

在來種 蒐集大豆系統의 葉面積

權 臣 漢, 任 建 燮, 金 在 利
韓國原子力研究所 應用遺傳學研究室

Leaf Area of Korean Local Soybean Collection

Shin Han Kwon, Kun Hyuk Im and Jae Ri Kim
Applid Genetics Lab., Korean Atomic Energy Research Institute, Seoul, Korea.

Abstract

Leaf area and its relationships with other important agronomic traits were investigated with 727 lines of Korean local soybeans.

Distributions of the leaf area, length, leaf width and LAI of the lines were shown in normal curves.

Leaf area was positively associated with leaf length, and width, plant height, and seed size. Leaf form is rather affected by leaf width than leaf length.

緒 言

植物의 잎은 同化, 蒸散, 呼吸作用等 重要한 生理機能을 營爲하는 器管으로, 이중 光合成系는 收量과 깊은 關係가 있으며, 콩잎의 特性은 品種別, 葉位別 또는 發育過程別로 變異가 있으며, 이러한 變異는 結果의으로 잎의 受光狀態에 影響을 줄 뿐만 아니라 間接的으로는 種實收量에 關與한다. 고로 葉의 크기와 形態는 잎의 光線에 對한 露出 및 遮光程度를 決定짓는 重要한 形質이다.

Sakamoto와 Shaw⁸⁾는 잎이 받는 光度가 增加하는 데 따라 全光合成量도 比例的으로 增加한다고 하였으며, Duncan⁹⁾은 葉面積의 增加는 光合成機能을 增進시키고, 光合成機能의 增進은 모든 植物部位의 收量을 增加시킨다고 하였다. 또한 Shaw와 Weber¹¹⁾는 收量은 Canopy의 量과 葉面積의 總量과는 正의 相關關係에 있다고 하였으며 Liang⁵⁾은 수수에서 總葉面積은 大葉의 크기와 正의 相關이 있음을 報告한바 있으나, Beadah¹⁾은 잎의 單位面積當 光合成率은 大葉

과 小葉間에 差는 없어도 葉當 總光合成能力은 大葉이 小葉보다 크다고 하였다. 그러나 Tanner等¹²⁾의 報告에 依하면 보리에서 收量이 높은 品種들은 小葉系統이라고 하였으며 그 理由는 小葉은 群落內部로 光線의 透過를 容易하게 하여 植物群落中の 光分布를 均一하게 함으로서 植物體의 總光合成率도 增加시켰다고 하였다. 한편 Whigham과 Woolley¹³⁾는 密植이 單位面積內의 葉面積을 增加시켰어도 株當收量을 減少시키는 것은 葉相互間의 遮光때문에 有效葉面積의 減少로 光合成量도 減少하기 때문이라고 하였다.

이와같이 잎의 크기와 形態는 光合成에 重要한 뜻을 갖이므로 本 實驗은 1970年以來 繼續된 在來種의 蒐集과 이들의 重要形質들의 變異性을 調查하는 一聯의 實驗으로서 잎의 크기와 形態의 變異性和 몇가지 形質과의 關聯性을 調查한 結果를 報告하는 바다.

材料 및 方法

全國 蒐集在來種 大豆 727系統을 材料로 供試하여 本研究所 試驗農場에서 畦幅 70cm, 畦長 3m의 單列區 2反覆으로 列當 60粒씩 條播하였으며, 順位配列로 系統栽培하였다. 모든 形質調査는 反覆別로 各系統마다 1系統當 5株를 無作爲選擇하여 計測하고 平均하여 그系統의 測定值로 하였다. 葉長과 最大葉幅의 測定은 第7節位에 着生한 複葉이 完全히 展葉된後에 그複葉의 主小葉을 測定하였고, 葉面積은 Owen⁷⁾이 提示한 速成測定法에 따라 葉長과 葉幅을 곱하여 1葉當面積으로 하였다. 葉形指數는 葉長/葉幅比로서 表示하였고 그외의 形質들은 收穫期에 觀察하였다.

