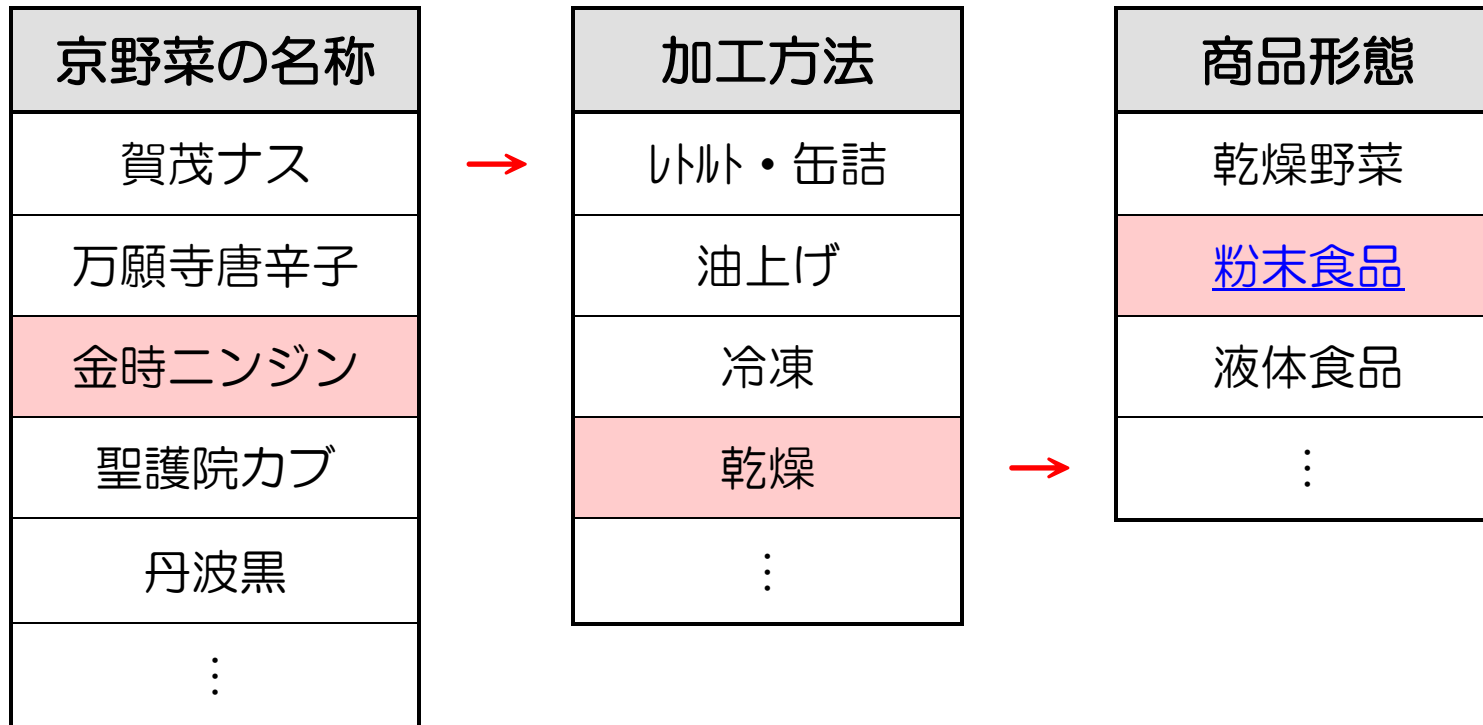


『京野菜加工のトリセツ』でのデータ検索（金時ニンジンでの例）



京野菜の名称	金時ニンジン	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		
	水溶性	普通	
	酸度	普通	
粉末の特性 (凍結乾燥)	腐敗性		吸湿による危険性の増大に注意
	吸湿性		バリフィルム包装を推奨
	流動性	○	
	色調		
	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の作製

