

## 実用規模温室用吸収式除湿装置の開発

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 Air Conditioning System using Absorption Dehumidifier Unit for Green-House

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

本県は日本の主要な食糧生産基地である。温暖な気候を利用して多くの野菜、花などが促成栽培されている。しかしながら、他地域に比して多湿のため、それに起因する病害等の発生が多く、これらを防止し、生産性を向上する温室内環境の改善が強く求められている。

本研究開発は本県内の企業、宮崎大学農学部、宮崎県総合農業試験場および宮崎県工業技術センターが産学公の連携を組み、除湿環境下での野菜類、花き類の生産性ならびに品質向上を目標に、農林水産省の「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」へ「吸収式除湿機による温室用空調システムと利用技術の開発(平成15年度～17年度)」を申請して採択されたものである。

本報では工業技術センターと県内企業3社が担当した吸収式除湿装置の設計・試作および稼働実験に関する経過と概要について報告する。

キーワード：実用規模温室、多湿環境、吸収除湿、生育改善、病害予防

### 1 はじめに

本共同研究開発は平成11年度～13年度の「みやざき新技術共同研究事業」へ宮崎県内の企業、宮崎大学農学部、宮崎県総合農業試験場および宮崎県工業技術センターの産学公を組織して申請し、採択を受けて着手された。引き続き、その成果をもとに、平成15年度～17年度の農林水産省の「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」へ「吸収式除湿機による温室用空調システムと利用技術の開発」を申請して採択された。本事業では、①工業技術センターと研究開発参加企業3社が実用規模吸収式除湿機の設計試作・稼働実験を担当し、②宮崎大学農学部と総合農業試験場が除湿環境下での生育改善、病害防止効果等を観察・調査した。以下、吸収式温室用除湿装置の設計・試作・稼働実験に関する概要について報告する。

- |               |            |
|---------------|------------|
| *1 機械電子・デザイン部 | *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   |
| *5 九州オリンピック工業 | *6 秋津クリエイト |

### 2 実験方法

#### 2-1 実験装置および方法

図1に開発した吸収式除湿装置の構造を示す。温室内に設置した除湿機において、循環ポンプを用いて高濃度の吸湿液を除湿機内の気液接触器へ滴下するとともに、温室内の高湿度の空気を吸い込み、気体と液体とを接触させて空気中の水分を除去する。高濃度の吸湿液は水分を吸収して濃度が低下する。濃度が低下した吸湿液は、温室の外

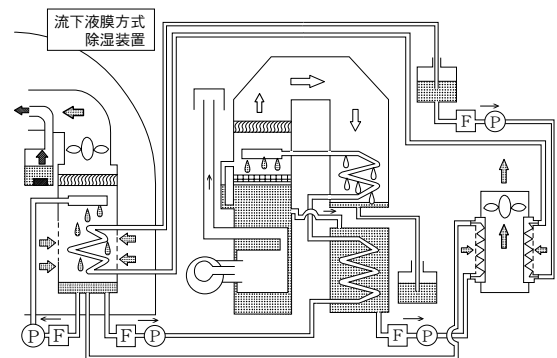


図1 開発した吸収式除湿装置の構造

に設置した吸湿液加熱再生装置へポンプ輸送される。

加熱再生装置では、使用済みの低温・低濃度吸湿液を加熱再生済みの高温吸湿液と熱交換する顕熱交換と、バーナー加熱で分離した水蒸気により使用済み低濃度吸湿液を再加熱する潜熱交換を行い、その後、吸湿液加熱再生部(バーナー部)へ輸送される。吸湿液は吸湿液加熱再生部で所定の温度まで昇温され、水分を蒸発分離して濃縮される。そして顕熱交換器を経由して、外部熱交換器で冷却されて温室内除湿機へ戻される。

## 2-2 実験装置の配置

図2に実験装置の配置図を示す。除湿実験装置は宮崎市郡司分にある実験協力農家の温室に設置した。温室の寸法は、除湿区及び対照区ともに幅が約20m、奥行き約50mで面積約1000㎡である。既設の設備としては自動サイド換気装置、A重油燃焼温風暖房機が両温室に設置してある。

