森林表土播きだしによる荒廃地緑化に関する研究

陣門泰輔・佐藤治雄・森本幸裕

大阪府立大学農学部

A Preliminary Study of Revegetation of Disturbed
Area from Forest Seedbanks

JIMMON, Taisuke, SATO, Haruo and MORIMOTO, Yukihiro

Fac. of Agri., Osaka Pref. Univ.

要旨：本研究では森林表土の持つポテンシャルを評価し、その利用法を検討することを目的とした。大阪府茨木市のアベマキ林、モウソウチク林、千早赤阪村のシイ林、泉佐野市のコナラ・アオモジ林、兵庫県西宮市のアカマツ林の森林表土を荒廃地のモデルとした土壌基盤に播きだし、活性炭素混入、施肥、土壌基盤・マサ土との混合、コバノミツバツツジの追加播種などの追加処理を行い、全木本発芽個体の消長、高さ・葉張りを追跡調査した。どの森林表土からもアカメガシワなどの先駆木本種の発芽がみられ、成長を続けた。森林表土播きだしが荒廃地における早期の植生回復に有効であり、施肥によってより早期の植生回復が望めることがわかった。

キーワード：埋土種子、植生回復、ポテンシャル

Key words：Seedbank, Revegetation, Potential

1. はじめに

近年、荒廃地緑化の一手段として、森林表土を播きだし、表土中に存在する埋土種子を利用した植生回復が試みられるようになってきた。例えば、大阪府箕面ダム建設の際に生じた裸地面の緑化に、水没予定地の森林表土の播きだしを実地に行った梅原・永野¹⁾の研究(1980)、山火事跡地においてアカマツ林の表土播きだしを行った中越ら²⁾(1977)の研究、越水ら³⁾(1997)による土壌シードバンクを用いた湿性植物の復元など埋土種子からの自然性、郷土性を重視した植生回復を期待した基礎研究や実地施工例などが蓄積されつつある。

これらの研究からは、森林表土の播きだしにより、自然遷移に任せるより短い時間で先駆低木林の段階

に回復できることが明らかとなってきた。しかし、どの森林表土も、同程度の植生回復ポテンシャルを持つかは必ずしも明らかでなく、そのポテンシャルを最大限に引き出すための処理や管理方法の開発も必要であり、森林表土播きだしによる植生回復工法に関しては、実証的研究によって解明すべき点が多く残されている。

本論文では基礎研究として、ていねいな管理や処理のもとで森林表土の持つ植生回復ポテンシャルを検討するための数種森林表土の植生回復ポテンシャル検討試験と、実用化を視野に入れた粗放な管理のもとでの森林表土播きだし工法実用化検討試験のふたつの実験を行い、表土中に存在する埋土種子の発芽、成長の追跡調査から、森林表土の持つ様々なポテンシャルを評価し、その利用法を研究することとした。

2. 実験方法

2.1. 数種森林表土の植生回復ポテンシャル検討試験

1997年6月7日、大阪府茨木市国際文化公園都市造成地内のアベマキ林A(尾根)B(山腹)およびモウソウチク林、大阪府南河内郡千早赤阪村建水分神社のシイ林傾斜地の上部と下部、兵庫県西宮市ゴロゴロ岳山頂付近のアカツツ林Aおよび奥池付近のアカツツ林Bにおいて、L層を除くA₀層とA₁層を埋土種子が含まれている土壌と考え、それぞれ厚さ約5cmの表土を採取し、大阪府枚方市山田池公園造成地内の灌水処理を施した試験区(0.6m×1m、繰り返し2回)に3cm厚で播きだした。なお、試験区を飛来種子防止のための白色寒冷紗で覆った。また、表土に粒状活性炭素混入、コバノミツバツツジ追加播種、マサ土との等量混合等の追加処理も行った。調査は3年間行い、1年目は1週間ごとに発芽・枯死数とその種名を記録、4週間ごとに草丈および葉張りを測定し、2年目以降は4週間ごとに木本個体の消長と生存個体の高さ・葉張りを測定した。

