

郷土種の侵入促進を図った法面樹林化手法について
—無種子厚層基材吹付施工5年後の植生評価

福間博史・笠康三郎・多田和樹

摘要：北海道大雪山国立公園区域内の旧国道切土法面で実施した無種子厚層基材吹付工の効果を評価するために方形区を設定し、樹高別の実生本数を追跡調査した。試験地での吹付後3年間の調査では、樹高1cm未満の実生本数は季節変動が大きく、樹高10cm以上では小さかった。本施工5年後の方形区調査では、ダケカンバ等の先駆樹木の樹高10cm超の実生が、良好箇所では11~23本/m²生育していた。最大樹高は1m未満で、約50cmの草高まで実生が伸長した法面は一部の場所のみであった。樹林植生回復状況を簡易的に把握するためには、樹木の初期生長過程を4段階に分けて区別し、樹高で区別した実生の生育本数による評価を試みた。

キーワード：植生誘導工、無種子厚層基材吹付工、自然公園、法面緑化、積雪寒冷地、郷土種

1. はじめに

土木工事に伴って発生する法面では、自然回復としての法面樹林化の要望が高まっているが、一方で郷土種問題という大きな課題も顕在化しつつある。法面樹林化では、播種工、苗木植栽工等の工法が一般的である¹⁾が、播種工で用いられる植物には、外来種もしくは外国産在来種²⁾が導入されることが多く、遺伝的情報の地理的変異を攪乱することなどが危惧されている。また、工事での需要と郷土種の種子や苗の供給が、コストの問題からバランスがとれていないことも郷土種を扱う上で大きな問題となっている。

植生導入と逆の視点に立つ手法として、植生基盤を整えて樹木の自然侵入促進をねらう「植生誘導工」³⁾という考え方がある。植物の導入による遺伝子資源の攪乱は起きないという利点があり、今後郷土種問題に対処する上での選択肢として活用が期待される手法である。しかし、積雪寒冷地域では活用が進んでおらず、この一因として、基礎資料となる実施結果のデータが少なく、緑化成果の予測・評価手段が確立されていないため、播種工や苗木植栽工との工法比較が十分に行なわれていないことがあげられる。

本報告では、北海道の国立公園区域内を通過する国道の旧道法面で実施した、無種子厚層基材吹付工を対象に、施工後5年目までの追跡調査結果から、本工法での植生回復状況の経緯を報告するとともに、その評価を試みた。

2. 対象地の概要

対象地は図1に示した、北海道中央部の大雪山国立公園地域を通過する一般国道273号三国峠の帯広側である。標高1,139m地点という道内国道の最高所を通過するため、気象条件は極めて厳しいといえる。周辺植生はアカエゾマツ、トドマツ、ダケカンバ、ミヤマハンノキを主とした針広混交

林である。94年の道路線形改良に伴い、自然環境の保全と景観への配慮から、旧道での樹林植生復元が実施されることとなった。

旧道切土法面は勾配35°~60°にもなる急傾斜法面で、金網による落石防止工が施されていた。事前調査結果¹⁾から法面の一部では、ミヤマハンノキやダケカンバなどの先駆樹種2次林がすでに復元していたことから、これを当面の緑化目標と設定した。極力現地に自生する郷土樹種を活用することとし、法面地山を安定させる基礎工のみを行うこととした。そこで「無種子厚層基材吹付工」として長繊維を含んだ厚層基材吹付工⁴⁾を、植物種子は全く混合せずに厚さ5cmで行った。緑化工事は94~95年度にかけて実施したが、本施工に先立ち93年秋に無種子厚層基材吹付工の試験施工を行い、法面への樹木侵入状況の観察を行った。なお、法面下部と旧道敷については盛土によって地形を復元し、在来種5種の苗木植栽を行ったが、本報告では割愛する。

3. 吹付試験地の追跡調査結果と考察

3.1 試験の概要と調査方法

吹付試験地では、施工翌年から3年間追跡調査を行った。調査方法は1m×1mの方形区を吹付法面と、対照区となる

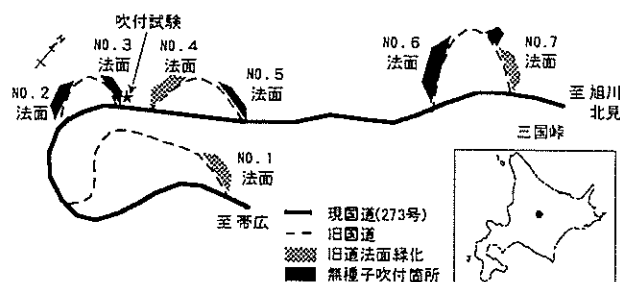


図1 位置図

未吹付箇所の法面と法尻平坦地に各 1 箇所設定し、侵入した樹木実生の生育本数を、樹種と 1cm 単位の樹高階別に測定した。なお対照区法面は 2 年目秋に本施工で吹付工が行われたため、以降は調査対象外とした。

