HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	寒冷紗を利用したカモシカ，シカ防除用囲いの効果について(II)：ヒノキ造林木の成長に与える影響と被害高脱出の時期について
Author(s)	青井, 俊樹; 寺本, 守; 杉山, 弘
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 51(1), 31-43
Issue Date	1994-02
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21377
Type	bulletin (article)
File Information	51(1)_P31-43.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

寒冷紗を利用したカモシカ，シカ防除用囲いの効果について (II)

——ヒノキ造林木の成長に与える影響と被害高脱出の時期について——

青井　俊樹*・寺本　守*・杉山　弘*

Effectiveness of the Enclosure Using the Cheesecloth for Protecting the Young Trees from Browsing by Japanese Serow and Japanese Deer (II)

—— The effect of enclosures on the growth of young hinoki trees and on the period when those become free from browsing ——

by

Toshiki AOI*, Mamoru TERAMOTO*, Hiroshi SUGIYAMA*

要　旨

ニホンカモシカおよびホンシュウジカによる植栽木の食害を防除するために，寒冷紗を利用した囲いを，激害が発生しているヒノキ造林地に設置し，その防除効果，苗木の成長に与える影響，食害高を脱する時期および経済性について検討した。向こう側が透けて見えない寒冷紗による囲いは，心理的にカモシカ，シカに侵入する気を起こさせず，被害防除に効果的であることが判明した。囲いの内側では，被害が順調に回復し，成長も良好で設置後2～4年で食害高を脱する可能性が示唆された。それに対し，囲い外部では，被害の悪化が進み，結果として植栽木の成長に停滞がおきて，ウラジロシダによる被圧のため枯死個体が増加していた。またこの囲いは，設置の簡便さ，経済性においても有利であるが，強風に対する対策も必要であることがわかった。

キーワード：ニホンカモシカ・ホンシュウジカ・食害防除・寒冷紗・囲い

I. はじめに

近年，ニホンカモシカ (*Capricornis crispus* TEMMINKCK) およびホンシュウジカ (*Cervus nippon centralis* KISHIDA) による林木の食害が，北海道を除く日本各所で深刻化の度合を増

1993年9月30日受理　Received September 30, 1993.

*北海道大学農学部和歌山地方演習林
Wakayama Experimental Forest, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Kozagawa-cho, Wakayama-prefecture 649-45.

している。紀伊半島南部においても被害状況は深刻で，とりわけカモシカ保護区が設定されて以降，カモシカ・シカによるスギ，ヒノキの新植幼齢木に対する摂食害がめだつようになった。それに対し，各所でさまざまな防護柵が試みられているが，効果，設置経費を両立させた決定的なものがないのが実状である。その中にあって上山（1989）は，遮光ネットを利用した囲いが，シカによるスギの食害防止に効果があったと報告している。それを参考にして，北大和歌山演習林では1990年より寒冷紗を用いた囲いをヒノキ植林地に設置して，カモシカおよびシカの食害を防ぐ試験を行っている。前報（青井他，1992）では複層林内設定2年後の時点で，この囲いがカモシカ，シカを完全にシャットアウトし，囲い内のヒノキの被害回復がめざましいことを報告した。今回はさらにその後の囲いの内側と外側の幼齢木の成長度合の違いと，食害高脱出の可能性を論議した。また皆伐跡地の一斉造林地にも同様な囲いを設置したので，同地における1年後の効果や経済性および問題点についてあわせて報告する。

II. 調査地および調査方法

調査地は紀伊半島のほぼ南端に位置する和歌山県古座川町にある，北海道大学農学部附属和歌山地方演習林内1林班の複層林および15林班皆伐跡スギ・ヒノキ再造林地に設けた。15林班に設置した調査地は，1990年にスギ・ヒノキ造林地を皆伐し，1991年3月に再びスギ・ヒノキをha当り4,400本植栽した造林地内（2.25 ha）にある。この造林地中腹のヒノキ植栽地に，遮光率65～75%の寒冷紗（ワイドスクリーン）を周囲205 mの四角形（0.21 ha）に渡って張り巡らせた。まず付近に放置されてあった伐倒木の梢頭部分を利用して，高さ2 mの杭を作製し，約2 mおきに地中に打ち込んだ。ついでその先端部分と中段に，12番の針金を結び付けて行き，それらの針金にそって寒冷紗を固定して囲いを作った。また風に対する抵抗力を高くするために，一本おきの杭に，針金や杭による斜めの支えを，囲いの内側と外側の両方向に張った。すそ部分は倒木もしくは石で押さえて，下からの侵入を防ぐようにした。地表から上縁までの高さは平均1.5 mである。これらの作業を植栽1年後の1992年3月に行った。作業後，囲いの内側中腹と上部外側に調査プロットを設定し（表-1），それぞれのプロット内に植栽されているヒノキの樹高，根元直径，2方向の樹冠幅（斜面に平行にX軸，直角方向にY軸とした）の測定と，被害度の判定を行った。被害度の判定は，以下の基準にしたがって目視観察によりおこなった。無被害もしくは将来的に被害跡が問題ないと判断されたものを0，当年生の枝葉が多少食べられているものを1，主軸もしくは側枝に顕著な食害が見られるものを2，主軸，側枝共に甚だしい食害を受けて樹形が損なわれているものを3（激害木）とした。これらの測定項目および判定基準は1林班の複層林内のプロットにおいても同様である。なお複層林内に設定した囲いの内側（A_1，A_2）と外側（B）の調査プロットの詳細については前報（青井他，前出）で述べたので省略し，表-1に概略のみを示す。これらの調査を，複層林においては1990年1月，1991，1992，1993年の各2月に，皆伐跡地では1992，1993年の3月におこなった。

