

当する量を麦で置きかえたものである。これにより従来の黒糖しょうちゅうの特徴を失うことなくそれに加えて一段と味の濃い製品を作ることができる。

次に以上の方法を取り入れた場合にどの位のコス

ト節減になるかを試算したがその結果は表3のとおりである。この表から白ぬか代替が最も節減に寄与する率が高い。しかし白ぬかを使用する場合仕込みの方法、機械設備などに問題があり、急にはこれを取り入れ難い点があるが今後検討する必要がある。

表 3.

区分	純アルコール1ℓ 当りの原料代	差
1	264 円	0 円
2	254	-10
3	253	-11
4	234	-30
5	238	-26
6	214	-50
7	237	-27

米80円/kg 黒糖150円/kg

大麦70円/kg 白ぬか50円/kg

として試算した。(大麦、白ぬかは共に運賃を含んだ価格である。)

ま と め

黒糖の一部を他の穀類で代替し現在の黒糖製しょうちゅうの特徴を失わずに良い製品を作ることができるかどうかについて検討した結果次のことが明らかになった。

1. 大麦、白ぬかを代替原料として使用したがいずれももろみ経過は良好であった。
2. きり酒の結果では大麦25%代替区が最も

良好であり、次には白ぬか25%代替区でありいずれも黒糖の約3割まで代替が可能であることを認めた。

3. その他代替原料を使用した場合のコストを試算した。

以上の結果は10月8日に名瀬市において講演した。

3.3 漬物用原料大根の乾燥工程機械化に関する基礎研究(第2報)

水元弘二, 南園博幸, 東邦雄, 盛敏
得た。

は じ め に

山川漬, ツボ漬などの原料大根の乾燥は、天日乾燥によるため非常に不安定な工程の一つである。

前年度、手持ちの乾燥機を用いて、乾燥前後の大根の含水率及び変質点、乾燥温度の限界など、生大根の乾燥特性について若干の基礎的な知見を

今回通風条件を異にする、DIK型循環送風乾燥器と脚型循環通風乾燥機を用い、大根乾燥の大量処理、大根乾燥のメカニズムおよび実用化への条件の設定等のための乾燥実験を試み、若干の基礎的な成果を得たのでその内容について述べる。

実験方法

(1) 原料大根について

漬物用原料大根は理想大根と練馬大根の2品種で、実験に供した両大根は桜島町、鹿屋市で栽培したものである。

(2) 乾燥方式

乾燥実験に供した乾燥機の構造仕様は表1、図1、図2の通りである。

表 1. 乾燥機の仕様

仕様	型式	D I K型循環送風乾燥器	脚型循環通風乾燥機
内 装		間口1.2 m×奥行0.8 m×高さ1.0 m 容 積 0.9 6 m ³	間口0.9 m×奥行0.9 m×高さ0.9 m 0.7 2 9 m ³
循環用送風器		プロペラ型送風器 1基	輻流送風機 1基
強制排風装置		シロッコ型排風器 1基	な し
ヒ ー タ ー		6 K W	6 K W

図 1. D I K循環送風乾燥器

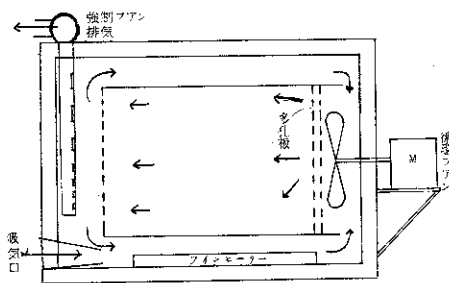
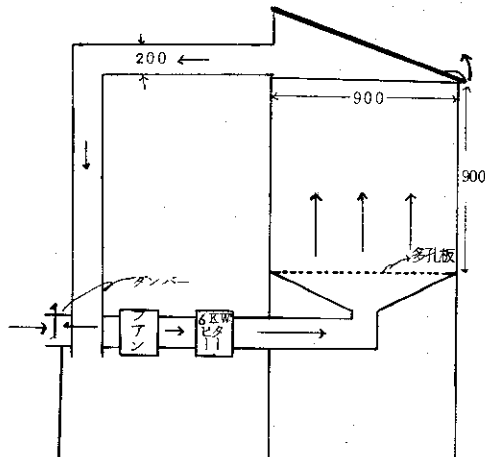


