

北海道東部における道路防雪林の幹折れ要因について

阿部正明*1, 斎藤新一郎*1, 金田安弘*1

1. はじめに

北海道東部の道路防雪林において大規模な幹折れ被害が確認された。本論では、幹折れ被害の状況を報告するとともに、気象データ、過去の幹折れ事例及び幹折れ樹木の年輪解析より被害要因について考察した。

2. 道路防雪林の概要

本道路防雪林は1997年度に造成され、道路延長990mで、林帯幅10mの道路防雪林である。造成時の林帯構成は、風上側に前生林として、列間1m、苗間（千鳥植え）0.5mでヤナギ類のサシ苗（H=0.3m）が3列植え、又はトドマツ、アカエゾトウヒが1列植えされていた。1m間隔を空けて、次列に、基本林帯として、列間2m、苗間（千鳥植え）1mでトドマツ（H=3.0m）が2列植えされ、3m間隔を空けて、列間1m、苗間（千鳥植え）2mでアカエゾトウヒ（H=3.0m）が2列植えされていた。更に、修景緑化として道路側に苗間3mでエゾヤマザクラが1列植えされていた。林帯の風上側には吹きだめ柵が設置され、柵高が4.0mであった。柵の下部1.3mは鋼製板で空隙なし、上部2.7mは10cm幅の木板を縦に張り付けた構造で空隙率が35%であった。柵の風上側は吹走距離200~300mの広大な牧草地が広がっている。



写真1 防雪林風上側の吹きだめ柵

柵から1列目のヤナギ、アカエゾトウヒ、トドマツには幹折れが認められず、2列目以降の樹木の幹折れが確認され、特にアカエゾトウヒの幹折れが顕著であった。

③同列で幹折れ発生の有無があること

同一区間の同列で幹折れ被害の大きい個所と小さい個所が認められた。

④被害が2009年5月以降の近年に発生していること

本道路防雪林の基本林は1997年に半成木（3m）を移植しているが、少なくとも造成から2009年までは大規模な幹折れ被害が確認されていない。

4. 幹折れ要因の考察

幹折れの要因として、風倒被害、除雪害、雪丘害が考えられた。各々について気象データ、過去の幹折れ事例及び幹折れ樹木の年輪解析より幹折れ要因を考察した。

4.1 風倒被害

樹木は樹種や生育状況にもよるが、最大風速で約22m/s以上、かつ、最大瞬間風速で約40m/s以上となった場合に幹折れしやすい¹⁾。観測データが記録されている2008年10月以降の調査地近傍のアメダスによる風速データを見ると、幹折れしやすい条件を満たす風速は2009年2月21日の最大風速27.9m/s、最大瞬間風速40.2m/sのみ観測されているが、2009年5月時点では幹折れ被害が確認されていない。また、最大風速が2番目大きい36.6m/sが観測された2013年11月10日は、幹折れ発生した可能性のある期間であったが、風向が南向きであり、幹折れ方向と矛盾する。したがって、強風を要因とした幹折れの可能性は小さいと考えられる。

