韓土肥誌 1卷 1號 (1968)

高收穫畓과 低收穫畓 土壤의 化學的 性質 比較

吳旺根・朴英善・鄭東熙
農村振興廳 植物環境研究所

A Study on the Chemical Characteristics of High and Low Productive Paddy Soil

W.K. Oh, Y.S. Park and D.H. Chung
Institute of Plant Environment, Office of Rural Development, Suwon, Korea

Summary

A high and low productive paddy soils were waterlogged at 30±2°C for 35 days in the laboratory. The relation of pH and Eh changes, ferrous iron and ammonium nitrogen of these soils was studied.

The results obtained are summarized as follows:

1. pH value has been increased for 13 days of incubation and after 13 th day, they maintain their pH value without marked change, and pH value of high productive soil is higher than that of low productive soil by 0.25-0.30.

2. Eh value has been decreased for 10 days of incubation and then they also maintain their Eh value without marked change. Eh value of high productive soil is lower than that of low produtive soil by 50-70 mv.

3. In both soils ferrous iron formed under submerged condition increased steeply within 4-5 days of incubation and after that they maintain their content without marked change.

The Fe^{++} content of high productive soil is higher than low productive soil by 1.0 mg/1 gr soil.

4. NH_4-N formed under submerged condition rapidly increased in the early period of incubation and after that decreased to a certain level and maintain their content, but its content of high productive soil is higher than that of low productive soil by 20-25 γ/1 gr at the early stage and lower at the latter period by 10-15γ/1 gr.

緒 言

우리나라 畓總面積의 18%以上을 차지하고 있는 低收穫畓에는 特殊成分缺乏土, 砂礫質土, 濕畓等 여러가지 種類가 分布되어 있으며 이의 改良法을 알아내기 爲하여 現在 廣範圍한 研究가 進行中에 있다.[1,2,3,4,5]

一般的으로 低收穫畓은 土壤化學的인 面에서 볼 때 高收穫畓에 比하여 鹽基置換容量이 낮고 有機物과 無機成分의 量이 不足하여 養分의 絕對量이 적고 土壤의 酸化還元電位 및 酸度의 變化가 이들 成分의 動態에 不利한 條件을 助成하여줄 뿐만아니라 硫化水素와 같은 有害物質을 除去하는데 必要한 鐵等이 不足하여 低收量을 내는 것으로 알려져 있다.

이와같은 低收의 原因을 밝히는데는 農耕學的이나 植物營養學的인 面 等 여러가지 方面에서 研究될 수 있겠으나 土壤學的인 面에서 그 改良法을 模索하기 爲해서는 低收穫畓 土壤의 性質을 高收穫畓과 比較 檢討 하는것이 가장 좋은 方法이 될것으로 생각되어 本試驗에서는 重粘한 畓土壤中에서 高收穫畓과 低收穫畓 土壤을 湛水 條件下에 Incubation 하면서 數種의 土壤化學的 性質의 變化를 比較하는 同時에 그들 相互間의 關係를 調査한 바 그 結果를 報告코져한다.

材料 및 方法

1. 試料採取

高收穫畓 土壤은 京畿道 富川郡 蘇來面 果林里에 所在한 寡腐植質灰色土壤으로서 精租收量이 600kg/10a 以上을 生産하는 高收穫畓에서 採取했으며, 低收穫畓 土壤試料는 水原市 九雲洞에 所在하는 赤黃色 포드졸 土壤으로 水稻의 生育 初期에는 常習的으로 稻熱病이 甚하게 發生하다가 後期엔 胡麻葉枯病의 發生이 많고 精租收量이 350kg/10a 程度인 低收穫畓에서 採取하였다. 高收穫畓은 13cm, 低收穫畓은 10cm 깊이 까지의 흙을 表土로하고 그 以下를 心土로 區分하여 採取 하였으며 이들 土壤試料의 化學的性質은 表 1과 같다.

