

ISSN 0918—113X

研 究 報 告

第 2 号

1993. 2

秋田県林業技術センター

目 次

降積雪環境区分と耐雪性森林の育成.....	石田 秀雄、大井 牧夫 ...	1
秋田県におけるマツノマダラカミキリの生息可能範囲の解明.....	藤岡 浩 ...	40
天敵を利用したマツ材線虫病防除技術に関する研究（Ⅰ） —— 巣箱によるアカゲラの誘致 ——	藤岡 浩 ...	57
林地における山菜の栽培技術に関する研究.....	須田 邦裕 ...	71

降積雪環境区分と耐雪性森林の育成

石 田 秀 雄・大 井 牧 夫

Environmenal Devision of Snow Fall and Growing
Technique of Snow Resistance Forest.

Hideo Isida, Makio Ooi

要 旨

秋田県では、戦後積極的に拡大造林を推進した結果、民有林の56%を、生産性の高い森林に転換することができた。

しかし、多雪地帯の若齢林分には、雪害による不成績林分が顕在化しており、それらに対しては、地域的なきめ細かい地域区分と、それぞれの地帯に対応した育林技術の提示が強く要求されている。

本研究は、県内の降積雪分布状態を把握した上で、特に湿雪で多雪のために、雪害を多く受けている県南部3村を中心にした実態調査から、スギ育林過程において、雪圧害が発生する地域の特徴を解析し、この地域内で耐雪性施業効果を発揮している事例について、検討したものである。

雪害発生地の標高と山腹傾斜別の分布状況については、3村とも独特な傾向を持っており、また、各村内の中流域毎の、雪圧害発生個所の分布には、片寄りが見られる。これは、村が存在する位置と、地形の変化の違いに由来するもので、この実態を認識しておくことにより、新植時から、地域に合った耐雪性施業の導入に役立つものと思われる。

新植時に前生樹を、帯状に水平に残した保護樹帯造林は、雪の滑走防止に有効であるが、山腹傾斜度が30度以上で、積雪深2mを越える新植地では、植栽地幅を保護樹帯の樹高と同程度にすると、保護樹帯の効果が充分発揮できると考えられた。

寒さに強いカラマツを峰筋に植栽した場合、その周辺のスギの生長が良個所が多く、高冷多雪地の造林には、カラマツを保護樹として、帯状に植栽したり、混植する方法が良いようである。

山腹傾斜度30度未満の緩傾斜地で、積雪深2m以上の豪雪地帯における、皆伐施業後の植栽と育成方法には、両極端な二つの方法があると思われる。

一つは、超集約整枝施業である。これは根元曲りの原因である片枝（普通沢側に伸長する枝）を付けさせないで、早期に整枝（裾枝払い）して、その後、枝打ちを早めに繰返し、林地全体に降雪を受け入れ、均一にまき散らす方法。二つめは、超省力並木植施業で、山腹斜面に対して、縦2列に並木植し、隣の2列に植えない方式を繰り返す、トラ刈状の植栽方法である。これは植栽なしの縦列に、降雪を誘導して、植栽列への積雪を少なくする方式である。

新植後、下刈時に出てくる、高木性広葉樹の稚樹を活かした、混交林の育成については、今後の調査結果をまちたい。

はじめに

秋田県では、明治以来造林意欲は高く、明治20年来現在までに、37万haを越える造林実績があり、この面積は現在の民有林の84%に当たる広さである。特に戦後からの造林熱は高く、約29万haで、全民有林に対する人工林面積は、56%を占めるにいたった。

拡大造林の奥地化にともない、不成績造林地の増加もみられ、その多くは、雪害による場合が多い。しかし、雪圧害を軽減したり回避するための技術は、雪起し作業体系(1, 2)以外は、ほとんど解析されていない。このような状況下にありながら現場サイドでは、過去の経験と知識工夫により、豪雪を克服している事例が各地にあるので、この度は、克雪林分を解析し、今後の造林と育林に当たっての取り扱いについて検討したものである。

本研究が今後の人工造林地において、耐雪性森林の育成に当たって一指針になれば幸いである。

なお本研究は、平成元年度から3年度までの3カ年、＜「降積雪環境区分と耐雪性森林の育成技術」(国庫補助課題：地域重要新技術開発による)＞にわたって行われたもので、現地調査に当たっては、鳥海町森林組合、平鹿広域森林組合、東成瀬村森林組合、皆瀬村森林組合職員の方々の全面的な協力を戴いた。本研究をまとめるに当たり、関係各位に深く感謝の意を表したい。

I 降積雪状況と雪圧害分布

1. 秋田県の降積雪状況と雪圧害分布

スギ造林木の雪圧害は、積雪量の多さが主な原因であり、また、根雪期間長期化によって病害が発生し、不成績造林地となる場合もある。

そこで、県内の最深積雪分布図と、根雪初日等値線図及び、雪圧害危険地帯区分図が必要となる。

1) 調査方法

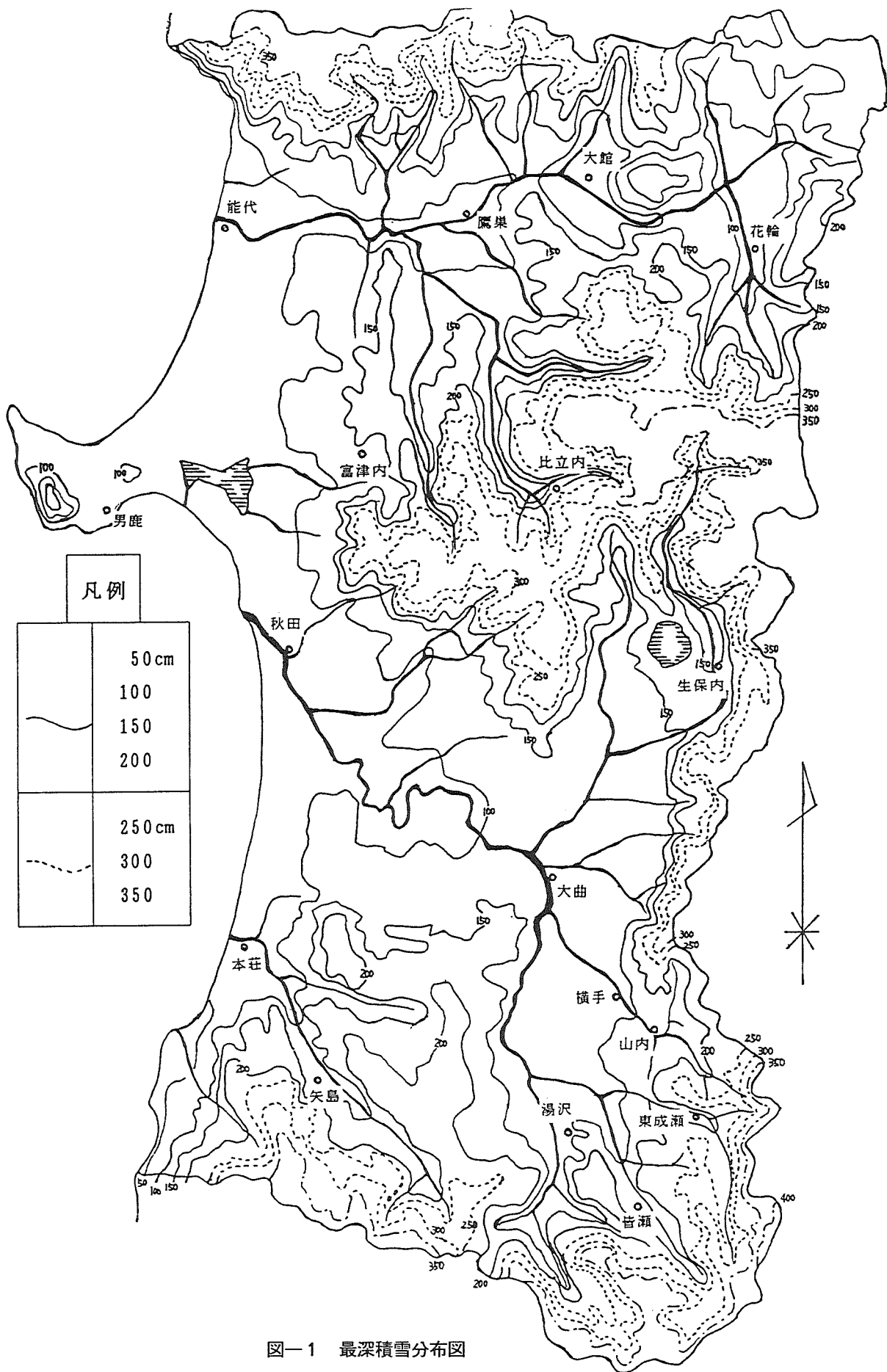
1941～1990年までの50年間の気象観測資料(3)の中から、最深積雪と、根雪初日の平均値にもとづいて、(図一1)最深積雪分布図と(図一2)根雪初日等値線図を作成した。

雪圧害危険地帯区分図の作成に当たっては、片岡(4)が自然環境要因として、海拔高、土壌統群、積雪環境(冬の気候を総合的に分析した特性値)、地形開放度、斜面傾斜角、斜面方位6要因を取り上げて、東北6県を対象に、「スギの雪圧害危険地帯区分図(秋田県)」を作成しているので、これを参考にして(図一3)「スギの雪圧害危険地帯区分図(秋田県)」を作成してみた。

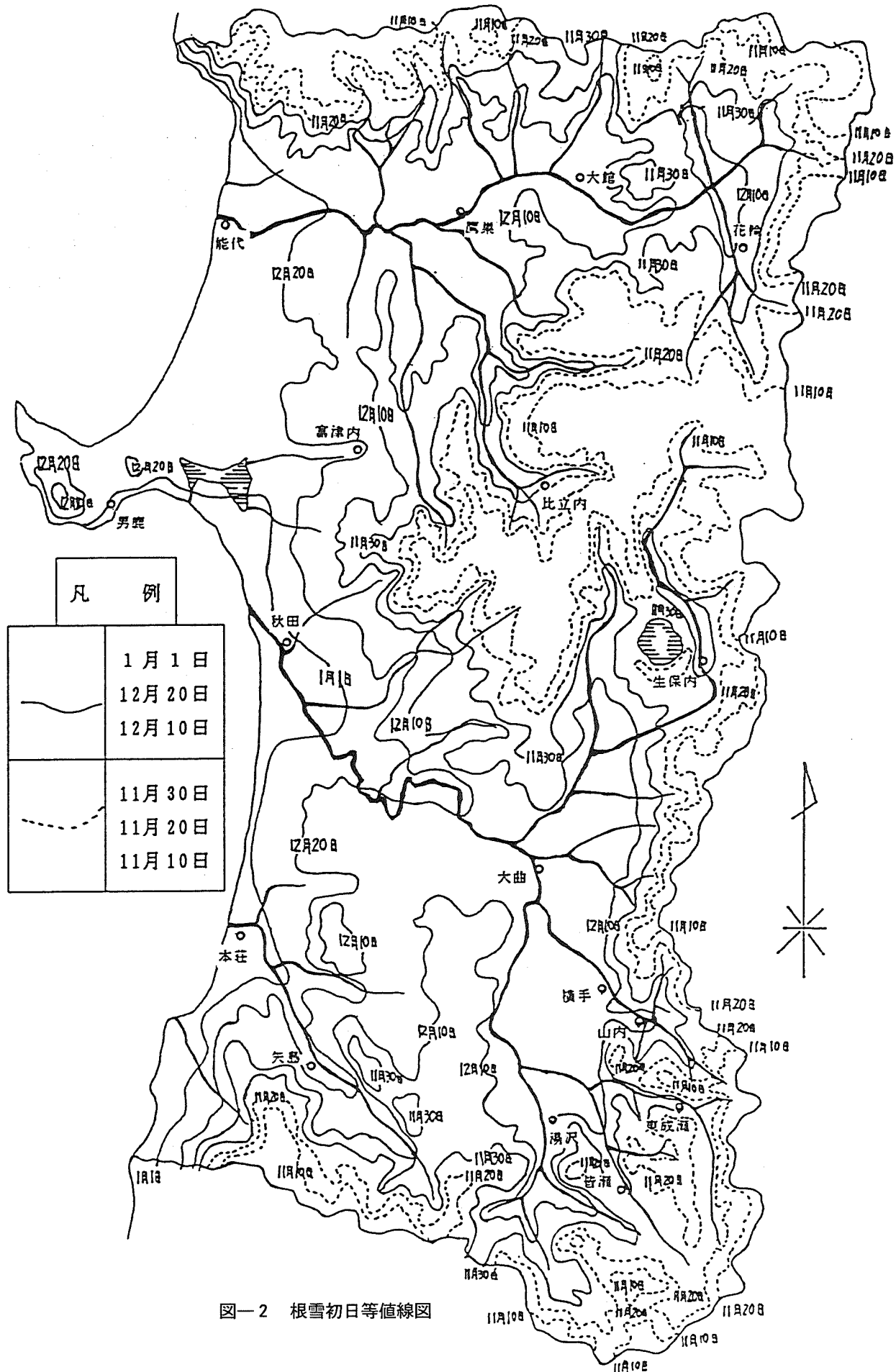
また、地元では、雪圧害は、降雪初期におけるドカ雪で押され、そのまま倒伏の状態が続くために、被害が発生する。との説もあるので、過去20年間の日降雪量30cmと50cm以上の回数を、図一4に示した。

2) 結果と考察

- ① 図一3の雪圧害の最危険地帯線は、図一1の最深積雪線350cm及び、図一2も根雪初日等値線11月10日の線とほぼ一致しておりこれらの線は、県内の標高700mの等高線とも、凡そ一致している。
- ② 図一3の雪圧害の危険地帯線は、図一1の最深積雪150cm及び図一2の根雪初日等値線11月30日の線とほぼ一致しており、これらの線は、県内の標高400mの等高線とも、凡そ一致している。
- ③ 以上のことから、秋田県では、一応の目安として、標高700m以上、若しくは、最深積雪350cm以上の地帯では、造林は無理と思われ、また、標高400m以上、若しくは、最深積雪150cm以上の地帯では、森林が耐雪性を保つための、いずれかの施業を取り入れる必要があると思われる。

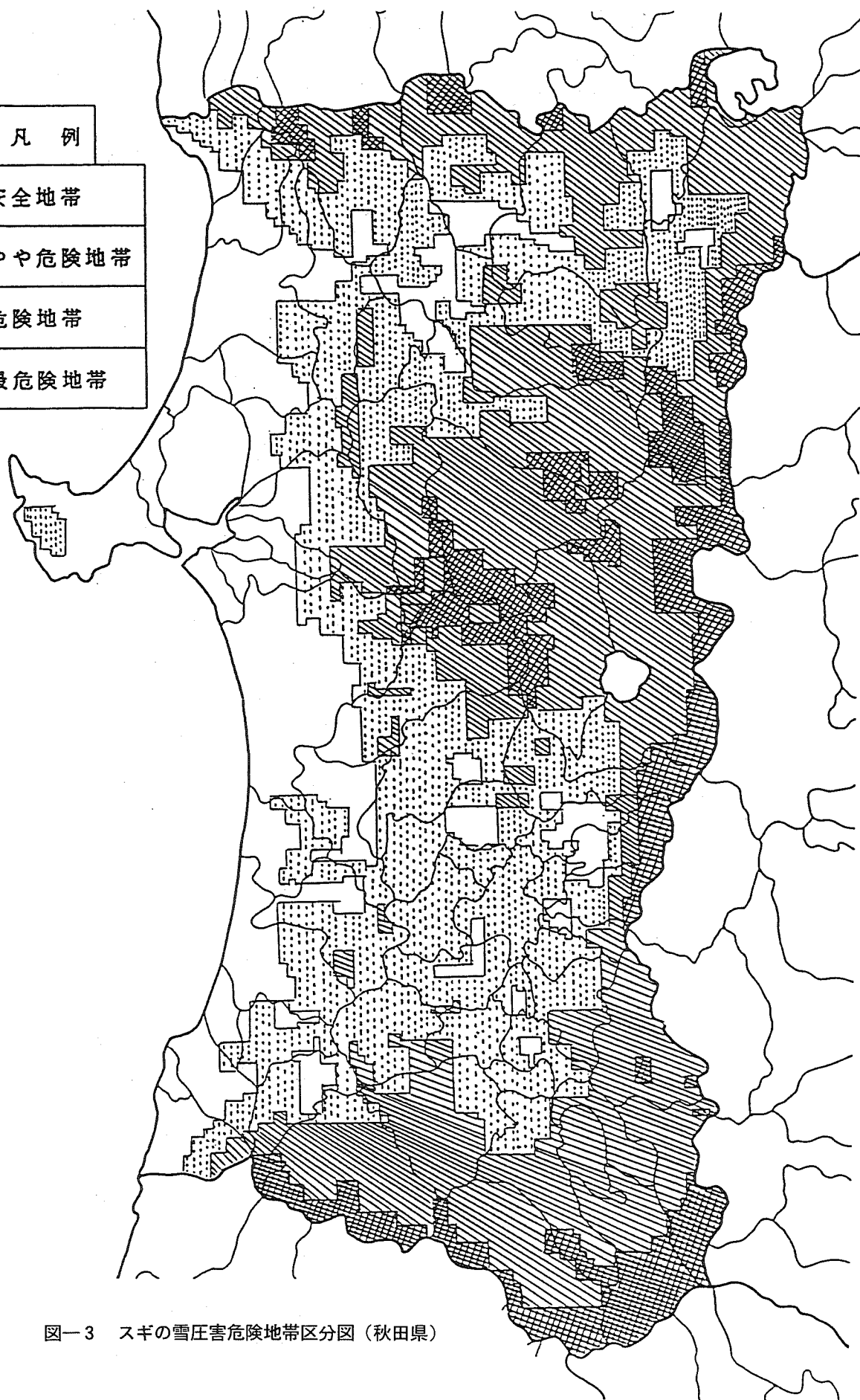


図一 1 最深積雪分布図

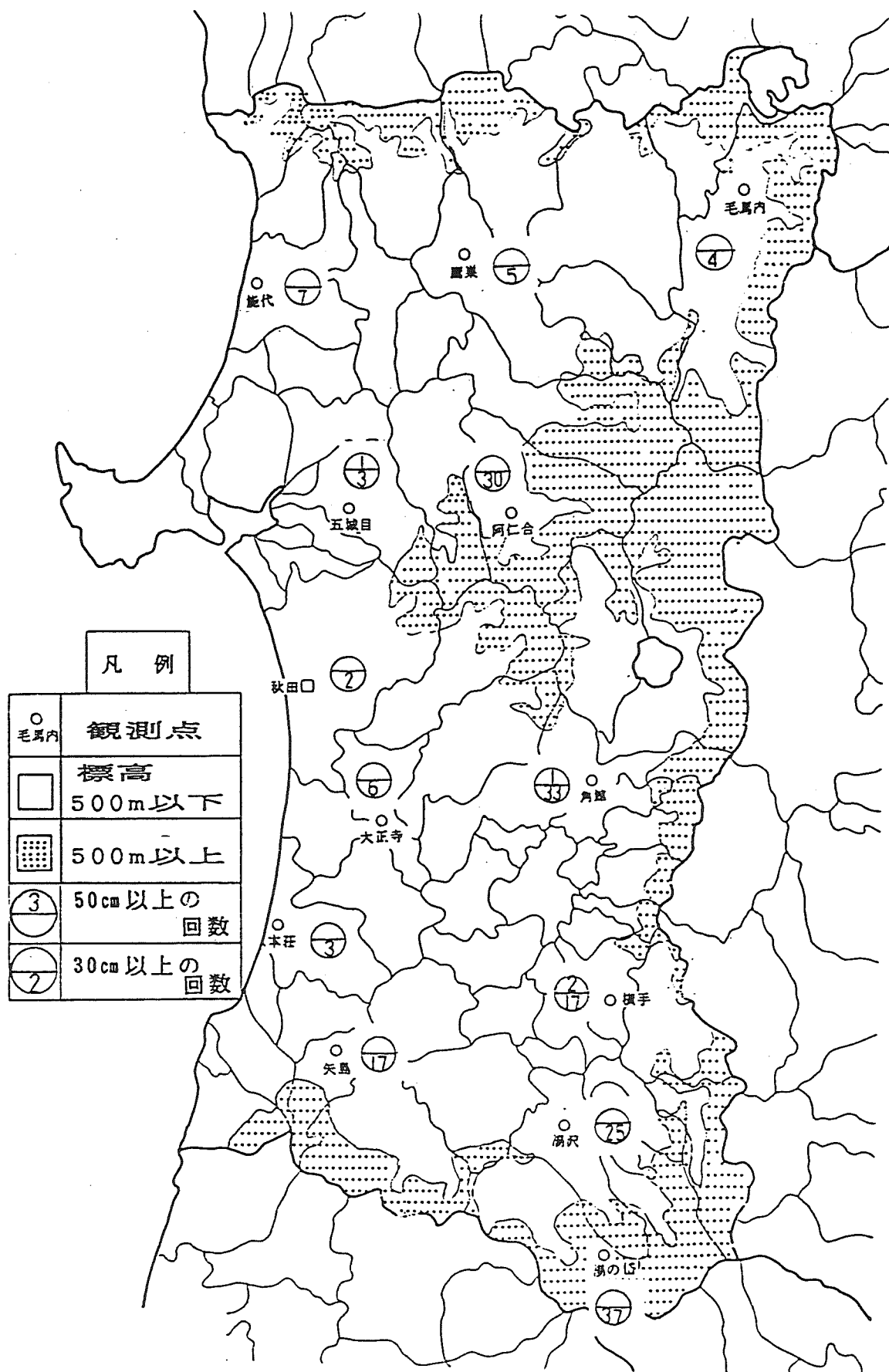


図一 2 根雪初日等値線図

凡 例	
□	安全地帯
▤	やや危険地帯
▥	危険地帯
▦	最危険地帯



図一3 スギの雪圧害危険地帯区分図（秋田県）



図一4 過去20年間の日降雪量30cmと50cm以上の回数

2. 県南内陸部3村での雪圧害分布の特徴

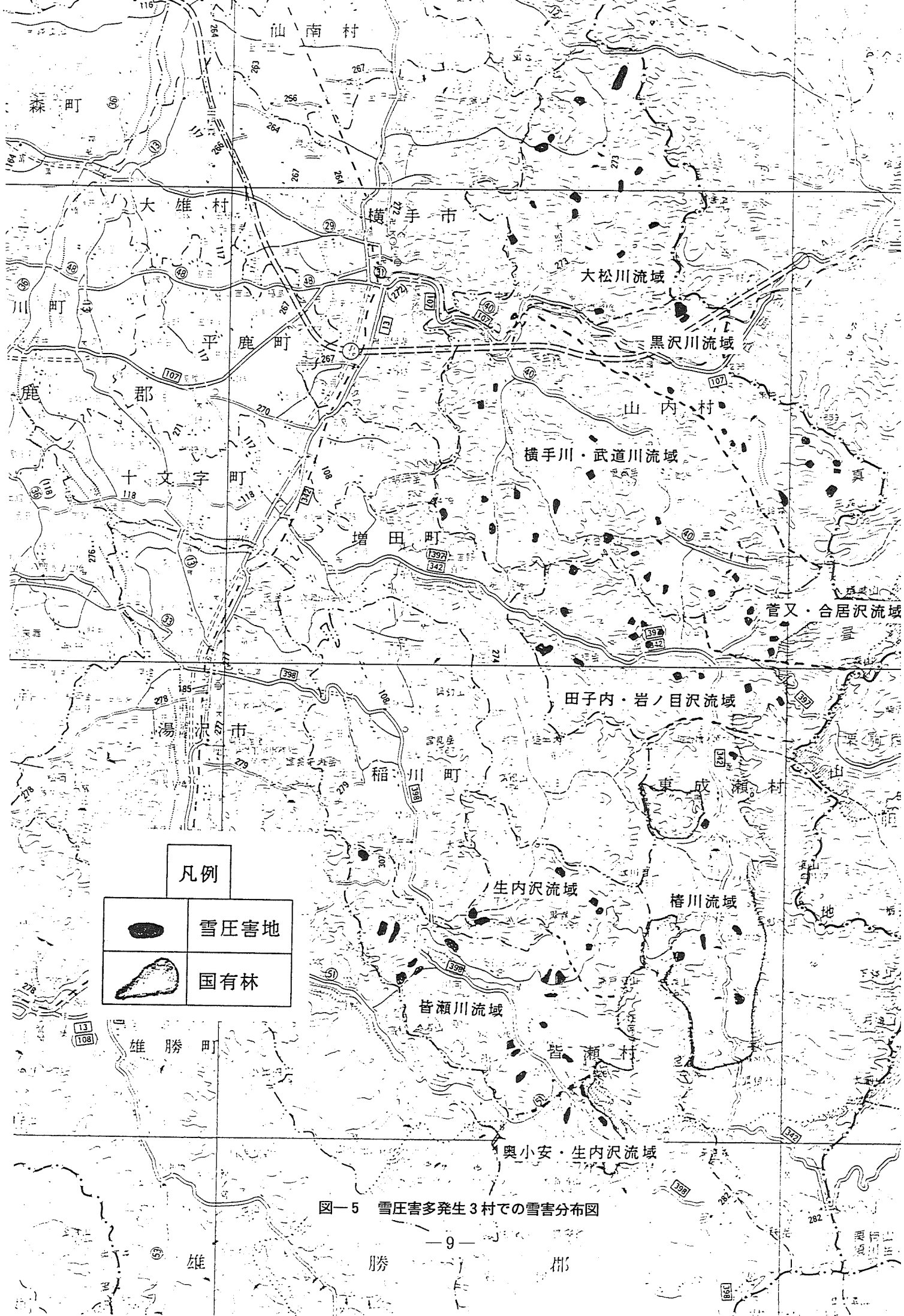
これまで行われてきた降積雪環境区分法は、斜面傾斜度、斜面方向などが考慮されていなかったり、巨視的に表現されたものが多いため、民有林において、個々の狭い地域での雪害防除を目的とする育林技術の改善に活用するには、まだ検討すべき点が多い。

このため、秋田県で雪圧害を最も受けている山内村、東成瀬村、皆瀬村の3村において、流域全体の調査から被害発生の実態を分析し、今後の造林可能地の判定と、保育の指針を得る目的で調査した。

