

밭土壤의 塩基比 差異가 綠豆收量에 미치는 影響

金在鐵*·李東右*·朴然圭**

Effect of the Base Ratio of Upland Soils on the Yield of Mungbean

Jae Chul Kim*, Dong Woo Ree* and Yeon Kyu Park**

ABSTRACTS

To provide useful information on the improving cultural practices of mungbean, investigations were made on Ca/Mg and $K/\sqrt{Ca+Mg}$ ratio in soil and plant grown under three fertilizer levels of N, P, K with different upland soils, using variety, Kyonggijaerae 5.

Highly significant possitive correlations were observed between the soil extracted molar Ca/Mg ratio, $K/\sqrt{Ca+Mg}$ ratio at flowering time and yield, number of pods per plant, respectively. Soil-extracted Ca/Mg ratio at flowering time ranged from 1.9 to 6.4 and $K/\sqrt{Ca+Mg}$ ratio ranged from 0.17 to 0.33. Yield decreased rapidly as extracted soil Ca/Mg ratio became smaller than the ratio of 3.9, and yield was the highest the $K/\sqrt{Ca+Mg}$ ratio adjusted to 0.23 at flowering time. At harvesting time, Ca/Mg ratio in plant ranged from 1.4 to 4.3 and the yield decreased rapidly as Ca/Mg ratio in plant became smaller than 2.6. Yields, however, were not related to the soil-extracted Ca/Mg ratio interval from 3.9 to at least 6.4 in flowering time and Ca/Mg ratio in plant ranged from 2.6 to 4.3 at harvesting time.

緒 言

우리나라 밭土壤의 大部分은 酸性을 띠며 有機質 含量은 대체로 낮은 實情이다. 이러한 밭土壤의 酸性 矯正은 石灰施用이 一般的인 手段으로 되어 왔다. 그러나 石灰의 施用은 土壤 pH를 調節할 수 있으나 磷酸과 加里, 마그네슘 등 다른 成分의 行動을 制御하기도 한다.^{3, 9, 12)}

鄭 等³⁾은 鹽基飽和度가 낮은 土壤에서 콩을 栽培할 때 石灰의 一方의 施用은 마그네슘의 상대적 不足을 招來하며 이 때 칼슘과 마그네슘이 適正 鹽基飽和度는 各各 35~55%, 10~15% 範圍라 하고

우리나라에서는 마그네슘의 飽和度가 15% 以上되어야 할 것으로 推定하였다. 尹·柳¹⁴⁾는 野山開墾地 土壤을 改良하기 위하여 石灰 또는 마그네슘肥料를 多量 施用할 경우 加里가 큰 生育制限因子라 하였으며, Van Lierop¹²⁾는 pH가 낮은 有機質 土壤에 칼슘과 마그네슘을 施用한 結果 양파의 收量은 N, P, K의 施肥量보다는 N, P, K, Ca, Mg의 相互作用에 더욱 큰 影響을 받는다고 하여 Ca, Mg, K의 相互比率을 重要視하였다. 또한 Welch·Nelson¹³⁾은 大豆에 對한 石灰와 마그네슘의 要求度를 調査한 結果 Ca^{++} , Mg^{++} 의 比를 調節함이 重要하다고 하였다.

따라서 土壤中 칼슘, 마그네슘, 가리含量을 一定

* 京畿道 農村振興院(Kyonggi Provincial Rural Development Administration, Hwasong 170, Korea)

** 忠北大學校 農科大學(Department of Agronomy, Chungbuk National University, Chongju 310, Korea)
<'86. 6. 10 接受>

水準으로 維持시켜 주는 것은 作物 生育에 重要한 意味를 갖는다. 그러나 이들 鹽基比의 最適比率와 鹽基比의 效果가 作物 收量에 얼마나 큰 影響을 주는 가에 對한 研究는 극히 적다. 이와 같은 境地에서 肥沃度가 다른 土壤에서의 鹽基比와 收量과의 關係는 檢討할 價値가 있다고 본다.

