

針葉樹 同齡 人工林內 個木들의 底積面積頻度分布에  
依據한 種內競爭에 대한 考察

吳 桂 七  
(西江大學校 理工大學 生物學科)

**A Consideration on Intraspecific Competition with Particular  
Reference to Basal Area-class Structure of Even-aged  
Coniferous Monocultures**

**Oh, Kye Chil**

(Department of Biology, Sogang University, Seoul)

**ABSTRACT**

Girth at breast height was measured to test skewness ( $g_1$ ) and kurtosis ( $g_2$ ) of frequency distribution of the basal area in terms of  $t$ -test and Kolmogorov-Smirnov test for a total of forty six monocultures within Sudong and Kwangnung area in central part of Korean peninsula in 1979 and 1980. The monocultures are about 10 to 50 years old, and four kinds: *Pinus koraiensis*, *Larix kaempferi*, *Abies holophylla* and *Pinus rigida*. Most of the sample sizes per site were ranged 70 to 110 excluding 4 sites. The number of classes interval was based on Sturges rule for each monoculture and was ranged from 5 to 10. In Sudong the range of age(yr) and basal area ( $\text{cm}^2/\text{tree}$ ) of the monocultures were from 10 to 20 and from 27.60 to 383, for Kwangnung they were from 15 to 47 and mostly 102.15 to 619.14, respectively. All 43 monocultures except 1 showed  $+g_1$ , which ranged from 0.3 to 2.2 except six sites. Of the total 46 sites, 23 sites showed significant  $+g_1$  which includes about 10 year-old monoculture. The number of classes interval with significant positive skewness ranged from 6 to 9. The data suggest that intraspecific competition in terms of stand structure seems to appear from about 10 year-old monocultures, and it may even last to about 50 year-old one. Around 24 monocultures showed nonsignificant  $-g_2$  except one. Most  $-g_2$  ranged from -0.12 to -0.83. Around 20 monocultures showed positive  $g_2$  ranging from +0.13 to +3.841. Of the 22  $+g_2$ , majority of 11 were very highly significant. Of all monocultures only 5 showed significant result from Kolmogorov-Smirnov test. Of the 4 species, *Larix kaempferi* seems to show density stress first then *Abies holophylla*, and *Pinus koraiensis* last. Data of this study indicate that adequate number of classes intervals and sample sizes for studying intraspecific competition in terms of

1980년도 문교부 학술연구조성비의 보조를 받은 論文임.

basal area are 6 to 9 and 80 trees rather than 12 and 100 trees, respectively. It also suggests that most of the frequency distribution of basal area class are trimodal rather than bimodal under density stress. It is proposed that the leptokurtic distribution appears before normal distribution rather than direct change from platykurtic to normal distribution of basal area for selected stages in the development of stands.

## 緒 論

Clements에依하던 共通된 資源을 두 個體 以上の 植物이 同時에 利用하고 있는 경우 특히 그 中의 어느 한 要因의 供給量이 需要量보다 적을 경우 이들 사이에 競爭이 일어나게 된다고 한다(Donald, 1963). 이 定義는 애매하고 多義的이어서 Harper(1977)는 서로 이웃한 個體 사이에 觀察될 수 있는 生長이나 生産力의 減少를 나타내는 現象을 指稱하는 表現으로서 競爭의 干涉이라는 用語를 쓰고 있다. 여하튼 近接한 個體들 사이의 負影響(negative effect)을 研究하는 것은 매우 어려우며 특히나 어떤 個體의 成長 資源의 減少, 및 다른 個體의 比較生長率의 低下 사이의 因果關係를 實證하기란 매우 힘들다.

그래서 競爭이 일어나고 있다고 豫想되는 與件下에서의 種集團의 個體들의 水平的 分布상태나, 個體植物의 形態上的 特徵등을 同種으로된 集團을 대상으로 연구하여왔다. 그러기 위하여 栽植密度를 달리한 人工集團(Koyama and Kira, 1956; Ford, 1975)이나, 自然生 同種 異齡集團(Ford, 1975; Mohler *et al.*, 1978)의 個體들의 水平的 微分布上的 規則 分布 여부(Greig-Smith, 1964; Philips and MacMahon, 1981)나, 比較生長率과 시초직경계나 樹長(草長) 사이의 相關關係(Kuroiwa, 1960; Ford, 1975) 및 近接 2 個體간의 거리와 2 나무의 총 周徑 사이의 相關關係(Pielou, 1961)등을 究明하여 왔다. 또한 研究對象群集이 density stress 下에 있는가의 여부를 密度依存的 死亡現象의 有無(Davidson and Donald, 1958), 그리고 個體植物들의 形態上的 變化상황 즉 plastic response(Harper, 1967)의 有無를 통하여 살펴보았다.

특히 直徑階나 樹周階를 橫軸으로 삼고 각 階群에 屬하는 個體數를 나타내는 頻度 分布圖가 競爭이 있을 때 positively skew(skewed to right)하고 bimodal 分布를 나타낸다는 主張은 理論的(Koyama and Kira, 1956) 栽植實驗(Koyama and Kira, 1956; Ford, 1975) 및 自然植生(Mohler *et al.*, 1978)을 대상으로 한 研究結果에 바탕을 두고 있다. 특히 bimodal 分布에 대하여는 後記 研究인 Ford와 Mohler의 報告에서 明確히 하고 있다.

