

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

島根県林業技術センター
研究報告

BULLETIN OF
THE SHIMANE PREFECTURE
FOREST RESEARCH CENTER

No. 48
1997



島根県林業技術センター

目 次

論文

複層林内の光環境が下木の樹高成長と林床植生に与える影響

…………… 西 政 敏・富 川 康 之・福 間 優 二 ……… 1

論文

ニホンザルのシイタケほだ場への侵入防止柵の効果調査

…………… 金 森 弘 樹・周 藤 成 次・周 藤 靖 雄 ……… 13

論文

地域に適した林業機械作業システム研究（第3報）

—タワヤーダとプロセッサの組み合わせによる集材・造材作業—

…………… 西 政 敏・富 川 康 之・平 佐 隆 文 ……… 23

資料

島根県におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業

…………… 西 信 介・福 島 勉・周 藤 靖 雄・金 森 弘 樹・朝 原 一 郎・井ノ上 二郎
福 井 修 二・加 茂 久 雄 ……………… 35

表紙写真

ナイロン網柵の設置試験ほだ場

(P22から)

論文 複層林内の光環境が下木の成長と 林床植生に与える影響

西 政 敏 ・ 富 川 康 之 ・ 福 間 優 二

Influence of Relative Light Intensity on Growth of Lower Tree and Floor Vegetation in Multi-storied Forests

Masatoshi NISHI, Yasuyuki TOMIKAWA, Yugi FUKUMA

要 旨

1. 1991～1995年, 島根県飯石郡赤来町と仁多郡横田町に造成されたスギとヒノキの複層林の光環境, 下木の成長および林床植生を調査した。
2. 相対照度は上木が低密度の林では調査開始時は50%で終了時でも30%を保っていた。中・高密度の林では調査開始当初は30～40%であったが調査終了時には中密度林では10%, 高密度林では5%ときわめて低くなった。
3. 下木の伸長量は上木が低密度の林では20～40cmで中密度林では5～30cmで推移した。高密度林では調査開始時は10～20cmだったが, 5年後にはほとんど成長を認めなかった。
4. 下木の地際直径の肥大成長量は低密度の林では10mm以下で5年間推移したが, 中・高密度では6mm以下で推移した。
5. 多くの林分で1㎡当たりの林床植物の乾燥重量は, 調査開始時は200～300gであったが, 4, 5年後には調査開始時の1/2～1/3に低下した。

I はじめに

複層林施業とは上木を保育して収穫しながらその下で次代後継樹を育てて, 森林を造成・維持する方法である。この施業では一定の期間で多数回収穫できること, 一斉皆伐をしないため, 森林の水源かん養・山腹崩壊防止・風致保全機能を維持できる特徴がある。この複層林の施業で重要なことは, 下木の成長を考えた林内の光の量を管理することである。

これまで当センターにおいて1977年に8齢級のスギの一斉林から複層林に誘導するための「ぬき伐り」に関する調査(5), 次にぬき伐り後スギ苗を植え込んだ調査林のその後の経過と2回目のぬき伐りに関する調査(6)が行われた。それらによって複層林の造成技術について検討された。

本研究では複層林の林内の光環境と下木の成長および

林床植生の種類と量を調査した。上木と下木の樹種の組み合わせと上木密度の違いによる林内状況の相違を検討した。なお, 今回の調査は1986年～1995年まで行った「複層林施業の実用化試験」の中の1991年～1995年の調査結果である。

II 調査林と調査方法

1. 調査林

島根県飯石郡赤来町下来島和恵の県有林(14林班い小班, 15林班い小班および15林班ろ小班)と仁多郡横田町山郡の民有林(70林班い小班)を調査林とした。

赤来調査林は島根県東部奥, 中国山地背稜に近い山地で海拔500～600m, 母岩は流紋岩質安山岩, 土壌は湿潤性褐色森林(B_E型)であった。赤名地域観測所の記録(1991～1995年)によれば年平均気温11.0～15.9℃, 年降水

表-1 調査林の状況

調査区	樹種 上木-下木	斜面 方位	本/ha		下木植栽時の 上木林齢(年生)	上木伐採と 樹下植栽年	受光伐直後の 上木収量比数
			受光伐前	受光伐後			
1	スギ-スギ	北	2326	859(63)	28	1987	0.4
2	スギ-スギ	西	1712	823(54)	33	1989	0.4
3	スギ-スギ	南西	2430	654(63)	33	1990	0.5
4	スギ-スギ	南西	2128	771(64)	33	1991	0.5
5	ヒノキ-ヒノキ	北	2535	873(65)	32	1987	0.5
6	ヒノキ-ヒノキ	西	1712	823(54)	31	1989	0.4
7	ヒノキ-ヒノキ	南西	2430	654(63)	32	1990	0.5
8	ヒノキ-ヒノキ	南西	2128	771(64)	33	1991	0.5
9	スギ-スギ	南西	1210	333(72)	50	1986	0.4
10	ヒノキ-スギ	西	1120	872(22)	50	1986	0.7

調査区1～8は県有林、9～10は横田町、[]は間伐率

量1,211～2,418mm, 平均最深積雪31～111cmであった。

横田調査林は島根県南東奥部, 中国山地背稜に近い山地で海拔750～800m, 母岩は花崗岩質安山岩, 土壌は褐色森林土(BD型)であった。横田地域観測所の記録(1991～1995年)によれば年平均気温7.7～16.3℃, 年降水量1,263～2,103mm, 平均最深積雪30～84cmであった。

赤来調査林の上木がスギの調査区1～4は海拔610～650m, 傾斜4～7度の緩傾斜, 樹齢は28～33年生で, 1987～1991年にかけて間伐率54～64%の授光伐を行い, 同年スギを樹下植栽した。赤来調査林の上木がヒノキの調査区5～8は海拔590～680m, 傾斜6～9度の緩傾斜, 樹齢は31～33年生で, 1987～1991年にかけて間伐率54～64%の授光伐を行い, 同年ヒノキを樹下植栽した。横田調査林の上木がスギの調査区9は海拔790m, 傾斜3度の緩傾斜, 樹齢は50年生で, 1986年にかけて間伐率72%の授光伐を行い, 同年スギを樹下植栽した。横田調査林の上木がヒノキの調査区10は海拔780m, 傾斜5度の緩傾斜, 樹齢は50年生で, 1986年にかけて間伐率22%の授光伐を行い, 同年スギを樹下植栽した(表-1)。

今回, 間伐後の上木の成立密度を1ha当たり800～900本を高密度林(調査区1, 2, 5, 6, 10), 600～800本を中密度林(調査区3, 4, 7, 8), 600本以下を低密度林(調査区9)に区分した(写真-1～3)。

収量比数は各調査区のヘクタール当たりの本数と材積の数値を密度管理図(10, 11)にプロットとして求めた。いずれの調査区も0.4～0.7であった。

2. 調査方法

1) 相対照度

毎年, 4～11月の晴天時の11～13時に, 林外と林内照度を測定した。測定はデジタル積算照度計(ミノルタ製T-IH型)で行った。照度測定時間は1回約3分とした。林外の照度は各調査区の太陽光を遮る障害物のない林縁部で測定した(写真-4)。林内の照度は毎月, 各調査区内の同じコースを歩行して測定した。照度計の高さは地上から1.2mとした。相対照度は林内照度を林外照度で除した百分率で算出した。

2) 下木の成長量

各林分で調査対象木20本を決めて, 樹高と地際径を毎年5～6月に継続して測定した。樹高は逆目盛り検測桿によって, 測定桿の先端を樹木の突端に合わせ, 手元の目盛りの数値で樹高を読んだ(写真-5)。地際直径は地上から10cmの直径をノギスによって測定した。形状比は樹高を地際直径で除して算出した(写真-6)。

3) 林床植生

林床植物の採取は, 毎年下刈りが行なわれる前の6月中旬～7月上旬, 調査区内の代表的な植物の群落を選んで1の方形枠を1か所設けて, 手がまで下層の雑草木を地際からていねいに刈り取った(写真-7, 8)。調査林から持ち帰った植物を草本類, 低木類, ササ類, ツル類, シダ類に分類した。それらを1か月間日陰で天日乾燥し, 種類別に重量を上皿天秤で測定した。

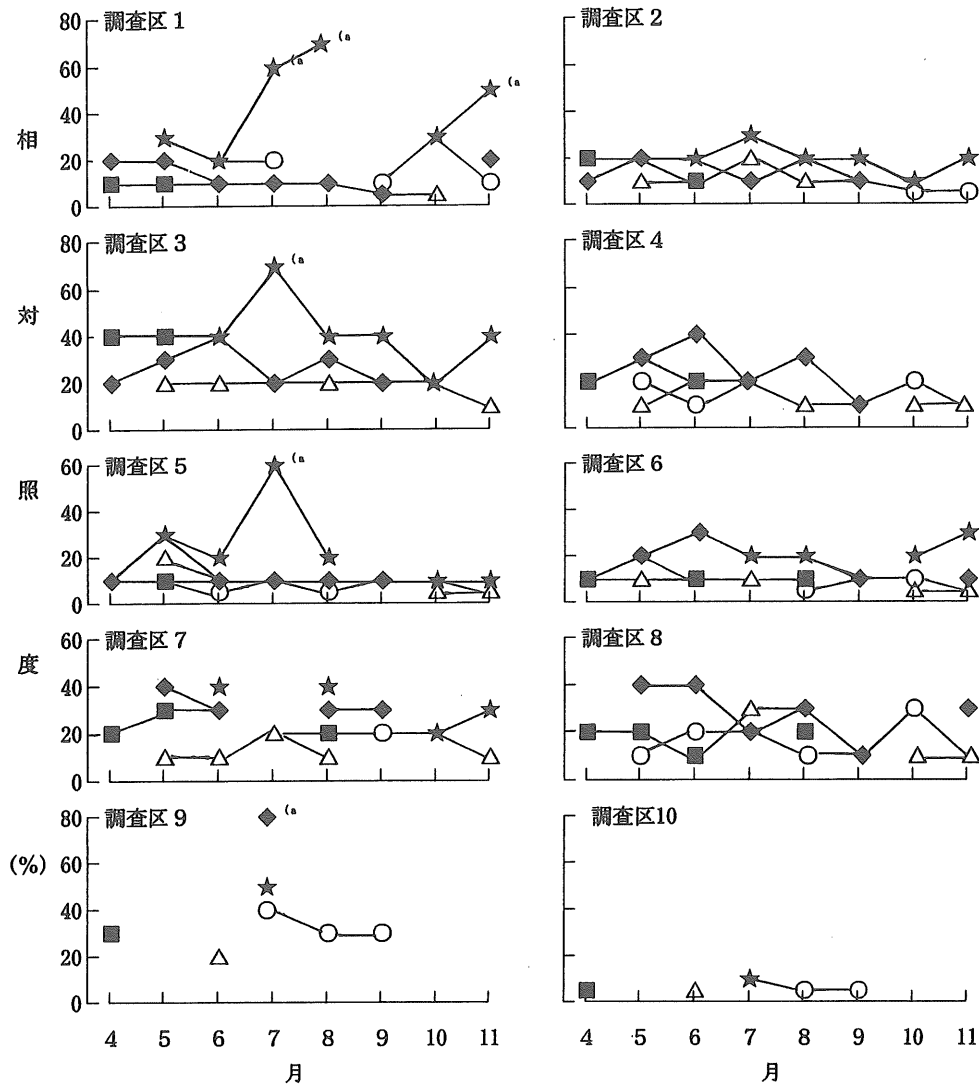


図-1 相対照度の変化
 ★ 1991年 ◆ 1992年 ■ 1993年 △ 1994年 ○ 1995年
 (a : 曇りの時の測定のため数値が極めて高い (8))

III 結 果

1. 相対照度の推移

図-1に示すように、上木がスギで成立本数が低密度の場合(調査区9)、調査開始時には50%であったが、5年後の調査最終年でも30%と高い値を保った。上木がスギ、ヒノキの中密度の場合(調査区3, 4, 7, 8)、調査開始時には30~40%であったが、4, 5年後には15%と低下した。なお、調査区4, 8では上木が30年生と若く、間伐直後にきわめて速く成長したため、1991年に造成された翌年の4から11月の間に相対照度が40から10%に急激に減少し、その後15%で推移した。上木がスギ、ヒノキの高密度の場合(調査区1, 2, 5, 6, 10)、調査開始時は20~30%であったが、2~4年後には10%、5年後には5%ときわめて低くなった。

2. 下木の成長

図-2に示すように、下木の樹高の1年間伸長量は上木がスギの低密度の場合(調査区9)、20~40cmで5年間推移した。上木がスギ、ヒノキの中密度の場合(調査区3, 4, 7, 8)、5~30cmで推移した。上木がスギ、ヒノキの高密度の場合(調査区1, 2, 5, 6, 10)、調査開始時は10~20cmであったが、次第に伸長量が低下して5年後には成長をほとんど認めなかった。

図-3に示すように、下木の地際直径の年間肥大成長量は上木がスギの低密度の場合(調査区9)、10mm以下で5年間推移した。上木がスギ、ヒノキの中密度の場合(調査区3, 4, 7, 8)、5・6mm以下で推移した。上木が高密度の場合、スギ(調査区1, 2)では2mm以下、ヒノキ(調査区5, 6)では6mm以下で推移した。

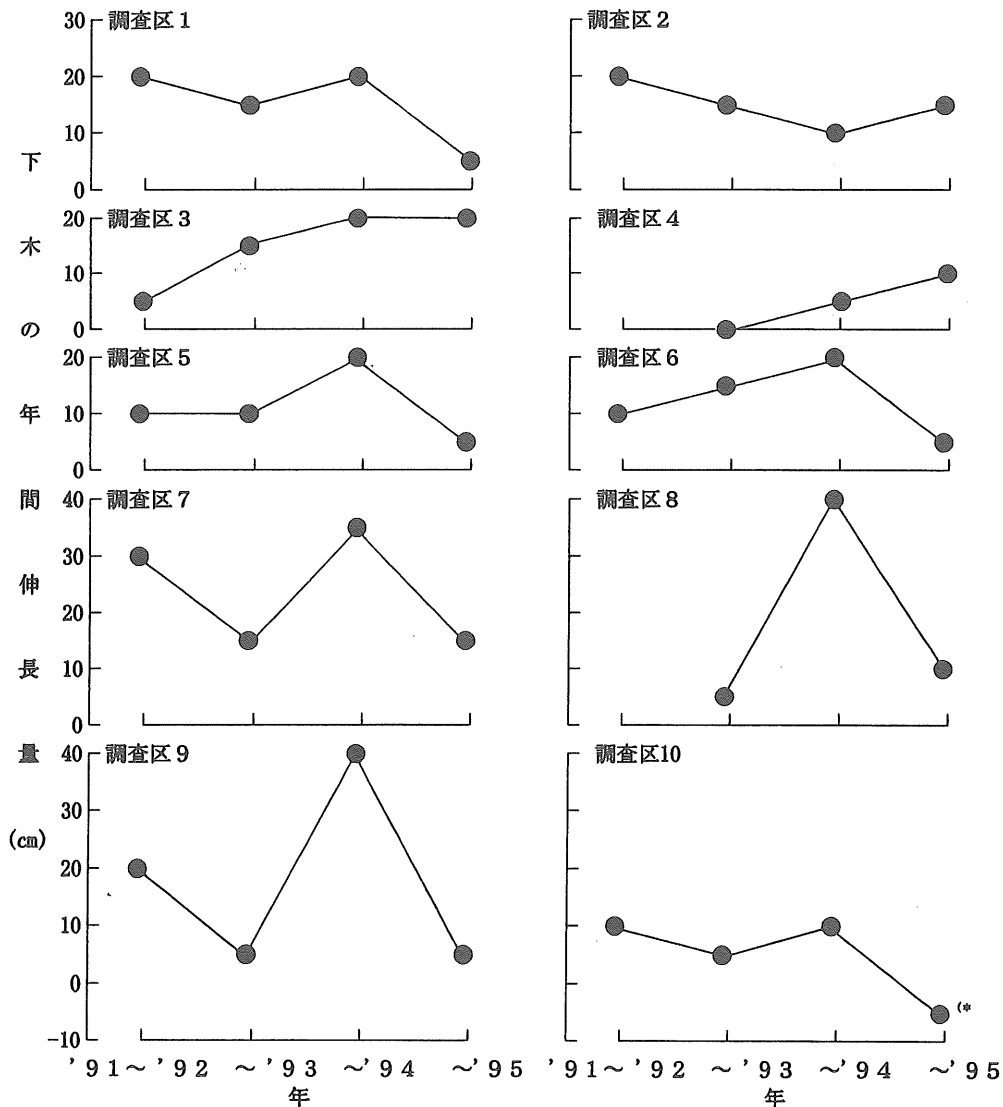


図-2 下木の伸長量
 (* : 調査対象木のウサギによる切断害のため)

