韓作誌 28(1)107~114(1983) KJCS 28(1)107~114(1983)

감자後作 벼에 대한 감자莖葉 및 肥料 施用 方法 改善에 관한 研究

姜良淳・梁羲錫・朴啓淵・鄭鍊泰*

Study on the Application Method of Fertilizers and Leaves and Stems of Irish Potato on Rice Crop Cultivated After Potato

Kang, Y. S., E. S. Yang, C. Y. Park and Y. T. Jung*

ABSTRACT

The study was carried out to find out the reasonable fertilization method for rice in the area of Irish potato cultivated paddy where has various nutritional disorders and pest problems.

The treatment consisted of three different application methods of potato stems and leaves with 4 levels of nitrogen application in each method. The application of potato stems and leaves caused more release of NH_4-N in the soils but the growth of rice were slightly hindered by the strongly reduced soil conditions when the nitrogen had been applied more than 10kg/10a.

The application of half-dried or semi-decomposed stems and leaves of potatoes were caused to increase ripening ratio and 1,000 grain weight of rice with a relatively high SiO_2/N ratio in the rice plant, so the yield of rice increased 3-5% than the plot without potato stems and leaves.

The potash and silicate fertilizer would seem to be effective in the area of Irish potato cultivating paddy field since the contents of extractable potassium and soluble silicate in the soils is lacked.

The suitable amount of nitrogen on rice cropping seems to be about 7kg/10a.

緖 言

嶺南地域 總畓面積의 74.2%에 該當하는 畓二毛作面積 287,889ha 中에서 벼앞그루 所得作物로 栽培되고 있는 감자 栽培面積은 5,520ha(1.9%)에 이르고 있으며[8] 이의 뒷그루로 栽培되고 있는 水稻作에서는 各種營養障害 및 病虫害 常習發生 等의 여러가지 問題點을 나타내고 있다. 即 벼앞그루에 栽培되고 있는 감자는 土壤中의 加里成分을 많이 吸收하므로서[4] 土壤中의 加里含量이 낮았으며[8] 後作의 水稻作에 易分解性인 감자莖葉을 多量 施用함으로서 土壤還元에 의한 벼生育障害 및 窒素質 過多에 의한 稻熱病發生 等으로 一部 農家에서는 後作水稻에 감자莖葉 施用을 忌避하는 境遇도 있다.

湖南地域에서는 畓前作 감자栽培에 10a當 窒素 8kg을 施用한 後 後作水稻에 감자莖葉을 施用하지 않더라도 前作의 窒素殘效를 勘案하여 後作水稻에는 10a當 窒素 6kg를 施用하는 것이 適當하다고 報告되었다.[3] 本 研究에서는 畓前作 감자栽培에 適合한 河成平坦地의 砂質畓에서 後作인 水稻栽培에 감자莖葉의 安全 施用方法과 窒素肥料의 施用適量을 究明하여 水

* 嶺南作物試驗場.
* Yeongnam Crops Experiment Station, ORD, Milyang 605, Korea.

稻의 安全增收 栽培에 寄與하고저 現地試驗을 遂行하였든 바 所期의 結果를 얻었으므로 이에 報告하는 바이다. 本 硏究를 遂行함에 있어서 始終一貫 指導하여 주신 朴來敬場長任에게 깊은 謝意를 表하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 1981年 夏季에 감자栽培圃地인 慶南 密陽郡 下南邑 守山平野의 河成平坦地에 分布된 排水等級 "若干良好"(酸化溶脫型 砂質畓) 하고 砂壤質土에 該當하는 江西統 土壤에서 實施하였으며 供試土壤의 理化學的 特性은 表 1에서와 같이 燐酸含量은 우리나라 平均土壤의 約 7倍 程度로 높았고 珪酸과 칼슘 및 加里含量은 比較的 낮은 土壤이었다.

감자莖葉 施用方法은 감자 收穫當時의 新鮮莖葉을 그대로 施用한 것, 2～3日 陽乾한 後 施用한 "半乾莖葉"區 그리고 莖葉에 少量의 石灰를 넣어 비닐로 被覆하여 2～3日間 腐熟시킨 "腐熟莖葉" 等을 主區로 處理하되 그 量은 生産된 莖葉全量(生重 2.6MT/10a)을 10cm 길이로 切斷하여 施用하였고 窒素施用 水準은 細區로 하되 10a當 0, 5, 10 및 15kg의 4水準으로 하여 分割區配置 3反覆으로 遂行하였다.

