

鹿児島県におけるノウサギによる造林木の被害とその個体群生態に関する研究

谷 口 明

目 次

はじめに	1
第1章 造林木の被害	1
第1節 被害の類型化	1
第2節 被害の実態	2
1. 被害樹種と植栽苗との関係	4
2. 林齢による被害の発生量と被害型	4
3. 枯死木の発生状況	5
4. 幹切断被害による上長生長の低下と主幹の分立	6
5. 被害発生の季節	6
6. 被害木の分布型	7
第3節 皮剥ぎ被害がヒノキの林木に与える影響	9
1. 被害モデル木における生長と幹曲がり	9
2. 剥皮部からの腐朽菌侵入による材質劣化	10
第4節 スギ・ヒノキにおけるノウサギの嗜好性	12
1. 樹種、育苗による摂食量の差と含有成分量	12
2. 育苗時における施肥と食害量	15
第5節 被害と生息密度	16
第2章 鹿児島県におけるノウサギ個体群	19
第1節 食 性	19
1. 食餌植物の種類と嗜好性、並びにその季節変動	19
2. 1日に1頭当たりの摂食量と脱糞粒数	20
第2節 成 長	23
1. 胎児の発育	23
2. 生後の成長（生後日数と体重との関係）	23
3. 体重の増加と各器官の発達	26
第3節 繁 殖	27
1. 交尾行動と哺乳活動	27
2. 妊娠期間	28
3. 繁殖の季節	29
4. 雌性の繁殖参加齢	31
5. 繁殖回数と繁殖参加年数	31
6. 胎児数と産児数	33
第4節 個体群の構成	33
1. 性比	34
2. 齢査定法の検討	34
3. 野外個体群の齢構成	36
おわりに	37
引用文献	37

鹿児島県におけるノウサギによる造林木の
被害とその個体群生態に関する研究

正誤表

ページ	行	正	誤
目次	27行	1. 交尾行動と哺乳行動	1. 交尾行動と哺乳活動
9ページ	左20行	材料と方法	材質と方法
11ページ	右12行	剥皮率50%以上のもので	剥皮率50%のもので
13ページ	表-8	実験-3 ヒノキ 実生 4年*	実験-3 ヒノキ 実生 4年
18ページ	左 5行	い月があるものの、0.5頭/ha以上で0.7~1.7頭/haのことが多かった。一方、3・4月から8・9月の期間は0.5頭/ha以下で	い月があるものの、0.5頭/ha以下で
18ページ	右 8行	ヒノキの樹体内では生理的な	ヒノキの樹体内では整理的な
20ページ	表-14	キク科 ジシバリ	キク科 デシバリ
24ページ	右15行	GOMPertz	GOMP-ERTZ
26ページ	右 3行	結果を得た。適合度は	結果を得た。適当度は
27ページ	右16行	1. 交尾行動と哺乳行動	1. 交尾行動と哺乳活動
29ページ	左16行	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	<i>Oryctolagus cun-icui-us</i>
37ページ	左27行	大苗利用においては植栽苗の	大苗利用において植栽苗の
"	29行	彼らの生息空間とが	彼から生息空間とが
"	38行	より合理的なセンサス法の	より合理的なサンサス法の
"	41行	防除の体系化に当たっては	防除の系化に当たっては

はじめに

鹿児島県では、1965年前後より野ウサギによる幼齡造林木の被害がほぼ県下全域に多発し、造林推進上の障害の一つとなっている。本県林務部による1973年から1982年までの被害報告をみると、被害区域面積は1976年の8812ha（実損面積2353ha）を最高に、毎年2200ha（同850ha）以上となっている。これを被害額に換算すると、毎年1.5～2.5億円に上るとみられ、累計被害額は膨大なものとなる。

我国に生息する野ウサギは3種に大別され、その分布域は次のとおりである。さらに、このうち、ノウサギは4亜種に分類されている。（今泉1970）。

1. アマミノクロウサギ *Pentalagus furnessi*
(STONE, 1900)
奄美大島、徳之島
2. エゾユキウサギ *Lepus timidus ainu*
BARRETT-HAMILTON, 1900
北海道
3. ノウサギ *Lepus brachyurus* TEMMINCK, 1945
 - (1) トウホクノウサギ
L. b. angustidens HOLLISTER, 1912
東北、北陸、中部山岳、山陰
 - (2) サドノウサギ *L. b. Iyoni* KISHIDA, 1937
佐渡
 - (3) オキノウサギ *L. b. okiensis* THOMAS, 1906
隠岐
 - (4) キュウシュウノウサギ
L. b. brachyurus TEMMINCK, 1945
関東以西の太平洋岸、山陽、四国、九州

これらのうち、エゾユキウサギ、トウホクノウサギでは生態研究、被害実態調査、ならびに防除法の研究に進んだものがみられ、さらに、個体群密度管理技術に関する研究の一環として、生息密度推定、あるいは、個体群動態に関する研究にも目ざましい進歩がみられる。一方、今日本県において問題となっているキュウシュウノウサギに関しては、被害実態報告、防除法の研究に若干のものがみられるにすぎず、防除を体系化するための資料は極めて少ない。

このような背景を基に、筆者は1975年からキュウシュウノウサギ（以下ノウサギという）による造林木被害防

除に関する研究に着手した。その結果、これまでに、ノウサギによる造林木被害の実態、ノウサギの食性、成長、繁殖、個体群の齡構成、及び雌雄構成比が明らかになったので、これらについて報告する。

なお、研究を進めるにあたって九州大学農学部助教授白石哲博士、農林水産省林業試験場関西支場山田文雄技官には、文献の紹介、及び貴重な助言を賜った。また、農林水産省林業試験場九州試場竹谷昭彦技官、同北海道支場吉田成章技官、本県工業試験場水元弘二主任研究員には資料の分析に際し、助言、協力をいただいた。ここに心からお礼を申し上げる次第である。

第1章 造林木の被害

鹿児島県におけるノウサギによる造林木被害の最初の報告は、昭和8年の鹿児島県林業試験場業務成績第1号、続いて第2号、3号にみられる（小笠原他：1933、黒田他：1936、市橋他：1939）。これらによると、「松、杉、扁柏ノ新植地ニ於テハ松ノ被害最モ大ニシテ扁柏ハ少シク喰害セラレ杉ハ殆ンド被害ナシ」とあり、また、「兎害ハ秋季雑草ノ落葉後ヨリ春季新芽ノ発芽前即山野ニ緑葉ノ少ナキ時期ニ於テ喰害シ」とある。

ノウサギによる造林木被害に対し、適切なる防除手段を講ずるには、まず、被害の実態が明らかにされねばならない。最近におけるノウサギによる造林木の被害は上記報告に反し、ヒノキに多くが発生し、改植を必要とされる激害林分もみられる。また、被害の発生する季節も、報告にある冬期間に集中するといった傾向はない。このようなことから、被害の実態に関する再調査が必要となった。

本章ではノウサギによる造林木の被害実態について、ヒノキを中心に明らかにするとともに、造林樹種（ここではスギ、ヒノキ）におけるノウサギの嗜好性、さらには生息密度と被害との関係について論議することとした。

第1節 被害の類型化

ノウサギによる造林木の被害はその形態的特徴により次の3つに分類される。

被害の実態について述べる前に、まず、その特徴、および成因等について述べる。

1) 幹切断被害型

この型の被害は、ノウサギが主幹部を途中から切断することにより発生するもので、特に植栽当年の幼齢木に多く発生する。図-1は植栽当年のヒノキの被害であり、この被害型の特徴として、主幹部切断のほか、側枝部の切断が重なり、図のように盆栽状を呈することが多い。また、主幹の樹皮が剥がれる被害（皮はぎ被害型）が重なることも少なくない。図-2はスギさし木苗造林木における幹切断被害であるが、本県のようにさし木造林を主体とする地帯では、その発生は極めて少ない。一方、スギ実生苗幼齢造林木では、主幹の外、側枝の一部も食害され、図-1のヒノキ同様、盆栽状になることが多い。クロマツ、アカマツの被害例については、筆者はこれまで観察の機会がないもの、黒田他（1936）、加藤（1955）、黒木（1967）の報告では、新梢の切断被害が3型の被害の中で最も多いとされている。

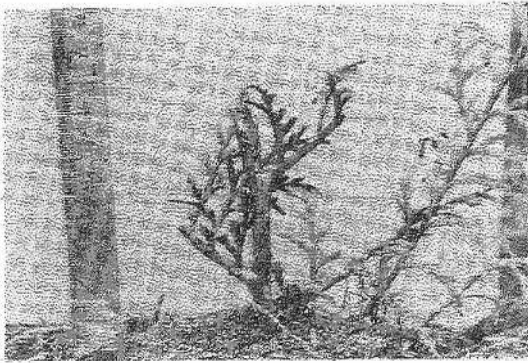


図-1 ヒノキにおける幹切断被害



図-2 スギにおける幹切断被害

2) 皮剥ぎ被害型

この型の被害は、ノウサギが主幹部の樹皮を剥いで、これを採食するために発生する（図-3）。ヒノキでは、Ⅰ～Ⅱ齢級の造林木に発生が多く、まれに、Ⅲ～

Ⅳ齢級に達したのものにも発生がみられる。剥皮部にはノウサギ特有の半月状の歯跡が残存することが多く、また切歯で樹皮を切断した後、分離した樹皮を、上方に強く引っ張ることから、この剥皮部は長さ50cmにも達することがある。一方、スギでは、Ⅰ齢級に限り発生がみられ、これによる激害林分は、これまでのところ、川内地区の一部に限りみられた。



図-3 ヒノキにおける皮剥ぎ被害

3) 側枝切断被害型

この型の被害は側枝が切断されるもので、本県のスギ、ヒノキでは、植栽当年の幼齢木で発生が多く、通常、幹切断被害型、および、皮はぎ被害型と重複して発生し、この型単独の被害木は極めて少ない。なお、アカマツ、クロマツ（黒田他：1936、加藤：1955、黒木：1967）でもこの被害が報告されている。

第2節 被害の実態

本県における主要造林樹種はスギ、およびヒノキである。したがって、被害の実態に関する調査は、この2樹種の造林地を対象に実施した。

調査地

1) ヒノキ造林地

(1) 植栽当年生林分

鹿児島県薩摩郡入来町滝之迫のヒノキ・スギの南向造林地8.76haのうち、0.27haを調査地とした。植栽は1976年3月、植栽本数は4000本、植栽苗は実生3年生であり、植栽時の樹高は約40cmであった。調査地の傾斜は20～45°で平均が35°であった。前生樹は雑木林化したクロマツ林で、地ごしらえに際しこれら前生樹の粗朶は等高線に沿って棚積みされた。付近はヒノキ造林地、および雑木林化したマツ林を主とし、若干、スギ造林地が点在した。

