

未利用バークを用いたきのこの栽培方法の検討

土屋 慧

要約

未利用バークの利用促進とともに、菌床生産コストの削減を目指し、未利用バークの有効活用を図りつつ、きのこを栽培する方法を検討した。

未利用バークをきのこ栽培培地の培地基材として使用し、ヒラタケ、ハタケシメジ、キツブナラタケ、キサケツバタケの 4 菌種の栽培試験を実施した結果、未利用バークを使った培地でヒラタケ、ハタケシメジ、キサケツバタケの 3 菌種から発生がみられ、栽培が可能であることが明らかとなった。ハタケシメジについては、栽培用の培地基材として、アカマツ・スギ混合バークを用いることで既存の培地に近い収量が期待でき、利用価値が低い未利用バークの新たな活用方法の糸口がつかめた。

I はじめに

県内におけるスギ (*Cryptomeria japonica*) の蓄積量は、県内森林全体の約 4 割と最も多く、その大部分は本格的な利用期にさしかかっている。アカマツ

(*Pinus densiflora*) やクロマツ (*Pinus thunbergii*) などのマツ類は、スギに次ぐ蓄積量があり、県内では主にチップ用材として利用されている (青森県林政課、2016)。近年、県内で大型木材加工施設などの稼働により木材需要が増加傾向にあり、スギやマツ類の素材生産量が伸びている (青森県林政課、2016)。このような情勢のなか、県内の製材施設やチップ工場などでは、製材や木材チップの生産時に大量に発生するスギ等の樹皮 (バーク) の処理が課題となっている。

バークは家畜敷料や農業資材、燃料などの用途があるが (小藤田ら、2001)、利用されているのは一部で、大部分は利用されずに山積みとなっており、廃棄する際は有償で処分する必要がある。

バークをたい肥化したバーク堆肥は、きのこ栽培でも利用されているが (西井、2000 など)、たい肥化处理などを行っていないバークのきのこ栽培への利用については報告がほとんどない。また、きのこの販売単価が低値安定しているなか、近年の広葉樹おが粉の高騰により、代替となる安価な培地基材が求められている。

そこで本研究では、未利用バークの利用を促進し、菌床生産コストを削減することを目的として、未利用バークを有効活用した、きのこの菌床栽培方法を検討することとした。

II 方法

1. バークの物理化学的性の把握

1) 供試バーク

供試したバークは、県内チップ生産工場から入手した①半年間野外で堆積されたスギバーク、②5年以上野外で堆積されたアカマツ・スギ混合バークの2種類。それぞれタブグラインダー(MOREBARK社製)で1~2回粉碎して分析に用いた(写真-1)。



写真-1 スギバークの粉碎粒径

左上：無粉碎、右上：1回粉碎、左下：2回粉碎、右下：粉碎機(MOREBARK 950 Tub Grinder)

2) 粒度分布

半年間堆積したスギバークの1回及び2回粉碎物について、粒度分布を調査した。分析試料を自然乾燥し、ふるい分け法により重量割合を算出した。

3) 総ポリフェノール量

スギバーク2回粉碎物、アカマツ・スギ混合バーク1回粉碎物について、総ポリフェノール量を測定した。分析試料の前処理は、目開き9.52mmふるいを通したものを温風乾燥し、ウィレー型粉碎機(吉田製作所)で2mm以下に粉碎した。

抽出と定量は、前田（2012）の方法に準じて行った。抽出は、分析試料に対して100倍量の70%エタノールを加え、超音波照射により行った。定量は、FOLIN-CIOCALTEU法により抽出液の総ポリフェノール量を測定した（紫外可視分光光度計、測定波長660nm）。総ポリフェノール量は、没食子酸で作成した検量線をもとに試料100gあたりの含有量（g）に換算して求めた。

4) C/N比

スギバーク2回粉碎物、アカマツ・スギ混合バーク1回粉碎物に加え、一般的なきのこ栽培で用いられる栽培資材のナラおが粉、スギおが粉、フスマ、米ぬかについて、C/N比を測定した。分析試料の前処理は、目開き9.52mmふるいを通したものを温風乾燥し、ウィレー型粉碎機（吉田製作所）で2mm以下に粉碎した後、凍結乾燥して乳鉢でさらに粉碎した。分析は全自動元素分析装置（エレメントール社、Vario EL cube）により行い、炭素、窒素を測定し、炭素と窒素の割合からC/N比を算出した。

