

「北海道における雪氷利用」
エネルギー資源・鉱物資源の枯渇する日



媚山 政良 (こびやま まさよし)

NPO利雪技術協会 理事長

1946年札幌生まれ。1976年北海道大学工学研究科博士課程修了(工学博士)、1983年室蘭工業大学助教授、2008年室蘭工業大学教授、2012年定年退職・名誉教授。2017年から現職。

1 雪氷熱利用と使い

冬の雪、氷を暑い夏まで貯めて、野菜などの低温保管や私たちの生活環境の冷房に用いようとするものです(詳細は北海道経済産業局による「Cool Energy 5」をネットで検索)。これを季節間蓄熱と言います。夏に木を育て、冬にこれを燃やして暖を取る、薪ストーブに似ています。雪や氷を夏まで貯める施設や装備(図1参照：貯雪庫、雪山)と夏に雪や氷の冷熱を利用する設備、装置(図2：氷室と雪冷房)を必要としますが、基本は太陽と地球からの恩恵、すなわち毎年自然により再生される寒冷エネルギーの貯蔵と利用です。これを利雪と呼んでいます。利雪は、きわめて、簡単で明瞭なシステムで、広く、世界中の雪の降る地域にその実施例があり、わが国では古く日本書紀に氷室として載っています。冷蔵庫のない昔、真夏の雪の冷たさは新鮮な喜びだったでしょうね。

雪の保存

1. 貯雪庫による保存



2. 雪山による保存

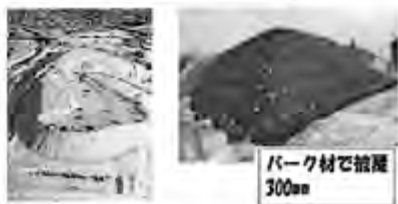


図1 雪の保存方法

雪の冷熱利用

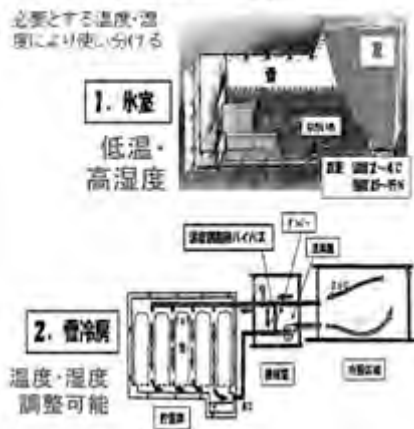


図2 雪の利用方法

雪利用の一般的な特徴を表1に示しておきます。雪は優れ者です。ご熟読ください。もちろん雪の利用には費用がかかります。無料ではありません。しかし、たとえば北海道の住人一人当たりの除排雪経費を1万円とすると500億円に近い経費をかけて「使いやすいように雪堆積場(雪捨て場)に集めた雪(写真1参照)を、無為に融かしてしまっています。そして、それが毎年のこととなると…、もったいないと思うのは私たち雪国の住人の共通の感覚だと思います。除排雪を利用し、生活、産業に役立てましょう。冬季間に除排雪

表1 雪利用の一般的な特徴

- (1) 雪の融解温度が0℃であるため、低温の安定した熱環境を作り出すことができる。
- (2) 熱輸送媒体の温度を低くできるため、媒体輸送量を少なくできる。
- (3) 融解しつつある雪表面で水溶性の汚染物の吸収と塵埃の吸着除去が可能である。
- (4) 氷が簡素なため、維持・管理が容易。
- (5) 電力（化石燃料）の大幅な節約（1トンの雪利用で13リットルの石油の節約、35kgのCO₂削減）。
- (6) 高度に加工を施した冷凍機器が不要なため、資材資源の節約になる。
- (7) 氷など人工物質を熱媒体とせず、また、温排熱を生じないため環境保全に大きな効果。
- (8) 除雪と組み合わせることにより、冬期間の雪対策に要した経費を回収できる。
- (9) 太陽光など他の自然材料との組み合わせが可能。
- (10) 0℃以下の熱環境を冷凍機との組み合わせ、寒剤の利用により実現できる。
- (11) 雪を夏まで保存する貯雪庫、貯雪槽が必要。
- (12) 毎年、貯雪庫、貯雪槽へ雪を投入する必要がある。



