

*木村賢人（帯畜大）

1. はじめに

自然エネルギーの一つである冷熱エネルギーは、自然氷、雪、凍土から得られる熱エネルギーである。この積雪寒冷地の気候風土を生かした熱エネルギーを利用して、農作物の低温貯蔵が検討されており、これまでに様々な利用システムが開発された。その一例として、アイスシェルターシステム（以下、アイスシェルター）がある。アイスシェルターは、貯氷室と呼ばれる部屋に水の入った貯氷タンクを建設時に設置し、冬期と夏期で水の凍結・融解を繰り返す。その際、発生・吸収する潜熱によって貯氷室内の気温は約 0°C に維持される。この空気を隣接する貯蔵室に送風することで、農作物の長期貯蔵に最適な環境を一年を通じて創出できる。このように、アイスシェルターは水の相変化を通じて冷熱エネルギーを効率良く利用できるため、農産物貯蔵庫への導入が期待されている。しかし、実用化にはいくつかの技術的な課題がある。その一つが、貯氷室内で氷を効率良く製造し、それを維持する技術の開発である。

そこで本研究では、実際にアイスシェルターを導入した貯蔵庫内の貯氷室で温度観測を行った。観測結果から、冬期と夏期の貯氷室内の環境について、製氷の効率性と氷の保存という観点から考察した。

2. 研究方法

2.1. 施設の概要

観測対象の貯蔵庫は北海道清水町にある。貯蔵庫の大きさは 12.6m×63.0m×4.9m で、貯蔵室と貯氷室に加え、作業室など 5 つの部屋からなる。図 1 は、貯蔵室と貯氷室の平面図である。貯氷室には 1.0m×1.7m×0.65m（縦×横×高さ）の大きさのタンクが 3～5 段積み重ねた状態で 123 個ある。さらに、高さ約 4.0m の位置に 7 つの通気口が設置された。そのうち、北、東、西側の通気口は冬期のみ

開放し、北側から強制的に冷気を取り込み、東西の通気口から排気する。南側の 3 つ通気口は貯氷室の冷気を貯蔵室に送風するためのもので、中央部の通気口にはファンとダクトが設置され、貯蔵室全体に冷気を送風できるようにした。

2.2. 観測方法

観測は、図 1 の赤線で囲まれた貯氷タンク周辺で行った。ここには、3 つと 5 つのタンクが、それぞれ 0.1m の隙間をあけて積み重ねられていた。また、周辺の隣接するタンクとの隙間は、西側は約 1.0m、それ以外は 0.1m であった。温度計はタンク上面の中央部に 1 点、東・西側のタンク側面から約 5cm に離れた位置に、上段、中段、下段と異なる高さにそれぞれ 1 点設置した。測定間隔は 10 分とし、解析はこれらデータを 1 時間平均して使用した。

3. 結果と考察

本研究では、観測を開始した 11 月から 3 月までを冬期、4 月から 10 月までを夏期とした。観測で得られた気温は図 2、3、4 に示すように、冬期は 0°C 未満となった値を積算し、夏期は 0°C 以上となった値を積算した。なお、冬期の積算値は絶対値で表した。また、夏期に停電による欠測が生じたため、停電後の積算気温は一度ゼロにし、改めて再計算した。

3.1. 冬期の貯氷室内の温度環境

タンク上面の気温は、最上段の気温が最も低く、次に最下段となった（図 2）。また、タンク近傍の気温は、下段が低く、特に西側がその傾向が顕著に表れた（図 3、4）。この結果から、上部の通気口から入った冷気は、そのまま上部を通過するものと、室内の空気との密度差から下降するものに分かれると考えられる。さらに、西側の方が下段の気温の低下が大きいことから、隣接する隙間の大きさも冷気の流れに影響を与えるこ