本 試驗은 綠豆 栽培時 土壤中 鹽基比 調節에 對한 基礎資料를 얻기 위하여 pH가 낮은 開墾地 土壤과 pH가 높은 熟田의 土壤에 窒素, 磷酸, 加里를 組合 施肥한 試驗에서 植物體와 土壤試料를 採取,

分析하여 이들의 鹽基比와 綠豆 收量과의 關係를 檢討하였던 바 몇가지 結果를 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

京畿在來 5號를 供試하여 直徑 0.8 m, 깊이 0.9 m인 無底 圓型 콘크리트 甬트에 熟田과 開墾田의 砂壤土(表 1)를 넣은 後, 肥種은 尿素, 溶過磷, 鹽化加里로 하여 施肥處理는 N, P₂O₅, K₂O 를 各各

Table 1. Chemical properties of the used soils.

| Soil * | pH | OM (%) | Avail. P ₂ O ₅ (ppm) | Ex. cat. (me/100g) | | | CEC (me/100g) |
|--------|-----|--------|--------------------------------------------|--------------------|-----|-----|---------------|
| | | | | K | Ca | Mg | |
| C | 7.3 | 1.9 | 208 | 0.85 | 7.0 | 1.3 | 8.5 |
| U | 5.7 | 0.3 | 38 | 0.31 | 3.6 | 1.6 | 5.9 |

* C : Cultivated land

U : Uncultivated land

0, 1, 2, 3의 3水準으로 組合處理된 前報⁶⁾의 試驗에서 綠豆 開花期 및 收穫期에 土壤 및 植物體 試料를 採取하였다. 採取된 試料는 農村振興廳 土壤 및 植物體 分析法¹¹⁾에 의하여 分析하여 土壤 및 植物體內 鹽基比(Ca/Mg, $K/\sqrt{Ca+Mg}$)와 收量 및 收量構成要素와의 關係를 檢討하였다. 鹽基比 差異에 따른 收量 및 收量構成要素의 反應은 農村振興廳 電算機(PDP 11/70)의 CRISP을 利用하여 折線回歸式에 의한 轉換點을 推定하였다. 즉 回歸式의 決定係數가 가장 큰 것을 채택하여 有意性檢定을 하였다.

結果 및 考察

1. 生育時期別 鹽基比와 綠豆收量 및 收量構成要素와의 相關

表 2는 綠豆의 開花期 및 收穫期에 있어서 土壤中 置換性 Ca/Mg 및 $K/\sqrt{Ca+Mg}$ 當量比와 收量 및 收量構成要素와의 相關을 調査한 것이다.

土壤중 置換性 Ca/Mg 當量比 및 $K/\sqrt{Ca+Mg}$ 當量比는 收量과 高度의 正의 相關關係가 認定되었다. 이는 특히 開花期에 더욱 그러하였다. 이와 같

Table 2. Correlation coefficients among soil base ratios at different two growth stages and mungbean yield, yield components.

| Base ratio | Growth stage | Yield | No. of pods per plant | No. of grains per pod | Wt. of 100 grains | No. of branches | (n = 24) |
|------------------|-----------------|----------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|----------|
| | | | | | | | |
| Ca/Mg | Flowering time | 0.8664** | 0.8762** | 0.2861 | 0.0678 | 0.5601** | |
| | Harvesting time | 0.5219** | 0.5367** | 0.1238 | -0.0893 | 0.2817 | |
| $K/\sqrt{Ca+Mg}$ | Flowering time | 0.7578** | 0.7425** | 0.4005 | -0.1560 | 0.3627 | |
| | Harvesting time | 0.0544 | -0.0349 | 0.2414 | 0.1285 | -0.2379 | |

** Significant at 1% level

은 현상은 이들 土壤中 鹽基比가 綠豆의 莢數增加에 크게 影響을 끼친 때문인 것으로 보인다. 따라서 本研究에서는 開花期의 土壤中 鹽基比와 收量과의 關係를 中心으로 檢討하였다.

