

## P-27: 富士山頂で貯蔵した農畜産物の品質変化

○神谷径明<sup>1</sup>、山本寛人<sup>6</sup>、豊泉友康<sup>1</sup>、澤野郁夫<sup>2</sup>、増田浩章<sup>2</sup>、小林幸恵<sup>2</sup>、

山本佳奈恵<sup>2</sup>、後藤正<sup>3</sup>、土屋雄人<sup>3</sup>、齋藤美英<sup>4</sup>、岩原健二<sup>5</sup>、勝山聡<sup>5</sup>、天野祥吾<sup>5</sup>

1. 静岡県農林技術研究所、2. 静岡県東部農林事務所、3. 静岡県農林技術研究所茶業研究センター、

4. 静岡県畜産技術研究所、5. 静岡県工業技術研究所沼津工業技術支援センター、

6. 静岡県経済産業部研究調整課

### 1. はじめに

積雪地帯では雪の冷熱を利用した雪室貯蔵や低温など自然環境を活用した米、果物、野菜の貯蔵施設が実用化している。温暖な静岡県では、かつて茶を標高 1,000m超の静岡市大日峠に上げ、熟成茶を駿府城の徳川家康公に献上したと言われるが、現在、商業ベースで自然環境を利用した貯蔵施設はほとんどない。しかし、2011 年御殿場市と小山町の茶業者でつくる「御殿場小山中核農業者協議会茶生産部会」が茶葉を富士山の風穴で熟成させたところ、茶の味や香りがまるやかになったとされ、また、翌 2012 年には富士山頂の山小屋内で熟成したところ、同様に上質な熟成茶に仕上がることが確認された。

一方、富士山頂では旧測候所施設の有効活用が求められており、富士山頂の低温、低圧、低酸素という特殊な自然環境下における農畜産物の熟成が注目されることとなった。

そこで、本研究では富士山頂で貯蔵した農畜産物の品質変化を明らかにすることで、農畜産物の付加価値向上や新たな地域ブランドの創出への寄与を目的とした富士山頂貯蔵試験を実施する。

なお、茶、米、日本酒、牛肉、シカ肉の夏季貯蔵試験(41日)結果は第7回成果報告会において発表したため、本発表では茶、米、日本酒における長期貯蔵試験(約1年間)の結果を中心に報告する。また、静岡県農林技術研究所茶業研究センターで実施した茶貯蔵試験は別途(第8回成果報告会ポスターナンバーP-26)発表するため、ここでは静岡県東部農林事務所が主体に実施した茶貯蔵試験の結果を報告する。

### 2. 試験方法及び結果

#### 2.1 富士山頂測候所建屋内の温湿度変化

測候所建屋内の温湿度は温度が最高気温が 16.0℃、最低気温が-17.5 と大きく変動し、貯蔵期間の平均気温は-3.1℃であった。また、相対湿度は 70~90%と高く、特に秋~初夏にかけて 80~90%で推移した(図1)。

