

カモシカ・シカの保護管理論に関する一試論

——防護柵の効果と機能——

高柳 敦・吉村健次郎

The Effective Use of Deer-Proof Fence
on Management of
Japanese Serow and Sika Deer

Atushi TAKAYANAGI and Kenjiro YOSHIMURA

要 旨

ニホンカモシカ・ニホンジカによる造林木食害防除用の防護柵の耐久性を知るために、滋賀県甲賀郡土山町で1982年から1986年の5年間に設置された防護柵について、その破損状況および防護柵内へのカモシカ・シカの侵入状況について調査した。

防護柵は金網と鉄製の支柱を用いた頑丈なものであるにもかかわらず、設置後4年で全ての防護柵に破損が認められた。5年間で平均すると、総延長の15%が破損していた。また、カモシカ・シカの侵入が認められたのは、調査した53個所の防護柵のうちの35個所（67%）であった。

土山町で防護柵の建設費をもとに、防護柵の設置および管理・補修を継続していくために毎年必要とされる経費を試算すると、毎年30 haの新植造林地ができると仮定して、新たな防護柵の建設費、既存の防護柵の補修費合わせて、2,300万円～3,200万円になると推定された。

防護柵はほとんどの新植造林地を囲っており、カモシカ・シカの生息条件が悪化していると考えられる。しかし、狩猟および有害駆除で捕獲されたオスジカの頭数は、防護柵設置事業が始まった後でもそれほど変化していない。その理由の一つとして、防護柵があるにもかかわらず、新植造林地内に侵入できることがあると考えられる。

防護柵はカモシカ・シカの保護管理の中で、単なる食害防除方法としてだけ考えられてきた。しかし、人工林化の進んだ地域において、防護柵は幼齢造林地をカモシカやシカが利用することを制限することで、食害をある程度防ぎながら、カモシカ・シカの生息も可能にさせる、生息地管理の手段として重要な機能を果たすと考えられる。

は じ め に

野生動物のもたらす被害が問題になると、その動物を捕獲するか保護するかということが問題の中心課題であるかのように考えられることが多い。そして、被害防除に関しては、単なる技術的な問題とみなされがちである。

ニホンカモシカ (*Capricornis crispus*) の食害問題でも、この事情に変わりはない。たとえば、被害者側は、食害防除の不完全性を指摘し、食害防除は抜本的な対策ではなく、カモシカの捕獲

駆除（「個体数調整」とは被害状況とカモシカの保護とのバランスを図りながら行われるものであり、これまで林業側からよく主張されてきた捕獲は、駆除というべきであると考え）こそが抜本的なものであるとしてきた¹⁾。一方、保護側は捕獲より食害防除を優先することを主張してきたが、それは、カモシカの保護管理論から切り離された、いわば一時的な被害者救済策のような意味合いで言われてきた²⁾。

このように被害防除は野生動物の保護管理論の中で、末端の実務的な問題と考えられてきた。確かに、野生動物の保護を考えるとときには、その生息環境を維持することは重要である。しかし、問題を野生動物害に限れば、被害さえなければ野生動物が生息していてもよいのであり、実効的防除方法があればこの問題は解決するともいえる。つまり、被害問題ということから考えれば、食害防除は、その解決のための中心的な役割を果たすといえよう。特に、カモシカやニホンジカ (*Cervus nippon*) の食害防除には個体の捕獲以外の方法も可能であり、それらの方法を管理論の中で位置づけておく必要がある。

現在、カモシカ・シカの食害防除方法のうち、最も有効視されているのは防護柵である。筆者はこれまでに防護柵が必ずしも有効でないことを報告した³⁾。そこで、今回は、防護柵の破損状況について検討し、さらに、防護柵設置費用に関する問題に若干の考察を加え、防護柵を用いた食害防除（防護柵防除）のカモシカ・シカ保護管理論の中での位置づけを明確にしてみたい。本考察の対象とするのは、これまでの調査地と同じ滋賀県甲賀郡土山町である。

防護柵内へのカモシカ・シカの侵入状況とその対処方法

防護柵は防除効果が高いと考えられ、その食害防除試験はこれまでもいろいろなところで試みられてきた。しかし、その後、防護柵内にカモシカ・シカが侵入している例が報告され、必ずしも完全な効果を持ち得ないことが明らかになっている⁴⁾。カモシカ・シカが侵入できるのは、防護柵が破損したためであると考えられる。したがってその破損状況とカモシカ・シカの侵入状況を詳しく検討しておくことが、防護柵の効果を高めるために必要である。しかし、これに関

表1 設置年度別にみた防護柵の破損とカモシカ・シカの侵入状況
Tab.1 The data of fence construction and broken parts
and invasion of serows and/or deer.

防護柵設置年度	1982	1983	1984	1985	1986	合 計
実施防護柵						
総数 A	22	47	57	59	34	219
総面積 (ha)	52.58	82.30	100.89	97.60	49.44	382.81
総延長 (m) B	21,600	37,700	39,044	36,665	19,270	154,279
平均延長 (m) B/A	982	802	685	621	567	704
調査対象						
柵総数 C	7	12	15	12	7	53
総延長 (m) * D	5,751	7,356	10,200	5,220	4,497	33,024
平均延長 (m) D/C	822	613	680	435	642	623
破損状況						
柵総数	7	12	14	9	5	47
破損箇所延長 (m)	1,572	1,653	1,389	210	102	4,926
破損箇所数	324	297	302	60	30	1013
侵入状況						
柵総数	6	11	11	5	2	35
侵入箇所数	42	51	84	21	13	211

* 調査は防護柵の支柱と支柱との間（約 3 m 間隔）を 1 単位として行った。
調査総延長、破損箇所延長は（間隔数 × 3 m）として計算してある。

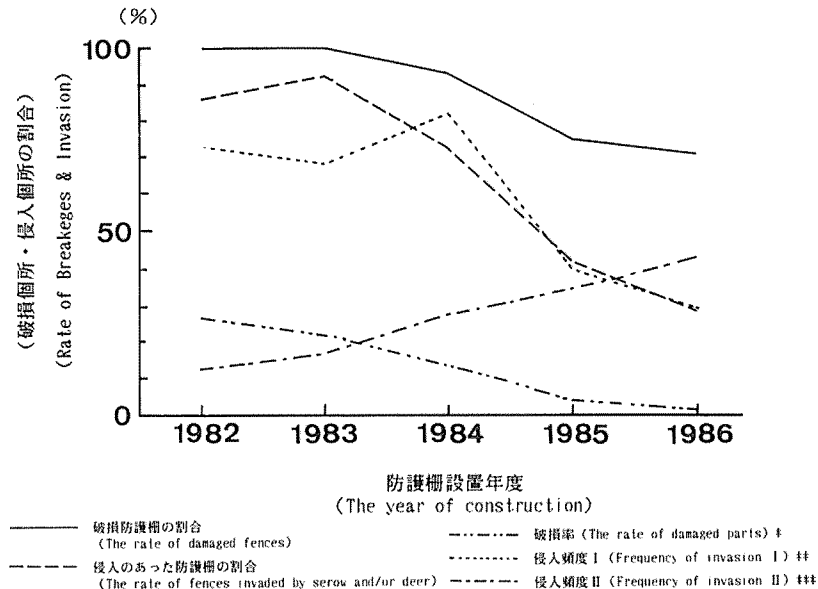
表2 調査項目の説明
Tab.2 The criterion of each
breakage type.

