

# 表土を用いた在来種による緑化 — 施工技術と事例 —

横塚 享<sup>1</sup>・森 康雄<sup>2</sup>

<sup>1</sup>博士（農学）株式会社熊谷組 土木事業本部（〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1）

<sup>2</sup>正会員 株式会社熊谷組 土木事業本部（〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1）

外来生物法（2006年6月施行）、生物多様性基本法（2008年7月施行）などの制定に象徴されるように、自然環境や生物多様性の保全、外来生物による被害の防止などが大きくクローズアップされている。国土の開発や治山・治水などの大規模な土木工事を施工するにあたっては、自然環境保全を優先して取り組むことが求められる。工事に伴う緑化においても例外ではなく、生態系の多様化・在来植生の保全には、これまで主体となっていた外来芝草や性質の強健な緑化植物の導入から、地域在来の植物を活用した緑化技術が不可欠であり、また、それらを実用化する技術の開発が求められている。

**キーワード：**表土、在来種、生物多様性、地域性系統緑化、リサイクル

## 1. はじめに

景観緑三法（2005年6月施行）、外来生物法（2006年6月施行）、生物多様性基本法（2008年7月施行）の制定に象徴されるように、自然環境や生物多様性の保全などが大きくクローズアップされ、社会的にも普及・啓蒙活動が活発であり環境保全意識の高揚が図られている。国土の開発や治山・治水などの大規模な建設工事を進めるにあたっては、これらの自然保護を最優先事項として取り組むことが求められる。

外来生物法は、特定外来生物による生態系や農林水産業への被害などを防止し、生物多様性の確保、農林水産業の健全な発展に寄与すること目的として制定されたが、この法律では、栽培・保管および運搬や輸入あるいは野外に植える・まくなどの行為を制限する外来生物として、特定外来生物リスト（表-1）を公表している。この中には12種の植物が指定され、さらに要注意外来生物リスト（緑化植物表-2）には、これまで緑化に使用してきた主要な草本類や木本類が含まれている。

一方、生物多様性基本法では、在来種による緑化を推進するという方針が示されている。

こういった状況の中で、建設工事に伴う緑化工においても例外ではなく、特に、大規模な裸地法面や荒廃地などの緑化対象地が出現する工事では、周辺

自然環境に及ぼす影響が大きいことから、その早急な対応が必要である。

表-1 特定外来種指定リスト

| 1次指定リスト<br>(2005年6月) | 2次指定リスト<br>(2006年2月) |
|----------------------|----------------------|
| 種 名                  | 種 名                  |
| ナガエツルノゲイトウ           | アゾラ・クリスタータ           |
| ブラジルチドメグサ            | オオフサモ                |
| ミズヒマワリ               | ボタンウキクサ              |
|                      | オオカワヂシャ              |
|                      | スパルティナ・アングリカ         |
|                      | オオキンケイギク             |
|                      | オオハングンソウ             |
|                      | アレチウリ                |
|                      | ナルトサワギク              |

（網掛け：緑化使用実績が確認された植物）

在来植生や生態系の多様化には、これまで主体となっていた外来種や性質の強健な緑化植物の導入から、地域在来の植物を活用した緑化手法が不可欠とされる。このため、工事に伴い発生する裸地法面や荒廃地などには、現地自生の植物種子の採り播きや現地発生表土を利用し外部からの種子を配合しない緑化技術の開発・実用化を推進するとともに、これまでの外来芝草や外国産の在来種といわれる種子の導入を抑制し、生物多様性や地域自生の植物群落の

復元に配慮した緑化を実施することが必要である。

表-2 要注意外来生物リスト（緑化植物）

| 種 名       | 別名・備考       |
|-----------|-------------|
| イタチハギ     |             |
| ギンネム      |             |
| ハリエンジュ    | ニセアカシア      |
| トウネズミモチ   |             |
| ハイイロヨモギ   |             |
| シナダレスズメガヤ | ウィーピングラブグラス |
| オニウシノケグサ  | トールフェスク     |
| カモガヤ      | オーチャードグラス   |
| シバムギ      | レッドトップ      |
| ネズミムギ     | イタリアンライグラス  |
| キシウスズメノヒエ |             |
| オオアワガエリ   | チモシー        |

