

樹林帯で吹雪を防ぐ()

- 林帯の幅と防雪効果(低温風洞実験の結果より) -

島田宏行

防雪林の防雪効果は高く評価されているが、林帯の幅(樹列)と防雪効果との関係は明らかでない。それは、主に林帯の構造が複雑であることに原因があると思われるが、もう一つ、野外で林帯幅と防雪高価に関する観測を行うのに適した場所が、きわめて少ないことも大きな理由にあげられるであろう。

前回まで、「樹林帯で吹雪を防ぐ」(光珠内季報 117号、118号参照)では、研究方法として野外観測を行ったが、以上のような事情を考えると、野外観測で林帯幅と防雪効果の関係を調べることは困難である。そこで、考えられる有効な方法として、低温風洞施設を用いた実験がある。これは、実験室内を低温にして、風洞内に林帯の模型をおき、雪粒子を用いて人工的に吹雪を発生させてその効果を調べるものである。このような方法を使用すれば、林帯の幅(模型の樹列数)を任意に設定した十件が可能であるため、林帯幅と防雪効果の関係を体系的に理解する大きな助けとなる。今回、科学技術庁防災科学技術研究所新庄雪氷防災研究支所の低温風洞装置を使用し、樹列数と防風効果および吹きだまりの形成位置について調べてみた。

林帯模型の植栽パターン

林帯の模型には、市販の針葉樹模型を用いた(高さ17cm、幅6cm、枝下高1.5cm、写真-1)。植栽パターンは、千鳥状に3パターン(2、5、10列)、列状に4パターン(1、2、5、10列)の計7パターンである。実験の手順としては、まず全てのパターンで風速の分布を測定し、千鳥状の全てのパターンと列状1列の1パターンについて、雪粒子を用いた吹雪実験を行って吹き溜まりの形成を調べた。風洞の設定温度は-15である。

