

# 消石灰 및 硼砂의 施用이 水稻의 收量 및 收量構成要素에 미치는 影響

忠北大學

趙 東 三

## Effect of Slaked Lime and Borax Application upon the Yield and Yield Components of Paddy Rice.

Chung-Buk College.

D.S. CHO

### Summary

This study was conducted in order to investigate the effects of slaked lime and borax on the Akiuchi paddy field. The pot trial(slaked lime was treated 0, 5, 10, 15g and borax 0, 0.75, 1.5g per pot) and the field trial(slaked lime was treated 0, 100, 200kg and borax 0, 10, 30, 50kg per 10are) respectively. The results are summarized as follows.

#### I. Pot Trial

1. In a heavy treated of borax, appeared chlorosis on whole leaves(bottom) in early growing stage, However, in about 25 days after transplanting, these chlorosis were disappeared gradually. And in proportion to close by maturity after the ear-heading, changed to dark brown color and rolled at the end of upper leaves, finally withered. At the same time the part of the end of grains was also colored to dark brown.

2. Slaked lime effected to increase the tillering, hence increased the number of ear, on the other hand, borax showed the tendency of repression the tillering, conversely.

3. Borax effected to hurried up to heading date of rice plant, to which borax had been the plot of B<sub>1</sub> to 3 days and B<sub>2</sub> to 5 days, hurried up than control respectively, regardless of the quantities of slaked lime application.

4. According to the application of borax, the length of culm were shortened, otherwise the length of panicle were longished, then no recognized the independent effect of slaked lime.

5. The number of grains per panicle were seemed like increased by treatment of slaked lime, but the grain were decreased in the heavy treatment of slaked lime and borax. These phenomena were showed in ratio of maturity likely tendency as above.

6. In the 1,000 grains weight of brown rice, in the case of slaked lime was almost no significant, otherwise by increase the application of borax, increased the weight of 1,000 grains and the size of the grains was greater.

7. The weight of rough rice and straw were showed the same tendency as the number of grains and maturity ratio. particularly, showed the phenomenon of the reduction by the heavy application of borax.

## II. Field trial

1. In a heavy treated of borax, appeared chlorosis in a early growing stage, according to close by maturing date after the ear-heading changed to dark brown the end of upper leaves, finally dried.
2. Slaked lime application acclerated the growth and increased the number of ear, but borax showed the tendency of repression the tillering.
3. Borax effected to hurried up to heading date of rice plant, according to heavy treatment of borax quickened heading date for 4 to 5 days.
4. As a whole, culm length was repressed by borax treatment.
5. Borax application 10kg per 10are advanced progress the maturity, but in the case of above 30kg per 10are of borax showed the tendency obstruction the maturity.
6. The yield of rough rice and brown rice recognized the independent effect of slaked lime and borax, respectively. the yield was decreased by the abundant of borax.

## 緒 言

水稻는 다른 作物 보다 石灰 및 硼素의 要求量이 낮은 作物이지만 石灰의 施用效果가 알려져 있다. 그러나 石灰의 過用으로 土壤의 酸度가 中性 또는 鹽基性으로 되면, 各種 微量要素의 不溶性化를 招來하게 된다. 特別히 硼素의 吸收를 阻害 當하여 硼素의 不足을 가져오게 되므로 石灰의 施用과 함께 硼素를 供給하여 줌으로서 石灰의 吸收와 體內에서의 石灰의 可溶性化等 生理作用을 도와 벼의 健全한 生育을 期하여 收量 增大를 꾀할 수 있을 것으로 보아 石灰 및 硼素가 水稻의 收量 및 收量構成要素에 미치는 影響을 알고저 Pot 試驗과 圃場試驗을 實施하였던바 그 結果를 이에 報告하는 바이다.

### 1. 研究史

Peech 等<sup>10)</sup>에 依하면 作物에 對한 石灰의 施用 效果는 옛부터 알려져 있으나 이는 單純한 酸性의 中和 效果보다 過多한 aluminum의 溶解度를 낮추어 그의 毒性을 輕減시키는 主效果가 있다고 하였으며, 出口等<sup>15)</sup>은 石灰를 豊富히 施用한 水稻는 營養生長으로부터 生殖生長으로의 轉換이 圓滑히 이루어진다고 하였다. 石灰는 植物體內에서는 難移動性으로 再分配는 어렵고 어린 葉보다는 古葉에 含量이 많으며 子實中에 移行하는 量은 적고<sup>10)11)</sup> 穀實 中에서 發見되는 石灰의 源泉은 穗孕期 以後에 吸收된 것이라고 한다. 한편 石灰의 移動은 植物의 新陳代謝에 依存하는 것이 아니라 生理的 與件 特別히 蒸散作用 等에 依하여 左右된다. 故로 石灰는 成熟 期間中에 供給하여 주는 것이 必要할 것이다<sup>9)</sup>.

奧田<sup>10)</sup>는 土壤의 pH가 5.5 또는 7.2 어느때나 石灰의 濃도가 4~84ppm으로 增加됨에 따라 水稻의 生育

이 促進되어 無効分蘖이 적어져 收量이 增加된다고 하였다. 石灰의 過用으로 土壤의 反應이 鹽基性으로 되면 鐵, 滿施, 銅 亞鉛 等이 不溶化되며 硼素는 固定되어 作物은 이들 要素의 缺乏症을 일으키는 일이 있으며<sup>10)11)</sup> 石灰를 基肥로 施用하면 土壤內에 可溶性의 鐵이 不足할 때 Chlorosis가 나타난다고 하였다<sup>9)11)</sup>. 한편 土壤의 pH가 上昇되면  $M^{++}$ 은 減少되어 缺乏되기 쉬우며, Mn이 缺乏되면 Chlorosis와 褐色 斑點이 생기든가 組織에 壞死가 나타나는 境遇가 있다고 하였으며<sup>7)11)</sup> Mn은 水稻에 있어 比較的 多量으로 要求되는 微量要素라고 하였다<sup>9)</sup>.

植物에 있어 硼素의 實際의 役割에 對하여는 아직 不明確한 點이 있지만 硼素는 觸媒作用에 關聯되어 生理的 諸機能을 調節한다고 생각되고 있다. 例를 들면 窒素의 新陳代謝 같은 것은 硼素에 依하여 促進되는 것이라고 한다<sup>9)11)</sup>. 硼素가 植物組織에 缺乏되면 蛋白質合成에 利用되는 炭水化物的 移轉을 低下시킨다<sup>9)</sup>고 하였다.

Mehavgae 等<sup>9)</sup>은 植物의 硼素 要求量은 植物의 種類에 따라 相當히 다르다. 例를 들면 禾本科 作物은 荳科 作物이 必要로 하는 量의 1/3程度 必要하다고 하였으며, Shive<sup>9)</sup>은 植物이 硼素를 더 많이 吸收함에 따라 石灰도 더 많이 必要로 하지만 單子葉植物은 硼素와 石灰를 적게 必要로 하는 한편 雙子葉植物보다 더 많은 可溶性 硼素의 含量을 要求한다고 하였다.

