

農業温室用吸収式除湿機の開発

平 栄蔵*¹・位田 晴久*²・渡司 照久*³・古田 幹雄*⁴・宮原 英輔*⁵・上村 信好*⁶

Development of Absorption Dehumidifier System for Green-House

Eizo HIRA, Haruhisa INDEN, Teruhisa WATASHI, Mikio FURUTA,
Eisuke MIYAHARA and Nobuyoshi KAMIMURA

当県は我が国の主要な食糧生産県である。冬季の温暖な気候を利用して野菜、花などが施設栽培されている。一方、保温を目的に密閉度を強化した温室内は多湿となり植物の病害等が多発し、またビニールフィルム内面への結露が顕著になり放熱が増大する。これらを防止し、農業生産性を向上する温室内環境の改善策が強く求められている。

本研究開発は、平成20～21年度の経済産業省「地域イノベーション創出研究開発事業」として実施された産学官共同研究である。設計試作した吸収式除湿機を温室内に設置し除湿運転を実施した結果、①植物の病害発生等が激減してキュウリの生産量が約20%増加したこと、また②温風暖房機のA重油消費量を約15%削減できたことなどの成果を得た。

キーワード：実用規模温室、多湿環境、吸収除湿、病害予防、省エネルギー

1 はじめに

南九州では温暖な気候を利用した施設栽培が盛んである。近年、多湿環境に起因したべと病、灰色カビ病等の多発と対策、安心安全を目指した減農薬栽培の確立や産地ブランド化、燃料費高騰と省エネルギー化への取り組みなど施設栽培農業を取り巻く経営環境は厳しさを増している。

そこで県内産学官を組織して、空気中の水分を吸収することが可能な吸湿液を利用した小型で低価格の農業温室用吸収式除湿機の研究開発に着手した。本研究開発は、除湿機等の機器開発を工業技術センターと県内企業3社が、植物の生育経過観察を宮崎大学農学部と総合農業試験場野菜部が担当した。

本報では主に工業技術センターが担当した機器開発と基本性能、温室内外の気温や相対湿度の経

過および温室内での機器性能や稼働状況等について報告する。

2 試作した農業温室用吸収式除湿機および実験方法

2-1 工場内性能実験

農業温室用除湿機は、温室内に設置する除湿ユニット、温室外に設置する再生ユニットと制御ユニットから構成されている。試作した除湿ユニット、再生ユニットおよび制御ユニットは、綾町の実験協力農家の温室に設置する前に、国富町フルタ熱機の工場に搬入して工場内性能実験を行った。

図1は試作した除湿ユニットで、国富町のフルタ熱機が製作した。図2の再生ユニットは国富町の九州オリンピック工業が製作した。制御ユニットは延岡市の秋津クリエイトが製作した(写真は略)。フルタ熱機の工場内で3つのユニットを組み立てて除湿、再生および制御性能実験を行った。

2-2 綾町の実験協力農家温室への設置

フルタ熱機工場内で性能実験した3つのユニットを綾町の実験協力農家温室へ搬入設置した。

*1 機械電子部
*2 宮崎大学農学部
*3 宮崎県総合農業試験場
*4 フルタ熱機株式会社
*5 九州オリンピック工業株式会社
*6 有限会社秋津クリエイト

図3は実験協力農家の温室で、向かって右側が除湿機を設置した除湿区で約1200㎡、左側が除湿機なしの対照区で約1300㎡である。栽培作物はキュウリである。



図1 工場内性能実験中の除湿ユニット



図2 工場内性能実験中の再生ユニット



図3 実験温室(右:除湿区、左:対照区)



図4 機器設置前の除湿区温室



図5 除湿区温室内の温風暖房機(既設)



図6 除湿区温室内で稼働中の除湿ユニット



図7 温室外に設置した再生ユニット

図4は除湿ユニットを設置する前の除湿区温室である。図5は除湿区に既設の温風暖房機で、燃料はA重油、燃料消費量は15.8リットル/時間。対照区にも同型同出力の温風暖房機が設置してある。図6は除湿区温室内に設置した除湿ユニットである。本ユニットは2セット設置した。