또 莖葉을 施用치 않고 肥料 3要素만을 10a當 15-10-10($N-P_2O_5-K_2O$)kg을 施用한 對照區를 別途로 設置하였다. 莖葉施用區의 $K_2O-P_2O_5$ 肥料는 10a當 5-5kg을 全量基肥로 全層施用하였다. 窒素分施比率은 基肥－穗肥－實肥로서 50-30-20%로 分施하였고 水稻移秧은 6月 11日에 52日間 育苗한 密陽30號를 30×15cm 密度로 株當 3苗植으로 하였다. 사용된 감자莖葉 中의 無機成分含量은 表 2와 같이 加里, 珪酸 및 窒素는 含有率이 높아서 有機質肥料로서의 供給價値가 컸었다.

生育 및 收量調査는 農村振興廳 農事試驗硏究 調査基準에 準하였고 土壤中 酸化還元 電位差는 携帶用 Eh meter로서 移秧後 20日에 圃場狀態下에서 測定하였고 NH_4-N 放出量은 移秧後 40日에 Conway Microdiffusion method로 定量하였다.

植物體 無機成分 分析에서는 T-N는 Kjeldahl 法, P_2O_5는 Ammonium vanadate 法, CaO, MgO, K_2O 等은 原子吸光分析機로 分析하였으며 SiO_2는 灰化法으로 分析하였다. 그리고 土壤分析은 農村振興廳 土壤調査便覽(分析編)에 準하였다.

結果 및 考察

가. 土壤中 酸化還元電位差 및 벼還元 障害

分蘖中期인 移秧後 20日(감자莖葉 施用後 20日)에 土壤中 酸化還元電位差를 調査하였던 結果 表 3에서와 같이 新鮮莖葉區>腐熟莖葉區>半乾莖葉區> 無莖葉區의 順으로 還元이 甚한 傾向이었다.

土壤中 酸化還元電位의 下降은 微生物의 旺盛한 繁殖에 의해 消耗되는 酸素의 不足에 起因된다는 것은 周知의 事實로서[2,9] 強한 還元을 나타낸 新鮮莖葉施用區는 C/N率이 낮은 新鮮莖葉이 一時에 分解되기 때문인 것으로 보였고 腐熟莖葉區에서는 腐熟時 添加한 少量의 石灰로 因하여 半乾莖葉區보다 還元이 甚했던 것으로 생각되었다. 그리고 微生物의 繁殖이 助

Table 1. Chemical properties of experimental paddy soil.

pH (1:5)	OM (%)	Avail. P_2O_5 (ppm)	Ex. cations (me/100g) K	Ca	Mg	Sol. SiO_2 (ppm)
5.6	1.8	435	0.13	2.54	0.35	60

Table 2. Inorganic nutrients in the leaves and stems and C/N ratio of Irish potatoes.

Nutrients	T-N	C/N	P_2O_5	K_2O	CaO	SiO_2
Content (%)	1.57	16.7	0.38	4.31	0.61	4.2
Amounts (kg/10a)[1]	6.1	-	1.5	16.8	2.4	16.3

[1] The amount of nutritions were calculated from the total amount of leaves and stems of irish potatoes(2.6T/10a) added.

Table 3. Eh of waterlogged soils and growth hindrance of rice plant due to reduction of soils at 20days after application of the potato leaves and stems.

Treat.	Eh (mv) N0	N5	N10	N15	Degree of growth hindrance(0-9)[1] N0	N5	N10	N15
Fresh	−130	−120	−110	−150	0	0	1	3
Half-dried	+70	+30	+10	+10	0	0	1	2
Semi-decomposed	−40	−110	−130	−100	0	0	1	2
NPK only	-	-	-	+150	0	0	0	0

[1] 0 : healthy 9 : died entirely

長되어 있는 狀態下에서는 微生物에 의해서 제일 먼저 遊離酸素가 消耗되고 다음은 NO_3, MnO_2, Fe^{+++}, 有機化合物, SO_4^{--} 順으로 還元 및 溶脫이 되는데[1,19] 감자莖葉施用과 더불어 窒素施用量이 많을수록 微生物들의 活動이 活潑하고 오래 推持될 것이므로 窒素施用量이 많을수록 還元은 더욱 甚했던 것으로 보였다. 莖葉施用에 의한 水稻의 還元障害는 無莖葉區에 비하여 生育初期에는 活着이 抑制되는 傾向이었고 窒素施用量이 높은 水準에서는 甚한 生育抑制를 받았으나 枯死株까지는 發生되지 않았다.

