



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



自然エネルギー優先型植物栽培工場に関する研究

| | |
|-------|--|
| 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: 2012-08-31 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐々木, 賢知, 媚山, 政良, 榎, 清, 清野, 勝博, 能登, 生万, 富樫, 真則, 松坂, 覚 メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/10258/1616 |

CTC03-I-035

自然エネルギー優先型植物栽培工場に関する研究

佐々木 賢 知 (室蘭工業大学大学院)
 媚山 政 良 (室蘭工業大学)
 榎 清 (〃)
 清野 勝 博 (橈崎製作所)
 能登 生 万 (北海道富士電機)
 富樫 真 則 (室蘭工業大学)
 松坂 寛 覚 (〃)

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

M. SASAKI (Muroran Institute of Technology)
 M. Kbiyama (〃)
 K. Enoki (〃)
 K. Seino (Narasaki Seisakusyo Co.,Ltd)
 I. Noto (Hokkaido Fuji Electric Co.,Ltd)
 M. Tomigashi (Muroran Institute of Technology)
 S. Matsusaka (〃)



COLD
 REGION
 TECHNOLOGY
 CONFERENCE 2003

1. 緒言

寒冷地における施設栽培において、冬期の暖房には主に化石燃料が用いられており、この高い暖房費が冬期の栽培を困難なものにしている。一方夏期には40℃以上にもなり、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。本研究ではこの二つの施設栽培における問題点を、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”の開発を目指す。実験で用いた温室は断熱材で囲むことで放射・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。なお、栽培室の内壁表面にはアルミフォイルの非光沢面を張り、散乱面としている。また、内部へ光を取り込むために天井の断熱材はモータ制御盤により自動開閉する構造としている。

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じ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¹⁾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、断熱材の利用による暖房エネルギー低減の程度、及び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、およ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た。温室は東西方向から30°北に傾いた形で設置している。連棟で温室を建設する場合の影響を考慮するために、温室の南側に遮光シートを設置した。上面図をFig.2に示す。

