

森林空間の高度利用のための特用林産物生産・流通システムの開発(1)

ーきのこー

増野和彦・古川 仁・鈴木良一・高木 茂*

里山の森林空間と森林内の資源を活用したきのこ栽培技術の開発を図った。その結果、クリタケ簡易接種法に関して、原木栽培、伐根栽培の5～8年間の累積収量を把握して、経営試算を例示することができた。また、クリタケについて、アカマツ、カラマツ、サワラを利用した殺菌原木法による栽培特性を把握した。

キーワード：里山、きのこ簡易接種法、殺菌原木栽培、クリタケ、経営試算

1 緒言

里山の森林空間をきのこや山菜などの特用林産物の生産の場として活用していくことは、地域の活性化及び森林整備の推進にとって重要である。そこで、森林空間を利用した新たな特用林産物の生産技術を開発するとともに、生産された特用林産物を流通・販売させるために必要な検討を行った。

本報は、このうちきのこの生産技術についての結果を報告するものである。流通システムの開発に関する項目については「森林空間の高度利用のための特用林産物生産・流通システムの開発(2)ー山菜ー」に合わせて記載した。また、平成20～24年度の県単課題として実施した。

2 きのこ類の簡易栽培技術の開発

2.1 試験の目的

多くの人々が林内でのきのこ栽培に親しみ、さらに森林整備への関心を深めるためには、従来の原木栽培の重労働を解消する必要がある。そこで、高度化事業「里山を活用したきのこの栽培及び増殖システムの開発」(平成17～19年度(2005～2007年度))において、「わりばし種菌」を用いた「クリタケ簡易接種法」を考案して、里山で栽培試験を行い、林内に残された除間伐木や伐根(切り株)を用いて栽培可能なことを実証した¹⁾。

ただし、この課題の研究期間は3年間であり、子実体発生開始から2年間の収量を調査したのみであった。また、技術の簡易化が目的であったため、研究開始当初には、収量性などは従来の方法より低下すると考えていた。ところが、発生開始から想定を超える収量が得られ、省力栽培法としても有力と考えられた。

そこで、収穫調査を継続して、早期の発生段階での結果と比較するとともに、原木1代当りの収量の把握を図り、きのこ栽培としての経営的な指標の作成を試みた。

2.2 試験の方法

2.2.1 試験地の設定

2005年4月に佐久市平のアカマツ・コナラ混交林(標高820m)内に設置した。

2.2.2 「わりばし種菌」の製造

市販の「わりばし」(国産：シラカンバ材)を用いた。「わりばし」を一昼夜、水に浸して十分に吸水させたのち、耐熱性のきのこ栽培用の袋に入れ、ブナおが粉・フスマ培地(容積比10:2、含水率65%)に埋設した。高圧殺菌後、別の菌床に培養したおが粉種菌を接種して、20℃で「わりばし」に菌糸が蔓延するまで培養した。

2.2.3 「わりばし種菌」試験1ー小規模試験ー試験の概要を表-1に示した。

2005年6月14日に接種した。原木は、伐採後3か月経過した長さ1m、直径10cm程度のコナラ13本を用いた。

種菌の接種は、以下の方法で行った。

①チェーンソーで原木に切り込みを入れた。切り込みは、原木に2列6か所入れた。

②「わりばし種菌」を切り口に差し込んだ。

③種菌を接種した原木を広葉樹の枯れ落葉で被覆した。

④原木の間を埋める程度に周辺の土壌をかけた。

その後、原木の周辺に雑草が発生した、9月下旬に刈り払いをして、子実体の自然発生を待った。収量は、発生した子実体の生重量を測定した。

2.2.4 「わりばし種菌」試験2ー栽培条件の検討ー

*元長野県林業総合センター特産部

2005年11月に、原木の伐採時期、原木の径、接種する穴の数、被覆材の有無により8種類の条件を変えて接種した。試験の概要は、表-1及び表-2に示したとおりである。

