

マツタケ発生林施業法の開発

竹内嘉江・松瀬収司*・小坂信行・増野和彦

マツタケが発生している林分で、気象条件、マツタケの発生状況、マツタケのシロの生態、獣害防止、マツタケ増産のための施業等について、平成17～21年の5年間、調査と試験を行った。主な内容は次のとおりである。①上伊那郡辰野町、下伊那郡豊丘村及び松川町に各々試験地を設定した。②マツタケ子実体発生には、毎年豊凶があり3試験地で同様の傾向ではなかった。③マツタケの自然感染苗木の移植では、シロの広がり認められなかった。④2方法によるマツタケの孢子散布試験では、菌根形成は見られなかった。⑤豊丘村試験地の施業区と対照区では、30年間の管理によりマツタケ山の寿命に11年の差が認められた。⑥豊丘村試験地の豊凶指数は、マツタケ子実体発生本数との相関係数が0.79となった。⑦コニファー水和剤塗布により、ニホンジカの子実体食害防止に効果がみられた。⑧マツタケが、ツガ植栽木に菌根を形成して子実体を発生させているのを確認した。

キーワード：気象、感染、シロ、孢子、ツガ

1 はじめに

国内のマツタケ生産量は、昭和30年代の平均値で3,451トンであったものが、平成12～21年の平均値では78.9トン程度にまで減少し、消費量の96.4%を輸入物が占めている。全国的な生産量減少の原因としては、マツノザイセンチュウによるマツ枯れ被害林分の増加、アカマツ林の放置による林況変化等があげられている。このような状況の中、最近のマツタケ研究に関しては、昭和52年発行の小川眞「マツタケの生物学」¹⁾、全国の公立林試による調査と試験の結果をまとめたマツタケ研究懇話会発行の「マツタケ山のつくり方」等^{2), 3), 4), 5), 6), 7), 8), 9), 10)}で、施業の基本が示されている。本県では、これらの中に示された基本的な考え方を高冷地において実証するため、昭和55年に試験地を設置して継続調査を実施してきた^{11), 12), 13), 14), 15), 16), 17)}。

ここでは、放置されたアカマツ林が増加し整備の遅れが問題となっており、標高800m以下の地域では松くい虫被害地が拡大してマツタケ発生林分減少への対応が急がれているため、新しいマツタケ発生林施業法の開発について検討した。本報告

は、県単課題として実施した平成17～21年の試験結果を取りまとめた。なお、内容の一部については日本森林学会中部支部大会^{18), 19)}、日本菌学会²⁰⁾において報告した。

2 試験方法

2.1 試験地の概要

上伊那郡辰野町、下伊那郡豊丘村、下伊那郡松川町に3か所の試験地を設定した(表-1, 写真-1, 2, 3)。なお、辰野町試験地・豊丘村試験地は昭和55年から、松川町試験地は平成17年から整備して管理している。

辰野町試験地は、昭和38年に先代のマツタケ山を更新してアカマツを伐採した林分、豊丘村試験地は、昭和24年に伐採されたアカマツ天然生林で一部に人工植栽木が混じる林分、松川町試験地は、アカマツ高木層の下層にツガを植栽した林分である。各試験地では、定期的に枯木と萌芽の整理、亜高木層～草本層の広葉樹伐採を行い、辰野町及び豊丘村試験地では放置する対照区を設けた。

試験地の現存植生を把握するため、それぞれでブロンブロンケ法²¹⁾による調査を行った(表-2, 3, 4)。

表-1 試験地の概況(平成18年11月)

区分	位置	標高,面積	地形	傾斜方向	林相	樹齢	地質母材	土壌型
辰野町試験地	上伊那郡辰野町小野南沢 北緯 36° 02' 東経137° 58'	950m 0.5ha	尾根～中腹	SW	アカマツ人工植栽林	28～45年	古生界 粘板岩	Er-α
豊丘村試験地	下伊那郡豊丘村神福北ド口保 北緯 35° 31' 東経137° 57'	780m 0.5ha	尾根～中腹	S	アカマツ天然生 林、一部人工植栽 林	44～59年	深層風化 花崗岩	Er-α
松川町試験地	下伊那郡松川町生田 北緯 35° 56' 東経137° 58'	750m 0.34ha	尾根～中腹	S	アカマツ天然生 林、一部ツガ人工 植栽林	55～62年, 26年	深層風化 花崗岩	Er-α

*元長野県林業総合センター特産部長

しているアカマツ実生苗木4本を掘り取り、対照区内のマツタケのシロが形成されていない2か所に2本ずつ移植し、これまでに行った人工感染苗木の植栽と同様¹⁴⁾に、数年で枯損してシロは成長しないのかどうか試験した(写真-4)。

また、平成18年9月、その2か所の根圏にシロを発達させるために沢水を利用した孢子懸濁液(濃度約21万個/ml)を500ml散布した。さらに、移植地の周囲3か所に新シロを形成させるために、新鮮な子実体の傘部を17時間静置して自然落下による孢子散布を行った。



写真-4 自然感染苗木の植栽

(4) 孢子散布試験 平成17年10月施業区内の11か所に、肉眼的に他の菌根層のない場所でAo層を除去しA層を裸出させ、新鮮な子実体を16時間静置して孢子を自然落下散布し、新しいシロの形成を試みた(写真-5)。



写真-5 子実体静置による孢子散布

2.2.2 豊丘村試験地

(1) 気象観測 試験地の施業区中央部で、地上10cm部の林内気温と地下10cm部の地温について、6月から10月の間1時間毎に測定した。降水量については、試験地から800m離れた林外で測定した。

(2) マツタケ発生調査 各0.25haの施業区と対照区内で、子実体発生本数と生重量を測定し、気象条件との関係について分析した。また、シロの成長過程を把握するために、子実体の発生位置を連年色ピンで標示した。

(3) 孢子懸濁液散布試験 平成19年9月上旬、対照区内のマツタケのシロのない場所でAo層、A層を除去整備して、6か所に沢水を利用した孢子懸濁液(19万個/ml)を500mlずつ散布し、新しいシロの形成を試みた。