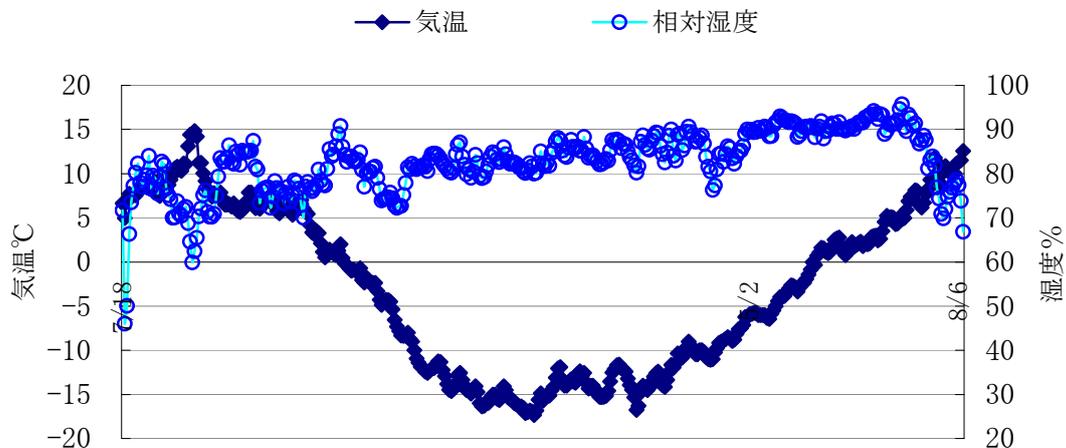


図1 富士山頂測候所建屋内温度・湿度変化



測候所3号庁舎外観



3号庁舎内貯蔵状況

## 2.2 茶（担当：東部農林事務所）

### 2.2.1 目的

富士山頂の低温、低圧、低酸素といった平地とは異なる環境条件に着目し、2012年7月から「富士山頂熟成茶」の開発に取り組んでいるが、成分変化等の詳細は明らかではなかった。2013年は夏季41日間短期貯蔵した茶について、2014年は長期貯蔵した茶について品質や食味への影響を評価する。

### 2.2.2 試験方法

【試験1】 御殿場市産の茶「静 7132」から製造した緑茶、釜炒茶、紅茶を富士山頂（富士山測候所3号庁舎1階（室内、温度調節なし））と平地の-25℃の冷凍庫に2013年7月18日から2014年8月8日まで約1年間貯蔵した。各茶は富士山頂がクラフト紙の袋とアルミの袋（脱気後に窒素充填）、平地冷凍庫がアルミ袋にそれぞれ100gずつ入れた。貯蔵後、機能性成分（カテキン、カフェイン、アミノ酸）をHPLCで分析した。さらに、茶の種類ごとに茶業研究センター職員4人と東部農林事務所1人の計5人で官能評価を行った。



茶の入った竹かご（左：外観、右：内部）

【試験2】 沼津市産の茶「やぶきた」の煎茶をアルミの袋（脱気後に窒素充填）に入れ、富士山頂及び10℃の平地冷蔵庫に約1年間貯蔵した。9月5日に鈴木学園の生徒45人を対象として官能評価を実施した。

### 2.2.3 結果

【試験1】 カテキン、カフェイン等の機能性成分含量では、貯蔵方法および資材による明らかな差はみられなかった。官能評価では、富士山頂のアルミ袋は煎茶と紅茶で評価が高く、釜炒り茶で差はなかった。クラフト紙での長期貯蔵は3種の茶とも評価が低くなった（表1、2）。

表1 貯蔵方法が「煎茶」の官能評価に及ぼす影響

貯蔵方法	資材	香り	滋味	総合
富士山頂	クラフト	× 変質臭、しめり臭	× 変質味、しめり味	×
	アルミ	○ まるみ、穏やかな香り	△ うまみがある、苦渋味は強め	○
冷凍庫	アルミ	△ 新鮮香が残っている	△ うまみなし、苦渋味は強め	△

※評価基準 ○：良、△：普通、×：不良

表2 貯蔵方法が「紅茶」の官能評価に及ぼす影響

貯蔵方法	資材	香気	滋味	総合
富士山頂	クラフト	× 変質・移り香強	× 評価できる特徴なし	×
	アルミ	○ 果実香、やや過度の発酵傾向も有	○ 3つの中では良い	○
冷凍庫	アルミ	△ 硬葉香が強い、強いむれ香	△ 硬葉味、いも風の味	△

【試験2】 富士山頂で貯蔵した煎茶は平地の冷凍庫貯蔵に比べて、香りの良さ、うまみの強さ、あと味の良さを評価した人が多く、渋みが減少する傾向がみられたが、総合評価に差はみられなかった(表3)。

