



Title	融雪技術の今後の展望について
Author(s)	岩本, 欣也
Description	第2回衛生工学シンポジウム（平成6年11月10日（木）-11日（金） 北海道大学学術交流会館） . 6 計画、展望 . 6-7
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 2, 253-258
Issue Date	1994-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7623
Type	departmental bulletin paper
File Information	2-6-7_p253-258.pdf



6-7

融雪技術の今後の展望について

岩本欣也（株式会社北海道融雪研究所）

はじめに

当社は、平成元年設立以来札幌を中心に家庭用の融雪装置を開発し販売してきたが、ここ5年の間にさまざまな方式が各社より売り出され、現在では札幌市内における課税対象建物に対して7%を越える普及率に達していると推察されている。家庭用の融雪装置はおおまかに分けると融雪機、融雪槽、ロードヒーティング、ルーフヒーティング等であるが、これらが普及した要因としては、住宅敷地の狭小化に伴う雪堆積スペースの減少、核家族化や高齢化による家庭内雪かき労力の不足、所得水準の向上等があげられている。

本稿は、当社が北海道融雪工業会事務局の委託を受けて行った家庭用の融雪装置の各社技術調査を元に、その技術的な分類を行い普及実態を調査した結果を報告するとともに、各方式の性能について検討し評価する。さらに今後の融雪技術の開発上の可能性として次の4点について若干のコメントを行う。（1）熱効率の向上のための改良点 （2）ソーラーエネルギーの活用 （3）家庭廃熱の利用 （4）都市施設としての計画

本稿の作成については、北海道融雪工業会に所属する会員各社のカタログ等を参照しており、当社としては融雪関連各社の今後の発展に期するものである。

1. 現在の普及状況について

家庭用融雪装置の分類を図1に示した。その用途により融雪機（融雪槽を含む）、ロードヒーティング、ルーフヒーティングに大別され、それぞれについて電気を熱源とする電熱方式とガスや灯油を熱源とする温水方式がある。融雪機は堆積した雪を短時間で処理できる装置で、敷地が狭小で雪の捨て場がない家庭を中心に設置されている。タイプとしては地上に置いて雪を投入する地上設置型、地中に設置して雪を投入する埋設型があり、埋設型は住居内の給湯機よりお湯を引いてシャワーにより雪を融かす熱源別置タイプ（図2）、

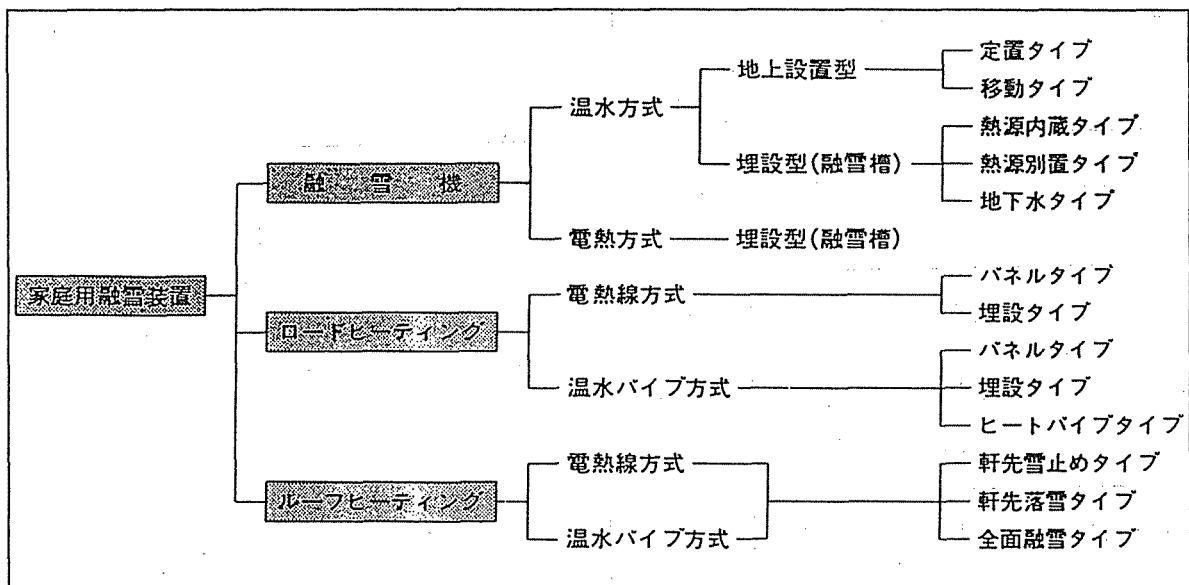


図1 家庭用融雪装置の技術的分類（北海道融雪工業会会報第1号より）

埋設したバーナより直接雪を過熱して融かす熱源内蔵タイプ（図3）がある。また、電力会社より販売されている電熱方式の融雪槽（図4）もある。その他、最近では地下水をそのまま利用して燃費を節約する方法も普及している。

