

(研究資料)

山火事跡地とマツ枯跡地で植栽が行われた治山事業地の 実態と植栽樹種選択手法の提案

佐野俊和・山場淳史

佐野俊和・山場淳史：山火事跡地とマツ枯跡地で植栽が行われた治山事業地の実態と植栽樹種・工法選択手法の提案，広島県林技セ研報41：16～29，2009。

山火事跡地とマツ枯跡地で植栽が行われて9～13年経過した治山事業地の実態調査を行った。その結果，山火事跡地は全て全伐処理後に植栽が行われていて，88%で植栽木優勢林相となっていたが，松枯れ跡地は前植生を一部残して植栽した場所が多く，60%が残存広葉樹優勢林相となっていて，前植生の処理の仕方によってその後の林相に大きな違いが生じていた。また，樹高成長や工法によって残存率に大きな差が見られる樹種があった。この調査結果と既存の文献を用いて，新たに53種類の植栽候補樹木を選定し，立地と根系機能から植栽樹種を選択する手法を提案した。

[キーワード] 山火事跡地，マツ枯跡地，治山事業植栽地

Actual condition of erosion control plantation and choice method of planting tree species affected by forest fire and pine wilt disease

[Key words] Forest site affected by forest fire, Forest site affected by pine wilt disease, erosion control plantation

1 はじめに

広島県の山火事・マツ枯れ被害面積は全国順位の上位で，特に被害が多発する県中南部の花崗岩，流紋岩地帯は，山地災害防止機能の発揮を期待された森林が多い反面，生産力の低い瘠悪林が多い。このため，被害跡地の早期機能回復を図る目的で，被害の都度治山事業が導入されてきたが，近年，公共事業費の削減傾向が続く中で，より必要性が高い場所へより効果的な事業を優先的に導入する費用対効果の高い手法が求められるようになってきている。

これまで我々は，山火事跡地に対する治山事業のうち植栽工導入の優先度を被災直後に明らかにする山火事跡地の自然植生回復予測技術¹⁾を開発し，平成16年2月に発生した瀬戸田町山火事跡地の自然植生回復予測図²⁾を県や瀬戸田町等行政現場に提供してきた。更に県の治山関係部署から，新たにマツ枯れ跡地を対象とした森林再生予測技術や森林再生予測に基づいた植栽工導入手法に関する技術開発に対する要望が寄せられた。これらに応えるためには，県中南部の松枯れ

跡地等を対象とした，森林再生予測に基づく荒廃林復旧技術の体系化を図る必要がある。

本研究はこうしたことを受けて，過去に山火事跡地やマツ枯れ跡地に植栽事業が行われた場所の実態を明らかにすることにより，植栽樹種，工法の組み合わせと成林した現在の林況とを比較することを試みたものである。このために，まず次の第2章において治山事業で植栽が行われた場所の実態についてまとめ，第3章では植栽樹種を選択の幅を広げるために，既存の知見を加えて樹種の候補を立地条件と根系の機能の両面から選択手法を提案した。

2 治山事業地の実態調査

2.1 方法

2.1.1 調査地の選定方法

治山事業で植栽が行われた事業地は，治山台帳に記録があるものだけで1,000ヶ所以上あり，これら全てを調査するのは不可能であった。そこで，治山事業の目的の一つである斜面崩壊防止機能を高めることに着

目し、伐採木と植栽木の抜根抵抗力の経年変化³⁾で、両者が交差する11年前後(9~13年)を林地崩壊危険性が高まる時期と想定し、植栽後10年から14年経過した事業地を対象とした絞込みを行った。なお、多樹種を少量づつ植栽する生活環境保全林事業地は対象から除いた。

2. 1. 2 調査地の選定結果

植栽後9~13年経過した事業地は、平成17年時点で平成4年から平成8年の5年間に128ヶ所存在した。この中から現地への到達不能であった事業地を除いた山火事跡地17ヶ所、松枯れ跡地59ヶ所の計76ヶ所を調査した。

2. 1. 3 調査方法

治山台帳より工種(植栽工、積苗工)、植栽樹種、植栽本数、及び植栽時の前生樹の処理状況(全伐、一部残存)を調べた。現地調査は平成17年4月から平成18年6月の間に行い、限られた期間内になるべく多くの場所を調べるために、現地での調査は概観把握(後述)及び平均的な個体2, 3本の樹高測定のみとした。当初、事業実施時の焼損度合や前植生の状況等の

被災地状況を知るための資料として、標準地調査データも収集する予定であったが、これらの資料は保存年限が5年と短く、残されていないため、植栽前の被災地状況と植栽約10年後の成林状況の比較は行えなかった。

植栽に先立って行われた植栽地の処理は、山火事跡地においては全て全面伐採であったが、マツ枯れ跡地においては枯れたマツ以外の樹木で胸高直径10cm以上の個体を残す処理が行われた場所が存在したため、この処理の有無についても治山台帳及び現地調査により明らかにした。また、現在の林相を事業地全体が見渡せる場所から植栽木と自然再生による植生の面積割合に基づいて植栽木優勢、残存広葉樹優勢、植栽木・残存広葉樹半々の3類型に分類した。

2. 2 結果と考察

山火事跡地、マツ枯れ跡地別に、調査地番号、治山台帳索引番号、施工年度、場所、地質、工法、植栽時の残存木の処理、調査時の林相、植栽樹種数、調査時の林齢、haあたりの植栽本数、植栽樹種、調査時の樹高を表1-1~1-8にまとめた。また、図1に調査地の位置図を示した。

