

ネッコチップ工法

表土による自然植生の復元と伐採木リサイクルを可能とする法面緑化技術

なぜ、自然復元と伐採木リサイクルが同時に可能なのか

■伐採木のリサイクル 現地発生土と伐採木の生チップ材を生育基盤材料として利用
団粒構造を有する生育基盤と生チップ材の絡み合いによる補強効果

■自然復元 表土を含む掘削土・盛土に転用できない剥ぎ取り表土の利用

表土に含まれる自生種の種子による自然復元
(施工事例 ①②)

現地の土壌環境を再現することによる周辺自
生種の侵入定着 (施工事例 ③)

栽培ノウハウのない貴重な自生種の山採種子
による播種緑化 (施工事例 ④)



施工費は従来の厚層基材吹付工と同等

ネッコチップ工法の施工費 (標準厚さ7cm) は、従来の厚層基材吹付工 (生育基盤厚さ5cm) と同等程度であり、経済的な施工で自然復元・伐採木リサイクルが実現できます。

ネッコチップ工法の特徴

ネッコチップ工法は、生育基盤材料の特性より、様々な特徴が生まれます。

■外来生物法と建設リサイクル法に同時対応

表土に含まれる自生種による自然復元と伐採木のリサイクル利用を同時に行い、自然環境の保全と資源の有効利用を現地の発生材で実施できるため、環境対応性が極めて高い。

■表土の現実的な活用

現地にある表土を含む掘削土・盛土転用できない剥ぎ取り表土を活用することで、表土採取コスト縮減や表土採取用地の縮小が図れるため実現性が極めて高い。

■伐採木の有効利用

現地で発生した伐採木を現地で破砕し、針状に1次破砕した生チップをそのまますぐに利用することが可能なため、伐採木のリサイクルが安価で実現性が高い。

■無機系生育基盤で長期耐久が向上

生育基盤の半分が土で構成されるため、パーク堆肥など有機物を多量に含む生育基盤と異なり、長期耐久性が向上する。なお、自然復元は時間を要するため、生育基盤の安定は必須条件である。

■自然復元の様々な手法に対応可能

団粒化させた現地の土を使用するため、現地の土壌環境を再現できる。自然復元の方法として積極的な表土活用の他に、飛来種子の待ち受けや貴重な自生種種子の播種にも最適である。

お問い合わせ先 ネットコチップ研究会
<http://www.fa-tec.co.jp/nekkochip/>
東京都新宿区津久戸町2番1号 〒162-8557
TEL. 03-3235-6269 FAX. 03-5261-9066

ネッコチップ工法

表土による自然植生の復元と伐採木リサイクルを可能とする法面緑化技術

表土による自然復元の流れ

種子を配合せず表土に含まれる自生植物の種子のみにより、法面緑化を実施します。

ネッコチップ工法の施工



表土を含む掘削土
を生育基盤材料と
して使用します。



表土の採取

表土に含まれる植物の種子や根茎のみで、
法面緑化を実施 (種子無配合)



2年経過



周辺自生の草本群落の形成

- 多様な自生植物が生育 30種以上
- 自然の植生遷移と同様
1年草・多年草主体の草地形成
- 生育基盤の異状なし
植物生育の土壌として機能維持



5年経過



周辺自生の低木樹林の形成

- 低木樹林の形成 60種以上
先駆性樹木・ウツギ類など
- 周辺の山林縁と同様の景観
- 自然の植生遷移と同様
時間経過に伴い樹林へと推移
- 生育基盤：良好に維持

ネッコチップ工法施工事例 ①

(掘削表土による無播種緑化：多種多様な自生植物による自然植生の復元)

