

島根林技研報
Bull. Shimane Pref.
For. Res. Cen.

ISSN 0910-9471

BULLETIN
OF THE
SHIMANE PREFECTURE FOREST RESEARCH CENTER
No. 43
March 1992

島根県林業技術センター研究報告

第43号
平成4年3月

SHIMANE PREFECTURE FOREST RESEARCH CENTER
SHINJI, SHIMANE, JAPAN

島根県林業技術センター
島根県宍道町

目 次

論文

ミズメの組織培養——冬芽と腋芽の培養による植物体再生——

.....福島 勉..... 1

論文

島根県で初大発生したスギドクガの被害と生活史

.....井ノ上 二郎.....11

短報

粉状木炭の埋め込みによるショウロの増殖試験

.....平 佐 隆 文.....25

論文

ミズメの組織培養

—冬芽と腋芽の培養による植物体再生—

福島 勉

Tissue Culture of *Betula grossa*

—*In vitro* Plantlets Regeneration from Winter Buds or Axillary Buds—

Tsutomu FUKUSHIMA

要 旨

ミズメ12年生木の冬芽と腋芽からの組織培養による増殖を試験した。初代培養で展開した芽を継代培養して、マルチプルシュートを誘導した。そして、収穫シュートを節付き小片に分割して培養を続けると、再びマルチプルシュートが形成された。初代培養と継代培養には6-ベンジルアミノプリン(BAP)を添加したMS改変培地が適当であった。収穫シュートはインドール酪酸(IBA)を添加したMS改変培地で発根した。45週間の培養によって冬芽1個から755本、また腋芽1個から362本の再生植物体が得られると試算した。再生植物体は容易に順化できた。

I はじめに

建築材、家具材として重要な樹種で湧るミズメ(*Betula grossa* SIEB.)は従来天然木の伐採利用によってきた。今後は人工的に育成する必要があり、そのためには遺伝的に優良な形質をもつ種苗を増殖する必要がある。しかし、ミズメの増殖方法については実生繁殖、栄養繁殖ともほとんど報告がない。一方、従来増殖の難しかった樹種については、近年組織培養による増殖が多く試みられている。ミズメについても井出(4,6)が冬芽を培養して植物体を再生したが、大量増殖には至っていない。組織培養による大量増殖には種々の方法があるが、多数の茎の集合体であるマルチプルシュートを誘導する方法は培養条件を見出すのが容易で、しかも遺伝的安定性が高い(12)。そこで筆者は冬芽のほか広葉樹の組織培養でよく使用される新梢腋芽を外植体として、マルチプルシュート誘導による大量増殖法を試験した。さらに、不定根誘導と再生植物体の順化を試み、ミズメの組織培養による苗木生産にいくつかの知見を得たので報告する。

II 材料と方法

八東郡宍道町の島根県林業技術センター構内の緑化木苗畑に植栽されている12年生木1個体(樹高6m、胸高直径8cm)から枝を採取して、これから外植体を得た。培養試験では表-1に示した基本培地を使用し、これに植物成長調節物質を添加し、寒天で固形化した。また、培養は白色蛍光灯(約5000lux)の1日16時間照射下、約25°Cの恒温室で行った。試験過程を模式的に図-1に示した。

まず、初代培養を試験したが、冬芽を用いた試験(A)では、1989年11月20日と'90年1月11日に小枝を採取し、ポリエチレン袋に入れて冷蔵庫で貯蔵して、1週間以内に供試した。冬芽に約5mm長の枝を付けた小片に分割し、70%エタノールに1分間浸漬後ツイーン20を滴下した1%次亜塩素酸ナトリウム溶液で15分間かくはんして表面殺菌した。そして、滅菌水で3回洗浄し、滅菌ろ紙上で風乾した。つぎに実体顕微鏡下で芽鱗を剝いで芽を露出させ、これに枝の木部を0.5mm付けたものを外植体として培地に植え付けた。MS培地(1)(MSI)、硝酸塩を半減

した培地 (MS 2), 無機塩類全部を半減した培地 (MS 3) および WPM 培地 (10) を基本培地とし, ジベレリン (GA_3) $0.5mg/l$ と 6-ベンジルアミノプリン (BAP) 無添加または $0.5, 1.0mg/l$ を添加した 8 種類の培地を用いた。培養は 5 週間行った。

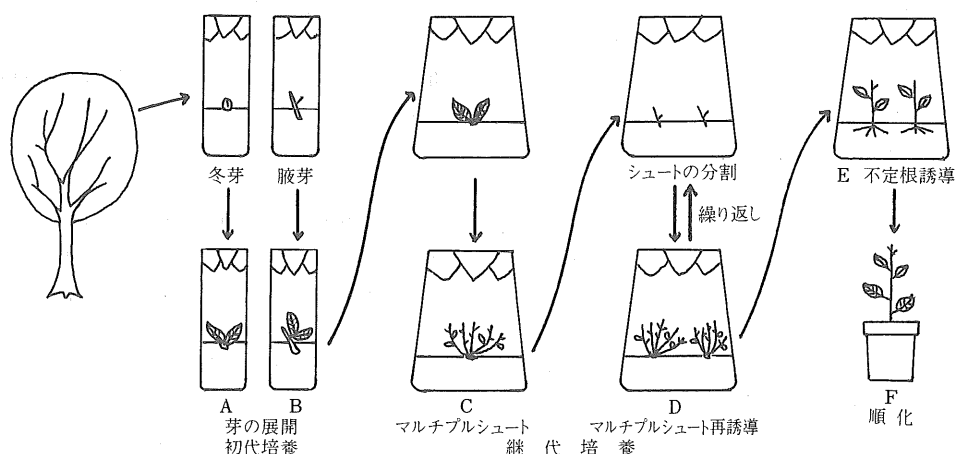
ついで, 腋芽を用いた試験 (B) でははじめに外植体の表面殺菌を検討したが, 1990年5月11日に新梢を採取し, 直ちに外植体を調整して植え付けた。すなわち, 腋芽に葉柄の一部と約 $1.5cm$ 長の茎を片けた Y 字形小片とし, 70%エタノールに 1 分間浸漬後つぎの 3 種類の表面殺菌を行った。① 0.1% 塩化第二水銀溶液 (15分間) → 洗浄 (3 回); ② 1% 次亜塩素酸ナトリウム液 (10分間) → 洗浄 (3 回) → 5% 過酸化水素水 (10分間); ③ 1% 次亜塩素酸ナトリウム液 (15分間) → 洗浄 (3 回)。殺菌剤にはすべて Tween 20 を滴下した。殺菌後風乾した Y 字形小片は殺菌で傷んだ茎と葉の切り口を切除して, 培地に植え付けた。培地は BAP $1.0mg/l$ と ナフタレン酢酸 (NAA) $0.002mg/l$ を添加した MS 2 培地を用いた。4 週間培養して雑菌汚染と外植体の生存を観察した。

また, 腋芽を用いた初代培養で培地を検討したが, 1990年5月31日と6月13日に同じ方法で外植体を調整して植え付けた。なお, 外植体の表面殺菌は塩化第二水銀水溶液で行った。MS 1 培地, MS 2 培地,

BTM 培地 (2) および WPM 培地を用いた。培養は 5 週間行った。

以上の初代培養で展開した芽からマルチプルシュートを誘導する試験 (C) を行った。冬芽は基部のカルス切除して, また腋芽は茎から切り取って継代培養した。冬芽由来の培養には BAP $1.0mg/l$ を添加した MS1 培地, MS 2 培地および MS 3 培地の 3 種類の培地を, また腋芽由来の培養には MS 1 培地, MS 2 培地, BTM 培地および WPM 培地に BAP $0.5, 1.0mg/l$ を添加した 6 種類の培地を用いた。約 5 週間隔で同組成の培地に移植し, 21 週間で計 4 回継代培養した。移植時には基部のカルスを切除した。また, $2cm$ 以上伸長したシュートを切り取って収穫シュートとし, その本数と長さを計測した。

さらに, この収穫シュートからマルチプルシュートを再誘導する試験 (D) を行った。前試験で得た収穫シュートを, 節 1 個の付いた約 $5mm$ 長の小片に分割した。この小片を移植して節からのマルチプルシュート誘導を試験した。MS1 培地, MS 2 培地, BTM 培地および WPM 培地に BAP $1.0, 2.0mg/l$, NAA 無添加または $0.02mg/l$ およびインドール酪酸 (IBA) 無添加または $0.02mg/l$ を添加した 18 種類の培地を用いた。そして, 約 5 週間隔で同組成の培地に移植し, 15 週間で計 3 回継代培養した。移植は前試験と同じ方法で行った。



図一 ミズメの冬芽と腋芽からの組織培養による増殖

表一 培養に使用した基本培地の組成

組 成 物	MS 1	MS 2	MS 3	MS 4	MS 5	BTM	WPM	ANDERSON
KNO ₃	1900mg / l	950	950	950	475	190	—	480
NH ₄ NO ₃	1650	825	825	825	412.5	165	400	400
K ₂ SO ₄	—	—	—	—	—	860	990	—
C _a (NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	—	—	—	—	—	640	556	—
C _a Cl ₂ · 2 H ₂ O	440	440	220	220	220	44	96	440
MgSO ₄ · 7H ₂ O	370	370	185	185	185	370	370	370
(NH ₄) ₂ SO ₄	—	—	—	—	—	240	—	—
NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	380
KH ₂ PO ₄	170	170	85	85	85	170	170	—
Na ₂ -EDTA ¹⁾	37.3	37.3	18.65	18.65	37.3	37.3	74.5	—
FeSO ₄ · 7 H ₂ O	27.8	27.8	13.9	13.9	13.9	27.8	27.8	55.7
MnSO ₄ · H ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	16.9
MnSO ₄ · 4 H ₂ O	22.3	22.3	11.15	11.15	11.15	22.3	22.3	—
ZnSO ₄ · 4 H ₂ O	8.6	8.6	4.3	4.3	4.3	—	—	—
ZnSO ₄ · 7 H ₂ O	—	—	—	—	—	8.6	8.6	8.6
H ₃ BO ₃	6.2	6.2	3.1	3.1	3.1	6.2	6.2	6.2
KI	0.83	0.83	0.415	0.415	0.415	0.15	—	0.3
NaMoO ₄ · 2 H ₂ O	0.25	0.25	0.125	0.125	0.125	0.25	0.25	0.25
CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.025	0.025	0.0125	0.0125	0.0125	0.25	0.25	0.025
CoCl ₂ · 6H ₂ O	0.025	0.025	0.0125	0.0125	0.0125	0.02	—	0.025
L-グルタミン	—	—	—	—	—	2.0	—	—
グリシン	2.0	2.0	2.0	—	—	2.0	2.0	—
塩酸チアミン	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	1.0	1.0	0.4
ニコチン酸	0.5	0.5	0.5	—	—	0.5	0.5	—
塩酸ピリドキシン	0.5	0.5	0.5	—	—	0.5	0.5	—
ミオ・イノシトール	100	100	100	100	100	100	100	100
ショ糖	30000	30000	30000	15000	15000	20000	20000	15000
寒天	8000	8000	8000	7000	7000	8000	8000	7000