筆者는 前記 두 가지 分布가 果然 혼하게 나타나고 있는지 여부를 알아 보기 위해 되도록 여러 나이의 많은 種類의 造林地의 樹木을 대상으로  $g_1$  값을 求하고 統計學的인 有意性을 檢定하여 보았다. 또한 이때 枯死木이 생기기 시작한다는 그들의 主張의 사실여부도 銳意 確認하여 보았다. Ford(1975)는 頻度 分布圖 作成時 群(級)의 數를 12 개 以上으로 삼았을 경우에만  $g_1$  이 + 값을 나타낸다고 主張하고 있어 이것의 사실 여부도 살펴 보았다. 또한 Ford(1975)가 主張한 度頻 分布圖의 platykurtic 分布 즉 bimodal 分布의 出現 여부도 살펴보고  $-g_2$ 의 統計學的 有意性도 檢定하여 보았다. 本 研究에서 對象으로 삼은 樹種은 前記한 어느 研究者의 그것과도 다 다르다.

## 方 法

標本蒐集. 京畿道 楊州郡 水洞面 內와 이에 隣接한 榛接面 林業試驗場안에서 比較的 random 하게 各 地所마다 약 80 個木(數個所 除外)을 선정하고 이들의 直徑을 1979 및 1980 年 여름에 측정하였고, 동시에 이들 各 地所의 概況을 살펴 보았다(Tables 1, 2).

Table 1. Characteristics of the study sites in the Sudong area

Site No.	Species <sup>a</sup>	Geographic N	Position E	Aspect	Slope (degree)	Altitude (sea level, m)
1979 A	L	37°42'10"	127°19'22"	NE 15°	20	140
B	K	41'46"	19'10"	N	22	150
	L			N	22	150
1	L	42'41"	19'46"	SW 70°	26	140
2	K	42'59"	19'53"	SW 85°	22	170
5	K	42'43"	18'29"	NE 80°	12	150
	L			NE 80°	12	150
	K	41'58"	18'49"	NE 25°	14	140
	L			NE 20°	12	140
9	K	40'54"	19'34"	NE 14°	22	100
	L			NE 14°	14	100
11	L	42'17"	19'03"	SE 24°	14	180
1980 1-1	K	45'08"	18'53"	SE 35°	36	340
2-1凸	K	45'07"	18'48"	SE 60°	22	310
凹	K			SE 60°	16	310
3	K	44'33"	18'21"	E	34	200
5	K	46'04"	17'03"	SW 35°	28	300
6	L	45'44"	17'12"	SW 70°	32	220
8	L	44'42"	16'31"	NW 45°	32	180
9	K	44'13"	17'06"	NE 20°	44	140
10	K	44'14"	17'30"	E	30	150
11	R	43'23"	17'50"	NE 55°	24	140
13	L	42'54"	15'53"	NE 65°	16	210
15凸	K	41'36"	20'49"	W	25	160
凹	K			W	25	160
16	L	40'56"	20'44"	NE 10°	18	120
17	L	41'15"	20'09"	N	18	150
20	K	43'39"	19'24"	NW 10°	24	150
21	K	44'01"	19'04"	SW 20°	33	270
22	R	43'21"	19'04"	W	26	140
23	L	42'13"	17'52"	N	16	160
24	L	42'40"	18'09"	NW 57°	6	120
25	R	42'28"	17'52"	SE 25°	20	140
26	K	42'28"	20'41"	NW 25°	25	140

a: L, *Larix kaempferi*; K, *Pinus koraiensis*; A, *Abies holophylla*; R, *Pinus rigida*.

Table 2. Characteristics of the study sites in Kwhang-nung area

Site No.	Species <sup>a</sup>	Geographic N	Position E	Aspect	Slope (degree)	Altitude (sea level, m)
1979						
1	L	37°45'16''	127°09'55''	SW 40°	17	100
3	A	43'48''	10'01''	SE 30°	10	100
4	A	45'08''	09'50''	NE 48°	8	100
1980						
1	A	44'49''	10'01''	SE 60°	5	120
2	K	44'48''	09'41''	SW 30°	25	150
3	A	43'44''	09'50''	SE 45°	7	120
4	A	43'37''	10'02''	NW 15°	20	140
5	K	44'40''	10'59''	NE 40°	18	110
6	K	43'38''	10'22''	E	20	140
7	L	44'30''	10'22''	SE 70°	5	100
8	L	44'07''	10'22''	SE 50°	3	100
9	L	44'04''	10'26''	SW 50°	3	100

a: L, *Larix kaempferi*; K, *Pinus koraiensis*; A, *Abies holophylla*; R, *Pinus rigida*.

