

404 自然エネルギー優先型温室に関する研究

Studies on the plant production factory using many kind of natural energies

○学 佐々木 賢知 (室工大) 正 媚山 政良 (室工大)
 正 榎 清 (室工大) 清野 勝博 (檜崎製作所)
 学 能登 生万 (北海道富士電機) 富樫 真則 (室工大)
 学 松坂 覚 (室工大)

Masanori SASAKI, Muroran Institute of Technology, 27-1 Mizumoto-tyo, Muroran-shi
 Masayoshi KOBIYAMA, do.
 Kiyoshi ENOKI, do.
 Katsuhiro SEINO, Narasaki Seisakusyo Co.,Ltd
 Ikuma NOTO, Hokkaido Fuji Electric Co.,Ltd
 Masanori TOMIGASHI, Muroran Institute of Technology
 Satoru MATSUSAKA, do.

Key Words: Snow, Snowmelt water, Greenhouse, Cooling, Photoenvironment

1. 緒言

寒冷地の施設栽培において、冬期の栽培には主に化石燃料による暖房が主流であり、この高い暖房費が冬期の栽培を困難なものにしている。また夏期には40℃にもなる温室内気温が作物品質の低下・栽培計画の困難・労働環境の悪化等を招いている。この二つの点を、高い断熱と木質バイオマス・雪融解水を用いて解消する“自然エネルギー優先型植物栽培工場”を目指す。実験で用いた温室は内部に断熱材を設置することで放射・対流伝熱を共に抑制することで冬期間の暖房負荷の低減を図っている。内部へ光を取り込むために天井の断熱材はモータと制御盤により自動開閉する構造である。夏期には雪山から得られる冷水を用いて温室内を冷房し、かつ天井断熱板を閉めることで低い夜温を作り出すことが可能であり、温室内気温の変温管理を容易なものにしている。冬期の実験は室蘭工業大学内で、夏期の実験は、北海道沼田町の雪山に温室を併設し、行った。本報では、天井断熱板による温室内の光むらの緩和と、雪山から得られた融解水を用いた冷房について報告する。

2. 実験装置概要

Fig. 1 に本温室の構造を示す。本温室は間口3.6m奥行き9m軒高さ2.8mの切妻型の温室で、入り口側に奥行き1.8mの前室を持つ構造であり温室の中に厚さ100mmの断熱板で床・天井・側壁を断熱した箱状の栽培室を設けている。温室外装についてはガラスでは割れた場合の危険性、及び光透過性能等を考慮し、フッ素樹脂系のフィルムとしている。試験場所は、冬季には日照等を考慮し室蘭工業大学内アーチェリー場下とし、夏季には雪山から冷熱を得るために、北海道雨竜郡沼田町に造成された雪山の横に設置した。

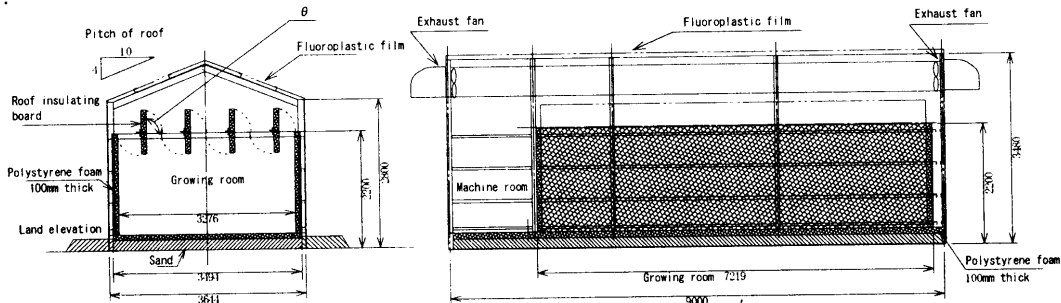


Fig.1 Structural of greenhouse

夏季に行った冷房のフローを Fig. 2 に示す。雪山から出た冷水は、雪山横に設けられた側溝を通過し貯水タンクへ入る。タンクから水中ポンプにより機械室に送られ、フィルター・サイクロンを通過し熱交換器へ入る。熱交換した後の水は雪山へ戻される。ここまでが雪の融解水が循環する一次側である。二次側はファンコイルユニット・ポンプ・熱交換器を循環する。

