

# 雪室貯蔵における馬鈴薯の加工適性評価（第1報）（平成17年度）

研究開発課 葛西大介、永草 淳  
共同研究 帯広地方卸売市場株式会社、浦幌町農業協同組合

## 1. 研究の目的と概要

十勝は国内有数の馬鈴薯生産地であり、その消費拡大を図る上で加工用並びに生食用馬鈴薯に付加価値を与え、市場に新たな需要を確保する必要がある。本試験ではJAうらほろが取り組む「雪室ばれいしょ」（商標登録済）について、成分や物性の経時変化を評価し、通常の冷凍機による冷蔵貯蔵（以下、冷蔵貯蔵）との比較を行うことで雪室貯蔵の長所を検討した。

## 2. 試験方法

試験は貯蔵途中から開始した。平成16年9月に収穫された馬鈴薯を十分な降雪があるまで冷蔵貯蔵庫で貯蔵し、平成17年1月に雪室へ移動貯蔵（雪室貯蔵）したものとそのまま冷蔵貯蔵したものについて平成17年3月から8月まで評価を行った。馬鈴薯は「男爵」と「北海黄金」を用いた。

貯蔵条件は冷蔵貯蔵庫内の温度・湿度、雪室貯蔵庫内上部と下部の温度・湿度及び外部温度・湿度について測定した。成分はでんぷん、遊離糖、遊離アミノ酸、BRIX及び水分を測定した。物性、外観評価として硬さ（破断強度）、色差（ $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ ）を計測した。

## 3. 結果と考察

### （1）雪室貯蔵庫の特性（温度、湿度の推移）

雪室貯蔵庫は温度・湿度がほぼ一定である冷蔵貯蔵庫（ $4.0$ 、RH75%）に比べて夏季に向かうにつれて庫内温度が上昇（ $0.2$ ～ $3.2$ ）していくが、冷蔵庫に比べ低い温度で保たれていた。また、湿度においては常時85%以上で保たれていた。文献等で記載されている馬鈴薯の貯蔵条件は $4$ 以下、RH80～90%であることを考慮すると、雪室貯蔵はこの条件と同一であり、理想的な貯蔵環境といえた。

### （2）でんぷん量の推移

「男爵」「北海黄金」とも貯蔵方法の違いに関わらず、でんぷん量が4月以降増加した。でんぷんは光合成により合成されるため、暗所状況下にある貯蔵庫内ではむしろ代謝によりやや減少すると考えられるが、この点については、さらにデータを取得して確認する必要がある。また、貯蔵方法による違いは見られなかった。

### （3）硬さの変化

破断強度の経時変化を比較した結果、「男爵」「北海黄金」とも冷蔵貯蔵に比べて、雪室貯蔵の方が破断強度が低い傾向が見られ、平均して「男爵」で1割、「北海黄金」で1.5割程度柔らかいことが示唆された。

### （4）糖度（BRIX）の推移

BRIXの経時変化を比較した結果、「男爵」「北海黄金」とも冷蔵貯蔵に比べて雪室貯蔵の方が平均して「男爵」で1割、「北海黄金」で2割程度高い糖度を示し、雪室貯蔵が馬鈴薯の糖度を増加させる上で有利な条件であることが示唆された。また、「男爵」「北海黄金」とも3月

の時点で既に冷蔵貯蔵と雪室貯蔵に大きな差があり、少なくとも区分け後2ヶ月の間に雪室貯蔵馬鈴薯の糖度が著しく増加していることを示唆しており、今後、確認する必要があった。

#### (5) 遊離糖の推移

総遊離糖量の経時変化を比較した結果、糖量についてもBRIXと同じ傾向にあり、冷蔵貯蔵に比べて雪室貯蔵の糖度が平均して「男爵」で3割、「北海黄金」で5割程度高かった。また、その差は既に3月の測定時点で大きく開いていた。個々の遊離糖では「男爵」「北海黄金」とも冷蔵貯蔵に比べてFructose、Glucose量が3月時点で既に多く、Sucroseは5月以降増加していた。

#### (6) 遊離アミノ酸の推移

各遊離アミノ酸量の経時変化を個々に比較した結果、「男爵」「北海黄金」とも貯蔵方法の違いは見られなかったが、貯蔵期間が長くなるにつれてグルタミン酸、アスパラギン、アラニン、プロリン、チロシンの量が増加しており、うま味系アミノ酸が増加していることが示唆された。また、総遊離アミノ酸量では3月時点に比べ8月時点では「男爵」で約2倍、「北海黄金」では約3倍に増加した。

