

生殖生長期 冷水温이 벼의 Source와 Sink關聯形質 및 養分吸收에 미치는 研究

IV. 3要素와 珪酸施用量이 生育 및 葉身, 枝梗,
穎의 養分吸收에 미치는 影響

崔 洙 日*·黃 昌 周*

Studies on the Growth Characters and Nutrient Uptake Related to Source and Sink by Cool Water Temperature at Reproductive Growth Stage

IV. Influence of Growth Characters and Nutrient Uptake
of Leaf Blade, Rachis Branches and Chaff by
Nitrogen, Phosphate, Potassium and Silicate

Su Il Choi* and Chang Ju Hwang*

ABSTRACT

In cold water irrigation, some growth and yield were decreased by heavy application of nitrogen but increased by heavy application of phosphate, potassium and silicate. Among growth characters, number of spikelets per panicle and grain filling ratio were affected significantly. Cold damage in number of spikelets, spikelet sterility and degeneration of spikelet and branch could be reduced by increasing application amount of phosphate, potassium and in particular silicate. Number of spikelets per branch was closely related with number of spikelets per secondary branches. Number of abortive grains and immature grains had negative correlations with yield and could be reduced by heavy application of phosphate, potassium and silicate. Heavy nitrogen application led to high total nitrogen content and restrained the uptake of phosphate, potassium and silicate.

However, adverse results were showed by heavy application of phosphate, potassium and silicate. Inorganic element contents in branches were lower than those in leaf blades, but higher than those in chaff. Branches showed little differences in inorganic element contents between heading stage and maturing stage.

Inorganic element contents in branches were considered to be influenced by those in leaf blades and to affect those in chaff. Some growth characters related to source and sink, such as degeneration of branches and spikelets, sterility ratio, ripening ratio, and yield had closer relationship with nutrient contents in branches than those in leaf blades and chaff. The results demonstrated that the rachis branch not only was a transport pathway of nutrient but also would play an important role in accumulating substances in panicles.

*全羅北道 農村振興院(Jeonbuk Provincial Rural Development, Administration, Iri 510, Korea)
<'86. 7. 18 接受>

緒 言

벼의 乾物生産力은 生活代謝作用에 必要한 各種 養分을 吸收하여 量的 質的 形質의 變化를 일으켜 만들어낸 産物이다.²⁾ 이들 量的 質的 形質들은 生育 期間中의 適溫과 均衡的인 養分吸收가 이루어져야 最大의 生産能力을 發揮할 수 있는데 氣象의 惡化나 養分吸收 不均衡 等の 異常이 惹起되면 極甚한 被害反應이 誘發되어 最終産物인 收量을 極減케 함은 周知의 事實이다. 特히 氣溫이 벼의 生育에 適한 限界溫度 以下로 下降하여 生産力을 減退시키는 冷害는 氣象環境要因中에서 가장 被害量이 큼을 '80年度에 經驗한 바 있다.¹⁸⁾ 이러한 冷害被害를 多小나마 輕減시킬 수 있는 方法은 여러 角度에서 생각할 수 있는데 冷害의 來襲을 豫知한 均衡施肥 技術은 主要한 事前 冷害輕減法이다. 窒素質肥料는 正常的인 氣象環境에서는 乾物生産力을 左右하며³⁰⁾ 吸收利用 適溫은 25°C內外이다.²⁵⁾ 和田^{34, 36)}에 의하면 穗首分化期, 穎花分化期, 出穗期의 窒素吸收量과 乾物生産量과는 正의 相關關係, 澱粉含量과는 負의 相關關係가 있다고 하였다. 窒素의 施用時期 및 施肥量에 關한 報告는 많은데^{14, 28, 33)} 低溫은 莖葉內 窒素濃度를 높이고 光合成을 沮害하여 乾物生産力을 減退시키는데²⁵⁾ 松崎는¹⁵⁾ 出穗期 11~8日 頃에 벼가 低溫에 遭遇되면 不受精粒이 多發하며 窒素施肥量이 많을수록 그 被害는 甚하다고 하였다. 金⁸⁾, 太田¹⁹⁾ 等도 窒素가 葉中에 高濃度로 含有되어 있으면 品種 作期 施肥技術에 關係없이 不稔發生量이 많고 穎殼의 無機成分을 攪亂시킨다고 하였다. 荒野³⁾는 窒素는 穎果의 物質集積速度를 支配하

는데 窒素過用에 의한 不稔은 戸川³²⁾는 柱頭發芽花粉數의 減少 때문에 보았다. 磷酸은 出穗前에는 葉鞘 및 根에 多量集積되어 있으나 出穗後에는 穗로 移動하여 生活代謝作用에 利用되는데¹⁾ 佐佐木²⁴⁾는 窒素와의 相互關係에서 磷酸은 窒素를 多量施用한 境遇에 冷害輕減效果가 卓越하다고 하였고 藤原⁴⁾는 低溫에 의해 磷酸이 吸收障害를 받으면 稻體內 蛋白質代謝에 異常을 일으켜 耐冷性을 弱화시킨다고 하였다. 加里는 窒素의 體內過剩障害를 除去하는데 效果의 이며⁹⁾ 磷酸의 施用量에 의해 加里의 效果는 影響을 받는다고 한다.²⁴⁾ 長谷川⁵⁾은 3要素中에서 加里만이 稻體가 黃熟期까지 吸收를 繼續하나 低溫은 吸收를 抑制시켜 不稔 및 登熟不良을 惹起시킨다고 하였다.¹⁸⁾ 珪酸은 糖, 澱粉, 粗蛋白質의 轉流代謝에 直接的으로 關與하고 間接的으로는 稻體의 受光態勢 等 벼의 生育을 順調롭게 하는 必須要素로서²⁰⁾ 表皮細胞의 細胞膜을 珪質化시키고 磷酸의 吸收를 돕는다고 한다.²³⁾ 또한 岡本^{20, 21)}는 還元 및 非還元糖의 種實로 移行 및 穎果로의 養分의 流入, 蓄積을 向上시켜 不稔抑制는 勿論 米粒의 發育을 도와 種實을 大粒化시킨다고 하였다.

