

ISSN 2436-441X

研 究 報 告

第 3 2 号

2 0 2 5 . 3

秋田県林業研究研修センター

目 次

菌床シイタケ栽培における培養時の高温が子実体発生に及ぼす影響

…………… 村田 政穂・三浦正嗣・菅原 冬樹 …………… 1～12

菌床シイタケ栽培における培養時の高温が子実体発生に及ぼす影響

村田政穂・三浦正嗣・菅原冬樹

Effect of high temperature during incubation on fruiting body development in sawdust-based shiitake cultivation

Masao Murata, Masatsugu Miura, Fuyuki Sugawara

要 旨

菌床シイタケ栽培における高温障害が発生しやすい環境、障害が生じる高温の期間、及び高温によって障害が発生しやすい培養段階を調査した。使用した品種は森 XR1 号と北研 607-03 号である。培養開始から 30 日目と 60 日目にそれぞれ、33℃、38℃、43℃の環境下で 1 日あたり 4 時間、3～14 日間培養し、子実体の発生に対する影響を検証した。その結果、XR1 号は 30 日目の高温処理では大きな影響を受けなかったが、60 日目の 43℃の高温処理では収量が減少し、小型の子実体が多く発生した。一方、607-03 号は 30 日目の高温処理において本数と収量が減少する傾向を示したが、60 日目の高温処理では大きな影響を受けなかった。以上の結果から、シイタケの品種によって高温に対する耐性の特徴が異なる可能性が示唆された。

I. はじめに

シイタケ (*Lentinula edodes*) は様々な料理に用いられ、日本人に広く親しまれている食材の一つである。秋田県のシイタケ生産は、原木栽培による生産量は 132t であるのに対し、菌床栽培による生産量は全体の 96.5%を占める 3,638t となっており、生産量は全国 5 位で秋田県の主要作目である（農林水産省、2024a）。かつてシイタケ生産は丸太に種駒を打ち込んで行う原木栽培が中心であったが、収穫までに時間がかかることや重労働であることから現在は菌床栽培が主流となっている。

菌床シイタケ栽培は、おが粉や木片チップなどの基材と一般ふすまなどの栄養体を混合して作成された培地を用いて生産する。栽培形態（上面栽培または全面栽培）によっても異なるが、菌床シイタケの生産から出荷までのおもな工程は、①培地の調整、②培養、③発生操作、④発生・収穫の四つのステージ段階があり、一般的に 1 菌床につき 2～4 回の収穫が行われる。全面栽培において、①培地の調整は、おが粉や木片チップなどの培地基材と一般ふすまなどの栄養体を混合し、含水率を 60～70%に調整し、これを栽培用の袋に詰め、殺菌・冷却を行った後にクリーンルームで種菌を接種する。②培養は 20℃程度の一定温度で実施し、菌糸が培地に広がって白色の菌床になるまでを一次培養期（接種から約 1 ヶ月後まで）、その後菌床が白色から褐変し（被膜形成）、発生処理を行うまでを二次培養期（1 ヶ月後から発生操作まで）と区分される。③発生操作では、培養後の菌床を袋から取り出し、水で洗浄した後、培養環境より低温（15～19℃）かつ高湿度（約 90%）の環境下に静置

する。④発生・収穫は品種にもよるが、発生操作から約 2 週間後に子実体が発生し、傘が開ききる前に収穫を行う。

こうした工程をとまなうシイタケ栽培現場では、コスト削減や収量増加につながる効率的な技術開発が喫緊の課題となっている。近年の新型コロナウイルスの蔓延や円安の影響により、輸入原料の価格が上昇した結果、電気代や灯油代、おが粉や木片チップ、栄養体などの菌床の原材料、資材や輸送費が高騰し、シイタケ生産者の経費が増加し、経営が圧迫されている。実際、中小規模の生産者を中心に、経営危機に直面した生産者がシイタケ生産をやめるケースが増加している（農林水産省，2024a）。経営状況が厳しい環境下では、生産量を大幅に減少させる事態は絶対に避けなければならず、収量を低下させる要因に対してあらかじめ対策を講じる必要がある。菌床シイタケ栽培において、品質および収量に關与する環境要因として、温度、二酸化炭素濃度、光環境が挙げられる。温度は 35℃を超える環境下での培養により、子実体の発生量や形態に影響が生じることが報告されている（阿部ら，2002；米山ら，1993）。また、二酸化炭素濃度が上昇すると、菌糸の伸長速度が低下し、子実体の発生量にも影響を及ぼすことが指摘されている（阿部ら，1995）。光環境に関しては、二次培養期の菌床の褐変化（被膜形成）には光の照射が必須であり、その照射期間やタイミングが収量に影響することが明らかにされている（岡田ら，2020）。本研究ではこれらの要因のうち、温度に着目し研究を行った。

