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

Stump Sprouting of Main Woody Species in Secondary Forest of Pine Mass-dieback under Different Thinning Intensity

山瀬敬太郎*
Keitaro YAMASE

摘要：松枯れ激害地で優占している樹種の萌芽再生の特徴と、伐採強度が萌芽再生に与える影響を把握するために、伐採強度の異なる3区を設定し、優占種の萌芽再生力を比較した。その結果、ソヨゴやネジキの高木種が優占しているのは、これらの萌芽再生力が伐採時の樹齢20–30年で最大になり、かつてのアカマツ林の伐採周期とほぼ一致していたためであること、ヒサカキやコバノミツバツツジの低木種が多くみられるのは、萌芽再生力が樹齢に関係なく一定であり、一定の再生力によって安定した更新が行われているためであることが推察された。また、皆伐区では、強度伐採区や弱度伐採区と比較して、ソヨゴやネジキの優占度が相対的に高まる可能性が示唆された。

1. はじめに

アカマツ林は、以前は薪炭林や農用林として人間活動の影響を受けて成立してきた。しかし、燃料革命以降はそのほとんどが放置されており、マツノサイセンチュウなどによるアカマツ (*Pinus densiflora*) の枯死 (以下、松枯れ) が多く発生している。近年、アカマツ林などに代表される里山は、環境林としての価値が見直されており¹⁾、景観形成や種多様性の保全、レクリエーション利用に対する要求が高まっている。

アカマツ林などの里山は、かつては伐採の繰り返しという攪乱を経ており、これら里山の樹種構成は、伐採前の森林を構成していた樹種の、伐採時における繁殖能力に大きく影響されている²⁾。植生管理後の樹木の繁殖能力は、大きく二つに分けられ、種子による実生繁殖と萌芽による栄養繁殖である。このうち、後者の萌芽については、林業上有効な更新手段の一つであることから、特に皆伐後の萌芽更新に関する研究が多くみられる (例えば、紙谷³⁾、菊谷³⁾)。また、皆伐以外の萌芽の報告では、間伐や枝打ち後の萌芽発生^{4),5)}がある。しかし同一の調査において、伐採強度の違いによる萌芽再生力を比較した報告は、ヒサカキ (*Eurya japonica*) の事例⁶⁾がみられる程度である。

本論文では、松枯れの被害を受けたアカマツ林において、適切な植生管理の方法を確立する基礎資料を得るために、伐採強度の違いが、主要構成種の萌芽再生力にどのような影響を与えるかについて検討した。

2. 調査方法

(1) 調査地の概況

調査地は、兵庫県姫路市のアカマツ林で、気候は瀬戸内沿岸地域に属し、比較的雨量が少なく温暖な地域である。本調査地では、松枯れの被害が甚大であるため、この松枯れによって悪化した景観を改善し、環境林としての機能を高めることを目的として、1994年から1999年にかけて、生活環境保全林整備事業が行われている。

(2) 植生管理の実施

植生管理は、今回の調査地が松枯れの激害地であること、高木層のアカマツが松枯れによって全て枯損していること、亜高木層にソヨゴ (*Ilex pedunculosa*) が優占しているものの、次世代の林冠部を構成できる樹種がみられないこと、土壌環境から判断

して、今後の目標植生は、コナラ (*Quercus serrata*) などの落葉広葉樹林が適当と考えられること⁷⁾から、新たにコナラ苗を導入し、植栽によって、落葉広葉樹林に誘導することを目標として実施されている。

コナラ苗を植栽し、生育できる空間を確保するために、従来行われてきた皆伐と、森林の外観をできるだけ損なうことなく、コナラの優占林へと林種転換するために、間伐の程度の異なる2種類の伐採 (強度伐採、弱度伐採) を実施した。

強度伐採と弱度伐採では、枯損したアカマツと、胸高直径の基準 (強度伐採で約8 cm、弱度伐採で約6 cm) 以下の個体を対象として伐採を行い、最終的な伐採量は、相対照度を参考にして調整した。伐採対象木は、草本層に位置する胸高に満たない木本個体についても、同様に取り扱うこととした。

