

雪室を使用した食品素材の貯蔵に関する基礎調査

中 村 信 吾・平 田 貴 子・増 田 誠 二
長 田 恭 一・戸 羽 隆 宏

生体機能工学講座

(2002年10月18日受付)

緒 論

豪雪地域では雪の資源化が急務の課題となっている。実際に、各豪雪地域では、種々の利雪型食品貯蔵システムの作成が進んでいる(1)が、電気冷蔵と比較した場合の有効性や問題点は明らかになっていない。そこで、本研究では、電気式大型冷蔵システムを対照として、雪を冷媒源とした雪室で種々の農産物あるいは動物性食品素材を貯蔵し、貯蔵試料の物性ならびに成分変動を両冷蔵環境下で比較して利雪型冷蔵システムでの食品素材および加工食品貯蔵の可能性と有効性を検討した。

材 料 と 方 法

1. 貯蔵試料と貯蔵方法

貯蔵試料として、採取直後のきゅうり、ブロッコリ、かいわれだいこん、白かぶ、レタス、さつまいも、じゃがいも(男爵)、カリフラワー、玉葱、キャベツ、大根、にんじん、およびほうれんそうを用いた。さらに、貯蔵果実として3種類の収穫時期の異なるりんご(つがる、ジョナゴールドおよびふじ)を使用した。なお、各試料は測定値の変動を抑えるために同じロット(同木、同場、同日採取、同部位)のものを使用し、3検体以上の分析を行った。動物性食品素材は、豚肉、鶏肉、まぐろブロック肉、およびスモークサーモンを短期貯蔵した。試料は青森県平賀町のみちのく雪室およびJA平賀集出荷所あるいは弘前大学大型低温実験室(冷蔵条件はJA平賀集出荷所と同じ)でそれぞれ貯蔵した。みちのく雪室は地下に大規模貯雪槽を有し、貯雪槽内の雪融解に伴って発する冷気を強制的に貯蔵庫内に送るシステムである。その構造を図1に示す。

2. 分析方法

2つの冷蔵システムについて、試料の貯蔵区域の温度および湿度の変動を常時追跡するとともに、両冷蔵室内の酸素、二酸化炭素およびエチレン濃度を貯蔵期間中、経時的に測定した。

各試料の固さはレオメーター(FUDOH NRM-1003A)を使用して測定した(2)。なお根菜類は中心部から2cm厚に輪切りにしたものを上部より、キャベツは半分に切断したものを外側と内側の両者からNo. 5-5の突き刺し型針を用いて3kgで加圧して突き刺すことで測定した。

水分は105℃で3時間乾燥加熱する常圧加熱乾燥法で経時的に追跡した(3)。ビタミンC濃度は、試料より還元型ビタミンCを抽出し、島津クロマトグラフシステムLC-10Avp型を用い、分析カラムとしてSpherisorb AMINO(Chromanetics社、4mm×250mm、5μm)、移動相は0.01Mりん酸緩衝液(流速、0.7ml/min)、カラム温度は25℃、検出は254nmの分析条件下でHPLC分析を行い定量した(4)。

糖度は各試料から搾汁液を作成し、手持屈折計(luchi IATC-1E型)を使用して測定し、測定値は室温20℃で補正した(2)。

・カロテンおよびクロロフィル濃度は永田の方法(5)に従って色素を抽出した後に、各色素の特定波長を分光光度計(・カロテン:453nm、クロロフィルa:663nm、クロロフィルb:645nm)を用いて測定し、各色素の吸光係数を用いて算出した。

動物性食品素材については、各試料の過酸化脂質濃度をHPLC分析法(6)で経時的に測定した。

試料の生菌数の測定は、各貯蔵試料にりん酸緩衝液(PBS)を添加した後にストマッカーあるいはホモジナイザーを用いて磨砕して混合液を作成した。混合液をPBSで段階希釈後、希釈液1mlをコンラージ棒を用いてPlate Count Agarに塗抹した。30℃で48時間培養後に生菌数を測定した(7)。さらに、低温細菌数は10倍希釈混合液0.2mlをCTV寒天培地に塗抹し、25℃で48-72時間培養後、赤色コロニー数を計測した(7)。真菌数は、ポテトデキストロース寒天培地に10倍希釈混合液0.5mlを塗抹し、25℃で5-7日間培養後、コロニー数を計測した(8)。また、真菌であることを確認するために、グラム染色を行った。