調査期間中（1976年3月～1977年3月）の下刈りは7月上旬と9月下旬の2回実施された。

(2) 林齢 2 年生林分

鹿児島県薩摩郡入来町浦之名猿子の西向造林地27.7 ㊦のうち、0.5㊦を調査地とした。

前生樹は雑木林であり、この前生樹の粗朶は等高線に沿って棚積みされた。植栽は1974年3月、植栽本数は2000㊦、植栽苗は実生3年生であり、1975年3月28日(植栽1年後)に測定した樹高は40~104cmで平均67.8cmであった。なお、植栽当年時にノウサギによる被害、あるいは生理的な影響により枯死したものは、1975年3月下旬に実生3年生苗が補植された。この補植率は全体の約15%であった。

(3) 林齢 3 年生林分

鹿児島県川辺郡知覧町中町の傾斜の全くない畑地跡と南向に5°程度傾斜した造林地0.16㊦を調査地とした。植栽は1974年春、植栽本数は4000㊦、植栽苗は実生3年生であり、1976年5月10日(植栽2年後)に測定した樹高は62~197cmで平均118.3cmであった。付近はヒノキ幼齢林、荒地および畑地が混在する台地状地形であった。

調査期間中(1976年4月~1977年5月)の下刈りは6月下旬に1回実施された。

(4) 林齢 5 年生林分

前に述べたヒノキ林齢2年生林分に近接する0.15㊦を調査地とした。傾斜は5~15°で傾斜方位は北向であった。植栽苗は実生3年生で1976年4月15日(植栽5年後)に測定した樹高は115~260cmで平均214cmであった。

2) スギ造林地

(1) 植栽当年生林分

前に述べたヒノキ植栽当年生林分に隣接する0.15㊦を調査地とした。植栽はヒノキと同じく、1976年3月で植栽苗はオビスギさし木1年生で、植栽時の平均樹高は約50cmであった。1976年3月~1977年3月の期間における下刈りの時期ならびに回数はヒノキと同じであった。

(2) 林齢 4 年生林分

鹿児島県川内市永利町前平の谷部に植栽された1.2 ㊦を調査地とした。この調査地を含む約70㊦は1972年春にヒノキが植栽されたが、この調査地では下草等の繁茂などで枯死が多く、1981年春にオビスギさし木苗が改植された経緯がある。このため、調査地はヒノキ3齢級の林分に四方を囲まれた状況にあった。調査時の1984年11月22日に測定した樹高は1.1mから3.3mの範囲にあり、その平均は1.9mであった。

調査方法

各樹種、各林齢の造林地における調査年月日、および、

調査項目は表-1に示した。

表-1 調査期間(調査年、月、日)と調査項目

樹種	林齢	調査期間 (調査年月日)	調査項目				
			年被害率	被害型	枯死型	被害発生時期	被害木生長への影響
ヒノキ	当年生	1976年3月植栽日-1977年3月28日	○	○	○	○	○
	2年生	1975年2月20日-1976年3月8日	○	○	○	○	○*
	3年生	1976年4月2日-1977年5月12日	○	○	○	○	
	5年生	1976年2月6日	○	○	○		
スギ	当年生	1977年3月1日	○	○	○		
	4年生	1984年11月22日	○	○	○		

注) *...植栽後1年間の累積状況(1974年3月植栽時から翌年2月20日)について調べた

調査に際しては被害の発生経過を知るため、ヒノキ植栽当年生、および、同2年生林分では、1カ月ごと、また、同3年生林分では2カ月ごとに調査を行った。この際、被害の重複測定を避けるため、被害部位には調査の都度白ペンキを塗布した。ヒノキ5年生、スギ植栽当年生、スギ4年生林分については過去1年間の累積被害を調査した。ヒノキ5年、スギ4年生林分における過去1年間とそれ以前の被害の識別は、皮剥ぎ被害のみであったので剥皮部の色調、および、形成層の癒合状況を基にした。なお、被害標本木の測定には1mm目盛の定規を用いた。

年間累積被害木の分布状況に関する調査は、2林分で実施した(表-1)。さらに、新植地における被害木の分布状況の推移を知るため、当年生の林分では年間累積被害木分布状況に加え、植栽後1~2カ月間(1976年3月植栽時から4月28日までの期間)についても、これを調べた。調査に際しては、まず、コンパス測量により各林分の地形図を作製した後、これに全ての立木をプロットし、さらに、このプロットされた立木を無被害木、および、被害木に識別した。造林地における立木(植栽)本数は、一定面積に対し、ほぼ一定である。このことから、被害木の分布状況(分布型)に関する解析はI_δ-面積分布曲線(宮地外:1961)によった。この曲線は上記の作図を基に、10、20、30、40、50本単位の立木を集計し、各集計単位ごとに被害木のI_δ-指数を計算して求めた。

被害が立木の成長、および、形質に与える影響に関する調査は、植栽当年生林分における幹切断被害木を対象とした。なお、皮はぎ被害が林木に与える影響については次節で述べる。調査は植栽1年後の1977年3月28日に実施し、被害木の上長生長の低下、幹の分立状況について無被害木と比較した。解析対象木は植栽

後6カ月までの被害木とし、また、実際の解析は切断高を地上1~10cm, 11~20cm, 21cm以上の3階層に分けて行った。なお、無被害木のうち、生理的な影響により梢頭部の枯死した立木は対象外とした。

1. 被害樹種と植栽苗との関係

同じ造林地内に、同時に植栽されたヒノキ実生苗当年生とスギさし木苗当年生の年間被害発生本数率は、ヒノキが44.3%、スギが4.5% (表-2) であり、スギはヒノキに比し被害が極端に少なかった。また、本県林務部が集計した野ウサギによる造林木の被害報告 (1982) をみると、ヒノキの被害が圧倒的に多く、スギの被害は別種アマミノクロウサギによるもののみである。一方、大津 (1974)、および、豊島 (1978) によると、トウホクノウサギによる造林木の被害は主にスギに発生すると報告されている。彼らの調査地は、山形、秋田両県である。両県を含む東北地方ではヒノキの造林は非常に少なく (林野庁: 1983)、また、スギ造林は実生苗を主体としている点で本県とは対象的である。本県のヒノキ造林は1971年の5000強をピークに急速な減少がみられ、現在、年500前後で推移している。このヒノキ造林は近年育苗、あるいは、優良クローン造成上の有利さ (山内: 1981) から、さし木苗の導入が一部でみられるものの、依然として実生苗が主体である。また、スギ造林はさし木苗によるものが圧倒的に多く、実生苗による造林はノウサギの生息しない熊毛地方 (屋久島、種子島) でヤクスギが用いられる他、試験研究機関等の実験林にみられるにすぎない。ところがこれらの実験林に植えられたスギ実生苗では、しばしば、ノウサギによる激害が発生し、鹿児島大学高隈演習林では、1977年3月に植栽された苗木のうち、70%強 (調査本数357本) が同年12月までの間に、幹切断、および、側枝切断被害を受けた。

これらの知見を総合すると、ノウサギによる造林木の被害の発生量は、スギ、ヒノキという樹種の違いよりも、むしろ、植栽木が実生育成苗、あるいは、さし木育成苗であるかによって影響されるといえる。また、この育成条件と被害との関係はさし木苗で発生が少なく、実生苗で多いといえる。ただし、この関係は必ずしも絶対的なものではない。本県におけるスギのさし木苗造林地での激害の発生はこれまで表-2の4年生林分をみるにとどまってはいるものの、当林分では91.5% (本数率) の立木にノウサギの加害がみられた。調査地の概要で述べたとおり、この林分は70強という広大なヒノキ3齢級造林地の中にある唯一の幼齢林分であり、ノウサギの餌として下層植生の乏しい周囲のヒノキ林に比べ、下層植生が量、質ともに豊富であった。このため、周囲のノウサギ個体群は餌の現存量から必然的に当スギ林に集中したと考えられる。筆者は、77㎡の飼育舎で、常時20~30頭のノウサギを集団で飼育しており、ここでの観察によると、この飼育個体群は常に嗜好性の高い野草を豊富に与えられながらスギ、あるいは、イヌビワ等の木本類の樹皮、枝条を野草と同時に好んで採食した。このことは、ノウサギは野草と同時に木本類の樹皮、あるいは、枝条を生理的に常に要求するものと考えられる。すなわち、上記スギ林に採餌のために集中分布した個体群は、飼育下の個体群と同様に生態的な隔離条件下にあったことと、現存する木本の大半がスギであったために、スギに激害を与えたと考えられる。この事例はノウサギの食性が常に絶対的なものでないことを示唆しており、防除を考える上で重要と思われる。

2. 林齢による被害の発生量と被害型

ノウサギによるヒノキ造林木の被害は、林齢により、被害率 (本数率) および被害型に変動がみられた (表-

表-2 樹種、林齢別の被害状況と枯死本数

樹種 (植栽苗)	林齢	調査 本数	被害本数A (被害率)	被害型別被害本数 (被害木内占有率)			被害型別枯死本数	
				幹切断被害	皮はぎ被害	側枝切断被害	幹切断被害	皮はぎ被害
ヒノキ (実生)	植栽 当年生	① 1025本	477本 (46.5%)	352本 (73.8%)	71本 (14.9%)	54本 (11.3%)	63	1
	2年生	980 (114)②	366(35)② (37.3%)	24(2)② (6.5%)	337(33)② (92.1%)	5 (1.4%)	0	0
	3年生	647	116 (17.9%)	0	111 (95.7%)	5 (4.3%)	—	0
	5年生	585	99 (17.7%)	0	99 (100%)	0	—	2
スギ (さし木)	植栽 当年生	600	27 (4.5%)	19 (70.4%)	1 (3.7%)	7 (25.9%)	0	0
	4年生	164	150 (91.5%)	0	150 (100%)	0	0	12

注) ①……1076本のうち51本が植え枯れ

②…… () 内は補植木

表-3 植栽当年生における植栽後の経過月数と各被害型の発生本数

経過月数 被害型	1カ月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
幹切断被害	221	80	20	12	8	0	1	1	1	5	0	3
皮はぎ被害	17	14	6	3	5	4	5	6	0	2	7	2
側枝切断被害	21	20	3	1	1	0	1	0	1	6	0	0

2)。

被害発生本数率は、植栽当年生林、および、林齢2年生林ではそれぞれ、46.5%、37.3%、林齢3年生林、および、同5年生林では、17.9%、17.7%であった。

被害型は植栽当年生と林齢2年生以上で大きく異なった。植栽当年生林では幹切断被害が多く、被害木全体の73.8%を占め、皮剥ぎ、および、側枝切断被害の占有率は、それぞれ、14.9%、11.3%と低かった。また、この幹切断被害の発生頻度は植栽後2カ月間に特に高く、3~4カ月経過から急に低くなった(表-3)。一方、林齢2年生では幹切断被害が被害木全体の6.5%、皮剥ぎ被害が92.1%、側枝切断被害がわずかに1.4%であり、また、林齢3年生林、同5年生林では、幹切断被害の発生はなく、皮剥ぎ被害が、それぞれ、被害木全体の95.7%(側枝切断被害4.3%)、100%であった。