なお，皆伐跡地では1992年8月に囲いの内側，外側とも下刈りを1回おこなった。

表-1．調査地概要
Table 1. General description of plots investigated

林地別	プロット名	サイズ (m)	調査本数 (本)	斜度	斜面方向	相対照度 (%)
複層林	囲い内側(A_1)	10x70	122	42	WWN	2.8
	(A_2)	5x68	79	37	SSW	3.5
	囲い外側 (B)	10x70	182	31	WWS	3.1
皆伐跡地	囲い内側	4x42	130	33	W	100.0
	囲い外側	3.5x45	88	32	W	100.0

III. 結　　果

1）複層林

複層林内の囲いは，設置後3年4カ月を経た時点では動物によって破られる事はまったくなく，食害の防除効果を持続している。このことが苗木の成長に与える効果をみるために，各プロットごとの苗木の平均樹高成長と平均根元直径成長および平均樹冠面積成長を図-1，2，3に示す。ここで樹冠面積とは，X軸方向とY軸方向の樹冠の幅を乗じたものである。囲い内側のプロットA_1，A_2間では樹高でA_2の方がやや上回っていたがt検定の結果($t=1.957$, $P>0.05$)，有意差は認められず，また根元直径，樹冠面積でも有意差はなく($t=0.463$, $t=1.178$,

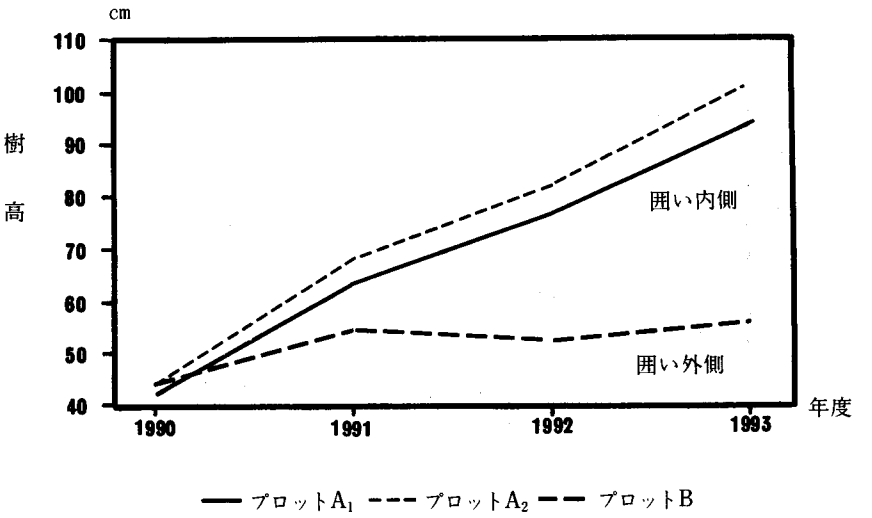

図-1　複層林における平均樹高成長
Fig. 1. Average growth in tree height (in multi-storied forest).

P>0.05)，両プロットとも順調に成長を続けていた。たとえばプロット A_2 の平均樹高では，囲い設定後3年間に57.3 cm成長し，ついに100 cmを越すに至った。次に囲いの外側の成長をみてみる。囲い設置後1年間は樹高を除いて，ほぼ順調に成長を続けていた外側も，2年目にはマイナス成長に転じた。特に根元直径では，1992年時点ではまだ内側と外側には有意な差はなかったが (t=1.234, P>0.05)，マイナス成長が続いたためついに3年目には囲いの内側と逆転した（図-2）。樹高においても，他の部位に較べると度合は低いものの当初の1年間に平均

