

# 天然性過密アカマツ林管理技術の開発

近藤道治・小山泰弘

天然性アカマツ林は、収量比数が0.90を超えると自然枯死木が発生し、林床植生の衰退がみられた。長野県中部の坂北村、麻績村の個人有林に、こうした過密アカマツ林が広く分布していた。

過密アカマツ林3箇所、強度間伐区（本数間伐率50～60%）、弱度間伐区（30%）、無間伐区を設け、枯損木や倒伏木等の発生状況を継続して調査した。強度間伐区では枯損や倒伏等の発生はみられなかったが、弱度間伐区、無間伐区では形状比の高いアカマツを中心に枯損、倒伏、幹折れなどが発生した。

強度間伐区では間伐後に連年成長量が急激に増加したが、弱度間伐区では増加せず、過密アカマツ林で本数率30%程度の間伐を実施しても、残存木に成長促進効果は現れなかった。

キーワード：アカマツ林、過密林分、間伐、気象災害

## 1 はじめに

県下には、天然下種更新したまま放置したアカマツ林が広く分布している。これら過密アカマツ林は競争効果により衰弱木・枯損木が発生していて、松くい虫被害の拡大原因になる危険性がある。

しかし、これらの林分で健全化のために間伐を行うと、暴風害、冠雪害などの気象災害を誘発するおそれがあり、間伐が進まないのが現状である。

このため、過密アカマツ林を安全に適正密度に誘導する施業方法を開発することを目的として研究を行った。

本報告は県単事業「天然性過密アカマツ林管理技術の開発」（1998～2002）で行った研究をとりまとめたものである。

## 2 過密アカマツ林の林分構造

### 2.1 調査地と調査方法

天然性アカマツ林の林分構造を把握するため、東筑摩郡坂北村を中心として、林分密度が異なるアカマツ林16箇所、調査を行った。調査は原則的に0.04ha方形区により、立木の樹高、胸高直径を毎木測定するとともに、林床植生は、植被率と種組成を調べた。

### 2.2 調査結果

表2-1に、16箇所の林分構造と林床植生の調査結果を示した。

このうち、競争に起因するとみられる自然枯死立木が収量比数0.90以上の7林分すべてで認められた。

林床植生の植被率は、林分密度が高くなるほど減少する傾向が認められた（図2-1）。種組成をみると、林分密度が高い林分では、草本類（カリヤス、ワラビ、ヒロバスケなど）と、ツル植物（ヤマカシユウ、スイカズラなど）がほとんどみられなくなり、ソヨゴなどの木本類だけが生育していた。こうした現象は収量比数0.90以上の林分で顕著であった。

なお、林分密度（収量比数 $R_y$ ）と林床植被率との関係を求めたところ、両者の関係は、（植被率%） $= -3.3961 \times$ （林分の収量比数） $+ 3.5445$ （ $r=0.9321$ ）で表現できた。

表 2-1 アカマツ林調査結果 (坂北村)

No.	標高(m)	上木(アカマツ)				植被率	下層植生 主な種類	備考
		平均 樹高(m)	本数 /ha	収量比 数	自然枯死 の有無			
1	670	11.5	7,200	0.99	有	15%	ヤマウルシ・ソゴ・ヤマツツジ・コナラ	
2	680	12.0	6,000	0.98	有	20%	ソゴ・バイカウツギ・オトコヨウゾメ	
3	660	17.0	2,400	0.97	有	15%	ノリウツギ・カスミザクラ・サワラ	
4	860	16.0	2,000	0.93	有	35%	コナラ・ヤマツツジ・カリヤス	
5	760	23.0	800	0.90	有	50%	カリヤス・ワラビ・タラノキ	
6	950	15.0	1,600	0.87	無	55%	コナラ・ノイバラ・ヤマカシウ・ソゴ・ワラビ	
7	910	14.0	1,600	0.85	無	65%	ヤマツツジ・ワラビ・クヌギ・コナラ	
8	920	19.0	800	0.84	無	75%	ノイバラ・ヤマカシウ・エゴノキ・ヤマツツジ・アケビ	
9	760	20.0	500	0.77	無	85%	エゴノキ・モミジイチゴ・ウワミズザクラ・フジ	
10	700	17.0	500	0.68	無	60%	ソゴ・コナラ・ヤマツツジ・カスミザクラ	広葉樹林に 見える
11	850	19.9	1,344	0.96	有	35%	カリヤス・コナラ・ヒロバスゲ・ヤマツツジ	試験地 (無間伐)
12	"	19.9	1,344	0.96	有	30%	コナラ・カリヤス・ワラビ・ヒロバスゲ	"
13	"	21.2	816	0.88	無	60%	コナラ・ワラビ・カリヤス	試験地(30%)
14	"	21.2	816	0.88	無	70%	モミジイチゴ・コナラ・カリヤス・バイカウツギ	"
15	"	21.2	528	0.80	無	80%	ヤマウルシ・コナラ・クヌギ・バイカウツギ	試験地(60%)
16	"	21.2	528	0.80	無	55%	コナラ・ヤマツツジ・バイカウツギ	"

