

優良省エネルギー設備顕彰事例②

新設設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長優秀賞

自然冷熱併用型農作物貯蔵システム

設備所有者：(有)湊屋
設備施工者：田尻機械工業(株)
北海道電力(株)総合研究所
北電総合設計(株)

建物の概要

名称 倉庫
所在地 北海道苫小牧市元中野4丁目3番地9号
規模 地上2階
構造 木造
延床面積 160m²
用途 貯蔵庫

1. 技術開発の目的と経過

目的：近年北海道内において、地域特性を生かした雪や氷を有効活用する取り組みが氷室や雪貯蔵庫として行われているが、一般的に普及促進している段階に至っていないのが実情である。

本システムは、この現状をふまえ雪氷冷熱エネルギーを利用し、電気エネルギーを併用した方式について、雪氷冷熱エネルギーの利用効率の向上、二酸化炭素排出抑制

及びコスト削減を目的に自然冷熱の活用による環境性に優れた省エネルギーシステムを開発したものである。

経過：平成11年 北海道電力(株)総合研究所にて「農産物低温貯蔵システムの開発」としてシステムの基礎試験を開始

平成13年 特許出願（北海道電力(株)総合研究所と田尻機械工業(株)による共同出願）

平成15年 「自然冷熱複合利用研究会」発足

平成16年 特許登録（特許第3617629号）
国土交通省北海道開発局より「雪氷冷熱エネルギー活用推進調査業務」を受託
苫小牧にてシステムの実証試験を開始

平成17年 実証試験終了

補足データの収集 データ解析 システムの実用稼働

2. 設備・システムの概要

システムの基本構成は、貯氷庫に製氷機、散水装置、外気導入ファン、氷貯蔵枠と、貯蔵庫との壁面に循環ファンを設けるものである。また、システムの運転方式は以下のとおりである。

①冬期の場合

外気温度が設定値以下の氷点下外気を導入し、氷貯蔵庫内で散水することにより製氷を行う。貯蔵庫内の空気は循環ファンにより貯氷庫へ導入され、氷と接触して冷却されたのち貯蔵庫へ戻され庫内を設定温度に保つ。



建物外観

②夏期・中間期の場合

深夜電力時間帯を中心に製氷機を稼働させ設定量まで貯氷する。貯蔵庫内の空気は循環ファンにより貯氷庫へ導入され、氷と接触して冷却されたのち貯蔵庫へ戻され庫内を設定温度に保つ。

3. 着想

北海道内で生産された農産物は収穫時期が集中し、その大半が道外出荷されているため、高品質な農産物を安定出荷するためには、収穫から流通、保管の様々な段階で、鮮度管理技術が重要となっている。

最近では天然の雪や氷といった自然エネルギーを利用する氷室貯蔵方式が低ランニングコストな

どで注目されているが、通年貯蔵の場合には一年分の冷熱を蓄えるための大きな雪氷貯蔵庫が必要となり、イニシャルコストが割高になる。そこで、農産物低温貯蔵用冷熱源として深夜電力を利用した機械製氷と、冬期間の低温外気を冷熱源とした自然製氷蓄熱技術の併用による省スペース・省エネルギーな冷熱蓄熱技術を確立し、北海道の寒冷な気候を生かした低コスト農産物低温貯蔵システムの実用化に取り組んだ。

4. 効果（省エネルギー）

貯蔵庫の通年運用を考えた場合、本システムと冷凍機を使用した電気冷凍方式を比較した場合、年間の消費電力量は本システムで38,320kWhであり、電気冷凍方式では56,020kWhとなり約30%の省エネルギー効果が図られる。（左図参照）

項目		本システム		電気冷凍方式	
設備面積 [m ²]	貯蔵庫	120		120	
	貯氷庫	40		11(機械室)	
必要熱量[kcal/年]		36,500,000		36,500,000	
必要製氷量 [t/年]	総量	582		-	
	自然冷熱分	56		-	
イニシャル コスト [千円]	建物	40,000	30,000	33,000	12,000
	機械				
	トータル	70,000		45,000	
耐用年数[年]		30		15	
ランニング コスト [千円/年]	電気料金	397		841	
	上下水道料金	247		58	
	合計	644		899	
トータルコスト[千円/年]		2,977		3,899	
消費電力量[kWh/年]		38,320		56,020	
CO ₂ 排出量		14,485		21,176	
[備考]					
・建物費用は貯蔵庫、貯氷庫を含む					
・CO ₂ 排出係数=0.378kg-CO ₂ /kWh(環境省ガイドライン)					

本システムと電気冷凍方式における経済性、環境性比較

5. 投資回収（省マネー）

本システムと電気冷凍方式のコストを比較すると、イニシャルコストでは電気冷凍方式の1.56倍であったがランニングコストで0.71倍、トータルコストでは0.76倍となり金額にすると年間約92万円の節減が可能である。

6. 他の建物への応用性

		利用方式	農業と関連産業	その他	
利用分野	冷蔵	貯蔵施設	保冷	・ 米貯蔵 ・ 野菜貯蔵 ・ 切り花貯蔵	・ 苗木
			予冷	・ 葉菜類、青果物、切り花	
		低温熟成・発酵	・ 農産加工場 (漬物など)	・ 水産加工場 (漬物など)	
		低温乾燥	・ 農産加工場 (寒干しなど)	・ 水産加工場 (寒干しなど) ・ 生体乾燥水温 (冬眠状態)	
	冷房・空調	大型施設	冷房	・ 卸売市場 ・ 集出荷場	・ 産地市場、 卸売市場 ・ 漁協荷捌き場
		小型施設	冷房(脱臭、防塵効果もあり)	・ 農産加工場 ・ 花卉栽培 ・ 夜冷育苗	・ 水産加工場

