

速報

菌床シイタケ栽培におけるトンネルクールシステムの利用について*1

新田 剛*2

新田 剛：菌床シイタケ栽培におけるトンネルクールシステムの利用について 九州森林研究 59：277-280, 2006 宮崎県のある菌床シイタケ栽培施設において、気化熱を利用した施設内冷却システムであるトンネルクールシステム（取扱メーカー・株式会社新原産業の商品名）を採用したパイプハウスでの夏季栽培が行われている。今回の検証により、トンネルクールシステムハウスは、通常の簡易ハウスと比較して日中の外気温と比べ温度を低くすることが可能で、子実体収量の安定化も期待できることがわかった。また、トンネルクールシステムの稼働制御について、外気の温度及び湿度を検討することは有効であることが示唆された。

キーワード：菌床シイタケ、夏季栽培、トンネルクールシステム、気化熱、施設冷却

I. はじめに

宮崎県では県北部の中山間地域で、標高差を利用した簡易ハウスによる菌床シイタケ栽培が行われている。

栽培形態は自然栽培が主体で、菌床を春仕込み、夏培養を経て、秋から春発生が中心である。

一方、夏発生は、菌床を秋仕込み、冬季加温培養を経た菌床を用いて行いが、夏季の気象条件下では品質に問題がある場合が多い。従って、空調施設による栽培が主体である。

このような中、本県のある菌床シイタケ栽培施設でトンネルクールシステムという施設内冷却システムを採用したパイプハウスで夏季栽培を行っている事例がある。

温室の冷房法について、蔵田(2)によると、①水の気化熱を利用するもの、②冷水を利用するもの、③冷凍機（ヒートポンプ）を利用するものがあげられている。このうち、②はほとんど実用化されておらず、③のヒートポンプによる冷房については、昼間の冷房に冷凍機を利用することは経済的にみあわない。一方、夜間には太陽照射がなく冷房負荷も昼間の1～2割ということで、夜間冷房に適しているされている。また、①の方法としては、パッド・アンド・ファン法や細霧冷房法（フォグ・アンド・ファン法）があげられている。パッド・アンド・ファン法は、温室の側壁部にパッドを取り付け、これに水を滴下し、外気はこのパッド部分を通過する時に冷却され、反対側壁面にある圧力型換気扇で排気する方法である。細霧冷房法は、温室の吸気口部分で細霧を噴射し、反対側の換気扇で排気する方法である。この2つの方法について、小澤ら(1)によると、昼間の簡易冷房法として今まで開発されてきた方法とされている。

採用されているトンネルクールシステムは、基本的にパッド・アンド・ファン法の構造で、細霧も噴射するという点でフォグ・

アンド・ファン法の利点も取り入れられている方法である。

今回、このトンネルクールシステムの利用について検証を行い、いくつかの知見を得たので報告する。

II. 材料及び方法

1. 夏季栽培施設等の温度比較

日向農業協同組合（以下、「JA 日向」）管内の生産者5名の栽培施設と宮崎県林業技術センター（以下、「林技セ」）に自記記録型の温度計を設置し、外気と夏季発生施設内の温度を1時間毎に記録した。温度計は、ティアンドデイ社製 TR-52を用いた。

調査施設の概要は、表-1のとおりで、測定期間は平成16年6月12日～9月21日（101日間）である。

表-1 調査施設の概要

施設名	町村名	標高 (m)	施設概要
A	門川町	約 60	トンネルクールシステムハウス
B	門川町	〃 60	通常ハウス
C1	東郷町	〃 50	通常ハウス
C2	〃	〃 50	空調施設
D	北郷村	〃 130	空調施設
E	西郷村	〃 130	通常ハウス（林技セ）
F	椎葉村	〃 800	通常ハウス

2. 収量比較

1の温度測定地点のうち、Aのトンネルクールシステムハウスと、Eの通常ハウスを使用して収量比較試験を行った。

使用した菌床は、JA日向菌床培養センターで、平成16年2月4日北研608号を接種したものと、平成16年2月13日北研607号を接種したものをを用いた。

608号については、6月11日から9年28日まで、それぞれのハウ

*1 Nitta, T.: About the use of a tunnel cool system in mycelial block cultivation of shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler)

*2 宮崎県林業技術センター Miyazaki Pref. Forestry Tech. Ctr., Saigou, Miyazaki 883-1101

スにおいて栽培袋を全て取り除き全面栽培で行った。その間5回の浸水（水温17℃）で芽出しを行った。

607号については、6月14日から10月28日まで、それぞれのハウスにおいて上面栽培法により栽培を行った。その間5回の発生処理（反転と室温17℃での芽出し処理）を行った。