## 2. 在来種による緑化の現状

在来種による緑化の手法は、表-3 に示すように様々な手法が提案されている<sup>1)</sup>。

表-3 生物多様性に配慮した緑化工法等のタイプ

（平成 17年度「外来生物による被害の防止等に配慮した緑化植物取り扱い方針検討調査報告書」より抜粋）

| 工法のタイプ         |                    | 備 考                                                                                                                       |
|----------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 森林表土を用いる工法     | 森林表土を植生基材に混ぜて用いる工法 | 埋土種子からの発芽や周辺樹林からの種子の侵入等で、既存の森林の木本構成種からなる植生を成立させる効果がある。周辺環境において外来草本種が優占している立地の場合は、種子が飛来して定着することで、目標とする植生になるまで時間を要する問題点がある。 |
|                | 森林表土を移植する工法        | 生態系回復、早期緑化が求められる場合は、有効であるが、コストが最も高い問題点がある。                                                                                |
| 在来種（郷土種）を用いる工法 |                    | ポット苗を用いれば、早期緑化は比較的可能であるが、郷土種の種子の採取、苗木の生産等の問題点がある。                                                                         |
| 種子を用いない工法      |                    | 侵食防止、施工可能範囲等の法面の防災面から見た機能は有効であるが、早期緑化が求められる場合は、適用不可能                                                                      |

苗木による植栽・種子の採取などは流通や保存に難があり、表土の利用は表土の確保や施工が困難でありコストの増加につながるとされている。また、種子を用いない待ち受け工法では、在来の飛来種子の定着に時間がかかることによる生育基盤の劣化・衰退や性質の強健な外来種の侵入を招くことが問題視されている。いずれの手法も現時点では、多くの課題を抱えており、今後の技術開発が期待されている。また、一方では、利用する表土の不足のために建設用地外の未改変地から森林表土を採取することや、山取苗木の無計画な乱獲により植生環境を破壊するなどの問題点が指摘されている。

## 3. 表土利用による在来種緑化

### (1) 表土利用技術の課題

表土利用技術は、表土に含まれる埋土種子・根茎などからの発芽・成立により植生の再生を図る手法であり、大規模法面の施工や急傾斜面・無土壌地法面などにおいては、植栽や表土移植手法に比較して、その実現性が高いと言われているが、コストや材料（表土）調達などに課題があるとされる。

また、これまで法面緑化において、最も一般的な技術であるモルタルガンを用いた圧送方式による厚層基材吹付工は、植生に適したとされる粘性土を含む土壌を生育基盤材料として吹付けることが困難であり、主に有機物からなるバーク堆肥やピートモスなどを材料として使用してきた。特に表土は、粘性土を含み枝葉や根茎などの夾雑物を多く含む土壌であることから、従来の圧送方式での施工は困難であり、コスト高騰の大きな要因であった。

このため表土利用技術は、①表土の採取コストの低減、②簡易な方法による表土の採取と必要量の確保、また、施工面では、③夾雑物や粘性土を含む材料の施工が効率的に行えること、などの課題の解決が必要となる。

### (2) 表土を利用した緑化技術の実用化

これらの表土利用技術に関する前述の課題に対し、①撒きだし方式による生育基盤の造成手法（高速ベルトコンベア方式）  
②ポンプ搬送とブロアー搬送を組み合わせた方式による生育基盤の造成手法（ポンプ・ブロアー方式）

による施工システムを実用化した。

これらの施工システムにより、粘性土や根茎・腐植した枝葉などの大きな夾雑物を含む土壌を生育基盤材料として利用することができ、現地表土を利用した在来種による緑化達成に貢献できるとともに、以下の特長を有している。

①現地発生土と表土を混合して用いることで表土の採取量を抑制でき、コストの低減が可能である。

表土を含む現地発生土はバックホウなどで土工事と併行して採取ができ効率的である。また、残土や泥土・浚渫土なども生育基盤材料として表土と混合して使用できる。



写真-1 バックホウによる表土を含む現地発生土の採取  
(建設残土・真土などと表土の混合土の利用が可能)