2.2. 森林表土播きだし工法実用化検討試験

1998年4月17日、大阪府泉佐野市上之郷における林道東山堀河線開設工事の際にコナラ・アオモジ林の森林表土約30cm厚をブルドーザーで集め、堺第7-3区に設けた実験区(大和川下流域の浸漬土砂9:コンポスト1の混合土を50cm厚に敷き詰めた)に厚さ5cmで播きだし、乾燥時に灌水を行った。また基本処理区、粒状活性炭素10%混入区、土壌基盤と表土との等量混合区、これら3区にマグアンプK(N:P:K=6:40:6)を施肥した区、計6区(1区画は0.8m×4mが3畝、基

図1 森林タイプ別3年間の発芽個体数の割合

本処理区と施肥区のみ繰り返し2回)を設けた。調査は2年間行い、4週間ごとに発芽木本個体の高さ・葉張りを測定し、草本種の種名と被度を記録した。

3. 結果および考察

3.1. 数種森林表土の植生回復ポテンシャル検討試験

3.1.1. 発芽傾向

どの森林タイプからもヌルデ、アカメガシワなど二次林の先駆木本種の発芽がみられた。常緑高木種は個体数、種数ともに少なかったが、シイ林ではツブラジイのような極相林構成種もみられた。表1によると、播きだし直後に発芽する種としてヌルデ、アカメガシワ、2年目に初めて発芽する種としてソヨゴ、3年目に初めて発芽する種としてエノキが挙げられ

表1 各森林タイプにおける主要木本種の消長		(※追加処理区も含む)			
森林タイプ	播きだし直後に発芽した種	2年目に初めて発芽した種	3年目に初めて発芽した種	2, 3年目にも発芽した種	2, 3年目に枯死した種
アベマキ林A	ヌルデ、アカメガシワ、ヤマハギ、タラノキなど10種	センダン、マンリョウなど3種	なし	ヌルデ、アカメガシワなど6種	ヒサカキ、ヌルデなど6種
アベマキ林B*	ヌルデ、アカメガシワ、ヤマグワ、キリなど7種	クロモジ、ツタの2種	エノキ、ヤマザクラなど2種	ヌルデ、ヤブコウジなど10種	ヒサカキ、タラノキなど5種
シイ林上部	ヌルデ、アカメガシワ、ヤマグワ、センダンなど9種	なし	ヤマザクラの1種	ヌルデ、アカメガシワなど5種	ヒサカキ、ヤマグワなど3種
シイ林下部*	ヌルデ、アカメガシワ、ヤマグワ、キリなど11種	ナンテンの1種	エノキ、クマノミズキなど4種	ヌルデなど7種	ヒサカキ、ツブラジイなど11種
モウソウチク林*	ヌルデ、アカメガシワ、センダン、クサギの4種	ソヨゴ、ヤマザクラなど5種	ウツギなど2種	ヌルデ、ヒサカキなど5種	ヒサカキ、ヌルデなど5種
アカマツ林A	ヌルデ、アカメガシワ、タラノキの3種	ソヨゴなど2種	ハゼノキ、リョウブなど3種	ヌルデ、ヒサカキの2種	ヒサカキなど2種
アカマツ林B*	ヌルデ、アカメガシワ、イヌザンショウの3種	ソヨゴ、イソノキなど7種	エノキ、ハゼノキなど4種	ヌルデ、アカメガシワなど8種	ソヨゴ、リョウブなど7種

図2 森林タイプ別の種数-面積曲線

た。3年間を通じ発芽のみられた種としてアカメガシワ、ヌルデが挙げられた。また、アカマツ林やモウソウチク林の表土において、ヒサカキやソヨゴの大量発芽と枯死がみられた。森林タイプによっては、発芽種に若干の違いがあり、種によっては、発芽時期が異なることがわかった。

図1によると、各森林タイプにおいて3年間の全発芽木本個体数のうち、1年目に発芽するのが25～70%、2年目が20～60%、3年目が5～25%であった。このように、年が経るにつれ、発芽個体数が減っているため、2、3年目の発芽がそれよりも前に発芽した植物の被覆によって、抑制されていることが考えられる。また、「モウソウチク林」や「アカマツ林B」で1年目よりも2年目以降の発芽数が多くなっていることから、表土播きだしによる植生回復においては長期的視野で見守る必要があると考えられる。