#### (7) 色差の推移

色差の経時変化を比較した結果、「男爵」「北海黄金」とも貯蔵方法による違いは見られなかったが、貯蔵中に明るさを示すL\*値が増加し、赤みを示すa\*値が低下傾向にあり、マッシュポテトにした場合、より白っぽくなることが示唆された。

#### (8) 水分の推移

水分の経時変化を比較した結果、「男爵」では微減の傾向にあるが大きく減少することはなかった。「北海黄金」では貯蔵期間が長くなるにつれ、明らかに水分が減少した。また、冷蔵貯蔵に比べて雪室貯蔵の方が水分の減少度が少なく、「男爵」では7月以降で約1%、「北海黄金」では4月以降で約2%高かった。この結果は馬鈴薯の重量減少を最小限に抑えるのに有利であることが示唆された。

### 4. まとめ

雪室貯蔵は冷蔵貯蔵に比べてより低温高湿条件を維持しており、硬さ、BRIX、遊離糖、水分において違いが見られ、柔らかくなる反面、甘みが増加することや重量減少が少なく新鮮さを維持することが示唆された。しかし、1シーズンでは判断は難しいため、今後も継続したデータ蓄積が必要と考えられた。

# 雪室貯蔵における馬鈴薯の加工適性評価（第2報）（平成18年度）

研究開発課 葛西大介、永草 淳

（共同研究 帯広地方卸売市場株式会社、浦幌町農業協同組合）

## 1. 研究の目的と概要

本試験では浦幌町農業協同組合が取り組む「雪室ばれいしょ」（商標登録済）について、昨年度に引き続き、成分や物性の経時変化を評価し、通常の冷凍機による冷蔵貯蔵（以下、冷蔵貯蔵）との比較を行うことで雪室貯蔵の長所を検討した。また、新たな取組みとして、貯蔵中にさらに甘味を増加させることを目的として貯蔵開始前の馬鈴薯に前処理を行い、その効果を検討した。

## 2. 試験方法

### （1）供試検体

試験は収穫直後から開始した。平成17年9月～10月にかけて収穫された馬鈴薯を十分な降雪があるまで冷蔵貯蔵庫で貯蔵し、平成17年1月に雪室へ移動貯蔵（雪室貯蔵）したものとそのまま冷蔵貯蔵したものについて平成17年10月から平成18年8月まで評価を行った。馬鈴薯は「男爵」と「北海黄金」を用いた。

### （2）試料の調製

硬さ以外の分析では大きさを揃えた各馬鈴薯を全8個用い、1個を8分割してそのうちの1つを8個分あわせ、フードプロセッサーでホモジナイズして平均的な供試試料とした。

### （3）成分分析

水分は100、5H常圧加熱-乾燥助剤法を用いた。BRIXはガーゼで搾汁した搾液を0.45µmDISMICフィルターでろ過して、ATAGOデジタル糖度計にて測定した。遊離糖は供試試料に80%エタノールを加え、2時間振とう抽出後、遠心分離により得られた上澄み液を高速液体クロマトグラフィー（HPLC）を用いて測定した。HPLC条件は分析カラムShodex NH2P-50 25cm、カラム温度40、溶離液75%アセトニトリル、流速1.0ml/min、検出器RIとした。でんぷん量は供試試料に50%エタノールを加え、ポリトロンホモジナイザーで更に細かく均質化し、遠心分離により分離した上澄み液を廃棄した後、2.27%塩酸にて加水分解を行い、中和後、WAKO C2 KITを用いてアミログルコシダーゼで酵素分解を行ったものをグルコース量として比色定量し、でんぷん量に換算した。遊離アミノ酸量は遊離糖分析で調整した上澄み液をPTCアミノ酸誘導体とし、HPLCを用いて測定した。HPLC条件は分析カラムTOSO ODS-80Ts 25cm + 15cm、カラム温度42、溶離液A = アセトニトリル:60mM酢酸緩衝液 = 6:94 (pH5.60)、溶離液B = アセトニトリル:60mM酢酸緩衝液 = 60:40 (pH6.95)、グラジエント0min.(B0%) 7.5(5) 25(19) 50(60) 50(100) 70(100) 70(0) 90(0)、流速1.0ml/min、検出器UV、波長254nmとした。

