

原木きのこ栽培におけるイヤ地現象の研究

古川 仁・鈴木良一*・加藤健一・片桐一弘

原木きのこ栽培の現場では、ホダ場を長期間連続使用すると、新たにホダ木を伏せても子実体発生量が低下する、「イヤ地」と呼ばれる連作障害が経験上知られている。対象品目を原木ナメコとして、この「イヤ地」について調査研究を行い、次の成果を得た。

①原木ナメコ栽培を行っている生産者7名に、「イヤ地」について聞き取り調査を行ったところ、全員が「イヤ地」現象があるとし、その症状の多くは生育不良による収量減とした。また「イヤ地」への対応策は各生産者により異なった。

②寒天培地上でナメコと土壌抽出液に含まれる害菌を対峙培養したところ、ナメコの生育は抑制せずに、害菌の生育を阻害する方法として、寒天培地への木酢液添加が有効であった。

③ホダ場として連続使用された場所へナメコホダ木を伏せたところ、子実体発生量が対照区に対して有意に減少した。またホダ場土壌からはきのこ栽培にとって重大な害菌である *Trichoderma* 属等が高頻度で検出された。

④連続使用されたホダ場にナメコホダ木を伏せたところ、子実体未発生ホダ木が多発し、木酢液散布により、症状の軽減効果がみられた。

キーワード：原木きのこ栽培、連作障害、イヤ地、ナメコ

1 緒言

現在、きのこ生産の多くは菌床栽培によるものであるが、原木きのこ栽培は森林資源の有効活用、石油エネルギーにほとんど頼らないなど環境負荷の少ない栽培方法として有効である。更に生産されるきのこは肉厚で自然味にあふれたものが多いことから、消費者の人気は高く、重要な栽培方法の一つである。

しかし、原木きのこ栽培現場では、長期間連続使用したホダ場に新たなホダ木を伏せ込んだ場合、子実体発生量が低下する、いわゆる「イヤ地」と呼ばれる連作障害が発生することが経験上知られている。この連作障害に関する調査研究は、1972年（昭和47年）から1974年（昭和49年）にかけてシイタケ (*Lentinula edodes*) を対象に全国18

道県で行われたが、調査は種菌の活着状況、ほだ付き率を主に行い、また、研究期間が限られていたことから、十分な子実体発生量調査が行われていない。その結果林野庁の報告書では、種菌の活着率、ほだ付き率の点からみる限り連作障害を認めることはできなかったと結論した¹⁾。しかし、武藤²⁾、曳町³⁾、那須⁴⁾は連作障害があるとの断定はできないが、連作地では *Trichoderma* 等害菌が原木に侵入する可能性が高いとした。その後原木きのこ栽培における連作障害に関する研究はほとんどなかったが、原木きのこ栽培現場では「イヤ地」の発生は問題視され、この原因、対策方法の開発要望はあった。そこで本研究は、対象を原木ナメコ (*Pholiota microspora*) とし、「イヤ地」自体の有無を先ず検証、次にこの「イヤ地」現象

表-1 原木ナメコ生産者への「イヤ地」に関する聞き取り調査結果

生産者	地域	「イヤ地」と思われる具体的症状	「イヤ地」への対応策	ホダ場 表層土壌 pH(H ₂ O)
A	上小	ナメコ菌糸の生育不良	ホダ場周囲への草本育成、落葉敷き、石灰散布	7.4
B	北安	4、5年で収量減	落葉除去のため天地返し、ホダ場移動	4.6
C	北安	3年連続同一ホダ場使用で収量減(約3割減)	ホダ場移動、石灰散布で多少軽減	6.3
D	北安	収量減	ホダ場移動	6.1
E	北信	発生不良	A ₀ 層の除去、消石灰、木酢液散布	6.7
F	佐久	子実体に黒味が生じる	苦土石灰散布	—
G	北安	害菌発生による収量減	石灰散布	—