(4) ニホンジカ食害防止試験 平成18年に、初めてこの試験地でニホンジカによるマツタケ子実体の食害が発生した。平成19年9月上旬、食害を防止するために動物忌避剤コニファー水和剤(日本グリーンアンドガーデン㈱、ジラム水和剤32.0%、農林水産省登録第19711号)の15倍希釈液5ℓを、マツタケのシロの周囲のアカマツ・広葉樹の幹に噴霧塗布した。

(5) ツガ植栽試験 平成20年11月に対照区内の3か所のシロ前方20cm部に、10本の自然実生のツガ幼木を植栽して、アカマツと同様に植栽したツガ根系にもマツタケ菌が感染するか確認するため試験を行った。

(6) 菌根量調査 施業区内と放置対照区内で、マツタケのシロ活性菌糸帯の外側30cmの場所でAo層下部のA~B層土壌を100ml採取し(n=12)、マツタケ以外の新鮮な外生菌根菌の菌根チップ数と菌根チップ乾燥重量、直径2mm以下のアカマツ細根乾燥重量を測定した。

2.2.3 松川町試験地

(1) 気象観測 試験地の中央部で、地上10cm部の林内気温と地下10cm部の地温について、6月から10月の間1時間毎に測定した。降水量については、試験地から100m離れた林外で測定した。

(2) マツタケ発生調査

試験区内で子実体発生本数と生重量を測定した。シロの成長過程を把握するために、子実体の発生位置を連年色ピンで標示した。

(3) コメツガ植栽試験 平成20年11月に苗畑

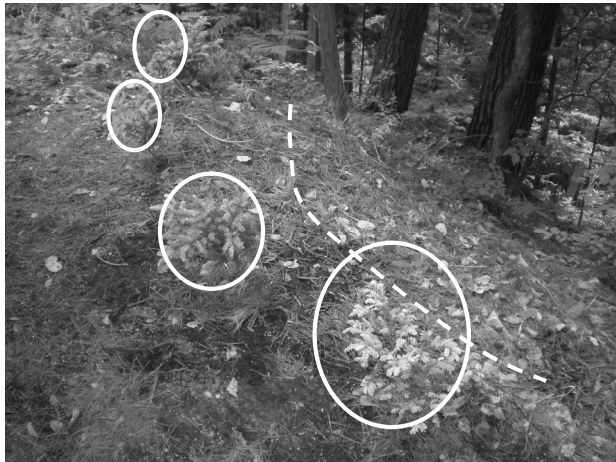


写真-6 シロ前方へのコメツガ幼木植栽
(松川町試験地)

で育てたコメツガ苗木 25 本を、3 か所のシロ前方 20cm 部に植栽した。県内でマツタケの発生は、アカマツ林、ツガ林の他にコメツガ林でも認められているため、植栽木にマツタケ菌が感染するか試験した(写真-6)。

(4) 孢子散布試験 平成 20 年 10 月、試験地のアカマツ林に混植されている 29 年生ツガの根圏で、マツタケのシロの形成が確認されていない 3 か所に、Ao 層、A 層を除去整備して新鮮な子実体を 17 時間静置して孢子を自然落下散布し、新しいシロの形成を試みた。

(5) ツガ混植地でのマツタケのシロの生態

アカマツ林内に混植されている 29 年生ツガ(写真-3, 表-4)の根系とマツタケとの関係を調べるために、マツタケ子実体の発生位置を精査し、シロ内の土壌を分解して、マツタケ菌糸がツガ細根と菌根を形成しているか調査した。

3 結果と考察

3.1 辰野町試験地

(1) 気象観測 標高が 950m と 3 試験地の中で最も高いため、8月の平均気温 21.1℃、平均地温 18.8℃と低い値を示した(表-5, 6)。このため、マツタケ子実体原基の推定刺激温度は、豊丘村試験地よりも 1.5℃低い約 17.5℃と考えられた(図-1 参照)。降水量は、6, 8月が少なく7月が多い傾向となり、6~10月の平均値で豊丘村試験地の 82%の 650mm となった(表-7)。

表-5 平均気温の推移(辰野町試験地)

区分	気 温 (°C)					平均
	6月	7月	8月	9月	10月	
H. 17	18.5	20.2	20.9	18.4	12.2	18.0
18	17.0	19.7	21.8	16.8	12.5	17.6
19	16.5	18.9	21.9	19.2	11.3	17.6
20	15.8	20.8	20.8	17.2	11.7	17.3
21	16.1	19.4	20.1	16.4	11.0	16.6
平均値	16.8	19.8	21.1	17.6	11.7	17.4

表-6 平均地温の推移(辰野町試験地)

区分	地 温 (°C)					平均
	6月	7月	8月	9月	10月	
H. 17	14.7	17.6	18.6	17.6	14.0	16.5
18	13.7	17.3	19.8	17.1	13.7	16.3
19	13.3	16.5	18.6	18.2	13.4	16.0
20	13.6	17.7	18.7	17.4	13.7	16.2
21	13.5	17.1	18.5	16.1	12.7	15.6
平均値	13.8	17.2	18.8	17.3	13.5	16.1

表-7 降水量の推移(辰野町試験地)

区分	降 水 量 (mm)					合計
	6月	7月	8月	9月	10月	
H. 17	83	258	77	139	65	622
18	107	361	108	140	185	901
19	131	214	41	119	145	650
20	53	59	169	96	38	415
21	112	251	100	59	142	664
平均値	97	229	99	111	115	650

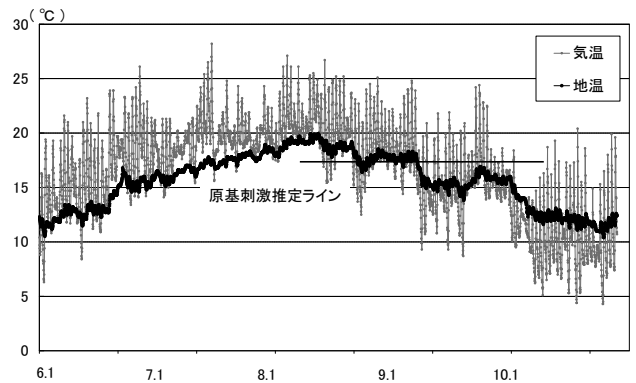


図-1 気温・地温の測定例(H.21年辰野町試験地)

