

# 沓土壤의 形態的 特徵에 다른 鐵 및 망간의 移動集積에 關한 研究

申 天 秀

農業技術研究所  
(1975년 6월 30일 수리)

## Study on the Accumulation of Iron and Manganese in Relation to the Morphological Characteristics of Paddy Soils

C. S. Shin

Institute of Agri. Sciences, ORD

(Received June 30, 1975)

### SUMMARY

This study has been carried out to investigate the translocation-illuviation status of iron and manganese, which are striking phenomena in paddy soils, in relation to its morphological characteristics, and to find out a method to identify illuvial layer of iron quantitatively. Determination of active iron and easily reducible manganese content in surface soils of lowland paddy (266 samples) in Korea were conducted. The examination has been made on relationship between morphological, physico-chemical properties of the representative paddy soils (9 series) and iron and manganese content of their horizons.

The results are summarized as follows.

1. The poorer the drainage, the higher concentration of active iron and easily reducible manganese were found, and under same drainage condition, the more the sand, the lower the content of them.
2. Irrespective of soil texture and drainage, highly significant positive correlation was found between the contents of active iron ( $\bar{Y}$ ) and clay plus silt in surface soils.

$$\bar{Y} = 0.3929 + (0.05352 X \text{ clay}\%) + (0.0001023 X \text{ silt}\%) \dots \dots \dots \text{I}$$

No correlation, however, was found between clay content and easily reducible manganese concentration.

3. Significant positive correlation was obtained between active iron ( $\bar{Y}$ ) and total iron ( $x$ ) content in each profiles of all soil series. Obtained regression equation is as follows;

$$\bar{Y} = 0.361x - 0.480 (r = 0.651^{**}) \dots \dots \dots \text{II}$$

On the other hand, easily reducible manganese concentration had a tendency to increase, not significantly, with increasing total manganese concentration.

4. Accumulation of iron and manganese generally can be found in paddy soils, but

distinct accumulation was found under moderately well drained fine loamy and clay soils, while surface accumulation occurred under poor drainage without regard to soil texture.

5. Profile description or determination of active iron in each horizon were found to be insufficient to designate illuvial layer of iron. Therefore, identification of illuvial layer of iron based on the ratio of total iron and active iron, and concentration of active iron estimated by the content of clay plus silt (Equation 1 above) was thought to be reasonable. Also, manganese accumulation layer would be estimated by total manganese and easily reducible manganese content and their ratio.

## 緒 言

우리나라 畚土壤의 總面積은 1,253,000ha 로서 全國土의 12.8%, 農耕地의 56.3%를 占有하고 있으며 우리들의 主食인 米穀 4,189,000M/T 을 生産하고 있다.

畚土壤은 大部分이 江이나 河川에 沿한 河成冲積 및 河海混成의 平坦地와 山間의 谷間地에 分布하고 있으며 一部는 洪積臺地 및 山麓扇狀地에 散在하고 있다.

畚土壤은 水稻 栽培期間 또는 年中 湛水狀態下에 있게되어 灌溉水 및 地下水의 影響을 받아 畚土壤 特有의 形態의 特徵을 갖게 된다. 即 湛水에 依한 還元 및 落水에 依한 酸化의 反復으로 土壤中 可溶性 物質이 移動集積하게 되며 이 結果는 土壤斷面 形態에 反映된다. 土壤中 可溶性 物質의 移動集積程度는 地下水位를 비롯하여 土性, 透水性, 酸度, 酸化, 還元等 理化學的 性質이 깊이 關與된다고 하나 그 機作은 아직도 解明되어 있지 않다.

畚土壤의 斷面에 特徵적으로 表現되어 있는 鐵 및 망간의 集積層 生成은 土壤性質이 規制하는 透水性의 所産이라하여 이에 따른 畚土壤分類가 試圖되었으나 分類의 基本이 되고 있는 集積層의 判斷에 對하여는 매우 模糊하였다. 지금까지 알려진 集積層의 判別方法은 室內實驗을 通하여 推定하거나 아니면 畚土壤과 隣接된 田土壤의 鐵 및 망간의 含量을 相互比較하여 判定하여 왔으나 이와같은 方法은 實質的인 鐵 및 망간의 集積層을 判斷하기에는 不適當하다고 생각된다.

畚土壤의 特徵을 論하고 分類學的 獨自性을 附與하기 爲하여는 畚土壤斷面에서 觀察되는 鐵 및 망간의 集積層에 對한 成因의 關係를 究明하고 定量的으로 表示하는 方法이 切實히 要請될 것이다. 이러한 見解에 立脚하여 筆者는 우리나라 畚土壤

의 表土에 含有되어 있는 鐵 및 망간을 把握함과 同時에 이들과 形態의 特性과의 關係를 밝힘과 아울러 集積層 判斷에 對한 몇가지 結果를 얻었기에 이를 報告코져 한다.

本 研究遂行을 爲하여 많은 指導와 勸諭를 베풀어 주신 서울大學校 農科大學 李春寧 教授와 助言을 준 林善旭 博士에게 感謝를 드린다. 또한 本 研究의 機會를 주신 金泳燮 博士, 農業技術研究所長 李正行 博士 및 土壤物理研究擔當官 愼鋪華 博士에게 感謝드리며 成績整理를 도와준 李景洙 研究士 및 同僚職員에게 謝意를 表하는 바이다.

## I. 研究史

土壤을 하나의 自然體로 認定한 以來 土壤分類는 많은 發展을 이룩하였으나 人爲的인 湛水還元과 落水乾燥의 反復 및 湛水期間中 물의 滲透에 따른 物質의 移動集積으로 生成된 畚土壤의 特徵의 土層이 갖는 土壤分類學上 位置에 對한 研究報告는 많지 않다.

Simonson<sup>(47)</sup>은 畚土壤의 特徵的 層位인 鐵 및 망간의 集積層을 定量的으로 確認하고 嚴格히 定義하는 것이 美農務省에서 發展시킨 새로운 分類案(7次試案)의<sup>(54,55,56)</sup> 本來 目的이라고 하였으나 耕作의 結果 生成된 粘土 및 腐植의 集積層을 特徵的 層位(Agric)로 設定하고 있음에도 不拘하고 아직 畚土壤의 特徵을 表現하는 層位에 對한 定義는 내리지 못하고 있다. 和田<sup>(65)</sup>은 畚土壤 生成作用이 다른 生成作用 보다 重要하지 않다고 하더라도 畚土壤의 特徵을 가지고 있는 土壤은 原來의 土壤과 同一位置로 分類할 수 없고 兩土壤은 Subgroup에서 區分되어야 하며 畚土壤化作用을 充分히 받은 土壤이 占하는 Segment를 Hydroagric segment(假稱)라 부를 것을 提議한 바 있다. Kawaguchi<sup>(18)</sup> 등은 아무리 長期間 畚土壤으로 利用되었다 하더라도 鐵集積이 없는 土壤과 있는 土壤과는 高次分

類單位에서 區分되어야 하며 還元溶脫層과 酸化集積層 特히 明白한 集積B層을 가지는 畚土壤을 暫定的으로 “Aquorizem”이라고 呼稱할것을 提案하였다.

Stremme<sup>(67)</sup>의 分類方法에 크게 影響받은 鴨下<sup>(25)</sup>는 地下水의 高低에 따라 5個의 土壤型으로 畚土壤을 分類하고 畚土壤 表土下の 酸化沈澱物은 모두 地下水位의 變動에 따른 產物로 看做함으로서 畚土壤生成의 特殊性을 認定하지 않았지만 Hou等은<sup>(44)</sup> 水稻耕作으로 因하여 畚土壤 斷面에는 다른 土地利用에서 볼 수 없는 特有的 形態가 發達되며 이와같은 變化는 鐵과 Allumina의 移動集積에 起因되고 透水性의 差異는 畚土壤의 形態의 變化를 일으키는 主原因이 된다고 하였다. 한편 Thorp는<sup>(60)</sup> 鐵의 明白한 溶脫 集積을 나타내는 畚土壤을 Rice paddy Podzol 또는 Podzolic Rice Paddy soils라 稱하고 이들 土壤을 高次分類單位에서 區分하였으며 畚土壤으로 長期間 利用함에 따라 人爲的인 影響이 土壤形態에 變化를 가져옴을 報告함으로서 畚土壤의 特徵을 透水에 依한 一種의 Podzol化라고 하였다. 大杉 및 森田도<sup>(41)</sup> 畚土壤에서 明白한 鐵의 溶脫과 集積現象이 있음을 밝혔으며 川口<sup>(49)</sup>는 湛水還元을 畚土壤의 特異한 現象으로 看做하고 Hou等 및 Thorp와 같이 畚土壤의 生成作用을 Podzol化라고 論述하였으나 土壤普查工作組<sup>(68)</sup>는 畚土壤에서 볼 수 있는 層位中 Gleis層을 除外한 耕作層, 犁底層, 溶脫層, 沈澱層, 斑鐵層 등은 人爲的인 影響을 甚히 받는 層으로서 鐵, 망간의 溶脫集積過程은 Podzol過程과 다른을 明白히 하였다. 內山<sup>(64)</sup>는 韓國의 農耕地 土性調查事業의 經驗을 통하여 畚土壤의 特異性은 湛水에 依한 表土의 還元성과 透水에 依한 還元可溶性 物質의 溶脫 및 酸化에 依한 溶脫物質의 集積等에 있음을 밝히고 畚土壤의 獨自性을 主張하였다. Kanno<sup>(16,17)</sup>는 鴨下案과 內山案을 折衷하여 畚土壤의 生成作用으로 地下水에 依한 Gleis作用, 灌溉水에 依한 Gleis化 및 溶脫作用과 排水後의 酸化作用을 重要視하고 下層의 鐵 및 망간의 集積層 發達을 強調하였다. 山岐<sup>(67)</sup>도 畚土壤의 層位別 酸化還元狀態 및 鐵, 망간의 溶脫集積에 따른 層位의 分化에 對한 實驗的 研究結果를 土臺로 畚土壤의 層位形成에는 灌溉水 및 地下水位의 高低가 關與하며 灌溉水에 依한 溶脫集積作用과 地下水에 依한 Gleis化作用이 畚土壤 生成作用이라고 하였다.

Rozanov<sup>(46)</sup>는 滲透性에 依한 微細粒子的 垂直的

下降 및 이에 隨伴되는 鐵, 망간의 移動을 뜻하는 退化作用은 비마의 處女林內에서도 生成되는 것으로 畚土壤 特有的 것이 아니라고 하였으며 Dudal<sup>(60)</sup>도 畚土壤에서 粘土粒子的 下降은 斷面內의 垂直的 粒徑組成의 變化를 가져올 程度는 아니며 水稻栽培에 依하더라도 原來 土壤斷面의 層序, 土性, 肥沃度, 交換能, 物理性, 排水條件은 實質的으로 維持되므로 水稻耕作의 影響을 亞型(Anthraquic subgroup)에서 評價함이 妥當하다고 主張하였다.

한편 小山<sup>(38)</sup>와 松坊<sup>(30)</sup>는 7次試案에 影響 받아 畚土壤의 特徵인 鐵等の 溶脫集積보다는 畚土壤의 形態의 差異에 依하여 泥炭層等 特徵的 土層을 設定하고 이에 따라 分類하였으며 慎<sup>(48)</sup>도 金堤萬頃 平野의 畚土壤調查 結果를 土臺로 熟成土層 및 半熟土層을 特徵土層으로 設定하였다.

畚土壤에서 鐵 및 망간의 酸化還元에 따른 生化學的 研究<sup>(5,12)</sup> 窒素代謝<sup>(7,28)</sup> 및 還元過程에 있어서의 微生物代謝에<sup>(4,58,59)</sup> 關한 問題等은 比較的 廣範圍하게 遂行되고 있으나 이러한 現象이 畚土壤斷面に 어떻게 反映되고 있느냐에 對하여는 아직도 未解決되고 있는 實情이다.

小山<sup>(38)</sup>는 畚土壤의 灰色化 原因을 灰色粘土의 增加에 起因된다고 하였으나 三土<sup>(34)</sup>는 落水後 酸化되지 않고 土層中에 殘留하는 二價鐵때문에 土色이 灰色化되며 이는 鐵의 溶脫이 아니라 荷電變化라고 말하고 灰色化된 土壤에서도 鐵의 溶脫이 일어난다고 하였다.

Dudal<sup>(40)</sup>은 排水가 良好하고 酸性인 土壤에서 많은 有機物때문에 鐵이나 망간은 還元하기 쉽고 이러한 土壤은 斑紋이 많은 層位를 形成하거나 Fe-Mn Concretion을 形成하기 쉽다고 하였으나 McCormann<sup>(37)</sup>은 鐵 및 망간의 集積은 畚土壤과 같은 性質을 가진 山林地의 Low Humic Gley Soil에서도 發見되므로 鐵 및 망간의 集積은 水稻栽培 以前의 特性일 것이라고 믿었다.

