

덕유산지역 계곡부의 해발고와 사면부위에 따른 삼림구조¹

박인협² · 문광선² · 최영철²

Forest Structure in Relation to Altitude and Part of Slope in a Valley Forest at Tökyusan Area¹

In-Hyeop Park², Gwang-Sun Moon², Young-Cheol Choi²

요 약

덕유산지역 신대휴게소-지봉 계곡부(해발 750~1,247m)의 해발고와 사면부위에 따른 삼림구조를 조사하기 위하여 해발고와 사면부위에 따라 48개 조사구를 설치·조사하였다. 해발고가 높아질수록 교목층 밀도는 감소하는 반면 평균흉고직경은 증가하는 경향을 보였다. 해발고가 높아짐에 따라 중요치가 증가하는 경향을 보이는 수종은 신갈나무, 고로쇠나무, 들메나무 등이었으며 감소하는 수종은 졸참나무, 박달나무 등이었고, 사면하부에서 상부로 갈수록 중요치가 증가하는 수종은 신갈나무, 노린재나무 등이었으며 감소하는 수종은 층층나무, 들메나무 등이었다. 해발고가 높아질수록 종수, 종다양도, 균재도는 모두 감소하는 경향을 보였다. 정부를 제외한 해발고대간 유사도지수는 55.3~67.1%, 사면부위별 유사도지수는 36.8~71.7%로써 해발고보다 사면부위에 따른 종구성 상태의 차이가 심한 것으로 나타났다. 수종별 중요치에 의하여 cluster 분석한 결과 계곡하부 사면하부의 졸참나무군집, 계곡하부 사면중·상부의 신갈나무-졸참나무군집, 계곡중·상부의 신갈나무-활엽수군집, 계곡정부의 신갈나무-철쭉꽃군집으로 구분되었다.

주요어 : 덕유산, 삼림구조, 해발고, 사면부위

ABSTRACT

The Shindae resting place-Jibong valley forest in Tökyusan area was studied to investigate forest structure in relation to altitude and part of slope. Forty eight quadrats were set up in the valley forest along altitude of 750m to 1,247m and part of the slope. Density of trees in tree strata decreased as increasing elevation, and mean DBH of trees in tree strata increased as increasing elevation. With increasing elevation the importance values of *Quercus mongolica*, *Acer mono*, *Fraxinus mandshurica* increased, while those of *Quercus serrata*, *Betula schmidtii* decreased. As going from lower part to upper part of the

1 접수 1월 15일 Received on Jan. 15, 1994

2 순천대학교 농과대학 College of Agriculture, Suncheon National Univ., Suncheon 540-742, Korea

slope, the importance values of *Quercus mongolica* and *Symplocos chinensis* for. *pilosa* increased while those of *Cornus controversa* and *Fraxinus mandshurica* decreased. The number of species, species diversity and evenness tended to decreased as increasing elevation. The range of similarity indices between elevation belts, and parts of the slope were 55.3~67.1% and 36.8~71.7%, respectively. According to importance value and cluster analysis, the studied valley forest was classified into four forest communities of *Quercus serrata* community of lower part of slope of low elevation belt, *Quercus mongolica-Quercus serrata* community of middle and upper part of slope of low elevation belt, *Quercus mongolica*-deciduous tree species community of middle and high elevation belt and *Quercus mongolica-Rhododendron schlipinbachii* community of the top area.

KEY WORDS: TOKYUSAN, FOREST STRUCTURE, ALTITUDE, PART OF SLOPE

서론

1975년 2월 1일 국립공원으로 지정된 덕유산 국립공원은 동경 127° 37' - 127° 50', 북위 35° 45' - 36° 00'에 위치하고 행정구역상으로는 전라북도 무주, 장수, 경상남도 함양군에 걸쳐 있다. 소백산맥의 중심부에 위치하고 있는 덕유산 국립공원은 219.00km²의 면적으로 주봉인 해발 1,614m의 향적봉과 해발 1,507m의 남덕유산으로 이어지는 해발 1,000m 높이의 30km 능선과 무주 구천동계곡으로 유명하며 최근에는 국립공원내에 국제규모의 스키장과 골프장을 건설하면서 이용객수가 급속히 증가하는 추세이다.