Tokuoka<sup>9)</sup> 등은 벼의 水耕栽培에 있어 20ppm 以上の 硼素의 分蘖 및 稈長이 制限을 받았다. 한편 植物體 組織에는 Cladosporium이 생겼다고 하였으며, 5ppm의 硼素濃度에서는 正常的인 生長을 할 수 있었고, 15ppm의 硼素 濃度에서는 成長을 停止하였다고 하였다.

T. Yamasaki<sup>9)</sup>는 根腐地에 對한 均衡잡힌 施肥 試驗

에서 硅酸, 苦土, 石灰, 滿脩 및 硼素의 施用으로 根의 伸長을 促進시켜 二價鐵의 有毒性을 緩和시켰다고 하였다.

Reeve 等<sup>9)</sup>은 硼素의 吸收은 加里의 施用量을 增加함으로써 促進된다고 하였다.

Nelyubone<sup>9)</sup>는 硼素의 缺乏 或은 過다가 磷酸의 吸收을 低下시켰으며, 特히 種子內로 磷酸이 移轉됨을 減少시켰다고 하였다.

奧田 等<sup>10)</sup>은 硼素는 植物體 內에 在り 酵素作用에도 여러가지 影響이 있으며, 石灰와의 사이에는 密接한 關係가 在り 硼素가 不足할 境遇에는 石灰의 吸收과 植物體內에서의 石灰의 可溶性이 減少되며, 石灰가 過剩으로 되면, 植物에 依한 硼素의 吸收 利用이 沮害되는 傾向이 在り다고 하였다.

石灰는 뿌리의 生長과 그 生理作用에 密接한 關係가 在り 뿌리의 生長에 關與하는 要素로서<sup>20)</sup> 뿌리의 生長에 抑制的으로 作用하는 Auxin에 拮抗하며, 植物의 뿌리가 肥料를 吸收하는데 在り 根의 細胞膜에 石灰가 吸着되어 있으므로 所謂 選擇的 吸收을 正常的으로 營爲한다고 한다. 또한 植物의 細胞가 各種 有害物質에 依하여 被害를 받았을 때 石灰가 在り함으로써 그것을 解毒하며 硼素가 同伴되었을 때 더욱 促進的으로 된다고 하는데, 硼素는 phosphoglucomutase 와 phosphorylation에 關係되는 重要한 酵素를 刺戟하여 細胞膜內層의 pectin 合成을 도우며 거기서 有害物質에 對한 石灰의 拮抗性을 더욱 높여주는 效果를 나타낸다고 한다<sup>4)</sup>.

石灰는 植物의 體內에서 炭水化合物의 代謝에 깊은 關係가 在り  $\alpha$ -amylase 라든가 phosphorylase 를 刺戟시켜 炭水化合物의 代謝를 도와 登熟을 正常的으로 하는 效果가 在り며<sup>2)</sup><sup>3)</sup><sup>4)</sup><sup>6)</sup> 子實의 強度 및 莖의 靱性을 높이고<sup>13)</sup> 各種 肥料의 吸收에 促進的인 作用을 하며<sup>14)</sup><sup>17)</sup><sup>18)</sup> 無効分葉子의 形成을 막고 生殖生長으로의 轉換을 圓滑히 한다고<sup>15)</sup><sup>16)</sup> 하였다.

## 2. Pot 試驗

### (1) 材料 및 方法

이 試驗은 水稻 品種 八達을 供試하여 忠北大學 農學科 實驗畚中 秋落畚의 土壤을 風乾하여 이를 供試土壤으로 하여 1/20,000 Wagner Pot 에 15kg씩 使用하였으며, 肥料는 pot 當 尿素 0.87g, 重過石 0.83g, 鹽化加里 0.67g을 基肥로 使用하였다.

試驗區의 構成은 主區로 消石灰를 pot 當 0g區(C<sub>0</sub>), 5g區(C<sub>1</sub>), 10g區(C<sub>2</sub>), 15g區(C<sub>3</sub>)의 4個 水準으로 하고, 硼砂를 0g區(B<sub>0</sub>), 0.75g區(B<sub>1</sub>), 1.5g區(B<sub>2</sub>)를 細區로 하여 12個 處理 3反復을 Split plot design 으로 하였으며, 移秧 10日 前에 肥料와 함께 섞어 넣었다.

栽培 管理는 45日 苗를 6月 12日에 4點式으로 1株 4本植하였다가 1週日 後에 3本으로 固定 栽培하여 調查 對象으로 하였다. 追肥로는 尿素를 pot 當 0.3g씩 물에 녹여 6月 26日에 施用하였고, 穗肥는 尿素를 pot 當 0.15g씩 7月 22日에 施用하였다.

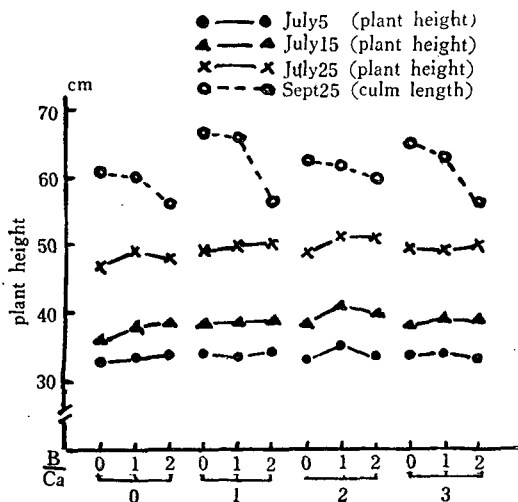


Fig. 1 Development of plant height and culm length of each treatment.(field trial)

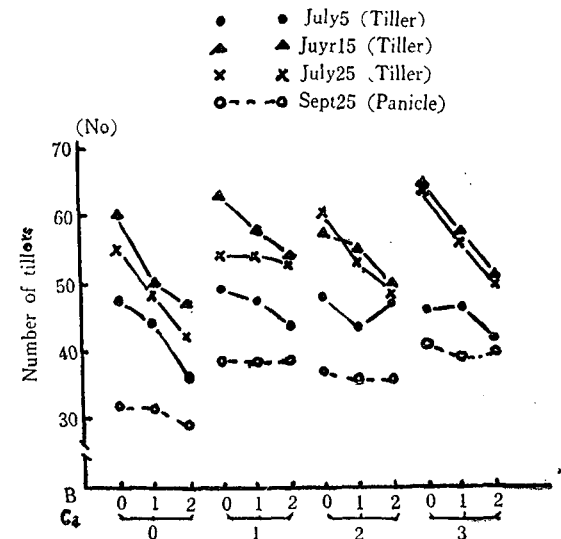


Fig. 2. Development of tiller and panicle of each treatment. (field trial)

Soil properties of the experimental site.

