

山腹等の緑化に関する研究

— 粉炭の施用効果に関する研究 —

(県単課題 平成8年～平成12年)

武井利之
橋本正伸*
川口知穂**

目 次

要 旨	55
緒 言	56
第Ⅰ節 緑化植物への粉炭施用の影響	56
Ⅰ－1 目 的	56
Ⅰ－2 実 験	57
Ⅰ－3 結 果	57
第Ⅱ節 粉炭を施用した現地試験	58
Ⅱ－1 目 的	58
Ⅱ－2 実 験	58
Ⅱ－3 結 果	58
第Ⅲ節 緑化用木本類植物の検索	60
Ⅲ－1 目 的	60
Ⅲ－2 実 験	60
Ⅲ－3 結 果	60
文 献	62

要 旨

林道及び治山事業における山腹や法面の緑化には、種子吹付工や客土吹付工が多く施工されている。ここでは吹付工用基盤材に土壌改良材として盛んに用いられている粉炭を混入することにより、緑化用植物の育成促進が図られるかどうか検討した。また、在来木本類による緑化を図るため、適当な樹種の検索と、在来木本類への粉炭施用の効果を検討した。結果を要約すると以下のとおりである。

- 1；一般的緑化工用基盤材に粉炭を0%～30%混入して通常使用されている緑化用植物をプランターで育成させた結果、植物の成長量への効果は顕著ではなかった。しかし、基盤材の比較対照

として用いた山砂への粉炭施用は草本類の成立本数の増加等を促した。

- 2 ; 法面緑化工施工現地において、客土吹付工施工時に粉炭を混入し、また、木本類の種子を多く加えて施工した結果、施工当年度は草本類の成育が促進され、木本類の成育が抑制される傾向が認められた。しかし、施工2年後は木本類であるコマツナギが優勢となり、施工3年後もコマツナギが優勢であった。
- 3 ; 施工後長年にわたって法面を占有する洋シバ類を中心とした従来の緑化植物に代わり、在来木本類の成立を図ることを目的に樹種を検索した結果、コマツナギが有望であった。また、アキグミも粉炭を10%または15%施用することで成育が促進された。
- 4 ; 以上の結果から、緑化工における粉炭施用は、使用する植物種の組み合わせにより、施工1年目に早期に草本類植物による被覆を促し、かつ施工2年後以降木本類を成育させることができると期待される。しかし、種子の配合割合と植物種について更に検討する必要がある。

緒 言

近年、粉炭が土壌改良材として用いられるようになり、畑作物への施用等で良い成果の得られた例が報告されている¹⁾。このことから、治山・林道事業における山腹や法面の緑化に使用する緑化用植物の成育促進にも粉炭施用が効果をもたらすことが期待される。

ところで、治山・林道事業で用いられる植生土のう積工、むしろ伏工、種子吹付工及び客土吹付工等の緑化工^{2)・7)}はクリーピングレッドフェスク等の洋シバを中心にクローバーやヨモギなどの草本類植物の種子を配合したものが一般的に使用されている。洋シバやヨモギは成長が早く、耐寒性や耐病性に優れ、土壌適応性が広く、緑化用植物として適している。しかしその反面、緑化工施工後長年にわたって法面を占有し、在来の草本類や木本類の侵入を困難にし、周囲と同様の植生への回復を困難にしている⁸⁾。

そこで、本研究では粉炭施用が緑化用植物の成育に与える影響を明らかにするとともに、洋シバ等の草本類による従来の緑化に代わり、速やかに植生を回復させると期待される在来木本類の選抜を行った。なお、実験は結果を速やかに現行の施工へ反映できるように、現在使用されている資材と植物種子を主に用いた。

第 I 節 緑化植物への粉炭施用の影響

1-1 目 的

粉炭施用が緑化用植物の発芽や初期成長におよぼす影響を検討する目的で、法面等の種子吹付工及び客土吹付工に一般的に使用されている基盤材に粉炭を混入して、緑化用植物の成育試験を行う。また同時に、肥料成分や有機質等の成分が乏しいと推定される山砂を用いて、吹付工用資材と同様に粉炭を混入し、緑化用植物を成育させ、一般的基盤材と比較検討した。