3.2 試験地での 3 年間の調査結果

観察の結果、吹付基材は 3 年間の試験期間中大きな崩落も見せず安定していた。発芽まもない実生の正確な樹種同定は困難であったが、吹付箇所にはカンバ類やヤナギ類と想定される広葉樹実生と、針葉樹実生が確認された。図 2 に実生生育本数の推移を示した。吹付法面、対照区ともに生育本数は季節変動し、7 月上旬頃が最も多く、その後秋まで減少するというパターンが見られた。吹付区と対照区での本数差は 7 月に広がるが、秋には同程度に戻っていた。一方、図 3 のダケカンバ実生の最大樹高（上位 2 個体の樹高値平均）の推移を見ると、明らかに吹付箇所と対照区の樹高生長に差が見られ、吹付法面では最大樹高が徐々に高くなっていったが、対照区法面では樹高の伸びが小さかった。

そこで、図 4 に吹付箇所での樹高階別の実生本数の推移を示してみた。樹高 1cm 未満の発芽まもない実生は 1 年で数百本単位の増減を繰り返していたが、10cm 以上の実生は数本程度の増減はあるものの、徐々に増加する傾向が見られた。

3.3 試験地調査結果の考察

毎年樹高 1cm 未満の侵入実生の消長が繰り返されていたが、発芽後の枯損原因としては、草本植被率が低く、吹付基材の流亡がないことから、発芽後の乾燥が大きな要因となった⁹⁾と推察された。

季節変動が大きい 1cm 未満の実生の生育本数が全体に占める割合は、7 月頃で 8 割程度、10 月で 3 割程度と高いため、全ての発芽個体を含めた生育本数（成立本数）は、調査時期によって大きく結果が異なってくると考えられる。一方、10cm 以上の実生については、少なくとも 1 年以上生育した（もしくは生育しうる）実生であると試験地での樹高生長結果から推察できることや、本数の増減が小さいことから、今後の植生復元を予測する上では、成立本数よりも樹高 10cm 以上本数が有効な指標になると考えられた。

