

切り土法面および 盛り土法面を区別した 道路法面の木本類による 緑化の手法

環境林づくり研究所

齋藤 新一郎



まえがき

道路緑化基本計画、地球温暖化防止対策、シーニック・バイウェイ、道路防災対策、ほかの社会的および技術的な要請から、今日においては、道路沿線の木本による緑化を、積極的に推進することが求められている。平坦地における道路の並木ないし防雪林は、ある程度まで、技術の向上が図られてきている（齋藤・孫田 2003）。けれども、法面における木本緑化については、技術的に、まだ不十分な事例がかなり多い、と言える。

これまで、道路法面の緑化は、草本（牧草類）による緑化であった。これについては、張り芝、筋芝、植生盤、植生袋、植生ムシロ、牧草種子+基盤の吹き付け、等々の多様な技術が開発され、実験・実証されてきた。ただし、芝生的な緑化は、道路法面の侵食を防止する目的であって、道路沿線への配慮が皆無であった、と言える。逆に、芝生法面を造成することによって、道路沿線における環境保全が損なわれ、道路交通への貢献が無く（むしろ、風雪害を増加させ）、伐り開かれた天然生林の新しい林縁の枯損、法面への生態系の回復阻害、景観の低下、帰化植物の繁茂、等々のデメリットが目立つようになった。つまり、デメリットが目立つ道路建設には、強い反対が湧き上がるのである。

これに対し、道路法面を木本類によって、あるいは、樹林帯によって緑化することは、環境保全、交通安全、隣接林の保全、生態系の回復、景観の向上、等々のメリットを高めることになる。道路緑化基本計画は、そのためのものであり、この考えを道路法面において、実践しよう、ということが本稿の目的である。

生きた工作物のメリット

道路法面を木本類によって緑化することは、傾斜地に立体的な、生きた工作物を造成することである。そして、生きた工作物は、上述のように、多様なメリットを有していて、その造成が大いに推進されるべきである。

ここで、道路法面における生きた工作物のメリットを

より詳しく述べてみたい。

①防風林として機能する

強風地帯、強風の吹き込む谷地形などにおいて、法面の樹林帯は、防風機能を発現し、ハンドル捌きを容易にする。高速道路においては、走行車線のはみ出し抑制などに関して、危険防止に大いに役立つ。道央自動車道の札幌～岩見沢間の南側法面に植えられたドロノキ、シラカンバがこの好例である。

これに対して、芝生法面には、この機能が欠如している（以下も同様である）。

②防雪林として機能する

防風機能は、防雪機能を兼ねる。つまり、風速を5 m/s以下に減殺し、飛来する吹雪・地吹雪を捕捉して、冬期の道路交通を安全に保つ。この点から、高速道路および国道の盛り土法面には、防雪林が造成されてきて、機能を発現つつある。

また、道路の切り土法面においては、樹林帯が存在することで、積雪のグライド（速度のきわめて遅い雪崩）が抑制される。

さらに、路側に木々が立っていることで、視線誘導の機能が発現される。視線誘導樹を植えることで、将来的には、景観も併せて、ポール+矢羽根を置換できよう。

③防音林として機能する

樹林帯は、車両の通行にともなう騒音を低下させる。固い防音壁（solid wall）とは異なり、生きた工作物である樹林帯（living fence）は、その表面（葉群・樹冠・林冠）の凹凸により、騒音を吸収できる。また、騒音に対して、枝葉は揺れることで、音波を吸収する（防風機能にも、この揺れが貢献する）。

④環境保全機能を発現する

排ガスを浄化する。先ず、光合成により、二酸化炭素を酸素に変える。交通量と樹林帯の規模との相対的な比較であるけれども、樹林が吐き出す酸素の方が、車行で使う酸素より、多いケースさえ存在しうる。

次に、葉は、NO_x、SO_xなどの有害物質を吸収し、落葉することで、土に還り、それらの物質が分解されて、有害ではなくなる。NO_xは、かえって、窒素肥料として

役立つ。

防風と関連して、防塵機能も発現する。

⑤残された、新しい林縁を保全する

伐開され、新しく林縁とされた森林は、その林縁から破壊されてゆく。樹冠が高く小さくために、湿雪・寒乾風に耐性が乏しいからである。また、林床の後継稚苗は、陰葉を着けていたので、直射光（特に、紫外線、赤外線）にさらされると、枯死を余儀なくされた。残念ながら、国道241号・阿寒横断道路には、こうした事例が散見される。けれども、法面に樹林帯が造成されると、こうした既存林へのデメリットが大幅に改善されることになる（斎藤 1989）。

