J. KOREA SOC. SOIL SCI. FERT. 1983. Vol 16 No. 2

# 논 土壤成分의 溶脫에 関한 研究

## Ⅱ. 논 土壤成分의 溶脫에 미치는 有機物의 影響

金廣植 · 金容雄

# Studies on the Leaching of the Constituents in Paddy Soil.

## Ⅱ. Effects of Organic Matter.

Kwang-Sik Kim and Yong-Woon Kim


## Summary

These studies were carried out to investigate the effects of organic matter on the leaching of chemical constituents in paddy soil. Rice plants were cultured in paddy soil to which rice straw and compost were applied and then chemical properties of percolated water were analysed. The results were as follows:

In the paddy soil cultured with rice plants, the pH value of soil was higher in the compost plot than in the rice straw plot. The leaching of iron, managanese, calcium, magnesium and phosphate was increased by cultivation of rice plant, but that of potassium, ammonium, and silica was decreased.

When rice straw was applied in the paddy soil, the leaching of iron, managanese, phosphate and silica was increased during the growing periods, while that of calcium, magnesium, potassium and ammonium was increased by application of compost.


## 緒 言

前報[4]에서 著者들은 土壤成分의 溶脫에 미치는 加里塩의 影響을 比較 検討하여 加里塩에 따라 큰 差는 없으나 陽이온은 塩酸塩 施用区가 약간 溶脫量이 많으며 燐酸은 黃酸塩 施用区가 약간 높았다고 報告한 바 있다.

本 研究에서는 볏짚과 堆肥의 施用이 논土壤 成分의 溶脫에 미치는 影響에 対해 実験한 結果를 報告한다.

## 材料 및 方法

### 1. 供試土壤

前報[4]와 同一한 全南大学校 農科大学 附属農場 畓土壤의 作土層을 採取하여 1㎝의 체를 通過한 것을 使用하였으며 土壤의 理化学性은 前報[4]와 같다.

### 2. 水稻 栽培法

a/2000Wagner pot에 자갈 2kg, 모래 2kg, 土壤 8kg을 차례로 채우고 窒素, 燐酸, 加里를 成分量으로 各 1g씩 ($(NH_4)_2SO_4$, $NaH_2PO_4$, KCl)을 加하고 볏짚, 堆肥 각 50g(1000kg/10a)을 上層土壤 4kg과 섞어 채우고 1977年 6月 12日 潅水했다. 水稻品種 維新을 Pot当 3本씩 1977年 6月 21日 移植했다. 透水方法은 前報와 같이 移植後 6日만에 透水하고 3日 간격으로 透水하였으며 透水量은 1回 8時間 2ℓ씩 하였으며 6日 간격으로 試料를 採取하여 그 중 500ml를 1 : 1 $H_2SO_4$ 2ml를 加하여

全南大学校 農科大学(College of Agriculture, Chunnam National Univ, Kwangju, Korea)

(pH 1이 됨) 냉장고에 보관후 分析에 使用했다.

### 3. 分析方法

土壤分析 및 浸透水의 分析法은 前報[4]와 같다.

## 結果 및 考察

### 1. 水稻의 生育狀況

水稻의 生育狀況은 그림 1과 같이 堆肥区가 벗짚施用区보다 草長이 약간 길었으며 茎数도 약간 많은 傾向을 나타냈다. 이와 같은 結果는 벗짚을 施用할 때 C/N ratio가 높아 窒素不足으로 初期生育이 抑制되었기 때문이 아닌가 생각된다. 한편 収量은 表 1에 表示된 바와 같이 堆肥区가 높다. 이는 初期生育이 왕성하여 유효분얼이 잘 되어 茎数가 增大되므로써 수수가 많았기 때문이라 생각된다.

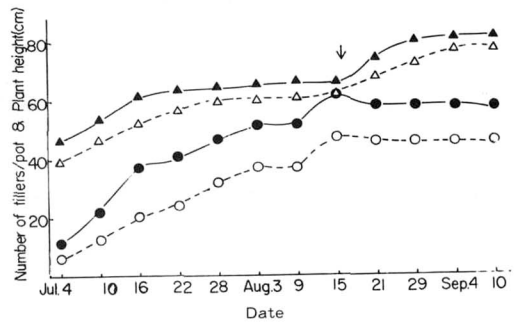


*Fig. 1.* Growth status of rice plant.
▲——▲ plant height in compost plot.
△·····△ plant height in rice straw plot.
●——● No. of tillers in compost plot.
○·····○ No. of tillers ir rice straw plot.
→ days of top dressing.