実験区の設定には、地形条件や階層構造のほぼそろった松枯れ激害林を選定した。30×30 m²の実験区を3箇所設定し、①皆伐②強度伐採③弱度伐採を実施した。伐採は、1996年12月から1997年1月にかけて実施し、伐採の高さは地上高約10 cmの位置とした。萌芽再生力は、根株の貯蔵デンプン量の多い秋の終わりから冬にかけて伐採した方が、貯蔵デンプン量の少ない夏期の生育期間中に伐採したものより生長が良いとの報告³⁾があることから、今回の伐採時期は、萌芽の発生条件としては良い時期に属すると考えられる。

(3) 現地調査

植生管理を実施した30×30 m²の実験区の中心に10×10 m²の調査区を設定し、この調査区内に出現する植物種を対象に、植生調査、毎木調査、伐採時における伐採木の樹齢の測定、伐採後の萌芽再生率と、再生個体における萌芽幹の再生本数 (以下、萌芽本数) および萌芽伸長量の測定、相対照度の測定を行った。

植生調査は、各調査区ごとに階層区分を行い、階層ごとの高さや全植被率を記録するとともに、階層別に出現種ごとの被度を記録した。

毎木調査は、各調査区内の樹高0.5 m以上の樹木を対象に、種名、樹高および胸高直径 (胸高に満たない個体は、植物高の地表面から1割の高さの部位での直径) を測定し記録した。

伐採木の樹齢の測定は、地上高10 cmの位置で樹齢測定用の円板試料を採取して、その年輪を計数し、伐採時における樹齢とした。

萌芽再生率、萌芽本数と萌芽伸長量は、3生長期間を経過した

*兵庫県立森林・林業技術センター

1999年10月に、伐採前の樹高が0.5m以上の個体を対象に測定した。萌芽再生率は、調査対象個体数に対する萌芽再生個体数の割合で示した。また萌芽伸長量は、同一個体に複数の萌芽幹がある場合には、最大の伸長量の値を、その個体の値とした。

相対照度の測定は、植生管理前の1996年7月と管理後の1997年8月、1999年8月のいずれも曇天日に調査日を設定し、デジタル照度計（ミノルタ、T-1H）を用いた。同一調査区で3回測定して相対照度を求め、その平均値を各調査区の相対照度とした。

3. 結果

(1) 植生管理前の階層構造と種組成、および管理前後の現存量

表-1は、植生管理前の各調査区別の階層構造と種組成を示したものである。各階層の高さや植被率は、いずれの調査区とも類似していた。各階層を構成している種組成やそれぞれの被度についてみると、いずれの調査区とも、高木層のアカマツは枯損によって全て枯損していた。亜高木層ではアカマツが一部現存しているもののその被度は低く、ソヨゴやネジキ（*Lyonia ovalifolia*）が多くみられた。低木層ではヒサカキが被度4で優占し、コックパネウツギ（*Abelia serrata*）やコバノミツバツツジ（*Rhododendron reticulatum*）、ソヨゴ、ネジキが高い被度で出現していた。

表-2は、植生管理前の現存量と管理前後の現存量比を示したものである。伐採後は、強度伐採区と弱度伐採区のいずれにおいても、ソヨゴが多く残存しており、ソヨゴ以外の樹種では、強度伐採区でカクレミノとネジキ、弱度伐採区でアカマツ、イソノキ、カナメモチ、サカキ、タカノツメ、ネジキが残っていた。

(2) 相対照度の変化

植生管理前後の相対照度を示したのが、表-3である。本論文では、伐採後の萌芽再生力を把握することを目的としているため、森林内の測定は、植生管理前には草本層のすぐ上の位置とし、管理後には、萌芽の伸長に合わせて、最大の萌芽伸長量の高さより上の位置で測定したため、調査年および調査区によって、森林内

