

한라산 어리목, 영실, 돈내코지역의 식물군집구조¹

이경재² · 류창희³ · 최송현³

The Structure of Plant Community on Örimok, Yöngsil and Donnaeko Area in Mt. Halla¹

Kyong-Jae Lee², Chang-Hee Ryu³, Song-Hyun Choi³

요 약

한라산 어리목, 영실, 돈내코지역 삼림의 식물군집구조분석을 위하여 71개소에 조사구(1개 조사구당 500m² 면적)를 설정하고 식생조사를 실시하여 얻은 자료에 대하여 TWINSpan에 의한 classification 및 ordination의 한 종류인 DCA기법을 적용하여 분석하였다. 현존식생의 비율은 개서어나무 및 서어나무군집이 전체면적의 53.7%, 풀참나무-졸참나무군집 25.8%, 소나무군집 8.3%, 구상나무군집 4.5%이고, 이상의 군집들이 전체의 92.2%이었다. 녹지자연도 등급 1~7까지는 존재하지 않았고, 등급 8이 전체면적의 64.5%, 극상림인 등급 9가 28.6%, 등급 10이 6.9%이었다. TWINSpan과 DCA기법에 의해 7개의 군집으로 분리되었으며 나뉘어진 군집은 개서어나무군집, 개서어나무-졸참나무군집, 소나무-개서어나무군집, 소나무-서어나무군집, 서어나무군집, 서어나무-굴거리나무-사스레피나무군집, 소나무군집이었다. 종에 대한 두 기법분석에 의해 추정된 천이계열은 어리목과 영실지역에서는 소나무, 팔배나무 → 졸참나무, 솔비나무 → 개서어나무로, 돈내코지역은 소나무 → 서어나무로 천이가 진행될 것으로 추정된다. 환경인자인 토양양료와 DCA의 score에는 상관성이 인정되지 않았다.

ABSTRACT

A survey of Örimok, Yöngsil and Donnaeko area forest in Mt. Halla, was conducted using 71 sample plots of 500m² size. In the analysis of actual vegetation, *Carpinus tschonoskii* and *C. laxiflora* community covered 53.7%, *Quercus grosseserrata* - *Q. serrata* community 25.8%, *Pinus densiflora* community 8.3%, *Abies koreana* community 4.5% and these communities covered 92.2% of Mt. Halla forest. The degree of 8, 9 and 10 in human disturbance of vegetation covered 64.5, 28.6 and 6.9% respectively. The classification by TWINSpan and DCA ordination were applied to the study area in order to classify them into several groups based on woody plants and environmental variables. By two techniques, the plant community were divided into several groups by the aspect and altitude. The dividing groups are *C. tschonoskii* community, *C. tschonoskii* - *Q. serrata* community, *P. densiflora* - *C. tschonoskii* community, *P. densiflora* - *C. laxiflora* community, *C. laxiflora* community, *C. laxiflora* - *Daphniphyllum macropodum* - *Eurya japonica* community, *P. densiflora* community. The successional trends of tree species by both techniques seem to be from *P.*

1 접수 6월 5일 Received on June 5, 1992

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

3 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Seoul City Univ., Seoul, 130-743, Korea

densiflora, *Sorbus alnifolia* through *Q. serrata*, *Maackia faurieri* to *C. tschonoskii* in Orimok and Yöngsil area and from *P. densiflora* to *C. laxiflora* in Donnaeko area. There was no difference between the stand scores of DCA and environmental variables.

Key Words: TWINSPLAN, DCA, plant community structure, species diversity

서 론

한라산은 제주도 중앙부에 위치하며 정상 해발고는 1,950m로 남한의 최고봉으로서 다양한 생물이 서식하고 있는 중요한 식물사회이다. 그리하여 1966년 10월 12일 한라산 중 83km²에 대하여 천연보호구역으로 지정하였으며, 1970년 3월 24일에는 140km²에 대하여 한라산국립공원지역으로 설정하였다.

제주도는 R. Good의 세계식물구계 분류에 의하면 中日植物區(Sino-Japanese Region)의 暖帶亞區系에 속하여, 저지대에서는 난대아구계의 지표종인 종가시나무 등의 상록활엽수가 분포하나 고도가 1,950m인 관계로 해발고에 따라 식물의 분포가 달라진다. 즉 해발 150m이하지대는 상록활엽수림대, 해발 150~1,150m는 낙엽활엽수림대, 해발 1,150~1,950m는 침엽수림대가 출현한다(김, 1985). 제주도에 자생하는 관속식물의 조사는 中井(1914)에 의해 최초로 1,317종류로 밝혀졌고, 이후 이(1957)는 172과 655속 1,252종 214변종 6품종이 자생한다고 보고되었다. 김(1985)은 자생식물을 재정리하여 158과 663속 1,453종 275종 2아종 65품종으로 발표하였다.

이와같이 한라산의 식물상은 여러 학자에 의해 조사 발표되었으나 식물사회학적 조사는 고산지대의 식물군집구조(김과 남, 1985; 김과 김, 1985)를 제외하고는 연구결과가 거의 발표된 적이 없다. 다만 임 등(1989)에 의해 현존식생과 녹지자연등급의 산정에 초점을 맞춘 제주도 생태계조사가 있을 뿐이다.

본 연구는 한라산의 삼림종 교목의 성상을 이루고 있는 식물사회중 어리목, 영실, 돈내코지역에 국한하여 군집구조를 밝히고 천이계열을 추정하여 한라산 자연보존계획의 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 하였다.

조사지 설정 및 방법

1. 현존식생도 및 녹지자연도도작성

현존식생도(actual vegetation map)는 환경처(1989)의 보고서를 기본으로 하고, 1990년 10월에 한

라산 전역에 걸쳐 식생상관(vegetational physiognomy)과 교목상·하층 수목군의 우점종에 의해 작성하였다. 또한 한라산에 대한 인간간섭의 정도를 파악하기 위하여 현존식생 및 인위적인 영향을 고려하여 녹지자연도도(map of degree of human disturbance of vegetation)를 작성하였으며, 녹지자연도의 등급기준은 다음과 같이 하였다.

1:공단 및 시가지, 2:농경지(전답), 3:농경지(다년생 식물), 4:2차초원(잔디밭), 5:2차초원(무입목지, 칩군집), 6:인공식재지, 7:2차림(20년생 이하), 8:2차림(50년생 이상), 9:자연림, 10:자연초원

2. 조사지 설정

한라산 백록담에 이르는 등산로인 어리목, 영실, 돈내코, 성판악, 관음사의 5개코스중 어리목, 영실, 돈내코 등산로의 입구에서부터 관음지대 이전까지의 삼림에 Figure 1과 같이 조사구(plot)를 설정하였다. 어리목 18개소, 영실 24개소, 돈내코 29개소 등 총 71개소에 조사구를 설치하였고, 각 조사구의 크기는 20×25m(500m²)로 하였으며 본 조사는 1990년 10월에 실시하였다.

3. 환경조사

환경조사는 조사구의 일반적 개황과 토양성질을 조사분석하였다. 일반적 개황은 조사구별로 해발고, 방위, 경사도, 층위별로 수목군의 평균수고와 울폐도를 조사하였다. 토양분석은 채취된 토양시료를 실험실로 운반하여 토양산도, 토양수분, 토양유기물을 농촌진흥청(1988)의 방법에 의해 분석하였다.

4. 식물군집구조

각 조사구에 나타는 흉고직경(DBH) 2cm이상의 목본식물을 대상으로 수종명 및 DBH를 조사하였고, 층위는 박(1985)의 방법에 따라 교목상·하층, 관목층으로 구분하였다. 식생조사에서 얻어진 자료로 Curtis & McIntosh(1951)방법에 따라 상대우점치(importance value; I.V.)를 계산하고, Pielou

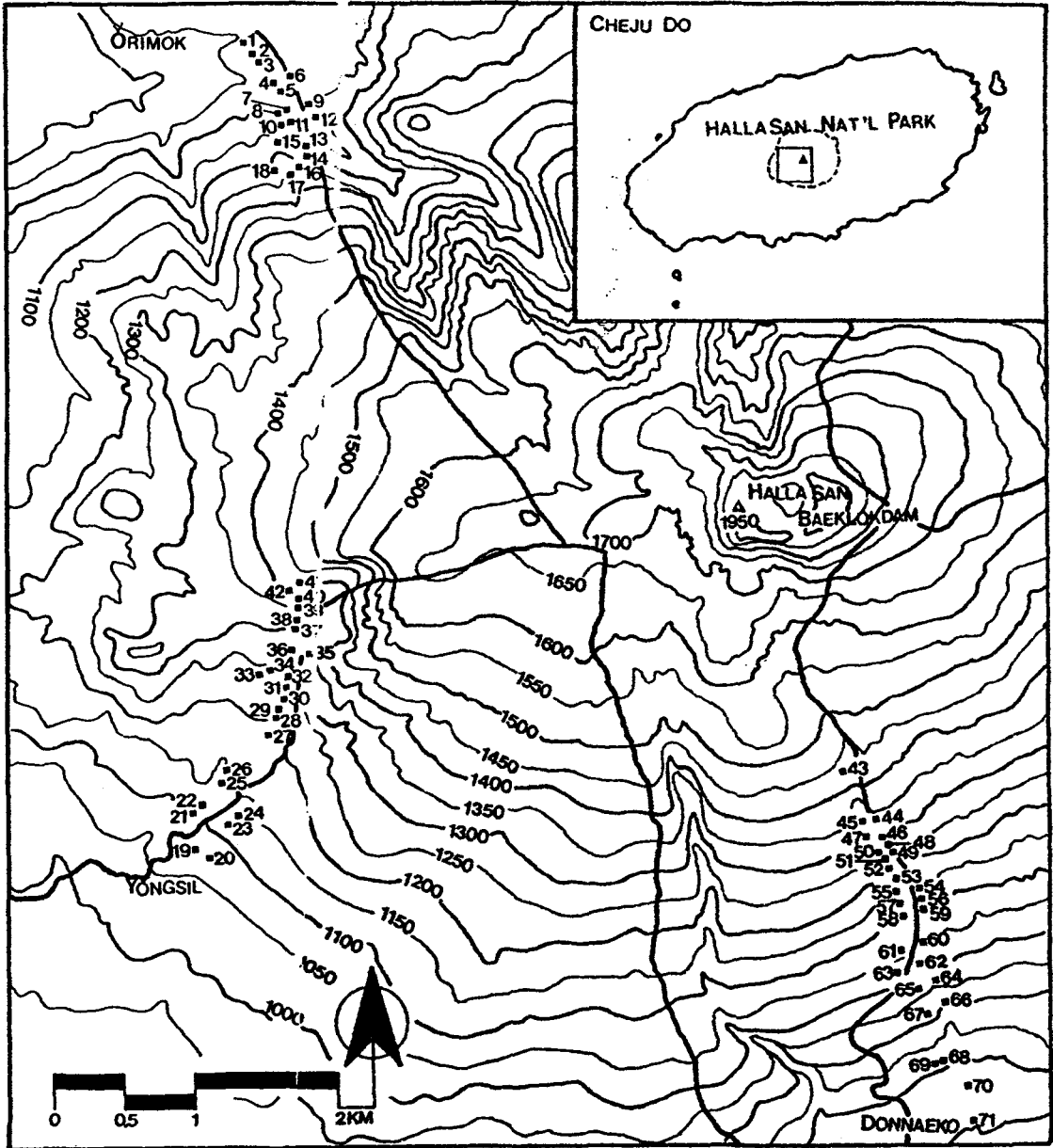


Figure 1. Location of the survey area in Hallasan National Park.

