

シイタケ子実体発生量に影響を与える要因の解析 — 高温性品種による原木栽培の場合 —

大分県きのこ研究指導センター 石井 秀之・有馬 忍

1. はじめに

シイタケの原木栽培において、子実体発生量に影響を与える要因としてほだ木材表面のシイタケ菌糸蔓延率が取り上げられることが多いが、定量的な関係をみたのは温水らの報告⁷⁾のみである。一方、多くの研究により、子実体発生量に影響を与える要因には、ほだ木材表面のシイタケ菌糸蔓延率以外の要因の存在も示唆されているが、要因を単独にみた場合が多い。今回、シイタケ菌糸蔓延率や辺材部含水率及び樹皮の形状など子実体発生量に影響を与えていると考えられる要因を調査し、複合的に検討した結果を報告する。

2. 材料および方法

試験に供試したほだ木には、慣行により調整した野津町産14年生のクヌギおよびコナラ原木に、市販シイタケ品種の木片種菌(種駒, 森468号)を1993年2月に接種し、16ヶ月きのこセンターの休養施設で育成したものをを用いた。

図-1に示したように、供試したほだ木の中央部から厚さ1.5cmの円盤を採取し、円盤の断面のシイタケ菌糸蔓延率(断面)と樹皮表面の溝密度⁸⁾および外樹皮厚⁹⁾(樹皮厚)を調査した。その後、シイタケ菌糸の蔓延した辺材部から含水率・比重調査用の試料を調整した。試料の含水率および比重は絶乾法により求め、含水率は湿量基準で表した。ほだ木断面の蔓延率はトレース後プラ

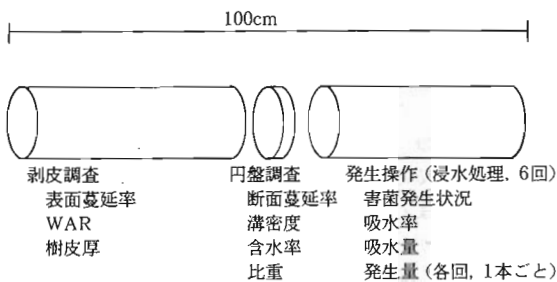


図-1 調査項目とデータ採取区分

ニメーターを用いて計測した。

試料を採取した残りのほだ木残存部分の一方は剥皮を行い、ほだ木表面の蔓延率(表面)や外樹皮重量面積比(WAR)を調査した。材表面のシイタケ菌糸蔓延率は肉眼判定により5%刻みで判定し、外樹皮重量面積比は山中⁹⁾の方法によった。

他の一方は中央直径(直径)と長さおよび重量を測定後、浸水処理による1回目の発生操作を行い、発生操作終了後再度重量を測定したうえで、発生舎に展開し子実体発生量調査を行った。この重量測定の結果を元に、ほだ木の吸水率とほだ木材積1c㎡当たりの吸水量(吸水量)を算出した。また、ほだ木樹皮表面の害菌発生率(害菌)を5%刻みの肉眼判定で調査した。発生量調査を行った残存部分は、この後も継続して通常の発生操作を実施し、供試ほだ木の一代発生量を求めた。発生量調査はほだ木1本ごとに行い、個数と生重量を測定した。発生操作の条件は、浸水回数は1年目3回、2年目3回の合計6回、発生操作の周期は約40日、浸水時間は各回ともに6時間、浸水水温は17~18℃とした。発生舎は、室温25℃、相対湿度85%以上の条件で管理した。

なお、育成が終了したほだ木を通常の半分程度の長さに切断した場合でも一代発生量に明らかな影響がないことは確認してある⁶⁾。

特に、今回は、1回目の発生操作時に得られた各種資料が最終的な発生調査の結果に関連づけられるか不明な点があるので、より影響が大きく直接的と考えられる1回目の発生量を基準とした。このために、1回目の発生量と一代発生量との関係を検討した上で分析を行うことにした。

