

道路防雪林における植栽樹木の生長課程について

渡邊 崇史*1, 上田 真代*1, 松澤 勝*1, 金子 学*1

1. はじめに

北海道の国道では、吹雪による吹きだまりや視程障害が道路交通に与える影響が大きく、吹雪対策として道路管理者による道路防雪林の整備が進められてきている。

道路防雪林は、道路の風上側または両側に林帯を造成し、風速を減じさせることで、吹雪による道路上の吹きだまりや視程障害を緩和する防雪施設である。道路防雪林の防雪機能は植栽木の樹高や枝張りに大きく影響され、特に林縁部の枝下高が低いほど防雪効果が高い。そのため、下枝が枯れ上がらないような密度管理が必要であり、植栽樹木の生長課程の推定に基づく適切な維持管理が求められている。

本研究は、道路防雪林の主な植栽樹木であるアカエゾマツの生長過程を把握し、防雪機能が発揮され始める時期、および下枝の枯れ上がりを防止するための密度管理の開始時期を推定可能とするため、年輪解析と枝階の生長量調査を行った。その結果に基づき、樹高生長・樹冠生長予測を試みたので報告するものである。

2. 調査地概要と調査方法

(1) 調査地の位置と概要

道北2箇所(A防雪林、B防雪林)、道東1箇所(C防雪林)の計3箇所の道路防雪林を対象に現地調査を実施した。図-1に位置図、表-1に各防雪林の概要を示す。

表-1 調査対象防雪林の概要

	A防雪林	B防雪林	C防雪林
林帯幅	32.0m	17.6~21.6m	17.0m
全体延長	1,870m	866m	760m
植栽樹種	アカエゾマツ ヤナギ類	アカエゾマツ ブンゲンストウヒ ヤナギ類	アカエゾマツ
植栽配置	列間: 2.4m 苗間: 2.0m 方形植栽	列間: 3.0m 苗間: 2.0m 千鳥植栽	列間: 2.0m 苗間: 2.0m 千鳥植栽
植栽時の樹高 (アカエゾマツ)	0.5m	0.9m	3.0m
植栽年度	H17年度 (2005)	H4年度 (1992)	H元~5年度 (1989~1993)

(2) 調査方法

a) A防雪林・B防雪林

A防雪林からは生育良好区画1ヵ所(以下a-2)と生育不良区画1ヵ所(以下a-1)を、B防雪林から生育良好区画2ヵ所(以下b-2、b-3)と生育不良区画1ヵ所を選定し、区画内の20本程度を調査対象木として、2011年10月下旬に現地調査を行った(枯死木や植栽跡を含む)。本調査では樹高、胸高幹周(根元径)、最近3カ年の枝階間の伸長量、4方向の枝の長さを計測した。なお、胸高直径は胸高幹周より算出した(図-2)。

また、A・B防雪林からそれぞれ生育良好木2本、生育不良木2本を伐採し、現地で各枝階の地面からの高さと同様に各枝階毎に枝の年間伸長量を計測した。さらに高さ1m(高さ3m未満の樹木では0.5m)ごとに幹を水平に切り取って円盤を作成し、年輪を4方向別に読み取って年輪解析¹⁾を行った。試料木の大きさを表-2に示す。