表3 貯蔵方法が「煎茶」の官能評価に及ぼす影響

貯蔵方法	香りの 良さ	水色の 良さ	うまみ の強さ	まろや かさ	渋みの 強さ	苦みの 強さ	あと味 の良さ	総合 評価
富士山頂	29人	23人	26人	25人	15人	19人	30人	24人
冷凍庫	9	19	14	17	29	26	15	21
差なし	7	3	5	3	1	0	0	0

試験1、2の結果から富士山頂で長期貯蔵した煎茶(アルミ袋)は、慣行の保存方法よりも渋みがやや減少し、香りやあと味が良くなる傾向がみられた。また、煎茶と紅茶では、富士山頂でアルミ袋により貯蔵したものが、平地の冷凍庫に貯蔵したものより評価が高い傾向にあった。一方、釜炒茶では明らかな差が認められなかった。なお、クラフト紙での長期貯蔵は不向きと考えられた。

## 2.3 米(担当:農林技術研究所)

### 2.3.1 目的

一定期間にわたり富士山頂で米を貯蔵した場合の品質・食味への影響を評価する。夏季の短期貯蔵(41日間)では食味官能評価、関連成分とも変化はみられておらず、本試験では長期貯蔵(約1年間)の効果について評価する。

### 2.3.2 試験方法

【試験1】 2012年産「コシヒカリ」(9月静岡県磐田市三ヶ野圃場収穫 以下磐田産)及び2013年産「コシヒカリ」(2013年8月森町現地生産圃場収穫 以下森町産)を用い、それぞれ2013年7月18日～2014年8月8日、2013年8月28日～2014年8月8日の約1年間、粳米、玄米、精米および脱酸素剤入り精米の状態に富士山頂(富士山測候所3号庁舎1階(室内、温度調節なし))及び平地(農林技術研究所冷凍庫(15℃))に貯蔵した。各2kg ずつ米用紙袋に入れたあと同一の天切缶に入れ、ガムテープで蓋を固定した。脱酸素剤入り精米は、チャック付きビニール袋に精米と脱酸素剤を入れ、ビニール袋ごと紙袋に入れた。



貯蔵終了後、粳、玄米を精米同様重量比91%に精白した。米の食味官能評価20名前後(20～50代)をパネルに、穀物検定協会の方法により、平地に玄米で貯蔵した米を基準に富士山貯蔵米の総合評価、香り、外観、うま味、粘り、硬さについて評価した。8月12～15日に3反復で実施。

さらに、食味官能試験に供した精米の白度、アミロース含量、タンパク質含量、糖含量、アミノ酸を測定した。白度はKett社製白度計C-300、アミロース含量はブランルーベ社オートアナライ



ザーSPS2000、タンパク質含量は住化NCアナライザーズミグラフ、糖含量及びアミノ酸は、HPLCにより分析した。

【試験2】 試験1の磐田産の精米を使用。食味官能試験は、9月5日、学校法人鈴木学園(三島市)生徒45名(男22名、女23名 年齢19~20歳)をパネルに、2点嗜好法により実施した。

### 2.3.3 結果

【試験1】 米の食味官能試験の結果、基準の平地玄米と比べ、富士山貯蔵した米では外観、硬さに一部変化がみられたが、総合評価に有意な差はなく、食味への影響は判然としなかった(表4)。

食味関連形質ではチャック付きビニル袋で貯蔵した脱酸素剤入り精米を除き、富士山頂貯蔵で水分含量が高くなった。また、脂肪酸は平地貯蔵の精米で増加したが、富士山頂で貯蔵した精米では脂肪酸の増加が抑制された(図1、2)。タンパク質、アミロース含量に有意な差はみられなかった。

表4 食味官能評価(森町産)

