

道路防雪林における樹木の成長モデル作成に向けた樹木調査結果の解析

Analyses of tree survey results for creating a growth model of road snow-break forests

大宮 哲¹, 吉井 昭博¹, 原田 裕介¹, 西村 敦史¹
Satoshi Omiya¹, Akihiro Yoshii¹, Yusuke Harada¹, Atsushi Nishimura¹
Corresponding author: somiya@ceri.go.jp (S. Omiya)

道路防雪林 (以下、防雪林) の維持管理計画を策定するためには、樹木の成長を予測することが必須である。本研究では、北海道内の防雪林で最も多く植栽されているアカエゾマツの成長モデルを作成することを目的に、主に北海道東部と北部に位置する防雪林を対象に樹木調査を行った。過去の調査結果と合わせてデータ解析を行ったところ、樹齢とともに樹高と胸高直径 (高さ 1.3m における幹径) は線形的に増加する傾向が、生枝高さ (枯れ上がり高さ) は急速に増加する傾向が、枝張りは頭打ちする傾向があることが確認された。また、これらの調査結果を基にアカエゾマツの成長モデル案を作成した。

1. はじめに

1.1 防雪林の概要

防雪林は、道路を吹雪から守るための防雪施設であり (図 1)、樹林帯による風速の低減や吹雪粒子の捕捉により、道路上の吹きだまりや視程障害を緩和する効果がある。

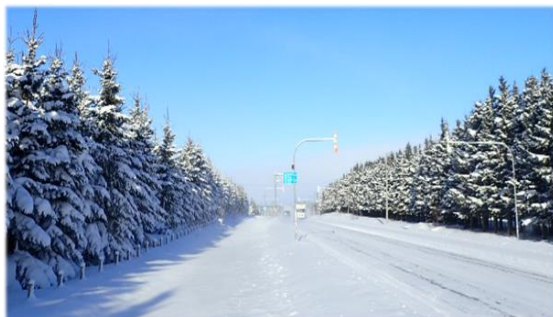


図 1 防雪林 (浜頓別町 一般国道 238 号)

日本における防雪林の造成は、1977 年に岩見沢市岡山 (一般国道 12 号) で始まった。現在も各地で新規造成が進められており、2019 年 4 月時点で、北海道内の国道では累計延長約 86km (のべ延長約 100km) が整備済みである¹⁾ (図 2)。

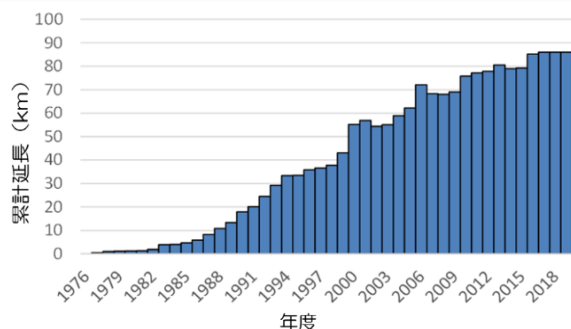


図 2 防雪林の整備延長の推移

1.2 研究背景と目的

防雪林を構成する樹木の樹高や生枝高さ (枯れ上がり高さ)、枝張り、着葉度合いなど (図 3) は、防雪機能の大小に影響する要素であるが、樹木は生き物であるゆえ、これらは経年変化する。つまり、樹木の成長

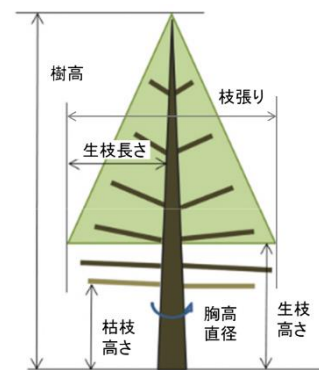


図 3 樹木のイメージ図

と防雪機能の向上は必ずしもイコールではない。例えば、成長とともに樹高や胸高直径が大きくなる一方、林帯内部の樹木の下部には太陽光が届きにくくなるため、徐々に下枝が枯れ上がって生枝高さが高くなり、防雪機能は低下する (図 4)。

