

# 埋土種子を用いた法面緑化工法の開発（その1）

—埋土種子から得られた植生とその特徴—

米村 惣太郎  
(技術研究所)

## Revegetation Technology for Man-made Slopes using Buried Seeds (Part 1)

— Experimental assessments of vegetation grown from buried seeds —

by Sotaro Yonemura

### Abstract

The object of this study is to develop a revegetation technology for man-made slopes using seeds buried in the surface soil. Experimental assessments of vegetation grown from buried seeds were carried out. Soil samples collected from five types of forest were scattered on slopes and were subjected to several treatments such as adding fertilizer etc. The germination and growth of many herbaceous and arboreous plants suggested that using buried seeds was very useful as a method of restoring ecologically diversified vegetation.

### 概要

環境影響評価法の施行に伴い、今後は緑化においても生物多様性の確保及び自然環境の体系的保全を図ることが必要となってくる。それを実現する方法として表土中の埋土種子を用いた緑化工法の開発を行っている。今回、埋土種子ポテンシャルの樹林別による違い、埋土種子をより効果的に活用するために施肥、保湿処理、撒き出し厚さの効果について、また発芽した木本種の生残と成長及び成立した植生の生態系における意義について検討を行った。その結果、埋土種子を用いることで法面でも多様性に富んだ植生を早期に復元できることが分かった。

### § 1. はじめに

平成 11 年にこれまでの環境アセスメント制度に代わり、新しく「環境影響評価法」が施行された。その中で、生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素として、「生態系」が加えられた。これは平成 5 年に施行された「環境基本法」の方針を踏まえたものであり、その 14 条では、自然環境保全に関する施策の策定及び実施は、「生態系の多様性の確保、野生生物の種の保存その他の生物の多様性の確保が図られるとともに、森林、農地、水辺地等における多様な自然環境が地域の自然的・社会的条件に応じて体系的に保全されること等」を旨として行わなければならないこととされた。

このようにこれからの自然環境保全は、今まで以上に自然環境の持つ多様な価値に着目して実施していくことが重要であり、造成工事等での環境保全措置としての緑化においても生物多様性の確保及び自然環境の体系的保全を図ることが必要となってくる。例えば、2005 年日本国際博覧会（愛知万博）に係る環境影響

評価実施計画書に関する知事意見では<sup>1)</sup>、「可能な限り表土を保存して植栽に利用し、法面等の復元に際しては、当該地域の自生種の種子等を使用し自然環境の攪乱の防止を図ること」を求められているように、新しい環境影響評価法のもとでは、従来のような外来産植物の種子・苗木植栽による全国画一的なものではなく、土地在来の緑化資源を用いて、その地域の歴史的固有性をもった生物相・生態系を保全・復元するための緑化方法が必要とされてきている。

### § 2. 緑化資源としての埋土種子とその利用

このような要求に応えるためには、開発現場で発生する表土や樹木などを緑化資源として活用することが有効な手段となる。図-1 に造成工事などの現場で発生する緑化資源とその利用方法の一部を示す。この内、植生基盤としての表土の利用や樹木の移植、チップ化利用等は既にほぼ実用化されており<sup>2) 3) 4)</sup>、これらはリサイクルという観点からは極めて有用であるが、生

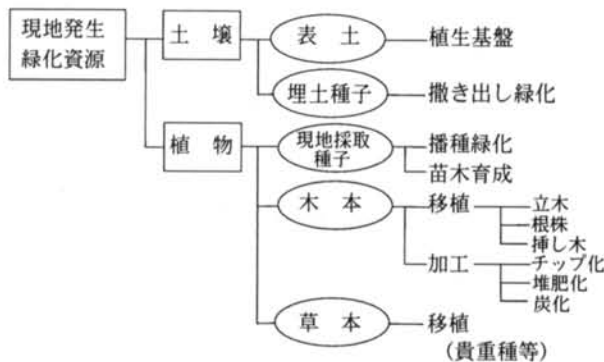


図-1 現地発生緑化資源とその利用方法

物多様性を確保する手段ではない。これに対し、埋土種子にはその地域由来の多種多様な植物の種子が含まれていることから、埋土種子を用いることで、他の方法では困難な、多様性に富んだ植生を早期に復元する緑化方法の確立が期待できる。図-2に埋土種子緑化工法のプロセスを示す。埋土種子緑化工法では、まず現地表土の埋土種子ポテンシャル（発芽数、種数及び種組成）を調査・評価し、採取計画を立て、現場の状況に応じた方法で採取する。工程上必要ならば保管をし、その後適当な方法で法面への撒き出しを行い、成立した植生を必要に応じて育成管理することになるが、実用化するためには、地域や場所による違いや植栽基盤による差異など緑化資源として効果的な利用を行うために明らかにすべき点は多い。また、表土の採取方法や撒き出し方法についても省力化や確実性の点から新しい技術の確立が望まれている。

