

대전 갑하산과 우산봉의 산림식생 분석

김효정[†] · 이미정 · 지윤의 · 강병선* · 이규석* · 송호경

충남대학교 산림자원학과, 성균관대학교 조경학과*

적 요: 본 연구는 대전에 위치한 갑하산과 우산봉의 산림식생 현황을 파악하기 위해 2001년 6월부터 9월까지 총 62개의 조사구를 선정하여 중요치와 흉고직경급 및 ordination 분석을 실시하였다. TWINSpan 방법으로 식생을 분류한 결과 신갈나무군락, 소나무군락, 굴참나무군락, 상수리나무군락으로 구분되었다. 4개의 군락에서 중요치를 분석한 결과는 소나무, 굴참나무, 신갈나무, 졸참나무, 때죽나무 등의 순으로 나타났다. 흉고직경급 분석 결과 현재 소나무와 굴참나무가 우점하고 있으나, 앞으로 신갈나무, 졸참나무, 산벚나무 등의 중요치가 증가할 것으로 판단된다. Ordination을 분석한 결과 신갈나무군락은 해발고가 높고, 경사가 급한 지역에 분포하고 있으며, 소나무군락은 해발고가 비교적 높고 경사가 중간인 지역에 분포하고 있다. 굴참나무군락은 해발고가 낮고 경사가 완만한 지역에 분포하고 있으며, 상수리나무군락은 해발고가 가장 낮고 경사가 비교적 완만한 지역에 분포하고 있다.

검색어: 흉고직경급 분석, DCCA ordination, TWINSpan

서 론

대전광역시 유성구 갑동에 위치한 갑하산과 우산봉은 대전광역시 유성구와 공주시에 걸쳐 위치하고 있으며, 계룡산국립공원 천황봉에서 밀목재를 거쳐 백운봉, 도덕봉을 휘돌아 갑하산, 우산봉으로 이어지는 능선이다. 그러나 현재는 국도 32호선 삼재고개를 중심으로 계룡산국립공원과 단절되어 있다. 이 지역은 도시주변 산림으로서 도시주변녹지의 거점 지역이며 생태계의 핵심지역인 국립공원과 연결되는 생태적 연결고리 지역으로서 계룡산의 이용객 증가에 따라 갑하산과 우산봉의 탐방객도 점차 증가가 예측되며, 이 지역 산림 식생에 대한 정확한 파악 및 분석은 도시주변 녹지관리에 중요한 기본 자료로 활용될 수 있다.

갑하산과 우산봉은 계룡산국립공원에 인접해 있는 산으로, 이 지역의 식생과 환경에 관한 연구는 전무한 실정이다. 반면, 같은 산줄기이며 근처에 위치한 계룡산국립공원에 대한 연구 및 보고는 꾸준히 이루어져 왔다.

계룡산국립공원의 식생에 대한 연구는 정(1958)의 종 목록 보고 이후, 박 등(1979), 이와 이(1980), 신과 방(1982), 이(1991), 심 등(1998)의 식물상에 관한 연구 등이 있었다.

식생에 대한 본격적인 연구는 1960년대에 이르러 최(1968a, 1968b, 1968c)에 의해 시작되었고, 그 후 송(1985, 1990) 등에 의하여 식생과 환경과의 관계를 구명하는 연구가 시작되었다.

이 밖에 이와 송(2000), 송 등(2001), 이 등(2001), 한 등(2001),

최와 조(2001), 오와 박(2001), 박과 서(2001), 박 등(2001), 김 등(2001), 김 등(2002)의 계룡산국립공원의 관속식물상 등 계룡산국립공원의 식생에 관한 조사 및 연구는 많은 실정이다. 그러나 이들 조사 자료는 계룡산국립공원에 한해 이루어진 조사였고 인근 산과 연계하여 비교한 조사 자료는 빈약한 편이다.

그러므로, 본 연구의 목적은 계룡산국립공원과 인접한 갑하산과 우산봉을 대상으로 산림군락을 분류하고 식생 구조를 파악하여 도시주변 녹지자원관리에 필요한 기초자료를 제공하고 자 한다.

재료 및 방법

조사지 개황

갑하산과 우산봉은 행정구역상 북동사면과 남동사면은 대전광역시 유성구 갑동에, 북서사면과 남서사면은 충청남도 공주시에 편입되어 있으나, 대부분의 지역이 대전광역시에 걸쳐 위치한다.

