

ICTを活用したきのこ生産技術開発

Mushroom production technology development using ICT

當間博之

I はじめに

きのこ栽培は、群馬県の中山間地域における主要な産業の一つである。中でもシイタケ菌床栽培は2021年次の生産戸数が113戸ときのこ類の生産者戸数の約4分の1を占めており、県内きのこの主要産品となっている（群馬県環境森林部、2022）。

シイタケ菌床栽培は発生をパイプハウスで行うことが可能で、比較的経費も抑えられている。しかしながらパイプハウスは簡易施設であるため、施設内部の栽培環境、特に温湿度の変化を把握することが難しい。生産者は長年の経験をもとに栽培管理を行っており、感覚に頼った部分が多い。もし栽培環境因子を適正に把握し、管理することが可能になれば、よりきめ細かな栽培が可能になり生産量の増加も見込めることから、簡易な管理技術の開発を行った。

II 方 法

実験用の小型栽培施設を製作して試験を行った。供試体はシイタケ菌床1.2kgとした。

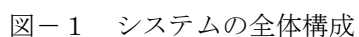
はじめにシステムの全体構成を図-1に、機器類の概要を表-1に示す。機器類はSwitchBot株式会社の製品を使用した。シイタケ菌床栽培情報のモニタリングを行うために、ICT機器のSwitchBot温湿度計（以下温湿度計）での情報をワイヤレスによりSwitchBotハブミニ（以下ハブミニ）に発信し集約してwi-fi装置に通信する。wi-fi装置からクラウドに有線接続、スマートフォンに情報を送る。クラウドで情報を調整してwi-fi装置に情報を送り、ハブミニを介してSwitchBotプラグミニ（以下プラグミニ）に情報を発信し、換気扇や小型電磁弁での散水を作動させる構成にした。

試験区として閉鎖型区、開放型区の2種計5基の小型栽培施設を作製し、内部の温湿度を計測した。各試験区の小型栽培施設の概要を表-2に示す。

閉鎖型区（図-2及び3、以下実験室区）については、室内に断熱材を内装し、換気扇（換気能力80m³/h2機）をプラグミニの温度設定により実験室区内部が25℃（～27）℃以上になると作動、23℃以下になると停止させるようにした。また、シイタケ菌床栽培における通常の散水として散水タイマーにより1日2回、各30分散水した。

開放型区ではエレクターシェルフ（金属製の棚、エレクター®）に寒冷紗を被せ簡易な施設とした。開放型区は4試験区を用意し、それぞれ南西区、南東区、北西区、北東区とした。散水機器はプラグミニの温度設定により開閉する小型電磁弁を用いたものと散水タイマーを用いたものとした。閉鎖型区と同様にシイタケ菌床栽培における通常の散水として1日2回、各30分行った。この他に南東区と北東区は温度低下を図るため、プラグミニの温度設定により内部が25℃（～27）℃以上になると散水、23℃以下になると停止するようにした（シェルフ内散水）。また、南西区と南東区ではさらに温度低下を図るため、プラグミニの温度設定によりエレクターシェルフのビニールシート上部に散水を行い

調査期間は2023年9月20日から10月31日までとした。



機器	価格	機能等
温湿度計	約 2,000円～3,000円	温度 ±0.2～±0.4℃ 湿度 ±2.0～±4.0% スマートフォンによるデータモニタリング・記録・ダウンロード
ハブミニ	約 6,000円	複数の温湿度計からの信号を集約し、信号をwi-fi装置にワイヤレス送信 スマートフォン、クラウドからの情報をプラグミニにワイヤレス送信
wi-fi装置	約 5,000円～15,000円	インターネット回線とICT機器のワイヤレス接続
プラグミニ	約 2,000円	遠隔操作及び設定による電化製品の作動、停止
小型電磁弁	約 5,000円～10,000円	通電による水栓の開閉