*Table 1.* Rice yield and yield components.

| Treatment | No. of panicles No./pot | index | No. of spikletes /panicle | index | 1,000grains weight /g | index | Rice yield g/opt g/pot | index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| rice straw | 46.3 | 100 | 107.5 | 100 | 22.0 | 100 | 114.9 | 100 |
| compost | 62.0 | 134 | 115.9 | 107.8 | 10.9 | 94.8 | 149.4 | 130 |

### 2. 浸透水中의 物質変化

가. pH : 浸透水中의 pH의 経時的 変化는 그림 2에 나타난 바와 같이 7月25日까지는 両区 같은 傾向을 보이다가 8月 以後는 堆肥区가 벗짚区보다 높았다. 또한 水稻栽培区가 無栽培区보다 pH가 약간 낮다. 이와 같은 結果는 벗짚의 分解로 生成되는 有機酸[9] 때문이 아닌가 생각된다.

나. 鉄 : 浸透水中 鉄의 経時的 変化를 그림3에서 보면 벗짚区가 堆肥区보다 훨씬 높다. 이와같은 結果는 벗짚施用이 土壤還元을 促進하여 2価鉄 生成을 促進한 結果라고 解釈할 수 있으며, 이는 많은 다른 研究報告[2,3,5,11,14,16,17]와 잘 一致하고 있다. 그러나 7月 16日 即 最高分蘖期 根部의 発育이 活発한 時期에는 両区가 모두 水稻栽培区에서 溶脱量이 增加하여 最高値에 달했다. 이것은 水稻 栽培로 因한 水稻根의 土壤 還元 促進[13]과 水稻根 由来의 有機物에 基因하는 土壤 還元의 促進[11], 水稻根에서

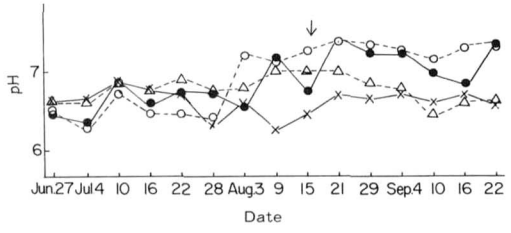


*Fig. 2.* Changes of pH in leachate.
○·····○ non-planted compost plot.
●——● planted compost plot.
△·····△ non-planted rice straw plot.
×——× planted rice straw plot.
→ days of top dressing.

供給되는 $CO_2$에 基因[2,3]한 바 크다고 한 結果[2,3]와 잘 一致하고 있다.

다. 망간 : 浸透水中 Mn의 経時的 変化를 그림 4

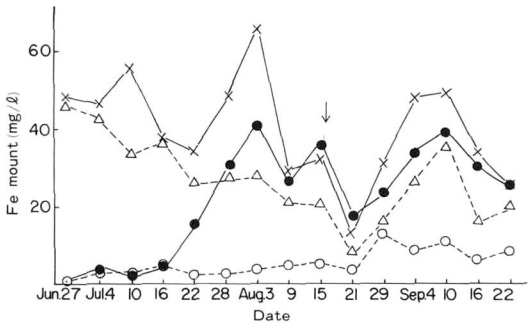


*Fig. 3.* Change in concentration of iron in leachate.

○····-○ non-planted compost plot.
●——● planted compost plot.
△·····△ non-planted rice straw plot.
×——× planted rice straw plot.
→ day of top dressing.

