

過密人工林の間伐

－研究成果と行政の取り組みに関する事例集－

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
「過密人工林における間伐手法研究会」

2008年2月

目 次

はじめに

研究成果

01. カワイダニスギのシステム収穫表の調製（富山県）	1
02. 91年生の無間伐ヒノキ林の林分構造と成長経過（岐阜県）	3
03. 過密天然アカマツ林で行った強度間伐（長野県）	5
04. スギの過密林における列状間伐後の気象害とその後の成長（千葉県）	7
05. サンプスギ林における形状比と気象害の関係（千葉県）	8
06. 複層林誘導伐後の高齢級スギ人工林の風害（新潟県）	9
07. 間伐後のヒノキ林に発生した冠雪害（岐阜県）	11
08. ボカスギ林の冠雪害と林木および地形要因の関係（富山県）	13
09. ボカスギ立木密度試験地の冠雪害（富山県）	15
10. ボカスギ間伐試験地の冠雪害（富山県）	17
11. ボカスギの冠雪害に対する間伐効果（富山県）	19
12. スギ林分内における間伐率差と冠雪被害率との関連性（栃木県）	21
13. 富山県西部のスギ林における冠雪害危険度分布図（富山県）	24
14. 岐阜県のスギ人工林における冠雪害危険度図（岐阜県）	25
15. カワイダニスギ林における冠雪害の危険度推定システムの作成（富山県）	27
16. スギ、ヒノキ、アカマツ人工林における表土流亡量の評価（岐阜県）	29
17. 表土流亡の危険性に対応したヒノキ人工林の下層植生タイプ（岐阜県）	31
18. 間伐後のヒノキ人工林における下層植生の発達（岐阜県）	33
19. ヒノキ人工林におけるまきがらし間伐が下層植生の発達に及ぼす影響（山梨県）	35
20. 溪畔域スギ人工林における間伐とリター除去が実生の定着に及ぼす影響（埼玉県）	37
21. ヒノキ人工林における巻枯らし間伐（群馬県）	39

行政・現場の取り組み

01. サンプスギ（さし木スギ）過密林の管理指針（千葉県）	43
02. 治山事業全体計画に資する森林整備方針に関わる調査（茨城県）	44
03. 冠雪害の危険性に配慮した標準的間伐手法（岐阜県）	45
04. 表土流亡発生林地では間伐材で土留めを（岐阜県）	46

まとめと今後の課題	47
-----------	----

はじめに

この報告書は、関東・中部林業試験研究機関連絡協議会に設置された『過密人工林における間伐手法研究会』の報告として、参画機関が持つ「過密人工林の間伐」に関する情報をまとめたものである。

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会（15 機関が参画）では、平成 17 年度から、従来の専門部会を廃止し、提案型の研究会を設置している。本研究会は、その第 1 期生として、平成 17 ～ 19 年度の 3 年間、試行錯誤の中で活動してきた。研究会の趣旨を以下に掲げる。

間伐が必要とされる過密な人工林では、急激な間伐による気象害（冠雪害、風害）の危険性が指摘されている。こうした林分では弱度の間伐を繰り返すのが良いとされているが、現実問題としてそれを実行するのは困難である。

現在、造林補助事業や治山事業などで間伐が進められており、今後の数年間に手が入る間伐遅れ林分は多いと予想される。また、緑の雇用対策などで造林の基礎を知らない人たちを森林施業の現場に入れようとする動きもある。

そのため、気象害に対して安全でありながら間伐効果の上がる現実的な間伐手法を見だし、提示する必要性が高まっている。そこで、複数の都県が共同して取り組むことで多くの事例を集め、樹種、立地などの条件（地形、冠雪害危険度、風害危険度など）、過密度に応じた間伐手法を検討する。

研究会の具体的な活動は、年 1 回の研究会における情報交換と議論、現地検討である。研究会は岐阜県、山梨県、富山県で開催された。気象条件や造林樹種、施業法が異なる場所での現地検討によって、過密人工林の問題には普遍的なものと地域的なものがあることが再確認できた。また、他都県の事情を知ることによって、参加者それぞれに、地域的な問題についての共通の認識が持てたものと思う。このことは、それぞれが各自の地域で行う研究に、多少なりとも足しになるものと期待する。

残念ながら、研究会として「現実的な間伐手法を見出し、提示する」ことはできなかった。議論はできても、手法の妥当性を裏付けるだけの研究事例がなかったためである。その代わりとして、各機関でどんな研究が行われ何がわかったのか、また、各都県でどんな取り組みがなされているのか、情報を集めて公開することにした。この問題に関心を持つ人たちの参考に、あるいは、今後の研究につながる材料になることを期待する。

研究会幹事 岐阜県森林研究所 横井秀一

カワイダニスギのシステム収穫表の調製

富山県林業技術センター 嘉戸昭夫

1. はじめに

富山県西部の丘陵地では、56 豪雪以後、冠雪害に弱いボカスギに取って代わってカワイダニスギが盛んに造林されるようになり、現在では約 1,000ha に達した。しかし、平成 16 年の豪雪によって多くの林分で冠雪害が発生した。冠雪害の発生原因の一つは間伐の手遅れであったことから、この品種の早生型（表－ 1）という特性を考慮した林分密度管理法を早急に構築する必要がある。

最近、収穫量が間伐率や間伐回数を違えた場合にどの程度変化するかをシミュレートすることができて、より効率的な間伐方法が検討できる EXCEL 版の収穫予測システムが開発されている。これは「システム収穫表（シルブの森）」とよばれるもので、ある林齢の径級別の立木本数と樹高を入力することにより、将来の林分当りの材積、胸高断面積などの総量や胸高直径、樹高などの平均値だけではなく、径級別の立木本数や丸太本数も予測できるものである。既に、タテヤマスギやボカスギについて調製されている。

本研究では、カワイダニスギ林の耐雪性と品種特性を考慮した林分密度管理法を検討する目的で、「システム収穫表（シルブの森）」を調製した。

2. 方法

システム収穫表を調製するためには、地位指数曲線、平均直径成長曲線、直径階別の定期成長式などの係数を品種毎、地域毎に求める必要がある。

そこで、地位指数曲線と定期成長式の係数を樹幹解析資料から、平均直径成長曲線の係数を毎木調査資料から算出した。

3. 結果

冠雪害を回避するには、間伐を繰り返し行って直径成長を促すことにより、太い木に仕立てる必要がある。例えば対象地域の日最大降雪量 60cm の場合に冠雪害を受けないようにするには、15 ～ 40 年生時の間に、20 %以上の間伐を 5 回以上行う必要があり、耐雪性を高めることが容易でないことがわかった。

その例を図－ 1 ～ 5 に示した。図－ 1 は EXCEL 版「シルブの森」の「直径」シート、図－ 2 は今回算出した成長パラメータを登録した「係数」シート、図－ 3 は間伐本数の入力と間伐後の本数を予測する「間伐」シート、図－ 4 は丸太の予測本数を示す「丸太」シート、図－ 5 は予測結果を示す「グラフ」シートである。

表-1 地位指数曲線(地位別の平均樹高 m)

林齢	カワイダニスギ			タテヤマスギ	ボカスギ
	地位16	地位20	地位24	地位20	地位20
8	3.5	4.4	5.2	4.6	4.2
10	4.7	5.9	7.1	6.0	5.6
15	7.5	9.4	11.2	9.0	9.0
20	9.8	12.3	14.7	11.8	11.9
25	11.8	14.7	17.7	14.2	14.4
30	13.4	16.8	20.2	16.4	16.5
35	14.8	18.5	22.2	18.3	18.4
40	16.0	20.0	24.0	20.0	20.0
45	17.0	21.2	25.5	21.5	21.4
50	17.8	22.3	26.8	22.9	22.6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1						富山県システム収穫表《シルブの森》Ver.3.60			
2	《林分表》	直径階別本数分布表の作成				直径階別本数分布データの入力終了確認ボタン			
3									
4	※色が付いているセルにデータを入力してください。								
5	色のセルは必須のデータです。データ入力終了後に上のボタンをクリックして下さい。								
6									
7	表題	カワイダニ地位20							
8						直径階 (cm)	プロット当たり 調査本数 (本)	ha当たり 本数密度 (本/ha)	林分当たり 立木本数 (本)
9	作成記録								
10	年月日	2007/1/30				2	0	-	-
11	作成者					4	0	-	-
12						6	0	-	-
13	場所情報		度	分	秒	8	5	5.0	5.0
14	GPS緯度					10	72	72.0	72.0
15	GPS経度					12	387	387.0	387.0
16	都道府県	富山県				14	776	776.0	776.0
17	流域	小矢部				16	581	581.0	581.0
18	市町村	小矢部市				18	162	162.0	162.0
19	林班					20	17	17.0	17.0
20	準林班					22	1	1.0	1.0
21	小班					24	0	-	-

図-1 「直径」シート

対象品種=		3	
品種番号	品種	Lh	Kh
1	tateyama	1.040	0.0233
2	boka	1.090	0.0293
3	kawaidani	1.108	0.0341
		Mλ	
	品種	a	b
1	tateyama	0.1441	9.545
2	boka	0.1615	9.792
3	kawaidani	0.2219	9.114
		Md	
	品種	a	b
1	tateyama	16.265	1077.35
2	boka	18.228	1024.26
3	kawaidani	25.043	1028.70
		$q\alpha = a * H^b$	
		a	b
1	tateyama	81364	-1.528
2	boka	116951	-1.563
3	kawaidani	104543	-1.500

図-2 「係数」シート

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
6	林齢	現在	2007	15	5年後	2012	20	10年後	2017	25
7	数量比率	0.62		0.54	0.71		0.60	0.74		0.63
8	相対幹断	23.8		26.1	19.9		22.1	18.5		20.5
9	間伐率		23.2			22.1			21.6	
10	直径階	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	間伐後
11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	8	5.0	5.0	-	-	-	-	-	-	-
15	10	72.0	72.0	-	-	-	-	-	-	-
16	12	387.0	387.0	-	-	-	-	-	-	-
17	14	776.0		776.0	10.0	10.0	-	-	-	-
18	16	581.0		581.0	250.4	250.4	-	-	-	-
19	18	162.0		162.0	560.2	80.0	480.2	11.4	11.4	-
20	20	17.0		17.0	448.1	246.7	246.7	-	-	-
21	22	1.0		1.0	198.3	375.2	375.2	-	-	-
22	24	-		-	59.0	316.7	316.7	-	-	-
23	26	-		-	9.8	162.1	162.1	-	-	-
24	28	-		-	1.1	61.6	61.6	-	-	-
25	30	-		-	0.1	18.1	18.1	-	-	-
26	32	-		-	-	4.0	4.0	-	-	-
27	34	-		-	-	0.7	0.7	-	-	-
28	36	-		-	-	0.1	0.1	-	-	-
29	38	-		-	-	-	-	-	-	-
30	40	-		-	-	-	-	-	-	-

図-3 「間伐」シート

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	径級別丸太予想表					富山県システム収穫表《シル		
2								
3	市町村	小矢部市	林班	0	準林班	0	小班	0
4								
5	丸太の長さ = 4m			現在	5年後	10年後	15年後	
6	延べ寸 = 5cm		西暦	2007	2012	2017	2022	
7	本数・材積は、ha当たりの数値		林班	15	20	25	30	
8								
9	末口径 10~13cm 小計	本数/ha	743.0	260.9	347.4	432.4		
10		材積/ha	39.072	13.783	21.588	26.908		
11		市場単価	9,714	9,714	9,714	9,714		
12		市場値	379,542	133,892	209,709	261,388		
13	末口径 14~18cm 1番玉	本数/ha	18.0	1094.6	263.0	-		
14		材積/ha	1.435	104.376	34.085	-		
15		市場単価	9,792	9,792	9,792	9,792		
16		市場値	14,053	1,022,054	333,758	0		
17		2番玉以上 本数/ha	-	11.4	536.5	613.4		
18		材積/ha	-	0.928	49.141	71.960		
19		市場単価	9,792	9,792	9,792	9,792		
20		市場値	0	9,084	481,190	704,637		
21	小計	本数/ha	18.0	1106.0	799.5	613.4		
22		材積/ha	1.435	105.304	83.226	71.960		
23		市場値	14,053	1,031,138	814,948	704,637		

図-4 「丸太」シート

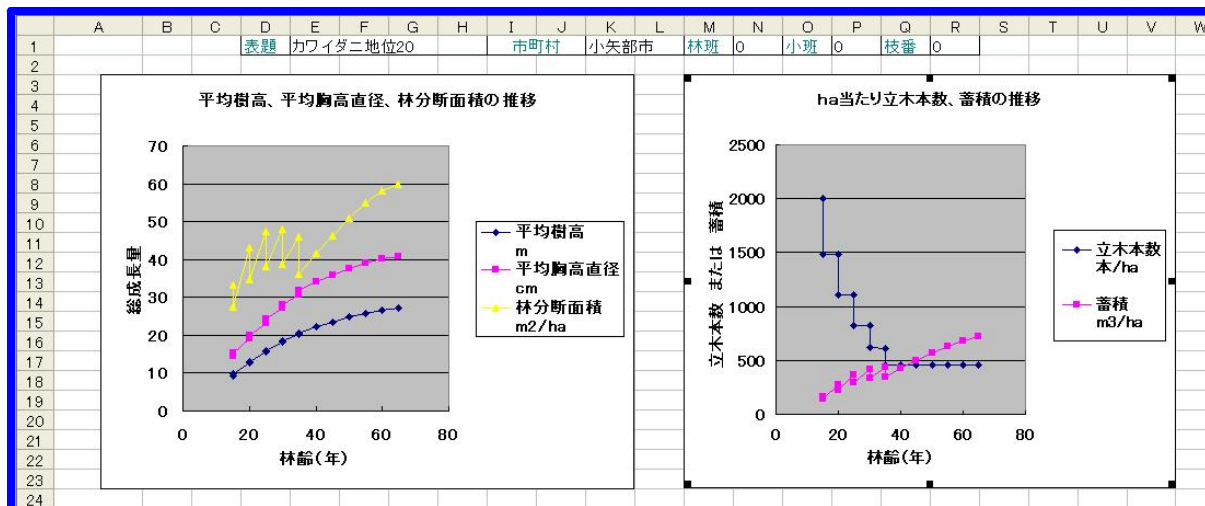


図-5 「グラフ」シート

91年生の無間伐ヒノキ林の林分構造と成長経過

岐阜県森林研究所 横井秀一・渡邊仁志

1. 研究の概要

標準伐期に達する人工林が増える中、多くの林分が、主伐されずに高齢化しつつある。その中には、十分な間伐がなされないまま推移してきた林分が多く含まれる。これらは、過密に起因する脆弱性や幹直径の細さが問題となっており、高齢化に向けての取り扱い方（とくに間伐方法）が課題となっている。

しかし、一方で、無間伐のまま推移した高齢人工林の実態は、よくわかっていない。過密人工林の取り扱い方を考える上で、その実態を把握し、評価しておくことは欠かせない。このため、無間伐で成立したとみられる 91 年生のヒノキ人工林の林分構造と成長経過を調査した。

2. 林分の概要

調査林分（図－1）は、岐阜県郡上市美並町大洞の、標高 460m の斜面中部に位置する。母岩はチャート、土壌型は Bd(d) 型、斜面方位は西向き、斜面傾斜角は 35 度である。聞き取りや現地の観察から、少なくとも最近 60 年ほどは、間伐が行われていないようである。

下層植生は、低木層に、シロモジ・ヒサカキ・サカキが多く（植被率約 90%）、草本層は乏しかった。地表面には、細根の露出や土柱・段差が目立ったことから、表土流亡が発生していることがわかった。

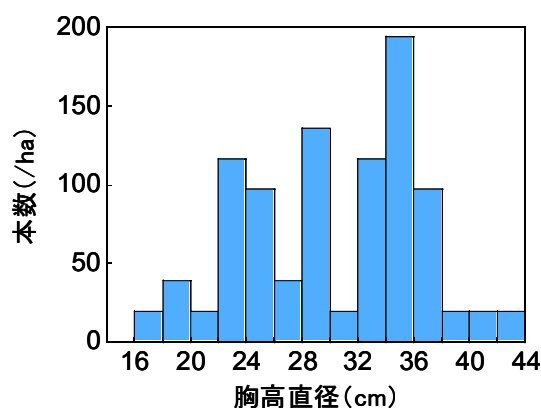


図－1 無間伐で成立した91年生のヒノキ林

3. 林分構造

調査林分の概要を表－1 に示す。劣勢木を含む平均樹高は 24.6m であり、この林分の地位級は、1 と 2 の間に相当する（岐阜県の地位級は 1：最高～ 5：最低）。本数密度は 951 本/ha で、林分収穫表における地位級 1 や 2 の 90 年生ヒノキ林の本数密度（表－2）と比較して、高密度である。平均樹冠長率は 28 % で、全体的に枝の枯れ上がりが進んでいることがわかる。

胸高直径は、変動が大きく（図－2）、平均値は 30.4cm であった。この平均値は、収穫表（90 年生）の地位級 1 や地位級 2 の平均値より小さい。ただし、胸高直径が大きいものか



図－2 胸高直径階分布

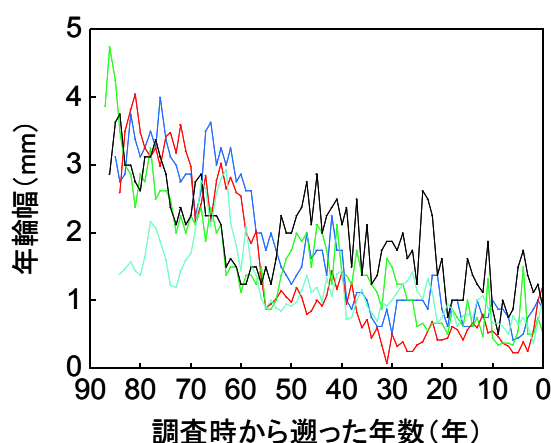
表－1 調査林分の概要

本数密度 (/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	形状比	樹冠長率 (%)	胸高断面積合計 (m ² /ha)	林分材積 (m ³ /ha)
951	30.4	24.6	17.7	83.6	28	71.9	901

表－2 胸高直径による上位木の値と収穫表の値の比較

	本数密度 (/ha)	胸高直径 (cm)	胸高断面積合計 (m ² /ha)	林分材積 (m ³ /ha)
上位23本	447	35.9	45.4	575
調査林分(91年生) 上位28本	544	34.9	52.5	637
上位35本	680	33.5	60.9	769
収穫表(90年生) 地位級1	442	37.2	50.5	665
地位級2	550	32.6	48.2	575

ら順に、収穫表の本数密度の分だけを集計すると(表－2)、胸高直径の平均値は、地位級1よりは小さいが、地位級2よりは大きくなる。林分材積についても同様に、地位級1(90年生)の本数密度に相当する447本/ha分の林分材積を、地位級1の林分材積と比較すると、収穫表より小さいが、地位級2に相当する544本/ha分では、収穫表より大きくなる。全立木の材積は、収穫表(地位級1や2)の値より、ずっと大きい。



図－3 胸高位置での年輪幅の経年変化

4. 直径成長経過

調査地内で、ヒノキ5個体(胸高直径22.4, 25.8, 29.0, 31.7, 35.4cm)を伐倒して、樹幹解析を行った。年輪幅は、年々、小さくなる傾向にあり、最近20年ほどの年輪幅は、1mm前後であった(図－3)。

5. 調査林分の評価

調査林分は、収穫表の本数密度との比較、平均樹冠長、最近の年輪幅などから、過密な状態であるといえる。年輪幅の経年変化からは、過密度合が、年々、高くなっていることがうかがえる。途中の間伐があれば、年輪幅はもっと大きくなり、保残木の胸高直径は、今よりも大きくなっていたと推察できる。

一方、優勢な個体で集計すると、胸高直径や林分材積は、収穫表の値と比較して劣ってはいなかった。劣勢個体を含めると、林分材積は、収穫表を大きく上回った。途中の間伐による収穫の有無を無視すれば、90年生時点での生産量は、調査林分が勝っている。

調査林分が無間伐で現状に至っていることは、必ずしも「間伐を行わないと人工林が途中で崩壊する」わけではないことを示している。ただし、このことが、「ヒノキ人工林は間伐しなくても大丈夫である」という根拠にはならない。本事例が、すべてのヒノキ人工林を代表するものではないからである。また、この森林がこの先も安泰であるかどうか、不明である。

間伐の意義をきちんと検討するためにも、無間伐の人工林がどのような過程で推移し、どんな森林に移行するのか、あるいは途中で森林が崩壊することがあるのかなど、明らかにしなければならないことは多い。間伐試験地の継続調査や、現実林分の調査を通じて、もっと多くの事例を集める必要がある。

