

運搬排雪の有効利用に関する研究*

Regional Heat Supply System Utilizing Snow Removed from Streets*

原文宏**・七海隆之***・伊東宏城****・媚山政良*****

By Fumihiko HARA**・Takayuki NANAUMI***・Hiroki ITOH****・Masayoshi KOBIYAMA*****

1. はじめに

近年の雪対策に対する市民要望によると、歩道除雪や生活道路除排雪など日常生活の機能向上に関心が高まっている。このため、環境への負荷低減や費用対効果などを考慮しながら、公共のオープンスペースや施設など様々な資源を有効に活用した、地域内での効率的な雪処理を進めていく必要がある。

現状の運搬排雪は、冬期間の道路交通確保のため多額の費用により除排雪作業が行われ、雪解けと伴に跡形も無く消えてしまう。

一方、雪は、豊富でクリーンな冷熱エネルギー源でもあり、それを有効に活用することで、地球環境の保全を図るとともに産業支援による地域経済発展に資することが考えられる。北海道の沼田町では、現在7箇所に分散して除排雪を受け入れ管理しているが、これを1箇所に集約し雪山を造成し、その雪山から得られる冷熱エネルギーを農産物の生産・加工・貯蔵に活用するものである。本計画では、巨大な雪山を形成し、冷熱エネルギーを需要施設へ供給する「沼田式雪山センタープロジェクト」の構想について検討を行っている。

本論文では、沼田式雪山センタープロジェクトの構想の一環として、運搬排雪から得られる冷熱エネルギーの総量を明らかにし、需要を想定したケース

スタディを行うとともに、二酸化炭素削減などの環境への効果の検討を行った。また、供給システム全体の構築と実現に向けた課題について検討した結果も含めて報告する。

2. 沼田式雪山センタープロジェクト

沼田町では膨大な除排雪費をかけて排雪した雪の冷熱利用に着目し、食料貯蔵等に活用するための利雪技術の開発に積極的に取り組んでいる。雪はクリーンで環境にやさしいばかりではなく、農産物にもやさしいエネルギーであり、利用コストが極めて小さいなど、数多くのメリットがある。このプロジェクトは、広大な敷地に約20万 m^3 、10万トン規模におよぶ巨大な雪山を作り、この雪山から生まれた雪氷冷熱エネルギーを活用する。

その活用方法は二つある。雪を溶かしてできた融雪水を送水管等で農産物の生産施設や加工施設等に送り利用する方法、雪山を切り崩し、雪そのものを農産物貯蔵施設等に搬送して利用する方法である。すでに町内には、後者の方法で農産物の貯蔵への実用化を進められているほか、産業振興やまちづくりへの応用にも取り組んでいる¹⁾。

この雪氷冷熱エネルギーを最大限に活かして、食料の貯蔵及び流通体制を確立し、安心、安全な食料の安定供給システムによって、食糧危機に対応していこうとするのが、沼田町がめざす「食料貯蔵流通基地構想」である。将来的には、食料安全保障体制確立に貢献する備蓄基地としても機能していくことを目標にしている。

3. 沼田町における利用可能な雪氷冷熱エネルギーの賦存量と冷熱需要

*キーワード：リサイクル、地球環境問題、雪氷エネルギー

**正員、工博、(社)北海道開発技術センター
(札幌市中央区南1条東2丁目11番地 南1条タカハタビル TEL011-271-3028、FAX011-271-5115)

***非会員、博士(工学)、(社)北海道開発技術センター
(札幌市中央区南1条東2丁目11番地 南1条タカハタビル TEL011-271-3028、FAX011-271-5115)

****非会員、沼田町役場 地域開発課
(北海道雨竜郡沼田町南1条3丁目6-53
TEL0164-35-2111 FAX0164-35-2393)

*****正会員、工博、室蘭工業大学 機械システム工学科
(室蘭市水元町27番1号 TEL・FAX0143-46-5305)



図-1 沼田町 雪捨て場位置図

(1) 道路除排雪

雪捨て場の雪は、道路除排雪が集積され、自然降積雪と比較すると密度が高く冷熱源として有効に活用することができる。沼田町には7箇所分散して雪捨て場があり、その排雪量は、約110,000トンになっている。雪捨て場の位置図を図-1に示す。