本村<sup>(36)</sup>는 還元土壤을 風乾하면 置換性 二價鐵이 많은 土壤은 黃褐色으로 變하기 쉽고 非抽出性 二價鐵이 많은 土壤은 灰白色으로 變하기 쉬운 것은 二價鐵의 存在形態에 따라 空氣에 依한 酸化에 對한 安全性이 다르기 때문이며 이러한 結果는 畚土壤斷面に 反映된다고 하였다. 和田<sup>(66)</sup> 및 松本<sup>(32)</sup>은 滲透水中에 含有되어 있는 易分解性 有機物의 含量差에 따라 還元鐵은 下層土의 陽 ion 交換座에 二價 ion으로 吸着하거나 酸化沈澱되어 鐵의 集積層을 形成한다고 하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 供試土壤의 一般概況

#### 1.1. 表土試料

우리나라 畚土壤의 表土中에 含有되어 있는 活

性鐵 및 易還元性 망간의 含量을 把握하기 爲하여 精密土壤調査가 完了된 地域에서 266點의 表土試料을 採取하였으며 이들의 土壤種類別 分布面積은 表 1과 같다.

Table 1. General informations on surface soils studied.

Representative soil series	Drainage	Ratio of Extent (%)	No. of Samples
Ogcheon	Poorly drained	15.5	62
Sinheung	Somewhat poorly drained	58.5	108
Yongji	Moderately well drained	26.0	96

#### 1.2. 斷面試料

斷面의 形態의 特性에 따른 鐵 및 망간의 移動 集積 樣相을 究明하기 爲하여 全國 畚土壤中에서

堆積樣式別, 土壤排水別 및 土性別에 따라 9個의 斷面을 調査 分析하였으며 그 內容은 表2와 같다.

Table 2. Some informations on the soils studies for the profile characteristics.

Drainage	Soil series	Texture	Parent material	Ratio of Extent
Moderately well drained	Gangseo	coarse loamy	Alluvium	2.8
	Yongji	fine loamy	Local-alluvium	26.4
	Geugrag	clayey	Dilluvium	6.5
Somewhat poorly drained	Seogcheon	coarse loamy	Alluvium	11.3
	Sinheung	fine loamy	Alluvium	11.5
	Buyong	clayey	Fluvio-marine	14.1
Poorly drained	Sindab	sandy	Alluvium	10.7
	Hamchang	coarse loamy	Alluvium	8.6
	Ogcheon	fine loamy	Local-alluvium	8.1

### 2. 調査方法

斷面調査方法은 國土綜合開發計劃法<sup>(11)</sup>에 規定한 土壤調査作業準則과 土壤調査便覽<sup>(61)</sup> 및 美農務省에서 制定한 調査法<sup>(63)</sup>에 準하였다.

#### 3. 分析方法

採取한 表土 및 斷面試料에 對한 分析方法은 다음과 같다.

土壤粒徑分布는 美農務省 法에 依한 粒徑區分을 適用하였으며 5% 헥사메타인산소다(Sodium hexameta phosphate)溶液을 分散劑로 使用 피펫(Pipette)法에 依하였다<sup>(3,26)</sup>.

土壤反應은 細土 對 물의 比率을 1:1로 하고 硝子電極法에 依하여 pH를 測定한 것이며 有機物含量은 튜린(Tyurin)의 크롬酸(Chromic acid)에 依한 酸化法에 依하였다<sup>(15)</sup>.

鹽基置換容量은 細土를 1規定 醋酸암모니아(Ammonium acetate)(pH 7.0)로 飽和시켜 95% 알코올(Alcohol)로 遊離암모늄이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)을 除去한 다

음 암모늄이 飽和된 土壤試料에 少量의 酸化마그네슘을 添加 蒸溜하여 암모니아態 窒素를 定量하는 方法을 擇하였다<sup>(65)</sup>.

置換浸出鹽基는 1規定 醋酸암모니아(Ammonium acetate)(pH 7.0)로 飽和 浸出した 濾液適當量을 測定用 plastic cap에 取하여 原子吸光分光分析器를 使用 計測하였다.<sup>(3)</sup>

易還元性 망간은 風乾細土 5g에 1規定 醋酸암모늄(Ammonium acetate) 및 0.2% 하이드로퀴논(Hydroquinone)의 混合溶液 50ml를 加하여 30分間 振盪한 後 6時間 가끔 흔들면서 放置하였다가 濾過하였으며 濾過된 浸出液 適當量을 測定用 plastic cap에 取하여 原子吸光分光分析器를 使用 計測하였다.<sup>(3)</sup>

活性鐵은 風乾細土 2g에 3g의 亞黃酸소오다(Sodium di thionite)와 100ml의 0.02몰 이.디.티에이(E.D.T.A)(pH 5.5)溶液을 加하여 液溫 70°C를 維持하면서 15分間 加熱하였고 冷却後 250ml의

flask에 濾過하였으며 이때 洗滌液으로서 1% NaCl 30ml를 使用하였다. 濾過된 浸出液 適當量을 測定用 plastic cap에 取하여 原子吸光分光分析器를 使用 計測하였다. (3)

全鐵 및 全망간은 105°C에서 5時間 乾燥시킨 細土 1g과 無水炭酸소오다(Sodium carbonate)4g을 잘 混合하여 白金 크루시블에 取한 다음 無水炭酸소오다 1g을 混合物위에 덮어 800~900°C에서 30分間 溶融시켰다. 溶融된 試料는 熱水와 濃鹽酸 30ml 그리고 60% 過鹽素酸(Perchloric acid) 10ml로 녹혀 濾過하였으며 濾過된 浸出液 適當量을 測定用 Plastic cap에 取하여 原子吸光分光分析器를 使用 計測하였다. (3)

### Ⅲ. 結果 및 考察

#### 1. 表土中の 活性鐵 및 망간의 含量

畚土壤의 表土로부터 溶脫된 鐵과 망간은 畚土壤의 斷面形態에 特徵的인 變化를 나타내므로 그 의 溶脫集積樣相은 畚土壤 生成過程과 密接한 關係가 있으며 土壤肥沃度面에서는 畚土壤의 老朽化와 關聯하여 鐵과 硫化水素와의 諸問題 및 水稻生育에 關한 二價鐵의 意義等 表土中の 活性鐵과 망간의 含量은 畚土壤의 生産力을 判別하는 重要基準으로 여기고 있다.

우리나라 畚土壤의 表土中에 含有하고 있는 活

性鐵 및 易還元性 망간의 含量을 알기 爲하여 主要畚土壤의 表土試料 266點에 對한 排水條件別, 土性別 分析結果는 表3과 같다.

表土의 活性鐵 및 易還元性 망간의 含量은 排水가 不良한 土壤이 各各 1.3% 및 106ppm으로서 排水若干不良한 土壤이나 排水若干良好한 土壤에 比하여 높았으며 同一排水條件에 있어서는 粘土의 含量이 많을수록 그 含量이 높았다.

이와같이 表土의 活性鐵 및 易還元性 망간의 含量은 土壤의 排水條件과 粘土含量에 따라 顯著히 差를 보이고 있어서 이들 含量이 土壤類型을 가름하는 部分的 指標가 될 수 있다고 생각된다.

表土中の 活性鐵 및 易還元性 망간의 生成은 土壤의 酸化 還元程度, 易分解性, 有機物含量, 微生物의 活動 및 pH의 影響을 크게 받을 것이나 生成된 還元物質의 移動은 排水條件에 左右될 것이며 土壤의 還元에 따라 鐵이나 망간의 溶解度가 增加하더라도 土壤溶液의 垂直移動이 되지 않으면 心土의 이들 含量은 增加되지 않을 것이다. 따라서 表土로부터 鐵이나 망간의 溶脫量에 對한 定量的 解析은 還元土壤中の 水溶性 鐵 및 망간의 濃度와 透水量에 依하여 決定될 것이다.

朴<sup>(42)</sup> 등은 우리나라 多收穫 畚土壤의 土性은 一般的으로 壤土나 埴壤土라고 하였고 愼<sup>(49,50)</sup>은 排水가 良好하고 砂壤質인 畚土壤은 排水가 若干 不良

Table 3. The Distribution of Active Fe and Easily Reducible Mn in Surface of Different Textures and Drainage Classes.

Soil group	Texture	Active Fe	(%)	Easily Reducible Mn	(ppm)
Poorly drained	Average	1.3		106	
	fine clayey	2.2	±0.2	145	±24.5
	fine loamy	1.4	±0.1	118	±12.0
	coarse loamy	1.0	±0.1	81	±13.9
	sandy	0.6	±0.1	64	±17.9
Somewhat poorly drained	Average	1.1		63	
	fine clayey	1.7	±0.1	92	±13.5
	fine loamy	1.1	0.1	70	±6.7
	coarse loamy	0.7	0.1	42	±5.3
Moderately well drained	Average	1.0		58	
	fine clayey	1.4	±0.1	64	±34.6
	fine loamy	1.1	±0.1	58	±9.5
	coarse loamy	0.9	±0.1	66	±10.3
	sandy	0.6	±0.1	16	±13.6
Total	Average	1.1		71	

하고 壤質인 土壤보다 水稻 收量이 낮다고 하였다. 또한 吳<sup>(90)</sup>에 依하면 作土中 活性鐵 含量은 聽取한 正租收量과 正의 相關이 있으며 高位畝는 低位畝에 比하여 活性鐵含量이 많다고 報告한 바 있다.

水稻收量과 活性鐵과의 關係에 있어 一般的으로 壤質土壤이 砂質土壤보다 多收穫이라는 點과 壤質土壤이 砂質土壤보다 活性鐵의 含量이 많다는 傾向으로 볼 때 活性鐵 含量과 水稻收量과는 깊은 關係가 있다고 본다.

Cho<sup>(8)</sup> 및 朴<sup>(43)</sup>은 Pot 條件下에서 還元된 畚土壤의 土壤溶液中 鐵(主로 Fe<sup>++</sup>)의 濃度는 數 100 乃至 數 10ppm 에 지나지 않는다고 하였으며 Ponnampuruma<sup>(44,45)</sup>는 還元狀態가 安定된 湛水土壤溶液中的 鐵의 濃度는 Fe<sub>3</sub>(OH)<sub>3</sub>의 溶解度에 左右되고 pH 7.0 附近에서 約 10<sup>-3</sup>mole/l 即 56ppm 程度가 된다고 報告하였다.

Hong<sup>(13)</sup>은 還元狀態의 普通畝 土壤溶液中的 鐵濃度는 FeCO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub>系에서 FeCO<sub>3</sub>의 溶解度에 支配되리라 推定하고 普通 還元된 畚土壤의 pH를 6.5程度로 볼 때 水溶性 Fe의 濃度는 約 15ppm 程度가 될 것이라 하였다.

또한 吳 等の 調査에 依하면 排水不良한 土壤의 滲透速度는 0.93mm/day, 排水若干不良한 土壤에서는 1.76mm/day 그리고 排水若干良好한 土壤에서는 2.23mm/day 라고 하였는바 그 結果를 土壤로 作土로부터 1%의 鐵이 溶脫하는데 所要되는 期間은 排水不良한 土壤에서는 約 714年, 排水若干不良한 土壤은 384年, 排水若干良好한 土壤은 303年으로 推定하였다. 따라서 同一 土性일 때는 排水不良할수록 同一 排水條件일 때는 細粒質일수록 表土의 活性鐵 含量이 높을 것으로 생각되며 畚土壤에서 鐵의 溶脫은 還元の 程度보다는 透水性의 差異에 더 크게 支配됨을 推定할 수 있다.

阿部<sup>(1)</sup>等은 土壤型과 易還元性 망간 含量間에는 密接한 關係가 있으며 排水가 不良한 強 Glei土壤이나 灰色土壤이 排水가 良好한 灰褐色土壤이나 礫質土壤보다 易還元性 망간 含量이 많았었다고 하였다.

망간은 比較的 높은 酸化還元電位 값에서도 還元이 잘되며<sup>(29)</sup> 還元된 망간의 水酸化物이나 炭酸鹽의 溶解度는 매우 크기 때문에 鐵보다 훨씬 初期에 溶脫되었을 것으로 생각된다.

### 1.1. 活性鐵 含量과 粘土含量

一般的으로 母材나 其他 土壤生成條件이 同一하

면 土壤中的 活性鐵 含量은 粘土含量 및 微砂含量과 密接한 關係가 있을 것으로 생각하여 供試土壤表土의 粘土含量과 活性鐵含量과의 關係를 土性別, 排水條件別로 調査한 結果는 그림 1과 같다.

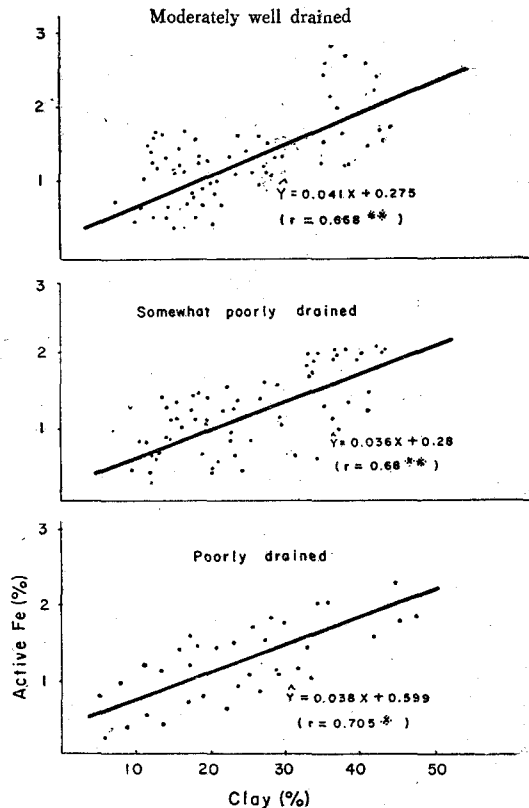


Fig. 1. Relation between clay and active iron content by drainage class

그림 1에서 보면 어느 排水條件에 있어서나 活性鐵의 含量은 粘土含量과 高度의 有意性 있는 正의 相關이 있으며 排水가 若干良好한 土壤에서 보다는 排水若干不良한 土壤 및 排水不良한 土壤에서 活性鐵의 含量과 粘土含量과는 더욱 높은 相關을 나타내고 있었다.