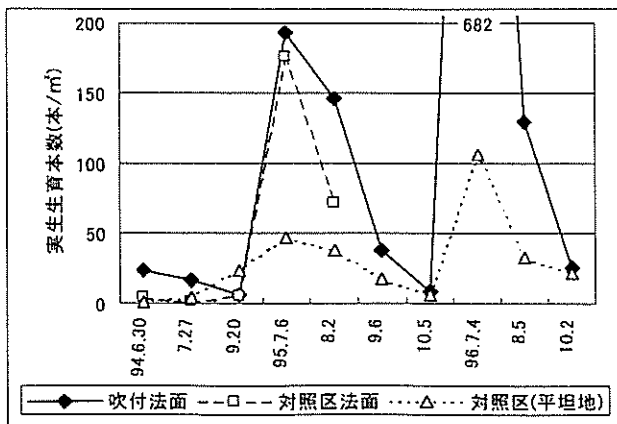


図 2 実生の生育本数推移

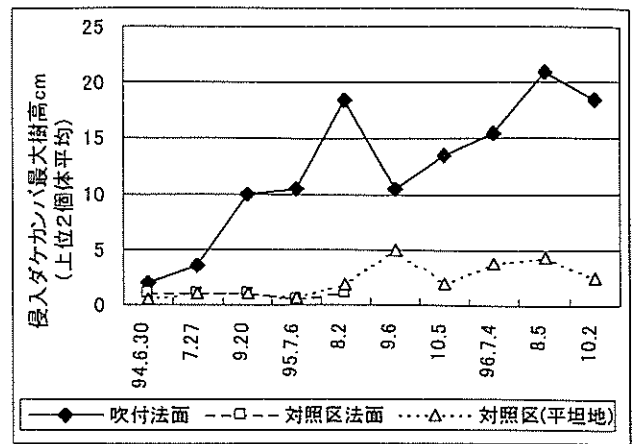


図 3 侵入したダケカンバ実生の最大樹高

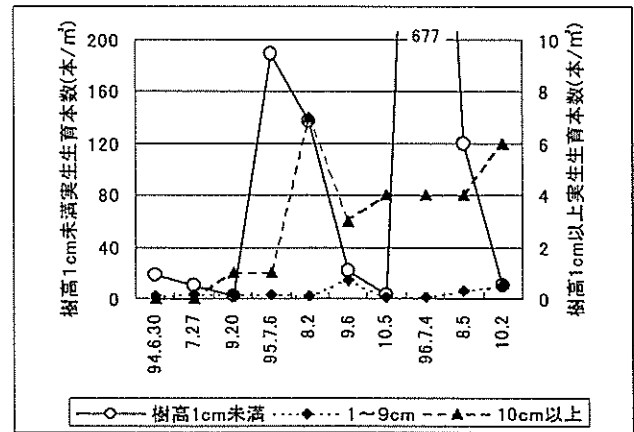


図 4 樹高階別の実生生育本数の推移

4. 本施工箇所の調査結果と考察

4.1 本施工箇所の調査方法

本施工で、無種子厚層基材吹付工を実施した法面のうち、95 年夏～秋に施工を行った No.2・3・5・7 法面において、施工翌年の 1996 年秋（10 月 2 日）と 5 年目に当たる 2000 年秋（9 月 7 日）に追跡調査を行った。1 年目調査では 1m × 1m の方形区を設定して試験地と同様に調査を行った。5 年目調査では 1 年以上生育している実生の状況を把握することとし、2m × 2m の方形区を設定して樹高 10cm 以上の実生を対象に樹種別本数と樹高を測定した。樹高については樹種ごとに方形区内の上位 2 個体を抽出し、その平均を最大樹高として表すこととした。方形区は各法面吹付箇所と、吹付法面法尻部の未吹付盛土法面（対照区）に各 1 箇所ずつ設置した。

4.2 本施工箇所 1 年後の調査結果

樹高 1cm 未満の発芽まもない実生は消長が激しいことから除外し、1cm 以上の実生本数を 1 年後の調査結果として図 5 に示した。本施工で無種子厚層基材吹付工を行った 4 法面は全て試験地よりも実生本数が多く、15 ~ 140 本/m²

の先駆樹種実生が確認された。樹高生長を見ると、試験地では1年で10cmまで最大樹高が伸びていたが、本施工箇所では1~2cm程度とほとんど生長が見られなかった。

4.3 本施工箇所5年後の調査結果

5年経過後でも現地観察から、法面地山の侵食や、基材崩落による土砂移動はなく吹付基材は安定していた。吹付区、対照区ともに侵入した実生はダケカンバ、ミヤマハンノキ、オノエヤナギといった先駆性広葉樹であり、針葉樹はほとんどみられなかった。吹付箇所にはクローバーやイネ科牧草等の外来草本と、フキなどの在来草本が生育して植被率90%以上となっていた。

図6に5年目秋での樹高10cm以上の実生の生育本数を示した。No.5法面を除く吹付法面では実生が11.3本~23本/m²程度あり、対照区となる盛土法面の0~15.6本/m²よりも上回っていた。

図7に5年目での代表樹種の最大樹高を示した。最も生長の良いNo.3法面のミヤマハンノキでも最大樹高は95cmと1mまで達しておらず、20cm~1m程度となっていた。吹付箇所に生育する草本類の草高は約50cmであったが、これより樹高が高かったのはNo.3・7法面だけであった。

4.4 施工5年目での調査結果の考察

吹付区と対照区を比較すると、No.5法面を除き、吹付区の方が本数は多くなっていたが、樹高生長は両者での明確な差は見られなかった。1年目と5年目を比較すると1年目ではNo.2法面の本数が最も多かったが、5年目ではNo.3法面がNo.2法面よりも本数や最大樹高で上回っていた。これは、No.3法面ではミヤマハンノキ実生の侵入生育が他法面よりも旺盛であったためである。

このように、施工1年後の調査結果だけではその後の実生の生育状況の適否を推測することは困難であると考えられた。なお、法面別で生育状況に違いが生じる要因については今回の調査では明らかにできなかった。

5. 植生回復状況の評価手法の考察

施工効果判定のための現地調査では詳細な調査の実施が困難であるため、より簡易な調査・評価手法の確立が必要であると考えられる。そこで、今回の調査結果をもとに、無種子厚層基材吹付工の評価手法についての考察を試みた。

法面等での樹木自然侵入状況調査がこれまでも様々な事例や研究で行われているが、実生本数や生育個体数を樹高と結びつけた整理はさほど重視されておらず^{1,3,6,9,12)}、成立本数調査のみが行われるケースが多い。道路土工指針⁹⁾においては播種工施工3ヶ月後での成績判定の目安が成立本数で上げられているが、成立本数という発芽本数をベースとした評価手法であり、季節変動が考慮されていないこと、成立本数では発芽後に枯れてしまう個体数の割合が多いことなどから、特に積雪寒冷地での緑化においてはその適用が困難であると今回の調査結果から考えられた。

