

P-1. 食用担子菌の菌糸成長における木炭添加の効果

(北大院農) ○杉山諒司, 玉井裕, 矢島崇, 宮本敏澄
(北海道立林産試験場) 原田陽

1. 緒言

木炭は燃料としての用途だけでなく多面的機能を持つ。その一つに土壌改良材としての機能があり、木炭施用によるカラマツ実生の発芽率と成長の向上¹⁾、アキニレの老樹の地下部の細根形成の促進²⁾といった植物の成長を補助する報告がある。植物だけでなく菌類に対しても木炭施用で菌根菌の成長促進が確認され、菌根形成も早まることから³⁾、菌糸活性剂的な働きが期待できる。

そこで本研究ではさらなる木炭の用途開発のひとつとして、きのこ栽培における木炭の有効性を検討した。

2. 実験方法

2.1 菌糸伸長試験

カエデのおが粉(10メッシュパス)と米ぬか(20メッシュパス)を3:1もしくは3:2(絶乾重量比)で混合した基本培地に、砕いた市販のカラマツ木炭(下川木炭, 下川町森林組合)(10メッシュパス)10%(w/w)を添加、水道水を加えて含水率を65%に調整した。これをガラス製シャーレに充填し、高圧滅菌(121°C, 30分)した。自然冷却後、PDA培地で前培養した担子菌19種23菌株(Table 1)の菌叢を直径6mmのコルクボーラーで寒天ごと打ち抜き、菌叢面が培地と接するよう接種した。

23°Cに設定した暗所にて培養を行い、直径50-70mm程度まで菌叢が伸長した際に菌叢直径を4方向から測定し、その平均値を記録した。

2.2 栽培試験

供試菌株はヒラタケ(Po-1), ウスヒラタケ, トキイロヒラタケ, エノキタケ(Fv-4), ブナシメジの5種を用いた。2.1同様に培地を調製し、予備試験を元に木炭を適量(5-10%)添加した。ポリプロピレン製栽培ビン(450ccもしくは800cc)に培地(270gもしくは570g)を充填、高圧滅菌(121°C, 60分)を行い、自然冷却後に種菌を接種して、温度23°C, 暗所にて培養を行った。ブナシメジのみ菌糸蔓延後に追培養(熟成)を行った。培養後に芽出し操作を行

Table 1 Strain number of 23 species on mycelial growth test

<i>Agrocybe cylindracea</i>	ヤナギマツタケ	AC-1	W
<i>Auricularia auricula</i>	キクラゲ	AA-1	C
<i>Flammulina velutipes</i>	エノキタケ	FV-4	W
		FV-33	W
<i>Ganoderma lucidum</i>	マンネンタケ	GL-6	C
		GL-7	C
<i>Hericium erinaceum</i>	ヤマブシタケ	HE-1	C
<i>Hypsizygus marmoreus</i>	ブナシメジ	HM-888	C
<i>Lepista nuda</i>	ムラサキシメジ	LN-5	W
<i>Naematoloma sublateritium</i>	クリタケ	NS-2	C
<i>Pholiota aurivella</i>	ヌメリシギタケモドキ	PA-1	W
		PA-4	W
<i>Pholiota nameko</i>	ナメコ	PN-6	C
<i>Pleurotus cornucopiae</i>	タモギタケ	PC-1	C
<i>Pleurotus dryinus</i>	ツバヒラタケ	PD-1	W
<i>Pleurotus eryngii</i>	エリンギ	PE-1	C
<i>Pleurotus ostreatus</i>	ヒラタケ	PO-1	W
		PO-4	W
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	ウスヒラタケ	PP-3	W
<i>Pleurotus salmoneostramineus</i>	トキイロヒラタケ	PSa-1	W
<i>Sparassis crispa</i>	ハナヒラタケ	SC-1	W
<i>Stropharia rugosoannulata</i>	サケツバタケ	SR-1	W
<i>Termitomyces eurrhizus</i>	オオシロアリタケ	TE-4	W

*C:Culture strain W:Wild strain

い農業用マルチシート（700AG，デュポン™ タイベック）で覆い，蛍光灯照明下（100 lux 以下）で子実体原基の柄が 10 mm 程度伸長するまで管理した。以降，照度約 500 lux で子実体の生育を行い，菌傘の 8 分開きを目安に子実体を収穫した。収穫の際は傘径 10 mm 以上の子実体を有効とし，生重量と有効茎数を測定して子実体収量とした。また栽培期間を 3 段階に分けて，接種から菌まわりが完了するまでを菌糸蔓延日数，芽出し操作から子実体原基が形成するまでを原基形成日数，原基形成から収穫するまでを生育日数として記録した。