調査終了時の下木の形状比をみると、上木が高密度（調査区1, 2, 5, 6, 10）では5.9~10.0, 中密度（調査区3, 4, 7, 8）では5.4~5.8, 低密度（調査区9）では5.3以下となった。下木がスギ、ヒノキとも、上木が高密度であると下木は肥大成長より伸長量が大きくなることが確認された。

ほとんどの調査林でノウサギによる植栽苗木の切断害が発生し、調査区10では被害率が30%になった。

なお、ノウサギ被害木などを調査対象木から除外したため、毎年の伸長量や肥大成長量にマイナスの値が生じる場合があった。

3. 林床植生の量と種類

図-3に示すように、上木がスギの低密度の場合（調査区9）、調査開始時は300gであったが、5年後には

調査開始時の1/2以下に減少した。上木が中密度の場合、スギ（調査区3）では調査開始時は250gであったが、5年後には調査開始時の1/2以下に減少した。同様にスギ（調査区4）では50~100gの範囲で推移した。ヒノキ林（調査区7, 8）では50~150gの範囲で推移した。上木高密度の場合、スギ（調査区1, 2）では調査開始時は200gであったが、5年後には調査開始時の1/4に減少した。

ヒノキ（調査区5）では調査開始時は300gであったが、5年後には調査開始時の1/6に減少した。同じくヒノキ（調査区6, 10）では100~150gの範囲で推移した。

上木がスギの低密度（調査区9）では草本類はウワバミソウ、低木類はハイイヌガヤ、ササ類は存在せず、ツル類はゴトウヅル、シダ類はリョウメンシダが多くを占

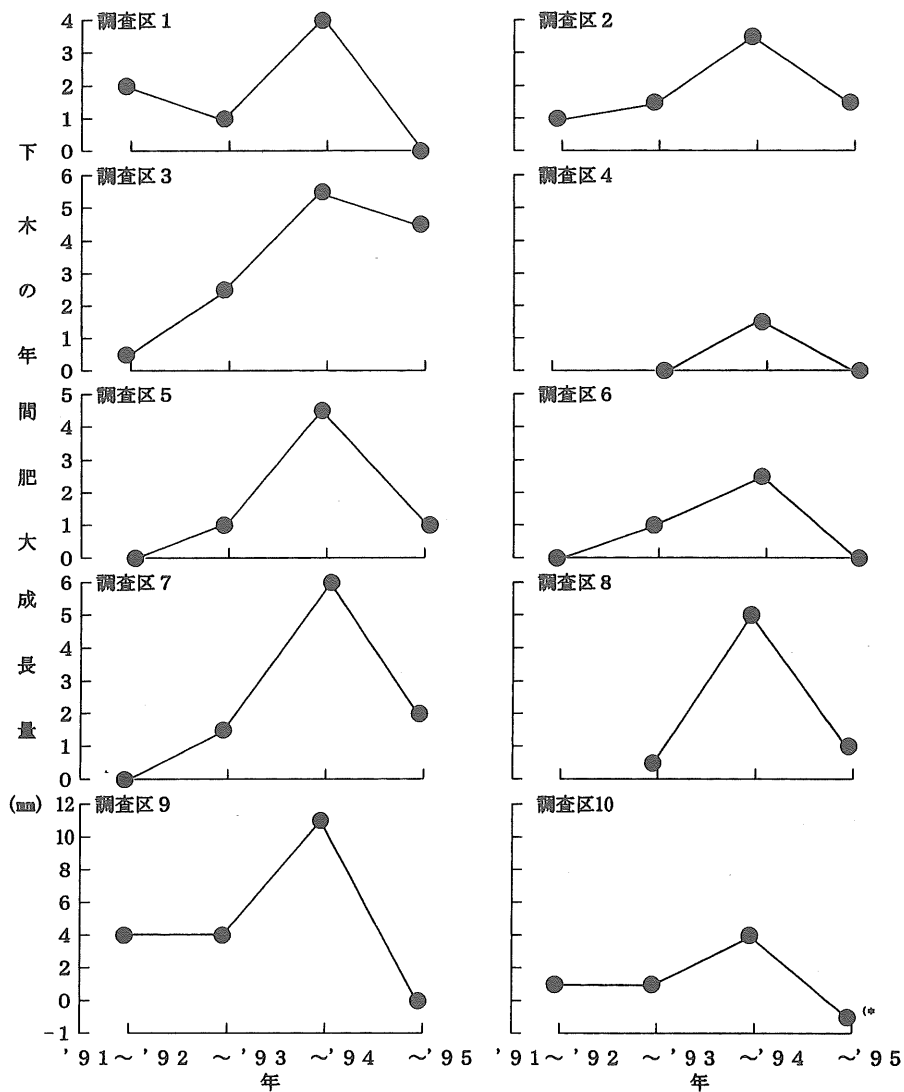


図-3 下木の肥大成長量
 (*: 調査対象木のウサギによる切断害のため)

表-2 下木の成長変化

調査区	樹高成長			地際直径成長			1995年の 形状比
	1991年 (測定開始時)	1995年 (測定終了時)	1991~1995 年の成長量	1991年 (測定開始時)	1995年 (測定終了時)	1991~1995 年の成長量	
1	60.1 (36~92)	116.1(80~158)	56.0	8.7 (6~15)	16.1 (12~10)	7.4	7.2
2	42.8 (35~57)	108.1(84~176)	65.3	9.6 (7~14)	16.1 (11~26)	6.5	10.0
3	61.5 (50~77)	121.7(82~163)	60.2	10.2 (8~12)	22.4 (14~36)	12.2	5.4
4	52.6 (38~75)	62.5 (43~77)	9.9	9.9 (8~12)	11.0 (8~16)	1.1	5.7
5	84.4(57~123)	129.6(81~186)	45.2	11.7 (8~17)	18.0 (11~28)	6.3	7.2
6	52.7 (33~95)	109.8(67~153)	57.1	9.4 (6~12)	12.8 (12~18)	3.4	8.6
7	43.3 (37~68)	109.9(40~212)	66.6	11.5 (5~62)	16.6 (6~31)	5.1	6.6
8	42.8 (30~56)	96.6 (36~158)	53.8	7.4 (5~10)	14.0 (8~22)	6.6	6.9
9	62.9 (38~95)	149.4(79~241)	86.5	10.4 (7~15)	29.1 (14~48)	18.7	4.6
10	58.7 (43~77)	82.1 (76~114)	23.4	8.0 (6~11)	13.9 (8~19)	5.9	5.9

()内は最小~最大

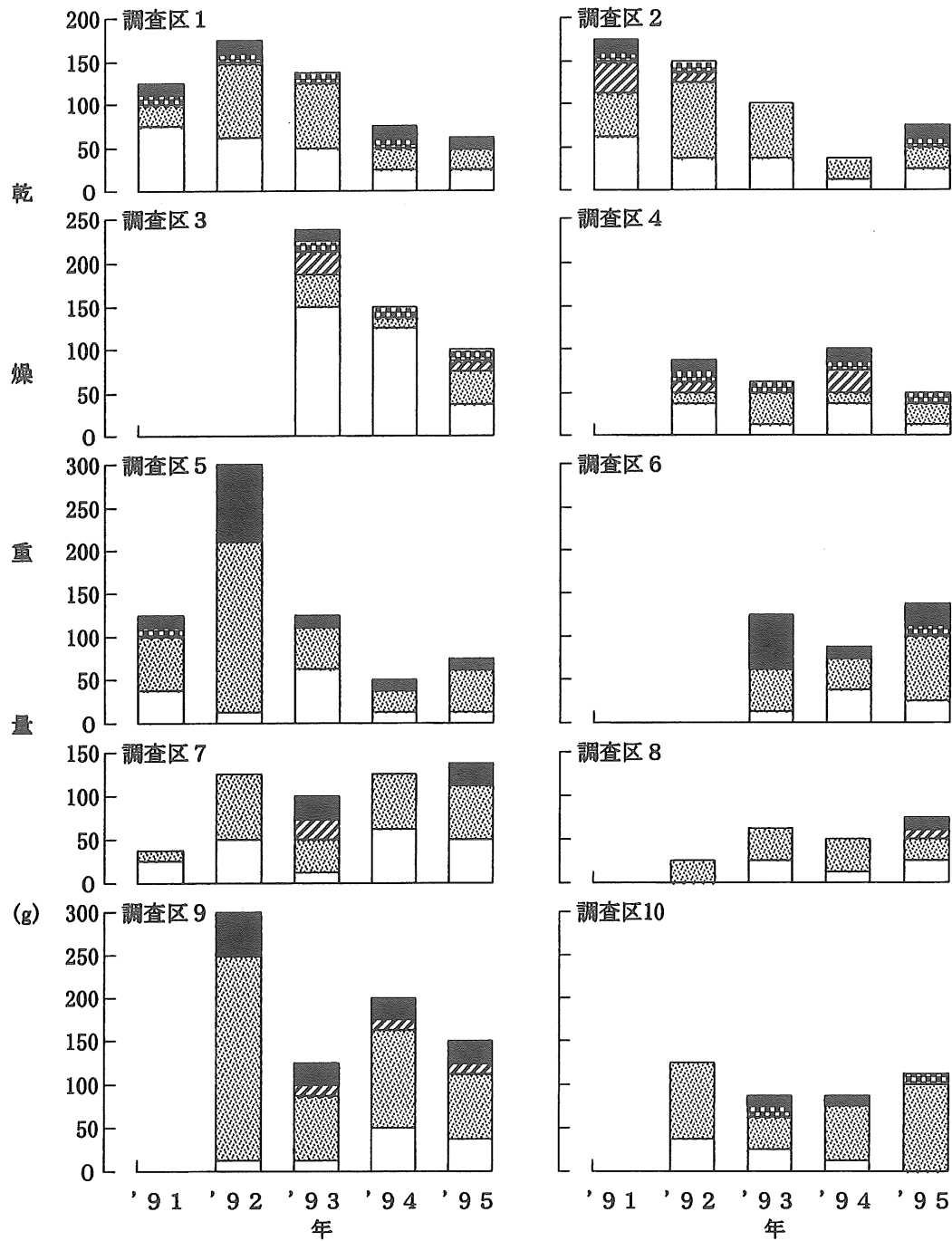


図-4 林床植生の乾燥重量



めた。

上木がスギ、ヒノキの中密度（調査区3, 4, 7, 8）では、草本類はヒカゲスゲ、低木類はクマイチゴ、クロモジ、コアジサイ、ササ類はチマキザサ、ツル類はイワガラミ、フジ、シダ類はシンガシラ、ワラビが多くを占

めた。高密度（調査区1, 2, 5, 6, 10）では、草本類はヒカゲスゲ、チヂミザサ、低木類はクロモジ、コアジサイ、ササ類はチマキザサ、ツル類はアマチャズル、イワガラミ、マツブサ、シダ類はミヤマワラビ、シンガシラ、ゼンマイが多くを占めた。

