

下水污泥에 왕겨 및 톱밥을 혼합한 好氣性 堆肥化

Aerobic Composting of sewage sludge Mixed Rice Hulls and Sawdusts

鄭 鳳 守* · 姜 龍 太**
Jung, Bong Su · Gang, Yong Ta

Summary

This study was carried out to investigate the effects of moisture content, temperature, C/N ratio and pH of the sewage sludge mixed with hulle and sawdusts for making compost under aerobic condition and to improve the defect of the structure of experimental equipment heat lose and handling method. and obtained results were as follows

1. The temperature was reached 73°C around 50 hours fermentation in the condition of 0.8 L/min. of air and 60.4% of moisture content. and favorable moisture content of initial condition ranged from 50 to 65%
2. The temperature near bottom of the batch composter was decreased due to evaporate water vapor and lose the heat produced during aeration. and it is required to be improved.
3. The temperature in the batch composter from the center to the inside wall surface was gradually decreased. the temperatures of the points located in $r=9\text{cm}$ and the wall surface were 4°C and 6°C respectively. and therefore it is required to be insulated.
4. The maximum CO₂ production was obtained as 7.3% per volume in the temperature of 63°C at the moisture content of 60%
5. The temperature range of active microbes growth was found to be as 20°C to 40°C in the case of mesophiles and 50°C to 65°C in the case of thermophiles due to increase and decrease CO₂ production.
6. C/N ratio after decomposition was 1.3 to 2.6 smaller than that of initial one due to increase the amount of nitrogen. The more C/N ratio increased. the less the reaction velocity decreased. The optimum of it as found to be 30.
7. pH values after decomposition were slightly increased than that of initial ones. The reaction velocity was decreased at acid and alkall condition. Therefore it is neseseary to neutralize the medium to improve the reaction.

* 晋州農林專門大學

** 東亞大學校 工科學

I. 諸 論

生活水準의 向上에 따라 都市家庭에서 나오는 生活廢棄物이나 各種 産業廢棄物과 下水污泥의 增加는 河川의 汚染, 惡臭, 病菌의 發生原因이 되어왔다.

또한 廢棄物을 處理할 埋立地의 不足現象과 埋立으로 인한 浸出水의 二次의 汚染이 뒤따라 適地選定에 어려움이 많을 뿐만 아니라 乾燥燒却方法의 經濟的 與件 등으로 漸次社會的인 問題가 되어가고 있다.

이러한 與件下에서 于先 有機廢棄物의 固形物을 堆肥化하므로써 農地에 還元하여 土地改良과 作物에 肥料를 供給할 수 있고, 한편으로는 우리의 當面課題인 資源의 活用 自然環境保全에도 寄與할 수 있다는 點에서 重要한 意義를 가진다.

有機物質을 堆肥化하는데 여러가지 方法이 있지만 機械的 裝置에 依해 好氣性으로 分解시키는 速成堆肥化過程에는 含水率, 送氣量, 溫度, PH, CN比, 空隙率, 材料의 粒度 등 物理化學的 性質과 機械裝置와 操作方法에 따라서도 많은 影響을 받는다. 그러므로 分解率을 높이기 위해서는 材料의 組成狀態를 人爲的으로 調節하고 環境因子들을 適當히 制御하므로써 速成堆肥化를 이룰 수 있다.^{8), 9)}

分解에 適當한 含水率은 環境因子들의 構成狀態에 따라 달라지며^{17), 18)} 環境因子들이 適當한 條件下에서 含水率의 最適範圍는 50~65%이고^{23), 25)} 含水率 40%以下 또는 70%以上이면 分解率도 떨어진다.^{9-11), 23)} 볏짚과 같은 水分을 多量 吸收할 수 있는 性質의 材料는 投入時의 含水率이 多少 높아도 好氣性 分解가 可能하고, 廢紙를 多量 含有할 경우는 含水率 70%以上에서 分解시킬때 24時間 以內에 送氣의 供給이 어려워진다.²⁰⁾ 添加 汚泥量은 分解될 材料의 許用上限 含水率에 따라 決定되며 多量의 汚泥를 混合할 때 充分히 脫水시켜야 한다.^{20), 21)}

溫度는 微生物의 發育에 必須條件으로서 有機質의 分解에 根據를 두고 酸素 消費量과 탄산가스 發生量에 따라 微生物의 活動狀態를 알 수 있다.