## 2-3 実験装置等の写真

図3～図6に実験装置及び温室内の写真を示す。

図3は温室内に設置した吸収式除湿装置で、流下液膜方式の気液接触法を採用している。

図4に吸湿液加熱再生装置を示す。吸湿液の濃

縮をできるだけ省エネルギー的に行う目的で、顕熱および潜熱回収熱交換器を組み込んでいる。

図5は除湿区の温室の様子を示す。

図6は除湿区のエントランスである。



図3 流下液膜方式の除湿装置



図4 吸湿液加熱再生装置

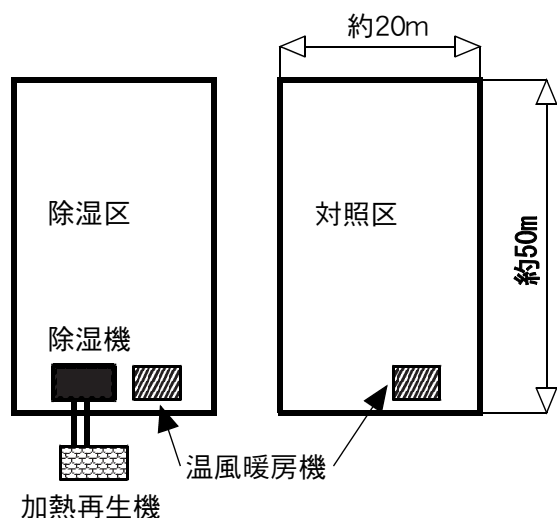


図2 実験装置の配置図



図5 除湿区温室



図6 除湿区温室のミニトマト

### 3 結果および考察

#### 3-1 除湿環境の制御例

図7～図9に郡司分温室の除湿環境の制御例を示す。本データは平成18年2月10日のもので、0時から24時までの温度および相対湿度の経時変化を示す。

図7に外気温度と相対湿度の経時変化を示す。横軸は時刻で、縦軸は外気の温度および相対湿度である。外気温度は0時から低下するが、夜明けとともに上昇し、14時過ぎに最高温度となり、それ以後ゆっくりと低下していることが分かる。一方、外気の相対湿度は、0時からゆっくりと上昇した後、朝5時頃から気温の上昇に伴い低下し、12時頃に最低となることが分かる。それ以後、ゆっくりと上昇し、24時で約80%となっている。一般的に、気温と相対湿度の関係は相反したものとなる。

図8は図7と同一時刻帯での対照区(除湿なし)の温室内温度と相対湿度の経過を示す。0時から7時頃までの相対湿度の大きな変動は、温風暖房機のON-OFF動作によるものである。温風暖房機が稼働して温室内の空気を暖めると、相対湿度は約8%低下することが分かる。7時頃から外気温度の上昇に伴い、温風暖房機がOFFの状態になる。7時から15時頃までの日中の相対湿度が低下しているのは、温室に設備した自動サイド換気装置が作動し外気を取り込むためであり、その温度・相対湿度の経時変化は外気の場合と類似している。18時頃から相対湿度が急速に上昇し100%に近づくが、これは自動サイド換気装置が

作動し、ハウスが密閉されたことによる。この傾向は温室内気温が暖房設定値より高く、温風暖房機がONとならない場合にしばしば見られる現象であり、温室内の植物は多湿環境にさらされ、かつ結露水の発生や滴下等により劣悪な状況と考えられる。

