

カモシカ等被害防止技術

カモシカ等被害防止技術

I 試験担当者

保護部長（鳥獣科長兼務）	横田俊一
鳥獣第1研究室	桑畠勤
"	関勝
"	平川浩文

II 試験目的

カモシカ、シカ、ノウサギなどの植食性獣類による造林木の食害が頻発し、各種の防除法が使用されているが、その効果は必ずしも十分でなく、多くの問題がある。したがって、現行の防除法を見直し、その欠点を改善することは、経済的で、かつ効果的な防除法の開発という防除研究の本来的目的を達成するための現実的な研究方法であると考えられる。

この研究では、カモシカとシカの食害に対する忌避剤の効果試験を中心にして、防護柵の経済的効率を向上させるための電気柵の試験、ノウサギの捕獲法の検討、およびカモシカ食害の林業・経済的評価に不可欠な食害木の生長過程の予測のための問題抽出を行ったので、その結果を次の順序で報告する。

1. ベイトに対するノウサギの反応とその捕獲効果について
2. 忌避剤による被害防止
3. 防護柵（電気式）による被害防止
4. カモシカによるヒノキ造林木食害の実態と解析

ベイトに対するノウサギの反応とその捕獲効果について

平川 浩文

1. 試験目的

ノウサギによる造林木被害は、野ネズミ類による被害のように急激な増加や減少を示すことは少なく、むしろ日常的に発生している。しかし、発生被害の程度には条件により大きな相違があり、被害防止対策を難しくしている。くくり罠、銃器、巻狩り等の捕殺による個体数調整は忌避剤の使用と並んで被害防止対策として一般的である。しかし、ノウサギの通常の密度が絶対的に低く（多いときでヘクタールあたり1頭ぐらいとされる）単独生活者であることなどからその生息密度の推定は難しく、積雪地帯でかつ極めて限られた条件のもとでのみ可能な方法を除き、有効な密度推定法はない。このため、生息密度と被害発生との関連もまだ的確に把握されておらず、個体数調整は密度推定や目標密度設定なしに漠然と行われている現状にある。また、個体群動態や一般生態に関する研究も大きく遅れている実態にある。

簡単な捕獲法の開発は、ノウサギの個体数調査や個体群動態・一般生態研究に必要であるとともに、くくり罠等職人芸的捕殺法に変わる方法として必要である。このため、ベイト（餌）を用いた捕獲法の可能性について検討することにした。

罠による捕獲に際してベイトに期待される作用は誘引である。誘引作用は、①動物を遠くから罠（あるいはベイト）の視認距離まで引き寄せる作用、②罠（あるいはベイト）を視認した動物をさらに罠の中（上）に導く作用、の2つに便宜的に分けて考えることができる。ベイトに期待される基本的作用は第2のものであろうが、第1の作用を併せ持てばベイトとしてより有効だといえる。

ベイトは一般に経験的に選択されており、ノウサギに対するベイトとしてはよくリンゴが使われている。これはリンゴの芳香が上記の第1の誘引作用を持ち、その高いとされる嗜好性が第2の誘引作用を持つと期待されているからであろう。しかし、ベイトがノウサギの生息環境中に通常存在しないものである場合、ベイトが視覚的あるいは臭覚的に当初どのように認識されるかはわかっていない。

無条件に強い誘引作用を持つベイトがあればいい。しかし、ノウサギをはじめとする広食性の植食動物は一般に経験に基づいて食物を選択することが知られており、特に飼育ノウサギでは新しい種類の食物に対して「ハンガーストライキ」と呼ばれる強い拒否反応を示すことが知られている。このため、ノウサギに馴染みのない餌のベイトとしての有効性にはある種の限界があると考えられる。ノウサギがすでに食物としている植物中に高い誘引性（あるいは嗜好性）を持つものがあればそれをベイトに用いることも考えられるが、こうした植物は今のところ知られていない。

ベイトに関わるこのような問題を検討するために、リンゴを用いて野外のノウサギを対象に

試験を行った。罠の影響を除くため当初罠を設置せずリンゴだけを散布してノウサギの反応を調査し、リンゴの摂食が始まった後には罠にリンゴを置いて反応を見た。

2. 試験の経過と得られた成果

調査地は茨城県筑波郡谷田部町内にある栗・桜苗木の圃場で面積は約4ha、三方を松林、一方をクヌギ林によって囲まれている。苗畠にはノウサギがよく出入りしており、桜の苗木には種類によって大きな被害の出ているものもあった。地面がよく耕され表面が柔らかいためノウサギの足跡が非常にきれいに残り、毎日の行動の様子がよく観察できた。調査は1980年9月から12月まで行った。

苗畠の中でノウサギの糞のよくみられる区画の1つ（120m×40m）に当初数個（4～8個）のリンゴを散布し、ノウサギの出現とリンゴの摂食状況をほぼ毎日調査した。リンゴの散布を始めて10日間はノウサギが毎日出現し、すぐ近く（2～3m以内）を動き回るにも関わらずまったく摂食がみられなかった。しかし、9月30日になって始めて摂食痕が観察され、その後は毎日摂食された。摂食が続くので10月6日になってかご罠を現場に設置し、10月8日に罠の中にベイトを置いたところ、2日後の10月10日に捕獲に成功した。捕獲個体は再放逐を行わず、罠は捕獲後撤去した。

1頭捕獲後も同様にリンゴの散布を継続し、ノウサギの出現と摂食の有無を観察した。捕獲後も毎日同区画へのノウサギの出現は認められたが、10月15日にわずかな摂食痕が見られたのを除けば10月22日までの14日間再び摂食の見られない日が続いた。10月23日になって再度連日の摂食が始まり、12月27日までの間で観察を行った47日間中摂食がなかったのは5日だけであった。11月7日および14日から新たに1個ずつかご罠をリンゴ散布カ所に設置したが、12月27日まで捕獲に成功しなかった。かご罠を設置している間、罠の中のリンゴとは別に数個のリンゴを罠の扉付近の地面の上に置いたが、これらは例外なく摂食された。何も捕獲することなく罠の扉が落ちていることが数回あったが、ノウサギが罠に掛かり損なったものと確実に判断できたのは1回のみであった。

また、同じ苗畠の中で別の区画に糞塊の集中しているところがあり、そこへ11月15日よりリンゴをベイトとしたかご罠を設置していたところ、12月25日に1頭の捕獲に成功した。この捕獲個体は調査区画にも出入りしていた個体であろうと推察した。なお、使用したかご罠はすべて新潟大学で改良された型のもので、大きさは35×35×60cm、両扉で中央に吊したベイトにノウサギが食いつくと扉が落ちる仕掛けの物である。

3. 考察

リンゴの散布を始めた最初の10日間と1頭捕獲後の14日間には1回の例外を除いてまったく摂食がなかったことから、リンゴは初めのうちは摂食可能なものとして認識されていなかった

と考えられた。また、一度摂食が始まった後はほぼ毎日摂食が続いたことから、前記の事実にも関わらずリンゴはノウサギにとって比較的いい食物であったと考えられた。結局、リンゴはノウサギにとっていい食物でありながら初めからそのように認識されることはなかったのである。食物としての認識には試行的な摂食が必要なのであろう。したがって、自然環境下に存在しない食物をベイトとして用いる場合、あらかじめベイトを十分食物として認識させておくことが重要であろう。そうしておかなければ、そのベイトに誘引性をあまり期待できない。初めから罠の中にベイトを設置すると、罠に対する忌避性が先立つためにベイトに接触する機会がなく、ベイトの誘引性が罠に対する忌避性を上回ることがない可能性がある。

北海道や秋田県では冬期リンゴ他の食物を用いた捕獲成功例が多く見られる。こうした例では予め十分な期間をかけて餌慣らしをなくしても罠の設置と同時に周りに同じ食物を配置しておくといった程度の工夫でこうした成果をあげている。これはこれらの地方では冬積雪があり、生息環境中の食物がきわめて限られるためにノウサギが食物に逼迫して食物探索活動が活発化することが原因であると思われる。

今回、積雪のない10月から12月にかけて2頭の捕獲に成功したのは予め十分餌慣らしを行った効果によるところが大きいと考えられる。効率よい捕獲を行うためにはノウサギにとって初期の抵抗感が少なく、きわめて誘引作用の強いベイトを見つけることが鍵となろう。

忌避剤による被害防止

関 勝

1. 試験目的

獣類による森林被害を防止するひとつ的方法として、対象獣が嫌う化学製剤や動物質の腐敗汁などの、いわゆる忌避剤を植栽木に塗布または散布して被害を防止する方法がある。この方法は、防護柵や植栽木をポリネット等で覆うなどして被害を防止する他の方法にくらべると、経済的であり、取り扱いも比較的簡便である。にもかかわらず、この方法があまり広く実施されていないのは、製剤の確実な効果、効果の持続期間などに問題があるからではないかと思われる。そこで、ここでは新しく開発された製剤、開発途上にあるもの、あるいは、既往の製剤の使用方法等についての試験を実施し、検討を加え、実用化をはかる製剤を見い出すことを目的として、この試験を行った。

2. 試験の経過と得られた成果

この試験は、東京営林局天城営林署、栃木県々民の森管理事務所、林業薬剤協会、林業試験場浅川実験林多摩試験地の協力を得て、また、供試薬剤は各製薬会社より提供を受けて実施したものである。

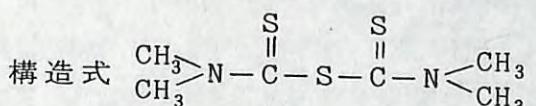
この試験に使用した製剤のうち、すでに忌避剤として市販されている製剤の場合は、使用方法に検討を加え、使用方法を変化させることにより、その製剤が対象としている獣類のみならず他の獣類に対しても忌避効果があるかないかについて試験を行った。それ以外の製剤は、まだ農薬登録以前の段階のもので、それぞれの製剤に対して、対象獣がどのような反応を示すかの試験を行い、効果の良否を判断した。

試験方法は、あとに述べる各製剤についての項で詳述するが、まず、飼育下の対象獣に対しての基礎試験を行い、その結果、忌避効果が良好であった製剤を野外（林野）試験へと移行させる方法で試験を行った。また、ある対象獣に有効な製剤は、対象獣を変えての試験も行った。

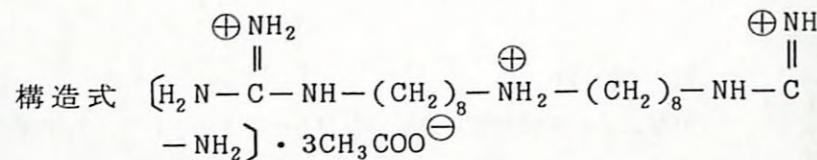
この試験で使用した各製剤の有効成分は、つぎのとおりである。

チウラム(thiuram)

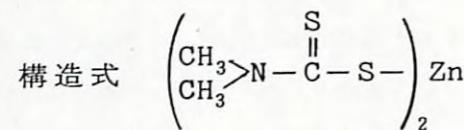
化学名 Bis-(dimethylthiocarbamoyl)sulfide



グアザチン(guazatine) 化学名 1-iminiodi(octamethylene)diguanium triacetate



ジラム(ziram) 化学名 Zinc dimethyldithiocarbamate



これらの有効成分は、すべて、現在農林業で多く使用されている殺菌剤の有効成分である点で一致している。そして、これらを有効成分とする殺菌剤で、農薬として登録されているものは、使用方法に誤りがなければ安全度は高いようである。

有効成分別に試験方法、結果などについて述べれば、つきのとおりである。

(1) チウラムを有効成分とする製剤

カモシカ食害防止用忌避剤として開発されたチウラム・ラノリン混合剤について述べ、グアザチン・チウラム混合剤については、グアザチンを有効成分とする製剤の項で述べることとする。

○チウラム・ラノリン混合剤

本剤は、前述したようにカモシカ食害防止用忌避剤として開発されたもので、林野庁の報告書では、開発途上の本剤について、試験結果は良好であったと述べている。

その後、この混合剤は改良が加えられ、チウラム25%を含有する製剤が、カモシカ用忌避剤として市販されるようになった。

ここで試験には、すべて、この市販製剤を用いて行った。

① カモシカに対する忌避効果

この試験は、栃木県足尾町大間々事業区の201林班は1小班(4.98ha)のヒノキ造林地(昭和56年春植栽)を試験地として実施した。さらに、試験地内の林縁部、尾根部などそれぞれ異った地形のところに、A、B、C、Dの4つの試験区を設定した。

試験方法は、試験区内の植栽木をナンバーテープで、忌避剤処理木と対照木に区分けした。区分けにあたり、処理木と対照木が隣接せず、千鳥状の配置になるよう心掛けた。

供試木への忌避剤の処理方法は、ゴム手袋を着用し、両手のひらに、ペースト状の忌避

表-1 カモシカに対するチウラム混合剤忌避効果試験結果

生：供試木への忌避剤処理は昭和57年12月2日に行つた

剤の適量（苗木1本あたり約3g）をのばし、供試木の頂端部、枝葉部を両手でしごくようにして塗布した。なお、忌避剤を処理する直前に、各試験区内の供試木のこれまでの被害箇所は、すべてせん定ばさみで切断し、被害をゼロの状態にして以後の調査にそなえた。

供試木への忌避処理は、昭和57年12月2日に行い、効果調査は、翌58年2月と6月の2回実施した。その結果は表-1に示すとおりである。表中の被害量は、調査時から調査時までの被害量であって、累積の被害量ではない。調査に際しては、供試木の被害状況を、頂端部のみ、枝葉部のみ、両者の複合被害の3つに区分して記録した。なお、カモシカによる樹幹部の皮はぎ、切断などの被害は、筆者の知る限り、造林されたヒノキ、スギの幼齢木には発生をみたことがないのでこれを除いた。

結果の表をみてわかるとおり、2月の第1回目の調査のとき、供試木に、頂端部あるいは枝葉部など、なんらかの被害があったのは、忌避剤処理木が10本、対照木は49本で、両者の間に被害の差がみられる。しかし、6月の第2回目の調査では、両者の間にその差は全く見られない。これは、この時期には、すでにすべての供試木の新芽が伸長しており、忌避剤処理木に発生した被害は、この伸長した新芽の忌避剤が処理されていない部分に限られていた。

以上のようなことから、この忌避剤はカモシカによる被害防止に、有効に作用していることが推測できる。

② ノウサギに対する忌避効果

さきにも述べたように、この忌避剤はカモシカによる被害防止を目的として開発されたものであり、製品も対象獣をカモシカと指定している。しかし、カモシカが生息するところには、カモシカのみならず、他の獣類のシカ・ノウサギなどが混棲している場合が多い。そして、これらの獣類とカモシカの食性とが類似しているところから、植栽木の被害にもまた、これらの獣類との被害が混在しているのが普通である。このようなことから、この忌避剤に対してノウサギがどのような反応を示すかについて知ることが必要と考えてこの試験を行った。

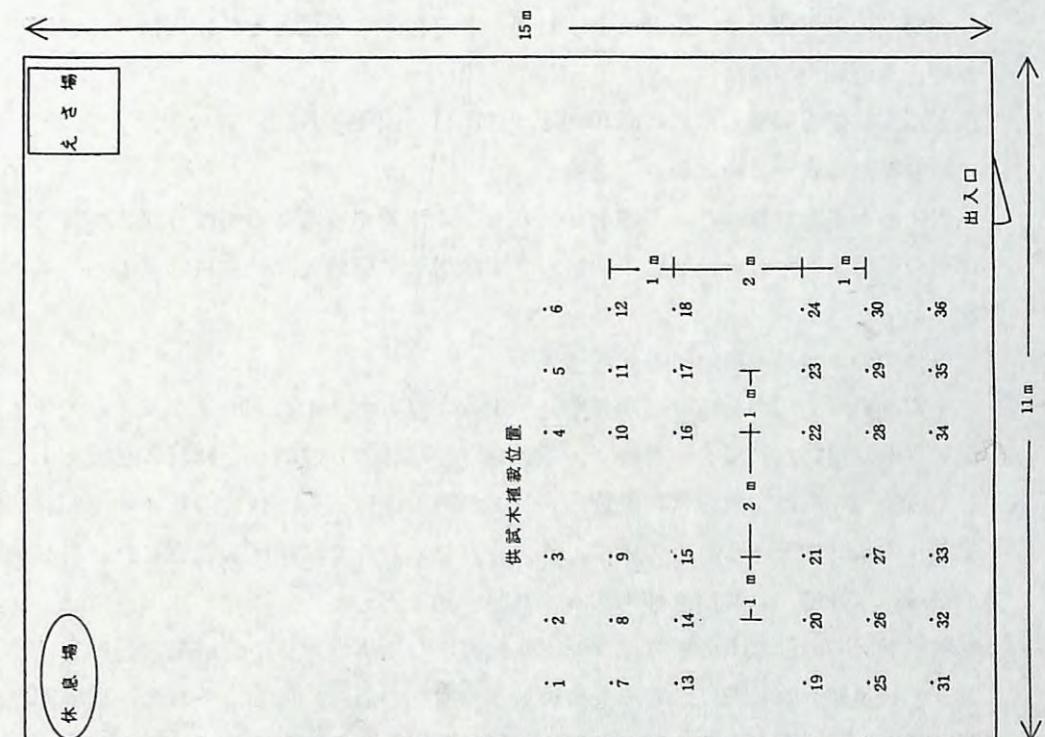
試験は、まず、浅川実験林多摩試験地の屋外飼育場で飼育中のノウサギに対して実施した。

ア. 飼育下のノウサギに対する忌避効果

ノウサギによる植栽木の被害形態を観察すると、頂端部・枝葉部のほか、樹幹部の皮はぎ、切断などの被害が多く、これらは植栽木にとって決定的な被害になりやすい。そこで、この試験では、製品の使用説明書にあるカモシカに対する通常の方法、すなわち、ゴム手袋を着用し、手のひらにのばした忌避剤を指先につけ、頂端部・枝葉部の数カ所に塗布する方法に、樹幹部へも塗布する方法を加え、飼育下のノウサギについて忌避効果の試験を行った。

方法別処理木と対照木の植栽位置番号

- | | | | |
|-------|---|-------|---|
| A 法 : | 1, 4, 8, 11, 15, 18, 19, 22, 26,
29, 33, 36. | 対照木 : | 3, 6, 7, 10, 14, 17, 21, 24, 25,
30, 31, 33, |
| B 法 : | 2, 5, 9, 12, 13, 16, 20, 23, 27,
28, 32, 35. | | |