2.2.5 「わりばし種菌」試験3—大規模試験—

2006年3月から8月までに5つの時期に分けて、合計615本の原木に接種する大規模実証試

験を行った。試験の概要は、表-1及び表-3に示したとおりである。

2.2.6 「わりばし種菌」試験4—伐根栽培—

2006年6月14日に、前年秋に伐採したコナラの伐根9か所にチェーンソーで切り込みを入れて「わりばし種菌」を接種した。試験の概要は、表-1に示したとおりである。

表-1 クリタケ「わりばし種菌」による実証試験

試験名	試験概要	接種対象	原木等の形状	接種日	供試数	菌株名	試験地
「わりばし」種菌試験①	小規模実証	原木	直径10cm、長さ1m	2005.6.14	13本	臼田A-6 (27)	佐久市平
「わりばし」種菌試験②	栽培条件の検討	原木	長さ、直径各種	2005.11.28	全61本	C	佐久市平
「わりばし」種菌試験③	大規模実証	原木	直径10cm、長さ1m	2006.3~2006.8	全615本	C	佐久市平
「わりばし」種菌試験④	伐根	伐根	—	2005.6.14	9か所	臼田A-1 (23)	佐久市平

2.3 試験の結果と考察

2.3.1 「わりばし種菌」試験1—小規模試験—

子実体発生開始の2006年から2011年までの6年間の発生経過を図-1に示した。

原木へ種菌を接種した翌年の秋、接種の1年半後に子実体の発生が始まり、発生開始2年目に年間収量が最大になった。3年目から年間収量は次第に減少した。6年間の原木1本当りの平均総収量は664.4gであった。

これらの結果により、原木1代当たりの収量を推計する資料を得ることができた。

2.3.2 「わりばし種菌」試験2—栽培条件の検討—

結果を表-2に示した。

いずれも小規模栽培試験で、概ねの傾向を把握するための予備的な検討であるが、原木の径は、細い程、収量が多く、30cmを超える径の原木では、収量は少なくなった。原木の長さは、短い程、収量が多く、2mを超える原木では、収量は少なくなった。伐採直後の原木を用いた場合は、収量は少なくなり、伐採後6か月程度の一定期間が経過した原木を用いる必要性が認められた。接種後に落葉で被覆して保湿を図らない場合には、収量が少なくなっており、被覆処理をすることが収量増加に有効であった。

以上は、早期の発生段階での結果¹⁾と同様の傾向であった。

2.3.3 「わりばし種菌」試験3—大規模試験—

収穫調査の結果を表-3に示した。

接種翌年から子実体の発生が始まった。4月、5月、6月のいずれの接種時期でも収量に大きな差はなく、通常のお原木栽培の接種時期より幅広く期間を設定してもよいことが分かった。

発生開始2年目で収量が最大で、その後次第に減少する傾向は、「わりばし種菌」試験1の小規模試験と同様であった。

2.3.4 「わりばし種菌」試験4—伐根栽培—

子実体発生開始の2005年から2012年までの8年間の発生経過を図-2及び表-4に示した。

9か所の伐根に接種したところ、接種当年に2か所、接種翌年に5か所、接種翌々年には7か所でクリタケ子実体が発生し、年々子実体の発生する伐根が増加した。ただし、接種当年は、接種源である「わりばし種菌」自体からの発生であった。全ての伐根について合計した子実体収量も、接種当年に39g、接種翌年に537g、接種翌々年に824gと年々増加した。子実体収量が最大になったのは、発生開始4年目の2008年で1,940gであった。

