

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3

山田毅, 伊東靖彦, 松澤勝((独)土木研究所寒地土木研究所)
 根本征樹, 小杉健二, 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。成長した道路防雪林では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。枯れ上がりが進行すると枝下を飛雪が通過し、防雪効果が低下すると考えられる。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ている。

そこで樹木密度と防雪効果との関係を明らかにするため、著者らは現地観測と風洞実験により研究を行ってきた(山田ら, 2006, 2007, 伊東ら, 2006)。本報は、前報(山田ら, 2007)に引き続いて除伐した模型林の実験パターンを追加して行った風洞実験結果を報告する。

2. 研究の概要

本研究では除伐による樹木密度(以下 ρ_t とする)の変化による防風防雪効果の変化を明らかにするために風洞実験を行った。

風洞実験は現地観測した林帯を参考にして、生長に応じた除伐を考慮し 14 パターン(以下 P1~P14 と略する)を実験した(表 1, 図 1)。実験は(独)防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄支所の低温風洞装置(断面 1 m×1 m)を用いた。

表 1 模型林帯一覧

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
4	疎な林帯	31.5	—	59	—	—	160	190
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
11	密な林帯(除伐 9)	31.5	37	—	40	166	—	267
12	密な林帯(除伐 10)	31.5	37	—	20	166	—	199
13	密な林帯(除伐 11)	31.5	37	—	0	166	—	132
14	密な林帯(除伐 12)	31.5	19	—	0	166	—	64

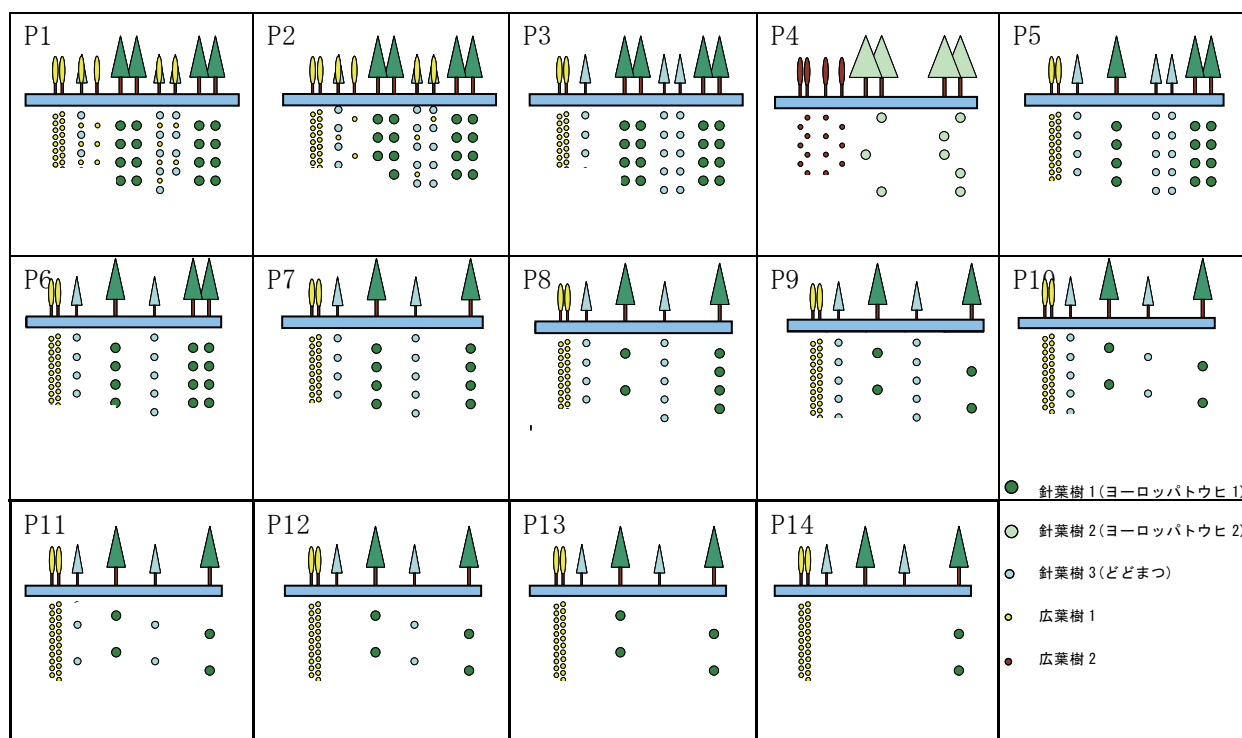


図 1 実験パターンの配置図

3. 風洞実験方法

風洞実験は、防雪林前後で風速分布測定を行った。模型林は風洞装置測定部の風上端から 8500 mm 風下に設置した(図 2)。さらに座標を風方向に x 軸、鉛直上向き方向に z 軸と設定し、道路中心を $x=0$ mm、地表面を $z=0$ mm として座標を (x, z) で示す



図 2 風洞内の模型配置(側面図)

風洞中心風速は模型林未設置時の風速鉛直分布を前報の実験と一致させるため、10.5 m/s と設定した。模型林は縮尺を 1/100 とし、大きさは表 2 に材質は表 3 に示す。

