

설악산국립공원 지역의 신갈나무 군집과 환경의 상관관계 분석¹

송호경² · 장규관³ · 오동훈⁴

An Analysis of Vegetation-Environment Relationships of *Quercus mongolica* in Sŏraksan National Park¹

Ho-Kyung Song², Kyu-Kwan Jang³, Dong-Hoon Oh⁴

요 약

신갈나무 군집과 환경 요인과의 관계를 구명하기 위하여 설악산 한계령 지역과 백담사 부근에서 25개의 조사구를 설치하여 식생 조사를 실시하였으며, TWINSpan과 CCA 방법을 사용하여 분석한 결과는 다음과 같다. 신갈나무림은 신갈나무-피나무 군집, 신갈나무-젓나무 군집, 신갈나무-쪽동백나무 군집과 신갈나무-졸참나무 군집으로 구분할 수 있다. 주요 군집들과 환경 요인들과의 관계로 보면 신갈나무-피나무 군집은 해발고가 다른 군집보다 높고, 전질소와 C.E.C.의 양료가 적은 곳에 분포하고 있으며, 신갈나무-젓나무 군집은 해발고가 다른 군집보다 높고, 전질소와 C.E.C.의 양료가 가장 많은 곳에 분포하고 있으며, 신갈나무-쪽동백나무 군집은 해발고가 중간이며, 전질소와 C.E.C.의 양료가 적은 곳에 분포하고 있으며, 신갈나무-졸참나무 군집은 해발고가 다른 군집보다 낮고, 전질소와 C.E.C.의 양료가 적은 곳에 분포하고 있다. 군집의 분포에 영향을 미치는 환경 요인들은 해발고, C.E.C., 전질소 등이다.

주요어 : 신갈나무 군집, TWINSpan, CCA

ABSTRACT

Vegetational data from 25 quadrats of *Quercus mongolica* communities at Hangyeryŏng and Paekdamsa area in Soraksan National Park were analysed by applying two multivariate methods: two-way indicator species analysis(TWINSpan) for classification and canonical correspondence analysis(CCA) for ordination. The forest vegetation of *Quercus mongolica* community was classified into *Quercus mongolica*-*Tilia amurensis*, *Quercus mongolica*-*Abies holophylla*, *Quercus mongolica*-*Styrax obassia*, and *Quercus mongolica*-*Quercus serrata* groups according to the TWINSpan. The relationships between the distribution of dominant groups for forest vegetation and soil condition in *Quercus mongolica* communities were investigated by

1 접수 12월 15일 Received Dec. 15, 1997

2 충남대학교 농과대학 College of Agriculture, Chungnam Nat'l Univ., Taejeon, 305-764, Korea

3 원광대학교 농과대학 College of Agriculture, Wonkwang Univ., Iksan, 570-749, Korea

4 전라북도 농촌진흥원 Provincial Rural Development Administration of Cheonbuk, Iksan, Korea

analysing elevation and soil nutrition gradients. *Quercus mongolica*-*Tilia amurensis* group was distributed in the high elevation and poor nutrition area of total nitrogen and C.E.C., *Quercus mongolica*-*Abies holophylla* group was distributed in the high elevation and good nutrition area of total nitrogen and C.E.C., *Quercus mongolica*-*Styrax obassia* group was distributed in the medium elevation and poor nutrition area of total nitrogen and C.E.C., while *Quercus mongolica*-*Quercus serrata* group was distributed in the low elevation and poor nutrition area of total nitrogen and C.E.C.. The dominant factors influencing community distribution were elevation, total nitrogen and C.E.C..

KEY WORDS : *Quercus mongolica* COMMUNITY, TWINSpan, CCA

서론

설악산국립공원은 행정구역상으로 강원도 속초시, 양양군, 인제군, 고성군 등 4개 시·군에 걸쳐 있으며, 총 면적은 373km²이다. 지리적으로는 북위 38° 5' 25" ~ 38° 12' 36", 동경 128° 18' 16" ~ 128° 30' 43"에 위치하고 있다(강원도, 1984). 설악산은 1965년 11월 5일 천연기념물(천연보호구역) 제 71호로, 1970년 3월 24일에는 국립공원 제 5호 지정되었으며, 1982년에는 UNESCO의 인간과 생물권 계획에 의하여 우리나라에서는 유일하게 생물권 보존지역으로 지정되었다(임양재와 백순달, 1985).

