

通年利用型雪山式雪室に関する実験報告

角一典^{1,2}, 館下誠^{1,3}, 白川宏明^{1,4}, 大道慎^{1,5}, 島田大介^{1,6}, 本間弘達^{1,7},
媚山政良^{1,8}, 新家憲^{1,9}, 只野都啓^{1,10}, 貞広樹良^{1,11}, 船木淳^{1,12}, 村橋広基^{1,13}

¹美唄自然エネルギー研究会, ²北海道教育大学, ³(株)日新工業, ⁴新日本空調株式会社, ⁵美唄未来開発センター,
⁶三機工業株式会社, ⁷(株)雪屋媚山商店, ⁸室蘭工業大学, ⁹専修大学, ¹⁰(株)久米設計, ¹¹体験工房よーいDON!, ¹²(株)創建, ¹³美唄市

1 はじめに

地球温暖化やエネルギーの枯渇、あるいは食糧供給など、地球レベルの問題とわれわれの日常生活が繋がると感じられる機会が増えている。例えば、局地的豪雨などのいわゆる異常気象、ガソリン・灯油・電気の値上がり、本年度はアメリカにおけるトウモロコシの不作とそれによる影響など、近頃のニュースだけでも枚挙に暇がない。

こうした状況の打開に特效薬はない。それを如実に表したのが東日本大震災によって引き起こされた福島第一原発の事故といえよう。これまで、人類は日々進歩する科学技術によってもたらされる恩恵で高度の生活水準を実現してきたが、技術の高度化に依存し過ぎることのリスクを我々は突き付けられたのである。今の我々に必要なのは、シューマッハーが述べたように、人間の管理の手が届く、人間の手におえる「中間技術」の発想である (Schumacher, 1973=1986)。

それと同時に必要なのが、エネルギー供給の集中型から分散型への転換であろう。化石燃料や原子力エネルギーは、エネルギー密度の点で極めて優れたものであるが、その一方で、資源の分布が非常に偏っていると同時に、使用による反動も極めて大きい。現在注目が集まっている再生可能エネルギーは、それらと対極の性質、すなわちエネルギー密度は低いものの、資源の偏りが少なく、利用にあたって安全性が高いエネルギー源である。雪はそのひとつであり、寒冷地における利用拡大は高い合理性を持っている。特に、イニシャルコストの面で高い優位性を持つ雪山は、きわめて大きな可能性があると考えられ、その利活用技術の開発は非常に有意義である。

2 本実験のねらい

美唄自然エネルギー研究会では、2005 年以来雪山を利用したさまざまな実験を行ってきたが、2012 年度は、雪山内に通路と常時開閉可能な扉を設置し、通年で雪室として利用することができる技術の開発を目指した実験を行った。

本実験のねらいは、個人でも使用可能な、雪山を活用した雪室というコンセプトの下、雪山を掘ったり埋めたりと

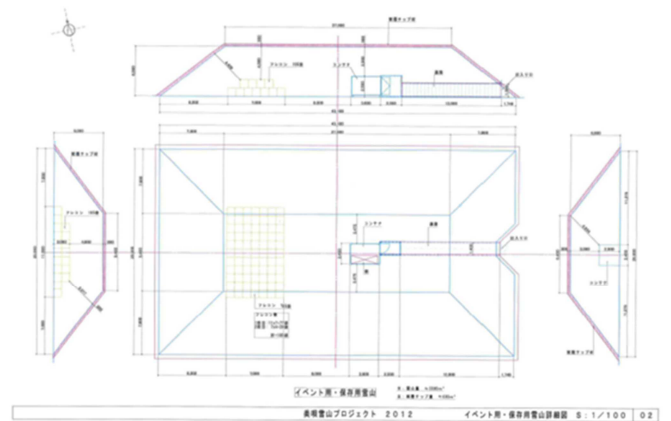


図-1 通年利用型雪山式雪室の立面図・平面図

いう手間を省くため、通路を設置して通年利用を可能にしようというものである。雪山の利用は、基本的には冷熱資源としての雪を長期間保存することにその目的があり、雪山を冷蔵施設として直接活用する取り組み事例は多くないように思われる。本実験は、そうした観点からみると、雪山の新たな可能性を追求するものであるといえよう。

3 本年度の実験の概要

本年度の実験は、主に二つの目的からなっている。ひとつは、表題に掲げた通年利用のための通路の技術開発、もうひとつは、それにとりまう農産物や雪玉等の保存への影響の確認である。