2. バークを用いたきのこ栽培試験

1) 供試したバーク

栽培試験に用いたバークは、スギバーク2回粉碎物、アカマツ・スギ混合バーク1回粉碎物の2種類で、ふるい分けにより粒径1cm以下のものを栽培用の培地に供試した。

2) 供試菌

供試した菌類はヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*)、ハタケシメジ (*Lyophyllum decastes*)、ヤチナラタケ (*Armillaria nabsnona*)、クロゲナラタケ (*Armillaria cepistipes*)、キツブナラタケ (*Armillaria* sp.)、キサケツバタケ (*Stropharia rugosoannulata* f. *lutea*) の6種類で、この中から、バークを混合した培地による予備試験によって、菌糸伸長が良好な菌種を選抜した。予備試験の結果、比較的菌糸伸長が良好だったヒラタケ、ハタケシメジ、キツブナラタケ、キサケツバタケの4種類について栽培試験を実施した。なお、試験に供試した全ての菌株は、研究所が分離保存した野生株である（表-1）。

表-1 供試菌株

no	種名		菌株番号	採集地	採集年月
	学名	和名			
1	<i>Pleurotus ostreatus</i>	ヒラタケ	1501	青森県平内町	2015.4
2	<i>Lyophyllum decastes</i>	ハタケシメジ	1526	青森県平内町	2015.10
3	<i>Armillaria</i> sp.	キツブナラタケ	1523	青森県十和田市	2015.10
4	<i>Stropharia rugosoannulata</i> f. <i>lutea</i>	キサケツバタケ	1516	青森県平内町	2015.9

3) 培地作成方法

栽培培地は、ナラおが粉：フスマ：米ぬかを 10：1：1（絶乾重量比）で混合した培地を対照区として、ナラおが粉をバークで 5 割及び 10 割置換した試験区を設けた（表-2）。混合した培地は、含水率 65%を目標に水分調整し、ポリエチレン製の栽培袋に 2kg 充填、121℃で 1 時間高压殺菌、一晩冷却した後、1 培地あたりナラおが粉培地で作成した種菌を約 30g 接種した。

表-2 栽培試験の試験区概要

試験区	培地組成 [※]	含水率 (%)	pH	仕込培地数
対照区（ナラおが粉）	10：0：0：1：1	65.6	5.34	16
スギ 5割区	5：5：0：1：1	69.6	5.74	16
スギ 10割区	0：10：0：1：1	71.1	6.41	12
アカマツ・スギ 5割区	5：0：5：1：1	69.5	5.74	16
アカマツ・スギ 10割区	0：0：10：1：1	71.6	6.41	12

※ナラおが粉：スギバーク：アカマツ・スギ混合バーク：米ぬか：フスマ の乾燥重量割合

4) 培養管理

接種後の培地は、温度 21℃、湿度 75%に設定した暗黒条件下の室内で培養し、菌糸が培地全体に蔓延した段階（以下、菌床）で発生処理を行った。

5) 発生処理方法

ヒラタケ菌床はプランターを使って発生処理を行い、1つのプランターに同じ試験区の菌床を 2~4 つ伏せ込こんで広葉樹林の地上に設置した。ハタケシメジ、キツブナラタケ及びキサケツバタケ菌床は、広葉樹林の地上に 1m 四方の木枠を組み、そこに菌床を伏せ込んで発生処理を行った。1m 四方の枠の中には、同種のきのこの菌床のみを伏せ込んだ。伏せ込み方法は、栽培袋から取り出した菌床を中心に半分に切って並べ、赤玉土又はスギバークで埋設し、ヒラタケは菌床上面に何も被覆せずに、その他の 3 種類については、菌床上面をスギおが粉で被覆した。伏せ込んだ後、十分に散水し、トンネルフレームと遮光ネットで被覆した（写真-2）。

6) 調査項目

発生したきのこの重量と個数、収穫日、収穫中の気温を調査した。



写真-2 発生処理の様子

左：プランター伏せ込み、左中：木枠伏せ込み、右中：バークによる埋設、
右：赤玉土による埋設

Ⅲ 結果と考察

1. バークの物理化学的性の把握

1) 粒度分布

ふるい分け試験の結果を表-3に示す。粒度分布は、1回粉砕では25.4mm以上の粒径が3割近く占めていたのに対し、2回粉砕により9.52mm以下の粒径が8割以上となった。密度は2回粉砕で1回粉砕の倍近い 0.11g/cm^3 に増加した。