이를 다시 活性鐵의 含量과 粘土 및 微砂含量과의 重相關을 求한바 다음과 같은 式으로 表示된다

$$Fe(\%) = 0.3929 + (0.0352 \times \text{clay}\%) + (0.0001023 \times \text{silt}\%)$$

(R=0.672\*\*)

이 式은 모래 및 微砂와도 어느 水準까지는 活性鐵을 含有할 수 있으나 活性鐵 含量은 粘土含量과 높은 相關이 있음을 보여준다.

또한 이 關係式은 同一母材로부터 發達한 土壤中 粘土含量이 相異한 層位間에 있어서 鐵의 溶脫

集積關係를 究明하는 判斷基準이 될 것으로 생각 한다.

一般的으로 어떤 土壤中的 活性鐵含量이 그 上位層보다 많으면 鐵의 集積으로 解析하기 쉬우나 層位間的 粘土含量이 다른 境遇에는 層位內的 活性鐵含量만으로는 鐵의 集積 如否를 判斷할 수 없 을 것이다.

### 1. 2. 活性鐵 및 易還元性 망간含量과 有機物含量

表土中 有機物の 含量과 活性鐵含量 關係를 排水 條件別로 보면 그림 2와 같다.

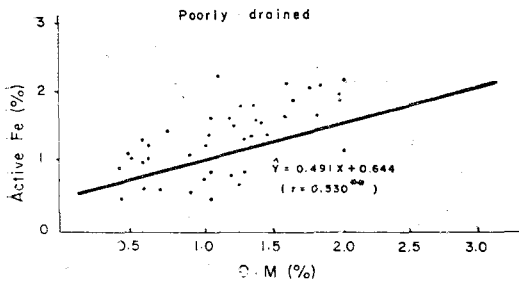


Fig. 2. Relation between organic matter and active iron content

土壤排水가 不良한 土壤에서는 有機物含量이 增加할 수록 活性鐵含量도 增加하는 有意性 있는 正의 相關을 보였으나 排水가 若干 不良한 土壤 및 若干 良好한 土壤에서는 有機物含量이 增加하더라도 活性鐵의 含量은 增加하지 않았다.

小野寺<sup>(27)</sup>는 畚土壤에 有機物 또는 有機質窒素肥料을 添加한 境遇는 無處理에 比하여 還元鐵의 生成이 많다고 報告하였으며 淺見<sup>(2)</sup>도 還元鐵의 生成速度는 全有機物含量보다는 易分解性 有機物含量이 많을수록 빠르며 그 生成量도 많다고 報告하였다.

有機物の 增加는 이를 營養源으로 利用하는 土壤微生物의 活動을 旺盛하게 하며 土壤還元을 促進하여 結果적으로 還元鐵의 生成을 增加시켰을 것이다. 그러나 生成된 還元鐵은 灌溉水의 移動性에 따라 表土에 殘留하거나 下層으로 移動하게 될 것이다. 排水不良한 土壤은 透水性이 極히 不良하기 때문에 生成된 還元鐵은 表層에 殘留될 것이며 透水性이 良好한 排水若干良好한 土壤이나, 比較의 良好한 排水若干不良한 土壤은 有機物含量의 增加에 따라 還元鐵이 增加하였다 하더라도 生成된 還元鐵은 透水和 같이 下層으로 移動하기 때문에 表土에는 相對적으로 그 量이 적을 것이다.

한편 有機物含量과 易還元性 망간 含量과의 關係를 調査한 結果는 活性鐵과는 달리 어느 土壤에 있어서나 有機物の 含量과 相關이 없었으며 排水가 若干 良好한 土壤에 있어서는 오히려 減少하는 傾向을 보였다. 이와같은 樣相은 망간이 鐵보다 溶解度가 높아 쉽게 下層으로 移動되기 때문이라 생각된다.

### 2. 土壤種類別 鐵 및 망간의 移動集積

畚土壤의 表層에서 生成된 還元物質이 心土에서 滲透水和 함께 下層으로 移動하는 還元鐵 및 망간이 心土에서 酸化 集積하는 樣相은 土壤條件에 따라 다를 것이나 지금까지 밝혀진 畚土壤에서의 鐵 및 망간의 集積機作을 보면 山崎<sup>(67)</sup>는 表土에서 溶脫된 還元鐵은 酸化狀態의 心土에서 直接 沈澱된 것으로 생각하였으며 Bloomfield<sup>(4)</sup>는 酸化第二鐵의 表面에 還元鐵이 ion으로서 吸着되거나 有機物과 複合體를 이루어 吸着되는 것으로 推定하였다. 和田<sup>(66)</sup> 등은 畚土壤의 滲透水中에는 易分解性 有機物이 含有되어있으며 易分解性 有機物の 含量差에 따라 滲透水中의 第一鐵은 下層土의 陽 ion 交換座에 2價 ion으로서 吸着되거나 酸化沈澱되며 吸着되었던 第一鐵 ion은 落水後 酸化되어 第二鐵化合物로 沈澱하므로써 鐵集積이 形成된다고 하였다.

또한 本村<sup>(68)</sup>는 二價鐵의 存在形態에 따라 空氣酸化에 對한 安全性이 다르기 때문에 存在形態의 差異는 畚土壤의 斷面形態에 反映된다고 하였다. 本研究에서는 類型이 다른 畚土壤에 있어서 鐵 및 망간의 溶脫集積과 斷面形態 및 理化學的 性質과의 關係를 究明하기 爲하여 自然狀態下에 있는 여러가지 類型의 畚土壤 斷面に 形成된 鐵 및 망간의 溶脫集積樣相을 形態의인 特性에 따라 調査하였다.

#### 2.1. 供試土壤의 形態 및 理化學的 特性

本研究에 供試된 土壤은 母材, 排水條件 및 土性이 다른 9個의 土壤統을 選定하였는 바 이들 土壤統의 形態의 特性을 보면 다음과 같으며 이들의 分析結果는 表 4와 같다.

##### 江西統 :

江西統은 排水가 若干 良好한 砂壤質이며 發達度가 弱한 角塊狀이거나 角柱狀構造이다. 透水性이 빠르며 保水日數는 2~3일에 지나지 않는다. 表土 및 그 直下(13~28cm)는 灰色化(5Y4/1~2.5Y 5/1)되어 있으나 心土는 褐色(10YR5/3-10YR4/3)으로서 基色은 隣接한 田土壤과 區分하기 어렵다.

Table 4. Soil analysis data of the typifying pedon in each soil series

Soil series	Horizon	Depth	Particle size distribution			Texture	pH (1:1)	Organic matter (%)	CEC (me/100gr)	Exchangeable cations				Active iron (%)	Easily Red.Mn (ppm)	Total iron (%)	Total Mn (ppm)
			Sand	Silt	Clay					Ca	Mg	Na	K				
Gangseo	AP1	0~15	46.9	41.9	11.2	L	5.6	1.83	7.60	4.00	1.08	0.25	0.15	0.81	58	4.79	581
	AP2	13~28	49.0	39.4	11.6	L	6.7	0.81	7.50	5.38	1.63	0.25	0.13	0.88	98	4.90	581
	B1	28~78	52.3	37.3	10.4	L	7.1	0.81	7.25	5.75	1.68	0.28	0.13	0.81	68	4.79	581
	B3	78~90	61.4	31.4	7.2	SL	7.1	0.53	6.30	5.00	1.53	0.23	0.10	0.69	71	4.43	452
	C	90~130	82.1	14.7	3.2	Lfs	7.2	0.12	3.90	3.25	0.93	0.23	0.08	0.47	31	3.86	323
Yongji	AP1g	0~16	38.7	40.3	21.0	L	5.3	2.26	8.40	4.13	1.50	0.20	0.15	0.89	45	4.14	452
	AP2g	16~34	38.5	41.3	20.2	L	5.8	1.88	8.10	4.38	2.05	0.18	0.10	1.00	52	4.15	452
	B21	34~53	26.8	48.0	25.2	L	6.8	0.86	9.60	5.38	3.55	0.18	0.13	1.88	285	9.22	581
	B22	53~85	28.7	46.0	25.3	L	6.9	0.67	8.00	4.38	2.75	0.18	0.10	3.69	340	7.44	581
	B3	85~120	21.2	48.7	30.1	CL	6.7	0.45	12.10	5.00	4.38	0.28	0.13	1.89	735	4.58	1,098
Geugrag	AP	0~12	6.7	62.9	30.4	SiCL	5.3	2.50	9.00	3.75	1.45	0.23	0.20	0.92	35	3.99	323
	A3	12~28	3.0	64.4	32.6	SiCL	6.6	1.40	9.60	6.38	3.38	0.20	0.13	1.30	30	4.10	452
	B21t	28~62	0.9	57.9	41.2	SiC	6.8	0.81	16.00	8.38	6.50	0.35	0.18	2.59	8	4.19	258
	B22t	62~120	0.9	46.6	52.5	SiC	6.1	0.81	25.40	12.75	11.50	0.55	0.38	2.59	15	4.28	258
Seogcheon	AP1	0~15	51.4	34.7	13.9	SL	5.2	2.38	7.75	2.40	0.98	0.13	0.15	0.75	16	4.06	452
	AP2	15~26	56.7	29.3	14.0	SL	5.6	1.38	8.10	3.88	1.58	0.15	0.18	0.91	29	4.09	581
	B1	26~52	51.7	35.0	13.3	L	6.2	1.22	8.80	5.50	2.28	0.15	0.13	0.91	149	4.10	839
	B2	52~72	55.2	33.7	11.1	SL	6.5	0.86	8.70	5.50	2.35	0.15	0.15	1.03	71	4.10	581
C	72~100	56.7	31.4	11.9	SL	5.2	1.09	7.40	3.25	1.35	0.23	0.15	0.88	37	4.06	452	
Sinheung	AP1	0~12	42.2	43.6	14.2	L	5.8	2.21	10.00	6.88	2.35	0.48	0.23	0.91	97	6.36	452
	AP2	12~27	45.1	43.9	11.0	L	6.8	1.97	9.80	7.75	3.50	0.48	0.23	0.84	134	6.68	581
	B1	27~55	29.5	53.9	16.6	SiL	6.9	1.40	11.65	8.10	4.63	0.40	0.20	0.98	127	7.15	581
	B2	55~110	15.2	52.2	32.6	SiCL	6.4	1.72	12.10	7.38	5.63	0.30	0.18	1.36	127	6.86	452



Soil series	Horizon	Depth	Particle size distribution			Texture	pH (1:1)	Organic matter (%)	CFC (me/100gr)	Exchangeable cations			Active iron (%)	Easily Red.Mn (ppm)	Total iron (%)	Total Mn (ppm)	
			Sand	Silt	Clay					Ca	Mg	Na					K
Buyong	AP	0~12	2.3	67.8	29.8	SiCL	4.8	1.71	13.25	5.00	3.50	0.64	0.25	1.77	98	4.72	452
	B1	12~32	1.1	60.9	38.1	SiCL	6.9	1.00	15.50	7.50	7.13	0.83	0.28	2.16	142	5.36	610
	B21	32~52	0.4	63.6	36.0	SiCL	7.0	0.28	19.60	8.25	9.75	1.43	0.66	1.64	50	5.72	452
	B22	52~80	0.6	67.3	32.1	SiCL	7.0	0.45	18.65	7.50	9.88	1.65	0.74	0.83	35	4.58	323
Sindab	AP	0~15	46.6	33.4	20.0	L	5.5	1.97	9.30	4.75	1.40	0.35	0.23	0.84	151	3.86	452
	C1	15~25	84.0	11.0	5.0	LCoS	5.6	0.67	3.70	1.95	0.70	0.18	0.10	0.41	41	2.35	452
	C2	25~50	83.5	11.2	5.3	LCoS	5.4	0.67	3.90	1.63	0.55	0.23	0.10	0.34	64	2.36	323
Ham-chang	AP1	0~9	44.1	41.9	14.0	L	4.9	1.48	6.20	3.80	0.95	0.22	0.14	1.34	123	3.22	387
	AP2g	9~20	57.5	32.5	9.9	SL	5.6	1.26	5.30	4.25	1.10	0.14	0.10	1.30	198	2.79	517
	Bg	20~41	49.1	41.8	9.1	L	5.2	1.00	5.00	2.25	0.65	0.17	0.12	0.83	49	2.00	258
	C1	41~55	56.4	35.4	8.2	SL	5.3	0.64	4.50	1.95	0.63	0.15	0.12	0.75	52	2.29	258
	C2	55~100	85.1	13.7	1.2	LS	5.5	0.24	2.40	1.30	0.43	0.11	0.08	0.48	24	1.72	194
Ogcheon	AP1g	0~13	27.3	45.7	26.5	L	5.0	4.71	11.35	4.00	1.24	0.17	0.15	1.75	189	6.08	839
	AP2g	13~29	31.8	42.6	25.6	L	4.9	3.83	10.55	3.25	1.10	0.10	0.10	1.56	113	5.58	968
	Cg	29~80	28.4	45.9	25.7	L	4.7	2.91	10.95	2.75	1.08	0.15	0.11	0.87	88	4.58	775

表土 및 全層에 黃褐色의 鐵斑紋이 있으나 心土의 B3層(78~90cm)부터 斑紋이 增加되어 母材인 C層(90~130cm)은 基色과 斑紋이 모자이크를 이루고 있으며 結核은 어느 層位에서도 볼 수 없었다. 表土에는 粘土 및 有機物含量이 적으며 滲透速度가 빠르므로 還元鐵의 生成은 微弱할 것이 豫想되었다. 特히 斷面調査時 鐵의 斑紋이 많았던 B3層 및 C層의 活性鐵含量은 오히려 다른 層位보다 顯著히 적어서 斑紋의 量과 化學的 實測值間에는 一致되고 있지 않았다. 그러나 表土直下(AP<sub>2</sub>層) 및 心土(B1, B3層)의 石灰와 鎂의 含量이 表土(AP<sub>1</sub>層)보다 增加되고 있음은 水稻耕作에 依한 土層分化가 進行되고 있음을 暗示하고 있다.

