

温室用吸収式除湿空調システムの開発

平 栄蔵*¹・位田 晴久*²・藤田 和也*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, Kazuya FUJITA, Mikio FURUTA
Eisuke MIYAHARA and Nobuyoshi KAMIMURA

宮崎県は日本の主要な食糧生産基地の一つである。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、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的に、平成11年度から開始された産学官共同研究である。宮崎県内の企業、大学、宮崎県総合農業試験場及び宮崎県工業技術センターの産学官が連携して作物生育改善のための、(1) 吸収式温室用除湿システムを設計・試作し、それを実験用温室に設置して、(2) 除湿環境下での植物の生育改善、病害発生の低減効果等の実証実験を継続・実施中である。本報では、工業技術センターが担当している吸収式温室用除湿システムの設計・試作に関する経過と概要について報告する。

キーワード：温室、多湿環境、吸収除湿、生育改善、病害予防

1 はじめに

本研究開発は、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的に研究テーマを提案し、平成11年度～13年度の「みやざき新技術共同研究事業」に採択され、研究が開始された。引き続き、その成果をもとに研究提案し、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」に採択された産学官による共同研究事業である。

平成11年度～13年度の「みやざき新技術共同研究事業」では、花のスターチス及びミニトマト類の生育に対する除湿効果について実験が行われた。スターチスでの実験では切り花重さ、本数が増加し、加えて病害発生を1/15～1/35と大幅に抑制することができた。また、ミニトマト類での実験では病害発生の低減等による品質向上と15～25%の

大幅な収量増加が確認されている。

本報告では、現在までの研究開発の経過、特に、除湿システム機器開発部門の成果等について紹介する。

2 実験方法

2-1 実験装置及び方法

本研究開発で設計・試作した吸収式除湿システムは、宮崎県が所有している特許「除湿機能を有する温風暖房装置」¹⁾を技術展開したものである。空気中の水分をよく吸収する吸湿液（トリエチレングリコール）を用いた新たな除湿方式を採用している。

他の方式の除湿方式としては、冷却方式のもの、固体吸着剤を用いるものなどがあるが、吸収式除湿法は比較的低温度においても除湿性能が低下せず、また取り扱いが容易であるなど多くのメリットを有する。本システムは、(1) 吸湿液と空気を接触させ減湿する横型吸収式除湿器（図1）、

*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) 濃度が低下した吸湿液を加熱濃縮する吸湿液再生装置 (図2)、(3) 機器の制御及びデータ収録を行う装置 (図3) より構成されている。

本システムの動作は以下のとおりである。すなわち、横型吸収式除湿器では高濃度の吸湿液と装置に吸引した温室内の多湿空気とを気液接触させ、空気中に含有する水分を吸収除去する。水分を吸収除去された空気は低湿度となって、温室内へ送風される。一方、空気中の水分を吸収した吸湿液は濃度が低下し、吸収能力が低下するので、吸湿液再生装置へポンプ輸送される。吸湿液再生装置では、低濃度となった吸湿液を加温し、水分のみ



図1 横型吸収式除湿器



図2 吸湿液再生装置



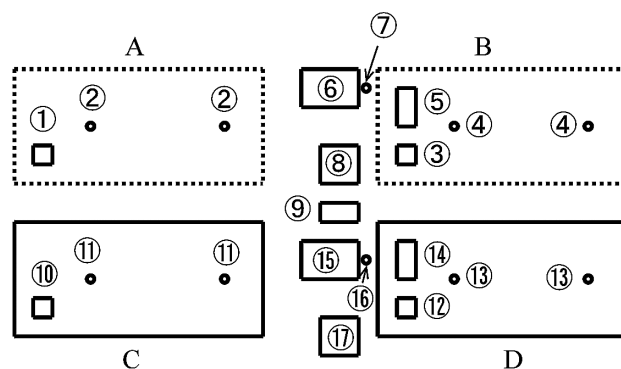
図3 データ収録装置

を蒸発させて、水分の分離を行い高濃度の吸湿液に再生する。この再生液を再び除湿器へポンプ輸送して除湿に用いる。データ収録装置は除湿器や吸湿液再生装置にセットした流量計、各部温度及び温室内外の温度・湿度を1分毎に収録する。