(2) マツタケ発生調査 この試験地は、現在マツタケのシロ数が増加していく「上り山」状態にあるアカマツ林で、平成 2 年に初めて子実体の発生が確認されてから、隣接部も含めて 7 個のシロがある。また、対照区内で平成 17 年に初めてマツタケの発生が認められた。平成 17~21 年の平均発生本数は施業区 1.8 本、対照区 0.2 本、隣接部 6.6 本であった(表-8, 9)。

平成 2 年に初めて発見されたシロ NO. 1 は、平

成 21 年時点で短径 3.2×長径 3.6m の楕円形に成長し、20 年間で 106 本の子実体発生を確認した。このシロの進む速度は、6.5cm/年と推定された。

他のシロはまだ直径 2m 以下で、子実体の発生位置が円形を示すものは NO. 3, 4, 5 で、他は弧状である。施業後 18 年目の平成 10 年に初めて施業区内において NO. 3 シロを確認し、平成 21 年までの 12 年間に 23 本の子実体発生を確認した。

表-8 各試験地の年度別マツタケ発生量

試験地	施業区				対照区				備考		
	年	シロ数	本数	発生量 (kg)	個重 (g)	シロ数	本数	発生量 (kg)	個重 (g)	長野県生 産量(t)	全国生産 量(t)
辰野町	H.17	1(3)	9	0.22	24	1	1	0.05	45	5.0	39.1
	18	1(5)	13	0.32	25	1	0	0	0	26.9	64.8
	19	1(5)	1	0.07	66	1	0	0	0	26.1	51.0
	20	1(5)	19	0.56	29	1	0	0	0	34.5	70.0
	21	1(5)	1	0.17	17	1	0	0	0	7.1	24.0
平均		9	0.27	32		0.2	0.01	45		19.9	49.8
豊丘村	H.17	22	35	1.5	42	8	6	0.2	37		
	18	22	65	2.6	40	8	17	0.6	38		
	19	24	368	14.6	40	8	26	1.1	42		
	20	24	191	7.9	42	8	13	0.5	38		
	21	24	81	4.1	51	8	4	0.3	70		
平均		148	6.14	43		13	0.54	45			
松川町	H.17	6	9	0.4	43						
	18	6	30	1.5	51						
	19	6	24	1.0	42						
	20	7	59	3.1	52						
	21	8	69	3.7	54						
平均		38	1.94	48							

注) 辰野町試験地の()内数値は、区外で近接するシロの数

表-9 辰野町試験地のシロ別マツタケ発生量

区分	シロNo.	年度					合計 (本)	平均 (本)
		17	18	19	20	21		
施業区	3	1	2		6	9	1.8	
対照区	5	1				1	0.2	
隣接部	1	5	11	1	11	1	29	
	2	1				1	0.2	
	4				2	2	0.4	
	6					1	0.2	
	7	1				1	0.2	
合計		9	13	1	19	1	43	

(3) 自然感染苗木の移植試験 対照区内の高木層の樹冠を整理し、低木層を除去した箇所にアカマツ自然感染苗木を植栽したが、4 年目で 4 本のうち 1 本は枯損した。5 年目に生存している 3 本の苗木の根圏を観察したところ、マツタケ菌糸・菌根は消滅しており、シロの広がり認められなかった。人工的に作成した菌根感染苗木よりも植栽時の菌体量は多いが、長期間生存せず、周囲に再感染することなく同様に消滅した。

また、植栽箇所への孢子懸濁液散布、自然落下による孢子散布の効果も認められなかった。

(4) 孢子散布試験 現在マツタケの発生が認められているアカマツ林では、自然に飛散した孢子によりシロが形成され、発達して連年的に子実体が発生している。しかし、今回試みた自然落下による孢子散布では、4 年間で新シロの形成は認められなかった。散布箇所に既に他の菌根菌の繁殖があったのか、孢子散布量が少なく発芽がなかったのか等原因は明らかでない。

3.2 豊丘村試験地

(1) 気象観測 気温は夏期の高温時において 32℃程度で、35℃以上になることは稀であった。5 年間の 8 月の平均気温は 22.6℃となった(表-10)。

地温が 20℃を超えるのは 7 月中旬～9 月中旬で、22℃を上回ることはほとんどなかった。5 年間で最も暑い夏となった平成 18 年でも、地温が 22℃を超えたのは 2 日だけであった(表-11)。

降水量は、7 月が多く、8 月と 10 月が少なくなる傾向であった(表-12)。

この試験地のマツタケ子実体原基刺激温度は、収穫初日からさかのぼり地温が低下した日を算出すると、約 19℃と推定された^{22), 23), 24), 25)}(図-2)。また、子実体成長最低温度は約 12℃と推定された(図-3)。

表-10 平均気温の推移(豊丘村試験地)

区分	気 温 (°C)					平均
	6月	7月	8月	9月	10月	
H.17	19.3	21.6	22.1	20.0	13.8	19.4
18	18.6	21.4	23.7	18.5	13.8	19.2
19	18.5	20.9	23.1	20.6	13.2	19.3
20	17.5	22.7	22.2	18.5	13.1	18.8
21	17.7	20.7	21.7	18.1	12.0	18.0
平均値	18.3	21.5	22.6	19.1	13.2	18.9

表-11 平均地温の推移(豊丘村試験地)

区分	地 温 (°C)					平均
	6月	7月	8月	9月	10月	
H.17	15.7	18.9	20.5	19.5	15.4	18.0
18	15.3	18.8	21.0	18.6	15.2	17.8
19	15.1	18.7	20.5	20.2	15.5	18.0
20	15.0	19.1	20.2	18.8	15.1	17.6
21	14.6	18.1	19.9	17.9	14.4	17.0
平均値	15.1	18.7	20.4	19.0	15.1	17.7

表-12 降水量の推移(豊丘村試験地)

区分	降水量 (mm)					合計
	6月	7月	8月	9月	10月	
H. 17	78	173	116	91	146	604
18	127	449	48	132	104	860
19	126	269	86	209	162	852
20	310	22	238	177	56	803
21	191	305	111	110	124	841
平均値	166	244	120	144	118	792

