

岐阜県森林研究所

研 究 報 告

第 41 号

**Bulletin of the Gifu Prefectural
Research Institute for Forests**

岐阜県森林研究所

岐阜県美濃市

2012年3月

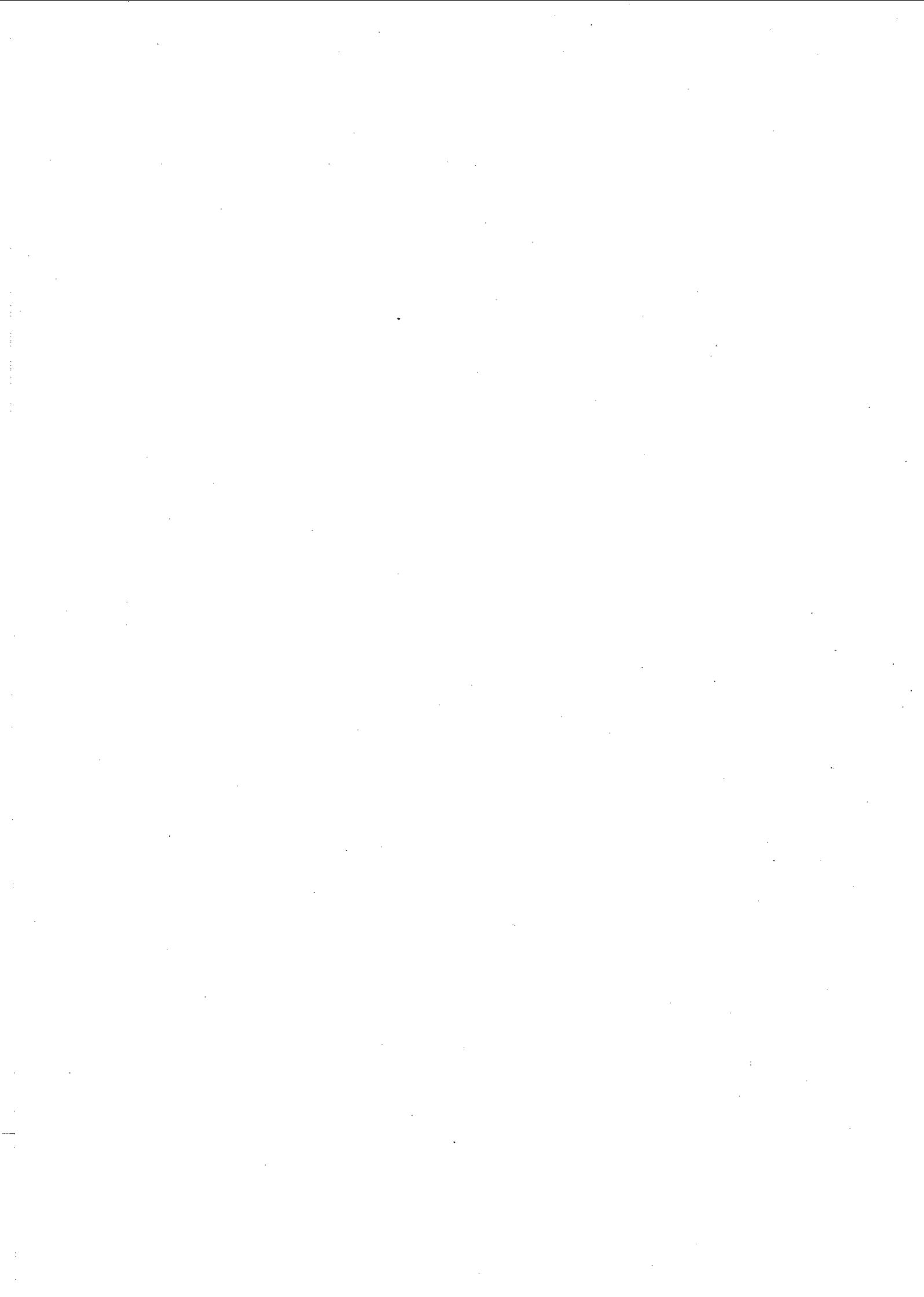
目 次

論 文

- スギの初期成長に及ぼす立地と施肥の影響, および省力造林の可能性…………… 1
渡邊 仁志
茂木 靖和

資 料

- 栽培環境がアマドコロの根茎成長に及ぼす影響 —栽培1年目の経過—…………… 7
茂木 靖和
- エリンギおよびシイタケ菌床栽培における乾燥オカラと消石灰の添加効果……………13
水谷 和人
久田 善純
上辻 久敏



スギの初期成長に及ぼす立地と施肥の影響, および省力造林の可能性

渡邊仁志・茂木靖和

Effects of soil type and fertilization for initial growth of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* (L. fil.) D. Don) and their possibility of labor-saving forestation

Hitoshi WATANABE and Yasukazu MOTEGI

異なる立地条件のスギ植栽地において植栽後7年間にわたり施肥を継続し、スギの初期成長に及ぼす立地と施肥の影響、および施肥による植栽初期の保育作業（下刈り）省力化の可能性について検討した。無施肥区における樹高成長は、土壌条件に対応して、B_b試験地<B_b(d)試験地<B_b試験地の順に大きかった。施肥効果はすべての試験地で認められたが、その程度は土壌型や施肥量によって異なっていた。施肥効果は、B_b試験地>B_b(d)試験地>B_b試験地の順に高かった。しかし、B_b試験地（施肥試験区）の樹高はその他の試験地（無施肥区）の樹高には及ばなかった。一方、B_b(d)試験地（施肥試験区）の樹高は、B_b試験地（無施肥区）の樹高よりも高くなった。このことから、施肥は本来の立地条件を大幅に向上するものではないが、スギの成育適地を多少拡大する可能性があると考えられた。また、施肥により下刈り作業の期間は1~2年短縮でき、このうちB_b型土壌においては下刈り期間は4年になることが示唆された。

キーワード：スギ、林地肥培、施肥、省力造林、下刈り、立地、樹高成長

I はじめに

人工林管理にかかる労力・費用のうち、初期保育が占める割合は極めて高い。なかでも下刈り作業にかかるコストは、全育林コストの3割から4割程度（農林水産省統計部編，2004；室，2008）に達しており、森林所有者への大きな負担となっている。この下刈り作業を省力化し低コストな施肥方法を確立することは、森林所有者の労力・費用的な負担を減らし、伐採後の確実な再造林を進めるうえで重要である。

下刈り作業の省力化を目指した研究としては、これまでに防草資材の設置、除草剤の使用、下刈り方法の工夫や回数を減らすことによる簡略化などの報告がある（島田，2008）。これらの手法のうち、下刈りの簡略化または省略（長谷川ら，2005；島田，2008；下園ら，2009）を成功させるためには、下刈り回数の減少による植栽木への負の影響、すなわち下刈り対象（雑草）による被圧、および雑草との養水分の収奪により発生する植栽木の成長低下や形質悪化、が少なくなるような対策が必要である。そのためにとられる対

策としては、樹高成長が優れた品種の導入や大苗の植栽（下園ら，2009；平岡ら，2009）、または施肥などによって植栽木の初期成長速度を大きくし、植栽木が雑草の高さを抜け出すまでの期間を短縮することが考えられる。

スギ（*Cryptomeria japonica* (L. fil.) D. Don）は、養水分への要求度が比較的高い樹種（橋本ら，1969）であることから、植栽初期の成長を高めるために、林地肥培に関する研究が盛んに行われてきた（原田，1979）。岐阜県下においても竹下（1982）などの研究例があるが、その一方で、施肥と保育作業の省力化との関連性について検討した事例は少ない。しかし、これからの低コスト林業を考える場合、林地肥培による植栽木の成長促進効果について、捉え直しておく必要がある。

岐阜県中部にある下呂実験林の適地適木実験林では、斜面上の位置（立地）が異なる試験地において植栽後の数年間にわたり林地肥培が続けられ、主要造林樹種の成長過程が継続調査されている（竹下ら，1966；竹下ら，1967；竹下ら，1968；岐阜県林業試験場，1969；岐阜県林業試験場，1970；中村ら，1971；中村ら，1972；

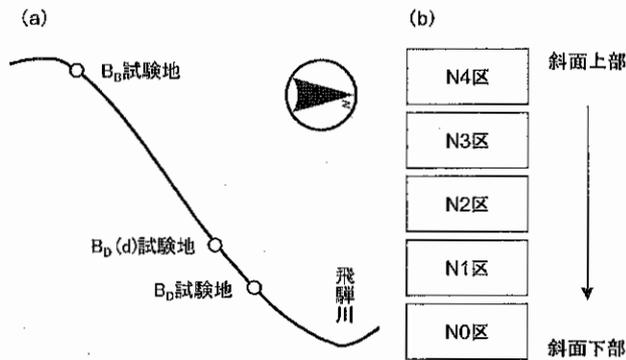


図-1 斜面上における試験地の位置 (a) および試験地内における施肥試験区の配置 (b)

試験地の位置図は、国土地理院の電子国土Webシステムから提供された背景地図等データを用いて作成したものである。

高山ら, 1973; 高山ら, 1974; 野々田ら, 1975)。この実験林のうちヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.) Endl.) 植栽試験地では、井川原 (2001) によって成長に及ぼす立地と施肥の影響が検討され、ヒノキ幼齢林においてはB₀型土壌で施肥効果がより大きく表れたことが示されている。

本研究ではこの実験林のスギ植栽試験地において、スギの初期成長に及ぼす立地と施肥の影響と、施肥によって植栽初期の保育作業 (下刈り) が省力化 (回数低減) できるかどうかを検討した。

II 方法

1. 試験地の概況

試験地は、岐阜県益田郡下呂町 (現下呂市) 小川にある下呂実験林・適地適木実験林 (スギ植栽試験地) に設置した。この実験林は、北向き平衡斜面の上部～下部に位置しており、標高は400～650mで、地質は濃飛流紋岩類 (溶結凝灰岩) である。最寄りの宮地地域気象観測所 (東へ約5km, 標高450m) における観測によると、気象の平年値 (1979～2000年) は、平均気温11.8℃, 年降水量2410mmであった (気象庁, 2011)。