破損種		
正 常	網部の高さが120cm以上のもの。	
た る み	網部の高さが120cm以下で、ほかに異常がないもの。	
下 あ き	網の最下部と地上とのすき間が20cm以上のもの。	
穴 落 ち	金網が壊れて穴があいているもの。	
網 半 倒 れ	網がアングル鋼からはずれて高さが120cm以下のもの。	
倒 半 倒 れ	アングル鋼が倒れかかり高さが120cm以下のもの。	
倒 壊	アングル鋼が倒れているもの。	
切 断	完全に壊れているもの。	
原因	網が切れて、つながっていないもの。	
地 形	小規模の段差など正規の施工で防げないもの。	
施 工	最初から網が低いなど施工上の不注意によるもの。	
杭	施工のうち、特に杭の打ち込み過ぎによるもの。	
ほ つ れ	網のつなぎ目がほつれているもの。	
人 侵 入	人の侵入など人為によるもの。	
倒 木	カモシカ・シカの侵入によると推察されるもの。	
落 石	倒木によるもの。	
土 砂	落石によるもの。	
崩 壊	土砂が崩れてきたもの。	
不 明	設置している地面が崩壊したもの。	
立地条件	原因不明のもの（雪によると思われるものも含む。）	
位 置	囲っている造林地に対して目前で接している位置関係。	
方 向	柵の進んでいく方向。	
大 地 形	全体の地形を大きく尾根・斜面・谷に分けた時の位置。	
小 地 形	柵が実際に立っているところの地形。	
最大斜度	柵の立っている地面の最大傾斜。	
方向斜度	柵の進んで行く方向の傾斜。	

する詳細な報告は非常に少ない。青森県脇野沢で農地を囲った防護柵の例では、防護柵下の土砂流出などにより防護柵下部に隙間が生じる、そして支柱の不安定さから破損が進み、さらに積雪の影響などで網がゆるむなどの破損が生じるようになるとしている⁵⁾。実際に、筆者が確認した（1987年8月）ところでも、支柱の中には地上部が50 cmにも満たない程まで埋まっているものがあるなど、積雪の影響で多くの柵が壊滅に近いほど破損していた。この場合、積雪の影響でかなりの破損が生じたと考えられる。

しかし、積雪のそれほど多くない鈴鹿山脈南部においても、防護柵の破損が見られる。その破損状況とカモシカなどの侵入状況について調査した結果が表1である。調査項目は表2に示した。土山町では1982年に始まった5カ年計画の「特別天然記念物食害対策事業」により、1986年までの間に総延長で154 kmの防護柵が建設されているが、調査はその柵の約1/4、総延長の約1/5について実施した⁶⁾。

防護柵の構造についてはこれまでに報告したように³⁾、金網と鋼鉄製のアングルを支柱に用いたかなり頑丈なものである。しかし、図1に示した破損率の変化をみてもわかるように、設置1年後にして防護柵の7割が破損し、4年以上経過すると全ての防護柵が破損している。延長に対する破損率（以後、単に「破損率」といえばこの破損率をさす）も5年後には27%と3割近くに達している。破損状況を破損種（破損のタイプを破損種と呼ぶ。表2参照）別で見ると（図2）、防護柵設置年度により若干の変動があるものの、「たるみ」が破損全体の約60%、「下あき」が約



*破損率 = (破損総延長 / 調査総延長) × 100

(The rate of damaged parts)
= (Total length of damaged parts / (Total length of fence surveyed) × 100)

**侵入頻度 I ((防護柵100m当りの侵入箇所数) × 100)
(Frequency of invasion = (No. of invaded parts per 100m of fence) × 100)

***侵入頻度 II (破損箇所100箇所当りの侵入箇所数)
(Frequency of invasion = No. of invaded parts per 100 breakages)

図1 設置年度別の防護柵の破損状況および、カモシカ・シカの侵入状況
Fig.1 The damage of fences & invasion of serow and/or deer.

The rate is calculated by each construction year.

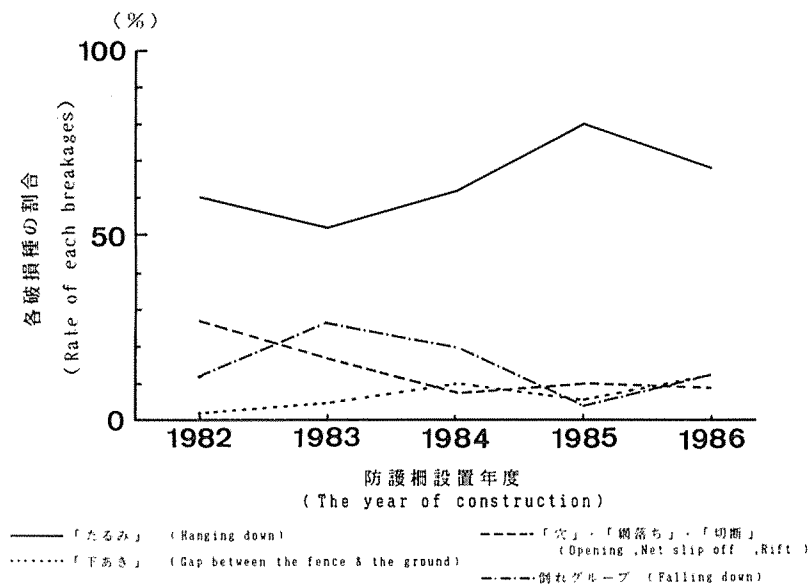


図2 設置年度別の各破損種の割合
Fig.2 The rate of each type of breakage to all breakages.
The rate is calculated by each construction year.

