ordination은 CA(Corresponded Analysis)의 擴張인 CCA(Canonical Corresponded Analysis)를 使用하였으며(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), Ter Braak(1987)의 CANOCO program을 利用하였다.

結果 및 考察

1. TWINSPAN에 의한 群落 分類

智異山 亞高山帶 針葉樹林을 構成하는 重要值가 높은 28樹種을 TWINSPAN에 의하여 植物 社會學的方法으로 群落을 解析한 結果, 구상나무群落群(*Abies koreana* community group)으로 區分되었으며 구상나무群落群은 立地環境에 따라

種組成을 달리하는 구상나무-소나무群落(*Abies koreana-Pinus densiflora* community), 구상나무-신갈나무群落(*Abies koreana-Quercus mongolica* community), 구상나무-가문비나무群落(*Abies koreana-Picea jezoensis* community)으로 構成되어 있었으며 구상나무-신갈나무群落은 典型下位群落(Typical subcommunity)과 잣나무下位群落(*Pinus koraiensis* subcommunity)으로 區分되었고, 구상나무-가문비나무群落은 典型下位群落(Typical subcommunity), 주목下位群落(*Taxus cuspidata* subcommunity) 및 층층나무下位群落(*Cornus controversa* subcommunity)으로 區分되었다(Table 2).

智異山 亞高山帶 針葉樹林은 전술한 바와 같이 구상나무가 優占하는 구상나무群落群으로 3개群落, 5개 下位群落을 갖는 6개의 植生單位로 區分되었으며 各 植生單位的 種組成의 特徵은 다음과 같다.

I. 구상나무群落群(*Abies koreana* community group)

구상나무는 우리나라 特産樹種으로 智異山, 한라산, 덕유산, 가야산, 가지산, 백양산 및 무등산에 分布한다고 報告(鄭台鉉과 李愚喆, 1965)하였지만 구상나무林에 관해서는 지리산, 한라산, 덕

Table 2. Synthesis table of subalpine conifers communities using TWINSPAN.

I. *Abies koreana* community group
 I A. *Abies koreana* *Pinus densiflora* community
 I B. *Abies koreana* *Quercus mongolica* community
 I B a. Typical subcommunity
 I B b. *Pinus koraiensis* subcommunity
 I C. *Abies koreana* *Picea jezoensis* community
 I C a. Typical subcommunity
 I C b. *Taxus cuspidata* subcommunity
 I C c. *Cornus controversa* subcommunity