図 2. 脚型循環通風乾燥機

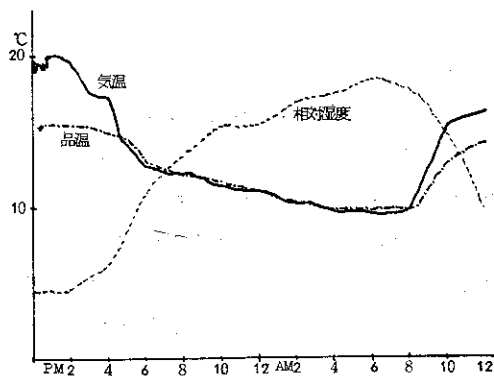


結果および考察

1. 大根乾燥のメカニズム

天日乾燥における気温と品温（大根内部の温度）との関係を図3に示す。

図 3. 天日乾燥における
気温と品温の関係

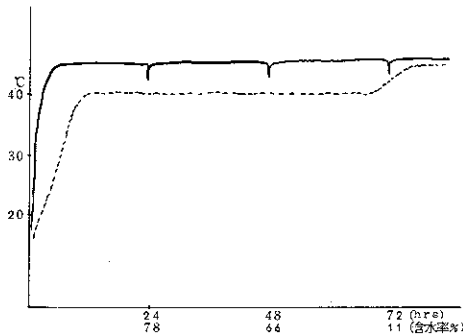


これによると、大根の品温は 日中太陽にさらされ 上昇し、大根の表面水分が飛散し大根表面が乾燥する。夜間では 大根の品温は表面より徐々に冷やされ、外気の気温よりむしろ高い状態になる。この間、大根内部の水蒸気圧が高くなるため外気側とに蒸気圧差が生じ、大根の内部水分は毛管現象で表面に拡散移動し、明け方 (AM4~5

頃)大根の表面に露となる。この大根表面の露は昼間蒸発してしまう。この現象の反復によって、水分の蒸発が緩慢に起り、大根の内部は均一的に水分が分散すると考えられる。

他方、機械乾燥における加熱温度と品温との一例を図4に示す。

図4. 機械乾燥における加熱温度と品温関係



45℃機械乾燥の場合、品温は38～41℃の範囲にある。熱量は大根表面の水分の蒸発に奪われ、乾燥末期(含水率10%前後)での品温は、加熱温度に近くなる。

上干し大根といわれる所定の乾燥状態(含水率65～70%)まで、連続的に加熱通風乾燥して得られた乾燥大根の表面には顕著な硬化現象が起った。その原因は、機械乾燥と天日乾燥とでは加熱条件が根本的に異なるためであると考えられる。

天日乾燥とは同様な乾燥大根を機械乾燥によって得るには、大根の内部水分の均一的な分散移動を容易に行なわしめること、また表面の過度の乾燥による硬化を防ぐことが重要であり、その方法としては、加熱を断続的に行なうか、又は加熱温度を段階的に低下させる方法が考えられる。

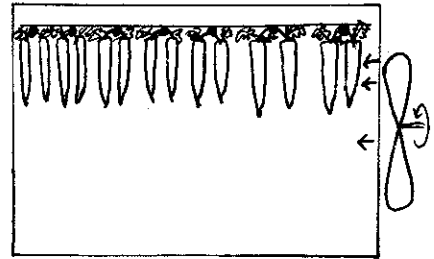
2 DIK型循環送風による乾燥

器内に大根を図5に示すような状態で2本づつくり、84本つりさげ乾燥実験を行なった。

乾燥器は図6に示すように、42℃で2日間運

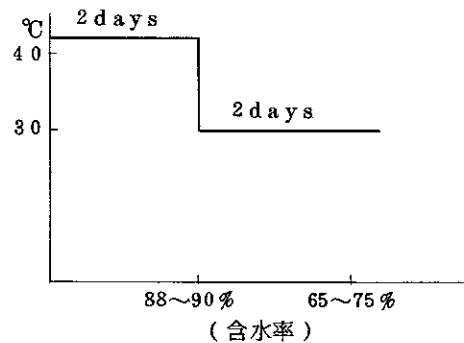
転し、更に温度を32℃に低下し2日間運転した。又42℃で2日間乾燥器を運転した時の大根の湿量基準含水率を測定したところ88～90%の範囲にあった。