の測定位置は異なっていた。

植生管理前では、各調査区とも、ソヨゴやヒサカキなどの常緑広葉樹が多く出現していたことから、林床近くの相対照度は低く、2～5%であった。植生管理後1年目の相対照度は、皆伐区が99%、強度伐採区が53%、弱度伐採区が22%であり、管理後3年目は、100%、40%、17%のように変化した。

(3) 樹種別にみた萌芽再生率、萌芽本数と萌芽伸長量

各調査区における再生個体数を示したのが、表-4である。3つの調査区に共通して、萌芽による再生個体がみられたのは9樹種であり、いずれもアカマツ林にごく普通に出現する種であった。この中で、いずれの調査区においても、萌芽による再生個体数が20以上みられたコックパネウツギ、コバノミツバツツジ、ソヨゴ、ネジキ、ヒサカキの5樹種を選定し、今回の解析の対象とした。

樹種別にみた伐採時の樹齢、3生長期間経過後における萌芽再生率と萌芽本数、萌芽伸長量を示したのが、表-5である。

樹齢の平均値は、コバノミツバツツジでは、皆伐区と強度伐採区および弱度伐採区の間で有意の差がみられた（いずれも $p<0.01$ ）。他の4樹種では、伐採強度に関係なく、樹齢の構成は類似していた。

萌芽再生率は、5樹種とも概して高かった。ソヨゴでは、伐採強度が小さくなるにつれて、萌芽再生率が小さくなる傾向がみられ、他の4樹種では、伐採強度に関係なく、萌芽再生率がほぼ一定であった。

萌芽本数の平均値は、ネジキとコバノミツバツツジでは、皆伐区と強度伐採区および弱度伐採区の間で有意差がみられ（いずれも $p<0.01$ ）、ネジキでは、伐採強度の高い調査区で、萌芽本数が大きかった。ソヨゴとコックパネウツギ、ヒサカキでは、伐採強度に関係なく萌芽本数がほぼ一定であった。

萌芽伸長量の平均値は、いずれの樹種とも、皆伐区で最も大きく、弱度伐採区と比較して有意に大きかった（いずれも $p<0.01$ ）。ソヨゴ、コックパネウツギ、ヒサカキでは、皆伐区と強度伐採区の間で、また、ソヨゴ、コバノミツバツツジでは、強度伐採区と

表-1 植生管理前の階層構造と種組成

調査区	皆伐区	強度伐採区	弱度伐採区
海拔(m)	100	100	100
斜面方位	N50E	N50E	N50E
斜面傾斜角度(°)	28	28	28
調査面積(m ²)	10×10	10×10	10×10
高木層	高さ(m) 14 植被率(%) -	高さ(m) 15 植被率(%) -	高さ(m) 15 植被率(%) -
亜高木層	高さ(m) 10 植被率(%) 40	高さ(m) 11 植被率(%) 40	高さ(m) 10 植被率(%) 30
低木層	高さ(m) 5 植被率(%) 85	高さ(m) 5 植被率(%) 80	高さ(m) 5 植被率(%) 80
草本層	高さ(m) 0.5 植被率(%) 20	高さ(m) 0.5 植被率(%) 25	高さ(m) 0.5 植被率(%) 25
出現種数	36	30	35
階層	種名 注)	被度	被度
高木層	アカマツ枯	4	4
亜高木層	アカマツ枯	2	2
	アカマツ	1	+
	ソヨゴ	3	2
	ネジキ	1	1
低木層	アカマツ枯	2	1
	イヌツゲ	1	1
	カクレミノ	1	
	カナメモチ		1
	ガマズミ	+	1
	カマツカ		1
	カンビ	1	
	クリ		1
	コガクウツギ		1
	コックパネウツギ	2	1
	コバノガマズミ		1
	コバノミツバツツジ	2	1
	サカキ	+	1
	スノキ	1	
	ソヨゴ	2	2
	タカノツメ	+	1
	ナツハゼ	1	1
	ネジキ	2	1
	ネズミサシ	1	1
	ヒサカキ	4	4
	ミヤマガマズミ	1	
	モチツツジ	1	+
	ヤマウルシ	1	1