¹⁾エチレンジアミン四酢酸ニナトリウム

こうして得たシュートからの不定根誘導を試験した(E)。前試験で得たシュートをIBA無添加または1.0mg/ℓ添加のMS 4培地, MS 5培地およびAndersonの6種類の培地に植え付けた。MS 4培地はMS培地の無機塩類を半減し, MS 5培地はさらに硝酸塩を1/4に減じた。また, 3種類の基本培地とも有機組成を改変し, 塩酸チアミンを0.4mg/ℓ, ショ糖を15g/ℓとした。植え付け4週間後と8週間後に発根したシュート本数と根数を計数した。

最後に再生植物体の順化を試験した(F)。シュートをIBA1.0mg/ℓ添加のMS 5培地で6週間培養し, 再生した植物体(平均6cm)を培養容器から取り出し, 根に付着した寒天を洗い落とした。これら

をバーミキュライトとピートモスを1:1に混合して詰めたワグネルポット(直径15cm)に3~4本ずつ植え付け, ポリエチレン袋で覆って人工気象器内に置いた。最初の1週間は白色蛍光灯(約10000lux)で1日16時間照射したが, 照射時25°C, 消灯時20°Cとした。その後は1日14時間照射(約20000lux)したが, 照射時22.5°C, 消灯時15°Cとした。順化は1991年4月3日から開始し, 1週間後ポリエチレン袋に穴を開け, その後穴を徐々に大きくした。4週間後人工気象器から出し, 袋を除去してベランダに置いた。9月7日に苗木の大きさを測定した。なお, 施肥はしなかった。

表—2 初代培養での冬芽展開

基本培地	BAP (mg/l)	GA ₃ (mg/l)	外植体数	雑菌汚染数 (汚染率%)	冬芽展開数 (展開率%) ^{a)}	シュート伸長数 (伸長率%) ^{a)}
MS 1	0	0.5	7	4 (57)	2 (67)	0 (0)
〃	0.5	0.5	10	5 (50)	4 (80)	3 (60)
〃	1.0	0.5	43	16 (37)	27 (100)	11 (41)
MS 2	0	0.5	7	3 (43)	4 (100)	0 (0)
〃	0.5	0.5	10	2 (20)	8 (100)	6 (75)
〃	1.0	0.5	42	15 (36)	27 (100)	23 (85)
MS 3	1.0	0.5	26	8 (31)	18 (100)	11 (61)
WPM	1.0	0.5	20	9 (45)	11 (100)	9 (82)

^{a)}雑菌汚染を免れた外植体数に対する割合

表—3 新梢腋芽の表面殺菌

殺菌剤	外植体数	雑菌汚染数 (汚染率%)	外植体生存数 (生存率%) ^{a)}
0.1%塩化第二水銀水溶液	40	1 (3)	26 (67)
1%次亜塩素酸ナトリウム液→5%過酸化水素水	20	8 (40)	4 (33)
1%次亜塩素酸ナトリウム液	40	28 (70)	2 (17)

^{a)}雑菌汚染を免れた外植体数に対する割合

III 結 果

1. 冬芽からの初代培養 (表—2)

植え付け1週間後から糸状菌による汚染が、また3週間後から細菌による汚染が認められ、雑菌汚染率は平均38%であった。外植体は植え付け1週間後から芽が膨らみ、2週間後に葉を展開し始め、4週間後にはシュートの伸長するものがあった。BAP無添加と0.5mg/l添加のMS1培地以外の6種類の培地では全部の冬芽が展開した。さらに、BAP添加培地ではシュートの伸長が認められ、BAP1.0mg/lを添加したMS2培地とWPM培地では80%以上でシュートが伸長した。MS培地では展開した葉が緑色であったが、WPM培地では葉縁部の褐変するものが多かった。

2. 腋芽からの初代培養

まず、外植体の表面殺菌を検討した(表—3)。植

え付け3日後から雑菌汚染を認めたが、ほとんどが糸状菌によるものであった。0.1%塩化第二水銀水溶液が低く、また外植体の損傷も少なかった。一方、次亜塩素酸ナトリウム液による殺菌は汚染率が高く、しかも汚染を免れても褐変枯死するものが多かった。

ついで、培地の検討をした(表—4)。雑菌汚染率は平均28%で、そのほとんどが糸状菌であった。MS1培地とMS2培地では植え付け1週間後から芽が膨らみ、2週間後に葉を展開し始め、4週間後にはシュートの伸長するものがあった。しかし、最高でも展開率は70%、またシュート伸長率は45%に留まった。また、MS1培地ではBAP濃度0.5mg/lが1.0mg/lより高い展開率であったが、MS2培地ではほとんど差がなかった。一方、BTM培地とWPM培地ではまったく展開しなかった。

表-4 初代培養での腋芽展開

基本培地	BAP (mg/l)	NAA (mg/l)	外植体数	雑菌汚染数 (汚染率%)	腋芽展開数 (展開率%) ^{a)}	シュート伸長数 (伸長率%) ^{a)}
MS 1	0.5	0.002	20	9 (45)	7 (64)	5 (45)
〃	1.0	0.002	30	10 (33)	7 (35)	1 (5)
MS 2	0.5	0.002	30	10 (33)	14 (70)	1 (5)
〃	1.0	0.002	60	14 (23)	31 (67)	8 (17)
BTM	1.0	0.002	20	1 (5)	0 (0)	0 (0)
WPM	1.0	0.002	20	7 (35)	0 (0)	0 (0)

^{a)}雑菌汚染を免れた外植体数に対する割合

表-5 継代培養での収穫シュート

外植体	基本培地	BAP (mg/l)	供試株数	生存株数 (生存率%)	収穫シュート数 (平均)	平均シュート長 (cm)
冬芽	MS 1	1.0	12	11 (92)	0~34 (17.3)	3.5
〃	MS 2	1.0	16	16 (100)	7~31 (19.7)	2.9
〃	MS 3	1.0	17	17 (100)	7~22 (11.9)	2.8
腋芽	MS 1	0.5	6	4 (67)	0~9 (5.8)	3.1
〃	〃	1.0	7	6 (86)	2~19 (8.4)	3.6
〃	MS 2	0.5	6	6 (100)	8~20 (10.5)	3.6
〃	〃	1.0	7	7 (100)	9~17 (12.1)	3.2
〃	BTM	1.0	5	5 (100)	1~13 (5.2)	2.4
〃	WPM	1.0	5	5 (100)	8~12 (10.2)	2.9

3. 展開芽からのマルチプルシュート誘導(表-5)

移植した冬芽と腋芽からはシュートが伸長・分岐し、2回目の継代培養時にマルチプルシュートを形成した。移植時にシュートを切り取って培養を続けると、さらに新しいシュートが発生した。21週間の継代培養中に収穫したシュートの本数は冬芽由来株、腋芽由来株ともMS 2培地で多かった。またMS 1培地では1~2株枯死するものがあり、収穫シュートの得られない株もあった。冬芽由来株と腋芽由来株に共通の培地はBAP1.0mg/l添加のMS1培地とMS2培地のみであったが、両培地とも冬芽由来株が腋芽由来株より収穫シュート本数が多かつ

た。BAP濃度の比較は腋芽由来株のみで行ったが、MS 1培地、MS 2培地とも1.0mg/l添加培地の収穫シュート本数が0.5mg/l添加培地より多かった。一方、BTM培地とWPM培地はマルチプルシュートを形成したものの、葉縁部に褐変を生じるものが多かった。

4. 収穫シュートからのマルチプルシュート再誘導(表-6)

植え付け2週間後、分割したシュート小片の節の部分が膨らみ、4週間後には葉が展開した。そして2回目の継代培養でシュートが伸長・分岐し、マルチプルシュートを形成した。15週間の培養で、

表一六 マルチプルシュート再誘導による収穫シュート

基本培地	BAP (mg/l)	NAA (mg/l)	IBA (mg/l)	供試株数	収穫シュート数 (平均)	平均シュート長 (cm)
MS 1	1.0	0	0	8	3~ 8 (5.1)	2.7
〃	1.0	0.02	0	8	1~ 9 (4.9)	3.0
〃	1.0	0	0.02	8	2~ 7 (4.9)	2.4
〃	2.0	0	0	8	2~ 6 (3.8)	2.4
〃	2.0	0.02	0	8	1~ 5 (3.1)	2.3
〃	2.0	0	0.02	6	1~ 4 (2.2)	2.7
MS 2	1.0	0	0	8	1~15 (10.8)	3.0
〃	1.0	0.02	0	8	7~14 (11.0)	3.3
〃	1.0	0	0.02	8	8~21 (11.3)	3.1
〃	2.0	0	0	8	2~10 (5.4)	2.4
〃	2.0	0.02	0	8	4~ 8 (6.1)	2.7
〃	2.0	0	0.02	8	2~ 8 (4.8)	2.4
BTM	1.0	0	0	7	1~ 7 (2.9)	2.3
〃	1.0	0.02	0	8	3~ 7 (5.6)	2.5
〃	1.0	0	0.02	8	2~ 9 (4.6)	2.5
WPM	1.0	0	0	8	0~ 6 (2.9)	2.2
〃	1.0	0.02	0	6	2~10 (4.8)	2.7
〃	1.0	0	0.02	8	0~ 9 (4.9)	2.7

表一七 シュートからの不定根誘導

基本培地	IBA (lg/l)	供試シュート数	4 週 間 後		8 週 間 後	
			発根シュート数 (発根率%)	平均根数	発根シュート数 (発根率%)	平均根数
MS 4	0	13	0 (0)	—	0 (0)	—
〃	1.0	28	15 (54)	2.1	24 (86)	2.1
MS 5	0	29	1 (3)	1.0	1 (3)	1.0
〃	1.0	45	39 (87)	3.7	45 (100)	4.9
ANDERSON	0	15	0 (0)	—	1 (7)	2.0
〃	1.0	50	40 (80)	3.4	47 (94)	3.8

BAP1.0mg/l 添加の MS 培地は収穫シュート本数が10本以上と多く、また平均シュート長も3cm以上と長かった。BAP 濃度は MS 1 培地と MS 2 培地で2水準設定したが、両培地とも1.0mg/l の添加で収穫シュート本数が多かった。NAA または IBA の添加は BTM 培地と WPM 培地で本数を増したが、MS 培地では差が認められなかった。また、NAA または IBA を添加した培地ではマルチプルシュート基部にカルスが発達した。なお、枯死した株はなか

ったが、BTM 培地と WPM 培地ではシュートの葉縁部に褐変が生じ、WPM 培地ではシュートの得られない株もあった。

5. シュートからの不定根誘導 (表一七)