따라서 本試驗은 벼가 生理的으로 弱한 生殖生長期에 冷水를 灌溉하였을 때 惹起되는 被害를 輕減시키고 被害反應 樣相을 알기 위해 3要素와 珪酸施用量을 달리하여 物質受容器官의 關聯形質 및 養分吸收에 미치는 影響을 檢討 하였던 바 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

中山間部인 鎭安에서 2次枝梗原基 發育初期부터

Table 1. Amount of applied fertilizer. (kg/10a)

| Treatment number | Nitrogen | Phosphate | Potassium | Silicate |
|------------------|----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | 11.0 | 10 | 11.0 | - |
| 2 | 11.0 | 15 | 11.0 | - |
| 3 | 11.0 | 10 | 16.5 | - |
| 4 | 11.0 | 10 | 11.0 | 300 |
| 5 | 11.0 | 10 | 11.0 | 450 |
| 6 | 16.5 | 10 | 11.0 | - |
| 7 | 16.5 | 15 | 11.0 | - |
| 8 | 16.5 | 10 | 16.5 | - |
| 9 | 16.5 | 10 | 11.0 | 300 |
| 10 | 16.5 | 10 | 11.0 | 450 |
| 11 | 16.5 | 15 | 16.5 | 450 |

出穂當日까지 冷水를 灌溉하여 障害型冷害 被害樣相 및 營養生理 等に 作用하는 冷水被害를 알고자 3要素와 珪酸施肥量을 달리하여 試驗을 遂行하였다. 試驗에 利用된 諸 管井施設은 第1報와 同一하며 灌溉 水温은 17℃로서 生育障害를 誘發시킬 수 있는 低水温이었다. 供試品種은 冷水灌溉期間이 生殖生長期 거의 全期間을 勘案하여 低温下에서도 出穂가 可能하고 出穂後 登熟障害가 極甚하지 않을 것으로 豫想된 日本型인 小白벼를 使用하였다. 3要素와 珪酸施肥量은 表 1과 같이 窒素標準肥와 50%增肥에 磷酸, 加里, 珪酸을 基準量 및 50%增肥 調節하여 施用하였다. 分施方法은 基肥:分蘖肥:穗肥=50:30:20%, 磷酸과 珪酸은 全量基肥, 加里는 基肥 70%, 穗肥 30%로 施用하였다. 其他 栽培法, 試驗 調查方法 및 植物體分析方法 等은 第1,2報와 同一하다.

結果 및 考察

1. 生育 및 收量

冷水灌溉畚에서 窒素施肥水準別 磷酸, 加里, 珪酸의 施肥效果를 表 2의 生育 및 收量面에서 보면 窒素標準肥에 比하여 50%增肥는 出穂를 1~2日 遲延시키고 稈과 穗의 伸長抑制는 勿論 이삭의 抽出不良, 穎花數의 減退, 登熟障害를 惹起시켜 收量을 減收시켰다. 그러나 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥는 Source 와 Sink 關聯形質의 發現을 順調롭게 하고 收量減收를 抑制시켰는데 窒素增肥區에서도 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥는 收量을 9~13%까지 增收시켰다. 이와 같은 結果는 冷水灌溉畚이나 冷水湧出畚等 冷水被害가 憂慮되는 地域에서는 窒素의 過用을 禁하고 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥가 重要함을 示唆

Table 2. Yield components and yield of rice plants grown under different fertilizer application.

| Treat-ment number | Fertilizer application Methods (kg/10a) | Heading date | Culm length (cm) | Panicle length (cm) | Panicle exertion (cm) | No. of panicle | Spikelets per panicle | Ripening ratio | Yield (kg/10a) | Index (%) | |
|-------------------|--|--------------|------------------|---------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------|--|
| | N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-SiO ₂ | | | | | | | | | | |
| 1 | 11.0-10-11.0- | 0 July 26 | 54 | 19.0 | 5.6 | 14.1 | 88 | 53.8 | 375 | 100 | |
| 2 | 11.0-15-10.0- | 0 July 25 | 55 | 19.2 | 5.9 | 14.5 | 100 | 62.5 | 420 | 112 | |
| 3 | 11.0-10-16.5- | 0 July 25 | 55 | 19.3 | 6.0 | 14.4 | 99 | 60.9 | 413 | 110 | |
| 4 | 11.0-10-11.0-300 | July 24 | 57 | 19.7 | 6.1 | 15.1 | 101 | 64.2 | 427 | 114 | |
| 5 | 11.0-10-11.0-450 | July 23 | 58 | 19.7 | 6.3 | 15.9 | 104 | 66.8 | 435 | 116 | |
| 6 | 16.5-10-11.0- | 0 July 28 | 53 | 18.4 | 5.0 | 15.6 | 91 | 49.5 | 360 | 96 | |
| 7 | 16.5-15-10.0- | 0 July 26 | 54 | 18.7 | 5.6 | 15.8 | 97 | 58.3 | 394 | 105 | |
| 8 | 16.5-10-16.5- | 0 July 26 | 54 | 18.7 | 5.4 | 15.8 | 96 | 55.1 | 390 | 104 | |
| 9 | 16.5-10-11.0-300 | July 25 | 56 | 19.0 | 6.0 | 16.0 | 103 | 60.5 | 401 | 107 | |
| 10 | 16.5-10-11.0-450 | July 24 | 57 | 19.2 | 6.1 | 16.1 | 103 | 62.3 | 409 | 109 | |
| 11 | 16.5-15-16.5-450 | July 23 | 60 | 20.1 | 6.5 | 16.7 | 105 | 67.5 | 457 | 122 | |

해주는 것으로 생각된다.

2. Source 와 Sink 關聯形質의 施肥反應

가. 生育量과 穎花數, 登熟比率과의 關係

生育量(稈長×穗數)이 Sink 器官인 穎花數와 登熟比率의 決定에 어느程度 關與하고 있는가를 相關關係로 圖示한 것이 그림 1,2이다. 生育量增大에 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥效果는 뚜렷하였고 生育量과 穎花의 着生數 및 登熟比率과는 有意的인 相關關係가 認定되어 岡島²²⁾의 報告와 一致하였다. 生育量이 穎花의 着生量 및 登熟比率 決定에 作用하는 程度는 登熟比率보다는 穎花의 着生數와 關係가 깊은 回歸

係數 및 相關係數를 나타내었다. 따라서 Source 關聯形質인 生育量은 Source 關聯形質과 거의 같은 時期에 發育하는 穎花의 着生數에 影響을 미치고 있음을 認知할 수 있었고 冷水灌溉畚에서 生育量을 增大시켜 穎花數 確保 및 登熟을 向上시키기 위해서 窒素의 過用을 禁하고 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥가 要望되었다.