湛水土壤에서는 有機物 施用으로 強還元 狀態가 되면 土壤中 여러 無機成分들의 化學的 變化나 利用이 달라지며[10,11,18] 微生物들의 활발한 增殖에 따른 窒素의 一時的 饑餓現象과 H_2S, 有機酸 等의 生成으로 벼뿌리의 呼吸代謝 機能을 低下시키거나 還元에 따른 2價鐵과 酸化 망간 等의 過剩吸收 障害로 因한 害毒으로 生育을 抑制 當하는 等의 障害를 誘發하는 것으로 報告되어 있다.[15,16]

나. 土壤中 NH_4-N 放出量

移秧後 40日에 있어서의 土壤中 암모니아態窒素 放出量은 表 4에서와 같이 無莖葉區에 比하여 감자莖葉區에서 월등히 높았다. 그리고 窒素施用量을 增加할수록 높았으며 특히 新鮮莖葉區에서 현저하였다.

嶺南作試報告에 의하면 감자莖葉을 施用하지 않은 普通畓의 3要素 標準區의 Ammonia態窒素 生成量은 移秧後 10日에 6mg/100g 程度로서 最高値를 보였다가 移秧後 30日에는 2~3mg/100g 程度로 낮게 維持되었다. 이에 比해 본다면 本試驗에서 莖葉施用으로 移秧後 40日에 있어서도 窒素 10kg 以上에서 4.0mg/100g 以上으로 높게 維持되었음을 볼 수 있는데 이것은 施用 窒素量에 따른 C/N率 程度에 따라 易分解性의 감자莖葉이 初期에 分解 放出되기 때문일 것이며 分蘖盛期인 移秧後 40日까지도 NH_4-N 生成量이 많게 되면 稻熱病의 發生 危險性이 클 것으로 豫想되었으나 本試驗이 實施된 '81年度는 稻熱病 發生이 적었던 氣象條件일 뿐 아니라 稻熱病에 抵抗性인 品種을 供試하였기 때문에 發病되지 않았다.

Table 4. The amount of NH_4-N in the soils at 40 days after transplanting.

Treat.	NH_4-N(me/100g)			
	N0	N5	N10	N15
Fresh	1.9	2.9	5.9	7.0
Half-dried	1.9	2.9	5.1	4.0
Semi-decomposed	3.2	2.9	6.1	4.1
NPK only	-	-	-	2.3

다. 벼 主要 生育時期別 生育狀況

Table 5. The growth of rice plant as affected by application method of potato leaves and stems with the different nitrogen levels.

Treat.		Plant Height(cm)			No. of tillers per hill			Dry weight per hill(g)			
Main-plot	Subplot	20	YS	HS	20	YS	HS	20	YS	HS	HaS
Fresh	N0	39	67	90	7.9	15.2	12.3	2.1	15.7	37.0	47.6
	N5	39	65	88	8.4	16.3	12.2	2.1	16.1	35.1	48.0
	N10	40	65	88	8.5	15.8	12.7	2.0	20.3	35.1	48.1
	N15	41	67	88	9.3	16.5	12.7	2.4	16.3	36.9	48.2
	Ave.	40	66	88	8.5	16.0	12.5	2.2	17.1	36.0	48.0
Half-dried	N0	39	66	88	7.9	15.3	12.3	2.1	13.9	35.5	48.3
	N5	39	66	86	8.6	15.9	12.7	2.4	15.1	37.5	49.9
	N10	39	70	86	8.3	15.9	12.8	2.3	19.3	36.0	50.0
	N15	39	68	89	8.5	16.9	12.6	1.7	16.2	36.4	52.2
	Ave.	39	68	87	8.3	16.0	12.6	2.1	16.1	36.4	50.1
Semi-decomposed	N0	38	67	89	9.2	15.9	12.8	1.9	19.0	37.4	49.6
	N5	39	66	88	8.4	15.0	12.5	2.5	14.4	35.7	52.2
	N10	39	67	88	8.2	18.7	13.4	2.3	17.5	38.4	51.7
	N15	40	68	88	8.6	18.6	13.5	2.4	17.6	38.4	51.0
	Ave.	39	67	88	8.5	17.1	13.1	2.3	17.1	37.5	51.1
NPK only	N15	44	66	90	9.8	14.3	13.3	2.6	24.1	39.8	52.7

20, YS, HS and HaS indicates 20days after transplanting, Young panicle formation Stage, Heading Stage and Harvesting Stage, respectively.

벼의 生育時期別 草長, 莖數 및 乾物重을 보면 表 5에서와 같이 감자莖葉區는 無莖葉區에 比하여 初期 生育이 不良하였으나 窒素施用 水準別로는 별 차이가 없었다. 幼穗形成期 以後에는 다소 回復하기 시작하여 出穗期 및 收穫期에는 "半乾莖葉" 및 "腐熟莖葉" 施用區가 無施用區와 거의 비슷하였으나 "新鮮莖葉" 區에서는 繼續生育의 差異를 나타내었다.