工事名	平成 14 年 富士山足取川渓流保全工事
発注者	国土交通省 中部地方整備局 富士砂防事務所
施工年月	平成 15 年 3 月
施工場所	静岡県 富士宮市 足取川
施工条件	・勾配 1:1.0 ・地質 軟岩 ・方位 東向き
施工面積	7cm厚さ：1,200㎡
対策工法	ネッコチップ工法（一次破砕した伐採木のチップ材・表土を含む 50 cm 深度の掘削土）
植物導入法	導入植物無し（表土に含まれる自然種子の発芽・生育のみによる自然復元を行う）

当工事は、静岡県富士宮市を流れる足取川の砂防工事の一環で、護岸改修により生じた法面の緑化を目的に実施されました。近隣に白糸の滝など観光名所があり、自然豊かな富士山麓に位置するため、自然景観や環境への配慮に重点がおかれています。今回施工の重要なポイントは、

- 工事に伴い発生する伐採木のリサイクルによる省資源化など施工時の環境負荷低減
- 表土を活用し自生する多様な植物を法面へ復元する生物多様性の保全（表土の活用）

◇現地発生土の代わりに工事初期で行う表土剥ぎで発生した表土を含む掘削土を使用

- ①表土を含む掘削土は、地域で自生する植物の種子が含まれている。
- ②現地の土であるため、植生基盤材と異なり、周辺山林の表土に近い土壌環境を再現できる。

◇現地の自生する植物による植生を目的として、種子を一切混入しない緑化手法を採用

- ①生物多様性の保全を図るため、表土に含まれる周辺に自生する植物の種子の発芽・生育を図る。
- ②周辺からの自生植物の侵入により植生復元を図る。

これらの課題を同時に克服できる技術として、ネッコチップ工法が採用されました。

■法面で生育する多種多様な植物

木本植物の樹林が構成されており、3mを超えるまで生長したヤシャブシ・ヌルデ・タラノキ、低木のウツギ類・クマイチゴ・モミジイチゴが優占しています。草本植物は、スゲが地面付近を覆うように多数生育しており、点在して生育する大半が山縁に自生する多年草が主体です。草本植物 26 種・木本植物 14 種が同定され、未同定の植物を含めて 60 種程度の植物が確認され、生物多様性に富んだ群落を形成しています。

表 法面で生育する植物種類

草本植物	ススキ・スゲ・アカソ・イシミカワ・イタドリ・ウド・オカトラノオ・オトコエシ・カナムグラ・キジムシロ・クラマゴケ・タケニグサ・チチミザサ・チドメグサ・ツルマメ・ツユクサ・ドクダミ・ノブドウ・ハコベ・ヒメジオン・ヒヨドリバナ・ベニシダ・ポタンツル・マツヨイクサ・ヤマノイモ・ヨウシュヤマゴボウ
木本植物	ヤシャブシ・ウツギ・クマイチゴ・ニシキウツギ・フジベニウツギ・モミジイチゴ・アカメガシワ・コウゾ・サンショ・タチヤナギ・タマアジサイ・タラノキ・ヌルデ・ネムノキ

法面で生育する植物



生育状況

■法面の現状（平成 20 年 8 月時点：施工後 5 年）



ヤシャブシ・ヌルデ・タラノキの樹林



ススキとウツギ類の混在した低木群落

現在、法面の樹林化が進み、その他の場所でも低木類が優占する植生で、景観的に樹林であると判断されます。木本・草本植物ともに周辺の山林や山縁に自生する植物が大半を占め、植物種類が非常に多いことが特徴としてあげられます。樹林を主に構成しているヤシャブシ・タラノキ・ヌルデは、一般的な山林の崩落地などで初期に侵入生育する先駆性植物であり、自然の植生遷移と同様の形態で法面緑化が進み変化している証拠です。また、低木のウツギ類が多数生育する状況は、周辺の山林縁の植生と同じ特徴で、植物群落の構成が周辺山林と類似していることを示しています。

現在の法面の植生状況から、5 年程度の期間で、周辺植物群落の構成と類似の植物種類が優占する植物群落を形成し、景観的にも周辺と馴染みよい樹林を達成した良好な状況と判断されます。なお、さらに植生遷移が進行するにつれ、今後は高木林へ変化していくものと予想されます。

