

光陵 森林群集內 主要 樹種의 直徑階分布에 關하여

金 允 東  
(西江大學校 生物學科)

Size-distribution for Major Tree Species in Kwangnung  
Forest Communities

Kim, Yoon Dong  
(Department of Biology, Sogang University, Seoul)

ABSTRACT

In this sampling obtained 7,108 measurements for all trees larger than 2.5cm (1.0 inch) dbh from seven stands in Kwangnung. In terms of similarity indices seven stands are classified into three kind of forest coniferous, mixed, and broad-leaved forest communities. For ten major tree species in a three forest communities the size distributions are studied. Two forms of size distributions were observed : (1) linear relationships of log numbers of stem vs. size indicating stable size distributions; (2) convex to bell shaped size distributions reflecting declining populations with a low natality rate.

Survivorship analyses showed that successional trends seem to be: *Pinus densiflora*→*Quercus aliena* and *Q. serrata*→*Carpinus laxiflora*→*C. erosa*→*Acer pseudo-sieboldianum* var. *Koreanum*. These results agree with the results from ordination method. An alternate pathways that *Pinus koraiensis* seems to be replaced by *C. laxiflora* were observed. It seems that successional trend is not unidirection, but rather multi-directional.

緒 論

식물의 群集構造나 遷移에 關한 研究는 比較적 많다. 그러나 植物種集團에 대한 研究는 最近에 시작했으며 그 中 Daubenmire(1968)는 植物群集에서 植物種集團의 年令分布를 살핌으로써 植物群集의 遷移狀態를 알아보고자 한 바 있다.

年令分布에서 모든 年令階에 걸쳐 나이에 무관하게 일정한 死亡率을 지닌 種集團을 stable age distribution 이라 한다. 연속적인 年令階에서 개체수의 分布狀態는 geometric series를 나타내므로 半常用對數用紙에서 직선을 나타낸다(Daubenmire, 1968; Krebs, 1972; Jackson and Faller, 1973). 種集團의 成長率은 주로 出生率과 死亡率의 두 가지 인자에 의하여 결정되는데 만약에 出生率이 증가하면 더 어린 것들이 많아져서 inverted-J 모양을 나타내게 되며 반대로 出生率이 감소

하면 어린 것의 수가 줄어서 불룩한 모양 또는 종모양을 나타낼 것이다(Leak, 1975).

이러한 population dynamics는 외부적인 간섭(동물, 곤충, 사람 등에 의하여)을 받아서 種集團의 크기에 변동을 나타내는 群集에는 적용할 수 없다(Leak, 1975).

그래서 本 研究는 比較적 잘 보존되어 왔고, 외부간섭을 그리 받아오지 않은 光陵林業試驗場內의 자연림 안에서 발달 정도가 다른 몇 개의 群集을 대상으로 하였다. 이 지역에 있어서 이미 植物群集의 遷移에 關한 研究가 있으나(Oh, 1959), 本 研究에서는 각 가지 種들이 森林群集에 따라서 survivorship curves가 어떻게 나타나는가를 살핌으로써 이곳에 있어서의 森林植物의 遷移를 알아보고자 하였다. 또한 ordination 方法에 의하여 몇 가지 森林植物 사이의 관계도 살펴보고자 하였다.

地況 및 氣候概況

光陵試驗林은 北緯 37°45' 東經 127°10' 즉 한반도의 거의 중앙에 위치하며 광주산맥의 一支脈에 들어있다. 山勢가 여러 方向으로 뻗었고 그 지형도 매우 복잡하고 急峻地도 있기는 하나 경사가 비교적 완만한 사면이 많고, 試驗林 중앙을 남북으로 흐르는 永醴川流域에는 넓은 평지가 있다.

土壤은 주로 풍화된 片麻岩砂礫에 腐植土가 혼합된 것으로 특히 永醴川流域의 평지에서부터 소리봉, 峯嶺의 山腹一帶의 완사면은 腐植土가 깊을 뿐만 아니라 습도도 높은 비옥한 土壤이 발달되었다(農事院林業試驗場, 1959).

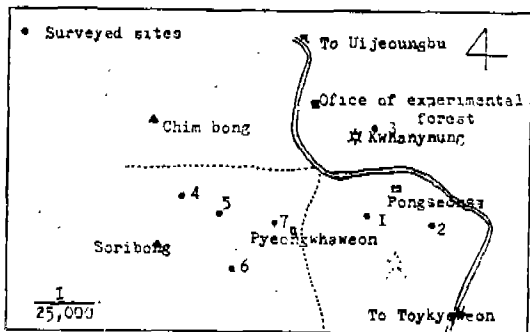
오전 10시의 年평균 기온이 11.2°C, 年평균 최고 기온이 15.9°C, 年평균 최저 기온이 2.0°C로 서울과 별 차이가 없으나 최저 기온은 光陵이 서울보다 낮다. 이 령계 주야 기온차가 현저하므로 청량리에서는 4월 중순에 서리가 그치는데 光陵은 5월 중순에 서리가 그치며 첫 서리는 모두 10월 초순에 시작된다. 年 강수량은 1245.5mm로 溫帶闊葉林 즉 夏綠林을 형성하기에 족한 양이다(農事院 林業試驗場, 1959).