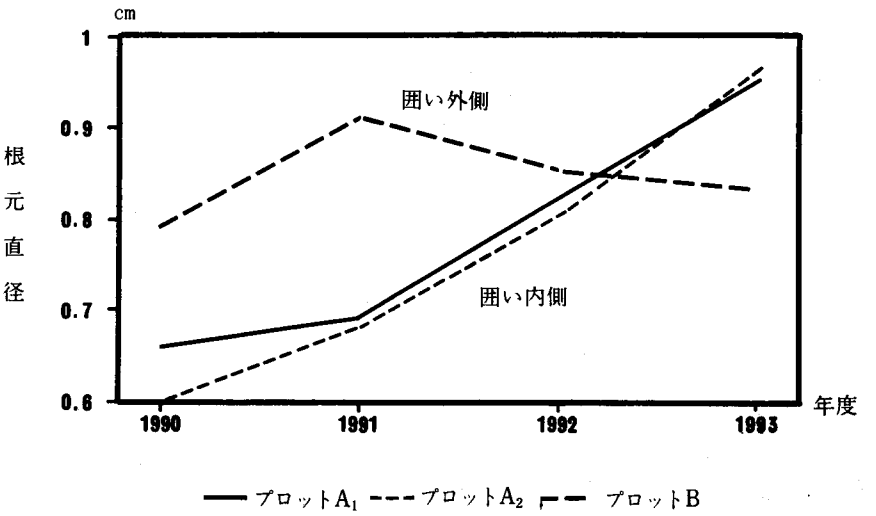

図-2　複層林における平均根元直径成長
Fig. 2. Average growth in basal diameter (in multi-storied forest).

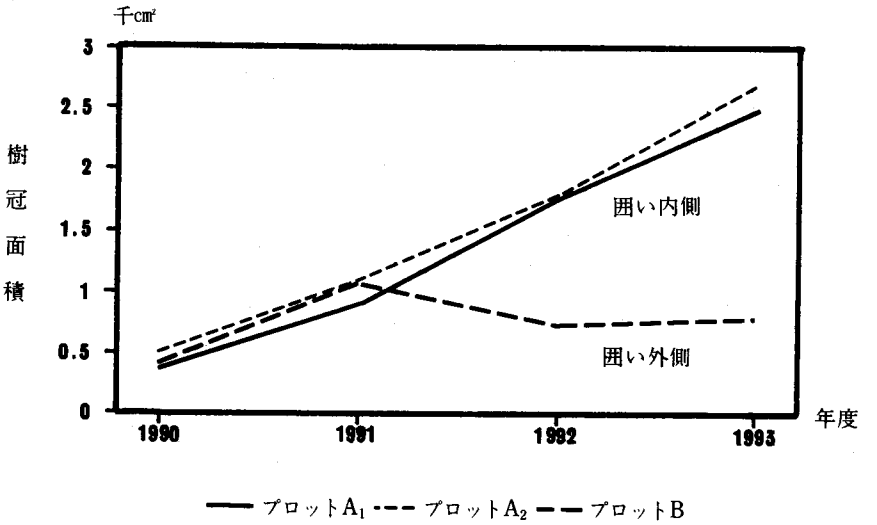

図-3　複層林における平均樹冠面積成長
Fig. 3. Average growth in crown (in multi-storied forest).

10.4 cm の成長を示したが，その後は成長が停滞し，3年間の合計でわずか 11.7 cm の成長しかみられなかった（図-1）。このように2年目においてすでに成長の停滞傾向がみられた囲い外側のヒノキは，3年目においてもその成長はまったく回復することなく，マイナス成長もしくはほぼ横ばいで推移していた。

一方，被害度の変化をみると，囲い内側では将来的に形態に影響を残すと考えられる被害

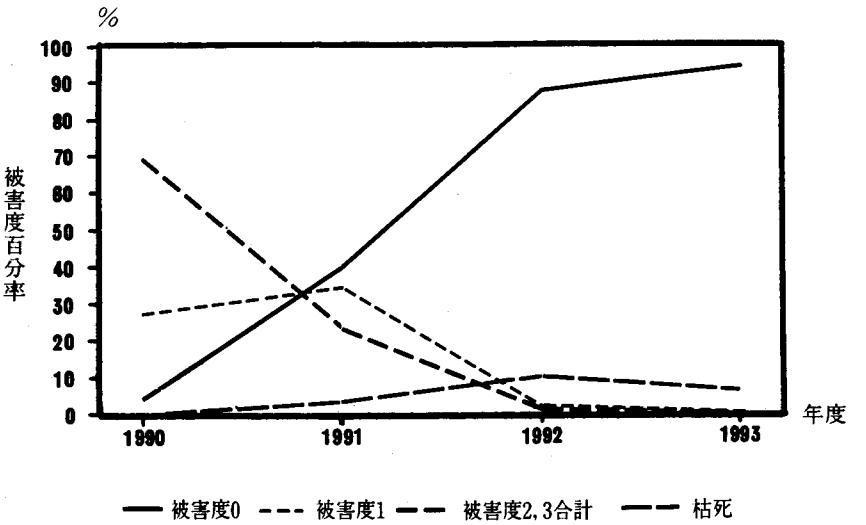

図-4　複層林における被害度別割合の経年変化（囲い内側）
Fig. 4. Annual change in frequency by degree of animal damage on young trees (inside of the enclosure in multi-storied forest).