Vegetation units	I																	
	A	B					C											
		a		b			a		b		c							
Recorded number	77776778	111155556666667888999901					4889000		36667778901		55	13	3424442333445001122334224		511122522313	8894990	800	
Species	34570690	383455678912345681264578961					4456128127789012330046724		0896160671129353376709359252		028978134014	78280155949						
ABI KOR	66656666	66666666666666666666666666					66666666666666666666666666		6666666666666666666666666666		6666666666666666666666666666		66666666666666		666666666666		666666666666	
RHO SCH	--444245	555554454355455355545644453					355242253345444544424--34		-4434-42344-3434432233435552		44--2244--		--452433-43					
BET ERM	-3-352-3	4354544--24434-4-344--34443					3333434--3233-4-4-2254323		54--3335453453445544334423-3		544535-233--		--44444334					
CAR LAX	-542-4--	-----2-----					-----		-----		-----		-----		-----		-----	
PIN DEN	655643-	-----45-33-----					-2-2-----		-----		-----		-----		-----		-----	
TIL TAQ	3333--22	-----2-----					-----2-2-----		-----		-----		-----		3-2-----		-2	
QUE MON	3--4-535	-3--23-422-4--32--2--					---3-4324-4-23-4-3-2--		2--4--3-3--		-----		-----		-4-----		-----	
ACE PSE	-232332-	43--3-245-----242-2-2-2-					-42-2-2-5-3344344-3353543		-3-3--2-----32---52224		-----4-----		--22--23-3					
FRA SIE	2442-3-	32-----2-2-----3-					-2-2-23-4224422232-44252		54333-2-----2-----2		-----2-----		2-2--22--					
RHO MUC	-52--432	-3-2--2234-2-3-2-5322222					-2-2-2-2-2323333		--22323--2-2-----2-2		2-----		--32-3--					
SYM PAN	--2332	-----22-2-----					-----3-22-2-----		-----4-----		-----		--3-2--					
SAL HAL	42--2---	-----2-----24-----					32-2-----22-----		-----		-----		-----		-----		-----	
MAL BAC	-----	-2-2-223-2-5-223--2					-2-2-2--2-----		-----		-----		-----		-2-----		-----	
ALN HIR	-----	-----3-----55-----					-----523-22-4-----		-----		-----		-----		-----		-----2	
STE KOR	-----	-----3-----					-----3-4-----		-----		-----		-----		-----		-----	
PIN KOR	4-----	-----2-----					644-2432255455-55443-3--3		25435-2444256642-5543444655		345-2335244		-----		-----		-----	
PIC JEZ	-----3-	-----					-----5--25-----		-----526-36-54-54-5-5456		-----5-----		-----5-----		-----		-----	
SOR COM	-----	-----3-2-----					--22-222-----2-----		25-3-3223-2-----32444--55434		-43-245332-3		--242-4434		-----		-----	
TAX CUS	-----	-----					-----3-----		--2-----2-362-43		-2--3-53456		-----		-----		-----	
ACE TSC	-----	2-----3-32-234-----2-					-----3-43-223---232-2		2-33333-22442--4-233434432--		454454455454		-----		-----		-----	
ACE UKU	-----	-----					-----2-----3-----		-----2-----2		2233223--53		-----3--		-----		-----	
COR CON	-----2-	-----					-----		-----		-----		-----		562-43----		-----	
ARA ELA	-----	-----					-----		-----		-----		-----		3322222-3--		-----	
EUO MAC	-----	-----					-----222--2-----3		-----2-2-2-----2-		22-4-5222-2		-----		-----		-----	
ACE BAR	-----	-----2-----3-----					-----3-----3-----		-----2-4-2--2--4		-----		-----		-----		-----	
SYR RET	-----	-----2-----					-----44-----		-----2-----3-----		-----		-----		-----		-----	
TRI REG	-----	-----					-----2-2-----2--		-----3-----		-----		-----		-----		-----	
ALN SIB	-----	-----4-----					-----		-----33-----		-----		-----		-----		-----	
00000000	0000000000000000000000000000	0000000000000000000000000000					0000000000000000000000000000		11111111111111111111111111111111		11111111111111111111111111111111		000000000000		000000000000		000000000000	
1111111111	11111111111111111111111111111111	11111111111111111111111111111111					11111111111111111111111111111111		00000000000000000000000000000000		11111111111111111111111111111111		000000000000		000000000000		000000000000	
00000000	11111111111111111111111111111111	11111111111111111111111111111111					11111111111111111111111111111111		-----		-----		-----		-----		-----	
00000000	0000000000000000000000000000	11111111111111111111111111111111					11111111111111111111111111111111		-----		-----		-----		-----		-----	

Remarks : ABI KOR; *Abies koreana*, RHO SCH; *Rhododendron schlippenbachii*, BET ERM; *Betula ermani*, CAR LAX; *Carpinus laxiflora*, PIN DEN; *Pinus densiflora*, TIL TAQ; *Tilia taquetii*, QUE MON; *Quercus mongolica*, ACE PSE; *Acer pseudo sieboldianum*, FRA SIE; *Fraxinus sieboldiana*, RHO MUC; *Rhododendron mucronulatum*, SYM PAN; *Symplocos paniculata*, SAL HAL; *Salix hallisanensis*, MAL BAC; *Malus baccata* var. *mandshurica*, ALN HIR; *Alnus hirsuta*, STE KOR; *Stewartia koreana*, PIN KOR; *Pinus koraiensis*, PIC JEZ; *Picea jezoensis*, SOR COM; *Sorbus commixta*, TAX CUS; *Taxus cuspidata*, ACE TSC; *Acer tschonoskii*, ACE UKU; *Acer ukurunduense*, COR CON; *Cornus controversa*, ARA ELA; *Aralia elata*, EUO MAC; *Euonymus macroptera*, ACE BAR; *Acer barbinerve*, SYR RET; *Syringa reticulata* var. *mandshurica*, TRI REG; *Tripterygium regelii*, ALN SIB; *Alnus hirsuta* var. *sibirica*

