

マツタケ菌の増殖法 II

林内植生の手入れとマツタケのシロの増加

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	伊藤,武 小川,真
発行元	日本林學會
巻/号	61巻5号
巻号補足	
掲載ページ	p. 163-173
発行年月	1979年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



論 文

マツタケ菌の増殖法 (II)

林内植生の手入れとマツタケのシロの増加

伊藤 武*・小川 真**

伊藤 武・小川 真：マツタケ菌の増殖法 (II) 林内植生の手入れとマツタケのシロの増加 日林誌 61: 163~173, 1979 マツタケのシロ形成を助長し、子実体発生量を増加させる目的で林齢 25 年生のアカマツ林内の下層植生の抜き切りや地表のかき起こしを行なった林分を対象に施業後 10 年間にわたって林内の環境要因、とりわけ植生、土壌、菌類についての変化を記録し、その効果をみた。その結果、マツタケのシロ数と子実体の発生量は施業後 7 年ごろから増加し始め、シロ数は放置区の約 2.4 倍に達した。地表のかき起こしはほとんど効果がなかった。植生の抜き切りによって林床は明るく、乾燥ぎみとなり、落葉量が減少し、このため堆積腐植層の形成が少なくなり、マツタケの寄主であるアカマツの細根が鉱質土層中で増加してきた。このような環境の変化に伴いマツタケと競合する数種の菌根菌や腐生菌が施業区において明らかな減少傾向を示すようになった。瘠悪地のアカマツ幼齢林分において植生手入れを行ない、その環境を改善すればマツタケのシロの誘導は可能である。

ITO, Takeshi & OGAWA, Makoto: Cultivating method of the mycorrhizal fungus, *Tricholoma matsutake* (ITO et IMAI) SING. (II) Increasing number of Shiro (fungal colony) of *T. matsutake* by thinning the understory vegetation J. Jap. For. Soc. 61:163~173, 1979 To promote the formation of Shiros (fungal colonies) of *T. matsutake*, a thinning of the understory vegetation and a ploughing of the litter layer were conducted in the stand of 25-year-old *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC., the host plant of *T. matsutake*. Changes of environmental factors, especially of vegetation, soil, and fungal flora, were recorded for the 10 years following the treatment. The number of Shiro of *T. matsutake* and its fruit body production, began to increase 7 years after the thinning. The number of Shiro increased to about 2.4 times of that on the untreated plot. Ploughing of the litter layer was ineffective in propagating Shiro. By thinning the shrubs, the forest floor became dry and light, and litter accumulation decreased. The rate of formation of the A₀ layer slowed, and the fine roots of *P. densiflora*, increased in the mineral soil horizon. Moreover, several species of other mycorrhizal fungi and some saprophytes, which were the competitors of *T. matsutake*, decreased remarkably in the treated plot. The Shiro of *T. matsutake* can be established in young pine stands forested on infertile soil by improving the environmental factors.

I. ま え が き

マツタケの人工栽培技術の開発を望む声は高く、数多くの試みが過去にもなされ、現在でも多くの研究者がその研究に取り組んでいるが、まだ完全に成功した例はない。

マツタケ発生林の生態に関する研究の歴史は古く、1930 年代にはアカマツの除・間伐や林内植生の手入れなど(1, 3, 4) が試みられ、篤農家による栽培法の考案や

普及も盛んであった。その一つは金行方式であるが、この考案者である広島県の金行幾太郎氏は長年のマツタケ山の観察によってシロの性質や害菌の生態について述べているが、現在でも参考となる事柄が多い(9)。

この試験はマツタケが発生し始めた幼齢林分に金行方式を適用し、経年的に林内環境の変化を調査し、シロの形成過程を追跡してきたものである。1966~71 年は林野庁の林業試験指導機関試験研究、メニュー課題として、マツタケ発生環境調査ならびに環境改善試験、およ

* 京都府林業試験場 Kyoto Pref. For. Expt. Sta., Funai-gun, Kyoto 629-11

** 林業試験場 For. & For. Prod. Res. Inst., P.O. Box 2 Ushiku, Ibaraki 300-12

びマツタケ発生誘導試験に参加し、その設計にしたがって他の12府県とともに実施してきた。1971年以降は京都府独自の研究として現在なお継続中である。その間10年が経過し、近年林分内にシロが急激に増加し、他の林分と比較して明らかに施業の効果が認められてきたのでこの記録を報告することにした。

調査方法および調査に指導をいただいた浜田 稔博士、菌類の同定に指導をいただいた本郷次雄博士、調査林分を提供された瑞穂町質美下区の各位、施業の実施と調査林分の管理に協力をいただいた星野哲太郎氏、岩田哲氏に謝意を表する。調査に当たって助言と援助を与えられた京都府林業試験場場長 沢田設蔵氏、香山達男氏、梅原武夫氏、小林藤雄氏、京都府立大学農学部大学院生 藤田博美氏、関西地区林業試験研究協議会特産部会マツタケ研究班のメンバーの方々に謝意を表する。

II. 調査林分

1. 位置および地況

調査林分は京都市の北西約40 km、京都府船井郡瑞穂町質美にある林齢35年生のアカマツ天然林である。調査地は図-1に示すとおり北西から南東に伸びる尾根の南西斜面と、南に伸びる支尾根を含む一帯でその面積は1.0 haである。尾根から山腹上部にかけてはゆるやかな丘陵地形であるが、中腹では15~20度、ところによっては25度以上の急傾斜地となっている。

アカマツは尾根から山腹付近まで分布し、谷筋にかけてコナラ、クヌギなどの広葉樹、ヒノキ、スギの人工造林地へと続く。

地質は秩父古生層に属し、基岩は砂岩およびチャートである。

気象は年平均気温13.6℃、年降水量1,577 mm、年に数度の積雪がある(京都地方気象台瑞穂測候所平年値)。

2. 土 壤

調査林分内7地点で土壌調査を行ない、その代表断面を図-2に示す。尾根付近は乾燥しており、一部で基岩のチャートが露出したところもあるが、図-2、No.1の断面に示すようなEr型の回復し始めたBA-Er型土壌が大半を占めている。支尾根付近は標高240 mで尾根に比べ約60 m低く、乾燥もさほど著しくなく、土壌型はNo.3の断面に示すようなBB型土壌である。山腹は深いB層をもったBB型土壌が広く分布しており、とくに支尾根鞍部一帯はNo.2断面のとおりのB層が1 m以上あり、A層の発達もよく他の場所に比べて土壌が肥沃である。