試験実施場所は、浅川実験林多摩試験地の屋外飼育場で、飼育場の規模、構造などは図-1のとおりである。

供試したノウサギは、和歌山県産のオスの成獣2頭で、この飼育場で2頭一緒に飼育中のものである。飼育は、水と固型飼料（ウサギ・モルモット用）を与え、餌の投与量は、この試験中も含め、常に飽食の状態で与えている。

試験方法は、図-1に示した飼育場内の定位置に供試木を植栽して、忌避剤処理を行った。供試木は、苗畠養成のヒノキの3年生苗で、苗高60~80cmのものである。供試木への忌避剤処理方法は、つぎのような要領で行った。

A 法：前述した、製品の使用説明書にあるカモシカに対する通常の方法。この試験では、この処理方法をA法と呼ぶ。

B 法：前述、A法に樹幹部・側枝部への塗布を加えた方法。この処理方法をB法と呼ぶ。

供試木の本数は、A・B法処理木12本ずつと対照木として無処理木12本の合計36本である。忌避剤処理に際して、同一方法の処理木あるいは対照木が連続しないよう配慮して処理を行った。使用した薬量はつぎのとおりである。

A 法 12g/12本

B 法 14g/12本

忌避剤の効果調査は、処理後、1日目、3日目、7日目とそれ以後は、1週間ごとに1回、5週間づけた。

なお、試験を実施したのは昭和60年4月23日～同年5月28日である。

試験結果は表-2のとおりである。

表でわかるとおり、この忌避剤は、カモシカに対する通常の処理方法に樹幹部・側枝部への処理を加えると、飼育下のノウサギに対して極めて高い忌避効果のあることがわかる。

イ. 野外でのノウサギに対する忌避効果

忌避剤処理方法のB法（前項参照）によって行った、飼育下のノウサギに対する忌避効果試験が良好な結果を得たので、これを野外（林野）試験へと移行させたものである。

試験実施場所は、天城営林署管内、135林班は小班（4.45ha）のヒノキ（昭和59年春植栽）の造林地である。この中に、A, B, C, Dの4試験区を設定した。各試験区での供試木本数は、忌避剤処理木50本、対照木50本とした。

各試験区での供試木の配置はランダム配置とし、供試木への忌避剤の処理方法は、頂端部・枝葉部への処理は、カモシカに対する所定の方法で行い、それに、樹幹部、側枝部への塗布を加えたB法（前項参照）で行った。

供試木、1本あたりに使用した薬量は、約1.0gであった。

試験区の設定、供試木への忌避剤処理は、昭和60年12月10日～11日に行い、翌年5月23日に効果調査を行った。

なお、試験区設定以前の供試木の被害は、試験区を設定したときに、被害力所をはさみで切断、あるいは記録するなどして被害をゼロの状態にして以後の調査にそなえた。

効果調査は、ノウサギとシカによる被害とを区別し、また、被害力所は、頂端部・枝葉部・樹幹部と、それらの複合被害に分けて記録した。その結果は表-3のとおりである。

結果の表から、ノウサギによってなんらかの被害を受けた供試木は、4試験区を合計すると、チウラム・ラノリン混合剤処理木が2本（1.0%）に対し、対照木は21本（10.5%）であった。さらに、それを被害部位でみると、樹幹部の皮はぎの被害は、本剤処理木では、1本に部分的な被害がみられ、一方、対照木では、12本に、将来枯死するか、または、植え替えが必要な程の被害がみられた。このようなことから、この忌避剤を植栽木へ処理する場合、B法によって行えば、ノウサギによる被害防止には、有効であると言える。

(2) グアザチンを有効成分とする製剤

グアザチンを有効成分とする殺菌剤は、リンゴの腐らん病などに有効な殺菌剤である。この殺菌剤を処理した果樹には、ノウサギ、ノネズミなどの獣害がみられなかったことから、グアザチンを動物忌避剤の有効成分として利用できるか否かを確かめるため、試験を行ったものである。

使用した製剤は、グアザチン3%を含有するもの、およびグアザチン3%を含有し、チウラム6%を含有する混合製剤である。後者の混合剤は、グアザチンとチウラムの相乗効果を期待して調剤された製剤である。

試験は、この2つの製剤の原液、2倍液、4倍液、6倍液と言うように濃度を変え、また、飼育下、野外（林野）等の条件を変え、そして対象獣の種を変えて行った。

実施した各試験の内容、結果などはつぎのとおりである。

① 飼育下のノウサギに対する忌避効果

飼育下のノウサギに対する試験は、すべて浅川実験林多摩試験地の屋外飼育場に飼育中のノウサギについて実施した。ノウサギの飼育は、水と固型飼料を飽食の状態で与えている。

ア. グアザチン製剤およびグアザチン・チウラム混合剤の原液の忌避効果

この試験に供試したノウサギは、鹿児島県産のオスの成獣1頭である。供試木は、苗畠育成の3年生のヒノキで、苗高40~50cmのものを使用した。試験は、昭和57年12月22日から、翌年1月にかけて実施した。

供試木への忌避剤処理方法は、両剤とも、原液を使用したので粘性が高く、噴霧器が

表-2 飼育下のノウサギに対するチウラム・ラノリン混合剤の忌避効果試験結果

供試木 番号	1日目	3日目	7日目	14日目	21日目	28日目	35日目
1	○	○	枝4切断 幹環状皮切 断	X			
4	○	幹皮は約3× 12cm	幹環状皮切 断	X			
8	枝2切断 幹30cm切断 幹環状皮切 断	X					
11	○	○	幹環状皮切 断	X			
15	○	幹皮は約3× 12cm	幹環状皮切 断	X			
16	○	幹環状皮切 断	X				
19	○	○	○	枝4切断 幹環状皮切 断	X		
22	○	○	幹環状皮切 断	X			
26	○	幹皮は約2× 12cm	幹環状皮切 断	X			
29	○	○	幹環状皮切 断	X			
33	○	○	○	幹環状皮切 断	X		
36	○	○	枝4切断 幹環状皮切 断	X			

供試木 番	1日目	3日目	7日目	14日目	21日目	28日目	35日目
3	枝1切断 幹径約1× 8cm	枝3切断 幹径約枝1	X				
6	枝5切断 幹径約枝1	X					
7	枝2切断 幹2.5cm切断 幹径約枝1	X					
10	枝3切断 幹径約枝1	X					
14	幹根状枝1	X					
17	枝2切断 幹根状枝1	X					
21	幹根状枝1	X					
24	枝2切断 幹4.2cm切断 幹根状枝1	X					
25	幹根状枝1	X					
28	枝3切断 幹3.8cm切断 幹根状枝1	X					
32	枝1切断 幹根状枝1	X					
35	枝1切断 幹根状枝1	X					

注： 1. ○印は健全(無被害)状態
 2. ×印は被害のため将来枯死すると
 思われるもの

表-3 ノウサギに対するアソブム混合剤の忌避効果試験結果

試験区	忌避剤	處理	木照	被害程度										ノ外サギ害	
				供試木本数	健全	頂端部	枝葉部	樹幹部	頂端部	枝葉部	樹幹部	頂端部	枝葉部	樹幹部	
A区	チウラムノリン混合剤	木	木	50	33	0	1	木	木	0	0	木	木	木	木
	対照	木	木	50	37	0	4	1	1	0	0	0	0	0	15
B区	チウラムノリン混合剤	50	42	0	0	0	0	木	木	0	0	木	木	木	木
	対照	50	37	0	3	4	0	木	木	0	0	木	木	木	木
C区	チウラムノリン混合剤	50	0	0	0	0	0	木	木	0	0	木	木	木	木
	対照	50	39	0	0	0	0	木	木	0	0	木	木	木	木
D区	チウラムノリン混合剤	50	35	0	0	0	0	木	木	0	0	木	木	木	木
	対照	50	27	0	1	6	0	木	木	0	0	木	木	木	木
合計	チウラムノリン混合剤	200	142	0	1	1	0	木	木	0	0	木	木	木	木
	対照	200	140	0	8	11	1	木	木	1	0	木	木	木	木

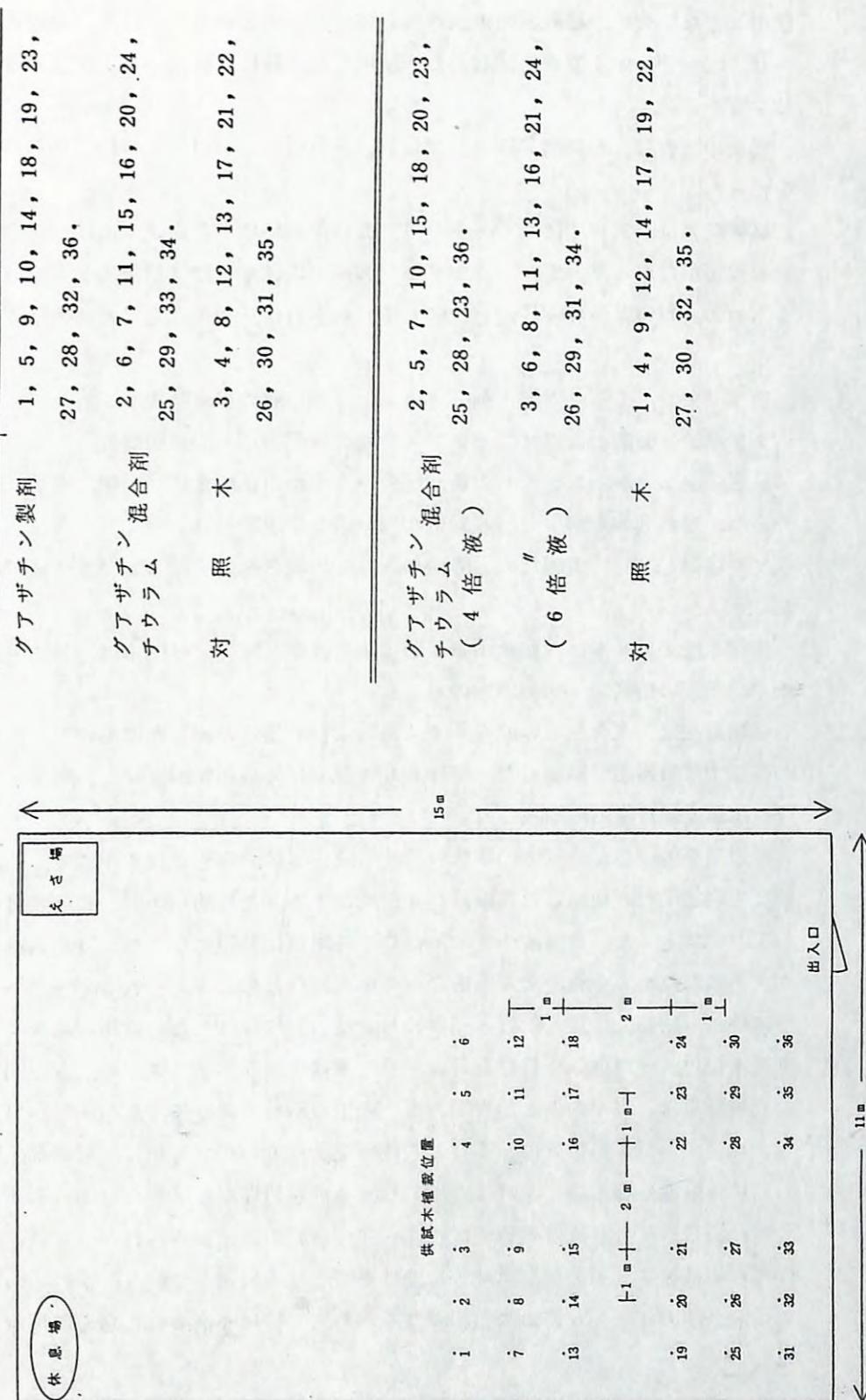
注：忌避剤処理期日 昭和60年12月10～11日
効果調査期日 " 61年5月23日

表-4 飼育下のノウサギに対するグアザチン
混合剤(原液)の忌避効果試験結果

供試木番号	グアザチン製剤(原液)					グアザチン混合剤(原液)					供試木番号
	1日目	3日目	5日目	7日目	10日目	1日目	3日目	5日目	7日目	10日目	
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2
5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6
9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	7
10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	11
14	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	15
18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	16
19	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	20
23	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	24
27	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	29
28	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	33
32	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	34
36	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

供試木番号	対照木				
	1日目	3日目	5日目	7日目	10日目
3	○	枝3切断 幹皮はぎ2× 12cm	枝2切断	枝2切断	枝7切断 幹皮はぎ1× 11cm
4	○	○	○	○	×
8	○	枝3切断	幹根元切断 幹皮はぎ2× 25cm	幹30cm切断 幹全面皮はぎ	×
12	○	○	○	枝1切断	枝1切断
13	○	幹皮はぎ1× 17cm	枝5切断	幹30cm切断 枝全部切断	×
17	○	幹20cm切断 枝全部切断	×	幹10cm切断	×
21	○	幹皮はぎ1× 7cm	幹皮はぎ2× 20cm	幹10cm切断	×
22	○	幹13cm切断	×	幹35cm切断	×
26	○	幹40cm切断	変化なし	幹25cm切断 枝全部切断	×
30	○	幹皮はぎ2× 20cm	幹25cm切断 枝全部切断	幹32cm切断 幹全面皮はぎ	×
31	枝1切断	幹32cm切断 幹全面皮はぎ	幹25cm切断 枝全部なし	幹25cm切断 枝全部なし	幹25cm切断 枝全部なし
35	○	幹32cm切断 幹全面皮はぎ 枝1切断 幹皮はぎ2× 28cm	幹25cm切断 枝全部なし	幹25cm切断 枝全部なし	幹25cm切断 枝全部なし

図-2 屋外飼育場略図



使用できなかったため、植栽前の供試木の全体にハケで塗布処理をした。処理後、自然乾燥させ、図-2に示す位置に植栽した。使用した薬量は、両剤とも、供試木1本あたり約12gである。

効果の調査は、忌避剤処理後、1日目、3日目、5日目、7日目、10日目の5回調査を行った。

試験結果は、表-4に示すとおりで、混合剤を処理した供試木には、この試験期間中全く被害がなかった。また、グアザチン製剤の供試木には7日目に2本の被害がみられるものの、対照木の被害状況と比較して判断すれば、両剤とも忌避効果は高いものといえる。

イ. グアザチン・チウラム混合剤の4倍および6倍液の忌避効果

グアザチン製剤およびグアザチン・チウラム混合剤の原液が飼育下のノウサギに対して忌避効果が高かったが、その後、他のいくつかの試験を経た結果、グアザチン製剤にくらべ、混合剤の方がより忌避効果が高いように思われた。そこで、再度、飼育下のノウサギに対して、経済的な面も考慮に入れて、混合剤の4倍および6倍液で試験を行った。

供試したノウサギは、和歌山県産のオスの成獣2頭で、供試木は、ヒノキ2年生（苗畑育成苗）の苗高30～50cmのものである。

試験方法は、混合剤の原液を水で4倍および6倍に希釈した液を作り、これを植栽前の供試木に噴霧器で処理した。処理した供試木は、自然乾燥させたのち図-2に示すような配置で飼育場内に植栽した。

忌避剤を処理した供試木の本数は、4倍液、6倍液とともに12本ずつで、これに対照木の12本を加えた。使用した薬量は、4倍液が1本あたり約15ccで、6倍液は1本あたり約33.3ccであった。6倍液の1本あたりの使用量が多量になったのは、希釈により粘性が失われたため、それによる液剤のロスがあったためと考えられる。

試験は、昭和60年10月29日～同年12月3日の間に実施した。効果の調査は、忌避剤処理後1日目、3日目、7日目と行い、その後は1週間ごとに実施し、5週間づづけた。

試験結果は、表-5のとおりである。表にみられるように、対照木は14日目になると、ほとんどの供試木が枯死に至るほどの被害を受けている。しかし、忌避剤処理木は、14日目に4倍液処理木が1本（1カ所のみ）、6倍液処理木が2本（各1カ所ずつ）被害を受け、21日目には6倍液処理木に1本（2カ所）の被害がみられた。これらの被害は1回だけの被害で、その後は再被害を受けることなく経過している。これらのことから、この混合剤の4倍、6倍の両希釈液は、ともに（特に4倍液は）忌避効果が高いといえる。

表-5 飼育下のノウサギに対するチウラム混合剤（4倍・6倍液）の忌避効果試験結果

② 飼育下のカモシカに対する忌避効果

飼育下のノウサギに対して有効であったグアザチン製剤とグアザチン・チウラム混合剤の両剤に飼育下のカモシカがどのような反応を示すかについて、栃木県県民の森管理事務所で飼育中のカモシカに対して試験を行った。

ア. グアザチン製剤およびグアザチン・チウラム混合剤の2倍液の忌避効果

この試験に供試したカモシカは、昭和56年に栃木県下で、哺乳中の幼体で保護されたものを県民の森管理事務所が飼育し、現在に至ったオスの成獣である。餌は、冬期には乾燥牧草（牛用の市販のもの）を与え、夏期には乾燥牧草とアカシヤの葉などの緑葉を飽食の状態で与えている。

供試木は、苗畠育成の4年生のヒノキで、苗高は60~90cmのものである。

試験方法は、両剤とも水で希釈した2倍液を作り、植栽前の供試木にハケで塗布処理した。処理後、自然乾燥させ、図-3に示す飼育場内の定位置に植栽した。なお、この試験では、混合剤の一方の有効成分であるチウラムの3%液を作り、同様の方法で供試木に処理して、同時にその効果を調べた。供試木の本数は、各製剤処理木、対照木4本ずつの計16本である。使用した各製剤の1本あたりの薬量はつきのとおりである。

グアザチン製剤	約30cc
グアザチン 混合剤	
チウラム	
チウラム3%液	約20cc

効果の調査は、供試木を植栽後、1日目、3日目、7日目、14日目の4回、被害の有無、程度について記録した。

試験は、全く同様な方法で、昭和58年12月22日~同59年1月4日と同59年4月12日~4月25日の2回実施した。

試験結果は表-6に示すとおりである。2回の結果から、各忌避剤とも、対照木の被害状態からみると忌避効果のあることがわかる。しかし、各忌避剤処理木も時間の経過とともに被害が増加していくようである。