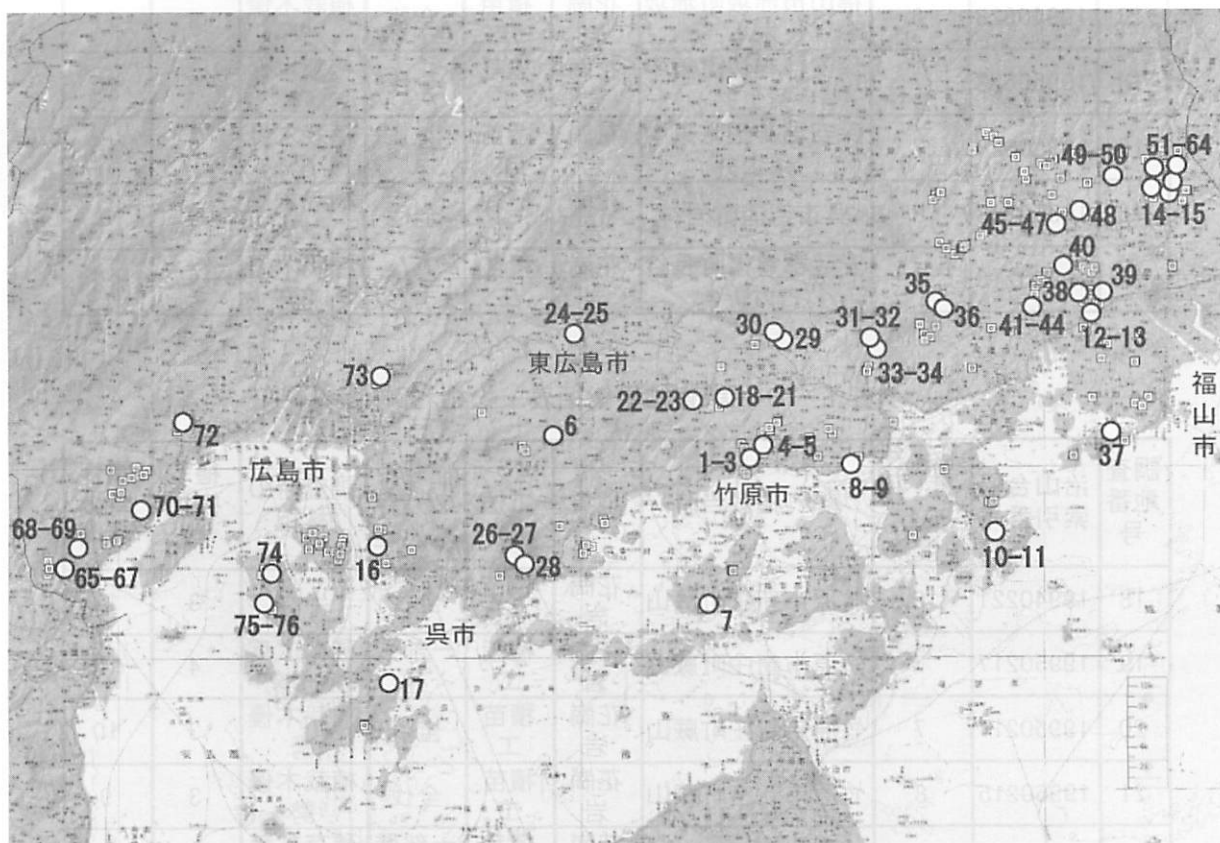


図1 調査地の位置、図中の数字は調査地番号

表1-1 調査結果総括表 山火事跡地

調査地番号	治山台帳索引番号	施工年度(平成年度)	場所(植栽当時)	地質	工法	植栽時の残存木処理	調査時の林相	植栽樹種数	調査時の林齢
1	19950205	7	竹原市高崎町小代ヶ原	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	4	10
2	19950205	7	竹原市高崎町小代ヶ原	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	4	10
3	19950205	7	竹原市高崎町小代ヶ原	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	3	10
4	19950216	7	竹原市福田町奥大乗	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	10
5	19950216	7	竹原市福田町奥大乗	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	3	10
6	19960413	8	東広島市西条町郷曾平原	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	2	9
7	19920231	4	豊田郡木江町沖浦矢神	流紋岩	積苗工	全伐	半々	2	13
8	19960512	8	三原市幸崎町能地横木	古生層	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	9
9	19960512	8	三原市幸崎町能地横木	古生層	積苗工	全伐	植栽木優勢	3	9
10	19940522	6	因島市三ノ庄町家老渡	花崗岩	植栽工	全伐	半々	5	11
11	19940522	6	因島市三ノ庄町家老渡	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	5	11
12	19940628	6	福山市赤坂町赤坂木本	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	2	11
13	19940628	6	福山市赤坂町赤坂木本	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	2	11
14	19950628	7	深安郡神辺町東中条土井	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	10
15	19950628	7	深安郡神辺町東中条土井	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	2	10
16	19960213	8	呉市吉浦町岩神	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	4	9
17	19920216	4	安芸郡倉橋町長谷古カリヤ	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	3	13

表1-3 調査結果総括表 松枯れ跡地

調査地番号	治山台帳索引番号	施工年度(平成年度)	場所(植栽当時)	地質	工法	植栽時の残存木処理	調査時の林相	植栽樹種数	調査時の林齢
18	19940221	6	竹原市新庄町蕨山	花崗岩	積苗工	全伐	半々	3	11
19	19950217	7	竹原市新庄町蕨山	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	4	10
20	19950217	7	竹原市新庄町蕨山	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	3	10
21	19960215	8	竹原市新庄町蕨山	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	3	9
22	19920215	4	竹原市西野町湯坂	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	3	13

表 1-2 調査結果総括表 山火事跡地

調査地番号	植栽本数 (ha)	主林木							肥料木						
		ヒノキ	クロマツ	アカマツ	クヌギ	コナラ	ケヤキ	ユリノキ	オオバヤシャブシ	ヒメヤシャブシ	オオシマザクラ	ヤマザクラ	ヤマモモ	アキグミ	ハギ、エニシダ
1	3000	3.4m 1000							3.5m 500		2.5m 1000		4.6m 500		
2	2000						1.6m 500		- 250		5.0m 1000		4.1m 250		
3	4500	3.8m 1800									2.8m 1800		4.7m 900		
4	3000	3.8m 1000			3.2m 1000								3.6m 1000		
5	4500	3.9m 1500							6.0m 1500				3.2m 1500		
6	2600										1.9m 1300		2.2m 1300		
7	4500		4.5m 2250		0.9m 2250										
8	1500				3.9m 1500				4.9m 1500		1.9m 1500				
9	4500				2.3m 1500				4.1m 1500		0.8m 1500				
10	4500		4.9m 1500		4.2m 1500					- 500	2.5m 500		3.0m 500		
11	4500		4.3m 1500		1.9m 1500					- 500	1.5m 500		2.6m 500		
12	3000		7.0m 1500						4.4m 1500						
13	4500		5.6m 2250						- 2250						
14	4500	4.4m 3000				- 750			5.1m 750						
15	4500	3.6m 3000							7.4m 1500						
16	4000	5.4m 1000							6.0m 1000		5.2m 1000		5.2m 1000		
17	4500	3.9m 1500	6.8m 1500								2.1m 1500				