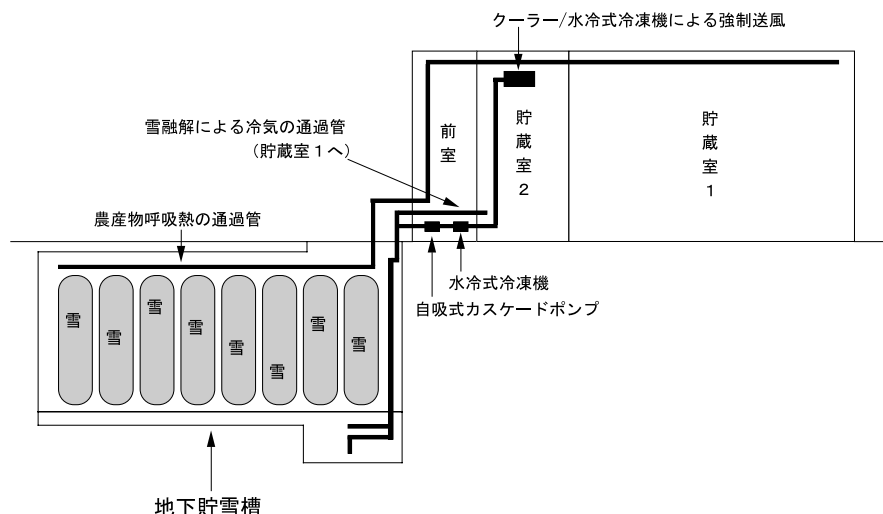


図1 雪室の構造図

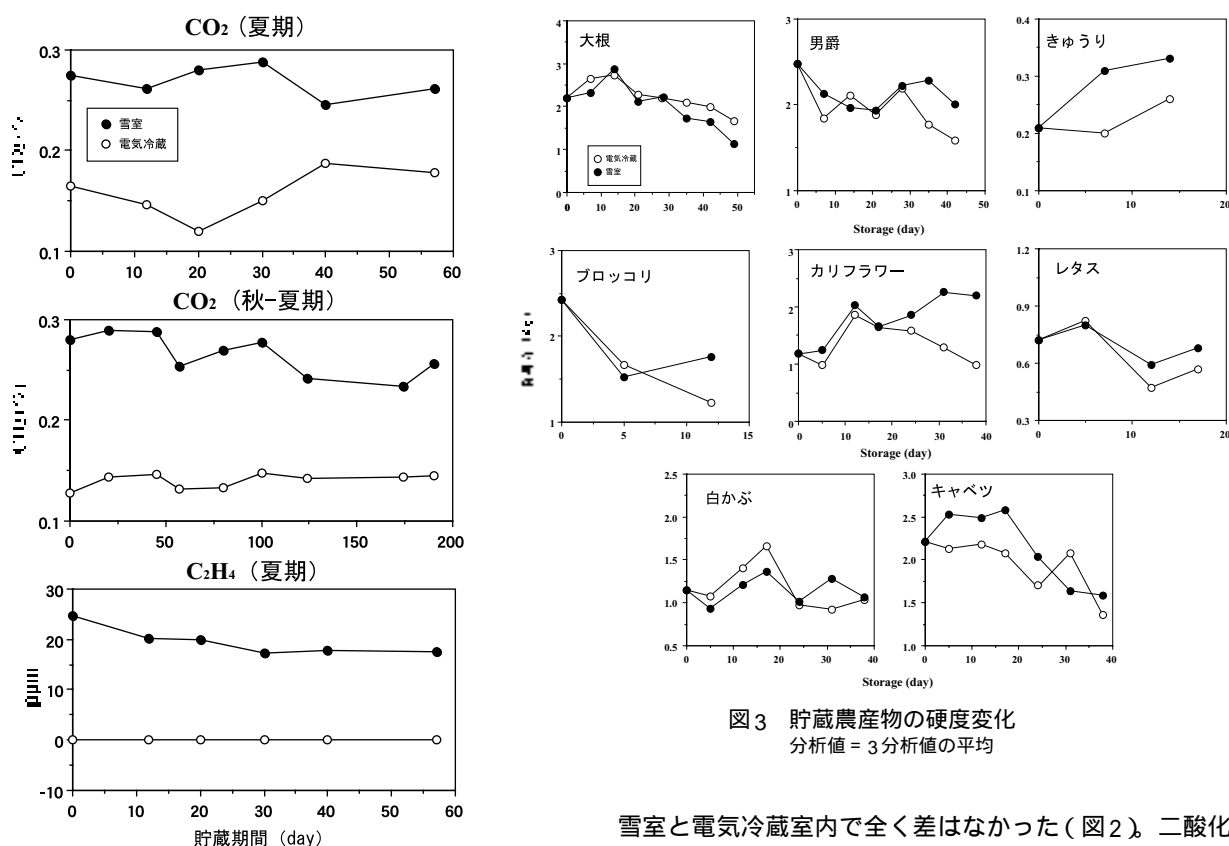


図2 冷蔵室内の気体成分の変化

* エチレンは秋期から夏期測定時には検出されなかった。
 ** 酸素濃度は両冷蔵条件ともに20.9%であった。

結 果

1. 雪室と電気冷蔵室の環境の違い

夏期, 3ヶ月間, 雪室と電気冷蔵室内の温度, 湿度, 酸素濃度, 二酸化炭素濃度ならびにエチレン濃度を測定した。その結果, 電気冷蔵室内の室内温度はほとんど変動がなく, 湿度も一定に保たれていた。一方, 雪室は猛暑の影響を受け, 室内温度と湿度は若干変動した。

次に, 室内の気体について調べたところ, 酸素濃度は,

2. 貯蔵農産物の成分変化

貯蔵した農産物の物性, すなわち, 試料の硬度を調べたところ, 電気冷蔵と比べて雪室で貯蔵した場合には, じゃがいも, きゅうり, ブロッコリ, カリフラワーおよびキャベツの硬度が保持され易い傾向にあった(図3)。

