

3Dモデルを用いた防雪林の景観評価

寒地土木研究所 地域景観チーム

○榎本 碧
増澤 諭香
福島 宏文

北海道では積雪期の地吹雪対策として道路沿いに防雪林が整備されており、その延長は150kmに及ぶ。防雪林は成長とともに防雪機能が高まるが、下枝の枯れあがりにより林下に空間が生じ、機能は次第に低下するという課題がある。その対策としては、林帯更新だけでなく、枯れ上がり区間への中低木の補植や、柵・ネット工などの構造物による補強も考えられる。これらの対策は防雪機能の回復に寄与する一方で、道路景観に影響を与える可能性がある。

本研究は、防雪林の枯れ上がり対策が道路景観に与える印象を明らかにすることを目的に、3DCGによる走行動画を提示し、視聴後にSD法および順位法による評価を実施し、道路景観に与える印象の特徴や選好性を明らかにした。

キーワード：防雪林、景観評価、枯れ上がり、3DCG、シミュレーション

1. はじめに

道路防雪林は、冬期の道路交通の安全確保を目的とした道路附属物である。道路の風上側または両側に帯状の樹林帯を造成し、風速を低下させることで、風によって運ばれる雪を林内やその周辺に堆積させ、道路上への吹きだまりの形成を抑制する。さらに、飛雪を拡散させて視程障害を緩和するとともに、吹雪時にドライバーが道路線形を把握しやすくする視線誘導機能も併せ持つ（写真-1、2）。

一般的に、道路の景観評価では、道路幅員と沿道の建物や樹木の高さとの比（D/H）、視野に占める沿道緑量（緑視率）等が指標とされる。また、街路樹等の沿道樹木が適切に維持管理しているかが印象評価を左右する指標となる。

防雪林が設置された道路では、堆雪帯を確保するため、林帯が道路中心から大きく離れた位置に配置される。このため、一般的な街路樹のある道路や山間部と比較して、成木であってもD/H比が大きい空間構成となる。

なお実際の防雪林のある道路では、道路ごとの防雪林の植栽方法、周辺環境によって林帯の成長度合い、林帯幅員、樹高、樹林密度、堆雪帯幅、前生林の有無などの条件が多様であり、さらに、林縁部における枝下の枯れ上がりへの対策として、補助的な防雪柵の併設や中低木の植栽など、複合的な施設の配置が行われる場合も考えられ、景観の印象もそれぞれ異なると考えられる（写真-1～6）。

本研究では、道路防雪林特有の空間構成と経年変化による施設配置の変化を考慮した上で、道路景観の印象評価の傾向を把握することを目的とする。具体的には、防

雪対策のない道路、防雪柵が設置された道路、防雪林が設置された道路について、夏期および冬期の景観の印象評価を行い、各防雪施設が道路景観に与える影響を明らかにする。

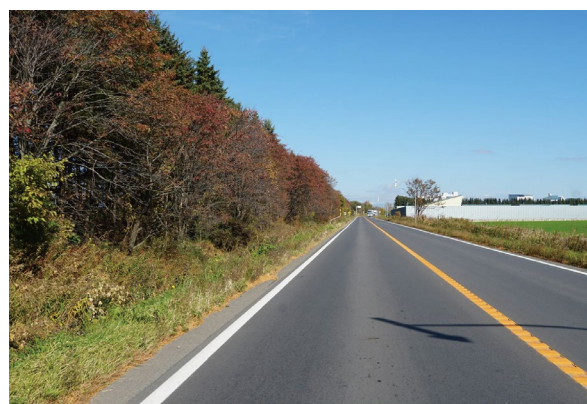


写真-1 道路防雪林の事例（針葉樹+中木）



写真-2 道路防雪林の事例（針葉樹）

2. 研究の方法

(1) 防雪林のある道路の構造

吹雪対策マニュアルでは、道路防雪林を有する道路の標準断面は、走行車線、路肩、一次堆雪帯、二次堆雪帯、防雪林帯から構成される（図-1）²⁾。

一次堆雪帯は、走行車線に隣接して設けられ、通常の除雪作業で排雪された雪を一時的に堆積させる空間である。二次堆雪帯は、一次堆雪帯の雪をさらに押し出して集積するための空間であり、大雪時の除雪容量を確保する役割を担う。防雪林は二次堆雪帯の外側に配置され、飛雪の減衰と吹きだまり位置の道路外への誘導を担う。

