

## 第2編 防雪林編

## 第2編　目　　次

第1章　総則	
1. 目的 .....	2-1-1
2. 適用範囲 .....	2-1-2
第2章　道路防雪林の定義と特徴及び基本的な考え方	
1. 道路防雪林の定義 .....	2-2-1
2. 道路防雪林の経緯 .....	2-2-2
3. 道路防雪林の機能と効果 .....	2-2-4
4. 道路防雪林の造成に伴う周辺への影響 .....	2-2-10
5. 道路防雪林造成の基本的な考え方 .....	2-2-12
第3章　道路防雪林の基本計画	
1. 道路防雪林基本計画の手順 .....	2-3-1
2. 基本計画条件の抽出 .....	2-3-3
3. 道路防雪林の林型 .....	2-3-9
第4章　道路防雪林の基本設計	
1. 道路防雪林の基本設計 .....	2-4-1
2. 配植 .....	2-4-4
3. 植栽樹種と規格 .....	2-4-16
4. 併用防雪施設 .....	2-4-22
5. 管理用道路 .....	2-4-28
6. 道路防雪林の生育基盤整備 .....	2-4-32
7. 植栽保護工 .....	2-4-42
第5章　道路防雪林の詳細設計	
1. 詳細設計の手順 .....	2-5-1
2. 詳細設計の成果 .....	2-5-3
第6章　道路防雪林の植栽施工	
1. 植栽の手順 .....	2-6-1
2. 植栽時期 .....	2-6-7
3. 苗木購入時の留意点 .....	2-6-12
第7章　道路防雪林の育成管理	
1. 育成管理の基本方針 .....	2-7-1
2. 保育期の管理 .....	2-7-5
3. 育成期の管理 .....	2-7-33
4. 維持期の管理 .....	2-7-48
5. 被害発生に応じた管理作業 .....	2-7-51
6. 各期に共通する管理項目 .....	2-7-57

## 資料編

1. 道路防雪林育成に対する防雪柵の影響 .....	2-8-1
2. 生育基盤内の生育阻害要因 .....	2-8-2
3. 道路防雪林の成長実績 .....	2-8-5
4. 用語集 .....	2-8-11
参考文献 .....	2-参考-1

# 第1章 總 則

## 第1章 目 次

### 第1章 総則

1. 目的 .....	2-1-1
2. 適用範囲 .....	2-1-2

# 第1章 総則

## 1. 目的

本編は、吹雪による吹きだまり及び視程障害対策としての防雪施設のうち、道路防雪林による対策の計画、設計、施工、育成管理を行うにあたり、業務の簡素化、設計思想の統一、設計内容の向上を図るため、技術基準を示し、基本的考え方を解説するものである。

本編は、道路防雪林造成およびその育成管理における技術基準・計画手順を示している。

第1編共通編に示される吹雪対策計画において（第1編第3章「吹雪対策計画の手順と吹雪対策調査」を参照）、防雪施設として道路防雪林を採用する場合、以下の手順で計画等を進める。道路防雪林の機能と効果（第2章）を熟知した上で、基本計画段階では適用林型、林帯幅、延長を決定し、造成上の留意点をとりまとめる（第3章）。基本設計では、基本計画の内容に基づき、配植、適用樹種と規格、併用防雪施設、管理用道路、生育基盤整備、植栽保護工を決定する（第4章）。基本計画時には造成後に予測される育成管理内容（第7章）を踏まえた育成管理計画も作成する。詳細設計では、基本計画、基本設計を受け、測量、現地調査の後に詳細について図化、仕様の決定を行う（第5章）。また、「生きもの工法」であることから、苗木の取り扱い等、植栽施工の留意点を記した（第6章）。

## 2. 適用範囲

本編は、北海道開発局が整備する道路防雪林への適用を意図したものである。

本編は、北海道開発局が整備する道路防雪林に適用するものであり、植栽による視線誘導効果を主に期待する視線誘導植栽については、第4編「その他の吹雪対策施設編」を参照されたい。

道路の修景、緑化のための植栽については「道路設計要領」（北海道開発局）、「道路緑化技術基準・同解説」（（社）日本道路協会）、「北海道の道路緑化指針（案）」（北海道開発局）によるものとする。

また、本マニュアルは、北海道の通常の低地における一般的技術基準を示すものであり、高標高地・海岸近くなどの生育環境条件の厳しい場所や国立公園内などの自然環境に考慮を要する場所など、特殊な条件があり、本編の適用が適当でない場合には別途検討をする。

## 第2章 道路防雪林の定義と特徴 及び基本的な考え方

## 第2章 目 次

### 第2章 道路防雪林の定義と特徴及び基本的な考え方

1. 道路防雪林の定義 .....	2-2-1
2. 道路防雪林の経緯 .....	2-2-2
2-1 道路防雪林の経緯 .....	2-2-2
2-2 道路防雪林の現況 .....	2-2-3
3. 道路防雪林の機能と効果 .....	2-2-4
3-1 道路防雪林の機能 .....	2-2-4
3-2 道路防雪林の効果 .....	2-2-5
3-3 防雪効果の決定要因 .....	2-2-9
4. 道路防雪林の造成に伴う周辺への影響 .....	2-2-10
5. 道路防雪林造成の基本的な考え方 .....	2-2-12
5-1 「生きもの工法」としての特質と留意点 .....	2-2-12
5-2 環境ストレス .....	2-2-14

## 第2章 道路防雪林の定義と特徴及び基本的な考え方

### 1. 道路防雪林の定義

道路防雪林は、道路の風上側または両側に林帯を造成し、風速を減じさせ吹雪による吹きだまりや視程障害を緩和する防雪施設である。

道路防雪林は、吹きだまりや視程障害の発生する恐れがある道路の風上に、狭く長く、列状に造成される林帯である。この林帯の持つ風力を落とす能力を利用して、風が運んできた雪による吹きだまりや視程障害を緩和する。また、道路防雪林の樹木は日中の視認性も高く、視線誘導効果も併せ持つものである。

## 2. 道路防雪林の経緯

### 2-1 道路防雪林の経緯

日本における道路防雪林の造成は、1977年と1978年に北海道開発局札幌開発建設部が一般国道12号岩見沢市岡山地区に、林帯幅の狭い道路防雪林を造成しその効果を調査したことに始まる。

道路防雪林の第1号は一般国道12号岩見沢市岡山における道路防雪林である。1977年秋、北海道開発局札幌開発建設部は、国道の二次改築を機に道路防雪林を100m試験植栽し、翌年さらに420mを造成した。主目的は視程障害緩和による交通の安全確保であるが、沿道の緩衝緑地、街路樹の役割をも期待した。樹種は、ヨーロッパトウヒを主体としたもので、歩道端の1列には美観を考慮し、樹形のよいトドマツ（共に植栽時樹高3.6m）を配植している。

高速道路では、1979年、日本道路公団札幌建設局が道央自動車道の岩見沢市において試験植栽を行い、1983年には札幌～岩見沢間で本格的な道路防雪林の造成を開始した。

国道における道路防雪林は、岩見沢での造成以降、道北～道東を中心に地域的な広がりを見せた<sup>1)</sup>。たとえば、一般国道40号では、1981年に天塩町雄信内、1982年に中川町国府、1985年に稚内市更喜苦内と相次いで造成された。これら3箇所は、用地幅30m以上の幅の広い林帶で風上側に防雪柵を設置していることや生育基盤を盛土している点で共通しているが、選定樹種、植栽時の規格、配植方法などに違いが見られる。これらの造成は、本マニュアルの刊行前であり、試行錯誤の中で行われたことがうかがわれる。約20年を経過した現在、植栽木は樹高約10mに達しており防雪機能を発揮している区間も見られる。

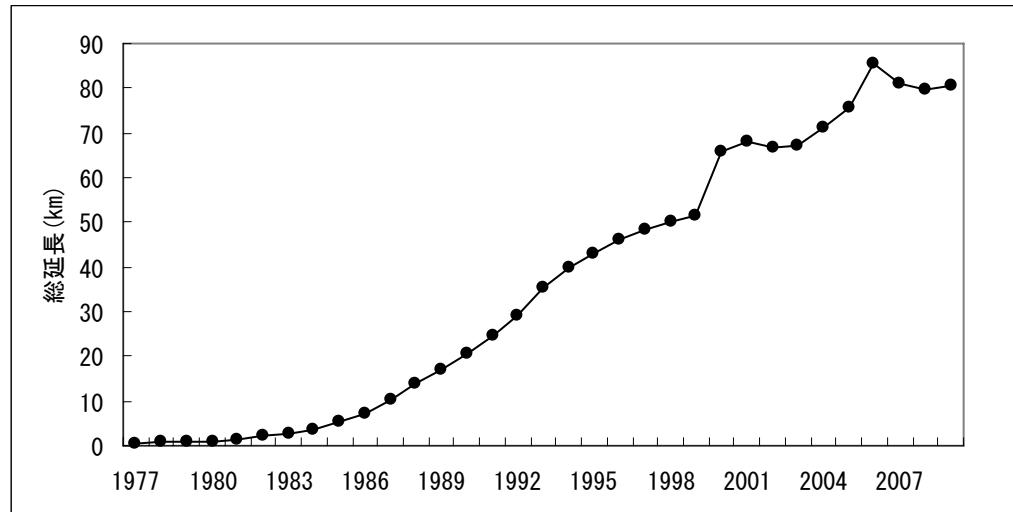


図2-2-1 造成年代別国道の道路防雪林延長  
(道路現況調書<sup>2)</sup>より作成)

## 2-2 道路防雪林の現況

2009年現在、道内の国道における道路防雪林は道北・道東を中心に造成され、設置箇所は約210箇所となり延長は約80kmに及ぶ。

2009年現在、北海道の国道における道路防雪林は室蘭を除く9つの開発建設部管内で造成されている。国道23路線、設置箇所は約210箇所になり総延長（両側にある場合はその合計）は約80kmに及んでいる。また、現在も随所で道路防雪林事業は継続している。

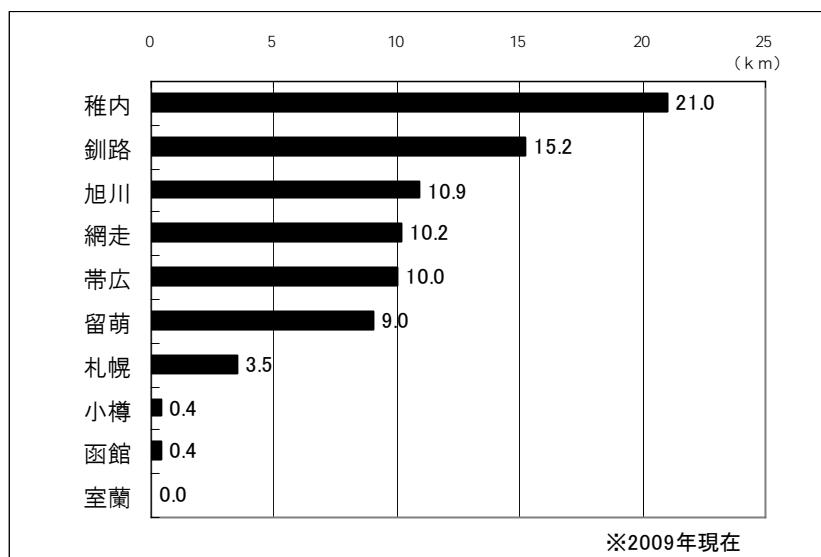


図2-2-2 国道における道路防雪林の延長  
(道路現況調書<sup>2)</sup>より作成)

### 3. 道路防雪林の機能と効果

#### 3-1 道路防雪林の機能

道路防雪林は、吹きだまり防止及び視程障害の緩和、視線誘導の機能を有する。また、道路景観向上させる修景機能や環境保全機能等、吹雪防止以外の二次的機能が期待できる。

##### (1) 一次的機能

道路防雪林はその防風機能により風を弱め、風上から運んできた雪を林帯内や林帯周辺に堆雪させ、道路上の吹きだまり形成を防止する。また視程変動強度を小さくして視程障害を緩和する。このほか、日中の吹雪時において、樹木は白色の背景に対し黒っぽい視認物として存在し大きな輝度差を持つことから、視線誘導効果を有している。

##### (2) 二次的機能

道路防雪林は二次的機能として道路緑化における以下に示す諸機能を発揮する。以下の諸機能は「道路緑化技術基準・同解説」<sup>3)</sup>等を参考に整理した。

- ①修 景 向 上 機 能：遮蔽・景観統合・景観調和などの機能が複合的に作用し、道路や沿道の良好な景観を形成する。
- ②生活環境保全機能：大気浄化や騒音低減機能など、周囲に対して緩衝帶の機能を持つ。
- ③緑 陰 形 成 機 能：寒暖や乾湿の変化を緩和する微気象緩和機能を持つ。
- ④交 通 安 全 機 能：遮光や交通分離等の機能を持つ。
- ⑤自然環境保全機能：現存植生に対する緩衝地帯としての機能や生物の生息・生育空間としての機能を持つ。
- ⑥防 風 機 能：飛砂防止等の防災機能や農耕地への防風機能を持つ。

### 3-2 道路防雪林の効果

道路防雪林は、風速を低下させ、吹きだまりを防止し視程障害を緩和する「吹雪防止」と、吹雪時にドライバーの指標となる「視線誘導」の効果を有する。

#### (1) 吹雪防止効果

##### ① 吹きだまり防止効果

道路防雪林は、その防風機能により風を弱め、風上から運んできた雪を、林帶内や林帶周辺に堆雪させる。図2-2-3に示すように、道路防雪林の風上側林縁から樹高の4~7倍程度の位置に吹きだまりが形成される<sup>4)</sup>。吹き止め柵の場合風上 $2H$ が大きな吹きだまりの範囲<sup>5)</sup>であることから、防雪林の方がより広範囲に雪を堆雪させている。

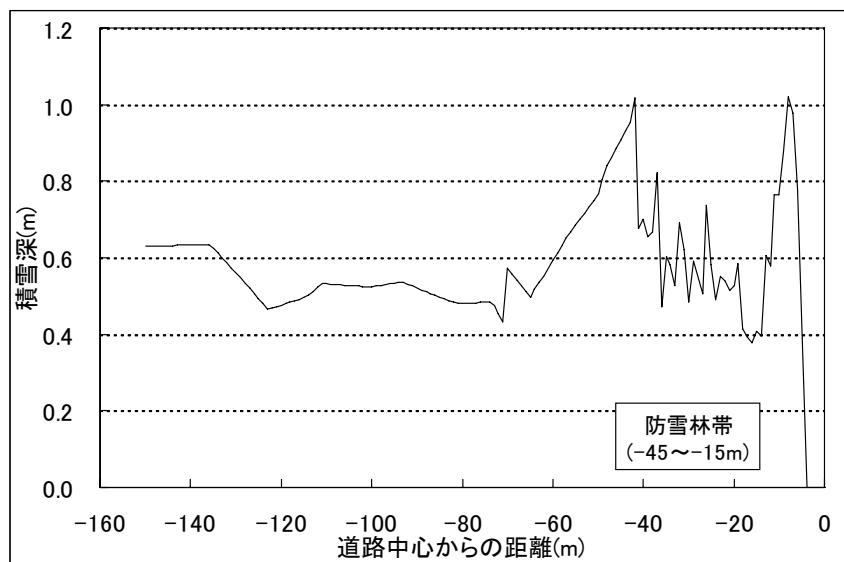


図2-2-3 道路防雪林の吹きだまり状況  
(武知ら<sup>4)</sup>より作成)