過密天然アカマツ林で行った強度間伐

長野県林業総合センター 近藤道治

1. 研究の概要

長野県には除間伐による密度管理がなされないまま高密度となっている天然アカマツ林分が多い。こうした林分で健全化のために間伐を行うと、気象災害を誘発するおそれがあり、森林施業上の障害となっている。そこで、高密度林分を安全に適正密度に誘導する方法について検討した。

2. 試験方法

塩尻市（林業総合センター）の過密アカマツ林に 1999 年 3 月に間伐試験地を設定し、間伐率の異なる 3 種類の試験区（強度間伐区、普通間伐区、無間伐区）を設置した（表－1）。強度間伐区では本数間伐率 60 %（材積間伐率 45 %）の間伐を、普通間伐区では 30 %（材積間伐率 20 %）の間伐を実施した。なお、強度間伐区、普通間伐区ともに、劣勢木や形状比の高いものを中心に間伐木を選定した。試験地とした林分では、最近の間伐などの管理は行わず、立木間の競争により枯損木や衰弱木が発生していた。なお、間伐実施後の林分は、普通間伐区では林冠閉鎖したままであったが、強度間伐区では 20 ～ 30 %程度の空間が発生していた。

これらの試験地で間伐後の立木の倒伏、幹折れ、枯損などの発生を観察し、強度間伐が気象災害等の発生に与える影響を調査した。また、間伐による成長促進効果を明らかにするため 2007 年 5 月に胸高直径を測定し、間伐試験地設定時から 8 年間の成長量を試験区ごとに比較した。

3. 結果および考察

（1）気象災害の発生

調査期間中の 2001 年に松本で 64cm の記録的な大雪が、2002 年にも 44cm の大雪が発生した。また、2004 年には台風による瞬間最大風速 27.2 m/s の強風が記録された。このような気象現象に遭遇した試験地の倒伏木等の発生状況を表－1 に示した。強度間伐区では倒伏木等の本数は増加しなかったが、普通間伐区、無間伐区では多数発生した。

図－1 に無間伐区における 1999 年と 2007 年の立木健全木率を形状比別に示した。無間伐区では、形状比 120 以上で健全木の割合が著しく減少したが、80 以下では大きな変化はみられなかった。一方、強度間伐区では、間伐により形状比 100 以上の立木はほとんど間伐されていたことから、林分に大きな変化はみられなかった。このことから、過密アカマツ林で間伐を実施する際には、劣勢木や形状比の高い立木を優先的に伐採することで、強度間伐を実施しても気象災害は発生しにくいものと考えた。

（2）成長量の比較

8 年間の直径成長量を試験区間で比較した。

全立木による比較 各区の成長量の差を一元配置分散分析で確認したところ（危険率 5 %）有意であったため、フィッシャーの LSD 検定で評価した。その結果、強度間伐区の成長量が他の 2 区より有意に大きかった（危険率 5 %，図－2）。

直径上位木のみによる比較 強度間伐区の本数 42 本（560 本/ha）を比較の基準本数として、普通間伐区、無間伐区と比較した。各区の成長量の差を一元配置分散分析で確認したところ（危険率 5 %）有意差は認められなかった（図－3）。

すべての立木で比較をすると強度間伐区の成長量は大きかったが、直径上位木のみによる比較をすると成長に差がない結果となった。このことから、天然アカマツ林では、成立初期に激しい個体間競争が起き、試験地を設定した 40 年生時にはすでに優劣がついており、優勢木の成長量には差がでなかったものと考えた。

引用文献

秋田県林務部（1994）1991 年台風 19 号による大規模森林被害の実態解析と耐風性森林育林技術の検討：16-18.

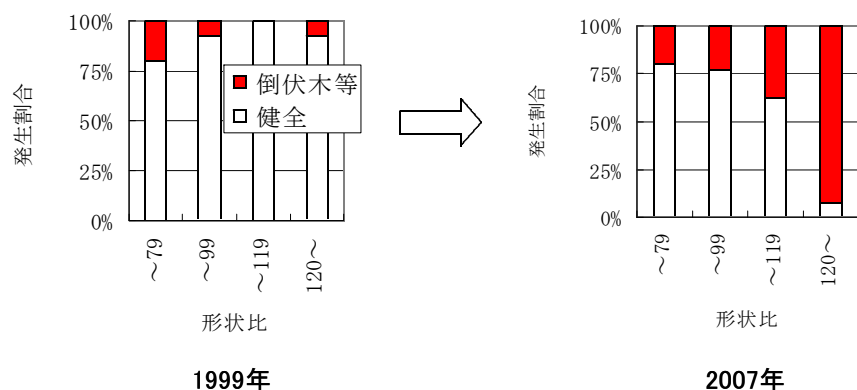
水井憲雄・畠山末吉（1984）カラマツ人工林の台風被害と耐風性．北林試研報 22：1-9.

表－1 間伐試験地の林分状況と倒伏木等の発生状況

設定年月 (経過年数)	林齢	試験区	間伐前の胸高 直径範囲 (cm)	本数間伐率 (%)	密度 (本/ha)	上層樹高 (m)	平均胸高 直径 (cm)	調査 本数 (本)	倒伏木等の 本数 (1999年)	倒伏木等の 本数 (2007年)
1999. 3 (8)	40	強度間伐	6.4～36.8	60	617	20.5	22.9	50	1	1
		普通間伐	6.0～32.6	30	1,153	20.4	20.3	87	4	18
		無間伐	6.4～36.4	0	1,689	20.2	16.5	126	6	45

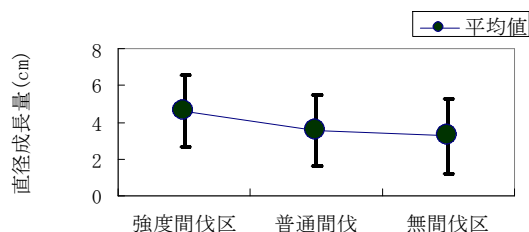
(1) 林齢, 密度, 上層樹高, 平均胸高直径, 調査本数は試験地設定直後の数値である。

(2) 倒伏木等とは, 倒伏, 幹折れ, 幹の傾斜, 梢端折れ, 枯損をいう。

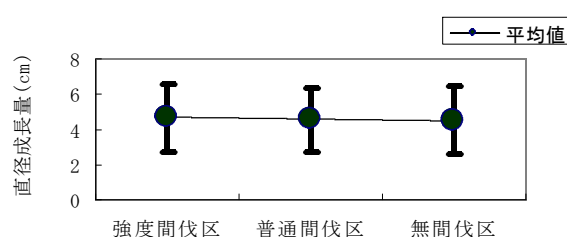


図－1 無間伐区における健全木の割合

1999年と2007年の形状比区分には同じ立木が含まれる



図－2 8年間の直径成長量の比較(各区全立木)



図－3 胸高直径上位木でみた8年間の直径成長量の比較(各区上位42本)

スギの過密林における列状間伐後の気象害とその後の成長

千葉県森林研究センター 福島成樹

1. 研究の概要

過密林を間伐した場合の気象害に対するリスクと、その後の成長を明らかにすることを目的として、形状比が高いスギの過密林において列状間伐を行い、間伐後の気象害、残存木の成長を調査した。

気象害等により倒伏枯死した個体は、間伐後 2 年間で残存木の 14 % となったが、これらは胸高直径が小さい個体が多かった。また、残存木は胸高直径が大きい個体ほど胸高直径成長量が大きくなる傾向を示した。

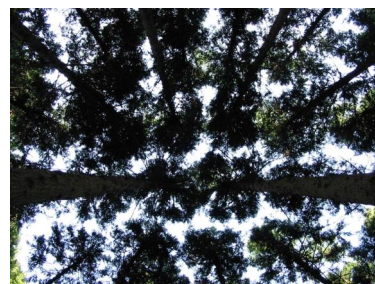


図-1 列状間伐前の樹冠

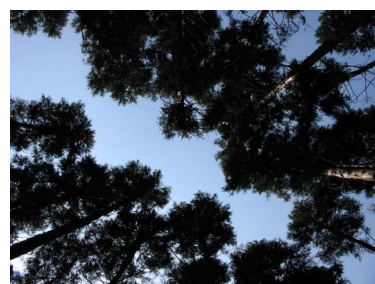


図-2 列状間伐後の樹冠

2. 調査林の状況と列状間伐の方法

調査林は、1981 年にクローンごとに列状植栽（1.8m × 1.8m, 3,086 本/ha）した品種試験林であり、間伐時の平均樹高は 14.9m, 平均胸高直径は 15.8cm, 平均形状比は 95.2 であった。

列状間伐は 2005 年 2 月に行った。伐採方向はクローンの植栽列に対して 45° の方向とし、3 残 1 伐とした。間伐により収量比数は 0.92 から 0.87 に低下した。

3. 間伐後の被害と残存木の成長

間伐後の残存個体 191 本のうち 27 本（14 %）が、間伐後 2 年以内に風害等により倒伏または枯死した。これらの個体の胸高直径は、残存木の平均 15.9cm に比べて 12.5cm と小さく（図- 3）、倒伏枯死した個体は残存列内に残った劣勢木と考えられた。

間伐後 2 年間の残存木の胸高直径成長量は、胸高直径が大きいものほど成長量が大きくなる傾向を示した（図-4）。胸高直径成長量は 0 ～ 3.2cm（平均 0.9cm）と個体による差が大きかった。胸高直径成長量を年輪幅に換算すると、0 ～ 8mm（平均 2.3mm）となり、胸高直径の大きい個体は良好に成長していると考えられた。

列状間伐の間伐本数に倒伏枯死した 27 個体を加えると減少した本数割合は 35 % となり、列状間伐の間伐率 25 % を大きく上回った。したがって、過密林に列状間伐を導入する場合には、間伐後の気象害の影響を考慮する必要があると考えられた。

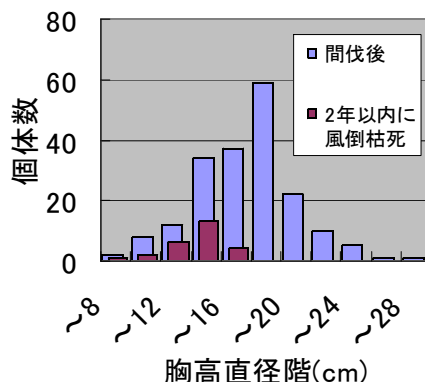


図-3 間伐後の胸高直径階別本数

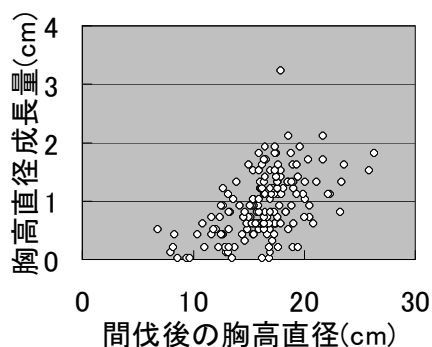


図-4 間伐後の胸高直径と成長量の関係

サンプスギ林における形状比と気象害の関係

千葉県森林研究センター 福島成樹

1. 研究の概要

過密林を放置した場合の気象害に対するリスクを明らかにすることを目的として、さし木スギのサンプスギ林の現状と気象害の履歴を調査した。

2. サンプスギ林の現状

平成 12 年に実施したサンプスギ 32 林分の林分調査の結果を図 1～4 に示した。調査林の林齢は、25～45 年生、平均樹高 17.7 m、平均胸高直径 19.2cm、立木密度は 700～3,200 本/ha、形状比は 73～124 であった。

立木密度は、ほとんどの調査林が収穫表に比べて高い値を示し、適正な間伐が行われておらず、過密状態にあることを示していた。

形状比は収穫表から計算される値よりも高い調査林が多く、32 林分中 10 林分で 100 を超える高い値を示した。

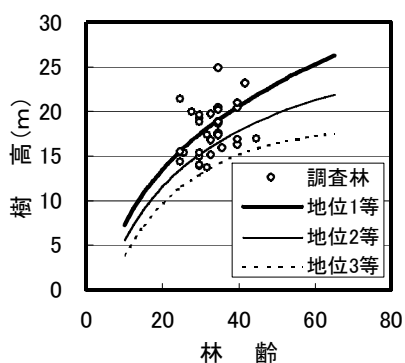


図-1 サンプスギ調査林の樹高

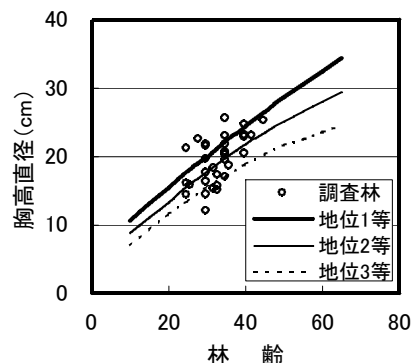


図-2 サンプスギ調査林の胸高直径

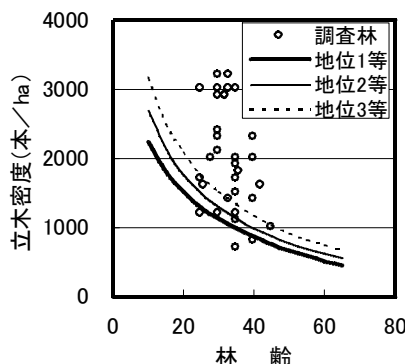


図-3 サンプスギ調査林の立木密度

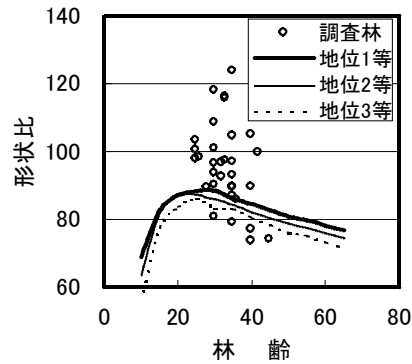


図-4 サンプスギ調査林の形状比

3. 気象害の履歴と形状比の関係

調査林のうち過去に気象害（風害）を受けたものは全体の約 3 割に当たる 9 林分であり、その立木密度の平均値は 1,944 本/ha (800～3,000 本/ha)、形状比の平均値は 100 (74～124) であった。9 林分のうち 3 林分は形状比が 90 以下、立木密度が 800～2,000 本/ha と比較的 low、これらの林分は気象害により立木密度が低下し、その後の残存木の成長により形状比が低下したと考えられた。また、形状比が 100 を超える調査林 10 林分についてみると、6 林分が気象害による被害を受けており、形状比が 100 を超える林分は非常に気象害を受けやすいことが明らかとなった。

引用文献

福島成樹 (2007) サンプスギ林の現状と今後の管理. 千葉森セ研報 2 : 37-40.

複層林誘導伐後の高齢級スギ人工林の風害

新潟県森林研究所 塚原雅美

1. 研究の概要

国内のスギ人工林では高齢級化が進み、複層林化に向けた誘導伐や択伐など、従来より高い齢級、強い強度の抜き伐り作業が事業的に進められるようになった。しかし間伐直後の林分は、間伐の行われていない林分同様風害に弱いことが知られ（諫本・高宮，1992；糸屋他ら，1992；Valinger & Pettersson，1996；吉武，2002；石塚，2005），作業林分の気象害に対する感受性・脆弱性を明らかにしないまま作業を進めることは甚大な被害を招きうる。新潟県でも2004年台風16号（T0416）により、複層林の誘導伐後2年経過した約80年生のスギ人工林に、深刻な風倒木、折損木の被害が発生した。そこで、被害状況を調査し、誘導伐の強度・作業方法・立地と被害の関連性を検証した。

2. 作業概要と被害経過

被害地は林齢80余年、平均胸高直径約35cm、平均樹高約24m、面積約1.2haの成熟林分であった。立地条件は、南から南西に向けて川に面して開いている約25度の斜面であった。

2002年に長期育成循環林施業による複層林誘導伐が行われた。切り株より推定された作業前密度は643本/ha、作業後密度は330本/haで、材積率、本数率ともに推定約50%程度と強めの抜き伐りが行われたと考えられる。集材のため林縁の一部も伐採されていた。

2004年8月31日、台風16号による被害が発生した。主な被害は、保残木の幹折れ、根返りで、作業区域全体に認められた（図－1）。周辺のスギ人工林では単木的な被害が散見されたのみだった。

台風の強さは、被害地の最寄りの気象官署で、最低海面気圧983hpa、最大風速21.1m/sec（風向SSW）、最大瞬間風速40.2m/sec（風向S）であった。

3. 誘導伐の強度と被害傾向

作業区域内では、80本/ha、本数率23%の立木が折損した。折損木と残った木の直径を比較した結果、両者に差はなかった（図－2，ANOVA $p>0.05$ ）。

調査区を10m×10mに分割した小プロット毎の伐採率（平均 $37.9 \pm 4.1\%$ ）と、被害率（ $23.8 \pm 5.6\%$ ）には、弱い正の相関関係が認められた（Pearson $r=0.27$ $p<0.05$ ）。

また、調査区を4分割し、集材口があった1区画とその他の区画について伐採率、被害率を一元配置の分散分析によって比較した。その結果、伐採率には差がなかったが（ $p>0.05$ ），被害率は有意に集材口付近で高かった（ $p<0.05$ ）（図－3）。集材口は台風の主風方向に開き、林縁、林冠が疎開していたことで、暴風に曝され被害が大きくなったと考えられた。

すなわち保残木の形質あるいは保残木周囲の伐採率よりも、林分内での成立位置が被害率に大きく影響していたと言えた。



図－1 被害地の様子

4. 現場の知識を集約した対策が必要

風害は、個々の立木の形状や林分構造に起因するというよりも、一定の水準以上の強い風を受けた林分で発生するとされ（野田，1993），本報告でも同様の結果となった。暴風被害を考える時には地形との関連が重要（久保山ら，2003）とされるが，立地条件との結びつきは他の気象害程強くなく（Valinger & Pettersson, 1996 ; Jalkanen, 2000），被害を予見する事は非常に難しい（千葉，1993 ; Chiba, 1994）。一方で，台風の襲来は全国的に見ても増えており（久保山ら，2003），その多くの主風方向が南（石塚，2005）から西であること（※）から，少なくとも，南から西に開いた地形では暴風に曝される頻度が高いと考えられる。強度の保育間伐（択抜，複層林誘導伐を含む）では，一律な補助採択規準に従うだけでなく，過去の強風被害履歴，防風林帯の有無，集材口方向など，現場の知識・技術を集約した対応が必要である。

引用文献

千葉幸弘（1993）1991 年台風 19 号によるスギ林木の折損被害発生機構の解析．日林誌 75 : 372-374.

Chiba, Y. (1994) A mechanistic analysis of devastating damage by typhoons in sugi plantations in terms of stem breakage. J. Jpn. For. Soc. 76 : 481-491.

糸屋吉彦・中村松三・小野寺弘道・大原偉樹・石田秀雄・保坂明雄（1992）1991 年台風によるスギ人工林被害と林分構造－秋田県森吉町，五城目町，大内町の事例から－日林東北支誌 44 : 115-116.

諫本信義・高宮立身（1992）1991 年 9 月台風 19 号に発生した大分県における森林被害の要因解析．大分県林試研 18 : 11-43.

石塚森吉（2005）長伐期育成循環施業に対応する森林管理技術の開発．林野庁大型プロジェクト研究成果，pp160，林野庁，東京．

Jalkanen, A. and Mattila, U. (2000) Logistic regression models for wind and snow damage in northern Finland based on the National Forest Inventory data. Forest Ecology and Management 135 : 315-330.

久保山裕史・鄭躍軍・岡裕泰（2003）主要な森林気象災害の林齢別被害率の推定と考察，日林誌 85 : 191-198.

野田亮（1993）1991 年台風第 17・19 号による福岡県の森林被害．森林立地 35 : 50-59.

Vslinger, E. and Pettersson, N. (1996) Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. Forestry 69 : 25-33.

吉武孝（2002）長伐期林と気象害．（長伐期林の実際－その効果と取り扱い技術－，桜井尚武編著，173pp，科学技術振興所，東京），64-68.

