

冷害地帶의 水稻生育과 稔,不稔粃殼의 養分吸收에 관한 研究

第3報 窒素와 珪酸施用量の 差異가 粃殼의 養分吸收에 미치는 影響

金年軫*·崔洙日*·羅鍾城*·李鍾薰**

Studies on the Growth and Nutrient Uptaking of Flag Leaf and Chaff of Rice Plant in Cold Injury Location

III. Influence of Different Nitrogen and Silicate Application on the Nutrient Uptaking of Chaff in Rice Plant

Kim, Y. J.*, S. I. Choi*, J. S. Ra* and J. H. Lee**

ABSTRACT

This experiment was conducted to study about influenced inorganic element contents of flag leaf and chaff with different nitrogen and silicate application in Jinan (sea level 303m).

The recommended rate of fertilizer application above N 15 kg/10a was poor for dry production increment in cold in July elevation and was demanded increment of silicate. In the elevation of cold in July high rates of nitrogen application produced more incomplete grain and a reduced cold tolerance. These effects were due to over-content of soluble nitrogen within flag leaf and disturbance of uptaking potassium and silicate. On the other hand, the application of silicate could increase yield by promoting resistance to cold damage. The application of increasing level of nitrogen resulted in increasing the contents of total nitrogen and phosphate in both sterile and fertile glumes. The contents of potassium and calcium were the highest at the level of nitrogen 10 - 15 kg/10a, but magnesium was rather high at low nitrogen levels.

It is interesting that at any level of nitrogen, over 6% higher silicate contents were noted in the fertile chaff than in the sterile chaff. Application of increasing level of silicate fertilizer decreased total nitrogen contents, but increased the contents of phosphate, potassium, and silicate in the chaff. Increasing rate of silicate content by increasing silicate addition was remarkably higher in the fertile chaff than in the sterile chaff.

緒 言

作物體가 生活代謝 및 支持作用을 원활히 하고 作物固有의 遺傳的形質을 發揮하기 爲해서는 土壤으로부터 作物이 必要한 여러가지 養分을 均衡있게 吸收하여 生育 및 發育과 結實作用에 有效하게 利用하여

야 한다.

水稻의 生活作用에 必要한 營養源은 數多한데 全 生育期間中 他要素에 比하여 窒素, 磷酸, 加里, 珪酸의 比重은 實로 크다. 이들 要素들은 土壤內에 殘存 含有되어 있는 量만으로는 水稻 生育中에 缺乏 症狀을 나타내므로 人爲的으로 施肥라는 方法을 通해 供給해야 한다.

*全北 農村振興院, **作物試驗場

* Jeonbuk Provincial Office of Rural Development, Iri 510. ** Crop Experiment Station, Suweon 170, Korea.

窒素質은 蛋白質을 合成 시키는 主要인데 生育에 適合한 環境條件, 特히 氣象條件下에서는 光合成能力의 向上,^{18,28)} 葉面積의 增大,²⁾ 葉綠素의 生成,²⁰⁾ 乾物生産에 有效하며^{14,28)} 收量을 增收 시킬 수 있는데¹⁾ 分蘖期 동안에 吸收能力이 가장 크다고 한다.¹⁶⁾

磷酸의 缺乏은 窒素의 吸收을 阻害하고 蛋白質代謝에 惡影響을 미쳐^{10,11,12)} 出穗後 이삭으로 物質轉流을 抑制시킨다.^{6,7)}

加里는 窒素, 磷酸의 吸收과 比例하여 吸收가 增減하며 稻體內 加里含量이 많을수록 收量增收에 有利하다. 또한 生理的 肥效는 出穗前 30~40 日 前부터 出穗期 사이에 가장 높으며 窒素過剩의 障害를 除去하는데도 必要하다고 한다.^{15,17)} 그러나 低溫下에서 벼가 生育하면 養水分의 吸收阻害, 酵素의 活性低下, 體內代謝의 異常으로 可溶性蛋白質이 體內에 增加하고⁸⁾ 養分의 移行이 停止¹⁵⁾ 되는데 特히 冷害年에 窒素의 過用은 出穗遲延, 登熟不良, 不稔, 青米, 品質을 低下시키고¹³⁾ 遲延型冷害를 助長시키며 障害型冷害에 對한 抵抗力을 弱화시킨다.²⁹⁾ 그러나 同一한 窒素水準下에서 P₂O₅, K₂O, MgO, CaO 및 SiO₂가 體內에 充分히 蓄積되면 耐冷性을 強化시킨다고 한다.⁴⁾

