

雪室貯蔵によるジャガイモの糖分増加



新潟県農業総合研究所
高冷地農業技術センター 主任研究員

安藤 健介

食品研究センター 主任研究員

下條 明

1 はじめに

本試験は、新潟県農業総合研究所の高冷地農業技術センター（以下、高冷地センター）と食品研究センターが共同で実施し、高冷地センターが農産物の生産と貯蔵中の外観変化の調査、食品研究センターが貯蔵物の分析を担当した。

高冷地センターは新潟県中魚沼郡津南町の海拔452mに所在し、苗場山麓に国営開発で拓かれた開発田・畑における実験農場として設立され、現在は開発畑における園芸生産に関わる試験を実施している。また、雪に係わる研究も行っており、昭和50年代の中頃から融雪剤や雪室・雪を利用した貯蔵・栽培試験を実施している。

食品研究センターは新潟県加茂市に所在し、食品産業の技術指導ならびに農産物の利用加工に関する総合研究を行っている。近年では県内の地域資源利用の取り組み支援として、山菜等、地域特産農産物の機能性評価および新規加工品の開発や雪室貯蔵した農産物や漬物等の性状・成分の評価に取り組んでいる。

2 雪室利用の背景

津南町は新潟県の南端に位置し、長野県と県境を接している。津南町のアメダス観

測によると、最深積雪量の平年値は2.7mに達し、根雪期間は12月末から翌年4月末までとなる。新潟県には16カ所の気象観測地点があるが、過去の最深積雪深が3mを超える地点が9地点ある。このように積雪量が多い新潟県内でも、津南町は毎年県内1、2位の積雪量となる。この積雪量は降雪量の多さに依るもので、12月から4月までの累積降雪量の平年値は津南町で1,300cmを超え、県内のやや海拔の低い魚沼市入広瀬（海拔230m）でも1,300cmとなる。この2地点は脊梁山脈から近いため新潟県内でも特に降雪量が多く、津南町から直線距離で約100km離れた海岸沿いの新潟市の降雪量は約210cm、新潟市と津南町を直線で結ぶと、ほぼ中間に位置する長岡市では約610cmとなる。

このような多積雪の地域性を有するため、新潟県をはじめ、日本海側の中山間地域を中心に、明治から昭和初期にかけて氷室・雪室が点在し、利用されてきた。当時の氷室・雪室は、主に夏期に氷（冷熱源、飲用）を利用するためのもので、半地下の穴に雪を投げ込み、雪の表面をワラ・枝などで覆い隠し、雪を夏期まで保存するものだったが、電気式の製氷装置、冷蔵庫の普及とともに衰退していった。

現在の雪室は、平成5年に「豪雪地帯対策特別措置法」で「雪を資源として活用するための利雪に関する試験研究の体制の整備及び研究開発の成果の普及を促進するよう適切な配慮をする」ことが示され、さらに平成9年に「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法施行令」で「雪または氷の熱」が新エネルギーとして位置づけられたこと（平成14年交付・施行）を背景として、各地で雪冷熱利用施設が建設され、新潟県内でも設置数が増えている。

3 雪室とは

前述の雪室・氷室以外に、北陸などの積雪地帯で冬期間、ワラでダイコンを囲い貯蔵した「つぐら」（地域により呼び名は異なる）などがあるが、このような自然の冷熱を利用した貯蔵方法も「雪室」となると考えている。現代の雪室は明確な定義はないが、「雪を冷熱源として空間を冷やす施設、装置」かつ「貯雪し、無雪期にも冷熱を利用できる」となるようである。全国の積雪地帯で雪下キャベツ、雪下ニンジンといった農産物も生産、販売されているが、新潟県では「雪下」は「栽培状態のまま積

雪下になったものを収穫するもの」、「雪室」あるいは「雪中」は「収穫物を貯蔵するもの」として区別している。

農産物の貯蔵を目的とした雪室は貯雪庫と貯蔵庫を持ち、この設置方法でタイプ分けができる。貯雪庫の空気を送風循環する方式、融雪水を熱交換機に通す方式、貯雪庫と貯蔵庫を隣接あるいは同室とする方式（図1）などである。

費用については、雪室は冷蔵庫に比べて電気使用量分のランニングコストは小さいが、建設・設備費を含む耐用年数の期間で費用を比較すると、冷蔵庫を上回る。これは同規模の貯蔵室を有する雪室と冷蔵庫の比較では、雪室は貯蔵庫に加えて貯雪庫を必要とすることが主な要因である。

4 試験の目的

本試験は新潟県の創造的研究「低炭素社会にふさわしい雪による新たなニイガタブランドの創造」として、平成21-22年の2カ年雪室貯蔵試験を行ったものである。前述のとおり新潟県内で雪室が徐々に増加している中で、雪室の効果が「美味しくなる」といったイメージだけで語られ、その科学

