

# 森林被害跡地の健全化に向けた誘導技術の開発

育林部 清水香代・大矢信次郎・岡田充弘\*・指導部 小山泰弘

県内で大きな問題となっているマツ枯れやナラ枯れ被害の対策として、被害地の森林を健全に再生させるために天然更新や樹種転換事業が行われている。効果を検証するため、被害跡地を調査した結果、マツ枯れ被害地の大部分がナラ類や、サクラ類等の高木性広葉樹により更新していたが、表土がない場所では再度アカマツ林に推移し、樹種転換ができていなかった。また、ヒノキやカラマツを植栽した場合は、適正な手入れも行われ、確実な更新が図られていた。ナラ枯れ被害地は、被害前の林床植物によっては更新できない場合があり、ユキツバキが多いと更新が難しかった。カラマツの健全木を加害するカラマツヤツバキクイムシは、県内のほぼすべてで認められた。しかし、健全木への加害は林地残材量と標高によって異なり、標高1,000m以下では、少ない残材量でも健全木が枯死し、標高1,000m以上では残材量が多い場合に限られた。この結果から、残材は可能な限り搬出すべきと判断できた。

キーワード：ナラ枯れ、マツ枯れ、カラマツヤツバキクイムシ、更新、樹種転換

## 1 緒言

県内の森林において健全性が低下しているとの指摘が大きいのは、ニホンジカによる被害を除けば、マツ枯れ被害とナラ枯れ被害で、県内のアカマツ林やミズナラやコナラ等のナラ類を主体とする広葉樹林は、その機能低下が懸念されている。

県内のアカマツ林は、マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) を病原とするマツ材線虫病による被害(以下、マツ枯れとする)は、1981年(昭和56年)に当時の木曾郡山口村(現岐阜県中津川市)で材線虫病被害が初認された後、現在も県内各地で被害が発生している(岡田ら2006)。マツ枯れの被害対策は、被害拡大状況や被害推移の検討、被害沈静化の要因などの結果(岡田ら2006)を活かし、被害の拡大防止に焦点をあてた「守るべき松林」の保全が中心となっている。これ以外の松林では、森林の公益的機能を維持するために被害対象樹種からそれ以外の樹種に変える樹種転換事業が行われてきたが、その後の更新状況を調査した事例は少ない。そこで、樹種転換事業の効果について、植栽木の生育調査と現況植生から検証した(第2章)。

一方で、マツ枯れ被害地における天然更新を調査した事例では、暖温帯地域の茨城県(山本・糸賀1988)、兵庫県(山瀬1999)、広島県(佐久間ら2002)においては、コナラやシラカシ、アカメガ

シワ等の高木性樹種が優占する場合と、ソヨゴやネジキなどの中低木性樹種が優占する場合が報告されている。しかし、これまで検討された事例は暖温帯地域での事例であり、冷温帯に属しマツ材線虫病の発生標高上限に近い(岡田ら2006)長野県での解析については事例が少ない。また、近年においては、マツ枯れ被害地のアカマツを全て伐採し、中下層に生育する広葉樹によって更新を図る「更新伐」と称する施策が行われるようになった。そこで、本研究では、マツ枯れを受けた後に放置された林分や、更新伐実施後に天然更新を選択した林分についての調査は少ないため、マツ枯れ被害跡地の更新状況についてまとめた(第3章)。また、ナラ類を主体とする広葉樹林では、カシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*, 以下、カシナガという)が *Raffaelea quercivora*(以下、ナラ菌, Kubono and Ito 2002) を媒介することで発生するブナ科樹木萎凋病(以下、ナラ枯れとする)による被害が発生している。長野県では、平成16(2004)年8月に飯山市、信濃町で確認された(岡田ら2006)、その後6年間で被害地は13市町村に増加し、県北部だけではなく県南部でも被害が拡大している(岡田ら2011)。他県におけるナラ枯れ被害を受けたナラ類を主体とする林分は、山形県(齊藤・柴田2012)などの研究により、上層林冠を構成するミズナラやコナラについては、

\*元長野県林業総合センター育林部主任研究員

ナラ枯れが始まってから10年内には、ほとんどのミズナラ林冠木は枯死したが、コナラ林冠木は少なくとも4割程度が生存する事例が報告され、高標高地を含めた長野県内での事例は被害発生から3年までにミズナラが70~73%枯死したことが報告されている(岡田ら2006)。上木が枯れた後の森林についても、ユキツバキを主とする常緑広葉樹が低木層を占有すること(斉藤・柴田2012)や、ナラ枯れ前後での相対的な林冠樹種構成がナラ類で14%低下し、林床のナラ類はほとんど更新しておらず、次世代の高木を構成するナラ林の更新が図れない(岩佐2013)という報告がある。そこで、県内のナラ枯れ被害跡地の更新状況について高木性樹種の本数密度も含めて検討した(第4章)。

また、カラマツではアカマツやナラ類のように継続的に被害が発生し拡大していく被害ではないが、カラマツヤツバキクイムシ(*Ips cembrae*, 以下カラマツヤツバとする)による立木の枯損被害がある。長野県は、人工林のうちカラマツが52%(約17万ha)を占めている。2012年現在のカラマツ人工林の齢級構成は、10齢級以上が約82%を占め伐期を迎えつつあるが、間伐を行いながら伐期を延長する傾向にある。カラマツ間伐材は、近年合板用材や建築用材としての需要が高まっているものの、搬出間伐ができない林分等では多くの間伐材が林内に残置されている。しかし、カラマツ林内に残材を放置すると、林内に放置された残材からカラマツヤツバが大発生し、周辺のカラマツ立木を加害し、立木を枯死させることがある(小泉1994)。そこで、第5章として、カラマツヤツバによる被害の実態を精査し、切り捨て間伐等の

施業を行う場合の留意点を整理した。

これらを受けて第6章では、県内のカラマツ林、アカマツ林、ナラ等の広葉樹林を対象として、留意すべき主要な被害に対して、健全化を図るために必要な手法を整理した。

## 2 マツ枯れ被害後の樹種転換事業地

### 2.1 研究の目的

マツ枯れ被害林分やその周辺のアカマツ林では、マツ材線虫病の被害拡大防止を目的として、アカマツを伐採した後にアカマツ以外の樹種を植栽する樹種転換が行われることがある。そこで本章では、植栽木の生育状況調査と現況植生の把握を行い、樹種転換の適否について検証した。

### 2.2 調査方法

調査は、県内の北部、東部、南部の樹種転換を行った表2-1の7ヶ所において実施した。調査項目は、調査区内の植栽木の樹高と胸高直径、及び植栽木以外の林床に生育する樹木の樹種、本数、樹高とし、植栽後の経過年数から植栽木の成長量を評価した。

調査は、2011年11月21日~2015年3月12日にかけて実施した。

### 2.3 結果

#### 2.3.1 スギ植栽地(長野市松代)

アカマツ伐採後に、スギを植栽した長野市松代の10年生林分では、平均樹高5.4m、平均胸高直径6.6cm、調査区内の立木密度は4,067本/haみられ、一般的なスギ林の成長をしていた(表2-2)。

表2-1 各調査地の概要と調査方法

調査地	調査区	標高(m)	斜面方位	平均傾斜(°)	調査面積(m <sup>2</sup> )	調査方法	植栽樹種	植栽後の経過年数(年)
長野市	松代	550	北東	30	250	10m×10m・10×5m方形区	スギ	10
中野市	田上	460	北西	20	50	5m×10m方形区	カラマツ	13
	仁古田1	545	東	26	100	4m×25mライントランセクト法	ヒノキ	約10
上田市	仁古田2	540	西	26	100	5m×10m方形区	ヒノキ	〃
	仁古田3	530	西北西	17	200	5m×10m方形区	クリ・サクラ	〃
高森町	駒場	597	南東	17	200	4m×25mライントランセクト法	コナラ	10
	巡礼沢	554	東北東	32	400	100m <sup>2</sup> 円形プロット	ヒノキ	3

表 2-2 各調査区の調査結果

調査地	調査区	植栽木			植栽樹種以外			競合植物
		樹種	立木本数 (本/ha)	平均樹高 (m)	優先種	立木本数 (本/ha)	平均樹高 (m)	
長野市	松代	スギ	4,067	5.4	無	—	—	無
中野市	田上	カラマツ	2,800	5.8	サクラ類	10,800	2.4	無
					ナラ類	2,000	2.7	
上田市	仁古田1	ヒノキ	4,200	4.0	無	17,500	1.0	無
	仁古田2	ヒノキ	0	0	コナラ	7,800	1.45	実生アカマツ
					アカマツ	24,200	1.7	
	仁古田3	クリ	1,000	1.3	コナラ	12,400	2.3	実生アカマツ
					サクラ	2,000	3.3	
高森町	駒場	コナラ	2,700	3.5	アカマツ	5,650	3.4	実生アカマツ
					カシ類	1,200	2.4	
	巡礼沢	ヒノキ	1,950	2.3	無	—	—	無

### 2.3.2 カラマツ植栽地（中野市田上）

アカマツ伐採後にカラマツを植栽した中野市田上の13年生林分は、地位Ⅴ程度と成長不良だった。しかし、植栽後の下刈りなどを行わなかった影響で林内にはウワミズザクラやクリなどの高木性広葉樹が混交していた。カラマツと高木性樹種の樹高と胸高直径の分布を比較してみると、カラマツの樹冠下に高木性樹種が侵入した林分となっていた(図2-2)。

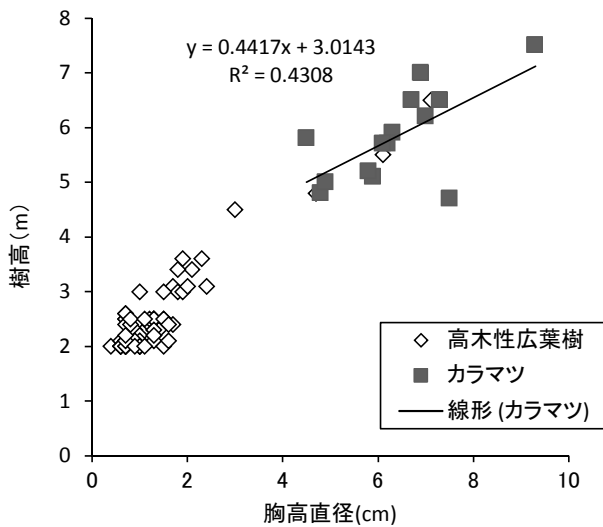


図 2-2 カラマツと高木性広葉樹の樹高と胸高直径の分布（中野市田上）

### 2.3.3 ヒノキ植栽地（上田市仁古田・高森町巡礼沢）

#### 1) 上田市仁古田 1 調査区・2 調査区

アカマツ伐採後にヒノキを植栽した上田市仁古田の約10年生林分では、1調査区と2調査区でヒノキの成立本数には大きく差があった。仁古田1調査区では、地位Ⅰ程度で生育は良好だった。また、競合する植生はなかった。

しかし、仁古田2調査区では、ヒノキ個体は見られず、アカマツとコナラが優先し、アカマツの

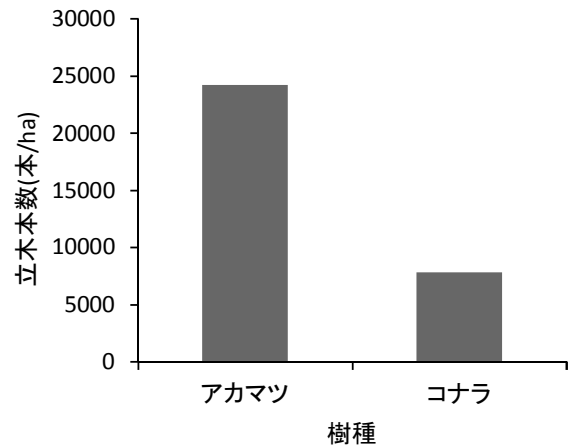


図 2-3 アカマツとコナラの立木本数の比較（上田市仁古田 2）

立木本数はコナラより多かった(図 2-3)。調査区内は表土が流亡し、未熟土 (Im) が露出していたことでヒノキが定着せず、アカマツ林に遷移しつつあったため、更新不良と判断できた。

