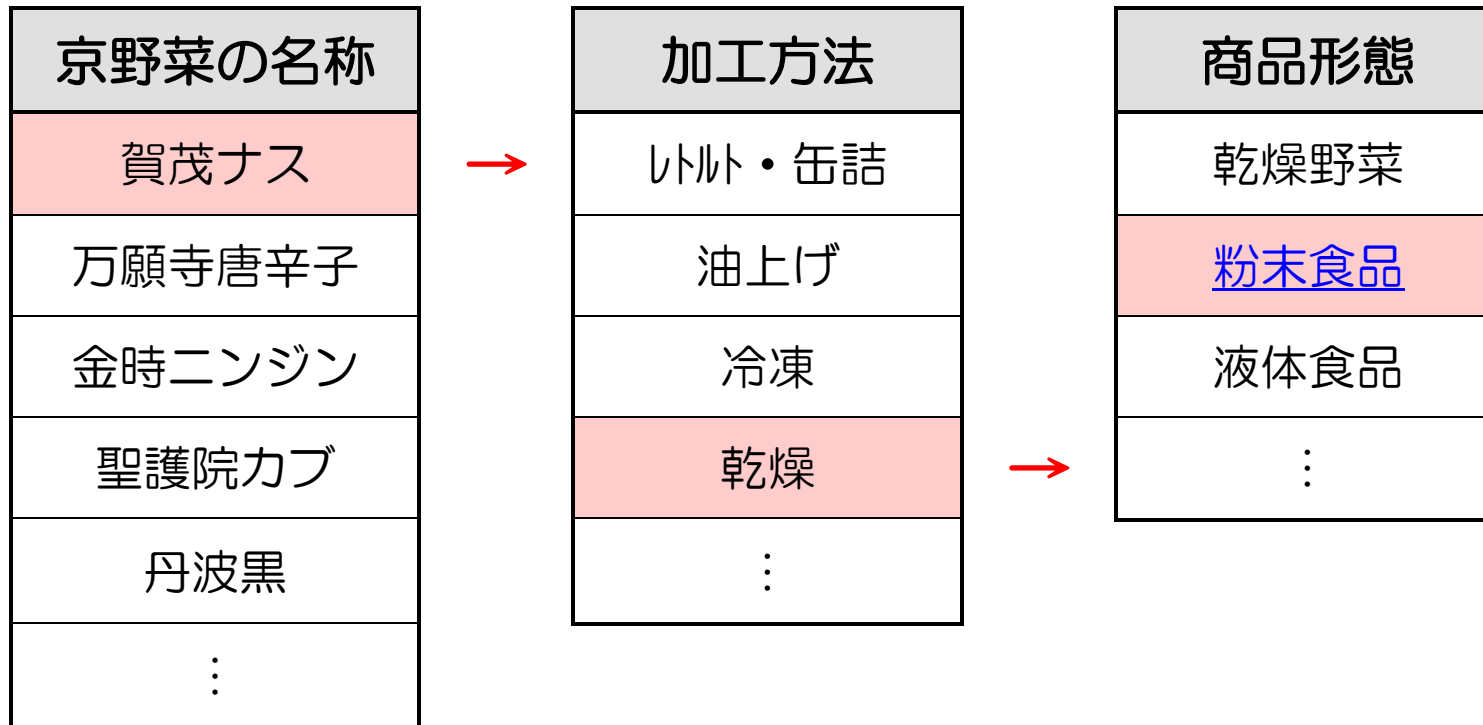


# 『京野菜加工のトリセツ』でのデータ検索（賀茂ナスでの例）



京野菜の名称	賀茂ナス	加工方法	乾燥
--------	------	------	----

商品形態			
粉末食品			
項目		評価	備考
乾燥方法	熱風乾燥	○	
	凍結乾燥	◎	
粉末の特性 (熱風乾燥・60℃)	腐敗性	低	吸湿による危険性の増大に注意
	吸湿性	高	バリフィルム包装を推奨
	流動性	○	
	色調	淡茶色	
	水溶性	普通	
	酸度	普通	
粉末の特性 (凍結乾燥)	腐敗性	低	吸湿による危険性の増大に注意
	吸湿性	高	バリフィルム包装を推奨
	流動性	○	
	色調	灰色	
	水溶性	普通	
	酸度	普通	

