

Zeolite 施用에 의한 벼의 增收效果 및 要因解析

桂鳳明* · 薛權錫** · 曹章煥***

Effects of Zeolite Application on Yield and Yield Components in Rice

Bong Myung Kae*, Kwon Sok Sol** and Chang Hwan Cho***

ABSTRACT

The milled rice yield of the fertilized Zeolite in the sandy loam as 542 Kg/10a was increased by 11% compared with the check plat as a standard cultivation.

Significant positive correlations of that were found between grain yield/plant and panicle/total weight ratio or average weight of panicle, while lower correlations between ratio of ripened grains and grain yield/plant. But significant negative correlations were found between 1,000-grain weight of rough and 4th·5th internode/culm length ratio.

It was revealed that there were higher direct effects for ratio of ripened grains and spikelets/panicle affecting grain yield/plant through path analysis among the yield components. Moreover, organic dry matter production at 35 days after heading were heavier by 26% in active leaves, 19% in stem + leaf sheath, and 5% in panicle, respectively.

Ratio of settled spikelets on the terminal of primary rachis-branch was 47% to total spikelets, and 37% in half-upper of that, moreover many spikelets settled on the terminal of rachis. Therefore, it was recognized that there were a dominant effect of apical glumous flower by fertilized Zeolite.

緒 言

砂質畝에 對한 Zeolite 施用의 增收效果는 大端히 큰 것으로 널리 잘 알려져 있다. 그러나 그 增收要因의 解析의 究明은 매우 未及한 實情에 있다. 이 增收效果에 對한 要因分析을 解析의 由로 明白하게 하므로써 本土壤改良劑의 施用에 있어서 보다 合理化를 圖謀할 수 있을 것으로 確信했다. 그러므로 本 研究에 있어서는 Zeolite 施用에 의한 多收良質의 效果를 實證의 由로 測定함과 同時에, 이에 따르는 諸 形質間의 相關關係를 究明해서 收量에 미치는 直接,

間接效果의 程度를 推定했다. 더우기 成熟期에 있어서의 各 器官의 垂直分布를 解析의 由로 推定해서 良質多收의 基本的인 效率性을 考察할 수 있었으며, 아울러 이삭의 着粒狀態를 明白하게 把握하므로써 增收의 根本原因을 解析할 수 있었다. 이와 같은 結果는 砂質畝改良劑로서의 效率增進에 크게 寄與할 것으로 믿어지기 때문에 敢히 여기에 報告하는 바이다. 本調查研究에 있어서 始終協助해 주신 抱川郡農村指導所職員一同과, 電算處理에 수고해 주신 農村振興廳 韓元植 博士에게 깊은 感謝를 表하는 바이다.

材料 및 方法

* 抱川郡農村指導所 (Pocheon-Gun Rural Guidance Office, Pocheon 130-50, Korea)

** 江原道農村振興院 (Kangwon Provincial Rural Development Administration, Chuncheon 200, Korea)

*** 檀國大學校農科大學 (Dankook University, Cheonan 330, Korea) <'87. 11. 1 接受>

本 研究는 1986年 抱川郡農村指導所에서 砂質畝에 設置한 地力增進示範畝에서 調査하였다. 이 地方增進示範畝는 抱川郡永中面梁文里 698-1番地의 畝 636坪에 設置하였다.

示範畝의 土壤分析은 京畿道農村振興院에서 實施하였는데, pH는 土壤試料와 蒸溜水를 1:5로서 測定하였으며, OM는 Tyrin 法으로, 有效磷酸은 Lancaster 法으로, 置換性陽이온은 1N-Ammonium Acetate 로 浸出해서 原子吸光分光光度計로 測定하였으며, 有效珪酸은 1N-Sodium Acetate 로 浸出해서 分光光度計로 測定하였다. 그리고 CEC (Cation Exchange Capacity)는 置換性 陽이온을 分析한後 置換性陽이온과 水素이온의 合의 값으로 하였다.

土壤分析結果에 의한 10a 當 施肥量은 表 1과 같다.

