

# 疎密の異なる道路防雪林の視程改善効果

寒地土木研究所 雪氷チーム ○山田 毅  
伊東 靖彦  
松澤 勝

道路防雪林は「道路の風上側または両側に林帯を造成し、風速を減じさせ吹雪による吹きだまりや視程障害を緩和する施設」である。道路防雪林の視程障害緩和効果に関しては、現地で直接視程を観測した事例は少なく、防雪林の疎密によって道路上の視程改善効果がどの程度異なるかは明らかとなっていない。そこで著者らは北海道の道路防雪林で視程等の計測を行い、防雪林の疎密と視程改善効果の関係を調査したので報告する。

キーワード：防雪、道路防雪林、視程、吹雪

## 1. はじめに

積雪寒冷地である北海道の道路では吹雪による視程障害が冬期道路交通に大きな障害となっており、これまで道路防雪林など吹雪対策施設の整備が進められてきた。

道路防雪林は「道路の風上側または両側に林帯を造成し、風速を減じさせ吹雪による吹きだまりや視程障害を緩和する施設」<sup>1)</sup>である。しかしながら道路防雪林の視程障害緩和効果に関しては現地で直接視程を観測した事例は少なく<sup>2)</sup>、防雪林の疎密によって道路上の視程改善効果がどの程度異なるかは明らかとなっていない。

そこで著者らは北海道の道路防雪林で視程等の計測を行い、防雪林の疎密と視程改善効果の関係を調査したので報告する。

2月に、風向風速、視程の観測は2004年11月15日～2005年3月14日に行った。



図-0 現地観測箇所

写真-0 道路防雪林

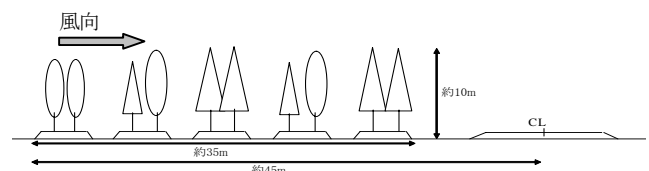


図-0 道路防雪林の横断構成

## 2. 観測箇所

現地観測は北海道天塩町雄信内の一般国道40号の道路防雪林で行い(図-0)、疎密の異なる林帯による視程改善効果の比較を行った。防雪林は1981年より植栽が始まり、高いものでは樹高10mを超えるまでになっている(写真-0)。この道路防雪林の横断構成を図-0に示す。なお、道路は北西～南東とほぼ直線な片側1車線となっている。

この道路防雪林で樹木寸法調査、横断風速分布計測と風向風速、視程の連続観測を行った。観測地点は林帯A、林帯B、林帯Cの3カ所と防雪林の影響がない近傍の基準点の計4カ所である(図-0、写真-1)。樹木寸法調査は2003年11、12月に、横断風速分布計測は2005年1、



図-0 観測地点位置

Takeshi Yamada, Yasuhiko Ito, Masaru Matsuzawa



林帯 A

林帯 B



林帯 C

基準点

写真-1 林帯 A、B、C と基準点

観測地点箇所の道路防雪林の形態を表-1に示す。

表-1は観測地点を含む道路方向に向かって幅 10 m 当たりの林帯の平均である。ここで葉面積指数 LAI は、植物体の表面積を気流方向に積算した値（葉面積密度 PAD）を鉛直方向に積算した値で、単位地表面積当たりの葉の面積の総和（ $m^2/m^2$ ）である。

林帯 C は樹木密度が他 2 箇所の半分以下であり、概観すると枝葉の疎密は密な順に林帯 B、林帯 A、林帯 C となっている。3 林帯で樹木密度が大きく異なっているのは、造成は同じものの成長過程で倒木、枯死があるためである。

表-1 観測地点箇所の道路防雪林の形態

地点	植栽年 (西暦)	平均樹高 (m)	樹木密度 (本/畝)	平均枝下高 (m)	平均枝張 (m)	針葉樹平均 樹高 (m)	平均葉面積 指数 LAI
林帯A	1987	6.1	1733	1.2	3.4	6.5	1.2
林帯B	1985	6.7	1733	1.3	3.9	7.4	1.7
林帯C	1982	7.3	700	1.4	4.7	8.5	0.7