掲載する全ての情報について、本学は保証いたしかねます。ご利用者の責任の下でご利用ください。

# 熱風乾燥法および凍結乾燥法による乾燥野菜作製

## 1. 試料

2019年10月2日に株式会社 京都義のから購入した京都産の賀茂ナスを用いた。



## 2. 試験手順

1. ヘタを取り除いて、約2cm角に試料を切断した。
2. 熱風乾燥法での場合は、熱風乾燥機（プチミニⅡ，ラボネクト）を用い、60℃・16時間の条件で乾燥した。
3. 凍結乾燥法で場合は、凍結乾燥機（FDU-2110・DRC-1100，東京理化器械）を用いて乾燥した。試料を-40℃まで冷却してから凍結乾燥を開始し、徐々に昇温させながら、最終温度を20℃として処理をおこなった。

## 3. 試作結果

熱風乾燥法および凍結乾燥法で作製した乾燥賀茂ナスの写真を表1に示す。熱風乾燥法では乾燥後の試料に大きな収縮がみられたが、凍結乾燥法ではそれが殆どなかった。色調変化については、熱風乾燥法ではやや濃く、凍結乾燥法ではやや淡くなった。

表1 乾燥後の賀茂ナスの写真

熱風乾燥法	凍結乾燥法
	

## 【参考資料】

### 1. 熱風乾燥法における試料の乾燥速度

乾燥試験は図 1 に示す熱風乾燥機を用いた。試料を約 2 cm 角に切断し、約 150 g をオープン庫内の篩に載せた。試料の温度はヒーターからオープン庫内に所定温度の熱風を送風して、50℃、60℃または 70℃になるように制御した。乾燥過程における試料の質量変化は、電子天秤に接続したパソコンにより連続的にモニタリングして記録した。得られた結果より、1 式から粉末中の水の残存率,  $R_w$  を算出した。

$$R_w = \frac{w_t}{w_i} \times 100 \quad \cdots \text{式 1}$$

式中の  $w_i$  および  $w_t$  は、それぞれ試料中の初期の水の重さ [g]、乾燥時間,  $t$  [s] における試料中の水の重さ [g] を表す。