上段: 調査時の樹高, 「●」は残存するも事情により計測無しのもの, 「-」は残存無し, 下段: 植栽本数

表 1-4 調査結果総括表 松枯れ跡地

調査地番号	植栽本数 (ha)	主林木							肥料木						
		ヒノキ	クロマツ	アカマツ	クヌギ	コナラ	ケヤキ	ユリノキ	オオバヤシャブシ	ヒメヤシャブシ	オオシマザクラ	ヤマザクラ	ヤマモモ	アキグミ	ハギ、エニシダ
18	4500				6.1m 1500				6.0m 1500				3.0m 1500		
19	3000	- 700			- 700						2.2m 800		1.5m 800		
20	4500				3.8m 1500						2.5m 1500		3.2m 1500		
21	4500				6.1m 1500				5.4m 1500		3.0m 1500				
22	4500	4.4m 1500			6.7m 1500								4.4m 1500		

上段: 調査時の樹高, 「●」は残存するも事情により計測無しのもの, 「-」は残存無し, 下段: 植栽本数

表1-5 調査結果総括表 松枯れ跡地

調査地番号	治山台帳索引番号	施工年度(平成年度)	場所(植栽当時)	地質	工法	植栽時の残存木処理	調査時の林相	植栽樹種数	調査時の林齢
23	19920215	4	竹原市西野町湯坂	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	2	13
24	19950421	7	東広島市西条町寺家行貞花ヶ迫山	花崗岩	植栽工	全伐	残存広葉樹優勢	5	10
25	19960412	8	東広島市西条町寺家行貞花ヶ迫山	花崗岩	植栽工	全伐	残存広葉樹優勢	4	9
26	19950218	5	豊田郡川尻町川尻板休	流紋岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	4	10
27	19930221	5	豊田郡川尻町川尻板休	流紋岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	4	12
28	19940222	6	豊田郡川尻町川尻板休	流紋岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	4	11
29	19920517	4	豊田郡本郷町船木道正	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	1	13
30	19930517	5	豊田郡本郷町船木道正	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	3	12
31	19940519	6	三原市大畑町	流紋岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	2	11
32	19940519	6	三原市大畑町	流紋岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	5	11
33	19950520	7	三原市大畑町	流紋岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	5	10
34	19950520	7	三原市大畑町	流紋岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	2	10
35	19940523	6	尾道市木ノ庄町木門田大谷口	流紋岩	植栽工	一部残存	半々	2	11
36	19960518	8	尾道市木ノ庄町木門田大谷口	流紋岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	2	9
37	19950631	7	沼隈郡内海町釜谷	流紋岩	植栽工	全伐	葛ヶ原	3	10
38	19960624	8	福山市赤坂町赤坂田ノ迫	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	6	9
39	19920629	4	福山市津之郷町津之郷願成寺	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	13
40	19960630	8	福山市神村町奥田東平	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	7	9
41	19920630	4	福山市本郷町立神奥	古生層	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	13
42	19940631	6	福山市本郷町立神奥	古生層	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	11
43	19950630	7	福山市本郷町立神奥	古生層	植栽工	全伐	植栽木優勢	4	10
44	19950630	7	福山市本郷町立神奥	古生層	積苗工	全伐	植栽木優勢	2	10
45	19950654	7	福山市芦田町下有地鳥ノ奥	古生層	植栽工	全伐	半々	4	10
46	19950654	7	福山市芦田町下有地鳥ノ奥	古生層	積苗工	全伐	植栽木優勢	2	10
47	19960625	8	福山市芦田町下有地鳥ノ奥	古生層	植栽工	全伐	残存広葉樹優勢	3	9
48	19960626	8	府中市須町向山	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	2	9
49	19940629	6	芦品郡新市町戸手	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	11

表1-6 調査結果総括表 松枯れ跡地

調査地番号	植栽本数 (ha)	主林木							肥料木						
		ヒノキ	クロマツ	アカマツ	クヌギ	コナラ	ケヤキ	ユリノキ	オオバヤシ	ヒメヤシ	オシマザクラ	ヤマザクラ	ヤマモモ	アキグミ	ハギ、エニシダ
23	4500				5.8m 2250								3.6m 2250		
24	2000	2.8m 400			1.8m 400		0.4m 400						3.2m 400		- 400
25	2000	2.8m 500			0.6m 500		0.8m 500						2.3m 500		
26	2000				0.3m 500						- 500		1.2m 500	- 500	
27	3000				3.6m 750		2.3m 750					2.2m 750	4.5m 750		
28	2000				3.7m 500		- 500				4.0m 500		4.4m 500		
29	不明	4.0m													
30	不明	2.5m							4.0m				1.5m		
31	不明									2.0m			3.5m		
32	不明		3.5m		1.0m					3.5m	2.5m		4.0m		
33	2500	- 500			- 500					- 500	- 500		3m 500		
34	3000	4.5m 1500								3.5m 1500					
35	2000	● 1200							● 800						
36	2000	3.0m 1200							4.0m 800						
37	4500	- 3000				- 750			- 750						
38	3134	8.9m 556		- 940	9.2m 882				7.8m 364		7.6m 230		5.3m 162		
39	不明	4.8m			-				-						
40	2785	7.7m 1419			9.7m 391	8.2m 100			6.0m 475		7.8m 109		5.4m 72		- 219
41	不明	6.4m							9.2m			6.3m			
42	不明	7.0m							10m			-			
43	4500	4.0m 3000				2.4m 375		5.6m 375	4.4m 750						
44	4500	3.0m 3000							2.5m 1500						
45	4500	6.1m 2700				- 750		- 285	8.7m 750						
46	4500	● 2250							● 2250						
47	4500	4.6m 3000				- 750			- 750						
48	3500	4.3m 3000							4.4m 500						
49	不明		●			-					-				

