

## シイタケ菌床硬度が子実体発生量に与える影響

中田理恵（静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター）  
山口 亮（静岡県西部農林事務所）

菌床シイタケ栽培の購入菌床栽培方式における生産技術の改善のため、生産者が菌床を選択する基準の一つとして菌床表面の硬さに着目し、培養終了時の菌床表面の硬さとその後に発生する子実体湿重量を2品種において調査した。菌床硬度の測定は、山中式土壤硬度計を用いた。菌床硬度と子実体発生量の関係は、品種によって異なり、1品種において有意な負の相関が認められ、菌床硬度が高いほど子実体発生量は少なくなる傾向がみられた。また、菌床硬度と菌床生重量との間に有意な負の相関が認められた。この結果により、品種においては、菌床生重量を考慮したうえで、培養終了時の菌床表面硬度が菌床を選別する指標となる可能性が示唆された。

キーワード：菌床シイタケ、硬さ、山中式土壤硬度計、菌床生重量

### I はじめに

2018年の国内林業産出額5,020億円のうち、栽培きのこ類生産額は2,257億円と45%を占めており(3)、栽培きのこ類は地域経済の活性化や雇用の確保に大きな役割を果たしている(7)。栽培きのこ類のうち最も生産額が大きい生シイタケは、生産量の91%が菌床栽培によるものであり(8)、市場で流通しているものの大半は菌床シイタケと呼ばれている。

菌床シイタケの生産方式の一つに購入菌床栽培方式がある(6,9)。この方式は、菌床製造企業から培養完了あるいは一次培養完了の菌床を購入して、生産者が個別に発生のみを行う方式であり、初期投入費用が少なく、生産者にとって取り組みやすい。しかし、菌床の購入経費が支出の大部分を占めるため、生産者は1つの菌床から出来るだけ多くの子実体を収穫することを望んでいる。生産者が購入する菌床を選択する基準は、品種、菌床の大きさ、培養日数や積算温度であり、製造日や培養条件が同じ場合は、同じ品質であるとして取引されている。しかし、同じ培養条件であっても、菌床からの子実体発生量にはばらつきが生じており(2)、初回の発生時において子実体が発生しない菌床も存在する。子実体発生量が多い菌床や発生しない菌床を事前に選別することができれば、生産量増加に寄与することができる。

菌床表面の硬度(柔らかさ)は、コナラ培地の菌床において培養日数が増加するとともにブリネル硬さが増加することが報告されている(5, 10, 11)。ブリネル硬さの増加は、菌床中の固形分の分解によってできる空隙が菌糸体によって充填され、その菌糸体密度の増加に伴って菌床の硬さが増加したものとされている(5)。生産者が菌床製造業者から購入する菌床表面の硬度は、各個体で微妙な差があり、それが菌床の成熟

度や子実体の発生に関係している可能性がある。そのため、子実体発生量の多い菌床や少ない菌床を簡易に選別する新たな指標として、菌床の硬さの活用が期待される。

本研究では、購入菌床栽培方式における生産技術の改善のため、生産者が菌床を選択する基準の一つとして菌床表面の硬度に着目し、培養が終了した後の発生操作時における菌床表面の硬度とその後発生する子実体量の関係を調査した。菌床硬度の測定は、運搬が可能で、簡易かつ再現性の高い山中式土壤硬度計(No.351 土壤硬度計(標準型), (株)藤原製作所)を使用した。

### II 材料及び方法

#### 1. 供試菌

供試菌種として、シイタケ(*Lentinula edodes*)森 XR1(菌床栽培用中高温性品種,以下XR1)、JMS KV-92(菌床栽培用高温性品種,以下KV-92)を用いた。