*元長野県林業総合センター特産部

が生じる場合の対策方法について検討した。

なお、本研究は県単課題「原木きのこ栽培におけるイヤ地現象の研究 (2011年～2016年)」として実施した。

2 原木きのこ栽培ホダ場実態調査

2.1 目的

「1 緒言」に述べた通り、「イヤ地」現象に関

する研究はほとんどないため、先ずこの現象について原木ナメコ栽培を行っている生産者に対して実態調査を行った。

2.2 調査方法

長野県内で原木ナメコ栽培を行う生産者7名を対象とし、「イヤ地」に関する状況を直接聞き取った。また内5か所の栽培現場では「イヤ地」が生

表-2 寒天培地上でのナメコ、害菌の生育状況

培地添加物、濃度	接種区分	土壌抽出液濃度						ナメコのみ
		二次(10 ² 倍)		三次(10 ³ 倍)		四次(10 ⁴ 倍)		
		ナメコ	害菌	ナメコ	害菌	ナメコ	害菌	
対照区(添加なし)	土壌抽出液のみ	-	5.0	-	4.2	-	3.8	-
	ナメコのみ	-	-	-	-	-	-	3.0
	対峙培養	1.6	5.0	1.4	3.8	2.0	4.0	-
10/a	土壌抽出液のみ	-	5.0	-	4.8	-	2.0	-
	ナメコのみ	-	-	-	-	-	-	3.0
	対峙培養	1.3	5.0	3.0	3.2	4.0	1.4	-
木酢液添加 20/a	土壌抽出液のみ	-	5.0	-	3.4	-	1.8	-
	ナメコのみ	-	-	-	-	-	-	3.0
	対峙培養	2.4	5.0	3.0	2.4	3.6	1.4	-
40/a	土壌抽出液のみ	-	4.2	-	1.0	-	0.0	-
	ナメコのみ	-	-	-	-	-	-	3.0
	対峙培養	2.8	4.4	3.0	0.0	3.0	0.0	-
0.5kg/a	土壌抽出液のみ	-	4.4	-	3.8	-	3.2	-
	ナメコのみ	-	-	-	-	-	-	2.6
	対峙培養	1.4	5.0	2.2	3.0	3.0	2.8	-
CaSiO ₃ 添加 1kg/a	土壌抽出液のみ	-	4.4	-	3.8	-	3.0	-
	ナメコのみ	-	-	-	-	-	-	2.8
	対峙培養	1.4	5.0	1.8	3.8	2.8	3.2	-
2kg/a	土壌抽出液のみ	-	4.6	-	3.0	-	2.6	-
	ナメコのみ	-	-	-	-	-	-	2.0
	対峙培養	1.2	5.0	1.2	3.0	1.8	2.4	-

*数値は「生育状況の判定基準」(表-4)による5回繰り返しの平均値。

*調査は接種13日後、基本培地はPDAとした。

表-4 ナメコ及び害菌の生育状況判定基準

値	判定基準
0	接種後変化がみられない。
1	わずかではあるが接種片に変化がみられる。
2	*生育範囲面積が10%未満程度である。
3	生育範囲面積が10～40%未満程度である。
4	生育範囲面積が40～70%未満程度である。
5	生育範囲面積が70%以上である。

*:シャーレ全面に対する生育範囲

表-3 林業総合センター構内土壌採取地の概要

標高	平年値*		林況	土壌型
	気温(°C)	降水量(mm)		
870m	10.1	1,171	コナラ-アカマツ 混交林	B ₀

*近接構内気象観測露場での1989年～2008年の平均値

じているとされるホダ場の表層土壌をそれぞれ無作為に3か所採取し、土壌化学性の指標としてpH(H₂O)の測定⁵⁾を行った。

2.3 調査結果

調査結果を表-1に示した。全ての生産者が数年間連続してホダ場を使用した場合、新たなホダ木を伏せると何らかの症状が生じる「イヤ地」があると回答した。その具体的な症状は菌糸の生育不良から子実体の発生不良、そしてそれらの結果として収量減を6名が挙げ、残り1名は子実体に黒味が生じるとした。次にこの症状への対応として、堆積した落葉等腐植の除去や石灰、木酢液の散布、そしてホダ場の移動があったが、これらは個々の生産者が経験に基づき、行っていた方法であった。

各ホダ場の表層土壌 pH(H₂O)を表-1に示した。調査したホダ場は全て森林内にあり、その土壌は褐色森林土群(Brown Forest Soil Group)であった。長野県周辺の森林土壌の約75%は褐色森林土群とされ、更にそのA層のpH(H₂O)は4.5~5.5の範囲が多いとされる⁶⁾。今回の調査結果を比較すると、調査ホダ場の多くが一般的な褐色森林土群のA層よりもアルカリ傾向を示している。これは各生産者が「イヤ地」への対応として散布した石灰による影響も考えられた。なお、「イヤ地」とpH(H₂O)の関連について一定の傾向はみられなかった。

