

人工による菌根性きのこ類のシロ造成法に関する試験

小 出 博 志
一ノ瀬 幸 久
増 野 和 彦

要 旨

アカマツ若齢林における環境改善施業の効果調査並びにマツタケの人工的シロ造成法について昭和60年度から5カ年間試験を行ってきたが、この主な結果は次のとおりである。

- ① 試験地は上伊那郡辰野町と下伊那郡豊丘村で、各々に放置状態とした対照区0.25ha、環境改善施業を加えた施業区0.25haを設けた。施業は昭和55年の夏に実施した。
- ② 調査した期間のマツタケの発生状況は、昭和60年は8～9月の早ばつで平年作、61年は春～夏の低温と秋の早ばつでやや不作、62年は8～9月の早ばつでやや不作、63年は夏の温度上昇と豊富な降雨で豊作、平成元年は秋の残暑のぶり返しで平年作という状況であった。
- ③ マツタケのシロ数については10年間で、豊丘村試験地の施業区では8カ所から19カ所に増えたのに対し対照区では6カ所から8カ所に増えたに過ぎなかった。辰野町試験地では隣接部において施業後8年目にして初めて新シロ1カ所の形成が確認された。
- ④ 豊丘村試験地のシロの形状については、環状、弧状、或いは2つのシロが関係した楕円形、ひょうたん形、S字形など様々な形状が認められた。
子実体の発生位置の年平均伸び量は8～12.5cmとみられ、これとシロの直径から個々のシロの形成年齢を推定することができた。
- ⑤ 豊丘村試験地のマツタケ子実体の発生パターンは、9月下旬に収穫初め、10月初～中旬にピーク、10月下旬に終了という状況であるが、シロによるパターンのずれ、特に収穫初めからピークの時期に差が生じているものが認められた。
- ⑥ 感染苗木の作成実験を先植え法により3回行ったが、この得苗率は83.3%、50.0%、12.5%でシロへ植え付け中の苗木の枯損状態によって大きく差が生じた。しかし、先植え法としたため、感染率は75.0～91.7%と高かった。
- ⑦ マツタケ胞子を塊状にしてポテトデキストロースまたは麦芽エキス寒天培地上に接種した後、-20℃で保存することにより5カ月後にも発芽を得ることができた。また、この方法ではバクテリアの影響を軽減することもできた。

1 はじめに

長野県においては昭和40年代の初めからマツタケの研究に取り組んできたが、この結果長野県におけるマツタケ山の適地判定基準と若齢林に対する環境改善施業の方法が構築された^{1) 4)}。そして、この内容を実証すべく昭和55年に県下4カ所に試験地を設けて5カ年間効果調査を行ってきた⁷⁾。

本試験ではこの時設定した2カ所の試験地についてさらに昭和60年度から平成元年度までの5カ年間マツタケのシロ数や子実体の発生状況を調査するとともに、環境改善施業後のマツタケ菌の人

工接種法に結びつけるべく感染苗木の作成^{3) 5)}、胞子の発芽、菌糸の培養²⁾、等の諸実験を行った。
 試験地の設定に際し、辰野町雨沢区と豊丘村のご協力を頂いたがここに深く感謝申しあげる。
 また、試験地の気象観測やキノコ相調査をお願いした辰野町 小澤大二氏、豊丘村 宮外勝氏並びに諸調査に便宜を頂いた各関係地方事務所の皆様に厚くお礼申しあげる。

2. 試験地と施業の概要及び調査、試験方法

(1) 試験地の所在地

(辰野町) 上伊那郡辰野町大字小野字南沢 雨沢区有林 0.5 ha
 (豊丘村) 下伊那郡豊丘村神稲北ドロ久保 豊丘村有林 0.5 ha

試験地を設定した昭和55年当時の地況、林況については表-1 のとおりである。

(2) 施業の概要

試験地のうち0.25 ha は対照区として放置状態を保ち、残り0.25 haは施業区として環境改善施業を実施した。施業の基本方針としては、上木層の広葉樹はすべて除伐しアカマツはRY0.7程度の中庸仕立てに間伐する。下木層については全て地際から刈り取る。地表の有機物は土壌表面があらわれるまでかき取り、林外へ搬出する。その後の管理としては萌芽整理を行うこととした。

(3) 調査、実験方法

- ㊦ マツタケのシロ数と発生量調査 試験地に発生したマツタケについて本数及び重量を測定するとともに、発生位置にカラーピンを立てて年次別のシロの動きを記録した。
- ㊧ 気象観測 シロの発達と子実体の発生に関係する気象条件として、6月から10月の間の林内温度、地表から10cm下の地中温度、降雨量を7日巻き自記記録計で測定した。
- ㊨ 感染苗木の作成と再感染実験 3年生のアカマツ無菌苗木を用いて先植え法により、昭和

表-1 試験地の地況、林況(昭和55年設定時)

項目 試験地	位置	標高	地形	傾斜 方向	樹種、他	林 齢	土 壌 の 状 態	
							地質母材	土 壌 型
辰野町	北緯 36° 02'	m 950	尾根 ~中腹	SW	アカマツ人工 植栽	17~	古生界 粘板岩	Er-α
	東経137° 58'					18		
豊丘村	北緯 35° 31'	m 780	"	S	アカマツ天然 生、一部人工	17~	深層風化 花崗岩	Er-α
	東経137° 57'					32		

表-2 環境改善施業の内容(昭和55年設定時)

項目 試験地	区分	上 木 の 処 理							下木の 処理	Ao層の 処理	処理 斜面 長
		施 業 前			施 業 後						
		平均 樹高	平均胸 高直径	ha当 本数	平均 樹高	平均胸 高直径	ha 当 本 数	収 量 指 数			
辰野町	対照区	-m	-cm	-	5m	-cm	1,500	RY0.30	無処理 全刈り	無処理 土壌表面まで かき取り	-
	施業区	5	7.6	1,500	5	7.6	1,500	0.30			
豊丘村	対照区	-	-	-	11	-	3,700	0.88	無処理 全刈り	無処理 土壌表面まで かき取り	-
	施業区	10	10.9	3,700	11	13.7	1,925	0.75			

60年、62年、平成元年の3回感染苗木作成実験を行った。そして、得られた感染苗木は2試験地において再感染実験に供した。

㊦ マツタケ菌糸の大量培養実験 培養に適する培地を検索するため、培地母材（バーミューキライト、日向砂）と培養液（浜田改変培地、麦芽エキス培地）について検討した。

㊧ マツタケ孢子発芽実験 孢子の保存方法と発芽能力の関係をしらべるため、昭和61年と63年の2回、孢子を塊状に麦芽エキス寒天培地等に接種した状態で低温保存し、5カ月後に発芽実験に供した。

3 結果と考察

(1) 試験地の現況

㊦ 辰野町試験地 地質母材は古生界粘板岩、土壤型はEr- α でA層を欠き、B層は深く全層にわたって角礫が多く存在している。地形は北西に伸びた尾根の南西面にあり、ほぼ同一斜面上に对照区と施業区を設けてある。アカマツ林分は設定当時林齢18年生の人工植栽林で、立木本数はha当り1,500本、RY0.3と疎仕立てである。このため林内照度が高く土壤も乾燥ぎみで、発生するキノコ相は種類、個体数ともに少ない。

試験地の位置については図-1を参照のこと。

㊧ 豊丘村試験地 地質母材は深層風化の花崗岩、土壤型はEr- α 型でA層を欠き、C層は深層風化物で充填されている。地形は西に伸びた尾根の南面にあり、中間部に凹地の不適地が存在したため对照区と施業区を約50m離して設けた。

アカマツ林分は設定当時林齢17~32年生で、天然林に一部人工植栽のものが含まれている。施業前の立木本数はha当り3,700本、RY0.88であるが、施業後は1,950本、RY0.75に間伐した。施業後10年を経過した中で林分はやや密の状態となっており、次の間伐が必要な時期となっている。

キノコ相では種類は多いが、個体数は少なめである。試験地の位置については図-2を参照のこと。また、昭和55年の試験地設定当時の環境改善施業の内容については表-2のとおりである。

(2) 試験地におけるマツタケのシロ位置

㊦ 辰野町試験地 ここでは昭和55年から平成元年までマツタケの発生は見られていない。しかしながら、平成2年10月に隣接部（昭和57年環境改善施業実施個所）で新シロが発見されたのでその位置を付記しておいた。

㊧ 豊丘村試験地 对照区におけるシロの位置は図-3のとおりである。ここでは設定当時6カ所あったシロが57年と58年に各1カ所増えて8カ所になったものの、その後は新シロの形成が見られていない。また、シロの位置は頂部から張り出した凸部に限られていた。