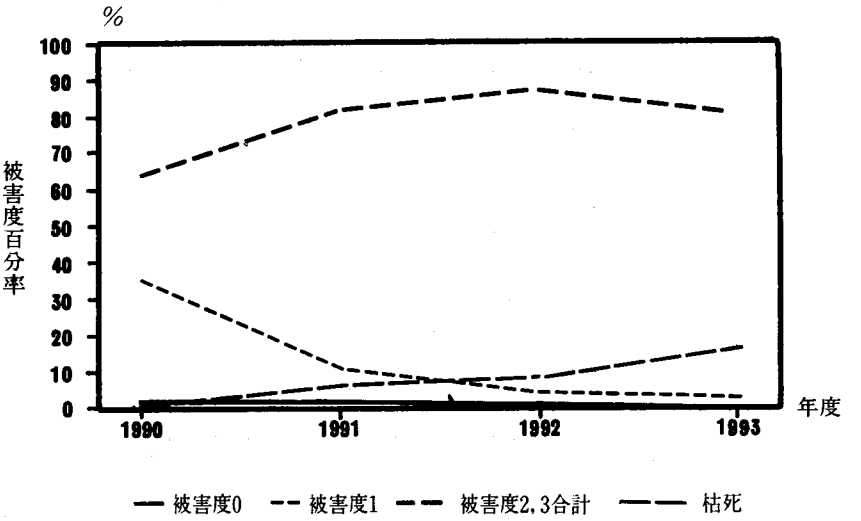

図-5　複層林における被害度別割合の経年変化（囲い外側）
Fig. 5. Annual change in frequency by degree of animal damage on young trees (outside of the enclosure in multi-storied forest).

部位を持った苗木は3年目で0になり（図-4），被害は完全に回復したと判断された。それに対し，囲いの外側では被害度0のものは1本も無くなり，設定当初35.1%の割合を占めていた被害度1のものは2.7%と1割以下に激減した。また被害度2および3のものも漸減したが割合は高く，全体の80.8%を占めていた。さらに1992年時点では8.2%であった枯死木が，1993年には16.5%に倍増した（図-5）。これらのことから囲いの外側では，被害状況が年を経るごとにいっそう悪化していることがわかった。

2）皆伐跡地

15林班皆伐跡地に設置した囲いは，1992年の9月に，入口の戸が閉め忘れもしくは風圧により，数日間，最長でも1週間開放状態になっていた。その間に，シカもしくはカモシカの侵入が確認され，軽微ではあったが食害を被った。

囲い設定当初における，囲い内側と外側のヒノキについては，平均根元直径，平均樹高，平均樹冠面積のいずれの項目についても有意差はなかった（$t=1.851$, $t=1.504$, $t=1.910$　$P>0.05$）（図-6，7，8）。しかし囲い設定1年後においては，囲い内側は順調に成長を続けていたのに対し，囲い外側ではいずれの部位も成長が低迷しており，それはとりわけ樹高成長と，樹冠面積成長において顕著であった。平均樹高では1年間にわずか5.3 cmの成長しかみられなかった。これは皆伐跡地より圧倒的に相対照度が低くて暗い複層林内における，囲い外側の当初1年間の樹高成長10.4 cmのほぼ半分でしかない。

図-9，10に被害状況の変化を示す。囲い内側では，被害度0のものが16.2%から28.5%へと増加し，逆に被害度3のものは5.4%から0になり，順調に被害が回復していた。被害度1

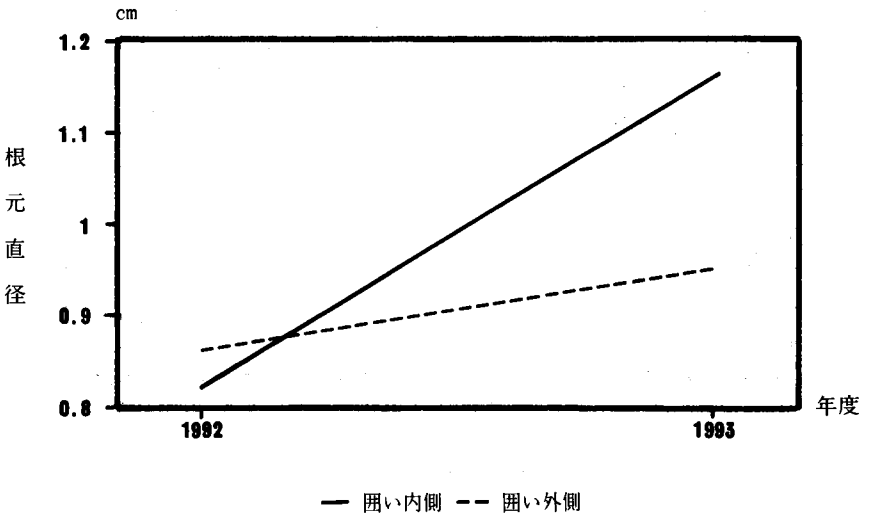

図-6　皆伐跡地における平均根元直径成長
Fig. 6.　Average growth in basal diameter (in clear cut area).