適地適木実験林内には、同一斜面上にB₀試験地、B₀(d)試験地、およびB₀試験地が設けられている (図-1a)。このうち、B₀試験地は標高約630mの山頂緩斜面にあり、土壌型は乾性褐色森林土 (B₀) である。また、B₀(d)試験地は標高約450mの平衡斜面中部に位置しており平均傾斜は39°、土壌型は適潤性褐色森林土 (偏乾亜型, B₀(d))、B₀試験地は標高約400mの平衡斜面下部に位置しており平均傾斜は35°、土壌型は崩積型の適潤性褐色森林土 (B₀) である。

スギ植栽試験地には、ヒノキ人工林の皆伐後、1965

表-1 施肥試験区における施肥量

試験地	施肥試験区	年間施肥量		期間内の総施肥量 1～7年生 (g/本)
		1～5年生 (g/本・年)	6～7年生 (g/本・年)	
		← 単木施肥		←
B ₀	N0*	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	N1	21 (5)	29 (7)	163 (39)
	N2	33 (8)	46 (11)	257 (62)
	N3	50 (12)	67 (16)	384 (92)
	N4	63 (15)	83 (20)	481 (115)
B ₀ (d)	N0*	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	N1	21 (5)	29 (7)	163 (39)
	N2	33 (8)	46 (11)	257 (62)
	N3	50 (12)	67 (16)	384 (92)
	N4	63 (15)	83 (20)	481 (115)
B ₀	N0*	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	N1	21 (5)	29 (7)	163 (39)
	N2	33 (8)	46 (11)	257 (62)
	N3	50 (12)	67 (16)	384 (92)
	N4	63 (15)	83 (20)	481 (115)

* N0区は無施肥区で、施肥区 (N1～N4) に対する対照区である。括弧内の数字は、窒素換算量である。

年4月にアジマノ (味真野, 福井県) の実生を植栽した。下刈りは1966年6月 (2年生時), 1967年6月 (3年生時), 同9月 (3年生時) に行った。B₀(d)試験地とB₀試験地では、1966年 (2年生時) にそれまでに枯死した個体の代わりに補植を行った。また、B₀(d)試験地とB₀試験地では、1966年 (2年生時) の調査時に全個体の約7～12% (10～18個体) にニホンノウサギ (*Lepus brachyurus* Temminck) による食害が発生していた。

2. 施肥試験区の設定

それぞれの試験地内に施肥量を違えた5つの施肥試験区を設けた (表-1)。施肥試験区は、それぞれの試験地の中で斜面上部から下部に向かってN4区～N0区の順に並んでいる (図-1b)。したがって、施肥量は斜面下部よりも斜面上部において多い設計になっている。施肥試験区のうちN0区は無施肥区 (対照区) とした。施肥は1965年 (1年生時)～1971年 (7年生時) の7年間、毎年6月に行った。種類は緩効性の化成肥料 (マルリンスーパー1号, 日本林業肥料株式会社, N:P:K=24:16:11) で各個体の根元に施用した。施肥期間のうち6～7年生時 (1970～1971年) の2ヶ年は、N0区以外の施肥試験区の施肥量を増やした (表-1)。

3. 調査方法と解析方法

各試験地内の植栽木 (129本～150本/試験地) には個体番号を付し、植栽直後 (1965年) と1966年 (2年生時)～1971年 (7年生時) の秋期に計7年間、すべて

表-2 各施肥試験区における解析対象個体数

試験地	各施肥試験区の試料数(本)					合計
	N0	N1	N2	N3	N4	
B _B	15	26	25	20	18	104
B _D (d)	36	22	18	23	18	117
B _D	21	21	26	25	26	119

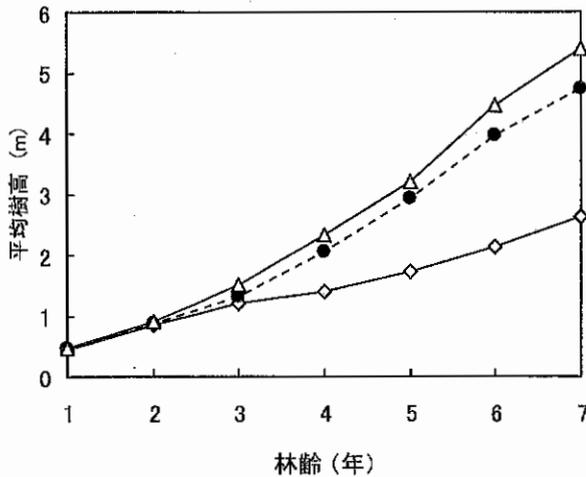


図-2 各試験地の無施肥区における樹高成長過程
◇はB_B試験地, ●はB_D(d)試験地, △はB_D試験地を示す。

の個体の樹高を計測した。

植栽初期の造林木の樹高成長に及ぼす立地の影響を検討するため、各試験地の無施肥区(N0区)における樹高成長過程を比較した。また、樹高成長に及ぼす施肥の影響を検討するため、同一試験地内の各施肥試験区における樹高成長の過程、および7年生時と植栽時の樹高の差(以下、樹高成長量という)を比較した。

立地間(または施肥試験区間)における差の有無について、一元配置分散分析を用いて検定した。ここで有意な差がみられた場合には、事後検定としてBonferroniの多重比較検定を行い、どの立地間(または施肥試験区間)に樹高(または樹高成長量)の差があるか検定した。

なお、解析は調査期間中に枯死した個体、補植した個体、食害を受けた個体、および前年の測定値と比較して樹高が10cm以上低下した個体を除いた個体を対象にした。その結果、解析の対象となった個体は1試験地あたり104~119本、1施肥試験区あたり15~36本となった(表-2)。

III 結果

1. 各試験地の無施肥区におけるスギの樹高成長

各試験地のN0区における樹高成長過程を図-2に示す。1年生時の平均樹高は、B_B試験地で0.44m、B_D(d)試験

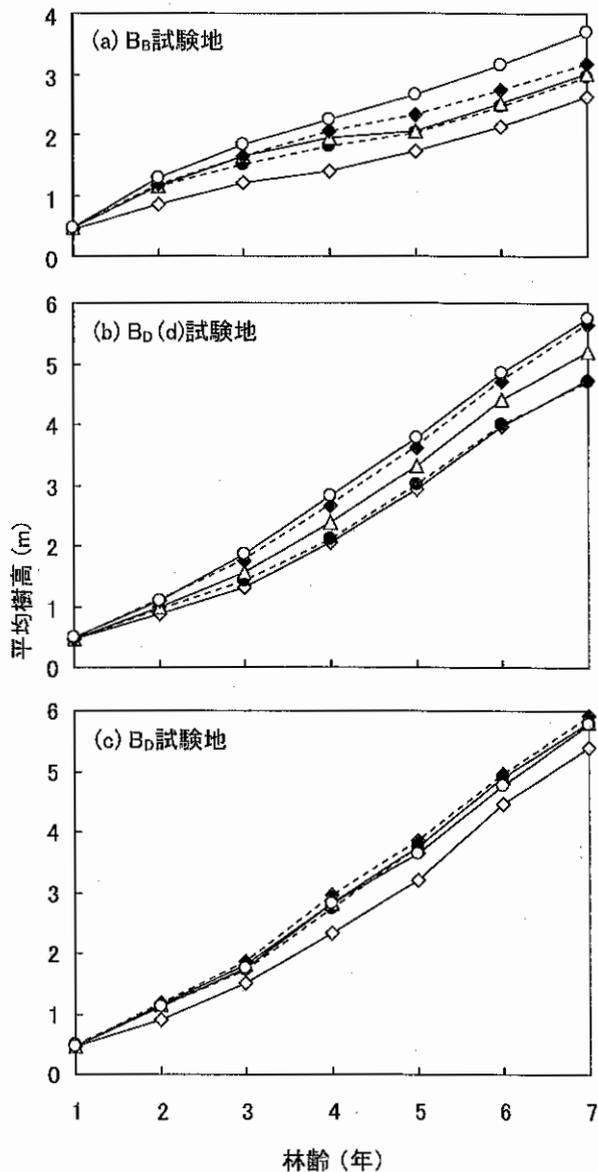


図-3 各施肥試験区における樹高成長過程
◇はN0区, ●はN1区, △はN2区, ◆はN3区, ○はN4区を示す。

地で0.45m、B_D試験地で0.46mであった。この時点では、各試験地における平均樹高には有意な差がみられなかった(一元配置分散分析, $p > 0.05$)。また、翌2年生時の平均樹高にもほとんど差はみられなかった。3年目以降は、B_D(d)試験地とB_D試験地における植栽木の成長速度が大きくなったために、B_B試験地との平均樹高の差は次第に大きくなっていった。

7年生時の平均樹高は、B_B試験地で2.64m、B_D(d)試験地で4.74m、B_D試験地で5.39mであった。この時点の平均樹高に有意差がみられたため(一元配置分散分析, $p < 0.001$)、Bonferroniの多重比較検定を行い平均樹高を比較すると、それぞれの試験地間で有意な差が認められた($p < 0.01$)。

2. 各施肥試験区におけるスギの樹高成長

各施肥試験区における樹高成長過程を試験地ごとに示した(図-3)。1年生時の平均樹高は、 B_0 試験地で0.44~0.48m、 $B_0(d)$ 試験地で0.45~0.50m、 B_0 試験地で0.46~0.49mであった。このときの平均樹高を施肥試験区間で比較すると、 B_0 試験地と B_0 試験地においては有意差はみられず(一元配置分散分析, $p > 0.05$)、 $B_0(d)$ 試験地においては有意な差が認められた(一元配置分散分析, $p < 0.01$)。

B_0 試験地において、N0区における2年生時以降の平均樹高は常に他の施肥試験区のそれよりも低く、N4区の平均樹高は他の施肥試験区のそれよりも常に高かった(図-3a)。同様に $B_0(d)$ 試験地において、N0区とN1区の平均樹高は他の施肥試験区のそれよりも常に低く、N4区の平均樹高は他の施肥試験区のそれよりも常に高かった(図-3b)。 B_0 試験地においても、他の試験地同様、N0区の平均樹高は他の施肥試験区のそれよりも常に低かったが、N1区~N4区までの平均樹高の差は、 B_0 試験地や $B_0(d)$ 試験地のそれらほどは明瞭ではなかった(図-3c)。

図-4は各施肥試験区における樹高成長量を比較して示したグラフである。施肥試験区ごとの樹高成長量の平均(平均樹高成長量)は、 B_0 試験地では2.20~3.24m、 $B_0(d)$ 試験地では4.29~5.25mで、施肥量が多い試験区の方が大きい傾向があった(図-4a, 図-4b)。 B_0 試験地では4.93~5.45mで、施肥量が多い試験区の方が大きい傾向はみられたものの、N3区の平均樹高成長量の方がN4区のそれよりも大きかった(図-4c)。