5%, 「半倒れ」・「倒れ」・「倒壊」(この3つの破損種を合わせて「倒れ」グループと呼ぶ) が約20%, 「網落ち」と「切断」が合わせて約15%の割合となっている。

次に侵入状況を見る。カモシカやシカが侵入または脱出したかどうかの判断は、そこに毛や足跡などのフィールドサインがあるかどうかを基準にして行った。ただし、明かなフィールドサインが認められない場合にも、現在侵入しているような形跡が見られるときや、過去に侵入があったと考えるのが妥当と判断したときには、侵入個所に含めた。柵内からの脱出にのみ使用されたと思われる個所も侵入個所に含めてある。なお、侵入が十分可能と思われる個所でも侵入の確認ができない場合には侵入個所に含めていない。

侵入される防護柵は柵設置後の年数が経過して破損が進行するに連れて増加する(図1)。しかし、設置後5年経過した後でも全く侵入個所の確認されない柵もみられた。これは、破損すれば必ず侵入されるというものではないことを示している。侵入されるか否かは、そこでのカモシカ・シカの生息状況や生息環境とも関係すると考えられる。侵入個所の出現頻度(図1 侵入頻度Ⅰ)は、最も頻繁に侵入のみられた1984年で100 mにつき0.82個所、大体120 mに1個所程度見られている。破損個所に対する侵入の割合は破損個所が増えるにしたがい減少し、1982年に設置された柵では破損個所の13%からしか侵入していない(図1 侵入頻度Ⅱ)。このことも、破損すれば必ず侵入するわけではないことを示している。

各破損種とその発生原因について見たのが表3である。まず、破損の主な部分を占める「たるみ」では、全体の約半分が最初の建設時の不注意から生じている(「施工」と「杭」で46%)。

「地形」による破損も建設時に作業員が状況に応じて適切な対処をすることで防止することができるとし、「ほつれ」による破損も金網の継目を十分に(たとえば1 m以上)重ねることで防ぐことができるとすれば、「たるみ」の約60%を防ぐことができる。また、現在の防護柵の高さが140 cm とははじめからそれほど高くないことも、「たるみ」による侵入を多くしている要因の1つである。飯村⁷⁾は150 cmの高さの柵でシカの飛び越しによる侵入を記録しており、柵の高さを170 cmにすることで実用できるほどの防除効果を得られたとしている。また、大泰司⁸⁾はシカ牧場の柵の高さについて、ニホンジカの場合には、2 m ないしは3 mは必要であるとしている。また、Ray⁹⁾は、8 フィート(約240 cm)あれば安心できるとしている。Prior¹⁰⁾はアカシカに

表3 破損状況別の各原因の割合

Tab.3 The rate of each cause of breakages.

単位: %, 間隔数

	たるみ (%)	下あき (%)	穴 (%)	網落ち・切断 (%)	倒れグループ (%)	総 間隔数 (%)
地 形	11	29	—	—	—	136 (8)
施 工	36	17	—	3	5	389 (24)
杭	10	—	—	—	—	101 (6)
ほつれ	2	—	—	5	—	31 (2)
人	6	2	36	45	11	324 (20)
侵 入	13	34	32	3	1	175 (11)
倒 木	9	—	—	4	3	108 (7)
落 石	3	1	27	1	10	72 (4)
土 砂	4	11	—	—	20	112 (7)
崩 壊	—	2	—	1	5	19 (1)
不 明	5	3	—	39	37	265 (16)
全 体 (間隔数) (%)	969 (59)	89 (5)	21 (1)	260 (16)	302 (18)	1,642 (100) (100)

対してなら 190 cm, ダマシカに対してなら 170 cm あれば, 95% の防除効果が期待できるとしている。また, 羽田ら¹¹⁾ はカモシカは防護柵を飛び越そうとしないので, カモシカの防除には 120 cm の高さで十分であるとしている。今回の調査でも, カモシカが防護柵に体当たりし金網に穴を開けている例がみられた。また, 「たるみ」個所にはしばしば獣毛がついていたがシカと確認できるものはあったもののカモシカと確認できるものはなかった。しかし, 「下あき」個所からは, 1 個所ではあるがカモシカの毛を確認している。これらの事実は, カモシカは柵を飛び越えて侵入しようとしないう可能性を示唆している。

したがって, 「たるみ」個所からの侵入の大部分はシカによるものと考えられるが, そうであれば 140 cm 以上からの侵入も十分に考えられる。今回は 140 cm 以上の高さからの侵入についてはよく知ることができないが, 侵入が最もよくみられた個所の高さが 110 cm であり, また 130 cm 以上で明らかに侵入の見られたのはわずかに 3 個所に過ぎなかったことからして, 140 cm の高さが維持できれば十分な防除効果は得られるものと考えられる。140 cm の高さは, 30° 以上の傾斜地に向かう (つまり, 傾斜を真上に上るか真下に下るかする) ように柵が設置されれば 160 cm の高さがあるのと同じになり, 40° 以上であれば 180 cm 以上の高さを持つのと同じことになる。実際に柵の方向斜度 (柵の進んで行く方向の傾斜) が 40° 以上のところでの「たるみ」からの侵入は 9 個所 (「たるみ」からの全侵入個所の約 6%) にしか過ぎず, 「たるみ」からの侵入の 60% 以上は方向斜度が 20° 未満の緩傾斜地で起きている。したがって, 柵が水平方向に向かって張られるようなところ (防護柵総延長の約 42%) で防護柵を高くすればさらに防除効果が高まる。その簡単な方法としては, 140 cm 以上の高い部分であれば必ずしも金網でなくても侵入防止は可能だと考えられ, 現在の防護柵の上 40 cm くらいのところに, 鉄線を通すなどするだけでかなりの侵入を防ぐことができるであろう。防護柵全体にそのような処置をすれば, 全侵入の約半数を防ぐことができる (表 4 参照)。

表 4 高さ別破損個所, 侵入個所数

Tab. 4 No. of breakages and invaded parts found in each height class.

	高さ (cm)	たるみ 間隔数	(%)	下あき 間隔数	(%)	侵入 間隔数*	(%)
金網部	130—	—	—	—	—	3	1.9
	—120	218	22.5	—	—	28	17.6
	—110	211	21.8	—	—	35	22.0
	—100	223	23.0	—	—	29	18.2
	—90	72	7.4	—	—	14	8.8
	—80	123	12.7	—	—	22	13.8
	—70	26	2.7	—	—	9	5.7
	—60	21	2.2	—	—	7	4.4
	—50	22	2.3	—	—	1	0.6
	—40	10	1.0	—	—	3	1.9
金網部 以下	0—30	40	4.1	—	—	3	1.9
	10—	—	—	—	—	—	—
	20—	—	—	23	25.8	9	23.1
	30—	—	—	18	20.2	10	25.6
	40—	—	—	24	27.0	10	25.6
	50—	—	—	13	14.6	6	15.4
	60—	—	—	4	4.5	1	2.6
	—60	—	—	7	7.9	3	7.7

* 個所数は侵入したらしい所も含む。割合は金網部と金網部以下とで別に求めている。

表5 侵入個所の破損状況別の各原因の割合

Tab. 5 The rate of each cause of breakages from where serows and/or deer assumed to have entered.