のものは54.6%から68.5%へ増加したが，これは被害度2，3のものが回復してきて被害度1にランクが下がったものと，入口開放期間における軽微な食害を受けたものが加わったためと考えられる。次いで囲い外側の被害状況では，被害度0のものはまったく確認されなかった。また被害度1および2のものが減少する一方，その逆に被害度3の激害木が29.5%から44.4%へと全体の半数近くまでに増加した。さらに枯死個体もすでに発現してきており，被害の深刻さにおいて囲い内側ときわだった違いを見せていた。

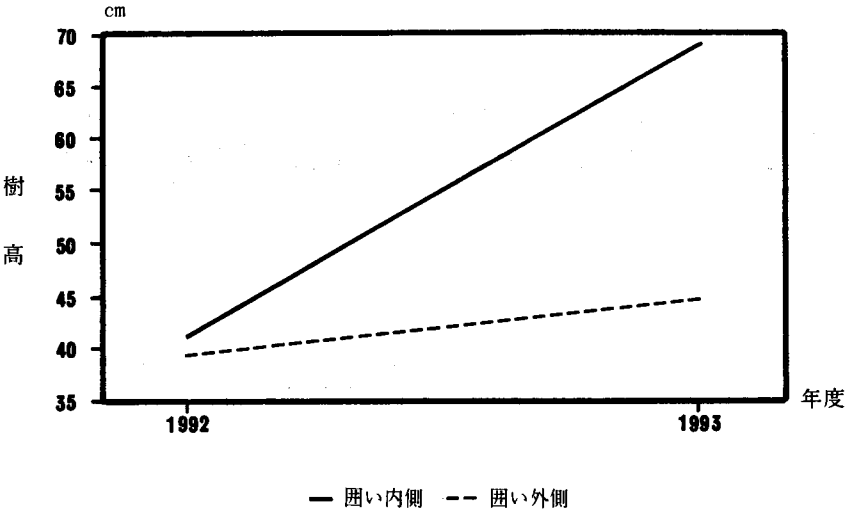

図-7　皆伐跡地における平均樹高成長
Fig. 7. Average growth in tree height (in clear cut area).

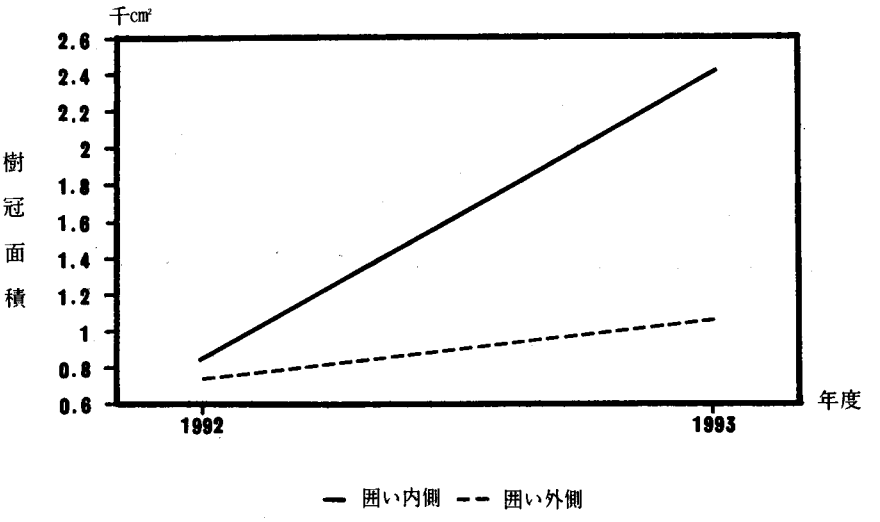

図-8　皆伐跡地における平均樹冠面積成長
Fig. 8. Average growth in crown (in clear cut area).

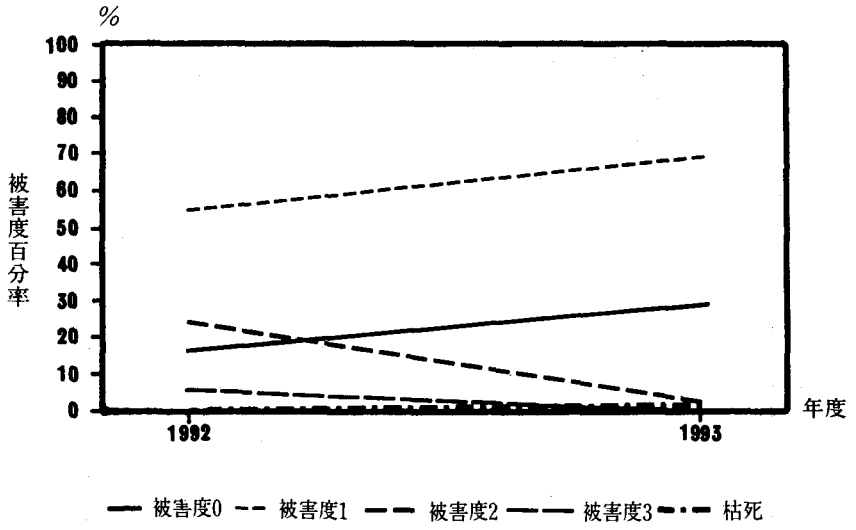

図-9 皆伐跡地における被害度別割合の経年変化（囲い内側）
Fig. 9. Annual change in frequency by degree of animal damage on young trees (inside of the enclosure in clear cut area).