上段:調査時の樹高,「●」は残存するも事情により計測無しのもの,「-」は残存無し, 下段:植栽本数

表1-7 調査結果総括表 松枯れ跡地

調査地番号	治山台帳索引番号	施工年度(平成年度)	場所(植栽当時)	地質	工法	植栽時の残存木処理	調査時の林相	植栽樹種数	林齢
50	19940629	6	芦品郡新市町戸手	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	3	11
51	19930623	5	福山市加茂町中野大惣津	花崗岩	植栽工	全伐	残存広葉樹優勢	6	12
52	19930623	5	福山市加茂町中野大惣津	花崗岩	積苗工	全伐	残存広葉樹優勢	2	12
53	19960628	8	深安郡神辺町西中条大坊	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	9
54	19960628	8	深安郡神辺町西中条大坊	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	2	9
55	19940630	6	深安郡神辺町西中条深水	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	11
56	19940630	6	深安郡神辺町西中条深水	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	3	11
57	19950627	7	深安郡神辺町西中条深水	花崗岩	植栽工	全伐	半々	3	10
58	19950627	7	深安郡神辺町西中条深水	花崗岩	積苗工	全伐	半々	2	10
59	19950655	7	深安郡神辺町東中条国地	花崗岩	植栽工	全伐	半々	3	10
60	19960629	8	深安郡神辺町東中条国地	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	9
61	19950623	7	福山市加茂町粟根粟井	花崗岩	植栽工	全伐	半々	3	10
62	19950623	7	福山市加茂町粟根粟井	花崗岩	積苗工	全伐	残存広葉樹優勢	2	10
63	19930624	5	深安郡神辺町東中条向山	花崗岩	植栽工	全伐	植栽木優勢	3	12
64	19930624	5	深安郡神辺町東中条向山	花崗岩	積苗工	全伐	残存広葉樹優勢	2	12
65	19940113	6	大竹市小方町忠四郎山	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	4	11
66	19940113	6	大竹市小方町忠四郎山	花崗岩	積苗工	全伐	植栽木優勢	3	11
67	19950111	7	大竹市小方町忠四郎山	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	2	10
68	19930113	5	大竹市小方町東本谷山	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	1	12
69	19930113	5	大竹市小方町東本谷山	花崗岩	積苗工	全伐	半々	3	12
70	19920144	4	佐伯郡大野町滝山	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	3	13
71	19940112	6	佐伯郡大野町滝山	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	4	11
72	19930112	5	廿日市市上平良河野原	花崗岩	植栽工	一部残存	植栽木優勢	2	12
73	19960113	8	安芸郡府中町堂所	花崗岩	植栽工	一部残存	残存広葉樹優勢	3	9
74	19930127	5	佐伯郡沖美町三吉大池	花崗岩	植栽工	一部残存	半々	2	12
75	19960135	8	佐伯郡沖美町三吉	花崗岩	植栽工	一部残存	半々	4	9
76	19960134	8	佐伯郡沖美町是長滝水	花崗岩	植栽工	一部残存	半々	4	9

表 1-8 調査結果総括表 松枯れ跡地

調査地番号	植栽本数 (ha)	主林木							肥料木						
		ヒノキ	クロマツ	アカマツ	クヌギ	コナラ	ケヤキ	ユリノキ	オオバヤシ	ヒメヤシ	オオシマザクラ	ヤマザクラ	ヤマモモ	アキグミ	ハギ、エニシダ
50	不明		●			-					-				
51	不明	4.0m			-				-		-		-		-
52	不明	-							-						
53	4500	4.2m 3000				- 750			5.0m 750						
54	4500	4.3m 2250							6.2m 2250						
55	不明		7.4m			-			-						
56	不明		7.4m			-			7.3m						
57	4500	5.7m 3000				- 750			8.3m 750						
58	4500	4.2m 2250							4.0m 2250						
59	4500	5.0m 3000				- 750			8.0m 750						
60	4500	3.8m 3000				- 750			- 750						
61	4500	● 3000				- 750			● 750						
62	4500	● 3000							● 1500						
63	4500	● 3000				- 750			● 750						
64	4500	● 3000							● 1500						
65	不明	4.2m				-			-				2.3m		
66	4500	3.5m 1500							1.8m 1500				1.5m 1500		
67	1500	3.6m 1000							2.0m 500						
68	3000	2.7m 3000													
69	4500	3.9m 1500	4.7m 1500										3.5m 1500		
70	不明	6.5m							10.1 m				4.5m		
71	不明	-		3.2m					-				4.4m		
72	不明	6.7m											4.7m		
73	2100					2.3m 375						- 500	3.2m 500		
74	3000	3.2m 1000							7.0m 1000						
75	2000			3.8m 500		1.8m 500						3.3m 500	3.3m 500		
76	2000	3.6m 500				2.2m 500						2.8m 500	2.5m 500		

上段: 調査時の樹高, 「●」は残存するも事情により計測無しのもの, 「-」は残存無し, 下段: 植栽本数

表2 植栽樹種と箇所数、割合

樹種	全体		山火事跡地		松枯れ跡地		
	箇所数	割合	箇所数	割合	箇所数	割合	
主林木	ヒノキ	52	68%	8	47%	44	75%
	クロマツ	12	16%	6	35%	6	10%
	アカマツ	3	4%	0	0%	3	5%
	クヌギ	23	30%	6	35%	17	29%
	コナラ	20	26%	1	6%	19	32%
	ケヤキ	5	7%	1	6%	4	7%
	ユリノキ	2	3%	0	0%	2	3%
肥料木	オオバヤシャブシ	47	62%	10	59%	37	63%
	ヒメヤシャブシ	7	9%	3	18%	4	7%
	オオシマザクラ	21	28%	9	53%	12	20%
	ヤマザクラ	6	8%	0	0%	6	10%
	ヤマモモ	36	47%	9	53%	27	46%
	アキグミ	1	1%	0	0%	1	2%
	ハギ、エニシダ	3	4%	0	0%	3	5%