現在、道路の防雪対策としては、主に防雪柵が設置されるが、防雪柵にはその機能の違いにより、吹き払い柵、吹き止め柵、吹き溜め柵がある。吹き払い柵は、防視程障害を緩和することを主目的とする柵で、雪板と下部間隙から吹き抜ける加速風を利用し、道路路側・路面の雪を吹き払う。吹き止め柵は、柵の下部間隙を無くし、飛雪を風上に多く捕捉し、かつ風上の防雪容量を大きくするために柵高を高く、空隙率を小さくした柵で、風上側に吹きだまりを形成し、風下側の吹きだまりを小さく抑えるため、視程障害と吹きだまり防止の双方に効果を持つ。吹き溜め柵は、道路の風上側に設置して風速を弱め、柵の前後（風上側、風下側）に飛雪を堆積させることに



写真-3 鉄道防雪林



写真-4 耕地防風林



写真-5 枯れ上がりの事例



写真-6 枯れ上がりの事例

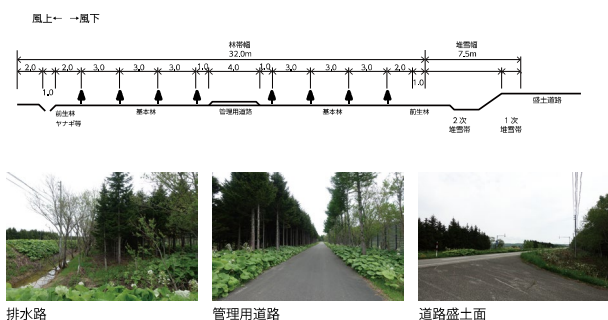


図-1 道路防雪林の標準的な断面（林帯幅 30m の場合）

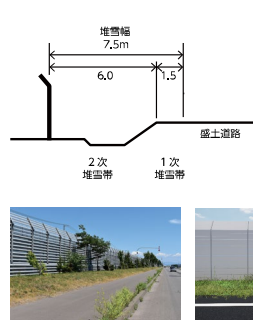


図-2 吹き止め柵の断面

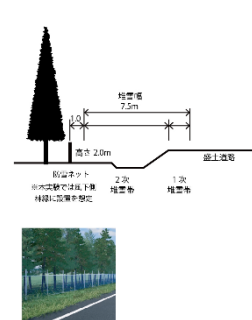


図-3 防雪ネット

よって、道路への飛雪の吹き込みと吹きだまりを防止し、主に吹き溜まりを防止する。風下側の堆雪が道路に及ばないように道路から離して設置されることが多い。

これら防雪柵は、それぞれ機能を適切に発揮するための設置位置が異なるため、道路景観の印象も異なる。本研究では、堆雪幅が防雪林と類似する吹き止め柵を対象に、防雪林との比較分析を行った（図-2、3）

(2) 実験の概要

印象評価実験は、夏冬あわせて12パターンの3Dモデルによる走行動画を提示し、SD法および順位法による評価を実施した（写真-7）。

実験は令和7年9月3日から4日までの2日間にわたって実施し、延べ53名から回答を得た（表-1）。回答者の属性は、性別、年代等が偏らないよう参加者を公募した。また、回答者には事前に、吹雪による視程障害が発生し得る郊外道路での運転経験の有無、および実際の視程障害時の運転経験もしくは視程障害に関する知識の有無について確認を行った（図-4）。