珪酸은 植物體內의 可溶態窒素의 蓄積을 減少시키는데²¹⁾ 珪酸施用은 生理的으로 還元 및 非還元糖을 이삭으로 轉移시키는데 有利하다.²³⁾ 따라서 冷害年에 稔實을 도모하기 爲해서는 窒素를 數回로 分割, 少量 施用하고¹⁰⁾ 珪酸을 充分히 施用함이 效果의 이라고 한다.^{11,24,25)} 그런데 各種 肥料의 施肥量에 따

른 籾殼의 養分含量이 稔實에 어떤 影響을 미치고 있는가에 對해서는 報告된 바가 없다.

本試驗은 冷害地인 山間部 鎮安(海拔 303m)에서 窒素와 珪酸施用量을 달리하였을 境遇 止葉과 稔, 不稔籾殼의 無機成分組成에 어떤 影響을 미치고 있는가를 調査分析 하였던 바 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

統一型品種인 白羊벼를 使用하여 海拔 303m인 鎮安에서 1981年에 本試驗을 遂行하였는데 試驗方法은 窒素施用量을 10a 當 5, 10, 15, 20 kg의 4水準으로 하고 珪酸施用量은 0, 130, 260 ppm으로 調節하여 窒素와 珪酸質肥料를 組合한 分割區配置 3 反覆으로 하였다. 栽培法은 4月 16日에 催芽된 種子를 保溫밭못자리에 播種하여 40日된 苗를 株當苗數 4本, 栽植距離 27×12 cm로 5月 26日 本畝에 移秧하였다. 施肥量은 磷酸과 加里를 10a 當 各各 6, 12kg 使用하였으며 分施方法은 窒素는 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: 穗肥 = 70:30%로 하였다. 生育 및 收量, 샘플 採取方法과 籾殼의 無機成分 分析은 第1報와 同一하게 實施하였다.

結果 및 考察

1. 生育 및 收量

冷害地帶에서 窒素의 過用은 稻體의 地上部 生理

Table 1. Comparison of growth characters and yield under the different level of nitrogen and silica applied on rice plants.

Nitrogen (kg/10a)	Silica (ppm)	Heading dates	Culm length (cm)	No. of panicle	Spikelets per panicle	Ripening ratio (%)	1,000 grain (g)	Polished yield (kg/10a)	Index
	0	July 31	57	9.8	101	73	21.6	355	68
5	130	July 31	58	10.0	104	74	21.9	375	72
	260	July 31	58	10.6	100	78	22.3	410	79
	0	Aug. 1	59	11.0	111	75	23.0	440	84
10	130	Aug. 1	60	11.2	108	77	23.2	472	91
	260	Aug. 1	60	10.9	110	79	23.3	491	94
	0	Aug. 1	61	11.2	115	70	23.5	490	94
15	130	Aug. 1	62	11.2	119	73	23.8	521	100
	260	Aug. 1	62	11.5	120	75	24.0	545	105
	0	Aug. 2	63	12.6	114	68	23.5	495	95
20	130	Aug. 2	63	13.0	115	70	23.8	511	98
	260	Aug. 2	63	12.8	118	71	23.8	550	106

生態에 影響을 미치는데 特히 穎花의 着生不良, 不稔과 登熟障害를 일으킨다는 것은 周知의 事實이며 珪酸施用에 依해 被害를 輕減시킬 수 있는 效果는 잘 알려져 있다. 表 1에서 보는 바와 같이 出穗期는 窒素를 增施할 수록 多少 遲延되나 珪酸施用 量間에는 影響을 받지 않았다. 稈長, 穗數, 一穗當 粒數도 窒素施用量에 따라 相加的으로 增加하는 傾向이나 穎花의 着生과 稈實에 被害를 주어 登熟比率이 低下되었고 珪酸施用으로 被害를 줄일 수 있었는데 窒素 15kg水準이 收量增收에 가장 有利하고 珪酸은 어느 窒素水準에서도 珪酸을 多量 施用함이 增收에 效果의 이었는데 이와 類似한 報告는 많다.^{2,9}