나. 穎花着生數

1,2次枝梗이 分化한 後 곧 穎花原基가 分化되어 着生穎花數가 決定되는데 枝梗 및 穎花의 分化는 分化期前後 稻體의 營養狀態와 氣象環境에 影響을 받으며 特히 低温은 穎花着生數를 顯著히 減少시킨

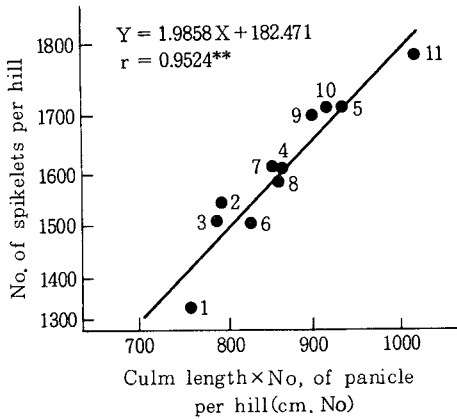


Fig. 1. Relationship between growth volume and No. of spikelets per hill.

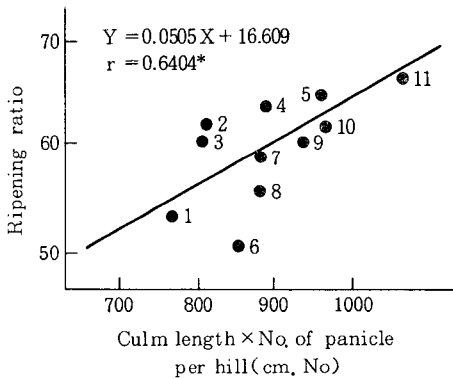


Fig. 2. Relationship between growth volume and ripening ratio.

다.¹⁰⁾ 그림 3에서 1, 2次枝梗에 着生한 枝梗別 顯花數를 보면 顯花의 着生習性에 基因¹¹⁾하여 1次枝梗보다는 2次枝梗에 着生顯花數가 많았고 1次枝梗에 着生한 顯花는 肥料要素別 施用量에는 거의 影響을 받지 않으며 2次枝梗에 着生한 顯花는 稻體의 耐冷性과 關聯된 窒素와 磷酸, 加里, 珪酸 施肥量에 影響을 받았다. 窒素標準肥에 比하여 窒素 50% 增肥는 2次枝梗의 顯花着生數를 減退시켰으나 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥는 稻體內 窒素의 蓄積過剩障害를 抑制하고¹⁶⁾ 顯花의 着生數를 增加시켰다. 和田³⁵⁾, 藤原⁴⁾, 岡本^{20,21)}도 冷水灌溉畝에서 顯花의 着生數를 增加시키기 위해서는 窒素의 過用을 禁하고 耐冷性을 增大시킬 수 있는 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥가 要望된다고 하였다.

1次枝梗과 2次枝梗에 着生한 顯花가 枝梗當 顯

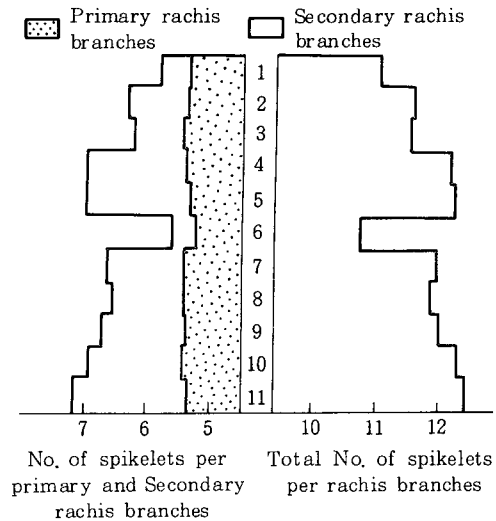


Fig. 3. Comparison of spikelets per rachis branch of rice plants under different fertilizer application.

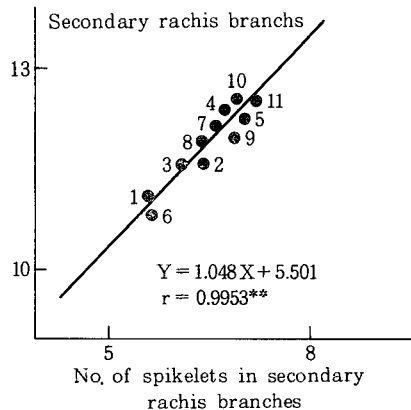
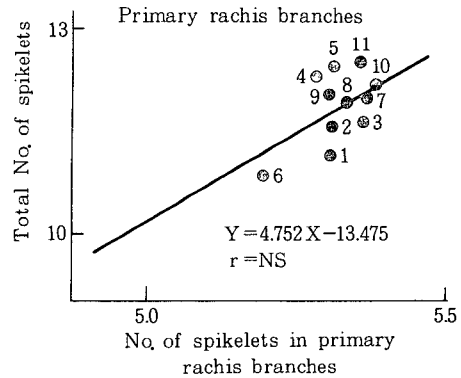


Fig. 4. Relationship between No. of spikelets in primary and secondary rachis branches and total No. of spikelets per rachis branches.

花數決定에 作用하는 相關關係를 그림 4에서 보면 1次枝梗에 着生한 穎花는 處理間에 着生量이 비슷하여 枝梗當穎花數와 相關關係가 認定되지 않았으나 2次枝梗에 着生한 穎花는 枝梗當 穎花數에 影響을 미치는 高度의 正의 有意 相關關係가 認定되었다. 따라서 枝梗當 穎花數는 2次枝梗着生穎花에 支配되므로 冷水灌溉畝에서 2次枝梗上의 穎花着生數를 增大시키기 위해서는 窒素의 過用을 禁하고 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥가 必須的임을 알 수 있었다.

다. 枝梗 및 穎花의 退化率과 不稔率

Sink 器官의 量的形質과 關聯깊은 枝梗 및 穎花의 退化率과 不稔率을 表 3에서 보면 冷水灌溉는 이들 Sink 器官의 量的形質 增大에 至大한 被害를 惹起시

켰는데 3要素標準施肥區의 被害量이 枝梗退化率 8.3%, 穎花退化率 3%, 不稔率을 21.3%나 誘發시켰으며 窒素의 增肥는 被害를 더욱 加重시켰다.