	たるみ (%)	下あき (%)	穴 (%)	網落ち・切断 (%)	倒れグループ (%)	総 個所数	数 (%)
地形	3	18	0	—	—	12	(6)
施工	8	5	—	—	—	14	(7)
杭	4	—	—	—	—	6	(3)
ほつれ	3	—	—	11	—	6	(3)
人	2	—	—	11	—	3	(1)
侵入	77	75	88	44	40	156	(75)
倒木	—	—	—	—	—	0	(0)
落石	—	—	13	—	40	3	(1)
土砂	1	3	—	—	20	4	(2)
崩壊	—	—	—	—	—	0	(0)
不明, 他	1	—	—	33	—	7 *	(3)
全体 (個所数) (%)	146 (69)	40 (19)	8 (4)	9 (4)	5 (2)	211 *	(100)

* 高さ130cm以上からの侵入があった個所を含む。

次に、「下あき」をみると、破損個所全体に占める割合は小さいが、表5にも示したように侵入個所全体の中では「下あき」からの侵入の割合は高く、侵入を防ぐという点からは見逃すことができない(写真3)。特にカモシカの侵入を防ぐためには重要である。「下あき」では侵入個所の破損原因は「地形」「施工」「侵入」にほぼ限られる。特に侵入によるものが大半を占めるが、これらの侵入個所では、きちんと設置されているものを壊して入っていると思われる個所より、若干の隙間があるところを押して侵入するところの方がしばしば見られる。つまり、これらの「侵入」による破損も細心の設置が心がけられればかなり防ぐことができると思われる。その場合、設計通りに支柱となるアングル鋼を3m間隔で立てていくとどうしても隙間ができてしまう場合もあり、その場合は「下あき」個所ができないようにアングル鋼の位置をずらしたり、そこだけ金網を別に切ってかぶせたりすることが必要である。

「穴」による破損は数が非常に少なく、その原因も「人」「侵入」「落石」だけに限られる。「人」によるものは、おそらくハンターが猟犬を通すために切ったと思われるようなものが主なものである。また、「侵入」による個所については表6に示した。穴の中にカモシカの骨が残っていたものが1個所あり(写真1)、おそらく非常に驚いたか何かしたときに柵に体当たりして穴を開けたが、抜け出せなくなって死んだかしたものと思われる。設置作業をやり易くし、また運搬の経費をできるだけおさえられるように、軽量化する目的で、金網は縦に直径3.2mm、横に直径2.3mmとやや細い亜鉛メッキ鉄線を用いている。「穴」の破損個所は非常に少なく、今より太い針金を用いて侵入を防ぐより、「穴」の開いたところを補修の方が効率がよい

表6 カモシカの侵入によってできたとみられる「穴」状の破損個所の状況
Tab. 6 Openings made by serows.

No.	大地形	小地形	最大 斜度	方向 斜度	穴の大きさ タテ×ヨコ(cm)
1	斜面	斜面	40—	30—40	…… *
2	斜面	斜面	40—	20—30	50×40
3	谷	凸地	40—	0—20	37×44
4	谷	凸地	30—40	0—20	36×33
5	谷	斜面	0—20	0—20	38×38 **
6	斜面	斜面	40—	30—40	35×33
7	谷	凸地	40—	30—40	50×42

* だいたい30×45程度の穴(写真2)

** カモシカの骨が穴の中に残っていた。(写真1)

表7 破損個所の立地条件
Tab.7 The location of
broken parts of
fences.

	総間隔数 (A)	全破損個所 間隔数 (B)	割合1 (%)	割合2 (%)
総 数	11,012	1,642	(100)	(15)
位 置				
上 部	2,585	373	(23)	(14)
横	5,488	653	(40)	(12)
下 部	2,957	616	(38)	(21)
方 向				
横方向	4,964	869	(53)	(18)
斜 め	758	136	(8)	(18)
縦方向	5,308	637	(39)	(12)
大 地 形				
尾 根	3,591	345	(21)	(10)
斜 面	6,684	1,058	(64)	(16)
谷	748	238	(14)	(32)
小 地 形				
尾 根	1,883	188	(11)	(10)
斜 面	6,997	997	(61)	(14)
谷	980	320	(19)	(33)
平坦地	1,170	137	(8)	(12)
最大傾斜				
0—19	1,744	193	(12)	(11)
20—29	1,338	134	(8)	(10)
30—39	5,229	762	(46)	(15)
40—	2,712	549	(33)	(20)
方向傾斜				
0—19	4,573	781	(48)	(17)
20—29	1,934	290	(18)	(15)
30—39	3,175	403	(25)	(13)
40—	1,213	137	(8)	(11)

割合1 = B / (破損総間隔数 = 1,642)

割合2 = B / (総間隔数 (A))

であろう。

「網落ち」と「切断」は全破損個所に占める割合が、間隔数で16%に達している。その大半は「網落ち」であるが、その約半分が人為によって起きたものである。たとえば、57年度設置の防護柵の一つに数百メートルにわたって網が断続的に落とされた個所がみられたが、ふつうに人が侵入するだけならばこれほど長い距離にわたって金網を落とすことは考えられず、おそらくハンターがシカやイノシシなどを追うために落としたものと思われる（その地域にハンターが入っていることは確認している）。このような破損を防ぐためには、防護柵への理解を広めるしかないが、この問題についてはまた後で少し触れる。

倒れグループは、全破損個所に占める割合は18%と高い。しかし、表3に示したように侵入が確認されることは非常に少ない。これは、そのような個所では侵入の痕跡を見いだすのが難しいこと、それらの個所は急傾斜で崩れ易く、侵入しにくいような場所であることなどが影響していると思われる。この倒れグループの原因は「土砂」、「落石」、「崩壊」、「不明」に集中している。「不明」には雪によるものも含まれており、これらの原因は倒れグループが立地条件の悪いところで起き易いことを示している。立地条件をみても最大斜度（防護柵の立っている地面の最大傾斜）が30°以上のところでその95%が発生していた。このような破損を防ぐことができるように、アングル鋼3本ごとに直径

2.6 mm の鉄線を左右に張って、また10本ごとにアングル鋼を横にボルト付けして補強している。しかし、防護柵の内側（幼齢造林地側）に張られた針金は、下刈り機により切断され、補強の役目を果たしていないことが多く、補強の方法もさらに工夫が必要である。

立地条件と破損との関係を見る（表7）と、たとえば最大斜度が30°以上のところに破損の約80%が発生しており、立地条件との関係があるように思われる。しかし、破損個所が防護柵総延長の15%と少ない（最大傾斜30°以上でもその17%が破損しているに過ぎない）ため、破損が特定の立地条件と関連して発生するということはない⁶⁾。つまり、防護柵の特定個所の構造を強化することで防除効果を高めようとするのは、効率のよい方法ではないと考えられる。