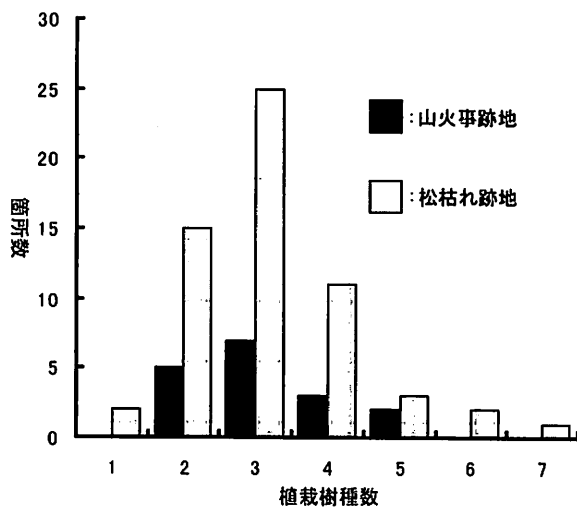


図2 被災種別の植栽樹種数の度数分布

2. 2. 1 植栽時の樹種、本数と工法

植栽樹種は成林時に高木層の形成を期待する主林木として、ヒノキ、クロマツ、アカマツ、クヌギ、コナラ、ユリノキの6種、瀬戸内沿岸部の未熟土壌地帯への植栽を考慮して、空中窒素固定能を有する、あるいは葉中窒素含有量が高いことから落葉による施肥効果を期待する肥料木として、オオバヤシャブシ、ヒメヤシャブシ、オオシマザクラ、ヤマザクラ、ヤマモモ、アキグミ、ハギ(ツクシハギ、メドハギ)、エニシダの8種類が植栽されていた。全体で見ると(表2)、主林木ではヒノキが68%を占めて最も多く、2位のクヌギ(30%)を大きく引き離していた。3位のコナラ(26%)、4位のクロマツまでが10%台で、それ以外の

樹種はほとんど植栽されていなかった。肥料木はオオバヤシャブシが62%で最も多く、次いでヤマモモが47%、オオシマザクラが28%で、それ以外は10%以下で稀であった。被災種別で見ると、主林木は山火事跡地ではヒノキが47%で最も多いが、2位のクロマツ、クヌギ(35%)との差は小さかった。松枯れ跡地ではヒノキが75%と突出して、2位のコナラ(32%)を大きく引き離していた。肥料木は両被災地ともオオバヤシャブシ、ヤマモモ、オオシマザクラで大半を占めていたが、マツ枯れ跡地ではオオシマザクラの割合が低かった。

図2は植栽樹種数の度数分布を表したもので、山火事跡地、マツ枯れ跡地ともに3樹種が最も多く、次いで2樹種、4樹種の順であった。

工法は通常の植え穴を掘って植栽する植栽工と、斜面を階段状に切り取って出た土を盛って根域を確保した上で植栽を行う積苗工の2種類があった。積苗工は植栽工施工地の中で植栽困難箇所を設定する 경우가多く、単純に箇所数で多少を比較できないが、大まかな被災地別の傾向としては、山火事跡地(積苗工箇所数割合47%)が松枯れ跡地(同29%)よりも多かった。これは山火事跡地では植生が一時的にせよほとんど無くなって裸地状態になることが影響していると思われる。

2. 2. 2 植栽時の残存木処理と調査時の林相

植栽して11年前後経過した調査時の林相を3類型に分けた。すなわち、植栽木優勢林相、植栽木・残存広葉樹半々林相、残存広葉樹優勢林相で、植栽木・残存広葉樹半々林相は植栽木が優占している場所と萌芽等により再生した前植生の広葉樹が優占している場所がモザイク状に混在しているケースである。

表3は調査時の林相を全体と被災種別にまとめたもので、全体では植栽木優勢林相が53%で半数を占め、残存広葉樹優勢林相は33%、植栽木・残存広葉樹半々林相は18%となっていた。1ヶ所、植栽木がほとんど

表3 調査時の林相

林相	全体		山火事跡地		松枯れ跡地	
	箇所数	割合	箇所数	割合	箇所数	割合
植栽木優勢	38	53%	15	88%	23	39%
植栽木・残存広葉樹	13	18%	2	12%	11	19%
残存広葉樹優勢	24	33%			24	41%
クズ草原	1	1%			1	2%

無くなって蔓植物のクズに覆われた草原状になった場所があった。被災種別に見ると、山火事跡地では88%が植栽木優勢林相で植栽した樹木が順調に生育していたのに対して、松枯れ跡地では残存広葉樹優勢林相が41%と最も多く、植栽木優勢林相は39%であった。これは、植栽時の前植生処理の違いによるものと考えられた。

表4 前植生の処理と調査時の林相

植栽時の前植生の処理	全体		山火事跡地		松枯れ跡地	
	全伐	一部残存	全伐	一部残存	全伐	一部残存
林相	割合					
植栽木優勢	70%	5%	88%	0%	61%	5%
植栽木・残存広葉樹半々	17%	18%	12%	0%	19%	18%
残存広葉樹優勢	13%	77%	0%	0%	19%	77%

表4は植栽時の前植生処理別の林相を見たもので、全体では全面伐採して植栽したケースで70%が植栽木優勢林相となっていたのに対して、前植生を直径10cm以上の広葉樹を残す等の一部残存処理をして植栽したケースでは77%が残存広葉樹優勢林相となっていた。更に被災種別に見ると、山火事跡地では全て全伐処理後に植栽が行われていて、88%で植栽木優勢林相となっていた。松枯れ跡地では、全伐処理をした場所では山火事跡地の場合と同様に植栽木が優勢で61%であった。しかし、一部残存処理を行った場所では77%が残存広葉樹優勢林相となっていて、松枯れ跡地では前植生の処理の仕方によってその後の林相に大きな違いが生じることが明らかになった。

2.2.3 工法と調査時の林相

工法の違いによる現在の林相への影響について見たものが表5である。工法は通常の植え穴を掘って植栽する植栽工と、斜面を階段状に切り取って出た土を盛って根域を確保した上で植栽を行う積苗工の2種類があった。山火事跡地では積苗工、植栽工の工種にか

表5 工法、前植生処理の違いと林相

林相	処理	割合			
		山火事跡地		松枯れ跡地	
		積苗工	植栽工	積苗工	植栽工
植栽木優勢	全伐	88%	89%	65%	27%
植栽木・残存広葉樹半々		13%	11%	18%	10%
残存広葉樹優勢				18%	10%
植栽木優勢	一部残存				2%
植栽木・残存広葉樹半々					10%
残存広葉樹優勢					41%