③ 野外でのシカに対する忌避効果

ノウサギに対して、有効な忌避作用のあった両忌避剤に、野生のシカがどのような反応を示すかについて、天城営林署管内で試験を実施した。

ア. グアザチン製剤およびグアザチン・チウラム混合剤の2倍液の忌避効果

試験実施場所は、天城営林署135林班は小班(4.45ha)で、ここはシカによる被害が多くみられるところである。植栽樹種はヒノキで、昭和59年春に植栽され、樹高は50~80cmである。

試験方法は、4.45haの小班内に、A, B, Cの3つの試験区を設定し、各試験区ごと

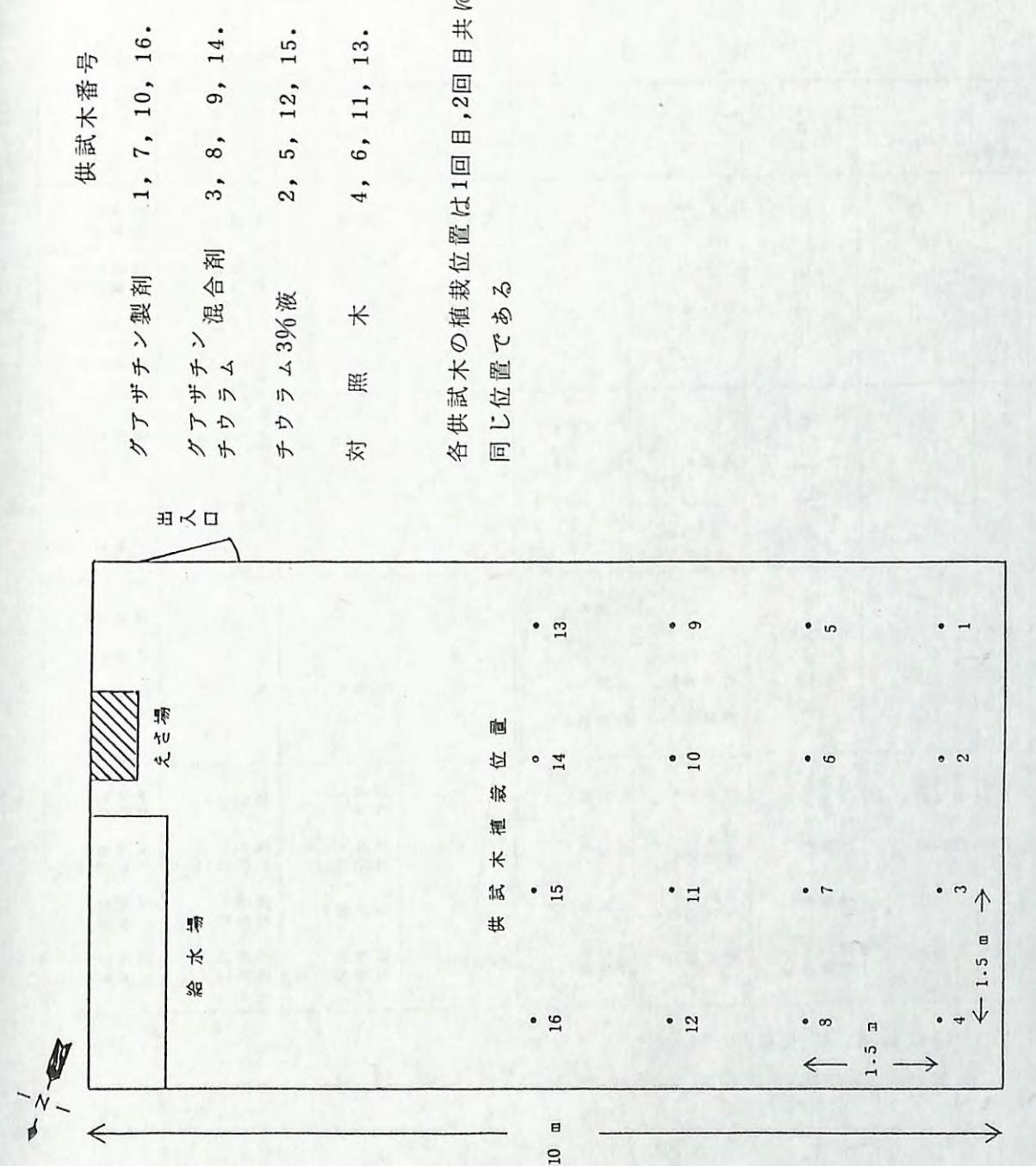


図-3 屋外飼育場略図

表-6 飼育下のカモシカに対するグアザチン製剤
混合剤 (2倍液) の忌避効果試験結果
チウラム

忌避剤木	供試木号	1回目				2回目			
		1日目	3日目	7日目	14日目	1日目	3日目	7日目	14日目
グアザチ ン製 剤	1	○	○	○	○	枝葉部1	変化なし	枝葉部1	頂端部 枝葉部9
	7	○	○	○	○	○	○	頂端部 枝葉部1	頂端部 枝葉部15
	10	○	○	○	○	○	○	○	枝葉部4
	16	○	○	○	○	○	○	○	枝葉部21
グア ザチ ン・ チウラ ム混 合剤	3	○	○	○	枝葉部2	○	○	○	枝葉部1
	8	○	○	枝葉部1	枝葉部2	○	○	○	○
	9	○	○	○	○	○	○	枝葉部1	枝葉部2
	14	○	○	○	○	○	○	○	枝葉部2
チウラ ム3% 液	2	○	○	○	枝葉部6	○	○	○	枝葉部1
	5	○	○	○	○	○	○	○	枝葉部7
	12	○	○	枝葉部1	枝葉部4	○	枝葉部1	変化なし	変化なし
	15	○	○	枝葉部5	枝葉部7	○	○	○	○
対照木	4	頂端部 枝葉部4	頂端部 枝葉部13	枝葉部8	枝葉部4	○	頂端部 枝葉部5	枝葉部6	頂端部 枝葉部12
	6	枝葉部1	枝葉部11	枝葉部11	枝葉部9	○	頂端部 枝葉部11	頂端部 枝葉部17	頂端部 枝葉部12
	11	○	枝葉部5	枝葉部5	枝葉部14	○	枝葉部4	頂端部 枝葉部20	頂端部 枝葉部23
	13	枝葉部2	頂端部 枝葉部13	枝葉部11	枝葉部11	枝葉部2	頂端部 枝葉部20	頂端部 枝葉部16	頂端部 枝葉部14

注：○印は健全(無被害)状態

枝葉部5等の数字は被害カ所数である

表-7 シカに対するグアザチン製剤
混合剤 (2倍液) の忌避効果試験結果
チウラム

試験区	忌避剤処理模と对照木	供試木本数	被害程度					シカ以外の被害
			健全	頂端部	枝葉部	頂端部 枝葉部	計	
A	グアザチ ン製 剤	40	32	0	4	4	8	0
	グアザチ ン・チウラ ム混 合剤	40	0	0	0	0	0	0
	対照	40	25	1	5	6	12	3
B	グアザチ ン製 剤	40	35	0	5	0	5	0
	グアザチ ン・チウラ ム混 合剤	40	39	0	1	0	1	0
	対照	40	30	1	4	4	9	1
C	グアザチ ン製 剤	40	26	0	2	1	3	11
	グアザチ ン・チウラ ム混 合剤	40	29	0	2	1	3	8
	対照	40	17	0	10	2	12	11
合	グアザチ ン製 剤	120	93	0	11	5	16	11
	グアザチ ン・チウラ ム混 合剤	120	108	0	3	1	4	8
	対照	120	72	2	19	12	33	15

の供試木は、2つの忌避剤処理木と対照木それぞれ40本ずつの合計120本とした。各供試木の配置は、青、赤、白色の3色のナンバーテープを供試木と同数、袋に入れてかくはんしたのち、無作意にとり出して、供試木に添付した。その結果、青色ナンバーテープのついた供試木をグアザチン製剤処理木とし、赤色を混合剤処理木、白色を対照木とした。

供試木への両忌避剤の処理方法は、両剤とも水で希釈した2倍液を作り、噴霧器を使用して供試木へ散布処理した。使用した両製剤の液量はつぎのとおりである。

グアザチン製剤 4ℓ 処理本数 120本

グアザチン
混合剤 3.5ℓ 処理本数 120本
チウラム

処理本数120本は、3試験区合計である。

供試木への忌避剤処理は昭和59年11月7日に行い、効果の調査は、翌年5月30日行った。その結果は表-7に示すとおりである。

表から、供試木になんらかの被害（頂端部、枝葉部あるいはそれらの複合被害）を受けたものは、3試験区を合計するとつぎのとおりである。

グアザチン製剤処理木 16本 (13.3%)

グアザチン
混合剤処理木 4本 (3.3%)
チウラム

対照木 33木 (27.5%)

この結果から、両忌避剤で処理された供試木の被害は、対照木の被害より、いずれも少く、とくに、混合剤の場合は、その効果を評価できる。

(3) ジラムを有効成分とする製剤

動物忌避剤として新しく輸入されたものでジラムを32%含有する製剤である。この製剤を使用して行った効果試験について、以下に述べる。

① 飼育下のノウサギに対する忌避効果

多摩試験地に飼育中のノウサギに対して試験を行い、この忌避剤の原液と2倍液、そして3倍液と5倍液の2回の試験を行った。

2回の試験は、その方法、条件などほぼ同様な要領で実施したので、まとめて述べるとつぎのとおりである。

実施時期 第1回目 原液と2倍液試験

昭和60年1月16日～2月20日

第2回目 3倍と5倍液試験

昭和60年3月13日～4月17日

供試木 ヒノキ 3年生（苗畑育成苗）苗高60～80cm

供試
ノウサギ 和歌山県産 オス 成獣 2頭

試験方法 第1回目の原液と2倍液の試験では、供試木への忌避剤処理は、植栽前にハケで樹幹部・枝葉部に塗布し、自然乾燥させたのち、図-4に示すような配置で飼育場内に植栽した。忌避剤を処理した供試木は、それ12本ずつで、それに対照木として12本を加えた。忌避剤の希釈は水を使用した。

第2回目の3倍液と5倍液の試験では、供試木への忌避剤処理を噴霧器で行った以外は、すべて第1回目と同様な要領で実施した。

供試木に処理した忌避剤の量はつぎのとおりである。

	供試木本数	忌避剤使用量	1本あたり忌避剤の量
原液	12本	150g	12.5g
2倍液	12本	200g	16.7g
3倍液	12本	600ml	50.0ml
5倍液	12本	750ml	62.5ml

効果の調査は、供試木植栽後、1日目、3日目、7日目とそれ以後は1週間ごとに行い、それを5週間づけた。

試験結果は表-8、9に示すとおりである。

表でわかるように、この忌避剤の原液、2倍液は、飼育下のノウサギに対しては確実な忌避効果があり、また、3倍液、5倍液も対照木の被害状況と対比すれば、その目的は充分に達しているといえる。

② ジラム製剤3倍液の野外でのノウサギに対する忌避効果

飼育下のノウサギに対する忌避効果試験で、良好な結果を得たのでそれを野外（林野）試験へと移行させたものである。

試験を実施した場所は、天城営林署管内の135林班は小班（4.45ha）のヒノキの造林地（昭和59年春植）である。この造林地内にA、B、C、Dの4試験区を設定して試験を行った。各試験区での供試木本数は、忌避剤処理木50本、対照木50本とした。

各試験区での供試木の配置方法はランダム配置とし、供試木への忌避剤処理方法は、水で希釈した3倍液を作り、噴霧器で供試木全体に散布処理を行った。供試木1本あたり使用した薬液量は約40ccであった。

試験区の設定、供試木への忌避剤処理は、昭和60年12月10日～11日に行い、翌年5月23日に効果調査を行った。

なお、試験区を設定したときに、それ以前の供試木の被害は、被害力所をはさみで切断

供試木番号

供試木番号	ジラム製剤 (原液)	1, 4, 8, 11, 15, 18, 19, 22, 26, 29, 33, 36.
"	(2倍液)	2, 5, 9, 12, 13, 16, 20, 23, 27, 30, 31, 34.
対照木	対照木	3, 6, 7, 10, 14, 17, 21, 24, 25, 28, 32, 35.

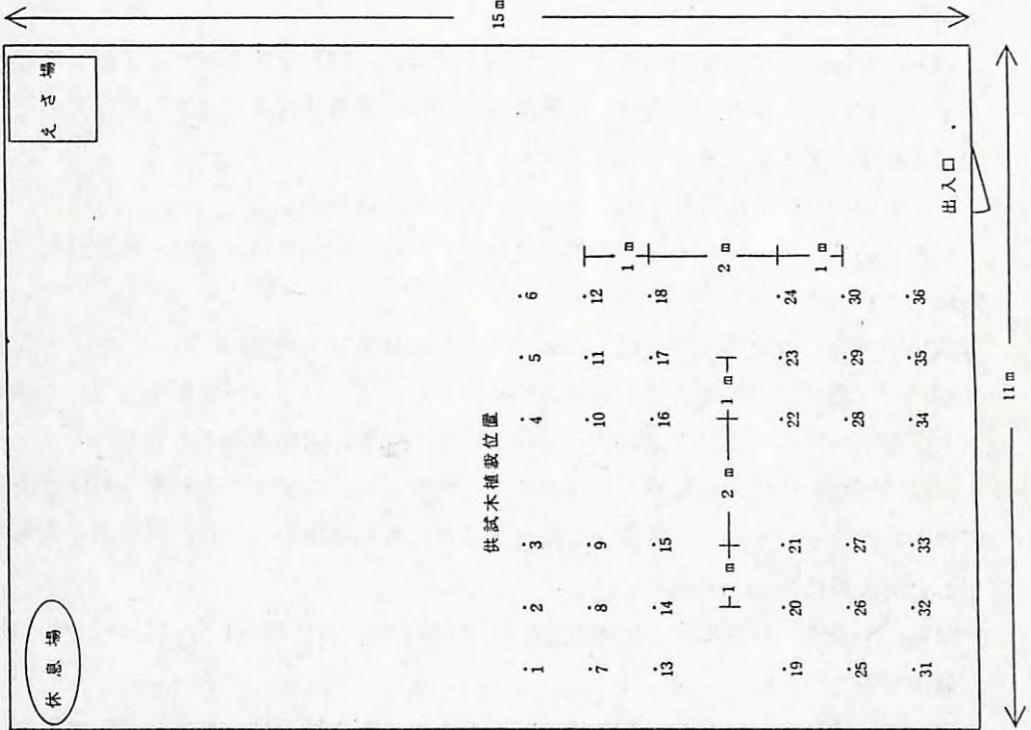


図-4 屋外飼育場略図

表-8 飼育下のノウサギに対するジラム製剤(原液・2倍液)の忌避効果試験結果

供試木番号	1日目	3日目	7日目	14日目	21日目	28日目	35日目
1	○	○	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○	○	○
11	○	○	○	○	○	○	○
15	○	○	○	○	○	○	○
18	○	○	○	○	○	○	○
19	○	○	○	○	○	○	○
22	○	○	○	○	○	○	○
25	○	○	○	○	○	○	○
29	○	○	○	○	○	○	○
33	○	○	○	○	○	○	○
36	○	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○	○	○
9	○	○	○	○	○	○	○
12	○	○	○	○	○	○	○
13	○	○	○	○	○	○	○
16	○	○	○	○	○	○	○
20	○	○	○	○	○	○	○
23	○	○	○	○	○	○	○
27	○	○	○	○	○	○	○
30	○	○	○	○	○	○	○
31	○	○	○	○	○	○	○
34	○	○	○	○	○	○	○

供試木番号	1日目	3日目	7日目	14日目	21日目	28日目	35日目
3	枝3切断 幹皮はぎ1× 20cm	枝1切断 幹皮はぎ2× 静止状態はぎ 幹36cm切断	枝3切断 幹皮はぎ1× 10cm	枝3切断 幹皮はぎ1× 10cm	枝1切断 幹皮はぎ1× 10cm	枝1切断 幹皮はぎ1× 10cm	枝1切断 幹皮はぎ1× 10cm
6	枝2切断 幹皮はぎ2× 27cm	枝2切断 幹皮はぎ2× 27cm	枝2切断 幹皮はぎ2× 27cm	枝2切断 幹皮はぎ2× 27cm	枝2切断 幹皮はぎ2× 27cm	枝2切断 幹皮はぎ2× 27cm	枝2切断 幹皮はぎ2× 27cm
7	枝5切断 幹30cm切断 幹皮状態はぎ	枝5切断 幹30cm切断 幹皮状態はぎ	枝5切断 幹30cm切断 幹皮状態はぎ	枝5切断 幹30cm切断 幹皮状態はぎ	枝5切断 幹30cm切断 幹皮状態はぎ	枝5切断 幹30cm切断 幹皮状態はぎ	枝5切断 幹30cm切断 幹皮状態はぎ
10	○	○	○	○	○	○	○
14	○	○	○	○	○	○	○
17	○	○	○	○	○	○	○
21	○	○	○	○	○	○	○
24	○	○	○	○	○	○	○
25	○	○	○	○	○	○	○
28	○	○	○	○	○	○	○
32	○	○	○	○	○	○	○
35	○	○	○	○	○	○	○

し、あるいは記録するなどして、被害をゼロの状態にし、以後の調査にそなえた。

効果調査は、ノウサギとシカによる被害を区別し、また、被害状況は、頂端部・枝葉部・樹幹部、そして、それらの複合被害とに分けて記録した。その結果は表-10のとおりである。

表にみられるように、この忌避剤の3倍液で処理された供試木には、被害が全くなく、試験期間を経過し、飼育下のノウサギに対してと同様、確実な忌避効果を立証している。

③ 飼育下のカモシカに対する忌避効果

ここで試験は、ノウサギに対して忌避効果の高いこの忌避剤を、カモシカに応用できるか否かを確かめるため、飼育下のカモシカについて行ったものである。

試験を実施した場所、供試したカモシカは、グアザチン製剤の項で述べた場所と同じ栃木県県民の森管理事所であり、同じカモシカである。

供試木への忌避剤の処理方法は、忌避剤の原液と水で希釈した2倍液、5倍液を用意して、植栽前の供試木の全体にハケで塗布処理をした。処理後、自然乾燥させた供試木を飼育場内の図-5に示す位置に植栽した。忌避剤を処理した供試木は、それぞれ4本ずつで、それに対照木4本を加えた。使用した薬液量はつきのとおりである。