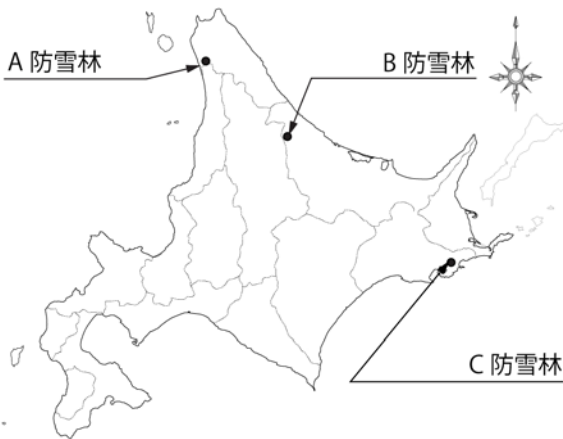


図-1 調査地位置図

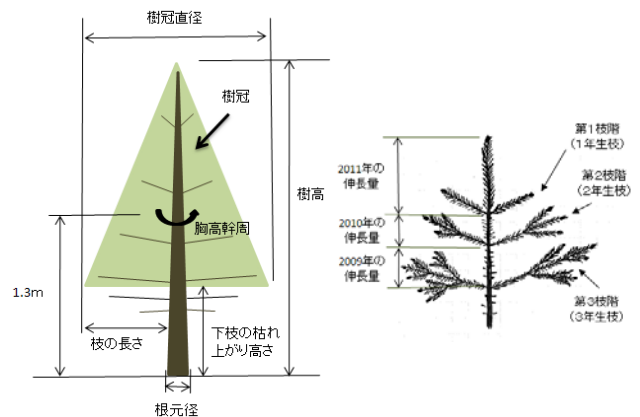


図-2 樹木の計測箇所

* 1 (独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路研究グループ 雪氷チーム

表-2 年輪解析に使用した試料木のサイズ

	試料木 No.	樹高 (m)	根元径 (cm)	胸高直径 (cm)
A 防雪林	A-001(生育良好)	2.28	3.5	—
	A-002(生育良好)	2.87	4.5	—
	A-003(生育不良)	0.72	2.0	—
	A-004(生育不良)	0.86	2.2	—
B 防雪林	B-001(生育良好)	6.85	—	5.4
	B-002(生育不良)	1.66	—	0.6
	B-003(生育不良)	1.35	—	0.7
	B-004(生育良好)	6.70	—	5.6



写真-2 A防雪林の生育不良区画 (a-1) の状況

b) C防雪林

C防雪林は区画ごとの生育状況に大きな差違が無かったため、ランダムに3区画を選定し、各区画(延長20m×林帯幅)内の20本を無作為に抽出し、樹高、胸高幹周、最近3カ年の枝階間の伸長量、4方向の枝の長さ、枯れ上がりの高さを計測を2011年9月下旬に実施した。

(2) B防雪林

表-4 にB防雪林の計測データ(平均値)を示す。生育良好区画 b-2、b-3(写真-3)における平均樹高が 5.54m、および 6.07m であり、年平均伸長量はそれぞれ 0.24m/年、0.27m/年となっていた。また、生育不良区画 b-1(写真-4)では平均樹高は 2.19m、年平均伸長量は0.07m/年であった。

3. 生育状況の調査結果

(1) A防雪林

表-3にA防雪林の計測データ(平均値)を示す。生育良好区画a-2(写真-1)の平均樹高は1.81mで、植栽後0.22m/年の伸長量となっていた。これに対し、生育不良区画a-1(写真-2)では、平均樹高は1.06mで年平均伸長量は0.09m/年に留まっていた。区画a-2の最近3年の伸長量を見ると2010年以降急激に伸長しており、植栽後2~3年程度の生長停滞時期があったことが伺える。

表-4 B防雪林の計測データの平均値

項目	単位	B防雪林		
		生育不良b-1	生育良好b-2	生育良好b-3
1区画本数	本	20	20	20
平均樹高	m	2.19	5.54	6.07
平均伸長量	2011年	0.28	0.44	0.45
	2010年	0.27	0.54	0.58
	2009年	0.21	0.41	0.31
植栽後の年平均伸長量	m/年	0.07	0.24	0.27
平均胸高直径	cm	1.25	4.25	5.23
平均の枝の長さ	m	0.55	1.15	1.30