図7は温室外に設置した吸湿液再生ユニットである。温室内に設置した除湿ユニットで吸収した水分を蒸発分離して再生する。図8は温室外に設置した制御ユニットである。制御系だけでなくデータ記録装置も内蔵している。



図8 温室外に設置した制御ユニット

3 結果と考察

実験協力農家の温室は平成21年11月上旬より試運転調整を兼ねて除湿運転を開始した。機器の調整の後、平成21年12月1日から温風暖房機の稼働および除湿機の自動制御プログラムが開始された。

本報告では、平成21年12月1日から平成22年2月10日までのデータを考察する。

最初に、温室用除湿機の稼働状況の1例として、平成21年12月7日のデータを取り上げて概説する。図9は平成21年12月7日の除湿ユニットの稼働状況を示す。横軸は時刻で0時から24時、縦軸は除湿ユニットの吸湿液ポンプの稼働で吸湿液滴下流量計のパルス信号を示す。

本図より、除湿ユニットは16時過ぎより1時間程度稼働し、その後停止したのち、23時頃か

ら約30分稼働したことがわかる。

図10は吸湿液再生ユニットの稼働状況を示す。縦軸は排気ガスおよび再生した吸湿液の温度を示す。再生ユニットは、吸湿液を一時的に貯蔵するサーバータンクの液面が所定レベルを超えた場合、夜中の1時より稼働するように制御されている。本図より、再生ユニットはプログラムどおり1時より再生を開始し、2時間後に停止している。この時の排気ガス温度は約200℃、吸湿液再生温度は140℃であることがわかる。

