

曹溪山地域 森林群集의 植物社會學的 研究¹

金 泰 旭²

A Phytosociological Study of Natural Forest Communities at Mt. Jokye Area¹

Tae Uk Kim²

要 約

曹溪山地域 海拔 200m 지점에 위치하고 있는 連續된 森林群集內에서 遷移段階를 고려하여 소나무林, 소나무-참나무類-서어나무林, 참나무類-서어나무林을 對象으로 遷移段階에 따른 森林群集의 構造와 屬性的의 變化를 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 遷移段階가 높아짐에 따라 喬木層의 密度는 減少하는 傾向을 보였다. 2. 遷移段階가 높아짐에 따라 種多樣度는 增加하는 反面 優占度는 減少하였다. 出現種數는 喬木上層의 混濁度가 높을수록 많은 傾向을 보였다. 3. 直徑分布型은 S型에 가까운 分布型을 보였다. 4. 本 調査地의 경우 喬木類의 遷移는 소나무林, 소나무-참나무類-서어나무林, 서어나무-참나무類林으로 進行되고 있었으며 서어나무가 極相林을 이룰 것으로 推定했다. 5. 참나무類가 陽衡의 潤葉樹林으로서 純林을 이루지 못하는 것은 遷移의 進行速度가 빠른 溪谷部 森林群集의 特征이라고 사료된다.

ABSTRACT

Considering the seral stage of succession, phytosociological analysis was carried out to investigate the structure and property of community of *Pinus densiflora*, *Pinus densiflora-Quercus* spp.-*Carpinus laxiflora*, and *Quercus* spp.-*Carpinus laxiflora*. The study area included a section of 200m high at the sea level in Mt. Jokye, Seungju-gun, Chunlanam-do.

The results show that density of forest trees tended to be decreased, Shannon species diversity index increased, and dominance decreased as seral stage progressed. Patterns of DBH class distribution showed nearly S types. In the study area succession of forest community might progressed toward climax, leading from *Pinus densiflora* community to *Quercus* spp.-*Carpinus laxiflora* community with intermediary *Pinus densiflora-Quercus* spp.-*Carpinus laxiflora* community. The fact that there was no pure community of *Quercus* spp. might be due to the rapid development of forest community investigated.

Key words: *Pinus densiflora*, *Quercus* spp., *Carpinus laxiflora*,

¹ 接受 10月 29日 Received on October 29, 1987

² 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National Univ., Suwon, Korea.

緒 論

植生과 環境의 相互作用에 의하여 發生하는 植生 遷移에 있어서 喬木類의 遷移段階는 陽樹의 針葉樹林, 陽樹의 闊葉樹林을 거쳐 極相인 陰樹의 闊葉樹林으로 進行하며, 各 遷移段階의 특징수종은 氣候條件에 의하여 구분되는 植生帶에 따라 다르다는 것이 일반적인 事實이다.

韓國의 植生帶는 Yim(1977)의 보고에 의하면 溫量指數에 따라 亞高山帶林, 冷溫帶林, 暖溫帶落葉 闊葉樹林, 暖溫帶常綠闊葉樹林의 4個로 구분할 수 있으며, 冷溫帶林의 구역이 가장 넓은 것을 알 수 있다. 冷溫帶林의 경우 喬木類의 遷移段階는 朴(1981), 宋(1985), 任等(1981)의 연구를 종합하면 소나무林, 참나무類林의 段階를 거쳐서 서어나무林이 極相林을 이루는 것이 일반적인 경향이다.

本 研究은 全羅南道 昇州郡에 位置하고 있으며 冷溫帶林에 속하는 曹溪山 海拔 200 m 지점의 연속된 森林群集內에서 遷移段階를 고려하여 소나무林, 소나무-참나무類-서어나무混濻林, 참나무類-서어나무混濻林을 대상으로 遷移段階에 따른 森林構造의 變化 및 屬性을 조사 분석하는데 目的이 있다.

材料 및 方法

1. 調查地 概況

本 研究은 曹溪山地域 선암사 下部 溪谷의 海拔 200 m 지점에서 실시하였다(그림 1).

調查區의 設定은 連續된 森林群集內에서 遷移段階를 고려하여 소나무林, 소나무-참나무類-서어나무林, 참나무類-서어나무林을 각각 調查區 1, 2, 3으로 하였다. 表 1에서 보이듯이 調查區 1, 2, 3은 모두 南西斜面의 완경사지에 위치하고 있다.