Depth	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)
Top soil 0~10cm	44.8	23.4	31.8
Sub soil 10~20cm	43.5	22.2	34.3

Chemical properties of top soil.

Item	pH	0 M (%)	T-N (‰)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex.K <sub>2</sub> O (me/100g)	Ex-Ca (me/100g)	SiO <sub>2</sub> (ppm)
Value	5.9	1.92	0.16	22.0	0.22	3.6	59.0

Photo 1. Effect of heavy treated of borax on the bottom leaf color at early growth stage.

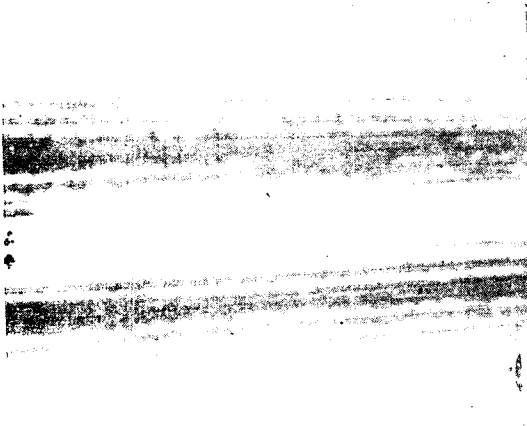
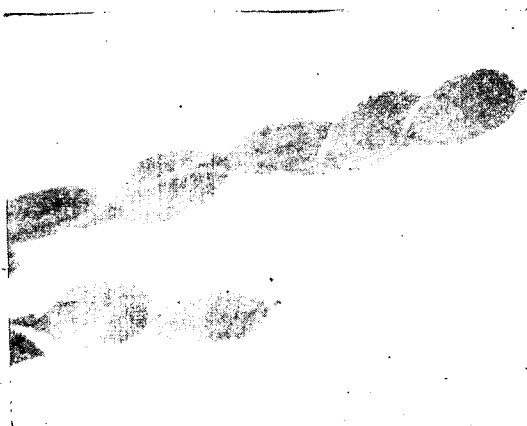


Photo 3. Effect of heavy treated of borax on the grain color.



(2) 試驗 結果 및 考察

7月 1일부터 10日 間隔으로 7月 20日까지 3회에 걸쳐 生育 狀態를 調査하였으며, 出穗 狀態, 收量 및 收量 構成要素를 調査 分析한 結果는 第1表, 第1,2圖, 寫眞 1,2,3,4와 같다.

(1) 生育 狀況

移秧後 活着 狀態를 보면 消石灰 및 硼砂 施用區에 있어 좀 늦어지는 傾向이였으며, 特히 硼砂施用量의 增加에 따라 그 傾向이 顯著하였다. 硼砂, 多量區에 있어서는 活着以後부터 寫眞 1에서 보는 바와 같이 下位

Photo 2. Effect of heavy treated of borax on the leaf color at maturing stage.

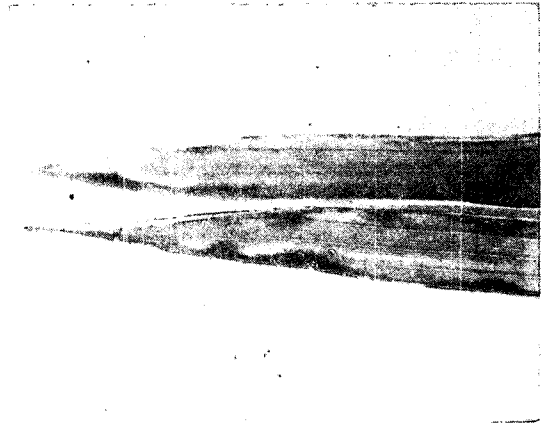


Photo 4. Effect of borax treatment on the heading date. B<sub>0</sub>: Control. B<sub>1</sub>: Borax 0.75g Per Pot. B<sub>2</sub>: Borax 1.5g Per Pot.



葉에 chlorosis가 나타났으며 이 現象은 約 4週日間 持續되었다. 그 以後에 發生되는 葉에는 chlorosis가 나타나지 않았으며 移秧 25日頃부터 下位葉에 發生되었던 chlorosis는 점점 없어지기 始作하여 그後 約 2週日 以後에는 chlorosis가 消去되었다.

韓等<sup>11)</sup>은 大麥에 硼素를 施用하므로서 生育 期間中 葉面에 黑色 斑點이 發生한 것을 觀察하였으며, 이는 硼素의 過量으로 惹起된 被害일 것이라 하였다. 田口<sup>12)</sup>에 依하면 硼素은 어떤 濃度를 넘으면 作物의 生育에 害作用이 있으며 이러한 境遇 原形質의 粘性이 低下되어 原形質의 細胞膜에 對한 粘着性이 줄고 光線이 쬐여도 葉綠素가 黃化하여 炭素同化作用에 影響을 준다고 하였다. 高橋等<sup>13)</sup>은 鐵에 對한 反應은 作物에 따라 大端히 큰 差異가 認定되어 밭 土壤의 pH가 높을때 所謂 鐵 chlorosis를 일으키나 同一 土壤에 있어서도 植物의 種類에 따라 chlorosis가 일어나지 않는 경우가 있다. 이러한 경우 벼는 特히 chlorosis가 일어나기 쉽다고 하였다. Mn이 缺乏되면 chlorosis와 褐色斑點이 생기든가 組織의 壞死가 나타난다고 하였다. Yamasaki<sup>9)</sup>는 石灰를 基肥로 施用時 土壤內에 可溶性의 鐵이 不足하면 chlorosis가 나타난다고 하였으며, Machargue<sup>6)</sup>은 植物體內에 Mn이 缺乏되는 경우 鐵이 毒性으로 因하여 생기는 chlorosis 現象이 誘發物質인 活性鐵 ion이 多量있다고 하였다.

이와 같은 點으로 보아 硼素를 多量 施用한 區의 水稻葉에 Chlorosis가 나타난 것은 消石灰 및 硼砂의 施用으로 一時的으로 土壤이 中性 내지 鹽基性으로 되었기 때문에 鐵 및 Mn의 不溶性化로 因하여 鐵 또는 Mn 缺乏에서 오는 Chlorosis 現象이었다고 생각된다. 한편 Chlorosis가 없어진 以後에는 硼素區는 無處理區 보다 오히려 葉色이 濃厚해졌으며, 이와 같은 葉色은 生育 後期까지 持續되었다. 郭<sup>5)7)</sup>은 石灰施用으로 葉色이 길어지고 移秧 30日頃 以後에 나타나는 夏落現象의 減少를 觀察할 수 있었다고 하였다. 高橋 等<sup>11)</sup>에 依하면 土壤中에 硼素의 供給이 많으면 植物은 硼素의 過剩 吸收로 地上部에 集積되어 甚한 生育 障害를 가져온다고 한 바와 같이, 이 試驗에 있어서도 出穗 以後 成熟期가 가까와짐에 따라 硼素 多量區(B<sub>2</sub>)는 寫眞 2와 같이 上位葉 先端의 兩緣이 暗褐色으로 變하였으며 점차 그 症勢가 甚하여 지면서 葉先端部가 壞死傾向을 보였다.