施肥試験区ごとに比較した平均樹高成長量には、すべての試験地において有意な差が認められた(一元配置分散分析, $p < 0.01$)。試験地ごとに施肥量別の施肥効果をBonferroniの多重比較検定により比較すると、 B_0 試験地では、N0区とN3区($p < 0.05$)、N0区とN4区($p < 0.01$)、N1区とN4区($p < 0.01$)、N2区とN4区($p < 0.01$)、N3区とN4区($p < 0.01$)の平均樹高成長量の間有意差が認められた(図-4a)。同様に $B_0(d)$ 試験地では、N0区とN3区($p < 0.01$)、N0区とN4区($p < 0.01$)、N1区とN3区($p < 0.01$)、N1区とN4区($p < 0.01$)の間有意差が認められた(図-4b)。また、 B_0 試験地では、N0区とN1区($p < 0.05$)、N2区($p < 0.05$)、N3区($p < 0.01$)、およびN4区($p < 0.05$)の間にそれぞれ有意差が認められた(図-4c)。

平均樹高成長量が最も大きかった施肥試験区(B_0 試験地と $B_0(d)$ 試験地ではN4区、 B_0 試験地ではN3区)と最も小さかった施肥試験区(すべての施肥試験区でN0区)の平均樹高成長量の差は、 B_0 試験地では1.04m、 $B_0(d)$ 試験地では0.96m、 B_0 試験地では0.52mであった

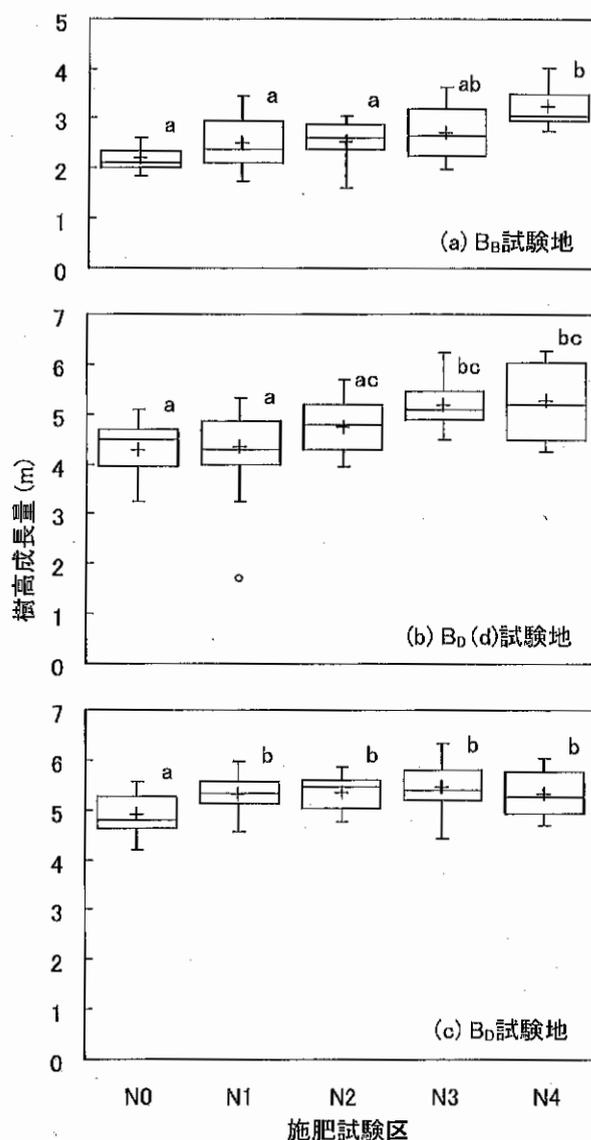


図-4 各施肥試験区における樹高成長量の比較

箱の上端は75パーセントイル、下端は25パーセントイル、箱中の横線は中央値を示す。箱から上に伸びたひげは95パーセントイル、下に伸びたひげは5パーセントイルを示す。○はSminov-Grubbs検定($\alpha = 0.05$)による外れ値、+は平均値を示す。箱の右肩の異なるアルファベットは、施肥試験区間のスギの樹高成長量における有意差(Bonferroniの多重比較検定, $p < 0.01$ または $p < 0.05$)を示す。

(図-4)。

IV 考察

1. スギの樹高成長に及ぼす立地の影響

N0区における7年生時の平均樹高には、 B_0 試験地 < $B_0(d)$ 試験地 < B_0 試験地の関係がみられた(図-2)。ス

ギの樹高成長には、立地条件との密接な関係があることが知られている。このうち土壌型で比較すると、 $B_A \cdot B_B$ 型 $< B_C$ 型 $< B_D(d)$ 型 $< B_E$ 型 $< B_D$ (崩積) 型 $< B_E$ 型土壌の順、すなわち乾性土壌から湿性土壌に向かって成長が良くなることが知られている(橋本ら, 1969)。

本研究において、無施肥区であるN0区は各試験地における本来の土壌条件を示している。したがって、試験地ごとのスギの樹高成長の違いは、各土壌型におけるスギの樹高成長のポテンシャルを表していると考えられる。

2. スギの樹高成長に及ぼす施肥の影響、および省力造林の可能性

$B_D(d)$ 試験地の1年生時の平均樹高には、施肥試験区間で差が認められた(図-3)ため、樹高の代わりに樹高成長量を用いて施肥の影響を比較する。本研究において、植栽7年後の無施肥区との樹高成長量の差(施肥効果)はすべての試験地で認められたが、その程度は試験地や施肥試験区によって違いがあった(図-4)。

既存研究から、施肥効果は一様に現れるものではなく、地形や土壌型などに左右される(塘, 1969)ことが知られている。岩川・下園(1968)は、スギ植栽木の肥培試験地において、施肥効果は、 B_B 型 $> B_C$ 型 $> B_E$ 型の順に効果があったとしている。桑原(1964)によれば、繰り返し施肥を行わなかった場合、 B_B 型土壌に植栽したスギでは、施肥直後の効果は大きいが持続せず、 $B_D(d)$ 型土壌では持続性があることが認められた。河田・衣笠(1968)は、スギ幼齢木の施肥効果は、 B_D (崩積) 型土壌よりも B_D (圃行) 型土壌の方が高いことを示している。本試験地の施肥効果(図-4)は、 B_B 試験地 $> B_D(d)$ 試験地 $> B_C$ 試験地の順に高くなっていることから、その傾向は後者2例の報告と一致している。また、桑原(1964)と異なり本試験地で B_B 試験地の施肥効果が持続している(図-3c)のは、7年間にわたり施肥を継続しているためだと考えられる。

B_B 試験地において、施肥量が最も多い試験区の施肥効果とその他の試験区のそれには違いがみられた(図-4a)。 B_B 型土壌は比較的酸性が強く、養分に乏しい土壌である(森林土壌研究会編, 1982)ことから、施肥により土壌の生産力が向上する余地が多く残されていることが推測される。

一方、 B_D 試験地では、無施肥区とそれ以外の施肥試験区の施肥効果には差がみられたが、施肥量の多少による効果の違いは認められなかった(図-4c)。 B_D 型土壌はもともとスギの生産力が高い土壌である(橋本ら, 1969)。したがって、土壌生産力を上乗せできる余地は限られており、肥料を多用してもその余地が広がる

ことはないと推測される。また、 $B_D(d)$ 試験地は、 B_B 試験地と B_C 試験地の中間の反応を示している(図-4b)と考えられる。

$B_D(d)$ 試験地において施肥量が最も多い試験区では、最終年の平均樹高が5.76mに達した(図-3b)。これは、 B_C 試験地の無施肥区における平均樹高(5.39m, 図-3c)よりも高かった。このことから、 $B_D(d)$ 型土壌が、施肥によって B_B 型土壌の土壌生産力にまで向上した可能性がある。一方で、 B_B 試験地において施肥量が最も多い試験区の平均樹高は3.71mであった(図-3a)。 B_B 試験地では、施肥により土壌生産力が向上しても、そこに植栽されたスギの樹高は、 $B_D(d)$ 試験地や B_C 試験地の植栽木の樹高には及ばなかった。

以上のことをまとめると、施肥によってスギの成育適地が拡大する可能性はあるものの、その効果は本来の土地生産力を大幅に向上するものではないと考えられる。つまり、塘(1969)が指摘するように、施肥によってどのような林地でも同じように植栽木の成育が期待できるわけではないといえる。

竹下・中村(1969)は、本試験地に近い岐阜県益田郡金山町(現下呂市)のスギ新植地において下刈り停止時期を検討し、植栽木に成長低下がみられなくなることから、植栽木の樹高が雑草木の1.5倍程度になれば下刈りを終了できるとしている。このときの雑草木の樹高は2m、スギの樹高は3mであった(竹下・中村, 1969)。また、一般的な新植地において下刈りを停止する時期は、植栽木の樹高が雑草木より70~80cm程度高くなったとき(東京農工大学農学部林学科, 1987)とされていることから、雑草木の樹高が2mの場合、下刈りを停止することが可能な植栽木の樹高は2.8m程度となる。

本試験地において植栽木の樹高が2.8~3mに達するのに要する年数は、 B_B 試験地の無施肥区では約7年、施肥試験区では約5年であった(図-3a)。同様に、 $B_D(d)$ 試験地と B_C 試験地の無施肥区では約5年、施肥試験区では約4年であった(図-3b, 図-3c)。つまり、施肥試験区の樹高は、無施肥区のそれよりも1~2年早く約3mに達することから、下刈り作業の期間は1~2年短縮できる。また、スギの植栽地として妥当だと思われる B_B 型土壌においては、施肥によって下刈りが必要な期間は4年になり、施肥を行わない場合に比べて下刈り期間が1年間、短縮可能であると示唆された。

実際の植栽地において保育作業の省力化を考える場合、当然のことながら施肥によって作業量やコストが増大することを考慮する必要がある。今後、施肥量やその回数、方法、および下刈り期間内における下刈りの回数低減や方法の工夫などを組み合わせて、保育作業のコスト低減手法を検討することが必要である。