溫度가 40°C 上昇하면 微生物의 活動이 擴散하기 시작하여 60°C 前後에서 最大가 된다.^{5), 21)} 溫度上昇은 連續式 分解에서 3段階로 이루어지며 1段階는 45~50°C, 2段階는 60~65°C, 3段階는 75°C로서 最高溫度에 到達한다.^{19), 20)}

送氣는 酸素供給源으로서 連續的으로 供給해야 하며 送氣量이 많으면 熱損失과 水分蒸發로 因해 混合物은 乾燥되고 送氣量이 적으면 嫌氣性狀態가 되어 分解시간이 길어진다.²⁾

送氣量의 限界는 各 環境因子들에 따라 다르나 一般的으로 0.5~1.5L/min kg-VM 範圍에서 行한다. 含水率이나 密度가 높으면 多少 많은 送氣量이 必要하다.^{1), 2), 3)} CN比는 材料의 性質과 送氣量의 變化에 따라 影響을 받으며, CN비가 크면 送氣量도 많아야 하고 CN비가 40을 超過하면 分解期間이 顯著히 길어진다. 따라서 適當한 送氣量으로 理論上 CN比는 30이다.^{21), 23), 14)} pH는 分解速度에 많은 影響을 준다. 酸性側에서는 反應速度가 漸次的으로 느리며 pH값이 5以下로 떨어지면 反應速度가 거의 零에 가까워진다.^{7), 15)} 反對로 中性이나 알칼리性측으로는 反應速度가 빨라지며 pH값이 8~9에서 最大가 된다. 大體的으로 分解가 進行中인때는 pH는 增加하며 pH를 調節하려면 알칼리 添加 CN比 및 混合物 調節 등이 있어야 한다.^{14), 16)} 材料의 粒度는 1~5cm 範圍로서 大小 混合된 狀態가 좋으며 材料의 性質에 따라 다짐程度를 考慮해야 한다.

本 實驗의 目的은 有機廢棄物을 速成堆肥化시키는데 分解率을 높이기 위한 組成物의 物理化學的인 特性和 相互作用 最適條件 등을 規明하고, 實驗裝置의 缺陷을 찾아 改善하는데 焦點을 두고 1週間씩 連續好氣性으로 行하였다.

II. 使用材料 및 實驗方法

1. 使用材料

住宅地의 下水탱크에서 濾過地로 1次 水分을 除去한 後 採取된 下水污泥(약 1%土砂含有)는 速心分離器(Kyoritsu Yuki Co., Ltd.)에 依해서 脫水시켰다. 添加物로는 왕겨와 톱밥을 使用하였다. 使用한 材料에 대한 各成分은 表 1과 같다. 下水污泥와 왕겨의 混合比는 堆肥化 過程에 따른 好氣性 分解가 持續할 수 있는 比로서, 1:3.5(濕潤重量基準)로 하였다. 下水污泥와 톱밥의 混合比도 왕겨와 같이 하였다.

2. 實驗裝置

本 實驗에 使用된 實驗裝置는 그림 1과 같다. 內徑 22cm, 높이 40cm, 두께 3mm인 圓筒으로된

Table-1. Analysis for Individual ingredients raw material

| Determinations | Sewage sludge | Rice hull | Sawdust |
|-------------------------|---------------|-----------|---------|
| Moisture content (%) Wb | 78.2 | 13.2 | 14.0 |
| Ash(%)TS | 17.4 | 13.7 | 6.7 |
| Volafile solids (%) TS | 82.6 | 86.3 | 93.3 |
| Carbon (%) db | 41.1 | 37.8 | 33.0 |
| Nitrogen(%) db | 5.6 | 0.7 | 0.3 |
| C/N(-) | 7.3 | 5.4 | 100 |
| PH(-) | 6.8 | 7.4 | 4.7 |
| Particle size(mm) | — | 6.0 | 2.0 |

註: Wb=Wet basis, Ts=Total solid, db=dry basis

發酵槽는 그 低部로 부터 3cm 높이에 直徑 4mm (12mm 正方形에서)인 구멍을 均一하게 뚫은 스크린을 設置하고 그 下部에 空氣室을 두었다. 保溫材로 發酵槽 周圍의 放熱을 防止하였다. 콤포스터에 依해 供給된 送氣量은 流量計로 測定한 後 加濕器를 通해 發酵槽의 空氣室에 供給된다. 또 發酵槽 低部에도 水槽를 두어 加濕을 補充하게 하였다. 排氣가스는 冷却器를 通하여 水分을 除去한 後 水分吸水用 鹽化칼슘管을 지나 CO₂를 捕集한다. 發酵槽內 溫度와 壓力은 熱傳道式 溫度記錄計와 壓力計를 設置하였다.

