

道路防雪林の防雪機能に関する検討（第1報）

Study on Visibility Improvement by Snowbreak woods under Snow Storm Condition

廣瀬 哲司* 福澤 義文** 加治屋安彦***

Tetsuji HIROSE, Yasuhiko KAJIYA and Yoshifumi FUKUZAWA

道路防雪林は、高い防雪効果や環境・景観に優れているが、広い用地が必要となっていた。また、建設コスト縮減が求められ、限られた道路用地内に設置できる狭い林帯幅の防雪林を検討する必要がある。しかし、狭帯防雪林に関する研究は少なく、狭帯防雪林の防雪効果は十分に明らかにされていないのが現状である。

本論文では、林帯幅の狭い狭帯防雪林を有効に活用するため間伐材を利用した効果実験を行ない、主に視程障害緩和の効果について検討した。

その結果、本実験仕様の狭帯防雪林の視程障害緩和効果については、特に3条防雪林で視程障害緩和効果が得られた。さらに、風速減少効果については、1～3条林に関わらず減少効果が認められた。これらの調査結果に基づいて狭帯防雪林の適用条件について考察すると、①吹雪頻度が少なく視程150mを越える地域、②吹雪量の比較的少ない地域、③積雪深の少ない地域、の視程障害緩和対策に適用できるものと考えられる。

さらに、狭帯防雪林は、植栽方法・樹木規模の条件を変えることによっては、視程障害緩和機能が一層高まることが推定される結果を得た。

《キーワード：吹雪；視程障害；防雪林；狭帯林》

Snowbreak woods are highly effective in snowbreak effect and are excellent in terms of landscape. However, snowbreak woods require a large area of land along the road. Few conventional studies have been made on snowbreak woods in areas where the narrowness of land reserved for roads tends to leave little room at the roadside. Therefore, little is known about the snowbreak effects of narrow snowbreak woods.

In this study we tested the effect of narrow snowbreak woods by staking along a road the trees that were thinned from afforested pine woods to promote healthy growth of the non-thinned trees. We tested the effectiveness of the staked trees in reducing the visual hindrance by blowing and drifting snow.

The three-row snowbreak woods in our study were particularly effective for mitigating visibility hindrance. In addition, the wind velocity reduction effect was confirmed for all (one-row to three-row) snowbreak woods researched. We found that snowbreak woods on narrow areas along the road can be effective if any the following conditions exist: (1) hindrance of blowing snow is relatively small and visual range always exceeds 150 m, (2) drift snow amount is relatively small, (3) snow depth is not great.

Effects of narrow snowbreak woods will be further enhanced by changing the planting method and size of trees.

1. はじめに

積雪寒冷地での吹雪・地吹雪による視程障害や吹きだまりといった厳しい冬期道路環境は、交通事故や交通止めの原因の1つとなっている。このため、視程障害緩和や吹きだまり防止のため従来から防雪林、防雪柵、防雪切土等の対策施設が行われてきた。

道路防雪林は、道路の風上側または両側に林帯を造成し、風速を減少させて雪を林内及びその前後に堆積させる機能を持たせるものであり³⁾、防雪効果のほか環境や景観に優れて、視線誘導効果が高いことが分かっている。防雪林は現在、全道の一般国道の約50カ所で整備あるいは造成中である。その整備延長は約43Km余りに及び、そのほとんどが10～30mあるいはそれ以上の林帯幅で造成されている¹⁾。

しかし、コスト削減の方針や市街地近郊などの用地確保の困難性から10m以上の林帯幅を持つことは困難となってきておりことから、限られた道路用地内の設置が課題となっている。

道路防雪林の整備は、「道路吹雪対策マニュアル(案)防雪林編」等に基づいて行われているが、10m未満の狭い林帯幅の防雪林(狭帯防雪林)の記述はなく、その防雪効果は十分に解明されていないのが現状である。