갑하산은 정상(469m)을 정점으로 북쪽으로는 두리봉(390m)과 암봉(569.5m)에 이르는 동북능선이 있으며, 곳이어 우산봉(573.8m)과 연결된다. 남쪽에는 공주시와 대전광역시 경계면에 위치한 498m의 봉우리가 있다. 지질은 석영, 장석, 운모 등 3대 광물로 구성된 화강암이 탁월한 산지이다(내무부 1993).

이 지역의 기온은 대전광역시의 기상자료(기상청 1971~2000)에 의하면, 연평균기온은 12.3°C, 연평균강수량은 1,353.8 mm이었으며, 6월부터 9월까지의 월평균강수량이 100mm 이상

이 논문은 과학재단 제 R01-1999-000-00173-0의 지원으로 수행된 결과의 일부임.

[†] Author for correspondence; Phone: 82-42-821-7832, Fax: 82-42-825-7850, e-mail:k7w3y4@hanmail.net

인 하계집중호우형의 기후특성을 나타내며, 비교적 온화하고 계절성이 뚜렷하다.

식생 및 입지환경조사

식생조사는 2001년 6월부터 9월까지 갑하산에서 동남방향으로 11개소, 암봉까지의 능선과 사면에서 10개소, 북서방향으로 10개소, 북동방향으로 10개소, 우산봉에서 구암사에 이르는 곳까지의 북동방향에서 10개소, 남쪽방향으로 11개소 등 총 62개소의 조사구를 설치하였다(Fig 1).

방형구는 15m×15m의 크기로 설치하였고, 각 조사구에서 출현하는 중 중 흉고직경 2cm 이상의 수목을 대상으로 태목조사를 실시하였으며, 입지환경 요인으로는 조사지의 방위, 경사 및 해발고를 측정하였다.

산림군락 분류 및 중요치 분석

군락분류

TWINSpan(two-way indicator species analysis)을 이용한 군락분류는 출현종이 많은 경우 통상 빈도 10% 이상인 종을 대상으로 실시하나, 본 연구에서는 총 62개의 조사구 중 4개 이상의 조사구에서 출현한 27종을 대상으로 Hill(1979b)의 TWINSpan을 이용하여 군락을 분류하였다. 그리고 각 조사구에서 20% 이상의 중요치를 가지는 종은 그 조사구의 우점종으로 간주되었다.

중요치 및 흉고직경급 분석

갑하산과 우산봉 산림군락의 특징을 보다 정확하게 분석하기 위하여 흉고직경 2cm 이상의 태목 조사에서 얻은 자료를 이용

하여 Curtis와 McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요치를 산출하고, 흉고직경급을 분석하였다.

Ordination 분석

Ordination 분석을 위하여 각 종의 합성치 Xij를 구한 다음, 합성치 Xij를 이용하여 각 조사구에 따른 종조성을 나타내는 vegetational data matrix를 작성하였으며, 야외 조사에서 측정된 환경 요인들을 이용하여 environmental data matrix를 작성하였다.

Ordination은 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill 1979a, Hill and Gauch 1980) Ter Braak(1987)의 CANOCO program을 이용하였다.

결과 및 고찰

산림군락분류

총 62개의 조사구 중 4개 이상의 조사구에서 출현한 27종을 대상으로 TWINSpan을 실시한 결과(Fig. 2), 갑하산과 우산봉의 산림군락은 입지 환경에 따라 신갈나무군락(*Quercus mongolica* community), 소나무군락(*Pinus densiflora* community), 굴참나무군락(*Quercus variabilis* community), 상수리나무군락(*Quercus acutissima* community)의 4개의 군락으로 구분되었다.

중요치 분석

갑하산과 우산봉 산림군락에서 DBH 2cm 이상의 수목을 대상으로 중요치를 분석한 결과(Table 1) 소나무가 54.72, 굴참나무가 43.03, 신갈나무가 40.34, 졸참나무가 18.17, 때죽나무가 17.50, 산뿔나무가 10.94, 진달래가 10.77, 개웃나무가 10.17, 생강나무가 8.37 등의 순으로 나타났다. 소나무와 굴참나무, 신갈나무, 졸참나무가 1, 2, 3, 4위를 차지하고 있으며, 이들의 중요치가 156.80으로 대부분을 점유하고 있다. 송(1985)은 계룡산국립공원의 주요 목본 수종으로 소나무, 신갈나무, 굴참나무, 때죽나무, 밤나무, 서어나무, 졸참나무, 쪽동백나무, 느티나무, 산뿔나무 등이 종서열 상위인 10종이라 보고하여, 소나무와 참나무류가 대부분을 차지하고 있다는 본 연구 결과와도 일치하고 있다. 이와