2. 窒素, 珪酸施用量에 따른 止葉의 養分 變異
가. 窒素施用量과 止葉의 成分含量

窒素施用量에 따른 止葉中 無機成分 含有率은 그림 1에서와 같이 窒素를 增施함에 따라 止葉中 全窒素와 磷酸含有率이 增加되었다. 그러나 칼슘은 N 15kg, 苦土는 N 10kg에서 最高濃度를 보이고 그 以上으로 窒素를 施用해도 反應이 나타나지 않아 窒素質이 이들의 蓄積을 阻害하고 있는 것 같이 보였다. 加里와 珪酸은 他成分 組成과는 相異한 吸收樣相을 나타냈는데 加里, 珪酸 모두 N5kg에서는 止葉中 含有率이 明瞭하게 낮으며 N 10~15kg 施用區에서 顯著히 높은 含有率을 나타낸 反面 N20kg

의 多肥條件에서는 減少하는 傾向을 보였다. 이는 冷害地에서 窒素의 過多施用은 吸收된 窒素가 稻體內에 可溶態窒素로 남아 있으면서 他成分의 吸收를 阻害하기 때문에 풀이된다.

나. 珪酸施用量과 止葉中 養分含有量

土壤의 珪酸濃度를 0, 130, 260ppm으로 調節하여 施用한 結果 止葉中에 蓄積된 無機成分은 珪酸調節 量에 따라 成分間에 吸收 差를 나타냈다. 즉 全窒素와 磷酸은 畚土壤에 珪酸 濃度가 높을수록 相對的으로 낮아졌는데 特히 珪酸을 施用하지 않은 處理에서는 止葉中에 多量의 全窒素가 蓄積되어 있어 稈實에 支障을 招來시켰을 것으로 여겨졌다. 加里, 칼슘, 苦土, 珪酸의 止葉 含有率은 土壤에 珪酸濃度를 높인 調節區에서 높은 含有率을 나타냈는데 特히 加里와 珪酸의 含有率이 顯著히 높은 것을 認定할 수 있었다(그림 2).

以上的 結果로 보아 稻體에 冷害에 對한 抵抗性을 높이기 위해서는 窒素를 減肥하고 珪酸의 吸收를 높여야 할 것으로 여겨졌는데 高橋,⁵⁾ 江川,⁶⁾ Honya,⁹⁾ 木內,¹⁷⁾ 松尾,¹⁹⁾ 長井²²⁾ 등은 窒素의 過用은 葉身에 可溶態窒素의 濃度를 높여 不稔을 助長시키며 加里, 珪酸의 吸收를 阻害시킨다고 報告하였다.

止葉中 珪酸含有率과 收量과의 相關關係는 止葉에 珪酸含有率이 높을수록 收量도 增加하는 有意的인 正의 相關關係를 나타냈다(그림 3).

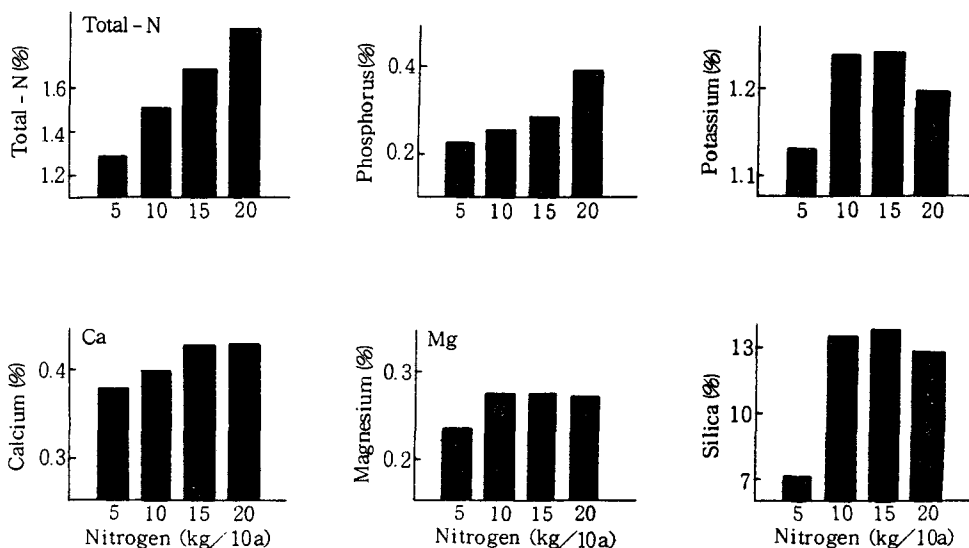


Fig. 1. Variation of the inorganic element contents in flag leaf under the different level of nitrogen applied.