磷酸, 加里, 珪酸의 培肥는 被害를 더욱 加重시켰다. 磷酸, 加里, 珪酸의 培肥는 枝梗 및 穎花의 退化와 不稔防止에 效果的이었는데 窒素 50% 增肥區의 磷酸, 加里, 珪酸의 效果는 枝梗退化率 1.6~3.5%, 穎花退化率 0.7~2.5%, 不稔率 5.2~6.8%나 輕減시켜 冷害輕減 效果가 뚜렷하였고 特히 珪酸增肥效果가 顯著하였다. 田島²⁹⁾, 戶刈³²⁾도 障害型冷害에 의한 退化 및 不稔發生을 抑制시키기 위해서는 窒素의 過用을 禁하고 珪酸 等を 增肥하여 稻體의 耐冷性을 強化시켜야 한다고 했다.

Table 3. Degeneration of secondary rachis branches and spikelets and spikelets sterility of rice plants grown under fertilizer application.

| Treatment number | Degeneration ratio | | Sterility ratio |
|------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|
| | spikelets per panicle | secondary rachis branches | |
| 1 | 3.0 | 8.3 | 21.3 |
| 2 | 1.6 | 6.0 | 15.1 |
| 3 | 1.8 | 6.0 | 16.1 |
| 4 | 1.2 | 4.7 | 13.2 |
| 5 | 1.0 | 4.5 | 9.0 |
| 6 | 3.5 | 9.9 | 24.5 |
| 7 | 2.4 | 8.2 | 19.0 |
| 8 | 2.8 | 8.3 | 19.3 |
| 9 | 2.2 | 7.0 | 18.2 |
| 10 | 2.0 | 6.4 | 17.7 |
| 11 | 0.8 | 4.0 | 7.6 |

라. 秕粒 및 屑米重과 收量과의 關係

種實의 充實度는 出穗後 登熟期間中에 莖葉에 生成 蓄積된 炭水化合物 等の 種實로 移行量에 影響을 받으며 莖葉中の 炭水化合物生成蓄積量은 1次的으로 營養生長量이 充分해야 하고 2次的으로 生殖生長期以後 同化産物의 生成量이 많아야 하는데 同化産物生成量은 氣溫의 影響을 強하게 받는다. 7, 12, 13, 29) 生殖生長期에 稻體가 冷害를 받으면 花粉에 異常을 일으켜 受精障害, 葯의 活力低下 等으로 不稔이 誘發되고 受精된 穎果도 상당량이 出穗後 物質集積障害를 일으킨다. 6, 17, 31) 그림 5, 6에서 秕粒 및 屑米의 發生量과 收量과의 關係를 보면 冷水灌溉는 秕粒과 屑米의 發生量을 增大시켰고 收量을 減收시키는 負의 相關關係를 보였다. 窒素施肥量別 秕粒과 屑米의 發生量을 보면 3要素標準施肥區에서도 冷水灌溉는 秕粒 및 屑米의 發生을 惹起시켰는데 特히

窒素 50% 增肥는 秕粒 9 kg/10a, 屑米 1.6kg/10a의 많은 發生量을 誘發시켰다. 그러나 窒素施肥量

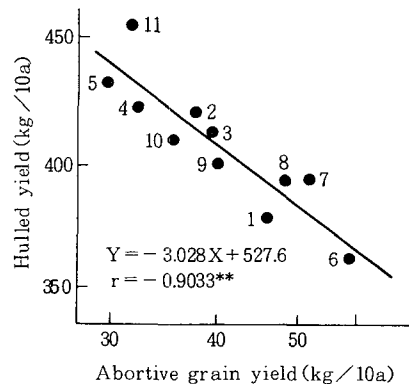


Fig. 5. Relationship between abortive grain yield and hulled yield.

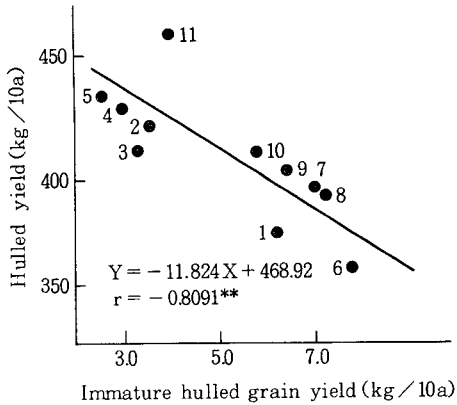


Fig. 6. Relationship between immature hulled grain yield and hulled yield.

間에 磷酸, 加里, 珪酸 增肥는 秕粒과 屑米의 發生 抑制 및 收量減收를 輕減시켰다. 따라서 冷水灌溉畝에서 Sink 器官의 發育障害 및 쌀알의 品質을 높일 수 있는 屑米의 發生을 輕減시키기 위해서는 窒素의 過用을 禁하고 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥가 要望 되었다.

3. Source와 Sink 關聯形質의 無機成分 組成에 미치는 施肥反應

가. 葉身, 枝梗, 穎殼의 無機成分組成

葉身, 枝梗, 穎殼의 無機成分組成에 미치는 施肥反應을 表 4에서 보면 窒素의 增肥는 稻體內 全窒素 含量을 높이고 磷酸, 加里, 珪酸의 吸收를 阻害시켰으나 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥는 逆으로 全窒素 含量을 낮추고 磷酸, 加里, 珪酸의 吸收를 높여 稻體의 耐冷性을 強化시켰다.⁹⁾ 이를 다시 無機成分

別로 詳細하게 考察하여 보면 全窒素含量은 出穗期가 成熟期보다 含量이 높았고 成熟期에도 體內에 高濃度로 含有되고 있었으며 그 傾向은 窒素增肥에서 더욱 顯著하나 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥에 의하여 그 濃度를 多少 낮출 수 있었다. 磷酸含量은 金⁸⁾ 徐^{26, 27)} 등의 報告와 같이 全窒素와 비슷한 吸收樣相을 보였고 窒素增肥에 의하여 稻體의 耐冷性이 弱화되면 磷酸도 吸收阻害를 받았다. 加里含量은 葉身과 枝梗에서는 全窒素 및 磷酸과 비슷한 吸收樣相이었으나 穎殼이 登熟期에 加里를 必要로 한다는 徐^{26, 27)}의 報告와 같이 成熟期가 出穗期보다 높게 含有하고 있었고 窒素의 增肥는 體內加里 含量增大에 極히 不利하였다. 珪酸은 稻體의 生長促進과 不檢防止, 病虫害低抗性을 높임은 勿論 窒酸態窒素의 過剩吸收를 制御하는 要素로서 氣象惡化時에 그 施用效果는 더욱 뚜렷한데 葉身, 枝梗, 穎殼 모두 出穗期보다 成熟期에 높은 含量을 보였으며 葉身, 枝梗보다 穎殼이 成熟期에 珪酸을 多量含有하고 있었다. 肥種間에는 窒素增肥는 珪酸吸收를 顯著히 抑制시켰으나 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥는 稻體內 珪酸의 吸收를 높였고 또한 窒素蓄積過剩障害를 輕減시켰다. 특히 珪酸의 增肥는 稻體內 珪酸含量增大 뿐만 아니라 磷酸, 加里의 吸收도 增大시켜 耐冷性增大에 效果의 이었다. 또한 葉身, 枝梗, 穎殼의 養分吸收樣相을 出穗期와 成熟期の 無機成分組成 差異로 보면 葉身과 穎殼은 登熟期間中에 各種 無機養分을 種實의 物質集積에 利用하였음을 分明히 알 수 있는 含量差를 보였다. 그러나 枝梗은 그 差異가 葉身보다는 적고 穎殼(珪酸含量除外) 보다 많아 枝梗의 役割을 單純한 養分移動路라고 看做하기 쉬웠다.