統計學的 分析方法. 그 자료로부터 直徑을 底積面積으로 換算한 다음 頻度分布圖를 그리고 skewness( $g_1$ )와 kurtosis( $g_2$ )를 求하고  $t$ -檢定과 Kolmogorov-Smirnov test를 아울러 하였다(Sokal and Rohlf, 1969). 群(級)의 數( $k$ )는 Sturges(1926)의  $k=1+3.3\log n$ 에 따랐다. 단  $n$ 은 관찰 個木數이다.

$$g_1 = \frac{[n \sum f Y_c^3 - 3(\sum f Y_c)(\sum f Y_c^2) + 2(\sum f Y_c)^3/n]}{(n-1)(n-2)s_c^3}$$

$$s_c^2 = \frac{[\sum f Y_c^2 - (\sum f_c)^2/n]}{n-1}, \quad Y_c = \frac{\sum f Y_c}{n}$$

$$g_2 = \frac{(n+1) \{n \sum f Y_c^4 - 4(\sum f Y_c) \sum f Y_c^3 + [6(\sum f Y_c)^2 \sum f Y_c^2/n] - 3(\sum f Y_c)^4/n^2\}}{(n-1)(n-2)(n-3)s_c^4} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

단  $Y_c$  = coded class mark,  $n$  = number of observations,  $f$  = frequency.

Kolmogorov-Smirnov test

$$D = \frac{d_{\max}}{n}, \quad d = |F - \hat{F}|, \quad F = \text{observed cumulative frequency},$$

$$\hat{F} = \text{theoretical cumulative frequency}.$$

### 結果 및 論議

Table 3에 水洞地域의 낙엽송(*Larix kaempferi*), 잣나무(*Pinus koraiensis*), 전나무(*Abies holophylla*) 및 리기다소나무(*Pinus rigida*)를 대상으로 하여 이들의 底積面積의

Table 3. Skewness ( $g_1$ ) and kurtosis ( $g_2$ ) for study sites in the Sudong area;  $n$  is the number of observations in each site; \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ 

Site No.	Species <sup>a</sup>	$n$	Number of class	$g_1$	$g_2$	K-S $D_{max}^b$	Basal area (mean, cm <sup>2</sup> )	Age(yr.) or height (m)
1979								
A	L	103	7	1.176***	0.893	0.1493*	41.26	10~15yr.
B	K	110	8	0.783**	0.555	0.0725	64.36	10~15yr.
	L	110	9	1.509***	3.841***	0.1146	48.55	10~15yr.
1	L	100	6	0.681**	0.004	0.1072	101.00	14~15yr.
2	K	100	7	1.153***	1.309**	0.0892	134.00	14~15yr.
5	K	100	7	0.559*	1.127*	0.0271	27.60	4~5m
	L	100	7	1.860***	3.712***	0.1597*	61.60	16~17m
8	K	100	8	-0.261	-0.654	0.0394	130.50	10~15yr.
	L	87	8	1.156***	0.676	0.1417	81.61	10~15yr.
9	K	101	6	0.423	-0.401	0.0688	371.29	16m
	L	100	6	0.498*	-0.535	0.0942	152.80	15m
11	L	100	5	0.329	-0.706	0.0553	44.40	10~15yr.
1980								
1	K	80	5	0.712*	0.250	0.0535	45.25	8~10yr.
2 凸	K	46	7	0.424	-0.178	0.1055	129.57	9m
凹	K	32	7	0.753	1.161	0.1628	515.00	9m
3	K	80	8	0.343	-0.146	0.0307	191.88	8~9m
5	K	80	10	0.567*	-0.283	0.0485	44.50	7~8yr.
6	L	80	10	1.559***	3.360***	0.0995	52.25	8m
8	L	80	9	0.558*	-0.059	0.1355	32.25	5~6m
9	K	70	7	0.412	-0.390	0.0758	675.71	45yr, 15m
10	K	80	6	0.515	-0.765	0.0672	383.00	13~15m
11	R	80	9	0.294	-0.047	0.0340	72.25	7m
13	L	60	9	0.570	0.132	0.0590	33.00	10~12yr. 6~8m
15 凸	K	40	6	0.177	-0.319	0.0537	193.75	10m
凸 凹	K	40	6	0.554	-0.009	0.0800	176.25	10m
16	L	80	6	0.420	-0.608	0.0553	56.25	8~10m
17	L	80	8	0.520	-0.122	0.0580	70.75	10yr, 7~8m
20	K	80	6	0.144	0.937	0.0402	328.75	12~14m
21	K	80	6	0.507	0.492	0.0783	832.50	10~12m
22	R	80	6	0.471	-0.106	0.0366	183.75	20yr, 10~10m
23	L	80	8	0.794**	0.740	0.0869	157.50	20yr, 15m
24	L	92	7	0.337	-0.544	0.0751	63.70	17m
25	R	80	7	0.191	-0.595	0.0298	82.00	
26	K	80	7	0.058	-0.875	0.0574	121.00	17yr.

a: L, *Larix kaempferi*; K, *Pinus koraiensis*; A, *Abies holophylla*; R, *Pinus rigida*.

b: Kolmogorov-Smirnov test.