表에는 제시하지 않았으나 1980~85년의 5年間 昇州郡 氣象資料에 의하면 年平均氣溫은 14.3

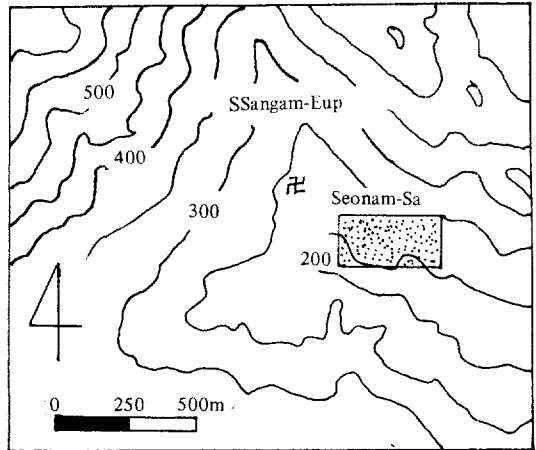


Fig. 1. Location of study area

℃, 降水量은 1,361.8 mm이었다.

2. 調查方法

소나무林, 소나무-참나무類-서어나무混濻林, 참나무類-서어나무混濻林內에 任意로 各各 5個 調查區로써 nested-quadrat method에 의해 調查區를 設定하였다. 調查區의 크기는 喬木上, 下層 10 m×10 m, 灌木層 5 m×5 m로 하였다. 植生層의 區分은 Monk等(1969)의 方法을 참조하여, 胸高直徑 2 cm 이상의 樹木群을 喬木層으로 하였고, 喬木層中에서 上層林冠을 이루는 樹木群을 喬木上層, 上層林冠下의 樹木群을 喬木下層으로 하였다. 灌木層은 胸高直徑 2 cm 미만 樹高 30 cm~3 m의 樹木群으로 하였다.

植生調查는 喬木上, 下層의 경우 各 調查區內 林冠高, 樹種, 胸高直徑 等を 조사하였다. 灌木層은 樹種, 被度 等を 調查하였다.

植生調查 結果 얻어진 자료에 의하여 植生層別 各種의 重要度を 나타내는 尺度로써 Curtis와 McIntosh(1951)의 重要值(importance value)를 使用하였다. 種多樣性은 Shannon의 種多樣度와 均在度, Simpson의 優占度에 의하여 종합 분석하였다

Table 1. Site conditions of the investigated districts

Plot No.	Aspect	Altitude (m)	Slope (°)	Soil depth	Soil moisture	Soil texture
1	SW	200	10	Deep	Moderate	Sandy loam
2	SW	200	5	Deep	Moderate	Sandy loam
3	SW	200	5	Deep	Moderate	Sandy loam

(Pielou, 1975).

結果 및 考察

1. 植生概況

調査區別, 樹冠層別 植生概況은 表 2에 나타냈다. 調査區 1, 2, 3 즉, 소나무林, 소나무- 참나무類-서어나무混濬林, 참나무類-서어나무混濬林으로 遷移段階가 높아짐에 따라 喬木上層의 密度는 105, 68, 60本/500m²로 감소하는 것으로 나타났다. 平均 胸高直徑, 平均林冠高, 즉 個體木의 크기는 調査區 2, 3, 1의 順이었으며, 密度와 胸高直徑의 綜合적인 표현인 胸高斷面積도 同一한 順이었다. 個體木의 크기와 胸高斷面積이 調査區 2가 가장 높은 값을 보인 것은 直徑分布(表 5)에서 보이듯이 胸高直徑 30cm 이상의 大徑木의 밀도가 비교적 높기 때문이며, 大徑木을 제외하면 平均胸高直徑, 胸高斷面積은 調査區 1, 2, 3 즉, 遷移段階가 높아짐에 따라 감소하는 경향을 보이는 것으로 推定된다.

喬木下層의 경우 調査區 2가 調査區 1, 3에 비하여 密度는 높은 반면 平均胸高直徑, 平均樹高 즉, 個體木의 平均 크기는 작았다. 密度와 胸高直徑의 綜合적인 표현인 胸高斷面積은 調査區 2에서 가장 높은 값을 나타냈다.

喬木上, 下層을 綜合해 보면 喬木層의 全體密度는 調査區 1, 2, 3에서 각각 190, 185, 148本/500m²로써 遷移段階가 높아짐에 따라 감소하는 경향

을 보이며, 胸高斷面積은 調査區 1, 2, 3에서 각각 1.466, 2.931, 2.670 m²/500 m²로써 調査區 2가 가장 높은 값을 보이는 것을 알 수 있다.