栽培管理에 있어서는 1985年 10月 30日 堆肥를 高루 뿌리고 耕耘機로 깊이 15cm의 秋深耕을 했고, 1986年 3月 11日에는 Zeolite 를 施用하고 다시 春耕했다. 供試品種으로는 “峰光”을 利用하여 箱子育苗(30日苗)해서, 5月 18日 3.3m² 當 91.7株 (30cm×12cm)를 移秧했다. 分蘖肥는 6月 1日 尿素 7.8kg/10a 을 주고, 穗肥는 7月 17日 尿素 7.5kg/10a+ 鹽加 15kg/10a 을 주었다. 本畝의 病

Table 1. Applying fertilizers (Kg/10a)

| Treatment | Compost | SiO ₂ | Zeolite | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|-----------|---------|------------------|---------|------|-------------------------------|------------------|
| Check | 1,000 | 34 | - | 20.0 | 5.0 | 11.3 |
| Zeolite | 1,000 | 34 | 2M/T | 20.0 | 5.0 | 11.3 |

Table 2. Result of soil analysis of using paddy field, 1986.

| | pH | OM (%) | P ₂ O ₅ (ppm) | Ext. cations (me/100g) | | | CEC (me/100g) | SiO ₂ (ppm) |
|------------------|-----|--------|-------------------------------------|------------------------|-----|-----|---------------|------------------------|
| | | | | K | Ca | Mg | | |
| Before treatment | 6.0 | 2.0 | 176 | 0.19 | 3.8 | 0.5 | 8.6 | 94 |
| After experiment | 5.9 | 2.0 | 180 | 0.41 | 4.5 | 0.5 | 9.8 | 115 |

Table 3. Effect of Zeolite on some agronomic character, 1986.

| Treatment | Heading date | Culm length | Internode/Culm length ratio | | | | | No. of tiller / plant | No. of panicle / plant | Ratio of effective tiller |
|-----------|--------------|-------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | 1st from upper | 2nd upper | 3th upper | 4th upper | 5th upper | | | |
| | | cm | % | % | % | % | % | | | % |
| Check | Aug. 13 | 81.5 | 38.3 | 25.6 | 17.0 | 13.1 | 6.0 | 21.0 | 19.7 | 93.8 |
| Zeolite | 12 | 82.4 | 36.3 | 25.2 | 17.3 | 13.9 | 7.3 | 24.0 | 22.6 | 94.2 |

害虫은 隨時로 豫察하여 徹底히 防除했으며, 收穫은 10月 1日 벼를 베어서 小束立乾後 脫穀調製했다.

調査는 農村振興廳 農事試驗研究調査基準(1977)에 準하여, 生育 및 收量, 米質, 株別 主要特性, 植物 各器官의 垂直分布, 그리고 이삭의 着粒狀態를 調査檢定했다.

結果 및 考察

1. 土壤反應

示範畝의 土壤分析結果는 表 2와 같다. 實驗處理期間中の 供試土壤中の 主要成分 變化는, 畝의 Zeolite 處理前보다 가을의 調査完了後의 K는 116%, Ca는 18%, SiO₂는 22%, 그리고 CEC (Cation Exchange Capacity)는 14%가 各各 增加하였다. 이것으로 보아서 處理土壤中에는 植物이 一生동안 繼續 必要로 하는 主要養分の 保存能力이 一層 向上 되었다고 믿어진다.

2. 收量性 및 米質

Zeolite 加用區는 表 3에서 보는 바와 같이 標準栽培區에 比하여 出穗期가 비슷하였으며, 稈長은 若干 길이나 위로부터의 第1節間長比率은 若干 짧은 傾向이었다. 株當莖數 이삭數도 2~3本 많으며 有效基比率도 若干 높은 편이다.

또한 10a 當白米收量도 表 4에서 보는 바와 같이 542kg로서 標準栽培區보다 11% 增收되었다. 이것은 株當穗數가 約 3本이 많을 뿐만 아니라, 特 히 稔實率이 3.4% 높음에 따라 穗當粒數도 約 5

Table 4. Effect of Zeolite on the rice yield and yield components, 1986.

| Treatment | Panicle length | Average weight of panicle | Panicle / total weight ratio | No. of spikelets / panicle | Ratio of ripened grains | Milled rice yield | Index |
|-----------|----------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|-------|
| | cm | g | % | | % | Kg/10a | |
| Check | 16.6 | 1.40 | 49.8 | 76 | 85.3 | 488 | 100 |
| Zeolite | 17.1 | 1.41 | 52.2 | 81 | 88.7 | 542 | 111 |

Table 5. Effect of Zeolite on grain traits and taste of boiled rice, 1986.

| Treatment | Brown / rough rice ratio | 1,000-grain wt. | | 1ℓ wt. of milled rice | Percentage of broken grain | Amylose content | Eating quality |
|-----------|--------------------------|-----------------|-------|-----------------------|----------------------------|-----------------|----------------|
| | | Rough | Brown | | | | |
| | % | g | g | g | | % | |
| Check | 82.7 | 23.1 | 20.5 | 832 | 12.1 | 20.81 | Medium |
| Zeolite | 83.3 | 23.3 | 20.6 | 846 | 10.6 | 20.50 | Good |

개가 많고, 나아가서 穗重比率이 높은 것에 基因한
다고 믿어진다.