謝 辞

下呂実験林・適地適木実験林の実験計画と設定は、竹下純一郎、野々田三郎、戸田清佐、中村基、山口清の各氏（いずれも当時、岐阜県林業センター）が担当した。本研究は上記の各氏、および高山雄治、後藤康次、東方喜之の各氏（いずれも当時、岐阜県林業センター）が測定し、井川原弘一氏（当時、岐阜県森林研究所）がとりまとめたデータセットを用いて解析した。中村基氏には、実験林の経緯と試験地の配置についてご教授いただき、井川原弘一氏には論文の内容に対して有益なご助言をいただいた。また、下呂実験林の造成、維持管理、試験地の貸与など、下呂財産区には多岐にわたりご協力いただいている。試験地の設定や作業実施にあたっては、岐阜県下呂市農林部林務課ならびに岐阜県下呂農林事務所林業課の関係諸氏の協力を得た。下呂実験林における調査は、岐阜県林業試験場、岐阜県林業センター、岐阜県森林科学研究所、岐阜県森林研究所の歴代研究員のご尽力により継続されている。ここに記して厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 岐阜県林業試験場(1969) 育林技術モデル実験林の造成。岐阜県林業試験報(昭和43年度)：25-30
- 岐阜県林業試験場(1970) 育林技術モデル実験林の造成。岐阜県林業試験報(昭和44年度)：37-42
- 原田洸(1979) 林地肥培研究の動向，戦後の日本における。森林と肥培100：19-23
- 長谷川健一・岡野哲郎・川崎圭造(2005) 下刈り省略試験地のヒノキの成長。中森研53：19-22
- 橋本与良・真下育久・宮川清(1969) スギ人工林の成長と環境。(スギのすべて，坂口勝美監修，社団法人全国林業改良普及協会)，17-62
- 平岡裕一郎・藤澤義武・松永孝治・下村治雄(2009) ニホンジカ被害地における森林造成技術の確立，下刈り省力施業による被害軽減とそれに適したスギ品種の開発。森林防疫58：28-37
- 井川原弘一(2001) 下呂実験林の適地適木実験林における植栽樹種の成長過程(I)，ヒノキの成長と土壌型，施肥の影響。岐阜県森林研報30：9-16
- 岩川雄幸・下野園正(1968) 苗木形状，土壌ごとの肥培効果について。日林関西支論19：73-75
- 河田弘・衣笠忠司(1968) スギ幼齡林施肥試験〔兵庫県山崎営林署管内マンガ谷国有林〕，関西地方における林地施肥試験(第2報)。林試研報216：75-97
- 気象庁(2011) 気象統計情報，過去の気象データ検索(オンライン) <http://www.jma.go.jp/>(参照：2011年5月17日)
- 桑原武男(1964) 乾性土壌に植えられたスギの肥培効果。日林講75：125-126
- 室孝明(2008) 森林組合の事業・経営動向，第20回森林組合アンケート結果から。農業金融61：295-301
- 中村基・高山雄治・戸田清佐(1971) 下呂実験林の造成。岐阜県林業試験報(昭和45年度)：25-30
- 中村基・高山雄治・戸田清佐(1972) 下呂実験林の造成。岐阜県林業試験報(昭和46年度)：25-31
- 野々田三郎・中村基・後藤康次(1975) 下呂実験林の造成。岐阜県林業試験報(昭和49年度)：32-39
- 農林水産省統計部編(2004) 林家経済調査，育林費結果報告(平成13年度)。農林統計協会
- 島田博匡(2008) 低密度植栽したヒノキの初期成長に及ぼす雑草処理方法の影響。中森研56：43-46
- 下園寿秋・上床眞哉・大迫恵(2009) 下刈り省力によるスギ成長試験。九森研62：80-83
- 森林土壌研究会編(1982) 森林土壌の調べ方とその性質。林野弘済会
- 高山雄治・戸田清佐・中村基(1973) 下呂実験林の造成。岐阜県林業試験報(昭和47年度)：19-27
- 高山雄治・中村基・後藤康次(1974) 下呂実験林の造成試験。岐阜県林業試験報(昭和48年度)：33-40
- 竹下純一郎(1982) 育林保育作業における林地肥培の応用に関する研究。岐阜県林業試験報10：1-114
- 竹下純一郎・中村基(1969) 下刈り終了時点に関する試験。日林中支論18：39-42
- 竹下純一郎・野々田三郎・戸田清佐・中村基・山口清(1966) 下呂実験林の造成。岐阜県林業試験報(昭和40年度)：57-58
- 竹下純一郎・野々田三郎・戸田清佐・中村基・山口清・東方喜之(1967) 下呂実験林の造成。岐阜県林業試験報(昭和41年度)：49-54
- 竹下純一郎・野々田三郎・戸田清佐・中村基・東方喜之・山口清(1968) 育林技術モデル実験林の造成。岐阜県林業試験報(昭和42年度)：58-62
- 東京農工大学農学部林学科(1987) 林業実務必携(第三版)。朝倉書店
- 塘隆男(1969) スギの肥培。(スギのすべて，坂口勝美監修，社団法人全国林業改良普及協会)。263-285

資料

栽培環境がアマドコロの根茎成長に及ぼす影響 —栽培1年目の経過—

茂木靖和・向川原盛吉*

キーワード：アマドコロ, 根茎成長, 品種, 栽培環境, 林床栽培

I はじめに

アマドコロ (*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*) は、北海道～九州に分布し、山野で普通にみられるユリ科の多年草である(佐竹, 1999)。本種は、若芽や根茎が食用(清水, 1977)に、根茎については薬用(木村, 1981)にも利用される有用植物である。

岐阜県内では、下呂地域において特産化を目指して畑でアマドコロの根茎栽培が行われており、品種登録された白寿(農林水産省生産局知的財産課種苗審査室, 2007)をはじめ数種の栽培品種が選抜されている。その一方で、栽培を重ねるにしたがって畑の違いによる収量の格差や、病害虫の発生といった課題がでてきており、特産化を進めるうえでこれらの解決が求められている。

また、森林では多くの人工林で間伐が遅れており、林業面だけでなく森林の公益的機能面からも問題となっている(大洞, 2008)。林床栽培は、未利用であった林地の有効利用になるだけでなく、栽培に伴い林地に人手が加わるためその林分に対する間伐などの保育が促進されるといった利点が指摘されており(斉藤, 1989)、

栽培可能な作目が明らかになれば間伐対策にも有効な技術と考えられる。

本報告では、畑のアマドコロ栽培における課題の解決と技術向上に繋がる知見を得ると共にアマドコロの林床栽培の可能性を探る目的で、環境の異なる畑と森林に複数の品種を試験栽培し、これらの栽培環境がアマドコロの根茎成長に及ぼす影響を検討した。

II 試験方法

1. 試験区の設定

栽培環境3箇所と4品種を組み合わせた12試験区を設定した。

(1) 栽培環境

栽培環境の概要を表-1に示した。3箇所の栽培環境は、すべて下呂市萩原町四美地内にあり、栽培環境の標記を森林、畑(谷)、畑(山麓)とした。栽培履歴は、森林と畑(山麓)で有り、畑(谷)で無かった(表-1)。森林では2004年秋(当時32年生)に強度の間伐が行われ、試験区設定時も通常の人工林より収量比数が0.58と低い(表-2)状態にあった。

表-1 栽培環境の概要

標記	標高 (m)	アマドコロ 栽培履歴	栽培環境
森林	550	有	傾斜:10°, 斜面方位:東、ヒノキ主体のスギヒノキ人工林
畑(谷)	470	無	飛騨川沿いの畑
畑(山麓)	540	有	森林から東へ約200mに位置する山麓の畑

表-2 林分状況

区分	平均値			立木 密度 本/ha	材積 m ³ /ha	林分 断面積 m ² /ha	収量 比数
	胸高直径 cm	樹高 m	樹冠長* m				
全体	25.1	16.8	8.1	483	211	25.0	0.58
スギ	49.9	26.3	16.8	12	26	2.4	
ヒノキ	24.5	16.6	7.8	471	185	22.6	

樹冠長*: 樹高-枝下高

収量比数は対象林分がヒノキ林であったと仮定した場合の参考値

*下呂市役所特産振興専門員

(2) 品種

地元で選抜された白寿, 碧天寿, 天寿, 黒戸丸の4品種を用いた。

(3) 苗(根茎)の測定

2009年10月28~29日に根茎を実験室へ持ち帰って, 土を手で払い落とした後, 苗根茎長(図-1), 苗根茎径(中央で測定, 図-1), 苗根茎重(生重)を測定し, これらの母平均に有意な差が生じない(一元配置の分散分析, $p > 0.05$) ように, 各品種の苗を3箇所の栽培環境用として分配した。



図-1 アマドコロの地下部(根茎)

(4) 苗の植栽

2009年10月28日に各栽培環境毎に丸太で1m×2mの方形枠(図-2)を4個設定した。10月30日に各方形枠に四美地内の畑で育成された前記の4品種の苗(1芽付いた根茎)を, 同一品種毎に21株植栽した(図-2)。

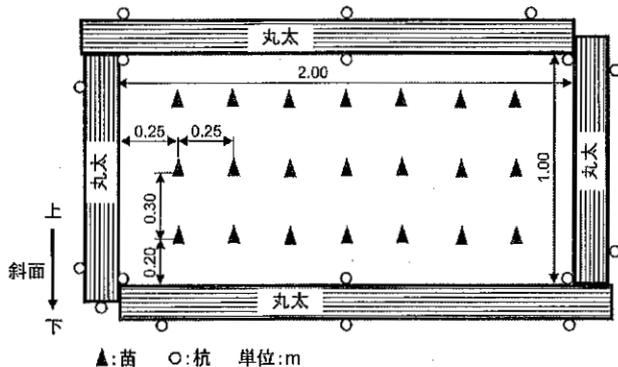


図-2 試験区平面図

2. 栽培環境調査

(1) 気温調査

栽培環境毎に気温測定を行った。気温測定は, 地上約1.2mで固定したソーラーラジエーションシールドの中に温度記録計(株T&D社製のTR-52S)を設置することにより行った。調査期間は2010年3月1日~6月28日とした。

(2) 照度調査

2010年4~9月までの月1回(計6回), 栽培環境が森林では8箇所, 畑(谷)および畑(山麓)では各4箇所において, 積算光量子量を測定した。積算光量子量の測定には, アゾ色素を含浸させて着色したセルロースアセテートフィルム(大成イーアンドエル社製オプトリーフ・オイルレッド, 以下フィルム)を用いた。フィルムは, 支柱を用いて地上高約0.5mの位置で水平に固定し, 2~3日間露光させた。フィルムの設置と回収を速やかに行うことにより, 測定箇所ごとの露光時間に大きな差が生じないようにした。各測定箇所の積算光量子量と畑(山麓)の積算光量子量の平均値から各測定箇所の相対光量子量を次式により算出した。

$$\text{各測定箇所の相対光量子量}(\%) = \frac{\text{各測定箇所の積算光量子量}}{\text{畑(山麓)の積算光量子量の平均}} \times 100$$