収量は、120g/パックを基準に、2L：2枚、L：3枚、M：6枚、S：12枚でパック換算して比較した。

3. システムの稼働制御法の検討

トンネルクールシステムの稼働率について、平成16年6月24日～8月31日（68日間）における日稼働率と時間稼働率を求めた。

また、同期間中におけるAのトンネルクールシステムハウスについて、外気の温湿度とハウス内の温湿度を1時間毎に温湿度計で記録した。温湿度計は、日置電機社製 3641温湿度ロガーを用いた。

そのうち、外気の温湿度データを用いて判別分析を行い、システムの稼働制御法について検討した。

判別分析に用いたデータは、システムの稼働の有無別の外気の温湿度データとし、この2つのグループ間に、ウィルクスのΛ統計量を利用した差の検定により差があることを確認した上で、2つのグループの分散共分散行列の相等性の検定によりマハラノビスの距離を用いた判別分析を行った。

Ⅲ. 結果と考察

1. 夏季栽培施設等の温度比較

調査施設別の外気温及び施設内温度の比較を、表-2に示した。

外気温について、Fはほかの測定地点と比較して低い値を示した。これは、Fがほかの測定地点と大きく標高が異なるためと考えられた。また、施設内温度について、空調施設のC2及びD、そしてFは、通常ハウスのB、C1、Eと比較して低い値を示したが、Aのトンネルクールシステムハウスは、通常ハウスの測定

地点と比較して外気温に差がないにもかかわらず、特に最大値で低い値を示した。

更に、外気と施設内の温度差を月及び時刻毎に平均値を求めた。7月分のみ結果を図-1に示す。

この結果からも、Aのトンネルクールシステムハウスは、空調施設（C2及びD）にはおよばないが、ほかの通常ハウス（B、C1、E、F）と比較して、特に日中における外気との温度を下げるのが可能であることがわかった。また、測定期間中の外気と施設内の温度差の最大値のデータを見ると、10℃以上の差がある日も観測された。

2. 収量比較

収量比較試験の結果を、表-3に示した。

608号についてはあまり差が生じない傾向が見られた。これは、608号が高中温性で自然栽培条件下でも春～夏または晩夏～年内にかけて適した品種であることから、通常ハウスでも同程度の収量が得られたのではないかと考えられた。

607号については倍以上の差が生じる傾向が見られた。これは、607号が自然栽培条件下では秋～春発生型の品種であり、日中の

表-2. 調査施設別の外気温・施設内温度の比較

(a) 外気温データ

施設名 町村名	A 門川町	B 門川町	C 東郷町	D 北郷町	E 西郷村	F 椎葉村
平均値	25.2	25.5	26.6	25.7	25.8	21.9
最大値	38.9	39.5	39.9	40.3	41.3	35.4
最小値	10.8	10.0	11.3	12.6	11.6	8.1

(b) 施設内データ

施設名 町村名 システム	A 門川町 トンネル	B 門川町 普通	C1 東郷町 普通	C2 東郷町 空調	D 北郷町 空調	E 西郷村 普通	F 椎葉村 普通
平均値	24.7	25.6	26.5	17.7	17.1	25.8	21.6
最大値	31.6	35.4	36.8	25.0	26.0	38.9	30.9
最小値	13.2	13.3	13.3	12.1	9.0	12.3	11.5