덕유산에 대한 식생연구는 송 등(1987)에 의해 이루어진 바 있으며 송(1990)은 DCCA에 의한 덕유산의 삼림군집과 환경의 상관관계 분석결과 군집분포에 영향을 미치는 제1의 환경요인은 해발고라고 보고한 바 있다. Webster(1961), Katagiri와 Tsutsumi(1978)는 해발고, 사면부위가 높아짐에 따라 특히, 토양수분이 감소하며, 수종별 내성범위의 차이와 종간 경쟁결과 연속된 삼림군집의 구조가 달라진다고 하였다. 따라서 동일해발고에서도 사면부위에 따라 또는 동일사면부위에서도 해발고에 따라 군집구조가 달라질 수 있다.

본 연구는 이러한 관점에서 덕유산지역의 신대휴게소에서 지봉에 이르는 계곡부를 대상으로 해발고와 사면부위에 따른 삼림군집구조를 조사분석함으로써 삼림군집의 현황 및 속성을 파악하고 아울러 관리개선방안에 필요한 자료를 제공하는데 목적이 있다.

조사방법

1. 조사구 설정

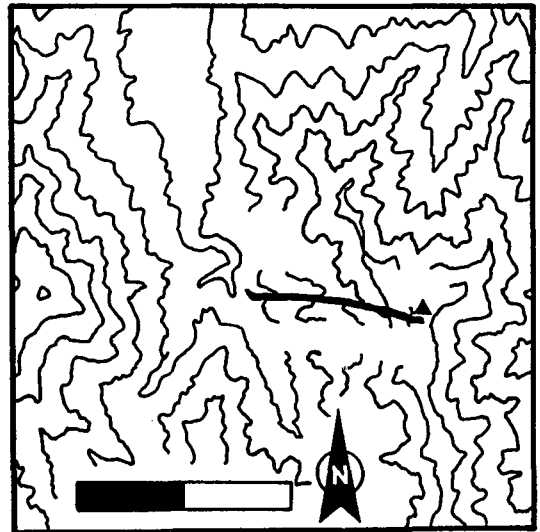


Figure 1. Location map of the sample plots and the study area in Tokyusan National Park

본 연구는 덕유산지역 신대휴게소-지봉 계곡부(750~1,247m)를 대상으로 실시 되었다(Figure 1).

해발고와 사면부위를 고려하여 해발 750m지점에서 해발 1,170m지점까지 30m의 등간격으로 우측사면의 상, 중, 하부에 조사구를 1개씩 설치하였다. 정부의 경우 식생상태가 상이한 점을 고려하여 1,247m지점에 3개조사구를 별도로 설치하였다. 따라서 조사구수는 총 48개 조사구(15해발고×3사면부위+3조사구)가 된다. 조사구의 크기는 10m×10m로 하였다.

2. 식생조사

식생조사는 조사구내에 출현하는 흉고직경 1cm이상의 교목층을 대상으로 교목상, 하층으로 구분하여

수종명, 흉고직경 등을 조사하였다. 식생층의 구분은 흉고직경 1cm이상의 수목군을 교목층으로 하여 교목층 중에서 상층입관을 이루는 수목군을 교목상층, 상층입관하의 수목군을 교목하층으로 하였다. 흉고직경 1cm이하의 수목들인 하층과 초본층은 조사대상에서 제외하였다.

3. 삼림구조분석

삼림군집구조는 해발고도와 사면부위를 고려하여 분석하였다. 해발고는 계곡하부(750~900m), 중부(900~1,050m), 상부(1,050~1,200m)의 3개 150m해발고대와 1,247m의 정부로 구분하였다.

따라서 해발고대별 조사구수는 각각 15개 조사구(5해발고×3사면부위×1조사구)가 되며 정부의 경우 3개 조사구가 된다. 사면부위(상, 중, 하부)별 조사구수는 해발고와 관계없이 각 사면부위에 속하는 조사구 전체로서 각각 15개 조사구(15해발고×1조사구)로 하였다. 해발고대별, 사면부위별 조사구수는 해발고대별로 사면 상, 중, 하부를 구분하여 각각 5개 조사구(5해발고×1조사구)로 하였다.

식생조사결과 얻어진 자료에 의하여 각 종의 상대적인 중요도를 나타내는 척도로서 Curtis와 McIntosh (1951)의 중요치(importance value, IV)를 적용하였다. 종다양성은 종수, 종다양도(species diversity, H'), 균제도(evenness, J')에 의하여 종합분석하였으며 일반적으로 사용되고 있는 Shannon의 수식(Pielou, 1977)을 적용하였다. 조사지간 종구성상의 유사한 정도를 나타내는 척도로서는 Sørensen의 유사도지수(Brower and Zar, 1977)를 사용하였다.