施業区におけるシロの位置は図-4のとおりである。設定当時8カ所あったシロは56年に1カ所、57年に4カ所、60年に1カ所、63年に5カ所と順調に増え、現在は19カ所となっている。また、シロの位置は尾根部を主に分布していたものが、新しいシロでは中腹の凹部にまで広がってきている。

(3) 試験地におけるマツタケ発生状況

昭和55年から平成元年までのマツタケの発生状況を表-3に示した。発生のある豊丘村試験地の資料から最近5カ年間の状況を見ると、60年は8~9月の早ばつで平年作、61年は春~夏の低温と秋の早ばつでやや不作、62年は8~9月の早ばつでやや不作、63年は夏の温度上昇と豊富な降雨で豊作、元年は秋の残暑のぶり返しで平年作という状況であった。

子実体1本当たりの平均重量は40gと小振りであるが、これは傘のヴェールの切れる前のつぼみの

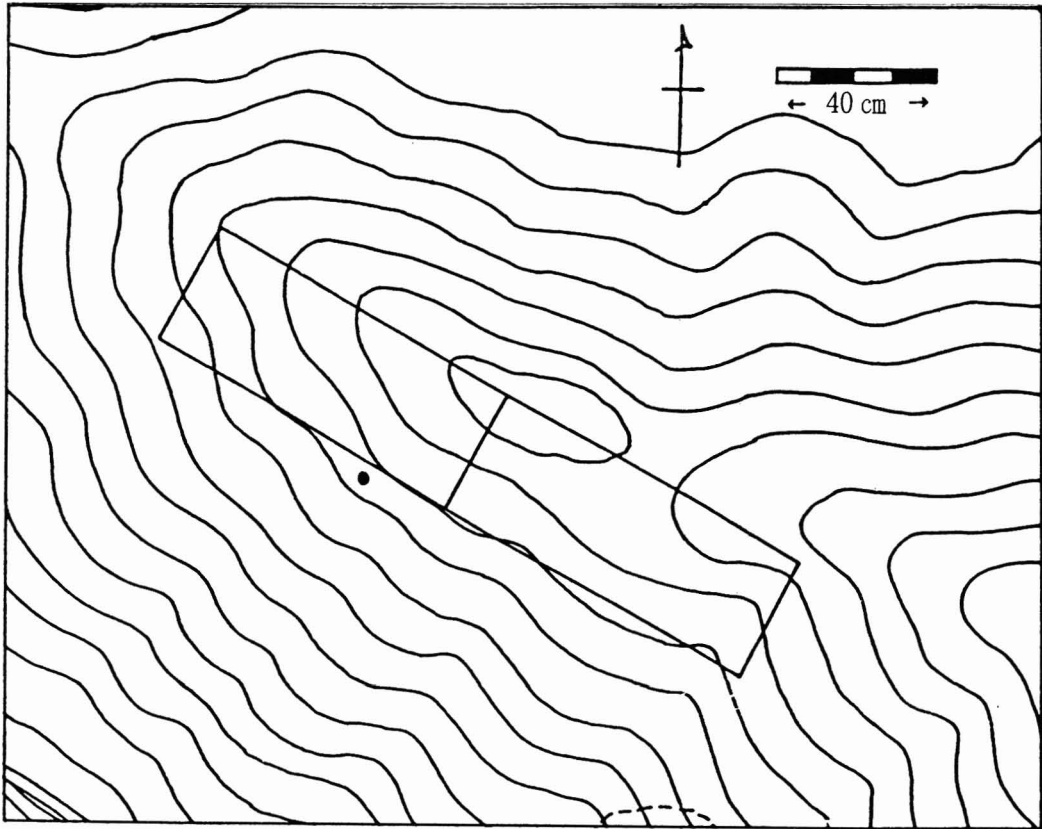


図-1 辰野町試験地の位置
左; 施業区 右; 対照区 ● シロの位置

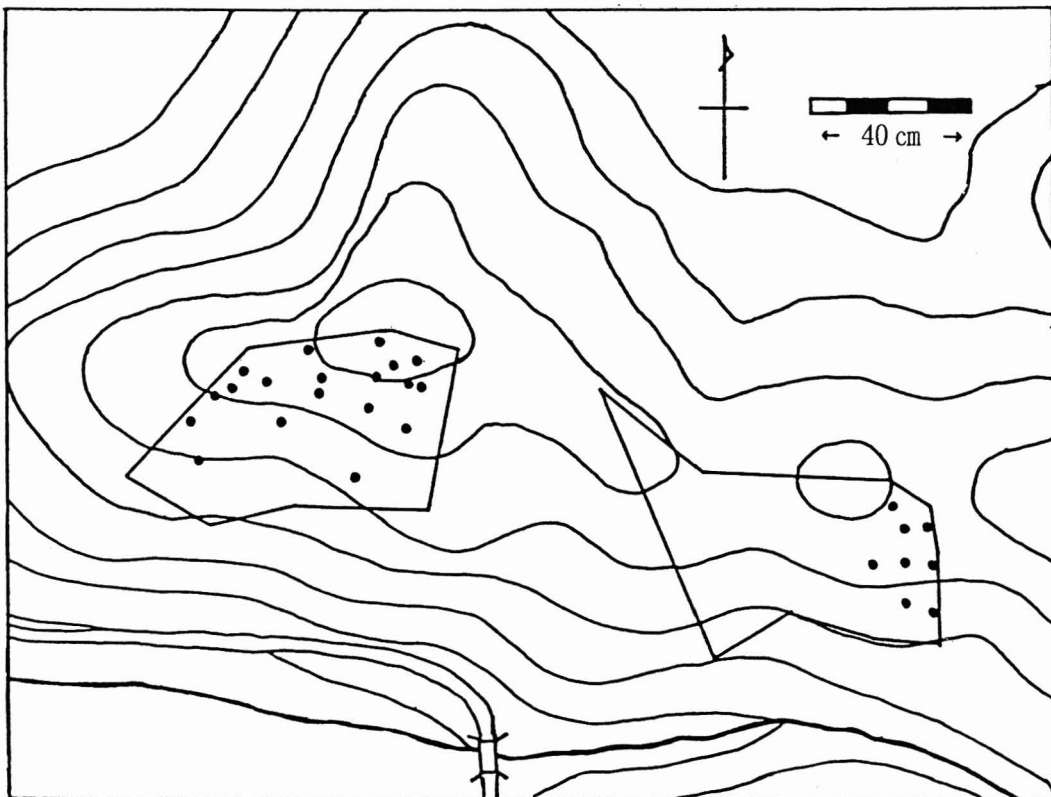


図-2 豊丘村試験地の位置
左; 施業区 右; 対照区 ● シロの位置

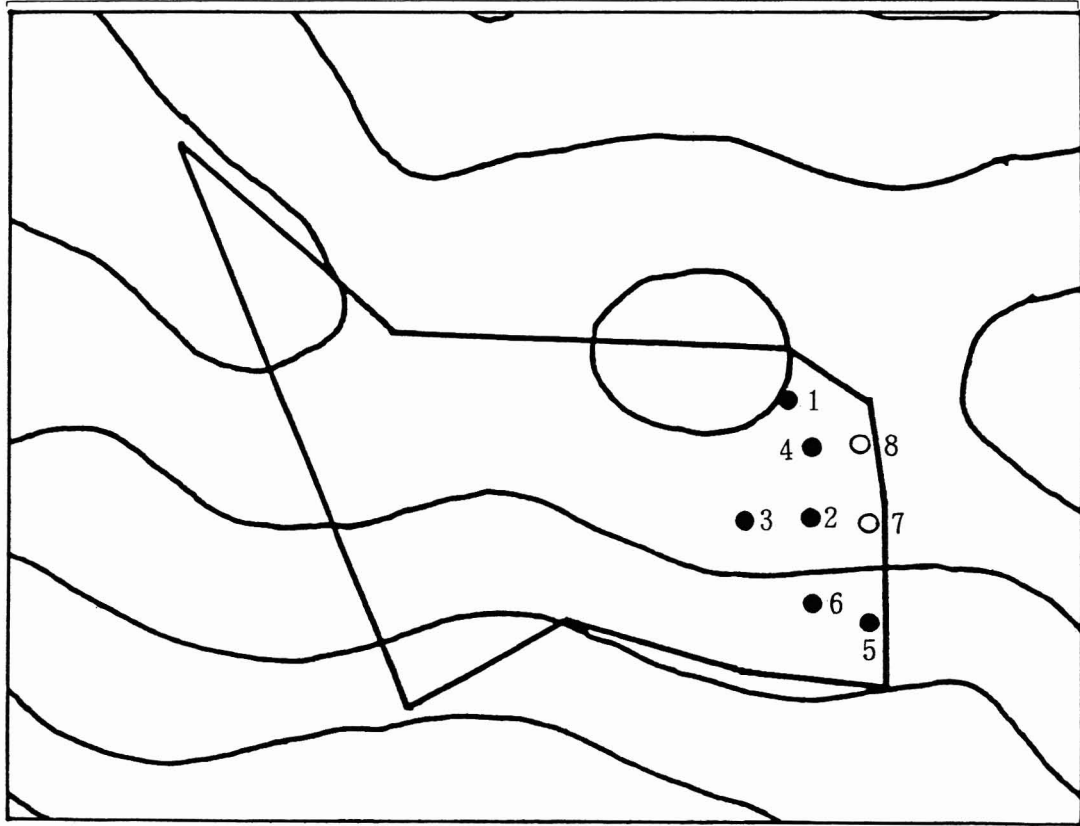


図-3 豊丘村試験地対照区 ● 1～6 ; 昭和55年設定時に認められたシロ
○ 7～8 ; 昭和56年以降に認められたシロ

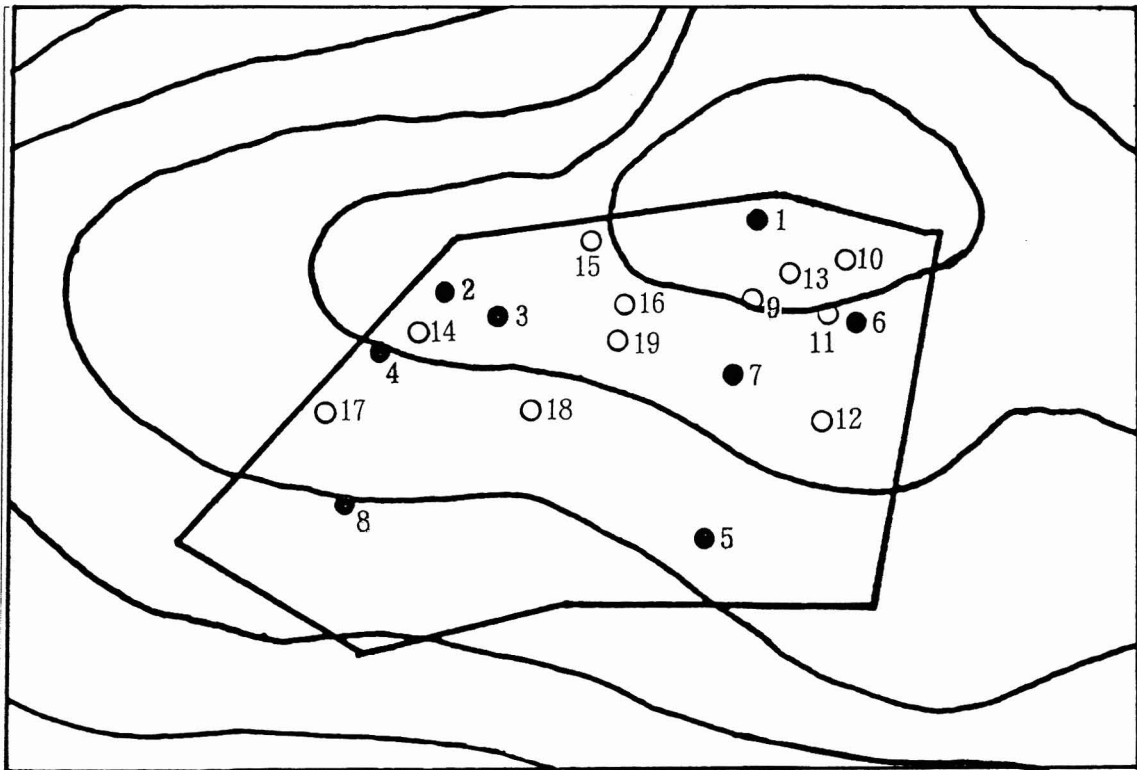


図-4 豊丘村施業区 ● 1～8 ; 昭和55年設定時に認められたシロ
○ 9～19 ; 昭和56年以降に認められたシロ

表-3 試験地におけるマツタケの発生状況

〔豊丘村試験地〕

年次\区分	対 照 区				施 業 区				備 考	
	シロ数	本数	重量kg	個重g	シロ数	本数	重量kg	個重g	長野県計トン	全国計トン
S.55	6	154	—	—	8	61	—	—	28.7	456.9
56	6	148	7.5	51	9	224	7.9	35	29.6	207.7
57	7	267	10.7	40	13	327	13.4	41	31.1	483.5
58	8	379	13.9	37	13	421	14.9	35	37.8	742.3
59	8	103	4.5	44	13	110	4.4	40	8.4	180.1
60	8	219	8.4	38	14	342	12.6	37	24.5	819.9
61	8	135	5.3	39	14	248	7.8	31	20.4	199.4
62	8	92	3.4	37	14	154	6.0	39	19.7	463.7
63	8	380	14.4	38	19	592	19.3	33	47.4	405.5
H.元	8	110	5.6	51	19	163	8.1	50	27.4	456.9

〔辰野町試験区〕

年次\区分	対 照 区				施 業 区			
	シロ数	本数	重量kg	個重g	シロ数	本数	重量kg	個重g
S.55~H.元	0	0	0	—	0	0	0	—

表-4 豊丘村試験地におけるシロ別発生本数の推移

区分	シロNo	55	56	57	58	59	60	61	62	63	元
対 照 区	1	—	—	75	79	35	13	18	2	63	16
	2	—	—	76	123	14	81	46	74	123	57
	3	—	—	56	69	25	38	30	3	59	25
	4	—	—	5	13	8	11	4	—	33	7
	5	—	—	27	94	13	48	15	9	14	—
	6	—	—	28	1	6	26	22	4	66	5