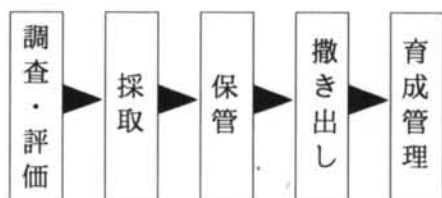


図-2 埋土種子緑化工法のプロセス

埋土種子に関するこれまでの研究では、沼田ら<sup>5)</sup>や中越ら<sup>6)</sup>によって埋土種子の種類や土壤中の分布等について研究されており、埋土種子には季節変動があること、遷移の初期段階の群落構成種が含まれていること、地表面から20cm迄に埋土種子の90%以上が存在すること等が報告されている。これらの知見を背景に実際の埋土種子を用いた緑化の試みとしては、梅原ら<sup>7)</sup>により箕面川ダム湖法面で表土を撒き出して低木林を成立させた事例、最近では佐藤ら<sup>8)</sup>により表土撒き出しによる荒地緑化のための灌水処理の効果に関する研究等が着実に成されているが、その事例はまだ少なく、工法として確立するには至っていない。

そこで本研究では、埋土種子による法面緑化工法を

実用化することを目的として一連の検討を行うこととした。今回はその第1報として、埋土種子ポテンシャルの樹林別による違い、埋土種子をより効果的に活用するために施肥、保湿処理、撒き出し厚さの効果について、また発芽した木本種の生残と成長及び成立した植生の生態系における意義について検討したので、それらの結果について報告する。

### § 3. 方法

#### 3.1 実験場所

実験は、山梨県大月市のパストラルびゅう桂台造成工事現場の盛土法面で行った<sup>9)</sup>。法面は、標高350m、勾配30度、方位は東向き、岩砕盛土の表面にローム土を約30cm張り付けた上にコンクリート製法枠工が施されている。実験はこの枠(1m×1m)を1実験区として行った。写真-1に実験を行った法面の一部を示す。なお、実験区以外には通常の種子吹付工がなされている。実験地は年平均気温12.5°C、年間降水量1382mm、暖かさの指数98.3であり、気候帯としては暖帯で照葉樹林の分布域に属している。



写真-1 実験を行った法面

#### 3.2 実験項目

表土を採取した樹林別による埋土種子ポテンシャルの違い、埋土種子をより効果的に活用するために施肥や保湿処理の効果及び撒き出し厚さの影響について検討した。表-1に検討した各要因とその水準を示す。なお、1条件での繰り返し数は3とし、同じ法面上の最下段一列の法枠内にランダムに配置した。なお樹林別における混交林は、クヌギ、コナラ等落葉樹及びブシ、アラカシ等常緑樹を含むが特に優占種はない樹林、他は各々の樹木が優占する樹林である。施肥、保湿処理、撒き出し厚さに関する要因実験は混交林の表土を用いて行った。保湿処理として、高分子系改良材はポリアクリルアミド系保水剤、無機質系改良材は珪藻土焼成粒、ワラムシロ

は稲藁を筵状に編んだものを実験に供した。また施肥実験での肥料は、緩効性の被覆混合肥料（施肥量 100 g/m<sup>2</sup>）を使用した。木本種の生残と成長及び成立した植生の生態系における意義については上記の実験で得られた結果から考察した。

検討項目(要因)	実験条件(水準)
1. 樹林別	A. スギ林、B. コナラ林、C. オニグルミ林、D. アカマツ林、E. 混交林
2. 施肥	A. 有り、B. 無し
3. 保湿材	A. なし、B. 無機質系改良材、C. 高分子系改良材、E. ワラムシロ
4. 撒き出し厚さ	A. 2 cm、B. 4 cm

表-1 検討した要因と水準

### 3.3 実験方法

図-3に実験の手順を示す。表土は1995年12月と1996年1月に実験地の周辺の各樹林から、沼田らの知見<sup>5)</sup>を参考にしてリター層を除き、深さ約4cmまでの表土を採取した。採取した表土は、各実験毎に均一になるように混合し、ビニル袋に詰めて保管したものを、1996年2月と3月に法面法枠内に撒き出して、経時的に発芽種、発芽数、枯死数、植被率、成長量を測定した。また各樹林の表土をプランターに厚さ4cmで撒き出して、発芽に対し水ストレスが影響しないように適宜灌水し、発芽数とその種を調べた。また、発芽種と現存植生との関係を見るために、各樹林において植生調査を行った。