3 人為環境下でのイヤ地再現試験

武藤²⁾、曳町³⁾、那須⁴⁾は「イヤ地(連作障害)」の一因に *Trichoderma* 等害菌の可能性を示唆している。ここでは「イヤ地」の原因として土壌中に生育する害菌による、きのこ菌糸体の生育抑制と考え、寒天培地上でナメコと土壌抽出液による対峙培養試験を行った。また、先行研究事例で、イヤ地対策として木酢液⁷⁾及びケイ酸カルシウム(CaSiO₃)⁸⁾のホダ場土壌への散布が検討されており、これら事例を参考に各種添加培地を設定(表-2)、害菌増殖抑制効果の検証を行った。

3.1 方法

3.1.1 寒天培地

基本培地はPDA(Potato Dextrose Agar)とし、表-2に示す濃度で木酢液、又はケイ酸カルシウム(CaSiO₃)を添加した培地をφ90mmシャーレに作製した。

3.1.2 接種源

〔ナメコ〕

キノックス008号をPDA培地上で前培養し、

コルクボーラー(φ5mm)で切り取ったものを接種源とした。

〔土壌抽出液〕

林業総合センター構内(表-3)で、過去3年間ナメコホダ木を埋設した場所の表層土壌30g(生土)を、270mlの滅菌水で溶解したものを一次希釈液(希釈倍率10倍)とした。次に一次希釈液10mlを90ml滅菌水で希釈し、二次希釈液(希釈倍率10²倍)とし、同様に三次~四次(希釈倍率10⁴倍)希釈液を調整した。各濃度の土壌希釈液は滅菌済のろ紙(No.2, φ6mm)に吸水させ、接種源とした。

3.1.3 培養

3.1.2に示したナメコ及び土壌抽出液の接種源を培地中央部に約3cm離れた状態で接種、20°Cの恒温器内で13日間培養した。なお、同様にナメコのみ、土壌抽出液のみを接種した対照区も設定し、各区の繰り返し数は5とした。

3.1.4 統計解析

試験結果の解析には「エクセル統計2012 for Windows Ver.1.00」を用いた。

3.2 結果と考察

ナメコと土壌抽出液を起源とした害菌の生育状況を、表-4の判定基準に従い判定し、5回繰り返しの平均値を表-2に示した。

3.2.1 ナメコの生育について

表-2からナメコのみを接種した試験区での結果を抽出し表-2-1に示した。

表-2-1 木酢液及びケイ酸カルシウム(CaSiO₃)添加区でのナメコ生育状況

試験区	生育状況	
対照区(無添加)	3.0	
木酢液 添加区	1ℓ/a	3.0
	2ℓ/a	3.0
	4ℓ/a	3.0
CaSiO ₃ 添加区	0.5kg/a	2.6
	1kg/a	2.8
	2kg/a	2.0**

生育状況は表-4判定基準による

** : 対照区に対して1%有意差有(多重比較 Steel,片側)

木酢液添加区では添加濃度に関わらず、ナメコの生育状況が3.0と対照区と同じであった。このことから木酢液添加によるナメコの生育抑制は無

いといえた。一方ケイ酸カルシウム (CaSiO₃) 添加培地では、対照区に対してナメコの生育状況を示す値が低く、2 kg/a 添加区では2.0 となり、多重比較の結果対照区の生育に対して生育状況が有意 (p<0.01) に劣り、ケイ酸カルシウム (CaSiO₃) 添加によるナメコの生育抑制といえた。

3.2.2 害菌 (土壌抽出液) について

表-2 から木酢液添加区において土壌抽出液のみを接種した結果を抽出し、表-2-2 に示した。

表-2-2 土壌抽出液のみ接種した場合の害菌生育状況

木酢液 添加濃度	土壌抽出液希釈濃度		
	二次(10 ² 倍)	三次(10 ³ 倍)	四次(10 ⁴ 倍)
対照区(無添加)	5.0	4.2	3.8
10/a	5.0	4.8	2.0
20/a	5.0	3.4	1.8
40/a	4.2	1.0*	0.0**

生育状況は表-4判定基準による

*:対照区に対して5%有意差有(多重比較 Steel,片側)

** :対照区に対して1%有意差有(多重比較 Steel,片側)

二次希釈液、三次希釈液、四次希釈液ごと、対照区に対する木酢液添加濃度別の害菌の生育状況を比較したところ、三次希釈液、四次希釈液は木酢液添加濃度が高いほど害菌の生育状況を示す値が低く、40/a 添加区では三次、四次希釈液とも対照区に対して生育状況が有意 (p<0.05 及び p<0.01) に低下した。なお、二次希釈液ではこの傾向は認められなかったが、二次希釈液は希釈倍