(1977)의 방법으로 종다양도(species diversity: H'), 최대종다양도(maximum of species diversity: H'_{max}), 균재도(evenness: J'), 우점도(dominance: D)를 산출하였다. 식생자료층에서 classification 및 ordination에 필요한 합성치를 Hill(1979b)과 Gauch(1982)방법에 따라 구하고, classification은

Hill(1979b)의 TWINSpan, ordination은 Hill(1979a)의 DCA(detrended correspondence analysis) 방법을 이용하였다. 이상의 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실의 PDAP(plant data analysis package)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 현존식생

Figure 2는 한라산의 현존식생을 나타낸 것으로 크게 20개의 군집으로 구분되었다. 서어나무, 개서어나무군집이 전체면적의 53.7%, 물참나무-졸참나무군집 25.8%, 소나무군집(소나무림과 소나무-서어나무림) 8.3%, 구상나무군집(구상나무림과 구상나무-서

어나무림) 4.5%로서 이상의 군집들이 전체의 92.2%를 차지하고 있으며, 관목림(털진달래-철쭉군집: 5.2%, 제주조릿대 군집: 2.2%, 시로미군집: 0.06%)이 7.8%를 구성하고 있다. 일반적으로 우리나라 온대중부림의 생태적 천이의 단계중 극상림은 서어나무림(강과 오, 1982; 박 등, 1988; 이 등, 1990)으로 보고 되었는데, 고도상으로 보아 본 조사구들도 온대중부림에 속할 것이므로 서어나무 및 개서어나무가 극상림을 형성하는 식물사회가 안정상태일 것이다. 이러

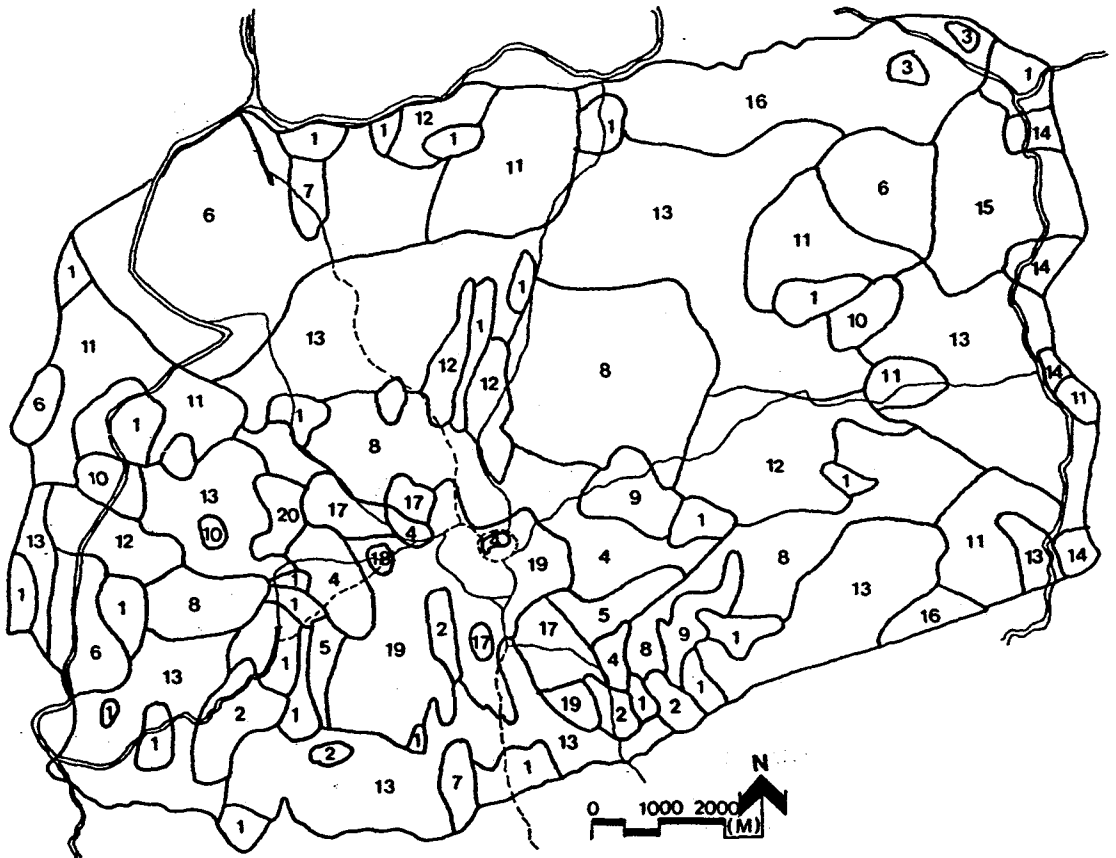


Figure 2. The actual vegetation map in Hallasan National Park.

Legend

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. <i>Pinus densiflora</i> Community 2. <i>P. densiflora</i> - <i>Carpinus laxiflora</i> Comm. 3. <i>P. thunbergii</i> Comm. 4. <i>Abies koreana</i> Comm. 5. <i>A. koreana</i> - <i>C. laxiflora</i> Comm. 6. <i>Quercus serrata</i> - <i>C. laxiflora</i> Comm. 7. <i>Q. grosseserrata</i> - <i>P. densiflora</i> Comm. 8. <i>Q. grosseserrata</i> - <i>C. laxiflora</i> Comm. 9. <i>Q. grosseserrata</i> - <i>P. densiflora</i> Comm. 10. <i>C. laxiflora</i> - <i>P. densiflora</i> Comm. | <ul style="list-style-type: none"> 11. <i>C. laxiflora</i> - <i>Q. serrata</i> Comm. 12. <i>C. laxiflora</i> - <i>Q. grosseserrata</i> Comm. 13. <i>C. laxiflora</i> - <i>C. tschonoskii</i> Comm. 14. <i>C. tschonoskii</i> Comm. 15. <i>C. tschonoskii</i> - <i>Q. serrata</i> Comm. 16. <i>C. tschonoskii</i> - <i>Q. laxiflora</i> Comm. 17. <i>Sasa quelpaertensis</i> Comm. 18. <i>Empetrum nigrum</i> var. <i>japonicum</i> Comm. 19. <i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i> Comm. 20. <i>C. laxiflora</i> - <i>A. koreana</i> Comm. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

한 안정상태의 삼림이 한라산 전체면적의 53.7%를 차지하고 있는데 우리나라의 다른 국립공원인 설악산, 가야산, 치악산, 속리산, 북한산 등의 현존식생중 천이 초·중기의 우점종인 소나무와 참나무림이 전체면적중 70~90%이고, 극상수종인 서어나무류림은 5% 미만(이, 1991)으로서 한라산에 비하면 자연생태계의 보존성이 매우 열악하다.

현존식생도에서 나타난 중요수종의 수직적 분포를 살펴보면 서어나무 해발고 600~1,600m, 개서어나무 500~1,000m, 졸참나무 600~1,200m, 물참나무 800~1,700m, 소나무 500~1,400m, 구상나무 1,100~1,900m이고, 관목이 우점종인 군집은 1,100m 이상에서만 출현하여 제주조릿대 1,300~1,800m, 시로미 1,600~1,700m, 털진달래 및 철쭉 1,100~1,

900m, 눈향나무 1,500~1,700m에 주로 분포하였다.

2. 녹지자연도

한라산의 녹지자연도 조사를 위해 국립공원지역을 500×500m mesh로 구분하고 10단계로 구분한 것이 Figure 3이다. 등급 1부터 7까지는 존재하지 않았고 등급 8이 64.5%, 극상림인 등급 9가 28.6%, 등급 10이 6.9%이었다. 등급 8은 생태적 천이계열에 의하면 극상림에 곧 도달될 지역이고, 등급 9는 극상림인데 극상림은 다층의 식물사회를 형성하여 안정상태를 이루고 있으므로(이, 1986) 보존되어야 할 것이다. 등급 10은 자연초원지역으로 동물간섭에 매우 예민하게 영향을 받게되므로, 가축의 방목이나 등산 등의 위락적

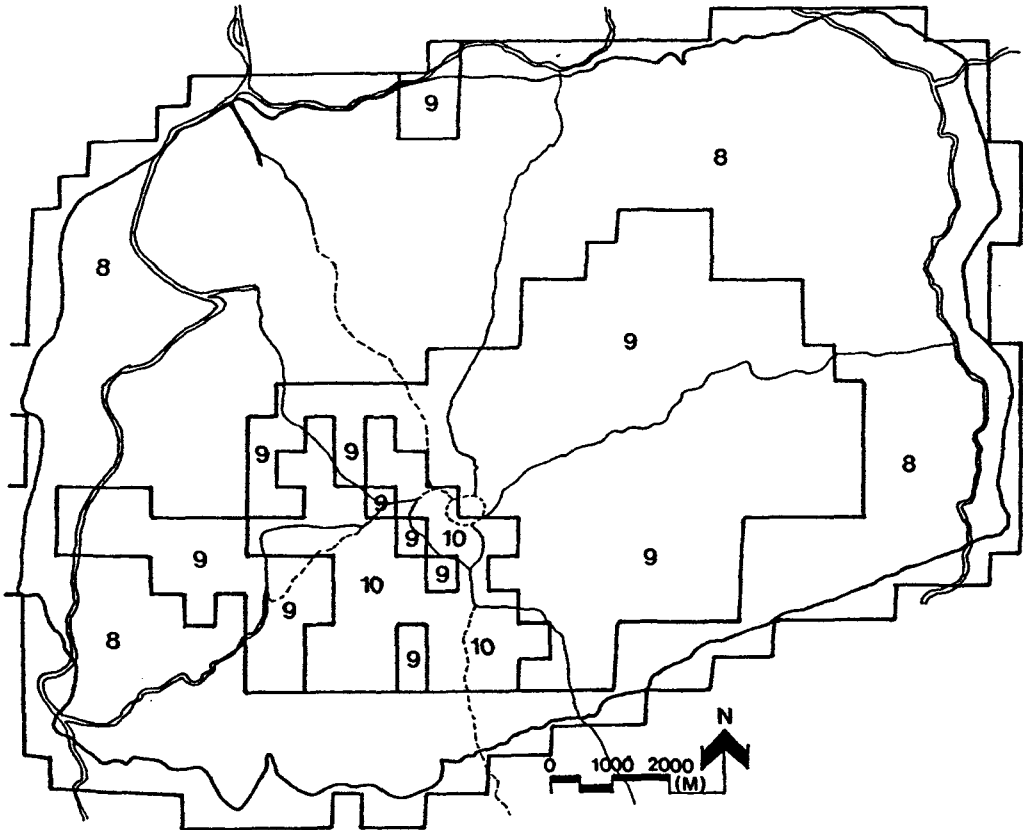


Figure 3. Map of degree of human disturbance of vegetation in Hallasan National Park.

Legend

- 8: Secondary forest II (20~50 years)
- 9: Natural forest (climax or subclimax)
- 10: Natural prairie

이용을 할 경우는 생태적 수용능력을 측정하여 적정 방목내지는 이용밀도를 결정해야할 것이다. 특히 한라산의 주요 등산로는 모두 녹지자연도 9, 10 지역을 통과하고 있으므로 인위적인 훼손이 발생하지 않는 범위내에서 각 등산로의 이용을 허용하도록 해야한다.

우리나라 다른 국립공원의 녹지자연도를 살펴보면 등급 8과 9의 비율이 각각 설악산 63.8%, 12.2%, 가야산 61.7%, 0%, 치악산 28.5%, 35.9%, 북한산 82.6%, 0%(이, 1991)로서 한라산보다 자연보존성이 불량하다. 그러나 일본의 북해도 국립공원은 등급 9와 10이 각각 98.1%, 0.9%로서 자연보존성이 거의 완벽하다. 그러므로 자연보존의 정도가 뒤떨어진 우리나라의 국립공원은 이용보다는 보존이 항상 앞서야 할 것이다.

