

# 食品保存

3519 高木龍飛 3636 山口寛太

## 要旨

近年、東北や九州、北海道などで大きな地震が続いています。今後さらにこれらよりも大きいと言われる南海トラフ地震が起こると予想されています。また、温暖化の影響による異常気象により避難を余儀なくされる人たちがいます。このような災害時には食品の供給が難しくなり、保存食品の需要が高くなります。そこで私たちは、食品保存に興味を持ち、フリーズドライを用いて食品の長期保存を簡単にできないかと考えた。またこの技術を用いて地元の特産品である「くりきんとん」を旬の時期以外でも食べられるようにできないかと考えた。

## 1. 目的

季節限定の食べ物を、フリーズドライを用いて味や質を維持したまま長期間保存できるようにする。最終的には栗を長期間保存して栗きんとんが1年中食べられるようにする。

## 2. 使用した器具や装置など

### (1) 食品

- ア バナナ
- イ りんご
- ウ ぶどう
- エ オレンジジュース

### (2) ナス型フラスコ

### (3) フラスコ

### (4) アセトン

### (5) 真空ポンプ 1

### (6) 真空ポンプ 2

### (7) 金属性容器

### (8) U字型真空計

### (9) ドライアイス

### (10) 耐圧ホース

### (11) 真空凍結乾燥器

### (12) 冷却水循環装置

### (13) 三つ口フラスコ



図1 (2) ナス型フラスコ

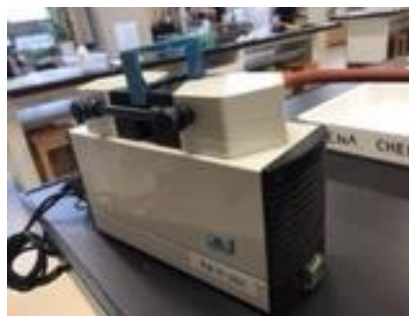


図2 (5) 真空ポンプ 1



図3 (6) 真空ポンプ 2



図4 (8) U字型真空計



図5 (1 1) 真空凍結乾燥器



図6 (1 2) 冷却水循環装置

### 3. 研究・実験

#### <実験1>

##### 仮説1

- ・自分たちで作った装置で、食べ物の水分を抜くことができ、フリーズドライ食品を作ることができるのではないか。

##### 実験1の手順

- (i) バナナをフリーザーで-50℃まで冷やし固める。

- (ii) これをナス型フラスコに入れる。
- (iii) 金属性容器にアセトンをナス型フラスコが浸かるまで入れる。
- (iv) ナス型フラスコに真空ポンプ1を接続する。
- (v) ナス型フラスコとドライアイス(ドライアイスが常にアセトン内にあるようにする)を金属性容器に入れる。(ドライアイスが常にアセトン内にあるようにする。)
- (vi) 真空ポンプ1で空気を抜く。
- (vii) 中の様子を見て、完全に水分が蒸発しているか確認する。
- (viii) 中身を取り出して観察する。

#### 実験1の結果

- ・バナナが大きすぎて完全に水分がぬけなかった。また、ナス型フラスコから取り出す際に引っかかってしまった。
- ・わずかな隙間から空気がぬけていた。

#### 実験1の考察

- ・食べ物を小さく、薄くすることにより水分が抜けやすくなるのではないかと。
- ・コールドトラップが必要だと分かった。(食品から出た水分をもう一度冷やして液体にすること。また、真空ポンプに水蒸気が入って故障するのを防ぐ役割もある。)
- ・フリーズドライしたいものを実験中は水が昇華する温度に保つ。

#### <実験2>

##### 仮説2

- ・実験1の結果よりコールドトラップをナス型フラスコと真空ポンプの間に用いることで、フリーズドライができるのではないか。

##### 実験2の手順

- (i) りんごをできるだけ小さく薄く切る。
- (ii) これをフリーザーで凍らせる。
- (iii) これをナス型フラスコに入れる。
- (iv) ナス型フラスコとコールドトラップとして空のフラスコ、U字型真空計、真空ポンプ

1 を耐圧ホースでつなぐ。

- (v) 金属製容器にアセトン、ドライアイスとコールドトラップとして空のフラスコを入れる。(アセトンはドライアイスで常に冷やしておく。)
- (vi) 真空ポンプ 1 で空気を抜く。
- (vii) 中の様子を見て、完全に水分が蒸発しているか確認する。
- (viii) 中身を取り出して観察する。

