

乾燥による生ゴミのコンパクト化

繆 冶煉*・吉崎 繁**

*三重大学生物資源学部附属農場, **筑波大学農林工学系

Compacting of Garbage by Drying

Yelian MIAO* and Shigeru YOSHIZAKI**

*Experimental Farm, Faculty of Bioresources, Mie University

**Institute of Agri. and Forest Engineering, Univ. of Tsukuba

Abstract

The purpose of this study was to develop a drying technology for compacting of garbage. Sliced potato was used as test material, and it was dried in a bed 20 cm in diameter and 24 cm high within a temperature range of 105 to 135°C and air flow rate range of 0 to 1.5 L/min. The distribution of moisture content of potato in the bed and the variation of bed volume were investigated. Experimental results showed that the drying rate and volume reduction increased with the temperature. The bed only had 1/4 to 1/3 of its original volume while the water in potato was removed from a moisture content of 450%, d. b. to 60%, d. b. . Calculated bed volume according to the distribution of moisture content in the bed agreed with the experimental data.

[Keywords] compaction, volume, moisture content, drying, garbage, environmental protection

I 緒 言

家庭および食品産業で出る生ゴミが水分を多く含み、腐りやすい。生ゴミを自然環境の一部に取り入れ、土中の微生物および食物連鎖の底

辺に属する動物たちにより分解し、自然環境に還元することは最も望ましい。しかし、大量に発生する生ゴミなどの廃棄物に対する自然浄化能力には既に限界が見えており、自然界への負担の度が過ぎると環境破壊や環境汚染にまで発展するのが現状である¹⁾。したがって、できるだけゴミを出さない努力と同時に、環境調和型の生ゴミ処理技術の開発がこれからの急務である。

生ゴミをその発生場所で処理するために、コンポスト化と乾燥との二つの方法が考えられる²⁾。前者は微生物を用いて生ゴミを速やかに発酵・分解し、堆肥をつくる。後者は乾燥により水分および悪臭の除去とともに、ゴミのコンパクト化を図る。本研究では生ゴミのコンパクト化装置を開発するための基礎データを得ることを目的として、ジャガイモの厚層乾燥実験を行い、充填層内における含水率分布および体積の変化を調べ、それらの関係を検討した。

II 実験材料および方法

1. 実験材料

平均直径が5.5cmで、1個当たりの平均重量が80gの市販ジャガイモを厚さ約0.5cmのスライスにした後、さらに直径方向で二つに切ってから供試した。個々の試料ジャガイモの体積は約6cm³で、初期含水率が約450%,d.b.であった。

2. 実験装置

実験装置は図1に示すように、空気ポンプ、流量計、バッファータンク(2L)、ステンレス製試料容器($\phi 20\text{cm}$, H24cm)、送風定温乾燥器(YAMATO製, DN63)、K型熱電対およびコンピュータ(NEC, PC-9801RX)などから構成されている。試料容器の底部に多孔板および通気口が設けられており、流量計およびバッファータンクを介して空気ポンプにより一定流量の空気を容器内に送り込むことができる。

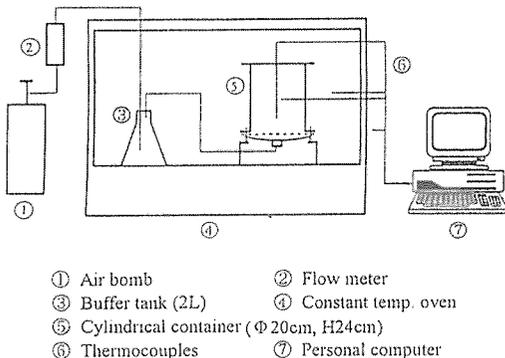


Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus

3. 実験方法

スライス状の試料ジャガイモ約4.2kgをランダムな方向で試料容器に充填した後、蓋せずに送風定温乾燥器のチャンバー(60×50×50cm)内に設置して加熱した。試料容器の多孔板から高さ4cmと12cmの位置における試料温度を熱電対およびコンピュータにより計測した。また、試料容器の多孔板から高さ6cm, 12cm, 18cmの位置からそれぞれ二つのサンプルを採取し、その含水率を10g-135°C-24h法により測定した。充填層の体積は充填層表面の高さにより算出した。

実験条件として定温チャンバー温度を105°C, 120°C, 135°Cの3段階、また通風量を0L/min, 1.0L/min, 1.5L/minの3段階に変えた。

