



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	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(Ⅱ)：伐採に伴う保残木の被害について
Author(s)	湊, 克之; MINATO, Katsuyuki; 寺本, 守 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 46(3), 719-733
Issue Date	1989-07
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/21303">https://hdl.handle.net/2115/21303</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	46(3)_P719-733.pdf



# 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(II)

—— 伐採に伴う保残木の被害について ——

湊 克之\* 寺本 守\*

Experimental Studies on the Conversion of Japanese Cedar and  
Japanese Cypress Plantations to the Multi-storied Forests in  
Wakayama Experiment Forest, Hokkaido University (II)

—— On the Injury of Reserved Trees Caused by Tree-felling ——

By

Katsuyuki MINATO\* and Mamoru TERAMOTO\*

## 要 旨

北海道大学和歌山地方演習林では、1931年(昭.6)から1936年(昭.11)にかけて造林されたスギ・ヒノキ林を1981年(昭.56)から複層林に誘導する施業実験をおこなっている。この施業は林齢約50年、樹高約17m、胸高直径約25cm、林分材積約550m<sup>3</sup>/ha、立木本数約1,500本/haの林分を立木伐採率40%程度の伐採をおこない、伐採後の樹下にスギまたはヒノキの苗木を植栽して複層林の造成を図るものである。

この林分では立木の伐倒作業の際に生じる、伐倒木と保残木との接触によって、保残木に樹幹の折損、樹幹部の樹皮の剥皮や遊皮の被害が生じている。

この報告は、1982年(昭.57)におこなった施業林分を対象にして、伐倒作業に伴う保残木の被害の実態を明かにし、その結果を分析することによって保残木の伐倒作業による被害を軽減する方法を検討したものである。

調査結果から、保残木575本のうち59本、被害率にして約10%が何等かの被害を受けて

キーワード： 複層林施業，スギ，保残木，伐倒被害。

---

1989年2月28日受理 Received February 29, 1989.

\* 北海道大学農学部附属演習林

College Experiment Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

いる。この被害種、被害率、被害の程度は伐倒方向の違いによる影響が最も大きいことが明かとなった。保残木の被害は、伐採木の伐倒方向が斜面に対して下方に向かうほど大きくなっている。

この被害木を、材長3mの用材採材の可能性の可否の面からみると、根元から100cm未満の長さを切り捨てるだけで被害木の内32本は用材として利用できる所以で実質的な被害本数率は5%程度となる。

また被害を軽減する方法としては、伐倒木の伐倒方向を可能な限り斜面の上方にすることが効果的であり、これによって保残木の実質的な被害本数率を3%程度にすることが可能と思われる。

## 目 次

はじめに	720
I 調査目的	721
II 調査方法	722
III 調査結果	723
IV 検 討	725
1. 被害の内容	725
(1) 被害の種類と程度	725
(2) 素材としての利用価値	727
2. 被害長に影響を及ぼす要因	727
(1) 被害の種類	728
(2) 伐倒方向について	728
(3) その他の要因	731
ま と め	732
引用文献	732
Summary	733

## は じ め に

北海道大学和歌山地方演習林（以下和歌山演習林）では、1931年（昭.6）から1936年（昭.11）にかけて造林されたスギ・ヒノキ林を昭和56年度から複層林に誘導する施業実験をおこなっている。この複層林施業の意義ならびに実験計画は「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—林内照度と樹下植栽幼樹の生長—」<sup>1)</sup>で詳細に述べられているので省略する。この施業は、林齢約50年、樹高約17m、胸高直径約25cm、林分材積約550m<sup>3</sup>/ha、立木本数約1,500本/haの林分に対して立木伐採率40%程度の伐採を実施し、伐採後の樹下にスギまたはヒノキの苗木を植栽して複層林の造成を図るものである。この林分では立木の伐倒作業の際に生じる伐倒木と保残木との接触によって、保残木に樹幹の折損、枝葉の折損、それに起因する樹皮の剝離や打撲による樹皮の遊離等の被害が生

じている。複層林施業では、保残木と樹下植栽木の適度な生長を図りながら多様な素材を収穫することを一つの目的としている。伐倒作業による保残木や樹下植栽木の被害は、樹木の消失や生長の減少をまねき、ひいては適正な複層林の造成の阻害要因ともなりかねない。しかし最近の複層林施業における伐倒作業に起因する保残木の被害に関する文献は多くない。

この報告は、1982年(昭.57)におこなった施業林分を対象にして、伐倒作業に伴う保残木の被害を調査・分析して被害の実態を明らかにし、その結果から保残木の伐倒による被害を軽減する方法を検討したものである。