硬さは馬鈴薯を厚さ20mmに切断し、30min.蒸煮した。その後冷蔵庫で60min.冷却したものを直径37mmの円柱型に統一し、速やかにテクスチャーアナライザー（プローブSMS P/25A 25mm、試験速度1mm/sec.）で破断強度を測定した。

## 3. 結果および考察

### （1）水分の比較

図1に水分の推移を示した。「男爵」、「北海黄金」とも貯蔵方法の違いによる差は見られなかった。昨年度は冷蔵貯蔵に比べて雪室貯蔵の方が水分の減少度が少なく、雪室貯蔵が馬鈴薯の重量減少を最小限に抑えるのに有利であることが示唆されていたが、今年度は変化がなかった。この理由は貯蔵庫内の湿度に影響されると考えられ、今年度の冷蔵貯蔵と雪室貯蔵で湿度に差がなかった可能性があげられるが、温湿度計故障により未測定のため確認ができなかった。

### （2）糖度（BRIX）の比較

図2にBRIXの経時変化を示した。貯蔵方法の違いを見ると「男爵」、「北海黄金」とも冷蔵貯蔵に比べて雪室貯蔵の方が2月～6月にかけて高く、雪室貯蔵が馬鈴薯の糖度を増加させる上で有利な条件であることが示唆された。

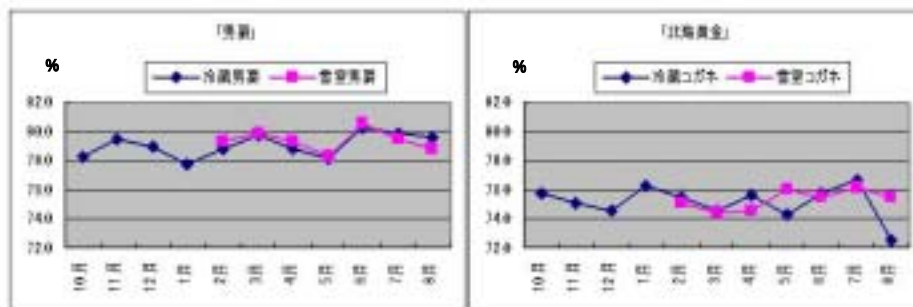


図1 水分の比較

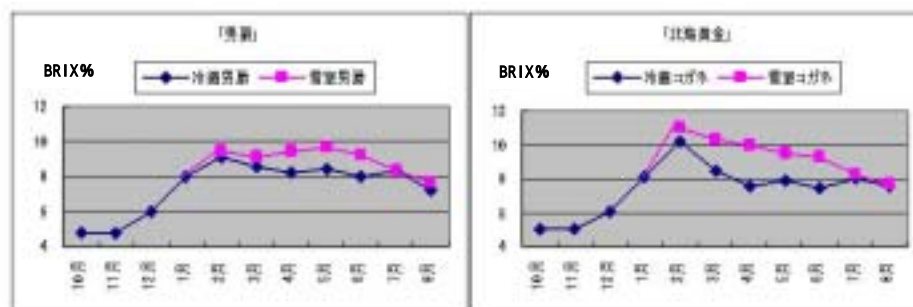


図2 糖度(BRIX)の比較

また、昨年度は「男爵」、「北海黄金」とも3月の時点で既に冷蔵貯蔵と雪室貯蔵に大きな差があり、少なくとも区分け後1ヶ月の間に雪室貯蔵馬鈴薯の糖度が著しく増加していることを示唆していたが、今年度、収穫直後から糖度を測定した結果、どちらの貯蔵においても収穫直後から糖度は増加しており、1月に区分け後、2月をピークに糖度が減少し始めていた。このことは、雪室貯蔵が糖度を増加させているのではなく、むしろ増加した糖度の減少を抑制していることを示唆していた。

しかし、貯蔵終盤の7月以降では冷蔵貯蔵と雪室貯蔵での差はなくなった。このことから、雪室貯蔵は差が大きくなる3月～6月の販売において冷蔵貯蔵と差別化できると考えられた。

### (3) 遊離糖の推移

図3に総遊離糖量の推移を示した。糖量についてもBRIXと同じ傾向にあり、冷蔵貯蔵に比べて雪室貯蔵の方が2月～6月にかけて高く、雪室貯蔵が馬鈴薯の糖度を増加させる上で有利な条件であることが示唆された。

また、「男爵」、「北海黄金」ともBRIXと同様に2月から3月の間に総遊離糖量に大きく差が開き、冷蔵貯蔵の馬鈴薯の糖度が2月以降急激に減少するのに比べ、雪室貯蔵は緩やかな減少に止まることが確認され、増加した糖度の減少を抑制していることが示唆された。