	7	—	—	—	—	2	—	—	—	21	—
	8	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
合 計		154	148	267	379	103	219	135	92	380	110
施 業 区	1	—	—	34	56	5	35	22	11	51	7
	2	—	—	46	51	31	47	38	31	59	9
	3	—	—	18	32	—	58	4	14	76	—
	4	—	—	9	11	7	7	4	—	11	—
	5	—	—	69	57	23	33	25	14	35	49
	6	—	—	35	34	11	13	10	2	19	4
	7	—	—	57	57	22	37	37	22	96	22
	8	—	—	14	22	4	30	16	2	34	15
	9	—	—	45	64	4	78	88	52	114	47
	10	—	—	—	28	—	1	—	—	2	—
	11	—	—	—	5	1	—	1	—	13	—
	12	—	—	—	—	1	2	3	6	18	7
	13	—	—	—	4	1	—	—	—	18	—
	14	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
	15	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—
	16	—	—	—	—	—	—	—	—	9	1
	17	—	—	—	—	—	—	—	—	17	—
	18	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1
	19	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1
合 計		61	224	327	421	110	342	248	154	592	163

状態を主に収穫した結果である。

また、新しいシロは発生の良好な年に発見される場合が多かった。

次に、豊丘村試験地の対照区と施業区のシロについて年別の発生本数を表-4に示した。これで見ると、試験地設定当時から存在していたと考えられるシロ、つまり対照区のN01~6、施業区のNa1~9については連年安定した発生が得られたものの、施業後発見したシロでは年による良否が大きく不安定な状態であった。なお、新シロではシロとして確認するのに時間を要したものもあり、年別発生本数にずれのある点を付記しておく。

さらに主要なシロについて最近の5カ年間の子実体の時期別発生経過を表-5、6に示した。対照区のシロでは概ね9月23日ごろから発生が始まり、ピークは10月10日前後、終わりは10月24日頃で収穫期間はほぼ1カ月間という状況で、シロによる差はあまり認められなかった。

施業区を見ると早いシロでは9月22日頃から発生し、続いて26日頃から発生するシロ、さらに10月に入ってから発生するシロなどかなり差があった。発生のピークについても10月初旬のシロと中旬のシロという差がみられた。収穫の終わりはほぼ10月24日頃で年による差が若干見られる程度であった。この施業区における発生パターンの差が立地条件によるものか、或いは菌系の違いによるものかは興味をもたれる点である。

(4) 子実体発生位置 対照区及び施業区の特徴あるシロ9個について10年間の子実体発生位置を図-5~13に示した。

対照区Na1のシロは完全な環状となっているが、一部で別のシロと接触しておりこの部分で顕著な発生が認められている。子実体の発生位置は8年間に約1m伸びており、年平均12.5cmの伸び量であった。シロの平均直径7.5mについて先の伸び量からこのシロの年齢を計算すると30年程度と推定できる。

