

大豆收量檢定圃의 最適크기와 모양의 推定

權臣滋 · 任建燮 · 孫清烈

韓國原子力研究所 應用遺傳學 研究室

Estimate of Optimum Plot Size and Shape for Soybean Yield Trials

Shin Han Kwon · Kun Hyuk Im · Cheong Yeol Sohn

Applied Genetics Laboratory, Korea Atomic Energy Research Institute, Seoul

Summary

Optimum plot shape and size in a uniformity trial in the newly founded experimental farm of KAERI were determined for seed yield with the basic units consisted of 2.5m×0.6m plot. Various plot sizes and shapes were made by combination of the basic units.

Coefficients of variations for yield were 21% in local branch type variety Kumkang-Dairip and 20% in the introduced branchless type variety Clark. This result indicates that the field in the new experimental farm is appropriate for soybean yield trials when adequate number of replications are employed in the field experiment. In general, C.V. values were gradually decreased with increase of plot sizes. Although the data were not consistent, the errors for the long narrow plots tend to have somewhat smaller than for the square shape plots. A sharp decrease in C.V. value was found from the 4.5m² plot in the variety Kumkang-Dairip and from the 6m² plot in the variety Clark. These results imply that 5~6m² plot could be used for yield trials in early generations of hybrid progenies.

2.5-5m long plot with 3~4 replications will be practical for yield trials in the early hybrid generations. The C.V. values with 7.5m long plot was about 16% in both varieties and 15.3% in 10m plot. These results indicate that 7.5~10m plot with 3~4 replications could be employed in accurate yield test in the advanced generations.

緒 論

作物의 育種이나 栽培試驗을 함에 있어서 收量檢定이란 하나의 必須的인 要件이며 그 試驗結果의 精密度는 그 試驗의 成敗를 左右하게 마련이다. 그러나 圃場試驗에서는 恒常 各種誤差가 隨伴되며 그 誤差를 如何히 줄이느냐, 換言하면 어떻게 해서 보다 正確한 試驗結果를 얻고, 얻어진 試驗値를 믿고 最終判定을 짓느냐 하는 것이 農學을 하는 사람들의 오랜 宿題인 것이다. 試驗中에 誘起되는 이와같은 誤差에는 두가지가 있으며 그 첫째가 豫期할 수 없는 偶然的 誤差로서 알지 못하는 많은 原因에 依해서 생기는 것으로 아무리 注意를 해도 除去할 수 없는 것이며

두번째는 必然的으로 일어나는 組織的 誤差로서 이는 試驗方法에 따라 最少限으로 줄일 수 있는 誤差인 것이다.

이와같은 見地에서 收量檢定의 精密度를 높이고 育種初期의 制限된 種子量, 試驗者의 經濟的 事情 그리고 確保 가능한 圃場面積 等の 制約條件下에서 가장 알맞는 試驗圃의 模樣과 크기를 決定한다는 것은 重要的인 일이다. 그러나 이와같은 檢定要件들이 作物別 品種別, 土壤條件 그리고 年次的 條件에 따라 다르게 反映되기 때문에 外國의 試驗結果를 直接引用하는 것 보다는 그 地域의 環境條件下에서 別個試驗을 가지고 比較檢討함이 當然하기 때문에 여러나라에서는 각기 大豆에 關한 이와같은 試驗을 오래 前부터

많이 해왔던 것이다.

美國 West Virginia에서 Odland와 Garber⁽⁵⁾는 16 foot plot로서 3反覆한 試驗方法이 그 正確度에 있어서나 經濟的인 面에서 가장 理想的이라고 報告하였으며, 1935年 Wang⁽⁵⁾은 Nanking에서 試驗을 하고 역시 16 foot plot가 理想的이었으며 4反覆를 함으로써 더욱 效果가 좋았다고 하였다. Weber와 Horner⁽⁶⁾도 이와 類似한 試驗을 하였으며, 특히 미리 試驗設計를 한 다음 試驗圖 配置를 하지 않는 限 細長한 plot는 短廣 plot에 비해 收量에 對한 變異가 크다고 하였다. 中山⁽⁷⁾는 各種作物에 關한 optimum plot size의 review에서 Odland와 Garber⁽⁵⁾의 文獻을 引用 3.5m²의 크기로 4反覆함이 理想的이라고 하였으며 一般的으로 細長한 plot가 짧고 넓은 plot에서 보다 變異가 적었다고 報告하였다.