米質에 있어서도 表 5에서 보는 바와 같이 標準
栽培에 比하여 精玄比率이 若干 높고, 正租·玄米의
1,000 粒重이 若干 무거우며, 白米 1ℓ重에 있어서
도 約 14g 이나 무거웠다. 碎米率은 1.5% 낮고,
Amylose 含量도 若干 낮고, 밥맛도 좋았다.

이와 같이 Zeolite 加用區의 生育·收量·品質이
모두 良好한 것은, Zeolite 施用에 의하여 土壤中の
養分保存能力이 向上되어, 이로서 作物에게 吸收利
用할 수 있도록 繼續 維持保存됨에 따라 養分供給
調節機能이 圓滑하게 된 效果라고 생각된다. 特히
稔實을 좋게 한 效果는 生殖生長期에 있어서의 養分
供給 調節機能이 보다 奏效했기 때문에 穎花의 受精
結實을 좋게 하도록 助長했으며, 이에 따라 穗當粒
數가 많아진 結果를 가져왔다고 생각된다. 또한 쌀
알의 무게가 무겁고 보다 딱딱하게 잘 여물어서 밥
맛을 좋게 해주는 效果는 砂質畝에서 生産되는 米質
改良에 있어서도 有效한 것으로 믿어진다.

3. 形質相關

處理區別로 벼의 主要形質間的 相關關係를 그림 1
과 같이 檢索하여, 形態의 差異에 따르는 正租收量
에 寄與하는 樣相을 考察하고자 한다.

于先 形態的인 主要特性間的 相關關係를 보면, 標
準栽培區에 있어서는 第 1 節間長比率과 正相關이
높은 形質은 第 2 節間長比率, 平均穗重 및 正租收量
이며, 負相關이 높은 形質은 第 3·4·5 節間長比

率, 株當莖數·穗數 및 有效莖 比率이었다. 이에 比
하여 Zeolite 加用區에 있어서는 第 5 節間長比率과의
正相關이 높은 形質은 第 3·4 節間長比率 및 株當莖
數·穗數이며, 負相關이 높은 形質은 平均穗重 및
正租 1,000 粒重이었다.

이와 같이 標準栽培區에 있어서는 上部位節間이
길어짐에 따라 莖數·穗數는 적어지게 되나, 平均穗
重은 오히려 무거워지게 되어서 正相收量을 올리게
한다고 생각된다. 이에 對하여 Zeolite 加用區에 있
어서는 下部位節間이 짧아짐에 따라 莖數·穗數도
적어지나, 벼알은 보다 充實하게 되어서 正租 1,000
粒重을 무겁게 하며, 나아가서 平均穗重을 무겁게
하는 것으로 생각된다.

收量 및 收量構成要素와의 相關關係를 보면, 標準
栽培區에 있어서는 株當穗數와의 正相關이 높은 形
質은 第 5 節間長比率, 株當莖數 및 有效莖比率이며,
그의 負相關이 높은 形質은 第 1 節間長比率 및 平均
穗重이었다. 穗當粒數와의 負相關이 높은 形質은 登
熟率이었다. 또한 登熟率과 正相關이 있는 形質은
第 3·5 節間長比率이며, 負相關이 있는 形質은 穗重
比率이었다. 正租 1,000 粒重과는 相關反應이 나타나
지 않았다. 正租收量과의 正相關이 높은 形質은 平
均穗重 및 第 1·2 節間長比率이며, 株當穗數와는 負
相關이 있었다. Zeolite 加用區에 있어서는, 株當穗
數와의 正相關이 높은 形質은 第 5 節間長比率 및 株
當莖數이며, 穗重比率과도 正相關이 있었으며, 그의
負相關이 높은 形質은 平均穗重이었다. 그리고 穗當
粒數와의 負相關이 높은 形質은 登熟率이었다. 또한