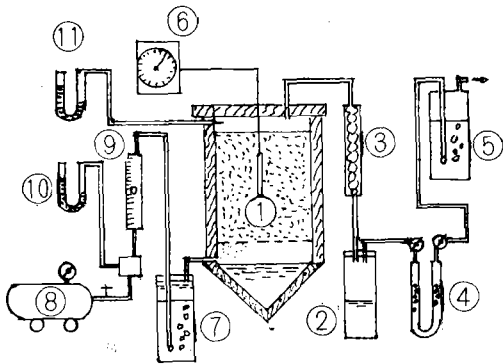


Fig. 1. Flow sheet of laboratory scale composting unit

1. composter
2. 凝縮水則定用器
3. condenser
4. 水分吸水用鹽化 Calcium管

5. CO₂ 捕集器
6. Temperature recorder
7. 加濕器
8. Air compressor
9. Air flow meter
10. 流量補正用壓力計
11. composter內 壓力計

3. 材料分析

含水率·試料 10gr을 電氣 drying oven에서 105 °C로 하여 2時間동안 乾燥시킨 後 含水率을 測定하였다.

pH 試料 10gr을 蒸溜水 90ml에 加하여 30分間 攪拌한 다음 30分間 遠心分離한 것을 NO,5C 濾過紙에 通過시키고 pH測定電極에 依해서 測定하였다 有機物含量·土壤有機物量 測定法(J. S. F., 1968)에 依해서 算出하였다.

$$\text{有機物含量(\%)} = (M_1 - M_2 / M_1 - M_2) \times 100$$

여기서 M₁=試料 및 容器重量(gr)

M₂=700°C에서 2時間동안 燃燒시킨 後 容器 및 Ash 重量(gr)

M₃=容器重量(gr)

C-N. 炭素 및 窒素는 田邊市郎⁸⁰⁾ 分析方法에 依해서 測定하였다.

$$\text{容積密度(gr/cm}^3\text{)} = (\text{容積重量(gr/cm}^3\text{)} \times \text{乾物量(\%)} / 100)$$

CO₂量 測定·100ml의 蒸溜水에 0.2N-NaOH를 加하여 吸水시킨 CO₂는 田邊市郎⁸⁰⁾의 方法에 依해서 分析하였다. 또한 未吸收된 CO₂는 2段으로 設置해서 完全히 吸收되게 하였다.

4. 發酵槽內 溫度分布

發酵槽의 放熱特性和 溫度分布狀態를 알기 위하여 發酵槽 中心軸(r=0)을 中心으로 하여 r=9cm 및 11cm(壁面) 支點과 發酵槽 低部로 부터 h=5cm, 20cm 및 30cm 支點의 溫度를 測定한다.

5. 混合物의 물 收支

初期 및 分解 後 排出時의 混合物은 잘 混合하여 4等分한 것을 各各 測定하여 平均 含水率을 나타내었다. 또 發酵槽의 低部와 加濕器의 水 減少量은 가스와 함께 排出되는 凝縮水와 함께 水 收支에 計算하였다.

이 實驗 結果는 3回 反復 行한 後 그 平均值를 나

타내었다.

Ⅲ. 結果 및 考察

送氣量 0.8L/min.kg-VM로 堆肥化를 實施한 結果는 다음과 같다.

物理的 特性·初期含水率 41.1~69.6% 範圍로한 結果 排出時의 含水率의 減少率은 表 2와 같다. 全體的으로는 初期含水率과 거의 비슷하게 나타났다. 가장 減少率이 높은 것은 初期含水率 50.2(No.1C) 및 60.4%(No.1B)로서 이는 높은 溫度로 인한 水分

蒸發이 있었으며, 初期含水率 58.4%(No.1E)의 경우 전혀 減少가 없는 것은 높은 重量 密度가 높기 때문에 酸素供給 不足으로 만족할만한 分解가 이루어지지 않았기 때문이다. 全體的으로 含水率의 變化가 거의 없는 또 다른 原因은 送氣를 통한 加濕을 하였으며 이 送氣量이 水分蒸發없이 가장 適當한 送氣量이라 볼 수 있기 때문이다. 好氣性分解에서 送氣量의 最適範圍는 0.5~1.5L/min.kg-VM로 볼 수 있다.

