

ハウス冷房施設の温度特性と使用する雪の量

岡部 和広・土屋 光春・丸子 武志*・栗田 公司**

(山形県農業研究研修センター-中山間地農業研究部・*山形農業改良普及センター・**酒田農業改良普及センター)

Temperate Characteristic of Pipe Frame Greenhouse
Cooled by Snow Energy and Amount of Using Snow

Kazuhiro OKABE, Mituharu TUCHIYA, Takeshi MARUKO* and Kouji KURITA**

(Department of Hilly and Mountainous Areas Agricultural Studies, Yamagata
Agricultural Research and Training Center・*Yamagata Agricultural
Extension Service Center・**Sakata Agricultural Extension Service Center)

1 はじめに

最上地域は県内でも有数の豪雪地帯である。そこでこれまでに、雪資源を活用した簡易型雪むろ、U字溝型雪むろを開発し、その利用法について検討してきた。さらに、近年は大型の施設型雪むろの建設が進み、それぞれの雪むろに適した利用法が検討されてきた。雪むろは雪で貯蔵庫を2~10℃程度に冷却することを基本とするが、その際発生する雪解け水(融雪水)は貯蔵庫を冷却するには温度が高すぎるため、ほとんどが廃棄されてきた。しかし融雪水も、夏期には貴重な冷熱エネルギーを十分保持しているため、有効な利用法を検討した結果、夏期にその冷熱を使って冷房できるハウス冷房施設を開発した。

今回はハウス冷房施設の温度経過、エネルギー収支、使用する雪の量を把握できたので報告する。

2 試験方法

(1) 試験場所 山形県新庄市(山形県農業研究研修センター内)

(2) 施設の概要

1) 冷熱取得システム(図1)

施設型雪むろの融雪水を1次貯水槽に貯し、隣接したハウス冷房施設にポンプで送り、熱交換ユニットで冷熱を変換してハウスに冷風を送る。さらに戻り水を2次貯水槽に送り、雪に散水して再び冷熱を取り出す。

2) ハウス冷房施設

a. 規模: 面積5.4m×7.2m=38.9㎡
容積95.3cm³ 表面積109.8㎡

b. 被覆: ハウス冷房運転中のみハウスの屋根とサイドをアルミ蒸着被覆資材で遮蔽し、ハウス内を2重のカーテン(ハモニカ構造シルバービニール[遮光資材]+ハモニカ構造ビニール[断熱資材])で被覆

c. 設定温度: 15℃

d. 運転期間: 1998年7月9日~8月13日

17:00~翌9:00まで毎日運転

e. 運転条件: 冷水温度約3.7℃

流水速度約608L・h⁻¹

送風量約850m³・h⁻¹

3) 施設型雪むろ

a. 規模: 施設床面積8.3m×10.0m=83.0㎡

b. 雪水庫容積: 8.3m×4.0m×6.0m=200㎡

c. 堆雪日: 1998年1月28日から2月26日にかけて計4回(小型ロータリー除雪車使用)

d. 堆雪量: 比重約0.53で106t

ハウス冷房施設の対照として、同規模の雨よけハウスを調査した。

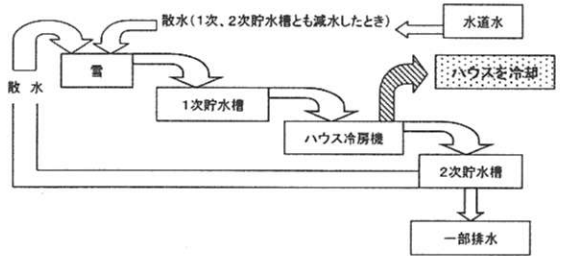


図1 雪むろを利用した冷熱取得方式

注. 1): は水, は空気の流れを示す。

3 試験結果及び考察

(1) ハウス冷房施設の温度特性

昼間は、外気に比べハウス冷房施設は高い温度経過を示したが、ハウス冷房を開始した17:00直後から温度は低下し、1時間後には目標の15℃に達した(図2)。夜間は設定温度の15℃を維持したが、冷房を終了した9:00には温度が急激に上昇し、外気とほぼ同じ温度になった。

(2) 夜間平均気温と使用冷熱量との関係

夜間平均気温と冷房目標温度(15℃)との差と、使用する冷熱量との間には正の相関が認められた(図3)。これをもとに、夜間のハウス冷房施設内温度を15℃に保持する1時間当たりの冷熱量を、以下の式で求めることができた。

使用冷熱量(MJ・h⁻¹)=(外気温度-冷房目標温度)

×1.35+4.40

そのとき必要な1時間当たりの雪の量は、以下の式で推定された。

$$\text{使用雪重量 (kg} \cdot \text{h}^{-1}\text{)} = (\text{外気温度} - \text{冷房目標温度}) \times 9.6 + 31.5$$