신갈나무림은 우리나라의 중부아구와 남부아구의 거의 전 지역에 분포하며(정태현과 이우철, 1965), 장규관과 송호경(1997)은 신갈나무 군락의 우점도 다양성에 관하여, 이우철 등(1994)은 설악산 신갈나무림의 군락 분류에 대하여 보고하였고, 이호준 등(1994)은 명지산 신갈나무림의 군락 분류에 대하여, 장규관 등(1997)은 강원도 신갈나무림의 분류에 대하여 보고하였고, 송호경과 장규관(1997)은 소나무림과 신갈나무림의 흉고직경급 분석과 천이에 대하여 보고하였고, Suh(1993)는 신갈나무림의 구조와 재생산 과정에 대하여 보고하였으며, 한상섭 등(1992)은 신갈나무 임분의 물질생산에 관하여 보고하였다.

본 연구는 설악산 지역의 신갈나무군락과 환경 요인과의 관계를 구명하기 위하여 ordination 및 classification 방법을 사용하여 분석하였다. 따라서 본 연구는 신갈나무림을 적합한 생태 적소에 확대 보급하고, 또 그 임지 생산성을 높이는 데 필요한 기초 정보를 얻는 데 목적이 있다.

조사 및 분석 방법

1. 조사지의 개황

조사 지역은 설악산 한계령 지역과 백담사 주변의 자연림 중에서 인위적 피해가 적은 신갈나무 군락이다(Figure 1).

이 지역의 기후는 인제와 속초의 기상 자료에 의하면 인제가 연평균 기온 9.8℃ 연평균 강수량 997mm, 속초가 연평균 기온 17.6℃ 연평균 강수량 1,330mm로 냉온대 낙엽활엽수림대의 기후적 특성을 나타내고 있다(Yim과 Kim, 1983).

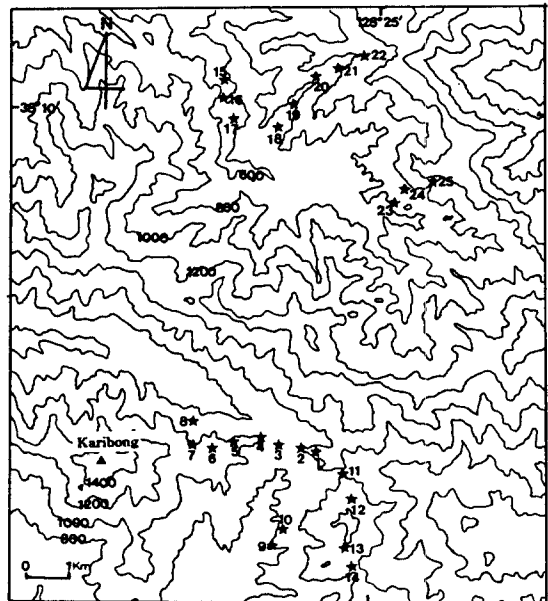


Figure 1. Location map and sampling plots of *Quercus mongolica* forests studied

이곳의 식생은 대부분이 이차림으로 신갈나무, 소나무, 당단풍, 졸참나무, 서어나무, 쪽동백나무, 물푸레나무, 피나무, 생강나무, 젓나무 등이 우점하고 있다(Choi와 Yim, 1984).

2. 식생 및 입지 환경 조사

식생 조사는 Braun-Blanquet에 기초를 둔 Mueller-Dombois & Ellenberg(1974)의 relevé method에 의하여 실악산 한계령 지역과 백담사 부근의 자연림 중에서 인위적 피해가 적은 신갈나무 군락을 대상으로 1996년 9월부터 1997년 7월 사이에 식생 조사를 실시하였다.