※気象庁ウェブサイト 台風の知識

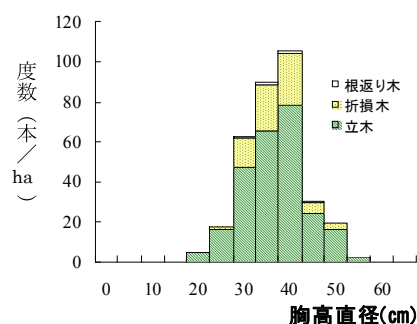


図-2 被害木の直径分布

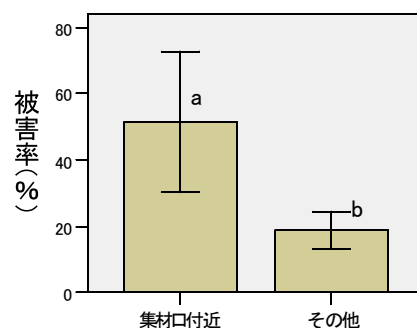
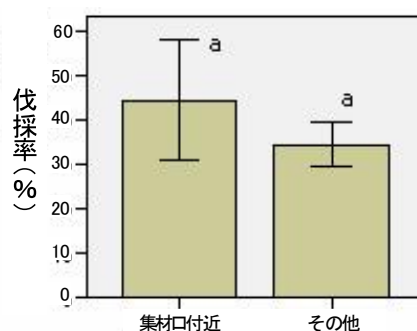


図-3 小区画の集材口からの位置による伐採率，被害率の平均値の差

間伐後のヒノキ林に発生した冠雪害

岐阜県森林研究所 大洞智宏・横井秀一，岐阜県林政課 井川原弘一

1. 研究の概要

過密になったヒノキ人工林では，気象害の危険性が高くなる（藤森，2005）ことや，林床植生の減少による土壌流亡（赤井，1977）などの問題が発生している。このため，多くの林分で早急な間伐の実施が求められている。その一方で，過密な林分の間伐直後は，冠雪害の危険性が高くなる（石川ら，1987）との指摘があることから，間伐は慎重に行う必要がある。しかし，過密な林分に対する間伐方法については，まだ十分に検討されていない。

2005 年 12 月上旬の降雪により，岐阜県下呂市において，過密なヒノキ人工林（40 年生）に間伐を実施し数年経過した林分で，冠雪害が発生した。そこで，過密なヒノキ林での間伐方法を考える上での資料とするため，調査を実施した。

2. 林分構造

被害林分（図－1）に約 0.1ha の調査区を設置し，調査区内のヒノキ全個体について，胸高直径，樹高，枝下高，伐根数，被害形態を調査した。

調査林分の概況を表－1 に示す。調査時の立木密度は 950 本/ha であった。平均樹高は 18.2m で，これは，岐阜県のヒノキ人工林林分収穫表（岐阜県林政部，1992）における地位 1（5 段階で最も良い）に相当した。また，収量比数は 0.82 であった。

間伐前の立木密度は，調査時の立木本数と伐根数から 2274 本/ha，本数間伐率は約 58 % と推定された。ヒノキ人工林林分収穫表（岐阜県林政部，1992）から間伐前（38 年生時）の平均樹高を 17.6m と仮定すると，間伐前の収量比数は 0.95 と推定された。



図－1 被害林分風景

3. 被害の特徴

調査区内の被害率は 56 % であった。被害形態別にみると，根返りが 1 %，幹折れが 32 %，幹曲がり が 22 % であった。

胸高直径階ごとの被害形態を図－2 に示す。被害木の割合は，胸高直径が大きいほど小さかった。幹曲がりは，胸高直径が大きいほど少い傾向があった。樹高階ごとの被害形態を図－3 に示す。樹高と被害形態には，明瞭な関係はみられなかった。形状比階ごとの被害形

表－1 調査林分の概況

	立木密度 (本/ha)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均形状比	収量比数	伐根数
間伐前	2274 ¹⁾	—	17.6 ²⁾	—	0.95	—
調査時	950	17.6	18.2	104.8	0.82	1324
健全木	422	18.8	17.8	96.4	—	—
被害木	528	16.7	18.5	112.3	—	—

1)被害前立木密度と伐根数から推定

2)ヒノキ人工林林分収穫表から推定

態を図－ 4 に示す。被害木の割合は、形状比が高いほど高かった。幹折れの割合は、形状比が高いほど高い傾向があった。幹曲がりの割合も、形状比が高いほど高い傾向がみられた。しかし、形状比 130 以上の個体には、幹曲がりがみられなかった。

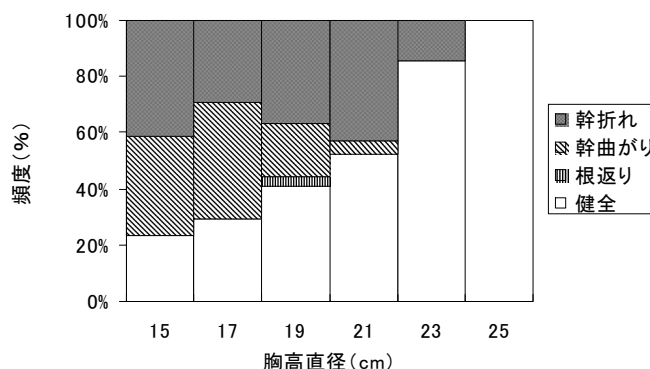
これらのことから、直径が小さく形状比が高い個体が被害を受けやすかったことがわかった。スギでは、形状比の高い個体ほど冠雪害が発生しやすい（藤森，1983）といわれており、ヒノキにおいても、同様であると考えられる。

4. 間伐と冠雪害の関係

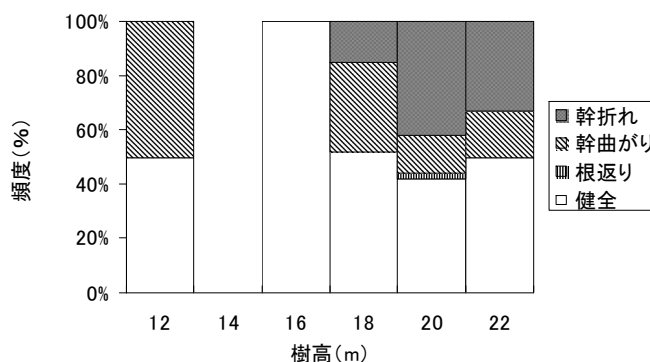
石川ら（1987）は、過密な林分の間伐を施すと、間伐後しばらくはお互いの支えを失うとともに風当たりが強くなり、冠雪害の危険性が高まることを指摘している。本調査林分は、間伐前の収量比数が 0.95 と高く、過密な状態であったといえる。今回の冠雪害については、間伐の実施によって誘発された可能性が考えられる。しかし、調査地周辺のヒノキ林には、間伐後であっても、大きな被害が発生していない林分もあった。間伐と冠雪害発生との関係は、無被害林分を含めたより多くのデータを集め、地形など他の要因の影響と合わせて検討する必要がある。

引用文献

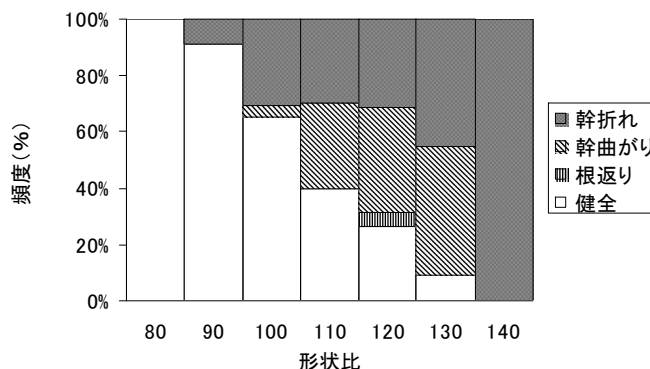
- 赤井龍男（1977） ヒノキ林の地力減退問題とその考え方．林業技術 419：7-11.
- 藤森隆郎（1983） 雪害．（スギのすべて．坂口勝美監修，629pp，全国林業改良及協普会）380-395.
- 藤森隆郎（2005） 間伐はなぜ必要か．森林科学 44：4-8.
- 岐阜県林政部（1992） ヒノキ人工林の林分収穫表・林分密度管理図．25pp.
- 石川政幸，新田隆三，藤森隆郎，勝田征（1987）冠雪害－発生のおくみと回避法－．101pp，林業科学技術振興所.



図－2 胸高直径ごとの被害形態



図－3 樹高ごとの被害形態



図－4 形状比ごとの被害形態

ボカスギ林の冠雪害と林木および地形要因の関係

富山県林業技術センター 嘉戸昭夫

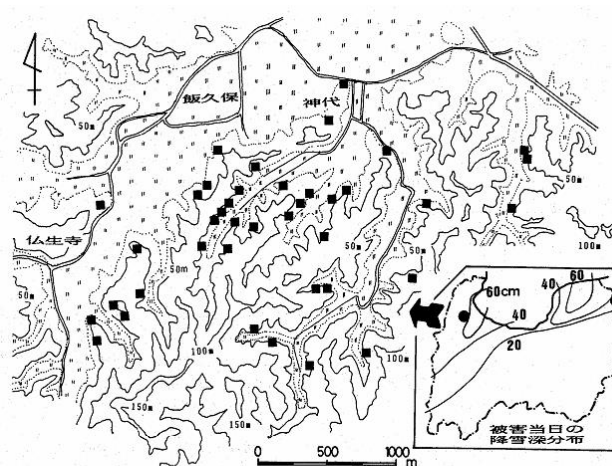
1. はじめに

樹木の冠雪害は樹冠に付着した冠雪荷重によって折損する災害である。この災害の危険度は北陸地方、なかでも富山県西部の里山が高いとされている（佐伯・杉山，1965）。このような地帯に造林されているボカスギ林を冠雪害から守るには、まず冠雪害の発生に関連する林木要因や地形要因を明らかにして、この結果を参考に防止対策を講ずるべきであろう。

そこで、冠雪害に被災したボカスギ林を対象に被害調査を行い、冠雪害の発生と関連性が高い林木要因について検討した。

2. 方法

調査地は 1985 年 12 月 16 日から 17 日にかけて被災した氷見市仏生寺・神代地区（約 600ha）のボカスギ林である（図－1）。被災時には、多量の湿雪（降雪水量 55mm，気温 $-3 \sim 0^{\circ}\text{C}$ ）が風（平均風速 $4 \sim 8\text{m}$ ）を伴っていた。低気圧の通過に伴って風向が南西→北西→北東と変化した。この地区に 40 箇所の調査プロット数を設け、被害調査や毎木調査を行った。調査プロットの大きさは $20 \times 20\text{m}$ を基本とし、面積の狭い林分 11 箇所では $15 \times 20\text{m}$ とした。これらの標高は $10 \sim 100\text{m}$ で、平均は 36m と低い。林齢は $18 \sim 40$ 年生で冠雪害を受け易いとされる齢級である。



図－1 調査地

これらの標高は $10 \sim 100\text{m}$ で、平均は 36m と低い。林齢は $18 \sim 40$ 年生で冠雪害を受け易いとされる齢級である。

各調査プロットの本数被害率を従属変数とし、林木要因と地形要因を独立変数として数量化 I 類を用いて解析し、本数被害率と各要因との関連度を偏相関係数により表わした。偏相関係数は他の要因の影響を取り除いた場合における関連度を示すもので、その値は $0 \sim 1$ の範囲で変動し、1 に近いほど関係が密接であることを示す。

解析に用いた林木要因は、林齢、平均樹高、平均胸高直径、平均形状比、立木密度および収量比数である。地形要因として斜面方位、地形開放度、斜面傾斜角、土壌の深さを取り上げた。なお、地形開放度とは周囲がその地点より高い山で囲まれていない水平角度のことで、 180 度以下であれば谷状あるいは凹地形、 180 度以上であれば尾根状あるいは凸地形と見なすことができる。また、平均形状比、平均樹高、平均胸高直径を同時に解析するばあいには三者が閉じた関係になるので、平均形状比だけの場合と平均樹高と平均胸高直径の場合に分けて解析した。

3. 成果

表－1 に、本数被害率と林木および地形要因の関係についての解析結果を示した。なお、表中のスコアは被害率を表わしており、負の大きな値ほど被害率が低く、正の大きな値ほど被害率が高い。

偏相関係数が高かった林木要因は解析 1 で平均形状比と収量比数であり、解析 2 では立木本数と収量比数であった。平均形状比は立木密度が高い林分ほど大きくなる傾向がある。このような傾向は、立木本数の偏相関係数が形状比を加えた解析 1 では低かったのに対し、これを除いた解析 2 において高くなったことから推測される。また、収量比数は林分密度管理図における立木密度と林分材積の関係を表わす指

表-1 本数被害率と林木および地形要因の関係

	要因	カテゴリー	林分数	解析1		解析2	
				スコアー (%)	偏相関係数	スコアー (%)	偏相関係数
林木要因	林齢 (年)	～25	16	-1.685	0.095	-3.316	0.230
		～30	15	-0.055		-1.607	
		31～	9	2.904		8.574	
	平均樹高 (m)	～15	6			-0.850	0.390
		～20	27			5.107	
		21～	7			-18.971	
	平均直径 (cm)	～25	10			-14.059	0.358
		～30	20			5.424	
		31～	10			3.211	
	平均形状比 (m/m)	～65	14	-15.573	0.554		
		～70	13	1.833			
		71～	13	14.938			
立木本数 (本/ha)	～800	13	-0.838	0.037	-18.203	0.592	
	～1200	19	-0.218		1.077		
	1201～	8	1.880		27.022		
収量比数	～0.65	19	-1.290	0.459	1.029	0.582	
	～0.85	15	-7.272		-9.329		
	0.86～	6	22.267		28.694		
地形要因	斜面方位	N	13	-15.947	0.490	-12.394	0.427
		E	9	5.821		13.614	
		S	6	14.570		7.673	
		W	12	5.625		-0.620	
	地形開放度 (度)	～90	25	7.238	0.454	10.750	0.509
		～180	10	-14.825		-18.415	
		181～	5	-6.537		-16.920	
	斜面傾斜度 (度)	～20	13	-6.446	0.332	4.271	0.321
		～30	15	8.775		4.945	
		31～	12	-3.987		-10.808	
	土壌A層 (cm)	～30	10	4.217	0.122	-5.280	0.206
		～50	19	-0.313		-1.376	
51～		11	-3.293	7.176			
定数項				44.625		41.625	
重相関係数					0.799		0.810

標であり、この値が大きい場合には過密であることを示しており、その値が 1 の場合には最多密度線に一致する。

このように、平均形状比、収量比数および立木本数は何れも林分の立木密度と関わりのある要因であり、これらの値が大きいほどスコアの値も大きいこと、すなわち冠雪害の被害率も高くなる傾向が見られた。偏相関係数が高かった平均形状比に注目すると、その値が 65 以下の場合にスコアが -15.6 であったのに対し、71 以上の場合には 14.9 であった。したがって、冠雪害の防止対策としては、平均形状比を 65 以下になるように立木密度をコントロールすることが望まれる。そうなれば、計算の上では冠雪害の発生を約 30 %も減らすことができる。

なお、平均形状比は平均樹高に対する平均胸高直径の比であるが、本数被害率と平均樹高および平均直径の間の偏相関係数はいずれも平均形状比ほど高くなかった。この結果から、冠雪害の発生は林木の形状と密接な関連性があるが、林木の大きさそのものとはあまり関係がないことも示唆された。

また、地形要因との関係では、風下側斜面（S、南向き）や地形開放度が小さい斜面（谷状あるいは凹地形）で被害率が高いこともあわせて明らかになった。なお、本調査地と異なって風向が一定の強風下で被災した事例では、地形要因が林木要因よりも被害率と密接な関係にあった。気象要因の違いによって、冠雪害の発生に関与する要因も変化するようである。

引用文献

嘉戸昭夫・平英彰・中谷浩（1992）ボカスギ林の冠雪害と林木および地形要因との関係．日林誌 74：301-307.

ボカスギ立木密度試験地の冠雪害

富山県林業技術センター 嘉戸昭夫

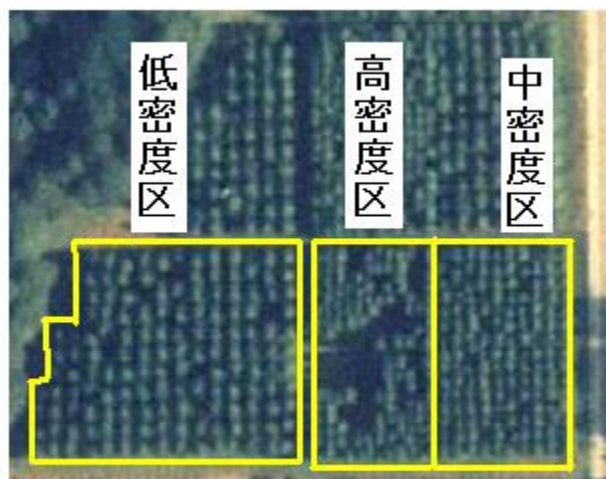
1. はじめに

富山県には数多くのスギ品種があるなかで、ボカスギは成長がすこぶる良いものの、冠雪害に弱く、冠雪害対策が不可欠なクローンである。かつて、ボカスギが電柱材生産を担っていた頃、1,000 ～ 1,500 本/ha の粗植であったとのことである。その後、様々な理由で植栽本数が2,000 本/ha に増えたために、冠雪害が一段と増加したとの指摘もある。

そこで、ボカスギ林の冠雪害と植栽本数との関係について検討するため、施業試験地を設けて林木の成長と被害状況について継続調査した結果について報告する。

2. 方法

1988 年 6 月、富山県立山町吉峰にある富山県林業技術センター林業試験場の圃場に、低密度区（植栽本数；1,500 本/ha）、中密度区（同；3,000 本/ha）および高密度区（同；5,000 本/ha）の 3 つの試験地を設定した（図－1）。各試験地の林縁木一列を除く面積は 352、380 および 352 m²である。その後、17 年生まで、直径、樹高及び冠雪害などの調査を行った。



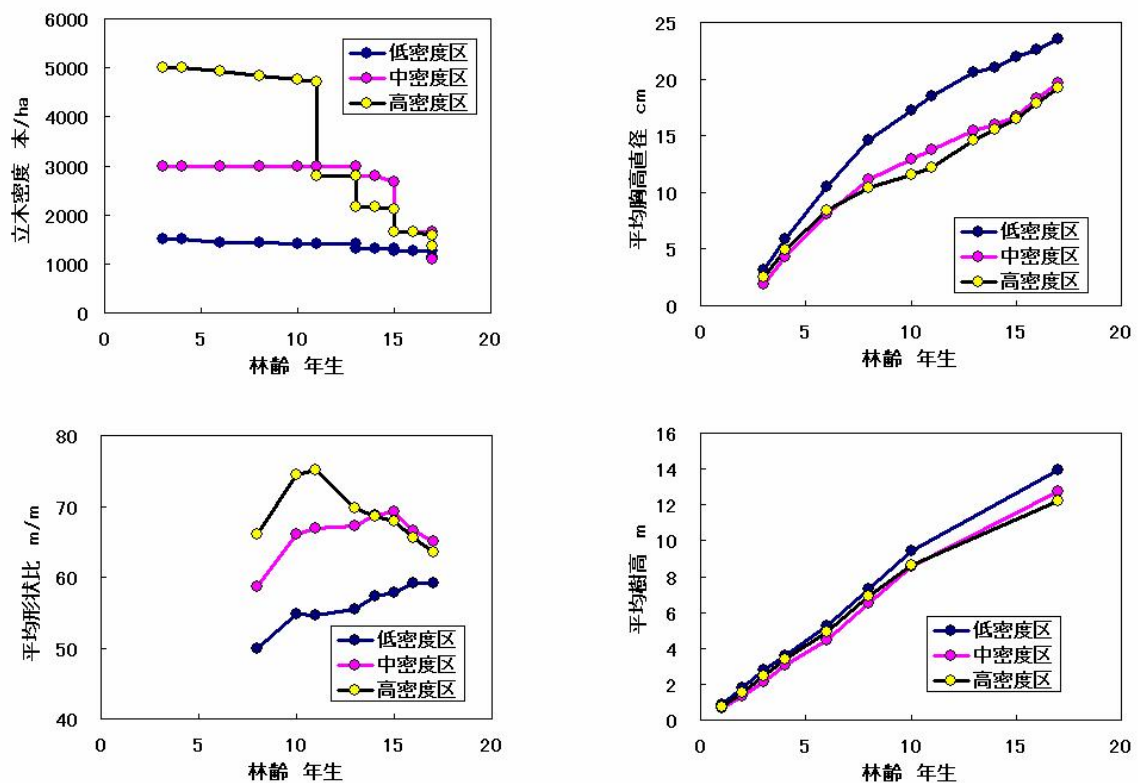
図－1 12年生時の立木密度試験地
高密度区の黒い部分は冠雪害跡地

3. 成果

各密度試験区における立木本数、平均形状比（平均樹高/平均直径）、平均直径および平均樹高の経年変化を図－2 に示した。調査期間中に本報とは別の調査のため各区においてそれぞれ 10 本程度抜き取りしたが、その他の立木本数の減少は全て冠雪害によるものであった。なお、冠雪害発生時の日降雪量は 44 ～ 65cm であった。

立木本数の減少が最も大きいのは高密度区であり、11 年生時に 40 % の立木が根返りした（図－3）。冠雪害は図－1、3 に示すように高密度区の中央部において集中的に発生した。高密度区では、冠雪害の発生がその後も続き、17 年生時までの累積被害率は 73 % に達した。中密度区は高密度区よりも 4 年遅れで冠雪害を受けはじめ、17 年生時までの累積被害率は 63 % となった。一方、低密度区は 17 年生時までの累積被害率は 15 % と少なかった。また、冠雪害が発生したときの収量比数は高密度区 11 年生時 0.89、中密度区 15 年生時 0.84 と極めて高かった。このように、冠雪害と立木密度との間には密接な関係があることが再確認された。

つぎに、立木密度と林木の成長について比較した。平均胸高直径は低密度区が最も大きかった。中密度区の平均胸高直径は高密度区のそれよりも 10 年生時頃に大きかったが、それ以外は両者の差異は小さかった。これは高密度区の小径木がより多く折損し、平均直径が大きくなったこと、直径成長が促進されたことなどによると考えられた。平均樹高を比較すると、低密度区が最も大きかった。中密度区の平均樹高は高密度区のそれとほぼ同じであった。ただし、低密度区と中・高密度区における平均樹高の差異は平均直径ほど大きくはなかった。



図－2 立木密度，平均形状比，平均胸高直径および平均樹高の経年変化

10 年生以後の平均形状比を比較すると，低密度区が常に 60 以下で低かったのに対し，中密度区は 65 ～ 69，高密度区は 65 ～ 74 であった。平均形状比が大きいほど冠雪害の危険性が高いと言われているが，本調査地でも同様の傾向が認められた。なお，低密度区の形状比は年々高くなる傾向があるので，このままの立木密度で推移すれば，近い将来，冠雪害に遭遇するであろう。今のうちから，間伐を行って形状比の上昇を抑制する必要がある。

以上のことから，降雪条件や林齢が同じ場合には，立木密度が高いほど形状比が大きくなり，冠雪害の発生率も高い傾向が認められた。このような傾向は既存の報告（石川ら，1987；嘉戸，2001）を支持するものである。



図－3 高密度区の冠雪害(11年生)

引用文献

石川政幸・新田隆三・勝田柁・藤森隆郎（1987）冠雪害－発生のおくみと回避法－. 101pp, 林業科学技術振興所，東京.