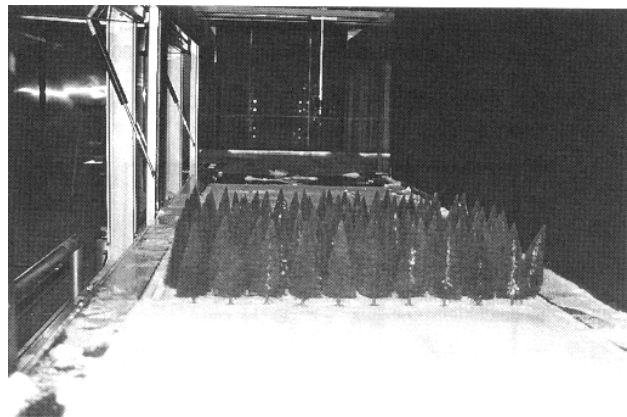
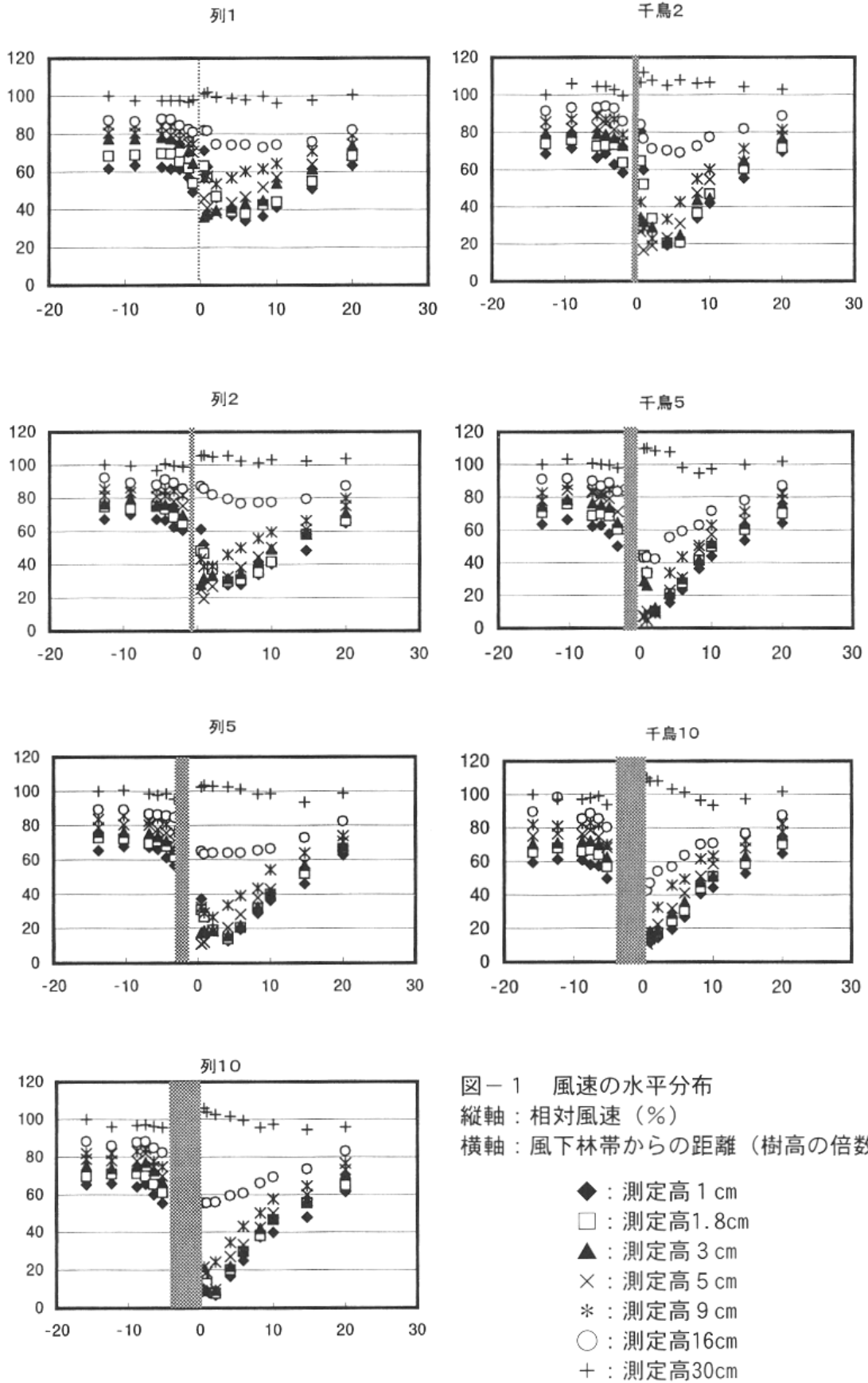


写真-1 風洞内の林帯模型の様子

模型林(モデル)と実際の防雪林(プロトタイプ)との関係は?

モデル実験の場合、「モデルとプロトタイプの風速の関係はどうなっているのか?」と、素朴な質問を受けることがたびたびある。しかし、この素朴な質問に対する答えは単純ではない。なぜなら、今回のようなモデル実験に関する相似則は、まだ、完全には確立されていないからである。

今回の実験では、過去の防雪柵の実験で用いられた方法(Tabler 1980)を基に、プロトタイプの風速がどの程度になるかをモデルのスケールを変えて求めてみた。いま、モデルのスケールを1/30、1/60仮定すると、例えば、モデル林の影響を受けない所での風速が10m/sの時、プロトタイプではそれぞれ13m/s、17m/sとなった。