Table 1. Frequency distribution for leaf size.

Leaf size (cm) Location	-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-	Total	\bar{X}	Mode
Kyunggi-do		3	1	9	15	19	17	5	3	3		1	76	105.7	105.3
Kangwon-do			2	2	7	10	14	17	9	7	3		71	119.1	123.9
Chungchungbuk-do			1	3	8	22	22	16	16	9	4	2	103	119.7	114.2
Chungchungnam-do		1	4	11	20	29	27	18	7	9	4	1	132	111.6	105.7
Junrabuk-do		2	3	9	14	13	12	11	3	4	1		72	107.4	96.1
Junranam-do	1	2	2	7	13	13	15	9	5	1	3		71	108.1	114.0
Kyungsangbuk-do				4	21	15	25	6	4	4	2		81	111.6	112.8
Kyungsangnam-do	1	3	1	12	16	37	21	11	5	3	3	1	114	107.9	105.6
Cheju-do			1		2	3	2						8	100.9	105.0
Total	2	11	15	57	116	161	155	93	52	40	20	5	727	111.4	105.7

Table 2. Frequency distribution for leaf length, leaf width and leaf form index.

Leaf length(cm)	8	9	10	11	12	13	14	15	Total	\bar{X}	Mode									
Frequency	2	9	63	226	261	135	28	3	727	12.2	12.3									
Leaf width(cm)	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	\bar{X}	Mode									
Frequency	2	10	60	245	286	114	9	1	727	9.1	9.3									
Index	1.06	1.11	1.16	1.21	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.51	1.56	1.61	1.66	1.71	1.76	1.81	Total	\bar{X}	Mode	
Frequency	2	4	4	22	67	151	157	131	95	52	21	5	6	5	1	2	2	727	1.35	1.3

結果 및 考察

農家在來種大豆 727 系統의 葉面積分佈를 表 1 에, 그리고 葉長과 葉幅의 分佈를 表 2 에 各各 表示하였다.

本 蒐集種集團의 葉面積은 最高 187.9cm²(忠北, 忠州地方에서 蒐集)부터 最少 43.3cm²(慶南, 鎭海地方에서 蒐集)사이에 分佈하였으며, 葉長의 最大는 15.4cm 였고 最少는 7.6cm 이었으며, 葉幅은 最大 12.2cm 로부터 最少 5.3cm 사이에 分佈하였다. 表 2와 3에서 보는 바와같이 葉面積, 葉長 그리고 葉幅의 平均値는 各各 111.4cm², 12.2cm 그리고 9.1cm 였으며, 葉面積의 最頻値는 105.7cm²였으며, 그 分佈曲線은 거의 對稱의 分佈를 한 正規曲線에 가까웠다(Pearson 法에 의한 非對稱度 $Sk=0.30$). 葉長과 葉幅의 平均値와 最頻値는 거의 同一하였고 葉長과 葉幅의 Sk 値는 各各 -0.09 와 -0.20 으로 兩形質의 全體分佈는 正規分佈를 하였다.

各 蒐集地域別로 葉面積의 平均差에 對하여 t 分佈檢定을 하였든바 濟州道를 除外한 地域間의 有意差는 없었으나, 地域別 平均値에서 葉面積, 葉長 그리고 葉幅의 最大平均値는 各各 119.7cm², 12.5cm, 그리고 9.5cm 로 모두 忠北地域에서 나타났으며, 이

들 形質들의 最小平均値는 各各 100.9cm², 12.0cm, 8.2cm로 葉長을 除外한 葉面積과 葉幅은 濟州地域에서 蒐集된 集團의 平均値에서 나타나고 있다.

