

雪山による冷水を用いたシイタケ栽培室雪冷房の紹介

小野寺 聡¹, 佐々木賢知²

1. はじめに

通年生産している菌床シイタケの栽培室では、適温とされる 10℃～25℃となるように暖房や冷房を用いて気温を管理している。特に夏の高温は品質悪化など生産性を著しく低下させるので、電気代をかけて冷房を行っている。この冷房を電気から雪とした場合に、その経費節減効果がどの程度なのか、2010年に岩手県の西和賀町において実証試験を行ったので紹介する。

2. プロジェクト概要

国土交通省が2009年に全国104件を選定した「建設業と地域の元気回復助成事業」に「西和賀元気な産業再生コンソーシアム」(事務局・西和賀町)も選ばれた。この事業は助成金を受けて2年間、建設業者の人材や機材を他分野で生かし、地域活性化に取り組む事業である。豪雪の山間地である西和賀町では、地域を特徴付ける「雪」と「山の幸」を活かす取り組みが計画された。プロジェクトは大きく分けると、1.山菜・茸などを活かした加工品の試作生産と商品開発、2.雪を利用した省コスト生産の実証試験、3.山の幸観光園の整備と運営方法等の検討、以上3項目である。ちなみに1.では、わらび根掘り機器の試作と、わらび粉を活用したお菓子が開発された。

ここに紹介する2.は、「和賀雪プロジェクト」と名づけられ、2008年からシイタケ栽培を始めた地元建設業の薄井組が経営するシイタケ栽培室で、国際雪倶楽部の森本様、室蘭工業大学の媚山教授のアドバイスを心得、西和賀町、岩手県南広域振興局、(社)岩手県建設業協会北上支部、にしわが建設会、元気な西和賀ネットワークの皆様のご協力で実施した。

西和賀町では30年も前から農産物の貯蔵や生産に雪を使う取り組みを始めているが、雪貯蔵の労力やコスト高が普及の妨げとなってきた。このプロジェクトに対する期待は大きく、省コスト生産モデルの確立による雪利用の拡大や、除排雪の雪利用が促進されることが望まれている。また、建設業者が所有する重機類を雪山造成時に活用できることや、オペレーターの技術が向上することにより、雪貯蔵の省力化も期待できる。

3. 施設概要

(1) 雪山概要

雪山概要を図1に示す。本件における雪山は、床面の長辺が20m、短辺が15m、高さが5mの角錐台型の雪山である。

雪山の断熱には木質チップ 300mm を被覆している。この断熱効果により、日射・気温・雨等による雪融解高さは約 2m と考えられる。造成時の初期雪量は 515ton であり、残り 3m分のうち 146ton の雪を栽培室の冷房に使用する(雪量については計画値)。

雪山底面のうち 15m×10m の範囲を止水構造としており、ここで還り冷水と雪との熱交換を行う。

(2) 栽培室概要

図6にシイタケ栽培室内部の様子を示す。この栽培室の寸法は 24m×7.2m であり、栽培面積は約 174m² である。壁はスタイロフォーム 30mm による断熱が施されている。

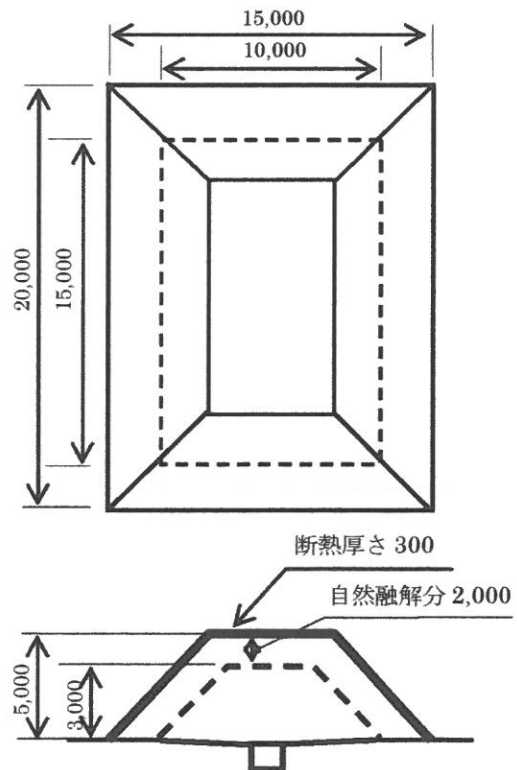


図1 雪山概要

¹西和賀町雪国文化研究所, ²三機工業株式会社

(3) 雪冷房システム概要

図2に雪冷房システムを示す。雪山底部で得られた冷水を、外部冷水枡から水中ポンプによりシイタケ栽培室内ファンコイルユニット (FCU) へ送り、栽培室内を冷房している。熱交換した後の還り冷水は雪山下部へ戻り、雪と熱交換する循環をとる。多くの雪冷水を利用するシステムでは雪冷水が循環する系統と、利用側冷水の系統を熱交換器により分離し、ファンコイルユニットを保護するのが一般的だが、本件はシステムの簡素化のためストレーナーのみによる対応としている。