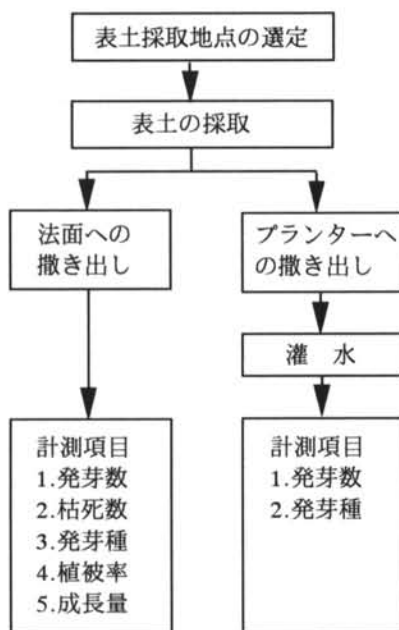


図-3 実験手順

## § 4. 実験結果と考察

### 4.1 表土を採取した樹林による相違

#### 4.1.1 発芽数と生残数

各樹林の表土を法面に撒き出して得られた累積発芽数の推移を図-4に示す。埋土種子の発芽は、どの樹林の表土の場合も4月から始まり、5月中旬でほぼ出そろい、6月以降の発芽は少なかった。埋土種子には多様な種子が含まれるため発芽期間が長くなるが、撒き出し後ほぼ40~50日程度で発芽は完了するものと考えられる。

発芽数は、スギ林が最も多く、次いで混交林、オニグルミ林、コナラ林、アカマツ林の順となり、スギ林とアカマツ林では約7倍の差があった。図-5には1996年9月24日時点での木本、草本の生残数を示す。実験の結果、発芽数と生残数は採取した樹林によって有意な差が見られ、総生残数ではスギ林はアカマツ林の約8倍、木本数では約4倍であった。成立木本数として、5本/

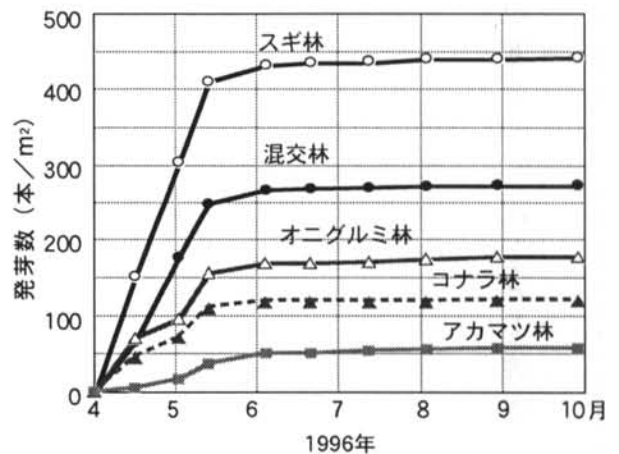


図-4 各樹林表土からの累積発芽数の推移

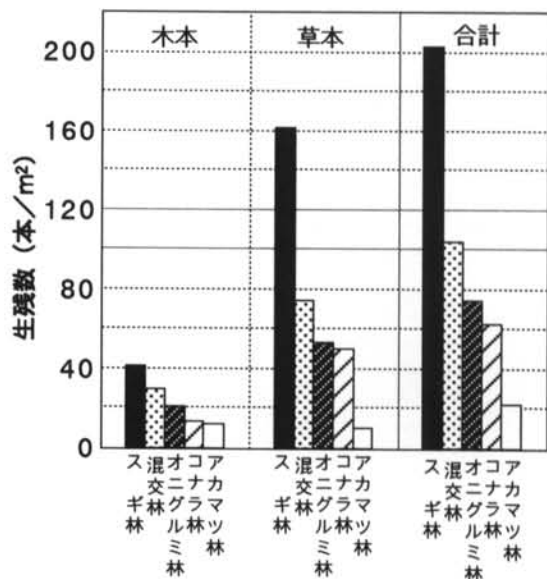


図-5 各樹林区での生残数

m<sup>2</sup>以上が良好な木本群落造成の目安とされている<sup>10)</sup>が、アカマツ林以外の樹林からはその2倍以上の木本数が得られた。従来の草本種子吹付緑化では、木本の侵入に十数年程要すると言われている<sup>11)</sup>が、埋土種子を用いることで、初期から多くの木本数が得られており、早期の樹林化が期待できるものと考えられる。