벼의 初期生育 抑制는 土壤還元에 따른 障害에 起因되었을 것으로 본다.

라. 植物體 莖葉中의 無機成分 含量

감자莖葉 施用方法 및 窒素施用 水準別로 水稻生育 時期에 따른 植物體 莖葉中 無機成分含量은 그림 1과 같았으며 成分別로 相互比較하여 略述하면 다음과 같다.

○全窒素 ; "新鮮莖葉"區가 "半乾莖葉"區나 "腐熟莖葉"區에 比하여 生育中期까지는 높았으나 收穫期에는 그 反對이었다. 이로 미루어 보아 "新鮮莖葉"區의 生育不振 現象이 窒素饑餓에 起因되었을 可能性은 적으며 還元物質 集積被害일 것으로 보였다. 특히 後述할 加里含量과 관련시켜 볼 때 더욱 그러할 可能性이 높았다.

窒素肥料 15kg/10a만을 施用한 "無莖葉"區의 水稻體內에 含有된 窒素含量은 "莖葉施用"區에 比하여 生育 前半期에는 높았으나 後期에는 현저히 낮았으며 收量도 따라서 낮았다.

○燐酸 ; 감자莖葉 施用區 間에는 全生育期間을 通하여 窒素施用量에 관계없이 相互 類似하였으나 감자莖葉 無施用區(三要素區)는 施用區에 比하여 出穗期 植物體內 燐酸含量이 낮은 傾向이었다.

○加里 ; 窒素施用量 10kg/10a 水準까지는 "腐熟莖葉"區가 "新鮮莖葉"區나 "半乾莖葉"區보다 生育 前半期에 특히 높았고 "新鮮莖葉"區가 낮았으며 窒素施用量이 增大될수록 處理間의 差異가 현저하였다. 窒素 15kg/10a 水準에서는 全窒素含量의 境遇와 같이 生育 中期까지는 莖葉無施用區가 높았고 後期에는 낮았으며 還元障害가 甚하였던 "新鮮莖葉"區에서 生育中期까지 加里含量이 가장 낮았다.

○珪酸 ; 珪酸은 植物體內에서 再利用이 거의 없으며 移動性이 적으므로 生育이 經過할수록 蓄積되어 體內含量이 增加되겠지만 그림 1에서와 같이 出穗期 含量이 幼穗形成期 含量보다 낮았음을 볼 수 있다. 이것은 出穗期에 급진적으로 生長한 이삭內의 含量이 莖葉보다 相對的으로 낮은 반면 重量은 높기 때문인 것으로 볼 수 있고 이때 穗首稻熱病에 感染될 우려가 크므로 이 時期에 珪酸含量을 높일 수 있는 施肥法이 바람직스럽다. 감자莖葉 施用方法別로는 "新鮮莖葉"區가 가장 낮았으므로 감자莖葉은 반드시 半乾하거나 腐熟시켜 施用하므로서 一時的 分解에 따른 窒素 過剩吸收와 還元 障害를 줄이고 珪酸含量 및 珪窒比를 높일 수 있어서 稻熱病 被害를 줄일 수 있을 것이므로 보다 安全한 감자 後作 水稻 栽培法으로 볼 수 있었다.

朴 等[16]은 農家圃場의 土壤還元에 의한 營養障害 硏究에서 水稻가 土壤還元障害를 받는 경우 植物體 地上部의 N含量은 높고 K와 Si의 濃度는 減少된다고 하였으며, 三井 等[7]은 H_2S 處理로 K_2O, P_2O_5 > SiO_2 > SO_3 > MnO, NH_4-N, H_2O > MgO, CaO 順으로 吸收沮害가 컸다고 한 結果들과 잘 一致되었다. 이는 N가 K나 SiO_2에 대하여 拮抗作用[20]을 하고 窒素代謝時에 NH_4-N가 陽ion 吸收를 抑制한 結果로 解析된다.

마. 收量과 植物體中 無機成分 含量과의 關係

處理間 出穗期 差異는 表 6에서 보는 것처럼 1日 以內이었고 穗數와 正租 千粒重은 "無莖葉"區보다 "莖葉施用"區에서 높았으며 穗當粒數나 登熟比率은 낮았다. 그리고 "莖葉施用"區 中에서는 "半乾莖葉"區나 "腐熟莖葉"區가 "新鮮莖葉"區보다 穗當粒數 및 穗數는 적었으나 登熟比率과 千粒重이 무거웠고 莖葉施用方法에 關係없이 窒素施用水準이 높을수록 穗數는 많았으나 穗當粒數 및 登熟比率은 낮아지는 傾向이었다.