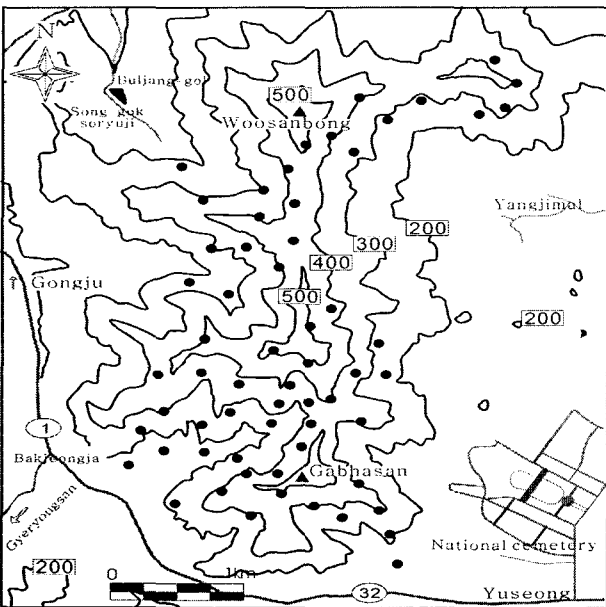


Fig. 1. Sample plots at Gabhasan and Woosanbong forest.

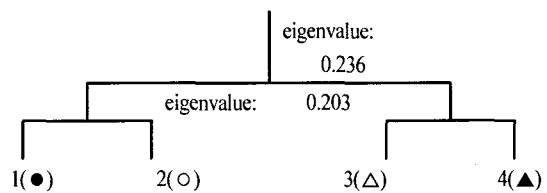


Fig. 2. The dendrogram of classification by TWINSpan using sixty-two plots in Gabhasan and Woosanbong forest.

- 1 : *Pinus densiflora* community;
- 2 : *Quercus mongolica* community;
- 3 : *Quercus variabilis* community;
- 4 : *Quercus acutissima* community.

Table 1. Importance value of tree species of Gabhasan and Woosanbong forest

Species	Community		I		II		III		IV		Total	
	IV	*OR	IV	*OR	IV	*OR	IV	*OR	IV	*OR	IV	*OR
<i>Pinus densiflora</i>	37.58	3	114.87	1	39.40	2	5.53	12	54.72	1		
<i>Quercus variabilis</i>	49.64	2	31.20	2	53.13	1	7.34	9	43.03	2		
<i>Quercus mongolica</i>	67.48	1	26.00	3	2.57	20	-	-	40.34	3		
<i>Quercus serrata</i>	12.74	7	19.47	4	29.48	3	22.16	4	18.17	4		
<i>Styrax japonica</i>	17.02	4	2.34	18	29.41	4	41.09	2	17.50	5		
<i>Prunus sargentii</i>	11.86	8	11.47	7	10.44	8	3.54	17	10.94	6		
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	16.49	5	11.23	8	-	-	-	-	10.77	7		
<i>Rhus trichocarpa</i>	13.86	6	8.80	10	6.04	12	-	-	10.17	8		
<i>Lindera obtusiloba</i>	6.06	14	2.17	19	14.41	7	30.23	3	8.37	9		
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	8.67	11	10.31	9	3.86	16	-	-	7.54	10		
<i>Quercus acutissima</i>	-	-	-	-	-	-	115.16	1	7.43	11		
<i>Platycarya strobilacea</i>	6.90	12	5.29	13	7.42	10	7.95	8	6.64	12		
<i>Styrax obassia</i>	10.82	9	-	-	3.48	17	8.51	7	6.60	13		
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	9.42	10	0.86	24	6.43	11	-	-	6.22	14		
<i>Lindera erythrocarpa</i>	2.06	19	-	-	17.59	6	15.02	5	5.53	15		
<i>Juniperus rigida</i>	4.02	15	12.45	5	1.88	25	-	-	5.29	16		
<i>Quercus dentata</i>	6.83	13	5.33	12	2.48	22	-	-	5.12	17		
<i>Quercus aliena</i>	0.39	29	0.87	23	20.11	5	-	-	4.39	18		
<i>Sapium japonicum</i>	3.59	16	0.80	26	4.55	15	-	-	2.92	19		
<i>Pinus thunbergii</i>	-	-	11.56	6	-	-	-	-	2.80	20		
<i>Albizia julibrissin</i>	0.43	27	1.74	22	7.47	9	5.40	13	2.46	21		
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.88	17	-	-	4.86	14	-	-	2.44	22		
<i>Castanea crenata</i>	-	-	3.45	15	2.71	19	11.95	6	2.11	23		
<i>Sorbus alnifolia</i>	2.50	18	2.40	17	1.20	30	-	-	2.06	24		
<i>Alnus hirsuta</i>	1.02	21	5.63	11	-	-	-	-	1.80	25		
<i>Callicarpa japonica</i>	0.39	31	1.82	20	5.35	13	-	-	1.72	26		
<i>Pinus rigida</i>	1.49	20	3.21	16	-	-	-	-	1.47	27		
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0.54	24	4.09	14	-	-	-	-	1.24	28		
<i>Carpinus laxiflora</i>	0.39	30	-	-	2.77	18	-	-	0.76	29		
<i>Morus bombycis</i>	0.38	32	-	-	0.96	32	4.65	14	0.67	30		
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	-	1.78	21	0.93	33	-	-	0.60	31		
<i>Acer mono</i>	-	-	-	-	2.45	23	-	-	0.51	32		
<i>Diospyros lotus</i>	-	-	-	-	2.49	21	-	-	0.50	33		
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	-	-	-	-	2.30	24	-	-	0.48	34		
<i>Rhus chinensis</i>	0.40	28	-	-	1.33	29	-	-	0.48	34		
<i>Larix leptolepis</i>	-	-	-	-	-	-	7.09	10	0.44	36		
<i>Actinidia arguta</i>	-	-	-	-	-	-	3.76	15	0.42	37		
<i>Lindera glauca</i>	-	-	-	-	-	-	3.73	16	0.42	37		
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	-	6.89	11	0.42	37		
<i>Corylus sieboldiana</i>	0.84	22	-	-	-	-	-	-	0.42	37		
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	0.82	23	-	-	-	-	-	-	0.41	41		
<i>Ilex macropoda</i>	0.37	33	0.83	25	-	-	-	-	0.37	42		