#### 4.1.2 埋土種子からの発芽種数と種組成

発芽種数は、草本木本合計で混交林 23 種、スギ林 25 種、オニグルミ林 23 種、コナラ林 16 種、アカマツ林 9 種であり、種数でも採取場所で差があることが分かった。通常の吹付工での種数が 4 種程度であるのに対し、その 2~6 倍以上の種数が得られたが、種数は採取面積にある程度まで比例するため、面積が大きくなれば更に多くの種の発芽が期待される。表-2 に撒き出した年に発芽した木本の種と個体数を示す。コウゾとアカマツが全ての樹林から、ヌルデも 4 カ所から、またクマノミズキ、ムラサキシキブ、イヌザンショウなどが 3 カ所から出現したが、特にコウゾの出現率が高かった。このように各樹林の表土には、梅原らの西日本での研究例<sup>7)</sup>と同様に現存植生には見られないコウゾやヌルデのような先駆性植物の埋土種子が多く含まれていた。一方、スギ林やアカマツ林の表土からは現存植生の優占種であるスギやアカマツが多く出現したが、オニグルミ林やコナラ林の表土からはそれらの実生は得られなかった。オニグルミやコナラ等堅果は動物の食害を受けやすい上に、特にコナラは秋の落下直後に発根し永続的埋土種子とならないため、このような木本種を埋土種子から得るのは難しいと考えられる。また草本ではケチヂミザサが全ての樹林から、タチツボスミレが 4 カ所から、タケニグサ、メドハギなどが 3 カ所から出現したが、草本種にも現存種以外の種が多く含まれていた。

発芽樹林数	発芽種	混交林	スギ林	オニグルミ林	コナラ林	アカマツ林	計
5	コウゾ	50	23	34	24	4	135
	アカマツ	2	2	2	1	12	19
4	ヌルデ	2	6	13	2	-	23
	クマノミズキ	5	3	-	1	-	9
3	ムラサキシキブ	1	-	1	5	-	7
	イヌザンショウ	2	2	-	1	-	5
	コウゾ	3	-	1	1	-	5
	ケチヂミザサ	2	1	2	-	-	5
2	スギ	6	81	-	-	-	87
	ヤマハギ	-	-	-	1	21	22
	ネムノキ	11	4	-	-	-	15
	キブシ	5	-	4	-	-	9
	ヤマブキ	-	-	2	2	-	4
	ヒノキ	1	-	1	-	-	2
	シデ類	-	1	-	1	-	2
合計	92	124	62	40	37	355	
発芽木本種数		16	12	11	11	3	

(樹林区; 本/3m<sup>2</sup>)

表-2 各樹林表土からの木本種の発芽種と個体数

#### 4.1.3 現存植生との関係

表-3 に混交林における現存植生と法面とプランターに撒き出して得られた植生の種組成を示す。混交林では現存植生の木本種は 30 種であるが、法面とプランターで得られた種数は各々 16 種、15 種であった。この内、現存植生との共通種は、クマノミズキ、スギ、タラノキ、ヒノキの 4 種と少なく、撒き出して得られる植生には、前述したようにヌルデ、ネムノキ、コウゾなど現存植生以外の種が多く含まれている。他の樹林の場合も現存植生との共通種は少なかった。今回の撒き出し面積 3 m<sup>2</sup> は各樹林での植生調査面積 100 m<sup>2</sup> の 3 % であるため、

生活型	表土採取地の現存植生	表土撒き出し実験	
		法面	プランター
一年生草本			オニグルミ オニノゲシ タネツクハナ タビラコ タノトキ ヤクシソウ
多年生草本	オケラ ケチヂミザサ ジャノヒゲ シュンラン シラヤマギク タチツボスミレ トコロ ノガリヤス ハトウグサ マムシグサ ミヤマコウリ	ケチヂミザサ シュンラン タケニグサ タチツボスミレ ハクカスラ メドハギ キク科	アキギリ ケチヂミザサ クマノミズキ シュンラン タケニグサ タチツボスミレ キク科
	低木	イヌザンショウ クマノミズキ クロモジ コウゾ ツバキ ハナノカダ	アサマツ ウツクシ ナツハゼ ニガイチゴ
小高木 高木	アカマツ アサマツ アラカシ イヌシデ ウリカエデ クヌギ クマノミズキ ケヤキ コナラ スギ タラノキ クマノミズキ ツタウルシ ツリバナ ツバキ ヒノキ フジ フユツタ ホオノキ ミヤマアザミ ヤマウルシ ヤマコウリ ヤマザクラ	アカマツ イヌザンショウ エビツル キブシ スギ タラノキ ヌルデ ネムノキ ヒノキ コウゾ	アカマツ イヌザンショウ キブシ スギ タラノキ ヌルデ ネムノキ ヒノキ コウゾ
	出現種数	41	23