乾物重量 減少 역시 含水率 50.2% 및 60.4%에서 가장 많았다. 이미 前述한바 있는 好氣性 分解

Table-2. Physical characteristics for intial and produced compost

| No. of tests | Bulking agents | Aeration rate L/min.kg-VM | Moisture content % (Wb) | | Wet weight kg | | Dry weight kg | | Bulk weight gr/cm ³ | | Bulk density gr/cm ³ | |
|--------------|----------------|---------------------------|-------------------------|------|---------------|------|---------------|------|--------------------------------|------|---------------------------------|------|
| | | | Inf. | Eff. | Inf. | Eff. | Inf. | Eff. | Inf. | Eff. | Inf. | Eff. |
| A | Rice hulls | 0.8 | 69.6 | 69.2 | 3.60 | 3.52 | 1.09 | 1.06 | 0.35 | 0.35 | 0.11 | 0.11 |
| 1B | " | " | 60.4 | 60.0 | 3.27 | 3.02 | 1.29 | 1.20 | 0.32 | 0.29 | 0.13 | 0.12 |
| 1C | " | " | 50.2 | 49.8 | 3.15 | 2.95 | 1.57 | 1.49 | 0.31 | 0.29 | 0.15 | 0.15 |
| 1D | " | " | 41.1 | 40.4 | 3.02 | 2.95 | 1.78 | 1.76 | 0.30 | 0.30 | 0.18 | 0.19 |
| 1E | " | " | 58.4 | 58.4 | 4.65 | 4.64 | 1.93 | 1.93 | 0.46 | 0.46 | 0.19 | 0.19 |
| 2A | Sawdust | | 55.7 | 55.4 | 3.48 | 3.43 | 1.54 | 1.53 | 0.34 | 0.33 | 0.15 | 0.14 |

에 가장 適當한 範圍는 50~65%로서 높은 溫度에 따른 微生物의 活動이 活發하여 만족할만한 有機物 分解가 이루어진 結果라고 思料된다. 堆肥化한 容積重量은 初期混合物과 비슷하게 나타났다. 그림 2에서 No.1E는 含水率 58.4%로 가장 適當하지만 容積重量 0.46은 너무 높기 때문에 安定된 分解를 이룰 수 없었으며, 適當한 容積重量은 0.25~0.35gr/cm³範圍라고 생각된다.

含水率과 溫度·時間經過에 따라 含水率과 溫度 變化狀態는 그림 2와 같다. 堆肥化에 있어서 溫度變化에 가장 큰 影響을 주는 因子는 含水率이다. 含水率 60.4% (No.1B)의 경우 送氣를 始作한 以後 溫度는 急上昇하기 시작하여 2日內에 73°C에 到達 하였으며, 그 以後로는 下降하기 시작하여 1次分解(7日)가 끝날 무렵에는 常溫에 가까워졌다. 含水率 50.2%(No.1C)는 No.1B와 약간의 差異를 나타내었지만 正常的인 溫度上昇과 높은 溫度를 나타내었고 冷却 역시 正常的인 曲線을 이루었다. 含水率 69.6%(No.1A) 및 41.1(No.1D)의 경우 初期溫度上昇이 緩慢하였고 最高溫度 역시 60°C前後로서 낮았다 또한 冷却曲線 역시 緩慢한 狀態로서 分解 期間이 길어졌다. 이는 含水率의 過多 또는 不足으로 만족

할만한 堆肥化를 이룰 수 없기 때문이다. 好氣性 堆肥化는 短時間에 높은 溫度維持로 微生物의 活動이 活發하여 分解率을 높여야 한다.

따라서 好氣性 堆肥化에 影響을 주는 各 因子들의 最適條件下에서 適當한 含水率의 範圍는 50~65%로 볼 수 있다.