1) 調査方法

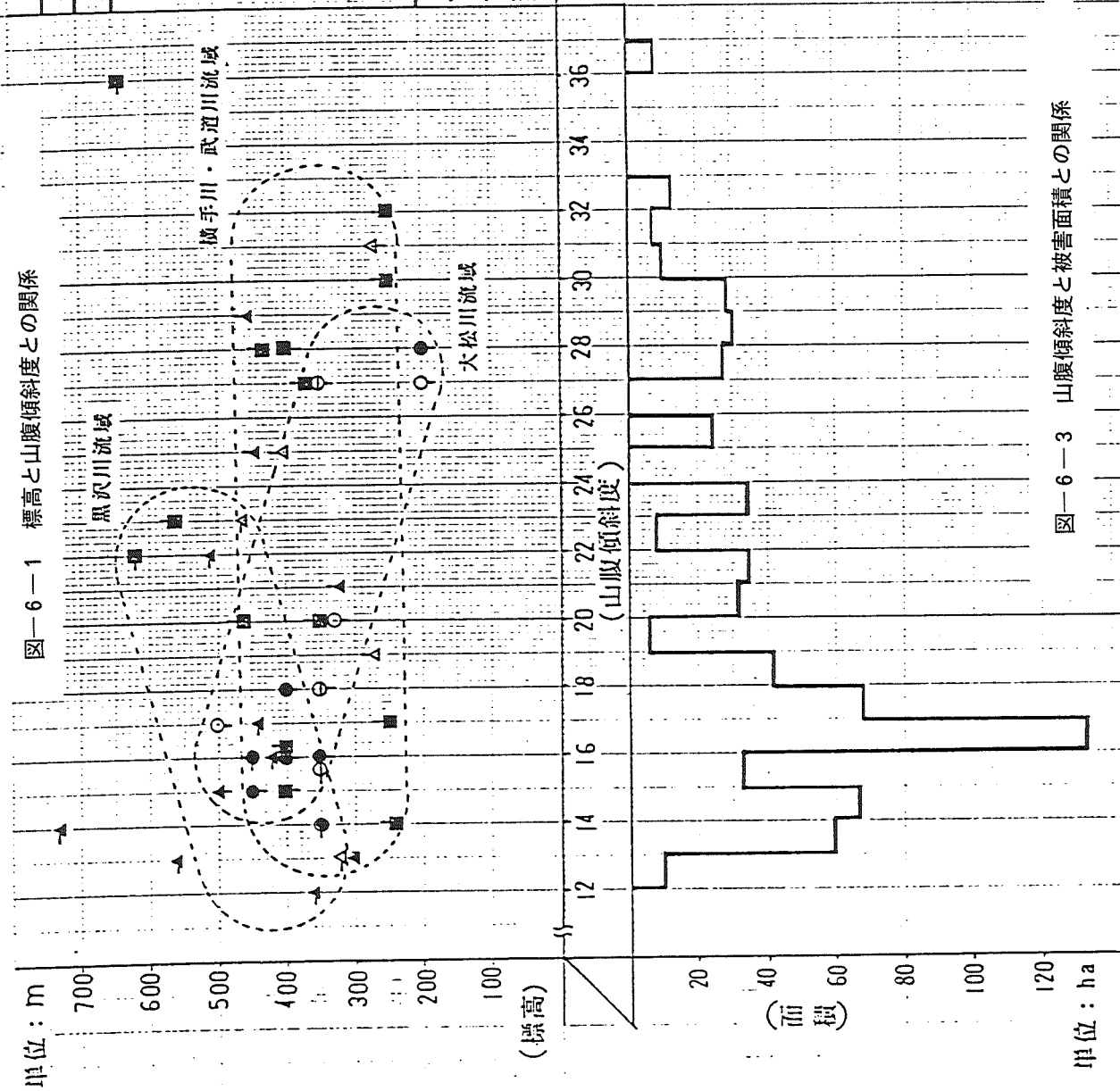
根元曲りの形成期に当たる3齢級から、固定期間である7齢級までのスギ人工林で、立木の80%以上が傾斜幅50cm以上の根元曲りをしている林分を調査対象にして、標高、斜面傾斜角、斜面方位、面積について調査した。

調査箇所は、図一5に示し、調査内容は、図一6—1～図一8—3にまとめた。

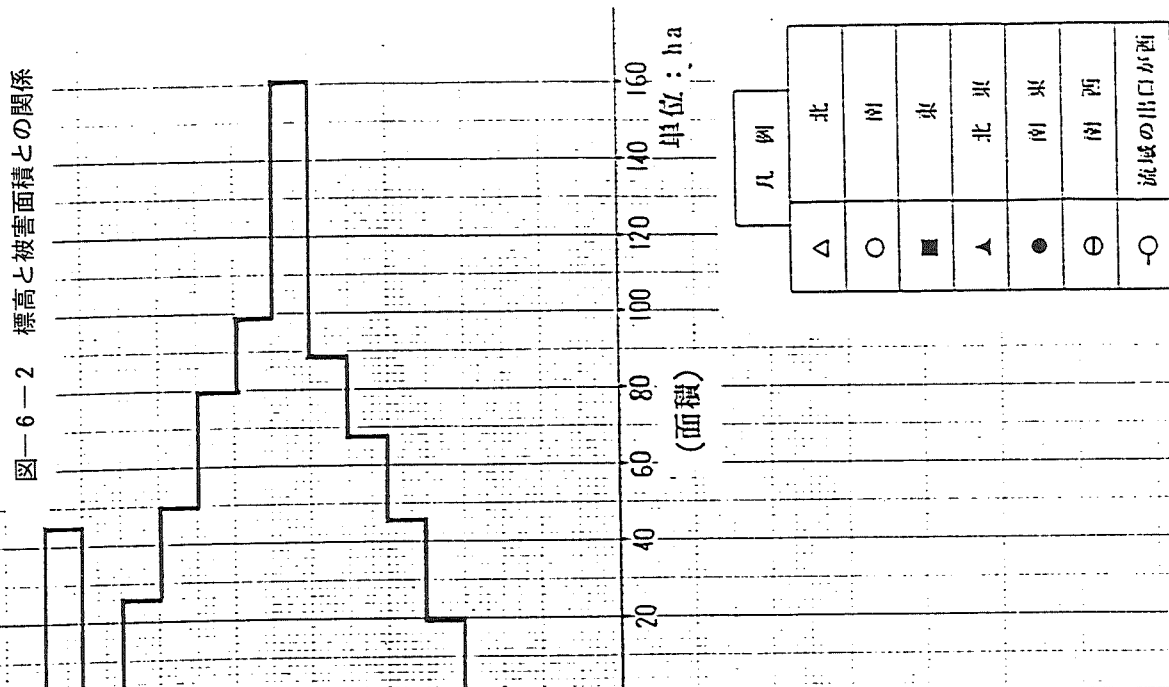


図一五 雪圧害多発生3村での雪害分布図

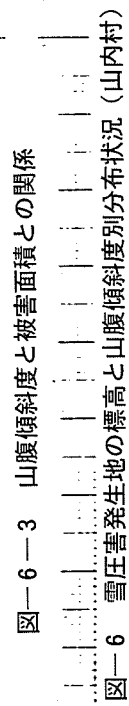
図一6—1 標高と山腹傾斜度との関係

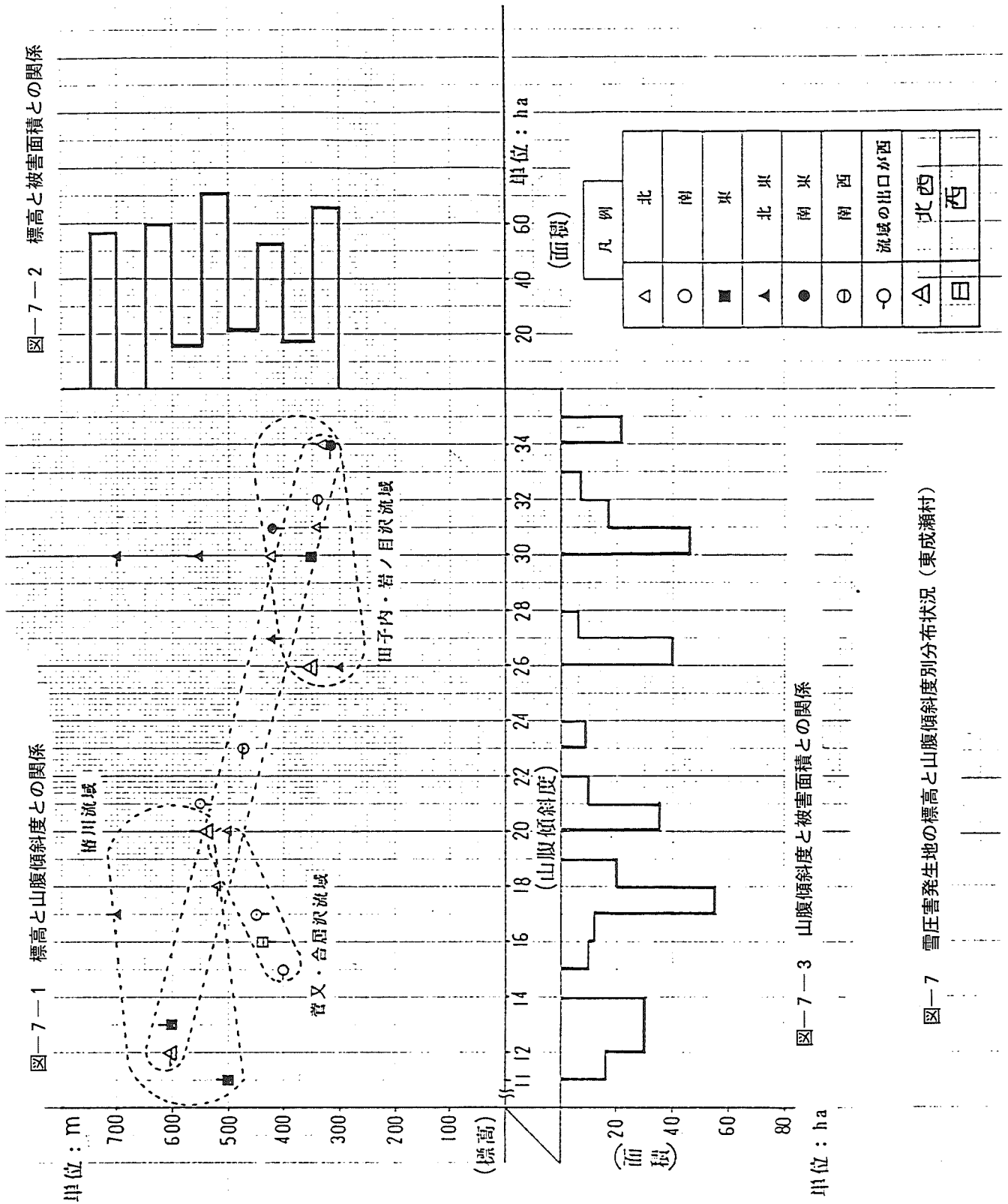


図一6—2 標高と被害面積との関係

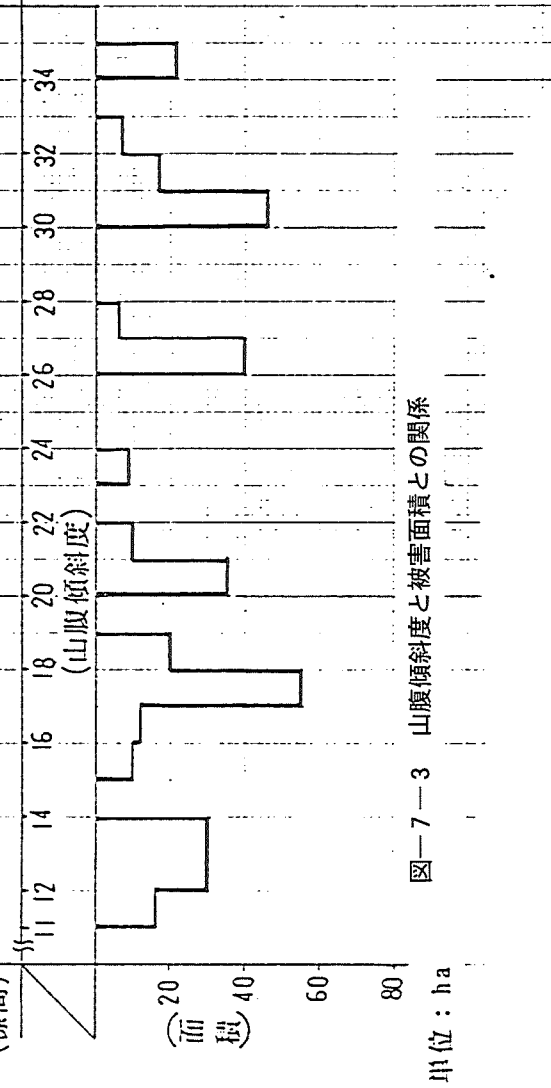


図一6—3 山腹傾斜度と被害面積との関係



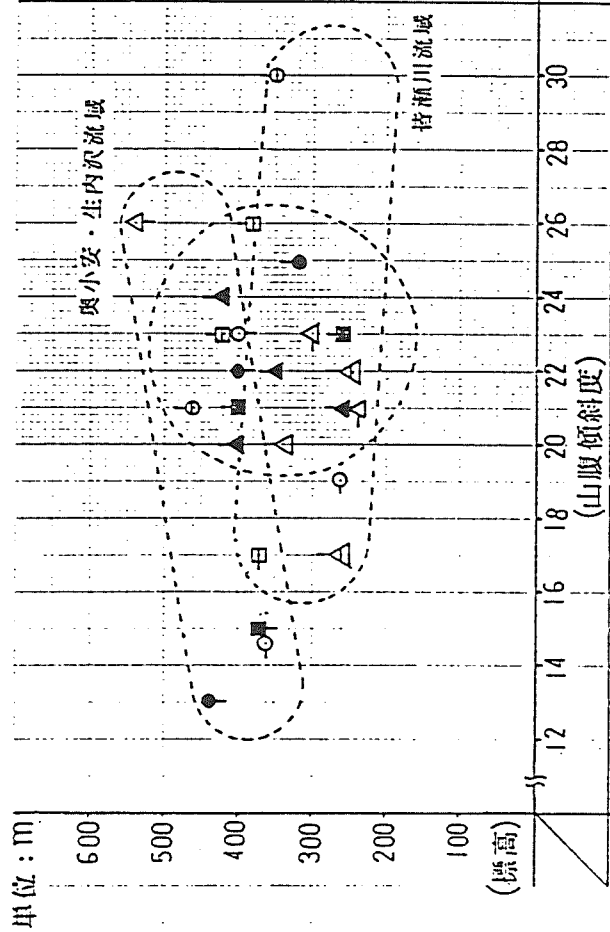


図一7-3 山腹傾斜度と被害面積との関係

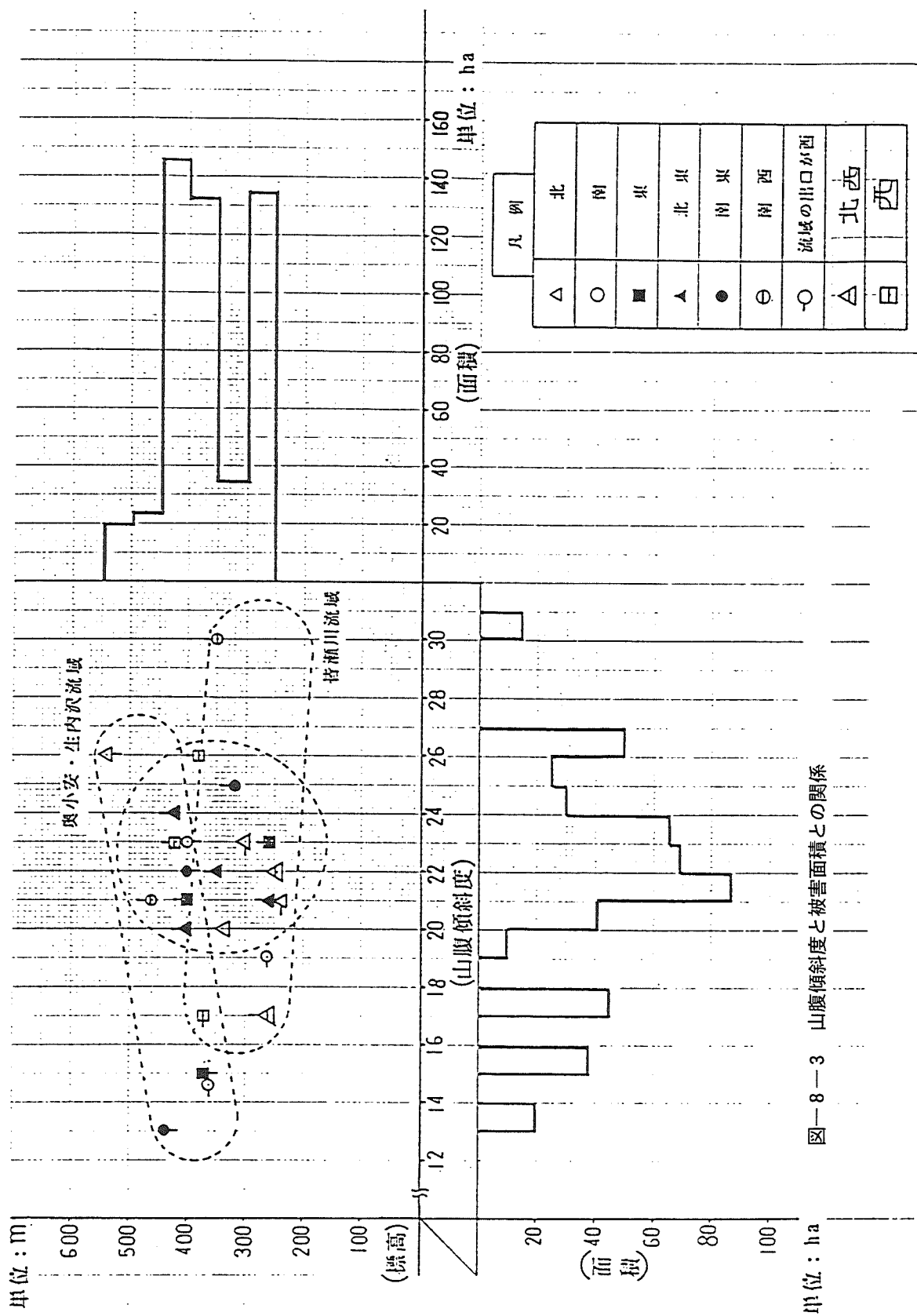


図一7 雪圧害発生地の標高と山腹傾斜度別分布状況 (東成瀬村)

図一8—1 標高と山腹傾斜度との関係



図一8—2 標高と被害面積との関係



図一8—3 山腹傾斜度と被害面積との関係

図一8 雪圧害発生地の標高と山腹傾斜度別分布状況（皆瀬村）

2) 調査結果

① 山内村におけるスギ雪圧害発生の特徴。(図—6—1～図—6—3)

斜面傾斜角 12° から雪圧害は急に増え続け、 17° でピークを向かえ、その後急に減少し、 20° からほぼ横ばいに推移している。

ピーク近くに位置する調査地の斜面方位は、東を中心にして南東から北東向き斜面が多い。このことは、横手盆地からの北西の季節風が、隣接する横手市と平鹿町境いの峯を越えて来るため、風下に位置する当村の東向き斜面に、吹き溜りが発生し易い環境下にあるのではないかとと思われる。

標高と雪圧害発生との関係は、標高が増すにつれて被害面積は増え、標高400mでピークとなり、それ以上になると同じ歩調で減少している。標高600m以上に間を置いて700m地点での被害面積が多い。このことは、標高600m以上での人工林は遠距離にあり、また3 齢級未満のものが多いからと思われる。

大松川流域は、川が南方向へ流れ黒沢川と合流している。

当流域への季節風は北西から峯越し、大松川の流れにそって南方向へ吹き抜けるため、風下に面する南西～南東向き斜面に吹き溜りが発生し易い。

標高が高くなるにつれ、斜面傾斜角が小さい所に雪圧害が発生し易い傾向がある。

黒沢川流域は川が西方に流れ、地形も川沿いに広く開けている。季節風の吹き込むルートは、黒沢川を吹き上げるだけに限られるためか、大松川流域に隣接する箇所以外は、風下に面する東から北向き斜面に雪圧害が多く発生している。

当流域では高標高地へと拡大造林を進めている関係で、雪圧害地は、高標高地と、斜面傾斜角の大きい地域へと広がる傾向が見られる。

この流域では、標高500m以上で、斜面傾斜角 15° 未満と 35° 以上の地形での造林は危険と思われる。

横手川・武道川流域は、両川とも北方向へ流れており、川上は扇骨状に小沢が分れている。

季節風は本流にそって各小沢の奥まで雪を吹き込み、風衝地の反対斜面（東面斜面）に吹き溜まる。当流域の16調査地中75%が東向き斜面である。

当地域は、奥羽山脈から離れており、高標高造地が少ないためと各沢が袋小路状の地形のため、雪圧害林分は、標高250～450mの範囲内に、斜面傾斜角に関係なく発生している。

② 東成瀬村の雪害分布図の特徴(図—7—1～図—7—3 参照)

当村は奥羽山脈添いに細長く位置するので、村全体が高標高地にある。調査地の平均標高は463mで、山内村より68m、皆瀬村より107m高い。季節風は標高が高くなるにつれて強く吹くため、斜面傾斜角の小さい地域には吹き溜りができ易く、また、標高の低い地域では豪雪となつて、斜面方向に関係なく、斜面傾斜角の大きい斜面に雪圧害が発生し易い傾向にある。

当村の造林危険地帯は、斜面方向に関係なく、斜面傾斜角 20° 未満と、 26° 以上の斜面とはっきりと二分されている。

田子内・岩ノ目沢流域は、村の入口で低標高地域である。

降雪量の割には、季節風が比較的弱いことと、斜面長が短い急峻な地形が多いため、吹き溜りが発生する斜面が少ないので、斜面傾斜角が 26° 以上の急傾斜での雪圧害地が多い傾向にある。

菅又・合居沢流域は、山内村横手川流域の末端の峯越し反対斜面（南向き斜面）に位置しているため、他の地方では積雪量が比較的少ないと言われている、南、西斜面での雪圧害が多い傾向にある。

椿川流域は、当村の最奥地に位置し、調査地6箇所の平均標高が580mと高いため季節風が強く、豪雪地帯である。

斜面傾斜度の小さい吹き溜り地での雪圧害が発生し易い傾向にある。

③ 皆瀬村の雪害分布図の特徴（図—8—1～図—8—3参照）

村の中心を流れる皆瀬川と生内沢の沿線に、数珠状に農耕地がつながり、それが小流域の末端になっている。

各々の小流域は、400～600mの比較的急峻な山に囲まれており、その範囲内で雪圧害は、季節風に対して風衝地の反対斜面と、緩傾斜な風衝地に多く発生している。

斜面傾斜角 13° から傾斜角が増すにつれて、雪圧害被害は徐々に増し、 23° をピークにしてややスローペースで減少している。この傾向は村全体の造林地面積に対する斜面傾斜度分布の割合と、ほぼ一致した傾向を示している。

村全体では、斜面傾斜角 22° 、標高350mの位置を中心にして雪圧害が発生している。

皆瀬川流域は、皆瀬川を中心にして左右に小流域が数多く存在するので、各々の微地形により雪圧害を受ける斜面はいろいろで、調査地の中でも、東斜面2、西斜面2、南斜面1、北斜面3などと、多方向に分布しているのが特色である。

奥小安・生内沢流域は、奥地では、北、北東斜面で、直接季節風に対する急斜面に、また、流域入口付近では、南、南東斜面で緩傾斜地の吹き溜りが生じ易い斜面に、雪圧害が発生する傾向にある。

3) 考 察

雪雲を誘導する季節風の通り道となる河川の向き、季節風の障害地形の多少、標高の違いなどが、小流域によって異なるため、各村々では、雪圧害多発地の標高、斜面方向、斜面傾斜角などによって、流域毎にブロック分けができることから、流域毎に造林・保育上のアドバイスが可能になる。

雪圧害は、季節風の主風に対して、開放地形の方向に 90° ひねった位置の斜面に多く発生す

る傾向がある。

一般に南向き斜面は積雪量が少なく、雪圧害が発生する割合は少ない傾向にあるが、季節風を誘導する河川の最奥の峯越し斜面一帯は積雪が多く、南向き斜面でも、大面積に雪圧害を生させる場合がある。

標高500m以上の高い位置の造林地は、風、温度、降雪量等気象条件が厳しくなるため、斜面傾斜角の若干の違いによって、積雪量は大きく変わり、雪圧害の被害程度の差を大きくしている。

II. 保護樹帯造林

造林事業の実行時に前生樹を皆伐すると、積雪が不安定化すると予想される場合、前生樹を等高線に沿って帯状か方形または群状に残す方法が有効であると言われているが、積雪深と保護樹帯間隔、保護樹帯幅などに不明な点が多い。

そこで積雪深の異なる2箇所の保護樹帯造林地での植栽木の生長状態と積雪状態を調査した。

1. 調査方法と結果

(図一9)は、秋田県西木村西明寺字川前地内に、昭和56年植栽したスギ林分で標高300m、斜面方向は南西、積雪深は平年1.0m～1.3mである。

保護樹帯は、前生樹である30～40年生のコナラ、クリ、ホオノキなどで、樹帯幅は8～10mである。

調査地は尾根から保護樹帯まで幅5m延長18mの帯状に設定し、スギ植栽木の樹高、胸高直径、根元径、傾幹幅(高さ1mでの)及び斜面傾斜度を測定した(表一1)

表一1 斜面傾斜度別育成状態

区 分	尾 根 → (下る) → 保護樹帯					
斜 面 傾 斜 度	20°	30°	35°	45°	45°	平 均
樹 高m	3.9	3.4	2.2	3.4	4.1	3.2
根 元 径cm	10.0	7.0	5.6	7.5	6.0	7.2
傾 幹 幅cm	24	36	45	46	0	32

平成3年9月3日調査

スギ植栽木は植付け当時から現在まで、枯損・折損がない。

植栽木は保護樹帯に近づく程、斜面傾斜度が増すため、傾幹幅も増しているが、保護樹帯間近にあるスギは、根元曲りが少なく、上長成長が良く、保護樹帯は効用を充分果たしていると思わ

れる。

（図－10）は秋田県由利郡鳥海町中直根地内、昭和58年植栽スギ8年生林分で、標高575m、斜面方向は北東、積雪深は3～3.5mである。

保護樹帯は前生樹である50～60年生のブナ、ミズナラ、ベニイタヤなどで、樹帯幅は8～10mである。

調査地は、尾根筋の保護樹帯から幅5m、延長32mで、樹帯幅8mの保護樹帯を下り、さらに35m延長して2段目の保護樹帯までの67m間に設定し、スギ植栽木の樹高、胸高直径、根元径、傾幹幅（高さ1mでの）斜面傾斜度を測定した。（表－2）