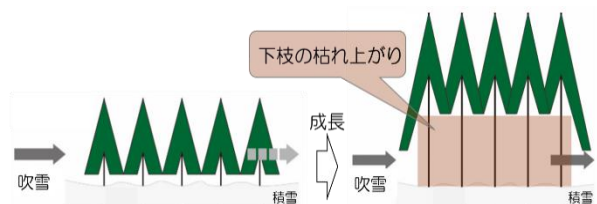


図 4 下枝の枯れ上がりによる防雪機能の低下

今後下枝の枯れ上がりが想定される防雪林に対しては「間引き処理」が、すでに枯れ上がっている防雪林に対しては「低木の導入」や「補助柵の設置 (補助的対策)」が有効とされている²⁾など。しかし、樹木の成長と防雪機能の関係は、定量的にも時系列的にも明らかにされていない。そのた

¹ 土木研究所 寒地土木研究所

Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public Works Research Institute

め、統一的な維持管理計画（いつどのような作業をすべきか）が整備されていない。また、それ以前の課題として、防雪林における樹木の成長予測に関する知見が不足している。

そこで本研究では、北海道内の防雪林で最も多く植栽されているアカエゾマツの成長予測モデルを作成することを目的に、2024年4～5月に樹木の成長に関する基礎データを計測した。データの整理・解析には、本計測結果に加え、過去2回（Ⅰ期：1994年、Ⅱ期：2014～15年）にわたって実施された同様の樹木調査結果³⁾などを用いた。

本稿では、樹高・胸高直径・生枝高さ・枝張り・枯枝高さの経年推移について整理したほか、アカエゾマツ防雪林の成長モデル案を作成したので、その結果について報告する。

2. 調査の概要

2. 1 調査箇所（Ⅰ期・Ⅱ期・今回）について

Ⅰ期調査では、アカエゾマツ防雪林20地点39箇所195本（1箇所あたり5本）を対象に調査が行われた³⁾。Ⅱ期調査では、Ⅰ期で調査した防雪林のうち、詳細な場所を特定できなかった箇所や工事中の箇所などを除いた18地点35箇所132本（1箇所あたり4本程度）を対象に調査が行われた。なお、具体的な調査木はⅠ期とⅡ期で異なっていた可能性が高いと報告されている³⁾。Ⅰ期調査時には枝打ち処理された樹木は確認されなかったが、Ⅱ期調査時には18地点35箇所132本中、11地点20箇所79本において枝打ち処理がされていた（枝打ち高さは地面から最大2.2m程度まで）。林業において、「枝打ち」は節の無い良質な材木を作る目的で機械的に行われる。一方、防雪林においては、積雪（吹きだまり・除雪等）の沈降力による枝抜けを防ぐために行われる⁴⁾。

今回の調査対象は、Ⅱ期調査と同一の地点・箇所・調査木とした。調査項目は樹高・胸高直径・生枝高さ・生枝長さ・枯枝高さである（図3）。調査を行ったアカエゾマツ防雪林18地点を図5に記す。



図5 調査対象としたアカエゾマツ防雪林

2. 2 調査方法

樹高・生枝高さ・生枝長さ・枯枝高さの計測には、検測桿（長さ12m）と箱尺（長さ5m）を使用した（樹木サイズに合わせて適宜選択）。樹高計測の様子を図6に示す。生枝の高さと長さについては、それぞれ4方向について実施（道路に対する縦断方向と横断方向）し、各方向で最も長い枝を対象に計測した。胸高直径は、幹周を巻尺で計測した値から求めた。なお、樹高12mを超える樹木については、検測桿を最大に引き伸ばした状態で、離れた場所から目測した。