7. 仕様または開発製品、システム、部品等の仕様

名称	仕様	電気容量	員数
製氷機	フレークアイス型 リモート空冷型 製氷量2.7t/日 コンデンサー、架台、付属品含む	3φ200V7.9KW	2
製氷枠	鋼材製 2,400×2,400×2,500H		3
風量調整装置	断熱パネル製 1,900×2,700×950H ダンパー駆動装置 架台含む	3φ200V0.2KW	1
循環ファン	風量 4,000m ³ /h×100Pa ×2	3φ200V0.4KW×2	2
外気導入ファン	風量 18,000m ³ /h×100Pa	3φ200V2.2KW	1
散水ノズル	充角錐ノズル 9L/min 2kg/cm ² 電磁弁、ヒーター共		3
攪拌ファン	風量 4,000m ³ /h×100Pa 架台含む	3φ200V0.4KW	3
制御盤	鋼板製自立型 制御機器一式内蔵 800W×2100H×350D		1

8. 環境保全、便利性等

本システムのCO₂排出量は年間14,485kgであるのに対し、電気冷凍方式のCO₂排出量は21,176kgと約32%の削減効果を示し、電気冷凍方式と比較してCO₂削減効果の大きいシステムである。

9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

貯蔵庫の負荷が少ない冬期は、貯氷庫内に低温外気を導入し、内部に設けた散水ノズルから水を撒くことにより貯氷庫内に自然氷を成長させることで、製氷コストの低減を図っている。自然製氷における散水間隔は、基礎試験によって得られた知見により、外気温度の低下に伴い段階的に短くしている。

外気温度 [°C]	散水間隔 [min]	製氷重量 [kg]	消費電力量 [kWh]
-4	20	1,773	135
-7	17	1,537	75
-10	15	207	8

外気温度と散水間隔の関係

夏期の高負荷時や、暖冬により十分な製氷量が確保できなかった場合には氷消費量が製氷量を上回ることが予想されるが、製氷機を深夜電力時間帯に運転させ、毎日一定量を補充することにより必要氷量を確保する。



貯蔵庫内

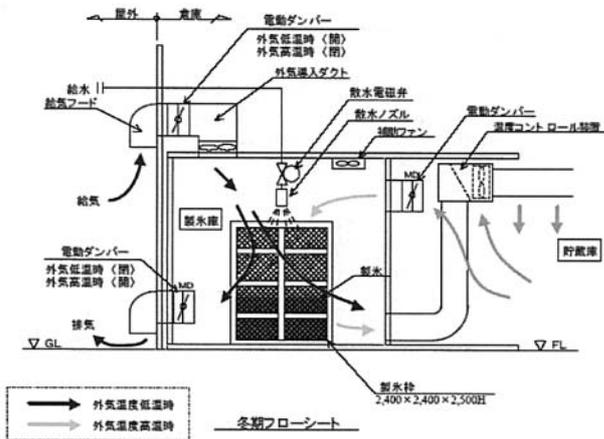


自然製氷（散水状況）

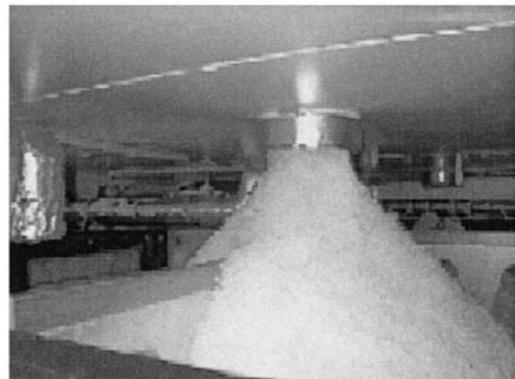
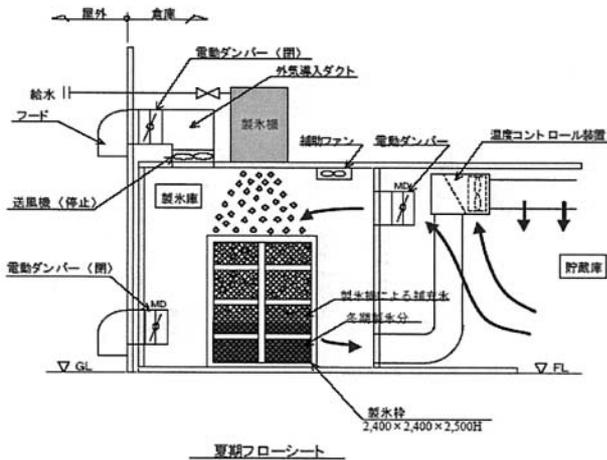
10. 市場性、販売状況、適応市場の大きさ、競合品又はシステムとの比較、販売実績等

システム	冷房対象				適用地域		気象条件(冬期)			
	農産物貯蔵庫		農畜産加工品庫	空調(冷房)	生産地	消費地	多雪低温	多雪高温	少雪低温	少雪高温
	大規模 (1000m ² 以上)	中小規模 (1000m ² 以下)	小規模 (500m ² 以下)	小規模 (500m ² 以下)						
本システム	△	○	○	△	△	○	○	○	○	
アイスシェルター方式	○	△	×	△	○	×	○	×	×	
全雪方式	○	△	×	△	○	×	○	×	×	
電気冷凍方式	△	○	○	○	△	○	○	○	○	

雪氷冷熱利用技術の適用分類(一例)



冬期運転フローと自然製氷状況



夏期運転フローと機械製氷状況