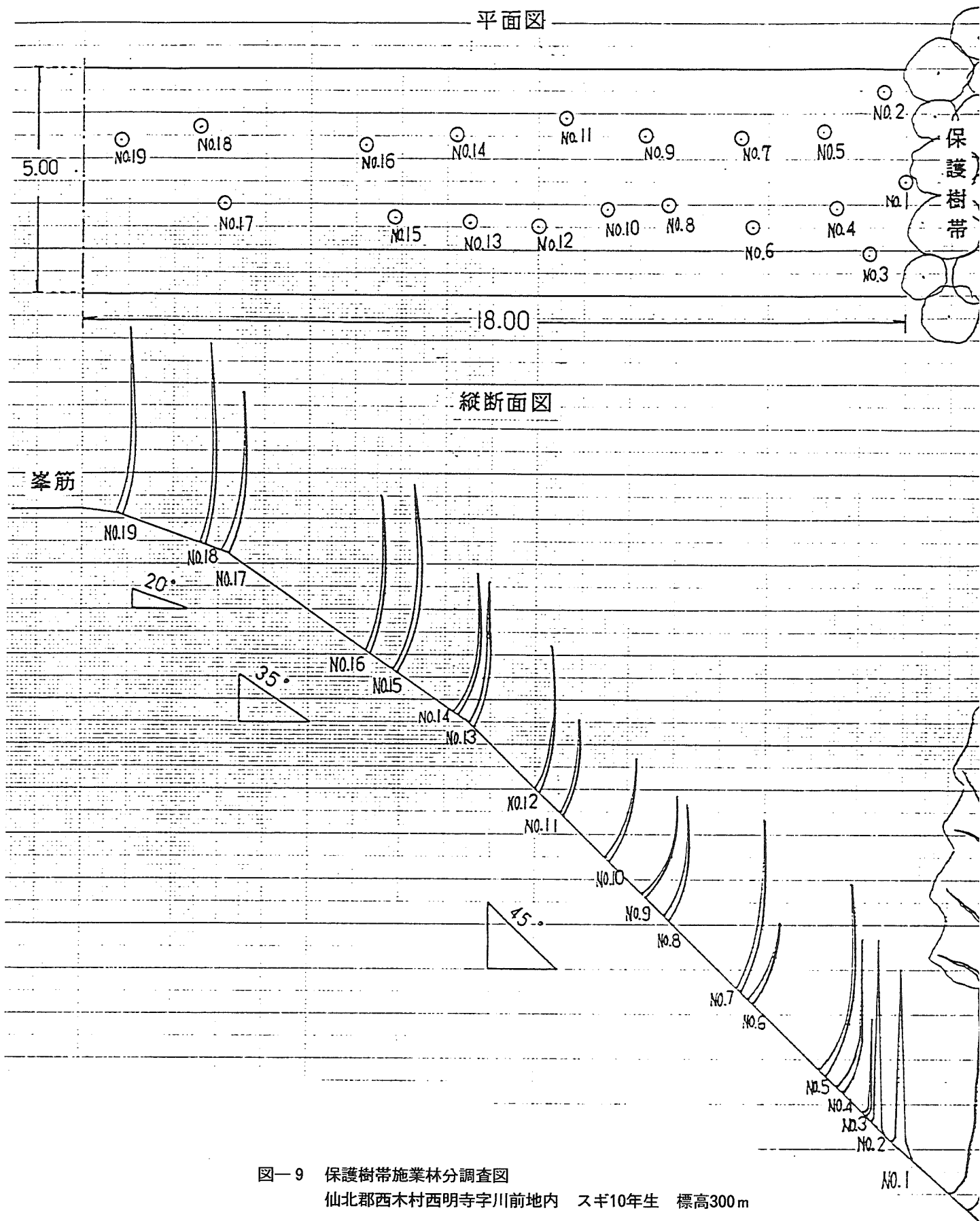
表－2 斜面傾斜度別成育状態

区 分	尾根（保護樹帯） → 保護樹帯 → （下る） → 保護樹帯							
斜面傾斜度	31°	31°	31°	22°	29°	21°	23°	平 均
樹 高m	1.9	3.1	2.9	3.3	2.6	3.5	3.6	3.1
胸 高 直 径cm	2.5	4.1	4.9	3.7	3.1	3.7	4.1	3.7
根 元 径cm	3.0	6.9	7.6	6.2	4.4	6.5	7.1	6.2
傾 幹 幅cm	16	111	165	127	125	162	163	131
範 囲	No.44 ～No.47	No.34 ～No.43	No.28 ～No.33	No.25 ～No.27	No.18 ～No.24	No.11 ～No.17	No. 1 ～No.10	

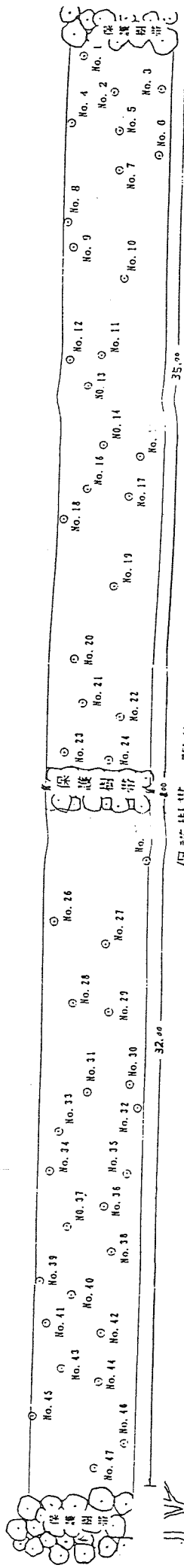
調査平成3年6月14日、積雪深調査平成4年3月31日

樹高は緩傾斜地ほど高くなり、保護樹帯の沢側斜面が低い。また、根元径は保護樹帯の沢側斜面が細い傾向にある。保護樹帯の沢側斜面は、植栽木が保護樹の樹冠による日陰で、日照不足となり、きゃしゃに育つが、融雪期に入ると、樹冠下は雪質が早くザラメ化するので、幼齢木が冬の埋雪状態から早く梢が出やすいため、根元曲りが少ないものと思われる。

この事例から、豪雪地帯の斜面傾斜が30度以上では、なだれが発生しやすいので、保護樹帯間の距離は、保護樹の樹高と同程度が必要と思われる。



平面図



縦断面図

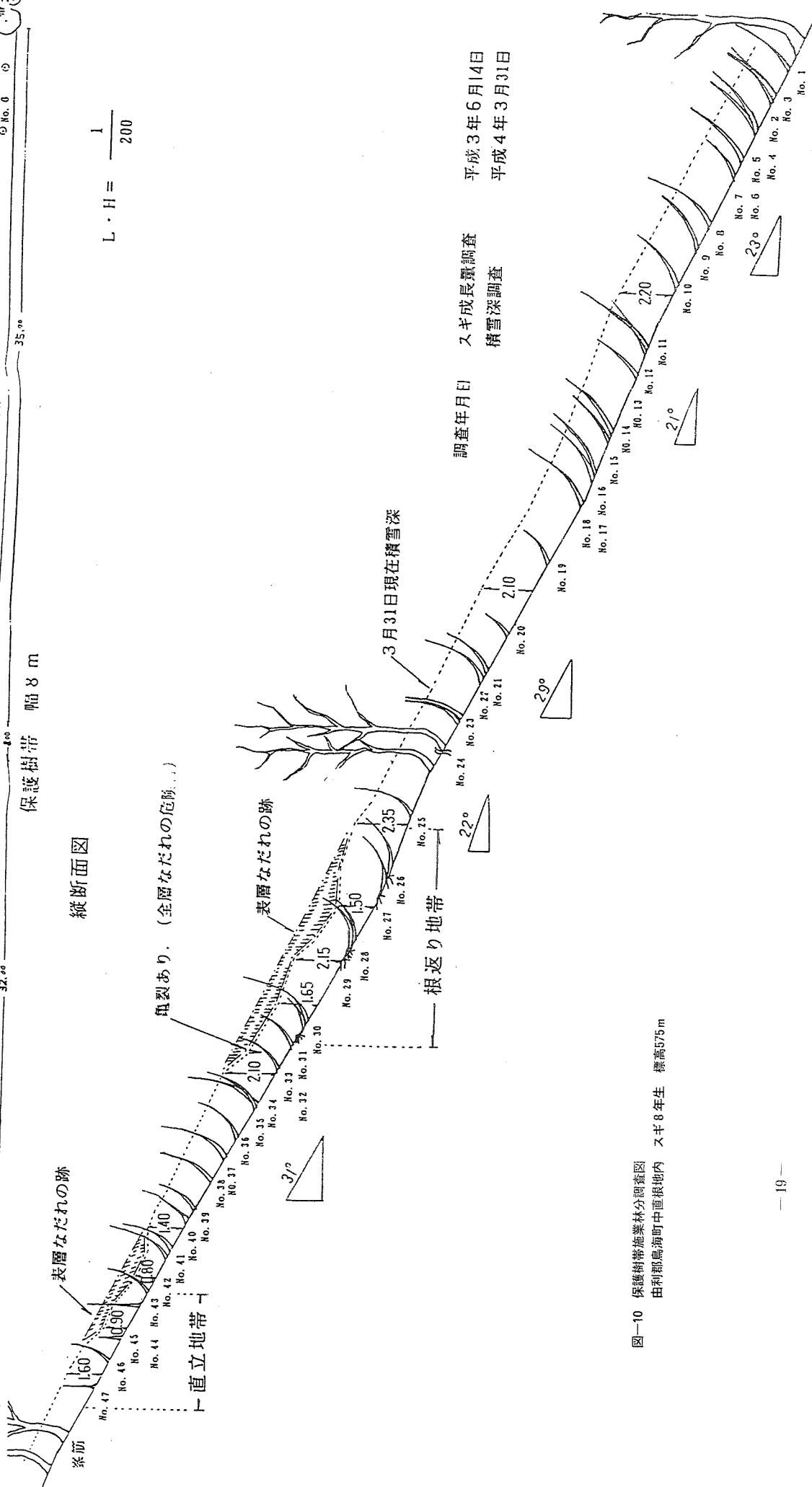


図-10 保護樹帯施業林分調査図
由利郡島海町中直根地内 スギ8年生 標高575m

Ⅲ. 保護樹植栽帯造林

風が森林に与える作用は多種・多様であるが、風が夏の温度不足や冬の寒さが樹木の生長に大きな影響を与え、風当たりの少ない所よりも材積成長は著しく劣り、風速0対5対10に対して、林分生長量は、3対2対1にもなると言われている(5)。

多・豪雪地帯で地域に合った早生樹種を、既存の前生樹を残した保護樹帯の配置と同じ考えで、保護樹植栽帯として配列し造林した場合、スギは保護樹植栽帯に近い程根元曲りが少なく、生長が良い例が多いが、地域毎の積雪深など環境条件が厳しさを増す毎に、林分の成育状態が異なるので、同一村内で標高差が380mある2箇所、林分状態を調査した。

1. 調査の方法と結果

(図—11)は、秋田県平鹿郡山内村平野沢字菅の沢地内に、コナラ主体の天然広葉樹林を林種転換し、昭和36年植栽したスギの林分で、保護樹植栽帯は尾根部に幅20m程、カラマツを同時に植栽している。標高220m斜面方向は北、積雪深は平年1.7m～2.0mである。

調査地は、保護樹帯から幅5m、延長20mの帯状に設定し、スギ植栽木の樹高、胸高直径、傾斜幅(高さ1.0mでの)及び斜面傾斜度を測定した。(表—3)

表—3 斜面傾斜度別成育状況

区 分	尾根(保護樹帯) → (下る) →			
斜面傾斜度	28°	34°	41°	平均
樹 高m	7.28	5.99	5.36	6.02
胸 高 直 径cm	14.0	12.4	11.1	12.3
傾 幹 幅cm	86.0	94.0	116.0	99.8

平成3年6月27日調査

保護樹帯のカラマツは平均樹高12m、胸高直径18cmで保護樹としての大きさは充分と思われる。

(表—3)から見られるとおり、スギは保護樹帯に近づく程良い生長をしており、また傾幹幅は狭く、保護樹植栽帯の役目を充分果たしていると思われる。

この原因は、保護樹の防風効果のほかに、カラマツの落葉により土壌保水効果が増すため、スギの成長に良いこと、保護樹樹冠下の範囲内で、融雪期に早く雪質がザラメ雪化するため、埋雪状態より梢の立ち上がりが早いため、などの理由が考えられる。

(図—12)は秋田県平鹿郡山内村黒沢字堂の上地内で、ブナ主体の天然広葉樹林を林種転換し、昭和37年植栽の、スギ林分で、斜面傾斜度が10～15°と緩傾斜な西向き斜面である。尾根部に幅20m程、カラマツを同時に植栽しており、標高は600m、平年の積雪深は3.0m～3.5mである。

調査地は保護樹帯から幅 5 m、延長25mの帯状に設定し、スギ植栽木の樹高、胸高直径、傾斜幅を測定した。（表— 4）

表— 4 斜面傾斜度別成育状況

区 分	保護樹帯	→ （下る）	平 均
樹 高m	7.11	4.47	6.02
胸 高 直 径cm	13.9	11.6	12.6
傾 幹 幅cm	83.3	129.7	103.0
範 囲	No. 8 ～No.17	No. 1 ～No. 7	

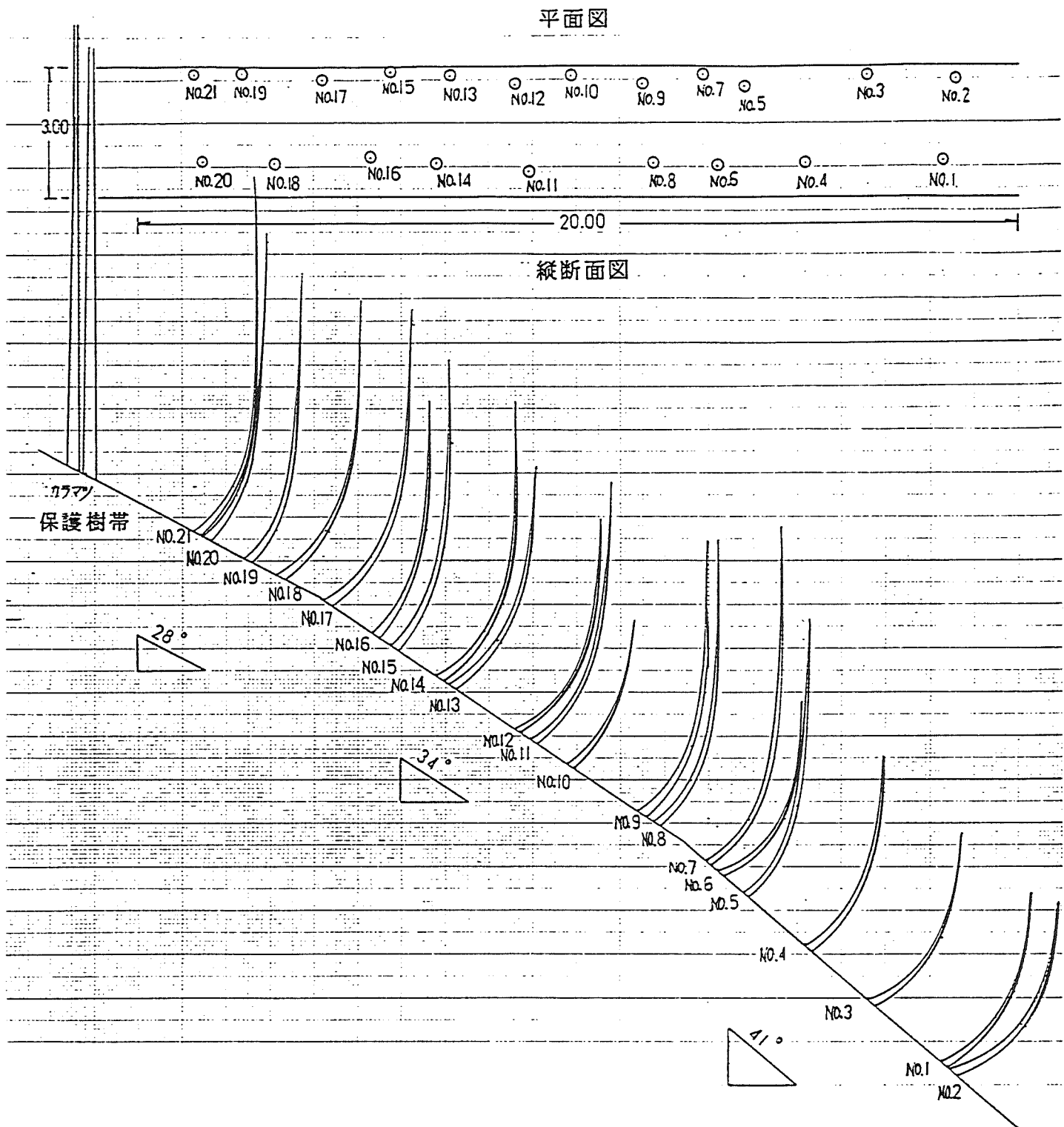
平成 3 年 6 月27日調査

保護樹帯のカラマツは平均樹高10m、胸高直径14cmで保護樹としての大きさは充分と思われる。

この地帯は気象状況が厳しく、保護樹から離れると梢折れの被害が目だって多い。このため保護樹帯だけでは保護しきれず、地域に合った他の樹種との混植が必要と思われる。

下の写真は、秋田県由利郡鳥海町笹子地内で、スギとカラマツを混植した32年生林分である。標高480mで、平年積雪深が2.8～3.3mで、冬期季節風の強風地帯でもあるが、両樹種とも生長が良い。

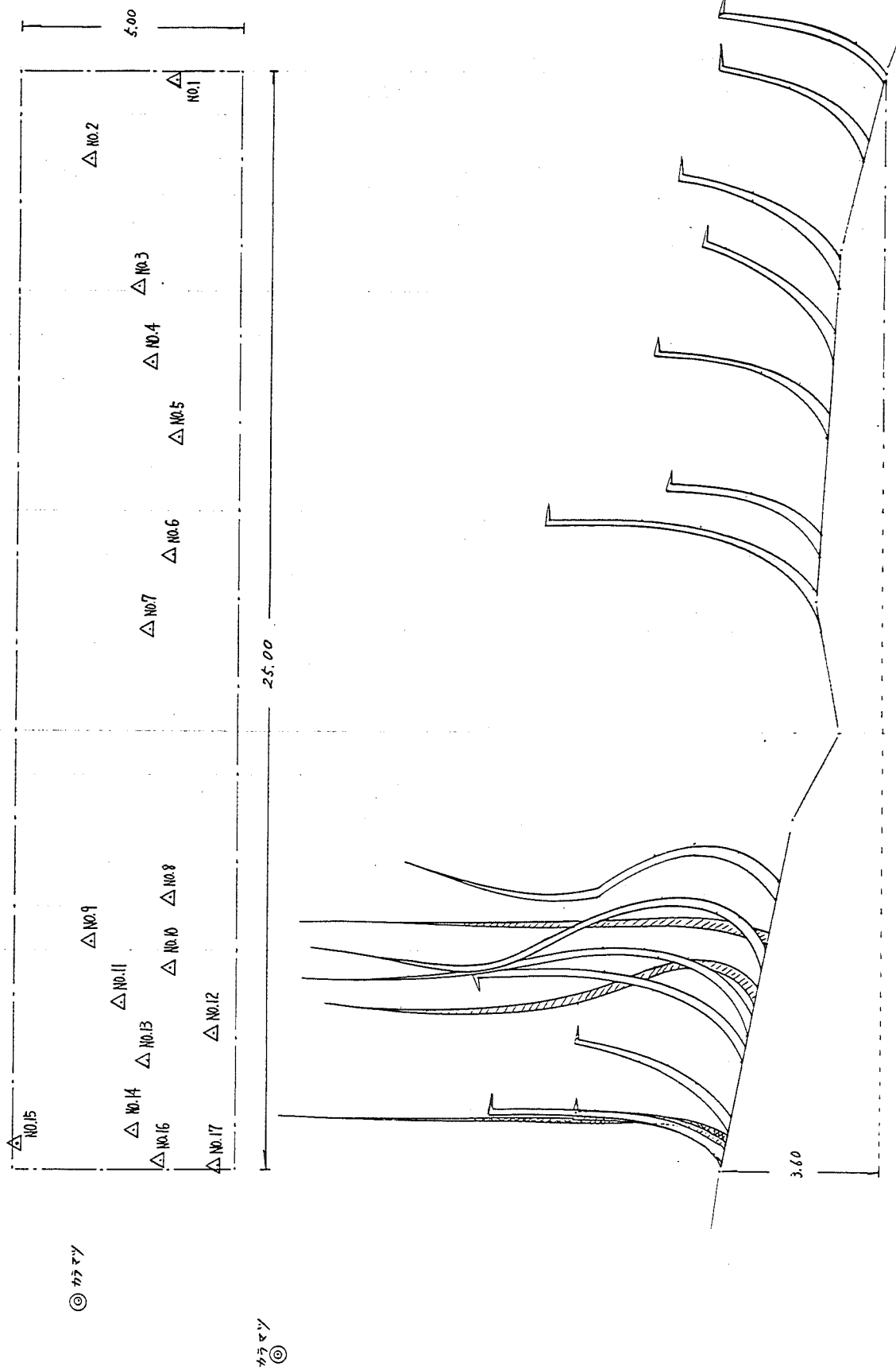




図—11 保護樹帯施業林分調査図
平鹿郡山内村平野沢字菅の沢地内 スギ30年生 標高220m

林分調査

秋田県平鹿郡山内村黒沢字堂の上



図一12 林分調査 秋田県平鹿郡山内村黒沢字堂の上

IV. 整枝（裾枝払い）

多・豪雪地帯では、いくら集約的な雪起こし作業を続けても、根元から通直な造林木を育てることは、極めて困難な地域が多い。

冬期季節風は、造林地の周囲の地形と樹高の高低など、環境条件の違いによって、降雪を微妙に誘導し積雪させるため、林内の積雪の凹凸は、造林木が積雪を抜けてから徐々に差が拡大し、この現象は、第1回間伐期まで続く場合が多い。

（図－13）は、秋田県平鹿郡山内村南郷地内、標高310m、平年1.8～2.3mの積雪がある西向き斜面の、やや凹地形に位置するスギ17生林分の立木状態であり、（図－14）は同林分の融雪初期の積雪深の状態である。

立木状態調査は平成3年6月15日、積雪深調査は平成4年3月6日に行った。

この林分では、通常の下刈を8年間実施し、雪起こし作業は、下刈期間中の4年目から7年間実施した。しかしこの造林地のように、距離が1mほど離れると、積雪深に1m以上の差がある林分は、県南部の豪雪地帯においては数多く見られるため、この地帯では根元曲りはやむを得ないものとし、どうにか成林するのを期待しているのが現実のようである。

同じような積雪状態に悩む2町村で、幼齢時から強めの整枝（裾枝払い）の実施で、根元曲りを少なくし、良い成育をしている林分があったので調査した。

1. 調査の方法と結果

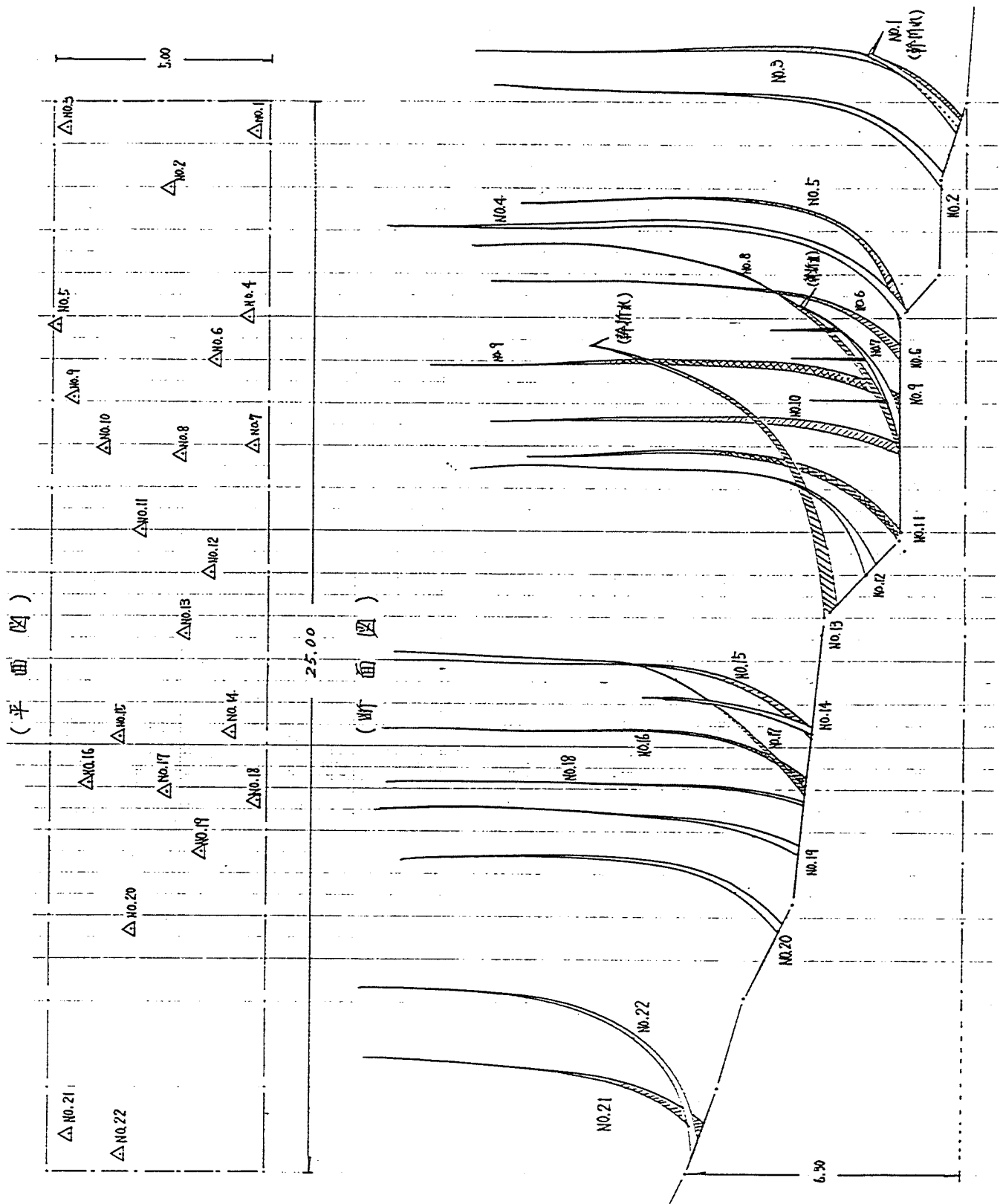
雄勝郡皆瀬村畑等字市野地内の林分は、最初クリ林の下に昭和47年にスギを植栽したが、樹下植栽のためスギの成長・形状も悪く、下刈終了時の7年生の時上木のクリを伐採した。以後スギの成長が良くなったが、根元曲りがひどいので、9年生時、12年生時、15年生時、17年生時の4回整枝を実施した19年生の林分である。

由利郡鳥海町直根字百宅地内の林分は、昭和44年にスギを植栽し、通常の下刈を7年間実施した。整枝を下刈期間中の5年生時と、8年生時、12年生時、16年生時、20年生時に、1回50cm程度5回実施した22年生林分である。