2. 開花期 土壤中 Ca/Mg 比와 收量

그림 1에서 보는 바와 같이 開花期 土壤中 Ca/Mg 比의 範圍는 1.9에서부터 6.4 정도까지 였으며 Ca/Mg 比가 3.9 이상에서는 綠豆 收量에는 크게 影響하지 않았다. 그러나 Ca/Mg 比가 1.9~3.9 사이에서는 Ca/Mg 比가 3.9에 가까울수록 綠豆收量은 급격히 增加되었다. 따라서 開花期의 土

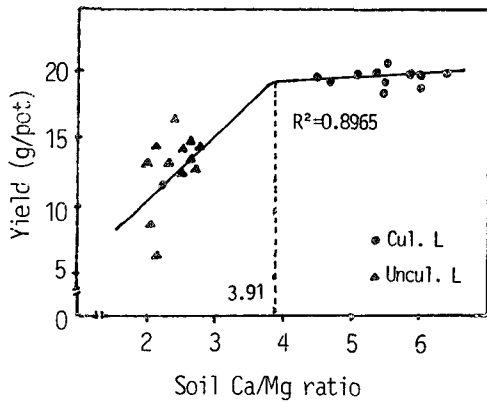


Fig. 1. The relation between mungbean yield and extracted soil Ca/Mg ratios at flowering time.

Note: Estimated optimum critical point was 3.91 by the following regression equation,
 $\hat{y} = 2.3576 + 4.3678X_1 + 0.0414X_2$
 Where, $X_1 \leq 3.91 \leq X_2$

壤中 適正 Ca/Mg 比는 3.9 정도일 것으로 推定된다. 이는 Bear·Toth¹¹⁾의 理想的인 土壤 Ca⁺⁺ 와 Mg⁺⁺ 의 飽和比 65:10 (Ca/Mg=6.5), Graham⁴⁾의 75:10 (7.5)보다는 낮은 수치이며 鄭等³⁾의 開墾地 콩 栽培에 있어 土壤中 適正 Ca 飽和度 35~55%, Mg 飽和度 10~15% (Ca/Mg 3.5 內外), 尹·鄭¹⁴⁾의 開墾地 콩 栽培結果 土壤中 適正 Ca/Mg 地 3.12와는 近似한 수치이다. 그러나 Van Lierop et al¹²⁾이 調査한 pH가 낮은 有機質 土壤中에서 양과栽培時의 0.5보다는 훨씬 높다. 이와 같은 현상은 土壤이 갖는 粘土鑛物의 種類, 陽이온 置換容量 및 對象作物에 따라 다를 것으로 생각되어 더욱 檢討할 課題라 생각된다. 本試驗에서 Ca/Mg 比를 熟田 및 開墾田의 土壤으로 細分하여 볼 때 熟田에

서의 Ca/Mg 比는 3.9 以上으로 되어 Ca/Mg 比를 調節施肥할 必要가 없는 것으로 생각되었으며 단지 無肥栽培하였을 때에 Ca/Mg 比는 2.0 정도로 낮았을 뿐이었다. 바꾸어 말하면 開墾田에서의 Ca/Mg 比 調節은 莢數 增加에 의한 綠豆 增收에 큰 影響을 끼칠 것으로 생각된다.

3. 開花期 土壤中 K/√Ca+Mg 比와 收量

그림 2에서 보면 開花期 土壤中 K/√Ca+Mg 比의 範圍는 0.17~0.33 이었으며 이때 K/√Ca+Mg

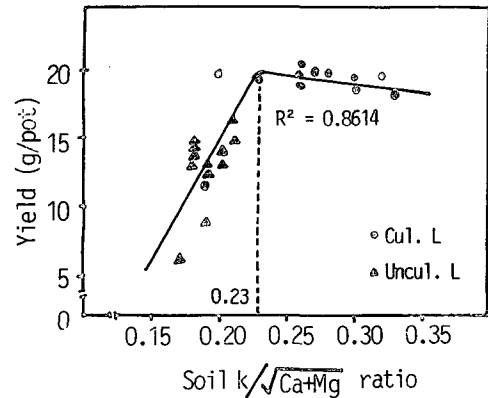


Fig. 2. The relation between mungbean yield and extracted soil K/√Ca+Mg ratios at flowering time.