主成分分析および重回帰分析には、日本科学技術研修所の多変量解析ソフトウェアパッケージ(MA1)を使用した。

3. 結果および考察

各要因と発生量の調査結果を試験区ごとにまとめて表1に示した。

ほだ木材積 1m³あたりの一代発生量は樹種により多少差があるが、平均的な一代発生量(100kg/m³)の範囲内にある。

1) 単回帰分析

1回目の発生操作時点での調査結果を用いることから、発生操作1回目の発生量と一代発生量の関係を単相関で求め検討した。

各試験区ごとの結果を図-2に示した。今回の結果から、原木樹種に関係なく初期の発生量が多ければ一代発生量も多いことが示された。つまり、1回目の発生量を元に分析が可能であること、1回目の発生量によりほだ木からの一代発生量を推定できることの可能性が示唆された。

2) 共分散分析

単回帰分析で得られた各試験区の結果が互いに独立でなければ、原木樹種によらない、統一した取り扱いが可能となる。この点について、共分散分析により検討した結果を表-2に示した。

今回の結果では、各試験区が独立している結果が得られたので、以降の分析は原木の樹種別に行う。

3) 主成分分析

(1) 相関分析

主成分分析を行う場合、分析の前に調査により得られた各要因間の関係を把握する必要があり、要因間の単相関を求め検討した。各要因間の単相関を原木樹種のクヌギとコナラについて、それぞれ、相関係数行列として表-3および表-4に示した。

クヌギでは、直径や樹皮厚などほだ木の外部形態を表す要因と吸水係数との要因間に高い相関が認められたが、コナラでは特に認められなかった。これは、それぞれの原木樹種特性(外樹皮の形状および質的差異)に起因していることが考えられるが、この点については検討の対象としない。

発生操作1回目の発生量と各要因間の相関については、クヌギ・コナラ両樹種ともに高い相関を持つ要因はなく、前述したように、蔓延率や比重などで一意的に決定できないことを示していると考えられる。

(2) 主成分分析

主成分分析は、互いに関連のある多数の特性値の持つ情報を少数の総合特性値(これを主成分という)に要約する手法⁹⁾である。今回の分析には相関分析の結果から、①吸水率、②含水率、③比重、④樹皮厚、⑤表面、⑥断面、⑦害菌の7項目を要因として用いた。表-5に分析により得られた主成分と因子負荷量および固有値を示した。

クヌギの場合には、第3主成分までの累積寄与率が80.3%となり、要因の情報量の約8割をこの3つの主成分で説明できることが示されている。第1主成分の因子

負荷量の高い要因は吸水率と断面であり、この主成分の寄与率は38.6%であった。第2主成分は含水率の因子負荷量が高かったが、第3主成分では特に因子負荷量の高い要因は認められなかった。

コナラの場合には、3主成分までの累積寄与率が78.8%であった。第1主成分では表面と断面の因子負荷量が高く、他の要因もクヌギの場合と同様の傾向にあった。第2主成分では樹皮厚、第3主成分では含水率の因子負荷量が高かった。

第1主成分は樹種によらず共通で、表面、断面、比重および害菌など菌糸の蔓延に関係が深い要因の成分と考えられる。また、吸水率についても、材の腐朽により、つまり、比重の低下により材の空隙が増加し、その結果として吸水率が高くなるという現象が考えられるので、表面などと同様に菌糸の蔓延に関する要因と考えられる。従って、第1主成分はほだ木の良否に関わる成分とみることができる。

第2・第3主成分では、樹種により因子負荷量の高い要因に違いが生じた。含水率は、降雨などの外部環境要因の影響を受けやすく、原木樹種の差異による影響も大きい¹⁰⁾。また、樹皮厚についてもクヌギとコナラでは樹皮自体に大きな質的差がある。このようなことから、第2・第3主成分は、原木樹種の質的差異に関連している成分と考えられるが、本研究ではその質的差異については論じられない。しかし、含水率については、比重が低ければ含水率が高くなる傾向にあることが報告⁹⁾されているので、間接的にはほだ木の良否に関連する要因としてみることも可能と考えられる。

主成分得点の散布図(図略)からみると、クヌギ・コナラ両樹種ともに発生量の多い集団の存在は認められなかった。しかし、第1主成分が正の値をとる象限に発生量の多い個体が集まる傾向がみられた。