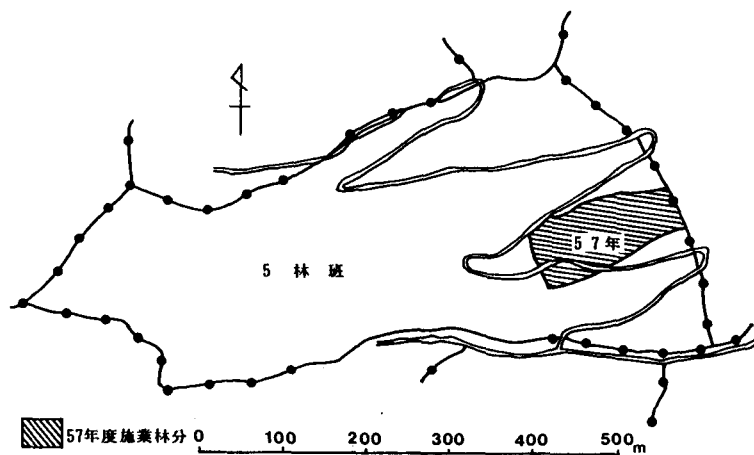
この調査の対象とした事業は、和歌山演習林の直営事業として実施されたものである。事業に携わった同地方演習林の技官ならびに林業技能補佐員に多大の便宜を受けた。また現地での調査には同演習林の林業技能補佐員前田米蔵氏も携わった。論文の作成にあたり北海道大学演習林教授・氏家雅男博士から適切な指導を戴いた。また図の浄書については同演習林研究部・岡崎まち子氏のご協力を得た。記して深謝の意を表す。本文中、数量化分析の計算等には北海道大学大型計算機センターを利用した。

## I 調査目的

調査の対象とした林分は、和歌山演習林5林班、1936年(昭.11)植栽のスギ林を1982年度(昭.57)に伐採をおこなった複層林施業実験林分である。林地は南斜面で、面積0.6ha、傾斜度の平均は29.7度であった。作業は1982年(昭.57)11月1日から12月27日にかけておこなわれた。その林分の位置を図一1に、林分構成を表一1に示す。

伐倒された木は、I報の選木基準<sup>1,2)</sup>で述べた立木が対象とされた。

立木の伐倒は、和歌山演習林の林業技能補佐員のうち主として年齢40歳代後半の3名



図一1 昭和57年度施業位置(第5林班)

表-1 対象林分の構成

固定調査地No.3 (25m×25m) から

項目	伐採 範囲	前 平均値	伐採 範囲	木 平均値	伐採 範囲	後 平均値	伐採率 (%)
本数	(1,504)	94	(720)	45	(784)	49	47.9
樹高(m)	12~24	18.2	12~22	17.0	16~24	19.4	
胸高直径(cm)	12~38	23.2	12~38	20.5	16~38	25.6	
立木材積(m <sup>3</sup> )	0.077~1.158	0.367	0.077~1.110	0.281	0.016~1.158	0.447	
蓄積(m <sup>3</sup> )	(522.4)	34.5	(202.1)	12.6	(350.3)	21.9	36.6

注 ( )内はha換算値

がチェーンソーを使用しておこなった。彼らはいずれも立木の伐倒経験20年以上で、伐倒に関しては熟練者と考えてよい。伐倒方向は、後からの集材作業の容易さや伐倒木の損傷を少なくする等従来の経験から、可能な限り斜面に向かって斜め上とする場合が多い。懸り木が生じた時は、ロープによって引きずり降ろした。

上に述べた林分での、以上のような伐採による素材生産事業を対象にして、保残木の被害の実態を調査し、被害を少なくする方法を見いだすことを目的とした。

## II 調査方法

被害の調査は、伐倒によって被害を受けた全ての保残木と、加害を与えた伐倒木について、次の項目について調査した。被害木としたのは、樹皮が完全に樹幹の辺材部から離れて癒着後も材部に何等かの障害が残ると予測されるものとした。従って樹皮の表面だけの剥皮や、枝葉の折落等の被害は含んでいない。

### 1. 被害の種類

- a) 枝葉の折損等に起因する樹幹の樹皮の剥離(剥皮)
- b) 剥離はしていないが樹幹から樹皮が遊離している(遊皮)
- c) 樹幹の折損

### 2. 被害の上部位置と下部位置

- a) 剥皮および遊皮は、その開始位置と終了位置の高さ
- b) 折損はその位置の高さ

### 3. 被害の程度

- a) 剥皮および遊皮の開始位置から終了位置までの垂直方向の長さ
- b) 剥皮および遊皮の水平方向の最大幅
- c) 折損は、その折損によって消失した樹幹の長さ

### 4. 被害木の胸高直径

### 5. 加害木の樹高と胸高直径

6. 加害木の斜面に対しての伐倒方向
  - a) 真上, b) 斜め上, c) 横, d) 斜め下, e) 真下
7. 加害木と被害木との両根元間の斜距離
8. 懸り木の有無