III 実験結果および考察

1. 含水率分布

試料温度の経時変化の一例を図2に示す。この図では通風量がゼロで、定温チャンバーの温度が105°Cに設定されている。容器内の試料が定温チャンバーにより加熱されているので、予熱期間において試料温度は均一に上昇し、3時間で60°Cに達した。その後、高さ4cmの層での温度は50時間まで一定となっている。一方、12cmの層では18時間以降、試料体積の減少に従って熱電対が充填層表面から露出したので、定温チャンバーの温度が計測された。

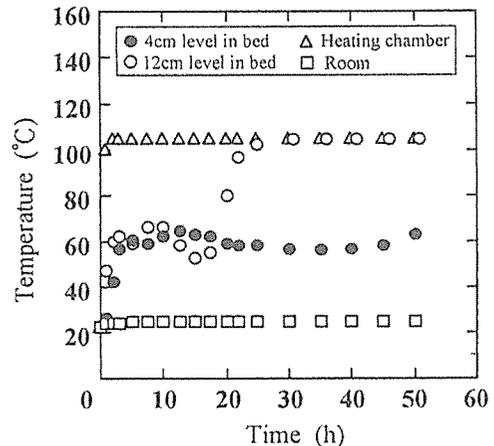


Fig.2 Variation of temperature during drying at 105°C without ventilation of bed

定温チャンバーの温度をそれぞれ105°C, 120°C, 135°Cに設定した場合、充填層別の含水率が図3に示すように変化した。下層部を60%, d.b.の含水率に乾燥するために40~50時間かかり、定温チャンバー温度が高いほど、乾燥速度は大きかった。

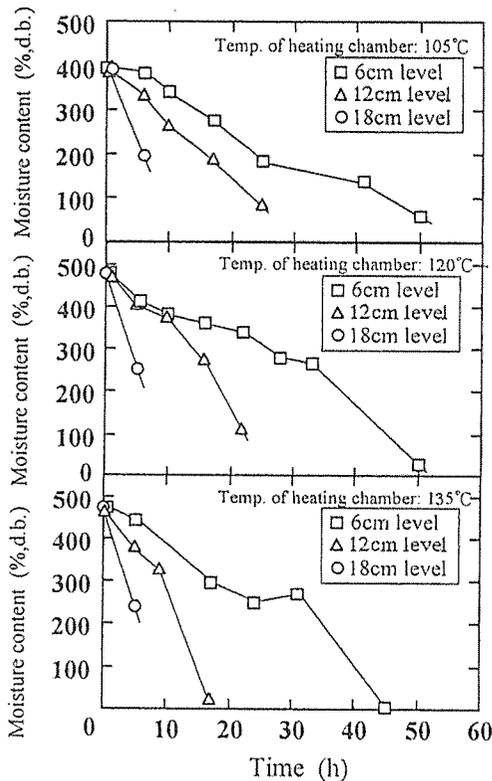


Fig.3 Variation of moisture content during drying without ventilation of bed

2. 体積の変化

乾燥過程における試料充填層体積の変化を図4に示す。ここでは、充填層の初期体積を V_0 で表し、また乾燥中における任意時間の体積を V で表している。充填層体積は乾燥開始直後に急激に減少し、相対体積 V/V_0 が0.4前後になるとその減少は遅くなった。105~135°Cの温度範囲では50時間乾燥後の充填層体積が乾燥前の $1/4 \sim 1/3$ であり、定温チャンパー温度が高い程、充填層体積の減少速度および減少量は大きかった。一方、本実験の条件下において試料層体積の変化は通気の有無と関係なくほぼ一定であった。これは試料容器が蓋せずに送風定温乾燥器のチャンパー内に設置されており、チャンパー内の空気流れが試料の乾燥に大きく影響を与えているためと考えられる。

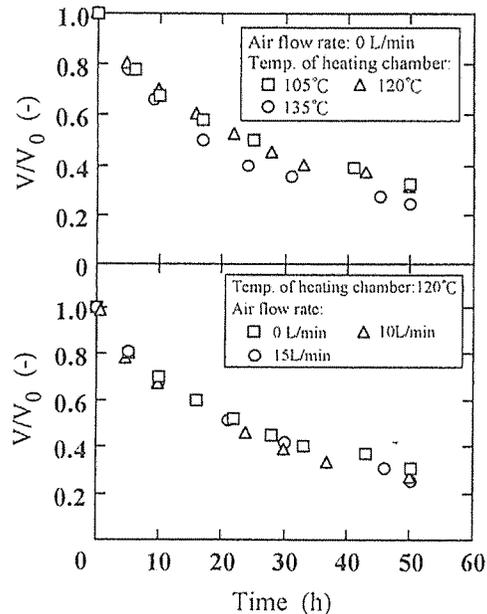


Fig.4 Variation of bed volume during drying

試料の乾燥と充填層体積の減少との関係を次のように検討した。相対体積 V/V_0 を試料体積 $V_s(L)$ および充填層の空隙率 $\epsilon(-)$ で表すと、