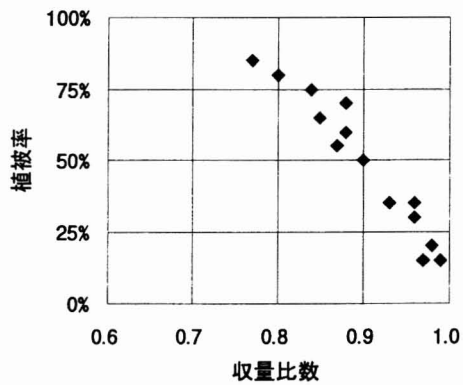


図 2-1 収量比数と植被率の関係

### 3 過密アカマツ林の現況

#### 3.1 過密アカマツ林の分布

過密アカマツ林の分布状態を明らかにするため、アカマツ林が多い東筑摩郡坂北村と東筑摩郡麻績村を対象として分布調査を実施した。

#### 3.2 調査方法

過密林分の判別は空中写真で行った。判別作業の前に、あらかじめ空中写真で樹冠粗密度の異なるアカマツ林を抽出したのち、現地調査によって空中写真の樹冠粗密度と収量比数の関係を求めた。なお、過密林分は収量比数 0.90 以上の林分とした。

#### 3.3 結果と考察

坂北村には 740ha のアカマツ林が存在したが、村道別所線より西側地域の矮性アカマツ林 120ha (16%) は、土壌の浅い尾根筋にかろうじて成立する生育困難地だったので調査対象から除外した。このため、調査地は 620ha となった。

アカマツ林 620ha を適正密度林分と過密林分に区分したところ、適正密度林分が広域基幹林道四阿線周辺を中心に 150ha (20%) 認められた。一方、過密林分は 470ha (64%) 存在しアカマツ林の過半数を占めた。これら過密林分は、標高、地形、方位などとは無関係に広く分布していた

適正密度林分の所有形態をみると (図 3-1)、県有林、村有林、団体有林 (森林開発公団) で 86% を占め、個人有林は 4% を占めるにすぎなかった。一方、過密林分は個人有林が過半数を占めていた (図 3-2)。所有形態別に過密林分と適正密度林分の割合をみると (図 3-3)、明らかに個人有林の手入れの遅れが目立っていた。

麻績村では適正密度のアカマツ林は 30ha

(5%) で、村内アカマツ林の 95% が過密林分となっていた。適正密度林分の所有形態をみると (図 3-4)、村有林、集落有林などが 82% を占め、個人有林は 18% を占めるにすぎなかった。一方、過密林分は個人有林が 60% 以上を占めていた (図 3-5)。

所有形態別に過密林分と適正密度林分の割合をみると (図 3-6)、坂北村ほど明らかではないが、村有林、部落有林に比べ個人有林の手入れが遅れていた。なお、麻績村の森林整備は、北部の聖高原周辺のカラマツ林を中心にすすめられており、里山一帯に広がるアカマツ林の施業が進んでいなかった。

坂北村、麻績村では、標高、地形、方位などに関係なく過密アカマツ林が広く分布し、特に麻績村では、アカマツ林のほとんどが過密状態であった。適正密度林分は公的団体や、部落有林が多く、個人有林には少なかった。

過密アカマツ林の分布は、標高、地形、方位などよりも所有形態と強く関連していた。この原因として、個人有林はアカマツ林の経済価値の低下により手入れが行き届かなくなったが、公的団体や部落有林は、森林を経済価値だけでなく公益的価値を重視した投資を行っているためと推定した。