表-2-3 対峙培養時のナメコ生育状況

木酢液 添加濃度	土壌抽出液濃度		
	二次(10 ² 倍)	三次(10 ³ 倍)	四次(10 ⁴ 倍)
対照区(無添加)	1.6	1.4	2.0
10/a	1.3	3.0*	4.0**
20/a	2.4	3.0*	3.6*
40/a	2.8*	3.0*	3.0*

生育状況は表-4判定基準による

*:対照区に対して5%有意差有(多重比較 Steel,片側)

** :対照区に対して1%有意差有(多重比較 Steel,片側)

率が低いことから高濃度の害菌が含まれ、木酢液添加による生育抑制効果はあらわれなかったためと考えた。

3.2.3 ナメコ、土壌抽出液での対峙培養におけるナメコの生育について

表-2 からナメコ、土壌抽出液の対峙培養結果を抽出し、表-2-3 に示した。またその様子を写真-1 に示した。

ナメコ、土壌抽出液を対峙培養した場合、木酢液無添加の対照区では接種後害菌が急速に生育面積を拡大(写真-1右)するが、木酢液添加区では10/a, 20/a, 40/a 全ての区で害菌の生育は抑制され、ナメコの生育範囲が拡大する傾向が見られた(写真-1左)。表-2-3 に示すように土壌抽出液濃度が最も高い二次区においても対照区のナメコの生育状況に対して、40/a 添加区でナメコの生育状況が有意 (p<0.05) に高かった。また、土壌抽出液の添加濃度が低くなる三、四次区では全ての木酢液添加濃度区で、対照区に対してナメコの生育状況が有意 (p<0.05 及び p<0.01) に高まる傾向がみられた。これらからナメコホダ場連用区の土壌中にはナメコ菌糸体の生育を抑制する害菌が含まれ、培地中に木酢液を添加することでこれら害菌の生育は抑制するが、ナメコに対して生育抑制はないと考えられた。

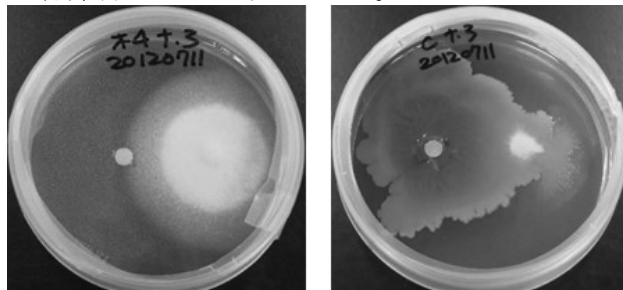


写真-1

木酢液添加培地でのナメコ菌と害菌の生育状況

(写真左) 木酢液(40/a)添加区

PDA 培地で土壌抽出液浸漬ろ紙(シャーレ内左側)とナメコ培養菌糸体(同右側)を対峙培養したもの(接種13日後)。

(写真右) 木酢液無添加区

表-5 イヤ地実証試験に用いたホダ場の林況

区分	標高	平年値*		林況	土壌型	表層土壌 pH(H ₂ O)	備考
		気温(°C)	降水量(mm)				
連年区	870m	10.1	1,171	コナラ-アカマツ 混交林	B _{0b}	4.2	試験区設定直前3年間ナメコホダ場として使用
対照区							

* 近接構内気象観測露場での1989年~2008年の平均値

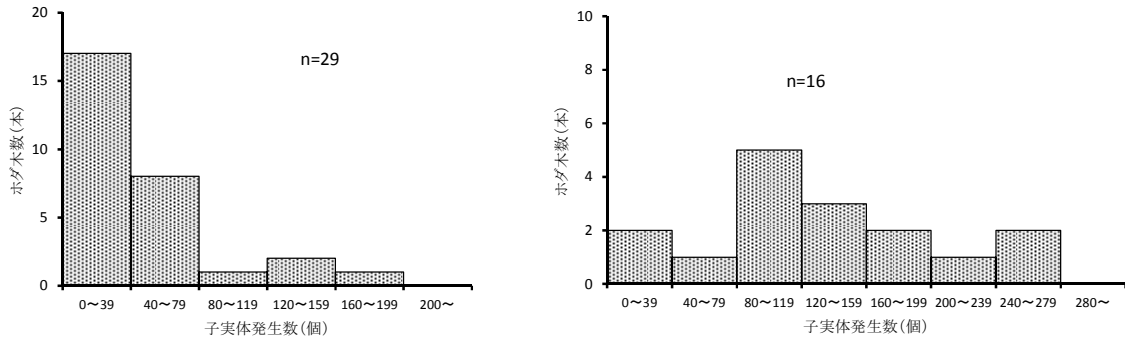


図-1 ホダ木ごとの子実体発生数量の分布 (左: ホダ場連年使用区, 右: 対照区)