秋田県では年平均気温が年々上昇しており、夏の猛暑日も増加傾向にある。秋田県の代表的な産地である横手市においても 2023 年の 8 月と 9 月に合計 25 日の猛暑日が記録されている（気象庁，2025）。このような気象環境の中でのシイタケの菌床栽培は、高温障害の発生リスクが高まっていると想定される。高温障害は、培養に適した温度（20～23℃）を大幅に超えた温度で培養した菌床で発生し（北研食用菌類研究所，2020）、菌糸の伸長の遅延、菌糸の変色、菌床の軟化、褐色不良、収量の低下、奇形きのこの増加、品質の低下などが見られる。本研究では、いくつかのシイタケ生産施設について夏季の栽培環境調査を実施するとともに、シイタケ菌床を培養開始から 30 日目と 60 日目に一定期間高温環境下で培養することで、実際にどのような環境で高温障害が起きやすいのか、高温がどのくらい続くと障害が発生するのか、培養のどの段階で高温障害が生じやすいのかについて検証した。

II. 材料と方法

1. シイタケ生産施設調査

2022 年の 7 月に秋田県横手市の 3 カ所の菌床シイタケ生産施設において温度の変化を計測した（表－1）。それぞれの特徴は、半空調栽培施設と自然栽培施設は冬季の暖房は行いが、半空調栽培施設は夏季に設定温度より高くなったときのみ手動で空調を使用し、自然栽培施設 1 は寒冷紗などによる遮光と送風、窓の開閉のみが可能な施設で、自然栽培施設 2 は 1 の設備に加え、地下水による菌床や栽培施設への散水による冷却が可能な施設である。比較対照として、秋田県林業研究研修センター内の温度と湿度を常に一定に保つ完全空調施設での温度変化も計測した。温度の計測はデータロガー（LR5001，日置電機）を培養している菌床の横に設置して、1 時間おきに行った。外気温のデ

ータは気象庁の横手アメダス観測所（観測所番号：32596）のデータを使用した（気象庁，2025）。

表－１ 調査を実施したシイタケ生産施設の概要

施設の種類	場所	施設構造	夏季の高温に対する対応
半空調栽培施設	横手市	タイベックなどの白色の被覆材を使用したフレームパイプの２層構造の栽培ハウス	手動で空調を利用
自然栽培施設 1	同上	同上	寒冷紗などによる遮光と送風，窓の開閉のみ
自然栽培施設 2	同上	同上	自然培養施設 1 の設備に加え，地下水による菌床や栽培施設への散水
完全空調施設（対照）	秋田市	屋内に設置された温度や湿度，換気，照明を自動制御できる実験施設	空調等により温度は常に $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に設定

２．高温処理試験

１）供試培地

菌床の培地基材はナラ類のおが粉（粒度 4 メッシュ以下）を使用し，栄養材は 1 菌床あたり一般ふすま（昭和産業株式会社）100g と炭酸カルシウム（商品名ママカルソ、日東粉化工業株式会社）4g を添加した。培地の組成はシイタケ品種登録時に使用する組成に準拠した（農林水産省 2024b）。各試験区の供試数は 4 とした。培地を含水率 62% 程度となるように水道水で調整し，片面に通気用フィルターが付随した 1.2kg 用のポリプロピレン製栽培袋（S-30T，株式会社サカト産業）に 1 袋あたり 1kg を充填した。その後，118℃で 90 分間の高圧蒸気滅菌を行い，冷却後にクリーンルーム内で接種源を 1 培地あたり約 15g 接種した。

２）供試菌株

供試菌株は森 XR1 号（森産業株式会社，以下 XR と略）と北研 607-03 号（株式会社北研，以下 607 と略）を用いた。

３）培養条件

培養は温度 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相対湿度 65% の培養室にて暗黒下で行い，培養開始から 30 日目と 60 日目から 33℃，38℃，43℃の高温処理を 3，7，10，14 日間行った（XR の 33℃と 38℃では 14 日処理区はなし）（図－1）。高温処理はそれぞれの温度に設定したインキュベーター（IS800 と IL601，ヤマト科学）に培養中の菌床を移して行い，1 日あたり 4 時間処理をして，処理後は 22℃の培養室に戻した。