유산, 가야산에 대한 報告만 찾아 볼 수 있다. 구상나무群落群은 智異山의 亞高山帶인 海拔 1,300m 이상에서 優占林으로 나타나며 철쭉나무, 사스래나무가 함께 優占하고 있다. 任良宰와 金正彦(1992)은 지리산 아고산대의 식물군집을 산겨이삭-구상나무군집, 철쭉나무군집, 사스래나무군집, 호오리새군집, 새군집, 참억새군집으로 分類하면서, 구상나무군단, 산철쭉-철쭉나무군단, 새-참억새군단등 3개 군단을 新稱하였다. 本 調查地域인 亞高山帶 針葉樹林에서는 철쭉나무, 사스래나무는 구상나무群落群의 優占種으로 나타났다.

I-A. 구상나무-소나무群落群(*Abies koreana-Pinus densiflora* community)

이 群落은 돼지령지역의 능선부에서 1,350m에서 1,500m사이에 分布하며 서어나무, 소나무, 뽕잎피나무, 진달래, 조릿대 등이 相存하는 特徵을 가지고 있었으며, 草本層에는 비비추, 대사초, 지리터리풀, 실새풀 등이 優占하고 있었다.

I-B. 구상나무-신갈나무群落群(*Abies koreana-Quercus mongolica* community)

이 群落은 반야봉지역, 토끼봉지역, 돼지령지역의 비교적 海拔高가 낮은 지역(1,350m-1,600m)에 分布하며 구상나무, 신갈나무, 철쭉나무, 사스래나무, 당단풍, 쇠물푸레, 진달래, 야광나무, 검노린재나무 등과 함께 出現하였고, 草本層에는 조릿대, 실새풀, 단풍취, 수리취 등이 優占하고 있었으며 구상나무-신갈나무群落群은 立地條件에 따라 典型下位群落과 잣나무下位群落으로 區分되었다.

I-A-a. 구상나무-신갈나무 典型下位群落群(*Abies korean-Quercus mongolica* Typical subcommunity)

구상나무-신갈나무群落群의 種構成과 거의 같은 典型下位群落群으로 비교적 海拔高가 낮은 地域(1,350m-1,600m)에 分布하고 草本層에서는 실새풀, 비비추, 단풍취, 대사초 등의 出現이 많았다.

I-A-b. 잣나무下位群落群(*Pinus koraiensis* subcommunity)

이 群落은 구상나무-신갈나무群落群의 種構成과 거의 같은 下位群落群으로 海拔高 1,500m-1,800m사이에 주로 分布하고 잣나무, 가문비나무, 마가목이 出現하며 草本層에는 비비추, 대사초, 단풍취 등이 出現하고 있었다.

I-C. 구상나무-가문비나무群落群(*Abies koreana-Picea jezoensis* community)

이 群落은 智異山 亞高山帶에서 비교적 海拔高가 높은 地域(1,600m-1,800m)에 分布하며 가문비나무, 시달나무, 주목, 사스래나무, 쇠물푸레, 철쭉나무, 마가목 등이 優占하며 高山性 樹種인 쯤고채목의 出現이 다소 많았으며 草本層은 실새풀, 미역취, 곰취 등이 優占하였다.

I-C-a. 구상나무-가문비나무 典型下位群落群(*Abies koreana-Picea jezoensis* Typical subcommunity)

이 群落은 구상나무-가문비나무群落群의 種構成과 거의 같은 典型下位群落群으로 비교적 海拔高가 높은 1,600m-1,800m사이에 주로 分布하며, 시달나무, 주목 등이 出現하며 草本層에는 실새풀, 미역취, 곰취 등이 優占하였다.

I-C-b. 구상나무-주목下位群落群(*Abies koreana-Taxus cuspidata* subcommunity)

이 群落은 비교적 海拔高가 높은 地域(1,600m-1,800m)에 分布하며 잣나무, 시달나무, 부계꽃나무, 미역줄나무, 철쭉나무 등이 優占하였으며 草本層에서는 실새풀, 그늘사초, 미역취 등의 出現이 많았다.