이상의 狀態를 보면 그 길이는 길어졌고 1,000粒重에서 보는 바와 같이 租粒의 크기가 좀 커지는 反面 穗長의 길이에 比하여 租粒의 着生數가 적어지는 傾向을 보였다.

葉의 症狀에 對하여 앞서 말한 바와 같이 硼素 多量 區에 있어 寫眞 3에서 보는바와 같이 租粒의 先端部의 色이 暗褐色으로 着色되었는데, 이같은 症狀도 硼素 過多의 害가 아닌가 생각된다.

草長 및 分蘖 狀況은 第 1,2圖에서와 같이 生育初期에는 모든 處理區에 있어 施用量의 增加에 따라 커졌으며 分蘖莖數는 第2圖에서 보는바와 같이 消石灰의 施用量이 많을수록 分蘖이 促進되는 傾向을 보였고 石灰와 硼素와의 交互作用을 보면 消石灰의 施用量이 많을수록 分蘖이 促進되지만 各區 모두 硼砂의 施用量이 많을수록 分蘖이 沮害되었다.

Sekiyo<sup>8)</sup>는 分蘖芽의 發達에 窒素와 磷酸이 影響한다고 하였으며, Nelyubove<sup>9)</sup>는 硼素의 缺乏 或은 過多가 磷酸의 吸收를 低下시킨다고 하였다. 高橋 等<sup>11)</sup>은 '植物은 生育初期에 充分히 磷酸을 吸收할 必要가 있으며 不足하면 벼 보리等은 根의 發達이 不良하고 分蘖數가 적고 開花成熟이 遲延된다고 하였다. 石灰의 施用으로 土壤의 反應이 pH6 前後에 있어 磷酸의 溶解度는 가장 높아지나 이보다 더욱 pH가 높아지면 磷酸은 石灰鹽으로서 沈澱하며 pH 7~8에 溶解度도 最高로 된다고 하였다. Mn이 缺乏되면 呼吸은 增大되나 이에 反하여 光合成能力의 低下가 顯著하다고 하였다.

Tokuoka 等<sup>9)</sup>은 水耕栽培에 있어 硼素의 量이 20ppm 以上에서는 分蘖 및 稈長이 制限을 받았으며, 植物組織에는 Cladosporium이 생겼다고 하였고, 江藤<sup>4)</sup>은 水稻에 있어 10~30ppm 以上の 硼素量에서는 被害가 크다고 하였으며 山崎<sup>11)</sup>는 水稻를 土壤에 移植하였을 경우 硼素量이 20ppm까지는 害作用은 나타나지 않으나 40ppm 以上이면 分蘖 및 草長이 甚히 低下된다고 한바와 같이, 이 試驗에 있어 硼砂를 多量 施用한 區에 있어 初期生育이 甚히 抑制된 것은 土壤의 pH 上昇에서 오는 磷酸 및 Mn의 吸收沮害와 硼素의 過多吸收에서 온 害였다고 생각된다.

有効莖比率는 消石灰의 增施에 따라 增大되었으며, 硼砂의 增施는 더욱 有効莖比率를 增大시켰는데 硼砂 施用區가 높아진 것은 生育初期의 分蘖 沮害로 分蘖數가 적은 反面에 後期生育이 比較的 順調로왔던 까닭이라 생각된다.

稈長 및 穗長은 第1表 및 第1圖에서 보는 바와 같다. 稈長에 있어서 石灰의 效果는 그다지 크지 않았으나, Tokuoka<sup>9)</sup>가 말한 바와 같이 硼素의 施用量이 增加됨에 따라 稈의 伸長이 制限을 받아 짧아져 高度의 有意性을 보였다. 穗長은 硼砂의 施用으로 길어졌으며 石灰 및 硼素의 交互作用도 認定되었다.

Table 1. Effect of slaked lime and borax application upon the yield and yield components of paddy rice (pot trial).

Treatments	Items	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle per hill	Effective stem ratio (%)	No. of grains per panicle	Wt. of grain per panicle (g)	Ratio of matured grain (%)	1,000 grains weight (g)	Wt. of rough rice (kg/10a)	Wt. of brown rice (kg/10a)	Wt. of straw (kg/10a)	Ratio of rough rice by straw (%)	Ratio of brown rice by rough rice (%)	Date of heading	
Ca 0	B 0	60.93	16.53	32.00	63.44	53.70	1.30	94.16	21.74	40.63	33.96	38.75	104.88	83.58	Aug. 17	
	B 1	60.76	16.93	32.00	63.10	52.79	1.47	96.41	23.62	46.80	39.40	43.43	107.71	84.16	Aug. 15	
	B 2	56.54	17.15	29.33	64.06	48.50	1.33	94.07	23.99	39.04	32.43	36.53	107.17	83.07	Aug. 13	
	B 0	67.01	17.11	38.33	60.29	61.68	1.50	95.47	21.88	57.56	48.57	53.84	106.92	84.38	Aug. 18	
	B 1	66.74	17.31	38.33	66.21	60.84	1.66	96.89	23.74	62.23	52.74	55.41	112.52	84.75	Aug. 15	
	B 2	56.94	16.97	38.67	71.39	49.77	1.34	95.09	24.20	51.59	42.49	48.57	104.18	84.02	Aug. 13	
Whole plot	B 0	62.70	17.34	37.00	62.28	55.14	1.37	94.83	22.36	55.98	47.32	61.19	91.46	84.40	Aug. 18	
	B 1	62.71	17.95	36.33	65.87	53.98	1.55	95.24	24.48	58.65	49.64	60.45	97.18	84.41	Aug. 15	
	B 2	60.23	16.93	36.00	71.77	48.41	1.36	93.45	24.88	47.70	39.91	68.60	97.67	83.79	Aug. 13	
	B 0	65.59	16.79	41.33	62.98	55.92	1.35	93.31	22.35	50.14	42.31	53.09	94.40	84.52	Aug. 18	
	B 1	63.61	17.33	39.33	67.53	52.61	1.49	95.65	25.15	56.34	47.56	52.22	107.92	84.65	Aug. 15	
	B 2	56.24	17.21	40.00	77.37	44.07	1.19	92.96	24.89	47.22	39.56	44.73	105.27	83.67	Aug. 13	
Main plot	Ca 0	59.41	16.87	31.11	60.20	51.66	1.37	94.88	23.12	41.82	35.26	39.57	106.59	83.60	Aug. 18	
	Ca 1	63.56	17.13	38.44	65.96	57.43	1.50	95.82	23.27	57.12	47.93	52.61	107.87	84.38	Aug. 18	
	Ca 2	61.88	17.41	36.44	66.64	52.51	1.43	94.51	23.90	54.11	45.62	56.75	95.55	84.20	Aug. 18	
	Ca 3	61.81	17.11	40.22	69.29	50.87	1.34	93.97	24.11	51.23	43.14	50.01	102.44	84.28	Aug. 18	
	F. value	N.S.	2.97	<1	63.44	4.06	24.62	13.06	90.50	N.S.	165.59	203.87	130.09	17.50	N.S.	—
	L.S.D.	—	—	—	3.18	8.03	3.12	0.13	0.43	—	2.57	2.02	3.38	7.01	—	—
Sub plot	B 0	64.06	16.94	37.17	59.75	56.61	1.38	94.44	22.07	51.08	43.04	51.72	99.43	84.22	Aug. 18	
	B 1	63.46	17.38	36.50	65.68	55.06	1.54	96.05	24.25	56.01	47.34	52.88	106.33	84.69	Aug. 15	
	B 2	57.49	17.07	36.00	71.15	47.69	1.30	93.89	24.48	46.39	38.55	44.61	104.24	83.64	Aug. 13	
	F. Value	**	**	6.88	<1	8.93	62.85	27.15	23.29	**	42.81	47.06	31.53	**	**	—
	L.S.D.	2.15	0.35	—	7.88	2.47	0.09	0.70	0.67	3.12	2.62	3.26	6.51	0.38	—	—
	F. value	*	**	7.67	<1	2.98	1.42	8.49	<1	1.18	1.22	2.02	1.21	3.57	*	—
Interaction	Ca	4.27	0.92	—	—	4.54	—	1.32	—	—	—	—	—	0.74	—	
	L.S.D.	4.01	0.72	—	—	3.58	—	1.41	—	—	—	—	—	0.45	—	