2) 高森町巡礼沢

アカマツ伐採後にヒノキを植栽した高森町巡礼沢の3年生林分の立木本数は植栽時に比べて22%減少していた。事業地は尾根部分から沢までの一連の斜面となっており、斜面上部が比較的成長がよい傾向がみられた (図 2-4)。

2.3.4 広葉樹植栽地(上田市仁古田・高森町駒場)

1) 上田市仁古田3調査区

アカマツ伐採後にクリとサクラを植栽した上田市の約10年生林分は、調査区内の50%で誤伐があったとみられる複数幹の萌芽個体であった。広葉樹の誤伐が多いことはこれまでも指摘されており(豪雪協2014)、広葉樹を植栽した場合は、下刈り誤伐を一定程度容認するか、下刈り誤伐を防ぐために大苗の植栽を行うなどの配慮が必要といえた(林野庁2002:冷温帯報告書)。植栽されたクリとサクラと、植栽木以外の主な高木性樹種であるアカマツとコナラの樹高及び胸高直径分布を比較したところ、コナラは植栽木と同程度の分布で成長していた(図 2-5)。コナラ63個体のうち、30個体が複数幹で萌芽由来と判断できた。また、アカマツは4,800本/ha発生していたものの、その他の樹種と比較すると樹高が低く、広葉樹林へ誘導できるといった。植栽木の生残本数は誤伐等の影響で2種類の平均で1,500本/haと少なかったが、天然更新木も認められたことから、樹種転換は順調に推移していると判断できた。

2) 高森町駒場

アカマツ伐採後にコナラを植栽した高森町駒場の10年生林分は、立木本数は十分残存されていた。しかし、成立木の15%ほどが、前生樹の萌芽と判断できた。植栽木と萌芽を合わせたコナラの樹高は、天然生で発生したアカマツと変わらなかったものの、アベマキやクリなどのナラ類はアカマツやコナラの樹高を上回っていた (図 2-6, Tukey-Kramer の多重比較検定,  $P < 0.05$ )。また、カシ類やサクラ類も多かったことから、植栽したコ

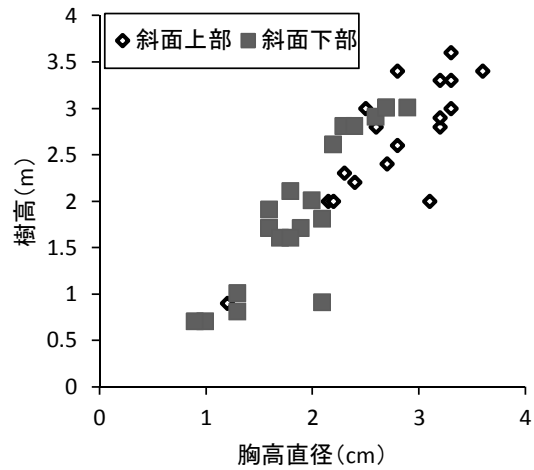


図 2-4 斜面位置の違いによるヒノキの樹高と胸高直径の関係 (高森町巡礼沢)

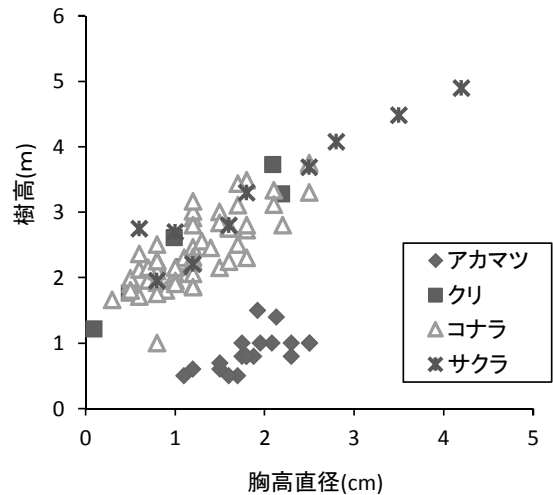


図 2-5 調査区内の植栽木と主な天然生樹種の樹高と胸高直径分布(上田市仁古田3)

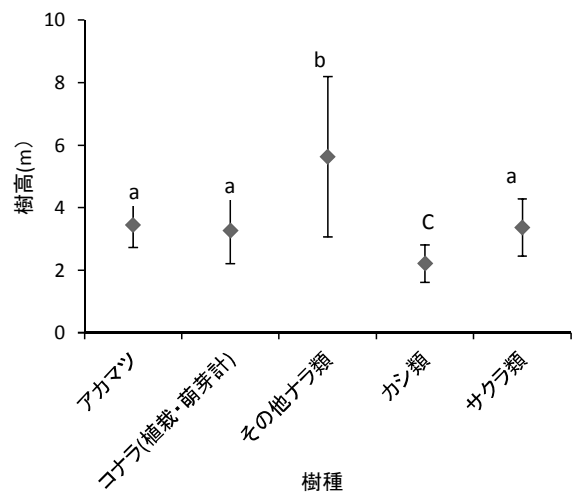


図 2-6 調査区内に生育する樹種の樹高 (高森町駒場)

※エラーバーは標準偏差、同じ記号を含む区間に有意差無し (一元配置の分散分析・Tukey-Kramer の多重比較検定,  $P < 0.05$ )

ナラによる単層林への移行は難しいものの、様々な広葉樹が混交した広葉樹林への移行は容易と考えられた。

## 2.4 考察

県内各地の樹種転換事業地の植栽木の生育状況調査から樹種転換による更新の進行状況について検証した結果、ほぼ全ての調査区で植栽木が良好に生育していた。特に、針葉樹でその傾向が顕著だった。広葉樹を植栽木とした事業地では、植栽木の誤伐が一部確認されたものの、萌芽による再生が確認できた。天然生の高木性樹種が多数生育しており、それらにより補完することも可能であると思われる。

競合植物は、実生アカマツが7調査区のうち3調査区で確認された。このうち2調査区について、植栽木や他の高木性樹種の樹高と実生アカマツの樹高を比較すると、実生アカマツが有意に低かったため、今後アカマツは被圧により衰退し、それらが優先する林分にはならず、樹種転換の目的は達成できる可能性が高いと推察された。しかし、表土が少なく未熟土が露出していた仁古田2調査区では、植栽木であるヒノキは生育せずアカマツ林に遷移しつつあり、樹種転換はできていなかった。アカマツ更新時に、実施前から表土が流亡しやすく未熟土が露出している林分では樹種転換や更新は困難であることが危惧されていたが、本章ではそれが実証された。

以上の結果から、マツ枯れ被害跡地において樹種転換を行うにあたっては、アカマツ以外の樹種が既に侵入しているか否かを確認することが重要であると考えられた。樹種転換前にアカマツしか生育していないような林分においては、植栽樹種を慎重に選択するとともに、入念な保育作業を行うことが必要である。

## 3 マツ枯れ被害後の林分環境の変化

### 3.1 研究の目的

本章では、マツ枯れ被害を受けた林分や被害を受ける可能性のある林分を対象として、低木層や林床に生育している樹種構成を調査することにより、次世代の森林が適正に更新できているかどうかを検証した。特に、本県においては、マツ枯れの被害跡地に更新伐を導入することによって、天然更新により在来の広葉樹等の早期の成林が求められているため、これらの効果についても検証した。

### 3.2 調査方法

調査は、長野県が「守るべき松林」として指定している被害先端地域の一つである長野県中部の松本市及び安曇野市を中心に、県下の他地域での状況も確認するため中野市豊田でも実施した。調査箇所及び調査方法は表3-1のとおりである。調査は、各林分に残存しているアカマツの株数、林床と亜高木層に生育する樹高1.2m以上もしくは0.5m以上の樹種と樹高、獣害の有無、及び更新の阻害要因となる可能性のある植物がある場合については、それらの樹種と樹高を調査した。また、各調査区の亜高木層及び林床に生育する高木性樹種を対象として、全調査地で最も出現頻度が高かったサクラ類、ナラ類、カエデ類及びその他高木性樹種は各立木密度を調査した。その他、マツ枯れ跡地では更新伐実施後に実生アカマツが再度発生している調査区が確認されたため、実生アカマツについても立木本数を調査した。アカマツの立木密度は、アカマツの株数から推定した。なお、宮本地区では、樹種転換を目的として斜面上部にクヌギとヒノキ、斜面下部にヒノキが植栽されていたが、天然生広葉樹が多数発生していたため、天然生高木性樹種の調査に合わせて植栽木についても立木本数と樹高、獣害状況を調査した。安曇野市南陸郷1及び下押野では、更新伐実施前にも同様の調査を実施した。また、安曇野市宮本は主伐半年経過後と4年経過後に、下押野は更新伐実施半年経過後と3年経過後の各2回調査を行った。調査は、2011年10月27日～2015年3月18日にかけて実施した。

表 3-1 各調査地の概要と調査方法

調査地	調査区	調査区No.	標高	斜面方位	平均傾斜	調査面積 (m <sup>2</sup> )	調査方法	更新伐・皆伐実施からの経過年数	調査対象樹高						
安曇野市	宮本	A(斜面上部)	680	北西		33	400	20m×20m方形区	0.5	0.3m以上					
		B(斜面下部)	600			33	400		0.5						
		1(斜面上部)	680			33	100		4						
		2(斜面下部)	600			33	100		4		1.2m以上				
		3(洞部)	590			30	200		4						
	南陸郷	1(伐採前)	580	東南東	16.3	600	20m×30m方形区	4m×25m ライトランセクト法	—	1.2m以上					
		1(伐採後)							0.5						
		南陸郷2							590		南東	16.3	200	4m×50mライトランセクト法	0.5
		南陸郷3							615		南	21.8	100	100m <sup>2</sup> 円形区	0.5
	南陸郷4	615	南	21.8	100(16)	100m <sup>2</sup> 円形区・4m×4m方形区(低木層)	0.5								
下押野	下押野1	630	東北東	13.3	200	4m×50mライトランセクト法	—	0.5	1.2m以上						
							3	0.3m以上							
							3	1.2m以上							
松本市	神田	神田1	650	北西	30	100(16)	100m <sup>2</sup> 円形区・4m×4m方形区(低木層)	—	1.2m以上						
		神田2	650	北西	30	32	4m×4m方形区・2箇所	—	1.2m以上						
		神田3	635	西	22	200	4m×50mライトランセクト法	—	1.2m以上						
中野市	豊田	豊田	400	北	15	25	5m×5m方形区	—	1.2m以上						