⑥生態系の回復に役立つ

法面樹林帯は、野生生物の通路として、罅・棲み家として、繁殖の場として、役立つ。

自生の木本類（郷土樹種）を植栽することによって、遺伝子汚染、帰化植物の繁茂・逸脱、ほかを防止できる。特に、伐り株移植による法面の樹林化においては、元の森林の回復とともに、貴重植物の移植・保存が十分に可能である。

⑦景観が向上する

芝生法面と異なって、樹林帯が出現すれば、立体的となり、四季の変化があり、景観がいちじろしく向上する。シーニック・パイウェイは、借景主体でなく、樹林帯の造成を主体にすることが望ましい。たとえば、国道38号・富良野市山部～東山間の沿線樹林帯は、天然林ではなく、人工林（東京大学北海道演習林による植林）であり、時間とともに、天然林風に落ちてきたのである。

⑧法面の保全機能が増大する

道路法面の保全に関しても、地上部・地下部が立体的であるから、木本類は、もちろん、草本類に勝る。つまり、雨滴侵食、盛り土の崩壊、ほかの道路災害を、高く多数の遮断層（林冠、林床植生、落葉落枝層）および深い根系が、弱めてくれる。

以上のように、法面に樹林帯を造成することは、安全な道路交通にも、環境保全にも、景観の向上にも、大いに役立つ。

生きた工作物のデメリット

けれども、道路法面においても、生きた工作物には、いくつかのデメリットもある。このことも、明らかにしておく必要がある。

①倒木の危険がある

生きた工作物は、時間とともに大きくなる。そして、遠い将来において、枯死する。枯死にともない、倒れて、交通安全を脅かす危険がある。これについては、その木の寿命を知り、健全性の診断を行えば、ほぼ対応できる。

②風倒の恐れがある

強風による被害は、風倒木であり、幹折れ木および根返り木がこれにあたる。これらについても、造成基準（根張り空間づくり）および保育管理（添え木・縄外し）が

適切であれば、十分に防止・軽減できる（斎藤 2004e）。

③湿雪により倒伏する恐れがある

切り土法面の木々は、斜面の木々と同様に、陽光および積雪のグライドによって、下方側に樹冠が偏るために、湿雪などで、路面に倒伏する恐れがある。これについては、間引き、裾枝打ち、ヒコバエ更新などで、対応できる（斎藤・田村 2001）。

④道路沿いに樹林帯が出来上がると、遠景が見え難くなる

緑陰ロードないし緑のトンネルは、望ましい道路緑化である。けれども、遠景も楽しむシーニック・パイウェイからは、困る場合もある。これについては、広い植栽間隔および高い枝打ちで対応できるケースもあるし、低木類のみを植える手法もある。

⑤野生生物の通路・棲み家ができると、ロード・キルが生じる場合もある

樹林帯は、立体性および多年生のために、野生生物の棲み家として、芝生法面よりはるかに勝れている。それゆえに、増えて、道路を横断する動物は、車に轢かれる可能性がある。これについては、柵、ネット、裾枝打ち、ほかで、かなりの程度まで、対応できる。

以上のように、法面の樹林帯（生きた工作物）は、継続的に、適切に管理されるなら、メリットを与え続けてくれる。けれども、不適切な管理ないし管理放棄においては、デメリットを生じてしまうことがある、と言える。

盛り土法面の樹林化

道路法面においては、盛り土法面と切り土法面とを、明確に区分する必要がある。両者は、防災、環境保全、生態系、景観などにおいて、明らかに異なる機能を有するからである。特に、切り土法面に対しては、十分な注意が必要となる。

まず、盛り土法面の樹林化から考えてみよう。

盛り土法面の樹林帯に関しては、道路交通への危険性は、ほとんどない、と言える。木々が倒れるとしても、下方へ倒れるから、路面へは問題がないのである。それで、日陰による隣接地への影響が強くない限り、盛り土法面には、高木類を植栽することが望ましい。