따라서 收量은 無莖葉區에서보다 半乾하거나 腐熟시킨 莖葉施用區에서 3~5% 增收를 보였는데 增收要因으로는 登熟比率과 千粒重에 起因되었다. 그리고 窒素施用 水準別로는 施用量이 많을수록 增收하는 傾向이었으나 有意한 差異는 없었으므로 適正施用水準을 찾기는 어려웠으나 莖葉施用에 따른 還元障害나 稻體의 生理生態的 機能을 좋게하는 珪酸含量[5,6,13,23]과 珪窒比를 考慮한다면 7kg/10a 程度가 適合한 것으로 보였다.

水稻生育時期別 莖葉中 無機成分 含量과 收量과의 關係를 보면 그림 2에서와 같이 收穫期 加里含量이 가장 높은 相關係數를 보여(다른 生育時期는 省略) 감자 後作벼 栽培地帶에서는 加里質 肥料施用에 의한 增收效果가 클 것으로 期待된다.

바. 감자 뒷그루 水稻栽培 後의 畓土壤中 加里 및 珪酸含量

감자는 無機成分中 加里質을 가장 많이 吸收 利用하는 作物이므로 감자栽培地에 後作으로 벼를 栽培할 경우 栽培 前後의 土壤狀態를 診斷해 볼 必要가 있다고