注)3調査区の全てで被度1未満の種と、草本層以下の種は省略した。

表-2 植生管理前の現存量と管理前後の現存量比

種名	皆伐区		強度伐採区		弱度伐採区	
	現存量 (cm ² ・m/100m ²)	注1) 現存量比 (%)	現存量 (cm ² ・m/100m ²)	注2) 現存量比 (%)	現存量 (cm ² ・m/100m ²)	現存量比 (%)
アカマツ	221.7	0.0			110.8	100.0
アカマツ枯	31223.8	0.0	26083.7	0.0	31545.9	0.0
イヌツゲ	10.3	0.0	20.4	0.0	337.4	100.0
カクレミノ			281.8	100.0	3.5	0.0
カナメモチ					1895.9	79.3
ガマズミ			4.1	0.0	0.7	0.0
カマツカ	27.2	0.0				
カンビ			23.7	0.0		
コバノガマズミ	39.2	0.0	69.6	0.0	38.6	0.0
コバノミツバツツジ	338.4	0.0	316.3	0.0	372.7	0.0
サカキ	159.4	0.0			1468.8	93.7
ソヨゴ	8170.7	0.0	8889.6	81.2	6566.0	96.6
タカノツメ			8.7	0.0	397.7	100.0
ナツハゼ	11.7	0.0				
ネジキ	709.2	0.0	2754.3	5.5	675.2	65.6
ネズミサシ	1526.2	0.0	1050.0	0.0	243.8	0.0
ヒサカキ	1596.3	0.0	1605.3	0.0	1659.9	0.0
モチツツジ	1.2	0.0	8.8	0.0		
ヤマウルシ	67.5	0.0	72.3	0.0	46.9	0.0

注1) 現存量は、D径量で示し、(D)は胸高直径(cm)、(H)は樹高(m)とした。

なお、胸高直径に満たない個体は、集計から除外した。

注2) 現存量比は、(管理後の現存量)/(管理前の現存量)×100で示した。

表-3 相対照度の経年変化

調査年	皆伐区	強度伐採区	弱度伐採区
1996年(管理前)	5%	2%	3%
1997年	99%	53%	22%
1999年	100%	40%	17%

表-4 再生個体数

種名 注)	皆伐区	強度伐採区	弱度伐採区
イヌツゲ	10	4	3
コックパネウツギ	34	20	25
コバノミツバツツジ	51	46	53
ソヨゴ	37	34	21
ネジキ	22	47	25
ネズミサシ	0	0	0
ヒサカキ	107	126	120
モチツツジ	4	4	5
ヤマウルシ	9	3	0

注)各調査区とも、出現した種のみを示す。

表－５ 樹種別にみた伐採時の樹齢と萌芽再生率および萌芽本数、萌芽伸長量

樹種	伐採強度	樹齢			萌芽再生率	萌芽本数			萌芽伸長量(cm)		
		平均 注)	標準偏差	範囲		平均 注)	標準偏差	範囲	平均	標準偏差	範囲
ソヨゴ	皆伐区	24.8	12.6	2～50	100.0	7.9	7.5	1～27	148.1 a,b	69.4	33～310
	強度伐採区	27.6	9.3	5～46	73.9	8.5	5.9	2～19	103.0 a,c	54.5	28～235
	弱度伐採区	30.8	15.0	6～58	65.6	6.9	4.3	1～15	58.1 b,c	43.1	18～203
ネジキ	皆伐区	24.4	8.8	5～37	100.0	23.0 a,b	12.6	2～52	113.4 a	40.2	20～183
	強度伐採区	27.7	6.6	13～39	97.0	13.4 a	9.6	2～49	91.0	35.1	27～170
	弱度伐採区	26.8	8.8	11～47	92.6	14.5 b	6.3	5～33	73.7 a	34.4	8～120
コクバネウツギ	皆伐区	9.9	5.5	2～23	94.4	6.2	4.7	1～21	138.1 a,b	37.9	48～240
	強度伐採区	11.6	4.2	4～19	87.0	5.4	2.8	2～23	55.1 a	34.7	19～170
	弱度伐採区	10.6	4.9	3～13	89.2	5.2	2.8	1～13	41.6 b	22.5	6～89
コバノミツバツツジ	皆伐区	13.4 a,b	8.3	3～36	96.2	6.5 a,b	5.4	1～23	73.0 a	39.1	10～170
	強度伐採区	22.8 a	7.9	8～35	82.1	9.6 a	3.9	3～19	59.2 b	26.6	13～120
	弱度伐採区	22.2 b	9.1	2～38	88.3	9.3 b	3.9	3～19	38.8 a,b	19.9	7～88
ヒサカキ	皆伐区	21.2	6.7	10～35	97.3	7.5	3.6	1～17	69.1 a,b	26.8	19～134
	強度伐採区	20.4	7.3	3～40	89.4	9.5	6.4	1～40	44.8 a	21.1	12～120
	弱度伐採区	20.2	6.3	4～29	96.8	6.7	3.3	1～18	42.3 b	22.7	8～108