調査場所

Site 1: 봉선사로부터 南西方向으로 약 600m 떨어져 있는 곳이며 활엽수와 침엽수의 混合林으로 針葉樹로는 소나무(*Pinus densiflora*), 전나무(*Abies holophylla*), 잣나무(*Pinus koraiensis*) 등이 많고 闊葉樹로는 까치박달(*Carpinus erosa*), 서나무(*C. laxiflora*) 등이 많으며 光陵川의 서부에 주로 分布되어 있다.

Site 2: 봉선사에서 東南方向으로 약 600m 떨어져 있는 24林班內에 있으며 소나무가 자라고 있는 순수한 針葉樹林으로 관목층은 없고 開放樹冠을 이루고 있다.

Site 3: 陵 뒤의 19林班內에 있으며 針葉樹와 潤葉



Map 1. Map of Kwhangnung experimental forest. Numbers indicate survey sites.

樹의 混合林으로 서나무와 소나무가 가장 많았다.

Site 4: 소리봉 北東斜面에 位置한 42林班內에 있으며 까치박달이 제일 많이 자라고 있고 學術 參考林으로 保存되어 온 典型的인 溫帶 闊葉樹林이다.

Site 5: Site 4에 있는 것과 類似한 植物群落으로 前者보다 東쪽에 있는 43과 39林班內이다.

Site 6: 경화원에서 南西方向으로 約 600m 떨어져 있는 곳으로 소리봉 東斜面이고 44林班內이며 闊葉樹와 針葉樹의 混合林이다.

Site 7: 경화원에서 西쪽으로 約 100m 떨어진 곳으로 40林班內이며 闊葉樹와 針葉樹의 混合林으로 잣나무와 까치박달이 많다.

方 法

1. 標葉方法

各 場所에서 15m×15m quadrat를 grid pattern으로 site 2에서는 93개의 plot를 site 3에서는 110개의 plot를 설치하고 나머지 場所에서는 100個씩을 設定하였다.

dbh가 2.5cm(1.0 inch) 이상되는 나무를 地表로부터 1.35m 높이에서 0.25cm(0.1 inch) 눈금까지 測定하여 種名과 dbh를 記錄하였다. 但 site 7에서는 重要的 11種만 測定 對象으로 삼았고 그 以外的 場所에서는 모든 種을 對象으로 하였다. Site 7의 野外調査는 1977年 6월에 그리고 그 以外的 場所에서는 1976年 7월에 施行했다.

2. 分析方法

各 場所의 植物群集들은 Brays와 Curtis(Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974)의 similarity index를 使用 比較하였다(Table 1).

$$IS_{bc} = \frac{\sum M_w}{100}$$

Table 1. Matrix of indices of dissimilarity (ID) and similarity (IS) in percent for the 7 stands

Stand No.	1	2	3	4	5	6	7	IS value
1	—	32.1	65.0	47.2	44.9	60.5	61.7	
2	67.9	—	32.6	4.8	3.5	21.1	8.5	
3	35.0	67.4	—	32.5	41.1	61.7	55.0	
4	52.8	95.2	67.5	—	85.1	56.3	63.5	
5	55.1	96.5	58.9	14.9	—	53.8	61.6	
6	39.5	78.9	38.3	43.7	46.2	—	56.3	
7	38.3	91.5	45.0	36.5	38.4	43.7	—	
ID value								

Table 2. Number of trees for ten major tree species in each site

Species	Site No.						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Pinus densiflora</i>	63	308	161	6	3	48	8
<i>P. koraiensis</i>	70	18	93	1	6	49	248
<i>Abies holophylla</i>	89	42	79			165	3
<i>Quercus serrata</i>	22	4	146	72	66	73	92
<i>Q. aliena</i>	12		28	26	30	142	72
<i>Carpinus laxiflora</i>	78	3	251	135	161	314	101
<i>C. erosa</i>	118	3	89	462	552	180	329
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i> var. <i>koreanum</i>	10		20	66	107	75	57
<i>Cornus controversa</i>	12			92	38	30	13
<i>C. officinalis</i>	13		9	34	107	69	21

여기서  $IS_{bc}$ 는 similarity index이고  $M_w$ 는 비교하고자 하는 兩쪽 林內에 共通으로 나타난 各 가지 種의 定量的인 量을 比較하여 작은 쪽의 값을 취한 것이다. dissimilarity index (ID) 값은  $ID=100-IS$ 에 의하여 計算했다.

Table 1에서 混合林인 site 1, 3, 6, 7들 사이의 IS값이 크므로 하나의 森林群集으로 合치고 純粹한 闊葉樹林인 site 4와 site 5 사이에 IS값이 85.1이나 되므로 하나로 合쳐서 結局 3 가지의 森林群集으로 區分하여 各森林群集마다 survivorship curve를 求하였다.

