



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



雪山からの直接冷風採取に関する研究—イチゴの夜冷短日処理への適用—

メタデータ	言語: jpn 出版者: 北海道開発技術センター 公開日: 2012-09-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐々木, 賢知, 媚山, 政良, 久保, 建一 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/1629

CTC05-II-048

雪山からの直接冷風採取に関する研究
—イチゴの夜冷短日処理への適用—

佐々木 賢 知 (室蘭工業大学)
 媚 山 政 良 ()
 久 保 建 一 (衛果夢里)

Studies on the direct heat exchange of snow mound for air
 —Application to the treatment of short-day and night-cooling
 for strawberry—

M. Sasaki (Muroran institute of technology)
 M. Kobiyama (Muroran institute of technology)
 K. Kubo (Limited company)

COLD
 REGION
 TECHNOLOGY
 CONFERENCE 2005



1. 緒言

スウェーデンにおいてパーク被覆材を利用した雪の保存技術が実用化されており、これを基にした「沼田式雪山」について筆者らは数年研究を続け、夏まで雪を大量に保存可能であることを示し、断熱性能、施工方法等一定の結果を得た。現在は雪の利用、熱交換方法について研究中である。

この大量に保存した雪を、イチゴ夜冷育苗における冷熱源として実際に利用した。実験は北海道浦臼町の有限会社果夢里において、実際の育苗棟の前に雪山を春に造成し、夏に育苗棟の半分を実験対象区として夜冷処理を行った。

保存した雪を利用するために、熱交換、熱輸送媒体として、水を用いる方法を示してきたが、雪の中の塵等を処理する必要があり、冷熱利用システムとして複雑なものとなってしまった。本実験では、沼田町において行われた牛舎における冷房利用での試行に準じ、また雪と空気の熱交換方法として沼田町のライスファクトリー²⁾を参考にし、雪山—空気直接熱交換を開発した。具体的には雪山の内部に熱交換のための空間を作り、その内部に外気を誘引し、外気と雪表面により熱交換を行い、ファンにより冷熱需要先へ冷風を送るものである。

本報告では、本方式による冷風採取能力及び、イチゴ育苗温室の夜冷実験結果について示す。

2. 実験装置

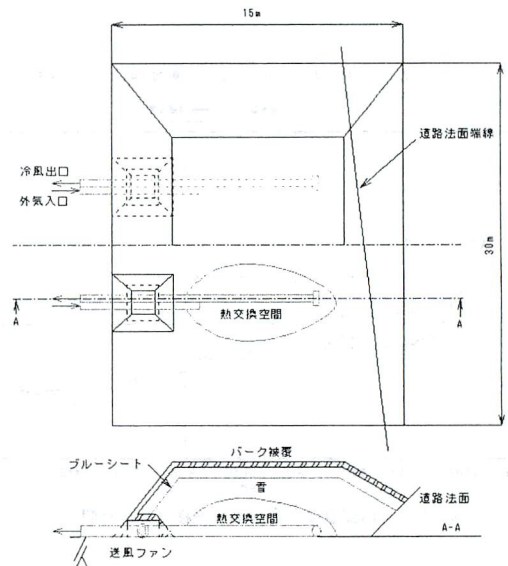


Fig.1 雪山熱交換システム

Fig.1 に雪山における冷風採取システムについて示す。雪山のサイズは底面が約 15m×30m、高さが約 4m であり、断熱材として、製材残材であるパークを 0.4m 被覆している。自然融解高さ 1.5m とし、利用可能雪体積の外側に雨、空気の流入を防ぐためにブルーシートを、その上に落下した場合の危険を考慮しネットを設置している。