図6 樹高計測の様子

3. データの整理・解析方針

伊東ら³⁾は、樹木の各種成長データを、林齢（植栽からの経過年数）の観点から解析しているが、防雪林ごとに植栽時点の樹齢は異なる。今回の調査対象林は樹齢5～15年の樹木を植栽して造成されたものであり、最大で10年間の幅がある。また、本研究の目的は防雪林の成長予測モデルを作成することであるため、本稿では全て樹齢との関係について解析した。なお、Ⅰ期とⅡ期の調査木は異なっていた可能性が高いとされている³⁾が、両調査結果とも各箇所の標準的な樹木状況について記録したものであると考えられることから、Ⅰ期とⅡ期の調査木は同一であったと仮定して解析を行った。

4. 結果と考察

4. 1 樹木状況

今回の調査対象（Ⅱ期調査と同じ18地点35箇所132本）のうち、17地点34箇所128本については同一個体を特定することができ、うち15地点26箇所96本の成長データを取得した（1箇所あたり平均3.7本）。96本中5本は枯死していた。生きていた樹木91本中74本（11地点21箇所）は枝打ちされた樹木であった。なお、調査した128本中32本は人為的伐採による欠損のため、データを取得できなかった。

4. 2 各種成長データと樹齢の関係

各種成長データ（a：樹高，b：胸高直径，c：生

枝高さ, d: 枝張り, e: 枯枝高さ) と樹齢の比較結果を図7に示す。一部の防雪林については植栽時の樹高が記録されていたため、図7aにはその樹高も記載してある。なお、I期では枯枝高さの調査は実施されていない(図7e)。図7a, 図7b, 図7cは調査箇所ごとの平均値である。図7cは、樹木ごとの平均生枝高さを調査箇所ごとに平均した値である。図7dは、樹木ごとの平均生枝長さと胸高直径から求めた平均枝張りを調査箇所ごとに平均した値である。

図7a, 図7bより、樹高と胸高直径は樹齢とともに線形的に増加する傾向があることが確認できる。図中に、線形近似式とその決定係数 R^2 をそれぞれ付記した。この近似式に基づくと、樹高と胸高直径の年平均成長量は、それぞれ約0.3mと約0.5cmである。なお、一般的に、樹木学では樹高の成長は樹齢とともにロジステック曲線(S字曲線)を描くとされているが⁵⁾、その曲線は樹木の寿命までの期間を対象としたものである。北海道の原生林におけるアカエゾマツの平均寿命は255年程度とされていることから⁶⁾、本結果に示す樹齢50年程度までの期間内ではロジステック曲線に当てはめるのは適当ではないと考える。また、実務面からの扱いやすさについても考慮し、ここでは線形近似に従うと仮定した。

調査対象とした防雪林の一部において、I期からII期の間に枝打ち処理が実施されていたことは上述のとおりであるが、図7cのII期調査結果から、生枝高さの多くは枝打ち高さ(最大約2.2m)をすでに超えている。また、このII期調査において、生枝高さが2.2m以下のプロットは、全て下枝処理未実施の防雪林箇所であった。以上より、生枝に関するデータ(図7c: 高さ, 図7d: 枝張り)に対する枝打ちの影響は無いと考えられる。以降、生枝に関するデータはI期調査から今回調査にかけて連続性を有するものとして扱う。

図7cより、生枝高さは樹齢とともに急速に増加する傾向があることが確認できるが、これは樹木の枯れ上がりが急速に進行することを示すものである。図中に、第一近似として、べき乗近似式とその決定係数 R^2 を付記した。図7dより、枝張りはII期調査時からわずかに成長しているように見受けられるものの、ほぼ頭打ち状態で、その多くが2~4mであった。これは樹木同士の間隔に起因しているためと考えられる。今回調査した防雪林の平均樹木間隔は、列間(道路横断方