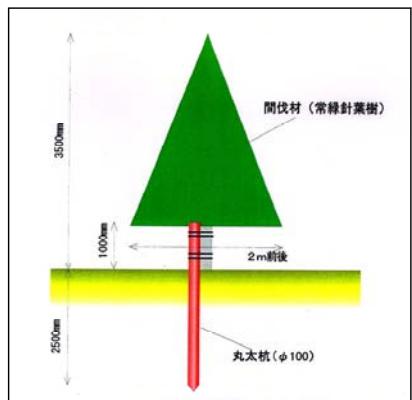
本報告は、狭帯防雪林を有効に活用するために間伐材を利用した狭帯防雪林の実験を行い、主として視程障害緩和効果についての解析結果を報告する。

2. 狹帯防雪林の実験方法

実験場所は、一般国道337号当別バイパスの道路用地内で当別町市街地から3kmほど南方に位置し、周辺は平坦な畑地または水田が広がり、家屋や樹木など風を遮るもののが非常に疎らなところである。実験に

用いた狭帯防雪林の概要は次の通りである。なお、間伐材の林帯1列植えを1条林、2列植えを2条林、3列植えを3条林と言う(以下同様)。

狭帯防雪林は、図2のように1条、2条、3条林とも、道路と最も近い樹列との距離は8.0m、植栽間隔は2mである。延長60mの各樹列は、ほぼ東西方向に走る道路の北側



に沿って平行に、西側から10mの間隔をあけて1条、2条、3条林の順に配置した。樹種はエゾマツの間伐材で、予め打ち込んだ木杭に固定した。樹高は、ばらつきもあり有効高約3.0mとした(図1、写真1)。

写真-1 狹帯防雪林(2条)の設置状況

(手前に3条林、奥に1条林がある)



観測は、1998年度冬期に次の観測を行った。

- (1) 現地気象観測：一般場の視程、風向風速と各防雪林風下側の視程
- (2) 移動気象観測：移動気象観測車を用いた林帯風下側の視程、風速の縦断分布

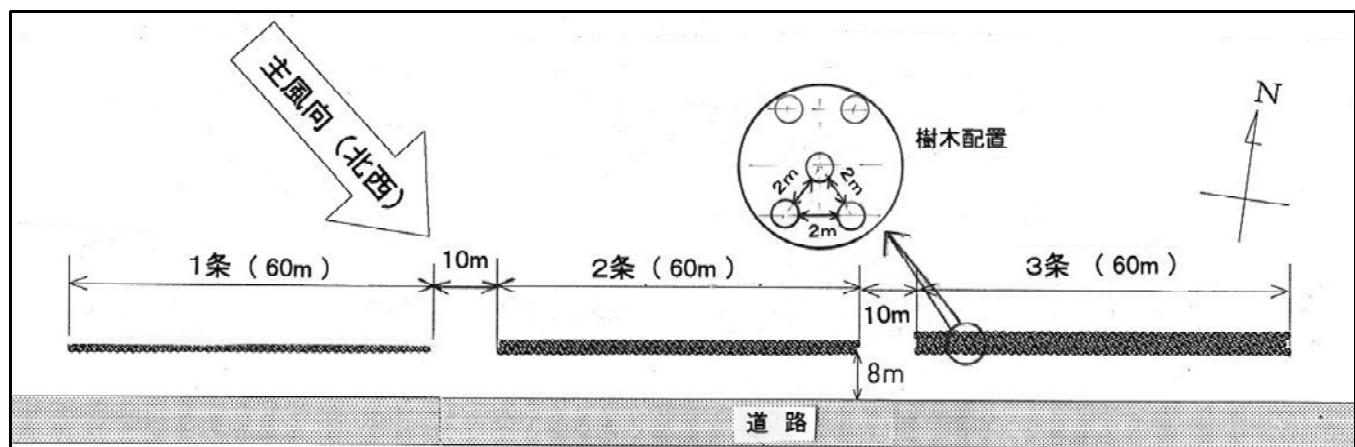


図-2 狹帯防雪林の配置

- (3) 風速の横断観測：防雪林横断方向の風速分布
 (4) 吹雪量の横断観測：防雪林横断方向の吹雪量分布
 及び積雪分布

移動気象観測は写真2に示すような観測車を用いた。前バンパー上に取り付けた架台上部に視程計、同下部に路面温度を測定する放射温度計、屋根上に風向風速計と温度計を、車内には前方視界を録画するビデオカメラシステムとデータ処理用のコンピュータを装備している。