各群을 橫軸으로 그리고 이들 各群의 傾度를 센 후 이들의 skewness( $g_1$ )와 kurtosis( $g_2$ )를 계산, 이들에 대한  $t$ -檢定과 Kolmogorov-Smirnov test를 한 結果를 나타냈다. 1979年 조사지역 총 21個所 중 9個所에서  $+g_1$ 이 有意하거나 매우 有意한 數値를 나타냈다(Fig. 1). 즉 大多數의 個木이 小徑木에 屬하고 少數의 個木이 大徑木에 屬한다. 이는 競爭狀態下에 있음을 나타낸다.  $g_2$ 를 보건대 有意한 것들은 대부분 leptokurtic 分布를 하고 있고(Fig. 1), 有意치 않은 것 중에는 bimodal 分布를 示唆하는 platykurtic 한 分布를 하는 것이 있다. Site 5, 8 및 9에는 잣나무와 낙엽송이 인접되어 있는데 낙엽송의 경우가 잣나무의 경우보다 경쟁이 더 심함을 알 수 있다. 전반적으로 Kolmogorov-Smirnov test의 결과 유의한 것은 낙엽송 집단중의 두 곳 뿐이다. 특히 Site 5는 앞으로 예의 관찰을 계속할 만한 곳이다.

有意성을 나타내는 것의 群의 數는 6에서 9에 이르며 群의 수가 많다고 有意한 結果를 나타내고 있지는 않았다. 1980년의 22個地所의 造林地는 Site 22와 23을 제외하고는 대체로 10年未滿의 幼齡林이다. 1979년 조사가 대체로 10~15년 된 것에 비하여 훨씬 어린 造林地이다. 樹間距離는 약 1.5 m에서 4 m에 이른다.  $g_1$ 이 有意하거나 매우 有意한 것은 5個所 뿐이며  $g_2$ 가 有意한 것은 1個所 뿐이다. 그러나  $-g_2$  즉 platykurtic 分布 즉 bimodal 分布의 性向을 나타내는 것이 거의 大部分이다. Kolmogorov-Smirnov test가 有意한 것은 하나도 없다. 그러나 전반적으로  $+g_1$ 이나  $-g_2$ 가 통계학적인 有意성은 안 나타내지만 경쟁상태에 있는 傾向을 나타내고 있다.

光陵地域 1979년도의 낙엽송造林地는 약 15년생이지만  $g_1$ 이 매우 有意하다(Fig. 1). 이곳 전나무 40년생 및 47년생중의 전자는  $g_1$ 과  $g_2$ 가 모두 매우 有意하다. 이곳 光陵의 1980년도 조사에서는 전나무조림지 1個所, 잣나무조림지 5個所 및 낙엽송조림지 3個所 등 총 9個所에서 個木의 직경을 각 지소마다 79~81개 측정하였다. 이곳의 나무들은 낙엽송이 약 15~20년된 것이고 그 밖의 2종은 약 40년생들이다(Table 4).

잣나무조림지 2곳을 제외한 그 어느 곳에서도  $g_1$ 은 모두 극히 有意한 것들이었다.  $g_2$  역시 그러하였으며 Kolmogorov-Smirnov test 역시 有意한 것이 3이나 되었다. 이 곳에 있어 전반적으로 낙엽송과 전나무의 경우 경쟁이 더 심한것 같으며 잣나무는 좀 덜한 것 같다(Fig. 1).

이상 총 46個所의 잣나무, 낙엽송, 전나무 및 리기다소나무 造林地에 있어 統計學的으로  $+g_1$ 이 有意한 것은 23個조림지에서 나타났다. 그 밖의 것들도 비록 有意치는 않으나, 光陵의 1980-6 Site 및 수동의 1980-20 Site를 除外하고는 다  $+g_1$ 으로 程度의 차이는 있으나 positive skewness 즉 競爭下에 있는 傾向을 나타낸다. 전체로 水洞 1980년의 site에 있어 有意한  $+g_1$ 이 적은 것은 sample수가 水洞 1979년도 조사지의 것보다 적은데 그 원인이 있을지도 모른다. 光陵의 1980년 site들의 sample수가 비슷한 水準이나, 이 곳의  $+g_1$ 이 거의 유의한 것으로 미루워 보아, 水洞 1980년 site는 大體로 10年未滿의 어린 것들이기 때문에  $+g_1$ 이 有意치 않은 것 같다. 水洞 Site 23은  $+g$ 가 有意하나 20年生林이고 이곳에서 그 밖에 有意한  $+g_1$ 을 지닌 水洞 1980년 Site 1, 5, 6, 7 등은 비록 10年生의 어린 나무로 된 site이나 樹間距離가 가장 적은 1.5 m임에 留意하여야 할 것이다.