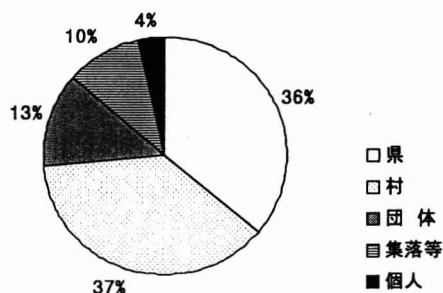


図 3-1 アカマツ適正密度林分の所有形態 (坂北村)

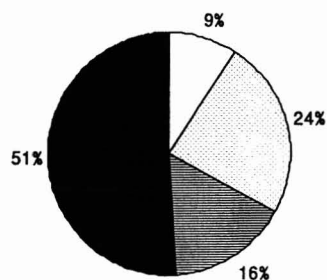


図 3-2 アカマツ過密林分の所有形態 (坂北村)

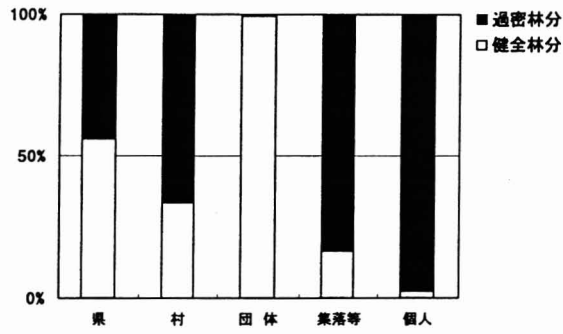


図 3-3 所有形態別過密林分の割合 (坂北村)

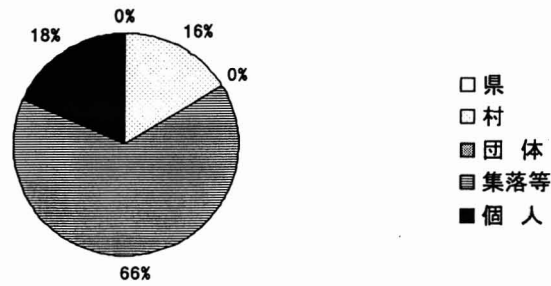


図 3-4 アカマツ適正密度林分の所有形態 (麻績村)

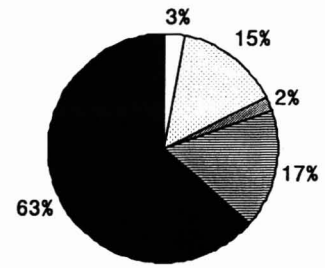


図 3-5 アカマツ過密林分の所有形態 (麻績村)

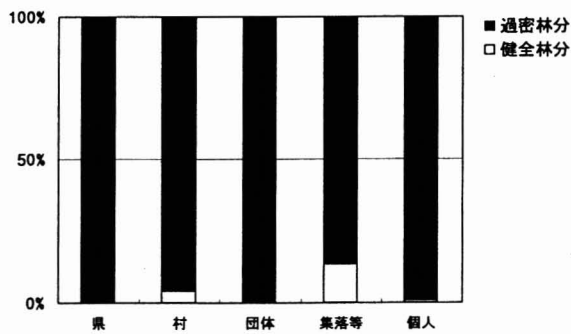


図 3-6 所有形態別過密林分の割合 (麻績村)

## 4 間伐試験

### 4.1 研究の目的

過密アカマツ林で健全化のために強度の間伐を行うと、気象災害を誘発するといわれる（水井ほか1984、秋田県林務部1994）。しかし、これまで、どの程度の間伐率で気象災害を誘発するかなどについての試験が行われた例はない。このため、ここでは本数率50%以上の強度間伐を行い気象災害がどの程度発生するか把握することを目的として試験を実施した。

### 4.2 調査地と調査方法

#### 4.2.1 試験地の設定

四賀村、塩尻市、坂北村の過密アカマツ林に試験地を設置し（表4-1）、それぞれ間伐率を異にする3種の試験区（強度間伐区、弱度間伐区、無間伐区）を設定した。なお、これらのアカマツ林では、それまで間伐などの施業が行われず放置状態になっており、立木間の競争による枯死木や衰弱木が発生していた。

