

資 料

アカマツ及びスギ丸太を使ったブクリョウの栽培

坂井至通・今井和重*

キーワード：ブクリョウ、アカマツ丸太、スギ丸太、薬用キノコ、栽培

I はじめに

ブクリョウ(茯苓：漢方薬名)は、サルノコシカケ科(Polyporaceae)に分類される担子菌マツホド(*Wolfiporia cocos*(Wolf) Ryvarden et Gilbertson)の菌核である。マツホドは、日本全土及び中国、韓国に分布し(日野, 1954; 橋本, 1954), アカマツ(*Pinus densflora* Sieb. et Zucc.)やクロマツ(*P. thunbergii* Parl.)などの針葉樹に寄生する。特に樹齢40年以上の樹木を伐採した後、3~4年を経た樹根の周囲に不定形塊状の菌核が形成される。中国ではアカマツ、クロマツの他に、タイワンアカマツ(*P. massoniana* Lamb.)や雲南マツ(*P. yunnanensis* Sieb. et Zucc.)などにも寄生している(袁, 1994)。また、カナダ、アメリカでは、古くからマツ属(*Pinus*)やモミ属(*Abies*)などに寄生する担子菌類として知られ、針葉樹以外にもモクレン属(*Magnolia*), ミカン属(*Citrus*), コナラ属(*Quercus*), ユーカリノキ属(*Eucalyptus*)など広葉樹の根にも寄生すると報告されている(Weber, 1929)。

ブクリョウは、菌核を7~3月に地中から掘り上げて水洗し、そのまま乾燥するか又は菌核の外層をほとんど剥ぎ、数個に分割又は輪切りにして乾燥したものが漢方薬の原料として市場に流通している。市場に流通しているブクリョウには、白色の白ブクリョウと淡赤色を呈する赤ブクリョウがあり、日本薬局方(日本公定書協会編, 1996)には「質が重く帯赤白色で粘り気と潤いのあるものを良品としている」と記載され、後者が良品となっている。国内では茨城県、千葉県、鹿児島県、宮崎県などで産出されているが、最近では中国(湖北省、安徽省、河南省、広西省)で栽培されたブクリョウが、年間約700トン輸入されている(日本公定書協会編, 1996)。

現在日本におけるブクリョウの栽培は、橋本(1954), 富永(1987a, 1987b), 田端ら(1994), 猪狩(1998)などの試験的栽培から、厚生省健康政策局(1999)がまとめた「薬用植物栽培と評価Part8: ブクリョウの栽培法」のような普及栽培へと移行しつつある。これまでの栽培

研究は、漢方薬の原料に使用するブクリョウがアカマツの根に寄生した菌核を用いてきたため、ほとんどがマツ材を原木として研究したものであった。最近ではマツの材線虫病が広がりアカマツ原木の入手が困難となってきたことや、安価で資源量の多いスギ間伐材の有効利用が求められるようになったため、本試験ではアカマツ丸太とスギ丸太を原木に用いたブクリョウの比較栽培を検討した。スギ丸太を用いたブクリョウの栽培は、林業活性化のひとつとして重要な意味を持つと思われる。

II 栽培法研究の経緯

ブクリョウ栽培の試みは、初期の段階では菌核や子実体を形成させる研究が行なわれた。Weber(1929)は、菌核内部の白色組織をジャガイモ寒天培地で培養し、発育した綿毛状の菌糸体から子実体の発生を確認した。中国では、南北朝時代の陶弘景がブクリョウの栽培を試みた記述があり、明代には李時珍により移植栽培の検討が行われた。1920年代にはブクリョウの人工栽培が確立し、東南アジア、インド、日本及びヨーロッパやアメリカへ輸出した記録が残されている。中国のブクリョウ栽培については、陳(1988), 楊(1988)らの著書にまとめられている。

一方、日本では、橋本(1954)が野外で採取した菌核を温室内に移植し、数ヶ月後に子実体が形成されたことを報告したが、栽培できるまでには至らなかった。富永(1987a, 1987b)は、東広島市のアカマツ伐採跡地と岡山県のアカマツ林で菌核を採取し、菌核及び子実体の形態、解剖的観察、菌糸の分離培養、培養菌糸からの子実体の発生などを報告した。さらに原木栽培と木屑鋸屑袋栽培(オガクズ3: 米ヌカ1: フスマ1, 含水率60%)で菌核を形成させ、ブクリョウの栽培法を示した。田端ら(1994)は、石川県のクロマツ林と香川県のアカマツ林で採取した菌核から菌糸を分離培養し、アカマツ丸太に接種し握り拳ほどの菌核を得た。猪狩(1998)は、ブクリョウ資源の安定確保と品質向上を目的に、茨城県、千葉県、静岡県、東京都などで産