(注) ■■■■; 現存植生共通種、——; 法面・プランター共通種

表-3 混交林における種組成の比較

埋土種子から得られる種がどの程度現存植生を反映しているかの判断は難しく、同等程度の撒き出し面積で今後確認する必要があるが、撒き出し後の初期植生は、表土に含まれる密度から判断するとコウゾ、ヌルデ等の先駆種が優占するものと考えられる。

#### 4.1.4 法面とプランターでの比較

図-6に法面とプランターでの発芽数(1m<sup>2</sup>換算値)を混交林、コナラ林、アカマツ林について比較した結果を示す。水分条件の厳しい法面における発芽数は、どの場合もプランターより少なくなっているが、特にアカマツ林では、法面はプランターでの発芽数の12%と低かった。また発芽種数は混交林が法面とプランターでほぼ同数なのに対し、コナラ林ではプランターで少なく、アカマツ林ではプランターで多かった。採取した表土の性状により、発芽数、種数に関してプランターと法面での傾向が一致しないものもあると考えられる。

### 4.2 埋土種子の発芽と生残に対する処理効果の検討

#### 4.2.1 施肥の効果

図-7に施肥を行った区(施肥区)と行わなかった区(対照区)の発芽・生残数と植被率の推移を示す。実験の結果、総発芽数は施肥区約320本/m<sup>2</sup>、対照区約290本/m<sup>2</sup>とほとんど差はなかったが、生残率では施肥区82%に対して対照区61%と、施肥区が高かった。また、植被率も施肥区の方が常に対照区を上回り、周辺の種子吹付工をした区画よりも早く植被率が100%に達した。また、木本の成長量(樹高平均)を比較した結果では、ネムノキで施肥区14.3cm、対照区8.3cm、ヌルデで施肥区31.4cm、対照区19.1cmと施肥区の方が良好な成長を示した。これらの結果から、施肥は埋土種子を効果的に活用するために有効であると考えられる。

#### 4.2.2 保湿処理の効果

図-8に撒き出し厚さ2cmでの保湿処理別の発芽数と生残数の実験結果を示す。発芽数は、ワラムシロ区で最も多く、次いで無機質系改良材区であったが、高分子系改良材区は無処理区とほぼ同数であった。ワラムシロによる被覆は地表への日照の妨げになるために、発芽数を減らす要因になることが考えられたが、発芽数が減ることはなく、また生残率においてもワラムシロ区は他よりも高かった。ワラムシロで被覆した場合、地温変化や土壤水分条件が緩和されるためと考えられ<sup>12)</sup>、ワラムシロは埋土種子による緑化において有効な処理方法の一つと考えられる。

#### 4.2.3 撒き出し厚さの効果

今回の実験では2cmと4cmの撒き出し厚さで行った。その結果、発芽数、生残数共に2cm厚と4cm厚では有意な差が得られなかった。撒き出し厚さは厚い方が有利と考えられるが、今回の水準程度では差を生じに

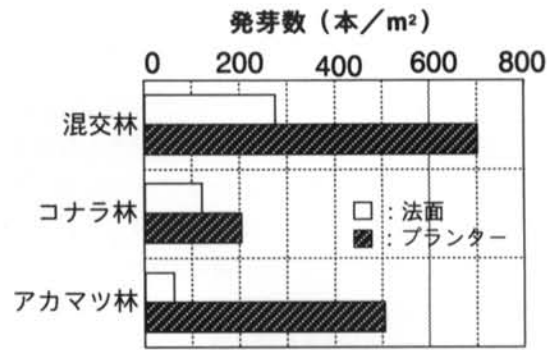


図-6 法面とプランターでの発芽数

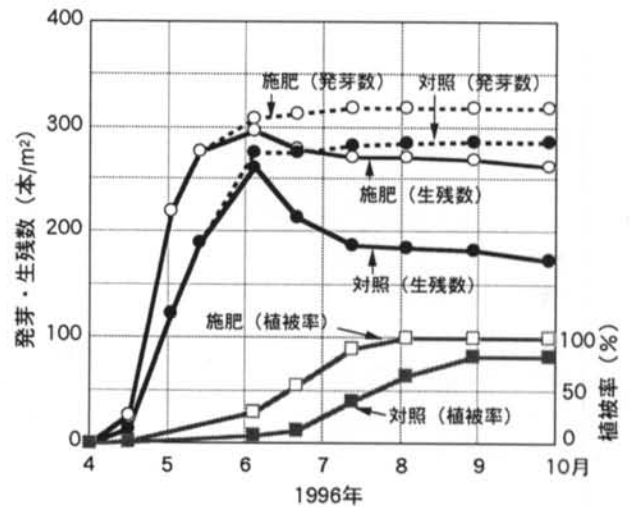


図-7 施肥区と対照区における発芽・生残数と植被率の推移(混交林)