葉面積의 變異分佈에서 60cm² 未滿의 極小葉系統은 全體의 0.3%인 2系統이 包含되어 있고, 160cm² 以上の 極大葉系統은 全體의 0.7%로 5系統, 90cm² 未滿의 小葉系統은 83系統이며, 130cm² 以上の 大葉系統은 112系統이고, 全蒐集種의 72.2%(525系統)가 90cm² 로부터 130cm² 未滿의 葉面積에 包含된 中葉系統이었다. 小, 中, 大葉系統의 包含比率를 各 地域別로 보면 江原, 忠北, 慶北地域 그리고 忠南, 全南北, 慶南地域이 各各類似한 分佈를 하고, 京畿와 濟州는 別個의 分佈圈에 屬한다고 볼수 있다(表 1參照).

葉形指數에 對한 變異分佈를 表 2에 表示하였다. 即 葉形指數는 葉長/葉幅의 比에 依해서 算出된 것으로 葉의 形態를 나타낸다. 蒐集種集團의 葉形指數는 圓形에 가까운 1.03부터 長橢圓形인 1.88 사이에 分佈하며, 平均葉形指數는 1.35이고 蒐集種들의 73.5%(534系統)가 1.26부터 1.45사이에 分佈하였다. 葉形指數는 葉幅과 高度의 相關性이 있는 것으로 보아(表 4參照) 葉形은 이에 關係하는 葉長과 葉幅中, 葉長보다는 葉幅의 變化에 密接하게 關聯을 갖고 있음을 알수 있다. 이와같은 關係는 永田⁶⁾에 의해서도

Table 3. Variances for leaf area, leaf length and leaf width of soybean land races collected from several parts of Korean peninsula.

Location	Leaf area			Leaf length			Leaf width		
	x	S	C.V.	x	S	C.V.	x	S	C.V.
Kyunggi-do	105.7	18.34	17.3	12.1	1.04	8.6	8.7	0.87	10.0
Kangwon-do	119.1	18.24	15.3	12.5	0.95	7.6	9.4	0.86	9.2
Chungchongbuk-do	119.7	18.89	15.8	12.5	0.95	7.6	9.5	0.87	9.1
Chungchongnam-do	111.6	19.75	17.7	12.2	1.09	9.0	9.1	0.91	9.9
Junrabuk-do	107.4	19.45	18.1	12.0	1.10	9.2	8.9	0.92	10.3
Junranam-do	108.1	20.09	18.6	12.1	1.12	9.2	8.9	1.00	11.3
Kyungsangbuk-do	111.6	15.68	14.1	12.1	0.77	6.4	9.2	0.78	8.5
Kyungsangnam-do	107.9	18.54	17.2	12.0	1.04	8.7	8.9	0.91	10.2
Cheju-do	100.9	11.44	11.3	12.3	0.78	6.3	8.2	0.77	9.3
Total	111.4	19.31	17.3	12.2	1.03	8.5	9.1	0.93	10.3

Table 4. Relationships between leaf area and several important characters of soybean land races collected in Korean peninsula.

Characters	Correlation coefficient
Sample size 727 lines	
Leaf area: Leaf length	0.959**
Leaf area: Leaf width	0.927**
Leaf length: Leaf width	0.558**
Leaf area: Plant height	0.097**
Leaf area: No. of branches/plant	-0.17**
Leaf area: No. of nodes/plant	0.009
Leaf area: Seed weight(gr/100)	0.308**
Leaf area: Yield (kg/ha)	0.056
Sample size 102 lines	
Leaf index: Leaf area	-0.175
Leaf index: Leaf length	0.123
Leaf index: Leaf width	-0.522**
Leaf index: Yield (kg/ha)	0.080

報告된바 있으며, 永田는 葉形에 있어서 葉長은 圓葉에 對해 劣性으로 兩쌍의 遺傳子 Na, na에 의해 支配되고, 葉形이 完全히 發現되는 節位는 品種에 따라 差異가 있었으며, 遺傳力은 第 3,4葉에서 가장 높았다고 하였다. 그러나 李等⁴⁾의 報告에 의하면 葉長과 葉幅은 一般적으로 第7葉位의 變異係數가 가장 낮았고 遺傳力은 가장 높았다고 하였다.