### 3. 観測方法

#### (1) 横断風速分布計測

2005年1月31日と2月4日に図-0に示す林帯A、林帯B、林帯Cの3測線で移動しながら風速を計測した。

Takeshi Yamada, Yasuhiko Ito, Masaru Matsuzawa

移動計測にあたっては、三杯式風速計（牧野応用測器研究所製AC750）4台を単一の計測ポールに雪面からの高さ $h=0.2m$ 、 $1.0m$ 、 $3.0m$ 、 $6.0m$ に取り付けて計測した（写真-3）。計測は道路中心を0とし、風上側をマイナス、風下側をプラスとして距離 $L= -200m$ 、 $-50m$ 、 $-40m$ 、 $-30m$ 、 $-20m$ 、 $-10m$ 、 $0m$ 、 $5m$ 、 $10m$ 、 $20m$ の10測点を1測線として計測した（図-0）。計測時間は1測点あたり2分とした。計測時において道路上はほぼ除雪された状態であった。また道路以外の計測箇所では除雪堆雪や積雪により、雪面は道路面と同程度の高さとなっていた。

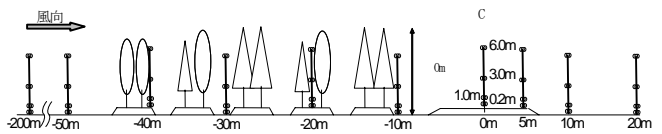


図-0 横断風速分布計測位置

#### (2) 風向風速、視程の連続観測

連続観測は反射型視程計（明星電気TZE-4）、風車型風向風速計（コーナーシステムKADEC21-KAZE）を用いた。この計測機器は各林帯観測地点では風下側の道路路肩から5m風下で道路上2mの高さに、基準点では地上2mの高さに設置した（写真-4、図-1）。なお、反射型視程計、風車型風向風速計ともに測定間隔は1秒である。

写真-3 横断風速分布計測

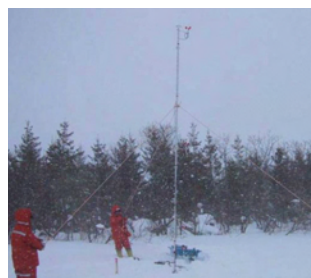


写真-4 風向風速・視程計測



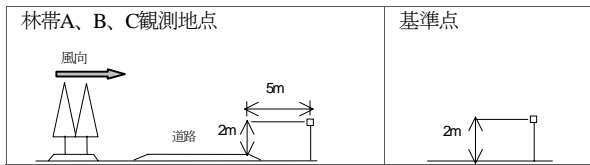


図-1 連続観測計測位置

#### 4. 観測結果

##### (1) 防雪林による減風効果（横断風速分布計測）

横断風速分布計測結果による防雪林の減風効果については、防雪林の風上側最遠点 ( $L = -200\text{m}$ ) の風速を1としたときの各測点における風速（以下、風速比 $RV_t$ とする）で示す。ここで風速は移動しながら計測しているために各測点で計測時刻に違いがある。この計測時刻の差を補正するため、風上最遠点と各測点のそれぞれの風速を風速測定時の基準点の風速で除した。林帯A、B、Cにおける防雪林、道路周辺の風速比 $RV_t$ を図-1、図-1、図-1に示す。

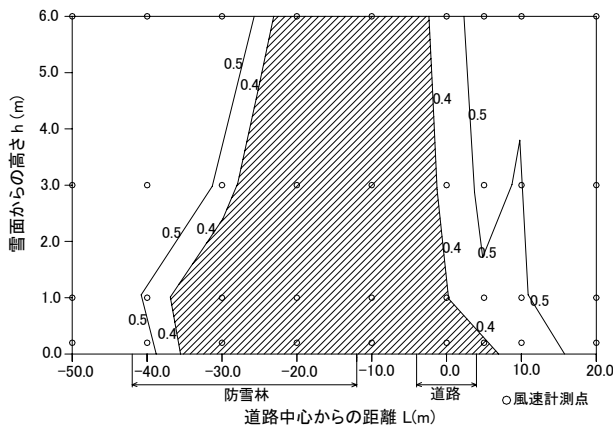


図-1 防雪林、道路周辺の風速比  $RV_t$  (林帯 A)