나이의 直徑은 比例한다는 假定下에 (Daubenmire, 1968) 直徑階를 比較하고자 한다. Size-class의 間隔을 크게 하면 이와같은 假定의 타당성이 높아질 것으로 생각된다. 까치박달, 서나무, 좁은 단풍나무(*Acer pseudo-sieboldianum* var. *Koreanum*), 산수유나무(*Cornus officinalis*), 층층나무(*C. controversa*)는 6.4cm (2.5 inch) 間隔으로 찰참나무(*Quercus serrata*), 갈참나무(*Q. aliena*), 소나무, 전나무, 잣나무는 9.9cm (3.5 inch) 間隔으로 dbh를 區分하여 나무의 數를 세었다. 各 直徑階마다 直徑이 작은 것으로부터 큰 順序로 1부터 番號를 붙여서 이 番號를 縱軸으로 하고 橫軸은 logarithmic scale로 하여 各 直徑階內의 나무의 數 /km<sup>2</sup>를 표시하여 survivorship curve를 求하였다.

3. Polar ordination study

Bray와 Curtis(Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974)의 方法에 依하여 各 森林群集을 ordination 하였다. Table 1에서 가장 큰 dissimilarity 값을 나타내는 森林群集은 X軸의 兩端 基準點으로 하고 이들 사이의 dissimilarity값을 X軸 兩端의 거리 L로 하였

다. 各 植物群集의 X값은 다음式에 依하여 求하였다.

$$X = \frac{L^2 + (dA)^2 - (dB)^2}{2L}$$

여기서 dA는 X軸의 基準 森林群集(A)와 X값을 求하고자 하는 任意의 森林群集間의 dissimilarity 값이고 dB는 X軸의 다른 한 끝의 基準 森林群集(B)와의 dissimilarity 값이다.  $e^2 = (dA)^2 - X^2$ 式에서  $e^2$ 값을 모든 森林群集을 대상으로 구하여 가장 큰 값을 갖는 森林群集을 Y軸의 한 끝의 基準으로 삼고 이 森林群集과 X값이 가까우면서 dissimilarity가 比較的 큰 森林群集을 Y軸의 다른 한쪽 基準으로 하였다. 이 兩 森林群集間의 dissimilarity값을 L'라 하였다. X값을 求한 것과 마찬가지로 다음式에 依하여 Y값을 計算하였다.

$$Y = \frac{(L')^2 + (dA')^2 - (dB')^2}{2L'}$$

여기서 dA'과 dB'은 Y값을 求하고자 하는 任意의 森林群集과 Y軸의 兩端의 基準 森林群集들과의 dissimilarity index 값이다. X와 Y값을 plot하였다.

結果 및 論議

1. 針葉樹林內 各種 喬木의 survivorship curve

Fig. 1에서 소나무는 curve의 稜樣이 불룩한 形態로 나타나는 것을 볼 수가 있으며 이것은 이 地域에서 소나무가 繼續 增加하지 못하여 後繼木이 감소되어 있는 것으로 群集이 發達해감에 따라 다른 種류의 群集으로 바뀌어질 것이라는 豫測을 자아내게 한다. 特別히 이 地域에서 野外觀察時 소나무의 苗木은 거의 볼 수가 없었으며 草本層에는 싹참나무(*Quercus mongolica*)의 苗

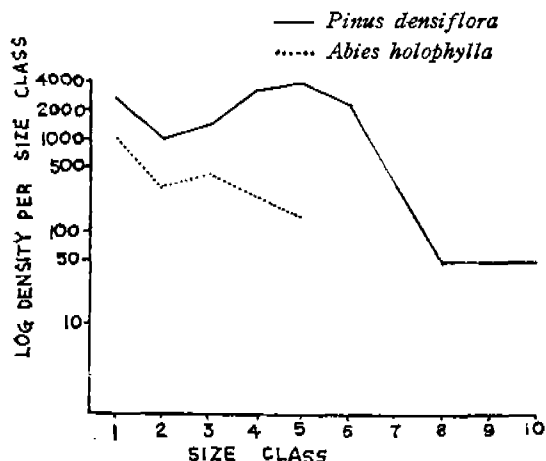


Fig. 1 Survivorship curves for the two major species of coniferous forest type as based on a plot of numbers of trees per km<sup>2</sup> (log) over size class.

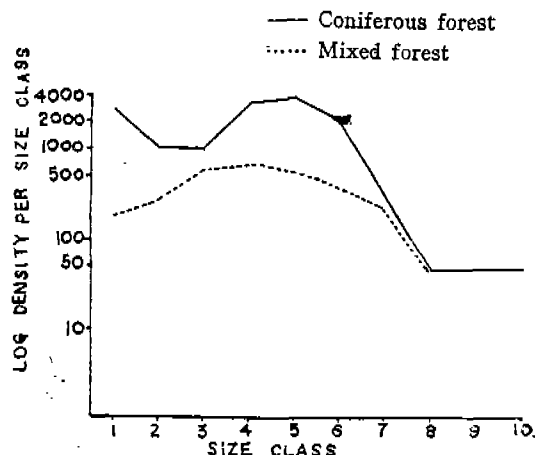


Fig. 2 Survivorship curves for *Pinus densiflora* in the two forests as based on a plot of numbers of trees per km<sup>2</sup> (log) over size class.