■法面で生育するウツギ類



ネットコチップ工法施工事例 ②

(掘削表土による無播種緑化：多種多様な自生植物による自然植生の復元)

ダム名	大山ダム
発注者	独立行政法人 水資源機構
施工年月	平成20年2月
施工場所	大分県日田市大山町
施工条件	・勾配 1:0.6 ・地質 軟岩・礫混じり土 ・方位 西向き
施工面積	7cm厚さ：1,250㎡
対策工法	ネットコチップ工法（一次破碎した伐採木のチップ材・表土を含む50cm深度の掘削土）
植物導入法	導入植物なし（表土に含まれる自生植物種子の発芽・生育のみによる自然復元を行う）

大分県日田市南部を流れる赤石川に建設中の大山ダム工事用道路法面で実施した法面緑化工事です。無播種で表土の利用を行い、周辺地域で自生する植物により自然復元を図ることを目的としています。表土利用の傾向は、外来生物法の施行を契機として、周辺地域で自生する植物を積極的に導入する**生物多様性に配慮する法面緑化**がニーズとして高まったためです。生物多様性に配慮する法面緑化は、大別して下に示します3つの手法が提案されています。特に、③が採用されるケースが多く、表土に含まれる自生植物の種子の発芽・生育により積極的に自然植生を回復しつつ、長期的には周辺に生育する高木樹種の侵入を待つ緑化方法です。

緑化の経緯

今回施工の重要なポイントは、

生物多様性に配慮する法面緑化

- ①周辺地域に自生する植物より種子を採取して播種する手法
- ②播種を行わず周辺からの植物の侵入を待ち受ける手法
- ③現地表土を活用し表土に含まれる種子で緑化を行う手法

■現地発生土に表土を加えた表土を含む掘削土を使用

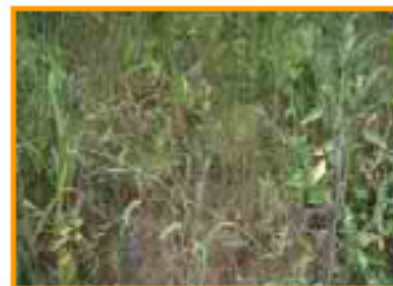
- ①表土に地域で自生する植物の種子が含まれる。
- ②周辺自然林の表土に近い土壌環境を生育基盤として再現できる。

■生育基盤材に種子を一切混入しない緑化手法の採用

- ①緑化目標である**生物多様性に配慮した緑化**の実現。
- ②表土に含まれる周辺植物の種子の発芽・生育や周辺からの自生植物の侵入を図る。

■法面で生育する植物（平成20年8月時点：施工後6ヶ月）

草本植物による群落構成されており、エノコログサ・オオアレチノギク・オオイヌタデ・シロザ・ヨモギが優占しています。植物の生育本数が1㎡当り30本程度確認される状況です。なお、木本植物の先駆性樹種であるヌルデの発芽・生育が点在するように確認されました。



エノコログサ・シロザ



オオイヌタデ



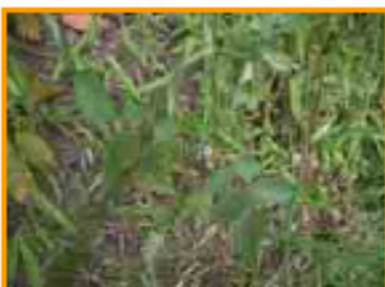
キジムシロ



スゲ



タケニグサ



ヌルデ

法面で生育する植物

生育状況

■法面の現状（平成20年8月時点：施工後6ヶ月）



全景（左側より）



全景（右側より）



エノコログサ・オオアレチノギク・オオイヌタデ・シロザ・ヨモギなどが優占する草本群落

表 法面で生育する植物種類

草本植物	エノコログサ・オオアレチノギク・オオイヌタデ・シロザ・ヨモギ・オオマツヨイクサ・アザミ・イヌタデ・オオニガナ・オオバコ・カラムシ・キジムシロ・コゴメカヤツリ・シソ・シロクローバー・シロネ・スイバ・スゲ・セイトカアワダチソウ・タケニグサ・ツクサ・ヌカキビ・ハコベ・ヒメジオン・ヒメムカシヨモギ・メヒシバ・ヤマゴボウ
木本植物	ヌルデ