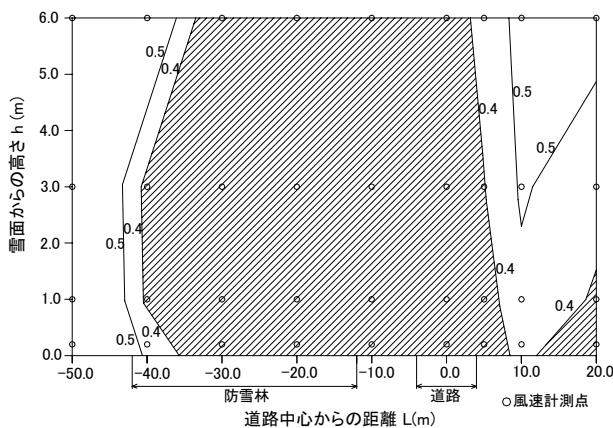


図-1 防雪林、道路周辺の風速比  $RV_t$  (林帯 B)

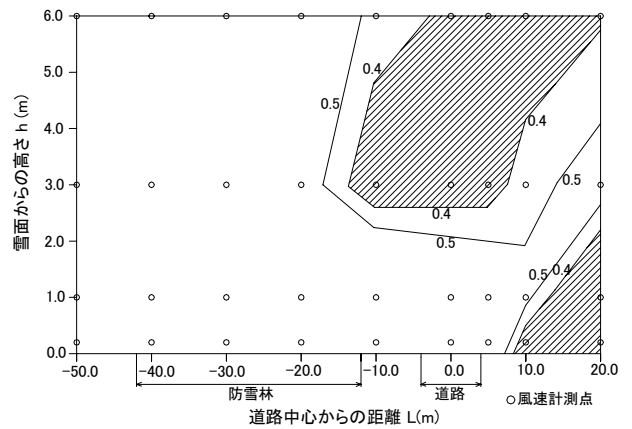


図-1 防雪林、道路周辺の風速比  $RV_t$  (林帯 C)

林帯A (図-1) では、ドライバーの目線高さに相当する  $h = 1.0 \sim 2.0\text{m}$  において  $L = -30 \sim 0\text{m}$  で  $RV_t$  は 0.4 以下となり、 $L = 0 \sim 10\text{m}$  では若干減風効果が低く、 $RV_t$  は 0.4 ~ 0.5 となり、道路上の  $RV_t$  は 0.5 以下となった。

林帯B (図-1) では、同じく  $h = 1.0 \sim 2.0\text{m}$  の範囲に着目すると、道路上も含めた  $L = 40 \sim 5\text{m}$  において  $RV_t$  が 0.4 以下となった。

一方、林帯C (図-1) では、同じく  $h = 1.0 \sim 2.0\text{m}$  の範囲に着目すると、道路上では  $RV_t$  は 0.5 以上となり、 $L = 20\text{m}$  付近で  $RV_t$  が 0.4 以下となった。

横断風速分布計測の結果から、視程改善が必要となる道路上のドライバー目線に相当する  $h = 1.0 \sim 2.0\text{m}$  の領域において、減風効果は良い順に林帯B、林帯A、林帯Cとなっている。これは葉面積指数が高い順と同じであり、葉面積指数が高い方が減風効果が高いと考えられる。

##### (2) 防雪林による減風効果（風向風速連続観測）

風向風速連続観測結果による防雪林の減風効果については、基準点の風速を1としたときの各測点における風速（以下、風速比 $RV_c$ とする）で示す。解析にあたっては1秒毎の計測データの10分平均を用いた。使用したデータは、風速観測期間全体から、吹雪の発生条件<sup>3)</sup>を考慮し、基準点における風速が  $5\text{m/s}$  以上の計測時データを抽出した。