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。

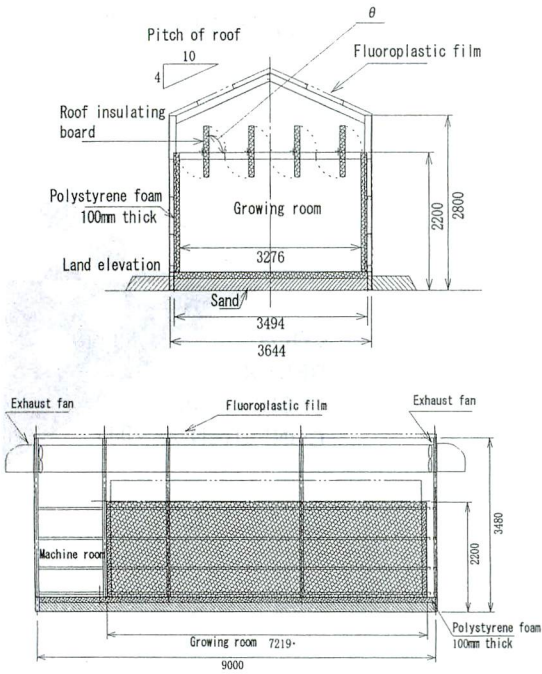


Fig.1 Structural of Greenhouse

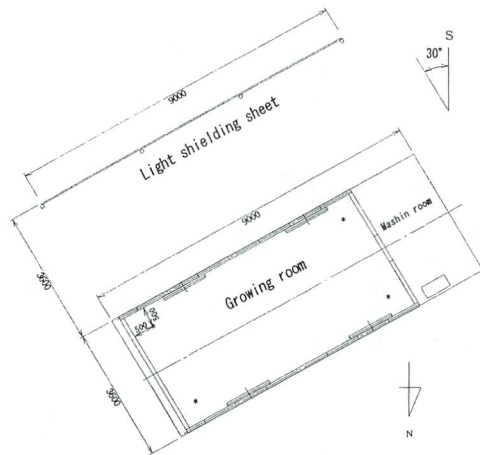


Fig.2 Top view of Greenhouse

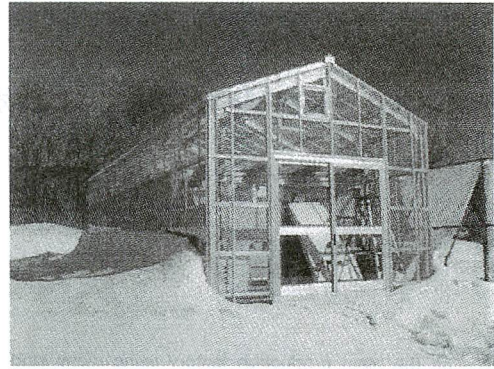


Photo.1 Greenhouse

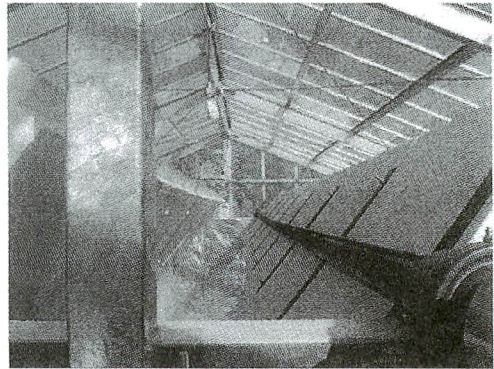


Photo.2 Roof boards

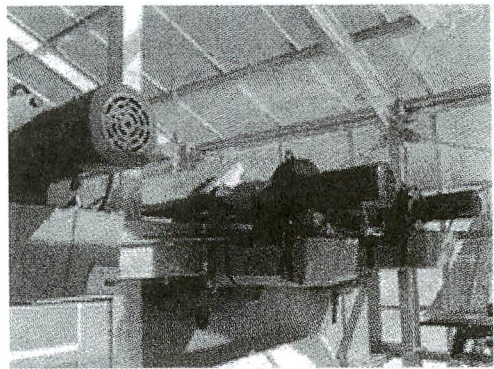


Photo.3 Motors

夏期に行った冷房のフローを Fig.3 に示す. Photo.4 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・サイクロンセパレータ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.

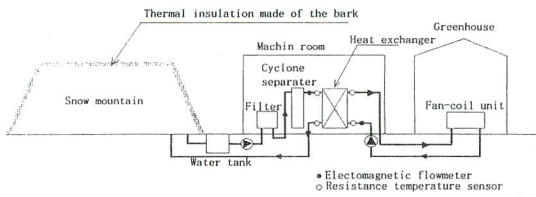


Fig.3 Flow diagram of cooling system

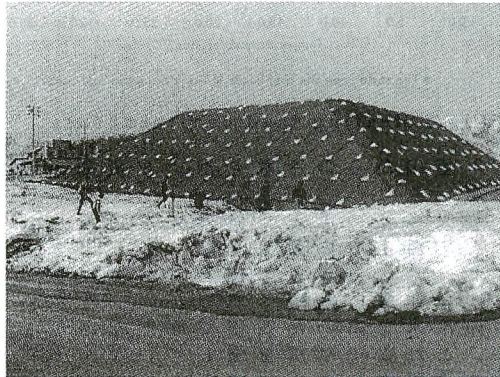


Photo.4 Snow Mountain in Numata-cho

3. 実験結果及び考察

3.1 天井回動板による温室内光むら緩和 (冬期)

本温室は天井断熱板(天井回動板とも呼ぶ)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。そこで天井回動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の良い日に、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Fig.2の*の位置である。この場所は温室内に作業用トレイを二台設置するとしたときのトレイの隅であり、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ものを評価対象とした。

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.4にその結果を示す。

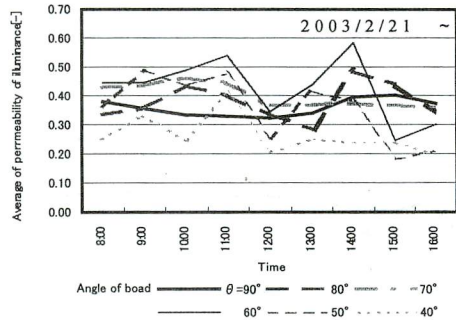


Fig.4 Average of permeability of illuminance vs. time

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。この測定でえられた結果の中で、時刻ごとに最適な結果が得られた結果をプロットし天井回動板の延長上に太陽が来るとした角度で割り、各運動を行うための板の開き角度の比を求めた。Fig.5に示す。

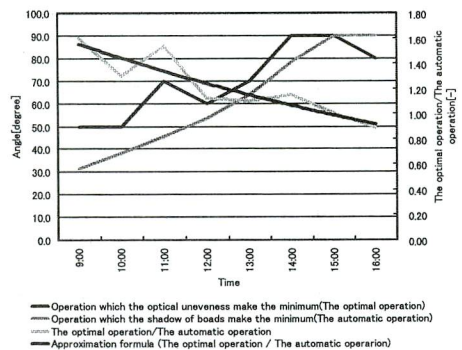


Fig.5 The optimal operation and the automatic operation

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.6・Fig.7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

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程度一定の値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。