生鮮野菜類の栄養成分の変動を調べたところ, 雪室で貯蔵すると電気冷蔵の場合と異なり, じゃがいも, カリ

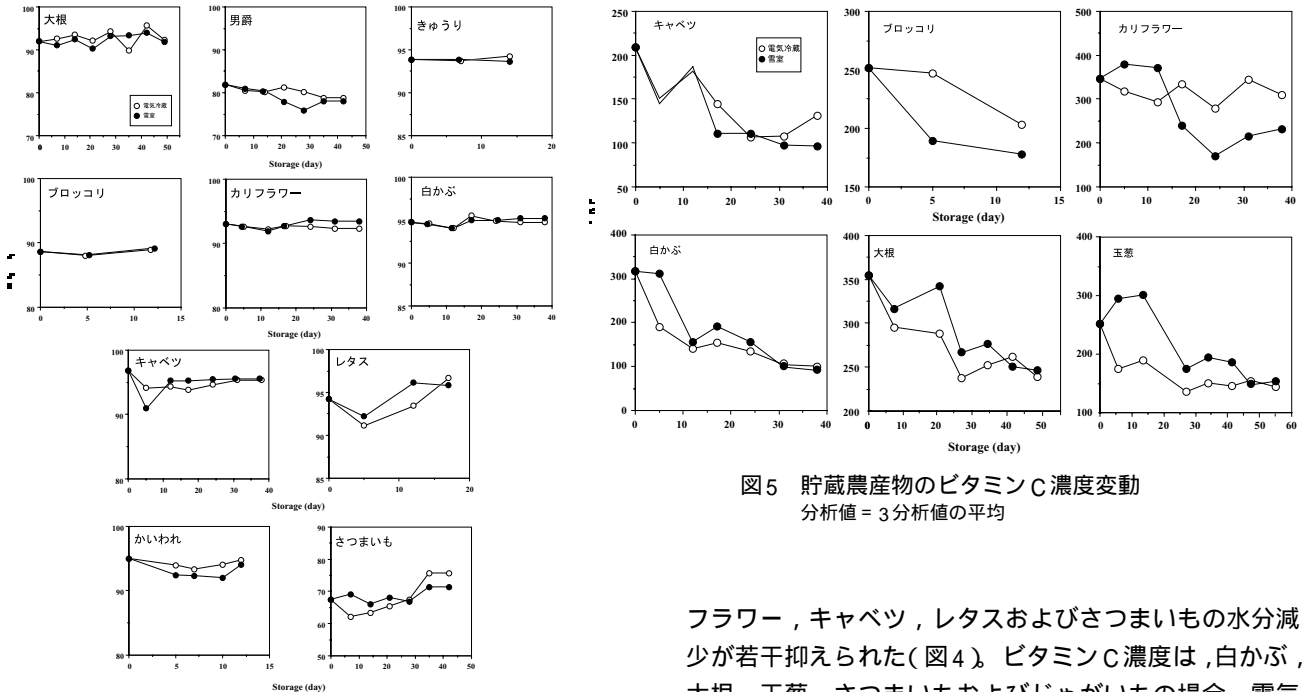


図5 貯蔵農産物のビタミンC濃度変動
分析値 = 3分析値の平均

フラワー、キャベツ、レタスおよびさつまいもの水分減少が若干抑えられた(図4)。ビタミンC濃度は、白かぶ、大根、玉葱、さつまいもおよびじゃがいもの場合、電気冷蔵と比べて雪室貯蔵の場合には保持され易いことが明らかとなった(図5)。糖度は大根とかいわれだいこんの場合は電気冷蔵よりも雪室貯蔵の方が保持されやすかったが、その他は前者で保存した場合の方が高い値を示す傾向にあった(図6)。色素の変動について調べたところ、ブロッコリとかいわれだいこんのクロロフィル類と・カロテンは電気冷蔵よりも雪室貯蔵の方が保持されやすかった(図7)。