조사구는 신갈나무군락 25개소로 방형구는 15m × 15m의 크기로 설치하고 흉고직경 3cm 이상의 수목을 대상으로 매목 조사를 실시하였다.

토양 환경 요인으로는 조사지의 방위, 경사, 해발고를 측정하였다. 방위는 나침반을 사용하여 8개 방위로 구분하였고, 경사도는 Blume-Leiss의 경사측정기를 이용하여 측정하였다. 그리고 토양 시료는 각 방형구에서 1개소씩 A층에서 2kg의 시료를 채취하였다.

3. 토양 분석

토양 산도는 토양 시료와 증류수를 1 : 5의 비율로 섞어 측정하였다. 모든 화학 분석은 Allen *et al.*(1986)의 방법에 의하여 전질소는 micro-Kjeldahl법, 유기물함량은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법으로 정량하였으며, 치환성 Ca^{++} 와 Mg^{++} 는 원자흡광분광 분석법을, K^+ 는 염광분광 분석법을 사용하였고, C.E.C.는 Brown법을 사용하였다.

4. Ordination 분석

식생 조사의 자료로부터 각 종의 합성치 X_{ij} 를 다음과 같이 구하였다.

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

X_{ij} 는 j조사구에서 종 i의 합성치이며, d_{ij} 는 상대밀도, D_{ij} 는 상대피도를 나타낸다.

합성치 X_{ij} 를 가지고 각 조사구에 따른 종 조성을 나타내는 vegetational data matrix를 작성하였으며(Table 1). 또한 야외 조사와 실험실 측정 결과 얻어진 환경 요인들을 이용하여 environmental data matrix를 작성하였다(Table 2).

Classification은 Hill(1979b)의 TWINSpan (TWo-way INdicator SPecies ANalysis)을 이용하였으며, 얻어진 자료는 0%, 1%, 3%, 6%, 12%, 25%의 cut level이 사용되었다. 각 조사구에서 25% 이상의 중요치를 가지는 종은 그 조사구의 우점종으로 간주되었다.

Ordination은 CA(Correspondence Analysis)의 확장인 CCA(Canonical Correspondence Analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979a; Hill and Gauch, 1980) Ter Braak(1987)의 CANOCO program을 이용하였다.

결과 및 고찰

조사된 25개의 plot에서 출현한 종 수는 48종이었으며, 빈도가 2곳(4%) 이상인 25종을 대상으로 TWINSpan을 실시한 결과(Figure 2), 신갈나무-피나무 군집, 신갈나무-쪽동백나무 군집, 신갈나무-젓나무 군집 및 신갈나무-졸참나무 군집의 4 group으로 나누어진다.

신갈나무-피나무 군집은 교목층에 신갈나무가, 아교목층에는 피나무, 당단풍, 까치박달, 팔배나무, 고로쇠나무 등이, 관목층에는 노린재나무가 특징종을 형성하고 있다. 신갈나무-쪽동백나무 군집은 교목층에 신갈나무가, 아교목층에는 쪽동백나무, 당단풍, 물푸레나무, 고로쇠나무, 피나무 등이, 신갈나무-젓나무 군집은 교목층에 신갈나무와 젓나무가, 아교목층에는 젓나무, 당단풍, 산벚나무, 만주고로쇠나무,

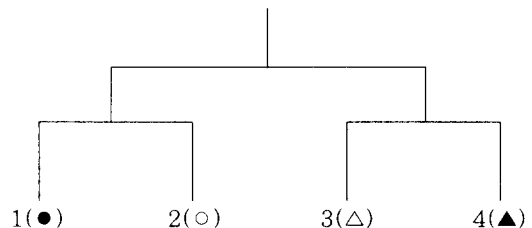


Figure 2. The pathway of sub-division into groupings of *Quercus mongolica* community using TWINSpan (1: *Quercus mongolica*-*Tilia amurensis*, 2: *Quercus mongolica*-*Styrax obassia*, 3: *Quercus mongolica*-*Abies holophylla*, 4: *Quercus mongolica*-*Quercus serrata*)