表-3 林床植生の種類

調査区	分類	種	類
1	草本類	イヌコウジュ、ミズブキ、チゴユリ、*ヒカゲスゲ、チヂミザサ、ヒキオコシ、ウワバミソウ、ニョイスミレ、イタドリ、ニシノホンモンジスゲ、フキ、ミヤマカタバミ、スマレ	
	低木類	マユミ、*クロモジ、クマイチゴ、ヤマアジサイ、ヤマハギ、ミヤマハハリ、コアジサイ、ヘクソカズラ	
	ササ類		
	ツル類	*アマチャズル、ボタンヅル、ハンショウズル、シオデ、アカネ、ミツバアケビ	
	シダ類	ウラジロ、*ミヤマワラビ、リョウメンシダ	
2	草本類	ヒカゲスゲ、*チヂミザサ、ナルコユリ、チゴユリ、ニョイスミレ、ガガイモ、サワヒヨドリ、スマレ、ヘクソカズラ	
	低木類	クマイチゴ、ミツマタ、*クロモジ、ヤブムラサキ、コアジサイ、ヤマグワ、サンショウ、アワブキ	
	ササ類	チマキザサ	
	ツル類	ヅトウヅル、ボタンヅル、*イワガラミ	
	シダ類	ウラジロ、*シンガシラ	
3	草本類	*ヒカゲスゲ、チヂミザサ、シギナ、ドクダミ、ウバユリ、ニシノホンモンジスゲ、ヒキオコシ、ニョイスミレ、ムラサキイガナ、ヘビイチゴ、カタバミ、タンキリマメ、コイヌガラシ、スマレ、ヤブマメ	
	低木類	*クマイチゴ、クロモジ、ハイイヌガヤ、サンショウ、ムラサキシキブ、ヤマザクラ、ミヤガマズミ、トラノキ、エビガライチゴ、ウワミズザクラ、ミツマタ、ヌルデ、エゾノキ、ツルアジ、ヘクソカズラ	
	ササ類	チマキザサ	
	ツル類	ボタンヅル、*イワガラミ、サンカクヅル	
	シダ類	ウラジロ、*シンガシラ	
4	草本類	*ヒカゲスゲ、チヂミザサ、チゴユリ、ニョイスミレ、マルバスマレ、シオデ、シロユメナ	
	低木類	ヤブコウジ、クマイチゴ、ヤマウルシ、*クロモジ、トラノキ、ハイイヌガヤ、ヤナガモミジイチゴ、ヘクソカズラ	
	ササ類	チマキザサ	
	ツル類	ヤマフジ、ゴトウヅル、*フジ、イワガラミ、サルトリイバラ	
	シダ類	オニヒカゲワラビ、*シンガシラ	
5	草本類	マツカゼソウ、*ヒカゲスゲ、チゴユリ、ニョイスミレ、チヂミザサ、ホトトギス、スマレ	
	低木類	クマイチゴ、ハイイヌガヤ、イヌツゲ、ヒサカキ、アカシダ、カラスザンショウ、ヤマザクラ、コバノガマズミ、クロモジ、アセビ、タンナサワフタギ、ミツバツツジ、シラキ、タニウツギ、ウワミズザクラ、ミツバアケビ、ヤブムラサキ、ミヤマハリ、ムラサキマユミ、ザイフリボク、リョウブ、ナガバモミジイチゴ、*コアジサイ	
	ササ類		
	ツル類	*マツサ、ツルアジサイ、ミツバアケビ	
	シダ類	*シンガシラ、ウラジロ、オニヒカゲワラビ	
6	草本類	タチツボスマレ、ツワブキ、アザミ、チヂミザサ、*ヒカゲスゲ、チゴユリ、ニョイスミレ、イカリソウ、スマレ	
	低木類	*コアジサイ、ヒサカキ、クロモジ、クマイチゴ、サンショウ、ヤブムラサキ、ザイフリボク、ミヤガマズミ、マツサ、ヤマコウジ	
	ササ類	チマキザサ	
	ツル類	*イワガラミ、サンカクヅル、シオデ、サルトリイバラ、マツサ、フユイチゴ	
	シダ類	シンガシラ、ウラジロ、*ゼンマイ	
7	草本類	チヂミザサ、ヒメムカシヨモギ、エビネ、ゴマナ、タチツボスマレ、チゴユリ、*ヒカゲスゲ、ニョイスミレ、シロユメナ、フキ、カタバミ	
	低木類	クロモジ、ウワミズザクラ、タキウツギ、クマイチゴ、ヒサカキ、ソゴ、ヤマウルシ、*コアジサイ、ヌルデ、ハイイヌガヤ、ヒメコウジ、エノキ、トラノキ、マユミ、アセビ、ヤマアジサイ、サンショウ、キブシ、ヒサカキ、ヤマグワ、ヘクソカズラ	
	ササ類	チマキザサ	
	ツル類	*フジ、イワガラミ、サルナン	
	シダ類	*シンガシラ、ウラジロ	
8	草本類	*ヒカゲスゲ、ヒキオコシ、ニョイスミレ、タチツボスマレ、イカリソウ、シロユメナ	
	低木類	*クロモジ、ウリハダ、カエデ、ゴマノガマツル、ウツギ、ヤマアジサイ、コアジサイ、ミヤガマズミ、ヤブムラサキ、ヤマザクラ、ニワトコ、ハイイヌガヤ、ヤブコウジ、カラスザンショウ	
	ササ類	チマキザサ	
	ツル類	フジ、*イワガラミ、サルトリイバラ	
	シダ類	リョウメンシダ、*ワラビ	
9	草本類	ドクダミ、カラムシ、*ウワバミソウ、ミツバカタバミ、キクムグラ、イコンソウ、カタバミ、ヤマシヤクヤク、アキチヨウジ、ミズタマソウ、クワクサ	
	低木類	ナカバモミジイチゴ、クロモジ、ヤマアジサイ、*ハイイヌガヤ、イタヤカエデ、ウワミズザクラ、ツタウルシ、サルナンシ、ウリハダカエデ、クマイチゴ、ヤマグワ、ウリノキ、カマツカ、ハナイカダ、コアカソ	
	ササ類		
	ツル類	*ゴトウヅル、イワガラミ、ハンショウヅル	
	シダ類	シンガシラ、*リョウメンシダ、ウラジロ、ジョウモンシダ	
10	草本類	*ヒカゲスゲ、チゴユリ、シキミ、タチツボスマレ、ツクバネソウ、ツネリンドウ、スマレ	
	低木類	クロモジ、ヤマモミジ、ハイイヌガヤ、ヤブムラサキ、アオダモ、アクシバ、ムラサキシキブ、ウワミズザクラ、オオモミジ、ヒサカキ、ミヤガマズミ、*コアジサイ、ミヤマハハリ、アオハダ、リョウブ、ナガバモミジイチゴ、ヌルデ	
	ササ類		
	ツル類	*ゴトウヅル、イワガラミ	
	シダ類	シンガシラ	

* : 5年間で最も多くを占めた種類

ほとんどの調査区で調査終了時にはコアジサイ、クロモジの低木類やイワガラミ、ゴトウヅルのツル類の割合は高くなり、草本類が低くなった。

IV 考 察

林齢が25～40年生の若い林は間伐後の収量比数が0.65程度でも、林冠の再開鎖の速度が早く、30%程度の相対照度を与えても、7、8年もすると10%程度まで低下すると報告されている(1)。今回の調査でも、ほとんどの調査区で調査終了年には相対照度が10%以下となった。

河原(7)はスギやヒノキ林で、間伐をして明るくなった林内は、上木の成長に伴って葉の量が回復し、林内は次第に暗くなり、相対照度が5%以下になると、樹下植栽木の成長がとまり、次第に枯れていく。そのため、相対照度が10%ぐらいになると再度の間伐が必要であると報告している。ほとんどの調査区で相対照度は10%以下であるため、再度の間伐による林内照度の調整が必要であると考えられる。

藤森(2)はスギ、ヒノキの林内の相対照度が約20%であると下木の1年間の樹高成長量がスギで約25cm、ヒノキで約20cmである。これより成長量が落ちて、1年に約15cmを割るようになると形質劣化をし易くなると報告している。今回の調査でもほとんどの調査区で、調査開始当初の相対照度が20%以上あると1年間の伸長量も約20cmあった。しかし、調査開始から4、5年経過すると、伸長量が10cm以下である調査区も多くなり、その相対照度も10%以下ときわめて低かった。

鈴木ら(4)は複層林での下木について、庇陰された稚樹は直径が相対的に細くなる傾向が見られることを報告している。今回の調査結果では上木密度が高いほど形状比数が高くなったことから、複層林下の下木は肥大成長が小さくなることを確認できた。

毎年の下刈が行われるところでは、高さ10cm以上になる種の優占が制限される。そのため、下刈りが行われても、刈り残されたあるいは刈られても損傷の少ない小固体が優占種(チヂミザサなど)となることが報告されている(9)。多くの調査区で、調査の経過と共に草本類が低下し、低木類の割合が高くなった。この原因は県有林での2年に1回の下刈りや横田町での放牧のため、草丈が10cm以上の草本類が低下し、それに変わってチヂ

ミザサなどの草丈の低い草本類やコアジサイなどの低木類が多く発生したためと推察する。

複層林内の最適な光環境を林床植物で見極めようとすると、指標となるような植物としてススキの小さな株が林内に点在するような状態と報告されている(3)。しかし、いずれの調査区でも、このような状態は見られなかった。

複層林の造成、保育管理を推進するには、複層林内の光環境を明らかにするだけでなく、受光伐の時の伐採、集材方法およびそれらに係るコストなどについて調査を行わなければならない。今後、これらについて調査を行って、島根県に適応した複層林施業のあり方を考えたい。

引 用 文 献

- (1) 藤森隆朗：多様な森林施業. pp87～88, 全国林業改良普及協会, 東京, 1991
- (2) ———— : ————. pp94～95, 全国林業改良普及協会, 東京, 1991
- (3) 藤森隆朗：複層林施業マニュアル. pp35～37, 全国林業改良普及協会, 東京, 1992,
- (4) 複層林施業研究班：人工林の複層林施業に関する研究. 林試研報323, 115～117, 1983
- (5) 二見鎌次郎・梶谷 孝：複層林造成技術に関する研究. 島根林試研報告29: 15～26, 1979
- (6) 二見鎌次郎・金山信義・梶谷 孝：複層林造成技術に関する研究(Ⅱ). 島根林試研報告37: 1～7, 1986
- (7) 河原輝彦：複層林を仕立てるための林内照度の管理. 林業技術584, 18～19, 1990
- (8) 川尻秀樹・中川 一・茂木靖和・中村 基：複層林の管理技術の開発(Ⅰ)－今須林業における常時複層林の現状について－. 岐阜県林セ研報告23, 45～46, 1995
- (9) 清野喜之：ヒノキ人工林における下層植物群落の動態と制御に関する研究. 森林総研報359, 53～54, 1990
- (10) 林野庁：スギ人工林分密度管理図説明書. 北近畿. 中国地方, 1990
- (11) 林野庁：ヒノキ人工林分密度管理図説明書. 北近畿. 中国地方, 1991

Influence of Relative Light Intensity on Growth of Lower Tree and Floor Vegetation in Multi-storied Forests

Masatoshi NISHI, Yasuyuki TOMIKAWA, Takafumi HIRASA

Summary

1. From 1991 to 1995, influence of relative light intensity on growth of lower-story trees and floor vegetation was investigated in multistoried forests of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* in Akagi and Yokota, Shimane Prefecture.
2. The relative light intensities were 50% in the stands of low density on upper-story trees, and 30-40% in middle and high density at the beginning of the experiment. It decreased to 30%, 10%, and 5% in low, middle, and high density stands, respectively, five years later.
3. The lower-story trees grew 20-40cm and 5-30cm in height in low and middle density stands, respectively, and 10-20cm at the beginning of the experiment and almost no growth five years later in high density stands.
4. The lower-story trees grew 10mm in diameter at stem base in low density stands and 6mm in middle and high density stands during five years.
5. Dry weight of floor vegetation measured 200-300g per m² at the beginning of the experiment and it decreased to 30-50% after four or five years.

写真-1～3



- 1：上木が低密度の複層林
- 2：上木が中密度の複層林
- 3：上木が高密度の複層林

写真-4～8



- 4：林内照度測定
- 5：下木の樹高測定
- 6：下木の地際測定
- 7～8：林床植物の採取

論文 ニホンザルのシイタケほだ場への 侵入防止柵の効果調査

金森弘樹・周藤成次・周藤靖雄

Effectiveness of Various Fences against the Japanese Monkey

Hiroki KANAMORI, Seiji SUDO and Yasuo SUTO

要 旨

ニホンザルに対する各種侵入防止柵の設置状況と侵入・食害防止効果を1993年～1996年に、島根県内の27か所のシイタケほだ場において調査した。ナイロン網柵、漁網柵、電気柵など8種類の侵入防止柵が設置されていた。そのうちサル群れにまったく侵入されなかったのはナイロン網柵と電気柵の各1ほだ場であり、侵入を受けてシイタケ被害が発生したのは19ほだ場に及んだ。被害を受けたほだ場の多くは、柵周囲の樹木や枝が切除されておらず樹上から侵入した場合が多かった。

さらに1994～1995年、4か所のシイタケほだ場において柵周囲の樹木や枝を伐採除去した後、ナイロン網柵を設置して、侵入・食害防止効果を検討した。その結果、1996年5月までは3ほだ場では侵入を受けなかったが、1ほだ場ではサル群れの侵入・食害を受けた。その原因は、柵周囲の樹木や枝の切除が不十分であったため、樹上から侵入されたと推測した。

I はじめに

島根県において、ニホンザル (*Macaca fuscata*, 以下「サル」と略記) は1992年の調査(4)では23市町村に48群れ、約1,900頭が生息しており、シイタケや農作物に多大な被害を与えて問題となっている。なかでもシイタケほだ場への侵入・食害は作物別では最大の被害であり、1994年にはほだ木約290,000本、被害金額約2,000万円にも達している。

各市町村での被害対策の実態については1989年と1992年におもに聞き取り調査によって実施したが、捕獲、侵入防止柵および威嚇によって実施されていた(3, 4)。

本研究では実際にシイタケほだ場に設置されている侵入防止柵の設置状況と侵入・食害防止効果を詳細に調査した。また、ナイロン網柵を適正と考える方法でシイタ

ケほだ場に設置して、侵入・食害防止効果を検討した。

本研究は国庫助成普及情報システム化事業「野生獣類の生息動態と森林被害の防除に関する調査」の1課題として実施した。本研究への参加を許された林野庁研究普及課企画官森山忠一氏、ご指導いただいた森林総合研究所関西支所鳥獣研究室長北原英治博士、また現地調査にご協力いただいた各農林振興センター林業課とJAの各位に厚くお礼を申し上げます。

II 各種侵入防止柵の調査

1. 調査方法

1993年4月～1996年5月、仁多、温泉津、川本、邑智、桜江、津和野および六日市の7町、26か所のシイタケほだ場と1か所の農作物の畑において実施した(表-1、

表-1 侵入防止柵の調査地

No.	所在地	林況	面積(a)	柵の種類	高さ(m)	設置年月
1	仁多町上阿井	ヒノキ若齢林	30	ナイロン網柵*	2.5	1993年4月
2	温泉津町湯里	竹林	1	〃	2	〃 3月
3	〃	スギ若齢林	5	〃	2	〃 12月
4	〃	常・落葉広葉樹林	2	〃	1.5	〃
5	川本町小谷	スギ若齢林	2	〃	1.5	〃 2月
6	〃	〃	1.5	〃 *	1.5	〃
7	川本町川内	アカマツ+落葉広葉樹林	13	〃	2.5	1994年2月
8	〃	スギ・ヒノキ若齢林	10	〃	3	〃
9	邑智町地頭所	畑跡	16	〃	3~4	〃 11月
10	桜江町長谷	アカマツ+落葉広葉樹林	10	〃	2~3	1993年2月
11	津和野町松尾谷	スギ若齢林	30	〃	2	1995年2月
12	六日市町抜月	ヒノキ若齢林	3	〃	2.5~3	〃 3月
13	桜江町市山	スギ+ヒノキ若齢林	10	ナイロン網柵 +防風ネット(内側)	1.5	1993年4月
14	〃	アカマツ+落葉広葉樹林	10	〃	3	〃 12月
15	六日市町蓼野	ヒノキ若齢林	10	遮光ネット柵	3.2	1994年2月
16	津和野町商人	スギ若齢林	3	遮光ネット +野菜ネット(側面)柵	1.8	1993年4月
17	温泉津町湯里	〃	1	防風ネット(側面) +防鳥ネット(天井)柵	1.5	1994年秋期
18	津和野町松尾谷	〃	10	漁網柵	1.5~1.8	〃 1月
19	六日市町蓼野	落葉広葉樹林	30	〃	2	1993年3月
20	〃	畑	20	〃 *	1.5	〃 2月
21	〃 立戸	竹林	10	〃 *	1.8	〃
22	〃 月和田	スギ若齢林	1	〃	1.2	〃
23	〃 抜月	アカマツ壮齢林	40	〃 *	2	〃 秋期
24	〃	ヒノキ若齢林	3	〃 *	1.5	1994年2月
25	川本町川内	スギ若齢林	100	電気柵(6段)	1.4	1991年3月
26	桜江町長谷	落葉広葉樹+竹林	20	〃(7段)	1.6	1993年2月
27	温泉津町湯里	落葉広葉樹林	3	遮光ネット(下部) +電気柵(上部, 3段)	2.5	1992年12月

