

*木村賢人（帯畜大） 浦野慎一（北大院農）

1. はじめに 北海道では、積雪寒冷地特有の気象資源である雪氷・凍土を利用した省エネ施設が検討されている。その一例として、自然氷を利用したアイスシェルターがある。アイスシェルターは、水の凍結・融解時に発生・吸収する潜熱を利用したシステムであり、その構造は貯氷室とクーティリテイルームからなる。貯氷室には水または水の入った複数の貯氷タンクが積み重ねられて設置されている。この部屋の空気は、冬期に自然冷気を導入してタンク内の水を凍らせ、夏期にその氷を解かしているため、1年を通じて低温・高湿となる。したがって、この空気をクーティリテイルームに送風することで、長期間低温環境が維持でき、特に農産物の長期貯蔵に最適な環境となる。ただし、このシステムを農産物貯蔵庫に導入するためには、貯蔵庫の規模、地域の気象環境（主に気温）、建設費、低温を保つために必要な氷量（必要氷量）と断熱性能、貯氷タンクの大きさなどを総合的に検討する必要がある。

そこで本研究では、アイスシェルターを農産物貯蔵庫へ導入するための一つの指標として、貯蔵庫の規模と地域の気温から必要氷量を検討した。必要氷量の計算は、既往の研究にある貯蔵庫の熱収支をもとに、必要氷量推定モデルを作成し行った。

2. 必要氷量推定モデル 必要氷量は貯蔵庫の熱の出入り、すなわち熱収支で決まる。下式は、貯氷室と貯蔵室を含む貯蔵庫全体の熱収支式である(浦野、2008)

$$V_s C_p \rho \frac{dT}{dt} = Q_p + Q_E + Q_V + Q_C - Q_I \quad (1)$$

ただし、 V_s は貯蔵庫の容積 (m^3)、 C_p は空気の比熱 ($kJ \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$)、 ρ は空気の密度 ($kg \cdot m^{-3}$)、 T は室温 ($^\circ C$)、 t は時間 (h)、 Q_p 、 Q_E 、 Q_V 、 Q_C 、 Q_I はそれぞれ、農産物の発熱量、電灯やファンなどの電力消費に伴う発熱量、強制換気と人の出入りなど隙間を通じての熱交換量、屋根・壁・床を通じて流入する熱移動量、貯氷室の氷による潜熱吸収量 ($kJ \cdot h^{-1}$) である。

必要氷量推定モデルは、左辺の貯熱変化量を 0、すなわち定常状態と仮定して作成した。そのため、

(1)式は以下のように変形でき、必要氷量 W (kg) が計算される。

$$W = (Q_p + Q_E + Q_V + Q_C) / L \quad (2)$$

ただし、 L は融解潜熱 ($kJ \cdot kg^{-1}$) である。

3. 解析方法 表1は、2002年に北海道大学に建設された実験貯蔵庫に関するデータをまとめたものである。必要氷量の計算は表の値の他に、農産物としてパレイシヨ 50 ton を4~10月に

表1. 北大実験貯蔵庫に関する値

縦	6 m
建物の横	10 m
構造	棟高 3.75 m
	軒高 5.25 m
熱貫流	壁・屋根 $6.88 W^{-1} m^2 \cdot ^\circ C$
抵抗	床 $3.53 W^{-1} m^2 \cdot ^\circ C$
換気回数	$0.18 h^{-1}$
強制換気	換気量 $150 m^3 h^{-1}$
換気	換気時間 3 h
電灯	40 W (4本)
ファン	200 W

貯蔵することを想定し行った。計算に使用した気温はアメダス観測点の日平均値である。ただし、安全率を考慮し、過去25~30年で最大となった値を使用した。さらに、貯蔵規模の違いによる必要氷量を推定するため、縦の長さのみ1.5~3.0倍にし計算した。

3. 結果と考察 必要氷量の推定は、北海道の主要な都市8地点で行った。図1は各都市の気温から、貯蔵庫の容積ごとに必要氷量を推定したものである。図内に示す気温は、各都市の4~10月の平均気温である。図に示すように、必要氷量は気温及び規模が大きくなるにつれて増加した。この必要氷量の増加は、貯氷タンクや建築資材による初期コストを増大させると考えられる。

次に、必要氷量が貯蔵庫に占める割合を検討するため、推定した必要氷量を貯蔵庫の容積で割った。図2はその結果を示したものである。図内の数値は8都市の平均値である。図に示すように、貯蔵庫の規模が増加するとその値は低下した。つまり、この結果は貯蔵庫の規模が大きくなることで、貯氷室の占める割合が低下することを意味する。そのため、貯蔵空間が増えることから、付加価値が得られる農産物を貯蔵することで、規模の増大に伴うコストの増加分を緩和できると考えられる。そこで今後は、作成したモデルと初期コストなどに関する情報からアイスシェルターの導入について検討する。

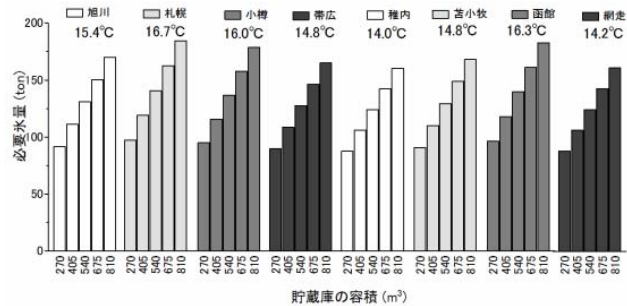


図1. 各都市の気温と貯蔵庫の大きさから推定した必要氷量。図内の気温は4~10月の平均気温

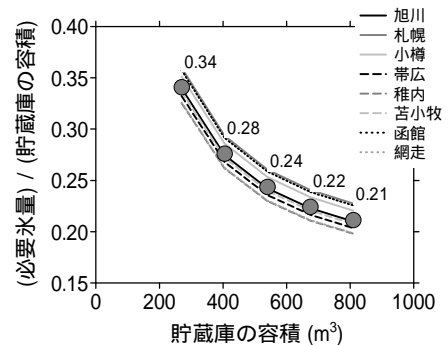


図2. 必要氷量を貯蔵庫の容積で割った値と、貯蔵庫の容積との関係。線は8都市のそれぞれの値を結んだものであり、点と図内に示す数値は8都市の値を平均したものである。