

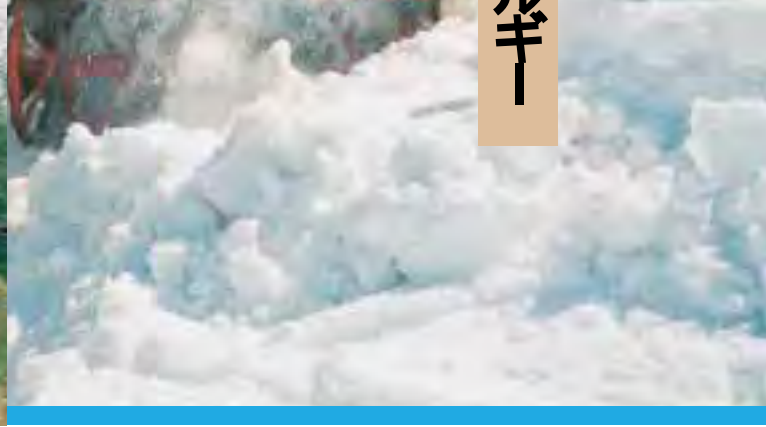
## 自然冷熱エネルギー

# 十勝の雪氷エネルギー利用

～凍土・氷・雪～



人工永久凍土を用いた低温貯蔵庫（帯広畜産大学）



コンテナへの雪搬送作業

北海道農業は、恵まれた土地資源を生かした専業農家を主体とした生産性の高い農業を展開しています。なかでも、十勝地方は、積雪寒冷の条件下で、新しい技術を導入し、排水改良などの土地基盤整備が進み、日本有数の畑作酪農などの食料基地として発展しています。農家一戸当たりの平均耕地面積は33haと、都道府県平均の25倍の規模になっています。農業粗生産額は北海道の2割を占め、畑作物（小麦、豆類、パレイシヨ、てん菜）と野菜を主体に、畜産は生乳と肉用牛の生産となっています。

農業を取り巻く環境は、食料・農業・農村基本法の施行により、環境と共生しながら国民に安全で高品質な食料を安定供給していくことが求められています。そこには、化石燃料に依存しない自然冷熱を使用しながら付加価値を付けた食料貯蔵とコスト低減が考えられます。

十勝は、冬の寒さの厳しいことも特徴のひとつです。日本一寒い記録といえば、明治35年1月25日に旭川で最低気温氷点下41・0℃が観測されました。その翌日、帯広でも氷点下38・2℃を記録し、日本第2位の最低記録となっています。冬の寒さを表すのに凍結指数（積算寒度）を使用します。マイナスの日平均気温を加算した絶対値に相当し、この値が大きいほど寒いこととなります。帯広で704、岩見沢で561、札幌で402、日となっています。このように、十勝は寒冷エネルギーに最も恵まれた地域でもあります。

日本海の水分供給源から冬期に得られる水蒸気は雪となって、日本に世界でも類をみない多雪をもたらします。北海道東部に位置する十勝は積雪が比較的少ないといわれていますが、最近では多雪をもたらす冬が多くなっています。十勝は「ドカ雪」の地域としても有名です。1970年3月16日に記録した日降雪量106cmはいまだ北海道第1位です。初冬に多くの積雪は期待できませんが、3月の湿った重い積雪に期待が寄せられます。

雪利用による農産物の冷蔵

浦幌町の町民有志による「利雪研究会」では、雪による農産物の冷蔵の試みが始まりました。同研究会では、特殊な施設を使用せずに農協の予冷库（写真1）を利用し、約10tのパレイシヨを貯蔵しています。この実験で利用された雪は約72tで、パレイシヨ運搬用の1㎡のコンテナを流用して屋外から運ばれました。いまのところ庫内の温度と湿度は一定に保たれていて、パレイシヨの品質も良好です（写真2）。試験は8月まで続けられますが、これに要する費用は、空いている農協の予冷库を活用したため、道路除雪用の排雪機と輸送トラックの経費で済んでいます。こうした利雪方法は、住民等の熱意があれば、小規模で容易に挑戦できる試みで、技術的には新しいものではないので、小回りの効く雪の冷熱エネルギー利用の典刑例となります。

雪冷库コンテナの試み

同研究会では地元のカラマツ材を有効活用した冷库施設に挑戦しています。写真3に示すように、カラマツ材で外壁をつくり、内壁との間にカラマツのおがくずを詰め断熱材として使用しています。内部に約1tの雪コンテナが運びこまれ、冷気を施設底部の下部に貯め送風ファンで建物の室内に送る仕組みになっています。コンテナの雪がなくなると農協の予冷库にある新たな雪コンテナに取替えます。冷库建物に送り込まれる冷気は少し湿り気があるものの、快い冷たさで、ランニングコストはファンを回す電気代のみです。