Cluster분석은 조사구별 중요치에 의하여 삼림군집 구분시 비교적 적합한 것으로 보고되고 있는 flexible strategy를 적용하였다(Ludwig and Reynolds, 1988).

결과 및 고찰

1. 삼림개황

Table 1에는 조사지의 해발고대별, 사면부위별의 식생층별 임목밀도, 평균흉고직경과 흉고단면적을 나타냈다. 계곡정부의 경우 수고가 낮아서 식생층이 구분되지 않는 산정부의 전형적인 식생특성을 보였다. 계곡정부를 제외할 때 해발고가 높아짐에 따라 교목층 전체의 밀도는 감소하는 반면 평균흉고직경은 증가하였으며, 흉고단면적의 경우 계곡 중, 상부가 하부에 비하여 높은 것으로 나타났다. Day와 Monk(1974)는 해발고가 증가함에 따라 일반적으로 토양조건 등이 나빠지기 때문에 교목층전체의 경우 흉고단면적과 밀도는 감소한다고 하였다. 본 연구에서 계곡하부의 흉고단면적이 계곡 중·상부에 비하여 낮은 것은 인간의 간섭이 비교적 심했기 때문이라고 추정된다.

2. 종구성

Table 2에서 보이듯이 신갈나무는 계곡 하, 중, 상, 정부에서 모두 중요치가 가장 높게 나타남으로서 계곡부전체로 볼때 우점종이었다. 해발고가 높아짐에 따라 중요치가 증가하는 경향을 보이는 수종은 신갈나무, 고로쇠나무, 들메나무 등이었으며 감소하는 경향을 보

Table 1. Dimension summary of the woody species in relation to altitude and part of the slope.

	Low elev.				Middle elev.				High elev.				Top
	L*	M*	U*	Total	L	M	U	Total	L	M	U	Total	
Canopy													
Density(trees/ha)	620	800	960	794	820	1,060	1,020	967	700	980	760	814	
Mean DBH(cm)	20.5	32.6	23.0	25.6	22.3	26.7	23.3	24.3	26.5	24.1	30.4	26.8	
Basal area(m ² /ha)	27.06	72.95	46.50	48.86	41.77	66.39	55.46	54.57	45.46	52.57	67.13	55.08	
Understory													
Density(trees/ha)	1,740	1,660	4,260	2,555	1,620	1,780	3,640	2,348	1,460	1,420	2,280	1,721	
Mean DBH(cm)	5.1	5.9	4.4	4.9	5.9	7.1	5.2	5.8	6.9	7.5	4.9	6.2	
Basal area(m ² /ha)	5.76	6.59	9.28	7.22	6.58	9.68	10.47	8.91	7.43	10.22	6.25	7.97	
Total													
Density(trees/ha)	2,360	2,460	5,220	3,348	2,440	2,840	4,660	3,315	2,160	4,660	3,040	2,535	4,356
Mean DBH(cm)	9.2	14.6	7.8	9.8	11.4	14.4	9.2	11.2	13.3	14.2	11.3	12.8	7.2
Basal area(m ² /ha)	32.82	79.54	55.79	56.08	48.35	76.07	65.94	63.48	52.89	65.94	73.38	63.05	25.74

* L, M and U are lower, middle, and upper part of the slope, respectively.

이는 수종은 굴참나무, 박달나무 등이었다. 이러한 결과는 가야산지역 계곡부에서 해발고가 증가할수록 신갈나무의 중요치는 증가하는 반면 졸참나무는 감소한다는 박 등(1989)의 보고와 유사한 경향이 있다.

Table 3에서는 해발고와는 관계없이 사면부위별로 산출한 상대우점치를 나타냈다. 계곡부의 계천변 즉, 사면하부에서는 들메나무가 우점종이었으며, 사면 중·상부의 경우 신갈나무가 우점종이었다. 사면 하부에서 상부로 갈수록 중요치가 증가하는 경향을 보이는 수종은 신갈나무, 노린재나무 등이었으며 감소하는 경향을 보이는 수종은 굴참나무, 고로쇠나무, 층층나무, 들메나무 등이었다.