早生、中手および晩生種の3種類のりんごを電気冷蔵室と雪室で貯蔵した結果、酸度の変動に差は認められなかった。さらに、硬度は長期貯蔵に至っては両冷蔵法ともに柔らかくなり、冷蔵法による違いはなかった(図8)。糖度は、ふじでは差はなかったが、ジョナゴールドおよびつがるは貯蔵期間が長くなると雪室貯蔵の方が低くなることが明らかとなった。水分の変動は両冷蔵法とも同じであった。味覚試験を行った場合でも電気冷蔵と雪室で大きな違いは認められなかった。果実のポリフェノール濃度も雪室および一般冷蔵では大きな差はなく、雪室でのりんご貯蔵適性が確認された。

図4 貯蔵農産物の水分変動
分析値 = 3分析値の平均

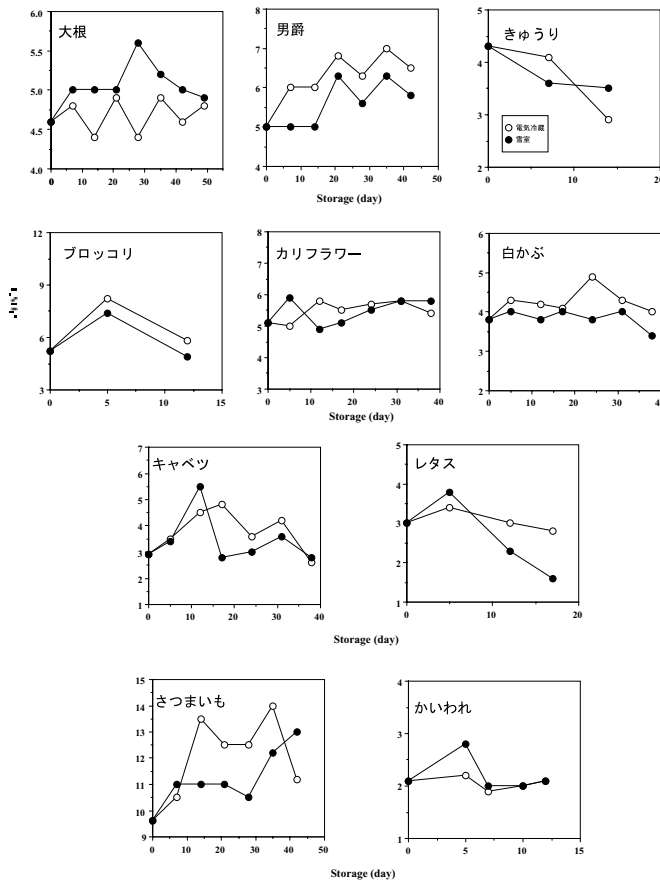


図6 貯蔵農産物の糖度変動
分析値 = 3分析値の平均

3. 貯蔵農産物の生菌数変動

農産物の生菌数は、キャベツ、ブロッコリー、かいわれだいこん、およびカリフラワーの場合には、表層に付着した生菌数は、電気式冷蔵貯蔵よりも雪室で貯蔵した方が若干低くなることが明らかとなった(図9)。