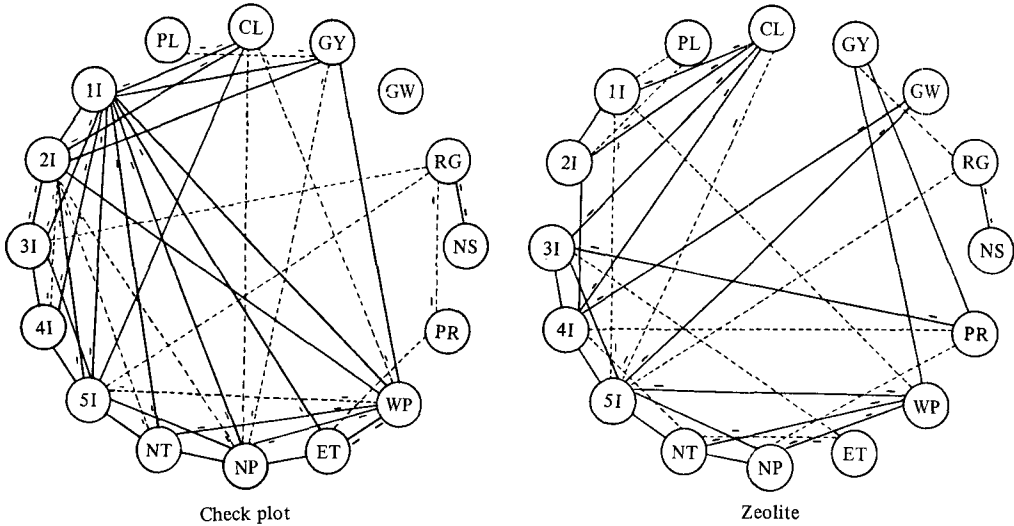


Fig. 1. Diagram of relationship among some agronomic characters with simple correlation coefficients in check plot and Zeolite treatment, 1986.

----- and ----- : Significant at 5% and 1% level, respectively.

CL: Culm length, PL: Panicle length, 1I: 1st internode/culm length ratio (I/CR), 2I: 2nd I/CR, 3I: 3th I/CR, 4I: 4th I/CR, 5I: 5th I/CR, NT: No. of tiller/plant, NP: No. of panicle/plant, ET: Ratio of effective tiller, WP: Average weight of panicle, PR: Panicle/total weight ratio, NS: No. of spikelets/panicle, RG: Ratio of ripened grains, GW: 1,000-grain wt. of rough, GY: Grain yield/plant.

이 登熟率과 正相關이 있는 形質은 第 5 節間長 比率 및 正租收量이었다. 더우기 正租 1,000 粒重과의 負相關이 높은 形質은 第 4·5 節間長比率이었으며, 正租收量과의 正相關이 높은 形質은 平均穗重 및 穗重 比率이었다.

따라서 Zeolite 加用區의 特異한 相關反應은, 그의 높은 正相關으로서는 正租收量-穗重比率이며, 正相關이 認定되는 것으로서는 株當穗數-穗重比率과 登熟率-正租收量이었으며, 負相關이 높은 것으로는 正租 1,000 粒重-第 4·5 節間長比率이었다.

그러므로 Zeolite 加用に 의하여 벼의 이삭이 보다 무겁게 되고 많아지며, 稔實도 良好하여 正租收量を 높이는 것으로 推定된다. 또한 下部位節間長이 짧아짐에 따라서 正租 1,000 粒重이 무겁게 되는 傾向은, 倒伏에도 強해질 뿐만 아니라 쌀알의 結晶을 단단하게 하는 것에도 寄與하는 것으로 생각된다.

4. 收量에 對한 收量構成要素의 效果

收量에 對한 收量構成要素들의 寄與度는 그림 2 에서 보는 바와 같이 標準栽培區에서는 1,000 粒重의 直接效果가 가장 컸으며, 그 다음이 穗當粒數이며, 登熟率 및 株當穗數의 效果는 낮은 것으로 나타났다.

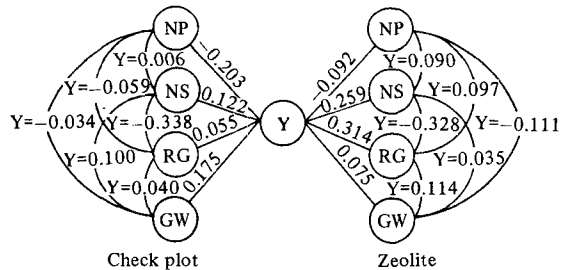


Fig. 2. Path diagram and coefficients of yield components affecting grain yield in check plot and Zeolite treatment, 1986.