図-1 に林帯A、B、Cの $RV_c$ を示す。図-1で示した値のうち入射角 $90^\circ$ 以外は同じ入射角となる2方向のデータを平均したものである。

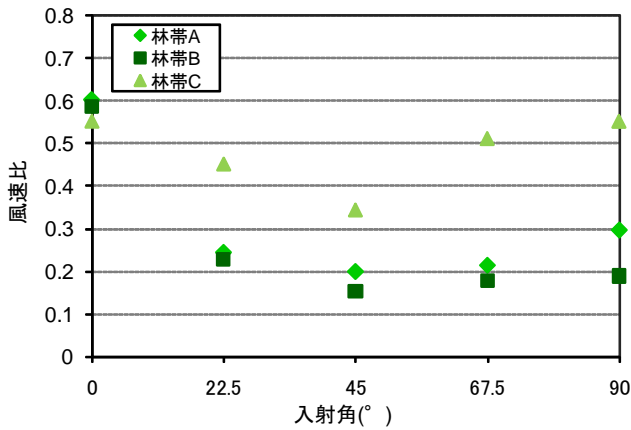


図-1 疎密の異なる林帯の風速比 RVc

図-1より各林帯とも入射角によらずRVcが1より小さくなっており、基準点の風速より林帯のある道路脇の風速が弱くなることがわかった。入射角90°のRVcは林帯Aで0.30、林帯Bで0.19、林帯Cで0.55を示し、疎な林帯（林帯C）に比べ密な林帯（林帯A、B）の減風効果が大きいことがわかった。樹木密度が同数の林帯Aと林帯Bでは平均葉面積指数の高い林帯BのRVcが小さくなっている。この結果から樹木密度と葉面積指数が減風効果に影響していることが示唆される。

入射角別にみるとどの林帯においても入射角45°のRVcが最も小さく、減風効果が高いことがわかる。入射角22.5°~90°では林帯A、Bは同程度のRVcを示し、林帯Cは入射角45°、22.5°、67.5°、90°の順でRVcが小さい。また入射角0°では他の入射角に比べRVcが大きく、林帯毎の差異が小さい。これは入射角90°の直交風に比べ入射角45°の斜行風は防雪林内の風通過距離が長く、入射角45°から入射角22.5°、0°と斜行風から平行風になるにつれて道路上を通過する風が大きくなり風の遮断効果が小さくなるためと考えられる。

### (3) 防雪林による視程改善効果（基準点と道路防雪林の視程）

視程の解析にあたっては1秒毎の計測データの10分平均を用い、伊東ら<sup>4)</sup>に倣い風速補正を加えた。

まず視程と風速のデータから吹雪が発生していると考えられる時間帯（2005年2月21日20:10~21:10）を抽出し、基準点と林帯A~Cの視程の比較を行った（図-1）。

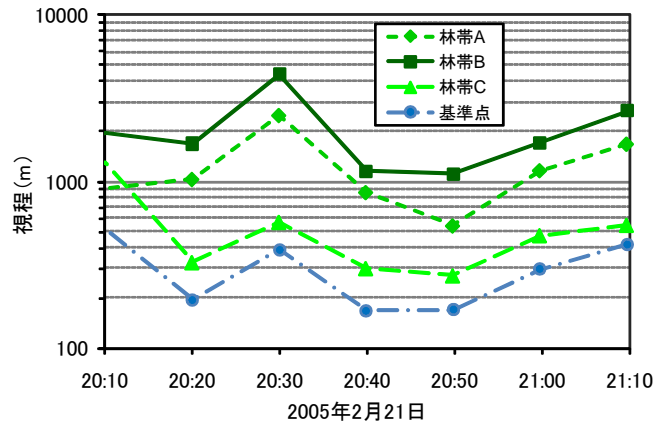


図-1 基準点と道路防雪林の視程

図-1より林帯A、B、Cの視程が基準点の視程より良くなっており、道路防雪林の視程改善効果があることが確認できた。また各林帯の視程は良い順に林帯B、林帯A、林帯Cとなっている。これは減風効果同様、葉面積指数が高い順と同じであり、葉面積指数が高い方が視程改善効果が高いと考えられる。

