

大規模林野火災跡地の復旧に関する研究
— 生育初期の結果 —

西山 嘉寛*

Researches on Afforestation after a Large Scale Forest Fire
— Growth of early Developmental Stage —

Yoshihiro NISHIYAMA

要 旨

西山嘉寛：1994年8月の大規模林野火災で被災した玉野市王子ヶ岳周辺部4箇所に1995年1月～1997年4月岡山県林業試験場で開発した板状、棒状植生マットを設置した。マット内には大粒系のアベマキ、クリ、コナラ、シラカシ、アラカシ、ウバメガシ、小粒系のヤマザクラ、キリ、穀果類のイチョウ等の種子が含まれている。1995～2000年に発芽率、樹高成長、植被率、枯損率、成立本数を調査した。ネットラップしないマットは鳥類による種子の被害があり、この防止対策として、マットをポリエチレン製ネットでラップするとともに、マット表面を紙片でマルチする方法が有効であった。この方法により、アベマキ、アラカシ、ウバメガシの発芽率はいずれも60%以上であった。高密度に木本類を筋状に成立させ、将来の防火帯を造成する上では棒状植生マットが有効であると推察される。谷部ではワラビによる被圧があるため、被災地の面的緑化にはコナラ、ウバメガシに初期成長が良いキリ、ヤマザクラ、クリを混合した板状植生マットが有効であった。中腹部ではワラビの被圧はみられないが、導入した木本類の生育が谷部に比べ不良であり、肥料木草との混合、施肥等について検討する必要がある。

キーワード：林野火災、ワラビ、板状マット、棒状マット

I はじめに

林野火災により被災した岡山県南部のせき悪地における土砂流出の抑制と早期緑化を目的とし(図-1)、玉野市王子ヶ岳周辺部を中心に、1995～1998年林野火災による被災地及び無被災地の状況を把握した(西山ら 1996, 西山 1999a)。

同時に岡山県林業試験場で従来の植生マットに使用されなかった大粒系のアベマキ、クリ、コナラ、シラカシ、アラカシ、ウバメガシ、小粒系のヤマザクラ、キリ、穀果類のイチョウ等の種子を用いた植生マットを開発し(西山 1996, 1997a), 1995～1997年にマットを利用した林野火災跡地の緑化を試みた。板状、棒状植生マット設置初期の結果については、

すでに報告し(西山 1997b, 1998a, 1998b, 1999b), 林野火災跡地において植生マットによる緑化が可能であることを明らかにした。

本報では、植生マットを設置して4～6年間マットに混合した木本類の生育状況を調査・考察し、報告する。

なお、本研究は単県課題「郷土樹種導入による安定した森林造成技術」(実施年度1992～1996年)、「山火事跡地等乾燥地における実用的な緑化方法と防火対策に関する研究」(実施年度1997～2000年)の中で、取り組んだものである。

最後に、本研究を推進するに当たり、玉野市には1995年6月～2001年3月までの長期間に亘り試験地の提供をいただいた。ここに記して、深く感謝の意を表す。

II 試験区の概要及び調査方法

1. 植生マット試験地の概要

試験地は瀬戸内沿岸部の丘陵地区に位置している。設置した試験区1～4は1994年8月11～13日の大規模林野火災により焼失した地区内にある(図-2)。気候は瀬戸内海型気候区に属し、温暖寡雨である。最寄りの玉野気象観測所の記録によれば、8年間(1980～1983, 1985～1988)の年平均気温は15.3℃、年降水量は1,053mm(820～1,369mm)であった(日本 1980～1983, 1985～1988年)。本試験地一帯は約30年前はハゲ山であり、その後階段工によりクロマツ、エニシダ、

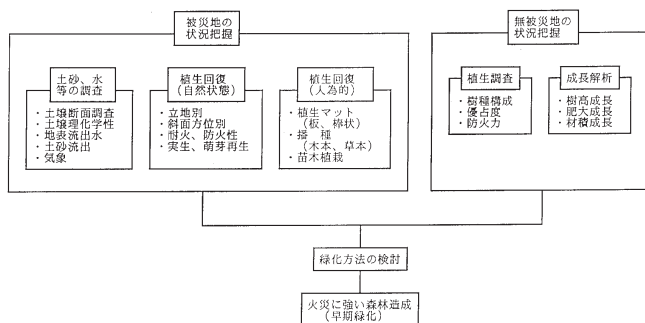


図-1 調査体系(フローチャート)

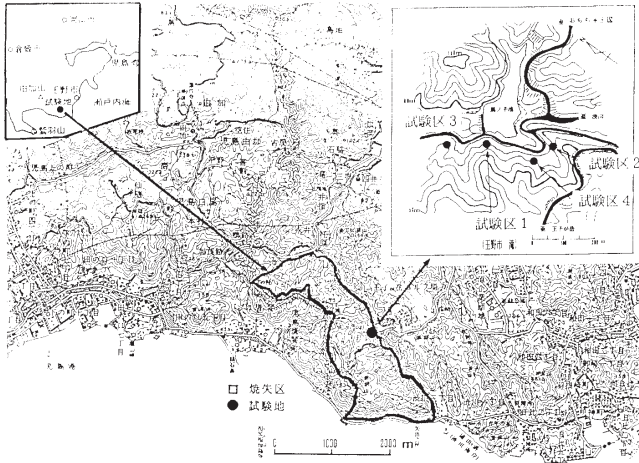


図-2 玉野試験区1~4の位置

オオバヤシャブシの植栽が国営，県営，市営事業で行われ，焼失前の林相は当時の治山工によるものとみられる。被災前の木本類のha当たり個体本数は北西斜面で6,600本，南東斜面で9,000本であった。母材は深層風化した中生代花崗岩質で，一部，谷部ではBB型土壌がみられるが，大部分はIm-β型土壌で，せき悪地である（西山ら 1996）。

試験区1の標高は115~135mで，土壌型はIm-β，傾斜は

形状		等高線		
		凸	直	凹
流 (水) 線	凸	I 	IV 	VII
	直	II 	V 	VIII
	凹	III 	VI 	IX

図-3 基本斜面型



写真-1 被災直後の試験区1

35~40°，斜面方位はN45° E，斜面部位は中部である。基本斜面型はII型であり（図-3），堆積様式は匍行土である（写真-1）。

試験区2の標高は120~130mで，土壌型はIm-β，傾斜は15~20°，斜面方位はN45° E，斜面部位は谷部である。基本斜面型はIII型で，堆積様式は崩積土である（写真-2）。



写真-2 被災直後の試験区2

試験区3の標高は105~115mで，土壌型はIm-β，傾斜は15~20°，斜面方位はS45° E，斜面部位は中部である。基本斜面型はI型で，堆積様式は匍行土である（写真-3）。



写真-3 被災直後の試験区3

試験区4の標高は120~130mで，土壌型はIm-β，傾斜は30~40°，斜面方位はE，斜面部位は中部である。基本斜面型はII型で，堆積様式は匍行土であり，試験区Iと類似している（写真-4）。

2. マットの作製

(1) 樹種の選択と種子の確保

瀬戸内海に面した山陽側の沿岸部では，トベラーウバメガシ群集が発達する（宮脇 1983）。また，玉野市，倉敷市の植生を調査した結果によれば，胸高直径が3 cm以上の個体としては，ウバメガシ，コナラの優占度が最も高かった（西山 1999a）。このことから，マットに使用する樹種として，ウバメガシ，コナラの他防火力が高いシラカシ，スダジイ，ヤブツバキ，イチョウ（高橋ら 1980，福嶋ら 1983），林野火災跡地に先駆的に出現するキリ（西山ら 1996），県南部



写真-4 被災直後の試験区4

にも分布しているヤマザクラ, アベマキ, アラカシ (岡山 1986, 西山 1999a) を選択した。

クリについては, 中国では年平均気温 8~12℃, 年降水量 600mm 程度の華北部を北限に, 年平均気温が 15~17℃, 年降水量が 1,100mm 内外の華中地域まで広く分布し, 華北地域では小果系品種, 華中地域では大果系品種がそれぞれ栽培されている (果樹 1974)。瀬戸内沿岸部の玉野市では年平均気温は約 15℃, 年降水量は 1,000mm 前後であり, 中国でも華中地域の気象に類似していると推察される。この点から, 今回, マットにはチュウゴクグリとニホングリとの交雑種で, 一果重が 15g を超える大果系品種を用いた。

表-1 植生マットに使用した種子

樹種・草種	採取	採取場所	種子重量 g/粒(1g粒数)
ヤマザクラ	採取	勝央町植月中	(13)
アベマキ	採取	備前市久々井	4.3±0.7
	採取	岡山市いづみ町	4.1±0.7
	購入	県内	4.5±0.8
クリ	採取	勝央町植月中	15.8±2.3
コナラ	採取	岡山市いづみ町	1.3±0.4
アラカシ	採取	岡山市いづみ町	1.6±0.3
	採取	岡山市中井	1.5±0.2
	採取	和気町大中山	1.4±0.3
シラカシ	採取	岡山市いづみ町	1.6±0.3
ウバメガシ	採取	岡山市いづみ町	2.3±0.5
	採取	倉敷市下津井	2.3±0.3
	採取	日生町日生	2.0±0.4
	採取	備前市久々井	2.2±0.4
スダジイ	採取	備前市久々井	0.9±0.1
ヤブツバキ	採取	日生町日生	0.9±0.2
	採取	勝央町平	0.8±0.2
イチヨウ	採取	勝央町植月中	2.8±0.3
キリ	採取	備前市久々井	(10,000)
	採取	勝央町植月中	(9,500)
ヤマハギ	購入	県外	(150)
イタチハギ	購入	県外	(50)
※メドハギ	購入	県外	(575)
※イタドリ	採取	備前市久々井	(210)
※ジュングラス	購入	県外	(1,500)
※ホワイトクローバー	購入	県外	(700)
※グイペンクワグラス	購入	県外	(3,000)
※カクキ-31フェスク	購入	県外	(400)
※クリペンクワレットフェスク	購入	県外	(970)

注1. 種子1粒重は100粒当たりの平均値及び標準偏差を示す
 2. ※は草本類・牧草類を示す

板状, 棒状植生マットに使用した種子の一覧を表-1に示す。アベマキの一部とヤマハギ, イタチハギ, メドハギ及び牧草類の種子は購入した。それ以外の種子は県内で採取し, 水選した。採取した種子及びアベマキ種子はその後, 湿砂に混ぜ, 3~5℃の低温で保存した。アベマキ以外の購入した種子はビニール袋に入れ, 同様に低温保存した。

(2) 板状植生マットの作製

マットの培地は, マサ土45%, バーク堆肥45%, パーライト, 鹿沼土各5%のもの(Aタイプ), バーミキュライト50%, マサ土, バーク堆肥各22.5%, パーライト5%のもの(Bタイプ), バーミキュライト83.2%, マサ土, バーク堆肥各8.4%のもの(Cタイプ)を使用した。培地のつなぎとして, 切ワラ, または裁断した紙片を入れた。展着剤として, フノリを加え, よく攪拌した。型枠に被覆資材(油紙)を敷き, 使用する種子の大きさを考慮し, 大粒種子は底に入れ, 小粒種子は表面に入れた。A~Eマットは切ワラ, F~Gマットは裁断した切片で表面をマルチし, 最後に油紙でラッピングした(写真-5)。