Y: Grain yield/plant, NP: No. of panicle/plant, NS: No. of spikelet/panicle, RG: Ratio of ripened grains, GW: 1,000-grain wt. of rough.

이에 比하여, Zeolite 加用區에서는 登熟率의 直接效果가 가장 컸으며, 다음이 穗當粒數이며, 1,000粒重 및 株當穗數의 效果는 낮은 것으로 나타났다. 그리고 收量構成要素間的 相關關係는 兩區 사이에 別差 없이 穗當粒數와 登熟率間에 높은 負의 相關이 認定되었다.

이와 같이 Zeolite 加用區의 登熟率과 穗當粒數는 收量에 크게 寄與하고 있다는 것은 벼의 生殖生長期以後에도 土壤中の 榮養保存狀態가 보다 圓滑해서

벼의 幼穗分化發達 및 穎花의 受精結實에 有效하게 作用한 結果라고 생각된다.

5. 各器官의 垂直分布

벼알의 무게가 最大로 되는 出穗期後 35日에 있어서의 各器官의 垂直分布狀態를 比較檢討하기 위하여, 各區 20株식을 株別로 地際部를 빼어서, 10cm 間隔으로 切斷해서, 莖·葉鞘·枯葉·生葉·穗로 分離하여 m²當 乾物重을 測定하여 그림 3에 表示하였다.

Zeolite 加用區의 各器官은 標準栽培區보다 모두 무거웠으며, 特히 生葉은 26%나 무거웠다. 이것은 生育後期까지 光合成能力을 보다 높게 維持할 수 있게 되어 出穗後의 同化產物을 보다 많이 해서 登熟·結實을 助長하는 것으로 믿어진다. 또한 莖+葉鞘에 있어서도 19% 무거웠음에 따라, 稈이 굵게 되고 葉鞘도 두텁게 되기 때문에 倒伏에도 比較的 強할 뿐만 아니라 通導機能도 클 것으로 믿어진다. 穗重도 5% 무거웠으며, 特히 最頂部가 比較的 무거운 것으로 나타났다. 이것은 後述하는 벼 이삭의 着粒狀態에서 보는 바와 같이 上部位 枝梗 끝의 穎花의 發達이 보다 優勢한 傾向을 나타낸 것이라고 믿어진다.

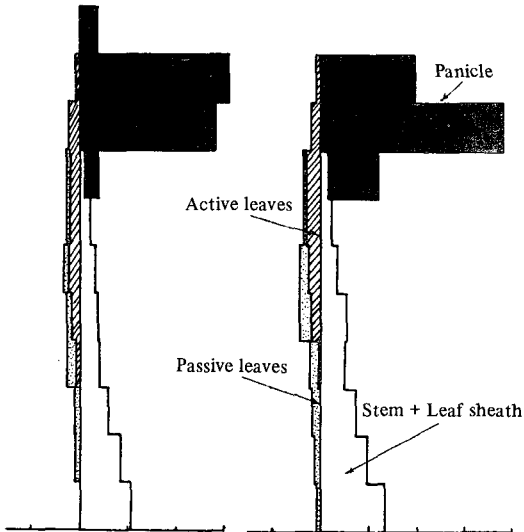


Fig. 3. Productive structure of check plot and Zeolite treated plot with some organic dry matter at 35 days after heading, 1986. Height of each step; 10cm.

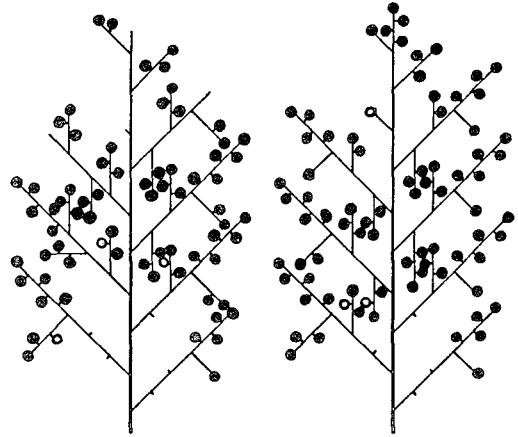


Fig. 4. Models of settled spikelets on the panicle by check plot and Zeolite treatment, 1986.

● : Filled grain, ○ : Empty, — : Traces.