Table 1. Continued

Species	Community	I		II		III		IV		Total	
		IV	*OR	IV	*OR	IV	*OR	IV	*OR	IV	*OR
<i>Securinega suffruticosa</i>		-	-	-	-	1.67	26	-	-	0.34	43
<i>Celtis jessoensis</i>		-	-	-	-	1.55	27	-	-	0.32	44
<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i>		-	-	-	-	1.34	28	-	-	0.28	45
<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>		0.53	25	-	-	-	-	-	-	0.26	46
<i>Weigela subsessilis</i>		0.45	26	-	-	-	-	-	-	0.23	47
<i>Acer pseudosieboldianum</i>		-	-	-	-	1.07	31	-	-	0.23	48
∴											∴

I : *Quercus mongolica* community; II : *Pinus densiflora* community; III : *Quercus variabilis* community;

IV : *Quercus acutissima* community. *OR : order.

같이 소나무와 참나무류가 대부분을 차지하고 있다는 것은 갑하산과 우산봉의 산림식생의 대부분이 2차림으로, 우리나라 온대중부 지방에서의 일반적인 천이경향이 소나무림에서 참나무류를 거쳐 서어나무림으로 천이된다(강과 오 1982, 송 1985, 이 등 1990)는 보고와 흉고직경급을 분석한 Fig. 3을 볼 때 과거 소나무가 우점하고 있는 입지에 참나무류가 침입하여 세력을 확장해가는 과정에 있지 않나 생각된다. 이러한 결과는 계룡산 동학사-남매담 구간이 소나무림에서 굴참나무, 졸참나무, 신갈나무림으로 천이가 진행될 것이라는 최와 조(2001)의 연구 결과와도 일치하고 있다.

신갈나무군락 30개 조사구에서 중요치가 높은 종은 신갈나무로 67.48, 그 다음으로 굴참나무 49.64, 소나무 37.58, 때죽나무가 17.02, 진달래가 16.49, 개울나무가 13.86 등의 순으로 나타났다. 이 군락은 교목층에서 신갈나무가 우점하고 있으며, 아교목층에는 때죽나무, 관목층에는 개울나무와 진달래 등이 우점하고 있다.