灌木層에서는 調査區 2가 調査區 1, 3에 비하여 密度, 平均樹高, 被도가 모두 높은 값을 보였다. Augspurger(1984)는 喬木層의 被도가 높을수록 下層樹木들은 光條件이 나빠지기 때문에 灌木層의 密度는 감소한다고 하였다. 本 調査에서 調査區 2의 胸高斷面積이 가장 큰 값을 보임에도 불구하고 灌木層의 密度가 높은 것은 Augspurger(1984)의 연구결과와는 다른 경향을 보이는 것으로서, 이러한 이유는 調査區 2의 喬木上層의 경우 大徑木 密度가 비교적 높은 반면 全體密度가 낮기 때문이라고 사료된다.

2. 種構成

表 3에서는 調査區別, 樹冠層別, 樹種別 重要值을 나타냈다.

調査區 1에서 소나무의 重要值은 喬木上, 下層에서 각각 95.0%, 61.0%로써 調査區 1은 소나무 純林인 것을 알 수 있다. 소나무를 제외한 喬木上層의 出現種으로는 상수리나무의 重要值가 5.0%로써 드물게 分布하고 있었다. 喬木下層의 경우 優占種인 소나무를 제외할 때 柞木, 노각나무, 서어나무, 진달래가 重要值 10% 内外로서 비교적 重要值가 높은 樹種이었다. 灌木層에서는 철쭉, 조록싸리, 띠죽나무가 각각 重要值 29.0, 21.5, 19.0%로써

Table 2. Dimension summary of studied forest by stratum

	Plot No.		
	1	2	3
Canopy			
Density (trees/500m ²)	105	68	60
Mean DBH (cm)	12.1	19.6	19.3
Mean canopy height (m)	10	12	11
Basal area (m ² /500m ²)	1.269	2.681	2.465
Understory			
Density (trees/500m ²)	85	117	88
Mean DBH(cm)	5.2	4.4	5.0
Mean height (m)	4.8	4.5	5.0
Basal area (m ² /500m ²)	0.197	0.250	0.205
Shrub stratum			
Density (trees/500m ²)	600	1,675	525
Mean height	1.5	1.8	1.5
Coverage (%)	19.6	75.1	52.6

Table 3. Importance percentage of woody species

Species	1			2			3		
	C	U	S	C	U	S	C	U	S
<i>Pinus densiflora</i>	95.0	61.0		34.0	10.5				
<i>Carpinus laxiflora</i>		8.0		18.5	42.5		35.5	41.5	22.5
<i>Quercus variabilis</i>				22.0			35.0	3.0	
<i>Quercus acutissima</i>	5.0		11.0	8.5	2.0		4.0		
<i>Quercus serrata</i>				4.0	1.0		20.0	1.5	
<i>Castaena crenata</i>				11.5					6.5
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		8.0	5.5			1.5			
<i>Rhododendron schlippenbach</i>		4.0	29.0		2.0	20.0			
<i>Styrax japonica</i>	10.0	19.0		1.5	8.5	3.5		3.5	
<i>Styrax obassia</i>					1.0			3.5	2.5
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>					5.0	3.0		3.0	2.5
<i>Rhus verniciflua</i>					5.5	2.0		11.5	
<i>Rhus trichocarpa</i>						1.5			4.5
<i>Fraxinus sieboldiana</i>					4.5	9.0		1.5	6.5
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>									3.0
<i>Lindera obtusiloba</i>					1.0	3.0			2.5
<i>Lindera erythrocarpa</i>						1.0			
<i>Acer palmatum</i> var. <i>palmatum</i>			5.5		7.0	7.0		4.0	8.0
<i>Prunus sargentii</i>					1.5			7.0	
<i>Meliosma myriantha</i>					4.5		5.5	12.0	1.5
<i>Stewartia koreana</i>		9.0							
<i>Diospyros lotus</i>					1.0				
<i>Viburnum erosum</i>			8.5			9.0		1.5	13.0
<i>Lespedeza maximowiczii</i>			21.5			3.5			4.5
<i>Indigofera kirilowi</i>						2.0			
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>						2.5			4.5
<i>Smilax china</i>						2.5			2.0
<i>Ilex macropoda</i>						1.0			
<i>Ilex macropoda</i> for. <i>pseudomacropoda</i>						1.0			
<i>Albizia julibrissin</i>						1.0			1.5
<i>Alangium platenifolium</i> var. <i>macrophylla</i>						1.0			
<i>Philadelphus schrenskii</i>									4.0
<i>Euonimus sieboldianus</i>									1.5
<i>Euonimus sachalinensis</i>									2.0
<i>Sapium japonicum</i>									13.5
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

C: canopy U: understory S: shrub stratum

층을 이루고 있으며, 갈참나무, 덜꿩나무가 重要值 10% 内外로써 比較的 重要值가 높은 樹種이었다.