1-2 実 験

基盤材として客土吹付工用基盤材と山砂を使用した。それぞれに粉炭を0%~30%混入し、緑化用植物の種子を混入しプランターで育成させた。緑化用植物は施工単価表種子吹付工に準じてケンタッキー31フェスク、クリーピングレッドフェスク(洋シバ)、ホワイトクローバー、ヨモギ、およびメドハギを使用した。育成試験は平成7年度と8年度に行い、植物の地上部重量、地下部重量、成立本数および草丈をそれぞれ測定した。地上部重量は採取後105℃で48時間乾燥してから測定した。地下部重量は採取後十分水洗した後同様に乾燥して求めた。

1-3 結 果

基盤材に粉炭を混入し、一般的緑化用種子を育成させた結果を表-1に示した。粉炭混入と植物の地上部重量の関係を見ると、山砂区は粉炭を20%及び30%混入した区で、粉炭0%区と比べて10%程度成長が良かった。しかし、基盤材区では粉炭0%区で育成が最大であった。これらの結果から、土壌の理化学性が不良な場合は粉炭施用の効果が明瞭で、理化学性が良好な場合は粉炭施用の効果が不明瞭であると考えられる。

表-1 粉炭施用が緑化用植物の成長に及ぼす影響¹⁾

	粉炭配合 割合	成長量 ²⁾			TR率
		地上部	地下部	合計	
山砂	30%	349.7 (1.11)	50.0 (1.35)	389.7 (1.12)	7.1
	20%	355.1 (1.13)	40.0 (1.08)	400.9 (1.15)	8.8
	10%	295.5 (0.94)	45.8 (1.24)	332.5 (0.95)	7.4
	0%	314.5 (1.00)	37.0 (1.00)	349.0 (1.00)	8.5
基盤材	30%	330.6 (0.61)	34.5 (0.90)	379.0 (0.70)	10.1
	20%	423.8 (0.78)	48.4 (1.26)	457.1 (0.84)	9.3
	10%	372.6 (0.69)	33.3 (0.86)	411.1 (0.76)	11.1
	0%	543.0 (1.00)	38.5 (1.00)	543.0 (1.00)	12.8

1)：平成7年4月に試験を開始し、同年10月に調査した。種子配合割合は施行単価表に従った。

2)：単位はグラム、()の数値は0%の値を1.00とした時の相対値。

一方、緑化用植物の種ごとに最適な粉炭施用量が異なる可能性が推定されることから、基盤材に粉炭を混入し、草本類のケンタッキー31フェスクとホワイトクローバーをそれぞれ育成させた結果を表-2に示した。試験開始2ヶ月後(8月1日)にケンタッキー31フェスクは、山砂区の粉炭0%区の成立本数が7.3本と低かったが粉炭混入により著しく成立本数が増加した。しかし、基盤材区の粉炭0%区では成立本数が81.3本と多く、粉炭施用の影響は顕著ではなかった。ホワイトクローバーは8年1月の調査の結果、粉炭混入により山砂区と基盤材区の双方で成立本数が増加したが、冬期に枯死したため以降測定できなかった。ケンタッキー31フェスクは試験開始後6ヶ月後(8年5月)でも山砂区と基盤材区の双方で、試験開始後2ヶ月後と同様の傾向を維持した。

この結果からも、ケンタッキー31フェスクは山砂に粉炭を施用した場合成立本数等の増加が顕著であるが、客土吹付工で通常使用される基盤材では、粉炭の施用効果は顕著でないと考えられた。

以上の試験結果から、山砂に粉炭を混入した場合は植物の初期成長の影響が出やすいが、吹付工用資材として一般的に用いられている基盤材では粉炭混入の影響が顕著でないことが示された。