作製した板状植生マットの形状と使用した種子を表-2に示す。

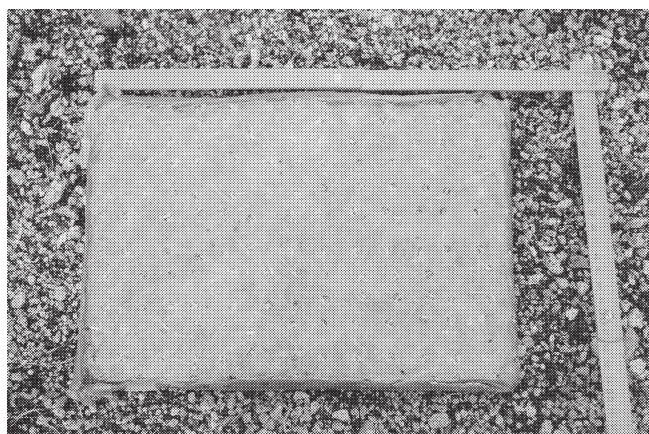


写真-5 板状植生マットの形状

(3) 棒状植生マット

マットの素材として, 内径38mmの紙管を用意した。紙管は古紙, ライナー紙の再生紙が原料となっている。紙管は35cmと60cmの2種類とし, この紙管に油紙をラッピングしてから, 種子が発生しやすいように表面積の12~15%程度に径6mmの穴を設け, 片方を固定した。なお, 紙管に油紙をラッピングする理由は, 後の処理として紙管を湿らせる工程があり, 紙管だけでは水に湿らせた時に強度が低くなり, マットの形状を維持できないこと, 油紙は水に濡らしても水をはじき, 水切りが良いことからである。ここにマサ土, バーク堆肥各45%, パーライト, 鹿沼土各5%配合の培地(Aタイプ), バーミキュライト50%, マサ土, バーク堆肥各22.5%, パーライト, 鹿沼土各2.5%配合の培地(Bタイプ), バーミキュライトのみの培地(Cタイプ)とともに種子を入れた。種子は鳥類による食害を防止するため, 忌避剤(成分:TMTDビ

ス（ジメチルチオカルバモイル）ジスフィド80%）を粉衣処理した。

作製した棒状植生マットの形状と使用した種子を表-3に

示す（写真-6）。

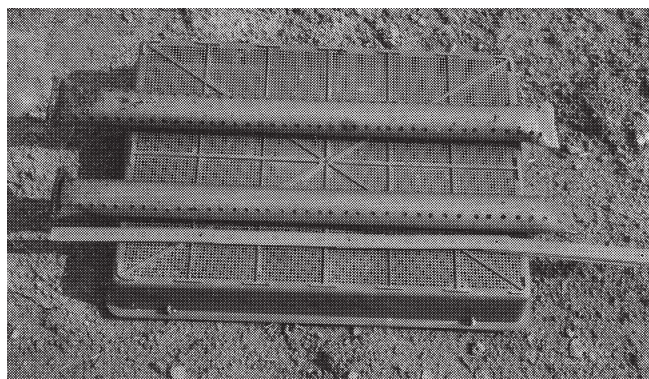


写真-6 棒状植生マットの形状

表-2 玉野試験区1~4に設置した板状植生マットの形状と使用した種子

試験区	マットの種類	作製年月日	種子量 (粒, g)	培地 (A, B, Cタイプ)	作製時重量 (g)	
試験区1	A 28×19 ×2.5 cm	1995.1.12 ~ 1.13	ヤマザクラ 30粒 2.1 g	A タイプ	1,296.0	
			コナラ 5 6.2			
			シラカシ 5 7.3			
			ウバメガシ 5 10.2			
			イチヨウ 5 15.1			
			ヤブツバキ 5 4.7			
キリ 35 -						
イタドリ 50 -						
計	45.6					
試験区2	B 28×19 ×2.5 cm	1995.2.7	ヤマザクラ 5粒 0.3 g	A タイプ	1,250.0	
			コナラ 3 4.5			
			シラカシ 3 4.4			
			ウバメガシ 3 6.1			
			イチヨウ 3 9.9			
			キリ 5 -			
ジュンクス 1,500 1.0						
計	26.2					
試験区2	C 28×19 ×2.5 cm	1995.3.28	コナラ 3粒 4.4 g	A タイプ	1,420.0	
			クリ 3 47.4			
			シラカシ 3 4.5			
			ウバメガシ 3 6.2			
計	45.6					
試験区3	D 28×19 ×2.5 cm	1995.3.17 ~ 3.18	コナラ 6粒 7.5 g	B タイプ	1,250.0	
			クリ 3 46.8			
			シラカシ 8 12.1			
計	26.2					
試験区3	E 28×19 ×2.5 cm	1995.4.22 ~ 4.28	コナラ 5 6.0 g	B タイプ	1,200.0	
			シラカシ 8 6.5			
			ウバメガシ 3 12.2			
			ヤマハギ 10 0.1			
			イタチハギ 10 0.2			
			メドハギ 20 -			
			ジュンクス 300粒 0.2			
			ホワイトノハ 70 0.1			
			計			25.3
			試験区3			F 28×19 ×3.0 cm
シラカシ 6 9.0						
ヤブツバキ 3 2.8						
イタチハギ 30 0.6						
ジュンクス 300粒 0.2						
計	20.0					
試験区4	G 28×19 ×2.5 cm	1997.4.1 ~ 4.5	アベマキ 8 34.5	C タイプ	1,177.2	
			アラカシ 10 15.5			
			ウバメガシ 3 6.7			
			スタジイ 6 5.0			
			ジュンクス 750粒 0.5			
			計			62.2

注 1. 培地 Aタイプ: マサ土45%, パーク堆肥45%, パーライト5%, 産沼土5%
Bタイプ: パーミキュライト 50%, マサ土22.5%, パーク堆肥22.5%, パーライト2.5%
産沼土2.5%
Cタイプ: パーミキュライト 83.2%, マサ土8.4%, パーク堆肥8.4%

表-3 玉野試験区1, 2, 4に設置した棒状植生マットの形状と使用した種子

試験区	マットの種類	作製年月日	種子量 (粒, g)	培地 (A, B, Cタイプ)	作製時重量 (g)	
試験区1	A1 L 35cm φ 38mm	1995.1.16	コナラ 6粒 7.5 g	C タイプ	345.0	
			計			7.5
試験区1	A2 L 35cm φ 38mm	1995.1.16	コナラ 6粒 7.5 g	C タイプ	356.0	
			ケンタッキ-31フェスク 4,300 1.0			
			クリ-ピングレッドフェスク 290 0.3			
			計		8.8	
試験区2	B1 L 35cm φ 38mm	1995.2.16 ~ 2.17	コナラ 6粒 ① 7.3 g	A タイプ	① 342.5	
			② 7.5			② 342.0
			③ 7.2			③ 340.1
			④ 7.3			④ 342.0
試験区2	B2 L 35cm φ 38mm	1995.2.16 ~ 2.17	ウバメガシ6粒 ① 13.4 g	A タイプ	① 344.0	
			② 13.5			② 342.5
			③ 13.0			③ 334.7
			④ 13.7			④ 328.3
試験区2	B3 L 35cm φ 38mm	1995.2.16 ~ 2.17	シラカシ 10粒 ① 15.6 g	A タイプ	① 344.0	
			② 15.1			② 342.5
			③ 14.7			③ 334.7
			④ 15.3			④ 328.3
試験区4	C L 60cm φ 38mm	1997.4.11 ~ 4.14	アベマキ 6粒 26.0 g	B タイプ	535.4	
			アラカシ 20 30.4			
			計		56.4	
試験区4	D L 60cm φ 38mm	1997.4.11 ~ 4.14	アベマキ 3粒 13.2 g	B タイプ	500.3	
			アラカシ 10 15.1			
			スタジイ 3 3.7			
			計			32.0

注. 培地 Aタイプ: マサ土45%, パーク堆肥45%, パーライト5%, 産沼土5%
Bタイプ: パーミキュライト 50%, マサ土22.5%, パーク堆肥22.5%, パーライト5%
Cタイプ: パーミキュライト100%

3. マットの設置および調査

(1) マットの設置

〈試験区1〉板状, 棒状植生マットを設置した。板状植生マットは1995年1月に作製し, 同年1月17~18日に設置した。マットの設置に際し, 同試験区は尾根筋で, かつ急斜面に位置していることから, 階段状に溝を切り水平部分を幅25~30cm設け, ここにマットを固定することとした(写真-7)。

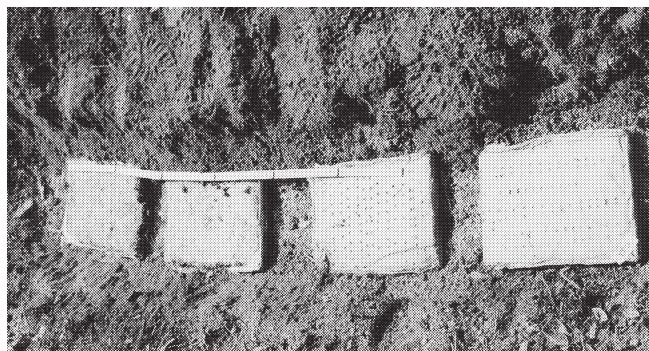


写真-7 板状A1マットの設置

マットはその厚み分だけ土壌内に埋め込み, 竹串(長さ15cm)で4隅を固定した。そして, 表面の油紙を取り除いた。処理区として施肥区と無施肥区を設けた。肥料は棒状のビニール袋(径50mm, 長さ30cm)の中にけいふんを300g詰めたもので, 径1mm以下の小さな穴を約100個設けた。これをマットの上部に埋め込み, マットと同様に竹串で3箇所固定した。設置したマットは施肥区, 無施肥区各18枚で, 横5枚, 縦4段としたが, 4段目は3枚とした(図-4)。

棒状植生マットは1995年1月に作製し, 同年1月18日に設置した。マットの設置に当たっては, マットの厚み分だけを埋め込み, 竹串(長さ15cm)で3箇所固定した。

板状植生マット同様, 施肥区と無施肥区を設け, 同一の肥料袋(封入容器)を設置した(写真-8)。設置したマットは施肥区, 無施肥区各12本で, 横3本, 縦4段とした。板状, 棒状植生マットと比較するため, 板状植生マットに使用した5樹種の種子をマットの設置と同一箇所に播種した。播種方法は長さ1m, 幅, 深さ各5cmの溝を掘り, ここに播種する