Table 1. Vegetational data of each plot for *Quercus mongolica* community in Soraesan National Park

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<i>Quercus mongolica</i>	29.97	10.15	37.53	38.80	46.10	52.27	7.87	28.08	29.92	27.29	18.94	58.12	38.77	41.45	32.43	8.67	14.98	30.36	47.590	22.99	6.88	39.82	27.48	11.04	5.09	
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	13.73	10.95	3.15	7.08	7.94	11.39	3.75	9.66			4.98	8.43	9.77		4.59		16.93	6.770	19.66	16.66	1.75	1.49	4.00	6.34		
<i>Tilia amurensis</i>	23.29	11.17	3.15	9.46	12.17	3.75	3.63				28.72	13.47	24.08	16.68	1.83	1.71	16.23	20.73	18.310	1.37	9.21		14.13	22.71		
<i>Carpinus cordata</i>	7.05	38.26	22.57	21.67	15.04						8.69	4.63	7.36	1.96		2.16	7.85			1.39	15.98		9.63	3.82		
<i>Acer mono</i>	1.02	10.40	5.97	5.15	2.57	1.24	3.93	20.15							5.35	11.19	10.64									
<i>Magnolia sieboldii</i>	1.86	1.98		7.00		2.50	3.61	9.64				11.11							1.410						0.99	2.04
<i>Symplocos chinensis</i>	3.32	2.03	3.15	2.37	2.43	1.24					5.93	10.60		3.27	1.53		1.27									
<i>Sorbus alnifolia</i>	3.19	9.68	16.75		1.22						2.72	2.10	10.98													
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.65		3.20	2.61		3.94	6.22	1.79	8.63		6.52	7.80	23.27	3.18	7.92	1.57	5.740				3.99	1.53	2.97			
<i>Cornus controversa</i>	2.80			3.55			4.15	3.64			4.07															
<i>Abies holophylla</i>		2.60						1.47				1.59				4.85	4.21			35.41	34.36		10.53	34.15	1.68	
<i>Betula costata</i>	2.50						4.66						6.22													
<i>Corylus heterophylla</i>	4.28						10.94																			
<i>Actinidia arguta</i>	1.02							1.47		2.66															0.89	
<i>Styrax obassia</i>						16.22		10.88																	1.83	13.01
<i>Kalopanax pictum</i>					11.310			11.68					3.64	1.81						2.90	12.80	1.62		3.17		
<i>Maackia amurensis</i>							1.80	2.58						3.92						1.32	3.500	2.11		2.82		
<i>Lindera obtusiloba</i>							1.80							7.82	7.28	1.31	3.96				1.48				3.55	
<i>Juglans mandshurica</i>								3.69																	2.02	
<i>Acer tegmentosum</i>								4.76																		
<i>Quercus serrata</i>								58.08	37.72							43.65	6.83			26.81	10.95	8.03				
<i>Ulmus davidiana</i>									2.54														3.46		19.15	
<i>Syringa reticulata</i>																										
<i>Morus alba</i>																										
<i>Acer barbinerve</i>																										
<i>Prunus sargentii</i>							6.06													1.67		3.77	6.21	0.91	6.54	
<i>Populus davidiana</i>																				2.91			9.72			
<i>Acer truncatum</i>																				7.00			4.23	0.91	2.02	
<i>Vitis coignetiae</i>																										
<i>Carpinus laxiflora</i>																					4.14				3.72	

Table 2. Environmental data of each plot for *Quercus mongolica* community in Sōraksan National Park