嘉戸昭夫（2000）スギ人工林における冠雪害抵抗性の推定とその応用に関する研究. 富山県林業技術センター研究報告 14：1-78.

ボカスギ間伐試験地の冠雪害

富山県林業技術センター 嘉戸昭夫

1. はじめに

ボカスギは挿し木によって容易に増殖ができてかつ成長がすこぶる良い品種であるが、冠雪害に弱い欠点を持っている。ボカスギ林を冠雪害から守るには、立木密度を低く保ち、樹冠着雪にも耐える太い木に誘導する必要がある、そのためには間伐は不可欠である。

そこで、間伐が冠雪害の軽減に有効であった施業試験の一例を紹介する。



図－1 ボカスギ間伐試験地(18年生)

2. 方法

調査林分は 1988 年 1 月初旬の降雪によって冠雪害を受けた富山県小矢部市北屋敷にある 22 年生のボカスギ間伐試験地である(図－1)。地形は平衡斜面、方位は東向き、傾斜は 30 度、標高 70m である。試験地は間伐区と無間伐区からなり、面積はそれぞれ 30 × 20m である。間伐直前の立木本数は 1,900 本/ha、材積は 230m³/ha、収量比数は 0.66 で、1983 年 4 月に本数で 27 %、材積で 24 %の全層間伐を行った。



図－2 無間伐区の被害(22年生)

3. 成果

被災時における試験地の概要を表－1 に示した。被害率を比較すると、間伐区が 1 %にであったのに対して、無間伐区は 23 %で、試験区間に顕著な差異が認められた。被害木は全て幹折れで、幹曲がりや根返りはなかった(図－2)。また、冠雪害と胸高直径の関係についてみると、被害は優勢木に少なく、中庸木、劣勢木に集中する傾向が認められた(図－3)。これは直径が大きいほど、立木の耐力も大きくなるためであろう。

つぎに生育状態を比較すると、間伐区は無間伐区に比べて、平均樹高および平均直径が大き

表-1 試験地の概要

試験区	立木本数 本/ha	平均樹高 m	平均直径 cm	平均形状比 m/m	材積 m ³ /ha	収量比数	被害率 %
間伐区	1217	14.1	19.3	73.1	253	0.62	1
無間伐区	1832	13.4	17.6	76.1	315	0.75	23

かった。冠雪害の危険度を示す指標として形状比（樹高/直径）や収量比数（林分の過密状態の指数）がよく使用され、これらの値が小さいほど冠雪害の危険性が小さいことを示すとされている。本調査地においてこれらの指数を算出した結果、間伐区は無間伐区に比べて形状比や収量比数が小さくかつ被害率が低かった。以上のことから、間伐区と無間伐区では林木の大きさや形状比が異なり、これが被害率の差異に影響をおよぼしていたと考えられた。

つぎに、試験区による林木の大きさとくに直径の差異が間伐の影響によるものか否かについて検討した。図-4 は間伐直後における期首胸高直径とその後4年間にける定期成長量の関係を示したものである。この図から、直径の定期成長量はバラツキがあるものの、間伐区の方が無間伐区よりも大きかったことがわかる。さらに、無間伐区の林木の直径定期成長量を比較すると、健全木は被害木よりも大きい傾向が認められた。

以上のことから、直径成長が良かった林木は冠雪害を受けにくい傾向があり、間伐によって残存木の直径成長を促進することが冠雪害の軽減に有効であったと考えられた。

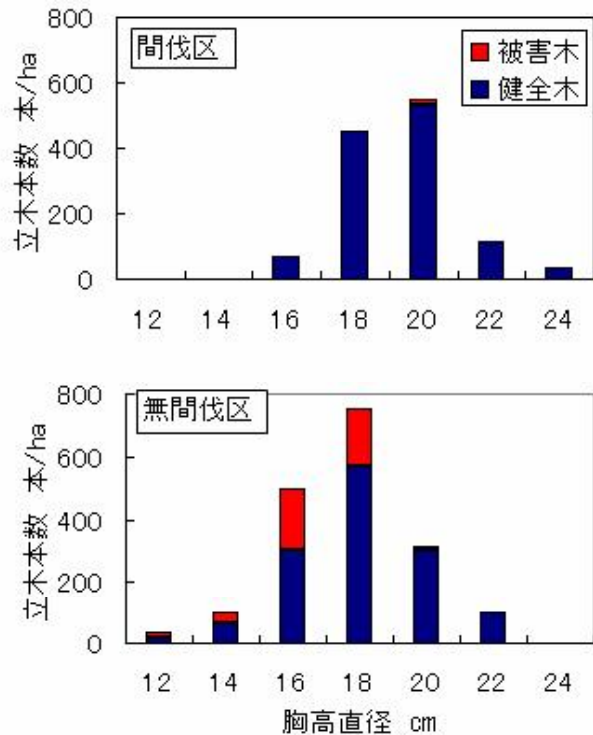


図-3 冠雪害と胸高直径の関係

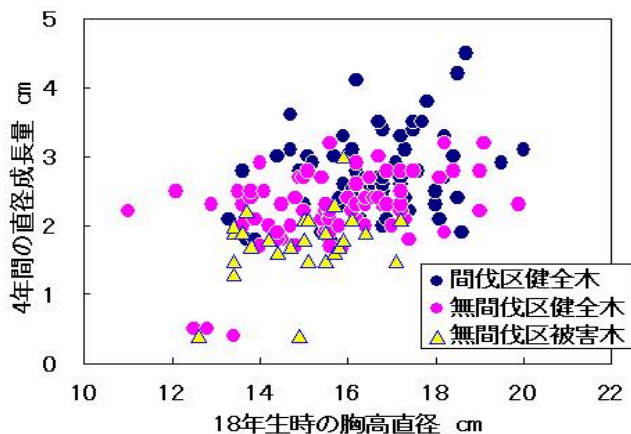


図-4 間伐後の4年間の定期成長量

4. おわりに

本調査地において間伐効果が明瞭であったのは、ボカスギの林分成長量大きい時期に間伐したからであろう。しかし、冠雪害の軽減に有効な間伐の時期や回数については、地位、林齢、間伐率、降雪量、降雪頻度など様々な要因によって変化することが考えられる。このような複数の要因を考慮した施業試験地を設けることは現実には困難である。そこで、林分成長予測システムと林木の冠雪害危険度判定システムを用いたシミュレーションによる検討も必要と考えられる。

引用文献

嘉戸昭夫（2000）スギ人工林における冠雪害抵抗性の推定とその応用に関する研究．富山県林業技術センター研究報告 14：1-78.

ボカスギの冠雪害に対する間伐効果

富山県林業技術センター 嘉戸昭夫

1. はじめに

これまでに行われたスギ林の冠雪害調査によると、冠雪害の危険度は林分間で比べると立木密度の高い林の方が低い林よりも大きく、同じ林分内で比べると劣勢木の方が優勢木よりも大きい傾向がある。これらの結果から、間伐によって林分内における林木の競争を緩和して個々の林木の直径成長を促すことができれば、冠雪害の防除・軽減に有効であることが示唆される。

冠雪害に対する間伐効果を検討する場合には、間伐割合が異なる複数の調査地を設けて行うのが最良の方法ではあるが、間伐率や間伐時期の組み合わせが多くなることや降雪時期や降雪量を制御できないなどのさまざまな制約があって実際には困難な場合が多い。

そこで、冠雪害と間伐率との関係について、林分の成長予測システムと冠雪害危険度判定システムを用いてシミュレーションによる検討を行った。

2. 方法

冠雪害の危険度は同一林分内の劣勢木と優勢木で異なることから、林分の成長予測システムとして林分の総量や平均値だけではなく直径階別本数分布も表示できることが望まれる。そこで、スギ林の成長予測にシステム収穫表「富山県シルブの森」を用いた。これは、ある林齢における直径階別の本数と平均樹高から将来の直径階別の本数と平均樹高を予測するものである。

冠雪害危険度判定システムは、力学的なモデルを基礎として、林齢、胸高直径および樹高を入力することにより冠雪害が起きはじめるときの降雪量（以下、限界降雪量と呼ぶ）を予測するものである。限界降雪量は値が大きいほど、耐雪性が大きいといえる。

シミュレーションには表-1に示した18年生のボ

表-1 シミュレーションに用いたボカスギ林

林 齢	18 年生
立木本数	1900 本/ha
平均樹高	10.8 m
平均直径	15.4 cm
蓄 積	201 m ³ /ha
収量比数	0.58
相対間距	21
地位指数	20
地 位	中

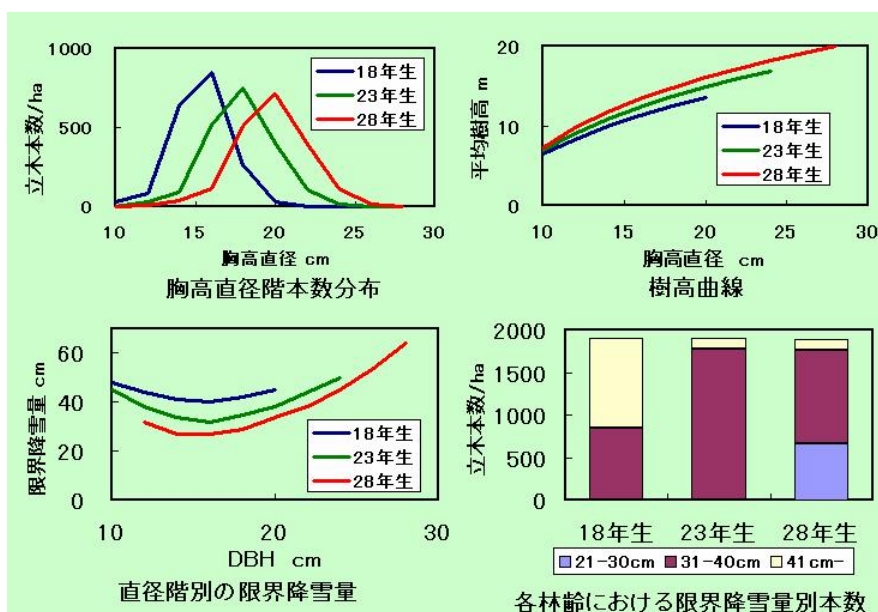


図-1 ボカスギ18年生林分が無間伐で推移した場合における直径、樹高と冠雪害危険度の予測値

カスギ林の資料を用いた。この林は 2,000 本/ha 植栽で、18 年生までに間伐は行われていなかった。なお、ボカスギは挿し木品種で、成長量が多いが、雪害に弱い特徴がある。

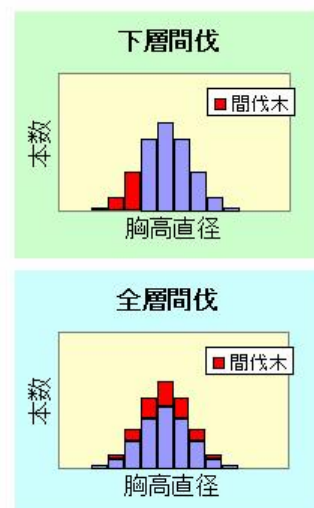
3. 成果

まず 18 年生の林分を間伐せずに推移させた場合に成長や冠雪害の危険度はどの程度変化するものか検討した。図－1 は直径階別の本数分布、樹高曲線、直径階別の限界降雪量および限界降雪量毎の立木本数などを 5 年毎に予測した結果を示したものである。なお、自己間引きはなかったものとして計算してある。この結果から、限界降雪量は直径が同じであれば林齢が増すほど大きくなる傾向があることがわかる。限界降雪量が 41cm 以上の立木の割合は 18 年生で 55 % であるのに対して 23 年生および 28 年生では 6 % と少なくかつ加齢に伴って限界降雪量の小さな立木が増加した。この結果から、間伐を行わずに推移すると、冠雪害の危険度はしだいに増加するといえる。

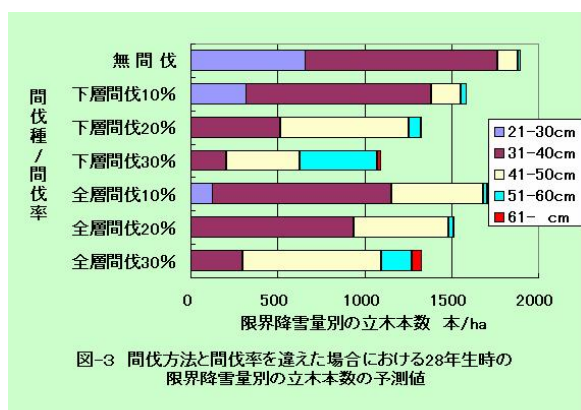
同様の解析方法を用いて、間伐方法、間伐率や間伐時期を変化させた場合における間伐効果について検討した。以下、使用した間伐方法は下層間伐（径級の小さな木を中心に伐採する）と全層間伐（各径級から伐採する）の 2 種類である（図－2）。なお、間伐率は全て材積率で示したので、間伐率が同じ場合には下層間伐の方が全層間伐よりも立木本数が少ない。

図－3 は間伐方法と間伐率を変えた場合における 28 年生時（間伐してから 10 年後）の限界降雪量毎の立木本数の予測値を示したものである。この結果から、間伐方法が同じ場合は、間伐率が高いほど限界降雪量の大きな立木がより多くなることがわかる。また、間伐率が同じ場合には、下層間伐の方が全層間伐よりも限界降雪量の大きな立木が多い傾向が見られる。これは、下層間伐は全層間伐に比べて間伐による直径成長促進効果が大きかったためではなく、限界降雪量の小さな小・中径木をより多く間伐したことによると考えられた。これらのことから、冠雪害に対する間伐効果は間伐率が高いほど大きく、間伐率が同じであれば下層間伐の方が全層間伐よりも大きいようである。ただし、ボカスギ地帯の日降雪量は 50cm を越えることがしばしばあることから、間伐効果が最も大きかった下層間伐 30 % 区でも限界降雪量 51 以上の立木割合は約 50 % であり、耐雪性の低い立木の割合が高かった。このような林分で冠雪害を回避するには、間伐回数を増やす必要があるようである。

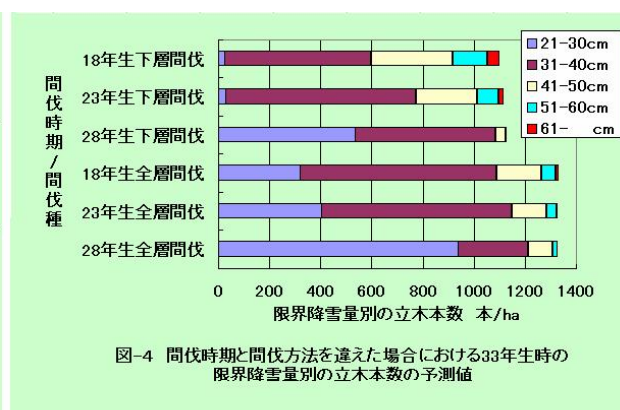
図－4 は 18, 23, 28 年生時に材積率 30 % の間伐を行って、33 年生時に限界降雪量別の本数を予測したものである。この図から、間伐方法を問わず間伐時期が速いほど、限界降雪量の大きな立木の割合が高いことがわかる。したがって、冠雪害を回避するには早めの間伐が必要といえる。



図－2 間伐方法



図－3 間伐方法と間伐率を変えた場合における28年生時の限界降雪量別の立木本数の予測値



図－4 間伐時期と間伐方法を変えた場合における33年生時の限界降雪量別の立木本数の予測値

スギ林分内における間伐率差と冠雪被害率との関連性

栃木県日光治山事務所 広澤正人

1. はじめに

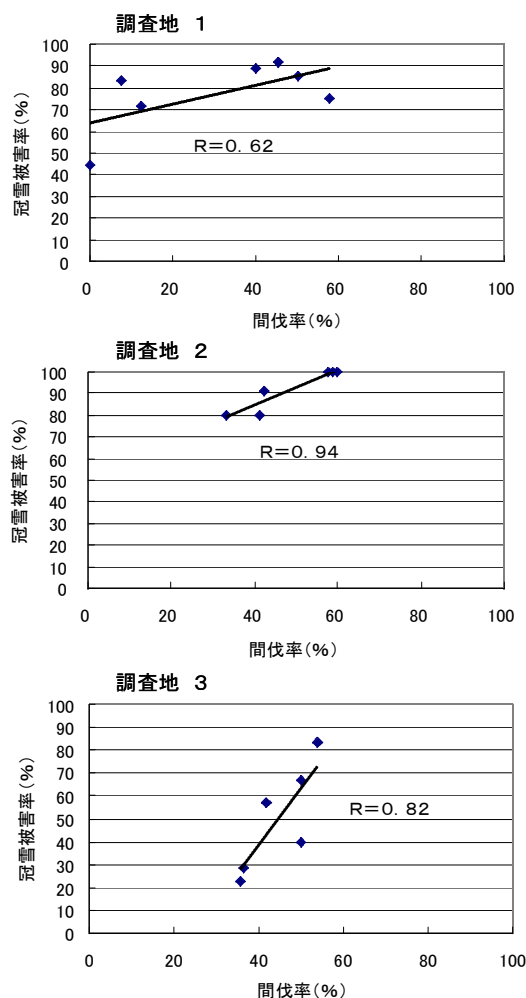
2001 年 1 月に発生した降雪により、栃木県烏山町（現那須烏山市）及び馬頭町（現那珂川町）において、スギ林分を中心に約 200ha の冠雪害林分が発生した。冠雪害は、様々な条件が重なって発生するが、中でも地形やそれに付随する微気象等が大きく影響していることが既往の報告から明らかとなっている（高橋，1977）。一方、冠雪害は林木の形状比と関係があるといわれており（藤村・小松，1976）、人工林では形状比をコントロールする手法として間伐が行われている。従って、間伐は冠雪害に対して人為的に関与している数少ない要因の一つと言えよう。間伐率は林分全体を表すのが一般的であるが、実際には同一林分内でも間伐率にかなりのばらつきがあることが予想される。そこで、間伐後間もないスギの冠雪害林分を対象に、同一林分内での間伐率のばらつきと、それに伴う冠雪被害発生率との関連性について調査したので報告する。