図－2 実験室区



図－3 実験室区の内部



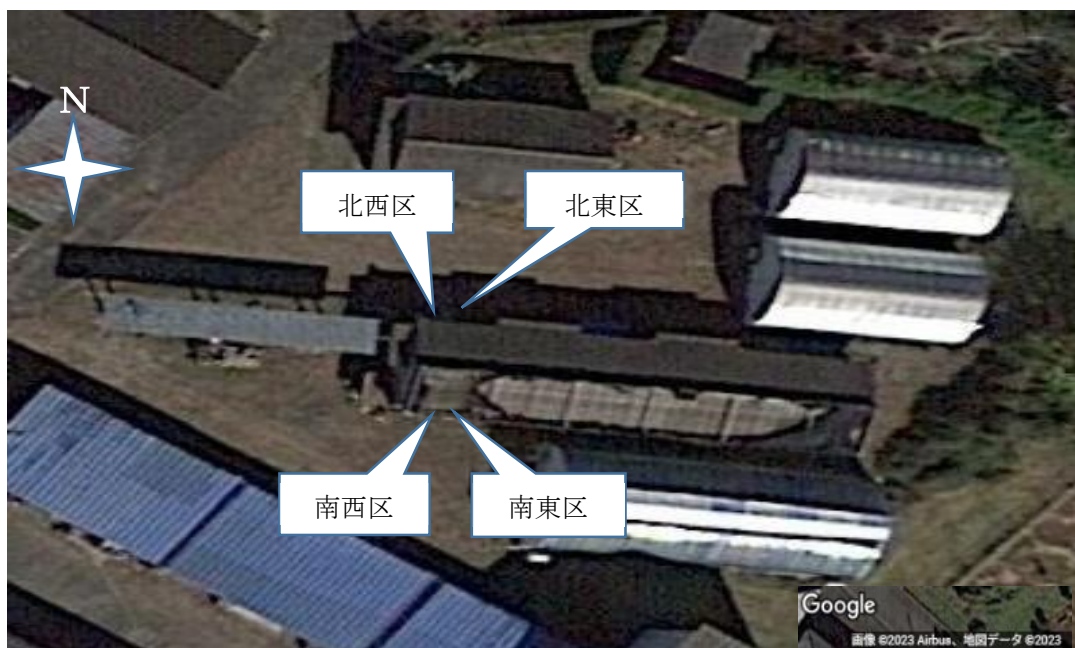
図－4 南西区と南東区の位置関係



図－5 北西区と北東区の位置関係



図－6 開放型区の内部



図－7 開放型の全試験区

表－2 小型栽培施設の概要

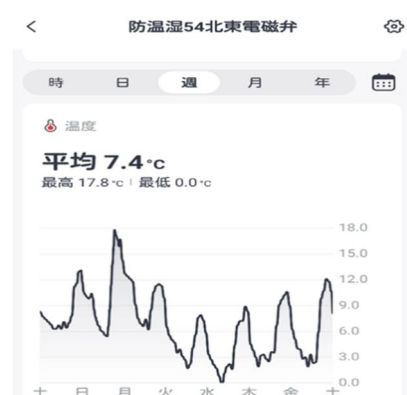
	実験室区	南西区	南東区	北西区	北東区
大きさ	幅：180cm 奥行：180cm 高さ：190cm	幅：90cm 奥行：90cm 高さ：190cm	←	←	←
構造	外壁：構造用合板 内装：スタイロフォーム 断熱材（厚さ5cm）	エレクターシェルフ2台 側面にアルミシート取付 寒冷紗（遮光率60%） 3枚で被覆	←	←	←
散水	散水タイマー 5：30及び17：30に各30分	←	小型電磁弁 プラグミニの制御 5：30及び17：30に各30分	散水タイマー 5：30及び17：30に各30分	小型電磁弁 プラグミニの制御 5：30及び17：30に各30分
照明	40型LED灯2機 プラグミニの制御 6：00点灯及び18：00消灯	なし	←	←	←
供試数	シイタケ菌床15個	←	←	←	←
発生操作	9月19日15:00から24時間 浸水	←	←	←	←

Ⅲ 結果及び考察

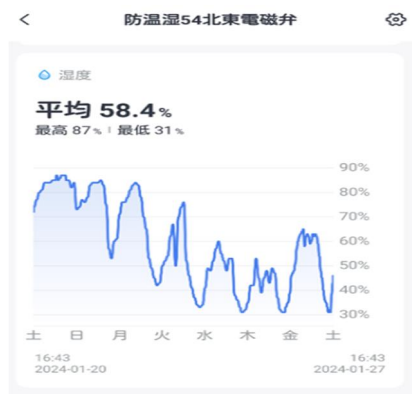
温湿度計のスマートフォン上での画面を図－8～10、プラグミニの画面を図－11に示す。アプリのマイホーム画面にて温湿度計毎に温湿度の表示が可能であり（図－8）、他の温湿度計と比較するときに見やすく、遠隔地でも確認が可能である。また、それぞれの温湿度計をタップすると温湿度の折れ線グラフが時系列で示すことが可能で（図－9及び10）、このデータはエクセルファイルとしてダウンロードすることができる。また、図－11のアプリのマイホーム画面にあるオートメーションボタンをタップするとプラグミニに接続した換気扇等の作動を設定することができる。