これらのことから、ヒノキ造林地における被害の発生量は、林齢2年生以下で多く、林齢3年生以上になると少なくなるといえる。また、植栽当年生の被害は、植栽後3~4カ月間の期間に集中して発生する幹切断被害が大半を占め、林齢2年生では大部分が皮剥ぎ被害となり、林齢3年以上では皮剥ぎ被害のみとなるといえる。

なお、ヒノキにおける側枝切断被害は、いずれの林齢においても、通常2~3本の枝が切断されるにすぎず、この被害による林木への影響は無視できると判断される。

3. 枯死木の発生状況

ノウサギの加害を直接原因とする枯死木の発生は、ヒノキの植栽当年生、林齢5年生林、並びに、スギの林齢4年生林にみられた。また、ヒノキ林では、枯死木の発生率と枯死の原因となった被害型が林齢により大きく異なった(表-2)。

ヒノキ林における枯死木の発生率は、植栽当年生が6.1%であったのに対し、林齢5年生では0.3%にすぎなかった。また、枯死の原因となった被害型についてみると、植栽当年生林では、幹切断被害によるものが枯死木全体の98.4%、皮剥ぎ被害によるものは1.6%にすぎな

表-4 幹切断被害木の切断高別枯死率

切断高	1~10cm	11~20cm	21cm以上
被害木	89本	203本	60本
枯死木	30本	30本	3本
枯死率	33.7%	14.8%	5.0%

かった。一方、林齢5年生林の枯死木は、当林齢において発生する被害型が皮剥ぎ被害のみであるため、当然のこととして、全てが皮剥ぎ被害を原因としたものであった。

次に幹切断被害による枯死木の発生頻度を切断された部位の高さ別にみると、切断部位が低くなるに従って、その発生頻度は高くなった(表-4)。一方、皮剥ぎ被害による枯死木は、そのいずれもが幹を環状に剥皮されたものであった。ここで、林齢2年生林における皮剥ぎによる被害状況をみると(図-4)、樹幹周に対し $\frac{1}{3}$ 以下の剥皮木の発生頻度が最も高く、これが皮剥ぎ被害木全体の80%弱を占め、 $\frac{1}{3}$ 以上の剥皮木の発生は20%未満で、このうち、 $\frac{2}{3}$ 以上のものは10%未満であった。また、この調査地では環状剥皮木の発生は全くなく、ヒノキ造林地においてはこの種の被害木の発生は極く稀であるといえる。このことと、皮剥ぎ被害による枯死が環状剥皮木に限りみられている事実とから、皮剥ぎ被害による枯死木の発生は造林地では少ないといえる。樹幹周に対し $\frac{1}{3}$ 以下である皮剥ぎ被害木の出現頻度が高く、また環状剥皮木の出現が稀であること理由は、ノウサギによる造林木の樹皮剥皮が、その一端を切断し、これを上方に引っ張って行われることと、単木を集中して摂食しないノウサギの食性によると考えられる。

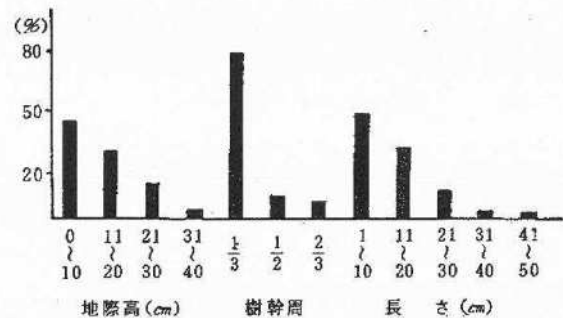


図-4 ヒノキ林齢2年生における皮剥ぎ被害

なお、林齢2年生における皮剥ぎ被害の長さは1~20cmの範囲が最も多く、全体の81%であり、最高は45cmであった(図-4)。

スギ4年生林における枯死木の発生率は7.9%と高かった。当林分の被害は皮剥ぎ被害のみであり、この被害状況を図-5に示した。これをみると、枯死木はそのいずれもがヒノキと同様に環状剥皮木(樹幹率に対する

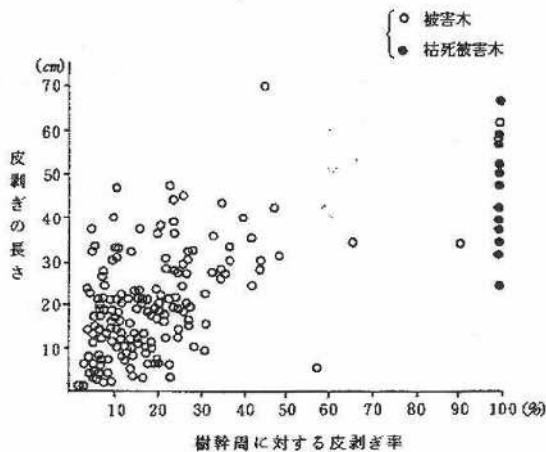


図-5 スギ立木の被害状況(林齢4年生)

皮剥ぎ率100%)で出現した。なお、剥皮部からの腐朽菌の侵入について、外部観察した結果では、いずれの被害木ともこれを認めなかった。しかも皮剥ぎ率が低度のもの大部分は形成層による巻き込みをすでに終えており、また、高度のものもこの巻き込みがかなり進んでおり、腐朽菌侵入の機会は今後とも皆無に近いと考えられた。さらに無害木の樹高と被害木のそれとの間には統計上においても有意な差が認められず、当被害が上長生長に与える影響はないといえる。

これらのことから、ノウサギによる加害を原因とした造林木の枯死は、ヒノキでは、幹切断被害の発生頻度の高い植栽当年生林で発生が多く、皮剥ぎ被害の発生頻度の高い林齢2年生以上の林では、稀れであるといえる。一方スギ4年生林では、枯死率も高く、また、その原因となった被害も皮剥ぎ被害のみであったものの、この林分の被害は本県では特殊な環境下での例外事例といえ、本論では、1例としてとどめる。

4. 幹切断被害による上長生長の低下と主幹の分立

ヒノキの植栽当年生林における植栽1年後の樹高の分布を、幹切断高の階層ごとにヒストグラムとし、また各階層の平均樹高とその95%信頼区間を図-6に示した。被害木の平均樹高は、いずれの階層とも無被害木と比較して有意に低く、切断高21cm以上で $55.2 \pm 3.1\%$ 、11~20cmで $46.8 \pm 2.0\text{cm}$ 、1~10cmで $36.9 \pm 3.7\text{cm}$ であった。このうち切断高1~10cmの被害木の平均樹高は、植栽時の平均樹高41.6cm以下でマイナス生長を示した。

幹切断被害を起因とする主幹の双生、および、ほうき状化、すなわち幹の分立は同被害木全体の25.9%に発生がみられた。また、切断された部位の地上からの高さ、幹分立木発生頻度との間には一定の傾向がみられず、そ

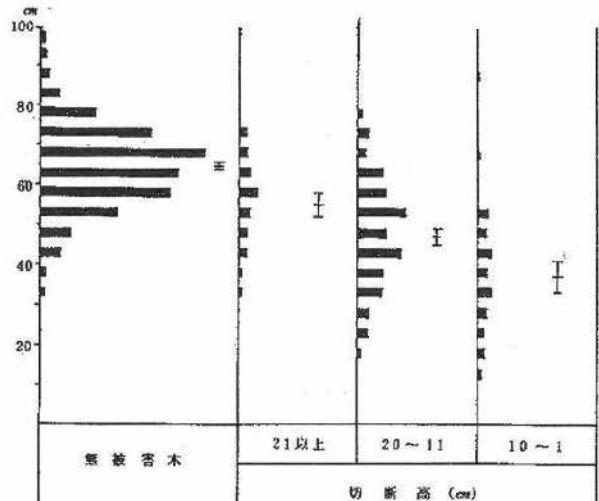


図-6 ヒノキの幹切断被害木の切断高別1年後の樹高

の発生率は、切断高1~10cmで37.0%、11~20cmで17.8%、21cm以上で45.0%であった。

これらのことから、幹切断被害は、上長生長の低下を招き、しかも、この低下は、切断高が低くなるに従い大きくなり、切断高10cm以下の被害木では、特に顕著となるといえる。また同被害木では、主幹が双生したり、ほうき状となることが多いといえる。

5. 被害発生の季節

被害発生の季節変動については、ヒノキの造林地で検討した。被害の発生は年間を通じ認められるとともに、その最盛期は林齢により若干異なった(図-7)。

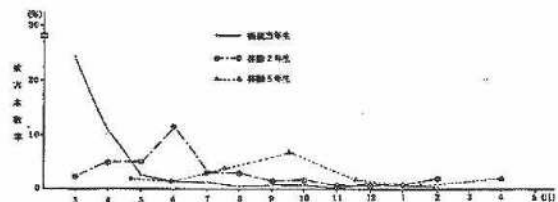


図-7 ヒノキ造林地における被害発生量の月変動

春に植栽された当年生の林分では、植栽直後の3・4月に最も発生が多く、この期間に年間の被害木総数(477本)の78.2%(373本)が被害を受けた。その後、5月が2.6%の被害率で、被害の急激な減少がみられ、6月から翌春2月までは毎月1%台、あるいはそれ以下の被害率で推移した。一方、始良郡蒲生町久末の本県林業試験場実験林に、1979年10月下旬に植えられたヒノキは、その大部分が、翌1980年1月下旬までの3カ月間に幹切断、および側枝切断被害を受けた。即ちこの両調査結果から、植栽当年生林分における被害発生の最盛期は季節に関係なく、植栽後2~3カ月の期間といえる。被害が

植栽直後に多発する理由としては、植栽直後の造林地では前生樹による被陰、あるいは植栽のための地ごしらえにより餌となる下層植生が極端に少ないためと考えられる。また、窒素肥料を多量に与えた苗木はノウサギの被害を受けやすい(大津1974)との報告から判断すると、植栽直後の苗木は、苗畑での肥培効果を持続しているためと考えられる。

林齢2年生における被害の発生は6月を最盛とする3月から6月の期間に多く、林齢5年生では9月を最盛とする5月から9月の期間に多かった。

大津(1974)によると、トウホクノウサギによる造林木の被害は、秋の苗木植栽期から根雪までの期間(山形では、11月上旬~12月上旬)と、春の融雪期、すなわち、苗木の枝葉部が雪上に裸出してから消雪するまでの期間(2月下旬~4月中旬)に最も多いと報告されている。被害を受ける主要樹種は、本県ではヒノキ、東北地方ではスギと異なるものの、植栽後数カ月間の被害の多数は、

両者とも一致がみられ、これは上記理由によると考えられる。一方、東北地方における融雪期の被害の多発は積雪による餌の絶対量の不足がその背景にあるとされている。これに対し、本県における林齢2年生以上のヒノキ林分での被害は餌となる下層植生が相対的に少ない冬期間に少なく、下層植生が豊富な春から初夏、および秋口に多く、したがって、本県における造林木被害の季節的推移は植生(餌)の現存量からは説明できない。これについては生息数との関連もあり、第5節でさらに論議する。