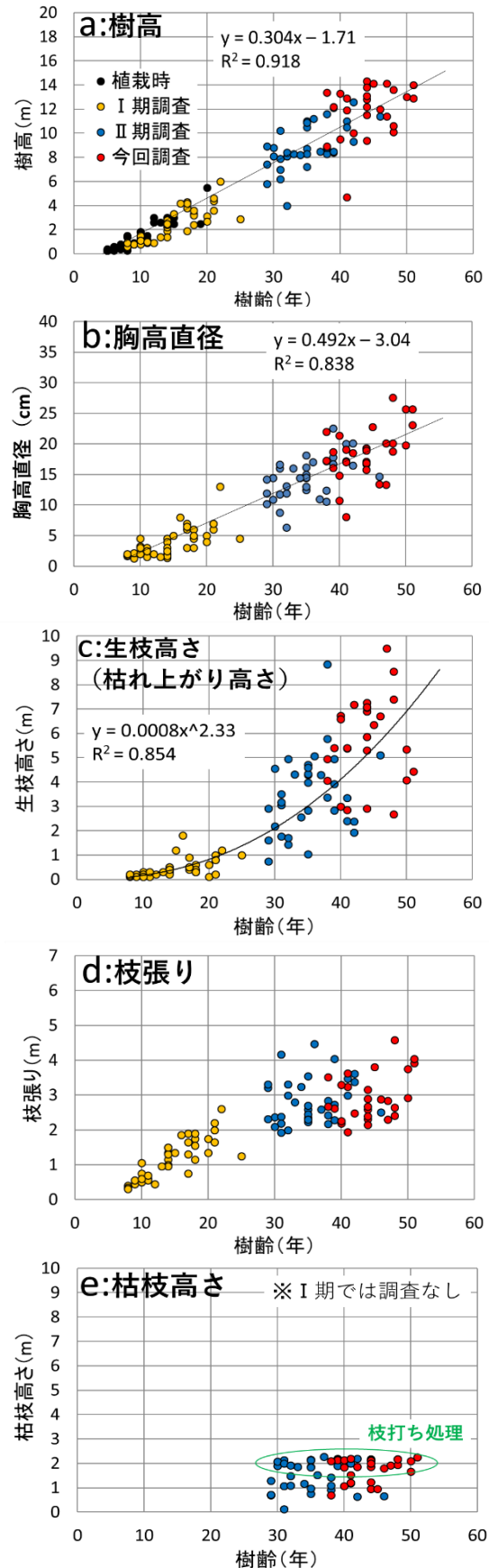


図7 各種成長データと樹齢の関係
a: 樹高, b: 胸高直径, c: 生枝高さ, d: 枝張り, e: 枯枝高さ

向) 1.6m, 苗間 (道路縦断方向) 2.5m であり, その幅は本調査で得られた枝張りと同程度もしくはそれ以下であったことから, 枝同士の干渉によって枝張りの成長が抑制されたものと考えられる. なお, 現場での目視観測からも, 隣接する樹木の枝同士が互いに重なっていること, またそれに伴う樹冠閉塞が生じていることを確認した. 一般に, 樹冠が閉塞すると地上への直達光が届きにくくなる. すなわち, 枝張りの成長が鈍化する (枝張りが樹木間隔と同程度になる) タイミングが下枝の枯れ上がりが始まるタイミングと捉え, 間引き処理を実施する目安の一つにすることも可能であろう.

図 7e より, 枯枝高さは枝打ち高さ (最大約 2.2m) を超えていないこと, また, II 期調査時からわずかに高くなっているものの, ほぼ不変であることが確認できる. 目視観測からは, 枝枯れ後も落枝せず幹に付着している枯枝が生枝高さまで多数残っている事を確認した.

5. アカエゾマツ防雪林の成長モデル案の作成

前章で示した樹木の成長データに基づき, アカエゾマツ防雪林を構成する樹木の成長モデルを試作した. 樹高と胸高直径, 生枝高さについては図 7 中に記したそれぞれの近似式を用いた. また, 枝張りについては, 樹齢±1年の計3年間分のデータを平均して求めた (例: 樹齢30年における枝張りは, 樹齢29~31年の枝張りデータの平均値). 枯枝高さについては, 下枝処理されていない防雪林箇所の平均枯枝高さ (1.0m) で固定した. 作成した成長モデル案を図8に記す. 今後の解析では, 生枝高さや枝張りについて, 樹木の立地環境等の違いから特徴を整理する予定である.