## ② 視程障害緩和効果

図2-2-4に示すように道路防雪林は幅を持つ構造であることから斜風に対しても効果的である。また、林帯幅が35mで密な道路防雪林では図2-2-5に示すように、道路に対する入射角にかかわらず林帯風上側の視程に対する道路位置での視程は4~10倍程度確保されている。

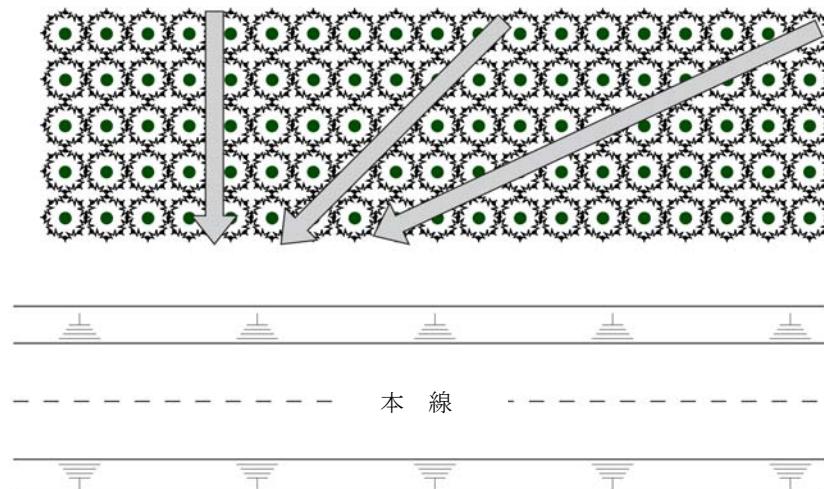


図2-2-4 道路防雪林の斜風に対する効果

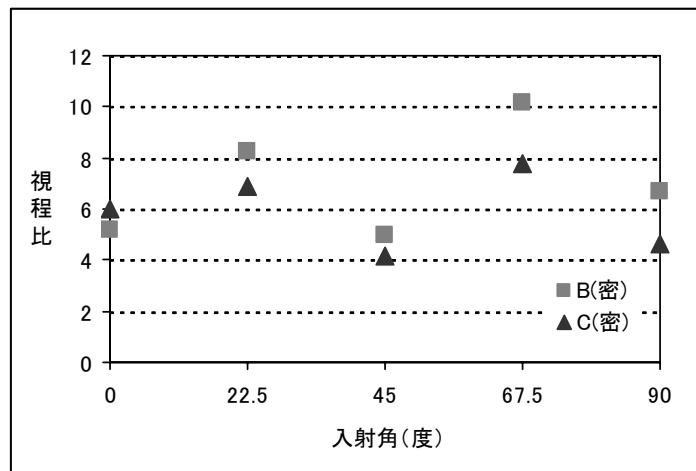


図2-2-5 道路防雪林における入射角別の視程比  
(伊東<sup>6)</sup>より作成)

道路防雪林の視程障害緩和機能の一つとして、飛雪を拡散させることもあげられる。表2-2-1に、道路防雪林整備区間と無対策区間での平均視程と視程変動強度の観測例を示す。無対策区間と比べた道路防雪林区間の平均視程の改善度合いは、視程距離1000m台では10%であったが、290mでは66%と大きい。また、視程変動強度は290mの視程距離で0.73と30%近く小さくなっているが、1000m台では0.86と10%の改善にとどまっている。このように、平均視程、視程変動強度共に、視程距離が小さく厳しい吹雪の時ほど、防雪林の視程障害緩和効果は大きい。

表2-2-1 道路防雪林の有無による平均視程と視程変動強度<sup>7)</sup>

事例	(I) 防雪林		(II) 無対策		(I)/(II)改善度合い	
	視程	視程変動強度	視程	視程変動強度	視程比	視程変動強度比
	$\bar{V}(m)$	$\frac{\sqrt{(V - \bar{V})^2}}{\bar{V}} \times 100(\%)$	$\bar{V}(m)$	$\frac{\sqrt{(V - \bar{V})^2}}{\bar{V}} \times 100(\%)$		
1	1200	31	1090	36	1.10	0.86
2	1130	34	860	42	1.31	0.81
3	1050	32	800	43	1.31	0.74
4	480	51	290	70	1.66	0.73

$V$  : 視程の瞬間値       $\bar{V}$  : 平均視程

## (2) 視線誘導効果

日中の吹雪時において、樹木は白色の背景に対し黒っぽい視認物として存在するため、大きな輝度差を持つ。また、自発光視線誘導標の発光部に比べて視認対象としての面積が大きいというサイズ効果も影響するため、樹木は高い視認性を発揮する。道路防雪林は吹雪防止機能と別に、吹雪時でも道路線形や道路構造の確認を容易にする、優れた視線誘導効果を有している。

常緑針葉樹（トドマツ）を用いた吹雪時の視認性確保の実験結果では、薄暮時の吹雪（視程200m以下）において図2-2-6に示す通り60mまでの近距離までは十分な視認性があることが確認されている。

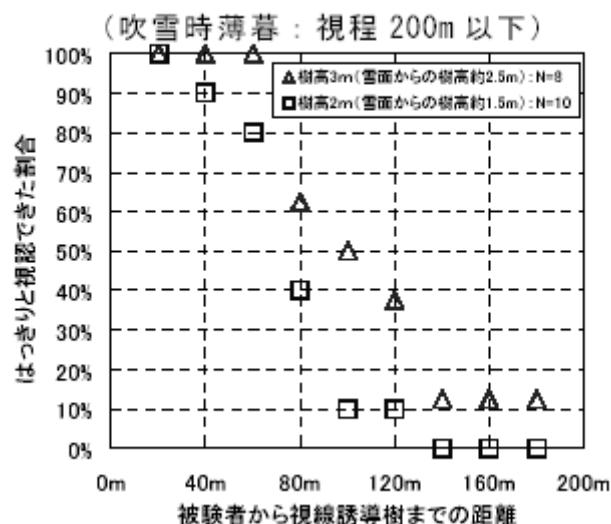


図2-2-6 薄暮時の吹雪（視程200m以下）での視線誘導樹（トドマツ）の視認性<sup>8)</sup>

写真2-2-1は、道路防雪林整備区間と未整備区間のビデオ画像である。道路防雪林未整備区間では視程が約50mとホワイトアウトに近くなっているのに対し、道路防雪林整備区間では400m以上の視程が確保されている。また、道路防雪林整備区間では単に視程が良好なだけではなく、ドライバーに道路線形を示す視線誘導としての役割を果たしていることが分かる。

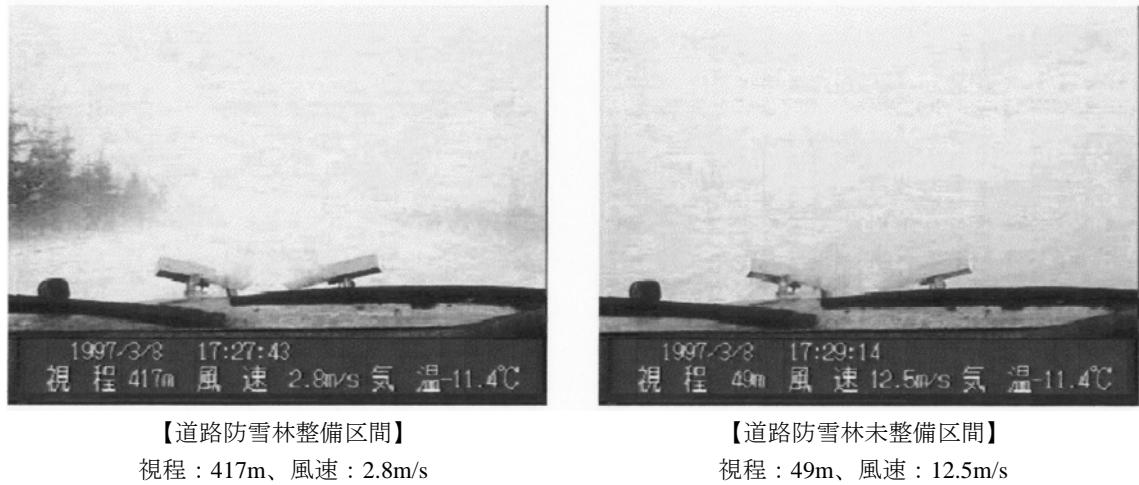


写真2-2-1 道路防雪林整備区間での走行車両からの映像<sup>9)</sup>

### 3-3 防雪効果の決定要因

道路防雪林の防雪効果を決定する要因として樹冠密度、林帯幅、樹種、樹高、枝下高がある。

道路防雪林の防雪効果は林帯の構成状況、すなわち樹冠密度、林帯幅、樹種、樹高、枝下高によって左右される。ここで樹冠密度は樹冠投影面積の樹林面積に対する比から求めるものである。林帯の構成状況と雪丘の位置関係を図2-2-7に示す。

風下側に雪丘が形成されるほど、林帯を吹き抜ける飛雪量が多いことを表している。このことから、樹冠密度が高く、林帯幅が広く、樹高が高く、枝下高が低いほど防雪効果が高いことがわかる。樹種については、冬期間の防雪効果を発揮できる常緑針葉樹を基本とする。

樹高については、生育とともに防雪効果が増大するが、成長過程でもそれに応じて防雪効果を発揮することが確認されている。枝下高は、特に林縁部の枝下高が低いほど防雪機能が高く、枝下が枯れ上がらないような密度管理を行う必要がある。

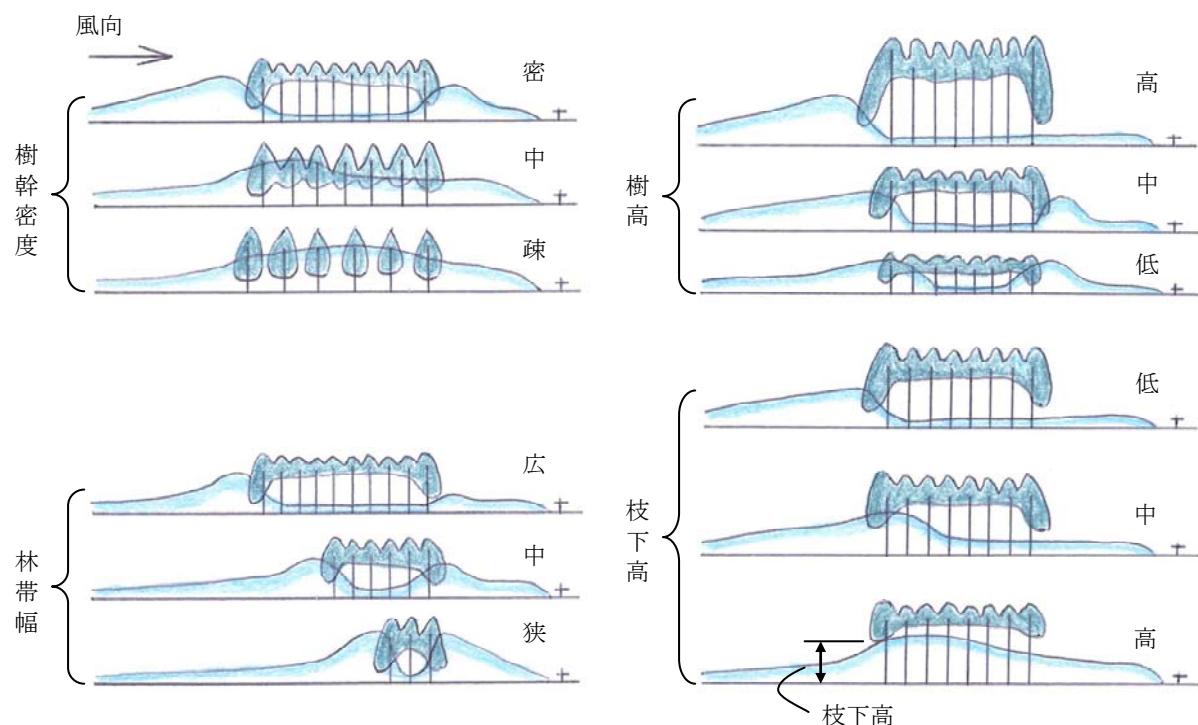


図2-2-7 林帯の成立状態と雪丘頂の位置関係（提供：斎藤新一郎氏）

※湿り雪では、吹雪となり、風上側に溜まりやすい

乾き雪では、地吹雪となり、林帯内および風下側に溜まりやすい

#### 4. 道路防雪林の造成に伴う周辺への影響

道路防雪林の造成に伴い防雪効果の他、周辺に影響を及ぼすことが考えられるため、影響度の大きいものについては対策を施す必要がある。

道路防雪林周辺への影響の度合いは、それぞれの地域の生活環境、生産活動の形態等、社会条件によって大きな違いがあり、前節で述べたプラス機能の他、マイナスの影響が周辺に表れる場合もある。この影響については気象にかかる項目、土地利用にかかる項目、樹木に係わる項目に分けられ、影響度の大きいものについては対策を施す必要がある。

##### (1) 道路防雪林周辺への影響

###### ①気象

日陰部の発生：作物の減収、生活上の日照障害や低温、融雪の遅れ等が生じる。

融雪時期の遅れ：特に日陰部では融雪時期が遅れることにより農耕期間が短縮される。

間隙部の強風化：取付道路の吹き抜け風とその周辺での吹きだまりの発生や低温化が生じる。

###### ②土地利用

沿道土地利用の制限：集荷や出荷共同施設等の計画が制限される。住宅や店舗等の開発が進まない。

耕地等への出入りの制限：耕地等への出入りが制限されるため、代替進入路が必要となる。

延焼、類焼の可能性：樹木の耐火性を上回るような大規模な火災等ではかえって延焼の原因となる。

###### ③樹木

根の侵入：耕地へ侵入した根は作物の水分、養分の吸収と競合する。耕起の妨げとなる場合もある。

落葉・落枝：耕地への落葉・落枝は作業の妨げとなるほか、作物や土壌に影響を及ぼす。

種子の発芽：耕地内へ落下、発芽した樹木の種子を取り除かなければならない。

病虫害の発生：道路防雪林内で病虫害が発生し、それが周辺に対して害を与える場合がある。

鳥獣類の活動：野鼠（やそ）の繁殖や鳥による作物の食害等が発生する場合がある。

##### (2) 主な対策

###### ①気象：日陰部の発生・間隙部の強風化

日陰部を少なくするためには、耕地側に中～低木類を植栽する（計画段階で植栽配置を検討）や耕地側の高木の梢頭をカットする（育成管理段階で対応）ことで対応する。融雪の遅れは融雪剤の散布で対応する。

道路防雪林と道路が交差する地点の風速は、風が収束して吹き抜けるため、平地の風よりも強くなることがあります、周辺での吹きだまりや風害が発生する。このため、林帶の間隙をなるべく少なくするために、必要以外の取付道路等を制限することもある。また、林帶の切れ目が多くなると、防雪効果が小さくなるので林帶の切れ目を少なくする為、取付道路をまとめて本線と接続することが望ましい。また、切れ目部に防雪柵を設置することにより吹き込み風を緩和する方法もある。これについては第2編第4章2「2-3.端部処理と取付道路」（P.2-4-15）を参照する。