No.20 は畑, 他はシイタケほだ場。

* ナイロン網柵・漁網柵の裾を地面に広げていない。

図-1)。

各種侵入防止柵の設置状況と侵入・シイタケ食害防止効果を1~4年間, シイタケ発生期終了後の4~6月に所有者からの聞き取りと現地調査によって調査した。

2. 調査結果

ナイロン網柵(商品名「サル通せんぼ」), ナイロン網+防風ネット柵, 遮光ネット柵, 遮光ネット+野菜ネット柵, 防風ネット+防鳥ネット柵, 漁網柵, 電気柵および遮光ネット+電気柵の8種類の侵入防止柵が設置さ

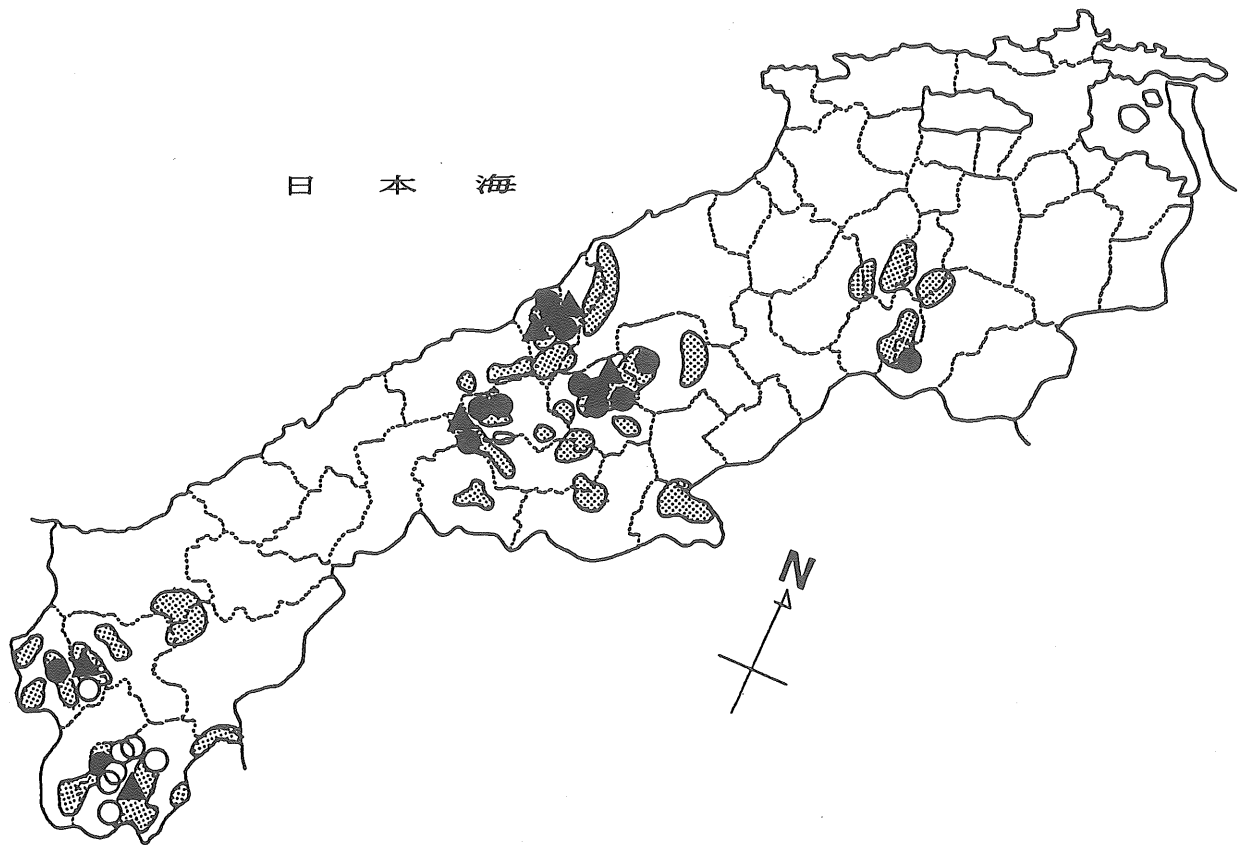


図-1 侵入防止柵調査地の位置

- : ナイロン網柵, ○ : 漁網柵, ▲ : 電気柵・その他柵,
- ◐ : ニホンザル行動域 (金森ほか (4))。

れていた。いずれもサル群れの行動域内 (4) にあり、シイタケほだ場は1か所 (No. 9) を除いてスギ、ヒノキ若齢林やアカマツ+落葉広葉樹林などの林内にあった。また、ほだ場の面積は1~100 a であり、多くが30 a 以下と小規模であった (表-1)。

サル群れにまったく侵入されなかったのはナイロン網柵と電気柵の各1ほだ場であり、侵入を受けてシイタケ食害が発生したのは19ほだ場で70%に及んだ (表-2)。被害を受けた多くのほだ場では、柵周囲の樹木や枝が切除されておらず樹上から侵入した場合 (No. 2, 3, 6, 7, 10, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 24) が多く、全周を囲まずに設置して、無設置部分から侵入した場合 (No. 2, 5) などもあった (写真-5)。

1) ナイロン網柵

網目が5 cm, 幅8 m, 長さ40mの網で、網の上端に通された紐を地上2~3 mの高さで立木の幹や枝に紐で止めて周囲を囲んで網の裾はほだ場の外側に広げてあった。軽量で持ち運びが容易で、また価格も1本が7,200円

(180円/m) と安価であった。このナイロン網柵またはこれと防風ネットを組み合わせた柵が14ほだ場に設置してあった。

サル群れにまったく侵入されず、設置法も適正であると考えられたのはわずか1ほだ場 (No. 9) であった。No. 8のほだ場は周辺の樹木を2~3 m伐採除去してあり設置法は適正と考えられたが、1995年春に群れのうち少数の個体に侵入された。裾を地面に広げておらず、またナイロン網が杭にしたスギ・ヒノキの樹幹に接していた。ナイロン網を枝から吊り下げてこれが樹幹に接しないように改良した後は侵入されなかった。

ナイロン網柵と後述する漁網柵では裾を地面に広げるとサルの手足が絡まり、そのため回避効果が高まると考えられているが、ほだ場周辺の下草や灌木の刈り払いが不十分なため裾を広げていない場合があった。

2) 遮光ネット柵

遮光ネット柵 (写真-6) またはこれと他の素材を組み合わせた柵は3ほだ場に設置してあった。遮光ネット

表-2 侵入防止柵の効果

No.	効 果*				特 徴 ・ 問 題 点
	1993年4~6月	1994年4~5月	1995年5~6月	1996年5月	
1	—	※	—	—	周囲の樹木残存
2	※	×	×	※	一部囲まず、周囲の樹木、竹から侵入
3	—	※	△	×	周囲のスギから侵入
4	—	※	※	※	裾を1mたらず、周囲の樹木残存
5	—	×	—	—	川に接した方向を囲まず侵入
6	—	×	—	—	周囲の樹木から侵入
7	—	※	△	※	周囲の樹木残存、爆音機併用
8	—	○	△	○	周囲に樹木なし、 ”
9	—	—	○	○	”
10	×	×	△	※	周囲の樹木残存、網降ろさず侵入
11	—	—	※	※	” , 爆音機併用
12	—	—	×	※	周囲のヒノキから侵入
13	※	×	△	○	周囲に樹木なし、爆音機併用
14	—	△	×	※	周囲の樹木から侵入
15	—	×	×	※	” , 爆音機併用
16	×	×	×	※	遮光ネットの隙間から侵入、爆音機併用
17	—	—	△	※	天井から手を入れ取る
18	—	×	—	—	周囲の樹木から侵入
19	△	△	※	※	周囲の樹木残存、爆音機併用
20	—	※	※	※	周囲に樹木なし
21	—	×	×	×	周囲の竹から侵入
22	—	※	※	※	ほだ木を直接覆う一採取に不便
23	—	※	※	※	周囲の樹木残存
24	—	×	—	—	周囲のヒノキから侵入
25	○	○	×	—	周囲の樹木伐採、線間から侵入、爆音機併用
26	○	○	○	○	周囲の竹を切除、爆音機併用
27	○	○	△	△	周囲の樹木にも電線を引く

* ○: 侵入されず設置法適正, △: 設置後少数が侵入, ×: 設置後侵入,
 ※: 未侵入ではあるが, 設置法に不備あり。

柵はサルがシイタケを見つけないように「目隠し」をす
 る効果を狙ったものであった。

電気柵と組み合わせたものを除いて効果を認めなかっ
 た。

3) 防風ネット+防鳥ネット柵

防風ネット(側面)と防鳥ネット(上面)を組み合わ
 せた柵(写真-7)は1ほだ場に設置してあった。

この柵は防鳥ネットの網目(10cm)が大きく、ここか

らサルに手を入れられてシイタケを取られた。

4) 漁網柵

この柵は古くなった漁網を漁港から譲り受け、これを
 4m幅に裁断したものであった。この上端を地上約2m
 の高さで立木の幹や枝に紐で止め、ナイロン網柵と同様
 に裾を1~2m広げてあった。漁網は重く、道路から遠
 いほだ場には不向きであったが、価格は安価(12.5円/
 m²)であった。この漁網柵は7ほだ場に設置してあった

が、うち1ほだ場ではほだ木を直接覆っていた。

これらのうち、まったく侵入されず、設置法も適正と考えられたものは無かった。多くの漁網柵では周囲の樹木や枝が切除されておらず、また裾を地面に広げていないものが多かった。

5) 電気柵

電気柵またはこれと遮光ネットを組み合わせた柵が3ほだ場に設置してあった。いずれも電線とアース線が挿入してあった。No.25の電気柵(写真-1)ではほだ場周囲450mに設置するのに約45万円の材料費(1,000円/m)が必要であった。

これらのうち1ほだ場(No.26, 写真-2)の柵はまったく侵入されず、周囲の樹木や竹が5~6m幅で伐採・除去されており設置法も適正であった。遮光ネットと組み合わせた柵(No.27, 写真-4)は侵入経路になると予想される周囲の樹木にも電線を張り、設置法はほぼ適正と考えられたが、電線+アース線の本数がやや少なかつた。また、No.25の電気柵は1991年3月に設置後、1994年の5月までのシイタケ収穫

期にはまったく侵入を受けなかったが、1995年春期に電線間がやや広い箇所(下から3段目の約20cmの空間)から侵入・食害された。

なお、ほだ場で爆音機を併用した場合があったが、効果を認めた柵(No.26)と認めない柵(No.13, 15, 16, 25)があった。

Ⅲ ナイロン網柵による侵入防止効果試験

1. 調査方法

1994年10月~1995年2月、温泉津、川本および桜江町の4か所のシイタケほだ場においてナイロン網柵を設置した。いずれもサル群れの行動域内(4)のスギ林とアカマツ+落葉広葉樹林内のシイタケほだ場であった。面積は4~40aであり、周囲を完全に囲った。ほだ場周辺の下草や灌木は刈り払った。

網の幅は8mであったが、ほだ場周囲の樹木に地上2mの高さに網を張り、残った6mの網の裾はほだ場の外側に弛みを持たして可能な限り広げた。また、ほだ場に近接する樹木は伐採除去し、張り出した枝は切り落して、

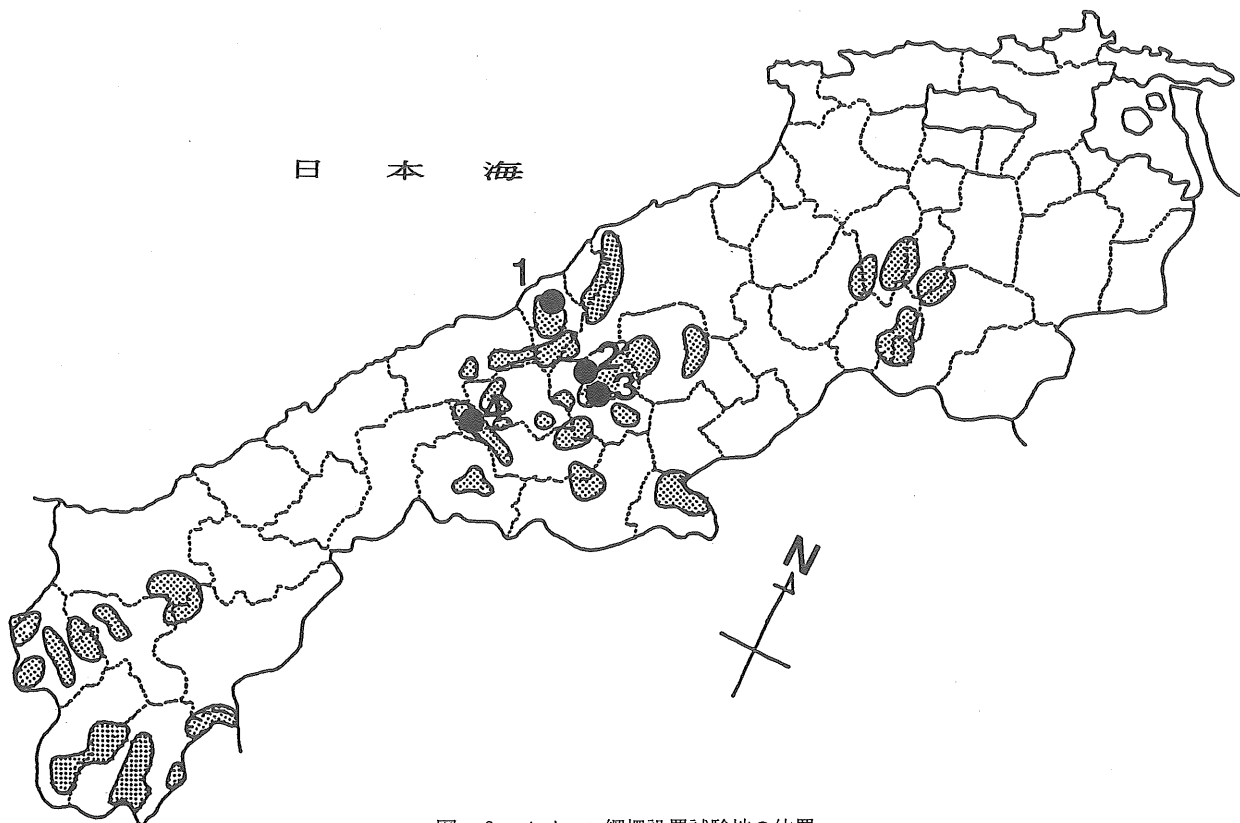


図-2 ナイロン網柵設置試験地の位置
●: ニホンザル行動域(金森ほか(4))

表-3 ナイロン網柵の侵入防止効果

No.	所在地	面積(a)	設置年月	効果*	
				1995年5月	1996年5月
1	温泉津町湯里	25	1995年2月	※	※
2	川本町小谷	5	1994年10月	×	※
3	〃	4	〃	○	※
4	桜江町長谷	40	〃	○	※

* ○：侵入防止，×：侵入，※：サル群れの接近を確認できず。

1～2mの空間を設けた（表-3，図-2，写真-8，9）。

その後、1995年5月と1996年5月、1995年と1996年のシイタケ発生期におけるサルの侵入・食害防止効果を所有者への聞き取りと現地調査によって調査した。

2. 調査結果

1995年5月の調査では、2ほだ場（No.3，4）では、周囲のほだ場での侵入・食害が生じたので、侵入防止効果があったと判定した。1ほだ場（No.1）では周囲のほだ場での侵入・食害が生じなかったため、サル群れの接近が確認できなかった。1ほだ場（No.2）ではサル群れによって数回侵入されてシイタケ食害が発生した。柵周囲の樹木や枝の切除が不十分であったため、柵内のスギと柵外の広葉樹の枝先が一部接しており、ここから侵入されたと推測した（写真-10）。このほだ場では、1995年11月に侵入を受けた原因と推測した柵周囲の樹木や枝を1～2mの空間ができるように伐採除去した。