이상을 종합하면 본 조사지의 경우 계곡부 삼림군집을 해발고대에 따라 구분하였을 때 신갈나무가 단일우점종이었으나, 사면부위별로 구분할 경우 사면하부와 사면 중·상부의 우점종이 다르게 나타남으로써 해발고의 차이가 심하지 않은 연속된 계곡부의 종구성 상

태는 해발고보다 사면부위에 따른 차이가 더 큰 것을 알 수 있었다.

3. 종다양성

Table 4에는 해발고대별과 사면부위별 출현종수, 종다양도, 균재도를 나타냈다.

정부를 제외한 해발고대별 종다양도의 범위는 0.9172~1.3753으로 나타났다. 해발고가 높아질수록 종수, 종다양도, 균재도는 모두 감소하는 경향을 보였다. 계곡상부의 종다양도가 계곡중부보다 다소 높은 것은 종수는 적으나 균재도가 높기때문이었다. 식생상태가 상이한 정부를 제외하면 종다양도는 지리산 화엄사와 피아골계곡의 0.903~1.158(박 등, 1991), 백운산지역 신갈나무천연림의 0.6472~1.0628(김 등, 1992)보다 높으며 백운산지역 계곡부 서어나무군집의 1.236~1.403(박, 1986)보다는 다소 낮은 값을 보였다.

Table 2. Importance values of woody species in relation to altitude and part of the slope.

Species	Low elev.				Middle elev.				High elev.				Top
	L*	M*	U*	Total	L	M	U	Total	L	M	U	Total	
<i>Betula davurica</i>	1.5	12.1	7.0	7.6		6.2	0.9	2.6		3.1	3.0	2.2	
<i>Carpinus cordata</i>	2.3		2.2	1.4	4.0	5.2		1.1	6.5			3.6	
<i>Quercus variabilis</i>		2.0	5.5	2.8		1.3		0.4					
<i>Q. mongolica</i>	6.8	25.0	19.2	18.4	4.7	33.8	35.8	26.6	3.2	23.1	22.2	17.1	28.8
<i>Q. serrata</i>	18.4	15.1	6.4	12.3		2.3	1.8	1.4					
<i>Ulmus davidiana</i>	4.4			1.2	14.9			3.9	2.5			0.7	3.6
<i>Magnolia sieboldii</i>	5.5	1.1		1.7	6.0		0.9	2.0	7.3	1.3	5.8	4.7	
<i>Lindera obtusiloba</i>	6.2	4.1	4.5	4.8	1.3	7.1	4.7	4.5	1.5	2.8	3.6	2.7	
<i>Deutzia prunifolia</i>		1.1	0.8	0.6	6.1			1.7	9.0	1.9		3.2	2.1
<i>Prunus sargentii</i>	1.0	2.1	4.3	2.7	5.0	3.9	1.1	3.3		5.0	0.9	2.1	
<i>Maackia amurensis</i>	6.6		1.0	1.9	1.8		0.9	0.8		0.9		0.3	
<i>Staphylea bumalda</i>	2.7		1.3	1.4	5.1			1.3	2.8	2.5		1.6	
<i>Acer mono</i>	1.6			0.4	8.6	6.0		4.4	8.6	13.0	2.8	7.9	
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	1.9	4.4	3.0	3.1	5.7	8.5	4.3	6.0	2.7	1.0	3.0	2.3	1.8
<i>Tilia amurensis</i>	3.1		0.8	1.0		2.8	0.8	1.3			6.3	2.4	
<i>Kalopanax pictus</i>			0.3	0.1	1.1		1.0	0.7		5.0	2.7	2.7	
<i>Cornus controversa</i>	4.9			1.2	8.1		0.8	2.4	8.6	3.7	1.2	4.2	
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		3.0	2.1	1.7				2.6	6.1				
<i>Rh. schlipinbachii</i>			14.4	2.5		1.7	3.3	1.8			1.5	0.6	17.0
<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>	4.9	6.0	5.4	5.4		5.6	8.5	5.3		5.8	5.9	4.3	3.8
<i>Styrax obassia</i>	1.3	10.9	5.1	5.7	2.0	7.7	7.8	6.2	3.0	8.9	3.9	5.4	
<i>Fraxinus mandshurica</i>	5.4		0.8	1.8	11.9	1.1		3.6	28.8	7.9	6.8	13.4	4.8
<i>F. rhynchophylla</i>	2.8	2.1	1.4	2.0	1.0	1.0		0.6					7.1
<i>F. sieboldiana</i>			3.5	1.6		1.0	6.9	3.1				0.4	
<i>Salix hulteni</i>													8.6
Other Species	18.7	11.0	11.0	16.7	12.7	4.8	12.4	12.4	9.4	14.1	30.4	18.2	22.4
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* L, M and U are the same as Table 1.