2. 調査方法

栃木県馬頭町において間伐直後に冠雪害が発生したスギ林分を対象に、ほぼ隣接する 3 箇所の斜面を調査林分として選び、調査地 1, 2, 3 とした。なお、調査地 1 は 34 年生、調査地 2, 3 は 40 年生の人工林分である。それぞれの調査地について水平投影面積で 10 × 10m の小プロットを各 6 箇所計 18 箇所設置した。調査地 1 は斜面に囲まれた平地内にランダムに小プロットを設置した。冠雪害は一般的には斜面上下部で被害程度に違いが生じる傾向にあることが知られている（高橋，1977）。そこで調査地 2, 3 については地形条件をできるだけ揃えるため、プロットの位置を沢筋沿いにベルト状に設定した。2001 年 1 月 30 日～3 月 8 日に全ての小プロットについて、スギ立木の間伐率・冠雪害率・被害形態・胸高直径（以下 DBH と略す，cm）・立木密度（ha/本）を調査した。なお、間伐率はプロット内における被害以前の立木数と前年度に行った間伐時の新しい切り株の数の割合により算出した。被害形態は目視で分類し、被害が重複しているものは、より甚だしいと思われる区分で代表させた。

3. 調査結果と考察

各調査地における小プロット単位での間伐率を調べると、それぞれ各調査地順に 0 ～ 58% (差



図－1 間伐率と冠雪被害率

58 %), 33 ~ 59 % (差 26 %), 36 ~ 54 % (差 18 %)の間伐率のばらつき幅があり, 10 × 10m というミクロな単位で林分をみてみると, 林分内でも大きく間伐率が変化していた。更に各調査地における小プロットの間伐率と無被害木との関係を図-1 に示す。調査地1は, 小プロット間でのばらつきが大きく, 有意な相関は認められなかった。このことは, 調査地1が他の調査地と異なり, 小プロットをランダムに設置したことや, 周囲をヒノキの生育している斜面に囲まれた沢沿いの平坦地に位置していることから, 様々な微地形の影響を受けやすいこと等が考えられた。一方, できるだけ立地条件を揃えて設定した調査地2・3は, 共に5%水準で有意な相関が認められ, 間伐直後の冠雪被害林分では, 小プロット単位の間伐率が上昇するに伴って冠雪被害率も上昇する傾向が見られた。冠雪害は林分の一部にでも被害が発生すると, 将棋倒しのように被害が拡大することが考えられる。従って, 林分全体での間伐率も施業の目安として非常に重要であるが, 林分内に冠雪害が発生しやすくなる極端に間伐率の高い部分を作らないようにすることが, 林分全体の冠雪害の発生を未然に抑えることに繋がるのではないかと考えられた。また, プロット毎の立木密度と被害木率との関係をみたところ, 今回の調査では5%水準で有意な相関は認められ

なかった(図-2)。しかし, 今回調査した3箇所ともに立木密度が低下するに伴って被害木率が上昇する傾向が若干見られた。

各調査地の被害形態を図-3 に示す。今回調査した3調査地

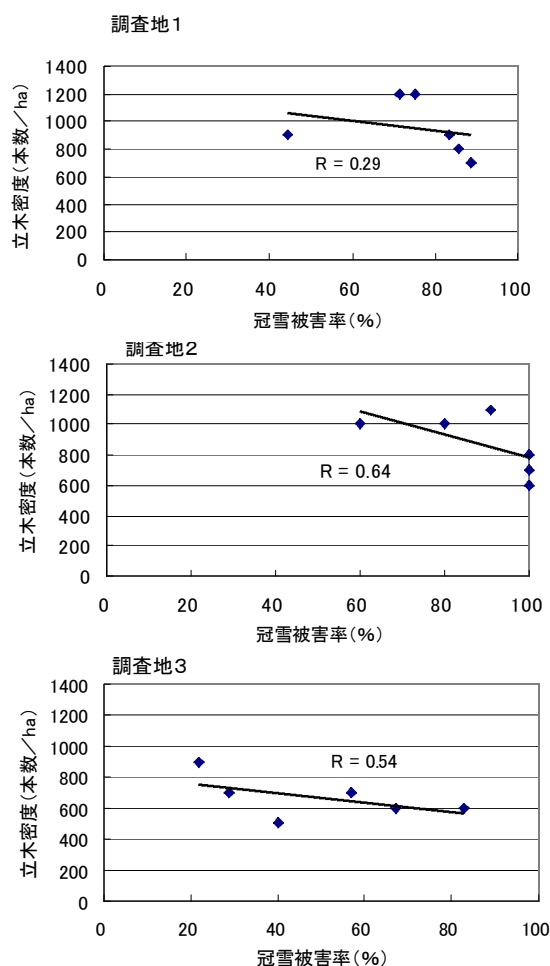


図-2 各調査地毎の立木密度と冠雪被害率

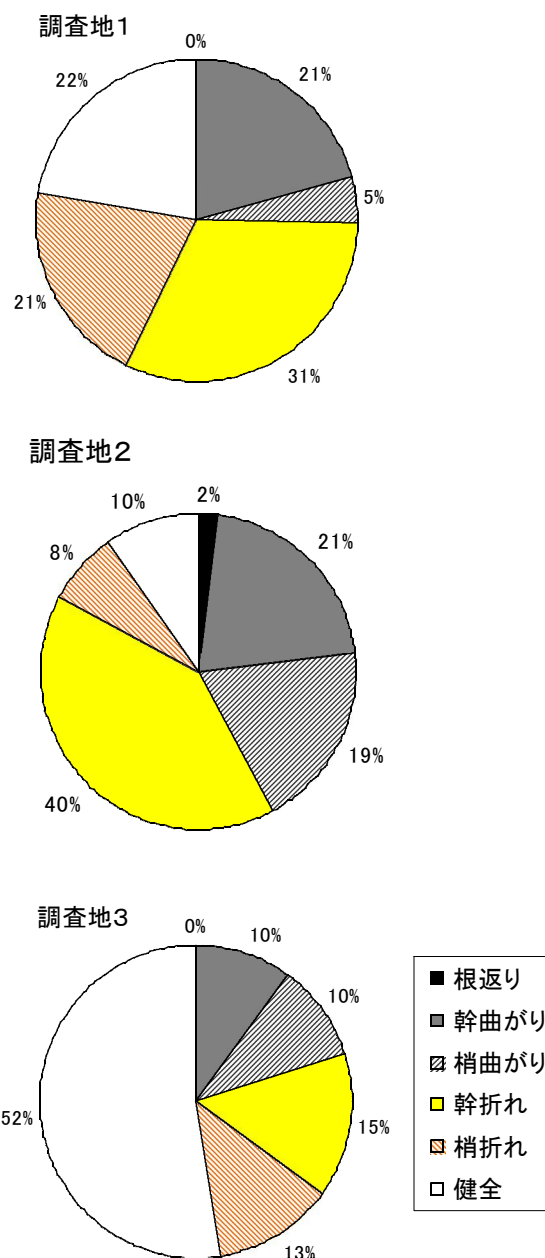


図-3 冠雪害の被害形態

では、被害木のほとんど全部が折損被害及び幹、梢曲がりで、根返りや傾斜はほとんどみられなかった。また、調査した被害木はほぼ例外なく斜面下方向に折れや曲がりが発生する傾向が見られた。

次に、被害形態毎の平均 DBH 及び各被害に占める DBH の大きさ別の割合を図-4 に示す。健全木は全ての区分中最も大きい平均 DBH を示した。また、幹折れ及び梢端折れに注目してみると、共に被害木の中では比較的 DBH の大きい

個体によく発生する傾向が見られた。反面、幹曲がりには、DBH の小さい個体によく発生している傾向が見られた。なお、梢曲がりについては、DBH が大きく、頭頂部の梢にのみ曲がりが発生する個体もカウントされているため、比較的 DBH の大きい個体が混じっているが、全体的には幹曲がり同様、比較的 DBH の小さい個体によく発生する既存の報告とほぼ準ずる傾向がみられた(千葉ら, 1986)。

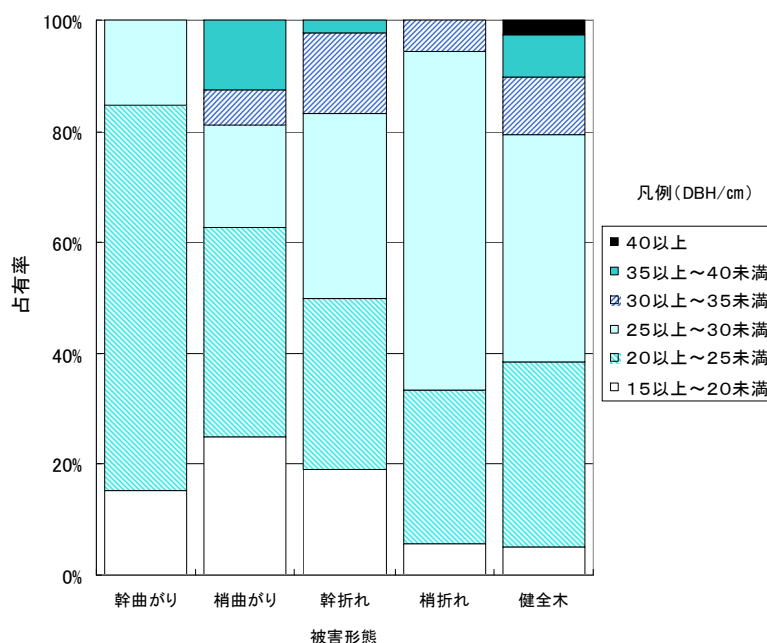


図-4 被害形態と胸高直径

引用文献

- 高橋啓二 (1977) 造林地の冠雪害とその対策.
 藤村正義・小松宏慈 (1976) 林業山口 2 月号 : 2-4.
 千葉幸弘・藤森達郎・林敬太 (1986) : 38 回日林論関東支論 : 141-142.

富山県西部のスギ林における冠雪害危険度分布図

富山県林業技術センター 嘉戸昭夫・図子光太郎

1. はじめに

林木の冠雪害は樹冠に付着した雪荷重によって折損する災害である。北陸地方の里山はこの災害の危険度が最も高い地域とされており、この地域でスギを成林させるためには冠雪害を考慮した森林施業が不可欠となる。この防除対策の第一歩は、冠雪害の危険度に応じて地帯区分を行うことである。

本研究では、大きな冠雪害を受けた富山県西部のスギ林を対象に冠雪害と地形要因の関係について解析し、この結果を用いて従来よりもきめ細かな冠雪害危険度分布図の作成を試みた。

2. 方法

富山県小矢部市子撫川ダム周辺約 600ha 内にあるスギ林に 20 × 20m の調査プロットを 49 箇所設けて被害調査と毎木調査を行った。プロット当たりの本数被害率を従属変数とし、プロットの平均形状比（樹高/胸高直径）、標高、斜面方位、斜面傾斜角、縦断面形、横断面形などを独立変数として、分類木法を用いて冠雪害の発生に関連する要因について解析した。

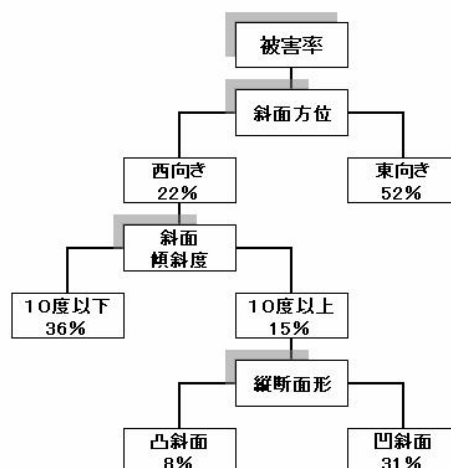
3. 結果

被害率と最も密接な要因は斜面方位であり、東向き斜面における被害率の予測値は 52 % であった。気象データによると、被災時の風向は西～西南西、平均風速は 4 ～ 11m/秒であった。したがって、被害率は風下側斜面の方が風上側斜面よりも大きかったといえる。従来の報告でも、風速が弱くなる風下側斜面で被害率が大きかったことが報告されている。この原因として、風速が強いと着雪しにくくなるためと考えられている。また、西向き斜面の中でも被害率が高かったのは、斜面傾斜が 10 度以下の緩傾斜地および斜面傾斜が 10 度以上の凹型斜面であった。凹型斜面で被害率が高かった一因として、凸型斜面に比べて風速が弱かったことが考えられる。

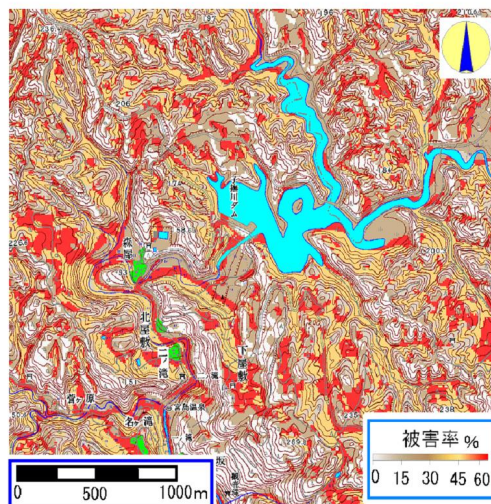
図－1 の解析結果をもとに GIS の手法を用いて冠雪害危険度マップを作成した（図－2）。

引用文献

嘉戸昭夫・図子光太郎（2006）富山県のスギ林における冠雪害と地形要因の関係．森林資源管理と数理モデル 6：77-88.



図－1 解析結果（数字：被害率予測値）



図－2 冠雪害危険度マップ

岐阜県のスギ人工林における冠雪害危険度図

岐阜県森林研究所 横井秀一・古川邦明

1. 研究の概要

近年、岐阜県では、スギ人工林に冠雪害（図－ 1）が頻発している。間伐されずに過密になった人工林が冠雪害に対して脆弱（藤森，2005）なことが、その一要因であると考えられる。人工林における冠雪害は、経済的な損失を森林に与えるばかりでなく、所有者から経営意欲を奪うきっかけにもなる。したがって、冠雪害に対するリスク対策をきちんと行うことは、人工林施業において重要である。

冠雪害対策を実行する上で、冠雪害が発生する危険性の把握は欠かせない。このための情報提供を目的に、「スギ人工林の冠雪害危険度図」（図－ 2）を作成した（横井・古川，2007）。

2. 危険度図の作成手法

危険度図の作成には、国土交通省から提供されている国土数値情報の 3 次メッシュデータと、気象庁による AMeDAS データを利用した。これらから、1km メッシュごとに、冠雪害が発生する危険性の高さを推定した。

危険性の高さの推定は、1991/1992 年冬期（12 ～ 3 月）から 2005/2006 年冬期までの 15 冬期について、冠雪害が発生しやすい気象条件の日が何日あったかの推定値によった。この日数が 0 日を危険度 0，1 ～ 3 日を危険度 1，4 日以上を危険度 2 とした。危険度図作成の具体的な手法については、横井・古川（2007）を参照されたい。

3. 冠雪害危険度図の活用

冠雪害危険度図（図－ 2）において、冠雪害の危険度が高いのは、南西部から中央部にかけての広い地域、南東部の木曽川と付知川に沿った地域、中央部から北部にかけての飛騨川沿いの地域、北部の高山盆地である。これは、実際にスギ人工林に冠雪害の発生がよく見られる地域と、一致する。

冠雪害危険度図によって、地域レベルでの冠雪害の危険性がわかる。これと地形レベルの危険度（例えば、斜面位置や谷線からの距離などから推定される危険度）を重ね合わせれば、個々の場所について、より確度の高い危険性を知ることができる。さらに、スギ人工林の分布を重ねれば、例えば、冠雪害対策として早急に間伐を進める必要がある林分を抽出できる。これらの作業は、森林 GIS

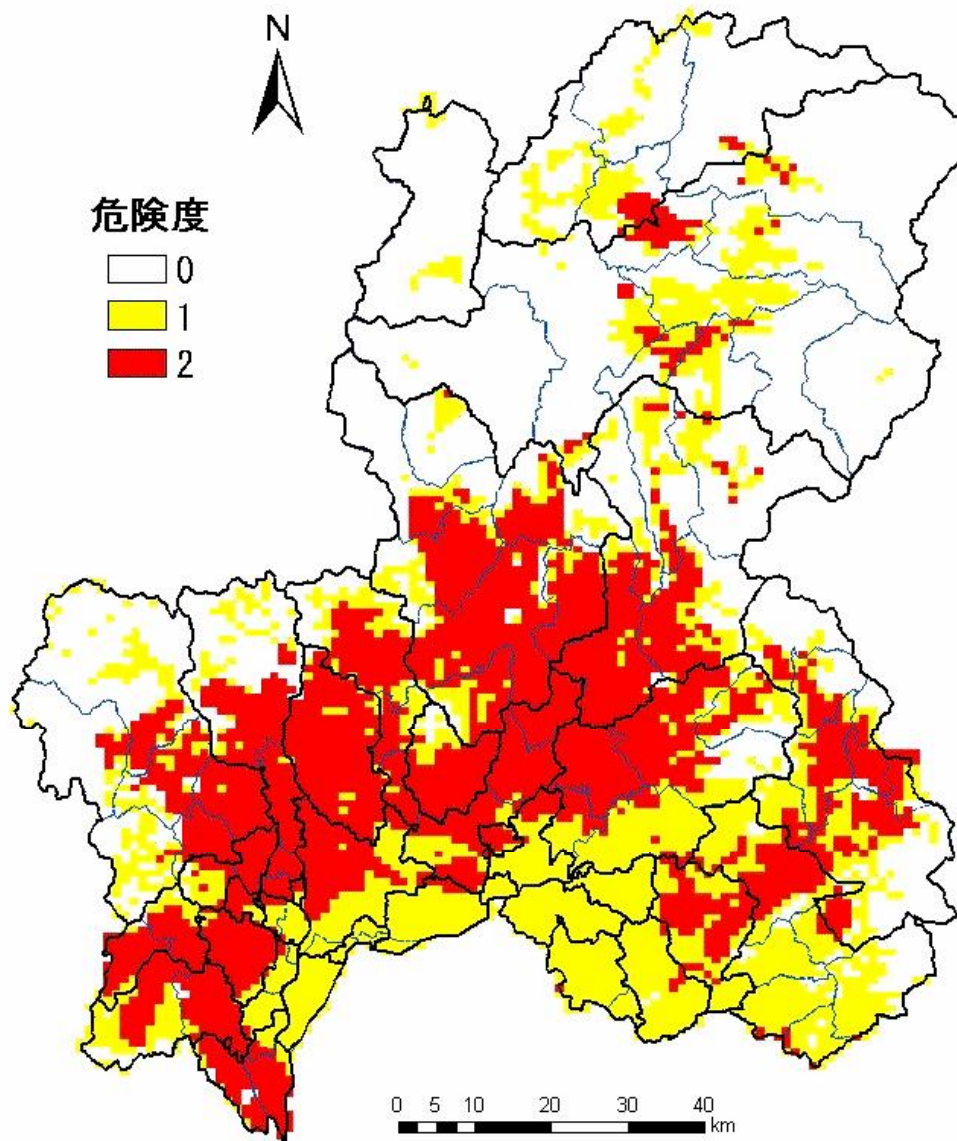


図－ 1 スギ林の冠雪害

を用いて、容易に実現できる。

引用文献

横井秀一・古川邦明（2007）国土数値情報と AMeDAS データから作成した岐阜県版スギ人工林冠雪害危険度図．森林計画誌 41：111-116.