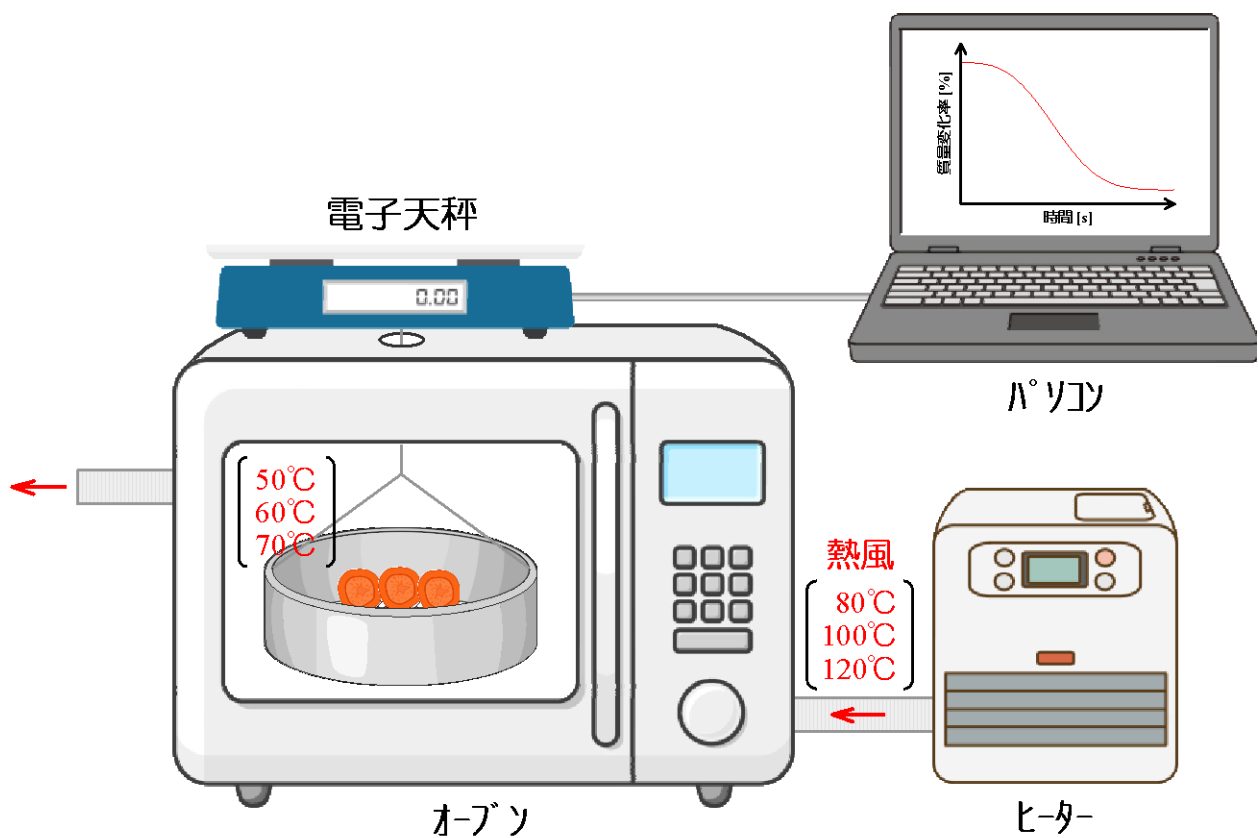


図 1 試験用熱風乾燥機の装置概略図

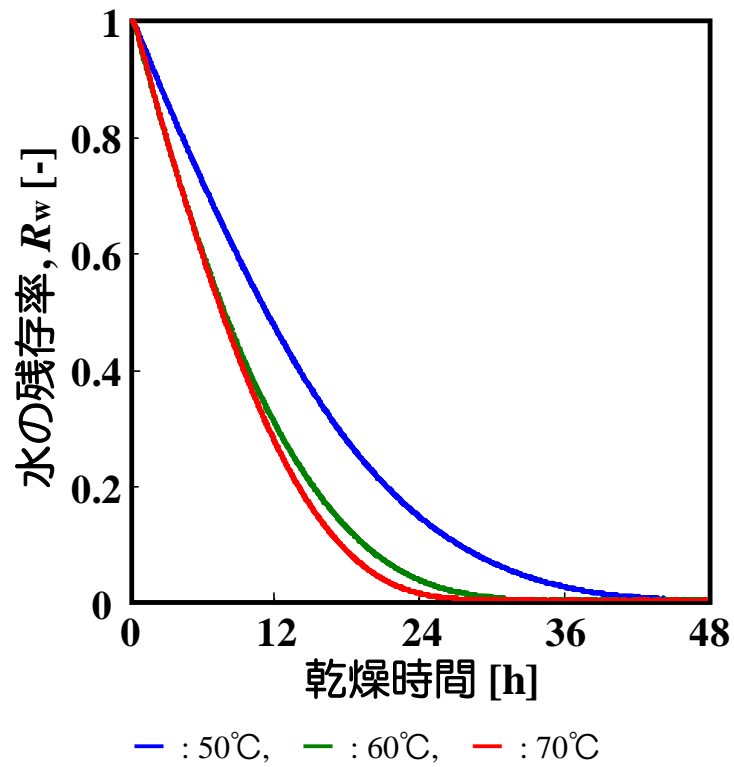


図2 試料の乾燥速度に及ぼす温度の影響

図2は、異なる乾燥温度（50℃、60℃、70℃）で乾燥したときの水の残存率と乾燥時間の関係を表す。乾燥温度の影響として、乾燥温度の上昇に伴い、乾燥速度は増大した。何れの温度の場合においても、初期乾燥速度は直線的で速かったが、残存率が約 0.3 を境に変化し穏やかとなった。