塩尻試験地ならびに坂北試験地では、強度間伐区として本数率60%間伐区、弱度間伐区（一般的な間伐率区）として30%間伐区を設定し、これら2区にあわせて無間伐区（対照）を設定した。

なお、四賀試験地は、強度間伐区の間伐率47%、弱度間伐区35%である。これは、1995年に松本地方事務所が設定した強度間伐試験林分を今回の試験地として調査したためである。

#### 4.2.2 気象災害の発生

毎年早春期に、各試験地で枯損、倒伏、幹折れなどの発生状況を把握した。また同時に、毎年の特異的な気象現象を調査し、強風、異常降雪あるいは雨氷の発生などと林分被害の関係を検討した。

#### 4.2.3 間伐の成長促進効果

2002年度の成長休止期に塩尻試験地と坂北試験地で毎木調査を実施し、間伐による成長促進効果を検討した。

また、塩尻試験地では2002年11月に、強度間伐区、弱度間伐区、無間伐区それぞれで標本木3本（合計9本）を伐採し、樹幹解析により成長経過を明らかにした。標本木には、調査開始時に平均的胸高直径を有した立木（中）と、これより大と小の立木各1本を選定した。

#### 4.2.4 間伐の枝伸長促進効果

4.2.3で伐倒したアカマツの枝伸長量を測定し、間伐による枝伸長量促進効果を明らかにした。測定する枝は、生きている全ての枝を対象に、輪生枝からそれぞれ3本の枝を選択した。輪生枝が3本未満の場合は測定できるすべての枝を対象とした。枝伸長量は、間伐実施前の1年間（1998年）と間伐実施後の4年間（1999年～2002年）を対象に、1年毎の枝伸長量を測定した。

## 4.3 結果と考察

### 4.3.1 試験地の林況

各試験地の林況は表4-2～4のとおりである。

表4-1 間伐試験地の概要

試験地名	樹種	林齢(年)	標高(m)	設定年月日	林班番号	方位	傾斜(度)
四賀		32	1,150	1995.6	110-い-2	南	20~30
塩尻 (林業総合センター)	アカマツ	40	860	1999.3	40-に-374	東	5
坂北		36	850	2000.3	34-ろ-14	南	10~35

表4-2 四賀試験地の調査結果

項目	強度間伐区		普通間伐区		無間伐区	
	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	1995年	1999年
	1995年	1999年	1995年	1999年		
林分密度 (本/ha)	1,275	675	1,175	763	1,425	1,350
平均胸高直径 (cm)	20.3	25.0	18.4	22.3	17.0	19.0
上層樹高 (m)	15.0	17.0	15.0	16.0	15.0	16.0
材積 (m <sup>3</sup> /ha)	306.0	276.8	235.0	236.5	242.3	310.5
本数間伐率 (%)		47.1		35.1		
収量比数	0.83	0.76	0.82	0.75	0.85	0.87

塩尻試験地と坂北試験地の間伐前後の直径階別本数分布を図4-1~4に示した。この図から、どちらの試験地も、弱度間伐区では間伐木が小径階側

にかたよる下層間伐となったが、強度間伐区は中径階以上にまで及ぶ上層間伐であった。若齢期~壮齢期の過密アカマツ林で間伐を行う場合、本数

表 4-3 塩尻試験地の調査結果 (1999 年)

項目	強度間伐区		普通間伐区		無間伐区
	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	
林分密度 (本/ha)	1,609	617	1,729	1,153	1,689
平均胸高直径 (cm)	19.2	22.9	18.1	20.3	16.7
上層樹高 (m)	20.5	20.5	20.4	20.4	20.2
材積 (m <sup>3</sup> /ha)	474.8	250.9	451.3	369.0	370.8
本数間伐率 (%)		61.7		33.3	
材積間伐率 (%)		47.1		18.2	
収量比数	0.97	0.83	0.97	0.92	0.97

表 4-4 坂北試験地の調査結果 (2000 年)

項目	強度間伐区		普通間伐区		無間伐区
	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後	
林分密度 (本/ha)	1,312	528	1,184	784	1,344
平均胸高直径 (cm)	21.5	25.4	22.1	23.4	21.1
上層樹高 (m)	21.2	21.2	21.2	21.2	19.9
材積 (m <sup>3</sup> /ha)	501.3	276.8	468.8	356.8	484.8
本数間伐率 (%)		59.8		33.8	
材積間伐率 (%)		44.8		23.9	
収量比数	0.95	0.80	0.94	0.88	0.96