以上的 結果로 미루워 大體로 이 지역 內의 이들 造林地에서는 造林後 10年이 넘으면

Table 4. Skewness ( $g_1$ ) and kurtosis ( $g_2$ ) for study sites in Kwang-nung area;  $n$  is the number of observations at each site; \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Site No.	Species <sup>a</sup>	$n$	Number of class	$g_1$	$g_2$	K-S $D_{max}^b$	Basal area (mean, cm <sup>2</sup> )	Age(yr.) or height (m).
1979								
1	L	77	8	0.813**	0.008	0.1077	123.64	15yr, 14m
3	A	84	6	0.995**	1.563***	0.0636	540.48	40yr.
4	A	71	6	0.432	-0.486	0.0611	531.34	47yr.
1980								
1	A	80	10	2.176***	8.782***	0.0905	587.50	42yr.
2	K	79	9	1.214***	3.053***	0.0743	484.81	40yr.
3	A	81	7	0.571*	-0.092	0.0974	619.14	40yr.
4	A	80	7	0.292	-0.522	0.0459	632.50	45yr.
5	K	80	7	2.159***	6.014***	0.1610*	442.50	40yr.
6	K	80	6	0.028	0.472	0.0505	585.00	40yr.
7	L	81	6	1.390***	2.521***	0.1269	230.00	15~20yr.
8	L	80	8	1.395***	-0.839	0.1764*	123.50	15~20yr.
9	L	80	10	1.261***	-1.374*	0.1969**	102.15	15~20yr.

a: L, *Larix kaempferi*; K, *Pinus koraiensis*; A, *Abies holophylla*. b: Kolmogorov-Smirnov test.

서 個木 사이에 競爭이 시작되는 것 같으며 (Table 3), 40 年에 이르는 동안 경쟁이 지속되는 것 같다 (Table 4). 枯死木 出現如否는 확인할 수 없었다.

Increment core 採取로 肥大成長의 傾向을 살핌으로써 (形態上 反應接近) 경쟁상태를 알아보고자 할 때 特히 留意해야 할 것이다.

낙엽송은 分明히 잣나무보다 경쟁이 일찍 시작되는 현상 또한 看過해서는 아니될 것이다. Table 3의 Site 5, 8, 9에서 이들 2 종류는 서로 隣接되어 있고 나이나 키도 유사하나 낙엽송에서는 뚜렷하고 有意한  $+g_1$ 을 나타내고 있으나 잣나무는 그 정도가 덜하거나 有意치 못한  $+g_1$ 을 보여 준다. 또한 光陵에서도 낙엽송조림지는 그 底積面積이나 나이가 전 나무나 잣나무에 비하여 훨씬 낮으나 모두 有意한  $+g_1$ 을 나타내고 있는 것으로 비추어 보아 낙엽송이 잣나무보다 경쟁이 일찍 시작되는 것 같은 경향을 示唆해 준다.

地形上으로 凹形斜面에 있어서의 잣나무들의  $+g_1$  값이 凸形斜面의 그것보다 큼을 Table 3의 1980 Site 2와 15에서 엿볼 수 있다. 凹形斜面은 凸形斜面보다 physical stress(바람, 무기영양소, 水分條件 등)가 덜하여 成長이 더 왕성하여 그럴지도 모르겠다.

Ford(1975)나 Mohler *et al.*(1978)은 群(級)의 數를 12개 이상 잡아야 한다고 主張하나, 本 研究에서는 5群으로 잡은 것에서도 有意한  $+g_1$ 을 볼 수 있었고 어느 site에서나 10을 넘은 것은 없었으나 조사지 전체의 약 반에서 有意한  $+g_1$ 을 볼 수 있고 10여년이 넘은 site에서는 大部分 有意한  $+g_1$ 을 볼 수 있었다. Ford(1975)의 가문비나무조림지 (*Picea sitchensis*)의  $g_1$  값이 0.408에서 0.735의 범위였으나 이 연구에서는  $+g_1$  값인 0.498에서 2.172의 범위였다. 아마도 이 연구에서는 樹種이 다르고, 그의 對象林보다