## 粉碎加工による乾燥野菜粉末の作製

### 1. 試料

熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した乾燥賀茂ナスを用いた。



### 2. 試験手順

1. 試料を粉碎機（MS-05, ラボネクト）で 30 秒間処理した。

### 3. 試作結果

乾燥方法に関わらず、粉碎加工により粉末化ことができた。得られた粉末の色調を表に示す。熱風乾燥法で作製した粉末は淡茶色、凍結乾燥では灰色となった。

表 2 賀茂ナス粉末の写真

熱風乾燥	凍結乾燥
	

# 乾燥野菜粉末の吸湿性の分析

## 1. 試料

熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した乾燥賀茂ナス粉末を用いた。

## 2. 試験手順

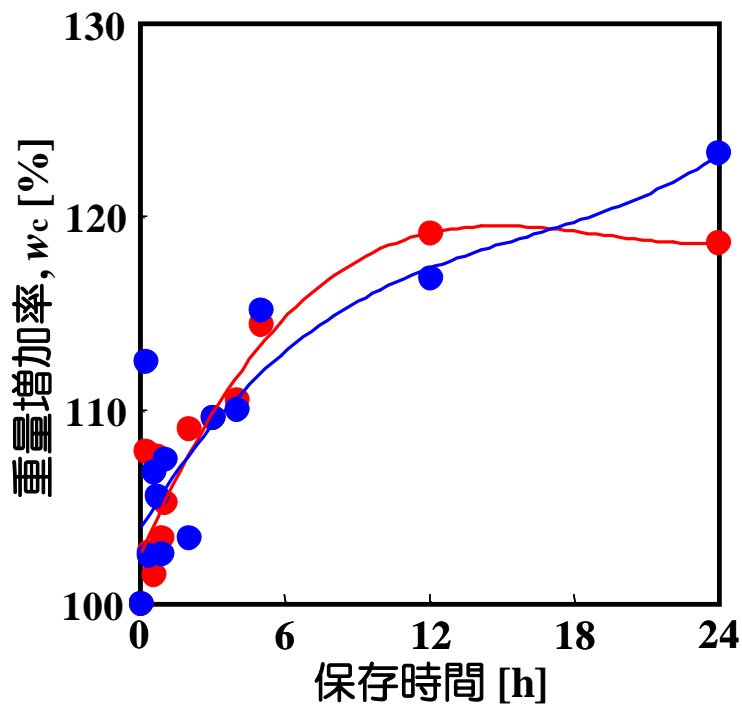
1. コンウェイユニット（柴田科学）に粉末 2 g と飽和食塩水をそれぞれ加え、40℃に設定した恒温槽に静置した。
2. 所定時間後にコンウェイユニットを取り出し、試料の重さを精秤した。
3. 保存前後における質量変化から吸湿性を評価した。質量変化率  $w_c$  は式 2 により算出した。

$$w_c = \frac{W_t}{W_i} \times 100 \quad \dots \text{式 2}$$

式中の  $w_i$  および  $w_t$  は、それぞれ初期の粉末質量 [g]、時間,  $t$  における粉末質量 [g] を表す。

## 3. 試作結果

40℃・相対湿度 75%における加茂茄子粉末の重量増加率の変化挙動を示す（図 3）。乾燥方法に関わらず、初期時間における変化速度が顕著であった。これら結果より、高温高湿度下では、品質が急速に劣化し易いと考えられる。



● : 熱風乾燥粉末, ● : 凍結乾燥粉末

図 3 40℃・相対湿度 75%下における試料の重量増加率の変化

# 乾燥野菜粉末の水分活性の分析

## 1. 試料

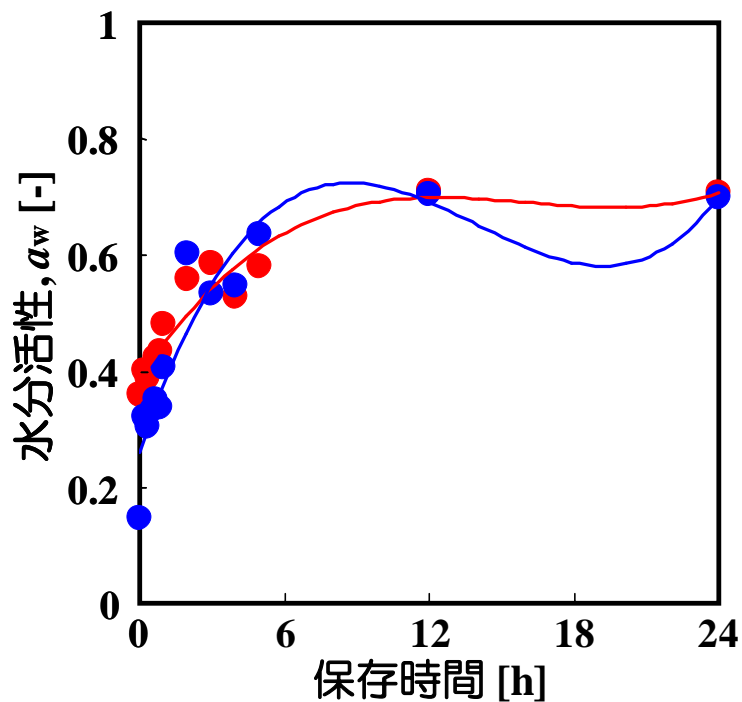
熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した乾燥賀茂ナス粉末を用いた。