図－8 温度と湿度



図－9 温度のグラフ画面



図－10 湿度のグラフ画面



図－11 プラグミニの画面

実験室区とその外気における温湿度の推移を図-12 及び 13 に示す。今回は温度の各平均値は同様の値であるが、日較差が 17.8℃と 28.1℃であり、実験室区の温度が外気温度より較差が少なかった。断熱材と換気扇を使用する実験室区は室内温度の上昇、低下を抑制できた。湿度の各平均値は、97.7%と 71.1%であり、実験室区の湿度の方が高かった。実験室区は閉鎖型であり、湿度がほぼ 99%であった。実験室区の温湿度計と換気扇の効果を明確にするために 10 月 5 日から 10 月 10 日にかけて扉を開放したところ湿度が 51%まで低下した。これにより温湿度計の表示に異常はなかったと考えられた。しかし、扉を閉じた場合の湿度はほぼ 99%であったことから、換気扇による湿度調節は効果がなかったと思われる。外気における湿度の最低値は 35%であった。

南西区、南東区における温湿度の推移を図-14 及び 15 に示す。温度の各平均値は同様の値であったが、最高値は 31.3℃と 27.1℃で差がみられた。湿度の各平均値や最低値は同様の値であった。最高温度は南東区の方が低かった。

北西区、北東区における温湿度の推移を図-16 及び 17 に示す。温度の各平均値は同様の値であったが、最高値は 30.2℃と 27.0℃で差がみられた。湿度の各平均値は 97.9%と 84.9%であった。最低値は 83.1%と 42.3%であった。最高温度と最低湿度は北東区の方が低かった。

今回は南東区、北東区の温度はシェルフ内散水で電磁弁を 25（～27）℃以上作動、23℃以下停止するようにしていたので、図-14 及び 16 のとおり 27℃以下に抑制できた。

シイタケ菌床栽培の発生は一般的に温度 15℃前後、湿度 80～90%が最適と考えられている（大森・小出、2001）。また、温度が 2℃異なるだけで収量が落ちるとの指摘がある（彌田・有馬、2019）。今後はそれらを踏まえて試験を行うべきであると考えた。

今回のシイタケ菌床栽培からは栽培管理のデータ化等に ICT 及び IoT を活用できることが確認できた。そして断熱材及び換気扇、シェルフ内外への散水により栽培環境に重要な温度の調整を図ることができたので、その温度をさらに適正に設定することができれば収量を改善できると考えている。しかし、光熱費及び水道代等のランニングコストが収入を上回らないように慎重に設定する必要がある。