#### 龍池統 :

龍池統은 排水가 若干 良好한 壤質이며 發達度가 中庸인 角柱狀構造이다. 透水性이 若干 느린 편이며 保水日數는 3~5일이다. 表土의 灰色化(5Y5/1~5Y5/2)는 江西統보다 깊으며(0~34cm) 心土의 基色은 黃褐色(10YR5/4)이다. 鐵의 斑紋은 全層에 普通으로 있으나 特히 表土에 더욱 많다. 特히 34cm 以下에서 망간의 結核을 볼 수 있는 것이 特徵의이며 이 망간 結核은 下部層으로 내려갈수록 增加되어 心土下部(B3層)에서는 많은 망간의 結核과 鐵의 斑紋이 基色과 모자이크를 이루고 있다. 表土의 有機物含量은 比較的 많은데 反하여 心土에는 적어서 年間 層位間 酸化還元電位의 變動幅이 클 것이 推測되며 心土(B2層) 以下에서 粘土含量에 비해 活性鐵 및 易還元性 망간의 含量이 높은 것은 이들이 表土로부터 溶脫하여 集積한 것으로 생각된다. 한편 斷面調査時 心土下部(B3層)에 망간의 結核이 많았던 것은 化學分析結果와 一致하고 있다. 石灰 및 鎂의 含量은 江西統에서와 같이 心土로 갈수록 增加되고 있으며 이는 水稻耕作에 依한 土層分化가 뚜렷하게 일어나고 있음을 보여주고 있다.

#### 極樂統 :

極樂統은 排水가 若干 良好한 壤質이며 表土直下는 發達度가 弱한 板狀構造, 心土는 發達度가 매우 良好한 角柱狀構造이며 構造面에는 灰褐色의 粘土皮膜이 形成되어 있다. 透水性은 매우 느리며 保水日數는 7~10일이다. 全層에 鐵의 斑紋이 있으나 그 程度는 心土로 갈수록 增加되어 있고 心土下部(B2<sub>2t</sub>層)는 基色과 斑紋이 모자이크를 이루고 있다. 表土直下(A3層)는 灰色化되어 있으며 土壤硬度가 26.0mm 나 되어 緻密하고 더구나 板狀

構造를 이루고 있어 물의 垂直移動을 어렵게 할 것이 豫測된다. 表土(AP層) 以下의 全土層中 活性鐵含量은 2.25~2.59%로서 粘土의 增加에 關係없이 비슷하다. 이와같이 活性鐵이 比較的 均一하게 分布하고 있는 것은 매우 느린 透水性에 基因되는 듯하나 土層中에 易還元性 망간이 集積되어 있지 않음은 그 原因이 不分明하다. 本土壤統에서 特異하게 觀察되는 것은 心土로 갈수록 置換性 石灰 및 鎂의 含量이 다른 土壤統에 比하여 많다는 點이다.

#### 石川統 :

石川統은 排水가 若干 不良한 砂壤質이며 江西統과 粘土含量은 비슷하나 江西統보다 低地에 分布하고 있기 때문에 透水性이 느리며 灰色化(5Y5/1~2.5Y5/2)된 깊이도 78cm에 達하고 있다. 鐵의 斑紋은 全層에 分布하고 心土下部(B3層)는 斑紋이 增加되어 基色과 모자이크를 이루고 있으나 比較的 單調로운 斷面形態를 가지고 있다. 土層內의 活性鐵이나 易還元性 망간의 集積層은 뚜렷하지 않으나 石灰나 鎂의 含量은 다른 土壤과 같이 心土에서 增加되고 있다.

#### 新興統 :

新興統은 排水가 若干 不良한 壤質이며 低地에 分布하고 있어서 全層이 灰色化(5Y4/2~5Y4/1)되어 있다. 特히 母材가 다를 것으로 생각되는 心土(B2層)는 地下水의 影響을 받아 濃灰色을 나타내고 있다. 土壤構造는 發達度가 弱하거나 中庸인 角柱狀이며 透水性은 若干 느리며 保水日數는 5~7일이다. 鐵의 斑紋은 全層에 比較的 均一하게 分布하고 있어서 外觀上으로는 活性鐵의 集積部位를 判別할 수 없었으나 分析結果로는 心土에 活性鐵 및 易還元性 망간 含量이 增加하고 있는 것으로 미루어 보아 比較的 下層部에서 이들이 集積되어 있음을 볼 수 있다. 그러나 石灰가 下層에 集積되어 있지 않은 것이 다른 土壤統과 相異하다.

#### 芙蓉統 :

芙蓉統은 排水가 若干 不良한 壤質이며 發達度가 中庸인 角柱狀構造이다. 透水性이 매우 느려서 保水日數가 10日 以上이나 된다. 全層의 土色은 濃暗灰褐色(2.5Y4/2~2.5Y3/2) 또는 灰色(5Y5/1)이며 鐵의 斑紋은 心土(B2<sub>1</sub>層)에 가장 많고 下層으로 갈수록 量은 적어져서 斑紋色도 基色과 區別하기 어렵다. 鐵의 集積이 表土 直下에 일어나고 있음은 透水性이 매우 느려서 垂直排水가 양되기 때문이라고 생각된다. 心土(B2<sub>1</sub>層)의 pH가 높고

(7.0以上) 石灰 마그네슘 및 소듐 등의 鹽基含量이 다른 土壤에 比하여 높은 것이 特異하다.

新踏統 :

新踏統은 排水가 不良한 砂質이며 年中 地下水位가 表土 近處에 머물러 있다. 河川邊에 分布하고 있기 때문에 洪水에 依한 土砂의 堆積을 받고 있으며 心土에 比하여 表土의 粘土含量이 많은 것은 이에 基因한 것으로 推測된다. 地下水位가 높기 때문에 全層의 土色은 暗灰色(5Y4/1) 또는 濃暗灰色(5Y3/1)이며 土壤構造는 볼 수 없다. 表土에는 若干의 斑紋이 있으나 그 色은 基色과 區別하기 어려우며 心土에는 斑紋이 전혀 없다. 活性鐵 및 易還元性 鎂간을 비롯하여 石灰 및 마그네슘 등 鹽基의 含量이 表土에서 가장 많은 것은 鹽基의 溶脫이 일어나지 않는 데 있다.

咸昌統 :

咸昌統은 排水가 不良한 砂壤質이며 地下水의 影響을 받아 全層이 灰色(5Y5/1) 또는 暗灰色(5Y4/1)을 띠우고 있다. 그러나 水稻根周圍 또는 構造面에 鐵의 斑紋이 있으며 濕畝에서 볼 수 있는 乳白色의 炭酸鐵을 心土(Bg層) 以下에서 볼 수 있음이 特徵의이다. 活性鐵 및 易還元性 鎂간과 石灰 및 마그네슘 등 鹽基는 表土 또는 表土 直下에서 가장 含量이 높음을 보여주고 있어 還元物質 또는 鹽基의 移動이 어려움을 말하여 주고 있다.

玉泉統 :

玉泉統은 排水가 不良한 埴壤質이며 地下水의 影響을 받아 全層이 暗灰色(5Y4/1) 또는 濃暗灰色(5Y3/1)을 띠우고 있다. 鐵의 斑紋은 表土 및 그 直下에서 볼 수 있으며 心土에서는 咸昌統에서와 같이 炭酸鐵을 볼 수 있고 또한 活性鐵 및 易還元性 鎂간, 石灰 및 마그네슘의 含量이 表土에서 가장 높다. 그러나 다른 濕畝에 比하여 有機物含量이 높은 것이 特異하다.

以上과 같은 供試土壤들에 對한 形態 및 理化學의 特性을 土臺로 鐵 및 鎂간의 移動 集積을 보면 龍池統을 除外하고는 土壤斷面에 있어서 斑紋 및 結核의 肉眼的 觀察로서는 鐵 및 鎂간의 移動 集積을 判別할 수 없고 化學的 分析結果에 依한 層位間的 相互比較로서만이 可能하다고 본다. 化學的 分析結果에 依하면 排水條件, 滲透速度等 그 特性에 따라 鐵 및 鎂간의 集積部位의 形成이 다르며 또한 鐵 및 鎂간의 溶脫이 일어나고 있는 土壤에서는 石灰와 마그네슘 같은 鹽基도 鐵과같이 下層으로 移動하고 있음을 알 수 있다.

Brinkmann<sup>(6)</sup>은 畝土壤이 還元됨에 따라  $Fe^{++}$ 의 濃度가 높아지면 粘土 및 其他 土壤膠質에 結合되어 있는  $Ca^{++}$ 나  $Mg^{++}$  등이  $Fe^{++}$ 에 依하여 置換되고 浸出된  $Ca^{++}$ 나  $Mg^{++}$ 는 透水와 함께 下層으로 移動하다가  $Fe^{++}$ 의 濃度가 낮은 層位에 이르면 再次 土壤膠質에 吸着되나 萬若 下層의 土壤膠質物과 充分히 置換되지 못하면  $Ca^{++}$ 나  $Mg^{++}$ 는 繼續하여 아래로 移動한다고 하였다. 그는 이와같은 現象을 Ferrollysis라 하였으며 이러한 現象에 依하여 鐵의 溶脫이 認定되는 土壤에서는  $Ca^{++}$ 나  $Mg^{++}$ 가 下層으로 移動하며 反面 鐵의 溶脫이 거의 없는 것으로 믿어지는 排水不良土壤에서는  $Ca^{++}$ 와  $Mg^{++}$ 의 含量이 表土에 많은 것으로 解析된다. 供試土壤中 排水不良한 砂壤質인 咸昌統과 埴壤質인 玉泉統에서 炭酸 第1鐵을 發見할 수 있었는데 吉澤<sup>(68)</sup>은 濕畝土壤의 還元土層에는 炭酸 第1鐵의 白色斑紋이 生成되며 特히 粘土含量이 比較的 많은 層位(30~60cm)에서 生成된다고 報告한바와 잘 一致하고 있다.

## 2.2 鐵 및 鎂간의 移動 集積

畝土壤의 形態를 特徵 짓는 鐵 및 鎂간의 移動 集積에 對한 定量的인 判斷은 層位間的 含量 比較 全鐵 또는 全鎂간과 遊離酸化鐵 또는 易還元性 鎂간의 含量比 그리고 畝土壤과 隣接한 全土壤과의 含量比較等에 依하여 推定하여 왔다.<sup>(20,34,38)</sup>

그러나 이와같은 推定方法은 同一母材로부터 發達하고 層位間的 土性이 均一한 畝土壤에 限하여 適用될 수 있을 것이다.

本 研究에서는 供試된 9個의 土壤統에 對한 土層別 全鐵 및 活性鐵의 含量과 全鐵 對 活性鐵의 比 그리고 活性鐵含量과 粘土 및 微砂含量과의 重相關으로 求한 活性鐵의 推定含量을 土臺로 鐵의 集積을 究明하였으며 全鎂간 및 易還元性 鎂간 含量과 이들의 比로서 鎂간의 集積層判斷을 試圖하였으며 그 結果를 土壤統別로 보면 다음과 같다.

土壤統別 鐵 및 鎂간의 移動 集積樣相을 說明함에 앞서서 全鐵과 活性鐵 含量과의 關係를 보면 이들 間에는 高度의 有意性이 있는 正의 相關이 있어 ( $y=0.3561x-0.480$   $r=0.651^{**}$ ) 鐵의 含量이 높을수록 全鐵/活性鐵의 比가 높은 傾向이었으며 이러한 結果는 川口等의 報告와 잘 一致하고 있었다. 그리고 全 鎂간과 易還元性 鎂간 含量과의 關係는 有意性은 없었으나 全鎂간의 含量이 增加함에 따라 易還元性 鎂간의 含量도 增加하나 有意的인 關係는 없었다.