そこで、樹林植生の初期回復段階を樹木の生育過程を考

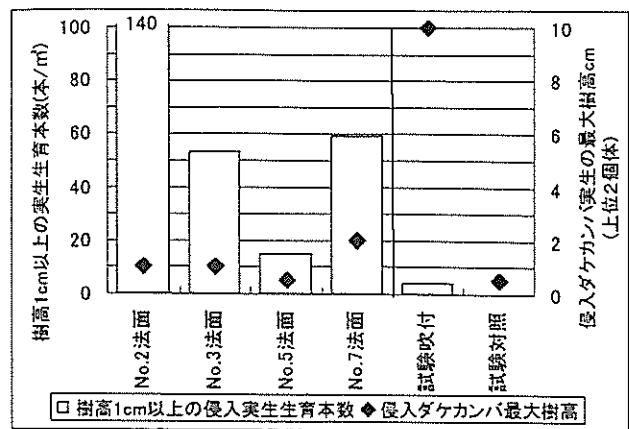


図5 本施工1年後の侵入実生生育状況

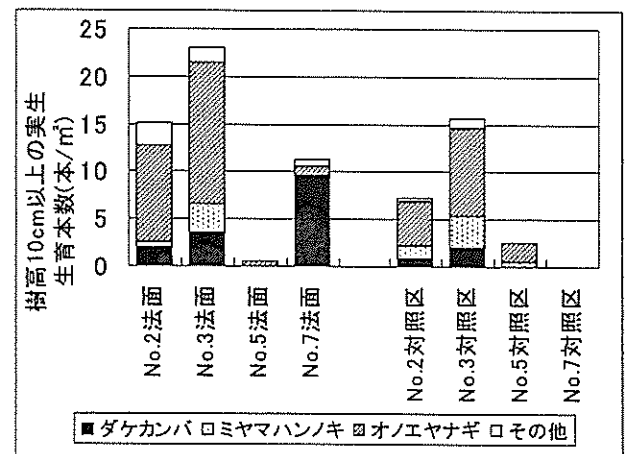


図6 施工5年後の侵入実生の生育本数

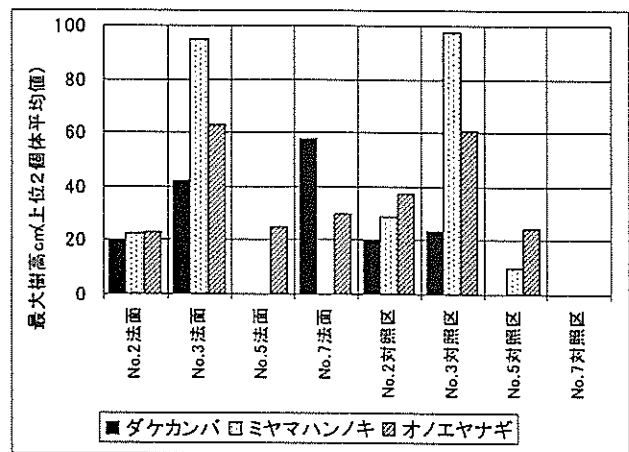


図7 施工5年後の侵入実生の樹高

慮して4段階に分け、各段階での植生回復状況を簡易的に評価するための目安を試案として考えてみた(図8)。

「植生侵入段階」は、樹木種子が播種または自然侵入によって供給され、発芽する過程を想定しており、成立本数による調査方法とほぼ同様な時期での調査を想定している。

樹林植生復元の段階	評価基準試案
植生侵入段階	〈施工後1年目秋〉 ・樹高1cm以上の稚樹が10本/m ² 以上ある
樹木活着段階	〈施工後2年目秋～5年目〉 ・樹高10cm以上の稚樹(2年生以上)が 5本/m ² (5万本/ha)以上ある
樹木生長段階	〈施工後5～10年目〉 ・草高を越える稚樹(樹高50cm以上)がある

↓
2次林形成段階(先駆樹種林)へ

図8 樹林植生復元過程の評価方法(試案)

今回の追跡調査結果から1cm未満の実生はその後の枯損率が高いことと、土工指針での成立本数の目安⁹⁾を考慮し、「施工翌年秋までの段階で樹高1cm以上の実生が10本/m²以上ある」ことが評価基準になるのではないかと考えた。

「樹木活着段階」は、発芽後の実生が1年間生き残り、根系がしっかりと活着するまでの過程を想定した。土工指針での基準⁹⁾を元に、今回の調査結果から1年生以上であるとの判断が可能な樹高10cmの実生を活用し、「施工後2年目の秋以降、樹高10cm以上の2年生以上の実生が5本/m²以上ある」ことが基準になると考えられた。