이와 같은 결과는郭<sup>5)6)7)</sup>에依하면石灰에依한生長促進은비단榮養生長期뿐만아니라穗出以後까지長期間持續되었고,石灰施用에依한葉의濃綠色도그와같이持續되었다고하였다는데,이試驗에있어서도葉色이生育後期까지綠色을나타냈던것으로아硼素가石灰의生理作用을도와生殖生長이促進된結果幼穗의伸長生長이促進되었기때문이라고생각되어앞으로石灰및硼素의施用에따른水稻의發育過程에對한研究檢討가必要할것이라고생각된다.

(2) 收量 및 收量構成要素

正租 및 玄米重은石灰 및 硼砂施用에따라高度의有意差를나타냈는데交互作用은認定할수없었으나數值的으로Ca<sub>1</sub>B<sub>1</sub>區가가장 많았다.滑石灰區에있어서는滑石灰의增施에따라收量の增大를보였는데,그順位를보면Ca<sub>1</sub>>Ca<sub>2</sub>>Ca<sub>3</sub>로서多量の石灰施用은오히려收量增大에低調한結果를보였다.硼砂區는B<sub>1</sub>>B<sub>0</sub>>B<sub>2</sub>로서硼砂多量區는無處理區보다오히려減收를招來하였다.

稈重에있어서도處理間에高度의有意差를보였는데,石灰의效果에對한順位는正租와는달리Ca<sub>2</sub>, Ca<sub>1</sub>>Ca<sub>3</sub>>Ca<sub>0</sub>로서無處理區보다石灰區가增大되었다.硼砂의效果를보면正租 및 玄米와같은傾向으로硼砂의過用은分蘖 및 稈의伸長이抑制當하여그收量이減少되었다고생각된다.

Reeve, Nelyubova等<sup>9)</sup>은硼素의缺乏 또는過多가磷酸의吸收를低下시켰으며,특히種子內로의磷酸의移轉을減少시킨다고하였다.山口, 太田等<sup>2)3)10)</sup>은吸收된石灰는細胞膜에吸着되고그밖의細胞內에吸入된一部少量의石灰는 $\alpha$ -amylase라든가 phosphorylase等酵素의作用을促進하여植物體內의炭水化合物代謝를도와正常的인登熟을피하는效果가있다고하였다.

筆者는石灰 0, 10, 20, 30ppm과硼素 0, 4, 8ppm濃度の水耕液에P<sup>32</sup>를添加하여水稻苗를插植後1週日間Vinyl house內에두었다가P<sup>32</sup>의吸收狀態를測定해본結果第2表와같이各處理區는모두石灰 및硼素의處理量의增加에따라P<sup>32</sup>의吸收가低下되었으며,특히硼素處理區에있어 더욱甚하여硼素의施用量이增加됨에따라P<sup>32</sup>의吸收比는低下됨을볼수있었다.이와같은結果는앞서Reeve, Nelyubova等<sup>9)</sup>이말한바와一致되며適量의石灰 및硼素處理로正租 및 稈重이增大된것은硼素의施用으로石灰의植物體內에서의生理作用을促進시켰기때문이고,특히正租에있어B<sub>1</sub>區는增收를보였고,B<sub>2</sub>區는이와反對

Table 2. Effect of Calcium and boron treatment on the absorption ratio of P<sup>32</sup> for young paddy rice plant.

Calcium		B 0	B 1	B 2
Boron				
Ca 0	0	100%	77.8%	72.0%
Ca 1	1	92.5	71.7	63.6
Ca 2	2	79.2	58.3	53.6
Ca 3	3	78.1	70.5	65.4

Note Ca 0 · 0ppm B0 0ppm  
 Ca 1 · 10ppm B1 4ppm  
 Ca 2 · 20ppm B2 8ppm  
 Ca 3 · 30ppm

로減收를招來케한것은앞서말한바와같이硼素의施用으로磷酸의吸收關係에크게影響을미쳤기때문이라고생각된다.즉磷酸의吸收量이적으므로해서分蘖의不振은勿論出穗以後種子內로磷酸의移轉이적었기때문이다는생각된다.

穗數에있어서는石灰의效果는뚜렷하여處理間에高度의有意差를보였으나硼素는오히려穗數增加를阻害하였다.

穗當粒數 및 登熟率을살펴보면第1表에서보는바와같이各處理間에高度의有意差를보였다.穗當粒數에對한硼素의效果는B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>>B<sub>2</sub>로서多量の硼砂施用은粒數의減少를招來하였다.登熟率에있어서는交互作用에있어高度의有意성이認定되었다.

이와같은結果는硼素가植物組織에缺乏되면蛋白質合成에利用되는炭水化合物의移轉을低下시키며<sup>9)</sup>毒素은花粉의發芽와花粉管의生長에있어서必須的이라고<sup>11)</sup>한바와같이硼素는授精作用 및 其他生理作用에크게關與하여適當量의硼素는登熟率의增大에있어效果的이었다고생각된다.

穗當正租重은石灰 및硼素의單獨效果에있어서高度의有意성을보였는데이같은結果는登熟이크게作用하였다고생각된다.즉Ca<sub>1</sub>區 및 B<sub>1</sub>區는穗當粒數도 많았는데도登熟率이 높았음을볼수있다.