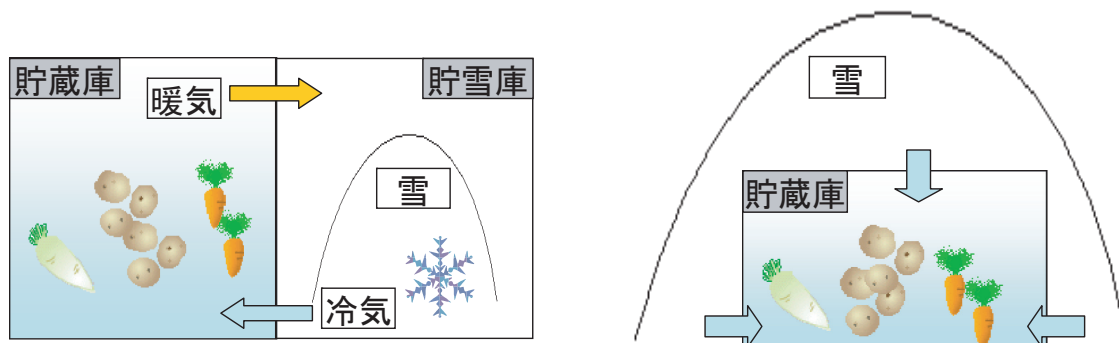


図1 自然対流方式の雪室

自然対流方式には、雪を施設に投入する方式と雪に埋設する方式がある。後者は斜面や半地下での設置が多く見られる。

的な裏付けがあまり無かった状況から、成分変化のデータが求められるようになった。既存研究での農産物の低温貯蔵中における品質変化は、品質低下の緩和という観点で捉えられ、農産物の品質変化に対する肯定的な視点は少ない。そこで実際に雪室で農産物を貯蔵し、農産物の機能・成分を把握することによって、「雪」を活用した新潟ブランドを創り出すことを目的として実施したものである。

5 試験の方法と結果

(1) 供試試料

ジャガイモは津南町内で生産され平成21年10月下旬に収穫された「キタアカリ」を使用した。11月中旬に雪室と冷蔵庫に試料を貯蔵し、150日後までの外観、成分変化を調査した。ジャガイモはナイロン製の網袋にいれ、コンテナの中に積み重ねた。雪室、冷蔵庫はいずれも被覆をしていない。

(2) 貯蔵条件

本試験で利用した雪室は、津南町の農業法人が所有する自然対流方式（雪投入型）である。貯蔵期間中の庫内の平均温度は、冷蔵庫は3.5℃、雪室は2.3℃であった。雪室の温度は貯蔵開始直後の11月が4.5℃で、その後低下し翌年の1月で1.4℃で、以後4月上旬まで約1.5℃となった。雪室庫内の湿度は、12月以降は88～95%で緩やかな

変動を示し、貯蔵期間中の変化は小さかった。冷蔵庫温度は2.4～3.9℃で推移した（表1）。

なお、年間を通じて貯雪庫の雪は1／3程度は残り、雪がなくなることはなかった。

(3) 成分変化

成分変化については、可食部を凍結乾燥して粉碎したものを試料として用い、以下の方法で遊離糖とアミノ酸含量を測定した。

(ア) 遊離糖

試料に70%（v/v）エタノールを加え加熱抽出（70℃、60分間）し、遠心分離（3000rpm 5分）により得られた上清をフィルター濾過した液をLC-ELSDによる測定に供した。グルコース、フルクトースおよびスクロース標品を用いて検量線を作成し、それらの含有量を求めた。

糖含量はスクロース、グルコース、フルクトースの3糖の合計で、雪室貯蔵は貯蔵150日後まで増加を続け、貯蔵開始から6～10倍となった。貯蔵150日後の3糖の合計は、雪室貯蔵が冷蔵庫貯蔵の約2倍となった（図2）。

(イ) アミノ酸

試料に70%（v/v）エタノールを加え加熱抽出（70℃、60分間）、遠心分離（3000rpm 5分）により得られた上清を濃縮・乾固した後、0.02M HCl 1 mlに

表1 貯蔵庫内の1ヵ月ごとの平均温度（2010.12～2011.4）（℃）

	11月	12月	1月	2月	3月	4月
雪室	4.5	3.5	1.4	1.2	1.6	2.2
冷蔵庫	3.8	3.9	3.9	2.4	3.6	3.8
外気温	6.5	2.8	-3.2	-0.3	-0.1	6.0