Photo 1. The mixed forest behind Kwhangnung Tombs.



Photo 2. The broad-leaved forest.

木이 많이 있던 점으로 신갈나무 群集으로 變해갈 것으로 생각된다. 소나무와 전나무의 두 번째 直徑階에 있어서 密度的 減少를 볼 수 있다. 전나무와 소나무의 curve를 比較하면 전나무는 거의 直線에 가까우므로 이 地域에 있어서 이 나무의 後繼木이 계속 자라고 있는 것으로 豫測된다. 그런데 이 地域에서는 아직 樹冠이 密閉되지 않음으로 地表面까지 비교적 많은 日光이 照여지는 것으로 보아 소나무의 後繼木이 없는 이유가 光不足 때문인지 또는 水分이나 窒養素에 對한 다른 種과의 競爭 때문인지는 알 수 없다.

Fig. 2에서 소나무의 survivorship curve가 針葉樹林內에서 보다 混合林內에서 더 불룩한 模樣인 것으로 미루어 소나무가 主種인 침엽수림에서 소나무가 점점 줄고 闊葉樹가 많아질 것으로 생각된다. 混合林에서 1-4까지의 直徑階가 變차로 減少된 이러한 推測을 더욱 굳게 뒷받침해 준다. 소나무에서 참나무로 遷移

한다는 것은 이미 알려져 있다(오계철, 1958; Oh, 1959). Photo. 1에서는 稜 嶺의 混合林內에서 소나무가 죽어가며 어린 소나무들은 거의 볼 수가 없다.

**B. 混合林內 各種喬木의 survivorship curve**

Fig. 3에서 소나무의 survivorship curves의 模樣이 가장 불룩한 形態이므로 소나무가 pioneer species로 생각된다. 이것은 이전의 觀察과 一致한다.

졸참나무와 갈참나무의 survivorship curve가 불룩한 模樣을 나타낸 것으로 보아 서로 비슷한 successional behavior를 나타낸다고 생각된다. 그러나 直徑階 1에서 졸참나무가 갈참나무보다 더 많고 2 直徑階를 통하여 졸참나무가 갈참나무보다 더 많은 것으로 졸참나무가 좀 더 늦게 나타나는 것 같다(Fig. 4).

Fig 4에서는 졸참나무와 갈참나무의 survivorship curves가 비슷하며 混合林과 闊葉樹林內에서 모두 불룩한 模樣이고 闊葉樹林內에서는 불룩한 程度가 더욱