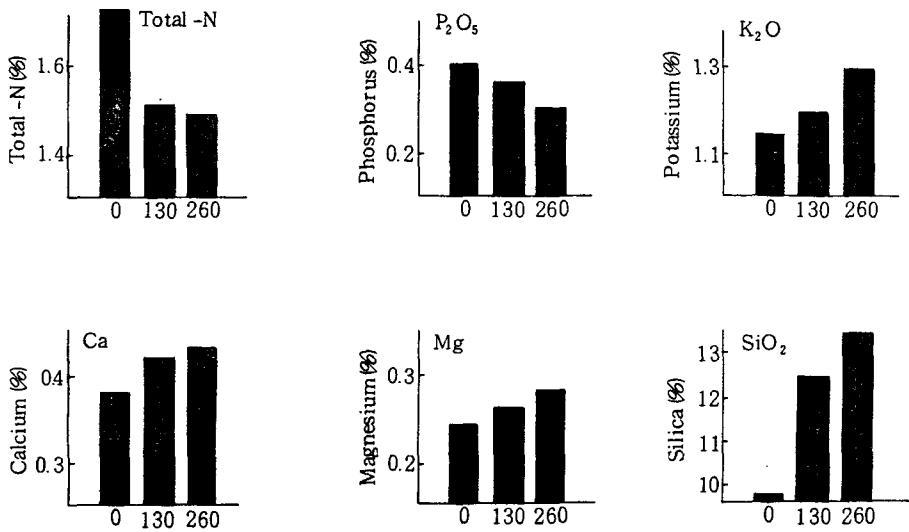


Fig. 2. Variation of the inorganic element contents in flag leaf under the different level of silica.

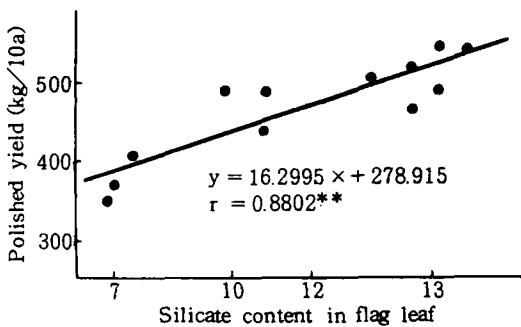


Fig. 3. Relationship between silicate content in flag leaf and yield.

3. 窒素와 珪酸施用량에 따른 稈殼의 無機成分組成

가. 施用량에 따른 稈殼의 珪酸含有率과 收量

窒素와 珪酸施用량에 따른 稈, 不稈稈殼中 珪酸含有率과 收量과의 關係를 보면 珪酸과 收量과의 相互關連性에 대단히 興味있는 關心을 가지게 한다.

그림 4에서 알 수 있는 바와 같이 收量은 무엇보다도 窒素施肥量에 支配되면서 어떤 窒素施肥水準에서도 珪酸의 增施에 依해 收量의 增大가 認定되며 稈, 不稈稈殼의 珪酸含有率도 收量과 같은 結果를 뚜렷하게 나타냈으며 특히 注目을 끄는것은 稈殼의 珪酸含有率이 不稈稈殼에서 보다 稈實된 稈殼中에서 明白히 높다는 事實이었다.