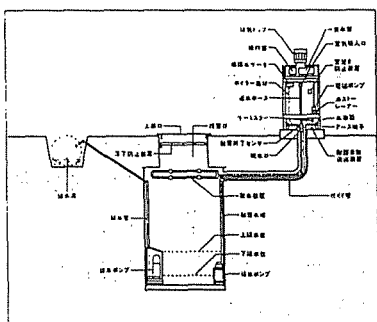


図2 埋設型
熱源別置タイプ

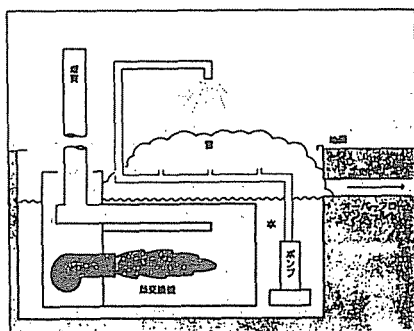


図3 埋設型
熱源内蔵タイプ

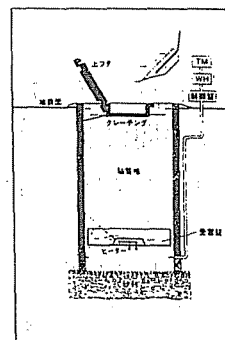


図4 電熱方式
埋設型

家庭用のロードヒーティングについてもさまざまな方式が販売されているが、主に電熱線方式と温水パイプ方式（図5、図6）に大別される。これは公共道路に付設されるものと技術的にはほぼ同じであるが、規模が小さいために簡易設置を目的とするパネルタイプ等（図7）の特色を持つ商品もある。さて、ユーザーが迷うのは融雪機が良いかロードヒーティングが良いかということであるが、当社としては表1のように用途に応じて選択しているので参照されたい。

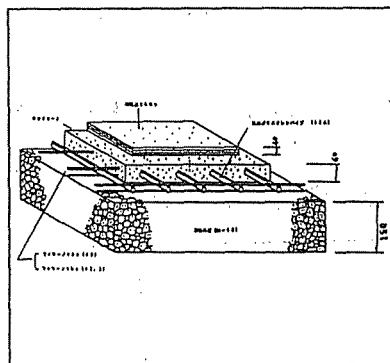


図5 温水方式
埋設タイプ

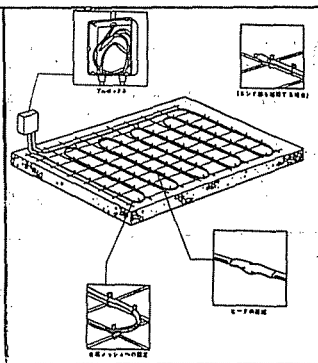


図6 電熱線方式
埋設タイプ

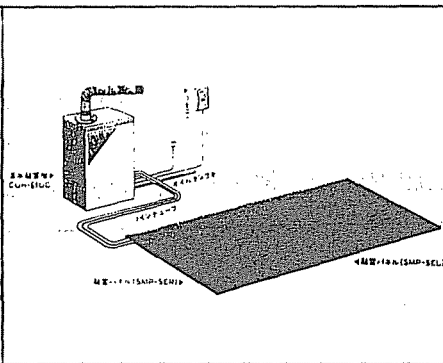


図7 温水方式
パネルタイプ

	価格	燃費	作業	効果	融雪能力	維持管理
融雪機	60~100万円	1冬に約1万円	雪かき必要	雪の山ができない	固い旧雪も処理できる	定期点検程度
ロードヒーティング	60~100万円	1冬に約2万円	機械による自動処理	路面が露出する	新雪のみ	定期点検程度

表1 融雪機とロードヒーティングの特徴（20㎡程度の敷地を対象とする。）

また、ルーフヒーティングについては、雪止めをして溜った雪を徐々に融かしてドレンで排水する軒先融雪タイプが北海道では多く採用されている。(図8)