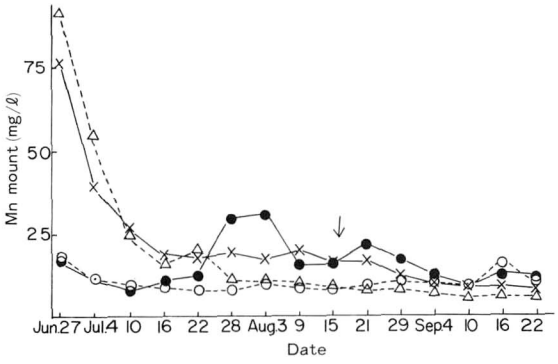


*Fig. 4.* Change in concentration of manganese in leachate.

○·····○ non-plated compost plot.
●——● planted compost plot.
△·····△ non-planted rice straw plot.
×——× planted rice straw plot.
→ day of top dressing.

에서 보면 移植後 初期에는 벗짚施用区가 栽培에 관계없이 많은 含量을 나타내어 堆肥区의 3倍 以上의 含量을 나타냈으나 湛水 約 1個月年부터는 一定한 傾向을 보이고 벗짚, 堆肥 両区 모두 栽培区가 약간 많은 傾向을 보이고 있다. 이와 같은 現象은 망간이 湛水土壤에서 $Mn^{++}$로 還元되고 또 土壤에 有機物을 加하면 還元過程이 促進된다고 하는報告[1,10,12,14]와 같이 벗짚施用이 易分解性 有機物을 多量으로 供給하여 還元을 発達시켜 浸透水中에 망간의 含量을 增加시킨 것이라 解釈된다. 한편 栽培区가 無栽培区에 比하여 溶脱量이 많은 것은 水稲根圈의 還元促進 即 根의 吸収에 依한 酸素分圧의 低下에 依한 還元의 発達에 基因한 것이 아닌가 생각된다. Kiuchi 等[6]은 水稲栽培区의 Fe, Mn의등 溶脱이 현저하고 Ca, Mg도 多少 增加한다고 報告한 바 있다.

라. 石灰 : 浸透水中 石灰의 経時的 変化를 그림5에서 보면 벗짚과 堆肥 両 処理가 移植 初期에는 많은 溶脱量을 나타냈으나 그 以後는 顕著히 減少하여 거의 一定한 溶脱量을 나타내고 있으며 栽培区가 無栽培区보다 溶脱量이 많고 栽培区에서도 堆肥区의 石灰含量이 많았다. 木内[5]등은 水稲根이 分泌하는 Oxy酸이 관여하고 生成된 有機酸과 Chelate를 形成하기 때문이라 하였으며 金[2,3]은 水稲根에서 放出하는 重炭酸ion의 生成 增加에 依한다고 報告하고 있다.

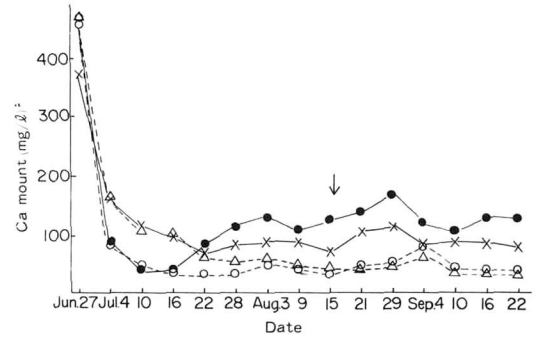


*Fig. 5.* Changes in concentration of calcium in leachate.

○·····○ non-planted compost plot.
●——● planted compost plot.
△·····△ non-planted rice straw plot.
×——× planted rice straw plot.
→ day of top dressing.

마. 苦土 : 浸透水中 苦土의 変化를 그림6에서 보면 苦土의 溶脱様相은 石灰과 거의 類似한 傾向을 나타내고 있으며 벗짚과 堆肥 両 処理 모두 無栽培区에서는 거의 一定하게 透水中에 溶出되고 있으나

栽培区는 相当히 溶脫量이 增加되는 傾向을 나타내고 있으며 堆肥区의 溶脫量이 많다. 이와같이 石灰와 苦土의 溶脫量이 堆肥区가 많은 것은 溶脫量의 ion balance와 관련이 있는 것이 아닌가 생각된다. 즉 溶脫되는 anion과 balance를 유지하면서 Cation도 溶脫된다고 가정한다면 벗짚区에서 Fe와 Mn이 신속히 還元되어 溶脫되므로 Cation balance가 이들에 依하여 이루어지나 堆肥区에서는 Fe와 Mn의 溶脫量이 낮으므로 相対的으로 $Ca^{++}$과 $Mg^{++}$의 溶脫이 增大된 것이 아닌가 생각된다. 和田등[15]은 畓土壤의 透水中 含有成分의 種類와 量은 条件에 따라 다르나 陰·陽이온간에 balance를 유지한다고 하였다.

