

海岸干拓地 土壤의 生物學的 土性改良에 關한 研究 (第4報)

有機酸添加에 따르는 土壤成分의 諸 變化에 對하여

洪 淳 佑 · 河 永 七 · 崔 榮 吉

(서울大學校 文理科大學 植物學科)

Biological Improvement of Reclaimed Tidal Land Soil(IV)

Changes of Saline Soil by addition of Organic Acids.

HONG, Soon Woo, Yung Chil HAH and Yong Keel CHOI

(Department of Botany, Seoul National University)

ABSTRACT

In the previous paper(part III), [a certain [relationships between the changes of chlorinity and organic acid released from organic material were seemed to be concerned to each other in saline soil suspension. Such a possibility had been a cause to take this experiments and this experiment was carried out under the treatment of organic acid crystal, oxalic acid and succinic acid, to the soil suspension(soil: water=20g:40cc) directly. The amount of organic acid treated to the suspension were related to the contents of organic material, as amount of organic [acid per gram] of organic material (391.76mg). The saline soil suspension were grouped and treated with the acids in order of 78.35mg(Group 1), 391.76mg(Group 2) 979.4mg(Group 3), and 1958.8 mg (Group 4), respectively. Treated suspension had been incubated at room temperature and extract from suspension was used for analysis. Followings are summary of this report.

- 1) Changes of pH in soil suspension appeared a little increase after the treatment of organic acid until 168 hours.
- 2) Total acidity of soil suspension showed a variation, however, the values of total acidity appeared not to be increased or decreased during the period of experiment.
- 3) Sugar contents of soil suspension was increased until 168 hours after treatment. These results are similar tendency to the previous paper.
- 4) Addition of organic acid to soil suspension was confirmed not to be effective method for desalination from saline soil. Chlorinity of group 3 and 4 which were treated with high concentration of organic acid showed a decrease comparing to control group.

緒 論

海岸干拓地의 生物學的 土性改良을 目的으로 行한 一聯의 實驗에서 著者들은 第1報에서 海岸干拓地에 自生하고 있는 數種鹽生植物에 依한 除鹽效果에 對하여, 第2報에서 干拓地土壤의 微生物 分布變

화에 대하여, 第3報에서 鹽生植物의 有機物添加에 따르는 土壤成分의 變化에 대하여 이미 報告한 바 있다. 本實驗은 植物의 有機體가 土壤微生物에 의하여 分解되어 有機酸으로 轉換되면서 干拓地土壤에 어떠한 變化를 초래하는가를 究明하려 하였다. 第3報에서 보여준 結果에 依하면, 干拓地 土壤混濁液에 鹽生植物의 粉末을 處理하여주고 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 恆溫室에 넣어 土壤微生物에 依한 有機物分解를 促進시킨 結果 時間이 경과함에 따라 점차로 土壤의 鹽分度(Salinity)가 감소되는 傾向을 나타내었던 것이다 이는 分明히 有機酸이 土壤成分에 어떠한 作用을 끼치고 있었음을 意味하였던 바, 이에 著者들은 이미 實驗室에 所有하고 있는 2種의 有機酸을 干拓地 土壤에 處理하여 上記의 可能性을 究明하려 하였고 아울러 土壤의 水素이온指數, 酸度(Acidity)의 變化, 糖粉의 含量變化와의 相互關係를 比較 검토코저 하였다.

材料 및 方法

使用된 土壤試料은 前報의 경우와 마찬가지로 江華郡 吉祥面 草芝里에 位置한 干拓地의 鹽土에서, 堤防工事 完了後 5年이 經過한 干拓地 土壤을 處理區로하여 進行하였다.

즉, 土壤 20g 당 증류수 40cc에 有機酸 391.76 mg을 기준으로 하였는데 이는 第3報의 處理에 準한 것이며, 土壤의 4%를 添加하는 植物의 건조有機體(4%, 0.8g) 대신 0.8g의 有機體가 生體時에 含有하고 있는 有機酸의 重量을 琥珀酸(Succinic Acid)으로 換算한 값이 391.76mg임을 뜻하는 것이다. 數種의 鹽生植物中에서 가장 除鹽效果가 큰 통통마디(*Salicornia*)가 含有하는 有機酸量을 기준으로 하여 다음과같이 處理區를 設定하였다.

- 第①區 : 5年土 上(下) 20g + 증류수 40cc + 有機酸 78.35mg
- 第②區 : 5年土 上(下) 20g + 증류수 40cc + 有機酸 391.76mg
- 第③區 : 5年土 上(下) 20g + 증류수 40cc + 有機酸 979.4mg
- 第④區 : 5年土 上(下) 20g + 증류수 40cc + 有機酸 1958.8mg
- 第⑤區 : 5年土 上(下) 20g + 증류수 40cc (比較區)

上層土壤은 表層에서 10cm 以內, 下層土壤은 50cm 以下의 것을 取하였으며, 有機酸은 Oxalic acid, Succinic Acid를 上記와 같은 方法으로 處理하였다.