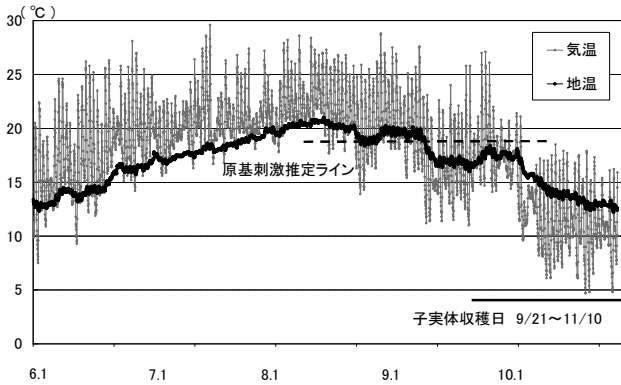


図-2 気温・地温の測定例(H.21年豊丘村試験地)

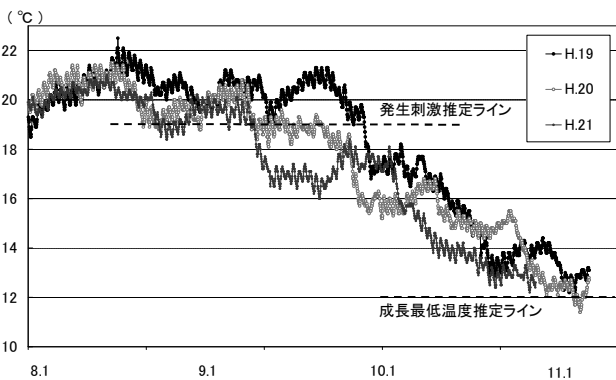


図-3 地温推移の比較(豊丘村試験地)

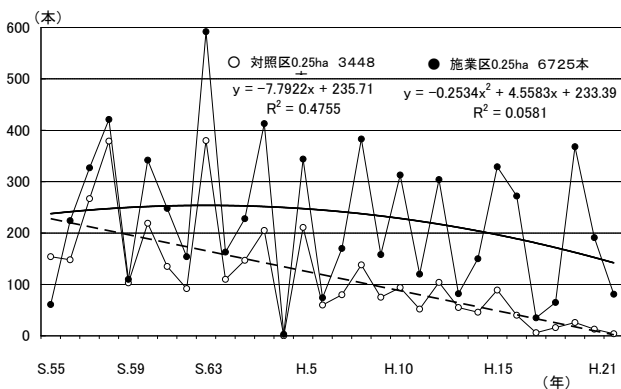


図-4 豊丘村試験地のマツタケ発生本数の推移

表-13 豊丘村試験地のシロ別マツタケ発生量

区分	シロNo.	年度					合計 (本)	平均 (本)
		17	18	19	20	21		
対照区	1		2	6	2		10	2.0
	2	4	4	5		1	14	2.8
	3	2	6	4	5		17	3.4
	4		3	2	2		7	1.4
	5		1				1	0.2
	6		1	4	2		7	1.4
	7			5	2	3	10	2.0
	8							
	9							
合計		6	17	26	13	4	66	13.2
施業区	1		2	20	8	4	34	6.8
	2		4	14	12	3	33	6.6
	3		1	30	23		54	10.8
	4			3	3		6	1.2
	5	16	14	90	46	31	197	39.4
	6		2	12	3	2	19	3.8
	7		4	9	7	5	25	5.0
	8		3	24	17	11	55	11.0
	9	12	5	45	24	5	91	18.2
	10							
	11			8			8	1.6
	12	4	7	30	4	3	48	9.6
	13		1				1	0.2
	14				1		1	0.2
	15				1		1	0.2
	16				1		1	0.2
17	1	3	11	7	3	25	5.0	
18				3	4	7	1.4	
19		9	18	5		32	6.4	
20	1	2	21	10	5	39	7.8	
21				1		1	0.2	
22	1	8	22	9	1	41	8.2	
23								
24			11	6	4	21	4.2	
合計		35	65	368	191	81	740	148.0

(2) マツタケ発生調査 この試験地は、近年発生量が減少している「下り山」状態にあるアカマツ林で、対照区では施業区に比べ発生量の減少が著しい状況である(図-4)。

総子実体発生量は、平成17~21年では施業区740本、対照区66本となり、11.2倍の差が見られた(表-8, 13)。施業区内ではN0.5のシロが最も生産量が多く、5年間で計197本、平均39.4本/年となった。他のシロの中には、ほとんど発生のみられないもの、豊作年にしか発生のみられないものなどがあつた。

試験地設定当初は発生量の差が認められなかつたものが、次第に差が大きくなる傾向がみられ、子実体発生本数の推移を表したグラフから求めた近似曲線によると、施業区におけるマツタケ発生林としての寿命は、対照区に比べて平成21年時点で約11年長くなるものと推定された(図-4)。このことから、適正に発生林を管理することによりマツタケの発生量が増加し、発生期間が長期化

することが実証できた。

マツタケ発生量と降水量の関係をみると、9月の降水量との相関係数が大きく、7、10月の降水量は相関係数が小さくなった^{18),19)} (表-14)。また、マツタケ発生量と降雨期間との関係を見ると、推定された子実体原基刺激日より後の降雨の方が、相関係数が大きくなった(表-15)。このことは、子実体原基刺激日より前に、降雨により地温低下が起り、その後地温再上昇により不作になる現象がしばしば見られることによるものと考えられた(図-5)。

表-14 豊丘村試験地の降水量とマツタケ発生本数の関係

区分	降水量(mm)						マツタケ発生本数(本)	
	6月	7月	8月	9月	10月	合計	対照区	施業区
S57	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	1,032	380	592
H1	222	144	94	405	97	962	110	163
2	51	85	24	224	112	496	147	228
3	195	122	40	287	278	922	205	413
4	76	80	37	52	170	415	0	3
5	181	278	163	239	90	951	211	344
6	31	31	23	71	25	181	60	74
7	71	343	20	102	100	636	80	170
8	134	164	164	215	86	763	138	383
9	67	109	35	89	63	363	75	158
10	133	17	118	102	34	404	94	313
11	225	128	121	154	82	710	52	120
12	190	33	63	231	141	658	104	304
13	167	37	84	73	234	595	55	82
14	120	276	40	169	191	796	46	150
15	130	239	332	201	136	1,038	89	329
16	164	68	147	212	390	981	40	272
17	78	173	116	91	146	604	6	35
18	127	449	48	132	104	860	17	65
19	126	269	86	209	162	852	26	368
20	310	22	238	177	56	803	13	191
21	191	305	111	115	132	854	4	81
計							3,147	6,440
平均値	139	154	102	179	116	690	217	444
相関係数(対)	0.07	-0.06	0.10	0.69	-0.22	0.25		
相関係数(施)	0.28	-0.03	0.33	0.70	0.02	0.49		