3. 조사지 개황

중앙기상대의 자료(중앙기상대, 1983)에 의하면 1951~1980년의 30년간의 기상평균치는 제주(해발 22m)와 서귀포(해발 52m)의 연간평균기온이 각각 15.1, 15.2°C, 연평균최고기온은 각각 18.6, 19.4°C, 연평균최저기온은 각각 11.8, 12.2°C이고 강수량은 각각 1,200, 1,432mm로서 기온은 큰 차이가 없으나 강수량은 차이가 있으며 수평적 삼림대로는 난대림에 속한다. 제주도 농촌진흥원의 1984년과 1985년의 2년간 평균치의 기상자료(김과 손, 1985)에 의하면 성판악(해발 750m)과 영실(해발 1,250m)의 연평균기온은 각각 8.6, 6.6°C, 연평균최고기온은 각각 12.8, 10.3°C, 연평균최저기온은 각각 5.2, 3.4°C으로서 수평적 삼림대로는 온대림에 속하며 임(1973)이 구분한 수직

Table 1. Description of the physical features and the structure of each for classified type by TWINSPAN in Hallasan.

Community	A										B							
	12	13	15	7	10	11	14	16	17	18	8	27	3	21	25	26	1	2
Altitude(m)	1050	1100	1110	1010	1050	1060	1110	1150	1160	1150	1020	1180	970	1100	1150	1160	970	970
Aspect	N75E N10E N80WS60WN30WN40WN20WN90WN40WN45WS60WN80WN60WS50WN85WN80WN45WS80W																	
Slope(°)	30	20	10	5	5	5	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5
Height of tree layer(m)	16	14	16	16	15	16	14	15	15	15	16	11	12	11	13	15	12	11
Mean DBH of tree layer(cm)	25	25	25	20	20	20	25	20	20	20	20	20	20	15	25	25	20	20
Cover of tree layer(%)	75	85	75	85	80	90	80	80	85	75	85	80	80	80	80	80	75	70
Height of subtree layer(m)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Cover of subtree layer(%)	40	50	60	50	40	40	50	60	40	50	50	40	50	40	50	50	50	50
Height of shrub layer(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cover of shrub layer(%)	15	20	20	30	15	15	25	40	25	20	20	40	20	30	40	20	20	20
Number of woody species	14	14	12	15	11	10	9	14	12	17	14	15	19	14	16	18	15	16

(Table 1. Continued)

Community	B										C									
	4	5	6	9	19	20	22	23	24	28	29	30	31	32	33	34	39	35		
Altitude(m)	980	990	1000	1010	1090	1090	1110	1120	1130	1180	1200	1200	1220	1220	1250	1250	1340	1270		
Aspect	N40WN70WN85WN30WS40WS45WS50WS60WS60WS80WS60WN80WS40WS40WS40WS10EN80WN80W																			
Slope(°)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Height of tree layer(m)	11	13	13	15	7	7	11	14	12	11	15	15	13	13	13	13	13	11		
Mean DBH of tree layer(cm)	20	20	20	20	15	15	15	25	20	20	30	30	30	25	25	25	25	25		
Cover of tree layer(%)	80	85	80	80	80	80	85	90	90	80	85	85	85	85	70	80	75	85		
Height of subtree layer(m)	6	6	6	6	4	4	6	6	6	6	8	8	7	7	8	7	7	7		
Cover of subtree layer(%)	50	50	50	40	40	50	50	50	40	50	50	50	50	50	50	60	40	50		
Height of shrub layer(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5		
Cover of shrub layer(%)	10	20	20	15	10	10	30	30	30	40	30	40	30	30	40	60	20	20		
Number of woody species	14	15	19	18	18	14	16	20	18	18	14	17	18	17	21	18	15	9		

적 삼림대로도 한라산은 온대림이 해발 600~1,500m에 분포하며, 본 조사구의 위치는 모두 온대림에 속한다.

한라산은 대부분 현무암으로서 화산회토로 토양이 가볍고, 지형의 영향으로 표토유실이 심하며 식생의 영향으로 유기물 함량이 높다. 그러므로 원래 양이온 치환용량이 높으나 강수의 영향으로 염기유실이 심해 염기포화도가 낮고 산성토양인 미사질 식양토가 주를 이루며 토양비옥도는 낮다(김 및 이, 1985).

Table 1은 각조사구의 일반적 개황을 나타낸 것으로 7개로 나뉘어진 군집은 TWINSPAN의 제 2, 3 division에서 분리된 것을 이용한 것이다. 71개 조사구가 해발 700~1,400m에 위치하며 교목상층군의 평균수고는 대체로 10~15m이나 조사구 43~47이 포함되어 있는 군집 G의 평균수고는 3~3.5m인데 이들 조

사구의 해발고는 1,250m이상이었다. 조사구가 해발 700~1,400m에 광범위하게 분포하고 있어 해발고 차이에 따라 교목층의 평균수고와 DBH의 변화가 뚜렷하였는데 돈내코지역에서 이를 그림으로 나타낸 것이 Figure 4이다. 해발고 700~1,000m에서 평균수고가 10m이던 것이 해발고 1,000m이상에서는 증가하다가 해발고 1,100~1,200m에서 수고가 15m까지 증가하나 이후 부터는 수고가 급격히 감소하였다. 돈내코지역은 해발고가 낮은 곳은 벌채 등 인간간섭으로 인한 훼손 이후 발생된 이차림이기 때문에 평균수고가 낮으나, 해발고 1,100m 근처에서는 인간간섭이 심하게 이루어지지 않아 수고가 15m에 달하나 이후부터는 해발고가 높아짐에 따라 자연환경이 불리해져 수고가 급격히 낮아지고 있다. 흉고직경(DBH)도 수고와 같은 경향을 보이는데 즉, 해발고 1,100~1,200m에서

(Table 1. Continued)

Community	C					D					E							
	38	41	42	37	40	36	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Plot Number	38	41	42	37	40	36	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Altitude(m)	1310	1360	1360	1310	1340	1270	1250	1240	1200	1200	1180	1180	1150	1150	1110	1110	1090	1090
Aspect	N80WS50W	S10E	N90WS80WN	70W	S20E	S25E	S20E	S50E	S15E	S10E	S10E	S10E	S10E	S10E	S10WS10WS	45WS	45W	
Slope(°)	15	10	15	10	15	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5
Height of tree layer(m)	10	12	10	12	13	13	7	8	13	13	16	16	18	18	10	10	10	10
Mean DBH of tree layer(cm)	25	20	20	25	25	25	15	15	25	25	30	30	30	30	15	15	10	10
Cover of tree layer(%)	80	70	70	75	80	80	80	80	70	75	75	70	50	50	90	90	90	85
Height of subtree layer(m)	7	6	6	7	7	8	4	4	6	6	6	7	7	8	6	6	6	6
Cover of subtree layer(%)	60	40	50	40	40	50	50	60	60	60	50	50	70	70	50	50	60	60
Height of shrub layer(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cover of shrub layer(%)	40	50	50	20	20	40	50	60	50	30	30	50	40	60	40	40	50	50
Number of woody species	11	12	14	13	12	17	22	21	20	22	18	17	14	16	15	18	21	22

(Table 1. Continued)

Community	E					F					G						
	62	63	67	60	61	64	65	68	69	70	71	66	44	45	46	47	43
Plot Number	62	63	67	60	61	64	65	68	69	70	71	66	44	45	46	47	43
Altitude(m)	1000	1000	900	1050	1050	955	955	800	790	750	700	900	1300	1300	1250	1250	1400
Aspect	S20WS20WS	10W	S20E	S20E	S40WS40W	S5E	S5E	S35WS60WS	10W	S35E	S35E	S30E	S30E	S30E	S50E		
Slope(°)	5	5	10	5	5	10	5	10	10	10	5	10	5	5	5	5	5
Height of tree layer(m)	10	10	10	12	12	10	12	10	10	10	10	10	3	3	3.5	3.5	2
Mean DBH of tree layer(cm)	10	10	25	20	20	15	20	25	25	15	15	20	6	6	6	6	10
Cover of tree layer(%)	85	85	75	60	60	75	80	75	85	70	70	75	80	80	75	75	80
Height of subtree layer(m)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2	.
Cover of subtree layer(%)	60	60	60	80	80	60	60	60	60	90	90	60	40	40	50	50	.
Height of shrub layer(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1
Cover of shrub layer(%)	50	50	60	50	50	50	80	60	60	60	60	70	80	80	80	80	70
Number of woody species	21	16	21	13	18	16	14	17	18	20	15	21	2	16	9	12	12

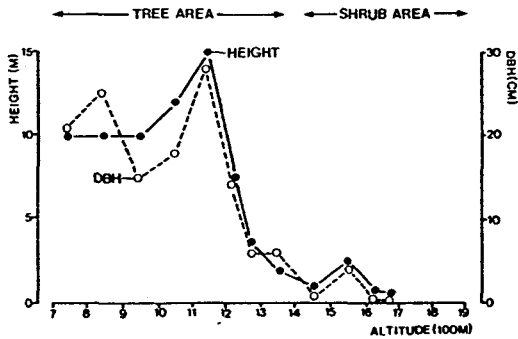


Figure 4. Changing of height and DBH of major tree species by the altitude in Donnaeko area.

DBH 28cm로 최대치이었으나, 해발고 1,200m 이상에서는 급격히 감소하여 해발고 1,300m 이상에서는 평균 DBH가 10cm미만으로 감소하였다.

4. 조사구의 classification 및 ordination 분석

71개 조사구에 대하여 TWINSpan에 의한 classification 분석을 한 것이 Figure 5이다. TWINSpan에 의해 분리된 군집별 조사구별로 주요수종의 I.V.를 정리한 것이 Table 2이다. Figure 5에서는 어리목, 영실, 돈내코를 각기 분석하고 또한 이들 세지역을 모

두 합쳐 TWINSpan 분석을 한 결과 7개의 군집으로 분리되었는데 분리된 군집별로 수종의 I.V.를 계산한 것이 Table 2인 것이다. 그림에 의하면 어리목지역은 개서어나무-고로쇠나무군집, 개서어나무군집, 개서어나무-졸참나무군집 등 3개의 군집으로 분리되었는데 분리인자는 해발고이었다. 영실지역은 소나무군집, 소나무-개서어나무군집, 개서어나무-졸참나무군집, 개서어나무군집의 4개군집으로 분리되었고 해발고에 의해 구분되었다. 돈내코지역은 서어나무-굴거리나무-사스레피나무군집, 서어나무군집, 소나무-서어나무군집, 소나무군집의 4개군집으로 분리되었으며 분리인자는 역시 해발고이었다. 이상 세지역을 종합하여 분석한 결과 제 1 division에서는 방위에 의해 분리되어 어리목과 영실지역, 돈내코지역으로 분리되었고 제 2 division에서는 해발고에 의해 모두 4개의 group으로 분리되었으나, group에 속한 조사구수의 차이가 너무 커서 제 2, 3 division을 함께 고려하여 전체가 7개의 군집으로 분리되는 것으로 단정하였다. 분리된 7개의 군집은 개서어나무군집(군집 A), 개서어나무-졸참나무군집(군집 B), 소나무-개서어나무군집(군집 C), 소나무-서어나무군집(군집 D), 서어나무군집(군집 E), 서어나무-굴거리나무-사스레피나무군집(군집 F), 소나무군집(군집 G)이었다. 삼림 군집구조분석중에서 TWINSpan에 의한 분석의 분리인자는 보통 토양의 진습정도(이 등, 1990b), 해발

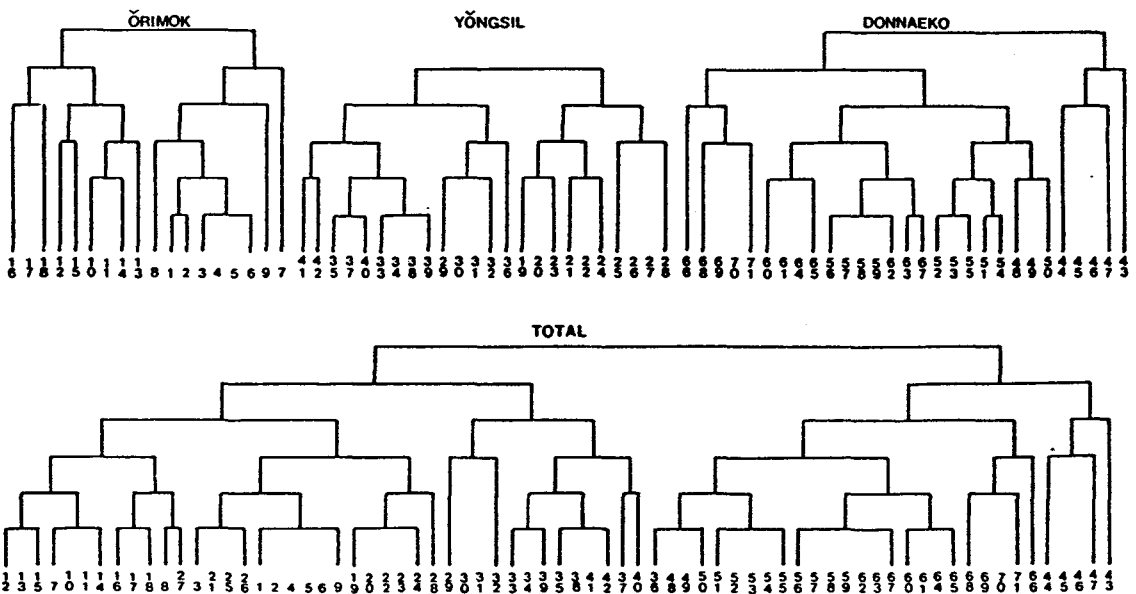


Figure 5. Dendrogram of TWINSpan stand classification of each site in Hallasan forest.