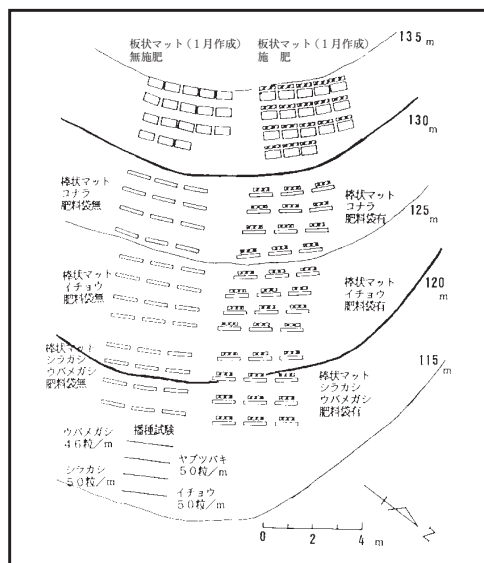


図-4 植生マット試験区1の概要

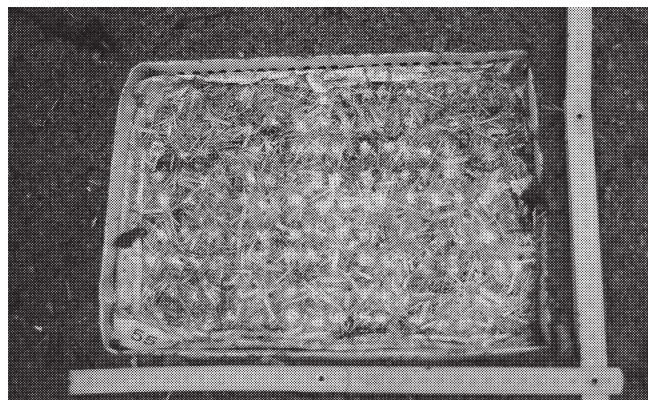


写真-9 板状Bマットの設置

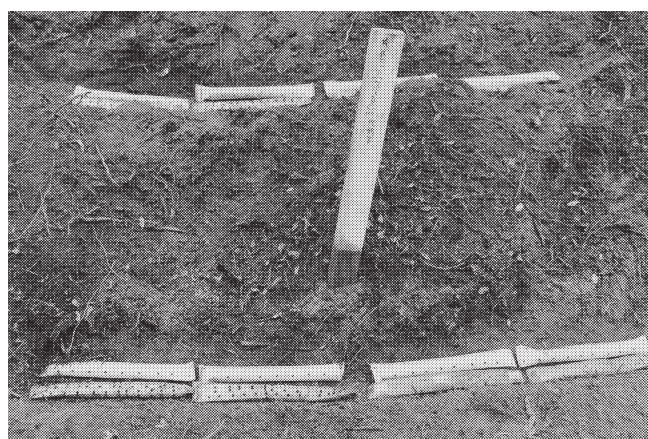


写真-10 棒状B2マットの設置

とともに種子の厚み分だけ覆土した。

〈試験区2〉板状、棒状植生マットを設置した。1995年2月作製の板状植生マット40枚は、3月1～2日に、3月作製の板状植生マット32枚は、4月6～7日に設置した(写真-9)。マットの設置は横4枚、縦3段としたが、3段目については2月作製のマットは2枚とし、10枚ずつ4ブロックに設置した。3月作製のマットは3段目を2枚とする計10枚のブロックが1、3段目が3枚の計11枚のブロックが2の計3ブロックを設けた。マットとマットの間隔は横方向は約30cm、縦方向は約50cmとした。マットの設置方法は試験区1と同じである。

1995年2月作製の棒状植生マットも、板状植生マットと同様に、1995年3月1～2日に設置した。同試験区が谷部で、かつ緩傾斜地であることから、マットの設置に当たっては、マットの厚み分だけを埋め込み、竹串(長さ15cm)で3箇所固定した(写真-10)。処理数は肥料の有無と油紙の有無の計4処理区を設定し、各6本ずつ、計24本とした。肥料袋(封入容器)は棒状植生マットと形状は同じであるが、中に

けいふんを250g入れたもので、これをマットの傾斜上部に埋め込み、棒状植生マット同様3箇所を竹串で固定した。油紙無処理は紙管をラッピングしている油紙を取り除いたものである。

〈試験区3〉板状植生マットのみを設置した。1995年3月下旬に作製したDマット22枚、4月下旬に作製したEマット20枚、4月中旬に作製したFマット10枚をいずれも5月8日に設置した。マットの設置は、D、Eマットは横5枚、縦4段としたが、Dマットでは4段目を7枚とした。Fマットは横5枚、縦2段とした。マットとマットの間隔は横方向は約30cm縦方向は約50cmとした。マットの設置はマットの厚み分だけ土壌に埋め込み、竹串(長さ15cm)で4隅を固定した後に表面の油紙を取り除いた。

板状植生マットと比較するため、板状植生マットに使用したコナラ、シラカシ、ウバメガシの種子をマットの設置と同一箇所播種した。播種方法は長さ1m、幅、深さ各5cmの溝を掘り、ここに播種するとともに種子の厚み分だけを覆土した。

〈試験区4〉板状、棒状植生マットを設置した。1997年4月上旬に作製した板状植生マット40枚については、マット表面の油紙を取り除き、すべてポリエチレン製ネット(太さ0.4mm、メッシュサイズ5mmで格子状に編まれたもの)を取り付けた。同年4月25日、2ブロックに横4枚、縦5段の計20枚ずつ設置した(写真-11)。同試験区は尾根筋で、かつ



写真-8 棒状A1マットの設置



写真-11 Gマットの設置

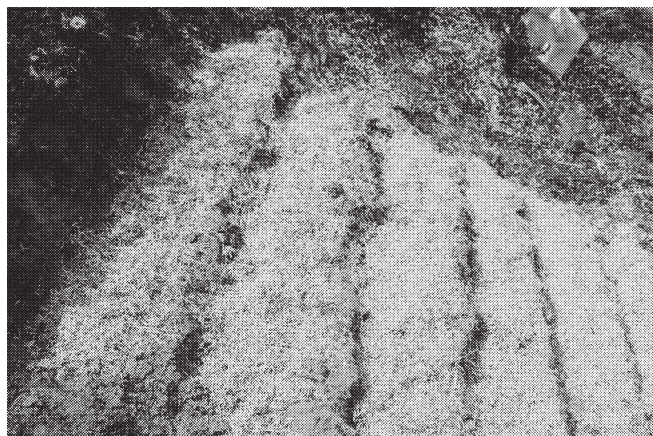


写真-12 紙片によるマルチ

急斜面であることから、階段状に溝を切り水平部分を幅25~30cm設け、ここにマットを固定した。マットとマットの間隔は縦方向は約50cmとし、横方向は接して設置した。マットの設置はマットの厚み分だけ土壌に埋め込み、竹串（長さ15cm）で3箇所固定した。

棒状植生マットもマット表面の油紙を取り除き、すべてポリエチレン製ネット（太さ0.4mm、メッシュサイズ5mmで格子状に編まれたもの）を取り付けた。同年4月25日、2ブロックにそれぞれ横2本、縦10段の計20本を設置した。マットとマットの間隔は縦方向に約30cmとし、横方向は接して設置した。最後に、細かく裁断した紙片をマット上部にマルチした（写真-12）。

板状、棒状植生マットと播種結果を比較するため、板状植

生マットに使用したアベマキ、アラカシの種子をマットの設置場所に隣接して播種した。長さ1m、幅、深さ各5cmの溝を掘り、ここに播種するとともに種子の厚み分だけを覆土した。また、1999年5月、同一試験区に鳥類の忌避効果を調査するため、木酢液を用いた播種試験を行った。長さ1m、幅、深さ各5cmの溝を6箇所掘り、ここにアラカシの種子を播種し、種子の厚み分だけを覆土した後、処理区として3箇所に木酢液（原液）が500cc入った容器を中央に1個設置した。残りの3箇所は無処理区（対照区）とした。

(2) 調査方法

調査は設置当年は月に一度、発芽状況、樹高、草丈をcm単位で測定した。以後、毎年12月~翌年1月にマット内のすべ

表-4 玉野試験区1~4に設置した板状植生マットの発芽状況

樹種	経過年数	試験区1	試験区1	試験区2	試験区2	試験区3	試験区3	試験区3	試験区4	試験区4
		(A1) (mean±SD)	(A2) (mean±SD)	(B) (mean±SD)	(C) (mean±SD)	(D) (mean±SD)	(E) (mean±SD)	(F) (mean±SD)	(G1) (mean±SD)	(G2) (mean±SD)
ヤマザクラ	1	18.7±15.1	20.7±9.5	30.3±40.0						
	2	18.7±15.1	20.7±9.5	30.3±40.0						
アベマキ	1							48.8±30.3	59.4±23.0	
	2							51.3±33.3	61.3±24.0	
クリ	1				30.8±26.3	54.5±18.9				
	2				30.8±26.3	54.5±18.9				
コナラ	1	67.8±4.6	66.7±4.7	63.3±32.1	57.5±35.0	56.8±35.8	43.0±14.5	51.7±17.4		
	2	67.8±4.6	66.7±4.7	65.8±32.1	57.5±35.0	56.8±35.8	43.0±14.5	51.7±17.4		
アラカシ	1								58.5±29.7	80.5±19.9
	2								62.5±30.3	81.5±18.5
シラカシ	1	18.8±3.0	16.7±3.0	37.5±26.5	25.3±33.8	50.0±38.9	37.0±18.2	43.4±15.3		
	2	18.8±3.0	16.7±3.0	39.2±27.9	25.3±33.8	50.0±38.9	37.0±18.2	43.4±15.3		
ウバメガシ	1	43.4±3.9	56.7±5.5	15.8±14.1	33.3±26.2		48.3±30.7		30.0±37.9	68.3±34.1
	2	43.4±3.9	57.8±5.7	16.7±14.8	33.3±26.2		48.3±30.7		30.0±37.9	68.3±34.1
スタジイ	1								60.0±26.5	59.4±23.0
	2								71.5±26.3	61.3±24.0
キリ	1	5.6±2.5	3.8±2.0	11.0±9.2	11.3±25.0					
	2	5.6±2.5	3.8±2.0	11.0±9.2	11.0±25.0					
イチョウ	1	26.7±4.6	12.2±2.5	64.2±33.6						
	2	26.7±4.6	12.2±2.5	66.7±34.9						
ヤブツバキ	1	3.3±1.2	2.2±1.0					46.7±37.1		
	2	5.6±1.5	7.8±2.3					46.7±37.1		
ヤマハギ	1						10.5±6.7			
	2						10.5±6.7			
イタチハギ	1						12.5±6.2	8.3±3.4		
	2						12.5±6.2	8.3±3.4		

での個体について、樹高を調査した。生存状況は12月から翌年5月始めまでにすべてのマットについて調査した。

植被率は、試験区1の板状植生マットA1, A2については1995年5～9月まで各5枚について月に一度調査した。さらに同マット及び試験区2の板状植生マットC, 試験区3の板状植生マットDについては、1995～2000年までの6年間、7月, 11月～翌年2月に各一度植被率を調査した。

III 結果および考察

1. 発芽状況

(1) 板状植生マット

玉野試験区1～4に設置した板状植生マットの発芽率について表-4に示す。試験区1のコナラの発芽率は施肥の有無にかかわらず66.7～67.8%, ウバメガシは43.4～57.8%であったが、シラカシ, イチョウ, ヤブツバキの発芽率は5.6～26.7%と低率であった。玉野試験区に設置したマットと同一のものを1995年1月に岡山県林業試験場内に設置した場合、シラカシの発芽率は同程度であった(西山 1996, 西山 1997a)。このことから、発芽率が低かったのは、マットの設置場所における立地環境の影響ではなく、種子の健全率が低かったこと及びマット内が過湿になり、シラカシは発芽時期が遅いため(西山 1996)、種子の腐敗が進行したことが原因であると考えられる。イチョウ, ヤブツバキの発芽率は、岡山県林業試験場内に設置した場合それぞれ57.5, 22.5%であったが(西山 1997b)、今回の結果はこれに比べとも低い数値であった。これはマットの設置後、マット内の種子が鳥類によって被害を受けたことが原因と考えられる。

草本類のイタドリの発芽率は施肥区, 無施肥区でそれぞれ15.6, 13.3%であった。このことについて、橋詰はイタドリの種子は無処理では発芽率が低く、ジベレリン処理によって発芽率が高まったと報告している(橋詰 1987)。今回のマットに用いた種子は3～5℃の低温で保存したが、処理期間が60日と短く、またジベレリン処理を行っておらず、このことも発芽率が低かった原因であると考えられる。