雪山貯蔵モデル

昨年、十勝で発足した「雪氷エネルギー利用推進協議会」は、自然冷熱エネルギーを活用した食糧備蓄を推進するため、はじめに雪利用のアービルのための雪山貯蔵モデルを製作しました。帯広市北愛国交流広場に、高さ約5・5m、周囲約75mの台形状の雪山で、表面は融解を極力抑えるためにカラ

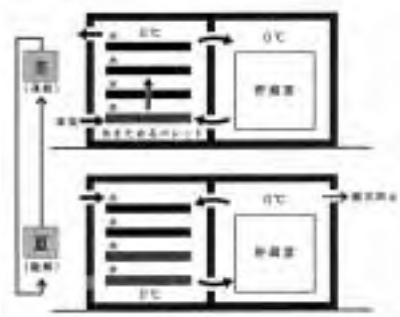


図1 農産物貯蔵のためのアイスシェルターシステム図



写真1 雪利用の農協予冷库



写真2 雪コンテナと貯蔵パレイショ

マツのチップ材で被覆しました。保存状態は良好で、8月23日から27日まで開催される第30回国際農業機械展示会で、国内外からの来場者に自然冷熱エネルギーをアピールすることになっています。

### 水の冷熱利用

古くは「氷室」と呼ばれ、規模的には小さいものの、外部で作られた氷を運び入れた潜熱利用の貯蔵がなされてきました。十勝で取り組んでいる氷の冷熱を利用した貯蔵システムのひとつに、アイスシェルターと呼ばれるものがあります。これは、外部から氷を運び込むのと異なり、内部製氷による方式です。氷点下になると外気が導入され、多数の水槽（パレット）内の水が凍結されます。水が氷に変換されるときの潜熱は厳寒期の貯蔵農産物の凍結を防止し、0 程度の一定温度を保持します。製氷室の水分により高湿低温で保持され、貯蔵物の乾燥を防ぐことができます。施設も簡単であり、配管系の凍結や腐食による事故も少なく、換気扇の電力とシステム制御に要する電気料もわずかで済み、夏季に2〜4 の低温が維持できるといわれています。しかし、貯蔵庫の製氷・貯氷室が貯蔵容積に占める割合が大きくなることは避けられません（図1）。

最近、土谷特殊農機製作所で、冷房利用のための円形のタワー型アイスシェルターのシステムが開発され、建物の冷房に活用しています（写真4）。冬季に床下から冷たい空気を導入すると、自然に空気が上昇し、製氷しながら上部の屋根中央の換気口から抜けていきます。夏季に冷房利用するときは、屋根につけられた新鮮な空気を導入するダクトを開放し、底部側壁の冷気ダクトを通して、冷風が送られます。タワーの貯氷量は約48 tで、壁に150 mmの断熱が施されています。

### 人工永久凍土を用いた低温貯蔵庫

ヒートパイプを利用して人工永久凍土を構築して、その冷熱を用いた農産物の貯蔵システムを開発

してから14年になります。その間、凍土低温貯蔵を使ってパレイショ、長イモなどの農産物の貯蔵性について多数実験を行ってきました。夏場の庫内温度は4 以下に保たれ、湿度80%以上の良好な貯蔵環境が維持されることがわかりました。このシステムの最大の特徴は、熱伝熱素子のヒートパイプを用いることによってメンテナンスが必要ないことです。ヒートパイプは熱伝導が非常に速く、温度差のみで作動する構造になっています。図2に示すようにヒートパイプは、密閉容器に閉じ込められた作動液が、高温部の下端から過熱され、蒸気となって上端の低温部に熱を運び、凝集された液体となって重力またはウィックによって高温部に戻り、この操作が繰り返されることによって、高温部から低温部へ熱がくみ出され、冬季の冷気によって地下部に凍土が多量に形成される仕組みです。写真に示すように、平均長さ12 mのヒートパイプ216本を50 cm間隔で埋設し、貯蔵庫側壁の内部に、翌冬まで、1 m以上の人工永久凍土壁が残存する結果を得ています。以後、14回の冬を経験しましたが、暖冬と呼ばれるなかで庫内の平均温度は1〜2 と長期貯蔵に適した環境を示してきました。出荷調整のための生花短期貯蔵や白米長期貯蔵などに高い成果を示しています。

十勝の凍土・氷・雪などの冷熱エネルギー利用の試みは着実に進行していますが、利用例はまだ少なく、今後の多くの人々の工夫と実行力を期待しています。「凍土」利用は高級乗用車、「氷」利用は普通乗用車、そして「雪」利用は軽乗用車という感じです。農産物貯蔵や冷房などの目的によって、建設費、維持経費、労働力などに違いが出てきますが、自然にやさしい冷熱エネルギーの活用が望まれます。

### 十勝雪氷エネルギー利用推進協議会



写真3 カラマツ材の冷房施設(左)と冷房建物



写真4 冷房利用のためのアイスシェルター



図2 ヒートパイプの作動原理と構造