1996年5月の調査では、いずれのシイタケほだ場でも周囲のほだ場で侵入・食害が生じなかったため、サル群れの接近が確認できなかった（表-3）。

なお、ナイロン網柵を設置した場合、つぎのことが作業上の問題点であった。①網は突起物に引っかかり易く、また1本の網が40mと長いため設置には最低3人は必要であった。②草が伸びる時期に網を張ったままの状態にしておくと草や蔓が絡まるので、シイタケ発生終了後には網を巻き上げておく必要があった。③網を巻き上げる際、とくにスギ林内では落枝が網に絡まり易く、これを除去するのが困難であった。④鳥類やサルが網に絡まって死亡する場合があった。

IV 考 察

各種侵入防止柵の調査で、サル群れにまったく侵入さ

れなかったのはナイロン網柵と電気柵の各1ほだ場であった。侵入を受けてシイタケ食害が発生したのは19ほだ場に及び、これらでは柵周囲の樹木が幅5～6mで伐倒除去または存在しないことに注目した。

ナイロン網柵による侵入防止効果試験でも、ほだ場周囲の樹木を適正に処理すれば侵入を受けなかった。

これらのことから樹木の上からの侵入を防ぐためには、柵周囲の樹木や枝の処理が重要であり、少なくとも柵内と柵外の樹木の枝間には1～2mの空間を設けることが必要であると考えた。

ナイロン網柵を設置・管理する際にいくつかの問題点があったが、網の設置方法の改良や網の巻き上げなどの管理の徹底が効果を持続させるためには重要であると考えた。また、この網はスギ林内での管理は困難であったので、他の樹種の林内で使用すべきであろう。

爆音機を併用した場合の回避効果への影響については、これまでの調査（3，4）で爆音機を単独で使用した場合には効果を認めないことから影響（効果）は無いと考えた。

他県ではいろいろなタイプの電気柵（電線型、ネットフェンス型、金網フェンス型など）が設置されて効果を上げている（1，2，5，6，7）。しかし、本県ではまだ設置か所が少なく、設置方法が悪くて侵入を受ける場合があった。今後は侵入を受けないタイプの柵を選択し、適正な方法で設置していく必要がある。

本県のシイタケ生産は小規模生産者が多く、また高齢化も進んでいる。侵入防止柵の設置が経済的に大きな負担にならず、また設置が容易なものの開発が望まれている。調査したナイロン網柵は安価で、また容易に設置できるものであり、柵周囲の樹木や枝を適正に処理すれば効果を認めた。今後も新たな素材を含めて継続的に回避効果の調査・試験を実施する必要がある。

引用文献

- (1) 房総のサル管理調査会：平成7年度房総半島における野生猿管理対策調査研究事業報告書. 97pp, 千葉県環境部自然保護課, 1996
- (2) 藤下章男・鳥居春己・白井 啓：静岡県ニホンザル生息調査報告書－分布・被害の実態と被害回避対策の方向性－. 41pp, 1996
- (3) 金森弘樹・井ノ上二郎・周藤靖雄：島根県におけるニホンザルに関する調査（Ⅰ）－生息，被害および対策の実態－. 30pp, 島根県農林水産部林政課, 1994
- (4) ———・—————・周藤成次：島根県におけるニホンザルに関する調査（Ⅱ）－1992～1994年度の生息，被害および対策の実態－. 34pp, 島根県農林水産部森林整備課, 1996
- (5) 水野昭憲・林 哲・上馬康生ほか：野生鳥獣による農林産物被害防止等を目的とした個体群管理手法及び防止技術に関する研究. 93pp, 石川県白山自然保護センター, 1995
- (6) 天然記念物「高宕山のサル生息地」のサルによる被害防止管理事業調査団：平成七年度天然記念物「高宕山のサル生息地」のサルによる被害防止管理事業調査報告書. 90pp, 富津市・君津市教育委員会, 1996
- (7) 富山県野猿研究会：野猿対策事業調査報告書. 83pp, 富山県農地林務部自然保護課, 1991

Effectiveness of Various Fences against the Japanese Monkey

Hiroki KANAMORI, Seiji SUDO and Yasuo SUTO

Summary

In 1993-1996, the effectiveness of various fences against the Japanese monkey (*Macaca fuscata*) was investigated at 27 bed log laying yards (BLLYs) of Shiitake mushroom in Shimane Prefecture. Eight kinds of protective fences, such as a nylon net fence, fishing net fence, and electric fence, were putted around the BLLYs. Out of these, the good effect was recognized at only two BLLYs with a nylon net fence and a electric fence. On the other hand, no effect was recognized at 19 BLLYs where forest trees and their branches were not pruned around the BLLYs. Monkeys were considered to be able to invade into the BLLYs from the crowns of the trees around them.

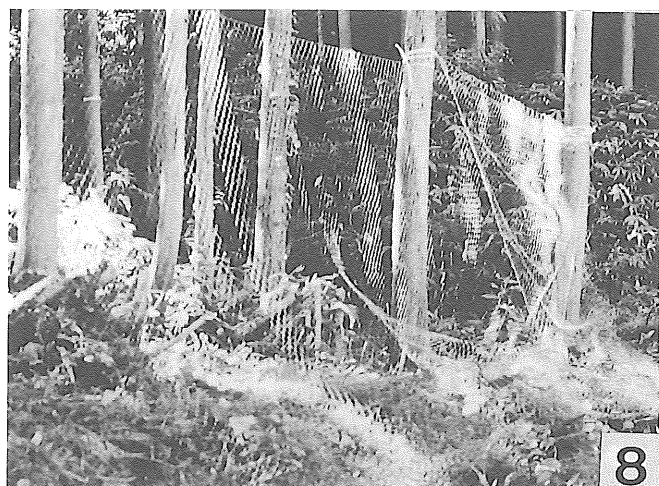
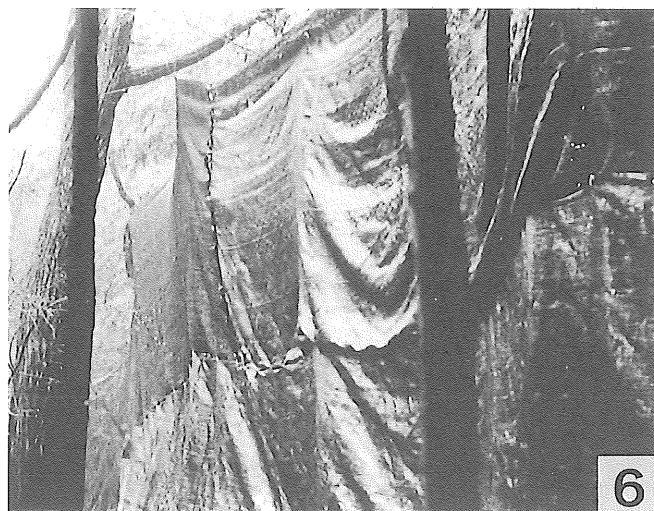
In 1994 and 1995, nylon fences were putted around four BLLYs where trees and their branches around were pruned to protect them against the Japanese monkey. As the results, three BLLYs were not invaded by the monkey till May, 1996, whereas the monkey invaded one BLLY because of trees and their branches around being pruned imperfectly.

写真-1～5



- 1: 周囲の樹木を伐採除去して設定した電気柵 (No. 25)
- 2: 周囲の竹を伐採除去して設定した電気柵 (No. 26)
- 3: 竹林の中のほだ場に設置した漁網柵 (No. 21)
- 4: 遮光ネット (上部) + 電気柵 (下部) (No. 27)
- 5: ナイロン網柵設置ほだ場で発生したシイタケ被害 (No. 10)

写真— 6～10



6：遮光ネット (No. 15)

7：防風ネット (側面) + 防鳥ネット (上部) 柵 (No. 17)

8：ナイロン網柵の設置試験ほだ場 (No. 3)

9：周囲の樹木を伐採除去して設置したナイロン網柵の設置試験ほだ場 (No. 4)

10：スギ林に近接した樹木から侵入・食害されたナイロン網柵の設置試験ほだ場 (No. 2)

論文 地域に適合した林業機械作業システム研究 (第3報)

—タワーヤーダとプロセッサの組み合わせによる集材・造材作業—

西 政 敏 ・ 富 川 康 之 ・ 平 佐 隆 文

Studies on the Systematization of Forest Machinery Operation
Adapted to the Local Condition (Ⅲ)

— Yarding and Bucking Operation on the Combined Use of
Towere-yarder and Timber Processor —

Masatoshi NISHI, Yasuyuki TOMIKAWA, Takafumi HIRASA

要 旨

1. 島根県飯石郡吉田村と簸川郡佐田町の各1林分において、吉田ではタワーヤーダ、佐田ではタワーヤーダとプロセッサを組み合わせた集材・造材作業を調査した。両調査林ともスギ人工林で、列状間伐が行われた。
2. 吉田では作業路をタワーヤーダの設置場所やプロセッサによる造材作業のための土場として利用した。佐田ではタワーヤーダとプロセッサは作業道の待避所に設置して作業を行った。
3. タワーヤーダ1回当たりの架線の架設・撤去時間は佐田では、吉田に比べスパン長が長いので、吉田に比べ多くの時間を要した。
4. 吉田での1時間当たりの下げ荷集材、上げ荷集材はそれぞれ4.1m³、4.9m³と集材木を操作するのが容易な上げ荷集材が若干大きかった。
5. 佐田での伐倒～造材工程の各工程の1人1日当たりの生産性は伐倒6.3m³、集材2.7m³、造材16.8m³で集材工程が他の工程より低くなったために作業全体で1.8m³となった。

I はじめに

タワーヤーダ、プロセッサなどの高性能林業機械を使用することによって集材・造材作業の効率化が期待されている。本研究では、これらの機械の性能を十分に活かした林業機械作業システムを確立する基礎資料を得るために、前報(2, 5)の調査に引き続いて、実際に行われた作業における実態を調査した。

今回の調査では平成7年10月と平成8年2月、島根県吉田村と佐田町の2林分で行われた集材・造材作業を対象とした。

まず、地況や林況などの作業条件を把握した。ついで、各作業の所要時間や集材・造材量などの調査を行った。

さらに、作業日報から各工程の作業時間、人工数、生産性を調査した。

なお、これらの作業は高性能林業機械のオペレータを養成するための「平成7年度高性能林業機械オペレータ養成研修実施事業」と高性能林業機械の性能を実証するための「平成7年度高性能林業機械実証事業」で行われたものである。

本調査は大型プロジェクト研究開発推進事業課題「地域に適合した林業機械作業システム研究」で実施したものである。調査に御協力いただいたヒロシマ精機株式会社と佐田町森林組合に厚くお礼を申し上げます。

表-1 地況・状況

場所	伐採面積(ha)	平均傾斜(度)	樹種	林齢(年生)	集材本数
飯石郡吉田村	0.3	22	スギ	36	84
簸川郡佐田町	0.4	19	スギ	37	77

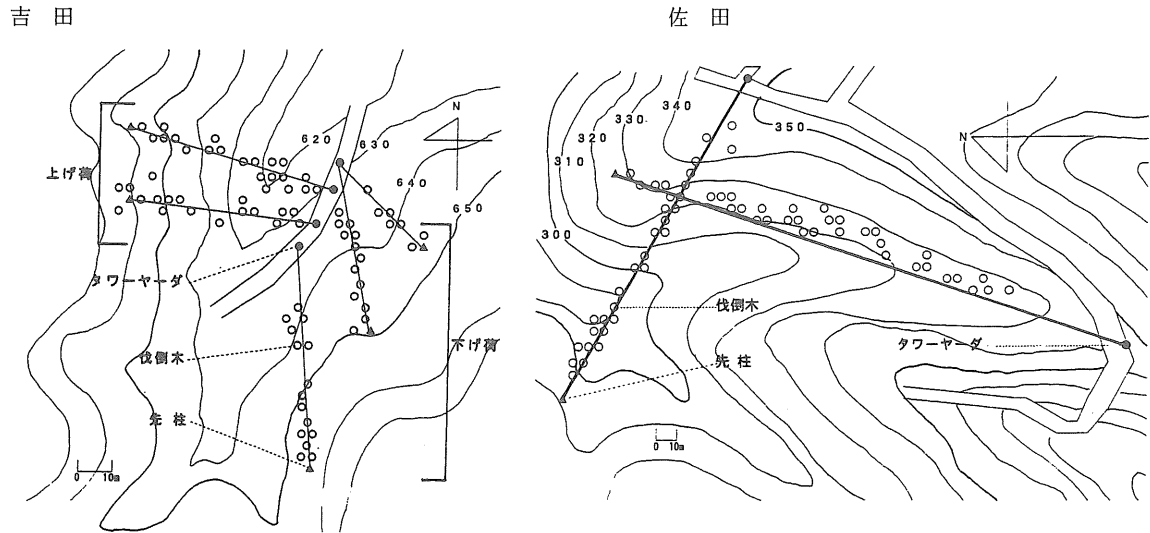


図-1 調査林

II 調査林, 作業条件および調査方法

1. 調査林

表-1と図-1に示した2林分で調査を行った。以下、各調査林をその所在する町村名から「吉田」、「佐田」と記す。両調査林ともスギの人工林で壮齢林であった。ただし、佐田町の作業路付近に同齢のヒノキがあった。山腹傾斜は緩やかで、両調査林とも比較的緩やかであった。吉田では調査林内に幅員2.5mの作業路があり、これをタワーヤードの設置場所や造材作業のための土場として利用した。

2. 作業条件

1) 使用機械

吉田、佐田とも同種類の機械が使用された。タワーヤードは及川自動車社製のRME-300Tであり、スパン長300mの小型のものである(3)。索張り方式は主索を必要としないランニングスカイライン式であった。プロセッサは新宮商行製のCP-30であり、最大玉切り径が400mmの機械仕様であった。このベースマシンは小松製作所製のPC-120であった。

2) 作業手順

吉田では4列を残して1列を伐倒する列状間伐であった。上げ荷で2列、下げ荷で3列のみんなで5列の全木集材を行った。吉田ではタワーヤードが作業路上を順次移動して、その度に先柱を変えながら架設と撤去を繰り返して集材し、プロセッサはタワーヤードが次の列へ移動した後、作業路上で造材作業を行った(写真-1~5)。佐田でも列状間伐であったが、タワーヤード設置予定場所から先柱に向けて架線の下となる2列を伐採した。2か所の待避所を土場として、そこへタワーヤードとプロセッサを設置して2本の架線で集材した。両調査林とも梢端を先柱に向けて伐倒した(写真-6~8)。

3) 作業員数

架線の架設・撤去は吉田では3人、佐田では4人、集材作業は吉田ではオペレータと荷掛け手2人の合計3人、佐田ではオペレータと荷掛け手の合計2人であった。造材作業は両調査林とも1人で行った。