表一 2 粉炭施用が緑化用草本類植物の成長に及ぼす影響¹⁾

基盤材	種子	粉炭配合割合	成立本数 ²⁾			草丈 ³⁾			
			8年1月	8年3月	9年5月	8年1月	8年3月	9年5月	
山砂	ケンタッキー31フェスク	20%	70.3 (9.63)	33.7 (2.15)	30.3 (2.33)	4.1 (1.71)	5.0 (1.61)	8.7 (1.43)	
		10%	44.0 (6.03)	17.0 (1.08)	17.0 (1.31)	3.4 (1.42)	4.0 (1.29)	8.2 (1.34)	
		5%	38.3 (5.25)	18.0 (1.15)	13.0 (1.00)	3.3 (1.38)	4.6 (1.48)	8.5 (1.39)	
		0%	7.3 (1.00)	15.7 (1.00)	13.0 (1.00)	2.4 (1.00)	3.1 (1.00)	6.1 (1.00)	
	ホワイトクローバー	20%	13.0 (6.50)	— (—)	— (—)	1.9 (1.73)	— (—)	— (—)	
		10%	6.0 (3.00)	— (—)	— (—)	1.8 (1.64)	— (—)	— (—)	
		5%	5.0 (2.50)	— (—)	— (—)	1.4 (1.27)	— (—)	— (—)	
		0%	2.0 (1.00)	— (—)	— (—)	1.1 (1.00)	— (—)	— (—)	
	基盤材	ケンタッキー31フェスク	20%	89.7 (1.10)	96.0 (0.88)	76.0 (0.95)	4.7 (1.09)	34.5 (0.90)	15.3 (1.03)
			10%	111.0 (1.37)	109.3 (0.98)	84.0 (1.05)	4.6 (1.07)	48.4 (1.26)	16.5 (1.11)
			5%	99.0 (1.22)	105.3 (0.95)	94.0 (1.18)	4.9 (1.14)	33.3 (0.86)	15.8 (1.07)
			0%	81.3 (1.00)	111.0 (1.00)	80.0 (1.00)	4.3 (1.00)	38.5 (1.00)	14.8 (1.00)
ホワイトクローバー		20%	10.0 (3.03)	— (—)	— (—)	1.9 (1.58)	— (—)	— (—)	
		10%	11.0 (3.33)	— (—)	— (—)	1.7 (1.42)	— (—)	— (—)	
		5%	8.7 (2.64)	— (—)	— (—)	2.0 (1.67)	— (—)	— (—)	
		0%	3.3 (1.00)	— (—)	— (—)	1.2 (1.00)	— (—)	— (—)	

- 1)：平成7年11月に試験を開始し、平成8年1月、3月及び平成9年5月に調査した。
 2)：単位はプランター当たりの本数、()の数値は0%の値を1.00とした時の相対値。
 3)：単位はcm、()の数値は0%の値を1.00とした時の相対値。
 —：冬期に枯死

第II節 粉炭を施用した現地試験

II-1 目的

法面緑化工施工現地における粉炭の施用効果を明らかにするため、道路拡張のための法切りにより生じた法面に、粉炭を混入した吹付工用資材を使用して客土吹付工を施工し、緑化植物の成育を観察する。また、緑化用植物として、従来の草本類に木本類を加え、木本類への粉炭の施用効果を検討する。

II-2 実験

試験地は、玉川村南須釜地内の道路法面とした(図-1)。道路法面を成形後ラス金網張工を施工し、この上から種子を含む客土吹付工を吹付厚3cmで施工した。基盤材に針葉樹由来の粉炭および広葉樹由来の粉炭を1㎡当たり60Lまたは120L加え、種子はクリーピングレッドフェスク(洋シバ)、ヨモギ、コマツナギ、ヤマハギ及びイタチハギを使用して施工した。緑化植物の成育状況は平成10年から12年まで3年間観察し、プラン-プランケ法に従い優先度(5>4>3>2>1>+)で表記した。表土のpHは、客土吹付工を施行した地表面から約3cm厚で土を掻き取り、その40gに蒸留水100mlを加えて30分振投後静置し、上清をpHメーターで測定した。

II-3 結果

試験地の緑化植物の成育状況と表土pHを表-3に示した。施工1年目は、対照区の1区でコマツナギと洋シバが同等の成育を示したが、粉炭を混入した区ではヨモギや洋シバ等の草本類の成育が旺盛であった。また、いずれの区でもヤマハギとイタチハギは成育が観察されなかった。表土のpHは7.4~7.6で、粉炭混入によるpHの差異は認められなかった。これらの結果から、施工1年目は草本類の成育が旺盛で、木本類の成育が阻害されていると推定された。この傾向は粉炭混入区で顕著で、現場における草本類による早期の法面緑化には粉炭施用が適していると考えられる。なお、粉炭を施