図5. 器内の大根掛けの状況



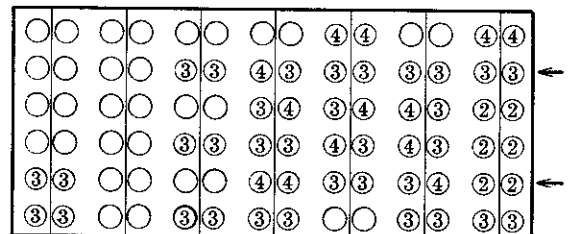
(側面からの図)

図6. 運転プログラムの一例



その結果、4日目以内に、所定の乾燥状態に仕上がったものは52本(全体の64%)であった。その乾燥の状況を図7に示す。

図7. 大根乾燥の状況



②: 2日目で乾燥完了 ③: 3日目で乾燥完了

④: 4日目で乾燥完了

(乾燥器上面から見た大根の配列)

熱風の吹込み口に近い所ほど乾燥速度が速く、遠くなるほど乾燥所要数は長くなった。このように乾燥ムラが生じる原因として、次のようなことが考えられる。

③ 乾燥材料の含水率が高いため、熱風の吹込み口に近い所の材料（大根）の蒸発熱に熱量が奪われ、器内の温度が降下し、器内の温度ムラが生じた。

④ 通風条件が大根に直角になるため、吹込み口に遠くなる所では、大根の層数が多いため風量が不足し 風量に全体的なムラが生じた。

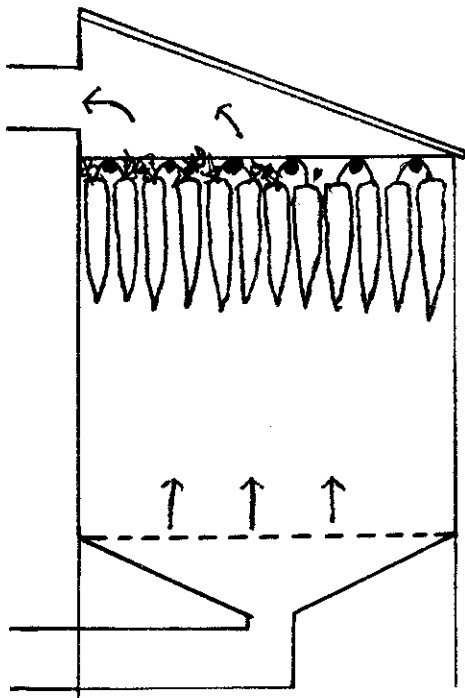
そのために、熱風吹込み口附近に掛けてある大根と、吹込み口の反対側にある大根との乾燥所要日数は4～5日の差を生じた。

図7に示す○印の大根の乾燥所要日数は7～10日であった。

3 脚型循環通風乾燥機による乾燥

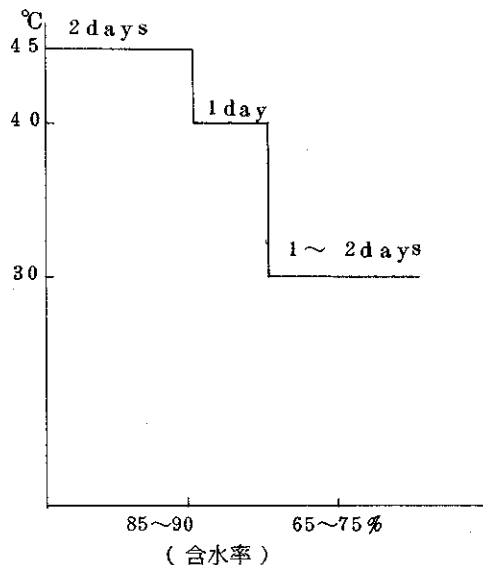
機内に 図 8 に示すような状態で2本ずつくり、160本（約140kg）をつりさげ乾燥実験を行なった。