4. 動物性食品素材の貯蔵結果

水畜産物の貯蔵中の過酸化脂質濃度生成については、電気冷蔵と比較して、雪室貯蔵の方が高くなることが明らかとなった。一方、各素材の生菌数を調べた結果、一般生菌数、低温細菌数、および真菌数は雪室と電気冷蔵で

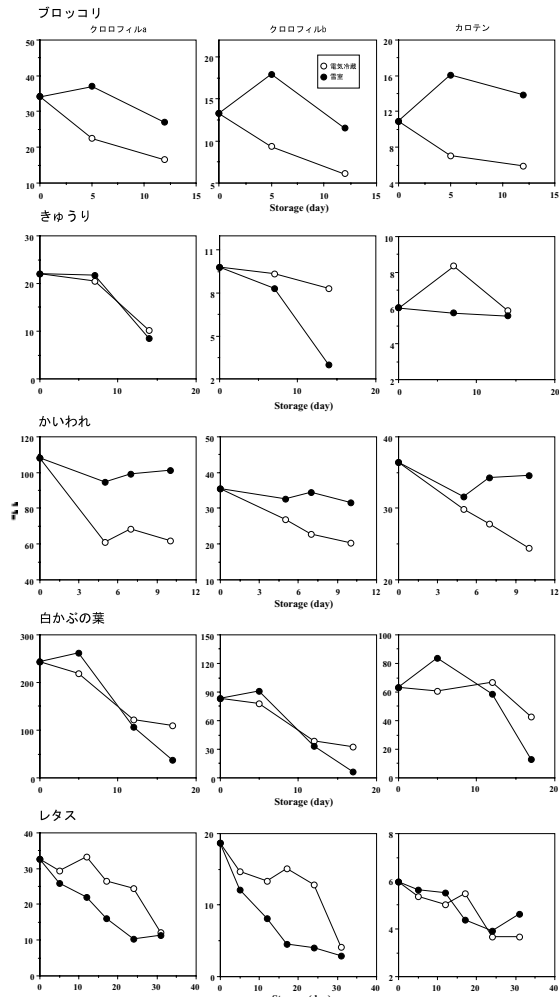


図7 貯蔵農産物の色素濃度変動
分析値 = 3分析値の平均

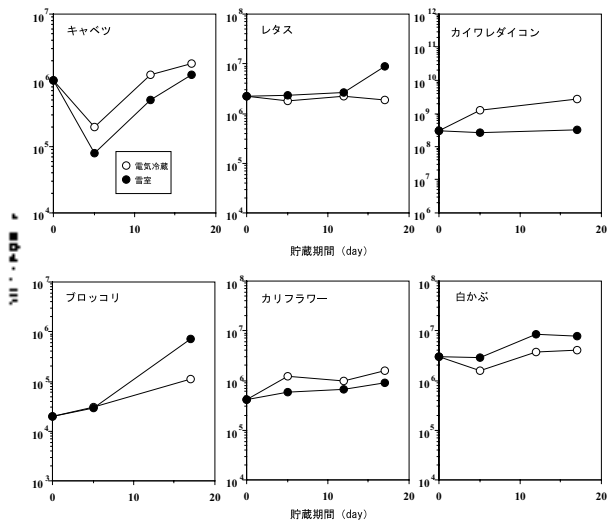


図9 貯蔵野菜類に付着した生菌数の変動
測定値 = 2測定値の平均

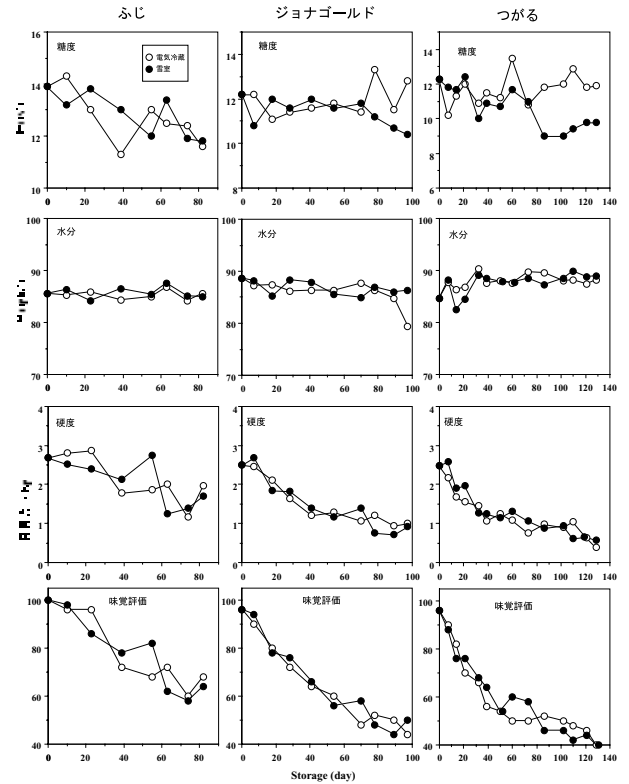


図8 貯蔵りんごの性状および味覚変動
分析値 = 3分析値の平均

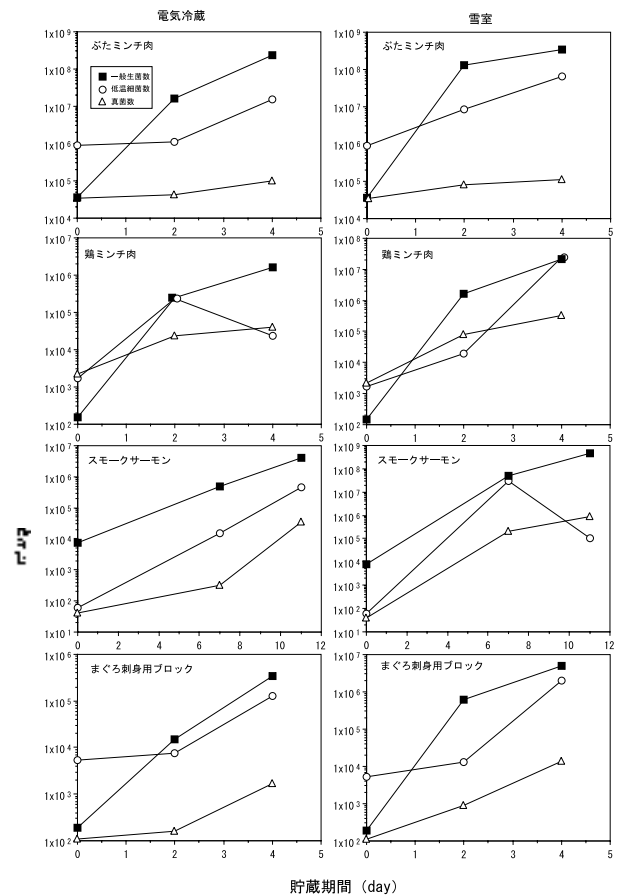


図10 冷蔵した貯蔵試料の生菌数変動
測定値 = 2測定値の平均

大きな差はなかった(図10)。野菜類と同様に、一般生菌に占める低温細菌の割合が高くなることが確認された。

考 察

雪室は猛暑の影響を受け、室内温度と湿度は若干変動した。しかし、このような雪室の温度と湿度変動は、異常気候による影響が大きく、通常期には電気冷蔵システムと比べて何ら問題はないものと考えられる。また、電気冷蔵室では認められなかったが、雪室ではエチレンが微量検出された。この原因は、雪室には試験試料の貯蔵区域外に大量のりんごが保存されており、各貯蔵物毎に区画等がないために生じたものと考えられる。この問題は、貯蔵区画を整備することで克服できるであろう。また、冬期から春季にかけての貯蔵試験では温湿度の変動もほとんど認められず、エチレンも検出されなかった。よって、猛暑の場合でも、10～20%程度の電気冷蔵を加えることで低温の維持さえ可能になれば、このような問題は克服できよう。