玄米 1,000粒重 및 精玄比率를보면石灰의效果는크게나타나지않았으나,硼素의效果는高度의有意성을보였으며,특히玄米 1,000粒重에있어서는硼砂量의增加에따라增大되는傾向을보였는데,精玄比率는B<sub>2</sub>區가오히려低下되었다.이와같은結果를살펴보면硼砂施用區는앞서말한바와같이穗長이길었는데도穗當粒數는오히려적었던關係로穎의크기가줄어졌기때문에玄米의粒形이커져서1,000粒重의增

Table 3. Effect of slaked lime and borax application upon the yield and yield components of paddy rice (field trial)

Treatment	Item	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle per hill	Effective No. of grains per panicle	Wt. of grains per panicle (g)	Ratio of matured grain (%)	1000 grains weight (g)	Wt. of rough rice/kg/10a	Wt. of brown rice/kg/10a	Wt. of straw/kg/10a	Rough rice/straw wt. (%)	Ratio of brown rice by rough rice (%)	Date of heading	
Whole plot	B 0	80.30	17.77	10.00	58.97	68.00	1.39	86.80	391.40	333.10	466.20	83.93	85.10	Aug. 19	
	B 1	77.43	17.80	11.70	72.17	65.67	1.37	88.60	320.40	355.50	491.20	85.73	84.57	Aug. 18	
	B 2	73.00	17.50	10.53	71.93	62.93	1.42	87.73	402.40	342.03	433.40	93.13	85.00	Aug. 16	
	B 3	70.00	17.60	9.80	72.23	59.40	1.49	86.60	384.00	323.00	377.80	101.67	84.13	Aug. 14	
	B 0	77.03	17.40	11.03	65.43	67.27	1.45	88.53	398.60	338.23	474.60	84.00	84.87	Aug. 19	
	B 1	75.13	17.37	11.17	64.73	65.97	1.41	89.27	427.00	358.63	493.60	86.67	84.00	Aug. 17	
	B 2	74.00	17.43	10.70	71.23	63.40	1.52	88.27	408.20	347.10	451.60	91.17	85.00	Aug. 15	
	B 3	69.60	18.23	9.87	84.23	63.27	1.49	88.13	398.60	333.63	385.80	103.47	83.57	Aug. 14	
	B 0	77.37	17.17	12.03	64.03	67.77	1.47	88.83	21.20	391.60	333.90	530.80	74.13	85.27	Aug. 19
	B 1	78.30	17.30	11.70	75.90	69.67	1.52	91.90	21.53	456.00	388.13	535.20	85.30	85.17	Aug. 18
	B 2	74.13	18.00	11.00	75.10	63.77	1.48	88.30	21.53	431.40	363.07	467.40	92.33	84.17	Aug. 16
	B 3	69.30	18.20	9.83	84.67	63.60	1.47	88.27	21.87	422.50	350.63	433.20	97.73	83.00	Aug. 14
Main plot	Ca 0	75.19	17.67	10.51	68.83	64.00	1.42	87.43	21.27	399.55	338.41	442.15	91.11	84.70	Aug. 19
	Ca 1	73.94	17.61	10.69	71.41	64.98	1.47	88.55	21.57	408.10	344.40	451.40	91.33	84.36	Aug. 19
	Ca 2	74.78	17.67	11.17	74.93	66.20	1.49	89.34	21.53	425.38	358.93	491.65	87.38	84.40	Aug. 19
	F. value	<1	<1	17.37	7.95	<1	15.67	2.15	N.S.	10.20	9.89	N.S.	N.S.	N.S.	
	L.S.D.	—	—	0.33	4.31	—	0.03	—	16.18	13.19	—	—	—	—	
Sub plot	B 0	78.23	17.44	11.02	69.79	67.68	1.44	88.06	21.39	398.87	335.08	490.53	80.69	85.08	Aug. 19
	B 1	76.96	17.49	11.52	78.81	67.10	1.44	89.94	21.38	434.47	367.42	506.67	85.90	84.58	Aug. 18
	B 2	73.72	17.64	10.78	80.81	63.37	1.47	88.10	21.36	414.00	350.73	450.80	92.21	84.72	Aug. 16
	B 3	69.63	18.01	9.83	89.31	62.09	1.49	87.67	21.80	401.70	335.76	398.93	100.96	83.57	Aug. 14
Interaction	F. value	22.03	N.S.	**	50.22	3.66	N.S.	*	N.S.	**	12.95	**	**	—	
	L.S.D.	2.61	—	1.55	4.15	4.28	—	1.62	—	22.41	17.25	27.07	7.34	0.66	
	F. value	8.24	N.S.	**	6.48	<1	1.58	<1	N.S.	1.09	1.24	3.94	<1	3.48	
	L.S.D.	2.37	—	0.51	7.23	—	—	—	—	—	54.44	—	—	0.43	
	D. B	3.48	—	0.84	7.17	—	—	—	—	—	34.18	—	—	0.89	



加를 보였다고 생각된다. 한편 精玄比率은 앞서 말한 바와 같이 租穀이 되는 内外穎은 그의 크기가 커졌지만, 硼素의 過多는 磷酸의 吸收가 阻害한다고한 報告 및 第2表에서 보는 바와 같이 磷酸의 吸收量의 低下로 登熟에 障害를 招來하여 만들어진 租穀에 炭水化物的 蓄積이 緻密하게 이루어지지 못하였기 때문에 硼砂 多量區는 精玄比率이 低下되는 傾向을 보였다고 생각된다

出穗期는 處理間에 差異를 보였는데 石灰의 效果는 볼 수 없으나, 硼素의 處理間에는 큰 差異를 보여, B<sub>0</sub>區는 8月 18日, B<sub>1</sub>區는 8月 15日, B<sub>2</sub>區는 8月 13日로서 B<sub>0</sub>區와 B<sub>2</sub>區와는 5日間の 差異를 보였다. 이와같은 結果는 앞서 말한바와 같이 硼素가 石灰의 生理作用을 도와 生殖生長을 促進시켜 幼穗形成이 促進되었기 때문일 것이라고 생각된다.

### 3. 圃場試驗

#### (1) 試驗 材料 및 方法

이 試驗은 八達을 供試하여 忠北大學農學科 實驗圃場에서 實施하였다.

一般 水苗莖에 5月 1日에 播種하여 育苗하였으며, 移秧은 6月 15日에 1株 3苗씩 24cm×15cm 로 3.3m<sup>2</sup>當 90株를 심었다. 肥料는 基肥로 10a當 窒素 5kg, 磷酸 8kg, 加里 8kg을 尿素, 重過石, 鹽化加里로 施用하였으며, 第1回追肥는 移秧後 14日에 10a當 3.5kg, 穗肥는 25kg을 尿素로 施用하였다. 其他 栽培 管理는 本大學 標準 耕種要綱에 準하였다.