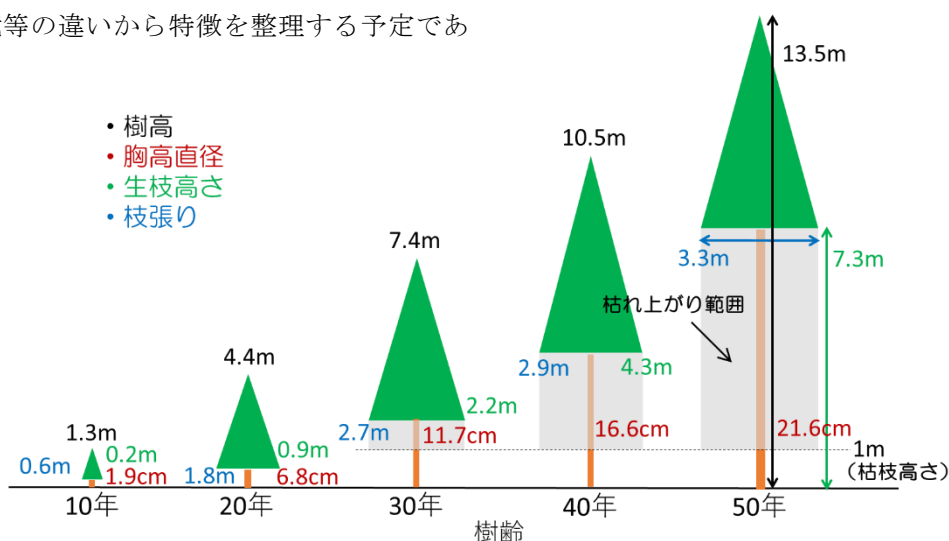


図8 アカエゾマツ防雪林の成長モデル案

6. 今後の展望

本研究の最終目標は, 防雪林の維持管理計画の策定に資する「計画・設計, 施工, 育成管理のライフサイクルモデル」(図9)を提示することである. 今後は防雪林の成長程度に応じた防雪機能を定量的に明らかにすべく, 現地調査や吹雪シミュレーションに基づく検討を行う.

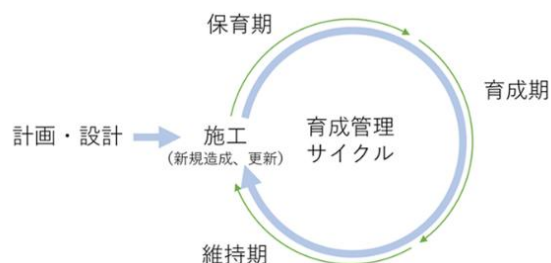


図9 維持管理に関するライフサイクルモデル

【参考文献】

- 1) 北海道開発局, 2020: 道路現況調書, 平成31年4月現在, 184-185.
- 2) 寒地土木研究所, 2023: 下枝の枯れ上がりが見られる防雪林の管理手法に関する技術資料 (案) https://www2.ceri.go.jp/jpn/pdf/202303-CERI_Document-Snowbreak_Woods.pdf (2024年7月1日閲覧)
- 3) 伊東靖彦ら, 2017: 道路防雪林におけるアカエゾマツの樹高および枝張の推移, 寒地土木研究所月報, No.773, 12-20.
- 4) 阿部正明ら, 2017: 道路防雪林の下枝の枯れ上がりについて~事例からみた対策~, 北海道の雪氷, No.36, 73-76.
- 5) ピーター・トーマス, 2001: 樹木学, 263pp.
- 6) 渡邊定元, 1994: 樹木社会学, p83.