IBA 無添加培地では発根したシュートはわずかであったが、IBA1.0mg/l 添加培地では植え付け2週間後から発根を認めた。発根部位はシュート基部がほとんどであったが、シュートの葉が培地に接した部位から不定根を生じる場合もあった。IBA 添加

表一 8 芽 1 個から45週間の培養で得られる再生植物体数

外植体	①初代培養 ^{a)}	②継代培養 ^{b)}	③収穫シュートの節数	④マルチプルシュート再誘導 ^{c)}	⑤不定根誘導 ^{d)}	再生植物体数 (①×②×③ ×④×⑤)
	芽展開率 (%)	収穫シュート数 (平均)	(.1 cm当たり節数 ×平均シュート長)	収穫シュート数 (平均)	発根率 (%)	
冬芽	100	19.7	1.36×2.9	11.3	87	755
腋芽	70	12.1	1.36×3.2	11.3	87	362

^{a)} 5 週間 ^{b)} 21週間 ^{c)} 15週間 ^{d)} 4 週間

の MS4 培地と MS 5 培地では 4 週間後に、そして 8 週間後には IBA 添加の全培地でシュートの 80% 以上が発根した。MS 5 培地は発根率が最も高く、根数も多かった。発根したシュートは伸長し、8 週間後には約 10cm 長に達するものもあった。

6. 再生植物体の順化

ポットに移植した再生植物体の 31 本全部が順化した。その 1 本が枯死した。順化開始 5 か月後の苗木の大きさは苗長 30~52cm (平均 47cm)、根元直径 3.0~5.5mm (平均 4.3mm) で、5 か月間に約 40cm 伸長した。なお、一部の苗木に根元から茎が数本分岐し、株立ちするものもあった。

7. 増殖効果

以上の試験によって、ミズメの冬芽と腋芽を外植体として組織培養した再生植物体の増殖率を試算した。表一 8 に示すように冬芽 1 個から 755 本、また腋芽 1 個から 362 本の再生植物体が 45 週間 (10.5 か月) の培養で得られることになる。

IV 考 察

本試験によって、冬芽と腋芽を外植体としてミズメの再生植物体を得ることに成功した。継代培養してシュートの分割とマルチプルシュート誘導を繰り返すことによって、大量増殖することができる。しかし、マルチプルシュート誘導による方法は分割と移植を頻繁に行わなければならないのが欠点である (12) ので、さらに培養方法の改良が必要である。

広葉樹の組織培養には腋芽が外植体としてよく使用されるが、日本産のカバノキ属ではシラカンバ (3) で報告があるのみで、ミズメ (4,6) をはじめウダイカンバ (7,8,9)、ダケカンバ (8) はいずれも冬芽が外植体とされている。本試験の結果、増殖効率が冬芽の約 1/2 と低いものの、腋芽の培養でも植物

体再生が可能ながわかった。

ミズメの腋芽採取時期は新梢が伸長する 5 月中旬から雑菌繁殖が盛んになる梅雨入りまでに限られると考えられる。一方、冬芽は 9 月から翌年 3 月までの長期間着生している。本試験では 11 月と 1 月に冬芽を採取したが、芽の展開は良好であった。さらに、これより早い時期と遅い時期についても試験し、採取適期の範囲を知る必要がある。

MS 培地は植物の培養に広く使用されるが、木本植物の培養には無機塩類とくに窒素濃度が一般に高いといわれる。本試験でも初代培養での芽展開と継代培養でのマルチプルシュート誘導には硝酸塩を半減した MS 培地が適した。また、シュートからの不定根誘導には硝酸塩を 1/4 の濃度に減じ、その他の無機塩類を半減した MS 培地が適した。一方、林木の培養によく使用される BTM 培地と WPM 培地では成長が不良で褐変するものがあり、ミズメの培養には不適と考える。なお、植物成長調節物質の添加濃度についての詳細な検討はしなかったが、本試験の範囲からは初代培養と継代培養に BAP 濃度 0.5~1.0mg/l、また不定根誘導に IBA 濃度 1.0mg/l が適当と考える。

再生植物体を移植したポットをポリエチレン袋で覆って湿度を高くし、その後徐々に湿度を下げる方法によって容易に順化できた。しかし、この方法では一度に大量に順化できないので、より効率的な方法に改良する必要がある。なお、順化時の環境条件と順化後の苗木の扱いについては検討しなかった。また、12 年生木 1 個体のみを供試したが、優良木の増殖のためには複数のクローンの比較や高齢木の試験も必要である。これら未検討の点は今後の課題である。

引用文献

- (1) ANDERSON, W. C. : A revised tissue culture medium for shoot multiplication of rhododendron. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **109** : 343~347, 1984
- (2) CALUPA, V. : Clonal propagation of broad leaved forest trees *in vitro*. Common. Inst. Forest. **12** : 255~271, 1981
- (3) 細井佳久 : 木本植物の増殖と育種, 197~160, 農業図書, 東京, 1989
- (4) IDE, Y. ; *In vitro* clonal propagation of mature Japanese cherry birch. J. Jpn. For. Soc. **69** : 161~163, 1987
- (5) 井出雄二 : シラカンバの組織培養によるクローン大量増殖法に関する研究. 静岡林試研報 **16** : 1~56, 1987
- (6) 井出雄二 : 木本植物の増殖と育種, 157~160, 農業図書, 東京, 1989
- (7) IDE, Y. and YAMAMOTO, S. : *In vitro* plantlet regeneration of mature monarch birth (*Betula maximowicziana*) by wister bud culture. J. Jan. For. Soc. **72** : 147~150, 1990
- (8) 井出雄二・山本茂弘 : ウグイカンバとダケカンバの冬芽の培養による植物体再生——培養開始時期および冬芽の枝上での位置の影響——. 東大農学部演習林報告 **85** : 27~42, 1991
- (9) 片寄 隼・玉井 裕 : ウグイカンバ成木の生長点培養. 林木の育種「特別号」, 46~47, 1988
- (10) LLOYD, G. and MCCOWN, B. : Commercially-feasible of mountain lauel. *Kalmia latifolia*, by use shoot tip culture, Camb. Proc. Int. Plant. Prop. Soc. **30** : 421~427, 1981
- (11) MURASHIGE, T. and SKOOG, F. : A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue culture. Pysiol plant. **15** : 275~279, 1962
- (12) 植物バイオテクノロジー事典編集委員会 (編) : 植物バイオテクノロジー事典, 276~279, 朝倉書店, 東京, 1990

Tissue Culture of *Betula grossa*

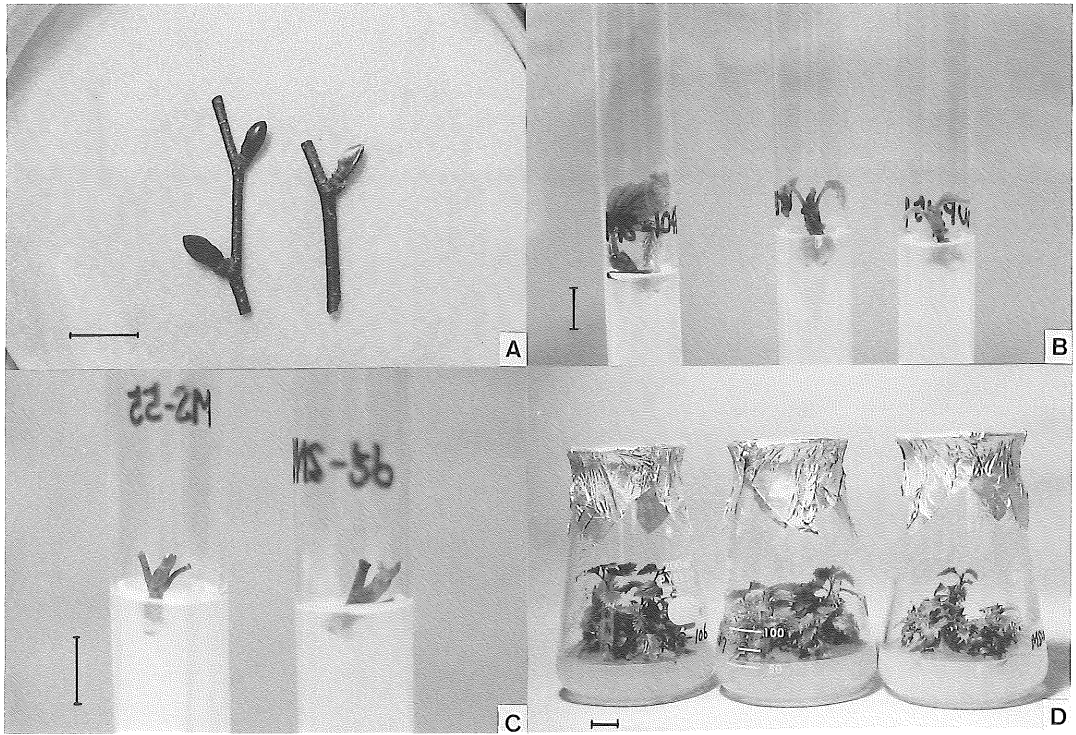
—*In vitro* Plantlets Regeneration from Winter Buds or Axillary Buds—