신갈나무림이 출현하는 고도는 위도에 따라 다른데, 설악산(임과 백 1985)에서는 해발 약 200m 이상, 소백산(김 등 1989)에서는 해발 약 400m 이상, 덕유산(김 1992)에서는 해발 약 600m 이상에서 분포하고 있다. 또한 유(1988)는 계룡산국립공원 해발 약 600m 이상의 사면에서 신갈나무군락이 분포한다고 보고하였으며, Yee(1998)는 오대산지역에서 해발고가 증가함에 따라 신갈나무의 빈도와 피도가 증가한다고 보고한 바 있다. 또한 송 등(2001)은 계룡산국립공원 내 군사보호구역 일대의 조사에서 신갈나무군락은 해발고가 높은 지역에 분포하고 있다고 보고한 바 있으며, 김 등(2002)은 계룡산 지역의 도덕봉과 백운봉 일대의 신갈나무 군락이 평균 380m 이상에 주로 분포한다고 보고한 바 있다. 갑하산과 우산봉의 신갈나무군락도 다른 군락에 비하여 해발고가 높고 경사가 급한 지역에 출현하였다.

소나무군락 15개 조사구에서 중요치가 높은 종은 소나무로 114.87의 값을 보였고, 그 다음으로 굴참나무가 31.20, 신갈나무 26.00, 졸참나무 19.47, 노간주나무 12.45 등의 순으로 나타났다. 이 군락에서 소나무의 중요치가 높게 산출되었으나, 관목층과 초본층에서 우점도가 매우 낮아 장차 소나무의 중요치는 차츰

감소될 것으로 예측되며, 아교목층과 관목층 및 초본층에서 우점도가 높은 굴참나무, 신갈나무, 졸참나무의 중요치가 계속해서 증가할 것으로 예상된다(김과 송 2002).

김 등(2002)은 계룡산 지역의 도덕봉과 백운봉 일대의 소나무 군락이 해발고가 비교적 높은 폭이 좁고 건조한 능선 부위에 분포하고 있으며, 교목층의 평균 수고는 7m로 낮았는데, 이는 토양 수분과 양료 상태가 좋지 못한 건조한 능선에 분포하기 때문이라고 보고 한 바 있다. 본 조사에서도 소나무군락은 건조한 능선 부위에 소나무가 분포하고 있다(김과 송 2002).

굴참나무군락 12개 조사구에서 중요치가 높은 종은 굴참나무로 53.13이며, 그 다음으로 소나무 39.40, 졸참나무 29.48, 때죽나무 29.41, 갈참나무 20.11 등의 순으로 나타났다.

박과 서(2001)는 계룡산국립공원 계곡부 지역의 남사면에서 굴참나무의 중요치가 높은 반면, 북사면에서는 신갈나무의 중요치가 높다고 보고한 바 있으며, 송 등(2001), 김 등(2002)은 계룡산 지역의 조사 보고에서 굴참나무림은 해발고 300m~600m 사이에 많이 분포하고 있으며, 주 사면의 방향은 남사면이라고 보고하였는데, 본 조사에서도 위의 결과와 일치하고 있다.

Day와 Monk(1974)는 북사면은 남사면보다 토양수분이 양호하며 해발고의 증가는 토양수분의 감소를 초래한다고 보았기 때문에 본 조사지의 남사면 중부에 위치하는 굴참나무군락은 비교적 건조한 입지에 분포하는 것으로 판단된다.

상수리나무군락 5개의 조사구에서 중요치가 높은 종은 상수리나무로 115.16이며, 그 다음으로 때죽나무가 41.09, 생강나무 30.23, 졸참나무 22.16, 비목나무 15.02 순으로 나타났다. 이 군락은 교목층에서 상수리나무가 절대적으로 우점하고 있었다. 그러나 아교목층과 관목층, 초본층에서는 상수리나무의 치수가 거의 없어 차후에는 점차 쇠퇴할 것으로 판단된다(김과 송 2002).

흉고직경급 분석

갑하산과 우산봉 산림식생 중 소나무, 굴참나무, 신갈나무, 졸참나무, 산벚나무, 때죽나무, 상수리나무, 떡갈나무 등 8종의 흉고직경급별 크기 분포도를 작성하였다(Fig. 3).