かわらず9割近くが植栽木優勢林相となっていた。これは山火事跡地ではほとんど残存植生が無く、全伐処理によって植栽が行われるためと考えられた。

松枯れ跡地では、積苗工は全て全伐処理後に植栽が行われていた。そのうち65%は植栽木優勢林相となっていて、山火事跡地ほどではないが良い成績となっていた。植栽木・残存広葉樹半々林相、残存広葉樹優勢林相が合わせて36%あったが、この残存広葉樹は萌芽によって再生したものであった。

一方、植栽工では全伐処理をした場所では積苗工並の成績であったが、前植生を直径10cm以上のものを残して間に樹木を植栽した一部残存処理の場所では77%が残存広葉樹優勢林相となっていた。中には残存広葉樹が成長して広葉樹林になった林内に、植栽したヒノキが下木として細々と生育しているケースもあった。

2.2.4 樹種別樹高分布

図3は植栽樹種(表2)の割合が10%以上のものについて被災種別に樹高分布を表したものである。この図の縦軸の箇所数は当該樹種が出現した調査地1ヶ所につき1度数が加算されるもので、1調査地内の樹高分布を表すものではない。また、樹高階1mはほとんどが枯死して無くなった場所である。なお、コナラの植栽時の割合は10%を超えているが、後述するように残存率が極めて低かったため、対象から除外した。

これによると、ヒノキは6m±2m、ヤマモモは5m±2mの範囲に集中する分布パターンを示していた。これは場所の違いにかかわらず同様な樹高成長を示していると考えられる。クロマツは箇所数が少ないため前2者ほど傾向は顕著ではないが、分

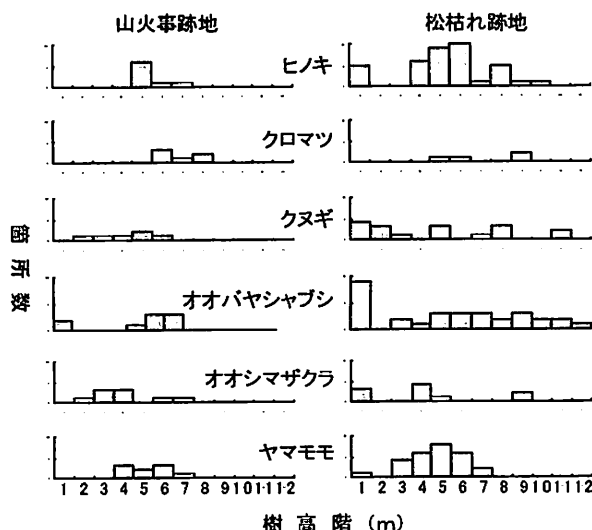


図3 主要な植栽木の調査時の樹高分布

布幅が狭く、平均で約7mの樹高となっている。一方、クヌギとオオバヤシャブシは1mから12mと場所によって樹高の違いが大きくなっている。特にオオバヤシャブシは1m以下の場所も多く、これらは全て枯死して無くなった場所であり、場所による成績の差が大きい。オオシマザクラは箇所数が少ないため明瞭ではないが、クヌギに近いパターンであった。被災種別の樹高成長の違いは明確でなかった。

2. 2. 5 工法の違いで成績差が顕著であった樹種

工法の違いによって成績に顕著な差が見られた樹種は、オオバヤシャブシ、オオシマザクラ、コナラの3種であった。

(オオバヤシャブシ)

オオバヤシャブシは積苗工植栽地では87%の場所で植栽木が残存し、比較的高密度で残存していた。樹高成長も良く、中にはオオバヤシャブシが上木で閉鎖林冠を形成し、ヒノキ、ヤマモモが下木となる2段林型となっている場所(調査地番号5)もあった。一方、植栽工植栽地は残存率が72%まで低下し、残った場所も残存は疎らであった。このような差が生じたのは、積苗工が4,500本/haの高密度で植栽されているのに対し、植栽工は3,000本/haのより低い密度での植栽となっていることが原因と考えられる。

(オオシマザクラ)

オオシマザクラは積苗工で植栽された場所では、主林木や他の肥料木に被圧されて枯死しているものが多かった。オオシマザクラは肥料木であるので、最終的には主林木で閉鎖林冠が形成されて成林すれば役目を終え、枯死しても問題はないと考えられるが、植栽11年前後で枯死が多いのは問題である。逆に成績が最も良かったのは山火事跡地に2,000本/haの低密度で植栽された場所(調査地番号2)で、植栽された4樹種のうちオオシマザクラのみが林冠を形成する林相となっていて、樹高成長も他の植栽地の約2倍となっていた。同じ山火事跡地で4,000本/haの高密度で植栽された場所であるが、部分的に成績が良かったのが調査地番号16で、ここはオオシマザクラのみが突出して成績が良かったわけではないが、植栽された4樹種ともに樹高成長が良く、全体として林冠が閉鎖した良好な林相となっていた。松枯れ跡地でも2ヶ所(調査地番号38, 40)樹高成長の良い場所があり、これらは5~6樹種植栽されていて、多樹種を丁寧に植栽した事例ではないかと思われるが、詳細は不明である。また、山

火事跡地では9ヶ所の植栽地全てで植栽木が残存していたが、松枯れ跡地では12ヶ所のうち6ヶ所(調査地番号39,51,52,55,65,71)で全ての植栽木が無くなっていた。以上のことから、オオシマザクラは積苗工の高密度植栽には適さないが、山火事跡地での植栽工では良い成績が期待できる。理由としては、山火事跡地では植生が一時的に焼失し、その際に害虫駆除の効果もあることがあげられる。オオシマザクラは地際部にコウモリガの幼虫の穿孔被害を受けている事例が多く、この穿孔から腐朽が進んで幹が折れる。こうした被害を受ける確率が山火事跡地では低くなると考えられる。

(コナラ)

コナラは松枯れ跡地で多く植栽(19ヶ所)されていたが、74%(14ヶ所)の植栽地で無くなっていた。コナラはヒノキ、オオバヤシャブシと共に植栽されたケースが63%(12ヶ所)あり、この内83%(10ヶ所)の場所でコナラが無くなっていた。このケースでコナラが無くなった原因として考えられるのは、植栽された3樹種のうちコナラが最も成長が遅いため他の2樹種に被圧されたか、コナラの苗が苗高40cm程度と低く、飛込みによるコナラの実生もあることから、下刈り時に誤認しやすく誤伐された可能性である。似たケースとして、コナラの代わりにクヌギを植栽している場所がある。クヌギを主林木として植栽している場所では、クヌギのみを主林木にしている場合とヒノキ等と2樹種を主林木にしている場合があり、肥料木はヤマモモやオオシマザクラを植栽している場合が多い。クヌギ、ヒノキ、オオバヤシャブシのケースの2ヶ所(調査地番号39,51)はコナラの場合と同様にクヌギは無くなっていた。しかし、クヌギが単独の主林木のケースでは全ての場所でクヌギは残存していた。