以上のような家庭用融雪装置の普及実態については、札幌市建設局道路維持部雪対策課が(社)北海道開発技術センターに委託して行ったもの(平成3年)や、北海道融雪工業会が平成4年に行ったものの他に、各企業が市場調査のために実施したものが報告されている。(社)北海道開発技術センターは融雪機の普及実態について企業アンケート形式の調査を行い、特に地元企業の埋設型のものの実数を発表した。地上設置型移動タイプについては大手機械メーカーも参入して製造と流通経路が複雑なために総数の把握が困難である。またロードヒーティングについては、電熱線方式のものは北海道電力(株)の第2融雪電力契約数から趨勢を把握できるが、温水方式のものは施工契約数を把握するのは困難である。そこで北海道融雪工業会では、降雪センサーや温水ボイラー、パイプの出荷数より契約件数を類推し発表している。その他、札幌市内の建物をランダムに抽出して実際の設置件数を調査した結果も大手石油商社によって報告されている。それらの報告を元に当社において類推したトレンド(札幌市内の普及実態)を図9に示す。平成5年までですでに普及率は7%を越えているものとみられる。なお、札幌以外の区域では、札幌周辺の小樽市、恵庭市、石狩町、広島町、岩見沢から、滝川、深川、旭川までの地域、その他道東の帯広、網走、北見等でも普及しているようであるが、札幌市内および札幌周辺市町村の需要が50%以上を占めるものとみられる。また、函館や室蘭、苫小牧ではあまり普及していないようである。

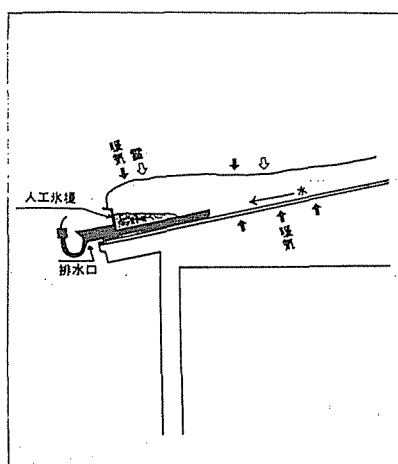


図8 ルーフヒーティング
軒先融雪タイプ

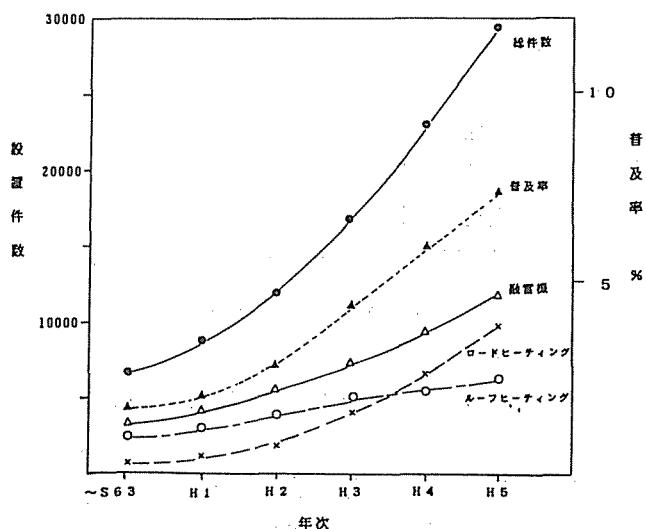


図9 札幌市内での家庭用融雪装置の普及実態の類推

- 類推の指標**
- (1) 融雪槽融雪機については、(社)北海道開発技術センター発表と北海道融雪工業会調査により類推。
 - (2) 温水式ロードヒーティングについては、北海道融雪工業会調査より類推。
 - (3) 電気式ロードヒーティングについては、北海道電力(株)第2融雪電力契約数および北海道融雪工業会調査より類推。
 - (4) ルーフヒーティングについては主要メーカーの出荷報告より類推。

2. 現状技術の性能評価

家庭用融雪装置の性能については、各社色々な表示や広告がなされているが、北海道優良道産品推奨による融雪機の表示として義務付けされている融雪能力と融雪効率という評価方法は、各社の性能を比較する上で参考になるものである。この考えかたをロードヒーティングにも拡張してあてはめることによって、技術方式ごとの現状の性能を概略的に評価することができる。(図10)なお、ルーフヒーティングについては路面を対象としていないために同じ降雪面上の比較ができないのでここでは省略する。

表示の定義

融雪能力・・・1時間運転して融かした雪の体積(密度 $200\text{Kg}/\text{m}^3$ とする)