今回の主成分分析では、発生量に大きく関与している要因を見いだすことはできなかったが、40%程度の寄与率を持つ第1主成分がほだ木の良否に関わる要因から構成されていることが示された。また、第2あるいは第3主成分で因子負荷量が高かった含水率についても、前述したように間接的にほだ木の良否に関連する要因として考えられる。以上のことから、ほだ木からの子実対発生量について、少なくともその40%以上を菌糸の蔓延に関連する要因で説明することが可能と考えられる。つまり、原木シイタケ生産におけるほだ木作りの重要性が指摘されている。

4) 重回帰分析

主成分分析で得られた子実体発生量に影響が考えられる要因を説明変数とし、目的変数を1回目の発生量として、変数増減法により重回帰分析を行った結果を表-6に示した。

クヌギの場合には、吸水量と断面による重回帰式が得られたが、コナラの場合には、吸水量を説明変数とする単回帰式が得られ重回帰式にはならなかった。回帰の有意性については、両樹種ともに1%以下の危険率で有意であるので、回帰式としては成立している。しかし、いずれの場合にも寄与率は低く、ほだ木の菌糸蔓延のみが要因として取り上げられている訳ではないことから。温水らの報告⁷⁾にあるように、ほだ木の菌糸蔓延状態だけで発生量の変動を表すことについては、資料の蓄積や手法の再検討が必要と考えられる。

4. おわりに

今回の報告では、主成分分析で一応の結果が得られた。しかし、以前にも指摘したように個体差の存在⁴⁾が考えられること、特にクヌギの場合であるが、直径と各要因の内部相関が高かった(直径の分布が広がったのが原因の一つと考えられる)ことなどの問題点があるので、供試本数を増加させることやほだ木の直径をそろえることがデータ処理上必要と考えられる。また、生物の場合は、ある特性値の絶対的変化が直接的に他の

特性値の絶対的変化につながらず、限界値を超えたときに変化が始まることが多いので、今後は、範囲を持つ階層別の区分(数量化理論)による分析についても検討したい。

最後になりましたが、本報告にあたり、分析手法についてご助言・ご指導をいただいた、大分県林業試験場専門研究員の諫本信義農学博士に深謝の意を表します。

引用文献

- (1) 本田耕吉ら：鳥大演報, 13, 49~57, 1981
- (2) 石井秀之ら：日林九支研論, 45, 243~244, 1992
- (3) 石井秀之ら：日林九支研論, 46, 263~264, 1993
- (4) 石井秀之ら：日林九支研論, 38, 253~254, 1985
- (5) 石井秀之ら：日林九支研論, 42, 305~306, 1989
- (6) 石井秀之ら：未発表
- (7) 温水竹則ら：しいたけの育種および原木用材と生産量, 68~70, 日林協, 東京, 1971
- (8) 奥野忠一ら：多変量解析法(改訂版), pp. 430, 日科技連, 東京, 1981
- (9) 山中勝次：奈良林試報, 17, 9~14, 1987

表-1 各要因の試験区別測定結果(平均値)

試験区	本数	直径 cm	吸水率 %	吸水量 g/cm ³	含水率 %	比重	溝密度 本/cm	WAR g/cm ²	樹皮厚 mm	蔓延率		害菌	発生量	
										表面 %	断面 %		1回目 kg/m ²	一代 kg/m ²
KU4	30	9.6	11.6	0.093	34.3	0.594	0.71	0.118	3.6	83	83	3	27.7	89.1
KO4	30	8.8	21.3	0.142	30.6	0.519	0.26	0.056	1.8	85	82	4	40.9	103.4

注) 試験区のKUは原木樹種のクヌギを表し, KOは同様にコナラを示す。
また, 4は品種の森468号を示す。

表-2 共分散分析結果

試験区	回帰係数の平行性	回帰の有意性	水準間の差	回帰式	
				区分	b0 b1
468	4.996*	-	-	KU	26.516 2.261
				KO	44.804 1.433

注) *5%以下の危険率で有意

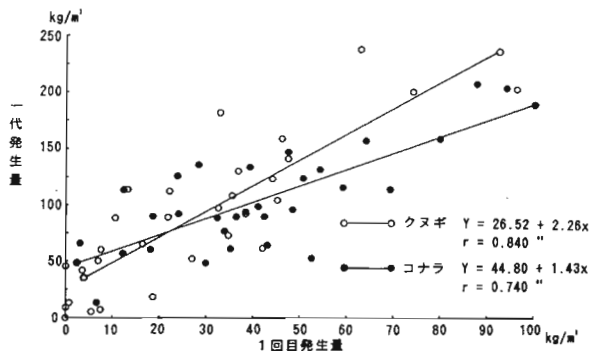


図-2 1回目発生量と一代発生量の散布図および直線回帰式

表-3 要因の相関係数行列 (クヌギの場合)