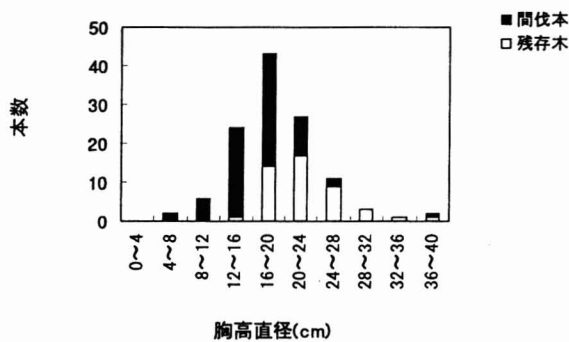


図 4-1 直径階別本数分布 (塩尻・強度間伐区)

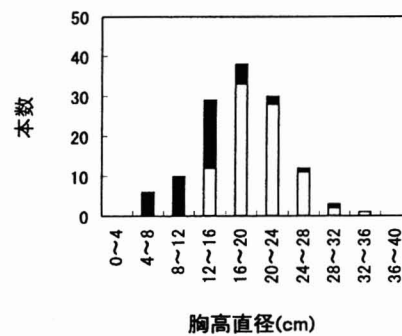


図 4-2 直径階別本数分布 (塩尻・弱度間伐区)

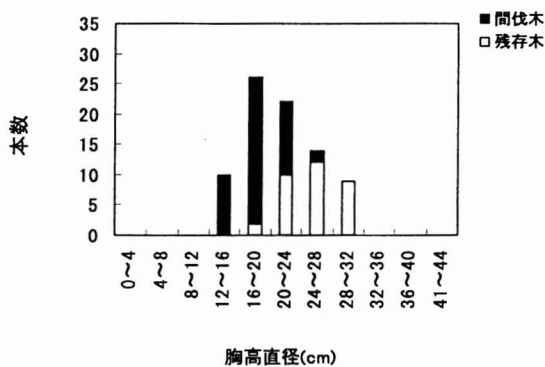


図 4-3 直径階本数分布 (坂北・強度間伐区)

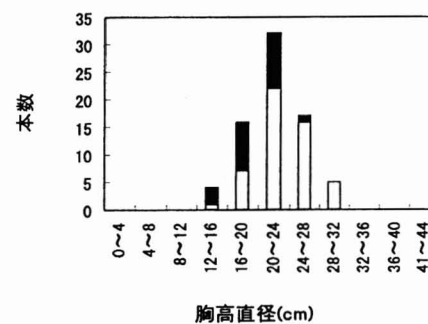


図 4-4 直径階別本数分布 (坂北・弱度間伐区)

間伐率 30%程度では成長不良木や衰退木を間伐対象とする下層間伐であり、間伐率 60%程度ではじめて上層木にまで間伐が及ぶことが明らかとなった。

#### 4.3.2 気象災害の発生

調査期間に発生した特異的な気象現象は、1995年と1998年の台風、1998年と2001年の大雪である(表4-5)。1998年の台風7号では、これらの試験地に最も近い松本気象台で最大瞬間風速37.6m/sと、それまでの極値を更新する強風が吹いた。1998年の大雪は、松本で69cmと100年ぶりに極値を更新し、2001年の大雪も、松本で64cmの積雪を記録し1998年に匹敵する積雪だった。

四賀試験地は、これらすべての気象現象に、塩尻試験地と坂北試験地は2001年の大雪に遭遇した。

試験地の枯損木や倒木などの発生状況を表4-6に示した。いずれの試験地でも、無間伐区、弱度間伐区では枯損、倒伏、幹折れ、などが発生したが、強度間伐区では発生していない。間伐率が高いほど気象被害の発生率が高くなるという報告(小野寺1987)とは一致しなかった。

図4-5~6は、塩尻試験地の無間伐区と強度間伐区で、4年間の健全木の変化を形状比別に示したものである。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、100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たことから、林分に変化はなかった。

このことから、過密アカマツ林で間伐を実施する際に、劣性木や形状比が高いなどの不良木を優先的に伐採し、形状比の低いアカマツを残すことで、強度間伐を実施しても気象災害は発生しにくいと考えた。