冷房システムの運転は手動により行っており、夕方運転開始、翌朝運転を停止している。

4. 運転結果

(1) 代表日の温度

2010年8月4日～5日を代表日として、温度履歴を図3に示す。この日は15:00～翌7:00まで運転を行っている。運転開始と共に冷風吹き出し温度が低下し、室内温度が低下することが確認される。この日は早朝に16℃程度まで室内温度が低下しており、雪冷水による十分な冷却効果が得られていることが確認される。

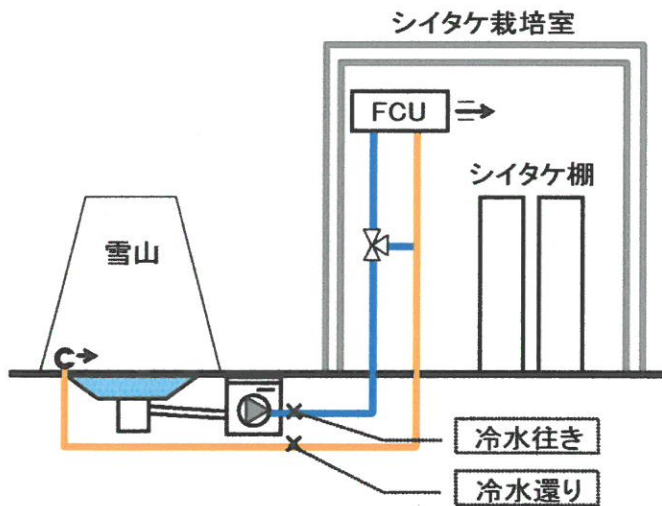


図2 シイタケ栽培室雪冷房システム

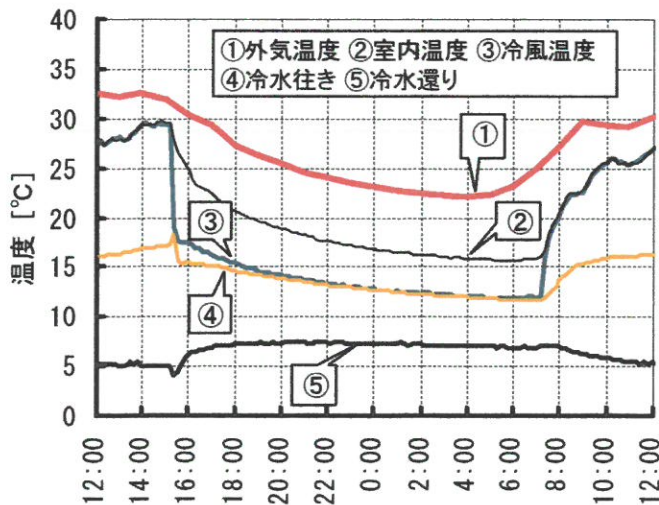


図3 代表日の栽培室内温度、冷水温度



図4 雪山造成時



図5 断熱被覆後の雪山



図6 シイタケ栽培室内部



図7 菌床とシイタケ

(2) 冷房効果

冷房効果をシイタケ栽培室の温度測定データより整理し、表1と図8・9に示す。このシイタケ栽培室には冷凍機が設置されており、2009年には散発的に冷房運転を行っていた。2010年は雪による冷房運転を7月上旬～9月末までほぼ毎日行っていた。また、2010年度はこの地域（岩手県湯田）では記録的な猛暑の年であり、月平均気温で7月は第4位、8月は第1位の暑さであった（2011年8月現在、気象庁統計データより）。表より冷房効果を確認すると、2010年度には日平均室温で18.4℃であり、前年度と比較すると2.8℃低温化する事が出来ている。雪冷房システムを運転している16時～翌7時の平均では16.5℃であり、目的であった夜間温度の低温化効果が確認される。また、冷房運転を行っていない日中の室温も低温化されており、菌床の蓄熱効果によるものと考えられる。