	供試木本数	使用薬液量	1本あたり薬液量
原液	4本	65g	16.25g
2倍液	4本	60g	15.00g
5倍液	4本	60g	15.00g

効果の調査は、供試木植栽後、1日目、3日目、7日目とその後は1週間ごとに行い、それを5週間つづけた。

試験結果は、表-11のとおりである。

この忌避剤の原液、2倍液は飼育下のカモシカに対しても、確実な忌避効果のあることが判明した。また、5倍液の場合は、対照木の被害とくらべれば僅少ではあるが、時間の経過とともに被害を受けるようになることがわかった。

考 察

これまでに効果試験を行ってきた忌避剤のうち、すでに市販されている、チウラム・ラノリン混合剤をカモシカ、ノウサギなどによる被害の発生地域で使用する場合は、頂端部、枝葉部への処理ばかりではなく、樹幹部への処理も加えることを是非奨したい。それは、これまで述べてきた試験の中で、樹幹部へ本剤を処理することにより、ノウサギによる被害を著しく軽減できることを実証できたからである。獣類によって植栽木が受ける被害のうち、枝葉部の少々の被害は、植栽木の成長にはあまり影響はない。しかし、樹幹部へ受ける被害は決定的なものになりやすい。

表-9 飼育下のノサギに対するジラム製剤(3倍・5倍液)の忌避効果試験結果

表-10 ノウサギに対するジラム製剤(3倍液)の忌避効果試験結果

試験区	忌避剤 處理 対照	木と 木本 供試木 本数	被 害 程 度						ノウサギ 以外の 害 虫 本 数
			全 健 木	頂端部	枝葉部	樹幹部	頂端部 枝葉部	樹幹部 枝葉部	
A 区	ジラム製剤 対照	50 本	47 木	0 木	0 木	木 0	木 0	木 0	木 3
B 区	ジラム製剤 対照	50 本	37 木	0 木	4 木	1 木	1 木	0 木	木 7
C 区	ジラム製剤 対照	50 本	48 木	0 木	0 木	0 木	0 木	0 木	木 2
D 区	ジラム製剤 対照	50 本	37 木	0 木	3 木	4 木	0 木	1 木	木 5
合計	ジラム製剤 対照	200 木	191 木	0 木	0 木	0 木	0 木	0 木	木 9
		200 木	140 木	0 木	8 木	11 木	1 木	0 木	木 39

注：忌避剤処理期日 昭和60年12月10～11日
効果調査期日 " 61年 5月23日

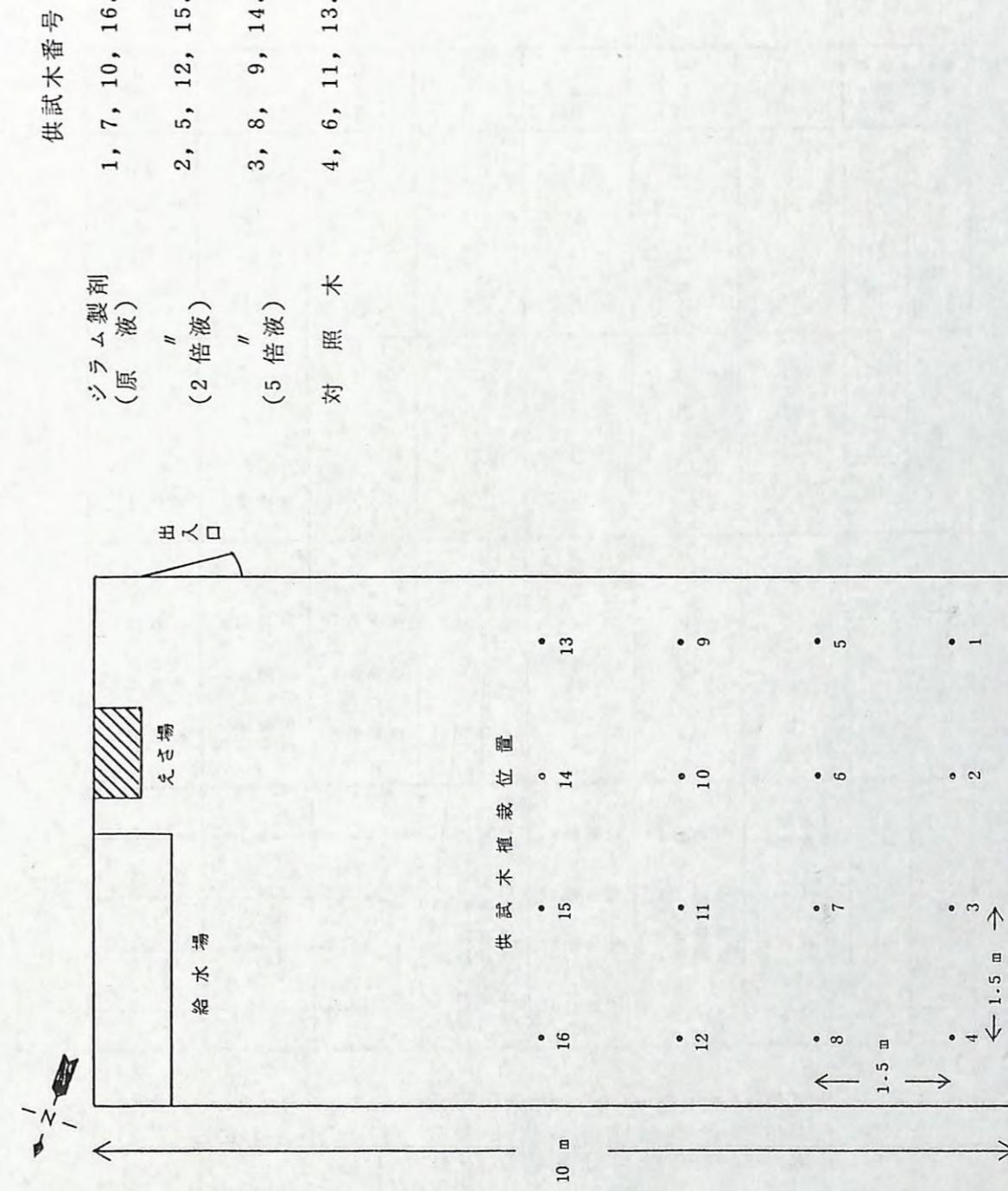


図-5 屋外飼育場略図

表-11 飼育下のカモシカに対するジラム製剤(原液・2倍・5倍液)の忌避効果試験結果

液対 状照 と木	供番 木号	1 日 目	3 日 目	7 日 目	14 日 目	21 日 目	28 日 目	35 日 目
原 液	1	○	○	○	○	○	○	○
	7	○	○	○	○	○	○	○
	10	○	○	○	○	○	○	○
	16	○	○	○	○	○	○	○
2 倍 液	2	○	○	○	○	○	○	○
	5	○	○	○	○	○	○	○
	12	○	○	○	○	○	○	○
	15	○	○	○	○	○	枝葉部1	変化なし
5 倍 液	3	○	○	○	○	○	○	○
	8	○	○	○	○	枝葉部7	枝葉部5	枝葉部2
	9	○	○	○	○	枝葉部4	枝葉部2	頂端部 枝葉部6
	14	○	○	○	枝葉部2	枝葉部8	頂端部 枝葉部16	枝葉部9
対 照 木	4	頂端部 枝葉部4	枝葉部10	枝葉部1	枝葉部2	×		
	6	○	枝葉部11	枝葉部3	頂端部 枝葉部33	×		
	11	枝葉部9	頂端部 枝葉部11	枝葉部4	頂端部 枝葉部18	×		
	13	○	○	枝葉部3	頂端部 枝葉部15	×		

- 注： 1. ○印は健全(無被害)状態
 2. ×印は被害のため将来枯死すると思われるもの
 3. 枝葉部3等の数字は被害カ所数である

すなわち、樹幹部を環状に剥皮されれば枯死に至ることはいうまでもなく、また、部分的な剥皮被害でも、将来、材質などにおよぼす影響は大きなものであろう。このようなことから、植栽木の樹幹部を保護する上で、本剤は大きな役割をもつものと考えられる。

グアザチンを有効成分とする製剤では、グアザチン単剤の製剤よりも、グアザチン・チウラム混合剤の方が、ノウサギ、シカに対して、忌避効果があることが判明した。使用するにあたっては、経済的な面も考えると、2～3倍液でも、充分その目的は達せられるものと考えられる。

ジラム製剤は、試験結果から、ノウサギ、カモシカなどに対して、極めて高い忌避効果があることがわかった。これは近い将来市販されるものと思われるが、本剤を使用する際、2～4倍液でも充分な忌避効果が得られるものと考えられる。

忌避剤を使用して被害防止をするにあたっては、つぎに述べるようなことを念頭におくことが肝要である。

カモシカ・シカ・ノウサギなどの植物質を餌とする獣類による被害は、植栽木以外の植物が落葉あるいは枯れる時期の晩秋から冬にかけてが発生しやすい。しかし、林床植生が欠如していたり、未発達な造林地では、春、夏でも被害は発生する。とくに新植地では、地ごしらえしてから間もないため、林床植生が未発達なところが多く、また、植栽時期には、植栽木以外の植物が未だ開葉していない場合もある。このため、餌植物の不足から、被害は多発する。そして、この時期の被害は、獣類の摂食による被害のみではなく、新植された植栽木の活着が十分でないため、獣類が摂食時に起す引っ張りなどの物理的原因による根浮きで枯死する二次的被害も少なくない。こうした被害を防止するためには、植栽前の苗木に忌避剤を処理するか、または植栽直後に処理するかの対策をとる必要がある。

使用する忌避剤については、その效能、使用方法等を事前に熟知しておくように心掛け、最大限に効果を發揮させることが必要である。

参考文献

林野庁 カモシカ被害防止対策調査報告書 昭和54年3月

防護柵（電気式）による被害防止

関 勝

1. 試験目的

大型獣類による被害の発生が予想される造林地の周囲を柵で囲い、加害獣の侵入を阻止して被害を防止するこの方法は、今までに、全国各地で多種多様な構造型式で設置され、実施されてきている。この方法による被害防止の利点は、柵が堅固完全なものであれば、完全に被害防止ができることがある。一方、欠点としては、設置に要する費用が多額であるということである。地況によっては、経費が増大し、経済的に設置不可能となるところもある。このことが、防護柵の普及を困難にしている最大原因ではないかと思われる。そのため、ここでは、電気式防護柵がその欠点を補うことができるか否かを確かめることを目的として、この試験を行った。

2. 試験の経過と得られた成果

この試験は、東京宮林局天城宮林署の全面的な協力により実施したものである。

電気柵は、すでに畜産関係では放牧場の囲い柵として多く使用されている。また、林業でもそれを防護柵として応用して、被害防止に役立たせているところもある。この試験では、既往の電気柵の電気装置とは異なった、新しいタイプのものを採用して試験を行った。

使用した電気装置の本来の目的は、広域な施設・設備などを警戒する防犯警報装置として開発され、使用されているものである。

作動様式は、施設内への不法侵入者がこの装置が施してある電線にふれると警報が発報され、侵入者を察知するようになっている。

この原理を応用し、電線に微弱な電流を流しておき、対象獣がこの電線にふれると、電流が体を通じて地上に流れ、このとき装置がこれを感知し、高圧発生器が作動して、高圧電流が流れようになっている。この高圧電流が、対象獣に対してショックを与え、柵内への侵入を阻止するのである。なお、この場合、電圧が高くても電流が微弱であるため、感電によって失神したり、死に至るようなことはない。

この装置の規格・性能等の概略はつきのとおりである。

使用電源 12Vバッテリー、重量 2kg

消費電流 感應時 0.2 A 以下

持続時間 3600 時間以上（150日間以上）

充電時間 6 時間

感電電圧 300～2400 V P-P（ノッチ切換）

使用時温湿度 -20°C～60°C, 90%以下

応答時間 0.5 秒

感電時間 1～2 秒

断線チェック テストボタンによるネオランプの点灯を確認してチェックする

防護柵は 4 つの異なる構造のものを設計して設置した。各型式の防護柵の設置場所は天城国有林の図-1 にある太線で囲ったところである。また、防護柵の効果を判定するための無柵の対照区も設定した。

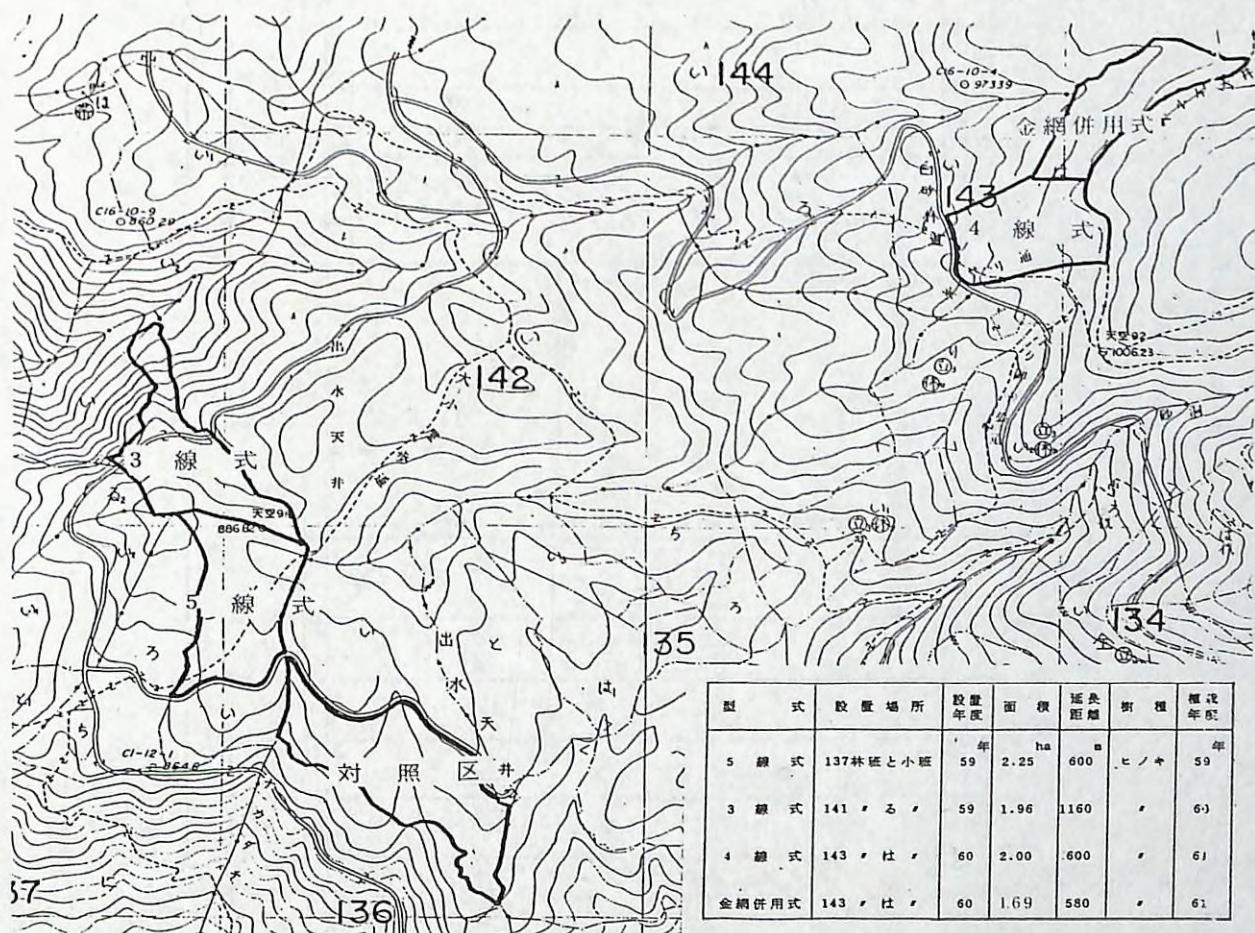
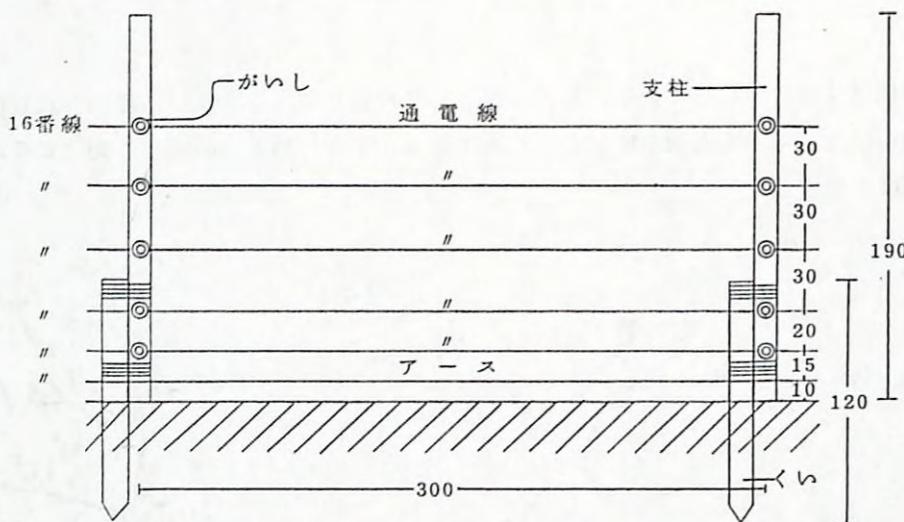
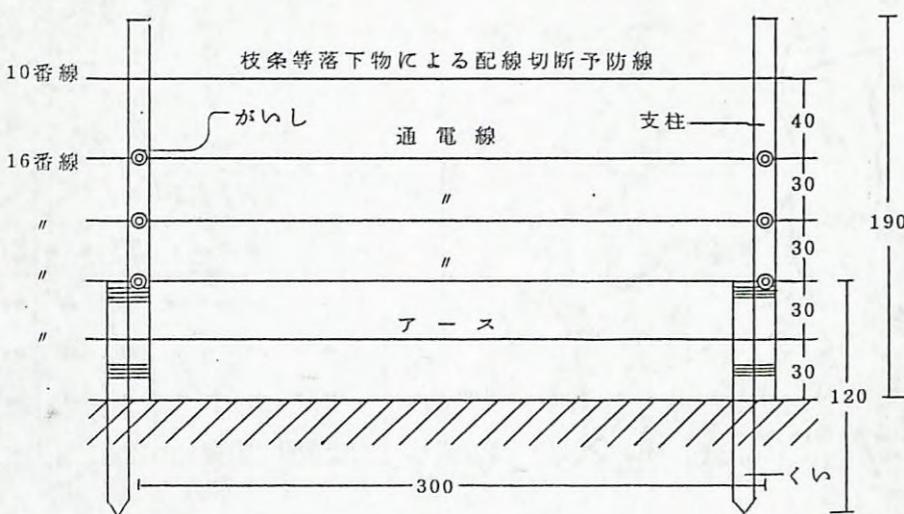