한편, 實驗週期는 有機酸處理 後 3時間 6時間, 9時間, 24時間, 72時間, 96時間, 120時間의 이론 바 前報의 有機物實驗의 初期단계 實驗을 進行하였으며 다음과 같은 方法으로 土壤混濁液의 分析을 實施하였다.

Chlorinity : AgNO_3 에 依한 滴定法

土壤 pH : 土壤混濁液을 여과하여 pH-meter로서 測定

總酸度(Total Acidity) : Bromo-Thymol-Blue & Neutral Red에 依한 方法

糖粉(Sugar) : Anthrone 試法에 依한 光電比色

結果 및 考察

干拓地의 土壤試料에 有機酸을 處理하여준 目的은 두가지의 観点에서 考察되었다. 즉 그 하나는 緒論에서도 잠깐 言及한바 있지만 植物의 有機體가 自然界의 物質循環過程에서 有機酸의 단계를 거치므로서 有機酸의 形態로서 土壤의 鹽度에 作用을 미칠 수 있다는點, 또 다른 하나는 土壤에 存在하는 土壤微生物의 에너지源이 되므로서 微生物의 代謝過程中에 鹽素이온이 제거되지 않는가 하는點이다. 特別히 前者의 可能性은 Berkmann에 依해서 醋酸의 이온反應을 一例로 들수있고 後者의 경우는 이미 第3報에서 論議된 바 있었다.

이제 土壤混濁液의 pH를 나타낸 Fig 1-4을 검토해보면, Fig. 1은 Oxalic acid를 處理해준 5年土上層土壤의 경우로서 모든 處理區에서 時間이 경과함에 따라 점차로 上昇하는 傾向을 보이고, 處理區間의 差異는 Oxalic Acid의 處理量이 적을수록 pH 7.0에 가까운 順序였다. 이러한 結果는 5年土의 比較區를 포함하여 前報 有機物處理 後에 나타나는 초기단계의 경향과 유사함을 나타내고 있다. 前3報에서 논의된 바와 마찬가지로 pH가 上昇하는 원인을 有機酸을 處理하여 주므로서 土壤과 貝殼의 Ca와같은 不溶性 알카리 土金屬이 서서히 溶解되어 나오기 때문이라는 Quastel('65)의 說과, 村上('61)의 說로서 干拓地 土壤에 特別 硫黃化合物이 많으므로 因해서 SO₃와 SO₄ 따위가 有機酸에 依해서

