

平成26年度

共同研究成果報告概要

— 廃トンネル内雪室の冷熱エネルギーを利用した農作物
の貯蔵に関する研究 —

オホーツク新エネルギー開発推進機構
国立大学法人北見工業大学

研究開発の概要

1－1 研究開発の背景・目的

北見工業大学・雪氷研究グループでは、寒冷地の農業地帯である北見市の環境を活用し、コンクリート製の貯蔵庫を雪で覆い、その上に断熱材として牧草を被せて通年利用可能な農作物貯蔵用のための雪室（ゆきむろ）の実用化研究に取り組んで来た（第2回北海道新聞エコ大賞受賞，2011）。また，網走開発建設部や産業クラスター研究会オホーツクとの共同研究として，平成22年度より廃止された旧サロマトンネル内の環境調査を実施し，農作物貯蔵施設としての利活用が可能か調査を行っている。

そこで本共同研究では，電気エネルギーを使用せずに農作物を新鮮なまま長期間保存する手法を開発するため，日射が当たらない廃トンネルにおいて雪室を造成して北見市内で収穫された農作物の保管を試み，省エネルギー・低コストで低温・高湿度環境を維持する技術の実証実験を行った。

1－2 成果概要

1-2-1 研究方法

北見市と佐呂間町を結ぶ国道333号線の旧国道ルクシ峠に位置する旧サロマトンネル（図1）を農作物貯蔵施設として利用可能か環境調査を実施してきた。過去5年間にわたる同トンネルの環境調査から，トンネルの中央部の温度は年間を通じて $8.2 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ と安定しているが，北見側は夏期に高温（約 14°C ），佐呂間側は冬期に低温（約 -2°C ）と場所によって異なる温度特性を示し，湿度については夏に高く（60～100%），冬に低い（20～40%）季節変動を示す特性がみられ，貯蔵に適した農作物はトンネル内の場所や季節によって異なることがわかっていく。



図1 旧サロマトンネルの位置

1-2-2 トンネル内雪室の造成

本共同研究は温度と湿度をそれぞれ 0°C ，100%で維持できる雪室に着目し，日射が当たらず気温が低温で一定な廃トンネルの環境を活用することで通常よりも少ない量の雪で雪室を維持することが可能か，また雪室の低温・高湿度環境が農作物貯蔵に十分な性能を有しているかについて検証を行った。

昨冬で初めてまとまった降雪があった平成26年12月16日の翌週である12月25

日に、図 2 に示すようにトンネル内のサロマ側入口から 100m の地点の片側車線に簡易雪室を造成した。このとき、トラックの荷台 1 杯あたり $8.0\sim 8.5\text{m}^3$ の雪を載せ 11 回運び入れた。その結果、総体積が $90\sim 95\text{m}^3$ 、サイズが全長 25m×幅 2.5m×最大高 1.5m の雪室を造成した。トンネルの高さが低いため通常のトラックが使用できず、雪の輸送には図 2 に示すような側方に荷台が傾く特殊なトラックを使用した。その後図 3 のように雪室の中央部に雪洞を掘り、その中に図 4 に示すような北見産農作物 6 種類（玉ねぎ、じゃがいも、人参、かぼちゃ、ごぼう、大豆）を温湿度計とともに発泡スチロールの箱の中に保管し、隙間を雪で埋めて貯蔵した。比較として図 4 と同じ農作物 2 組をトンネル内の中間地点の防獣ケージ内（図 5）、北見工業大学内の冷蔵庫にそれぞれ貯蔵した。貯蔵期間は平成 26 年 12 月 25 日から平成 27 年 5 月 1 日までの約 5 ヶ月間であった。



図 2 雪室造成中の様子



図 3 雪室に農作物を入れた発泡スチロールを保管するための雪洞を開けたときの様子



図 4 保存した農作物と温湿度センサの写真

1-2-3 研究結果

旧サロマトンネルまでの道路の雪が融けてアクセスが可能になった平成 27 年 5 月 1 日に温湿度データと農作物の回収を行った。雪室は図 6 のような雪塊が 3 つ融け残っており、それらの総体積は 8.5m^3 と 12 月に造成した雪室の約 95%が融けたという