3 既存資料による立地条件と根系機能評価に基づき植栽樹種の選択手法

3. 1 候補樹種の選択方法

前章の過去に植栽された治山事業地の実態調査結果から、15種類の樹木が植栽されていることが明らかとなった。調査地の植栽当時から10年以上が経過し、現在では植栽樹種の種類も増え、またイノシシ等の獣害回避のために新しい樹種の探索や郷土樹種を選択肢に増やしたいとの要請もあることから、被災地周辺に自生する樹種を中心に新たな候補樹木の選択を行った。

選択には昭和30年代に県下全域で行われた適地適木調査結果⁴⁾を用いて樹種と適地に関する情報を収集し、更に根系機能検索のために樹木根系図説⁵⁾を参照した。

昭和32年度から43年度にかけて行われた適地適木調査は、戦後のスギ、ヒノキ人工造林推進にあたって、植栽適地を把握して成長量の増大を図ることを目的に県下全域で行われた。この調査は土壌調査を主体としていたが、同時に植生調査も行われた。

報告書では244ヶ所の土壌断面調査と植生調査が連動した記録として残されており、この中から今回の治山事業地の調査地(図1)と重なる地域66ヶ所のデータを抽出した。出現した樹種は176種類で、この中から成林時に高木層あるいは亜高木層を形成しうる樹種を選択した。さらに、県南部の高木層を形成しうる樹種としてクスノキ、肥料木として利用されているオオシマザクラ、ヤマモモを追加した。これらの結果、選択候補樹種は表6に示した53樹種となった。

表6 広島県南部で高木層、亜高木層を形成しうる樹種の成育立地と根系機能

樹種(50音順)		アオハダ	アカシデ	アカマツ	アブラチャン	アベマキ	アラカシ	イソノキ	ウバメガシ	ウラジロノキ	ウリハダカエデ	ウミズザクラ	エゴノキ	エノキ	オオシマザクラ	オオバヤシャブシ	カクレミノ	カゴノキ	カマツカ	
生育立地(斜面位置)	尾根	●	●	●		●	●	●	●	●	●		●			●				●
	中腹	●		●		●	●			●	●				●	●	●			●
	谷	●	●	●	●	●	●			●		●	●	●			●	●		●
	山麓	●		●			●			●		●	●			●				●
根系機能	土壌耐乾			○		○	○		○		○		○							
	垂直分布	1	1	3	2	3	2		2		1	2	1	1	2	1	3			
	水平分布	1	1	3	1	1	1		1		2	2	1	3	2	1	1			
	分岐	2	3	1	1	2	3		1		1	3	3	3	1	2	1			
支持力	1	3	3	2	4	3		3		1	3	1	3	2	2	1				

樹種(50音順)		クスノキ	クヌギ	クリ	クロキ	クロマツ	コナラ	コバノネリコ	ザイフリボク	サカキ	シイノキ	シキミ	シラカシ	シリブカガシ	シロダモ	ソヨゴ	タブノキ	タムシバ	ナナメノキ	
生育立地(斜面位置)	尾根		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					●		●	●
	中腹	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●			
	谷		●	●	●	●	●		●			●			●	●	●			●
	山麓			●		●	●	●	●		●	●				●				●
根系機能	土壌耐乾		○	○		○	○	○												○
	垂直分布	2	3	3	2	3	3	1		1	3	2	2	2	2		2	2	1	
	水平分布	3	1	1	1	3	1	2		1	2	1	1	1	2		1	3	2	
	分岐	1	2	2	1	1	2	2		1	3	1	3	3	1		2	1	1	
支持力	2	4	2	2	3	3	3		1	3	1	3	3	1		3	1	2		

樹種(50音順)		ナラガシワ	ネジキ	ネズミモチ	ネムノキ	ノグルミ	ハイノキ	ヒノキ	ヒメヤシャブシ	ムクノキ	モッコク	ヤブツバキ	ヤブニッケイ	ヤマコウバシ	ヤマザクラ	ヤマハンノキ	ヤマボウシ	ヤマモモ
生育立地(斜面位置)	尾根		●	●	●		●	●	●			●	●		●		●	●
	中腹		●	●	●			●			●	●		●	●	●		●
	谷	●	●	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●		
	山麓		●	●		●		●		●		●	●	●	●	●	●	
根系機能	土壌耐乾							○				○						○
	垂直分布	3		1	2	1	2	1	1	1	1	1	2		2	1	1	2
	水平分布	1		1	3	1	1	1	1	3	1	1	1		2	2	3	2
	分岐	2		3	1	3	2	3	2	3	1	1	3		1	3	3	1
支持力	3		1	1	2	3	1	2	3	1	2	3		2	2	1	2	

垂直分布 1:浅根型 2:中間型 3:深根型,
分枝 1:疎放型 2:中間型 4:多岐型,

水平分布 1:集中型 2:中間型 3:分散型
支持力 1:小 2:中 3:大 4:極大

表7 立地ごとの主材木, 肥料木候補と根系機能 (上段: 尾根部, 中段: 中腹部, 下段: 谷部)

樹種		第1主林木			
		クロマツ	アカマツ	ウバメガシ	シイノキ
針葉樹/広葉樹		針葉樹		広葉樹	
落葉樹/常緑樹		常緑樹			
生育立地(斜面位置)	尾根	●	●	●	●
	中段	●	●		●
	谷	●	●		
	山麓	●	●		●
根系機能	土壌耐乾性	○	○	○	
	垂直分布	3	3	2	3
	水平分布	3	3	1	2
	分岐	1	1	1	3
	支持力	3	3	3	3

第2主林木				
イソノキ	コバノトネリコ	ザイフリボク	ネズミモチ	ハイノキ
広葉樹				
落葉樹		常緑樹		
●	●	●	●	●
	●	●	●	
		●	●	●
	●	●	●	
	○			
1		1	2	
2		1	1	
2		3	2	
3		1	3	

