

伝統野菜穴馬かぶらの冬季貯蔵品の品質*

大能 俊久^{*1}, 澤 貴也^{*2}, 原 祥太^{*2}, 巢守 和義^{*3}

Quality of Anama Turnip Harvested in Winter

Toshihisa OHNO^{*1}, Takaya SAWA^{*2}, Syouta HARA^{*2}, and Kazuyoshi SUMORI^{*3}

^{*1} Faculty of Environmental and Information Sciences, Department of Applied Chemistry and Food Science, ^{*2} Faculty of Environmental and Information Sciences, Department of Environmental and Food Sciences, ^{*3} Kuzuryu no okurimono K.K.

Anama turnip is one of the traditional vegetables grown in Ono city, Fukui prefecture. About 1 ton of Anama turnip stored under snow is produced per year. Anama turnip is expected as precious income and nutrition source in winter. It is generally known the vegetables stored under snow become sweeter. So we planned to study the quality of Anama turnip stored under snow.

In the period when we planned the study there was little snow, therefore Anama turnip was stored under snow during a very short period. Then, we changed the study to clarify the quality of Anama turnip harvested in winter. The water content of Anama turnip harvested in winter decreased, on the contrary the contents of sugars and amino acids increased. The increase of sucrose and amino acids exceeded the increase derived from the decrease of water. It was suggested that the storage of Anama turnip in winter was effective for improvement of the nutrition and the taste.

Key Words : Anama turnip, Traditional vegetables, Sugars, Amino acids

1. 緒 言

福井県大野市和泉地区では地区限定の伝統野菜「穴馬（あなま）かぶら」が作られており⁽¹⁾, サラダや漬物, 酢の物, 煮物などの様々な料理に用いられている. 穴馬かぶらの播種時期は8月下旬から9月上旬で, 収穫適期は一般的に11月である. 2017年度からは「雪下貯蔵穴馬かぶら」の生産も行われており, これは, 穴馬かぶらの播種時期を9月20日以降まで遅らせて, 播種後長期間, 降雪後も収穫しないで畑に残し, 1月以降に雪の下から掘り出して収穫したものをいう. 農家の冬季の貴重な収入源であり, また栄養源となっており, 農産物直売所の冬季の目玉商品として大きな期待を集めている.

寒締めハウレンソウなど寒い時期に収穫される野菜や雪下で貯蔵された野菜は, 一般的に, 植物体内に糖などが蓄積して甘くなると言われている⁽²⁾⁽³⁾. しかし, 野菜ごとに異なる可能性があり, 穴馬かぶらなどの地域特産の伝統野菜については雪下貯蔵の影響について科学的知見はほとんど得られていない. そこで, もし, 雪下貯蔵穴馬かぶらにおいて, 糖や他の栄養素について優位性が確認できれば, 商品をより効果的にアピールすることができるようになり, 販路拡大や販売促進につながると期待される.

本研究では, 雪下貯蔵穴馬かぶらと通常の穴馬かぶらについて, 糖量及びアミノ酸含量等を測定し, 雪下貯蔵の効果を調べることを目的としているが, 大野市和泉地区では2019年11月から2020年2月までの期間, 記録的な少雪となり, 厳密な意味での雪下貯蔵穴馬かぶらを収穫することはできなかった. そこで, 雪下貯蔵穴馬かぶらと同様に, この期間, 畑土中で長期貯蔵された穴馬かぶらを「冬季穴馬かぶら」と呼ぶこととして冬季の長期貯蔵の影響を詳細に調べることにした.

* 原稿受付 2021年4月30日

^{*1} 環境情報学部 環境食品応用化学科

^{*2} 環境情報学部 環境・食品科学科

^{*3} 九頭竜の贈り物株式会社 (福井県大野市朝日第26号1番地)