#### 2. 培地及び培養

培養までの作業は、菌床製造企業(静岡県川根本町)が実施した。栄養体を重量比で8%含む広葉樹おが粉培地の含水率を60%に調整し、耐熱性のポリエチレン製袋(S-30MM(0.045×102/195×385mm), (株)サカト産業)に1.3kgずつ詰めて、98°Cで7時間滅菌した。放冷後、おが粉種菌を接種した。接種後は22°C、相対湿度50~70%で培養した。培養日数は、種菌メーカーの推奨培養期間と生産者からの聞き取りを参考にし、XR1は89日~91日、KV-92は91日~119日間とした。菌床培養完了後に静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター(静岡県浜松市)へ運搬し、袋を取り除き、軽く水洗いした後、16°C、相対湿度90%以上となるように設定した室内で初回の子実体を発生させた。

NAKATA Ric\*, YAMAGUCHI Akira

Effect of mushroom bed surface hardness on the amount of fruitbodies of *Lentinula edodes*

rie1\_nakata@pref.shizuoka.lg.jp

### 3. 測定項目

(1) 菌床硬度：菌床硬度の測定は、山中式土壤硬度計を使用した。袋の除去、水洗い後に半日～1 日経過した後、菌床の生重量を測定し、菌床の中央部側面に山中式土壤硬度計を垂直に圧入して硬度を測定した。菌床の側面 4 方向で測定し、平均したものを菌床硬度とした。

(2) 子実体発生量と発生個数：発生した子実体の傘が 7～8 分に開いた時点で採取し、子実体の湿重量、個数を測定した。子実体発生は初回発生のみを集計した。

### 4. 試験期間

試験は 2017 年 11 月～2020 年 10 月に実施した。

## III 結果及び考察

### 1. 菌床の状況と子実体発生状況

発生操作直前の全ての菌床は、表面積の 3/4 以上が褐変していた。各々の菌床における山中式土壤硬度計での測定値は均一でなく、各々の菌床の最大測定値から最少測定値を引いた差の平均値 ( $\pm$ 標準偏差) は、XR1 が 0.89 ( $\pm$ 0.50) kg/cm<sup>2</sup>、KV-92 が 0.83 ( $\pm$ 0.51) kg/cm<sup>2</sup>で、品種間に有意差はなかった (Welch's t-test,  $p>0.05$ )。菌床の硬さは、菌糸体密度の増加に伴うと考えられている (5) ため、各々の菌床における菌糸体の密度は均一でなく、場所によって異なっていることが推測された。

菌床硬度は、XR1 が 1.26～4.51 kg/cm<sup>2</sup>、KV-92 が 1.37～5.42 kg/cm<sup>2</sup>の間でばらつきがあり、2 品種間に有意差が認められた (Welch's t-test,  $p<0.05$ , 表-1)。

子実体発生量、子実体発生個数において、2 品種間に有意差が認められた (Welch's t-test,  $p<0.05$ )。種菌メーカーによると、XR1 は多収性の品種であり、KV-92 は大型の子実体を形成させる品種である (1)。したがって、品種の特性が表れたものと考えられる。

### 2. 菌床硬度と菌床生重量の関係

XR1、KV-92 共に菌床硬度と菌床生重量との間に有意な負の相関が認められ (Spearman's correlation coefficient by rank test,  $p<0.001$ , 図-1)、菌床硬度が高いほど菌床生重量は減少する傾向があった。菌床内の水分環境は、熟成度の上昇につれて菌床の含水率は増加し、特に子実体発生直前に急激な増加がみられる

(4) ため、菌床の含水量が多いと菌床重量が重くなり、表面の硬度が低くなると考えられる。

### 3. 菌床硬度と培養日数の関係

培養日数は、89～91 日と培養日数の幅が少ない XR1 は菌床硬度との間に有意な負の相関が認められた

(Spearman's correlation coefficient by rank test,  $p<0.001$ , 図-2) が、培養日数が 91～119 日の KV-92 は菌床硬度との間に有意な正の相関が認められた (Spearman's correlation coefficient by rank test,  $p<0.001$ )。KV-92 は、培養日数が増加するとともに硬さが増加する既往研究