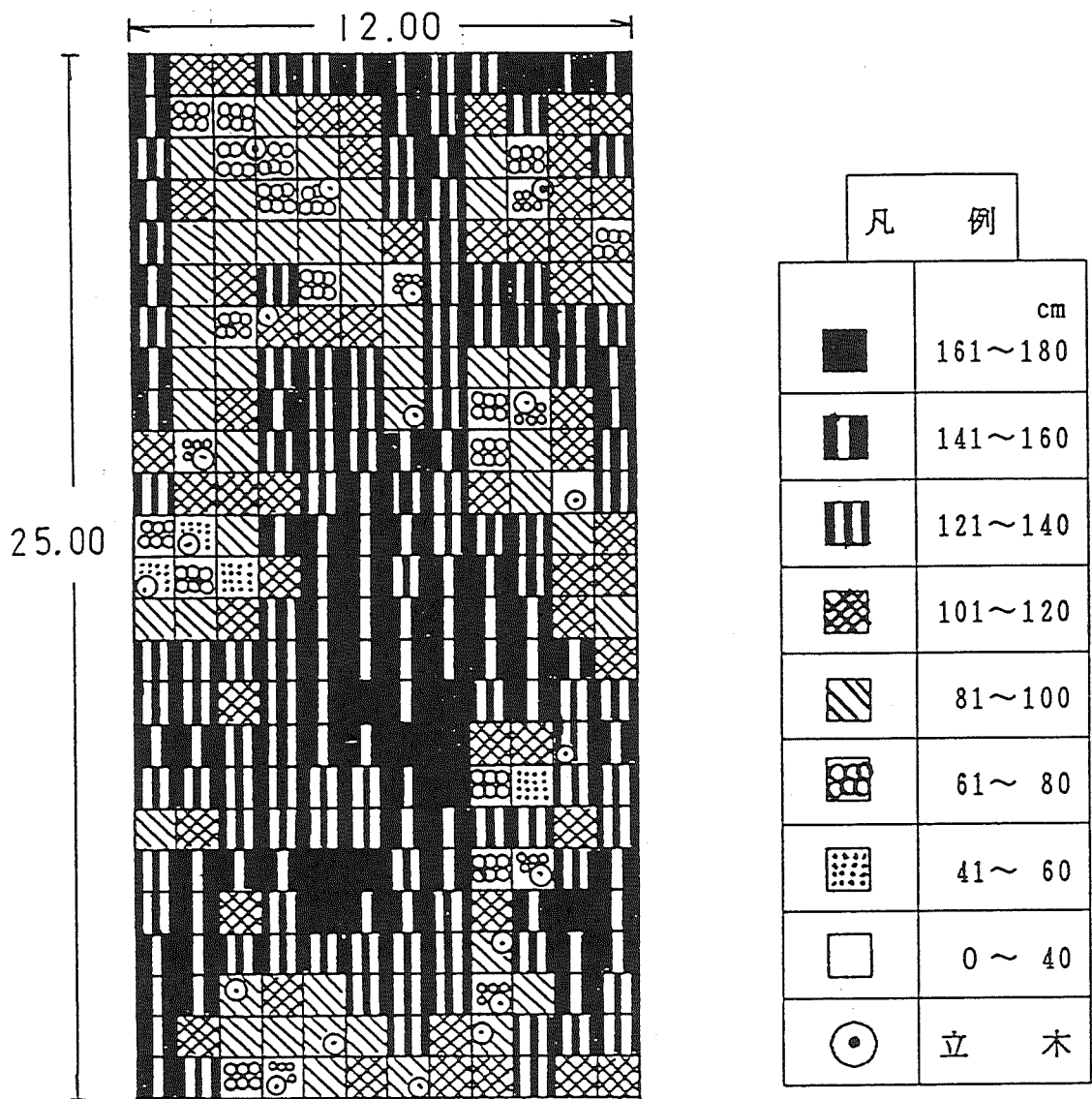
表－5 整枝実施林分の成育状況調査表

区 分	樹 高 (m)	胸 高 直 径 (cm)	根元径 (cm)	枝下高 (m)	傾幹幅 (cm)	摘 要			
						林 齢	標 高 (m)	積雪深 (m)	調査面積 (㎡)
皆瀬村市野	5.41	9.20	11.77	2.69	51	19	330	2.00	200
鳥海町百宅	4.37	5.52	7.61	2.30	56	22	410	3.00	100
対象区	市野	4.7	9.8	14.4	1.39	13	330	2.00	80
	百宅	6.9	9.7	12.1	0.65	20	410	3.00	100

整枝した両林分とも、隣接の無整枝林分に比べると、上長・肥大成長とも $\frac{2}{3}$ 程度であり、整枝が成長を阻害したのではないかと認めざるを得ないが、傾幹幅は無整枝林分の $\frac{1}{2}$ 程度であること、また、無整枝林分のほとんどが斜立していることなどから、今後、健全林分に育成していくためには、根元曲りが少ない方が有利なので、整枝施業は、多・豪雪地帯の育林技術として、検討に値するもので、今後の長期調査を待ちたい。



図一13 林分調査 秋田県平鹿郡山内村南郷



図一14 スギ人工林雪圧害林分内積雪深調査図
平鹿郡山内村南郷地内 15年生

V. 耐雪性森林育成のための植栽方法

秋田県南部内陸地方を主とした雪圧害の原因は、この地方独特の湿雪と季節風が大きく影響していると思われる。

(写真㉔)の造林地では、下刈作業終了間近の頃から、季節風によって誘導された雪は、立木の峰側に△形に付着し、沢側に空洞部を作りながら日に日に成長していく。立木は背後の雪の重力と融雪期の沈降圧によって沢側に押さえられ、根元曲りが固定化する。

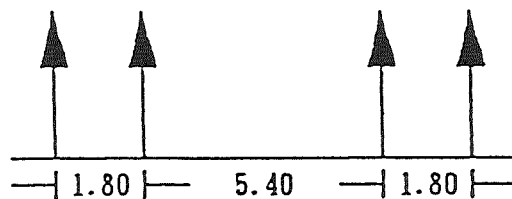
造林地の斜面上部の一部が、ひどい雪圧害を受けた場合、下方の立木に伸び掛かり、将棋倒しになって、(写真㉕)の残雪部のように、縦列に折損し、この列を除伐すると、この林は慢性的な雪圧害から解放され、安定化する場合がある。

この例は、単位面積当たりに均一に降る雪の量を、季節風の力を利用して、予定した無植栽の縦列に、より多く積雪させることにより、植栽列の雪圧害を、より少なくできると言うことである。

1. 調査の方法と結果

秋田県雄勝郡東成瀬村椿川字長倉沢地内に、昭和40年、スギ1,500本/haを右図のように並木植えた事例がある。

当造林地は、標高550m、斜面方向は東向きに位置し、斜面傾斜度15~20°、平年の積雪量が3.2~3.5mある。



図一15 並木植栽間隔

平成3年11月2日、造林木50本を測定した結果は次のとおりである。

平均樹高9m、平均胸高直径19cmで、上長生長が少し遅れているが、形状比が45と耐雪性の形をしている。平均傾斜幅は71cmで、標準的な正方形植えをした同地域の同林齢の林分の1/2程度であり、今後の成長が期待される。

(写真㉔と㉕)は平成4年3月5日、積雪調査時の写真で、同日の最寄りの裸地の積雪は1.40m、スギ樹冠下では1.20m、無植栽列では2.07mであった。㉕は、2ヵ月後の平成4年5月2日の残雪状況である。

当地方での並木植えの利点は、

- イ. 新植時の経費が少なくすむ。
- ロ. 雪圧害による折損が少なくなる。
- ハ. 2~3回の除間伐作業が省ける。

ニ. 間伐木の搬出が容易である。

ホ. 将来、林業機械を導入しやすい。

ヘ. 残雪期間が長期化し、水資源の保持効果大きい。

当地方のような豪雪地帯は、並木植えの効果が大きく、特に水源かん養保安林での植栽方法としては有効と思われる。

①



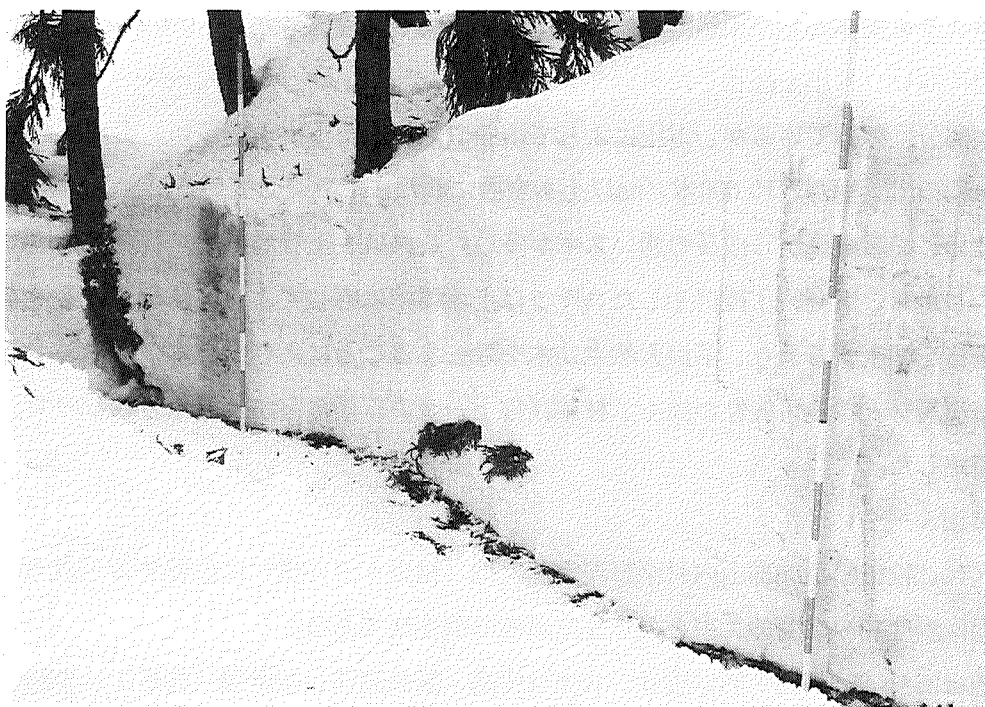
②



©



④





VI. 針・広混交したスギ不成績人工林における混交林化誘導試験地の設定について

本林分はコナラを主体とした天然広葉樹を約1haを皆伐した後、スギを3,000本/ha植栽し通常の下刈を7年間行ない、8年を経過した林分である。

植栽木は大部分生存しているが、雪圧によって根曲や傾斜した不良木が多い。更に下刈終了後再生した樹高3m程の広葉樹が、10,000本/ha以上も全層にわたって混交している。

この造林地は、植栽直後から成長の悪いスギが多い。これは、土壌層が浅く貧弱な土壌に起因するようである。しかし、下刈終了後再生したコナラは土壌環境に応じてよく生長しているので、このままの状態を推移を調査するより、不良天然生幼木を除去することにより上層木の人工スギと天然生コナラとの混交複層林となる可能性が高く、林業経営上一つの有効な方法と考えられるので、針・広混交試験地を設定した。

1. 調査方法

調査区は、秋田県平鹿郡山内村平野沢字蒲谷地（相野々ダム奥）に位置する丘状部、標高180m、斜面傾斜度10～15度のスギと天然生広葉樹の混生地である。

調査地は25m×20mの四角形に設け、スギは樹高、胸高直径、傾幹幅（高さ1mの部位）、広葉樹は樹高2m以下を刈払いし、残存木の樹高と胸高直径を測定した。

調査は平成3年6月27日である。

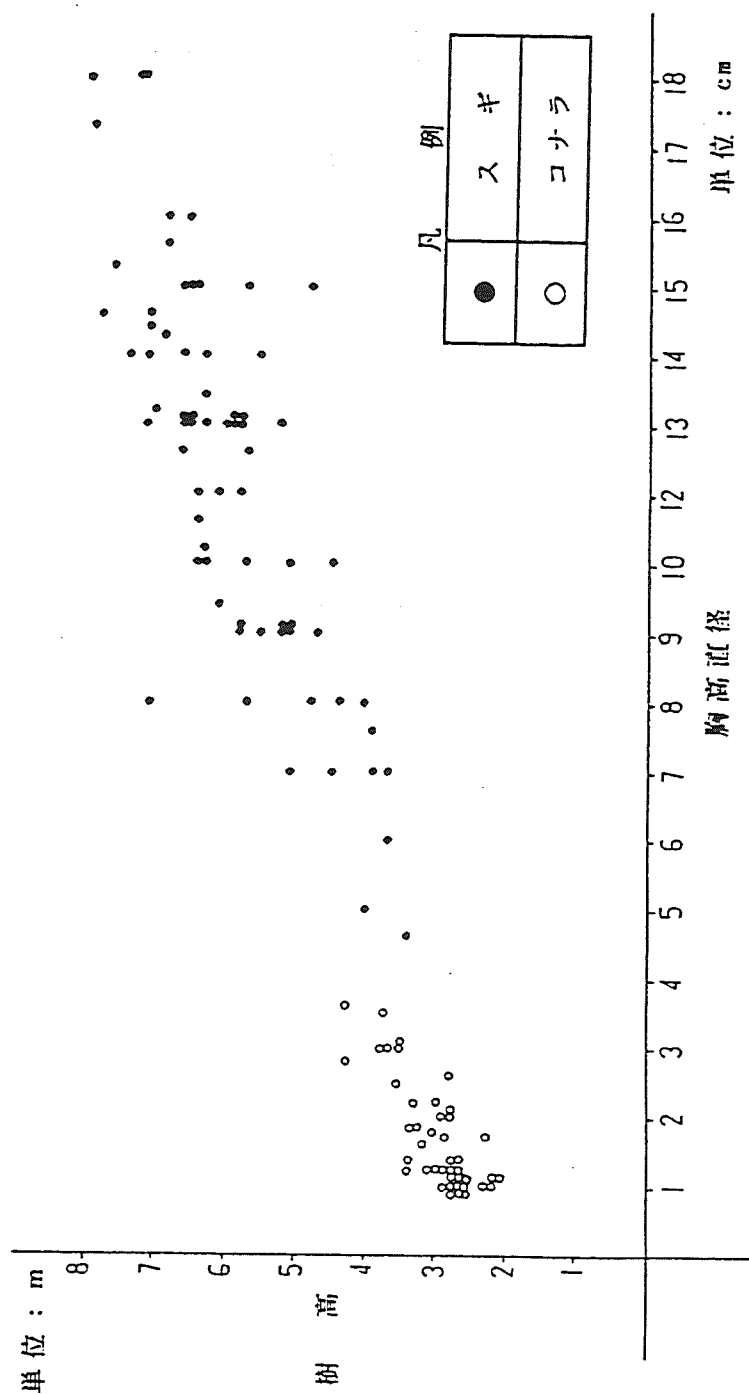
2. 調査結果

（図一16）では、上木スギと下木コナラの二段構造であることがわかる。上木スギの平均樹高は5.97m、平均胸高直径11.4cm、平均傾幹幅（高さ1.00m）は0.54mである。

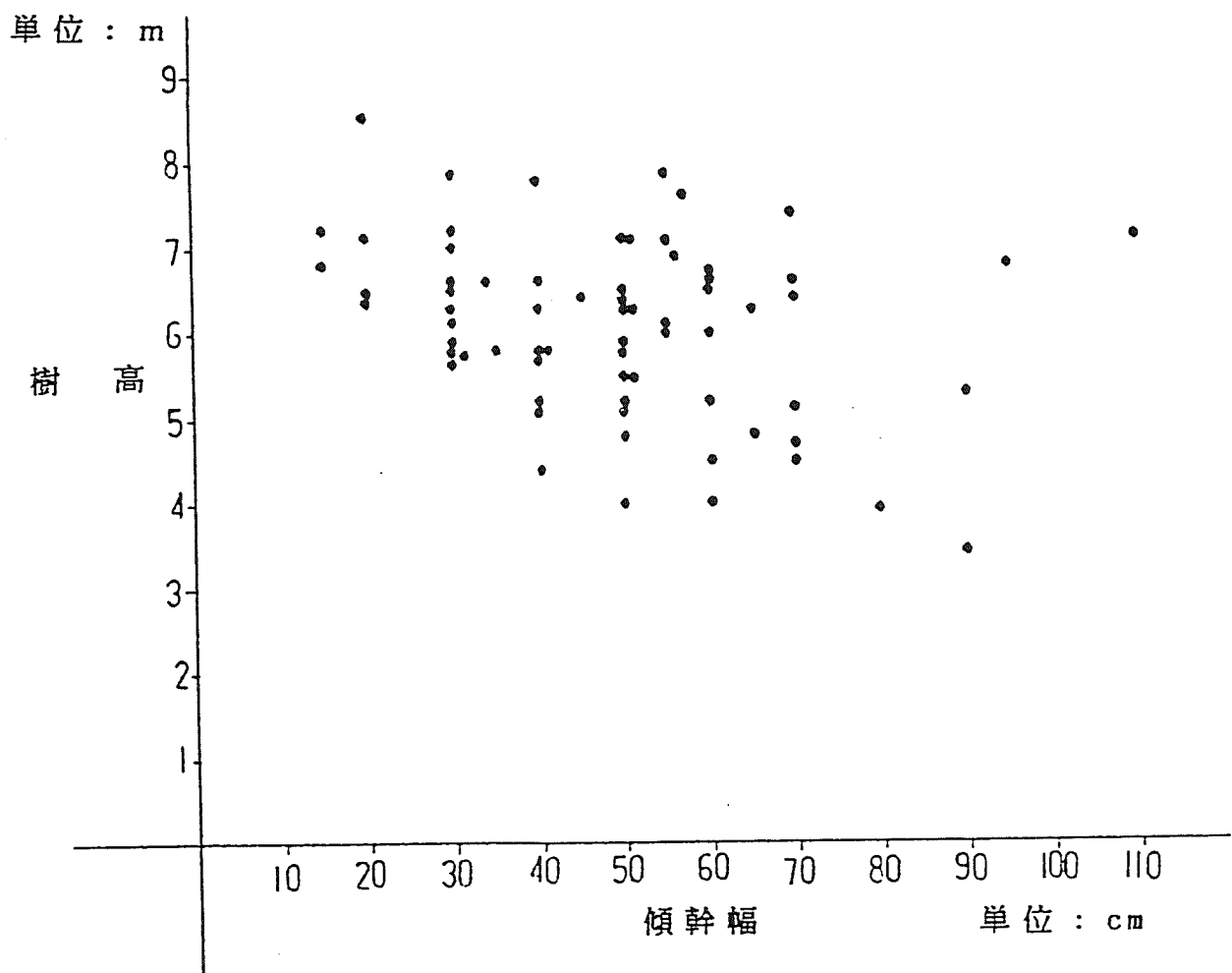
下木コナラの平均樹高は、3.00m、胸高直径は1.70cmである。

上木スギの傾幹幅と樹高の関係を、(図一17)に示した。傾幹幅が狭いと上長生長が良くなる傾向が見られる。

各地に多々あると思われる本調査地のような除間伐のおくれや、不成績造林地において、とりあえず調査地を設定し、継続調査して幅広い解析を行い、針・広混交林施業等の的確な技術体系を確立することができるよう望まれる。



図一16 不良形質天然広葉樹を刈払いした後のスギと天然生コナラの樹高と胸高直径の関係



図一17 不良形質天然広葉樹を刈払いした後の
スギの樹高と傾幹幅の関係

VII. タイプの異なる複層林での積雪状態の特徴

山本郡藤里町谷池（標高110m）地内の西向き同一斜面に、平成元年度秋、スギースギ・広葉樹ースギ複層林試験地を隣接して設定した。

スギースギ複層林は斜面傾斜度18度、平成3年度の林内相対照度は45%で、林床はモミジイチゴが優占し、チマキザサ・フキ等が混生している。

広葉樹ースギ複層林は斜面傾斜度22度、平成3年度の林内相対照度は27%で林床はチマキザサが優占し、ミヤマカンスゲ・チゴユリ等が混生している。

積雪深調査表

調査区分 複層林種	調査区内の平均 積雪深 (cm)	平均積雪深±5cm 範囲内の割合(%)	平均積雪深±10cm 範囲内の割合(%)
スギースギ	43	43	84
広葉樹ースギ	33	34	72

※最寄り裸地の平均積雪深 45cm

調査日：平成4年3月17日

1. スギースギ複層林内での積雪状態の特徴（図—18）

- イ. 最寄りの裸地とほぼ同じ積雪量である。
- ロ. 平均積雪量に対して±10cmの範囲内が84%を占めている。即ち調査区内が平均的に積雪していることである。
- ハ. 季節風が上木に当たる西側斜面に、より多くの積雪がある。

2. 広葉樹ースギ複層林内での積雪状態の特徴（図—19）

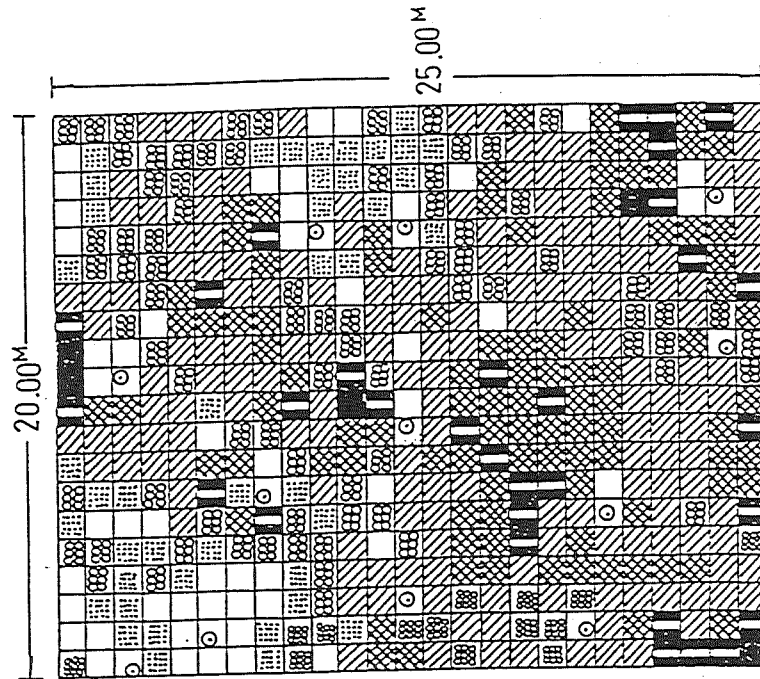
- イ. 最寄りの裸地より27%積雪量が少ない。
- ロ. 積雪深10cm未満12%、20cm未満が21%占め、少雪部分が多い。
- ハ. 斜面上部に進むしだい、少雪になる傾向が見られる。
- ニ. 上木が冬期落葉するので、季節風が複層林内の雪を飛ばし、また林内に直射日光が多く入るので、融雪が早まると思われる。

3. おわりに

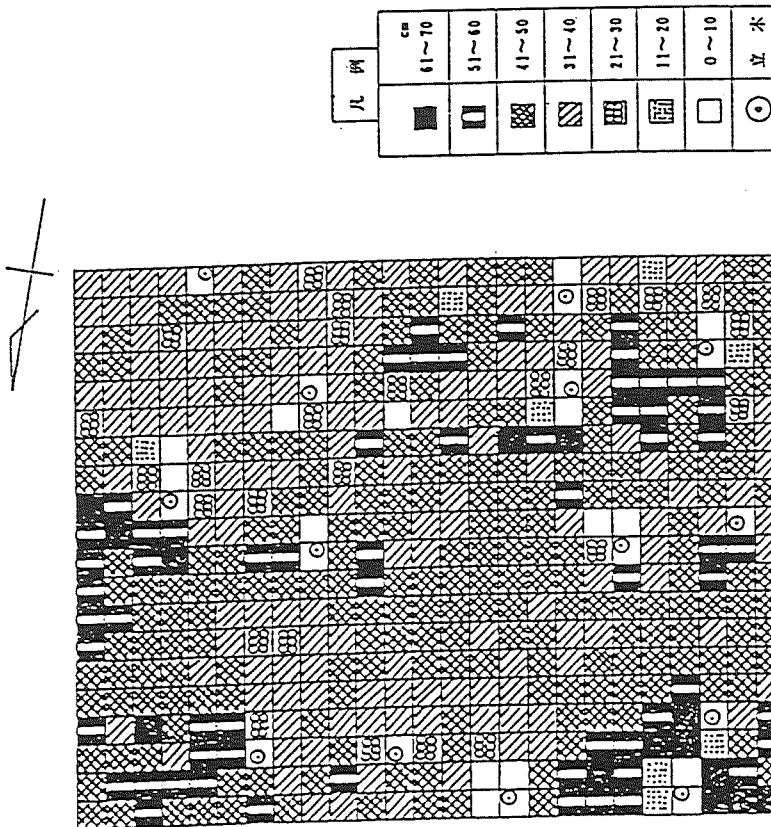
- イ. スギースギ複層林では、上木樹冠に一旦着雪した雪が、風で飛散する割合が多いため、林内の積雪量は平均化するものと思われる。
- ロ. スギ上木の枝下高が高く、樹冠長が短いため、樹冠に着雪し真下に落下する量が少なく、山腹斜面に斜めに吹き込む雪が多いため、林内の積雪量はより平均化するものと思われる。
- ハ. 上木が林床に当たる季節風を弱めるため、林内での微地形による雪の動きが弱まり、吹きだまりを少なくするものと思われる。
- ニ. スギースギ複層林内の雪は、上木の日陰により雪どけが遅れ、林内の保水能力の向上にブ

ラスするものと思われる。

ホ. 多雪地帯での複層林施業は育林上良い方法と思われる。



図—19 複層林内積雪深調査図 (広葉樹—スギ 20m × 25m)
山本郡藤里町柏毛字谷地、上木広葉樹 47年生
下木 スギ 2 "



図—18 複層林内積雪深調査図 (スギ—スギ 20m × 25m)
山本郡藤里町柏毛字谷地、上木 スギ 50年生
下木 スギ 2 "

引用文献

- (1) 浅利和栄：多雪地帯の造林保育体系に関する研究—積雪環境と雪起しの作業体系—秋田県林業センター業務報告 昭和57年度 P.21
- (2) 浅利和栄：人工林雪害の育林的防除技術の確立に関する基礎調査秋田県林業センター業務報告 昭和60年度 P.105
- (3) 日本気象協会秋田支部：秋田県気象月報 1940～1990年
- (4) 片岡健次郎：東北地方におけるスギ雪圧害危険地帯区分図 農林水産省林業試験場東北支場 (1987)
- (5) 山内健雄：「植樹・植林のすすめ 緑をつくる基礎と応用」清文社 昭和58年8月10日発行 P.71

Environmenal Devision of Snow Fall and Growing
Technique of Snow Resistance Forest.

by Hideo Isida, Makio Ooi

—Summary—

When trees which would be strong against snow pressure are to plant, it is important that the geographical character should be realized, and that the good operation of nursing young plants in a certain area against snow pressure should be introduced. The way of analysis to find the geographical character is now solved. As the technique of planting trees against snow resistance, an afforestation for tree consrving zone, an afforestation of planting young trees for tree conserving zone, under prunig, and two storied forest are proved to be a good operation against snow prassure.

It is thought that there are two extremes of ways of planting and growing trees after lumbering.

One is the operation of a super—dense forst.

Under pruning should be done earlier befor a branche facing to the root of the manting which bend the roots of the trees grow. After that pruning should be done earlier and repeatedly. This is the way of letting snow be piled cqually among the trres.

The other is the operation of super—labor—saving arranged afforestation.

This is the way of making the two different kinds of the belts lengthwise on the slope of the mountain. On the one belt trees are planted in two rows and vertically on ths slope of the mountain. On the other belt trees are not planted. It is thought that snow would be piled over the belt where no trees are planted, and that little on belt where trees are planted.

秋田県におけるマツノマダラカミキリの生息可能範囲の解明

藤 岡 浩

A Report on the habitat of *Monochamus alternatus* Hope in Akita prefecture.