江西統 :

土壤排水가 若干 良好하고 砂壤質인 本土壤統의 層位別 全鐵, 活性鐵 및 全鐵 對 活性鐵의 比와 粘土 및 微砂含量으로 推定한 活性鐵含量을 보면 그림 3과 같다. 層位間的 이들 量과 比의 變化는 거의 없는 點으로 보아 鐵의 溶脫이나 集積現象이 뚜렷하지 않았고 다만 表土(AP<sub>2</sub>層)에서 若干 集積되어 있었다.

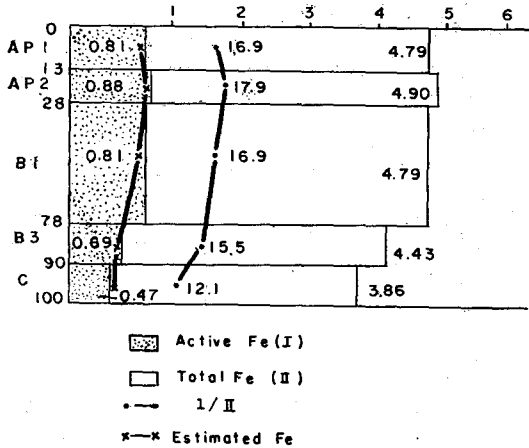


Fig 3. Content of iron in different horizons of Gangseo series

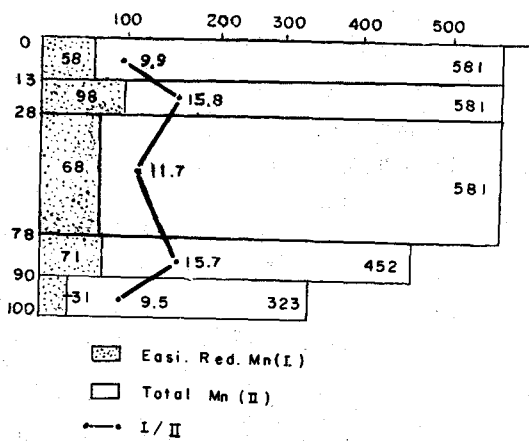


Fig 4. Content of manganese in different horizons of Gangseo series

한편 層位別 全망간, 易還元性 망간 그리고 이들의 比를 보면 그림 4와 같다. 망간의 層位間的 變化는 鐵의 경우와 같이 集積現象이 거의 없었으나 斷面內的 上部와 下部에 2個의 다른 集積層을 가지고 있는 點이 特徵的이다.

三土<sup>(84)</sup>는 排水가 良好한 砂壤質土壤의 境遇 湛水에 依한 表土의 甚한 還元과 더불어 溶脫이 일어나서 表土直下에 鐵의 最大集積이 形成된다고 하였으나 이 土壤에서는 그와 같은 特徵을 볼 수 없었다. 그 理由는 三土가 供試한 表土의 腐植含量이 4.03%로서 江西統 보다 有機物이 매우 많은 한편 表土直下의 硬度가 높는데 起因되는 듯 하다.

內山<sup>(64)</sup>는 江西統과 같은 土壤을 褐色酸化型으로 命名하고 滲透 速度가 빠른 畚土壤에서는 灌溉水에 溶存되어 있는 酸素의 補給이 充分하여 表土의 還元이 매우 弱하게 일어나기 때문에 鐵의 溶脫集積이 일어나지 않는다고 하였다.

그러나 山崎<sup>(67)</sup>에 依하면 湛水期에 있어서 地下水水位가 낮은 畚土壤의 下層部에 酸化狀態의 土層이 存在하는 理由는 灌溉水에 依한 溶存酸素의 補給이 充分해서가 아니라 可分解性有機物의 含量이 적기 때문이라 하였다.

本土壤統에서 鐵의 뚜렷한 集積이 없는 原因은 알 수 없으나 內山 및 山崎의 報告와 一致하는 것으로 본다.

망간은 鐵보다 높은 Eh 값에서도 쉽게 還元되며 또한 鐵보다 下層에 集積된다고 알려져 있기 때문에 鐵의 集積이 없는 本土壤統에서 망간의 集積層을 期待하기는 매우 어렵다. 그러나 그 程度는 微弱하지만 斷面內的 上部와 下部에 2個의 集積層을 보이고 있음은 鹽入<sup>(52)</sup> 등이 推理한 망간의 溶脫機構과 相似하다고 본다.

龍池統 :

土壤排水가 若干 良好하고 壤質인 本土壤統은 그림 5에서 보는바와 같이 層位間 活性鐵 含量 및 全鐵 對 活性鐵의 比 그리고 活性鐵의 化學分析値와 粘土 및 微砂含量으로 推定한 活性鐵含量間의 差異도 다른 土壤統보다 顯著한 差異를 보이고 있을 뿐만 아니라 그림 6의 易還元性 망간 및 全망간의 含量과 이들의 比에 있어서도 매우 特徵的인 樣相을 보여주고 있다.

表土(AP<sub>1</sub> 및 AP<sub>2</sub>層)의 活性鐵含量은 心土(B2<sub>2</sub>層)의 量에 不過하고 活性鐵 推定含量보다도 적어서 甚한 溶脫을 보이며 心土에서는 活性鐵含量 및 全鐵 對 活性鐵 含量比가 다른 層位보다 매우 높을 뿐만 아니라 活性鐵의 實測値보다도 推定値가 훨씬 적어서 鐵의 集積이 顯著한 特徵的 土層으로 볼 수 있었다. 또한 心土下部(B3層)에서 全망간 및 易還元性 망간 含量과 이들의 比가 다른 層位에서보다 顯著한 差異를 보여 주므로써 망간의 集

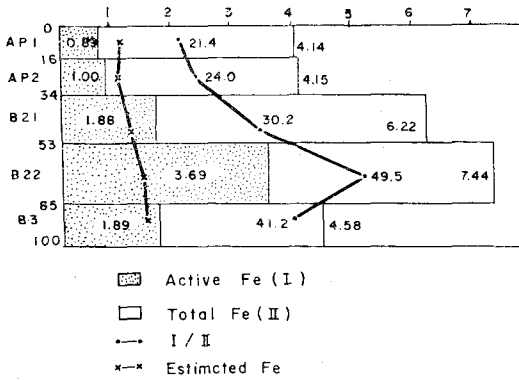


Fig 5. Content of iron in different horizons of Yongji series

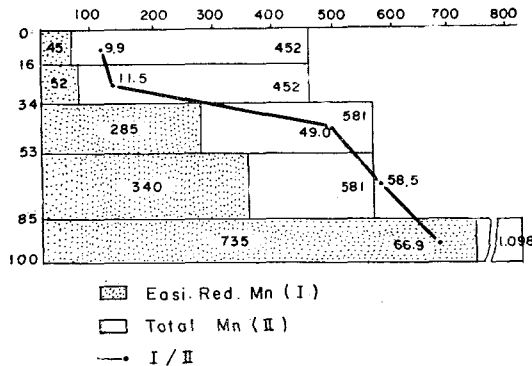


Fig 6. Content of manganese in different horizons of Yongji series

積層은 鐵의 集積層보다 下位部에 形成됨을 알 수 있다.

이와같은 顯著한 鐵 및 망간의 集積은 湛水期間中에 表土의 甚한 還元에 依한 鐵 및 망간의 溶解度增加와 透水性이 普通인 것에 起因한 것 같다.

內山<sup>(64)</sup>는 可視的인 斷面形態에 依하여 鐵의 溶脫集積을 追求하였기 때문에 龍池統과 같은 特性을 가지고 있는 畚土壤도 江西統과 同一한 褐色酸化型에 包含시켰으나 分析值에 依하면 本土壤統과 江西統과는 鐵의 移動集積이 매우 다르므로 溶脫集積이 甚한 土壤과 弱한 土壤으로 이들 兩土壤統을 區別하여야 할 것이다.

極樂統 :

土壤排水가 若干 良好하고 埴質인 本土壤統의 層位別 活性鐵含量 및 全鐵對 活性鐵의 比를 보면 그림 7과 같다. 表土(AP 및 A3層)는 鐵이 溶脫되어 있으며 心土(B21t 및 B22t層)는 鐵이 集積되어 있는 것으로 보이나 粘土含量이 考慮된 活性鐵

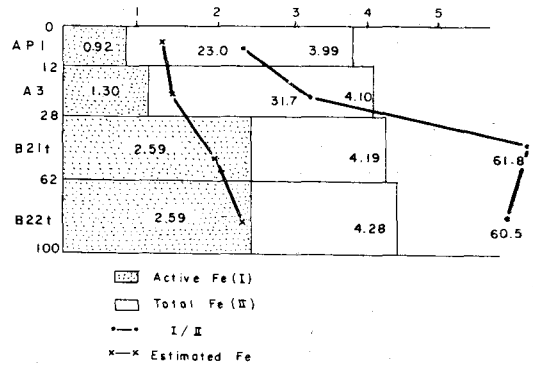


Fig 7. Content of iron in different horizons of Geugrag series

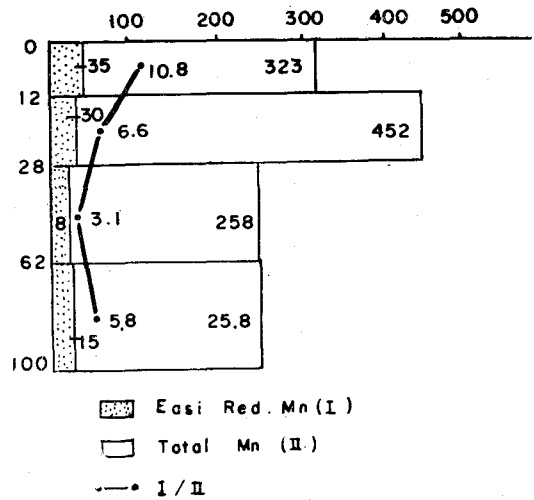


Fig 8. Content of manganese in different horizons of Geugrag series

推定含量과 實測值를 比較해 보면 表土에서 鐵이 溶脫된 것으로 認定되는 것은 實測值와 一致하나 心土中 B21t層에 活性鐵이 더 많이 集積되어 있음을 알 수 있다.

本土壤統의 土壤排水는 龍池統과 같으나 粘土의 含量이 32.6~52.5%로서 龍池統에 比하여 많기 때문에 透水性이 매우 느리다. 이와같은 透水性의 差異는 表土로부터 溶脫한 鐵의 集積部位에 크게 影響하므로 地下水水位가 낮은 埴質土壤은 上部層에서 鐵의 集積을 볼 수 있을 것이다. 그러나 그림 8에서 보는바와 같이 粘土含量이 많은데도 不拘하고 易還元性 망간 含量이 적고 또한 全망간對 易還元性망간의 比가 낮은 理由는 더욱 究明되어야 할 것이다.

石川統 :

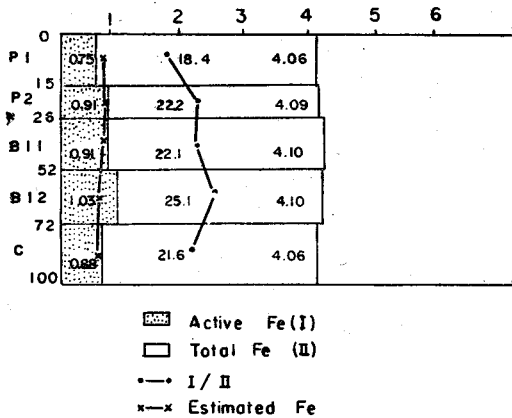


Fig 9. Content of iron in different horizons of Seogcheon series

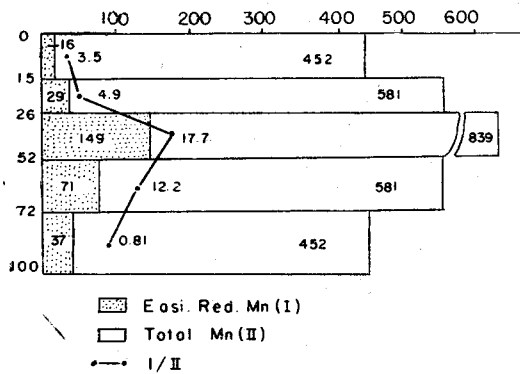


Fig 10. Content of manganese in different horizons of Seogcheon series

土壤排水가 若干 不良한 砂壤質인 本土壤統은 土層의 分化가 明確치 않은 것이 特徵으로서 鐵의 溶脫 및 集積을 判斷하기는 매우 어렵다. 그러나 그림 9를 보면 비록 確然치는 않으나 心土上部(B12層)에서 活性鐵의 含量이 높으며 全鐵對 活性鐵의 比도 다른 層位에서 보다 若干 높아 集積의 傾向을 보이고 있으나 粘土 및 微砂含量으로 推定한 活性鐵含量은 오히려 낮은 것으로 보아 鐵의 集積層으로 判斷하기는 어렵다고 생각된다. 그림 10의 망간의 境遇를 보면 鐵에 있어서와 같이 確然한 集積層은 없었다. 그러나 活性鐵含量 및 全鐵對 活性鐵含量比가 높았던 心土上部인 B12層 보다도 B11層에서 全망간 및 易還元性망간 含量과 이들의 比가 높았던 點으로 미루어 볼때 心土上部인 B11層은 망간의 集積傾向이 있는 層位라 할 수 있다.