図-1 各型式防護柵設置位置図

— 5 線式 —



— 3 線式 —



注：数字の単位はcmである

図-2 型式別防護柵の構造略図

防護柵を設置したこの地域は、シカ、ノウサギによる被害の多発地域で、フィールドサイインである食こん、足跡、糞粒などが多く見られるところである。

(1) 設置した防護柵について

設置した各型式の防護柵についての概略を述べるとつきのとおりである。

1) 5 線式

この防護柵は、4つの型式のなかで最初に設計し設置したもので、設置場所は図-1にある137林班と小班の植栽直後のヒノキ造林地である。構造は図-2に示したように、3m間に隔に立てた支柱（高さ190cm）に5線の通電線と1線のアースを配線して囲ったものである。支柱と通電線との接触部位には漏電防止のため「かいし」（専用特注品）を使用した。

この防護柵の特徴は、シカの被害防止のみならず、ノウサギの被害防止も考慮に入れて設計したことである。すなわち、最下位の通電線をできるだけ低い位置に配線し、ノウサギがそれにふれるように仕向けたことである。

防護柵で囲った面積は2.25haで、柵の総延長は600mであった。これに要した経費の概算は表-1に示すとおりである。電気装置は最高8線まで通電可能なものを用いたため、高額となっている。なお、使用した支柱・くいは営林署の内部振替によるものであるため、表中の金額は聞き取り調査などによる推定金額である。また、設置作業も営林署の協力により実施したので、作業賃金は推定金額である。これらは後述する各型式共、みな同じである。概算の総額は900,706円となり、haあたりに換算すると400,313円になる。また1mあたりでは1,501円となる。さらに、表中にも特記したように、この防護柵に使用した電気装置は、後述する3線式防護柵にも兼用させたので、その費用を2分の1と考えれば、概算総額は702,706円となり、haあたりでは約312,314円となる。そして1mあたりで約1,171円となる。

設置年月は昭和59年5月である。

2) 3 線式

5線式防護柵の被害防止効果は、シカに対しては好結果を得たので、ノウサギによる被害の防止方法は別に考案することとし、シカだけを対象にこの防護柵を設計して設置した。設置場所は、図-1にあるとおり141林班の小班で、既設の5線式防護柵に隣接するところである。設置年月は昭和60年1月で、このとき柵内には未だ植栽がされてなく、春にヒノキが植栽される予定地であった。

この防護柵の構造は、経費節減、省力化を目的として、通電線3線、アース1線とした（図-2参照）。また、新たな試みとして、通電線の最上段線の更に上部に、枝条などの落下物による通電線の切断予防のための1線を配線した。

この防護柵による囲い面積は1.96haで、総延長は1,160mである。面積に比して延長距離が長いのは、この柵内を林道が通過しているため、林道の両側に柵を架設したから

である。これに要した経費の概算は表-1のとおりである。電気装置は前述の5線式のものを兼用したので購入の必要がなく、また、支柱、くい、作業賃金は推定金額である。概算の総額は、641,880円で、haあたりの金額は約327,490円となり、1mあたりは約553円である。5線式と兼用した電気装置の金額を2分の1を加算すれば総額は、839,880円である。したがって、haあたりでは約428,510円で、1mあたりは約724円である。

3) 金網併用式

林野での、野生獣類の生息状況を見るとき、そこに生息する獣類が1種のみに限定されることは、極めて特殊な条件のところを除けば、まずあり得ない。カモシカ・シカ・ノウサギ・ノネズミなどが複数種で混棲しているのが普通である。これらの獣類の食性は、大部分が植食性であることで一致している。したがって、森林被害もこれら複数種の獣類による被害が混在するのもまた普通である。ここにあげた獣類のなかでノネズミの場合は、殺虫剤による個体数の調整が被害防止の一般的な方法である。しかし、諸般の事情により、個体数調整による方法が困難な他の獣類の場合は、被害防止を共通な観点で考えてゆくことが望ましいことである。このようのことから、シカ・ノウサギによる被害を同時に防止しようとこの金網併用式防護柵を考案した。構造は図-3に見られるように、柵の下部約90cmまでを金網で囲い、ノウサギの柵内侵入を防止し、その上部に2線の通電線を配線してシカの柵内侵入を防止しようと試みたものである。

設置場所は、図-1にある141林班は小班で、昭和61年3月に設置した。設置当時は、ヒノキの春植予定の未植栽地であった。

この防護柵の囲い面積は1.69haで、総延長は580mである。この防護柵の設置に要した経費の概算は表-2に示すとおりである。使用した電気装置は、前述の8線型ではなく4線型（最高4線まで通電可能）で、価格も8線型に比して安価である。経費概算の総額は802,308円で、haあたりでは約474,738円となり、また、1mあたりでは約1,383円となる。なお、この防護柵に使用した電気装置は、後述する4線式防護柵に兼用したもので、その費用を2分の1として計算すれば、つぎのようになる。総額は677,308円となり、haあたりでは約400,774円、1mあたりでは約1,168円となる。

4) 4線式

この防護柵は、前述の金網併用式防護柵に隣接して同じ143林班は小班内に設置した。設置時期も同じく昭和61年3月である。構造は、図-3のように通電線4線、アース1線と切断予防線1線を配線したものである。通電線を4線とした理由は、使用した電気装置が金網併用式防護柵と兼用した4線型だったので、その通電可能範囲の4線をすべて使い、装置の性能を確かめようとしたためである。

この防護柵の設置に要した経費の概算総額は、457,100円である（表-2参照）。haあたりでは約228,550円で、mあたりでは762円となる。金網併用式防護柵と兼用した電

表-1 各型式の防護柵の設置費用概算

— 3 線 式 —						
設置場所：141林班は小班 設置年月：昭和60年1月 面 積：1.96ha 延 長：1,160m						
(機材費)						
品 名	規 格	枚 数	量	単 価	金 額	摘要
電気装置 計	8 線 型	1	式 番 構	38 kg 132	396,000 5,016	既設5線式のものを兼用 支柱固定用 通電および アース用
	10 番 構	57 "	"	170	9,690	
	16 "	200 本	250	50,000	16 "	74 "
支柱 (丸太)	8 cm × 190 cm	200 "	200	40,000	支柱固定用 支柱 (丸太) (") か い し	支柱 8 cm × 190 cm 6 cm × 120 cm (") か い し
	6 cm × 120 cm	1,000 個	200	200,000	支柱固定用 支柱 (丸太) (") か い し	支柱 6 cm × 120 cm (") か い し
計				700,706		
(貨 金)					441,880	
25人 @ 8,000	200,000					
		円				
		900,706				
		円				
合計						
					641,880	

— 5 線 式 —						
設置場所：137林班と小班 設置年月：昭和59年5月 面 積：2.25ha 延 長：600m						
(機材費)						
品 名	規 格	枚 数	量	単 価	金 額	摘要
電気装置 計	8 線 型	1	式 番 構	38 kg 132	396,000 5,016	既設5線式のものを兼用 支柱固定用 通電および アース用
	10 番 構	57 "	"	170	9,690	
	16 "	200 本	250	50,000	16 "	74 "
支柱 (丸太)	8 cm × 190 cm	200 "	200	40,000	支柱固定用 支柱 (丸太) (") か い し	支柱 8 cm × 190 cm 6 cm × 120 cm (") か い し
	6 cm × 120 cm	1,000 個	200	200,000	支柱固定用 支柱 (丸太) (") か い し	支柱 6 cm × 120 cm (") か い し
計				700,706		
(貨 金)					441,880	
25人 @ 8,000	200,000					
		円				
		900,706				
合計						
					641,880	

(注) 電気装置は既設5線式のものを兼用したので、その費用を $\frac{1}{2}$ を加算
すれば総額は次のようになります。
900,706 - 198,000 = 702,706 円
900,706 - 198,000 = 702,706 円
900,706 - 198,000 = 702,706 円

気装置の費用の2分の1(125,000円)を加算するところとおりである。

総額582,100円、haあたり291,050円、mあたり970円である。

以上述べた各防護柵の主要な事項をまとめたものが表-3である。

表-3 各型式防護柵の主要事項一覧

防護さくの式 防護型	使用した電気装置	設置年月	設置場所	面積(m ²)	延長距離(m)	経費総額(円)	単価(円/ha)	単価(円/m)	電気装置の費用 $\frac{1}{2}$ をそれぞれ	
									植栽樹種と植栽時期	電気装置・試算した場合
5線式	S.59. 5	137林班 と小班	ヒノキ S.59. 春	2.26	600	900,706	400,313	1,501	702,706	312,314
			ヒノキ S.60. 春	1.96	1,160	641,850	327,490	553	839,880	428,510
3線式	S.60. 1	141林班 と小班	ヒノキ S.60. 春	1.69	580	802,308	474,738	1,383	677,308	400,774
			ヒノキ S.61. 春	2.00	600	457,100	228,550	762	582,100	291,050
金網併用式	S.61. 3	143林班 と小班	ヒノキ S.61. 春	1.69	580	802,308	474,738	1,383	677,308	400,774
			ヒノキ S.61. 春	2.00	600	457,100	228,550	762	582,100	291,050
4線式	S.61. 3	143林班 と小班								970

注：電気装置の価格 8級型 395,000円 4級型 250,000円 $\frac{1}{2} = 198,000$ 円 $\frac{1}{2} = 125,000$ 円

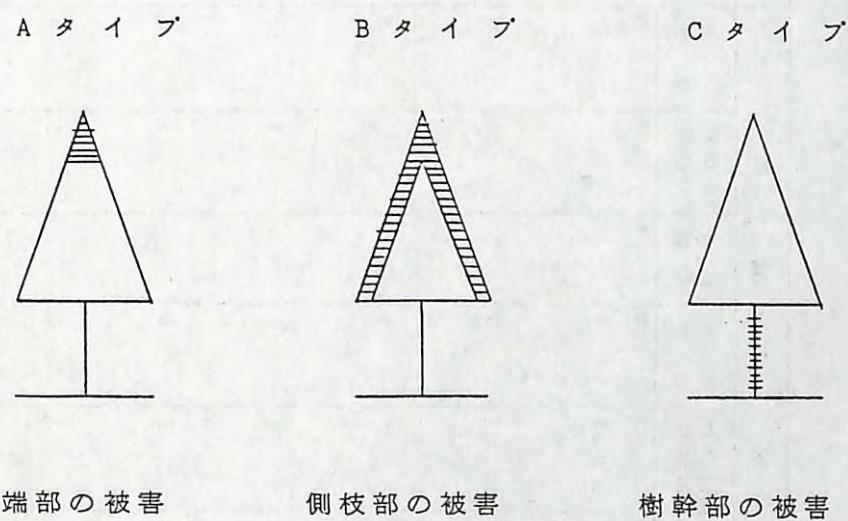
なお、これらの防護柵の効果を検討する上で必要な資料を得るために、対照区（無柵地）を設定した。場所は5線式防護柵に隣接する136林班ち小班（図-1参照）で、植栽樹種はヒノキ、植栽時期は5線式防護柵内と同じ昭和59年春である。

(2) 防護柵の効果について

各防護柵の被害防止効果の良否を判定するにあたり、つぎに述べるような方法で被害状況の調査を行った。

各防護柵と対照区のほぼ中央部に、等高線に平行した、幅約5mのベルト状の被害状況調査区を設定し、この区域内の植栽木を調査の対象木としてすべての調査木にナンバーテープをつけた。調査の際には、ノウサギとシカによる被害を区別し、さらに、図-4に示したように、調査木の頂端部（Aタイプ）・側枝部（Bタイプ）・樹幹部（Cタイプ）の被害およびそれらの複合被害を区別して記録した。調査実施のたびに、被害を受けた調査木は被害力所をせん定ばさみで切断し、次回の調査のとき重複しないようにした。また、皮はぎ等の樹幹部の被害は、その部分の新・旧によって判断した。したがって、被害量は調査から調査までのものであって累積ではない。調査は5線式防護柵の初年度を除き、設置後、年2回づつの割合で実施した。そのほか、宮林署の職員により、防護柵周囲の巡視を隨時行い、通電状態、対象獣の柵内侵入形跡などについての調査を行った。

図-4 調査木の被害タイプの分類



頂端部の被害

側枝部の被害

樹幹部の被害

以上述べたような調査によって得られた結果をまとめたものが表-4である。なお、この表では、表の繁雑化を避け、理解しやすいように、前述した被害のタイプ別の表示ではなく、それを総合したものとした。

表-4 各防護柵内と対照区の被害状況

調査年月	縦式					金網併用式					4					対照区				
	ノウサギ被害	シカ被害	シカ被害	ノウサギ被害	シカ被害	ノウサギ被害	シカ被害	シカ被害	ノウサギ被害	シカ被害	ノウサギ被害	シカ被害	シカ被害	ノウサギ被害	シカ被害	シカ被害	ノウサギ被害	シカ被害	シカ被害	
60. 5	51	2	9	1	6	171	162	0	0	0	210	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60.10	60.	6	61.	6	61.	11	171	162	0	0	0	210	0	0	0	0	0	0	0	0
61. 6	61.	11	62.	6	62.	11	155	155	0	0	0	210	0	0	0	0	0	0	0	0
62. 6	62.	11	63.	6	63.	11	71	71	1	1	1	210	0	0	0	0	0	0	0	0
							78	78	10	2	3	0	1	0	1	2	1	0	1	

表に見られるように、各防護柵内に設定した調査区でのシカによる被害は、5線式防護柵内の調査区で、昭和60年5月の調査のとき4本の調査木（調査木本数171本）に被害が見られた。これは昭和59年12月（設置後7カ月目）に約10日間、風倒木による通電線の切断事故があり、このときシカが柵内に侵入したためによるものと思われる。その理由としては、電気装置が正常に作動しているときには、隨時、実施している防護柵巡視の際、シカの柵内への侵入形跡が全く見られなかったことによるものである。

他の各防護柵内の調査区でのシカによる被害は、表に見られるとおり、全く無しの状態で経過している。また、シカの柵内侵入形跡も皆無であった。

以上のことからその効果について言えば、これまで述べてきたいずれの型式の防護柵も、シカによる被害防止の効果は高いものと判断することができる。

一方、ノウサギによる被害防止効果については、表-4に示された結果から見て、金網併用式防護柵以外の各型式の防護柵は、いずれも有効とはいえない。

金網併用式防護柵の場合も、柵内の調査区で、昭和62年11月の調査のとき1本の被害木が見られたが、これは金網と地上面との接触部分にすき間が生じたためにノウサギの侵入を許し、被害発生となったのではないかと思われる。こうした不良箇所の発見、監視を厳重にすればその目的は充分に達することが出来るものと考える。

(3) 考 察

冒頭で述べたように、ここでの試験は、従来から行われてきている、被害防止のための防護柵の欠点（特に経済的な面で）を補うことができるか否かを確かめることを目的として実施したものである。したがって、ここでの試験防護柵と他の防護柵との比較を行わなければならない。

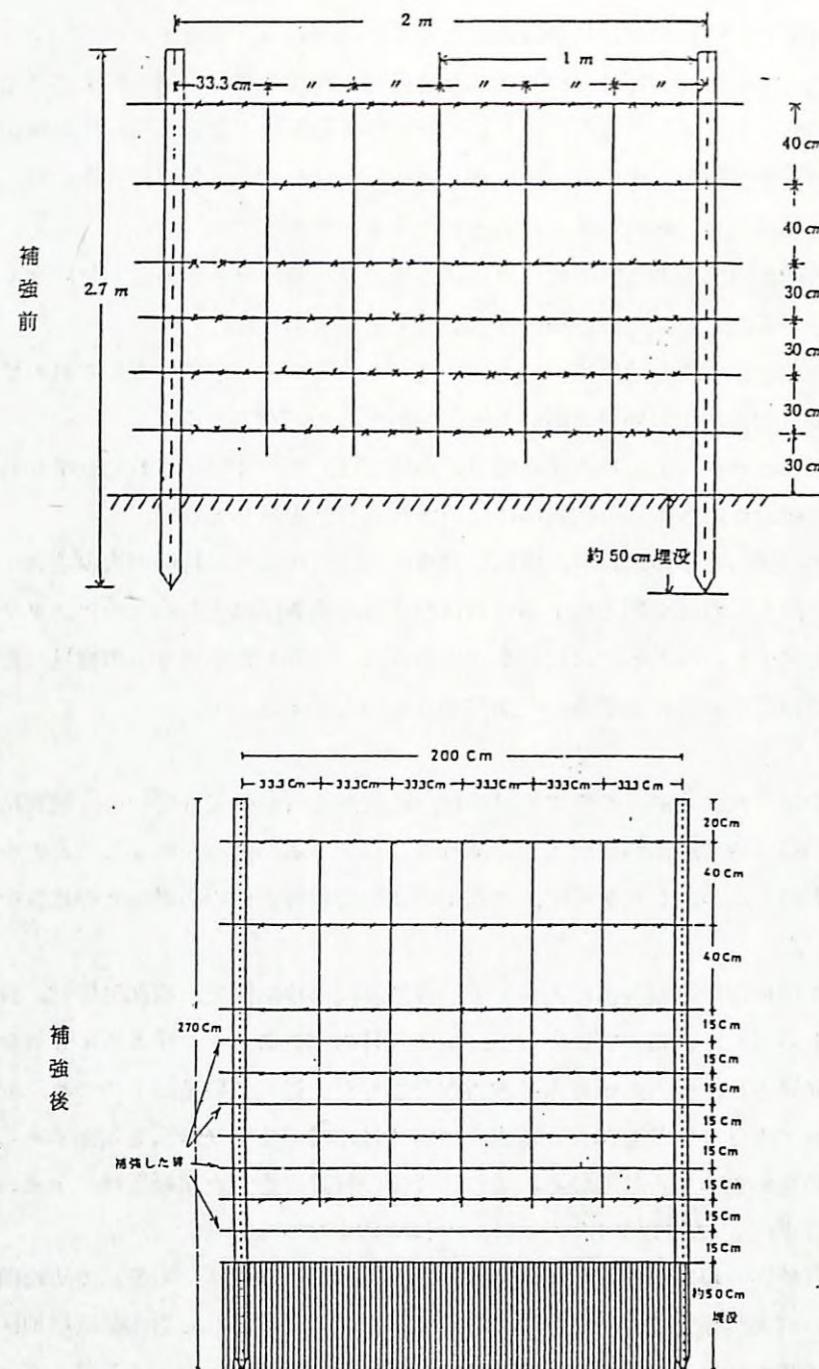
図-4は林野庁の報告書にあるカモシカ防護柵の構造図で、昭和51年秋、長野県下に設置されたものである。報告書によると、52年3月の調査のとき、7カ所にカモシカの柵内侵入形跡が発見され、柵内の植栽木に被害が発生したと述べている。そのため、52年11月に図の下段に示すような補強を加えた結果、54年3月の時点までは侵入を阻止することができ、一応の成功をおさめたとしている。この防護柵の設置に要した諸経費は、1mあたり、補強前が1,320円で、補強費が60円、計、1,380円となっている。