I-C-c. 구상나무-층층나무下位群落群(*Abies korean-Cornus controversa* subcommunity)

이 群落은 토끼봉地域의 海拔 1,300-1,450m사이의 山腹 中 비교적 평탄하고 土深이 깊으며 바람으로부터 다소 保護되는 地域에 주로 分布하며 층층나무, 들메나무, 두릅나무 등이 出現하였고, 草本層에는 비비추, 지리대사초, 실새풀 등이 優占하였다.

이상에서 智異山 亞高山帶 針葉樹林의 群落單位는 3개 群落, 5개의 下位群落群으로 分類되었다.

李允源과 洪盛千(1995)은 구상나무林을 ZM방식으로 구상나무-신갈나무群落群과 구상나무-제주조릿대群落群으로 區分하였고, 金文洪과 南正憲(1985)은 한라산 구상나무林을 제주조릿대-구상나무군집, 구상나무군집, 신갈나무-구상나무군집으로 分類하였으며, 任良宰와 金正彦(1992)은 지리산 아고산대 식물군집분류에서 구상나무군단을 新稱하였다. 本 調查에서 智異山 亞高山帶 針葉樹林은 구상나무群落群으로 구분되었고, 구상나무-소나무群落群, 구상나무-신갈나무群落群, 구상나무-가문비나무群落群으로 分類되었으며, 구상나무-신갈나무群落群은 典型下位群落群과 잣나무下位群落群

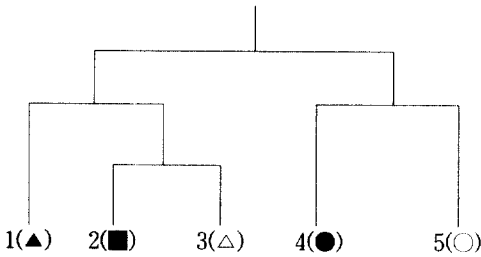


Fig. 2. The pathway of sub-division into groupings of major tree species community using TWINSpan.

Dominants; 1. *Abies koreana*-*Cornus controversa*, 2. *Abies koreana*-*Pinus densiflora*, 3. *Abies koreana*-*Quercus mongolica*, 4. *Abies koreana*-*Pinus koraiensis* 5. *Abies koreana*-*Taxus cuspidata*

으로 分類되었고, 구상나무-가문비나무群落은 典型下位群落, 주목下位群落, 층층나무下位群落으로 區分되었다.

또한 智異山 亞高山帶 針葉樹林을 TWINSpan으로 優占種에 의하여 分析하면 제1水準에서 잣나무와 신갈나무에 의하여 分離되고 제3水準까지 구상나무-층층나무, 구상나무-소나무, 구상나무-신갈나무, 구상나무-잣나무 및 구상나무-주목의 5개

集團으로 나누어지는 것을 볼 수 있다(Fig. 2).

앞의 植物社會學的 方法으로 群落분류한 植生單位와 比較하여 보면 구상나무-소나무群落은 구상나무-소나무群落으로, 구상나무-신갈나무의 典型下位群落과 잣나무下位群落은 제 4水準에서 分類되었기 때문에 2개의 下位群落을 구상나무-신갈나무群落으로, 구상나무-가문비나무의 典型下位群落은 구상나무-잣나무群落으로, 구상나무-가문비나무群落의 주목下位群落은 구상나무-주목群落으로, 구상나무-가문비나무群落의 층층나무下位群落은 구상나무-층층나무群落으로 나누어져 이들의 環境立地로 볼 때 類似的인 傾向을 보여, TWINSpan에 의한 結果를 植物社會學的 方法으로 해석하거나 優占種에 의해 해석한 것이 비슷한 結果를 보여준다고 判斷된다.

2. Ordination에 의한 群落과 環境과의 相關關係 分析

智異山 亞高山帶 針葉樹林을 TWINSpan에 의하여 選定된 5개 群落과 13개 環境要因들을 CCA ordination에 의하여 分析한 結果는 Fig. 3.과 같다.