ヤマザクラ, シラカシ, キリ, イチョウ, ヤブツバキの発芽率は、ヤマザクラでは18.7～20.7%, シラカシでは16.7～18.8%, キリでは3.8～5.6%, イチョウでは12.2～26.7%, ヤ

ブツバキでは5.6～7.8%であり、過去にまきつけ床で調査された事例(関西 1980)に比べ明らかに低い値であった。

試験区2のコナラ, イチョウの発芽率は、それぞれ57.5～65.8%, 66.7%であり、過去にまきつけ床で調査された事例(関西 1980)と同程度の発芽率であった。ヤマザクラ, シラカシ, ウバメガシはそれぞれ30.3%, 25.3～39.2%, 16.7～33.3%であり、過去にまきつけ床で調査された事例(関西 1980)と比べて3樹種とも発芽不良の傾向がみられた。この原因として、試験区1での板状植生マットと同様に、マット表面が攪乱されていたこと、コナラ, シラカシ, ウバメガシではマットごとの発芽率の最大値と最小値の差が40%以上みられたことから、発芽率が低率であったマットでは鳥類による種子への加害が考えられる。発芽率の最大値と比較すると、本結果ではヤマザクラ, ウバメガシではそれぞれ64.0, 66.7%であったのに対し、過去にまきつけ床で調査された事例(関西 1980)と比べ、ヤマザクラは範囲内、ウバメガシはやや低い程度であった。

試験区3のD～Fマットでは、試験区1, 2のマットと比べ、コナラは発芽率がやや低い傾向にあったが、シラカシ, ウバメガシは同程度であった。ハギ類の発芽率は、ヤマハギ16.5%, イタチハギ8.3～12.5%であり、過去にまきつけ床で調査された事例(関西 1980)に比べ明らかに低率であった。このことは、マット作製段階で、小粒の種子はマット内上部に播種したが、覆土量が多かったためと考えられる。

試験区4では試験区1～3のマットと異なり、マット表面にポリエチレン製ネット(太さ0.4mm, メッシュサイズ5mmで格子状に編まれたもの)を取り付けた。マット表面をマルチしていないG1マットでは一部鳥類による食害はみられたが、裁断した紙片でマット表面をマルチしたG2マットでは、全く食害を受けていなかった。G2マットにおける発芽率は、アベマキでは61.3%, アラカシでは81.5%, ウバメガシでは68.3%, スダジイでは61.3%であり、過去にまきつけ床で調査された事例(関西 1980)に比べ、アラカシを除いた3樹種では平均値を下回っていたが、いずれも60%以上の発芽率であったことから、実際の施工に支障はないと考えられる。

(2) 棒状植生マット

表-5 玉野試験区1, 2, 4に設置した棒状植生マットの発芽状況

樹種	経過年数	試験区1		試験区2		試験区4	
		A1 (mean±SD)	A2 (mean±SD)	B1, B2, B3① (mean±SD)	B1, B2, B3② (mean±SD)	C (mean±SD)	D (mean±SD)
アベマキ	1					52.5±19.9	73.3±27.1
	2					54.2±22.3	73.3±27.1
コナラ	1	65.2±32.1	57.5±26.0	75.0±28.5	66.7±16.7	66.7±16.7	80.6±15.0
	2	65.2±32.1	57.5±26.0	75.0±28.5	66.7±16.7	66.7±16.7	80.6±15.0
アラカシ	1					46.0±14.1	66.0±20.3
	2					48.0±11.0	70.0±20.2
シラカシ	1			58.3±17.0	70.0±12.9	10.0±15.3	-
	2			58.3±17.0	70.0±12.9	10.0±15.3	-
ウバメガシ	1			52.8±22.4	75.0±26.8	44.4±40.5	63.9±26.2
	2			52.8±22.4	75.0±26.8	44.4±40.5	63.9±26.2
スダジイ	1						60.0±26.5
	2						71.5±26.3

発芽状況について表-5に示す。試験区1のA1とA2マットにはコナラと牧草類の種子を混合しているが、施肥の有無に関係なく、57.5~65.2%の発芽率であった。板状植生マットの場合と同様に鳥類による種子被害を回避するために、すべてのマットに忌避剤を使用した。試験区2に設置したB1~B3マットでは、一部シラカシ、ウバメガシに被害がみられ、発芽率が低率であった。過去にまきつけ床で調査された事例では、コナラ60% (30~90%)、シラカシ80% (70~90%)、ウバメガシ80% (70~90%)であったと報告されている(関西 1980)。筆者が岡山県林業試験場内に同様の方法で作製した棒状植生マットを土壌中に埋め込み、発芽率を調査した結果では、3樹種の平均発芽率はコナラが60%、ウバメガシが70%、シラカシが40%台であった(西山 1997c)。今回の結果はまきつけ床で調査された事例と比べ、コナラは66.7~80.6%と同程度、シラカシは10.0~70.0%、ウバメガシは44.4~75.0%で低い傾向にあり、筆者が場内で調査した事例の発芽率とは3樹種とも同程度であった。紙管及び油紙の穴の大きさが6mmと小さいため、マットから外部への根の伸長が阻害されることが懸念され、ウバメガシ、シラカシではこの傾向がみられた。

試験区4のC、Dマットの発芽率は、それぞれアベマキでは54.2~73.3%、アラカシでは48.0~70.0%、スダジイでは71.5%であり、過去にまきつけ床で調査された事例(関西 1980)と比べ、Dマットでは同程度、Cマットでは下回っていた。Dマットの方がCマットより約20%発芽率が高い傾向がみられたが、両マットとも作製時期は同じであることから、この原因は種子の違いではなく、マット設置時における覆土量に関係していると考えられる。C及びDマットの設置に際し、マット内の種子の食害を防ぐため、マットを土で覆った結果、両マットとも種子被害はみられなかったが、CマットはDマットに比べ覆土量が多かったため発芽率が低下したと推察される。

(3) 直播

発芽率の結果を表-6に示す。試験区1、3、4には板状または棒状植生マットを設置したが、両マットに比べ、直播

表-6 直播による木本類の発芽状況

マット種類	経過年数	H-value (Kruskal-Wallis Test)			
		アベマキ	コナラ	アラカシ	ウバメガシ
G マット	1	1.13	6.54*	0.50	1.93
	2	2.00	5.89	0.50	1.93
H マット	1	1.13	6.54*	1.50	8.41**
	2	2.00	5.89	2.11	8.29**

注1. 表中の単位は%である
 注2. 試験区4のB、Cは木酢液を設置した場合、使用していない場合をそれぞれ示す
 注3. 試験区4におけるカッコ内の数値は平均値、カッコ内の数値は最小値及び最大値を示す

の場合、いずれの樹種も明らかに発芽率が低かった。播種した箇所には鳥類による食害と認められる無数の穴も確認された。

鳥類による被害を回避する方法として、木酢液による忌避効果を調査した。播種した箇所に木酢液入りの容器を設置したが、アラカシの平均発芽率は23.0%で、同試験区に設置した板状、棒状植生マットに比べ、発芽率は明らかに低く、鳥類忌避効果は認められなかった。このことから、林野火災跡地等を緑化するとき、単に播種するだけでは不成績となる危険性が大きく、板状、棒状植生マットの方が直播に比べ有効であると考えられる。

2. 樹高成長

(1) 板状植生マット

マット設置当年の試験区1の場合、施肥区のマット(A1)のキリは、平均樹高が42cm (14~70cm)であり、無施肥区のマット(A2)の28cm (8~48cm)に比べ、樹高成長が良好であった(写真-13)。ただし、ヤマザクラ、コナラ、ウバメガシ、シラカシ、ヤブツバキでは、両区に違いは認められなかった。ヤマザクラの場合、最大値は両区とも50cm台、最も頻度が高い階級が20cm台であった(西山 1997b)。筆者がヤマザクラをまきつけ床で苗木養成した結果では、1年目の樹高は20cm台が約30%と最も多く、次に10cm台の20%であった(西山 1991)。このことから、試験区1のヤマザクラの初期成長は良好であったと考えられる。

試験区1のA1、A2マットの樹種別樹高成長をそれぞれ図-5、6に示す。両マットともマット設置1年目には上層



写真-13 A1マットの設置当年の状況



写真-14 A1マットの設置6年目の状況

部をキリが優占し、次いでヤマザクラ、コナラが占めていた。コナラより下層部はウバメガシ、イチョウ、シラカシ、ヤブツバキが占めていたが、いずれも10cm未満であった。マットを設置して2年目以降もマット内の階層を構成している樹種に変動はなかった(写真-14)。

経年ごとの樹高成長パターンは、両マットのキリ、ヤブツバキ、施肥区のウバメガシについては一次式、ヤマザクラ、コナラ、ウバメガシ、シラカシでは対数式による相関がそれぞれ高かった。キリの次に樹高成長が良いヤマザクラ、コナラでも連年成長量は年々低下傾向にあった。

玉野市のハゲ山において緑化工を実施した後、30年間の土壌変化について調査した結果では、17~18年間は6断面すべてが未熟土であったのに対し、30年経過すると、6断面中3断面が褐色森林土と判定され、一部土壌化が進行していたこと及び土壌生成速度の差には植生要因が大きいことが指摘されている(服部ほか 1991)。これに関連し、井鷲らは森林がひとたび林野火災により焼失すれば、堆積地で保水力が高い斜面下部の立地でも、再びアカマツ林に再生するのに最低でも22年、花崗岩地の尾根筋(生産地の低い土地)では最も