(3) 効率的冷房法の推定

エネルギーロスをおさえるためには、①断熱性能がよい資材を使用する、断熱資材を増やす、空隙率を低くするなどの断熱法の改善と、②ハウスの天井を低くするなどして、冷却容積を減らす構造の改善が必要であると考えられた。しかし断熱法の改善は、一部昨年試験したものの、現在の施設から大幅に資材等を変えることができないため使用冷熱量に差は認められなかった。またこれらは、資材のカタログデータを参考にすれば容易に改善できるものと考えられたので、今回は施設構造の点から、間口3.6mハウスを利用した場合とトンネルを利用した場合の使用冷熱量を推定した(表1)。

冷房する容積が少ないほど使用する冷熱は少なくなるが、施設表面からの冷熱の放出量が増加し、空気の持つ冷熱保持能力も低下すると考えられた。

4 ま と め

ハウス冷房施設で温度を1℃下げるには、冷熱約1.35 MJ・h⁻¹、雪約9.6kg・h⁻¹が必要であると推測された。ただし、施設の床面積、容積、被覆資材等の条件が変わるとこれらの値が変動するので、再計算の必要があった。また、本試験で使用した施設よりも冷房容積が小さく、表面積に対する容積の比が低い施設であれば、冷房効率は上がると考えられた。断熱資材については検討していないものの、これらを組み合わせることにより、さらに効率が上がると思われた。

今後は、この施設を利用した冷房育苗などの利用法について検討する。

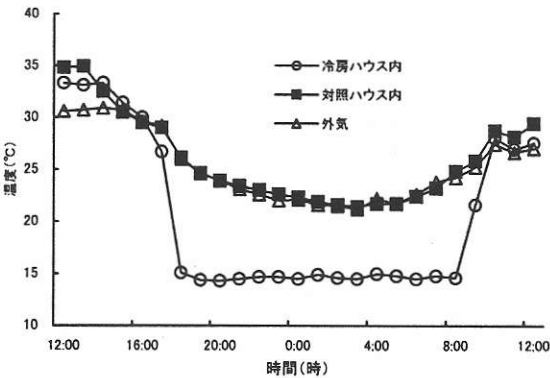


図2 ハウス冷房中の温度経過(1998年8月5日~6日)

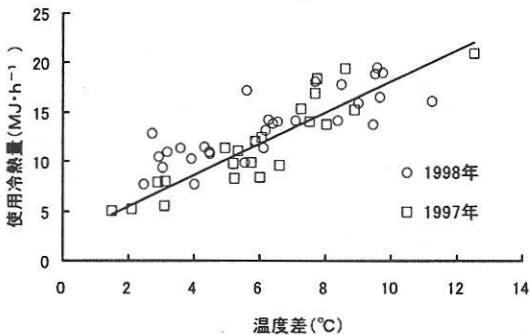


図3 (夜間平均気温-冷房目標温度)と使用冷熱量との関係

表1 本試験条件から算出した施設規模別使用冷熱量

施設形態	冷房容積 (m ³)	施設表面積 (m ²)	蓄熱量 ⁴⁾ (°C・m ³ ・h ⁻¹)	試験規模ハウス冷房施設に対する容積増加率(A)	試験規模ハウス冷房施設に対する表面積増加率(B)	表面積/容積比 ³⁾ B/A	冷房効率 ⁵⁾	1日あたり使用冷熱量 ⁷⁾ (MJ)	冷房可能日数 ⁸⁾ (日)
試験規模									
ハウス冷房施設	9.5	11.0	8.2	0.01	0.01	0.01	8.2	25.8	7.2
間口3.6mハウス	8.4	8.5	7.2	0.01	0.01	0.01	6.3	20.0	9.3
トンネル	2.0	5.7	1.7	0.00	0.01	0.02	4.2	13.4	13.9
1アール規模									
ハウス冷房施設	24.5	23.8	21.0	0.03	0.02	0.01	17.7	56.0	3.3
間口3.6mハウス	21.5	18.3	18.4	0.02	0.02	0.01	13.6	43.1	4.3
トンネル	5.1	14.7	4.4	0.01	0.02	0.02	10.9	34.6	5.4

注. 1) 間口3.6mハウス規模は間口3.6m, 肩までの高さ0.9m, 高さ2.0m

2) トンネル規模は間口1.5m, 高さ0.6m

3) 試験規模の冷房床面積は38.9m²

4) 内部の空気が保持できる1時間あたりのエネルギー量
冷房容積×温度上昇速度 (0.857°C・h⁻¹)

5) 値が大きいほど、施設表面からの冷熱ロスが多いことを示す。

6) 値が大きいほど使用する冷熱が多いことを示す。
冷房効率×蓄熱量

7) 試験規模ハウス冷房施設での1日あたり (使用冷熱量/冷房効率) ×各施設規模別冷房効率

8) 7月9日までに保持していた冷熱エネルギー/1日あたり使用冷熱量