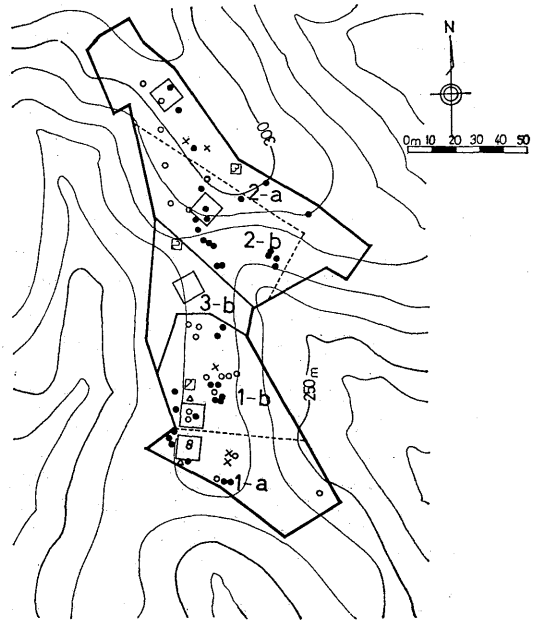


図-1. 施業区分とマツタケのシロ
Treatment plots and the location of Shiro of *T. matsutake*

□ コードラート 10×10 m Quadrates, □ 土壌代表断面
Soil profiles, △ 根量, A₀ 層調査 Sampling point of root weights and A₀ layer
○ 施業前に形成されたシロ Shiro formed before treatment, ● 施業後に形成されたシロ Shiro formed after treatment, × 形成後消滅したシロ Shiro disappeared after formation

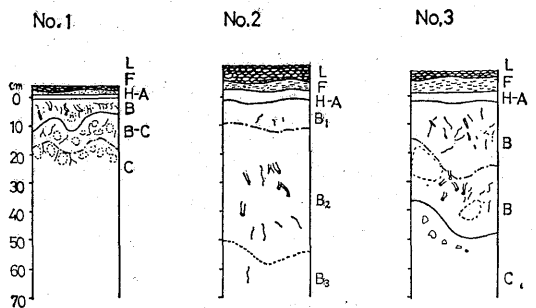


図-2. 土壌代表断面
Soil profiles

No.1 尾根 Ridge, No.2 鞍部 Saddle, No.3 斜面 Slope

A₀層は尾根付近で分布が不均一になり、厚いところでも土壌は未熟である。山腹では厚さ7~8 cmに達し、尾根に比べてF、H-A層が発達する。支尾根の鞍部では厚さ10~12 cmにもなりF層の発達が著しい。

3. 林 況

この地方は古来“丹波松茸”の主産地として知られており、調査林分についても近隣の“松茸山”と同様に最初は部落の薪炭採取地として入会利用されていたものが1940年ごろに“止め山”となり、その後天然更新によってアカマツ林に移行したものである(13)。

林齢 10 年生ごろまでは下刈りや除伐が行なわれた記録もあるが、その後放置されている。平均林齢は 35 年生で生育状況は地形や土壌条件によっていくぶん違っているが、おおむね良好であり本数密度 1,800~2,000 本/ha、樹高 11~15m、胸高直径 12~14 cm である。しかし、尾根の一部には著しく生長の悪いものもあり、逆に支尾根の鞍部では生育の優れた場所もある。

林内の中下層植生は後で述べるような抜き切り（以下植生の手入れという）の有無により種類、密度、生育状態などが異なっている。中層木としては、コバノミツバツツジ、ネジキ、ヤマウルシ、ナツハゼ、ソヨゴ、ヒサカキ、アセビなどが、下層木としては、ナツハゼ、ツクバネウツギ、カクミノスノキ、ヤマツツジなどが多い。林床にはハナゴケなどの地衣類のほかカリヤス、ススキ、ワラビなどの草本類やシダ類、アクシバ、ソヨゴなどの稚樹が散在する。A₀ 層の厚いところではソヨゴ、アセビの伏条枝が多く草本類はみられない。

4. マツタケのシロ

シロは 1976 年 10 月現在までに、調査林分 1.0 ha 内に 63 個形成され、1976 年のマツタケ子実体発生量は 624 本、51.7 kg であった。シロは初め尾根付近に集中して形成され、マツタケ子実体（以下子実体という）の発生は 1963 年ごろからみられ、1970 年ごろには山腹でのシロ形成が認められるようになった。形成年次の早いシロは密度が高いために衝突し、重なり合って不規則な形状となり、イヤ地面積も広がっている。山腹に新しく形成されたシロは子実体発生確認後 7 年未満のものが多く、群状または環状に子実体を毎年発生するシロが多い。現在でも山腹では年 2~3 個の新しいシロが確認されており、典型的ないわゆる“のぼり山”となっている。

5. 施 業 方 法

アカマツ林内の植生手入れ、地表のかき起こし（以下施業という）は 1964~5 年にかけて当時林齢 25 年生の林分に対して、京都府のマツタケ増殖事業の一環として行なわれた。この施業はマツタケ山施業として普及していた前述の金行方式を、マツタケがほとんど発生していない若い林分に適用したもので、その実施要領は次のとおりであった。

表-1. 施 業 区 分
Treatment plots

地形区分 Land Sections	施業区分 Treatment plots	面積 Area (ha)	施 業 種 別 Classification of treatment	
			植生手入れ Thinning of understory vegetation	地表かき起こし Ploughing of litter layer
1	1-a	0.180	—	+
	1-b	0.195	+	+
2	2-a	0.280	—	—
	2-b	0.225	+	—
3	3-b	0.120	+	—