Table 4. Differences of mineral contents in leaf blade, rachis branches and chaff grown under different fertilizer application.

| Treatment number | Total-N | | | | | | P ₂ O ₅ | | | | | | K ₂ O | | | | | | SiO ₂ | | | | | |
|------------------|---------|------|--------|------|-------|------|-------------------------------|------|--------|------|-------|------|------------------|------|--------|------|-------|------|------------------|------|--------|------|-------|-------|
| | Leaf | | Branch | | Chaff | | Leaf | | Branch | | Chaff | | Leaf | | Branch | | Chaff | | Leaf | | Branch | | Chaff | |
| | HS | MS | HS | MS | HS | MS | HS | MS | HS | MS | HS | MS | HS | MS | HS | MS | HS | MS | HS | MS | HS | MS | HS | MS |
| 1 | 1.63 | 1.21 | 1.32 | 1.10 | 1.09 | 0.52 | 0.54 | 0.40 | 0.40 | 0.30 | 0.35 | 0.18 | 2.01 | 1.75 | 1.92 | 1.61 | 0.61 | 0.70 | 6.61 | 7.15 | 6.17 | 7.11 | 3.75 | 8.25 |
| 2 | 1.42 | 1.06 | 1.09 | 0.91 | 1.00 | 0.41 | 0.63 | 0.51 | 0.47 | 0.36 | 0.38 | 0.25 | 2.04 | 1.80 | 1.95 | 1.64 | 0.64 | 0.79 | 6.94 | 7.75 | 6.52 | 7.72 | 4.00 | 8.92 |
| 3 | 1.52 | 1.07 | 1.11 | 0.94 | 1.00 | 0.44 | 0.55 | 0.42 | 0.42 | 0.31 | 0.35 | 0.20 | 2.41 | 1.95 | 2.04 | 1.81 | 0.81 | 0.94 | 6.90 | 7.75 | 6.50 | 7.70 | 4.01 | 8.89 |
| 4 | 1.30 | 1.00 | 1.00 | 0.85 | 0.94 | 0.40 | 0.57 | 0.42 | 0.44 | 0.32 | 0.36 | 0.20 | 2.12 | 1.82 | 1.95 | 1.66 | 0.66 | 0.78 | 7.91 | 7.90 | 6.85 | 7.99 | 4.11 | 9.10 |
| 5 | 1.20 | 0.90 | 0.94 | 0.81 | 0.90 | 0.38 | 0.59 | 0.45 | 0.45 | 0.34 | 0.36 | 0.23 | 2.20 | 1.87 | 1.99 | 1.68 | 0.78 | 0.80 | 7.10 | 8.07 | 7.04 | 8.11 | 4.87 | 9.81 |
| 6 | 1.87 | 1.43 | 1.54 | 1.18 | 1.11 | 0.60 | 0.50 | 0.34 | 0.27 | 0.30 | 0.30 | 0.16 | 1.89 | 1.54 | 1.05 | 1.46 | 0.56 | 0.62 | 6.10 | 6.82 | 5.45 | 6.11 | 3.45 | 6.91 |
| 7 | 1.71 | 1.25 | 1.31 | 1.00 | 1.01 | 0.54 | 0.57 | 0.41 | 0.34 | 0.34 | 0.33 | 0.22 | 1.94 | 1.59 | 1.80 | 1.49 | 0.59 | 0.66 | 6.33 | 6.91 | 5.75 | 6.48 | 3.51 | 7.01 |
| 8 | 1.73 | 1.25 | 1.25 | 1.01 | 1.04 | 0.57 | 0.53 | 0.36 | 0.35 | 0.29 | 0.30 | 0.19 | 2.03 | 1.78 | 1.94 | 1.75 | 0.75 | 0.79 | 6.33 | 6.90 | 5.71 | 6.40 | 3.50 | 7.00 |
| 9 | 1.61 | 1.20 | 1.12 | 0.90 | 0.96 | 0.44 | 0.56 | 0.37 | 0.37 | 0.31 | 0.31 | 0.20 | 1.95 | 1.60 | 1.81 | 1.51 | 0.51 | 0.69 | 6.90 | 7.15 | 6.01 | 7.00 | 3.91 | 7.85 |
| 10 | 1.57 | 1.11 | 1.06 | 0.75 | 0.91 | 0.44 | 0.58 | 0.38 | 0.38 | 0.33 | 0.31 | 0.20 | 1.97 | 1.62 | 1.84 | 1.58 | 0.58 | 0.71 | 6.95 | 7.23 | 6.60 | 7.11 | 4.03 | 8.02 |
| 11 | 1.60 | 1.18 | 1.10 | 0.89 | 0.99 | 0.50 | 0.61 | 0.42 | 0.48 | 0.35 | 0.38 | 0.26 | 2.26 | 1.74 | 2.00 | 1.71 | 0.71 | 0.83 | 7.21 | 9.10 | 7.14 | 8.10 | 4.96 | 10.11 |