表 3-2 各調査区の階層別高木性樹種立木本数

調査地	調査区	調査区No.	更新伐・皆伐実施からの経過年数	アカマツ立木本数(本/ha)	亜高木層					低木層					全層・全種合計	
					立木密度(本/ha)					立木密度(本/ha) ※1						
					全体	サクラ類	ナラ類	カエデ類	その他高木性樹種	全体	サクラ類	ナラ類	カエデ類	その他高木性樹種		(実生アカマツ)
安曇野市	宮本	A(斜面上部)	0.5	125	0	0	0	0	0	2050	450	1,575	0	25	0	2050
		B(斜面下部)	0.5	125	0	0	0	0	0	1,325	0	1,325	0	(2,325)	0	1,325
		1(斜面上部)	4	125	0	0	0	0	0	2,200	0	1,700	0	(300)	500	2,200
		2(斜面下部)	4	125	0	0	0	0	0	900	0	800	0	100	0	900
		3(洞部)	4	125	400	0	250	0	150	1,600	0	100	0	1,500	50	2,000
	南陸郷	1(伐採前)	—	150	100	0	100	0	0	4,549	2300	2050	16	183	0	4,649
		1(伐採後)	0.5	150	833	0	833	0	0	3,165	1,516	1,450	16	183	0	3,998
		南陸郷2	0.5	900	1,100	450	250	0	400	1,150	600	450	0	100	0	2,250
		南陸郷3	0.5	600	2,000	500	1,500	0	0	600	400	100	0	100	0	2,600
		南陸郷4	0.5	1000	0	0	0	0	0	1,000	400	600	0	0	0	1,000
下押野 ※2	1(伐採前)	—	450	0	0	0	0	0	4,750	800	3,700	0	250	0	4,750	
	1(伐採後1.2m以上)	0.5	0	0	0	0	0	0	4,150	700	3,150	0	300	0	4,150	
	1(伐採後0.3m以上)	3	0	0	0	0	0	0	16,600	8,250	8,083	100	167	0	16,600	
松本市	神田	1(伐採後1.2m以上)	3	0	0	0	0	0	5,973	4,667	1,306	0	0	0	5,973	
		神田1	—	500	0	0	0	0	0	625	0	625	0	0	3,750	625
		神田2	—	300	0	0	0	0	0	5,000	625	4,375	0	0	21,875	5,000
中野市	豊田	豊田	—	—	0	0	0	0	8,200	0	8,200	0	0	0	8,200	
中野市	豊田	豊田	—	—	0	0	0	0	14,000	400	4,000	6400	3,200	0	14,000	

※1 上段は天然性 ( )内は植栽木 外数 ※2 下押野伐採後の調査対象樹高を( )内に示す  
セルの塗りつぶしはアカマツの伐採未実施か実施前調査区

表 3-3 各調査区の発生本数上位3位樹種と本数

調査地	調査区	調査区No.	主な高木性樹種(出現頻度上位3位)と本数 (/100m <sup>2</sup> )
安曇野市	宮本	A(斜面上部)	クヌギ(植栽)(19)・ヒノキ(植栽)(17)・コナラ(13)
		B(斜面下部)	ヒノキ(植栽)(23)・コナラ(10)
		1(斜面上部)	クヌギ(植栽)(20)・コナラ(16)・アカマツ(5)
		2(斜面下部)	クヌギ(植栽)(9)・コナラ(8)
		3(洞部)	ヒノキ(植栽)(10)・コナラ(5)
	南陸郷	1(伐採前)	サクラ類(23)・コナラ(15)・クリ(6)
		1(伐採後)	サクラ類(15)・コナラ(11)・クリ(4)
		南陸郷2	カスミザクラ(5)・コナラ(3)・クリ(2)
		南陸郷3	コナラ(10)・クリ(6)・サクラ類(7)
	下押野 ※	1(伐採前)	クリ(23)・コナラ(15)・カスミザクラ(8)
1(伐採後1.2m以上)		クリ(20)・コナラ(12)・ウワミズザクラ(4)	
1(伐採後0.3m以上)		コナラ(142)・カスミザクラ(73)・ウワミズザクラ(25)	
松本市	神田	1(伐採後1.2m以上)	カスミザクラ(21)・ウワミズザクラ(8)・クリ(7)
		神田1	コナラ(6)
		神田2	コナラ(44)・カスミザクラ(6)
中野市	豊田	豊田	コナラ(82)・アカマツ(3)
中野市	豊田	豊田	コナラ(40)・ハウチワカエデ(16)

※ 下押野伐採後の調査対象樹高を( )内に示す  
セルの塗りつぶしはアカマツの伐採未実施か実施前調査区

表 3-4 各調査区の阻害要因と林床植生の有無

調査地	調査区	調査区No.	獣害の種類と被害状況	競合植物の種類と樹高(m)
安曇野市	宮本	A(斜面上部)	シカ 葉食害	—
		B(斜面下部)	シカ 葉食害	—
		1(斜面上部)	シカ 葉食害	—
		2(斜面下部)	シカ 葉食害	ヌルデ(1.8)・タラノキ(2.1)・ニセアカシア(2.9)
		3(洞部)	シカ 葉食害	ヌルデ・タラノキ(1.7) ニセアカシア(2.0)
	南陸郷	1(伐採前)	無	—
		1(伐採後)	無	—
		南陸郷2	萌芽枝食害	—
		南陸郷3	害	—
	下押野 ※	1(伐採後1.2m以上)	無	—
1(伐採後0.3m以上)		無	—	
1(伐採後1.2m以上)		無	—	
松本市	神田	1(伐採前)	無	—
		神田1	無	—
		神田2	無	アカマツ(1.4)
中野市	豊田	豊田	樹皮剥ぎ	ニセアカシア(2.6)
中野市	豊田	豊田	無	—

※ 下押野伐採後の調査対象樹高を( )内に示す  
セルの塗りつぶしはアカマツの伐採未実施か実施前調査区

### 3.3 結果

#### 3.3.1 高木性樹種の立木本数・競合植物・獣害

今回の調査結果は、表 3-2 のとおりである。その結果、今回調査したマツ枯れ跡地の全てで高木性広葉樹が発生していたが、発生本数は 625 本～19,933 本/ha とバラツキが大きかった。調査区で多く発生していたのはナラ類で、これらが発生していない調査区は無かった（表 3-2）。ナラ類の中で大半を占めたのがコナラであり、コナラが発生していない調査区は無かった。ナラ類についてサクラ類が多く、ここではカスミザクラとウワミズザクラを中心に発生していた（表 3-3）。また、高木性広葉樹の成長を阻害するような競合植物は 5 箇所を確認されたものの、競合植物の種類は調査地によって異なり、一定の傾向は見られなかった（表 3-4）。また、獣害については、7 箇所ではニホンジカによるとみられる被害は認められたが、ニホンジカの食害で林床植生を失うような激害調査地は無かった（表 3-4）。

#### 3.3.2 亜高木層及び低木層の樹種及び立木本数

##### 1) 南陸郷調査区（伐採 0.5 年後調査）

南陸郷 1 調査区及び下押野 1 調査区では、更新実施前後の調査を行った。両調査区ともに樹高 1.2m 以上を対象として調査を行った。

南陸郷 1 調査区では、高木性樹種全体で 94.8% が残存していた。樹種別にみると、ナラ類で 68% と減少したが、サクラ類は 151% と増加していた。サクラ類の増加は、伐採後林床の光環境が改善されたことで、樹高 1.2m 以下だった個体が急激に成長した影響と判断した。一方、ナラ類が減少した要因は、上木のアカマツを伐採する際に支障となる可能性の高い樹木を伐採した影響が考えられた。これを確認するために、樹高の変化を確認したところ、高木性樹種全体でも伐採前に平均 3.0m あった樹高が、伐採後に 2.3m に低下していた。伐採された樹木の樹高を確認するため、樹高階別の高木性樹種の分布を確認したところ（図 3-1、図 3-2）、樹高 3m 以上の個体数は大きく変わっていないものの、樹高 1.5～3m の樹木は本数が減少しており、これらの本数が失われたことで、平均樹高の低下につながったと判断した。樹高 1.5～3m の樹木は根元付近まで枝が張り、伐倒の支障と

なることから、安全確保のために上木伐採時に一定の整理がされたと考えられた。一方で、直径 6 cm 以上の立木は、長野県が示す天然更新完了基準の判断で有利な条件となることから、直径 6 cm 以上に生育していることが多い樹高 5m 以上の樹木については伐採対象とはしない配慮がされていた。その結果、樹高 5m 以上の樹木は、本数密度の減少が無く、上木伐採時であっても積極的に残したと推察された。林床に多数の高木性樹種が生育していることだけでなく、5m 以上の樹高を持つ樹木が存在していることも実際の施業においては残存しやすいという面で有利であると考えられた。しかし、樹高が高く、直径が細い形状比の高い立木は上木伐採後に枯死する（小山 2012）という報告もあるため、今後は伐採時に形状比についても考慮する必要があると考えられた。

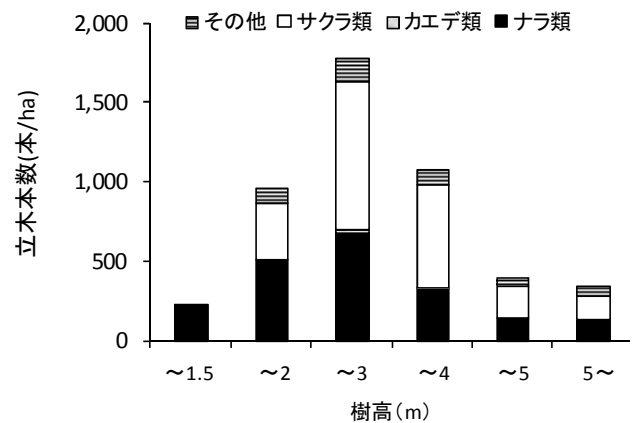


図 3-1 高木性樹種の樹高階分布  
(南陸郷 1・ha あたり) 伐採前

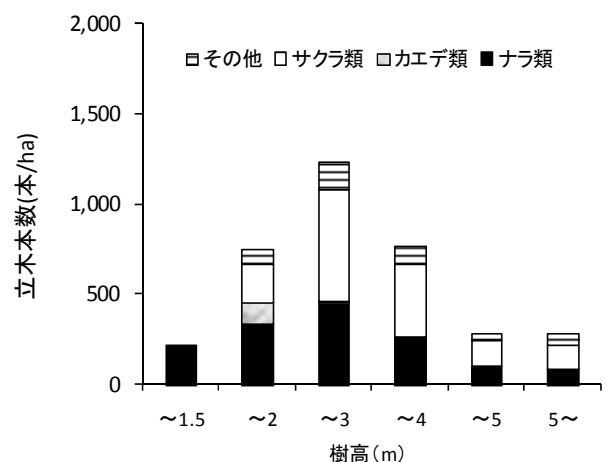


図 3-2 高木性樹種の樹高階分布  
(南陸郷 1・ha あたり) 伐採後

2)-1. 下押野 1 調査区 (伐採 0.5 年後調査)

下押野 1 調査区でも、高木性樹種全体の残存率は 87%と高く、樹種別ではサクラ類の個体数が増加した一方、ナラ類が平均で約 15%減少しており、南陸郷と同様の結果だった。伐採直後(0.5 年経過後)で、新規に加入した高木性樹種個体は確認されず、天然更新を容易に進めていくためには、前生樹の存在が重要である(森林総研究 2012)とした報告と同様だった。

2)-2. 下押野 1 調査区 (伐採 3 年後調査)

下押野 1 調査区では、伐採 0.5 年後調査でナラ類の立木本数が減少していた。そこで、経年による立木本数を伐採 3 年後に調査したところ、高木性全体で伐採 0.5 年後の 1.4 倍、伐採前の 1.3 倍まで回復していた(表 3-2)。このことから、林床に生育していた高木性樹種の本数は伐採直後では減少するものの経年により増加し、伐採前と同様の本数以上に増加する場合があることが確認された。また、更新完了基準となる樹高 0.3m 以上の個体を調査したところ、高木性樹種全体で 16,600 本/ha となり、実生稚樹と思われる個体が多く生育していた。これらの実生稚樹が伐採前から存在していた個体か、伐採後に侵入した個体かについては定かではないが、多数の高木性樹種が発生していることが確認できた。

3) 安曇野市宮本 (伐採 0.5 年後調査)

安曇野市宮本の調査地は山腹斜面の中央を横断する形で作業路があり、それを境にして上部にヒノキとクヌギ、下部にヒノキが植栽されていたが、植栽半年後の調査でも植栽木以外の天然生広葉樹が多く発生していた。発生した天然生樹種は、萌芽由来のコナラやカスミザクラが多く、斜面上部では植栽木と合わせて 7,000 本/ha を超え(図 3-3, 3-4)、斜面下部でも 4,000 本/ha を超えていた。また、天然更新したコナラの多くは半年で樹高 1.0m を超えていた。