+: 施業区 Treated plot, —: 放置区 Untreated plot

1) 地表のかき起こし: 3月中旬、堆積腐植層を地かき鎌などを使用し、地面にかき跡が残るよう強くかき起こす。

2) 植生の手入れ: 3月下旬までにアカマツ被圧木の除伐と劣勢木の間伐を行なう。高木性の雑木はアカマツの庇陰を考慮しながら原則として根元から伐採。低木性のものについては高さ 1.5m で摘芯する。伐採した枝条はすべて林外へ持ち出す。

以上の施業を行なうに当たって基準とされたのは、斜面方向別に樹冠の重なり具合をみて判断する庇陰率や重複率であるが、その率は絶対的なものではない。

植生の手入れは 1964 年 2 月 10 日に行なわれ、ついで翌年 4 月 10 日に萌芽の整理と地表のかき起こしが行なわれた。

施業の区分は図-1 に示すように地形により支尾根の両斜面を 1 区、尾根の南西斜面を 2 区、アカマツの生長が良い支尾根の鞍部から山腹にかけてを 3 区とし、それぞれ表-1 に示す施業が行なわれた。

植生の手入れに関しては 1-a と 2-a が放置区、1-b、2-b と 3-b が施業区である。

地表のかき起こしについては 1 区が施業区、2、3 区が放置区である。地表のかき起こしを行なったところでは、1~2 年で元の状態にもどり、現在では放置区と変わりが無い。

III. 施 業 後 の 調 査

施業後 2 年経過した 1967 年以降、林内の各施業区にコードラートを設定し、土壌、植生、マツタケおよびその他の菌類について生態調査を継続してきた。

内部を 2×2m² に区画した 10×10m² のコードラートを設け、植生と菌類および A₀ 層の分布調査はコードラート内で行ない、土壌、根量の調査はコードラート外の図-1 に示す地点で実施した。マツタケに関する調査は調査林分全域で行なった。

1. 植 生

1967年6月と1976年6月に同じ内容の調査を行った。

アカマツは樹高、胸高直径、枝下高および樹冠幅について毎木調査を行ない平均値を求めた。立木密度と被度は立木位置図ならびに樹冠投影図から求めた。アカマツ以外の樹木についても同様に毎木調査を行ない、樹種別の樹高、根元直径、枝張り、幹の傾斜方向、株数、立木本数およびその位置について測定し、立木位置図と樹冠投影図を作成した。草本類、藓苔地衣類については種類別の分布図を作成した。林内照度の測定は1976年7月27日、8月20日、11月9日に行ない、コードラート内で等間隔に36点を取り、地上10cmの高さの照度を東芝光電池照度計SP I-5を用い測定した。同時に開放林外照度の測定を行ない相対照度を求めた。

2. A₀層の分布と根量

1967年6月と1976年6月にA₀層の堆積状況をコードラート内1m間隔でとった100地点における厚さによって測定した。表層土壌中の根量も同時に測定し、アカマツの立木位置から1m以上離れた植生を含まない平坦な場所を選び、連続した5地点で調査を行ない、その平均値を求めた。根の採取は30cmの正方形、深さ10cmの枠を用い、A₀層とそれ以下に分けて行なった。A₀層はおおむねL、F、H-A層に区分し、根を取り出した。B層の根は枠に沿って深さ10cmまで切断し、土壌とともに採取し流水で洗浄した後、根および植物残渣を取り出した。採取した根はアカマツとその他のものに区分し、太さ別に長さを測定した後、60℃で96時間乾燥し、計量した。落葉、粗腐植および腐植は風乾後同じ方法で乾燥し、計量した。

3. 高等菌類

コードラート内に発生した高等菌類については1968年以降、1976年までの8年間、5～12月は平均月5回、とくに梅雨期と秋期には週2回程度集中的に調査を行なった。

採取した子実体は種類別に発生位置、重量、発生本数および菌糸の生息場所の調査を行ない、年度ごとに発生位置図を作成した。マツタケのシロは数年間の発生位置から発生型を読み取り、独立した発生型を示すものについてはシロとみなし、形成順に番号をつけた。シロ密度の高いところではシロの生長に伴ってシロの重なり合いが認められたが、その時点で1個のシロとして取り扱い、重なり合う前のシロ番号を連記して区分した。また7年以上子実体が発生しないシロについては消滅したものとみなした。

シロ年齢の推定は小川の推定式によった(17)。

IV. 調 査 結 果

前述のとおり、調査林分は地形により1, 2, 3区に区分しているが、1, 2区は土壌型、植生などが似かよっているところが多い。3区は土層が厚く、肥沃さみであるため1, 2区とはかなり異なっている。したがって、調査林分全体に関係するアカマツの生育およびマツタケのシロなどについては、1, 2, 3区内の5コードラートの調査結果をとりまとめ、中下層植生、A₀層、根量、高等菌類など施業によって変化したと思われる項目については1区内の1-a区、1-b区のコードラートおよびその周辺での調査結果をとりまとめた。

1. 植 生

1) アカマツ

各項目の測定値をとりまとめて表-2に示した。地形区分による生育量の差を比較すると1, 2区間では1967年と1976年の調査結果から樹高、直径生長に差は認められない。3区では、1, 2区に比べ、すでに1967年の調査時点で樹高生長で平均4.76m、直径生長で平均3.0cmの差があり、1976年の調査ではそれぞれ5.77m、4.17cmに拡大している。枝下高や本数密度についてもその差は大きい。測定値を近畿地方アカマツ林分収穫表(18)と照合すると、1, 2区は地位4等地、3区は2等地の値に近似する。

植生の手入れがアカマツの生長に与えた影響を調べるために、1, 2区内の植生手入れ区と放置区について1967年と1976年の生長量の測定値との平均差を求めたが、その生育量には有意な差が認められなかった。植生の手入れを行なった林分の林齢が25年生で、すでに広葉樹との種間競争が終わっており、施業によるアカマツの生長に対する影響はあまりなかったものと考えられる。

2) 中下層および林床植生

中下層木の生育状況を表-3にまとめ、その樹高階別の本数分布を図-3に示した。

第1回目の調査は施業2年後に行なったため、施業前および直後の状況は推定によらざるをえない。

1967年における1-a区の平均本数密度は11.3本/m²、樹種別にはヒサカキ、ソヨゴ、アセビを主とする常緑広葉樹が38%、コバノミツバツツジ、ヤマウルシ、ネジキを主とする落葉広葉樹が62%であった。樹高階層別にみた中下層木の構成は1.0m以下のものの80%が常緑広葉樹、1.0m以上では74%が落葉広葉樹であった。全体の生育状況をみると、中下層木の樹冠は約2.5m