*勤務先：岐阜県林業短期大学校

出する菌核およそ100菌株から菌糸を分離し、品質の良いとされる赤味を帯びたブクリョウの選抜育種を行った。白ブクリョウと赤ブクリョウ両者の孢子由来株を対峙培養し交配株を得、圃場栽培並びに室内栽培で赤ブクリョウの菌核形成に成功した。その後、厚生省健康政策局(1999)は、日本での薬用植物資源の安定確保と品質向上を目的に、ブクリョウ栽培法を「薬用植物栽培と評価Part 8」にまとめた。

これらの研究報告から栽培条件、栽培法、栽培地、気象などの要因を検討し、アカマツ及びスギ丸太を用いて栽培したときの材の違いを比較出来るよう考慮した。

Ⅲ 実験方法

1. 材料

(1)ブクリョウの菌糸

ブクリョウの菌糸(以下菌糸と略す)は、1999年12月16日に株式会社ツムラ漢方生薬研究所より分与を受けた。斜面培地に培養された菌糸は、使用するまで4℃で保存し、種菌として用いた。

(2)原木の準備

アカマツ原木は、1999年11月15日に岐阜県恵那市内の山林でアカマツ(樹高約12m, 5本)を切り倒し、葉の付いたまま放置した。翌年3月22日に枝を払い長さ約1mに切断した丸太を、樹皮を剥離せずに原木(直径8-25cm)として用いた。スギ原木は、2000年3月10日に岐阜県美濃市内の山林でスギ(樹高約8m, 2本)を切り倒し、アカマツと同様にして原木(直径10~17cm)として用いた。

2. 栽培地

森林科学研究所内苗畑(岐阜県美濃市曾代1128-1, 北緯35度33分, 東経136度82分, 標高140m)で栽培を行った。土壌は褐色低地土で、排水はやや不良であまり肥沃でなかった。日当たりは良好であった。

3. 菌糸の培養と接種

(1)種菌の増殖

供与を受けた種菌は、PDA培地(直径6cmシャーレ)に移植し30℃で培養した。シャーレ全体に菌糸が伸展したら寒天ごと約5mm角に切り出し、オガクズ米糠培地を入れたポリプロピレン培養ビンにそれぞれ4~5個を移植した。オガクズ米糠培地は、オガ粉(ブナ粉末)30Lと米ヌカ10Lを混合し、水分60~65%になるように加水し練合した。これを約800mLの培養ビン

に入れ、120℃で1時間オートクレープで滅菌して用いた。移植後紙キャップを付け、25℃で増殖し植菌に使用した。

(2)植菌方法

アカマツ原木及びスギ原木は、一列7~8穴(10~15cm間隔)とし、6~7列(5~8cm間隔)を目安に、千鳥になるよう交互にドリルで穴を開けた。穴の深さは5cm, 径1.5cmとした。この穴に鶉の卵大の種菌を詰め、発泡スチロール(径1.5cm, 厚さ約5mm)でフタをした。

4. 栽培管理

(1)伏せ込みと埋設

伏せ込みは2000年3月から7月までの間、苗畑の南の斜面を下った林地の陽が差し込む所で行った。植菌したそれぞれの原木は、数本ずつ段組(3段)し菌糸を蔓延させた。原木に菌糸の蔓延が認められた時、それぞれのほだ木を苗畑に上げた。アカマツほだ木は、幅1.2m, 長さ5m, 深さ30cmの穴を掘って埋設した。スギほだ木は、その北側に隣接して幅1.2m, 長さ3m, 深さ30cmの穴に埋設した。覆土は約10cmを目安にした。

(2)除草及び肥培

除草剤の使用は行わなかったが、草が繁茂しない程度に埋設地の草刈りを行った。肥料は特に施さなかった。

(3)ブクリョウの調製及び重量測定

収穫した菌核は、土を出来る限り除き生重量を測定した。次に菌核を水で良く洗い、小石、砂、木片及び菌糸束を取り除き湿重量を測定した。さらに外層を手か又は包丁で剥離し、輪切り又サイコロ状に切り分け、それぞれの湿重量を測定した。自然乾燥又は45℃で乾燥し、菌核の外層と菌核内部(ブクリョウ)についてそれぞれの乾重量を測定した。