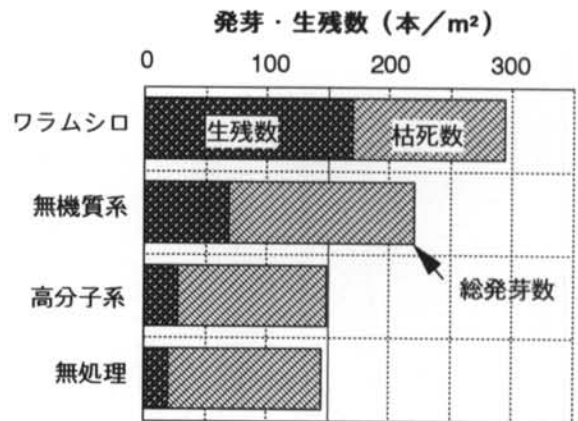


図-8 保湿処理別の発芽数と生残数(混交林)

くかったものと考えられる。他の研究例<sup>8)</sup>でも明確な傾向は得られていないが、撒き出し厚さを少なくすることは利用可能面積の拡大や施工方法の簡便化につながるため、場所の条件に応じた適切な撒き出し厚さについて今後検討する必要がある。

### 4.3 木本種の生残と初期成長

#### 4.3.1 木本種の生残

各樹林の表土を撒き出して得られた木本種は2年間で合計35種であった。この内、将来の主要構成種になると考えられる休眠型<sup>13)</sup>が小高木以上の主な木本種の1年目と2年目の生残数を図-9に示す。最も多いのはコウゾであるが、2年目にはほぼ3分の2まで減少しており、減少率は他の木本種に比べかなり高い。これに対して、他種では本数の変化が少なく、ヌルデ、アカマツなど2年目に増えた種もあった。稚樹の消失は、乾燥や凍上による倒伏など外的条件が主な原因と考えられるが、コウゾと同程度の樹高でも他種の生残率は高く、生残率が低いのはコウゾの種特性によるものと考えられる。

#### 4.3.2 木本種の成長

図-10に2年目秋における主要な木本種の樹高別の分布を示す。樹高成長が最も速いのはヤマハギであり、既に2m前後まで成長していた。次いでネムノキ、ヌルデ、イヌザンショウの順である。樹高が高い個体は1mを越え、樹高50cm以上の比率も23~29%と多い。また、コウゾ、クマノミズキ、キブシ、ケヤキ、シデ類が最大樹高50cm以上に達している。クマノミズキはほぼ70%が樹高30cm以上であるのに対して、コウゾは70%以上が30cm以下、アカマツやスギはほとんど30cm以下である。各樹種の初期成長は、ヤマハギ、ネムノキ、ヌルデのような先駆性植物の成長が良いが、クマノミズキ、ケヤキ、シデ類など二次的優占種と見なされる種も順調な生育が見られ、法面の安定と植生の正常な遷移が期待される。