処理	水分%	総合	外観	香り	うま味	粘り	硬さ
基準(平地玄米)	11.2	0	0	0	0	0	0
富士山粳米	14.0	0.06	0.27*	0.09	-0.03	0.12	-0.17
富士山玄米	13.9	0.02	0.21	0.03	0.05	0.18	-0.17
富士山精米	13.5	0.12	0.14*	0.04	0.14	0.16	-0.08
富士山脱酸素	12.8	0.03	0.19	-0.05	0.05	0.06	-0.08

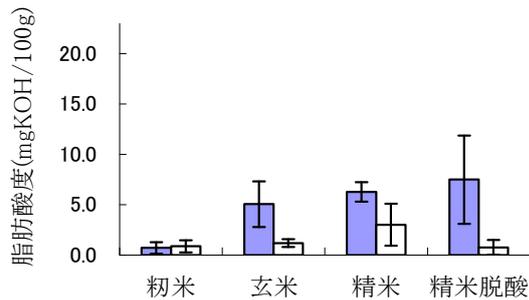


図2 貯蔵条件と脂肪酸(H24磐田産)

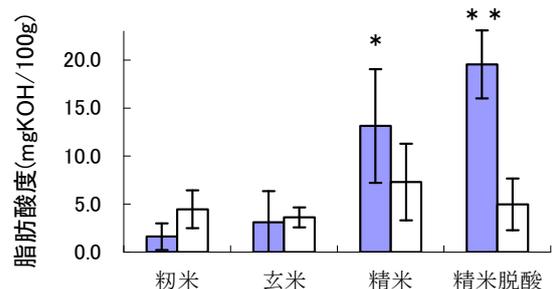


図3 貯蔵条件と脂肪酸(H25森町産)

注) 基準(平地玄米)に比較し、危険率 \* 5%、\*\* 1%水準で有意差あり

【試験2】 鈴木学園の生徒45名を対象に富士山頂と平地冷蔵庫で熟成した米を2点嗜好法により比較した結果、富士山の方がおいしいと感じたは24名、平地の方が美味しいと感じたは21名となり、両者に差はなかった。

## 2.4 日本酒(沼津工業技術支援センター)

### 2.4.1 目的

富士山貯蔵による日本酒の品質変化について官能評価、成分分析により影響の確認を行う。短期貯蔵(41日間)結果では官能評価、成分分析ともに変化はなく、長期貯蔵(1年間)した場合の影響を評価する。

### 2.4.2 試験方法

静岡県内の19の醸造場において静岡県産酒造好適米「誉富士」を原料として2012年度に製造されたものを用いた。

富士山頂(富士山測候所3号庁舎1階(室内、温度調節なし))及び、平地冷蔵庫(沼津工業技術支援センター内実験室(15℃定温、遮光))にてそれぞれ1本ずつ密栓して段ボール箱に入れ、2013年7月18



日から2014年8月8日までの約1年間貯蔵した。

貯蔵酒の香味は、2点嗜好法にて評価者11名で2回繰返し、試行数は22とした。評価者の内訳は、今回貯蔵した日本酒の各醸造蔵から杜氏4名(内静岡県や全国の鑑評会等で利き酒実績のある方1名)、社長1名、蔵人3名、沼津工業技術支援センター研究員から2名(利酒技術講習済、また全国の鑑評会等で利き酒実績あり)と東部農林事務所技術職員1名により実施した。



評価は、同銘柄の山頂と平地冷蔵庫で貯蔵したものをペアとして、どちらが山頂で貯蔵したかは伏せて、“香味バランスに優れているのはどちらであるか”という質問について必ず何れかを選んでもらった。同じペアについて2回それぞれ配置を変えて実施した。日本酒の日本酒度、アミノ酸度、酸度は、国税庁所定分析法に従い分析した。アルコール濃度は、アルコール分析計(アルコメイト)を用いて分析した。

### 2.4.3 結果

富士山測候所建屋内の最低気温は $-15^{\circ}\text{C}$ 前後のため、試料は凍結したものと推察されたが、瓶の割れや液漏れはなく、沈殿並びに水分とアルコール分の分離もみられなかった。