(5, 10, 11) と同じ傾向である。

### 4. 菌床硬度と子実体発生量の関係

KV-92 は、菌床硬度と子実体発生量との間に有意な負の相関が認められ (Spearman's correlation coefficient by rank test,  $p<0.001$ , 図-3)、菌床硬度が高いほど子実体発生量は減少する傾向があった。KV-92 では、子実体が発生しなかった菌床があり、その硬度は 3.4～3.8 kg/cm<sup>2</sup>であった (図-3)。子実体が発生しなかった硬度以上の高い硬度であっても、ほとんどの菌床で子実体発生があり、菌床硬度によって子実体が発生する菌床と発生しない菌床を明確に判別することは困難であった。

XR1 は、菌床硬度と子実体発生量との間に相関が認められなかった (Spearman's correlation coefficient by rank test,  $p>0.05$ )。

既往研究では、コナラ培地において、菌床の硬さは培養日数が増加するにつれて徐々に増加し、培養日数の増加とともに子実体収量は増加する (11) と報告されている。今回の結果は、これとは異なる傾向であり、品種、培養日数、菌床の大きさ、培地などが関係しているのではないかと考えられる。

### 5. 培養日数・菌床生重量・菌床硬度と子実体発生量との相関関係

KV-92 は、菌床硬度と子実体発生量との間に有意な負の相関が認められ (Spearman's correlation coefficient by rank test,  $p<0.001$ , 表-2)、菌床生重量と子実体発生量との間に有意な正の相関が認められ (Spearman's correlation coefficient by rank test,  $p<0.001$ )、培養日数と子実体発生量との間に弱い負の相関が認められた (Spearman's correlation coefficient by rank test,  $p<0.001$ )。KV-92 においては、菌床硬度、菌床生重量により、子実体発生量が少ない可能性の高い菌床をある程度選別できる可能性が示唆された。KV-92 において、子実体が発生しなかった菌床の菌床硬度は 3.4～3.8 kg/cm<sup>2</sup> (図-3)、菌床生重量は 962～991 g/個 (図-4) であり、菌床硬度が高く、菌床生重量が少ない菌床は、子実体発生量が少ない可能性があると考えられる。

これらの結果から、培養終了時の菌床表面の硬度と子実体発生との関係は、品種によって異なり、KV-92 では、菌床硬度が高いほど子実体発生量は減少する傾向があった。XR1、KV-92 において、培養終了時の菌床表面の硬度は、菌床生重量との間に負の相関が認められており、菌床の含水量の差によって菌床硬度に影響を及ぼすことが示唆された。

本研究により、KV-92 においては、培養終了時の菌床表面硬度が菌床を選別する指標となりうる可能性が示唆された。筆者らの知る限り、山中式土壤硬度計による菌床硬度の測定事例は見当たらない。今後は、本手法を多くの事例で行い、菌床重量、培養日数も考慮して総合的に判断する必要があると考えられる。

引用文献

- (1) 森産業株式会社 (2019) もりのきのこ案内 2019-2020 菌床用. 1-8
- (2) 中田理恵 (2020) 令和元年度静岡県農林技術研究所成績概要集 (森林・林業編). (静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター) 23-24
- (3) 農林水産省大臣官房統計部 (2020) 平成 30 年林業産出額. [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/ringyou\\_sanyutu/attach/pdf/index-14.pdf](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/ringyou_sanyutu/attach/pdf/index-14.pdf) (2020 年 9 月 26 日参照)
- (4) 大賀祥治 (1995) シイタケ菌床栽培と菌床の熟成度.きのこの科学 2: 1-132
- (5) 奥竹史 (2004) 未利用木質資源を用いたキノコの菌床栽培.宇都宮大学農学部演習林報告 40: 1-67
- (6) 大森清寿 (1993) 菌床栽培の特徴とねらい. (菌床シイタケのつくり方.大森清寿編.農山漁村文化協会) 11-30
- (7) 林野庁 (2020) 令和 2 年版森林・林業白書 141-145
- (8) 林野庁 (2020) 令和元年主要品目別生産動向 (令和元年特用林産基礎調査) 表番号 3
- (9) 山中勝次 (1991) シイタケ菌床栽培. (きのこの基礎科学と最新技術.きのこ技術集談会編集委員会編.農村文化社) 212-220
- (10) 山内隆弘・枝克昌・鮎澤澄夫・長島葵・松本かほる・飯塚和也・横田信三・石栗太・吉澤伸夫 (2010) シイタケ菌床栽培におけるスギ材適応品種の栽培特性.木材学会誌 56(2): 113-121
- (11) 吉澤伸夫・奥竹史・斎藤久美・石栗太・横田信三・飯塚和也・石川洋一 (2003) スギ木粉を用いたシイタケ菌床栽培における培地含水率及びブリグニン添加の影響.日本応用きのこ学会誌 11 (4) : 173-182