吉田ではオペレータ養成研修に参加した7人がタワーヤードの操作、先山作業、およびプロセッサの作業を交

代しながら行った。佐田では3人の作業員がタワーヤードの操作、先山作業、およびプロセッサの操作をそれぞれ継続して行った。

3. 調査方法

1) スパン長、搬器移動距離および横取り距離

スパン長は各架線ごとに縦断面図を作成して測定した。搬器移動距離は搬器が土場から先山の停止位置まで移動する距離を、コントロールボックスに表示される距離メーターから読みとった。横取り距離は搬器の停止位置から荷かけ位置までをポール、巻き尺および目測で測定した。

2) 作業時間と作業量

機械の動きや作業員の動作をビデオカメラで撮影して、その再生映像を用いて調査した(写真-9)。

タワーヤードの架設・撤去と集材作業は、先山と土場の2か所にビデオカメラを設置して撮影した。また、プロセッサの動きはヘッドの部分を中心に撮影した。作業の種類別に作業人数と作業時間を調査した。架設・撤去は「元柱の設置から先柱の撤収」までの作業を7種類に区分して、作業人数と作業時間の積を各作業の所要時間とした。集材作業は「索上げから荷はずし」までの1サイクルを8種類に区分した。また、造材作業は作業時間全体を「プロセッサ作業、チェーンソー作業および余裕」

の3つに区分して分析した(表-2)(7)。

本調査の結果、吉田での集材作業84サイクル、佐田での集材作業65サイクル、造材作業77サイクルを分析した。

集材量は1サイクル当たりの集材本数と材積を調査した。材積は集材された材の樹高と胸高直径を測定して材積表(8)によって求めた。造材量は玉切り本数と素材材積を調査した。素材材積は丸太の材長と末口直径を測定して末口自乗法によって求めた。

3) 人工数と作業効率

吉田では1995年の10月に集材を5日間行った。佐田では1996年の2月に集材と造材を4.5日間行った。各作業内容と作業時間は、吉田ではビデオ映像、佐田では30分単位で記録した作業日報によって調査した。

生産量は吉田では単位時間当たりの集材量から計算して、佐田では土場で極積された時点で丸太の総材積を調査した。各工程の人工数と生産性を以下の式より計算した。

$$\text{各工程の人工数} = \frac{\text{各工程の作業時間}}{\text{平均勤務時間}} \times \text{作業員数} \dots \textcircled{1}$$

ただし、平均勤務時間は昼休みを除いた時間の合計を勤務日数で除したものである。

表-2 作業区分

架 設 ・ 撤 去	集 材 作 業	造 材 作 業
元 柱 設 置	索 上 げ	プ ロ セ ッ サ 作 業
先 柱 設 置	空 走 行	チェ ー ソ ー 作 業
索 引 き 回 し	索 下 げ	余 裕
索 張 り 上 げ	荷 か け	
索 巻 き 取 り	荷 上 げ	
元 柱 撤 去	実 走 行	
先 柱 撤 去	荷 下 げ	
	荷 はず し	

表-3 各種距離

調 査 林	ス パ ン 長 (m)	集 材 距 離 (m)	横 取 り 距 離 (m)
吉 田	41~73	0~65	0~8.0
	(58)	(36)	(1.2)
佐 田	152~252	21~257	0~6.5
	(202)	(128)	(1.5)

() は平均値

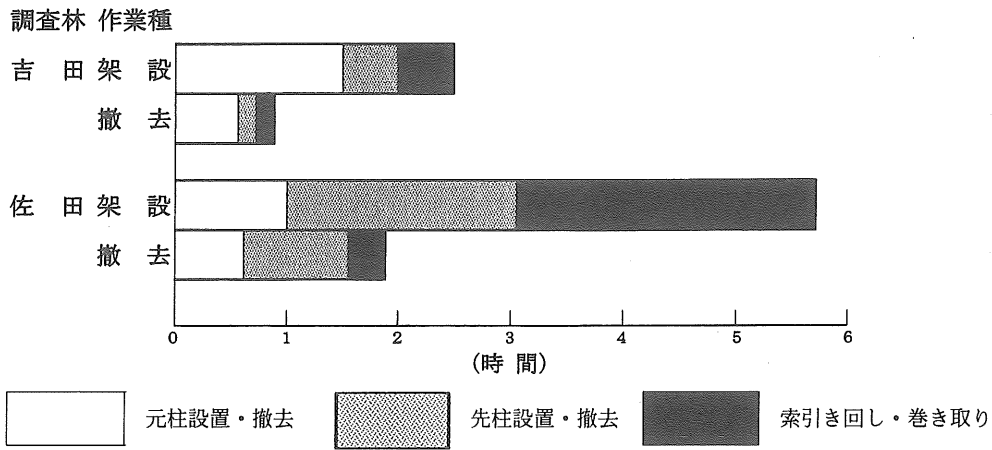


図-2 架設・撤去の時間 (1列当たり)

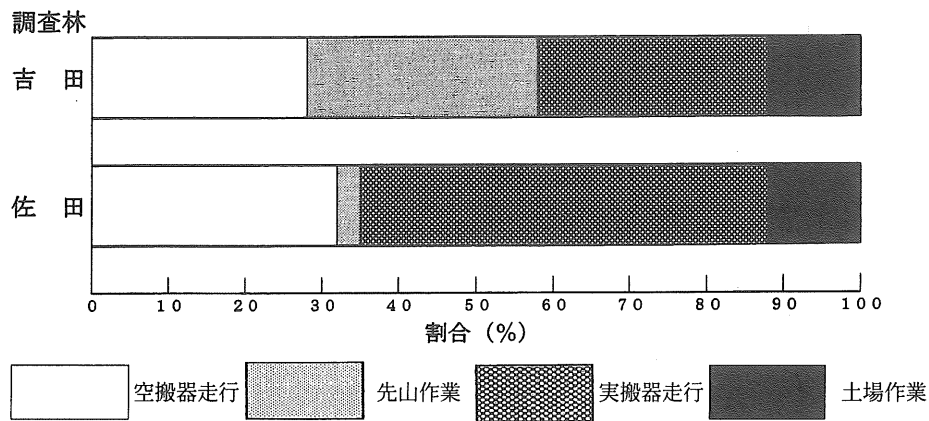


図-3 集材作業の作業区分割合 (1サイクル)

$$\text{各工程の生産性} = \frac{\text{生産量}}{\text{各工程の人工数}} \quad \dots \textcircled{2}$$

チェーンソー、タワーヤードおよびプロセッサを組み合わせた全体の生産性 (4) はつぎの式によって求めた。

$$E = \frac{1}{1/e_1 + 1/e_2 + 1/e_3} \quad \dots \textcircled{3}$$

- E : 全体の生産性
- e₁ : 伐倒工程の生産性
- e₂ : 集材工程の生産性
- e₃ : 造材工程の生産性

III 結果と考察

1. スパン長, 集材距離および横取り距離

佐田ではタワーヤードを移動させながら集材できなかつ

たためスパン長, 搬器移動距離が長くなった。

平均集材距離が吉田での40mと比較して, 佐田では130mと3倍であった。横取り距離はいずれの調査林も平均で0.5~1.5m, 最大でも8mと短かった (表-3)。

2. 所要時間と作業量

1) 架設・撤去

吉田での5列の架設時間合計は12時間7分, 撤去時間合計は3時間31分であった。佐田での架設時間合計は9時間11分, 撤去時間合計は3時間49分であった。両調査林での架設・撤去の総時間は吉田では15時間38分, 佐田では13時間であった。

架設・撤去1回当たりの時間を作業区分別にみると元柱設置時間はいずれの調査林も同様の機械, 作業員数であったため差がなかった。

吉田に比べ佐田はスパン長が長いので, 佐田での先柱設置・撤去, 索引き回しに多くの時間を要した。

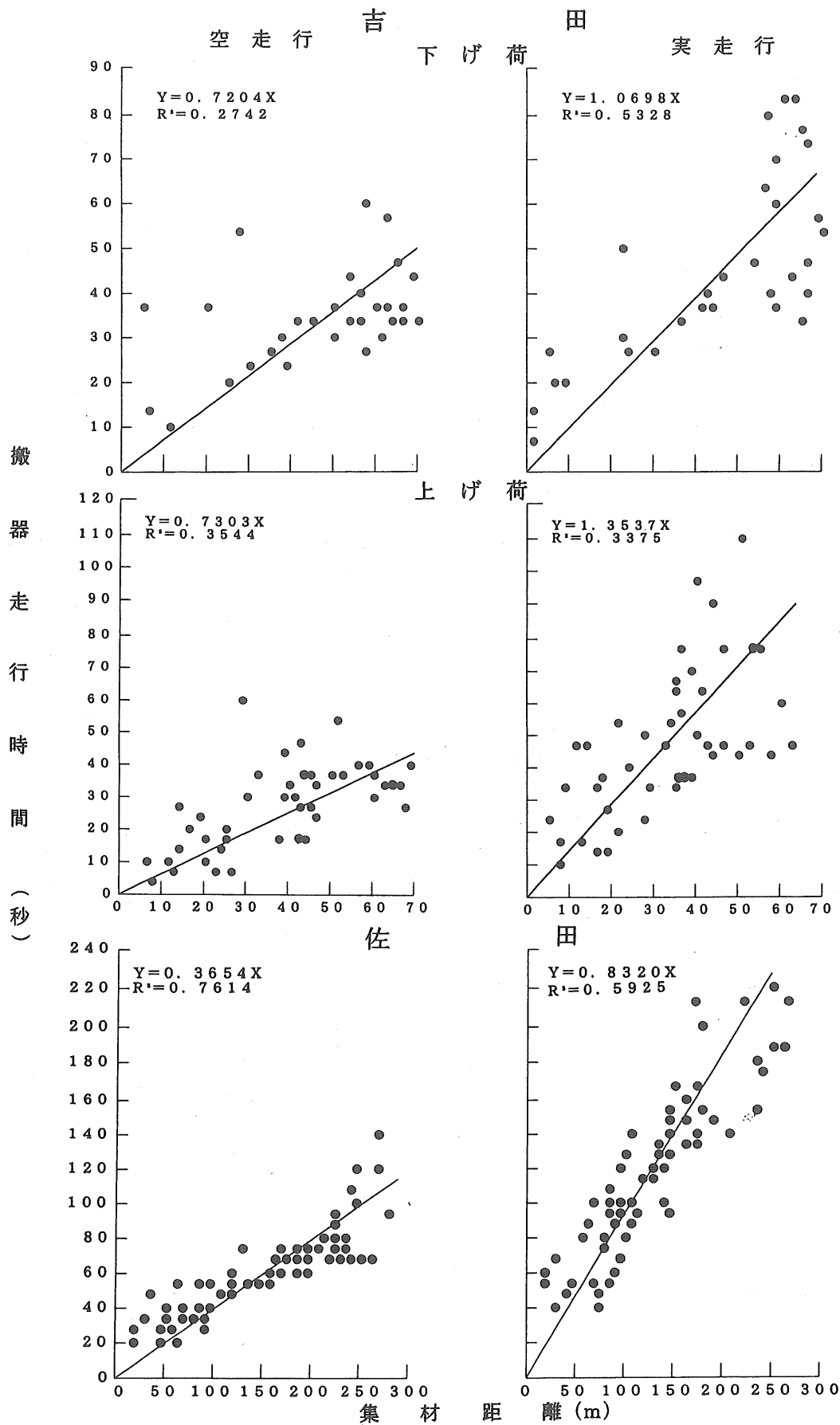


図-4 集材距離と搬器走行距離との関係

前者は佐田は吉田の4倍、後者は佐田は吉田の3.5倍であった。後者は架線が長くなると架線の重量が増すため、索を引き回す作業員に多くの負担がかかることも作業時間が長くなる原因の一つと考える。

索引き回しも佐田が吉田に比べ4倍と多くの時間を要した。この原因は先柱設置撤去と同様の理由に加え、スパン長が長くなれば架線の重量が増すため、索を引き回す作業員に多くの負担がかかり作業員の動きが遅くなることも理由の一つと考える(図-2)(I)。

2) 集材作業

集材作業は吉田で84サイクル、佐田で65サイクル作業分析を行った。

集材作業を土場作業、空搬器走行、先山作業、実搬器走行の4種類に集約して総作業時間に対する割合をみると、作業全体の時間に対する搬器移動の割合が吉田で60%、佐田で80%と吉田より搬器移動時間の割合が大きくなった。吉田では荷かけ直しを行うサイクルが下げ荷の集材サイクル回数30回中4回であったが、2~9分と多くの時間を要したため、先山作業の割合が大きかった。吉田と佐田ではタワーヤードのオペレータが荷はずしをしたため、土場作業の割合は同様であった(図-3)。

集材1サイクルごとに集材距離と搬器走行時間の関係を、空走行と実走行に分けて分析した。集材距離と搬器走行時間の関係から回帰式を求めて、直線の傾きから搬器の平均走行速度を計算した。吉田での下げ荷集材では、空走行は1.4m/s、実走行は0.9m/sと残存木に注意を払いながら集材したため、実搬器走行速度は空搬器走行

速度の70%であった。

吉田での上げ荷集材では空走行1.4m/sに比べ、実走行0.7m/sと上げ荷による集材作業だったため、下げ荷より若干、搬器走行速度が遅くなった(図-4)。

佐田では空走行2.7m/sに比べて、実走行は1.2m/sと空走行速度の40%で、吉田の上げ荷、下げ荷集材の時よりさらに遅くなった。この原因は佐田は吉田に比べ集材距離が長く、残存木に注意を払いながらの実搬器走行時間が長くなったためと考える(図-4)。

両調査林とも1回当たりの集材本数は1~2本で平均すると吉田で1.1本、佐田で1.2本であった。両査林とも列状間伐で間伐列の幅も3m程度と狭く、残存木を傷つけないように集材するため、少ない本数での集材作業となった。

吉田では下げ荷集材は上げ荷集材に比べ、集材木を操作するのが難しく、荷かけ直しを行ったため、1時間当たりの出材量は上げ荷で5m³、下げ荷で4m³と上げ荷で若干大きく、タワーヤードの集材作業は上げ荷集材が適当であることを確認した(表-4)。

3) 造材作業

佐田での実際に作業をしたプロセッサの1サイクル当たり平均処理時間は、タワーヤードの集材作業の1サイクル当たり平均処理時間より1分小さかった。そのため、それぞれの作業時間合計から、タワーヤードとプロセッサを組み合わせると20分間はプロセッサはタワーヤードの作業を待つことが考えられる(表-5)。

プロセッサとタワーヤードが同時作業を行った佐田で

表-4 集材作業時間と出材量(吉田)

集材方法	平均処理 材積(m ³)	平均実働 処理時間	作業能率 (m ³ /時)	生産性 (m ³ /人日)
上げ荷	0.31	3分48秒	4.9	8.1
下げ荷	0.30	4分15秒	4.1	7.0

表-5 作業時間と作業量(佐田)

工程	平均処理時間	サイクル数	処理合計時間	平均処理材積(m ³)
集材	5分52秒	65	6時間21分	0.382
造材	4分41秒	77	6時間01分	0.309