#### 実験 2 の結果

- ・りんごの水分が完全に抜けなかった。
- ・コールドトラップ内部が少し曇った。

#### 実験 2 の考察

- ・真空ポンプ 1 の真空到達度が低かった。  
(これによって完全に真空にならなかったのではないか。)
- ・固体は水分が抜けにくいのではないか。

### < 実験 3 >

#### 仮説 3

- ・実験 2 より液体のものの方が水分が抜けやすいのではないか。

#### 実験 3 の手順

- (i) オレンジジュースをナス型フラスコに入れる。
- (ii) 金属製容器にアセトンとドライアイスを入れる。(アセトンはドライアイスで常に冷やしておく。)
- (iii) アセトンの中でナス型フラスコを回転させながら冷やし、オレンジジュースを凍らせる。
- (iv) 以降は実験 2 の (iv) ~ (viii) と同じ手順。ただし、真空ポンプ 2 を使用する。

#### 実験 3 の結果

- ・オレンジジュースの水分が少し抜けたが、完全には抜けきらなかった。

#### 実験 3 の考察

- ・実験が失敗したのは耐圧ホースとフラスコの間隙があったからだと考えられる。
- ・実験 2 で失敗の原因となった真空到達度の問題、は真空ポンプ 2 に変えたことで解消したと考えられる。

### < 実験 4 >

#### 仮説 4

- ・専用の機械を用いることで、フリーズドライ食品を作ることができるのではないか。

#### 実験 4 の手順

- (i) ぶどうをフリーザーで凍らせる。
- (ii) 冷却水循環装置にエタノールを入れる。
- (iii) 冷却水循環装置を  $-20.0^{\circ}\text{C}$  に設定する。
- (iv) 三つ口フラスコで作製したコールドトラップを冷却水循環装置エタノールに入れる。
- (v) 真空凍結乾燥器に凍らせたぶどうを入れる。
- (vi) 冷却水循環装置の電源を入れて、真空凍結乾燥器を  $-20.0^{\circ}\text{C}$  まで冷やす。
- (vii) 30 分ほど置いて温度が安定したことを確認した上で、真空ポンプの電源を入れる。
- (viii) 真空凍結乾燥器の真空ポンプとつないである栓を開け、内部を真空にする。
- (ix) 一晩置く。
- (x) 翌朝、真空凍結乾燥器内部に徐々に空気を入れて、ブドウを取り出す。

#### 実験 4 の結果

- ・完全に水分が抜けなかった。
- ・手触りはまだ水っぽかった。

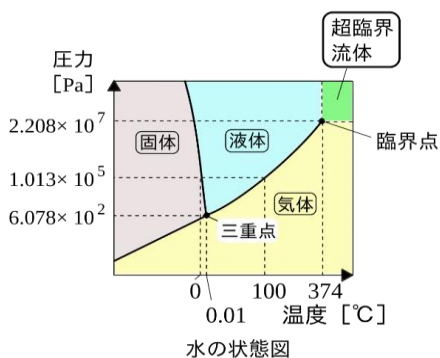
#### 実験 4 の考察

- ・今回は化学実験室の冷凍庫を使用したため完全に凍っていなかったのではないのか。
- ・今回は  $-20^{\circ}\text{C}$  に設定したが、気圧に対する温度が適切でなかったのではないか。
- ・また、機械の運転時間が短かったのではないか。

## <実験 5 >

### 実験 5 の目的

- ・実験 4 の考察から、気圧に対する適切な温度があることが分かったので、今回はそれらを調べる。U字型真空計をつなぎ真空ポンプ 2 でどのぐらい気圧が下がるかを確認すると同時に冷却水循環装置の設定温度を変えてちょうど昇華する点を見つける。



### 実験 5 の手順

- (i) 真空ポンプ 2 と冷却水循環装置との間に U字型真空計をつなぐ。
- (ii) 真空ポンプ 2 の電源を入れる。
- (iii) 真空凍結乾燥器の真空ポンプとつないである栓を開け、内部を真空にする。
- (iv) U字型真空計を見て、下の表と比較して適正温度を見つける。

気 圧 (Torr)	(Pa)	沸 点 (°C)	
2.0	267	-10	
0.8	107	-20	凍結乾燥で使われる真空領域
0.3	40	-30	〃
0.1	13	-40	〃
0.03	4	-50	〃
0.008	1	-60	〃

Torr(トル)…水銀柱mmで表した気圧(mmHg)

(上図は、気圧と沸点の関係を表した図。)

## 実験 5 の結果

- ・水銀柱高は最終的に 0.7mmまで下がった。

## 実験 5 の考察

- ・水銀柱高が 0.7mmまで下がったので適正温度は約-20°Cであると言える。

## <実験 6 >

### 仮説 6

- ・実験 5 の結果より適正温度と圧力の関係がわかったため、それに設定することでフリーズドライ食品を作ることができるのではないか。
- ・また実験 4 より機械の稼働時間を長くすることでフリーズドライ食品を作ることができるのではないか。