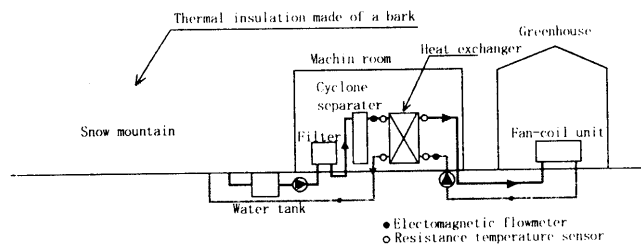


Fig.2 Flow diagram of cooling system

3. 実験結果及び考察

3.1 天井回転板による温室内光むら緩和(冬期)

本温室は天井断熱板をモータで回転させることにより、温室内に光を取り込んでいる。また側壁に断熱を施しているため温室内には影が生じる。温室内の影は作物育成の不均一を招き好ましくない。そこで天井回転板を太陽の角度よりも開くことで光の乱反射を増加させ温室内の影を緩和する。本項では温室内に光を多く取り込みつつ温室内の光むらを緩和する角度を測定から導いた。

測定方法は、一条件当たり3~4日間出来るだけ天気が良い日に、散乱反射板角度を固定し、温室内の隅より0.5mずつ離して照度計を合計4箇所配置し照度の測定を行った。

照度計の設置場所は、温室内に作業用トレーを二台設置するとしたときのトレーの隅であり、影になりやすい場所である。この場所の照度を用いて結果を評価することで、温室内全体の照度について考察する。測定期間は2003/2/21~2003/3/5にかけて行った。

天井断熱板の角度は90°~40°まで10°毎に行い、最終的なデータとして、角度ごとに一日の積算照度が最大を示した日を評価対象とした。測定した内部照度を外部照度で除した値を測定点4点について平均した値を平均日射透過率とし、Fig.3にその結果を示す。

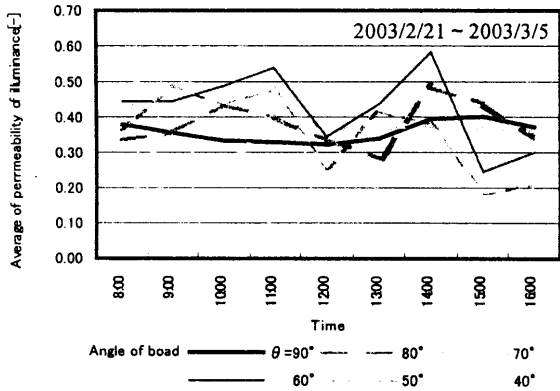


Fig.3 Average of permeability of illuminance vs. time

この図から角度により時間ごとの平均日射透過率が大きく変化することが分かる。角度一定で運転を行う場合

温室内の光環境が最適になるのは90°である。得られた照度から、温室内の光むら（光むら）が小さくなりかつ平均日射透過率が大きくなる角度を選び天井断熱板の運転を決定し測定を行った。併せて太陽が天井断熱板の延長上になる角度（温室内の天井断熱板の影が最小となる角度）による運転を行い、温室内の照度むら・平均日射透過率を比較した。結果をFig.4・Fig.5に示す。（ここで照度むらは4点の照度測定点における日射透過率の組み合わせ6組の差の絶対値の合計であり、4点の照度がすべて等しいと照度むらはゼロになる。）これらの図から温室内に天井断熱板の影が出来ない運転に比べ光むらが少ないとした運転の方が平均日射透過率が大きくなり、かつ光むらが少ないことが分かる。温室内の平均日射透過率が0.4一定になったことで本温室による植物栽培において天井断熱板の影響を極力減らすことが可能になった。