### (4) 防雪林による視程改善効果（疎密の異なる林帯の視程比）

次に特定の時間帯ではなく、観測期間全体のデータから解析を行った。解析に用いたデータの抽出条件は、吹雪の発生条件<sup>3)</sup>を考慮し、基準点における風速が5m/s以上かつ気温0°C以下かつ視程1000m以下とした。視程改善効果は基準点の視程を1としたときの各林帯における視程（以下、視程比とする）で示す。

図-1に林帯A、B、Cの視程比を示す。図-1で示した値のうち入射角90°以外は同じ入射角となる2方向のデータを平均したものである。

図-1より各林帯とも入射角によらず視程比が1より大きくなっており、基準点の視程より林帯のある道路脇の視程が良くなることがわかった。入射角90°の視程比は林帯Aで4.4、林帯Bで6.5、林帯Cで1.3を示し、疎な林帯（林帯C）に比べ密な林帯（林帯A、B）の視程改善効果が大きいことがわかった。樹木密度が同数の林帯Aと林帯Bでは平均葉面積指数の高い林帯Bの視程比が大きくなっている。この結果から樹木密度と葉面積指数が視程改善効果に影響していることが示唆される。

また林帯A、Bは入射角67.5°、22.5°、90°、45°の順で視程比が良く、林帯Cではどの入射角でも同程度の視程比を示している。防雪柵では、柵に直交の風が吹くと最も風速の低下度合いが最も大きく、防雪柵と主風向が偏る場合は柵の防雪容量が小さくなり<sup>5)</sup>、斜行風に対する防雪効果が低いが、防雪林では斜行風に対しても視程改善効果が高いことがわかった。

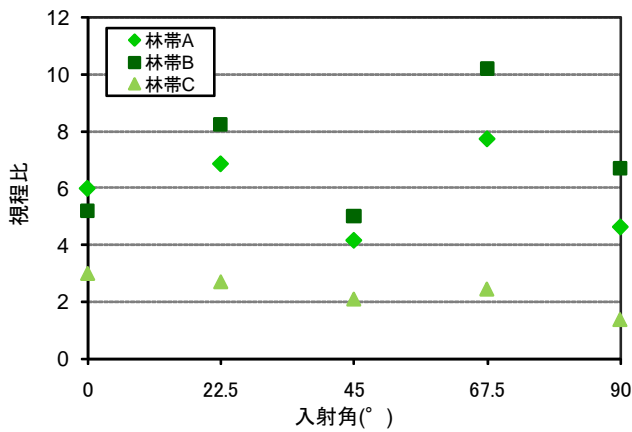


図-1 疎密の異なる林帯の視程比

## 5. まとめ

道路防雪林の樹木密度と視程改善効果の関係を明らかにするため、現地観測を行った。

現地観測では疎密の異なる道路防雪林について風向風速、視程の観測を行った結果、以下のことがわかった。

- ・道路防雪林の減風効果、視程改善効果を確認した。
- ・斜行風に対しても減風効果、視程改善効果が高いことが明らかとなった。
- ・林帯の疎密によって減風効果、視程改善効果に差があることが明らかとなった。
- ・樹木密度と葉面積指数が減風効果、視程改善効果に影響していることが示唆された。

道路防雪林は吹雪による視程障害や吹きだまりを緩和する施設であるので、今後は疎密の異なる林帯と吹きだまり防止効果についても研究を行っていきたい。

## 参考文献

- 1) (独)北海道開発土木研究所, 2003: 道路吹雪対策マニュアル, (<http://www.ceri.go.jp>).
- 2) 雪氷チーム: 道路防雪林の視程障害緩和効果について, 寒地土木研究所月報, No.664, pp34-39.
- 3) 松澤勝, 竹内政夫, 2002: 気象条件から視程を推定する手法の研究, 雪氷, 64, pp77-85.
- 4) 伊東靖彦, 山田毅, 武知洋太, 松澤勝, 2006: 樹木形態の異なる道路防雪林の視程改善効果, 第23回日本雪工学会大会論文報告集, pp15-16
- 5) (社)日本建設機械化協会, (社)雪センター, 2005: 除雪・防雪ハンドブック (防雪編), pp278-280