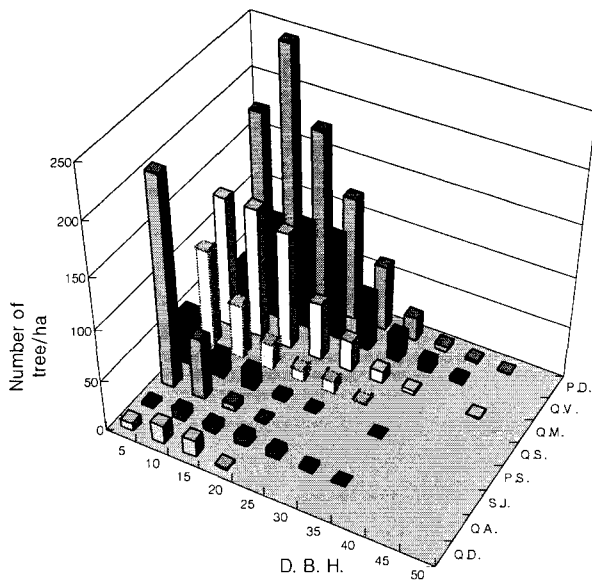


Fig. 3. DBH distribution of major woody species for each community in Gabhasan and Woosanbong forest.

P. D. = *Pinus densiflora*; Q. V. = *Quercus variabilis*;
 Q. M. = *Quercus mongolica*; Q. S. = *Quercus serrata*;
 P. S. = *Prunus sargentii*; S. J. = *Styrax japonica*;
 Q. A. = *Quercus acutissima*; Q. D. = *Quercus dentata*.

상기 수종 중 소나무와 굴참나무는 어린 개체와 큰 개체의 밀도가 낮고, 중간 개체의 밀도가 높아 정규 분포형의 밀도를 나타내고 있어, 당분간 이들 두 종이 우점할 것으로 사료된다. 그러나 신갈나무, 졸참나무, 산벚나무, 때죽나무 등은 어린 개체의 밀도가 높고 큰 개체의 밀도가 낮은 역 J자의 분포형을 나타내고 있어 장차 하층에서 밀도가 높은 신갈나무, 졸참나무, 산벚나무 등의 중요치가 증가할 것으로 생각된다(이 등 2002). 떡갈나무, 상수리나무는 전체적으로 개체의 밀도가 낮아 층위 형성에 큰 영향을 끼치지 않을 것으로 판단된다.

Ordination 분석

군락의 분포에 영향을 미치는 환경요인에는 해발고와 방위, 경사 이외에도 여러 인자들이 있지만, 본 연구에서는 토양 및 수분 요인은 미처 조사하지 못하여 위 3요인에 의한 ordination을 실시하였다. Fig. 4는 4개의 주요 군락과 3개의 환경 요인들을 DCCA ordination 분석결과 최초 1, 2축에 의한 I/II 평면상에 나타낸 것이다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 갑하산과 우산봉의 산림군락은 3개의 환경요인에 따라 분포하고 있으며, 이를 환경요인과 ordination 결과에 의한 제1, 제2축의 상관관계를 살펴보면 (Table 2), 환경 요인들이 군락의 분포와 상관관계가 있음을 알 수 있다.

제1축과 제2축에서는 각각 해발고와 방위, 경사가 상관관계를 보였으며, 특히 그 중에서도 온도 및 수분과 직접적인 관련이

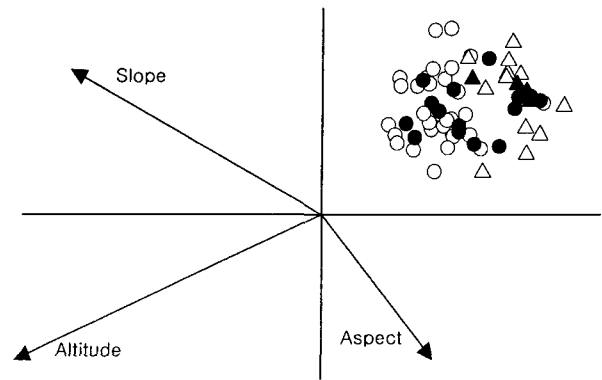


Fig. 4. DCCA ordination of the sample plots and environmental variables(arrow) in Gabhasan and Woosanbong forest.

○ = *Quercus mongolica* community;
 ● = *Pinus densiflora* community;
 △ = *Quercus variabilis* community;
 ▲ = *Quercus acutissima* community.

있는 해발고가 가장 큰 상관관계가 있는 것을 알 수 있었다. 이는 DCCA에 의한 계룡산 군사보호구역의 산림식생 분석(송 등 2001), TWINSpan 및 DCCA ordination에 의한 오대산 산림군집의 분석(송 등 1994)의 결과와도 일치한다.