試驗區의 構成은 主區로 滑石灰를 10a當 0kg區(Ca<sub>0</sub>), 100kg區(Ca<sub>1</sub>), 200kg區(Ca<sub>2</sub>)의 3個 本準으로 하고 硼砂 施用量을 0kg區(B<sub>0</sub>), 10kg區(B<sub>1</sub>), 30kg區(B<sub>2</sub>), 50kg區(B<sub>3</sub>)를 細區로 하여 12個 處理 3反復을 split plot design으로 하였다.

#### (2) 試驗結果 및 考察

7月 1日부터 10日 間隔으로 3回에 거쳐 生育 調査를 하였으며, 出穗 狀況, 收量 및 收量構成要素를 調査分析한 結果 第3表 및 第3, 4圖와 같다.

##### (1) 生育 狀況

移秧後 活着 및 生育狀況은 pot 試驗에서와 같은 傾向을 보여 活着 以後부터 石灰의 施用量의 多少의 差異없이 硼砂를 多量 施用한 區인 B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>區에 있어 下位葉에 Chlorosis 가 나타났으나 pot 試驗에서 보다 일찍 消去되었다.

生育 盛期에 있어서는 石灰 및 硼素多量 施用區의 葉

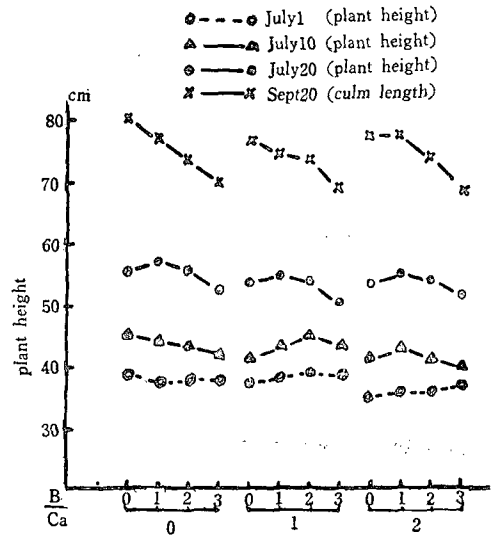


Fig 3. Development of plant height and culm length of each treatment. (pot trial)

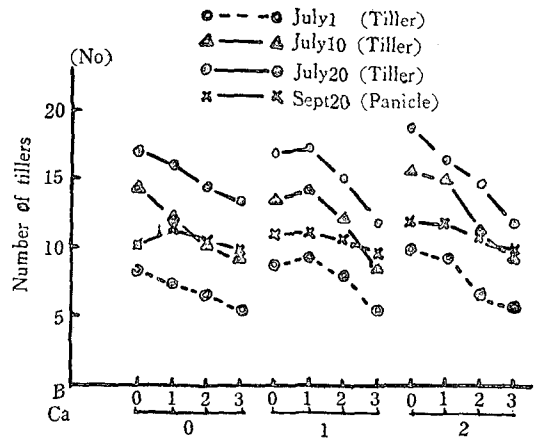


Fig 4. Development of tiller and panicle of each treatment. (pot trial)

色은 少量 施用區보다 濃綠色을 띄었으며, 出穗 以後 成熟이 進行됨에 따라 上位葉 先端이 暗褐色으로 變하여 枯死되었다. 이삭에 있어서도 穎의 先端部가 暗褐色으로 着色되었다. 以上과 같은 現象은 前田<sup>8)</sup>에 依한 硼素 過剩症狀과 一致되며, 앞서 論議한바와 같이 滑石灰 및 硼砂의 施用으로 一時的으로 土壤이 中性 또는 鹽基性으로 되었기 때문에 鐵 및 Mn의 不溶性化로 因하여 鐵 또는 Mn 缺乏 및 硼素의 過多에서 오는 Chlorosis 또는 壞死現象이었다고 생각된다.

草長 및 分蘖 狀況은 第3, 4圖에서 보는 바와 같이

硼素 多量 施用區인 B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>區는 生育이 沮害當하여 B<sub>0</sub>, 區보다 草長이 짧아졌다. 特히 分蘗莖數의 增加에 있어서는 그 傾向이 甚하여 B<sub>1</sub>區는 B<sub>0</sub>區 보다 增大되었으나 B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>區에 있어서는 B<sub>0</sub>區보다 分蘗이 抑制當하여 적었다. 한편 消石灰의 施用量的 增加에 따라 草長 및 莖數가 增加되는 듯하나 그 效果는 pot 試驗에서의 같이 크지 못하였다.

## ② 收量 및 收量構造要素

稈長에 對한 石灰 및 硼素의 效果는 草長에서의 같이 石灰의 效果는 認定할 수 없었으나, 硼素의 單獨效果만이 認定되어, 過量的 硼素는 稈의 伸長을 抑制하여 짧아졌으며, 石灰 및 硼素의 交互作用도 認定되었다. 이와 같은 結果는 pot 試驗에서 論議한 바와 같이 硼素의 施用量이 增加됨에 따라 稈의 伸長이 制限을 받아 짧아져 高度의 有意差를 보였다고 생각된다.

穗長은 稈長의 경우와 달리 硼素의 量이 많은 區가 數值的으로 길어지는 傾向을 보였으나 pot 試驗에서의 같이 統計的인 有意差는 認定되지 않았으나 數值的인 差異는 볼 수 있다.

穗數는 pot 試驗에서와는 달리 硼素의 效果도 有意性이 認定되었는데 多量の 硼素는 穗數增大를 沮害하는 傾向을 보였다. 이와 같은 結果는 앞서 論議한 바와 같이 硼素 過多가 磷酸의 吸收를 低下시켜 磷酸의 吸收量이 적어져 分蘗莖數의 增大에 惡影響을 끼쳐 穗數가 적어졌을 것이라고 생각된다.

有効莖 比率는 第3表에서 보는바와 같이 石灰의 效果는 普通의 有意差를 보였으며, 硼素는 高度의 有意差를 보였는데, 이와같은 結果는 pot 試驗의 結果와 一致하였다. 한편 石灰 및 硼素의 交互作用도 認定되었다.

穗當粒數 및 登熟率을 살펴 보면 硼素의 效果만이 認定되어 穗當粒數는 B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>>B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>로서 pot 試驗에서의 같이 多量の 硼素는 穗當 粒數의 減少를 招來하였다. 登熟率은 B<sub>1</sub>>B<sub>2</sub>, B<sub>0</sub>, B<sub>3</sub>로서 少量의 硼素는 登熟에 좋은 結果를 보여 適量의 硼素는 收量增大에 效果의이었던 다고 생각된다.

正租 및 玄米重은 pot 試驗에서의 같이 單獨效果만이 나타났으며, 交互作用은 認定할 수 없으나 數值的으로 是 Ca<sub>2</sub>B<sub>1</sub>區가 가장 많았으며, Ca<sub>0</sub>B<sub>2</sub>區는 無處理區보다 減收를 보였는데, 이와 같은 結果는 石灰가 硼素의 吸收를 沮害한다는 많은 報告<sup>12,13,14,22)</sup>와 같이 無石灰區에 있어서는 硼素의 過多 吸收로 그의 害作用을 입었기 때문이라고 생각된다. 以上과 같은 點으로 보아 10a當 消石灰 200kg에 硼砂는 10kg 以內의 施用이 收量增大에 效果的일 것이라고 생각된다.