Ⅳ 結果及び考察

1. 栽培法の検討

(1)種菌の増殖と植菌

2000年1月21日に、種菌を4枚のPDA培地に移植し30℃で培養した。およそ2週間後の2月4日にはシャーレ全体に菌糸が伸展した。2月25日に寒天ごと約5mm角に切り出し、オガクズ米糠培地を入れたポリプロピレン培養ビン(20本)にそれぞれ4~5個を移植した。

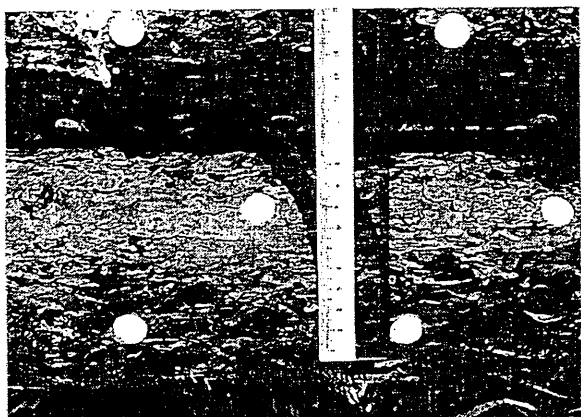


図-1 アカマツ原木(1列での間隔)

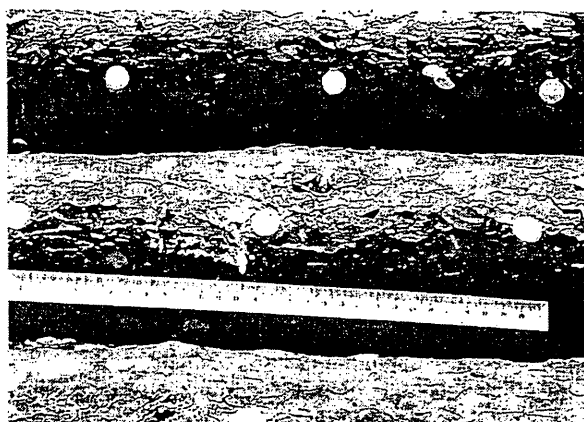


図-2 アカマツ原木(列間での間隔)



図-3 林地での伏せ込み

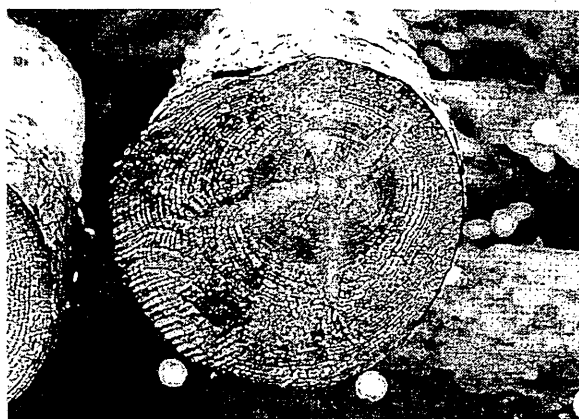


図-4 菌糸の伸展

表-1 2000年3月～11月の最高及び最低気温(美濃市)

月	最 高 気 温				最 低 気 温			
	平均最高	15℃以上	日数		平均最低	15℃以上	日数	
	気温(℃)		25℃以上	30℃以上	気温(℃)		25℃以上	30℃以上
3	11.8	6	0	0	0.5	0	0	0
4	18.1	23	0	0	7.1	0	0	0
5	24.5	31	12	0	13.8	10	0	0
6	26.6	30	18	17	17.9	27	0	0
7	32.7	31	31	25	22.1	31	2	0
8	34.1	31	31	30	23.3	31	2	0
9	28.7	30	26	13	19.3	28	0	0
10	23.2	30	11	0	13.6	10	0	0
11	17.5	25	0	0	8.4	1	0	0

オガクズ米糠培地で順調に菌糸が成長し、およそ一ヶ月後の3月24日には植菌できる状態になった。増殖した菌糸は硫化水素の特徴的な臭いがした。3月30日～4月6日にかけて、アカマツ原木30本及びスギ原木10本にそれぞれ接種し(図-1, 図-2), 林地に伏せ込んだ(図-3)。伏せ込み3ヶ月後に、それぞれの原木の心材部まで菌糸が蔓延し、幹軸の方向に沿って伸展していたため(図-4), 7月19日に埋設した。