Note: HS=Heading stage, MS=Maturing stage

나. Source 와 Sink 關聯形質의 相互養分組成關係 出穗期の 葉身에 含有된 無機成分이 枝梗과 穎殼의 養分組成에 어떠한 相互關聯性을 갖고 生活代謝作用을 營爲해 나가는가를 相關關係로 分析한 結果가 그림 7이다. 葉身中の 全窒素含有率과 枝梗, 穎殼中の 全窒素含量과는 高度의 正의 有意相關關係外 認定되어 葉身中の 全窒素는 枝梗과 穎殼의 全窒素含量에 影響을 미치고 있음을 明白히 알 수 있었고 그 傾向은 穎殼보다는 枝梗에서 더 密接한 關係를 나타내었다. 磷酸含量은 穎殼보다 枝梗에서 蓄積量이 많았으며 葉身에 磷酸含量이 많을수록 枝梗과 穎殼의 磷酸含量도 增加하는 正의 相關關係를 보였고 葉身の 磷酸含量은 穎殼보다 枝梗의 磷酸含有率과 密接한 相關關係($r=0.811$)를 나타냈다. 加里에 있어서도 葉身中の 加里含量과 枝梗 및 穎殼의 加里含有率과는 높은 正의 有意相關關係를 보였으며 珪酸含量은 3要素와 珪酸施肥量에 따라 稻體의 珪酸含有率도 影響을 받았는데 葉身中の 珪酸含量과 枝梗, 穎殼의 珪酸含有率과도 有意的인 正의 有意相關關係를 보여 枝梗과 穎殼의 珪酸含量은 葉身の 珪酸含量에 左右됨을 알 수 있었다.

出穗前後 稻體에 蓄積貯藏된 養分은 登熟을 經過

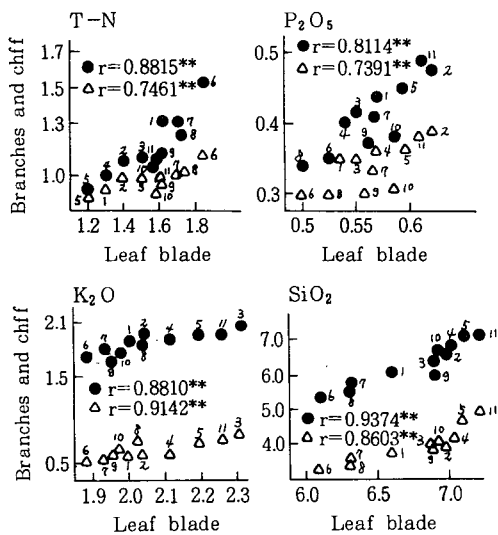


Fig. 7. Relationship between mineral content of leaf blade and branches and chaff at heading stage.

Note: ● = mineral content of rachis branches
 △ = mineral content of chaff
 This indicated marks are same from Fig. 8 to Fig. 9

하면서 一部는 光合作用 및 呼吸 等의 生活代謝作用에 消費되고 나머지는 種實로 移行되어 種實을 發育시키지만 登熟이 完了되어도 상당량의 養分은 體內에 殘留되어 있음을 알 수 있다. 成熟期 葉身에 含有되어 있는 無機成分과 枝梗, 穎殼의 無機成分含有率과의 相互關係를 그림 8에서 보면 葉身中の 無機成分含量과 枝梗, 穎殼中の 無機成分含量과는 正의 有意相關關係가 認定되었으며 葉身中の 全窒素와 珪酸은 枝梗보다 穎殼에서, 磷酸과 加里는 穎殼보다 枝梗의 無機成分組成에 相互關聯되는 바가 큰 相關係數를 나타내었다. 이는 出穗期와는 다른 Source 와 Sink 器官間的 養分吸收樣相으로서 稻體가 種實의 物質生産에 必要로 하는 養分이 登熟期間中에는 서로 相異함을 알 수 있으며 今後 研究課題라고 생각된다.

出穗期와 成熟期에 枝梗에 蓄積貯藏된 無機成分이 穎殼의 無機成分組成에 미치는 相關關係를 그림 9에서 보면 枝梗中の 全窒素, 磷酸, 加里含量은 出穗期에, 珪酸은 成熟期에 높았고 穎殼은 全窒素와 磷酸含量은 出穗期에 높은 正의 有意 相關係數를 나타내어 枝梗은 穎殼과 養分吸收樣相이 類似함을 認知할 수 있었다. 以上の 結果로 보아 葉身과 枝梗 및 穎殼의 相互關係는 葉身の 無機成分은 枝梗의 無機成分組成에 關與하고 枝梗의 營養狀態는 다시 穎殼

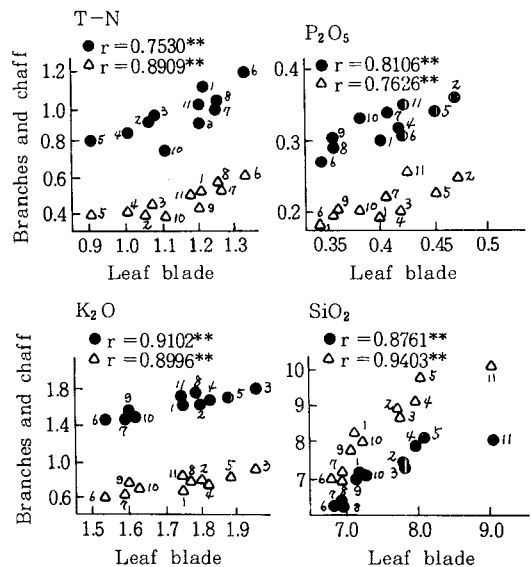


Fig. 8. Relationship between mineral content of leaf blade and rachis branches and chaff at maturing stage.

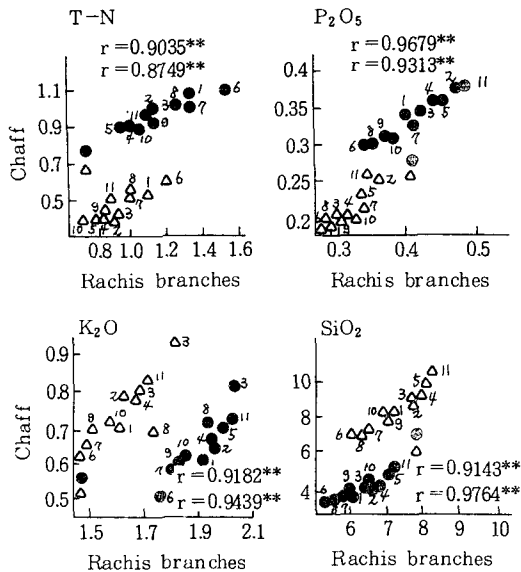


Fig. 9. Relationship between mineral content of rachis branches and chaff at heading stage and maturing stage.

Note: ● = mineral content at heading stage.
 △ = mineral content at maturing stage.