表-2. アカマツの生長
Growth of *Pinus densiflora*

測 定 項 目 Type of measurement	年 次 year	地 形 区 分 Land sections				
		1	2			3
		施 業 区 分 Treatment plots				
		1-a	1-b	2-a	2-b	3-b
樹 高 (m) Tree height	'67	7.49	7.30	7.17	7.48	12.12
	'76	10.35	12.56	10.49	10.47	16.74
胸 高 直 徑 (cm) Stem diameter at breast hight	'67	7.85	8.73	8.81	9.20	11.65
	'76	11.87	12.75	12.12	12.88	16.58
樹 冠 幅 (m) Crown span	'67	2.12×2.20	1.90×2.20	2.20×2.30	2.30×2.30	2.50×2.60
	'76	3.70×3.79	2.83×3.19	2.98×3.14	2.78×3.25	3.74×3.74
枝 下 高 (m) Stem height	'67	4.83	4.83	4.16	4.63	7.47
	'76	6.25	8.32	5.96	6.43	10.04
立 木 本 數 (本/a) Number of standing trees	'67	32	28	21	27	21
	'76	23	21	17	20	16
被 度 (%) Crown cover	'67	77.27	77.93	62.68	88.06	86.83
	'76	97.74	90.14	86.30	96.87	88.90

表-3. 中下層植生の生長
Growth of understory trees

施業区分 Treatment plots	年次 Year	総本数 Total number of trees (本)	平均樹高 Mean height (m)	平均根元直径 Mean basal diameter (cm)	総樹冠面積 Total crown cover (m ²)	相対照度 Relative light intensity (%)	優占樹種の立木本数 Number of standing trees of five dominant species (本)
1-a	'67	1,134	1.89	1.64	214.1	—	コバノミツバツツジ (<i>Rhododendron reticulatum</i>) 440 ヒサカキ (<i>Eurya japonica</i>) 189 アセビ (<i>Pieris japonica</i>) 155 ヤマウルシ (<i>Rhus trichocarpa</i>) 104 ソヨゴ (<i>Ilex pedunculosa</i>) 67
	'76	1,147	1.06	1.03	577.3	3.08	コバノミツバツツジ (<i>R.r.</i>) 265 アセビ (<i>P.j.</i>) 246 ソヨゴ (<i>I.p.</i>) 135 ヒサカキ (<i>E.j.</i>) 132 ツクバネウツギ (<i>Abelia spathulata</i>) 91
1-b	'67	1,537	1.12	0.97	175.8	—	ヒサカキ (<i>E.j.</i>) 335 アセビ (<i>P.j.</i>) 326 コバノミツバツツジ (<i>R.r.</i>) 209 ソヨゴ (<i>I.p.</i>) 129 ツクバネウツギ (<i>A.s.</i>) 111
	'76	1,400	0.78	0.83	461.7	6.36	コバノミツバツツジ (<i>R.r.</i>) 181 ソヨゴ (<i>I.p.</i>) 180 アセビ (<i>P.j.</i>) 173 ヒサカキ (<i>E.j.</i>) 151 ヤマウルシ (<i>R.t.</i>) 150

の高さまで繁茂し、その構成は上層がコバノミツバツツジを主とした落葉広葉樹、中層が落葉、常緑広葉樹の混交、下層はヒサカキ、アセビを主とした常緑広葉樹であった。林床にはカリヤス、サルトリイバラ、ススキなどの草本類とワラビが散在した。このように 1964 年当時の 1-a 区は林内に広葉樹が密生し、立ち入りすら困難な状況であったと思われる。

これに対して、前述の施業要領を考慮しながら 1-b 区の状態を 1-a 区のそれと比較してみると、植生手入れの具体的な内容が明らかとなる。施業としては樹高 1.0m 以上の中下層木の 54% が抜き切りされ、残存木のうち

樹高 1.5m 以上のものの多くが摘芯された。また、伐採木の約 80% が落葉広葉樹で出現率の高いコバノミツバツツジとヤマウルシが伐採された。残存木はおもにヒサカキ、アセビ、ソヨゴなどの常緑広葉樹で 1m² 当たり 4 本程度とされた。樹高 1.0m 以下については、施業時にすべて伐採されたが、1967 年の調査では、1-a 区の 4 倍以上に本数が増加した。これは中下層木の急激な抜き切りにより、伐根からの萌芽や草本類がいっせいに生長した結果である。萌芽の整理は 1965 年 4 月に行なわれたが、萌芽による植生の回復はかなり速い。

次に、両区の 10 年後の変化をみると、1-a 区では

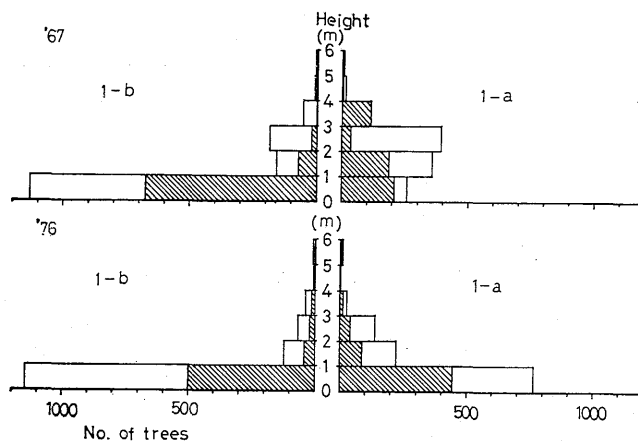


図-3. 中下層木の樹高階別成立本数
Number of understory trees by height

■ 常緑広葉樹 Evergreen broad-leaved trees, □ 落葉広葉樹 Deciduous broad-leaved trees

1967 年当時に比べて全体の木数密度は変わらないが、樹種や樹高階層別の本数密度には大きな変化が認められた。すなわち、樹高 1.0m 以上の中下層木は当時の 56% まで減少しており、樹種もコバノミツバツツジが 70% 近くを占める植生に変化した。これはアカマツの生長に伴って林内に射入する陽光が減少し、中下層木間の競争が強まった結果であろう。また、本数密度は低下しているものの樹冠面積の大幅な増加がみられ、単木としては枝条が発達したものが増えた。このように厚いコバノミツバツツジの樹冠におおわれたため、1967 年当時にみられたヤマウルシ、ネジキなどは少なくなり、耐陰性のヒサカキ、ソヨゴ、アセビなどの常緑広葉樹が繁茂した。