Tsutomu FUKUSHIMA

Summary

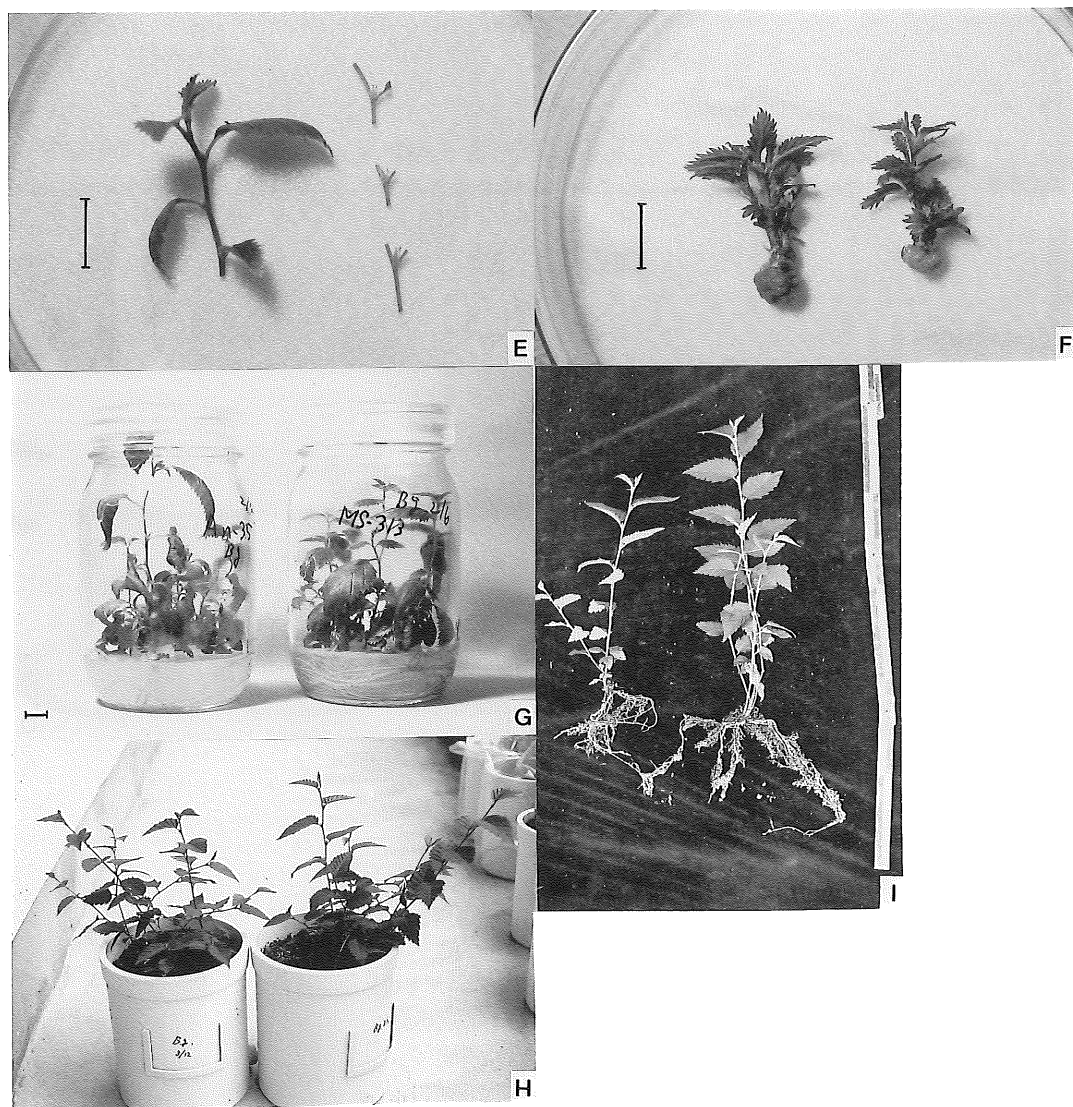
Japanese cherry birch (*Betula grossa* SIED,) was propagated from winter buds or axillary buds with the tissue culture. Both buds were collected from a 12 - year - old birch tree, and cultured on modified MS medium containing 6 - benzylaminopurine (BAP). They sprouted in the primary culture and developed into multiple shoots after transplanting in the subculture. the short nodal segments from shoots were inoculated on fresh media, and multiple shoots were produced again. These shoots rooted on modified MS medium containing indolebutyric acid (IBA). The plantlets obtained from one wister bud or one axillary bud for 45 weeks were calculated at 755 or 362, respectively. The plantlets regenerated *in vitro* were successfully hardened off in the field.

写 真



- A：冬芽（右側は芽鱗を剥いだもの）
 - B：冬芽の展開
 - C：腋芽の展開
 - D：マルチプルシュートの形成
- ※写真中の線は1cmの長さを示す

写 真



E：収穫シュートと分割したシュート小片

F：マルチプルシュートの再誘導

G：シュートからの発根

H, I：順化した再生植物体

※写真中の線は1cmの長さを示す

論文 島根県で初大発生したスギドクガの被害と生活史

井ノ上 二郎

The First Outbreak of the Sugi Tosssock Moth, *Dasychira argentata*, in Shimane Prefecture, and its Life History

Jiro INOUE

要 旨

1987年7～8月，島根県大原郡木次町の20～50年生スギ・ヒノキ林50ha にスギドクガが大発生して激害が生じた。被害は谷～中腹部にかけて激甚であった。激害は7～8月に発生した夏世代幼虫によって生じた。スギでは旧葉を主として摂食したが，幼虫数が高密度では当年葉も摂食し尽くされ，激害林での推定幼虫密度は330万頭/ha に及んだ。ヒノキでは旧・当年葉とも摂食し尽くされた。全葉を失った林木は翌春枯死し，枯死しなかったものでは新梢の伸長が不良であった。発生翌年の夏世代幼虫に対してMEP剤の空中散布を実施し，被害は終息した。スギドクガは島根県では1年に2世代を経過した。6月中～下旬にふ化した幼虫は6～7齢を経て蛹化し，8月中旬～9月上旬羽化した。この夏世代は50～60日の短期間であった。夏世代が産んだ卵からふ化した幼虫は12月上旬まで摂食し，越冬後5月下旬まで摂食し続けた後蛹化し，6月上～下旬羽化した。この越冬世代は270～300日であった。

I はじめに

スギドクガ (*Dasychira argentata* BUTLER) はスギ・ヒノキ林に普遍的に生息するが，通常その密度は極めて低く被害は生じない。しかし，ときに大面積に高密度発生して激害が生じる(12)。従来の大発生は近畿・北陸地方に限られていた(2,3,5～7,9,13)。ところが，1987年7～8月，島根県東部の1地方のスギ・ヒノキ林で大発生して問題になった。そこでDDVP・MEP剤のくん煙やMEP剤の空中散布による防除が行われた結果，被害は翌年には鎮静化した。筆者は被害発見当初から現地調査を継続して行って被害実態を把握し，スギドクガの生活史を調査した。また，防除の実施を指導した。なお，被害と防除の概略については羽鳥(1)によって速報された。

被害調査は松江営林署の依頼によって開始し，種々の便宜を図っていただいた。また，木次農林事務所林業振興課・林業普及課の各位には調査に協力していただいた。これらの方々には厚くお礼申し上げる。

II 被害実態を防除

1. 調査方法

1987年7月～翌年7月まで2～4週間隔で被害の推移を観察した。被害発見当初の7月下旬～8月上旬には，発生地の被害程度をつぎの3段階に区分して，1/5,000の地形図に記入した。軽微：少量の針葉が食害された林木が散在する，中庸：樹冠の疎開が認められる程度に食害された林木が散在する，激甚：ほぼ全木がほとんどまたは全葉を食害される。

9月上旬，スギ林6か所とヒノキ林3か所に50本の林木の入った区画(300 m²)を設定して食害による失葉量を調査した。調査区画はスギ林については谷部と中腹部に3か所ずつ，またヒノキ林については中腹部に3か所配置した。各調査木の失葉率を1/3以下，1/2，2/3以上および全葉の4段階に区分して記録した。

老齢幼虫の生息数を糞受け法(4)によって推定した。8月上旬スギ激害林の林床に底に防虫網を張つ

た木製トラップ（1×1 m）5個を設置した。トラップは10m間隔で格子状に配置し、地表面に水平に固定した。8月4～5日と10～11日の2回トラップ内に落下した虫糞を採集した。虫糞は80°Cで48時間乾燥して重量を測定した。ha当たりの生息数（N）は次式によって推定した。

$$N = a/b \times 10,000$$

a：1日1m²当たりの落下糞重量

b：飼育によって得た老齢幼虫1頭の1日当たりの排出糞重量（柴田・西口（11）の0.0747gを用いた）

大発生と気象条件との関係を明らかにする目的で夏世代発生期の6～8月の旬平均気温と旬降水量を過去10年間の平均値と比較した。なお、数値は発生地から北西約20kmに位置する出雲市での気象観測値を用いた。

2. 調査結果

1) 被害発生地

被害は島根県大原郡木次町東日登に位置する日登国有林350haのうち最北部の45haとそれに隣接する民有林5haの計50haで発生した（図-1）。標高70～250m、国有林内を南北に流れる坂水川流域の谷部から東・西向き斜面で、その尾根にまで及んだ。加害を受けたのは21～33年生スギ林（35ha）、52年生

スギ林（5ha）、21～30年生ヒノキ林（10ha）の若～壮齢林であった。なお、少数の6年生スギ林木にも被害を認めた。

2) 被害の推移

被害発見時の1987年7月下旬には、すでに多数の老齢幼虫を認め、スギでは旧葉の摂食によって樹冠内部が疎開するものもあった。また、緑軸が摂食されたため、その先端が赤色枯死する場合もあった。8月に入ると当年葉をも摂食し尽くされるものが生じたが、枝先端の10～30cmの当年葉は食い残されるものが多かった（写真-1）。また、緑枝先端の5～10cmが食い切られるものも多く、林床にはそれらが多数落下した。ヒノキでは発見当初外観上の異常を認めなかったが、8月上旬食害が急速に進展して激害木では短期間に全葉を食害された（写真-2）。8月下旬にはほとんどの幼虫が蛹化して食害は終了した。9月中旬以降次世代の幼虫が出現して12月まで針葉を摂食したが、その食害量は少量であった。また、翌年4月上旬～5月中旬前年の軽害林に越冬明けの幼虫による被害が0.5ha発生した。前年被害木のうち、針葉を多少とも食い残されたものでは新梢が展開したが、健全木に比べてその伸長は不良であった。また、全葉を失った激害木では新梢の展開は認められず枯死した。

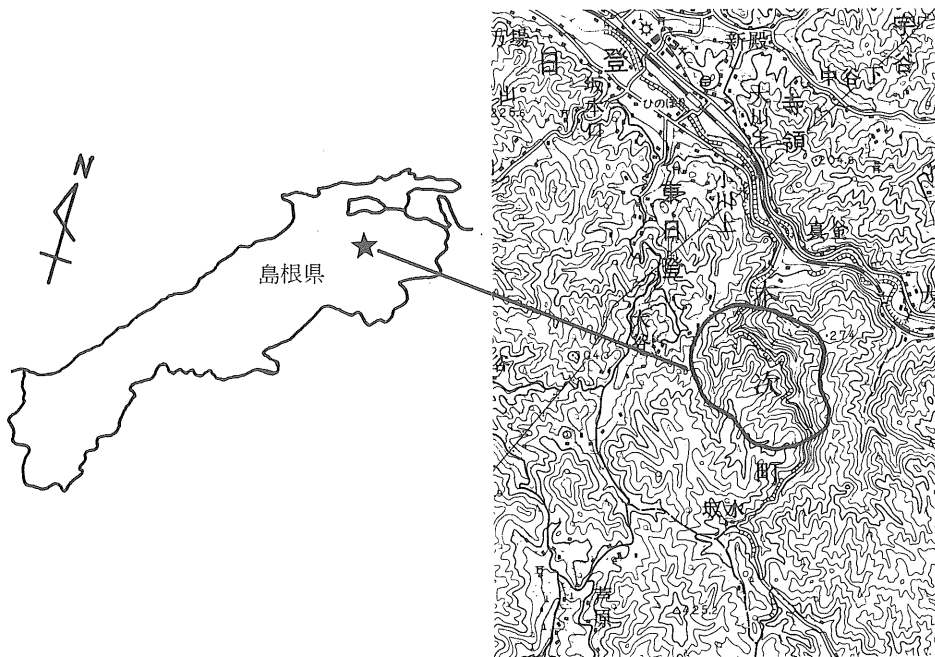


図-1 スギドクガ発生場所

3) 被害程度

図-2に示すように、発生地のほぼ中央の谷部から斜面中腹部にかけてのスギ林17haとヒノキ林4haの計21haで激甚であった。激甚地の南・北側谷部のスギ林13haとヒノキ林1haの計14haでは中庸、また中腹部から尾根部にかけてのスギ林9haとヒノキ林6haの計15haでは軽微に留まった。