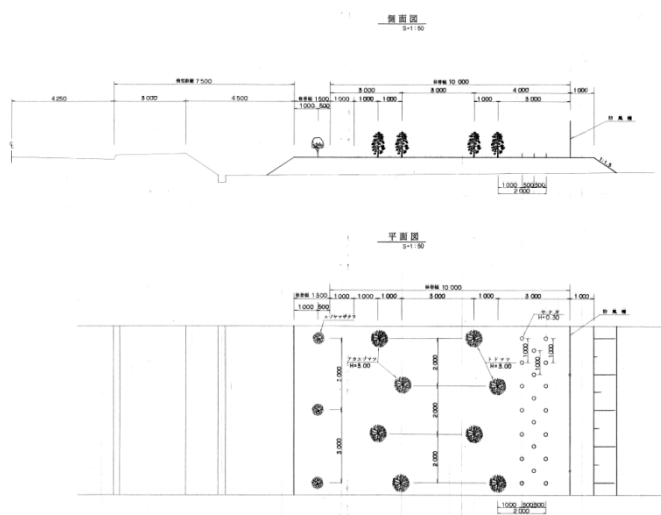


図1 防雪林の概要

3. 幹折れ状況

本道路防雪林の幹折れ被害には、以下の特徴があった。

①幹折れの方向が一様に道路側に折れていたこと

幹折れ被害樹木は全て道路側に折れ、同一区間では、ほぼ同じ高さで折れていた。

②柵直近の1列目の樹木に幹折れが発生していないこと

* 1 一般社団法人北海道開発技術センター

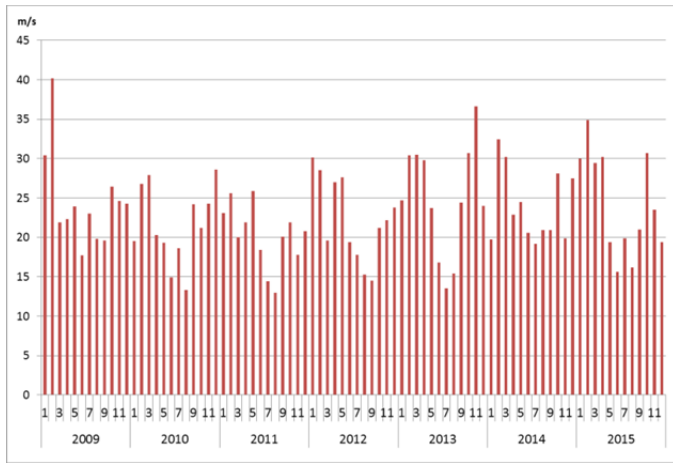


図2 最大瞬間風速 (2009-2015)

4.2 除雪害

一般国道337号当別バイパスにおける除雪害の事例をみると、幹折れの方法は道路と反対方向に折れる場合が多い。また、除雪害は除雪方法にも依るが、道路から1.4m-4.4mの範囲における針葉樹において受けやすい²⁾とされ、本事例とは被害の位置が異なる。したがって、除雪を要因とした幹折れの可能性は極めて小さいと考えられる。



写真2 一般国道337号当別バイパスの除雪害

4.3 雪丘害

一般国道243号弟子屈町仁多及び一般国道335号羅臼町羅臼峠の道路防雪林の雪丘害事例をみると、風上側の柵から5m程度離れた位置で雪丘高が最大になり、その位置での幹折れ等の被害が大きかった^{3,4)}。これは本道路防雪林の幹折れと最大雪丘高の位置がほぼ一致している点からも類似性が高い。

また、2016年3月の観察において、柵から2列、3列目の樹木は道路側の片側樹冠の樹木が多く、雪丘に取り込まれた樹木が道路側に傾いていた状況が確認された。なお、道路側の片側樹冠については道路側の方が陽光を受けやすいためと考えられる。