「樹木生長段階」は、活着した実生が草本被圧から開放されるまでの過程を想定しており、実生の樹高が草高を越える程度に達したかどうかで判断できるのではないかと考えた。今回の調査では5年で草高を越える樹高となっていた法面は一部であったことから、この段階に到達するまで5～10年程度かかると予想される。草高を越えた後は徐々に2次林が形成される段階へと進むと考えられる。

この評価基準に照らし合わせて今回の調査地の5年目での植生回復状況を評価すると、No.3・7法面については、樹木生長段階に到達しており、今後2次林の形成が進んでいるといえる。No.2法面については、樹木活着段階には到達しているもののその後の樹高の伸びが悪い状況にある。No.5法面については植生侵入段階のままであり、1年以上生育しうる実生が極端に少ない状況であるといえる。

6. まとめ

本報告では無種子厚層基材吹付工での植生回復状況を調査したが、無種子厚層基材吹付工を行う効果は対照区との生育状況の比較から明らかにあると考えられた。しかし、施工箇所によって成果に大きな違いが生じることも判明したがその原因は把握できなかった。

今回施工を行った自然公園区域では、「自然公園内の自然植生地域など、重要な地域であり生態系の攪乱を極力少なくすることが求められている地域における法面緑化などでは、周辺からの植物種の侵入を待つことを基本とする緑化基盤技術の確立とその活用による遺伝的攪乱の未然防止が望ましい⁷⁾とされており、今後「無種子厚層基材吹付工法」がより活用されることが望まれる。

植生基盤造成による樹木の自然侵入促進をねらう「植生誘導工」としては、今回報告した「無種子厚層基材吹付工」以外にも、北海道の造林地で行われている「かきおこし」によるカンパ林の整備⁸⁾や、植物繊維を用いた各種マルチング材の活用⁹⁾やストーンマルチ等の活用⁹⁾、また「表土播きだし⁹⁾」の手法も含めて、工法の体系的な整理が行えるのではないかと考えられる。今後植生誘導工の活用を図るべく、より一層研究を進めていくことが望まれる。

また、工法の活用を進めていく上では、施工現場で容易に実施できる簡易的な調査評価手法も必要であると考えられる。今回提案した評価基準の試案はまだ十分なものではないが、今後裏付けとなるデータを収集整理していきたい。

本報告執筆に当たり北海道開発局帯広開発建設部足寄道路建設事業所の関係各位に協力いただいた。ここに深謝の意を表す。

引用文献

- 1) 青柳正英(1983) 道有林の「かきおこし」の実態,北方林業 35(2): 49-53
- 2) 柏原一凡・佐藤治雄・森本幸裕(2000) 畦畑表土利用による植生回復の初期状況—福井県中池見の法面緑化を事例として—,日本緑化工学会誌 25(4): 379-384
- 3) 加藤民枝・菊池俊一(2000) 北海道の高標高域における地表面礫被覆が樹木の初期成長に与える影響,日本林学会誌 82(3): 268-275
- 4) 建設省土木研究所環境部緑化生態研究室(1999) 樹木を用いたのり面緑化手法の検討,土木技術資料 41(4): 58-63
- 5) 北原曜・真島征夫・清水晃(1986) 林道切取法面における木本侵入の初期過程(I) 裸地法面におけるカンパ類侵入阻害要因,日本林学会誌 68(5): 171-179
- 6) 北原曜・真島征夫・清水晃(1988) 林道切取法面における木本侵入の初期過程(II) 法面造成後2～4年目の結果,日本林学会誌 70(6): 273-277
- 7) 中島慶二(2000) 環境行政の立場から郷土種問題を考える,日本緑化工学会誌 26(2): 89-91
- 8) 中野裕司(2000) 切土法面の緑化現場からの郷土種問題,日本緑化工学会誌 26(2): 92-100
- 9) 日本道路協会編(1999) 道路土工のり面工・斜面安定工指針,丸善: 470pp
- 10) 日本緑化工学会編(1990) 緑化技術用語事典,山海堂: 268pp
- 11) 笠原康三郎・福岡博史(1997) 無種子吹付による自然公園内の旧国道法面での植生復元の試み,日本緑化工学会研究発表会要旨集 28: 209-212
- 12) 清野輝雄・安斎義之・菅家秀一・西澤睦博(1995) 積雪寒冷地帯の自然公園内における木本植物によるのり面緑化の事例,日本緑化工学会誌 21(1): 41-49

(2001.7.1 受理)