6. 被害木の分布型

ヒノキの造林地における植栽1カ月後、および1年後の被害木の分布は、図-8, 9, 10に示した。なお図上における带状の斜線部は地ごしらえの際に前生樹の粗朶が積まれた、いわゆる、棚づみの成された部分である。この図を基に、本数単位ごとのI_δ-指数を求めて描いたI_δ-面積分布曲線が図-11である。

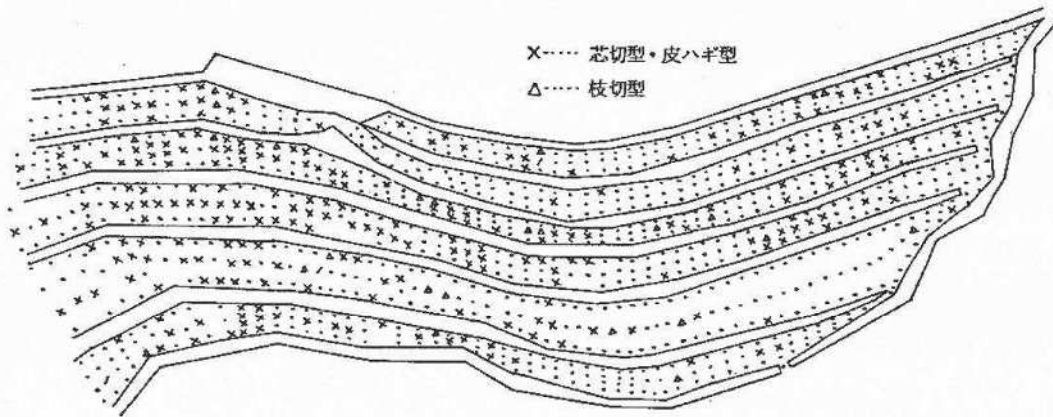


図-8 被害分布図(1ヶ月間) - 入来町滝之迫

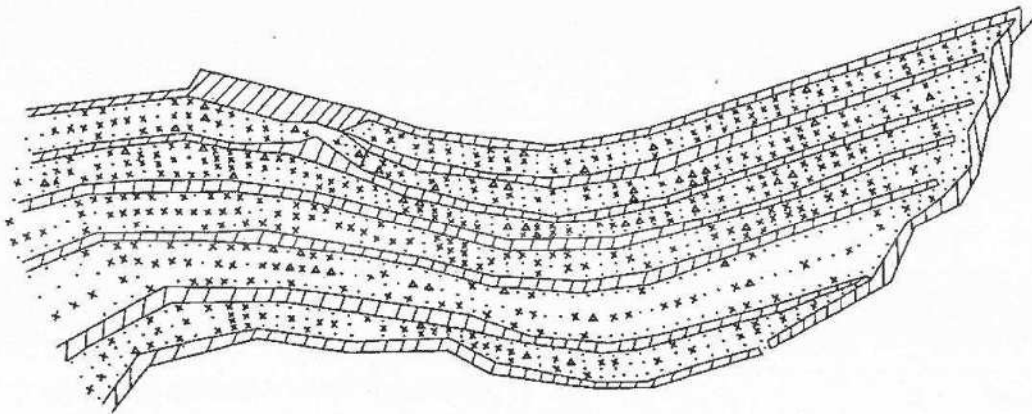


図-9 被害分布図(1年間) - 入来町滝之迫

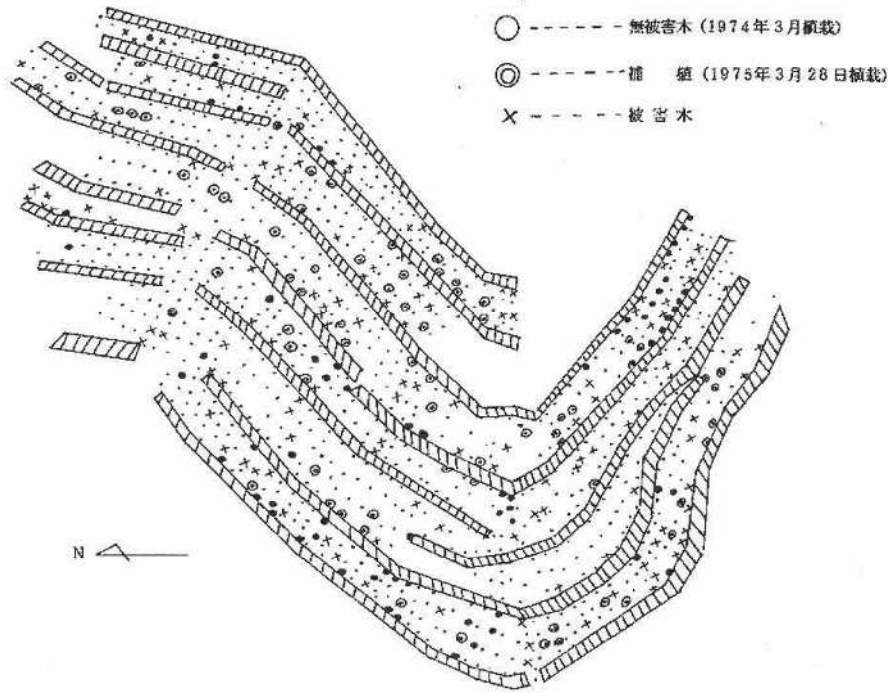


図-10 被害分布図 (入来町浦之名)

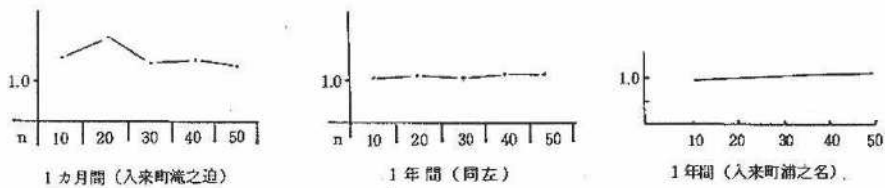


図-11 Iδ - 面積分布曲線

表-5 ポアソン分布へのあてはめ検定

x	fi	F2	X ²
0	0	0.99	1.03
1	0		
2	2		
4	2	1.405	0.252
5	2		
6	3		
7	3		
8	3		
9	7		
10	4		
11	10		
12	4		
13	2		
14	2	3.418	0.588
15	5		
16	2		
17	3	2.297	0.215
18	0		
19	0		
20	0		
T.	52		9.666

$\bar{x} = 10.654$

$\phi = 14 - 1 = 13$

$\chi^2 (0.75) \leq (9.666) \leq \chi^2 (0.50)$

植栽1ヵ月後の被害木の分布は、図-11から大集団を持つ集中分布で、集団内の分布は一樣分布であると判断される。

植栽1年後の被害木の分布は、2林分とも、指数がすべて1に近い値を示し、しかもIδ-面積分布曲線は直線に近く、ランダム分布と判断された。ランダム分布の数学的モデルとしては、ポアソン分布がある。そこで、立木20本単位のデータについて、ポアソン分布による適合度を検討したところ、両林分とも極めて高い適合を示した。ここでは、入来町浦之名猿子の林分での解析結果のみを表-5に示した。

これらのことから、棚積み地ごしらえ造林地におけるノウサギによる被害木の分布は、植栽当初は集中するものの、年間を通した場合はランダムになるといえる。近年、造林のための地ごしらえに際しては、林地のエロージョン防止策、あるいは後生樹の栄養源として、一般に前生樹の粗朶が棚積みされる。これは調査した2林分でも同様であった。被害木の分布が植栽当初の集中分布か

ら、ランダム分布へ推移したことの理由としては、上記棚積みがノウサギの恰好の隠れ場となり、造林地内での定住を可能にしたためと考えられる。事実、両林分における調査の際、ノウサギが棚積みを隠れ場として利用している場面に数回出合った。また、この棚積みは、繁殖の場所としても利用されており、1林分では生後間もない個体がこの中で発見された。

第3節 皮剥ぎ被害がヒノキの林木に与える影響

ノウサギによる幹切断被害がヒノキの造林木に与える影響については、前節で論議した。本節では、皮剥ぎ被害がヒノキの造林木に与える影響を、生長、形質（幹曲がり）、および腐朽菌の侵入による材質劣化の面から論議する。生長、形質に関する調査は、被害実態調査結果を基に分類した4タイプの皮剥ぎ被害モデル木を苗畑の苗木で作り、実施した。また、剥皮部からの材腐朽菌侵入による材質劣化に関する調査は、2林分の被害標本で行った。

1. 被害モデル木における生長と幹曲がり

材質と方法

試験に供したヒノキは、1976年3月25日に3年生の

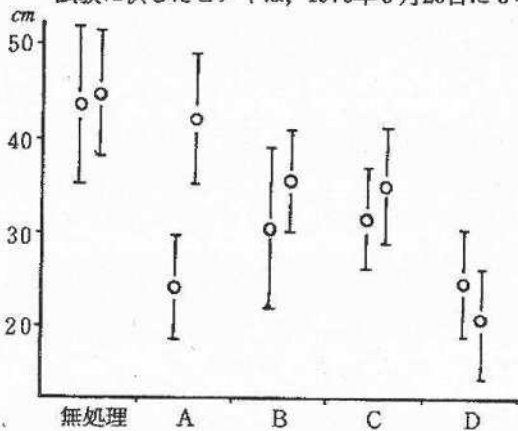


図-12 モデル別平均上長生長量 (3年生苗処理)

表-6 被害モデル

被害モデル No.	A	B	C	D
皮むき部下端地際高	5cm	5	5	5
皮むき長	10cm	10	30	30
幹周に対する皮むき率	33%	67	33	67

苗木を60cm間隔に植栽したものである。人為による皮剥ぎは小刀を用い、この処理は、3年生苗時、および5年生苗時に実施した。処理日は、前者が1976年5月14日、後者が1978年4月22日である。被害モデルは両苗時とも表-6とし、3年生苗では、各モデル28本のコードラートを2回反覆で処理し、5年生苗では、各モデル62本をランダムに処理した。処理時の平均樹高は3年生苗が55.1cm (標準偏差6.4cm)、5年生苗が101.9cm (標準偏差19.4cm) で、平均根元径は3年生苗が6.7mm (標準偏差1.0mm)、5年生苗が15.6mm (標準偏差2.9mm) であった。

調査は3年生苗が2生長期間を経た処理1年7ヵ月後の1977年12月26日に実施し、5年生苗が1生長期間を経た処理9ヵ月後の1979年1月17日に実施した。

結果と考察

(1) 上長生長及び肥大生長

被害モデルの平均上長生長量、平均肥大生長量の95%の信頼区間を図-12・13・14・15に示した。

3年生苗における処理では、上長生長量、肥大生長

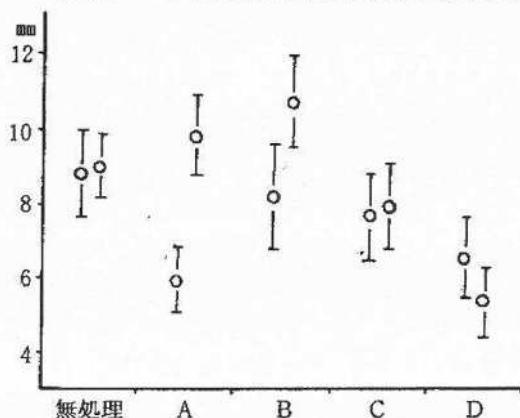


図-13 モデル別平均肥大生長量 (3年生苗処理)