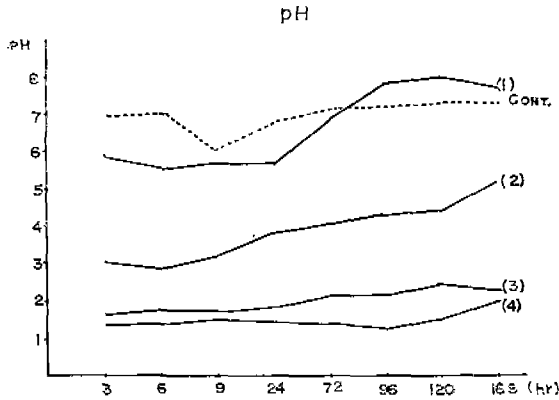


Fig 1

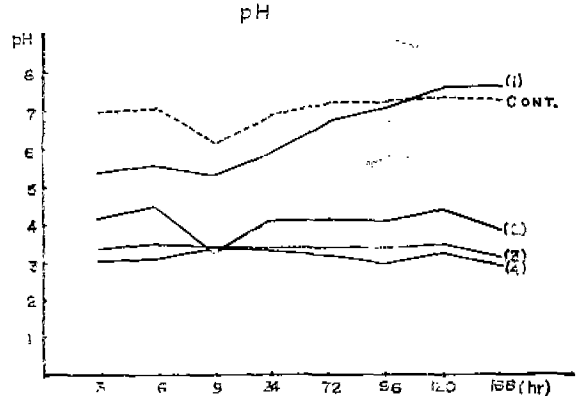


Fig 2

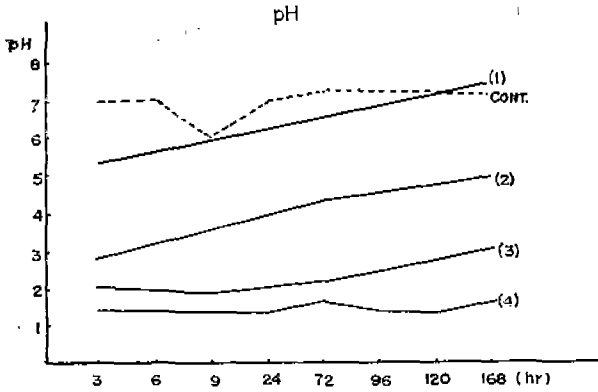


Fig 3

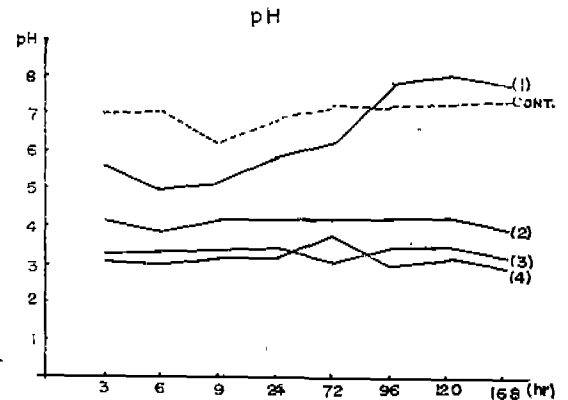


Fig 4

- Fig 1 pH of soil suspension were measured by pH meter and the number of line means the concentration of oxalic acid treated into the surface soil suspension of 5 year old reclaimed tidal land. The concentration of oxalic acid are in order as follows: (1)=oxalic acid 78.35mg: H₂O 40cc: Soil 20g (2)=oxalic acid 391.76mg: H₂O 40cc: Soil 20g (3) oxalic acid 979.4mg: H₂O 40cc: Soil 20g (4)=Oxalic acid 1958.8mg: H₂O 40cc: Soil 20g. Dotted line means control and, the time means the period of incubation.
- Fig 2 The figure was derived from the results of 50cm below the surface saline soil of 5 years old. Organic acid and its concentrations were same as in case of Fig 1.
- Fig 3 Values of pH of soil suspension (surface soil of 5 years old reclaimed tidal land) were derived from the suspension treated with succinic acid. Concentration of succinic acid and other ratio are same as the Fig 1~2.
- Fig 4 Soil suspension was made of the soil 50cm below the surface of reclaimed tidal land. Soil suspension was treated with succinic acid as the concentration of Fig 3.

還元되기 때문에 pH가上昇한다는 機作으로 證明할 수가 있을 것이다. 그러나 比較區에 對하여 1. 2. 3. 4區의 pH가 順次로 낮아짐은 有機酸의 高濃度 處理로 因한 것으로 보여진다. Fig. 2는 Oxalic Acid를 처리한 5年土의 下層土壤의 경우로서 上層土壤의 경우와 유사한 傾向을 보여주었다.

그러나 第1區에 屬하는 上下層 土壤이 弱간의 差異를 보여준 事實은 여러가지의 原因을 考察케 하는바, 첫째로 上下層에 따라 土壤微生物의 分布上的 差異 및 其他 無機鹽類의 含有量差에 基因하는 것으로 보인다.

Fig. 3, Fig 4는 Succinic Acid를 處理한 上下層, 土壤混濁液의 pH의 變化를 나타낸 것으로 Oxalic acid를 處理한 경우와도 類似한 傾向을 나타낸다.

Fig 1~4에 나타난 各處理區 pH의 수치와 現在 30年이 경과한 土壤, 즉 現在 耕作하고 있는 土壤의 pH의 範圍와 比較하면 30年土의 경우는 pH 5.6~6.8로서 이에 比하면 全處理區는 第1區를 除外하고는 모든 處理區가 酸性化함을 나타낸다. 30年土의 土壤이 나타내는 pH의 범위를 기준으로 생각하면