「わりばし種菌」試験1において直径10cm、長さ1mのお原木栽培と伐根栽培の結果を、単位材積当たりの収量を算定して比較した。地下部も含めた伐根(切り株)材積は、以下の山本・麻生²⁾の方法により推定した。

$$v = 2.314d^{2.45} \quad : \text{伐根材積}(v), \text{伐根直径}(d)$$

伐根直径は、各伐根の長径と短径を測定し、

その平均値とした。収量は、「わりばし種菌」試験1と「わりばし種菌」試験4とも、同時期の2005年から2009年間の累積収量を用いた。

算定した結果、単位材積当たりの収量は、直径10cm長さ1mの原木栽培では25.4 (kg/m³) に対して、伐根栽培では28.8 (kg/m³) であった。伐根栽培でも原木を用いた結果と少なくとも同等な収量性が得られることが分かった。

子実体の発生経過を写真-1及び写真-2に示した。接種源に近い伐根の地上部から発生が始まるが、次第に伐根の地下の根部からの発生が見られるようになる。このことは、伐根栽培が接種した伐根部からの発生のみならず、林内への自然増殖の誘導法としても有望なことを示唆している。

2.3.5 原木1代当りの収量と収支計算

2.3.1「わりばし種菌」試験1の試験結果を基にして、年次別収量のモデルを作成した(表-5)。収穫期間を5年間、原木1本当たりの収量を650gと設定すると、原木1,000本当たり650kgのクリタケが得られる。販売単価を1kg当り1,200円と設定すると、販売額は780,000円となる。資材費、出荷経費等を差し引いた収益は498,970円となり、1日当たりの労働報酬は20,039円となる(表-6)。なお、原木は購入ではなく、自分達で伐採することを前提に経費を計上した。

時期と販売方法により販売単価は大きく変動するので、一つの計算例ではあるが、大まかに収支計算を行う標準例を示すことができた。

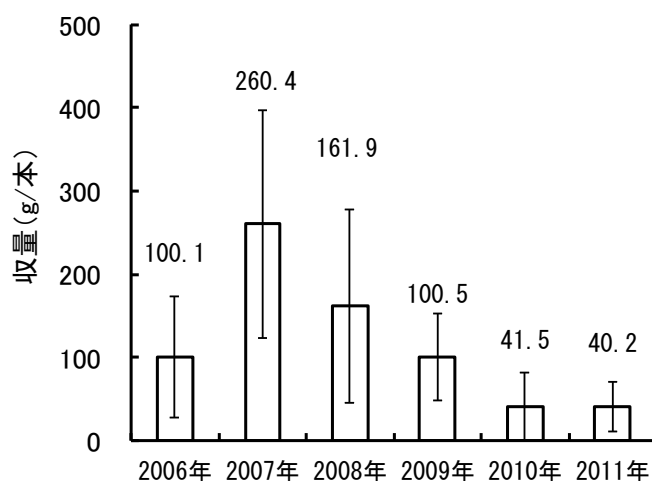


図-1 「わりばし種菌」試験1(小規模実証)の収量(原木1本当たり)
error bar : 平均値±標準偏差

表-2 「わりばし種菌」試験2(栽培条件の検討)の収量

区分	接種時の伐採後期間	原木の長さ	原木の直径	スジ	落ち葉被覆	本数	2006年収量 (g/本)	2007年収量 (g/本)	2008年収量 (g/本)	2009年収量 (g/本)	2010年収量 (g/本)	2011年収量 (g/本)
①	直後	1m	10cm	3	有	19	2.9	8.5	11.1	25.3	0.8	0
②	直後	2m	10cm	3	有	4	0	2.5	0	10.0	0	0
③	直後	1m	30cm	2	有	5	0	12.6	28.0	21.0	0	0
④	6ヶ月	2m以上	10cm	3	有	4	0	0	0	0	0	0
⑤	6ヶ月	2m以上	10cm	3	無	4	0	0	0	0	0	0
⑥	6ヶ月	2m以上	10cm	上面3	有	5	0	1.0	43.0	0	0	0
⑦	6ヶ月	1m	7cm以下	1	有	11	0	56.5	63.5	36.4	13.5	9.5
⑧	6ヶ月	1m	7cm以下	3	有	6	0	35.8	5.5	0	0	0