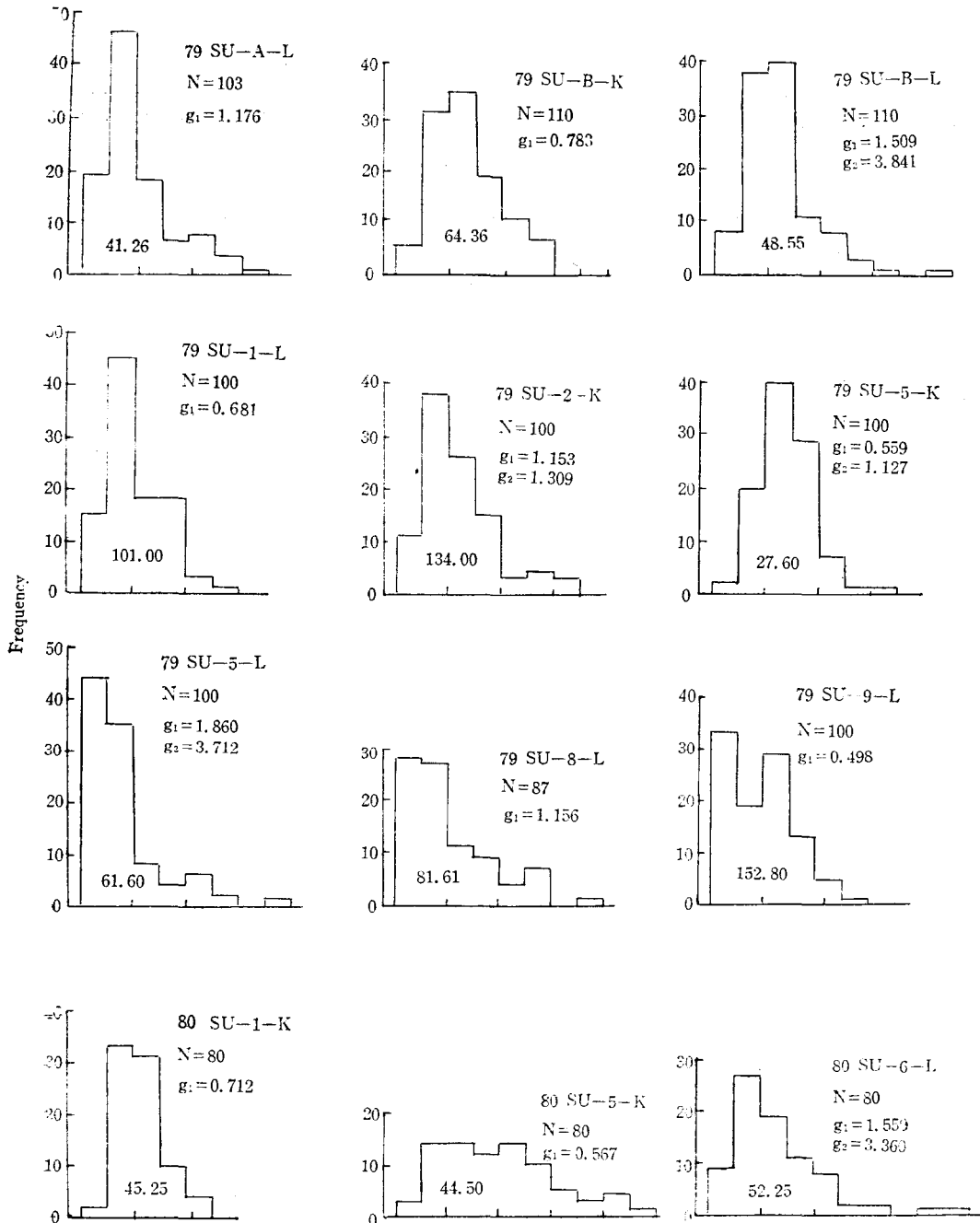
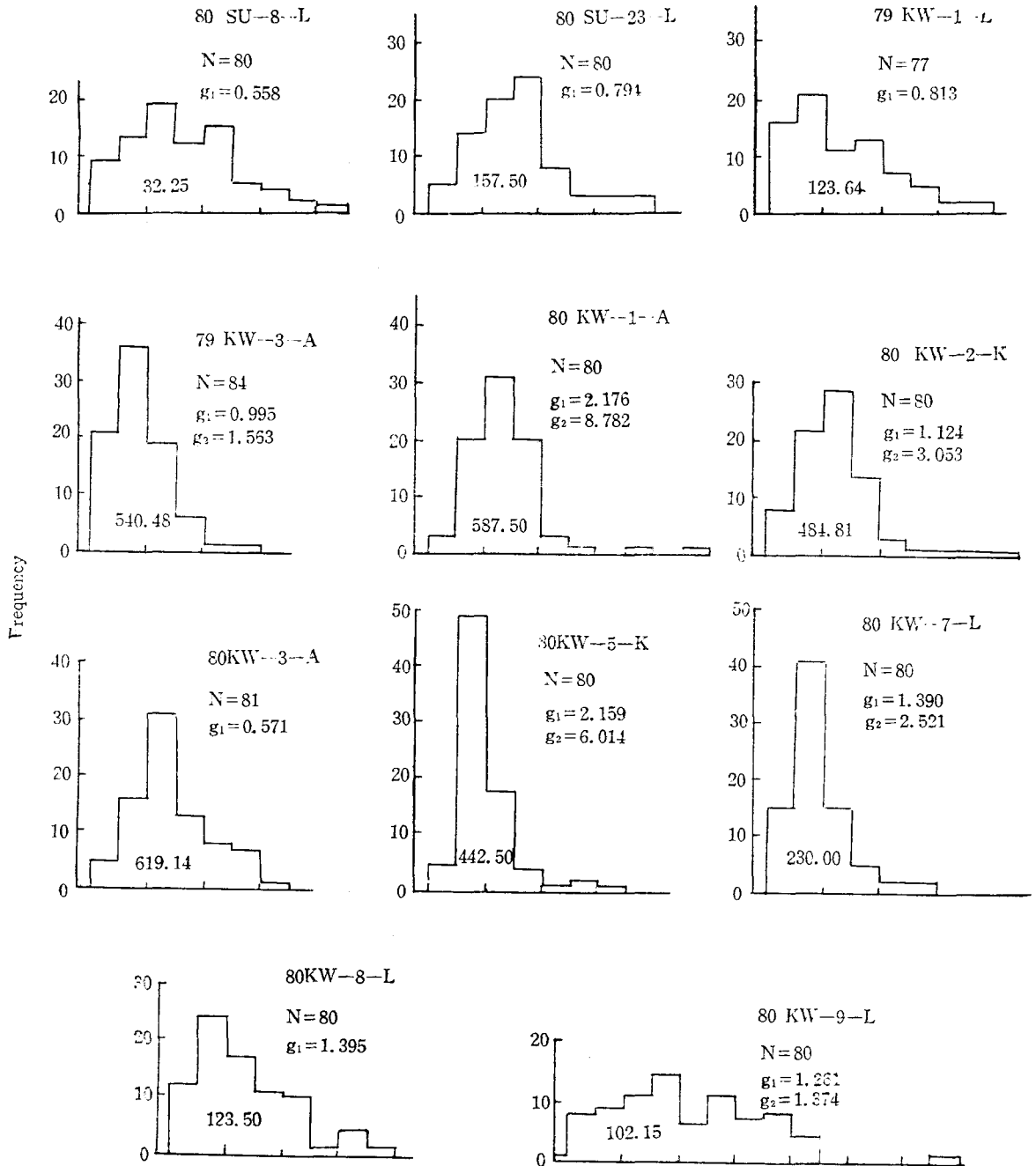