表 2 模型木の大きさ

	樹高 (cm)	枝下高 (cm)
針葉樹 1	8.5	1.7
針葉樹 2	8.5	1.8
針葉樹 3	6.3	0.9
広葉樹 1	5.9	1.3
広葉樹 2	6.6	1.2

表 3 模型の材質

項目	材質	型番
模型林前後の木板	木製 シラハ材	厚さ 20mm
樹林 (針葉樹)	葉部分	モルトフィルター イノアック製 型番 MF-8
	幹部分	硬ステンレス棒
樹林(落葉広葉樹)	亜鉛メッキ軟質線材 #30 0.28mm	
ガーゼ(板に貼り付け)	綿日本薬局方ガーゼ分類 Type I	

4. 風洞実験結果(樹木密度と風速比の関係)

風速分布測定結果を防雪林風上遠点の風速に対する道路付近の風速の比 (以下, 風速比とする) で示した. なおこれ以降に示す風速比は, 前報で得た現地観測での風速比 RUr と風洞実験での風速比 RUE の関係式

$$RUr = RUE + 0.21 \dots \dots \dots$$

(1) より, 風洞実験の風速比を現地観測の風速比に補正した RUr' で示す.

ここでの道路付近の測定位置は $x=-70$, -20 , 0 , 20 , 50 mm の各位置における高さ $z=6$, 12 , 24 mm の 15 点である. ρ_t と道路付近の 15 点における RUr' の平均値, 最大値, 最小値の関係を図 3 に示す.

図 3 より ρ_t が減少するにつれて道路付近における RUr' は増加する傾向がある.

図 3 から ρ_t と RUr' の平均値に相関がみられることから, 最小二乗法より回帰式を求めた. その結果, ρ_t と RUr' の関係式(2)を得た.

$$RUr' = -0.32 \log(\rho_t) + 1.24 \dots \dots \dots (2)$$

図 3 より, P8 から P9 に除伐するに伴い, RUr' の最大値と最小値の差が 0.31 から 0.07 と小さくなっている. また P9 から P13 までの RUr' も P4 を除き, 最大値と最小値の差が P1 から P8 までの最大値と最小値の差に比べ小さい. このことから, $\rho_t = 400$ 本/ha 付近で防雪効果に変化があることが示唆される.

P1 から P8 では座標点 $(-70, 24)$ において RUr' が最小値を示し, 座標点 $(-70, 6)$ で RUr' が最大値を示した. この理由として林帯が風を遮っていることと, 座標点 $(-70, 6)$ の測点が防雪林の枝下高より低い位置にあり防雪林の下部間隙から風が吹き込んでいることが考えられる. しかし P9 から P13 ではこのような傾向はみられなかった.

5. まとめ

本実験では樹木密度 ρ_t の異なる模型林について風洞実験を行い, 道路付近の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.

- ・道路付近の風速比 RUr' は樹木密度 ρ_t が減少するにつれて増加する傾向があった.
- ・道路付近の風速比 RUr' と樹木密度 ρ_t の関係について $RUr' = -0.32 \log(\rho_t) + 1.24$ を得た.
- ・P8 ($\rho_t = 458$ 本/ha) に比べ, P9 ($\rho_t = 397$ 本/ha) から P13 ($\rho_t = 132$ 本/ha) までの道路付近の風速比 RUr' は P4 ($\rho_t = 190$ 本/ha) を除き, 最大値と最小値の差が小さい.

本実験では樹木密度 ρ_t と道路付近の風速比 RUr' の関係式を得た. 現実の防雪林ではそれぞれ毎に林帯幅や枝下高等が異なるため他の防雪林においても現地調査を通じ ρ_t と RUr' の関係式の相関を検証していきたい.

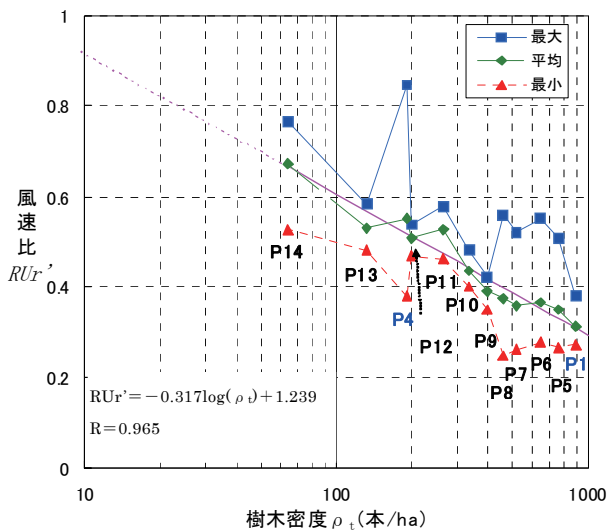


図 3 樹木密度 ρ_t と風速比 RUr' の関係

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.

山田毅・伊東靖彦・松澤勝・小杉健二・根本征樹・望月重人・齋藤佳彦, 2007 : 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. 北海道の雪氷 **26**, 21-24.

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.