表 1. 供試土壤의 化學的 性質

Table 1. chemical analyses of soil

區分		pH	O.M (%)	T-N (%)	P_2O_5 (ppm)	活性鐵 (%)	Mn. (ppm)	SO_4 (ppm)	SiO_2 (ppm)	置換性鹽基 Exchangeable (me/100g) Ca	Mg	K	Na	C.E.C. (me/100g)
高收穫畓 High productive soil	表土 Top soil	6.2	2.6	0.1568	61	2.31	95	254	174	9.2	2.4	0.40	0.33	13.0
	心土 Sub soil	6.2	2.7	0.1624	46	2.31	112	200	218	9.4	1.6	0.10	0.15	8.0
低收穫畓 Low productive soil	表土 Top soil	5.4	2.4	0.1512	25	1.56	6.5	316	68	4.0	1.6	0.10	0.30	9.0
	心土 Sub soil	5.9	2.2	0.1316	18	1.56	6.5	237	107	6.2	2.2	0.10	0.53	13.5

2. 試驗方法

1) 試料調作

① pH, Eh: 土壤을 陰乾하여 2 mm 目의 체를 通過한 試料를 150 m*l* 廣口 試藥瓶에 50 gr 을 秤取하고 蒸溜水 100 m*l* 를 넣어 30±2°C의 Incubator에 恒温하였다.

② Fe^{++}. NH_4^{-N}: 30 m*l* 들이 vial에 土壤 10 gr 을 秤取하고 蒸溜水 20 m*l* 를 넣어 30±2°C의 Incubator에 恒温하였다.

2) 分析方法

① pH: 硝子電極法으로 測定하였으며 湛水初期 15日間은 每日測定하고 그 後는 3日 乃至 5~6日 間隔을 두면서 35日間 繼續測定하였다.

② Eh: 白金電極을 꽂아 15分間 平衡을 이루게 한다음 Caromel 標準電極을 꽂아 pH meter로 測定하고 Eh_6으로 換算하였으며 湛水初期 15日間은 每日, 그 後는 3日乃至 5~6日 間隔을 두면서 35日間 繼續 測定하였다.

③ Fe^{II}: 恒温된 試料의 上澄液을 250 m*l* 의 mess flask에 濾過하고 남은 土壤은 0.2% $AlCl_3$(pH 4.0) 100 m*l* 로 250 m*l* 三角 flask에 잘 섯어 넣은後 1時間 동안 진탕하여 그 上澄液을 上記 mess flask에 濾込하고 다시 $AlCl_3$ 50 m*l* 로 2回 洗滌하여 濾液과 洗液을 합친다음 蒸溜水로 正確히 250 m*l* 가 되게 채워 供試液으로 하였다.

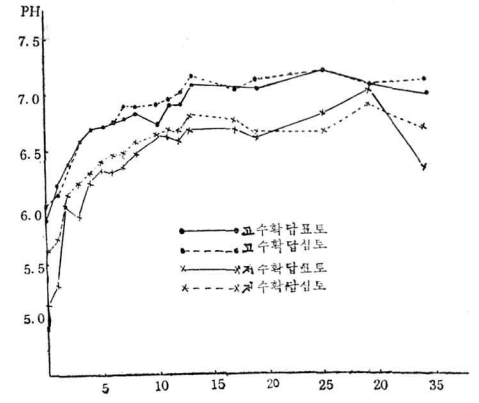
供試液 1 m*l* 를 50 m*l* mess flask에 取하고 0.25% α-α-diphilidyl 2 m*l* 를 加하여 1時간동안 充分히 發色시킨다음 Spectrophotometer로 測定하였다.