3. アマドコロの生育調査

(1) 萌芽調査

2010年4月8日・14日・16日・19日・22日・26日・30日, 5月5日・11日・17日, 6月28日に萌芽数を調査した。

(2) 地上部(茎葉)の生育調査

2010年7月21日に全株の草丈と地上2cm位置の根元直径を測定した。

(3) 地下部(根茎)の生育調査

2010年12月9日に試験区毎に5~7株の根茎を抜き取り, 実験室へ持ち帰って約4℃の冷蔵庫で保存した。その後, 水で土を洗い流し, 今年度伸長した根茎(以下新根茎とする)毎に根茎長(以下新根茎長とする, 図-1), 根茎径(以下新根茎径とする: 中央で測定, 図-1), 重量(生重)と根茎の数(以下新根茎数とする)を測定した。重量については, 根茎(以下新根茎重とする)と根(以下新根重とする)に分けて測定した。

(4) 茎葉の被害調査

2010年6月28日, 7月21日, 8月23日, 9月24日に, 茎葉の食害や壊死などによる被害状況を表-3により評価した。

表-3 茎葉被害の評価

区分	評価内容
A	ほぼ健全
B	全体の半分未満の葉の被害
C	全体の半分未満の葉と茎の被害
D	全体の半分以上の葉と茎の被害
E	茎葉全体(地上部)枯れ
無	評価対象外の個体*

*萌芽しなかった個体, 萌芽後茎葉被害以外の理由で消失した個体

Ⅲ 結果

1. 栽培環境調査

(1) 気温調査

2010年3月1日～2010年6月28日における日平均気温の推移を図-3に示した。

日平均気温の差は、森林と畑（山麓）では0.5℃以内が多く、この2箇所と畑（谷）では畑（谷）が0.5～1℃高いことが多かった（図-3）。調査期間全体の平均気温は、畑（谷）が12.1℃で高く、畑（山麓）が11.5℃、森林が11.4℃で低かった。

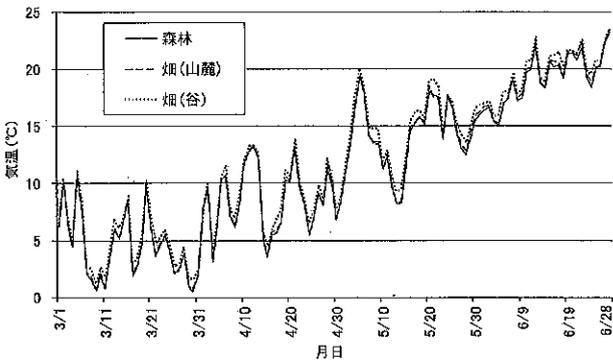


図-3 日平均気温の推移

(2) 照度調査

各栽培環境における相対光量子を図-4に示した。

相対光量子の平均値は、森林では6月が41%、9月が39%で、他の月が50%以上であった。畑（谷）では4～6月が106～109%で、7月以降毎月上昇し、9月には130%に達した（図-4）。

各調査期間の相対光量子の最大値と最小値の差は、森林が12～18ポイント、畑（山麓）が0～11ポイント、畑（谷）が2～15ポイントであった。森林では相対光量子の最大値と最小値の差が常に10ポイントを超えた。畑（谷）では9月の調査で、畑（山麓）では8月と9月の調査で相対光量子の最大値と最小値の差が10ポイントを超えた（図-4）。

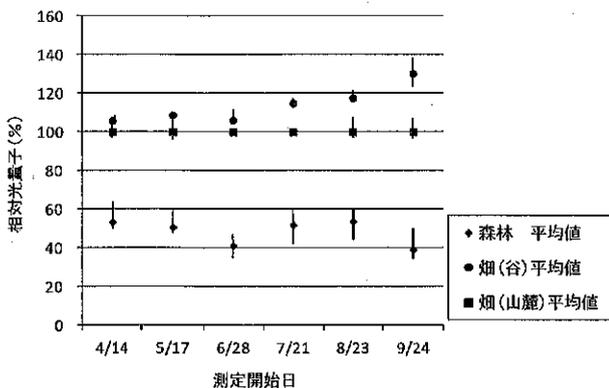


図-4 各栽培環境の相対光量子
縦棒の上端は最大値、下端は最小値を示す

2. アマドコロの生育調査

(1) 萌芽調査

各栽培環境における累積萌芽率の推移を図-5に示した。

最初に調査を行った4月8日には、すべての栽培環境と品種で萌芽がみられず、4月14日には、累積萌芽率が畑（谷）と畑（山麓）では天寿95%、白寿52～57%、黒戸丸29～43%、碧天寿0～10%、森林では天寿19%、白寿10%、黒戸丸と碧天寿0%であった（図-5）。累積萌芽率は、すべての栽培環境で天寿が最も高く、次いで白寿が高く、碧天寿が最も低かった。その後、累積萌芽率は、畑（谷）と畑（山麓）の白寿では上昇と停滞を繰り返しながら高くなったが、他の品種と森林の白寿では時間の経過とともに高くなり、畑（谷）と畑（山麓）では天寿が4月16日までに、黒戸丸が4月26および30日までに、碧天寿が5月5日までに、白寿が5月5および11日までに、森林では天寿が4月26日までに、白寿と黒戸丸が5月11日までに、碧天寿が5月17日以降6月28日までにこの年の萌芽が終了した（図-5）。

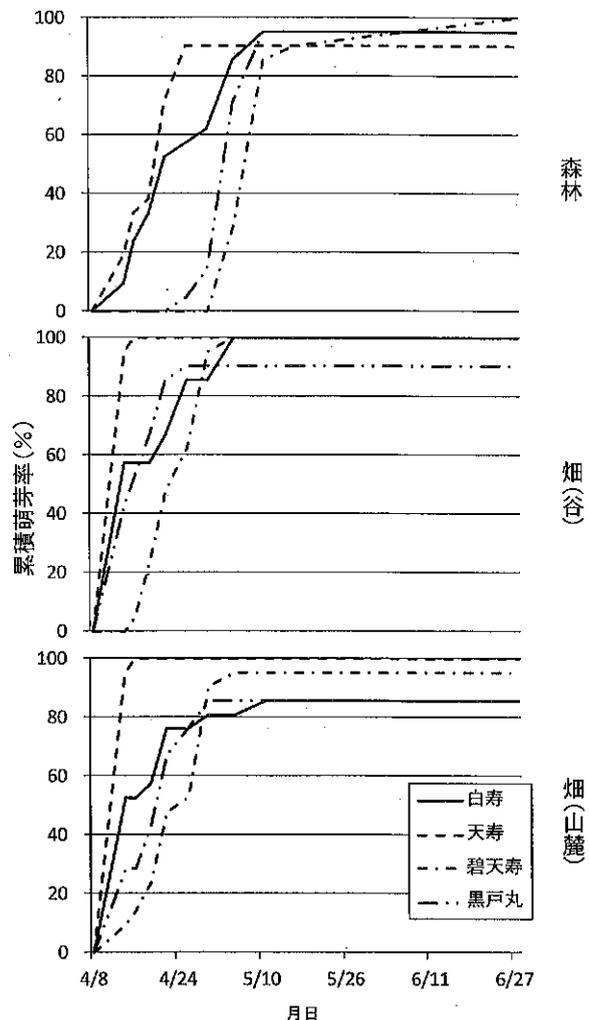


図-5 累積萌芽率の推移

(2) 地上部（莖葉）の生育調査

各品種および各栽培環境の地上部（莖葉）の草丈と根元直径の平均値を表-4に示した。

品種毎に一元配置の分散分析を行った結果、白寿と天寿の根元直径では栽培環境の違いにより5%水準で有意差がみられ、その後のTukey検定による多重比較で両品種とも森林と畑（谷）との間に5%水準で有意差があった（表-4）。碧天寿と黒戸丸の根元直径、および全品種の草丈では栽培環境の違いによる有意差がみられなかった（ $p>0.05$ 、表-4）。

表-4 地上部（莖葉）の草丈と根元直径の平均値

品種	環境	平均値	
		根元直径 (mm)	草丈 (cm)
白寿	森林	4.8 ^{a*}	34.3 ^a
	畑(谷)	5.5 ^b	32.0 ^a
	畑(山麓)	5.4 ^{ab}	29.8 ^a
碧天寿	森林	3.5 ^a	29.4 ^a
	畑(谷)	3.8 ^a	29.1 ^a
	畑(山麓)	3.9 ^a	28.2 ^a
天寿	森林	3.5 ^a	35.8 ^a
	畑(谷)	4.0 ^b	36.0 ^a
	畑(山麓)	4.0 ^{ab}	33.2 ^a
黒戸丸	森林	4.5 ^a	41.7 ^a
	畑(谷)	4.6 ^a	40.0 ^a
	畑(山麓)	4.4 ^a	37.4 ^a

測定数：16~21個

*各品種において、異なるアルファベットは環境間にTukey検定の5%水準で有意であることを示す。

(3) 地下部（根茎）の生育調査

各品種および各栽培環境における新根茎の生育状況を表-5に示した。

表-5 新根茎の生育状況

品種	環境	平均値		新根茎数(個)					
		新根茎重 (g)	新根重 (g)	1	2	3	4	5	6
白寿	森林	10.1	2.9	1	6	0	0	0	0
	畑(谷)	17.5	4.2	0	1	4	1	1	0
	畑(山麓)	19.3	7.4	0	2	1	2	0	0
碧天寿	森林	7.9	1.7	0	3	4	0	0	0
	畑(谷)	17.0	3.7	0	0	4	1	1	1
	畑(山麓)	11.9	5.0	0	0	1	4	1	0
天寿	森林	6.8	2.3	2	3	0	0	0	0
	畑(谷)	20.0	4.7	0	1	5	1	0	0
	畑(山麓)	19.5	5.3	0	1	2	3	0	0
黒戸丸	森林	11.2	4.7	3	3	0	0	0	0
	畑(谷)	21.4	9.0	0	0	4	1	0	0
	畑(山麓)	18.4	7.3	0	1	3	2	0	0