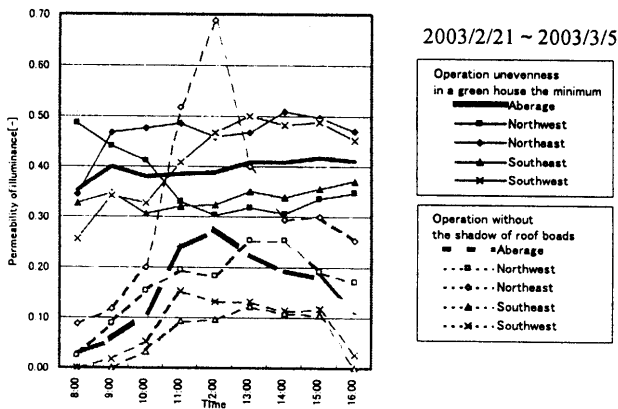


Fig.4 Permeability of illuminance vs. time

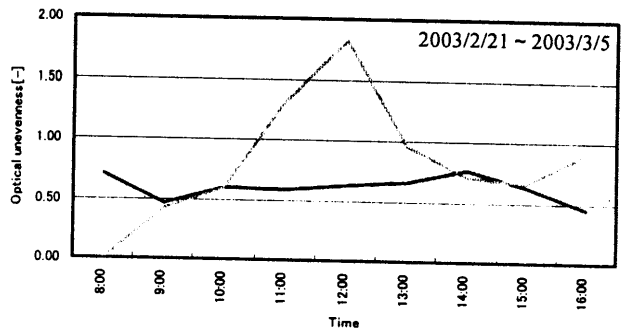


Fig.5 Optical unevenness vs. time

3.2 雪山からの冷水を用いた夏の温室冷房

多くの温室では外気を取り入れることで温室内の昇温を防ぐにとどまっておられ、外気以下に温室内部温度を下げるのは非常に困難である。したがって雪の冷水を用いた安価で簡便な冷房を行い、これまで冷房を施していなかった作物を冷房することに加え、温室内の温度の調節幅を広げることで育成困難であった品種の栽培を目指すことが本項の目的である。実験は2003/8/14から北海道雨竜郡沼田町において行った。Fig.6に各点の温度と外部日射・内部日射について示す。

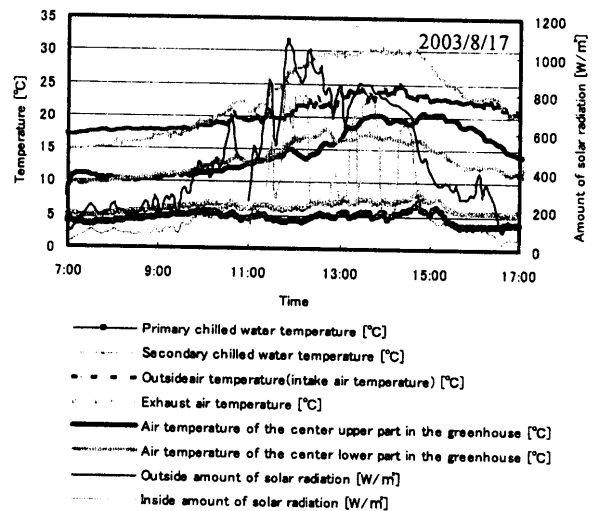


Fig.6 Temperatures and amount of solar radiation vs. time

日射が強い日中でも温室内部を外気温度-5°Cまで冷房することが可能であった。天井断熱板を閉じた夜間には外気温度の影響をほとんど受けずに雪山から得られる冷水の最低温度である4°Cまで冷やすことができた。

4. 結言

本研究において得られた結果を以下に示す。

- 1) 天井断熱板を有する構造でもその運転により平均日射透過率を0.4にすることが可能である。
- 2) 断熱天井を閉じた本温室の熱負荷係数は170[kJ/h°C]でありビニール-重張り温室0に比べると10%程度の暖房負荷となった。
- 3) 雪山から得られる冷水を利用して、日射の大きい夏の温室を外気温度以下に冷房することが可能である。

参考文献

- (1) 三原 義明, 温室設計の基礎と実際, (1980), 朝倉書店
- (2) 日本建築学会, 建築設計資料集成, (1978), 丸善