表-3 A防雪林の計測データの平均値

項目	単位	A防雪林	
		生育不良a-1	生育良好a-2
1区画本数	本	26	24
平均樹高	m	1.06	1.81
平均伸長量	2011年	0.11	0.36
	2010年	0.10	0.30
	2009年	0.08	0.16
植栽後の年平均伸長量	m/年	0.09	0.22
平均根元径	cm	3.64	5.34
平均の枝の長さ	m	0.40	0.56



写真-3 B防雪林の生育良好区画 (b-3) の状況



写真-1 A防雪林の生育良好区画 (a-2) の状況



写真-4 B防雪林の生育不良区画 (b-1) の状況

(3) C防雪林

表-5にC防雪林の計測データ(平均値)を示す。

調査区画c-1、c-2、c-3の平均樹高はそれぞれ9.1m、10.7m、7.7mであった。なお、植栽年度は、c-1が平成元(1989)年、c-2が平成2(1990)年度、c-3が平成5(1993)年度である。本防雪林は樹高3.0mの成木植栽であったことから、各区画の年間伸長量は、c-1が0.28m/年、c-2が0.37m/年、c-3が0.26m/年と計算される。

本防雪林では樹高生長に伴って、樹冠閉鎖が進み、枝の先枯れや枝張りの縮小が見られた。また、樹高生長とともに下枝が枯れ上がっていく傾向が確認された。

表-5 C防雪林の計測データの平均値

項目	単位	C防雪林			
		c-1	c-2	c-3	
1区画本数	本	20	20	20	
平均樹高	m	9.10	10.70	7.70	
平均伸長量	2011年	m	0.30	0.30	0.30
	2010年	m	0.50	0.50	0.50
	2009年	m	0.50	0.50	0.50
植栽後の年平均伸長量	m/年	0.28	0.37	0.26	
平均胸高直径	cm	14.20	18.10	14.80	
平均枯れ上がり高さ	m	4.40	5.60	2.10	
平均の枝の長さ	m	1.43	1.49	1.85	

4. 樹高生長と樹冠生長の解析

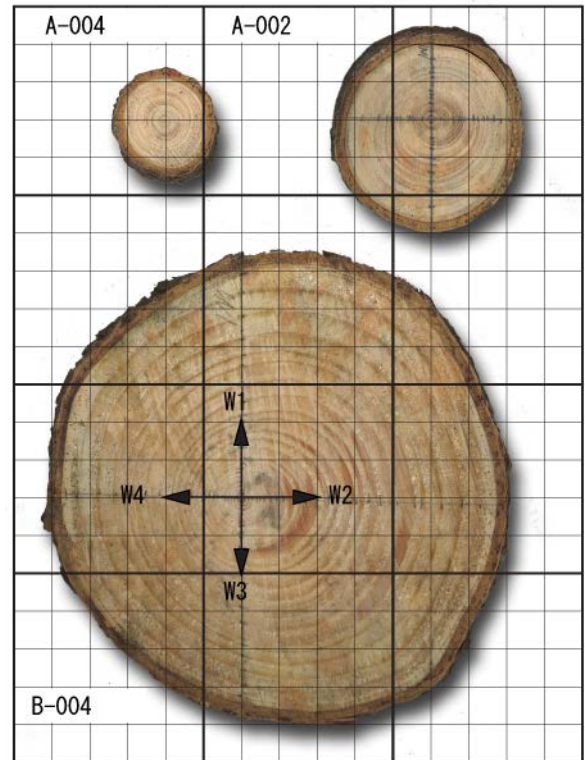
(1)年輪解析

図-3に、年輪解析に供した円盤の例を示す。年輪のほぼ中心である髓から4方向(路線終点方向をW1とし、W1から時計回りに90°ずつ、W2、W3、W4とする)に出現する年輪の距離を計測し、4方向の平均値を年間の生長量として算出した。

