

風洞実験による防雪林の樹木形態と防雪効果の関係について その2

- 山田毅, 伊東靖彦, 松澤勝 ((独) 土木研究所寒地土木研究所)
 小杉健二, 根本征樹, 望月重人 ((独) 防災科学技術研究所)
 齋藤佳彦 ((株) 雪研スノーイーターズ)

1. はじめに

道路防雪林は吹雪対策施設として造成される樹林帯であるが、年数が経過するに従い、隣り合う樹木の枝が重なり合い下枝の枯れ上がりが進行する。枯れ上がりを防止するためには、適切な時期での除伐が必要であるが、除伐によって樹木密度が小さくなり、一時的に防雪効果が小さくなることが懸念される。このため、防雪効果の減少を懸念するあまり、除伐が遅れた防雪林も見られる。

適切な除伐時期を示すためには、樹木密度と防雪効果との関係について明らかにする必要がある。著者らは現地観測と風洞実験を行って両者の関係について研究を行ってきた(山田ら, 2006, 伊東ら, 2006)。本報は、前報(山田ら, 2006)に引き続き、樹木形態・樹木密度と防雪効果の関係について風洞実験を行った結果を報告する。

2. 研究の経緯

著者らは、一般国道40号天塩町雄信内に実在する道路防雪林を対象に、樹木寸法観測、風速分布測定等の現地観測を行った(伊東ら, 2006)。この観測は、針葉樹と広葉樹の混じった密な林帯(以下、林帯Aとする)と、疎な林帯(林帯Bとする)で行った。

この実在する林帯をモデルとして、樹木配列を一部変えた模型をいくつか製作し、風洞実験を行った。実験は、防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄支所の密閉回流式低温風洞装置を用いた。

前報では、林帯Aと林帯Bを再現した模型林と、林帯Aから広葉樹を除伐した模型林を用いて風速分布等を測定した。風洞実験での風速分布を、現地観測で得られた風速分布と比較した結果、防雪林風上の風速に対する防雪林風下の風速の比(以下、風速比とする)は、現地観測に比べ、風洞実験の方が0.1~0.2程度小さかった。次に、林帯Aと、林帯Aから広葉樹を除伐した模型での風速分布を比較し、除伐の影響を調べたが、両者には差異は見られなかった。しかし、防雪林の防雪効果を維持できる樹林密度・樹木形態を明らかにするためには、さらに様々な条件で除伐した模型での実験が必要であった。そこで本報では、広葉樹に加えて針葉樹を除伐した模型を用いて風洞実験を実施し、風速分布の測定を行った。

3. 風洞実験で使用した模型

実験に使用した模型は前報の実験も含めて、表1・図1に示す10パターン(以下Pと略する)である。このうちP1は林帯Aを再現したもの、P2、P3はP1を基に広葉樹を2段階に除伐したもの、P4は林帯Bを再現したもの、P5~P10はP3を基に針葉樹を6段階に除伐したものである。なお模型サイズ、模型木



写真1 風洞実験で使用した模型

の大きさ、材質、配置は前報と同じであり、針葉樹の葉部分の材質は既往の防雪林風洞実験(原田ら(2006)参照)を参考に、モルトフィルター(イノアック製 MF-8)を用いた(写真1)。

表1 模型林帯一覧表

パターン (P)	モデル	林帯幅 (cm)	針葉樹 1 (本)	針葉樹 2 (本)	針葉樹 3 (本)	広葉樹 1 (本)	広葉樹 2 (本)	針葉樹 樹木密度 (本/ha)
1	密な林帯	31.5	152	-	117	299	-	890
2	密な林帯(除伐1)	31.5	152	-	117	233	-	890
3	密な林帯(除伐2)	31.5	152	-	117	166	-	890
5	密な林帯(除伐3)	31.5	114	-	117	166	-	767
6	密な林帯(除伐4)	31.5	114	-	79	166	-	645
7	密な林帯(除伐5)	31.5	75	-	79	166	-	519
8	密な林帯(除伐6)	31.5	56	-	79	166	-	458
9	密な林帯(除伐7)	31.5	37	-	79	166	-	397
10	密な林帯(除伐8)	31.5	37	-	60	166	-	335
4	疎な林帯	31.5	-	59	-	-	160	190