1. 試料

2019年11月に亀岡市内のスーパーマーケットで購入した京都産の金時ニンジンを用いた。

2. 試験手順

1. へたを切り落として、皮を剥き、約1~2 cm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℃・18 h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，東京理化工機）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金時ニンジンの写真を表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 1-1 乾燥前の金時ニンジンの写真

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。

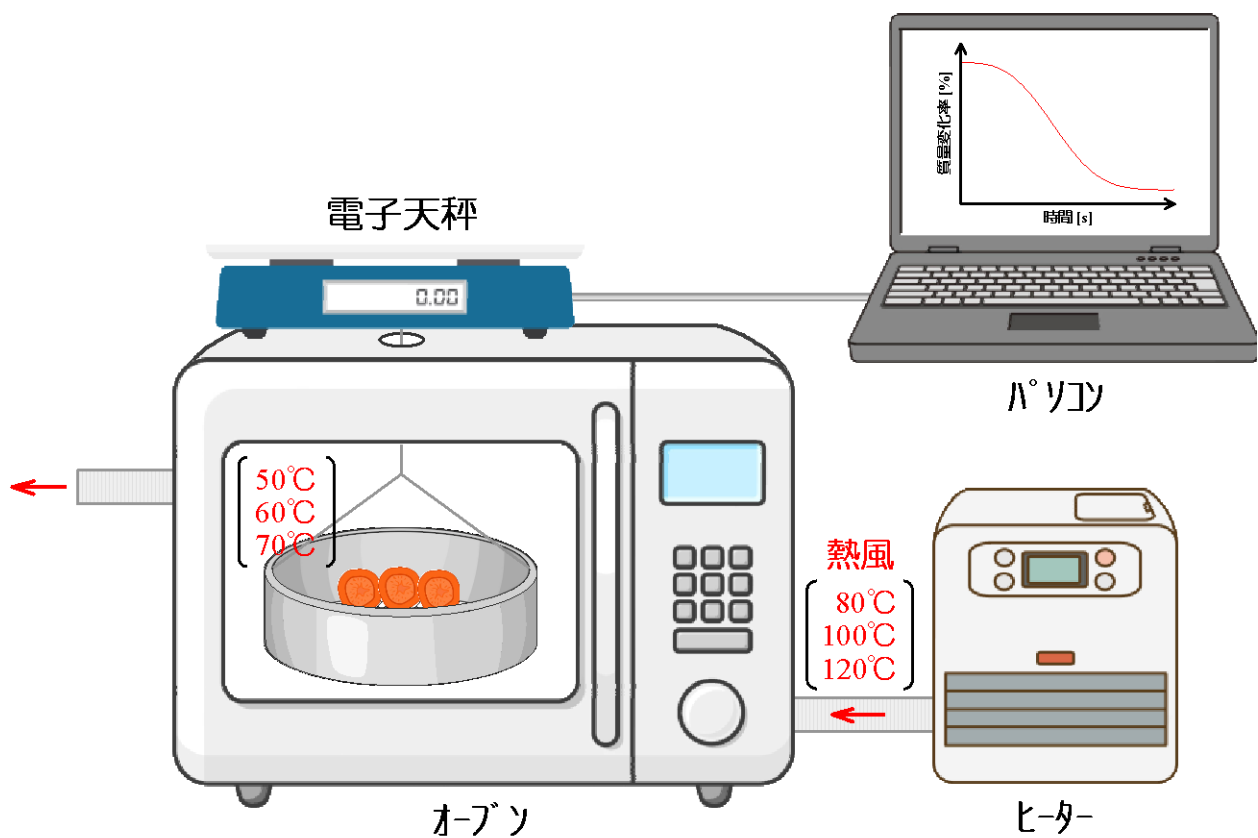


図 1 試験用熱風乾燥機の装置概略図

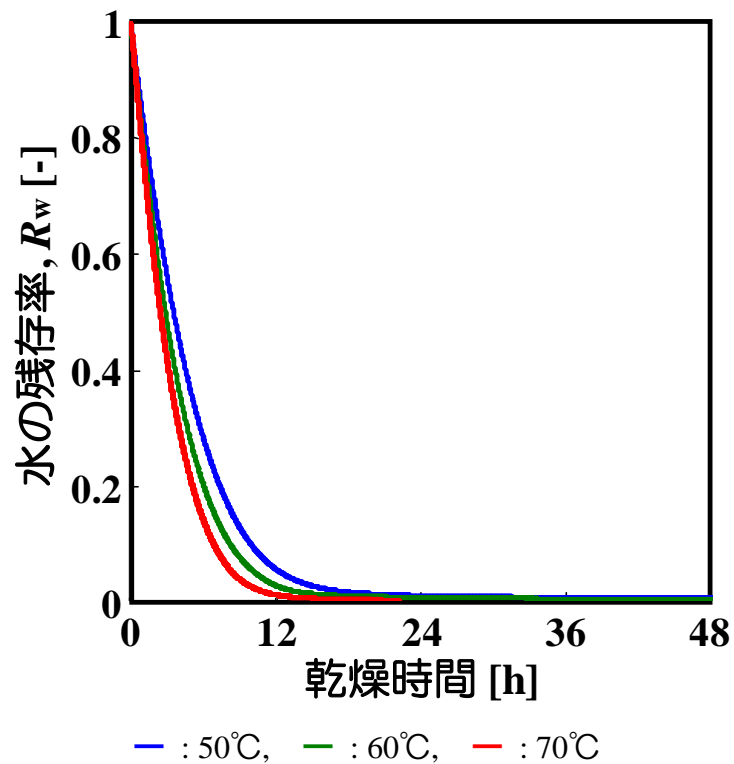


図2 試料の乾燥速度に及ぼす温度の影響

図2は、異なる乾燥温度（50°C, 60°C, 70°C）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、初期の乾燥速度は直線的であったが、残存率が 0.2 付近を境に鈍化した。

乾燥野菜粉末の吸湿性の分析

1. 試料

凍結乾燥法により作製した金時ニンジン粉末を用いた。

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。

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

式中の W_i および W_t は、それぞれ初期時間での粉末の重さ [g]、時間, t における粉末の重さ [g] を表す。

3. 試験結果

40℃・相対湿度 75% における万願寺唐辛子粉末の重量増加率の変化挙動を示す(図 3)。初期時間における変化速度が顕著であり、高温高湿度下では品質が急速に劣化し易いと推察される。