図 5 トンネル中央部に農作物を入れた発泡スチロールを保管したときの様子

結果になった。中央部に雪洞内に保管した発泡スチロールの半分は雪に覆われていたが、半分が露出していた。残念ながら雪の重みによって発泡スチロールの箱が潰れ、農作物が雪に接触してしまったため、玉葱以外の農作物の腐食が激しかった（図 7）。また、ネズミによる食害の形跡が見られ、結果として栄養分析が可能なサンプルは玉葱のみであった。一方、中央部に保管した発泡スチロールもネズミによる食害が

発生していたが、図 8 に示すように腐食は進んでおらず、かなり良い保存状態であった。図 9 と図 10 に本研究において実施した旧サロマトンネルの気温と湿度の結果を示す。トンネル内の北見側入口、中央部、佐呂間側入口の 3 箇所 で測定し、測定期間は平成 26 年 8 月 11 日午前 10 時から平成 27 年 5 月 1 日午後 2 時である。残念ながら農作物と一緒に発泡スチロール箱内に設置した温湿度計はセンサ部をネズミにかじられて消失しており、時刻のみ記録されて温湿度データは記録されていなかった。代わりに農作物保存箱の傍らに設置した気象ポールの温湿度データを使用した。

1-2-4 考察と今後の課題

図 9 と図 10 から、気温に関しては雪室を設置した 12 月 25 日以降、大きな変化は認められなかった。ネズミの食害によってセンサが故障し、雪室内部のデータを得ることができなかったが、過去の研究から約 0℃で一定温度を示していたと推察される。湿度に関しては雪室の効果が顕著に現れており、雪室を設置していない北見側入口や中央部に比べて相対湿度で 30% も高い湿度が得られた。温度同様に湿度についても、過去の研究から雪室内部は湿度 100% で一定と考えられる。以上の結果から、ネズミの食害対策が不十分であったため残念ながら雪室内部の温度・湿度を得ることができなかったが、雪室近傍に設置していた気象ポールのデータから間接的に雪室の効果が推察された。今後は回収した農作物の栄養分の分析を現在行っており、越冬後のビタミンや糖分の変化を明らかにする予定である。



図 6 平成 27 年 5 月 1 日の雪室の様子



図 7 雪室内に 4 ヶ月貯蔵した農作物の様子



図 8 トンネル中央部の防獣ケージ内に発泡スチロール箱に入れて 4 ヶ月貯蔵した農作物の様子

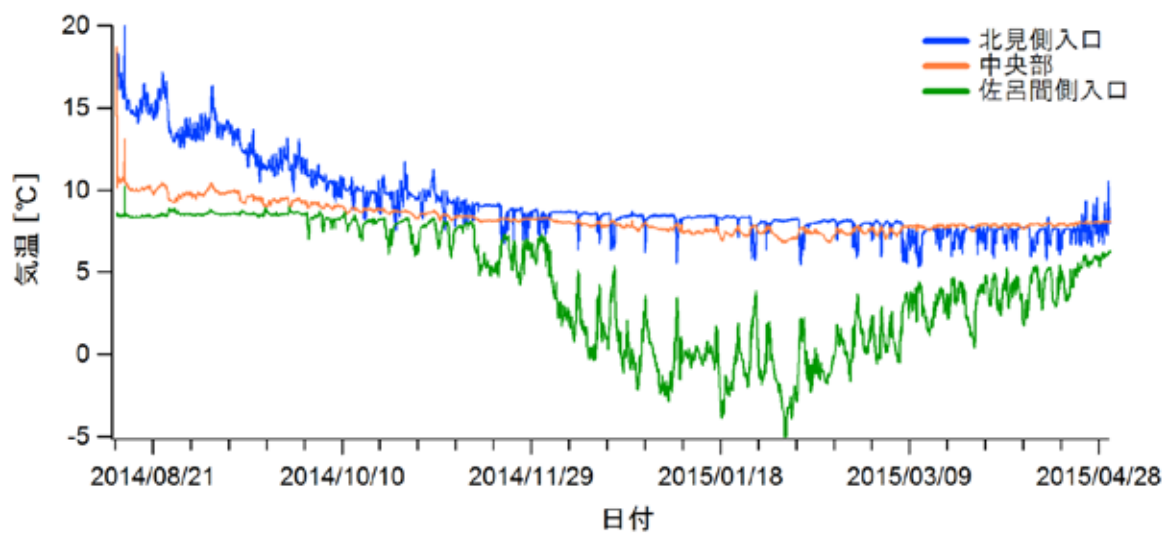


図 9 旧サロマトンネル内の 1 時間毎の気温変化
(平成 26 年 8 月 11 日～平成 27 年 5 月 1 日)