Fig. 3.은 TWINSpan에 의하여 分類된 5개

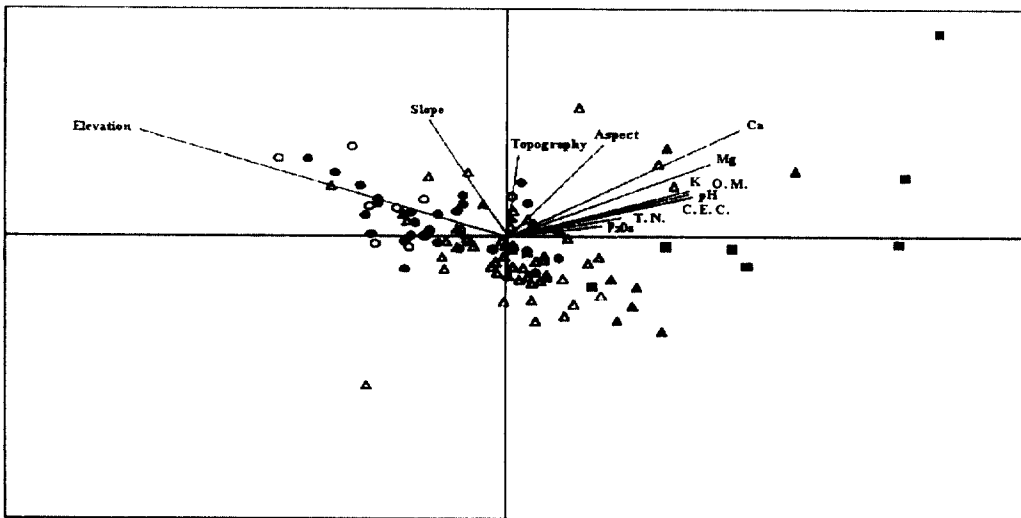


Fig. 3. *Abies koreana* community data for major tree species : CCA ordination diagram with plots(▲, ■, △, ●, ○) and environmental variables.

The plots are : ▲=*Abies koreana*-*Cornus controversa* community; ■=*Abies koreana*-*Pinus densiflora* community; △=*Abies koreana*-*Quercus mongolica* community; ●=*Abies koreana*-*Pinus koraiensis* community; ○=*Abies koreana*-*Taxus cuspidata* community.

The environmental variables are : T.N.=total nitrogen; O.M.=organic matter; C.E.C.=cation exchange capacity; Ca=calcium concentration; K=potassium concentration; Mg=magnesium concentration; P₂O₅=available phosphorus concentration.

群落과 環境要因을 CCA Ordination結果 최초 1, 2軸을 平面上에 나타낸 것이다. 이들 群落들은 13개 環境要因에 따라 分布하고 있으며 이들 環境要因들과 CCA Ordination 結果에 의한 제1軸, 제 2軸과 相關關係(Table 3)를 살펴보면, 여러 環境要因들이 群落的 分布와 깊은 相關關係가 있으며, 제 1軸에서는 海拔高, Ca, Mg 등이, 제 2軸에서는 Ca, 海拔高 등과 높은 相關關係를 나타내고 있다. 여러 環境要因 중에서 海拔高가 群落的 分布에 가장 많은 影響을 주는 環境因子로 나타났으며, 이러한 結果는 宋鎬京(1990a, 1990b), 유재은과 송호경(1989), 宋鎬京(1992)등, 鄭(1994)등의 結果와 같으며, 分類된 5개 群落과 環境要因들과의 關係를 보면 구상나무-소나무群落은 海拔高가 낮고 Ca, Mg 등의 養料가 많은 地域에 주로 分布하였고, 구상나무-신갈나무群落은 海拔高가 中間이고, Ca, Mg 등의 養料가 보통인 地域에 주로 分布하였다. 구상나무-잣나무群落과 구상나무-주목群落은 海拔高가 높고 Ca, Mg 등의 養料가 적은 地域에 分布하였으며, 구상나무-층층나무群落은 海拔高가 낮고 Ca, Mg 등의 養料가 보통인 地域에 주로 分布하였다.

Table 3. Subalpine conifers community data from Fig. 2: canonical coefficients and the interset correlation of environmental variables with the first two axes of canonical correspondence analysis. For a description of variables, see Fig. 3. legend.