表一. 発生操作時の菌床の状況と子実体の発生状況

品種	菌床数 (個)	培養日数 (日)	発生 割合	菌床生重量 (g-wet/個)	菌床硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )	子実体発生量 (g-wet/菌床)	子実体発生個数 (個/菌床)
XR1	260	89~91	1.00	1106.0 ± 99.7	2.7 ± 0.6	212.0 ± 36.3	44.9 ± 18.2
KV-92	180	91~119	0.98	1120.7 ± 113.4	2.9 ± 0.9	197.5 ± 79.9	24.0 ± 14.3

発生割合 = 子実体発生菌床個数 / 全菌床個数 子実体発生量は湿重を示す。菌床生重量, 菌床硬度, 子実体発生量, 子実体発生個数の数字は, 平均値 ± 標準偏差を示し, ns は有意差なし, \* は 5% 水準で有意差があることを示す (Welch's t-test,  $p < 0.05$ )。

表二. 培養日数・菌床生重量・菌床硬度と子実体発生量との相関係数

品種	データ数	子実体発生量(g-wet/菌床)との相関係数		
		培養日数	菌床生重量	菌床硬度
XR1	260	-0.176**	0.275***	-0.193
KV-92	180	-0.313***	0.446***	-0.558***

子実体発生量は初回発生量の湿重を示し, 品種 KV-92 は菌床生重量・菌床硬度と子実体発生量との間には有意な相関が検出された (Spearman's correlation coefficient by rank test, (\*\*):  $p < 0.01$ , (\*\*\*):  $p < 0.001$ )。

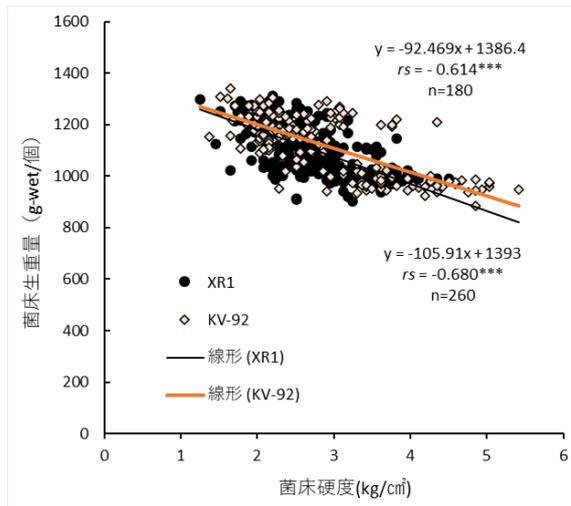


図-1. 発生操作時の菌床硬度と菌床生重量 (XR1, KV-92)

菌床硬度と菌床生重量の間には有意な相関が検出された (Spearman's correlation coefficient by rank test, (\*\*\*) :  $p < 0.001$ )。

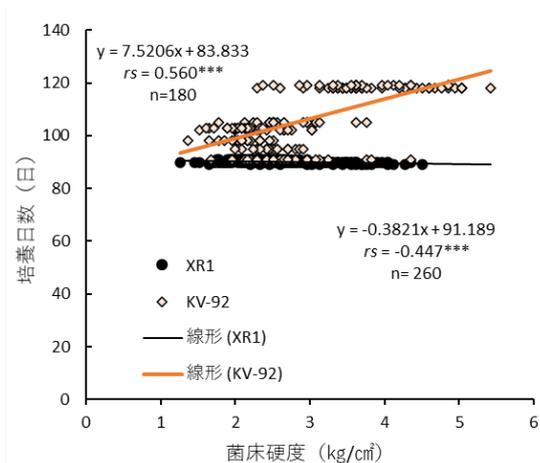


図-2. 発生操作時の菌床硬度と培養日数 (XR1, KV-92)