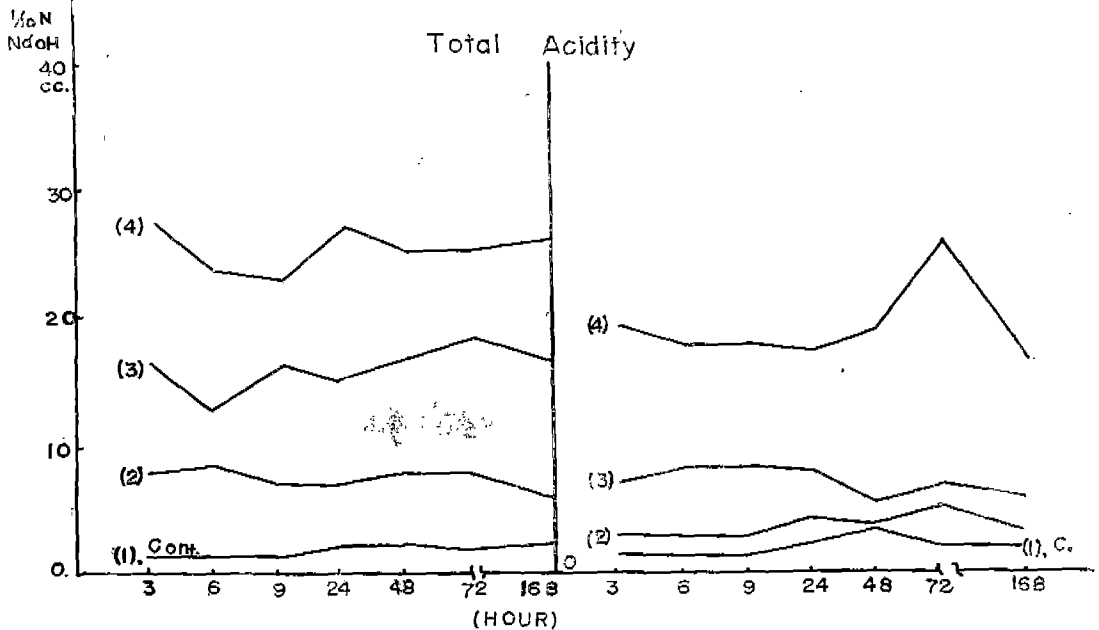


Fig 5, 6. The figures showed total acidity of soil suspension treated with oxalic acid. The left is surface soil of 5 years old reclaimed tidal land and the right is the soil of 50cm below the surface. Total acidity was measured by the method of Bromo-thymol blue and Neutral Red Test. The unit of total acidity is [the amount of sodium hydroxide(1/10N) used by the titration per 20cc of extract.

有機酸處理 第1區의 경우가 土壤의 pH의 見地에서 알맞는 것으로 판단 되어진다.

위의 Fig 5~8은 土壤混濁液의 Total Acidity의 變化를 나타낸 것이다. 土壤속의 土壤微生物에게 는 에너지源으로 消耗될 것이므로 酸도가 減少할 것으로 豫見하였던바, Fig 5는 Oxalic acid 處理의 5年土 上層部分의 土壤이고, Fig 6은 下層部分의 土壤이다.

그러나 實驗結果는 土壤의 上下層을 막론하고 거의 一樣한 모습을 보여주었다. 比較區의 總酸度 變化는 處理第1區와 區分할수 없을 程度로 유사하였으며, 各 處理區간의 差異는 有機酸의 處理濃度에 따른 相當한 差異를 보여주었다. Takai와 Koyama('56)의 實驗報文에 依하면 水田土壤과 같은 관계 水가 充分한 土壤에 glycerol, xylose, arabinose, fructose, sucrose, starch 등을 Carbon-source로서 주고 incubation 해준 結果는 處理後 400여일 後에는 主로 Lactic acid가 검출되었고, 少量의 Acetic acid

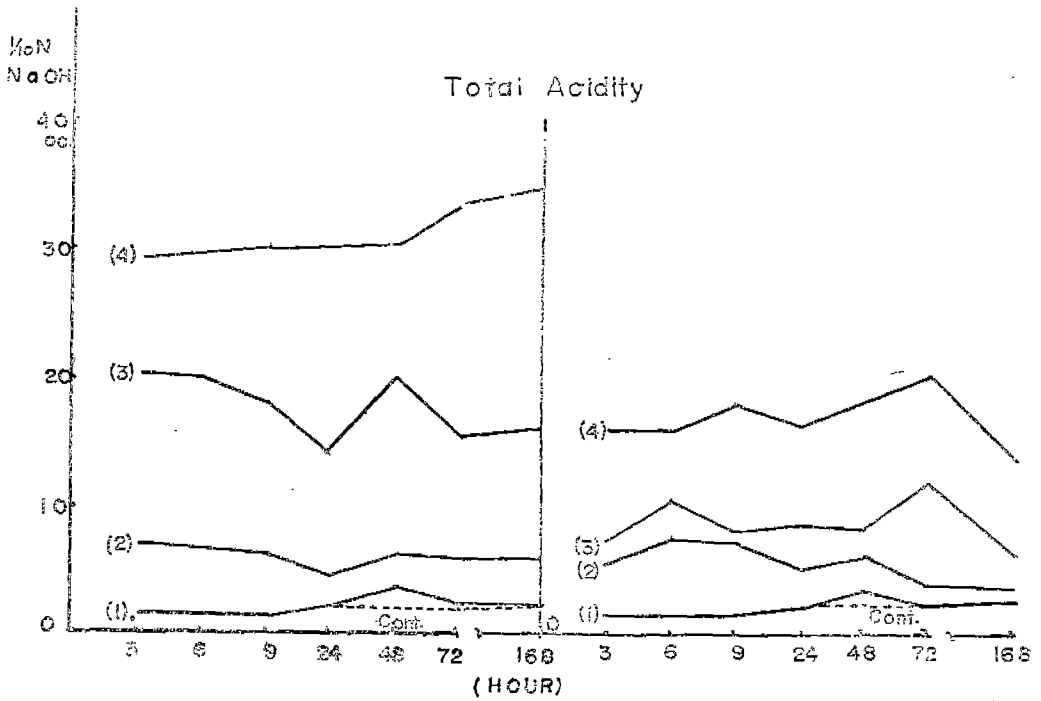


Fig 7, 8. Results of these figures were obtained from soil suspension treated with succinic acid. Concentration of organic acid, unit of acidity, and method for measurement are same as in the Fig 5.6.