## ②土地利用：根系の侵入

道路防雪林と隣接する農耕地では、侵入してくる樹木の根系による水分、養分の吸収が作物と競合し、作物によって減収となることが知られている。侵入根への対策としては、溝を掘る、コンクリート板を埋設するなどで対処する。

## ③樹木：病虫獣害

道路防雪林内で病虫害が発生し、それが周辺の農耕地に被害を与える場合がある。また、道路防雪林内の樹木が病虫害の中間寄生となる場合があるので留意する。道内空港の緩衝緑地では隣接するタネバレイショ畠の周辺にバラ科、マメ科を植栽するとウィルス病を媒介するアブラムシが冬期間宿在して被害を与えることに配慮し、これ以外の植物を植栽した例がある。病虫害対策については第2編第7章5「5-2.病虫害対策」(P.2-7-53) を参照する。

また、野鼠による被害が問題となっており道路防雪林にも対策が必要である。植栽木に被害を与える野鼠はエゾヤチネズミ1種である。道路防雪林内はエゾヤチネズミの生息場所となる場合があり、隣接する耕地の作物を食害することもあるので防除が必要である。野鼠対策については第2編第7章5「5-1.野鼠対策」(P.2-7-51) を参照する。

## 5. 道路防雪林造成の基本的な考え方

### 5-1 「生きもの工法」としての特質と留意点

道路防雪林は樹木という「生きもの」を主として取り扱う。樹木は、生育環境に対する要求を持つこと、時間とともに形状が変化すること、生物として個体差が大きいことなどによって一般構造物と区別される<sup>10)</sup>。これらの意味するところを熟知し樹木を取り扱う必要がある。

#### (1) 樹木の活動と移植時期

樹木は年間を通してみると、活動している時期（活動期）と活動していない時期（休眠期）がある。北海道における休眠期はおおむね11月～2月までとなり、3月中旬以降休眠が解除される。

樹木の移植や新植は休眠している時期に行なうことが基本である。活動期の植栽は、葉面からの蒸散量が根系からの水分供給量を上回り、葉に萎れが生じ、症状が進むと枯死に至る。ポット苗やコンテナ苗などを利用し根系の損耗を少なくすることによって、植栽時期はある程度長期化することが可能である。

#### (2) 樹木の生育環境の整備

自然林の場合、ある立地条件の場所に成立する樹木の種類は、周辺からの種子の供給状況や種子の発芽後の他種との競合関係・土壌の水分条件・微気象条件などによって決定づけられる。例えば、裸地化した場所があつて周囲に母樹林がない場合には、風散布型種子の中でも飛散距離が長いヤナギ類の一斉林が成立することや、地下水位が常時高い場合にはハンノキ林が成立することなどがあげられる。さらには種子が飛散した場合でも本来その地方に成立できないような種類は枯死することで環境に淘汰される。つまり立地条件に適応した種類の樹林が成立する。しかし、道路防雪林のように特定の機能を發揮させるためには、自然状態で成立する種類以外の樹種も検討する必要がある。このために目的に応じた樹林が成立できるように生育環境を人工的に整備する必要が生じる。

基盤条件は最も人為的に整備しやすい環境条件であり、使用する基盤材料や排水溝の設置などによって土壌水分条件の調節が可能である。また樹木は若齢期に特に風を主とする微気象条件に成長が左右される。このような微気象条件は防風工などの対策を施すことで生育環境条件を緩和することができる。

以上のように、「生きもの」を取り扱う際には、

- ・生育基盤の適正な整備
- ・生育環境条件の整備
- ・地域性を考慮した樹種の選択

という視点が欠かせないものとなる。

また生育条件は、ある種の環境条件が他の条件よりも不十分である場合には最も低いその条件に規制される。すなわち樹木の生育はほとんどの条件を高水準で整備しても、ある一つの条件が欠けると低水準の条件に左右され良好な生育を期待することができなくなる。農作物は、最小因子によって収量が支配され、その様子は「ドネベックの要素樽」としてあらわされている<sup>11)</sup>。樹木の生育は多くの環境条件によ

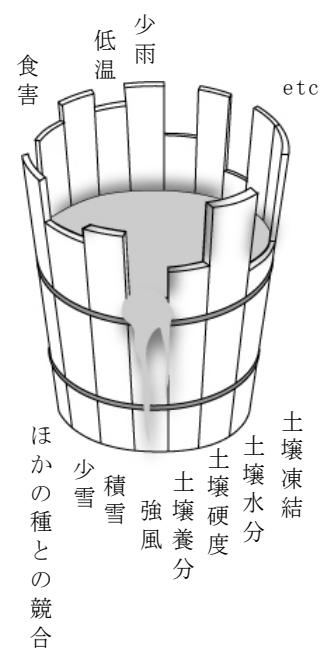


図2-2-8 生育環境条件を  
規制する因子の関係模式図  
水の量（生育状態）は一番低い側板  
(制限因子)によって決まる

って規制されるが、樹林帯の造成を行う場合には、これら環境条件のうち低水準で生育に対し負の要素となるものを的確に把握し、バランスよく整備することが重要である<sup>12)</sup>。このような生育環境条件を規制する因子の関係をドネベックの要素樽に模して図2-2-8に示した。

#### (3) 樹木の成長

樹木は一般構造物と異なり、時間とともにサイズや形状が変化する。つまり成長する。このために造成直後から数年は求められる機能を発揮することはできないのが通常である。時間とともに成長し、次第に機能を発揮するようになる<sup>13)</sup>。

これに対して一般構造物の場合には、通常完成時点での機能が100%発揮される。構造物では完成時の機能低下を抑制するために維持管理という表現が用いられるのに対し、樹木の場合には成長を促進するための管理ということから育成管理という表現が用いられる。樹木の成長度合いにともない、管理内容が変化することが育成管理の大きな特徴である。

#### (4) 樹木の個体差

樹木は植栽時には同程度のサイズのものをそろえるのが一般的である。しかしその後の成長は、各個体の遺伝的性質や隣接木との競合関係、微気象の差異などによって成長差が生じてくる。構造物では大きさが変化することは多くの場合はない。また不規則な変化ということもない。樹木の場合には前述の育成管理の中で個体の大きさを調整する。例えば、競合関係を取り除く、微気象の差異を小さくするなどの方法がある。

## 5-2 環境ストレス

樹木の成長を妨げる様々な環境条件がある。これを環境ストレスと呼ぶ。植栽初期の樹木では環境ストレスの影響が大きく、高環境ストレス下では樹木は良好な成長を望めない。甚だしい場合には枯死に至る。特に植栽初期には環境ストレスの影響を受けやすいため、この影響を和らげる植栽保護工が必要となる。

### (1) 環境ストレス

#### ①環境ストレスの種類

オープンスペースとなる道路防雪林では「風」・「土」・「雪」・「草」などに起因する環境ストレスの影響を受ける。また樹木の健全な成長を損なうという意味では、動物の食害や病虫害・管理作業とともに損傷なども環境ストレスとなる。特に複合的な環境ストレスによる作用が樹木の健全な成長を妨げる<sup>13)</sup>。

表2-2-2 主な環境ストレスと樹木に現れる症状<sup>14)</sup>、その対策

区分	項目	要因	症状	主な対策
大気	風	寒風（初冬、初春）	先枯れ、枯死	防風施設、冬囲い
		一定方向からの強風	偏樹形	防風施設
		潮風（塩分の葉面付着）	葉緑の変色→落葉→枯死	防風施設
	日照不足	建物や樹木の陰	被圧、枝葉の枯損、徒長	
	積雪	雪圧、雪の移動	折れ、曲がり、枝抜け	雪圧杭、裾枝打ち
土壤	霜害	開葉直後の晩霜	新葉の褐変、新葉の枯死	樹種変更
	過湿	表面排水不良、高地下水位	根腐れ	明暗渠排水
	乾燥	土壤の保水能力の欠如	萎れ現象	灌水、基盤改良
水	有害物質	カドミウム、アルミニウムなど	葉面に斑点や変色	
	冠水・湛水	光合成、呼吸不能	枯死	
	流水	流水の力で流出、傾倒	生育不良・枯死	
生物	埋没	根が呼吸できない	枯死	
	食害	野鼠、ノウサギ、シカ	冬芽、樹皮の欠如	忌避剤塗布、ネット掛け
人為	草本との競合	草本による被圧と根の競合	蒸れ、水分不足→枯死	下草刈り、マルチング
	踏圧	入り込みによる土壤圧密	成長停滞	立ち入り防止柵 ツリーサークル
	刈払（損傷）	管理時の草刈による損傷	成長停滞、枯死	手刈り
	肥料やけ	毛根の損傷、機能低下	枯死	
	凍結防止剤	塩分を含んだ微粒子の散布	葉緑の変色→落葉→枯死	健全木の育成

#### ②防雪林造成における環境ストレス

道路防雪林が必要とされるような地域では、これらの環境ストレスの中でも、気象現象が要因となる環境ストレス（特に風によるストレスと積雪によるストレス）、土壤の状態が要因となる環境ストレス（特に過湿）、生物が要因となる環境ストレス（害虫などの繁殖や草本との競合によるストレス）が生じる可能性が大きい。

積雪に関する環境ストレスの対策については第2編第4章7「植栽保護工」（P.2-4-47）、土壤については第2編第4章6「6-5.排水工」（P.2-4-39）で述べる。また生物に関する環境ストレスのうち病虫害等の対策につ

いては第2編第7章5「5-2.病虫害対策」（P.2-7-53）で述べる。

以下では、「風」と「草本との競合」、「積雪」について述べる。

#### ・風の害

樹木は、一定方向からの強風の影響を受け続けると、新芽が痛んだり、幹そのものが物理的な力により押される形となり偏った枝や葉の付き方になる（図2-2-9）。このような樹形を風衝樹形と呼ぶ。

海岸に近い強風地帯では、風上側ほど強風の影響を受け、風上側の樹木が変形し、風下に行くに従い次第に樹高が高くなる風衝林形となる（図2-2-10）。

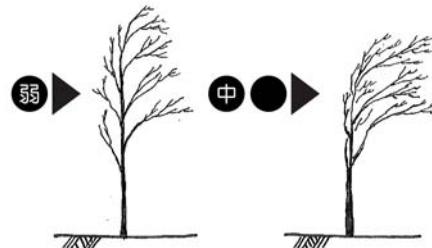


図2-2-9 風衝樹形

一定方向からの強風により、新芽が傷み樹形がいびつになる



図2-2-10 風衝林形<sup>13)</sup>

風上側ほど成長が阻害され樹高が低くなっている

初期にこのような強風の影響下にあると、樹木の根系が十分に機能しないうちに強制脱水により葉が萎れ衰弱し、甚だしい場合には枯死に至る。また、常緑針葉樹の場合には、初春に凍結した土壤が融解する前に冬芽が開芽してしまい、強風にさらされることによって強制脱水され寒乾害が生じる（図2-2-11）。なお、対策工は第2編第4章7「植栽保護工」（P.2-4-42）に記す。

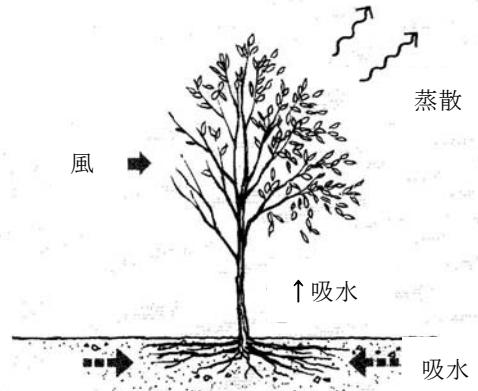


図2-2-11 乾燥害発生の模式図<sup>13)</sup>

#### ・草本との競合

植栽初期の樹木の周囲に草本類が繁茂すると、地上部では太陽エネルギー（光）、地下部では土壤水分の争奪が始まる。一般に樹木の初期成長は草本よりも遅く、植栽初期には草本の陰となって被圧される。

防風柵近くは弱風域となるためにこの傾向はより強く、図2-2-12に示す模式図のように草本は植栽樹木を被圧する。このようになると、樹木は葉を弱い光条件の時でも光合成をすることができる陰葉に変えていくが、成長速度は遅くなり、次第に衰弱し枯死に至る。

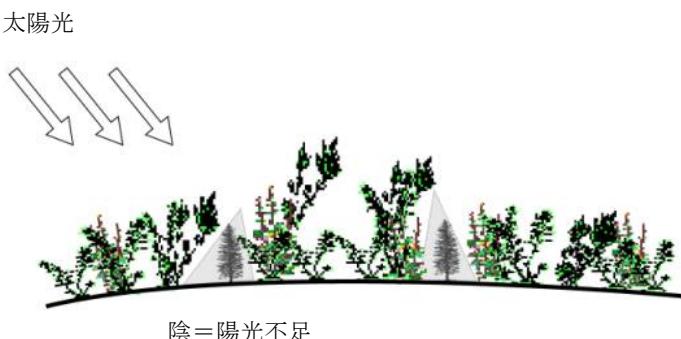


図2-2-12 被圧の模式図

植栽した樹木よりも周辺の草本の方が大きく育ち  
樹木に太陽光が当たらなくなってしまう

・雪圧（沈降力）

雪圧は沈降力とグライドが加わる。

多雪地帯の平坦地では植栽した樹木が積雪下にある場合は積雪の沈降力が加わる。沈降力が加わる方向は毎年一定ではなく変化する。このために樹木の傾きは一定せず、甚だしい場合には提灯を畳んだように曲がる（図2-2-13左図）。直接枯死に至ることは少ないが、初期成長に劣りやがて劣勢木となっていく。

また、樹高が積雪深を越えると積雪の沈降で枝が下方に引っ張られ、枝が引き抜かれることがある（図2-2-13右図）。枝抜けは第2編第7章5「5-2.病虫害対策」（P.2-7-53）に述べるように病虫害発生の要因となる。