신갈나무군락은 해발고가 높고 경사가 급한 지역에 분포하고 있으며, 소나무군락은 해발고가 비교적 높고 경사가 중간인 지역에 분포하고 있었다. 굴참나무군락은 해발고가 낮고 경사가 완만한 지역에 분포하고 있었으며, 상수리나무군락은 해발고가 가장 낮고 경사가 비교적 완만한 지역에 분포하고 있었다.

소나무군락은 신갈나무군락과 굴참나무군락의 중간부분에 위치하고 있으며, 해발고가 비교적 높은 곳에 분포하고 있는 소나무는 신갈나무와 경쟁이 예상된다. 또한 해발고가 낮은 곳에 분포하고 있는 소나무는 굴참나무와 경쟁 관계에 있을 것으로 판단되며, 홍고직경급 분석 등을 종합해 볼 때 능선부에 분포하고 있는 소나무를 제외하고 그 밖의 소나무림은 신갈나무와 굴참나무 등에 의하여 점차 쇠퇴할 것으로 사료된다(송 1985, 이 등 2002).

Table 2. Vegetation data at Gabhasan and Woosanbong forest from Fig. 4 : Canonical coefficients and the inter set correlation of environmental variables with the first two axes of DCCA

Variables	Axis		Correlation coefficients	
	1	2	1	2
Altitude	-0.318	-0.209	-0.591**	-0.278*
Aspect	0.057	-0.108	0.217	-0.221
Slope	-0.157	0.199	-0.396**	0.325**
Eigenvalue	0.209	0.096		

** p<0.05, ** p<0.01.

인용문헌

- 강윤순, 오계철. 1982. 광릉삼림군락에 대한 ordination 방법의 적용. 식물학회지 25: 83-99.
- 기상청. 1971~2000. 기상연보.
- 김용식, 임도옥, 전승훈, 추갑철, 신현탁. 2001. 계룡산국립공원의 관속식물상. 한국환경생태학회지 14: 311-323.
- 김정연, 임양재, 양권열. 1989. 소백산 국립공원 남동사면의 현존식생. 중앙대 기초과학연구소 논문집 3 : 101-114.
- 김창환. 1992. 덕유산 국립공원 산림식생의 구조와 2차천이에 관한 연구. 원광대학교 박사학위논문. 156 p.
- 김효정, 송호경. 2002. 대전 갑하산과 우산봉의 산림군락 분류. 한국임학회지 91(인쇄 중).
- 김효정, 이미정, 지운의, 안승만, 이규석, 송호경. 2002. 대전 도덕봉과 백운봉의 산림군락 분류. 환경생물학회지 20: 216-223.
- 내무부. 1993. 국립공원자연자원조사. 계룡산국립공원. 164 p.
- 박인협, 서영권, 이석면, 이만용. 2001. 계룡산국립공원 연애플지역 계곡부의 해발고도와 사면부위에 따른 산림구조. 한국환경생태학회지 14: 303-310.
- 박인협, 서영권. 2001. 계룡산국립공원 계곡부의 사면방향과 해발고도에 따른 산림구조. 한국환경생태학회지 14: 296-302.
- 박종성, 김지문, 송호경. 1979. 계룡산 식물에 관한 조사보고. 충남대학교 농업과학연구보고 6: 134-147.
- 송호경. 1985. 계룡산 삼림군집형과 그의 구조에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문 54 p.
- 송호경. 1990. DCCA에 의한 계룡산과 덕유산의 삼림군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 79: 216-221.
- 송호경, 장규관, 권기원. 1994. TWINSpan과 DCCA ordination에 의한 오대산 삼림 군집의 분석. 충남대학교 환경연구보고 12: 47-54.
- 송호경, 이규석, 이 선, 김효정, 이미정, 지운의. 2001. 계룡산국립공원 내 군사보호구역의 산림식생. 한국환경생태학회지 14: 332-340.
- 신창남, 방재욱. 1982. 계룡산 내 관속식물의 종목록. 충남대학교 자연과학연구지 9: 81-95.
- 심정기, 태경환, 임인택, 윤창영, 김동갑, 김주환. 1998. 계룡산 남사면 일대 식물상에 관한 연구. 한국생물상연구지 3 :281-309.
- 오구균, 박석근. 2001. 계룡산국립공원 등산로의 주변부식생. 한국환경생태학회지 14: 280-286.
- 유재은. 1988. '88자연생태계 전국조사(Ⅱ-2), 제3차년도(충남의 식생). 환경처, 33-74 p.
- 이경재, 권전우, 김정호. 2001. 계룡산국립공원 갑사 계곡 노거수군집의 식생구조. 한국환경생태학회지 14: 217-237.
- 이경재, 조재창, 이봉수, 이도원. 1990. 광릉 삼림군집 구조(I). Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉 지역의 삼림군집구조 분석. 한국임학회지 79: 173-186.
- 이미정, 이선, 김효정, 지운의, 송호경. 2002. 굴참나무군락의 식생구조와 생태적지. 한국임학회지 91(인쇄 중).
- 이우철, 이은복. 1980. 계룡산 및 칠갑산의 식물상. 한국자연보존협회 조사보고서 17: 63-90.
- 이선, 송호경. 2000. 계룡산국립공원 계곡부 식생의 식물사회학적 연구. 한국환경생태학회지 14: 88-93.
- 이순용. 1991. 계룡산의 식물상에 관한 연구. 한남대학교 교육대학원 석사학위논문. 66 p.
- 임양재, 백순달. 1985. 설악산의 식생. 중앙대학교 출판국, 서울, 199 p.
- 정태현. 1958. 계룡산 식물에 대하여. 성균관대학교 논문집 10: 329-435.
- 최두문. 1968a. 계룡산의 식생연구. 동학사 북부계곡과 폭포주변의 수직식생 분석. 공주사대 백제문화 2: 53-64.
- 최두문. 1968b. 계룡산의 식생연구. 산정군락과 삼림대. 공주사대 과학교육연구 1: 75-85.
- 최두문. 1968c. 계룡산의 식생연구. 초지의 식물군락학적 연구. 공주사대 논문집 10: 265-269.
- 최승현, 조현서. 2001. 계룡산국립공원 동학사-남매탐구간의 삼림군집구조 분석. 한국환경생태학회지 14: 252-267.
- 한봉호, 조 우, 이수동. 2001. 계룡산국립공원 동학사 계곡의 식물군집구조. 한국 환경생태학회지 14: 238-252.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie Forest Border Region of Wisconsin. J. Ecology 32: 476-496.
- Day, F. P. and C. D. Monk. 1974. Vegetation pattern on a southern Appalachian Watershed. Ecology 55: 1064-1067.
- Hill, M. O. 1979a. DECORANA - A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ithaca, N. Y. Cornell Univ. Press. 100 p.
- Hill, M. O. 1979b. TWINSpan - A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Order Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ithaca, N. Y. Cornell Univ. Press. 50 p.
- Hill, M. O. and H. G. Jr. Gauch. 1980. Detrended Correspondence Analysis and Improved Ordination Technique. Vegetatio 42: 47-58.
- Ter Braak, C. J. F. 1987. CANOCO - A FORTRAN Program for Canonical Community Ordination by Correspondence Analysis, Principal Components Analysis and Redundancy Analysis (Version 2.1) TNO Institute of Applied Computer Science, Statistics Department, Wageningen, The Netherlands.
- Yee, S. 1998. Waldvegetation und Standorte im Odaesan-National Park (Südkorea). Culterra 25. 182 p.