Table 5. The relationship between nutrient content and growth characters related to source and sink at heading stage.

| Item | Degeneration ratio | | Sterility ratio | Ripening ratio | Yield | |
|-------------------------------|--------------------|-----------|-----------------|----------------|-----------|-----------|
| | Spikelet | Branches | | | | |
| T-N | Leaf | 0.7975** | 0.8137** | 0.7356** | -0.7772** | -0.6973* |
| | Branches | 0.8864** | 0.9052** | 0.8159** | -0.9180** | -0.8419** |
| | Chaff | 0.7714** | 0.7617** | 0.6822* | -0.8462** | -0.7168* |
| P ₂ O ₅ | Leaf | -0.8131** | -0.7641** | -0.7601** | 0.8389** | 0.8143** |
| | Branches | -0.8534** | -0.8238** | -0.8382** | 0.7157* | 0.8358** |
| | Chaff | -0.7408** | -0.7349* | -0.7347* | 0.6603* | 0.7172* |
| K ₂ O | Leaf | -0.6576* | -0.6936* | -0.6783* | 0.5340 | 0.6646* |
| | Branches | -0.6597* | -0.7075* | -0.7015* | 0.5899 | 0.6724* |
| | Chaff | -0.5932 | -0.6299* | -0.6198* | 0.5536 | 0.6246* |
| SiO ₂ | Leaf | -0.9203** | -0.9425** | -0.8479** | 0.9194** | 0.8833** |
| | Branches | -0.9250** | -0.9612** | -0.9062** | 0.9063** | 0.9060** |
| | Chaff | -0.8777** | -0.8968** | -0.9336** | 0.8635** | 0.8880** |

花의退化率 및 種實의發育이 枝梗과 密接한關係를 가지고 있다는事實은 枝梗이 穎果의 最終連結器官에 該當되므로 最終連結器官의 營養狀態가 穎果의 物質集積을 左右하기 때문으로 여겨지는데 枝梗은 動物로 比喩하면 뱃줄과 같다고 생각된다.

摘 要

의 無機成分組成에 關與함이 明白하였다. 따라서 枝梗은 單純한 養分移動路가 아니라 穎殼의 無機成分組成에 密接한 關係를 가지는 主要한 器官임을 認定할 수 있으며 今後 枝梗의 役割에 關한 研究가 더욱 이루어져야 할 것이다.

다. Source 와 Sink 關聯形質의 無機成分 組成과 生育 및 收量과의 關係

出穗期 葉身, 枝梗, 穎殼에 含有되어 있는 全窒素, 磷酸, 加里, 珪酸含量과 枝梗 및 穎花의 退化率, 不稔率, 登熟比率, 收量과의 相關關係를 表 5에서 보면 葉身, 枝梗, 穎殼의 無機成分含量과 枝梗과 穎花의 退化率, 不稔 및 登熟比率과는 正 또는 負의 有意相關關係를 보였으며 枝梗의 無機成分組成이 葉身, 穎殼의 無機成分含量에 比하여 이들 關聯形質에 影響을 미치는 程度가 컸다. 또한 全窒素, 磷酸, 加里, 珪酸含量과 枝梗과 穎花의 退化率, 不稔 및 登熟比率과는 磷酸, 加里含量보다 全窒素 및 珪酸含量에 이들 關聯形質이 影響을 받는 程度가 커 枝梗의 無機成分組成과 稻體의 全窒素 및 珪酸含量이 枝梗과 穎花의 退化, 不稔 및 登熟比率에 크게 關與하는 것으로 解析되었다. 이와 같이 枝梗 및 穎

本 試驗은 生殖生長期 冷水灌溉가 벼의 Source 와 Sink 關聯形質 및 養分吸收에 미치는 施肥反應을 究明한 것으로 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 窒素의 過用은 生育 및 收量を 減退시켰으나 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥로 生育量의 增大, 穎花着生量과 登熟比率 向上에 有利하였다.

2. 穎花의 着生數, 枝梗과 穎花의 退化率, 不稔率

은 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥로 그 被害를 輕減시킬 수 있었으며 특히 珪酸의 增肥效果가 顯著하였고 枝梗當 穎花數는 1次枝梗보다 2次枝梗에 着生한 穎花數에 크게 影響을 받았다.

3. 秕粒 및 屑米의 發生量과 收量과는 負의 相關關係가 있었으며 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥는 秕粒 및 屑米의 發生抑制과 收量增加에 效果의 이었다.

4. 窒素의 增肥는 葉身, 枝梗, 穎殼의 全窒素含量을 높이고 磷酸, 加里, 珪酸의 吸收를 沮害시켰으나 磷酸, 加里, 珪酸의 增肥는 窒素의 過剩吸收抑制 및 磷酸, 加里, 珪酸의 吸收를 增加시켰고 枝梗의 無機成分含量은 葉身보다는 적었다.

5. 葉身, 枝梗, 穎殼의 無機成分含量의 相互關聯性은 枝梗의 無機成分은 葉身의 無機成分含量에 影響을 받고 枝梗은 다시 穎殼의 無機成分組成에 影響을 미치고 있음을 알 수 있었다.

6. Source 와 Sink 關聯形質에 미치는 葉身, 枝梗, 穎殼의 無機成分反應을 보면 枝梗과 穎花의 退化率, 不稔率, 登熟比率, 收量 모두 葉身, 穎殼보다 枝梗의 無機成分含量에 크게 影響을 받았다. 이로 보아 枝梗은 單純한 養分移動의 通路機能만을 갖는 것이 아니라 種實의 物質集積에 重要な 生理的 機能을 가지는 器官임을 알 수 있었다.