写真1 大型の雪山（札幌市上篠路雪堆積場）
（提供 札幌市雪対策室）

2 日本における雪氷熱利用

都道府県別の雪氷熱エネルギー活用施設の導入状況（2012年3月）を図3に示します。施設数からすると雪、氷が豊富で農業の生産量が多く雪、氷の冷熱需要の多い北海道が約半数を占め、ついで新潟県、山形県の順になっています。ただ、この10年では、ソーラー、風力発電導入への誘導が強引で、ソーラー、風力以外の再生型エネルギー利用施設の普及はあまり進展していない現実と危うさがあります。これに関しては後に言及します。

なお、図1、2には雪の利用の例を示しましたが、特に寒冷な北海道では図3に記載されている氷の利用例も多く、これからも普及の可能性に富んでいます。また、海外の例としてはスウェーデンにおいて人工降雪も含めた雪を雪山で貯め夏に病院の冷房に利用している例がありますが、日本は雪、氷の利用の最先進地です。

に関わった人たちが夏の利雪の維持管理にも携わるシステムも併せ作り、雪を通し自然およびSDGsと深い関わりをもつ循環の一つを雪国に作りませんか。ここで、SDGsと雪との関わりを考えておきましょう。SDGsの第7番目の目標“エネルギーをみんなにそしてクリーンに”のほか食料、水の確保、持続性のある雪国の街づくりに見える形で直接寄与できます。また、生活と産業の低温環境の構築に持続性のある役割を果たすことが可能です。このように多様で豊富にSDGsに対応のとれる雪は、雪国だけにしかないのです。



図3 雪、氷利用施設の導入状況（「Cool Energy 5」から抜粋）

3 北海道における雪氷熱利用

北海道では米の低温倉庫の冷熱源として雪は広く利用されており、たとえば、沼田町、美唄市、名寄市、奈井江町、ニセコ町などにおいて、高品位米が低温貯蔵されています。また、野菜などの貯蔵施設も多くあり、たとえばバレイショを低温高湿度で保存することにより糖度を増し^{みずみず}瑞々しさを保つ目的などでの利用が進められています。また、冷房とともに臭気の除去なども目的とした老人ホームでの雪冷房の利用が美唄市、沼田町などで行われており好評です。さらに賃貸マンションでの雪冷房やガラスのピラミッド、斎場など公共施設での雪冷房も行われており、とくに新千歳空港での排雪の水質汚染を回避し、かつ、冷熱をターミナルビルの冷房に利用したシステムはその多合目的性、規模からしても代表的な利雪施設の一つです。また、コーヒー豆の品質向上や発酵食品の深化などにも雪は多用され、いちごやマンゴーなどのハウス栽培において冷房熱源として利用され、今後の大型化などへの展開が期待されています。また、雪供給センターとして大量の雪を雪山形式で貯蔵し、夏季、必要に応じ雪を小分けし分配配達する先駆的な施設が沼田町において稼働しています。たとえば、市民マラソンに参加している汗だくのランナーに雪玉をプレゼントして喜ばれています。なお、ヒートパイプを利用し冬季に凍土を造成し夏季に低温倉庫として利用する施設が複数あり、また、寒冷外気を利用し屋内の貯氷室に氷を作り利用するアイスシェルターと呼ぶ施設は取り扱いの簡便さから利用が広がっています。

北海道の利雪とここ以外の地域での利雪の違いは、松山千春の歌う、「自分の腕でつかむよう」に少し表れているように思います。ただ、これが行政とユーザーとの間の隙間になりがちなのは、単に利雪に関してだけではないように思います。

なお、先に述べたように、この十年来ソーラー、風力発電導入への誘導が強引で、ソーラー、風力以外の再生型エネルギー利用施設の普及はあまり進展してい

ない現実には雪氷に関しても同様です。原因が分かっていますので、対応は^{おの}自ずと明らかでしょう。

次に、北海道の雪氷利用の可能性、ポテンシャルを考えてみましょう。世界中の気候があるような北海道です。地中海と緯度に大差のない地域に流水まであります。無いのは砂漠だけです。砂漠は東京にお任せします。短いけど立派に暑い夏。対馬暖流と北極からの寒気団の南下と偏西風。温暖化は事実としても北海道の雪、氷資源の枯渇はそれほど心配はいらないように語られています。ただ、過去にない暑さに遭遇し施設の夏の熱負荷は+1.5℃以上の高さに適応できるように設計基準を改正し、補強が必要なことは、種々提案を受けており、対応を考えています。