対照区Na5のシロは弧状の2つのシロが接触してS字状となっていた。下の弧状のシロの年平均伸び量は8cm程度と遅い。また、上の弧状のシロの発生は不規則で伸びる方向がよくつかめない。

施業区Na1のシロはほぼ完全な環状となっている。一部南西方向の発生不良の箇所は昭和56年に先植法により感染苗木の作成に供した部分である。

子実体の発生位置の年平均伸び量は東側で15cm、西側で10cm程度であり、シロの年齢としては20年程度と推定できた。

施業区Na2のシロは2つの環状のシロが接触してひょうたん型となっていた。下のシロについて子実体の発生位置の年平均伸び量をみると13~14cmとなっており、シロの年齢は15年程度と推定できた。

施業区Na5のシロについては当初1つのシロと思われたが、最近シロ内部にも発生が見られ2つのシロの接触した状態を呈してきた。このシロは尾根から斜面長で40mほど下がった位置にあり、施業後初めて存在が確認されたシロである。

施業区Na6のシロは斜面の下方に向かった弧状となっていた。南西方向の部分では昭和62年に先植法で感染苗木の作成を行っており、最近子実体の発生が良くない。また、北側の部分は全く発生が見られていないが、今後この原因を追及しながら施業を加え発生を誘導したいと考えている。

施業区Na7のシロは2つのシロが接触したもので、ひょうたん型から楕円形になりつつある。上のシロの年平均伸び量を見ると12.5cmとなっており、シロの平均直径3.2mから見てシロの年齢は12~13年と推定できた。

施業区Na13のシロは昭和57年に発見されたシロであるがかなりの広がりをもっており、施業以前

に形成されていたシロと思われる。子実体の発生は散在していて不規則な部分もあり、複数のシロが関係しているようである。

施業区No.17のシロは昭和63年に発見された新しいシロで、発生本数が少なく継続的でないためシロ直径や伸び量などは正確に把握できない。

昭和63年に発見された5つのシロはいずれもこのような未発達の状態であった。

なお、平成2年10月に辰野町試験地の隣接部において発見された新シロの状態を図-14に示した。

(5) 気象観測結果 辰野町、豊丘村試験地の対照区と施業区の各々において林内気温、地表から10cm下の地中温度及び降雨量を6月から10月の間、7日巻き自記記録計を用いて測定した。この内地中温度とマツタケ発生時期の関係を表-7に、また降雨日数と降雨量の状況を表-8に示した。

地中温度について見ると、両試験区とも施業後5カ年経過しても施業区は対照区を常に1～4℃上回っており施業の効果が持続しているものと認められた。

また、豊丘村試験地において秋季に平均地中温度が19℃になってから子実体収穫初めにまで要する日数を見ると、昭和60年から順に対照区では17日、19℃以上なし、欠測、18日、19℃以上なしであり、施業区では16日、16日、17日、17日、33日となっていて、異常な年を除けば原基形成刺激温度19℃になってから16～18日で収穫初めとなっていた。この収穫初日の平均地中温度を見ると、対照区では13.5℃、15.0℃、欠測、17.5℃、15.3℃であり、施業区では14.3℃、17.8℃、16.3℃、18.0℃、14.5℃であって年による変動が大きい。同じく収穫終了日の平均地中温度を見ると、対照区では8.5℃、7.0℃、欠測、9.0℃、10.8℃であり、施業区では9.5℃、9.5℃、10.3℃、10.3℃、10.3℃であってこれはほぼ近い値であったが、総じて対照区は施業区よりもやや低い温度域で子実体発生をしている状況であった。

次に、観測を行っている豊丘村試験地の昭和57年から平成元年の月別降雨量とマツタケ発生本数の相関係数を表-9に示した。57年から63年の値で見ると、9月の降雨量と6～10月の合計降雨量がマツタケの発生本数と高い相関を有していることが認められ、中でも9月に150～300mm以上ある年は発生が良好と認められた。

しかしながら、元年の値を入れると相関係数は大きく下がり、この年がいかに異常な年であったかがわかる。元年の特に子実体原基形成期の林内温度と地中温度の状態を図-15に示した。これを見ると地中温度は8月末から9月初めの降雨によって一旦19℃以下に下がったものの、その後残暑のぶり返しによって再上昇していることがわかる。

このためマツタケの発生時期は平年よりも大きく遅れるとともに発生量も不作に終わっていた。

長野県のマツタケ産地が高冷地で乾燥した地帯に多い点から見て、長野県のマツタケ発生に好適な気象条件としては次のように考えられる。

まず菌根の発達に係わる条件としては、春から夏にかけて順調に温度が上昇すること、夏期に気温30℃以上の真夏日が現われ地中温度も20℃以上に上昇すること、梅雨時はもとより春から夏にかけて降雨量の多いことなどである。

次に子実体発生に係わる条件としては、秋の温度低下が緩慢であること、原基形成期である9月に150～300mm以上の豊富な降雨があること、地中温度が一旦19℃以下に下がったならば残暑で再上昇しないこと、10月は降雨が少なく暖かい日が続くことなどである⁶⁾。

(6) 感染苗木作成実験結果 感染苗木の作成実験は昭和59年、62年、平成元年の3回、豊丘村試験地施業区のシロを用いて行った。供試した苗木はアカマツ3年生で、根を良く洗浄した後に殺菌した花崗岩砂に植えて1年間養生し、無菌な根の形成を図ったものである。そして、苗木の根の周