その後、縦軸に各円盤を採取した地上高さ、横軸にその円盤に現れた年輪の平均半径をプロットし、同齢の年輪の点を順次結んで樹木を縦に半割した形の年輪解析図を作成した。

図-4にB防雪林の生育良好木(B-004)の、図-5に生育不良木(B-002)の年輪解析図の例を示す。年輪と縦軸の交点は、その年輪が形成されたときの樹高を表す。

これらの結果を用いて作成したA防雪林とB防雪林の生育良好木の樹高生長曲線を図-6に示す。なお、樹木が採取した円盤の地上高まで生長するには数年を要することから、樹高生長曲線の作成にあたっては、伐採高に応じて1~4年を年輪数に加えて樹齢を求めた。



A-002 : 樹高 2.87m 円盤の地上高 0.04m
 A-004 : 樹高 0.86m 円盤の地上高 0.03m
 B-004 : 樹高 6.70m 円盤の地上高 0.20m

図-3 年輪解析に用いた円盤の例

※ A-001,A-002:A防雪林の生育良好木
 ※ B-001,B-004:B防雪林の生育良好木

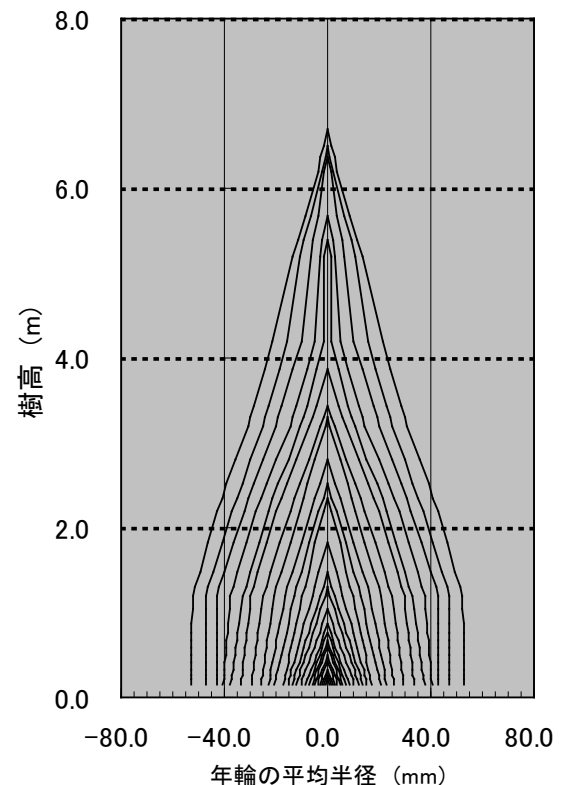


図-4 B防雪林の生育良好木 (B-004) の年輪解析図

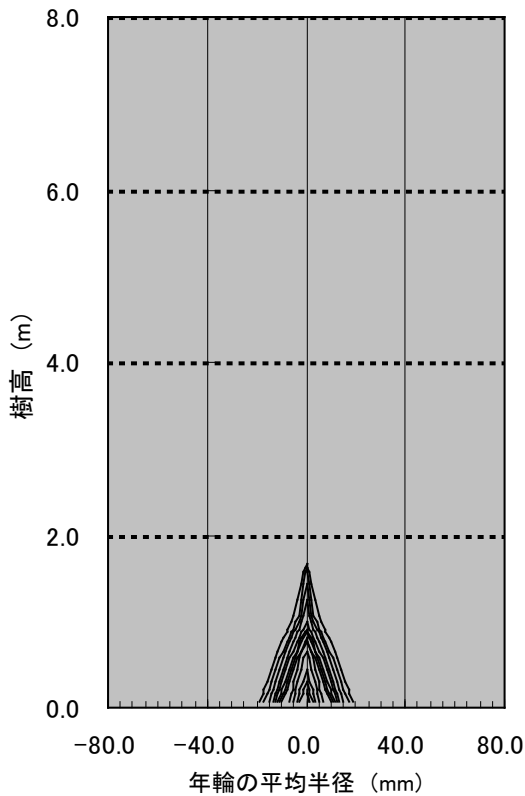


図-5 B防雪林の生育不良木 (B-002) の年輪解析図