나. 窒素施肥量에 따른 稈殼의 無機成分組成

窒素施肥量에 따른 稈, 不稈稈殼의 無機成分을 그림 5에 表示하였는데 全窒素와 磷酸은 窒素의 增施로 增加하나 그 程度는 全窒素에서 큰 差를 나타내고 있다. 그러나 加里와 칼슘은 窒素 10~15kg 水準에서 제일 높고 그 以上の 施肥水準은 오히려 減少되고 있으며 苦土는 冷害地에서 窒素의 過肥는 靑米(靑稈) 發生을 높여 葉綠素가 分解되지 않고 남아 있다는 報告와 關連하여 登熟이 높은 少肥區에서 약간 높았다. 그러나 珪酸은 加里와 同一한 傾向을 나타내고 있는데 加里에 비해 明確한 差를 나타냈다. 特異한 點은 全窒素含有率은 稈實稈殼 보다 不稈稈殼이 높은 濃度로 含有하고 있는데 比하여 加里와 珪酸은 稈實稈殼에서 높고 특히 珪酸含有率은 어느 窒素施肥水準에 있어서도 稈實稈殼의 稈殼에 顯著히 높은 含有率을 보이고 있으며 窒素 20kg의 過肥條件下에서 稈, 不稈稈殼의 含有率 差가 6%에 達하는 놀라운 事實은 지금까지 처음아는 놀라운 大差라고 認定된다.

다. 珪酸調節量과 稈殼의 無機成分組成

珪酸調節量에 따른 諸無機成分의 稈殼中 含有率을 稈, 不稈稈間의 差로 表示한 것이 그림 6이다. 그림에서와 같이 稈殼의 諸無機成分은 珪酸의 增施로 全窒素含有率만이 減少되었는데 窒素施肥量과는 逆의 關係였다. 磷酸, 加里, 칼슘, 珪酸의 含有率도 珪酸을 多量 施用할수록 增加는 하고 있으나 磷酸은

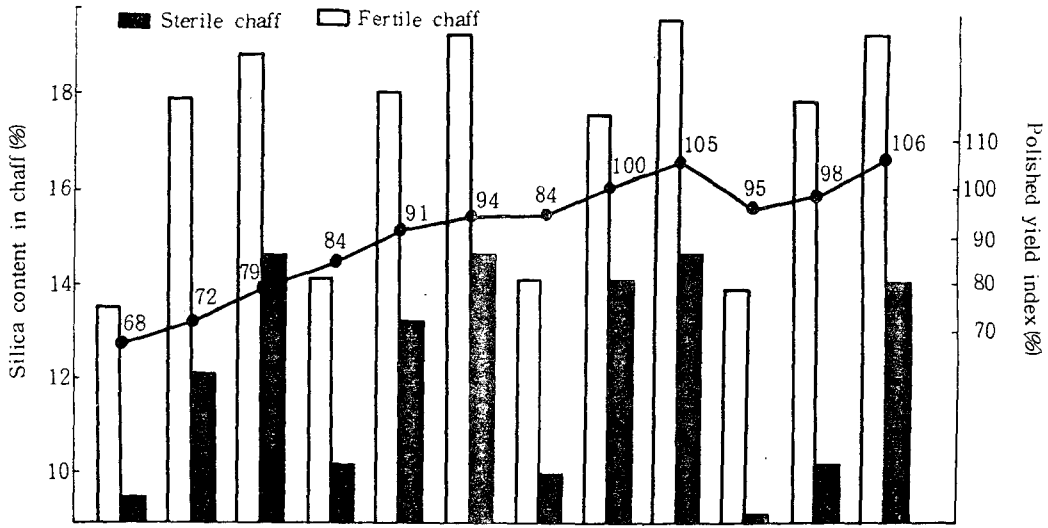


Fig. 4. Relationship between silica contents in chaff and yield under various nitrogen and silica combined.