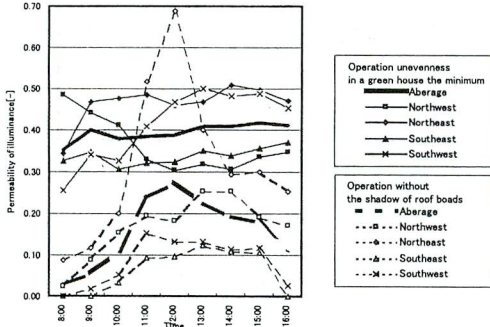


Fig. 6 Permeability of illuminance vs. time

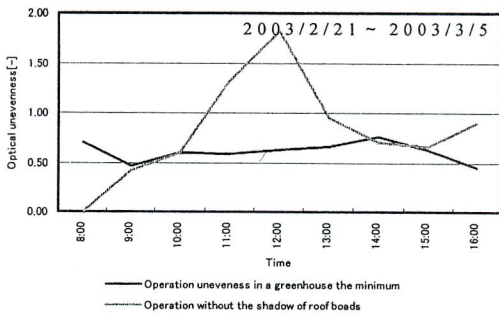


Fig. 7 Optical unevenness vs. time

3.2 暖房負荷の測定

温室の暖房負荷を確認するため、測定を行った。測定は2003年2月に行った。結果をFig. 8に示す。測定方法は、温室内部ヒータを設置し、温室内部気温と、外気温との差を設定し、温度差ごとに数時間ずつ、暖房のために消費された電力を測定した。ビニール一重張り温室と比べると、天井回動板を開いた状態でも、暖房負荷は幾分少ないことが確認された。また天井回動板を閉じて暖房負荷を測定すると、ビニール一重張りの温室の暖房負荷の10%程度の暖房負荷²⁾であり、温室の暖房設備の小規模かと、ランニングコストの大幅な低減が可能であることが確認された。

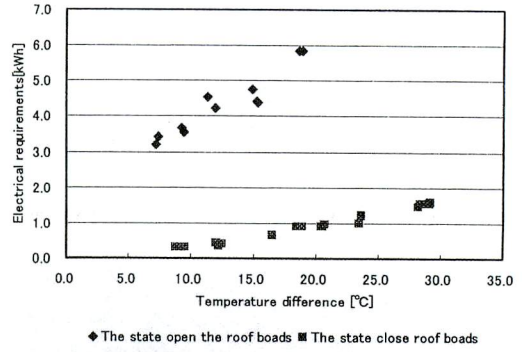


Fig. 8 Heating load of Greenhouse

3.3 雪山からの冷水を用いた夏期の温室冷房

従来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き、外気温以下に温室内温度を下げるのは非常に困難であった。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2003/8/17と2003/9/24に北海道雨竜郡沼田町において行った。Fig. 9に各点の温度と外部日射・内部日射について示す。

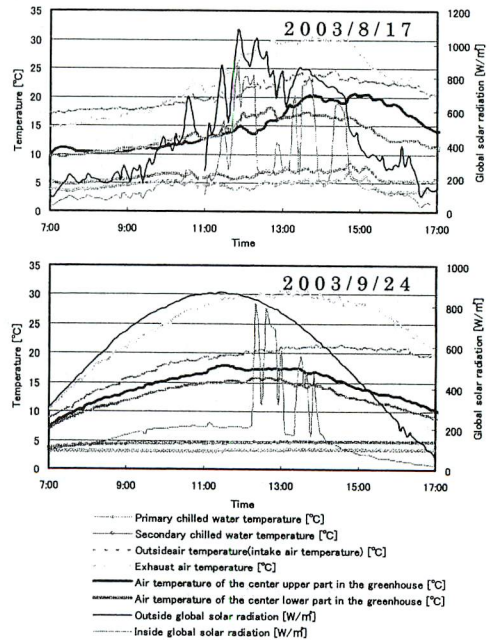


Fig. 9 Temperatures and global solar radiations vs. time

第19回寒地技術シンポジウム (2003)

日射が強い日を選んで測定を行っている。9/24の測定は、温室内の天井回転板の上にビニールシートを全体に一枚追加し、換気と上部の構造物の受ける熱の影響を排除している。下部の温度は日中でも温室内を外気温度よりも5℃程度低くまで冷房することが可能であった。日射による熱が温室の冷房負荷のほとんどを占めていることから、外気温度の影響はあまり受けない。このため気温が高い地域でも本温室を冷房することは可能であり、今回の測定結果である15℃程度に冷房可能であることが予想される。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℃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℃]でありビニール一重張り温室に比べると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、日射の大きい真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

Abstract

When we manage a greenhouse for all season in a year, we encounter two serious problems that is heating the greenhouse in winter and cooling in summer by means of large quantity of thermal energy to heat or to cool the greenhouse. In this study, the authors proposed a new type green house with lower energy consumption by using natural energies and simple heat insulating construction. A cultivating room except a roof is covered with the heat insulating material. The roof made of the heat insulating material can be opened at arbitrary rotating angle to get suitable sunlight and be closed to maintain the air temperature in the room. In summer, the cultivating room is cooled by cold heat from snow pile stored still summer and the suitable sunlight is entered into the room. In winter, the room is heated by the hot heat provided by the burning of the wood chips used as insulating materials of the snow pile. In the night, the roof is closed always to keep the lower air temperature in the room constant. In this paper, the authors made this type new greenhouse and cleared the characteristics and some advantages of the house by the experiment.