図4に実験用ハウスの配置を示す。配置図のA及びBの①～⑨は平成11年度～13年度の「みやざき新技術共同研究事業」の予算で設計試作した設備で、C及びDの⑩～⑰は平成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」の予算で設計試作した設備である。A、B、C及びDの実験用ハウスは間口6m、奥行き20mの二層被覆ビニルハウスで、いずれの実験用ハウスにも同性能の温風暖房機と自動サイド換気装置が設備されている。A及びC棟は除湿装置なしの従来方式でこれを対照区と称し、B及びD棟に吸収式除湿装置を設置した。以下、これを除湿区と称する。

本報告では、平成15年度の農林水産省「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」の予算で設計試作した除湿システムに関する稼働状況について記述する (C及びD棟)。

本実験で栽培実験に供した植物は、「トルコキキョウ」である。トルコキキョウは北アメリカ原産の植物で、ロッキー山脈の高原地帯に自生している。ここ10年ほどで栽培面積が飛躍的に伸びて



①：温風暖房機、②：温度・湿度センサー、③：温風暖房機、④：温度・湿度センサー、⑤：流下液膜方式吸収除湿器、⑥：計測機器室、⑦：温度・湿度センサー⑧：吸湿液再生装置、⑨：吸湿液冷却器、⑩：温風暖房機、⑪：温度・湿度センサー、⑫：温風暖房機、⑬：温度・湿度センサー、⑭：横型吸収除湿器、⑮：計測機器室、⑯：温度・湿度センサー、⑰：吸湿液再生装置

図4 実験装置の配置図



図5 栽培試験中のトルコキキョウ（除湿区）

いる。

図5に除湿区で栽培試験中のトルコキキョウの写真を示す。栽培実験条件は、温度設定をC及びD棟ともに15℃とし、一方、相対湿度は除湿区の相対湿度を90%以下に設定した。対照区の相対湿度は自然条件である。

3 結果及び考察

3-1 除湿環境の制御例

図6～8に実験用温室の除湿環境の制御例を示す。本データは平成16年3月23日のもので、0時から24時までの温度及び相対湿度の経時変化を示す。この日の天候は、0時から12時頃までが晴れで、午後から曇り始めた。

図6に外気温度と相対湿度の経時変化を示す。横軸は時刻で、縦軸は外気の温度及び相対湿度である。0時から気温は低下し、朝6時頃に最低気温となり、それ以後夜明けとともに気温が上昇している。12時過ぎに最高温度なり、それ以後徐々に気温が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、気温の低下に伴い相対湿度が上昇している。朝6時頃から、気温の上昇につれて、相対湿度は低下していることが分かる。10時～15時の日中の相対湿度は50%程度である。それ以後、徐々に相対湿度が上昇し、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傾向になる。

図7は図6の外気条件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。0～7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15℃から21

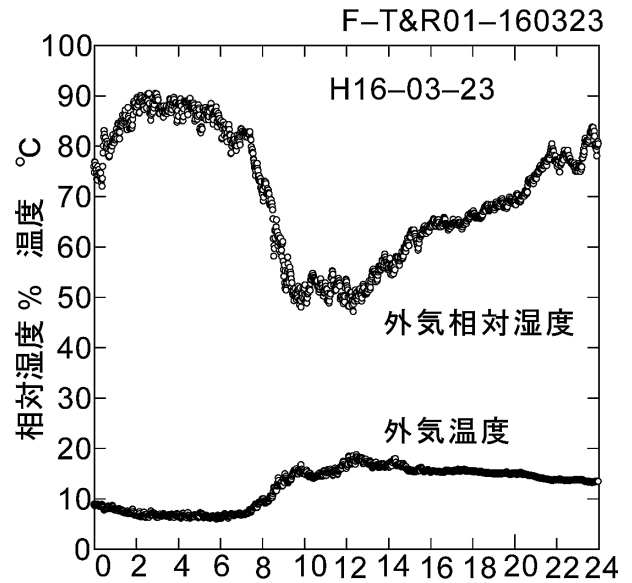


図6 除湿時刻例
(外気の温度・湿度データ)

℃程度に暖めると、相対湿度は90%から60%程度まで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～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画が作動し、ハウスが密閉されたことによる。この傾向は、温室内内気温が加温設定値より高く、温風暖房機がONとならない場合にしばしばみられる現象であり、温室内の植物は多湿環境に曝され、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。