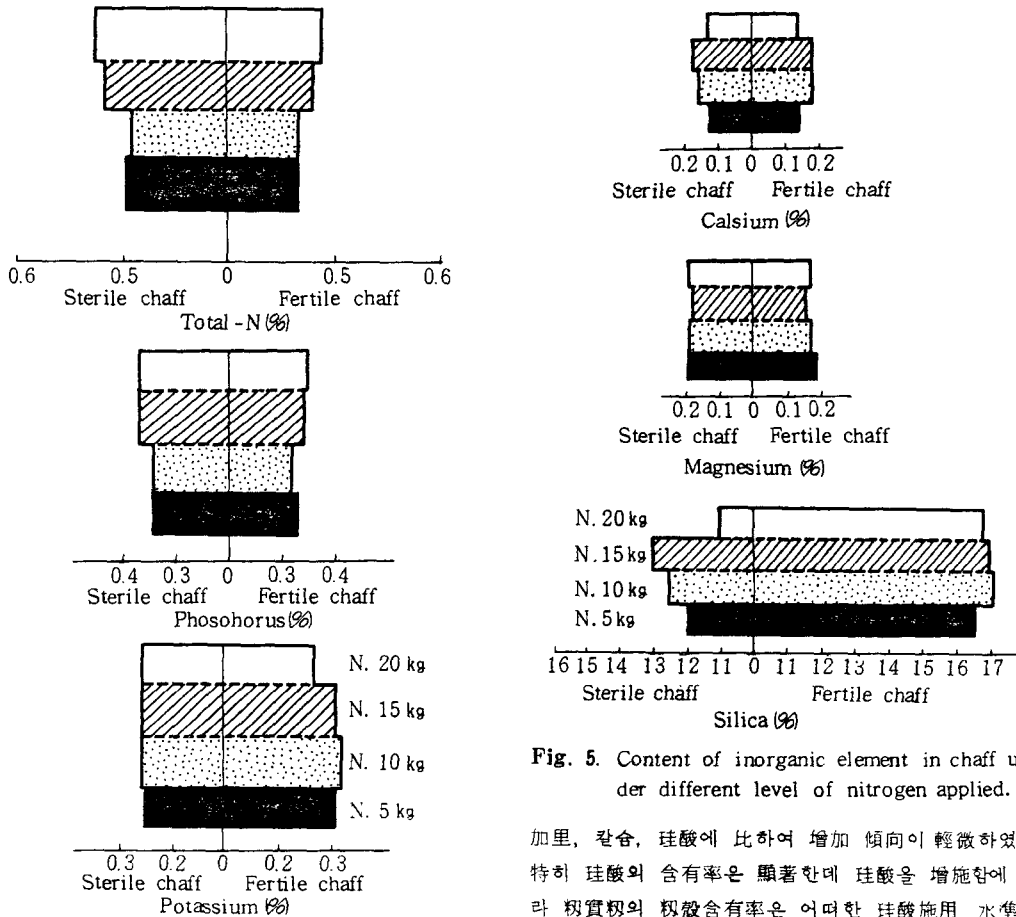


Fig. 5. Content of inorganic element in chaff under different level of nitrogen applied.

加里, 矽酸에 比하여 增加 傾向이 輕微하였다. 特히 矽酸의 含有率은 顯著한데 矽酸을 增施用에 따라 粉質粉의 粉殼含有率은 어떠한 矽酸施用 水準에

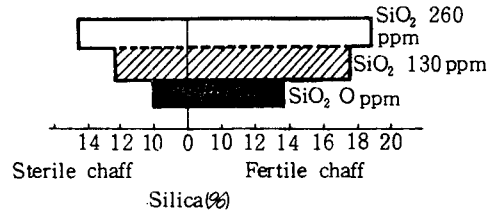
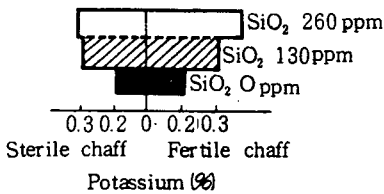
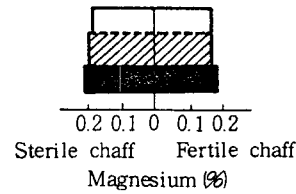
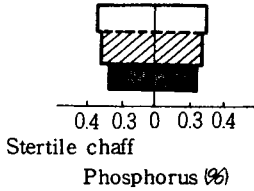
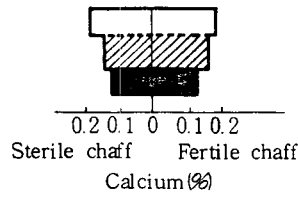
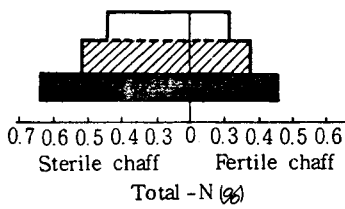


Fig. 6. Content of inorganic element in chaff under different level of silica controlled.