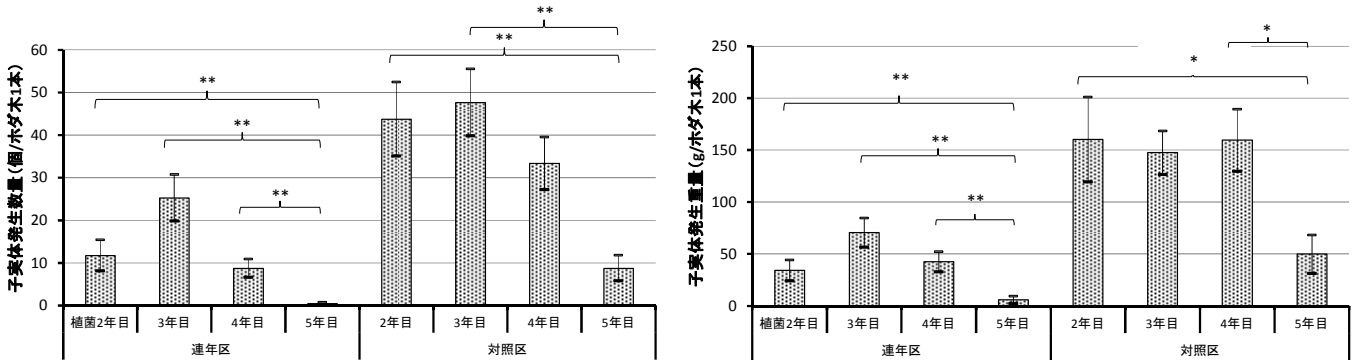


図-2 ホダ場連年使用区, 対照区における植菌後経過年別のナメコ発生量 (左: 数量, 右: 重量)

注) エラーバーは標準誤差を示す。

は区間の有意差を示す (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ 多重比較 連年区: Steel-Dwass, 対照区: Tukey-Kramer)

4.1 目的

「2 原木きのご栽培ホダ場実態調査」において、原木ナメコ生産現場で「イヤ地」現象が生じていることが明らかにされた。そこで林業総合センター構内ホダ場でも「イヤ地」を再現する実証試験を行った。

4.2 方法

4.2.1 試験地

試験は林業総合センター構内ホダ場 (コナラ・アカマツ混交林) で、過去3年間原木ナメコのホダ場として使用した場所 (連年区) と、その位置から約50m離れ、過去にホダ場としての使用実績がない場所 (対照区) を試験区とした。ホダ場周辺の林況を表-5に示した。

4.2.2 植菌等

原木への植菌は2011年3月22日に行い、樹種はコナラ (直径約10cm)、ナメコは森2号を用いた。その後ビニールハウス内で仮伏せを行い、木口の菌紋を確認し、十分着生したと判断したホダ木を4.2.1の試験地に直径の半分が土壤中に埋まるよう2011年5月26日に伏せた。伏せたホダ木

は連年区29本、対照区16本とした。

4.2.3 子実体発生量調査

発生した子実体は傘が開き、膜が切れる直前を基本として収穫し、ホダ木ごとに数量と重量を測定した。

4.2.4 土壤中菌類調査

連年区、対照区の表層土壌各30g (生土) を採取、3.1.2 [土壌抽出液] と同様の方法で二次希釈液、三次希釈液を調整した。これら希釈液を滅菌済のろ紙 (No. 2, ϕ 6mm) に吸水後、PDA培地上で19日間培養、出現した菌類を別のPDA培地上に再分離した。再分離1~3日後に、FTAカードを使って核酸 (DNA) を採取⁹⁾ し、PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) 法によりリボソームDNA (rDNA) を増幅した。なお、バクテリアの核酸 (DNA) はFTAカードを使わず、PDA培地上から直接採取した。増幅したrDNAの塩基配列を解析し、出現菌類の同定を行った。