Variables	Canonical coefficients		Correlation coefficients	
	1	2	1	2
Topography	0.08	0.05	0.018	0.240*
Elevation	-0.04	0.16	-0.678**	0.304**
Direction	0.44	0.11	0.174	0.275**
Slope	0.00	0.11	-0.145	0.342**
pH	-0.06	0.24	0.328**	0.131
O.M	-0.05	-0.30	0.308**	0.123
T.N	-0.09	-0.32	0.207*	0.060
P ₂ O ₅	-0.31	0.07	0.170	0.035
C.E.C	0.13	0.10	0.337**	0.125
K	0.43	0.08	0.331**	0.141
Ca	0.39	0.37	0.424**	0.321**
Mg	-0.35	-0.20	0.369**	0.220*
Eigenvalue	0.232	0.101		

* p<0.05; ** p<0.01

群落과 環境요인과의 關係를 보면, 제 1축에서는 海拔고, Ca, Mg 등이, 제 2축에서는 Ca, 海拔고 등과 높은 상관關係를 나타내고 있었다.

引用文獻

1. 金文洪·南正憲. 1985. 한라산 구상나무林的 식물사회학적 연구. 한라산 천연보호구역학술 조사보고서 : 299-309.
2. 김성덕·윤웅섭. 1991. 지리산 반야봉의 구상나무(*Abies koreana* Wils.)림의 갱신에 관한 연구. 충남대학교 환경연구보고 9 : 97-106.
3. 金泰旭·李景宰. 1986. 智異山 深元溪谷의 海拔高에 따른 植生構造의 變化. 서울대학교 演習林報告 22 : 10-24.
4. 나기창·김민호. 1993. 지리산 북부 지역의 地質. 韓國自然保存協會調查報告書31 : 29-35.
5. 박인협·최영철·조 우. 1991. 지리산국립공원 화엄사계곡 및 피아골계곡의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 5(1) : 42-53.
6. 朴栽泓. 1989. 智異山 盤若峰 구상나무(*Abies koreana*)林的 植物社會學的研究. 中央大學校 大學院 碩士學位論文 31pp.
7. 宋鎬京. 1990a. DCCA에 의한 鷄籠山과 德裕山の 森林群集과 環境의 相關關係 分析. 韓國林學會誌 79 : 216-221.
8. _____. 1990b. DCCA에 의한 신갈나무群落과 環境의 相關關係 分析. 忠南大學校 環境研究報告 8 : 1-5.
9. _____. 權琦速·李敦求·張奎寬·禹仁植. 1992. TWINSPAN과 DCCA에 의한 中旺山の 森林群集과 環境의 相關關係 分析. 韓國林學會誌 81 : 247-254.
10. 俞在殷·宋鎬京. 1989. Classification과 Ordination에 의한 속리산 삼림군집의 분석. 충남대학교 환경연구보고 7 : 1-8.
11. 이경재·구관효·최재식·조현서. 1991a. Classification 및 Ordination 방법에 의한 지리산대원계곡의 삼림군집구조 분석. 응용생태연구 5(1) : 54-67.
12. 이경재·류창희·최승현. 1991b. 지리산 아고산대 신갈나무-분비나무림 식물군집구조분석. 응용생태연구 5(1) : 32-41.
13. 李允源·洪盛千. 1995. 구상나무林的 群落생

- 대학적 연구. 韓國林學會誌 84(2) : 247-257.
14. 任慶彬. 1993. 造林學原論. 鄉文社. 279p.
 15. 任良宰·金正彦. 1992. 智異山の 植生. 中央大學校 出版部.
 16. 鄭鎮澈·田環秀·張圭寬·崔正鎬. 1994. TWINSPAN과 DCCA에 의한 萬德山の 森林群落과 環境의 相關關係 分析. 韓國林學會誌 83 : 262-269.
 17. 鄭台鉉·李愚喆. 1965. 韓國森林植物帶 및 適地適樹論. 成均館大學校 論文集 10 : 329-435.
 18. Hill, M.O. 1979. DECORA-A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Fihaca N.Y. Conuell Uni. V. Press.
 19. Hill, M.O. and H.G.Jr.Gauch. 1980. Detrended Correspondence Analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio* 42 : 47-58.
 20. Ter Braak, C.J.F. 1987. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended][canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis(version 2.1). TNO Institute of Applied Computer Science, Statistics Department, Wageningen, The Netherlands, 95PP.