Note: Estimated optimum critical point was 0.23 by the following regression equation,
 $\hat{y} = -17.7810 + 162.8692X_1 - 5.9155X_2$
 Where, $X_1 \leq 0.23 \leq X_2$

比가 0.23 이 될 때까지는 계속하여 收量이 增加하나 0.23 以上일 때에는 收量增加에 큰 影響이 없었으며 오히려 낮아지는 경향이였다. 尹·柳¹⁴⁾는 大豆의 花芽分化期 때 土壤中 適正 K/√Ca+Mg 比는 0.15 라 하여 K/√Ca+Mg 比가 이보다 낮을 때에는 加里 缺乏現象이 일어난다고 하였다. 本試驗에서 K/√Ca+Mg 比를 熟田과 開墾田으로 細分하여 볼 때 熟田에서의 K/√Ca+Mg 比는 대체로 0.23 以上되어 收量에 큰 影響이 없으나 開墾田에서는 0.17~0.23 으로 되어 石灰를 施用할 때 加里의 増施가 必要할 것으로 보인다. 이와 같이 K/√Ca+Mg 比 調節에 따른 增收要因은 表 2에서와 같이 莢數의 增加에 의한 것으로 생각된다. 또한 이때 莢數가 가장 많아지는 土壤中 適正 K/√Ca+Mg 比는 그림 3에서와 같이 0.23 인 것으로 推定되었다.

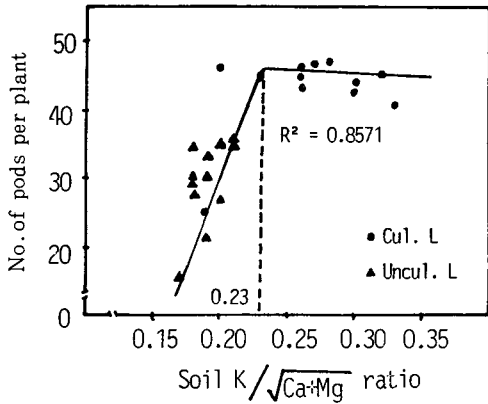


Fig. 3. The relation between number of pods per plant and extracted soil $k / \sqrt{Ca+Mg}$ ratios at flowering time.

Note: Estimated optimum critical point was 0.23 by the following regression equation,
 $\hat{y} = -41.7536 + 379.0532 X_1 - 22.9569 X_2$
 Where, $X_1 \leq 0.23 \leq X_2$

4. 開花期 土壤中 Ca/Mg 比와 收穫期 植物體中 Ca/Mg 比와의 關係

그림 4에서 보는 바와 같이 土壤中 Ca/Mg 比는 植物體中 Ca/Mg 比와 正의 相關關係가 認定되었다. 또한 그림 4에서 土壤中 Ca/Mg 比보다는 植物體中 Ca/Mg 比가 다소 낮은 것은 一般적으로 濕潤한 土壤에서는 Ca 이 Mg 보다 土壤에 吸着하는 힘이 強하며²⁾, 大部分의 作物體는 化學當量으로 볼 때 Ca 보다 Mg 을 더 많이 吸收한다는 鄭等³⁾의 報告와 結付시켜 볼 때 本 試驗結果에서도

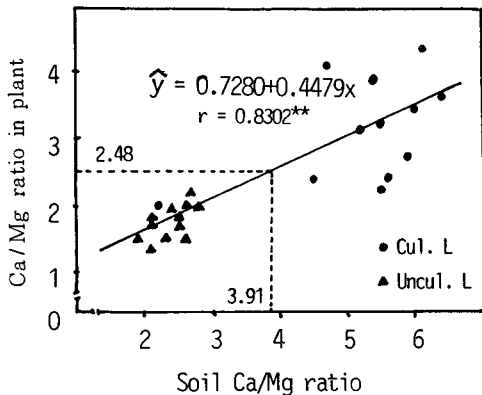


Fig. 4. The relation between Ca/Mg ratios in mungbean plant at harvesting time and soil extracts at flowering time.