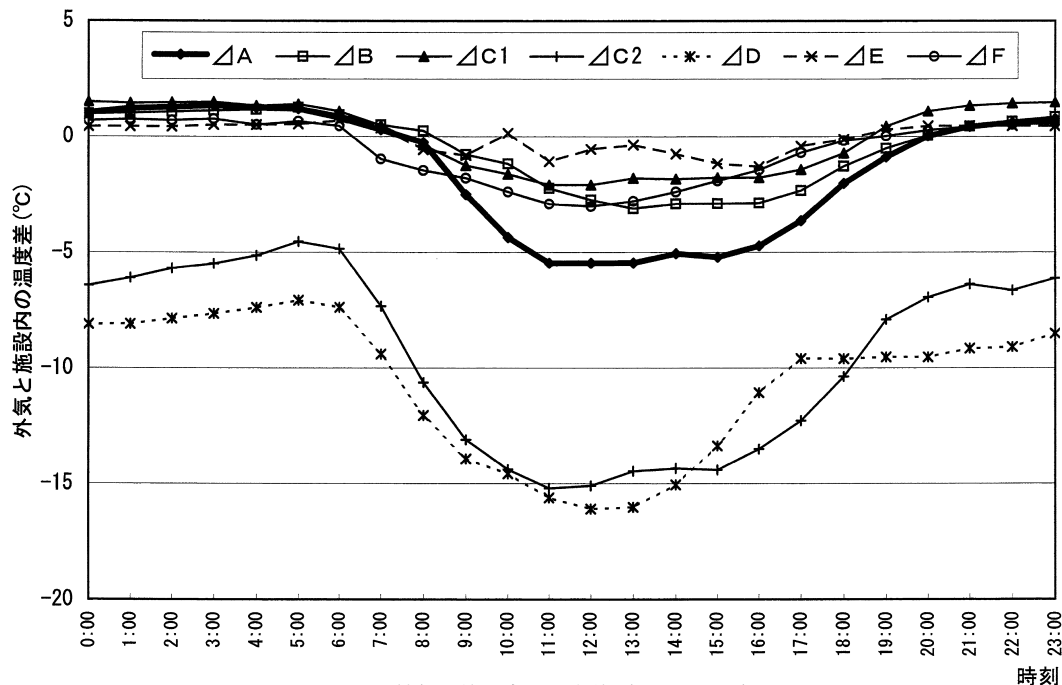


図-1. 外気と施設内の温度差（7月分のみ）

施設内温度を抑えることが可能なトンネルクールシステムハウスと通常ハウスで差が生じたのではないかと考えられた。

表-3. 収量比較

種菌	施設 (システム)	収量/1菌床当
608号	A (トンネルクール)	5.7パック
	E (通常)	5.4パック
607号	A (トンネルクール)	6.9パック
	E (通常)	3.1パック

3. システムの稼働制御法の検討

トンネルクールシステムの稼働率について、表-4に示した。日稼働率としては64.7%であるが、時間稼働率は19.3%と、感覚的に低いように考えられた。

表-4. システムの稼働率

月	稼働日	稼働時間
6月	6日	29 h 15m
7月	21日	171 h 00m
8月	17日	115 h 00m
合計	68日	315 h 15m
稼働率	64.7%	19.3%

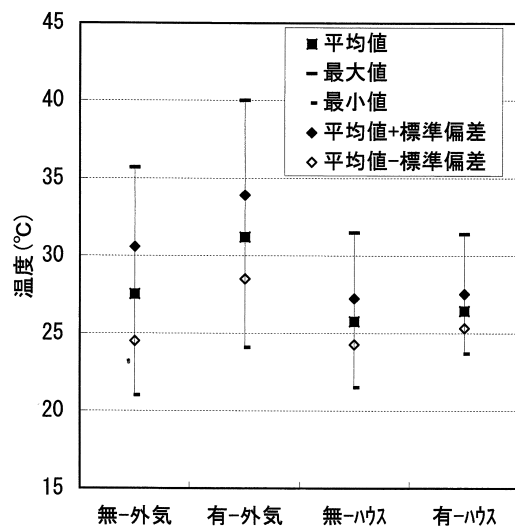


図-2. システム稼働有無別の外気とハウス内温湿度の関係

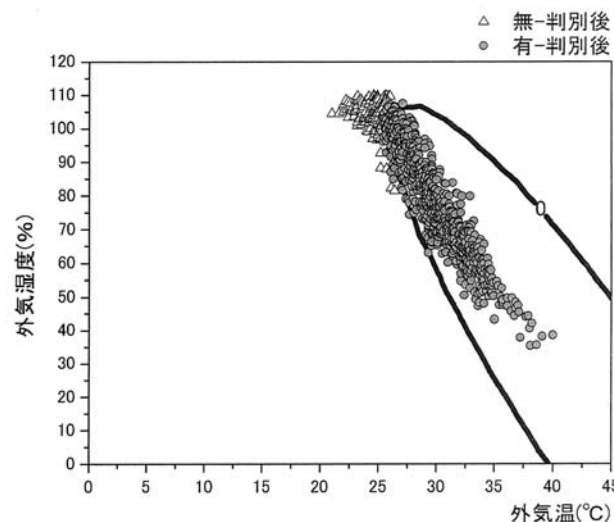
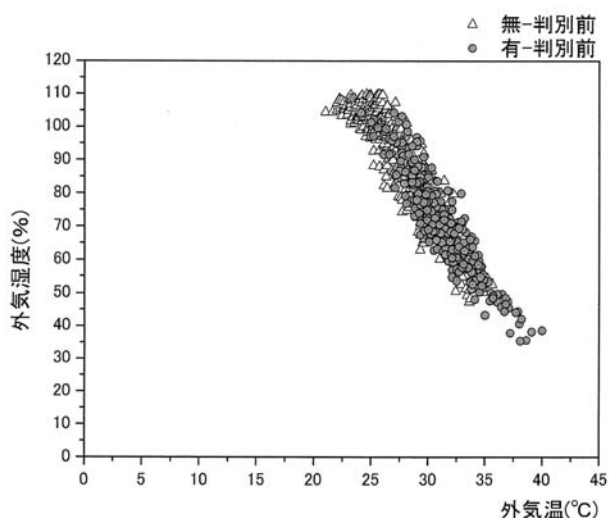
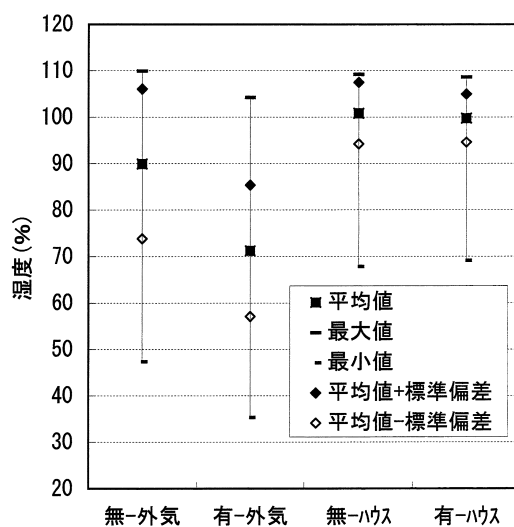