### III 調査結果

被害木の調査結果を表-2に, 加害木の加害率と伐倒方向別本数を表-3に, 被害種別にみた被害木本数と被害程度を表-4に, 調査項目のまとめを表-5に示す。

表-2 調査結果一覽

被害木 No.	被害種類	被害木 d.b.h. (cm)	被害始点高 (cm)	被害垂直長 (cm)	被害水平長 (cm)	加害木 d.b.h. (cm)	加害木樹高 (m)	伐倒方向	根元距離 (m)	被害位置 (cm)
1	1	28	70	50	6	16	15	2	7	20~ 70
2	2	10	0	1,410	—	28	15	3	8	0~1,410
3	1	12	500	20	6	"	"	"	8	480~ 500
4	1	22	70	20	8	22	17	1	12	50~ 70
5	1	22	300	20	6	"	"	"	12	280~ 300
6	1	24	800	30	4	28	20	4	3	770~ 800
7	1	12	300	300	6	"	"	"	8	0~ 300
8	1	18	70	20	6	20	14	3	3	50~ 70
9	1	28	100	20	6	14	13	3	6	80~ 100
10	1*	16	20	20	16	16	14	1	7	0~ 20
11	1*	14	500	500	4	22	15	3	3	0~ 500
12	1*	28	50	20	8	32	20	2	3	30~ 50
13	1*	16	300	30	4	20	15	3	7	270~ 300
14	1	16	450	60	4	20	16	2	10	390~ 450
15	1	16	500	50	4	22	15	3	3	450~ 500
16	1	16	20	20	18	18	14	5	9	0~ 20
17	1	12	100	50	6	20	17	2	5	50~ 100
18	1	12	30	30	14	30	19	5	0	0~ 30
19	1	12	700	140	6	"	"	"	10	560~ 700
20	1	26	200	40	6	24	17	3	7	160~ 200
21	1	16	120	120	6	18	17	4	3	0~ 120
22	1	18	500	50	6	"	"	"	8	450~ 500
23	1	14	400	220	4	28	18	2	8	180~ 400
24	3	12	100	30	8	"	"	"	10	70~ 100
25	1	16	100	40	6	24	16	3	7	60~ 100
26	1	16	50	20	10	"	"	"	10	30~ 50
27	1	20	30	20	12	20	15	5	3	10~ 30
28	1	22	800	360	6	20	16	5	11	440~ 800
29	1	12	200	200	6	20	16	3	8	0~ 200
30	3	16	500	300	6	20	18	4	9	200~ 500
31	1	16	200	50	8	32	19	2	13	150~ 200
32	1	12	200	40	10	36	23	3	20	160~ 200
33	1	12	50	20	10	24	17	1	15	30~ 50
34	1	16	100	70	10	24	19	4	15	30~ 100
35	1	12	200	50	4	14	11	4	5	150~ 200
36	1	12	200	20	6	"	"	"	8	180~ 200
37	1	26	70	30	8	16	15	4	10	40~ 70
38	3	16	600	120	6	24	18	4	8	450~ 600
39	3	12	600	20	6	"	"	"	10	580~ 600
40	1	16	400	60	8	28	18	3	15	340~ 400
41	1	16	200	30	8	30	16	2	14	170~ 200
42	2	12	1,170	140	—	26	19	5	15	170~1,170
43	1	26	1,000	50	5	34	20	4	7	950~1,000

次頁へ続く

被害木 No.	被害種類	被害木 d.b.h. (cm)	被害始点高 (cm)	被害垂直長 (cm)	被害水平長 (cm)	加害木 d.b.h. (cm)	加害木樹高 (m)	伐倒方向	根元距離 (m)	被害位置 (cm)
44	2	10	900	350	—	"	"	"	10	0~ 900
45	3	16	700	500	8	"	"	"	13	200~ 700
46	1	26	300	20	8	"	"	"	15	280~ 300
47	1	18	600	50	6	34	14	5	10	550~ 600
48	1	22	30	20	12	14	13	4	8	10~ 30
49	1	24	70	60	8	18	15	4	10	10~ 70
50	1*	13	450	100	8	22	17	2	12	350~ 450
51	2	12	0	1,300	—	34	21	5	15	0~1,440
52	1	16	150	50	10	30	23	4	15	100~ 150
53	1	10	140	50	8	18	16	4	12	90~ 140
54	1	24	120	60	8	32	17	4	12	60~ 120
55	1	22	100	50	8	22	16	4	12	50~ 100
56	1	12	300	30	6	30	16	4	8	270~ 300
57	2	12	0	1,440	—	26	15	4	10	0~1,440
58	1	12	150	150	6	24	15	4	10	0~ 150
59	1	12	300	70	6	"	"	"	12	230~ 300

注) 被害種類 1 = 剥皮, 2 = 折損, 3 = 遊皮  
伐倒方向 1 = 真上, 2 = 斜め上, 3 = 横, 4 = 斜め下, 5 = 真下 \*印 懸木

表-3 加害木の加害率と伐倒方向別本数

項目	本数	伐倒方向				
		方向	本数	比率(%)	懸り木	対被害比
伐採木総本数	529	真上	3	6.5	4	1.3
加害本数	46	斜上	8	17.4	0	1.1
加害率(%)	8.7	真横	11	23.9	0	1.2
		斜下	17	37.0	0	2.3
		真下	7	15.2	0	1.1
計			46	100.0	4	1.3

表-4 被害木の被害率と伐倒方向別本数

項目	本数	被害種		伐倒方向			
		種類	本数	比率	方向	本数	比率
保残木総本数*	575	剥皮	49	83.0	真上	4	6.8
被害本数	59	遊皮	5	8.5	斜上	9	15.2
被害率(%)	10.3	折損	5	8.5	真横	13	22.0
					斜下	25	42.4
					真下	8	13.6
計			59	100.0		59	100.0