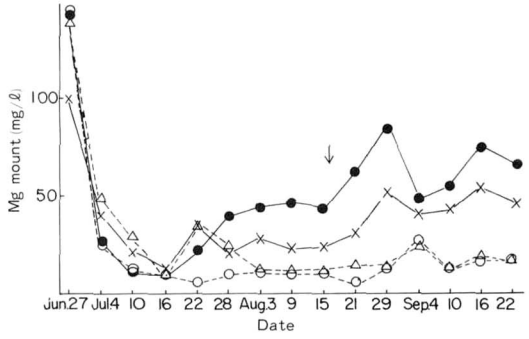


*Fig. 6.* Changes in concentration of magesium in leachate.
○·····○ non-planted compost plot.
●——● planted compost plot.
△·····△ non-planted rice straw plot.
×——× planted rice straw plot.
→ day of top dressing.

바. 加里 : 浸透水中 加里의 経時的 変化를 그림7에서 보면 移植 初期 即 6月 27日에는 35mg/ℓ 程度로 4処理 모두 같은 溶脫量을 나타냈으나 栽培区는 8月3日~9日에 거의 検出되지 않을 程度로 溶脫量이 減少되었으며 無栽培区는 経時的으로 溶脫量은 減少되나 収穫期에까지 透水中에 溶脫되어 나온다. 이와 같이 栽培区가 급격히 減少하는 것은 分蘖 最盛期 以後 水稲가 多量 吸収했기 때문이라 생각되며 벗짚 施用区가 약 1週程度 늦게 溶脫量이 낮아지는 것은 水稲의 生育과 관련이 있는 것 같다. 즉 벗짚区에서는 그림1에서 보는 바와 같이 生育이 堆肥区보다 不良했기 때문에 根에서 加里의 吸収도 더불어 낮아졌기 때문이 아닌가 생각된다. 그러나 無栽培区에서는 両 処理間에 差는 찾기 어렵다. 이것으로 미루어 還元의 発達이 加里의 溶脫에 影響을 주는 것 같지는 않다. 本 結果는 含島等[8]의 結果나 木内等[5]의 結果와도 一致되고 있다.

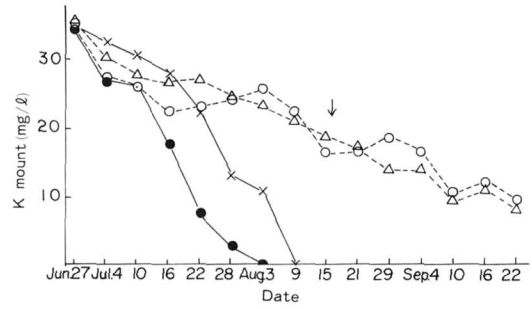


*Fig. 7.* Change in concentration of potassium in leachate.
○·····○ non-planted compost plot.
●——● planted compost plot.
△·····△ non-planted rice straw plot.
×——× planted rice straw plot.
→ day of top dressing.

사. $NH_4-N$ : 浸透水中의 $NH_4^+-N$의 経時的 変化를 그림8에서 보면 加里의 溶脫様相과 매우 類似한 傾向을 나타내고 있으며 移植 初期에 相当히 많은 量이 溶脫되고 있다. 따라서 $NH_4-N$도 加里와 마찬가지로 水稲가 吸収하기 때문에 栽培区에서는 8月 初부터 거의 溶脫되지 않았다고 생각되며 無栽培区에서는 계속 溶脫이 되나 土壤中 含量의 低下로 점점 溶脫量이 減少된다고 생각된다. 한편 無栽培区에서는 벗짚区보다 堆肥区에서 溶脫量이 많다. 이는 벗짚을 施用한 区가 C/N比가 크기 때문에 一部가 微生物에 利用이 되기 때문이 아닌가 생각된다.