表-3 「わりばし種菌」試験3(大規模実証)の収量

試験区名	接種穴	接種時期	2007年 収量 (g/本)	2008年 収量 (g/本)	2009年 収量 (g/本)	2010年 収量 (g/本)	2011年 収量 (g/本)	調査 本数
スジ4月	上下2スジ	06.4.12-4.17	63.1	147.0	74.5	29.5	0.8	61
スジ5月	上下2スジ	06.5.19-6.12	39.5	139.2	105.2	52.0	3.7	171
スジ6月	上下2スジ	06.6.21-6.30	39.3	146.7	70.1	83.7	4.0	126
たて穴3月	ドリル	06.3.20-3.30	87.7	115.9	54.3	47.0	2.2	115
たて穴7月	ドリル	06.7.13-8.18	88.9	123.3	45.8	20.4	0.5	142

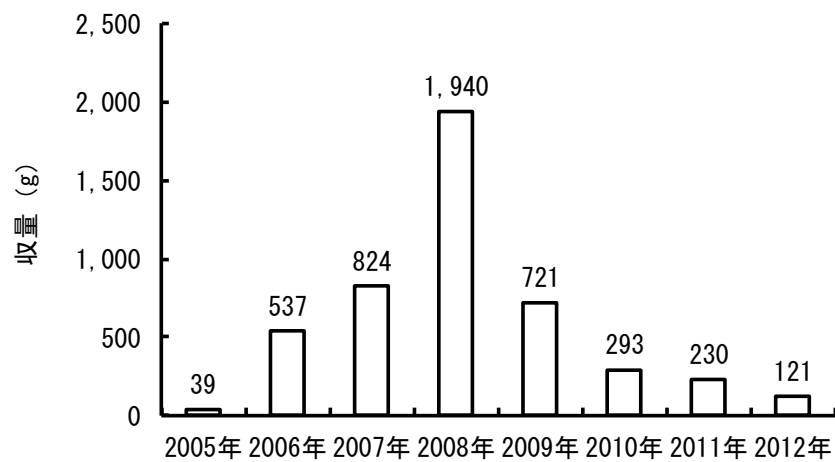


図-2 「わりばし種菌」試験4(伐根栽培・全伐根計)の収量

表-4 「わりばし種菌」試験4(伐根栽培・伐根ごと)の収量

伐根	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
①	34	50	336	525	356	0	109	0
②	5	44	237	566	227	190	121	0
③	0	51	20	240	75	103	0	10
④	0	160	50	210	45	0	0	0
⑤	0	0	0	0	0	0	0	0
⑥	0	232	173	139	18	0	0	51
⑦	0	0	5	0	0	0	0	0
⑧	0	0	3	260	0	0	0	60
⑨	0	0	0	0	0	0	0	0
計	39	537	824	1,940	721	293	230	121

*接種日：2005年6月14日 収量 (g)