表-6 各工程の人工数と生産性(佐田)

行 程	人工数 (人日)	生産性 (m ³ /人日)
選木・伐倒	3.08	6.3
集材	8.83	2.7
造材	1.42	16.8
全体	13.33	1.8

は、プロセッサ作業54.2%、チェーンソー作業6.6%、余裕39.2%とタワーヤードによって集材されてくる木を土場で待つためなどの理由で、プロセッサは作業全体の半分近く停止していた。今後、プロセッサ作業にトラックなどへの積み込み作業を加えれば、効率的に作動させることができると考える。

3. 人工数と作業効率

佐田でのタワーヤードの架設・撤去の人工数をみると架設4人日、撤去2.00人日であった。従来の集材機でエンドレスタイラー式の索張りをした場合の人工数を試算すると(12)、佐田と同様にスパン長200mでは、架設で14.4人日と今回の調査値の4倍、撤去で5.04人日と今回の調査値の2.5倍であった。このようにタワーヤードの特徴である架設・撤去が容易に行えることが実証できた。

吉田での作業効率から作業員3人で1日に5時間働いたときの1人1日当たりの生産性を計算すると、若干ではあるが集材木を操作するのが容易な上げ荷集材が大きく、上げ荷集材が下げ荷集材より生産性が優れていた(表-4)(13)。

佐田での作業時間は、選木・伐倒570分、集材1050分、造材510分で、平均勤務時間は360分であった。各工程の人工数を①式によって計算すると、選木・伐倒3.08人日、集材工程8.83人日、造材工程1.42人日であった。

②式によって各工程の生産性を計算した。なお、生産量は待避所に桟積みされた材を調査した結果、スギ23.422m³、ヒノキ0.378m³、全体で23.8m³であった。選木・伐倒工程6.3m³/人日、集材工程2.7m³/人日、造材工程16.8m³/人日であった。

佐田では集材工程の作業日数が選木・伐倒工程の1.8倍、造材工程の2.1倍であったこと、集材工程の中の架線の架設・撤去を4人で行ったことが原因で、集材工程

の生産性が低かった。③式によって伐倒～造材までの作業全体の生産性を計算すると1.8m³/人日となった(表-6)。

この結果を従来の集材工程に集材機を用いた場合の非皆伐施業での労働生産性の平均値1.21m³/人日(9)と比べ1.5倍と高くなった。

この原因としてはタワーヤードは架設・撤去が容易で機動力があるため(6)、従来の集材機による間伐より高い生産性が得られたと考える。

生産性は地況や機械の配置、および伐採の種類(11)によって異なるが、このほかにも材の形状、オペレータの熟練度および機械の稼働日数などが影響を及ぼすと推察する。今後さらに多くの調査林で事例を収集する必要があると考える。

引用文献

- (1) 阿部純文・佐々木幸敏：タワーヤード集材作業の工程と効率的な作業の検討。日林東北支誌論：99～100, 1992
- (2) 福間優二・園山忠実・富川康之：地域に適合した林業機械作業システム研究－タワーヤードとグラップルソーの組み合わせによる集材作業－。島根県林業技術センター研究報告45：1～8, 1994
- (3) 小林洋司・仁多見俊夫・岩岡正博：タワーヤードを想定した路網配置計画。43回日林関東支論, 157～159, 1992
- (4) 南方 康：機械化・路網・生産システム。PP56, 日本林業調査会, 東京, 1991
- (5) 西 政敏・富川康之・平佐隆文：地域に適合した林業機械作業システム研究(Ⅱ)－タワーヤードとプロセッサの組み合わせによる集材・造材作業－。島根県林業技術センター研究報告47：21～32, 1996

- (6) 林業機械化推進研究会編：機械化のビジョン。PP. 26～34, 全国林業改良普及協会, 東京, 1990
- (7) 林野庁：平成4年度林業試験設計書。PP. 26～34, 林野庁, 1992
- (8) 林野庁計画課編：立木幹材積表－西日本編－。PP. 64～73, 日本林業調査会, 1970
- (9) 飛岡次郎・山崎忠久：非皆伐施業における伐出作業システムの調査事例。100回日林論, 705～707, 1989
- (10) 飛岡次郎・山崎忠久・芝 正己・並木勝義：タワーヤードによる風倒木集材作業。日林誌75：52～55, 1993
- (11) 飛岡次郎・山崎忠久・芝 正己：高性能林業機械による伐出作業システムの最適化に関する研究（Ⅰ）。43回日林中支論, 165～147, 1995
- (12) 梅田三樹男・辻 隆道・井上公基：傾準功程表と立木評価。PP. 58 日本林業調査会, 1982
- (13) 吉田智佳史・岡 勝・田中良明・今富裕樹・広部伸二・上村 功・井上涼基・瀧辺秀一・田所幹夫・松崎範人・松瀬収司：高性能林業機械の伐出作業システムに関する研究（Ⅱ）。103回日林論, 657～658, 1992

Studies on the Systematization of Forest Machinery Operation
Adapted to the Local Condition (III)
—Yarding and Bucking Operation on the Combined Use of Tower—yarder
and Timber Processor—

Masatoshi NISHI, Yasuyuki TOMIKAWA, Takafumi HIRASA

Summary

1. Japanese cedar trees were line—thinned and the tree length logs were yarded by a tower-yarder and bucked by a timber processor in Yoshida and Sada, Shimane Prefecture.
2. The tower-yarder and the timber processor were moved on a spur road and placed on a shelter place of a spur road in Yoshida and Sada, respectively.
3. The time of setting up and dismantling the wire of the tower-yarder in Sada was longer than those in Yoshida, because span lengths in Sada were longer than those in Yoshida.
4. The average yarding production were 4.3m^3 and 4.9m^3 per an hour on uphill and downhill yarder, respectively, in Yoshida.
5. The productivities of cutting, yarding, and bucking were 6.3m^3 , 2.7m^3 , and 16.8m^3 per man and day and total productivity was 1.8m^3 per man and day in Sada.

写真-1～5



1～5：吉田調査林
1：先柱の架設
2～4：タワーヤードの
集材作業
5：プロセッサの
造材作業

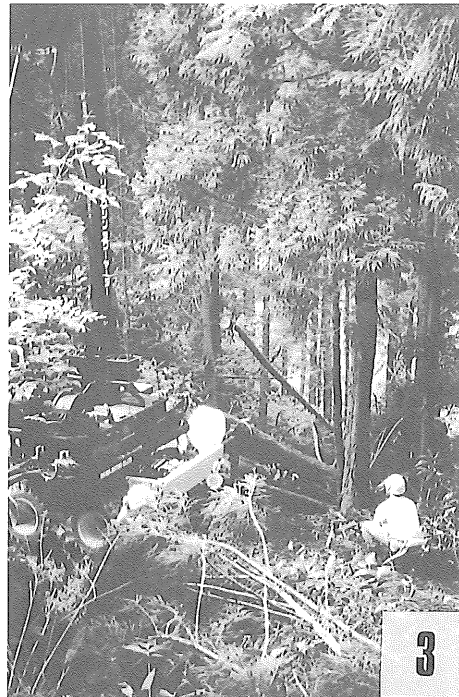
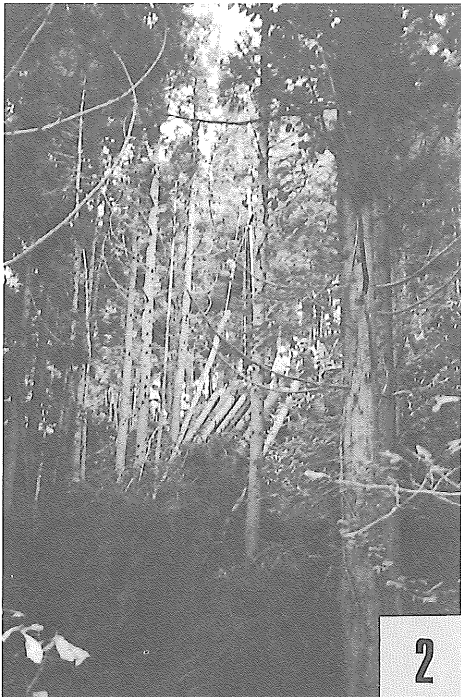
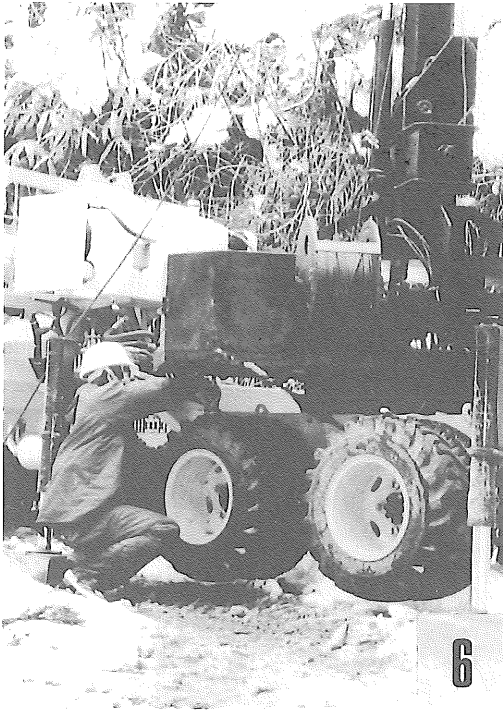


写真-6~9



- 6~9: 佐田調査林
- 6: タワーヤーダの架設
- 7: タワーヤーダの集材作業
- 8: タワーヤーダとプロセッサの作業
- 9: 調査林での撮影

資料 島根県におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業

西 信介・福島 勉・周藤 靖雄・金森 弘樹
朝原 一郎・井ノ上 二郎・福井 修二・加茂 久雄

Breeding Project on Japanese Red Pine and Japanese Black Pine clones
Resistant to the Pine-wood Nematode in Shimane Prefecture.

Nobusuke NISHI, Tsutomu FUKUSHIMA, Yasuo SUTO, Hiroki KANAMORI,
Ichiro ASAHARA, Jiro INOUE, Shuji FUKUI and Hisao KAMO

要 旨

島根県下16市町村の松くい虫激害林で生存しているアカマツ707本、クロマツ270本を松くい虫の抵抗性候補木として選抜した。抵抗性候補木は接ぎ木で増殖してマツノザイセンチュウを人工接種した。その結果、抵抗性の強かった アカマツ25, クロマツ9クローンをマツノザイセンチュウ抵抗性マツとした。

I はじめに

マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) によるアカマツ、クロマツの枯損被害は、海岸沿いを中心に島根県下に広く分布している(2)。その対策として、マツノザイセンチュウに対して抵抗性を持つマツを育種し、造林することは有効な対策のひとつと考えられる。九州、四国、近畿、瀬戸内地方では九州林木育種場、関西林木育種場が中心となり、アカマツ92, クロマツ16クローンの抵抗性個体が1984年には選抜されており(1)、これらクローンから生産される種苗の抵抗性が高いことも確認されている(3)。これらのマツは種苗法により日本海側に移動することは制限されているので、島根県独自で抵抗性マツの選抜を行った。

1988~'95年、林業振興課(旧造林課)の委託を受けて抵抗性クローンの選抜事業を行った。県下の松くい虫激害地で抵抗性候補木を選抜した。候補木から接ぎ穂を採取して、接ぎ木苗を増殖した。これにマツノザイセンチュウを人工接種して発病がきわめて軽微なものを抵抗性とした。本稿では、その事業の経過と結果を報告する。

選抜対象林分の選定などに御協力いただいた農林振興センター林業課(旧農林事務所林業普及課)および隠岐

支庁の職員各位に対し厚く御礼申し上げる。

II 候補木の選抜結果

激害地の海岸沿いを中心に、IV齢級以上で松くい虫の被害率90%以上の林分、地域を抽出して現地調査を行った。そして、他の病虫害を受けずに健全に、かつ成長が良好な個体を抵抗性候補木とした。

候補木の選抜は1988~'91年度の4年間で16の市町村から表-1のとおりアカマツ707, クロマツ270, 計977本を選抜した。候補木の選抜位置は、図-1のとおりである。

III 接ぎ木増殖

2~3月、選抜した候補木に登り、接ぎ穂に供する枝を採取した。しかし、枝下が高く枝が長く細い場合、木に登る者がいない場合、または林分所有者が伐倒を希望する場合には伐倒して枝を採取した候補木もあった。

採取した枝は4℃の冷蔵庫で保存して、2月下旬~3月接ぎ木に供した。台木にはクロマツ1回床替2年生苗木を用いて、これに採取した枝を接ぎ穂として割接ぎした。1クローン当たり原則として25本の接ぎ木苗を作り、苗畑に植栽した。なお、接ぎ木は室内で行った。

接ぎ木1年後の接ぎ穂の活着状態は、表-2のとおり

表-1 抵抗性候補木の選抜本数

選抜年度	選抜地	選 抜 本 数	
		アカマツ	クロマツ
1988	松江市	45	10
	平田市	56	6
	江津市	4	25
	益田市	22	8
	三刀屋町	42	0
	三隅町	10	1
	1989	安来市	50
益田市		11	2
大東町		18	6
加茂町		15	5
木次町		24	0
斐川町		67	5
日原町		28	0
1990	大田市	41	5
	江津市	26	21
	益田市	42	1
	鹿島町	58	2
	穴道町	39	3
	三刀屋町	6	0
	海士町	0	20
1991	平田市	24	28
	江津市	29	75
	益田市	8	18
	玉湯町	42	8
	知夫村	0	21
	合 計	707	270

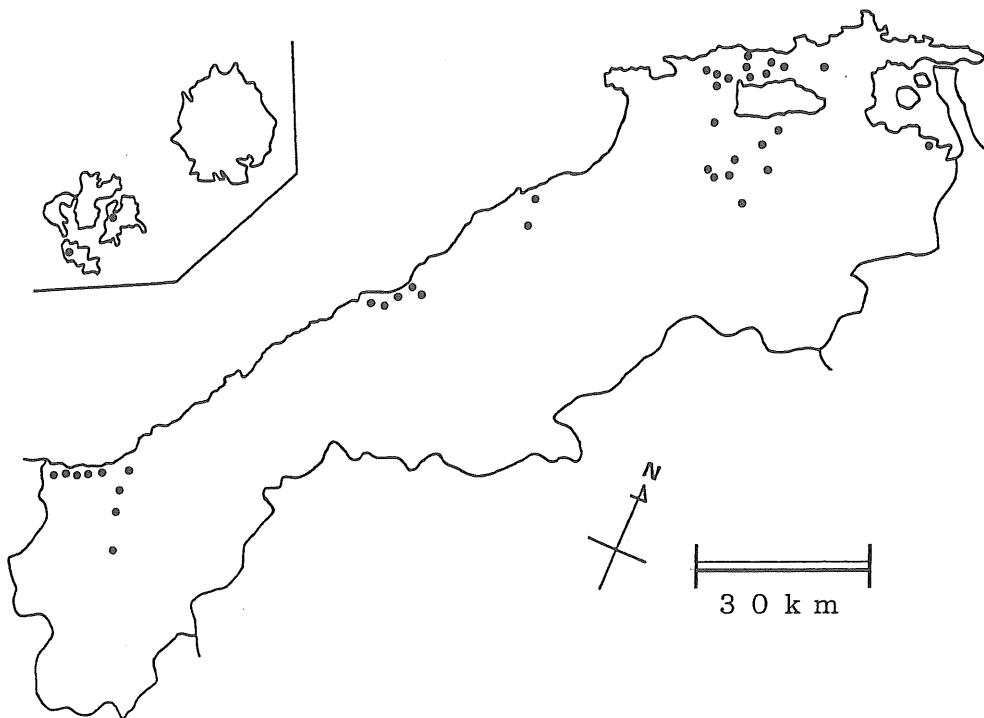


図-1 抵抗性アカマツ・クロマツ候補木選抜位置

表-2 接ぎ木増殖の結果

接ぎ木年度	アカマツ			クロマツ		
	接ぎ木クローン数	非活着クローン数	活着率 (%)	接ぎ木クローン数	非活着クローン数	活着率 (%)
1988	179	88	6.3 (0~61) ^a	50	3	17.8 (0~52)
1989	213	92	9.3 (0~88)	18	0	29.6 (8~67)
1990	211	12	44.6 (0~96)	52	0	47.3 (4~100)
1991	103	0	47.2 (4~84)	150	4	51.3 (0~100)

a 平均 (範囲)