図11は除湿区温室内および外気の相対湿度を示す。特に*1の箇所における16時頃の相対湿度の緩やかな増加傾向は、図9に示した除湿ユニ

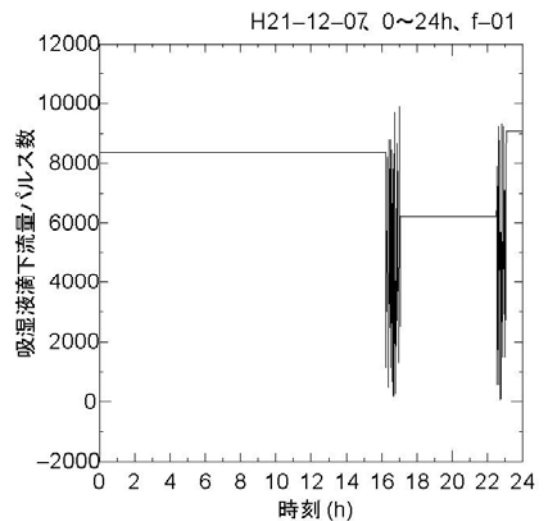


図9 除湿ユニットの稼働状況

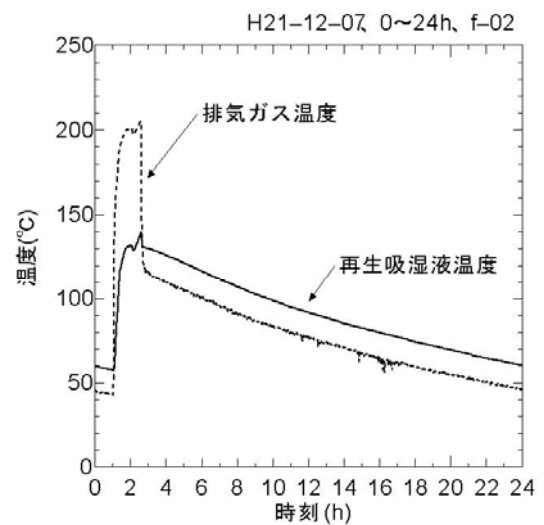


図10 再生ユニットの稼働状況

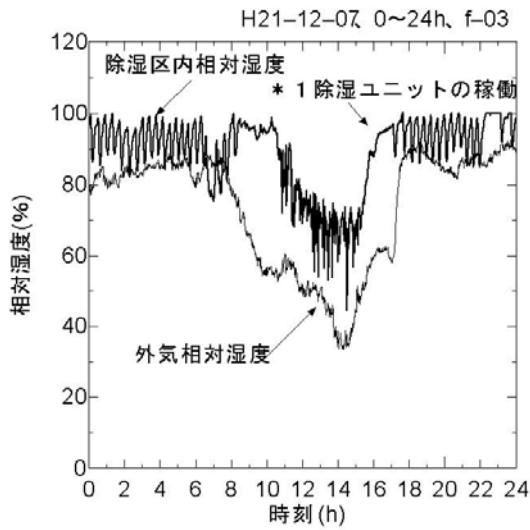


図11 除湿区温室内の相対湿度

ットが稼働したことによる除湿の効果であると考えられる。

図 12 は対照区温室内外気の相対湿度の経過を示す。図 11 の 16 時のデータと比較して、除湿ユニットが設置されていない温室では急激な相対湿度の上昇があることがわかる。

図 13 と図 14 は除湿区および対照区温室内の気温の経過を示す。温室内外気温制御は温風暖房機にプログラム化されており、0 時から 6 時 30 分までの間は 13.5℃程度、6 時 30 分から 8 時までは 18℃程度へ昇温させること、夕方の 17 時頃から 22 時頃までは 15℃程度で、その後 24 時まで 13.5℃程度で温度制御されていることがわかる。

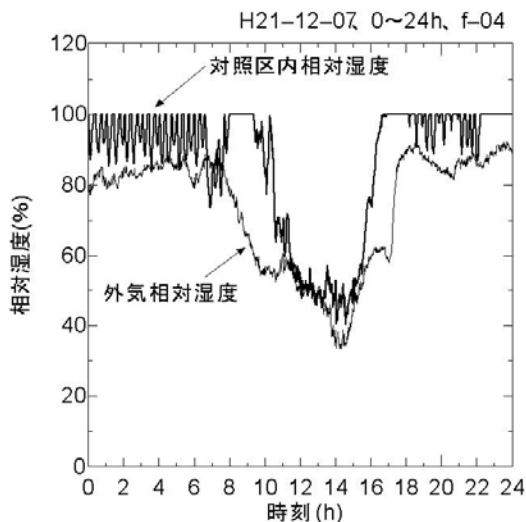


図12 対照区温室内の相対湿度経過

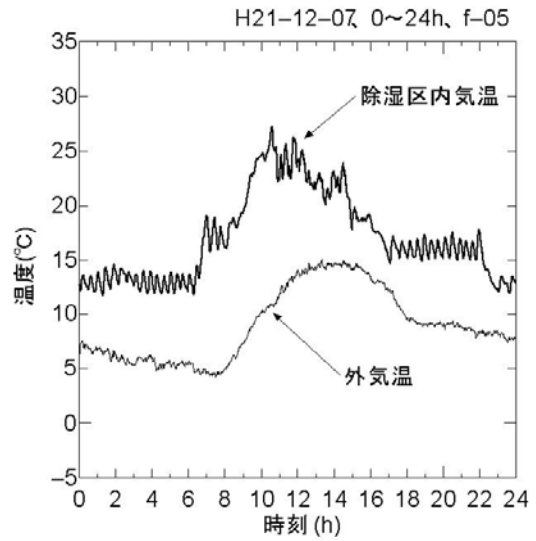


図13 除湿区温室内の気温経過

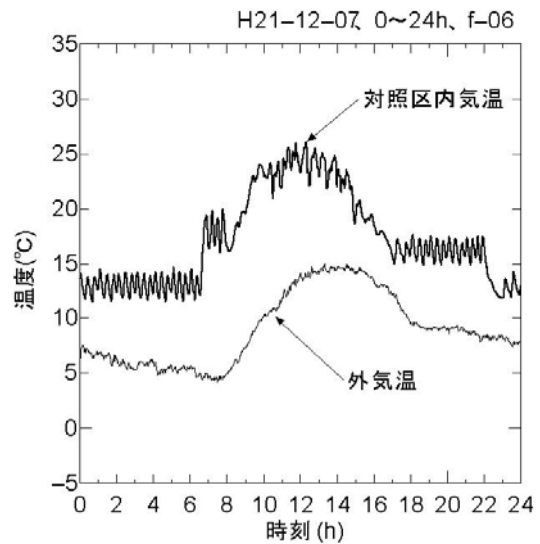


図14 対照区温室内の気温経過

図 15～図 19 は、平成 21 年 12 月 1 日から平成 22 年 2 月 10 日までの 70 日間のデータを示す。

図 15 は温風暖房機の A 重油燃料消費量を示す。横軸に 12 月 1 日を起点とした経過日数を、縦軸に燃料消費量の積算値を示す。除湿区の燃料消費量を実線で、対照区は破線で示す。70 日後の対照区の燃料消費量は 5131 リットル、除湿区は 4486 リットルで、稼働日数の経過とともに燃料消費量の積算値に差が生じ 70 日後の差は 645 リットルに達している。