表-3 スギバークの粉砕回数別の粒度分布及び密度

粒度分布			密度 (g/cm^3)	
粒径 (mm)	相対度数 (%)		1回粉砕	2回粉砕
	1回粉砕	2回粉砕		
25.4	28.3	9.2	0.06	0.11
19.1	9.2	5.3		
15.9	5.1	3.1		
9.5	12.2	11.4		
4.8	12.5	17.5		
2.8	14.0	17.6		
2.0	4.4	7.7		
1.0	7.6	10.8		
<1.0	6.7	17.5		
合計	100.0	100.0		

2) 総ポリフェノール量

堆積期間が異なるバークの総ポリフェノール量の測定結果を表-4に示す。バークの種類は異なるが堆積期間が長いアカマツ・スギ混合バークの方が30%ほどポリフェノール量は少なかった。

3) C/N比

C/N比の測定結果を表-5に示す。バークのC/N比は一般的にきのこ栽培に使用されているナラやスギのおが粉と比べて半分以下の値になった。しかし、バークはいずれもCの絶対量が少なくNの存在量はおが粉などと変わらなかった。

表-4 バークの総ポリフェノール量

試料	試験回数	総ポリフェノール量 (g/100g)
スギバーク 半年堆積	1回目	0.298
	2回目	0.297
アカマツ・スギバーク 5年以上堆積	1回目	0.183
	2回目	0.187

表-5 C/N比の測定結果

試料	反復数	重量割合 (%) ※				C/N比※	
		窒素		炭素			
スギバーク	5	0.226 ± 0.019	45.874 ± 0.174	204.262 ± 14.791			
アカマツ・スギ混合バーク		0.263 ± 0.010	39.384 ± 0.149	149.969 ± 5.994			
ナラおが粉		0.105 ± 0.005	45.286 ± 0.041	432.266 ± 20.013			
スギおが粉		0.081 ± 0.005	47.211 ± 0.039	583.832 ± 36.795			
フスマ		2.625 ± 0.044	43.030 ± 0.074	16.396 ± 0.262			
米ぬか		2.136 ± 0.011	46.782 ± 0.128	21.899 ± 0.128			

※平均±標準偏差

2. バークを用いたきのこ栽培試験

1) 発生処理までの期間

4菌種を培養した結果、菌糸が培地全体に蔓延し発生処理を行うまでに要した期間は、ヒラタケが33~35日間、ハタケシメジ、キツブナラタケ、キサケツバタケが64~66日間だった。

ヒラタケは、その他のきのここと比べ約1か月培養期間が短い傾向が見られた。また、バークの試験区で発生処理時に既に子実体を発生しているものがあり、発生処理のタイミングをさらに早める必要があると考えられた(写真-3)。



写真-3 培養が完了したヒラタケ菌床

左：アカマツ・スギ10割区の菌床（円内：子実体）、右：対照区の菌床

2) 伏込菌床数と収穫数

(1) きのこの種類別の結果

栽培試験の結果、収穫された菌種はヒラタケ、ハタケシメジ、キサケツバタケの3種だった（表-6、写真-4）。

ヒラタケは全ての試験区の菌床から収穫された。

ハタケシメジはスギバーク10割区とアカマツ・スギ混合バーク10割区から収穫された。

キサケツバタケはスギバーク10割区の2菌床から収穫された。

キツブナラタケはいずれの試験区からも発生が見られなかった。キツブナラタケは培養途中に雑菌による汚染が発生した菌床があったため、汚染が無く菌糸が十分に蔓延した菌床のみを伏せ込んだ。しかし、子実体の発生が一つもみられなかったことから、今回の伏せ込み場所や、伏せ込み方法はキツブナラタケの発生に適した発生環境ではなかったと考えられる。