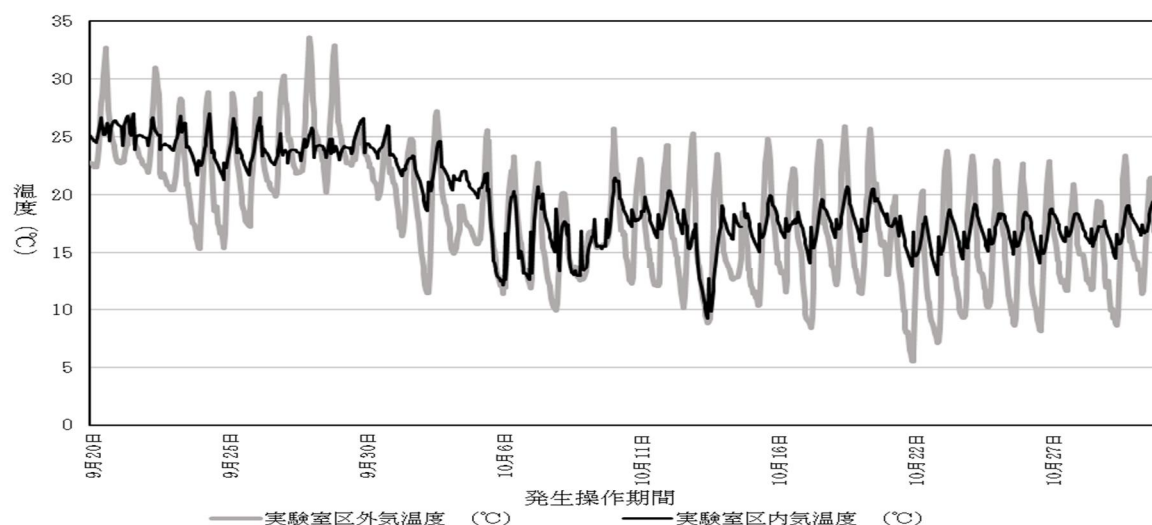
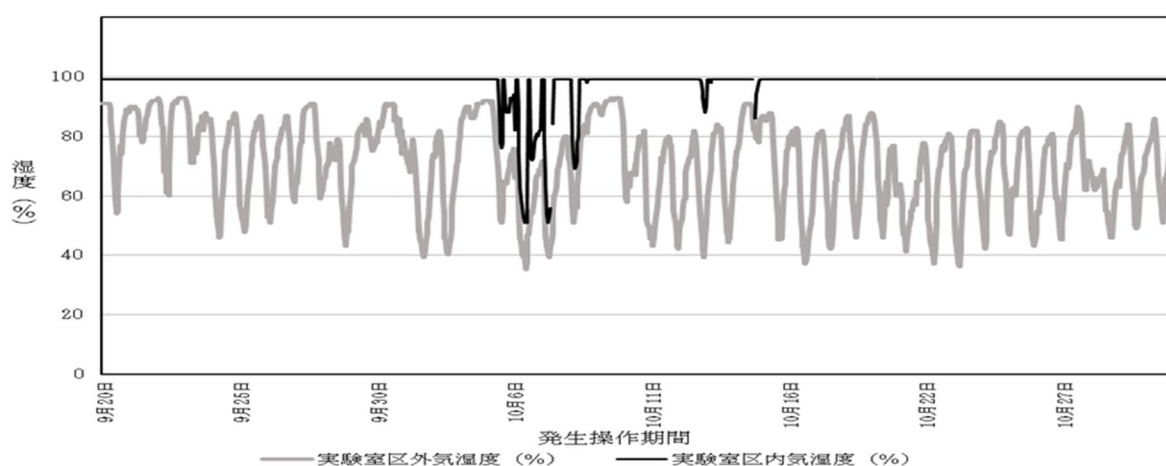
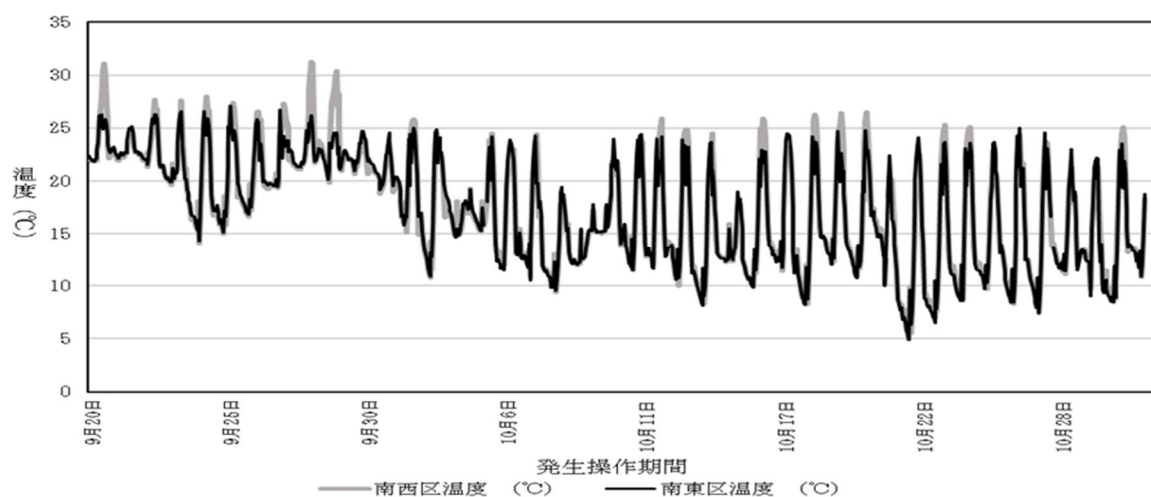