これまでも、当研究会では、雪山内に鉄道輸送用コンテナを配置し、開閉可能な入口を取り付ける試みを行ってきたが、通路の出入口部分の側面に空洞が生じ、そこから雪山内に保存している雪の融解が加速度的に進んでしまうことが最大の難点であった。この点をクリアするため、本年度は、研究会としては過去最大の約 3000 t の雪山を作ったこともあり、雪山の右半分スペースを使い、通路部分をこれまでで最長の 12m とした (図-1 参照)。そして、融解によって生じる空洞を解消するための対策として、単管と足場板と自在クランプで三角形の通路を作り (図-2・図-3 参照)、上部から雪が常に供給されることを期待して、



図-2 三角通路①



図-5 出入口部分



図-3 三角通路②



図-6 雪玉



図-4 コンテナと三角通路の接続部分



図-7 プラスチック製容器に詰めた雪 (3月)

空洞を塞ぐように工夫を凝らした。なお、通路は完成の後ブルーシートで被覆した。

当然のことではあるが、単管と足場板は三角形に組むことを想定して作られていない。また、これまでに三角通路を作成した経験もないため、通路の組み立ては若干の困難

をともない、ほぼ一日を費やすこととなった。また、三角通路の作成過程で、いくつかの課題も浮かび上がってきた。この点については後段で検討する。

三角通路とコンテナとの接続部分および出入口には断熱を施した木製のアプローチを設置した(図-4・図-5 参照)。



図-8 コンテナ天井部の変形 (4月)



図-9 接続部分の破損 (4月)



図-10 出入口部分に生じた隙間



図-11 三角通路部分の変形

これらは、以前に 1000t の雪山で使用したものを再利用したものである。コンテナと接続部分には雪の荷重がかなりかかることが予想されたため、コンテナには金属製の支柱を、接続部分には垂木の筋交を多数入れて補強した。雪山のサイズが過去最大であり、また、雪山造成に重機を使用することもある、これだけのことをしても雪山造成時にコンテナや通路が破損・倒壊する可能性も考えられたが、雪山造成時の破損・倒壊は発生しなかった。なお、通路の作成作業は 3 月上旬、コンテナ配置・雪山造成は 3 月中旬に行われた。

出入口の取り付けは、雪山の成型・被覆作業が終了した後、4 月下旬に行った。出入口にも補強のために筋交を数本入れた。また、出入口部分については、雪山の被覆材であるバークで全体を覆い、雪の形状変化による影響を受けないよう配慮した。

コンテナ内には、椀を重ね合わせて作成する雪玉とプラスチック製の容器に雪を詰めたものを、発泡スチロール製の箱に収納し、コンテナ設置当日にコンテナ内に保存した(図-6・図-7 参照)。なお、雪玉は、ビニール袋に個別に入れたものと入れないものとを保存している。この他に、出入口設置の日に、味噌・根菜類(馬鈴薯・人参・玉葱)などの農産物および農産物加工品をコンテナに搬入した。

4 実験結果の整理

4.1 通路

通路を三角形にすることによって空洞の発生を防止するという点については、出入口部分に若干の隙間が生じたものの雪の露出には至らず、また、通路部分については完全に防ぐことができた。したがって、通路を三角形にするというアイデアには有効性があるということを実証できた



図-12 コンテナ天井部の変形（8月）



図-13 出入口の上部に生じた崩落（5月）

いえよう。

しかしながら、出入口の設置作業を行った4月下旬の段階で、コンテナ上部に歪みが生じ、また、接続部分は壁面が大規模に破損してしまった（図-8・図-9 参照）。後者については、雪山造成作業の時点では確認されていないので、雪山による横からの力に耐えられなかったものと判断される。前者については、雪山の荷重によるものか、あるいは重機の荷重によるものか、判別できない。さらに、連休明けに通路を確認した折には、コンテナの扉の開閉ができない状態になっていた。さらに、6月下旬の段階では、図-11のように三角通路部分の板が変形している状態が確認された。コンテナ天井部の変形も進行し、8月上旬には図-12のような状態になっていた。

また、4月下旬の段階で、接続部分の床に大量の融解水が溜まるという現象が確認された。他方、三角通路部分については、直接地面に設置されており、融解水が地中に吸収されたようで、床面の足場板の水没は確認されなかったが、8月上旬に再度扉を開いた際には、足場板の上に多数のごみ