아. 燐酸 : 浸透水中 燐酸의 経時的 変化는 그림9에서 보면 経時的으로 燐酸의 溶脫量은 增加하는 傾向으로 前報와 같은 傾向이다. 한편 벗짚施用区의 燐酸溶脫量이 堆肥施用区보다 많다. 이와 같이 水稲의 生育과 더불어 燐酸의 溶脫이 增加하는 것은 土壤의 還元에 따라 多量의 Fe가 還元되므로 燐

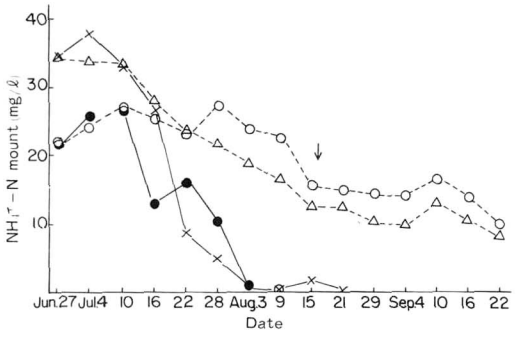


*Fig. 8.* Changes concentration of ammonium in leachate.

○------○ non planted compost plot.
●——● planted compost plot.
△------△ non-planted rice straw plot.
×——× planted rice straw plot.
→ day of top dressing.

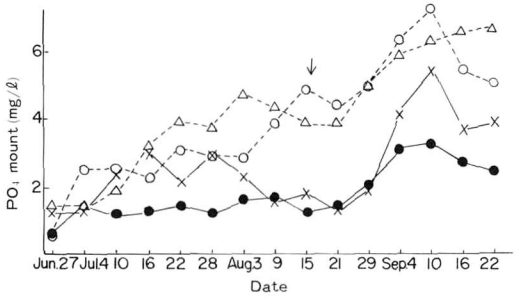


*Fig. 9.* Changes in concentration of phosphorus in leachate

○------○ non-planted compost plot.
●——● planted compost plot.
△------△ non-planted rice straw plot.
×——× planted rice straw plot.
→ day of top dressing

酸이 可溶化되어 溶脫量이 增加되기 때문이라 생각된다. 따라서 볏짚施用区의 燐酸溶脫量이 堆肥区보다 많은 것도 볏짚의 分解에 依한 土壤還元 促進에 起因한 結果라고 생각된다.

자. 珪酸 : 浸透水中의 珪酸의 經時的 変化를 그림10에서 보면 生育 初期에 溶脫量이 많으며 볏짚施用区의 溶脫이 堆肥区에 比하여 높다. 그러나 栽培区에서는 8月 3日 以後는 급격히 減少하고 無栽培区에서는 7月末까지는 약간씩 溶脫量이 增加되나 8月初부터는 서서히 溶脫量이 낮아지는 傾向이다. 한편 볏짚 施用区가 堆肥施用区보다 初期 溶脫量이 많으며 이는 土壤에 加해준 볏짚의 分解로 볏짚중의 珪酸이 可溶化되었기 때문이라 생각된다. 弘法등[7]은 土壤의 還元発達이 促進되므로써 珪酸의 易溶化가 增大되어 溶脫이 增大된다고 했다.

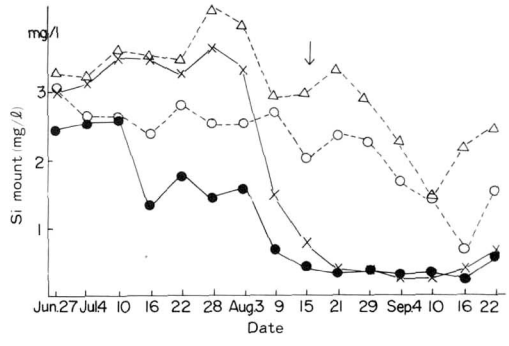


*Fig. 10.* Changes in concentration of silica in leachate.

○------○ non-planted compost plot.
●——● planted compost plot.
△------△ non-planted rice straw plot.
×——× planted rice straw plot.
→ day of top dressing.