4.3 結果と考察

4.3.1 子実体発生量調査

子実体の発生は連年区、対照区ともホダ木を伏せた翌年(植菌2年目)の2012年秋季から植菌5年目まで4年間続いた。各ホダ木から4年間に発生した子実体数量分布を図-1に示した。ホダ木ごとの子実体発生数は、対照区は正規分布(適合度検定:危険率5%)を示しているのに対し、過去にナメコホダ場として使用された区画に新たなホダ木を伏せた連年区は発生数が少ないホダ木が多くなるL字分布を示した。

次に年ごとの子実体発生量を図-2に示すが、多重比較の結果連年区は、発生数量、重量ともに5年目の発生量が有意に減少し、また対照区も同様の傾向であることから、植菌2年目から4年目の発生を本格発生期と考え、この期間の子実体発生総量で連年区と対照区を比較することとした(図-3)。比較の結果明らかに子実体発生量は数量、重量ともに連年区は対照区での発生量を下回り(p<0.01)、同じホダ場の連続使用の結果、発生量が低下する「イヤ地」現象が再現された。また、この発生量が減少するのは、1本のホダ木から発生する量が極端に少ないホダ木が増えることによると言えた(図-1)。

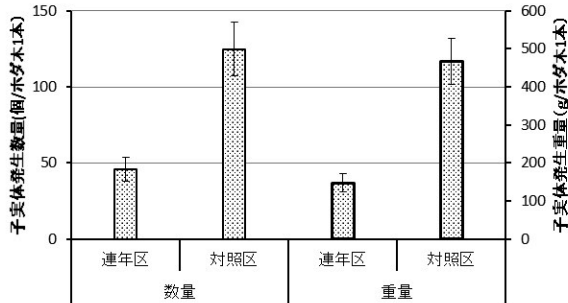


図-3 ホダ場連年使用区と対照区での発生量比較 (植菌2~4年目の総量)

*エラーバーは標準誤差を示す。数量、重量ともに連年区と対照区で有意差有(Steel p<0.01)

4.3.2 土壌中菌類調査

菌類の同定結果を表-6に示した。出現したものは全てで47菌体、内39菌体(Trichoderma属, Hypocrea属, Penicillium属, Bionectriaceae属)が糸状菌で残り8菌体がバクテリアであった。糸状菌のうち、Trichoderma属及びHypocrea属が87%を占めていた。Trichoderma属及びHypocrea属について、連年区ではT. virideが多かった(53%)。一方、対照区ではT. atroviride(37%)及びH. lutea(32%)が多かった。この差の原因

について明らかにすることはできなかったが、武藤²⁾、曳町³⁾、那須⁴⁾が「イヤ地」の一因としたTrichoderma属等の害菌が試験地のホダ場土壌から高頻度で検出されたことから、改めて「イヤ地」の一因としてこれら菌類の関与が示唆された。

表-6 ホダ場土壌中から検出された菌類

試験区	出現種	出現数
連年区	<i>Trichoderma viride</i>	8
	<i>Trichoderma atroviride</i>	2
	<i>Trichoderma hamatum</i>	2
	<i>Trichoderma harzianum</i>	1
	<i>Trichoderma cerinum</i>	1
	<i>Trichoderma sp.</i>	1
	<i>Penicillium viticola</i>	2
	<i>Penicillium sp.</i>	1
	<i>Pseudomonas poae</i>	1
	<i>Pseudomonas vancoverensis</i>	1
	<i>Pseudomonas sp.</i>	1
	<i>Burkholderia sp.</i>	1
	小計	22
対照区	<i>Hypocrea lutea</i>	6
	<i>Trichoderma atroviride</i>	7
	<i>Trichoderma harzianum</i>	3
	<i>Trichoderma koningii</i>	1
	<i>Trichoderma koningiops.</i>	1
	<i>Trichoderma sp.</i>	1
	<i>Bionectriaceae sp.</i>	1
	<i>Penicillium sp.</i>	1
	<i>Burkholderia sp.</i>	2
	<i>Serratia proteamaculans</i>	1
	<i>Serratia sp.</i>	1
小計	25	
合計	47	

5 木酢液散布による「イヤ地」対応試験

5.1 目的

「4 イヤ地実証試験」において、原木ナメコ栽培の場合同一ホダ場を連続使用することで子実体発生量が減少する、いわゆる「イヤ地」現象が生じることを明らかにした。またこの原因として菌類が関与している可能性が得られ、「3 人為環境下でのイヤ地再現試験」の試験結果からは木酢液が「イヤ地」対策として有効な可能性が示唆された。これらのことから本項では過去にナメコホダ場として使用した場所へ新たにナメコホダ木を伏せ、木酢液を散布することで「イヤ地」対策効果が得られるか確認試験を行った。