(2) 気温

楊(1988)は、圃場栽培での研究結果、温度条件が10～35℃の範囲内で菌糸が成長し、最適温度が25～28℃の間にあり、温度が35℃を過ぎると菌糸体は衰弱しこれが長時間続くと枯死すると報告している。また、反対に20℃以下の低温では菌糸体の成長が緩慢で、温度が0～4℃では菌糸の成長が停止すると述べている。

本実験を実施した2000年3～11月までの美濃市における気温と雨量を調査した(岐阜地方気象台, 2000)。気温については、表-1に月別の平均最高気温と平均最低気温を、また15, 25, 30℃以上の日数を記載した。7月と8月は、最高気温がほとんど毎日30℃以上で最低気温も毎日15℃以上であった。また、平均最高気温は32.7℃と34.1℃で、平均最低気温は22.1℃と23.3℃であった。本実験においては菌糸の発達に十分な最適温度が確保され、平均最高気温も35℃を越えず、平均最低気温も20℃以下でないことが菌核が発達するための良い条件であったと思われる。

(3) 土壌、雨量及び日射量

これまで雨量について考察した研究報告はないが、楊(1988)は、ほだ木の埋設場所について、砂質土壌(砂70%)で菌核が良く発達し、土壌水分は50～60%が適度で、粘土性があり通気性のない土質では菌核が発生しないとしている。また日光が不足したり、気温と地温の格差が小さい所やシロアリの発生しやすい場所は栽培には不向きとしている。田端ら(1994)は、日当たりの良い果樹園跡地のゆるやかな西向斜面で栽培を試み、菌核の発達には適度の湿気と充分な酸素の供給が必要であると報告している。

本実験で検討した苗畑は、排水の良好な場所ではなかったが、他の条件は楊(1988)の条件をほぼ満していた。表-2に示したように、7月及び8月の2ヶ月間にほとんど降雨のなかったことが、土壌水分が過剰にならず菌核形成を発達させた要因の一つになったと思われる。

2. 菌核の形成

10月12日に土中から露出した菌核の一部を採取し、12月18日にはアカマツほだ木(10本)及びスギほだ木(5本)をそれぞれ掘り出し菌核を採取した。この時、菌糸の蔓延したほだ木の状態、ほだ木から伸展した菌糸束の形状、菌核及び子実体の形成などを観察した。

(1) 菌糸束及び菌核の観察

アカマツの場合、並べた外側のほだ木(1本目)から2カ所、内側(5本目)から1カ所で菌糸束が伸びていた。菌糸束はほだ木の切り口から伸び(図-5)、細いもので2cm程度、太いもので10cm程に達していた。菌核の伸展は、ほだ木の切り口から5cm程度伸びた菌糸束に菌核が発達したものから、一つの菌糸束から5個(10cm～30cm)の菌核が団子状に成長し約80cmに達したものまで見られた(図-6)。また、太い菌糸束の一部には、内部に土が混じり込んで粘土色を呈し、周囲の土とは明らかに色が異なった部分があり、組織も融解し菌糸束として分別できなかった。

スギの場合は、丸太の枝を払った切り口付近から菌糸束が発達し、菌核が覆土を突いて地表を這うように伸展していた(図-7, 図-8)。菌糸束が伸展している場所は、内側のほだ木の2カ所(2本目と5本目)であった。

菌核の大きさはアカマツとスギで差はなく、球形、卵円形、長円形など不定形で、長径が5～40cmの種々な大きさのものが得られた。菌核の表面は3～10mmほどの暗褐色か茶褐色で強靱な外層で保護され、新鮮なときは柔軟だったが乾燥すると固くなりしわができていた。外層の下から中心部は白色から淡紅色の顆粒状で乾燥すると固くなった。

菌核は切断するとその断面に多数の通道孔が見られ、栄養分の通路になっていた。切り口からは褐色帯びた栄養液が流出してきた(図-9)。この通道孔は、ほだ木に着いた菌糸束から通道組織を通して菌核の先まで繋がっており栄養液が送られていた。菌核内部に分泌された栄養液は多糖顆粒の固まりとして菌核内部に蓄積され则认为られている(藤田, 1954)。

(2) 子実体の観察

Weber(1929)は、菌核を湿潤な室内で間欠照明下で放置したとき、表面上に繁殖した菌糸体から発生した背着性の子実体の形成を観察した。木村(1934)は、地表に露出した大きな菌核が日光を受けて子実体を形成したことを報告し、橋本(1954)は子実体形成には乾燥状態と地表への部分的露出が要件であると述べている。富永(1986a)は、菌糸と菌核、菌核と子実体の関係を