調査区画での失葉量をみると、スギ・ヒノキ林とも全木が加害された。スギ林の谷部では60~90%のものが2/3以上の針葉を食害された。一方、中腹部

では70~80%が1/3以下または1/2程度の失葉であった。ヒノキ林の調査区画ではほぼ全木が全葉を食害された(表-1)。

スギ激害林に設置した各トラップ内に落下した糞重量は表-2に示したが、1日1m²当たり落下した平均糞重量は24.4gであった。したがって、ha当たりの幼虫生息数を3,267,000頭と推定した。また、調査林のha当たりの生立本数は1,500本であり、林木1本当たりの平均生息数は2,200頭であった。

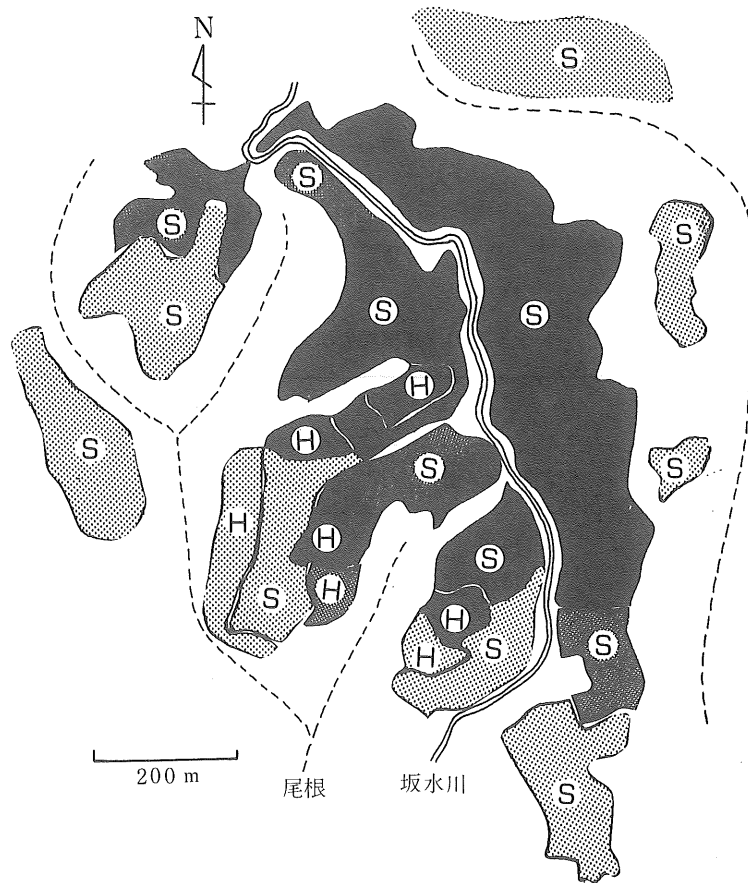


図-2 スギ・ヒノキ被害林の分布

Sスギ, Hヒノキ
 軽微, 中庸, 激甚

表一 幼虫食害によるスギ・ヒノキ被害木の失葉状態

樹種	部位	調査区画	失葉程度別本数率 (%)				
			無	1/3以下	1/2	2/3以上	全葉
スギ	谷	1	0	0	36	60	4
		2	0	0	10	70	20
		3	0	0	18	16	66
		平均	0	0	21	49	30
"	中腹	1	0	14	58	10	18
		2	0	42	40	12	6
		3	0	64	8	22	6
		平均	0	40	36	15	9
ヒノキ	中腹	1	0	0	0	0	100
		2	0	0	0	0	100
		3	0	0	0	6	94
		平均	0	0	0	2	98

表二 トラップ内に落下したスギドクガ虫糞の乾重量

トラップNo.	8月4～5日	8月10～11日	平均
	糞重量 (g/m ²)	糞重量 (g/m ²)	
1	18.5	10.8	14.7
2	26.9	8.3	17.6
3	9.3	29.7	19.5
4	33.8	42.8	38.3
5	29.4	34.4	31.9
平均	23.6	25.2	24.4

4) 大発生と気象条件との関係

図-3に示すように、旬平均気温は6月上旬と8月下旬に平均より2℃高かったが、他の時期では平年並みまたは平年より低かった。また、旬降水量は5月下旬～6月上旬に平年より10～50mm多かったが、他の時期では平年並みまたは平年より10～40mm少なかった。

5) 防除と被害の終息

1987年10月6日、次世代の若齢幼虫を対象に

DDVP・MEPくん煙剤による駆除を実施した。本虫は発生翌年には周辺に拡大することが知られている(12)。そこでくん煙は軽害林とその周囲のスギ・ヒノキ林60haで行った(図-4)。くん煙剤(1kg缶)をha当たり3～4缶、計228缶を施用した。しかし、翌年の4月上旬の調査で越冬明けの若齢幼虫を多数認めため、4月26日と5月13日に2回目のくん煙を実施した。くん煙区域と施用量は1回目とほぼ同様であった。

5月中旬前年被害林ばかりでなく、隣接する20年生スギ林にも越冬世代の老齢幼虫による食害を認め、夏期の次世代の発生が予想された。これらの幼虫を駆除するため、7月20日ヘリコプターによってMEP乳剤(50倍, 30 l/ha)の散布を実施した。葉

剤は前年発生地を中心に118ha散布した(図-4)。8月上~中旬の調査では散布地には老齢幼虫の生息と新たな食害の発生を認めず、被害は終息したと判定した。

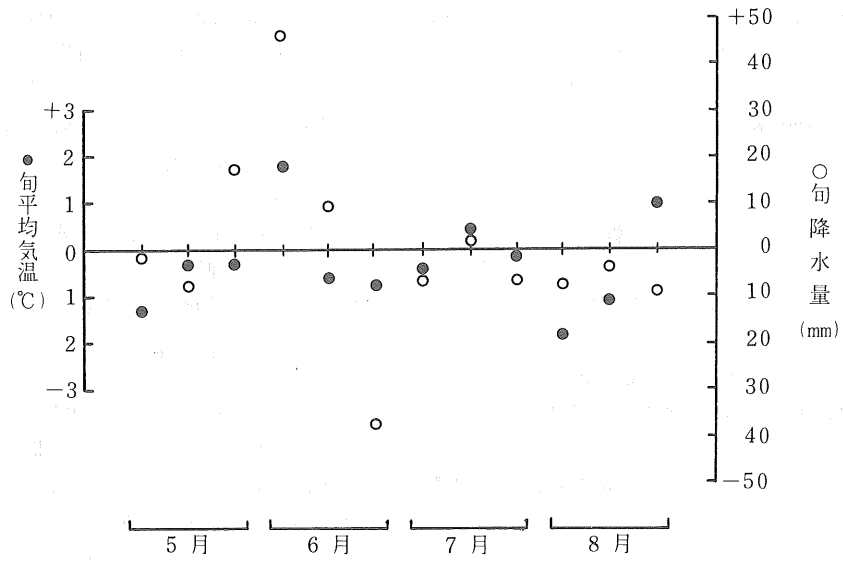


図-3 幼虫生育期の気象条件

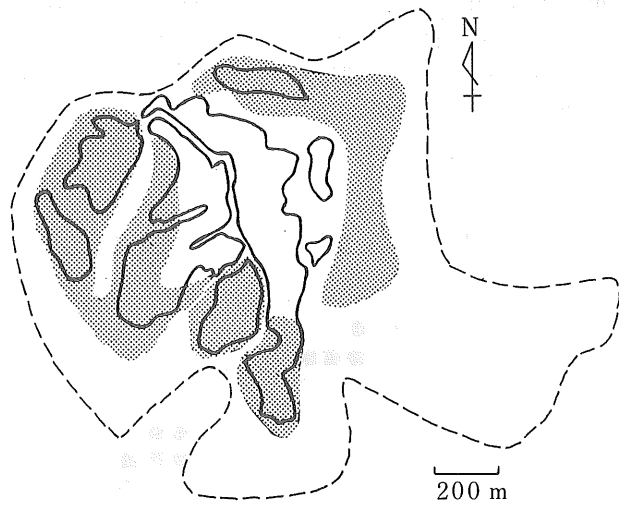


図-4 薬剤防除の実施区域

- 被害発生区域
- DDVP・MEP剤のくん煙区域
- MEP乳剤の散布区域

調査では、スギ激害林で5,800,000頭/haと推定している。激害発生時のスギ林ではha当たり数百万頭が生息すると推察してよからう。

喜多村(3)、村田(7)は、本虫は夏期高温少雨の年に大発生したことを報告したが、その理由は述べていない。本調査でも幼虫成育期の気象条件を検討したが、とくに高温少雨とはいえなかった。大発生の原因については、天敵との関係など各種要因と関連づけて検討する必要がある。

本虫を防除するため三重県では夏世代の老齢幼虫に対してBHCくん煙剤を使用した。幼虫が老齢・高密度であり、また樹高が高かったために効果が得られなかったという(3)。今回の発生では越冬世代の幼虫に対してDDVP・MEP剤によるくん煙を2回行ったが、十分な効果は得られなかった。くん煙は上昇気流の発生する早朝に行ったが、樹高が高く幼虫の生息する樹冠上部への被煙が不十分であったためと考える。奈良県(7)ではBHC粉剤の、また三重県(3)ではDEP粉剤の空中散布が行われ、優れた効果を納めた。今回の発生も最終的には翌年の夏世代若齢幼虫に対して行ったMEP乳剤の空中散布によって被害が終息したと考える。

スギドクガの経過は東北地方では年1回である(8)が、近畿地方では越冬する世代と夏を経過する世代の1年に2回発生した(3,7)。本調査でも1年に2回経過することがわかった。柴田(14)の奈良県での羽化消長調査では、越冬世代は5月下旬に、また夏世代は7月下旬～8月上旬に羽化した。本調査では越冬世代で約2週間、夏世代で約3～4週間羽化が遅かった。喜多村(3)は羽化成虫の性比はほぼ同じであったことを報告したが、本調査では雌がやや多かった。

本虫は野外では針葉に10～30個の卵塊を複数産むことが観察されている(7)。柴田(14)の飼育調査では、多数の卵を1卵塊で産んだが、この理由として狭い飼育容器内で産卵させたためとした。本調査も飼育によったが、飼育容器が比較的大きかったためか、野外の産卵状態に類似した。