種々の貯蔵試料の物性と栄養成分の変化を追跡した結果、じゃがいも、きゅうり、ブロッコリ、カリフラワーおよびキャベツの硬度保持は電気冷蔵よりも雪室で保存した方が良かった。すなわち、これらの農産物を雪室で貯蔵した場合には電気冷蔵したものよりも歯ざわり等が良くなるものと予想される。外観の変化を観察したところ、長期貯蔵の場合、根菜類と比較して葉茎菜および果菜類は変動が比較的大きいことがわかった。栄養成分の貯蔵変動は電気冷蔵と雪室の両方で大きな差はなかったが、ビタミンC濃度は根菜類の場合には雪室で貯蔵した方が保持されやすいことが明かとなった。以上を総合すると、雪室での貯蔵適性は根菜類で高く、短期貯蔵の場合は葉茎菜および果菜類の貯蔵にも問題はないと思われる。事実、一般的に葉茎菜および果菜類は電気冷蔵の場合でも流通前の貯蔵期間は2～4日で、流通速度も速いことを考えれば、短期間の雪室貯蔵であれば全く問題はない。一方、根菜類は比較的長い期間の保存が行われており、雪室で貯蔵すると鮮度が保持されやすいのではないかと予想される。

りんごの貯蔵適性を早生、中手および晩生種でそれぞれ調べた結果、電気冷蔵の場合と比較して品質的に何ら遜色はなかった。このように、りんごの場合、いずれの品種でも雪室での貯蔵適性は高いものと考えられる。

以上のように、雪室での農産物貯蔵は貯蔵物の種類によって成分の変動に若干の差はあるものの、電気冷蔵シ

ステムで貯蔵した場合とは品質的に大きな違いはなく、とくに、根菜類は雪室で貯蔵した場合の方が鮮度が保持されやすい結果が得られた。

雪室の運用に必要な電力量は電気冷蔵の10%以下であることも考慮すると経済的にも有効な部分があり、さらなる改良あるいは、形態の異なるシステムの作成が望まれる。

摘 要

食品素材の雪室貯蔵法を確立するために、種々の植物性および動物性食品素材を雪室と電気冷蔵庫で貯蔵した。その結果、根菜類とりんごの雪室での貯蔵適性は優れていることが明かとなった。雪室の欠点は温度変動が大いことであり、この点を改良することで、年間を通じて、雪室を使用した種々の食品素材貯蔵は可能になるものと思われる。

謝 辞

本研究は文部科学省地域先導研究の支援により行われたものである。種々お世話になったエコ農産および財団法人21あおもり産業総合支援センターに深く感謝申し上げます。

引 用 文 献

1. 阿部 清：施設園芸における雪むろ活用の現状と課題．平成13年度山形県農業研修センター施設園芸セミナーテキスト．8/12/2001．
2. 中村信吾，長田恭一：雪冷房方式による農産物貯蔵の基礎研究．弘前大学農学生命科学部学術報告．4:37～41．2002．
3. 前田安彦：1979．水分の定量．p.21～27 前田安彦編．初学者のための食品分析法．弘学出版．東京．
4. 倉田忠男，大塚 恵：1997．ビタミンCの定量 p.439～454．日本食品工学会編．新食品分析法．光琳．東京
5. 永田雅晴：1997．クロロフィル p.647～652．日本食品工学会編．新食品分析法．光琳．東京
6. FUKUNAGA, K., SUZUKI, T. and TAKAMA K. Highly sensitive high-performance liquid chromatography for the measurement of malondialdehyde in biological samples. J. Chromatogr., 621: 77～81. 1993.
7. 三瀬勝利・井上富士男編：1996．食品中の微生物検査法解説書，講談社サイエンティフィク．東京
8. 坂崎利一監訳：1993．Cowan and Steel's 医学細菌同定のてびき（第三版）近代出版．東京．

Basic Research on Refrigerated Storage of Food Materials Using Storage Room Cooled by Snow (*Yukimuro*)

Shingo NAKAMURA, Takako HIRATA, Seiji MASUDA, Kyoichi OSADA, Takahiro TOBA

Laboratory of Food Science

SUMMARY

Various food materials derived from vegetable and animal were stored in both a refrigerated storage room (*Yukimuro*) using snow as refrigerating medium and an electric refrigerated storage room to develop the gentlest storage method of food materials using snow. Among various food materials, the deterioration of rootcrops and apples during cool storage in *Yukimuro* was slightly controlled compared with the storage in electric refrigerated storage room. The temperature in *Yukimuro* was not controlled in summer period. Therefore, the refrigerated storage system of food materials using snow may be developed, if the temperature will be maintained between 0 and 5 in all seasons.

Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ. No. 5 : 39-44, 2003