## 摘 要

논土壤 成分의 溶脫에 미치는 有機物의 影響을 究明하기 위하여 堆肥와 볏짚을 施用하여 Pot 施驗으로 透水条件下에서 水稻를 栽培하면서 溶脫 成分을 分析検討한 結果는 다음과 같다.

pH는 볏짚施用区보다 堆肥施用区가 약간 높았다. 鉄과 망간의 溶脫量은 볏짚施用区가 堆肥 施用区보다 많고 水稻栽培에 依해서도 增加되었다. 石灰과 苦土는 経時的으로 溶脫이 增加되었고 堆肥施用区가 볏짚施用区보다 溶脫量이 많았다. 加里와 암모니움은 経時的으로 溶脫量이 減少하고 堆肥施用区가 볏짚施用区보다 溶脫이 많이 되었다. 燐酸은 栽倍와 더불어 溶脫量이 增加되고 볏짚施用区의 溶脫量이 많았다. 珪酸은 栽倍와 더불어 溶脫이 減少되고 볏짚施用区의 溶脫量이 더 많았다.

## 参 考 文 献


1. 川口柱三郎：1948, 水田土壌の化学, 大杉繁監輯, 土壌化学6, 養賢堂2～32, 86.
2. 金廣植：1974, 水稲栽培가 畓狀態土壌의 物質変化에 미치는 影響에 関한 研究. 韓土肥誌 7, 71～97.
3. 金廣植, 和田秀徳, 高井康雄：1975. 水稲栽培が水田土壌の物質変化に及ぼす影響(第1報)
4. 金廣植, 金容雄：1983, 논土壌成分의 溶脱에 미치는 加里塩의 影響. 韓土肥誌. 16, ～
5. 大内知美, 大向信平：1960, 腐植性水田土壌に関する研究(第4報) 腐植性すよび鉱物質 水田土壌 よりの流亡について, 日土肥誌30, 500～505.
6. Kiuch, T and Omukai, S: 1959, Influence of organic matter content and plant root on the leaching of calion from paddy soils, Soil & Plaant hood. 5, 108～113.
7. 弘法健三, 高井康雄, 和田秀徳, 香川尚徳：1968. 透水条件下における水田土壌地力の変遷に関する 基礎的 研究. 東京大学 農学部 土壌学研究室編.
8. 倉島健次, 河野通佳：1973. 湿田の乾田化に 関する研究. 陸農試報告15, 27～75.
9. 大森正. 小野芳郎：1970. 稲, 麦わう施用による 土壌の理化学性変化. 中国地域共同研究 成果集録 5, 65～67.
10. Pounamperuma, F. N：1965. Dynamic aspcets of flooded soils and the nutrition of the rice plant. 1. Proc. Symposium Mineral Nutrition of Rice plant. Johns Hopkins Press. Baltimore, 295～328.
11. 高井康雄：1961. 水田土壌の還元と微生物代謝. 農業技術16, 1～4, 51～53, 122～126, 162～166, 213～216.
12. 高井康雄, 加村崇雄：1961. 水田の微生物の動態 －水田土壌の還元機構－科学, 31. 618～624.
13. 高井康雄, 小山忠四郎, 加村崇雄：1969. 水田土壌の微生物代謝に関する研究(第5報) 水稲根および透水がポット内 湛水土壌の還元過程におよぼす 影響. 土肥40, 15～19.
14. Taka, Y. and Kamara, T. ：1966, The mechanism of reduction in water-logged paddy Soil. Folia Microbial Praha. Czechoslovakia, 11, 304～313.
15. 和田秀徳, 土屋一成, 高井康雄：1979. 水田土壌からの物質の溶脱に関する研究(第1報) 水田土壌からの主要無機成分の溶脱過程. 土肥誌. 50, 511～516.
16. 山中金次郎. 本村悟：1958. 土壌のグライ化に 関する研究(第2報) 2価鉄の生成機構について 日土肥誌29, 104～108.
17. 山根一郎, 佐藤和夫：1972. たん水土壌のEhにすよぼす水和酸化鉄(Ⅲ) 添加の影響. 土肥誌43, 109 ～114.