幼虫の齢数について、喜多村(3)はほとんどが6～7齢であったが、少数が8齢を経過したことを報告した。また、柴田(14)の調査ではすべて6～7齢で経過したが、6齢が多数であった。本調査でもすべて6～7齢であり、8齢を認めなかった。

今後島根県でもスギドクガが大発生する可能性が

あると考える。したがって、本調査で明らかになった本虫の生活史に基づき、早期に発見できるよう注意する必要がある。

引用文献

- (1) 羽鳥祐之：スギドクガの異常発生とその防除について。森林防疫 37：149～152, 1988
- (2) 金森亮太郎・堀川弥太郎：スギドクガの観察について。同上 14：108～110, 1965
- (3) 喜多村 昭：スギドクガの生態と防除について。同上 15：77～82, 1965
- (4) Kobayashi, F. & Yamazaki, S. : A method for estimating the population density of the pine caterpillar by the combined means of flass drop measurement and chemical knockdown. J. Jap. For. Soc. 58 : 372～378, 1976
- (5) 村田武彦：スギドクガの異常発生(第1報)。森林防疫 13：268～270, 1964
- (6) ————：———(第2報)。同上 14：106～108, 1965
- (7) ————：異常発生したスギドクガについて。奈良林指資料 1～18, 1965
- (8) 斎藤孝蔵：森林昆虫学。112～113, 朝倉書店 東京, 1957
- (9) 柴田叡式：奈良県に発生したスギドクガについて。第29回日林関西支講：166～168, 1978
- (10) ————：西口陽康・山中勝次・村田武彦：スギドクガの大発生がスギの肥大生長におよぼす影響について。日林誌 60：456～459, 1978
- (11) ————・———：大発生時のスギドクガ幼虫密度と被害葉量について。日林誌 62：398～401, 1980
- (12) ————：スギドクガ。林業と薬剤 84：1～8, 1983
- (13) ————：近畿地方におけるスギドクガの大発生について。応動昆 29：253～256, 1985
- (14) ————：スギドクガの発育と摂食量。奈良林試研報 15：13～18, 1985

The First Outbreak of the Sugi Tossock Moth, *Dascyira argentata*,
in Shimane Prefecture, and its Life History

Jiro INOUE

Summary

The first outbreak of the Sugi tossock moth was detected 50ha in 20-50-year-old artificial stands of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* in Shimane Prefecture. Needles of these trees were severely attacked by the larvae from July through August, 1987. The damage was seriously along valley to mid-slope of stands. In *Cryptomeria* stands the larvae fed on only the needles which had grown before the current year, but even current-year-needles in high density of them. They commonly fed on every aged needles of *Chamaecyparis*. Trees fed on all needles were killed and those leaving few needles decreased growth of the shoots in the next spring. Aerial application of Fenitrothion completely controlled the outbreak caused by the moth in 1988.

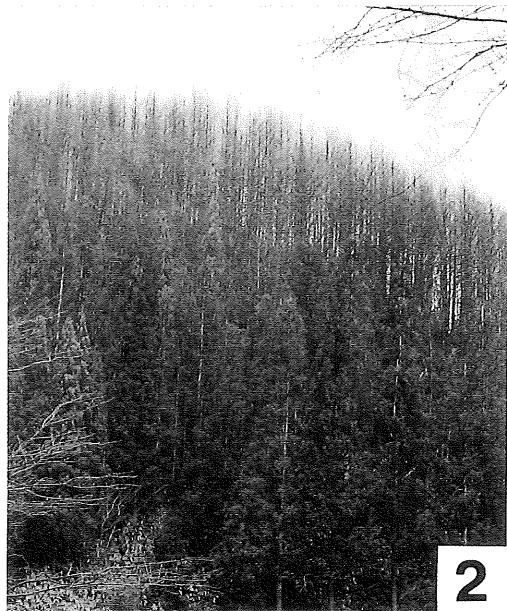
The Sugi tossock moth had two generations a year in Shimane Prefecture. Female adults of the overwinter generation laid eggs on needles in June. The larvae hatched them, molted six to seven times, and pupated on needles. The adults of the summer generation developed from middle August to early September. Female adults laid eggs from late August to middle September. The larvae overwintered, and developed into adults from early to late June. In the summer generation of the moth 50-60 days elapsed, while 270-300 days in the overwinter generation.

Notes

1. The term 'strategic management' is used in a broad sense to refer to the overall management of an organization, including the formulation and implementation of strategy. It is not intended to refer to the specific management of a particular business unit or function. The term 'strategic management' is used in a broad sense to refer to the overall management of an organization, including the formulation and implementation of strategy. It is not intended to refer to the specific management of a particular business unit or function.

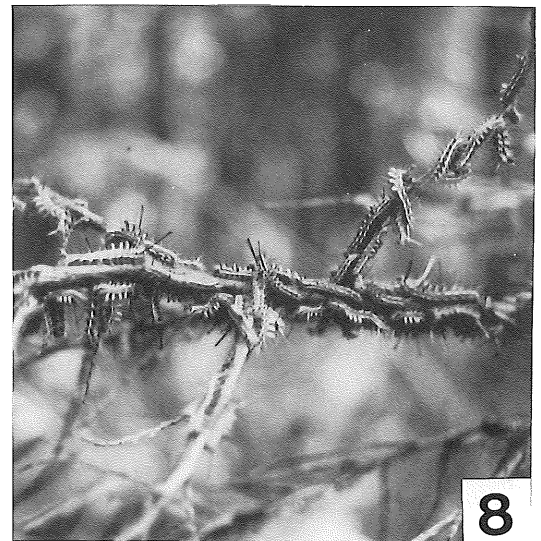
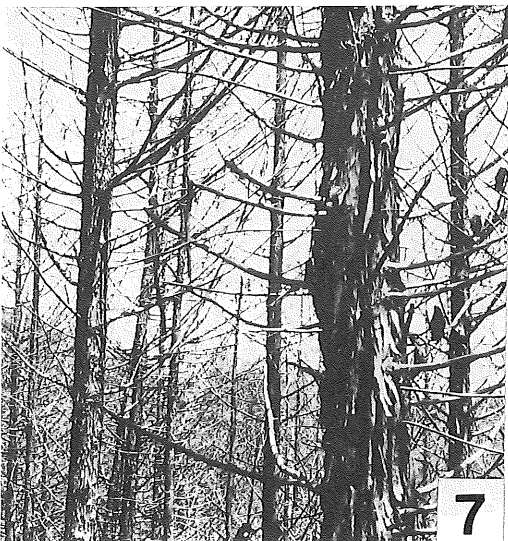
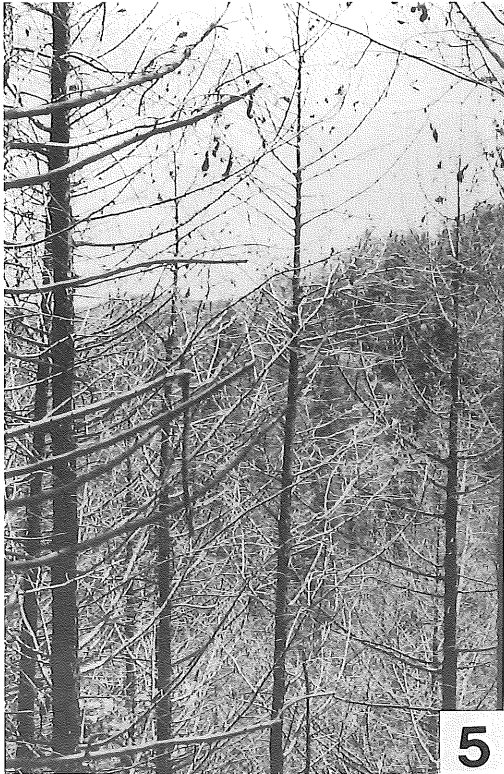
2. The term 'strategic management' is used in a broad sense to refer to the overall management of an organization, including the formulation and implementation of strategy. It is not intended to refer to the specific management of a particular business unit or function. The term 'strategic management' is used in a broad sense to refer to the overall management of an organization, including the formulation and implementation of strategy. It is not intended to refer to the specific management of a particular business unit or function.

写 真— 1～4



1. 2 : 激害林
1 : 52年生スギ
2 : 30年生ヒノキ
3 : スギドクガ老齡幼虫
4 : 林床に落下した老齡幼虫群

写 真—5～8



5～7：全葉を食害された林木

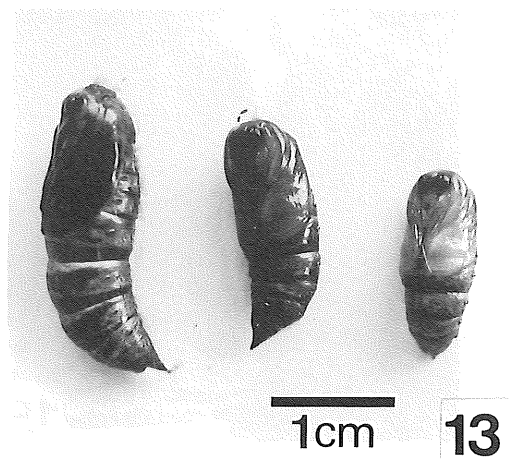
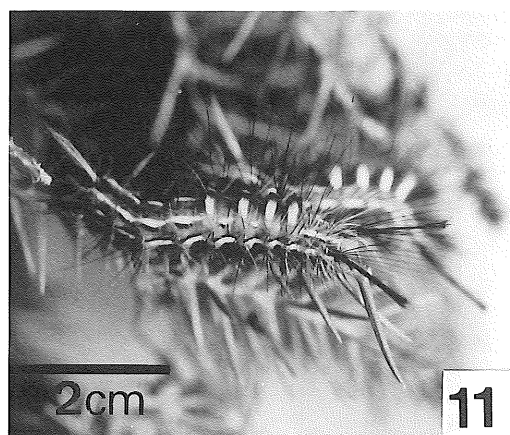
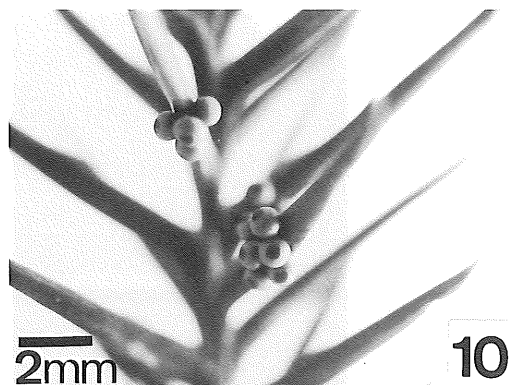
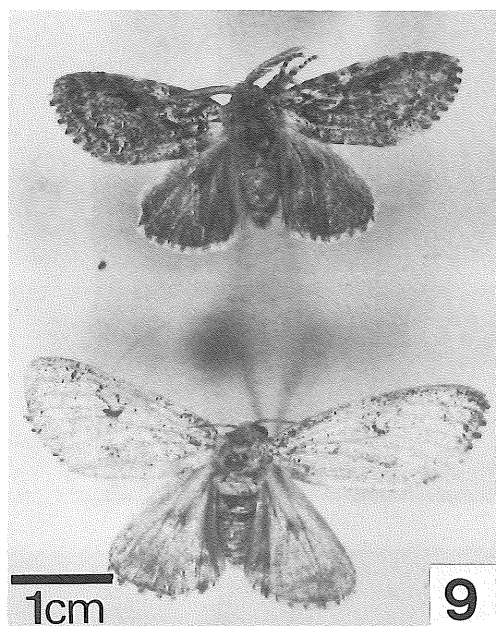
5：32年生スギ