であった。1988, '89年度は台木に接ぎ穂を差し込み、ビニールひもで簡易に固定しただけであったが、1990年度からは接ぎ木部分をシーロンフィルム (富士フィルム製) を用いて密着させた結果、活着率が向上した。

4年間の接ぎ木の活着率はクロマツがアカマツより高かった。1本も活着しなかったクローンがアカマツ193, クロマツ7, 計200クローンあった (表-2)。接ぎ穂にマツノマダラカミキリの著しい後食痕があったため活着不良になったと考えられる苗木もあった。

IV 接種検定

接ぎ木した翌年と翌々年の合計2回 (一部3回)、苗畑においてマツノザイセンチュウの人工接種を行った。なお、接ぎ木後の苗木の成長が不良なクローンでは接種年度を遅らせた。

7月中旬~8月上旬, 当年生枝, 主として主軸に接種した。枝の中央部にカッターナイフで木部に達する傷をつけ, 脱脂綿をはさんだ。これに培養増殖したマツノザイセンチュウのけん濁液をピペットで0.5ml, 約3000頭を注入した。接種に用いた線虫は森林総合研究所から分譲されたH-10線虫である。接種部には1週間ポリエチレンシートを巻いてひもで結んだ。

V 接種結果

接種後, 発病状態を接種翌年の5月まで調査した。多数が8月下旬から発病して枯れ始め, 年内に枯死したが, 年を越してから枯れるものも少数あった。苗木全体が枯れるのが普通であったが, 一部の枝のみが枯れる場合もあり, これらは部分枯れとした。また, 枯死した一部の

個体については, 線虫の分離試験を行った結果, マツノザイセンチュウの寄生を確認した。

接種年度別の結果は表-3のとおりであった。いずれの年もアカマツの方がクロマツより生存率, 健全率が高く抵抗性が強かった。

また, 接種試験を露地で行ったため, 発病は気象の影響を受けた。最も激しく枯れたのは記録的な干ばつであった1994年で, 平均生存率はアカマツ40, クロマツ12%であった。最も枯れなかったのは, 冷夏であった1993年で平均生存率はアカマツ98, クロマツ94%であった。また1992年も8月に台風が上陸して雨が多く, 平均生存率がアカマツ96, クロマツ81%であった。1992, '93年に2回の接種を行った'90年選抜クローンは枯損が少なくな過ぎて抵抗性が比較できなかった。そこでアカマツ, クロマツとも2回の接種の平均生存率が90%以上のクローンについては1994年に3回目の接種を行った。

次にクローンごとに生存率, 健全率を算出した。供試クローンの中には1クローン当たりの接種本数が1, 2本というものもあったが, 検定の精度を高めるためにそれらのクローンは除き, 接種本数が6本以上のクローンを対象とした。その結果, 図-2のとおりアカマツの方がクロマツより抵抗性の強いクローンが多かった。

VI 抵抗性マツの決定

接種試験に供したクローンのうち, 供試本数が6本以上のアカマツ288, クロマツ186クローンを抵抗性クローン選抜の対象とした。2, 3回行った接種試験に供した苗木本数に対する枯死した苗木本数の割合を枯損指数とし, クローン毎に計算した (式)。

表-3 平均生存率と平均健全率

		1990	' 91	' 92	' 93	' 94
アカマツ	生存率 (%)	72.8	83.9	96.4	98.4	39.3
	健全率 (%)	66.2	69.3	85.2	95.4	32.3
クロマツ	生存率 (%)	49.9	74.4	80.8	93.7	11.7
	健全率 (%)	34.6	60.1	61.6	87.4	8.6

$$\text{生存率} = \frac{\text{生存数合計}}{\text{接種数合計}} \times 100$$

$$\text{健全率} = \frac{\text{生存数合計} - \text{部分枯数合計}}{\text{接種数合計}} \times 100$$

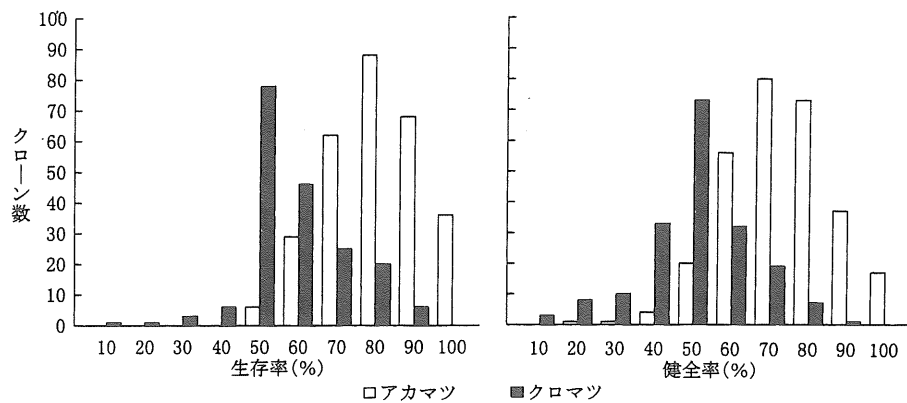


図-2 2回の接種に対する生存率と健全率
(接種検定供試数クローンあたり6本以上)

表-4 抵抗性アカマツクローン

クローン名	枯損指数	健全率	生存率
斐川 1-4	0.0	100.0	100.0
大田 45	3.0	97.0	97.0
安来 35	4.2	91.7	100.0
三刀屋 12	4.2	91.7	100.0
益田 64	4.8	95.2	95.2
大田 33	5.4	94.6	94.6
江津 113	5.6	94.4	94.4
平田 80	5.6	94.4	94.4
大田 8	6.9	93.1	94.4
江津 40	7.4	91.2	93.1
益田 89	7.6	90.9	94.1
大田 12	7.7	92.3	93.9
大田 34	7.9	90.5	92.3
大田 43	8.8	89.5	93.7
松江 2-22	9.1	90.9	93.0
斐川 4-3	9.1	90.9	90.9
木次 24	9.2	90.9	90.9
穴道 35	9.2	89.8	91.8
大田 19	9.3	90.0	91.4
大田 4	9.5	90.5	90.5
日原 27	10.0	86.7	93.3
三刀屋 38	10.0	90.0	90.0
穴道 22	10.2	86.4	93.2
大田 42	10.3	89.7	89.7
大田 55	10.4	89.6	89.6

表-5 抵抗性クロマツクローン

クローン名	枯損指数	健全率	生存率
江 津 60	19.2	80.8	80.8
江 津 16	20.0	80.0	80.0
江 津 65	20.0	80.0	80.0
江 津 25	23.5	76.5	76.5
江 津 18	25.0	66.7	83.3
江 津 3	25.0	70.0	80.0
知 夫 13	26.3	73.7	73.7
江 津 9	26.9	61.5	84.6
加 茂 21	27.3	68.7	77.3

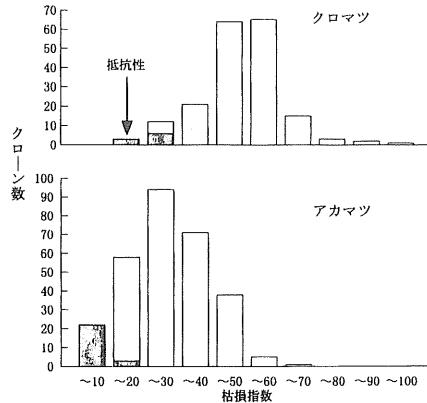


図-3 枯損指数とクローン数
(接種検定供試数クローンあたり6本以上)

$$\text{枯損指数} = \frac{\text{枯死数合計} + \text{部分枯数合計} \times 0.5}{\text{接種数合計}} \times 100 \dots \text{③}$$

そして、この値が小さいものから順位をつけ、この順位が上位のアカマツ25、クロマツ9クローンを抵抗性クローンとした(表-4, 5)。

これら抵抗性クローンを母樹の所在地と数で示せば、アカマツでは安来1, 松江1, 宍道2, 斐川2, 平田1, 木次1, 三刀屋2, 大田10, 江津2, 益田2および日原1であり、クロマツでは加茂1, 知夫1および江津7であった。抵抗性マツはアカマツでは大田市が10クローン、クロマツでは江津市で7クローンと選抜された本数が多かった。これは江津市はクロマツ林が多く選抜された候補木が多かったためと考えるが、大田市で多くの抵抗性選抜された理由は不明である。

平均枯損指数はアカマツが28, クロマツが50で、アカマツの方がクロマツより強い抵抗性を持っていた(図-3)。

VI おわりに

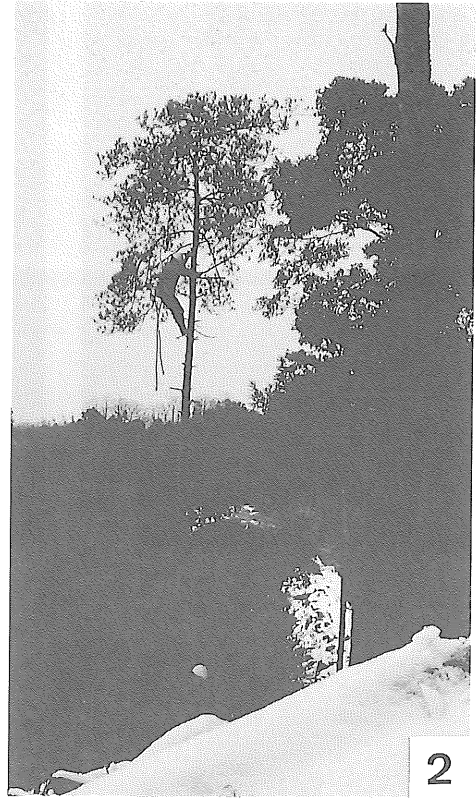
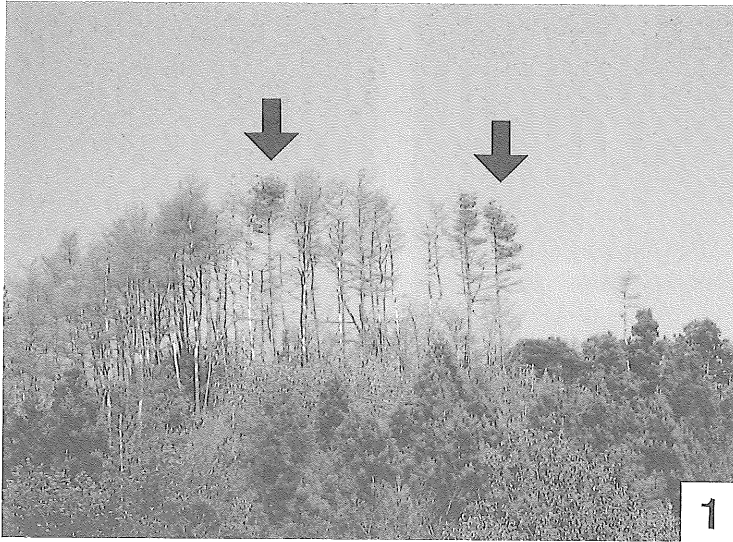
本事業で選抜した抵抗性クローンは、従来のマツに比べ強い抵抗性を持つが、健全率, 生存率が100%ではなくなんらかの枯れがみられ、絶対枯れないというわけで

はなかった。そのため、今後も枯死木の伐倒駆除などの、従来とられていた防除, 予防は必要と考える。

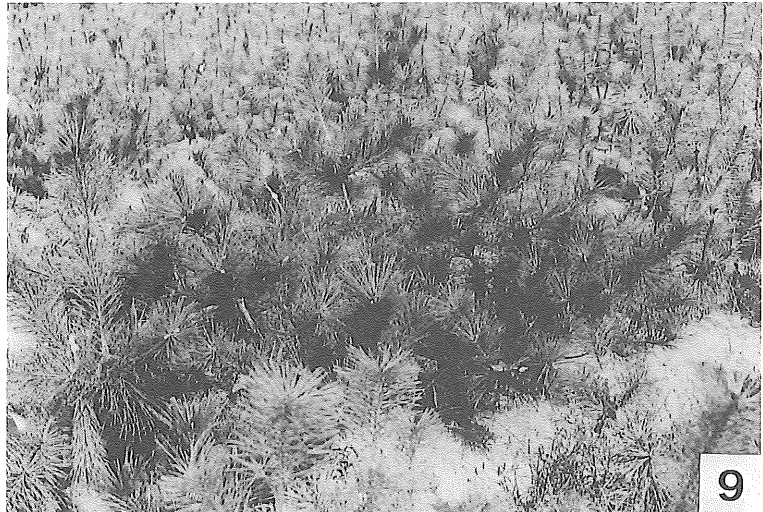
今回選抜したクローンでは接ぎ木後2年で着花, 結実が認められるクローンもあるが, 着花がしない, 少ないクローンがあることが予想されるので, 今後は抵抗性マツの着花性と, これら採種園から生産された種苗の抵抗性が今後の問題である。

引用文献

- (1) 藤本吉幸・戸田忠雄・西村慶二・山手廣太・冬野 勘一: マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業-技術開発と事業実施10か年の成果-, 林木育種場研究報告 No.7: 1~84, 1989
- (2) 島根県農林水産部(周藤靖雄・周藤成次・井ノ上 二郎・金森弘樹・錦織勇): 松くい虫はどのように究明され防除されたか, 被害はどのように推移したか, 島根県林業普及協会, 5~6, 1995
- (3) 戸田忠雄: 九州におけるマツノザイセンチュウ抵抗性マツの育種-抵抗性クローンの特性調査事例-, 林木の育種165: 4~9, 1992



- 1：抵抗性候補木（矢印）の選抜
- 2：候補木から枝の採取
- 3：接ぎ木苗の育成
- 4：接種作業



- 5: マツノザイセンチュウの接種（付傷）
- 6: " （接種）
- 7: " （被覆）
- 8: 培養中のマツノザイセンチュウ
- 9: 抵抗性クローン（平田80号）

島根県林業技術センター研究報告第48号

平成9年3月印刷

平成9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1586 (〒699-04)

電話 0852-66-0301

印刷所 千鳥印刷有限公司