図 16 は再生ユニットの灯油消費量を示す。縦軸は灯油の消費量である。本図より 70 日後の灯

油消費量は142リットルに達した。

図17は除湿区温室からの除湿量を示す。縦軸に除湿量の積算値を示す。日数経過に伴い、除湿量が増加し70日後に1180リットルに達した。このデータと図16のデータから、本除湿機は灯油1リットルで8.3リットルの水分を温室内から除去したことになる。

吸収式除湿機の特徴として、高湿度の空気から湿気を吸収除去する際、その水蒸気量に対応した吸収熱を発生させることが知られている。本実験から吸収した水分量に対応した吸収熱の発生があり、その加温効果により温風暖房機の稼働時刻の遅延化や稼働時間短縮などの省エネルギー効果が認められた。

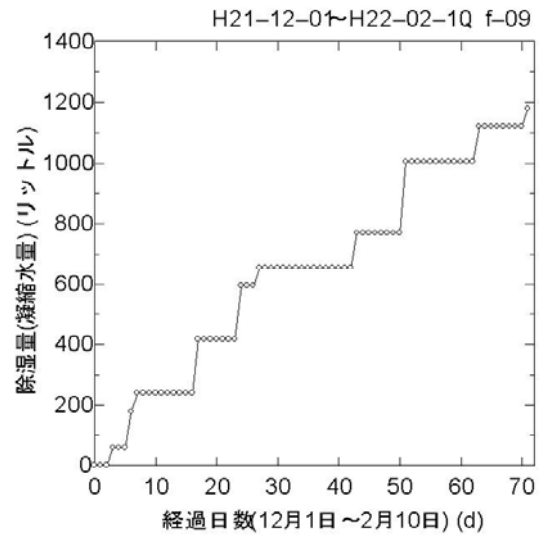


図17 除湿区温室からの除湿量

図18と図19は除湿ユニットと再生ユニットの日平均稼働時間を示す。

図18は除湿ユニットの1日あたりの稼働時間を示す。1日の稼働時間が12時間を超える日が見受けられるが、これは終日雨あるいは曇天の日に対応している。1日の平均稼働時間は3時間程度である。また、除湿ユニットの稼働時刻は夕方のビニールフィルムを閉めた直後に集中している。これは、温風暖房機が稼働中または停止後30分以内は除湿ユニットを同時稼働させないようにプログラムしているからである。

図19は再生ユニットの1日あたりの稼働時間を示す。1日の稼働時間が10時間を超えた日は終日雨の日に対応している。再生ユニットの1日の平均稼働時間は1時間程度である。再生ユニットは吸湿液サーバータンクの液面レベルにより制御しており、再生が実施されない日も多い。

ここで、平成21年12月1日から平成22年2月10日まで70日間の燃費等コスト計算を行う。

- ①除湿区の電気料金は農家への聞き取りにより、70日間で約12000円増である。
- ②再生ユニットの灯油消費量は142リットル、単価75円で約11000円増である。
- ③一方、A重油の削減量は645リットル、単価65円で、約42000円のコスト低減である。結局19000円程度の黒字となった。