図-3. 判別分析

今回調査したトンネルクールシステムハウスについては、菌床シイタケ栽培で初めて導入されたという経緯もあり、その稼働について自動的なコントロール装置はなく、また、適正な使用や制御のマニュアル等もない。つまり、生産者の経験で稼働制御を行っているのが現状である。

測定した外気の温湿度とトンネルクールハウス内の温湿度のうち、午前8時～午後8時(8:00~20:00)のデータを用い、稼働有無別に平均値等を求めたものを、図-2に示した。ハウス内の温湿度はいずれも、稼働の有無に影響はないものと考えられた。一方、外気の温湿度は、稼働の有無に影響を与えるものと考えられた。

そこで、このトンネルクールシステムが気化熱を利用したもので、外気を導入しながらハウス内温度を効率よく冷却するシステムである点に着目し、外気の温度及び湿度によるシステムの稼働制御条件について検討を行うこととした。

稼働有無別の外気の温湿度データに対する判別分析の結果を、図-3及び表-5に示した。

図-3の左図は、判別前の温湿度データの分布で、右図は判別

分析後、図に示す二次曲線で判別された後の判別前の温湿度データに当てはめた時の判別結果を示している。

また、表-5について、判別前に稼働無だったデータは540点だったが、判別分析の判定の結果、稼働無と判定されたのは166点(161点+5点)となっている。一方、判別前に稼働有だったデータは342点だったが、判別分析の判定の結果、稼働有と判定されたのは716点(379点+337点)になっている。

表-5. 判別結果

元データの 実稼働状態	判 定		計
	稼働無	稼働有	
稼働無	161	379	540
稼働有	5	337	342
計	166	716	882

このように、生産者自身の判断は、比較的温度が高く、湿度の低いところで稼働させている傾向が見られた。しかし、判別後、稼働有と判定されたが実際には稼働させていなかった点も多く見られ、システムを活かしきっていない可能性もあると考えられた。

また、図-3の判別結果によると、湿度100%を超えているにもかかわらず、稼働有という結果になっている。相対湿度が100%を超えると結露を起こす状態と考えられるので、このような外気を導入してもどのくらいの効果があるのか疑問である。

そこで、システムの稼働制御条件としては、湿度は90~95%以下、なおかつ、温度は26~27℃以上の時に確実に稼働できるよう制御すると、より効率よく稼働させることができ、更に、ハウス内の冷却効果も上がるのではないかと考えられた。

IV. おわりに

トンネルクールシステムを利用したハウスは、同様な地理的条件下の通常の簡易ハウスと比較して、外気温との温度差を大きく、つまり、ハウス内温度を低くすることができる。そして、子実体の収量についても、品種による効果の違いはあるものの、安定した収量が期待できることがわかった。

また、システムの稼働制御法について、外気の温度及び湿度による制御を検討することは、有効であることが示唆された。

しかし、この判別分析の元のデータに対するシステム稼働の判断は生産者の経験に基づいたものであるし、制御効果の精度を上げるためにも、今後、今回の稼働制御条件下におけるデータ収集等を行い、メーカーなどと自動制御コントロールの方法等について検討していきたいと考える。

謝 辞

本試験を行うにあたり、各種データの収集にご協力をいただいた菌床シイタケ生産者の出口洋一氏(東臼杵郡門川町)、日向農業協同組合の田村和義氏、岸本政彦氏に深謝の意を表す。

引用文献

- (1) 小澤行雄・内藤文男(1993) 温室内環境の制御, (園芸施設学入門, 200pp, 川島書店, 東京), 105-108.
- (2) 蔵田憲次(1992) 園芸施設の環境特性および環境調節, (新施設園芸学, 古在豊樹ほか, 218pp, 朝倉書店, 東京), 68-69.

(2005年11月4日 受付: 2006年1月10日 受理)