斜面では、第2編第4章7「植栽保護工」（P.2-4-48）で述べるように沈降力に加えグライドによる斜面方向の圧力が加わる。

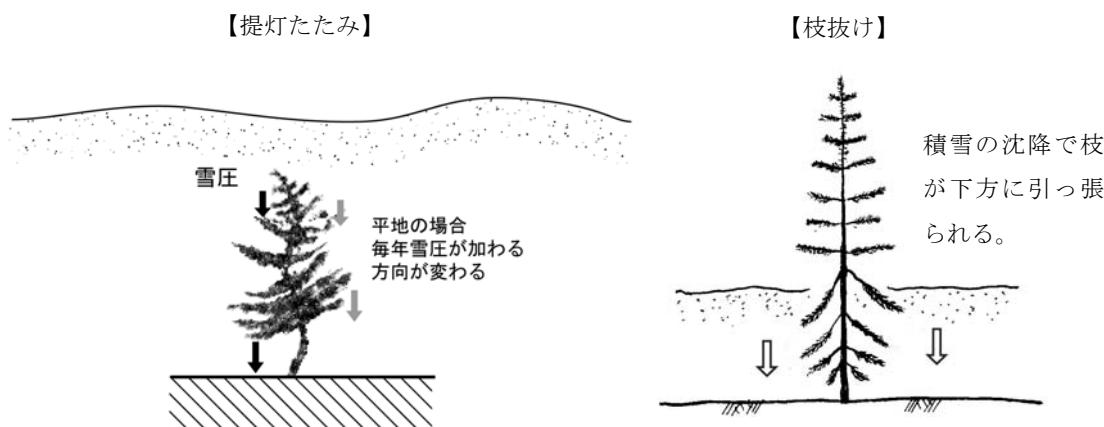


図2-2-13 平坦地での雪圧害の模式図

## (2) 植栽保護工

### ① 環境ストレスと植栽様式・植栽保護工の関係

樹木に対する様々な環境ストレスの影響を軽減する工法を植栽保護工と呼ぶ。

環境ストレスが小さい場所では基本的に植栽保護工は不要である。環境ストレスと植栽保護工等の関係を模式的に図2-2-14に示す。

例えば海岸付近での植栽では、植栽保護工としては、防風土壘のようなほぼ永久的な作工物が構築される。一方、個人の庭のように穏やかな環境条件下では、当面樹木が倒れないようにするために支柱を施す程度で十分で、環境ストレスが大きいほど堅固で長期間機能を保つものが必要となり、環境ストレスが小さくなるにしたがい堅固さは必要なくなり仮設物で間に合うようになる。また植栽樹木の大きさは環境ストレスが大きいほど小さなサイズから導入し、環境ストレスの影響が弱まるにしたがい大きなサイズの樹木が導入できるようになる。植栽密度をみると、環境ストレスが大きいほど個体間相互の保護効果を期待しうることや安全性を考慮し高密度となり、環境ストレスの影響が弱まるに従い低密度での生育が可能となる。

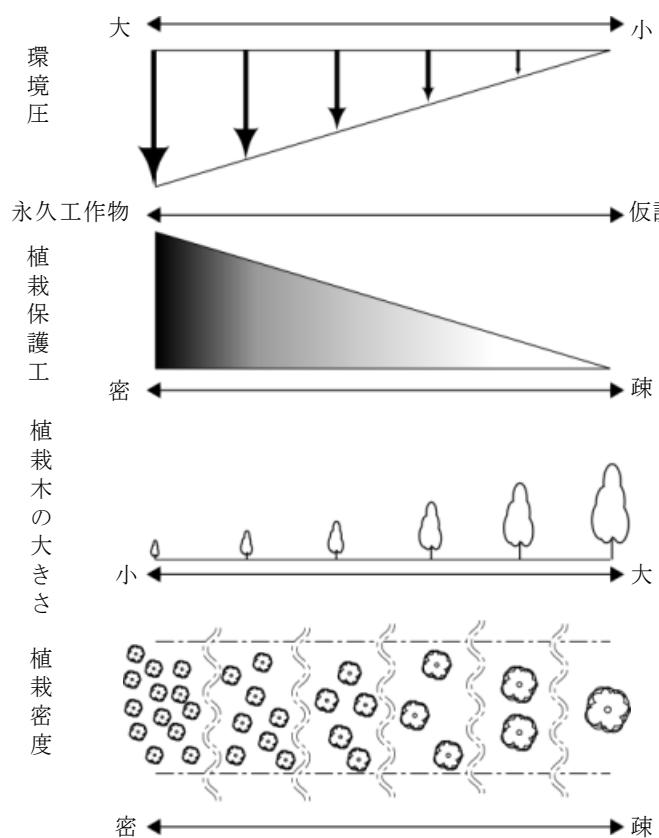


図2-2-14 環境ストレスの大きさと植栽保護工・樹木の大きさ・植栽密度の関係の模式図<sup>14)</sup>

## 第3章 道路防雪林の基本計画

## 第3章 目 次

### 第3章 道路防雪林の基本計画

1. 道路防雪林基本計画の手順 .....	2-3-1
2. 基本計画条件の抽出 .....	2-3-3
2-1 強風地帯での道路防雪林造成 .....	2-3-3
2-2 法面での道路防雪林造成 .....	2-3-7
3. 道路防雪林の林型 .....	2-3-9
3-1 道路防雪林の目的と適用林型 .....	2-3-9
3-2 標準林の林帯幅の決定 .....	2-3-11
3-3 狹帯林の適用条件 .....	2-3-13
3-4 道路防雪林の延長 .....	2-3-14

## 第3章 道路防雪林の基本計画

### 1. 道路防雪林基本計画の手順

道路防雪林の基本計画では以下の項目を決定する。

- (1) 道路防雪林設置の目的
- (2) 適用林型（標準林・狭帯林）
- (3) 基本設計条件の抽出
- (4) 林帯幅（用地幅も含む）と延長

道路防雪林基本計画は、吹雪対策調査の基本調査・解析結果に基づき策定する。基本計画の手順を図2-3-1に示す。

#### (1) 道路防雪林設置の目的の確認

第1編第3章「吹雪対策計画の手順と吹雪対策調査」により防雪目的を明確にする。

基本的には、吹きだまり・視程障害対策を目的とした道路防雪林と視程障害対策を目的とした道路防雪林に区分される。

#### (2) 適用林型（標準林・狭帯林）の決定

道路防雪林造成の主目的によって標準林もしくは狭帯林を決定する。

#### (3) 基本設計条件の抽出

道路防雪林は多様な環境条件下で造成される。基本調査・解析のうち道路防雪林に係わる調査結果に基づき、整備すべき生育条件を整理し、基本設計時に対策を要する項目を整理する。

#### (4) 林帯幅と延長の決定（用地幅も含む）

標準林の林帯幅は最大吹きだまり量の平年値によって決定する。

基本調査・解析結果に基づき、道路防雪林単体で十分に生育できるかどうかもあわせて検討する。標準林の林帯幅では十分に生育することが困難であると判断された場合、保護林の設置あるいは他の防雪施設による防雪対策を検討する。また冬期の主風向との関係を考慮して延長を決定する。

以上の検討結果をとりまとめ、道路防雪林基本計画案とする。

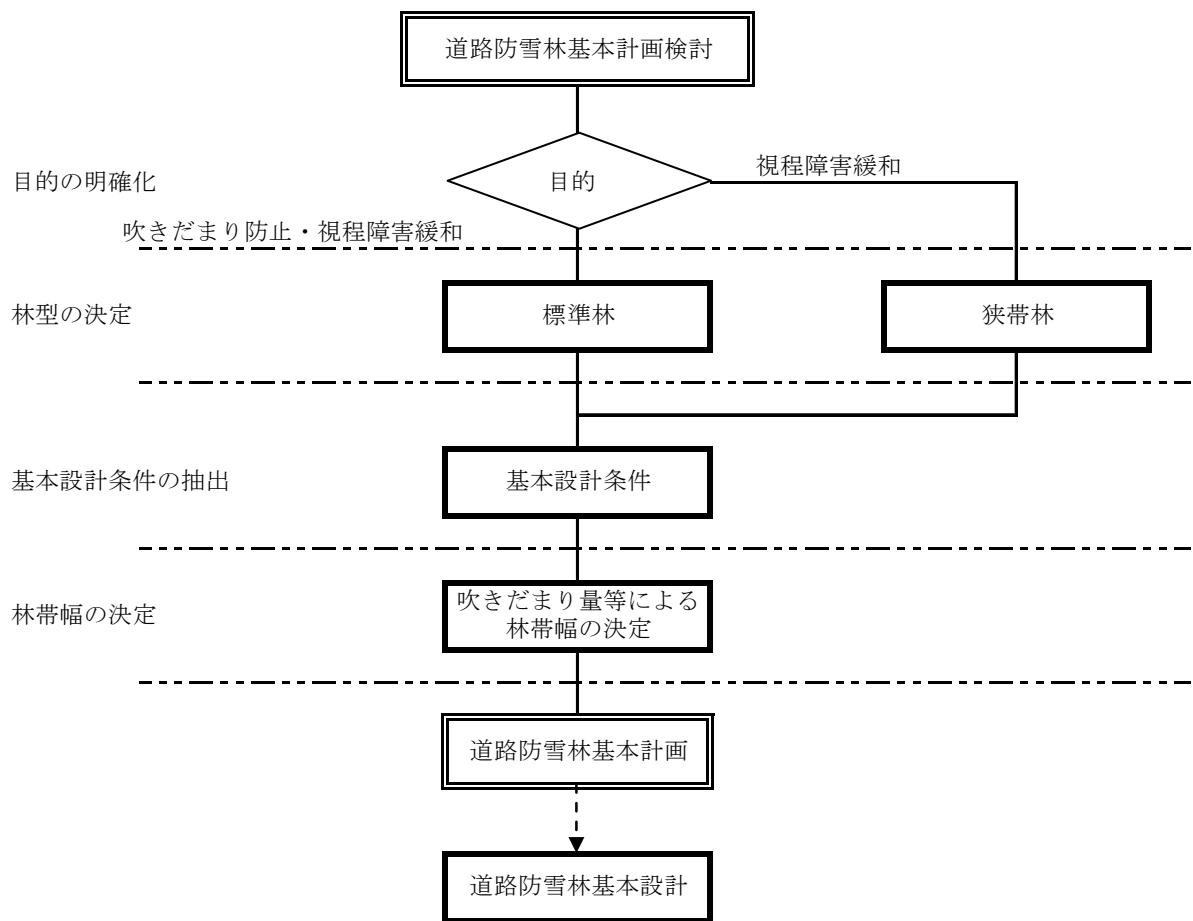


図2-3-1 道路防雪林基本計画のフロー

## 2. 基本計画条件の抽出

### 2-1 強風地帯での道路防雪林造成

強い風の吹く地帯で道路防雪林を造成する際には、風の影響を軽減し、樹木被害を最小化する手段を講じる必要がある。

#### (1) 強風地帯

樹木は強風の影響を受けやすく、強風に晒されると成長が抑制される。強風により①樹体温の低下、②光合成作用の減退、③蒸散作用の促進（水不足時）、④機械的な損傷などが樹木に対して複合的に作用することが要因である<sup>1)2)3)</sup>。

強風地帯であるかどうかを判断する目安として、風衝樹形がある。図2-3-2に示す風衝樹形のグレードで「1」以上を示す場合には樹木の成長に影響を与える卓越風が吹いていることを示している。卓越風は微地形に左右される気象要素のために、アメダスデータでは十分反映されない可能性がある。このため、強風地帯の判断材料としては現地での風衝樹形の存在を優先的に取り扱う。

北海道内では各地に防風林が整備されている。この分布状況は、その地域が強風地帯であることを示す指標となる。図2-3-3に北海道の防風林分布図を示す。防風林が存在する地域では、防雪林造成初期の段階では防風施設が必要であることを示している。

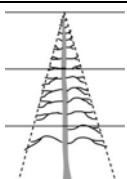
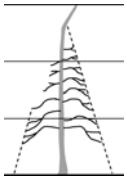
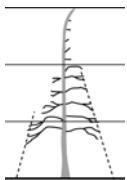
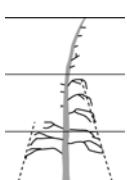
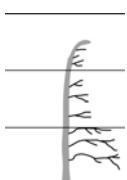
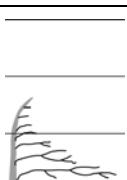
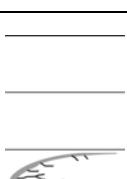
グレード	形状と月平均風速の推定値	樹形
0	対称形。推定風速は3m/sまたはそれ以下	
1	樹幹の先端部、梢の部分は風下側に少し偏形している。推定風速の範囲は3-4.5m/s	
2	樹高の1/3上部の樹幹の風上側には枝がなく、梢はやや風下側に偏形している。推定風速の範囲は4-5m/s	
3	不完全な旗型樹。樹高の2/3上部の樹幹と枝は風下側に偏形している。推定風速の範囲は5-6m/s	
4	完全な旗型樹。枝はすべて風下側に偏形し、風上側に枝はない。樹幹はやや風下側に傾く。推定風速の範囲は6-7m/s	
5	樹高は風下側だけに伸びた枝の長さより低い。樹幹の上部は風下側に少し傾く。推定風速の範囲は7-8m/s	
6	樹幹と枝は地面近くだけ成長している。クッション状をなす。推定風速の範囲は毎秒8-9m/s	

図2-3-2 風衝樹形のグレードと推定月平均風速<sup>4)</sup>

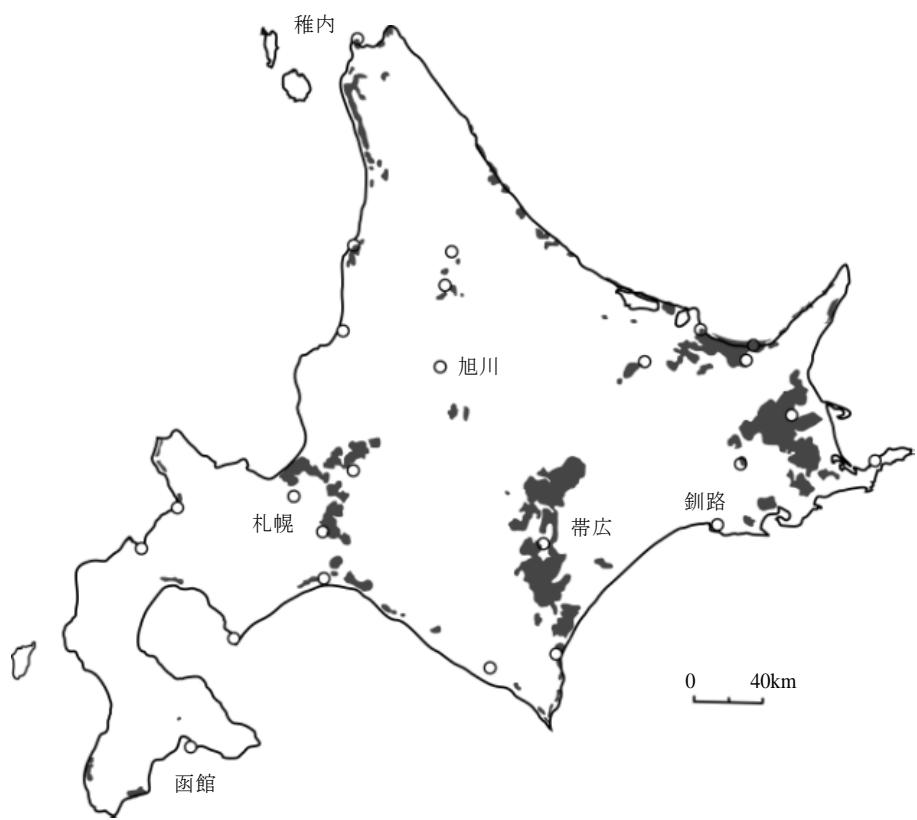


図2-3-3 北海道の防風林の分布<sup>5)</sup>

なお、沿岸部では風圧による生育障害のほかに飛来塩分による障害も発生する。晩夏から吹く季節風に含まれる塩分が葉痕から吸収され、冬芽が枯死する<sup>6)</sup>ことが繰り返されるために風上側の枝が枯れ偏った樹形となったり、先枯れが発生したりする。