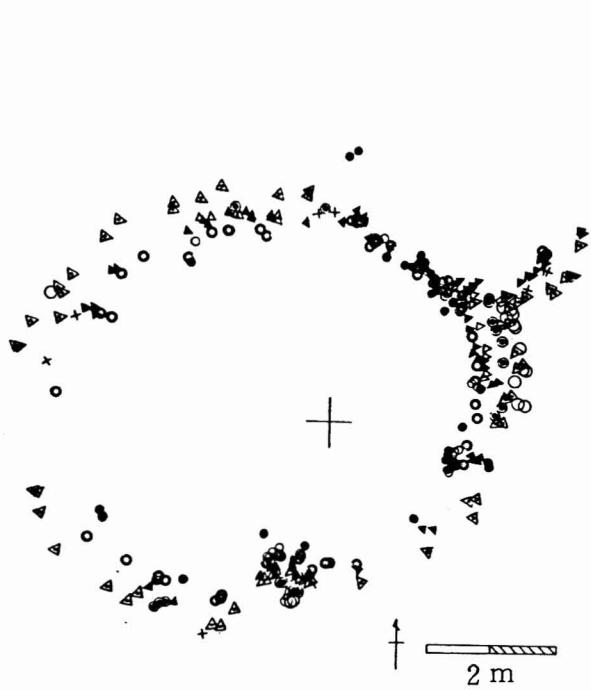


図-5 子実体の発生位置 対照区No.1

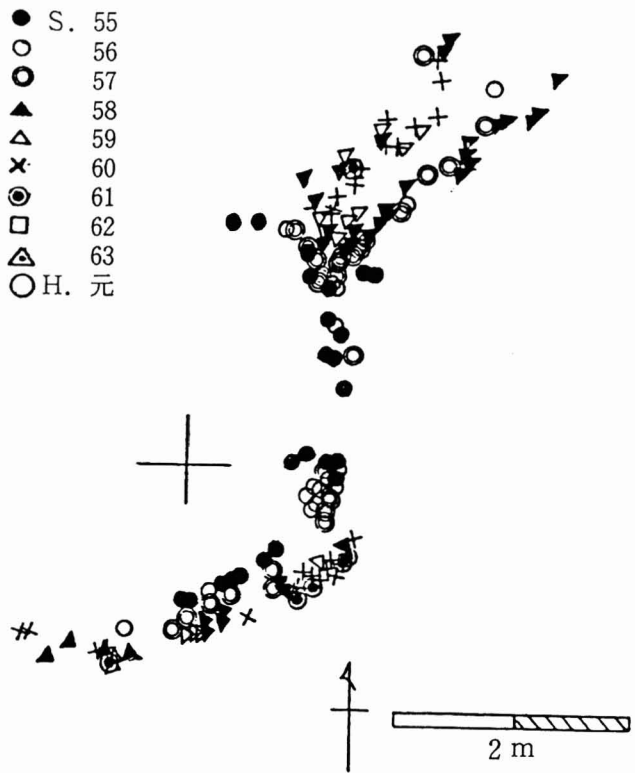


図-6 子実体の発生位置 対照区No.5

- S. 55
- 56
- 57
- ▲ 58
- △ 59
- × 60
- ⊙ 61
- 62
- △ 63
- H. 元

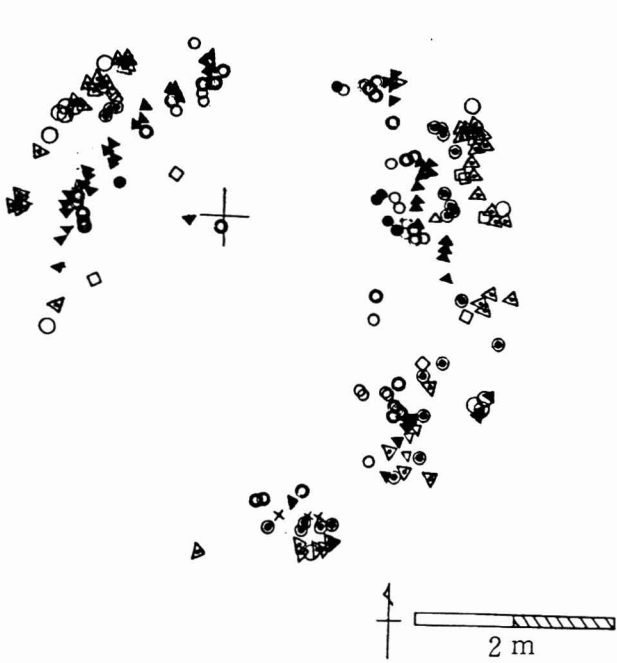


図-7 子実体の発生位置 施業区No.1

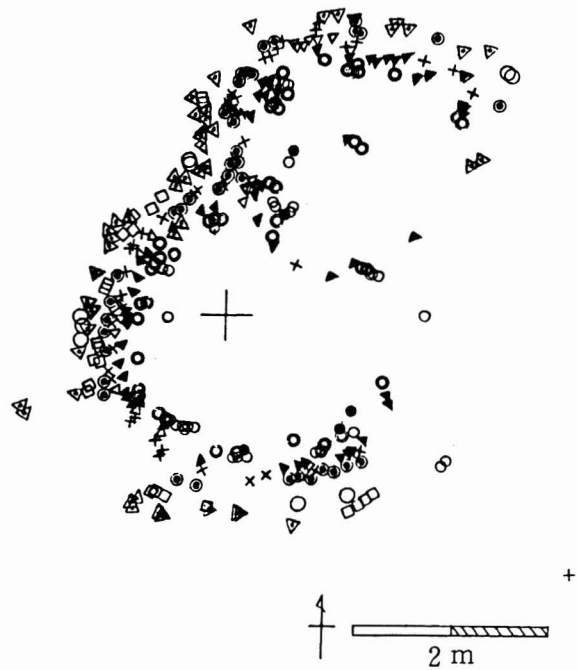


図-8 子実体発生位置 施業区No.2

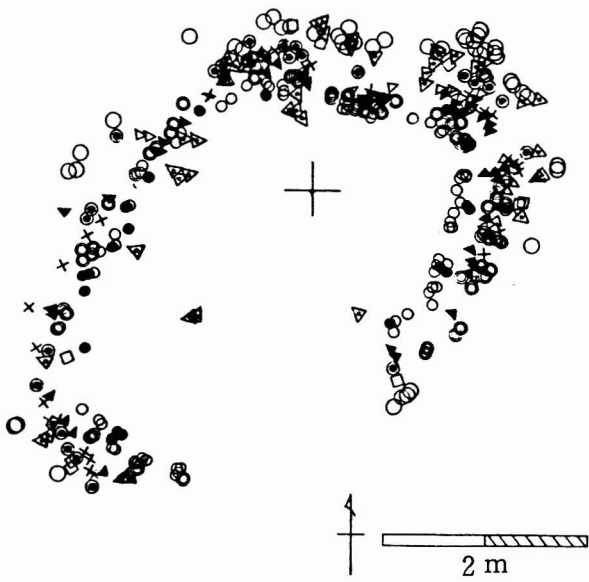


図-9 子実体の発生位置 施業区No.5

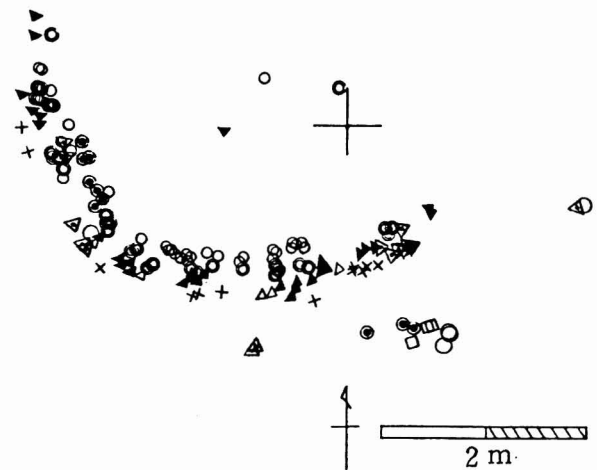


図-10 子実体の発生位置 施業区No.6

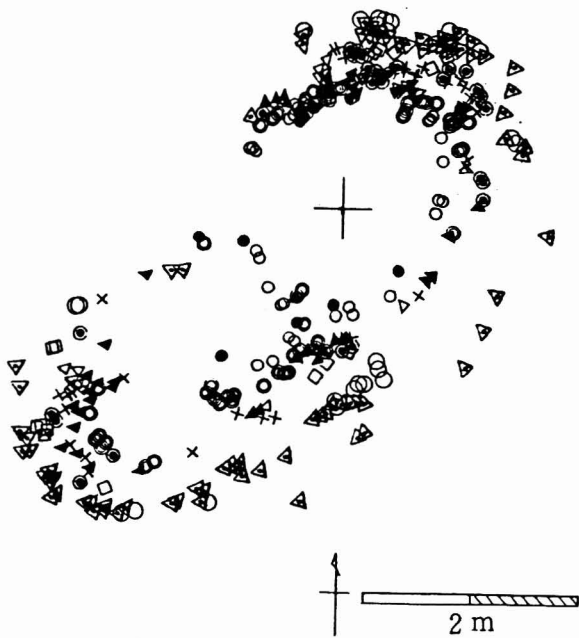


図-11 子実体の発生位置 施業区No.7

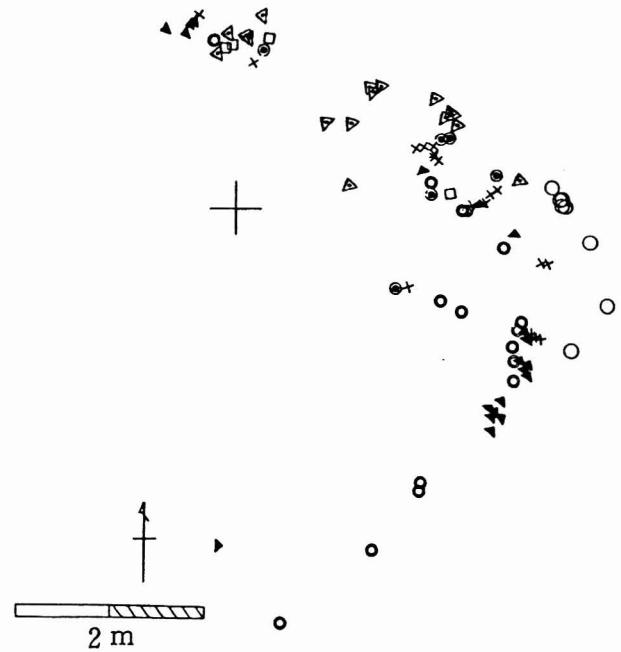


図-12 子実体の発生位置 施業区No.13

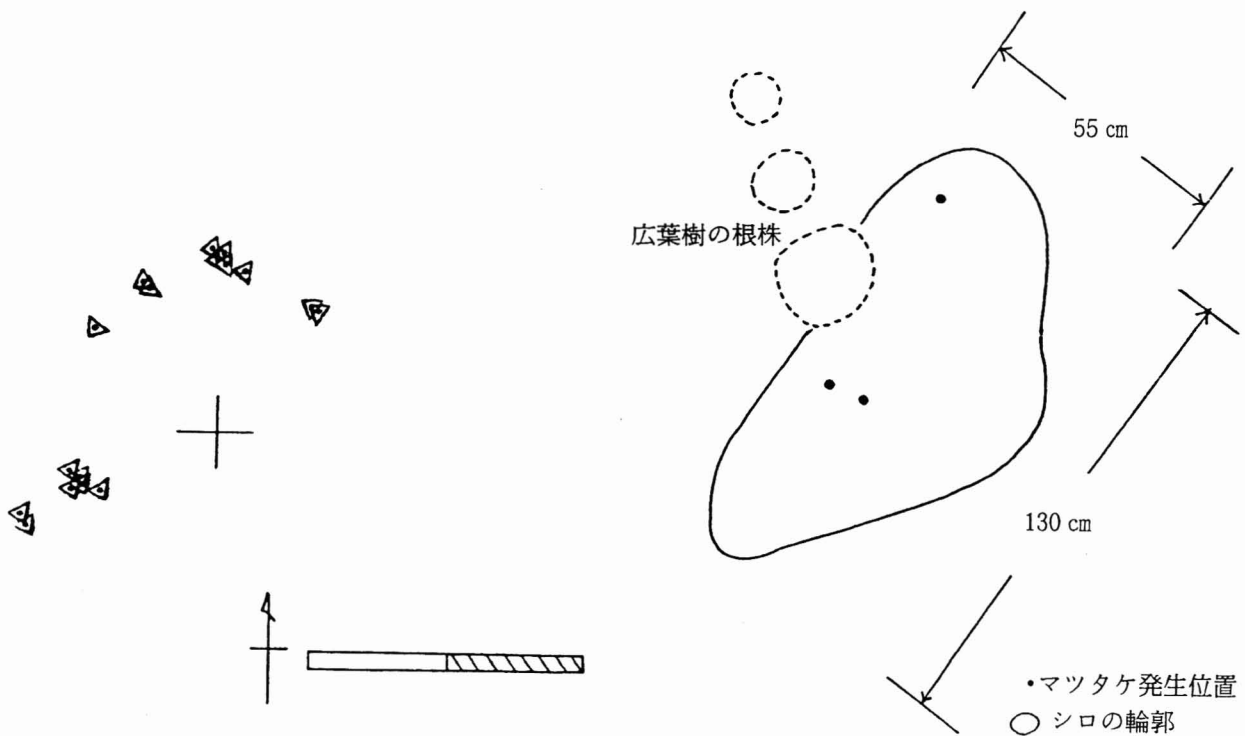


図-13 子実体の発生位置 施業区No.17

図-14 辰野町試験地隣接部における新シロ

辺の土壌をくずさないようにネット袋または鉢カバーに入れて処理した。

感染方法については、既存のシロの菌根帯の先端から5 cmほど離して苗木を植える先植え法によった。苗木の掘り取り時期は菌根帯の伸び具合によって判断したが、菌根帯が鉢の3分の1から2分の1程度にまで伸びた時点としたため各回とも2年間を要した。

この実験結果については表-10~12に示した。

1回目の実験では枯損する苗木が少なく、感染苗木の得苗率は83.3%と高かった。2回目の実験では感染率は高かったものの枯損する苗木が多く得苗率は50.0%に止まった。3回目の実験では特に枯損が著しく得苗率は12.5%に終わった。

3回の実験とも先植え法を用いた結果、感染率は75.0~91.7%と高く確実な感染方法といえ、感染中の苗木の枯損を減少できれば感染苗木の得苗率はさらに向上するものと思われた。

しかし、感染に用いたシロの部分では子実体の発生がほとんど見られなくなっており回復に時間がかかるようで、この点ではシロを痛めにくい上乘せ法での検討も必要と思われた。

なお、得られた感染苗木については感染程度に応じて2~3本の寄せ植えとし、辰野町試験地6カ所、豊丘村試験地5カ所において成木の根への再感染に供している。古い個所ではすでに苗木は枯れているが、これまでのところ再感染部付近でのマツタケ子実体の発生は認められていない。再感染部の掘り取り調査は行わず、当分観察を継続することとしている。

(7) マツタケ菌糸培養実験結果 マツタケの菌根を人工的に形成させる手段として培養菌糸を用いる方法も行われているが、マツタケ菌糸は伸びが遅く培養に時間を要している。

このため、大量培養に適する培地組成について培地母材と培養液の組合せを検討した。

まず、培地母材にはバーミュキライトと日向砂を用い、この粒子区分を5段階設けた。培養液で

表-5 豊丘村試験地対照区におけるシロ別発生本数経過
(-; 1~9本、.; 10本以上)

シロNo	年	9月					10月					合計	本
		15	20	25	30	5	10	15	20	25	30		
1	60			-		-	-	-	-				13
	61			-	-	-	-	-	-				18
	62			-	-	-	.	-	-				2
	63		-	-	-	-	.	-	-	-	-		63
	元			-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
2	60			-	-	.	-	.	.	-			81
	61			-	-	.	-	.	.	-			46
	62			-	-	.	-	.	.	-			74
	63		-	-	.	.	.	.	.	-			123
	元			-	-	.	.	.	.	-			57
3	60		-		-	-	-	-	-				38
	61		-		-	-	-	-	-				30
	62				-	-	-	-	-				3
	63		-		-	.	-	-	-	-			59
	元				-	-	-	-	-	-			25
4	60				-	-	-	-	-				11
	61				-	-	-	-	-				4
	62				-	-	-	-	-				0
	63		-	.	-	-	-	-	-	-			33
	元				-	-	-	-	-	-			7
5	60		-	-	-	-	-	-	-				48
	61		-	-	-	-	-	-	-				15
	62		-	-	-	-	-	-	-				9
	63				-	-	-	-	-				14
	元				-	-	-	-	-				0
6	60						-	.	-				26
	61	-		-	-	-	-	-	-				22
	62		-	-	-	-	-	-	-				4
	63		-	-	-	-	.	-	-	-	-		66
	元				-	-	-	-	-	-	-		5
7	60												0