防護柵の設置費用及び管理に関する問題

防護柵が防除方法として脚光を浴びたのは、防護柵は、建設費は高いがいったん設置すれば防

除効果が維持されるので、結局経済的であるということにあった。しかし、防護柵の効果が必ずしも完全ではなく、また完全にするのに多大な労力と費用とがかかるのなら、改めてその費用について検討しておかなければならない。

表8に1984年度の防護柵の設置事業の費用の内訳をあげた。防護柵の設置事業には算出の基準がないため、他の事業の基準を用いて計算しなければならない。そのため、その事業計画の担当者によって費用の計算結果が異なってくる。したがって、ここに上げたものはその1例に過ぎない。

土山町では防護柵の資材は全てヘリコプター（ベル206B）によって上げている。その理由としては、防護柵の資材は重く人手で上げることが困難であること、苗木や肥料などを山上げするときにも現在はヘリコプターを利用しており、得意先ということで一般の運賃より安くしてもらっていることなどがある。また、ヘリコプターの場合には、防護柵を設置するところにできるだけ近いところに資材を上げることができるという利点もある。土山町とほぼ同じ構造の防護柵は三重県、奈良県、兵庫県など各地で設置されているが、資材の運搬にヘリコプターを利用しているのは土山町だけである。他の方法としては、三重県の宮川村や飯高町では、索道を用いて造林地まで資材を一括して上げ、そこから設置するところまでは作業員が担いで行くという方法をとっている。また、兵庫県の朝来町、生野町などでは、林道から作業員が運ぶ方式をとっており、資材を軽くするために高さの低い（90 cm）金網を2段にして張っている。

防護柵の設置に直接関係するのは、直接工事費のうちの防護柵建設費と資材運搬費である。したがって、防護柵建設における労賃の占める割合は約17%であり、防護柵建設費の大半が資材費となっている。

さて、この費用の中には防護柵の補修費は含まれていない。防護柵の補修費は1985年度までは防護柵設置事業費の中には認められておらず、1987年度にはじめて4,200 mの補修が正式に認められている。ところで、これまで防護柵の見回り、補修についてはあまり関心が払われてこなかった。そこで、先の破損状況の調査から補修費について試算してみたのが表9である。

破損個所の総延長を求めるのに、既設の防護柵の総延長に平均破損率をかけた。1982年、83年に防護柵が設置された造林地の中には、造林木が成長し、すでに防護柵の必要なくなっているものもあり、やや過大な推定量になっている可能性もあるが、破損個所だけでも23 kmにも及んでいる。それをすべて修理しようとなると、約2,070万円の費用がかかる。この額は1987年度防護柵設置事業費の80%強に相当する。

新設・補修を含めた防護柵防除の費用を試算した結果を同じ表に示した。土山町での毎年の新植造林面積は1982—1986年の5年間を平均すると約30 haになるが、これらの全てで食害が発生するわけではなく、その点やや多めの推定値である。防護柵の設置が必要な期間については、食害の対象から外れる樹高に成長するまでである。北原¹²⁾は樹高150 cm以上になると極端に食害が少なくなることを報告している。坂口¹³⁾は下刈りの仕方による成長の違いについて報告してい

表8 防護柵設置費用内訳の例
(1984年度)

Tab. 8 The construction cost of deer proof fence at Tsuchiyamcho in 1984.
単位: 円

事業総額	56,560,000
事業内訳	
工事費	54,338,000
測量費	1,671,000
その他	551,000
工事費内訳	
防護柵設置費	44,225,000
資材空輸費	10,113,000
防護柵設置費内訳	
直接工事費	32,483,000
管理費、他	11,742,000
直接工事費内訳	
防護柵建設費	31,972,000
資材運搬費	109,000
移動費	402,000
防護柵建設費内訳	
資材費	26,710,000
労務費	5,262,000
100m 単価	89,341

表9 防護柵防除費用についての試算

Tab.9 The calculation of the construction and maintenance cost of deer proof fence.

土山町で必要な防護柵補修費の推定	
破損総延長 [(1982—86の防護柵総延長)×(平均破損率)] (A)	154,279m×0.15=23,142m
補修費のm単価 [防護柵建設費100m単価×0.01] (B)	89,341円/m×0.01=893円/m
総補修費 [(A)×(B)]	23,142m×893円/m=20,665千円 (千円未満切捨て)
土山町を例とした毎年必要とされる防護柵防除費用の推定	
毎年の新設防護柵延長 [1982—86の平均造林面積 (約30ha)×400m]	12,000m
毎年新たに発生する防護柵の破損	
1982—86における破損率の推定	
[(次年度設置の防護柵の破損率)−(当年度設置防護柵の破損率)]	
1982: 5%, 1983: 8%, 1984: 10%, 1985: 2%, 1986: 2%	
毎年破損率の推定	(5+8+10+2+2)/5=5.4%
防護柵の破損個所の延長の推定	
防護柵が必要な期間が5年の場合	12,000m×5×0.05=3,000m
防護柵が必要な期間が10年の場合	12,000m×10×0.05=6,000m
防護柵見回り費用の推定	
[見回り能率 5,000m/人・日, 日当賃金 7,000円*]	
防護柵が必要な期間が5年の場合	(60千m/5)×7,000円=84千円
防護柵が必要な期間が10年の場合	(120千m/5)×7,000円=168千円
防護柵建設事業単価	
1987年度防護柵建設延長	16,360m
1987年度防護柵建設事業総額	24,882千円
1987年度防護柵建設事業 m単価	24,882円/16,360m=1,520円 (一円未満切捨て)
新設・補修合わせた毎年の防護柵建設事業額の推定	
防護柵が必要な期間が5年の場合	15,000m×1,520円=22,800千円
防護柵が必要な期間が10年の場合	21,000m×1,520円=31,920千円
毎年必要とされる防護柵防除費用の推定	
防護柵が必要な期間が5年の場合	(22,800+84)千円=22,884千円
防護柵が必要な期間が10年の場合	(31,920+168)千円=32,088千円

* 見回り能率については調査の経験から、日当賃金については林業白書昭和62年版
(伐出雑役6,855円)を参考にした。

るが、それによると6年間で樹高が88~169 cm になっている。このデータからすれば、樹高が150 cm 以上になるには最低でも5年はみる必要があるだろう。つまり、防護柵は5~10年の期間は必要であると考えられる。したがって、毎年新植造林地全体を防護柵で囲うとすると、60,000~120,000 m の防護柵が常に見回り、補修の対象となる。各年度の破損率の差を毎年新たに発生する破損の割合とし、5年間の平均をとると年破損率は総延長の5%となり、毎年補修の必要となる部分の総延長は3,000~6,000 m となる。その補修のために必要な経費は、先に出した防護柵建設の1 m 単価の893円をかけて、268~536万円となる。土山では夏の被害もあるため、理想的にはできるだけ頻繁に見回り、補修をする方がよいが、実際には、補修は防護柵を新設するときに行う方が効率的である。したがって、毎年の新設防護柵延長に補修の必要な3,000~6,000 m を加えた15,000~21,000 m が毎年建設される防護柵の総延長である。その建設費に防護柵の見回り経費を含めた、2,300~3,200万円が防護柵防除のために必要な経費となる。これをヘクタール当りの単価に直すと、77~107万円になる。Prior¹⁰⁾はスコットランドでは1979年までに総延長で4,830 km の防護柵が設置され、その毎年の建設および維持費に50万ポンド