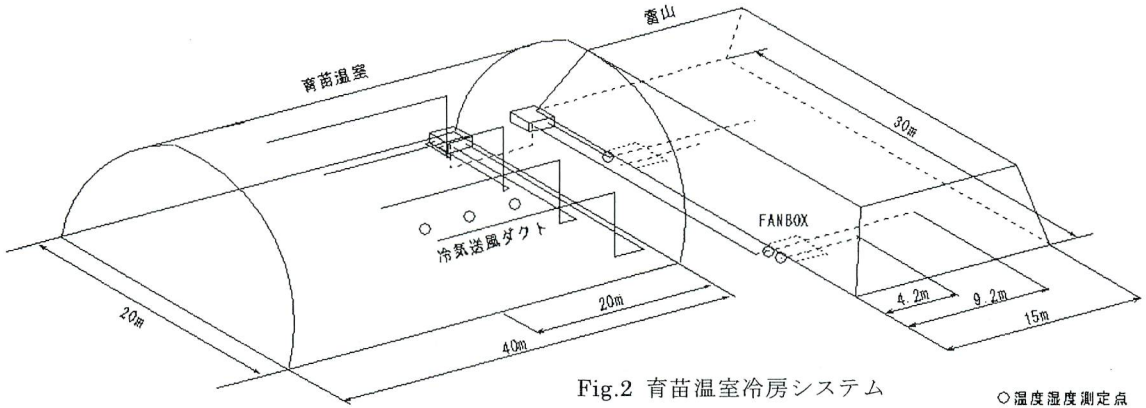


Fig.2 育苗温室冷房システム

○温度湿度測定点

雪山内部に熱交換空間を作るために、VU400(外形 420mm 内径 395mm)を外気導入管と冷氣導出管として雪山下部に 2 系統配置している。冷氣導出管の雪山内端部には整流のためチーズを設置している。冷氣導出管にポータブルファン(カマクラ ポータブルファン 0.4kW)を接続し、外気を雪山内部へ誘引、雪山内部から冷房対象区間へと送風している。このポータブルファンは断熱箱内に入れ、雪山温室側端部に設置した。(Fig.3 に図を示す)

Fig.2 に冷房システムと温度湿度測定点について示す。雪山からの冷風は集合した後、地中埋設コンクリート管を通過し育苗温室内で 4 系統に分配され、それぞれイチゴ育苗棚上部から噴出される。イチゴ育苗棚には夜冷時間に子トンネルを展開した Fig.4 に示す。日中処理中この子トンネルのシートは、上部に巻き取られている。冷房区間に空気の戻りや出口は設けていない、冷気は上部から噴出された後、下部隙間から排出されている。

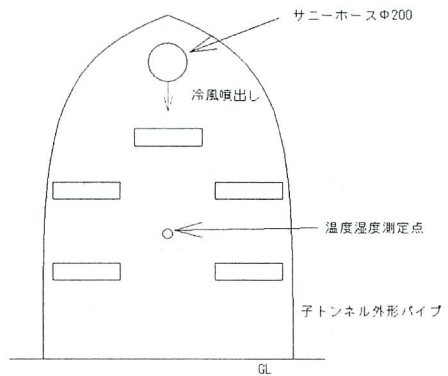


Fig.4 子トンネル断面図

3. 実験方法

実験は 2005/8/18~9/9 の期間行った。

最初にファンの運転を行う前に外気導入管から冷氣導出管端部まで雪に別途空気穴を開けた後冷房運転を開始した。風量、冷風温度に制御は行っていない。夜冷処理時間(16時~翌8時)は育苗温室内に遮光シートが展開し暗黒となる、この時間を冷房対象時間としているが、それ以外の日中処理時間も冷風は連続で出し続けている。子トンネルのシートは手作業により、日中処理の前に巻き取り、暗黒処理の前に展開している。

外気温度測定点は、Fan box の外気入口に 1 点設置した。温度湿度測定点として、ファン後方の冷風出口に 2 点。冷房対象区内温度として子トンネル中央に 3 点設置した。地中埋設管下流側温度を実験中 2 度測定したが、冷風出口温度との差が 2℃以内であったので、結果には示していない。

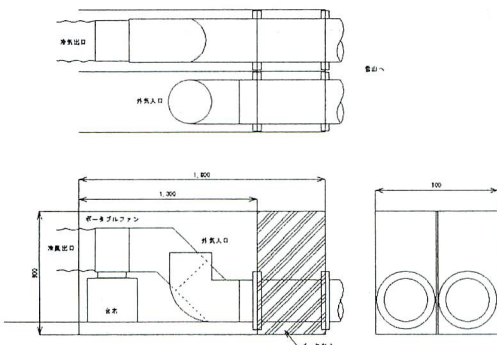


Fig.3 Fan box

4. 実験結果及び考察

Fig.5 に実験期間の温度湿度について示す. 冷房区間中央部温度を Center temp としている. 冷房対象区 3 点の温度差は 1℃以内であり, 温度むらはほぼ無かったため中央部一点について示した.