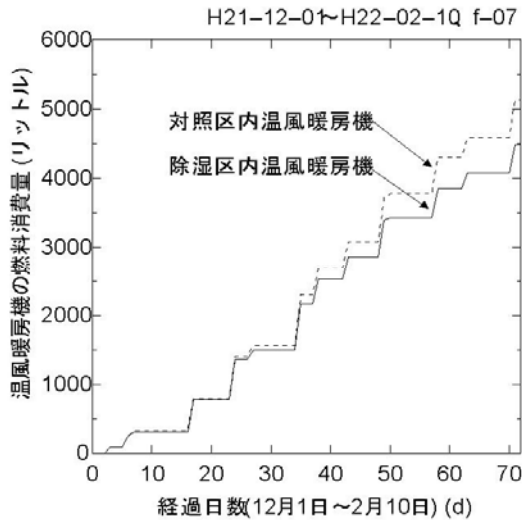


図15 温風暖房機の燃料消費量

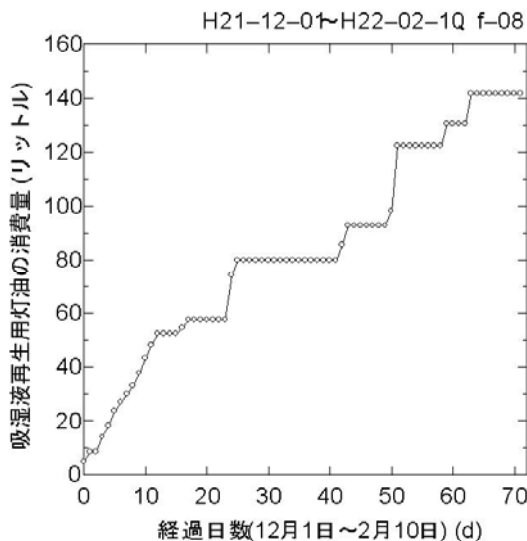


図16 再生ユニットの灯油消費量

4 まとめ

加熱することにより再生可能な吸湿液を用いた農業温室用吸収式除湿機の研究開発を実施した。実験協力農家の2つの温室を用いて、除湿を行う場合と行わない場合の同時比較実験を実施し、除湿を行う場合の方が以下の点で優位となることを明らかにした。

- ①温風暖房機のA重油消費量を15%削減した。
- ②キュウリの生産量が約20%増加した。
- ③燃費、電気料金および生産物の収入をトータルして、100万円以上の増益となった。

本研究を遂行するにあたり、管理法人の財団法人宮崎県産業支援財団をはじめ、御支援・御協力をいただいた関係各位に深謝いたします。

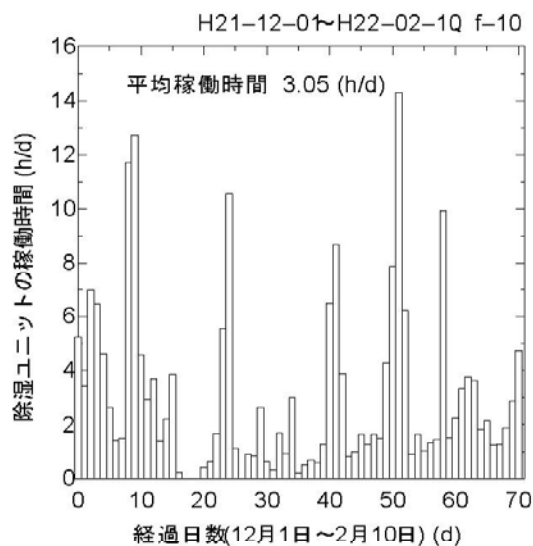


図18 除湿ユニットの稼働時間

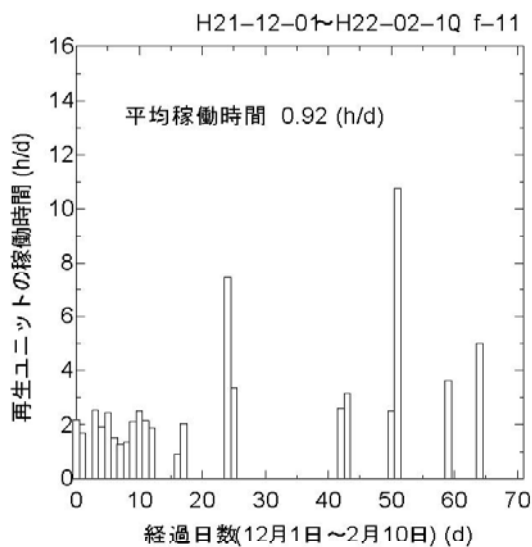


図19 再生ユニットの稼働時間