図2は森林タイプ別に発芽した植物種の種数-面積曲線を表したものである。全体的にみると、2つの集団、初期の増加速度の大きい「アベマキ林」「シイ林」のグループと初期の増加速度の小さい「モウソウチク林」「アカマツ林」のグループに分けることができる。この違いは、表土中に存在する埋土種子の密度の違いによるものだと考えられ、遷移の進んだアカマツ林や植生の貧弱なモウソウチク林の森林表土より極相期にはいったシイ林や植生豊かなアベマキ林の森林表土の方が、種多様性を高めるといふ点からみると、植生回復ポテンシャルは高いと考えられた。

3.1.2. 木本発芽個体数の推移

図3はアベマキ林B活性炭素混入区の木本発芽個体数の推移を表したものである。1年目は播きだし1～2と4週間後、2年目は7～8月に発芽数のピークをみる

図3 「アベマキ林B活性炭混入区」における発芽個体数の推移

図4 アベマキ林における被覆面積の推移

ことができ、2年目から累積発芽数と生存個体数の差、すなわち枯死が目立つようになった。この傾向はどの森林タイプ、追加処理区においてもみられた。このことから、追加処理や森林タイプが違ってても発芽時期に与える影響は少なかったと言える。

3.1.3. 初期成長

図4はアベマキ林における3年間のアカメガシワの成長推移を表したものである。1年目の推移には処理による大きな違いがみられなかったが、2年目以降「アベマキ林B」や「シイ林下部」の方が高い値を示すようになった。これは、地形条件の違いが土壌中に含まれる土壌微生物、共生菌根菌、栄養分などの差違を生み、それが埋土種子の成長に影響した可能性を示唆している。

3.1.4. まとめ

どの森林タイプからも表土中に存在する埋土種子が発芽、成長したので、どの森林タイプにおいても植生回復ポテンシャルを持っていることが分かった。また、森林表土によって、ポテンシャルに多少の違いがあり、その違いが現地植生や遷移状況、地形条件の違いによるものだと考えられた。

図5 「施肥区」における木本発芽個体数の推移

図6 アカメガシワの平均被覆面積の推移

3.2. 森林表土播きだし工法実用化検討試験

3.2.1. 発芽傾向

どの処理区においても二次林の先駆木本種であるアオモジ、アカメガシワ、ムラサキシキブ、常緑高木のクスノキ、ツブラジイなどが発芽し、木本34種669個体、草本51種がみられた。表2によると、播きだし直後に発芽する種としてアカメガシワ、アオモジ、アオツツラフジ、2年目に初めて発芽する種としてクマノミズキが挙げられた。1、2年目ともに発芽のみられた種としてアカメガシワ、ニガイチゴが挙げられた。2年目から枯死の目立った種としてアオモジ、アオツツラフジが挙げられた。これらの

ことから、追加処理の違いが発芽種に与える影響は少ないと考えられた。

3.2.2. 木本発芽個体数の推移

図5は施肥区における木本発芽個体数の推移を表したものである。1年目は播きだし後1～2ヶ月で発芽

数のピークを迎え、その後徐々に減少していった。2年目は全体的に発芽が少なかった。どの処理区においても、このような傾向を示し、施肥区の方が無施肥区よりも累積発芽数と生存個体数の差すなわち累積枯死数が大きくなった。

3.2.3. 初期成長

図6は各処理区のアカメガシワの成長推移を表したものである。全体的にみると、播きだし2ヶ月後から被覆面積値の高い施肥グループと被覆面積値の低い無施肥グループに分けることができる。2年目も施肥区のほうが無施肥区よりも増え方の大きい推移を示した。これは、1年目の良好な成長が2年目にも利いていると考えられた。施肥区のほうが無施肥区に比べ樹高、被覆面積ともに高い値を示し、施肥の効果が顕著にみられた。どの処理区においても2年目の被覆面積が1年目に比べ数倍に増加し、先駆性のア