④ $NH^{-}{}_4{}^{N}$: 恒温된 試料의 上澄液을 50 m*l* 의 mess flask에 濾過하고 土壤은 N-K_2SO_4(pH 1.5) 20 m*l* 로 100 m*l* 三角 flask에 잘섯어 넣은後 2時間 진탕하여 그 上澄液을 上記 mess flask에 濾込하고 다시 N-K_2SO_4 10 m*l* 로 洗滌하여 濾液과 洗液을 합친다음 蒸溜水로 正確히 50 m*l* 되게 하여 供試液으로 하고 供試液의 一定量을 取하여 Conway Microdiffusion method로 NH_4^{-N}을 定量하였다.

試驗 結果

1. pH의 經時的 變化

pH의 變化는 土壤의 種類에 關係없이 湛水日이 經過함에 따라 繼續增加하여 13日 까지는 各土壤 모두 顯著하게 上昇하나 그後는 一定한 平衡을 보이다가 30日 以後에서는 若干 下落하는 傾向을 보인다.

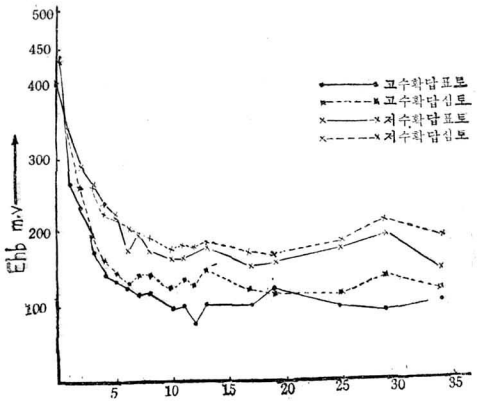


Days after waterlogged.

Fig. 1 pH changes in waterlogged soil

土壤別로 보면 高收穫畓 土壤은 初期 pH 6.0 以下였던것이 13日 以後 부터는 7.0以上으로 되었고 低收穫畓 土壤은 初期 pH 5.1이었던것이 13日 以後 부터는 6.7로서 高收穫畓 土壤이 pH 0.25~0.30 程度 繼續 높았고 兩土壤 모두 表土와 心土間에 큰 差異는 없었으나 湛水後 25日頃 까지는 兩土壤 모두 心土에서 若干 높은 pH를 보이나 그 以後는 一定한 傾向이 없었다.

2. Eh의 經時的 變化



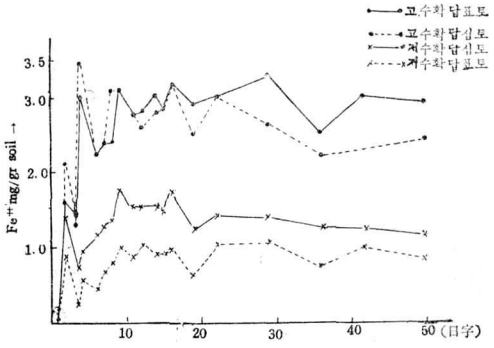
Days after watterlogged

Fig. 2. Eh_6 changes in waterlogged soil

Eh의 變化는 各土壤 모두 湛水日이 經過함에 따라 初期 400 mv. 以上 이었던것이 急激한 還元으로 湛水後 7日까지 下落을 보이다가 10日째에 高收穫畓 土壤의 表土는 100 m.v. 心土는 125 m.v. 低收穫畓 土壤은 表土가 165 m.v. 心土가 175 m.v.를 基點으로 하여 그後는 거의 平衡狀態를 維持해간다.

土壤別로는 低收穫畓 土壤에 比하여 高收穫畓土壤이 50~70 m.v. 程度 낮은 狀態를 보이며 表土와 心土別로 보면은 兩土壤 모두 湛水初期 부터 35日까지 繼續해서 若干 높았다.