一般に外気導入を行っている温室でも, 日中には温度が外気温度よりも高く推移するが, 外気温度相当程度であった. 風量は 1 度測定し, 合流分で 1980[m³/h]であった.

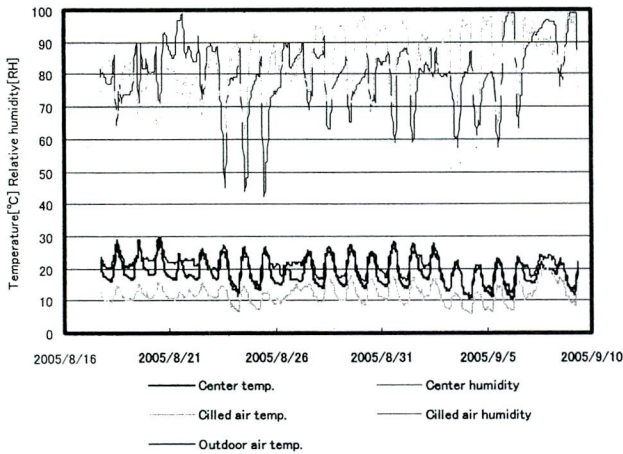


Fig.5 冷房温度湿度

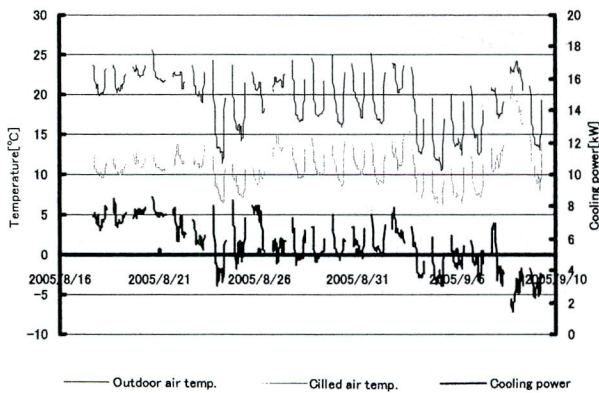


Fig.6 冷房時間温度, 冷却能力

Fig.6 に冷房対象時間である, 16時から翌日の8時までの温度と, 冷却能力について示す.

計画では冷房対象区の夜冷処理中温度は 18℃であり, 本実験においてこの目標を満足している. 冷却能力は外気温度と冷氣出口温度, 風量より計算しており, 雪山の顕熱冷却能力である. 冷却能力は時

刻による上下が激しいが, これは外気温度が高い時間の冷却能力上昇による.

Table1 に実験期間中の各平均温度を示す.

Table 1 平均温度

	温度[°C]
日平均トンネル内温度	18.9
日平均外気温度	20.7
日中平均トンネル内温度	23.4
日中平均外気温度	23.6
暗黒平均トンネル内温度	16.5
暗黒平均外気温度	19.0

一日の平均においても, 日中の平均においても子トンネル内部の温度は外気温度よりも低かった. 日中でも本システムによる冷房と外気導入により温室内部温度は外気温度程度に低く抑えることが可能であることが実証された. 暗黒処理中の平均温度でも 16.5℃と低い温度に抑えることが出来ている.