綠豆에서는 Ca 보다는 Mg 를 더 쉽게 吸收하는 것이 아닌가 생각된다. 그림 4에서 植物體中 Ca/Mg 比의 上位 限界點을 明確히 찾아낼 수 없지만 그림 1에서 나타난 土壤中 適正 Ca/Mg 比 3.91 를 代入하여 볼 때 植物體中 Ca/Mg 比는 約 2.48 정도이다. 또한 植物體中 Ca/Mg 比와 收量과의 關係로 檢討하여 보면 그림 5에서와 같이 Ca/Mg 比는 約 2.6에서부터 收量差異가 없는 것으로 보아 植物體中 適正 Ca/Mg 比는 約 2.5 内外인 것으로 생각된다. 尹·柳¹⁴⁾는 大豆 植物體中 適正 Ca/Mg 比는 1.87 이라 하여 本 調査보다는 다소 낮은 수치를 보였는데 이와 같은 現象은 大豆보다는 綠豆에서 植物體中 K 및 Ca 의 含量이 더 많은 때문인 것으로 보인다.⁷⁾

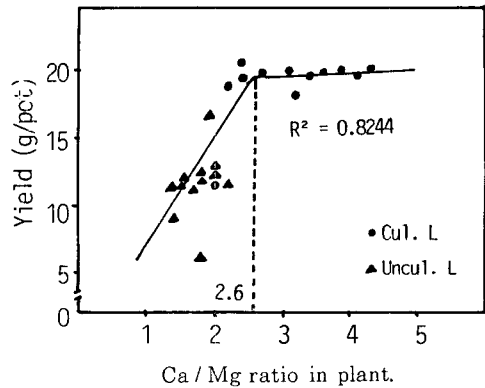


Fig. 5. The relation between mungbean yield and Ca/Mg ratios in mungbean plant at harvesting time.

Note: Estimated optimum critical point was 2.6 by the following regression equation,
 $\hat{y} = -0.0765 + 7.4779 X_1 + 0.1216 X_2$
 Where, $X_1 \leq 2.6 \leq X_2$

以上을 綜合하여 볼 때 綠豆 栽培時 開花期 土壤中 Ca/Mg 의 適正當量比는 3.9 内外로 推定되며 그 以上에서는 收量 增加에 影響이 없었으며 그 以下로 낮아질 때에는 收量 減少가 甚했다. 이를 開墾田과 熟田에 따라 區別하여 볼 때 熟田에서는 Ca/Mg 比가 3.91 以上이기 때문에 鹽基比를 調節할 必要는 없을 것으로 생각되나 開墾田에서는 1.91~2.62 정도로 낮아 이의 調節效果가 클 것으로 생각된다. 또한 植物體中 適正 Ca/Mg 比는 2.5~2.6 정도로 되어 이들 植物體나 土壤中 Ca/Mg 比가 調査된 適正限界內에 維持된다면 적어도 吸收된 다른 養分들은 收量減少에 影響하지 않는 것으로 생각된다.

다. 開花期 土壤中 $K/\sqrt{Ca+Mg}$ 의 適正當量比는 0.23으로 開墾田에서는 이의 調節이 必要할 것으로 생각되며 Ca/Mg 比 調節時 K의 調節이 併行되어야 할 것이다. 最近 調査된 우리나라 밭土壤의 Ca飽和度 50%, Mg飽和度 20%로 볼 때⁵⁾ 더 많은 량의 Ca량을 必要할 것으로 보인다. 그러나 이때 Ca의 施用은 K의 吸收 障害를 가져올 우려가 있으므로⁶⁾ K의 適正 施肥가 必要할 것으로 생각된다. 또한 K의 增施는 Mg의 吸收 低下를 가져오므로¹⁰⁾ 粘土質物の 種類 및 陽이온 置換容량의 範圍에 따른 調節의 檢討가 必要할 것으로 보인다.