Table 3. Importance values of woody species by part of the slope.

Species	Lower	Middle	Upper
<i>Betula davurica</i>	0.5	7.2	3.7
<i>Quercus mongolica</i>	4.8	27.5	26.2
<i>Q. serrata</i>	5.2	6.0	3.0
<i>Ulmus davidiana</i>	7.6		
<i>Mangolia sieboldii</i>	6.2	0.8	1.3
<i>Acer mono</i>	6.2	6.2	0.4
<i>Cornus controversa</i>	7.4	1.3	0.5
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	1.7	5.8	6.1
<i>Styrax obassia</i>	2.1	9.0	6.1
<i>Fraxinus mandshurica</i>	15.9	2.9	2.6
Other species	42.4	33.3	50.1
Total	100	100	100

사면부위별 종다양도의 범위는 1.1844~1.3597로 나타났다. 종다양도와 균재도는 사면하부에서 가장 높게 나타났으며 사면상부에 비해 중부의 종수, 종다양도, 균재도가 낮았다. 이것은 사면중부의 경우 소면적으로 드물게 산재해 있는 낙엽송 조림지의 영향으로 판단되며 식물군집의 종다양도는 식물의 생육환경이 나빠지거나 인간의 간섭이 심해질수록 낮아진다는 이(1986)의 보고로 설명할 수 있다.

4. 유사도 지수

Table 5에는 해발고대별과 사면부위별 유사도지수를 나타냈다. 해발고의 차이가 커질수록, 그리고 사면하부에서 상부로 갈수록 유사도지수가 감소하였다. 사면하부와 중부, 하부와 상부, 중부와 상부의 유사도지수는 각각 43.4, 36.8, 71.7%로 사면하부와 중부보다 사면 중부와 상부의 유사도지수가 높게 나타났다. 환경조건이 상이한 정부를 제외한 해발고대간 유사도지수는 55.3-67.1%의 범위를 보였으며 사면부위간 유사도지수는 36.8-71.7%의 범위를 보였다. 해발고대간 유사도지수의 범위보다 사면부위간 유사도지수의 범위가 더 큰 것은 해발고보다 사면부위에 따른 종구성상태의 변화가 더 크기 때문이라고 할 수 있다.

5. Cluster 분석

Figure 2에서는 해발고대별, 사면부위별의 수종별 중요치에 의하여 cluster분석한 결과를 보였다.

Cluster분석결과와 해발고대별, 사면부위별 중요치(Table 2)를 종합하면 본 조사지는 계곡하부 사면하부의 졸참나무군집(군집 A), 계곡하부 사면중·상부

Table 4. Various diversity indices in relation to altitude and part of the slope.

	No. of species	Species diversity (H')	Evenness (J')
District			
Elevation			
Low	43	1.3753	0.8419
Middle	42	1.3152	0.8102
High	38	1.3360	0.8457
Top	14	0.9172	0.1997
Slope			
Lower	42	1.3597	0.8376
Middle	34	1.1844	0.7734
Upper	43	1.3275	0.8127

Table 5. Similarity indices(%) between elevation belts and between parts of the slope.

Elevation	Low	Middle	High
Middle	67.1		
High	55.3	62.6	
Top	36.5	46.0	33.3
Part of the slope	Lower	Middle	
Middle	43.4		
Upper	36.8	71.7	

Table 6. Correlation among the importance values of the major woody species.

Species	Bd	Qm	Qs	Ud	Am	Rs	So
Qm	.						
Qs	.	.					
Ud	.	.	.				
Am			
Rs		
So	+	
Fm	.	-

* -, + : significant at 5% level

. : not significant at 5% level

Bd: *Betula davurica*, Qm: *Quercus mongolica*

Qs: *Quercus serrata*, Ud: *Ulmus davidiana*

Am: *Acer mono*, Rs: *Rhododendron schlipinbachii*

So: *Styrax obassia*, Fm: *Fraxinus mandshurica*

의 신갈나무-졸참나무군집(군집 B), 계곡중·상부의 신갈나무-활엽수군집(군집 C), 계곡정부의 신갈나무-철쭉군집(군집 D)으로 구분할 수 있었다.