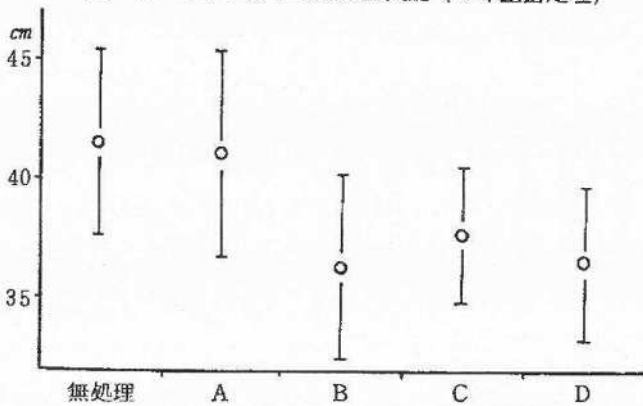


図-14 モデル別平均上長生長量 (5年生苗処理)

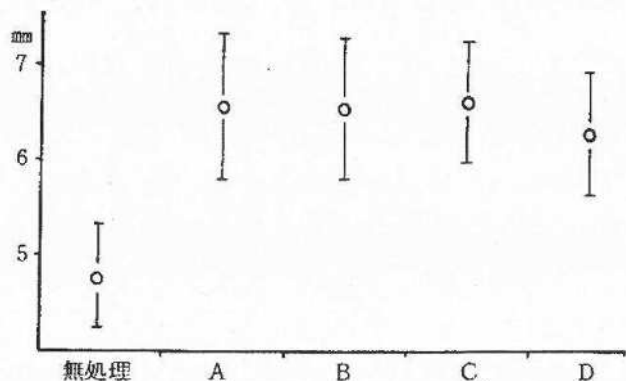


図-15 モデル別平均肥大生長量 (5年生苗処理)

量ともに、皮むき長、幹周に対する皮むき率の最も大きいモデルDで、無処理に比べて2回の繰り返し実験区とも有意な生長の低下がみられた。モデルAでは上長生長量、肥大生長量ともに2回の繰り返しのうち1実験区では、無処理に比べて有意な生長の低下がみられたが、もう一つの実験区では無処理区の生長量との間に有意な差がみられなかった。ここで、図-12、図-13をみると、皮むきの量が増すにつれて、生長量も低下する傾向が認められるものの、モデルAよりさらに皮むき量の多いモデルB、モデルCでは2回の繰り返し実験区とも無処理の生長量と有意な差が認められなかった。このことから、生長量で無処理に比べて有意な低下を示したモデルAの1実験区は正常な生育条件下になかったものと思われ、モデルAの生長量は無処理のそれと差がないと判断される。

5年生苗における各被害モデルの上長生長量は、無処理のそれに比較し、モデルB、C、Dでは若干小さいものの、有意な差が認められなかった。また、モデルAでは無処理と大差ない生長を示した。次に、肥大生長量を比較すると、各被害モデルとも無処理よりも有意に大きい生長を示した。これは皮むき処理木は剥皮部に癒合組織が発達し異常肥大したためと思われる。3年生苗の肥大生長量と5年生苗のそれとを比較すると逆の傾向がみられるが、皮むき処理した絶対量が5年生苗ではるかに多くなり、それにつれて癒合組織の発達も3年生苗よりはるかに大きくなった影響と考えられる。

(2) 幹曲り

皮むき被害木では皮むき部の幹曲りがしばしば観察される。そこで、処理した樹齢別に被害モデルごとの幹曲りを調べて図-16に示した。

両処理樹齢とも皮むき量が増すにつれて曲り木の出現率、曲り度も高くなる傾向が認められた。

将来にわたり形質上問題があると予測される曲り度Ⅲの出現率をみると、3年生苗ではモデルC、Dでそれぞれ13%の出現率で、5年生苗では無処理区で2%、モデルA、Bで13%と10%、モデルC、Dでそれぞれ16%の出現率であった。モデルA、Bにおいて曲り度Ⅲの幹曲りが3年生苗処理では出現しなかったが、これは同じ処理基準とはいえ、3年生苗の皮むき量は5年生苗のそれより少なかったことに起因すると思われる。

当実験における樹齢3年生苗では皮むき長30cmで生長の低下と幹曲り木の出現がみられたが、この樹齢3年生に相当する林齢1～2年生では、皮むき長30cm以上の出現頻度は被害実態調査から極めて少なく、同林齢での皮むき被害の影響は無視できると考える。また、樹齢5年生苗における皮むき被害が生長に与える影響は当実験から極めて小さいと考えられるが、形質上問題視される幹曲りは被害木全体の15%程度に出現すると考えられた。しかしながら、被害実態調査によると、樹齢5年生に相当する林齢3年生では皮むき被害の発生率は17%程度と少なく、将来問題視されるほどの幹曲り木の出現頻度は極めて少ないと思われる。

2. 剥皮部からの腐朽菌侵入による材質劣化

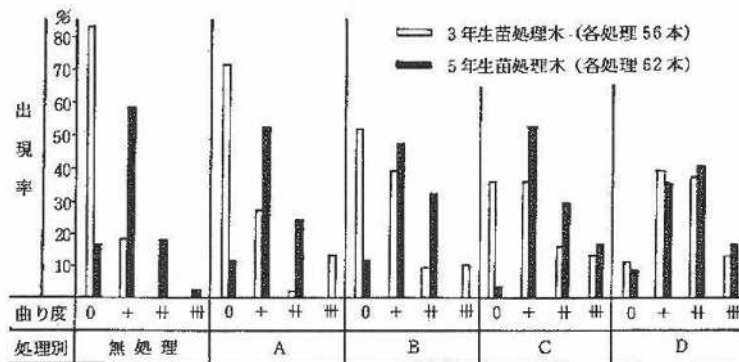
調査は、林齢8年生、および14年生のヒノキ林の被害標本木により行った。なお、調査に際し実施した糸状菌等の分離と検索は、本県林業試験場・村本正博主任研究員によった。

被害標本木と調査方法

(1) 林齢8年生

被害標本木の採取地は、始良郡福山県有林の1970年春の植栽林分（傾斜角10～30°、傾斜方位は西）であり、下層植生はススキが特に多かった。

被害標本は1978年3月1日に採取し、採取本数は29本であった。当林分では、ノウサギによる1～2年生



注) 0…曲りなし +…若干の曲り #…曲りあり ##…ひどい曲り

図-16 モデル別・幹曲り度別出現率

時の被害の影響と考えられる主幹の双生木が多く、29本の標本のうちの17本は、これら双生木の片方の主幹である。なお、標本木の樹高は2~4mで、その平均は2.9mであった。

標本木は伐採して持ち帰り、剥皮部を中心に円板状、および垂直方向に切断して被害時の林齢、剥皮部の長さ、樹幹周に対する剥皮率を測定するとともに、木質部の腐朽状況を肉眼により判定した。この外に剥皮部材片をPDA寒天培養基に分離し、これに出現する菌の検索も実施した。この材片の分離は、肉眼観察で明らかに腐朽がないと判断された剥皮木質部では行わなかった。また腐朽菌の侵入の機会が剥皮の程度と、これに伴う形成層による剥皮部巻き込み年数に左右されると考えられた。そこで剥皮の程度と被害後の経過年数毎の形成層巻き込み率との関係についても調査した。

(2) 林齢14年生

調査林分は、川内市白浜町六郎石の0.5haで周囲は、ヒノキの2~4年生、および雑木林であった。

調査は1984年9月13日に行い剥皮の長さ、樹幹周に対する剥皮率を測定するとともに、肉眼による腐朽出現の状況を調べた。また、被害木のうちから任意に3本の標本木を伐倒、玉切りし、板面に表れる腐朽について調べた。

結果と考察

(1) 林齢8年生では、同じ標本木に重複した被害がみられ、このため剥皮部の総計は37カ所であった。剥皮部の長さは、14cmから最高69cmで大部分が20cmから50cmの範囲にあり、50cm以上が4カ所、20cm未満が5カ所であった。この剥皮の長さと樹幹周に対する剥皮率との間には相関関係が認められなかった(図-17)。剥皮率は、50%を中心に、33%から67%の範囲が最も多かった。

肉眼による調査では、全ての剥皮部で樹心に達する契形の変色が認められたが、腐朽の出現は全くみ

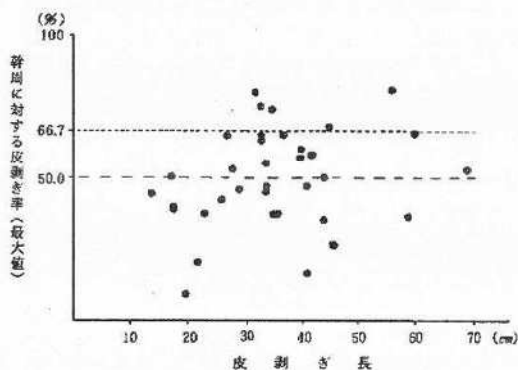


図-17 皮剥ぎ長と幹周に対する皮むき率との関係

られなかった。また剥皮部の材片から分離された糸状菌は、Fusarium, Fusidium, Cylichrocephalum, Amblyosporium, Penicillium, Haplosporangium, Trichodermaであり、腐朽菌に該当するものは検出されなかった。

剥皮の程度(樹幹周に対する剥皮率)と被害後の経過年数毎の形成層巻き込み率との関係についてみると(図-18)、剥皮の程度が小さい程巻き込み率は高く、また巻き込みを終了するまでの期間も短い傾向がみられた。

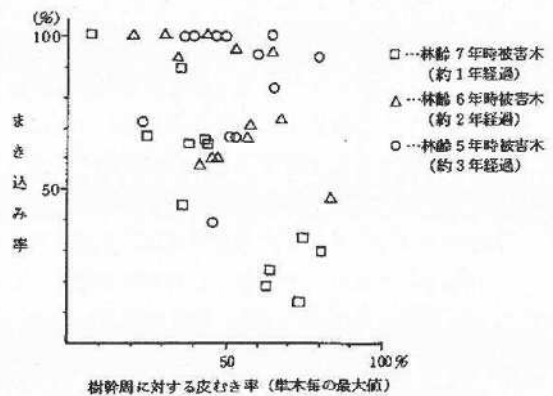


図-18 樹幹周に対する皮むき率と巻き込み率

1年経過後の剥皮部の巻き込み率は、剥皮率50%未満のもので50%以上、剥皮率50%のもので50%未満のことが多く、前者では2~3年で巻き込みを完了したものが多かった。一方後者では、2年経過後は60%以上の巻き込み部が多く、早いものでは3年で巻き込みを完了したものがあつた。