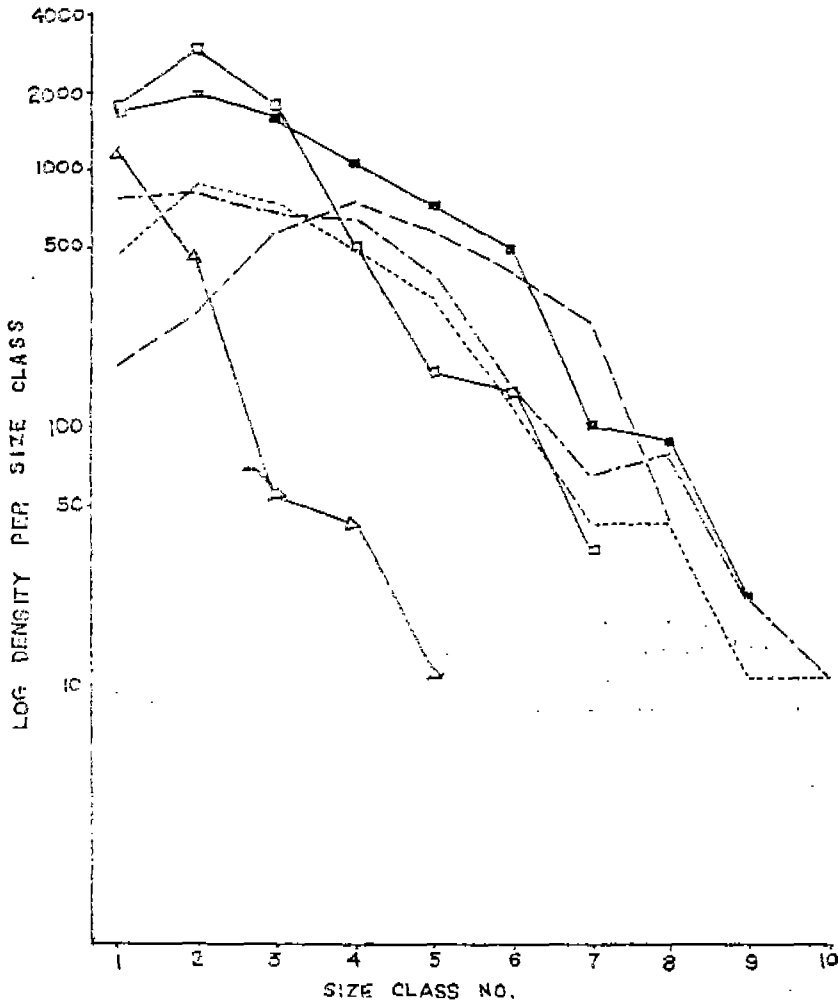


Fig. 3. Survivorship curves for six major tree species in the mixed forest as based on a plot of numbers of trees per km<sup>2</sup> (log) over size class □—□, *Carpinus erosa*; ■—■, *C. laxiflora*; —·—, *Quercus serrata*; ....., *Q. aliena* △—△, *Acer pseudo-sieboldianum* var. *koreanum*; ---, *Pinus densiflora*.

심하며, 참나무의 survivorship curve가 混舍林內에서 이미 불룩한 模樣으로 되어 있으므로 이 나무가 針葉樹林內에서 混舍林을 이룬 後 針葉樹가 완전히 없어지기 전에 다른 種類의 闊葉樹에 依하여 代置되어 가는 것으로 생각된다. Photo. 2에서 보는 바와 같이 까치박달과 서나무가 主種인 闊葉樹林 內에서 참나무가 죽어가고 이것의 後繼木이 없으므로 이 種은 서나무나 까치박달에 比하여 先驅種이라 볼 수 있다.

Fig. 3에서 까치박달은 거의 直線을 나타내므로 stable age distribution을 이루고 있는 것 같으며 이 種集團은 이곳 育地와 平衡狀態에 있다고 생각된다

(Jackson and Faller, 1973). 이러한 點으로 까치박달은 極相種이라 推測된다(Daubenmire, 1968). 그림 3에서 서나무의 curve는 까치박달의 curve에 比하여 불룩한 모양이므로 前者는 後者에 比하여 先驅種인데 이 두 種集團은 상당히 오랜 時間 共存하면서 까치박달로 代置될 것으로 본다. 이것은 混舍林內와 闊葉樹林 內에서 서나무의 survivorship curve를 比較하면 curve의 模樣의 變化가 적은 點과 闊葉樹林 內에서도 이 種集團이 많이 存在하는 것으로 알 수 있다(Figs.3 및 6). Fig. 3에서 좁은 단풍나무의 curve도 直線을 나타내므로 stable age distribution을 이루고 있는 것으로 짐작된다.

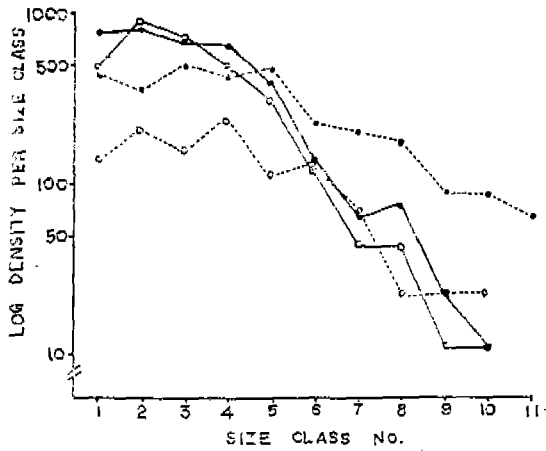


Fig. 4. Survivorship curves for *Quercus serrata* and *Q. aliena* in the mixed and broad-leaved forests as based on a plot of numbers of trees per km<sup>2</sup> (log) over size class. ·—·, *Q. serrata* in the mixed forest; ·····, *Q. serrata* in the broad-leaved forest; ○—○, *Q. aliena* in the mixed forest; ○····○, *Q. aliena* in the broad-leaved forest.

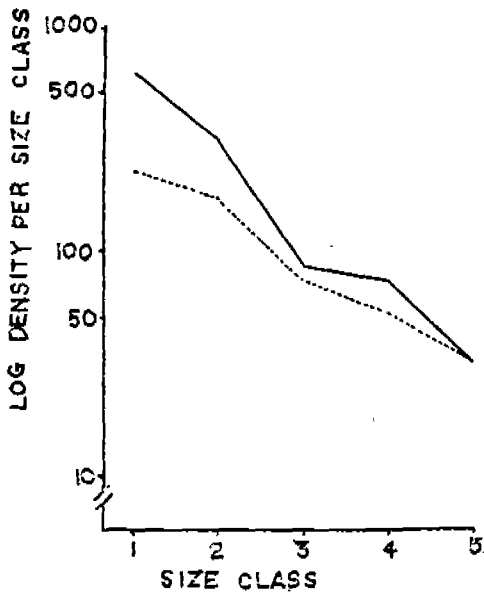


Fig. 5. Survivorship curves for *Cornus officinalis* and *C. controversa* in the mixed forest as based on a plot of numbers of trees per km<sup>2</sup> (log) over size class numbers: —, *C. officinalis*; ····· *C. controversa*.