3. 結果と考察

3.1 菌糸伸長試験

Table 2 に菌糸伸長試験における担子菌 19 種 22 菌株の菌叢直径を示した。17 菌株で菌糸伸長の促進が認められた。木炭による効果の大きい順に，ブナシメジ，ヤナギマツタケ，ムラサキシメジ，トキイロヒラタケ，クリタケ，ヒラタケ (Po-4)，マンネンタケ (Gl-6)，タモギタケ，キクラゲ，ヌメリスギタケモドキ (Pa-1)，エリンギ，ヌメリスギタケモドキ (Pa-4)，エノキタケ (Fv-4)，エノキタケ (Fv-33)，ツバヒラタケ，ヒラタケ (Po-1)，



Fig. 1 Mycelial growth of *Termitomyces eurhizus* for 35 days after inoculation

ウスヒラタケとなった。一方でハナビラタケは菌糸成長が 90% に抑制された。オオシロアリタケについては木炭添加でのみ菌糸伸長が観察できた (Fig. 1)。今回，木炭が担子菌菌糸の伸長を促進させる結果が多い傾向にあったが，逆に抑制効果の認められたハナビラタケや，菌株間で異なる効果を示したマンネンタケ，全く影響のないヤマブシタケ，菌糸伸長が木炭添加でのみ確認できたオオシロアリタケなど菌種，菌株により影響が異なった。

Table 2 Mycelial growth test of 22 speices on the medium applied charcoal

Species	Diameter of mycelial tuft (mm)		The inoculation period (day)	Effect of charcoal (%)
	Charcoal addition -	Charcoal addition +		
<i>Hypsizigus marmoreus</i>	40.3 ± 1.2	54.9 ± 1.2	*	17
<i>Agrocybe cylindracea</i>	42.3 ± 1.1	55.9 ± 0.9	*	11
<i>Lepista nuda</i>	45.6 ± 3.6	58.4 ± 6.2	*	33
<i>Pleurotus salmoneostramineus</i>	56.9 ± 4.5	72.6 ± 4.3	*	8
<i>Naematoloma sublateritium</i>	54.2 ± 1.5	67.0 ± 4.0	*	21
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Po-4)	53.8 ± 0.9	66.3 ± 0.8	*	7
<i>Ganoderma lucidum</i> (Gl-6)	61.1 ± 4.6	72.8 ± 4.6	*	11
<i>Pleurotus cornucopiae</i>	56.6 ± 4.0	67.0 ± 5.7	*	17
<i>Auricularia auricula</i>	63.2 ± 3.6	74.0 ± 0.9	*	10
<i>Pholiota aurivella</i> (Pa-1)	63.2 ± 3.4	73.9 ± 3.6	*	17
<i>Pleurotus eryngii</i>	53.4 ± 1.1	61.4 ± 1.4	*	11
<i>Pholiota aurivella</i> (Pa-4)	52.9 ± 0.7	60.8 ± 0.7	*	16
<i>Flammulina velutipes</i> (Fv-4)	60.9 ± 1.6	69.1 ± 2.7	*	14
<i>Flammulina velutipes</i> (Fv-33)	62.9 ± 5.1	70.8 ± 3.5	*	13
<i>Pleurotus dryinus</i>	64.9 ± 3.3	72.4 ± 1.7	*	17
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Po-1)	67.9 ± 3.2	74.9 ± 3.0	*	8
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	62.0 ± 1.9	67.3 ± 1.9	*	8
<i>Sparassis crispa</i>	49.8 ± 3.1	45.0 ± 2.0	*	33
<i>Pholiota nameko</i>	66.8 ± 5.1	69.9 ± 6.0	*	15
<i>Stropharia rugosoannulata</i>	57.5 ± 5.5	62.5 ± 6.4	*	15
<i>Ganoderma lucidum</i> (Gl-7)	61.5 ± 4.1	66.8 ± 2.5	*	12
<i>Hericium erinaceum</i>	74.9 ± 2.0	74.5 ± 2.0	*	10

Legend : Charcoal addition - : Medium without charcoal, Charcoal addition + : Medium with 10

* A significant difference at 0.05 levels, respectively.

Effect of charcoal (%) = Diameter of mycelial tuft (Charcoal addition +)

/ Diameter of mycelial tuft (Charcoal addition -) × 100

Notes: Mean±S.D. (n = 3-5)

3.3 栽培試験

ヒラタケ (Po-1) , ウスヒラタケ, トキイロヒラタケ, エノキタケ (Fv-4) , ブナシメジの 5 菌株を用いた栽培試験の結果を Table 3 に示した。

ヒラタケは菌糸蔓延日数と原基形成日数が短縮され, 生育日数は長期化した。収量については生重量, 有効茎数ともに減少した。ウスヒラタケは菌糸蔓延日数と原基形成日数が短縮され, 総栽培期間は 2.9 日短縮された。トキイロヒラタケは菌糸蔓延日数と原基形成日数が短縮され, 総栽培期間は 2.8 日短縮された。有効茎数に影響はなかったが生重量が減少し, 子実体サイズが小型化した。エノキタケは生育日数のみ短縮され, 総栽培期間は 1.8 日短縮した。ブナシメジは菌糸蔓延日数が短縮した。また熟成 0, 10, 30 日区において原基形成日数は短縮され, 特に熟成 0 日区で 4 日程度早く原基が形成された。一方で原基形成が短縮された試験区については生育日数が長期化した。総栽培期間は全ての熟成条件で 7~10 日の短縮となった。