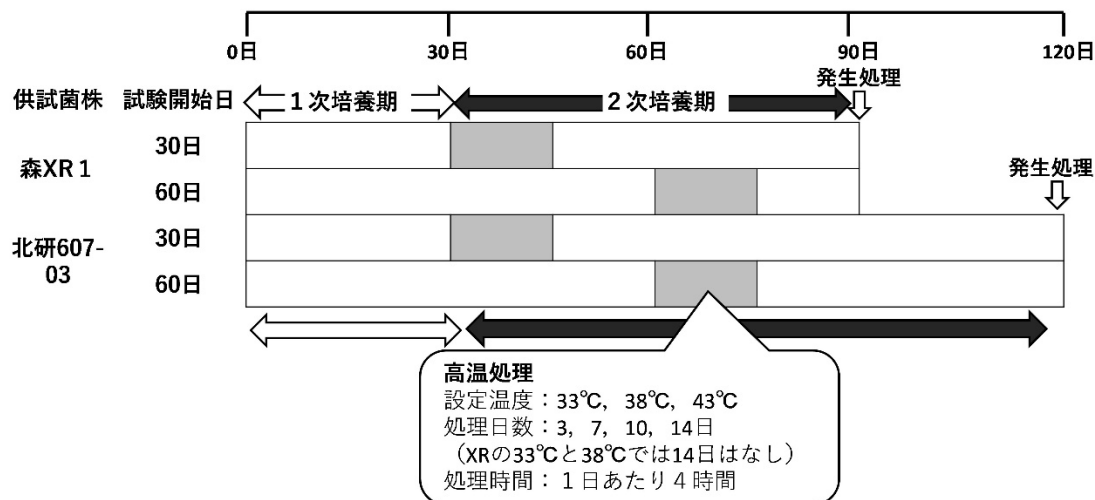


図-1 本研究で実施した高温処理試験の内容

4) 子実体の発生と採取

対照の菌床を培養した時の積算温度を基に、種菌メーカーが推奨している積算温度に達する培養日数を算出し、接種後 XR は 87 日後に、607 は 120 日後に栽培袋から菌床を取り出し、菌床表面を水道水で洗浄した後、温度 $17 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 90% の発生室で栽培を行った。1 回目の収穫後、同発生室で 2 週間休養したのち、菌床を水洗いして 12 時間浸水処理を行い、再び発生室で子実体発生を促した。収量調査は、各菌床で合計 2 回、菌床ごとに子実体の傘が 7 部開きになったタイミングで収穫し、収穫日と発生重量 (g)、菌傘直径の規格 (SS (2.5cm 未満)、S (2.5~4cm)、M (4~5cm)、L (5~6cm)、LL (6cm 以上)) を記録した。

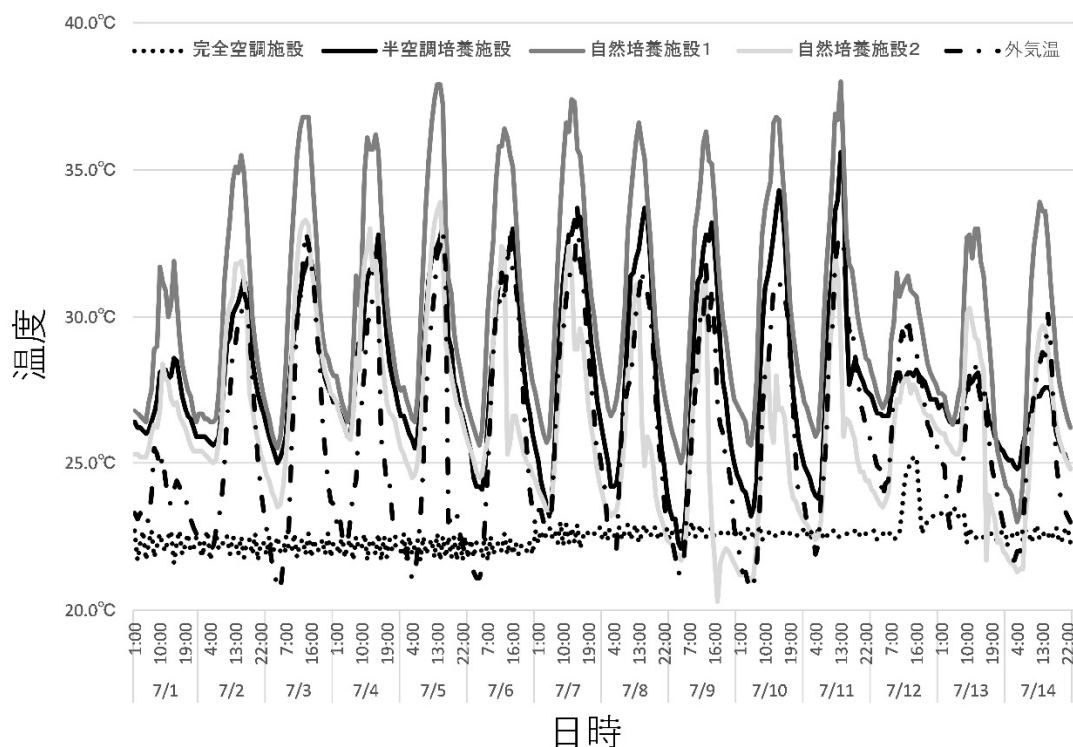
5) 統計解析

すべてのデータは 1 回目と 2 回目の発生処理により得たデータを合計して、無処理の対照と高温処理を行った各試験区間で比較した。まず Kruskal-Wallis 検定で有意性を確認したのち、Steel 法で多重比較を行った。いずれの統計処理も、有意水準は 5% 未満とした。すべての統計解析は R および R コマンダーの機能を拡張した統計ソフトウェアである EZR (ver. 1.68) を使用した。

Ⅲ. 結果

1. シイタケ生産施設の温度変化

2022 年 7 月 1 日から 14 日までの菌床シイタケ栽培施設内の温度変化を図-2 に示す。7 月 3 日 13 時の外気温が 32.9°C の時、半空調培養施設が 31.7°C 、自然培養施設 1 で 36.8°C 、自然培養施設 2 で 33.3°C を示し、自然培養施設では外気温よりも施設内の温度が高くなる傾向が見られた。特に自然栽培施設 1 の温度は他の栽培施設に比べて大幅に高く、7 月の 1 ヶ月間で 35°C 以上を記録した日は計 14 日あった。完全空調施設では外気温に影響されることなく、一定の温度で推移していた。