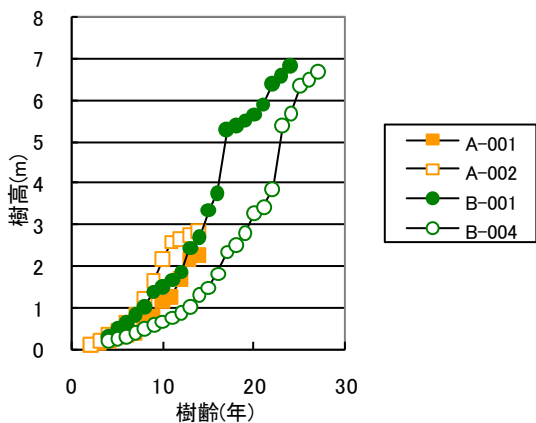


図-6 A・B防雪林の生育良好木の樹高生長曲線

(2)樹冠生長解析

樹齢と樹冠直径(図-2参照)の關係に着目して樹冠生長解析を行った。樹木の生長は、長期的に見るとS字曲線(ロジスティック曲線)を示す²⁾が、北海道の原生林におけるアカエゾマツの最終的な平均樹齢が255年程度である³⁾ことを考慮すると、今回の調査対象木は生長初期の段階にあたるため、本解析では3次曲線で近似させた。A防雪林とB防雪林で伐採した生育良好木4本の平均値に基づく樹齢と樹高の關係式(1)を図-7に示す。

$$H = -0.0004Y^3 + 0.0245Y^2 - 0.1089Y + 0.3114 \quad \dots (1)$$

ここで、H: 樹高(m)、Y: 樹齢(年)

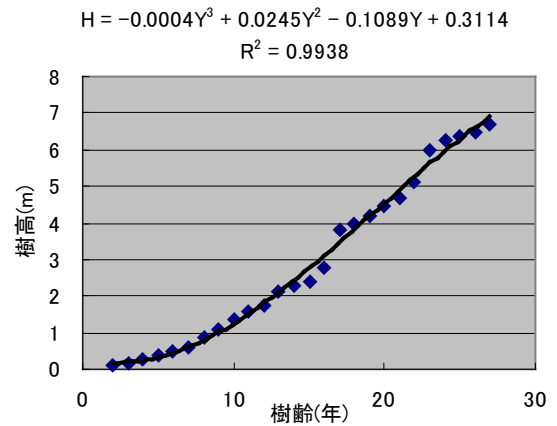


図-7 樹齢と樹高の關係

胸高直径と樹高の關係について図-8に示す。この図より、樹高曲線式(Henricksen式⁴⁾)を適用して胸高直径と樹高の關係の近似式(2)を算出し、図中に付記した。

$$H = 2.6464Ln(D) + 1.7164 \quad \dots (2)$$

ここで、H: 樹高(m)、D: 胸高直径(cm)