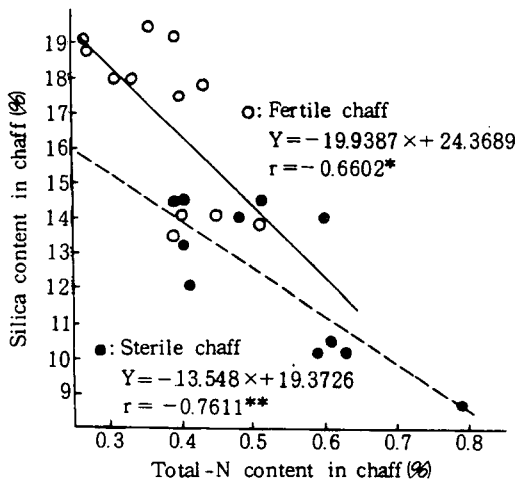


Fig. 7. Relationship between content of total nitrogen and silica in chaff.

서도 높지만 不稔籾殼의 함유율도 높아져가고 있음을 알 수 있었다. 또한 珪酸無施用區에서도 상당히 高濃度의 珪酸을 籾殼에 함유하고 있는 것은 稔實籾에 함유한 珪酸의 活動이 登熟에 密接한 影響을 미치고 있다는 것을 暗示하여 준다.^{26, 27)}

라. 籾殼中 全窒素含有率과 珪酸含有率과의 關係
 籾殼中の 全窒素含有率과 珪酸含有率과의 相關關係를 總, 不稔籾殼으로 나누어 그림 7에서 보면 어느 籾殼에 있어서도 兩者間에는 負의 有意的 相關關係에 있으며 不稔籾殼의 境遇 全窒素含有率이 보다 높고 珪酸含有率은 反對로 낮은 數値를 나타내고 있어 籾殼中에 全窒素含有量이 높으면 珪酸의 吸收를 阻害하고 있음이 明白하였다.

摘 要

山間部인 鎮安(海拔 303m)에서 窒素施肥量과 珪酸調節量의 差異가 止葉 및 籾殼의 無機成分組成과 稔實에 미치는 影響을 究明하였던 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 冷害地에서 乾物生産을 높이기 위해서는 窒素 15kg 以上 水準은 不利하며 珪酸의 増施가 要望된다.
2. 窒素의 過用은 止葉에 可溶態窒素濃度를 높여 加里와 珪酸의 吸收를 阻害하며 珪酸施用으로 稻體의 耐冷性을 強化시켜 收量을 增收시킬 수 있었다.
3. 窒素施肥量에 따른 稔, 不稔籾殼中에 함유된

成分中 全窒素와 磷酸은 窒素増施에 依하여 増加되며 加里, 칼슘은 窒素 10~15kg을 頂點으로 含有率이 높고 苦土는 窒素 少肥區에서 높은 數値를 나타냈다. 그러나 珪酸은 어느 窒素施肥中에서도 増加하며 稔, 不稔粳穀中の 含有率은 稔實粳穀이 6%나 높은 濃度를 나타냈다.

4. 珪酸調節量에 따른 粳穀中 無機成分含有率은 珪酸을 増施할 수록 全窒素含有率은 낮아지고 磷酸, 加里, 칼슘, 珪酸은 増加되었다. 特히 不稔粳穀의 含有率도 珪酸을 増施할수록 増加하며 珪酸 無施用區에서도 粳穀의 珪酸含有率이 높아 珪酸이 粳穀의 形態形成과 生理生態에 어떤 機作을 가지고 있을 것으로 여겨진다.