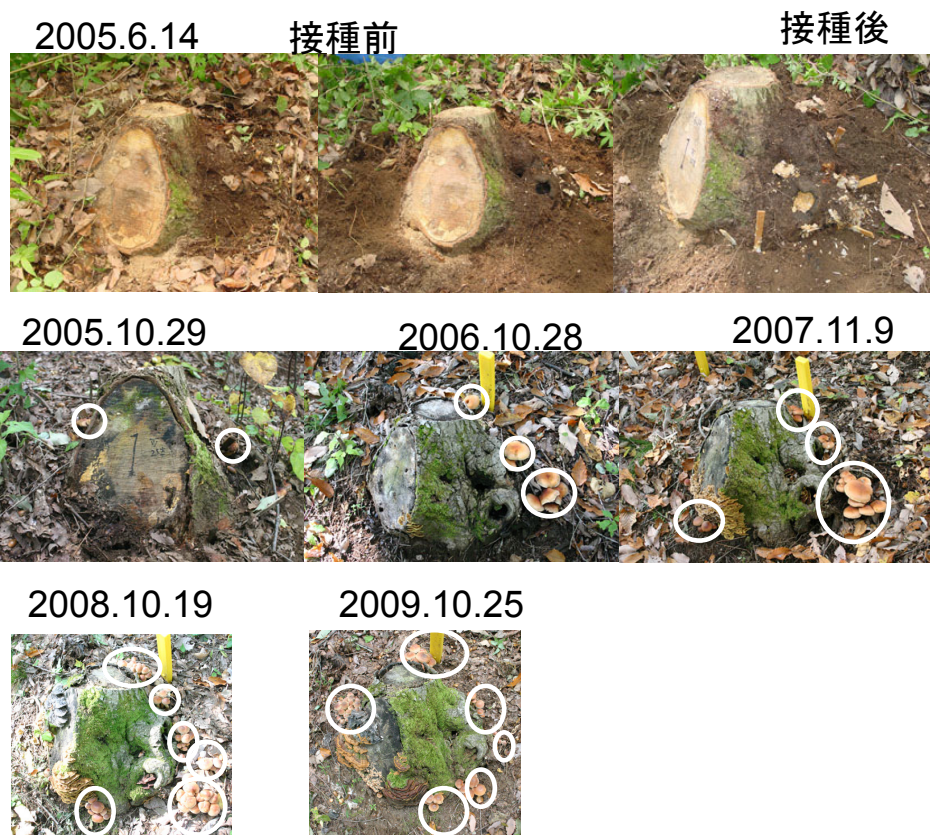


写真-1 伐根栽培の発生経過（伐根 1）
○印：子実体発生個所



写真-2 伐根栽培の発生経過（伐根 2）
（左：接種時 2005 年, 右：2008 年発生状況）
○印：子実体発生個所

表-5 クリタケの年次別発生量モデル
(原木1本1代当たり650g発生するとして)

発生年次	発生量 (g/本)
1年目*	100
2年目	250
3年目	150
4年目	100
5年目	50

*春に接種の場合には翌秋、それ以降の接種では翌々秋

表-6 簡易接種法によるクリタケ栽培の収支 (原木1,000本当たり)

① 収入					
収量	5年間で原木1000本当たり		650	kg	
販売金額	650kg×1,200円=780,000円		780,000	円	
② 支出					
	項目	数量	単価	金額	
生産資材	原木*	1,000 本	100 円	100,000	円
	種菌	25 袋	1,000 円	25,000	円
	燃料 (ガソリン・オイル・チェーンオイル)			10,000	円
	小計			135,000	円
出荷資材	トレイ	650 枚	4 円	2,600	円
	ラップフィルム	6 本	1,800 円	10,800	円
	ダンボール箱	217 枚	90 円	19,530	円
	小計			32,930	円
出荷費	輸送費	650 kg	30 円	19,500	円
	手数料	780,000 円	12 %	93,600	円
	小計			113,100	円
	合計			281,030	円
③ 労働					
	内容	総数	1日1人当たり	人数	
	接種	1,000 本	300 本	3.3	人
	被覆	5,000 本	5,000 本	1	人
	採取	650 kg	150 kg	4.3	人
	包装	6,500 個	400 個	16.3	人
	合計			24.9	人
④ 収益	780,000 円	-	281,030 円=	498,970	円
⑤ 1日当たり労働報酬	498,970 円	÷	24.9 人=	20,039	円

*原木の調整経費を原木代として計上した。

3 針葉樹原木を利用したきのこ栽培

3.1 試験の目的

きのこ栽培において針葉樹原木が利用できれば、間伐材の需要拡大にとって有効である。しかしながら、一般的に針葉樹は広葉樹よりも抗菌性物質を多く含み、菌類による腐朽を阻害する

力がある³⁾。建築材料としては、木材腐朽菌に対して耐性を持つことは利点であるが、きのこ栽培にとっては、逆に不利な条件となる。したがって、きのこ栽培では、これまで主にナラ類・クヌギ等の広葉樹が利用されてきた。