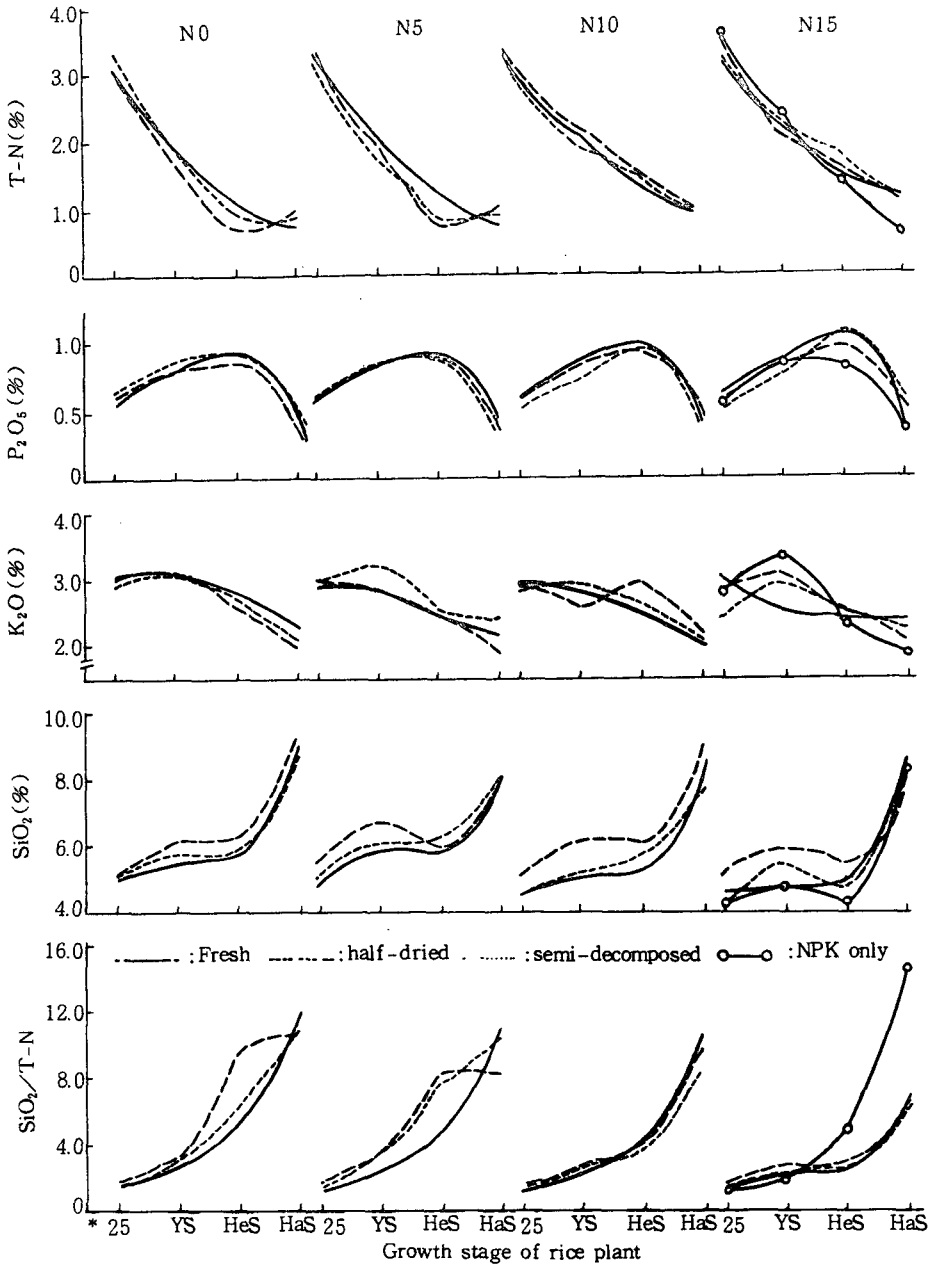

Fig. 1. Changes of inorganic nutrients in the rice plant with different application method of potato leaves and stem and nitrogen levels.
*25, YS, HeS and HaS indicates 25 days after transplanting, Young panicle formation stage, Heading stage and Harvesting stage, respectively.

본다. 그림 3은 감자 뒷그루 水稻栽培 前後間의 畓土壤中 加里 및 珪酸含量比를 나타낸 것인데 水稻栽培 後 置換性 加里는 栽培 前보다 無莖葉區에서는 65.4%, 莖葉施用區에서는 66.2～73.8%로서 감자莖葉을 土壤으로 反還시켜 줌과 同時에 3要素 肥料를 5～10kg/10a 供給하더라도 水稻의 生育中에 吸收한 總量을 充足하기에는 不足하였으며 土壤으로부터 吸收되고 있음을 알 수 있었다.

Table 6. Yield and yield components.

Treat. Main-plot	Sub-plot	Heading date	No. of panicle per hill	No. of grain per hill	Rate of ripened grain	Weight of 1000 grains (g)	Yield (kg/10a) Rough rice	Index
Fresh	N0	8. 11	15.6	119.0	73.1	21.4	625	
	N5	8. 12	15.8	118.6	73.8	21.1	624	
	N10	8. 12	14.9	121.6	73.3	21.9	609	
	N15	8. 12	15.4	107.6	71.5	21.2	618	
	Ave.	8. 12	15.4	116.6	72.9	21.4	619	99
Half-dried	N0	8. 11	14.9	99.3	79.1	21.9	618	
	N5	8. 12	15.1	100.5	72.6	22.6	629	
	N10	8. 12	15.1	109.7	73.9	21.6	643	
	N15	8. 12	15.3	94.1	79.2	21.6	666	
	Ave.	8. 12	15.1	100.9	76.2	21.9	639	103
Semi-decomposed	N0	8. 11	14.5	105.4	78.2	21.8	645	
	N5	8. 12	14.2	115.9	80.7	22.0	684	
	N10	8. 12	14.7	101.9	75.8	22.5	634	
	N15	8. 12	15.5	95.6	75.0	21.4	643	
	Ave.	8. 12	14.7	104.7	77.4	21.9	652	105
NPK only	N15	8. 11	14.7	124.8	83.7	21.4	623	100
L. S. D (5%)	Main-plots						25.1	
C. V (%)	Main-plots						3.5	
	Sub-plots						2.4	