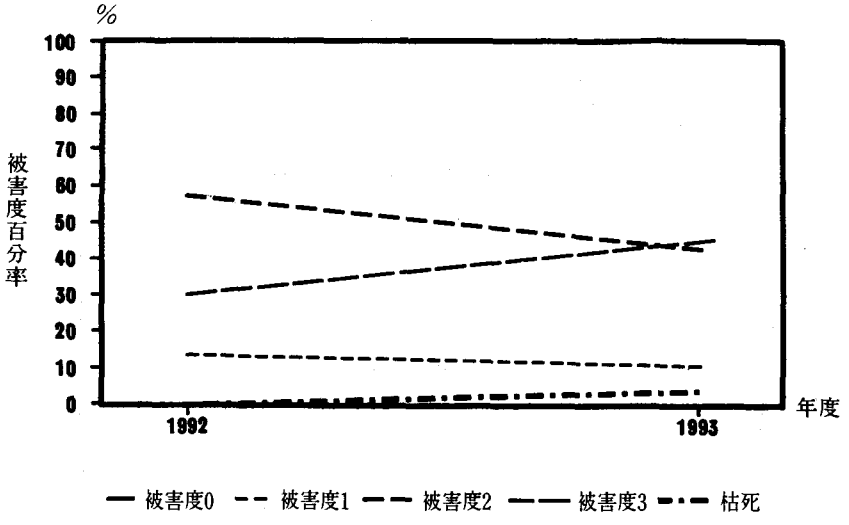

図-10 皆伐跡地における被害度別割合の経年変化（囲い外側）
Fig. 10. Annual change in frequency by degree of animal damage on young trees (outside of the enclosure in clear cut area).

IV. 考　　察

カモシカやシカは，ヒノキの主軸および側枝の当年生の新葉をおもに摂食する。主軸を摂食することにより樹高成長が，側枝を摂食することにより樹冠の成長が阻害される。同時に，これらの部位の摂食によって同化器官が減少することが結果的に直径成長にも影響を与えることになる。また毎年主軸が摂食されることにより，そのつど主軸交代がおこり，しだいに盆栽状となって著しく樹形をゆがめる結果にもなっている。複層林内の囲いの外側における苗木の3年間の成長パターンは，こういった摂食の様式を反映している。この状況が推移すると，今後これらの苗木の成長はほとんど望めないことが明らかになった。特に樹高成長がほぼ横ばいのまま停滞してしまったことは，下層木の今後の成林の可否に大きな影響を与えると考えられる。本複層林の設定の目的は，将来的に多様なサイズの立木の収穫を可能にさせることと，もう一つは，林業労働者の不足の深刻化に対処するため，森林施業上の省力化をはかることにある(湊ら，1989)。複層林は一般的に相対照度が低いため下草の繁茂が少なく，下刈りを省ける。その利点を生かして，本複層林内では1989年に樹下植栽を行って以降，下刈りは一度も行っていない。相対照度が3%前後と林床が暗いため，植栽当初は林床植生がまばらであったが，低い照度にもよく耐えるウラジロシダが年々繁茂しだし，設定3年後には被度がほぼ100%に達した。囲いの内側では，樹高成長が順調であるため，ほとんどの植栽木はシダ高を脱しているが，囲いの外側では樹高が伸びないため次第にウラジロシダによって被圧されるようになってきた。実際1993年度の調査では，調査木をシダの中からさがし出すのに手間取ったほどである。したがって枯死の主要な原因はシダによる被圧のためと考えられる。このことが，今回の調査結果における枯死木の急増に表れている。これからも摂食害のため樹高の停滞が続くと，シダによる被圧の影響は高まる一方で，本プロット内では，今後急速に枯死個体の割合が増加していくと予想される。

それに対し，囲いの内側は順調な樹高成長を続けており(A_2)では，平均樹高が100 cmを越えている。和歌山県北部におけるシカおよびカモシカによる食害調査で，6年生のヒノキの食害高は18-102 cmであった(渡辺他1987)。また同地域での調査で，高柳(1989)はシカ，カモシカのスギに対する食害は80 cmを越すと急に減少するとしている。同様に金(1989)も東北地方におけるカモシカによるスギの食害は，樹高80 cmを越すと樹高成長への影響はなくなると報告している。古林(1985)は丹沢において，シカがスギの1 m以上の部位を摂食することもあるが「恒常的利用空間」は肩高に近い40-100 cmあたりにあるとしている。これらの報告から考えると，本複層林の囲い内側のヒノキは，現在摂食圧の特に高い被害高を抜け出しつつあると考えられる。プロットA_1，A_2における，過去3年間のヒノキの平均樹高成長が今後も続くと仮定すると，1993年秋には平均樹高がそれぞれ111 cm，120 cmに達することになる。したがって，この寒冷紗による囲いが，1993年の樹木成長期間中も破壊されることなく防除効