注 \*印は固定調査地からの推定値

表-3の加害木の加害率と伐倒方向別本数から、加害木は46本で、伐倒木の8.7%を占めている。また伐倒方向別では、伐倒木全体の伐倒方向の調査はおこなっていないが、経験上斜面の斜め上方に倒す場合が多いにもかかわらず、斜面下方への伐倒木の加害割合が過

半数を占めている。また対被害比は1.3, すなわち加害木1本が1.3本の被害木を生じさせている。

表一4の被害木の被害率と伐倒方向別本数から保残木の内、被害を受けている本数は59本で被害率10.3%, 被害種の83%は剥皮の被害, 加害木の伐倒方向では斜面下方による被害が56%となっている。これらから、被害は伐倒方向が斜面下方の場合に多く発生し、被害種の大部分が剥皮による被害であることがわかる。

表一5から被害の上の位置すなわち伐倒木と接触して剥皮等が始まった高さの平均値は291cm, 終了した位置の平均値は176cm, 被害の程度は折損長も含めて20cmから1,440cmの範囲でその平均は174cmとなっている。

表一5 調査項目のまとめ

項 目	本 数	最小値 ~ 最大値	平均 値	標準偏差
加害木胸高直径(cm)	46	14 ~ 36	23.8	6.03
加 害 木 樹 高(m)	46	11 ~ 23	16.6	2.50
加 害 木 材 積(m <sup>3</sup> )	46	0.086 ~ 1.006	0.374	0.2135
相互根元距離(m)	59	3 ~ 20	9.4	3.80
被害木胸高直径(cm)	59	10 ~ 28	16.7	5.27
被害最高位置(cm)	59	0 ~ 1,170	291.2	278.55
被害最低位置(cm)	54	0 ~ 950	175.9	205.50
被 害 長(cm)	59	20 ~ 1,440	173.7	318.64

- 注 1) 被害最低位置には折損木を除外した  
2) 被害長には折損木の折損部分を被害長とした

#### IV 検 討

調査結果から伐倒木の加害木となったのは529本中の46本で11.5本に1本の割合となっている。また樹幹部に何等かの被害を受けている保残木は、575本中59本でおおよそ10本に1本の割合となっている。以下で被害の内容を分析し、被害を少なくする方法、素材利用の面からの被害の実態について検討してみる。

##### 1. 被害の内容

###### (1) 被害の種類と程度

被害種は被害木59本のうち剥皮49本, 遊皮5本, 折損5本で被害全体の83%は剥皮による被害である。また伐倒の際の懸かり木は5本で、伐倒木529本の1%弱であった。

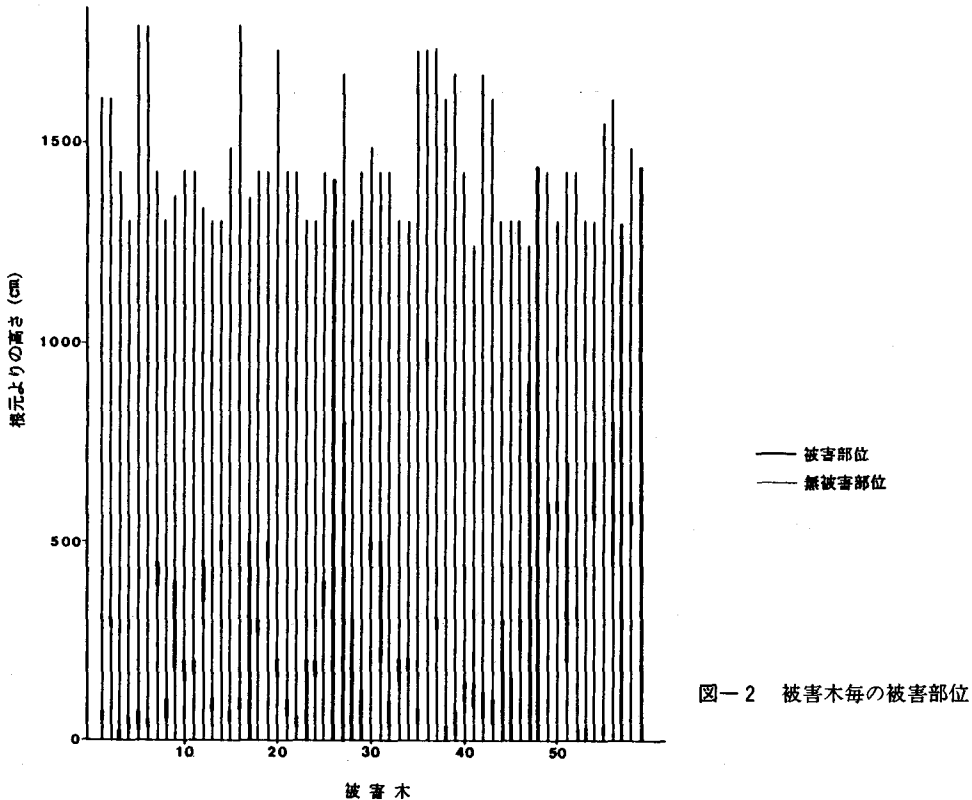
被害の種類のうち折損被害は、折損位置から上部が枝葉もともに消失するから残置すれば枯死する。そのため素材としての利用価値があれば、残置せずに伐倒する必要がある。剥皮ならびに遊皮の被害は、いずれも樹幹部の樹皮が損失するので“熊剥ぎ”<sup>3,4)</sup>による被害と同じように生長量が小さくなり、樹皮が損なわれた部分の辺材部が枯死し、時間の経過とともに