Table 1. Total Acidity (N/10 NaOH)

Glucose	3hr.	6hr.	9hr.	24hr.	48hr.	72hr.	1week	
1.	1.6	2.4	1.6	2.4	2.4	2.0	2.0	Surface Soil
2.	2.4	1.6	1.6	2.4	2.4	2.4	2.4	
3.	1.6	1.6	1.6	2.4	2.4	2.0	5.6	
4.	4.8	1.6	1.6	2.4	2.4	2.4	6.4	
1.	1.6	1.6	1.6	2.4	2.4	2.0	2.4	Soil of 50cm below the surface.
2.	1.6	1.6	1.6	2.4	2.4	2.0	2.4	
3.	2.8	1.6	1.6	2.4	2.4	2.0	7.2	
4.	1.6	1.6	1.6	2.4	2.4	2.0	6.4	

Glucose was added to the saline soil suspension and incubated at room temperature. The suspension was filtered and used 20cc for measuring total acidity with the titration of sodium hydroxide(1/10 N).

가 생성됨을 報告하였고 1200 日後에는 주로 butyric acid 가 土壤에 축적됨을 報告하였다. Oxalic acid 와 Succinic acid 의 生成에는 言及이 없으나 同 文獻의 結論에 依하면 Sugar 보다는 오히려 有機酸이 無氣呼吸을 하는 土壤微生物의 呼吸基質로서 더 效率的으로 使用된다는 點으로 보아서 上記의 有機酸도 時間이 經過함에 따라 減少되어질 것으로 보인다. Fig 5~8 의 圖를 全體的으로 考察해보면 有機酸含量이 增加함을 나타내 주는 것보다는 오히려 1 週 以後에 약간 減少하는 傾向을 엿볼수 있다.

前報의 實驗에서는 有機物을 處理해준 結果 Sugar의 含量이 第1週에서 檢차로 增加했다가 以後 減少하였던 것인데, 그와 關聯지어 考察해보면 處理物의 可溶性如否와 實驗週期의 時間的 相異는 土壤微生物에 依한 有機物의 分解速度와 呼吸基質의 利用度에 크게 影響을 받는 것으로 보인다.

Schwartz, Varner, Martin (54) 등이 美國의 Ohio에서 行한 實驗에서 어떤 다른 有機酸보다도 Acetic acid와 formic acid가 많았음을 確認하는 한편 Podzolic 土壤에 Glucose를 첨가한 結果는 어떤 다른 有機酸의 存在나 土壤의 有機酸含量의 變化를 발견하지 못하였다는 興味있는 報告를 한바 있는데, 著者들도 本 有機酸處理過程에 有機酸과 同量의 比例로 土壤에 處理한 結果도 Schwartz et. al의 結果와 一致했음을 確證하였다.

즉 Table. 1는 土壤混濁液에 Glucose를 處理해준 結果인데, 處理後의 總酸度를 測定한 結果는 處理 ①, ②, ③, ④ 區 전반을 比較하여 뚜렷한 差異를 찾아보기 힘들다.

따라서 總酸度の 含量變化를 나타낸 Fig 5~8의 結果는 土壤이 本來부터 含有하고 있는 炭化物의 지속적인 有機酸에로의 轉化와 土壤微生物에 依한 소모가 處理後 初期에서는 거의 平衡狀態를 나타낸 것으로 해석할 수 있을 것이다.

한편 Fig 9~12는 有機酸處理後의 土壤混濁液의 Glucose 含量變化를 나타낸 것이다. 含量單位는 混濁液 1當 mg 을 意味한다.

前報에서 有機物을 處理했을때의 glucose 含量變化는 第1週에서 最大値를 보이고 以後 減少하다가 第3週에서 다시 上昇値를 보여 주었던바 第1週의 最大値를 보이기까지는 대체로 添加된 有機物로부