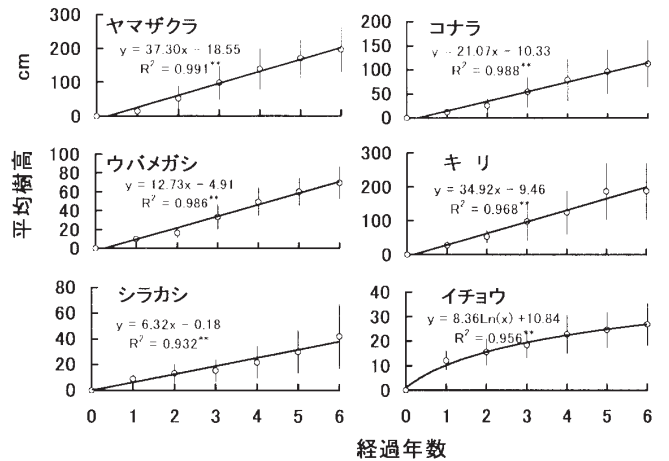


図-7 玉野試験区2におけるBマットの樹種別樹高成長
注.Φ: 平均値±標準偏差

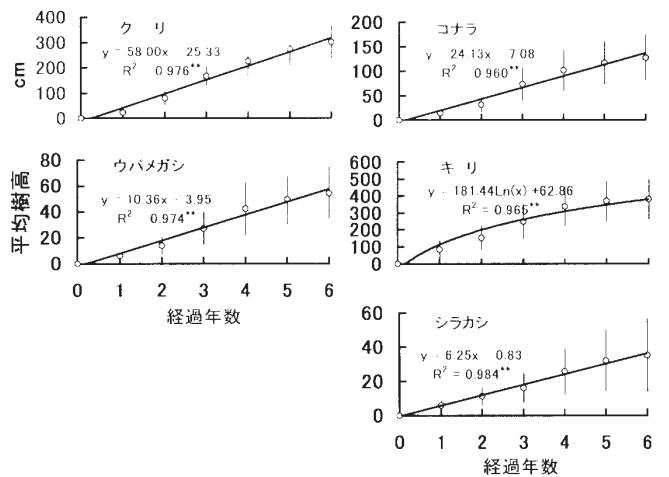


図-8 玉野試験区2におけるCマットの樹種別樹高成長
注.Φ: 平均値±標準偏差

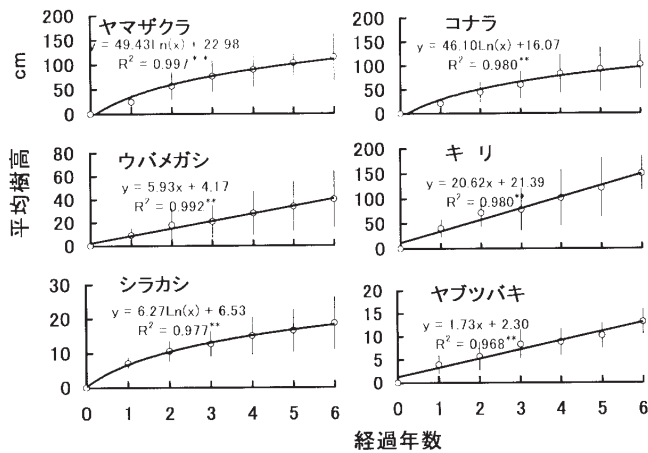


図-5 玉野試験区1におけるA1マットの樹種別樹高成長
注.Φ: 平均値±標準偏差

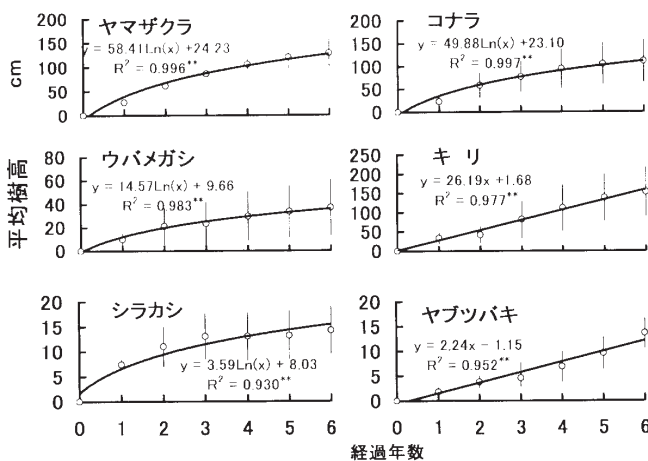


図-6 玉野試験区1におけるA2マットの樹種別樹高成長
注.Φ: 平均値±標準偏差

遅く、最大222年を要するとする試算を行っている(Isagiほか 1990)。本試験区も、母材は風化した花崗岩の未熟土であり、年降水量が少ないため、十分な養分の供給が期待できないと考えられる。

今回、マットには落葉樹の中で、落葉が分解しやすいキリ、ヤマザクラの落葉広葉樹を導入するとともに、酸性土壌に強く、やせ地にも耐えて育つ郷土種草本類(倉田 1979)としてイタドリを用いたが、今後さらに落葉広葉樹や肥料木草の利用を進めるとともに、土壌化の進行については長期的に考えていく必要があると考えられる。

試験区2のB、Cマットにおける樹種別樹高成長を図-7、8に示す。Bマットの場合、設置1年目には牧草のジュングラスの草丈が10cmに達し、ヤマザクラ、キリ、コナラ以外の樹種はこれに被圧されていた。マットを設置して3年目以降は、ヤマザクラ、キリが上層部を占め、以下、コナラ、ウバメガシと続き、下層部はイチョウ、シラカシが占め、ジュングラスに被圧された樹種はみられなかった。マットを設置して6年目には、ヤマザクラ、キリの平均樹高はともに200



写真-15 Bマットの設置6年目の状況

年目もワラビの草丈は変わっていなかった。ワラビについては、林野火災跡地においても根茎が地表5cm以下の深さに多く分布し、長い根茎が残された場合には初期成長速度が非常



写真-17 Cマットのキリの樹姿



写真-16 ジューングラス

cmに達して、上層部を占めていたが、これに続くコナラ、ウバメガシの平均樹高はそれぞれは約110cm, 70cm台と低い水準にあった(写真-15)。さらに下層部はシラカシ、イチョウが約40cm, 25cmと続き、地表部にはジューングラスが確認された。ジューングラスの草丈は約12cmで推移していた(写真-16)。6年間の樹高成長パターンをみると、イチョウを除き、すべての樹種の連年成長パターンはほぼ一定であり、一次式により近似が可能であった。

Cマットの場合、設置1年目の段階で、キリが既に上層部を占め、以下、中間部にクリ、コナラ、下層部にウバメガシ、シラカシがみられた。マットを設置して6年目には、クリ、キリの平均樹高はそれぞれ約320cm, 390cm台に達してともに上層部を占め、以下、中間部をコナラ、下層部をウバメガシ、シラカシが占めていた(写真-17, 18)。6年間の樹高成長パターンをみると、キリを除き、すべての樹種の連年成長パターンはほぼ一定であり、一次式により近似が可能であった。

試験区2周辺部は谷部に相当し、マット設置1年目(被災後1年後)にはワラビの草丈が約125cm, 植被率が約40%であったが、設置3年目(被災3年後)には草丈は175cm, 植被率は90%に達した(西山 1999a, 1999b)。被災後4~6



写真-18 Cマットのクリの樹姿



写真-19 Dマットの設置6年目の状況

に速いことが報告されている(深山 1998)。この点から、導入した木本類がワラビの被圧を受けないためには初期成長の良い樹種を導入する必要がある。

木本類の中で初期成長が良く、かつ年降水量が1,000mm前後と少ない地域でも植栽可能な樹種として、中国において年降水量が少ない地域でも栽培されているクリに着目し、今回、マットに使用したが、その後の生育は良好であった。クリのほか、キリ、ヤマザクラも谷部においては、ワラビと同等かそれ以上の樹高成長が期待でき、林野火災跡地の谷部における初期緑化には有効な樹種であると考えられる。

試験区3のD~Fマットにおける樹種別樹高成長を図-9に示す。マット設置1年目には、Dマットの場合、クリが上層部を占め、以下、コナラ、シラカシと続いていたが、ジュングラス、ホワイトクローバーは5月下旬に発芽を確認したが、その後すべて枯死していた。これは、試験区2周辺部ではワラビの再生が顕著であったのに対し、試験区3周辺部では新たに侵入した木本類、草本類がほとんどみられなかったため、マット表面が乾いたことが一因として考えられる。ジュングラスは岡山県南部の乾燥地では導入が難しいことが推察された。マットを設置して2年目以降は、クリ、コナラの連年成長量はほぼ一定しており、マットを設置して6年目には、クリ、キリの平均樹高はともに160cm台に達していた(写真-19)。逆にシラカシの連年成長量は年々低下傾向にあった。

Eマットではヤマハギ、イタチハギ、草本類のメドハギ、Fマットではイタチハギと牧草のジュングラスを混合した例である。マット設置1年目には、E、Fマットの場合、イタチハギまたはヤマハギが上層部を占め、以下、コナラ、シラカシ、ウバメガシと続いていた。Fマットのジュングラ

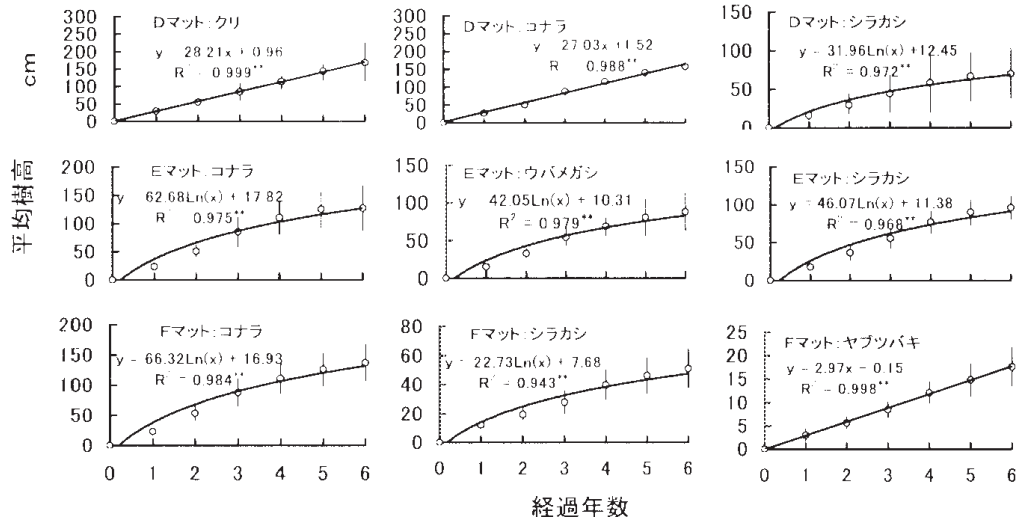


図-9 試験区3におけるD~Fマットにおける樹種別樹高成長

注:Φ:平均値±標準偏差

スはDマット同様、発芽後、すべて枯死した。両マットとも2年目以降、Fマットにおけるヤブツバキを除き、樹高成長は対数式による相関が高く、連年成長量は年々低下傾向にあった。マットを設置して6年目には、E、Fマットともコナラの樹高は130cm台に達し、イタチハギまたはヤマハギと同程度であった。Eマットの中間部はシラカシ、ウバメガシが占め、樹高はそれぞれ90cm、80cm台であった。Fマットの中間部にはシラカシがみられるが、樹高が約50cmとEマットに比べ低い傾向がみられた。下層部にはヤブツバキがみられたが、マットを設置して6年目で樹高は約20cmと低い水準にあった。

試験区4のG1、G2マットにおける樹種別樹高成長を図-10に示す。マット設置1年目には、Dマットの場合、アベマキが上層部を占めているが、ウバメガシ、アラカシ、スダジイはいずれも樹高は10cm未満であった。マット設置後2年目以降は、ウバメガシを除き、対数式による相関がいずれも0.90以上と高く、連年成長量は年々低下傾向にあった。マットを設置して4年目には、G1、G2マットともアベマキが樹高30cm台で上層部を占め、以下、ウバメガシの16cm台と続き、下層部にはアラカシ、スダジイがみられた(写真-20)。