E-mail: ohno@fukui-ut.ac.jp



Fig. 1 Appearance of Anama turnip of refrigerating period before analysis

2. 実験方法

2.1 試料

福井県大野市和泉地区の同一農家の同一圃場において、通常の「穴馬かぶら」及び「冬季穴馬かぶら」を収穫した。通常の穴馬かぶらは冬季貯蔵前の2019年11月28日に採取し、冬季穴馬かぶらは11月には採取せずにそのまま畑土中に貯蔵して、2020年1月23日及び2月27日に採取した。各収穫日とも4個体を分析に供した。収穫した穴馬かぶらは水で洗った後、茎を5cmほど残して茎と葉の部分切り落とし、ポリエチレンフィルム中に入れて冷蔵庫で1晩保存し(Fig. 1)、翌日に分析を開始した。なお、2020年1月、2月は記録的な少雪であり、畑に積雪があった期間は非常に短かった。穴馬かぶらの収穫時の様子を写真で示した(Fig. 2, Fig. 3)。

2.2 成分含有量等の測定

穴馬かぶらを縦に6等分した後、対角線上に位置する2つを試料とした。水分含量を測定するために、2つの試料をそれぞれ2mm角程度に裁断し、重量を測定した。その後、70℃の乾燥機で6時間加熱乾燥し、デシケーター中で放冷後、重量を測定し、重量の差を水分含量とした。糖度の測定には残り4つのうち、対角線上の2つを用いて、それぞれを搾汁器で搾り下ろしてポケット糖度・濃度計(株式会社アタゴ, PAL-1)を用いて糖度を測定した。さらに、グルコース、果糖、ショ糖、及びアミノ酸の測定のためには、残る2つのサンプルについて、上記と同様、細断後、それぞれに99.5%エタノールを加えて終濃度が約80%エタノールとなるように調整した。ホモジナイザーで粉碎後、遠心分離を行い、上澄みをろ過してろ液を回収した。残った沈殿は、エタノール溶液(エタノール:水=80:20(v/v))を添加後、上記と同様の操作を2回繰り返すことによりろ液を回収し、すべてのろ液を集めた。集められたろ液はエバポレーターで減圧濃縮し、残物に少量のミリQ水を加えて成分を溶解し(A溶液)、冷凍保存した。



Fig. 2 Appearance at the harvest (Jan. 23rd)



Fig. 3 Appearance at the harvest (Feb. 27th)

Table 1 Contents of water, brix, and sugars (average \pm S.D.)

		Normal	Winter product	
Date of harvest		Nov. 28th	Jan. 23rd	Feb. 27th
Water (%)		91.9 \pm 0.1	87.2 \pm 2.1	88.0 \pm 0.8
Brix (%)		6.0 \pm 0.5	8.3 \pm 0.5	8.8 \pm 0.4
Sugars	Glucose (g/100 g f. w.)	1.8 \pm 0.2	2.4 \pm 0.3	1.9 \pm 0.2
	Fructose (g/100 g f. w.)	1.6 \pm 0.2	2.1 \pm 0.8	1.7 \pm 0.2
	Sucrose (g/100 g f. w.)	0.2 \pm 0.1	1.2 \pm 1.2	2.0 \pm 0.5
	Total sugars (g/100 g f. w.)	3.6 \pm 0.4	5.7 \pm 2.1	5.6 \pm 0.2

抽出物中のグルコース、果糖、ショ糖の測定は、解凍した A 溶液をミリ Q 水で 50 倍に希釈した後、F キット (Roche/R-Biopharm 社、ショ糖/D-グルコース/果糖) を用いて測定した。遊離アミノ酸量の測定には、解凍した A 溶液をアミノ酸分析用の緩衝液で 20 倍に希釈した後、0.45 μ m のフィルターでろ過を行い、得られたろ液を全自動アミノ酸分析機 (日本電子株式会社, JLC-500/V2) により測定した。

成分含有量等の測定はいずれの項目も各収穫日、直径 8 cm 以上であり重量は 190 g から 400 g 程度のカブ 4 個体を分析して、平均値及び標準偏差を算出した。

3. 実験結果及び考察

3.1 水分と糖度と糖量

通常の穴馬かぶら (11 月 28 日収穫)、冬季穴馬かぶら (1 月 23 日, 2 月 27 日収穫) の水分量, 糖度, 糖量の結果を Table 1 に記載する。水分は通常品は 91.9% だったが, 冬季穴馬かぶらは 88% 以下であり顕著に減少した。糖度は逆に通常品は 6.0% だったが冬季穴馬かぶらは 8% 以上に増加した。また, 糖総量も通常品の 3.6% から冬季穴馬かぶらは 5% 以上に増加していた。