(2002년 7월 3일 접수 ; 2002년 9월 15일 채택)

Forest Vegetation Analysis of Gabhasan and Woosanbong in Daejeon, Korea

Kim, Hyo-Jeong[†], Mi-Jeong Lee, Yun-Ui Ji, Kyoo-Seock Lee* and Ho-Kyung Song
Department of Forest Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
*Department of Landscape Architecture, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea**

ABSTRACT : This study was carried out to analyze forest vegetation of Gabhasan and Woosanbong in Daejeon. Employing the relevé method of TWINSpan, 62 plots were sampled from June 2001 to September 2001. Field survey carried out to examine importance value, to do diameter of breast height(DBH) measurement, and to analyze the Ordination. The Forest vegetation was classified into four communities : *Quercus mongolica* community, *Pinus densiflora* community, *Quercus variabilis* community, *Quercus acutissima* community. The importance value of *Pinus densiflora*, *Quercus variabilis*, *Quercus mongolica*, *Quercus serrata* and *Styrax japonica* were high. According to DBH analysis, *Pinus densiflora* and *Quercus variabilis* dominate currently, however, importance value of *Quercus mongolica*, *Quercus serrata*, *Prunus sargentii* would increase in the future. The result of ordination analysis, showed that *Quercus mongolica* community was located in high altitude and steep area, *Pinus densiflora* community was located in comparatively high altitude and medium slope area, *Quercus variabilis* community was located in low altitude and gentle slope area and *Quercus acutissima* community was located in the lowest altitude and relatively gentle slope area.

Key words : DBH analysis, DCCA ordination, TWINSpan