Hiroshi Fujioka

要 旨

マツ材線虫病未発生地に被害材とともにマツノマダラカミキリが持ち込まれた場合、本病が定着・蔓延する可能性を検討するため、マツノマダラカミキリの分布と生息可能範囲等について調査した。

- 1) マツノマダラカミキリの分布は徐々に拡大しており、1991年には県内38市町村での分布を確認した。
- 2) 理論値による温量分布図を作成し、生息可能地域を推定した。その結果、温量分布図の生息適地は、現在までの分布と極めて良く一致し、MB指数23以上の地域とおおむね一致した。
- 3) マツノマダラカミキリが分布していない鹿角市で、温量分布図の準生息適地、生息可能地において実証試験を行なった。その結果、準生息適地では2年1世代虫の比率が高いが1年1世代虫の生息が可能であり、生息可能地では2年1世代虫で生活環が維持できることが認められ、温量分布図と整合した。
- 4) 連続したマツ林における、放虫したマツノマダラカミキリの分散距離は、100m前後までが最も多く、移動の最大は2,000mで、1,500m以上の移動は放虫後50日以上経過してからであった。2,500～4,000mの移動は認められず、分散の方向は風向との相関が認められなかったが、秋田県の海岸地帯における被害拡大方向と一致していた。

はじめに

秋田県におけるマツ材線虫病は、1982年象潟町に初発生し、1991年には14市町に拡大して、現在男鹿市が日本海側被害地の最北端となっている。この被害が今後どの範囲まで拡大する可能性があるかを解明する必要がある。

過去に岩手県では、マツノマダラカミキリが生息していない地域に、被害材の持込みと推定される被害の発生が見られたが、そこでは媒介昆虫がいないこともあって、いずれも単年度で被害が終息している(7)。

この点から、まず県内のマツノマダラカミキリの分布を把握したうえで、分布が確認されていない地域、あるいは生息不可能と推定される地域に、被害材とともに媒介者のマツノマダラカミキリが持

ち込まれた場合、マツ材線虫病が定着・蔓延する可能性の有無を検討するため、マツノマダラカミキリの分布と生息可能範囲等について調査を行ったのでその結果を報告する。

本試験は、国庫助成地域重要課題「松の年越し枯れ等新症状を踏まえた被害拡大防止技術の開発」(1986～1988年)及び「松枯損の激化抑止技術」(1989～1991年)の1課題として実施したものである。

調査に当たり、分布調査では各農林事務所林務課、現地実証試験では鹿角農林事務所林務課造林係長小林博人氏(現・北秋田農林事務所林務課課長補佐)・技師斉藤満氏(現・北秋田農林事務所林務課主任)・技師佐藤文秀氏、移動分散距離の調査では森林総合研究所東北支所山家敏雄氏(現・林業科学技術振興所)のご協力を頂いた。ここに厚く御礼申し上げる。

I. マツノマダラカミキリの分布

マツ材線虫病の発生が、1975年宮城県、1976年福島県で確認されたため、秋田県林務部では、1978年から「マツ材線虫病発生予察調査」を開始した。本調査は、その一環として本病の媒介者であるマツノマダラカミキリの分布調査を行ったものである。調査は、後食痕、産卵痕、穿入痕、脱出孔、幼虫、成虫によって行なったが、本報告は成虫によって確認されたものとする。

1. 調査方法

調査地は、年次計画によって県内の全市町村を対象とし、次の方法で行った。

1) 餌木による調査

長さ1mに玉切りしたマツ丸太を餌木として、マツ林内に設置した。9～10月に設置した餌木を回収して、当センターに搬入し、産卵痕、穿入痕、幼虫が認められたものを網室又は羽化箱に収納し、翌年6～8月に羽化脱出する成虫によって確認した。

2) 誘引器による調査

ブリキ製トラップ(井筒屋化学産業KK製)とホドロン140ml缶(ホドロン普及協会製)を使用し、誘引剤は20日毎に新しいものと交換した。誘引虫の回収はおおむね1週間ごとに行ない、回収された誘引虫は、アルコール入りの標本瓶に入れて当センターに送付された。その試料からマツノマダラカミキリの分布を確認した。

2. 調査結果と考察

調査結果は、表一1、図一1に示すとおりで、峰浜村を最北端とし、日本海沿岸と秋田市から県南内陸部にかけて殆ど連続した38市町村に分布し、確認された地域はおおむね年平均気温10℃以上の場所であった。

確認の経過は、1978年3市町、1982年9市町、1985年25市町、1991年38市町村と増加した。この増加は、生息域が拡大したというよりは、西仙北町・南外村・角館町・協和町などのように、1980年頃既に産卵痕・穿入孔・脱出孔等で分布が推察されていた場所で、調査の進展に伴ない確

認された所が多い。

その一方で、男鹿市以北における海岸線では、1980年ころに能代市で1,000本以上のマツが

表一１ マツノマダラカミキリの分布確認

確認年	確 認 者	分布市町村（マツ材線虫病発生年）
1978	加茂谷 常 雄	本荘市(1983)、天王町(1988)、秋田市(1991)
1979	加茂谷 常 雄	西目町(1989)、大曲市
1982	加茂谷 常 雄 野 村 繁 英 五十嵐 清 治	象潟町(1982) 湯沢市(1988)、五城目町 横手市
1983	藤 岡 浩 野 村 繁 英	岩城町(1988)、仁賀保町(1990)、 大内町(1991)、雄物川町、昭和町、金浦町 河辺町、雄和町
1984	藤 岡 浩 野 村 繁 英	由利町(1991)、東由利町 琴丘町、雄勝町
1985	藤 岡 浩	男鹿市(1988)、羽後町(1988)、稲川町(1991) 大森町
1986	藤 岡 浩	西仙北町、南外村
1988	藤 岡 浩	鳥海町
1989	藤 岡 浩	増田町(1990)、角館町
1990	藤 岡 浩	峰浜村、山本町、八竜町、協和町、東成瀬村
1991	藤 岡 浩 加茂谷 常 雄	二ツ井町、山内村 能代市

「つちくらげ病」で枯れ、さらに1982年の日本海中部地震津波被害で海岸線一帯に大量のマツ枯れが発生したため、特に精密な調査を行った。その結果、マツ枯れが発生してから数年間は、マツノマダラカミキリの分布は確認されなかったが、1985年に男鹿市で、1990年には峰浜村・八竜町・山本町で、さらに1991年に能代市・二ツ井町で初確認となった。

普通、本種が生息しているところでは、枯れマツが大量に発生すると生息密度が高くなり、発見が容易になる点から、この市町村では、他の地域からの侵入で徐々に分布域が拡大してきたものと見られる。

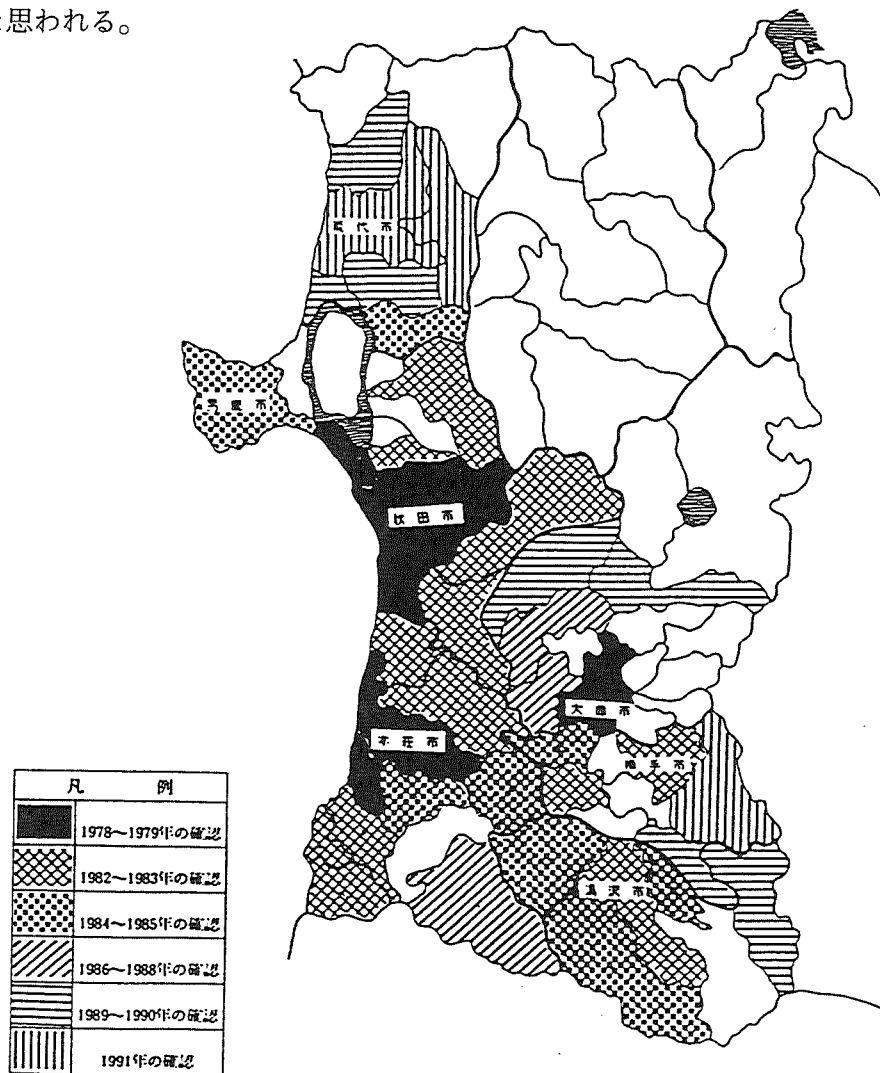
以上の分布域拡大状況と、飯田川町・矢島町で本種の穿入孔・脱出孔等が観察されている(1)点などから、今後分布確認市町村はさらに増加するものと推察される。

分布が確認された38市町村中、マツ材線虫病が発生しているのは14市町であるが、象潟町以外では、すべてマツノサイセンチュウ侵入以前にマツノマダラカミキリの生息が確認されている。この中でマツノマダラカミキリの生息密度が特に高いのは、マツ枯れの原因が、マツ材線虫病（男鹿市・湯沢市・本荘市）の他には、つちくらげ病（秋田市）、寒風害（岩城町）、被圧（天

王町) などにより枯死木が大量に発生している所となっている。

岩城町、天王町の被圧枯死木が多いマツ林で、誘引器 (α -Pinen使用) をha当たり 6～9 個設置して、マツノマダラカミキリを調査した結果では、300頭/ha前後の成虫が捕獲されている(8、9)。

県内には、マツ林の除間伐の遅れから、被圧枯死木の発生している所が各地にあり、このような場所にマツノザイセンチュウが侵入した場合、被害が急速に進む恐れがあるため、厳重な警戒が必要と思われる。



図ー1 マツノマダラカミキリの分布

II. 理論値によるマツノマダラカミキリの生息可能範囲

生態及び積算温度から、マツノマダラカミキリの生息が可能な範囲を推定するため、五十嵐(2)の「カミキリが1年1世代の生活環を維持するのに、少なくとも約1,000日度(限界温度13℃)の温量が必要である。」との報告に基づき有効積算温量分布図(以下「温量分布図」という。)を作成し、マツノマダラカミキリが1年1世代及び2年1世代の生活環を維持できる地域を推定する。

1. 調査方法

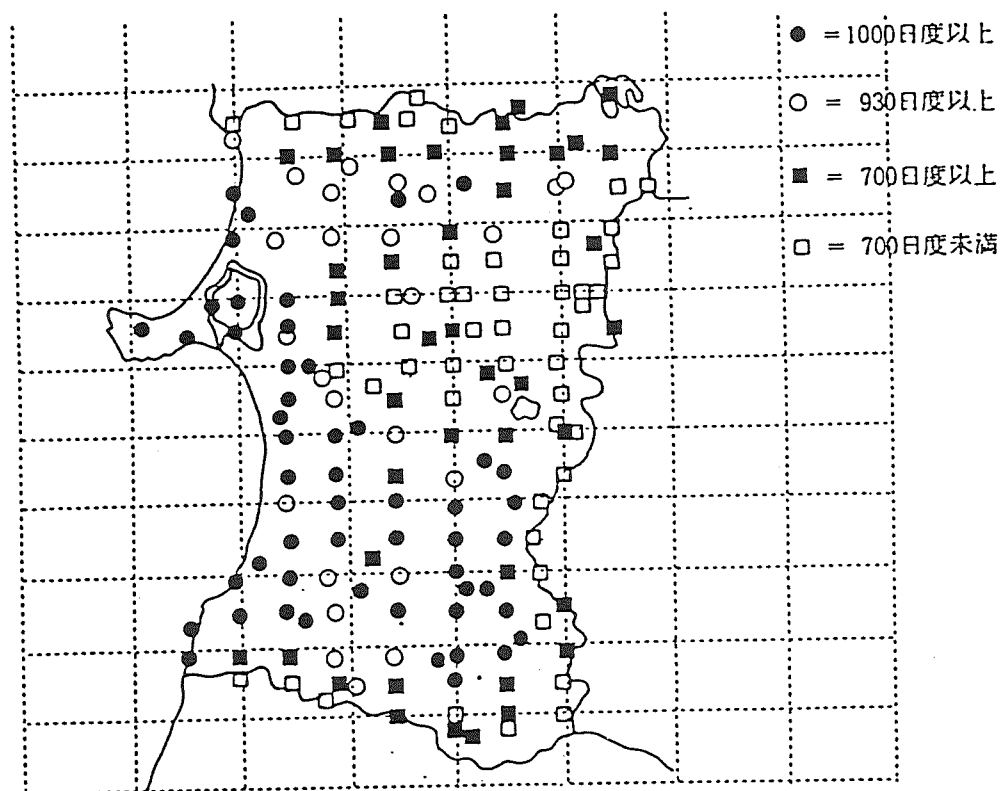
県内の任意地点166か所をランダムに抽出し、各地点の緯度・経度・標高・海岸線までの距離から、小島(5)の重回帰式を用いて、任意地点における温度の推定値を計算し、さらに温量に換算した。

計算された各地点の温量を、CRT上のマップに表示して温量分布図が作成されるようにプログラミングした五十嵐のプログラム(3)を使用して、生息環境区分を示す秋田県の温量分布図を作成した。

温量分布図作成に当って、マツノマダラカミキリの発育限界温度は13℃とした。

2. 調査結果と考察

温量分布図は図一2に示した。任意地点の推定温量の精度について五十嵐は「年度ごとの温量の変動はかなり大きく、各観測地点とも共通していた。この年次変動に比較すれば、本法で計算した平年温量の推定値と実測平年値との誤差は充分許容できるものである。」(3)としている。



図一2 秋田県有効温量分布図（限界温度－10.0℃）
（推定平年値）

そして、「1,000日度以上は1年1世代の生活環を維持できる地点、930日度～1,000日度未満は暖候年には一部の個体が1年1世代虫となりうる地点、700日度～930日度未満は1年1世代虫の出現の可能性が殆どない地点、700日度未満は生活環の維持が不能となる地点」(3)としている。

以上の基準でこの分布図を見ると、1,000日度以上の生息適地は、県北部のごく限られた地域を除くと図一1に示した分布と極めてよく合致している。さらに、1,000日度以上の地域は、MB指数23以上の地域とおおむね一致している。

また、930日度～1,000日度未満の準生息適地地域は、県北部の平野部及び県中央～南部のやや標高の高い地帯である。この準生息適地であっても、暖候年には1,000日度を超えることがある。そのため、1年1世代虫が発生する条件が出ることもあるが一時的なものであり、継続して発生することは困難なものと推察される。

すなわち、県北部及び、その他1,000日度未満の地域は、2年1世代虫で生活環が維持され、暖候年には1年1世代虫となる地帯と見られる。したがって、1年1世代虫の分布が急激に拡大する可能性は少ないが、2年1世代虫による分布拡大は徐々に進行する可能性はあるものと推定される。

700日度～930日度未満の地域は生息可能地であるが、2年1世代虫のみが生息可能で、1年1世代虫は生息できないと見られる地域である。ここでの分布は、これまで確認されていない。

700日度未満の地域は生息不能地で、白神山地から田代岳へ連なる青森県との県境高地、奥羽山脈の岩手県との県境高地、鳥海山から東へ連なる山形県との県境高地及び八幡平から森吉山・太平山へ連なる高地と何れも高標高地に限られている。

以上から、本方法で作成した温量分布図は、マツノマダラカミキリが1年1世代虫の生活環を維持できる1,000日度以上の地域をほぼ正確に示し、これはまた実際の分布状況とも一致していて、被害材が持ち込まれた場合、マツ材線虫病が定着・蔓延する可能性がある地域の推定に利用できる。この利用に当たっては、温量推定地点の抽出箇所をもっと多くすることによって、より精度を高くする必要がある。

一方、2年1世代虫については、現在のマツノマダラカミキリ分布状況からみて、930～1,000日度未満の地域において拡大する可能性がある。この点については、今後生息可能な温量限界を解明したうえで、被害との関係も含めて現地での検討が必要である。

Ⅲ. マツノマダラカミキリ生息可能範囲の実証試験

理論値に基づき作成した温量分布図で、準生息適地及び生息可能地とした場所で、現在マツノマダラカミキリが分布していない地域に、被害材とともにマツノマダラカミキリが持ち込まれた場合を想定し、現地で定着する可能性について飼育試験により検討した。

1) 調査方法

試験地は、これまでマツノマダラカミキリの分布が確認されていない鹿角市の標高別3か所（No.1・2・3）と分布が確認されている雄和町の標高別3か所（No.4・5・6）を選定した。

この地況・林況・温度条件（MB指数）は表一2に示すとおりである。

- ①底面を除く5面に金網を張った網籠（1×1×1.2m）を試験地No.1・2・3に1号、2号の2個ずつ、No.4・5・6に1個ずつ設置し、そのほかにNo.4には2×2×4mの大型網籠1個と2×2×1.5mの産卵用網籠を設置した。
- ②マツ材線虫病が発生していない岩城町で、前年寒風害で枯死し、マツノマダラカミキリが材入しているマツから長さ1mに玉切りした丸太70本を1986年5月4日に採集し、供試木とした。
- ③岩城町で採集した供試木を、5月4日試験地No.4の大型網籠に40本、5月19日No.1・2・3の各1号網籠に10本ずつ収納し、マツノマダラカミキリの羽化脱出初日から終日まで5日間隔で羽化脱出の経過を調査した。
- ④羽化脱出した成虫による産卵は、羽化脱出の初日から終日までを前半期、終日から30日間を後半期とした。
- ⑤産卵用の新鮮なマツ丸太（長さ1m・直径10～20cm）を、試験地No.1・2・3の2号網籠に5本ずつ、No.4の産卵用網籠に15本入れ、羽化脱出経過を調査する都度成虫を1号網籠から2号網籠へ、大型網籠から産卵用網籠へ入れて前半期の産卵をさせた。
- ⑥岩城町から持ち込んだ供試木からの羽化脱出が終了した時点で、この供試木を除去し、前半期と同様の新鮮なマツ丸太と前半期産卵網籠のマツノマダラカミキリ成虫全部を、試験地No.1・2・3の1号網籠とNo.4の大型網籠に入れて後半期30日間の産卵をさせた。
- ⑦試験地No.1・2・3で産卵させた丸太は、網籠に入れたまま現地に置き、No.4で産卵させた丸太は、No.4・5・6の網籠夫々に前半期5本、後半期5本を産卵終了と同時に収納した。この

表一2 生息可能範囲実証試験地の概況

試験地			地況		林況				MB指数		
No.	名称	所在地	標高	方位	樹種	林令	平均胸高直径 cm	平均樹高 m	1986	1987	1988
1	乳牛山	鹿角市 花輪字乳牛山	240	E	アカマツ	30	12.0	14.0	18.1	20.3	18.8
2	尾去沢	〃 尾去沢字尾去沢	330	N	アカマツ	8	3.0	2.0	15.7	17.9	16.2
3	深中田	〃 八幡平字深中田	490	W	スギ	5	5.0	3.0	7.1	9.7	6.3
4	椿台	雄和町 椿川字椿台	60	平担	ポプラ、 メタセコイア	29	40.0	15.0	20.8	24.6	23.9
5	猫沢	〃 女米木字猫沢	200	S	アカマツ	30	12.0	13.0	19.7	23.0	23.2
6	石川	〃 女米木字石川	330	E	広葉樹	15	4.0	3.0	17.3	21.2	20.6

丸太で1987と1988年に1年1世代虫・2年1世代虫の羽化脱出経過を調査した。

⑧冬期の積雪期間中は、各試験地の網籠を回収し、供試木は、鳥害防止のため寒冷沙をかけて現地に置いた。

2. 調査結果と考察

調査結果について、羽化脱出経過を表一3、産卵痕数を図一3、産卵痕数に対する1年1世代虫の羽化率を図一4、産卵痕数に対する2年1世代虫の羽化率を図一5に示した。

表一3 マツノマダラカミキリの羽化経過

試験地		6 月	7 月	8 月	羽 仁 数		
No.	名称	中 下	上 中 下	上 中	♂	♀	計
1	乳牛山	(—)	—	—	8(3)	6(5)	14(8)
			—	—	6	5	11
					4	3	7
2	尾去沢	(—)	—	—	14	17	31
			—	—	2	5	7
					6	3	9
3	深中田	(—)	—	—	15	17	32
			—	—	1	0	1
					9	2	11
4	椿 台	(—)	—	—	59	59	118
			—	—	2	0	2
					9	10	19
5	猫 沢	(—)	—	—	6	8	14
			—	—	3	9	12
							
6	石 川	(—)	—	—	8	11	19
			—	—	16	12	28
							

(注) 「(—)」は岩城町材料からの羽化。「 — 」は1年1世代虫の羽化。
「.....」は2年1世代虫の羽化。「 | 」は50%羽化日。
羽化数の()は椿台で羽化した成虫を産卵用に追加したもの。

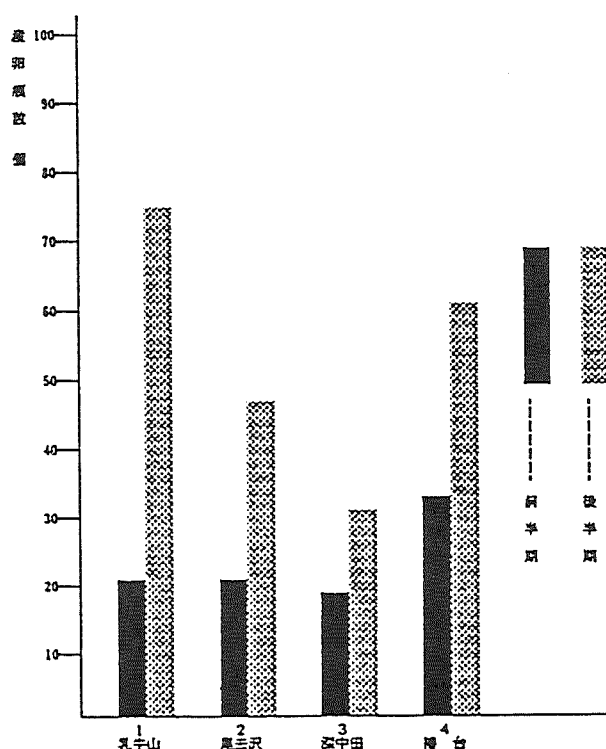
1) 搬入丸太からの羽化脱出経過と産卵状況

岩城町から搬入した丸太から、全試験地で1年1世代虫の羽化脱出と産卵活動が見られた。

羽化脱出初日について見ると、鹿角市と雄和町とでは、標高は低い日陰で湿度の高いNo. 4の試験地が遅く、さらに、鹿角市の中では標高は低い日当たりの悪いNo. 1の試験地が遅くなっている。これは、網籠の設置場所が、試験地No. 2と3が幼齢造林地で日当たりの良い場所であるのに対し、No. 4はメタセコイア・ポプラの防風林、No. 1はアカマツ壮齢林の中であり、局部的には温度条件が悪い場所であることから、有効積算温量が少なかったためと考えられる。

50%羽化日・羽化終日は、各試験地とも殆ど差が認められない。羽化脱出した成虫の産卵は、♀1頭当たりの産卵痕数で見ると、各試験地とも前半期より後半期が多くなっている。これは、産卵期間を夫々約30日間としたが、前半期の産卵開始が7月中旬以降であるため、実質的な産卵期間が短かったためと推察される。

前半期の産卵痕数は、鹿角市のNo. 1・2・3は同じで、雄和町が多くなっている。後半期の産卵痕数は、鹿角市のNo. 1・2・3は温度条件が良いところで多く、温度条件が悪いところで少なくなっている。No. 1とNo. 4では、前半期はNo. 4が多く、後半期ではNo. 1が多くなっているが、前・後半期を通じての計では殆ど差がない。このことは、産卵活動の全期間には差がなく、産卵活動のピークが、温度条件によって時期的な差があったものと推察される。



図一3 ♀1頭当り産卵痕数

なお、各試験地で孵化幼虫の发育状況を見るため、供試木の他に2本ずつ余分に産卵させた丸太を、11月上旬に割材して調査した結果、孵化幼虫の发育状況は、既分布地と殆ど同じで、何れも材入しているのが観察された。

2) 現地産卵丸太からの1年1世代虫の羽化脱出経過

現地産卵丸太からの1年1世代虫の羽化脱出は全試験地で見られたが、No.3では1頭、No.4では2頭と少ない。

羽化初日について見ると、未分布地の鹿角市では、標高330mの幼齡マツ林で日当りの良いNo.2が7月上旬で最も早く、次いで標高240mの壮齡マツ林で日当りが悪いNo.1が7月中旬、標高490mでMB指数が10未満のNo.3が7月下旬で最も遅くなっている。

これに対し、既分布地の雄和町では、標高に関係なく各試験地とも7月中旬となっている。これは、No.4で産卵したものを各試験地に設置したもので、産卵条件に違いなかったことによるものと思われる。

また、雄和町における平年の羽化初日は6月下旬であるのに、本調査で特に遅くなったのは、No.4の産卵場所が日陰の高湿な場所であったことが影響しているものと推察される。

50%羽化日・羽化終日は、羽化脱出数が1～2頭と極端に少ないNo.3・4は検討できないため、これを除くと、日当りの良いNo.2が幾分早く、それ以外の試験地は殆ど差が見られない。

図-4に示した産卵痕数に対する1年1世代虫の羽化率は、前半期の産卵では0.3～4.8%の範囲で平均が2%であるのに対し、後半期の産卵では0～1%の範囲で平均が0.3%と極めて