前橋営林局の報告書のなかでは、図-5, 6に示すような4つの型式の防護柵について、効果試験の結果が報告されている。これらの防護柵の設置された栃木県足尾地区は、治山事業のため植栽された緑化木へのカモシカ・シカによる被害の多いところである。報告書では、合成繊維網防護柵の網の耐久性に問題があるとしながらも、すべての防護柵に効果のあったことを認めている。これらの防護柵の1mあたりの経費をまとめて見るとつぎのようである。

有刺鉄線防護柵

1,164円

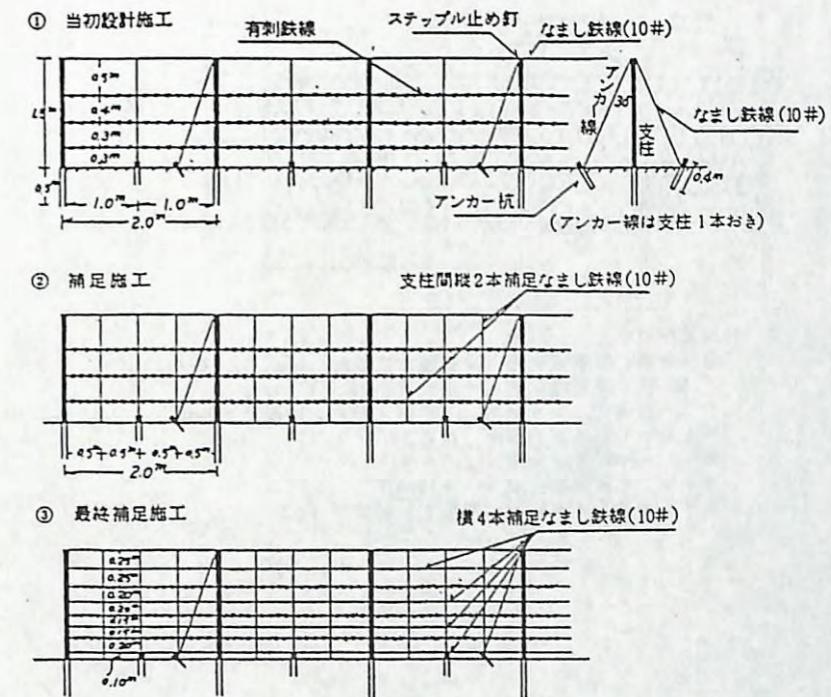
(S. 48, 11. 設置)



注：林野庁報告書（昭和54年3月）より

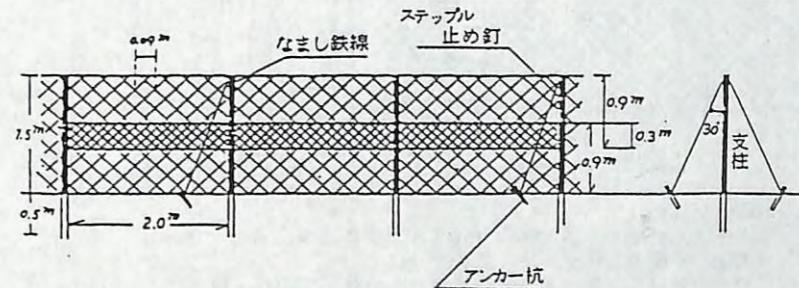
図-4 有刺鉄線防護柵構造図

有刺鉄線防護柵



注：材料及び規格
有刺鉄線、支柱（木柱2m）、アンカー杭（木製）、なまし鉄線（10番線）、ステップル止め釘

菱形金網防護柵

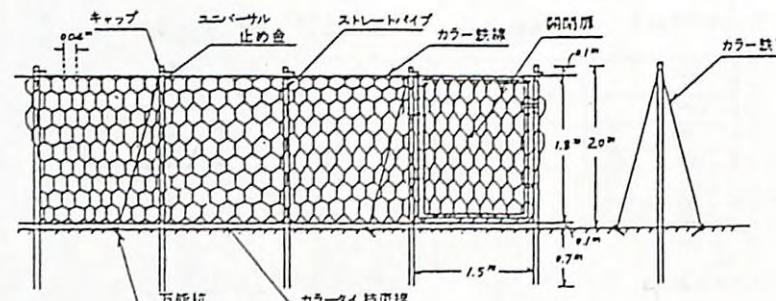


注：材料及び規格
菱形金網（12番線タキロン被覆加工線、幅90cm、長さ10m）、なまし鉄線（アンカ用12番線）、支柱（木柱2m）、アンカー杭（木製）、ステップル止め釘

注：前橋當林局報告書（昭和52年12月）より

図-5 防護柵構造図

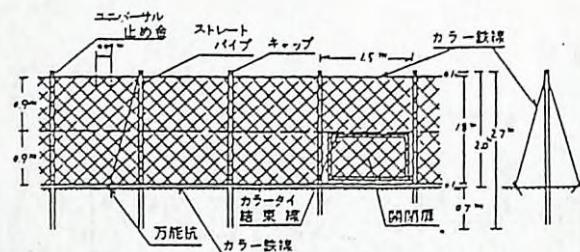
龜甲金網防護柵



注：材料及び規格

亀甲金網(16番線タキロン被覆加工鉄線、幅90cm、長さ10m)
万能抗(硬質塩化ビニール、長さ36cm)
カラー鉄線(アンカー用、14番線タキロン被覆加工鉄線)
ストレートパイプ(19cm、長さ2.70m)
ニッパー(19cm用ジョイント)
キャップ(硬質塩化ビニール19cm用)
カラータイ(タキロン被覆加工、結束用)

合成纖維網防護柵



注：材料及び規格

ネット (ナイロン糸0.8mm、幅0.9m、長さ35m、目合せ50mm)
万能 (硬質塩化ビニール長さ36cm)
カラー鉄線(14番線タキロン被覆加工鉄線、アンカー用)
ストレートパイプ(1.9cm、長さ2.7m)
ニッパー(1.9cm用ショイント)
キャップ(硬質塩化ビニール1.9cm用)
カラータイ(タキロン被覆加工、結束用.)

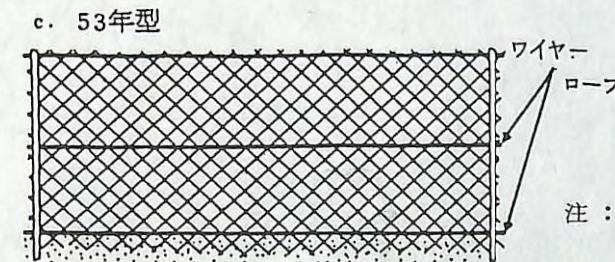
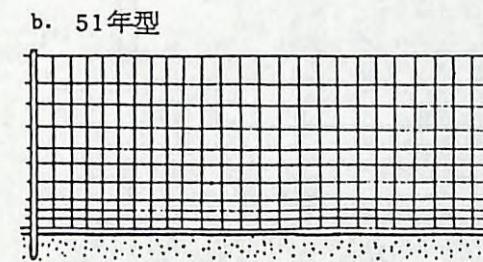
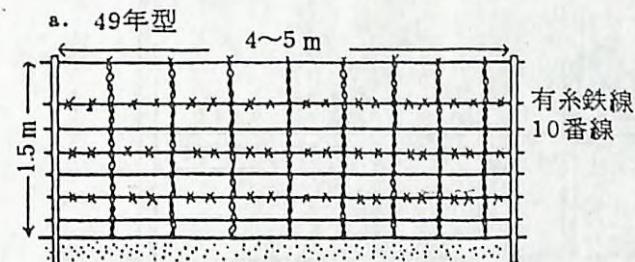
注：前橋営林局報告書（昭和52年12月）より

図-6 防護柵構造図

菱形金網防護劑	3,228円
(S. 48, 11. 設置)	
亀甲金網防護柵	1,357円
(S. 51, 12. 設置)	
合成纖維網防護柵	1,248円
(S. 51, 10. 設置)	

また、青森県下でのカモシカに関する報告書のなかで、図-7に示すような防護柵についての報告がなされている。その報告では、図の上段にある49年型のものが初めて設置され、その後改良が加えられ、下段の53年型となり、以後、新しく設置する場合はこの53年型を採用していると述べている。そして、それらの1mあたりの設置費用はつぎのとおりである。

4 9年型	1,300円
5 1年型	2,000円
5 3年型	3,000円

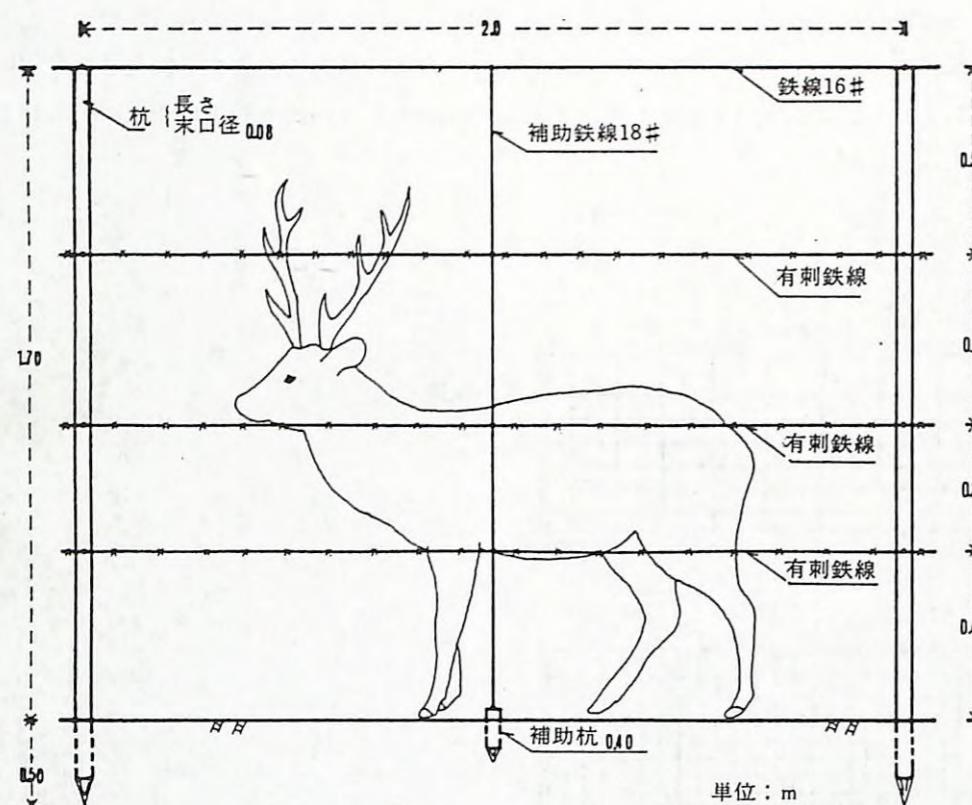


注：脇野沢村ニホンカモシカ調査総合報告書（昭和61年12月）より

図-7 防護柵構造図

さらに、もう1例について述べると、飯村は、著書「シカの生態とその管理」のなかでつぎのように述べている。

神奈川県下において、シカによる被害防止用防護柵の研究推進過程で、いくたびかの経験を経て、図-8に示すような改良防護柵に到達した。そして、この防護柵は、シカの柵内侵入を完全に阻止できなかったしながらも、被害防止効果はあったとしている。また、この防護柵の設置に要した経費は、100mあたり100,000円（1mあたり1,000円）と述べている。



飯村 武著「シカの生態とその管理」(昭和55年9月) より

図-8 防護柵構造図

以上、いくつかの防護柵について述べたが、それらの防護柵とこの試験のなかで実施した防護柵の1mあたりの設置費をまとめたものが表-5である。

表-5 各防護柵の1mあたりの単価

防護柵型式	設置年月	1mあたり単価	摘要
有刺鉄線防護柵	昭和52年11月	1,380 円	林野庁報告書より
有刺鉄線防護柵	昭和48年11月	1,164	前橋営林局報告書より
菱形金網防護柵	昭和48年11月	3,228	
亀甲金網防護柵	昭和51年12月	1,357	
合 成 網 防 護 柵	昭和51年10月	1,248	
49年型防護柵	昭和49年 月	1,300	脇野沢村ニホンカモシカ調査総合報告書より
51年型防護柵	昭和51年 月	2,000	
53年型防護柵	昭和53年 月	3,000	
飯村式防護柵 改 良	昭和47年 2月	1,000	シカの生態とその管理より
5線式防護柵	昭和59年 5月	1,171	この試験のなかで実施したもの
3線式防護柵	昭和60年 1月	720	
金 用 網 防 護 柵 併 式	昭和61年 3月	1,168	
4線式防護柵	昭和61年 3月	970	

表でわかるとおり、この試験で実施した防護柵（以下、当試験防護柵と言う）の1mあたりの設置費は、他の防護柵のうち、前橋営林局有刺鉄線防護柵と飯村式防護柵の2例を除きすべて安価である。この2例についても、設置年度でいえば、当試験防護柵の年度との間に約10年の隔りがある。この10年間の賃金・物価の上昇を考えれば、同等あるいはそれ以下の経費ですむのではないかと思われる。

当試験防護柵以外の防護柵は、カモシカ・シカによる被害防止目的としていて、当試験防護柵の金網併用式のようにノウサギによる被害防止をも含めた防護柵はないようである。しかし、ノウサギの被害防止にはふれていないが、金網を使用した防護柵がその目的を達成できると仮定すれば、前橋営林局の防護柵に2例ある。この2例の設置費は、当試験防護柵の金網併用式より割高である。当試験防護柵の欠点としては、使用する電気装置が高価なことである。しかし、この装置は1基購入すれば、通電能力は無限といつても差し支えない程度の能力を有している。今、ここに仮定として、当試験防護柵のうち、金網併用式・4線式防護柵の構造・規模共に全く変わらないものを、4線型電気装置（価格125,000円）1基を使用して増設したとすれば、1mあたりの単価は、表-6に示すように変動する。このほか、利点と思われるいくつかをあげればつきのとおりである。

- 電気装置の電源はバッテリーであるため、どこでも使用でき、しかもバッテリーの持続時間（3600時間）が長い。
- 電気装置の通電能力は無限と言える程の能力がある。
- 配線はすべて針金を使用しているので作業能率がよい。有刺鉄線を使用する場合は、輸送中あるいは作業中に危険をともない、能率が悪く、経費増になりやすい。
- 通電線が切断した場合、その他異状の場合は、電気装置が感知して知ることができる。
- 断線など事故の補修が簡便である。

これまでに述べてきたことから、当試験防護柵は、被害防止効果、設置経費節減の点ではその目的を果し得ているのではないかと思われる。

今後、当試験防護柵の設置を考えるならば、シカ・ノウサギの同時被害防止の場合は、金網併用式を、シカを対象にするなら、確実を期するため4線式防護柵を設置するのがよいと思われる。

当試験防護柵の対象獣は、シカ・ノウサギであったが、シカと体形が類似するカモシカに対しても有効ではないかと考える。

電気装置1基でその能力を最大限に活用するには、保残帯をおきながら、順次、造林地を拡大させてゆくような施業地が最適といえよう。

表-6 金網併用式防護柵を増設した場合の1mあたりの単価の変動
4 線

防護さくの型式	使用する電気装置	1カ所設置した場合	3カ所設置した場合	5カ所設置した場合	7カ所設置した場合	10カ所設置した場合
金網併用式		円 1,383	円 1,096	円 1,038	円 1,013	円 995
4 線式	4 線型	円 1,179	円 932	円 845	円 821	円 804

注：この表の数字は、本文中に述べた防護柵と構造・規模共、全く同じものを増設した場合のものである。

最後つけ加えれば、対象動物が通電線に触れるたびに感電するため、いわゆる、「学習」効果（放牧の牛には実際にそれがあると言われている）も期待できるのではなかろうか。

参考文献

前橋営林局	カモシカ等獣害防止試験	昭和52年12月
林野庁	カモシカ被害防止対策調査報告書	昭和54年3月
飯村武	シカの生態とその管理	昭和55年9月
下北野生動物研究グループ	カモシカとの共存をめざして —脇野沢村ニホンカモシカ調査総合報告書	昭和61年12月

カモシカによるヒノキ造林木食害の実態と解析

桑畑 勤, 横田 俊一, 関 勝

1. 試験目的

カモシカによるヒノキ造林木の食害状況は造林地の場所によって異なり、食害をまったく受けないところから激食害を被るところまで、その実態は様々である。^{1), 2)}どのような場所で、どの程度の食害が発生するのか、という食害発生機構の解明は、食害を未然に防ぐうえで欠くことのできない重要な研究であるが、この研究には、未解明の問題がまだ多く残っており、カモシカ食害を完全に防除できないのが現状である。

そこで、カモシカ食害の林業・経済的評価が問題になる。カモシカの食害は一過性のものが非常に少なく、その多くは何年も連続的に食害を繰り返すため、カモシカ食害を評価するのに必要な資料の収集には、長期にわたる計画的な調査・研究が不可欠である。何年も繰り返される食害の程度を、その都度、的確に把握する一方で、食害を受けながら回復する成長状態の調査、つまり、食害木の成長過程を解明する研究が必要である。

しかし、カモシカ食害の林業・経済的評価に関する研究は始まったばかりであり、^{3), 4), 5), 6), 7), 8)}食害評価に必要な資料の蓄積は、ほとんど何もないといつてもいいような状況にある。

そこで、植栽直後のカモシカによる食害度が、一定の方法で把握されているヒノキ造林地を選出し、植栽直後の食害度が、その後の成長にどのように影響するかを明らかにするための実態調査と、その解析を行った。その結果を取りまとめて、ここに報告する。