供試数：5~7個

全品種で畑（谷）および畑（山麓）より森林において、新根茎重と新根重の平均値が小さく、新根茎数が少なかった（表-5）。また、碧天寿の新根茎数の度数分布は、全栽培環境で他の品種より多い方に分布した（表-5）。

新根茎の中で根茎重の最も大きい根茎（以下最大根茎とする）について、各品種および各栽培環境毎の生育状況を表-6に示した。

最大根茎の新根茎径、新根茎長、新根茎重、新根重の平均値は、黒戸丸の新根茎長と新根重を除き畑（谷）および畑（山麓）より森林が小さかった（表-6）。森林における各品種の新根茎重は、全体に占める最大根茎の割合が畑（谷）および畑（山麓）より高かった（表-6）。碧天寿の新根茎重では、全体に占める最大根茎の割合が他の品種より低かったが、最も低かった畑（谷）においても58%を占め（表-6）、最大根茎が全体の最大根茎重に及ばず影響が大きかった。

表-6 最大根茎の生育状況

品種	環境	平均値				新根茎に占める割合 [*]	
		新根茎径 (mm)	新根茎長 (cm)	新根茎重 (g)	新根重 (g)	新根茎重 (%)	新根重 (%)
白寿	森林	11.2	5.7	8.4	2.2	82	76
	畑(谷)	12.5	6.0	11.6	2.9	69	67
	畑(山麓)	13.7	7.1	14.0	6.0	74	83
碧天寿	森林	10.2	4.8	5.5	1.2	70	72
	畑(谷)	11.7	5.7	9.6	2.5	58	67
	畑(山麓)	11.5	5.2	7.4	3.6	63	75
天寿	森林	8.6	6.8	6.4	2.3	94	96
	畑(谷)	13.2	9.1	15.0	3.5	76	76
	畑(山麓)	14.9	8.2	15.2	4.2	78	81
黒戸丸	森林	12.0	7.6	10.2	4.2	93	92
	畑(谷)	14.1	7.6	16.5	6.5	76	74
	畑(山麓)	14.4	8.3	15.2	4.1	83	69

供試数：5~7個

*新根茎に占める最大根茎の割合を示し、次式により算出した。

$$\text{新根茎に占める最大根茎の割合}(\%) = \left(\frac{\text{最大根茎の各値}}{\text{新根茎の各値}} \right) \text{の平均} \times 100$$

(4) 茎葉の被害調査

各品種および各栽培環境における茎葉の食害などによる被害状況の推移を図-6に示した。

6月28日の茎葉被害は、各品種とも茎葉の食害が中心で、森林で多かった。森林では、4年前に植栽したアマドコロが過密な状態で近傍に生育しており、そこでも茎葉の食害が多発していた。茎葉の食害を受けた個体の中には、ヒゲナガクロハバチと思われる虫が着生しているものがあった。畑(谷)と畑(山麓)では、茎葉に着生する虫を確認しなかった。7月21日以降の調査では、茎葉に着生する虫を確認することは無かったが、各品種とも茎葉の褐変および壊死がみられ、時間の経過と共にそれらが拡大し、9月24日の調査ではすべての試験区で茎葉全体枯れ(区分E)の個体を確認した(図-6)。

森林の黒戸丸では、8月23日に葉の半分以上が生存した割合(区分A~C)と9月24日の生存割合(区分B~D)が他の品種および栽培環境より多かった。畑(谷)では、畑(山麓)と比較してすべての品種で8月23日以降の茎葉被害の程度が低かった(図-6)。

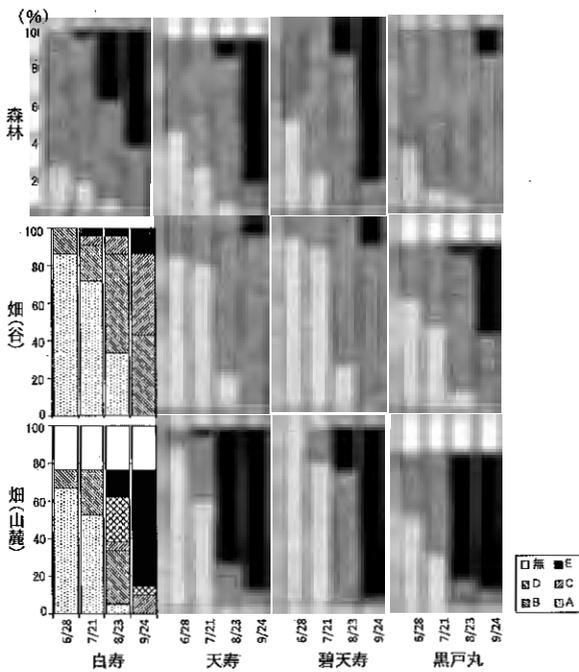


図-6 地上部(茎葉)の食害などによる被害状況の推移

III 考察

栽培環境と萌芽時期との関係については、各品種とも萌芽時期が畑(谷)と畑(山麓)では同じ頃であったが、森林では全品種で畑(谷)および畑(山麓)より遅かった(図-5)。萌芽時期の差が、日平均気温に

差があった畑(谷)と畑(山麓)との間(図-3)よりも、日平均気温の差がほとんどなかった森林と畑(山麓)との間(図-3)で生じたことから、日平均気温だけで萌芽時期を説明することはできない。この時期の森林の相対光量子が畑(谷)、畑(山麓)の約50%であった(図-4)ことから、森林では畑よりも地表が暖められずに地温が低かったことが予想される。アマドコロの苗は全体が地中に埋まっており、気温よりも地温の影響を直接受ける。このため、森林の萌芽が畑より遅れた理由として、地温が低かったことが考えられる。

畑におけるアマドコロの萌芽については、高樹(1998)が山形大学農学部の圃場で旬毎の平均気温が10℃に上昇した頃に始まることを指摘している。そこで、連続した10日間の平均気温(以下10日間平均気温とする)を算出し、その推移を図-7に示した。10日間平均気温は、最初に調査を行った4月8日には畑(谷)が6.5℃、畑(山麓)が5.9℃で、4月14日には畑(谷)が10.4℃、畑(山麓)が9.9℃に上昇したが、4月24日には畑(谷)が8.5℃、畑(山麓)が7.9℃まで低下した。その後、10日間平均気温は上昇し5月上旬以降は4月14日の水準を常に上回った(図-7)。今回、初めて萌芽を確認した4月14日は、畑(谷)と畑(山麓)の10日間平均気温がこの年初めて10℃程度まで上昇した日であり(図-7)、高樹(1998)が指摘したアマドコロの萌芽が始まる頃に一致した。この時の品種別累積萌芽率は、0~10%の碧天寿から95%の天寿まで大きく異なり(図-5)、品種の違いにより萌芽のパターンが異なることが明らかとなった。

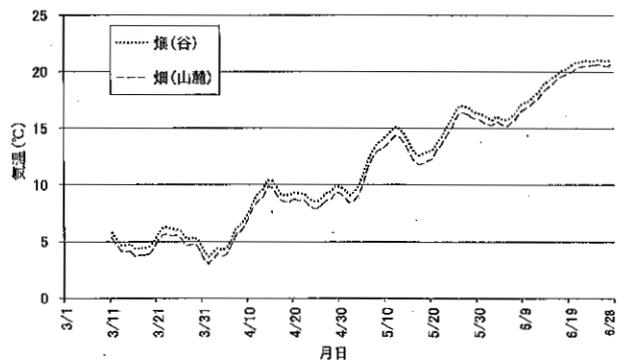


図-7 連続した10日間の平均気温*の推移

*図示した日の直前10日間の平均気温を示した。

栽培環境と地上部(茎葉)の生育との関係については、碧天寿と黒戸丸の根元直径、およびすべての品種の草丈で栽培環境の違いによる有意な差がみられなかった(表-4)。植栽時に各品種の苗を差が生じないように各栽培環境へ分配したことから、この結果は、アマドコロの個体当たり形成される葉数が前年度の光合成量に依存すること、葉数の増加は光合成量の増大と関連し

謝 辞

ており茎長および地際直径に反映されているといった報告（河野ら，1999）を支持するものであった。しかし、白寿と天寿では畑（谷）より森林の根元直径が有意に小さかった（表-4）ことから、品種によって前年度の光合成量への依存以上に栽培環境の影響を受けること、栽培環境の影響は草丈よりも根元直径に現れることが推察された。

栽培環境と地下部（根茎）の生育との関係については、新根茎（全体）および最大根茎の新根茎重の平均値が畑（谷）および畑（山麓）より森林が小さかった（表-5, 6）。この理由として、森林では畑（谷）および畑（山麓）に対し、相対光量子が半分程度であった（図-4）ため光合成効率が低かったことと、萌芽開始時期が遅く（図-5）茎葉の食害などの被害を早期に受けた（図-6）ため光合成量が少なかったことが推察される。最大根茎の生育状況の中で黒戸丸の新根茎長と新根重の平均値については、畑（谷）および畑（山麓）より森林が小さくならなかった（表-6）。この理由として、森林の黒戸丸は、他の品種と同様に早くに茎葉の食害などの被害を受けたが、被害の進行が遅く8月23日に葉の半分以上が生存した個体数（被害区分A～C）と9月24日の生存個体数（被害区分B～D）が畑（谷）および畑（山麓）より多かった（図-6）ことから、遅い時期まで光合成を行えたことが影響したと考えられる。これらのことは、アマドコロの根茎栽培には、光合成器官である葉にいかにも多くの光量子を受けさせることできるかが重要であることを示唆しており、今回試験した栽培環境の中では秋期においても相対光量子が高かった畑（谷）（図-4）が最も適すと考えられる。また、畑（山麓）では、畑（谷）との相対光量子の差が6月まで小さかった（図-4）ことから天寿のような萌芽時期の早い品種（図-5）が有利で、森林では低光量子でも効率的に光合成を行え、黒戸丸のように遅い時期まで葉の生存（図-6）が可能な品種の選抜が必要と考えられる。

本試験は、財団法人岐阜県研究開発財団の平成22年度地域資源発掘活用プロジェクト事業により実施した。また、試験の実施にあたり、下呂市役所農務課の佐々木克哉氏、下呂市特産振興専門員の大前政治氏、南飛驒ヘルスファームの熊崎榮一社長、岐阜県森林研究所の水谷嘉宏主任専門研究員には、調査に協力していただいた。南飛驒ヘルスファームの二村貢前社長と岐阜県保健環境研究所の坂井至通所長には、本試験実施のきっかけを作っていただいた。岐阜県森林研究所の渡邊仁志専門研究員には、文献について助言をいただいた。ここに記して、謝意を表する。