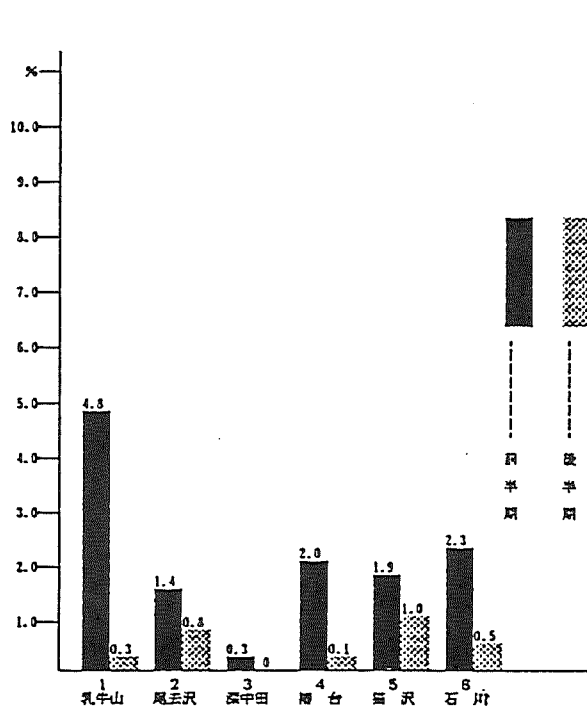


図-4 産卵痕数に対する1年1世代虫の羽化率

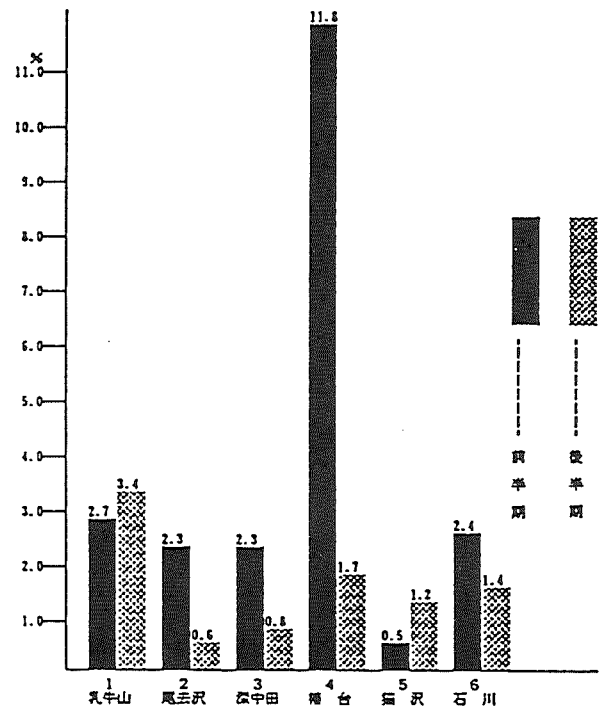


図-5 産卵痕数に対する2年1世代虫の羽化率

低くなっている。また、標高別の羽化率は、既分布地の雄和町では殆ど差がないが、未分布地の鹿角市では標高が高くなるにしたがって羽化率が低く、明らかな違いが見られた。

以上の結果と、MB指数の経年変化から見て、鹿角市の標高500mでは、暖候年には1年1世代虫が出現することがあっても、通常の気象条件では1年1世代の生活環を維持できない地帯と推察される。

3) 現地産卵丸太からの2年1世代虫の羽化脱出経過

現地産卵丸太からの2年1世代虫の羽化脱出は全試験地で見られ、鹿角市では標高が高くなるのに伴って比率が高くなっている。

羽化初日は、雄和町では標高の低いNo.4が7月上旬で、標高が高いNo.5・6が7月中旬とおそく、1年1世代虫の羽化脱出経過とは異なって標高による差が見られた。鹿角市では、No.2が7月上旬でNo.1・3が7月中旬と遅く、1年1世代虫の羽化脱出経過と同じ傾向である。

50%羽化日は、No.4が7月上旬、No.2が7月中旬であるのに対し、No.1・5・6は7月下旬と遅く、温度条件が最も悪いNo.3は8月上旬で既分布地のNo.4より約3週間遅くなっている。

羽化終日は、No.4だけが7月下旬で、他はすべて8月上旬となっていて各試験地の差は殆ど見られず、1年1世代虫と同じ傾向である。

図一5の産卵痕数に対する2年1世代虫の羽化率は、前半期の産卵では0.5～11.8%の範囲で平均が3.7%であるのに対し、後半期の産卵は0.6～3.4%の範囲で平均が1.5%と低くなっている。この点は1年1世代虫と同じ傾向であるが、2年1世代虫の場合は、バラツキが大きく各試験地間では一定の傾向は見られない。

標高別の羽化率は、No.4の前半期産卵が局所的な環境要因が作用したと見られる原因で異常に高いため、これを除いて見ると、未分布地の鹿角市は既分布地の雄和町よりも2年1世代虫となる比率が高くなっている。

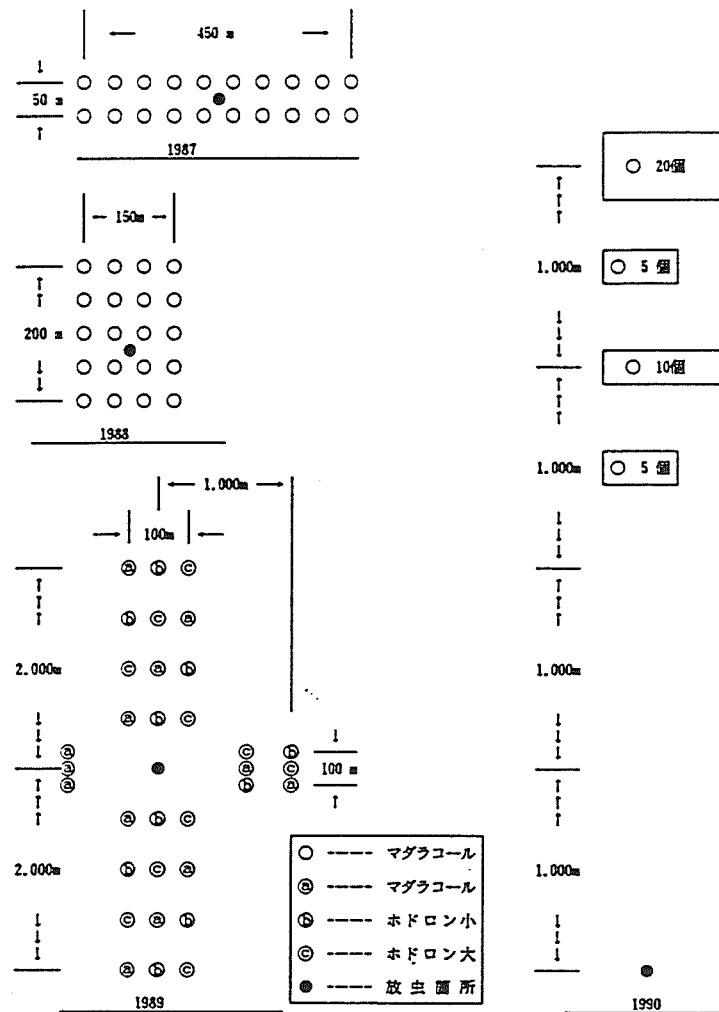
鹿角市の標高490mの1年1世代虫は、暖候年に前半期産卵のものから1頭出たのみで、2年1世代虫の羽化脱出は初日が7月中旬で50%羽化脱出は8月上旬であることから、鹿角市の標高500m以上では1年1世代の生活環は維持できず、2年1世代では辛うじて生活環を維持できる地域であることが認められた。この結果は、理論値による温量分布図のマツノマダラカミキリ生息可能範囲と一致している。

IV. マツノマダラカミキリの移動分散距離

—放されたマツノマダラカミキリ成虫の捕獲経過と分散距離—

マツノマダラカミキリの分布拡大の予測及びマツ材線虫病の防除にあたり、被害地を中心に有効な防除帯を設定するためには、マツノマダラカミキリの分散距離を知る必要がある。

そこで、カミキリに標識を付けて放し捕獲の割合と分散の方向・距離等について調査した。



図一 誘引器の配置

1. 調査地および調査方法

1) 調査地の概況

調査地は、南秋田郡天王町浜山・秋田市飯島地内の、日本海に面したほぼ平坦なクロマツ人工林25～35年生で、林帯幅は0.6～1.5km、南北の延長は約20kmの連続した松林である。

2) 誘引器および誘引剤：3種類のものを用いた。

①：黒色ロート型トラップとマダラコール（サンケイ化学KK製）。

②：ブリキ製トラップ（井筒屋化学産業KK製）とホドロン140ml缶（ホドロン普及協会製）。

③：ダンプレート製ボックス収納型トラップ（保土谷化学工業KK試作品）とホドロン1,000ml缶（ホドロン普及協会製）を使用した。

誘引器は地上1.5mの高さに、6月下旬図一7のように設置した。

誘引剤は①および②を20日毎に新しいものと交換し、③は調査期間中1器に1個使用した。

3) 供試虫

岩城町と天王町の海岸で、寒風害によって枯死したクロマツを、当林業技術センター網室に

収納し、これから羽化・脱出したマツノマダラカミキリを供試虫とした。供試虫には、赤・黄・緑のペイントマーカー（パイロット製）で放虫日ごとの標識をつけて、羽化脱出後5日以内のもの987頭を放した。（表—4）

表—4 標識虫の放虫数と捕獲数

調査年	放 虫 数			捕 獲 数			捕獲率
	♂	♀	計	♂	♀	計	
1987	63	74	137	10	3	13	9.5%
1988	141	158	299	32	13	45	15.1
1989	105	92	197	8	1	9	4.6
1990	181	173	354	0	0	0	0
計	490	497	987	50	17	67	6.8

4) 調査間隔

捕獲虫の調査は、7月上旬の最初の放虫日から8月中旬までは5日間隔で、その後は10日間隔で11月上旬まで行った。

2. 調査結果と考察

1) 捕獲率

放虫数987頭に対し、捕獲数は67頭（6.8%）であった。誘引器の設置方法別に見ると、1988年の4列設置の場合が15.1%で最も高く、次いで1987年の2列設置が9.5%であった。

また、1989年以後の500mごとの設置では2.0kmまでが4.6%、2.5～4.0kmが0%であった（表—4）。

調査地はマツ材線虫病未発生地であり、誘引器と競合する衰弱木は、被圧等による枯死木が主で年次毎の変化は殆どない。1987年と1988年の調査地における自然虫のトラップ1器当たり捕獲数はほぼ一致していた(10)。

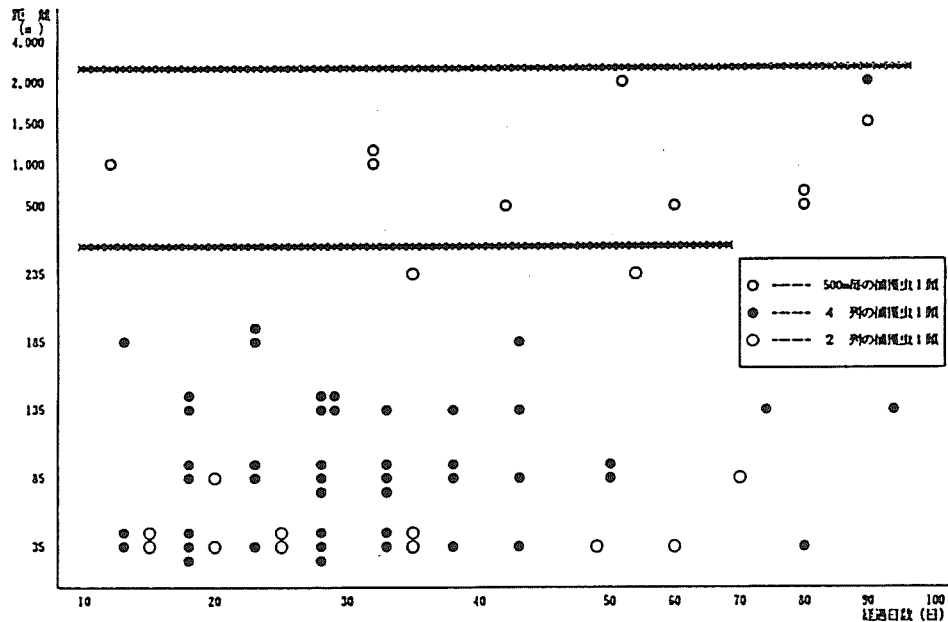
また、2列設置では設置区域外へ移動する個体が多く、500m毎設置では、誘引器に到達しない個体が多いと考えられる。以上の点から年次毎の捕獲率の違いは、誘引器設置の距離および方法の違いが主因と推察される。

捕獲虫の性比は、同じ誘引器で捕獲された自然虫3,416頭中の雄の比率60%に対し、再捕獲虫の雄の比率は75%と高い。この傾向は井ノ上ら(4)野平ら(6)の調査でも認められている。

2) 捕獲経過

調査結果を図—8に示した。捕獲期間は7月中・下旬から10月上・中旬までの約90日間で、自然虫の捕獲期間約100日とほぼ同じ期間である。

放虫日から初捕獲までの日数は、12～31日で平均では17日となっている。これは、羽化・脱出後から見ると20日前後と見られるものである。マツノマダラカミキリの捕獲は、放虫後30日までに50%、45日までには80%となり、最も遅い場合は94日後で各調査日ごとに連続して捕獲された。



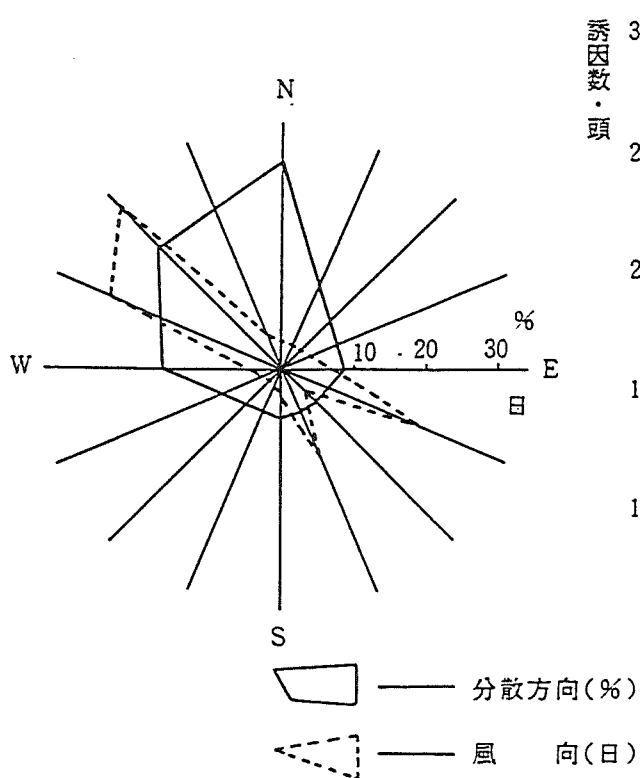
図一 8 経過日数別・距離別捕獲数

3) 分散距離

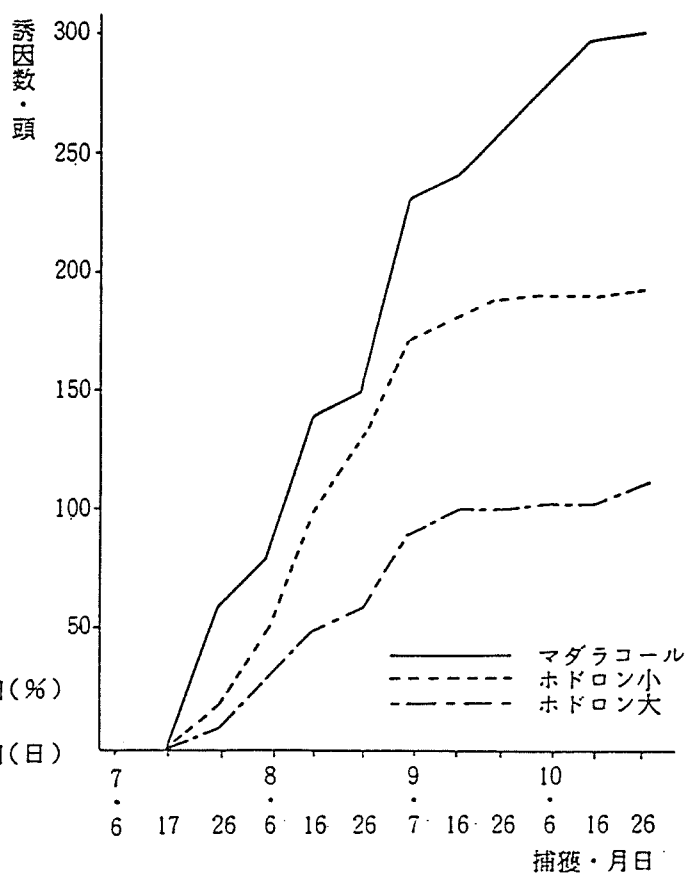
- ① 1987年及び1988年には放虫点から235m以内に誘引器を設置し57頭を捕獲した。この場合、放虫点から135mまでの間で、捕獲虫の89%が放虫後94日まで連続して捕獲されている。さらに、19%が135mで、9%が185mで、4%が235mで捕獲され、この他に2,000m地点での捕獲が1頭あった。
- ② 1998年の場合、放虫点から500～2,000mに誘引器を設置した。その結果、放虫点から500、1,000、1,500、2,000mの各地点で計9頭が捕獲され、この78%が1,000m以内の捕獲で、早い個体は放虫後13日目に捕獲された。1,500m以遠の捕獲は、放虫後50日以上経過してからであった。
- ③ 1990年の放虫点から2,500～4,000mに誘引器を設置した場合、1頭も捕獲されなかった。

4) 分散の方向

最寄り気象測候所のデータによる調査期間中の風向日数と分散の方向の比率を図一9に示した。これで見ると、風向と分散方向にはっきりした関連は認められない。しかし、この分散の方向は、秋田県の海岸地帯におけるマツ材線虫病被害の拡大方向と一致している。したがって、今後調査地におけるマツノマダラカミキリの行動時間帯の風向を調査した上で、検討する必要がある。



図一9 標識虫の分散方向と風向



図一10 誘因材別自然虫の累積捕獲数

5) 誘引剤の種類と自然虫の捕獲数

1989年誘引剤の種類別に調査した自然虫の累積捕獲数は、マダラコールが300頭と多く、次いでホドロン140mlが193頭、ホドロン1,000mlが108頭であった。(図一10)

このうち、マダラコールの7月から9月中旬までの捕獲は、誘引剤交換後の前半が多く、後半が少なくなっている。これは、調査期間中の高温小雨で、誘引剤が早期に蒸散したためと見られる。また、ホドロン1,000mlは8月中旬に2器が風で破損したことが影響しており、この点を改良することにより捕獲数はもう少し多くなると推察される。

以上は、連続したマツ林での調査結果であり、今後は異なった条件下での調査も必要と思われる。

引用文献

- (1) 藤岡 浩；秋田県におけるマツノマダラカミキリの分布、秋田自然史研究、No.20、34～35、1986
- (2) 五十嵐正俊；東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態上の特徴、林試東北支場年報26、103～112、1985

- (3)五十嵐正俊；東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態（X X II） — 温量分布にもとづく分布拡大地域の推定 — 、日林東北支誌29、157～158、1987
- (4) 井ノ上二郎・金森弘樹；松くい虫被害林における誘引剤によるマツノマダラカミキリ誘殺例、島根県林セ研報39、33～37、1988
- (5) 小島忠三郎；東北地方における任意地点の平均気温の推定と温量指数及び積算寒度、森林立地12、2、1971
- (6) 野平輝男・小川 知；誘引剤に対するマツノマダラカミキリの誘引反応 — マーク虫の放虫後の動き — 、34回日林中支講、169～170、1986
- (7) 佐藤平典；東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布、森林防疫33(2)、7～11、1984
- (8) 山家敏雄・藤岡浩・滝沢幸雄；東北地方におけるマツノマダラカミキリの生態（X X I）—マダラコールを連続設置した場合の誘引効果と誘引器の比較—、日林東北支誌38、240～245、1986
- (9) —————・—————・—————；誘引材によるマツノマダラカミキリのモニタリングに関する研究（Ⅲ） — 海岸クロマツ林における誘引消長 — 、日林東北支誌40、184～185、1988
- (10) —————・—————・楨原寛；—————
—（Ⅳ） — 海岸クロマツ林の除間伐後における誘引消長 — 、日林東北支誌41、174～176、1989

A Report on the habitat of *Monochamus alternatus* H_{OPÉ} in Akita prefecture.

by Hiroshi Fujioka

—Summary—

In order to study the possibility of the occurrence and spread of pine damage caused by the pine-wood nematode when pine trees having *Monochamus alternatus* H_{OPÉ} and the pine-wood nematode are brought into an area where damage by the pine-wood nematode is unknown, I investigated the distribution and habitat of *Monochamus alternatus* H_{OPÉ}.

- 1) The spread of *Monochamus alternatus* H_{OPÉ} has been expanding gradually, and in 1991, was found in 38 municipalities in Akita prefecture.
- 2) In order to better understand the habitat, I made a classification chart of living conditions based on temperature. As a result, the "adequate" habitat agreed very well with the distribution until now, and has almost agreed with areas having an MB index of 23 or higher.
- 3) An experiment of raising *Monochamus alternatus* H_{OPÉ} was performed in Kazuno City, where there was no known distribution. "Semi-adequate" and "possible" habitats, according to the classification chart mentioned above, were chosen. As a result, insects which became adult within 1 year were found to survive in the "semi-adequate" habitat, although the ratio of those that became adult within 2 years was higher. In the "possible" habitat, only the insects which became adult within 2 years lived. All of this agreed with the classification chart.
- 4) The spread of *Monochamus alternatus* H_{OPÉ} was studied by releasing marked insects and catching them at certain points within a widespread Japanese black-pine (*Pinus thumbergii* P_{ARL}) forest. Most insects moved about 100 meters. The longest moving distance was 2,000 meters. All insects that moved more than 1,500 meters were caught 50 days or more after their release. No movement from 2,500 to 4,000 meters was observed, and no correlation between the moving direction and wind direction was found. However, a correlation was found between the direction of the spread of *Monochamus alternatus* H_{OPÉ} and the direction of the spread of pine damage caused by the pine-wood nematode on the coast of Akita prefecture.

天敵を利用したマツ材線虫病防止除技術に関する研究（Ⅰ）

—— 巣箱によるアカゲラの誘致 ——

藤 岡 浩

Studies on biological control of pine damage by the pine wood nematode utilizing natural enemies (Ⅰ). Attraction of Great spotted wood pecker (*Dendrocopos major*) using nest-logs

Hiroshi Fujioka

要 旨

マツ材線虫病を媒介するマツノマダラカミキリを捕食するアカゲラについて、巣箱による誘致と生息密度・捕食率の関係について検討した。

アカゲラは、針葉樹・広葉樹を問わず、数十年生以上の森林があれば各地に普遍的に分布すると見られ、生息密度は営巣・ネグラ場所及び餌の条件に深い関係が見られた。

材入幼虫の捕食は、バラツキが大きく一定の傾向は見られなかったが、餌の量との関係が大きく、密度依存的な捕食機構が働いている。樹皮下幼虫の捕食率は20%強で、これらを総合して見るとアカゲラは有力な天敵と見られる。

クロマツ人工林に架設した巣箱に、架設した翌春から反応し、反応率は年々高くなって、3年目には57%となった。巣箱の材料別ではシラカンバが79%と高率で、最も好まれている。

巣箱の利用は、シラカンバ材で見られ、架設後1年で4個に利用可能な穿孔をして、そのうち2個をネグラに利用した。

I. はじめに

マツ材線虫病の防除にあたり、天敵を利用して激害化への進行を阻止し、より被害の少ない状態へ誘導管理する技術の開発が必要となっている。鳥類のなかでキツキ類は、有力な天敵と見られているが、その中でアカゲラは、マツ材線虫病を媒介するマツノマダラカミキリを捕食する有力な天敵であることが報告されている（2、3、4）。

このアカゲラの抜本的な誘致・増殖対策は、営巣・ネグラに適した樹林を造成することにあるが、そのためには長年月を必要とする。そこで、生息状況と捕食実態を解明するための調査と、さらに人工的な営巣・ネグラ場所を提供してその誘致効果を検討したのでその結果を報告する。

本試験は、国庫助成地域重要課題「松枯損の激化抑止技術」（1989～1991年）の1課題として実施

したもので、「アカゲラによる捕食実態の調査」の「樹皮下幼虫の捕食率」は、森林総合研究所東北支所昆虫研究室長榎原寛氏、同主任研究官五十嵐豊氏、同研究員鎌田直人氏との共同研究として実施したものである。

また、鳥類の生息調査について、秋田県立秋田中央高等学校教諭 加藤竜悦氏のご協力を頂いた。ここに厚くお礼申し上げる。

II. 調査方法

調査地は、マツ材線虫病未発生の場所で、表－1 に示す 4 か所を選定した。

表－1 調査地の地林況

調 査 地		地 況		林 況				枯損木 本数 本/ha	樹洞木 本数 本
No.	所 在 地	標 高 m	方位	樹 種	林令 年	面積 ha	樹高 m		
1	天王町	15	W・E	クロマツ 草地・灌木 水	35	15	11	被圧60	0
2	秋田市飯島	20	W	クロマツ	30	15	10	被圧20	0
3	秋田市羽川	70	S	ス 広 葉 樹 アカマツ	45	15	17	0.2	2
4	岩城町	10	W	クロマツ	40	15	11	被圧23	0

1. キツツキ類の生息密度と生息環境

各調査地に延長1,500mの調査線を設定し、1989年から1991年まで5月と12月を中心に、午前2回、午後1回ラインセンサス法により鳥類の生息調査を行なった。

ラインセンサスは、1,500mをおおむね1時間で歩行し、目撃および鳴声によって半径50mの範囲に出現する鳥類の種類と羽数を記録した。

2. キツツキ類による捕食実態の調査

1) 材入幼虫の捕食率

1989年4月に岩城町の調査地から、寒風害による枯死木にマツノマダラカミキリが材入しているもの10本を伐倒し、割材によって捕食率を調査した。

また、各調査地にマツノマダラカミキリを寄生させた丸太（長さ1m、直径10cm前後）10本を1989・1990・1991年の11月に設置し、翌年4月に回収して、割材によって捕食率を調査した。

割材による調査は、①材入孔数、②捕食数、③蛹室カラ数、④死体数を調査し、これから、 $\text{②捕食率} = (\text{②} / \text{①} - \text{③} - \text{④}) \times 100$ を算出した。

2) 樹皮下幼虫の捕食率

調査地は、調査地No.1・2で、林齢30～35年生のクロマツ林である。

- (1) 調査木は、1990年6月下旬から7月上旬にかけて次のように設置した。
- ①. 調査地No.1で、7月2日生立木を伐採し、立木状態で東西南北方向にそれぞれ5本計20本を5m間隔で生立木に立てかけた。その近くに7月9日クロマツ2m丸太を2本ずつ40本を生立木に立てかけた。
 - ②. 天王町浜山地内で、①の場所から北方約400mの場所に、6月21日盛岡市で伐採したアカマツ丸太30本を生立木に立てかけた。
 - ③. ①の場所から南方約6kmの調査地No.2に、7月3日クロマツ1m丸太10本を生立木に立てかけた。
- (2) 調査は、調査木を次のように抽出し、剥皮及び割材によって行なった。
- ①は、立木8本を抽出し、11月15日4本を現地で調査、11月29日4本を秋田県林業技術センターに搬入して調査した。
 - ②は20本を抽出し、森林総合研究所東北支所に搬入して調査した。
 - ③は5本を抽出し、11月29日秋田県林業技術センターに搬入して調査した。
- (3) 調査基準は次のように定めて行なった。
- ㊸樹皮下幼虫の捕食：キツツキ類の樹皮のみのツツキ跡がある場所で、材表面に材入前のマツノマダラカミキリ幼虫の食痕があって、幼虫がいない。
 - ㊹材入幼虫の捕食：キツツキ類の樹皮のみのツツキ跡がある場所で、マツノマダラカミキリ幼虫の材入孔があって、蛹室未形成で、幼虫がいない。
 - ㊺幼虫総数：樹皮下幼虫（㊸+生存+死亡）+材入孔
 - ㊻捕食率： $(\text{㊸} + \text{㊹}) / \text{㊺} \times 100$

