

氏名	柏野 泰章		
授与した学位	博士		
専攻分野の名称	農 学		
学位授与番号	博甲第	5840	号
学位授与の日付	平成30年 9月27日		
学位授与の要件	環境生命科学研究科 農生命科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	菌床シイタケの大規模生産施設における環境の最適化		
論文審査委員	教授 田村 隆	教授 神崎 浩	准教授 難波 和彦

学位論文内容の要旨

和食には欠かすことのできないシイタケであるが、労働力不足などの影響で現在国内生産量の9割が菌床栽培となった。これは栽培基材に、木材粉碎物と米ぬか等の栄養材と水とを混合し、成型・殺菌した基材を用いて行うもので、施設内での周年栽培が可能であるが、大規模栽培施設では菌の活性により発生する大量の熱とCO₂が問題となっている。シイタケ菌は高温に暴露されると成育障害を起こすとされ、年中冷房が必要であるが、作業員の安全のために換気が必須になるからである。そこで、本研究ではまず温度の菌成長に及ぼす影響を明らかにすることで、目標となる温度を設定することにした。つぎに、その温度を効率的に維持するために熱交換型換気扇の運転方法について検討を行った。

シイタケ栽培は、大きく培養と発生工程に分けられるが、今回はより熱とCO₂が問題となっている培養工程について取り扱った。最適な施設温度を発生の結果から検討したところ、20～24℃での培養で収量が高く、特に24℃では市場価値の高いLやMサイズ規格の大きさの物の割合が多く発生した。一方、20℃以下での低温域では発生に悪影響を与える場合があり、26℃以上の高温域では培養に悪影響を与え、収量が大きく低下することが明らかになった。これらより、目標温度は24℃以下とすることが定まった。下限は21℃とした。また、CO₂濃度は高すぎると奇形の発生等の懸念もあったが、今回設定した労働基準法の上限である5,000 ppm以下では問題なかった。

熱交換型換気扇は、空調効率を向上させるために、オフィスや一般家庭でも普及が進んでいるが、外気温によっては熱交換をせずに、直接外気を取り込んだ方がエネルギー効率が良い場合がある。今回であれば、24℃を目標に冷房を行うので、外気温がそれ以下の場合である。この点に注目して、外気温に応じて熱交換を行うかどうかを決定するシステムを試作し、実際の運転試験を行いながらその省エネルギー効果を実測した。その結果、連続して熱交換を行った場合と比べて、岡山県玉野市では年間24%の省エネルギー効果を発揮することが明らかになった。他の地域でも、実際の気温変化を元にシミュレーションしたところ、緯度が高いなどで、低温が有効に使える地域で効果が高くなった。また、CO₂濃度は慣行よりも高めに設定できたので、これに起因する換気はほとんど発生しなかった。

以上のことから、事前に生体の特性を十分に把握した上で、それに応じた制御を行うことで、熱とCO₂が問題となっているシイタケの栽培現場に貢献できる提案が出来た。特に、既存の施設に大きく手を加えることなく、制御装置の付加だけで得られる省エネルギー効果は、経営的側面だけでなく環境負荷低減の観点からも意義深いと言える。

論文審査結果の要旨

本論文は、これまで明確で無かった大規模生産施設の環境制御を、生産物である菌床シイタケの生理特性に基づき最適化を試みたものである。大規模施設では菌の活性により発生する大量の熱と CO₂が問題となっている。シイタケ菌は高温に暴露されると成育障害を起こすとされ、年中冷房が必要であるが、作業員の安全のためには換気が必須になるからである。シイタケ菌と温度の関係については、実験室レベルでの報告は散見されるが、実際に生産を行う規模での学術的な報告は無かった。そこで、本論文ではまず温度の菌成長に及ぼす影響を明らかにすることで、目標温度が設定された。つぎに、その温度を効率的に維持するために、熱交換型換気扇の運転方法についての検討が行われた。

シイタケ栽培は、大きく培養と発生工程に分けられるが、今回はより熱と CO₂が問題となっている培養工程が取り扱われた。最適な施設温度を発生の結果から検討したところ、20-24 °Cでの培養で収量が高かった。一方、20 °C以下での低温域では発生に悪影響を与える場合があり、26°C以上の高温域では培養に悪影響を与え、収量が大きく低下することが明らかになった。これらより、冷房装置の設定温度は1 °Cずつマージンを取って、21-23 °Cとすることが定められた。

熱交換型換気扇は、冷房効率を向上させるために、オフィスや一般家庭でも普及が進んでいるが、今回注目したのは、外気温によっては熱交換をせずに、直接外気を取り込むことでエネルギー効率を高められる可能性であり、この点に新規性がある。また、外気温に応じて熱交換を行うかどうかを決定するシステムを試作し、実際の大規模生産施設で1年間にわたり運転し、実測されたデータは貴重である。結果として、連続して熱交換を行った場合と比べて、岡山県玉野市では年間24%の省エネルギー効果を発揮することが明らかになった。

これらの研究内容について、美味技術学会誌に2報が既に掲載され、さらに美味技術学会 第15回例会での口頭発表も行なっており、博士（農学）の学位に見合う成果であると判断できる。