注)同一英文字間には、Tukey-kramer法 ($p < 0.01$)で有意差あり。

図－１ 樹齢と萌芽本数との関係

図－２ 樹齢と萌芽伸長量との関係

弱度伐採区の間で有意差がみられ ($p < 0.01$)、いずれの樹種とも、伐採強度の高い調査区の方が、萌芽伸長量が大きかった。

(4) 伐採時の樹齢と萌芽再生力との関係

樹種別の伐採時の樹齢と萌芽本数との関係を示したのが、図－１である。皆伐区において、ネジキでは伐採時の樹齢 20～30 年で萌芽本数が最大になる傾向がみられ、コクバネウツギでは樹齢 10 年前後で萌芽本数が大きくなる傾向がみられた。ソヨゴとコバノミツバツツジ、ヒサカキでは、いずれの伐採強度においても、伐採時の樹齢と萌芽本数との間に明らかな関係がみられなかった。

次に、樹種別の伐採時の樹齢と萌芽伸長量との関係を示したのが、図－２である。皆伐区において、ソヨゴでは樹齢 20～30 年で萌芽伸長量が最大になる傾向がみられた。また、ネジキでは樹齢 20 年前後で萌芽伸長量が大きくなる傾向がみられた。ソヨゴとネジキのいずれにおいても、伐採強度が小さいほどこの傾向は明らかでなかった。コクバネウツギでは、皆伐区において、今回調査した範囲内で、伐採時の樹齢とともに萌芽伸長量が大きくなる傾向がみられたものの、強度伐採区や弱度伐採区ではその傾向は明らかでなかった。コバノミツバツツジとヒサカキでは、いずれの伐採強度においても、伐採時の樹齢と萌芽伸長量との間に明らかな関係がみられなかった。

(5) 伐採強度別にみた各樹種の萌芽本数と萌芽伸長量の比較

萌芽本数をみると(表－５)、皆伐区では、ネジキが他の 4 樹種と比較して有意に多く ($p < 0.01$)、この傾向は、強度伐採区においてもほぼ同様であった。また弱度伐採区では、ネジキと他の 4 樹種との間に有意の差がみられる ($p < 0.01$) とともに、コバノミツバツツジの萌芽本数が、コクバネウツギとソヨゴのそれよりも有意に多かった ($p < 0.01$)。

萌芽伸長量をみると(表－５)、皆伐区では、ソヨゴとネジキ、コクバネウツギが、コバノミツバツツジとヒサカキよりも有意に大きかった ($p < 0.01$)。強度伐採区では、ソヨゴとネジキが、コクバネウツギ、コバノミツバツツジ、ヒサカキよりも有意に大きかった ($p < 0.01$)。弱度伐採区では、ネジキが、コクバネウツギ、コバノミツバツツジ、ヒサカキよりも有意に大きかった ($p < 0.01$)。