表-15 原基刺激日前後の降水量とマツタケ発生本数との関係(豊丘村試験地)

区分	刺激日前後の降水量(mm)				発生本数(本)	推定刺激日
	前30日間	前15日間	後15日間	後30日間		
H.14	142	118	51	181	150	9月14日
15	191	100	93	307	329	9月21日
16	218	108	125	342	272	9月15日
17	184	89	32	57	35	9月16日
18	79	77	55	160	65	9月12日
19	160	39	91	181	368	9月28日
20	174	107	161	211	191	9月10日
21	36	21	62	190	81	9月10日
相関係数	0.55	0.06	0.57	0.67	Av.186	Av.9月16日

表-16 豊丘村試験地の時期別マツタケ発生本数割合(%)

年	9中	9下	10上	10中	10下	11上	11中
H.17			17.1	48.6	22.9	11.4	8.6
18			69.2	18.5	12.3		
19			1.6	67.4	29.6	1.4	
20		2.6	34.6	54.5	6.8	1.6	
21		43.2	30.9	13.6	11.1	1.2	
平均	9.2	30.7	40.5	16.5	3.1	1.7	

表-17 豊丘村試験地の時期別マツタケ発生本数割合(%)

年	9中	9下	10上	10中	10下	11上	11中
S.55-59	1.7	47.0	37.7	11.3	2.0		
60-H.1	0.4	11.2	34.6	46.4	7.4		
2-6	1.4	13.4	29.0	31.4	22.6	2.2	
7-11		9.8	39.4	30.6	19.0	1.2	
12-16		11.6	20.4	46.2	22.6	1.0	
17-21		9.2	30.7	40.5	16.5	3.1	1.7
平均	0.6	17.0	32.0	34.4	15.0	1.3	0.3

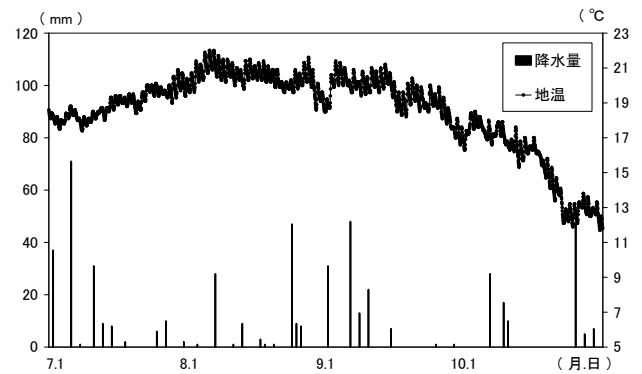


図-5 地温推移と降水量(H.17年豊丘村試験地)

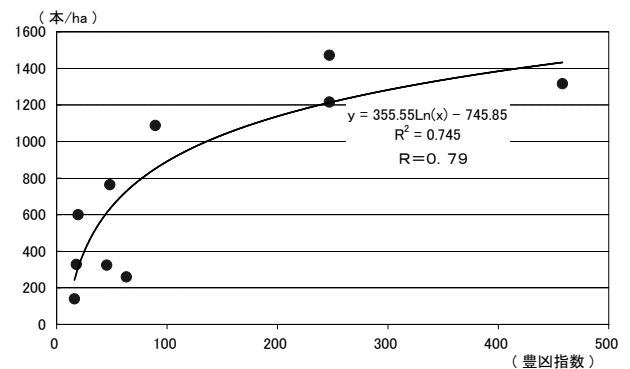


図-6 豊凶指数とマツタケ発生本数との関係(豊丘村試験地施業区 H.12~21年)

子実体発生時期については、平成17~21年では平成17年が最も遅い発生となり、平成21年が冷夏により最も早い発生となった(表-16)。昭和55~平成21年でみると、30年間で次第に発生時期が遅くなる傾向がみられた(表-17)。これが気

候温暖化によるものかどうかは判断が難しく、さらに長期間にわたる観測が必要であると考えられた。

塩尻市試験地^{17),19)}及び豊丘村試験地の過去の調査から、マツタケ子実体発生本数と高い相関関係を持つ豊凶指数を見出すことができて^{18),26)}。これを応用すると次式のようになり、豊丘村試験地施業区における豊凶指数と子実体発生本数の相関係数は0.79となった(図-6)。

豊凶指数 = 7.16 ~ 9.15 の降水量(mm) / 地温再上昇日数(日)

この相関関係は、F検定(危険率 $\alpha = 0.01$)の結果 $F_0 = 0.48 > F = 0.09$, $P = 0.22$ で高度に有意であると認められた。このことから、マツタケ発生本数には、地温が19℃を下回った日以降、残暑により再度地温が20℃以上に上昇することによるマイナスの影響が大きいものと考えられた。

(3) 孢子懸濁液散布試験 マツタケ発生林では、自然に飛散したマツタケ孢子の発芽を起源として新シロが形成されていると考えられるが、これまでに人工的に孢子を散布してアカマツ林内にシロを形成させたと実証されたことはない。また、室内実験で苗木に孢子を散布してシロを形成させた例も報告されていない。

2年間で孢子散布した6か所に、新たなマツタケのシロ形成は認められなかった。散布場所では肉眼では分かりにくい、既にアカマツ根系に共生している他の菌根菌が繁殖していたか、マツタケ孢子の発芽率が低く発芽孢子がアカマツ根系に付着することはなかったものと考えられた。今後しばらく経過を観察する。

(4) ニホンジカ食害防止試験 昭和55年から調査試験を開始して平成18年に初めてニホンジカによるマツタケ子実体の食害を確認したが、翌19年9月に動物忌避剤コニファー水和剤を噴霧塗布したところ、以後3年間は被害が認められなかった。この方法により、ニホンジカの食害を防止する一定の効果はあるものと考えられた。