これを単純に融解するための熱量として融解潜熱量に乗ずると9,200Gcalと膨大な熱量となることから、この道路除排雪の一部の有効利用を検討する。

(2) 排雪コスト

過去4年間の排雪と維持管理に係る経費の試算結果を表-1に示す。ここでは単位重量当たりの経費等を積算し、現状の分散している雪捨て場の管理費と1箇所に集約した場合の管理費を比較検討する。

過去4年間の排雪維持管理に係る経費は、1シーズン当たり約19,000千円となっている。

表-1 排雪と管理に係る経費試算

項目	平成 10年	平成 11年	平成 12年	平成 13年	平均
ダンプ借上げ	13,739	7,911	15,570	10,667	11,972
ブルドーザ借上げ	819	2,327	2,691	3,308	2,286
労務費	3,133	3,216	3,256	3,280	3,221
燃料	1,672	1,415	1,752	1,232	1,518
計	19,363	14,868	23,269	18,487	18,997

単位：千円

(3) 現状の分散している雪捨て場の排雪・管理コストの試算

表-3に現状の7箇所分散している雪捨て場の排雪・管理コストの試算を示す。表中の括弧の値は、1箇所に集約した場合の排雪・管理コストの試算である。積込運搬費の合計は、132,253千円、雪捨て場の維持管理費合計は18,653千円になり、道路除排雪に係る費用総計は150,906千円になった。除排雪総重量で除すると1トン当たり約1,370円になる。

なお、排雪距離は、市街地中心の役場から各雪捨て場までの距離であり、恵比島グランドは各地域の中心部からの距離である。

沼田町に分散している雪捨て場を雪山センターに集積した場合を想定し排雪コスト等を試算した。雪捨て場での雪割りなどの維持管理費が発生しないため、道路除排雪に係る費用総計は146,886千円になった。また、雪堆積場の分散型管理と1箇所に集約する雪山センター管理を比較すると、排雪距離では、現状の2.5倍程度になる。それに伴い、積込運

表-2 雪堆積場の排雪・管理コストの試算

雪堆積場名称	排雪重量 トン	排雪容積 m ³	排雪距離 km	積込運搬 単価 円	雪堆積場 維持管理 単価 円	積込運搬費 円	維持管理費 円	総計 円
緑ヶ丘雪捨て場	8,000	16,000	1.4 (3.9)	553 (647)	165	8,848,000 (10,352,000)	1,320,000	10,168,000 (10,352,000)
緑ヶ丘雪捨て場	2,800	5,600	1.4 (3.9)	553 (647)	165	3,096,800 (3,623,200)	462,000	3,558,800 (3,623,200)
除雪センター敷地	6,250	12,500	1.4 (3.9)	553 (647)	165	6,912,500 (8,087,500)	1,031,250	7,943,750 (8,087,500)
雨竜川河川敷	32,000	64,000	1.6 (3.9)	572 (647)	165	36,608,000 (41,408,000)	5,280,000	41,888,000 (41,408,000)
雨竜川河川敷	54,000	108,000	2.9 (3.9)	610 (647)	165	65,880,000 (69,876,000)	8,910,000	74,790,000 (69,876,000)
雨竜川河川敷	6,000	12,000	1.1 (3.9)	553 (647)	165	6,636,000 (7,764,000)	990,000	7,626,000 (7,764,000)
恵比島グランド	4,000	8,000	0.5 (6.0)	534 (722)	165	4,272,000 (5,776,000)	660,000	4,932,000 (5,776,000)
計	113,050	215,300				132,253,300 (146,886,700)	18,653,250	150,906,550 (146,886,700)