写真-2 移動観測車外観



3. 実験結果

3. 1 現地気象観測

現地観測における観測期間中の風速階級別風配図を図3に示す。1999年1月～3月の観測期間で風向出現頻度が最も高いのは西北西で、ついで西・南南東・北西・東北東・南東の順となっている。西～北西と南東～南南東の出現率は全体の33.6%と18.6%を占める。吹雪発生の一つの目安である風速5 m/s以上の風速出

現頻度は、全体の27.6%を占め、その多くは西～北西の風向に集中している。

試験防雪林は80度から260度の方向に伸びているので、北西の風 (315 ± 11.3 度) は試験防雪林に対して54～76度で交差することになる。試験防雪林に対してほぼ直交する北北西の風の出現率は北西の1/2に満たないが、風速は比較的大きく5m/s以上が半数以上を占める。ここでは、主に出現頻度の多かった北西の風及び林帶と直交する北北西の風に着目して検討を進めた。

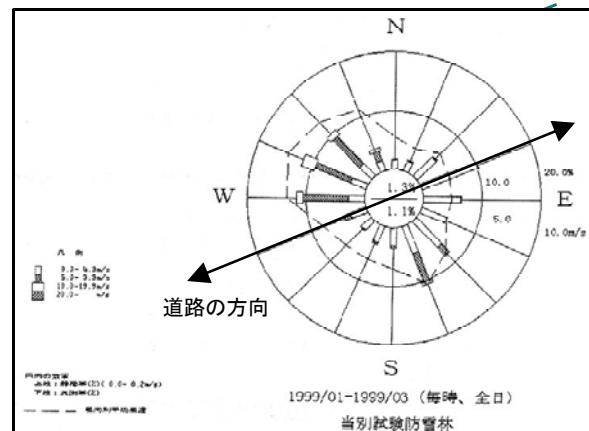


図-3 現地観測の風配図

3. 2 移動気象観測

移動気象観測は、視程障害が生じるような強風や降雪がある気象条件のときに、狭帯防雪林の区間に観測車を走らせて、防雪林に並行する縦断方向の風速や視程の分布を観測した。図4に1999年2月6日の15:57から16:00にかけての観測事例を示す。

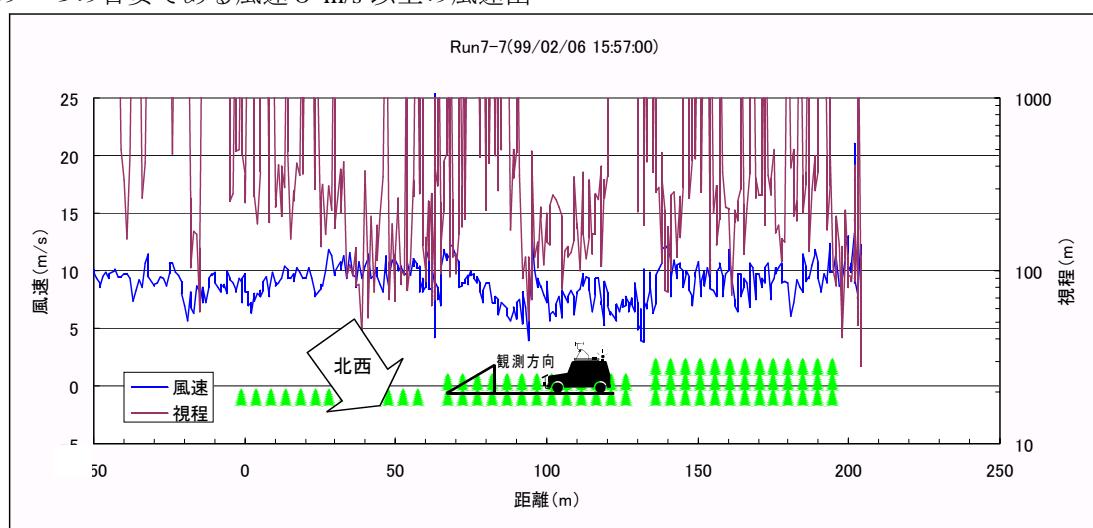


図-4 移動観測車の例 (1999年2月6日16時ころ)