(2) 林齢14年生林における外部観察による腐朽木の出現頻度は、30%と高く(図-19)、また腐朽部では穿孔虫の寄生痕が多かった(図-20)。

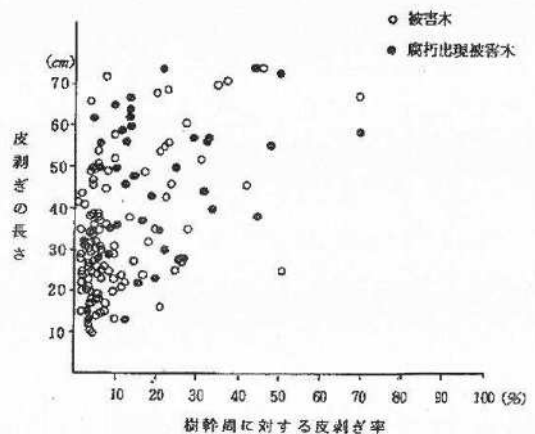


図-19 腐朽木の出現状況



図-20 腐朽部における穿孔虫脱出痕

伐倒、玉切り木における材腐朽出現状況は表-7に示した。材質劣化を伴うほどの腐朽は、標本3本のうちNo.2木の林齢9年生時の剥皮部にみられた。一方、No.1、No.3木の剥皮部では腐朽は認められなかったが、これは剥皮年度が林齢14年生時、及び同13年生時であり、被害後の経過年数が短いことによると考えられる。ただし、剥皮の状態(表-7)から癒合には5年以上が必要とみられ、腐朽の出現する確率はNo.1、No.3とも高いと判断された。なお、No.1、No.2木では、林齢2~8年までの期間にそれぞれ2回づつの剥皮がみられた。このうち腐朽は8年生時の部位でわずかに認められたが、他の3部位では形成層の巻き込みが早く、腐朽は認められなかった。

- (3) これらのことから、皮剥ぎ被害を原因とする腐朽は林齢7年生以下のヒノキ林ではほとんど発生しないが、8年生以上の林分ではかなり発生するといえる。この発生頻度の異なりは、林齢が若いほど剥皮部が形成層により早く巻かれるためと考えられた。ただし、本県の林齢8年生以上のヒノキ林における

皮剥ぎ被害は、発生頻度、量とも少なく、腐朽木出現林分は今のところ極く少ない。

第4節 スギ・ヒノキにおけるノウサギの嗜好性

造林木の被害の実態調査結果を基礎に、樹種(スギ・ヒノキ)、及び育苗(実生・さし木)の違いによるノウサギの摂食量の差を飼育個体により比較した。また、これら摂食量の差が何によって引き起こされるかを把握する一つの手段として、含有成分量(粗タンパク質・脂質)の差についても比較した。さらにノウサギの摂食量は、施肥の量と質によっても、差のあることが実験林で観察されたので、これについても嗜好性の面から議論したい。

嗜好性に関する論議は、本来第2章のノウサギの生態で行うべきものと考えているが、ここでは対象植物が本県を代表する造林樹種で、しかも被害と密接する課題であるとの観点から、本章で論議することにした。

1. 樹種、育苗による摂食量の差と含有成分量 材料と方法

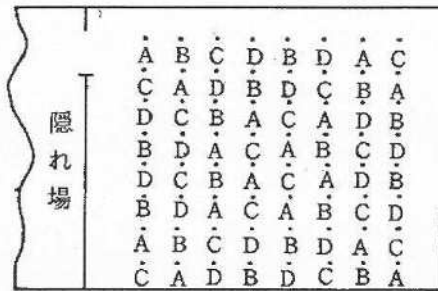
1. 飼育個体による摂食実験

実験に用いた個体は、生後2年5~6ヵ月の雌と1年7~8ヵ月の雄の2頭である。実験期間中は、供試木の他、主食としてサツマイモ、西洋シバ、エノキの枝、タケの葉を実験室に続く隠れ場(4×3.8m)で十分与えた。

供試木は、いずれも本県林業試験場の苗畑で育成された系統不明のスギとヒノキで、これらを隠れ場に続く実験室(4×4.9m)に植栽し、ノウサギによる摂食量を測定した。

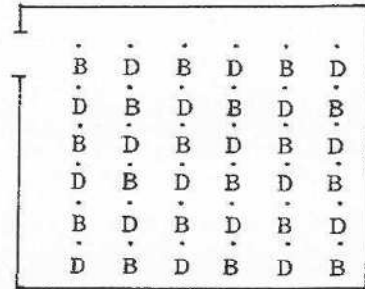
表-7 材腐朽の出現状況

No	樹高 m	胸高 径 cm	被害時の 樹 齢 (林齢)年	被害時 の直径 cm	皮む き長 さcm	皮む き 範 囲 cm	皮む き 割合 の 最大値	まき込み割合	くさび状変色	材 腐 朽	適 用
1	8.2	9	4(2)	0.6	-	-	70°	2年間で完了	あり	なし	
			10(8)	6.0	24	地際 8から	90°	4年間で完了	あり	若干あり	
			15(13)	12.0	60	0~60	217°	205°	あり	なし	
2	6.5	9	11(9)	6.5	70	地際 0~70	228°	167°	あり (カミキリの 食害痕周辺)	地上94cmま で腐朽あり	カミキリの 脱出孔は4
			8(6)	3.0	-	-	50°	2年間で完了	なし	肉眼的 腐朽なし	
			9(7)	3.5	-	-	35°	1年間で完了	なし	肉眼的 腐朽なし	
3	6.3	7	16(14)	9.0	70	0~70	310°	なし	なし		



注) A…ヒノキ実生4年生苗
B…スギ実生3年生苗
C…ヒノキさし木3年生苗
D…スギさし木3年生苗

図-21 植栽方法



注) B…スギ実生2年生苗
D…スギさし木1年生苗

図-22 植栽方法

(1) 樹種及び実生・さし木苗間の摂食量

ヒノキ実生4年生、ヒノキさし木3年生、スギ実生3年生、並びにスギさし木3年生苗の各16本を図-21に示すように、ラテン方格の4回繰り返して1978年11月16日に植栽(50×45cm間隔)し、11月27日17時より翌28日9時まで(16時間)の摂食量を調べた。本実験での被害型はいずれも皮剥ぎ被害であったため、摂食量は剥皮部の面積を測定して求めた。この面積は剥皮部を透明な用紙にトレースし、プランメータにより計測した。供試木の平均樹高と平均根元径は、ヒノキ実生苗が116cmと16mm、ヒノキさし木苗が75cmと11mm、スギ実生苗が108cmと19mm、スギさし木苗が141cmと19mmであった。

(2) スギの実生2年生苗とさし木1年生苗間の摂食量

スギ実生2年生苗とさし木1年生苗の各18本を1979年1月9日に56×70cm間隔に植栽(図-22)し、1月11日17時から約5日間の摂食量をみた。本実験での被害型はいずれも幹切断、及び枝条切断被害であり、摂食量は、表-11に示す基準に従って本数計測とした。

供試木の平均樹高と平均根元径は、スギ実生苗が40cmと5.6mm、スギさし木苗が41cmと8.5mmであった。

(3) ヒノキ実生苗の樹齢間の摂食量

樹齢4年、5年、9年生のヒノキ実生苗の各3本を1×1.2m間隔のラテン方格に1978年12月1日に植栽し、同日から2日間の摂食量を調べた。なお被害型は皮剥ぎ被害であり、摂食量の測定は実験(1)と同じに行った。また、1日目に摂食された供試木は、2日目の実験開始前に改植した。供試木の平均樹高と平均根元径は、4年生苗が107cmと16mm、5年生苗が185cmと29mm、9年生苗が312cmと54mmであった。なお、ここでいう根元径は、地際から10cm上の測定値である。

2. 成分分析

成分分析に用いた材料は、飼育個体による摂食実験(1)~(3)に対応すべく、同じ条件で育成された苗を用いるとともに、各実験下の摂食部位(樹皮、枝葉)とした(表-8)。これらの材料は、採取後ただちに80℃で3日間乾燥し、つぎに粉砕器で細粉化し、さらに孔径1mmのふるいでふるって試料とした。なお、試料は

表-8 成分分析の材料

対応する動物実験	樹種	育苗条件	樹齢(育苗年数)	採取部位	材料採取苗(立木)数	採取年月日	備考
実験-1	ヒノキ	実生	4年※	樹皮	20本	1978年11月27日	地上30cmまでの樹皮を材料とした。
		さし木	3年	〃	〃	〃	
	スギ	実生	3年	〃	〃	〃	
		さし木	3年	〃	〃	〃	
実験-2	スギ	実生	2年	枝葉	〃	1979年1月12日	
		さし木	1年	〃	〃	〃	
実験-3	ヒノキ	実生	4年	樹皮	20本	1978年11月27日	地上30cmまでの樹皮を材料とした。
			5年	〃	3本	1978年12月3日	
			9年	〃	3本	1978年12月3日	

注) ※印は同じ材料である。

単木毎とせず樹種、育苗条件、樹齡毎に混和したものをを用いた。

定量分析は次の方法によった。

- (1) 蛋白質の定量：試料2gを精秤し、ケルダール法によって全窒素を定量し、これに6.25を乗じて求めた。
- (2) 脂質の定量：試料10gを精秤し、真空乾燥して、ソックスレー脂肪抽出装置を用い測定した。

結果と考察

- (1) 樹種、及び実生、さし木苗間の摂食量と含有成分量ラテン方格の行間、列間、繰り返し間の毎木摂食量について分散分析したところ、いずれの要因とも有意な差が検出されなかった(表-9)。このことから、実験室内のノウサギの摂食行動は行間、列間、繰り返し間において均等であったといえる。

表-9 摂食量の分散分析表

要因	平方和	自由度	分散	分散比
行間	257.8655	3	85.9552	0.7366
列間	92.4355	3	30.8118	0.2641
くり返し間	251.2280	3	83.7427	0.7177
交互作用	175.7397	6	29.2899	
誤差	6125.4125	48	127.6128	

スギ、及びヒノキの実生苗、さし木苗別の平均摂食量とその信頼区間(95%)を図-23に、また摂食本数を表-10に示した。樹種別にみると摂食量、摂食本数とも、ヒノキ>スギの関係がみられ、スギよりもヒノキが好まれることが示された。実生苗、さし木苗別にみると、ヒノキでは摂食量において、実生苗>さし木苗の関係がみられ、さし木苗よりも実生苗が好まれることが示されたが、スギでは摂食量、摂食本数とも僅か差がなかった。