図ー2 岐阜県のスギ人工林冠雪害危険度図

カワイダニスギ林における冠雪害の危険度推定システムの作成

富山県林業技術センター 嘉戸昭夫

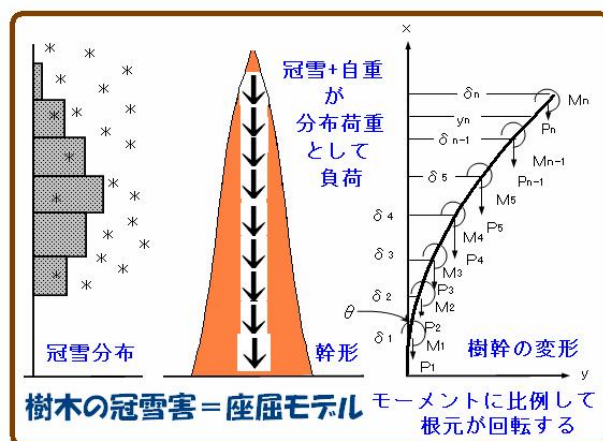
1. はじめに

富山県西部の丘陵地では、56 豪雪以後、冠雪害に弱いボカスギに代わってカワイダニスギの造林が盛んになった。ところが、このスギ林でも平成 16 年の豪雪により多くの林分で冠雪害が発生した。もしカワイダニスギ林の冠雪害危険度が事前に推定できたならば、個々の林分に適した間伐が促進され、冠雪害の被害もかなり回避できたであろう。

本県ではボカスギを対象として、冠雪害危険度の指標となる限界降雪量（冠雪害が起き始めるときの降雪量）を容易に推定するシステムを作成している。そこで、このシステムのカワイダニスギ版を調製する目的で、林木の冠雪荷重や樹幹強度に関する調査を行った。

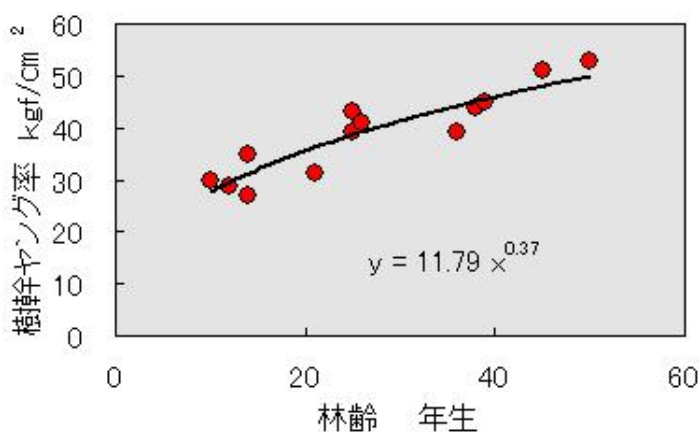
2. 方法

偏ったスギの樹冠（枝葉）に多量の冠雪が付着し、この荷重が樹幹の耐力を越えたときに冠雪害が発生すると考えられている。そこで、樹幹の耐力を「長柱の座屈理論」を用いて推定することにした（図－1）。この値は樹幹形、樹幹ヤング率および根系支持力から、また個々の林木の冠雪荷重は葉量と降雪量の関係式から推定できる。そこで、冠雪害発生時の冠雪量を樹幹の耐力と等しいものとして、限界降雪量を求めることにした。



図－1 冠雪害の力学的モデル

- ・ スギの樹幹解析試料を用いて、樹幹形と樹高および胸高直径の関係式を求め、樹幹の細りを推定した。
- ・ 樹幹ヤング率は林齢によって異なることが知られている。そこで、カワイダニスギの樹幹ヤング率を 14 年生から 50 年生までの 11 箇所の林分で小泉法によって立木状態で調査し、樹幹ヤング率と林齢の関係式を求めた（図－2）。カワイダニスギの樹幹ヤング率はボカスギのそれと同じか若干大きな傾向が見られた。
- ・ 根系支持力の指標である根元の回転係数を 3 箇所の林分で調べたところ、材積（ D^2H ）と関係があること、立地によって異なること、根系支持力はカワイダニスギの方がボカスギより少し大きいことなどの傾向が認められた。



図－2 樹幹ヤング率と林齢の関係

- ・ スギ樹冠の冠雪荷重を野外で測定し、冠雪荷重 SL (kg) と葉量 WL (kg) および降雪量 S (cm) の関係式を求めた。

$$SL = 0.244 \cdot S^{0.734} \cdot WL^{0.763}$$

3. 結果

カワイダニスギの冠雪害危険度推定システムを EXCEL 版に改良した (図-3)。計算手順は従来と同じで林齢、樹高および直径をパソコンに入力することにより、限界降雪量を推定することができる。これを用いて、大きさや林齢が異なる立木について限界降雪量を算出してみた。その結果、林齢が同じであれば、直径の割に樹高が大きな林木

(形状比の大きな木) ほど限界降雪量が小さくなる傾向が認められた。したがって、形状比の大きな木ほど耐雪性が低いといえる。また、樹高と胸高直径が同じであれば、林齢が高いほど限界降雪量が大きくなる傾向があった。

ところで、カワイダニスギが造林されている富山県西部の丘陵地帯の降雪深の日最大値は 60 ~ 83cm である。そこで、一例として地位指数 20 の林分を対象に、限界降雪量 60 および 80cm となる胸高直径と形状比を 5 年毎に算出し、表-1 に示してみた。全ての林木が冠雪害に遭わないためには、表-1 の直径値よりも大きくなるように密度管理を行う必要がある。

表-1 地位指数20における5年毎の平均樹高と限界降雪量 60および80cmとなる胸高直径と形状比

林齢 年生	樹高 m	限界降雪量60cm 直径cm	形状比	限界降雪量80cm 直径cm	形状比
10	5.9	10.2	57	10.8	54
15	9.3	14.7	63	15.6	60
20	12.2	18.9	65	20.1	61
25	14.6	22.4	65	23.8	62
30	16.7	25.2	66	26.8	62
35	18.5	27.4	67	29.1	63
40	20.0	29.1	69	31.0	65
45	21.2	30.3	70	32.3	66
50	22.2	31.2	71	33.2	67

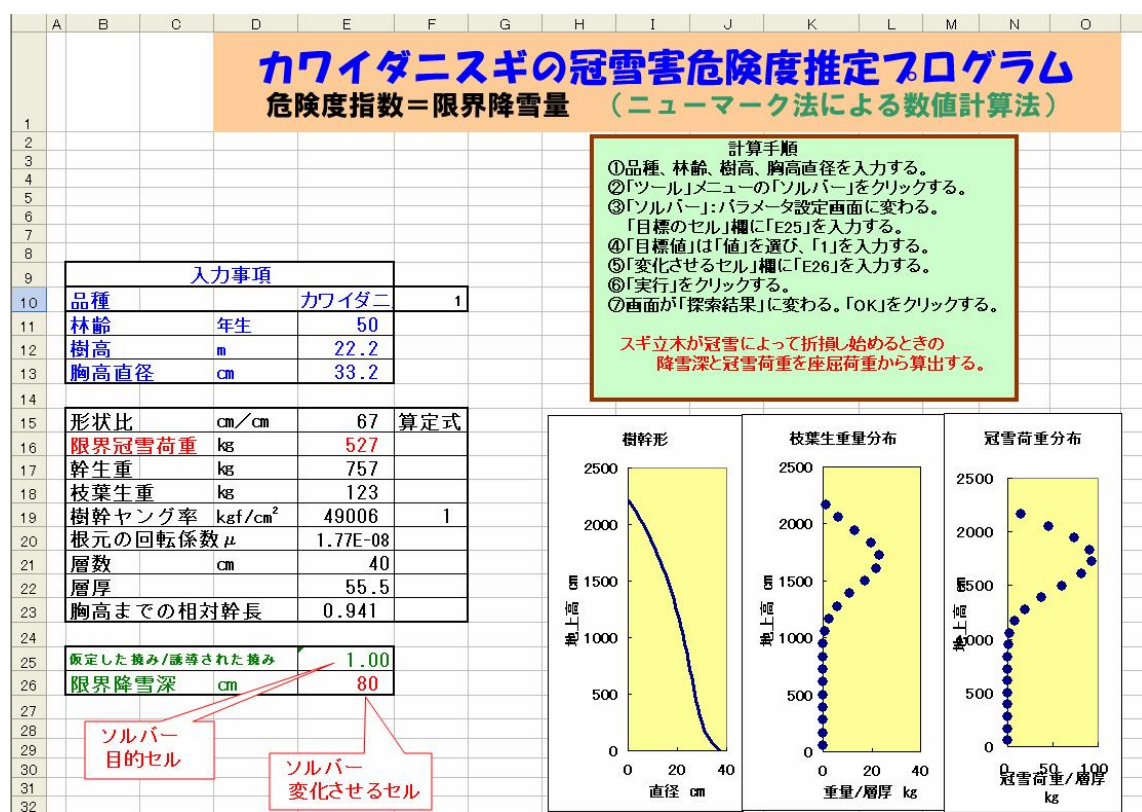


図-3 カワイダニスギの冠雪害危険度推定プログラム

スギ、ヒノキ、アカマツ人工林における表土流亡量の評価

岐阜県森林研究所 渡邊仁志, 岐阜県林政課 井川原弘一

1. 研究の概要

間伐が遅れ過密になった人工林は、気象害の危険性が高まることや、直径成長の鈍化など林業経営的な問題のほか、雨滴侵食による表土流亡など、環境面での問題も抱えている。表土流亡の危険性は、ヒノキ人工林で高いことがいわれているが、そのほかの造林樹種での実態はあまり調べられていない。ヒノキ人工林において、水源かん養機能や土砂流出防備機能を高めるような施業方法を考えるうえでは、造林樹種の違いが表土流亡量に及ぼす影響や、その違いが発生する理由を評価することが重要である。そこで、同一斜面上に隣接したスギ、ヒノキ、アカマツ人工林で、林地地表面の状態と下層植生の調査および表土流亡量の測定を行った。

2. 調査の概要

調査は、岐阜県下呂市小川にある下呂実験林の適地適木実験林（スギ植栽試験地、ヒノキ植栽試験地、アカマツ植栽試験地）で行った。これら 3 林分はほぼ同齢で、同一斜面上に隣接している。調査地は、北向き平衡斜面の下部に位置し、標高約 450m、平均傾斜は 39 度である。地質は濃飛流紋岩類（溶結凝灰岩）、土壌型は B₀ 型である。林分では、調査の前年に間伐が行われたが、それ以前の 15 年間は間伐が行われていなかった。

各試験地に 3 個ずつの土砂受け箱を設置し、これにたまった土砂を定期的に回収し、細土移動量（表土流亡の指標となる）を測定した。地表面の状態（落葉被覆面積率など）と下層植生は、土砂回収時に土砂受け箱の直上部に設置した枠内で調査した。

3. 林分構造

植栽試験地の概要を表 1 に示す。平均樹高から地位級を推定すると、試験地の地位級は 5 段階のうち 1（最高）の立地に相当していた。本数密度はスギ、ヒノキで 1300 本/ha を超えており、前年に間伐が行われたにもかかわらず、林分収穫表の本数密度と比較して、依然、密度が高い状態にあった。

4. 下層植生の植被率と地表面の状態

下層植生は、アカマツ試験地を除き、ほとんどみられなかった（表 2）。アカマツ試験地には、低木層にシロモジ、ウワミズザクラ、ヤブムラサキなどが多かった。地表面の落葉被覆面積率は、スギ試験地とアカマツ試験地で高く、逆に鉱質土壌露出率は、ヒノキ試験地で高かった（表 2）。現地の観察から、スギ試験地には、スギの落葉落枝が堆積していた（図 1）。また、アカマツ試験地では、アカマツ自身と下層植生の落葉落枝が地表を覆っていた（図 1）。ヒノキ試験地の林床には、地表面を覆う被覆物がほとんどみられなかった（図 1）。

表 1 試験地の林分概況

調査地	林齢 (年)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	立木密度 (本/ha)	林分材積 (m ³ /ha)
スギ	38	25.1	22.9	15.9	1460	886
ヒノキ	38	19.5	18.0	11.7	1340	374
アカマツ	36	18.3	17.3	12.1	810	199

表－2 下層植生と地表面の状態

調査地	下層植生の植被率（春～秋）			地表面の状態	
	～0.3m (%)	0.3～2.0m (%)	2.0m～ (%)	落葉被覆面積率 (%)	鉱質土壌露出率 (%)
スギ	5.1	0	0	83.8	13.4
ヒノキ	0.8	0	0	50.2	38.9
アカマツ	10.3	19.2	82.1	90.6	7.3



図－1 スギ(左), ヒノキ(中央), アカマツ(右)試験地の林床の状態

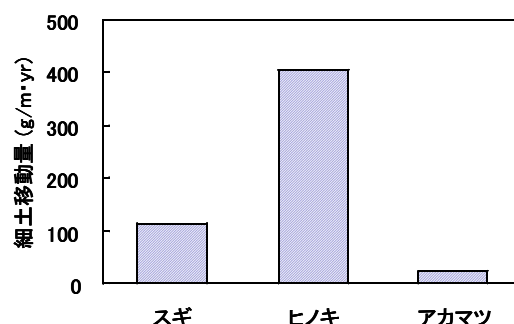
5. 造林樹種の違いが表土流亡量に及ぼす影響

図－2 は、スギ、ヒノキ、アカマツ試験地の林床で、1 年間の細土移動量を測定した結果である。降水量や立地条件がほぼ同じでも、細土移動量には、大きな差がみられた。アカマツ試験地では、細土の移動はほとんどみられなかった。これに対し、ヒノキ試験地では、細土の移動が非常に多く、アカマツ試験地の約 18 倍、スギ試験地の約 4 倍の量であった。

下層植生や落葉落枝で被覆されたアカマツ試験地の林床、落葉落枝で被覆されたスギ植栽地の林床に対して、ヒノキ試験地には、落葉落枝や下層植生がほとんどなかった。

表土流亡の発生を抑えるためには、土壌表層の雨滴侵食をとめることが肝心である。そのためには、地表面を被覆をすることが重要である。落葉落枝が堆積したり、下層植生が繁茂することで、雨滴が直接、地表を叩かなくなる効果があり、地表を雨滴から保護する。樹種によって表土流亡量に差がみられたのは、これら地表面被覆の状態が異なるためであり、ヒノキ人工林で、表土流亡が多いのは、林床に被覆物（下層植生、落葉落枝）がない、あるいは少ないことが原因だと考えられる。

このことから、ヒノキ人工林においては、下層植生を絶やさないことが非常に重要である。しかし、既に下層植生が衰退して表土流亡がみられる林では、下層植生が発達するまでの間の対症療法として、落葉落枝が豊富な林床をつくる（間伐木を等高線方向に並べる、枝葉やチップの散布；井川原ら，2004，渡邊・井川原，2006）と、表土流亡を防ぐ効果がある。



図－2 樹種の違いと細土移動量

引用文献

- 井川原弘一・渡邊仁志・横井秀一（2004）ヒノキ人工林における間伐木の処理方法と土壌侵食量の関係．中森研 52：267-270.
- 渡邊仁志・井川原弘一（2006）ヒノキ林床のチップ被覆による表土流亡抑止の効果．中森研 54：181-182.

表土流亡の危険性に対応したヒノキ人工林の下層植生タイプ

岐阜県森林研究所 渡邊仁志・横井秀一，岐阜県林政課 井川原弘一

1. 研究の概要

間伐が遅れたヒノキ人工林の林床では、落葉落枝層や表土が容易に流亡し、地力低下の原因になっている。表土流亡は、地表面の被覆（落葉落枝，下層植生）によって防止できる。特に下層植生による被覆が有効であるが，その効果は下層植生の質や量によって異なる。したがって，下層植生から表土流亡の危険性を予測することが可能であり，また，表土流亡の危険性が低い植生タイプをヒノキ林の管理目標にすることもできるだろう。

そこで，岐阜県下にあるヒノキ人工林の代表的な下層植生タイプにおいて，表土流亡の指標となる，細土移動量を測定した。また，下層植生タイプによる表土流亡量の違いを検討するため，ヒノキ人工林 40 ヶ所で，下層植生の植被率と表土流亡の危険性を表す指標（土壤侵食危険度指数）を調査した。

2. 調査の概要

（1）細土移動量の測定

岐阜県美濃市と加茂郡東白川村のヒノキ壮齡人工林の林床に土砂受け箱を設置し，1 年間の細土（細かい土砂）の移動量を測定し，表土流亡の指標とした。

（2）植生タイプの検討

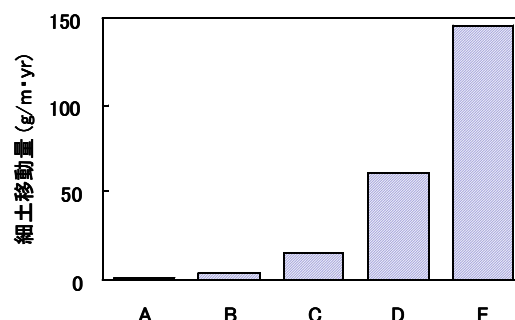
岐阜県中・東濃地域のヒノキ人工林 40 ヶ所で下層植生（地上高 0 ～ 0.3m の植被率と地上高 0.3 ～ 2.0m の植被率）を調査した。また，表土侵食の危険性を予測するため，細根の露出面積，土柱個数，段差面積から土壤侵食危険度指数（梶原ら，1999）を算出した。

3. 下層植生タイプと表土流亡の危険性

岐阜県下にあるヒノキ人工林の代表的な下層植生は，5 タイプに分類できた（渡邊ら，2004）。図－1 は，その分類に基づき，異なる下層植生タイプの林床で，1 年間の細土移動量を測定した結果である。ミヤコザサ(A)やウラジロ(B)が林床を覆っているヒノキ林では，細土の移動はほとんどみられなかった。これに対して，下層植生がない林床（E），および地表付近に下層植生がない林床（D）においては，細土の移動が非常に多く，下層植生が地表付近を覆っている林床（C）に対して，それぞれ約 10 倍，約 4 倍の細土が移動していることが明らかとなった。

4. 下層植生の量と表土流亡の危険性

下層植生の量と表土流亡の抑止効果について検討した（図－2）。林床にササ類やウラジロ，コシダが生育する林分では，植被率が比較的低くても，表土流亡の危険性は常に低かった。これらの植物は，地表付近に広く葉を広げる性質があり，さらに植物体から大量に供給された落



図－1 さまざまな下層植生の細土移動量

A:ミヤコザサが広く繁茂するヒノキ林，B:ウラジロが広く繁茂するヒノキ林，C:下層植生が地表近くを一面に覆っているヒノキ林，D:木本が繁茂するが，地表付近には下層植生がないヒノキ林，E:下層植生がないヒノキ林

葉が厚く地表面を覆い、しかも植物体自身が落葉等の移動を抑えているので、表土流亡を抑止する効果が非常に高いと考えられる。

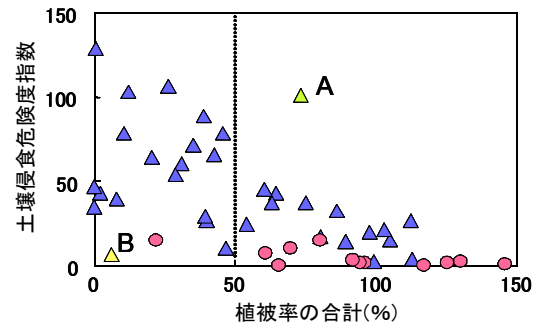
一方、ササ類やウラジロ、コシダが生育していない場合、土壌侵食危険度指数と植被率の合計（地上高 0 ～ 0.3m と地上高 0.3 ～ 2.0m の植被率の合計）には、負の相関がみられた。つまり、植被率の合計が小さいほど、表土流亡の危険性は高かった。表土流亡の危険性は、下層植生の植被率がおおよそ 50 %に満たない林分では高く、それ以上では低いことがわかった。

なお、図－2 中の外れ値 A は、低木が繁茂しているが、地表付近には下層植生がほとんどないヒノキ林のデータである。植被率の合計は大きくても、表土流亡の痕跡が認められた。このことから、表土流亡の抑止には、下層植生の中でも特に、地表付近の植生が重要だということがわかる。また、記号 B のヒノキ林には、下層植生はみられなかったが、隣接したコナラ林から供給された落葉が林床に厚く堆積していた。これは、落葉落枝による表土流亡の抑制効果であるといえる。

表土流亡を根本的に解決する方法は、適切な間伐により、下層植生を衰退させないことである。この調査により表土流亡を抑止する効果が高い下層植生タイプは明らかになったが、今現在、衰退してしまった下層植生を発達させるために適した方法など、これから明らかにしなければならないことは多い。いろいろな手法で間伐を行った林分の継続調査を通して、多くの事例を検討しなければいけない。

引用文献

- 梶原規弘・塚本次郎・入田慎太郎（1999）ヒノキ人工林における下層植生のタイプと土壌侵食危険度との関係．日林誌 81：42-50.
- 渡邊仁志・井川原弘一・横井秀一（2004）土壌侵食の危険性に対応したヒノキ人工林の下層植生タイプの分類．中森研 52：263-266.