2. 試験の経過と得られた成果

(1) 調査区の設定と調査・解析方法

1) 調査区の設定

調査区の選定にあたっては、まず、植栽直後の食害度が一定の方法で調査され、しかも、その後に発生する食害の経過や成長の回復状態が十分に解析できる20年生程度の造林地が適当であると考えられたが、食害経過の明らかな、このような造林地が見つからなかったため、7年生の造林地を調査区に選定せざるを得なかった。すなわち、植栽直後の食害度が、無食害、中食害、激食害と判定された3つのヒノキ造林地である。

無食害調査区は、長野営林局上松営林署上松担当区の158林班め小班で、昭和55年植栽の造林地に設定された(図-1)。中食害調査区は、無食害と同じ林班の小班で、55年植栽の造林地に設定され、無食害調査区と隣接している。激食害調査区は、長野営林局南木曽営林署南木曽担当区の23林班お小班で、55年植栽の造林地に設定された(図-2)。

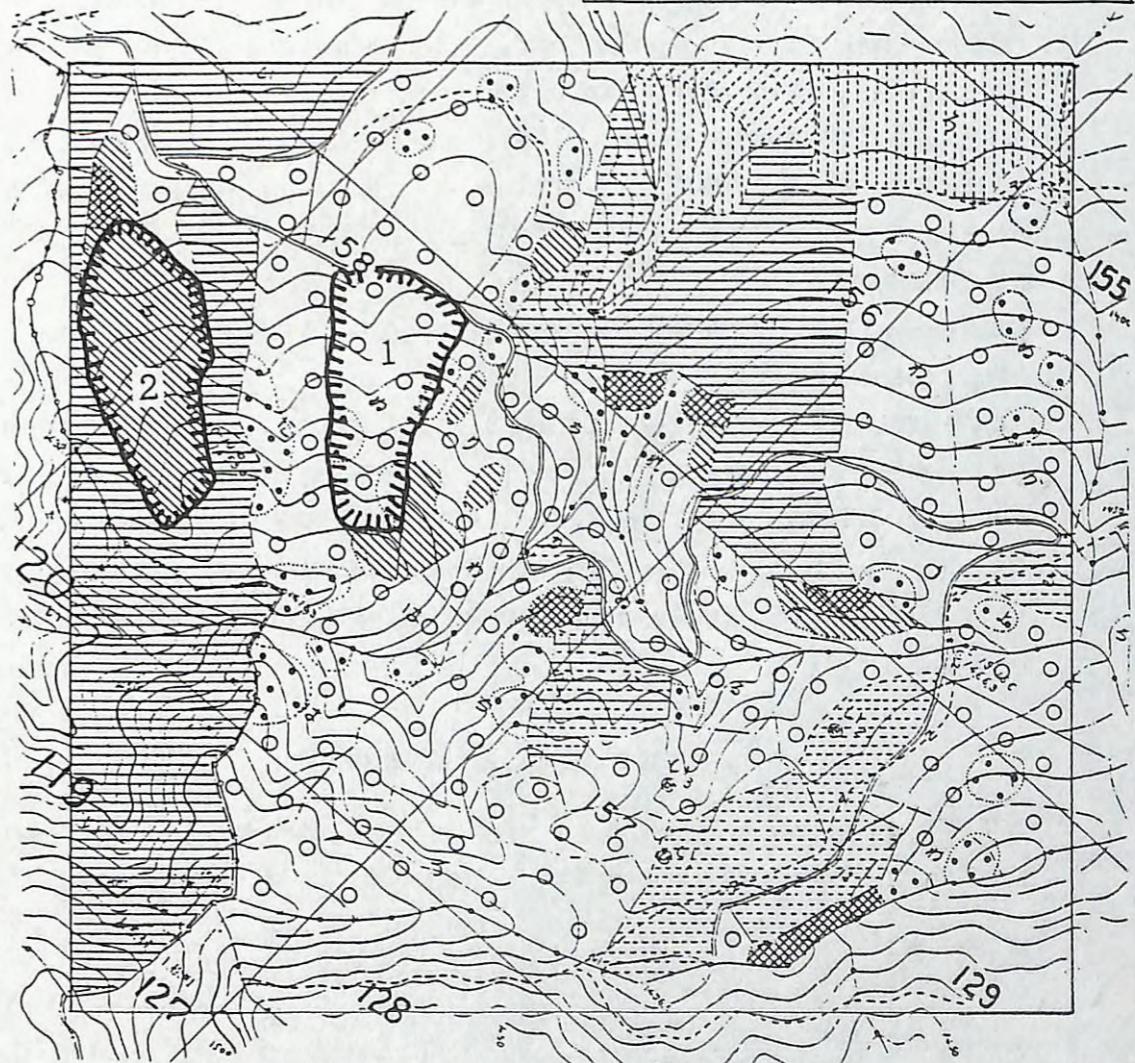
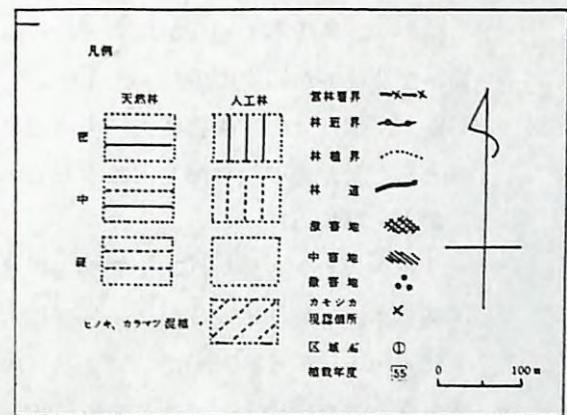


図-1 無食害調査区(1)と中食害調査区(2)、および
その周辺の状況(文献、2)より引用)

図-1, 2をみて明らかなように、無食害調査区と中食害調査区の周辺には、激食害を受けた造林地が非常に少なく、全体として無食害や微食害の造林地の占める割合が高い。しかし、図-2の激食害調査区の周辺には、逆に中食害や微食害の造林地が非常に少なく、ほとんど激食害の造林地で占められている、いわゆる激食害地域であることがわかる。

2) 調査・解析方法

7年生のヒノキ造林地の実態調査には、森本の樹幹形状区分が使用された。³⁾すなわち、①通直木、②屈曲木、③叉木、④矮性木の4段階区分である。各調査区には、幅4m、長さ50mのベルトを約20m間隔で4個配置し(無食害調査区のみ2個)，ベルト内に生育するヒノキ造林木のすべての位置と、樹幹形状別樹高と根元直径をそれぞれ測定した。

植栽後、引続いて受けたカモシカ食害の経過と、その回復状態を明らかにするために、各調査区から13~16本づつ合計44本の造林木を抽出し、樹幹解析のために伐採した。通直木、屈曲木、矮性木別にそれぞれ樹幹解析を行った。樹幹解析は、食害の経過をできる限り正確に把握するために、樹高1mまでは10cmごとに、また、1.2m以上では40cmごとに、それぞれ円板を取り、年輪数と年輪幅を測定した。

(2) 植栽7年後の実態

植栽直後の食害度が、7年生ヒノキ造林木に対して、どのような影響を及すかを検討する。

1) 樹幹形状組成

樹幹形状区分にしたがって調査した結果は表-1のとおりである。この表でまず気付くことは、矮性木の出現が調査区によって異なることである。無食害調査区では矮性木は全く出現しない。しかし、激食害調査区では、7年を経過した現在でも全調査本数の約28%が矮性木で占められている。中食害調査区での矮性木の出現は少なく、全調査本数の約3%である。このように、7年後の矮性木の出現率には、植栽直後の食害度がそのまま反映しているようにみえる。

表-1 植栽7年後のヒノキ造林地の実態

樹幹 形状 調査区	通直木 本・(%)	屈曲木 本・(%)	叉木 本・(%)	矮性木 本・(%)	合計 本
無食害	22 (9.9)	181 (81.5)	19 (8.6)	0 (0)	222
中食害	60 (19.9)	199 (65.9)	33 (10.9)	10 (3.3)	302
激食害	25 (8.6)	140 (48.3)	45 (15.5)	80 (27.6)	290

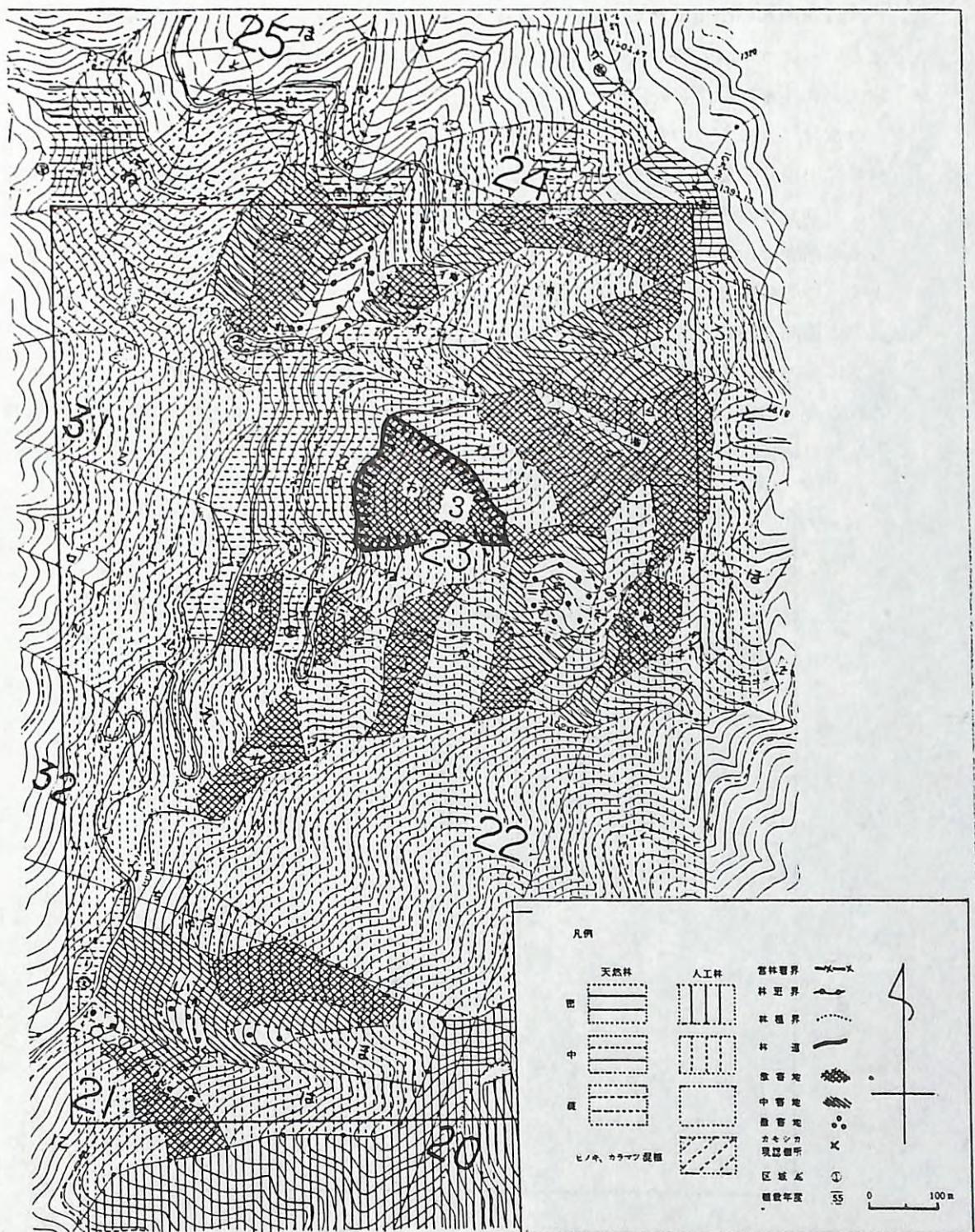


図-2 激食害調査区(3)とその周辺の状況
(文献、2)より引用)

次は屈曲木の出現である。無食害調査区では全調査本数の 81.5 %, 中食害調査区 65.9 %というように、食害が全くない、あるいは比較的軽い調査区においても植栽木の過半数以上が屈曲木になっていることが注目される。

³⁾ 森本は、カモシカの食害が屈曲木の起因であるという前提のもとに、ヒノキの不成績造林地に出現する屈曲木のすべてを、植栽初期に受けたカモシカ食害の後遺症であると断定し、カモシカ食害がもたらす林業的損害の大きさを強調したが、表-1を見るかぎり森本の前提は否定される。つまり、屈曲木はカモシカ食害以外の原因でも生じるということを、この表は物語っている。

2) 平均樹高の調査区間・樹幹形状間比較

7年生のヒノキ造林地は、通直木、屈曲木、叉木、矮性木によって構成されているが、これらの平均樹高は表-2と図-3のとおりである。図-3をみると、平均樹高には樹幹形状間や調査区間にそれぞれ違いがあることがわかる。

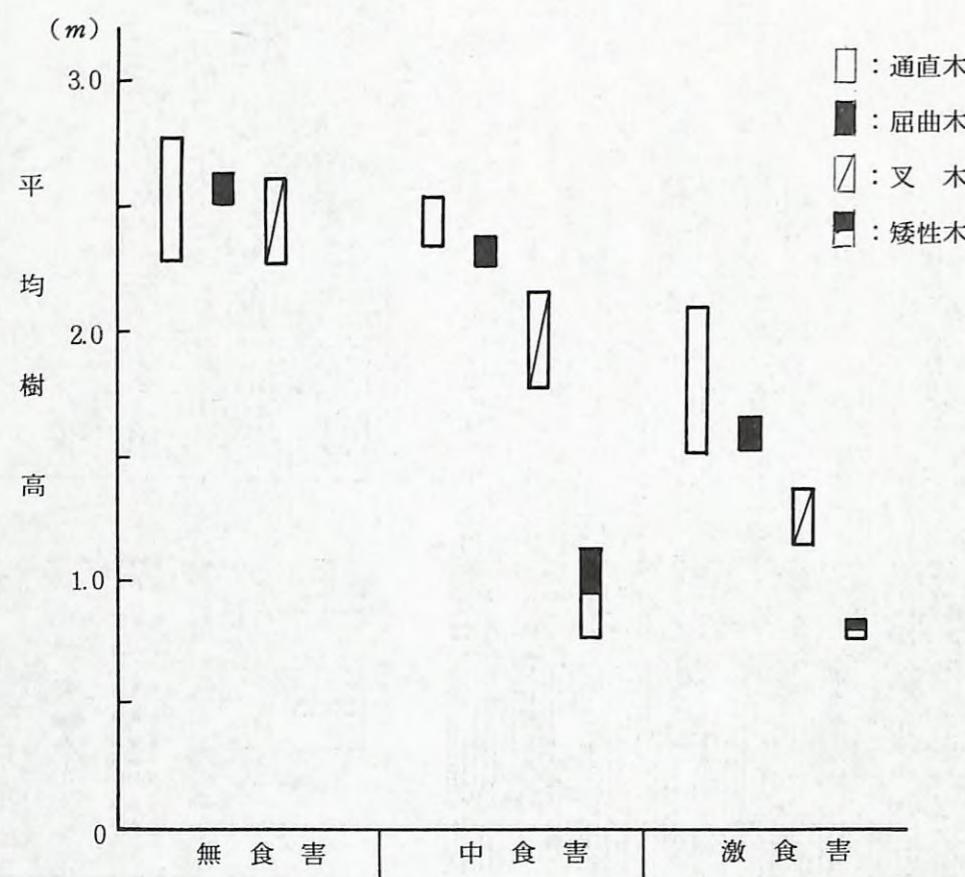


図-3 7年生ヒノキ造林地における植栽直後の食害度と平均樹高との関係(枠の長さは平均値の区間推定幅)

表-2 ヒノキ造林木の平均樹高(cm)

樹幹形状 調査区	通直木	屈曲木	叉木	矮性木
無食害	252.5±25.1	256.1±6.3	243.2±16.8	
中食害	243.3±9.7	231.4±6.1	196.4±18.9	94.0±17.9
激食害	180.0±29.0	159.7±7.1	125.9±11.1	80.5±3.9

無食害調査区の通直木、屈曲木、叉木の3者の平均樹高には統計的有意差が認められなく、これらの樹高にはすべて差がないと考えられる。

中食害調査区では、樹幹形状間に樹高差が認められる。すなわち、通直木と屈曲木の間には統計的有意差が認められないが、通直・屈曲木と叉木間、あるいは矮性木間、さらに叉木と矮性木間にそれぞれ統計的有意差が認められる。この結果、中食害調査区の平均樹高には、通直木=屈曲木>叉木>矮性木という順位がある。

激食害調査区の平均樹高にも中食害調査区と同じように、通直木=屈曲木>叉木>矮性木という順位が認められる。樹高の最も低い矮性木はカモシカの執拗な連續的食害によって作られたものであると考えられるから、その原因は明らかであるが、中食害調査区と激食害調査区では、なぜ叉木が通直・屈曲木より樹高が低いのか、その原因是全くわからない。

次に同じ樹幹形状を有するヒノキ造林木の平均樹高を調査区間で比較すると、通直木では、無食害=中食害>激食害、屈曲木と叉木では、無食害>中食害>激食害、矮性木では、中食害=激食害となり、激食害調査区の平均樹高は、矮性木を除くすべての樹幹形状で最も低い。とくに、激食害調査区の通直木と屈曲木の樹高が無食害調査区や中食害調査区のそれと比べて著しく低いことが注目される。

3) 平均根元直径の調査区間・樹幹形状間比較

7年生ヒノキ造林木の平均根元直径は表-3と図-4にそれぞれ示されている。図-4で気付くことは、無食害調査区と中食害調査区の通直木、屈曲木、叉木の3者の平均根元直径には、統計的有意差が認められなく、ほとんど同じ直径であると考えられる。しかし、激食害調査区のこれら3者の平均直径には、無食害調査区や中食害調査区でみられたものとは全く違ったパターンが示されている。

激食害調査区の樹幹形状別平均根元直径には、通直木>屈曲木=叉木>矮性木という順位が認められるが、矮性木を除く残りの造林木の平均直径は、無食害調査区や中食害調査

区のそれらと比べて著しく小さい。つまり、根元直径にあらわれたカモシカ食害の後遺症であると考えられる。

表-3 ヒノキ造林木の平均根元直径 (cm)