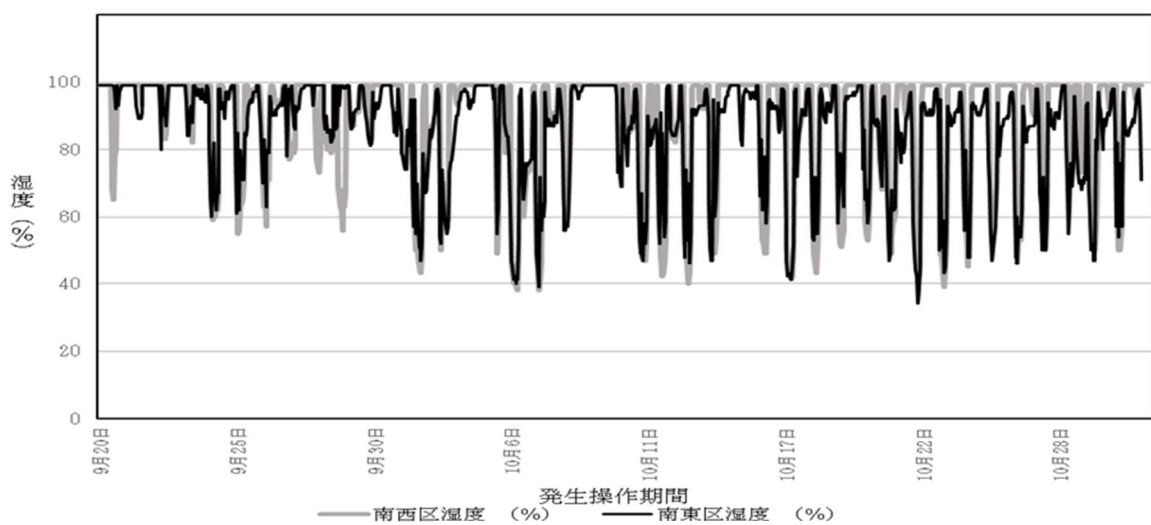
図-12 実験室内外の温度



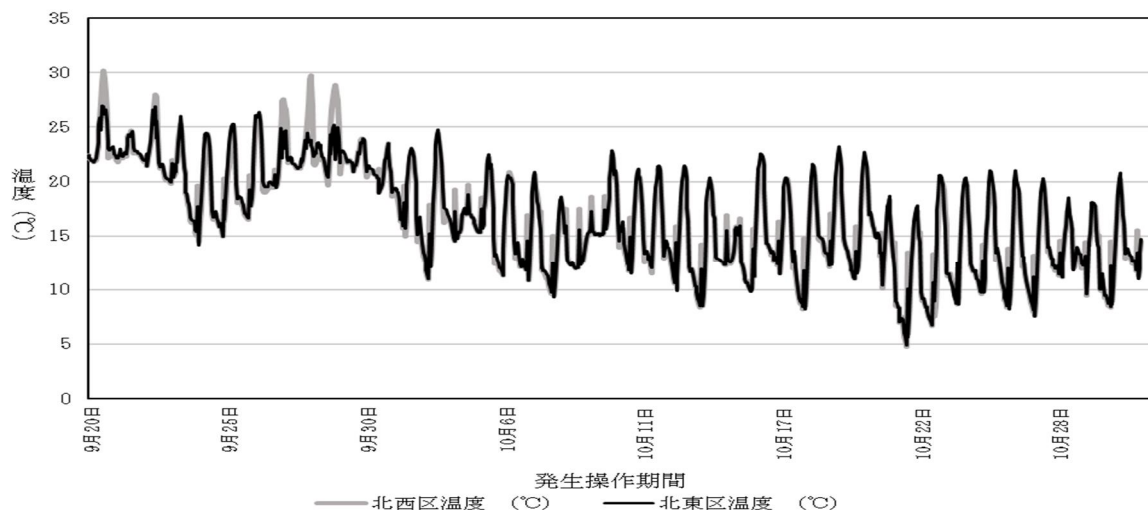
図一13 実験室内外の湿度



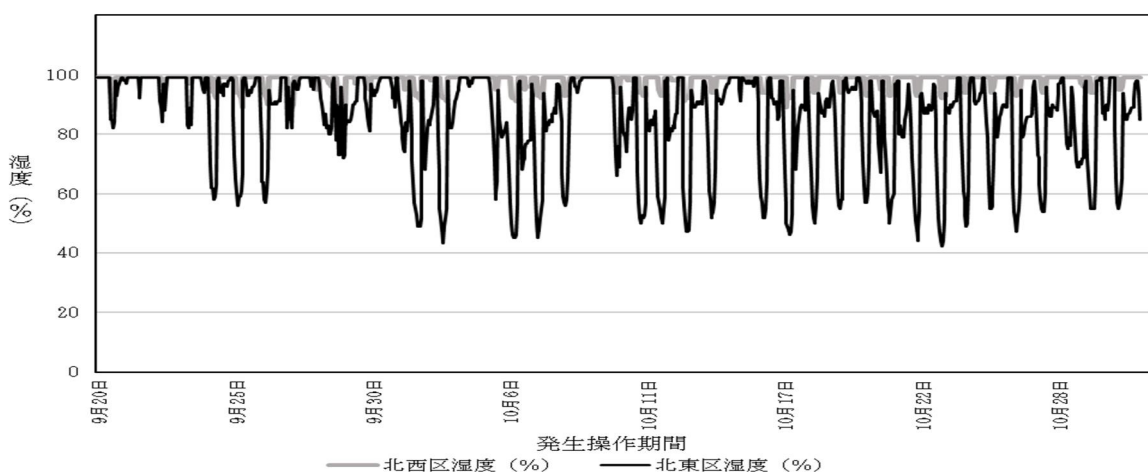
図一14 南西区・南東区の温度



図一15 南西区・南東区の湿度



図一16 北西区、北東区の温度



図一17 北西区、北東区の湿度

今回使用した温湿度計とプラグミニのメリットについては、価格が非常に安価なことである。温湿度計をマイクロコンピュータや温湿度センサー等のデバイスを購入し作製すると、1 セット 2 万円以上の経費が必要になってしまった。また、電源について、温湿度計は単四電池 2 本で 10 か月ほどの動作が確認されているが、作製のものでは 2～3 日程度で切れてしまうことがあった。温湿度計については、2023 年 5 月ごろから防水型を使用することでエバフローの強力な散水飛沫下でも防水カバー無しで使用可能であった。また、プラグミニについては、同等の機能を有するものを自作すると温湿度計の場合と同様に作製経費が高価になると考えられる。

一方、温湿度計やプラグミニの通信機能については改善点が確認された。温湿度計は wi-fi 装置等を通じて情報を送信しインターネット上のクラウドからスマートフォンやプラグミニへ情報を配信しているが、それが突然途絶えることがあった。wi-fi 装置等に直射日光があたり、高温になったことが原因と考えられた。wi-fi 装置等を直射日光が当たらない場所に移動、または傘状の日よけを被せることにより動作が改善された。しかし、現在も時々通信が途絶えることがあるので、更なる原因究明と改善が必要と考える。また、異常値をスマートフォンに伝えるアラートについては通知が適切な時期となるよう、設定する必要がある。