葉面積과 몇가지 形質과의 相關關係는 다음과 같다 (表 4). 葉面積과 葉長, 葉幅, 草長 그리고 種質의 크기와는 1%水準에서 正의 相關關係를 보였다. 葉面積은 葉長과 葉幅과 密接한 關係가 있으나 葉形은 前記한 바와 같이 葉長보다는 葉幅에 依存하고 있다. 葉面積은 分枝數와는 負의 相關關係를 갖이고 있었으며 主莖節數 및 收量과는 相關성이 없었다.

表 5은 明白히 高度의 有意性을 나타낸 葉面積 85 cm² 以下의 小葉系統과 140cm² 以上의 大葉系統에 屬하는 2個群으로 分離選擇한 系統들에 對하여 葉面積

Table 5. Statistical comparison between large leaf group and small leaf group for several important agronomic traits.

Characters	Group I ¹⁾						Group II ²⁾						M.S. between groups
	1	2	3	4	5	Mean	1	2	3	4	5	Mean	
Leaf size(cm ²)	77.2	76.8	76.7	75.9	73.5	76.0	150.3	147.7	148.8	148.3	149.6	148.9	13293.32**
Grain yield (kg/ha)	604.0	464.1	714.2	593.1	484.6	572.0	618.4	674.2	660.1	517.5	649.4	623.9	6739.22
Seed weight (g/100 seeds)	17.0	16.4	19.1	18.5	16.6	17.5	225.0	23.8	28.4	26.5	21.4	25.0	140.63**
Plant height (cm)	71.6	73.1	72.3	68.0	65.9	70.2	68.4	74.0	70.6	77.5	83.3	74.5	51.53
No. of node per plant	14.3	13.8	14.2	15.1	15.3	14.6	14.6	14.3	13.6	16.0	15.8	14.9	0.28
No. of branch per plant	3.1	3.4	3.7	3.4	2.9	3.3	3.1	2.6	3.1	2.6	2.5	2.8	0.68*
Leaf Form index	1.44	1.47	1.38	1.14	1.36	1.41	1.38	1.32	1.31	1.31	1.28	1.32	0.0027*

1) Group of small size of leaf 2) Group of large size of leaf
*,** denote significant at 5% and 1% levels, respectively.

關聯性 있는 몇가지 形質에 對하여 群間 比較分析한 結果이다. 葉面積의 差가 統計的으로 有意한 小形 葉群에 屬하는 系統들의 平均收量은 572kg/ha 이고, 大形葉群의 平均收量은 623.9kg/ha 로 兩群間의 收量 差는 約 9.1%였으나 收量에 對한 群間의 統計的 有意差는 認定되지 않았다. 이와 같은 結果는 葉面積과 收量間에 相關성이 없을 뿐만 아니라(表 4) 어느 特定部位의 葉의 크기가 何等 收量에 寄與하지 못한다는 것을 意味한다. 그러나 種實의 크기는 大形葉系統과 小形葉系統間에 有意差를 보이고 있다. 即 大形葉群과 小形葉群의 平均百粒重은 各各 25.0g 와 17.5g 로 兩群間의 百粒重差는 42.8%로 大形葉群의 種實重이 小形葉群의 그것보다 越等히 컸으며 兩群間은 1% 水準에서 有意하였으며, 葉面積과 百粒重과는 高度의 正의 相關關係가 있는 것으로 보아 葉面積은 分明히 種實重에 影響한다고 여겨지며, Whigham과 Woolley¹³⁾도 옥수수에 對한 實驗에서 1葉當面積이 有意하게 커질때 收量의 差異는 없어도 種實의 百粒重은 有意한 差가 생겼다고 報告하고 있다.