写真3 一般国道243号弟子屈町仁多防雪林の雪丘害

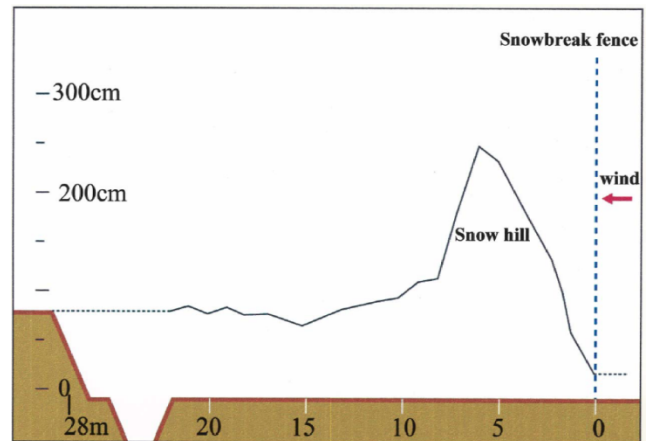


図3 一般国道243号弟子屈町仁多防雪林の雪丘形状



写真4 雪丘に取り込まれた防雪林

次に、本事例の特徴を踏まえて考察する。

①幹折れの方法が一樣に道路側に折れていた点

一般国道335号羅臼町羅臼峠の道路防雪林の雪丘害事例より、樹木又は支柱が道路側に傾いていたことが確認された。また、斎藤等の研究^{3,4)}によると、道路防雪林の雪丘害では、全て道路側への幹折れが報告されていた。したがって、雪丘害による幹折れは、本事例と同様に道路側に折れやすい傾向があると言える。



写真5 一般国道335号羅臼町羅臼峠の道路防雪林の雪丘害

- ②柵直近の1列目の樹木に幹折れが発生していない点
- ③同列で幹折れ発生の有無がある点

同列で隣り合わせであるが、被害の大きい地点と小さい地点における雪丘形状を図4,5に示す。いずれも最大雪丘高は柵から4~5m程度離れた位置に形成されていた。被害の大きい地点では最大雪丘高の位置での幹折れが顕著であった。また、被害の大きい地点の最大雪丘高が3.7m程度であるのに対し、被害の小さい地点の最大雪丘高が1.5m程度と約2mの違いがあり、雪丘による沈降力に大きな差があったものと推定される。両地点ともに柵直近の雪丘高が1m程度と低く、1列目の樹木に対するの雪丘害の程度は極めて小さいと考える。

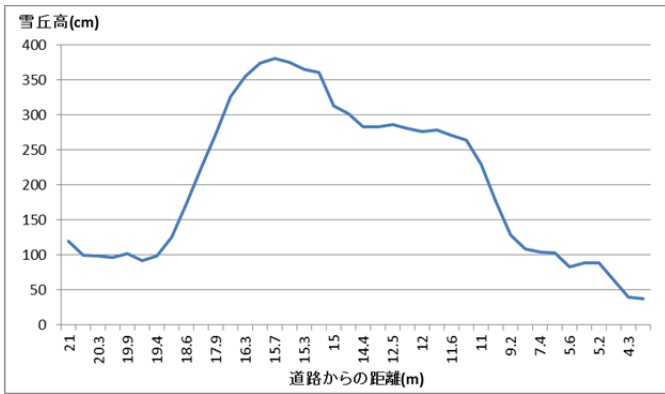


図4 被害の大きい地点での雪丘形状

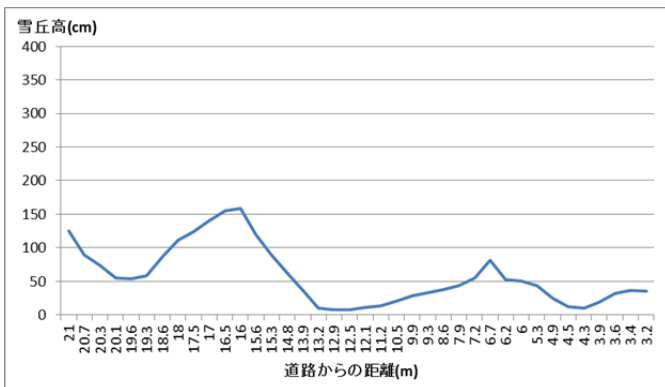


図5 被害の小さい地点での雪丘形状

④被害が2009年5月以降の近年に発生している点

調査地近傍の積雪深データを見ると、2015年2月、3月の積雪は多いものの、幹折れが発生しはじめたと考えられる2010年-2015年の累計積雪については、幹折れが確認されていない2004年-2009年と同程度であった。また、本路線の吹雪や降雪による冬期通行止め履歴をみると、幹折れ確認前の2004年度-2008年度の方が、確認後の2009年度-2013年度の約2倍の通行止めが発生していた。したがって、幹折れの要因が、2009年冬期以降の気象変化によるものとは考えにくい。