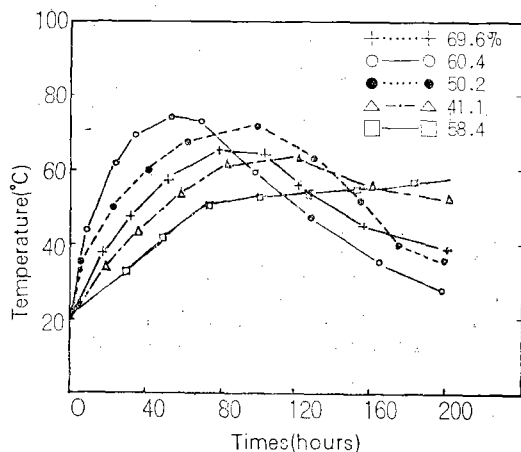


Fig. 2. Relationship between Moisture and temperature

發酵槽內 溫度分布·位置를 달리하여 溫度를 測定한 結果 溫度分布狀態는 그림 3과 같다. 發酵槽 中心軸 $h=15\text{cm}$ 點에서 부터 $r=9\text{cm}$ 點에서는 中心點보다 4°C , 11cm (內壁)點에서는 6°C 의 溫度差를 나타내었다. 이것은 發酵槽 壁面의 放熱때문이며 小形發酵槽에서는 充分한 保溫과 함께 外氣溫度를 고려해야 한다. 또 低面에서 부터 $h=5\text{cm}$ 點에서의 溫度는 全體적으로 낮았으며 最高溫度에 達했을 때 $h=20\text{cm}$ 點의 溫度보다 10°C 差를 나타내었다. 이는 送氣에 依한 放熱때문이며 實驗裝置 構造上 根本問題로서 앞으로 解決되어야 할 重要한 課題이다. $h=30\text{cm}$ 點에서는 溫度上昇이 遲延되고 中心部의 最高溫度보다 약간 낮았다. 이는 上部의 酸素濃도가 낮기 때문이라고 思料된다.

CO_2 發生量·送氣量 $0.8\text{L}/\text{min}\cdot\text{kg}\cdot\text{VM}$ 含水率 $40\sim 70\%$ 範圍內에서 實施한 結果 溫度上昇에 따른 CO_2 發生量은 그림 4와 같다. 왕겨를 混合한 含水率 60.4% (IB) 및 50.2% (IC)에서는 溫度 63°C 에서 容積當 7.3% 및 6.5% 의 CO_2 가 發生하였고, 含水率 69.6% (IA) 및 50.2% (ID)에서는 最高溫度 60°C

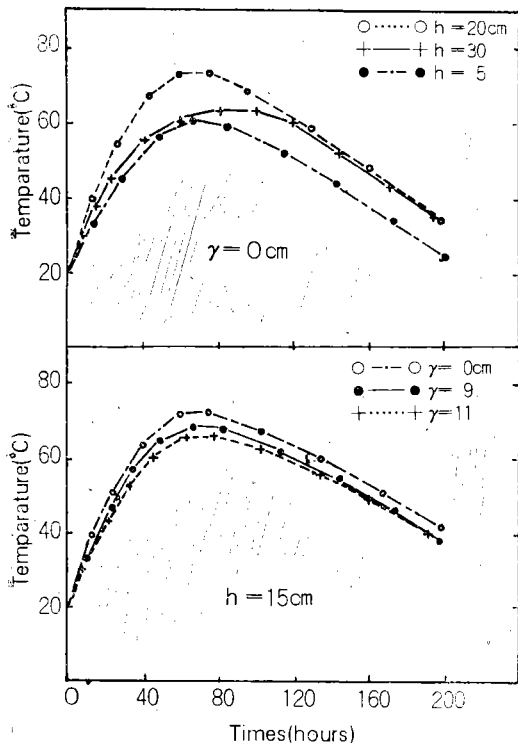


Fig. 3. The differences of temperature in various location of batch composter

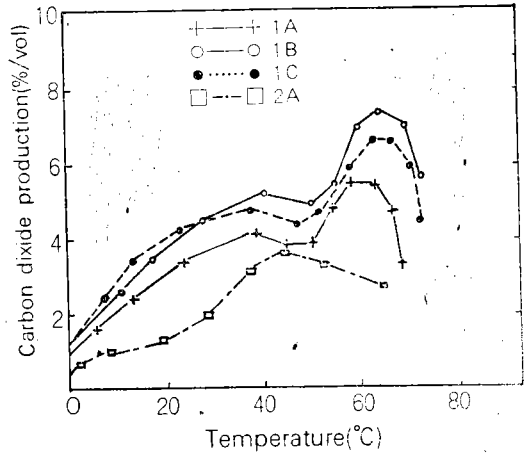


Fig. 4. Relationship between Carbon dioxide Production and Temperature

및 45°C 에서 各各 5.5% 및 4.5% 의 CO_2 를 發生하였다.

CO_2 量은 含水率이 높거나 낮으면 微生物의 活動이 活發하지 못하기 때문이다. 톱밥을 混合한 2A의 경우 含水率 55.7% 에서 CO_2 發生量이 가장 적었으며 溫度 44°C 에서 $3.6\%/vol$ 으로서 最大를 이루다가 그 以後로는 漸次的으로 減少하였다. 이것은 材料의 C/N比가 크고 pH값이 強酸에 가깝기 때문이다. 全體적으로 CO_2 發生量은 溫度 40°C 까지는 增加하다가 다시 약간 下降한 後 上昇하기 시작하여 $62\sim 63^\circ\text{C}$ 에서 最大를 이루었다. 다만 톱밥의 경우는 다르다. 發酵槽內 微生物 즉 中溫菌의 最適溫度 $20\sim 40^\circ\text{C}$ 를 지나서 CO_2 發生量이 減少하는 것은 中溫菌의 活動이 阻害되어 溫度가 약간 떨어지기 때문이다. 그 以後로 다시 急上昇하기 始作한 것은 高溫菌 最適溫度 $50\sim 65^\circ\text{C}$ 에서 高溫菌의 活動이 活發하다는 것을 알 수 있다.