調査區 2에서는 喬木上層의 경우 굴참나무, 갈참나무, 졸참나무의 참나무類, 소나무, 서어나무가 混淆하고 있으며 산밤나무의 重要值도 11.5%로써 비교적 높은 것으로 나타났다. 喬木下層에서는 서어나무의 重要值가 42.5%로써 優占種을 이루고 있으며, 소나무, 패죽나무, 단풍나무의 重要值도 各各

10.5, 8.5, 7.0으로써 비교적 높았다. 灌木層의 경우 철쭉의 重要值가 20.0%로써 主를 이루고 있으며, 重要值가 10% 内外인 樹種은 쇠물푸레나무, 덜꿩나무, 단풍나무 등이었다.

調査區 3에서는 喬木上層의 경우 서어나무와 굴참나무, 졸참나무 등의 참나무類가 混淆하는 것으로 나타났다. 喬木下層에서는 서어나무의 重要值가 41.5%로써 優占하고 있었으며 옻나무, 나도밤나무

무가 重要值 10% 内外로써 비교적 높은 값을 보였다. 灌木層의 경우 서어나무의 重要值가 22.5% 로써 주를 이루고 있었으며, 덜꿩나무, 단풍나무의 重要值도 10% 内外로써 비교적 높은 값을 보였다.

調査區 1, 2, 3 즉, 遷移段階가 높아짐에 따라 重要值가 증가하는 樹種은 서어나무, 굴참나무, 졸참나무, 나도밤나무 등이었으며, 감소하는 樹種은 소나무, 갈참나무, 패죽나무 등이었다. 調査區 1, 2, 3 에서 공통적으로 출현하는 樹種은 서어나무, 갈참나무, 패죽나무, 단풍나무, 덜꿩나무, 조록싸리 등이었다. 調査區 1에서만 출현하는 樹種은 노각나무이었고, 調査區 2에서만 출현하는 樹種은 고욤나무, 땅비싸리, 청대팻집나무, 비목, 박쥐나무이었다. 調査區 3에서만 출현하는 樹種은 곶판나무, 참빗살나무, 사할주나무, 회나무이었다.

3. 種多樣性

表 4에서는 調査區別 出現種數, 種多樣度, 優占度, 均在度を 나타냈다.

全體出現種數는 調査區 1, 2, 3에서 各各 10, 29, 25種으로 調査區 2, 3, 1의 順으로 많았다. 이러한 경향은 遷移段階가 높아질수록 木本類 全體 出現種數가 증가한다는 朴(1986), Whittaker(1965)의 연구결과와는 다른 것으로서, 本 調査의 경우 調査區 2의 出現種數가 調査區 3 보다 많은 이유는 소나무-참나무類-서어나무混濬林으로서 遷移段階의 中間過程에 있는 森林群集의 특징이라고 사료된다.

調査區 1, 2, 3으로 감에 따라 全體種多樣度는 各各 0.8391, 1.1273, 1.1329로써 증가하는 반면 優占度는 各各 0.168, 0.110, 0.099로써 감소하는 것으로 나타났다. Odum(1971)은 遷移가 進行됨에 따라 綜合的인 環境條件은 向上되겨, 生態的 地位는 分化되고, 따라서 種多樣性은 증가한다고 하였으며, Whittaker(1965)는 森林群集의 種多樣性은 少數의 優占種들에 의하여 조성되는 環境條件에 대한 優占種外的 種들의 生態的 地位의 分化程度에 따라 다르다고 發表하였다. 이러한 관점에서 볼 때 調査區 1, 2, 3으로 감에 따라 種多樣度는 증가하며 優占度는 감소하는 것은 種多樣性의 증가를 의미한다고 할 수 있다.

本 調査地의 경우 全體 種多樣度는 0.8391~1.1329이었는데, 이것은 설악산 森林群集 1.092~1.430 (Choi & Yim, 1984), 계룡산 森林群集 1.120~1.179 (宋, 1985), 백운산 森林群集 1.236~1.403 (朴, 1986)에 비하여 다소 낮은 것을 알 수 있다.