Fig. 5에서 산수유 나무와 층층나무의 survivorship curve가 類似하며 이들은 直線을 나타내므로 育地와 平衡狀態에 到達되었으며 亞喬木層을 이루고 있는 極相種으로 생각된다.

3. 闊葉樹林內 各種 喬木의 survivorship curve

Fig. 6에서 보는 바와 같이 서나무 以外의 다른 種集團의 survivorship curve는 直線을 나타내므로 이 種集團들은 極相種이라고 본다. 가지박달이 極相種으로서의 特性을 나타내나 直徑階 1의 減少는 注目할만한 現象이다. 이 直徑階에 屬한 集團에 對한 詳細한 研究가 望望된다. 서나무의 直徑階 8에서의 減少는 이 時期에 어떤 外部干涉이 있었던 탓이 아닌가 여겨진다.

점점 群集이 成熟하여 樹冠이 發達함에 따라 耐陰性이 強한 나무들만 살아남게 될 것이다. 闊葉樹林이 점점 成熟되면서 繼續 느리게나마 種組成의 變化가 생기며 耐陰性이 弱한 種은 없으며 耐陰性이 強한 種이 增加하여 後者의 重要置가 增加하게 될 것이다. 混合林과 闊葉樹林을 比較하면 極相種들의 survivorship curve의 模樣의 變化는 없지만 이 極相種들의 密度는 闊葉樹林內에서 더 높다. 그리고 이 極相種들 사이의

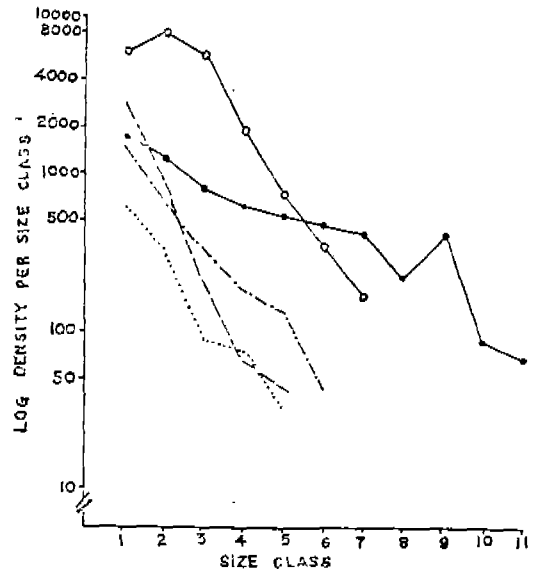


Fig. 6. Survivorship curves for five major tree species of the broad-leaved forest as based on a plot of numbers of trees per km<sup>2</sup> over size class. ○—○, *Carpinus erosa*; ·—·, *C. laxiflora*; — —, *Acer pseudo-sieboldianum* var. *koreanum*; - · - ·, *Cornus controversa*; ·····, *Cornus officinalis*.

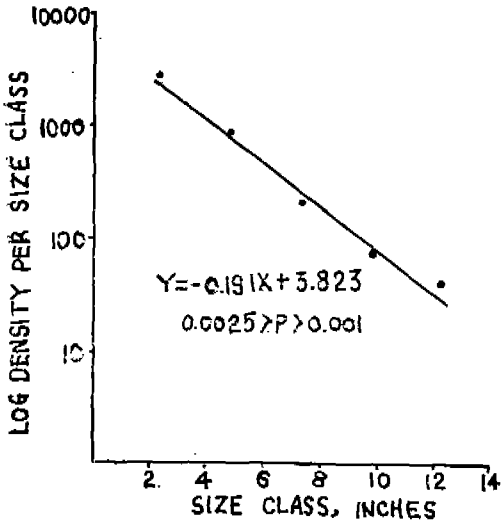


Fig. 7. Relation between numbers of trees per km<sup>2</sup> and size classes.

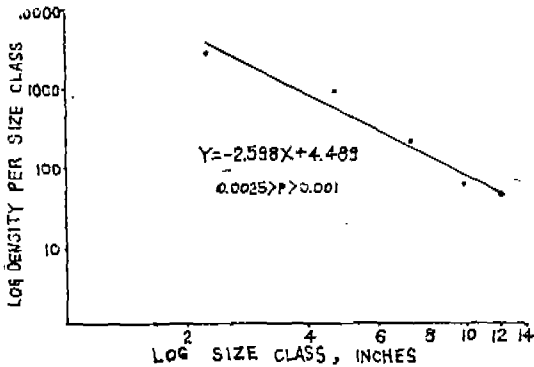


Fig. 8. Relation between numbers of trees per km<sup>2</sup> and size classes.

遷移順序를 알아보기 위해서는 size-association 分析을 試圖해 볼만 하다고 생각된다(Zedler and Goff, 1973).