## 2. 試験手順

1. コンウェイユニット（柴田科学）に粉末 2 g と飽和食塩水をそれぞれ加え、40℃に設定した恒温槽に静置した。
2. 所定時間後にコンウェイユニットを取り出し、水分活性計（LabTouch-aw, ノバシーナ）を用いて水分活性を測定した。

## 3. 試作結果

野菜粉末の水分活性の経時変化を示す（図 4）。試験開始直後から顕著に増大し、一部の酵母やカビが増殖する 0.7 付近まで上昇した。これら結果より、高温高湿度下では、品質が急速に劣化し易いと考えられる。



● : 熱風乾燥粉末, ● : 凍結乾燥粉末

図 4 40℃・相対湿度 75% 下における試料の水分活性の変化



## 乾燥野菜粉末の色調の分析

### 1. 試料

熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した乾燥賀茂ナス粉末を用いた。

### 2. 試験手順

1.  $\phi 3$  mm ガラスセルに野菜粉末を加え、分光測色計（CR-6, コニカミノルタ）を用いて色調（ $L^*a^*b^*$ の値）を測定した。

### 3. 試作結果

加茂ナスの粉末の色調を表 3 にまとめた。一方、[目視による評価](#)では、凍結乾燥粉末の明るさが強い感じがあった。

表 3 熱風乾燥法および凍結乾燥で作製した賀茂茄子粉末の色調

乾燥方法	色調		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$
熱風乾燥	69.55	1.48	21.95
凍結乾燥	72.03	1.64	17.22

## 乾燥野菜粉末の嵩密度の分析

### 1. 試料

熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した乾燥賀茂ナス粉末を用いた。

### 2. 試験手順

1. 野菜粉末 10 g を比色管（180×φ20 mm）に加え、ボルテックスミキサー（VORTEX Genius 3, IKA）で激しく振動した。
2. 粉末高が一定となったところで粉末高を読み取り、試料の嵩密度を算出した。

### 3. 試作結果

熱風乾燥法および凍結乾燥法で作製した野菜粉末の嵩密度を表 4 にまとめた。乾燥方法により違いがみられ、凍結乾燥粉末の嵩密度の方が若干大きかった。

表 4 熱風乾燥法および凍結乾燥で作製した野菜粉末の嵩密度

乾燥方法	嵩密度 [g/cm <sup>3</sup> ]
熱風乾燥	0.298
凍結乾燥	0.335

# 乾燥野菜粉末の流動性の分析

## 1. 試料

熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した乾燥賀茂ナス粉末を用いた。

## 2. 試験手順

1. ガラス製ロートに野菜粉末を少量ずつ流し込み、 $\phi 50$  mm のガラス製またはアルミニウム製の板に落下させた。
2. 積み上がった粉末塊の写真をデジタルカメラ（E-620, オリンパス）で撮影した。
3. 画像解析ソフト（Image J, アメリカ国立衛生研究所）により画像データを解析して安息角を算出した。

## 3. 試作結果

粉末の流動性は安息角を指標として評価した。熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した野菜粉末の安息角を表 5 にまとめた。凍結乾燥粉末の安息角の方が小さい傾向がみられた。また、乾燥方法に関わらず、乾燥保存条件下での凝集性はみられなかった。

表 5 熱風乾燥粉末と凍結乾燥粉末の安息角の関係表

乾燥方法	受板の種類	安息角 [°]	
		平均値	標準偏差
熱風乾燥	ガラス	60.4	1.1
	アルミニウム	61.4	0.2
凍結乾燥	ガラス	48.5	2.0
	アルミニウム	53.3	1.5