(約1億1,500万円) かけると述べているが、それに比べるとはるかに単価が高くなっている。これは防護柵の構造、設置する場所の立地条件の違いなどが関係していると思われる。

防護柵とカモシカ・シカの生息

人工林化の進んだ地域では幼齢造林地は重要な生息環境要因であり、それを防護柵で囲うことはカモシカ・シカの生息環境に多大な影響を与えると考えられる。カモシカに関しては、防護柵の与える影響について長野県での調査があり¹⁴⁾、それによると、防護柵設置後もカモシカは防護柵内に侵入できず、防護柵のすぐ隣に生活圏を移動する例や、母子が防護柵内に侵入している例を報告している。これは、カモシカ（特に母子個体群）が防護柵の設置によってそれほど影響を受けずに生活圏を維持し得ることを示している。

さて、図3に土山町での防護柵の設置状況を示した。この5年間で防護柵に囲まれた面積は土山町の最近10年間（1977—1986の間で649 ha）の造林面積の59%をカバーし得る。防護柵の防除効果が完全であれば、カモシカやシカの個体群が減少して行くことが予想される。しかし、これまでも述べたように、防護柵は完全な防除機能を全く果たしていない。したがって、カモシカ・シカは防護柵内をも生活に利用できる可能性がある。この点に関しては今回は具体的な調査はできていないが、調査中にも数回カモシカ・シカが防護柵内にいるのを確認している。また、

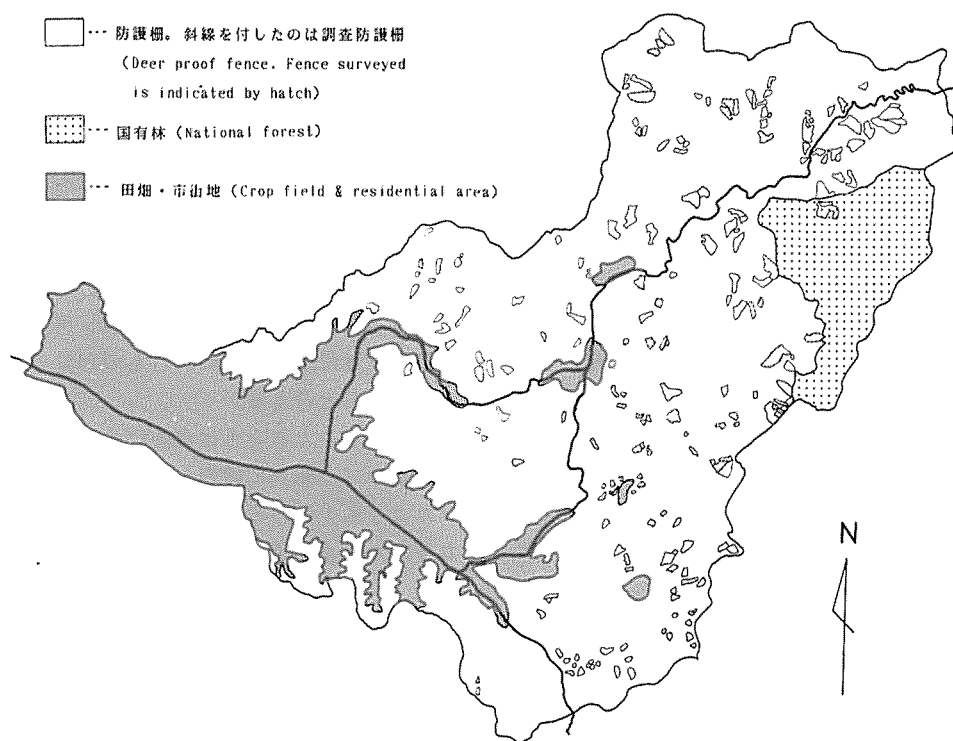


図3 防護柵位置図（滋賀県土山町）太線は主要道
Fig. 3 Deer proof fences at Tsuchiyamacho in Siga prefecture
Thick lines are main roads.

表10 土山町・永源寺町両猟区でのオスジカの捕獲頭数
 Tab.10 The number of male deer hunted at both
 Tsuchiyamacho and Eigenjicho hunting
 areas.

	単位: 頭							
年 度	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
土 山 町	15	11	15	44	32	19	19	29
永源寺町	42	70	44	37	37	45	20	27

表11 土山町のオスジカの有害駆除実績
 Tab.11 The number of male deer gotten rid
 of as vermin at Tsuchiyamacho.

	単位: 頭									
年 度	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
駆除申請回数	3	1	1	1	1	6	4	5	4	2
申 請 頭 数	36	5	10	6	4	20	12	23	20	8
駆 除 頭 数	9	2	1	2	3	9	6	7	7	1

ハンターに聞いたところでも、防護柵を設置したためにカモシカやシカが少なくなったことはないという話であった。表10に示したように、実際、土山町猟区の成績を見ても、明かな減少傾向はない（入猟者数は1983年393人、1984年566人の2年以外は300～350人くらいである。ただし、このうち何人がシカ猟をしたかは不明）。また、防護柵によって追い出されて他の地域で捕獲数が増えている可能性も考えられる。土山町のすぐ北の永源寺町猟区の成績を見ても、1982年以降オスジカの捕獲頭数が増えているような傾向はみられず、その可能性はあまりないと考えられる。

防護柵の影響があるかもしれないと思わせるのは、シカに対する有害駆除の増加である（表11）。防護柵事業の始まった翌年から駆除申請回数、駆除頭数とも急に増加している。防護柵をするようになってから里でシカをみるようになったという農作業者の話もあり、防護柵によってシカが里に追い出されたという可能性もある。しかし、シカの捕獲頭数は、有害駆除と狩猟による捕獲頭数とを合計すると1983年に40頭以上のレベルになって以来1985年以降も30頭レベルとそれほど減少していないこと、防護柵の侵入個所に明らかにシカによると思われるものが見られることから、シカの個体群は防護柵の影響をあまり受けずにいると考える。

カモシカとシカでは防護柵の影響が若干異なると考えられる。カモシカはなわばりを持ち、とくに母子個体群は土地に執着しがちであること、防護柵がかなり頻繁に破損していることから考えて、防護柵の影響を受けて移動したりすることがシカよりも少ないのではないと思われる。以上より、防護柵の防除効果が完全でないが故に、カモシカもまた防護柵によってそれほど大きな影響を受けていないと考える。