表1 冷房効果

	雪冷房なし (2009)	雪冷房あり (2010)
日平均室温	21.2℃	18.4℃
冷房時間平均室温 (16時～翌7時)	19.1℃	16.5℃
非冷房時間平均室温 (8時～15時)	25.5℃	22.1℃

(3) 冷房出力

雪冷房による冷熱出力を図10に示す。ここで示す冷熱出力は雪山近傍の雪冷水温度差と冷水流量から算出しており、栽培室冷房負荷と雪山と栽培室の間の配管侵入熱負荷を含んでいる。また、この冷房出力はポンプ停止時間を含まない30分移動平均から算出している。一日の運転開始時に栽培室温が高いため、冷房出力が大きく現れる。2010年の冷房運転時の平均冷房出力は17kWであり、最大出力は41kWである。

(4) 省エネ効果

2010年度の冷房運転を、施設に付随の空冷ヒートポンプ(H.P.)システム（外気20℃ C.O.P.=3.2、外気30℃ C.O.P.=2.4）で行った場合と、雪冷房システムで行った場合について、システムの消費電力量について試算を行った。図11に示す。雪を用いて冷房を行うことによる省電力率は約75%であり、その効果が顕著である。

5.まとめ

屋外簡易断熱雪山による雪の保存と、この雪山底部での熱交換系、配管、ファンコイルユニットからなるシンプルな雪冷房システムにより、シイタケ栽培室の夜間冷房を実施した。冷房時の栽培室内平均気温を16.5℃に低温化することが出来、このために必要な動力を75%程度省電力化することが可能であった。

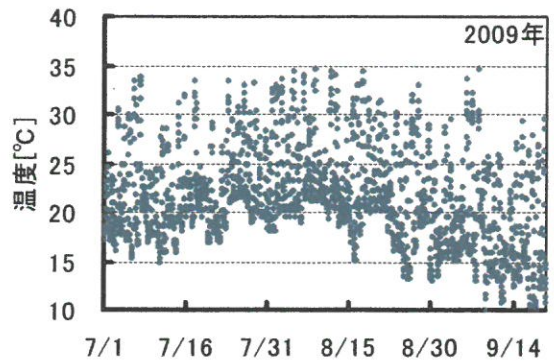


図8 2009年の栽培室内温度

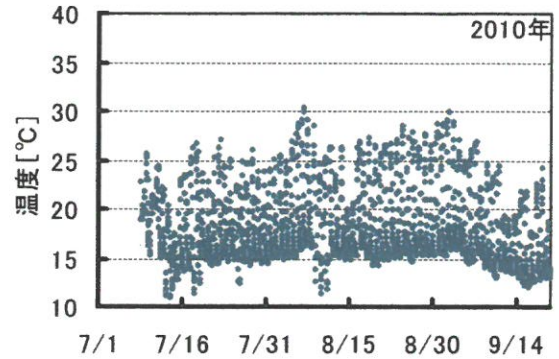


図9 2010年の栽培室内温度

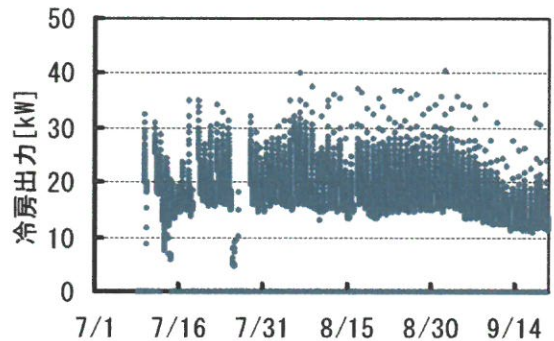


図10 雪冷房出力

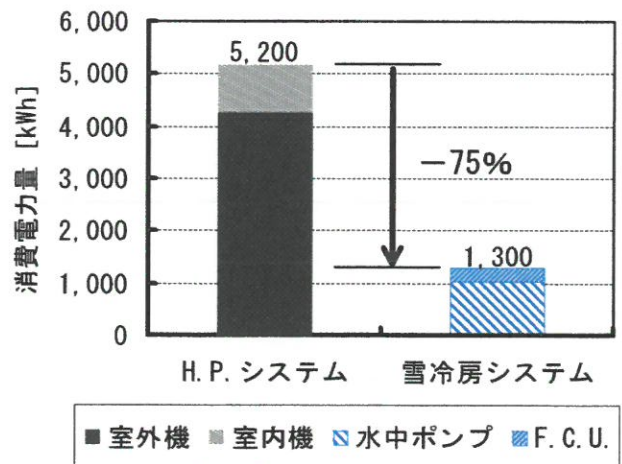


図11 省エネルギー効果