(2) 埋設資材による影響

ヒラタケとハタケシメジの収穫数は、埋設資材の違いによる大きな差はみられなかった。



写真-4 バークを使用した培地から発生した子実体

左：ヒラタケ、中：キサケツバタケ、右：ハタケシメジ

表－6 伏込菌床数と収穫数

試験区		埋設資材	プランター		木枠					
			ヒラタケ		ハタケシメジ		キツブナラタケ		キサケツバタケ	
			伏込数	収穫数	伏込数	収穫数	伏込数	収穫数	伏込数	収穫数
対照区 (ナラおが粉)		赤玉土	4	4	3	0	1	0	4	0
		バーク	4	4	3	0	1	0	4	0
スギ	5割	赤玉土	4	4	3	0	2	0	4	0
		バーク	4	4	3	0	2	0	4	0
	10割	赤玉土	2	2	3	3	2	0	4	1
		バーク	2	2	3	2	2	0	4	1
アカマツ・スギ	5割	赤玉土	4	4	4	0	3	0	4	0
		バーク	4	4	4	0	3	0	4	0
	10割	赤玉土	2	2	4	4	0	0	4	0
		バーク	2	2	4	3	0	0	4	0

3) 収穫までの期間

収穫された3菌種について、収穫までに要した期間を図－1に示す。

ヒラタケは、発生処理後3日目から収穫があったが、30日を経過してから収穫されたものも多くあり、収穫時期が2段階に分かれた。この原因として、培養途中に子実体を発生した菌床で、収穫までの期間が長い傾向がみられたことから、培養途中の子実体発生が影響していると考えられた。

ハタケシメジは発生処理後、39日目から49日目の間に収穫された。

キサケツバタケについては、発生処理した年内には発生は見られず翌年の6月に収穫された。

4) 収量

(1) きのこの種類別の結果

収穫のあった3種類のきのこの収量を図－2に示す。

ヒラタケは、対照区の収量が菌床1kgあたり約150～350g程度だった。また、バークを使った試験区では菌床1kgあたり約25～240gだった。

ハタケシメジは、スギバークで、菌床1kgあたり約40～100g、アカマツ・スギ混合バークで、約10～370g程度の収量だった。300g前後の収量は、既存の培地に近い収量（バーク堆肥培地、240～480g）と言える。

キサケツバタケは、スギバーク10割区のみで収穫があり、発生した菌床からは、いずれも1本ずつしか収穫できなかったが、1本で80g程度の比較的大型な子実体が収穫された。

(2) 埋設資材による影響

きのこの収量について、埋設資材の違いによる大きな差は見られず、バークを

埋設資材として利用しても収量への影響は少ないと考えられる。

5) 気温と収穫日数の関係

気温を計測した期間について、日平均気温と日総収量の関係を図-3に示す。ヒラタケは、1つの菌床から複数回収穫があり、8月上旬から日平均気温が10℃をきる10月中旬まで収穫があった。ハタケシメジは、発生処理から約1か月後の10月上旬から収穫があり、収穫は1つの菌床から1回のみだった。収量は、遅く採れたものほど少ない傾向がみられた。一般的にハタケシメジの生育温度は17℃前後といわれていることから、気温が低下したことで子実体の成長量が少なくなったものと考えられた。