②無機質の土壌（表土・粘性土などの現地発生土）を材料として使うことで、植生に適した状態で長期的に劣化・衰退しない安定した生育基盤の造成が可能である。

従来の緑化工法の有機物だけで作られた生育基盤のように長期的に劣化・消滅することなく永続性に優れる。

③現地発生土（表土）を利用することにより、現地自生の在来植生を復元し生態系の保全と植生の多様化に貢献する。

④団粒構造を有する植生に適した生育基盤が造成でき、降雨などに対する耐侵食性が向上する。

⑤廃棄物を有効利用し、現場からの廃棄物の発生量を抑制できるとともに、処分費・運搬費などのコスト低減が図れる。

また、表土を用いた施工システムの実用化による施工の効率化と大規模工事における経済性の向上を図ることができる。

#### 4. 表土を利用した施工技術の実用化

##### (1) 高速ベルトコンベア方式による生育基盤の造成

生育基盤材料を高速ベルトコンベアを用いた撒きだし装置により法面に撒きだし生育基盤を造成する手法である。撒きだし装置は現場で汎用の油圧ショベルをベースマシンとし、大きなチップ材や現地発生表土など、従来の吹付方式（圧縮空気、ポンプなど）では施工が困難な生育基盤材料を定量的に効率よく撒きだすことができる。写真-2 に施工状況、図-1 に施工フロー図を示す。開発した高速ベルトコンベア撒きだし装置は、伐採木を粉碎したチップ材（最大長さ 20cm 程度）と表土を含む現地発生土を生育基盤の材料としてリサイクルするとともに、表土に含まれる種子や根茎により、在来植生を復元し、生態系の保全と植生の多様化を可能にした緑化技術である。



写真-2 撒きだし方式による生育基盤の造成

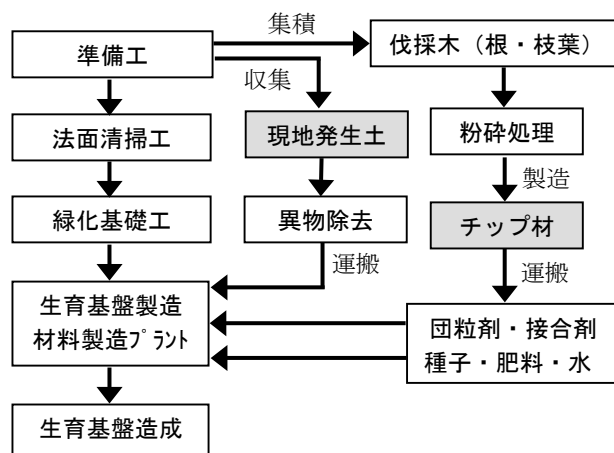


図-1 表土を利用した緑化技術の施工フロー概略

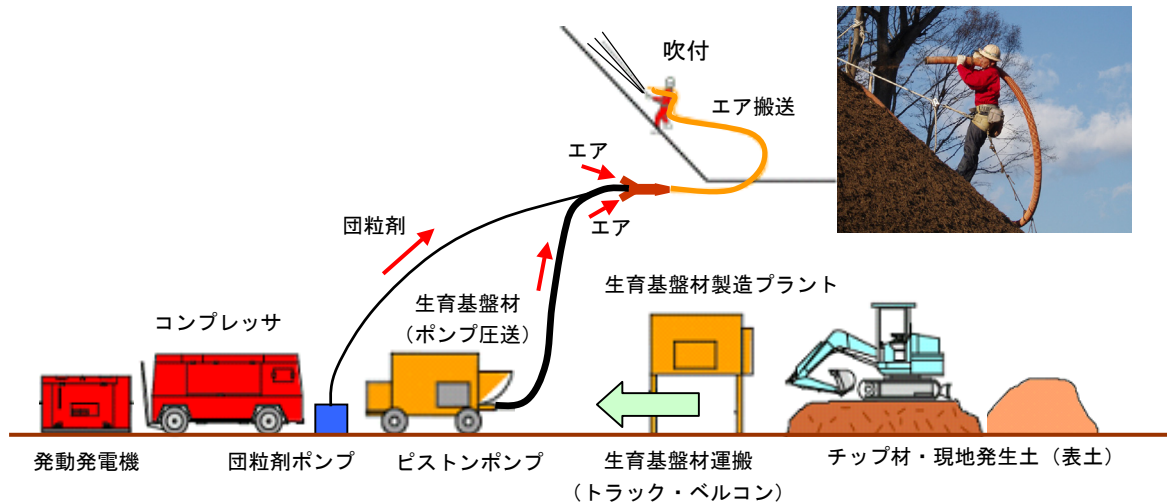


図-2 ポンプ・ブローア方式の施工概要

## (2) ポンプ・ブローア方式による生育基盤の造成

ポンプ・ブローア方式は、チップ材（生チップ材）と現地発生表土を含む泥状の生育基盤材料を緑化対象法面下部までピストンポンプにより搬送し、専用の攪拌管内に圧縮空気を送り込み同時に団粒剤を添加して攪拌し、団粒構造を有する土壤に改良し法面に吹付ける。吹付られた生育基盤は団粒構造を有し、耐侵食性が高くしかも大小の多くの空隙を持ち植生に適した保水・保肥性と排水性に優れた生育基盤となる。