肥料木		
オオバヤシ	ヤシ	ヤマモモ
広葉樹		
落葉樹		常緑樹
●	●	●
●	●	●
●		
1	1	2
1	1	2
2	2	1
2	2	2

樹種		第1主林木								
		ヒノキ	アベマキ	クヌギ	クリ	コナラ	アラカシ	クスノキ	シラカシ	シリブカガシ
針葉樹/広葉樹		針葉樹	広葉樹							
落葉樹/常緑樹		常緑樹	落葉樹				常緑樹			
生育立地(斜面位置)	尾根	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	中段	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	谷	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	山麓	●		●	●	●	●			
根系機能	土壌耐乾性	○	○	○	○	○	○			
	垂直分布	1	3	3	3	3	2	2	2	2
	水平分布	1	1	1	1	1	1	3	1	1
	分岐	3	2	2	2	2	3	1	3	3
	支持力	1	4	4	2	3	3	2	3	3

第2主林木																	
アオハダ	アカシデ	ウラジロノキ	ウリハダカエデ	カマツカ	タムシバ	ネジキ	ナムノキ	ムクノキ	ヤマコウバシ	ヤマボウシ	クロキ	サカキ	シキミ	ソヨゴ	モッコク	ヤブツバキ	
広葉樹																	
落葉樹										常緑樹							
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
			○		○					○						○	
1	1	1	2	2	1	2	1			1	2	1	2			1	1
1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1
2	3	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2

肥料木	
オオシマザクラ	ヤマザクラ
広葉樹	
落葉樹	
●	●
●	●
●	●
●	●
2	2
2	2
1	1
2	2

樹種		第1主林木		
		ナラガシワ	ノグルミ	タブノキ
針葉樹/広葉樹		広葉樹		
落葉樹/常緑樹		落葉樹	常緑樹	
生育立地(斜面位置)	尾根			
	中段			
	谷	●	●	●
	山麓		●	
根系機能	土壌耐乾性			
	垂直分布	3	1	2
	水平分布	1	1	1
	分岐	2	3	2
	支持力	3	2	3

第2主林木								
アブラチャン	ウワミズザクラ	エゴノキ	エノキ	カクレミノ	カゴノキ	シロダモ	ナナメノキ	ヤブニツケイ
広葉樹								
落葉樹				常緑樹				
		●					●	●
			●				●	●
		●	●	●	●	●	●	●
		●	●	●	●	●	●	●
		○						
2	2	1	1	3		2	1	2
1	2	1	3	1		2	2	1
1	3	3	3	1		1	1	3
2	3	1	3	1		1	2	3

肥料木
ヤマハンノキ
広葉樹
落葉樹
●
●
●
1
2
3

垂直分布 1:浅根型 2:中間型 3:深根型, 分枝 1:疎放型 2:中間型 4:多岐型,

水平分布 1:集中型 2:中間型 3:分散型 支持力 1:小 2:中 3:大 4:極大

なお、表6中の●は適地適木調査結果における出現場所を表し、○は樹木根系図説に該当する記載があったことを表している。

3.2 立地条件検索方法

立地条件は生育適地を斜面位置で区分し、尾根、中腹、谷、山麓の4区分とした。適地適木調査結果66ヶ所に出現した53樹種について、出現地の斜面位置を検索した。

3.3 根系機能検索方法

樹木根系図説⁵⁾及び山場ら⁶⁾、53樹種について土壌耐乾性の有無、根系の垂直分布(浅根型、中間型、深根型)、水平分布(集中型、中間型、分散型)、分枝(疎放型、中間型、多岐型)、支持力(小、中、大、極大)について検索した。土壌耐乾性を除く根系機能は樹木の林地表層土壌崩壊防止機能に関係するもので、垂直分布は深いほど表層土壌崩壊時のすべり面に対する抗効果が高く、水平分布は分散するほど隣接樹木の根系と絡み合っ て面的に広い範囲の土壌を保持する機能が高く、分枝は枝分かれが細かいほど土壌の保持量が多い。支持力は地上部の幹を横方向から引っ張ったときの根の抜けに対する抵抗力の測定に基づくもので、直接的には台風などの強風に対する倒伏抵抗力を表すものである⁵⁾。この支持力は根の抜けに対する抵抗力であるので、斜面崩壊時の根の抜けに対する抵抗力と密接な関係があると考えられる。

3.4 結果

表6は選択した53樹種について、生育立地と根系機能をまとめたものである。なお、根系機能について、樹木根系図説に掲載されていなかった樹種については空欄とした。また、生育立地は適地適木調査の結果当該樹種が自生していた斜面位置で、大まかな植栽可能地を示していると考えられる。

この表を組み替え、立地ごとに主林木と肥料木の候補をまとめたものが表7である。この表は実際の現場で植栽樹木が主林木2樹種、肥料木1樹種の組み合わせで植えられていることが多いことから、斜面位置の立地条件に応じてそれぞれ樹種を選ぶための選択肢を示したものである。選択にあたっては、目標林型が広葉樹林なのか針葉樹林なのか、あるいは常緑樹林なのか落葉樹林なのかということに応じて選べるよう項目を付加した。なお、候補樹種は斜面位置を1つに代表

して振り分けているが、生育立地が複数にまたがっている場合は代表して当てはめた斜面位置にかかわらず適用してよいものとした。

引用文献

- 1) 佐野俊和・弓場憲生(2004)衛星データによる山火事跡地の自然植生回復予測-図説-。広島県林技セ研報36, 29-31.
- 2) 広島県立林業技術センター(2004)因島市・瀬戸田町林野火災の跡地対策にかかる緊急調査報告書。11pp.
- 3) 北村嘉一・難波宣士(1981)抜根試験を通じて推定した林木根系の崩壊防止機能。林業試験場研究報告313:175-208.
- 4) 広島県立林業試験場(1958-1968)適地適木調査報告。
- 5) 荏住 昇(1979)樹木根系図説。誠文堂新光社, 1121pp.
- 6) 山場淳史・佐野俊和(2008)根系引き抜き抵抗力による林野火災跡地植栽樹種の土壌緊縛力作用の評価。日本緑化工学会誌34(1), 3-8.