４．考察

(1) 樹種による萌芽再生力の特徴

樹種別の伐採時の樹齢は、コバノミツバツツジ以外の 4 樹種で、各調査区の偏りはみられず(表－５)、調査区ごとの萌芽再生力を比較するにあたって、伐採時の樹齢は考慮する必要のないもの

と判断し、以下の考察を行った。

紙谷²⁾は、ブナ二次林の主要構成種の萌芽再生力について報告しており、ブナやミズナラが林冠部で優占できているのは、薪炭林の伐採周期とこれら樹種の萌芽再生力の最大になる樹齢とが、ほぼ一致しているためであると述べている。

今回調査した高木樹種のソゴとネジキは、林冠部で優占できる樹種に似た特徴を示し、伐採時の樹齢が20–30年で、萌芽再生力が最大になる傾向がみられた。従来、薪炭林として維持管理されていたアカマツ林は、林床に生えてくる低木類が5–6年おきに刈り取られ(柴刈り)、上層木も約30年周期で伐採されていた⁸⁾と言われている。この伐採周期で管理されていたアカマツ林では、ソゴやネジキにとって、30年前後の周期で定期的に萌芽再生する機会が与えられること、林冠を構成してきた上層木も同時に伐採されることで光環境が改善されること、などの条件が保証されていたために、これらの高木樹種が優占しやすかったのではないかと推察される。

一方、低木樹種のコパノミツバツツジとヒサカキは、樹齢に関係なく萌芽再生力がほぼ一定であり、これらの樹種は、どのような周期で伐採されても、一定の萌芽を発生して、安定した更新を行っているものと考えられ、ブナ二次林で報告されている低木樹種の萌芽再生力の特徴²⁾と一致している。

萌芽再生に影響を及ぼす物理的環境要因は、生育地の光と温度であることが指摘されており、どちらの要因により強く影響を受けるかは樹種によって異なる⁸⁾。今回の調査において、ヒサカキやコパノミツバツツジの低木樹種では、伐採強度の違い、つまり光環境の違いによる萌芽再生力の相違が明らかでなかった。このことは、これらの低木樹種の萌芽再生にとっては、光よりも温度の方が影響を与える要因である可能性を示唆するものであり、ヒサカキでは、温度が物理的要因である⁸⁾と言われていることとも一致している。一方、ソゴでは、伐採強度が大きいほど、萌芽再生率と萌芽伸長量が大きくなり、ネジキでは、萌芽本数と萌芽伸長量が大きくなる傾向がみられたことから、これら高木樹種の萌芽再生にとって、光がより影響を与える要因であると思われる。

しかし、低木樹種であるコックバネウツギは、皆伐区では、今回調査の範囲内で、伐採時の樹齢とともに萌芽伸長量が大きくなる傾向がみられた。コックバネウツギは、切られなくても自然に

萌芽更新し、株立ちするという特徴があり、また株立ちした幹の寿命は比較的短い⁹⁾ことが指摘されている。今回、コックバネウツギの樹齢20年以上の個体がみられなかったことは、この指摘と関係しているものと思われる。このように、低木樹種でありながら高木樹種に似た特徴を有する樹種もあり、検討の余地がある。