果を保てば，少なくとも主軸の摂食害からは今後ほぼ完全に開放されることになろう。すなわち複層林内においては，この囲いが4年間防除効果を維持できれば，当初の目的はおおむね達せられると考えられる。

光条件の良い皆伐跡地の，囲い外側の成長が，複層林内の成長の約半分だったことは，下刈りの影響が考えられる。複層林内では下刈りを一切行っていないため，林床植生のウラジロシダにまぎれて動物に発見されにくい苗木が各所でみられた。それに対し，皆伐跡地では，潔癖に下刈りを行うため，下刈り後は植栽された苗木が非常に目だちやすくなる。目だちやすいことに加え，下刈りによって他の植物がほとんど消失してしまうことにより，植栽木に対する摂食圧をより高める結果になっていると考えられる。上山（1990）は，シカによる食害防止試験の一環として，スギ造林地に下刈り区と無下刈り区を設定して被害率の違いを調査した。下刈り3カ月後の結果として，下刈り区の被害率97.3%に対し，無下刈り区では55.3%であった，と報告している。今後も本皆伐跡地において潔癖な下刈りを継続する限り，複層林を上回るペースで被害が深刻化していくと考えられる。

これとは逆に，囲いの内側の苗木は，光条件が良いため複層林を上回るペースの成長がみられた。囲い設置後1年間の平均樹高成長27.9 cmが今後も継続するならば，設置2年後の秋には平均樹高96.9 cmとなり，上述の食害高をほぼ脱する高さになる。今回の樹高は，入口開放期間に軽微ながら主軸他を食害された後の値であり，完全に食害を免れていればこれ以上の成長が期待できたと考えられる。したがって，皆伐跡地におけるこの囲いは，複層林の半分の最低2年間の耐用年数を維持できれば良いと考えられる。以上のことから，今回試験を行った寒冷紗を利用した囲いは，新植した苗木をシカ・カモシカによる食害から守る点ではきわめて有効であることがわかった。また植栽当初に摂食害をうけても，早めに防除策をとれば初期の被害は十分回復し得ることも明らかになった。

次にこれら囲いの経済性について検討してみる。表-2にこれまで各地で行われてきたおもな防除方法と，複層林内および今回皆伐跡地に設置した囲いのそれぞれのha当りの設置経費を示した。これによると，複層林内の寒冷紗利用の囲いは，各種方法の中では最も安価であった。それと較べて，皆伐跡地に設置した囲いは，菱形金網による囲いについで単価が高かった。

表-2．獣害の防除方法別経費の比較表（円/ha）
Table 2. Cost for protection of young trees from animal blowsing by the methods (Yen/ha)

寒冷紗ネット（複層林）	有刺鉄線*	ポリネット袋*	合成繊維ネット*	亀甲金網柵*	寒冷紗ネット（皆伐跡地）	菱形金網柵*
394,400	512,160	519,200	579,120	597,080	1,325,500 642,400**	1,420,320

（注：* 村上　1977より。ポリネット袋は植栽本数4,400本で計算
** m当りの設置経費1,606円で1ha囲った場合の経費）

これは，複層林内の囲いがちょうど1 haの面積（寒冷紗の総延長400 m）であったのに対し，今回設置した囲いが，その地形の複雑さから広い面積を一度で囲うことができず，小さい面積で3カ所に分けて囲ったためである。つまり，3ヶ所の囲いの合計面積0.83 haに対し，寒冷紗の囲い総延長685 mとなったため，ha当りの単価が高くなったわけである。そこでこれをm当りの単価に置き換えると，1,606円/mになる。この単価で1 haの囲いを設置すると，経費は642,400円/haとなり，合成繊維ネットや亀甲金網の柵と大差はなくなる。それでも複層林内より高くなるのは，皆伐跡地は風当りが非常に強いため，杭の間隔を狭くする，1本置きの杭に斜めの支えを両方向に設ける，複層林では杭の先端だけを針金で囲ったのに対し，中段にも針金を通し2段にした，などの強風対策を施したためである。しかし理由はどうであれ，このha当りの設置経費642,400円は少なからぬ経費であることに違いはない。そこでこの経費を，囲いを設置せず，被害度の高い植栽木を補植によって補った場合と比較してみる。囲い設置1年後の，囲い外における被害度2および3の苗木（86.4%）に対して仮に補植を行ったとすると，ha当りの植栽本数4,400本の86.4%で3,024本となる。当林の補植経費は1本当り260円（北大和歌山地方演習林未発表業務資料）であるので，補植経費は3,024×260＝786,240円となり，囲いの設置の方が安価であることがわかる。実際には，被害度2のものまですべて補植を行わないにしても，補植した苗木が再び食害を受けて植え直さなければならない事態もおきている。したがって激害地においては，この囲いによる防除の方法は十分経済的であると結論づけられる。