6. 穗의 着粒狀態

벼이삭의 着粒狀態를 調査해 보기 위하여, 1株內에서 가장 큰 이삭(穗長을 測定한 이삭)을 各區 100穗식을 穗軸節位別로 1·2次枝梗이 着粒한 位置를 調査 平均하여 그림 4와 같이 나타났다.

全着粒數에 對한 1次枝梗 끝部位의 着粒比率은, 標準栽培區의 35% 보다는 Zeolite 加用區에서 훨씬 높은 47%였다. 穗의 上半部의 着粒比率에 있어서도 標準栽培區 32%에 비하여 Zeolite 加用區에서는 37%였다. 特히 Zeolite 加用區의 穗의 끝 및 第 1·2節位の 1次枝梗의 끝에도 두텁하게 4粒씩 完全하게 着粒되어 있다. 그러나 標準栽培區에 있어서는 이와 같은 곳에는 쏠려 着粒되지 않았다.

이와 같이 Zeolite 加用區의 着粒狀態가 1次枝梗의 끝에, 더우기 이삭의 上半部의 先端에서 두텁하게 많이 着粒되어 있는 것은, 벼의 幼穗分化期에도 繼續해서 榮養供給狀態가 보다 圓滑했음에 따라, 그의 分化發達過程이 正常的으로 잘 進行되어 上部位의 枝梗일수록 穎花의 發達이 빠르게 이루어진 것이 順調롭게 固定된 것으로 믿어진다. 이에 反하여 標準栽培區에 있어서는 肥料分の 流失로 말미암아 그 榮養供給이 圓滑하지 못해서 上部位 枝梗의 穎花의 發達이 不充分한 것으로 생각된다.

摘 要

砂質畚에서 Zeolite 加用에 의한 增收效果의 實證

을 解析的으로 評價하고자 1986年 供試品種 “峰光”를 使用해서 標準栽培法으로 管理하여 調査分析한 結果를 다음과 같이 要約한다.

1. Zeolite 加用에 의하여 土壤中の K는 116%, Ca는 18%, SiO₂는 22%, 그리고 CEC는 14%가 各各 增加하였다.
2. 10a 當 白米收量은 542 kg로서 標準栽培區보다 11% 增收되었다. 이것은 株當穗數가 많고, 稔實率이 높고 穗當粒數도 많은 것에 基因되었다. 또한 1,000粒重 및 1ℓ重이 무겁고, 碎米率은 낮고 밥맛은 좋았다.
3. 特異한 相關反應으로서는 正租收量-穗重比率이 높은 正相關이며, 正相關이 認定되는 것은 株當穗數-穗重比率 및 登熟率-正租收量이다. 높은 負相關은 正租 1,000粒重-第4·5節間長比率이었다.
4. 收量에 對한 收量構成要素의 直接效果는 登熟率이 가장 컸으며, 다음으로 큰 것은 穗當粒數였다.
5. 出穗期 35日後의 植物 各器官의 乾物重은 標準栽培區보다 모두 무거웠으며, 特히 生葉은 26%, 莖+葉鞘은 19%, 그리고 穗는 5%나 各各 무거웠다.
6. 穗의 1次枝梗 끝部位의 着粒比率은 全着粒數의 47%이며, 그의 上半部의 着粒比率은 37%이다.

그리고 穗軸의 最先端에도 많이 着粒하는 頂穎花의 優勢效果가 뚜렷하였다.

引 用 文 獻

1. 星川清親. 1968. 米の胚乳發達に關する組織形態學的研究. 日作紀 37: 87~96. 97~106. 207~216.
2. _____. 1984. 新編食用作物學. 養賢堂: 53~94.
3. 金鍾昊. 1985. 水稻雄性不稔系統을 利用한 1代雜種의 雜種強勢에 關한 研究. 農試論文集(作物) 27(1): 1~33.
4. 이재석. 1975. 사질누수담 개량시험. 경북 시험연구보고서: 361~364.
5. _____. 윤영석. 1977. 사질담토양에 대한 Zeolite 사용효과시험. 경북 시험연구보고서: 444~455.
6. 西村陽一. 1973. 天然ゼオライト의 特性と利用. 粘土科學 13(1): 23~24.
7. 엄명호·정필균·임정남. 1981. 토양물리성 개선에 關한 연구. 우량점토광물의 개량시험. 농업기술연구소 시험연구보고서: 207~223.