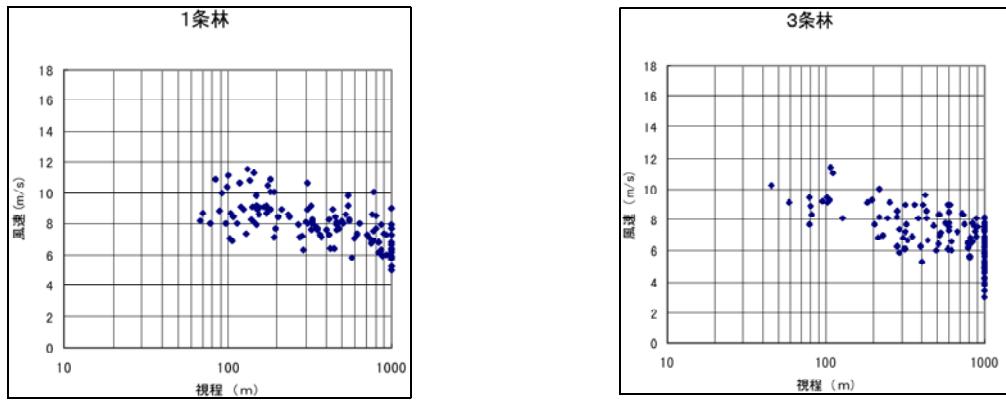


図-5 視程と風速の分布（1条林、3条林 北北西の場合）

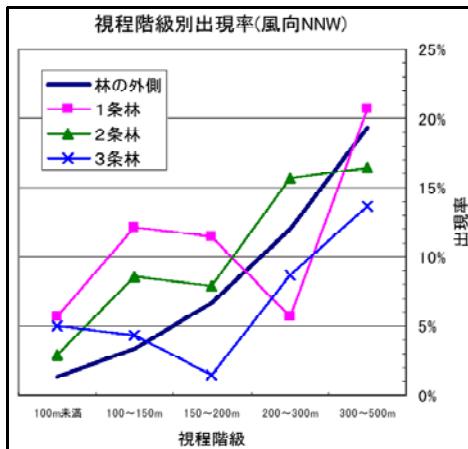


図-6 視程階級別出現率

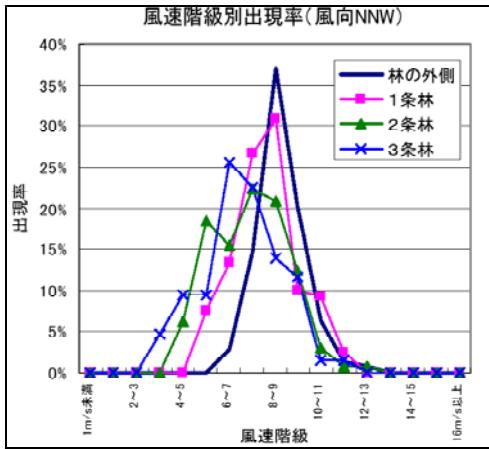


図-7 風速階級別出現率

この日は日本海にあった低気圧が北海道付近を通過した後で一時的に風が強まった状況である。固定観測（地上10m）では14時に14m/sに達している。移動観測で得られた風は北西5~10m/s程度である。風速が10m/sを越えるくらいで視程が100m以下になっているのがわかる。

移動観測はのべ9日間70回に及び、そのうち防雪林の効果に関する風向として北西と北北西の場合44ケースを選んで、防雪林整備区間と整備区間外（林の外側）との比較をした。

まず移動観測による0.2秒間隔に観測された瞬間値を5m毎の平均値に編集した。次に観測区間を整備区間外（防雪林の東側・西側）、1条林、2条林、3条林に分け、それぞれの区間に含まれるデータを風向別に視程階級を100, 150, 200, 300, 500mで区分して集計した。