表一 2 2000年3月～11月の雨量及び日照時間(美濃市)

月	降水量(mm)		日数		日照時間(h)
	月合計	最大日雨量	10mm以上	30mm以上	月合計
3	139	34	5	1	174.3
4	185	57	7	2	157.2
5	258	46	9	3	144.7
6	319	55	7	5	100.9
7	94	48	2	1	161.8
8	52	18	2	0	225.8
9	500	217	8	7	156.2
10	130	31	6	1	147.5
11	116	34	5	1	126.2



図一 5 アカマツ丸太の木口からの菌糸束



図一 6 アカマツ丸太での菌核先端



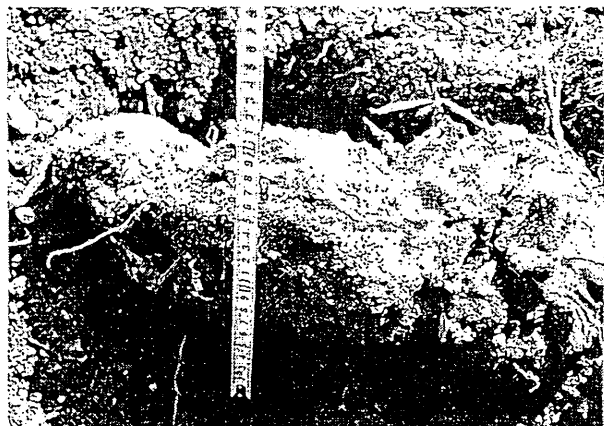
図一 7 スギ丸太の木口からの菌糸束



図一 8 スギ丸太での菌核形成



図一9 ブクリョウの切断面



図一10 地表に露出したブクリョウ(スギ科)



図一11 地表に露出したブクリョウ(スギ科)



図一12 アカマツ材への菌糸の蔓延

表一3 アカマツ及びスギ丸太を使って栽培したときのブクリョウの収量

	菌核 個数	堀上げ時 生重量 (a)	水洗後 湿重量(b)	内部 湿重量(b1)	外層 湿重量(b2)	乾燥後内部 乾重量(c)	水分*1 含量
アカマツ	10個	12.51kg	7.75kg	5.39kg	2.36kg	3.65kg	32%
スギ	5個	6.06kg	2.88kg	2.33kg	0.55kg	1.18kg	49%

*1 水分含量=(b1.c)/b1x100

考察し、菌糸が宿主内に充満し成熟すると地中や被覆物の多い場合にはまず菌核を形成するが、露出している場合には直ちに子実体を発生して多数の胞子を形成して飛散させると報告した。田淵ら(1994)は、地中から掘り上げた菌核に子実体が見られないことや黒色の外皮の一部が剥離した状態で受光すると子実体が形成されることから、光誘導効果の重要性を述べた。菌核上に不定形か多角形で管孔ができ子実体の形成を確認している。

本実験では、10月12日にアカマツとスギの両方で地表に露出した菌核を発見したが、これらに記述されたような子実体は観察できなかった(図-10, 図-11)。

(3) ほど木の観察

菌糸は生きているマツの根の周皮間隙に寄生し、組織から出る有機栄養素を摂取して増殖し、根の周辺に菌核組織を形成するが、伐採等の損傷により根が腐朽すると根の内部組織に侵入して大量の栄養を獲得し、巨大な菌核を発達させる(田端ら, 1994)。また、菌糸が樹皮部と木部の間に不均等の厚さで一様に浸入し、組織を犯すがそれほど強くはなく、次に形成層、柔組織、木部を消化する(藤田, 1954)。

本実験では、埋設後約3ヵ月でほど木の表面に菌糸体組織が蔓延していた。菌糸体組織は、茶褐色で革質の外層と白色で緊密な内層からなる厚さ3~5mmの帯状で、ほど木の周囲に付着していた。各ほど木の間は強靱な菌糸束によって連結した箇所が見られ、ヒダ状の菌盤がほど木全体に被覆していた(図-12)。ほど木は埋設時より軽くなっていたが、丸太を消化するほど腐朽してはいなかった。2年栽培したときと比較するため、菌核を採取した後のほど木は再び同じ所に埋設した。