高木類の植栽にあたり、針広混交林を目指して、生態的に安定した樹林帯を造成することが望ましい。列状に、針葉樹類のトドモミ、エゾトウヒ、アカエゾトウヒ、イチイ、ほかを植える。そして、別の列に、広葉樹類のミズナラ、シナノキ、イタヤカエデ、エゾヤマザクラ、シラカンバ、ほかを植える。

植栽については、苗木植えでもよく、伐り株移植でもよい。森林を伐開する道路建設では、可能な限り、伐り株移植を採用すべきであろう。その方が、除草の手間がほとんど不要であり、貴重植物の移植にも、埋土種子から発芽・成長するためにも、天然に種子が飛来し、発芽・成長・定着する場合にも、好都合である。

そして、なるべく路肩に近い位置に、視線誘導樹を移植する。吹雪に対しては、アカエゾトウヒあたりが望ま

しい。景観に関しては、シラカンバ、エゾヤマザクラ、ハウチワカエデ、ほかが好ましい。交互に植えることで、四季の変化も期待できる。視線誘導樹は、半成木の移植になるので、植栽ステップをつくる必要があり、切り込みステップであることが肝要である。

なお、道路には除雪が必ずあるので、除雪害を防止・軽減するために、防雪杭およびグライド防止杭を設置する必要がある。除雪は、永久的に続くので、防雪杭についても、半永久的なものが望ましい。丸太杭は10年以内に腐朽するので、耐久性のある鋼製パイプが適している。以上が、図-1に示される。

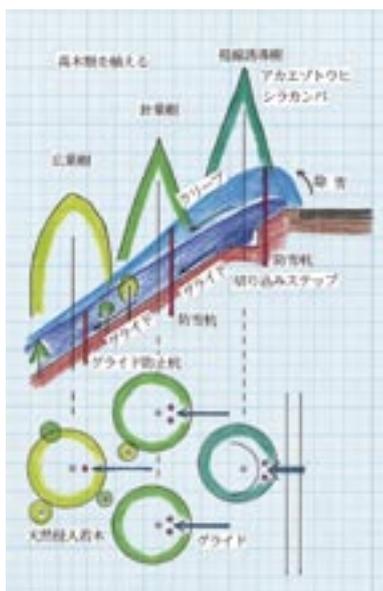


図-1 盛り土法面の樹林化(案)

法面に堆積する雪(積雪+除雪)は、グライドおよびクレーブを引き起こし、植栽木に雪害をもたらす→防雪杭およびグライド防止杭を設置する

視線誘導樹は、15~25m間隔に設置される—吹雪に対しては常緑針葉樹が、無雪期にはシラカンバが好ましい—両者を交互に植える(交互植えなら10m間隔)

法面の植栽樹木が成長するにともない、天然更新により、多様な樹種が定着し始める

切り土法面の樹林化

盛り土法面に比較して、切り土法面の樹林化には、多くの課題がある。これらの課題については、数例を紹介してゆきたい。

1) 治山事業における、はげ山緑化の事例であり、道路法面にも似た事例が見られる。

多雪地帯の斜面では、積雪のグライドがあって、そこに生育する木々は、グライド圧を受けて、枝抜け、幹曲がり、幹折れ、幹割れ、倒伏、匍匐などを余儀なくされる。これらは、雪害に傷つけられながらも、そこに存在することで、下方への積雪の移動・雪崩を抑制している。けれども、これらが破壊され、枯死して、斜面が無立木になると、本当の雪崩が生じてしまう。

そして、切通しタイプの道路の切り土法面においては、風上側からの吹雪が、法肩に雪庇を発達させ、それが落下して、法面に生育する木々に甚だしい根元曲がり(幹の傾斜・匍匐、幹割れ、幹折れ、根の浮き上がり、ほか)を余儀なくさせる。

その対策として、グライド防止杭、グライド防止丸太伏せ工、などが有効である(図-2)。

2) 国道273号・上川町大雪湖畔における、比較的に緩

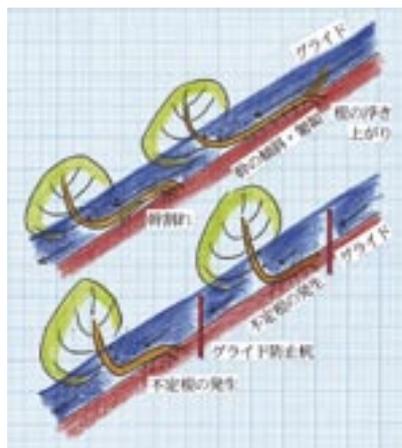


図-2 積雪グライドがある斜面における生育木の雪害とグライド防止杭の設置による雪害の軽減(模式図)