#### 4.3.3 間伐の成長促進効果

塩尻試験地と坂北試験地の間伐直後と3年後の胸高直径測定結果からは明らかな間伐効果が認められなかった(表4-7~8)。

このため、塩尻試験地の樹幹解析結果により連年成長量の検討を行ったところ、強度間伐区で明らかな間伐効果を認めた。しかし、弱度間伐区では認められず、下層間伐では残存木の成長は促進されないことが伺えた(図4-7~8)。

#### 4.3.4 間伐の枝伸長促進効果

間伐実施前1年間(1998年)の枝伸長量を100とし、間伐実施後の伸長割合を示したのが図4-9~11である。強度間伐区では、間伐直後の1999年から3年間伸長割合は低下し続けたが、2003年には増加に転じた。なお、小さい標本木ほど低下の割合が大きかった。

これに対して、弱度間伐区では伸長割合は低下

表4-5 特異的な気象現象

年	1995	1995	1998	1998	1999	2000	2001
月	6	9	1	9	3	3	1
試験地設定	四賀			塩尻		坂北	
異常な気象現象	台風12号		大雪	台風7号	大雪		
			松本で69cm 極値を更新	松本で38m/s 極値を更新	松本で64cm		

表4-6 枯損木や倒伏木倒の発生状況

試験地名	設定年月 (経過年数)	林齢	試験区	本数間伐率 (%)	密度 本/ha	上層樹高 (m)	平均胸高 直径(cm)	林分 形状比	調査 本数	枯損木や倒伏等の本数(2003.3)					
										枯損	倒伏	幹折れ	その他	合計	(%)
四賀	1995.6 (8)	32	強度間伐区	50	675	17.0	25.0	68	27	0	0	0	0	0	0
			普通間伐区	30	763	16.0	22.3	72	29	0	1	0	3	4	14
			無間伐	0	1,350	16.0	19.0	84	56	0	2	0	2	4	7
塩尻 (林業総合センター)	1999.3 (4)	40	強度間伐区	60	617	20.5	22.9	90	50	0	0	0	0	0	0
			普通間伐区	30	1,153	20.4	20.3	100	87	7	0	2	0	9	10
			無間伐	0	1,689	20.2	16.7	121	126	11	1	3	13	28	22
坂北	2000.3 (3)	36	強度間伐区	60	528	21.2	25.4	83	33	0	0	0	0	0	0
			普通間伐区	30	783	21.2	23.4	91	49	0	0	0	7	7	14
			無間伐	0	1,344	19.9	21.1	94	84	1	1	0	8	10	12

備考(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(ただし、四賀村は間伐から4年経過した後の数値)。

(2)枯損木等の本数で「その他」は幹の傾斜、梢端折れである。合計欄の%は全本数に対する枯損木等の合計発生率を示す。

し続け、現在までは回復傾向はみられない。また、無間伐区では年変動が大きく明らかな傾向はみられない。

間伐実施区では枝伸長量が増加するとの予想に反し、伸長量は低下する傾向がみられた。その原

因として、間伐により林内の気象条件が大きく変化したことなどが考えられたが、明確な結論は得られなかった。

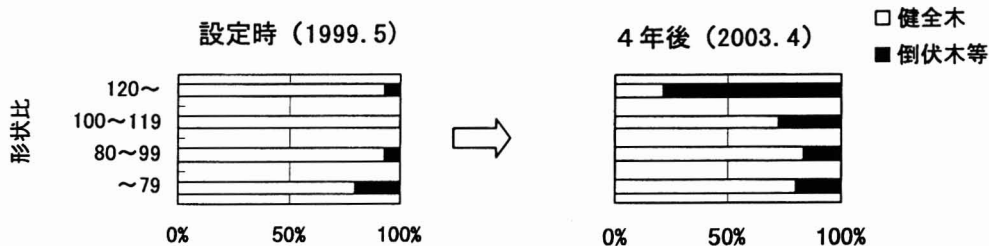


図 4-5 形状比階級別にみた健全木の割合 (塩尻・無間伐)