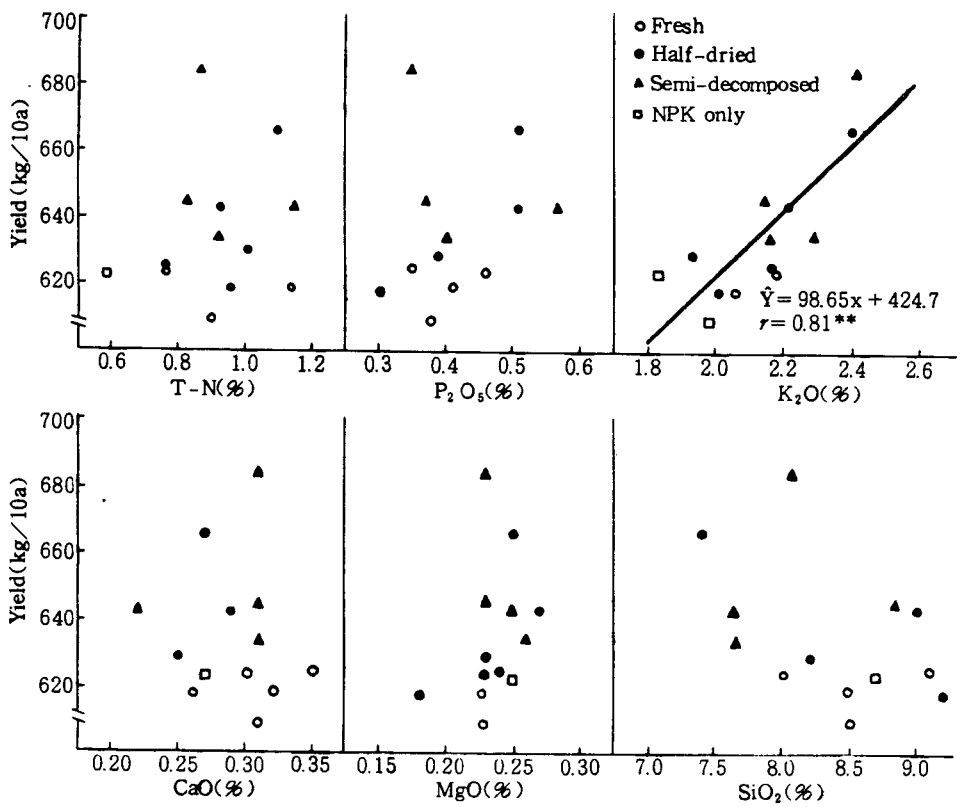

Fig. 2. The relationship between nutrient contents of leaves and stem of rice plant and rice yield at harvesting stage.

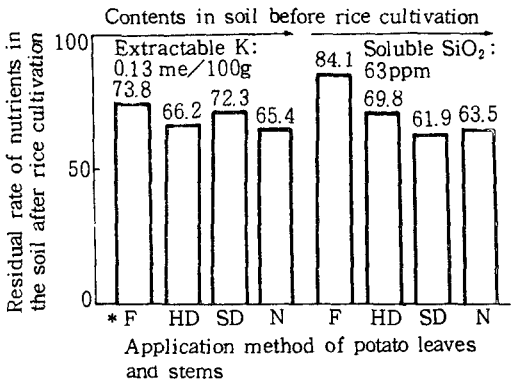

Fig. 3. Comparision of nutrient contents in the soil after/before rice cultivation.
* F, HD, SD and N indicates Fresh, Half-dried, Semi-decomposed and NPK only, respectively.

감자 뒷그루 水稻栽培 後 畓土壤中의 置換浸出加里含量은 우리나라 畓土壤의 平均含量인 0.23me/100g의 절반 以下인 0.10～0.08me/100g으로 낮아서 15年間 無加里 栽培畓의 加里含量 0.09me/100g[22] 과 類似하였으므로 감자 뒷그루 水稻의 加里肥料 施用量을 增加시킬 必要性이 인정되었지만 適正量과 施用方法 等은 追後의 硏究課題라고 볼 수 있다.

한편 土壤中 有效珪酸含量에 있어서도 加里와 같이 水稻栽培 後 土壤中에는 栽培 前(63ppm)의 61.9～84.1%에 불과한 含量을 보였다. 이것은 우리나라 畓土壤 平均値보다 24ppm이나 未達될 뿐 아니라 水稻는 珪酸을 많이 要求하는 珪酸植物이므로 朴[14]의 試驗結果에서 밝혀진 바와 같이 增收效果가 認定되는 最大含量인 130ppm까지 올리려면 71～91ppm에 해당하는 量을 施用해야 할 것이다. 莖葉施用 方法別로 水稻栽培 後의 土壤中 有效珪酸 含量은 腐熟莖葉施用區>半乾莖葉施用區>新鮮莖葉施用區 順으로 낮았는데 이것은 벼의 總乾物生産量과는 反比例的인 點으로 보아 地力 脫取가 큼을 알 수 있었고 水稻栽培를 위해서는 多量의 珪酸供給이 必要함을 暗示해 주고 있었다.

摘 要

감자 栽培團地에 있어서 後作 벼에 대한 감자莖葉施用方法 및 適正窒素 施用量을 究明코자 莖葉施用方法 3水準과 窒素施用量을 4水準으로 處理하였던 바

1. 감자莖葉을 土壤中에 施用함으로써 Ammonia態 窒素 放出量은 많았으나 土壤의 還元이 甚하여 水稻의 初期生育은 無莖葉區에 比하여 抑制되었고 그 程度는 新鮮莖葉區>半乾莖葉區>腐熟莖葉區 順으로 컸으며 窒素施用量이 많을수록 더욱 현저하였다.

2. 감자莖葉 施用으로 벼 植物體 莖葉中의 窒素와 加里含量은 無莖葉區에 比하여 生育初期에는 낮았으나 後期에는 높았고 燐酸은 그 反對이었으며 珪酸은 全生育時期를 通하여 높았다.