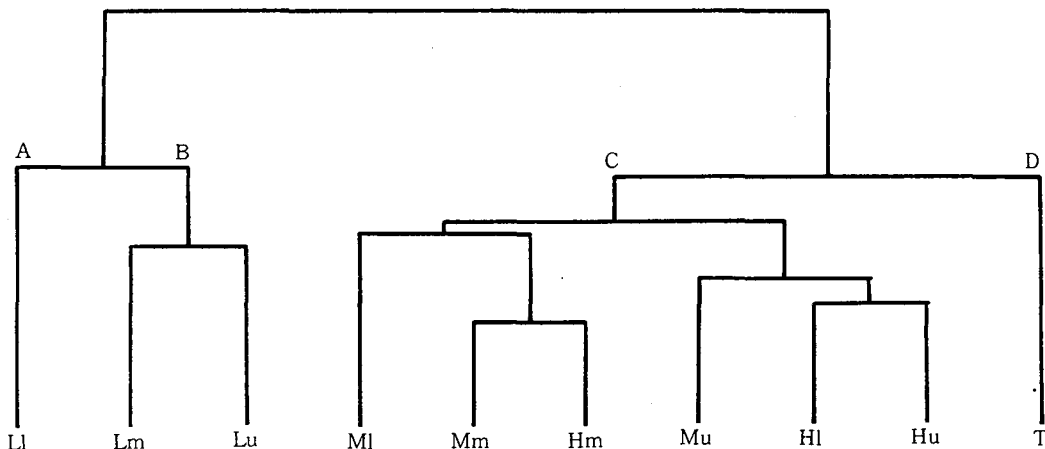


Figure 2. Dendrogram of cluster analysis of ten sites in the studied forest. L, M, H and T are low, middle, high elevation and top of the altitudinal gradient, and l, m and u are lower, middle, upper part of the slope, respectively.

6. 종상관

Table 6에서는 조사구별 주요수종의 중요치에 의한 상관관계를 나타냈다.

박달나무는 쪽동백나무와 유의적인 정의 상관을 보였으며 신갈나무는 들메나무와 유의적인 부의 상관을 보였는데 이것은 박달나무와 쪽동백나무는 사면중부에서 집중적으로 나타나 동질적인 지위를 갖는 것으로 판단되며 들메나무는 사면하부에서 우점종인 반면 신갈나무는 사면 중·상부에서 우점종이기 때문이라고 할 수 있다.

인용문헌

- 건설부 (1988) 덕유산국립공원계획. 건설부, 270쪽.
- 김갑덕, 김태욱, 김준선 (1991) 전남 백운산 별채지역의 삼림생태계 천이에 관한 연구(1). 서울대농대연습보고 27:54-64.
- 박인협 (1986) 백운산지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대 박사학위 논문, 48쪽.
- 박인협, 조재창, 오충현 (1989) 가야산지역 계곡부와 능선부의 해발고와 사면부위에 따른 삼림구조. 응용생태연구 3(1): 42-50.
- 박인협, 최영철, 조우 (1991) 지리산국립공원 화엄사 계곡 및 피아골 계곡의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 5(1):42-53.
- 이경재 (1986) 남산공원의 자연환경실태 및 보전대책. 서울특별시보고서, 78쪽.

송호경 (1990) DCCA에 의한 계룡산과 덕유산의 삼림군집과 환경의 상관관련 분석. 한국임학회지 79(2): 216-221.

송호경, 우인식, 이수욱, 민일식, 남이 (1987) 분류법과 서열법에 의한 덕유산 삼림식생 연구. 충남대학교 환경연구보고 5: 59-73.

Brower, J. E. and J. H. Zar (1977) Field and laboratory methods for general ecology. Wm, C. Brown Company Publ., Iowa, 194pp.

Curtis, J. T. and R. P. McIntosh (1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496.

Day, F. P. and C. D. Monk (1974) Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. Ecology 55(5):1064-1074.

Katagiri, S. and T. Tsutsumi (1978) The relationship between site condition and circulation of nutrients in forest ecosystem(V). The difference in nutrient circulation between stands located on upper part of slope and lower part of slope, J. Jap. For. Soc. 60:195-202.

Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds (1988) Statistical ecology. John Wiley & Sons, New York, 337pp.

Pielou, E. C (1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.

Webster, G. L (1961) The Altitudinal limits of vascular plants. Ecology 42(3): 587-590.