防風対策がない場合には、図2-3-4に示すように、日本海沿岸部では海岸から600m以内、太平洋側では400m以内、オホーツク海沿岸550m以内で先枯れが生じている。

沿岸部ではこれらの数値を目安に、防風施設を検討する。

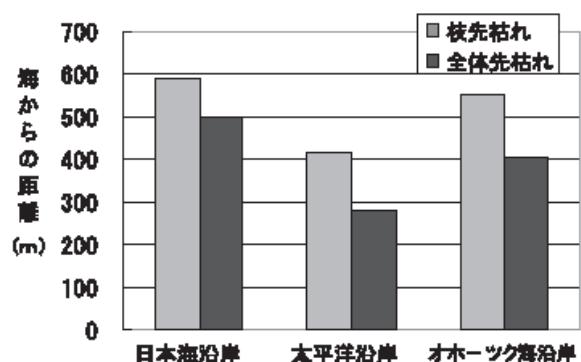


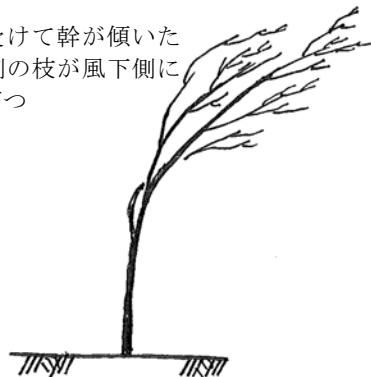
図2-3-4 各地域別にみた特定の枯損被害が発生する海からの距離<sup>7)</sup>

<参考>

風圧による風衝樹形と飛来塩分の影響がある風衝樹形の違い

【風圧を受けた風衝樹形】

風圧を受けて幹が傾いたり、風上側の枝が風下側になびいて育つ



【飛来塩分の影響を受けた風衝樹形】

風上側の枝が枯れ、折れてしまう。風下側の枝だけが伸びていく

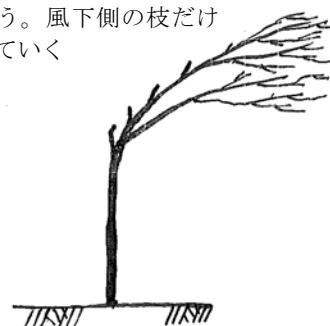


図2-3-5 風圧による風衝樹形と飛来塩分の影響がある風衝樹形の違い

(2) 強風対策

強風対策とは、道路防雪林の風上側に施設を配置して、吹き込む風を弱めることを指す。対策施設には、防風土壘、防風柵、前生林があり、その特徴などについては第2編第4章7「植栽保護工」（P.2-4-42）を参照のこと。

また、強風の影響は、他の要因と複合して、阻害の度合いを高めるように作用することが多い。上述した対策とともに、自生樹種の適用、植栽に伴うストレスの最少化、植栽基盤の適正化などの生育条件を確保する必要がある。

## 2-2 法面での道路防雪林造成

法面では平坦地と異なり、雪圧を受けやすい。このために、グライド防止などの対策が重要となる。

切土法面は生育基盤の厚さが薄くかつ硬い場合が多く、法面への植栽は生育不良を生じやすい。また将来的には倒木の可能性もあるため、道路防雪林の造成位置は切土法肩の外側とする。

### (1) 盛土法面での留意事項

一般に斜面では樹木に対して平地以上に雪圧が加わり、多雪地帯では雪圧による生育阻害が生じる。

斜面の積雪はグライド、クリープ、沈降などの変形が生じる。斜面の積雪は下方への変形だけではなく横方向の動きもあり非常に複雑な動きをしている。この積雪層の変化にともなって生じる圧力が積雪中の樹木の幹や枝に加わる。それが各部分に一様ではないために、樹木は倒伏だけではなく曲がりや折れ・枝抜けなどの被害を受ける<sup>8)</sup>。特に幼木（樹高2m程度までの大きさ）のうちでは雪圧の影響は大きく、雪圧による影響が毎年繰り返されることにより生育不良となり、伸長量は小さくなる。樹高2~3m程度までは植栽木に対して雪圧を軽減する方策を講じる必要がある。対策については第2編第4章7「植栽保護工」（P.2-4-48）を参照のこと。

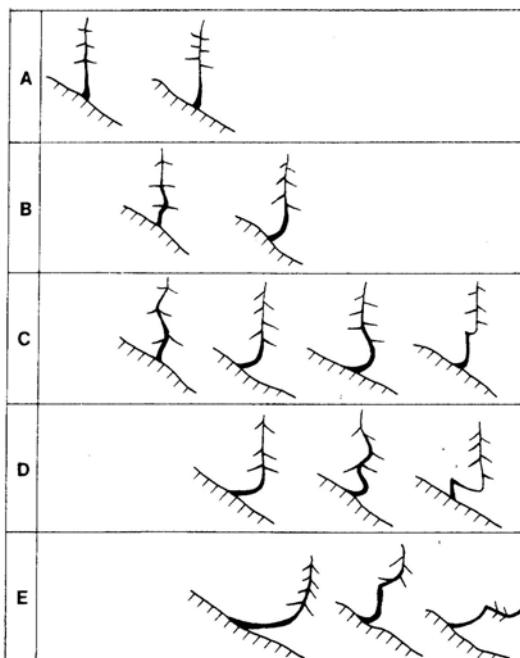


図2-3-6 多雪地帯斜面の幼木の形態（トドマツの事例）<sup>9)</sup>

Aは健全木である。Eは雪圧害が甚大で健全な状態には戻らない。B・C・Dも雪圧を受けた形態で、樹高3mを越えるとB→C→Dという変化が大半となり、健全な状態には戻らない。

## (2)切土法面における道路防雪林の造成位置

道路防雪林は高木による林相を目標とするものである。したがって斜面上に造成せず、切土法肩外側の切土法面以外の場所に造成することを基本とする（図2-3-7）。

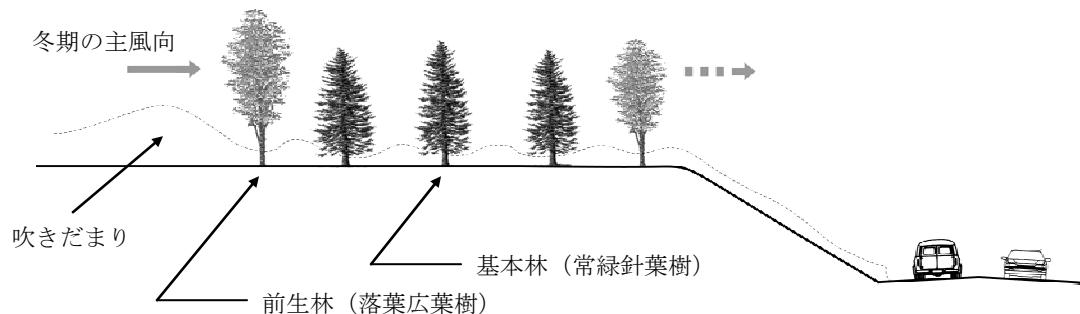


図2-3-7 1:1.7以下の切土法面の道路防雪林造成位置模式図<sup>10)</sup>

なお、1:1.7より緩やかな切土法面では道路防雪林造成が可能となるが、生育基盤整備は十分検討すること。

### 3. 道路防雪林の林型

#### 3-1 道路防雪林の目的と適用林型

道路防雪林のうち、吹きだまり防止および視程障害緩和を目的として造成される幅10m以上の道路防雪林を標準林と呼ぶ。また、視程障害緩和を目的として造成する幅10m未満の道路防雪林を狭帯林と呼ぶ。

##### (1) 標準林

標準林は吹きだまり防止および視程障害緩和のために設置する道路防雪林であり、吹きだまりの堆雪空間を確保するために10m以上の林帯幅を持つ防雪林を指す。

標準林は、防雪効果発揮を主目的とする基本林と、基本林の初期成長時の保護の機能を果たす前生林から構成される（図2-3-8）。

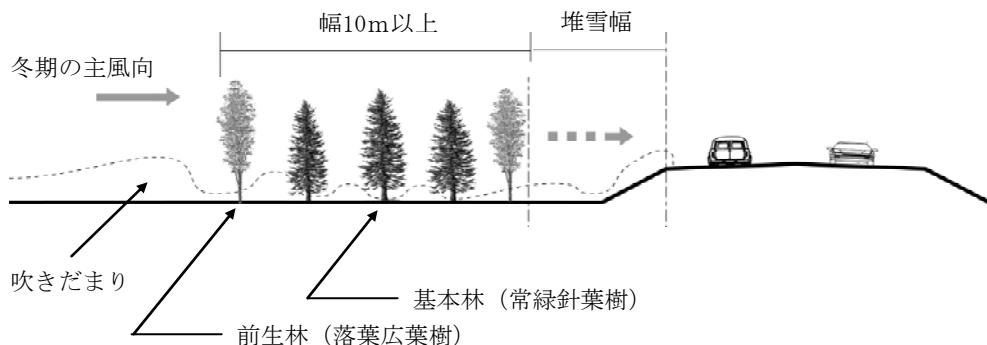


図2-3-8 標準林の断面模式図

##### (2) 狹帯林

狭帯林は主に視程障害緩和のために設置する道路防雪林であり、吹きだまりの堆雪空間を持たない幅10m未満の防雪林を指す（図2-3-9）。

狭帯林は、防雪効果発揮を目的とする基本林だけで構成される。

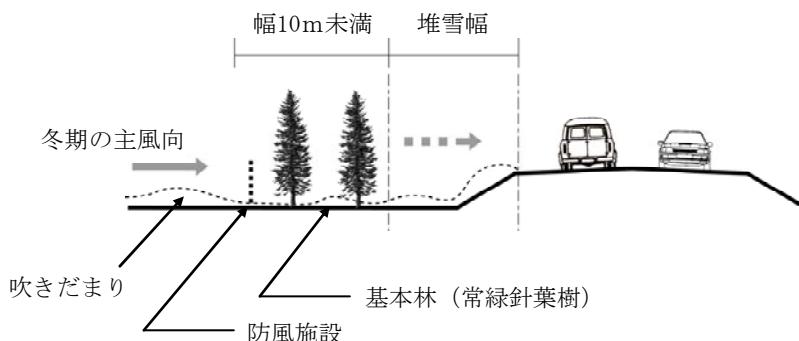


図2-3-9 狹帯林の断面模式図

<堆雪幅>

道路防雪林の植栽樹木が道路近傍の場合、除雪の影響を受け、雪圧による生育阻害が生じる。このため路肩より一定の堆雪幅を設定する。堆雪幅は路肩より7.50m程度とする<sup>11)</sup>。

### 3-2 標準林の林帯幅の決定

標準林は最大吹きだまり量が $20m^3/m$ 以上で吹きだまり対策が必要な区間で適用する。

#### (1) 吹きだまり量に関する適用条件

標準林は図2-3-10に模式的に示すように林帯内に吹雪を捕捉する構造である。このため吹きだまり量が多い箇所では、吹きだまり量に対応した林帯の幅が要求される。最大吹きだまり量に対して十分な堆雪域を確保できない場合は路面上に吹きだまりが発生する。このため標準林の林帯幅は最大吹きだまり量を林帯内にためめることができ容量を確保することが必要となる。

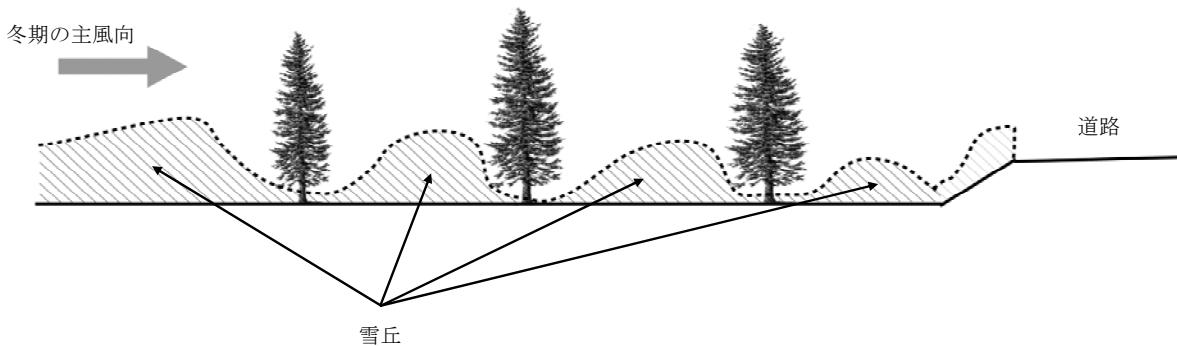


図2-3-10 標準林の防雪機能模式図

最大吹きだまり量に対して必要な林帯幅は、これまでの経験から表2-3-1に示す関係がある。基本計画段階では第1編資料編資料3「気象雪氷調査で用いる資料」の全道吹きだまり量分布図（平年値）を参考に計画地域の林帯幅を決定する。

ここで、3つのカテゴリーに区分された最大吹きだまり量に対応する標準林を、それぞれ標準林10mタイプ、標準林20mタイプ、標準林30mタイプと定義する。

表2-3-1 最大吹きだまり量（平年値）と必要な林帯幅

最大吹きだまり量（平年値）	防雪上必要な林帯幅	標準林帯幅	標準林タイプ
$20 \sim 30m^3/m$	10m	11.0m	標準林10mタイプ
$30 \sim 50m^3/m$	20m	23.0m	標準林20mタイプ
$50m^3/m \sim$	30m	32.0m	標準林30mタイプ

※植栽標準図については、第2編第4章2「2-1.標準林」（P.2-4-6）を参照のこと

## (2) 標準林の育成条件

標準林の林帯幅は機能面からは、表2-3-1の関係から決定される。しかし海岸線の近傍などの強風地帯では林帯を成林させるためにより幅の広い林帯を設定する必要がある。標準林では基本林の両側に前生林としてヤナギ林を設置するが、強風地帯などではさらにその風上側に保護林を設置する（図2-3-11）。

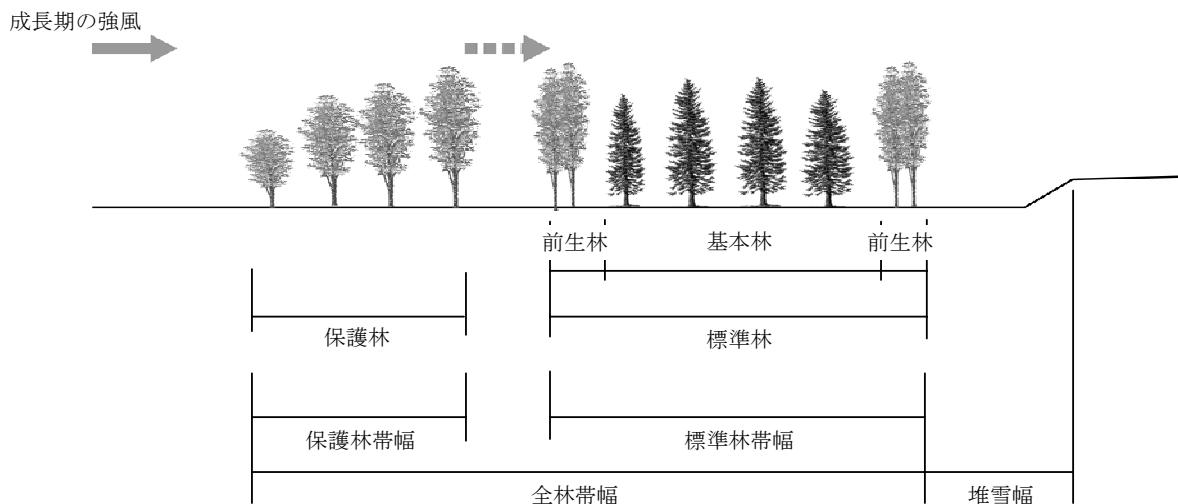


図2-3-11 強風地帯での標準林の林型

なお、保護林の必要性については、周辺にすでに造成された防風林などの既存林の林帯幅や生育形態から判断する。風衝樹形が存在する場合には注意を払う必要がある。

### 3-3 狹帯林の適用条件

狹帯林は視程障害対策が必要で吹きだまり量が $20m^3/m$ 未満もしくは $20m^3/m$ 以上であっても吹きだまりに対して十分な除雪能力を有する区間に適用する。