3. アカゲラ誘致増殖法の解明

調査地No.1・4で、営巣・ねぐら用の素材（以下「巣箱」という。）として、直径約20cm、高さ45cmのコバノヤマハンノキ丸太50本、スギ丸太10本を準備して、丸太の上部側面に直径5cm深さ1～2.5cmの穴を開けたものを使用し、50m間隔で南北方向に1調査地あたり、15個の2列計30個を、1989年12月上旬クロマツ樹幹上3mの高さに架設した。さらに、1990年に上部側面に穴を開けないシラカンバ丸太14本を前年架設地に接続してNo.1に8個、No.4に6個をクロマツ樹幹上3mの高さに架設した。

架設後は、毎年5月と12月を中心にツツキ痕、穿孔等の有無と利用状況を調査した。そして、この調査結果と、ラインセンサスによるアカゲラ生息数の年次変動との関連を検討した。

4. 誘致による捕食率の変動調査

巣箱の供与により、カミキリ幼虫に対するアカゲラの捕食率がどのように変動するかを「2. キツツキ類による捕食実態の調査」により得られたデータに基づき検討した。

Ⅲ. 調査結果と考察

1. キツツキ類の生息密度と生息環境

表—2 にキツツキ類のラインセンサス結果、表—3 にキツツキ類以外の鳥類のラインサンセス結果、図—1 に春期を100とした秋期の相対密度と種類を示した。

表—2 ラインセンサス結果（キツツキ類）

調査地番号	調査年	春 期 出 現 羽 数 (相 対 密 度)				秋 期 出 現 羽 数 (相 対 密 度)			
		アカゲラ	アオゲラ	コゲラ	計	アカゲラ	アオゲラ	コゲラ	計
1	89	1(0.2)	0	0	1(0.2)	0	0	0	0
	90	0	0	0	0	1(0.3)	0	0	1(0.3)
	91	0	0	0	0	2(0.7)	0	0	2(0.7)
2	89	0	0	0	0	0	0	0	0
	90	0	0	0	0	0	0	1(0.5)	1(0.5)
	91	0	0	0	0	0	0	0	0
3	89	2(0.6)	0	1(0.3)	3(0.9)	1(0.3)	0	0	1(0.3)
	90	1(0.3)	0	0	1(0.3)	2(1.0)	1(0.5)	1(0.5)	4(2.0)
	91	1(0.2)	0	2(0.5)	3(0.7)	1(0.4)	2(0.8)	1(0.5)	4(1.7)
4	89	0	0	0	0	0	0	4(1.0)	4(1.0)
	90	0	0	0	0	0	0	0	0
	91	0	0	0	0	0	0	2(0.7)	2(0.7)

(1) キツツキ類の生息状況

全調査地でアカゲラ、アオゲラ、コゲラのいずれか、或は複数種が記録されている。これを調査地別に見ると、No.1 ではアカゲラ、No.2 と4 ではコゲラ、No.3 ではアカゲラ、アオゲラ、コゲラが記録されている。

4 調査地で、記録の頻度が高最も高いのはアカゲラで、No.1 と3 で春期4 秋期5 の9 回記録され、次いでコゲラがNo.2、3、4 で春期2 秋期5 の7 回、もっとも少ないアオゲラはNo.3 で秋期のみ2 回記録されている。

4 調査地は、全部低標高地の針葉樹が主体の環境で、キツツキ類は秋期の記録が多くなっている。このなかで、標高が70mで他の調査地より高く、内陸寄りのNo.3 は、春期の記録も多くなっている。このことは、冬期は低地に漂行し、春期は高地の広葉樹の多い場所で繁殖する習性によるものと推察される。

食性から、マツノマダラカミキリの天敵と位置づけられているアカゲラとアオゲラが、ラインセンサスで春期秋期とも記録されなかった調査地は、No.2、4 である。しかし、これらの調査地における捕食率調査では、何れかの種が生息していることが認められている。

このことはラインセンサスでアカゲラ・アオゲラの記録が0 であっても、生息していないということではなく、調査では記録されない程度の生息密度であることを示すものである。したがって、ラインセンサスで記録される頻度が多いアカゲラは、針葉樹・広葉樹を問わず、数十年生

以上の森林があれば各地に普遍的に分布しているものと見られる。

また、アカゲラの生息密度をみると、センサスでアカゲラの相対密度が最も高いのはNo.3で、次いでNo.1となっている。この2調査地の環境条件をみると、No.3はスギ林が主で、他にアカマツと広葉樹が混交している林分であり、No.1は草地・灌木・水田が入り込んでいるクロマツ単純林で、被圧による枯死木が多く、これにマツノマダラカミキリが寄生し、他の調査地より餌条件が良い環境である。

このことから、アカゲラの生息密度は、営巣・ねぐら・餌の条件に深い関係があるものと推察される。

(2) キツツキ類以外の鳥類の生息状況

表一3 ラインセンサス結果（キツツキ以外）

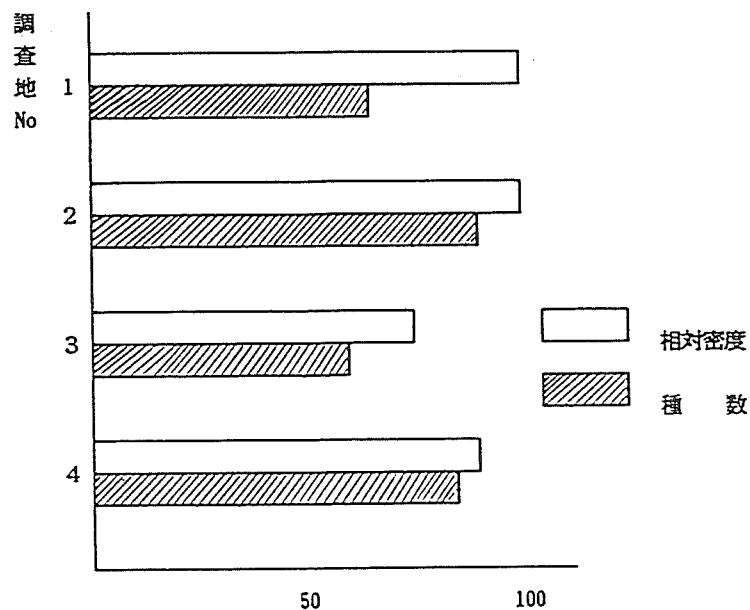
調査地番号	調査年	春 期			秋 期		
		総種数	相対密度	優占種5種の種名 ※	総種数	相対密度	優占種5種の種名 ※
1	89	22	50.4	Cs,Ha,Pma,Ec,Pmo	7	38.0	Pma,Pm,Er,Hm,Pv
	90	17	57.9	Cs,Ec,Ha,Pma,Er	13	49.0	Pma,Er,Cs,Ha,Ec,
	91	16	42.9	Ha,Cs,Pma,Ec,Tc	15	63.0	Pma,Er,Csp,Cs,Ha,
2	89	8	26.3	Cs,Pma,Ec,Cco,Lc	6	47.0	Pma,Pm,Cs,Pv,Ha
	90	8	48.5	Cs,Cco,Pma,Ec	9	26.5	Pma,Pa,Cco,Cs,Pm,
	91	6	23.3	Cs,Cco,Pma,Ec,Hm	5	22.5	Cco,Pma,Hm,Cs,Pv,
3	89	19	37.9	Ha,Pma,Cs,Zi,Ec,	10	28.5	Pm,Pa,Ac,Cco,Ha,
	90	17	39.0	Ha,Pma,Pv,Cs,Ec,	10	25.0	Pma,Pv,Ha,Ec,
	91	14	29.3	Pma,Cs,Ha,Pv,Cm	9	24.0	Pa,Pm,Pma,Ha,Cm,
4	89	9	36.3	Cs,Ha,Pmo,Cco,Hm	8	25.5	Pma,Pv,Pa,Cs,Hm,
	90	7	23.8	Cs,Cco,Hm,Ha,Pma	6	16.5	Pma,Cco,Ha,Hm,
	91	9	37.3	Cs,Ha,Cm,Pma,Ec,	7	43.0	Pma,Pv,Cm,Pm,Hm,

※) Acエナガ, Ccoハシボソガラス, Cmハシブトガラス, Csカワラヒワ, Cspマヒワ, Ecホオジロ, Erカシラダカ, Haヒヨドリ, Lcイスカ, Hmトビ, Paヒガラ, Pmコガラ, Pmaシジュウカラ, Pmoスズメ, Pvヤマガラ, Tcクロツグミ, Ziメジロ,

センサスの結果、種数・羽数の最低～最高の記録数は、種数は春が7（No.4）～22（No.1）、秋が5（No.2）～15（No.1）、相対密度は春が23.3（No.2）～57.9（No.1）、秋が16.5（No.4）～63.0（No.1）と調査地によって大きな差がある。

全期間を通して夫々の調査地において優占種5種が記録される頻度は、春期がカワラヒワ、シジュウカラ、ヒヨドリ、ホオジロ、ハシボソガラス・・・の順で、秋期はシジュウカラ、カワラヒワ、ヒヨドリ、ヤマガラ、コガラ、トビ・・・の順となっていて、春・秋期の優占種3種では差がなく、低地のマツ林および針広混交林では、全体としてシジュウカラ、カワラヒワ、ヒヨドリが優占している。

また、春期を100とした秋季の調査地別の相対密度・羽数を図一1に示した。これで見ると何れの調査地も秋期が少なくなっている。



図一1 春期を100とした秋期のキツツキ類以外の鳥類の相対密度と種数

2. アカゲラによる捕食実態の調査

(1) 材入幼虫の捕食率

アカゲラによるマツノマダラカミキリ材入幼虫の捕食率調査結果を表一4に示した。調査を行なった4調査地中No.3を除く3調査地で捕食が認められている。この捕食率は調査地によ

表一4 キツツキ類によるマツノマダラカミキリ材入幼虫の捕食率

調査地番号	調査年	調査本数本	材入孔数②	捕食数			捕食無で蛹室カラ③	蛹室生存④	死体数⑤	捕食率⑥
				材入孔	蛹室	計⑥				
1	89	10	65	1	10	11	10	41	3	21
	90	10	42	0	0	0	18	23	1	0
	91	10	73	17	0	17	8	47	1	27
	計	30	180	18	10	27	36	111	5	19
2	89	10	63	0	0	0	8	50	5	0
	90	10	29	0	0	0	3	26	0	0
	91	10	52	16	3	19	17	14	2	58
	計	30	144	16	3	19	28	90	7	17
3	89	10	53	0	0	0	7	44	2	0
	90	10	34	0	0	0	5	27	2	0
	91	10	(台風被害で調査不能)				—	—	—	—
	計	30	87	0	0	0	12	71	4	0
4	89	立10	439	62	45	107	193	136	3	44
	89	10	50	0	0	0	9	40	1	0
	90	10	47	0	0	0	10	37	0	0
	91	10	115	39	0	39	2	73	1	35
	計	40	651	101	45	146	214	286	5	34

$$\text{捕食率}\text{⑥} = \text{⑥} / \text{②} - \text{③} - \text{④} \times 100$$

て、あるいは調査年によって大きく変動している。この変動を検討して見ると

① 1990年は4調査地とも捕食率が0である。これを供試木の材入孔数の計に対する1990年の材入孔数の比率で見ると、No.1 23%、No.2 20%、No.3 39%（2年の計に対する比率）、No.4 22%、で何れも1989年1991年より低くなっている。

このことは、1990年の供試木は1989年1991年の供試木と比較し、餌としての条件が悪かったもので、これが捕食率に影響した一因と見られる。

② 1989年の供試木で捕食が認められたのは、調査地No.1のみである。No.1は被圧枯死木がha当たり60本と特に多く、これに寄生しているマツノマダラカミキリをアカゲラが捕食しているのが観察され、餌条件が良い環境であった。

③ 調査地No.2では、1989年1990年には本試験と同時期に約500m離れた場所で、他の試験でマツを伐採し、玉切りせずに立てかけておいた20本には捕食が見られたが、本供試木には見られなかった。これは、餌量の違いでアカゲラが探索出来なかったか、あるいは興味を示さなかったものと思われる。

④ 調査地No.3は、スギに穿孔と樹洞が見られた。このなかで、深い穿孔があるものを割材したところ、ウスバカミキリが寄生しているものであった。藤岡ら(1)の調査で、スギカミキリ、ヒメスギカミキリ、スギノアカネトラカミキリ等が寄生しているスギをキツツキ類が穿孔している秋田県内の実態からみて、本調査地では、キツツキ類が主にスギに依存し、数量の少ない供試木には興味を示さなかったものと見られる。

⑤ 調査地No.4の1989年の調査で、寒風害枯死木10本では44%の捕食率であるのに対し、同じ場所で丸太10本の供試木は0%の捕食率であったことは、明らかに餌条件の違いと見られるものである。

以上の点から、本試験における捕食率の変動は、夫々餌条件が大きく関与し、さらに由井(7)の指摘する密度依存的な捕食機構が働いたものと考えられる。これと、自然における捕食率が約50%である実態(4)からみて、アカゲラはマツ材線虫病の有力な天敵と認められる。

(2) 樹皮下幼虫の捕食率

調査結果を表一5・6、図一2・3に示した。

表一5でみるとツツキ跡数は、立木区301個、2 m丸太区31個、1 m丸太区0個である。捕食率は樹皮下のみでは立木区20.5%、2 m丸太区6.7%、1 m丸太区0%で、蛹室なしの材入を含めると立木区34%、2 m丸太区30%、1 m丸太区0%となる。これは、調査木（餌木）が多く、樹高が高いものにツツキ跡が集中し、捕食率も高くなることを示し、由井らの「捕食可能性が相対的に多いほど捕食率が高くなる。」(8)との報告と一致する。

表一6で立木区の高さ別捕食率を見ると、総体的な幼虫数に対するツツキ跡数は、図一2にも示したように幼虫数とツツキ跡数に高い相関があり、幼虫数が多くなるほどツツキ跡数が多

表一五 キツツキ類による樹皮下幼虫の捕食状況

調 査 木	キ ツ ツ キ 跡 数	樹皮下幼虫			材入孔数	材 入 幼 虫									
		捕食幼虫	生存幼虫	死亡幼虫		ツ ツ キ 跡 あ り					ツ ツ キ 跡 な し				
						カ ラ		死 亡	生 存		カ ラ		死 亡	生 存	
						蛹室無	蛹室有		蛹室無	蛹室有	蛹室無	蛹室有		蛹室無	蛹室有
立木 8 本	301	124	27	4	451	79	18	1	25	41	67	22	7	77	114
2 m丸太20本	31	2			28	7	7	1		8	3				2
1 m丸太5本					49						4			12	33

表一六 キツツキ類による高さ別の樹皮下幼虫捕食率

捕食の 高 さ m	幼虫 総数 頭	ツツキ 跡数 個	捕食幼虫数 (頭)			幼虫捕食率 (%)			捕食 成功率 %
			樹皮下	材 入	計	樹皮下	材 入	計	
10～11	0	0	0	0	0	0	0	0	—
9～10	8	1	0	1	1	0	12.5	12.5	100
8～9	39	12	4	3	7	10.3	7.7	18.0	58.3
7～8	71	31	12	9	21	16.9	12.7	29.6	67.7
6～7	87	32	14	8	22	16.1	9.2	25.3	68.8
5～6	84	41	15	11	26	17.9	13.1	31.0	63.4
4～5	78	38	14	11	25	18.0	14.1	32.1	65.8
3～4	80	47	20	14	34	25.0	17.5	42.5	72.3
2～3	73	48	25	10	35	34.3	13.7	48.0	72.9
1～2	54	41	16	7	23	29.6	13.0	42.6	56.1
0～1	32	10	4	5	9	12.5	15.6	28.1	90.0
計	606	301	124	79	203	20.5	13.0	33.5	67.4

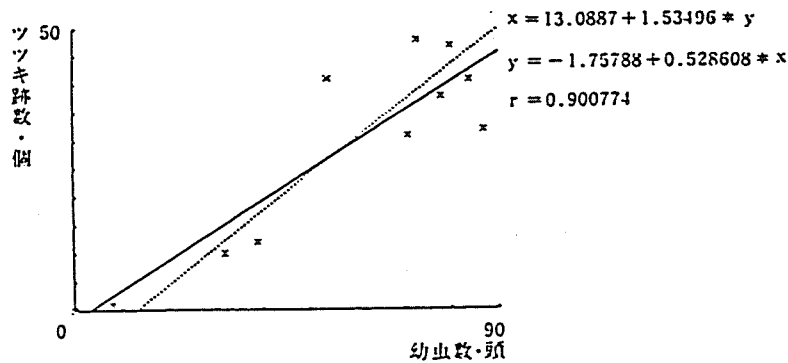
くなっている。

幼虫数は、枝が多い4～8 mのクローネ部が最も多く、次いで枝がない1～4 mの樹幹部に多いが、ツツキ数は樹幹部が多く、樹皮下の捕食率は樹幹部がもっとも高い。

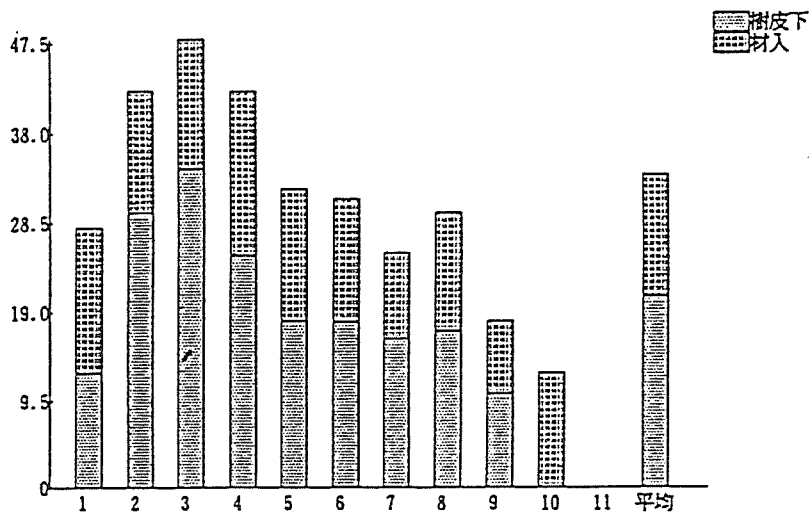
そして、材入後の捕食率は高さによる違いがあまり見られなくなっている(図一三)。

材内の越冬幼虫の捕食率は、高い所ほど高率になる(3、4)のに対し、樹皮下の捕食率は1 m以下の地面に近いところを除いた低いところが高率になる。この違いは幼虫探索の方法および幼虫の発育程度・枝の有無などの違いが考えられる。

すなわち、材内の越冬幼虫の捕食は、まず打診によって探索される(3)のにたいし、樹皮下の



図一 2 幼虫数に対するキツツキ跡数



図一 3 高さ別幼虫捕食率

場合は、幼虫自体の発する音などによる探索が考えられ、これと発育程度との関係、さらには枝との関係等について今後確認する必要がある。

樹皮下幼虫④+⑥の捕食率は33.5%である（表一 6）。しかし、表一 5 のツツキ跡有・無のそれぞれの材入幼虫カラを見ると、蛹室有・無間に大きな差がない点から、材入後の幼虫の死亡はキツツキの捕食以外の原因のものが多くと推定される。したがって、樹皮下幼虫の捕食率は、材入幼虫を除いた20.5%と見るのが妥当である。

しかし、材入開始後樹皮下への出入り中に若干の捕食が考えられる点から、現段階では、樹皮下幼虫の捕食率は20%強と推定される。この結果は、キツツキ類はマツノマダラカミキリの制御にかなり役立つとする由井の報告(8)を補強するものである。

なお、この調査時にアカゲラの鳴き声を3回聞いていること及び、調査地No. 1 で1.5kmのラインセンサスをした結果、アカゲラを記録している点から、この調査地における捕食者はアカゲラと推察される。

樹皮下幼虫の捕食率についての説明は、藤岡らがこの結果を報告(1)したものと中村らの報告

(5)があるだけで、その他には五十嵐の観察事例の報告(2)のみである。したがって、今後多様な条件下の調査を行ない、実態を更に解明する必要がある。

3. アカゲラの誘致増殖法の解明

1989と1990年に架設した巣箱74個の利用状況を表一7に示した。

表一7 巣箱の利用状況

調査地	架設年月	巣箱材料	数 量	時 期 別 利 用 数 量					利 用 率%
				90春	90秋	91春	91秋	92春	
1	1989 12	コバノヤマ ハンノキ	25	□1	□3 ○3	□3 ○3	□6 ○3	□10 ○5	□40 ○20
	1989 12	ス ギ	5						
	1990 12	シラカンバ	8				○1 ◎3 ●2	□1 ○3 ◎3	□12 ○38 ◎38
4	1989 12	コバノヤマ ハンノキ	25	□1	□1	□3 ○1	□5 ○3	□7 ○7	□28 ○28
	1989 12	ス ギ	5		□1	□1	□1	□1 ○1	□20 ○20
	1990 12	シラカンバ	6			□2	□1 ◎1	□1 ○2 ◎1	□17 ○33 ◎17
計	1989 12	コバノヤマ ハンノキ	50	□2	□4 ○3	□6 ○4	□11 ○6	□17 ○12	□34 ○24
	1989 12	ス ギ	10		□1	□1	□1	□1 ○1	□10 ○10
	1990 12	シラカンバ	14			□2	□1 ○1 ◎4 ●2	□2 ○5 ◎4	□14 ○36 ◎29

註) □はツツキ痕、○は浅い穿孔、◎は深い穿孔
●はキツキの利用、数字はその巣箱の数。

(1) アカゲラの巣箱に対する反応

アカゲラの巣箱に対するツツキ痕・穿孔の反応は、両調査地で3種の巣箱に認められた。反応は、架設後1年以内に14個(19%)、2年以内に29個(39%)、3年以内に42個(57%)と年々増加している。ただし、3年以内の反応率は秋期の調査をしていないものであるため、もっと高くなるものと推察される。

調査地別では、No.1が57%、No.4が55%で殆ど差がない。これは、いずれも海岸の人工林で、環境条件に大きな差がないためと考えられる。

巣箱の材料別に、架設3年後の反応率を見ると、シラカンバが79%で最も高く、次いでコバノヤマハンノキ58%、スギの20%となっている。

巣箱に反応している鳥種は、痕跡状況とラインセンサス結果から、アカゲラと見られる。

(2) アカゲラの巣箱利用

巣箱の利用が認められたのは、No.1のシラカンバ巣箱で、架設1年後3個に利用可能な穿孔が見られ、そのうち2個のネグラ利用を次のように確認した。

1991年12月中旬、調査地No.1の前年架設した巣箱に反応し、利用可能な穿孔が3個(A・B・C)に見られた。

1992年1月5日、夕方の観察で、15時58分にAからアカゲラが飛び出したので、すぐその場から離れ、16時19分にまたAへ戻るとアカゲラは既にAに入っていて、再び飛び出した。

1月21日、Aから10mの場所にブラインドを設置して観察した。16時40分まで飛来しなかったため、ブラインドから出て他の巣箱を調査したところ、Bの巣箱にアカゲラが入っていて、飛び出したのを確認した。

1月31日15時から、Aにブラインドを設置し、Bに自動ビデオ撮影装置をセットして観察した結果Bでネグラ利用が撮影された。

その後5月に繁殖利用の有無を調査したが、繁殖利用は認められなかった。

巣箱の材料別利用率は、シラカンバが14%で、コバノヤマハンノキ、スギは0%で、利用率は反応率と同じようにシラカンバが好まれ、中村らの6種類の樹種中カンバ類が好まれるとの報告(1)と一致している。

秋田県内における、自然木の利用についてのこれまでの調査では、スギ、キリ、コバノヤマハンノキの穿孔と利用事例を報告(1、4)しているが、この中で秋田県林業技術センター構内にある1ha未満のコバノヤマハンノキ林に利用可能な樹洞を41個穿孔し、最多時には一夜に6羽のアカゲラがネグラに利用していた事例がある。

このコバノヤマハンノキへの穿孔は、林齢15年から25年頃までがピークで、その後、新しい穿孔は殆ど見られていない。又、キリに対する穿孔は、樹齢5年前後から始まっている。これにたいし、本試験で使用したコバノヤマハンノキは樹齢35年の風倒木で、材質の固いものを使用している。

これらの点から、アカゲラは樹木の旺盛な生長期あるいは生長の止った老齢木でも虫の寄生による腐朽菌の影響等で柔らかくなった材質を好むものと思われる。

以上の結果は、反応率が年々高くなっていく状況からみて、巣箱利用は架設3年以降にも増えることが推察されるため、今後巣箱の利用可能期間の解明及び架設3年以降の利用状況についての調査が必要である。

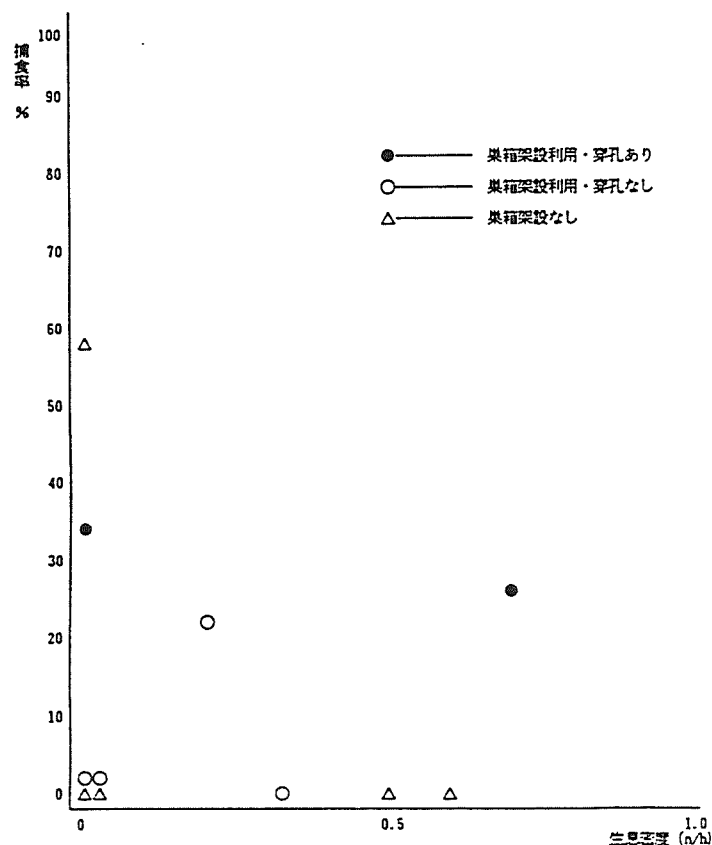
また、本試験とは別の場所に架設した、入り口と樹洞がある合成樹脂製の巣箱を他の鳥が利用している事例を観察している。したがって、巣箱による誘致をより効果的にするためには、他の鳥の利用を少なくする必要がある。そのため、丸太では、入り口のない樹洞巣箱の検討、板の場合では、底無し型を多用し、第一段階にねぐら利用による誘致を考え、第二段階として

繁殖利用を図る段階的な検討が必要である。

(3) 誘致による生息密度の変動

3年のラインセンサスで、アカゲラの相対密度が増えた調査地は、No.1で、この調査地では巣箱が利用されている。一方、同じく巣箱を架設したNo.4も含めた他の調査地では増えていない。しかし、1992年の巣箱の調査時にはNo.4でアカゲラが1羽観察され、巣箱に対する反応は急激に増えている。

この点から、巣箱架設がアカゲラの誘致に有効であると見られる。しかし、2調査地のみの結果だけでは、客観性に乏しく、まだ断定することは出来ない。したがって、具体的な効果判定については、今後さらに数年調査を継続する必要がある。



図一4 アカゲラの生息密度と捕食率

4. 誘致による捕食率の変動調査

巣箱の供与により、カミキリ幼虫に対するキツツキ類の捕食率の変動を見るため、表一4の捕食率について、3年間の捕食率の平均を生息密度との関連で検討した結果を図一4に示した。

これで見ると、巣箱を架設して利用されている調査地は、生息密度の高低に関係なく、捕食率は高くなっている。一方、利用されていない調査地では、生息密度が高くても捕食率は低い。また、巣箱を架設していない調査地では、生息密度が低いけれども捕食率には大きな幅がある。

このように、本試験ではバラツキが大きく、一定の傾向は見られなかった。捕食率は、生息密度のほかに餌の条件も大きく影響していることから、本調査における供試木は、餌としての条件が悪かったものと考えられる。この点については、今後供試木の本数や長さ・設置方法等の条件を変えた試験により、キツツキ類の捕食機構をより具体的に解明する必要がある。

(引用文献)

- (1) 藤岡浩ら；キツツキ類によるスギ、キリの穿孔実態について、日林東北支誌42、1991
- (2) ———ら；キツツキ類によるマツノマダラカミキリ樹皮下幼虫の捕食率について、日林東北支誌43、1991
- (3) 五十嵐正俊；キツツキ類によるマツノマダラカミキリ越冬幼虫の捕食、91回日林論、1980
- (4) 加茂谷常雄ら；秋田県におけるマツノマダラカミキリの分布とそのアカゲラによる捕食、森林防疫39(2)、1983
- (5) 中村充博ら；アカゲラによる人工巣と自然巣の利用状況、日林東北支誌42、1990
- (6) ———ら；アカゲラによるマツノマダラカミキリ樹皮下幼虫の捕食について、日林東北支誌43、1991
- (7) 由井正敏；マツノマダラカミキリを捕食する鳥類、森林防疫29(2)、1980
- (8) ———ほか；キツツキ類の生息密度とマツノマダラカミキリの捕食率。96回日林論。1985

Studies on biological control of pine damage by the pine wood nematode
utilizing natural enemies (I) . Attraction of Great spotted wood pecker
(*Dendrocopos major*) using nest-logs

by Hiroshi Fujioka

—Summary—

Great spotted woodpeckers (*Dendrocopos major*) prey upon Japanese pine sawyers (*Monochamus alternatus* HOPE) which cause pine damage by pine-wood nematode. I therefore studied how to attract birds using nest-logs, and the relationship between their habitat density and the predation ratio.