化學的 特性·初期 및 堆肥化된 混合物의 化學的 特性은 表 3와 같다. 初期混合物의 揮發性 固形物과 分解後의 固形物의 變化는 왕겨를 混合한 1B 및 1C의 경우 3.2% , 1E의 경우 0.6% 로서 平均 2.2% 減少하였다. 톱밥(2A)의 경우 0.7% 增加하였다. Ash의 變化率은 왕겨인 경우는 最大 3.3% 最少 0.6% 平均 2.2% 增加하였고, 다만 톱밥을 混合한 경우는 反對로 0.6% 減少하였다.

C/N比·表 3에서 窒素의 變化率은 왕겨인 경우 $0.3\sim 3.3\%$ 톱밥인 경우 0.7% 增加하였다. 따라서 왕겨 및 톱밥을 混合한 初期 C/N는 各各 21.6 및

Table-3. Chemical characteristics for initial and produced compost

| No. of tests | Ash % (db) | | Volatile solids % (Tb) | | Carbon % (db) | | Nitrogen % (db) | | C/N (-) | | pH (-) | |
|--------------|------------|------|------------------------|------|---------------|------|-----------------|------|---------|------|--------|------|
| | Inf. | Eff. | Inf. | Eff. | Inf. | Eff. | Inf. | Eff. | Inf. | Eff. | Inf. | Eff. |
| 1A | 14.5 | 16.8 | 85.5 | 83.2 | 38.5 | 39.3 | 1.78 | 1.96 | 21.6 | 20.0 | 7.3 | 7.4 |
| 1B | 14.5 | 17.5 | 85.5 | 82.5 | 38.5 | 39.7 | 1.78 | 2.02 | 21.6 | 19.6 | 7.3 | 7.6 |
| 1C | 14.5 | 17.8 | 85.5 | 82.2 | 38.5 | 40.0 | 1.78 | 2.11 | 21.6 | 19.0 | 7.3 | 7.8 |
| 1D | 14.5 | 16.3 | 85.5 | 83.7 | 38.5 | 39.2 | 1.78 | 1.93 | 21.6 | 20.3 | 7.3 | 7.5 |
| 1E | 14.5 | 15.1 | 85.5 | 84.9 | 38.5 | 38.8 | 1.78 | 1.91 | 21.6 | 20.3 | 7.3 | 7.7 |
| 2A | 9.1 | 8.4 | 90.9 | 91.6 | 36.8 | 37.1 | 1.28 | 1.35 | 28.8 | 27.5 | 5.2 | 5.4 |

28.8이였으나 1次 分解後의 C/N는 왕겨는 1.3~2.6, 톱밥은 1.3으로 各各 減少하였다. C/N比는 好氣性 堆肥化에 많은 影響을 미친다. 適當한 環境條件 下 가에서 만족 할만한 分解를 進行시키려면 C/N比 작을수록 反應速度는 빨라지며 C/N比는 30을 超過 하던 反應速度는 顯著하게 떨어진다. 왕겨를 混合한 경우 1B 및 1C는 含水率, 送氣量, 重量 等 安定된 環境條件에서 만족할만한 分解로 比較的 C/N比는 크게 낮아지고 1A 및 1D는 含水率의 過多 및 不足 1E는 容積重量이 크기 때문에 C/N比의 變化는 적었다. 톱밥은 環境條件은 만족하였지만 變化가 적었다.

pH. 堆肥化하는데 混合物의 pH값은 分解作用에 重要한 影響을 주는 要素의 하나이다. 初期 混合物의 pH값을 5.4~7.3으로 하여 1次分解시킨 結果 變化한 pH값은 表 3에서 보는 바와 같다. 왕겨를 混合한 初期의 pH값은 7.3이였으나 分解後의 pH값은 0.1~0.5로 增加하였다. 또 톱밥의 경우 0.2增加하였다. 그림 5에서 보는바와 같이 왕겨를 混合한 pH 7.3은 1次分解 期間동안 溫度는 急上昇하여 最高溫度에 到達한 후 冷却하기 始作하여 常溫에 가 가까워졌다. pH 5.4인 톱밥은 溫度上昇이 緩慢하고 最高溫度 또한 낮았으며 分解期間이 길어졌다. 따라서 톱밥과 같이 强酸性 材料는 好氣性 分野에 의 한 速成 堆肥化를 할 수 없다.