図－2 植被率の合計と表土流亡の関係

表土流亡の危険性によってヒノキ林床の下層植生タイプを分類した。アルファベットは文中参照。
●：ササ類, ウラジロ, コシダが生育する林床。
▲：上記以外の下層植生。

間伐後のヒノキ人工林における下層植生の発達

岐阜県森林研究所 横井秀一・渡邊仁志, 岐阜県林政課 井川原弘一

1. 研究の概要

ヒノキ人工林では、林冠の閉鎖に伴う下層植生の衰退による、表土流亡の発生が問題となっている。このため、ヒノキ林の間伐には、ヒノキの保育効果だけでなく、下層植生の維持・再生を通じた林地保全に対する効果が期待される。

間伐がヒノキ林の下層植生の発達に及ぼす影響を明らかにする目的で、岐阜県の中濃地域・東濃地域において、間伐後1～7年が経過したヒノキ林20林分（林齢20～37年）を調査した。

2. 間伐林分の下層植生

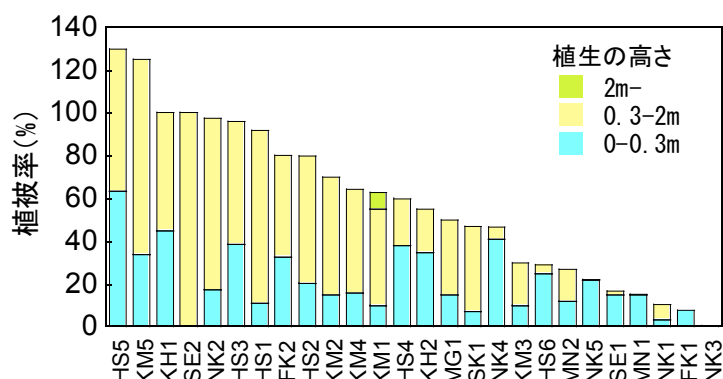
下層植生は、地上高で3層に分けて植被率を調べた（図－1）。地上高0～0.3mの層は、植被率0～45%、0.3～2mの層は、0.4～100%であった。2m以上の層に植生がみられたのは、1調査地だけだった。地上高0～0.3mの植被率と0.3～2mの植被率の合計（植被率合計）は、0.5～125.2%であった。すなわち、下層植生がほとんどない林分から、それが豊富な林分まで、様々であった。

表土流亡の発生状況は、その痕跡の有無で把握した。表土流亡の痕跡がない林分もあった。それが顕著な林分もあった。植被率合計が低い林分ほど、表土流亡の痕跡が顕著であった。

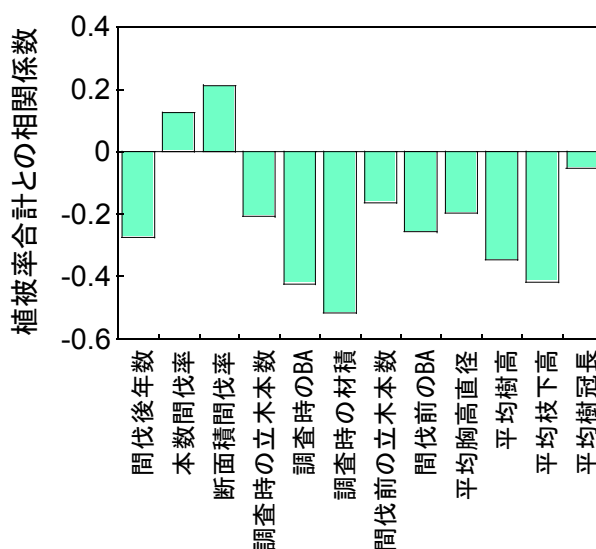
これらのことから、間伐しても下層植生が発達しなりヒノキ林があり、これらでは、表土流亡も抑制されていないことがわかった。

3. 間伐前の植生が大事

林分構造や間伐状況を示す数値と、植被率合計の相関を調べた（図－2）。植被率合計と有意（ $\alpha = 0.05$ ）な相関がみられたのは、調査時の林分材積だけであった。本数間伐率や断面積間伐率は、植被率合計と正の相関を示したが、



図－1 間伐後のヒノキ林における下層植生の植被率



図－2 林分構造・間伐状況を示す数値と植被率合計の相関

相関係数は小さかった。調査時の本数密度や胸高断面積合計との相関係数は、間伐直前のそれらより高かった。これにより、間伐は下層植生の発達にプラスには作用するが、間伐だけでは下層植生の発達程度を説明できないことがわかった。

植被率合計が大きかったのは、ササ類（図－ 3）やウラボシが優占するか、間伐時に刈り払われたとみられる木本植物の萌芽が優占する場合（図－ 4）であった。これらの場合を含め、今回、調査林分に出現した下層植生の多くは、間伐時に既に存在していたとみられるものであった。

間伐時に下層植生がないヒノキ林で、間伐しても下層植生が発達しなかった理由として、表土流亡により埋土種子が少なかったこと（横井ら、2005）や、間伐後の林床の明るさが、種子の発芽・実生の成長に不十分であったことが考えられた。

4. ヒノキ林では早めの間伐を

以上のことから、間伐時に下層植生が衰退しているヒノキ林では、間伐による速やかな下層植生の発達は期待できない（図－ 5）と考えられた。ヒノキ人工林施業では、常に下層植生を維持できるような早めの間伐が、環境保全上、重要であると考えられた。

引用文献

横井秀一・井川原弘一・渡邊仁志（2005）下層植生に乏しいヒノキ人工林の表土に含まれる埋土種子数．中森研 53：5-6．



図－3 クマイザサが生える間伐後1年目のヒノキ林



図－4 低木が繁茂する間伐後4年目のヒノキ林



図－5 林床が無植被の間伐後5年目のヒノキ林

ヒノキ人工林におけるまきがらし間伐が下層植生の発達に及ぼす影響

山梨県森林総合研究所 長池卓男

1. はじめに

まきがらし間伐は、過密人工林における形状比回復のために有効な手段とされており（鋸谷・大内，2003），また伐倒を伴わないために危険性が低いことから市民参加型の森林管理においても注目されている。

そこで、ヒノキ人工林において、まきがらし間伐，通常の伐倒間伐，無間伐の試験地を設定することにより，まきがらし間伐の効果を明らかにすることとした。

本稿では，間伐後まだ 1 年分のデータしか持ち合わせていないため，下層植生の発達についての報告を行う。

2. 調査地および調査方法

山梨県笛吹市八代町内の山梨県県有林の 24 年生ヒノキ人工林において，ほぼ均質な斜面上に，無間伐区，まきがらし間伐区，通常の伐倒間伐区を設定した。それぞれの大きさは $40 \times 40\text{m}$ である。2005 年 2 月に調査区の設定，毎木調査を行い，伐倒間伐区では伐倒による間伐を行った。2005 年 6 月にはまきがらし間伐，およびすべての調査区で植生調査を行った。まきがらしは，胸高部位にノコギリで全周にわたり切り込みを入れ，その切り込みに鉋を差し込み，地際まで全周を剥皮した（図－1）。2006 年 8 月に，まきがらし木の枯死調査，植生調査を行った。また，まきがらし間伐により害虫の発生が懸念されるため（加藤，2007），まきがらし木では穿孔虫の侵入孔の有無を調べた。



図－1 まきがらし木

3. 結果

表－1 に調査区の概要を示した。まきがらし間伐区，伐倒間伐区ともに本数間伐率は 28 % であった。まきがらし処理を施したすべての立木は，2006 年には枯死していた。図－2 に林床の植被率の変化を示した。無間伐区ではほとんど変化はないものの，まきがらし間伐区，伐倒間伐区ともに増加しており，後者の方がその傾向は著しかった。したがって，下層植生が失われており，急速な植生回復が望まれる場合には，まきがらし間伐よりも伐倒間伐の方が効果は大きい。しかしながら，近年急増しているニホンジカに関しては，植生回復が餌資源として供給されることも意味しており，緩慢ながらも植生回復が見込まれるまきがらし間伐が有効で

ある可能性もある。

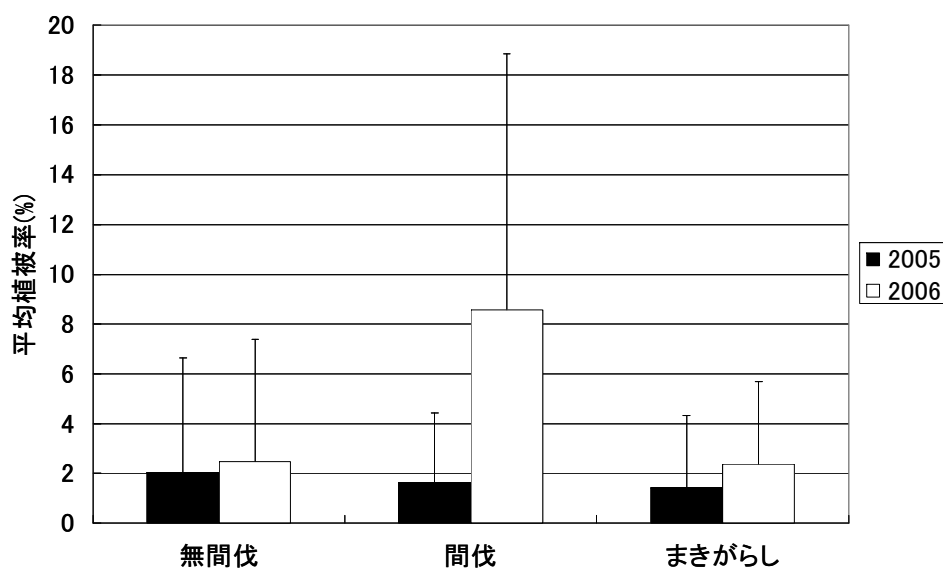
引用文献

加藤徹（2007）巻き枯らし間伐における害虫の発生に関する研究．公立林業試験研究機関研究成果選集 4：17-18．

鋸谷茂・大内正伸（2003）これならできる山づくり．153pp．農村文化協会．東京．

表－1 調査区の概要

	本数(/1600m ²)				平均胸高直径(cm)	
	全体	間伐木	残存木	間伐率	間伐前	間伐後
無間伐区	224	—	—	—	18.3	—
間伐区	232	65	167	28%	18.9	19.6
まきがらし区	252	70	182	28%	18.0	18.6



図－2 林床の植被率の変化

溪畔域スギ人工林における間伐とリター除去が実生の定着に及ぼす影響

埼玉県農林総合研究センター 崎尾均

1. 研究の概要

生物多様性を考慮した持続可能な森林経営にとって溪畔域の管理は重要な課題である。本研究では溪畔域までスギ植栽された人工林に広葉樹を導入する手段として間伐を試みた。異なる密度の間伐が林床植生に及ぼす影響について、間伐1年後の経過を報告する。

2. 調査方法

埼玉県秩父市浦山の溪畔域のスギ人工林で間伐を行い、皆伐区（Ⅰ）・60%間伐（Ⅱ）・30%間伐（Ⅲ）・60%巻枯（Ⅳ）・対照区（Ⅴ）の5区の調査区を設定した（図－1, 2）。各々の調査区に6個のプロット（1m × 1m）を設定し、3個はリターをすべて除去した。伐採後、相対照度を測定し、翌年に当年生の出現実生個体を調査した。



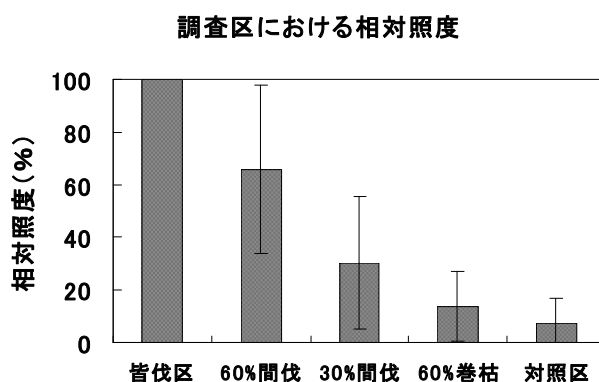
図－1 間伐の状況(60%間伐区)



図－2 巻き枯らしの実施

3. 林床の光環境

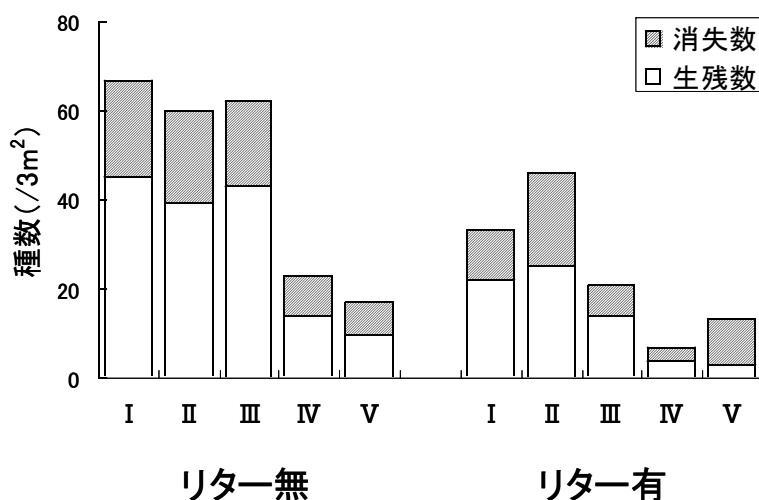
相対照度は間伐率が高くなるほど増加した。巻き枯らしでは葉が枯れ落ちるのには時間がかかるので対照区とは差が見られなかった。



図－3 林内相対照度

4. 実生の発芽・生残

5 調査区において発芽した実生は、合計 112 種、8855 個体であった。フサザクラが全個体数の 75%で、それ以外の樹種ではスギ 3.8%、キブシ 2.8%、オオバアサガラ 1.6%であった。草本ではコナスビ 2.2%、オニタビラコ 1.5%が多く発芽した。30%以上の間伐を行いリターを除去した施業区（60 種、2000 個体）では種数・個体数ともに巻き枯らし・対照区（20 種、150 個体）と比較して多かった（図－ 4）。どの調査区においても、種数・個体数ともにリターを除去したほうが多かったが（図－ 5, 6）、30%間伐区でその傾向が著しかった。



図－4 各調査区における出現種数.

調査終了時まで生残した種(生残種)と、調査期間中に消失した種(消失種)を示す。



図－5 60%間伐区の植生侵入状況



図－6 対照区の状況

5. 今後の課題

間伐率やリター除去の有無といった施業方法の違いが林床植生の回復に大きく影響していた。しかし、発芽個体の種組成を見ると、フサザクラ・スギ・カエデ類などのように植栽木が隣接する広葉樹二次林の種が大部分を占めていた。本来、分布すると予想されるシオジ・サワグルミ・カツラ等の林冠木の实生は発芽しなかった。今後、これらの溪畔樹種が侵入するかどうかモニタリングし、自然の侵入が期待されない場合は、植栽や播種も検討する必要がある。

ヒノキ林における巻枯らし間伐

群馬県林業試験場 金澤好一・浅野浩之・小野里光

1. はじめに

群馬県民有林の人工造林地は、全森林の約半分の 111 千 ha に達している。間伐の遅れによる人工林の多面的機能の劣化が危惧されている。特に、ヒノキの林分においては、間伐が遅れると林内照度が著しく低下し、下層植生が喪失して、結果、土砂の流出等森林の公益的機能が著しく損なわれる。県内においても、間伐の林齢にあたる 5, 6, 7 齢級にあつては、ヒノキ林面積がスギ林面積を上回る状況にあり、ヒノキ林の間伐の必要性が高まっている。巻枯らし間伐は、間伐収入を考慮せず、密度管理のみを目的とした間伐を行うときに、労働生産性の高さ、簡便性、安全性、気象災害に対する抵抗性等が有利であることから注目されている。

2. 方法

(1) 巻枯らし間伐の施行に関する調査

群馬県安中市内、標高約 600m の群馬県林業試験場実験林内のヒノキ 27 年生の林分を対象とした。立木密度 1975 本/ha，平均胸高直径 17.5cm，平均樹高 15.9m である。調査は、2004 年 9 月 7 日に行った。巻枯らし間伐の方法は、樹皮が簡単に剥げる時期には、最も効率がよい方法である「樹幹剥皮」とした。選木が終了し、間伐木対象木が明示されている調査林分で、3 名の調査者が、10 本の巻枯らし間伐を行って、その時間を計測した。また、それぞれ 1 本ずつの移動・準備時間、処理時間を計測し、作業の内容も観察した。

(2) 巻枯らし間伐の効果

調査は林業試験場安中実験林の巻枯らし間伐を行ったヒノキ 30 年生の林分で実施した。巻枯らし間伐処理木を 30 本選定し、地上から樹冠を目視して、その状況を表－1 の指標により評価した。

表－1 巻枯らし間伐木の枯死状況評価指標

枯死指数	樹冠の状況	評価の目安
0	変化なし	
1	若干変化が見える	10%以下葉の赤褐変
2	明らかに変化が見える	10～50%葉の赤褐変
3	樹冠において赤褐色が優占する	50～90%葉の赤褐変
4	樹冠のほとんどが赤褐色に見える	90%以上葉の赤褐変
5	落葉	80%以上葉の落葉

(3) 処理木の含水率

前の調査と同様に林業試験場安中実験林のヒノキ林分で実施した。それぞれの林分から巻枯らし処理後 8 ヶ月、11 ヶ月、19 ヶ月を経過したヒノキ立木と巻枯らし処理を行っていないヒノキ立木（以下「対照木」）を、それぞれ 1～3 本伐採し、地際部分と高さ 2m ごとに、5cm 程度の厚みで樹幹断面の円盤（以下「円盤」）を採取した。頂端の枝葉のついているものはこれも採取した。採取した円盤等は生重を計測し、JIS Z 2101 の方法により含水率を計測した（全国林業普及協会，1998）。処理後 8 ヶ月経過の巻枯らし処理（樹皮剥離）部分の円盤は辺材の外周部分が明らかに白色に変色していたので、この部分と残りの辺材部、心材部に切り分けて含水率を計測した。比較を行うために、この木の地上高 2m の部分の円盤と対照木の円盤についても、処理木に対応できるように辺材部の外周部分を 2cm 程度の幅で環状に切り分けて含水率を計測した。

3. 結果および考察

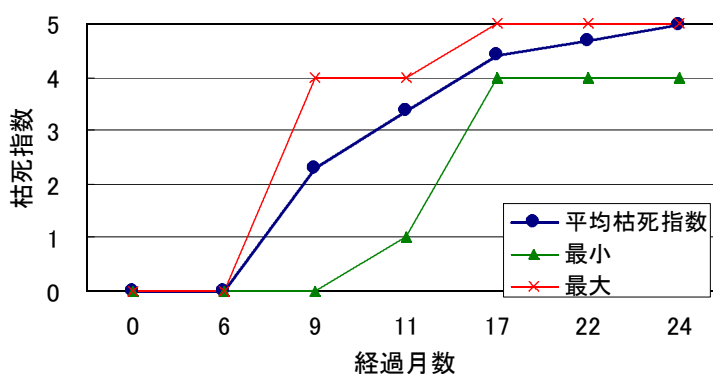
(1) 巻枯らし間伐の施行に関する調査

調査者3名の処理時間は、24分55秒、17分17秒、18分45秒であり、調査者により相違がある。処理工程を詳細に見ていくと、移動準備時間は平均している。しかし、個々の処理時間は、大きな差が生じている。これは、処理木の中に、一連の樹皮剥ぎ作業（以下「通常作業」という）で処理が完結する個体とそれ以外の作業（以下「困難作業」という）を必要とする個体があることに起因する。困難作業は、被圧木や樹幹に溝腐れ状の陥没がある樹皮が剥ぎにくい個体であり、ノコギリ作業終了後の樹皮剥ぎ作業に異常に時間を要するものや、樹皮剥ぎが困難でナタによる形成層切断作業が付加されるものである。付加される作業内容の違いにより、最小のもので2分15秒、最大のもので6分58秒と大きな差異を生じている。

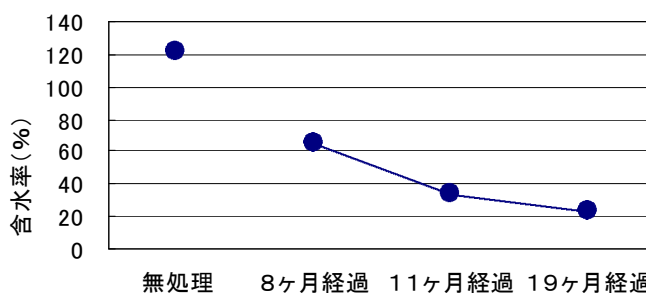
通常作業に係る時間は、調査者個々において、最小時間と最大時間に若干の相違があるものの、平均すると1本当たりの作業時間は1分20～30秒程度に集約される。

(2) 巻枯らし間伐の効果

調査の概況は図－1のとおりである。巻枯らし処理後17ヶ月を経過すると、胸高直径、樹皮の剥離幅、巻枯らし間伐の方法に関係なく、全ての個体で樹冠が全て赤褐色化し、枯死の状況を示し、概ね半数の個体で落葉が確認された。また、処理後2年経過した状況は、大部分の個体で、赤褐色化した針葉が落葉し、樹冠に着葉のない状態になった。樹冠の着葉量の減少は、残存木の光環境を改善し、樹冠における過当競争を緩和する。この時点にいたり、巻枯らし間伐は通常の間伐とほぼ同様の効果を発現していると思われる。