	61												0
	62												0
	63				-	-	-	-	-	-			21
	元				-	-	-	-	-	-			0
8	60								-	-			2
	61												0
	62												0
	63												1
	元					-							0

は浜田改変培地と麦芽エキス培地を用い、これに松葉煎汁液と土壌煎汁液を各々20%加えるとともにpHを5.0に調整した²⁾。母材と培養液はよく攪拌し、下に液が溜らない程度に調整した。培養容器は300mm試験管にアルミはく栓を用い、培地は高さ150mm程度に詰めて高圧滅菌した。

接種源は昭和54年に塩尻市産の子実体から組織分離した株で、浜田改変培地で予備培養したものを7mm角程度の大きさに1点培地上面に接種した。培養は20℃で1年間行った。

この結果については表-13に示した。この実験では接種量が少なかったことと長期培養であったことから38%の培地で雑菌汚染などが生じ、正確な分析を行うまでに至らなかった。

おおよその傾向としてみると、培養液では浜田改変培地の方が麦芽エキス培地よりも伸びがよかった。また、培地母材ではバーミュキライトの1mm以上の粒子や日向砂の2mm以上の粒子などあら目のものでよかったが、伸び量からみると母材の質の差はあまりないようである。

マツタケ菌糸の大量培養では接種量を多くし、培地全体に混合して接種する方法が効率的である

表-6 豊丘村試験地施業区におけるシロ別発生本数経過

(- ; 1~9本、・ ; 10本以上)

シロNo	年	9月									10月					11月					合計	本	
		20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	20	25	30	5	20	25	30	5				
1	60	-																				35	
	61																						22
	62																						11
	63																						51
	元																						7
2	60																						47
	61																						38
	62																						31
	63																						59
	元																						9
3	60																						58
	61																						4
	62																						14
	63																						76
	元																						0
4	60																						7
	61																						4
	62																						0
	63																						11
	元																						0
5	60																						33
	61																						25
	62																						14
	63																						28
	元																						49
6	60																						13
	61																						10
	62																						2
	63																						19
	元																						4
7	60																						37
	61																						37
	62																						22
	63																						96
	元																						22
8	60																						30
	61																						16
	62																						2
	63																						34
	元																						15
9	60																						78
	61																						88
	62																						52
	63																						114
	元																						47
12	60																						2
	61																						3
	62																						6
	63																						18
	元																						7
13	60																						0
	61																						0
	62																						0
	63																						18
	元																						0