(5) ツガ植栽試験 これまで各種の試験でマツタケ発生林内に植栽された感染苗木等のアカマツ稚樹は、陽樹であるため3年程度で枯損していたが¹⁴⁾、10本のツガ幼木は全て生存している。しかし、まだマツタケのシロが進んでおらず、2年間でツガ根系にマツタケ菌の感染は確認できなかった。今後も継続して観察する。

(6) 菌根量調査 コナラ、サクラ、ネジキ等の広葉樹が少ない施業区内では、放置対照区と比較

してマツタケ以外の外生菌根菌の生息密度が低かった(図-7)。施業区と比較して放置対照区では、菌根チップ数1.6倍、菌根チップ乾燥重量3.4倍、アカマツ細根乾燥重量1.3倍となった。このことは、アカマツ以外の樹木を除間伐して環境管理している施業区内では、広葉樹細根と共生している外生菌根菌が少ないためと考えられた。確認されたものは、周辺に発生した子実体、菌根形態から判断して、無孢子不完全菌目、セノコッカム属、イボタケ属、ヌメリイグチ属、ベニタケ属、チチタケ属等のきのこが多かった。アカマツ細根密度は両区とも同程度だったが、これには、両区のアカマツ立木密度、平均樹高に差がないことが影響しているものと考えられた。

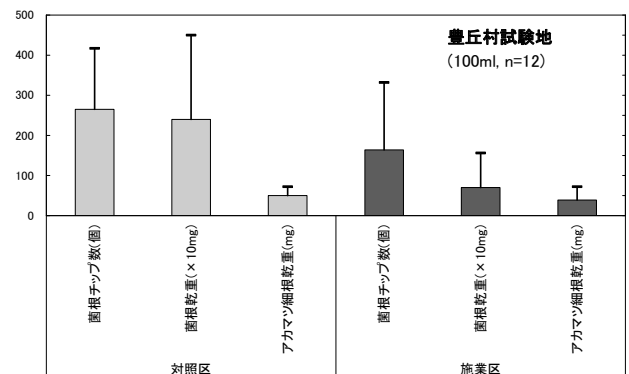


図-7 菌根量調査結果

3.3 松川町試験地

(1) 気象観測 気温が30℃を超えるのは夏期の10~20日程度で35℃以上になることはほとんどなかった。5年間の8月の平均気温は22.9℃となった(表-18)。

地温が20℃を超えるのは7月中旬~9月中旬で、23℃を上回ることはほとんどなかった。5年間の平均地温は20.8℃で、最も暑い夏となった平成18年でも、地温が23℃を超えたのは5日だけであった(表-19)。

降水量は、7月が多く、8月と10月が少なくなる傾向であった(表-20)。6~10月の総降水量は豊丘村試験地の97%となった。

(2) マツタケ発生調査 この試験地内には8個のシロがあり、5年間の子実体発生総本数は191本で、平均38.2本/年の発生となった(表-8, 21)。

アカマツの樹齢が高い林分であるが、シロの直径が7~8mといったものはないため、シロができた時期は遅いものと推定された。

表-18 平均気温の推移(松川町試験地)

区分	気 温 (°C)					平均
	6月	7月	8月	9月	10月	
H.17	19.6	22.0	22.8	20.8	14.4	19.9
18	18.6	21.6	23.8	18.9	14.4	19.5
19	18.1	20.7	23.1	20.6	13.0	19.1
20	17.8	23.1	22.6	19.0	13.3	19.2
21	18.1	21.2	22.2	18.2	12.4	18.4
平均値	18.4	21.7	22.9	19.5	13.5	19.2

表-19 平均地温の推移(松川町試験地)

区分	地 温 (°C)					平均
	6月	7月	8月	9月	10月	
H.17	16.2	19.4	20.9	20.1	16.1	18.5
18	15.9	19.5	21.5	18.9	15.3	18.2
19	15.3	18.9	20.6	20.2	14.9	18.0
20	15.9	19.8	20.5	18.9	15.1	18.0
21	15.5	19.0	20.5	18.1	14.6	17.5
平均値	15.8	19.3	20.8	19.2	15.2	18.1

表-20 降水量の推移(松川町試験地)

区分	降 水 量 (mm)					合計
	6月	7月	8月	9月	10月	
H.17	82	140	105	76	138	541
18	128	351	66	126	98	769
19	132	320	67	179	140	838
20	336	32	219	176	52	815
21	186	315	98	158	128	885
平均値	173	232	111	143	111	770

表-21 松川町試験地のシロ別マツタケ発生量

区分	シロNo.	年度					合計 (本)	平均 (本)
		17	18	19	20	21		
施 業 区	1	1	1	5	8	2	17	3.4
	2	7	5	4	9	4	29	5.8
	3	1	1		10	1	13	2.6
	4		19	8	10	3	40	8.0
	5		1	4	7	14	26	5.2
0.34 ha	6		3	3	10	2	18	3.6
	7				5	1	6	1.2
	8					42	42	8.4
合計		9	30	24	59	69	191	38.2

また、この試験地は豊丘村試験地と直線距離で4.4kmしか離れておらず近い場所に位置しているが、豊凶の傾向が異なり、例えばここで豊作となった平成21年は豊丘村試験地では不作となった。逆に豊丘村試験地で豊作となった平成19年は、ここでは平均値以下の不作であった。このような現象は生産現場でしばしば認められるが、マツタケの発生には、地温変化・降雨の状況等の微気象が大きく影響していると考えられた。平成19年は、

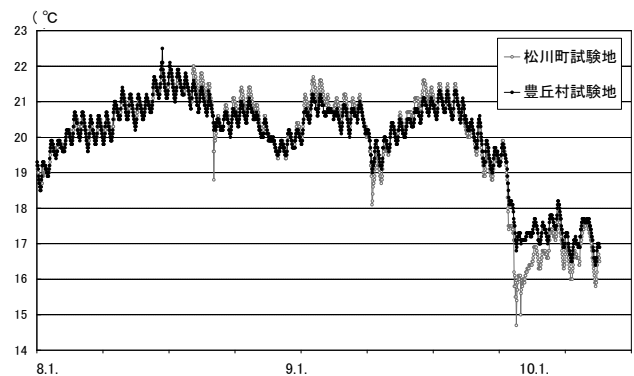


図-8 地温の比較(H.19.8.1~10.10.)