Table 2. Importance values of tree species in each plot for classified type by TWINSpan in Hallasan.

	A										B							
	12	13	15	7	10	11	14	16	17	18	8	27	3	21	25	26	1	2
<i>Taxus cuspidata</i>	0.6	12.6	9.1		2.6	2.4	7.8	8.9	5.6	3.5	0.9	10.1	0.7	0.9	5.0	6.6	1.3	
<i>Pinus densiflora</i>		15.1																
<i>Abies koreana</i>																		
<i>Carpinus tschonoskii</i>	60.7	35.6	62.4	40.7	52.2	66.4	50.8	9.5	18.2	39.8	35.0	53.8	9.2	34.1	55.4	44.2	24.7	27.1
<i>C. laxiflora</i>											0.6							
<i>Quercus serrata</i>				8.0							3.6	2.9	57.4	37.0	10.2	14.4	28.8	35.0
<i>Q. grosseserrata</i>										18.4	0.3			3.1				
<i>Lindera erythrocarpa</i>		1.5	1.7	2.4	1.3	5.4	6.3	18.2	27.2	5.0	2.7	5.4	0.4	3.2	1.1	3.2	3.5	
<i>Malus sieboldii</i>																		
<i>Sorbus alnifolia</i>										1.2			0.7				1.4	0.2
<i>Prunus sargentii</i>	1.5	8.8	4.1	5.1		2.2	6.2	2.7	3.8		11.3	5.5				0.9	2.7	2.7
<i>Maackia saurieri</i>										1.4		1.2	1.3		2.0	3.4	5.1	2.9
<i>Daphniphyllum macropodum</i>														0.3	0.7	1.8		
<i>Acer mono</i>	6.7	0.7	0.9	1.5	2.8	1.2	8.7	10.9	10.3	9.5			0.8			3.3	2.3	1.5
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	8.9	7.4	3.8	16.7	20.8	9.0	12.6	7.9	13.5	4.8	28.5	0.3	10.9	3.5	4.8	4.7	14.5	15.6
<i>Eurya japonica</i>																		
<i>Kalopanax pictum</i>	2.0	3.8	9.9					2.1		3.9			1.7	0.6				
<i>Cornus kousa</i>								1.4	4.0	1.1	1.1	5.1	3.0	3.7	0.5	2.5	1.3	1.7
<i>C. controversa</i>			2.0					9.2	2.8	1.9	5.6	2.7		0.7				
<i>Rhododendron weyrichii</i>																		
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>												0.3	0.3	0.3	0.7	0.3		
<i>Styrax japonica</i>	1.2	2.5	0.8	11.2	4.8	5.9	4.9	26.5	9.1	5.9	9.1	10.5	8.1	9.3	11.0	8.9	9.6	8.8

(Table 2. Continued)

Importance values of tree species in each plot for classified type by TWINSpan in Hallasan.

	B										C							
	4	5	6	9	19	20	22	23	24	28	29	30	31	32	33	34	39	35
<i>Taxus cuspidata</i>			0.7	0.7		0.4		1.1	2.4	5.1	0.7		1.0	0.7	0.4	0.5	6.5	0.5
<i>Pinus densiflora</i>					12.2	9.8	7.9	30.0	5.6		20.4	44.1	51.9	29.4	51.9	56.6	26.8	27.2
<i>Abies koreana</i>																		
<i>Carpinus tschonoskii</i>	47.8	40.4	38.8	48.4	35.3	39.9	50.8	25.9	23.6	16.7	45.3	22.9	25.1	29.7	8.4	2.7	23.5	14.4
<i>C. laxiflora</i>	0.4	2.3	1.9												9.0	9.0	4.7	12.7
<i>Quercus serrata</i>	18.9	27.7	24.1	9.8	27.2	20.0	17.7	17.1	42.6	8.5								
<i>Q. grosseserrata</i>												7.7	1.4		6.9	10.3	10.1	
<i>Lindera erythrocarpa</i>		4.1	3.0	2.0	0.5		3.2		0.2	5.9	0.7			17.1	0.3	0.8		
<i>Malus sieboldii</i>																		
<i>Sorbus alnifolia</i>	3.6											0.7	0.2		0.2			
<i>Prunus sargentii</i>			1.8					7.0	1.0		5.9		0.2	2.2	1.4		6.6	5.8
<i>Maackia saurieri</i>		1.0		4.6						1.5	1.2	1.0		1.2				
<i>Daphniphyllum macropodum</i>					0.3	0.3	0.8	0.5	0.3	1.7			3.7		0.4	0.8		1.6
<i>Acer mono</i>			0.7			2.5	0.3							3.2	0.8	0.5		7.3
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	21.0	13.3	13.9	12.9	0.3			3.7	9.9	3.7	19.4	6.1	7.4	0.3	6.9	7.2	12.0	28.8
<i>Eurya japonica</i>														8.4				
<i>Kalopanax pictum</i>	0.8						0.8	1.5								1.6	1.6	
<i>Cornus kousa</i>		4.1	3.6	2.0	1.9	4.8	0.4		1.4	1.4	0.8		0.2	1.9	2.0	1.1	1.0	
<i>C. controversa</i>				1.7	1.4					2.0	0.4			2.3	1.4	0.6	0.5	
<i>Rhododendron weyrichii</i>				0.6			2.2	1.3	1.3		1.0	5.7						
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.5	0.3	0.3		2.2	1.9		2.0	1.1	0.4		0.4	0.2					
<i>Styrax japonica</i>	2.4	3.2	5.4	4.3	7.4	7.1	8.6	2.5	3.9	7.7	0.7	2.2	0.4	0.9	0.7	3.2	2.0	

(Table 2. Continued)

	C					D					E								
	38	41	42	37	40	36	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
<i>Taxus cuspidata</i>	1.4	5.0	1.4	1.1	1.5	1.2	2.4	1.5	2.4	1.4	6.5	2.3	1.5	0.7	8.7	8.3	4.2	2.4	
<i>Pinus densiflora</i>	25.9	36.0	22.3	11.8	3.8	60.0	40.4	27.4	29.9	37.3	45.8	53.7	21.2	53.8		4.6	6.9	3.9	
<i>Abies koreana</i>		0.3	6.0																
<i>Carpinus tschonoskii</i>	32.5	11.7	13.4	26.6	34.9	0.6	0.4	4.9							7.8	3.6		3.2	
<i>C. laxiflora</i>	2.0			20.6		14.8	12.3	35.1	36.0	23.3	22.7	17.5	54.7	23.6	44.7	48.2	40.0	44.3	
<i>Quercus serrata</i>							1.2	0.7	4.6	9.2	9.2	7.8		1.6	5.0	11.0		2.1	
<i>Q. grosseserrata</i>	12.9	11.0	21.2	4.3	15.0	1.6	1.0	3.3	0.5	5.5			3.7						
<i>Lindera erythrocarpa</i>						2.1	2.1	0.6	0.4			0.7			0.6	0.5	2.1	0.4	
<i>Malus sieboldii</i>																			
<i>Sorbus alnifolia</i>				3.9			6.6				0.2			0.9			0.2	0.5	
<i>Prunus sargentii</i>	3.9	3.7		5.6			1.4			1.0	1.2	1.2	1.2		4.1		12.0	6.2	
<i>Maackia saurieri</i>																			
<i>Daphniphyllum macropodum</i>						2.6			1.2	0.8	2.1	5.1	3.3	8.6	12.1	4.1	6.1	4.9	
<i>Acer mono</i>	0.5	4.1	2.0	12.4	20.7	2.8	2.8	0.4	0.4				0.3					0.1	
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	17.2	21.8	27.1	1.5	7.0	9.1	1.0	10.4	7.6	3.0	3.5	0.8	7.4	1.9	6.2		10.5	8.8	
<i>Eurya japonica</i>																			
<i>Kalopanax pictum</i>		1.0								0.3			2.4				1.2	1.2	0.8
<i>Cornus kousa</i>			0.3	2.1	7.4	0.5	2.1		4.1		1.4				2.3	1.6	0.3	8.9	
<i>C. controversa</i>					0.5			1.5	0.5		0.2							1.5	1.8
<i>Rhododendron weyrichii</i>													0.3				0.8		
<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>			0.7	0.5		0.8	12.1	5.7	6.6	5.6	0.2	1.9	2.1	1.8	2.1	2.8	1.5	1.4	
<i>Styrax japonica</i>							0.9		1.0	0.2	0.5	0.5	0.4	1.9	3.3	2.4	9.5	6.1	

(Table 2. Continued)

	E					F					G						
	62	63	67	60	61	64	65	68	69	70	71	66	44	45	46	47	43
<i>Taxus cuspidata</i>	2.1	1.9	1.0	4.5	3.8	7.6	8.7	1.9	1.6			0.8					0.5
<i>Pinus densiflora</i>	3.2		16.0			4.1				12.2	10.4		53.2	51.1	53.3	58.2	29.0
<i>Abies koreana</i>																	33.1
<i>Carpinus tschonoskii</i>	0.2					12.7	19.2										
<i>C. laxiflora</i>	58.9	59.3	42.7	2.8	44.8	10.1	41.9	36.9	20.4	25.8	23.1	37.9					
<i>Quercus serrata</i>	1.3									2.7	15.7						
<i>Q. grosseserrata</i>																	
<i>Lindera erythrocarpa</i>			1.1	0.3	0.4							0.2					
<i>Malus sieboldii</i>																	
<i>Sorbus alnifolia</i>	2.3	0.2												0.3		6.0	
<i>Prunus sargentii</i>		0.9	1.8		1.7	2.3	3.1	5.2	1.0					5.7			
<i>Maackia saurieri</i>			1.3									4.2					
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	1.0	3.4	2.0	8.8	12.1	10.9	15.9	7.7	18.3	1.3	7.9	14.1					
<i>Acer mono</i>								2.9	1.3								3.5
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	10.0	11.0	10.3	4.5	6.8	38.4	2.6	4.2	0.4	3.0	3.8	3.5					
<i>Eurya japonica</i>			3.0					15.0	16.1	21.1	24.0	8.7					
<i>Kalopanax pictum</i>	1.0	1.9							2.5			1.9					
<i>Cornus kousa</i>	1.1	0.2	0.8		0.4		0.5	4.4	5.5	3.6	0.7	3.8	6.8	3.2		0.7	
<i>C. controversa</i>		0.2		0.2	8.4	3.5	2.8		2.8	0.8		0.2					
<i>Rhododendron weyrichii</i>		0.4	6.6	2.4	0.4			0.2	1.3	0.8	0.6	0.2					
<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>	0.4		0.9	4.5	3.1	0.6				0.6		0.2		0.3	3.9	1.8	2.6
<i>Styrax japonica</i>	7.1	19.4	1.0	5.1	6.1	1.5	3.6	1.7	10.5	5.8	7.8	9.0					

고(이 등, 1990c; 구 등, 1991), 방위(이 등, 1990a) 등이 분리인자가 되어 TWINSpan에 의해 식물군집이 분리가 되는데 본 조사지도 방위 및 해발고에 의해 분리된 것이다.