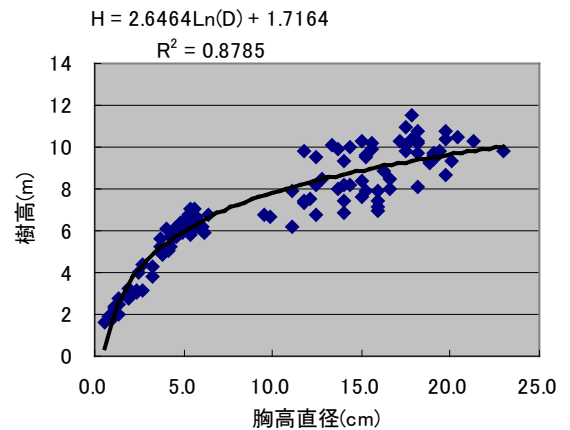


図-8 胸高直径と樹高の關係

胸高直径と樹冠直径の關係については、拡張相對成長式(Ogawa et al. 1965⁵⁾; 小川1980⁶⁾)が適用可能⁷⁾であるが、定数を求めるためには、相当数のサンプルと胸高直径60cm前後の大径木での最大樹冠直径が必要となる。しかし、本調査ではサンプル数が少なく、大径木もないため拡張相對成長式をそのまま適用することはできない。そこで、図-9に示すようなB防雪林とC防雪林の胸高直径と枝の長さのデータから關係式を導くこととした。

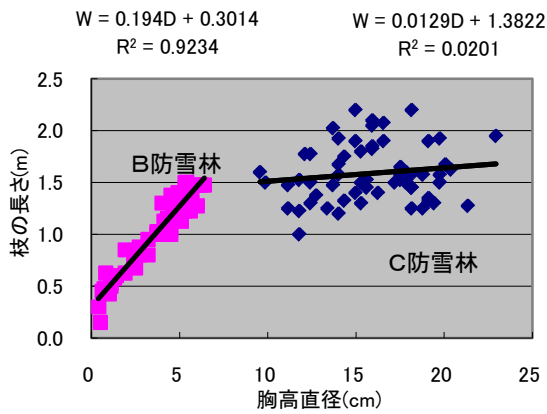


図-9 胸高直径と枝の長さの関係

しかしC防雪林では樹冠が閉塞し、隣接木が相互に干渉しているために胸高直径と枝の長さの間には相関が見られなかった。ここでは生長初期の段階のみに着目し、1次式での近似が可能と考え、図-9より近似式(3)を算出した。

$$W = 0.194D + 0.3014 \quad \dots (3)$$

ここで、 W : 枝の長さ(m)、 D : 胸高直径(cm)

式(1)から樹齢と樹高の関係、式(2)から樹高と胸高直径の関係、式(3)から胸高直径と枝の長さの関係をそれぞれ求めることができる。そこで、樹冠直径を式(3)で求めることができる枝の長さの2倍とすると、式(1)、式(2)、式(3)を併せて解くことにより、樹冠直径と樹齢の関数として式(4)で表すことができる。

$$2W = 0.38 \exp(aY^3 + bY^2 + cY + d) + 0.60 \quad \dots (4)$$

ここで、 $2W$: 樹冠直径(m)、 Y : 樹齢(年)

$a = -0.00015$, $b = 0.00925$, $c = -0.04109$, $d = -0.53208$

5. 考察

6年生・樹高0.47mのアカエゾマツを列間3.5m、苗間2.0mの3列に植栽したと仮定し、式(4)を用いて植栽後の樹高、および樹冠直径を算出した。なお、道路防雪林を「道路吹雪対策マニュアル(平成15年版)[®]」の標準林の植栽配置で造成したものと仮定して生育状態を予測した。道路防雪林の生長予測模式図を図-10に示す。図-10上は平面図、図-10下は道路方向から見た側面図である。

道路縦断方向では植栽後15年を過ぎると樹冠が触れあうようになり、植栽後20年では重なり合っている。横断方向では植栽後20年を超えてから隣接する列の樹冠が触れあい、植栽

後25年では重なり合う。植栽20年後の樹高は6.7m、植栽25年後の樹高は8.4mである。

実際の状況について見ると、B防雪林は樹高6m程度であり、隣接木(苗間2m)と樹冠が重なり合っていたが、隣接する列(列間3m)との枝の接触は生じておらず、下枝の枯れ上がりもわずかであった。

C防雪林は、列間2m、苗間2mの千鳥植栽で、樹高は9~10m、樹冠は完全に閉鎖し、下枝の枯れ上がりが地面から5m前後となっていた。また平均樹高8m弱の調査区画C-3では、下枝の枯れ上がりは地面から2m程度となっていた。