3. Fe^{++}의 經時的 變化

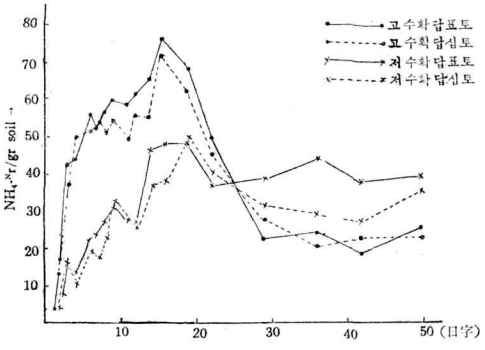


Days after waterlogged

Fig. 3 Fe^{++} changes in waterlogged soil

Fe^{++}의 變化는 湛水日이 經過함에 따라 初期에 急激한 上昇을 보이다가 그後는 비슷한 平衡을 보인다. 即 高收穫畓 土壤에서는 湛水 4日째에 平衡水準에 達하였고, 低收穫畓 土壤은 湛水 2日째에 平衡水準에 達하였는데 高收穫畓 土壤의 2價鐵의 含量은 表土, 心土, 모두 約 2.8 mg/1 g 土壤이고 低收穫畓 土壤에서는 表土가 約 1.3 mg/1 g 心土는 約 0.9 mg/1 g으로서 高收穫畓 土壤이 低收穫土壤에 比하여 顯著하게 높았다.

4. NH_4^{-N}의 經時的 變化



Days after waterlogged

Fig. 4 NH_4^{-N} changes in watorlogged soil

NH_4^{-N}의 變化는 湛水日이 經過함에 따라 初期에는 急激한 上昇을 보이다가 高收穫畓 土壤은 湛水 16日째에 頂點을 이룬後 繼續 下落하여 29日째에서 부터 거의 平衡을 維持해 가는데, 低收穫畓 土

壤은 湛水 19日째에 頂點을 이룬後 下落을 보이긴 하나 그 差가 顯著하지 않은 狀態로 維持해간다. 即 高收穫畓 土壤의 頂點은 表土에서 77 r/1 g 이고 下降點은 22 r/1 g 인데 반하여 低收穫畓 土壤은 頂點이 48 r/1 g 이고 下降點이 37 r/1 g 으로서 低收穫畓 土壤의 頂點이 高收穫畓 土壤에 比하여 顯著하게 낮긴하나 後期에는 반대로 低收穫畓 土壤이 높은 水準에 있다.

5. 土壤別 數種 化學成分間의 相關 關係

表 2. 土壤別 數種化學成分間의 相關

Table. 2. Correlation among soil chemical constituents

土壤別 \ 成分別		pH			Eh		Fe^{++}
		Eh	NH_4^-N	Fe^{++}	NH_4^-N	Fe^{++}	NH_4^-N
高收穫畓 High productive soil	表土 Top soil	−0.918××	0.36 N.S	0.872××	−0.58×	−0.90××	0.48×
	心土 Sub soil	−0,918××	0.40 N.S	0.711××	−0.575×	−0.81××	0.57×
低收穫畓 Low productive soil	表土 Top soil	−0.877××	0.86××	0.659××	−0.71××	0.79××	0.67××
	心土 Sub soil	−0.899××	0.88××	0.649××	−0.84××	0.26 N.S	0.66××

各成分의 經時的 變化들 間에 相關 關係는 上記 表와 같은데 ① pH 와 Eh 는 高度의 負相關이 있었고 反對로 Fe^{++} 와는 高度의 正相關이 있었으며 NH_4^-N 와는 高收穫畓 土壤을 除外하고는 亦是 正相關이있었다. ② Eh 와 NH_4^-N 는 負相關이 있었고 Fe^{++} 와는 低收穫畓 心土를 除外 하고는 亦是 負相關이 있었다. ③ Fe^{++}와 NH_4^-N는 正相關이 있었다.

考 察

1. pH 의 經時的 變化:

一般으로 湛水狀態에서의 土壤 pH 는 上昇하는 것으로 알려져 있는데 그理由로서 岩田武司와 奧田東氏[11]는 有機物分解에 所要되는 酸素不足으로 Fe, Mn 等이 鹽基性이 큰 低原子價로 되고, 蛋白質의 分解에 依하여 NH_4^+ Ion 이 生成되며 H_2S의 生成에 依한 水素 Ion 의 中和等을 들고있다.