実験の手順は以下の通りである。まず、動画を1パターンずつ視聴し、各視聴後にSD法による評価を行った。次に、夏冬の動画6パターンをそれぞれ連続で視聴した後、順位法により季節ごとに6パターンの相対評価を行った。動画は①防雪対策なし、②防雪柵、③防雪林（トドマツのみ）、④防雪林（トドマツ+前生林として中木のナナカマド）、⑤防雪林（トドマツ+枯れ上がり対策として低木のノリウツギ）、⑥防雪林+枯れ上がり対策として防雪ネット）の6パターンとした（図-5）。

SD法は、令和5年度に実施した防雪林のある実際の道路の写真を対象とした印象評価実験の結果をもとに抽出した、図-6に示す19の形容詞対について評価を行った。順位法は、「見た目の印象が良い」、各季節に「通りたい」、走行位置が「分かりやすい」、見た目の印象や走行位置の分かりやすさなど「総合的に良い」と感じた順について、それぞれ順位付けを行った。なお、これらの実験計画は寒地土木研究所倫理審査会で承認を経て実施した。

3. 実験結果

図-6に示すSD法のプロフィールを見ると、各動画間の評価形状は全体としておおむね共通しており、道路景観に対する基本的な印象傾向には大きな差異は認められなかった。いずれの条件においても、「美しい」「季節感のある」「落ち着いた」といった項目が相対的に高く評価されていた。SD法の多くの形容詞対で評価は中立点から肯定側に分布しており、著しく低い評価を示す条件は確認されなかった。

一方、図-7に示す主成分得点の分布では、防雪林、防

雪柵・防雪ネット、防雪対策なしといった防雪施設の種類ごとに、プロットがそれぞれ近接する傾向が認められた。形容詞対の解釈は必ずしも単純ではないものの、この結果は、本研究で対象とした道路景観において、防雪施設の種類の景観印象の構造形成に一定の影響を及ぼしている可能性を示すものと考えられる。

順位法による順位選択の回答数および順位得点の集計結果を図-8および図-9に示す。順位得点の集計結果では、夏・冬ともに6パターン間で有意差が認められた（ $p<0.001$ ）。この結果、防雪林を有する道路景観は季節を問わず高い順位を示し、夏、冬ともに⑤防雪林（トドマツ+ノリウツギ/低木）が最も高く評価された。一方、①防雪対策なしは冬季において最下位となり、評価が著しく低い傾向にあった。

①防雪対策なしについて主成分得点を季節間で比較すると、冬では第1主成分（評価性）の得点が低下してい



写真-7 実験の様子

表-1 実験概要

実施期間	令和7年9月3日～4日
提示動画	3Dモデル走行動画（1本45秒）12本
設問形式	①SD法 ②順位法 ③自由記述
分析方法	①プロフィール分析、主成分分析 ②単純集計 ③テキストマイニング
回答者参加条件	・運転免許を保有している人 ・積雪時期に郊外部を運転したことのある人 ・本人と同居家族が農業従事者ではない人 ・視力が0.7以上ある人（視力矯正後を含む） ・利害関係者ではない人

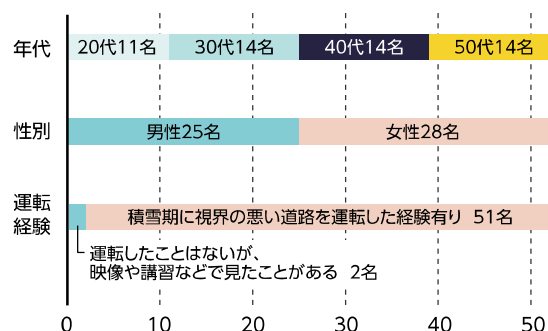


図-4 回答者の属性

た。また、同一の道路構造条件においても、いずれのパターンでも冬の評価が一貫して低下する傾向が確認された。ただし、主成分分析の結果では、冬①防雪対策なしは第1主成分の正側に位置し、相対的には一定の良好な印象を示している。一方で、順位法では冬6パターン中で最下位となっており、これら二つの手法の結果には違いが認められる。