各樹種別の樹高を比較したところ、植栽木であるヒノキとクヌギより、萌芽由来の高木性樹種の樹高が有意に高く、中でも萌芽由来のコナラは有意に樹高が高かった(Tukey-Kramer 法による多重比較検定,  $p < 0.01$ )。林床にコナラやカスミザクラ等の萌芽性の高い樹種が多数生育している場合は、伐採後も萌芽更新が盛んで、植栽木よりも萌芽更

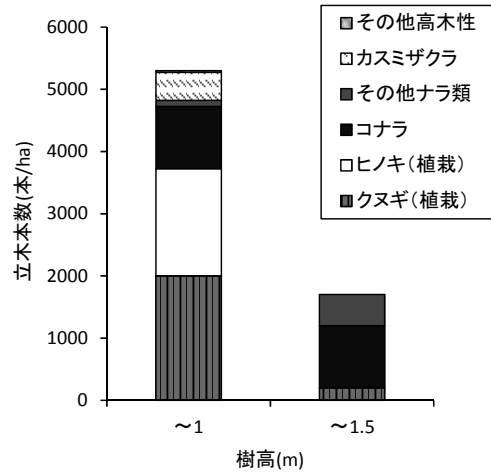


図 3-3 更新伐実施林分に発生した主な樹種の樹高分布 (宮本 A・0.5 年後)

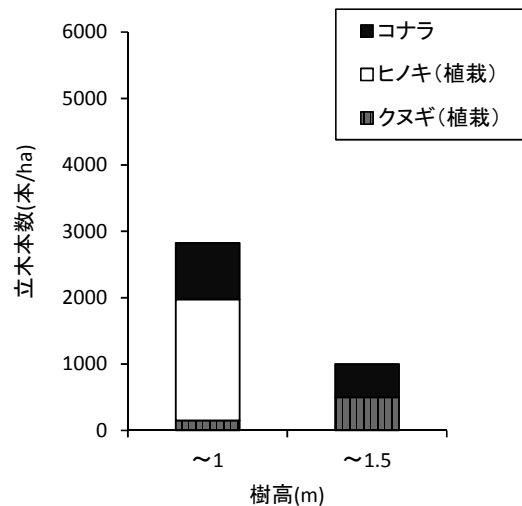


図 3-4 更新伐実施林分に発生した主な樹種の樹高分布 (宮本 B・0.5 年後)

新によって森林が形成されやすいとするこれまでの結果(西村ら 1990)を支持した。

2) 南陸郷 2~4 調査区

南陸郷では等高線方向に同一斜面で、林床の異なる 3 か所で調査を行った。南陸郷 2 調査区は亜高木層に残存木が多い部分、南陸郷 3 調査区は更新伐前のアカマツ立木本数が少ない部分、南陸郷 4 調査区は林床に競合植物が繁茂している部分を抽出調査した。このためナラ類やサクラ類を中心とする高木性樹種の立木本数にはバラツキがあった(表 3-2)。また、各調査区で樹高 1.2m 以上の個体を対象に起源を調査した。単幹で生育している個体を実生由来、複数幹で生育していたり、



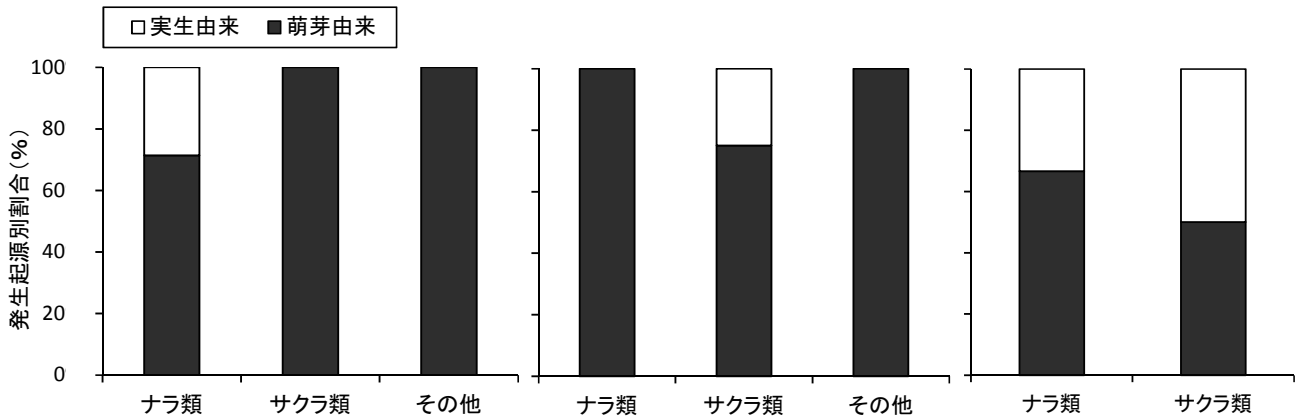


図 3-6 各樹種別の発生起源割合 (左: 南陸郷 2・中央: 南陸郷 3・右: 南陸郷 4)

伐採跡の残る個体を萌芽由来とした。その結果、全区で代表的な出現種であるナラ類やサクラ類は萌芽由来個体の割合が 89%と 75%でそれぞれ高かった(図 3-6)。このことから、県内のアカマツ林床に生育する高木性樹種は萌芽により更新できる個体が多く存在する可能性が示唆された。

### 3) 神田調査区

神田では、同一斜面内で傾斜の異なる 2 箇所調査を実施した。特にこれまでの調査では急斜面での調査事例が少なかったため、比較的急な尾根部では 2 箇所調査し(神田 1・2 調査区)、緩斜面の斜面下部では 1 箇所(神田 3 区)とした。その結果、神田 1・2 調査区では林床の立木密度が高い樹種はアカマツとなっていた(表 3-7)。それぞれの立木密度は 3,750 本/ha と 21,875 本/ha、平均樹高は神田 1 調査区では 0.05m、神田 2 調査区では 2.5m で差があった。これは、神田 1 調査区の方が神田 2 調査区と比較して露岩部が多く、未熟土(1m)であったことに加えて斜面傾斜が 30° と急峻で

ツ以外の高木性樹種はほとんど見られなかったことから、林床においてアカマツが構成樹種の大部分を占める場合は、アカマツが再度主構成種となりマツ枯れ被害を繰り返す林分になることが想定された。これに対し、神田 3 調査区の林床はコナラが本数割合で 93%を占めており、平均樹高も 3.3m で最も高かった(表 3-7)。それに対して、アカマツは 300 本/ha と少なく、平均樹高も 1.7m でコナラより低かった。斜面下区は、尾根部と異なり安定した表土が 10cm 程度認められたことから、アカマツ以外の樹種が侵入していた。以上より、立地条件等により植生が回復しない可能性のある林分があること、アカマツ以外の樹種の生育が困難な林分があること、近接した同一斜面内でも表土の有無や傾斜等の立地条件の違いにより、成立する樹種が大きく異なる場合があることがわかった。

第 2 章の樹種転換地では、更新作業を実施する前から上記の神田 1・2 のような条件の林分では、樹種転換や更新は困難であることが示唆された。マツ枯れ被害林分を天然更新させる場合には、立地条件や林床植生状況、周辺の林分状況等を調査した上で、天然更新が可能かを判断する必要がある。

### 5) 競合植物

本調査の 17 調査区のうち 12 調査区では競合する植生は存在しなかったが、5 調査区で競合植物が生育していたため、それらを分類するとともに今後の更新への影響について検討した。林床に出現した競合植物より、タラノキ・ヌルデ等の先駆性低木・高木種タイプ、桿高が高いササのスズタケ

表 3-7 神田調査区の高木性樹種の本数と樹高

調査区	樹種	本数 (本/ha)	平均樹高 (m)
神田 1	アカマツ	3,750	0.04
	コナラ	625	0.2
神田 2	アカマツ	21,875	1.4
	コナラ	4,375	0.7
神田 3	カスミザクラ	625	0.5
	アカマツ	300	1.7
	コナラ	8,200	3.3

表土が流亡しやすく、植物の定着が困難だったことが考えられた。しかし、神田 2 調査区もアカマ

タイプ、アカマツ実生タイプ、ニセアカシアタイプに分類された。

先駆性樹種タイプは発生本数が高い宮本2・3調査区が該当したが、先駆性樹種による被圧が懸念されるため、除伐等が必要と考えられた。スズタケタイプでは、高木性樹種の樹高は桿高よりも高いものの立木本数が少なかった。また、スズタケは成長すると桿高が2mを超えるため、今後被圧が想定される。さらに、スズタケは桿が根元から分岐するタイプでクマイザサ同様に地表に空間が少ないため(1998 島野), 周辺から種子供給があっても新たに定着することは難しく、これ以上の高木性樹種の侵入は期待できないと考えられた。ニセアカシアタイプでは、更新伐時に林床を刈り払った場合、埋土種子の発芽や萌芽によりニセアカシアの立木密度が増加する可能性が想定された。

以上より、マツ枯れ被害跡地ではほとんどの林分で高木性樹種が発生するが、一部で表土が少なくアカマツしか生育しない場合や、競合植物があることにより立木本数の少ない場合があった。これらの林分ではナラ枯れの例と同様に、補植や競合植物の除伐等の保育作業が必要と考えられた。

5.4.1 更新完了基準との比較

1) 平成 15 年度森林造成事業更新判定基準比較

これまでの知見により、マツ枯れ被害後に一部で更新が進まない林分があることが示唆されたことから、それらの森林が健全な森林といえるかどうかを考える必要がある。

現在の病虫害として盛んに実施されている更新伐実施林分では、平成 15 年度森林造成事業更新判定基準(図 3-7)に基づき、実施から2年以内に判定を実施することとなっている。この更新完了基準は2種類ある。1つは、稚樹の樹高階ごとに設定された係数に0.01haあたりの稚樹本数を乗じた数値(稚樹指数)の各稚樹高階の合計値が70以上であること。もう1つは、胸高直径6cm以上の稚樹が0.01haあたり6本以上あることである。平成 15 年度の基準では、これらのいずれかを満たしていれば、更新完了と判断される。

そこで、今回の本調査結果が、現在使用されている更新伐の更新判断基準に合致しているのかを検討した。第3章と同様に更新判定を検討した(表 3-9)。なお、更新判定調査は2年以内だが、調査時にその判定基準年齢を超えた調査地についても参考までに調査時の結果で検討した。また、アカマツ伐採前の林分についても事前に更新完了基準を満

表 3 - 8 各調査区の競合植物と林床の高木性樹種の樹高及び本数 (ha あたり)

調査地	調査区	調査区No.	競合植物			林床の高木性樹種			林床競合植生タイプ
			樹種	樹高 (m)	発生本数 (本/ha)	主な樹種	樹高 (m)	発生本数 (本/ha)	
安曇野市	宮本	2 (斜面下部)	ヌルデ	1.8	2,800	クヌギ(植栽木)	1.3	900	先駆性樹種
			タラノキ	2.1	1,700	コナラ	2.5	800	
			ニセアカシア	2.9	200				
	南陸郷	3 (洞部)	ヌルデ	1.7	100	ヒノキ(植栽木)	0.8	1,400	先駆性樹種
			タラノキ	1.7	400	コナラ	3.3	100	
			クサギ	3	250				
	南陸郷	南陸郷4	スズタケ	1.3	(95%)※	サクラ類	2.0	400	スズタケ
松本市	神田	神田2	アカマツ	1.4	21,875	コナラ	0.7	4,375	アカマツ実生
		神田3	ニセアカシア	2.6	300	コナラ	3.3	8,200	ニセアカシア

※ スズタケは被度表示

稚樹高	20~39	40~59	60~99	100~199	200~	計
係数	1	2	3	5	10	
本数 (本/100m <sup>2</sup> )						
稚樹指数	0	0	0	0	0	0

→稚樹指数70以上で合格  
3500本/ha以上成立している状態

胸高直径6cm以上20cm以下の立木本数  
立木本数  →0.01haに6本以上で合格 (600本/ha) 森林造成実施要領で規定する樹下植栽の最低本数を準用

図 3-7 平成 15 年度森林造成事業更新判定基準

(平成 15 年 10 月 6 日 15 森第 457 号林務部長通知より引用 一部改編)