新興統 :

土壤排水가 若干不良하고 埴壤質인 本土壤統의 層位間 活性鐵含量을 보면 그림 11과 같다. 心土(B2層)의 活性鐵含量은 가장 높으나 全鐵 및 活性鐵의 含量比가 다른 土壤에 比하여 매우 낮으며 活性鐵 推定含量도 實測值보다 낮아서 鐵의 集積層으로 간주하기는 어렵다. 本土壤統은 湛水期에 地下水의 影響을 받기 쉽고 滲透水는 灰色皮膜으로 싸여 있는 構造面을 흐르기 때문에 還元鐵이 酸化沈澱하기 어려우며 또한 이와같은 層位에서는 鐵의 集積作用과 溶脫作用이 同時에 일어나고 있을 것으로 생각된다.

三土<sup>(34)</sup>에 依하면 灰色化된 下層土에서는 表土에서 溶脫된 鐵의 大部分이 下層에서 沈澱되지 않고 土層外로 流失되기 때문인 듯 하다.

層位別 망간의 移動集積樣相을 보면 그림 12와

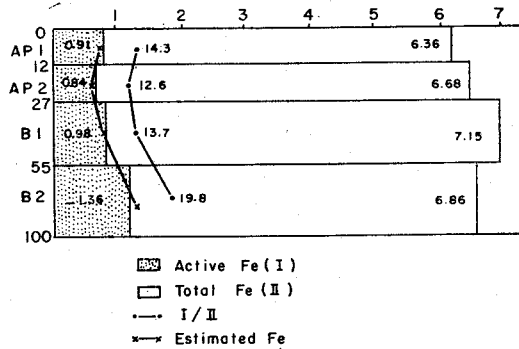


Fig 11. Content of iron in different horizons of Sinheung series

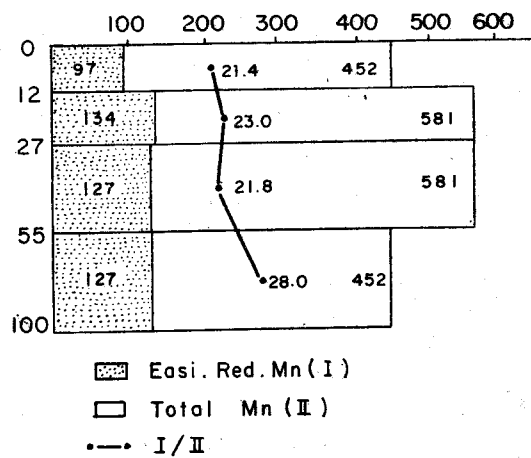


Fig 12. Content of manganese in different horizons of Sinheung series

같다.

全망간의 含量은 表土直下(AP<sub>2</sub>層) 및 心土上部(B1層)에서 다른 層位보다 若干 높으나 易還元性 망간 含量은 表土를 除外하고는 비슷하여 망간의 集積을 區別하기 어렵다. 또한 最下層인 心土下部(B2層)에서 全망간 對 易還元性망간의 比가 다른 層位에서 보다 若干 높으나 그 差異가 크지 않아 集積層으로 간주하기는 어렵다.

芙蓉統 :

土壤排水가 若干 不良하고 壤質인 本土壤統은 그림 13에서와 같이 心土上部(B1層)는 全鐵 및 活性鐵含量과 이들의 比가 가장 높으며 活性鐵의 化學分析值보다 粘土 및 微砂含量으로 推定한 活性鐵含量이 매우 높아 活性鐵의 集積層으로 推定된다.

또한 망간도 그림 14에서 보는바와 같이 鐵의

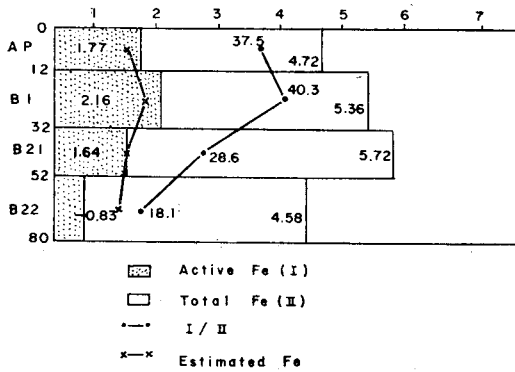


Fig. 13. Content of iron in different horizons of Buyong series

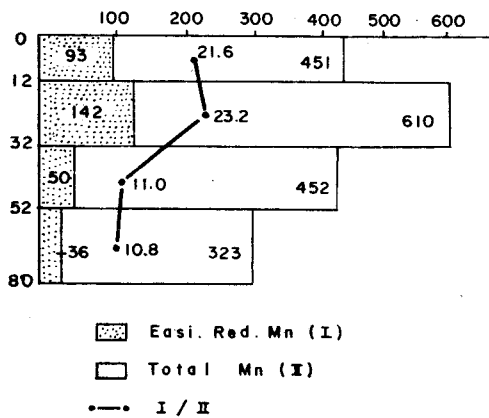


Fig. 14. Content of manganese in different horizons of Buyong series

集積層인 心土上部(B1層)에 全망간 및 易還元性 망간 含量이 가장 높았으며 그들의 比도 다른 層位보다 높았다.

鐵의 溶解度는 Eh 값에 크게 左右되지만 같은 Eh 값일 때는 pH가 또한 溶解度를 決定하기 때문에 新興統보다 pH가 높고(7.0~7.5) 透水性이 느린 것이 鐵이 集積되었을 것으로 보인다. 또한 最下位層의 活性鐵含量이나 全鐵 對 活性鐵의 比가 다른 上部層位 보다 매우 낮은 理由는 地下水의 影響을 받았기 때문이라고 생각된다.

新踏統 :

土壤排水가 不良하고 砂質인 本土壤統은 典型的인 滲沱으로서 鐵의 集積層을 期待하기란 어렵다. 그림 15에서 보는바와 같이 表土에 비해 下部層으로 갈수록 活性鐵含量 自體도 낮을뿐 아니라 全鐵 對 活性鐵의 比도 減少하고 있어 下部層의 鐵이 地下水에 의해 溶脫되었거나 表土에서 生成된 還元鐵이 全然 移動되지 않은 것으로 생각된다 그러나 表土에서 活性鐵 推定含量과 實測值間의 差異가 큰 點으로 미루어 表土의 鐵이 溶脫되어 心

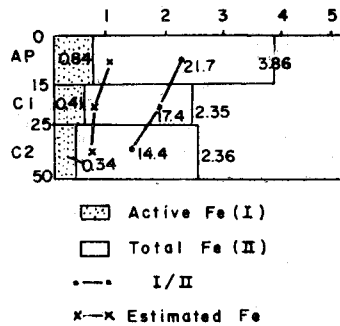


Fig. 15. Content of iron in different horizons of Sindab series

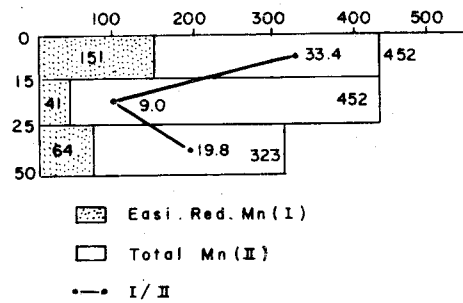


Fig. 16. Content of manganese in different horizons of Sindab series

土上部(C1層)에 若干 集積한 것임을 짐작할 수 있고 心土下部(C2層)에서는 活性鐵이 地下水에 依해 溶脫된 것으로 생각된다. 地下水水位가 높고 特히 砂質인 土壤에서는 透水性이 매우 크므로 地下水水位가 낮아지는 境遇 表土中에 녹아 있는 鐵이 下部로 移動할 수 있을 것이다.

한편 망간도 그림 16에서 보는바와 같이 表土에서 全망간 및 易還元性 망간含量과 이들의 比가 가장 높아 斷面內에서의 溶脫集積은 없는 듯 하다. 그러나 心土下部層(C2)은 地下水의 上昇과 함께 망간이 移動하여 心土上部(C1層)보다 全망간 對 易還元性 망간의 含量이 높은 듯하다.

咸昌統 :

本 土壤統은 土壤排水가 不良하고 砂壤質이며 地下水水位가 높은 點은 新踏統과 같으나 透水

性이 느린 것이 다르다. 本 土壤統에 있어서 鐵의 土層間 分布狀態는 理論的으로 新踏統과 비슷할 것이나 그림 17에서 보는바와 같이 表土(AP<sub>1</sub> 및 AP<sub>2</sub>層)의 活性鐵 含量과 全鐵 對 活性鐵의 比가 크고 活性鐵含量의 實測值가 推定含量보다 높은 것은 鐵의 下向의 移動이 거의 없는 것으로 判斷되나 表土直下(AP<sub>2</sub>層)에는 鐵의 集積이 若干 있는 듯한 傾向을 보인다.

망간의 斷面內 分布도 그림 18에서 보는바와 같이 鐵의 集積樣相과 매우 비슷하여 表土에서 全망간 및 易還元性 망간 含量이 가장 높으며 그 比도 크다.

玉泉統 :

土壤排水가 不良하고 埴壤質인 本 土壤統은 咸昌統과 類似한 樣相으로 鐵 및 망간이 分布되어

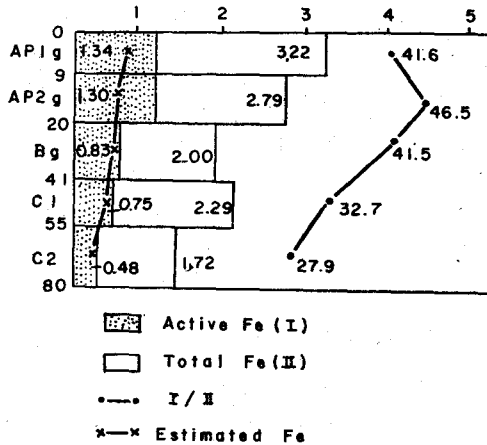


Fig. 17. Content of iron in different horizons of Hamchang series

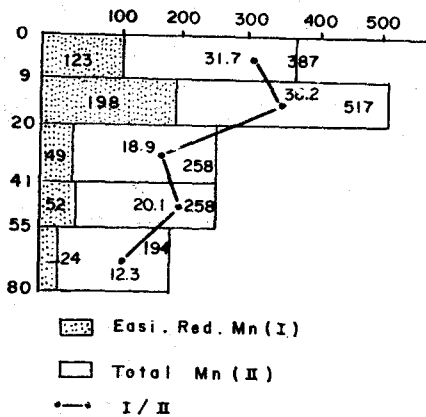


Fig. 18. Content of manganese in different horizons of Hamchang series

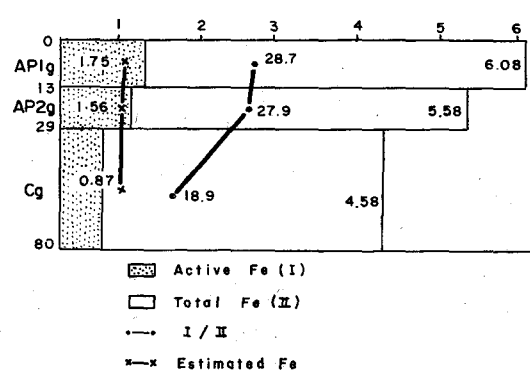


Fig. 19. Content of iron in different horizons of Ogcheon series

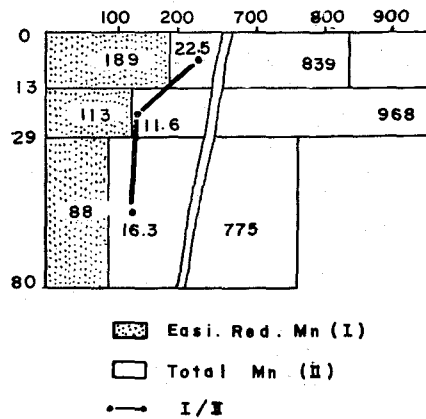


Fig. 20. Content of manganese in different horizons of Ogcheon series



있다. 그림 19 및 그림 20에서와 같이 多量の 鐵 및 망간이 表土에 含有하고 있으며 어느 層位에도 鐵 및 망간의 集積現象이 發見되지 않으며 下層 일수록 鐵 및 망간이 溶脫된 傾向만 있다. 그리고 本土壤統에서는 地下水水位가 낮아지는 境遇에 있어서도 透水性이 느려서 물의 下向的 移動이 매우 적을 것이므로 鐵 및 石灰, 마그네슘 등의 移動이 없을 것으로 생각되며 境遇에 따라서는 心土의 鐵 및 망간이 地下水上昇과 함께 表土로 移動할 可能性도 있다.

畚土壤에 있어서 鐵의 移動集積樣相을 判斷하는 方法은 山崎, 內山 等に 依하여 試圖된바 있으나 아직도 定說은 確立되지 않은 듯 하다.

川口<sup>(20,21,22,23,24)</sup> 등은 母材 및 排水를 달리하는 많은 土壤에 對한 生成學的인 研究에서 鐵을 爲始한 遊離酸化物的 移動을 層位間的 絕對量 差異와 全鐵 및 遊離酸化鐵 含量比로서 規定하였으나 層位間 粘土含量에 顯著한 差異가 있을 때에는 絕對含量만으로는 鐵의 集積與否를 判斷할 수 없을 것이다.