草長은 葉面積과 相關성이 있었으나 兩群間의 草長은 主莖節數와 마찬가지로 有意한 差가 없었다. 그러나 分枝數는 大形葉群에 屬하는 系統들과 小形葉群에 屬하는 系統들 間에 5% 水準에서 有意差가 있었다. 即 兩群의 分枝數를 比較할때 小形葉群은 大形葉群보다 平均分枝數가 많았으며, 大形葉群에 屬하는 系統들의 分枝數가 적어지는 現象은 受光의 競爭에서 受光率을 높이기 위한 適應性이라고 생각된다. Sakamoto와 Shaw⁸⁾는 全葉面積指數가 2倍로 增加하면 有効葉面積指數는 約 35~40% 낮아 지는데 그 原因은 草冠內로 透過하는 光量이 減少 하기 때문이라고 하였다. 着葉數가 同一한 品種間에는 大形葉보다는 小形葉系統이 草冠內部까지 光의 透過를 誘導하게 됨으로 小形葉系統이 有効葉面積이 더 많아지게 되며 小枝性品種보다는 多枝性品種의 草冠은 光透過를 不良하게 함으로써 收量을 減少시킬수 있다. Shaw와 Weber¹⁰⁾는 葉面積의 增加는 收量과 密接한 關係는 없지만 草冠內部로의 光透過가 不良해 짐으로써 收量과 乾物重을 減少시키는 主因은 光合成作用의 減少에 있다고 하였다.

本 試驗에서도 葉當 面積은 收量에 直接關係는 없었으며 草冠의 크기가 같다면 小葉이고 小枝性系統이 Self-shading을 적게 함으로써 光의 透過를 良好하게 하여 同化量의 增加는 勿論 內部葉의 黃化와 落葉이 防止되어 間接的으로 種實收量을 增大시킬 수 있다고 생각된다. Beuerlein과 Pendleton²⁾은 正常的인 草冠

을 갖는 植物에서 上部와 下部葉의 外形光合成率은 各各 33과 20 mgCO₂/dm²/hour인데 比하여 除枝한 植物은 上·下部位葉이 모두 50mgCO₂/dm²/hour로 同一하였다는 結果를 報告하였다. Shaw와 Weben¹⁰⁾는 大豆의 栽植距離에서 列間거리를 1m에서 1.5m로 增加시키면 單位面積의 收量이 約 73% 增加하였는데 이것은 全葉面積의 增加에 의한것 보다는 草冠全體의 受光量이 增大된데 基因하였다고 報告한바 있다. 이와같은 結果들은 小枝性이고 葉當 面積이 적은 小葉系統의 選拔은 受光面에서 重要하다고 생각하며, Sakamoto와 Shaw⁸⁾도 收量을 增加시키기 위해서는 必要한 光 energy가 草冠內部로 充分히 透過할수 있는 品種을 選拔함으로써 可能하다고 한바도 있다.

葉形指數는 大葉에 屬하는 系統群들과 小葉에 屬하는 系統群들 間에 5% 水準에서 有意差를 보였다. 即 大葉系統들은 小葉系統들 보다 葉形指數가 낮으므로 大葉系統들의 葉形은 圓形에 가까우며 小葉系統들은 大體로 長葉에 가까운 葉形을 갖었다.

摘 要

中部以南 各地域에서 蒐集한 727系統의 在來種에 對한 1葉當 葉面積을 測定하고, 이 形質과 以外的의 몇가지 形質들과의 關聯性을 調査하였다.

1. 葉面積, 葉長, 葉幅 그리고 葉形指數의 全系統에 對한 平均値는 各各 111.4cm², 12.2cm, 9.1cm, 그리고 1.35이였으며, 이들의 分布는 正規分布에 極히 類似하였다.