表2 各処理区における主要発芽木本種の消長

		播きだし直後に発芽した種	2年目に初めて発芽した種	2年目にも発芽した種	2年目に枯死した種
基本処理区 (表土15 cm)	無施肥	アカメガシワ、アオツツラフジ、アオモジ、ノブドウなど4種	クマノミズキの1種	ニガイチゴ、フユイチゴ、ノブドウなど6種	アオツツラフジ、ヤブコウジなど7種
	施肥	アカメガシワ、アオツツラフジ、アオモジ、クサギなど6種	クマノミズキ、フジ、ウツギなど4種	アカメガシワ、ニガイチゴ、ノブドウなど5種	アオツツラフジ、テイカカズラなど5種
土壌基盤混入区 (表土2.5 cm)	無施肥	アカメガシワ、アオツツラフジ、アオモジ、ノブドウなど4種	クマノミズキの1種	アカメガシワ、フユイチゴなど4種	アオモジ、タラノキなど4種
	施肥	アカメガシワ、アオツツラフジ、アオモジ、ノブドウなど4種	なし	アカメガシワ、ニガイチゴ、クサイチゴなど6種	アオツツラフジ、アオモジなど4種
活性炭混入区 (表土15 cm)	無施肥	アカメガシワ、アオツツラフジ、アオモジ、ノブドウなど4種	クマノミズキの1種	アカメガシワ、フユイチゴ、ノブドウなど5種	アオモジ、ノブドウなど3種
	施肥	アカメガシワ、アオモジ、ノブドウなど3種	なし	ニガイチゴの1種	アオモジ、ノブドウなど2種

図7 主要木本5種と草本種の優占関係

カメガシワが早期に優占したことを示す。

図7は9月に測定した乗算優占度を用いて、木本種と草本種の優占関係を表した。どの処理区においても、施肥区のほうが、草本種の割合が低く、木本種特にアカメガシワの割合が高くなった。これらのことから、施肥により木本種の成長が促進され、草本種よりも早期に優占していると言える。

3.2.4 まとめ

広い面積に播きだし粗放な管理下でも表土中に含まれる埋土種子が発芽し、成長することが分かった。また、施肥が先駆木本にとって、優占の一助となっており、早期の低木林成立を促進していると言える。

4. 議論

4.1. 現地植生と播きだしによる発芽種

表3は採取地の現地植生種と播きだしによって発芽した種の比較を表したものである。現地植生種と播きだしによって発芽した種との間の共通な種、「アベマキ林B」ではアラカシ、「シイ林」ではツブラジイ、「アカマツ・モウソウチク林」ではヒサカキなど、いくつかみられたが、どの森林タイプにおいても類似度はかなり低い値を示した。また、現地にはみられず播きだしによって発芽した種、「アベマキ林B」ではクロモジ、「モウソウチク林」ではクスノキ、「コナラーアオモジ林」ではウメモドキなどがみられた。これらのことから、モウソウチク林のような現地植生が単純であっても、高い潜在性を持つ森林表土が存在することは、植生回復に対し、森林表土播きだし工法が現地植生だけからでは判断できない大きな可能性を持っていると言える。

表3 現地植生と播きだし実験による発芽種の比較				(※追加処理区も含む)
森林タイプ	現地植生種	実験での発芽種		ソレンセンの共通係数
		現地植生との共通種	現地植生にない種	
アベマキ林A	アベマキ、コナラなど54種	アカメガシワ、ヤブコウジなど8種	ヤマハギ、マンリョウなど23種	0.19
アベマキ林B*	アベマキ、アラカシなど25種	アラカシ、ソヨゴなど4種	ナワシログミ、クロモジなど33種	0.13
シイ林上部	ツブラジイ、イチイガシなど20種	ツブラジイ、イタビカズラなど3種	クスノキ、ヤマザクラなど24種	0.13
シイ林下部*	ツブラジイ、カゴノキなど15種	ツブラジイ、ヤブムラサキの2種	クマノミズキ、ナンテンなど36種	0.08
アカマツ林A	アカマツ、ウラジロガシなど28種	ヒサカキ、ソヨゴの2種	ハゼノキ、タラノキなど12種	0.10
アカマツ林B*	アカマツ、アカガシなど32種	ヒサカキ、イソノキなど5種	クロガネモチ、エノキなど23種	0.17
モウソウチク林*	モウソウチク、アベマキなど8種	ヒサカキ、ネズミモチの2種	クスノキ、ヤマザクラなど21種	0.13
コナラーアオモジ林	コナラ、アオモジなど49種	アオモジ、クマヤナギなど16種	ウメモドキ、サネカズラなど69種	0.24