Environ- mental factors	Plot No.											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Elevation(m)	1,020	1,000	980	1,005	1,020	1,030	995	850	805	810	960	1,100
Direction	N	N	N	N	N	NE	N	NE	W	W	N	N
Slope(%)	67	53	33	55	55	70	76	38	70	16	60	60
pH	5.4	5.6	5.2	5.2	5.2	5.1	5.0	5.3	5.3	4.8	4.9	5.0
Organic matter(%)	9.5	8.3	12.2	6.5	18.9	22.0	23.6	25.1	17.4	22.0	19.4	27.2
Total nitrogen(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P ₂ O ₅	29	27	24	65	18	7	8	35	15	38	50	22
C.E.C.(me/100g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K(me/100g)	1.98	1.69	1.31	1.27	0.15	0.37	0.80	0.85	0.10	0.28	0.27	0.13
Ca(me/100g)	2.6	3.7	3.4	5.7	6.0	3.5	6.2	10.8	7.2	4.5	4.0	1.8
Mg(me/100g)	0.7	0.9	0.8	1.1	0.9	0.6	1.3	1.5	1.3	0.7	1.1	0.4

Table 2. (Continued)

Environ- mental factors	Plot No.												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Elevation(m)	1,140	1,020	550	580	590	780	790	920	970	1,040	820	970	1,100
Direction	N	W	NW	NW	N	E	W	W	NW	S	N	W	ES
Slope(%)	37	14	45	82	70	84	44	31	99	24	10	48	58
pH	5.1	4.8	4.8	5.5	5.5	3.3	4.9	5.0	4.9	4.7	5.1	4.8	5.3
Organic matter(%)	19.4	22.0	22.0	16.3	22.5	12.2	8.0	4.1	9.3	6.7	5.5	20.0	10.8
Total nitrogen(%)	-	-	-	-	-	0.37	0.17	0.10	0.20	0.18	0.16	0.38	0.22
P ₂ O ₅	32	19	19	40	23	46	45	36	33	39	25	66	38
C.E.C.(me/100g)	-	-	-	-	-	15.4	10.3	10.1	11.2	12.1	10.8	18.7	15.3
K(me/100g)	0.11	0.14	0.15	0.25	0.13	1.81	2.29	1.22	1.97	1.15	1.84	1.14	2.16
Ca(me/100g)	3.3	0.3	4.4	8.6	10.3	7.0	2.7	2.4	2.1	2.3	7.2	1.1	5.2
Mg(me/100g)	0.9	0.8	1.0	1.6	1.7	1.3	0.5	0.3	0.4	0.2	1.0	0.3	0.9

피나무, 쪽동백나무, 다릅나무 등이 특징종을 형성하고 있다. 신갈나무-줄참나무 군집은 위의 다른 군집들과는 달리 줄참나무 군락에 신갈나무가 침입하여 형성된 군집으로 교목층에 줄참나무와 신갈나무가, 아교목층에도 당단풍이 덜 발달된 것이 특징이며, 아교목층에는 물푸레나무, 쪽동백나무 등이 특징종을 형성하고 있는데 이것은 신갈나무-줄참나무 군집이 해발고가 500m 전후로 낮은 지역이기 때문이라고 사료된다. 송호경 등(1995)이 오대산과 점봉산 지역의 신갈나무 군집에 대한 분석에서 신갈나무 전형군집, 신갈나무-까치박달나무 군집, 신갈나무-분비나무 군집으로 분류된다고 한 것과 장규관 등(1997)이 강원도 지역 신갈나무림의 분류에서 신

갈나무-복장나무 군락, 신갈나무-까치박달 군락, 신갈나무-당단풍 군락, 신갈나무-생강나무 군락, 신갈나무-분비나무 군락으로 분류한 것과 비교하여 보면 본 조사에서 신갈나무-피나무 군집이 주로 북향에 분포하고 있고, 신갈나무-쪽동백나무 군집과 신갈나무-젓나무 군집은 주로 동향과 북서향에 분포하고 있으며, 신갈나무-줄참나무 군집은 주로 서향에 분포하고 있어(Table 2), 이들 방향을 수분과 관련하여 생각하면, 송호경 등(1995)과 장규관 등(1997)이 신갈나무 군락들은 분포하고 있는 지역의 수분에 따라 구분된다고 한 것과 같은 결과라고 사료된다.