用し、かつ木本類の良好な成育を促すには、草本類の種子数の検討が必要と考えられた。

施工2年目は、1区で1年目同様コマツナギが多く繁茂し、ニセアカシアが侵入していた。粉炭混入区でも、1区同様の植生となり洋シバは衰退し、木本類の成育が良好となった。施工3年目の植生

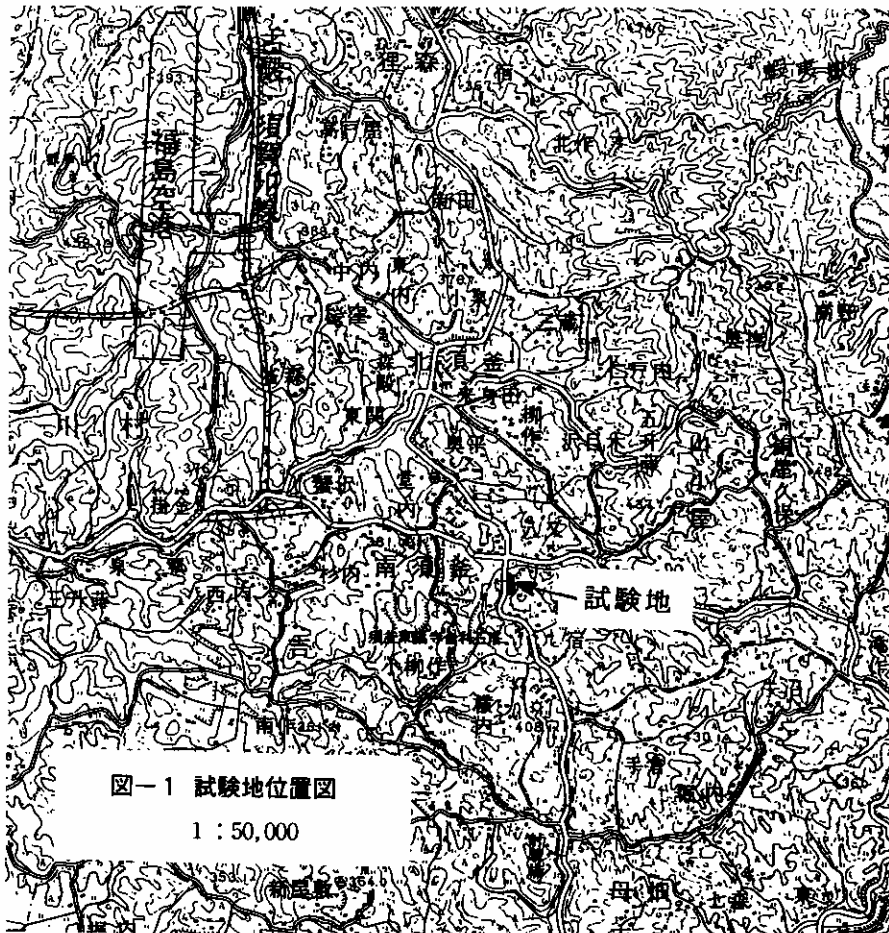


表-3 玉川村試験地の植物繁茂状況と pH の変化

試験区 番号※	吹付工用資材に 混入した粉炭量	9年10月		10年10月		11年10月				
		植物名	優先度 pH	植物名	優先度 pH	植物名	優先度 pH			
1	0 (対照区)	コマツナギ	3	コマツナギ	3	コマツナギ	3			
		洋シバ	3	7.6	ニセアカシア	3	7.1	ニセアカシア	3	6.6
		ヨモギ	2		ヨモギ	1		ヨモギ	+	
2	針葉樹粉炭 60L/m ³	洋シバ	4	コマツナギ	3	コマツナギ	2			
		ヨモギ	2	7.8	ニセアカシア	3	7.3	ニセアカシア	4	6.8
		コマツナギ	2		ヨモギ	1		ヨモギ	+	
3	広葉樹粉炭 60L/m ³	ヨモギ	4	コマツナギ	3	コマツナギ	2			
		洋シバ	3	7.7	ニセアカシア	3	7.3	ニセアカシア	4	6.7
		コマツナギ	1		ヨモギ	1		ヨモギ	1	
4	広葉樹粉炭 60L/m ³ 木酢液10L/m ³	ヨモギ	4	洋シバ	5	洋シバ	4			
		洋シバ	3	7.8	ヨモギ	1	7.3	ヨモギ	1	6.9
							ナガムグラ	3		
5	広葉樹粉炭 120L/m ³	洋シバ	3	コマツナギ	5	コマツナギ	5			
		ヨモギ	3	7.4	ヨモギ	1	7.2	ヨモギ	1	6.8
		コマツナギ	2							