20時頃から温室内温度が低下し、温風暖房機がONとなり、相対湿度が変動している。

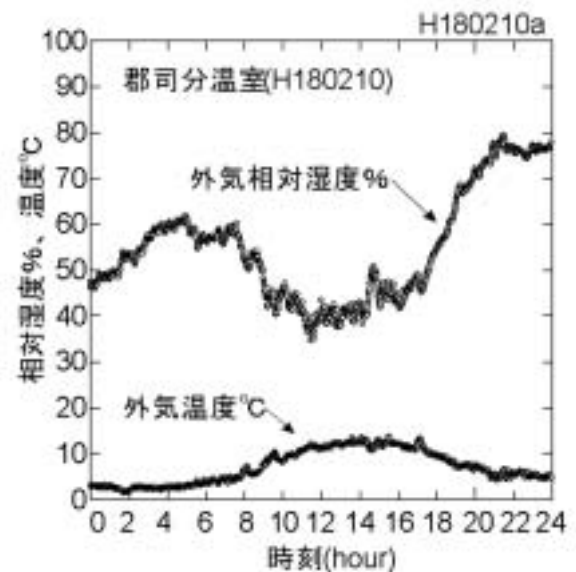


図7 外気の温度および相対湿度の例

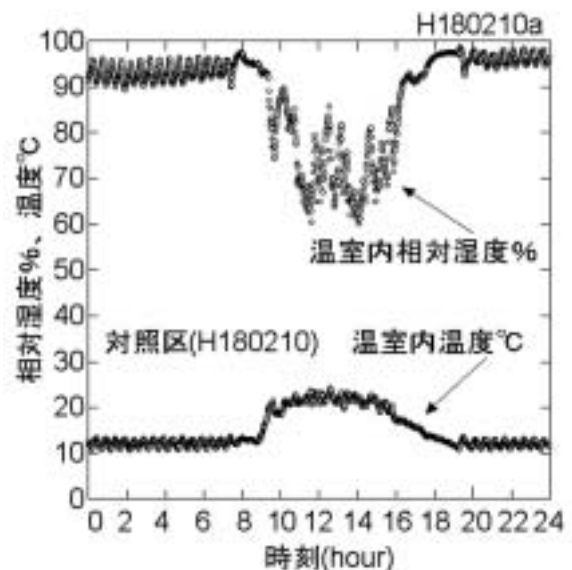


図8 対照区温室内の気温および相対湿度の例

図9は外気および対照区(除湿器なし)と同一時刻帯での、除湿区温室内の気温と相対湿度の経過を示す。0時から7時頃までの相対湿度の大きな変動は対照区の場合と同様で、温風暖房機のON-OFF動作によるものである。このことより、温風暖房機のON-OFFに対応して相対湿度が大きく変化していることが分かる。7時頃から外気温度の上昇に伴い、温風暖房機がOFFの状態になる。7時から15時頃までの日中の相対湿度が低下しているのは、温室に設備した自動サイド換気装置が作動し外気を取り込むためであり、その温度・相対湿度の経時変化は外気の場合と類似している。18時頃から相対湿度が急速に上昇し100%に近づく。これは自動サイド換気装置が作動し、ハウスが密閉されたことによる。しかしながら、除湿区では18時以降に吸収式除湿機が稼働し始め、温室内部相対湿度を95%程度に制御していることが分かる。一方、図8の対照区の場合、この時間帯の温室内部相対湿度は100%付近まで上昇していることが分かる。

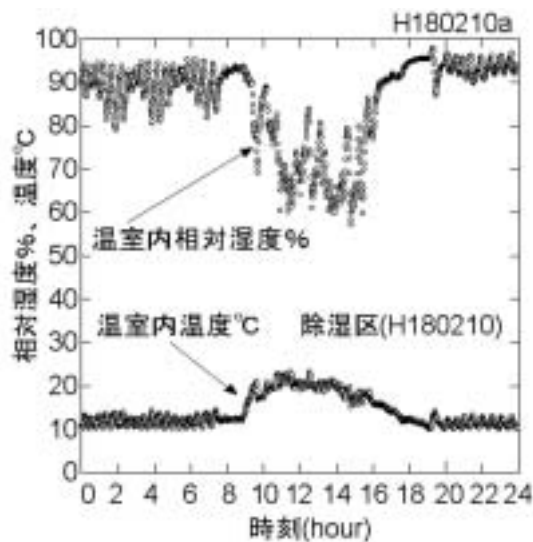


図9 除湿区温室内の気温および相対湿度の例

### 3-2 郡司分温室のミニトマトの生育状況など

本研究の共同研究機関である宮崎県総合農業試験場野菜部の生育状況調査では、「葉かび病、灰色かび病、疫病の発生が少なく、また果実の裂果が減少し、収量は増加した。また、ハウス内加温用の燃料消費量が23%減少した」との評価であった。

## 4 まとめ

平成11年度～13年度の「みやざき新技術事業」から、平成15年度～17年度の「農林水産省の事業」までの6年間に、まず120㎡用の小型除湿装置を2セット設計試作して稼働実験を行い、機器の設計条件等のデータを得た。引き続き、小型除湿装置の経験を生かして1000㎡の実用温室を対象とした除湿装置を1セット設計・試作して、その稼働実験を行った。

今後の課題として、①装置製造コストの低減、②温室内部相対湿度制御の簡素化、③吸湿液濃度センサーと制御法の改善などが考えられる。