図-14 出入口上部の状況（8月）



図-15 プラスチック製容器に詰めた雪（8月）

が確認されており、一時的に足場板の水没が生じたと予測される。

以上のように、本年度の最大の課題であった、通年利用型雪山式雪室の運用という点では、一定の成果があった一方、多くの課題が残った。

4.2 雪山

雪山については、部分的に雪の露出が生じた部分は出たが、出入口上部以外はおおむね良好な状態を保つことができた。出入口上部の被覆の崩落は、連休明けには図-13のような状態になり、重機を使用して補修したものの、その後再び雪が露出してしまった。崩落部分は徐々に拡大し、8月上旬の段階で図-14のような状態になっている。

上記のような結果になったことについて、通路の影響を無視することはできないだろう。雪山のサイズが大きかったことで、通路部分の雪の融解は、見た目には大きな影響がないようにみえたが、通路の設置が雪の融解を早め、特に、外気温の影響を受けやすく、雪の厚みが相対的に薄い



図-16 足場板間の隙間



図-17 足場板の接続不良①

出入口部分の崩落が繰り返し生じたものと考えられる。

4.3 保存

コンテナ内に保存した味噌・根菜類・雪玉の保存状態は良好であった。根菜類については、変色や食味の劣化は特に確認されず、食材としての使用に何ら問題はなかった。雪玉も非常に良い状態で保存できた。特に、ビニール袋に小分けした雪の状態が良かった。なお、プラスチック製容器に保存した雪は、見た目には、保存を開始した3月の時点と遜色ない良好な保存状態であったが(図-15)、容器からの臭いの吸着があった。

5 今後の課題

先にも記したように、通年利用型雪山式雪室を安定的に運用するためには、クリアすべき課題がまだまだ多い。ここで、あらためてそれらを整理しておこう。

通路を三角にするというアイデアそのものには有効性が認められるが、側面の板に変形が生じたり、コンテナの開閉ができなくなったりしており、これらは第一にクリアされなければならない課題である。雪山造成時の重機の荷重



図-18 足場板の接続不良②

による影響の可能性は、少なくともコンテナ以外の部分では見られていない。したがって、何らかの形でコンテナやアプローチ部分の強度を高める、あるいは載せる雪の量を調整することで問題を解決できる可能性はある。

また、通路そのものも、単管と足場板では約1m程度の高さを確保するのが精いっぱい、なおかつ、通路を伸ばすにつれて足場板同士の間の隙間が広がったり(図-16)、足場板のフックが単管にうまくはまらなくなったり(図-17・図-18)、クランプがうまくはまらなくなったりするなどの事態が生じ、作業のペースがなかなか上がらなかった。これらの状況を改善するためには、作業手順等を見直すことによる改良という方向性か、あるいは、思い切って形状や材質など、まったく別の方法を考えるかを検討しなければならないだろう。

さらに、通路設置による融雪の影響についても検討していく必要がある。今回の実験では、出入口上部の雪山の部分崩落が繰り返し発生した。これを完全に制御するのは簡単なことではないかもしれない。雪の載せ方・断熱材の載せ方などの工夫がとりあえず考えられるが、その他についても可能性を検討し、効果を見定めたい。

6 終わりに

冒頭に記したシューマッハーの「中間技術」という考え方のエッセンスは、雪室という発想の中にも息づいている。シューマッハーは、1960年代の緑の革命にみられるように、先進国で開発された最先端の技術を発展途上国に応用することが必ずしも富や幸福をもたらさない現実を批判し、その土地や巷の人々にあった技術を大切にすることを説いている。そこには、昔ながらの伝統的な技術の再評価も含まれている。雪室という発想は、かつて雪国の生活の中で食物を雪中保存した経験の延長上にある。古い技術から学べることは決して少なくないのである。

同時に、通年利用型雪山式雪室が普及するためには、安定的運用のための技術も大切だが、それと同時に、個々人が手を出そうと思える程度の簡便さ（経済コストも含めて）が必要となる。「中間技術」という発想のもうひとつの大切さは、まさにここにあるといってもよい。優れた技術であっても、それが多くの人の手に届かないものであるならば、その価値は減じられてしまう。簡易さの追求、それは「中間技術」にとって永遠のテーマともいえるのである。

参考文献

- ・ Schumacher, E.F., 1973, *Small is Beautiful: A Study of Economics as if People Mattered*. (=小島慶三／酒井懋訳, 1986, 『スモール イズ ビューティフル 人間中心の経済学』講談社学術文庫).

(付記) 本稿は、『寒地技術論文・報告集』28（北海道開発技術センター発行，2012 年）に掲載された論文を再録したものである。