一般的으로 生有機廢棄物의 pH값은 中性이나 弱酸을 나타내며, 溫度上昇에는 보통 pH값이 酸性을 나타내다가 分解가 進行하면 pH값은 增加한다. 따라서 速成 堆肥化하는데 가장 適當한 pH값은 中性에 가까워야 하며 pH 5以下인 强酸性인 경우에는 石灰로 中和시킬 必要가 있고, 또 强알카리性인 경우에는 硫黃을 添加하여 pH를 低下시킬 必要가 있다.

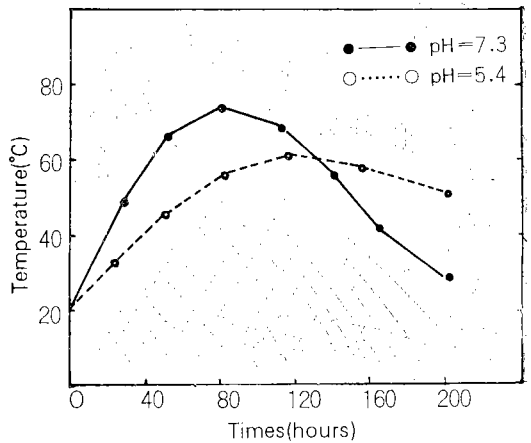


Fig. 5. The temperature variance on pH differences during fermentation

結 論

本 研究에서는 下水汚泥에 왕겨와 톱밥을 混合한 廢棄物을 好氣性으로 堆肥化하기 위해 일정한 送氣量 하에서 含水率, 溫度, C/N比, pH가 分解過程에 미치는 影響을 規明하고 小形實驗裝置의 構造와 操作方法 및 熱損失의 缺陷을 改善하고자 實驗을 遂行한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 送氣量 0.8L/min.kg-VM에서 初期含水率 60.4%로한 溫度는 50時間 前後에서 73°C에 到達하였으며 適當한 含水率의 範圍는 50~65%로 볼 수 있다.
2. 發酵槽 低面에는 送氣로 인한 放熱과 水分蒸發 때문에 溫度는 낮고 乾燥하여 만족할만한 分解를 이룰 수가 없으므로 改善되어야 할 重要한 課題이다.
3. 發酵槽 中心으로부터 壁面에 가까울수록 溫度

는 차츰 떨어졌으며 $r=9\text{cm}$ 및 壁面點에서는 中心 溫度보다 4°C 및 6°C 낮았다. 또 中心보다 上部 $h=30\text{cm}$ 點에서 8°C 溫度差를 나타낸 것은 混合物層 上部의 酸素濃도가 낮기 때문이다.

4. 含水率 60%에서 CO_2 發生量은 溫度 63°C 에서 7.3%/vol으로서 最大를 나타내었다.

5. CO_2 發生量의 增減으로 보아 中溫菌($20\sim 40^{\circ}\text{C}$)과 高溫菌($50\sim 65^{\circ}\text{C}$)의 活動範圍를 알 수 있었다.

6 分解後의 窒素量 增加로 인한 C/N비는 初期값보다 1.3~2.6減小하였다. 또 C/N비가 크면 反應速度는 遲延되고 작으면 빠르게 나타났으며, 그 範圍는 30前後로 볼 수 있다.

7. 分解後의 pH값은 初期값보다 약간 增加하였다. 또 pH는 中性에 가까울수록 反應速度는 빠르고 強酸性이나 強알칼리성인 경우에는 分解期間이 遲延되기 때문에 中和시킬 必要가 있다.