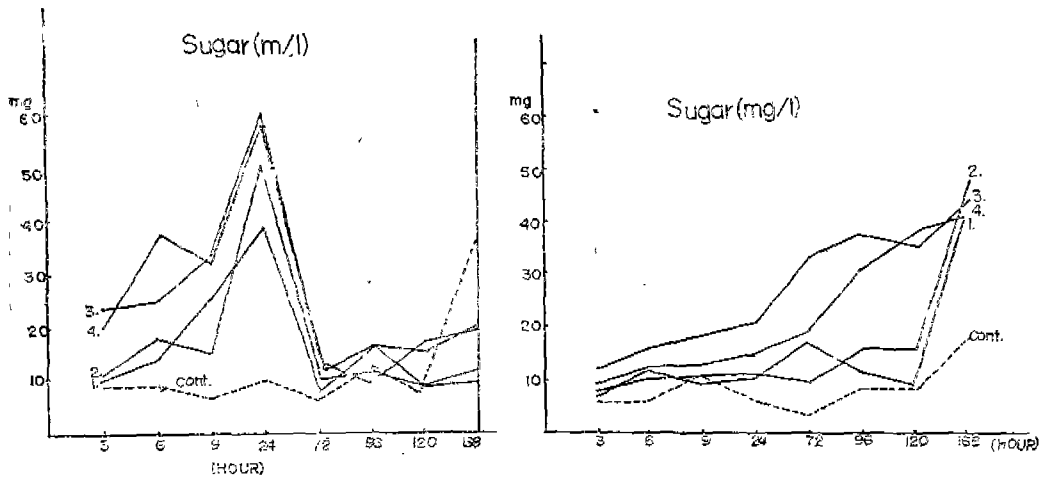


Fig 9, 10. The results of these figures showed the changes of sugar content of soil suspension. Amount of sugar in soil suspension was measured by the method of Anthrone Test. Unit of sugar content means mg per liter of extract. The left and right were treated with oxalic acid. Sugar amount was released from the treated more than those of control. However, fig. 9 appeared as unique phenomenon to be discussed more detail.

더 可溶性糖類(Simple sugar)의 游離현상 때문에 지속적인 上昇傾向을 보였던 것으로 論議한바있다.

本 實驗에서는 有機物은 添加하지 않았으나 試料가 本來 含有하고 있는 可溶性糖類가 實驗期間동안 계속 游離하므로써 第1週까지 上昇하는 傾向을 나타낸 것으로 解析된다. 왜냐하면 本 實驗은 前報 (第3報)의 初期단계 현상과 一致하기 때문이다.

Fig. 9~10는 Oxalic acid 處理한 上下層 土壤의 경우로서 대체로 高濃度 處理區에서 Glucose의 游離現象이 많았음을 나타낸다.

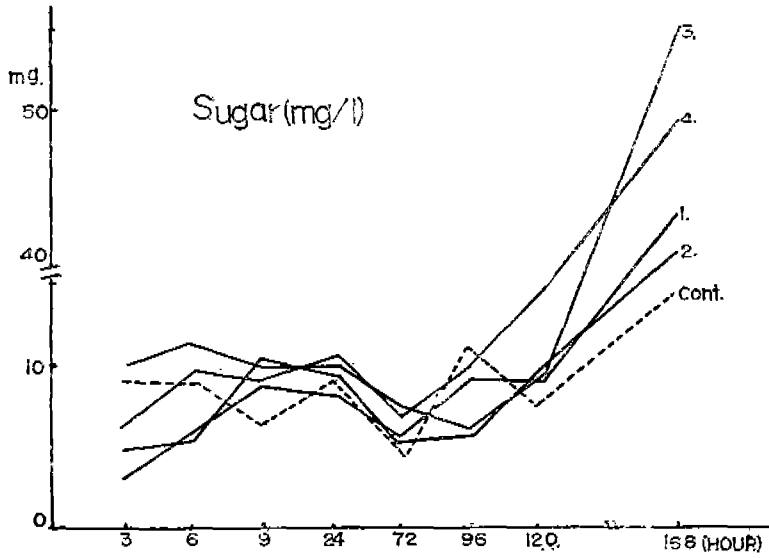


Fig 11

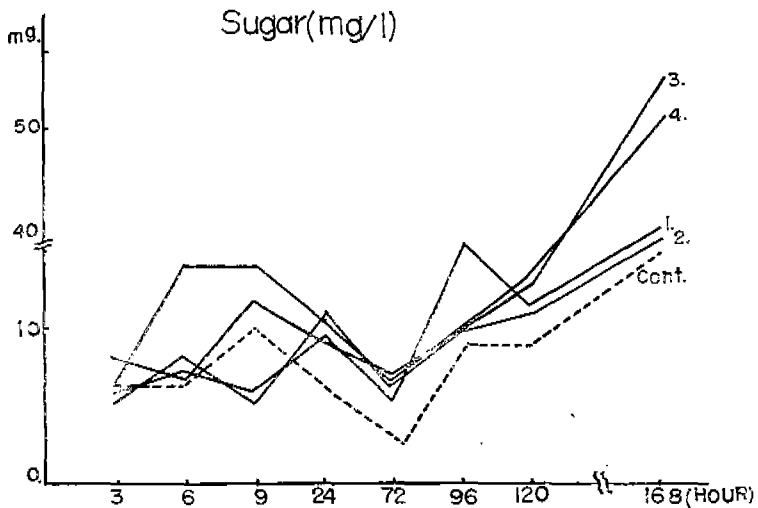


Fig 11 12. The changes of sugar contents in soil suspension treated with succinic acid showed similar tendency to each others including control. Abbreviations and soil samples are same as the above.

그러나 Fig 9는 處理後 24時間후에 Sugar의 含量이 다른경우에 比하여 높으며 Fig 10에서는 處理後 72~96時間에 나타났던 것으로 서로가 時差를 나타내고 있는점은 微生物의 增殖에 基因하는 것으로 보아야 할 것이다. 한편, Fig 11~12는 Succinic acid를 處理한 上下層 土壤의 경우이다. Oxalic acid 處理區와 類似한 傾向을 나타내지만 處理區間의 差異가 심하지 않는 점이 特異한 一例라고 하겠다.