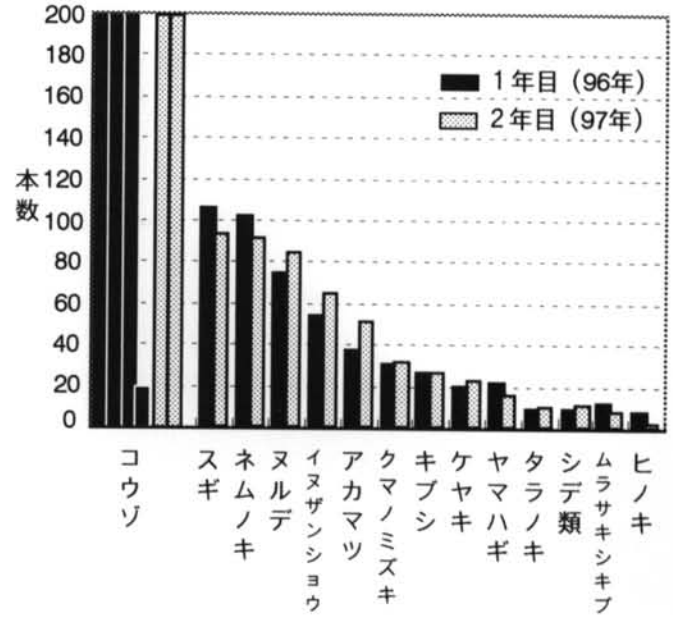


図-9 主な木本種の1年目と2年目の生残数

### 4.4 埋土種子から成立した植生の生態系における意義

写真-2に撒き出し後2年目(1997年6月)の埋土種子から成立した植生の例(法枠内)を示す。草本種や低木の中にはタチツボスミレやヤマハギ等1年目から開花するものもあり、生態系の復元に重要な多様な植生の早期回復に有用であると考えられた。図-11に埋土種子から生育・開花した主な植物の開花時期を示す。各々の花の咲く時期と期間は様々だが、3月から10月まで開花の連続性が保たれることが分かる。このことは生活史において連続的な花の餌資源を必要とする昆虫類のための生息環境の条件として重要である。また昆虫には特

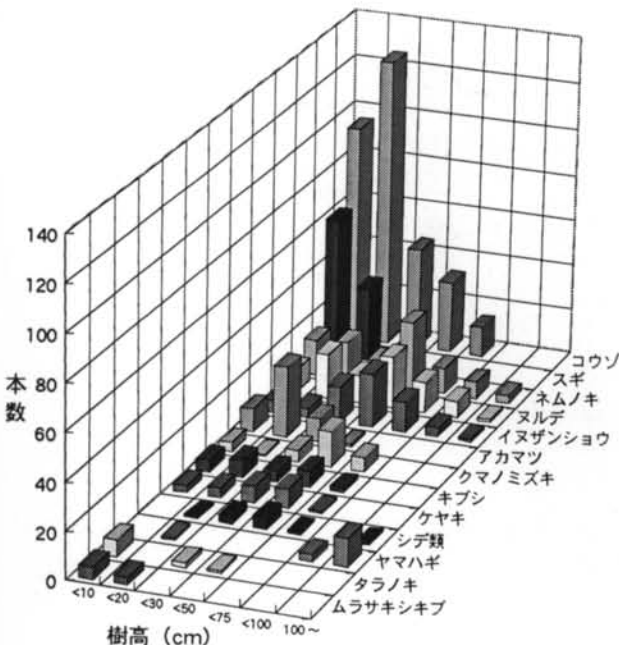


図-10 主要な木本種の樹高別分布



写真-2 撒き出し後2年目の成立植生例

定の花を必要とするものがあるが、季節に応じて多様な花が咲くことで、多様な昆虫類を生存させる可能性を高めることができる。更に花ばかりでなく、植物は昆虫の食草・食樹としても重要である。例えば、今回得られたタチツボスミレ等スミレ類はヒヨウモンチョウ族の、キジムシロはチャマダラセセリの食草であり、イヌザンショウはアゲハチョウの食樹である<sup>14)</sup>。また昆虫はポリネータ（花粉送粉者）としても重要であり<sup>15)</sup>、生態系の高次消費者にとっては貴重な餌資源ともなるため、その生息環境を提供することは生態系の多様性を増すことになる。このように生物多様性の確保のためには、植生の多様性が必要であり、埋土種子を用いることで多様な生態系を支える植生が形成されるものと考えられる。

種名	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
タチツボスミレ	■	■	■					
ジュウニヒトエ	■	■	■					
キジムシロ	■	■	■	■				
ニカイチゴ		■	■	■	■			
テリハノイハ			■	■	■	■		
ホタルノク			■	■	■	■		
オカラノ			■	■	■	■		
オマツヨイクサ			■	■	■	■		
ツクサ			■	■	■	■		
ウラジロイチゴ			■	■	■	■		
オキリソウ			■	■	■	■		
イヌザンショウ			■	■	■	■		
ツリカネニンジン			■	■	■	■		
オトコシ			■	■	■	■		
アキノナギサ			■	■	■	■		
ヤマハギ			■	■	■	■		
ヤクソウ			■	■	■	■		
タイササミ			■	■	■	■		

図-11 埋土種子から生育・開花した主な植物の開花時期

## § 5. おわりに

環境影響評価法の施行に伴い、今後は緑化においても生物多様性の確保及び自然環境の体系的保全を図ることが必要となってくる。それを実現する方法として、表土中の埋土種子を用いた緑化工法の開発を行っている。今回、緑化資源としての埋土種子ポテンシャル（発芽数、種数及び種組成）の採取場所による違い、埋土種子をより効果的に活用するために施肥、保湿処理、撒き出し厚さの効果について、また発芽した木本種の生残と成長及び成立した植生の生態系における意義について検討を行った。その結果、