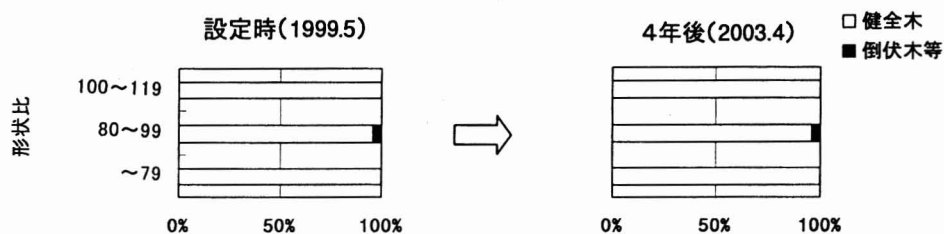


図 4-6 形状比階級別にみた健全木の割合 (塩尻・強度間伐)

表 4-7 間伐後の成長 (塩尻試験地)

項目	強度間伐区		普通伐区		無間伐区	
	1999.3	2002.11	1999.3	2002.11	1999.3	2002.11
林分密度(本/ha)	617	617 (100)	1,153	1,059 (92)	1,689	1,528 (90)
平均胸高直径(cm)	22.9	24.8 (106)	20.3	22.4 (110)	16.7	18.7 (113)
上層樹高(m)	20.5	21.3 (104)	20.4	21.7 (106)	20.2	21.7 (107)

備考(1)場所：林業総合センター(40年生、試験区面積：746㎡)

(2)1999.3は 間伐直後の測定値である。

(3)2002年の ( ) 内は1999年を100とした指数である。

表 4-8 間伐後の成長 (坂北試験地)

項目	強度間伐区		普通伐区		無間伐区	
	2000.3	2003.3	2000.3	2003.3	2000.3	2003.3
林分密度(本/ha)	528	528 (100)	784	784 (100)	1,344	1,328 (90)
平均胸高直径(cm)	25.4	27.0 (106)	23.4	24.9 (106)	21.1	21.7 (103)
上層樹高(m)	21.2	22.9 (108)	21.2	23.1 (109)	21.2	23.0 (108)

備考(1)場所：坂北村(36年生、試験区面積：625㎡)

(2)2000.3は 間伐直後の測定値である。

(3)2002年の ( ) 内は1999年を100とした指数である。



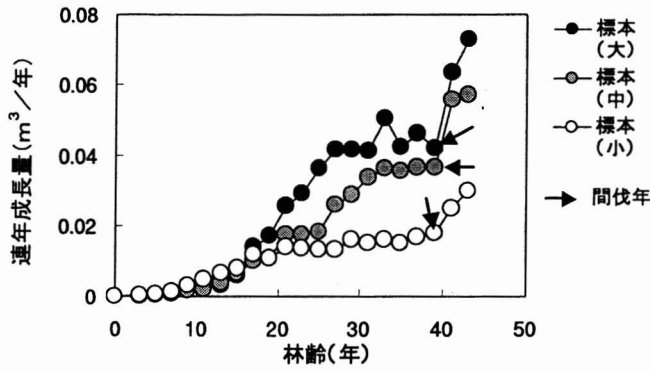


図 4-7 連年成長量の変化  
(塩尻・強度間伐区)

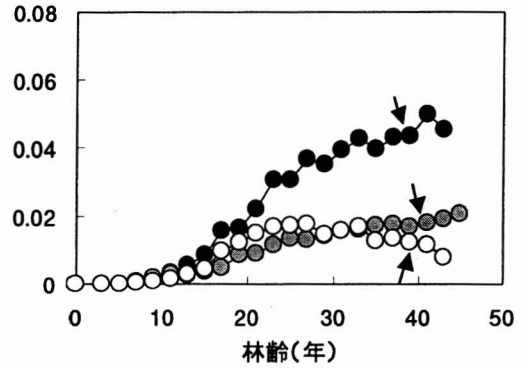


図 4-8 連年成長量の変化  
(塩尻・弱度間伐区)

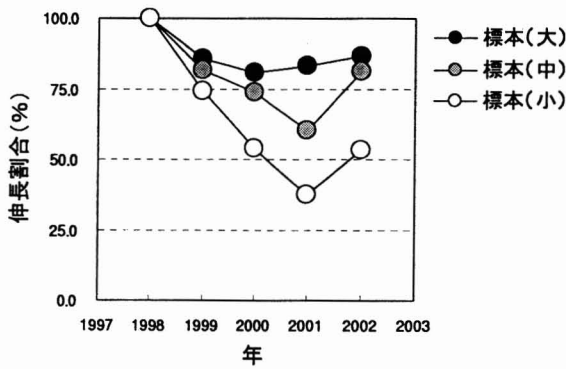


図 4-9 年別枝伸張割合の変化  
(塩尻・強度間伐区)