Fig. 1. Stand structure, ages 10-50, of the populations of *Larix kaempferi*(L), *Pinus koraiensis*(P), and *Abies holophylla*(A) at Sudong(SU) and Kwhangnung(KW) in 1979(79) and 1980(80). The determination of interval of basal area between successive bars in the frequency histogram was based on Sturges rule. The mean basal area (cm<sup>2</sup>/tree) is given within each histogram. Values of  $g_1$  and  $g_2$ , all positive, are significant,  $N$  indicates number of observed tree. Arabic figures next to SU or KW are site numbers except SU-4 (Sudong A site) and Su-B (Sudong B site).





(Fig. 1 continued)

15餘년이나 더 오래된 것이 포함되어 있는 데에도 그러한 차이를 나타내게 된 원인의一端이 있을 것이다. 이 研究에서는 그가 周徑을 기준으로 삼은 것과는 달리 生物學的으로 보다 더 意義가 있는 底積面積을 상대로 한 데에도 그러한 차이를 나타내게 한 原因이 있을 것이다. Ford(1975)는 直徑階頻度分析時 약 100 個木을 대상으로 할 것을 主張하였으나 本 調査에서는 77 개를 대상으로 삼은 경우에도(光陵 1979 Site 1) 有意한  $+g_1$  을 나타낸다. 이 調査 결과에 따르면 약 80 개던 skewness 가 있는지 여부를 찾아 내는데 足할 것 같다.

有意치 않은 것들의  $g_2$  가 大體로 負值를 나타내고 있다. 즉 platykurtic 分布의 경향 즉 이와 같은 平均치와 分散을 지니는 正常分布의 集團보다 平均値와 兩極值(tails)에 속한 群에 있어서의 頻度は 적고 反面에 그 中間 群에는 더 빈도가 높은 극단한 bimodal 分布의 경향을 나타내고 있다. Ford(1975)의 경우 栽植草本集團의 키의 경우에는  $+g_1$  일 때  $-g_2$  가 有意한 것을 보았으나 그의 *Picea sitchensis* 周徑의 경우에는  $-g_2$  의 有意性에 대하여는 言及이 없다. 그런데 本 研究에서는  $-g_1$  이 有意할 때  $+g_2$  가 有意한 경우가 오히려 더 많은 것은 特記할 만한 現象이다. 즉  $+g_2$  는 leptokurtic 한 分布로 같은 平均値와 分散을 지니는 正常分布의 경우보다 平均値와 극단치가 주로 包含된 群(級)의 빈도가 많고 이들 사이의 中間群에 속한 개체의 빈도는 낮은 것이다. 이는 이 조사에서 有意한  $-g_1$  과  $+g_2$  를 나타내고 있는 集團은 심한 경쟁下에 있으며 明白한 3 個 集團 즉 소수의 優勢木과 이들보다 弱勢에 있는 中勢木과 대다수의 劣勢木으로 구성되어 있음을 示唆하는 것 같다. 그리고 이들 3 아집단의 中間에 해당하는 것들은 극히 소수만 있는 것 같다. 이는 Ford(1975)나 Mohler *et al.*(1978)이 主張하는 late self-thinning 時期에 있어서 正常分布의 轉換과 맞지 않으며 오히려 late self-thinning 시기에는  $+g_2$  즉 leptokurtic 한 分布를 하거나, 아니면 正常分布에 도달되기 前에 leptokurtic 한 分布 즉 repulsed distribution 를 거친다고 보아야 할 것이다.

$g_1$  과  $g_2$  에 대한  $t$ -test 는 有意하나 Kolmogorov-Smirnov test 에 있어서는 有意치 못한 것이 相當히 있다. 이는 後者가 non-parametric statistics 이기 때문에  $t$ -test 보다 덜 銳利한데서 온 차이일 것으로 생각된다.