過去 10餘年間 大豆育種 및 栽培試驗을 하는 동안 恒常 석연치 않게 여겨지던 것은 우리나라 畝에서는 plot size와 shape를 어떻게 定할 것인지 疑問을 가지면서, 美國의 North Central States Cooperative Uniform Soybean Test에서 利用하고 있는 Rod row method中 16 foot plot⁽⁴⁾ 또는 8 foot plot⁽³⁾와 正式收量檢定은 6m 길이의 plot를 6列로 配置하고 中間 4列을 兩端에서 50cm씩 除去한 約 14m²의 面積에서 檢定해 왔다. 本 論文에서는 韓國原子力研究所 新設 試驗圃場의 土壤均一度 推定과 아울러 plot size와 shape에 關한 豫備試驗을 한 結果를 簡單히 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗에서는 그 草型과 各種形質이 判異한 두個 品種 金剛大粒과 Clark가 供試되었으며 3m 길이의 40cm의 畦幅으로 basic plot unit를 삼고 播種量은

約 60 粒式 3m 길이의 列에 播種하였으며 成熟한 後 基本單位區의 兩端에 25cm씩의 植物體를 除去 基本單位區別로 Clark에서 480 그리고 金剛大粒에서 340 區를 收穫한 다음 이 基本單位區別로 收量을 測定하고 이 基本單位區를 여러가지로 組合하여 plot의 模樣과 크기를 달리하고 그 變異係數를 求하였다. Table 1에서 보는바와 같이 基本單位區는 2.5m×0.6m의 直四角形으로 그 面積은 1.5m²이다. 이 直四角形의 基本單位區를 길이로 2, 3, 4個씩 連結시켜 5m, 7.5m 및 10m의 plot로 하고 각 길이에 60cm 幅을 가진 基本單位區를 옆으로 添加하여 幅을 늘여 直四角形에서 正四角形으로 模樣을 變化시켜가고 또 그 面積에도 變化를 주어 變異係數를 計算하고 試驗區의 模樣과 크기에 따르는 效率를 比較檢討 하였다. 그리고 本 試驗을 1972年 韓國原子力研究所 試驗圃에서 遂行되었다.

結果 및 考察

供試된 2個品種의 變異係數는 plot의 shape와 크기에 따라 Table 1, 2, 3에 區分 表示되어 있으며 本 試驗을 遂行한 圃場의 土壤均一度를 種實收量의 C.V.로서 表現한다면 分枝數가 많고 過茂型인 在來品種 金剛大粒에서 約 22%였고 分枝數가 적은 美國導品種 Clark는 金剛大粒에서 보다 더 낮은 約 20%로서 收量檢定을 위한 圃場均一度는 不良한 편은 아니었으며 더욱이 適當한 試驗設計와 反覆를 넣어 誤差를 除去한다면 試驗圃場으로 使用하는데 크게 支障이 없음을 確認하였다.

本 試驗結果는 一般的으로 plot의 크기 增加에 따라 變異係數數의 顯著한 減少를 볼 수 있었으며 특히 102m² plot에서는 本 計算範圍에서는 C.V. 值가 가장 낮았으며 品種間 比較에서는 金剛大粒에서 그

Table 1. Coefficients of variation of various plot sizes and shapes for soybean seed yield in the variety Kumkang-Dairip.

No. of rows	Shape of plot	No. of basic units	Plot size(m ²)	Replication (C.V.%)			
				I	II	III	IV
1	2.5m×0.6	1	1.5	23.2	24.7	21.1	19.4
2	2.5m×1.2	2	3.0	18.1	22.1	18.8	21.2
3	2.5m×1.8	3	4.5	15.5	18.9	16.0	16.0
4	2.5m×2.4	4	6.0	16.9	18.7	15.3	12.7
5	2.5m×3.0	5	7.5	17.0	16.2	14.6	12.7
6	2.5m×3.6	6	9.0	11.7	13.9	12.6	10.9
7	2.5m×4.2	7	10.5	9.7	13.0	11.6	9.1
8	2.5m×4.8	8	12.0	12.4	14.2	13.4	6.3

Table 2. Coefficients of variation of various plot sizes and shapes for soybean seed yield in the variety Clark.

No. of rows	Shape of plot	No. of basic units	Plot size (m ²)	Replication (C.V.%)			
				I	II	III	IV
1	2.5m×0.6	1	1.5	20.5	20.6	20.5	19.4
2	2.5m×1.2	2	3.0	24.4	17.9	17.4	15.4
3	2.5m×1.8	3	4.5	24.0	17.1	15.4	14.7
4	2.5m×2.4	4	6.0	23.3	16.9	13.9	13.2
5	2.5m×3.0	5	7.5	23.0	16.3	14.6	12.3
6	2.5m×3.6	6	9.0	23.4	16.4	14.0	12.6
7	2.5m×4.2	7	10.5	22.6	15.6	13.3	13.9
8	2.5m×4.8	8	12.0	22.7	15.7	12.6	11.6

Table 3. Coefficients of variation of various plot sizes and shapes for soybean seed yield in the varieties Kumkang-Dairip and Clark.