樹高 1.0m 以下の植生については、 A_0 層の厚いところで 1967 年当時にはなかったソヨゴの稚樹や伏条枝、矮小なツクパネウツギが分布し、ワラビ、ススキなどは完全に消失した。

1-b 区においては、全体の木数密度は 1967 年に比べ、 1m^2 当たり 14 本とわずかに低下したが、いぜんとして高い。樹高 1.0m 以上の中下層木は、主として当時の残存木であった常緑広葉樹がそのまま生長しているが、枝条の発達がきわめて良好であり、摘芯されたものでも萌芽によるその後の樹高生長は旺盛である。樹高 1.0m 以下の植生については、本数密度、樹種ともにそれほど大きな変化はなかった。これは施業当時の伐採木であるコバノミツバツツジ、ヤマウルシ、アセビ、ヒサカキなどの萌芽が約 1.0m まで生長したためである。林床にはアセビ、ソヨゴの稚樹やワラビなどがあつた。

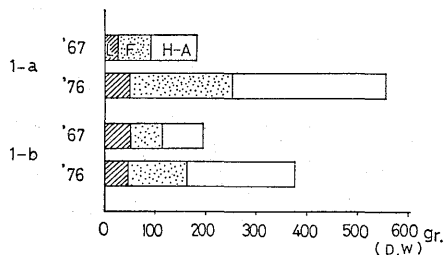


図-4. A_0 層の組成
Composition of A_0 layer

2. A_0 層と根量

1) A_0 層

植生の手入れによる A_0 層の厚さの変化およびかき起こし施業の影響などを検討したが、 A_0 層の堆積は地形や植生のわずかな違いにより変化が激しく、ここでは明らかな傾向を認めることができなかった。今回、同時に行なった 1-a、1-b 区内の定位における単位面積当たりの A_0 層の組成と重量の変化を図-4 に示した。1965 年に行なわれた地表のかき起こしは施業要領からみると、結果として層位のかく乱と均一化を行なったものであった。

1967 年の調査では、1-a 区と 1-b 区の A_0 層にはほとんど差がなかった。1967~76 年までの変化をみると、1-a 区では 1967 年に比べ L 層が 1.8 倍、F 層と H-A 層が 3.1 倍となり、 A_0 層全量で 2.9 倍に増加した。1-b 区では L 層が 0.9 倍に減り、F 層が 1.9 倍、H-A 層が 2.4 倍に増加した。両区の層位別の堆積量を比較すると、1-a 区の増加率が高く、とくに F 層と H-A 層の増加率は 1-b 区のそれよりはるかに大きかった。

表-4. 根 量 の 変 化
Changes of root weights

単位 gr (D.W.)

施業区分 Treatment plots	年 次 Year	F~H-A		B				広 葉 樹 Broad- leaved trees	
		アカマツ <i>Pinus densiflora</i>	広 葉 樹 Broad- leaved trees	アカマツ直径階別重量 Dry weight of diameter ranges in <i>Pinus densiflora</i> root systems			Total		
				1.0 mm 以下	1.1~5.0 mm	5.0 mm 以上			
1-a	{	'67	2.38	4.16	2.20	6.24	5.09	13.53	11.10
		'76	14.28	16.33	2.73	16.29	83.70	102.72	63.36
1-b	{	'67	2.36	6.67	1.60	8.59	5.64	15.83	12.08
		'76	6.10	9.70	4.06	22.24	31.28	57.58	27.38

これらの結果から、植生の手入れによって落葉量が減少し、1-b 区の A₀ 層に質的な変化を起こさせており、放置区に比べて F 層と H-A 層が薄く、A₀ 層の量が 10 年間で大きく開くのがわかる。

2) 根 量

アカマツの細根量とその分布状態は、シロの形成頻度を左右するものであり(15)、施業の影響を検討する場合にはその測定が必要となる。しかしながら、細根の分布と重量の測定についての報告はほとんどなく、その方法に関しても確立されたものはない。今回実施した方法についても多少の問題点があるが、ここでは A₀ 層の調査と同じ位置において、A₀-A 層および B 層中の単位体積中に含まれる根の直径別平均重量を測定し、その結果を表-4 に示した。

A₀ 層中の細根は大部分が H-A 層に分布しており、白、黄色の菌糸束や菌糸層が認められ、アカマツの細根はほとんど菌根化していた。B 層ではアカマツの細根が深さ 10 cm までに分布し、それ以下では少なかった。

1967 年当時の各層位におけるアカマツと広葉樹の根量およびアカマツの直径別根量をみると、1-a 区と 1-b 区とに大きな差はなかった。これは A₀ 層のかき起こしによる根系の切断や A₀ 層の均一化もあって、当時両区間の根量とその分布は類似していたと考えられる。その後 1976 年までの動きをみると、各層位別のアカマツと広葉樹の根量がともに 1-a 区で増加した。A₀ 層中のアカマツの根は 1-a 区で 6.0 倍にも達したが、1-b 区では 2.5 倍にとどまった。また、B 層中のアカマツ根量も同様、1-a 区で 7.6 倍に増加し、1-b 区の 3.6 倍に比べその増加率が高かった。しかし、アカマツの太さ別の根量を比較すると、1-a 区では直径 5.0 mm 以上の太い根が 1967 年に比べて 16.0 倍と多かったのに対し、1-b 区では 5.5 倍にすぎなかった。この太さの根はマツタケの菌根とならない根である。

マツタケにとって重要な直径 1.0 mm 以下の細根は(15)、1-a 区で 1.2 倍になったのに対し、1-b 区では 2.5 倍と非常に多くなっており、本数でみると 10 倍程