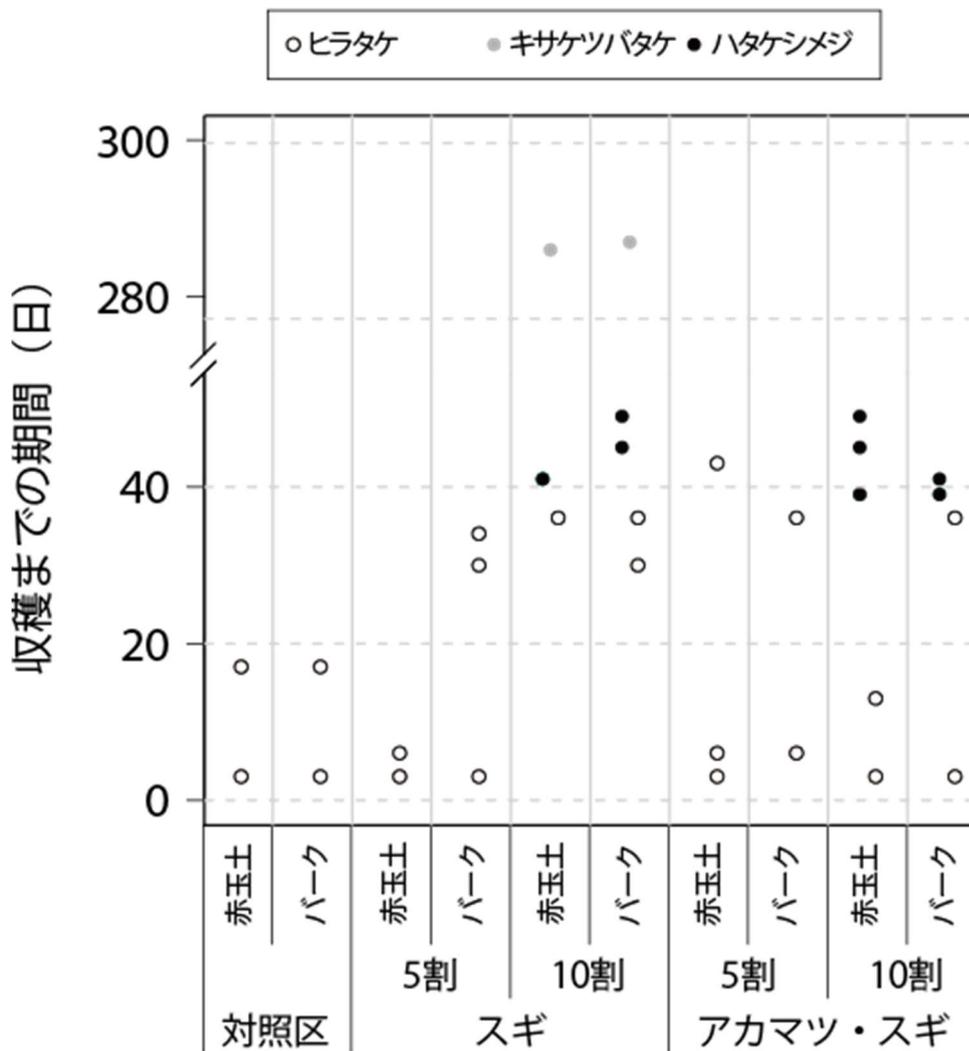


図-1 収穫までの期間

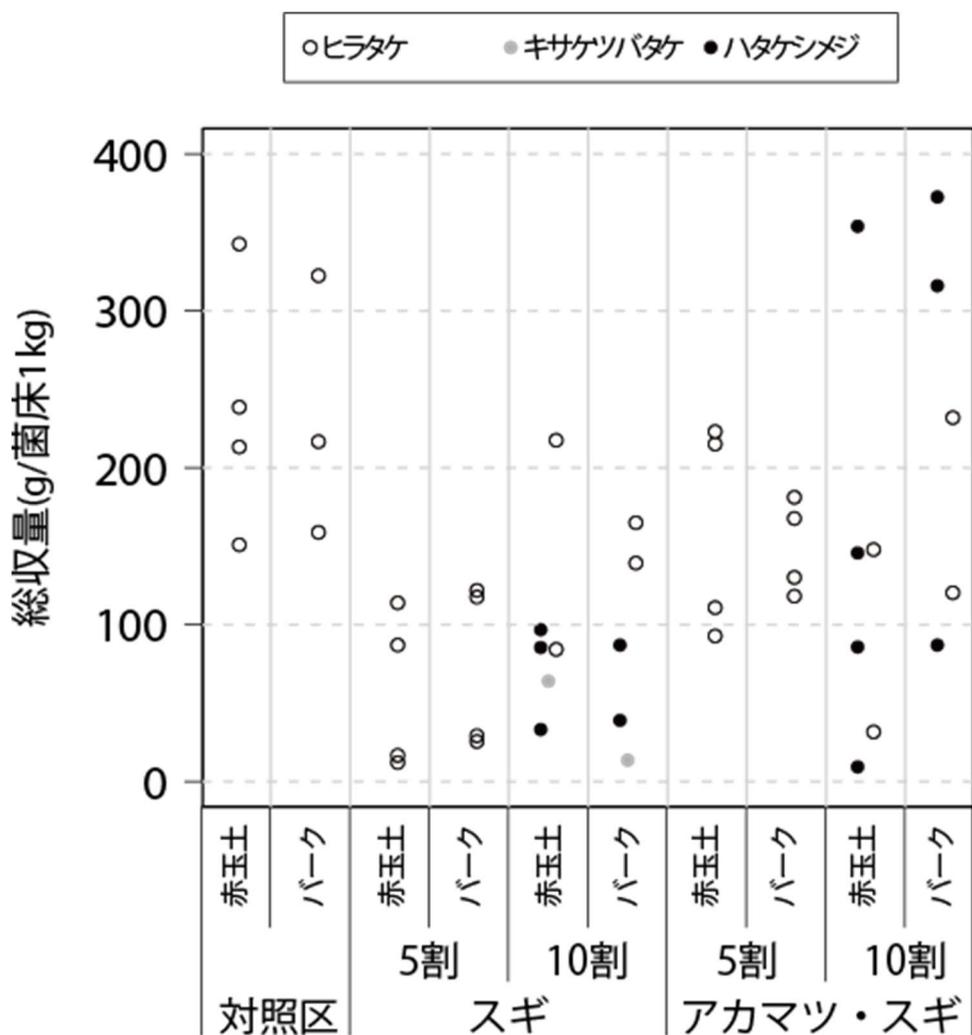


図-2 1菌床当りの総収量

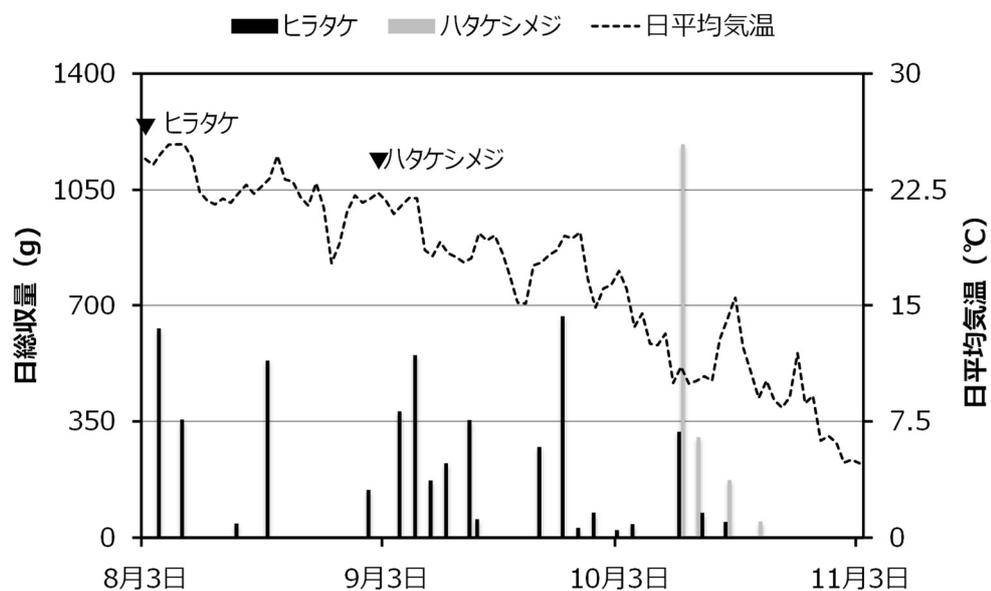


図-3 日総収量と日平均気温の関係 (図中、▼は発生処理日を示す。)

IV おわりに

今回の試験から以下のことが明らかとなった。

- ・未利用バークを使った培地でヒラタケ、ハタケシメジ、キサケツバタケの栽培が可能
- ・未利用バークはきのこの野外栽培用の埋設資材として利用可能
- ・キサケツバタケは、スギバークで栽培可能だが十分な収量は得られていないため、発生処理方法の検討が必要
- ・ハタケシメジ栽培用の培地基材として、アカマツ・スギ混合バークを用いた場合の収量は、既存の培地と同程度

以上から、利用価値が低い未利用バークの新たな活用方法の糸口がつかめた。

しかし、今回の検討はバークを活用した栽培の可能性について調査したものであり、栽培技術を実用化していくためには、最適な栽培条件や期待される収量などを詳細に調査する必要がある。また、未利用バークを使用する上で、粉碎に手間がかかること、特にスギバークは繊維質で細かく粉碎することが難しいという大きな課題がある。これらの課題を解決していくため、地域の生産者団体と連携しながら技術の確立を進め、普及に繋げていきたいと考えている。

参考文献

- 青森県林政課（2016）青森県の森林・林業平成28年度版：1-154
- 前田一（2012）長崎県の森林資源における機能性物質の探索．長崎県農林技術開発センター特別研究報告（3）：1-87
- 西井孝文（2000）ハタケシメジの生理生態と基礎技術（新特産シリーズハタケシメジ林内栽培・簡易施設栽培・空調栽培．農文協）：47-55
- 小藤田久義・藤野陽治・佐々木達也・長谷部真・太田路一・鈴木幸一（2001）スギ樹皮の抗菌活性とその関連成分．木材学会誌 Vol. 47, No6：479-486