図－２ シイタケ菌床培養施設内の温度変化（2022年7月横手）

2. 高温処理試験

1) XRにおける高温処理の影響

XRにおいて高温処理を行った菌床から収穫した平均子実体本数および収量の結果を図－3に、1菌床あたりの平均子実体重量を図－4に示す。培養開始から30日目に高温処理を行った菌床では、無処理の対照結果（本数：12.0本、収量：338.5g）と比較すると、高温処理の温度上昇や処理期間の延長に関わらず、本数と収量の間には大きな影響が見られず、本数が最も少なかったのは38℃・3日の6.5本であり、収量が最も小さかったのは43℃・3日の223.3gであった。ただし、1本の子実体重量は対照が30.1gであるのに対し、38℃・3日（50.4g）や38℃・10日（39.9g）、43℃・14日（37.4g）で増加する傾向を示した。一方、培養開始から60日目に高温処理を行った菌床では、33℃および38℃の処理において、処理期間が長くなるほど収量と本数が増加する傾向が見られ、本数と収量ともに38℃・10日が最も大きくなった（本数：25.8本、収量：458.0g）。43℃の高温処理では、SSやS規格の本数が増加し（10日処理では全本数のうち79%がS規格以下）、そのため本数は増加したが（最大は10日の35.8本）収量は減少する傾向があった（最小は3日の224.3g）。また、1本の子実体重量は高温処理の温度上昇や処理期間の延長とともに減少する傾向を示し、43℃・10日が最も小さかった（9.0g）。なお、Kruskal-Wallis検定により60日目に高温処理を行った菌床の本数と収量、30日目と60日目の1菌床あたりの子実体重量において有意な差が認められたが（ $p < 0.05$ ）、これらのデータにおいて対照と各高温処理間で比較をしたところ、有意な違いは認められなかった（Steel, $p > 0.05$ ）。

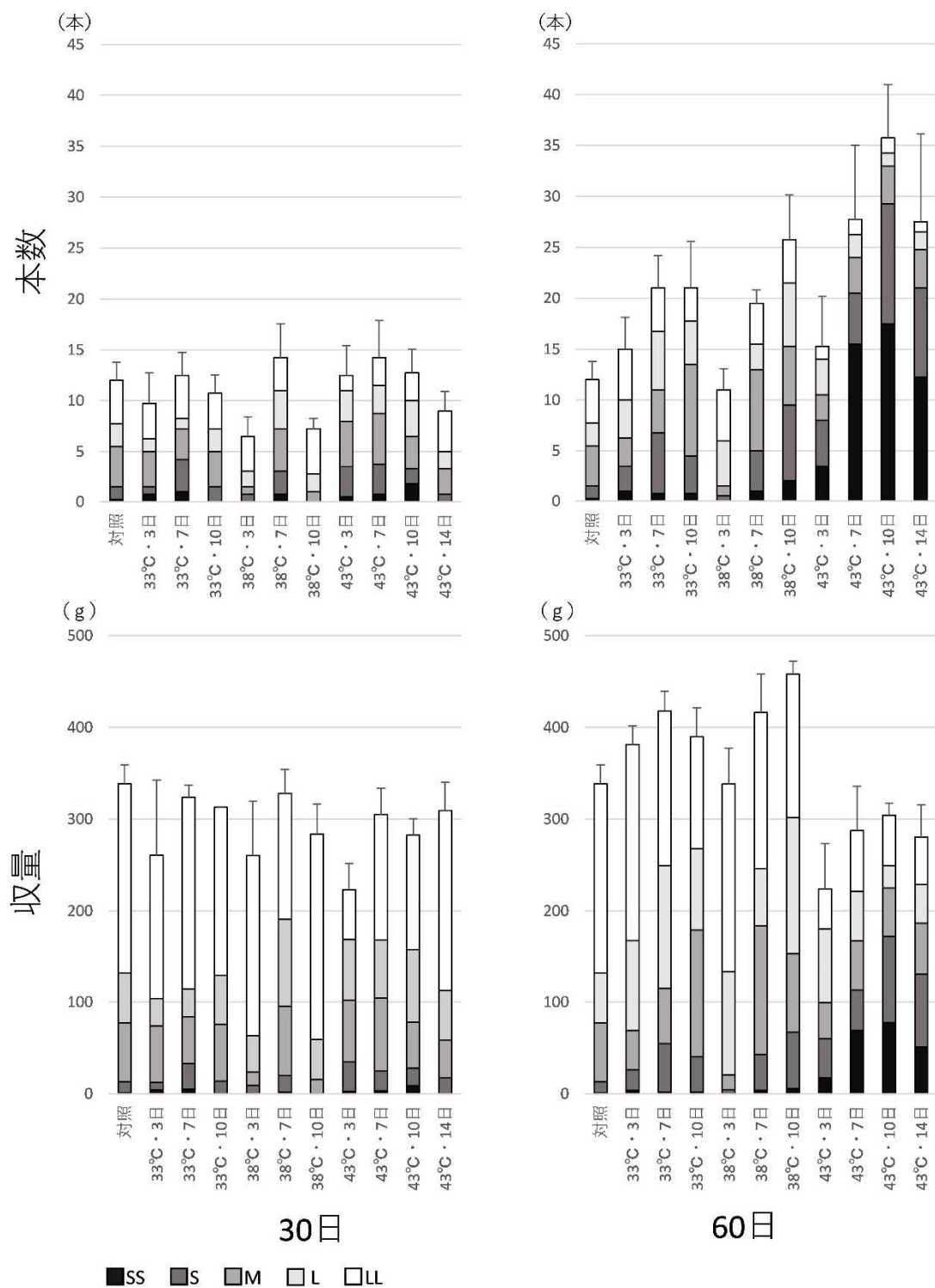
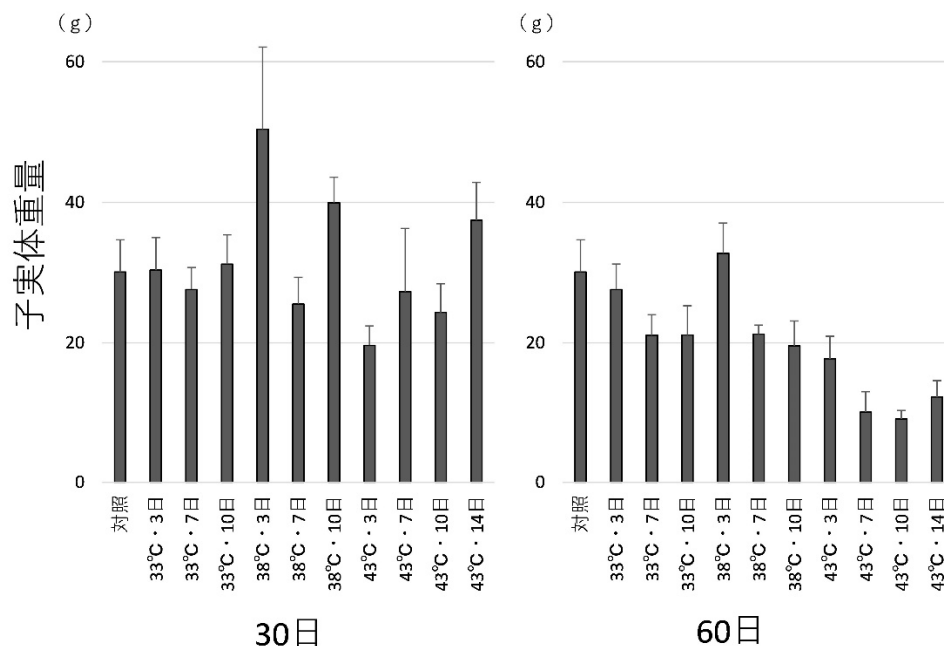