5.2 方法

5.2.1 試験地

試験地は林業総合センター構内(表-5)で2011年まで3年間以上ナメコホダ木が伏せてあったホダ場とした。供試ホダ木は2013年3月4日に植菌、仮伏せ後木口に現れた菌紋から菌活着が十分と判断したものを、同年6月24日木口が半分程度土中へ埋まるように伏せた(本伏せ)。なお、原木樹種は直径10cm程度のコナラ、植菌品種は大貫N301とした。ホダ場の概略図を図-4、試験区詳細を表-7に示すが、ホダ木を伏せた場所の微地形、林況等が極力均一となるようにし、更に対照区と散布区がランダムとなるよう区画配置を行った。

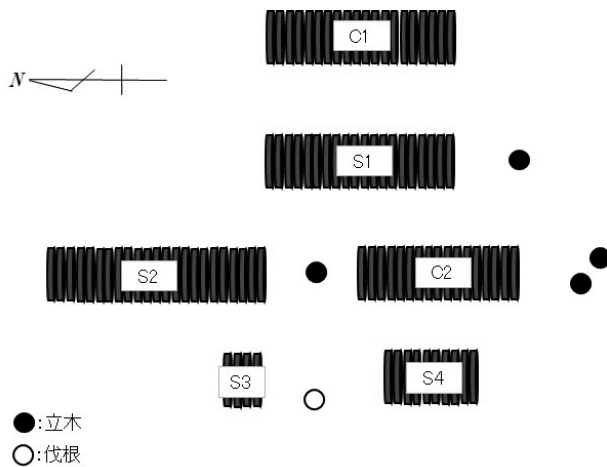


図-4 木酢液散布試験地のホダ木配置概略図

*S1~S4: 木酢液散布区, C1, C2: 対照区

表-7 木酢液散布試験地の試験区概要

名称	区分	散布木酢液量	ホダ木伏せ込み数
S1	木酢液散布	40/a	20
S2			23
S3			4
S4			10
散布区計			57
C1	対照	-	20
C2			17
対照区計			37

5.2.2 木酢液散布

木酢液散布区画S1~S4(表-7)には、木酢液原液(表-8)を水道水で50倍に希釈したものを、1a当たり原液換算で40散布となるようジョロでホダ木へ散布した。木酢液の散布は、ナメコ、害菌等の活動が高まる5月末から子実体発生直前の9月末までとし、2014年は1か月に1回程度、2015年は1か月に2回程度を基本に実施した。ただし降雨直後、又は散布日及び翌日に降雨が予想される場合には散布日を前後させた(表-9)。

なお対照区へは同量の水道水を同様に散水した。

表-8 散布した木酢液概要

pH	2.23
比重	1.016
酸度	10.10%
原材料	コナラ、白炭窯
生産者	炭工房かざま
製造日	2011年3月
木酢液認証協議会 認証番号	05056
散布量 (木酢液原液換算)	40/a
散布時希釈倍率	50倍

表-9 試験地への木酢液散布日

年	木酢液散布日								
2014年	5/30	6/18	-	-	7/31	-	8/28	-	9/30
2015年	6/1	6/15	7/2	7/13	7/31	8/18	9/4	9/14	-

表-10 木酢液散布試験地の子実体発生量

試験区	ホダ木数	2014,15年子実体発生量			
		総量		原木1本当	
		数量(個)	重量(g)	数量(個)	重量(g)
散布区	57	1,472	8,237	25.8	144.5
対照区	37	829	4,034	22.4	109.0

5.3 結果と考察

ナメコ子実体の発生は2014年10月10日から始まり、2014年、2015年を合わせた子実体発生量を表-10に示した。また、ホダ木ごとの子実体発生分布を図-5に示したが、木酢液散布区、対照区ともにホダ木1本からの子実体発生数が0~19個以内のホダ木が最も多く、発生数量が多いホダ木本数が減少するL字型分布を示した。この分布の型は「4.3.1 子実体発生量調査」でホダ場連年区にホダ木を伏せた場合の子実体発生分布と同様であった。

次に木酢液散布区と対照区での子実体未発生のホダ木が生じる割合(表-11)について、カイ二乗検定を用いて検証を行ったところ、両者に有意差($p < 0.01$)が確認された。このことから木酢液散布による未発生ホダ木数の軽減効果が得られ、木酢液散布が「イヤ地」対策として有用な可能性が示唆された。