引用文献

- 木村康一・木村孟淳（1981）アマドコロ。（全改訂新版原色日本薬用植物図鑑。木村康一・木村孟淳、保育社）。243-244
- 河野昭一・田村実・大原雅・広瀬智之（2004）アマドコロ。（植物生活史図鑑Ⅱ春の植物No.2。河野昭一監、北海道大学図書刊行会）。57-64
- 農林水産省生産局知的財産課種苗審査室（2007）登録品種データベース。農林水産省（オンライン）
http://www.hinsyu.maff.go.jp/vips2/cmm/apCMMI12.aspx?TOUROKU_NO=14729&LANGUAGE=Japanese.
- 大洞智宏・横井秀一・渡邊仁志（2008）間伐履歴の違いがスギ人工林の収穫に及ぼす影響。岐阜県森林研研報37：11-15
- 斉藤透（1989）林内を利用した薬用植物の栽培に関する研究。茨城県林試研報18：39-58
- 佐竹義軸（1999）アマドコロ。（日本の野生植物草本Ⅰ。佐竹義軸他編、平凡社）。46
- 清水大典（1977）アマドコロ。（山菜全科。清水大典、家の光協会）。322-323
- 高樹英明（1998）アマドコロ、オオナルコユリおよびユキザサの生育経過、根茎発達と根茎分割増殖。山形大学紀要（農学）13：1-11

資 料

エリンギおよびシイタケ菌床栽培における 乾燥オカラと消石灰の添加効果

水谷和人・久田善純・上辻久敏

キーワード：エリンギ, シイタケ, 菌床栽培, 乾燥オカラ, 消石灰, 子実体発生

I はじめに

キノコ生産者の経営は、産地間競争の激化によるキノコの市場価格の低迷、さらには材料や燃料等の価格高騰によって厳しさを増している。キノコ生産者の経営を安定化するためには、収益性を向上する技術の開発が急務で、発生量の増大や生産コストの低減化が求められている。培地材料は発生量や生産コストに影響を及ぼす重要な要素であり、これまでも様々な検討が行われてきた(寺嶋, 2010)。培地材料の改良は生産者の設備投資が不要で、迅速に導入が可能な技術であり、これらに関する技術開発は生産者からの要望も高い。当研究所では、発生量を増大する栄養体の探索、菌床材料費を低減することを目的に、エリンギ (*Pleurotus eryngii*) およびブナシメジ (*Hypsizygus marmoreus*) の菌床栽培において、7種類の材料を培地に添加して栽培試験を行い、増収効果が期待できる材料として乾燥オカラ、大豆皮、消石灰、寒天粕を選抜した(水谷ら, 2011)。ここでは、さらに乾燥オカラおよび消石灰の効果を詳細に検討するために、エリンギおよびシイタケ (*Lentinula edodes*) の菌床栽培において、培養日数や菌株を換えて乾燥オカラの置換割合や消石灰の添加が子実体発生量に与える影響を調査した。

II 材料と方法

1. 供試菌

供試菌として、市販のエリンギ(キノックスEG-079)とシイタケ(森XR-1号, 北研607号)を用いた。

2. 栽培方法

(1) エリンギ栽培試験

各試験区の培地組成を表-1に示した。対照区の培地組成は、スギオガ粉にフスマ(四天王:日清製粉株式会社)と米ヌカを容積比で10:1.25:1.25である。スギオガ粉の粒径は、重量比で1mm未満が34%, 1~2mmが47%, 2mm以上が19%である。試験は対

照区の栄養体を乾燥オカラ((株)キラス)で50%, 75%, 100%(容積比)置換し、消石灰の添加の有無(1ピンに1.23g)を組み合わせた計7試験区で比較した。いずれの培地もpH調整を行わず、含水率を約70%にしてP.P.製800mlピンに590g(ピン重62gを含む)を詰めた。その後、121℃で105分間殺菌し、種菌を約8g接種して、温度21℃, 湿度60%で培養した。培養期間は35日および40日間とし、培養期間別に乾燥オカラの置換割合や消石灰の添加効果を比較した。培養後、菌掻きを行った後、温度16℃, 湿度90%, 照度数十lux下へ移動して、原基形成まではピンを倒立させて管理し、その後ピンを反転させて子実体を発生させた。調査は菌糸蔓延日数, 子実体の採取日, 発生生重量, 発生本数(傘計1cm以上)とした。供試数は6本である。

表-1 エリンギ栽培の培地組成

添加物の種類	基 材		栄 養 体		消石灰 添加量 (/ピン)	培地 殺菌後 pH
	オガ粉	フスマ	米ヌカ	オカラ		
対照区	10	1.25	1.25	0	—	5.5
オカラ50%	10	0.625	0.625	1.25	—	5.2
オカラ75%	10	0.3125	0.3125	1.875	—	5.0
オカラ100%	10	0	0	2.5	—	4.9
オカラ50%+消石灰	10	0.625	0.625	1.25	1.23g	5.9
オカラ75%+消石灰	10	0.3125	0.3125	1.875	1.23g	5.8
オカラ100%+消石灰	10	0	0	2.5	1.23g	5.6

添加割合は容積比(消石灰を除く)。オガ粉の樹種はスギ。

(2) シイタケ栽培試験

各試験区の培地組成を表-2に示した。対照区の培地組成は、広葉樹チップ, 広葉樹オガ粉, フスマ, 米ヌカを容積比で3:7:1:0.5である。広葉樹チップは、樹種がコナラ:その他広葉樹=6:4~7:3(容積比)で、大きさは直径約10mm, 厚さ約2mmである。広葉樹オガ粉はコナラを主体とした粒径4mm未満の細かいもので、いずれも岐阜県内のキノコ用オガ粉製造業者が菌床シイタケ用に市販しているものである。試験は対照区の栄養体を乾燥オカラで50%, 75%, 100%(容積比)置換して、消石灰の添加の有無(1kg菌床に1.18g)を組み合わせた7試験区で比較した。

いずれの培地も培地のpH調整は行わず、含水率を約60%に調整して栽培袋に1kgを詰めた。その後、121℃で105分間殺菌し、種菌を約19g接種した。温度21℃、湿度60%で93日間培養し、温度16℃、湿度90%、照度数10lux下へ移動して子実体を発生させた。発生は全面発生で浸水方式によって約4ヶ月間行った。浸水は1回につき約15時間とし、発生期間中に5回実施した。子実体の収穫は傘の裏の膜が切れる直前を目安とした。調査は菌糸蔓延日数、子実体の採取日、発生個数、発生重量、試験終了時の培地pHである。供試数は各試験区6菌床である(培地pHのみ1菌床)。

表-2 シイタケ栽培の培地組成

添加物の種類	基 材		栄養体			消石灰 添加量 (/袋)	培地 殺菌前 pH
	チップ	オガ粉	フスマ	米ヌカ	オカラ		
対照区	3	7	1.0	0.5	0	—	5.8
オカラ50%	3	7	0.5	0.25	0.75	—	5.7
オカラ75%	3	7	0.25	0.125	1.125	—	5.7
オカラ100%	3	7	0	0	1.5	—	5.7
オカラ50%+消石灰	3	7	0.5	0.25	0.75	1.18g	7.1
オカラ75%+消石灰	3	7	0.25	0.125	1.125	1.18g	7.5
オカラ100%+消石灰	3	7	0	0	1.5	1.18g	7.6

添加割合は容積比(消石灰を除く)。チップ・オガ粉の樹種はコナラ主体の広葉樹。

III 結果と考察

1. エリンギ栽培試験

エリンギの35日培養における子実体発生状況を写真-1、表-3に示した。

オカラの添加により、蔓延日数は対照区に比較して2.4~5.2日長くなったが、いずれの試験区も発生処理時の35日目にはすべて蔓延した。子実体発生量は対照区に比較してオカラを添加することにより、いずれの置換割合でも有意に増加した($p < 0.05$, Steel-Dwass検定)。子実体発生量が最も多かったのは、オカラ75%置換区の191.0gで、対照区の129.1gに比較すると1.48倍であった。子実体発生に要した発生所要日数は15.3日で、対照区の16.7日に比較して1.4日短く、栽培日数の短縮にもつながった。消石灰の添加は、オカラ100%置換区以外は、消石灰の無添加に比較して子実体発生量が有意に増加しなかった($p > 0.05$, Steel-Dwass検定)。子実体発生量が最も多かったのは、オカラ75%置換区に消石灰を添加した場合の196.1gで、対照区に比較すると1.52倍であった。

エリンギの40日培養における子実体発生状況を表-4に示した。40日培養においても、オカラを添加することにより、子実体発生量はオカラ75%置換区および100%置換区で対照区に比較して有意に多かった($p < 0.05$, Steel-Dwass検定)。子実体発生量が最も多かつ

たのは、オカラ75%置換区の172.4gで、対照区の127.2gに比較すると1.36倍であった。オカラの添加は、いずれの試験区でも対照区に比較して蔓延日数が長くなった。一方、発生所要日数はオカラ50%置換区および75%置換区では短くなったが、100%置換区では10日以上長くなった。消石灰の添加は、オカラ50%置換区では子実体発生量が無添加区に比較して増加した。しかし、75%置換区と100%置換区では減少しており、試験区によって効果に差が見られた。

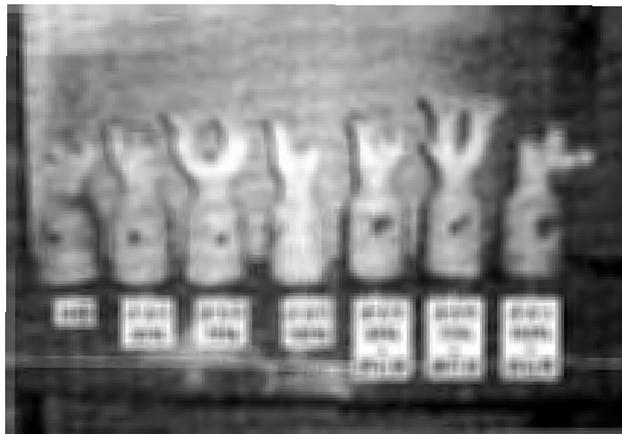


写真-1 エリンギの発生状況
35日培養、発生処理後15日目の状況

表-3 エリンギの発生状況 (35日培養)