6：6年生スギ

7：30年生ヒノキ

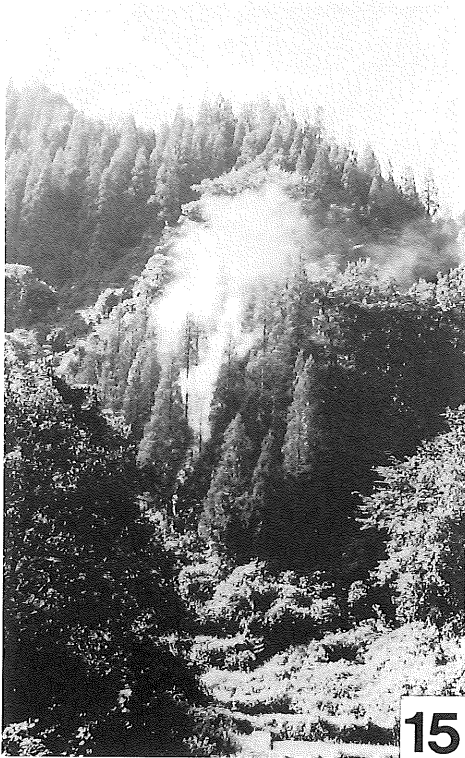
8：群生してヒノキ針葉を摂食する老齡幼虫

写 真—9～13



- 9：スギドクガ成虫（上：雄，下：雌）
10：針葉に産まれた卵塊
11：老齡幼虫
12：針葉間に形成されたまゆ
13：蛹（左2頭：雌，右1頭：雄）

写真 真-14~16



- 14~15：越冬世代の若齢幼虫に対する
DDVP-MEP 剤によるくん煙
14：近景（矢印は発煙点）
15：遠景
16：発生翌年の夏世代幼虫に対する MEP 剤の
ヘリコプターによる空中散布

短報 粉状木炭の埋め込みによるショウロの増殖試験

平 佐 隆 文

Effects of Charcoal Granule Buried in Rhizosphere of *Pinus thunbergii* on Production of Syoro mushroom (*Rhizopogon rubescens*)

Takafumi HIRASA

要 旨

1. クロマツ砂丘林に粉状木炭を埋め込み、ショウロ子実体の増殖に及ぼす効果を検討した。木炭埋め込み区では対照区の3～4倍量の発生を認め、その効果は2年間持続した。
2. 埋め込みをした木炭層では細菌と放線菌の増加が顕著であった。ショウロの菌根圏と非菌根圏の土壤微生物量には差を認めず、菌根圏にも多量の土壤微生物が生存していた。
3. 木炭層ではクロマツの細根量が増加して、ショウロ菌根の増殖を観察した。また、木炭の埋め込み区ではクロマツの伸長成長の増大を認めた。

I はじめに

房総半島の海岸砂丘クロマツ林において土壤改良を目的として粉状木炭の埋め込みが行われた結果、ショウロ (*Rhizopogon rubescens*) (3) 子実体が増産した事例が報告されている (4)。本試験はこの事実を再確認するために、島根県の海岸砂丘クロマツ林に粉状にした木炭を埋め込み、ショウロ子実体の増殖効果を検討した。すなわち、粉状木炭埋め込み区でのショウロ子実体の発生状態を無埋め込み区と比較しながら6年間継続調査した。また、木炭層の土壤微生物量の推移とショウロ菌根圏の土壤微生物量を測定した。さらに、木炭埋め込み施業後のクロマツ根量と伸長成長量を調査した。

本試験は林野庁の研究費助成課題「菌根性食用きのこの栽培技術の開発」によって実施した。参加を許された林野庁研究普及課の各位に感謝します。試験を進めるに当たって、ご指導をいただいた森林総合研究所小川真前きこの科長に感謝します。

II 試験方法

試験は浜田市久代町の日本海に面するクロマツ林

で行った。面積約6 ha、緩傾斜面(約5°)に成立し、樹齢は平均17年生である。試験区域は東西60m、南北15mの長方形で面積は900m²である。この中央部に10×10mの方形区を連続して2区設定した。西側を木炭埋め込み区、東側を対照区とした。ここに成立するクロマツの平均根元径は8.5cm、平均樹高は4.7m、立木密度は45本/aであった。他にニセアカシアが混植されており、立木密度は12本/aであった。下層植生はハマアオスゲ、カワラヨモギが局所的に生育していた。A₀層は樹冠下に認めたものの、約1cmと浅かった(写真-A, B)。

木炭の埋め込みに先立って、クロマツ枯死枝の切除、施業に支障となる下枝の枝払い、ニセアカシアの刈り取りを行った。

供試した木炭はチップ屑と樹皮を炭化した炭団原料用の低質炭であり、粉砕機で粒状にして使用した。クロマツ列間に2方法の木炭埋め込みを行った。処理Aでは幅30cm、深さ30cm、長さ10mの溝を掘り、その底に木炭を厚さ10cmに、処理Bでは幅30cm、深さ15cm、長さ1mの溝を掘り、底に木炭を厚さ5cmに埋め込んだ(図-2)。

1985年2月下旬、粉状木炭を埋め込んだ。以後、

1990年まで6年間ショウロの発生を春期(3~5月)と秋期(10~12月)に2週間隔で調査した。ショウロを採集後、発生位置に針金を差し込み、発生年月日と個体数を表示し、この位置を記録した。採集子実体は実験室に持ち帰り秤量をした。

埋め込み施業後の木炭層と対照区のB層土壌(深さ5~10cm)について、原則として年4回(3, 7, 10, 1月)土壌微生物を定量した。また、埋め込み施業から17か月後に、木炭層とB層土壌のショウロ菌根圏と非菌根圏の土壌微生物量の定量をした。実験は希釈平板法(1)によったが、供試培地は糸状菌についてはワックスマン変法を、細菌と放線菌については土壌煎汁寒天培地を用いた。培養温度は25°C、培養期間は6~8日とし、実体顕微鏡下でコロニーを計数した。

埋め込み施業14か月後に杵取り法によって根量の調査をした。木炭B処理区と隣接する非施業区において、30×30cmの方形枠を作り、土壌表層から10cm, 11~20cm, 21~30cmの3層位ごとに根を採取した。持ち帰った根はふるいと超音波洗浄器を使用して水洗いをし、直径別に分けて全乾重量を求めた。また、伸長した樹幹の節間長を、1984年以後の各年に、埋め込み施業区36本、対照区20本のクロマツについて測定した。

III 試験結果

1. ショウロの発生量

試験地でのショウロの発生時期は、春期の2月下旬~5月上旬と秋期の10月下旬~12月中旬であった。1985, 1989および1990年には埋め込み区・対照区とも春期の発生のみで、その他の年は、1986年の埋め込み区を除いて、秋期より春期の発生量が多かった。

埋め込み当年には発生子実体数・重量とも埋め込み区・対照区間に差を認めなかった。埋め込み2年目の1986年には埋め込み区が対照区に比べて子実体数・重量とも3倍、また3年目の1987年には子実体数で4倍、重量で3.5倍の増産が得られた。埋め込み区では1986年秋期には同年春期より多数・量の収穫があり、さらに続く1987年春期には試験期間中最高の収穫があった。4年目になると埋め込み区の発生は対照区より明らかに多いものの子実体数・重量でそれぞれ1.5, 2倍に、また5年目にはそれぞれ2, 2.5倍に留まった。6年目には埋め込み区でも対照区と同様ごく少数・量の子実体しか収穫できなかった。

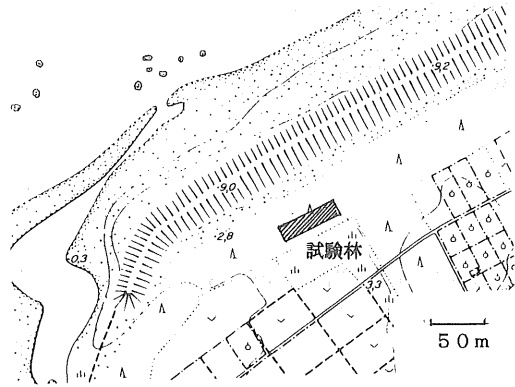


図-1 試験林周辺の地形
数字は標高m

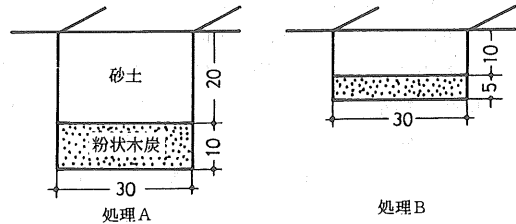


図-2 木炭の埋め込み断面
数値の単位はcm

表-1 ショウロ子実体の発生量

年	木炭区			対照区		
	春	秋	計	春	秋	計
1985	22 ^{a)} (56) ^{b)}	0	22 (56)	24 (58)	0	24 (58)
1986	18 (41)	26 (62)	44 (103)	12 (28)	4 (8)	16 (36)
1987	87 (251)	1 (4)	88 (255)	19 (59)	4 (7)	23 (65)
1988	28 (70)	7 (23)	35 (93)	18 (38)	2 (4)	20 (42)
1989	20 (51)	0	20 (51)	11 (20)	0	11 (20)
1990	3 (6)	0	3 (6)	2 (3)	0	2 (3)

a) 子実体数

b) 子実体重量 g

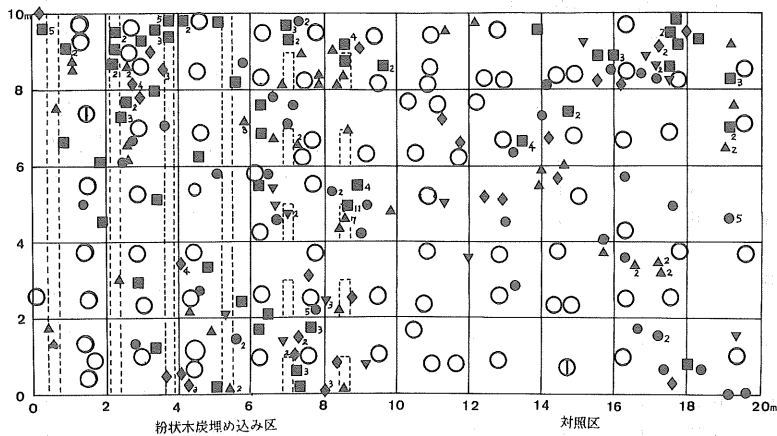


図-3 クロマツとショウロの発生位置

●: 1985年発生ショウロ ▲: '86年 ■: '87年 ◆: '88年 ▼: '89年
○: クロマツ ⊙: ニセアカシア 数字は子実体数

なお、子実体の1個当たりの平均重量は埋め込み区2.5g、対照区2.2gであり、埋め込み区で若干大きかった。

2. 木炭層の土壤微生物量

木炭層では細菌は3か月後に、また放線菌は10か月後に $10^7 \sim 10^8$ に達した。糸状菌は10か月後にB層土壌の値と同様 $10^5 \sim 10^6$ に達し、その後は大きな変動はなかった。木炭層の細菌と放線菌はB層土壌に比べて100~1000倍量多く、この傾向は3年間持続した。なお、それぞれの種については検討していない。採集したB層土壌のpHは5.8~6.4であった。これに対して木炭層は初期pH8.1であったが3か月後には7.5に低下し、その後も7.3~7.5の範囲を保った。