とがわかった。したがって、製氷を効率良く行うためには、タンク周辺に冷気を十分に流せるように、貯氷タンクの配置を設計時に検討する必要がある。

3.2. 夏期の貯氷室内の温度環境

タンク上面の気温は、最上段から下段へ順に気温が急上昇した(図2)。急上昇した原因は、上段のタンクから融解が進み、氷量の減少によってタンク上面への冷気の供給量が低下したためである。したがって、タンク上面の気温を観測することで、氷量の推移をある程度推定できることがわかった。タンク近傍の気温も、タンク上面の気温と同様に上段が高く、下段が低かった(図3、4)。隣接するタンク間の隙間の影響は、停電によってデータの連続性が失われたため、再度検討する必要がある。しかし、本研究の結果からは、東側と西側の中段の気温を比較すると、隙間の大きい西側の気温の上昇が大きかった。この要因として、隙間が大きいことによって暖気が流入しやすい環境にあったと考えられる。このことは、氷の状態をできるだけ長く維持する上で重要な結果である。しかし、他の位置ではこれとは逆の結果となった。このことから、隣接するタンク間の隙間の影響については温度の観測を密に行い、検討する必要がある。

4. まとめと今後の予定

冬期と夏期の貯氷室の環境を把握するため、積み重ねられた貯氷タンク周辺の温度観測を行った。その結果、冬期はタンク上面においては最上段と最下段が他の位置に比べ気温の低下が大きかった。この理由は、上部から取り込んだ冷気は二方向に分かれ貯氷室を流れるためであると考えられる。一方、夏期におけるタンク上面の気温は上段から順に上昇した。この理由は、上段のタンクから融解が始まるためである。

今後は、貯氷室全体で気温観測を行うだけでなく、空気の流れを風量計によって観測し、貯氷室全体の環境を詳細に検討する予定である。

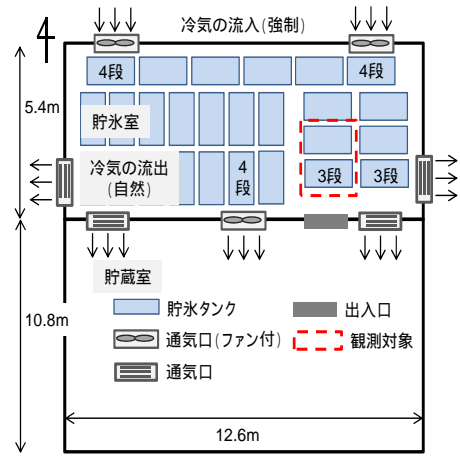


図1. 観測を行った貯蔵庫の平面図

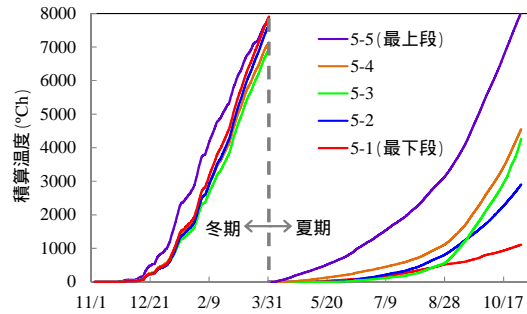


図2. タンク上面の気温の積算値。ただし、冬期は0°C未満、夏期は0°C以上を積算した。また、冬期の積算値は絶対値で表した。

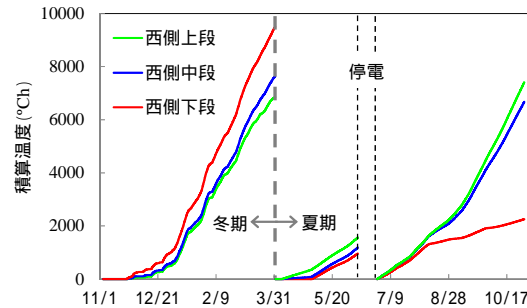


図3. 西側のタンク近傍における気温の積算値。ただし、冬期は0°C未満、夏期は0°C以上を積算した。また、冬期の積算値は絶対値で表した。

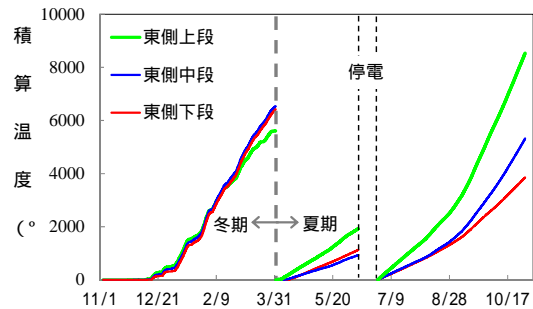


図4. 東側のタンク近傍における気温の積算値。ただし、冬期は0°C未満、夏期は0°C以上を積算した。また、冬期の積算値は絶対値で表した。