※すべての試験区に、洋シバ(クリーピングレッドフェス)、ヨモギ、コマツナギ、ヤマハギ、イタチハギの種子を混入し、3cm厚種子吹き付け工を施工した。

は施工2年目の植生と同様で、施工2年目の植生が維持されていた。表土 pH は各区ごとに徐々に下がっていったが、粉炭混入による影響はみられなかった。本実験では、参考として粉炭製造時に生ずる木酢液を混入した区を設けたが、木酢液を混入した4区はヨモギと洋シバのみが発芽、繁茂し、他の区で良好な成育を示したコマツナギの成育が観察されなかった。

以上の結果から、客土吹付工用基盤材への粉炭混入は、施工当年度に草本類の成育を促進すると考えられた。そして、木本類で成育が良好であった種はコマツナギであった。なお、施工2年目からは、草本類の成育が旺盛であった粉炭施用区でもコマツナギと侵入したニセアカシアが法面を占有した。このことから、コマツナギは緑化用木本類として有望であると推察された。

第Ⅲ節 緑化用木本類植物の検索

Ⅲ-1 目 的

林道法面等の緑化には洋シバやヨモギ等の草本類を中心とした種子が主に用いられている。しかし、洋シバ等の草本類は長期間にわたって法面を占有し、在来種の侵入を困難にしている。そこで、在来木本類による緑化を目的に樹種を選抜する。樹種は、第Ⅱ節で良好な成育を示したコマツナギを中心に、既に種子が市販されている樹種を用いた。また、化成肥料を加えない区を設定し、草本類の初期成長を抑制し木本類の成育促進を試みた。

Ⅲ-2 実 験

試験地は林業試験場内に設けた。試験地を施工現場の条件に近付けるため、山砂を15cm厚で客土し、表面を平滑にした後1㎡の木枠を設置し試験区とした。基盤材に粉炭と緑化植物の種子を加えて混入し、木枠内に厚さ3cmで散布した。種子はクリーピングレッドフェスク(洋シバ)、コマツナギ、アキグミ及びヤマハンノキを使用し、1㎡当たりそれぞれ50g、333g、333g及び333gとした。粉炭の混入割合は5%、10%、15%、30%及び55%とし、また、それぞれに化成肥料(窒素15%、リン15%、カリウム15%)を混入した区と混入しない区を設定した。平成10年5月に試験を開始し、平成10年12月と平成11年12月に成立本数を調べた。

また、コマツナギは旺盛に繁茂することから、他の植物の成長を阻害している可能性が考えられることから、コマツナギを除いた場合の他の植物の成育も観察した。同時に、洋シバに代わり在来種であるノシバを用いた場合の植物の成育を観察した。試験は平成11年5月に開始し、平成11年12月に成立本数を調べた。

Ⅲ-3 結 果

各植物種ごとの成立本数を表-4に示した。コマツナギは粉炭の混入割合を問わず良好に成育した。これに対し、ヤマハンノキは全く成育しなかった。アキグミは粉炭を10%及び15%混入した区で良好に成育し、10%~15%程度の粉炭施用が成育に効果的であると考えられた。洋シバは試験開始から梅雨期にかけて発芽し、その数は各区で化成肥料無し区よりも化成肥料有り区で多かったが、夏期に土