2. 葉面積과 葉長, 葉幅, 草長 그리고 種實의 크기와는 高度의 正의 相關關係에 있고, 分枝數와는 負의 相關이였고, 節數와 收量과는 相關성이 認定되지 않았다. 한편 葉形指數와 葉面積, 葉長, 그리고 收量間에는 相關이 없었으나, 葉幅과는 高度의 相關關係에 있으므로 葉形은 葉長보다 葉幅變異에 依存하는 것 같다.

3. 供試集團을 大葉群과 小葉群으로 分類하고 兩群間에 種實收量, 草長 및 節數를 比較한즉 差異가 없었으나, 種實重, 分枝數 그리고 葉形指數는 兩群間에 有意한 差가 있었다.

引 用 文 獻

1. Berdahl, J.D., D.C. Rasmusson and D.N. Moss. 1972. Effect of leaf area on photosynthetic ratio, light penetration, grain yield in Barley. *Crop. Sci.* 12:177-179.
2. Beuerlein, J.E. and J.W. Pendleton. 1971.

- Photosynthetic rates and light saturation curves of individual soybean leaves under field conditions. *Crop Sci.* 11:217-219.
3. Duncan, W.G. 1971. Leaf angle, leaf area, and canopy photosynthesis. *Crop Sci.* 11:482-485.
 4. 李弘祐 · 朴根龍 · 李因敦. 1974. 大豆의 密植多收型品種選定에 關한 育種學的 研究. 2報. 草形有關形質의 遺傳力에 關한 研究. *육종지* 6:20-28.
 5. Liang, G.H., C.C. Chu, N.S. Reddi, S.S. Lin and A.D. Dayton. 1973. Leaf blade areas of grain sorghum varieties and Hybrids. *Agron. J.* 65:456-459.
 6. Nagata, T. 1971. A consideration on the leaf form in the soybean, with a special regard to the change of character in development of the plant. *Sci. Rep. Faculty Agr., Kobe Univ.* 9:25-31.
 7. Owen, P.C. 1957. Rapid estimation of the areas of the leaves of crop plants. *Nature* 180:611.
 8. Sakamoto, C.M. and R.H. Shaw. 1967. Light distribution in field soybean canopies. *Agron. J.* 59:7-9.
 9. ———. and ———. 1967. Apparent photosynthesis in field soybean. *Agron. J.* 59:73-75.
 10. Shaw, R.H. and C.R. Weber. 1967. Effects of canopy arrangements on light interception and yield of soybean. *Agron. J.* 59:155-157.
 11. Simpson, G.M. 1968. Association between grain yield per plant and photosynthetic area above flag-leaf node in Wheat. *Can. J. Plant Sci.* 48:253-254.
 12. Tanner, J.W., C.J. Gardener, N.C. Stoskopf and E. Reinbergs. 1966. Some observations on upright leaf type small grains. *Can. J. Plant Sci.* 46:690.
 13. Whigham, D.K. and D.G. Woolley. 1974. Effect of leaf orientation, leaf area, and plant densities on corn production. *Agron. J.* 66:482-486.

Summary

Leaf area and its relationships between other importment agronomic traits were investigated in a population consisted with 727 lines of soybean collected from the Korean peninsula. The results obtained are summarized as follows:

1) Averages of leaf area, leaf length, leaf width, and leaf area index were 111.4 cm², 12.2 cm, 9.1 cm, and 1.35, respectively. Distributions of these characters were shown in normal curves.

2) Leaf area was positively associated with leaf length, leaf width, plant height, and seed size, whereas number of branches per plant was negatively associated. However, the leaf area was not correlated with number of nodes per plant and seed yield. Leaf form index was not correlated with leaf area, leaf length, and seed yield, whereas highly correlated with leaf width, thus indicate that leaf form is rather affected by leaf width than leaf length.

3) The collections were classified in large leaf group and small leaf group. Between these two groups, seed yield, number of nodes per plant, and plant height were not different, whereas significant differences in seed size, number of branches per plant, and leaf form index were found.