즉 신갈나무-피나무 군집은 수분이 많은 지역에, 신갈나무-쪽동백나무 군집과 신갈나무-젓나무 군집

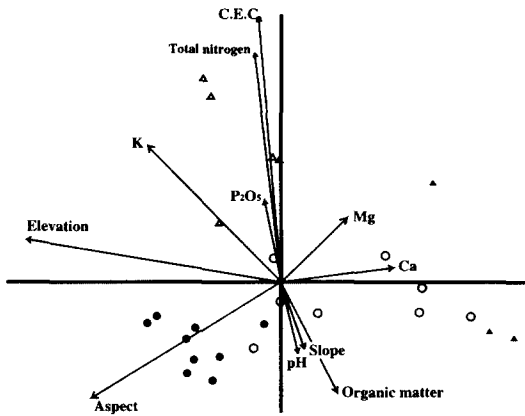


Figure 3. *Quercus mongolica* community data : CCA(canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(●,○,△,▲) and environmental variables(arrow). The plots are : ● = *Quercus mongolica-Tilia amurensis*; ○ = *Quercus mongolica-Styrax obassia*; △ = *Quercus mongolica-Abies holophylla*; ▲ = *Quercus mongolica-Quercus serrata*. The environmental variables are : P₂O₅= available phosphorus concentration; C.E.C.= cation exchange capacity; K= potassium concentration; Ca= calcium concentration; Mg= magnesium concentration

은 중간 지역에, 신갈나무-졸참나무 군집은 수분이 적은 지역에 분포하고 있다고 사료된다.

이들 군집을 CCA ordination에 의하여 분석한 결과는 Figure 3과 같다.

Figure 3은 TWINSpan에 의하여 선정된 4 group의 군집과 11개의 환경 요인들을 CCA ordination 결과 최초 1, 2축을 평면 상에 나타낸 것이다.

Figure 3에서 보는 바와 같이 신갈나무 군집들은 11개의 환경 요인에 따라 분포하고 있으며, 이들 환경 요인들은 CCA ordination 결과에 의한 제1, 제2축과 상관관계를 살펴보면(Table 3), 여러 환경 요인들이 군집의 분포와 깊은 상관관계가 있으며, 제1축에서는 해발고와 방향이, 제2축에서는 C.E.C.와 전질소가 높은 상관관계를 보여주고 있다. 환경 요인 중 해발고가 군집의 분포에 영향을 미치는 가장 중요한 인자라는 것을 알 수 있으며, 이러한 결과는 송호경(1990a; 1990b), 유재은과 송호경(1989), 송호경 등(1994; 1995)의 결과와도 일치한다. 그리고 방향을 수분 인자로 보면 해발고와 수분이 군락 분포의 중요 인자라고 사료된다.

또한 주요 군집들과 환경 요인들과의 관계로 보면 신갈나무-피나무 군집은 해발고가 다른 군집보다 높고, 전질소와 C.E.C.의 양료가 적은 곳에 분포하고 있으며, 신갈나무-젧나무 군집은 해발고가 다른 군집보다 높고, 전질소와 C.E.C.의 양료가 가장 많은 곳에 분포하고 있으며, 신갈나무-쪽동백나무 군집은

Table 3. *Quercus mongolica* community data from Figure 3 : canonical coefficients and the inter set correlation of environmental variables with the first two axes of canonical correspondence analysis. For a description of variables, see Figure 3 legend

Variables	Canonical coefficients		Correlation coefficients	
	1	2	1	2
Total nitrogen	0.93	-1.15	-0.073	0.695**
Organic matter	-0.17	0.04	0.159	-0.339
P ₂ O ₅	-0.05	-0.09	-0.108	0.249
C.E.C.	-1.20	1.99	-0.061	0.802**
K ⁺	-0.10	-0.10	-0.373	0.408
Ca ⁺⁺	0.76	-0.07	0.321	0.035
Mg ⁺⁺	-0.66	0.19	0.189	-0.189
pH	0.02	-0.05	0.053	-0.230
Elevation	-0.39	-0.14	-0.725**	0.131
Aspect	-0.61	0.23	-0.543**	-0.353
Slope	0.03	-0.05	0.067	-0.208
Eigenvalue	0.385	0.298		