#### ①吹きだまり量に関する適用条件

狹帯林は吹きだまり防止効果が低いため、吹きだまり量が非常に大きい区間のように、吹きだまりが想定される区間には極力適用しない方がよい。ただし、除雪力でカバーすることで吹きだまりによる災害を防止できると考えられる場合には、狭帯林の適用可否を判断することが望ましい。現在のところ適用事例が少ないことなどから、吹きだまり量 $20m^3/m$ 未満の区間で適用可能とし、吹きだまり量 $20m^3/m$ 以上の区間では除雪力と吹雪実態を十分考慮するものとする。また、吹きだまりによる障害が発生する区間については、狭帯林のほか、防雪柵など他の対策手法を用いるものとする。

#### ②狭帯林の育成条件

狹帯林を構成する常緑針葉樹は、植栽当初に寒乾害など強風の害に弱い。一方で狭帯林は用地幅としてヤナギ類などの前生林を設置できないために、基本林が強風にさらされないことが、狭帯林の適用範囲の条件となる。

狹帯林を造成しようとする地区の周囲に、図2-3-2に示す樹木の風衝形のうちグレード0の場合には植栽時に防風施設は不要である。グレード1の場合には初期成長時の保護を果たす防風ネットなどの保護工が必要となる。グレード2以上の樹形の樹木がある場合には、基本的に狭帯林の生育は難しく、ヤナギ類などの前生林を設けた通常の標準林型とする必要がある。

### 3-4 道路防雪林の延長

道路防雪林は主風向が林帯に直角でも、吹雪が林帯の両端を回りこんでくる。また、風向が斜めの場合は、この吹雪の回り込みを考慮して林帯延長を長くする必要がある。

道路防雪林の延長は、防雪を要する範囲と主風向に基づく延伸長の合計とする。

防雪を要する範囲は、吹雪の危険度（第1編第3章3「3-3.吹雪対策の必要性評価」を参照）によって判断するが、その端部は環境条件（雪原長、植生状況、地形）、道路構造（盛土、切土、片切片盛土、道路幅員）及び既設防雪施設などが変化する地点とする。また、主風向に基づく延伸長については図2-3-12に示すように道路幅員を25m、林帯と道路との間隔を7.5mとすると主風向と道路との角度が $30^\circ$ の場合は $56.3m + \alpha$ 、 $45^\circ$ では $32.5m + \alpha$ 、 $60^\circ$ では $18.8m + \alpha$ 、林帯を延長する必要がある。

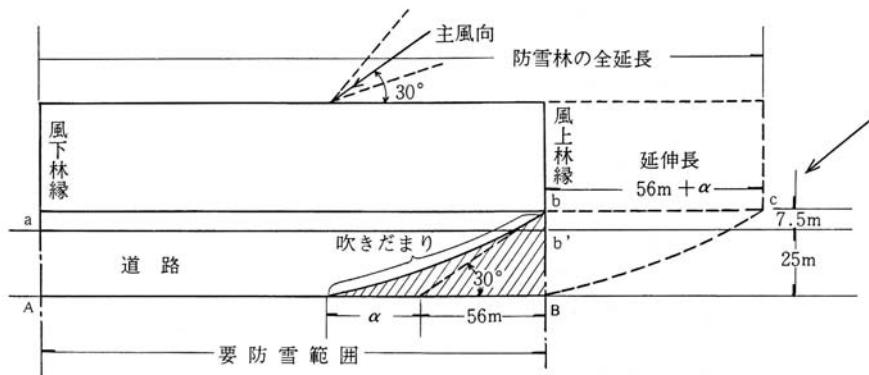


図2-3-12 主風が斜めの場合の林帯延長（主風向が $30^\circ$  の場合）<sup>12)</sup>

## 第4章 道路防雪林の基本設計

## 第4章 目 次

### 第4章 道路防雪林の基本設計

1. 道路防雪林の基本設計 .....	2-4-1
2. 配植 .....	2-4-4
2-1 標準林 .....	2-4-4
2-2 狹帯林 .....	2-4-11
2-3 端部処理と取付道路 .....	2-4-15
3. 植栽樹種と規格 .....	2-4-16
3-1 植栽樹種選定の条件 .....	2-4-16
3-2 道路防雪林の植栽樹種 .....	2-4-17
3-3 植栽樹木の規格 .....	2-4-19
4. 併用防雪施設 .....	2-4-22
4-1 併用防雪施設の選定及び設置 .....	2-4-22
4-2 併用防雪柵の撤去 .....	2-4-25
5. 管理用道路 .....	2-4-28
6. 道路防雪林の生育基盤整備 .....	2-4-32
6-1 生育基盤に関する基本的考え方 .....	2-4-32
6-2 生育基盤整備の進め方 .....	2-4-33
6-3 盛土を伴わない生育基盤 .....	2-4-35
6-4 盛土による生育基盤 .....	2-4-37
6-5 排水工 .....	2-4-39
7. 植栽保護工 .....	2-4-42

## 第4章 道路防雪林の基本設計

### 1. 道路防雪林の基本設計

基本設計では基本調査・解析の結果に基づき以下の事項を決定または検討する。

- (1) 配植
- (2) 植栽樹種の規格・品質
- (3) 併用防雪施設
- (4) 管理用道路
- (5) 生育基盤整備方法
- (6) 植栽保護工

基本設計の進め方を図2-4-1に示す。基本設計は基本調査・解析と相互に関連するものであり、基本設計には基本調査・解析結果を反映するものである。

なお、上記事項のほか、育成管理計画もこの時期に検討すべき事項である。

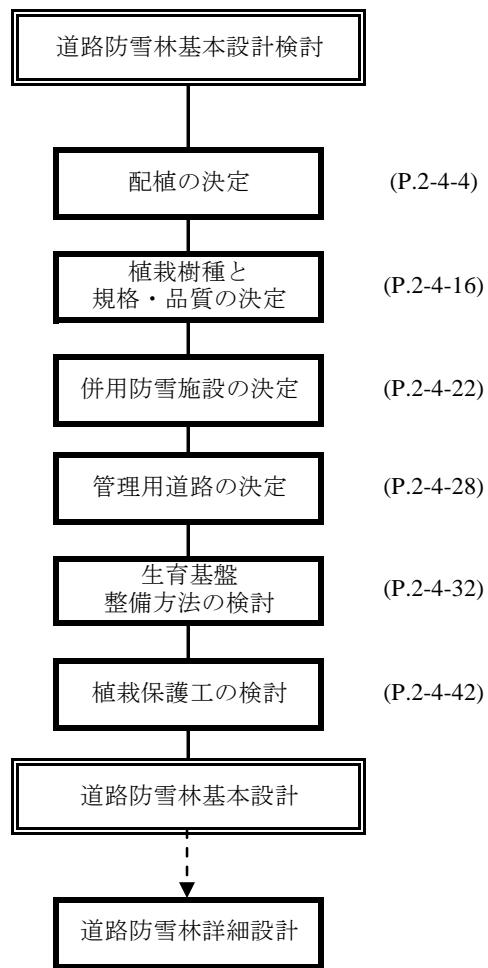


図2-4-1 基本設計の進め方

(1) 配植の決定

基本計画で決定した林型に応じ、基本林、前生林の配置を決定する。第2編第4章2「配植」（P.2-4-4）を参照のこと。

(2) 植栽樹種と規格・品質の決定

基本調査・解析調査の結果に基づき植栽樹種を決定する。また生育環境条件により植栽時の規格を決定する。第2編第4章3「植栽樹種と規格」（P.2-4-16）を参照のこと。

(3) 併用防雪施設の決定

道路防雪林は機能発揮までに時間を要する。機能発揮までの防雪対策を検討し、併用防雪施設を決定する。併用防雪施設の検討は、第2編第4章4「併用防雪施設」（P.2-4-22）及び、第3編第3章「防雪柵の基本計画」、第3編第4章「防雪柵の基本設計」を参照のこと。

(4) 管理用道路の決定

管理用道路の位置、規格、進入路の位置等を決定する。第2編第4章5「管理用道路」（P.2-4-28）を参照のこと。

(5) 生育基盤整備方法の検討

計画地の微地形・土壤および搬入予定地の生育基盤材料の調査から生育基盤整備方法を検討する。条件によっては土壤改良だけではなく、明渠・暗渠等の排水施設の検討も行う。第2編第4章6「道路防雪林の生育基盤整備」（P.2-4-32）を参照のこと。

(6) 植栽保護工の検討

基本調査・解析の結果を踏まえ、周辺樹木の生育状況から植栽保護工の必要性の有無を判断し、植栽保護工を検討する。第2編第4章7「植栽保護工」（P.2-4-42）を参照のこと。

## 2. 配植

### 2-1 標準林

標準林の林帯幅は10m、20m、30mの3タイプとし、基本林と前生林から構成される。

#### (1) 標準林の基本構造

##### ①基本構造

標準林は、防雪効果機能を果たす常緑針葉樹を中心とした基本林と、基本林の初期成長を保護するための前生林から構成される。さらに標準林20mタイプと30mタイプでは管理用道路も含む（図2-4-2）。