貯蔵41日後及び約1年後の19試料のアルコール濃度、日本酒度、アミノ酸度、酸度の各成分の平均値を表5、6にそれぞれ示した。いずれも富士山頂貯蔵と平地貯蔵間で有意な差は認められなかった。しかし、約1年の貯蔵後では、山頂と平地のいずれにおいても日本酒度及び酸度が増加し、アミノ酸度は減少した。一般的に日本酒において熟成が進むとアミノ酸が減少し、酸が増えることで熟成した香味を生じることから、これらは、熟成による成分変化によると考えられた。

表5 山頂貯蔵及び平地貯蔵後の19試料中成分の平均値(41日後) (2013年結果)

	アルコール濃度(%)	日本酒度	アミノ酸(ml)	酸度(ml)
山頂	16.3	+0.63	1.56	1.50
平地	16.3	+0.66	1.56	1.49

アルコール:アルコール測定機の誤差0.2、日本酒度:日本酒の甘さ辛さを示す指標で、辛いほどプラス、甘いほどマイナス(最小測定単位は0.5)、酸度:日本酒中のコハク酸、乳酸などの有機酸量を示す指標(最小測定単位は0.1)、アミノ酸度:日本酒中のアミノ酸量を示す指標(最小測定単位は0.1)

表6 山頂貯蔵および平地貯蔵後の19試料中成分の平均値(約1年後)

	アルコール濃度(%)	日本酒度	アミノ酸(ml)	酸度(ml)
山頂	16.5	+0.76	1.42	1.62
平地	16.5	+0.76	1.43	1.63

貯蔵41日後の日本酒官能評価では、富士山頂貯蔵と平地貯蔵の間に統計的な有意差はみられなかったが、約1年の貯蔵では、富士山頂貯蔵の香味バランスが優れているという回答割合は、10試料が60%以上あり、そのうち3試料では山頂貯蔵の香味バランスが優れている回答割合が特に高く、危険率5%で統計的な有意差が認められた(表7、8)。

なお、貯蔵前の保存日数や温度と官能評価との間に相関関係は見られなかった。

表7 山頂貯蔵及び平地貯蔵後の19試料の香味官能評価結果(41日後)

有意差	(山頂の香味バランスが優れている)回答割合				
危険率 5%	100~80%	79~60%	59~40%	39~20%	19~0%
0 試料	0 試料	3 試料	14 試料	2 試料	0 試料

表8 山頂貯蔵及び平地貯蔵後の19試料の香味官能評価結果(約1年後)

有意差	(山頂の香味バランスが優れている)回答割合				
危険率 5%	100~80%	79~60%	59~40%	39~20%	19~0%
3 試料	1試料	9 試料	9 試料	0 試料	0 試料

### 3. おわりに

本報告は2013年7月18日から2014年8月8日まで約1年間の富士山頂における熟成試験結果をとりまとめたものである。この間、測候所3号庁舎1階(室内、空調なし)に保管したが、平均温度は-3.1℃、最高と最低温度差は23.5℃と大きく、また相対湿度は70~90%と年間を通して高く推移した。

このような環境下の中、茶では平地貯蔵に比べ渋みがやや減少し、香りやあと味が良くなる傾向がみられ、米では食味への影響は少なかったが、脂肪酸の増加が抑制される傾向がみられた。日本酒については平地貯蔵に比べ、5割近い銘柄で香味バランスが優れるという結果となった。また、日本酒の成分分析結果から41日間の短期貯蔵に比べ、長期貯蔵による熟成による変化も確認されたが、富士山頂での貯蔵と平地貯蔵の成分変化に有意な差はみられず、香味バランスが優れる要因を明らかにするまでは至らなかった。

連絡先: 神谷径明 (Michiaki KAMIYA)、michiaki1\_kamiya@pref.shizuoka.lg.jp