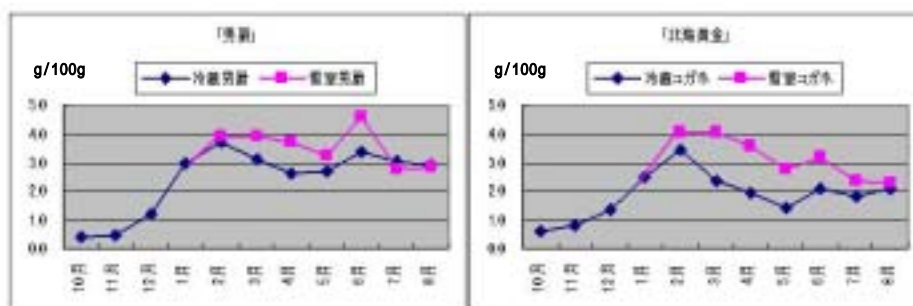


図3 総遊離糖量の比較

一方で、貯蔵終盤の7月、8月においては冷蔵貯蔵との差はほとんどなくなり、BRIXと同様であることが確認された。このことから、雪室貯蔵での糖度の優位性は3月から6月までと考えられた。

更に、個々の遊離糖においても Fructose、Glucose、Sucrose の全てにおいて同様に推移しており、BRIX の推移を裏付けるものといえた（図 4、図 5）。

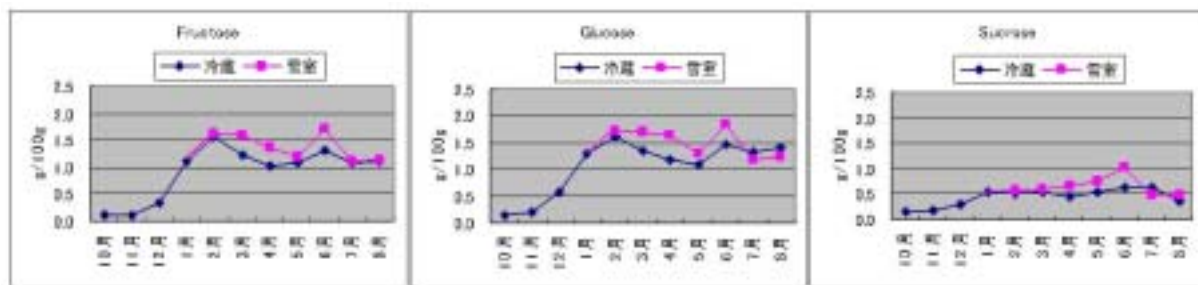


図 4 「男爵」における各遊離糖の比較

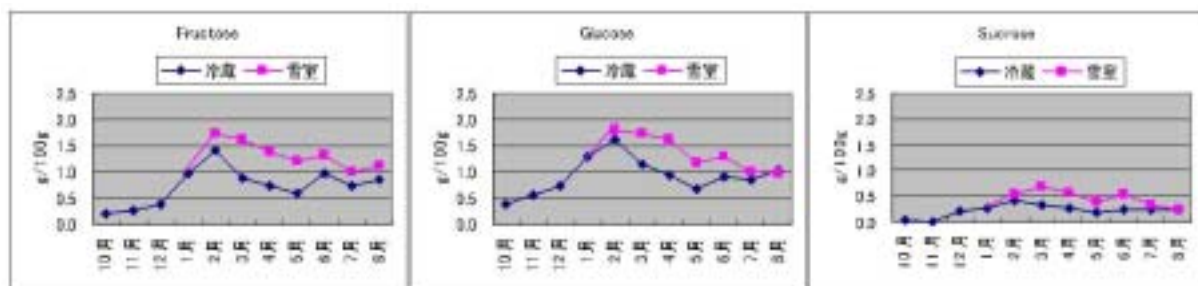


図 5 「北海黄金」における各遊離糖の比較

(4) 硬さの比較

図 6 に破断強度の経時変化を示した。「男爵」、「北海黄金」とも貯蔵方法の違いによる差は見られなかった。昨年度は「男爵」、「北海黄金」とも冷蔵貯蔵に比べ、雪室貯蔵の方が平均して破断強度が低い傾向にあったが、今年度においては明確な差は見られなかった。