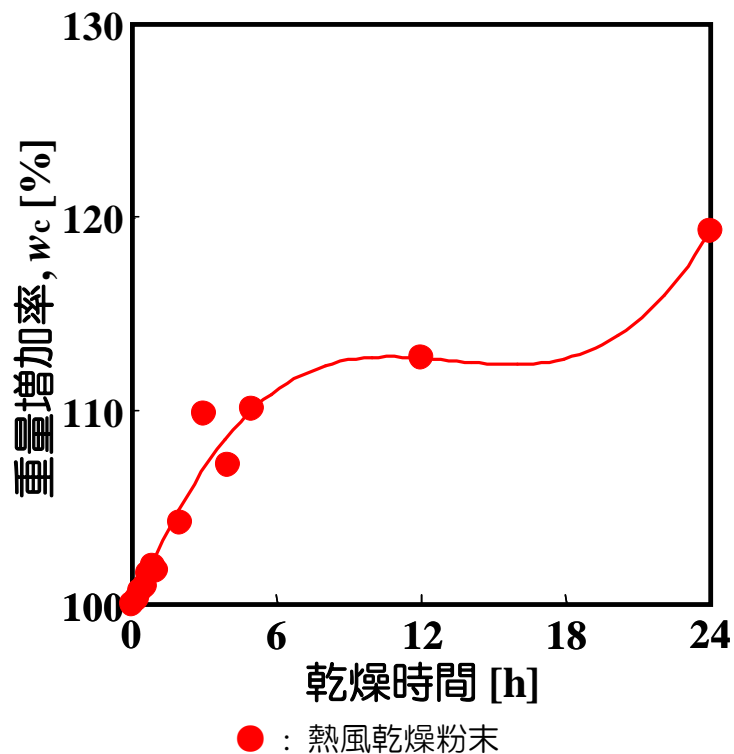


図 3 40℃・相対湿度 75% 下における試料の重量増加率の変化

乾燥野菜粉末の水分活性の分析

1. 試料

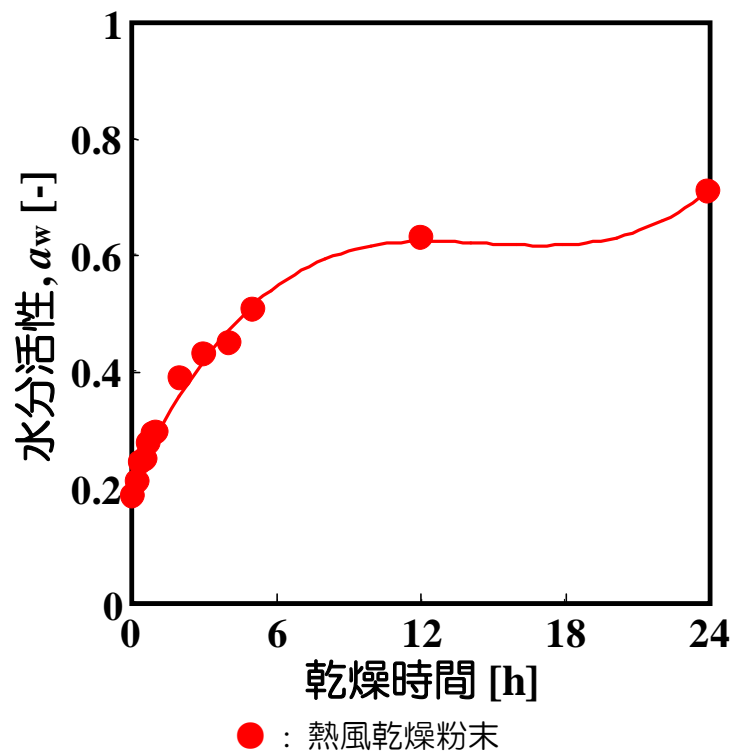
熱風乾燥法により作製した金時ニンジン粉末を用いた。

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°C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. 試験結果

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、酵母やカビの増殖が懸念される 0.7 付近まで上昇した。高温高湿度下では品質が急速に劣化し易いと推察される。



● : 熱風乾燥粉末
図 4 40°C・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金時ニンジン粉末を用いた。

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. 試験結果

安息角を指標として野菜粉末の流動性を評価した。熱風乾燥法および凍結乾燥法により作製した各粉末の安息角を表 5 にまとめた。熱風乾燥粉末の安息角の方は、凍結乾燥粉末のものに比べて低かった。また、乾燥方法に関わらず、室温・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比較

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	57.2	0.9
	アルミニウム	57.9	1.6
凍結乾燥	ガラス	39.9	0.8
	アルミニウム	37.9	2.7

乾燥野菜粉末の pH・導電率・Brix の分析

1. 試料

熱風乾燥法により作製した金時ニンジン粉末を用いた。

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. 試験結果

熱風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。野菜粉末の粉末濃度の増加に伴って pH は徐々に低下、導電率および Brix 値は直線的に増大した。