Oxalic acid 處理區와 比較하여 보면 處理後 120時間까지는 Oxalic acid의 경우가 Glucose의 游離 現象이 빨랐으나 第1週에서는 오히려 Succinic acid에서 더 많은 含量을 보여주고 있다. 兩者의 共通點은 全 處理區의 Glucose 含量이 比較區보다는 높은것을 보여주었다는 事實이다.

Fig 13~16은 有機酸處理後의 土壤混濁液의 Chlorinity(ppm)의 變化를 나타낸 것이다.

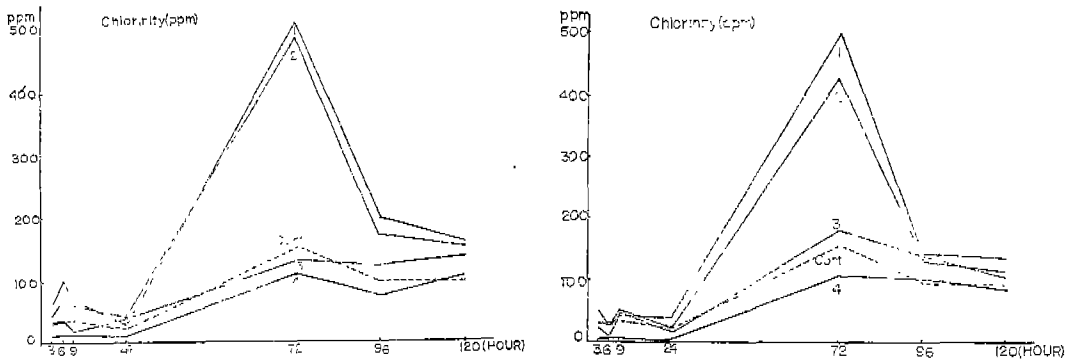


Fig 13 14 The changes of chlorinity (ppm) in soil suspension treated with oxalic acid were measured by the AgNO₃ titration. Chloride ion was released from the samples treated with low concentration of organic acid more than those of high concentration. Chlorinity was decreased a little in high concentration more than in control.

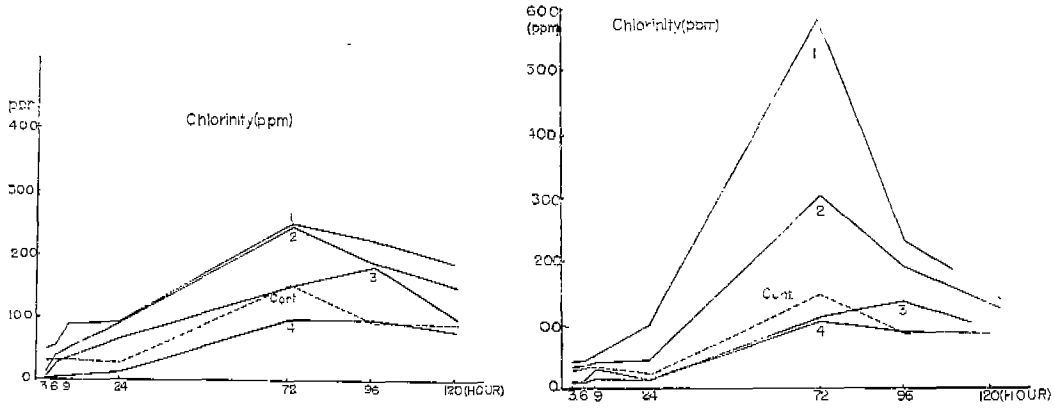


Fig 15, 16. Chlorinity of soil suspension treated with succinic acid showed similar tendency to the figure of 13 and 14, and the maximum concentration of chloride ion appeared at 72 hours after the treatment of organic acid. These results were found through out the figures of 13, 14, 15 and 16.

前3報, 有機物處理 實驗에서는 第五週까지 實驗을 進行하였던바 處理後 第1週와 第2週에서 Chlorinity가 最大値를 보여주고 以後 下落하는 傾向을 나타내었던 것이다. 이에대한 論議는 土壤微生物에 의한 有機物の 分解로서 有機酸 및 交換性鹽基(Exchangeable base)가 游離되므로서 鹽度 變化에 影響을 준것으로 생각하였다.

역시 前報의 結果는 鹽도가 下落하는 傾向이 比較區를 包含하여 나타났던 것으로 어느程度의 差異는 있으나 비슷한 傾向이었던 것이다.

本報 Fig 13~14는 역시 Oxalic Acid 處理의 5年土 上下層으로서, 鹽度變化를 考察하건데 處理後 72時間에 最大値를 보여주고, 比較區 보다는 高濃度 處理區 3, 4의 경우가 鹽도가 減少한 結果를 보인다. 이는 Succinic Acid 處理의 경우와 同一하며 土壤의 上下層모두 一樣하게 나타난다.