きのこ栽培でも針葉樹原木を利用するために、

抗菌性の抽出成分を減少できる³⁾ 高圧殺菌処理が有効と考えた。そこで、高圧殺菌釜による原木の殺菌工程が入る殺菌原木法により栽培試験を行い、針葉樹原木利用の可能性を検討した。

3.2 試験の方法

現在、原木栽培の行われているきのこで原木の樹種選択性が小さく、多くの樹種が利用し易いとされているクリタケを対象とした。菌株は長野県林業総合センター保存の野生株（臼田A-6）を用いた。

殺菌原木法の工程を図-3に示した。

原木は、アカマツ、カラマツ、サワラ及びコナラを用い、長さ30cmに玉切りした。玉切りした原木は、直径により、15cm以上の場合は木口面から4分割、12cm以上15cm未満は2分割し、12cm未満は分割なし、で用いた。原木は、2昼夜程度浸水して水分を補充した後、ポリプロピレン製のきのこ栽培用袋に入れた。この際、おが粉培地（広葉樹おが粉10：フスマ2、含水率65%程度）を袋と木口面に2cm程度充填した。高圧殺菌（1.2気圧120℃）して放冷した後、種菌を

大きじ2～3杯程度接種した。培養は、20℃の空調施設内で5か月間行い、培養後は原木を袋から取り出し、充填した菌床培地が付着したまま、試験地（長野県林業総合センター構内アカマツ・コナラ混交林）の土壌中に埋設した（11月）。

3.3 試験の結果と考察

埋設の翌年秋から子実体の発生が始まった。発生開始年から3年間の累計収量を図-4に示した。子実体の発生状況を観察すると、埋設した原木から直接発生している他に、原木の周辺から間接的に発生している場合が見られた（間接発生・写真-3）。発生開始から3年間の累計収量で比較すると対照のコナラ316.4（g/本）に対して、アカマツ23.0（g/本）、カラマツ36.8（g/本）、サワラ46.9（g/本）で、コナラの収量を100とした場合、アカマツ7.3、カラマツ11.6、サワラ14.8の収量比であった。これは、通常の種駒種菌による方法の栽培試験結果でのカラマツ原木のコナラ原木に対する収量比⁴⁾と同等である。クリタケについて針葉樹を用いた殺菌栽培法での栽培特性を把握することができた。