風速の分布

図 - 1 は、風速の水平分布である。縦軸は林帯から最も風上の位置(測定高度 30 cm)における風速を 100 として相対風速を表し、横軸は風下林縁からの距離を樹高 (h) の倍数で表している。すべての植栽パターンにおいて風上では、林帯に近づくにつれて穏やかな風速の低下がみられ、風下においては急激な低下が見られる。この風下での最低風速値(Umin)は、列状植栽では、1、2、5 列から 10 列でそれぞれ、およそ 30、20、10、10% となった。一方、千鳥状植栽の場合の Umin は、2 列から順に 20、5、10% となった。詳しくは、図 - 2 において記述するが、列状および千鳥状とも Umin の変化は 5 列目は大きいですが、5 列以上増やしても大きな変化が見られない結果となった。また、列状植栽と千鳥状植栽では、同じ列数ならば千鳥状の方が Umin が小さくなり、減風効果が高い傾向があった。この傾向は列数が少ないときに強くあらわれ、10 列の場合には、はっきりした差異が見られなかった。

図 - 2 には Umin と列数の測定高別の関係を詳細に示した。列状植栽の場合、Umin は各測定高度とも列数の増加に伴って減少しているが(図 - 2a)。

千鳥状の場合はわずかではあるが、5 列から 10 列にかけて増加している(図 - 2b)。林帯幅が広くなると、Umin が林帯の風下ではなく林内に発生することが報告されており、この場合も真の意味での Umin は、林内に存在している可能性がある。いずれにしても、林帯風下での Umin の変化は、1 列から 5 列程度までに大きな変化があり、5 列以上列数を増やしても、列数を増やした割には、それほど大きな防風効果が期待できないと考えられる。