に剥皮された部分は腐朽し、巻き込みを生じ、病虫害のきっかけとなり、その部分は素材として利用できなくなる場合が多いといわれている。腐朽の進行等についての被害程度は、もっと長期的な調査から論ずべきであるが、初期段階での被害程度から判断すると、実質的な被害の程度は、被害長だけでなく被害部分がどの位置にあるかによって素材としての利用価値に違いがでる。

被害の程度の一表現としての被害長別の本数を表一6に示した。表一6から樹幹が消失

表一6 被害種・被害長別の本数

被害種	被害長 (cm)										平均被害長 (cm)
	0 ~ 25	25 ~ 50	50 ~ 100	100 ~ 200	200 ~ 300	300 ~ 400	400 ~ 500	500 ~ 600	600 ~		
剥皮	14	18	7	4	3	1	1	—	1	94.7	
遊皮	1	1	—	1	1	—	1	—	—	194.0	
折損	—	—	—	1	—	1	—	—	3	928.0	
計	15	19	7	6	4	2	2	0	4		
比率(%)	25.4	32.1	11.9	10.2	6.8	3.4	3.4	0	6.8		



図一2 被害木毎の被害部位

する折損被害を除外すると、被害長 25 cm から 50 cm の範囲にある本数をピークに、この範囲より離れるに従って小さくなる。また被害長 50 cm 未満の範囲に被害全体の 59 % が含まれている。一方、素材としての利用価値は、被害長が小さいのにこしたことはないが、それ以外にも被害の位置によっても大きな影響を受ける。図-2 に被害木毎の被害部位を示し、次項で考察する。

## (2) 素材としての利用価値

このスギ林分から収穫される素材の用途は、主に用材に向けられることが多い。このことから、材長 3 m の被害のない素材がどの位置から採材可能かどうかで素材の利用価値が左右される。すなわち同じ 3 m 材でも、根元からの追い上げが少ないほど素材の利用価値が高いといえる。図-2 から被害を含まない材長 3 m の素材を得るための追い上げ長とその本数を検討し、その結果を表-7 に示した。表-7 から、被害部位が 3 m 以上の高さであり、したがって追い上げをせずに 3 m 材の採材が可能なもの 12 本、また 50 cm 未満の追い上げで 9 本、50 cm から 100 cm 未満の追い上げで 11 本が無被害の 3 m 材となる。その結果、素材利用からみた伐倒による保残木の実質的な被害は、50 cm 未満の追い上げとすると保残木 575 本の内の被害木は 21 本で被害率 6.6 %、追い上げ 100 cm 未満では被害木 32 本、被害率 4.7 % となる。100 cm 未満の追い上げは、通常おこなわれており経験的に許容の範囲と考えられる。

表-7 3 m 無被害材の採材に要する追い上げ長さ別にみた加算可能本数

追 い 上 げ (cm)	0	0 ~ 50	50 ~ 100	100 ~ 150	150 ~ 200	200 ~ 250	250 ~ 300	不可能	計
加 算 本 数	12	9	11	5	7	0	6	9	59
実質の被害本数	47	38	27	22	15	15	9		
3 m 無被害採取材を加算した場合の被害率 (%)	8.2	6.6	4.7	3.8	2.6	2.6	1.6		

## 2. 被害長に影響を及ぼす要因

調査の結果から、保残木の内の約 10 % は伐採木の伐倒によって何等かの被害を受けていることになる。この伐倒による保残木の被害を少なくする方策を検討してみる。被害は伐倒木と保残木との接触によって生じることは明らかである。先に述べたように、この林分の伐採に携わった伐採手はいずれも伐採経験 20 年以上なので、技術的には熟練者と考えてよい。従って伐採手 3 名の伐倒技術は差がないとの前提で検討した。被害長に影響を与える要因として、次の項目が考えられる。1) 被害の種類、2) 林地斜面に対する伐倒方向、3) 伐倒木の大きさ (胸高直径)、4) 伐倒木と被害木との位置関係 (接触の位置、両者の根元距離) が考えられる。

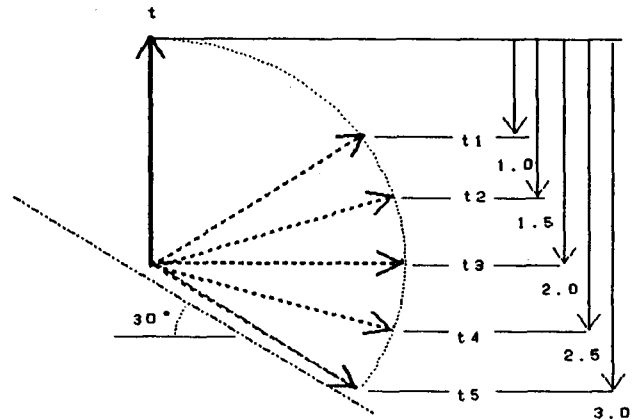
## (1) 被害の種類

被害の種類別にみた被害長は、表一6から剥皮が94.7 cm、遊皮が194.0 cm、折損が928.0 cmで当然であるが折損での被害長が極端に大きい。したがって折損被害を少なくする方法についてまず検討すべきである。折損被害は斜面上方への伐倒では生じていないので、伐倒方向が関係すると思われる。