Table 2를 군집별로 종합하고, 교목상층, 교목하층 및 평균 I.V.를 계산한 것이 Table 3이다. Table 2, 3을 함께 분석하면 군집 A의 교목상층군 우점종은 개서어나무로서 상층 I.V.가 5%이상을 넘는 수종은 더

Table 3. Importance values of tree species by the stratum in each community for classified type by TWINSpan.

	C	U	M		C	U	M
Community A				<i>Maackia faurieri</i>	2.3	1.3	1.9
<i>Taxus cuspidata</i>	0.0	15.1	6.0	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	0.0	0.9	0.4
<i>Cephalotaxus koreana</i>	0.0	0.1	0.1	<i>Ilex crenata</i>	0.0	3.5	1.4
<i>Pinus densiflora</i>	6.0	0.0	3.6	<i>E. macropterus</i>	0.0	0.1	0.0
<i>Carpinus tschonoskii</i>	57.6	29.1	46.2	<i>Acer mono</i>	1.3	0.5	1.0
<i>Corylus sieboldiana</i>	0.0	0.1	0.1	<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	1.4	25.4	11.0
<i>Quercus serrata</i>	0.6	1.0	0.8	<i>M. myriantha</i>	0.0	0.1	0.0
<i>Ulmus macrocarpa</i>	3.6	3.8	3.7	<i>Actinidia arguta</i>	0.0	0.1	0.0
<i>Celtis sinensis</i>	0.0	0.6	0.2	<i>K. pictum</i>	0.6	0.1	0.4
<i>Magnolia sieboldii</i>	0.0	0.1	0.1	<i>C. kousa</i>	0.0	5.3	2.1
<i>Lindera erythrocarpa</i>	3.3	5.2	4.1	<i>C. controversa</i>	0.0	0.3	0.1
<i>Deutzia parviflora</i>	0.0	0.1	0.1	<i>C. walleri</i>	0.2	0.5	0.3
<i>Pourthaea villosa var. laevis</i>	0.0	0.1	0.1	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.0	0.8	0.3
<i>Sorbus commixta</i>	2.6	0.0	1.5	<i>Styrax obassia</i>	0.0	0.2	0.1
<i>Prunus maackii</i>	0.0	0.5	0.2	<i>S. japonica</i>	2.8	14.2	7.4
<i>P. sargentii</i>	9.2	0.0	5.5	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.0	0.2	0.1
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	0.0	0.1	0.1	<i>V. furcatum</i>	0.0	0.2	0.1
<i>Ilex macropoda</i>	0.0	0.1	0.1	<i>V. wrightii</i>	0.0	2.5	1.0
<i>Euonymus macropterus</i>	0.0	0.9	0.4	Community C			
<i>Acer mono</i>	3.9	3.5	3.8	<i>T. cuspidata</i>	0.0	2.3	0.9
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	1.5	23.8	10.4	<i>P. densiflora</i>	65.0	0.1	39.0
<i>Meliosma myriantha</i>	0.2	0.0	0.1	<i>C. tschonoskii</i>	18.5	30.1	23.1
<i>Kalopanax pictum</i>	4.6	0.0	2.7	<i>C. laxiflora</i>	0.0	7.8	3.1
<i>Cornus kousa</i>	0.0	0.5	0.2	<i>Q. grosseserrata</i>	8.2	4.0	6.5
<i>C. controversa</i>	1.8	0.0	1.1	<i>U. macrocarpa</i>	0.0	0.4	0.2
<i>C. walleri</i>	2.6	1.0	2.0	<i>L. erythrocarpa</i>	0.0	0.5	0.2
<i>Styrax japonica</i>	2.5	12.4	6.4	<i>E. serratifolia</i>	0.0	0.9	0.4
<i>Viburnum furcatum</i>	0.0	0.8	0.3	<i>Crataegus pinnatifida</i>	0.0	1.3	0.5
<i>V. wrightii</i>	0.0	0.8	0.3	<i>P. villosa var. laevis</i>	0.0	2.1	0.8
Community B				<i>S. commixta</i>	0.0	0.2	0.1
<i>T. cuspidata</i>	0.0	5.0	2.0	<i>S. alnifolia</i>	0.0	1.3	0.5
<i>C. koreana</i>	0.0	0.2	0.1	<i>P. maackii</i>	0.0	3.0	1.2
<i>Betula schmidtii</i>	0.0	0.3	0.1	<i>P. sargentii</i>	3.0	2.1	2.7
<i>C. tschonoskii</i>	43.7	22.2	35.1	<i>M. faurieri</i>	0.2	0.3	0.3
<i>C. laxiflora</i>	0.0	0.8	0.3	<i>D. macropodum</i>	0.0	3.7	1.5
<i>Q. serrata</i>	44.4	6.9	29.4	<i>I. macropoda</i>	0.0	0.4	0.2
<i>Q. grosseserrata</i>	0.6	0.0	0.4	<i>I. crenata</i>	0.0	0.7	0.3
<i>Clematis brachyura</i>	0.0	0.1	0.0	<i>A. mono</i>	1.4	0.5	1.0
<i>L. erythrocarpa</i>	0.6	2.6	1.4	<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	2.2	24.0	10.9
<i>Exochorda serratifolia</i>	0.0	0.3	0.1	<i>K. pictum</i>	1.1	0.0	0.7
<i>P. villosa var. laevis</i>	0.0	2.7	1.1	<i>Aralia elata</i>	0.0	0.4	0.1
<i>S. commixta</i>	0.0	0.1	0.0	<i>C. kousa</i>	0.0	1.5	0.6
<i>S. alnifolia</i>	0.7	0.8	0.7	<i>C. controversa</i>	0.4	0.8	0.6
<i>P. maackii</i>	0.0	1.8	0.7	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	0.0	0.2	0.1
<i>P. sargentii</i>	1.2	0.3	0.8	<i>Rh. weyrichii</i>	0.0	2.0	0.8

(Table 3. Continued)

	C	U	M		C	U	M
<i>S. chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.0	0.3	0.1	<i>L. erythrocarpa</i>	0.3	0.8	0.5
<i>S. japonica</i>	0.0	3.2	1.3	<i>P. villosa</i> var. <i>laevis</i>	0.0	0.6	0.2
<i>V. furcatum</i>	0.0	0.9	0.4	<i>S. commixta</i>	0.4	0.3	0.4
<i>V. wrightii</i>	0.0	5.2	2.1	<i>S. alnifolia</i>	0.7	0.3	0.6
Community D				<i>P. sargentii</i>	6.9	0.2	4.2
<i>T. cuspidata</i>	1.1	6.0	3.0	<i>M. fauriei</i>	0.3	0.0	0.2
<i>P. densiflora</i>	70.1	0.0	42.1	<i>D. macropodium</i>	0.0	11.8	4.7
<i>C. tschonoskii</i>	0.0	0.8	0.3	<i>Securinega suffruticosa</i>	0.0	1.2	0.5
<i>C. laxiflora</i>	14.8	39.7	24.7	<i>Sapium japonicum</i>	0.0	0.1	0.0
<i>Quercus variabilis</i>	0.0	0.3	0.1	<i>I. macropoda</i>	0.2	0.3	0.2
<i>Q. mongolica</i>	0.0	1.0	0.4	<i>I. crenata</i>	0.0	0.1	0.0
<i>Q. serrata</i>	4.8	2.3	3.8	<i>E. alatus</i>	0.0	0.1	0.0
<i>Q. grosseserrata</i>	0.6	2.3	1.3	<i>E. oxyphyllus</i>	0.0	0.2	0.1
<i>U. macrocarpa</i>	0.3	0.8	0.5	<i>E. sachalinensis</i>	0.0	0.2	0.1
<i>L. erythrocarpa</i>	0.1	0.8	0.4	<i>A. mono</i>	0.0	0.1	0.0
<i>P. villosa</i> var. <i>laevis</i>	0.4	2.8	1.4	<i>A. palmatum</i>	0.0	0.1	0.0
<i>S. commixta</i>	0.3	1.1	0.7	<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	3.1	16.4	8.4
<i>S. alnifolia</i>	0.0	1.3	0.5	<i>M. myriantha</i>	0.3	1.0	0.5
<i>P. sargentii</i>	1.1	1.1	1.1	<i>Eurya japonica</i>	0.0	0.6	0.3
<i>D. macropodium</i>	0.0	7.2	2.9	<i>K. pictum</i>	1.2	0.3	0.9
<i>I. macropoda</i>	0.5	1.2	0.8	<i>C. kousa</i>	1.6	3.7	2.4
<i>I. crenata</i>	0.0	1.6	0.6	<i>C. controversa</i>	1.0	0.1	0.6
<i>Enonymus alatus</i>	0.0	0.1	0.0	<i>Rh. weyrichii</i>	0.0	1.9	0.8
<i>A. mono</i>	0.4	0.6	0.5	<i>S. chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.0	3.2	1.3
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	2.9	7.9	4.9	<i>S. japonica</i>	1.5	19.1	10.3
<i>M. myriantha</i>	0.0	0.1	0.0	<i>F. sieboldiana</i>	0.0	0.3	0.1
<i>Elaeagnus umbellata</i>	0.3	0.3	0.3	<i>V. furcatum</i>	0.0	1.8	0.7
<i>K. pictum</i>	0.2	0.1	0.2	<i>V. wrightii</i>	0.0	1.6	0.6
<i>C. kousa</i>	0.3	2.7	1.2	Community F			
<i>C. controversa</i>	0.1	0.4	0.2	<i>T. cuspidata</i>	0.2	1.7	0.8
<i>C. walteri</i>	0.3	0.0	0.2	<i>P. densiflora</i>	6.3	0.2	3.9
<i>Rh. weyrichii</i>	0.0	0.5	0.2	<i>C. laxiflora</i>	41.1	8.9	28.2
<i>S. chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	1.2	9.1	4.3	<i>Q. mongolica</i>	0.0	0.3	0.1
<i>S. japonica</i>	0.0	1.7	0.7	<i>Q. serrata</i>	4.7	0.6	3.1
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.0	4.3	1.7	<i>U. macrocarpa</i>	0.4	0.0	0.2
<i>L. obtusifolium</i>	0.0	0.2	0.1	<i>L. obtusiloba</i>	0.0	0.1	0.0
<i>V. furcatum</i>	0.1	0.9	0.4				
<i>V. wrightii</i>	0.0	1.1	0.4				
<i>V. dilatatum</i> for. <i>pilosulum</i>	0.1	0.0	0.1				
<i>Weigela subsessilis</i>	0.0	0.1	0.0				
Community E							
<i>T. cuspidata</i>	0.0	8.6	3.5				
<i>P. densiflora</i>	7.6	0.0	4.6				
<i>C. tschonoskii</i>	4.4	0.3	2.7				
<i>C. laxiflora</i>	63.2	23.1	47.2				
<i>Castanea crenata</i>	0.2	0.0	0.1				
<i>Q. mongolica</i>	0.0	0.4	0.2				
<i>Q. serrata</i>	3.9	0.2	2.4				
<i>U. macrocarpa</i>	0.3	0.9	0.6				
<i>L. obtusiloba</i>	0.0	0.2	0.1				

이상 출현하지 않았고, 교목하층군에서 우점종은 I. V.가 19.1%인 개서어나무, 23.8%인 당단풍, 15.1%인 주목과 12.4%인 때죽나무로 교목상층과 하층군에서 개서어나무의 세력이 계속 유지될 것이다. 군집B의 교목상층군 우점종은 개서어나무와 졸참나무로 I. V.는 각각 43.7, 44.4%이고, 교목하층군 우점종은 당단풍(I.V. 25.4%), 개서어나무 (I.V. 22.2%), 때죽나무(I.V. 14.2%)이나 졸참나무의 교목하층에서의 I.V.는 6.9%로서 본 군집은 앞으로 졸참나무의 세력은 감소되고 개서어나무는 증가될 것으로 생각된다.