昨年度に差があった評価項目のうち、今年度に差が出なかった項目は水分と硬さであり、この 2 つの評価項目に何か関連があるのか今後、検討する必要性があった。

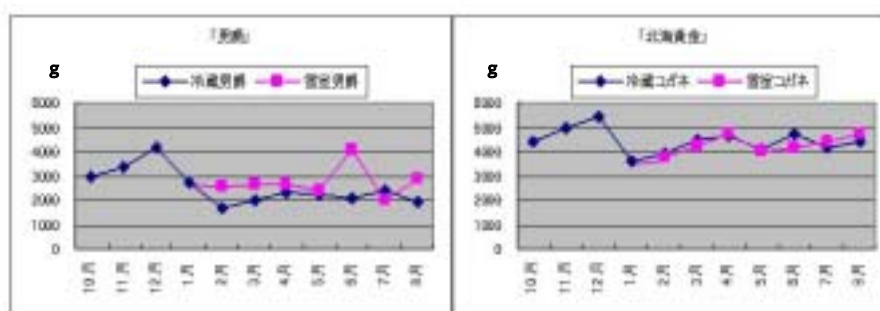


図 6 硬さの比較

(5) でんぷん量の比較

図 7 にでんぷん量の推移を示した。「男爵」、「北海黄金」とも貯蔵方法の違いによる差は見られなかった。但し、貯蔵方法の違いに関わらず、「男爵」では収穫直後から 2 月まで徐々に減少し、3 月以降は変化がなかった。「北海黄金」でも 2 月までは同様の推移を示したが、3 月以降は増加傾向が見られた。昨年度は全ての馬鈴薯で 4 月以降増加していたのと比べ、今年度は、「北海黄金」において同様の増加傾向を示した。遊離糖の推移と比較してみると、遊離糖の増加とともにでんぷん量が減少していることが示唆され、遊離糖の暫減とともにでんぷん量が増加傾向にあることが示唆された（図 8）。この結果は、昨年度にも見られた 2 月以降の遊離糖の減少がでんぷん量の増加と関連しており、でんぷんの再合成が行われている可能性を示唆した。

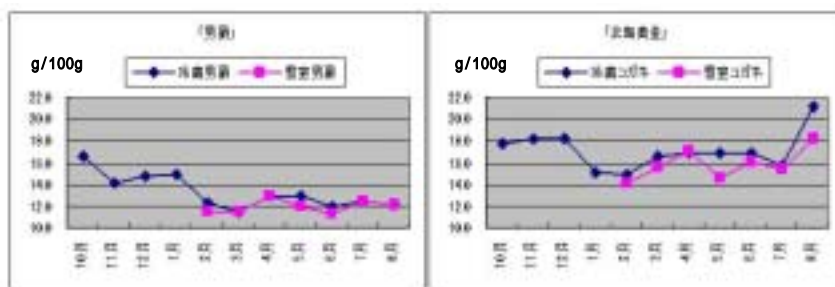


図7 でんぷん量の比較図

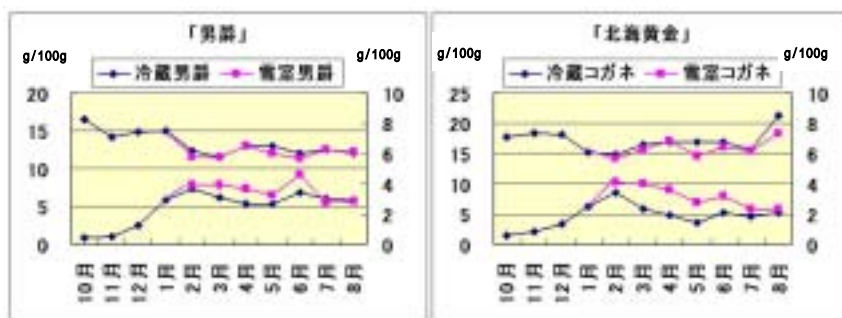


図8 でんぷん量と遊離糖の比較

(5) 遊離アミノ酸の比較

図9に遊離アミノ酸量の推移を示した。「男爵」、「北海黄金」とも貯蔵方法の違いによる差は見られなかった。但し、総遊離アミノ酸量は収穫直後から4月まで減少する傾向があり、その後8月まで増加する傾向にあることが示唆された。これは昨年度の3月から8月まで増加傾向を示したことと一致していた。