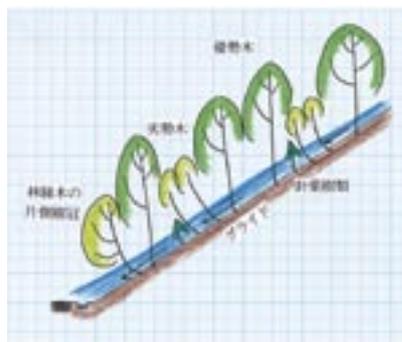


図-3 切り土法面に天然侵入した樹林(模式図)

一斉林であり、優勢木が大きい樹冠りを有し、劣勢木が小さい樹冠を有している

林縁のもの、劣勢なものほど、幹の根元曲がりおよび倒伏がいちじるしい

林縁の片側樹冠(路面への枝張り)木は、湿り雪では、道路に倒伏する

傾斜の切り土法面の事例である。

ここでは、シラカンバが天然侵入し、一斉林を形成してきた。ここでは、優勢木も、劣勢木も同齢であった(図-3)。そして、優勢木は樹皮が白色となり、劣勢木は樹皮が黒色(～帯黒暗色)のままであった。そして、生育密度が高く、林縁木が、落葉前の湿り雪によって、重い冠雪を載せ、倒伏を余儀なくさせられたことがある(斎藤・田村 2001)。

そこで、小面積の試験区が設定され、生育密度を低下させ、残存木の枝張りを大きく、均等化して、倒伏を回避する、間引き作業が実施された。この試験区では、湿り雪による林縁木の倒伏および道路閉鎖の年に、間引き後の新しい林縁木には、倒伏が皆無であった。

なお、針広混交林に誘導するために、林床の針葉樹類(おもにエゾトウヒ)が残された。

さらに、基礎工としてのグライド防止杭の設置があれば、グライド(ないし雪崩)に対して、この切り土法面は、より安全になり、景観もさらに向上するであろう(図-4)。



図-4 切り土法面に天然侵入して成立した樹林の倒伏防止対策(図-3からの基礎工設置および保育手法; 模式図)

基礎工: グライド防止杭を設置する、法尻に蒲団籠工を設置する
保育手法: 劣勢木を間引く(優勢木と劣勢木は、同年齢である)、針葉樹類を残す、さらなる天然更新を促進する

3) 斜面の木々は、陽光を受けて、上方の木の樹冠が、下方の木の樹冠に被さってゆくので、どの個体も片側樹冠になりやすい。

その結果、自重によって、2)と同様に、下方へ幹曲がりしやすくなる(図-3参照)。特に、道路に面する林縁木は、道路に被さり、湿り雪がなくても、自重によって、倒伏する危険性が高まる。

その対策として、伐採・伐り株回復(ヒコバエ再生)方式が、最も安全であり、有効である。

つまり、林縁木を地上高0.30mで伐り(断幹)、ヒコバエを発生させるのである。多数のヒコバエが発生したら、単幹化(1本化)を図る。その際に、グライド防止杭を設置して、グライドを抑制する。伐り株も、グライド防止に役立つ。これを次々に、毎年ないし隔年に、法面の上方へ向かって実施してゆき、幹曲がりの少ない、旺盛な若木に仕立ててゆく(図-5)。