以上の4試験区の立地条件をみると、試験区2は谷部に位

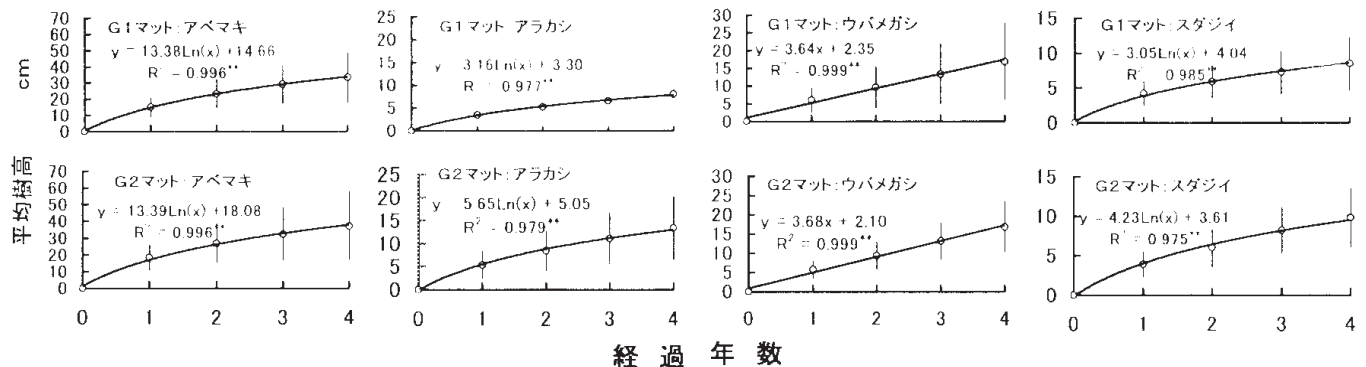


図-10 玉野試験区4におけるG1、G2マットの樹種別樹高成長

注:Φ:平均値±標準偏差



写真-20 G1マットの設置4年目の状況

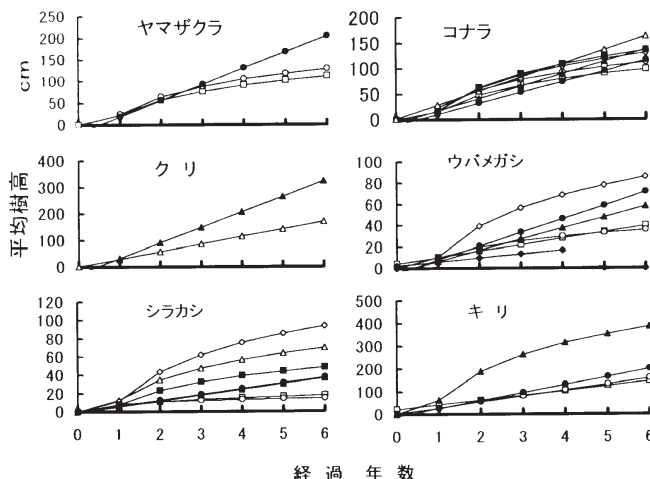


図-11 立地部位と樹種別樹高成長の関係

注 □: 中腹部 (A1マット) ○: 中腹部 (A2マット) △: 中腹部 (Dマット)
◇: 中腹部 (Eマット) ■: 中腹部 (Fマット) ◆: 中腹部 (G1マット)
十: 中腹部 (G2マット) ●: 谷部 (Bマット) ▲: 谷部 (Cマット)

置するが、それ以外の試験区は斜面の中腹部に位置している。立地部位と各マットの樹種別樹高成長との関係を見ると、初期成長が良いヤマザクラ、クリ、キリでは、立地部位が中腹部より谷部の方が明らかに樹高成長が良い傾向が認められた(図-11)。

コナラ、シラカシ、ウバメガシでは、立地部位の違い(谷部、中腹部)と樹高成長に有意な差は認められなかった。

(2) 棒状植生マット

棒状植生マットにおける樹種別平均樹高を表-7に示す。法面1では、コナラの種子を入れた棒状植生マットの斜面上部にけいふんが300g入った肥料袋を設置したが、施肥区の

A1マットと無施肥区のA2マットの間で、t検定の結果、コナラの樹高に有意な差は認められなかった。両マットとも、経過年数と樹高の関係を見ると、6年間の樹高成長は一次式で近似した場合、両マットの相関係数はともに0.90以上と高く、連年成長量はほぼ一定の傾向がみられた(写真-21)。

試験区2の棒状植生マットについては、マットを設置後1~2年の結果を既に報告している(西山 1998a)。その中で、コナラはマット設置1年目には4処理とも樹高は10cm前後であったが、2年目では21~30cmの範囲の頻度が最も高く、

表-7 玉野試験区に設置した棒状植生マットの平均樹高

樹種	経過年数	試験区1	試験区1	試験区2	試験区2	試験区2	試験区2	試験区4	試験区4
		A1	A2	①	②	③	④	C	D
		(mean±SD)	(mean±SD)	(mean±SD)	(mean±SD)	(mean±SD)	(mean±SD)	(mean±SD)	(mean±SD)
アベマキ	1							14.9±7.1	14.8±6.3
	2							21.7±11.2	20.6±9.3
	3							25.8±14.3	23.3±11.0
	4							28.6±16.7	23.9±10.3
コナラ	1	10.3±6.7	12.9±7.5	9.7±3.4	11.2±3.8	12.3±4.9	9.3±4.1		
	2	29.6±15.3	33.0±16.4	35.6±12.1A,B	42.0±17.0A	34.4±11.8A,B	29.5±12.0B		
	3	53.6±27.3	57.5±27.3	56.7±11.8A	84.1±30.1B	76.6±25.3A,B	68.5±23.8A,B		
	4	72.4±37.1	72.4±32.7	89.3±29.4	103.9±31.2	109.3±33.3	92.2±32.0		
	5	83.7±43.2	78.4±34.0	110.3±37.9	112.0±34.0	123.0±38.0	105.7±37.6		
	6	97.9±46.6	84.9±35.0	119.2±42.1	114.6±35.3	126.3±40.0	109.2±39.9		
ウバメガシ	1			6.8±2.8	7.6±4.6	5.6±4.4	9.0±2.8		
	2			22.3±18.8A,B	26.8±16.8A	11.0±9.6B	21.4±10.2A,B		
	3			36.2±29.9A	39.5±17.9A	14.6±11.3B	28.3±13.6A,C		
	4			49.5±31.9A	54.8±22.1A	18.5±12.7B	36.3±17.7A,C		
	5			63.2±37.7A	68.5±30.6A	21.3±13.9B	43.6±20.7C		
	6			75.2±43.0A	76.5±38.7A	22.2±14.5B	49.1±24.2C		
シラカシ	1			7.2±1.7A	9.3±2.9B	3.3±1.9C	—		
	2			27.8±13.1A,B	34.6±13.6A	13.0±8.6B	—		
	3			39.5±17.1	46.3±15.8	29.4±9.3	—		
	4			50.3±21.0	59.2±23.1	47.8±8.0	—		
	5			57.9±23.1	71.0±31.9	74.4±11.0	—		
	6			61.4±24.4A,B	79.3±41.6A	102.8±12.9B	—		
アラカシ	1							6.6±3.4	4.8±2.3
	2							9.7±4.7	7.4±4.4
	3							13.0±6.1	10.2±4.4
	4							15.6±7.9	12.8±5.3
スダジイ	1								5.8±2.5
	2								8.7±3.7
	3								11.3±4.8
	4								12.8±5.7

注1. A1とA2, B1~B3の①~④, CとDマットの平均樹高について、t検定を行った
2. アルファベット大文字は1%水準で有意差があることを示す



写真-21 A 2 マットの設置 6 年目の状況

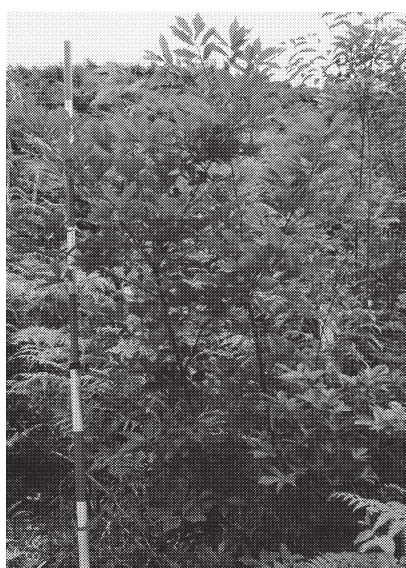


写真-22 B 1 マットの設置 6 年目の状況



写真-23 B 2 マットの設置 6 年目の状況

正規分布していた。ウバメガシはマット設置 1 年目は 4 処理区とも樹高が 10cm 以下が 60~90% 内にあり、2 年目にも 10cm 以下及び 11~20cm 範囲の頻度が他の階級に比べ高い傾向がみられた。肥料、油紙無の場合（処理④）では、肥料、油紙有の場合（処理①）、肥料有、油紙無（処理②）、肥料無、油紙有の場合（処理③）に比べ、樹高 11~20cm の階級の頻度が最も高く、約 40% に達し、他の処理区に比べ成長が劣った。ただし、マット設置 2 年目になると、側枝の伸びが旺盛であった。シラカシでは、マット設置 1 年目は 4 処理区とも樹高は 10cm 以下が肥料、油紙有の場合（処理①）、肥料有、油紙無の場合（処理②）とも 80% 以上みられたが、2 年目には樹高 11~20cm を境にして、50cm とバラツキが大きくなった。以上、マット設置 1 年目の平均樹高は、コナラでは 9.3~12.3cm、シラカシでは 3.3~7.2cm、ウバメガシでは 5.6~9.2cm であり、過去にまきつけ床で調査された事例（関西 1980）やコナラ、ウバメガシの平均苗高はともに 20cm であったとする報告（林業 1985）に比べ、マットの設置 1 年目の樹高は 3 樹種とも低い傾向がみられた。

マットを設置して 1 年経過後と 2 年経過後の樹高は、コナラ、ウバメガシについては施肥効果が認めれるのに対し、無施肥の場合は養分供給がなく、各個体のバラツキが大きかったことを報告している（西山 1998a）。今回、マットを設置して 3 年以降の樹高成長をみると、コナラ、シラカシでは施肥の有無で樹高に明らかな傾向はみられなかったが、ウバメガシでは施肥区と無施肥区の間には 1% 水準で有意な差がみられ、施肥区の方が樹高成長が良いことが実証された（写真-22~24）。6 年間の樹高成長はコナラでは対数式、ウバメガシ、シラカシでは一次式で近似した場合にそれぞれ相関は 0.90 以上と高く、連年成長量は前者では年々低下傾向にあるのに対し、後者ではほぼ一定の傾向がみられた（表-8）。

表-8 棒状植生マットにおける樹種別樹高成長

試験区	マットの種類	樹種	回帰式	決定係数 (R ²)
試験区 1	A1	コナラ	$y=17.26x-19.40$	0.988 **
	A2	コナラ	$y=15.18x-12.28$	0.958 **
試験区 2	B1①	コナラ	$y=63.97\text{Ln}(x)-0.01$	0.954 **
	B1②	コナラ	$y=62.93\text{Ln}(x)+8.95$	0.920 **
	B1③	コナラ	$y=73.80\text{Ln}(x)+21.04$	0.898 **
	B1④	コナラ	$y=63.73\text{Ln}(x)+1.70$	0.899 **
	B2①	ウバメガシ	$y=13.50x-5.60$	0.981 **
	B2②	ウバメガシ	$y=13.85x-2.87$	0.998 **
	B2③	ウバメガシ	$y=3.36x-3.75$	0.959 **
	B2④	ウバメガシ	$y=7.66x+3.77$	0.985 **
試験区 3	B3①	シラカシ	$y=10.63x+3.47$	0.939 **
	B3②	シラカシ	$y=13.48x-2.74$	0.967 **
	B3③	シラカシ	$y=20.00x-24.89$	0.969 **
試験区 4	C	アベマキ	$y=9.89x+14.88$	0.998 **
		アラカシ	$y=6.41\text{Ln}(x)+6.12$	0.970 **
	D	アベマキ	$y=6.80\text{Ln}(x)+15.24$	0.971 **
		アラカシ	$y=5.63\text{Ln}(x)+4.32$	0.959 **
		スタジイ	$y=4.231\text{Ln}(x)+3.61$	0.975 **

注 1. x, y はそれぞれ経過年数, 経年時の樹高を示す
 2. ** は 1% 水準で有意であることを示す



写真-24 B3マットの設置6年目の状況



写真-25 Dマットの設置4年目の状況

試験区4の場合、マットを設置して4年しか経過していないが、この間の樹高成長をみると、Cマットのアベマキを除き、いずれも対数式による相関が高く、連年成長量は年々低下傾向にあった(写真-25)。