(2) 伐採強度の相違による伐採後の植生への影響

伐採強度別に、それぞれの樹種の萌芽再生力を比較した場合、皆伐区では、樹種間の萌芽再生力の差が大きくなり、弱度伐採区では、樹種間の差が小さくなる傾向がみられた。これらの結果は、皆伐した場合には、ソゴとネジキの優占度が相対的に高まる可能性を示している。今回の調査地のように松枯れの激害を被ったアカマツ林では、上層木のアカマツが消失した状態にあり、ソゴやネジキにとって萌芽再生しやすい環境が、すでに整っていることになる。このような環境下で皆伐を行うことは、ソゴやネジキをすべて伐採することになり、これら樹種の拡大を助長してしまうことで、多様性の低下につながる恐れがある。皆伐を伴う管理については、重松ら¹⁰⁾が、アカマツ林を落葉広葉樹林に樹種転換するには、皆伐するよりも強間伐を施して苗木を植栽するほうが、より良好な結果の得られることを指摘している。さらに、皆伐した場合には、森林景観が大きく変化することや、下刈りなどの管理を頻繁に行わなければならないであろう。一方、間伐による管理(今回の強度伐採と弱度伐採)を実施した場合には、植栽苗の生長を促進させるために、再度、間伐などの管理が必要である。しかしながら、間伐による管理には、皆伐した場合とは逆に、特定の樹種の優占を防げる、植栽苗の生長が良好である、森林景観を大きく改変しない、などの有利な点も存在する。したがって、松枯れの被害を受け、ソゴやネジキがすでに優占しているアカマツ林の植生管理を考えた場合、ソゴやネジキを伐採対象としない間伐による管理を行い、ソゴやネジキに代わる優占種が十分に生育するまでは、代替種の生育や生長が可能な光環境を確保するととどめ、段階的に樹種転換していく方法も検討すべきであろう。

最後に、本研究を進めるにあたって、兵庫県農林水産部治山課および姫路農林水産事務所の皆様には、調査・計画の機会を与您にいただきたいへんお世話になりました。深く感謝いたします。

引用・参考文献

- 1) 服部保・赤松弘治・武田義明・小館賢治・上南木昭春・山崎寛(1995): 里山の現状と里山管理: 人と自然 6, 1–32
- 2) 紙谷智彦(1986): 豪雪地帯におけるブナ二次林の再生過程に関する研究(Ⅱ) 主要構成樹種の伐り株の樹齢と萌芽能力との関係: 日林誌 68(4), 127–134
- 3) 菊谷昭雄(1953): コナラの木部に貯えられた澱粉の季節的变化: 日林誌 35, 191–193
- 4) Hibbs, D. E., Emmingham, W. H. and Bondi, M. C. (1989): Thinning red alder: effect method and spacing. For. sci. 35, 16–29
- 5) 田中進・大沢孝三郎・竹本論(1989): ミズナラ林の下層間伐と萌芽枝の発生: 北方林業 41(4), 85–90
- 6) 真鍋徹・山本進一・千葉喬三(1991): 伐採当年のヒサカキ(*Eurya japonica*)の萌芽再生: 日本緑化工学会誌 16(4), 1–9
- 7) 山瀬敬太郎・小館賢治(1996): 斜面地におけるアカマツの優占状態と土壌との関係: 植生学会第1回大会講演要旨集, 5
- 8) 重松敏則(1993): 環境林整備の基本と技術手法: 環境林整備検討委員会(編) 環境林の整備と保全: 日本造林協会, 68–91
- 9) 岸本浩・武田義明・高橋敬三(1987): 神戸市再度山周辺のマツ林の樹齢解析 I: 中西哲博士追悼植物生態・分類論文集, 425–430
- 10) 重松敏則・森山博光・朝廣和夫・斎田昇(1999): アカマツ林における間伐強度の違いが林床とクヌギ・コナラの植栽苗に与える影響: ランドスケープ研究 62(5), 547–550

Summary: To study the relationship between thinning intensity and regeneration by sprouts of main woody species in secondary forest of Pine mass-dieback, regeneration of sprouts occurring in 3 years following the cut under 3 different thinning intensity, were investigated for 5 woody species, *Ilex pedunculosa*, *Lyonia ovalifolia*, *Eurya japonica*, *Rhododendron reticulatum* and *Abelia serrata*. Patterns of the number and elongation of sprouts by age were observed as a convex pattern with a peak in tree species, *I. pedunculosa* and *L. ovalifolia*, whereas those were observed as a constant pattern in shrub species, *E. japonica* and *R. reticulatum*. The number and elongation of sprouts showed significant differences in *I. pedunculosa* and *L. ovalifolia* at a clear-cut area. According to the results, when the cutting age is about 30 years, *I. pedunculosa* and *L. ovalifolia* tend to dominate. The clear-cutting seems to increase the relative dominance ratio in *I. pedunculosa* and *L. ovalifolia*, which are originated from sprouts.