移動観測による5m区間平均の視程と風速を風向別に、区間毎の散布図と階級別の視程と風速の出現率图にまとめた。風向風速の測定の高さは路面から約3mである。

3. 2. 1 移動観測による視程と風速の観測結果

視程と風速の散布図によると北西ほど風速方向のばらつきが大きくなり、林の外側の風速分布が狭い範囲に集中している。そのため1条林、2条林、3条林（図5）ともに風速データの上限は10~12m/sにまとまっている。風速の減少は条数が増すほど6m/s以下のデータが増えている。視程に着目すると防雪林区間ににおけるデータの右方向への移動が見られ、条数が増すほど顕著であった。

図6の視程階級毎の出現率を見ると、1条林で200~300mの出現率が小さくなっているが、1条、2条林では林の外側とほとんど変わらない。3条林については150m以上の階級で林の外側よりも出現率が小さくなっていて視程障害が緩和されているのがわかる。逆に150m未満の階級で出現率が大きくなっていることから3条林では視程150m程度が視程障害緩和の限界のように見られる。

図7の風速の頻度分布では、林の外側では8~9m/sにピークがあったものが、1条林ではピークの位置は変わらないものの小さい値の方に出現分布が増えてい

る。また2条林では7~8m/sに、3条林では6~7m/sというように、順に風速分布のピークが小さい方に移動し、条数が増えるにつれ風速減少の傾向は強まっている。

3. 3 風速の横断観測

風速横断観測結果のうちで比較的風速が大きい(5m/s前後以上の)事例を選び、道路上で計った観測風向によって分類した結果の一例を図8と図9に示す。観測高度は雪面から1.2mである。Hは防雪林高さであり、水平距離はその倍数で表すこととした。図中の0Hは狭帯防雪林の林帯位置である。風速比は、防雪林風上側の-10Hの位置での風速値に対する比を示す。2条林と3条林の場合では、負の距離は最も風上側の樹列からの距離を表し、正の距離は最も風下側の樹列からの距離を表す。道路の位置はおよそ3H(風上側路肩)と5H(風下側路肩)の間に当たる。

風向が「北」の場合(図8)は、1条林と2条林の観測比較である。2H~3H付近では風上側とあまり違わないが、その後から道路を横断するに従い風速が減少している。道路の風下側路肩である5Hから風速はしだいに上昇するが、極小域となつており2条林の方が1条林よりも減風効果が出ている。

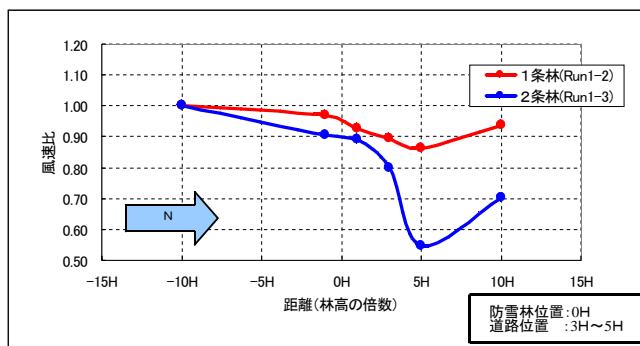


図-8 風速の横断分布(北)

風向が「北西と北北西」の場合(図9)は、道路上では北の場合と違い風上側路肩3Hで風が弱まっている

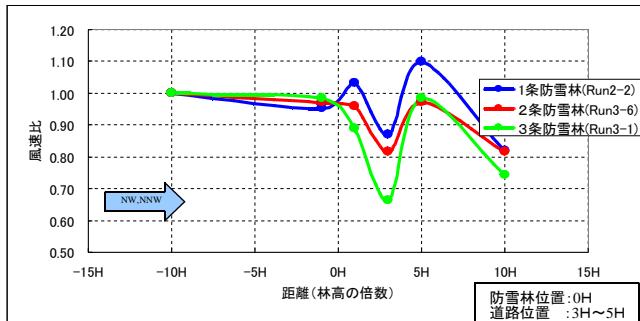


図-9 風速と横断分布(北西、北北西)

て極小域となつていている。5Hは極大域になって5Hからは次第に減少している。風速比の最小値では、3条林が比較的減風効果が高いことを示している。また、減風効果は、条数に関わらず風下側10Hまで及んでいる事がわかる。