稈重은 石灰의 施用量的 增加에 따라 數值的으로 增加되었으나, 統計的인 差異는 認定되지 않았으며, 硼素의 效果는 正租 및 玄米에서의 같이 高度의 有意差를 보였다. 그 傾向은 正租 및 玄米에서의 같은 結果를 보였다.

精玄比率을 살펴보면 石灰의 效果는 나타나지 않았으나, pot 試驗에서의 같이 硼素의 效果는 高度의 有意差를 보였으며 石灰 및 硼素의 交互作用도 認定되었다.

玄米 1,000粒重은 pot 試驗에서의 같이 硼素의 效果는 有意性이 없으나 數值的으로 같은 傾向을 보였다.

出穗期를 보면 硼素 多量 施用區는 出穗가 促進되어 가장 빠른區는 標準區보다 5日 앞서 出穗되었다.

## 4. 摘 要

이 試驗은 秋落畚에 對한 消石灰 및 硼砂의 施用效果를 알고자 pot 試驗(pot當 硝石灰를 0, 5, 10, 15g, 硼砂를 0, 0.75, 1.5g를 處理) 및 圃場試驗(10a當 消石灰 0, 100, 200kg, 硼砂를 0, 10, 30, 50kg를 處理)을 實施한바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

### (1) pot 試驗

① 硼砂를 多量施用 한區에 있어서는 生育初期에 下葉에 Chlorosis가 나타났으나, 移秧 25日 傾 以後부터 점점 없어져 갔다. 그리고 出穗 以後 成熟期가 가까와짐에 따라 上位葉 先端의 兩緣이 暗褐色으로 着色되고 葉先端의 兩緣이 말리며 枯死되었다. 이와함께 租粒의 先端部도 暗褐色으로 着色되었다.

② 消石灰는 分蘗을 促進시켜 穗數를 增大시켰으며, 硼砂는 抑制시키는 傾向을 나타냈다.

③ 硼砂는 벼의 出穗를 매우 促進시켜, 消石灰의 施用量에 關係없이 標準區보다 B<sub>1</sub>區는 3日, B<sub>2</sub>區는 5日 빨랐다.

④ 稈長은 硼砂의 施用으로 짧아졌으나, 穗長은 오히려 길어졌으며, 消石灰의 單獨效果는 認定되지 않았다.

⑤ 穗當租粒數는 消石灰의 施用으로 增加되는 듯하나 多量의 消石灰 및 硼砂는 오히려 粒數를 減少시켰다. 登熟率에 있어서도 같은 傾向을 보였다.

⑥ 玄米 1,000粒重은 硼砂의 施用量的 增加로 增大되었으며 米粒의 크기가 若干 커지는 傾向을 보였다.

⑦ 正租 및 稈重은 租粒數 및 登熟率에서의 같은 傾向을 보였으며 特히 硼砂를 多量 施用한 區는 減收의 傾向을 보였다.

## (2) 圃場試驗

① 硼砂를 多量 施用한 區에 있어서는 生育初期에 Chlorosis 가 나타났으며 出穗以後 成熟期가 가까와 茎에 따라 上位葉의 先端이 暗褐色으로 着色되었다가 枯死되었다.

② 消石灰는 生育을 促進시켜 穗數를 增大시켰으며, 硼砂는 分蘖을 抑制시키는 傾向을 보였다.

③ 硼砂는 出穗를 促進시켜, 硼砂 多量 施用區는 出穗가 4, 5日 빨라졌다.

④ 硼砂는 稈長을 抑制시켰다.

⑤ 少量의 硼砂는 登熟을 向上시켰으며 多量의 境遇에는 沮害시키는 傾向을 보였다.

⑥ 正租 및 玄米收量은 消石灰 및 硼砂의 單獨效果만이 認定되었으며 多量의 硼砂는 減收를 招來하였다.

## 5. 引用 文 獻

1. 韓基碩 等(1961) 大麥의 不稔과 硼素의 效果에 關하여 韓國農化學會誌, 2; 5~7.
2. 太田安定(1962) 水稻に 對する 石灰 施用意義의 再檢討(第9報), 日本土肥學會誌, 33; 143~145.
3. 太田安定(1962) 水稻に 對す의 石灰 施用意義의 再檢討(第10報) 日本土肥學會誌 33; 146~148.
4. 江藤博六 等(1966) 作物의 硼素 過剩 障害について. 全國農業試驗場研究業績 第Ⅱ集 593 養賢堂.
5. 郭炳華(1968) 秋落畚稻作에 미치는 石灰施用에 關한 研究, 農試研報 11輯 3卷, 43~53
6. 郭炳華(1969) 秋落畚에 있어서 消石灰가 水稻 및 同 畚裏作 大麥의 增收에 미치는 影響, 農試研報 12輯 3卷; 63~74.
7. 郭炳華(1968) 低位 生産地利用에 關한 研究, 科學技術處 11~21
8. 前田正男(1970) 作物의 要素缺乏過剩症, 日本 農山漁村文化協會 33
9. 農村振興廳 試驗局 譯(1964) The international rice reasearch institute symposium on the mineral nutrition of the rice plant. (I) 191~510.
10. 奧田 東 編(1959) 肥料學新說 217~261 養賢堂.
11. 高橋英一 等(1969) 作物營養學 138~162 朝倉書店
12. 田口 亮平(1960) 作物生理學 202~210. 養賢堂.
13. 出口正夫 等(1955) 水稻に 對する 石灰施用效果의 (第2報) 日本土肥學會誌 25; 259~262
14. 出口正夫 等(1955) 水稻に 對する 石灰施用效果의 再檢討(第3報) 日本土肥學會誌 26; 11~14
15. 出口正夫 等(1957) 水稻に 對する石灰施用效果의 再檢討(第4報) 日本土肥學會誌 27; 407~409.
16. 出口正夫 等(1958) 水稻に 對する石灰施用 意義의 檢討(第5報) 日本土肥學會誌 28; 413~415
17. 出口正夫 等(1958) 水稻に 對する 石灰施用 意義의 再檢討(第6報) 日本土肥學會誌, 29; 205~207
18. 出口正夫 等(1960) 水稻に 對する 石灰施用 意義의 再檢討(第7報) 日本土肥學會誌 31; 71~73
19. 出口正夫 等(1962) 水稻に 對する 石灰施用 意義의 再檢討(第8報) 日本土肥學會誌 33; 107~110
20. 戶荊義次 等(1960) 作物生理講座(2) 營養生理 編 253~258 朝倉書店.
21. 山崎 傳(1968) 微量要素と 多量要素 土壤 作物의 診斷 對策 160~262 博友社.