高速ベルトコンベア式撒きだし方式は、法面1段（法長10m程度）ごとの施工を行ってきたが、ポンプ・ブローア方式では法長10mを越える法面や、緑化対象法面へ施工機械の配置が困難な場所での施工を可能にした。表土を利用したポンプ・ブローア方式は以下に示す特長を有している。

- ①ポンプ圧送エア併用吹付方式を採用することにより生育基盤材料の連続・定量吹付が可能である。
- ②高所多段法面への一括施工や重機などの施工機械が配置できないところでの施工が可能である。既設のモルタル吹付法面や法枠内の緑化など広範囲な条件の法面に適用できる。

が優占する植生、2～3年目からは多年生草本が優占する植生、3～4年目から先駆性のある低木類などが優占する植生に遷移していくことが一般的である。

施工後2年6ヶ月経過した時点では、在来種のススキなどが生育しているものの、セイタカアワダチソウに代表される外来草本類が植比率で10%程度占有していることが確認された。これらの外来草本は、表土採取地周辺において生育が確認されており、表土の中に含まれていたものと思われる。木本類については、ハンノキなどの先駆的な樹種が生育している（写真-3）。



写真-3 植生状況（施工後2年6ヶ月）

## 5. 施工事例

### (1) 表土を利用した緑化（種子無配合）事例

外部から種子を導入しないで現地発生表土を用いた種子無配合の法面緑化の事例である。

種子無配合による緑化は、1～2年目は一年生草本

施工後5年6ヶ月の調査では、施工後2年の調査時に確認された外来草本類はほとんど消滅して、草本類のススキ、木本類のウツギ・ヤシヤブシなどの在来種が優先してきている。その他、草本類では未同定を含めると30種程度、木本類では15種程度の植物種が確認され、多種多様の在来種が優先する植物群

落が成立し、当初の緑化目標が達成されつつあると思われる（表-4）。



写真-4 植生状況（施工後5年6ヶ月）

表-4 施工後5年6ヶ月における主要成立植物種

| 植物種類 |         | 被度 | 本数<br>(本/㎡) | 生育高<br>(cm) |
|------|---------|----|-------------|-------------|
| 草本   | ススキ     | 3  | 2           | 150～200     |
|      | スゲ      | 2  | 2           | 30～50       |
|      | アカソ     | +  | 1以下         | 40          |
|      | イシミカワ   | +  | 〃           | つる性         |
|      | イタドリ    | +  | 〃           | 80～120      |
|      | ウド      | +  | 〃           | 80～150      |
|      | オカトラノオ  | +  | 〃           | 50～80       |
|      | オトコエシ   | +  | 〃           | 60～80       |
|      | カナムグラ   | +  | 〃           | つる性         |
|      | キジムシロ   | +  | 〃           | つる性         |
|      | クラマゴケ   | +  | 〃           | 5           |
|      | チチミザサ   | +  | 〃           | 30          |
|      | チドメグサ   | +  | 〃           | 5～10        |
|      | ツルマメ    | +  | 〃           | つる性         |
|      | ツユクサ    | +  | 〃           | 地被          |
|      | ノブドウ    | +  | 〃           | つる性         |
|      | ヒヨドリバナ  | +  | 〃           | 80          |
|      | ベニシダ    | +  | 〃           | 20          |
|      | ボタンヅル   | +  | 〃           | つる性         |
|      | ヤマノイモ   | +  | 〃           | つる性         |
| 木本   | ヤシヤブシ   | 2  | 1以下         | 200～500     |
|      | ウツギ     | 1  | 〃           | 100～150     |
|      | ヤマハンノキ  | 1  | 〃           | 100～150     |
|      | ニシキウツギ  | 1  | 〃           | 100～200     |
|      | フジベニウツギ | 1  | 〃           | 100～200     |
|      | モミジイチゴ  | 1  | 〃           | 100～150     |
|      | アカメガシワ  | +  | 〃           | 150         |
|      | コウゾ     | +  | 〃           | 150         |
|      | サンショ    | +  | 〃           | 50～80       |
|      | タチヤナギ   | +  | 〃           | 150         |
|      | タマアジサイ  | +  | 〃           | 100         |
|      | タラノキ    | +  | 〃           | 300         |
|      | ヌルデ     | +  | 〃           | 150～300     |