No. of rows	Shape of plot	No. of basic unit	Plot size (m ²)	C.V.(%)	
				Kumkang Dairip	Clark
1	5m×0.6	2	3	19.3	20.4
2	5m×1.2	4	6	16.6	20.0
3	5m×1.8	6	9	14.8	18.5
4	5m×2.4	8	12	15.4	18.5
5	5m×3.0	10	15	15.0	18.1
6	5m×3.6	12	18	10.9	18.1
7	5m×4.2	14	21	10.2	17.9
8	5m×4.8	16	24	10.9	18.2
1	7.5m×0.6	3	4.5	16.4	16.6
2	7.5m×1.2	6	9.0	14.4	15.3
3	7.5m×1.8	9	13.5	12.0	15.1
4	7.5m×2.4	12	18.0	12.8	14.7
5	7.5m×3.0	15	22.5	12.9	14.7
6	7.5m×3.6	18	27.5	9.2	14.9
7	7.5m×4.2	21	31.5	8.9	14.4
8	7.5m×4.8	24	36.0	9.6	14.3
1	10m×0.6	4	6	15.3	15.3
2	10m×1.2	8	12	12.8	14.0
3	10m×1.8	12	18	11.2	14.1
4	10m×2.4	16	24	10.9	13.9
5	10m×3.0	20	30	10.8	13.2
6	10m×3.6	24	36	8.2	13.6
7	10m×4.2	28	42	7.6	13.6
8	10m×4.8	32	48	7.8	12.8
17	10m×10.2	68	102	4.9	9.9

現象이 더욱 뚜렷하였다. 이는 plot 가 커짐에 따라 서 誤差가 적어진다는 것을 意味하며 中山²⁾의 review

paper에서도 明白히 指摘된 바 있으며 이 結果로는 收量檢定圃를 大型化할수록 精度 높은 比較가 可能한 것이나 이미 緒論에서 指摘한대로 圃場의 크기를 無制限 크게 만든다는 것은 非現實의이며 또 試驗圃場이 異常擴大되면 오히려 精度가 떨어질 우려도 있어 限界點을 設定한다는 것은 檢定の 效率로 보나 經濟的으로 보아 有益할 것이다.

plot의 길이(2.5, 5, 7.5 및 10m)와 列數(Number of row)를 調節하여 同一面積에서 그 plot shape를 달리하였을 때의 C.V.의 變異를 보면 Table 1과 3의 Clark 品種에 對한 例에서의 같이 正方形(2.5m×2.4m) plot가 同一한 6m²의 長方形(5m×1.2m) plot에서 보다 C.V. value가 적어지는 例外도 있었으나 中山²⁾나 Odland와 Garber³⁾ 등의 報告에서와 마찬가지로 同一한 面積에서는 Table 3의 10m×0.6m plot에서와 같이 長方形 plot에서 變異係數가 낮은 傾向을 보였다. 그러나 面積의 增加가 越等히 큰 10m×10.2m plot (C.V. 4.9와 9.9%)에서는 C.V.值가 顯著히 減少되었으며 2.5m 길이의 plot에서 처럼 그 길이가 짧은 경우에는 오히려 列數가 많음으로써 變異가 적어지는 경우도 있는데 Table 1의 12m² plot는 8列로 構成되어 있으며 C.V.는 Clark에서 約13% (Replication 1除外) 그리고 金剛大粒에서 約 12%程度로서 同一面積인 5m×2.4m plot(金剛大粒 14.4, Clark 18.5%)에서 보다 效率의이었으며 極端的으로 plot의 길이가 긴 10m×1.2m plot(表 3)와는 비슷하였다.

一般的으로 試驗區의 幅이 넓어짐에 따라 變異係數는 減少하였으나 그 減少率은 品種 및 土壤條件에 따라 多少의 差異를 보였다. Table 1에서 보는바와 같이 減少率의 鈍化는 金剛大粒에서는 2.5m×1.8m 區인 4.5m² plot에서, 3m² plot에서 보다 變異가 뚜렷이 적어졌으며 10.5m²區 (2.5m×4.2m)에서는 10%

程度로 減少되고 12m²區에서는 오히려 變異係數는 커졌다. Clark에서는 6m²區(2.5m×2.4m)에서부터 C.V의 減少率이 鈍化된 것으로 보아 2.5m 길이의 plot에서는 5~6m²의 plot size로서 比較的 正確한 生産力檢定이 可能할 것 같으며 中山²⁾가 提示한 適當한 plot size 3.5m²보다 큰 結果를 보였으나 여기서는 replication을 넣지 않고 計算하였기 때문일 것이며 萬一 3~4회 反覆을 넣은 實驗設計라면 理論적으로 中山이 提示한 3.5m²程度로서 效率이 같은 結果를 얻을 수 있을 것이다.