図6 月別の累計積雪深 (2004年-2015年)

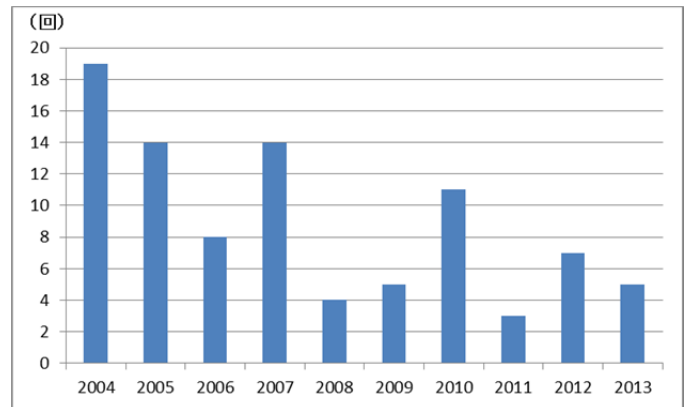


図7 通行止め回数 (2004年度-2013年度)

次に、幹折れ樹木の年輪解析による幹折れ要因の分析を試みた。その結果、移植後6年目から2011年頃までと2013年頃にアテ材が確認された⁵⁾。アテ材とは、何らかの要因で樹木が曲がり、樹心が一方に偏って肥大成長したため、通常材質とは異なる性質を持つ部分の材ことで、本件のケースでは2003年頃から雪丘等による幹曲りが発生していたと考えられる。また、アテ材は材として劣勢（弾力性が乏しい、根からの水を上昇させない等）のため、幹折れしやすくなる性質がある。したがって、幹折れ発生の数十年前から雪丘による幹曲りが繰り返されて、アテ材が形成され、樹木の成長とともに幹の柔軟性が失われ幹が折れやすくなり、近年になり幹折れが生じたものと推察される。

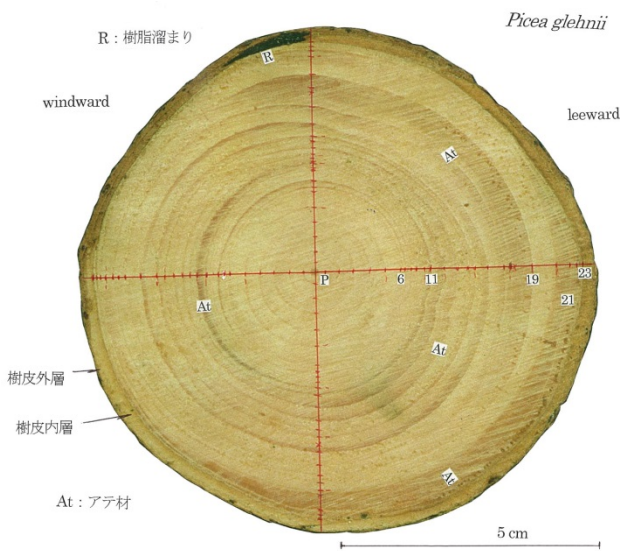


図8 アカエゾトウヒの幹の横断面にみられたアテ材
地上高1.30m, 年輪数23, 胸高直径9.7cm (2015秋)
P: 髓, 6: 移植, 11: アテ材の出現 (2003),
19: アテ材の終了 (2011), 21: 違う方向へのアテ材
の出現 (2013, 大きな傾き), 23: 幹の倒伏