3. 植被率

法面1における板状植生マットについて、設置当年の植被率の推移を図-12に示す。施肥の有無にかかわらず、5月末の時点の植被率は20~30%であったが、6~7月上旬の梅雨時期にかけて、植被率は上昇し、7月中旬の梅雨終了時では80%以上に到達していた。特にキリは葉面積が大きく、植被

率を高めるのに有効であった。キリが林野火災跡地へ先駆的に実生侵入することは、筆者が1995年に同試験区近くの被災林地を調査し、既に確認している(西山ら 1996)。本試験において、キリ、イタドリの種子も発芽率は低い傾向にあったが、同一マットに混合することも可能であることが示唆された。マット設置当年で既に植被率は限界値近くに達したが、2年目以降も7月の時点で、施肥の有無にかかわらず、植被率は90%以上を維持していた。ただし、11月以降、ヤマザクラ、コナラは落葉するので、両マットとも6年目の11月~翌年2月の植被率は30%前後と低い傾向がみられた(図-13)。ヤマザクラ、コナラは施肥の有無に関係なく、ともに樹高における連年成長量は年々低下する傾向がみられたが、植被率の維持・向上に大きく寄与しており、林野火災跡地における中腹部の緑化に有効な樹種であると考えられる。

法面2のB、Cマットの場合、7月の植被率はマットを設置して1年目には40%前後であったが、以後、徐々に上昇し、マット設置4年目にはともに90%程度まで上昇した。Bマットに用いたジュングラスは7月には枯死していたが、11月~翌年2月には地表部を覆っていたために植被率はマットを設置して1年目には既に80%を超え、2年目にはさらに90%以上になった。ただし、マットを設置して3年目以降はジュングラスは徐々に衰退傾向し、6年目には40%まで落ち込んだ。Cマットの場合、シラカシ、ウバメガシが成立しているが、設置して6年目でも11月以降の植被率は10%と低い水準であった。

試験区2周辺部は谷部に相当し、マット設置1年目のワラビの草丈は約125cm、植被率は40%であったが、マット設置3年目には草丈は175cm、植被率は90%であったことは既に触れたが(西山 1999a, 1999b)、本結果から、初期成長の良いヤマザクラ、クリ、葉面積が大きいキリを混合することにより、ある程度ワラビによる被圧を回避することが可能であると考えられる。

4. 枯損状況

(1) 板状植生マット

法面1のイチョウ、キリは施肥の有無にかかわらず、マットを設置して6年目には90%以上が枯死した(図-14)。無施肥区のスラカシの枯損率は75%であり施肥区の40%に比べ、

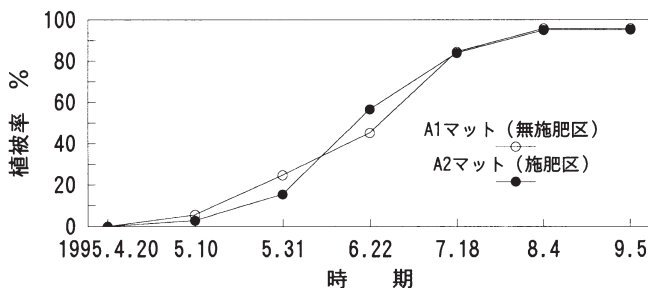


図-12 マット設置当年における植被率の推移

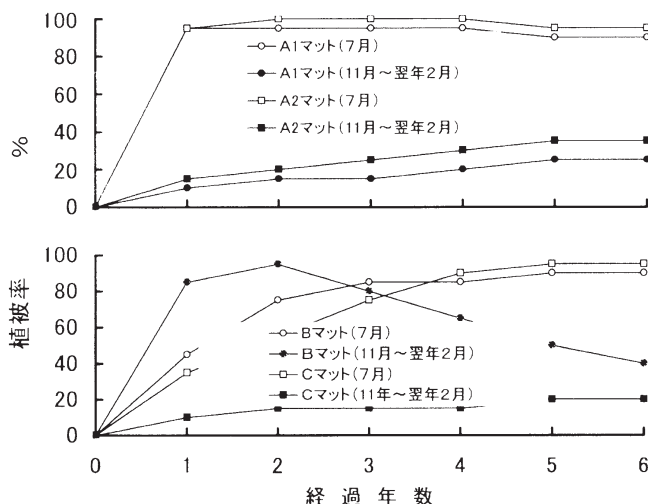


図-13 板状植生マットにおける経年ごとの植被率

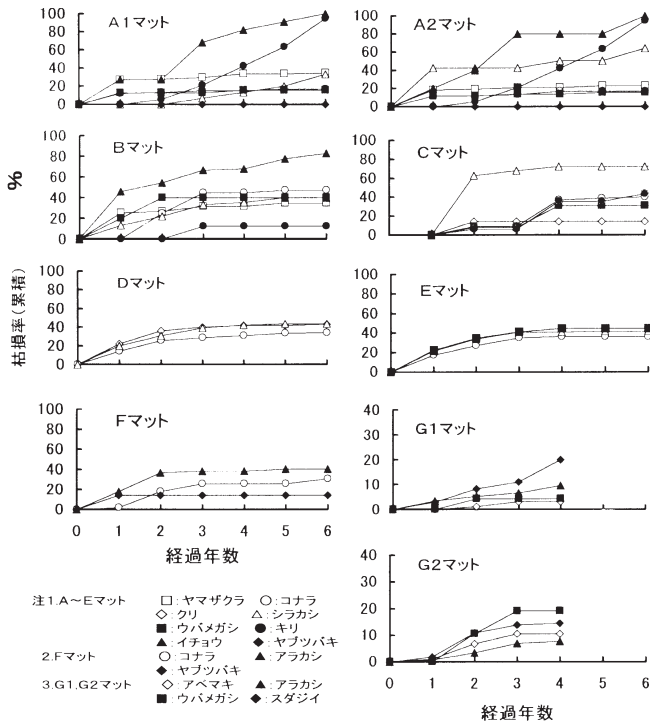


図-14 玉野試験区における板状植生マットの枯損率の推移

高かった。シラカシ、イチョウは主に防火樹として使用したものであり(高橋ら 1980, 福嶋ら 1983), 県南部のせき悪林地に分布はみられないが, 本試験において林野火災跡地の中腹部へ導入することは難しいと考えられる。これ以外の樹種は施肥の有無にかかわらず枯損率は30%以下であり, 導入が可能であると考えられる。キリについては, 5~6年経過時点で大部分が枯れてしまうが, 林野火災跡地へ先駆的に侵入し, 植被率を維持・向上させる点では有効な樹種であるといえる。

試験区2のBマットの場合, 設置して1年目にはイチョウを除く樹種で枯損率は30%未満であったが, 3年目にはキリでは10%と低率であったが, それ以外の樹種の枯損率は30~40%に達した。Cマットでは, 2年目にはシラカシの枯損率が60%台に達したのをはじめ, 3年目にはキリでは10%と低率であったが, それ以外の樹種の枯損率は30~40%の範囲であった。両マットとも設置4年目以降, Bマットのイチョウ, Cマットのキリでは枯損率が高くなったが, それ以外の樹種の枯損率は変わらなかった。

試験区3のDマットでは, クリ, コナラ, シラカシ, Eマットではコナラ, ウバメガシ, シラカシ, Fマットでは, コナラ, シラカシ, ヤブツバキの枯損率は, マットを設置して6年間いずれも40%未満であった。

試験区4のG1, G2マットのアベマキ, アラカシ, ウバメガシ, スダジイの枯損率は最大でも4年間で20%程度であった。

今回の試験区2の結果より, ワラビの繁殖は旺盛であるが, マットの設置後3年間の平均樹高が100cmを超えたキリ, クリ, ヤマザクラ, 及び中層部を占めるコナラ, ウバメガシの生存率は60%以上期待でき, 林野火災跡地の谷部への導入も

可能であると考えられる。

今回の試験区1, 3, 4の結果より, ヤマザクラ, クリ, コナラ, ウバメガシの枯損率は, マット設置後4~6年間で, いずれも最大40%程度であり, 林野火災跡地の中腹部への導入は可能であるといえる。キリは枯損率は高く, 5~6年ではほぼ枯れてしまうが, 林野火災跡地の初期緑化には有効な樹種であると考えられる。

谷部, 中腹部に導入可能な樹種は, 以上の結果よりほぼ同一であるといえる。

(2) 棒状植生マット

試験区1では, コナラの枯損率は施肥の有無, 牧草類と混合の有無にかかわらず15%未満と低く(図-15), 棒状植生

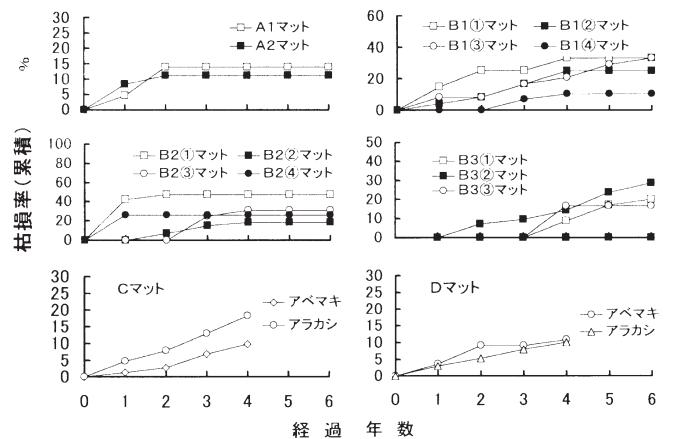


図-15 玉野試験区における棒状植生マットの枯損率の推移

注A1, A2, B1①~④マットはコナラ, B2①~④マットはウバメガシ, B3①~③マットはシラカシを示す。

マット内にコナラと牧草類を混合する方法は有効な手段であると考えられる。

試験区2の場合, 施肥, 油紙を利用した場合, ウバメガシではマットの設置1年目の枯損率は40%台であり, またコナラでもマットを設置して2年目には同処理区では25%の枯損が確認された。コナラの場合, 6年間で無施肥で油紙を利用しなかった場合は枯損率12%であったが, その他の処理区ではともに枯損率は30%台であった。処理①~④の影響はマットを設置して1~2年間に影響がみられると予想されるが, 処理区①以外では, 3樹種とも枯損率がマットを設置して2年間で最大20%台であったことを考えれば, けいふん等の肥効の長い肥料を使用した場合, 油紙をマット表面に使用する必要はないと考えられる。

試験区4のC, Dマットでは, マットの設置後4年間でアベマキ, アラカシとも枯損率は20%未満と低かった。

以上の結果から, 斜面中腹部の試験区1, 4の場合, ワラビによる被圧の影響は少なく, コナラでは6年間, アベマキ, アラカシでは4年間でともに80%以上の生存率がみられた。谷部では, ヤマザクラ, キリ, クリに比べ初期成長が明らかに劣るコナラ, ウバメガシ, シラカシの大部分がワラビの被圧下にあったが, 本試験の結果, マットの設置後6年間でも, 板状植生マットと同様に3樹種の生存率はいずれも60%以上