本實驗의 結果에서도 上記 兩氏의 理論과 같이 pH 의 上昇과 함께 Fe^{++} 와 NH_4^-N 生成이 增加 하였으며 特히 Fe^{++} 는 各土壤 모두에서 高度의 正相關을 보였으며 NH_4^-N 도 低收穫畓 土壤에서는 높은 正相關을 보였다. 이러한 傾向은 國內의 여러 試驗結果[2-4-7]에서도 엿볼수 있었다. 그림 1에서 高收穫畓 土壤이 低收穫畓 土壤에 比하여 또 心土가 表土에 比하여 pH 가 높은것은 表 1 供試土壤의 化學的性質에서 보여주는 바와같이 大概의 鹽基成分이 相對的으로 높으며 特히 Fe, Mn, 有機物 SO_4 等의 含量이 끼치는 影響이 컸기 때문인것으로 생각된다.

2. Eh 의 經時的 變化:

酸化還元電位의 降下는 土壤微生物에 依하여 消耗되는 酸素의 不足에서 비롯된다는 것은 널리 알려진 事實이다.[10,12,8]

Ponnamperuma 氏[7]에 依하면 湛水土壤에서는 먼저 遊離酸素가 消耗되고 다음에 NO_3, MnO_2, Fe^{++}, 有機化合物, $SO_4^=$ 等의 順序로 還元된다고 하였다. 따라서 Eh 의 程度는 이들 成分의 還元에 關與하는 微生物의 繁植狀態에 따라 달라질것이다. 本實驗에서 Eh 가 下降함에 따라 Fe^{++} 와 NH_4^-N 의 生成量이 增加하고 pH 가 上昇하는 것은 上記와 같은 理論인것 같다.

그림에서 Eh 의 變化가 高收穫畓 土壤이 低收穫畓 土壤에 比하여 낮은데 이는 高收穫畓의 土壤이 微生物의 繁植과 가장 關係가 깊은 有機物의 含量이 많을 뿐만아니라 Ca 를 비롯한 鹽基의 含量이 많고 pH 도 6.2 로서 微生物 繁植에 알맞는 程度이기 때문인것으로 생각된다.

3. Fe^{++} 의 經時的 變化:

Ponnamperuma 氏[7]에 依하면 湛水狀態下에서 鐵의 溶解度 增加는 Bacteria 의 嫌氣的인 代謝作用結果 代謝物質에 依한 Fe^{++}의 化學的 還元이라고 하였다. 따라서 Fe^{++} 의 生成量은 Eh 의 下降과 함께 增加할것으로 생각된다. 本實驗에서 低收穫畓의 心土를 除外하고는 Fe^{++} 의 生成量이 Eh 와 負相關을 보인것은 上記와 같은 理由에서 인것같다.

그림 3에서 高收穫畓 土壤이 低收穫畓 土壤에 比하여 Fe^{++} 의 生成量이 顯著하게 많은것은 供試土壤

의 活性鐵 含量이 高收穫畓 土壤은 2.3% 低收穫畓 土壤은 1.56%로서 高收穫畓 土壤이 0.8%가 더많을 뿐만아니라 Eh도 앞에서 말한 바와 같이 Fe^{++}의 生成을 더욱 助長시켜 준데 基因된 것으로 본다. 그리고 兩土壤 모두 表土에 比하여 心土의 Fe^{++}의 生成量이 若干 적은데 이亦是 Eh와의 相關에 緣由된 것으로 생각된다.