なお、この手法は、本州方面における、伝統的な里山

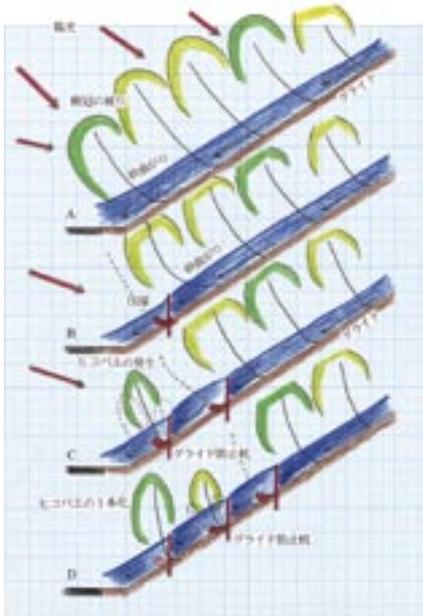


図-5 切り土法面における樹木の倒伏の原因および伐採・伐り株回復方式による危険の回避

林業——苗木を植えずに、ヒコバエ更新に頼る、半永久的な林産物の収穫——の道路法面へ応用である。

このような諸事例に基づき、切り土法面の樹林帯造成では、原則として、①倒木の危険性が乏しく、ヒコバエ更新に適した、落葉性の低木類を植える、②グライド防止杭を設置する、③天然侵入に期待する、④切り込みステップおよび防雪杭を設置して視線誘導樹を植える、ほかが見られる(図-6)。

なお、蛇足ながら、法面に成木ないし半成木を移植する際には、植栽ステップとして、切り込みステップを設置しなければならない。

ときどき、張り出しステップが見出されるが、時間とともに、根張りの土壤が流亡するので、移植木のその後の成長が不良である。この張り出しステップが施工される理由として、発注者ないし設計者は、隠れるべき基礎工の出来栄を見せたがる傾向がある、ということが指

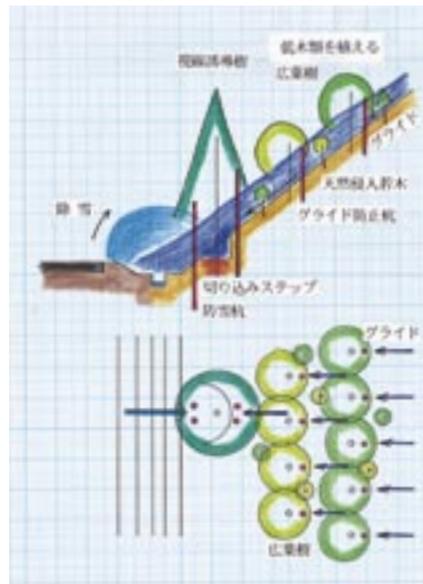


図-6 切り土法面の樹林化(案)
法面に堆積する雪(積雪)は、グライドを引き起こし、植栽木に雪害をもたらす→グライド防止杭を設置する
視線誘導樹は、盛り土法面と同様の間隔であり、盛り土側と対になるように植える・シラカンバとの交互植えも望ましい
法面の植栽木が定着するにともない、天然更新が促進される

摘できよう。切り込みステップでは、基礎工が見え難いのである。

むすび

道路法面は、今日では、これまでの草本類(牧草類)による平面的な緑化法面ではなく、郷土産の樹木を用いた木本類による立体的な緑化法面が望まれている。立体的な、生きた法面樹林帯は、多様な機能を発現してくれるからである

ただし、盛り土法面と切り土法面を、明確に区別して、それぞれに適した樹林帯を造成することが肝要である。特に、切り土法面には、注意が必要である。

また、物理的な積雪+除雪の移動(グライド、クリープ)について、物理的な抑止装置としてのグライド防止杭、防雪杭が必要である。生きた工作物の生物的な抑止力には、限度があるからである。

こうした考えに基づいて、図-7のような基礎工と樹木植栽が提案示される。

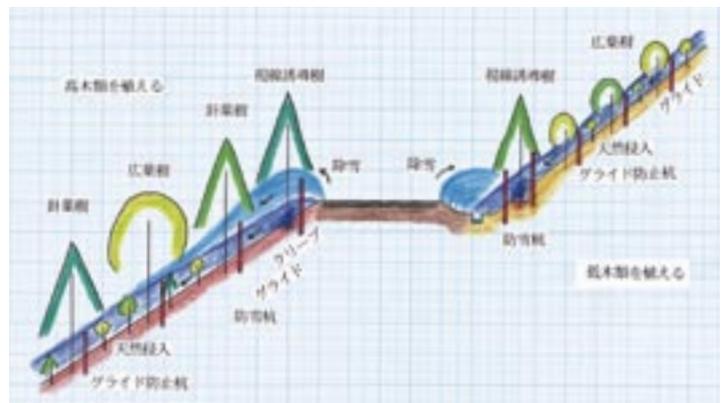


図-7 切り土法面および盛り土法面における基礎工と樹木の植栽(案)