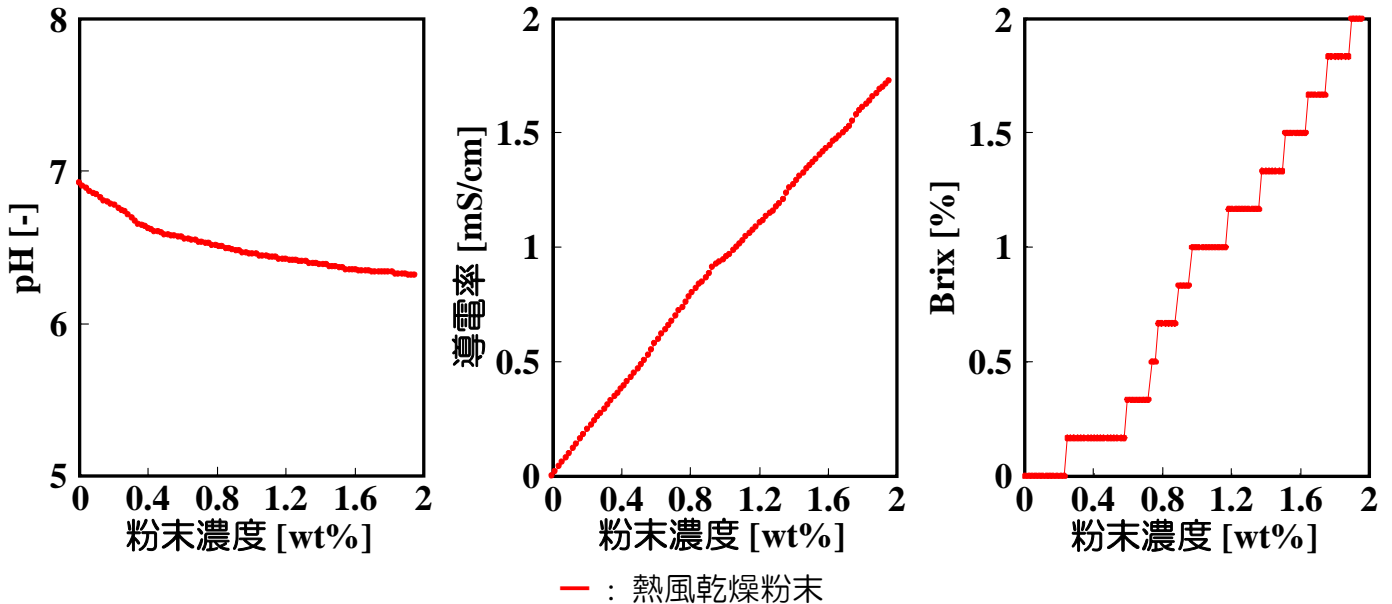


図 5 pH・導電率・Brix の変化

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金時ニンジン粉末を用いた。

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, S_w [%] を式 3 により算出した。

$$S_w = \frac{W_t}{W_i} \times 100 \quad \cdots \text{式 3}$$