培地の種類	蔓延日数	発生所要日数	子実体発生量(g)	本数
対照区	21.3 ± 1.0 ^a	16.7 ± 1.0 ^{ab}	129.1 ± 13.6 ^a	3.2 ± 0.4 ^{ab}
オカラ50%	23.7 ± 1.2 ^b	15.8 ± 0.4 ^{abc}	165.8 ± 10.9 ^{bc}	3.7 ± 1.4 ^{ab}
〃 + 消石灰	22.2 ± 1.5 ^{ab}	16.0 ± 0.2 ^{ab}	185.7 ± 8.0 ^b	4.0 ± 0.6 ^{bc}
オカラ75%	26.5 ± 2.6 ^{bc}	15.3 ± 0.5 ^{ac}	191.0 ± 10.7 ^b	2.8 ± 0.4 ^a
〃 + 消石灰	24.7 ± 1.4 ^b	15.2 ± 0.4 ^c	196.1 ± 12.6 ^b	4.3 ± 0.8 ^b
オカラ100%	26.2 ± 4.0 ^{bc}	17.3 ± 1.2 ^b	161.3 ± 9.5 ^c	2.3 ± 1.0 ^a
〃 + 消石灰	33.7 ± 10.4 ^c	17.2 ± 1.9 ^{ab}	180.1 ± 5.0 ^b	2.2 ± 1.0 ^{ac}

供試数は各6本、平均値±標準偏差、発生量は一次発生
異なるアルファベット間には有意な差があることを示す($p < 0.05$, Steel-Dwass)

表-4 エリンギの発生状況 (40日培養)

培地の種類	蔓延日数	発生所要日数	子実体発生量(g)	本数
対照区	21.3 ± 0.8 ^a	17.8 ± 0.8 ^a	127.2 ± 10.5 ^a	2.3 ± 0.5 ^a
オカラ50%	23.3 ± 0.5 ^{ab}	15.8 ± 1.0 ^{ab}	138.2 ± 16.1 ^{ab}	2.3 ± 0.5 ^a
〃 + 消石灰	22.5 ± 1.9 ^{ab}	15.5 ± 0.8 ^b	165.7 ± 10.5 ^b	3.7 ± 1.9 ^a
オカラ75%	24.4 ± 4.1 ^{ab}	15.4 ± 0.6 ^b	172.4 ± 13.9 ^b	3.0 ± 0.7 ^a
〃 + 消石灰	25.0 ± 1.7 ^{ab}	16.0 ± 1.0 ^{ab}	162.2 ± 41.0 ^{ab}	2.7 ± 2.9 ^a
オカラ100%	26.7 ± 4.4 ^b	18.8 ± 4.0 ^{ab}	162.5 ± 13.2 ^b	1.7 ± 0.8 ^a
〃 + 消石灰	28.0 ± 5.2 ^{ab}	28.7 ± 14.2 ^{ab}	123.9 ± 26.0 ^{ab}	1.7 ± 1.2 ^a

供試数は各6本、平均値±標準偏差、発生量は一次発生
異なるアルファベット間には有意な差があることを示す($p < 0.05$, Steel-Dwass)

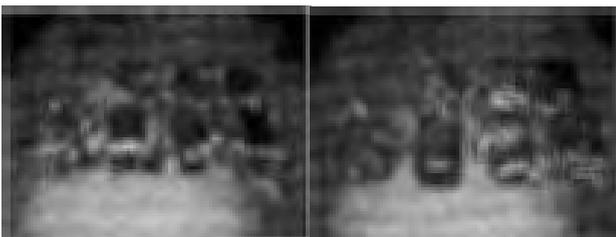
オカラは35日培養でも40日培養でも置換割合に関係なく増収効果が見られた。また、子実体の形態的な品質低下も見られなかったことから、エリンギ栽培に有効な材料であると考えられた。今回の試験では、最適

条件はオカラの置換割合が75%の場合であった。また、蔓延日数は対照区に比較して長くなったが、いずれも培養期間内に蔓延しており、発生所要日数が短くなったことから、栽培期間の短縮の効果も確認された。一方、消石灰の添加は、35日培養ではいずれの試験区でも増収効果が見られたにもかかわらず、40日培養では一定の傾向が見られなかった。特にオカラの置換割合が100%の場合には、子実体発生量が無添加区の76%にまで落ち込んだことから使用には注意が必要である。消石灰は、培養日数や材料の組み合わせによって効果に差が見られるため、さらなる検討が必要と考えられた。

2. シイタケ栽培試験

シイタケの子実体発生状況を写真-2、表-5、表-6に示した。

森XR-1号は、オカラを添加することによって、いずれの置換割合でも子実体発生量が増加した。オカラの添加で子実体発生量が最も多かったのは、オカラ100%置換区の428.1gで、対照区の350.0gに比較して1.22倍であった。オカラの添加は、蔓延日数がいずれの試験区でも対照区に比較して長くなり、25.0~26.2日であったが、いずれも培養期間内であった。消石灰の添加は、オカラ50%置換区および75%置換区では、無添加に比較して子実体発生量が増加したが、100%置換区では減少した。



森XR-1号

北研607号

写真-2 シイタケの発生状況（発生処理7日目）

後列左より、オカラ50%+消石灰、オカラ75%+消石灰、オカラ100%+消石灰
前列左より、対照区、オカラ50%、オカラ75%、オカラ100%

北研607号は、オカラ75%置換区および100%置換区では、対照区に比較して子実体発生量が多くなったが、50%置換区の発生量は307.4gで、対照区の83%に過ぎなかった。消石灰の添加は、オカラ50%置換区および75%置換区で子実体発生量が増加したが、100%置換区では無添加区に比較して少なくなった。特に、100%置換区では子実体発生量が132.2gと著しく少なかった。

シイタケでは、オカラや消石灰の添加効果は、菌株によって違いが見られた。森XR-1号では、オカラの添加によっていずれの条件下でも子実体発生量が増加

した。北研607号でも、オカラの添加によって子実体発生量が増加する傾向にあったが、置換割合が50%の場合のみ減少した。シイタケにおいてもオカラの添加はエリンギと同様に子実体発生量の増加に効果があると思われるが、減収の事例があったことから、菌株による効果の違い等について検証を進める必要があると考えられた。乾燥オカラは、ナメコ（宜寿次、2004）やヒラタケ（高島、1998）などで発生量が増加することが報告されており、種々のキノコに幅広く増収効果を示す材料と考えられた。ブナシメジ栽培では、カルシウム材料である貝化石（金子ら、2010）などによる増収効果が報告されており、消石灰による増収もカルシウムイオンの含有が原因の一つと考えられる。しかし、本試験では、消石灰の添加は、エリンギの35日培養ではいずれの条件下でも増収効果が見られたが、エリンギの40日培養およびシイタケの栽培試験では減収する場合があります。培養日数やオカラの置換割合によって効果にばらつきが見られた。培養日数や材料の組み合わせとカルシウムイオンとの関係など、さらなる検討が必要と考えられた。

表-5 シイタケの発生状況（森XR-1号）

培地の種類	蔓延日数	子実体発生量(g)	個数	培地pH
対照区	23.3±1.4 ^a	350.0±52.6 ^a	28.2±5.8 ^a	4.46
オカラ50%	25.0±1.7 ^{ab}	397.3±61.9 ^a	31.3±20.1 ^a	4.55
〃 +消石灰	25.2±1.0 ^{ab}	404.5±82.3 ^a	37.0±17.3 ^a	4.58
オカラ75%	26.2±1.0 ^b	398.9±47.1 ^a	46.3±18.2 ^a	4.66
〃 +消石灰	26.2±0.4 ^b	419.6±89.7 ^a	45.7±14.1 ^a	4.51
オカラ100%	26.0±1.4 ^{ab}	428.1±60.4 ^a	41.8±9.5 ^a	4.57
〃 +消石灰	27.0±0.9 ^b	417.4±66.3 ^a	46.2±19.1 ^a	4.38

供試数は各6菌床、平均値±標準偏差、発生期間は約4ヶ月（全面発生・浸水方式）異なるアルファベット間には有意な差があることを示す（ $p < 0.05$, Steel-Dwass）

表-6 シイタケの発生状況（北研607号）

培地の種類	蔓延日数	子実体発生量(g)	個数	培地pH
対照区	22.5±0.6 ^a	371.6±68.0 ^a	28.5±10.7 ^{ab}	4.27
オカラ50%	25.2±0.8 ^b	307.4±145.5 ^{abc}	10.3±7.0 ^{ac}	4.17
〃 +消石灰	25.5±1.9 ^{bc}	503.9±84.8 ^{ab}	36.3±19.8 ^b	4.28
オカラ75%	25.0±0.9 ^b	467.5±101.5 ^{ab}	29.8±12.9 ^{ab}	4.35
〃 +消石灰	26.2±1.7 ^{bc}	497.2±54.2 ^{ab}	26.2±5.6 ^b	4.37
オカラ100%	25.5±0.8 ^b	490.6±57.7 ^b	34.3±13.0 ^b	4.52
〃 +消石灰	28.0±1.1 ^c	132.2±121.7 ^c	5.2±7.6 ^c	4.58

供試数は各6菌床、平均値±標準偏差、発生期間は約4ヶ月（全面発生・浸水方式）異なるアルファベット間には有意な差があることを示す（ $p < 0.05$, Steel-Dwass）

引用文献

- 宜寿次盛生 (2004) ナメコ栽培における乾燥オカラの利用. 北海道林産試験場報18(1): 7-12
- 金子周平・高島幸司 (2010) 貝化石を利用したブナシメジ栽培 (I) —子実体の収量と形質—. 第51回日本木材学会大会研究発表要旨集: 433
- 水谷和人・久田善純 (2011) エリンギおよびブナシメジ菌床栽培における培地添加物の影響. 中森研59: 263-264
- 高島幸司 (1998) オカラを利用したヒラタケ菌床栽培. 日本応用きのこ学会6: 167-170
- 寺嶋芳江 (2010) 多様化する培地材料の特徴と利用. (最新きのこ栽培技術. プランツワールド, 320pp, 特産情報, 東京). 27-34

平成24年 3月23日

岐阜県森林研究所研究報告 第41号

発行所 岐阜県森林研究所

岐阜県美濃市曾代1128-1

TEL (0575) 33-2585

印刷所 (株)もとすいんさつ

TEL (058) 328-4529



この研究報告の本文は、古紙配合率70%再生紙を使用しています。
(表紙は古紙配合率70%の再生紙です。)