Ⅳ おわりに

ICTについては農園芸産業において目覚ましい技術進歩があり、IoT化も進んでいる。林業、とりわけきのこ産業については若年層が取り組む大規模生産において利活用が始まっているが、中小規模の生産者においては高齢化が進み電子機器等に馴染みが少なく、また費用もかかるため安易に導入することができないようである。

そこで、当試験場では、初期投資が安価で、ランニングコストが低く長期的に使用できる機器を選定し、操作や導入効果もわかりやすく、現状の施設にも付加できることを目標にしてきのこ栽培のICT化を試験してきた。今回はSwitchBot株式会社のICT、IoT機器等によりその時点の内外気温の状況に応じて栽培温度をコントロールすることができた。しかし、2023年度は酷暑により野外でのシイタケ菌床栽培は非常に困難であった。この酷暑を克服するためには高温性品種を栽培する（門屋、2012）等の取り組みが挙げられるが、それを可能とする環境因子の情報を収集、取得し、栽培管理上のデータとして整理することが考えられる。

今後は、さらに小型栽培施設での実験も行いながらパイプハウスでの栽培を試験し、栽培におけるランニングコスト等も勘案した使いやすいICT、IoT化を目指したい。

引用文献

- 群馬県環境森林部(2022), 特用林産物生産・流通の実態 令和4年版, I 群馬県統計4, 群馬県
- 門屋健(2012), 菌床シイタケ高温性品種の栽培技術の開発, 愛知県森林・林業技術センター報告, 50, 50-51
- 大森清寿・小出博志(2001), 菌床シイタケ(4)キノコの発生, (キノコ栽培全科, 大森清寿・小出博志編, 258pp, 社団法人農山漁村文化協会, 東京), 63-64
- 彌田涼子・有馬忍(2019), 菌床シイタケ栽培における夏期発生温度の検討, 公立林業試験研究機関研究成果選集, NO. 16, 91-92