## (2) 伐倒方向について

保残木の被害は、伐倒木との接触(衝突)に起因する。従って保残木の被害の程度は、伐倒木から受ける衝突の強さと関係があると考えられる。その衝突の程度は、伐倒木が被害木と衝突する時の運動エネルギーと関係があり、その運動エネルギーは伐倒木が直立位置から衝突位置まで移動した位置エネルギーの解放とみなすと、その位置エネルギーは同一質量であれば、落下距離と比例すると考えられる。この林地の傾斜角が約30度であるので、着地までの伐倒方向と落下距離との関係は図一3の模式図に示すことができる。

このことから伐倒方向別の衝突の強さの比は、伐倒方向以外の条件が同じと仮定すると着地までの落下距離と同じで、その比は真上:斜め上:横:斜め下:真下=1.0:1.5:2.0:2.5:3.0となり、被害の程度は伐倒方向の違いと関係があることが予想される。被害木の被害種と被害長を伐倒方向別にまとめると表一8となる。



t: 伐倒木, 30°: 斜面傾斜角度

t1: 真上, t2: 斜め上, t3: 横, t4: 斜め下, t5: 真下

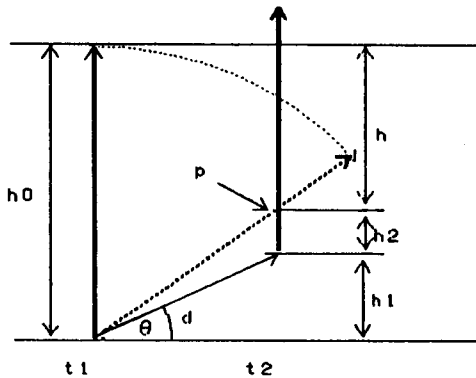
図一3 伐倒方向別の落下距離比

伐倒方向が斜面上方(真上と斜め上)の場合の被害本数は全体の22%と少なく、斜面下方(斜め下と真下)の場合の被害本数は全体の56%と多い。この調査では、伐倒木全体の伐倒方向の調査はおこなっていないが、経験上から伐倒は斜面上方の場合が多いことから考えてみると、斜面下方での加害率は数字に現れた以上に大きいことが推測できる。また強い衝突の場合に生じる折損被害も斜面上方では出ていない。

被害長についても、表一8から伐倒方向が斜面の下方に向かう程大きくなっている。その比は真上:斜め上:横:斜め下:真下=1:3:9:10:13となっている。このことから、被害は伐倒方向が斜面の下方になるほど大きい。衝突の強さを推定する一つの要因であ

表一八 伐倒方向別にみた被害

伐倒方向	被害種				被害長 (cm)			
	剝	皮遊	皮折	損種計	平均	偏差	差	範囲
真上	4	0	0	4	20.0	0.00		20~ 20
斜め上	8	1	0	9	67.8	61.60		20~ 220
横	12	0	1	13	188.5	390.49		20~1,410
斜め下	19	4	2	25	202.0	317.66		20~1,440
真下	6	0	2	8	257.5	436.31		20~1,300
こみ	49	5	5	59	173.7	318.64		20~1,440



t1 : 加害木, t2 : 被害木, h0 : 加害木の樹高  
 $\theta$  : 傾斜角, d : 斜距離, p : 接触位置  
 h1 : 高低差, h2 : 接触高, h : 落下距離  
 $h = h_0 - d \sin \theta - h_2$

図一四 接触までの落下距離

る伐倒木が被害木に衝突するまでの位置エネルギーは、落下距離と質量を表現する材積とに何等かの相関々係があることが予想される。落下距離は図一四のように計算できる。伐倒方向別の落下距離ならびに落下距離と材積の積を表一九に示す。表一九から落下距離は斜面下方に向うほど大きいが、最大値と最小値の比は2倍以下にとどまっている。これは、被害木と接触する高さが伐倒方向が斜面下方になるほど高いことに理由があると思われる。ただし落下距離と加害木材積との積すなわち衝突時のエネルギーに近い値の比は、斜面傾斜角30度での落下距離比と良く合っている。斜面の上下別にみた被害長の差の検定では(上方53.1