たせる可能性の有無について確認するため、事前調査結果もあてはめた。植栽した場所でも天然生広葉樹のみで更新が可能であったかどうかあてはめた。その結果、稚樹指数が更新未完了とされる70未満だったのは判定を行った23調査区のうち4調査区のみであった。そのうちの2調査区は伐採後0.5年後の天然生樹種のみが調査対象だったため指数が70未満だったものの、その後の調査では70を超えているため更新は完了できたと判断された。更新未完了と判断された宮本3調査区でも、植栽木を含めると更新完了判定となった。宮本調査区では2調査区で天然生個体のみで更新完了判定を満たし、天然生個体のみで更新が可能だった可能性が考えられた。事前調査を行った調査区の指数は、伐採前から更新完了指数70を大きく超えていた。南陸郷1調査区では、亜高木層の個体のみでも更新完了であり、更新伐等の実施前に予め林床に生育している高木性個体を調査することで伐採後の更新完了を予測できると判断した。

2) 平成24年3月「更新樹種の成立本数(本/ha)、競合植物の草丈及び更新樹種の稚樹高の関係表による更新判定

これまでの研究で、1967年に新潟県の苗場山に設定されたブナの天然更新試験地において、1982年時点で更新完了と判断された調査地を皆伐30年が経過したところで再調査したところ、従来は

十分とされていたhaあたり20,000~50,000本の稚樹密度だった場所で成林していなかった事例がある(正木2012)。当時の更新完了については、本県が採用している平成15年度森林造成事業更新判定基準と同様に一定サイズの目標樹種が定数あればよいとしていた。しかし、正木の報告によれば、それでも更新が成功していなかったことから、競合植物の草丈及び更新樹種の稚樹高の関係表(林野庁2012)が作成された(表3-10)。

競合植物が生育している7調査区について判定を行った結果、6調査区で更新判定が未完了となった(表3-11)。未完了と判定された調査区のうち、宮本調査区は、競合植物がタラノキやヌルデ等で、樹高は高いものの判定対象樹種が被圧を受けている様子は見られなかった。また、クヌギやコナラ等の生育が旺盛のためこれ以上競合植生の本数が増加する可能性は低い。以上により、本判定基準でも、更新の判定が当てはまらない場合があった。それ以外の調査区で更新判定が未完了となったのは、調査時に林床に生育していた高木性個体とその後の競合植物による被圧で消失するためと推測される。競合植物の有無は更新後の成林に大きく影響すると考えられることから、更新判定時に完了と判定された林分においてもその後の遷移を観察し、競合植物の繁茂の拡大や高木性樹種の衰退等が確認された場合には、目標林型に必要な

表3-9 平成15年度森林造成事業更新判定基準に基づいた判定結果(マツ枯れ)

調査区	調査区名	更新伐・皆伐実施からの経過年数(年)	判定対象樹種	判定結果			競合植物タイプ
				判定結果	判定内容	指数合計	
宮本	A(斜面上部)	0.5	全高木性	OK	稚樹指数	133	
		0.5	天然生のみ	NG	稚樹指数	59	
	B(斜面下部)	0.5	全高木性	OK	稚樹指数	81	
		0.5	天然生のみ	NG	稚樹指数	41	
	1(斜面上部)	4	全高木性	OK	稚樹指数	210	
		4	天然生のみ	OK	稚樹指数	167	
		4	全高木性	OK	稚樹指数	112	先駆性樹種
		4	天然生のみ	OK	稚樹指数	105	
		4	全高木性	OK	稚樹指数	84	先駆性樹種
		4	天然生のみ	NG	稚樹指数	56	
南陸郷	1(伐採前)	—	—	OK	立木本数	390	
	1(伐採後)	0.5	—	OK	稚樹指数	245	
	南陸郷2	0.5	—	OK	立木本数	75	
	南陸郷3	0.5	—	OK	立木本数	160	
	南陸郷4	0.5	—	OK	6cm以上	335	スズタケ
下押野	1(伐採前)	—	—	OK	稚樹指数	265	
	1(伐採後1.2m以上)	0.5	—	OK	稚樹指数	246	
	1(伐採後0.3m以上)	3	—	OK	稚樹指数	703	
	1(伐採後1.2m以上)	3	—	OK	稚樹指数	260	
神田	神田1	—	—	NG	稚樹指数	6	
	神田2	—	—	OK	稚樹指数	88	アカマツ実生
	神田3	—	—	OK	立木本数	650	ニセアカシア
豊田	豊田	—	—	OK	立木本数	3320	

な樹木の補植作業や稚樹の刈出し作業等の更新補助作業が必要であることが推察された。

表 3-10 競合植物の成立本数 (本/ha)、競合植物の草丈及び更新樹種の稚樹高の関係表

	競合植物の草丈(cm)																			
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
1,000	70	110	150	190	230	260	290	320	350	380	410	430	460	490	510	540	560	590	610	630
2,000	60	90	120	150	180	210	230	260	280	300	330	350	370	390	410	430	450	470	490	510
3,000	50	80	110	130	150	180	200	230	250	270	290	310	330	340	360	380	400	410	430	450
4,000	50	80	100	120	150	170	190	210	230	240	260	280	300	310	330	350	360	380	390	410
5,000	40	70	90	110	140	160	170	190	210	230	240	260	280	290	310	320	340	350	370	380
6,000	40	70	90	110	130	150	160	180	200	220	230	250	260	280	290	300	320	330	350	360
7,000	40	60	80	100	120	140	160	170	190	210	220	230	250	260	280	290	300	320	330	340
8,000	40	60	80	100	120	130	150	170	180	200	210	220	240	250	260	280	290	300	310	330
9,000	40	60	80	100	110	130	140	160	170	190	200	220	230	240	250	270	280	290	300	320
10,000	40	60	70	90	110	120	140	150	170	180	190	210	220	230	240	260	270	280	290	300
15,000	30	50	70	80	100	110	120	140	150	160	170	180	200	210	220	230	240	250	260	270
20,000	30	50	60	70	90	100	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
25,000	30	40	60	70	80	90	100	120	130	140	150	160	170	180	190	190	200	210	220	230
30,000	30	40	50	60	80	90	100	110	110	120	130	140	150	160	160	170	180	190	190	200
40,000	20	40	50	60	80	80	90	100	100	110	120	130	140	140	150	160	160	170	180	180
50,000	20	40	50	60	70	70	80	90	100	110	110	120	130	130	140	150	150	160	170	170
60,000	20	30	40	50	60	70	80	90	90	100	110	110	120	130	130	140	140	150	160	160
70,000	20	30	40	50	60	70	70	80	90	100	100	110	110	120	130	130	140	140	150	160
80,000	20	30	40	50	60	60	70	80	80	90	100	100	110	120	120	130	130	140	140	150
90,000	20	30	40	50	60	70	80	80	90	100	110	110	120	130	130	140	140	140	140	140
100,000	20	30	40	50	60	70	70	80	90	90	100	100	110	110	120	120	130	130	130	140

林野庁「天然更新完了基準書作成の手引き (解説編) (林野庁 2012)」P. 20 より引用

表 3-11 H24. 3 関係表に基づいた各調査区における判定表 (マツ枯れ)

調査区	調査区名	判定対象樹種	競合植物タイプ	判定条件			平均稚樹高 (m)	判定結果
				主な競合植生の平均樹高 (m)	合計本数 (本/ha)	必要な稚樹高 (m)		
宮本	2(斜面下部)	全高木性	先駆性低木・高木樹種	2.0	1,800	5.1	1.6	NG
		天然生のみ			900	6.3	2.5	NG
	3(洞部)	全高木性	先駆性低木・高木樹種	2.1	2,900	4.5	2.5	NG
		天然生のみ			1,500	5.1	3.3	NG
南陸郷	南陸郷4	—	スズタケ	1.3	1,000	4.6	0.8	NG
神田	神田2	—	アカマツ実生	2.5	5,000	3.8以上	1.2	NG
	神田3	—	ニセアカシア	3.0	8,200	3.3以上	3.3	OK

## 4 ナラ枯れ被害後の林分環境の変化

### 4.1 目的

ナラ枯れ被害の森林環境への影響について調査した既往の報告(岡田ら 2011)では、被害発生後3年目までの林分について、高木層の優占種がナラ類の場合、その立木密度が減少するに従って、優占種が交代することがあること、林床の植生タイプがリョウブ、ユキツバキ、ササ等ではその後の高木性木本類の更新が阻害されることが予測されていた。そこで、今回はナラ枯れ被害地において高木層から林床まで階層別に生育している樹種構成を調査し、植生タイプごとに適正に更新が行われているかどうかを検証した。

### 4.2 調査方法

調査は、県北部のナラ枯れ被害林分で実施した。調査地は、2004年にナラ枯れ被害が確認された飯山市、2005年に被害が確認された下水内郡栄村、野沢温泉村の計13箇所とした。各被害林分に100m<sup>2</sup>円形調査区を設置し、樹高10m以上を高木層、10m未満2m以上を低木層として、各層に生育する樹種と樹高、ナラ枯れ被害によるナラ類の生死判定を調査した。併せて、同調査区内に2m×2mの方形区を4箇所(計16m<sup>2</sup>)設置し、林床に生育している高木性樹種の平均樹高、本数、被度を、低木性樹種については平均樹高と被度を調査した。調査は、2012年10月15日、10月24～25日及び11月5日に行った。

## 4.3 結果

### 4.3.1 階層ごとの立木本数の変化

各調査区の高木層、低木層、林床に生育する高木性樹種を対象として、ミズナラやコナラ等のナラ枯れ被害対象樹種となる「ナラ類」、ブナ科だがナラ枯れ被害をうけない「ブナ」、ブナ科以外に分類し、haあたりの立木本数を求めた。また、高木層については枯死個体の本数から被害前のナラ類の立木本数を推定した。

その結果、被害前の高木層は全体で200～900本/ha、ナラ類に限定した本数で100～900本/haだったが、被害後には全体で0～400本/ha、ナラ類に限定した本数で0～200本/haに減少していた(表4-1)。

### 4.3.2 高木層の樹種構成割合の変化

被害前後の樹種構成の割合は、被害前に57～82%を占めていたミズナラやコナラ等のナラ類は、被害後には0～40%まで低下した(表4-1)。立木本数分布を被害前と被害後で比較した結果、立木本数0本/haの区が高木層全体では4区、ナラ類では12区あった(図4-1、図4-2)。

ナラ枯れ被害後3年が経過した林分(岡田ら 2011)での追跡調査では、高木層は存在していたが、今回は高木層を欠く林分が4林分認められた。これは、ナラ枯れ被害が確認された年から数年経過し、当時枯れていなかったナラ類へも被害が拡大した結果、ナラ以外の高木性樹種が存在しなかった林分において高木層が欠如したためである。ま