この結果の違いについてSD法の個別プロフィールを確認すると、冬①防雪対策なしは「安心-不安」「安全-危険」といった尺度において、他の条件と比べて不安・危険側に偏っていることが分かる。これらの結果を総合すると、冬季の道路景観の印象評価においては、視覚的な美しさや落ち着きといった要素が一定程度評価されていたとしても、最終的な選好性の判断においては走行時の安全性に関する要素がより強く影響している可能性が示唆される。

4. まとめ

本研究では、防雪対策の異なる道路景観を対象に、夏および冬の走行動画を用いた印象評価実験を実施した。評価手法としてSD法および順位法を併用し、SD法により景観印象の評価構造を把握するとともに、順位法により最終的な選好性の順位を比較することで、防雪対策の行われた道路の景観評価における印象の特徴と実際の選好性との関係を検討した。

その結果、冬季における①防雪対策なしの道路景観は、SD法では一定の評価を示した一方、順位法では著しく低い順位となった。このことから、冬季の道路景観評価においては、視覚的な印象に加えて、走行時の安全性に関する判断が、景観全体の選好性に影響していることが示唆された。

全体的な傾向としては、防雪林を有する道路景観の評価が高いことが確認された。枯れ上がり等への対応としては、防雪柵や防雪ネットによる対策よりも、中低木を



図-5 実験で提示した動画の例

用いた対策の方が、景観印象の向上に有効である可能性が示された。また、防雪柵や防雪ネットによる対策を行う場合には、道路縁側ではなく林内に設置するなど、道路からの視認性を考慮した整備とすることで、景観への影響を抑制できると考えられる。

参考文献

- 1) 寒地土木研究所雪氷チーム：道路吹雪対策マニュアル、2011.
- 2) 上田ら：街路樹の管理状態が道路景観に与える影響について、寒地土研月報、743号、pp.35-41、2015.