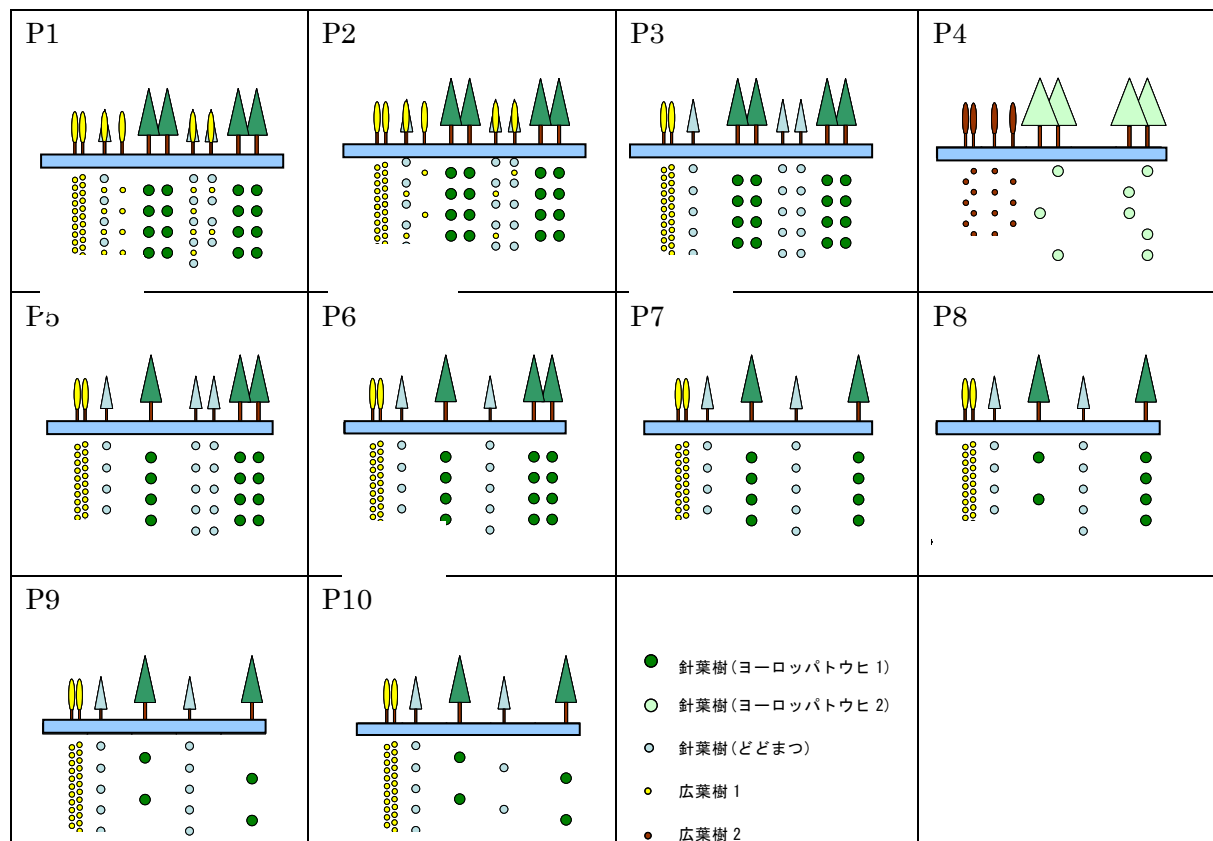


図1 実験パターンの構成図

4. 風洞実験方法と結果

今回の風洞実験では、防雪林の林帯構造の変化による、防雪林周辺および道路本線付近の風速変化を調査するため、林前後での風速分布測定を P4~P10 について行った。風洞内測定箇所周辺の風速プロファイルを、前報の実験 (P1~P3) と一致させるため、前報とほぼ同様の実験方法とした。

4.1 風洞実験における風速比の補正

実験ではまず前報で課題となっていた風洞実験での風速比の補正を検討した。図 2 に風洞実験での P1 の風速比と、これに対応する林帯 A の現地観測による風速比を示す。現地観測の値は小型三杯風速計 ((株) 牧野応用測器研究所製 AC750) で測定したものである。

図 2 によると現地観測と風洞実験の風速比は防雪林風上ではほぼ一致したが、防雪林風下では風洞実験の風速比が現地観測に比べて小さい値を示している。鳥田ら (2004) も野外観測と比較して風洞実験では防雪林風下で風速比が小さくなることを述べており、本実験結果を裏付ける。これは、使用したモルトフィルターは実在の樹木に比べ密なため、風速低下が大きくなったと考えられる。そこで、風速比を補正することとした。

前述の通り、防雪林の風下側領域では風洞実験と現地観測の風速比に違いがみられる。そこで防雪林の風下側領域における林帯 A、B の現地観測の風速比 R_{Ur} と P1、P4 の風洞実験の風速比 R_{Ue} を比較した (図 3)。図 3 から関係式 (1) が得られる。式 (1) により、風洞実験で得られた風速比を補正することができる。

$$R_{Ur} = R_{Ue} + 0.21 \quad \dots (1)$$

4.2 樹木密度と風速比の関係

次に風洞実験の結果から樹木密度の差異による防雪効果を比較する。風洞実験の道路付近における風速比 (平均値、最大値、最小値) と針葉樹の樹木密度との関係を図 4 に示す。なお、ここで用いた風速比は式 (1) により補正をした。

図 4 より、風速の平均値は樹木密度が小さくなるにつれて増加することが分かる。特に 500 本/ha を下回ると、風速比の増加が大きくなる。また樹木密度 458 本/ha から 397 本/ha にかけて、風速比の最大と最小の差が 0.31 から 0.07 と小さくなっている。このことから、樹木密度 400 本/ha 付近で防雪効果に変化があることが示唆される。