(Table 3. Continued)

	C	U	M		C	U	M
<i>L. erythrocarpa</i>	0.0	0.1	0.0	<i>V. wrightii</i>	0.0	0.5	0.2
<i>Neolitsea sericea</i>	1.1	4.4	2.4				
<i>P. villosa</i> var. <i>laevis</i>	0.0	0.1	0.1	Community G			
<i>S. commixta</i>	0.0	0.1	0.0	<i>T. cuspidata</i>	0.0	0.5	0.1
<i>P. sargentii</i>	2.0	0.0	1.2	<i>P. densiflora</i>	79.8	7.5	61.7
<i>M. fauriei</i>	1.2	0.0	0.7	<i>Abies koreana</i>	11.9	0.5	9.1
<i>D. macropodum</i>	2.9	18.7	9.2	<i>U. macrocarpa</i>	1.2	0.0	0.9
<i>S. japonicum</i>	1.8	2.1	1.9	<i>Stephanandra incisa</i>	0.0	2.4	0.6
<i>I. macropoda</i>	0.5	0.0	0.3	<i>Malus sieboldii</i>	0.0	2.4	0.6
<i>I. crenata</i>	0.0	0.2	0.1	<i>P. villosa</i> var. <i>laevis</i>	0.0	12.9	3.2
<i>E. macropterus</i>	0.3	0.0	0.2	<i>S. commixta</i>	0.0	3.3	0.8
<i>A. mono</i>	1.5	0.0	0.9	<i>S. alnifolia</i>	1.5	2.8	1.8
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	1.6	4.9	2.9	<i>Rosa multifolia</i>	0.0	1.3	0.3
<i>M. myriantha</i>	0.3	0.7	0.5	<i>P. sargentii</i>	1.3	0.0	0.9
<i>M. oldhami</i>	0.0	0.1	0.0	<i>I. crenata</i>	0.0	6.3	1.6
<i>Camellia japonica</i>	0.0	2.0	0.8	<i>E. alatus</i>	0.0	17.2	4.3
<i>Cleyera japonica</i>	3.8	7.5	5.3	<i>A. mono</i>	0.0	4.5	1.1
<i>E. japonica</i>	9.6	29.1	17.4	<i>E. umbellata</i>	1.0	6.7	2.4
<i>Idesia polycarpa</i>	0.5	0.3	0.4	<i>C. kousa</i>	2.5	1.3	2.2
<i>E. glabra</i>	0.0	1.0	0.4	<i>Rh. mucronulatum</i>	0.0	3.4	0.9
<i>Dendropanax morbifera</i>	1.4	5.3	3.0	<i>Rh. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	0.0	12.1	3.0
<i>K. pictum</i>	1.8	0.1	1.1	<i>S. chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.0	8.1	2.0
<i>C. kousa</i>	4.6	3.8	4.2	<i>V. furcatum</i>	0.4	1.8	0.8
<i>C. controversa</i>	1.4	0.6	1.1	<i>V. wrightii</i>	0.5	0.0	0.4
<i>Rh. weyrichii</i>	0.3	1.2	0.7	<i>W. subsessilis</i>	0.0	4.8	1.2
<i>S. chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.0	0.4	0.2	<i>Smilax china</i>	0.0	0.5	0.1
<i>F. sieboldiana</i>	0.0	1.2	0.5				
<i>F. furcatum</i>	0.0	0.1	0.1				

C: Canopy layer, U: Understory layer, S: Shrub layer, M: Mean

군집 C의 교목상층군 우점종은 I.V.가 65.0%인 소나무와 18.5%인 개서어나무이고, 교목하층군의 우점종은 개서어나무, 당단풍으로 I.V.는 각각 30.1, 24.0%이었다. 그러나 교목상층군에서 우점종이던 소나무의 교목하층군에서의 I.V.는 0.1%에 지나지 않아 거의 세력이 쇠퇴한 반면 개서어나무의 I.V.는 30.1%로 우리나라 삼림군집의 생태적 천이계열인 소나무 → 참나무류 → 서어나무류의 순서를 밟지 않고 소나무군집에서 개서어나무로 천이가 진행되고 있는 점이 특이하다.

돈내코지역에서는 개서어나무는 거의 출현하지 않는 반면 서어나무가 우점종으로 출현하여 군집 D, E, F에서는 우점종이 서어나무이다. 군집 D의 교목상층군에서 우점종은 소나무(I.V. 70.1%)와 서어나무(I.V. 14.8%)이나 교목하층군에서는 소나무는 거의 출현하지 않고 서어나무(I.V. 39.7%)가 우점종으로 본 군집에서도 천이가 소나무 → 서어나무로 진행될 것이다. 군집 E의 교목상층군의 우점종은 I.V.가 63.2%

인 서어나무이며, 교목하층군에서는 I.V.가 23.1%인 서어나무, 11.8%인 굴거리나무, 16.4%인 당단풍, 19.1%인 매죽나무이며 앞으로 서어나무가 우점종인 식물군집을 유지할 것이다. 군집 G의 조사구는 모두 돈내코지역에서 해발고 1,250m이상에 위치하며 토양이 건조하여 소나무가 교목상층군에서 우점종(I.V. 79.8%)이나 수고가 2~3.5m에 지나지 않고 교목하층은 존재하지 않으며 관목층에서의 우점종은 화살나무(I.V. 17.2%), 윤노리나무(I.V. 12.9%)로서 수목성상으로 보아 앞으로 소나무가 우점종인 숲의 상태로 유지될 것이다.

71개 조사구에 대하여 ordination 방법인 DCA로 분석한 것을 나타낸 것이 Figure 6이다. TWINSPAN과 마찬가지로 어리목, 영실, 돈내코, 전체로 나누어 분석하였는데, 71개 전체를 분석한 DCA에서 제 1축과 2축의 eigenvalue가 각각 50.5%, 33.8%로서 total variance에 대한 집중률이 높아 본 기법의 이용이 타당함을 알 수 있다. 그림에 의하면 어리목지

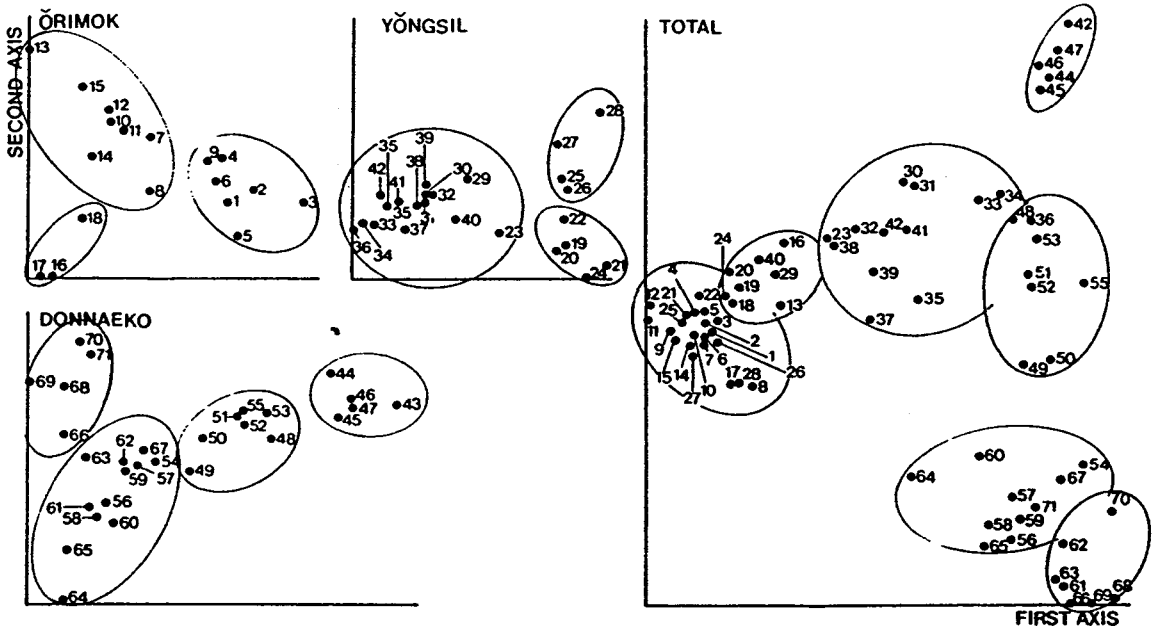


Figure 6. DCA ordination of sample plots in Hallasan forest.

역은 개서어나무-활엽수군집, 개서어나무군집, 개서어나무-졸참나무군집으로 분리되었고, 영실지역은 소나무-개서어나무군집, 개서어나무군집, 개서어나무-졸참나무군집, 돈내코지역은 서어나무-굴거리나무-사스레피나무군집, 서어나무군집, 소나무-서어나무군집, 소나무군집으로 분리가 되었다. 전체 조사구에 대한 DCA분석에서 7개의 group으로 나뉘어져 개서어나무군집, 개서어나무-졸참나무군집, 소나무-개서어나무군집, 소나무군집, 소나무-서어나무군집, 서어나무군집, 서어나무-굴거리나무-사스레피나무군집으로 분리되었고 어리목과 영실지역은 제 1축, 돈내코지역은 제 2축으로 나뉘어 졌다. 본 연구에서는 TWINSpan과 DCA의 분석결과 거의 동일하였다.

5. 군집별 DBH분포 및 종다양성

7개의 군집중 군집 G는 해발고가 높아 DBH분포를 다른 군집과 비교하기가 곤란하여 6개의 군집에 대해서만 DBH분포를 분석한 것이 Figure 7이다.

DBH분포와 classification분석의 결과를 통하여 생태적 천이과정을 추론할 수가 있으므로(강과 오, 1982; 박, 1985; 박 등, 1988; 이 등, 1990a, 1990b, 1990c; 이 등, 1991) 본 연구에서도 시도하여 본다. 군집 A에서는 DBH 7cm 이상의 모든 경급에서 개서

어나무의 개체수가 제일 많으나 DBH 7cm 이하에서는 개비자나무와 당단풍나무의 개체수가 개서어나무보다 많다. 그러나 이 두 수종은 수목성상으로 보아 교목상층군까지 성장할 수가 없으므로 개서어나무와 경쟁수종이 될 수가 없어 본 군집은 개서어나무가 우점종인 군집으로 유지될 것이다. 군집 B는 DBH 12cm이상에서는 개서어나무와 졸참나무가 경쟁을 하고 있으나 12cm미만에서는 개서어나무의 개체수가 단연코 우세하여 앞으로 졸참나무-개서어나무군집에서 개서어나무군집으로 천이가 진행될 것이다. 군집 C에서 소나무는 DBH가 70cm이상의 큰 개체가 출현하는 등 소나무가 우점종이나 DBH 27cm미만에서는 개체수가 급격히 감소하여 DBH 17cm미만에서는 거의 출현하지 않는다. 반면에 DBH 22cm미만에서는 개서어나무의 개체수가 매우 많이 나타나 앞으로 본 군집의 천이진행은 소나무 → 개서어나무로 진행될 것이다. 군집 D는 돈내코지역이므로 개서어나무대신 서어나무 DBH 17cm미만에서 개체수가 많이 출현하여 DBH 70cm이상의 개체까지 있는 소나무의 세력을 앞으로는 압도할 것이므로 천이는 소나무에서 서어나무로 진행될 것이다. 군집 E는 서어나무의 세력이 단연코 우세하여 경쟁수종이 없는 서어나무가 우점종인 군집으로 계속 유지될 것이다. 군집 F는 서어나무의 개체수가 많지 않은 대신 때죽나무, 굴거리나무, 사스레피나무의 개체수가 많지만 이들은 소교목이므로 서