引用 文 獻

1. Bathkal, B. G. and Patil, D. H. (1968) Response of Paddy to Nitrogen Fertilization. *Fertilizer News* 13 (10) : 26-29.
2. 崔洙日 外 2人(1981) 窒素施肥量의 差異가 水稻 乾物生産力 및 形態形成에 미치는 影響. 崔鉉玉博士 回甲紀念論文集 : 147~153.
3. 作物試驗場(1981) 水稻 冷害輕減 綜合 技術對策에 關한 研究. 作試研報.
4. 高橋治助・柳澤宗男・河野通佳. 1955. 水稻의 養分吸收가 生育收量に及ぼす温度의 影響. 農技研報 B(4) : 39~63.
5. _____・_____・藤村利夫(1966) 水稻及び大麥의 養分吸收に及ぼす水温의 影響. 農技研報 B(4) : 12~16.
6. 江川廣治・志賀一一, 藤村利夫. 1966. 稻作의 冷害對策. 水溶性磷酸의 施用效果에 關する 調査並 び試驗成績. 日本磷酸肥料協會 : 1~36.
7. 柿崎洋一(1938) 稻의 發育生理と稻作에 關する 概念. 農業及園藝 13 (1) : 7~14.
8. 本谷耕一. 1965. 水稻의 低温障害と今後의 問題. 日本作物學會秋期심포지움 : 24~50.
9. Honya, K. (1961) Studies on the Improvement of Rice plant Cultivation in Volcanic ash Paddy field in Tohoku distric Bull. Tohoku. Natio. Agr. Exp. Sta. Japan 21 : 69~110.
10. 藤原彰夫・大平幸次. 1959. 高等植物에 對する 磷生理的 植物에 關する 研究. 第1報. 日土肥誌 30 (4) : 162~170.
11. _____・_____. 1959. 高等植物에 對する 磷生理的 植物에 關する 研究. 第2報. 日土肥誌 30(5) : 230~236.
12. _____・_____. 1959. 高等植物에 對する 磷生理的 植物에 關する 研究. 第3報. 日土肥誌(6) : 269~277.
13. 藤村利夫. 1969. 寒冷地稻作에 於ける 窒素分施肥法. 農業及園藝 44 (11) : 1669~1672.
14. International Rice Research institute. 1968. Effect of Nitrogen nutrition on Tillering performance. IRRI Annual Report : 31~36.
15. 石澤修一, 城下 強. 1968. 水稻栽培と施肥.
16. Ishizuka, Y., 1964. Nutrition uptake at different Stage of Growth. The international rice research institute Symposium on the mineral nutrition of the rice plant : 199~218.
17. 木内知美. 1961. 水稻의 收量形成過程に及ぼす 榮養條件의 影響. 日土肥誌 32(5).
18. 權淳穆・姜在哲. 1969. 窒素量과 穗肥時期가 水稻의 收量 및 收量 諸形質 變異에 미치는 影響. 農試研報 12(1) : 51~61.
19. 松尾孝嶺. 1967. 改稿稻作讀本. 農業圖書株式會社 : 129~142.
20. 松島省三・和田源七. 1959. 水稻의 炭水化合物, 窒素含有量と登熟收量との關係(1)特に穗肥時期追肥의 效果について. 農業及園藝 34(1) : 1~4.
21. 三好洋・石井英之. 1960. 水稻에 對する 珪酸および珪酸效果について. 第3報. 日土肥誌 31(3) : 113~115.
22. 長井 保. 1966. 稻作에 於ける 側根發生에 關する 研究. 日作紀 34(3) : 256~259.
23. 岡本 嘉. 1959. 水稻에 於ける 珪酸의 生理學的 研究. IV 珪酸의 炭水化合物代謝에 及ぼす 影響. 日作紀 28(1) : 35~40.
24. _____. 1969. 水稻에 於ける 케이酸의 生理學的 研究. 第9報 培養液의 高. 低温下で 케이酸가 水稻의 生育에 及ぼ는 影響. 日作紀 38(4) : 743~747.
25. _____. 1969. 水稻에 於ける 케이酸의 生理學的 研究. 第10報 高低温下で 케이酸가 水稻의 生育에 及ぼ는 影響. 日作紀 38(4) : 748~752.
26. 太田保夫. 1982. イネ의 登熟とけい酸加里シリーズ. (1) 粳穀は米粒の入れものではない. 辟道. 珪酸加里ニュース. No. 13 : 1~12.

27. _____ . 1982. 登熟とけい酸加里. シリーズ.
(2)けい酸(SiO_2)と加里(K_2O)のはたらき. 峠道. 珪酸加里ニュース. No. 14: 1~13.
28. Ramanujam, T. Rao, J. S., 1971. Photosynthesis and dry matter production by rice plant grown under different levels of Nitrogen. Madras agricultural Journal 58(1): 38~40.
29. 佐竹徹夫. 1971. 障害型冷害におけるイネの雄性不稔(2). 農業及園藝 46(2): 1675~1680.