山崎<sup>(67)</sup> 은 土色의 變化, 斑紋의 生成 및 dipyritydyl의 反應等에 依하여 畚土壤의 溶脫層과 集積層을 判斷하려 하였으나 湛水前, 湛水期 및 落水期の 土色變化는 하나의 色相範圍 以內이었으나 斑紋의 識別은 定性的이며 同一程度의 還元狀態이라도 dipyritydyl의 反應이 相異함으로 土色, 斑紋 및 dipyritydyl의 反應은 鐵의 集積層을 定量的으로 判斷할 수는 없을 것이다.

三土<sup>(64)</sup> 은 最近 畚土壤과 隣接한 田土壤과의 鐵 및 망간 含量을 比較하여 低地畚土壤의 生成의 特徵을 究明하려 하였으며 表層에서 溶脫된 鐵은 下層에 粗孔隙이 많은 土壤 또는 細粒質인 灰色土層에서 集積한다 하였다. 그러나 그가 相互 比較한 畚土壤과 全土壤은 粘土含量 및 粘土鐵物의 種類가 서로 相異하므로 適切한 畚土壤의 生成의 研究方法으로는 생각되지 않는다.

本 研究에서 江西統과 같은 砂壤質土壤 그리고 新興 및 芙蓉統과 같은 排水若干不良한 細粒質土壤보다는 排水若干良好한 埴壤質土壤인 龍池統에서 顯著한 鐵의 集積을 볼 수 있었다.

松本<sup>(32,33)</sup> 등이 報告한 바에 依하던 灰色土層에서 鐵의 移動은 表土에서 溶脫된 二價鐵이 落水後 空氣에 依하여 酸化集積 되는 것으로 생각되나 下層土의 構造가 發達되어 있거나 이온 交換座에 依한 吸着能力이 弱한 境遇에는 落水前에 下層으로

繼續 溶脫되는 것으로 믿어진다.

한편 年中 地下水水位가 表土 가까이 있는 排水가 不良한 土壤에서는 鐵의 溶脫이 매우 弱하거나 거의 없으며 오히려 川口 등이 報告한 바와 같이 Glei層에서는 可溶화된 二價鐵이 地下水를 따라 上方으로 移動하는 傾向이 있다. 한편 그에 依하던 全鐵은 遊離鐵의 含量과 關係가 있으며 各各의 最大集積層에서 遊離鐵과 全鐵의 含量比가 最大值를 갖는다고 報告한 바 있다. 그러나 本 調査結果에 있어서 全鐵과 活性鐵의 含量間에는 有意性 있는 正의 相關이 있었으나 이들의 最大集積値와 含量比가 어느 土壤에 있어서나 같지 않았다. 活性鐵의 集積이 가장 顯著하였던 龍池統의 心土(B22層)에 있어서는 全鐵 및 活性鐵의 最大含量과 그 比의 最大值가 一致하고 있었으나 鐵의 集積이 微弱하였던 新興統에 있어서는 그렇지 않았다.

한편 망간에 있어서는 一般的으로 全鐵과 活性鐵含量과의 關係와 같이 易還元性 망간의 含量이 높을수록 全 망간 對 易還元性 망간 含量의 比도 높았으며 이와 같은 關係는 沈等<sup>(51)</sup> 및 川口等<sup>(20,21,22,23,24)</sup>의 報告와 一致하고 있었으나 鐵의 境遇와 같이 뚜렷하지는 않았다.

또한 透水性이 中庸인 龍池統과 石川統은 易還元性 망간의 集積層이 活性鐵의 集積層 보다 下部層에 形成되어 있으나 透水性이 매우 느린 芙蓉統은 同一層位에서 兩者의 集積層을 볼 수 있으며 排水가 不良하고 地下水水位가 높은 新路, 咸昌 그리고 玉泉統들은 鐵의 境遇와 같이 集積層을 볼 수 없었다.

江西統에서는 易還元性 망간의 集積樣相에 있어서 特異하게 나타나는데 그 程度는 微弱하지만 斷面內的 上部와 下部에 2個의 다른 集積層을 가지고 있는 것이다. 그러나 極樂統에 있어서는 粘土含量이 많은데도 不拘하고 全망간과 易還元性 망간의 含量이 매우 적은 것에 對해서는 그 原因이 不明하다.

鹽入<sup>(52)</sup> 등은 下層土의 一定部位에 集積하고 있던 二酸化망간은 表土로부터 溶脫한 還元鐵을 酸化沈澱시키며 이 反應에 依하여 還元된 망간은 再次 下層으로 移動하여 酸素含量이 보다 많은 部位에서 二酸化망간으로서 沈澱한다고 報告하였다.

Ponnamperuma<sup>(45)</sup>에 依하면 같은 pH 값을 가지고 있는 土壤에서 二酸化망간은 水酸化第二鐵보다 훨씬 높은 Eh 값에서도 還元될 수 있다고 하였다. 이는 松本<sup>(32,33)</sup> 및 和田等<sup>(68)</sup>도 表土中에서 生成한

水溶性 망간이 二價鐵이온보다도 土壤에 吸着하기 어려운 點으로 미루어 表土로부터 溶脫한 망간은 二價鐵 이온에 比하여 더욱 下層에 沈澱될 것으로 推測된다. 따라서 그들은 鐵의 集積層과 망간의 集積層은 一致하는 境遇와 分離되는 境遇도 있다고 하였는데 實際의 畚土壤에서 여러가지 形態의 망간 集積層을 觀察할 수 있다.

### 3. 土壤統別 斷面의 活性鐵 및 易還元性 망간含量

美農務省의 新土壤分類案<sup>(54, 55, 56)</sup>에 依한 土壤統의 概念은 區分 特徵 및 層位의 配列이 基本的으로 같은 土壤個體의 集合體라고 定義하고 있다. 그러나 土壤이란 連續體(Continuum of soils)로서 한 土壤統은 一定한 特性의 範圍를 가지고 있으나 때로는 類似한 環境에서 生成된 土壤統間의 區別이 어려운 境遇도 있다.

前項에서 供試한 9個 土壤統의 數個斷面에 있어서 同一한 樣相으로 鐵 및 망간 含量이 變化하는 가를 알아보기 爲하여 各 土壤統의 回歸曲線을 求한 結果는 表 5에서와 같이 모든 土壤統에서 有意性 있는 正의 相關을 보이며 各 斷面內의 活性鐵

및 易還元性 망간의 分布樣相은 서로 같은 傾向임을 알 수 있었다.

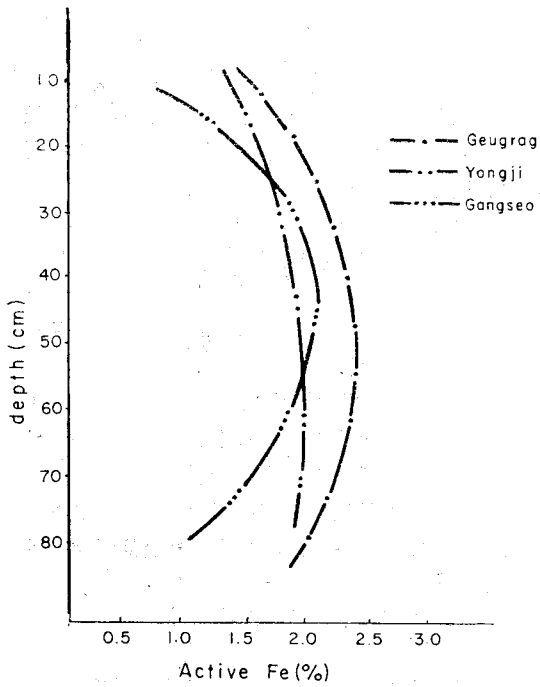
土壤排水가 若干 良好한 江西, 龍池 그리고 極樂統에서는 層位別로 活性鐵과 易還元性 망간의 含量 變化가 크며 活性鐵은 土深 44~56cm 사이에서, 易還元性망간은 土深 32~93cm 사이에서 集積하였고(그림 21, 22), 土壤 排水가 若干 不良한 石川, 新興 그리고 芙蓉統에서는 活性鐵 및 易還元性 망간이 土深 37~100cm 사이에서 各各 集積되는 傾向을 보였다(그림 23, 24).

한편 土壤排水가 不良하고 地下水位가 높은 新踏, 咸昌 그리고 玉泉統에서는 心土보다 表土에 活性鐵과 易還元性망간이 많았으며 그들의 集積部位는 土壤斷面內에 形成되지 않았다(그림 25, 26).

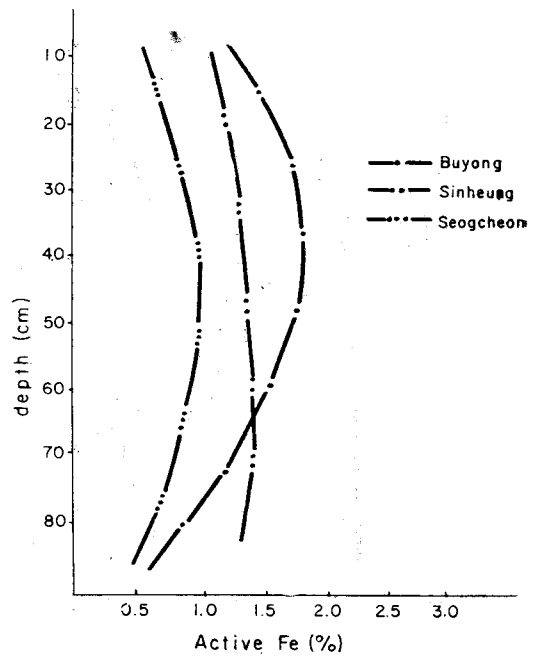
또한 土壤排水가 不良한 土壤을 除外한 어느 類型에 있어서나 一般的으로 活性鐵의 層位間 變化보다도 易還元性 망간의 變化가 더욱 甚하였다. 이와 같은 傾向은 地下水位가 낮은 土壤에 있어서 망간은 鐵보다 集積하기 어려우며 또한 活性鐵 같이 土層中の 粘土含量과의 關係도 높지 않음을 알 수 있다.

Table 5. Correlations between soil depth ( $x$ ) and active iron ( $\hat{y}_{Fe}$ ) and easily reducible manganese ( $\hat{y}_{Mn}$ ) in different soil series.

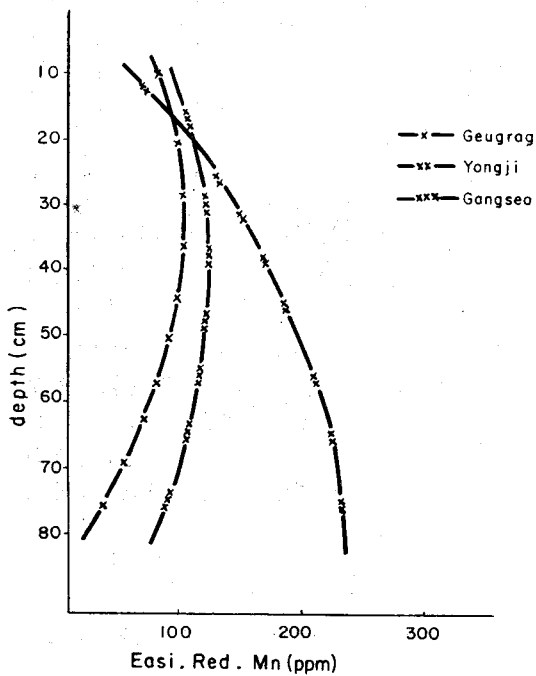
Soil series	Regression equations	Coefficients..
Gangseo	$\hat{y}_{Fe}=0.7837+0.02056x-0.0002314x^2$ $\hat{y}_{Mn}=25.96+8.014x-0.08312x^2$	$r=0.920^{**}$ $r=0.950^{**}$
Yongji	$\hat{y}_{Fe}=1.2804+0.02403x-0.0001963x^2$ $\hat{y}_{Mn}=28.4806+4.4481x-0.023895x^2$	$r=0.969^{**}$ $r=0.954^{**}$
Geugrag	$\hat{y}_{Fe}=1.2843+0.04756x-0.0004407x^2$ $\hat{y}_{Mn}=66.4765+2.0140x-0.0307x^2$	$r=0.564^{**}$ $r=0.183^{**}$
Seogcheon	$\hat{y}_{Fe}=0.5365+0.02705x-0.0003245x^2$ $\hat{y}_{Mn}=31.485+2.744x-0.0372x^2$	$r=0.894^{**}$ $r=0.948^{**}$
Sinheung	$\hat{y}_{Fe}=1.1895+0.01448x-0.0001338x^2$ $\hat{y}_{Mn}=69.188+1.406x-0.0052645x^2$	$r=0.846^{**}$ $r=0.942^{**}$
Buyong	$\hat{y}_{Fe}=1.2784+0.04109x-0.000575x^2$ $\hat{y}_{Mn}=67.63+1.8378x-0.0144x^2$	$r=0.836^{**}$ $r=0.961^{**}$
Sindab	$\hat{y}_{Fe}=0.18690x^{-0.50618}$ $\hat{y}_{Mn}=1.8395x^{-0.41633}$	$r=0.573^{**}$ $r=0.408^{**}$
Hamchang	$\hat{y}_{Fe}=0.2576x^{-0.20684}$ $\hat{y}_{Mn}=2.0079x^{-0.19302}$	$r=0.530^{**}$ $r=0.180(N.S.)$
Ogcheon	$\hat{y}_{Fe}=0.30066x^{-0.19365}$ $\hat{y}_{Mn}=2.1950x^{-0.265998}$	$r=0.444^{**}$ $r=0.439^{**}$