図 8. 側面よりみた器内



乾燥機内の温度を図9に示すように、45℃2日間、40℃1日間さらに30℃1日間のプログラムで運転した。

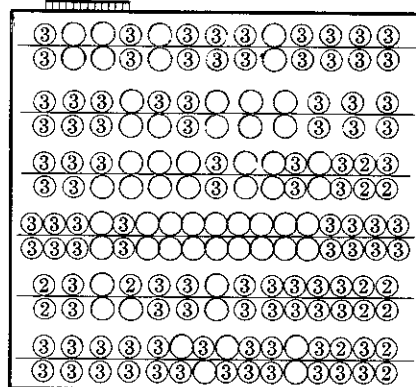
図 9. 乾燥プログラム



又45℃2日目の大根の湿量基準含水率は85～90%で、40℃1日目を経た後のそれは78～85%の範囲にあった。

その乾燥結果は図10に示すように、3日目以内に112本(70%)が仕上がり、残りは4日目で 所定の乾燥状態の乾燥大根が得られた。

図 10. 乾燥状況



註：②：2日目乾燥完了

③：3日目 "

○：4日目 "

(左上斜線部は上部よりの排風孔を示す)
乾燥機上面より見た大根の状況

乾燥ムラが前述の乾燥器より比較的少なかった原因としては通風条件が、大根に対して平行に通風されるため、大根の掛数に無関係であったこと、又 図 1.1 に示すように機内の風速の分布は比較的に均一であり、機内の温度ムラも比較的少なかったためと考えられる。

図 1.1. 乾燥機内の風速分布

1.4 ~ 1.6	0.76 ~ 1.6		0.80 ~ 0.34	0.32 ~ 0.34
1.4 ~ 1.5	0.75 ~ 0.86	0.43 ~ 0.52	0.74 ~ 0.78	
1.2 ~ 1.3	0.6 ~ 0.7	0.31 ~ 0.33	0.43 ~ 0.48	
1.6 ~ 1.1	0.6 ~ 0.7	0.3 ~ 0.5	0.13 ~ 0.2	0.85 ~ 1.7
0.7 ~ 1.0	0.62 ~ 0.75		0.65	
0.5 ~ 0.7	0.57 ~ 0.63		~ 1.2	

図 1.0, 1.1 に示すように、風速（風量）も乾燥速度に大きな影響を及ぼす。脚型循環通風乾燥機の場合は最低 0.5 m/sec 以上が必要であり、この乾燥機の断面積が 0.81 m^2 であり、必要最低の風量は $0.5 \times 0.81 = 0.41 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以上と推定できる。

ま と め

通風条件を異にする 2 種類の乾燥機を用いて、大根乾燥の大量処理および実用化への条件を設定するための基礎的な乾燥実験を若干試みたところ、次に述べるような結果を得た。

(1) 天日乾燥による大根乾燥のメカニズムの特徴は、日夜の温度差を利用して、大根内部の水分の移動をスムーズに行なわせ、水分の蒸発を緩慢に行なわしむところにある。

(2) 機械乾燥による乾燥は、大根乾燥の初期に於いて $45 \sim 50^\circ\text{C}$ 2 日間運転し、（大根の乾燥状態として湿量基準含水率 $85 \sim 90\%$ のところ）更に $30 \sim 35^\circ\text{C}$ 、1~2 日間運転することにより、自然条件に近い乾燥大根が得られた。

(3) 通風条件を異にする二種の乾燥機では、脚型循環通風乾燥機を用い大根に対し平行に送風する型式が非常に効率的であった。

(4) 機械乾燥による大根の乾燥速度は、器機内の風量に大きく影響され、大根乾燥には最低 0.5 m/sec 以上の風速が必要と推定した。

大根乾燥の大量処理を実施する段階では、乾燥ムラが少なく、乾燥コストが経済的で、しかも効率的な乾燥機の開発が今後に残された問題である。

終りに、原料大根を手配していただいたり、御助言を賜わった 大成産業有限会社、社長 前功氏に感謝いたします。

文 献

- 1) 水元 南 園 東：農工試報 Vol. 20 (1973)
- 2) 渡辺 鉄四郎：通風乾燥機の使い方 (新農林社)
- 3) 大山 桜井：食品工業の乾燥 (光琳書院)