** : p<0.01

해발고가 중간이며, 전질소와 C.E.C.의 양료가 적은 곳에 분포하고 있으며, 신갈나무-졸참나무 군집은 해발고가 다른 군집보다 낮고, 전질소와 C.E.C.의 양료가 적은 곳에 분포하고 있다.

인용문헌

- 강원도(1984) 설악산(설악산 학술조사 보고서). 강원도, 457쪽.
- 송호경(1990a) DCCA에 의한 계룡산과 덕유산의 삼림군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 79(2): 216-221.
- 송호경(1990b) DCCA에 의한 신갈나무군락과 환경의 상관관계 분석. 충남대학교 환경연구보고 8: 1-5.
- 송호경, 장규관(1997) 소나무림과 신갈나무림의 흉고 직경급 분석과 천이에 관한 연구. 한국임학회지 86(2): 223-232.
- 송호경, 장규관, 권기원(1994) TWINSpan과 DCCA ordination에 의한 오대산 삼림군집의 분석. 충남대학교 환경연구보고 12: 47-54.
- 송호경, 장규관, 김성덕(1995) TWINSpan과 DCCA에 의한 신갈나무 군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 84(3): 299-305.
- 유재은, 송호경(1989) Classification과 Ordination에 의한 속리산 삼림군집의 분석. 충남대학교 환경연구보고 7: 1-8.
- 이우철, 백원기, 김문기(1994) 설악산 신갈나무림의 식물사회학적 연구. 한국생태학회지 17(3): 319-331.
- 이호준, 이재석, 변두원(1994) 명지산 신갈나무림의 군락분류와 식생패턴. 한국생태학회지 17(2): 185-201.
- 임양재, 백순달(1985) 천연보호구역 설악산의 식생. 중앙대학교 출판사, 199쪽.
- 장규관, 송호경(1997) 강원도 신갈나무 군락의 우점도 다양성에 관한 연구. 환경생태학회지 11(2): 160-165.
- 장규관, 송호경, 김성덕(1997) 식물사회학적 방법과 TWINSpan에 의한 강원도 신갈나무림의 분류에 관한 연구. 한국임학회지 86(2): 214-222.
- 정태현, 이우철(1965) 한국 산림식물대 및 적지적수론. 성대논문집 10: 329-435.
- 한상섭, 김도영, 심주석(1992) 신갈나무 장령임분의 물질생산 구조에 관한 연구. 한국임학회지 81(1): 1-10.
- Allen, S. E., H. M. Grimshaw and A. P. Rowland(1986) Chemical analysis. In: Moore, P. D. and S. B. Chapman(ed.) Methods in plant ecology(2nd ed.) Blackwell Scientific Pub. Oxford. pp. 285-344.
- Choi, Ki Ryong and Yang Jai Yim(1984) On the Dominance-Diversity in the Forest Vegetation of Mt. Seolag. Korean J. of Botany 27(1): 25-32.
- Hill, M. O.(1979a) DECORANA - A FORTRAN Program for detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ithaca, N. Y. Cornell Univ. Press, 52pp.
- Hill, M. O.(1979b) TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ithaca, N.Y. Cornell Univ. Press, 48pp.
- Hill, M. O. and H. G. Jr. Gauch(1980) Detrended Correspondence Analysis, an improved ordination technique. Vegetation 42: 47-58.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg(1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, Inc., 547pp.
- Suh, Min Hwan(1993) Stand Structure and Regeneration Pattern of *Quercus mongolica* Forests. Ph. D. Thesis. Seoul National University, 94pp.
- 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.
- Yim, Y. J. and S. D. Kim(1983) Climate-diagram map of Korea. Korean J. Ecology 6: 261-272.