## 乾燥野菜粉末の Brix・pH・導電率の分析

### 1. 試料

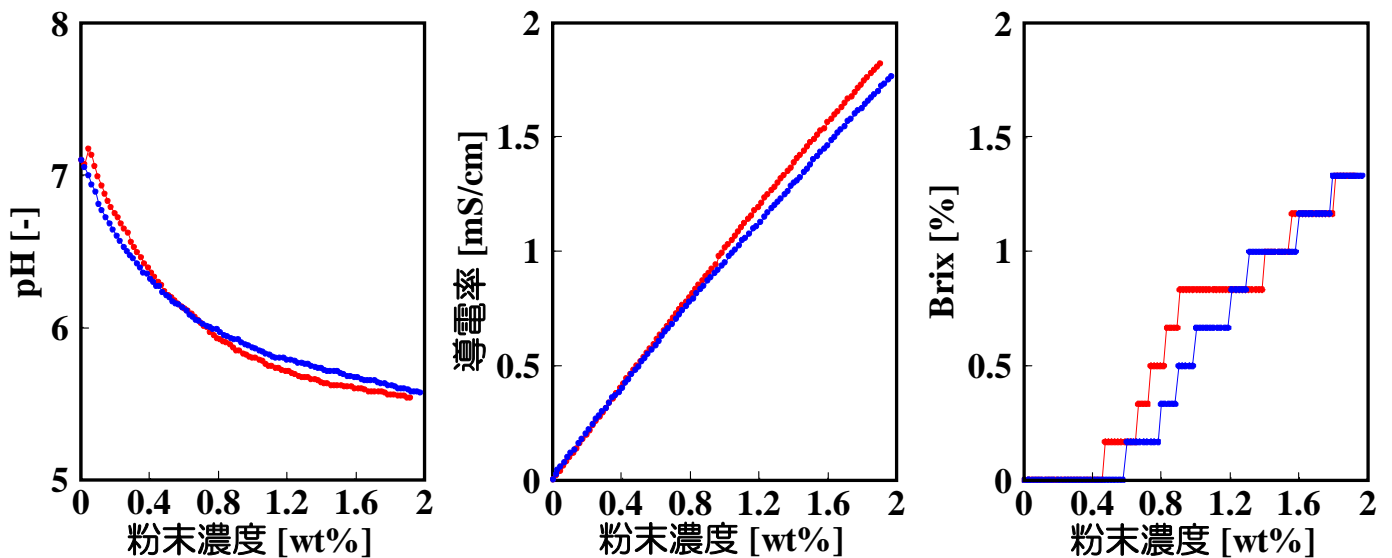
熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した乾燥賀茂ナス粉末を用いた。

### 2. 試験手順

1. 純水 200 g をビーカーに加え、恒温槽で 40℃ に保温した。
2. 純水に野菜粉末 100 mg を添加した。
3. pH (SevenCompact, メトラートレド) および導電率 (DIST3, ハンナインスツルメンツ)・Brix (PAL-1, アタゴ) が一定値になるまで、マグネチックスターラーで攪拌した。
4. pH および導電率・Brix 値を記録し、野菜粉末 100 mg を添加した。
5. 手順“3” → “4” を繰り返した。

### 3. 試作結果

熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した野菜粉末を水に加えたときの Brix・pH・導電率の変化挙動を図 5 に示す。賀茂ナス粉末の粉末濃度の増加により、pH は徐々に低下、導電率および Brix 値は直線的に増大した。各分析項目での乾燥方法による違いは僅かであった。



— : 熱風乾燥粉末, — : 凍結乾燥粉末

図 5 Brix・pH・導電率の変化

# 乾燥野菜粉末の水溶解性の分析

## 1. 試料

熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した乾燥賀茂ナス粉末を用いた。

## 2. 試験手順

1. 遠沈管に所定量の野菜粉末と純水 50 g を加え、振とう機で 1 h 激しく攪拌した。
2. 25°C または 80°C の恒温槽に浸して 1 h 静置した。
3. 25°C になるまで放冷した。
4. 吸引ろ過により、残渣とろ液に分離した。
5. 残渣を凍結乾燥し、乾燥物の重さを精秤した。
6. 水に対する野菜粉末の溶解率 [%] を算出した。