冬季穴馬かぶらは水分が減少して糖度と糖量が増加していた。水分と糖量の関係については, 水分が多いと糖総量が減少し, 水分が少ないと糖総量が増加する関係があると予想される。通常の穴馬かぶらの成分量の結果から, 実際のカブ重量は 190 g 以上だが重量を 100 g (水分を 91.9 g, 糖総量を 3.6 g, その他の成分を 4.5 g) と仮定し, 水分減少が起こったために相対的に糖総量が増加したのだという仮説を立てて, 以下で検証を行った。

冬季穴馬かぶらの 1 月収穫品は水分が 55.2 g まで減少し, 糖総量は 3.6 g のまま, その他の成分も 4.5 g のままだったとすると, 比率は水分が 87.2%, 糖総量が 5.7% となる。この糖総量の値は 1 月の測定結果と一致している。また, 2 月収穫品も水分が 59.4 g まで減少し, 糖総量は 3.6 g のまま, その他の成分も 4.5 g のままだったとすると, 比率は水分が 88.0%, 糖総量が 5.3% となる。この糖総量の値は 2 月の測定結果 5.6% と大きな違いはない。これらのことから水分が減少したために相対的に糖総量が増加したという仮説が正しいと判断した。この仮説が正しいとすると水分の減少量はカブの重量 100 g あたりで 30 g 以上と大きくなる。村松は雪室で葉つきのダイコンを約 50 日貯蔵し, 重量減少が約 17% だったことを報告している⁽⁴⁾。雪室では雪に囲まれているため, 湿度は高いと推測される。今回の結果はダイコンの結果よりもさらに重量減少が大きい, 貯蔵した場所は雪室ではなく, 記録的な少雪であった畑土中であり, 冬季の低温で乾燥した空気と接していた時間が長いこと水分の蒸発量が多くなった可能性がある。なお, 分析に供したカブの重量が 190 g から 400 g 程度とばらつきが大きいことから貯蔵後のカブの重量減少については検討していない。

冬季穴馬かぶらの糖の組成を見ると, 通常品と比べてグルコース量とフルクトース量の変化が最大でも 1.3 倍なのに対して, ショ糖量は 6 倍, 10 倍と顕著に増えていた。ショ糖量の変化が大きかったのは実験で使った F キットのショ糖量の算出方法 (F キットでは β -フルクトシダーゼでショ糖からグルコースを生成させ, 元から存在したグルコース量を差し引いてショ糖量を算出する) による誤差が大きい事が一因だと考える。また, 伴らは島根県における 2006 年 12 月 20 日に収穫したダイコン (サカタのタネの辛丸, タキイ種苗の耐病総太りの 2 品種) と 2007 年 1 月 31 日に収穫した同じ品種のダイコンの糖量の比較を行っている⁽⁵⁾。その中で 1 月のグルコース量, フルクトース量は 12 月に比べて 0.8 倍から 1.3 倍となり比較的安定していたが, 1 月のショ糖量は辛丸で 2.8 倍,