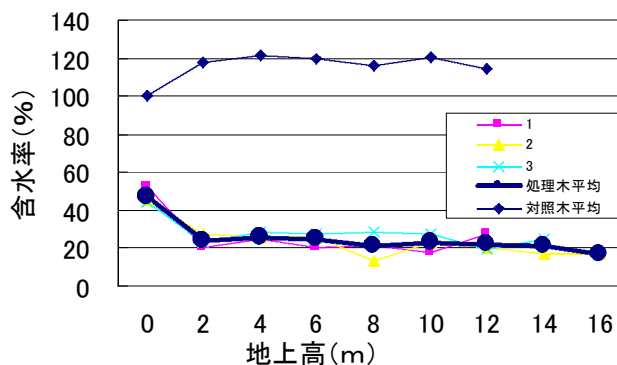
図－1 枯死指数の推移



図－2 樹皮剥離後の含水率の変化

(3) 処理木の含水率

樹皮剥離後の経過月数と樹幹の含水率（採取した円盤の含水率の平均値）の関係は図－2のとおりである。樹皮剥離後、樹冠の赤褐色化、落葉の過程を経て、処理後19ヶ月を経過すると樹幹の含水率は20%程度まで減少した。処理後19ヶ月を経過したヒノキ3本の含水率の詳細は図－3のとおりである。処理木の含水率は地際部分を除き、地上高に関係なく、20%～25%にある。対照木の含水率が概



図－3 地上高別含水率(19ヶ月経過後)

ね 120%を示していることからするとその違いは著しいものがある。因みに処理木の樹冠状況は、伐倒の衝撃もあったためか枯葉を含めて着葉は無かった。地際部の含水率が高いのは、土壌からの影響が考えられる。

また、巻枯らし処理後 8 ヶ月を経過したヒノキの含水率の詳細は図-4 のとおりである。処理木の外観は目視では、対照木とほとんど変わりが無い。また、針葉の含水率も対照木と比較して大きな相違はない。地際の部分では処理木も対照木も同程度の含水率であるが、樹皮剥離の部分から上部に関しては、対照木が概ね 120%の含水率をもつものに対して、処理木では 60%～80%の含水率と低く、外観と相違して樹幹内部では変化が起きていることが分かる。

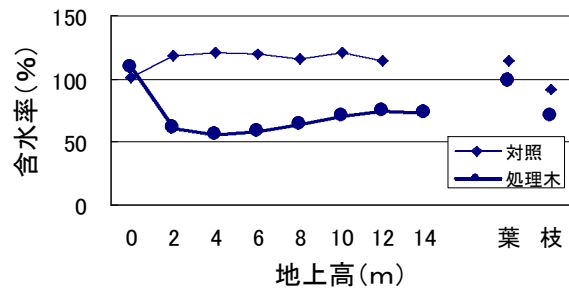


図-4 地上高別含水率(8ヶ月経過後)

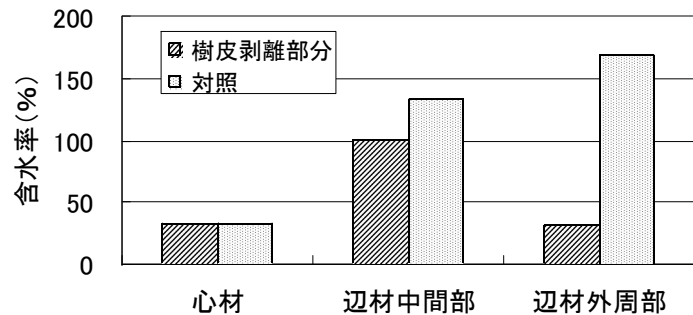


図-5 樹皮剥離部分の含水率

この処理木の樹皮剥離の円盤から、白く変色した辺材外周部、辺材中間部、心材を切り分けて、含水率を計測したが、その結果は図-5 のとおりである。樹皮剥離の部分の辺材外周部の含水率は 31%であり、対照木では 168%と高いのに対して、著しく含水率が低下していることがわかる。辺材の仮道管の機能は外周部の方が高い(永田・佐々木, 2002)といわれている。今回の試験でも、対照木の辺材外周部の含水率が高いことや、図-6 のとおり樹皮剥離部分において辺材中間部を移動してきた水分が、樹皮剥離していない直上部では辺材外周部に移動していることが示唆される結果からも外周部の仮道管の機能が高いことがわかる。

巻枯らし間伐の樹皮剥離は、木部(辺材部)を直接外気に曝すことにより、機能の高い辺材外周部の仮道管にキャビテーションによる通導障害を発生させ、その結果、処理木が枯死に至るものと考えられる。

巻枯らし間伐の効果は、処理の方法により枯死の発現に時間的差異を生じると報告されている(金澤, 2005)。これは、仮道管の切断による通導停止と、キャビテーションによる仮道管の通導障害の発生量と正常な仮道管量との相対的な割合により説明できる。

4. おわりに

巻枯らし処理木の含水率は、国有林等で、生産した素材の乾燥を目的にスギ、カラマツ等で調査されている(齋藤ら, 1990)。しかし、処理後 1 年以上経過して調査している事例はない。処

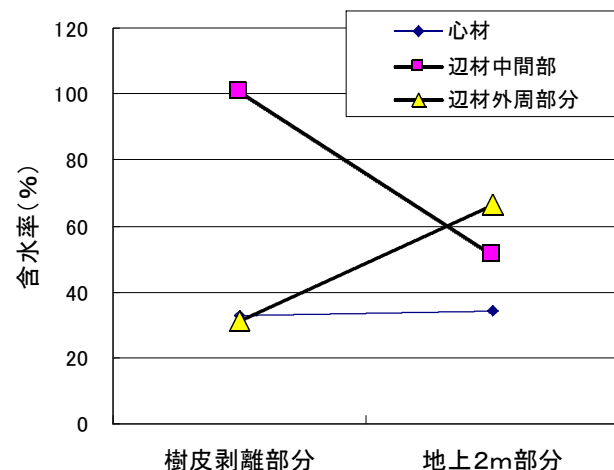


図-6 樹皮剥離部分と直上部の含水率比較

理後 19 ヶ月で樹幹の含水率が概ね 20%まで低下する結果は、間伐木の利用に新たな期待を抱かせる。

今回の調査の中で実施した病害虫の調査についても、重大なものは確認されていない。切り捨て間伐や放置林分と大差が無いと考えている。また、巻枯らし林分においては、処理木の倒壊や、大枝の枯死落下による入林の危険性が心配されている。ヒノキ人工林においては、個々の木に大枝が発生しにくいことや今回の調査では処理木は先端から除除に枯れ落ちて行く状況が確認されている。

スギについても、今回の報告と同様に巻枯らし間伐の調査を行っているが、林分によっては、一定の期間が経過しても、処理木が枯死しないケースもあり、ヒノキ林分と同列に評価できない面もある。

引用文献

金澤好一ほか（2005）日林関東支論 56：149-150.

永田洋・佐々木恵彦（編）（2002）樹木環境生理学：186-188.

齋藤周逸ら（1990）日本木材学会大会研究発表要旨集 40：88.

全国林業普及協会（1998）林業技術ハンドブック：1505.



処理木(処理後8ヶ月)の樹冠状況



円盤切り分け状況



ノコギリ作業



樹皮剥離作業



作業終了(作業時間1分30秒)

サンプスギ（さし木スギ）過密林の管理指針 ー千葉県ー

千葉県森林研究センター 福島成樹

1. サンプスギ過密林の現状

サンプスギはさし木品種であるため、実生スギと違って各個体の成長差が少なく、間伐が遅れた場合には林分全体の形状比が高くなり、共倒れ型の林分になりやすい。

また、一方ではスギ非赤枯性溝腐病による幹の腐朽の被害が多く発生しており、気象害を受けやすい状況にある。

2. サンプスギ過密林の管理指針

間伐の遅れにより形状比が高くなると、樹冠が小さくなり、胸高直径成長が低下して形状比の回復に長期間を要する。このようなサンプスギ林を間伐したときの気象害に対するリスクを考慮して、形状比と成長の関係から以下の管理指針を作成した。

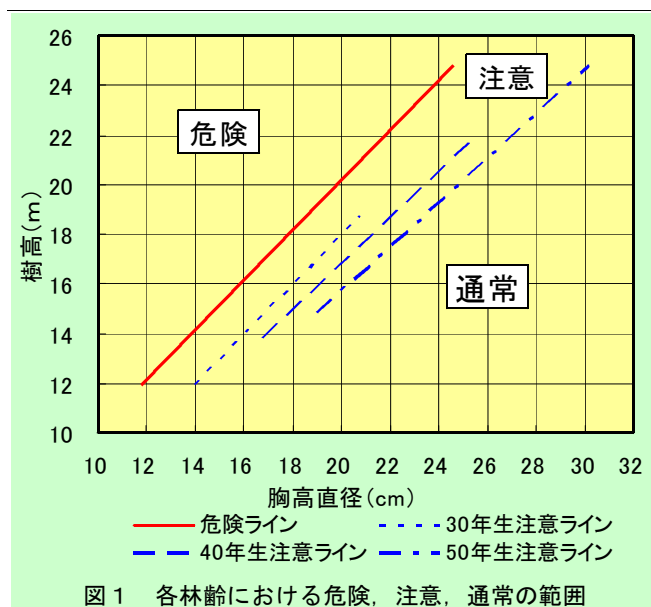
- (1) 収穫が可能な場合は、スギ非赤枯性溝腐病の被害拡大、伐期の長期化による気象害の危険性を考慮し、皆伐し再造林することが望ましい。
- (2) 生産目標に達していない場合、または経営上の理由により伐期を長期化する場合は、気象害を避けるために以下に示す形状比に応じた管理を行う（図－1 参照）。
- (3) 図－1 の危険ラインより上側（形状比が 101 以上）で「危険」と判断される場合は、皆伐し再造林することが望ましい。皆伐ができない場合には、2～3年ごとに弱度の間伐を繰り返し、形状比の高い個体から伐採していく。ただし、気象害を受ける危険性が非常に高い。
- (4) 危険ラインと注意ラインの間では間伐に注意を要する。(3)と同様の間伐方法とするが、気象害を受ける危険性が高い。
- (5) 注意ラインの下側で「通常」と判断される場合は、サンプスギ林分収穫表を基準に通常の間伐を実施する。
- (6) スギ非赤枯性溝腐病への対策として、a：主伐可能、b：被害率 70 % 以上、c：形状比 101 以上、のいずれかにあてはまる場合には皆伐とすることが望ましい。

3. 管理指針の適用に当たって

この管理指針は、気象害の危険性を形状比を基準に判定し、その管理の方向を示すものであるが、適用にあたっては形状比のみにとらわれることなく、スギ非赤枯性溝腐病による被害、林分の成長状況、立地条件などを総合的に判断して管理方法を決定する必要がある。

関連する文献・資料

福島成樹（2003）サンプスギ間伐手遅れ林分の管理指針。千葉県農林水産技術会議指導資料。4pp.



治山事業全体計画に資する森林整備方針に関わる調査 ―茨城県―

茨城県林業技術センター 岩見 洋一

1. 取り組みの概要

茨城県では、保安林の有する機能を高度に発揮させるため、森林の造成、改良、保育等を保安林整備事業として行っている。

県林業技術センターでは、農林水産部林業課から「治山事業全体計画に資する森林整備方針に係る調査」を依頼され、下記の4点について実施した。

- 1) 茨城県の地域性に配慮した森林整備方針として、流域単位、森林機能別に目標となる林型のモデル（山林地域、海岸林地域等）を設定する。
- 2) 森林施業のため、本数調整伐など林分密度管理の手法を具体的に検討する。
- 3) 周辺植生の自然な侵入を促進できる手法を検討する。
- 4) 下層植生の導入など、周辺の環境に配慮した林分保育の手法を検討する。

この中で山林地域については、複層林化を目的に本数間伐率で35%の間伐を10年ごとに繰り返す、密度管理図上で収量比数スギ0.50、ヒノキ0.52以下となるまで間伐することとした。これにより、下木の生育に十分な林内相対照度40%を確保し、その後、下木を導入することを基本とする森林整備方針を作成した。

2. 現在の状況

上記の森林整備指針に基づき、平成14年度から第1回目の本数調整伐を行っている。これらの林分については、裸地化している林分もあったが（図－1）、間伐後4年が経過した平成19年現在、植生が回復したことが認められた（図－2）。また、現在までは、風害や冠雪害等の大規模な気象害は発生していない。



図－1 間伐前の林況

下層植生は、ほとんどない



図－2 間伐4年後の林況

3. 今後の予定

これまでに作成した森林整備方針は、10年おきに35%の間伐を繰り返す方針だが、今後の風害、冠雪害等、気象害の発生状況や、林分の形状比を確認しながら、実際の林況に応じて森林整備方針を改良していく必要がある。

冠雪害の危険性に配慮した標準的間伐手法 一岐阜県一

岐阜県森林研究所 横井秀一

1. 取り組みの概要

岐阜県では、現在、「新・緊急間伐推進五ヶ年計画（平成 17 ～ 22 年度）」に従って、間伐の推進を図っている。この計画では、造林事業で間伐を実施する場合の必要最低限の約束を定めた、「標準的間伐手法」を示している。標準的間伐手法では、公的資金で補助するという性格から、間伐の効果をより長く継続させるため、標準間伐率（本数率）を 30 %以上としている。

しかし、間伐が遅れて脆弱になった森林で 30%以上の間伐を行うと、気象害の危険性が高くなることが懸念された。このため、標準的間伐手法では、事前調査による主林木の形状比と冠雪害危険度図（森林研究所提供）から判定して、危険性が高い場合には間伐率を低く設定するなどの配慮がなされている。

2. 間伐前に必ず林分調査

「標準的間伐手法」では、造林事業で間伐を実施する場合には、必ず事前調査をすることとしている。その結果から、まず、収量比数を求め、収量比数 0.8 以上の林分は“緊急に間伐を実施する”，0.6 以上 0.8 未満は“必要に応じて間伐を実施する”，0.6 未満の林分は“間伐を実施しない”と判断する。次に、「冠雪害危険度図」で特定された事業地（冠雪害の危険性の高い場所）では、優勢木（太い木から 700 本/ha 分の林木）の平均形状比を算出する。この形状比に応じて、表－1 の基準を適用する。危険な箇所では、伐りすぎないようにとの配慮である。

「標準的間伐手法」では、その他に、林縁木は基本的に伐らないとか、表土流亡の徴候が見られる林分では間伐木で土留めをする（p.47 参照）など、いくつかの留意点を示している。

表－1 冠雪害危険箇所における間伐率決定基準と間伐手法

年齢級	優勢木の平均形状比		
	80以上	70以上80未満	70未満
3 ～ 6	A	A	C
7 ～ 9	A	B	C

A: 5年後の再間伐を前提として、概ね25%の下層間伐、または、概ね30%の巻き枯らし間伐を実施。列状間伐は、行わない。

B: 概ね30%の下層間伐、または、概ね35%の巻き枯らし間伐を実施。列状間伐は、行わない。

C: 概ね40%の間伐を実施。間伐法は自由。ただし、残存木の平均形状比が、75以上にならないようにする。

注) 間伐率は、本数間伐率である。

3. 検証が課題

この「標準的間伐手法」は、情報が少ない中での暫定的なものである。また、風害については、対策が示されていない。間伐効果と耐気象害性を検証して、見直していく必要がある。

なお、間伐手法については、「森林所有者や森林技術者が、森林づくりを自ら考える」ことを原則と考えており、「標準的間伐手法」は、原則に移行するまでの当面のものとして位置づけられている。

関連する文献・資料

横井秀一・古川邦明（2007）国土数値情報と AMeDAS データから作成した岐阜県版スギ人工林冠雪害危険度図。森林計画誌 41：111-116。

表土流亡発生林地では間伐材で土留めを ―岐阜県―

岐阜県森林研究所 横井秀一

1. 取り組みの概要

岐阜県が進める「新・緊急間伐推進五ヶ年計画」では、「標準的間伐手法」を定めて、林況に応じた間伐の実施を指導している（p.46 参照）。この中で、表土流亡の痕跡が見られる林分では、間伐木の枝条を払い、幹をできるだけ斜面に対し横向きにして接地させることが、留意事項に掲げられている。これは、間伐が遅れて過密になった人工林（とくにヒノキ林）で、しばしば発生している表土流亡を間伐木を利用して抑制しようとするものである。

2. 表土流亡の痕跡を観察

表土流亡が発生している林地では、地表面にその痕跡が残る。すなわち、地表面を観察すれば、そこで表土流亡が発生しているかどうかを知ることができる。見て、わかりやすい表土流亡の痕跡は、「土柱」と「細根の露出」である。

「土柱」は、礫や落枝を頭に載せた、土の柱である（図－1）。雨滴衝撃で表土が削られるとき、地表に礫や落枝があると、その下の土は礫や落枝で保護され、その部分だけ土が削られずに残る。これが、土柱の成因である。

「細根の露出」は、主に造林木の細根が地表に露出している現象である（図－2）。もともとは土の中にあった細根が表面に出ていることから、その部分の土が失われた証拠になる。



図－1 土柱



図－2 細根の露出

3. 間伐木を使って表土流亡を止める

表土流亡が痕跡が見られる林地で、斜面傾斜が 30 度以上であり、切り捨て間伐を行うときは、間伐木を利用して表土流亡を止める措置を講じる。枝条を払った間伐木の幹を、できるだけ長いまま、横に向けて接地させる。払った枝条は、地表面を雨滴衝撃から保護する緩衝材になる。接地させた幹は、土の移動を止める役目を果たす。

関連する文献・資料

井川原弘一・渡邊仁志・横井秀一（2004）ヒノキ人工林における間伐木の処理方法と土壌侵食量の関係．中森研 52：267-270.

岐阜県森林科学研究所（2006）ヒノキ人工林の表土流亡を防ぐために．17pp. 岐阜県森林科学研究所.

まとめと今後の課題

本研究会の当初の目標は、「気象害に対して安全であるとともに間伐効果の上がる現実的な間伐手法を見いだすこと」であった。この目標に対して、本報告書では、間伐および林分密度と気象害に関する研究成果を中心として、これらに間伐と林床植生・更新の関係、立木密度と成長の関係、巻き枯らし間伐など当初の計画よりも幅広い分野の研究成果も加えることができた。

過密人工林における冠雪害や表土流亡に関する研究では、間伐を行って立木密度を調節することにより、冠雪害の危険度や降雨による表土の流亡量を低下させることできる可能性が示唆された。ただし、降雪量、風速、降水の強度や時期を制御できないので、森林施業試験地を設けても気象害が発生しない場合があって、間伐効果を実証することは容易ではない。したがって、この課題については施業試験の実施と併行してシミュレーション等による検討も必要と考えられる。

冠雪害に比べて風害に関する報告数が少なかったのは、関東や中部地方においては、風害の発生頻度が雪害のそれに比べて少ないためと考えられる。しかし、近年、九州や北海道では風害の発生頻度が高くなっていることから、関東や中部地方においても風害林分の実態を把握し、記載しておく必要がある。

従来から、間伐の目的は残存木の質と量を向上させることであり、量については個体の直径成長を促すものとされてきた。しかし、本報告書に掲載された間伐と成長に関する研究が少なかった。直径成長の促進は林業経営上のみならず気象害を軽減するうえからも重要である。今後は、間伐方法によって、平均直径だけではなく直径分布がどのように変化するかも把握し、それに伴って収益がどの程度向上し、かつ気象害がどの程度軽減されるのかを実証するとともに、これらを予測するシステムを構築する必要がある。

近年、林業の収益性や効率化、低コスト化が求められており、各地で列状間伐の導入が検討され、実際に事業化が進められている。今後は、列状間伐後の残存木の形質や成長、気象害等についても調査検討を行う必要がある。

平成 19 年度会長県幹事 富山県林業技術センター 嘉戸昭夫

『過密人工林における間伐手法研究会』参画機関

(独) 森林総合研究所

茨城県林業技術センター

栃木県林業センター

群馬県林業試験場

埼玉県農林総合研究センター 森林・緑化研究所

千葉県森林研究センター

(財) 東京都農林水産振興財団 東京都農林総合研究センター

新潟県森林研究所

富山県林業技術センター 林業試験場

長野県林業総合センター

岐阜県森林研究所

山梨県森林総合研究所

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター

愛知県森林・林業技術センター

過密人工林の間伐
－研究成果と行政の取り組みに関する事例集－

2008 年 2 月

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
「過密人工林における間伐手法研究会」

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会事務局
(独) 森林総合研究所 企画部 研究管理科
〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1
電話 029-873-3211

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 HP
<http://ss.ffpri.affrc.go.jp/labs/kanchu/>