施工後半年程度を経過した無播種の表土利用緑化としては、法面の全体が緑で覆われた状態で個体数も多く、良好な状態です。生育する植物は、周辺の路傍・田畑や山縁に自生する種類が確認され、周辺地域に見られるような草地と同様の植生です。優先する植物の多くは一年草で、多年草も確認されます。先駆性の木本植物の発芽も若干が確認されます。生育する植物種類が30種類程度と多様であり、生物の多様性に富んだ草本群落と評価できます。

無播種で表土利用を行う法面緑化では、従来の外来草本などの播種による急速緑化と異なり、施工時期や気象条件により、法面が植物で覆われるまで1年以上必要となるケースも多くあることを考えると、非常に良好な結果であると考えています。なお、無播種による表土利用は、1～2年目程度は一年性草本が優占する植生、2～3年目程度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、遷移しているものが一般的です。対象法面の1年目の現状は、遷移の始まりとして良好なスタートであると判断されます。

ネットコチップ工法施工事例 ③

(掘削表土による無播種緑化：周辺自然林からの侵入による樹林復元)

工事名	平成15年度・平成16年度 岩内洞爺線凍雪害防止工事(蘭越地区)
発注者	北海道 小樽土木現業所
施工年月	平成15年11月・平成16年11月
施工場所	北海道磯谷郡蘭越町字湯の里
施工条件	・勾配 1:1.0 ・地質 軟岩・礫混じり土砂 ・方位 西向き
施工面積	(平成15年度:7cm厚さ:1,490㎡) (平成16年度:7cm厚さ:6,500㎡)
対策工法	ネットコチップ工法(一次破砕した伐採木のチップ材・表土を含む50cm深度の掘削土)
植物導入法	導入植物無し(表土に含まれる自然種子の発芽・生育のみによる自然復元を行う)

緑化の経緯

当該地は、ニセコ連峰の子セヌプリの麓に位置し自然豊かな観光場所として知られており、工事を行った道路がニセコパノラマラインと呼ばれ、美しい自然の中を走るドライブコースとして有名です。付近には、温泉が湧き出す大湯沼などの温泉観光施設もあります。

今回施工の法面緑化における重要ポイントは、

- 工事で発生する伐採木をチップ化し利用することで伐採木をリサイクルし、環境負荷の低減を図る
- 周辺植生に配慮した法面緑化の推進(周辺自然植生との調和)