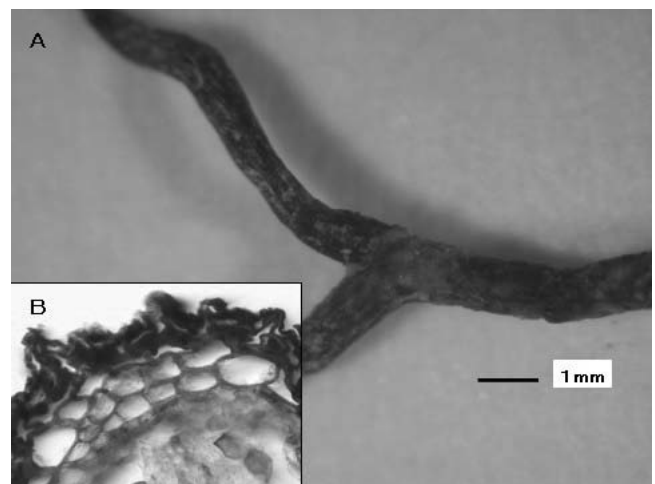


写真-7 ツガ根系に菌根を形成したマツタケ菌糸体, A: ツガ細根, B: 菌根の断面

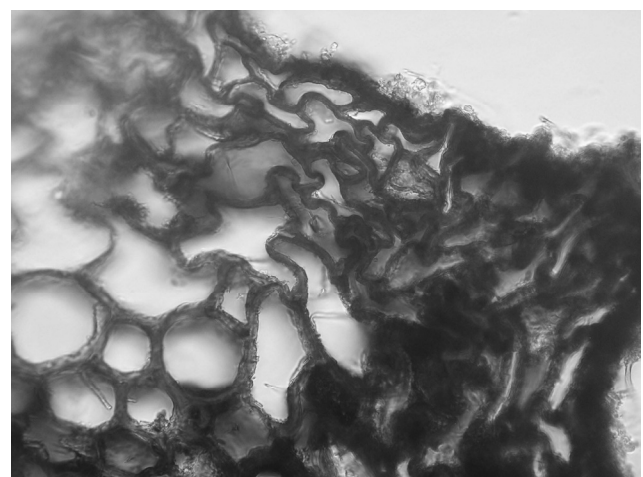


写真-8 ツガ菌根断面内のマツタケ菌糸体

松川町試験地で8/23, 9/12~13に地温低下があり、その後地温再上昇があったことがマイナス要因となったものと考えられた(図-8)。

(3) コメツガ植栽試験 2年間で植栽したコメツガ苗木 25 本のうち 4 本が枯損した。コメツガ根系にマツタケ菌の感染はまだ認められない。

(4) 孢子散布試験 2年間にツガの根圏で、マツタケ菌根は確認されていない。今後も継続して観察する。

(5) ツガ混植地でのマツタケのシロの生態

マツタケ子実体の発生箇所直下のシロ内土壌を分解して調査し、2m 離れたツガ立木の細根にマツタケ菌糸が菌根を形成し共生しているのを確認した(写真-7, 8)。このことから、アカマツ林の下層に人工植栽したツガにも、マツタケ菌は菌根を形成して子実体を発生させることが明らかになった。

3.4 3 試験地の植生と気象データの比較

(1) 植生の比較

辰野町試験地では、施業区内で高木層はアカマツだけで 1,500 本/ha と 3 試験地の中では最も立木密度が高かった(表-2, 3, 4)。低木層には、リュウブ、ネジキ、マンサク、ヤマツツジ、トウゴクミツバツツジが多い林分であった。

豊丘村試験地では、施業区内で高木層はアカマツだけで、低木層にソヨゴ、ワラビ、ネジキが多い林分であった(表-3)。対照区内では、高木層にアカマツが優先し、亜高木層にソヨゴ、ネズミサシ、ネジキがあり、低木層にソヨゴ、ヤマツツジ、ワラビが多い林分であった。この地域では、林内の風通しを良くし林床の照度を上げるために広葉樹の除伐やアカマツの間伐を行うと、4~5年でソヨゴが繁茂するため定期的に林床の掃除をする必要があった。

松川町試験地では、高木層にアカマツ、亜高木層にツガ、ネズミサシ、低木層にトウゴクミツバツツジ、ヤマウルシ、ネジキ、アカマツ、ソヨゴが優先する林分であった(表-4)。

(2) 気象データの比較

豊丘村試験地と松川町試験地の 6~10 月の平均気温・平均地温に大きな差はなく、辰野町試験地の値より 1.5~2.0℃高い温度帯で推移した(図-9, 10)。この差は、標高、試験地の傾斜方向、日照時間等によるものと考えられた。

6~10 月の平均降水量は、豊丘村試験地と松川町試験地でほぼ同じ、辰野町試験地の値は豊丘村試験地の 82%とやや少なかった(図-11)。

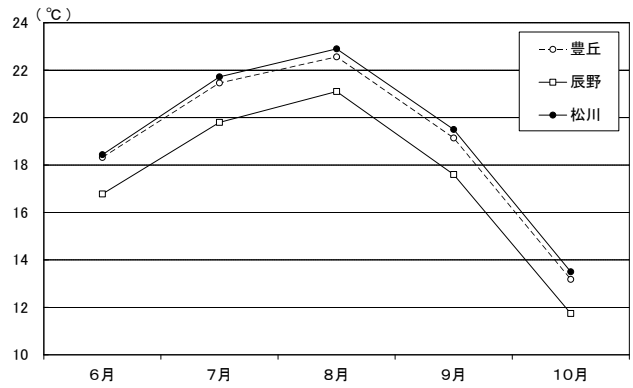


図-9 3 試験地の平均気温の比較(H.17~21 年)

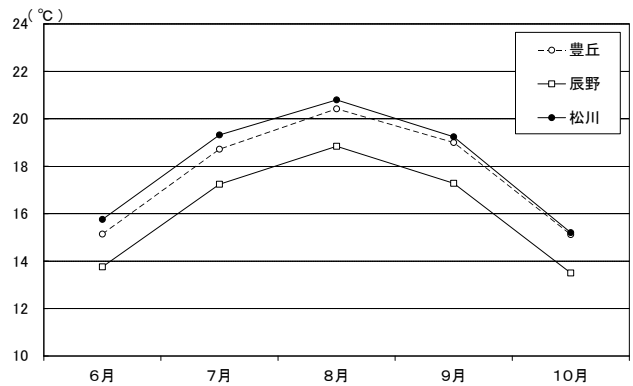


図-10 3 試験地の平均地温の比較(H.17~21 年)