### 実験 6 の手順

- (i) バナナをフリーザーで凍らせる。
- (ii) 冷却水循環装置にエタノールを入れる。
- (iii) コールドトラップを冷却水循環装置エタノールに入れる。
- (iv) 冷却水循環装置を-20.0°Cに設定する。
- (v) 真空凍結乾燥器に凍らせたバナナを入れる。
- (vi) 冷却水循環装置の電源を入れて、真空凍結乾燥器を-20.0°Cまで冷やす。
- (vii) 真空ポンプの電源を入れる。
- (viii) 真空凍結乾燥器の真空ポンプとつないである栓を開け、内部を真空にする。
- (ix) 4日間ほど置く。
- (x) 真空凍結乾燥器内部に徐々に空気を入れて、バナナを取り出す。

## 実験 6 の結果

- ・水分は抜けたが下のトレイとくっ付いてしまった。



#### 実験6の考察

- ・(v)と(vi)の手順の間で真空凍結乾燥器内の温度を下げるのに時間がかかり、少しバナナが溶けてしまったのが原因ではないか。
- ・薄く切りすぎてしまったのではないか。
- ・ざるのようなくっ付きにくいものの上で実験をしたほうがくっ付きづらいのではないか。

#### <実験7>

##### 仮説7

- ・(v)と(vi)の手順を逆にすることで、凍らせた食べ物を溶かさずに実験を行うことができるのではないか。
- ・適度に厚さを維持したほうがくっつきにくい。
- ・凍らせる前に少し水分をふき取ることで、水分が抜けやすくなるのではないか。

##### 実験7の手順

- (i) リンゴの水分をふき取る。
- (ii) リンゴをフリーザーで凍らせる。
- (iii) 冷却水循環装置にエタノールを入れる。
- (iv) 三つ口フラスコで作製したコールドトラップを冷却水循環装置エタノールに入れる。
- (v) 冷却水循環装置を $-20.0^{\circ}\text{C}$ に設定する
- (vi) 冷却水循環装置の電源を入れて、真空凍結乾燥器を $-20.0^{\circ}\text{C}$ まで冷やす。
- (vii) 真空凍結乾燥器に凍らせたリンゴを入れる。
- (viii) 真空ポンプの電源を入れる。
- (ix) 真空凍結乾燥器の真空ポンプとつないで

ある栓を開け、内部を真空にする。

- (x) 4日間ほど置く。
- (xi) 真空凍結乾燥器内部に徐々に空気を入れてリンゴを取り出す。

##### 実験7の結果

- ・フリーズドライ食品を作ることができた。



##### 実験7の考察

- ・手順を変えたことと、水分をふき取ることによってフリーズドライができる。
- ・この実験方法なら栗もフリーズドライすることができるのではないか。

#### <実験8>

##### 仮説8

- ・フリーズドライ食品を外に放置しても、長期保存ができるのではないか。

##### 実験8の手順

- ・実験7で作ったフリーズドライ食品を外に3日間ほど放置する。

##### 実験8の結果

- ・かびた。





#### 実験 8 の考察

- ・フリーズドライをしたことで空気中の水分をより吸いやすくなってしまったのではないか。
- ・また水分を吸ったときに一緒に空気中の菌が付着してしまったのではないか。
- ・上記の二つの考察よりフリーズドライ食品はそのまま外に保存はできず、外気に触れさせることなく保存することでより長く保存できるのではないか。

#### 4. まとめ

- ・今回の課題研究では、実験 1～3 で行った自分たちの考えた方法ではフリーズドライ食品を作ることができなかった。その理由は自分たちの装置はフリーズドライできる温度や真空度を満たせなかったことである。
- ・真空凍結乾燥器、冷却水循環装置を使うことで初めてフリーズドライ食品を作ることができた。この手順でなら確実にフリーズドライ食品を作ることができる。

#### 5. 今後の展望

- ・当初の目的であった栗を使って実験を行い、フリーズドライした栗で「くりきんとん」を作ることができるか実験する。
- ・自作の装置によるフリーズドライにも挑戦したいので、真空凍結乾燥器や冷却水循環を使わずにフリーズドライの実験を行う。

#### 6. 参考文献

- ・おもしろサイエンス 食品保存の科学  
(日刊工業新聞社)
- ・日精株式会社：凍結乾燥器：凍結乾燥原理-入門編-  
<https://www.nissei.co.jp/freezedry/genri.html>
- ・47-1451-株式会社 三商  
[https://san-web.co-sansyo.co.jp/SanOutWeb/detail/n\\_detail\\_47-1451.html](https://san-web.co-sansyo.co.jp/SanOutWeb/detail/n_detail_47-1451.html)