Great spotted woodpeckers seem to be commonly distributed in areas with forests that are several decades old, regardless of whether they are coniferous or broad leaved forests. Habitat density has a close relationship with their feeding, sleeping, and breeding areas.

There was no particular tendency observed in the predation of *Monochamus alternatus* HOPE larvae in the pine trees, but predation did have a close relationship to the amount of the food available to the woodpeckers. The predation ratio of the larvae under the bark was a little over 20%. As a whole, Great spotted woodpeckers can be considered as a strong natural enemy of *Monochamus alternatus* HOPE.

Nest-logs were placed in an artificial Japanese black pine forest using Japanese alder SP (*Alnus japonica* Thunb var. *microphylla* Nakai), white birch (*Betula platyphylla* Sukatchev var. *japonica* Hara), and Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don). The Great spotted woodpeckers began to peck the logs the following spring. The ratio of pecking the logs increased each year, and was 57% in the third year. The white birch seems to be their favorite, with the highest pecking ratio of 79%.

Using the logs as nests occurred only in the white birch. One year following the placement of the logs, the birds made a usable hollow in 4 of them, and used 2 of these as their sleeping places.

林地における山菜の栽培技術に関する研究

須 田 邦 裕

Studies on a growing technic of wild plants in forest land.

Kunihiro Suda

要 旨

林床を活用した山菜の栽培について、その増殖方法の確立を図るため、組織培養によるシオデの増殖試験を行った結果、培地としてMS（ムラシゲ・スクーグ）、植物成長調節物質としてBAP（ベンジルアミノプリン）とNAA（ナフチル酢酸）を添加し、暗黒処理及び回転培養することにより良好な結果が得られた。

はじめに

山菜の消費需要は、食生活の多様化、自然食品志向等から増大の傾向にあり、これに伴い山菜生産も減少しつつある自生資源の採取依存から人工栽培による生産技術の確立に向けて研究がすすめられている。

このため昭和62年度から平成3年度まで「林地における山菜の栽培技術に関する研究」という課題を設定して、林床を活用した山菜栽培技術の確立を目的に研究を進めてきたが、今回は実生、株分けによる大量増殖が困難であるシオデについて、組織培養による増殖試験の結果を以下に報告する。

I. 材料と方法

1. 材料の調整

林業技術センター構内に植栽されている選抜個体（根元径 1.2cm）から1990年5月新芽を採取し、そこから腋芽のみを切り取り、中性洗剤で洗浄したのち70%エタノールで5～30秒間、ツィーン20を滴下したアンチホルミン（次亜塩素酸ナトリウム溶液 有効塩素0.5～1.5%）で10分間マグネッтスターラーを用いて攪拌し、表面殺菌を行った。そして滅菌水で3回洗浄したのち、滅菌ろ紙上でアンチホルミンによる薬害部分を取り除いたものを初代培養に用いた。

2. 初代培養

初代培養はMS・ $\frac{1}{2}$ MS（MSの無機塩類全部を半減した培地）培地にBAP 1～5 mg/ℓ添加したものをを用い、直径25mm×長さ120mmの培養試験管に10ml分注し、2気圧121℃のオートクレーブ内で20分間加圧滅菌した。植え付けは、1試験管当たり腋芽を1個とし、培地に置床した。培養条件は25℃、16時間照明（約5000lux）で4ヶ月間培養したのち植物体の形態を調査した。

3. 増殖培養

初代培養によって得られたシュート及びプロトコーム様体（protocorm like body：ラン科の種子が発芽する際に形成される小球状組織＜プロトコーム＞に似た組織塊で、培養することによりシュートが得られる。以下PLBと略記する）を用い増殖試験を行った。培地は、MS、 $\frac{1}{2}$ MS、BW（BTMとWPMの各成分を $\frac{1}{2}$ ずつ混合した培地）、H（ハイポネックス微分N6.5-P6-K19）、KC、VWの基本培地〔表—1〕に、ホルモン（植物成長調節物質）としてCW（ココナッツウォーター）150ml/ℓ、BAP 0～5 mg/ℓ、NAA 0～1 mg/ℓ、アデニン 0～10mg/ℓを添加した。4ヶ月間培養したのち植物体の形態を調査した。

4. 伸長培養

培養で得られたPLBは肥大成長してシュートを形成するが、発生率が低くかつ伸長速度も遅い。効率的な増殖を行うためには、PLBから短期間に多くのシュートを誘導し、かつすみやかに伸長させ発根・順化を行う必要がある。

そこで、PLBからのシュート形成及び伸長のための培養条件について回転培養と暗黒処理を行い、4ヶ月間培養したのち植物体の形態を調査した。

II. 結果と考察

1. 殺菌方法の検討

初代培養での表面殺菌方法の結果は表—2のとおりである。1.5%アンチホルミンと70%エタノール30秒では、雑菌汚染はなかったものの葉害による褐変枯死するものが多かった。0.5%アンチホルミンと70%エタノール5秒では、葉害による褐変枯死は少なかったが雑菌汚染するものが、多くみうけられた。1.0%アンチホルミンと70%エタノール5秒では雑菌汚染及び褐変枯死数ともに少なく良好な結果が得られた。

2. 初代培養

組織培養については、MS培地で培養を行った事例(1～10)が報告されており、MSと $\frac{1}{2}$ MSにBAP 1 or 5 mg/ℓを添加した培地で初代培養を行った。

初代培養での結果は表—3のとおりである。各区で雑菌汚染が1本前後みられたが褐変枯死したものはなく、すべての区においてPLBが形成された。前記の報告例同様PLBが形成されるまで90日以上かかり、それ以降は肥大したPLBの一部からシュートが形成され伸長した。伸長したシュート数では、MS培地のBAP 5 mg/ℓが1試験管当たり3.1本と多く、高濃度BAPにもかかわらずカルス化するなどの障害はみられなかった。

3. 増殖培養

初代培養によって得られたPLBを用い、増殖培養試験を行った。培地はMSとBW（サルナシの培養ではMS培地より良好な結果が得られている）(11)にBAP 0.25～1.0mg/ℓ、NAA 0～0.25mg/

表一 培養に使用した基本培地の組成

組成物	MS ^{*1}	½MS	BW ^{*2}	H ^{*3}	KC ^{*4}	VW ^{*5}
(NH ₄) ₂ SO ₄					500	500
Ca(NO ₃) ₂ ・4H ₂ O					1000	
Ca ₃ (PO ₄) ₂						200
KNO ₃	1900	950	95			525
NH ₄ NO ₃	1650	825	283			
K ₂ SO ₄			952			
Ca(NO ₃) ₂ ・4H ₂ O			598			
CaCl ₂ ・2H ₂ O	440	220	70			
MgSO ₄ ・7H ₂ O	370	185	370		250	250
(NH ₄) ₂ SO ₄			120			
NaH ₂ PO ₄ ・H ₂ O						
KH ₂ PO ₄	170	85	170		250	250
Na ₂ -EDTA	37.3	18.65	37.3			
FeSO ₄ ・7H ₂ O	27.8	13.9	27.8		25	
MnSO ₄ ・H ₂ O						
MnSO ₄ ・4H ₂ O	22.3	11.15	22.3		7.5	7.5
ZnSO ₄ ・4H ₂ O	8.6	4.3				
ZnSO ₄ ・7H ₂ O			8.6			
H ₃ BO ₃	6.2	3.1	6.2			
KI	0.83	0.415	0.08			
NaMoO ₄ ・2H ₂ O	0.25	0.125	0.25			
CuSO ₄ ・5H ₂ O	0.025	0.0125	0.25			
CoCl ₂ ・6H ₂ O	0.025	0.0125	0.01			
酒石酸鉄						28
ハイポネックス				3000		
L-グルタミン			1.0			
グリシン	2.0	2.0	2.0			
塩酸チアミン	0.1	0.1	1.0			
ニコチン酸	0.5	0.5	0.5			
塩酸ピリドキシン	0.5	0.5	0.5			
ミオ・イノシトール	100	100	100			
ショ糖	30000	30000	20000	20000	20000	20000
寒天	8000	8000	8000	10000	17500	16000
pH	5.8	5.8	5.8	5.3	5.2	5.2

*¹Murashige&skoog (1962)*²BTM(Broad-leaved trees medium 1981)とWPM(Woody plant medium 1980)の各成分を½ずつ混合*³Kano (1963)*⁴Kundson C (1964)*⁵Vacin&Went (1949)

表一 2 腋芽の表面殺菌

殺菌方法	外植体数 (本)	雑菌汚染数 (本)	褐変数 (本)	生存数 (本)
1.5%アンチホルミン ^{*1} +70%エタノール30秒	20	0	9	11
1.0%アンチホルミン +70%エタノール5秒	20	1	1	18
0.5%アンチホルミン +70%エタノール5秒	20	6	1	13

*¹次亜塩素酸ナトリウム溶液

表一 3 初代培養での培養結果

基本培地	B A P (mg/ℓ)	外植体数 (本)	雑菌汚染数 (本)	褐変数 (本)	P L B * ¹ 形成数(本)	シュート* ² 数 (本)
MS	1	20	1	0	19(++)	2.6
MS	5	20	2	0	18(++)	3.1
½MS	1	20	0	0	20(++)	2.8
½MS	5	20	1	0	19(++)	2.9

*¹()の中の記号はP L B形成の度合いを示した。－：形成しない +：形成する ++：良く形成する +++：特によく形成する

*²試験管1本当たりのシュート数(10mm以上)の平均値

ℓ、アデニン0～10mg/ℓを添加した培地を用いた。

他にユリ科植物やラン科植物のP L B形成・増殖に適しているといわれているH、KC、VWにC W 0～150ml/ℓを添加した培地で培養した。また、P L Bを分割した際に成長を抑制するフェノール物質が分泌され、切り口が黒色を帯び培地が褐変する傾向がよく見られるので、吸着剤であるP V P (ポリビニール・ポリピロリドン)を7mg/ℓ添加した培地で増殖試験を試みた。

増殖試験での結果は表一4・5のとおりである。MS培地では、すべての組み合わせでプロトコームの増殖について良好な結果が得られ、特にB A P 1mg/ℓ、N A A 0.1mg/ℓ、アデニン10mg/ℓの添加した培地とB A P、N A Aともに0.25mg/ℓを添加した培地での増殖が顕著であった。シュートについても各試験区で良好な結果が得られ、特にB A P 1mg/ℓ、N A A 0.1mg/ℓの添加し

表一 4 増殖培養でのP L B形成

基本培地	B A P (mg/ℓ)	N A A (mg/ℓ)	アデニン (mg/ℓ)	供試数 (本)	P L B * ¹ 形成数(本)	シュート* ² 数 (本)
MS	1	0.1		20	20(++)	3.8
〃	1		10	20	20(++)	3.5
〃	1	0.1	10	20	20(+++)	2.9
〃	0.25	0.25		20	20(+++)	2.8
〃	0.5	0.25		20	20(++)	2.7
B W	1	0.1		20	20(+)	2.2
〃	1		10	20	20(+)	2.3
〃	1	0.1	10	20	20(+)	2.1
〃	0.25	0.25		20	20(+)	2.2
〃	0.5	0.25		20	20(+)	1.9

*¹()の中の記号はP L B形成の度合いを示した。－：形成しない +：形成する ++：良く形成する +++：特によく形成する

*²試験管1本当たりのシュート数(10mm以上)の平均値

た培地とBAP 1 mg/ℓ、アデニン10mg/ℓを添加した培地でのシュート形成が顕著であった。
[写真—1] しかし、アデニンの効果については、はっきりした結果は得られなかった。

BW培地でも、MS培地と同じホルモン剤の組み合わせで増殖試験を行ったが、PLBは形成するものの増殖の割合が低く、シュート形成においても本数及び伸長数ともに少なかった。

またH、KC、VWの3培地については、各試験区ともPLB増殖の割合は極めて低く、肥大するPLBもごく一部のみであった。またシュートの発生・伸長ともに少なくこの3培地はシオデPLB増殖には不適であった。

PVP添加によるフェノール物質の吸着について試験したが、培地褐変数は減少したものの、PLB増殖・シュートの伸長には直接つながらず、PVP無添加のH培地でもCWを添加することによって培地褐変数が減少したことからPVPの効果は確認できなかった。

表—5 増殖培養での褐変とPLB形成

基本培地	CW* ¹ (ml/ℓ)	PVP* ² (mg/ℓ)	供試数 (本)	培地褐変数 (本)	PLB* ³ 形成数(本)	シュート* ⁴ 数 (本)
H			20	13	20(+)	1.1
〃	150		20	4	20(+)	0.9
KC	150		20	2	20(+)	0.5
〃	150	7	20	3	20(+)	0.6
VW	150		20	2	20(+)	1.1
〃	150	7	20	3	20(+)	0.9

*¹ ココナッツ・ウォーター

*² ポリビニール・ポリピロリドン

*³ ()の中の記号はPLB形成の度合いを示した。—：形成しない +：形成する ++：良く形成する +++：特によく形成する

*⁴ 試験管1本当たりのシュート数(10mm以上)の平均値

4. 伸長培養

増殖培養によって得られたPLBを用い伸長培養試験を行った。PLBからのシュート形成・伸長については暗黒処理を行うことによりシュート形成が促進されとの報告があり、(12, 13, 14) また液体培地での回転培養により同様の結果が得られたとの報告もある(5, 6, 9)ことから、両方について試験を行うことにする。

1) 暗黒処理

暗黒処理は2週間行うこととし、処理後は増殖培養と同じ条件で培養する。培地は増殖培養で使ったものと同じ培地(MS、 $\frac{1}{2}$ MS、BW、H、KC、VW)で添加物(BAP、NAA、アデニン、CW)も同様とする。

暗黒処理による伸長試験の結果は表—6・7のとおりである。増殖試験同様MS培地での結

果が良好であり、暗黒処理はカルス増殖及びシュート数の増殖においても効果が認められた。

〔写真—2〕

BW培地では、シュート数は減少したものの、BAP、NAAともに0.25mg/ℓ添加した区と、BAP0.5mg/ℓ、NAA0.25mg/ℓ添加した区において良好なPLBの増殖がみられ、暗黒処理による効果が認められた。

H、KC、VW培地では、増殖試験同様各区ともPLB形成・伸長の割合は極めて低く、暗黒処理の効果は認められなかった。

表—6 暗黒処理による伸長

基本培地	BAP (mg/ℓ)	NAA (mg/ℓ)	アデニン (mg/ℓ)	供試数 (本)	PLB* ¹ 形成数(本)	シュート* ² 数 (本)
MS	1	0.1		10	10(卅)	3.8
〃	1		10	10	10(卅)	3.7
〃	1	0.1	10	10	10(卅)	3.5
〃	0.25	0.25		10	10(卅)	3.3
〃	0.5	0.25		10	10(卅)	3.7
BW	1	0.1		10	10(+)	1.8
〃	1		10	10	10(+)	1.5
〃	1	0.1	10	10	10(+)	1.7
〃	0.25	0.25		10	10(++)	1.7
〃	0.5	0.25		10	10(++)	1.6

*¹()の中の記号はPLB形成の度合いを示した。—：形成しない +：形成する ++：良く形成する 卅：特によく形成する

*²試験管1本当たりのシュート数(10mm以上)の平均値

表—7 暗黒処理による伸長

基本培地	CW* ¹ (ml/ℓ)	PVP* ² (mg/ℓ)	供試数 (本)	PLB* ³ 形成数(本)	シュート* ⁴ 数 (本)
H			10	10(+)	0.3
〃	150		10	10(+)	0.2
KC	150		10	10(+)	0.1
〃	150	7	10	10(+)	0.1
VW	150		10	10(+)	0.2
〃	150	7	10	10(+)	0.1

*¹コナッツ・ウォーター

*²ポリビニール・ポリピロリドン

*³()の中の記号はPLB形成の度合いを示した。—：形成しない +：形成する ++：良く形成する 卅：特によく形成する

*⁴試験管1本当たりのシュート数(10mm以上)の平均値

2) 回転培養

培養は、MSの液体培地を100ml培養フラスコに40mlづつ分注し、1分間に2回転する回転培養機を用いる。ホルモンはBAP 1mg/ℓ、NAA 0.1mg/ℓとBAP 0.5mg/ℓ、NAA 0.1mg/ℓとカイネチン 0.2mg/ℓの3通りとする。

回転培養による伸長試験の結果は表—8のとおりである。PLBの増殖及び発根もみられたが、シュートの形成・伸長について顕著な結果が得られた。[写真—3]各区ともシュートは、培養後2週程で発生し、4週間めには、8cm近くまで伸長するものもみられた。しかし、5～7週間にわたって回転培養すると水浸状化（ガラス化）しているシュートが多数みられた。このことから回転培養は4週間（28日間）をめどとし、それ以降は寒天培地に戻すことが必要である。

表—8 回転培養による伸長

基本培地	BAP (mg/ℓ)	NAA (mg/ℓ)	カイネチン (mg/ℓ)	供試数 (本)	PLB* ¹ 形成数(本)	シュート* ² 数 (本)	発根本数* ³ (本)
MS(液体)	1	0.1		10	10(卅)	4.8	5
“(”)	0.5	0.1		10	10(卅)	4.5	6
“(”)	0	0	0.2	10	10(卅)	5.6	10

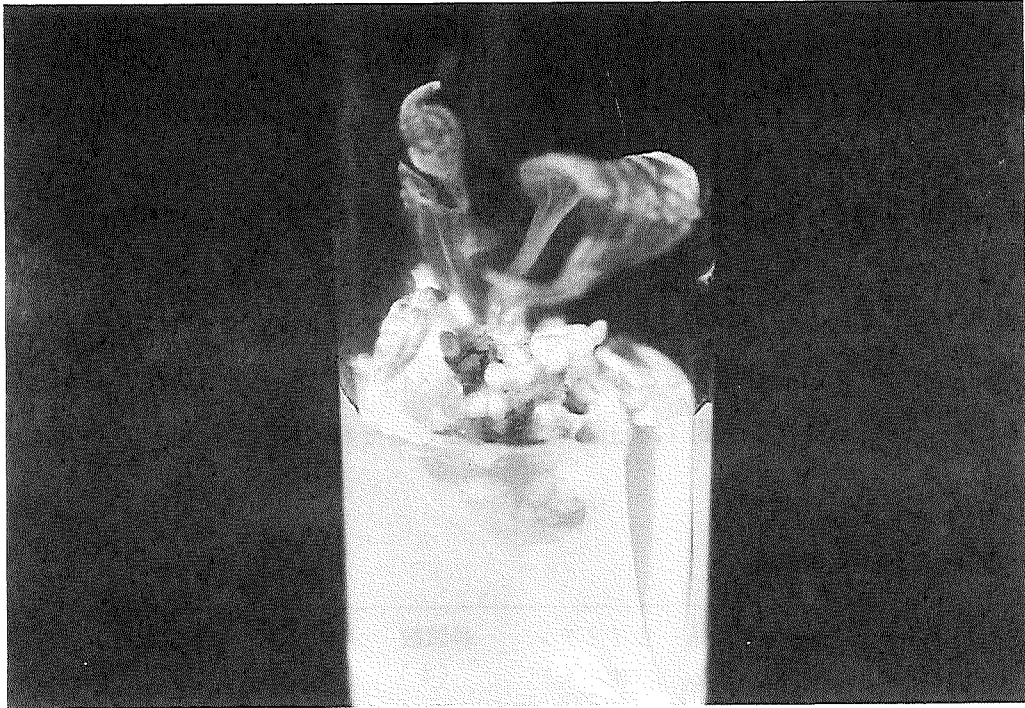
*¹()の中の記号はPLB形成の度合いを示した。—：形成しない +：形成する 卅：良く形成する 卅：特によく形成する

*²試験管1本当たりのシュート数(10mm以上)の平均値

*³発根がみられた試験管の本数

Ⅲ. おわりに

今回は、シオデのPLB増殖及びシュートの伸長について試験したが、発根・順化についても継続して試験を進めて行く予定である。また他の山菜についても大量増殖方法の確立をめざし今後も研究を重ねて行きたいと考えている。



写真一 1 増殖培養で形成したPLB



写真一 2 PLBから伸長したシュート



写真一3 PLBの回転培養で多数発生したシュート

引用文献

- (1) 村山 徹・井澤弘一：シオデ大量増殖のための組織培養技術の確立. 東北農業研究、No.41. 305～306, 1988
- (2) 白田康之：シオデの大量増殖試験. 福島林試報. 86～87, 1989
- (3) 白田康之：シオデの大量増殖試験. 福島林試報. 97～99, 1990
- (4) 白田康之・青野 茂：シオデの組織培養による増殖試験. 日林東北支誌. No.42. 210～212, 1990
- (5) 黒田 秧・川村泰史：シオデの茎頂培養による大量増殖. 育種学雑誌. vol.39 (別2). 62～63, 1989
- (6) 黒田 秧：シオデの連続多芽体培養による大量増殖. BRAINテクノニュース. No.23. 8～10, 1991
- (7) 田沢一二・笹原健夫：組織培養によるシオデの繁殖系の確立. 育種学雑誌. vol.38 (別1). 34～35, 1988
- (8) 田沢一二・阿部利徳・笹原健夫：シオデの蒴培養における植物体再生. 育種学雑誌. vol.40 (別1). 138～139, 1990
- (9) 田沢一二・阿部利徳・笹原健夫：シオデの液体振盪培養によるP L B増殖と植物体再生. 育種学雑誌. vol.40 (別2). 74～75, 1990
- (10) 田沢一二・阿部利徳・笹原健夫：シオデの不定芽分化に関する組織学的観察. 育種学雑誌. vol.42 (別1). 28～29, 1992
- (11) 伊藤精二・佐々木揚・菅原冬樹：組織培養によるサルナシの増殖 (I) 日林東北支誌. No.43. 182～183, 1991
- (12) 加古舜治：図解ランのバイオ技術. 誠文堂新光社. 50～51, 1988
- (13) 古川仁郎：図解組織培養入門. 誠文堂新光社. 56～116, 1985
- (14) 樋口春三：植物組織培養の世界. 柴田ハリオ硝子(株). 24, 1988

Studies on a growing technic of wild plants in forest land.

by Kunihiro Suda

—Summary—

In vitro propagation of *Smilax Oldhami* miq by tissue culture.

Shoot was proliferated in MS supplemented with 1 mg/ℓ BAP and 0.1mg/ℓ NAA and 10mg/ℓ adenine. After 2 week dark culture (1 mg/ℓ BAP and 0.1mg/ℓ NAA), the shoot was found to elongate in liquid MS (0.2mg/ℓ kinetin) using rotator.

研 究 報 告 (平成3年度)

印 刷 平成5年2月23日

発 行 平成5年2月23日

編集発行 秋田県河辺郡河辺町戸島字井戸尻台47-2

秋 田 県 林 業 技 術 セ ン タ ー

郵便番号 019-26 電 話 0188-82-4511

F A X 0188-82-4443

印 刷 秋田市旭北錦町3番50号

株式会社 三戸印刷所 電話 0188-23-5351

BULLETIN
OF THE
AKITA PREFECTURE FOREST
TECHNICAL CENTER

No.2 1992. 12

contents

Environmenal Devision of Snow Fall and Growing Technique of Snow Resistance Forest	Hideo Isida Makio Ooi	1
A Report on the habitat of Monochamus alternaus Hope in Akita prefecture.	Hiroshi Fujioka	40
Studies on biological control of pine damage by the pine wood nematode utilizing natural enemies (I) . Attraction of Great spotted wood pecker (Dendrocopos major) using nest-logs	Hiroshi Fujioka	57
Studies on a growing technic of wild plants in forest land	Kunihiro Suda	71