カモシカ・シカ保護管理論における防護柵防除の位置づけ

これまで防護柵が破損し侵入を受けていることを述べたが、その食害防除効果が全くないわけではない。前報でも報告したように防護柵には防除効果が全くないもの、2割程度の被害におさえるもの、完全に近い防除効果がみられるものの3つのタイプが見られる。これらのタイプのうち2番目と3番目のタイプの効果を発揮している防護柵なら実用になるが、その中でもカモシカ・シカの保護管理上注目する必要があるのは2番目のタイプである。

2割程度の被害であれば、林分全体としてみた場合には被害程度は小さく防除効果はあるとしてよいと思われる。この2割の被害がなぜ2割にとどまっているかはよくわからない。しかし、たとえ防護柵のない造林地であって被害が全面的にみられるような場合でも、その被害程度が造林地内の位置により違うことがあることはしばしば観察されることである。それを考えると、おそらく、カモシカ・シカは造林地を必要ぎりぎりの餌をとるためだけに利用するのではなく、餌が確保し易い、またはより豊富な餌がある等の理由から造林地へ侵入していると考えられることでもできるだろう。したがって、防護柵がなければ自由に好きなように造林地へ侵入し大きな被害をもたらすが、防護柵があるとそれがなんらかの制限要因となって、被害を小さくおさえられているというふうに考えることもできよう。もちろん、シカの場合には生息密度が環境収容力を上回るようなほどになったり、極端に餌環境（採食可能な植物量から見た環境）が悪くなった時には、防護柵は完全な防除効果を持たなければ、その機能を果たさないであろう。

逆に、人工林化が進んでも人工林の間に適当に二次林などの自然林が残って、ある程度の餌環境を維持できていれば、防護柵は造林地内への侵入障害となるだけで、十分な食害防除効果を持ち得ることも考えられる。これまで、人工林化が進み、成林して人工林が増えればカモシカ・シカは生息が困難になるといわれてきた。しかし、人工林化の進んでいる市町村でも、カモシカ・シカが全くいないわけではない。成林後の人工林の環境そのものは確かにカモシカ・シカにとって条件のよい生息環境ではないだろう。しかし、森林全体のなかで人工林をとらえる場合、その一団地当りの面積や全体の中での配置などを考慮して、生息環境としての評価をするべきではなからうか。人工林地帯でもそのようなカモシカ・シカの生息環境としての配慮が森林計画の中に取り入れられ、ある程度の生息が維持できるような環境が恒常的に保たれるならば、人工林地帯でも十分にカモシカ・シカは生息することができるだろう。その時に、カモシカ・シカによる造

表12 これまでの鉄線・金網を用いた主な防護柵
Tab.12 Deer proof fences with wire and wire net which have been elected in Japan.

施 工 者	実施年	網 部 の 材 料	高さ(m)	杭間隔(m)	侵入	効果	単価(千円)
1 長野営林局(諏訪)	1974	鉄線(3—4段)	0.9	3—4		あり	84.0/ha
2 “ (坂下)	1975	鉄線(6段)	1.2	2	あり		346.7/ha
		金網	1.1	1.6	あり	あり	342.2/ha
3 “	1976	鉄線(10段)	1.8	立木(2—3)	あり		195.0/ha
4 “ (付知)	1976	鉄線(7段)	1.5	1.5	あり		68.0/ha
		(鉄線+金網)	2.0	1.5	なし		266.0/ha
5 長野県	1976	鉄線(6段)	2.2	2	あり		
6 前橋営林局	1977	有刺鉄線(8段)	1.5	2		あり	512.2/ha
		菱形金網	1.5	2	なし	あり	1,420.3/ha
		亀甲金網	1.8	1.5	なし	あり	
7 脇野沢村	1974	鉄線(7段)	1.5	4—5	あり		597.1/ha
	1976	金網	1.5	4—5	あり		520.0/ha
	1978	ワイヤー網	1.5	4—5	あり		800.0/ha
8 神奈川県	1974	鉄線(3段)+金網	1.7	2.5	あり	あり	1,200.0/ha
9 島根県	1984	有刺鉄線(6段)	1.5	2.0	なし	あり	1,320.0/ha
		金網*	1.4	2.0	なし	あり	(1986現在)
10 三重県	1986	金網*	1.4	2.0		あり	(221.3/ha)

* 防護柵の構造は土山町で設置されているのと同じである。

** 単価はメートル当りの金額しか報告されていないものについては、400mにして計算してある。
侵入・効果の列の空欄は報告がないもの。

林地の過度の利用を防ぐために防護柵は重要な役割を果たすと考えられる。捕獲・駆除によって食害を防ごうとしても、残った数頭が造林地をよく利用するようであれば、食害はなくなる。したがって、捕獲による食害防除ではカモシカ・シカを絶滅させる恐れがある。それに比べれば、防護柵ははるかにカモシカ・シカの保護管理に適していると思われる。

さらに、ある造林地や伐採跡地を防護柵で囲うか否かによって食物量を管理することができる。林業は伐採なくして成り立たないが、伐採地は急激に環境条件を改変する。そのために、個体群密度に変動が生じ、それが環境との間にアンバランスを生じると、食害が発生する可能性がある。それを積極的に防護柵を用いて管理することで、いわば未然に個体数を管理する事ができるよう。

防護柵は一時的な、保護管理手段でしかないと言われることがある⁹⁾。確かに、生息環境がある程度維持されていることが第一条件である。しかし、それだけで食害のない保護管理が可能であるかは疑問である。少なくとも、人間が高度に森林を利用するならば、なんらかの人工的な手段をもちいなければ、食害を防ぐことはできないと思われる。その時に防護柵は、生息環境管理と食害防除の2点から重要な役割を果たすと考えられる。

防護柵防除の一番の問題はその経費が非常に高額なことである。この点については条件に応じて、さらに改良を加えて行かなければならない。たとえば、完全な防除効果を期待しないでよいならば、現在の防護柵よりさらに簡単な防護柵でもよいだろうし、もっと防除効果を高めたいならば、さきに述べたような改良をしてもよいだろう。表12にこれまでに試みられた鉄線・金網を用いた主な防護柵を示したが、現在も使用されているもののうち、カモシカ食害防除用として、長野県の鉄線と亀甲金網をセットした柵、脇野沢村のワイヤー網を使用した柵、土山や三重など近畿の各県で用いられている鉄線金網を用いた防護柵、シカ食害防除用として、神奈川県の柵、の4つが主なものである。これらのうち、最も安いのが長野県の柵であるが、それでも10年前でヘクタール当りの単価が20~35万円である。神奈川県の防護柵は、地元清滝村の話では非常に効果が高いということであったが、ヘクタール当りの単価で132万円もかかっている。電気柵は建設の単価は安い。しかし、管理費が高くつくので、大面積を囲うには普通の柵の方がよいという報告もある¹⁰⁾。三重県宮川村で、個人で電気柵を設置している例を見たが、筆者が確認したときには電気も流さず放置されていた。おそらく、下草からの漏電で効果がなかったものと思われる。