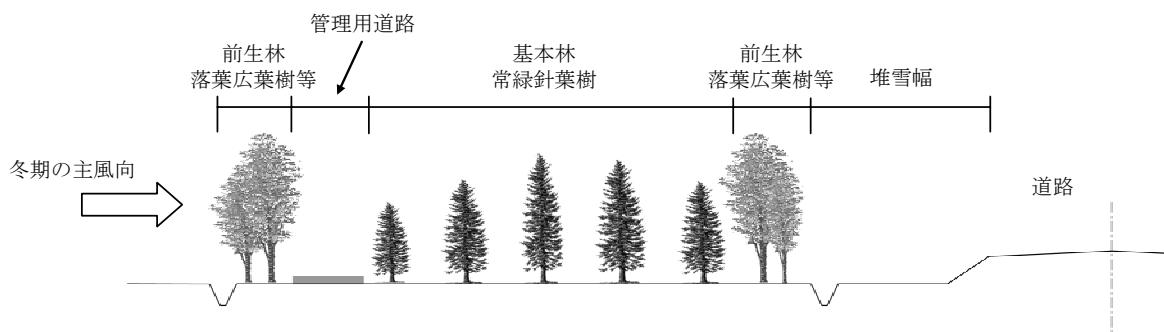


図2-4-2 標準林の基本構造

##### ②基本林の植栽配置

基本林の植栽配置は堆雪空間の確保、下草刈り時の作業性の低下防止、植栽木刈り払いの可能性低下、密度管理時の間引き木の選定の容易さを目的に、列植栽とする。

標準林の基本林の平面配置を図2-4-3に示す。列間3.0m、苗間2.0mを標準とする。

ただし、生育環境条件が厳しい場合には別途検討することを妨げるものではない。

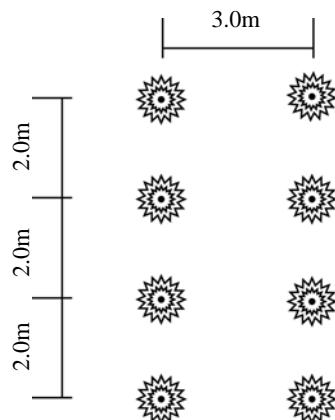


図2-4-3 基本林の平面配置

### ③前生林の植栽配置

前生林は基本林の冬期主風向の風上側および風下側（道路側）に列状に設置する。基本的にはヤナギ埋枝工による植栽とする（図2-4-4）。

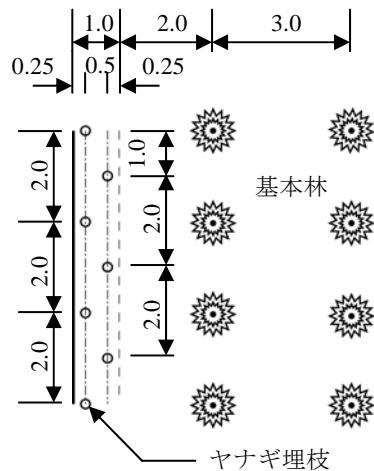


図2-4-4 前生林の平面配置

（単位：m）

### ④前生林と基本林の配置の関係

前生林は基本林構成種よりも初期成長が速い樹種を適用する。このため、前生林と基本林の距離が近い場合には基本林の成長を抑制する可能性が高くなる（図2-4-5）。

造成初期の段階で基本林を被圧しない構造とするため、前生林の配置は基本林から2.0m以上の距離で設定する。

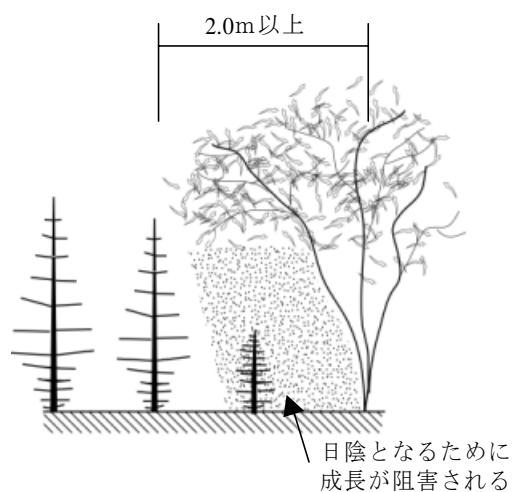


図2-4-5 前生林と基本林の距離に関する模式図

(2) 植栽標準図

①標準林 10mタイプ

標準林帯幅=11.0m

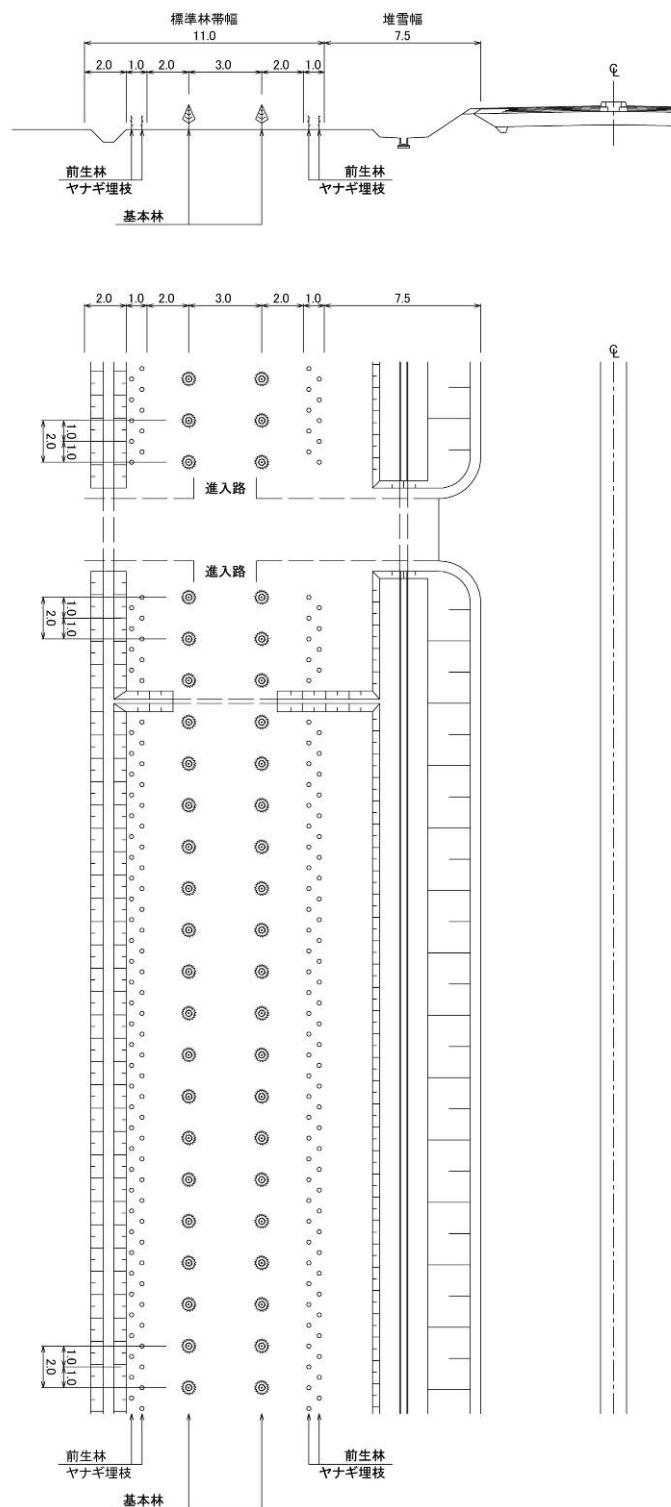


図2-4-6 標準林10mタイプの植栽標準図

(単位 : m)

②標準林 20mタイプ

標準林帯幅=23.0m

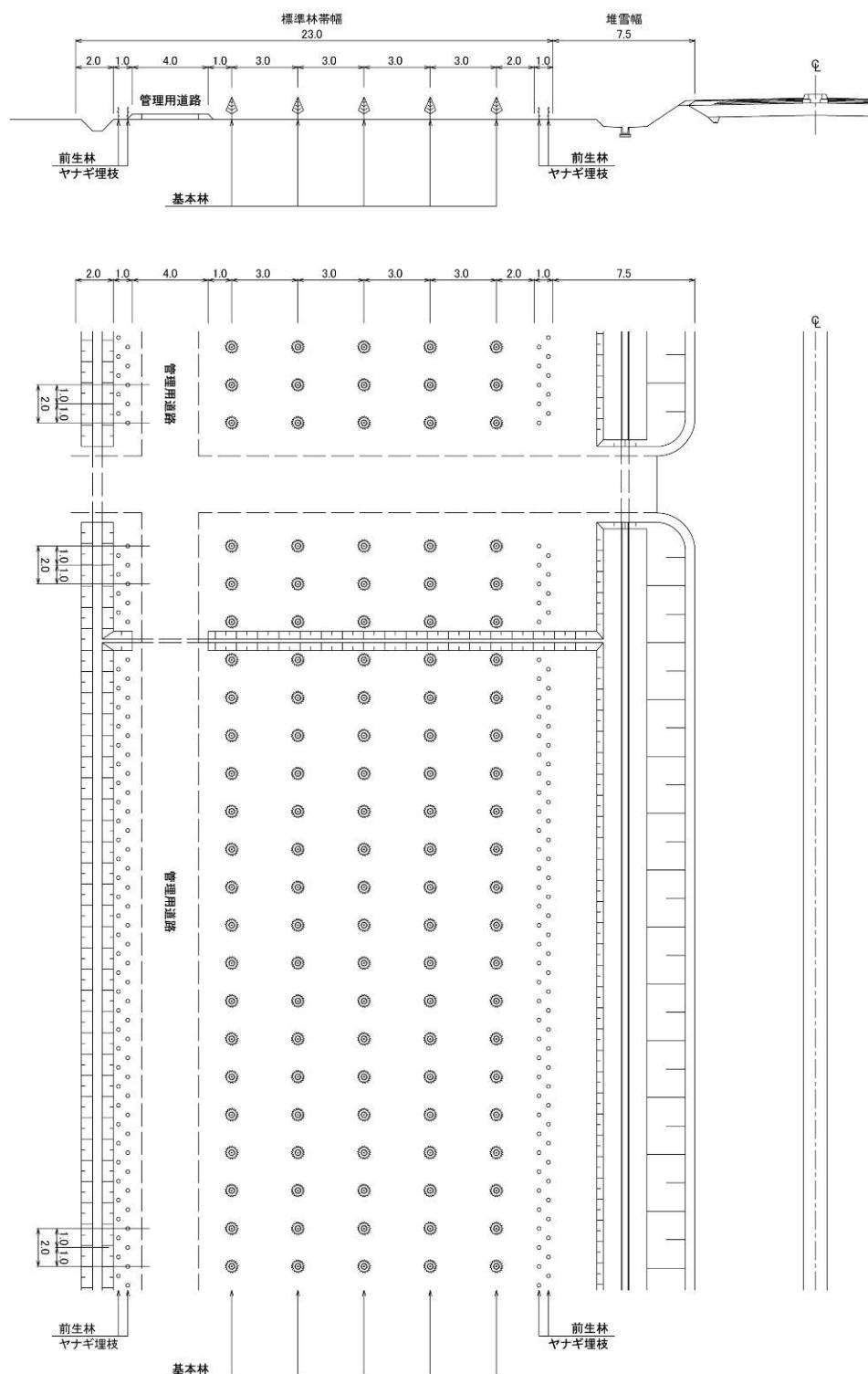


図2-4-7 標準林20mタイプの植栽標準図

(単位 : m)

③標準林 30mタイプ

標準林帯幅=32.0m

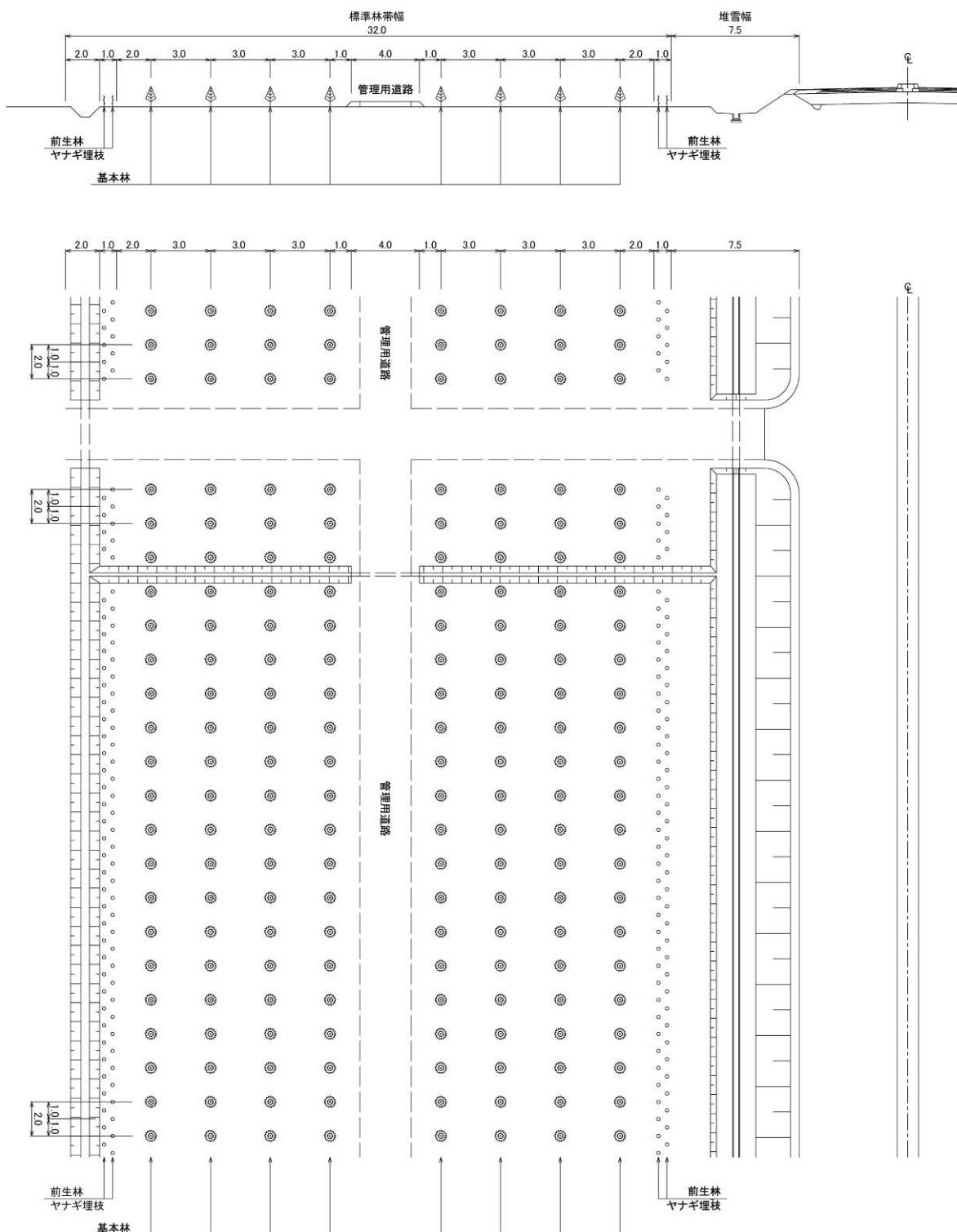


図2-4-8 標準林30mタイプの植栽標準図

(単位 : m)

### (3) 配列上の留意点

#### ①列植栽と配植

配植は、列間・苗間を定めた列植栽とする。道路防雪林は造成初期から防雪効果を発揮するものではなく、その後の育成管理を通じて防雪効果の高い林型を整備していく。基本的には間引きを主体とした管理作業となるが、この際ランダムに植栽すると間引き木の選定が非常に困難となる。

樹種配置は列ごとに同一樹種を植栽する（図2-4-9）。同一列内に異なる樹種を植栽すると、樹種ごとの競合関係が生じ、どちらか一方の樹種が成長の速い樹種によって被圧され生育に影響を及ぼす。特に広葉樹との混植は、広葉樹に比べ成長が遅い針葉樹が被圧されるために、本来の防雪機能を果たす時期が遅くなる可能性が高い。

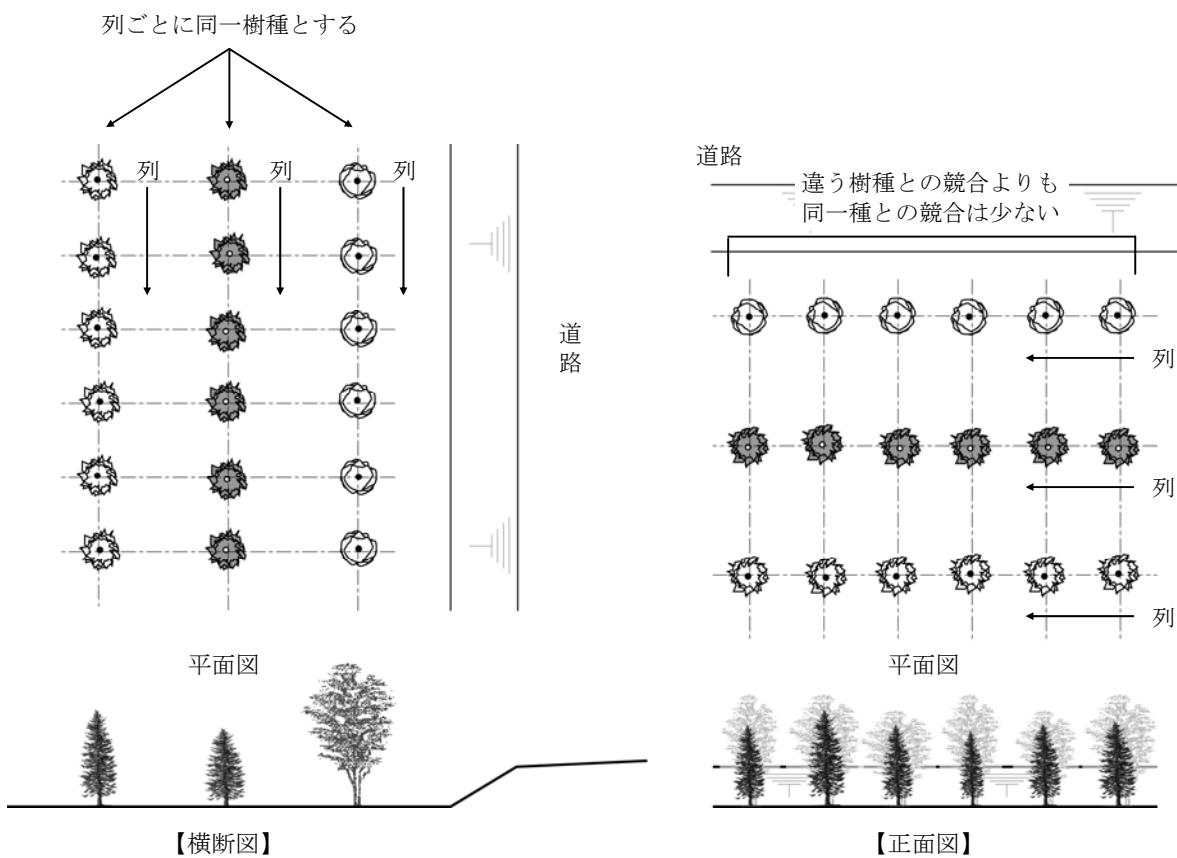


図2-4-9 列植栽の配植基本図

#### ②落葉広葉樹

道路防雪林の構成種は常緑針葉樹とする。20mタイプ以上の幅を持つ道路防雪林では、基本林の一部で成長が速い落葉広葉樹を利用することができる。植栽樹種の多様化は、単純な構成の道路防雪林よりも病虫害などに対する耐性が増加する。また、落葉が腐植することで土壤の物理性や化学性が改善される。

落葉広葉樹で構成される林帯でも防雪効果を発揮することは報告されているが<sup>1)</sup>、混合林とした場合は広葉樹は常緑針葉樹に比べて成長が速いことから基本林を被圧してしまう短所もある。