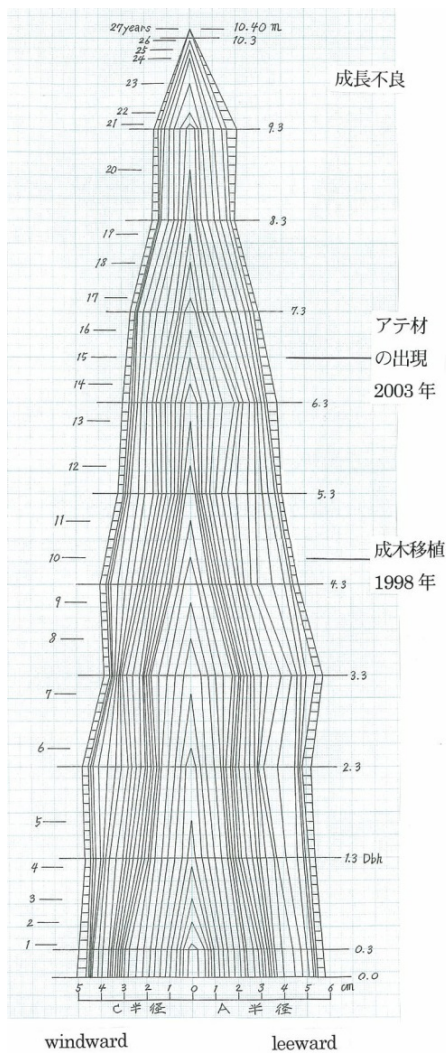


図9 アカエゾトウヒ樹幹解析図
樹齢: 27年生, 植栽後の樹齢: 17年生, 樹高: 10.40m

5. まとめ

- (1) 幹折れが発生した期間において, 幹折れの可能性が高い
最大風速約22m/s以上, かつ, 最大瞬間風速約40m/s以上の
強風が発生していない (幹折れ以前には1回発生)
- (2) 除雪害の可能性が高い道路から1.4m-4.4mの範囲での幹
折れ被害が小さく, 道路から離れた位置で幹折れが顕著
- (3) 他事例より, 除雪害は道路と反対方向への幹折れ, 幹曲
りが発生しやすい
- (4) 最大雪丘高の位置での幹折れ被害が大きく, 他事例の雪
丘害と類似している
- (5) 他事例より, 雪丘害による幹折れの方向は道路側である
- (6) 同列でも, 幹折れ被害の小さい位置では雪丘が小規模で,
被害の大きな位置では雪丘が発達していた
- (7) 柵直近の雪丘高は低く, 柵から1列目の樹木影響は小さい
- (8) 移植後6年目頃から近年まで, 雪丘害による幹曲りのため
と考えられるアテ材が出現し, 幹の柔軟性等が失われ,
折れやすい状態であった
- (9) 柵から2列目・3列目の樹木は道路側の片側樹冠が多く,
全て道路側に傾き, 雪丘に取り込まれている状況が観察
された

以上のことから, 雪丘害の幹曲りによるアテ材の形成により折れやすくなった道路側の片側樹冠の樹木の枝葉が, 雪丘の発達とともに道路側に引っ張られて, 道路側へ傾いた状態で樹木全体が雪丘に取り込まれ, 雪丘の沈降力により, 幹折れに至ったと考えられる。

謝辞

本調査を進めるにあたり, (株) シーイーサービス正岡久明氏及び釧路北部事業協同組合のご協力に対し, ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 2011: 沖縄における都市緑化樹木の台風被害対策の手引き. 国土技術政策総合研究資料, No. 621, 236pp.
- 2) 阿部正明, 檜澤肇, 金田安弘, 中嶋清晴, 2013: 道路緑化樹の除雪による影響に関する一考察. 北海道の雪氷, No. 32, 58-61.
- 3) 斎藤新一郎, 対馬俊之, 1994: 道路防雪林の雪丘による被害について一国道243号(弟子屈町仁多)における1事例一. 北海道の雪氷, No. 13, 7-10.
- 4) 斎藤新一郎, 原文宏, 阿部正明, 1996: 羅臼峠の道路防雪林の雪丘害について. 北海道の雪氷, No. 15, 28-31.
- 5) 斎藤新一郎, 阿部正明, 金田安弘, 2016: 北海道東部に於ける道路防雪林の幹折れについて (その2) 一幹折れ木の年輪解析および再造成への提案一, 雪氷研究大会 (2016・名古屋) 講演概要集, 162