表一九 伐倒方向別の落下距離等

伐倒方向	(1)落下距離 (m)			(2)加害木材積 (m³)			(1)×(2) (m·m³)		
	平均	偏差	範囲	平均	偏差	範囲	平均	偏差	範囲
真上	8.0	2.45	5.1~10.6	0.266	0.1124	0.140~0.355	2.1	0.59	1.5~ 2.8
斜め上	10.0	3.69	5.8~16.6	0.416	0.2085	0.150~0.706	3.4	3.13	1.7~11.7
横	12.0	2.65	8.1~16.9	0.356	0.2405	0.102~1.006	4.1	2.44	1.7~11.1
斜め下	13.8	3.59	6.0~19.2	0.359	0.2110	0.086~0.789	5.3	3.34	1.1~14.3
真下	14.8	3.83	8.9~20.6	0.439	0.2400	0.173~0.828	6.8	4.67	3.2~17.0
こみ	12.6	3.81	5.1~20.6	0.374	0.2135	0.086~1.006	4.9	3.34	1.1~17.0

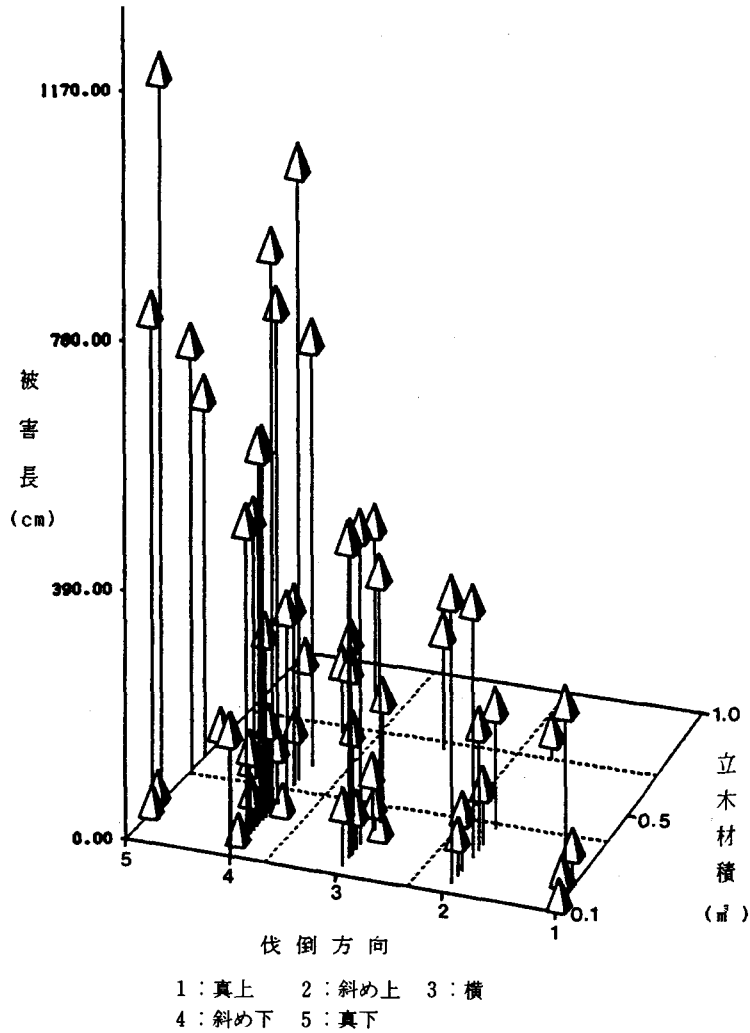


図-5 伐倒方向と加害木の立木材積からみた被害長の関係

cm, 下方 215.5 cm, 差 162.4 cm,  $t$  値 1.685, 自由度 44, 有意水準 0.099) 10%水準で有意となり, 伐倒方向別の被害率や被害長から斜面上方と下方では差があるといえる。また被害長を伐倒方向別と落下距離・加害木の材積との関係を図示すると図-5<sup>5)</sup>となり, 被害長に影響を及ぼさず伐倒方向と加害木の材積との関係がある程度読み取れる。

樹高が 17 m, 胸高直径が 25 cm 程度のスギ人工木を斜面の上に倒すのは, くさびを使用すれば比較的容易であろう。ここで斜面の下方に倒した立木を上方に倒したと仮定した場合に, 被害本数は下方に倒した場合に比較して減少することが予想される。全伐倒木の伐倒方向の資料が無いため伐倒方向別の被害率は推定できないが, 伐倒方向別にみた 3 m 無被害材の本数比率は推定できる。斜面上に倒した場合の本数比率から, 追い上げ長 100 cm 以内

表-10 追い上げによる3m無被害材の採材可能本数の伐倒方向別にみた変化

伐倒方向	追い上げ長(cm)			採材不可能	計
	0	~ 100	~ 300		
1) 調査結果(実数)					
加算本数 斜面上方	9	3	1	13	
(比率%)	69.2	23.1	7.7	100.0	
斜面横	7	4	2	13	
斜面下	16	11	6	33	
合計	32	18	9	59	
実質の被害本数	27	9			
被害率(%)	4.7				
-----					
2) 斜面上方への伐倒のみと仮定した場合の本数					
加算本数	41	14	4	59	
実質の被害本数	18	4			
被害率(%)	3.1				

の実質的な保残木の被害数を推定したのが表-10である。この表-10から、斜面横ならびに下方への伐倒を上方にするだけで、100 cm 以内の追い上げで実質的な無被害材が32本から41本と9本の追加となり、採材不可能材も9本から4本に減ずる。その結果追い上げ長100 cm 以内で、被害木59本のうち実質的な被害木は18本となり、斜面上方への伐倒により保残木の実質的な被害率も4.7%から3.1%に減ずることになる。