風向別の極小域の比較では、風が道路と大きい角度で横切る場合(北)は道路上の風下側、風が道路と小さい角度で横切る又は直交するような場合(北西、北北西)は道路上の風上側に、風速が最も減少する場所が見られた。

以上のことから、風向によって風が弱まる位置は違うが、いずれも道路上で風速の極小域ができていて防雪林の減風効果が認められた。

3. 4 吹雪量の横断観測

狭帯防雪林の方向に対して直交するような風向(北北西)の場合の横断方向の吹雪量の分布を図10に示す。このときの風速は約9m/sであった。

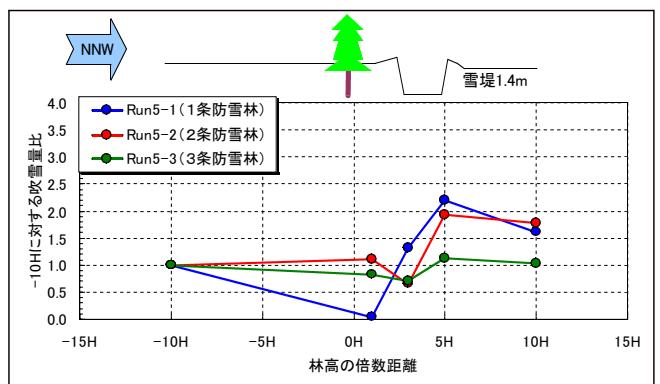


図-10 吹雪量の分布(北北西)

道路の風上側路肩(3H)での吹雪量は2条林と3条林で少ない。1条林と2条林では風下側路肩(5H)での吹雪量が多いが、3条林では吹雪量の変化は小さく風上側とあまり変わらない。1条林では吹雪量が防雪林背後(風上側)で少なくなっているが道路上で多くなり変動が大きい。3条林では道路両側において吹雪量が少なく、防雪林による視程緩和効果(吹雪量の減少)が見られる。

防雪林に対して浅い角度で横切る風向(北西)の場合(図11)は、1~3条林とともに防雪林による視程緩和効果が見られず、風上側路肩(3H)では条数が増すほど吹雪量が多くなっている。

これらは、雪堤の高さが1条林より2条林3条林の方が高いため吹雪が捕捉されやすうこと、1条林よりも風下側にある2条林3条林の観測点が道路に沿うよ

うな方向の吹雪が加わることが原因であると考えられる。

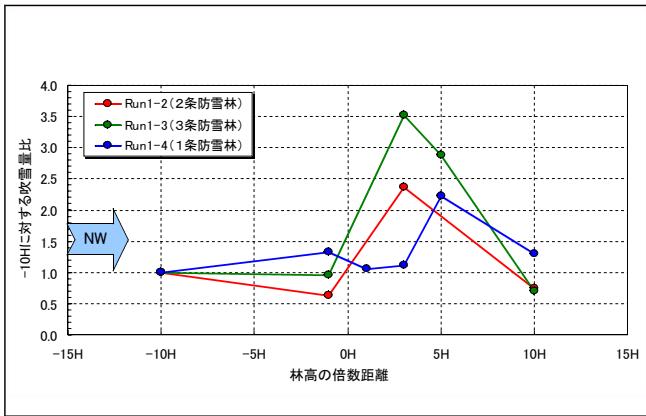


図-1-1 吹雪量の分布（北西）

3. 5 吹きだまりの積雪分布

積雪分布の観測結果では、道路面からの雪丘ピークの高さは1条林が約1.5m、2条林が約2m、3条林が約2.5mと順に高くなり、普通乗用車の運転者の視線位置より高くなっている。雪丘ピークの横断位置は、3条林が2H(6m)、2条林が3H(9m)、1条林が4H(12m)という順に林から遠ざかっている。雪丘は道路を越えてさらに南側の10Hくらいまで続く結果となつた。H8年度に一般国道337号で同様の調査を行つた結果²⁾によると、条数が増加するほど林の風下側においても積雪量が多くなっている。このことは、風速が弱まることによって防雪林の前後に雪が堆積し飛雪量が少なくなっていると考えられる（図1-2）。