1) 採取場所によって埋土種子からの発芽数と種数には差があり、採取場所の選択が重要なことが分かった。発芽数ではスギ林が最も多く、アカマツ林が最少であった。

アカマツ林表土以外からは、良好な木本群落造成の目安以上の成立本数が得られ、早期の樹林化が期待できるものと考えられた。また発芽種数でも最も多かったのはスギ林であり、最少はアカマツ林であった。

2) スギ林やアカマツ林の表土からは現存植生の優占種であるスギやアカマツが多く出現したが、オニグルミ林やコナラ林の表土からはそれらの実生は得られなかった。また各々の樹林の表土中には、現存植生には見られないコウゾやヌルデのような多くの先駆性植物の埋土種子が共通して含まれていることが分かった。

3) 施工時の処理として施肥やワラムシロによる被覆を行うことは、埋土種子から成立した実生の生残率の向上や成長に有効であることが分かった。撒き出し厚さによる違いには今回は明確な傾向は得られなかった。

4) 木本種で最も多く得られたコウゾは2年目には3分の2まで減少したが、他種の生残率は高かった。各樹種の初期成長は、ヤマハギ、ネムノキ、ヌルデなど先駆性植物の成長が良かったが、クマノミズキ、ケヤキ、シデ類など二次的優占種と見なされる種も順調な生育が見られ、法面の安定と植生の正常な遷移が期待された。

5) タチツボスミレ、ジュウニヒトエ、キジムシロなど多くの在来種が発芽し、開花・結実した。3月から10月までこれらの植物による開花の連続性が保たれており、また多様な花が咲くことで、生態系で重要な役割を果たしている多様な昆虫類を生存させる植生の形成が可能であると考えられた。

このように埋土種子を用いることで法面でも多様性に富んだ植生を早期に復元できることが分かった。埋土種子を用いた緑化工法を確立するためには、調査・評価から植生管理まで一連のプロセスの要素技術を確立し、システム化する必要がある。特に採取技術、撒き出し技術は本工法における省力化や確実性の点からも重要な技術であり、現在開発メンバーにより検討中である。

## 謝辞

本研究の実施にあたり、東京農工大学農学部亀山章教授の適切なご指導及び同大学寺田直紀氏、細木大輔氏には共同研究者として多大な協力を得た。また清水建設（株）土木東京支店東大月ニュータウン造成作業所及び自然生態系保全技術開発プロジェクトのメンバー各位からも多くの配慮と助力を得た。ここに記して深く感謝の意を表す。

<参考文献>

- 1) “2005年日本国際博覧会に係わる環境影響評価実施計画書に関する知事意見の提出について”, 環境庁, 1998.9.11
- 2) 岩橋基行, 米村惣太郎, 円満隆平, 小田信二, 甲田良二, 塚原成樹: “地域自然生態系保全”, 清水建設(株)第5回グリーンデイ事例集, 1996
- 3) 土質工学会編: “緑化・植栽工の基礎と応用”, 土質工学会, 1981
- 4) 那須守, 大藤進: “造成工事における伐採材のリサイクル”, 清水建設(株)土木クオーターリー, 1998
- 5) 沼田真, 林一六, 小村登志子, 大木薫: “遷移からみた埋土種子集団の解析1”, 日本生態学会誌, Vol.14, No.5, 1964
- 6) 中越信和: “冷温帯植物の初期個体群動態”, 種生物学研究 8, 1984
- 7) 梅原徹, 永野正弘, 麻生順子: “森林表土のまきだしによる先駆植生の回復法”, 緑化工技術, Vol.9, No.3, pp.1-8, 1983
- 8) 佐藤治雄, 堤 光, 森本幸裕, 瀧川幸伸: “森林表土播きだしによる荒地緑化に関する基礎研究”, ランドスケープ研究, Vol.62, No.5, pp.521-524, 1999
- 9) 米村惣太郎, 寺田直紀, 亀山章: “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会要旨集 28, pp.255-258, 1997
- 10) 山寺喜成: “自然環境を再生する緑の設計—斜面緑化の基礎とモデル設計—”, (社)農業土木事業協会, 1993
- 11) 亀山章: “高速道路法面の植生遷移について”, 応用植物社会学研究, Vol.11, 1982
- 12) 細木大輔: “埋土種子を用いた法面緑化の研究—施工条件と発芽・生育の関係—”, 東京農工大農学部卒論, 1998
- 13) 浅野貞夫, 桑原義晴編: “日本山野草・樹木生態図鑑”, 全国農村教育協会, 1990
- 14) 渡辺康之: “検索入門チヨウ①②”, 保育社, 1991
- 15) 鷲谷いづみ, 矢原徹一: “保全生態学入門—遺伝子から景観まで—”, 文一総合出版, 1996