4. Survivorship curve에 對한 考察

Leak(1975)는 Hett(1971)가 提案한 power function model을 나무의 survivorship curve에 適用하여 맞는다고 하였는데 이것은 나무가 나이가 들면서 死亡率이 減少한다는 뜻인데 本 結果는 半常用對數關係에서 여러種의 survivorship curve가 直線을 나타내므로 negative exponential model과 一致하였다. 闊葉樹林內的 좁은 단풍나무에 두 model을 적용하여 比較하였다(Figs. 7 및 8). Fig. 7은 半常用對數紙에 그린 것이므로 negative-exponential model을 適用한 것이고, Fig. 8은 兩常用對數紙에 그린 것이므로 power function model

을 適用한 것이다. 두 그림을 比較하면 前者의 경우가 F값이 약간 크기는 하나 어느 model을 適用하여도 相關없다고 본다. 이것은 나이에 따라 死亡率의 變化가 있더라도 無視할 수 있을 程度로 작다는 것을 意味한다. Negative exponential model은 死亡率이 나이에 따라 一定하다는 것이며 나이와 種集團 크기 사이의 關係를 數式으로 表示하면  $\frac{dy}{dx} = -\gamma \cdot y$  (但, y는 나이 x에서의 個體數,  $\gamma$ 은 死亡率)로 되며 power function model은 死亡率이 나이가 들면서 점점 減少한다는 假定이므로  $\frac{dy}{dx} = -\gamma' \cdot \frac{y}{x}$ 로 表示된다. 故로 一般적으로 苗木과 成熟老木은 다른 成熟時期에 있는 나무에 比較하여 死亡率의 差異가 있을 것으로 여겨진다. Emlen(1970)은 나이가 들면서 死亡率이 점점 減少하다가 老木이 되어서는 增加한다고 하였다. Hett(1971)는 나이에 따라 死亡率의 變化가 심한 苗木을 對象으로 하였으므로 power function model이 더 잘 맞는다고 생각되며 本 研究는 2.5cm 이상의 나무를 擇하였으므로 나이가 들면서 死亡率의 變化는 심하지 않을 것으로 생각되어 negative exponential model을 適用하였다. 더군다나 死亡率이 나이가 들면서 一定하게 減少하는 것이 아니라 減少하다가 增加하므로 一定하게 取扱하는 것이 더 妥當하다고 생각된다.

5. Ordinaion 結果에 對한 考察

Fig. 9에서 森林群集이 4群으로 區分되는 것을 볼 수가 있으며 앞서 말한 遷移에 관한 結果로 보아 遷移의 過程이 原點에 있는 森林群集에서부터 右側上端의 森林群集으로 進행되어 가는 것으로 생각되며 原點에

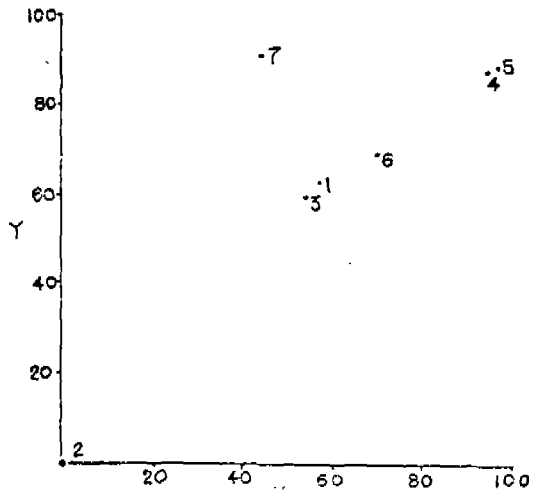
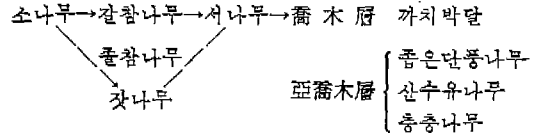


Fig. 9. Ordination of X and Y values of the seven stands. Numbers indicate the number of the stands.

는 森林은 土壤이 알고 乾燥하며 소나무가 主종인 葉樹林이고 가운데 있는 森林은 混合林이며 土壤의 肥沃度가 중간쯤 될 것으로 생각되며 右側 上端에 있는 것은 가장 濕한 소리봉 北斜面에 있는 闊葉林이고 이곳에 humus가 많아 土壤의 肥沃度도 높 것으로 생각된다. 그리고 中央 上端에 있는 森林 No. 7은 混合林이며 重要値는 잣나무, 까치박달의 順序이다. 이곳의 環境은 다른 混合林과 다를 것으로 생각되며 環境條件의 차이가 무엇인가에 對하여 좀 더 研究하면 잣나무 種集團과 環境과의 關係를 理解하는 도움이 될 것으로 여겨진다. 비슷한 日光下에 있는 種의 이러한 差異는 잣나무가 이곳 土壤에 미친 影響으로 생긴 것으로 推測된다. 이 森林群集에서의 主要 種의 survivorship curve는 Fig. 10과 같다.