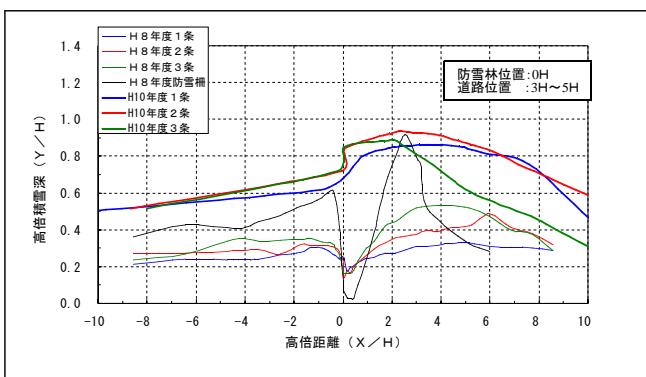


図-1-2 吹きだまり形状

4.まとめ

4. 1 狹帯防雪林の防雪効果

今回の観測結果から、林帯幅の狭い狭帯防雪林の視程障害緩和効果と吹きだまり防止効果について以下に述べる。

4. 1. 1 視程障害緩和効果

移動観測車による視程の観測結果によると、1条、2条防雪林では視程障害緩和効果が顕著でなかった。3条防雪林は、視程障害が極端に大きいケースをの除いて、視程が100～150m程度より大きな場合は視程障害緩和の効果が現れていることがわかった。

風速については、移動観測によれば地上3m付近の風については1～3条林の条数に関わらず減少効果が認められ、横断観測による地上1～1.5m付近の観測でも風向によって風が弱まる位置が多少異なるが、いずれも道路上で風速の極小域となり、風速を減少させる効果が見られた。

4. 1. 2 吹きだまり防止効果

1条、2条、3条林による吹きだまりの形状や位置がやや異なるものの、いずれも道路上の周辺に吹きだまっていて、今回実験した狭林帶防雪林による吹きだまり防止効果は余り期待できない結果を得た。

吹きだまり防止効果を高めるには狭帯防雪林の①枝葉密度を大きくする、②樹高を上げる、③植栽間隔をさらに密にする、などのことを行う必要がある。また、樹木の生育に伴って枝葉密度が増大し、空隙率が小さくなることで吹きだまり防止効果が高まることが期待できる。

4. 1. 3 適用条件の検討

実験地点の気象状況の特徴は、北海道の内陸部としては強風の頻発地域である。加えて、実験を行つた平成10年度は降雪量が多く、積雪深も例年に比較して目立つて多かつたことから、試験樹木が積雪でかなり埋没した状態で試験を行わざるを得なかつた。

このような厳しい気象、試験状況を考慮して本実験での狭林帶防雪林での適用が可能と考えられる気象条件は、

- (1)吹雪頻度が少なく視程が150mを越える地域
- (2)吹雪量の比較的少ない地域
- (3)積雪深の少ない地域

などが考えられる。

狭帯防雪林は、気象条件・植栽方法・樹木規模などの条件によっては、視程障害緩和を主目的とした防雪対策となりうると考えている。

5. おわりに

今後は、狭帯防雪林の樹高や植栽配置の違いによる防雪機能に関する調査検討を、気象条件の異なる箇所などで引き続き行っていきたいと考えている。

なお、本研究を進めるにあたり日本気象協会北海道本部の関係各位には貴重な意見を頂き、ここに記して謝意を表す。

- 1) 福澤義文、加治屋安彦、金子学、金田安弘、小林利章：道路防雪林の整備効果について、平成9年度寒地技術シンポジウム、1997年11月。
- 2) 川上俊一、竹内政夫、金田安弘、加治屋安彦、福澤義文：道路防雪林の防雪機能について—模型防雪林を用いた野外実験による検討—、平成10年度日本雪氷学会全国大会、1998年10月。
- 3) 道路吹雪対策マニュアル（案）防雪林編；（社）北海道開発技術センター；監修、北海道開発局

参考文献

廣瀬 哲司*
開発土木研究所
道路部
防災雪氷研究室
研究員

福澤 義文**
開発土木研究所
道路部
防災雪氷研究室
副室長

加治屋 安彦***
開発土木研究所
道路部
防災雪氷研究室
室長