4. NH_4^{-N}의 經時的 變化:

NH_4^{-N}의 生成變化는 土壤中에 含有된 有機物의 量과 有機物에 關與하는 여러種類의 微生物에 依하여 左右될것이다. 그림 4에서 보면 湛水初期에서부터 25日 까지는 NH_4^{-N}의 生成量이 高收穫畓 土壤이 低收穫畓 土壤에 比하여 높고 그 以後는 低收穫畓 土壤이 높은데 이는 高收穫畓 土壤의 有機物 含量이 많아 微生物들이 棲息할 수 있는 基質의 範圍가 넓고 Ca, Mg를 비롯한 鹽基의 含量이 많을 뿐만 아니라 pH도 6.2로서 微生物의 繁殖條件에 알맞기 때문에 初期에 有機物의 分解가 旺盛하여 NH_4^{-N}의 生成이 많았으나 微生物에 依한 酸素의 消耗가 急激하여짐에 따라 Eh가 낮아지고 이로因해 有機物 分解에 活發히 作用하는 好氣性菌이 衰殘해져서 後期엔 NH_4^{-N}의 生成이 沮害되고 旣往에 생겼던 NH_4^{-N} 마저도 微生物의 體構成 혹은 揮撒乃至는 脫窒等의 理由로 減少를 超來한것이 아닌가 생각된다.

摘 要

湛水狀態下에서 pH. Eh. Fe^{++}. 및 NH_4^{-N}의 變化가 高收穫畓 土壤과 低收穫畓 土壤間에 어떠한 差異로 變化하는가를 알기 爲하여 2個 種類의 土壤에 一定量의 蒸溜水를 넣어 30±2°C로 恒溫하면서 經時的으로 調査한바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. pH는 兩土壤 共히 恒溫 13日 까지는 繼續 上昇하다가 그後는 거의 平衡을 維持하는 傾向을 보였는데 土壤間의 差는 高收穫畓 土壤이 pH 0.25~0.30 程度 높았다.

2. Eh는 兩土壤 共히 恒溫 10日 까지는 繼續 下降하다가 그後는 거의 平衡을 維持하였는데 土壤間의 差는 高收穫畓 土壤이 Eh_6 50~70 mv 程度 낮았다.

3. Fe^{++}는 兩土壤 共히 恒溫 4~5日 사이에 急激한 上昇을 보였다가 그後는 거의 平衡을 維持하였다. 土壤間에는 高收穫畓 土壤이 約 1.0 mg/gr soil 程度 높았다.

4. NH_4^{-N}는 恒溫 初期는 急上昇하였다가 下降後 一定한 水準으로 維持해 가는데 土壤間에는 高收穫畓 土壤이 初期에는 20~25 r/1 g 程度 높고 後期에는 10~15 r/1 gr 程度 낮았다.

參 考 文 獻

1. 吳旺根 愼鏞華. 農事試驗研究 報告 第3輯 1~16 (1960)
2. 農振 植環 試驗研究 報告書. 高低收穫畓에 對한 土壤및 榮養生理에 關한 研究 (1966-67)
3. 朴來正, 朴天緖外 2人. 農事試驗 研究報告 第10輯 3卷 p. 9~21 (1967)
4. 柳順昊. 秋落畓 土壤에 關한 研究 (1962)
5. 吳旺根. 農化學會誌 創刊 p. 12~20 (1960)
6. 弘法健三. 農林水產業 特別試驗研究 東京大學農學部 (1966)
7. 朴英善 朴來正 吳旺根. 湛水處理 및 有機物添加가 畓土壤의 Fe Mn 및 SiO_2의 溶出量에 미치는 影響에 關한 研究. (未發表)
8. R.D. Hater and E.O. McLean. Agronomy J. Vol. 57 No. 6 p. 583-588 (1965)
9. 土壤肥料全編 日本農林省 振興局 研究部(1961)
10. 吳旺根. 土壤學 富民文化社 (1962)
11. 孟道源 李鳳熙. 肥料學 槪論 178 (1966)
12. 趙伯顯번역. 土壤肥料學原論 (1962)