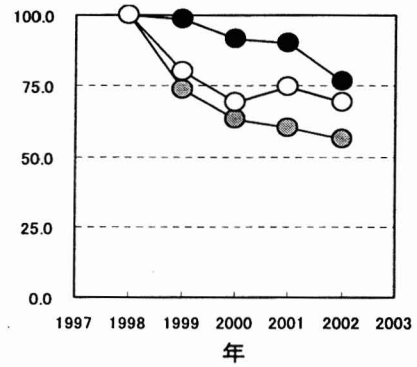


図 4-10 年別枝伸張割合の変化  
(塩尻・弱度間伐区)

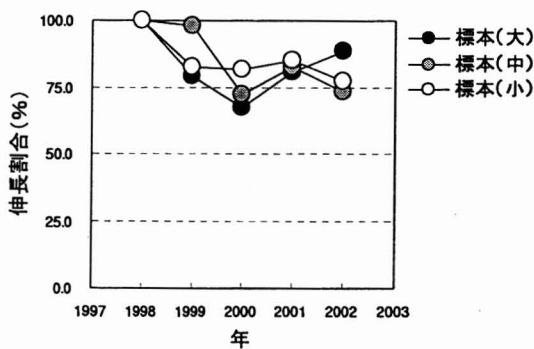


図 4-11 年別枝伸張割合の変化  
(塩尻・無間伐区)

## 5 まとめ

### 5.1 過密アカマツ林の林分構造と現況

アカマツ林では、収量比数 0.9 を超えると自然枯死が発生し、林床植生も衰退していた。坂北村、麻績村ではこうした過密アカマツ林が広く分布していた。

坂北村、麻績村の適正密度の林分には、県有林、村有林、団体有林（森林開発公団）、部落有林が多く、個人有林が少なかった。過密アカマツ林の分布と、標高、地形、方位などの環境因子は関連しなかった。

### 5.2 間伐試験

四賀村、坂北村、塩尻市の過密アカマツ林に、強度間伐区、弱度間伐区、無間伐区の3区による試験地を設定した。3～4年間にわたり、枯損木や倒木などの発生状況を調査したところ、強度間伐区では枯損木や倒木などの発生はみられなかったが、無間伐区、弱度間伐区では枯損、倒伏、幹折れ、などが発生した。

過密アカマツ林で間伐を実施する場合、形状比の高い立木あるいは劣勢木などを間伐し、形状比の低い立木を残せば、強度間伐を行っても気象災害は発生しにくいと考えた。

強度間伐区の立木では連年成長量が増加し間伐効果を認めたが、弱度間伐区ではこうしたことが認められなかった。このため、過密化したアカマツ林で本数率 30%程度の弱度間伐を実施しても成長促進効果は現れにくいと判断できた。

間伐後の枝伸長量は期待したような成長増加を示さなかった。

### 5.3 おわりに

本研究をすすめるにあたり、坂北村、麻績村、四賀村、ならびに松本地方事務所をはじめとする関係地方事務所林務課の皆様、そのほか多くの方々にご協力いただいた。これらの方々に、厚く感謝いたします。

#### 引用文献

明石信廣(2000)カラマツ長伐期施業のための間伐方法, 北海道林試研報 37, 59～65

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

片岡健次郎ほか(1982)アカマツ保育形式比較試験地の冠雪害, 林試東北支場たより 249, 1～4

水井憲雄ほか(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

長野県民有林アカマツ・ヒノキ林分収穫予想表  
昭和 57

小野寺弘道ほか(1987)異常降雪によって冠雪害を受けたアカマツ人工林の解析 (I) 一林分構造の被害一, 日林東北支誌 39, 100～102

小野寺弘道ほか(1987)異常降雪によって冠雪害を受けたアカマツ人工林の解析 (II) 一樹体の大きさと被害一, 日林東北支誌 39, 103～105

小野寺弘道ほか(1988)異常降雪によって冠雪害を受けたアカマツ人工林の解析 (III) 一立木配置および降雪条件と被害一, 日林東北支誌 40, 143～144