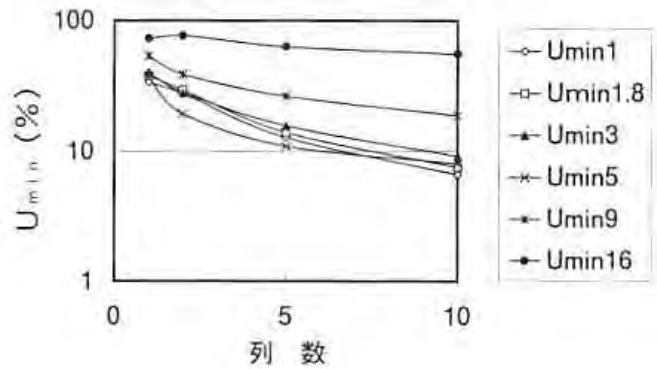


図 - 2 a 最低風速値と列数の関係 (列状)
キャプションの数字は、測定高 (cm) を表している。

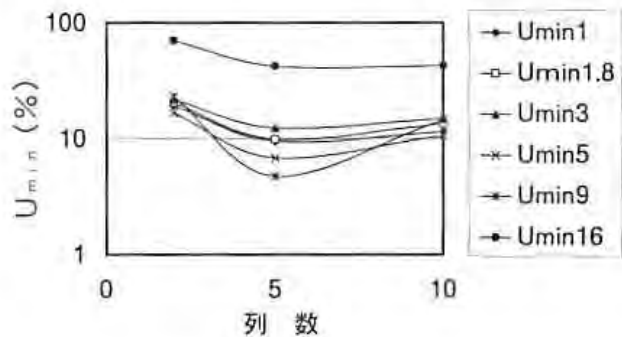


図 - 2 b 最低風速値と列数の関係 (千鳥状)
キャプションの数字は、測定高 (cm) を表している。

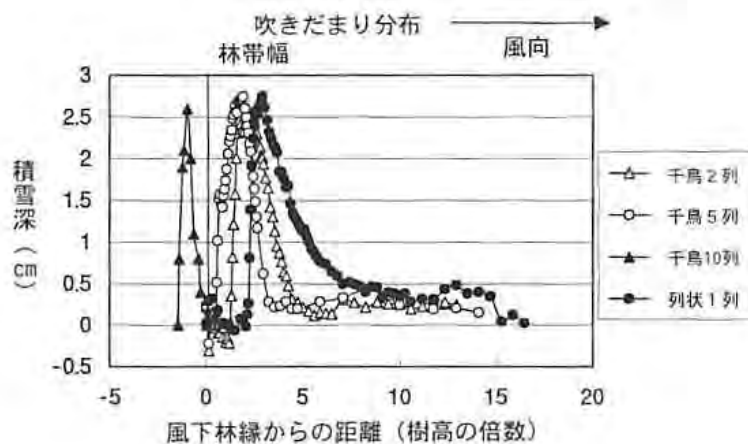


図 - 3 吹きだまり分布

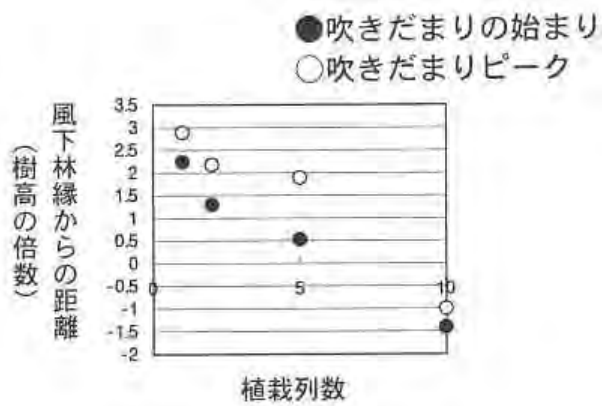


図 - 4 風下林縁を基準とした吹きだまりの形成位置と植栽列数の関係

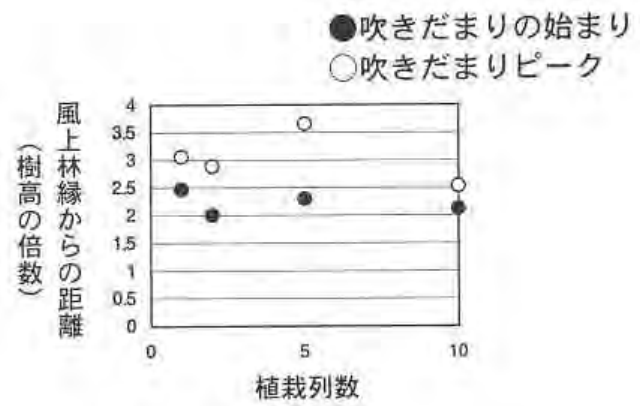


図 - 5 風上林縁を基準とした吹きだまりの形成位置と植栽列数の関係

吹きだまりの分布

図 - 3 は、林帯周辺および林内の吹き溜まりの分布を示している。この図によれば、列数が増えると、吹き溜まりの形成位置は林帯に近づき、千鳥 10 列では林内に吹き溜まりが形成されていることがわかる。この関係を詳しく見るために、吹き溜まりのピークおよび吹き溜まりの始まり位置と植栽列数との関係を示したものが図 - 4、5 である。図 - 4 では、風下林縁を基準にピークと始まりの位置が示されており、列数の増加に伴って形成位置が林帯に近づく傾向が顕著に現れている。しかし、見方を変えて風上林縁を基準にすると、図 - 5 に見られるように、吹き溜まりのピークおよび始まりの位置は、ほぼ一定の値となり、それぞれの樹高の 3 倍前後、および 2 倍前後となる結果を得た。

おわりに

以上の結果を総合すると、林帯幅(列数)が十分に広い場所では、道路などの保全対象が林帯に近接していても、林内に吹雪を捕捉するため十分に防雪効果が期待できるが、林帯幅が狭い場合には、保全対象から離れた場所に林帯を設置する必要があると考えられる。

少ない樹列数で効率的に防雪効果を発揮させるには、列状よりも千鳥状の方が有効で、その樹列数は最低でも 2、3 列程度は必要である。また、逆に縦列数が 5 列以上になると列数が増えても減風効果に大きな差異が生じなくなるので、列数を増やしたからといって、防雪効果の飛躍的な増大は期待できないと推察される。

(防災林科)