これらの生長予測、および調査事例から判断すると、現在造成されている道路防雪林の標準配置(列間3.5m、苗間2m)における適正な間引き時期は、植栽後20年程度と計算でき、その時の樹高は7m程度と推定される。

本調査では、下枝の枯れ上がり開始時期を推定できるデータは計測できなかったが、樹冠閉鎖により枯れ上がりが促進されるのは明らかであり、樹冠閉鎖時期の推定により、適切な密度管理計画可能となるものと考えられる。

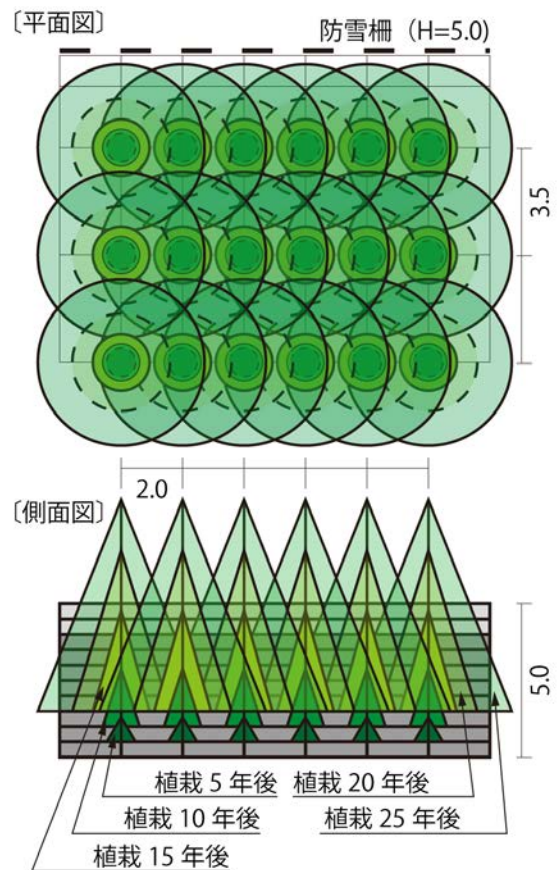


図-10 道路防雪林生長予測模式図

6.おわりに

本調査では防雪林の密度管理開始時期の推定を目的として、主な植栽木であるアカエゾマツの年輪解析および枝階の生長解析を行い、樹高生長・樹冠生長の予測を試みた。しかし、今回の報告は、数少ない事例から生長予測式を求めたため、必ずしも道路防雪林の標準的な予測式とはいえない。今後は調査事例の充実を図り、より標準化した生長予測式の提供に向けた検討を行う予定である。また、本調査では生育不良木の生長予測は行わなかったが、生育不良木を放置した場合には防雪林の機能発揮は困難と考えられるため、改植を行う必要がある生育状態や時期について検討する予定である。

参考文献

- 1) 森林立地調査法編集委員会：森林立地調査法 森の環境を測る, pp. 59-60, 博友社, 1999.
- 2) पीーター・トーマス：樹木学, 263pp, 築地書館, 2001,
- 3) 渡邊定元：樹木社会学, p83, 東京大学出版会, 1994,
- 4) 南雲秀次郎、箕輪光博：測樹学, 現代林学講義 10, 地球社, 243pp, 1990.
- 5) Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira : Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. Plant biomass, Nature and Life in Southeast Asia, 4, pp 49-80, 1965.
- 6) 小川房人：個体群の構造と機能, 植物生態学講座 5, p27, 朝倉書店, 1980.
- 7) 岸田昭雄、向出弘正、中村和子：天然林における各樹種の胸高直径と樹冠直径との関係, 北方林業, 41, 5, pp. 11-14, 北方林業会, 1989,
- 8) 独立行政法人 北海道開発土木研究所：道路吹雪対策マニュアル（平成15年7月）第2編 防雪林編, 国土交通省北海道開発局, 2005.