表4 各森林表土からの出現群落間の共通係数							(※追加処理区も含む)
森林タイプ	アベマキ林A	アベマキ林B*	シイ林上	シイ林下*	モウソウチク林*	アカマツ林A	アカマツ林B*
アベマキ林A							
アベマキ林B*	0.54						
シイ林上	0.42	0.44					
シイ林下*	0.57	0.54	0.72				
モウソウチク林*	0.65	0.60	0.55	0.48			
アカマツ林A	0.27	0.35	0.39	0.35	0.59		
アカマツ林B*	0.45	0.58	0.44	0.46	0.63	0.52	
コナラーアオモジ林	0.33	0.39	0.32	0.41	0.29	0.20	0.30
共通係数 $C = 2 \cdot S_c / (S_1 + S_2)$							
S _c : 共通種数、S ₁ : 1つの森林タイプから発芽した種数、S ₂ : もう一つの森林タイプから発芽した種数							

表4は各森林表土からの出現群落間の共通係数を表したものである。各森林表土から成立した植物群落間の類似度は、いずれも比較的高い値を示した。これは、土壌を採取した森林内の構成種が異なっている、その表土を播きだすことによって得られた植物群落は類似したものになるということを示している。ただし、0.5を越えたからと言って、半分以上が共通な種であるということを示しているわけではない。

5. 結論

森林表土播きだしは、低管理であっても、自然の遷移に任せるよりも短い時間で低木林を成立させることができるため、造成工事などで出現する荒廃地において、植生回復や緑化を行う場合、有効な工法であると言える。また、施肥という補助的手段が発芽後の木本種の生育に大きく寄与するという知見が得られたことは、森林表土播きだしによる植生回復工法をより確実なものにする1つの方向を示唆していると言える。また、表土と基盤土壌やマサ土との混合区において、発芽種数やその後の成長に他処理区との違いがみられなかったことは、森林表土が多少すくなくとも基盤土壌と混合することにより、発芽ポテンシャルをあまり低下させることなく、埋土種子のポテンシャルを引き出すのが可能なことを示している。これは、広大な土地を緑化する際、森林表土量の節約につながる可能性を示唆している。

6. 引用文献

- 1) 梅原徹・永野正弘・麻生順子(1983)：森林表土まきだしによる先駆植生の回復法：緑化工技術(3) 1-8
- 2) 中越信和・鈴木兵二(1977)：宮島の森林群落における埋土種子集団の研究：ヒコビヤ8(1-2), 180-192
- 3) 越水麻子ほか(1997)：土壌シードバンクを用いた谷戸植生復元に関する研究：保全生態学研究2, 189-200
- 4) 中越信和(1981) 再度山の森林群落における埋土種子集団の研究：再度山永久植生保存地調査報告書第2回, 69-94(神戸市土木局公園緑地部)
- 5) 永野正弘・梅原徹(1980)：森林表土のまきだしによる植生回復法の検討：箕面川ダム自然回復の促進に関する研究, 6-113, 大阪府
- 6) 佐藤治雄ほか(1999)：森林表土播きだしによる荒廃地緑化に関する基礎研究；ランドスケープ研究vol. 62, No. 5, 521-524
- 7) 細木大輔・米村惣太郎・亀山章(1998)：埋土種子を用いた法面緑化の研究(3)：日本緑化工学会研究発表要旨集29, 112-115
- 8) 米村惣太郎・寺田直紀・亀山章(1997)：埋土種子を用いた法面緑化の研究：日本緑化工学会研究発表要旨集28, 255-258
- 9) 米村惣太郎・細木大輔・亀山章(1998)：埋土種子を用いた法面緑化の研究(2)：日本緑化工学会研究発表要旨集29, 108-111

(2000.4.8 受理)

Summary: This study's object is to estimate forest seedbanks potential and to examine how it is used. Topsoil collected from *Quercus variabilis* forest and *Phyllostachis pubescens* forest in Ibaraki, *Castanopsis cuspidata* forest in Chihayaakasaka, *Quercus serrata* - *Litsea sericea* forest in Izumisano, *Pinus densiflora* forest in Nisinomiya applied on an experimental plot made of soil basis modeling disturbed area. Several experimental treatments such as mixing charcoal particles, additional seeding *Rhododendron reticulatum* seed, fertilizing, mixing soil base were also applied. The live-and-die and growth every emerged plants were investigated. Pioneer species as *Mollotus japonicus* emerged on every plot, they kepted growing. Forest seedbanks is useful to revegetation of disturbed area, fertilizing treatment is more useful.