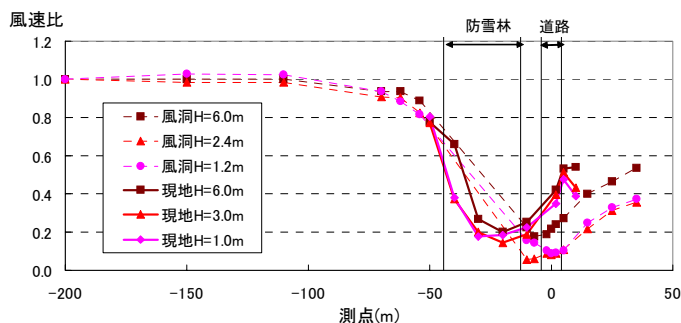


図 2 林帯 A の現地観測と風洞実験 P1 の風速比

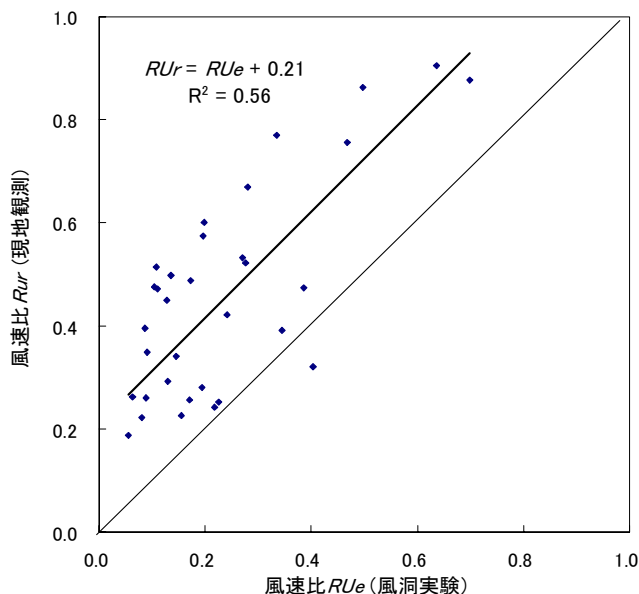


図 3 現地観測と風洞実験の風速比

また、樹木密度 335 本/ha から 190 本/ha と変化するにつれ風速比の平均が 0.11 増加し、最大値と最小値の風速比の差が 0.08 から 0.47 と再び大きくなっている。このため樹木密度 335 本/ha 以下の除伐パターンの風洞実験を追加することにより、この部分の風況変化の詳細をさらに検討する必要があると考えられる。

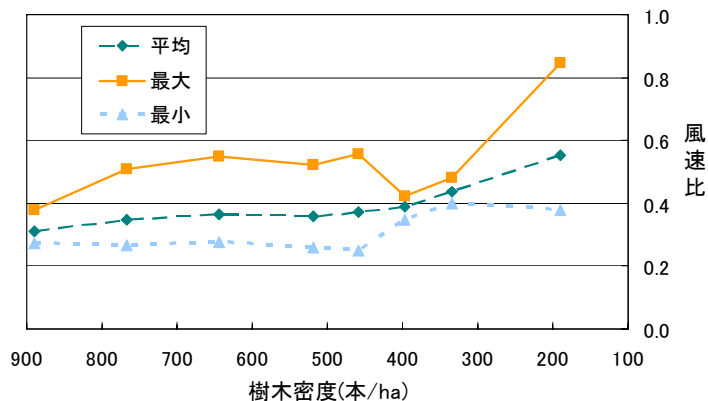


図 4 道路付近の風速比

5. まとめ

本実験では樹木密度の異なる模型について風洞実験を行い、風速分布測定を行った。実験の結果、以下の結果が得られた。

- ・現地観測の風速比 RUr と風洞実験の風速比 RUe を比較した結果 $RUr = RUe + 0.21$ なる関係式が得られた。
- ・樹木密度が減少するにつれて道路付近の風速比が大きくなることが明らかとなった。
- ・樹木密度 400 本/ha 付近で風況が変化し、防雪効果への影響があると考えられた。

また、今後の課題として、さらに樹木密度を低下させた実験パターンの追加により、樹木密度の低い林帯での防雪効果を明らかにする必要がある。

なお、今回の報告は風速についてのみであったが、今後、飛雪流量、吹きだまりについて実験を行い、防雪林の防雪効果を維持できる適正な樹木密度を明らかにする予定である。

参考文献

山田毅・伊東靖彦・加治屋安彦・小杉健二・根本征樹・今西伸行, 2006: 風洞実験による防雪林の樹木形態と防雪効果の関係について. 北海道の雪氷 **25**, 85-88.

伊東靖彦・山田毅・武知洋太・加治屋安彦, 2006: 樹木形態の異なる道路防雪林の視程改善効果. 雪工学会誌, **22**(5), 15-16.

原田都雷・東原博晃・桜井司, 2006: 防風・防雪及び視程障害に関する調査試験. 第 50 回北海道開発局技術研究発表会

鳥田宏行・根本征樹・西村浩一・佐藤威, 2004: 防雪林に関する野外観測と風洞実験の比較. 雪氷学会誌, **66**(3), 377-387.