이러한 實驗結果에 對한 考察은 여러가지面에서 생각할수 있는데 前報와같이 土壤微生物의 消長關係와 pH의 變化 및 交換性鹽基(Exchangeable Base)等に 鹽도가 影響을 받았거나, 鹽度測定에 使用

한 $AgNO_3$ 溶液이 이온化反應에 放電作用을 받았던가, 한편으로는 흔히 土壤分析 實驗에서 抽出溶液으로 使用하는 有機酸(Acetic acid+Sodium Acetate)에 依한 無機鹽類의 抽出效果가 低濃度에서 오히려 크기 때문에 아닌가 생각되는데 Chloride의 行方에 對해서는 앞으로 理化學的인 究明이 있어야 할 것으로 믿어진다. 따라서 本報에서는 土壤에 흔히 存在하는 것이 아닌 有機酸이나나 多肉植物에서 흔히 發見되는 것의 一種이라는 見地에서 Oxalic acid와 Succinic Acid를 干拓地土壤에 處理한 다음, 以上과같은 結果들을 얻었기에 報告하는 바이다.

摘 要

前3報 有機物處理實驗에서 有機酸과 鹽分度變化가 어떤 連關性을 갖는 것으로 보아 干拓地 土壤에 Oxalic acid와 Succinic Acid를 處理하여 淸으로 前報의 初期段階過程을 考察하였는데 다음과 같은 結論을 얻었다.

〔1〕 土壤 pH의 變化범위는 전체적으로 第1週까지 pH의 값이 上昇함을 알았다.

〔2〕 總酸度(Total Acidity)는 有機酸處理後 第1週에 이르기까지 거의 變動을 보여주지 않았고 土壤混濁液에 Glucose를 處理해 주어도 變化가 없었음을 나타냈다.

〔3〕 酸 處理後 Glucose 含量은 前報의 경우와 같이 第1週까지는 계속 上昇함을 나타내었다.

〔4〕 濃度別로 有機酸을 處理한 結果, 高濃度處理區와 比較區의 Chlorinity는 어느程度의 差異를 보여주나 低濃度 處理區에서는 오히려 比較區보다 鹽度가 높게 나타났다. 그러므로 干拓地의 生物學的 土性改良의 方法으로서 Oxalic acid와 Succinic Acid의 處理는 效果的이 되지 못함을 알았고 오히려 土壤自體에 多量으로 含有되어있는 Acetic Acid, Formic acid, Lactic Acid 등이 文獻상으로 期待할 만한 것으로 보인다.

文 獻

1. Berkman, H.O and N.C. Bladdy, 1958. The Nature and Properties of Soil, 6th Ed. pp 13-538
2. Hong S. W., Y.C. Hah, and Y.K. Choi, 1969a. Biological Improvement of Reclaimed Tidal Land Soil. (Part One) Desalination Effects of Saline soil by the growth of [certain Halophytes. Kor. Jour., Bot., Bot. 12(1), 7-14.
3. Hong, S.W., Y.C.Hah, and K.W. Lee, 1968b. Biological Improvement of Reclaimed Tidal Land Soil. (Part two). Changes of Soil Microbial Populations in the Reclaimed Tidal Land Soil. Kor. Jour. Microbiol., 6(4) 25-34.
4. Hong S.W., Y.C. Hah, K.W. Lee, and Y.K. Choi, 1969c. Biological Improvement of Reclaimed Tidal Land Soil (Part three). Changes of Saline Soil by addition of Organic Materials. Kor. Jour. Microbiol., 7(1), 29-40.
5. Quastel, J.H., 1954. Ann Rev. Plant Physiology. 5, 75-92
6. Quastel, J. H., 1964. Plant Physiology. 3. 671-766 756. (Academic Press N.Y.)
7. Quastel, J.H., 1965. Soil Metabolism. Ann Rev. Plant Physiology. 16. 217-240.
8. US Salinity Staff., 1956. Diagnosis and Improvement of saline and Alkali soil. Agriculture Hand Book. No. 60
9. Waksman, S.A. 1952. Soil Microbiology. John Wiley. N.Y., pp29-148.
10. 村上英行, 1961. 過酸化水素に金る干拓地 土壤中の 可酸化 おオウの 半定量法, 日本土肥誌32(6) 276-279
11. 上根一郎, 佐藤和夫 1961. 水田土壤中におたる 植物構成物質の分解上とカスの生成, 日本土肥誌,

32(8), 364-366

12. 津山博之, 1962. 東北大 農研彙報, 13, 221
13. 土壤微生物學研究會編, 1967. 土と微生物, 岩波書店, 日本東京 pp. 18-72. 158.
14. Takai, Y., and Koyama 1956. J. Sci. Soil manure, 26 : 509—512.
15. Schwartz, S.M., J.E Varner, and W.P. Martin, 1954. Soil Sci. Soc. Am., Proc., 18 : 174—177