図-3 1菌床あたりの子実体の本数と収量 (XR)

(注) エラーバーは標準誤差を示す

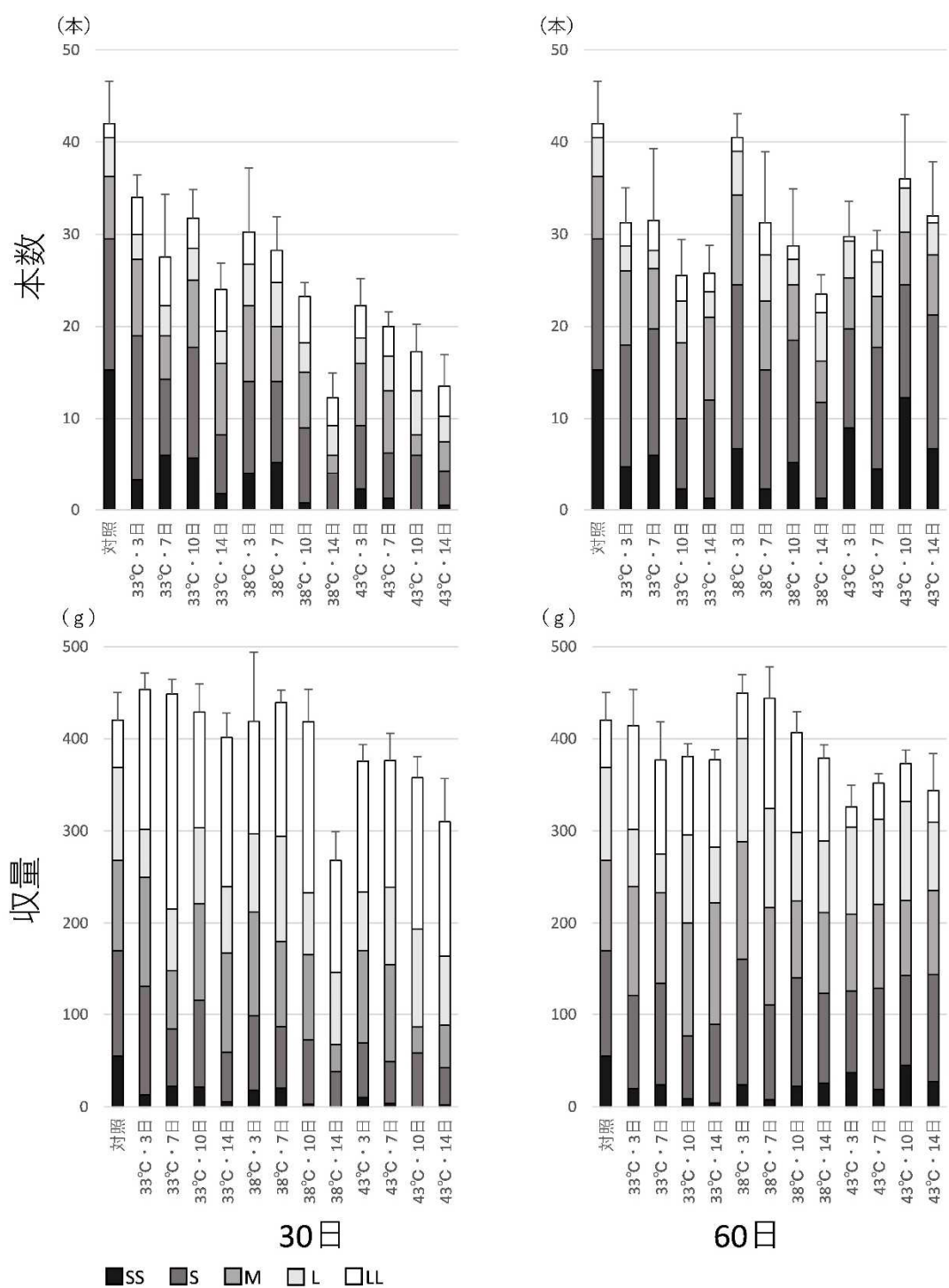


図－4 1 菌床から発生した 1 本あたりの子実体重量 (XR)

(注) エラーバーは標準誤差を示す

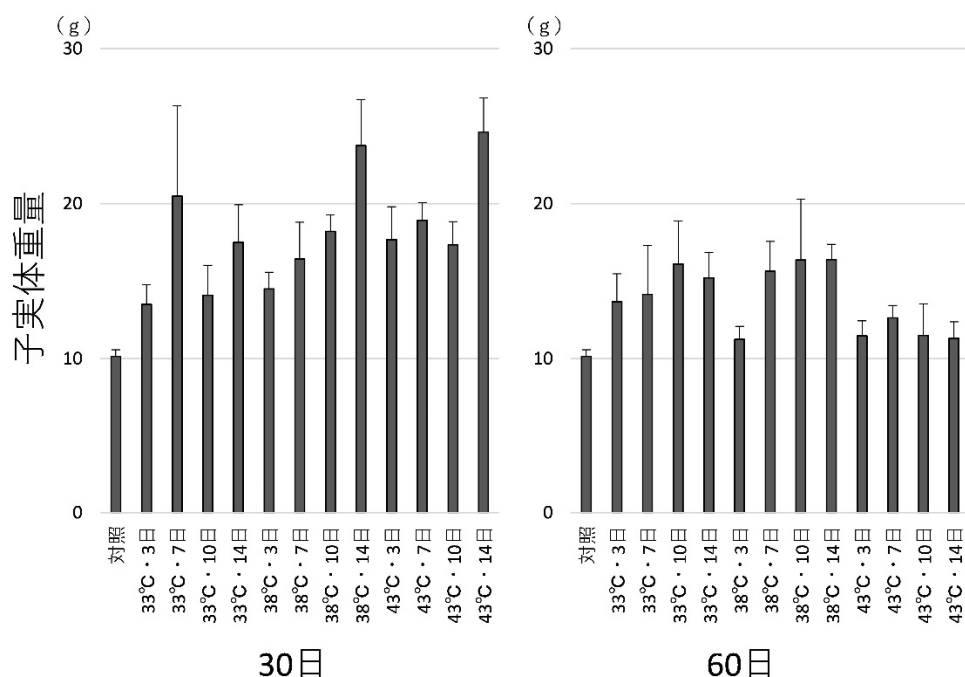
2) 607 における高温処理の影響

607 において高温処理を行った菌床から収穫した平均の子実体の本数と収量の結果を図－5 に示し、1 菌床あたりに収穫された 1 本の平均子実体重量を図－6 に示す。培養開始から 30 日目に高温処理を行った菌床では、無処理の対照（本数：42.0 本，収量：420.3 g）と比較すると、高温処理温度の上昇や処理期間の延長に伴い本数は減少する傾向があり、最も少なかったのは 38°C・14 日の 12.3 本であった。収量もわずかに減少する傾向が見られ、最も小さかったのは 38°C・14 日の 268g であった。また、1 本の子実体重量は高温処理期間の延長に伴い対照（10.1g）よりも大きくなる傾向があり、特に 33°C・7 日（20.5g）、38°C・14 日（23.7g）、43°C・14 日（24.6g）ではその傾向が顕著であった。一方、培養開始から 60 日目に高温処理を行った菌床では、33°C と 38°C の高温処理において処理期間が延びるにつれて本数が減少する傾向が見られ、最も少なかったのは 38°C・14 日の 23.5 本であったが、収量には大きな影響がなかった。43°C の高温処理では本数と収量ともに減少する傾向が示され、本数が最も少なかったのは 7 日の 28.3 本，収量が最も小さかったのは 3 日の 326.3g であった。また、1 本の子実体重量は 33°C と 38°C において高温処理期間が延長するにつれて対照よりも重くなる傾向があり、最も重かったのは 38°C・14 日の 16.4g であったが、43°C では対照と同程度の重さであった。なお、Kruskal-Wallis 検定により 30 日目に高温処理を行った菌床の本数と 1 菌床あたりの子実体重量において有意な差が認められたが ($p < 0.05$)、これらのデータにおいて対照と各高温処理間で比較をしたところ、有意な違いは確認されなかった (Steel, $p > 0.05$)。