樹幹形状 調査区	通 直 木	屈 曲 木	又 木	矮 性 木
無 食 害	5.1 ± 0.7	5.7 ± 0.2	6.3 ± 0.7	
中 食 害	5.4 ± 0.4	5.4 ± 0.2	5.2 ± 0.7	1.8 ± 0.7
激 食 害	3.7 ± 0.5	2.9 ± 0.2	2.7 ± 0.3	2.1 ± 0.2

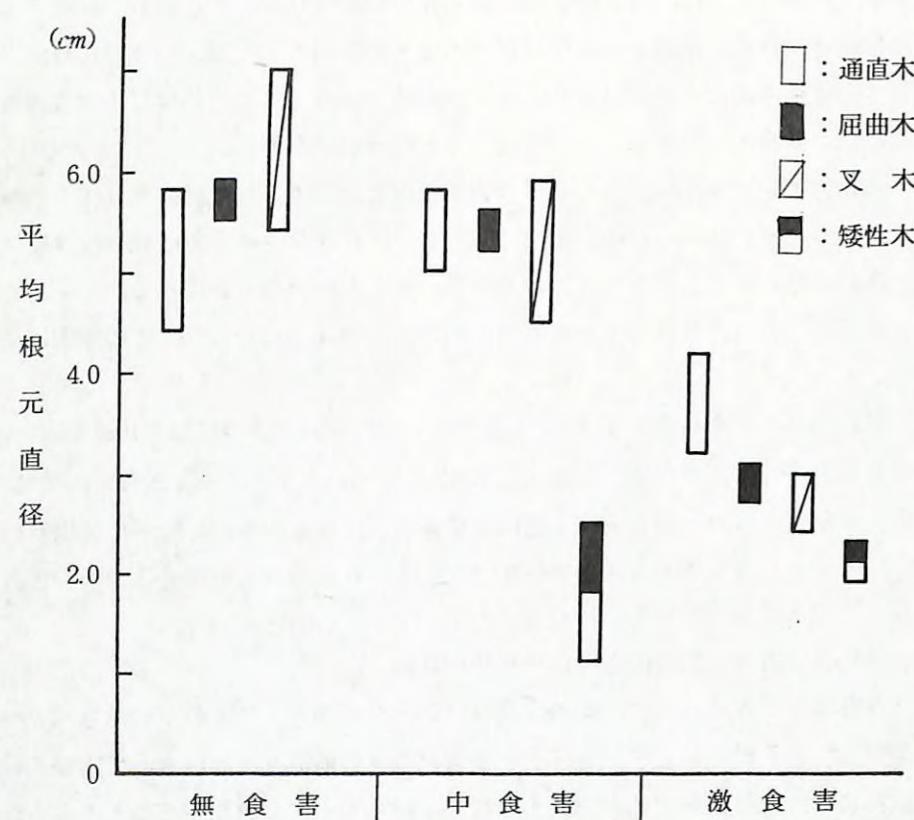


図-4 7年生ヒノキ造林地における植栽直後の食害度と平均根元直径との関係 (枠の長さは平均値の区間推定幅)

(3) 樹幹解析による成長過程の解析

各調査区（無食害，中食害，激食害）から通直木，屈曲木，矮性木をそれぞれ一定本数づつ抽出し，樹幹解析を行った結果，樹幹形状のみの区分では，激食害木の成長過程を十分に説明することができなく，食害経過を加味した区分が必要になった。すなわち，通直木と屈曲木のなかから，一時的に激食害を受け，その後の回復によって外観上通直木，または屈曲木の形状を呈していると推測できる標本を分離して，これを仮に一時的激食害木と呼ぶことにした。したがって，激食害を受け，まだ回復せずに「ほうき状」を呈している矮性木は，慢性的激食害木と読みかえることになる。

1) 樹高成長

一時的激食害木を分離した通直木と屈曲木の両者の平均樹高には，すべての樹齢で差がないので，両者を統合して通直・屈曲木の平均樹高を計算した。表-4と図-5には，通直・屈曲木，一時的，あるいは慢性的激食害木の平均樹高と樹高成長曲線がそれぞれ示されている。

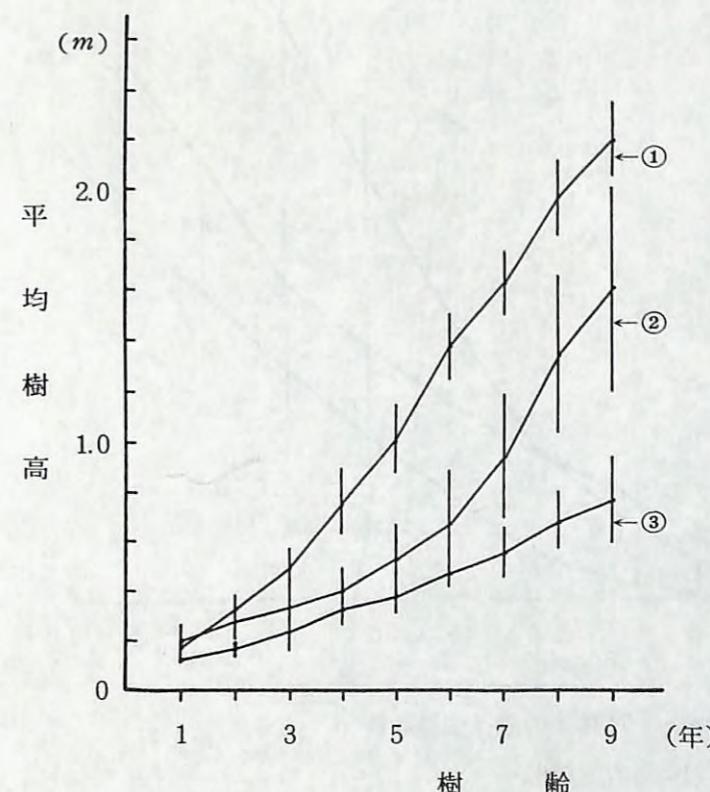


図-5 ヒノキ造林木の樹高成長曲線

- ①：通直・屈曲木
- ②：一時的激食害木
- ③：慢性的激食害木

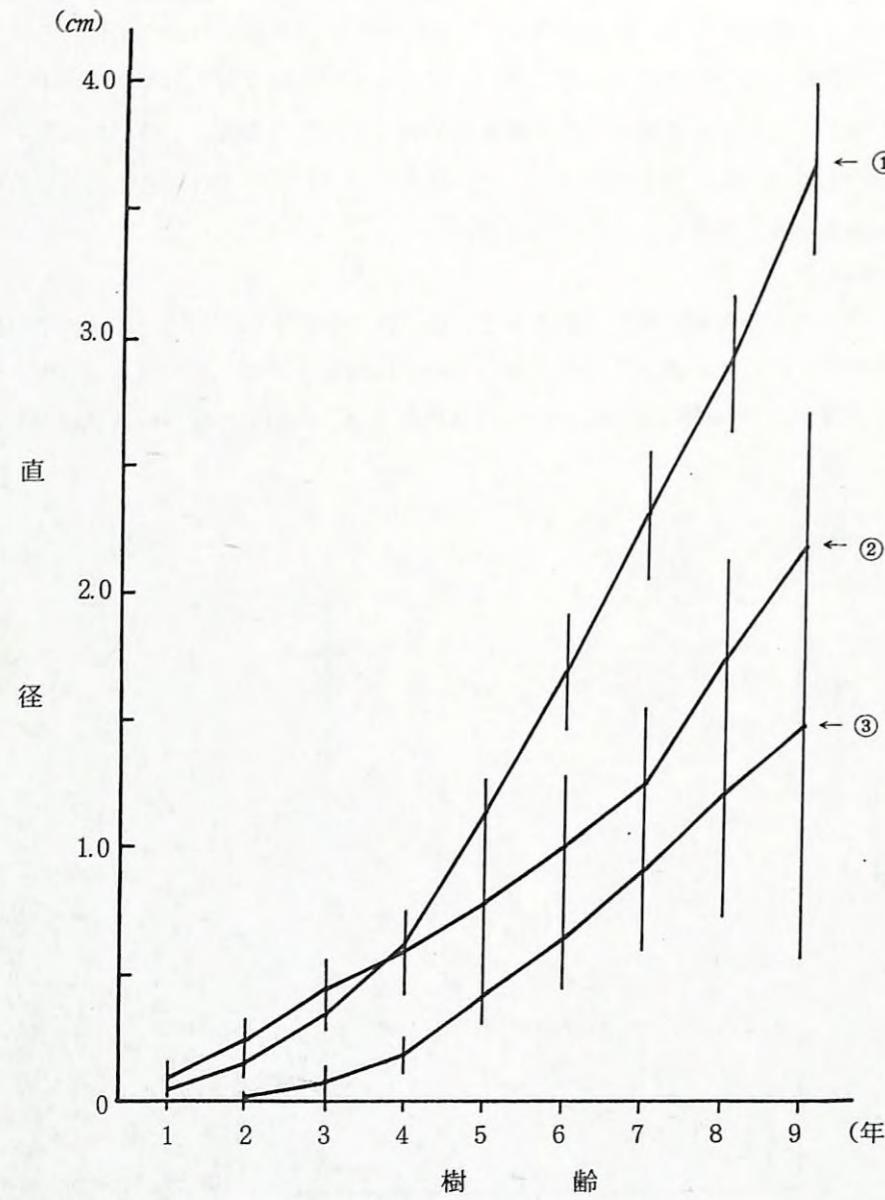


図-6 ヒノキ造林木の直径成長曲線

- ①：通直・屈曲木
- ②：一時的激食害木
- ③：慢性的激食害木

表-4 ヒノキ造林木の平均樹高

樹幹形状	区分	本数	樹齢別の平均樹高(m)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
通直・屈曲木	1	4	0.18±0.03	0.33±0.06	0.49±0.08	0.76±0.14	1.02±0.14	1.40±0.13	1.65±0.13	1.99±0.15
一時的激食害木	9	0.20±0.07	0.28±0.07	0.33±0.08	0.40±0.10	0.53±0.15	0.68±0.23	0.96±0.25	1.37±0.31	1.63±0.41
慢性的激食害木	7	0.13±0.01	0.17±0.03	0.24±0.07	0.33±0.06	0.38±0.06	0.48±0.05	0.57±0.10	0.70±0.12	0.79±0.18

表-5 ヒノキ造林木の平均直径

樹幹形状	区分	調査本数(本)	樹齢別の平均直径(cm)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
通直・屈曲木	1	4	0.04±0.03	0.14±0.05	0.34±0.06	0.62±0.09	1.13±0.14	1.69±0.23	2.31±0.25	2.91±0.27	3.67±0.33
一時的激食害木	8	0.08±0.07	0.23±0.09	0.44±0.12	0.59±0.16	0.78±0.27	1.00±0.28	1.24±0.31	1.74±0.40	2.18±0.54	
慢性的激食害木	7	0	0.01±0.02	0.07±0.07	0.18±0.07	0.42±0.11	0.64±0.19	0.91±0.31	1.21±0.48	1.48±0.91	

通直・屈曲木の樹高は、年当り15cm程度から最高40cm弱までの範囲で、ほぼ直線的に成長するが、一時的激食害木は、4年生ぐらいまでは成長が緩慢で、年当り5~8cm程度の抑制された成長を示す。しかし、その時期を脱すると成長は回復し、通直・屈曲木とほとんど同じ成長率になる。

一方、慢性的激食害木は、頂芽の連続的食害によってヒノキの頂部がほうき状となり、矮性の樹幹形状を呈している、この激食害木は、年当り5~6cmから最高10cm程度の抑制された成長のため、通直・屈曲木や一時的激食害木との樹高差は、樹齢の増加とともに拡大する。

しかし、慢性的激食害木の樹高成長曲線は、毎年わずかずつ増加しているから、一定年数を経るとカモシカが頂芽を摂食することができない樹高に達する。このとき、ほうき状になっている頂部に、どのように芯が立ち、主軸が形成されるかが問題になるが、それを議論するための資料は見当たらない。

2) 直径成長

表-5と図-6には、通直・屈曲木、一時的、慢性的激食害木の平均直径と直径成長曲線がそれぞれ示されている。一時的激食害木を除いた通直木と屈曲木両者の平均直径には、すべての樹齢で差がないので、平均樹高と同様、両者を統合して通直・屈曲木の平均直径を計算した。

通直・屈曲木の直径成長曲線をみると、3年生頃までは成長が緩慢であるが、それ以後は直径の著しい増加がみられる。

一時的激食害木の成長曲線は、4年生頃までは、通直・屈曲木とほとんど同程度の成長を示しているが、それ以後は緩慢となり、むしろ慢性的激食害木とほとんど同率の成長を示していることが注目される。すなわち、図-5の樹高成長曲線と図-6の直径成長曲線を比べると、4年生以後の樹高成長では、一時的激食害木と慢性的激食害木の両者の差は拡大するのに対して、直径成長では同率になる。カモシカ食害が回避され、成長回復期にあると考えられる一時的激食害木において、樹高成長と直径成長との間で、このような食違がなぜ生じたか、その原因が問題になるのである。

(4) ジニの指數

カモシカの食害を施業面から評価するためにジニの指數が用いられている。⁹⁾この指數は被害木と正常木の相対的な位置関係を示す指標であるから、造林地における被害木と正常木の分布が問題になる。

7年生のヒノキ造林木に対して、正常木と被害木をどのように区分するかが問題であるが、ここでは、矮性木のみを被害木とし、これ以外の造林木、すなわち、通直木、屈曲木、叉木は正常木とした。したがって、矮性木の出現率が非常に低い中食害調査区(3.3%)でのジニの指數は、ほとんど問題にならないので、ここでは、矮性木の出現率が非常に高い激食害

調査区(27.6%)のジニの指數のみ計算した。

ただし、激食害調査区の通直木、屈曲木、叉木には、一時的に激食害を受けた造林木が多く含まれているものと考えられるが、現在では樹高成長がある程度回復し、外観上は正常木と同じ樹幹形状をしているので、矮性木以外のすべての造林木を正常木と考え処理したことを見記す。

木曽地方のヒノキ造林地の伐採時本数を木曽地方収穫表の地位Ⅱに基いて、ha当り700~750本としたとき、造林木1本当りの占有面積は(4m)²以内となるので、4mメッシュでジニの指數を計算すると、0.62784となった。

被害木と正常木が適当に混ざり合っている程、ジニの指數は0に近く、両者が分離して分布していれば1に近い値になるから、0.63というジニの指數は、相対的に大きな値と判断され、正常林分への誘導が非常に困難であるという評価になる。つまり、林分に穴をあけないようにするためには、矮性木(被害木)を残さなければならないから、主伐時に至るまで矮性木を含んだ林分構成にならざるを得ないということになる。

以上のように、カモシカによって受けた植栽直後の激食害は、7年を経過した時点においてもなお大きな後遺症が認められたが、しかし、中食害より軽い食害では、後遺症と認められるものは殆どなかった。

3. あとがき

7年生ヒノキ造林地でのカモシカ食害の後遺症は、主に激食害調査区に集中していたが、そこには、性質の異なる2つの症状があった。ひとつは、外観上正常木の形をしている通直木、屈曲木、叉木の成長が、対照正常木のそれらと比べて著しく劣っていることであり、これは、植栽直後の数年間にわたる連続的激食害からの回復過程で生じた症状と特徴づけることができた。他のひとつは、矮性木である。これは、植栽直後に激食害を受け、全く回復しないままの症状なのである。

このような症状をもつ激食害木を樹幹解析すると、前者は、樹高が一時的に抑制されるが、その後は回復するので、これを一時的激食害木、後者は、成長が完全に抑制され、回復が全くないので、これを慢性的激食害木とそれぞれ呼ぶことにしたが、このような区分の仕方は便宜的である。主軸の形成が早いか遅いかという現象にもとづいた区分にすぎないから、本質的な区分に改めが必要であろう。

カモシカの食害によって、ヒノキ造林木の頂部が「ほうき」状を呈しているなかから、主軸が、いつ、どのように形成されるか、そして、その要因はなにかを明らかにすることは、激食害木の成長過程を予測するうえで非常に重要である。

現在、カモシカ食害の定量的評価法の確立が求められているが、このためには、まず、食害木の成長過程を長期にわたって追跡し、食害と回復の定量的資料を蓄積することが必要ではある。

るが、このような資料だけをいくら蓄積しても、食害木の成長過程を予測することができなければ、食害の定量的評価法の確立はできないと考えられる。したがって、いま、最も重要なことは、激食害木の成長過程の予測、つまり、主軸形成時期を予測することであるから、主軸形成要因の解明こそが当面の最も中心的な研究課題なのである。

この報告を取りまとめるにあたり、実態調査や資料の解析などの方法について一方ならぬご指導とご援助を賜った林業試験場経営部測定研究室の天野正博室長と同東北支場経営研究室の高橋和規技官に深謝する。また、現地調査の際、調査地の設定や造林木の成長調査などでご苦労をかけた林業試験場木曽分場の佐々木紀分場長、下野園正氏（元木曽分場長）をはじめ場員の方々、および南木曽、上松両営林署の方々にお礼を申し上げる。

引 用 文 献

- 1) 和歌山県自然環境研究会：特別天然記念物ニホンカモシカに関する緊急調査報告書，和歌山県教育委員会，昭和54・55年度，1-190，1981。
- 2) 日本林業技術協会：カモシカ生息地における森林の施業と被害防止に関する調査報告書，日本林業技術協会，1-239，1984。
- 3) 森本勇馬：ニホンカモシカによる食害ヒノキ林のその後の生育経過，森林防疫，30，10，10-14，1981。
- 4) 樋渡ミヨ子：被害木の成長予測，33回日林関東支論，11-12，1981。
- 5) 桑畠 勤，黒川泰亨，山田文雄：カモシカ・シカによる造林木食害の実態と解析，林業試験場関西支場年報，24，38-50，1982。
- 6) 高橋文敏，菅野知之：林木被害の定量化手法－被害木の成長解析－，35回日林関東支論，47-48，1983。
- 7) 山田文雄，北原英治，黒川泰亨：カモシカ・シカによるヒノキ造林木食害の調査結果，林業試験場関西支場年報，26，53-58，1984。
- 8) 黒川泰亨，北原英治，山田文雄，桑畠 勤：カモシカ・シカによる森林食害の調査結果と今後の展望，林業試験場関西支場年報，27，47-54，1985。
- 9) 天野正博：カモシカによる食害の許容限度，林業統計研究会誌，13，79-84，1988。