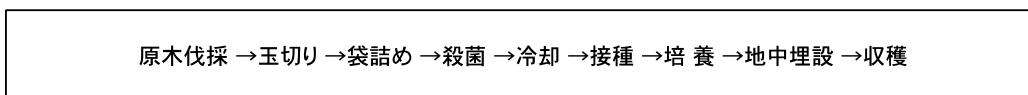


図-3 殺菌原木法の工程

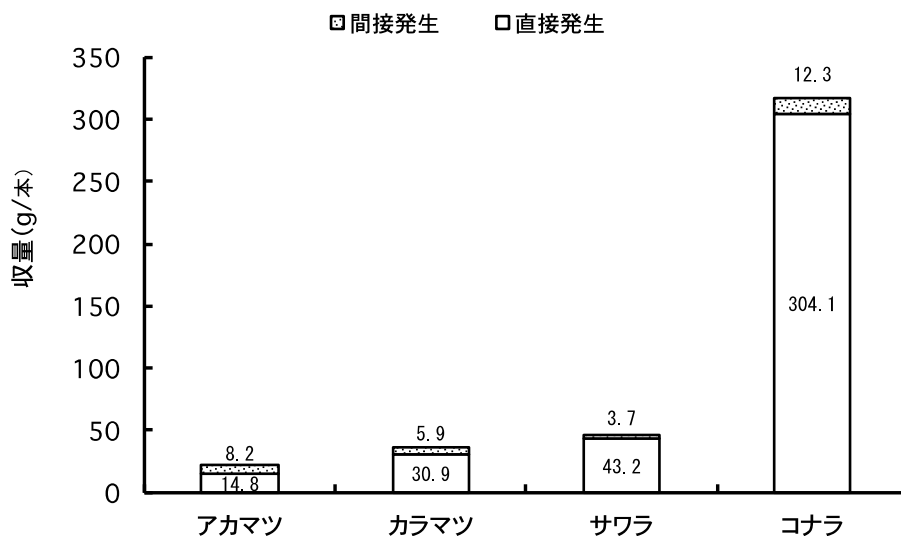


図-4 針葉樹を利用したクリタケの殺菌原木栽培の収量（発生期間3年間の累計）



写真-3 針葉樹を利用した殺菌原木栽培によるクリタケの発生状況
(左：アカマツ, 中央：カラマツ, 右：サワラ)

4 総合考察

里山の森林空間と森林内の資源を活用したきのこ栽培技術の開発を図った。そのために、きのこ類の簡易栽培技術の開発、針葉樹原木を利用したきのこ栽培試験を実施した。

2「きのこ類の簡易栽培技術の開発」では、「わりばし種菌」を用いたきのこ簡易接種法について、里山に試験地を設定して栽培試験を行い、林内で除間伐木、伐根（切り株）を用いて栽培可能なことの実証を試みた。2005年～2007年までの栽培試験結果については既に報告¹⁾したが、発生開始2年間のみ結果であったため、収穫調査を継続し、改めて方法の適性について検討した。その結果、原木栽培、伐根栽培について5～8年間の累積収量を把握し、これらの結果を基に経営試算を行い、直販所等における販売の可能性を示すことができた。また、前報¹⁾で示した発生開始2年間程度での結果が適性であることを、総収量を確認した上で、改めて示した。

3「針葉樹原木を利用したきのこ栽培」では、殺菌原木栽培法による針葉樹利用の可能性を検討した。殺菌原木法については、普通原木栽培法では子実体が得られないマイタケ等で利用されている方法である。この方法では、高圧殺菌工程があるため、針葉樹を腐朽しやすくする可能性があるかと推察して、栽培試験により検討した。検討に供した、

アカマツ、カラマツ、サワラ全ての針葉樹原木でクリタケが発生したが、普通原木栽培におけるコナラとの収量比を上回る収量は今回の検討では得られなかった。しかし、3年間の発生経過を調査することで、栽培特性を把握することができた。

2「きのこ類の簡易栽培技術の開発」は、里山の雑木林を想定して、広葉樹の原木や伐根の利用を考えたものである。しかし、集落に近い里山には針葉樹人工林も多く存在しており、針葉樹の間伐材の有効利用も重要と考え、針葉樹利用に関しても、3「針葉樹原木を利用したきのこ栽培」で検討を開始した。針葉樹原木のきのこ栽培における利用促進に関しては、今後の課題としてさらに検討を深める必要がある。

5 結言

里山の森林空間と森林内の資源を活用したきのこ栽培技術の開発を図った。その結果、クリタケ簡易接種法に関して、原木栽培、伐根栽培の5～8年間の累積収量を把握して、経営試算を例示することができた。また、クリタケについて、アカマツ、カラマツ、サワラを利用した殺菌原木法による栽培特性を把握した。

6 謝辞

研究の実施に当たり、「星の町うすだ山菜きのこ

生産組合」の皆様にご多大なご協力を頂戴したので、ここに記して謝意を表す。

7 引用文献

- 1) 増野和彦, 高木茂他(2008), 里山を活用したきのこの栽培及び増殖システムの開発, 長野県林業総合センター研究報告第23号, 97-112
- 2) 大隅眞一(1971), 根株材積の推定, 森林計測学, 養賢堂, 70-71
- 3) 高橋旨象(1989), きのこと木材, 築地書館, 14-16, 26-27, 72-73
- 4) 増野和彦(2008), カラマツを用いたクリタケ原木栽培の収量, 長野県林業総合センター技術情報 No. 129, 4-5