図ー5 1菌床あたりの子実体の本数と収量 (607)

(注) エラーバーは標準誤差を示す



図－6 1菌床から発生した1本あたりの子実体重量（607）

（注）エラーバーは標準誤差を示す

IV. 考察

1. シイタケ生産施設調査

本研究では、夏季に空調施設を設置していない自然栽培施設1において、施設内の気温が外気温よりも非常に高くなる傾向が示されたが、同様の施設で地下水を利用して菌床や施設への散水をする自然栽培施設2においては、前者より施設内の気温が低くなる結果が確認された。したがって、地下水を利用した菌床や施設への散水は、高温抑制効果に有効であると考えられた。さらに、この対策は空調設備に比べて電力消費量が大幅に少ないと考えられ、夏季のシイタケ生産施設における光熱費削減対策としても効果があるかもしれない。加えて、培養温度の上昇は栽培袋内の二酸化炭素濃度の上昇を引き起こすことが知られている（阿部ら，2002）ため、温度が上昇した栽培環境では、温度だけでなく換気にも十分な注意が必要であると考えられた。

2. 高温処理試験

統計解析において、Kruskal-Wallis 検定では有意な差が確認されたが、その後の対照と各高温処理間の比較を Steel 検定で行ったところ有意な差が確認されない事象が確認された。永田・吉田（2007）はサンプルサイズが小さいデータでノンパラメトリック法の多重比較を行うと、データがいかなる値を取っても絶対に有意にならない結果がもたらされることを指摘しており、本結果もサンプルサイズの影響により、対照との比較で大きく異なる傾向が示されたデータにおいても有意な差が確認されな

かったことが考えられた。

XR では、菌床に被膜が形成される前の一次培養期における接種 30 日後の高温処理について、大きな影響が見られなかった。一般的に、一次培養期の菌床内の温度は菌床外の温度に比べて約 3℃高いことから（秋田ふるさと農業協同組合，2022），二次培養期に比べて高温の影響を受けやすいと考えられる。また、培養初期の高温は菌の活力を失わせ、障害を引き起こしやすく、正常な菌床への回復が難しくなるとされている（北研食用菌類研究所，1993）。本研究の結果は、XR が培養初期の高温に耐性を持つ可能性があることを示唆している。一方、607 では一次培養期における高温処理で対照と比較して本数と収量がともに減少する傾向が見られたため、従来から指摘されているように、培養初期の温度管理には十分な注意が必要であると考えられる。

被膜形成後の二次培養期における高温処理では、XR では子実体が小型化し、収量が低下する傾向を示したが、607 では若干の減少傾向が見られたものの、XR のような収量の低下と低品質の子実体が大量に発生する現象は観察されなかった。これは、高温処理から発生処理までの日数が影響している可能性がある。XR では高温処理から発生処理までの期間が 10～25 日であったのに対し、607 では 36～51 日であった（図－1）。このため、607 の方が発生処理までの期間が長く、その間に高温処理の影響を回復できた可能性がある。逆に、XR は高温処理の影響から十分に回復できず、高温障害が発生したと考えられる。発生操作直前に培養温度が高くなると子実体の発生に影響を及ぼすことは、阿部ら（2002）の試験でも明らかにされており、彼らは培地内に形成された子実体原基が高温にさらされたことにより、子実体原基が衰弱したことが原因であると推察した。

PDA 培地上でのシイタケ菌糸の伸長量は、22～26℃が最も良好であり、30℃では伸長が停止する（小川，1992）。さらに、37.5℃で 48 時間以上培養すると死滅することが確認されている（菅原，未発表データ）。一方、菌床栽培における最適培養温度は 20～24℃前後であり、25～28℃では収量が減少することがある（柏野ら，2016；小川，1992；Yamauchi ら，2009）。また、ホダ木では 40℃で 20 時間程度の高温に耐えることができるが、45～50℃以上の環境下では死滅する（中村，1982）。本研究の XR では、二次培養期に 33℃や 38℃での 1 日 4 時間の高温処理によって収量が増加する傾向が見られた。この結果は、XR の菌床栽培において二次培養期の培養温度の一時的な上昇が収量を増加させる可能性を示唆するものだが、これまでの XR の栽培技術において二次培養期の高温（25℃）や発生処理の直前の高温処理（28℃）は芽数の抑制を目的に用いられおり（赤石，2014），収量を増加させることを目的としては使用されていない。また、高温環境はシイタケ菌を衰弱させ、害菌に対する抵抗力を弱めることも指摘されている（阿部ら，2002）。そのため、温度設定や処理時間、さらにその温度がシイタケの害菌に対する抵抗力に与える影響について再度検証する必要がある。

阿部ら（2002）の試験の高温処理は、連続した高温環境下で 3～10 日間培養を行って評価している。この場合、処理時間がシイタケ生産施設の環境よりも長すぎて過大評価となっている可能性があるため、本研究では高温処理の 1 日あたりの処理時間を 4 時間とし、処理後は 22℃の培養環境に戻した。その結果、発生量の減少は見られるものの、43℃の高温処理区においても XR と 607 のいずれも子実体の発生が確認された。夏季のシイタケ栽培施設では、1 日に 30℃を超える時間が 6 時間以上記録される日が多く（図－1），夜間でも本研究で設定したような温度（22℃）まで温度が下がらないことから、本研究の結果は逆にシイタケ生産施設の高温環境よりも過小評価したデータとなっている可能性