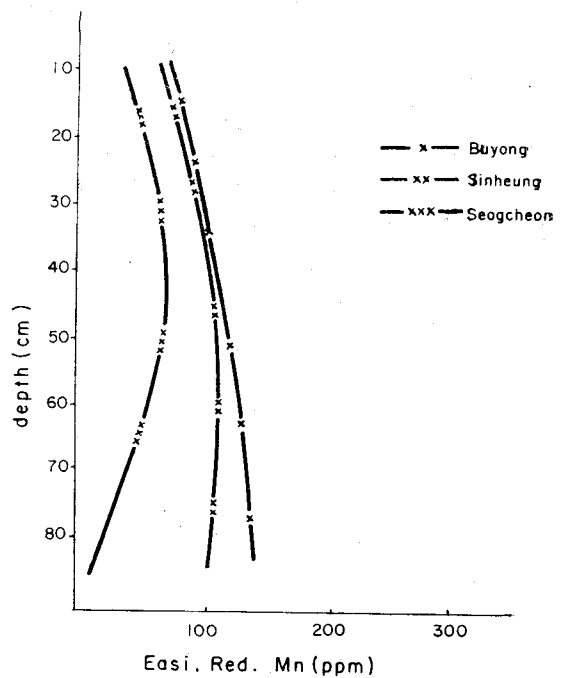
**Fig 21.** Comparison of active iron content for different profiles in moderately well drained soils



**Fig 23.** Comparison of active iron content for different profiles in somewhat poorly drained soils



**Fig 22.** Comparison of easily reducible manganese content for different profiles in moderately well drained soils



**Fig 24.** Comparison of easily reducible manganese content for different profiles in somewhat poorly drained soils

#### IV. 摘要

畚土壤의 特徵的 現象인 鐵 및 망간의 移動集積 樣相을 그의 形態의 特性과 關聯하여 追求하는 同時, 鐵의 集積層을 定量的으로 判斷하는 方法을 模索하기 爲하여 우리나라 畚土壤의 表土中에 含有하고 있는 活性鐵 및 易還元性 망간 含量을 調査하였고 主要 畚土壤의 形態 및 理化學的 特性과 層位別 鐵 및 망간의 關係를 檢討한 結果를 要約 하면 다음과 같다.

1. 表土의 活性鐵 및 易還元性 망간 含量은 土壤 排水가 不良할수록 많으며 同一排水條件에 있어서는 모래가 많을수록 적었다.
2. 表土의 活性鐵含量( $\hat{y}$ )은 排水條件 및 土性과 는 關係없이 粘土 및 微砂의 總含量과 高度의 有意性 있는 正의 相關이 있었다.

$$\hat{y} = 0.3929 + (0.0352 \times \text{clay}\%) + (0.0001023 \times \text{silt}\%)$$

그러나 粘土含量과 易還元性 망간含量間에는 相關이 없었다.

3. 土壤統別 各層位의 活性鐵含量( $y$ )과 全鐵含量( $x$ )間에는 有意性 있는 正의 相關이 있어 다음과 같은 回歸式으로 表示할 수 있었다.

$$y = 0.361x - 0.480 (r = 0.651^{**})$$

그러나 易還元性 망간 含量은 全망간 含量이 많아짐에 따라 增加하는 傾向은 있을 뿐 有意性은 없었다.

4. 鐵 및 망간의 集積은 어느 畚土壤에서나 볼 수 있으나 顯著한 集積은 排水가 若干 良好한 植質 및 植壤質土壤에 形成되며 排水가 不良한 畚土壤에서는 土性에 關係없이 表土에 集積됨을 볼 수 있다.
5. 鐵의 集積層判斷은 斷面觀察 또는 層位間 活性鐵含量만으로는 不充分하며 全鐵 對 活性鐵의 比 그리고 粘土 및 微砂含量으로 推定한 活性鐵含量을 基礎로 하여야 하며 망간의 集積層은 全망간 및 易還元性 망간 含量과 그들의 比로 推定하여야 할 것이다.

#### 引用 文 獻

1. 阿部和雄, 松井正徳. 日土肥講演要旨, 11, 113 (1965)
2. 淺見輝男. 日土肥誌, 41, 45 (1970)
3. Black, C.A. Agronomy, 9, 771 (1965)
4. Bloomfield, S.M. J. Soil Sci. 5, 127 (1954)

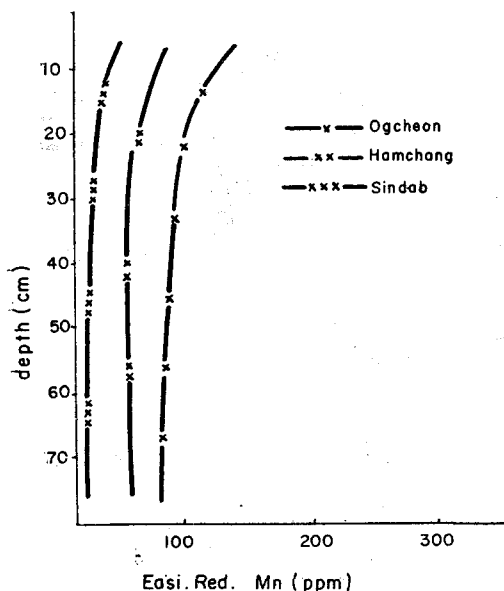


Fig 25. Comparison of active iron content for different profiles in poorly drained soils

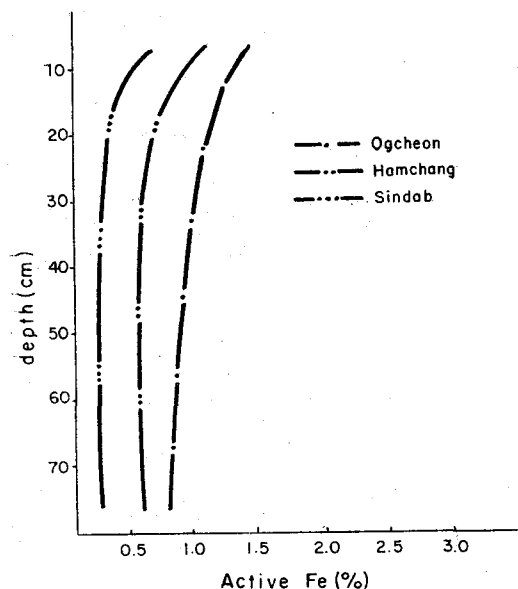


Fig 26. Comparison of easily reducible manganese content for different profiles in poorly drained soils

5. Blume, M.P. and Schwertmann Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33, 438 (1969)
6. Brintman, R. Geoderma, 3, 199 (1970)
7. Chao, T.T. and Kronntje, W. Soil Sci. Soc. Amer. Roc. 30, 193 (1966)
8. Cho, D.Y. The influence of soil temperature regimes on the chemical kinetics of flooded soils and the growth of rice. M.S. Thesis. Univ. of Philippines, Los Banos, Philippines. (1970)
9. Dudal, R. Geography and classification of soils of Asia, 194 (1965)
10. Dudal, R. and Moorman, F.R. J. Trop. Geogr. 18, 54 (1964)
11. 建設部 國土調査課, 土壤調査作業準則, 54 (1966)
12. Halvorson, H.O. Soil Sci. 32, 141 (1931)
13. Hong, C.W. Physiochemical relationships of selected iron and sulfur systems in submerged soils and the possible occurrence of H<sub>2</sub>S toxicity. Ph. D. Thesis. Michigan State Univ. East Lansing, Michigan. (1975)
14. Hou, K.C. and Ma, Y.T. The National Geological Survey of China. (1935)
15. Jackson, M.L. Soil chemical analysis, Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. (1958)
16. Kanno, I. Kyushu Agr. Expt. Sta. 4, 261 (1956)
17. 菅野一郎, 日土肥誌, 27, 393 (1957)
18. Kawaguchi, K. and K. Kyuma Low land rice soils in Thailand, reports on research in Southeast Asia, Yokendo. (1969)
19. 川口桂三郎, 水田土壤の化学, 33, 土壤化学第6篇, 養賢堂, (1948)
20. 川口桂三郎, 松尾嘉郎, 日土肥誌, 25, 232 (1955)
21. 川口桂三郎, 松尾嘉郎, 日土肥誌, 26, 29 (1955)
22. 川口桂三郎, 松尾嘉郎, 日土肥誌, 26, 391, 451, 489 (1956)
23. 川口桂三郎, 松尾嘉郎, 日土肥誌, 27, 233 (1956)
24. 川口桂三郎, 松尾嘉郎, 日土肥誌, 28, 199 (1957)
25. 鴨下寛, 日土肥誌, 10, 311 (1936)
26. Kilmer, K.J. and L.T. Alexander Soil Sci. 68, 15 (1949)
27. 小野寺伊勢之助, 日土肥誌, 3, 1 (1929)
28. 熊田恭一, 日土肥誌, 19, 43 (1948)
29. Latimer, W.M. The oxidation states of the elements and their potential in aqueous solution. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs N.J. (1961)
30. 松坂奉明, 日農技研報, B20, 155 (1969)
31. 松井健, 加藤芳明, 黒部隆, 濱田龍之介, 岩佐安, ペドロジスト 5, 80 (1961)
32. 松本聰, 和田秀徳, 高井康雄, 日土肥誌, 41, 101 (1970)
33. 松本聰, 和田秀徳, 高井康雄, 日土肥誌, 42, 138 (1971)
34. 三土正則, 日農技研報, B25, 29 (1974)
35. Metson, A.J. Method of chemical analysis for soil survey samples. Newzealand D.S.I.R. Soil Bull., 12, 1 (1961)
36. 本村悟, 日農技研報, B21 (1969)
37. Moorman, F.R. Tropical soils 346 Ed. Mohr. E.C.J. Baren, F.A. Van and Schuylenborgh, (1972)
38. 小山正忠, 日農技研報, B12, 303 (1962)
39. 吳旺根, 韓農化誌 1, 12 (1960)
40. 吳才燮, 柳寛植, 慎鏞華, 韓農試研報, 16, 27 (1974)
41. 大杉繁, 森田修二, 日土肥誌, 11, 355 (1937)
42. 朴錫洪, 李榮萬, 尹勤煥, 韓農試研報, 12, 133 (1969)
43. 朴來正, 朴英善, 金泳燮, 韓土肥誌 4, 167 (1971)
44. Ponnampereuma, F.N. The chemistry of submerged soils in relation to the growth and yield rice, Ph. D. Thesis, Cornell Univ. Ithaca, New York. (1955)
45. Ponnampereuma, F.N. The chemistry of submerged soils. Advances in Agronomy, 24 (1972)
46. Rozanov, B.G. and Rozanova, I.A. Geography and classification of soils of Asia, 243 (1965)
47. Simonson, R.W. Science, 137, 1027 (1962)
48. 慎鏞華, 韓土肥誌, 5, 1 (1972)
49. 慎鏞華, 金泳燮, 韓農試研報, 10, 37 (1967)

50. 慎鏞華, 吳旺根, 韓農試研報, 3, 16 (1960)
51. 심상철, 막상지, 김유원, 장원록, 放農研報, 6, 191 (1970)
52. 鹽入松三郎, 吉田稔, 日土肥誌,
53. Soil Survey Staff, Soil Survey Manual, Agr. hand book No. 18, U.S.D.A. 503 (1936)
54. Soil Survey Staff, Soil Classification, A Comprehensive System, 7th Approximation U.S. D.A. (1960)
55. Soil Survey Staff, Soil classification. A Comprehensive System, 7th Approximation, Supplement, U.S.D.A. (1964)
56. Soil Survey Staff, Soil Classification, A Comprehensive System, 7th Approximation, Supplement, U.S.D.A. (1970)
57. Stremme, Die Böden des Deutschen Reiches und der Freien Staat Danzig, Peterm, Mitt, Nr. 226 (1936)
58. 高井康雄, 小山忠四郎, 加村崇雄, 日農化誌, 29, 967 (1955)
59. 高井康雄, 日農業技術, 16, 1, 51, 122, 162, 213 (1961)
60. Thorp, James, Geography of the soils of China, National Geological Survey of China, Peiking. (1939)
61. 土壤調査便覽, 土壤調査編, 農村振興廳, 農業技術研究所. (1973)
62. 土壤調査便覽, 土壤分析編, 農村振興廳, 農業技術研究所. (1973)
63. 土壤普查工作組, ペドロジスト 4, 45, 114 (1959)
64. 內山修男, 水田土壤形態論, 地球出版社, (1949)
65. 和田秀徳, ペドロジスト, 10, 2 (1966)
66. 和田秀徳, 松本聰, 高井康雄, 日土肥誌, 41, 95 (1970) 43, 103, 149, (1972) 44, 408 (1973)
67. 山崎欣靈, 富山農試報告, 特第1號 (1960)
68. 吉澤孝之, 北隆農試報, 6, 50 (1963)