摘 要

綠豆栽培時 土壤中 鹽基比 調節效果에 對한 基礎資料를 얻기 위하여 pH가 낮은 開墾地 土壤과 pH가 높은 熟田의 土壤에 窒素, 磷酸, 加里를 組合 施肥한 試驗에서 植物體와 土壤試料를 採取 分析하여 이들의 鹽基比와 綠豆收量과의 關係를 檢討한 結果는 다음과 같다.

1. 開花期 土壤中 Ca/Mg 比는 綠豆의 莢數, 分枝數 및 收量과 正의 相關關係가 있었으며 $K/\sqrt{Ca+Mg}$ 比는 莢數 및 收量과 正의 相關關係가 있었다.

2. 開花期 土壤中 Ca/Mg 의 範圍는 1.9~6.4 範圍이었으며 3.9 以上에서는 綠豆 收量에 크게 影響하지 않았으나 1.9~3.9 사이에서는 3.9에 가까울수록 綠豆收量은 急激히 增加되었다.

3. 開花期 土壤中 $K/\sqrt{Ca+Mg}$ 比는 0.17~0.33 範圍이었으며 0.23 以上에서는 收量差異가 없었으나 그 以下에서는 收量減少가 甚했다.

4. 收穫期 植物體中 Ca/Mg 의 範圍는 1.4~4.3이었으며 2.6 以上에서는 收量差異가 없었으나 1.4~2.6 사이에서는 Ca/Mg 比가 클수록 收量이 增加되었다.

引 用 文 獻

1. Bear, F. E. and S. J. Toth. 1948. Influence of calcium on availability of other cations. Soil Sci. 65 : 69-75.

2. Brady, N. C. 1974. The nature and properties of soils. Macmillan Publishing Co. 8th ed. New York. 639 p.
3. 鄭二根·洪鍾雲·金泳燮·趙大永. 1974. 酸性新開墾田 土壤의 鹽基飽和도와 大豆收量. 韓國土壤肥料學會誌. 7 (1) : 23-27.
4. Graham, E. R. 1959. An explanation of theory and methods of soil testing. Mo. Agr. Exp. Sta. Bull. 734 p.
5. 農業技術研究所. 1979. 試驗研究報告書 : 592-598.
6. 金在鐵·朴然圭·洪有基·李東右. 1983. 窒素, 磷酸 및 加里施用이 綠豆의 生理生態의 미치는 影響. 韓國作物學會誌. 28(3) : 358-367.
7. 京畿道農村振興院. 1980. 試驗研究報告書. 224-231.
8. Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1978. Principles of plant nutrition. International Potash Institute. 593 p.
9. 吳旺根·黃永秀. 1975. 止葉中の 鹽基含量으로 본 高位收量벼의 特性과 土壤條件에 關한 研究. 韓國土壤肥料學會誌. 8 (1) : 31-35.
10. Omar, M. A. and E. El Kobbia. 1966. Some observations on the interrelationships of potassium and magnesium. Soil Sci. 101 (6) : 437-440.
11. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準 改訂第1版. 453 p.
12. Van Lierop, W., Y. A. Martel and M. P. Cescas. 1979. Onion response to lime on acid histosols as affected by Ca/Mg ratios. Soil Sci. Soc. Am. J. 43 : 1172-1177.
13. Welch, C. D. and Nelson, W. L. 1950. Calcium and magnesium requirements of soybean as related to the degree of base saturation of the soil. Agron. J. 42 : 9-14.
14. 尹楨熙·柳寅秀. 1976. 大豆에 對한 適正 鹽基比 調節效果에 關한 研究. 農事試驗研究報告 (土壤肥料, 作物保護, 菌柄編). 18輯 : 35-40.