度になった。

なお、京都府林業試験場の小林がその後予備調査として実施した結果では、この太さの根は林内の表層土壌ではかなり均一に分布する傾向を確認している(未発表)。

以上の結果から、植生の手入れが行なわれなかった 1-a 区では A₀ 層、とりわけ F 層や H-A 層の堆積量の増加が認められ、アカマツおよび広葉樹の細根の多くが A₀ 層中で旺盛な生育を示していた。B 層中では細根量は減少して太い根系の生育が促進されていた。

植生手入れが行なわれた 1-b 区では、F 層や H-A 層の形成が貧弱であり、そのなかに分布する細根も少なく、B 層中において細根量の増加を認めることができた。

3. 高等菌類

調査林分内における 9 年間にわたる高等菌類の発生消長や生態などについては別に報告することとし、ここでは調査対象とした 1 区内のコードラートにおける発生消長について年次別に示す。採集された菌類は 1-a 区で 13 科 30 属 78 種、1-b 区で 12 科 28 属 60 種に及んだ。このうち発生量の多いものの中から生活様式に特徴のあるもの 15 種を選び、それを区分してグループ化し図-5 に発生推移を示した。

1-a、1-b 区における菌類相および発生量の推移には明らかな違いが認められる。これは年次の気象や林内環境の差に起因するばかりでなく、基質としての落葉、落枝の量と質およびその分解と層位の発達、根量の変化などによるものと考えられる。

生活様式別にみた場合、腐生菌の変動は A₀ 層の変化と直接関係し、植生の手入れが行なわれていない 1-a 区での腐生菌の種類と量は 1-b 区に比べて多く、増加率も高いものが多い。

菌根菌の場合には、層位の発達とそこに集まる根の質と量によって生息状況に変化が現われる。前述のとおり 1967 年当時の両区は植生手入れの有無によって本数密度や樹種の構成、庇陰状態に大きな差が生じていたもの

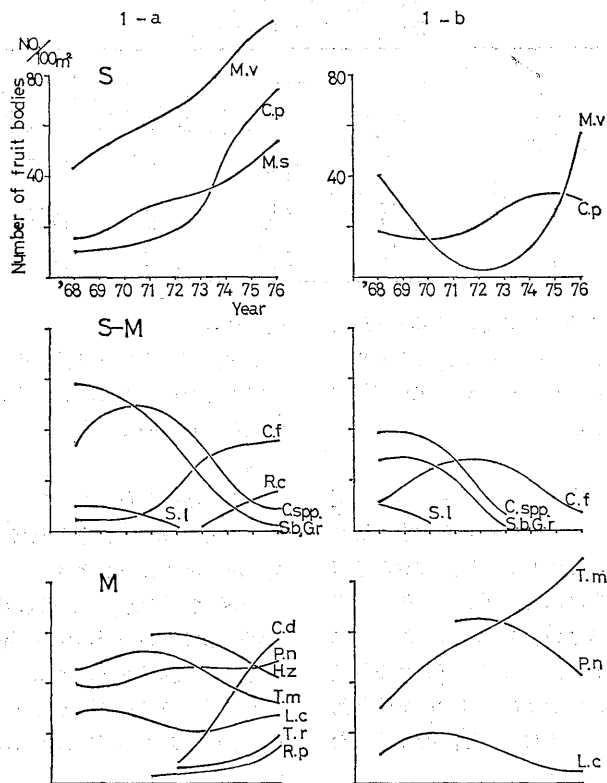


図-5. 高等菌類の発生消長

Changes of the fungal flora according to the thinning of understory vegetation

10 m×10 m 調査区内子実体発生本数

Number of fruit bodies in 10 m×10 m quadrat

S: 腐生性菌

M.v: ハイロチメアシタケ

C.p: ワサビカレバタケ

S-M: 腐生的能力をもつ菌根菌

M.s: ハリガネオチバタケ

C.f: トガリヒメフウセンタケ

C.spp.: フウセンタケ属の3未知種

R.c: シュウゲンジ

S.l: スメリイグチ

S.b: アミタケ

G.r: オオギタケ

M: 菌根性菌

T.m: マツタケ

T.r: マツタケモドキ

C.d: ハナウロコタケ

P.n: クロハリタケ

H.z: チャハリタケ

L.c: キチチタケ

R.p: シロハツモドキ

S: Saprophyte

M.v: *Mycena vulgaris*C.p: *Collybia peronata*M.s: *Marasmius siccus*

S-M: Mycorrhizal fungi with saprophytic activity

C.f: *Cortinarius flexipes*C.spp.: *Cortinarius*R.c: *Rozites caperata*S.l: *Suillus luteus*S.b: *Suillus bovinus*G.r: *Gomphidius roseus*

M: Mycorrhizal fungi

T.m: *Tricholoma matsutake*T.r: *Tricholoma robustum*C.d: *Cotylidia decolorans*P.n: *Phellodon niger*H.z: *Hydnellum zonatus*L.c: *Lactarius chrysorrheus*R.p: *Russula pseudodeltica*

の、 A_0 層の組成や根量にはそれほど大きな差が認められなかったために、そこに生息する菌類相についても、1968~70 年の間は両区に共通する種類が多かった。アミタケ、オオギタケ、ヌメリイグチ、トガリヒメフウセンタケ、フウセンタケの未知種などの腐生的能力をもつ

た菌根菌、キチチタケ、クロハリタケ、マツタケなどの菌根菌が旺盛な発生を示していた。ところが、1971~74 年に至り、まず幼齢林分に共通のヌメリイグチ、アミタケ、オオギタケ(7, 19)、続いてフウセンタケ属の未知種が順次減少傾向を示し、1-b 区では 1971 年以降ほとん

ど発生しなくなった。1-a 区では漸減しているものの 1975 年に至るまで、これらの発生が続いた。

その後、両区の菌類相は大きく変化し、1-a 区ではアマタケ、フウセンタケ属の未知種などの減少に伴い、1972 年ごろからシロハツモドキ、マツタケモドキ、ハナウロコタケ、チャハリタケ、ショウゲンジなど、これまで発生していなかったものが続々と出現し始め、同時にマツタケの減少傾向もそのころから認められてきた。このような変遷は A₀ 層の質的な変化に起因するものである。