式中の W_t および W_i は、それぞれ初期の粉末の重さ [g]、凍結乾燥後の残渣の重さ [g] を表す。

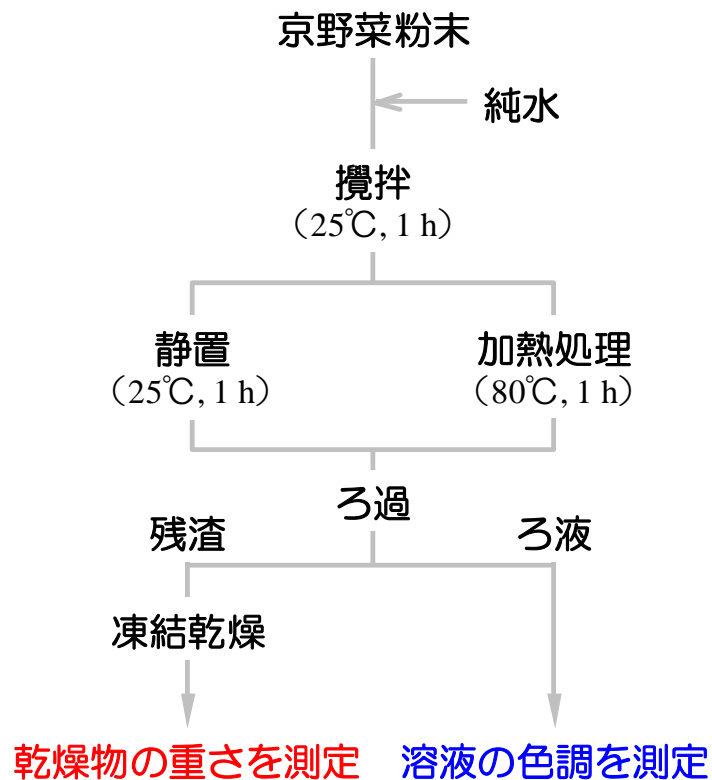
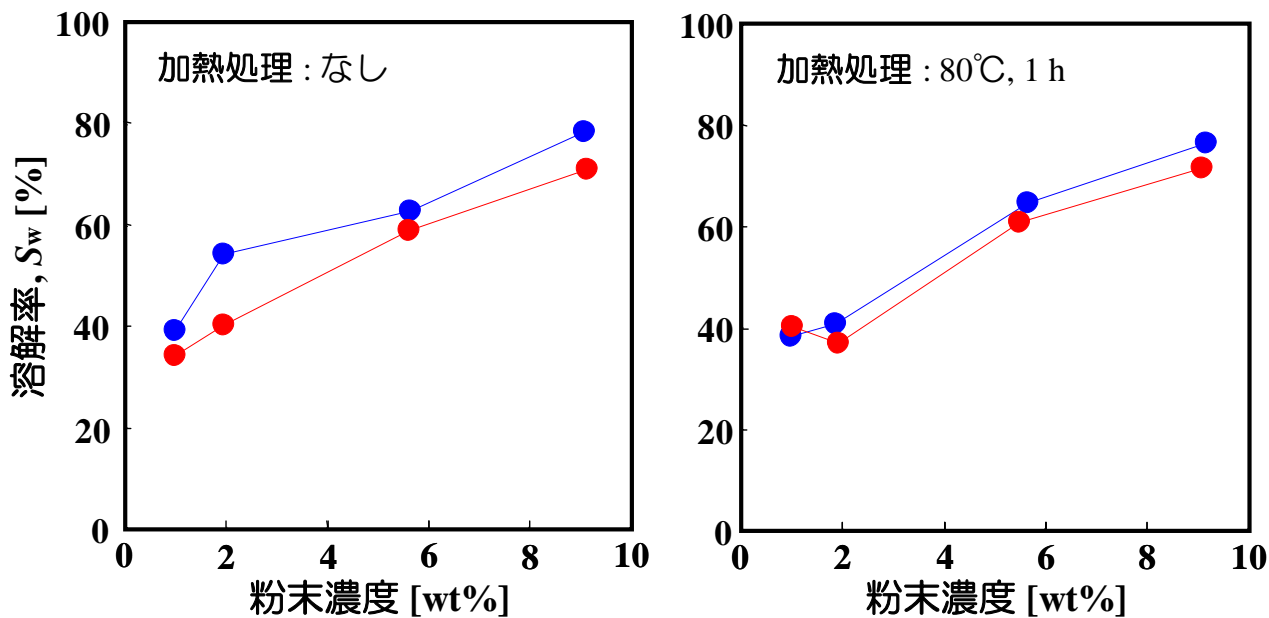


図 6 実験フローチャート

3. 試験結果

図7は金時ニンジン粉末の粉末濃度と水に対する溶解率の関係を示す。乾燥方法による溶解率の大きな相違はみられなかった。乾燥方法に関わりなく、粉末濃度の増加に伴って溶解率が增大する傾向がみられた。



● : 熱風乾燥粉末, ● : 凍結乾燥粉末

図7 金時ニンジン粉末の水に対する溶解性