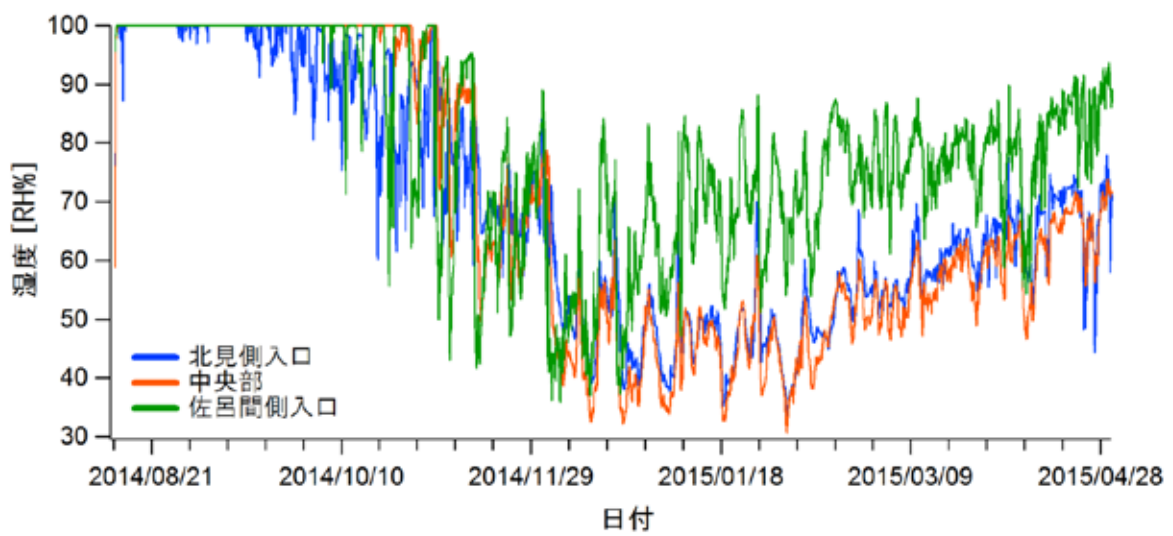


図 10 旧サロマトンネル内の 1 時間毎の湿度変化
(平成 26 年 8 月 11 日～平成 27 年 5 月 1 日)

1－3 今後の取り組み

平成 26 年度の研究では雪室内で野菜保管に使用した発泡スチロールの強度が不十分で圧潰してしまい、また野鼠による食害が発生し、雪室内で越冬した野菜の新鮮度や食味向上の評価ができず課題が残った。本共同研究は平成 26 年度で終了したが、工農研究ユニットの予算等によって平成 27 年度も研究を継続し、廃トンネル内で野菜貯蔵を行う際の雪室利用の効果について評価を行う。得られた成果を JA 等の地元の農業関連団体に提供し、学術論文や学会発表を通じて公表する予定である。

1－4 研究体制

研究統括： 社会環境工学科・准教授 舘山一孝
研究協力： 社会環境工学科・准教授 川口貴之、准教授 中村 大
現地観測・雪室造成・データ解析：
社会環境工学専攻大学院生 星野聖太
社会環境工学科 4 年生（平成 26 年度） 高瀬雄麻，森下裕士，吉田僚
社会環境工学科 4 年生（平成 27 年度） 石原宙，北桃生，徳留泰行，橋本大輝
保存野菜ビタミン、糖分分析：
バイオ環境化学科 住佐 太

1－5 研究実施場所

国道 333 号線ルクシ峠 旧サロマトンネル