表 4-1 各調査区の階層別高木性樹種生育本数

調査地	調査区分名	被害前立木本数(本/ha)				被害後立木本数(本/ha)				低木層 立木密度(本/ha)				林床 立木密度(本/ha)				
		全体	ブナ科以外	ブナ	ナラ類	被害後の経過年数	全体	ブナ科以外	ブナ	ナラ類	全体	ブナ科以外	ブナ	ナラ類	全体	ブナ科以外	ブナ	ナラ類
栄村	泉平-1	300	100	0	200	7	100	100	0	0	400	400	0	0	18,750	15,625	625	2.5
	泉平-2	500	100	0	400	7	300	100	0	200	500	400	100	0	18,125	6,875	5,000	6.2
	泉平-3	800	200	0	600	7	200	200	0	0	500	300	200	0	3,750	1,875	1,875	
	泉平-4	200	0	0	200	7	0	0	0	0	400	400	0	0	7,500	6,250	0	1.2
	泉平-5	700	0	0	700	7	200	0	0	200	200	200	0	0	5,000	3,750	0	1.2
	野々海	800	0	200	600	7	200	0	200	0	200	200	0	0	15,625	11,250	0	4.3
野沢温泉村	豊郷-1	300	0	0	300	7	0	0	0	0	100	100	0	0	14,375	8,750	0	5.6
	豊郷-2	200	100	0	100	7	100	100	0	0	0	0	0	0	18,125	11,875	0	6.2
	つつじ山公園	300	0	0	300	7	0	0	0	0	600	400	0	200	26,875	15,000	1,250	10.6
	水尾山南-1	900	0	0	900	7	200	0	0	200	400	0	0	400	3,750	1,250	0	2.5
	水尾山南-2	700	400	0	300	7	400	400	0	0	100	0	0	100	16,875	4,375	0	12.5
	水尾山南-3	300	0	0	300	7	100	0	0	100	200	200	0	0	25,000	15,000	0	10.0
飯山市	柄山-1	500	100	0	400	8	200	100	0	100	400	200	200	0	9,375	8,125	1,250	
	柄山-2	400	100	0	300	8	100	100	0	0	800	800	0	0	3,125	3,125	0	
中野市	斑尾高原-1	600	200	0	400	8	200	200	0	0	200	200	0	0	3,125	3,125	0	
	斑尾高原-2	600	100	300	200	8	400	100	300	0	100	0	0	100	625	625	0	
	斑尾高原-3	200	0	0	200	8	0	0	0	0	200	200	0	0	3,750	2,500	1,250	
	全体平均	488	82	29	376		159	82	29	47	312	235	29	47	11,397	7,022	662	3.71

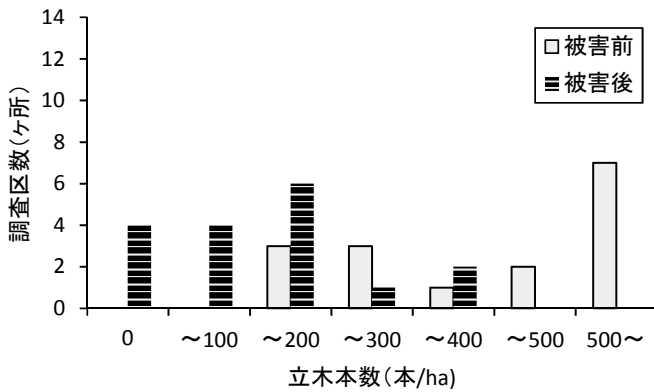


図 4-1 高木層の立木本数分布(全体)

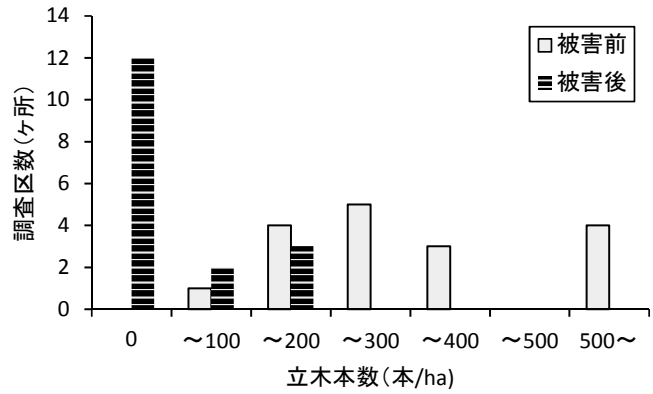


図 4-2 高木層の立木本数分布(ナラ類)

た、ナラ類以外の高木層の樹種で出現種数が多かったのは、カエデ科のイタヤカエデやコハウチワカエデ、カバノキ科のウダイカンバやシラカンバ等だったが、出現個体数は少なく調査地ごとに種数も限定されていた。

#### 4.3.3 低木層の種構成

被害後の低木層に生育する樹種は、高木層に生育する樹種と類似していたが、ブナ科樹木は少なく、ブナやナラ類が1本も生育していない調査区は17調査区のうち10調査区あった(表4-1)。高木層が欠落した調査区と、高木層が残存している調査区の間で低木層の立木本数に差はなかった(図4-3)。

ブナ科以外で低木層に最も出現したのは、高木性のカエデ科で、全体の85%の調査区に出現し、立木密度は129本/haで最も多かった。その内訳は、コハウチワカエデが最も多く、続いてウリハダカエデ、イタヤカエデの順となっていた。次に

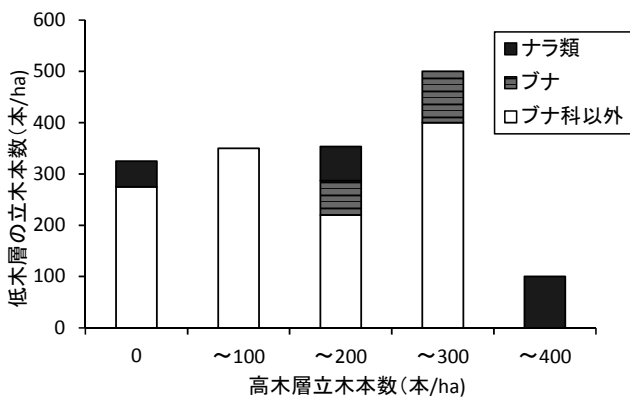


図 4-3 高木層立木本数階別の低木層の種類別立木本数  
多く確認できたのは、サクラ類で、全体の31%の調査区に出現し、立木密度は35本/haで、ウロミ

ズザクラ、カスミザクラの順となっていた。その他の樹種は少なかった。

#### 4.3.4 ナラ枯れ被害林分の林床の樹種構成

##### 1) 高木性樹種

被害前林分の林床に見られる高木性樹種はカエデ科が出現頻度82%で最も多く、平均樹高は0.85mで、コハウチワカエデ、ウリハダカエデ等が生育していた(表4-2)。次に出現頻度が高かったのはサクラ類の71%で、平均樹高が1.1m、出現種はウロミズザクラが多かった。カエデ科やサクラ類には樹高1.0mを超える個体が多く、ナラ枯れ発生以前から林床に生育していたと考えられた。一方、被害前の主構成樹種であったミズナラやコナラ等のナラ類は、17調査区のうち6調査区で確認できなかった。ナラ類が確認できた9調査区でもミズナラやコナラの林床個体は、ナラ枯れ発生後に発生したと思われる樹高1.0m未満の低い個体が多く、今後の減少が懸念された。

##### 2) 競合植物

本調査では、林床植生タイプを分類した結果、既往の報告(岡田ら2011)にも出現したチシマザサ主体タイプ、ユキツバキ優占タイプに加えて、マルバマンサク・オオバクロモジ・オオカメノキ・リョウブが混在する低木種優占タイプの3タイプがみられた。これらのタイプと高木性樹種の侵入との関係は被度だけでは説明がつかなかったが、被度と植物高を乗じた値(以下、競合植物指数とする)で、高木性樹種の立木本数の関係について説明することができた(図4-4, 図4-5)。3タイプのうち、最も立木本数が多かったのは低木種優占タイプで、競合植物指数が多くても少なくとも

5,000本/ha以上の立木本数が確認できた。ナラ類に限定した場合も本数は減るものの同様の傾向であった。チシマザサ主体タイプでは、チシマザサの桿高が高いことで競合植生指数は高かったものの、高木性樹種全体では5,000本/haを超える区が1/2で確認された。しかし、ユキツバキタイプでは、高木性樹種全体及びナラ類の両方において最も立木本数が少なかった。以上より、本調査の競合植物タイプ別の林床の高木性樹種の発生状況で、もっとも阻害要素が高いタイプはユキツバキタイプと判断できた。

#### 4.3.5 ナラ枯れ後の被害林分の推移

これまでの結果から、ミズナラやコナラが優占

種だった林分が、被害後にはナラ類立木本数で当初の0~50%まで減少し、ナラ類が優占種ではなくなっていた。

また、林床植物タイプ別の立木本数は、林床の競合植物の種類によって大きく異なっていた。これまでの研究より、ナラ枯れ被害林分では、下層の光環境が改善されるものの、高木性木本が優占していないと更新が阻害される(岡田ら2011)としたが、競合植物の被度と平均樹高の両方が阻害要因として関係していた。実生稚樹による天然更新は、ユキツバキを主とする常緑広葉樹が低木層を占有し続けると更新が困難とする報告(齊藤2012)や、ササは他の樹種の侵入を阻害する(島野1998)

表 4-2 林床に生育する高木性樹種の樹高と本数

調査地	調査区名	高木性樹種						亜高木性樹種		ブナ科以外の高木性樹種 (出現本数上位3種)と(本数/16m <sup>2</sup> )
		全種(/ha)		ブナ科ブナのみ(/ha)		ナラ類のみ(/ha)		全種(/ha)		
		平均H(m)	本数	平均H(m)	本数(本)	平均H(m)	本数(本)	平均H(m)	本数(本)	
栄村	泉平-1	0.76	18,750	0.4	625	0.4	2,500	0.78	3,125	コハウチワカエデ(8)・コシアブラ(7)・スギ(7)
	泉平-2	1.03	18,125	0.3	5,000	0.8	6,250	0.89	5,625	コシアブラ(4)・コハウチワカエデ(3)・ウワミズザクラ(2)
	野々海	1.40	3,750	0.8	1,875	0	0	1.17	3,750	ウワミズザクラ(2)・サクラSP(1)
	泉平-3	0.75	7,500	0	0	0.3	1,250	-	0	コシアブラ(5)・ウリハダカエデ(3)・ウワミズザクラ(2)
	泉平-4	0.95	5,000	0	0	0.3	1,250	0.79	5,625	ウワミズザクラ(2)・サクラSP(2)・ウリハダカエデ(2)
泉平-5	0.90	15,625	0	0	0.7	4,375	0.37	3,125	コシアブラ(5)・ホソエカエデ(4)・ウワミズザクラ(3)	
野沢温泉村	豊郷-1	0.83	14,375	0	0	0.8	5,625	0.63	3,125	ウワミズザクラ(2)・サクラSP(4)・コハウチワカエデ(4)
	豊郷-2	0.62	18,125	0	0	0.9	6,250	0.03	1,250	ウワミズザクラ(8)・サクラSP(4)・コハウチワカエデ(4)
	つつじ山公園	0.77	26,875	1.2	1,250	0.5	10,625	0.68	10,625	コハウチワカエデ(10)・ハンノキSP(4)
	水尾山南-1	0.25	3,750	0	0	0.3	2,500	0.66	6,250	アキニレ(1)
	水尾山南-2	0.61	16,875	0	0	0.5	12,500	0.74	6,875	ウワミズザクラ(6)・ホソエカエデ(1)
水尾山南-3	0.94	25,000	0	0	0.2	10,000	0.68	3,125	イタヤカエデ(11)・ウワミズザクラ(6)・クマノミズキ(1)	
飯山市	柄山-1	0.40	9,375	0.2	1,250	0	0	0.68	8,750	ウワミズザクラ(5)・チョウジザクラ(5)・イタヤカエデ(3)
	柄山-2	0.96	3,125	0	0	0	0	1.05	1,250	イタヤカエデ(2)・ウワミズザクラ(1)・コハウチワカエデ(1)
中野市	斑尾高原-1	0.15	3,125	0	0	0	0	1.75	625	カエデSP(1)
	斑尾高原-2	0.80	625	0	0	0	0	0.05	625	サクラSP(1)
	斑尾高原-3	0.90	3,750	0.4	1,250	0	0	0.80	3,125	ハウチワカエデ(2)・オオモミジ(2)

