

岩間裕樹・岡田啓嗣・浦野慎一・川村周三(北大院農)・木村賢人(帯畜大)
 土谷富士夫(株ズコーシャ)・本間弘達(伊藤組土建株)・川瀬智久(株ズコーシャ)
 浅川勝貴(岩田地崎建設株)・中村和喜(日本データベース株)

1.はじめに 現在、氷、雪、凍土といった自然冷熱資源を農産物の低温貯蔵に利用する技術の開発が進められている。雪の利用形態は氷室型と雪山型があるが、雪を屋外に保存する雪山型の場合、「雪の集積」・「雪山の作成」のための労力・コストが必要であり、集積費用を考慮する必要のない道路排雪は有望な冷熱資源である。しかし、できるだけ雪山の作成にコストをかけず、冷房を安定して行うためには、気候変動に左右される道路排雪の資源量や、冷房使用時の必要雪量を正確に見積もる必要がある。本研究では、実験施設における熱収支解析と融雪観測を行い、雪山の融解モデルを作成し、札幌での雪冷房を想定した場合の必要雪量の見積もりを行った。

2.方法

(1)実験施設概要 音更と石狩の実験施設に対して熱収支解析と融雪観測を行った。音更町の施設では、パーク材(200mm)で断熱され、その上にブルーシートがかけられた冷房用の雪山Aと融雪観測用の雪山Bの2つを作成し、目標温度5℃に設定した空冷式の冷房をプレハブの貯蔵庫に対して行った。実験期間は2010年3月25日から8月19日である。石狩では、パーク材(200mm)により断熱された雪山を作成し、電気冷房により目標温度15℃が設定されている既存の貯蔵庫に対し、水冷式の冷房を行った。

(2)雪山の冷房量推定と融解量のモデル化 雪山は冷房による熱量 Q と雪山表面から流入する熱量 G_1 、雪山の接する地面からの流入する熱量 G_2 の合計により融解する。融解において雪山の形状は相似的に変化すると仮定した。まず、冷房量 Q は貯蔵庫壁面から流入する熱量に等しいとして算出した。次に G_1 は雪山表面の熱収支式の地中熱伝導量として算出した。この時、雪山は被覆材で覆われており、表面では蒸発が生じないと仮定して IE を0とし、顕熱伝達量については、形状係数を乗じて雪山が立体である効果を考慮した。 G_2 は深さ1mの地温が年平均気温と等しいとして計算した。これら Q 、 G_1 、 G_2 を融解潜熱と雪の密度で除することにより融解量を推定した。また、札幌市で音更規模の空冷式冷房を行うことを想定して、この融雪モデルを札幌市に適用し、融雪量の見積もりを行った。この際に使用したデータは、アメダスの気温、湿度、風速、日照時間の日平均の平年値(1981~2010年)である。冷房期間は3~10月末までとした。

3.結果と考察

(1)各実験施設における測定結果 音更では外気温の上昇に伴い庫内温度が上昇し、5℃以下の低温の維持は6月上旬までとなり、8月19日以降雪不足により実験を終了した。石狩では期間内を通じて15℃以下の温度を安定して保っていた。雪冷房量は、音更1440MJ、石狩98000MJとなり、雪山の全冷熱量に対する割合はそれぞれ1%、16%であり、ともに小さかった。

(2)雪山融解モデル 図1にモデル式から計算した融解量と実測値を示す。雪山Bの計算結果から形状係数を2.28と決定し、雪山Aに適用したところ、実測値と計算値はよく一致した。

札幌市においてモデル計算を行った結果を図2に示す。なお、空冷式では雪山内に空洞を維持する必要があるため、終了時を 0m^3 ではなく 250m^3 とした。必要な雪山体積は 1400m^3 となった。10月に入ってから、雪山体積の減少はほぼないが、これは融解により雪山の形状が平面に近づいていくとともに、形状係数が2.28よりも小さくなっていき、 H を過大評価するようになるためだと考えられる。より正確な融解モデル作成のためには、形状係数の季節変化に対する考慮が必要である。

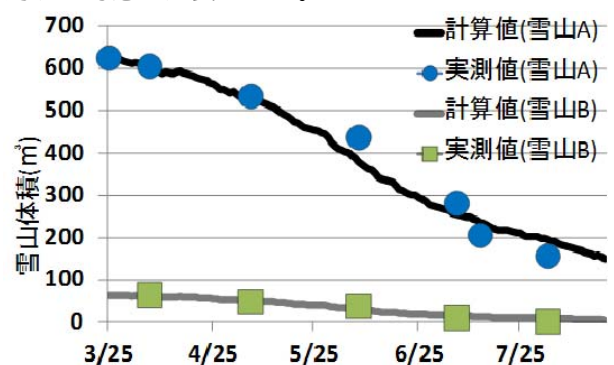


図1 雪山体積の変化(音更)

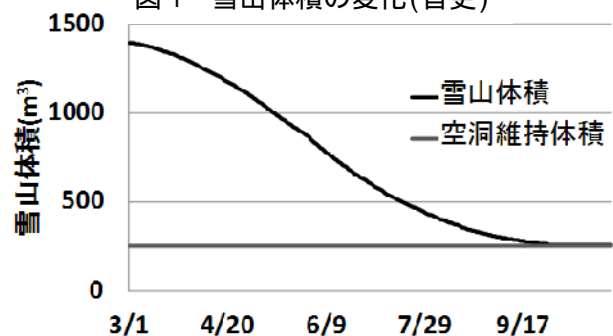


図2 雪山体積の変化(モデル)