表-3 冷熱需要のケーススタディ

施設名	用途	面積	単位熱負荷	総熱負荷	雪堆積量	搬出
1. 大規模米貯蔵施設	米などの穀物の長期貯蔵に利用し、劣化を防ぎます	30,000	25	1,890	23,625	雪
2. 農産物貯蔵施設	農産物の中期・長期貯蔵に雪冷房を利用し、鮮度を保つ	10,000	25	630	7,875	雪
3. 流通基地	物流基地に雪冷房を利用し、入出荷時の温度上昇を防ぐ	10,000	25	630	7,875	雪
4. 野菜栽培工場	冷水を無菌工場の空調に使用し、安全な農産物を生産	5,000	100	1,620	20,250	水
5. 農産物加工工場	雑菌の繁殖低減や作業環境を快適にする。	600	150	194	2,430	水
6. 農産物熟成・製品庫	歩留まりの向上や製品の低温熟成に利用	600	50	65	810	雪
7. 水産加工工場	水産加工品の貯蔵や低温熟成に利用	400	150	65	810	水
8. 花・野菜栽培ハウス	花や野菜等の抑制栽培や品質の向上に利用	4,500	250	2,430	30,375	水
9. 化学製品工場 ハイパ関連工場	製品の製造過程に必要な冷却源に冷水を使用し、コスト削減や計画的生産に利用します。	400	350	403	5,040	水
10. 精密加工工場	製造ライン内の空調に冷水による冷房に利用	1,000	350	504	6,300	水
11. IT 関連事務所	事務所内の冷房や OA 機器の発熱の冷却に利用	1,000	100	54	675	雪
12. 牧畜施設	夏バテやストレスの防止、肉質、乳量・乳質の向上を図る	120	350	45	567	雪
13. コテージ・別荘	別荘等の保養施設に雪冷房を利用	300	80	13	162	雪
14. スポーツ・観光・レジャー	夏場の雪イベントの開催や雪国文化体験ができる環境を提供				9,690	雪
15. 一般住宅冷房	地球環境に優しい雪冷房を地域住民に導入する	30,000	60	660	8,262	雪
16. 公共施設冷房	地球環境への貢献とサービス向上を図る	10,000	60	220	2,754	雪
合計					127,500	

面積：[m²] 単位熱負荷：[kcal/m²・h] 総熱負荷：[Gcal] 雪相当量：[ton]

搬単価も2割程度増加する。したがって、積込運搬費総計は、現状と比べ1割程度増加する。

一方、雪捨場の雪割などに要する維持管理費は、分散型管理が18,752千円を要するのに、雪山センターは費用が発生しない。このため全体金額として道路除排雪に要する経河川汚染対策に対し、集約管理が可能となることから、汚泥等の拡散防止が図られると考えられる。費用は、現状よりも約4,000千円の縮減が図られ、コスト削減効果もある。

(4) 道路除排雪を活用した場合の冷熱需要

道路除排雪を雪山センターに集積し、雪氷冷熱エネルギーとして利用する冷熱需要のケーススタディ一覧を表-3に示す。

道路除排雪を活用した冷熱需要の高い種別は、食糧貯蔵、農産物生産、利雪型農業、工業、農村観光、住環境に分類される。そこで最も実現の可能性の高い施設を選定した。それぞれの施設に面積、単位熱負荷、総熱負荷を設定し、堆積量を試算した。その結果、雪堆積量は、10万トン規模になった。

以上のことから、沼田式雪山センタープロジェクトでは、10万トン規模の雪山を造成する構想であり、今回の試算により、道路除排雪で十分に賄えることが明らかになった。また、雪山センターに雪を集約することは、コスト削減効果もある。

(5) 雪冷房・冷蔵システム導入効果

雪冷房・冷蔵システム(雪冷熱供給施設)を導入した場合の効果を検討し評価した。冷熱供給施設の条件を表-4に示す。また、評価項目は、トータルコストの比率、雪氷依存量、省エネルギー量、原油換算量、二酸化炭素削減量である。なお、比較検討のため電気冷房による試算を行っている。表-5に導入効果を示す。また、導入した場合の冷熱供給施設及び冷熱循環システムのイメージを図-2に示す。

表-5から、雪冷房・冷蔵システムは、初期投資金額が大きいがランニングコストに優れている。また、このシステムを導入することにより、二酸化炭素の排出量が大幅に削減され、10万トン規模の雪が保存され冷熱利用されると、原油換算でドラム缶6,000本の節約、二酸化炭素が3,500トンに相当する量を削減可能になる。

表-4 冷熱供給施設の条件

施設条件	設定数値
雪氷貯蔵量(トン)	100,000
冷熱能力(kcal/hr)	3,500,000
冷熱生産量(Gcal/年)	7,560
稼動可能期間(月)	4月~10月(6ヶ月間)
稼動可能日数(日)	180
稼動可能時間(hr)	2,160