謝 辭. 이 研究를 함에 있어 野外作業을 도와준 本 大學 學部 學生 김재희, 윤준원, 이춘엽, 조용수, 민동주, 송창섭, 주세익, 이명규, 김완민, 한진순, 심정은(淑大生) 등에게 깊히 감사하며 本 大學 大學院生 허운강, 이남진에게도 감사한다. 特히 오명선, 강운순 및 엄익철君들은 野外作業뿐만 아니라 資料整理(오, 강 兩人) 및 計算(엄)을 도왔다. 이들의 獻身的 도움 없이는 이 일을 할 수 없었을 것이다. 또한 研究費를 支援해 준 文敎部에 대하여 深謝한다.

### 摘 要

1979 年 및 1980 年에 京畿道 光陵과 楊州郡 水洞面에서 底積面積階의 頻度分布의 skewness 와 kurtosis 를 檢定하기 위하여 總 46 個의 單一種 造林地에서 個木의 周邊長을 胸高에서 재었다. 이들 造林地는 10~50 年 된 것이며 樹種은 잣나무, 낙엽송, 전나무 및 리기다소나무이다. 各地所에서의 測定數는 70~110이며 底積面積階의 數는 Sturge 의 方式에 따랐으며, 5~10 階였다. 水洞에 있어서 나이(年)와 個木 底積面積( $cm^2$ )은 각각 10~20 및 27.60~383 이었으며, 光陵에서는 15~47 및 102.15~

619.14 이었다. 한 곳을 제외하고 모든 곳에서  $+g_1$  값을 나타냈고, 6 個所를 제외하고는 그 값이 0.3~2.2 였다. 23 곳에서는 有意한  $+g_1$  값을 나타냈다. 이들의 底積面積階數는 6~9 였다. 이상의 사실은 種內競爭이 약 10 年된 造林地에서도 始作되며 약 50 年까지도 계속됨을 示唆한다. 24 個所에서  $-g_2$  값을 나타내며 이들의 값은  $-0.12 \sim -0.83$  의 범위였다. 약 20 곳에서는  $+g_2$  값을 나타냈으며 그 범위는  $+0.13 \sim +3.841$  이었다. 22 개의  $+g$  중 11 개는 매우 有意한 것이었다. 단지 5 만이 有意한 Kolmogorov-Smirnov 檢定결과를 나타냈다. 4 種중 낙엽송이 가장 나이 어린 시절에 種內競爭을 시작하고 그 다음이 전나무 그리고 잣나무의 順으로 경쟁을 시작하는 것 같다. 이 資料는 底積面積階의 頻度分布를 통하여 種內競爭을 探知하고자 할 때 適正階(級)數는 12 以上이 아니고 6~9 이며 適正觀測木數는 100 以上이 아니고 약 80 임을 示唆한다. 筆者는 底積面積의 頻度分布가 種內競爭이 있을 때에는 bimodal 分布라기 보다는 trimodal 分布를 나타내고 있다고 생각하며 또한 種內競爭이 약화되어 底積面積頻度分布가 正常分布 段階에 到達되기 전에 바로 platykurtic 分布로 되는 것이 아니고 leptokurtic 分布의 段階를 거친다고 본다.

### 參 考 文 獻

- Davidson, J. L. and C. M. Donald. 1958. The growth of swards of subterranean clover with particular reference to leaf area. *Aust. J. Agric. Res.* 9 : 53~72.
- Donald, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Adv. Agron.* 15 : 1~118.
- Ford, E. D. 1975. Competition and stand structure in some even-aged plant monocultures. *J. Ecol.* 63 : 311~333.
- Greig-Smith, P. 1964. Quantitative plant ecology, 2nd edn. Butterworth, London.
- Harper, J. L. 1967. A Darwinian approach to plant ecology. *J. Ecol.* 55 : 247~270.
- \_\_\_\_\_. 1977. The population biology of plants. Academic Press, London.
- Koyama, H. and T. Kira. 1956. Intraspecific competition among higher plants. VIII. Frequency distribution of individual plant weight as affected by the interaction between plants. *J. Inst. Polytech. Osaka City Univ. Ser. D* 7 : 73~94.
- Kuroiwa, S. 1960. Intraspecific competition in artificial sunflower communities. *Bot. Mag.* 73 : 300~309.
- Mohler, C. L., P. L. Marks and D. G. Sprugel. 1978. Stand structure and allometry of trees during self-thinning of pure stands. *J. Ecol.* 66 : 509~614.
- Philips, D.L. and J. M. MacMahon. 1981. Competition and spacing patterns in desert shrubs. *J. Ecol.* 69 : 97~115.
- Pielou, E. C. 1961. Segregation and symmetry in two-species populations as studied by nearest neighbor relations. *J. Ecol.* 49 : 255~269.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1969. Biometry. Freeman, San Francisco.
- Sturges, H. A. 1926. The choice of a class interval. *J. Am. Statistical Assoc.* 21 : 65~66.

(1981. 6. 18. 接受)