## (2) 種子の採播きと表土利用緑化事例

現地発生土を生育基盤材料として利用するとともに、現地自生の植物の種子を採り播きした施工事例である。

表-5 に種子配合を示す<sup>3)</sup>。

表-5 種子配合

| 使用種子       | 発生期待本数<br>本/㎡ | 採取地      |
|------------|---------------|----------|
| バヒアグラス     | 130           | (流通種子購入) |
| トールフェスク    | 175           | 〃        |
| メドハギ       | 125           | 〃        |
| ヤマハギ       | 60            | 〃        |
| ゲットウ       | (適宜)          | 施工地周辺で採取 |
| オキナワシャリンバイ | 50            | 〃        |
| フヨウ        | 50            | 〃        |
| ヒラミレモン     | 50            | 〃        |
| ハゼノキ       | 50            | 〃        |
| センダン       | 50            | 〃        |
| ホルトノキ      | 50            | 〃        |
| アカギ        | 50            | 〃        |

写真-5（施工後1年3ヶ月）、写真-6（施工後2年6ヶ月）および写真-7（施工後5年3ヶ月）に経過時間による植生状況の推移を示した。

導入した植物のうち購入種であるハギ類のヤマハギ・メドハギおよびトールフェスクの発芽・生育は当初よりほとんど観察されない。法面全体にわずかに発芽・生育が見られる程度である。



写真-5 施工後1年3ヶ月植生状況

バヒアグラスについては、施工後1年3ヶ月の調査では比較的優勢に生育していたものの、施工後2年6ヶ月後以降の調査では衰退傾向が顕著である。これは、センダン・ハゼノキ・フヨウなどの導入木本類、さらに侵入草本類であるススキなどの旺盛な生育により被圧されてきたものと思われる。

施工初期の緑の確保を目的として導入したこれらの外来草類・先駆植物は、植生の推移に伴い伴い衰

退してきており、また、周辺地域への拡散も観察されていない。



写真-6 施工後2年6ヶ月植生状況

施工後5年3ヶ月を経過した時点では高木のセンダン・ハゼノキなどは2.0mを超すまでに成長している。中木であるフヨウについても、1.5mを超すまでに生長しており良好な状況にあると判断される。アカギ・ホルトノキについては導入木本の中では生育が遅れているものの、1.0m程度まで生育していることが観察された。また、アカギ・ホルトノキ・フヨウは施工後数年経過した後に発芽してきたと思われるが、5年3ヶ月後の調査において20cmに満たない個体も見られる。



写真-7 施工後5年3ヶ月植生状況

侵入種は、埋土種子あるいは飛来種子からの発芽・成立と推測されるが、草本類ではススキが主体に生育している。施工後3年頃まで優勢に生育していたシロバナセンダングサは導入木本種やススキが生長するに従い衰退傾向にある。また、木本類ではタイワンハンノキが旺盛に生育している。生育位置から施工地の周辺部から侵入してきたものと思われ

るが、施工後2年6ヶ月の調査時から急激に目立つようになり、施工後5年3ヶ月を経過した時点では、根元直径は15cmを超える個体があり生育高は7mにも達することが観察されており、今後、在来種の脅威となることが予想される。

## 6. おわりに

表土を利用した種子無配合の緑化手法による植生状況や緑化の評価は、長期間の追跡調査・植生推移の観察により判断することが必要である。

本文での施工事例報告に示したように、施工後5年程度を経過した時点で植生が順調に推移するなど良好な結果が得られており、表土利用による緑化は、地域植生の保存・再生、生物多様性の保全に有効な一つの手法になり得ると考えられる。

表土を用いた在来種による植生復元の手法は、その施工の容易さや経済性に優れていることから注目されてきた手法であるが、反面、表土に含まれる埋土種子の種類や種子の量が把握できないこと、種子の品質が不明であることなどが課題としてあげられる。また、周辺にすでに生育している外来種がある場合には、それらの種子も含まれている可能性も否定できない。

在来種による緑化技術は、地域による「在来種」に関する見解の相違や「外来種」をどこまで抑制するかなど、まだ多くの課題が残されており、今後の議論や調査研究・技術開発が必要な分野であると思われる。

また、法面の緑化は、その面積が広大なことや経済性の観点から、緑化施工後は一般的に維持管理を実施しないことが多い。在来種による緑化を計画する場合には、性質の強健な外来種や侵入植物に対する維持管理技術や経済性の検討も必要と考える。

## 参考文献

- 1) 環境省自然環境局他、平成17年度外来生物による被害の防止等に配慮した緑化植物取扱方針検討調査 報告書、国土計画局公開文書、2006。
- 2) 安里 隆・友利昌俊・横塚 享（2005）現地採取種子を用いたリサイクル工法による緑化、日本緑化工学会誌 31(1)：115-118