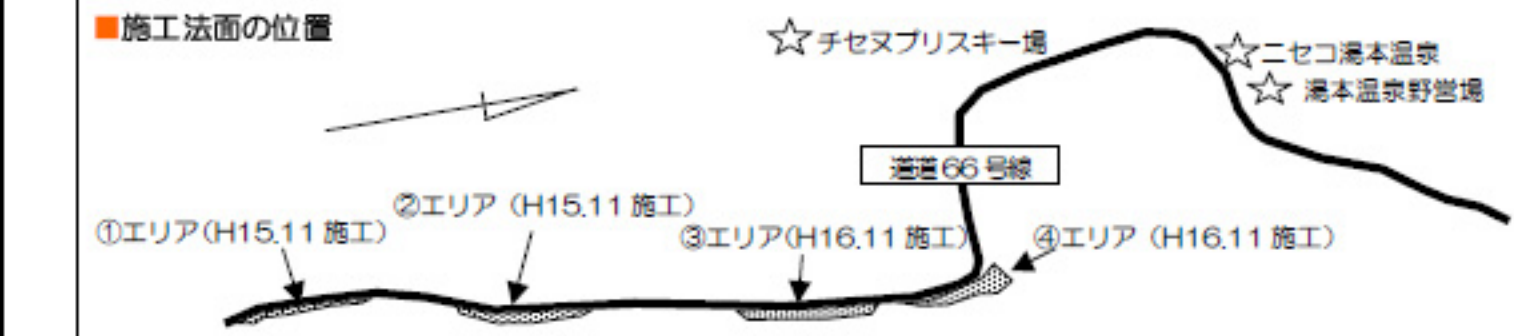
◇工事初期で行う表土剥ぎで発生した表土を含む掘削土を使用

- ①表土を含む掘削土は、地域で自生する植物の種子が含まれている。
- ②現地の土であるため、植生基盤材と異なり、周辺山林の表土に近い土壌環境を再現できる。
- ③周辺からの植物の侵入が容易になる。

◇現地の自生する植物による植生を目的として、種子を一切混入しない緑化手法を採用

- ①生物多様性の保全を図るため、表土に含まれる周辺に自生する植物の種子の発芽・生育を図る。
- ②周辺からの自生植物の侵入により植生復元を図る。

これらの課題を同時に克服できる技術として、**ネットコチップ工法**が採用されました。



法面で生育する植物

■周辺自然林からの樹木の侵入状況(ミズナラ・シラカバ)

周辺自然林より、侵入定着したシラカバなどの幼木が多数確認されます。法面の周囲をシラカバ・ダケカンバが優先する自然林に覆われており、法面上部にある自然林から、種子が落下・定着し、発芽・生育したと判断されます。この理由として、経過年数に関係なく、同種の樹木の生育高が全て2~3年生の幼木であり、種子の結実が稔性よく豊作となった年に、落下した種子が定着・発芽したと考えられます。また、ミズナラの例では、以下の写真に示すように、親木の直下の法面部分で、大量に幼木の生育が確認されていることから判断されます。



生育状況

■法面の全景(平成20年7月時点:施工後4~5年)



全ての法面が8割以上植物で覆われた状況で、周辺で自生する植物30種類程度を中心として、多様性に富んだ植物群落を形成し、周辺景観・植生に調和した良好な状態です。現在、草本類が優先している群落・景観を形成していますが、草本類の間に大量のシラカバなどを中心とした周辺の自然林より侵入定着した樹木の幼木が生育しています。生育基盤が在来種(自生種)の生育に適した環境で保持され、植物の土壌として十分に機能しており、樹木の生育に伴い周辺自然林と同様の群落へ遷移していくものと予想されます。以上のことから、緑化目標である**周辺自然植生との調和**を達成できていることが確認できました。

■生育する樹木(法面に侵入定着した樹木の事例)

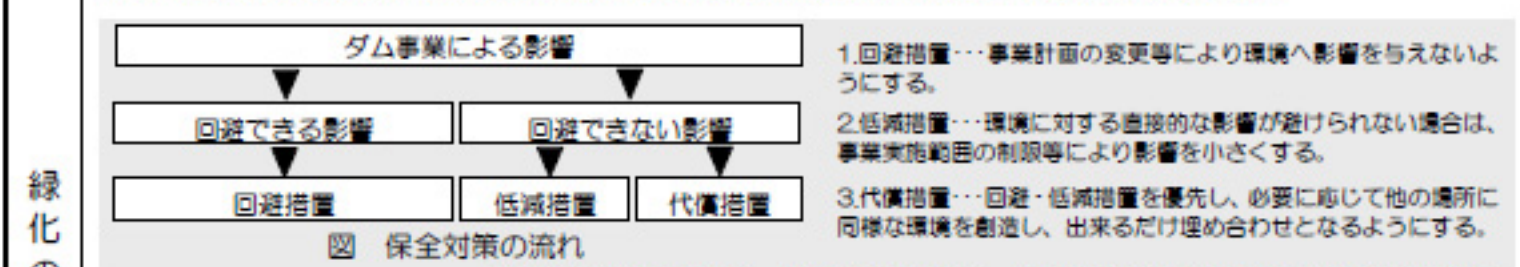


ネットチップ工法施工事例 ④

(在来木本樹種の樹林早期回復：在来種(郷土種)の種子を用いた緑化)