単位 m^3/h

融雪効率・・・雪 1Kg 融かすのに必要な理論上の熱量を、実際に消費された熱量で除した数値。 単位%

ここでは、標準融雪路面面積 30m^2 年間降雪量を 5m と仮定し、これを処理することのできる融雪機についてカタログの表示より、各社の融雪能力、融雪効率を比較した。また、ロードヒーティングについては、同じ仮定のもとに、1時間 $3\text{cm}/\text{h}$ の降雪に対応するもので熱源として $1\text{万}2\text{千Kcal}/\text{h}$ を出力する機種を設置した場合の実際例における灯油代の実績から計算した。現在、優良道産品の推奨を受けている融雪機は、熱源別置タイプ2社、熱源内蔵タイプ4社で、これらとロードヒーティングの実際例をグラフにプロットした。

このグラフから、ロードヒーティングは融雪能力では熱源別置タイプ融雪槽と同じ程度であるが、融雪効率ではかなり劣ることがわかる。また、熱源内蔵タイプ融雪機は融雪能力が大きいことがわかり、その融雪効率については、各社によってひらきがあることがわかる。このように融かす雪が熱源の熱出力に近接的に処理される方式ほど融雪能力が高く、逆に言えばロードヒーティングは熱源の熱出力の多くを雪を融かす以外に放出していることがわかる。ロードヒーティングは雪処理の能力だけから見ると融雪機に劣るものであるが、降雪センサーによる自動運転が可能で、路面が完全に露出すること等のメリットのためにシェアは伸びつつある(図9)。したがって、現状技術の性能評価の結果として次の3点の改善策が上げられる。

- (1) ロードヒーティングの熱効率を改善する余地がある。(放熱を少なくする工夫)
- (2) 融雪機の運転の自動化及び投入作業の機械化を検討する余地がある。
- (3) ロードヒーティングと融雪機の用途による併用を検討する余地がある。

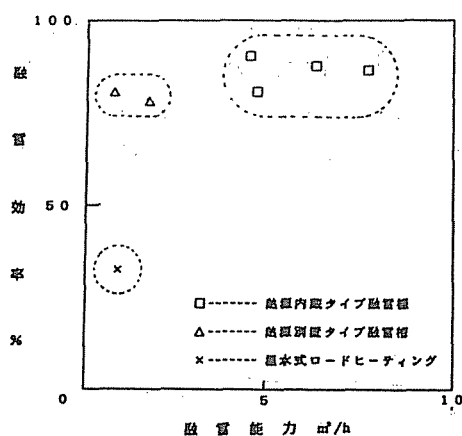


図10 各方式による融雪能力及び融雪効率の比較

3. ロードヒーティングの熱効率の向上について

前節において、融雪機が熱的閉鎖系での処理であるのに対して、ロードヒーティングが熱的開放系での処理であるために熱効率の点でデメリットがあることが明らかになった。したがってロードヒーティングの熱効率を高めるためには、なるべく熱的に閉鎖空間を作る工夫が必要だと考えられる。ひとつは、断熱材を発熱部の下に敷くことによって、路盤との熱の出入りを閉鎖する方法、もうひとつは、雪が堆積しているときにタイムリーに過熱されるように制御する方法が考えられる。すなわち、地中への熱放出と空気中への熱放出を極力小さくして、熱が発熱部（電熱線または温水パイプ）から直接的に雪だけにあたるようにすることであり、時間的に熱の出入りと雪の有無にずれができないようにすることである。

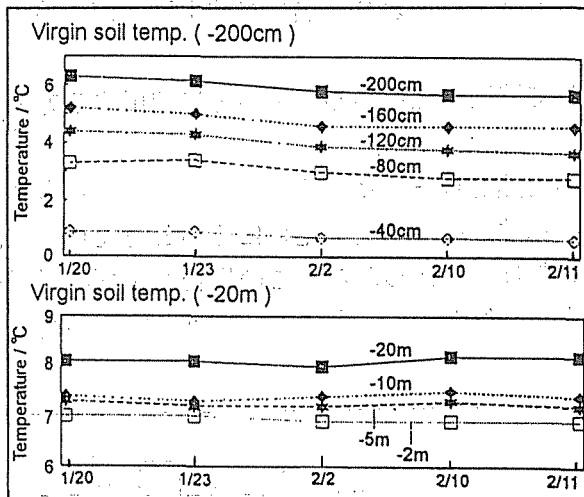


図1-1 札幌市における冬季の地中温度分布（北技試 佐山レポートより）

つまり、なるべく発熱する部分に薄くて熱伝導率の高い材料を用い、時間的な熱応答を良くし、雪が路面上にある時だけ熱源が作動するように制御することでかなりの熱効率の改善が可能と考えられる。これらのことは、従来から指摘されてきていることであるが、次の何点かについての異論があった。

- (1) 強度が十分あり、不透水性の断熱材がなかった。
- (2) 地中の熱を融雪に利用した方が経済的であるという議論があった。
- (3) 凍結防止を目的とした路面温度保持の制御が公共道路では採用されていない。