3. 半乾莖葉區 및 腐熟莖葉區는 新鮮莖葉區에 比해서 全生育期를 通하여 珪酸含量이 높았고 낮은 窒素水準(N 5kg)에서는 出穗期까지 窒素含量이 낮았으며 珪窒比는 높았으나 窒素 10kg 以上에서는 그 差異가 輕微하였다.

4. 감자莖葉은 半乾하거나 腐熟시켜 施用함으로써 水稻의 登熟比率 및 千粒重이 增加되어 3～5%의 增收를 보였다.

5. 감자莖葉 施用時 窒素施肥 適量은 구할 수 없었으나 水稻安全栽培上 10a當 7kg 水準이 적당할 것으로 보였다.

6. 감자後作벼 栽培畓에서는 土壤中 有效燐酸含量은 過多했으나 加里나 珪酸含量은 不足되었다.

7. 收穫期 莖葉中 加里含量과 收量과는 正의 有意相關을 보였다.

引 用 文 獻

1. Aonine, S. A. 1962. Review of research on redox potentials of paddy soils in Japan. Soil Sci. 94:6-13.
2. Hater, R. D. and E. O. Mclean. 1965. Agronomy J. 57(6):583-588.
3. 湖南作物試驗場農事試驗硏究報告書. 1970. 368～376.
4. 池泳麟. 1965. 田作. 鄕文社. p. 425.
5. Kang, Y. S., Y. T. Jung, R. K. Park. 1981. Investigation on uptake of silica and phosphorus and rice fertilization impediment ocurred in Yeongnam area under the cool weather of 1980. KJCS 26(3):226-232.
6. 姜榮吉. 1981. 벼의 生理的 活性에 미치는 硅素의 影響. 海外歸國報告書.
7. 三井, 熊澤, 石原. 1951. 日土肥誌 22:46～51.
8. No, Y. P., Y. T. Jung and R. K. Park. 1981. Soil fertility status and the cultural practices of paddy rice in the cash-crops double cropping

lowlands. Res. Rep. O. R. D. 23(PE):86-96.
9. 吳旺根. 1962. 土壤學. 富民文化社.
10. Oh, W. K. 1966. Studies on the effect of the application of organic matters on some of the physical and chemical characteristics of paddy soils. Res. Rep. O. R. D. 9(1):175-208.
11. _____. 1978. Effects of organic materials on soil chemical properties J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 11(3):161-174.
12. _____, Y. S. Park and D. H. Chung. 1968. A study on the chemical characteristics of high and low productive paddy soil J. Korean Soc. Soil Sci. and Fert. 1(1):7-12.
13. Okuda, A. and E. Takahashi. 1964. The role of silicon pp. 123-146 In: The mineral nutrition of rice plant. Johns Hopkins press, Baltimore, U. S. A.
14. Park, C. S. (1970) Studies on the relation between available silica content and the effect of silicate, the distribution pattern of available silica content and requirement in Korean paddy top soil Res. Rep. O. R. D. 18:1-19.
15. Park, H., J. K. Chun and C. Y. Lee (1971) Fractionation of iron in rice leaf tissue J. Korean Agri. Chem, Soc. 14:177-182.
16. _____, S. K. Mok, H. G. Kwon and C. S. Park (1973) Physiological response of rice plant under environmental stress. I. Nutritional disorder under soil reduction in paddy field. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 6(2):115-127.
17. Park, N. J., C. S. Park, Y. S. Kim, B. H. Cho and C. Y. Lee (1967) A study on the various chemical characteristics responsible for H_2S formation in some Korean paddy soils. Res. Rep. O. R. D. 10(3):9-21.
18. Park, Y. S., C. S. Park and S. K. Yoon (1969) A study on physico-chemical properties and dynamic changes of paddy soils under water logged condition (with high productive and low productive soils of degraded and heavy clay soils). Res. Rep. O. R. D. 12(3):1-18.
19. _____, W. K. Oh and N. J. Park (1968) Effect of flooding and organic matter to the release of iron, manganese and silica in soils. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 1(1):1-6.
20. Yamasaki, T. (1968) Information on tropical and subtropical fertilization Fertilizer 31:9-19. Cited from Schuette.
21. 嶺南作物試驗場農事試驗研究報告書(1979):92~110.
22. 嶺南作物試驗場農事試驗研究報告書(1981) (未發刊).
23. Yoshida, S. (1975) The physiology of silicon in rice. ASPAC/FFTC Tech. Bul. 25:1-27.