一方、1-b 区ではアマタケやフウセンタケ属の未知種が急速に減少したあと、1-a 区のような新しい種類の出現はほとんど認められず、マツタケ発生量の増加と新しいシロの形成が認められるようになり、逆に従来から発生していたキチチタケやクロハリタケの減少傾向が認められた。

以上のとおり、両区の菌類相は 1972 年ごろを境にして大きく変化していることが明らかになった。このころから植生手入れの影響が林床の堆積腐植や表層土壤に強く現われ始めたものとみている。

4. マツタケのシロ

マツタケの発生量はその年の気象条件により豊凶差が激しく、この調査林分においても増減をくり返しながらシロ数の増加に伴い上昇傾向を示してきた。したがってシロの形成促進を図ることを目的にしたこの施業の場合には、子実体発生量の推移からよりも、むしろシロ数の変化によってその効果を判定するのが妥当である。

1976 年 10 月現在までに調査林分内 1.0ha 内に形成されたシロは 63 個であった。各施業区別の 1ha 当たりのシロ増加の傾向と調査林分全体の子実体の年次別発生量の推移を図-6 に示す。

最も早く形成されたシロは 1963 年、林齢 22 年生のときに 1 区内の尾根筋にかたまって形成されたものである。これは当時の尾根の環境がすでにシロ形成に適した状態になっており、また 1 区の隣接林分がすでにマツタケの発生林分であり、うつり現象によってシロ形成がとくに早く始まったためと考えられる。続いて 2 区内の尾根付近に数個のシロが認められたものの、その後放置された両区ではシロはほとんど増加しなかった。

1969 年のシロ密度は 1 区内で 1ha 当たり、40.0 個に達していたのに対し、2 区内ではわずかに 5.8 個であり、3 区内ではシロがなく、同じ林内においても当初からシロの形成は大きな差が認められた。地形や土壤、植生などから判断すると、1-a、2-a 区は尾根に近く位置しており、元来マツタケの発生には適した場所である。

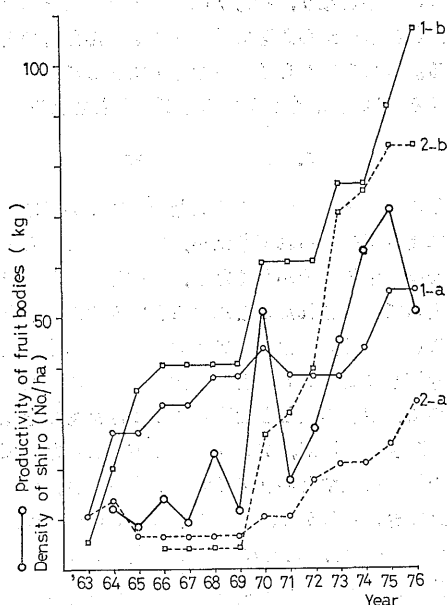


図-6. 施業区別のシロ密度と全体子実体発生量の推移
The density of Shiro in treatment plots and the total productivity of fruit bodies in all areas

1969~76 年までのシロ密度の伸びを比較すると、1-a 区が 1.1 倍に対して 1-b 区が 2.6 倍、2-a 区が 4.0 倍に対して 2-b 区が 19.2 倍になっている。また、1976 年現在の 1ha 当たりのシロ密度を比較すると、1-a 区が 55.6 個に対し、1-b 区が 107.7 個で約 1.9 倍、2-a 区が 28.6 個に対して 2-b 区は 84.4 個で約 3 倍の差が生じている。とくにシロ形成率とシロ密度の低い 1-a、2-a 区においては、いちど形成されたがその後子実体が発生しなくなって、消滅したものとみられるシロが各 2 個ずつあり、1-a 区ではコードラート内にある 1963 年に形成されたシロのように、1971 年までは子実体が旺盛に環状発生していたが、最近では発生量が大幅に低下し、衰弱しつつあるシロも認められる。このように、1969 年以降において植生手入れが行なわれた 1-b 区と 2-b 区のシロ形成数が急増していることが明らかになった。

地表のかき起こしは 1 区内全域で行なわれたが、1-a 区におけるその後のシロの形成状況からみて、ほとんど効果はなかったものと考えられる。また、植生の手入れが行なわれた 3 区でのシロ形成は現在に至るまでなく、土壤および植生からみてシロ形成がかなり遅れるか、または期待できないと思われる。なお、1969 年以降に確認したシロ 43 個について、シロ年齢の推定式により菌根形成年次を計算したところ、1976 年現在、平均シロ

年齢 8.07 年となり、93% が 10 年生未満であったことから、施業直後から急速に菌根形成が進んだものと考えられる。菌根形成から子実体を発生できるほどにシロが成熟するには、少なくとも 4~5 年が必要とされる(8,14)。

V. 考 察

近年のマツタケ発生量の急激な減少については、多くの人によって論じられてきたが、アカマツ林から燃料や下草を採取する必要がなくなり、里山地帯が昭和 30 年代に入って放置されたことによるというのが定説となっている(10~12)。本報告はアカマツ幼齢林の中下層植生の抜き切りによるシロ数と子実体発生量の増加を実証したもので、定説の正しさを実際に裏づけたものと思っている。昭和初期以来、アカマツ林の施業を行なってマツタケの発生を促すというアイデアが提案され、各地で普及されてきた。しかし、マツタケのシロの生態に関する知識(5, 6, 14, 16)、とくにシロの年齢、アカマツの根および他の菌類とマツタケとの関係などの基礎的な知識が欠如していたために失敗をくり返し、これらの方法はしだいに忘れられていった。

シロは林齢 20 年生ごろから尾根沿いに形成され始め、しだいに山腹へ移る。シロ形成の最盛期は林齢 30 年生前後で、それを過ぎると少なくなる。このような林齢に伴う推移はアカマツ林内の生態系が林齢とともに変化し、マツタケが菌類サクセッションの一部に組み込まれていることを物語っている(2, 19)。