4. 直徑分布

그림 2에서는 調査區別 木本類 全體의 3cm 胸高直徑級에 따른 密度 對數值의 變化를 보였다.

Johnson & Bell(1975)은 天然林에서 自然間伐에 의하여 直徑級이 증가할수록 密度가 감소한다고 하였으며, Kimura 等(1982)은 直徑級의 증가에 따른 密度 減少曲線은 L型이 標準型이라고 하였다. Goff & West(1975)는 密度의 對數值를 使用했을

Table 4. Values of various diversity indices for woody species

Plot	Stratum	Number of species	Shannon diversity index (H')	Simpson dominance index (λ)	Evenness (J')
1	Canopy	2	0.0832	0.905	0.2764
	Understory	6	0.6189	0.287	0.7953
	Shrub	7	0.7228	0.223	0.8552
	Total	10	0.8391	0.168	0.8391
2	Canopy	7	0.6304	0.279	0.7459
	Understory	14	0.9280	0.300	0.8096
	Shrub	21	1.0710	0.117	0.8100
	Total	29	1.1273	0.110	0.7708
3	Canopy	5	0.5503	0.317	0.7873
	Understory	13	0.8631	0.199	0.7748
	Shrub	16	1.0495	0.097	0.8715
	Total	25	1.1329	0.099	0.8104

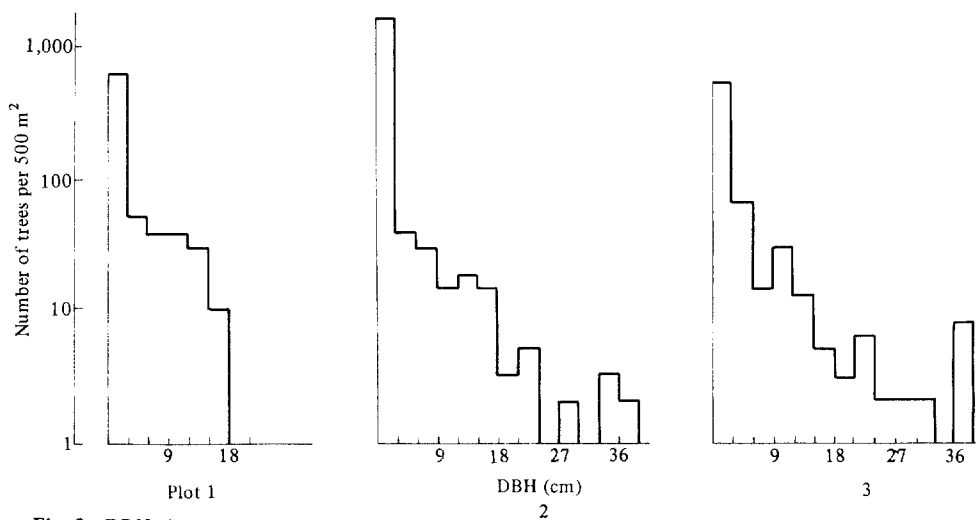


Fig. 2. DBH class distribution of woody species

때 直徑分布의 경향을 효과적으로 파악할 수 있으며, 일반적인 異齡林에서는 小徑木과 大徑木의 枯死率이 높기 때문에 S型이 된다고 報告하였다.

本 調査 結果 대체로 S型에 가까운 경향을 보였으나 調査區 1의 경우 胸高直徑級 18 cm 이상의 個體가 出現하지 않았으며, 調査區 2, 3의 경우 各胸高直徑 24, 33 cm 이상에서 不連續的인 分布를 보였다.

表 5에서는 調査區別, 主要樹種別, 3 cm 胸高直

徑級別 密度를 나타냈다.