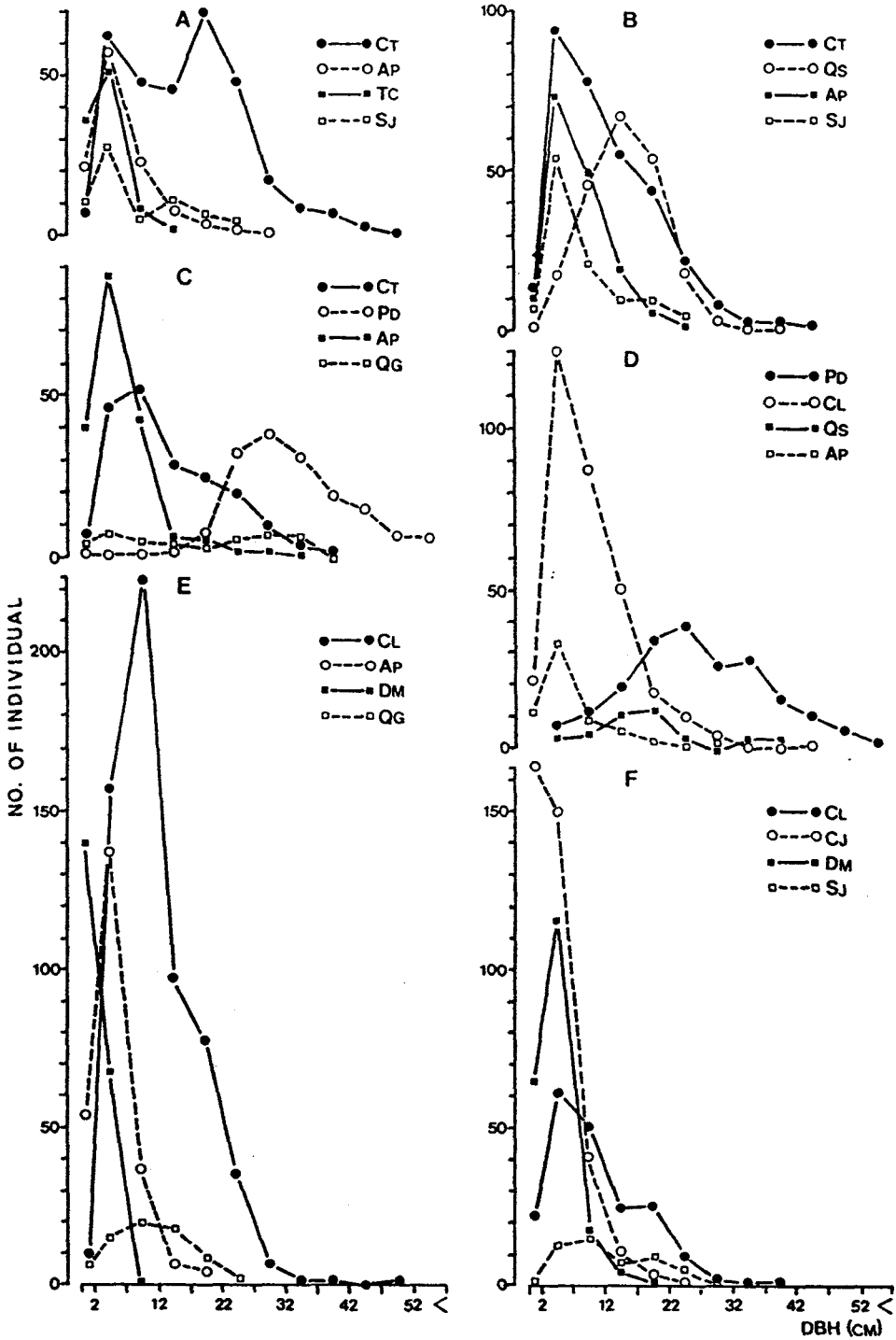


Figure 7. DBH class distribution of major tree species in each community for classified by TWINSpan in Hallasan forest. (Ct: *C. tschonoskii*, Ap: *A. pseudo-sieboldianum*, Tc: *T. cuspidata*, Sj: *S. japonica*, Qs: *Q. serrata*, Pd: *P. densiflora*, Qg: *Q. grosseserrata*, Cl: *C. laxiflora*, Dm: *D. macropodum*, Cj: *C. japonica*)

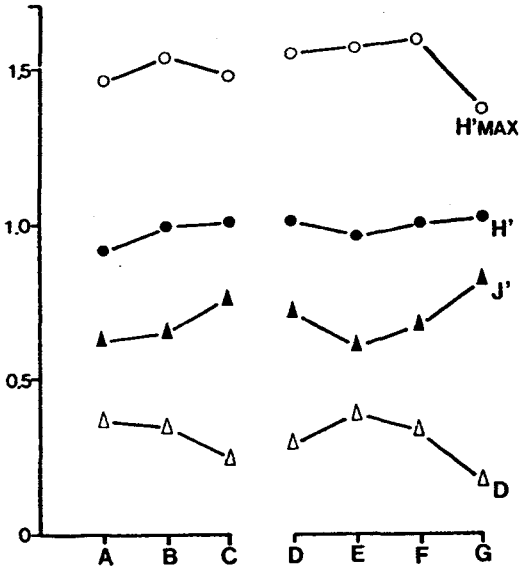


Figure 8. Values of various diversity in each community for classified by TWINSpan in Hallasan forest. (H': species diversity, H' max: maximum of species diversity, J': evenness, D: dominance)

어나무와는 경쟁이 될 수가 없어 본 군집은 앞으로 서어나무, 굴거리나무, 사스레피나무가 공생할 것이다.

이상을 종합할 때 어리목과 영실지역은 소나무군집이 졸참나무군집을 거쳐 개서어나무군집으로, 돈내코 지역은 소나무군집이 서어나무군집으로 천이가 진행될 것이다. 군집별 종다양성을 계산하여 그림으로 나타낸 것이 Figure 8이다. 종다양도(H')는 0.9~1.0, 최대종다양도(H'max)는 1.3~1.6으로서 국내의 다른 지역의 값(박, 1985; 박 등, 1988; 이 등, 1990a, 1990b, 1990c; 구 등, 1991; 이 등, 1991)과 대동소이하였다. Whittaker(1956)와 Collins 등(1987)에 의하면 한 조사구에서 최대로 나타날 수 있는 최대종다양도에 현실적인 종다양도의 값이 접근할 수록 안정된 군집이라할 수 있는데, 본 연구에서는 군집 C와 F가 안정된 군집으로 나타났다.

6. 수종의 classification 및 ordination 분석

각 조사구에서 8회이상 출현변도를 갖고 있는 수종에 대한 TWINSpan 및 DCA분석한 것이 Figure 9,

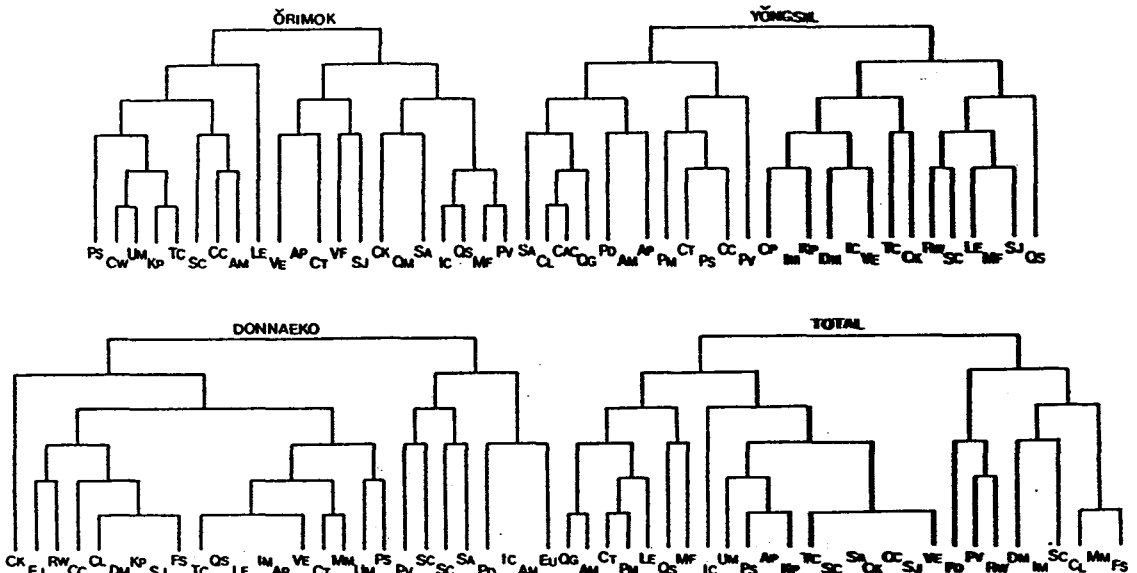


Figure 9. Dendrogram of TWINSpan species classification of each area in Hallasan forest (Ps: *P. sargentii*, Cw: *C. walteri*, Um: *U. macrocarpa*, Kp: *K. pictum*, Tc: *T. cuspidata*, Sc: *S. commixta*, Cc: *C. controversa*, Am: *A. mono*, Le: *L. erythrocarpa*, Ve: *V. erosum*, Ap: *A. pseudo-sieboldianum*, Ct: *C. tschoneskii*, Vf: *V. furcatum*, Sj: *S. japonica*, Ck: *C. kousa*, Pm: *P. maackii*, Sa: *S. alnifolia*, Cac: *C. cordata*, Qg: *Q. grussesserrata*, Pd: *P. densiflora*, Cp: *C. pinnatifida*, Im: *I. macrospora*, Dm: *D. macrospora*, Rw: *Rh. weyrichii*, Sc: *S. chinensis* for. *pilosa*, Ej: *E. japonica*, Fs: *F. sieboldiana*, Mm: *M. myriantha*, Eu: *E. umbellata*)

10이다. 양분석을 종합하면 교목상층군에서 어리목지역은 층층나무와 고로쇠나무, 산벚나무와 개서어나무, 졸참나무와 솔비나무의 세 group으로 나누었고, 영실지역은 소나무와 물참나무, 층층나무와 개서어나무, 서어나무, 졸참나무와 소나무의 세 group으로 분리되었으며, 돈내코지역은 층층나무, 서어나무, 졸참나무와 소나무의 세 group으로 나누어졌다. 전체 조사구를 분석한 결과 군집분석과 마찬가지로 어리목과 영실지역, 돈내코지역으로 나뉘어져, 어리목과 영실지역은 소나무, 팔배나무 → 졸참나무, 솔비나무 → 개서어나무로, 돈내코지역은 소나무 → 서어나무로 천이가 진행될 것으로 추정되었다. 우리나라 온대중부림의 생태적 천이추정에 의하면 천이계열은 소나무 →

참나무류 → 서어나무, 까치박달나무(강과 오, 1982; 박, 1985; 박 등, 1988; 이 등, 1990a, 1990b, 1990c; 구 등, 1991; 이 등, 1991)로 추정된 바 이런 결과와 본 연구결과와 비교하면 큰 차이는 없으나 돈내코지역에서 천이가 소나무에서 참나무류를 거치지 않고 서어나무로 진행될 점이 특이하다.

교목하층 및 관목층에서 어리목과 영실지역은 주목-마가목-비목집단, 덜꿩나무-매죽나무-분단나무 집단, 큰 팽팽나무-윤노리나무 집단으로 분리가 되었고, 돈내코지역은 매죽나무-굴거리나무-사스레피나무 집단, 큰 팽팽나무-비목나무-덜꿩나무 집단, 마가목-윤노리나무-대팻집나무의 집단으로 분리가 되었다.