もし、アカマツ林を放置した場合には A₀ 層が異常に堆積し、他の菌類が繁殖してマツタケが好む環境はなくなり、シロ形成は望めなくなる。林齢 24 年生のアカマツ林は下層植生が密生し、落葉がたまり始め、アカマツによって林冠が閉鎖した直後である。この時期に植生の手入れを行なうと林内が明るくなり、乾燥気味になるとともに落葉量が減少し、堆積腐植の量が減少する。乾くので F, H 層の形成が悪く A₀ 層全体が薄くなり、この状態は 10 年を経過してもそれほど変わらない。堆積腐植の層が厚いと植物の根は A₀ 層に上昇し、アカマツの根も表層に集中する。アカマツの根ばかりでなく広葉樹の根が増加し、一定体積の中ではアカマツ細根の比率が下がることになる。とくに、マツタケが生息する B 層の細根量が減少する。A₀ 層が薄い施業林分では根が鉾質土層で多くなり、広葉樹の根も少ないので明らかにアカマツの細根が増加する。これはマツタケばかりでなく菌根菌の繁殖にとっては必須条件の一つである。

A₀ 層の減少とその中の細根量の減少は落葉分解性の腐生菌と腐生的能力をもった菌根菌の減少をもたらし、

H 層の発達が悪い場合には H-A 層に生息するケロウジ、クロハリタケ、マツタケモドキなどマツタケと生活様式の類似した害菌の繁殖がおさえられることとなる。

高等菌類の林内サクセッションは緩慢に進行し、放置林分では腐生菌と腐生的能力をもった菌根菌が増加し、菌類の全量も増加する。一方、施業林分では腐生菌は増加せず、菌根菌が増加するというように一定の傾向が認められた。これは高等菌類だけでなく、一般微生物や土壤動物の増減の指標となるもので、生物相全体が施業林分では貧弱になっているといえる(17)。

マツタケにとって、この施業は栄養を供給する根が増え、競合する微生物や菌類が減少し、生活する空間が増加することになる。シロが新たに形成され、また生長していくためにもこのようにマツタケが定着できる場所と餌の供給が確実に保証されていなければならない。

林内の一部にできていたシロの子実体から孢子が生産され、このようにしてできあがった空間に新たにシロができる、いわゆる、うつり現象も促進される。林内に既成のシロがない場合でも、植生手入れによって新たにシロが形成される実例を最近府下でも数カ所確認している。

アカマツ林生態系の成熟過程が、林分の閉鎖直後に大きく変わると思われ、この時期に植生の手入れを行なうことは生態系の変遷過程を変えるものと思われる。わずかに施業の実施が数年遅れただけで、マツタケのシロが増えず他の菌類が繁殖し、シロが形成されない例も確認しているので(未発表)、施業の適齢期が重要な要件となる。

アカマツ林分の閉鎖が始まるまでに行なうのが最も適当ではないかと考えている。

引用文献

- (1) 朝田 盛: 松茸の発生とその増殖に対する一考察(II). 日林誌 14: 969~971, 1932
- (2) ———: 松茸の増殖について(II). 茸類の研究 3(2): 96~104, 1937
- (3) 千原勘一郎: 松茸の話. 山のさち 60: 9~10, 1932
- (4) ———: 同. 山のさち 67: 25~27, 1933
- (5) 浜田 稔: マツタケ. 自然 8(11): 56~64, 1953
- (6) ———: マツタケの生理生態に関する研究. 農林水産業特別試験研究費補助金による研究報告書: 1~126, 1968
- (7) 本郷次雄: アカマツ林のキノコ類. マツタケ—研究と増産— 53~60, マツタケ研究懇話会, 京都, 1964
- (8) 伊藤 武: マツタケ発生環境改善試験(III) 52 年度業務報告. 15, 京都府林業試験場, 1977
- (9) 金行幾太郎: マツタケの増産について. 林業技術 225: 33, 1960
- (10) 枯木熊人: 主な特用林産物の生産技術—マツタケ—. 特用林産ハンドブック, 174~188, 地球社, 東京, 1976
- (11) 紺谷修治: 最近のマツタケ増産に関する研究の動向について

- て. みやま (大阪営林局) 4: 8~9, 1977
- (12) 京都府林業試験場: マツタケ (Ⅲ) 増産への道. 試験研究解説シリーズ 4:1~13, 1977
- (13) 瑞穂町: 梅田村史 (林業編). 162~164, 1976
- (14) 小川 真: アカマツ林における菌根菌—マツタケ—の微生物生態学的研究 (I) マツタケのシロ. 林試研報 272: 79~121, 1975
- (15) ———: 同 (Ⅱ) マツタケの菌根. 林試研報 278: 21~49, 1975
- (16) ———: 同 (Ⅲ). マツタケのシロ土壌と菌根における菌類相. 林試研報 293: 105~170, 1977
- (17) 小川 真: 同 (Ⅳ) 菌類社会におけるマツタケのシロ. 林試研報 297: 59~104, 1977
- (18) 岡 和夫: 近畿地方アカマツ林の成長並びに林木構成に関する資料. アカマツに関する研究論文集, 254, 日本林学会関西支部, 1954
- (19) 相良直彦: アカマツ林に発生する肉質キノコ類の菌類社会学的研究(予報). マツタケ—研究と増産— 61~64, マツタケ研究懇話会, 京都, 1964

(1978年9月27日受理)

学会記事

○「都市の自然環境」に関するシンポジウムプログラム

日時: 昭和54年6月29日 (金) 13:00~17:00

会場: 日本学術会議大会議室

(地下鉄千代田線・乃木坂駅下車徒歩1分。電話

03 (403) 6291 内線 246)

主催: 日本学術会議自然保護研究連絡委員会

司会: 小関隆祺, 北沢右三

プログラム

1. 開会の辞 (福島要一)
2. 講演 13:10~16:15
 - 1) 都市の自然環境の問題点 (沼田 真)
 - 2) 大気汚染に対する植物の反応 (戸塚 績)
 - 3) 都市河川の汚染 (手塚泰彦)
 - 4) 都市環境と植物 (飯泉 茂)
 - 5) 都市と鳥類 (千羽晋示)
3. 総合討論 16:15~16:50
4. 閉会の辞 (小関隆祺)