次に、含有成分量の分析結果を図-24に示した。粗蛋白含有量の順位は、スギ実生>ヒノキさし木=

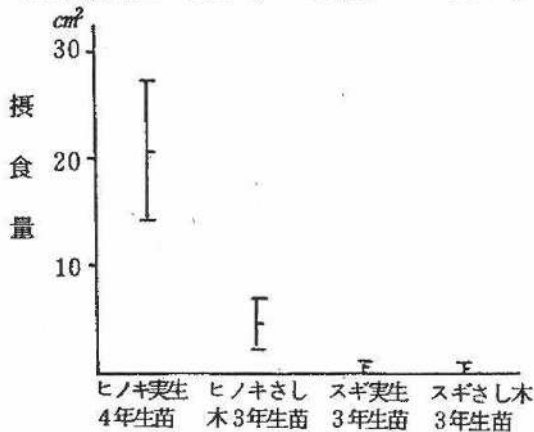


図-23 平均摂食量と信頼区間

表-10 摂食本数

樹種	育苗・樹齡	供試本数	摂食本数
ヒノキ	実生4年生	16本	16本
	さし木3年生	16本	14本
スギ	実生3年生	16本	3本
	さし木3年生	16本	2本

スギさし木>ヒノキ実生で、脂質含有量の順位は、スギさし木>ヒノキさし木>スギ実生>ヒノキ実生であり、摂食量と含有成分量との間に関係をみい出せなかった。

- (2) スギ実生2年生苗とさし木1年生苗間の摂食量と含有成分量

摂食量は主幹、枝条部に表-11に示した。実生苗では全ての供試木の主幹、枝条部が摂食され尽くした。一方、さし木苗では主幹部で18本中5本が、枝条部で18本中8本が摂食されたにすぎず、さし木苗に比べて実生苗が好まれた。

表-11 摂食量の基準と摂食量(スギ)

摂食部	摂食量	摂食度	実生苗	さし木苗
幹部	摂食されず	—	0本	13本
	全長の1/2以上を摂食	+	0	1
	全長の1/4~1/2を摂食	++	0	0
	全長の1/8以上を摂食	+++	0	4
	全て摂食		18	0
枝条部	摂食されず	—	0本	10本
	1~3本を摂食	+	0	2
	4本以上を摂食	++	0	0
	1~3本を残して摂食	+++	0	5
	全て摂食		18	1

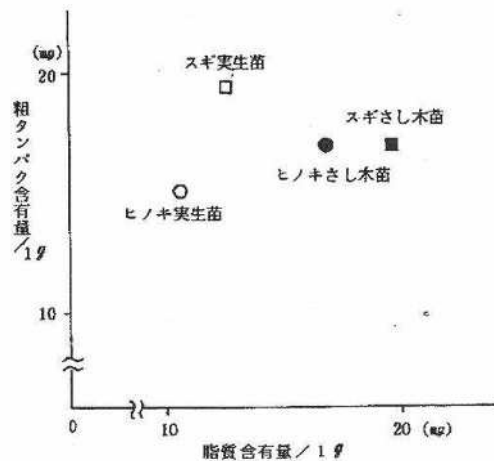


図-24 スギ・ヒノキにおける含有成分量

両者の含有成分量(図-25)を比較すると実生苗の粗蛋白質量値がさし木苗のそれに比し、はるかに高く、また脂質量値は逆に実生苗で低かった。

- (3) ヒノキ実生苗樹齡間の摂食量と含有成分量

摂食量は表-12に、含有成分量は図-26に示した。

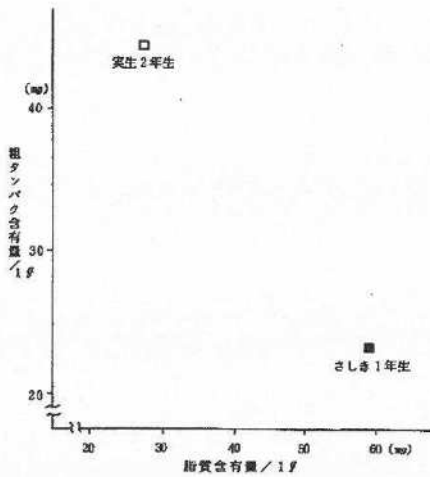


図-25 スギ実生苗とさし木苗における含有成分量

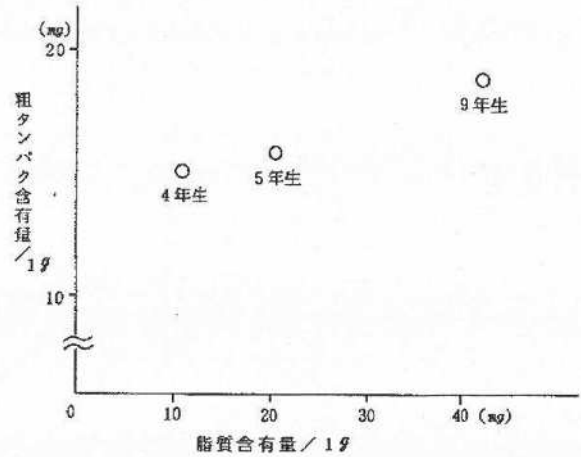


図-26 ヒノキ樹齢別含有成分量

表-12 樹齢別摂食量

樹齢	摂食量 cf		
	1日目	2日目	累計
4年生	56.1	89.4	296.2
5年生	43.4	46.2	
	41.9	19.2	
5年生	42.9	24.9	214.1
	0	23.6	
	0	122.7	
9年生	0	0	0
	0	0	
	0	0	

まず摂食量をみると、9年生苗では1日目、2日目とも全く摂食されなかった。一方、4年生、5年生苗の摂食量は1日目では前者が約3倍多かったが、2日目では差がなかった。そこで、差の検定のため両者の累積摂食量の差をも検定したところ、有意な差がなく4年生、5年生苗での摂食量は差がないと判断された。蛋白質、及び脂質含有量はいずれも樹齢が高くなるに従って増加し、特に9年生苗では脂質がかなり多かった。

これらの実験結果から、ノウサギは①樹齢3・4年生のスギ、ヒノキでは樹皮を摂食の対象とし、この場合はヒノキをより好み、さらにヒノキではさし木苗より実生苗を好み②樹齢1・2年のスギ実生苗、及びさし木苗では主幹と枝条を摂食の対象とし、この場合は実生苗をより好み③樹齢の高いヒノキに比べて、樹齢の低いヒノキをより好むといえ、いずれも第2節で述べた造林地における被害実態調査結果と一致した。

大津(1974)はノウサギの嗜好性発現要因についてキリの樹皮を材料に検討し、食害量は蛋白質量と密接な正の相関関係があるとしている。そこで、この蛋白質量と食害(摂食)量との関係をまずスギについてみると、樹齢1・2年の実生苗とさし木苗の比較実験に

おけるノウサギの摂食量は、試料1g当たりの蛋白質量が40mg以上の実生苗では多く、20mg弱のさし木苗では少なかった。また、樹齢3年生の実生苗とさし木苗の比較実験では、ヒノキとの同時実験であったことの影響もあろうが、蛋白質量は両者とも20mg未満でほとんど摂食されなかった。この結果、スギでは大津の実験結果と一致がみられた。次にヒノキについてみると、樹齢4年生の実生苗と3年生のさし木苗の比較実験では、両者の蛋白質量に大差がない(前者が15mg/1g、後者が17mg/1g)にもかかわらず、摂食量は前者が有意に多かった。また樹齢間の比較実験では蛋白質量の少ない(15~16mg/1g)4・5年生で摂食がみられ、蛋白質量の多い(19mg/1g)9年生では摂食がみられなかった。すなわち、ヒノキでは大津の実験結果と一致せず、むしろ逆の関係がみられた。

これらのことから、嗜好性発現要因としての蛋白質量の多少は、スギの実験から全く否定できないものの、ヒノキの実験からは他の要因の存在が示唆される。ここでは、スギ、ヒノキの実験を通し、摂食量は脂質含有量と負の相関関係があるようであるが、いずれにせよ今後の課題といえる。

2. 育苗時における施肥と食害量

本調査は、スギとヒノキのポット苗と普通苗の活着と生長量を比較する目的で、当県林業試験場が設定した試験地で行ったものである。この試験地は蒲生町久末の東向5~10°の緩傾斜地にあり、下層植生はカヤが主体であった。周囲は南と西側が雑木林に隣接しており、北と東側は次期造林のための地ごしらえにより開放した条件であった。

調査材料と方法

調査材料のスギ、ヒノキは精英樹のオープン種子を1978年3月に露地に播種し、その後普通苗は翌年4月

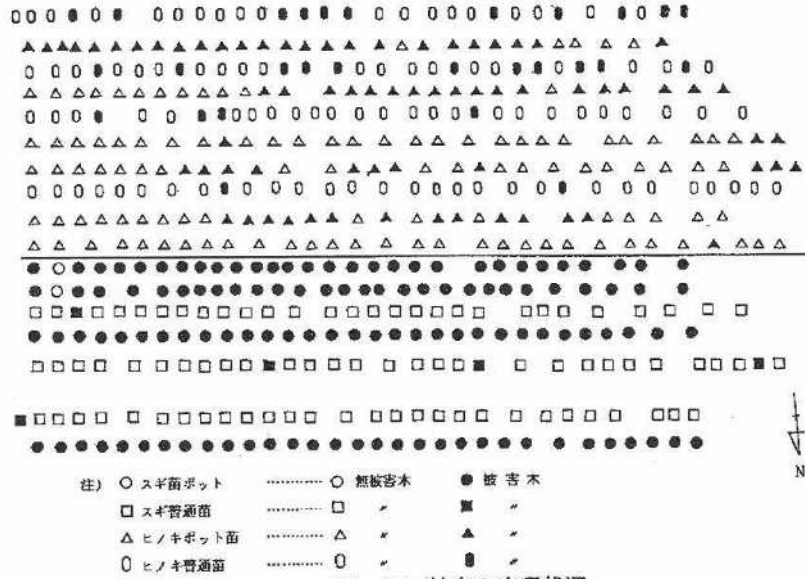


図-27 被害の出現状況

に床替し、またポット苗は5月にジフィーポット(径8cm, 高さ8cm)に移植し、露地に設置したポリフィルム床上で育成された。施肥は床替、及び移植時に行い、普通苗については森林肥料20-10-10を m^2 当たり60g, ポット苗については緩効性肥料(23-2-0)を1鉢当たり7g施用した。なお、ポット苗では鉢の乾燥状況により灌水が適宜実施された。

試験地への植栽は1979年10月25~26日に行われ、スギ、ヒノキの普通苗とポット苗のそれぞれが列状に配置された(図-27)。植栽間隔は縦横ともほぼ50cmであった。植栽木の樹高は植栽1ヵ月後の11月30日に測定した。その結果は下表のとおりであったが、幹切断被害により梢頭部のないものは測定の対象としなかった。

樹種	スギ		ヒノキ	
育苗条件	普通	ポット	普通	ポット
平均樹高	45.9cm	38.2	28.7	33.2
樹高の範囲	29 ~71cm	20 ~54	12 ~54	14 ~58