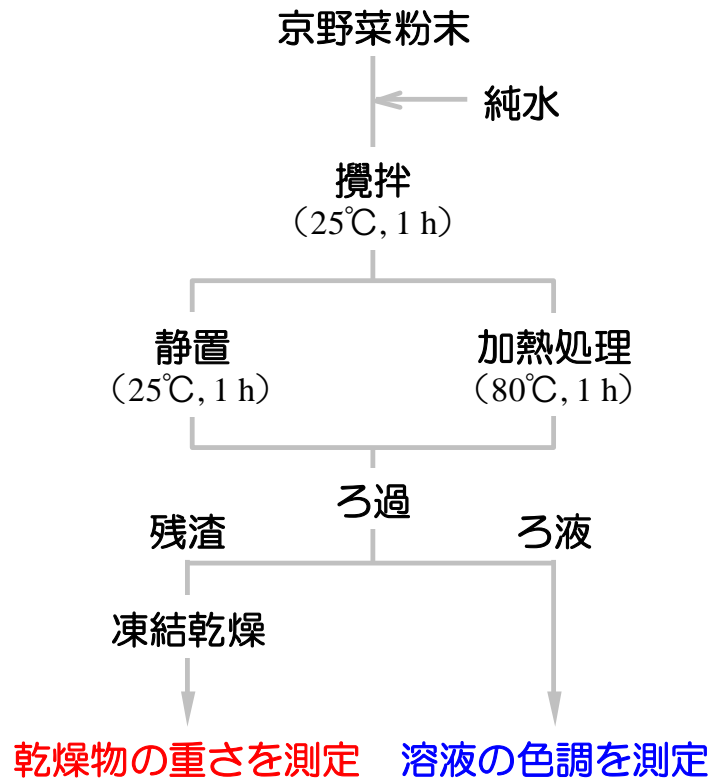
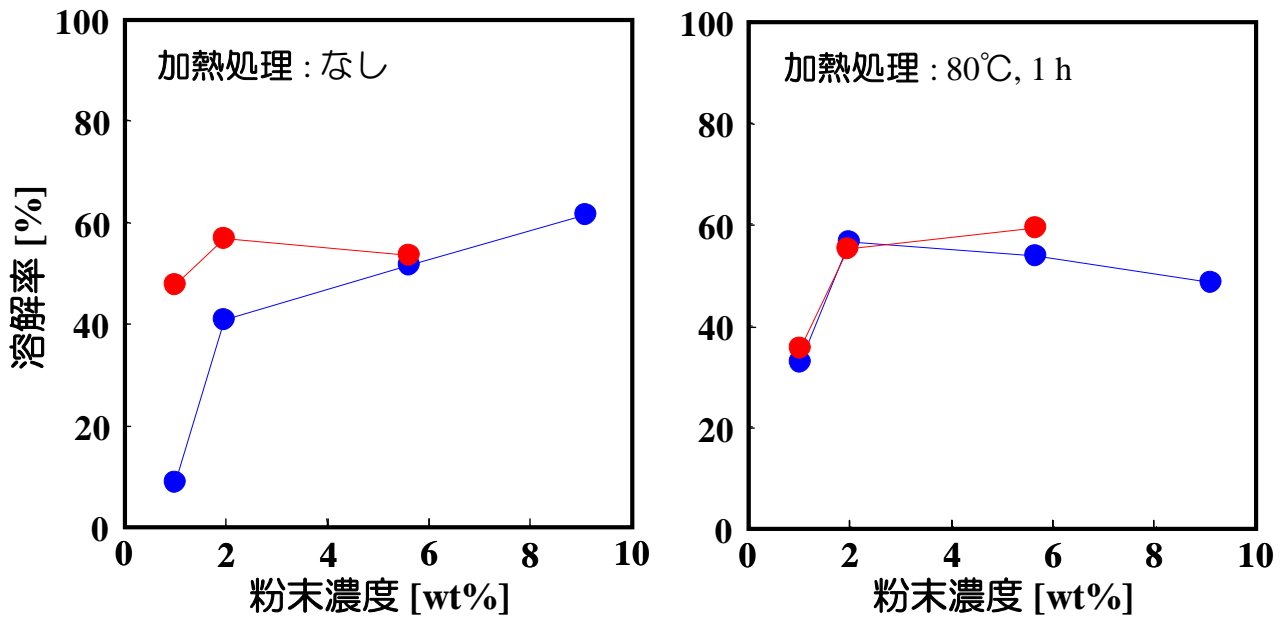


図 6 実験フローチャート

## 3. 試作結果

図 3.6 は加茂ナス粉末の水に対する溶解率を示す。乾燥方法による違いは僅かであり、粉末濃度が 2~9wt% において溶解率 40~60% となった。



● : 熱風乾燥粉末, ● : 凍結乾燥粉末  
 図7 賀茂茄子粉末の水に対する溶解性