現在 U.S.의 Regional Soybean Laboratory의 Uniform Test⁴⁾의 標準이 되고 있는 約 2.5m 및 5m 길이의 경우와 本 試驗結果와를 比較해 본다면 單一列로서 길이의 plot에서의 C.V.는 兩品種에서 合해 20%를 좀 上廻하였으며 5m 길이에서 20%에 약간 未達됨으로 美國의 標準區 設定基準에 附合된 結果임을 알 수 있었다. 故로 우리나라에서도 大豆의 育種初期世代에서 2.5~5m 길이의 plot를 使用 3~5회 反覆을 주어 檢定해도 무방할 것으로 思慮되며 더욱이 7.5m 길이의 plot에서는 反覆없이도 金剛大粒에서 16.4% Clark에서 16.6%의 C.V. 値를 얻었으며 10m 길이의 plot에서는 兩品種에서 모두 15.3%의 値를 얻었다. 이 結果들은 育種이 相當히 進척되어 選拔된 有望系統의 收量檢定에서도 7.5~10m의 單列 plot에 反覆을 준다면 信賴할만한 結果를 얻을 수 있을 것으로 짐작된다. 現在 生産力檢定區는 相當한 面積에 數列씩을 넣어 檢定하고 있는 것이 普通인데 育種의 進척에 따라 適當한 길이를 주어 單列區를 設定 檢定함이 經濟的인 면서도 必要한 水準의 精度를 얻을 수 있을 것이다.

摘 要

大豆의 收量檢定을 함에 있어 우리나라의 與件下에서는 어떤 plot size와 shape가 實驗의 精密度를 높이며 또한 經濟的인 면에서 가장 理想的인가 하는 問題를 韓國原子力研究所 新設試驗圃場의 土壤均度推定과 아울러 그 豫備試驗을 實施하여 얻어진 몇가지 結果를 報告하는 바이다.

1. 韓國原子力研究所 試驗圃場의 圃場均一성은 種實收量의 C.V로서 表現된 均一度는 多枝性이며 過茂型인 “金剛大粒”에서 약 22%이었고 少枝性인 導入品種 “Clark”는 약 20%로서 收量檢定을 위하여 不

良한 편은 아니었고 適當한 試驗設計와 反覆으로 誤差를 減少시킨다면 試驗圃場으로 使用하는데 크게 支障이 없을 것이다.

2. Plot의 크기 增加에 따라서 變異係數値의 顯著한 減少를 볼 수 있었으며 특히 102m² plot에서 C.V가 가장 낮았고 “金剛大粒”에서 그 現象이 더욱 뚜렷하였다. 그러나 plot의 크기는 經濟的인 면과 實驗의 精密度를 아울러 考慮하여 그 適正限界를 設定함이 有益하겠다.

3. 同一面積에서의 plot shape는 正方形 plot보다 長方型 plot에서 C.V가 낮은 傾向을 보였고 또한 試驗區의 幅이 넓어짐에 따라 變異係數는 減少하였다.

4. 우리나라에 있어 大豆의 收量檢定區는 育種初期世代에는 길이 2.5~5m의 plot에서 3~4회 反覆으로 檢定하고 育種過程이 相當히 進行된 後期世代에서는 7.5~10m의 單列 plot에 反覆을 준다면 實驗의 誤差도 相當히 減少시킬 수 있고 經濟的인 것으로 여겨진다.

引用 文 獻

1. Kwon, S.H and J.H. Torrie. 1964. Heritability of interrelationships among traits of two soybean populations. *Crop Sci.* 4:196-198.
2. 中山林三郎, 1949. 試驗圃場의 大きと, 形及び 反覆回數. *農及園.* 24:602-604.
3. Odland, T.E. and R.J. Garber. 1928. Size of plot and number of replications in field experiments with soybeans. *J. Amer. Soc. Agron.* 20: 93-108.
4. Results of the cooperative uniform soybean test. Part I. North Central States. 1962. US Regional Soybean Lab., Urbana, Ill. U.S.A.
5. Wang, S. 1935. Effect of the length of row, number of replications, and frequency of checks on the accuracy of soybean experiments under the environmental conditions of Nanking China. *J. Agr. Ason., China.* 132:49-62.
6. Weber, C.R. and T.W. Horner. 1957. Estimates of cost optimum plot size and shape for measuring yield and chemical characters in soybeans. *Agron. J.* 49:444-449.