被害調査は1980年1月24日に実施した。

結果と考察

被害はいずれも幹切断、及び枝条切断型であった。

スギでは図-27からも明らかなようにポット苗が好んで食害され、151本のうち、147本が幹、及び枝条を食い尽くされ、無被害木は2本にすぎなかった。これに対し、普通苗の被害は89本中5本にすぎず、その食害量も極めて少なかった。

ヒノキでは普通苗の被害が23.3%(本数率)で、ポット苗のそれは40.3%であった。また、幹、及び枝条の全てが切断されたものは普通苗で10.8%, ポット苗で36.8%であり、ヒノキもスギ同様にポット苗が好

んで食害された。

これらの食害量を4者で比較すると、その順位はスギポット苗>ヒノキポット苗>ヒノキ普通苗>スギ普通苗となった。

大津(1974)は育苗時に窒素肥料を多量に与えられたスギ苗木は著しくノウサギの食害を受け、また加里肥料や複合肥料を十分に与えられた苗木は比較的食害が少ないとしている。食害の多かったポット苗は育苗時に加里分の全く無い、窒素分主体の緩効性肥料が与えられており、一方食害の少なかった普通苗は窒素、リン酸、カリが2:1:1の割合である森林肥料が与えられており、施肥条件と食害量の間には大津の報告と一致がみられた。なお、スギの枝葉はポット苗と普通苗で手触りがかなり異なり、前者が柔軟であったに対し、後者は硬直であった。この差はヒノキでは明瞭でなく、スギはヒノキに比べて施肥効果の高い樹種といえる。スギにおけるポット苗と普通苗との食害量の差がヒノキにおけるそれに比し、著しく大きかったことは、このことが原因と考えられる。

第5節 被害と生息密度

ノウサギによるヒノキ造林木の被害は、当年生では季節と関係なく植栽後2~3ヵ月間に多発し、林齢2年生以上の林分では春から初夏、および秋口に多発する。しかしながら、後者にみられる被害量の季節変動については、第2節の5項で述べたとおり餌(下層植生)の現存量からは説明できない。そこで、ここではこの被害量の季節変動がノウサギの生息密度の推移と何らかの関係があるかについて知るための調査を行った。なお、生息密度の推定は林地に残された糞粒数を基にした。

調査地の概要

調査は薩摩郡入来町浦之名原のヒノキ幼齢林9.55 haで実施した。傾斜度は5~35°で、南に突き出た大きな尾根に位置し、標高は110~240mの地域である(図-28)。前生樹はクロマツであるが、マツノザイセンチュウ病により大部分が枯れ、ヒノキの植栽前は広葉樹林化しており、地ごしらえの際、これら広葉樹の粗朶は等高線に沿って棚づみされた。下層植生は種類数、量ともに豊富であり、このうち出現頻度、相対被度ともススキが圧倒的に高く、次いでチヂミザサ、ワラビ、フユイチゴ、スイカズラ、コシダ、イナカギク、ノイバラ、コゴメスゲ、メヒシバ、クズ、ヒメバライチゴ、ヒサカキ、イヌビワが高かった。

周囲は東側が沢筋のスギ林をはさむ約10haのヒノキ1~2齢級林分、北側が広葉樹とヒノキ5齢級林分、西側がスギ、ヒノキ林の点在する広葉樹林である。下層植生は東側ヒノキ林が調査林とほぼ同じ状況である他は、スギ、ヒノキ、広葉樹林とも閉鎖して林内が暗く、一部の沢筋を除いて極めて貧弱であった。

調査方法

生息密度推定に関する調査は調査地全体に3×3mの正方形区を約50m間隔に41点設け、これに付加される新糞粒をほぼ30日ごとに記録して行った。調査期間は1980年11月~1983年2月までである。生息密度推定の計算法は平岡ら(1977)の式を用いた。その計算式は下記のとおりである。

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{m_i}{t} \right) \cdot \frac{10,000}{S \cdot n}}{g}$$

M: 生息密度推定値(頭/ha), m: 発見新糞数,
t: 前回調査日からの日数, S: 方形区面積(m²),

n: 方形区数, g: 1日1頭当たりの脱糞粒数

このうち, g値(1日1頭当たりの脱糞粒数)については第2章2項の調査結果から, 4~9月(春・夏期)までを351.1粒, 10~3月(秋・冬期)までを449.3粒とした。

被害量の調査は1981年5月から1983年2月まで実施し, これは毎日行う糞粒数調査と併行した。しかしながら, 被害多発の月は調査時間の都合から併行した調査ができず, この場合は糞粒調査日の翌日に実施した。

なお, 糞粒数による生息密度推定値の信頼度を知るため, 1982年2月8日に勢子による林内のノウサギの追い出しを実施し, この追い出しにより得られた生息数と糞粒数調査から得られた生息数推定値とを比較した。

結果と考察

1982年2月8日に勢子により追い出された調査林のノウサギは7頭(図-29)であり, 生息密度は0.73頭/haと計算された。一方, 同年同月の糞粒で推定された生息密度は0.73/haであり, 追い出しによる調査結果と一致した。この結果, 今回の糞粒による生息密度推定値はかなり高い精度のものと考えられる。

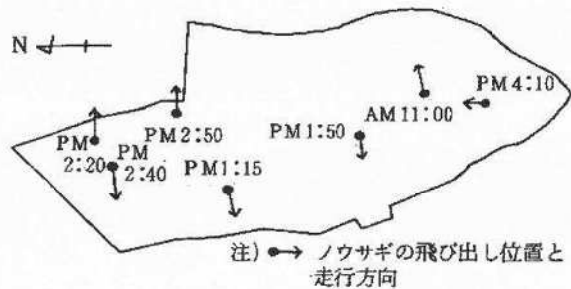
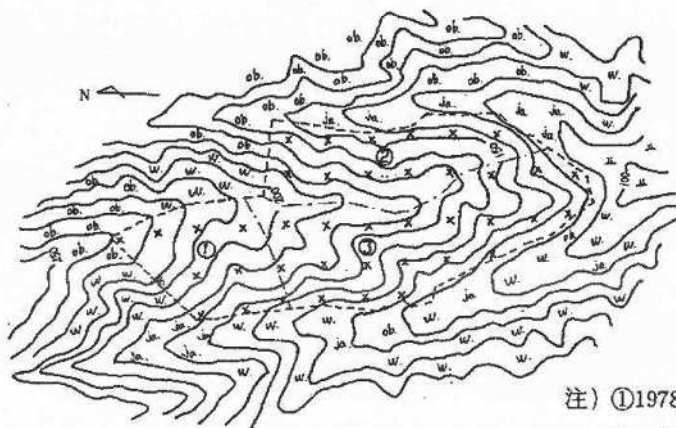


図-29 追い出しによる生息数調査



注) ①1978年植栽 ②1979年植栽 ③1980年植栽
ob...ヒノキ, ja...スギ, w...広葉樹(雑木)

図-28 調査地と糞粒数調査地点

糞粒による生息密度の推定値、被害量の月別変動状況は図-30に示した。

生息密度は秋・冬期間と春・夏期間とで大きく変動した。9・10月から2・3月の期間は一部に該当しない月があるものの、0.5頭/ha以下で0.1~0.3頭/haのことが多かった。すなわち、今回調査したヒノキ林におけるノウサギの生息密度は秋・冬期間に高くなり、春・夏期間に低くなる傾向がみられた。

ヒノキの被害は林齢が2年以上であったため大部分が幹の皮むき被害であった。被害の発生は年間を通じてみられたが、4~6月が被害率4.5~10%で最も多く、7~8月では3.5%前後に一旦減少するものの、10月を中心とした前後の月では5%以上に上昇する傾向がみられた。さらに、11・12月から翌年3月までは2%前後で推移した。

ここで、被害発生量とノウサギの生息密度推定値とを月別に比較すると、10月前後では両者に正の相関が認められるものの、被害の最も多く発生した4~6月では生息密度は極端に低く、被害発生量の最も少な

かった12~翌年3月では生息密度は極端に高いという現象がみられた。すなわち、ヒノキの被害を季節的にみた場合、ノウサギの生息密度が高くなるに従い、被害量も増加するという正の相関は必ずしもみとめられなかった。被害量の増加した4~6月、及び10月前後の月はいわゆるヒノキの春伸び、秋伸び期にあたる。密度と関係なくこれらの時期に被害が多発することの要因としては、成長期のヒノキの樹体内では整理的な急変が起こり、その産物としての何らかのノウサギの嗜好を高めるためと考えられる。

ただし、生息密度と被害量との関係は通年の場合では全く否定されるものではない。調査地における1972年の被害率(本数)は55%と極めて高かった。一方、生息密度は前年10月から同年1月に1.07~1.30頭/haに達しており、当林分を含む周辺全体では高密度にあったといえる。このため生息密度が1.0頭/ha以上にも達する様な林分では大きな被害の発生が予測される。

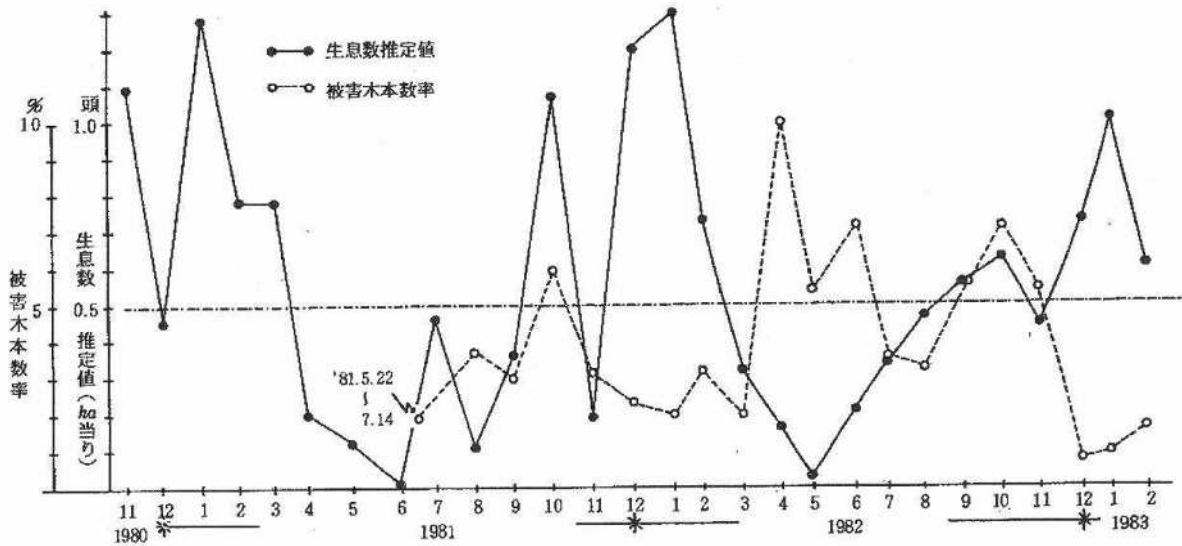


図-30 ヒノキ幼齢造林地における生息数および被害量の変動状況

注) 被害率調査本数---1980年植栽木(897本), 1979年植木(367本), 1978年植木(218本), 総数(1,482本)