參 考 文 獻

1. Chang, C.S., F.S. Lai and B.S. Miller 1981. Composting of grain dust. TRANSACTIONS of the ASAE 23(3):709-711.
2. Chang, C.S., F. S. Lai, R. Rousser and B.S. Miller 1981. Composting grain dust in a continuous composter and evaluation of the compost. TRANSACTIONS of the ASAE 24(5):1329-1332.
3. Gilbertson, C.B., T.M. McCalla and A.T. Sobel. 1975. Analyzing physical and chemical properties of solid wastes. p. 183-196. In: Standardizing properties and analytical methods related to animal wastes research special publication. SP-0275, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
4. Golueke, C.G., B.J. Gard and P.H. McGauhey. 1954 Aeritical evaluation of inoculums in composting, Appl. Microbiol. 2:45-53.
5. 藤田賢二, 兆脇秀敏 コンポスト原料の發生熱量・都市と廢棄物 Vol. 14. No.1 pp.19-55. 1980.
6. 藤田賢二, コンポスト化プロセス의 解析, 公害と對策, Vol.16. No.2 pp.116-123.
7. 藤田賢二, 贊田義朗, 콘ポスト化過程と pH. 都市と廢棄物 Vol.15. No.4 pp.31-39. 1981.
8. 鄭鳳守, 姜龍太 1985. 農畜産廢棄物의 堆肥化에 관한 基礎的 研究. 大韓土木學會誌, Vol.5. No.2, Jun. pp.27-34.
9. Jeris, J.S. and R.W. Regon. 1973. Controlling environmental parameters for optimum composting II. moisture, free air space and recycle, Compost Sci. 14(2) : 8-15.
10. Jeris, J.S. and R.W. Regan. 1973. Controlling environmental parameters for optimum composting III. The effect of pH, nutrients, storage and paper content relative to composting. Compost Sci. 14(3) : 16-22.
11. J.H. Hong, J. Matsuda, Y. Ikeuchi. 1983. High Rapid Composting of Dairy Cattle Manure with Crop and Forest Residues. TRANSACTIONS of the ASAE Vol. 26, No.2, pp.533-541.
12. Kimura, T and H.Shimizu. Basic studies on composting of animal waste II. Limited air flow for fermentation during ventilating at room. J. Soc. of Agri. Mach. Japan, 43(2) : 475-480.
13. McGauhey, P.H. and C.G. Golueke. 1953. Reclamation of municipal refuse by composting. Univ. of Calif. Berkeley, Sanit. Eng. Res. Proj. Tech. Bull. 9. 30p
14. Mercer, W.A. and W.W. Rose. 1968. Windrow composting of fruit waste solid. Compost Sci. 9(3) : 19-22.
15. Mitsuo CHINO, Shinjiro KANAZAWA, Tadahiro MORI, Michio ARARGI, and Bunzamon KANKE. 1983. Soil Sci. Plant Nutr., 29(2), pp.159-173.
16. Mercer, W.A., W.W. Rose, J.E. Champan and A. Katsuyama. 1962. Aerobic composting of vegetable and fruit wastes. Compost Sci. 3(3) : 9-19.
17. Oldes, J. 1968. Houston compost plant-2nd year report Compost Sci. 9(1) : 18-19.
18. Rodale, J.I. 1945. Compost and how to make it. Rodale Press, Emmaus, PA 63P.
19. 神山桂一, 田中信壽, 井上雄三, 1983. 都市ごみの好氣性分解に關する研究(1) 衛生工學研究論文集 Vol. 19 pp.136-146.
20. 申丘澈. 1982. 콘ポスト化의 生物學的考察. 公

- 害と対策 pp.132-140.
21. Shell, G.L. and J.L. Body. 1970. Composting of dewatered sewage sludge. *Compost Sci.* Vol. 11. No. 3. pp.17-21.
 22. Schulze, K.L. 1961. Relationship between moisture content and activity of finished compost. *Sci.* 2(2) : 32-34.
 23. Schulze, K.L. 1962. Continuous thermophilic composting. *Compost Sci.* 3(1) : 22-33.
 24. Stutzenberger, F.J. 1969. Cellulolytic activity in municipal refuse composting *Bacterial. Proc.* 16p.
 25. Torisu, R., S. Kimura and K. Tashiro. 1980. Effect of moisture content and air flow rate on high rate composting of cattle manure. *J. Soc. of Agr. Mach. Japan*, 42(1) : 135-140.
 26. U.S. public health serv. 1966. Tennessee valley authority composting project U.S. public health serv. cooperative project agreement. Johnson City, Tenn. TV-272 246A.
 27. Waksman, S.A. and T.C. Cordon. 1939. Thermophilic decomposition of plant residues in compost by pure and mixed cultures of micro organisms soil *Sci.* 47(3) : 217-225.
 28. Wiley, J.S. and G. Pierce. 1955. A preliminary study of high rate composting. *proc. Am. Soc. civil Eng. J. Saint. Gen Div.* 81 : 846-850
 29. Wilson, G.B. and J.W. Hummel. 1972. Aeration rates for rapid composting dairy manure. p.145-158. In; *Proc. Agric. Wastes Manage Conf. Cornell Univ., Ithaca, NY.*
 30. 田邊南郎, 渡邊殿. 土壤微生物作用の測定法. *日土肥誌*. 1966, 37(1) : 46-54