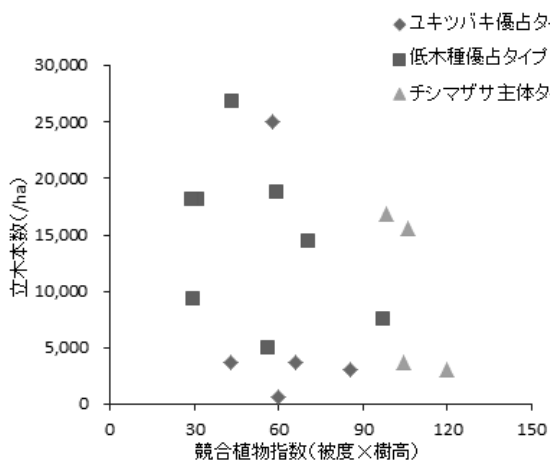


図 4-4 林床タイプ別立木本数 (本/ha) (高木性樹種)

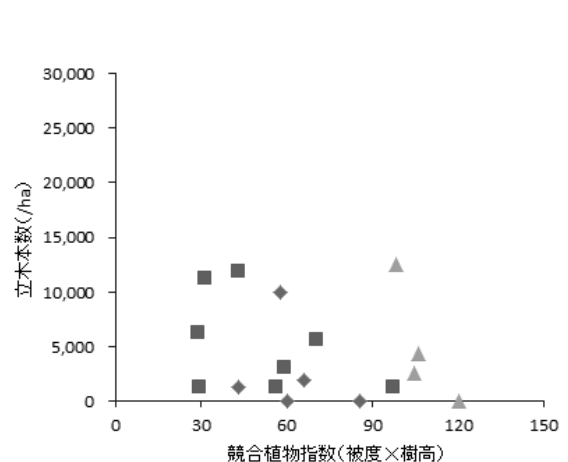


図 4-5 林床タイプ別立木本数 (本/ha) (ナラ類)

の知見とも一致していた。

さらに、いったん森林が成立すると後生樹種の侵入は難しいこと（広葉樹林化ハンドブック，森林総研）や，更新伐で大径のナラ類をナラ枯れ被害前に伐採しても萌芽更新は期待できないこと（清水 2014）から，将来的なナラ枯れ被害林分の樹種構成は被害前と異なる林型に変化するといえた。

#### 4.4 更新完了基準との比較

##### 1) 平成 15 年度森林造成事業更新判定基準との比較

これまでの知見により，ナラ枯れ被害を受けるとナラ林に戻らないことが示唆されたことから，それらの森林を健全な森林といえるかどうかを考える必要がある。

そこで，マツ枯れ同様に今回の本調査結果が，現在使用されている更新伐の更新判断基準に合致しているのかを検討した。

今回の調査結果のうち，亜高木層以上に生育する個体と，低木層に生育する個体のうち樹高 4.8m を超える個体を更新完了基準の胸高直径 6～20cm 以下に該当すると想定し，低木層と林床に生育する個体を稚樹判定基準にあてはめた。

なお，更新の判断基準として，公益的機能の点などでブナ科による林分への復元を望む場合や，原木生産などでナラ類を求める場合があることを想定し，ブナ・ナラ類に限定した判定も合わせて

実施した（表 4-3）。

全高木性樹種を樹高別に判定基準の判定表（図 4-6）にあてはめた結果，胸高直径 6～20cm 以下の高木性個体が 0.01ha あたり 6 本以上を満たし，更新完了と判断された調査区は 1 調査区のみであった。また，樹高階別係数による判定では，判定対象樹種（目標樹種）を全高木性樹種とブナ・ナラ類のみに限定した場合で，更新完了と判断される割合が異なり，「更新対象樹種として何を選択するかによって判定が異なる」ことを示した（表 4-3）。

次に，ナラ林の競合植生別で分析すると，ユキツバキの優占する森林は更新完了基準に合致しない林分が他のタイプよりも多く，仮にブナ・ナラ類に限定した場合も同様だった。全樹種での判定で，完了とされた調査区のうち，更新判定基準値の稚樹指数 70 を大きく超えて更新判定完了となっている割合が最も高いのは低木種優占タイプだった。ナラ類のみの判定でも，最も完了となる割合が多いのは低木種優占タイプだったが，未完了となる区も 11 調査区中 3 調査区あった。以上のことから，ナラ枯れ被害跡地林分の更新状況を更新判定基準に当てはめた場合，高木性樹種全樹種を対象とした場合，林床植物タイプに関係なくほとんどの調査区が完了と判定されるが，更新完了対象樹種をナラ類に限定した場合には競合植物によっては未完了の林分が発生することがわかった。

表 4-3 平成 15 年度森林造成事業更新判定基準に基づいた判定結果（ナラ枯れ）

更新完了該当樹種 調査区名	判定結果						競合植物タイプ
	全高木性樹種			ブナ・ナラ類			
判定結果	判定内容	指数合計	判定結果	判定内容	指数合計		
泉平-1	OK	稚樹指数	602.5	NG	稚樹指数	62.5	低木種優占
泉平-2	OK	稚樹指数	946.25	OK	稚樹指数	247.5	低木種優占
泉平-3	OK	稚樹指数	265	NG	稚樹指数	32.5	ユキツバキ優占
泉平-4	OK	稚樹指数	190	NG	稚樹指数	12.5	低木種優占
泉平-5	OK	稚樹指数	488.75	OK	稚樹指数	131.25	低木種優占
野々海	OK	稚樹指数	217.5	NG	稚樹指数	56.25	チシマザサ主体
豊郷-1	OK	稚樹指数	610	OK	稚樹指数	168.75	低木種優占
豊郷-2	OK	稚樹指数	543.75	OK	稚樹指数	187.5	低木種優占
つつじ山公園	OK	稚樹指数	856.25	OK	稚樹指数	270	低木種優占
水尾山南-1	OK	6cm 以上	-	OK	6cm 以上	-	チシマザサ主体
水尾山南-2	OK	稚樹指数	516.25	OK	稚樹指数	260	チシマザサ主体
水尾山南-3	OK	稚樹指数	537	OK	稚樹指数	113	ユキツバキ優占
柄山-1	OK	稚樹指数	227.5	NG	稚樹指数	32.5	低木種優占
柄山-2	OK	稚樹指数	173.75	NG	稚樹指数	62.5	チシマザサ主体
斑尾高原-1	NG	稚樹指数	51.25	NG	稚樹指数	0	ユキツバキ優占
斑尾高原-2	NG	稚樹指数	18.75	NG	稚樹指数	10	ユキツバキ優占
斑尾高原-3	OK	稚樹指数	132.5	NG	稚樹指数	25	ユキツバキ優占



2) 平成24年3月「更新樹種の成立本数(本/ha), 競合植物の草丈及び更新樹種の稚樹高の関係表による更新判定

マツ枯れ同様に、今回の結果をこの基準にあてはめた場合、更新可能と判断されるかどうかについて検証した。なお、判定に用いる階層は、「低木層+林床」と「林床のみ」、樹種は、「高木性樹種」及び「ブナ・ナラ類」の各組み合わせ計4種類とした。その結果、「低木層+林床・高木性樹種」の場合、17調査区中11区で更新判定は完了となっ

たが、「低木層+林床・ブナ及びナラ類」では、更新が完了となったのは17調査区中6区であった(表4-4)。これは、樹種を絞ったことでhaあたり本数が減少したことが原因であった。さらに、対象を「林床のみ」とした場合には、高木性樹種、ブナ・ナラ類のみともに完了判定される区は無かった。

以上のことから、基準によって、完了判定が異なり、その後の成林の確実性にも影響することから、林況にあった基準を用いるべきといえた。

表 4-4 H24.3 関係表に基づいた各調査区における判定表 (ナラ枯れ)

調査区名	判定条件			平均稚樹高				判定結果			
	主な競合植生の平均樹高(m)	全種合計本数(本/ha)(高木除く)	必要な稚樹高(m)	低木層+林床		林床のみ		低木層+林床		林床のみ	
				全種平均樹高(m)	ブナ・ナラ類平均樹高(m)	全種平均樹高(m)	ブナ・ナラ類平均樹高(m)	全種	ブナ・ナラ類	全種	ブナ・ナラ類
泉平-1	1.60	19,150	2.3	1.9	0.2	0.8	0.4	NG	NG	NG	NG
泉平-2	1.20	18,625	1.8	2.3	2.8	1.0	0.5	NG	OK	NG	NG
泉平-3	1.20	4,250	2.8	3.2	3.5	1.4	0.4	OK	OK	NG	NG
泉平-4	1.70	7,900	2.9	3.1	0.1	0.8	0.2	OK	NG	NG	NG
泉平-5	1.60	5,200	3.2	3.2	0.1	1.0	0.2	OK	NG	NG	NG
野々海	1.70	15,825	2.4	2.2	0.2	0.9	0.4	NG	NG	NG	NG
豊郷-1	1.10	14,475	1.9	4.4	0.2	0.8	0.4	OK	NG	NG	NG
豊郷-2	0.60	18,125	1.1	0.3	0.2	0.6	0.4	NG	NG	NG	NG
つつじ山公園	1.20	27,475	1.6	2.4	1.9	0.8	0.9	OK	OK	NG	NG
水尾山南-1	1.10	4,150	2.6	4.3	4.2	0.3	0.2	OK	OK	NG	NG
水尾山南-2	1.90	16,975	2.6	3.8	3.6	0.6	0.3	OK	OK	NG	NG
水尾山南-3	1.65	25,200	2.0	2.2	0.1	0.9	0.1	OK	NG	NG	NG
柄山-1	1.10	9,775	2	3.0	3.8	0.4	0.1	OK	OK	NG	NG
柄山-2	2.00	3,925	4.1	2.0	0.0	1.0	0.0	NG	NG	NG	NG
斑尾高原-1	1.40	3,325	3.4	5.3	0.0	0.2	0.0	OK	NG	NG	NG
斑尾高原-2	1.20	725	-	4.4	4.0	0.8	0.0	NG	NG	NG	NG
斑尾高原-3	1.00	3,950	2.4	4.0	0.1	0.9	0.2	OK	NG	NG	NG

## 5 カラマツヤツバキクイムシによる被害防止

### 5.1 目的

カラマツヤツバは、カラマツの主要な穿孔性害虫で、風雪害、葉食性害虫の多発などにより、衰弱した林木に寄生し枯死させる。特に、切り捨て間伐による残材で繁殖し、残存する健全木へも加害して林木を枯死させるため（小泉 1994）、カラマツ林の健全な育成に重大な影響を及ぼす。すなわち、今後切り捨て間伐等の施業を行うためには留意すべきであると考え、県内のカラマツヤツバによる被害実態を把握すると共に、切り捨て間伐による影響について、標高と林内の残材の材積との関係から検討した。

### 5.2 調査地と調査方法

調査は、平成 18～24 年にかけて切り捨て間伐作業等を実施した県内7市町村の22ヶ所のカラマツ林で実施した（表 5-1）。なお、木祖 1 及び木祖 2 調査地は、2010 年から施工していた作業道神谷線の脇にあたる。

調査は、木祖村については 10m～20m の方形プロットを設置して行い、調査区内のカラマツの平均樹高、平均胸高直径、伐根数、残材の有無と残存木への穿孔被害発生率と立木の枯損本数及び残材への穿孔の有無について調べた。

表 5-1 カラマツヤツバ被害調査林分

市町村	調査地名	調査年	調査面積(m <sup>2</sup> )
下諏訪町	下諏訪A	H23	100(10×10)
	下諏訪B	"	"
塩尻市	塩尻A	H23	100(10×10)
	塩尻B	"	"
	塩尻C	"	"
	床尾1	H24	"
	床尾2	"	"
阿智村	伍和1	H22	400(20×20)
	伍和2	"	100(10×10)
	伍和3	"	"
	伍和4	"	"
	伍和5	"	"
	伍和6	"	"
松本市	入山辺1	H22	100(10×10)
	入山辺2	"	"
上田市	真田1	H22	400(20×20)
	真田2	"	"
	真田3	"	"
木祖村	木祖村1	H24	200(10×20)
	木祖村2	"	"
須坂市	仁礼1	H24	100(10×10)
	仁礼2	"	"