### (3) その他の要因

その他の要因が被害長にどのような影響を及ぼすかについて、数量化分析I類<sup>9)</sup>で検討

表-11 数量化理論I類による被害長に影響を及ぼす要因の分析

アイテム	カテゴリー	カテゴリー値	偏相関係数
被害種	剥皮	-97.5	0.827
	遊皮	-7.7	
	折損	669.2	
伐倒方向	斜面上方	-182.4	0.596
	横	11.9	
	下方	129.9	
加害木の胸高直径(cm)	14 ~ 22	-67.0	0.355
	24 ~ 28	-37.4	
	30 ~ 36	72.9	
加・被害木の根元距離(m)	3 ~ 8	17.3	0.216
	9 ~ 12	50.9	
	13 ~ 20	-65.8	
重相関係数			0.878

した。要因として被害の種類、伐倒方向、加害木の胸高直径、被・加害木間の根元距離を検討した。分析結果を表-11に示す。重相関係数が0.878で観測値に対する回帰平面の当てはまりは良いといえる。被害長に及ぼす影響の程度は、偏相関係数から被害種が大きく、つづいて伐倒方向、胸高直径、根元距離の順となっている。人為的に操作できる伐倒方向が高い影響力を及ぼすことは、被害を少なくする方法を示唆するものと考えてよい。アイテム内ではカテゴリ一値から推定して、被害種では折損が極度に大きく、伐倒方向では下方が、胸高直径では大きくなるほど、また根元距離では9 mから12 mで、それぞれ被害長が大きい。

#### ま と め

保残木の被害を少なくする最大の方法は、保残木と伐倒木との衝突を少なくすることである。しかし立木の間隔2.6 mの林分で樹高17 m前後の立木を数百本も伐倒する際には、他の立木との接触は避けられない。そのため、仮に接触しても被害を少なくする方法として、伐倒方向を斜面上方とすることが有効であることが明かとなった。以上のことから、保残木の本数被害率は10%程度であるが素材の利用面からみた実質的な被害は5%程度であり、伐倒方向を斜面の上方にすれば被害率は3%程度まで少なくできることが明らかになった。したがって、伐倒方向を斜面上方にしよう努めれば、上木の伐倒作業に伴う保残木の被害は複層林施業をおこなううえで特に大きなマイナス要因とはならないと思われる。次期施業時では保残木の本数は、この調査時の約半分の800本/ha以下の林分が対象になるので、保残木にこれ以上大きな被害を与えることはないと考えて良い。

それに替って、今期伐採後の樹下に3,000本/ha以上植栽し、20年後の樹高が5 m近くになっている樹下植栽木が上木伐採によって受けるであろう被害が問題となることが予想される。

#### 引 用 文 献

- 1) 淡 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—林内照度と樹下植栽幼樹の生長—。北大演研報，46(1)，83-109，1989。
- 2) 前田万寿郎：複層林施業における選木方法について。試験年報，北大演習林，106-109，1983。
- 3) 所 保夫：植栽木の熊による剥皮被害の被害後における成長の推移。技術研究，東京営林局，8，315-356，1957。
- 4) 渡辺弘之・登尾二郎・二村一男・和田茂彦：芦生演習林のツキノワグマとくにスギに与える被害について。京大演報，41，1-17，1970。
- 5) 市川伸一・大橋靖雄：SASによるデータ解析入門。東大出版会，pp 241，1987。
- 6) 三宅一郎・中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎：SPSS統計パッケージⅡ解析編。東洋経済新報社，pp 318，1977。

### Summary

Experimental work has been carried out to convert Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. DON) and Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa* ENDL.) artificial forests to multi-storied forests in the Wakayama Experiment Forest, Hokkaido University, since 1981. The forests used are about 50 years old having been planted in the 1930's. Before the conversion program they had a stand volume of 550 m per hectare, a density of 1,500 trees, with the trees having an average height of 17 m and an average D. B. H. of 25 cm. They have been selectively cut to about 40 % of the stand volume, and the seedlings of Japanese cedar or Japanese cypress have been planted to make the multi-storied forests. However, the peeling-off of bark well stem-and branch-breakage occurred when some of the trees which were excluded from the cutting program were struck by the trees being felled.

This paper deals with the analysis of the injury caused when the selective cutting program was conducted in 1982 and describes methods for decreasing the damage.

The results of the investigation are summarized as follows: 59 trees were injured among the 575 trees left standing in the experimental plot, accounting for about 10 % of the total. It was found that the extent of injury was greatly influenced by the direction of felling and the position of the standing trees because the stand was situated on a steep slope. When the position of the standing trees was right-up, diagonal-up, right-side, diagonal-down or right-down, the injury ratio was observed to be 1:3:9:10:13, respectively. When the standing trees were examined minutely as to whether the injured trees could be used for lumbers in Japanese houses, the actual injury rate was discovered to be about 5 % in the stading trees.

It is possible to decrease the rate of injury by turning the felling direction toward the up-side. In this case, the injury rate would probably be decreased to 3 %.