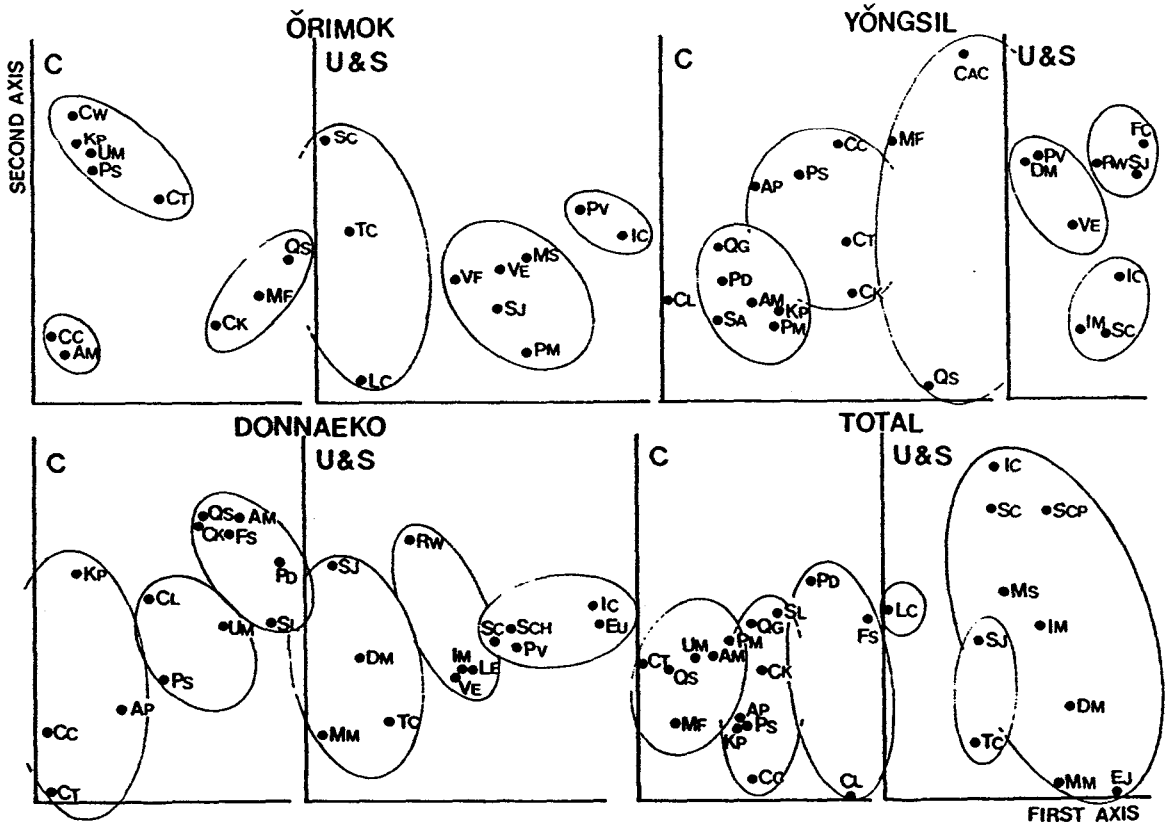


Figure 10. Species ordination of each area on the two axes, using DCA.

C: Canopy layer, U&S: understory and shrub layer.

(Cw: *C. walleri*, Kp: *K. pictum*, Um: *U. macrocarpa*, Ps: *P. sargentii*, Ct: *C. tschonoskii*, Cc: *C. controversa*, Am: *A. mono*, Qs: *Q. serrata*, Mf: *F. fauriei*, Ck: *C. kousa*, Sc: *S. commixta*, Tc: *T. cuspidata*, Le: *L. erythrocarpa*, Vf: *V. furcatum*, Ve: *V. erosum*, Ms: *M. sieboldii*, Sj: *S. japonica*, Pr: *P. villosa* var. *laevis*, Ic: *I. crenata*, Qg: *Q. grosseserrata*, Pd: *P. densiflora*, Sa: *S. alnifolia*, Ap: *A. pseudo-sieboldianum*, Pm: *P. maackii*, Cac: *C. cordata*, Dm: *D. macropodum*, Rw: *Rh. weyrichii*, Im: *I. macropoda*, Sch: *S. chinensis* for. *villosa*, Cl: *C. laxiflora*, Fs: *F. sieboldiana*, Mm: *M. myriantha*, Eu: *E. umbellata*, Ej: *E. japonica*)

Table 4. Correlation among the major species of importance values.

	Tc	Pd	Ct	Cl	Qs	Qg	Um	Le	Sc	Pm	Ps	Ma	Dm	Im	Am	Ap	Mm	Kp	Cc	Sj	Fs	
Pd	--																					
Ct	.	--																				
Cl	.	.	--																			
Qs	.	--	.	-																		
Qg	-																	
Um	.	.	++	.	.	.																
Le	++	-															
Sc	+	++														
Pm	++	.	.	.													
Ps	++	+	.												
Ma	.	--	.	.	++											
Dm	.	.	--	++										
Im	.	.	.	+	+									
Am	++	.	++	.	++								
Ap	+							
Mf	.	.	.	++	++	++	.	.						
Kp	++	+						
Cc	++	-	++	++	.	.	++	.				
Sj	.	--	.	.	.	-	.	++	.	.	.	+	++			
Fs	.	++	--
Ve	.	.	.	-	+	-

1. 1-tailed signif.: -, +; 5%, --, ++; 1% level.

2. Tc: *T. cuspidata*, Pd: *P. densiflora*, Ct: *C. tschonoskii*, Cl: *C. laxiflora*, Qs: *Q. serrata*, Qg: *Q. grosseserrata*, Um: *U. macrocarpa*, Le: *I. erythrocarpa*, Sc: *S. commixta*, Pm: *P. maackii*, Ps: *P. sargentii*, Mf: *M. fauriei*, Dm: *D. macropodium*, Im: *I. macropoda*, Am: *A. mono*, Ap: *A. pseudo-sieboldianum*, Mm: *M. myriantha*, Kp: *K. pictum*, Cc: *C. controversa*, Sj: *S. japonica*, Fs: *F. sieboldiana*, Vf: *V. furcatum*.

Table 5는 본 조사지역에서 출현한 주요 수종들의 상대우점치들간의 상관관계를 나타낸 것이다. 교목상층군에서 소나무는 쇠물푸레나무와는 정의 상관성, 개서어나무 및 졸참나무와는 부의 상관성이 인정되었다. 개서어나무는 서어나무와 쇠물푸레나무와는 부의 상관성을 나타내 동일 niche에서는 개서어나무와 서어나무가 존재하지 않음을 알 수 있다. 서어나무와 졸참나무는 부의 상관성, 졸참나무와 물참나무는 부의 상관성이 인정되었다. 소나무와 교목하층의 비목나무, 솔비나무, 때죽나무와는 부의 상관성을 보여 동일 niche에서 생육할 수가 없는 것으로 추정되며, 개서어나무는 굴거리나무와는 부의 상관성이 인정되었다.

7. 환경인자의 분석

각 조사구 토양의 화학적 분석을 실시한 바 어리목과 영실지역의 토양산도는 4.91, 어리목지역은 pH 5.14로 산성토양이었다. 토양유기물은 각각 3.86와 4.59%이었고, 칼리는 각각 0.233과 0.197m.e./100g, 인은 각각 22.75, 19.33ppm, 칼슘은 각각 0.383, 0.405m.e./100g, 마그네슘은 각각 0.462, 0.458m.e.

/100g로서 양지역간에는 큰차이가 없었다. 또한 이들 값은 DCA의 제 1, 2축 score와의 상관관계가 토양 유기물만 제외하고는 성립되지 않아 조사구간에 농도의 차이가 없음을 알 수 있다. 보통 천이가 진행됨에 따라 토양양료의 조건이 양호하여진다는 연구결과(Bernard et al, 1953; 강과 오, 1982; 박 등, 1988; 이 등, 1990a, 1990b, 1990c)가 발표되었으나 본 연구 결과는 다른 경향을 보이는데, 이는 한라산의 식물군집이 거의 안정상태에 이르러 토양조건이 차이가 크

Table 5. Correlation between soil properties and DCA stand scores of the first and second axes.

	1st Axis	2nd Axis
Soil pH	.31	-.04
Moisture	-.09	-.12
Humus	.12	-.54**
Available phosphate	.08	.15
Exchangeable potassium	-.26	.00
Exchangeable calcium	.18	-.24
Exchangeable magnesium	.01	-.06

1. 1-tailed signif.: * ; 5%, ** ; 10% level

지 않음을 보여주는 것이다.

인용문헌

1. 강윤순, 오계철. 1982. 광릉삼림군집에 대한 Ordination방법의 적용. 한국식물학회지 25(2) : 83-99.
2. 구관효, 최재식, 조현서, 이경재. 1991. Classification 및 Ordination 방법에 의한 지리산 대원계곡의 삼림군집구조분석. 응용생태연구 5(1) : 54-69.
3. 김문홍. 1985. 한라산 관속식물상. 한라산천연보호구역 학술조사보고서, 제주도, 243-298pp.
4. 김문홍, 남전현. 1985. 한라산 구상나무림의 식물사회학적 연구. 한라산 천연보호구역 학술조사보고서, 제주도, 299-309pp.
5. 김영옥, 손인석. 1985. 한라산의 기후개관. 한라산 천연보호구역 학술조사보고서, 제주도, 32-33 pp.
6. 김영옥, 이신찬. 1985. 한라산의 토양개관. 한라산 천연보호구역 학술조사보고서, 제주도, 39-40 pp.
7. 김찬수, 김문홍. 1985. 한라산 아고산대 초원 및 관목림의 식물사회학적 연구. 한라산 천연보호구역 학술조사보고서, 제주도, 311-330pp.
8. 박인협. 1985. 백운산지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문, 48pp.
9. 박인협, 이경재, 조재창. 1988. 치악산 국립공원의 삼림군집구조-구룡사-비로봉지역을 중심으로-. 응용생태연구 2(1) : 1-9.
10. 이경재, 조재창, 류창희. 1990a. Classification 및 Ordination 방법에 의한 용문산 삼림의 식물군집구조분석. 한국식물학회지 33(3) : 173-182.
11. 이경재. 1986. 남산공원의 자연환경실태 및 보전대책. 서울특별시보고서, 78pp.
12. 이경재, 조재창, 이봉수, 이도석. 1990b. 광릉삼림의 군집구조-Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉지역의 식생분석-. 한국임학회지 79(2) : 173-186.
13. 이경재, 박인협, 조재창, 오충현. 1990c. 속리산 삼림군집구조에 관한 연구(II)-Classification 및 Ordination 방법에 의한 식생분석-. 응용생태연구 4(1) : 33-43.
14. 이경재. 1991. 우리나라 자연생태계 훼손현황과 보전대책. 국립공원협회 제 12 회 자연공원학술세미나집, 40-50pp.
15. 이경재, 류창희, 최송현. 1991. 지리산 아고산대 신갈나무-분비나무림 식물군집구조분석. 응용생태연구 5(1) : 32-41.
16. 이덕봉. 1957. 제주도의 식물상. 고대문리논집 Vol. 2 : 339-142.
17. 임경빈. 1973. 임학개론. 향문사, 서울, 349pp.
18. 정창희, 윤정수, 손인석, 고기원. 1985. 한라산의 지형 및 지질개관. 한라산천연보호구역 학술조사보고서, 제주도, 34-38pp.
19. 중앙기상대. 1983. 한국기후표. 중앙기상대, 서울, 274pp.
20. Bernard, J.M., F.K. Seischab and H.G. Gauch. 1983. Gradient analysis of the vegetation of the Byron-Bergen swamp, a rich fen in Western New York. Vegetatio 53 : 85-91.
21. Collins, S.L., J.A. Bradford and P.L. Sims. 1987. Succession and fluctuations in *Artemisia* dominated grassland. Vegetatio 73 : 89-99.
22. Curtis, J.T. and R.R. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32 : 476-496.
23. Gauch, H.G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge Univ. Press, England, 298pp.
24. Hill, M.O. 1979a. DECORANA-a FORT-RAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York, 52pp.
25. Hill M.O. 1979b. TWINSpan-a FORT-RAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York, 99pp.
26. Pielou, E.C. 1977. Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.
27. Whittaker, R.H. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monogra. 26 : 1-80.
28. 中井猛之進. 1914. 濟州道拉婁島植物調査報告書. 朝鮮總督府.