表-7 調査期間中の地中温度とマツタケ発生時期

試験地	年度 区分	平均地中温度 (深さ10cm)												マツタケ発生時期 (本数比率%)									
		5月	6月	7月			8月			9月			10月			7月	8月	9月			10月		
				上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			上	中	下	上	中	下
豊 丘 村	60対照区	10.6	13.0	16.8	17.5	18.8	19.1	19.3	19.3	18.8	16.3	15.1	12.5	11.9	10.1	-	-	-	-	6	27	65	2
	施業区	12.6	14.9	18.1	19.2	21.2	21.3	21.3	23.3	20.3	17.5	16.8	13.1	12.4	10.8	-	-	-	-	7	30	61	2
	61対照区	8.7	12.2	14.4	16.2	17.9	16.2	18.0	18.6	16.7	15.0	14.3	12.1	8.9	6.9	-	-	-	1	15	66	18	-
	施業区	9.9	14.0	16.0	18.1	19.3	19.0-	19.8	19.9	18.8	16.9	16.0	14.3	11.1	9.1	-	-	-	-	27	55	18	-
	62対照区	-	-	-	-	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6	74	9
	施業区	12.5	14.5	16.7	18.3	19.4	17.6	20.0	19.5	18.8	18.3	15.7	15.1	14.7	11.2	-	-	-	-	12	27	53	8
	63対照区	6.7	10.0	13.6	14.8	16.0	19.7	18.2	19.0	17.1	17.2	16.0	13.2	10.1	8.7	-	-	-	0	19	43	32	6
	施業区	10.8	14.3	17.0	17.5	18.2	17.8	20.5	21.2	19.3	19.3	17.6	14.7	11.6	10.0	-	-	-	-	8	29	57	6
	元対照区	8.9	11.5	14.3	15.7	16.8	20.7	18.4	18.3	18.3	18.2	15.8	13.2	11.0	10.8	-	-	-	-	4	37	42	17
	施業区	12.0	14.7	17.1	18.4	19.6	20.4	20.1	19.4	19.7	17.0	14.3	12.0	12.2	-	-	-	-	3	29	47	21	
辰 野 町	60対照区	-	12.2	16.0	16.7	17.5	18.4	18.8	18.8	18.2	15.5	13.9	12.4	12.0	10.2	-	-	-	-	-	-	-	-
	施業区	-	14.2	17.5	18.8	20.8	21.7	22.2	21.9	20.5	16.6	14.5	12.7	11.2	9.0	-	-	-	-	-	-	-	-
	61対照区	10.1	13.2	15.5	17.4	17.6	17.3	18.3	18.5	18.0	16.6	15.3	14.3	11.1	9.6	-	-	-	-	-	-	-	-
	施業区	10.4	14.0	15.9	17.8	19.5	18.9	20.1	20.3	18.9	16.4	15.9	13.4	9.5	7.4	-	-	-	-	-	-	-	-
	62対照区	12.0	14.2	16.4	17.2	19.0	19.0	19.5	19.3	18.4	17.4	15.2	14.0	13.8	11.3	-	-	-	-	-	-	-	-
	施業区	11.5	14.0	16.8	17.4	19.2	19.3	20.0	19.0	18.9	16.6	13.9	14.2	13.0	9.5	-	-	-	-	-	-	-	-
	63対照区	-	12.1	14.1	15.0	15.1	16.3	16.8	17.5	15.2	15.4	13.3	11.6	10.9	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-
	施業区	-	13.7	16.0	16.3	16.6	18.3	18.7	19.5	17.1	16.9	14.3	11.9	9.0	7.9	-	-	-	-	-	-	-	-
	元対照区	-	11.0	13.4	14.9	16.0	16.9	16.4	16.4	16.4	16.5	14.8	11.5	9.9	9.8	-	-	-	-	-	-	-	-
	施業区	-	11.9	14.6	14.6	17.8	-	19.9	20.3	19.5	19.6	16.1	13.9	12.3	13.7	-	-	-	-	-	-	-	-

表-8 調査期間中の降雨日数と降雨量

試験地	月旬 ＼ 年次	旬別降雨日数、降雨量																	
		5			6			7			8			9			10		
		下	上	中 下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
豊 丘 村	60日数	4	2	6 10	7	3	2	6	3	2	3	3	6	2	5	3			
	mm	76	13	92 93	125	42	10	12	20	37	36	9	108	21	34	20			
	61日数	3	2	3 6	5	8	1	3	3	4	3	5	2	3	2	4			
	mm	24	5	13 70	36	60	13	53	52	23	19	44	21	17	6	15			
	62日数	1	4	3 4	4	8	0	2	2	6	5	0	3	2	4	4			
	mm	1	28	10 27	58	43	0	24	7	21	16	0	66	4	10	52			
	63日数	4	4	2 7	1	5	5	2	8	3	3	3	6	2	3	1			
mm	32	113	4 177	1	54	75	10	108	9	69	55	271	72	9	4				
元日数	—	1	4 4	4	4	4	2	0	2	6	4	3	4	5	1				
mm	—	7	63 152	57	47	40	23	0	71	251	132	22	50	38	9				
辰 野 町	60日数	—	—	— 5	6	3	1	2	4	1	4	6	6	2	4	2			
	mm	—	—	— 237	107	69	30	3	55	34	50	27	186	29	42	10			
	61日数	5	2	3 5	4	8	4	2	3	4	3	3	2	4	2	2			
	mm	15	8	50 83	63	159	16	47	16	29	67	35	13	34	16	16			
	62日数	3	2	3 2	4	9	2	4	4	5	2	2	4	2	2	2			
	mm	54	43	20 35	34	127	7	18	25	27	4	6	50	3	6	19			
	63日数	—	1	2 7	2	4	7	6	6	1	1	1	2	1	1	1			
mm	—	14	13 70	6	94	41	44	16	2	2	3	2	21	1	1				
元日数	—	2	6 4	6	3	3	2	1	5	6	5	2	0	5	0				
mm	—	15	59 87	48	8	24	19	12	14	107	23	18	0	48	0				

表-9 月別降雨量とマツタケ発生本数の相関（豊丘村試験地）

年	月	月別降水量 a						マツタケ発生本数 b	
		6	7	8	9	10	6~10計	対照区	施業区
S.	57	28	192	239	345	42	846	267	327
	58	71	145	75	343	85	719	379	421
	59	156	72	53	72	29	382	103	110
	60	198	177	69	153	75	672	219	342
	61	86	109	128	84	38	445	135	248
	62	65	101	52	82	66	366	92	154
	63	294	130	128	395	85	1032	380	592
aとbの 相関係数	対照	0.307	0.556	0.328	0.946	0.688	0.897		
	施業	0.521	0.515	0.327	0.865	0.722	0.926		
H. 元		222	144	94	405	97	962	110	163
aとbの 相関係数	対照	0.149	0.486	0.331	0.637	0.380	0.610		
	施業	0.341	0.449	0.331	0.574	0.412	0.639		

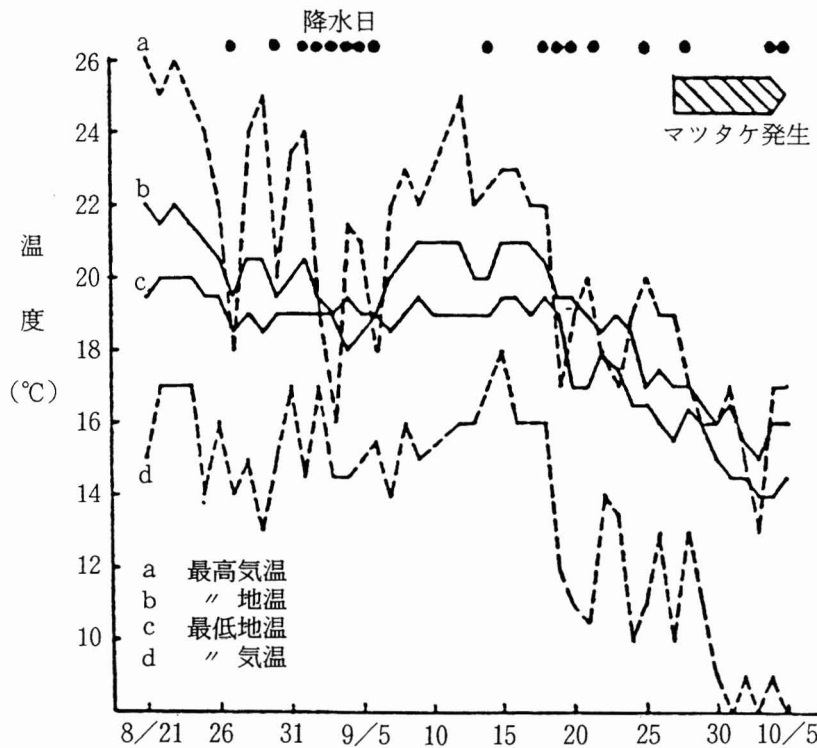


図-15 平成元年度マツタケ子実体原基形成期の気温、地温変化

ことが知られているが、今後これらの方法を駆使して大量培養を図り菌根合成実験に供したいと考えている。

(8) マツタケ孢子発芽実験結果 マツタケ菌の接種方法として孢子を用いることは古くから行われているが、孢子は寿命が短く発芽しにくいことや単孢子の状態よりも塊状の方が発芽しやすいことが知られている²⁾。