소나무純林인 調査區 1에서 胸高直徑 3 cm 미만인 소나무 稚樹가 出現하지 않는 것은 소나무의 天然更新이 이루어지지 않는 것으로서 他群集으로의 變化를 시사해 준다고 할 수 있다. 소나무-참나무類-서어나무混濬林인 調査區 2의 경우 소나무의 胸高直徑 3 cm 미만의 稚樹가 出現하지 않았으며, 참나무類는 不連續的인 分布를 하는 것으로 나타났다. 서어나무의 경우 비교적 連續的인 分布를 하고

Table 5. DBH class distribution of tree species

(unit: No. of trees per 500m²)

Plot species	DBH class										
	< 3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30	30 <
1 <i>Pinus densiflora</i>		25	40	45	25	10					
<i>Carpinus laxiflora</i>			5								
<i>Quercus</i> spp.					5						
Other species	380	255									
Total	380	280	45	45	30	10					
2 <i>Pinus densiflora</i>		3	8	10	8	7	3	2		2	
<i>Carpinus laxiflora</i>	324	30	12	5	5	2					2
<i>Quercus</i> spp.	106	5			2	2					10
Other species	1286	27	10		5	3		3			
Total	1716	62	22	15	12	7		3			12
3 <i>Carpinus laxiflora</i>	132	20	7	18	7	5	2	2			
<i>Quercus</i> spp.		2	2	3	5		3	3	2	2	8
Other species	410	28	7	5	3						
Total	542	50	16	26	15	5	5	5	2	2	8

있으며 稚樹의 發生도 양호한 것을 알 수 있다. 이러한 이유는 소나무의 경우 점차 쇠퇴해가고 있으며, 참나무類는 稚樹의 發生은 비교적 양호한 반면 喬木下層으로의 移入時 서어나무와의 競爭에서 지기 때문이라고 할 수 있다. 참나무類가 胸高直徑級 12~18 cm, 30 cm 以上の 個體木이 出現하는 것은 光條件이 양호한 곳에 선택적으로 分布하기 때문이라고 사료된다.

서어나무-참나무類混濬林인 調查區 3에서는 참나무類의 경우 胸高直徑 3cm 미만의 稚樹가 發生하지 않았으며 서어나무는 天然更新 상태가 양호한 것으로 나타남으로써 서어나무林으로 進行될 것을 推定할 수 있다.

이상을 종합할 때 本 調查地의 경우 喬木類의 遷移는 소나무林, 소나무-참나무類-서어나무混濬林, 서어나무-참나무類混濬林 段階를 거쳐 서어나무林이 極相林이 될 것으로 사료된다. 참나무類純林이 하나의 遷移段階를 이루지 못하는 것은 本 調查地가 溪谷部에 위치하는 것을 고려할 때 토양조건이 비교적 양호한 지역의 특징이라고 사료되며, 이러한 이유는 토양조건이 양호하여 遷移의 進行速度가 빠르기 때문이라고 推定된다.

引用 文 獻

1. Augspurger, C.K. 1984. Seedling survival of tropical tree species: Interaction of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. *Ecology* 65(6): 1705-1712.
2. 朴仁協. 1981. 경기도지방 赤松林의 植物社會學的 研究. 서울大 碩士學位論文. 54 pp.
3. 朴仁協. 1986. 白雲山地域 天然林生態系의 森林構造 및 物質生産에 關한 研究. 서울大 博士學位論文. 48 pp.
4. Choi, K.R., and Y.J. Yim. 1984. On the dominance-diversity in the forest vegetation of Mt. Seolag. *Kor. J. Bot.* 27(1):25-32.
5. Curtis, J.T., and R.R. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32:476-496.
6. Goff, F.G., and D. West. 1975. Canopy-understory interaction effects on forest population structure. *For. Sci.* 21:98-108.
7. Johnson, F.L., and D.T. Bell. 1975. Size-class structure of three streamside forests. *Amr. J. Bot.* 62(1):81-85.
8. Kimura, M., M. Funakoshi, S. Sudo, T. Masuzawa, T. Nakamura, and K. Matsuda. 1982. Productivity and mineral cycling in an oak coppice forest 2. Annual net production of the forest. *Bot. Mag. Tokyo* 95:359-373.
9. Monk, C.D., G.I. Child, and S.A. Nicholson. 1969. Species diversity of a stratified oak-hickory community. *Ecology* 50(3):468-470.
10. Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of ecology.* W.B. Saunders Co., Ltd., Philadelphia. 574pp.
11. Pielou, E.C. 1975. *Ecological diversity.* John Wiley & Sons, New York. 165pp.
12. 宋鎬京. 1985. 鷄龍山 森林群集型과 그의 構造에 關한 研究. 서울大 博士學位論文. 54 pp.
13. Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147:250-259.
14. 任慶彬·李景宰·金用植. 1981. 솔잎혹파리被害赤松林의 生態學的 研究. *韓林誌* 52: 58-71.
15. Yim, Y.J. 1977. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsula. Ph. D. Thesis, Osaka City Univ., Japan. 126pp.