Fig.7 に冷房対象時間の温度効率と COP を示す. 温度効率は一日あたりの上下はあるものの, 実験期

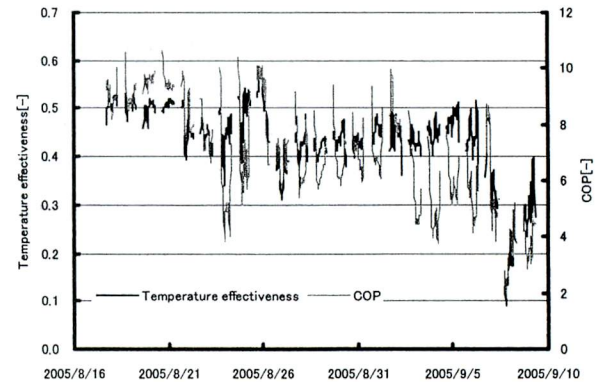


Fig.7 温度効率, COP

間全体において下降は少ないといえる. しかし 9/7 あたりに温度効率が急下降している. この温度効率の急下降は雪のドームの崩壊により起こったものである. 実験初期 9 程度であった COP が, 後期には 5 程度まで下降している. 外気温の下降に伴う雪表面との温度差の減少により冷却能力が減少し, 相対的にファン動力の割合が増加したことにより COP と

して減少したものである。

Table2 に平均冷房能力と平均 COP を示す。

Table 2 雪山による育苗温室冷房平均冷房出力、
平均 COP

平均冷房出力[kW]	5.83
平均 COP[-]	7.39

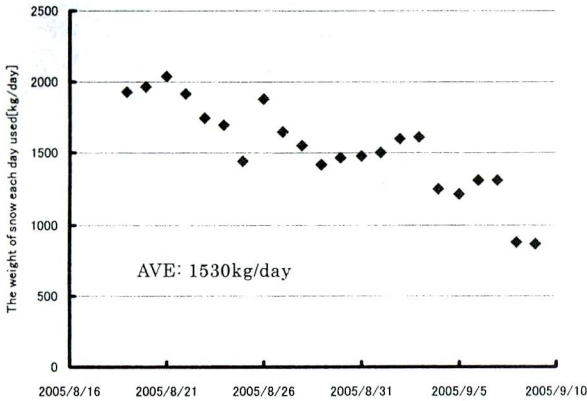


Fig.8 平均利用雪重量

Fig.8 に一日あたり冷房に利用された雪重量を示す。平均で 1530kg/day であり、仮に夜冷処理を 60 日(2クール)行ったとして約 100t の雪が育苗棟半分の面積に必要となる。自然融解分を計算すると約 500t 必要であり、夏まで雪を保存するためにどうしても融けてしまう雪の量の方が多結果となる。今回の計画のように熱交換方向を地面と平行にとると雪山の面積が大となり、自然融解分が大となるが、Photo1 を見ると、雪の壁が垂直もしくは上に広く融解していることがわかる。空気が通過する穴が小さい初期は、ファンにより強制対流が支配的であったと予想されるが、熱交換面積が十分に広がると、自然対流が支配的となり、熱交換方向は地面と垂直の方向に、より発達して行くことが推測される。

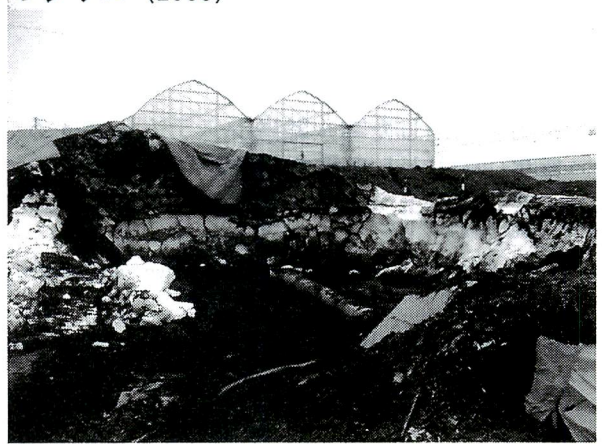


Photo 1 冷房利用後の雪山の様子

4. 結言

本研究によって得られた結果を以下に示す。

- ・雪山の中に空間を作ることにより、ファンのみを用いた簡便な熱交換によって、冷却能力 5.83kW, COP7.39 の冷房システムが実現できた。
- ・中低温大冷却能力を必要とするイチゴの夜冷処理には、雪を用いた簡便な冷房により、ランニングコストの低廉化を測ることが可能である。



Photo2 冷房利用前雪山

5. 参考文献

- 1) The Sundsvall hospital snow storage, Kjell Skogsberg
- 2) 雪氷と空気との間で直接熱交換する蓄熱冷房装置に関する研究, 飯島和明