4 近い明日へ。そして、少し遠い明日へ。

2023年、暑い夏でした。「近い明日」。北海道でも「温排熱」のない「雪冷房」の出番です。暑い教室（先駆的な適応例あり）、暑い体育館、熱を使う暑い作業場、暑い団地や施設、ビニールハウスなど農業施設（先駆的な適応例あり）、などなど。半年も酷暑の続く内地ではありません。それほど長くはない暑い、昼間に、どちらかという^{いかが}と簡便に利用できる雪冷房は如何でしょうか。夜も利用できます。ただ、一戸建ての住宅にひとつずつの雪冷房の例はありますが経済性からもぎりぎり想像されますので、できれば4戸程度の複数戸であり大きくない雪山（雪捨て場）を共有し、融解冷水を全戸に供給するシステムは如何でしょうか。もちろん10軒以上も入居する大型のアパートの共用の駐車場の雪を貯雪庫に貯めておき夏の冷房に用いることは可能で、例があり、好評です。

写真1に示すような雪堆積場の大型の雪山を用い、冷房に必要な熱量が1MW（1000Wのドライヤーを1,000個同時に利用時の熱量に相当）以上のデータセンターを冷やす基礎研究が進められています。年間の使用電気料金が数億円と言われています。この経費の多くを削減でき、地域の経済に寄与できることを期待

しています。なお、このデータセンターは厳冬期においても40℃近い温熱を大量に排出します。暖房だけではなく大きな乾燥のシステムなどの構築が可能となります。研究は登別市、美唄市において進められています。

「少し遠い明日へ」の話に話題が進みました。実は「2100年問題」と私の中では先送りしていた問題「エネルギー資源・鉱物資源の枯渇する日」が、「少し遠い明日」の問題である現実に直面してしまい戸惑っています。エネルギー資源に関しても必ず枯渇の時は来ますが、温暖化阻止の観点から消費にブレーキがかかり始めたので、“脱炭素”については利雪の効果を図4に示すにとどめ、ここでは言及しません。表2をご覧ください。私たちの生命の基本の水素原子ができてから綿々と続く138億年。138億70歳の私たちがついにやっしまいました。私たちの小宇宙＝地球のエネルギー資源・鉱物資源を食べ尽くします。そして、また、石器＝ケイ素の時代に戻ります。人類が文化、文明を発展させて来ても、たった100年先を想像できないなんて、結局人が築いてきたものは何だと言いたくなります。しかし、一人引いて冷笑している暇はありません。

ソーラーパネル、風力発電機、水力発電用ダムなどが、今は、あります。しかし、エネルギー資源・鉱物資源が枯渇したら、生産も修理も滞り、何が生き残るんでしょうね。SDGsの重要性に開眼できた今。次は「エネルギー資源・鉱物資源の枯渇する日」を想像し、石器を用い、衣食住の確保、すなわち争いの回避、私たちの共存に意を払いましょう。で、枯渇を意識し次第、太陽崇拜に向かわざるを得ないかなと思います。まさか、火星は…遠いし、もう遅い。

まとめです。一つの再生型エネルギーがどの地でも

省エネ効果：雪1トで石油10リットル節約
環境保全効果：CO2を3040776抑制

図4 雪利用の省エネルギー・環境保全効果

いつでも有効な訳がありません。再生型エネルギーは“一隅を照らすもの”と正しく理解し、種類を増やし、石器を用いる関連技術を発展させましょう。雪、氷も雪国の一隅を照らすものです。ささいなものかも知れませんが、個性的で、しっかり者です。特に北海道の雪と氷、そして私たちは。

表2 主要金属鉱物資源の可採年数

主要金属鉱物資源の可採年数	
元素名	可採年数(2013年)
銅	39年
鉛	16年
亜鉛	19年
ニッケル	30年
金	19年
銀	20年
鉄	27年
アルミニウム	212年

(出典:Mineral Commodity Summaries 2014)