ダム名	羽地ダム
発注者	内閣府 沖縄総合事務局 北部ダム事務所
施工年月	平成13年1月～平成16年1月
施工場所	沖縄県名護市字田井等地先(左)・字親川地先(右)
施工条件	・勾配 1:1.0～0.6 ・地質 軟岩・礫混じり土砂 ・方位 全方位
施工面積	5cm厚さ(沖縄地方限定厚さ):24,100㎡
対策工法	ネットチップ工法(一次破砕した伐採木のチップ材・現地発生土)
植物導入法	導入植物有り(自生植物より山採りした種子を中心に使用)

ダム工事に当っては、自然に与える影響をできるだけやわらげるように自然環境に配慮して、計画・設計・工事が進められました。自然環境の保全対策としては、図に示す流れで実施しています。



- 工事で発生する伐採木をチップ化し利用することで伐採木をリサイクルし、環境負荷の低減を図る
- 樹林の早期回復を促すための在来木本樹種の播種導入
 - ◇ 周辺に自生する木本樹種の種子を山採りして使用
 - ◇ 現地で発生する土を使用
 - ① 自生植物の土壌環境ストレスを軽減した生育基盤を提供できる。
 - ② 生育基盤の50%が土などの無機物で構成されるため、パーク堆肥など有機質で構成される生育基盤に比べ、分解消失が少なく長期耐久性優れている。永続的維持が要求される樹林土壌に適している。

■ 法面で生育する植物種
播種導入した植物の他に、周辺より侵入定着した植物も多数確認されます。

表 法面で生育する植物

導入種草本	ハピアグラス(外来)・メドハギ(外来)・グットウ
導入種木本	フヨウ・センダン・アカギ・オキナワシャリンバイ・ホルトノキ・ヤマハゼ
侵入種草本	ススキ・シロバナセンダングサ・イガカヤツリ・オオアレチノギク・フトイ・シダ類
侵入種木本	台湾ハンノキ・ウラジロエノキ・オオバキ・ノボタン・リュウキュウマツ・ネムノキ・ヤブツバキ・ナナカマド



法面で生育する植物

生育状況

■ 法面の現状(平成20年7月時点:施工後4~7年)



- ①エリア タイワンハンノキ・ヤマハゼ・センダンの樹林を形成しています。なお、台湾ハンノキの侵入がなければ、ヤマハゼが優占していたと予想されます。
- ②エリア リュウキュウマツ・ホルトノキの樹林を形成しています。今後、木本植物の大型化に伴い、高木樹林へ遷移すると予想されます。
- ③エリア 木本のフヨウと草本のススキが混同した状態で、植物の群落構成から判断し良好な状態です。木本植物に小さい個体が多く、今後の生育により高木樹林へ遷移すると予想されます。
- ④エリア ホルトノキの樹林を形成しています。下草にグットウ・シダ類が繁茂し、周辺と類似した景観です。今後、木本植物の大型化に伴い、高木樹林へ遷移すると予想されます。
- ⑤エリア タイワンハンノキが点在するノボタン・ヤマハゼの樹林を形成しています。緑化目標を達成した植生の状況にあり、良好であると判断されます。
- ⑥エリア 上部は台湾ハンノキ・下部はフヨウによる樹林を形成しています。周辺から植物が侵入し易い環境である上部で、侵入植物が優占したと考えられます。

以上の結果、樹林の早期回復という緑化目標に対して、樹林が形成されている点・播種植物を中心に群落が構成されている点・周辺植物の侵入により多様性が拡大している点・長期間生育基盤が維持され植物の衰退がない点から、良好な植生状況であると判断しています。