*外気温は気象庁アメダスの津南町データ利用

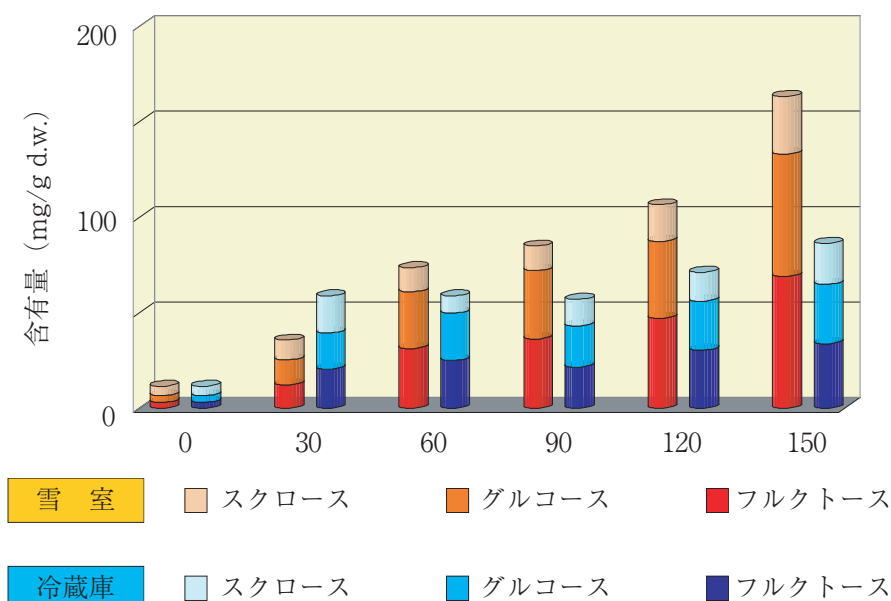


図2 雪室と冷蔵庫の糖含量比較

再溶解し濾過した液をアミノ酸分析計による測定に供した。

アミノ酸含量は貯蔵期間中、わずかに増加しているようだがその程度は低く、雪室と冷蔵庫のアミノ酸の増加量に差はなかった。

(4) 外観変化

外観は、冷蔵庫貯蔵では貯蔵90日後から萌芽が確認された。雪室でも貯蔵150日後では萌芽が認められたが、萌芽長を計測する長さに至らなかった。凍害、しなび、腐敗は両区とも確認されなかった。

(5) CO₂削減効果

本試験では雪室貯蔵設備の省エネルギーおよびCO₂削減効果を検証するために、公益財団法人雪だるま財団（新潟県上越市）にモデル的な試算を依頼した。今回、試験で使用した雪室は、貯蔵庫114m³、貯雪庫145m³（約500t）の自然対流方式（雪投入型）

で、同規模の冷蔵庫と比較して85%のCO₂低減効果があると算定された。試算の前提として、雪室に投入する雪は、雪室と周辺施設の屋根の落雪および駐車スペースの雪で足りるため、雪を移動させるCO₂コストは発生していない。また、電気冷蔵施設でも施設周辺の除排雪は雪室と同様に必要となるため、貯雪庫へ雪を投入する際の除雪機のCO₂コストも加算されていない。

6 現地における活用

この試験から得られたデータを元にして、雪室貯蔵野菜の宣伝や雪室貯蔵野菜加工品の展開があった。総菜加工品原料として雪室貯蔵野菜を用いたもので、大手チェーンストアの雪室ブランドが新設され、店頭POPや販促シールで利用された。また以前から雪室を活用した農産物販売を行っていた農業者は、web等広告宣伝に活用した。総菜メーカーからは、コロケやポテトサラダにすると潰しやすい、おいし

い、食感が良いとの反応があり、雪室ジャガイモの引き合いが増えているとのことだった。

7 今後の展望

雪室や雪中の貯蔵試験は、過去にも公設試験場、団体で取り組まれてきた。しかし、春まで貯蔵することや店頭における商品形態、外観を前提として、貯蔵期間が短く実用的でないと判断されることが多かった。雪室を長期の貯蔵庫として捉えず、収穫物の短～長期間の成分調整、熟成として利用すること、加工原料等で販売すること等を考えれば、過去の試験で棄却された農産物も、今後は利用の可能性がでてくると考え

ている。

近年、新潟県内では新たな雪室利用に関する動きが見られ、新設、既存施設の改造で雪室施設の増加、飲食店・小売店による雪室利用、PRが始まっている。農産物直売所でも、雪下栽培・雪中貯蔵を利用して冬～春先まで農産物を販売する動きがでてきている。雪中に埋めた野菜コンテナの内部は0℃を保つため（高冷地センター実績）、十分な積雪量があれば簡易な方法で雪を用いた貯蔵に取り組める。

雪室等冷熱利用によるCO₂と電力の低減効果は、ようやく消費者にも理解されつつあり、雪室貯蔵の利用促進が期待される。