	吸水率	吸水量	含水率	比重	溝密度	WAR	樹皮厚	蔓延率		害菌	発生量	
								表面	断面		1回目	合計
直径	-0.767	-0.747	0.143	0.246	-0.307	0.507	0.637	-0.455	-0.583	0.279	-0.576	-0.591
吸水率		0.916	0.037	-0.480	0.375	-0.592	-0.654	0.333	0.652	-0.434	0.561	0.432
吸水量			0.079	-0.290	0.305	-0.588	-0.627	0.198	0.487	-0.272	0.586	0.415
含水率				-0.582	-0.490	0.053	-0.033	-0.413	-0.231	0.117	-0.154	-0.178
比重					-0.004	0.290	0.321	-0.109	-0.376	0.185	-0.197	-0.188
溝密度						-0.269	-0.310	0.303	0.338	-0.141	0.279	0.163
WAR							0.633	-0.289	-0.244	0.198	-0.560	-0.547
樹皮厚								-0.093	-0.306	0.022	-0.489	-0.486
表面									0.583	-0.506	0.391	0.302
断面										-0.543	0.549	0.454
害菌											-0.333	-0.215
1回目発生量												0.840

表-4 要因の相関係数行列 (コナラの場合)

	吸水率	吸水量	含水率	比重	溝密度	WAR	樹皮厚	蔓延率		害菌	発生量	
								表面	断面		1回目	合計
直径	-0.448	-0.472	-0.189	0.070	0.131	0.213	0.275	-0.067	-0.322	-0.173	0.393	-0.456
吸水率		0.972	-0.050	-0.294	-0.501	-0.522	-0.360	0.410	0.586	-0.143	0.396	0.304
吸水量			0.020	-0.345	-0.448	-0.495	-0.321	0.434	0.594	-0.195	0.489	0.368
含水率				0.257	0.031	0.188	0.003	-0.352	-0.168	-0.065	0.211	0.184
比重					-0.274	0.077	0.286	-0.415	-0.408	0.276	-0.293	-0.163
溝密度						0.345	0.197	-0.050	-0.091	-0.280	-0.010	-0.110
WAR							0.524	-0.196	-0.291	-0.144	-0.312	-0.529
樹皮厚								-0.075	0.099	-0.403	-0.089	0.222
表面									0.765	-0.504	0.127	0.250
断面										-0.545	0.193	0.321
害菌											-0.028	0.027
1回目発生量												0.740

表-5 主成分分析結果 (因子負荷量と固有値)

区分	クヌギ			コナラ		
	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第1主成分	第2主成分	第3主成分
吸水量	0.714	0.307	-0.416	0.677	-0.314	0.416
含水率	-0.112	0.864	0.388	-0.298	0.126	0.904
比重	-0.494	-0.667	-0.408	-0.651	0.273	0.162
樹皮厚	-0.555	-0.401	0.620	-0.164	0.902	-0.151
表面	0.665	0.518	0.177	0.870	0.101	-0.161
断面	0.867	-0.163	0.094	0.899	0.086	0.120
害菌	-0.658	0.287	-0.432	-0.600	-0.684	-0.168
固有値	2.701	1.823	1.101	2.921	1.487	1.107
寄与率	0.386	0.260	0.157	0.417	0.212	0.158
累積値			0.803			0.788

注) 累積値は第3主成分までの累積寄与率を表示

表-6 重回帰分析結果 (Y = b0 + b1x + ... + bnx)

説明変数	変回帰係数	重相関係数	分散比 (回帰)
クヌギ			
b0 定数項	-63.512	0.659	10.37**
b1 吸水量	0.544		
b2 断面	0.492		
コナラ			
b0 定数項	3.733	0.464	8.79**
b1 吸水量	0.261		
b2 -			

注) ** 1%以下の危険率で有意
変数の選択は変数増減法によった。