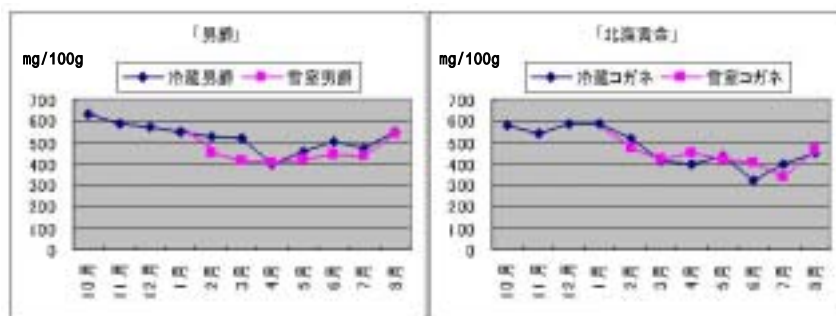


図9 遊離アミノ酸量の比較

(6) 貯蔵前処理の検討

馬鈴薯の貯蔵は収穫後、2週間程度10～16に保管(キュアリング)してから貯蔵庫で保蔵する。これは表皮を乾燥、コルク化させ、病害や打撲等を予防し貯蔵性を向上するためである。今年度、新たな取組みとしてこのキュアリングの前に貯蔵前処理を行い、馬鈴薯に刺激を与えることで遊離糖の生成を促進し、甘味を増加させる試験を実施した。

試験には「北海黄金」を用い、雪室貯蔵区と前処理+雪室貯蔵区でBRIX(糖度)および遊離糖の比較を行った。この結果、冷蔵貯蔵と雪室貯蔵で差が表れる2月～6月にかけて、雪室貯蔵区よりも前処理+雪室貯蔵区の方がわずかにBRIX(糖度)、遊離糖のいずれにおいても高い値を示した(図10)。このことは、前処理を行うことで更に甘味を増加できる可能性を示唆したが、1シーズン、1条件の結果であるため、今後、条件に強弱をつけて段階的な増加傾向が表れるか確認する必要がある。

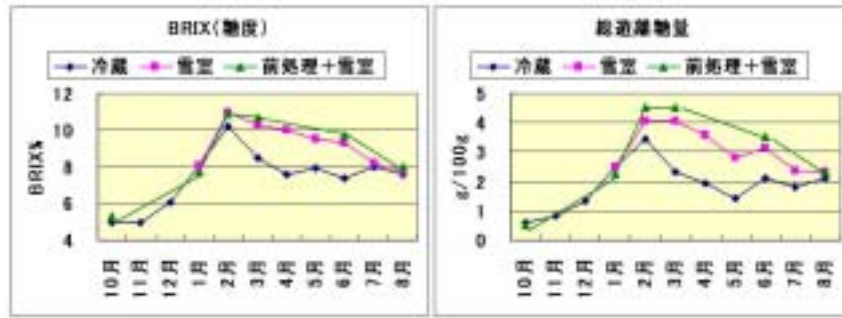


図 10 前処理 + 雪室貯蔵の BRIX と総遊離糖量

#### 4. まとめ

雪室貯蔵は冷蔵貯蔵に比べて BRIX、総遊離糖量において 2 シーズン続けて高い傾向が見られた。特に貯蔵開始時からの含有量の把握により、雪室貯蔵は糖度が増加するのではなく、貯蔵により増加した遊離糖が 2 月以降に減少するのを最小限に抑制していることが示唆された。この結果、雪室貯蔵が糖分において優位な時期は 3 月から 6 月であり、馬鈴薯の端境期に最大の効果を得られることが示唆された。

また、昨年度は硬度や水分に差があったにも関わらず、今年度は差がなかった。これらは相互に関連がある可能性があるが、今後の検討が必要であった。特に水分は貯蔵中の湿度と関連があると予想され、今年度は雪室貯蔵と冷蔵貯蔵で湿度に差がなかった可能性があった。しかし、温湿度計故障により、確認することができなかった。

でんぷん量は遊離糖の増減との関係が示唆されたが、冷蔵貯蔵との差はなかった。総遊離アミノ酸においても冷蔵貯蔵との差はなかった。しかし、でんぷん量、総アミノ酸量の 3 月以降の推移は 2 シーズンとも同様の傾向を示した。

今年度は新たな取り組みとして、更に糖度を増加させるための前処理について検討した。この結果、前処理を行うことでさらに総遊離糖量が増加することが示唆された。但し、1 シーズンでは断言できないため、今後、確認試験を行うとともに、処理条件に強弱をつけて段階的な効果が得られるか確認する必要がある。もし、この前処理に効果が確認できれば、雪室貯蔵との組合せにより更なる差別化が図れる可能性があり、非常に興味深い技術といえた。