きのこ栽培において木炭は、栽培期間中の菌糸蔓延と原基形成を促進させ、結果として総栽培期間は多くの菌種, 菌株で短縮された。過去のシイタケの菌床栽培において木炭が子実体の一斉発生を促した報告⁴⁾からも木炭には菌糸伸長促進効果と共に、原基形成を促進させる効果がある。

また、木炭添加区において米糠の量が相対的に少ない (70-85%程度) にも関わらず収量はほぼ同等であったことから、生物的効率は向上したといえる。

以上の結果より、食用担子菌におけるカラマツ木炭添加は栽培期間の短縮と生物的効率の向上が期待できる。比較的栽培期間の長い菌種において、木炭添加はさらに有効な手法となる可能性がある。

参考文献

- 1) 田中優子：北海道大学大学院農学院 修士論文. (2003)
- 2) 前島重雄, 卯之原昇, 藤井英二郎, 長尾英幸：ランドスケープ研究 64, 42-43 (2001)
- 3) 川端久仁子：北海道大学大学院農学院 修士論文(2008)
- 4) 石川洋一, 塩田敦史：栃木県林業センター年報 32, 33-39 (2001).

Table 3 Effect of charcoal addition to sawdust medium on mycelial growth, cultivation period, fruit body yield, and number of significant fruiting bodies

Species	Charcoal addition	Period (days)						Fruiting body yield (FW g/bottle)	Number of significant fruiting bodies
		Spawn Run	Aging	Primordia formation	Maturation	Total cultivation			
<i>Pleurotus ostreatus</i>	—	12	0	15.9 ± 4.7 *	6.5 ± 0.7 *	33.8 ± 4.0	26.4 ± 4.0 *	9.8 ± 1.8 *	
	+10	11	0	11.8 ± 3.9	7.7 ± 1.3	30.1 ± 4.0	22.6 ± 1.8	7.5 ± 2.0	
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	—	12	0	7.1 ± 1.0 *	6.2 ± 0.6	24.9 ± 1.9 *	28.2 ± 3.8	5.4 ± 3.2	
	+10	11	0	6.0 ± 1.1	5.6 ± 0.8	22.0 ± 1.3	26.9 ± 5.8	6.8 ± 1.8	
<i>Pleurotus salmoneostramineus</i>	—	16	0	6.3 ± 0.5 *	3.5 ± 0.8	23.9 ± 1.5 *	19.0 ± 3.5 *	18.8 ± 4.2	
	+10	14	0	4.8 ± 0.8	3.2 ± 0.4	21.1 ± 1.0	14.3 ± 4.4	15.9 ± 3.4	
<i>Flanmmulina velutipes</i>	—	21	0	10.9 ± 1.5	8.5 ± 0.8 *	40.4 ± 1.3 *	79.3 ± 9.8		
	+5	21	0	10.3 ± 1.1	7.3 ± 0.8	38.6 ± 1.1	78.0 ± 9.0		
	—	36	0	14.1 ± 2.8 *	17.1 ± 0.8 *	67.2 ± 2.5 *	88.9 ± 8.6	43.0 ± 4.9 *	
	+10	28	0	9.7 ± 1.0	21.7 ± 1.3	59.4 ± 1.7	79.4 ± 3.4	27.7 ± 5.1	
	—	36	10	11.4 ± 0.5 *	18.2 ± 0.9 *	75.6 ± 0.8 *	94.8 ± 4.8	44.4 ± 5.8	
	+10	28	10	10.4 ± 0.5	19.6 ± 0.5	68.0 ± 0.8	103.2 ± 7.1	40.0 ± 7.1	
<i>Hypsizigus marmoreus</i>	—	36	20	10.5 ± 2.3	16.4 ± 1.7	82.9 ± 1.0 *	113.8 ± 12.0	61.9 ± 7.7	
	+10	28	20	10.0 ± 0.9	17.3 ± 1.0	75.3 ± 0.7	114.8 ± 9.6	54.1 ± 4.6	
	—	36	30	12.9 ± 1.6 *	14.4 ± 1.2 *	93.3 ± 2.3 *	110.5 ± 9.9	63.0 ± 12.4	
	+10	28	30	10.0 ± 0.0	15.8 ± 0.4	83.8 ± 0.4	111.5 ± 7.7	56.2 ± 7.9	

Legend : —: Medium without charcoal, +5 : Medium with 5 % charcoal, +10 : Medium with 10 % charcoal

* A significant difference at 0.05 levels, respectively.

Notes: Mean±S.D. (n=10)