表-5 概算コスト及び導入効果

項目	電気冷房	雪冷房・冷蔵システム ²⁾
設備の初期投資額(千円)	264,780	494,237
年間ランニングコスト(千円/年)	35,801	12,587
年間消費電力量(kWh/年)	1,145,269	237,338
評価項目	導入効果	備考
ランニングコスト比率	2.84	電気冷房/雪冷房・冷蔵システム
雪氷依存量(%)	100	雪
省エネルギー量(Mcal/年)	2,042,845	電気冷房との比較による
同原油換算量(l/年)	220,848	原油発熱量 9,250 kcal/l
二酸化炭素削減量 ³⁾ (kg-CO2)	585,026	排出係数 2.649 kg/l

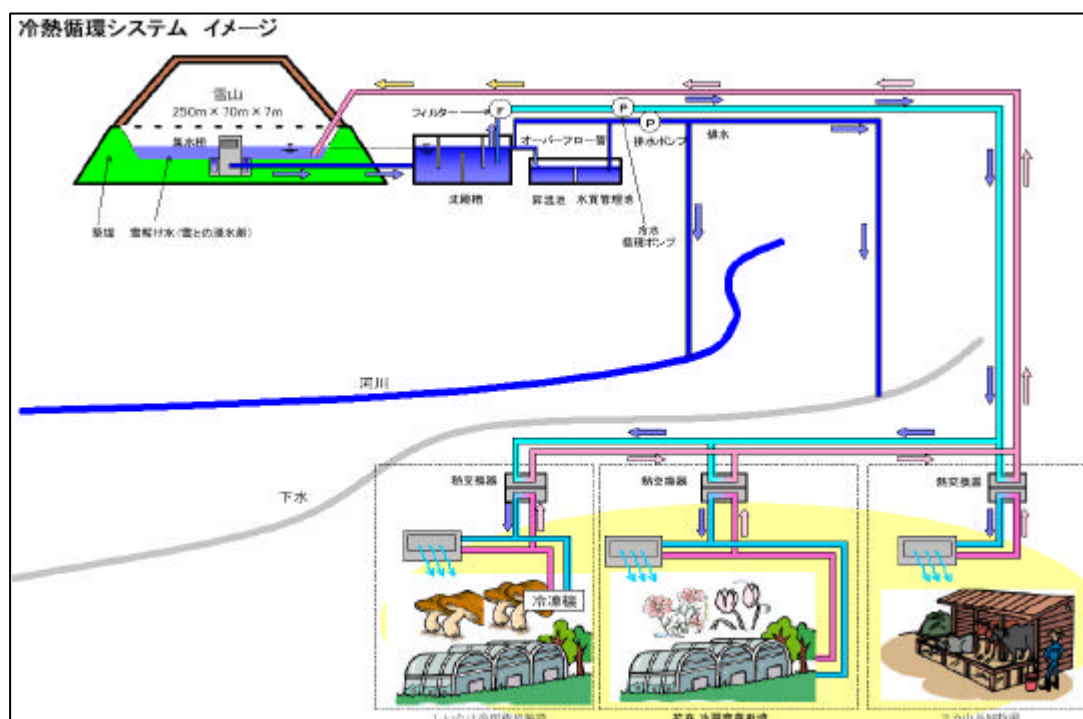


図-2 冷熱循環システムのイメージ

4. まとめ

沼田式雪山センターの雪冷熱供給施設は、ランニングコストが小さく、消費電力量、二酸化炭素排出量、原油消費量の削減になり環境保全に優れている。さらに、雪堆積場を1箇所に集約し管理が一元化されることから、河川敷にあるゴミの流出防止等が図られる。また、育苗・栽培等の農業生産施設、農産品加工場、農産品貯蔵庫、畜産施設等への冷熱供給が可能になり、北海道の地域特性を生かした農村部での利活用が望めることになり、地域振興の活性化の一端を担うものになると考えられる。

一方、このシステムは設備の初期投資が高額になるため、雪氷冷熱エネルギー利用を促進するため

には、初期投資金額をいかに削減するかが大きな課題である。

参考文献

- 1) 伊東宏城：沼田町における雪の取組について，寒地技術論文・報告集，Vol.19，pp.497-500，2003
- 2) 媚山政良：利雪工学特論-雪利用の基礎と実践-，室蘭工業大学工学部機械システム工学科教材資料，2003
- 3) 媚山政良：雪資源の石油エネルギー換算とCO₂低減効果，室工大紀要第53号，pp.3-5，2003