壤乾燥のため枯死し、通年の成長及び木本類への影響は観察できなかった。一方、洋シバが枯死する土壤乾燥下でもコマツナギやアキグミは生育できることが明らかとなった。

試験開始後1年7ヶ月後のコマツナギの成立本数は、前年とほぼ変わらず、枯死等が無く良好に生育していた。しかし、アキグミはコマツナギに被圧され、枯死するが多かった。

コマツナギは生育が旺盛で他の木本類の成長を阻害すると考えられた。そこで、コマツナギを除いて生育させた結果を表-5に示した。粉炭の混入割合はアキグミの生育に適した10%とし、化成肥料は無しとした。コマツナギを使用しない場合(Ⅱ・Ⅲ)、土壤を速やかに被覆する植物が無いことから土壤表面の乾燥が促進され、生育する植物は無かった。また、洋シバに変えて在来種であるノシバを使用した場合、土壤表面が乾燥しても多数の発芽・生育が確認され、ノシバは洋シバより乾燥に強いことが示された。

以上の結果から、緑化用木本類としてコマツナギが有望であることが示された。しかし、コマツナギは旺盛に生育し他の植物の成長を阻害する可能性があるため、配合割合を検討する必要がある。また、粉炭を10%又は15%施用した場合アキグミが良好に生育する傾向が認められた。さらに、土壤表

表-4 場内試験地における植生変化¹⁾

粉炭の割合 (容積百分率)	植物名	成立本数(本/m ²) 化成肥料 有り		成立本数(本/m ²) 化成肥料 無し	
		10年12月	11年12月	10年12月	11年12月
55%	洋シバ	1	0	0	0
	コマツナギ	36	36	52	51
	アキグミ	4	0	1	0
	ヤマハンノキ	0	0	0	0
	総成立本数	41	36	53	51
30%	洋シバ	0	0	5	2
	コマツナギ	31	30	75	45
	アキグミ	2	0	5	2
	ヤマハンノキ	0	0	0	0
	総成立本数	33	30	85	49
15%	洋シバ	1	0	22	14
	コマツナギ	35	32	36	26
	アキグミ	8	2	9	0
	ヤマハンノキ	0	0	0	0
	総成立本数	44	34	67	40
10%	洋シバ	1	1	0	4
	コマツナギ	37	27	60	64
	アキグミ	8	1	18	3
	ヤマハンノキ	0	0	0	0
	総成立本数	46	29	78	71
5%	洋シバ	0	4	0	0
	コマツナギ	33	32	63	41
	アキグミ	1	0	4	0
	ヤマハンノキ	0	0	0	0
	総成立本数	34	36	67	41
総成立本数	洋シバ	3	5	27	20
	コマツナギ	172	157	286	227
	アキグミ	23	3	37	5
	ヤマハンノキ	0	0	0	0
	総成立本数	198	165	350	252

1) : 平成10年5月に試験を開始し、平成10年12月、平成11年に調査した。

表-5 場内試験地における育成試験¹⁾

粉炭の割合 (容積百分率)	植物名	成立本数(本/m ²)
		化成肥料 無し
		11年12月
10% (Ⅰ)	洋シバ	0
	コマツナギ	89
	アキグミ	1
	ヤマハンノキ	0
	総成立本数	90
10% (Ⅱ)	洋シバ	0
	アキグミ	0
	ヤマハンノキ	0
	総成立本数	0
10% (Ⅲ)	ノシバ	88
	アキグミ	0
	ヤマハンノキ	0
	総成立本数	88
総成立本数	洋シバ	0
	ノシバ	88
	コマツナギ	89
	アキグミ	1
	ヤマハンノキ	0

1) : 平成11年5月に試験を開始し、平成11年12月に調査した。

面が乾燥しやすい場合には洋シバよりもノシバが適すると考えられた。

文 献

- 1) “木炭と木酢液の新用途開発研究成果集” 木材炭化成分多用途利用技術研究組合編。(株)技秀堂、(1990)
- 2) “施工単価表(森林土木事業)” 福島県農林水産部(平成11年)
- 3) “林道法面保護工設計指針” 福島県森林土木課(平成4年)
- 4) “林道指針設計編” 福島県
- 5) “治山技術基準解説総則・山地治山編” 林野庁監修(平成11年)
- 6) “治山事業設計指針(防災林造成編)” 福島県森林土木課
- 7) “治山事業設計指針(山地治山編)” 福島県森林土木課
- 8) 荒井 賛、渡辺次郎; 治山・林道に係る試験・調査報告書、p.29-p.59、福島県林業試験場編集発行(昭和59年)