잣나무 種集團의 survivorship curve는 불룩한 模樣으로 後繼木이 점점 없어져 이 種集團은 이 地域에서 없어지고 서나무와 까치박달의 survivorship curve는 直線에 가까우므로 서나무 다음 까치박달의 順序로 行되어 가는 것으로 생각된다. 森林들을 Fig. 9의 點에 있는 것에서부터 右側 上端에 있는 順序로 羅列했다. 이 順序로 配列한 各森林에서 가장 큰 重要値를 갖는 種을 擇하여 羅列했다. 이리하여 얻은 種의

順序는 survivorship curve의 分析에 依하여 얻어진 遷移의 順序와 一致한다. 지금까지의 結果를 綜合하면 이 地域에서의 遷移의 過程은 다음과 같을 것으로 생각된다.



極相林에서 까치박달의 아래層에 좁은 단풍나무, 산수유나무, 층층나무가 자라고 있다. 위의 模式圖에서 까치박달로 向하여 遷移의 過程이 進行되어 가는 것 같으며 잣나무 種集團에서 서나무로 가는 다른 pathway도 있는 것으로 미루어 보아 어느 하나의 一定한 順序로만 遷移되는 것이 아니라고 여겨진다. 오히려 여러 다른 方向에서 한 方向을 向하여 進行된다고 생각된다. 이것은 環境이나 種子의 傳播等에 依한 差異에 그 原因이 있는 것으로 여겨진다. Ordination의 結果에서도 잣나무의 重要値가 가장 큰 값을 지닌 森林인 stand No. 7은 다른 混合林과는 떨어져 있으므로 環境의 差異가 많다고 생각된다(Fig. 9). Size-association 分析에 依하면 잣나무와 갈참나무는 서로 分離(divergence)하고 있는 경향을 나타냈다. 이렇게 여러 方向으로 갈라지는 現象을 Stout 등(1975)은 環境의 差異나 干涉의 差異에 依하여 나타난다고 報告하였다.

本 研究의 計劃과 結果分析 및 원고의 교정을 보아 주신 吳桂七 先生님께 진심으로 感謝의 뜻을 표하며 수일간 힘들여 野外調査를 한 서강대학교 생물학과와 물리학과 學友들에게 感謝하며 많은 식물표본을 同定하여 주신 朴萬奎 先生님께 깊은 感謝의 뜻을 표한다.

### 參考文獻

정태현. 1965. 한국식물도감 식물편(목·조분류) p. 1824. 문교부.  
 Danbenmire, R. 1968. Plant Communities: A Textbook of Plant Synecology. p. 300.  
 Emlen, J.M. 1970. Age specific and ecological theory Ecology 51: 558-601.  
 농사원 임업시험장, 1959. 광농 임업시험요람. p. 118.  
 Hett, J.M. 1971. A dynamic analysis of age in sugar maple seedlings. Ecology 52: 1071-1074.  
 Huntsberger, D.V. 1961. Elements of statistical inference. p. 291.  
 Jackson, M.T. and A. Faller. 1973. Structural analysis and dynamics of the plant communities of Wizard Island, Crater Lake National Park. Ecological Monographs 43: 441-461.  
 Krebs, C.J. 1972. Ecology, Herper & Row p. 694.

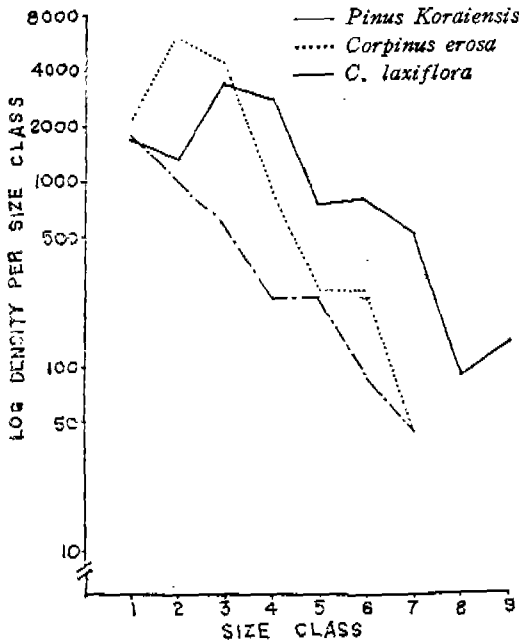


Fig. 10. Survivorship curves for three major tree species in the stand No. 7 as based on a plot of numbers of trees per km<sup>2</sup> over size class.



- Leak, W.B. 1975. Age distribution in virgin red spruce and northern hardwoods. *Ecology* 56: 1451—1454.
- Meelinger, M.V. and S.J. McNaughton. 1973. Structure and function of successional vascular plant communities in Central New York. *Ecological Monographs* 43: 161—182.
- Mueller-Dombois, D. and M. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. p. 547. Wiley.
- Oh, K.C. 1959. Synecological studies on several forest communities in Kwangnung. Theses Collection Chungang University 4: 497—511.
- Stout, B.B. and J.M. Deschenes, and L.F. Ohmann. 1975. Multi-species model of a deciduous forest. *Ecology* 56: 226—231.
- Zedler, P.H. and F.G. Goff. 1973. Size-association analysis of forest successional trends in Wisconsin. *Ecological Monographs* 43: 79—94.

(1977년 9월 15일 접수)