カラマツヤツバによる加害調査は、林内に残る残材の樹皮を剥がすことによる穿孔状況の確認、残存木への穿孔の有無、残存木への穿孔と枯損状況を調べた。林内の残材は、木祖 1, 床尾 1, 床尾 2 調査区については実際の残材量を計測した結果を、それ以外の調査地は立木の平均樹高と平均直径から設計上の伐採率を算出し、ha あたりの推定残材材積とした。

### 5.3 結果

調査結果を以下の（表 5-2）に示す。残存木のうち、穿孔のみの被害で枯損していない立木の本数割合を「穿孔被害率」、カラマツヤツバの穿孔により枯損した立木の本数割合を「枯損率」として示した。

その結果、残材への穿孔は全調査区で確認され、県内のカラマツ林にはカラマツヤツバが広く分布していたものの、残存木が枯損していない場所も多かった（表 5-2）。

一方で、残存木への枯損は 22 ヶ所中 9 ヶ所で見られたが、地域的な傾向はなかった。そこで、枯損が発生していた調査地の標高と推定残材材積の関係を検討したところ、標高が 1,000m 以下の場合、推定残材材積が 200m<sup>3</sup> 程度と少なくとも枯損被害が発生していた。また、標高 1,000m を超える調査地でも 350m<sup>3</sup> 以上と残材材積が極度に多い場合には、高標高の林分でも枯損が発生していた（図 5-1, 5-2）。

### 5.4 考察

今回の結果から、カラマツヤツバは、カラマツの天然分布範囲よりも広い県内各地で生育していることがわかった。残存木への被害は、カラマツの自生する分布域を下回る標高 1,000m 未満の林分では残材が少なくとも立木への枯損が激しく発生していた。しかし、高標高地でも大量の残材を林内に放置すると立木の枯損が発生していた。なお、今回の残材の材積は、通常の切り捨て間伐では発生しないと考えられるが、大面積の間伐木を一箇所に集積するなど残置する量を少なくすることが望ましい。カラマツヤツバは、直径 8 cm 以上の丸太を繁殖源とする可能性が高い（小泉 1994）ことから、利用可能な材はできるだけ林外に搬出

するか、剥皮することが望まれる。また、残材が置かれる可能性が高い山土場もカラマツ林に隣接させない配慮も検討すべきである(小泉 1994)。

県内のカラマツの施業においては、残存木への

被害拡大に注視し、上記の対策を講じることが望ましいものの、伐採木を残すことが被害の拡大につながることを勘案し、伐採木は出来るだけ利用をしていくことを改めて認識すべきであろう。

表 5-2 残存木調査結果とカラマツヤツバ加害状況

市町村	調査地名	標高(m)	間伐状況		残存木の状況			推定間伐材積(m <sup>3</sup> /ha)	残置材への穿孔の有無	残存木加害状況	
			実施年	本数間伐率(%)	立木本数(本/ha)	平均樹高(m)	平均DBH(cm)			穿孔被害率(%)	枯損率(%)
下諏訪町	下諏訪A	950	H23	27	550	22.5	30	150	有	0	0
	下諏訪B	1,020	H23	38	500	24.5	35	310	有	50	15
塩尻市	塩尻A	760	H23	30	450	27.5	31	180	有	50	17
	塩尻B	750	H23	25	525	25.5	36.3	210	有	21	0
	塩尻C	750	H23	38	600	27	34.6	430	有	35	0
	床尾1	750	H21~22	28	500	24.3	29.3	234	有	14	57
	床尾2	760	H21~22	25	525	25.5	30.7	91	有	0	25
阿智村	伍和1	900	H18	30	400	25.8	28.1	120	有	21	69
	伍和2	900	H18	30	700	25.8	27.8	210	有	0	100
	伍和3	900	H18	30	700	25.8	25.6	180	有	0	0
	伍和4	900	H18	30	500	25.8	25.0	110	有	20	0
	伍和5	900	H18	30	400	25.8	26.3	100	有	75	0
	伍和6	900	H18	30	600	25.8	27.1	160	有	17	83
松本市	入山辺1	1,380	H20	22	700	16.7	21.5	50	有	3	0
	入山辺2	1,370	H19	25	600	20.6	25.2	90	有	0	0
上田市	真田1	1,220	H21	35	450	27.4	37.1	310	有	0	0
	真田2	1,350	H20	29	500	28.2	35.5	270	有	20	0
	真田3	1,390	H19	24	650	20.5	26	100	有	3	0
木祖村	木祖村1	1,260	H22	38	850	21.3	25	640	有	35	35
	木祖村2	1,260	H22	41	750	24.6	26.8	350	有	13	7
須坂市	仁礼1	1,270	H23	43	400	17.6	23.6	120	有	25	0
	仁礼2	1,260	H23	50	300	22.6	27	180	有	0	0

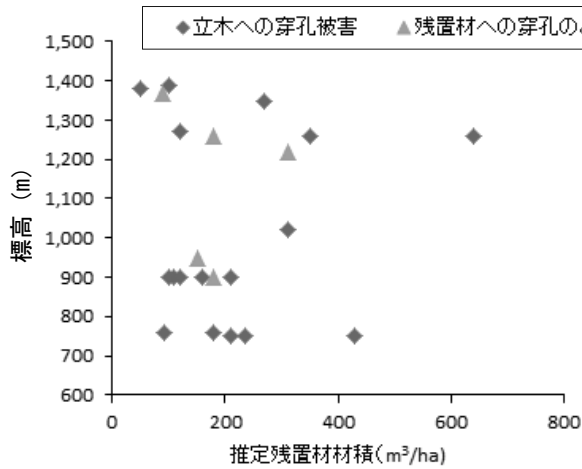


図 5-1 カラマツヤツバ調査林分の標高と推定残置材材積との関係(残置材への穿孔のみ・立木への穿孔被害)

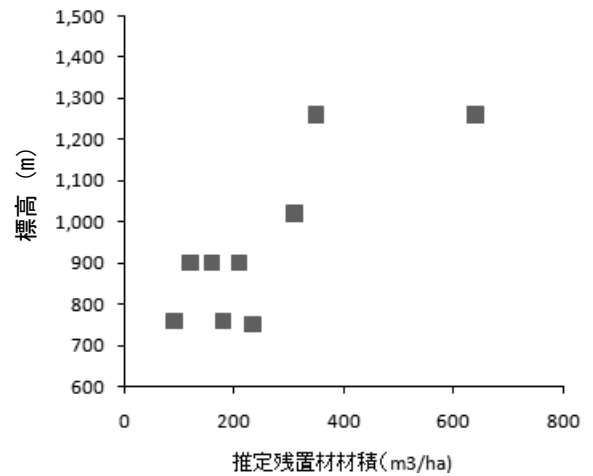


図 5-2 カラマツヤツバ調査林分の標高と推定残置材材積との関係(枯損被害)

## 6 まとめ

第2章のように、樹種転換により植栽を行う場合は、その時点で必要な樹種や本数が決定され、その後は通常の施業を行うことで次世代の森林が成林する可能性は高い。しかし、第4章や第5章のように、被害跡地を天然生樹種により更新を図る場合、更新実施予定林分には、伐採後にどのような樹種が何本いつ頃までに成立するのか等の不確定要素が

多い。県内のアカマツ林では、マツ枯れ被害を受けた県外の事例と異なり、高木性の広葉樹が優占する事例が多かった。しかし、伐採前の林内に高木性樹種が少なかった場合や、競合植物が繁茂している場合には、更新に必要な本数の不足や、競合植物の生育が旺盛になることにより更新が阻害される可能性があり、一部の樹種転換事業地や更新伐実施地でもアカマツ以外の樹種への更新が進

まない事例が見られた。

また、県内のナラ枯れ被害林では、県外の事例と同様に、林床植生のタイプによって更新自体が困難である可能性が高いことがわかった。さらに、林床のミズナラやコナラの立木本数から、被害以前のミズナラやコナラを主体とする林分に更新することはより難しいことが想定された。

以上より、被害跡地の更新を行う際には、更新伐等の実施前にナラ類やアカマツ樹冠下に生育する樹種や本数、樹高、林床に生育する前生稚樹や競合植物の有無等を把握することともに、どのような林分になりうるのか、目標林型と合致するかどうか等の判断をすることが重要になる。

さらに、更新完了の判定は、用いる基準によって異なることが判明した。どの更新判定基準を用いるかについては、事業によって異なるが、その後目標とする森林が成林するためには、更新完了後も林分の移行状態を確認し、必要に応じて保育(下刈り、稚樹の刈出し作業、補植、つる切り、獣害対策等)を行うことが重要である。しかしながら、下刈り作業後の除伐段階以降の保育方法については、針葉樹施業については確立しているものの、広葉樹を対象とした天然更新を想定した保育方法は確立しておらず、今後、除伐以降の目標林型に応じた保育方法の確立が急務である。

カラマツ林では、林分を健全に維持するために注意が必要なカラマツヤツバは、県内のほぼすべてで認められた。しかし、健全木への加害は林地残材量と標高によって異なることがわかった。標高1,000m以下の林分では、少ない残材量でも健全木が枯死し、標高1,000m以上の林分での立木への枯損被害は残材量が多い場合に限られたことから、残材は可能な限り搬出すべきと判断できた。

## 謝辞

本研究を進めるに当たり、長野県林務部、上小地方事務所、松本地方事務所、長野地方事務所の関係者の皆様には、調査地の提供等多大なご協力を賜りました。

この場を借りて感謝申し上げます。

## 引用文献

- 岡田充弘・小山泰弘(2006)松くい虫激害地の被害拡大現状に関する研究. 長野県林総セ研報 21:1-9.
- 山本・糸賀(1988):茨城県南西部におけるアカマツ平地林の森林型とその分布:造園雑誌 51(5), 150-155.
- 山瀬敬太郎(1999)松枯れ激害地における伐採強度の差による主要構成樹種の萌芽再生の比較. ランドスケープ研究 63(5)(2000), 465-468.
- 佐久間智子・中越信和・向原真由(2002)マツ枯れ後の植生半里が種組成に与える影響. ランドスケープ研究:日本造園学会誌 66(5), 551-554.
- 岡田充弘・山内仁人・近藤道治・小山泰弘(2011)カシノナガキクイムシ等広葉樹類の昆虫被害防除技術に関する研究. 長野県林総セ研報25:17-27
- 斉藤正一・柴田 鏡江(2012)山形県におけるナラ枯れ被害林分での森林構造と枯死木の動態. 日本森林学会誌 94(5), 223-228.
- 岩佐和輝(2013)広葉樹二次林におけるナラ枯れギャップの更新と側方成長による修復. 日本森林学会大会発表データベース 124(0): 823.
- 小泉力(1994)カラマツの穿孔虫カラマツヤツバキクイムシ. 森林昆虫, 小林富士雄・竹谷昭彦編, (養賢堂, 東京), 183-184.
- 小山泰弘・近藤道治・岡田充弘・大矢信次郎(2013)針広混交林の育成に向けた下層広葉樹の育成管理技術. 長野県林総セ研報 27:25-44.
- 森林総合研究所(2010)広葉樹林化ハンドブック 2010-人工林を広葉樹林へと誘導するために-. 森林総合研究所:2-2, 3-1.
- 森林総合研究所(2012)広葉樹林化ハンドブック 2012-人工林を広葉樹林へと誘導するために-. 森林総合研究所:10-11.
- 西村尚之・山本進一・千葉喬三(1990)都市近郊コナラ林の構造と動態(1). 日本緑化工学会誌第16巻第1号:8-17.
- 島野光司(1998)何が太平洋型ブナ林におけるブナの更新をさまたげるのか?. 植物地理・分類研究 46:1-21.
- 正木隆(2012)広葉樹の天然更新完了基準に関する一考察-苗場山ブナ天然更新試験地のデータから-日本森林学会誌第94巻:17-23.
- 林野庁(2012)天然更新完了基準書作成の手引き(解説編)20.