ショウロ菌根圏の土壤微生物量については細菌と放線菌は非菌根圏と近似した値を示し、 $10^7 \sim 10^8$ の範囲にあった。しかし、糸状菌は $10^4 \sim 10^5$ であった。木炭層、B層土壌とも菌根圏と非菌根圏の土壤微生物量は大差を認めなかった。

3. クロマツの根量と樹幹伸長量

クロマツの根量は0~10cm層では埋め込み区が対照区に比べて少なかった。しかし、埋め込み区の木炭を含む11~20cm層と21~30cm層では直径2mm以下の細根量が対照区に比べて多かった。また、木炭層では多量の菌根を観察した(写真-E)。ニセアカシアの根量は埋め込み区で多く、とくに木炭層に集中して成長していた。また、木炭層のニセアカシア細根には多くの根粒が観察された。

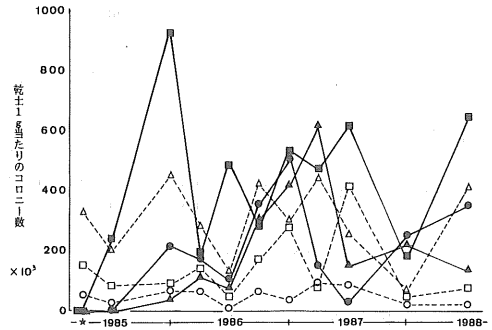


図-4 埋め込み木炭層とB層土壌の土壤微生物量の推移

木炭層: ■ 細菌 * △ 放線菌 * ● 糸状菌
B層土壌: □ 細菌 * △ 放線菌 ○ 糸状菌

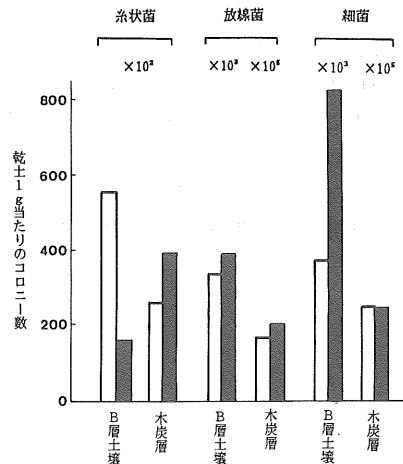


図-5 ショウロ菌根圏の土壤微生物量

□ 非菌根圏 ■ 菌根圏

表一 2 木炭区と対照区の根量 (30×30cm)

土壌の深さ cm	根の直径 mm	クロマツ g		ニセアカシア g	
		木炭区	対照区	木炭区	対照区
0~10	0~1.0	1.2	2.9	4.8	0.3
	1.1~2.0	1.5	3.2	1.3	0.2
	2.1~3.0	0.6	0.6	1.0	0.8
11~20	0~1.0	2.2	2.2	4.0	0
	1.1~2.0	4.5	3.1	1.9	0
	2.1~3.0	2.5	6.9	2.6	0
21~30	0~1.0	0.5	0.2	1.1	0
	1.1~2.0	0.9	0.5	0.7	0
	2.1~3.0	1.3	0.7	0.6	0

表一 3 クロマツ節間長 (cm)

		個体数	1984年	1985	1986	1987
木炭区	36本		12.9 (100)	11.9 (92)	17.0 (132)	22.0 (171)
対照区	20		17.8 (100)	16.9 (95)	17.0 (96)	16.8 (94)

() 内は1984年の節間長に対する比%

埋め込み区のカロマツ節間長を対照区と比べて施業2年後には約20%, 3年後には約50%大きかった。

IV 考 察

小川は房総半島の海岸クロマツ林において粉状木炭埋め込みを行った結果, ショウロ子実体の増殖を認めたと報告した(4)。筆者は同様な木炭の埋め込み施業を浜田市久代町の海岸砂丘クロマツ林において実施したところ, 施業後2年目の秋期から3年間, ショウロ子実体の増産を確認することができた。この期間では, 対照区に比べて埋め込み区は3~4倍の子実体数が発生し, 埋め込み木炭層の上部にも多

数の子実体が発生したことから木炭の埋め込みが効果をもたらしたものと考えられる。しかし, その後は生産量は減少し, 対照区と同程度となった。この減少の一因としては, クロマツの樹齢が進み枝条の成長による樹冠の閉鎖が始まり, 林内が暗くなったこと, A₀層の形成が始まったことなどが考えられる。苗畑での発生事例(2,5)でも日陰では子実体が発生しないことが認められている。

埋め込みをした木炭層では細菌と放線菌が短期間に増殖することを認めた。この微生物量が木炭施用のどのような影響によって生じたのか, また子実体の増殖とどのように関連するのかは明らかでない。なお, ショウロ菌根圏と非菌根圏の土壌微生物量を埋め込み木炭層とB層土壌について定量した結果, 両圏とも近似した値を示した。しかし, 各部位での菌の種別差は未調査である。

木炭層ではクロマツ根量の増加が認められ, またショウロ菌根の発達を観察した。木炭は多孔質であり, 粉状にして土壌中に埋めた場合, 水分調節や空気を保持する能力が増して土壌の物理性が改善されると考える。

また, クロマツの伸長の調査から, 木炭の埋め込み施業はクロマツの成長を促進したのも事実である。

引用文献

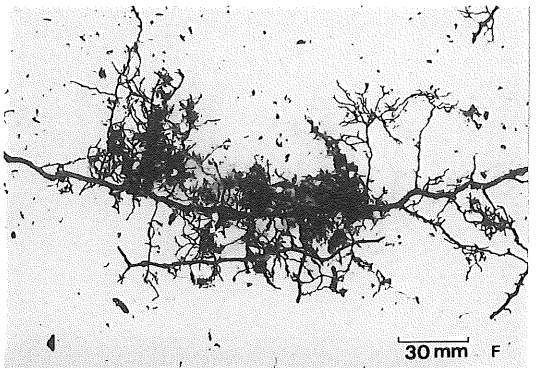
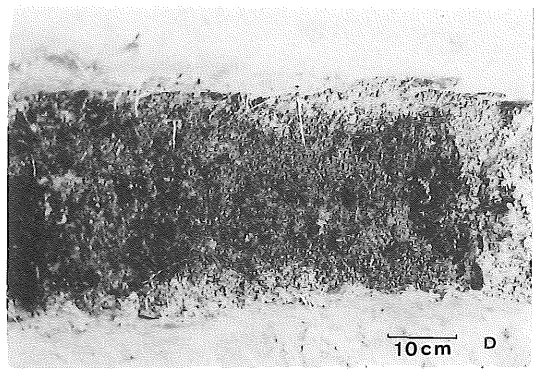
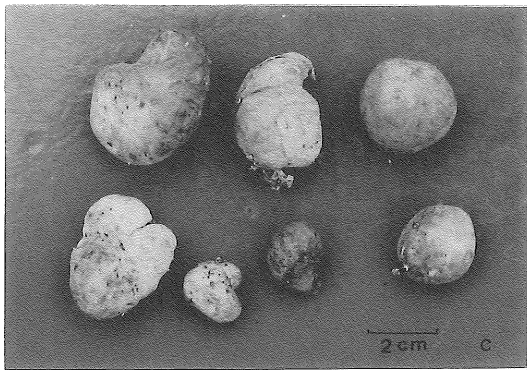
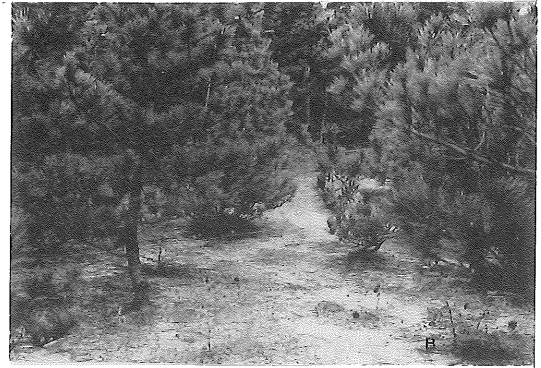
- (1) 土壤微生物研究会編: 土壤微生物実験法, PP467 養賢堂 1975
- (2) 平佐隆文: 注目した野外でのショウロ子実体生産事例, 島根林技研報42: 37~44, 1991
- (3) 今関六也・本郷次雄編: 原色日本新菌類図鑑(II), 225~227 保育社 1989
- (4) 小川 真: 作物と土をつなぐ共生微生物, 144~147, 農山漁村文化協会 1987
- (5) ——— 編: 野性きのこのつくり方, 80~95 全国林業改良普及協会 1992

Effects of Charcoal Granule Buried in Rhizosphere of *Pinus thunbergii* on
Production of Syoro mushroom (*Rhizopogon rubescens*)
Takafumi HIRASA

Summary

- 1 Charcoal granule was buried in rhizosphere of *Pinus thunbergii* planted in a coastal dune and its effects on production of Syoro mushroom (*Rhizopogon rubescens*) was examined. The fruiting bodies were produced about three to four times more in charcoal plots than control through two years.
- 2 Bacteria and Actinomycetes were extremely much isolated from charcoal layer in the soil three months after treatment. No difference was found in soil microorganism between Syoro rhizosphere and non-rhizosphere of the roots.
- 3 In charcoal layer, fine roots of *P. thunbergii* and Syoro rhizosphere developed well. Futher more, large growth of the shoots of trees was shown in the charcoal plots.

写 真



A 粉状木炭埋め込み区林況 B 対照区林況 C 発生したショウロ子実体
D 埋め込み木炭層 E 木炭層に侵入した根系 F 木炭層のショウロ菌根

島根県林業技術センター研究報告第43号

平成4年3月印刷

平成4年3月発行

島根県林業技術センター

島根県八束郡宍道町大字宍道1586 (〒699-04)

電話(宍道局) 0852-66-0301

印刷所 株式会社 報光社