$$\frac{V}{V_0} = \frac{V_s}{V_0(1 - \epsilon)} \quad (1)$$

任意時間の試料体積 V_s は次式で得られる。

$$\begin{aligned} V_s &= V_{s0} \left(1 - \frac{\Delta V_s}{V_{s0}}\right) \\ &= V_0(1 - \epsilon_0) \left(1 - \frac{\Delta V_s}{V_{s0}}\right) \end{aligned} \quad (2)$$

ここでは、 V_{s0} は試料の初期体積(L)、 ΔV_s は乾燥による試料体積の減少(L)、 ϵ_0 は充填層の初期空隙率(-)である。

村田ら³⁾はフライ加工温度域における乾燥特性として、ジャガイモの体積と含水率(120%, d. b.以上)との関係を見出した。その関係式を試料の初期体積および含水率変化量 $\Delta M(\%, \text{d. b.})$ により書き換えると、試料の体積変化率 $\Delta V_s/V_{s0}$ が求められる。

$$\frac{\Delta V_s}{V_{s0}} = 1.42 \times 10^{-3} \Delta M \quad (3)$$

(2)式および(3)式を(1)に代入すれば、

$$\frac{V}{V_0} = \frac{(1 - \varepsilon_0)(1 - 1.42 \times 10^{-3} \Delta M)}{(1 - \varepsilon)} \quad (4)$$

一方、充填層内の空隙率 ε は含水率 M (% , d.b.) によって直線的に変化すると仮定し、乾燥前と乾燥後の充填層の空隙率から次の実験式が得られた。

$$\varepsilon = 3.57 \times 10^{-3} M + 26.4 \quad (5)$$

図3に示したように充填層内において試料の含水率が幅広く分布しているため、充填層を高さ方向で均等に6層に分け、それぞれの層に(4)式および(5)式を適用した。含水率が120% , d.b.になるまでの充填層体積の計算値と実測値との比較を図5に示す。計算値は全体的に実測値と一致しており、試料含水率と充填層体積との関係が明らかになった。

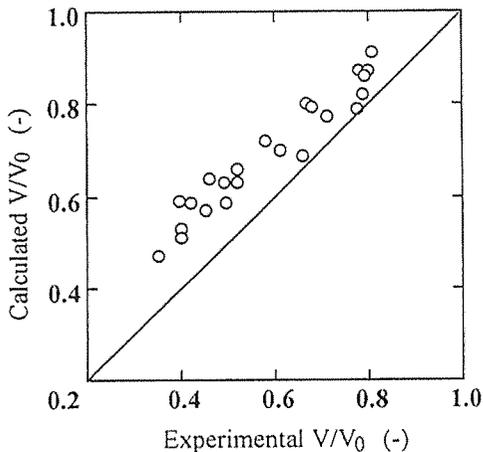


Fig.5 Comparison of calculated and experimental values of bed volume

IV 摘 要

スライス状のジャガイモ試料を円筒容器(ϕ 20 cm, H24cm)に充填し、定温チャンバー温度が105~135°C、通風量が0~1.5L/minの範囲において乾燥実験を行い、充填層内における試料の含水率分布および体積変化を調べた。得られた結果は次のとおりである。

1) 温度が高いほど、充填層の乾燥速度および体積減少量は大きかった。試料が450% , d.b.

から60% , d.b.以下の含水率に乾燥されると、充填層体積は乾燥前の1/4~1/3に減少した。一方、充填層の乾燥速度および体積減少に対して通風量の影響は見られなかった。

2) 試料体積および充填層の空隙率は含水率の関数として表すことができる。含水率分布を考慮して充填層の体積を検討した結果、計算値は実測値とほぼ一致した。

謝 辞

本研究の遂行に当たっては、筑波大学大学院生(現茨城県庁)島崎敏樹君の協力を得た。ここに記して感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 佐野寛：環境の中での廃棄物エネルギー・資源環境、廃棄物・排水環境利用の動向第4集、化学工学協会、pp.1-7、1988
- 2) 世界文化社編：Energy 21 for Better Environment, No.3、環境調和型技術、p.33、エッソ石油株式会社、1994
- 3) 村田敏、田中史彦、K.S.P.アマラトウンガ：馬鈴薯の乾燥特性の研究(第1報)、農業機械学会誌、Vol.56, No.4, 45-52, 1994