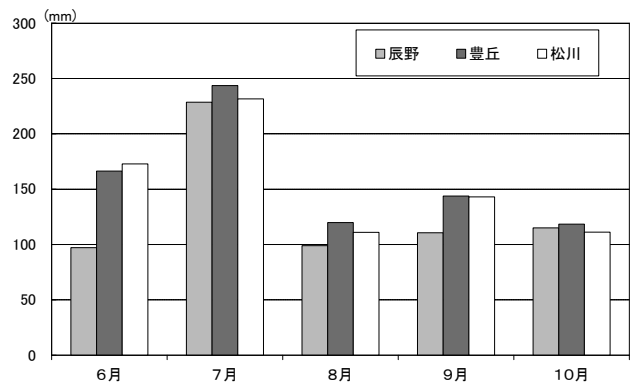


図-11 3 試験地の平均降水量の比較(H.17~21 年)

4 まとめ

現在長野県のマツタケ生産量は、西日本地域の健全なアカマツ林面積が減少して国内生産量が減少傾向にある中で、最近 5 年間の平均シェア 37.0%とその比率を高めてきている。このような状況下で、地域活性化のためマツタケ生産に関心を持つ県民も増えてきており、地元の放置されていたアカマツ林を整備して、マツタケを増産しようと積極的に考える人たちも多くなってきている。

ここでは、マツタケの発生が認められる3試験地で、気象観測、発生状況調査、孢子散布試験、獣害防止試験、ツガ・コメツガ植栽試験等を実施したが、まだ残されている問題も多い。今後解決が待たれる課題としては、シロの延命技術、安定的発生のための施業、未発生林における効率的施業、老齢発生林の次代更新、新シロ形成のための効率的孢子散布等があり、それぞれの技術開発に前向きに取り組んでいかなければならない。

森林を取り巻く厳しい経営環境の中にあつて、健全なアカマツ林を保全してマツタケを継続的に生産していくことは、山村・中山間地における経済・観光業の発展、定住化促進と深く関係しており有意義なことである。今後とも、現場の森林所有者や生産者と密接に連携をとって研究を進めていくものである。

5 謝辞

本試験の実施に際して試験地の管理及び諸調査では、辰野町雨沢耕地組合、辰野町小澤操氏、豊丘村産業振興課、豊丘村宮外勝氏、松川町小椋幸宏氏に多大なる協力を得ました。ここに感謝して厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 小川眞 (1978) マツタケの生物学, 326pp, 築地書館, 東京
- 2) マツタケ研究懇話会 (1980) マツタケ山のつくり方, 163pp, 創文, 東京
- 3) 森林微生物研究会 (1984) マツタケ-人工増殖の試み-特産シリーズ NO. 30, 142pp, (社)農山漁村文化協会, 東京
- 4) 小川眞他 (1989) マツタケは栽培できるか, 181pp, (社)全国林業改良普及協会, 東京
- 5) 石川豊治 (1981) 技術資料-マツタケ山の手入れ, 20pp, 長野県林業指導所
- 6) 伊藤武他 (1997) 新特産シリーズ-マツタケ, 181pp, 農文協, 東京
- 7) 京都府林業試験場 (1988) 試験研究解説シリーズ NO. 6-マツタケ-, 26pp
- 8) 長野県特用林産振興会 (1987, 1990, 1997, 2005) マツタケ増産の手引き-初版, 改訂版, II版, III版-, 中央プリント, 西沢印刷.
- 9) 吉村文彦 (2001) 岩泉式まつたけ山のつくり方, 73pp, 岩泉町森林組合まつたけ研究所,
- 10) 吉村文彦 (2004) ここまで来た. まつたけ栽培, 109pp, (株)トロント, 東京
- 11) 小出博志他 (1982) 林地土壌におけるマツタケのシロ形成促進条件の解明に関する試験, 長野県林指研報昭和 57 年度, 186~219.
- 12) 篠原弥寿夫他 (1987) マツタケ増産のための技術体系化試験, 長野県林指研報 2, 99~114.
- 13) 小出博志他 (1992) 人工による菌根性きのご類のシロ造成法に関する試験, 長野県林総セ研報 6, 41~59.
- 14) 小出博志他 (1996) 林地における菌根性きのご類の栽培試験, 長野県林総セ研報 10, 27~40.
- 15) 小出博志他 (2002) 菌根性きのご類の人工栽培技術の開発, 長野県林総セ研報 16, 41~52.
- 16) 竹内嘉江他 (2000) 林地における菌根性きのご類の栽培試験, 長野県林総セ研報 14, 90~104.
- 17) 竹内嘉江他 (2004) マツタケ等現地適応化調査試験IV, 長野県林総セ研報 18, 55~69,
- 18) 竹内嘉江 (2007) マツタケの豊凶指数-降水量と地温変化による豊凶の予測(II)-, 中森研 55, 201~202.
- 19) 竹内嘉江 (2010) マツタケのシロ付近における外生菌根菌量とアカマツ細根量, 中森研 58, 121~122.
- 20) 竹内嘉江 (2010) 日本菌学会第 54 回大会講演要旨集, 62.
- 21) 宮脇昭 (1977) 日本の植生, 535pp, 学研, 東京, 498~504.
- 22) 衣川堅二郎他 (1963) マツタケ発生に関する生態学的研究-生長曲線とその解析-, 大阪府大紀要 農学・生物学 14, 27~60.
- 23) 衣川堅二郎 (1965) マツタケ豊凶予想に関する一考察, 日林誌 47-2, 74~76.
- 24) 村田義一他 (2001) 北海道のマツタケの豊凶予測 (簡易予測法), 北方林業 53, 52~55.
- 25) 衛藤慎也他 (1999) 甲山試験地における 30 年間のマツタケ発生に関する調査結果, 広島県林技セ研報 31, 45~55.
- 26) 竹内嘉江 (2003) マツタケの豊凶指数-降水量と地温変化による豊凶の予測-, 中森研 51, 229~230.