引用 文 獻

1. A. H. M. Altaf, Ali. 1961. Studies on the translocation of nutrient in rice plant by radio-isotope. Proceeding of the Crop science of Japan. 30 : 169-178.
2. 荒井邦夫・河野恭廣. 1978. 水稻の穂の發育に關する研究. 第1報. 穂上位別にみた穎果の發育の特徴. 日作紀 47 (4) : 699-706.
3. _____・_____. 1979. 水稻の穂の發育に關する研究. 第2報. 穂上位別穎果の窒素集積パターンに及ぼす出穂期窒素追肥の影響. 日作紀 48 (3) : 335-342.
4. 藤原彰夫・大平辛次. 1959. 高等植物における生理的植物に關する研究. 日土肥誌 30 (4) : 162-170.
5. 長谷川儀一. 1959. 葉分析の研究. X 水稻の主稈の主稈葉節間部及び稈部の生育に伴う無機要素の含量並びにとの集積及び移行(とのよ). 日作紀 28 : 259-261.
6. Ito, H., Ha. Hayase, T. Satake and I. Nishiyama. 1970. Male sterility Caused by Cooling treatment at the meiotic stage in rice plant. IV Male abnormalities at anthesis. Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 39 : 60-64.
7. James H., Cock and Shouichi Yoshida. 1961. Accumulation of ¹⁴C-labeled Carbohydrate before flowering and its subsequent redistribution and respiration in the rice plant. Pro. Crop Sci. Soc. Japan : 226-231.
8. 金年軫・崔洙日・羅鍾城・李鍾薰. 1983. 冷害地帯の水稻生育과 稔・不稔穎殼의 養分吸收에 關한 研究. 第3報. 窒素와 珪酸施用量の差異가 穎殼의 養分吸收에 미치는 影響. 韓作誌 28 (1) : 81-88.
9. 木内知美. 1961. 水稻の收量形成過程に及ぼす營養條件の影響. 日土肥誌 32 (5) :
10. 清澤茂久・相見靈三. 1958. 水稻の障害型冷害における低温と遮光の役割. 日作紀 27 : 417-421.
11. 眞中多喜夫・松島省三. 1971. 水稻收量成立原理とその應用に關する作物學的研究. 第100報. 穂相による稻作診斷(3) 1, 2次枝梗上の分化穎花數, 穂長, 實穂長および粒着密度. 日作紀 40 : 101-108.
12. 松島省三・眞中多喜夫. 1959. 水稻の炭水化物窒素含量と登熟收量との關係. (2) 特に穂肥期追肥の效果について. 農業及園藝 34 (2) : 304-306.
13. _____・和田源七. 1959. 水稻收量成立原理とその應用に關する作物學的研究. LII 水稻の登熟機構の研究(10) 籾への炭水化物の轉流通過, 登熟適温並びに籾の炭水化物受け入及能力の低下について. 日作紀 28 (1) : 44-45.
14. _____・眞中多喜夫. 1960. 水稻收量成立原理とその應用に關する作物學的研究. LVIII 生育各期の窒素の異常多施が水稻の收量構成要素生育外部形態および體內成分等に及ぼす影響. 日作紀 29 : 202-206.
15. 松崎昭夫・松島省三. 1971. 水稻收量の成立原理とその應用に關する作物學的研究. 第105報 V 字理論稻作と減數分裂期の低温抵抗性との關係. 日作紀 40 : 519-524.
16. Nishiyama, I. 1976. Effect of temperature on the Vegetative growth of rice plant. Proceeding of the symposium on Climate and rice.

- IRRI : 159~185.
17. _____, 1980. イネの冷温障害の生理學 (10), 一生殖生長期を中心に, 農業及園藝 55 (4): 505-510.
 18. 農村振興廳, 1981. 水稻冷害實態分析及 綜合技術對策—冷害研究報告一, 農村振興廳: 1-192.
 19. 太田保夫, 1982. イネの登熟とけい酸加里シリーズ(1) 籾殻け米粒の入れせはない, 峠道, 珪酸加里ニュース, 13: 1-12.
 20. 岡本嘉, 1959. 水稻における珪酸の生理學的研究. IV. 珪酸の炭水化物代謝に及ぼす影響, 日作紀 28: 35-40.
 21. _____. 1970. 水稻におけるケイ酸の生理學的研究. 第 13 報. ケイ酸が水稻の器官, 組織の形成におよぼす影響, 日作紀 39: 151-155.
 22. 岡島秀夫, 1962. イネの營養生理, 社法人農山漁村文化協會.
 23. Okuda, A and E. Takahashi, 1964. The role of silicon symposium on the mineral nutrition the rice plant. IRRI. Report.
 24. 佐佐木一男・和田定, 1975. イネの冷害不稔發生に及ぼす窒素, 磷酸, および加里の影響, 日作紀 44 (3): 250-254.
 25. 佐藤康, 1964. 水稻葉の光合成におよぼす環境の影響, 日作紀 39: 370-375.
 26. 徐錫元・太田保夫, 1982. 水稻の登熟に及ぼす籾殻の役割. 第 2 報. 登熟過程における籾殻の光合成および呼吸代謝の推移, 日作紀 51 (1): 105-109.
 27. _____・_____, 1983. 水稻の登熟に及ぼす籾殻の役割. 第 7 報. 生殖生長期における珪酸およびカリが籾殻の形態および機能に及ぼす影響, 日作紀 52 (1): 73-79.
 28. 平宏和・松島省三・松崎昭夫, 1970. 水稻收量の成立原理とその應用に關する作物學的研究. 第 92 報. 窒素施肥による米の蛋白質の收量およびその營養價増大の可能性の栽培試験, 日作紀 39: 33-40.
 29. 田島克己・舟山謙三郎・太田保夫・中村拓, 1961. 水稻の登熟に關する研究. 第 3 報. 登熟の様相に及ぼす地域性について, 日作紀 30: 93-96.
 30. 高橋保夫・岩田岩保・馬場赴, 1959. 水稻品種の耐肥性に關する研究. 第 1 報. 品種の耐肥性と窒素及び炭水化物代謝との關係, 日作紀 28: 22-24.
 31. Tetsuo satake and Hiroshi Hayase, 1974. Male sterility Caused by Cooling treatment at the young microspore stage in rice plant. X. A Secondary sensitive stage at the beginning of meiosis. Proc. Crop. Sci. Soc. Japan 43(1): 36-39.
 32. 戸刈義次・柏倉康光, 1958. 水稻に於ける不稔發生の一機構, 日作紀 27: 3-5.
 33. 和田源七・松島省三, 1962. 水稻收量成立原理とその應用に關する作物學的研究. LXIII 穎花數成立機構に關する研究, 日作紀 31: 23-26.
 34. _____・_____. 松崎昭夫, 1967. 水稻收量の成立原理とその應用に關する作物學的研究. 第 77 報. 水稻の澱粉含有率と窒素含有率との關係. 特にヨド反應による穗肥要否診斷の價値, 日作紀 36: 248-254.
 35. _____・_____. 1968. 水稻收量の成立原理とその應用に關する作物學的研究. 第 86 報. 穎花數の成立内容におよぼす窒素の影響, 日作紀 37: 417-423.
 36. _____・_____. 1968. 水稻收量の成立原理とその應用に關する作物學的研究. 第 87 報. 出穂期までの乾物生産におよぼす窒素の影響らびに乾物生産と單位面積あたり穎花數の成立内容との關係, 日作紀 37 (4): 557-564.