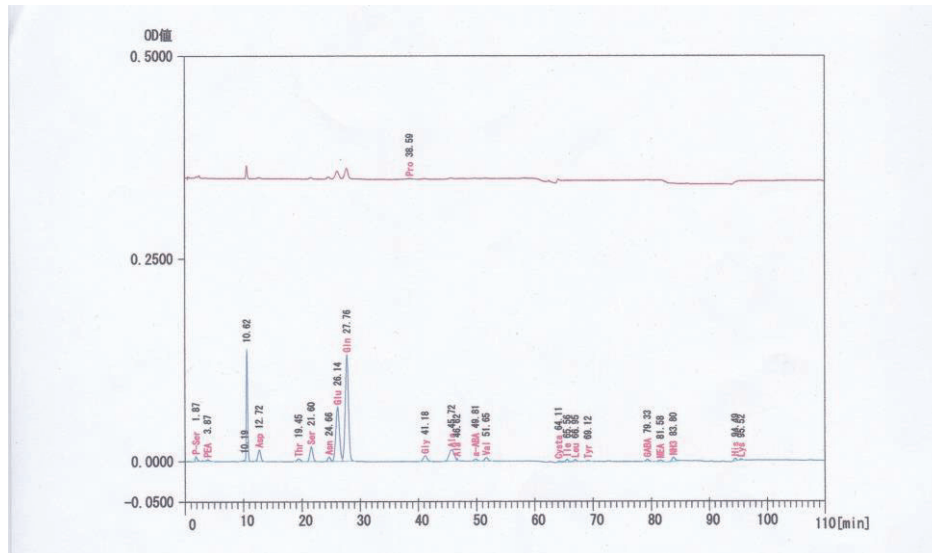


Fig. 4 Example of the chromatogram of amino acids analysis

耐病総太りで1.0倍となり、2品種でショ糖量の挙動が異なっていたことを報告している。これらのことから、今回の冬季貯蔵によるショ糖量の増加は穴馬かぶらの特徴、あるいはカブの種としての特徴の可能性がある。

ショ糖の認知閾値は1%程度の濃度とされ⁽⁶⁾、ショ糖の甘味度を1とすると、グルコースの甘味度は0.6から0.7、フルクトースの甘味度は1.2から1.7とされる⁽⁷⁾。通常の穴馬かぶらで、ショ糖より甘味度の高いフルクトース量が1%を優に超えており、また、糖総量は3.6%である。これらのことから、通常の穴馬かぶらは糖由来の甘味を感じることができると考えられる。実際に同一月日に収穫した穴馬かぶらをスライスして試食したところ、通常の穴馬かぶらだけでなく、冬季穴馬かぶらも甘味を呈することが確認できた。メロンの糖量の差が1%程度違うと官能検査の結果に有意な差が出るとの報告がある⁽⁸⁾。冬季穴馬かぶらと通常の穴馬かぶらでは糖総量の差が100gあたり2g程度、濃度で約2%の差があることから、冬季穴馬かぶらは通常の穴馬かぶらに比べて、人が食べて甘味をより強く感じる可能性があると考えられる。

3.2 アミノ酸量

穴馬かぶらのアミノ酸量を分析したクロマトグラムの一例をFig. 4に示す。アミノ酸はグルタミン、グルタミン酸、アラニン、セリン、アスパラギン酸が多く、その中でもグルタミンとグルタミン酸を合わせた量がアミノ酸総量の半分以上を占めていた(Table 2)。また、アミノ酸総量は通常品が138.1 mg/100 gだったのに対して冬季穴馬かぶらは280 mg/100 g以上となって2倍以上に増加していた。水分が減少したことが一因と考えられるが、増加率は糖総量の増加率を明らかに上回っている。従って、水分が減少したことによる相対的な増加とアミノ酸が生成したことによる増加の2つの現象が起こっていると考えられる。小林らはグルタミンとアスパラギン、スレオニンのピークが重なるアミノ酸分析機で雪中貯蔵したカブ（タキイ種苗の早生大蕪）の遊離アミノ酸について

Table 2 Contents of amino acids (mg/100 g f. w., average \pm S.D.)

	Normal	Winter product	
Date of harvest	Nov. 28th	Jan. 23rd	Feb. 27th
Glutamin	65.0 \pm 25.0	116.8 \pm 51.8	138.2 \pm 47.5
Glutamic acid	32.0 \pm 9.9	51.5 \pm 7.1	41.3 \pm 9.8
Alanin	6.5 \pm 1.7	16.6 \pm 8.0	21.9 \pm 13.9
Serin	5.6 \pm 1.5	12.2 \pm 4.7	19.0 \pm 2.7
Aspartic acid	4.8 \pm 2.9	11.9 \pm 3.6	13.3 \pm 2.0
Total amino acids	138.1 \pm 47.3	280.9 \pm 97.2	308.5 \pm 97.4

調べて、グルタミンとアスパラギンとスレオニンを足したものやグルタミン酸、アラニン、セリン、アスパラギン酸が多い事、1月下旬から3月上旬にかけてアミノ酸の総量が増加することを報告している⁽⁹⁾。この報告と今回の研究の結果は主要なアミノ酸の種類と1月下旬から2月下旬にかけてアミノ酸総量が増加する点で一致している。これらのことから、冬季貯蔵によりアミノ酸が増加する可能性が高いと考えられる。