- (1) については、合成樹脂やゴム等を用いることによりかなり強度のある断熱材ができるようになり、独立発泡技術により水を通さない断熱材もできるようになった。
- (2) については、確かに本州では冬でも地中温度が保持されて路面より高温であることが報告されているが、北海道では地中のかなりの深度まで温度が下がり（図1-1）、当然ロードヒーティング面が過熱されている間は地中に熱を放出する。その熱が路面に雪のない時に放熱されて熱ロスとなる可能性がある。
- (3) については、低負荷で常時運転しているよりも、高負荷で降雪時のみ運転する方が放熱による熱ロスが小さく、雪が積もることもなく路面がいつも乾いているため、路面凍結も起きない。多少水が残って凍結したとしても家庭用ではそれほど重大な問題とにならない。

以上の結論として当社では、家庭用のロードヒーティングの技術上の改良点として、断熱材を付設することにより札幌ではかなりの熱効率の改善ができると考えている。その場合なるべく降雪に対応した制御を行い、発熱部が降雪に対する応答が早くなるように熱伝導の良い材料（金属板）を補完的に使うとさらに良いと考える。熱効率としては最大70%程度まで向上できるものと考えている。30%の効率が70%になると燃費は半額になり、大変大きな経済効果がある。

4. ロードヒーティングの応用技術について

ロードヒーティングの応用技術については、各社色々な試みがなされているようであるが、以下の項目について現状の問題点を簡略に指摘することにする。

(1) ソーラーエネルギーの活用

太陽熱を集熱して給湯等の熱源とする技術（アクティブソーラー）が、一時札幌でも普及しかけた時期があったが、採算性の面で難点があることから現在ではあまり採用されなくなった。むしろパッシブソーラーハウスの分野と太陽電池利用が注目されている。ロードヒーティングとソーラーの関連技術としては北見地区で実験的に採用されているが、次の3つのものがある。

①夏季の太陽エネルギーをロードヒーティング面より集熱して地下蓄熱槽に蓄えておいて、冬季に利用する方法。

②夏季にロードヒーティングを運転して路面の熱を集め、給湯等に利用する方法。
(以上図12参照)

③冬季にソーラーコレクターより集めた熱をロードヒーティングに利用する方法。

③については補助的に使用する程度で採算性の面から実用化しにくいと考えられる。

①、②については規模が大きくなれば有効性が考えられる。この場合パイプの材料に金属を用い、舗装のかぶりを薄くする方が効果がある。②については北海道の場合、7～8月程度しか利用できない。

(2) 家庭廃熱の利用

家庭排水は冬季は20～30℃程度あり、これをロードヒーティングの熱源として補助的に利用することは可能である。戸別に熱交換する方法と集合住宅や住宅地区全体として集めて利用する方法がある。その他暖まった空気を夜間利用することも考えられる。

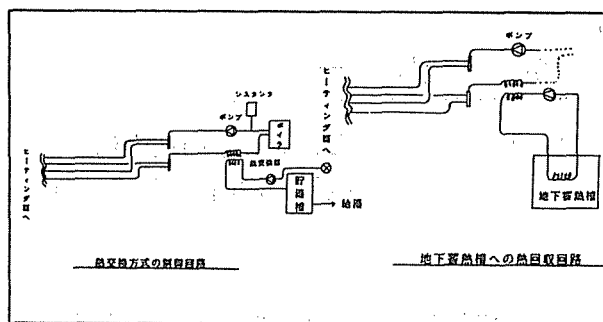


図12 ソーラーエネルギーを活用するシステム

(3) 都市施設としての計画

住宅における融雪装置の普及率が増加するにしたがって、その熱源を集团的に供給することによる規模メリットを考える時代になると考えられる。それには都市施設とし熱源供給と集中制御を計画することが必要である。北欧諸国でとられている地域暖房計画が札幌でも有効である。下水の熱利用も都市施設として計画すべきであろう。

5. まとめ

1. 家庭用融雪装置は今後も普及し、札幌の生活スタイルとして定着するであろう。
2. 融雪能力と融雪効率という効果と経済性の指標を元に、その用途に応じたさまざまな方法が今後も改良されて市場に変化をもたらすであろう。
3. ロードヒーティングは今後も熱効率の改善の余地が大きく、特に断熱材の設置は札幌においては有効であろう。
4. 自然エネルギー、廃エネルギーの活用は、補助的に有効である。
5. 今後の融雪装置は家庭単位より集合形態とした規模メリットを生かした都市施設として計画する必要がある。