(4) 収穫

アカマツとスギと比較したときのブクリョウの収量を表-3に示した。掘りあげ時の砂、小石、菌糸束などを含む生重量はアカマツで約12.5kg、スギで約6.1kgであった。水洗してこれらを除いた湿重量は両者とも約7割程度になり、さらに外層を除去すると菌核内部の湿重量はおおよそ半分になった。さらに菌核内部を乾燥して漢方薬原料のブクリョウに調製すると、掘りあげ時の約3割が収量となった。菌核数はアカマツで10個収穫でき、小さいもので0.3kg、大きいもので3.1kgあった。また、スギでは、菌核が5個収穫でき小さいもので0.2kg、大きいもので2.5kgあった。ブクリョウ栽培は通常2年間かけて行い、1㎡当たり30~40kgが収穫目標とされている。今回スギよりアカマツの方

で収量が多かった。

富永(1986a)は、オガクズ米糠培地(オガクズ3:米糠1:フスマ1の容量比で混合し、水を加えて水分60%としたもの)をポリプロピレン袋に入れた袋栽培を行ったが、この菌核にはオガ粉が巻き込まれてしまうため、原木栽培の検討は重要であると述べている。今後、原木の大きさや埋設方法など収量を上げるための検討が必要と思われる。

V. まとめ

アカマツ及びスギ丸太を用いてブクリョウの栽培を検討した。掘りあげたブクリョウの外観は、アカマツ及びスギとも特に異なった点は観察されなかった。

現在日本では、薬用天然物の利用に関する規制緩和が進み機能性食品等への天然物利用が広がりつつある。中国では古くからブクリョウを食品として利用しており、日本でもブクリョウの薬用以外への利用が認められ需要が増すと思われる。

今回、スギ丸太を使ってブクリョウの栽培が可能なることを明らかにできたが、ほど木の違いによって薬効成分の組成が異なる可能性があり、マツ丸太で栽培されたブクリョウと同じ効果があるか検討する必要もある。しかし、近年のマツの材線虫病の広がりやアカマツ原木の入手が困難となっているため、スギ材の利用も可能になったことは、林業の活性化や薬用資源の確保において有用な結果が得られたものと思われる。

VI. 謝 辞

アカマツを提供いただいた岐阜県恵那市の西尾直弓氏並びにブクリョウの栽培において菌株の提供やご助言をいただいた株式会社ツムラ研究開発本部漢方生薬研究所の猪狩直樹氏に感謝いたします。なお、本栽培研究は、厚生省健康政策局「薬用植物栽培・品質評価指針作成検討委員会」の薬用植物栽培事業の一環として実施したもので、ご指導、ご助言をいただいた国立医薬品食品衛生研究所薬用植物栽培試験場の方々に深謝いたします。

引用文献

- 陳守常(1988)四川森林薬用真菌。四川民族出版、成都。210-215。
岐阜地方气象台(2000)岐阜県気象月報。財団法人日本気象協会岐阜支部、岐阜。3月-11月。
藤田路一(1954)日本産茯苓の寄生性。植物研究雑誌29

(11) : 327-330.

橋本亮(1954)本邦産茯苓に子実体の発生を見る. 植物研究雑誌13(25) : 824-829.

日野巖(1954)茯苓の子実体. 植物研究雑誌13(9) : 672-674.

猪狩直樹(1998)ブクリョウの栽培と育種について. 日本応用きのこ学会, 第2回大会 : 16-18.

木村雄四郎(1934)茯苓に就いて邦産薬用植物生産状況調査(其の二). 植物研究雑誌10 : 46-50

厚生省健康政策局創薬・新医療技術研究会監修(1999) 薬用植物栽培と品質評価Part 8. 薬事日報社, 東京. 53-62.

三橋博司監修(1988)原色牧野和漢薬草大図鑑. 北隆館, 東京. 701.

日本公定書協会編(1996)第13改正日本薬局方解説. 広川書店, 東京. D943-D946.

田端守・平岡昇(1994)日本産ブクリョウの子実体及び菌核形成に関する研究. Natual Medicines 48:18-27.

富永保人 (1986a)ブクリョウの生活史に関する研究. 広島農短大8 : 115-141.

富永保人 (1986b)ブクリョウの栽培に関する研究 I. 原木栽培と木屑鋸屑袋栽培における子実体の発生と菌核の形成. 広島農短大8 : 451-463.

Weber, G.F.(1929)The occurrence of tuckahaoes and *Poria cocos* in Florida.Mycologia 21:113-130.

楊新美(1988)中国食用菌栽培学. 農業出版社, 北京. 447-474.

袁昌齊・唐出蓉・吳竹君(1994)茯苓. (中薬志第五冊. 中国医学科学院薬用植物資源開発研究所等編, 858pp, 人民衛生出版社, 北京). 799-803.