菌床硬度と培養日数の間には有意な相関が検出された (Spearman's correlation coefficient by rank test, (\*\*\*) :  $p < 0.001$ )。

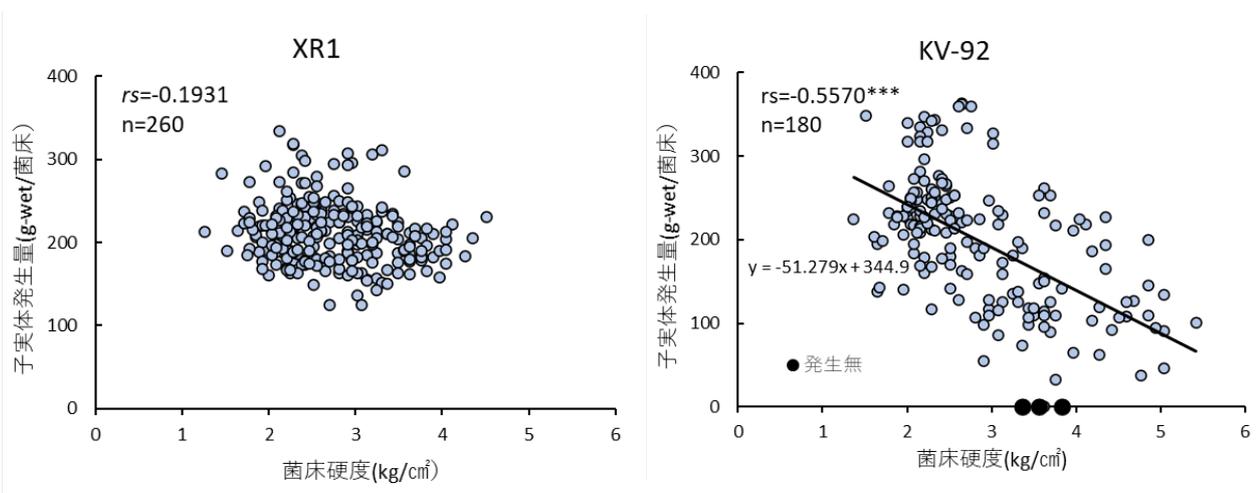


図-3. シイタケ 2 品種の発生操作時の菌床硬度と子実体発生量

XR1, KV-92 の子実体発生量は初回発生の湿重を示し, KV-92 の菌床硬度と子実体発生量の間には有意な相関が検出された (Spearman's correlation coefficient by rank test, (\*\*\*) :  $p < 0.001$ )。

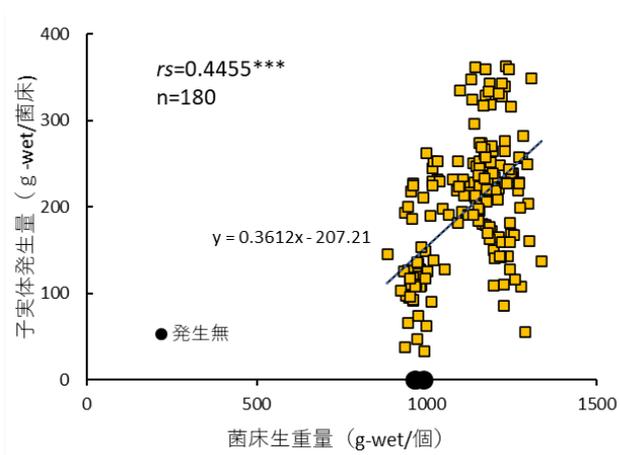


図-4. 発生操作時の菌床重量と子実体発生量 (KV-92)

子実体発生量は初回発生の湿重を示し、菌床生重量と子実体発生量の間には有意な相関が検出された (Spearman's correlation coefficient by rank test, (\*\*\*) :  $p < 0.001$ )。