がある。シイタケ生産施設の高温障害のリスクをより詳細に検証するためには、生産現場の温度環境を再現した環境下での培養が重要と考えられる。

シイタケ菌床栽培における高温障害について先行研究と本研究の結果を総じて考えると、生産施設では夏季の冷却設備のない自然栽培施設において、栽培工程では菌床に被膜が形成していない一次培養期と二次培養期の発生処理直前において、高温障害が発生するリスクが高いと考えられる。一方で、中沢・森（1988）はシイタケ菌の高温に対する耐性が菌株間で異なることを示唆しており、本研究における XR と 607 の異なる結果は、各の菌の高温に対する耐性の特徴の差異が関与している可能性がある。したがって、品種によって高温障害の発生のしやすさや注意を要する時期が異なる可能性も考慮し、品種に合わせた温度管理や栽培時期を検討する必要がある。

謝 辞

栽培施設の温度データの収集にあたり、秋田県横手市の3名のシイタケ生産者にご協力をいただいた。また当センター資源利用部の職員の皆さんにはシイタケの収量調査を手伝っていただいた。皆様に心から感謝の意を表します。

引用文献

- 阿部正範（1995）シイタケ菌床栽培における栽培袋内の二酸化炭素濃度について．徳島県林業総合技術センター研究報告 32: 48-51
- 阿部正範・飯田繁・大賀祥治（2002）シイタケ子実体発生に及ぼす培養温度の影響．日本応用きのこ学会誌 10: 129-134
- 赤石博（2014）短期栽培用種菌を用いた空調方式による最新栽培技術．（改訂版 最新きのこ栽培技術，特産情報編，プランツワールド） 141-146
- 秋田ふるさと農業協同組合（2022）R3 年度菌床しいたけ生産 IOT 活用実証事業成果報告書．
- 北研食用菌類研究所（1993）培養初期の管理．（菌床シイタケのつくり方．大森清寿編，農山漁村文化協会） 108-110
- 北研食用菌類研究所（2020）2020 年夏期セミナー総括．サンマッシュ菌輪 84: 6-9
- 柏野泰章・明貝文夫・難波和彦・門田充司・神崎 浩（2016）シイタケ菌床栽培における培養環境の温度と CO₂濃度が収量へあたえる影響．美味技術学会誌 15(1): 5-11
- 気象庁（2025）過去の気象データ・ダウンロード．(<https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php>)，2025 年 1 月 31 日閲覧
- 永田靖・吉田道弘（2007）第 5 章 ノンパラメトリック法 ―正規分布を前提としない方法―．（統計的多重比較法の基礎．中山昌子編，株式会社サイエンティスト社） 63-79
- 中村克哉（1982）3．シイタケ．（キノコ事典．中村克哉編，朝倉書店） 205-307
- 中沢武・森寛一（1988）シイタケ菌の高温に対する耐性の菌株間差異．日本菌学会会報 29: 55-62
- 農 林 水 産 省 （ 2024a ） 令 和 5 年 特 用 林 産 物 生 産 統 計 調 査 ．

(https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokuyo_rinsan/), 2025 年 1 月 31 日閲覧
農林水産省 (2024 b) しいたけ種 (<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/hinshu/info/kijun/1371.pdf>),
2025 年 1 月 31 日閲覧
小川博志 (1992) 菌床シイタケの栽培技術. (菌床シイタケの栽培と経営. 古川久彦編, 全国林業改良
普及協会) 33-94
岡田晃治・難波和彦・門田充司・柏野泰章 (2020) シイタケ菌床栽培における光環境の最適化—培養
工程の照射タイミングが子実体発生に及ぼす影響—. 農業食料工学会誌 82(6): 642-649
Yamauchi T, Ayusawa S, Eda K, Iizuka K, Yokota S, Ishiguri F, Yoshizawa N (2009) Flushing
control of fruit bodies by temperature and moisture content in sawdust-based cultivation of
Lentinula edodes. Mush Sci Biotechnol 17: 19-23
米山彰造・瀧澤南海雄 (1993) シイタケ菌床空調栽培における温度の影響. 林産試験場報 7(6): 22-26

研究報告（第 32 号）

令和 7 年 3 月発行

編 集 編集委員長 三森 道哉

編集委員 高橋 正実，田村 浩喜，和田 覚，澤田 智志

発 行 秋田県林業研究研修センター

〒019-2611 秋田県秋田市河辺戸島字井戸尻台 4 7 - 2

T E L 018-882-4511

F A X 018-882-4443

U R L <http://www.pref.akita.lg.jp/pages/genre/rinken>

e-mail forest-c@pref.akita.lg.jp

BULLETIN
OF
AKITA FOREST RESEACH AND TRAINING CENTER

No.32 2025.3

Effect of high temperature during incubation on fruiting body development in
sawdust-based shiitake cultivation

Masao Murata, Masatsugu Miura, Fuyuki Sugawara·····1~12