今回皆伐跡地に使用した寒冷紗は，遮光率65～75%のものであった。寒冷紗による囲いは，金網などの囲いのように物理的に動物の侵入を防除するものではない。寒冷紗によって囲うと内側が見えないため，安全が確認できないところには行きたがらないという動物の心理を応用したものである。したがって，遮光率が高ければ高いほど内側が見えにくいため防除効果が期待できる。しかし，逆に遮光率が高くなると風を通しにくくなり，風圧を受けやすくなるため倒壊の可能性が高まる。今回使用したものは，中程度の遮光率を有するものであるが，防除効果は現在まで十分発揮している。しかしやはり風は受けやすく，特に強風にあおられた場合，すその押えが飛ばされることが時々あった。また別の囲いでは風に押されて杭が抜けた部分もあり，この程度の遮光率の寒冷紗を使用するときでも，皆伐跡地に設置する場合には風対策を十分とることが必要である。

V. お わ り に

心理的に動物の侵入を防ぐ効果のある寒冷紗による囲いは，これまでの物理的に動物を防ぐ金網などの囲いに較べ，あまり堅固に作設する必要がない。特に今回の結果から，最低2年から4年間囲いが維持できれば食害防除の目的はほぼ果たせることがわかった。これは，寒冷紗の囲いが伐倒木の残材を利用した簡易な杭を使用していることを考えると，この程度の耐用年数は妥当なものであろう。しかし，これらの囲いは材質が何であれ，あくまでも発生被害に対する対症療法である。今後必要とされるのは，食害の発生そのものを抑えるための，樹種選択さらには植栽や下刈り方法までも含めた，適切な森林施業と野生動物管理のあり方の検討である。この観点での研究は，わが国では大きく立ち遅れている一方，野生動物による農林業の被害は年々深刻化しているだけに，早急なる研究の進展が必要である。

最後に，本論文の作図にあたり，北大農学部附属和歌山地方演習林の小西富美代氏の御協力を得た。ここに記して篤く御礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

青井俊樹・寺本　守・倉岡光博 (1992)：寒冷紗を利用したカモシカ，シカ防除用囲いの効果について（Ⅰ），一複層林内設定2年後の成績一，日林論，**103**，553～554.

古林賢恒(1985)：神奈川県丹沢におけるニホンジカの生息動態，森林環境の変化と大型野生動物の生息動態に関する基礎的研究，環境庁，261～295.

金　豊太郎(1989)：東北地方における被害林分の成長予測方法，森林食害発生機構の解明及び被害抑止技術に関する研究，研究成果，218，農林水産技術会議事務局，56～58.

湊　克之・他8名：北海道大学和歌山地方演習林におけるスギ・ヒノキ複層林の施業実験Ⅰ一林内照度と樹下植栽幼樹の生長一，北大演研報，46(1)，83～109.

村上壮亮 (1977)：カモシカ等獣害防止試験，前橋営林局技術開発報告13-2，53 pp.

高柳　敦 (1989)：ニホンカモシカ，ニホンジカによる造林木食害の影響評価，日林関西支講，**40**，20～23.

上山泰代 (1989)：シカの被害防除に関する試験 (Ⅵ) 遮光材を素材とした防護柵のシカ被害防止効果，日林関西支講，**40**，16～19.

上山泰代 (1990)：シカの被害防除に関する試験 (Ⅶ) 下刈り省略による造林木のシカ被害軽減効果，日林関西支講，**41**，23～26.

渡辺弘之・古野東州 (1987)：ホンシュウジカ，ニホンカモシカによるスギ，ヒノキ食害形態の樹齢に伴う変化，日林関西支講，**38**，343～346.

Summary

The most damage to young trees just after planting, especially to those of hinoki cypress(*Chamaecyparis obtusa*), is mainly caused by the browsing of Japanese serow(*Capricornis crispus*) and Japanese deer(*Cervus nippon*). This problem is becoming more and more serious every year in the artificial forests of the Kii peninsula, where the Wakayama Experimental Forest of Hokkaido University is located.

In 1990, we set fences covered with cheesecloths in our hinoki stand and enclosed the young trees damaged by those animals to observe their growth.

Since animals can not see the inside of fences, they never try to enter the enclosures. By the fences, we succeeded in shutting out all animals from the damaged trees. They recovered their growth and now they are growing vigorously. We are sure that they will be tall enough and free from browsing in two to four years after setting enclosures. On the other hand, damaged trees outside the enclosures have been browsed very seriously. Many of them have died.

The cheesecloth enclosures are very effective to protect young trees from animal browsing. And they are easy to set at low costs. But strong winds break them down easily, so in those areas more posts and stakes should be used to keep the enclosure efficient.