また、グルタミン酸とアスパラギン酸の量は刺激閾値を超えており、穴馬かぶらの酸味や旨味に寄与していると考えられる⁽¹⁰⁾。甘味を呈するグルタミンやアラニンも単独では刺激閾値に達していないが、両者が合わさって甘味を呈したり、先に述べた糖類と協調して甘味に寄与している可能性もあると考える。

4. 結 論

福井県大野市和泉地区で生産されている穴馬かぶらは福井県の伝統野菜の1つである。降雪後も収穫しないで畑に残し、1月以降に雪の下から掘り出して収穫する雪下貯蔵穴馬かぶらの生産も行われている。穴馬かぶらは、農家の冬季の貴重な収入源や栄養源として大きな期待を集めている。そこで、2019年11月28日から2020年2月27日にかけて雪下貯蔵した穴馬かぶらを収穫して品質を調べる計画を立てた。しかし、当該期間は記録的な少雪となり、雪下に貯蔵されていた期間は非常に短く、通常は雪のない状態となった。そこで、1月、2月に収穫した冬季の穴馬かぶらの品質について調べることに変更して研究を行った。

冬季穴馬かぶらは、水分が減少し、糖度や糖総量、アミノ酸量が増加した。水分の減少により相対的に糖総量が増加したとの仮説を立てて検証し、実測値と大きな違いがないことから水分の減少により相対的に糖総量が増加したという仮説が正しいと判断した。また、ショ糖量が顕著に増加しており、ショ糖の増加は冬季貯蔵による穴馬かぶら、あるいはカブの特徴の可能性がある。アミノ酸は水分の減少により相対的に増加しただけでなく、アミノ酸の生成が起こっていた。今回の結果から穴馬かぶらの冬季貯蔵は栄養価の向上やおいしさの向上に有効であることが示唆された。

穴馬かぶらや雪下貯蔵穴馬かぶらの品質に関する研究は2020年度、2021年度も継続する予定であり、穴馬かぶらの糖やアミノ酸の挙動について、今後の研究でも明らかにしていきたい。

謝 辞

本活動の一部については金井学園事業費の支援を受けた。また、本活動を実行するにあたり協力してくれた環境・食品科学科学生に感謝の意を表する。

参考文献

- (1) 福井県庁, “福井百歳やさいをたべよう”, <https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/021500/dentounougyou/dentoyasaih2406.html>(参照日 2021 年 4 月 26 日)
- (2) 日本植物生理学会, “植物 Q&A 冬野菜の糖度の件”, https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=2140(参照日 2021 年 4 月 25 日)
- (3) 全国有機農法連絡会(山形), “やまがた雪ノ下野菜”, <https://www.zyr.co.jp/syun/yukimuro.html>(参照日 2021 年 4 月 26 日)
- (4) 村松謙生, “野菜の雪中貯蔵に関する研究”, 雪氷, Vol. 48, No. 3(1986), pp. 149-157.
- (5) 伴琢也, 小林信雄, 本谷宏志, 門脇正行, 松本真悟, “ハマダイコンの栽培化と利用について”, 園学研, Vol. 8, No. 4(2009), pp. 413-417.
- (6) 長井勇太, 山村千絵, “とろみ調整食品の添加による基本味覚閾値および味覚強度の変化”, 日摂食嚥下リハ会誌, Vol. 18, No. 2(2014), pp. 131-140.
- (7) 青柳康夫編著, 津田孝範編著, “食べ物と健康 1: 食品の化学と機能”, 建帛社, pp. 102-106.
- (8) 藤原孝之, 板倉元, “メロンにおける甘味識別可能な糖度差”, 食科工, “アミノ酸ハンドブック”, 工業調査会, p. 47.

- (9) 小林恭一, 坪内均, 倉内美奈, 稲木幸夫, “雪中貯蔵における野菜の品質変化”, 福井県農業試験場報告, 30(1993), pp. 79-87.
- (10) 味の素株式会社, “アミノ酸ハンドブック”, 工業調査会, p. 47.

(2021年9月13日受理)