そこでマツタケ孢子の保存方法と発芽能力の関係について2回調べてみた。

1回目は昭和61年10月に豊丘村試験地に産した半開きの子実体を用いた。孢子は1晩アルミはく上に落下させたものを接種針の先端程度の塊状として接種した。供試培地はポテトデキストロース(PDA)、麦芽エキス(MA)、浜田改変の3種の寒天培地である。保存方法は無保存を対照区とし、0～-1℃の冷蔵保存と-20℃の冷凍保存を行った。保存期間は5カ月とし、その後20℃で培養した。保存では孢子塊を培地表面に接種した状態のみで他の特別な処理は行っていない。

この結果は表-14に示した。対照区ではバクテリア汚染が著しく正常に発芽したものはなかった。保存区では冷蔵で3本、冷凍で8本の発芽がみられバクテリア汚染も減少していた。培地ではMAがよく、次いでPDAであり、浜田改変培地では解凍後寒天が固結せず発芽もみられなかった。

2回目の実験では、昭和63年10月に辰野町に産した開きの子実体を用い前回と同じ方法で実験を行った。ただし、ここでは培地は麦芽エキス1種類で行うとともに冷凍保存区に-85℃を加えた。

この結果は表-15に示した。この時の子実体は水分がやや多目で、孢子を採取した段階でアルミはく上に水滴が溜る状態であったが、この影響が対照区ではバクテリア汚染が著しく発芽がみられなかった。保存区でもやはりバクテリアの影響が多く、発芽が得られたものは冷蔵保存区で1本、-20℃区で2本、-85℃区で1本と前回よりも成績が落ちた。

表-10 マツタケ感染苗木作成実験結果(1)

苗木の生枯	感染の有無	感染部の表面積	摘 要
生	有 10本	126, 110, 80, 74, 58, 55, 27, 8, 4, 4, 平均 54.6 cm ²	感染苗木の得苗率 83.3 %
	無 1本	—	総感染率 91.7 % 苗木生存率 91.7 %
枯	有 1本	110 cm ²	
	無 0本	—	

(実験経過) 実施個所 豊丘村試験地施業区シロNo.1
苗木植栽 昭和59年10月下旬 先植え法
堀取調査 昭和61年3月12日、5月19日

表-11 マツタケ感染苗木作成実験結果(2)

苗木の生枯	感染の有無	感染部の表面積	摘 要
生	有 10本	130, 125, 95, 55, 55, 48, 35, 16, 9, 5 平均 57.3 cm ²	感染苗木の得苗率 50.0 %
	無 3本	—	総感染率 80.0 % 苗木生存率 65.0 %
枯	有 6本	180, 140, 120, 35, 10, 10 平均 82.5 cm ²	
	無 1本	—	

(実験経過) 実施個所 豊丘村試験地施業区シロNo.6
苗木植栽 昭和62年3月下旬 先植え法
堀取調査 平成元年4月中旬

表-12 マツタケ感染苗木作成実験結果(3)

苗木の生枯	感染の有無	感染部の表面積	摘 要
生	有 1本	32 cm ²	感染苗木の得苗率
	無 1本	—	12.5 %
枯	有 5本	55, 22, 16, 15, 12 平均 24.0 cm ²	総感染率 75.0 %
	無 1本	—	苗木生存率 25.0 %

(実験経過) 実施個所 豊丘村試験地施業区シロNo.2
苗木植栽 平成元年4月中旬 先植え法
堀取調査 平成3年4月中旬

この2回の実験の結果、マツタケ胞子を塊状にして麦芽エキス、ポテスデキストロース寒天培地表面に接種し低温で保存することにより5カ月後に発芽を得ることができた。そして、低温保存することでバクテリアの影響は軽減していた。この方法による保存温度としては-20℃が適当と思われた。

表-13 マツタケ菌糸培養実験結果

培養液	浜田改変培地 (寒天を除く、pH 5.0)									
培地母材	バーミュキライト					日向砂				
粒子径	1 mm 以下	1~2 mm	2~3.4 mm	3.4mm 以上	4種 混合	1 mm 以下	1~2 mm	2~3.4 mm	3.4mm 以上	4種 混合
含水率%	68.7	68.2	67.1	66.8	65.1	47.0	43.1	47.1	49.1	44.2
供試数量	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
伸長 ①	90	135	#	97	#	80	150	108	113	87
量mm ②	#	125	#	#	#	#	#	100	110	62
③	#	66	#	#	#	#	#	#	#	#

	麦芽エキス培地 (寒天を除く、pH 5.0)									
培地母材	バーミュキライト					日向砂				
粒子径	1 mm 以下	1~2 mm	2~3.4 mm	3.4mm 以上	4種 混合	1 mm 以下	1~2 mm	2~3.4 mm	3.4mm 以上	4種 混合
含水率%	70.5	66.9	67.2	66.2	65.3	45.5	40.4	48.3	44.9	43.8
供試数量	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
伸長 ①	25	86	108	100	81	40	30	52	50	44
量mm ②	13	82	91	93	80	35	25	#	34	33
③	3	#	#	93	59	#	9	#	29	#

注) #印は未発菌若しくは雑菌汚染。

4 おわりに

アカマツ若齢林に対する環境改善施業の効果を10年間調査した結果、豊丘村試験地の施業区では8カ所あったマツタケのシロが19カ所に増え、シロの全くなかった辰野町試験地においても施業後8年目にして新シロ1カ所の形成をみた。

このように時間はかかるものの適地判定と環境改善施業を厳密に実施すればシロ形成を効果的に行えるということを実証できたと考えている。

このマツタケ山適地判定基準と環境改善施業の内容を普及するうちに、長野県下のマツタケ関係者の間で増産の気運が高まり、昭和60年には「長野県まつたけ生産振興協議会」が結成され78団体と個人30人を擁する組織にまで成長した。協議会では研修会の開催や会報の発行など県内関係者の情報交換の場を設けるとともに、各地域での施業効果の収集や人工接種法の実験も行っている。

また、昭和62年には同協議会から「まつたけ増産のてびき」(長野県林業総合センター監修)が発行され、長野県としてのマツタケ増産の方向付けもなされてきた。

こうしてマツタケ増産のための施業の必要性が現場にまで理解されてきたが、当面施業の対象としている林分はシロ形成期の若齢林であり、施業後は自然にシロの形成を待つといった内容である。

このため、施業後にマツタケ菌を人工的に接種する方法として、感染苗木、孢子液散布或いは培養菌糸を用いるといった積極的な技術の開発が強く望まれているし、現在発生している林分においてはより安定的に増産する対策も望まれている。また、発生が減少した老齢林については2代目林造成のための更新技術の必要性も言われている。

昨今の松枯れの再燃や異常気象の影響、或いは進む山村の過疎化などマツタケを取り巻く環境に

表-14 マツタケ孢子発芽実験結果(1)

区分	培地	供試数量	マツタケ発芽	未発芽	雑菌汚染	摘 要
対照区	PDA	6本	0本	1本	5	接種後20℃で3カ月培養
	MA	5	0	0	5	
	浜田	5	0	3	2	
冷蔵 保存区	PDA	6	0	3	3	接種後0～-1℃で5カ月保存 後20℃で2.5カ月培養
	MA	6	3	2	1	
	浜田	4	0	4	0	
冷凍 保存区	PDA	6	2	1	3	接種後-20℃で5カ月保存後 20℃で2.5カ月培養
	MA	6	6	0	0	
	浜田	4	0	4	0	

表-15 マツタケ孢子発芽実験結果(2)

区分	培地	供試数量	マツタケ発芽	未発芽	雑菌汚染	摘 要
対照区	MA	6本	0本	0本	6	接種後20℃で3カ月培養
冷蔵 保存区	MA	6	1	1	4	接種後0～-1℃で5カ月保 存後20℃で4カ月培養
冷凍保 存区 a	MA	6	2	3	1	接種後-20℃で5カ月保 存後20℃で4カ月培養
冷凍保 存区 b	MA	6	1	0	5	接種後-85℃で5カ月保 存後20℃で4カ月培養

は厳しいものがあるが、今後ともこれらの課題に鋭意取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

- 1) 石川豊治：マツタケ10年の研究から 長野県林業指導所 1975
- 2) 小川 真：マツタケの生物学 築地書館 1978
- 3) マツタケ研究懇話会編：マツタケ山のつくり方 創文 1980
- 4) 長野県林業指導所：技術指導資料 マツタケ山の手入れ 1981
- 5) 枯木熊人、川上嘉章：マツタケ菌感染苗木によるシロの人工形成 広島県林試研究報告20
1985
- 6) まつたけ増産のてびき編集委員会：まつたけ増産のてびき 長野県まつたけ生産振興協議会
1987
- 7) 篠原、小出、片倉：マツタケ増産のための技術体系化試験 長野県林指研究報告2 1987