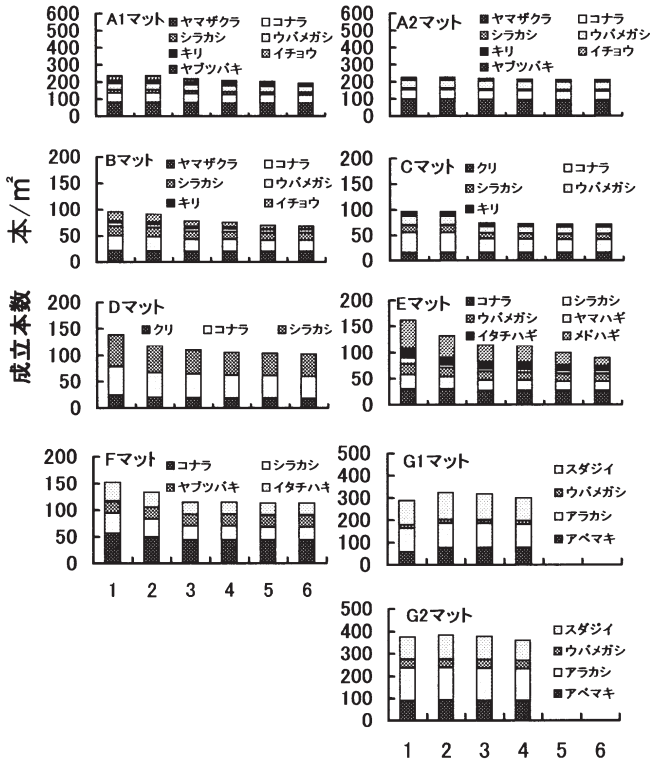


図-16 玉野試験区における板状植生マットの成立本数の推移
注.G1, G2マットはともに設置後4年間の調査結果を示す

であった。各個体の消長については今後とも調査していく必要がある。

5. 成立本数

(1) 板状植生マット

マットを設置して1年目には木本類の成立本数はA1, A2マットともに約220本であったのに対し, 6年経過時点ではともに約200本に減少した(図-16)。両マットに草本類として混合したイタドリの成立本数は, 設置して1年目には, A1, A2マットでそれぞれ56, 74本であったが, 6年経過した時点でそれぞれ37, 46本へと減少した。ただし, 木本類, 草本類を合わせた総成立本数は1㎡当たり250本以上であった。板状植生マットでは, 牧草類を使用しなくても, 1年目に80%以上の高い植生率を期待でき, 早期緑化の点で有効であると考えられる。

試験区2のB, Cマットの場合, 設置1年目には木本類の成立本数は1㎡当たり90本台であったが, その後, 減少し, 6年経過時点ではともに60本台となった。

試験区3のD~Fマットでは, 設置1年目には木本類の成立本数は1㎡当たりそれぞれ約140~160本であったが, その後減少し, 6年経過時点では80~110本となった。

試験区3のG1, G2マットでは設置1年目では木本類の成立本数は1㎡当たりそれぞれ290, 370本台であったが, 2年目には新たに発生した個体があったことや枯損率が低かったことから, 以後4年経過時点の成立本数は設置1年目とあまり差はみられなかった。

木本類の成立本数については, 斜面の中腹部では, 試験区

1のように, 牧草類を同一マットに混合しなくても, 木本類及び草本類のイタドリを使用し, 1㎡当たり250本前後成立させれば, 設置1年目には80%以上の植生率を期待できることが明らかになった。谷部では試験区2のように牧草の有無にかかわらず, 初期成長の良いヤマザクラ, クリ, キリ, その下層部にコナラ, ウバメガシ, シラカシが1㎡当たり60~70本程度成立しておれば, ワラビ等の被圧に関係なく, 面的緑化が可能になると考えられる。

(2) 棒状植生マット

棒状植生マットは板状植生マットと異なり, 筋状(等高線状)の緑化を行うために開発したことから, ここでは1m当たりの木本類の成立本数を図-17に示す。B3マットのシラ

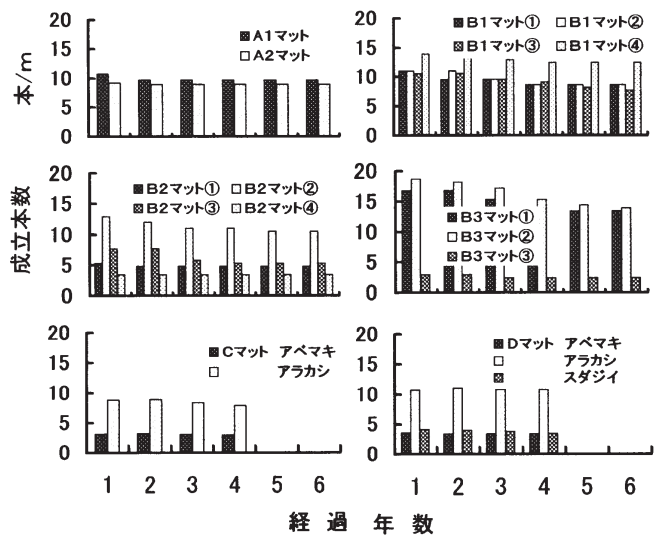


図-17 玉野試験区における棒状植生マットの成立本数の推移

注1.A1, A2, B1マット①~④はコナラ, B2マット①~④はウバメガシ
B3マット①~③はシラカシを示す
2.C, Dマットは設置後4年間の調査結果を示す

カシ及びDマットのアベマキ, アラカシ, スダジイの成立本数は設置1年目には1m当たり17~18本であったのに対し, A1, A2マットでは10本前後, B1マットでは10~14本, B2マットでは13本未満, Cマットでは10本程度と少ない傾向がみられた。コナラの場合, 斜面中腹部のA1, A2マット, 谷部のB1マットでも, 設置6年目の樹高成長量はいずれも10cm未満に留まっていることから, 現時点で1m当たりの適正本数を判断することは時期尚早であるので, 今後, さらに成立本数の推移を調査する必要がある。

IV 総 論

玉野市周辺部の森林はかつて「はげ山」のせき悪地であり, ひとたび林野火災が発生すれば, 復元するまでには長い年数を要する(Isagiほか 1990)。この再生速度を少しでも早め, かつ周辺部にみられる樹種, いわゆる郷土種による緑化を進めるため, 高木性樹種の種子を用いた板状, 棒状植生マットによる緑化を試みた。板状植生マットは被災地の面的緑化, 棒状植生マットは筋状緑化を行うため開発したものである。

高木性樹種を取り入れるとき, 樹種選択が非常に重要な

る。また、実生による緑化は鳥類による種子への加害が顕著であり、この被害を回避する方法が非常に重要である。実際に種子に忌避剤を粉衣処理したり、木酢液を利用したが十分な効果は挙げられなかった。しかし、植生マットを利用し、さらに紙片でマット表面をマルチすることにより、アベマキ、アラカシ、ウバメガシについて60%程度の発芽率を期待できることが明らかになった。

斜面中腹部ではワラビによる被圧の影響は少ないが、谷部に比べて土壌条件が悪いため、イタドリ、ハギ類を混合した板状植生マットを設置した。ヤマザクラ、クリ、キリの樹高は谷部に比べ明らかに低く、今後とも樹高成長はあまり期待できない。このことから、元の森林に復元するまでには長い年数を要すると考えられるが、この3樹種とコナラ、ウバメガシ、イタドリによる緑化は、マット設置当年から植被率が80%以上となり、中腹部における初期緑化、面的緑化に有効であることが示唆された。

谷部ではワラビの繁殖が旺盛であるため、初期成長が良いとされるヤマザクラ、クリ、キリを板状植生マットに取り入れた。ヤマザクラ、クリ、キリが中間部～上層部を占めていること、下層部にもコナラ、ウバメガシが成立していること、マット設置5年経過時点で、ヤマザクラ、クリ、コナラの樹高はワラビの草丈をいずれも上回っていること、マット設置4年目時点で植被率は80%であったこと、キリ、イチョウを除き、連年成長パターンはほぼ一定であり、今後とも樹高成長を期待できること等から、谷部においても板状植生マットによる緑化は有効であると考えられる。

棒状植生マットは高密度に木本類を筋状に成立させることが可能であり、将来の防火帯を造成する手段として有効であると推察されるが、今後、各個体の消長、単位長当たりの適正本数については継続して調査していく必要がある。

IV おわりに

林野火災跡地において、木本類を主体とする大粒種子による緑化の研究を1995年から進めてきたが、6年経過した現在、早期緑化といった第一目標は達成できたと考えている。今後、さらに防火効果の高い樹種をマットに取り入れ、施工当初から防火効果の高い森林へ誘導する技術を確認していくとともに、土壌の生成速度も同時に高めていく必要がある。そのためにも、落葉樹のキリ、ヤマザクラ、クリ、コナラ、常緑樹のウバメガシ等防火効果の高い樹種を高密度に成立させていく技術開発が今後の大きな課題である。

最後に今回の植生マットによる一連の研究が今後の林野火災跡地の緑化に少しでも役立つことを期待している。

引用文献

- 福嶋司・山岸匠・高橋啓二(1983): 森林群落からみた防火機能の評価Ⅰ—森林群落を中心とした防火機能の評価方法—, 千葉大学園芸部学術報告31, 101~106
- 橋詰隼人(1987): 法面緑化用木本・草本種子の特性, 広葉樹研究No. 4, 75~83
- 服部重昭・小林忠一・玉井幸治・阿部敏夫・吉岡二郎・鳥居厚志・金子真司(1991): 植生回復に伴う侵食土砂量と

土壌の理化学性の変化, 森総研関西支所年報Vol. 33, 57~61

- Isagi, Y and Nakagoshi, N. (1990): A Markov approach for describing postfire succession of vegetation, Ecological Research 5, 161~171
- 果樹園芸大辞典編集委員会(1974): 果樹園芸大辞典, 1309pp, 養賢堂, 東京
- 関西林業試験研究機関連絡協議会育苗部会編(1980): 樹木のふやし方, 340pp, 農林出版, 東京
- 倉田益二郎(1979): 緑化工技術, 298pp, 森北出版, 東京
- 深山貴文(1998): ワラビの緑化植物としての特性—根茎による無性繁殖—, 日林論109, 411~412
- 宮脇昭(1983): 日本植生誌中国, 263pp, 至文堂, 東京
- 日本気象協会岡山支部(1980~1983, 1985~1988): 岡山県気象年報
- 西山嘉寛・吉岡正見(1996): 山火事跡地の復旧に関する調査—被災1年目の玉野試験地の状況—, 岡山県林試研報13, 54~92
- (1991): 広葉樹一年生山行苗の生育特性, 岡山県林試研報10, 16~39
- (1996): 板状植生マットの開発—保存期間と発芽率について—, 日林関西支論5, 182~185
- (1997a): 板状植生マットの開発(Ⅰ)—草種の選択について—, 森林応用研究6, 163~166
- (1997b): 板状植生マットの開発(Ⅱ)—大規模火災跡地への応用—, 森林応用研究6, 167~170
- (1997c): 棒状植生マットの開発(Ⅰ)—保存期間と発芽率について—, 森林応用研究6, 159~162
- (1998a): 棒状植生マットの開発(Ⅱ)—大規模火災跡地への応用—, 森林応用研究7, 143~146
- (1998b): 山火事跡地における植生マットを利用した緑化, 治山研究会論文集36, 262~270
- (1999a): 大規模林野火災の復旧に関する調査—被災地へ適応可能な有望樹種の選択—, 岡山県林試研報15, 35~49
- (1999b): 板状植生マットによる山火事跡地への応用—有望樹種の選択—, 森林応用研究8, 81~84
- 岡山県農林部林政課(1986): 岡山県樹木目録, 82pp
- 林業科学技術振興所編(1985): 有用広葉樹の知識, 514pp, 太平社, 東京
- 高橋啓二・福嶋司(1980): 大震災時の広域避難場所における植生の防火機能と調査方法について, 森林立地Vol. XXI. No. 2, 1~9