これを駆除と比べれば、駆除の方がはるかに安い。いろいろと問題はあがるが地元ハンターに一任してしまえば、駆除費用はただに近い。したがって、駆除ではなく防護柵防除を実施するならば、そのための財源の裏付けがなければならない。林業側にすれば、カモシカ・シカを保護する積極的な理由はなく、防護柵防除費用を負担すべき理由は特にないということもできる。そうであれば、その費用を国が出すべきなのか、県レベルで処理すべきことなのか、または、保護を望む人々が出すべきであるのかを決定して行かなければならない。この点については、今後の鳥獣保護行政の在り方とも深く関係してくるであろう。

おわりに

これまでの拡大造林が一段落し、これからはそれらが成林し、カモシカ・シカの生息環境も少しずつ悪化するであろう。また、森林自体も比較的安定した林相を維持するようになるだろう。つまり、食害問題はこれまでの、急激に広がった拡大造林地での集中的な被害から、安定した林相下での小規模造林地での被害へと、局面を変えて行くと考えられる。現在、林業サイドからも

天然林施業や複層林施業が言われたりし、林業もこれまで築いてきた人工林資源を基にしながら徐々に変わって行こうとしている。野生動物の保護管理も、それらの動きをふまえ人工林のある森林での保護管理についてもさらに研究して行かなければならない。そのためには、まず、これまであまり明らかにされてこなかった、人工林率の高い森林における低密度個体群の生態を探ることが必要である。これは、今後の課題としたい。

引用文献

- 1) 中島 稔: カモシカの食害問題—山村住民の立場から—, 動物と自然, **15**, No. 11, 15-20, 1985
- 2) 相馬昭男: カモシカ対策をたてるために, 林業技術, **407**, 16-17, 1976
- 3) 高柳 敦・半田良一: 拡大造林地域におけるカモシカ食害対策とその評価, 京大演報, **58**, 125-137, 1985
- 4) 前橋営林局: カモシカ等獣害防止試験, 特殊地帯における保全工法報告書その2, 53pp, 1977 (防護柵内への侵入についてはこの他にも多数の報告がある)
- 5) 仲 真悟: カモシカ防護柵の設置とその状況, 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—, 135-161, 1986
- 6) 高柳 敦: 滋賀県下で金網を用いたカモシカ・シカ用防護柵の耐久性, 日林論, **99**, (投稿中)
- 7) 飯村 武: シカの生態とその管理—丹沢の森林被害を中心として—, 108-114, 1980
- 8) 大森司紀之: シカの生物学と海外における養鹿業の実情(2), 畜産の研究, **39**, No. 10, 33-36, 1985
- 9) RAY, M. E. Jr.: Fence types and placement, Deer-proof fencing, 21-3, 1985
- 10) PRIOR, R.: Trees and deer—How to cope with deer in forest, field and garden, 208pp, 1983
- 11) 羽田健二・降旗正: 防護柵設置経過に伴うカモシカの動態, 長野県カモシカ生態緊急調査, **3**, 71-74, 1978
- 12) 北原英治: カモシカとシカによる造林木食害の発生機構について, 森林防疫, **36**, No. 9, 6-12, 1987
- 13) 坂口勝美: ヒノキ育林学, 養賢堂, 東京, 144-148, 1952
- 14) 羽田健三・上島 猛・戸谷省吾: カモシカ食害に対する防護網設置の効果について, 長野県カモシカ生態緊急調査, **4**, 51-59, 1979

Résumé

Fence is one of the valid methods to protect plantations from big herbivores' attack. In Japan, many fences have been constructed to exclude Japanese serow (*Capricornis crispus*) and Sika deer (*Cervus nippon*) from plantations. But those are often broken and serows and deer enter into plantation. To know the condition of breakages, research was made at Tsuchiyamacho town in Siga Prefecture. 219 deer proof fences, that is about 154 km long in total, was constructed from 1982 to 1986 in Tsuchiyamacho, and one fourth of fences, that is one fifth in length were researched.

No breakage was found only in 11% of fences and after four years from construction all fences had some broken parts. The average rate of broken parts in length was 15%. 66% of fences were invaded by serows and/or deer.

More than half of young plantations which were planted within these ten years were enclosed by fences. But, there is no sign indicating the decrease of number of male deer hunted in Tsuchiyamacho hunting area. The one of reason may be that serows and deer can utilize young plantations as feeding sites.

The total bill which assumed to be needed to repair all breakages in Tsuchiyamacho now amount to more than 20 million yen. The annual erection and maintenance cost

becomes very high (23-32 million yen).

Deer proof fence has been considered only as an method to protect plantations. But, If there are sufficient foods in the forest other than young plantations, serow and deer can inhabit without young plantations. Deer proof fence can decrease, even if it can't completely stop, serows' and deer's entrance into young plantations. This means that fence limits total amount of food in the forest. So deer proof fence can control the serow and the deer population by means of habitat management.



写真1 「穴」状の破損箇所。穴の中に見えるのは、穴にはまって死んだと思われるカモシカの背骨。

Photo 1 The opening made by serow. The back bone is a serow which caught by wire nets.

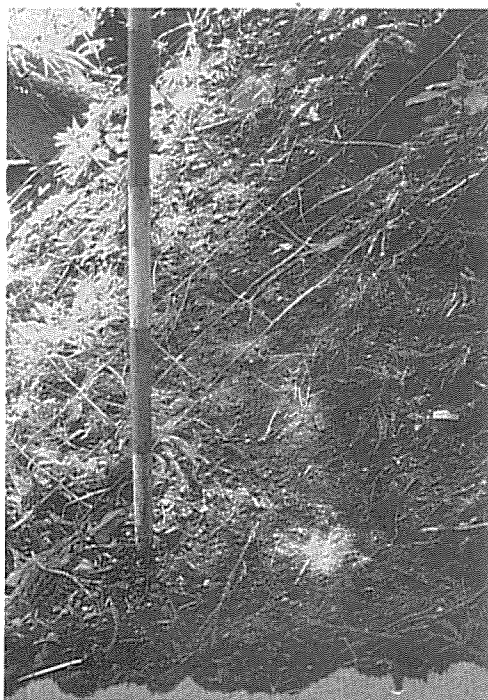


写真2 「穴」状の破損箇所。

Photo 2 The opening assumed to be made by serow.



写真3 「下あき」の破損箇所。中央に見えるのは、獣道（おそらくカモシカ・シカによって作られたもの）。

Photo 3 The gap between wire net and the ground. The pass in the center of the photo is a animal trail.