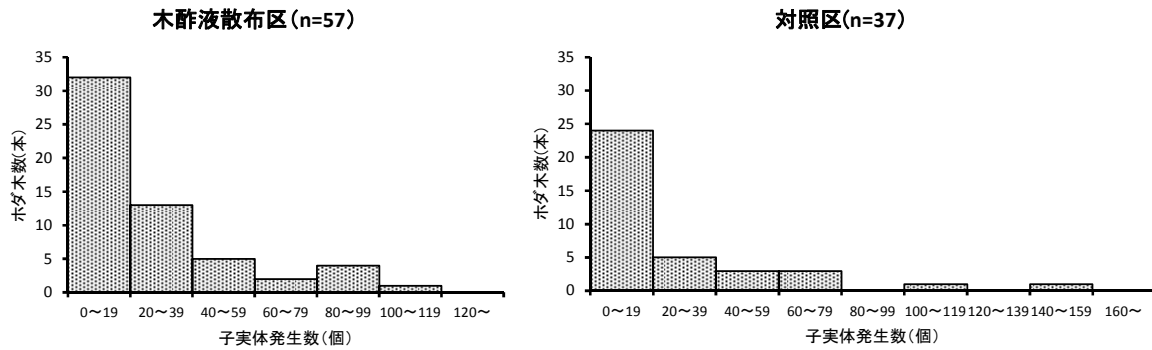


図-5 連続使用ホダ場での木酢液散布区（左）及び対照区（右）のホダ木ごとの子実体発生数分布

表-11 連続使用ホダ場での木酢液散布後の発生状況

試験区	子実体未発生 ホダ木数(A)	子実体発生 ホダ木数(B)	伏せこみ ホダ木数 (A+B)	未発生ホダ木率 (%) A/(A+B)
木酢液散布区	7	50	57	12.3
対照区	14	23	37	37.8

6 結言

原木きのこ栽培現場では経験上知られていたものの、定量的にほとんど検証されていなかった「イヤ地」と呼ばれているホダ場の連作障害現象を再現した。この対応としては、同一ホダ場の連続使用を避け、ホダ場を定期的に移動させることが好ましいと考えられる。また、「イヤ地」の一因として土壌中に生育する *Trichoderma* 属等害菌による可能性が示唆され、連続使用したホダ場での収量減対策として、ホダ場への木酢液散布が有効と考えられた。今後はホダ場への木酢液散布について、実用的な散布量、散布時期等を検討する必要がある。

7 謝辞

本研究の推進に当たり、調査に快く対応いただいたナメコ生産者の方々に深く感謝の意を表す。また土壌中の菌類調査では元森林総合研究所の馬替由美博士、森林総合研究所九州支所の宮崎和弘博士から多大なご指導・ご助言を頂戴し、心より御礼申し上げます。さらに各地方事務所林務課の林業普及指導員にも現地調査では多大なる協力を頂戴し、ここに重ねて御礼申し上げますのである。

引用文献

1) 林野庁 (1976) シイタケほだ場の連作障害に関する試験, 昭和 49 年度林業試験研究報告書, 29-44

- 2) 武藤治彦(1978)シイタケ槽場の連作障害について -静岡県における事例-, 静林試研報(9), 41-49
- 3) 曳町伊三男(1975)シイタケ槽場の連作障害に関する試験, 群馬林試業報, 31-33
- 4) 那須精明 (1976) しいたけほだ場の連作障害に関する試験, 昭和 49 年度高知林試研報, 97-118
- 5) 土壤標準分析・測定法委員会 (1986) pH [ガラス電極法], 土壤標準分析・測定法, 70-71, 博友社, 東京
- 6) 「日本の森林土壌」編集委員会 (1983) 東山地方の森林土壌, 日本の森林土壌, 299-322, 日本林業技術協会, 東京
- 7) 大矢信次郎・一ノ瀬幸久・馬渡栄達(1998)木炭およびその炭化過程で得られる各種成分の高度利用に関する研究, 長野県林総セ研報 13, 104-117
- 8) 一ノ瀬幸久・竹内嘉江(1994)原木食用きのこ類の発芽及び保存に関する試験, 長野県林総セ研報 8, 63-85
- 9) Yumi MAGAE, Katsuya NAGAHISA, Seiji TANAKA, Koji TAKABATAKE, Masahide SUNAGAWA (2011) Simple strain typing of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) using the FTA card, Mushroom Science and Biotechnology, 19, 25-28