図8は図6の外気条件、図7の対照区（除湿器なし）と同一時刻帯での除湿区温室内の温度と相対湿度の経過を示す。0～7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。温風暖房機のON-OFFに対応して、温室内の空気温度は15℃から21℃程度の間で変化し、相対湿度は85%から60%程度の間で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～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

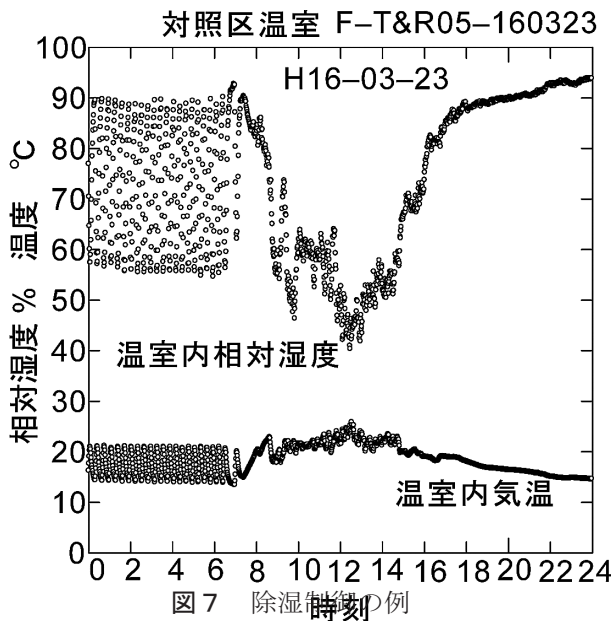


図7 除湿制御の例
(对照区温室内の温度・湿度データ)

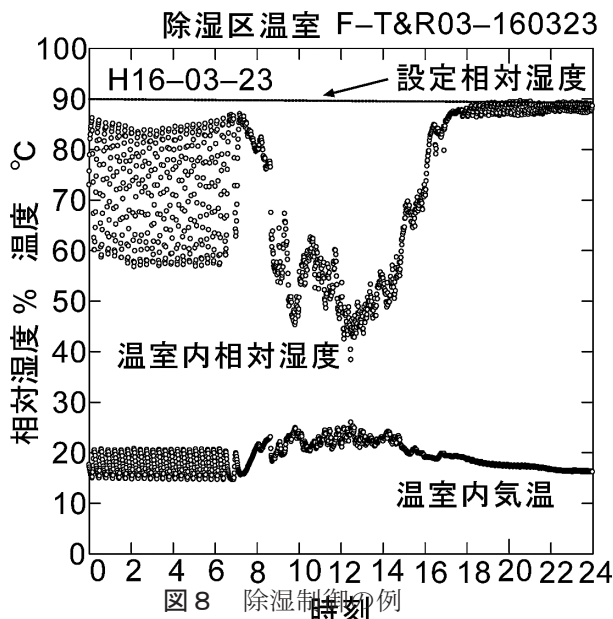


図8 除湿制御の例
(除湿区温室内の温度・湿度データ)

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90%に近づくが、これは自動サイド換気装置画が作動し、ハウスが密閉されたことによる。この傾向は、温室内気温が加温設定値より高く、温風暖房機がONとならない場合にしばしばみられる現象である。しかしながら、18時以降、除湿区では、吸収式除湿器が稼働し始め、温室内相対湿度を正確に設定値の90%以下に制御していることが分かる。一方、図7の对照区の場合では、この時間帯の温室内相対湿度は上昇し続けている。

3-2 トルコキキョウ生育状況等

本究開発の共同研究機関である宮崎県総合農業試験場花き部の生育状況調査では、除湿システムを設置し、温室の除湿を行った期間が平成16年1月～3月と短時間であり、病害発生の防止等改善効果の比較判定が困難であった。平成16年度は苗植えの段階から除湿環境を維持し、試験栽培を実施する必要があると考えられる。

4 まとめ

本吸収式除湿システムは平成16年1月より設置し、運用を開始した。除湿システム自体は順調に稼働し、除湿区の温室内空気を相対湿度90%以下に維持し続けることができた。平成16年度は、本報告で紹介した120m²の温室を利用した基礎実験と並行して、約1,000m²の実用規模温室に対応した吸収式除湿システムを設計試作し、植物生育環境改善効果の実用規模での実証実験を実施する予定である。

5 参考文献

- 1) 宮崎県、特許第1868835号