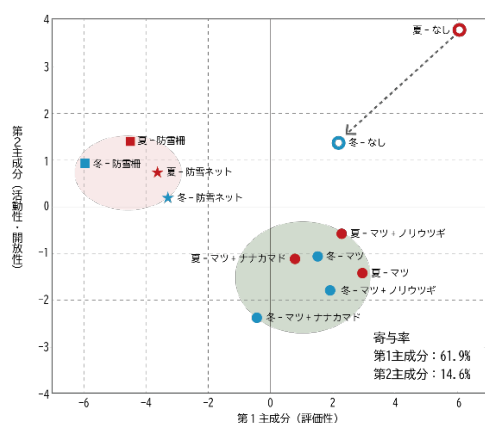


図-7 19形容詞対の評価平均値に基づく主成分分析

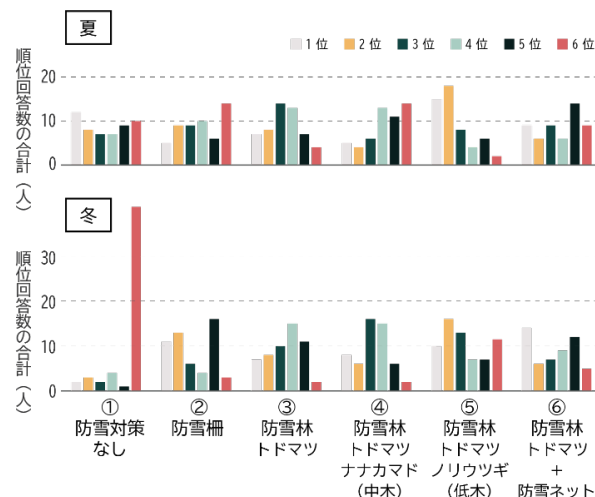


図-8 順位の回答結果（総合的に良いと感じた順位）

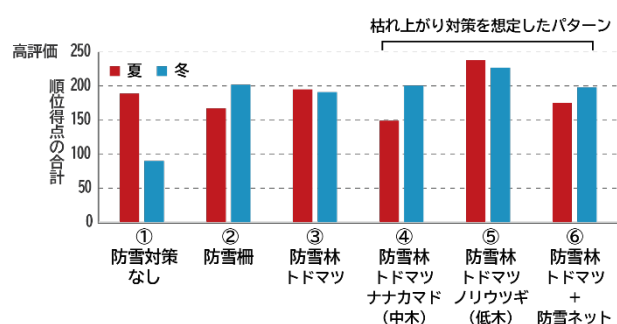


図-9 順位得点の集計結果（総合的に良いと感じた順位）

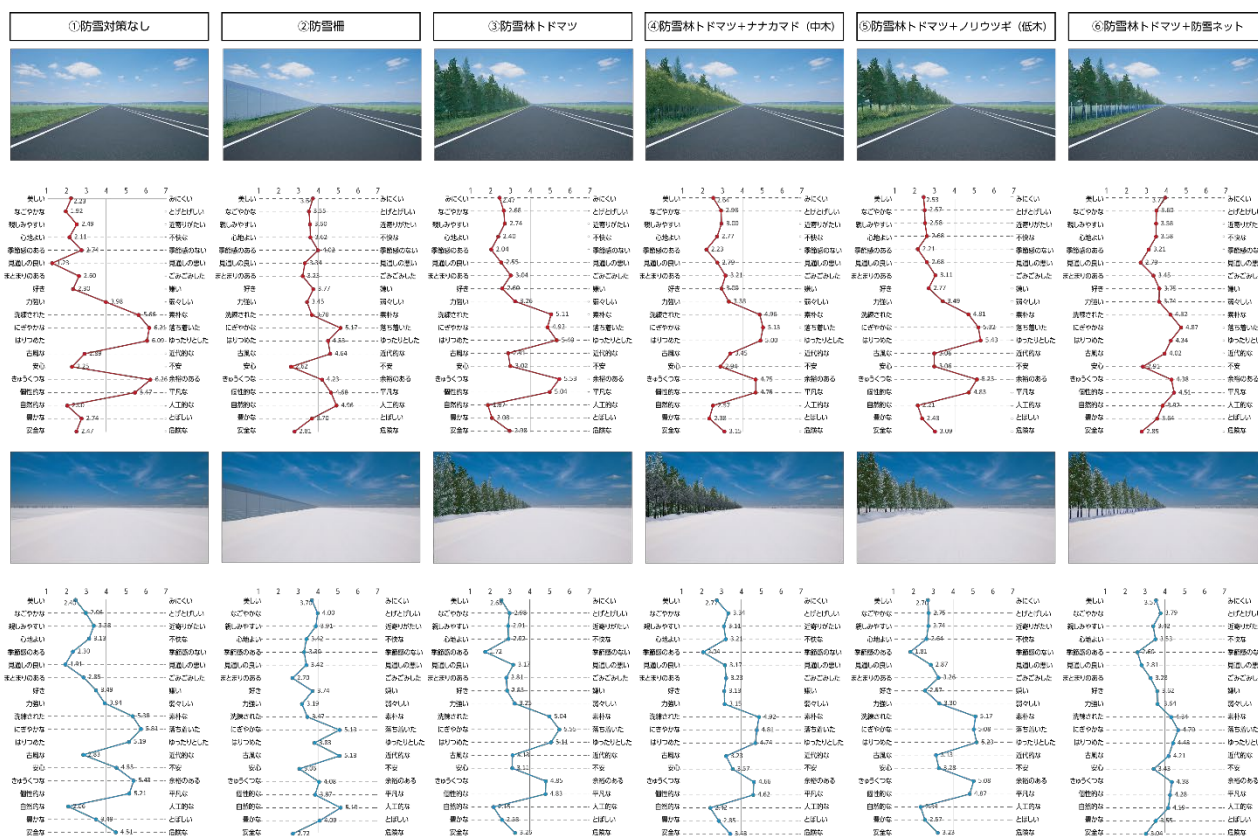


図-6 SD法のプロフィール分析