### ③落葉広葉樹の植栽域

吹きだまり雪丘頂付近は通常の積雪深よりも積雪は多くなる。このために吹きだまり雪丘頂付近に植栽した樹木は積雪の影響で枝抜けを生じたり、幹折れが生じやすい<sup>2)</sup>。甚だしい場合には枯死に至る。したがって、吹きだまり雪丘頂が発達しやすい場所では萌芽性の低い針葉樹は適さない。多くの落葉広葉樹は幹折れなどが生じた場合、根元からひこばえが発生し再び幹として成長するという萌芽性を有している。この萌芽性を利用し、吹きだまり雪丘頂付近には落葉広葉樹を植栽することも道路防雪林形成の一つの方法である<sup>3)</sup>。ただし、樹木の成長に応じて吹きだまりの位置が変化することがあるため、植栽位置には注意を要する。

なお、道路側には冬期の視認性を確保する意味から常緑針葉樹を植栽する。

## 2-2 狹帯林

狹帯林の林帯幅は10m未満とし、基本林のみで構成される。基本林は常緑針葉樹とする。

### (1) 狹帯林の基本構造

#### ① 基本構造

狹帯林は、基本林のみで構成される。基本林は主に視程障害緩和機能を果たす役割となるために常緑針葉樹を適用する（図2-4-10）。

狹帯林の基本林は、用地幅の関係から列間が狭い。この構造では林帯内側の下枝の枯れ上がりが速まり、収束した風が林内に吹き込むため視程に影響を与える。下枝の枯れ上がりによる吹き込みが生じる場合には後述するように防風施設を併用する。

狹帯林造成に必要な最小の林帯幅は4mとする。

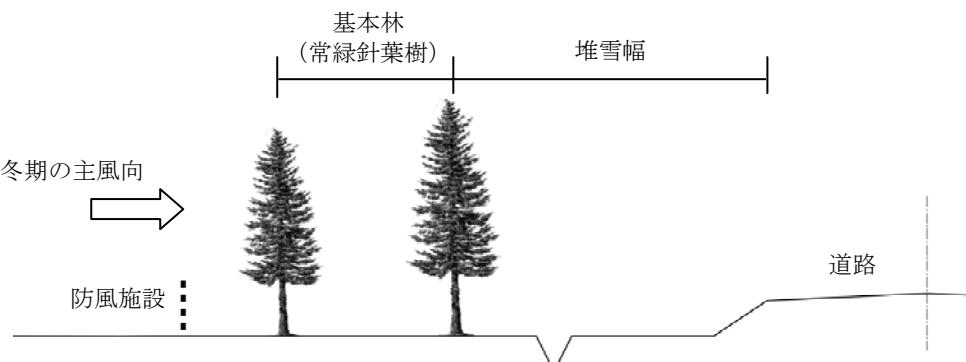


図2-4-10 狹帯林の基本構造

#### ② 基本林の植栽配置

基本林である常緑針葉樹高木の列間は最低2mとする。狹帯林を造成する場所は吹きだまり量が少ないため、堆雪域としての広い列間は不要となる。苗間は通常の防雪林と等しく2mとする。

#### ③ 堆雪幅

堆雪幅は最大7.5mとするが、現地の積雪深などを考慮し適宜設定する。

#### ④ 吹き込みに対する措置

狹帯林下部からの吹き込みに対する処置は、防風柵もしくは林縁林で対処する。防雪施設の高さは2m程度とする。

### (2) 狹帯林の植栽標準図と完成モデル

以下に用地幅6.0m以上10.0m未満と4.0m以上6.0m未満の場合の植栽標準図と完成モデルを示す。

#### ① 狹帯林の生育基盤の上幅6.0m以上10.0m未満の場合

造成時には基本林を列間2m、苗間2mの方形植の3列とする。最終的には2列で千鳥状の樹木配置を目指す。

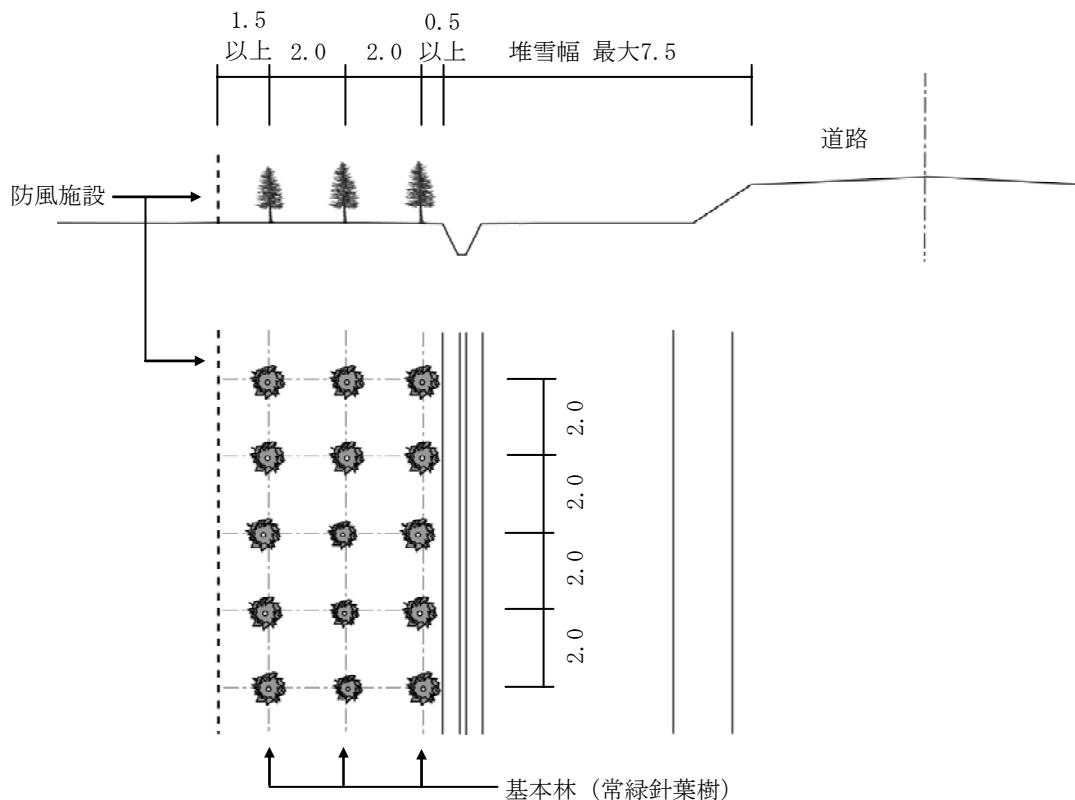
するため、次の手順で間引きを行い最終形に導くものとする（図2-4-11）。

- ・列間の枝が触れあうようになったときに、第2列（真ん中の列）を間引き、林帯を2列にする。
- ・この時点でき下枝の枯れ上がりにより吹き込みが発生する可能性がある場合には風上側林縁に防風施設を設置する。
- ・第1回目の間引き後、植栽木に風の影響が見られないと判断した時点で、残された樹木を1本置きに間引き最終形とする。

②狭帯林の生育基盤の上幅4.0m以上6.0m未満の場合

造成時には基本林を列間2m、苗間2mの列植の2列とする。林冠閉鎖後に両列を1個体おきに間引き、2列千鳥で構成する基本林とし、完成形とする（図2-4-12）。

【造成時のモデル】



【機能発揮時のモデル】

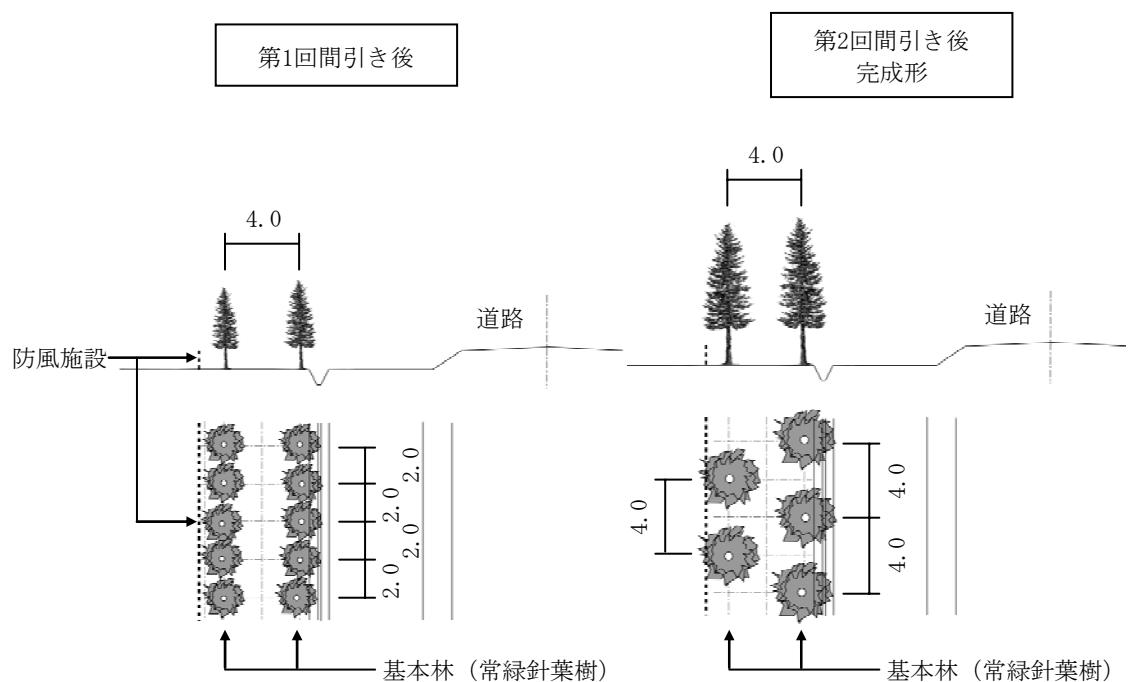
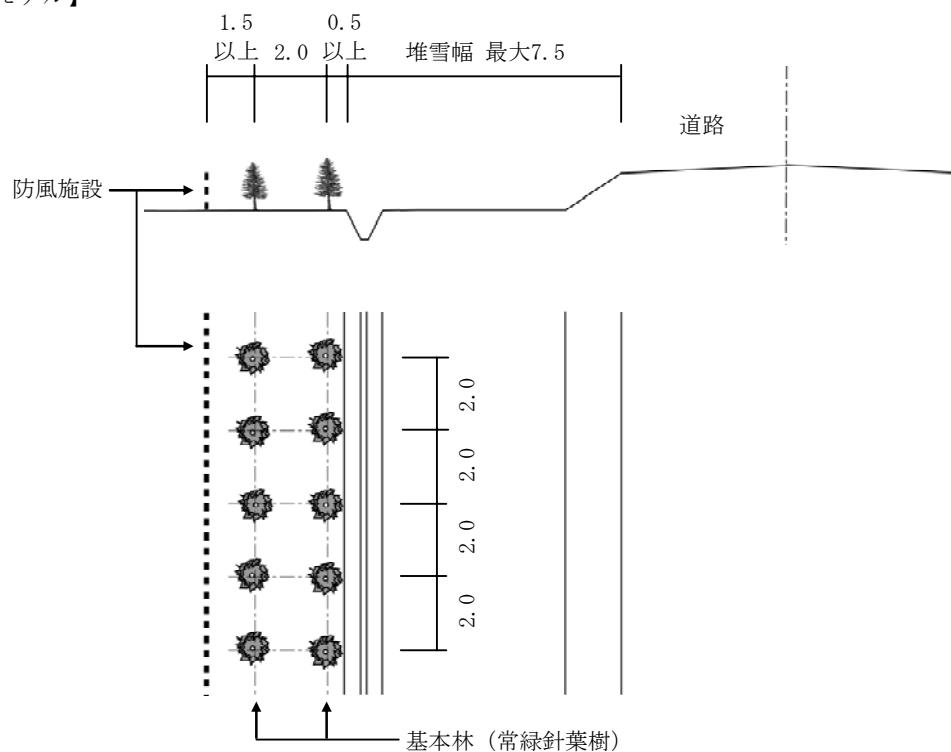


図2-4-11 狹帯林（6.0m～10.0mの場合）の植栽標準図と完成形（単位：m）

【造成時のモデル】



【機能発揮時のモデル】

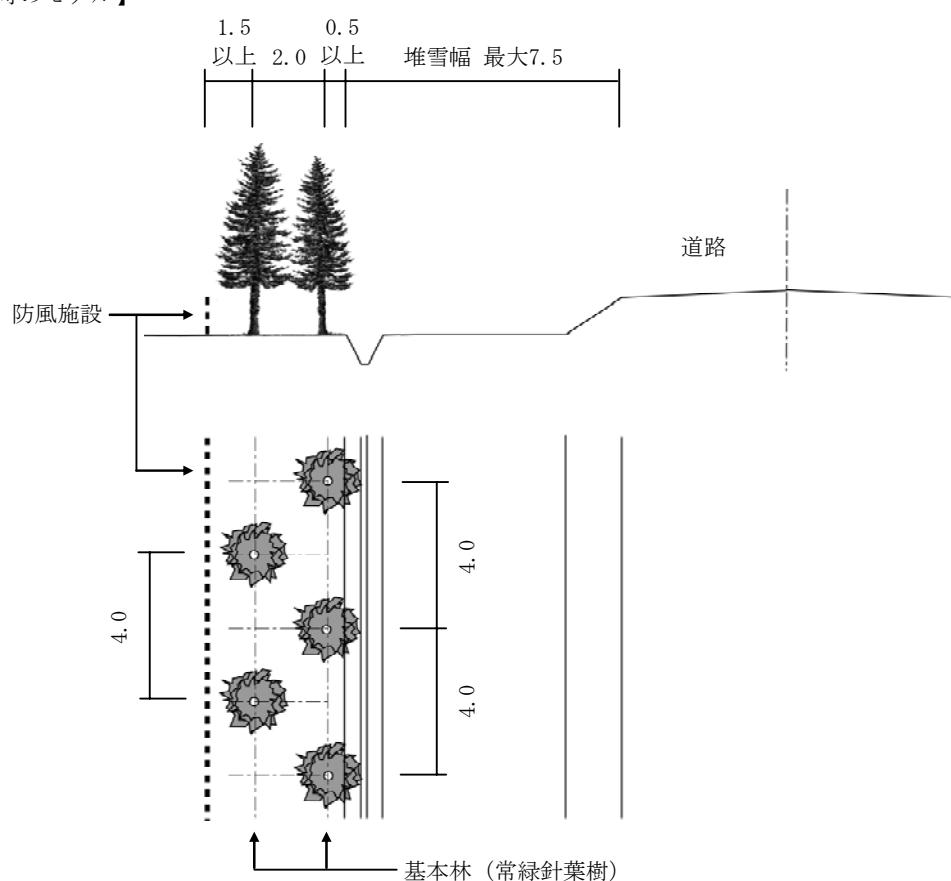


図2-4-12 狹帯林（4.0m～6.0mの場合）の植栽標準図と完成形（単位：m）

## 2-3 端部処理と取付道路

道路防雪林端部及び取付道路等の開口部では、風上側からの飛雪による視程障害が発生する。一般的には取付道路の場合は開口部の幅が3~5mと狭いことが多いが幹線道路との交点や河川などの大きな開口部では連続的な視程障害が発生する恐れがある。

### (1) 端部処理

道路防雪林の端部処理については、第3編「防雪柵編」で述べられているように、風の収束にともなう視程障害の発生は、抵抗物（ヤナギ防風帯）や防雪柵等の設置によって緩和される（図2-4-14）。

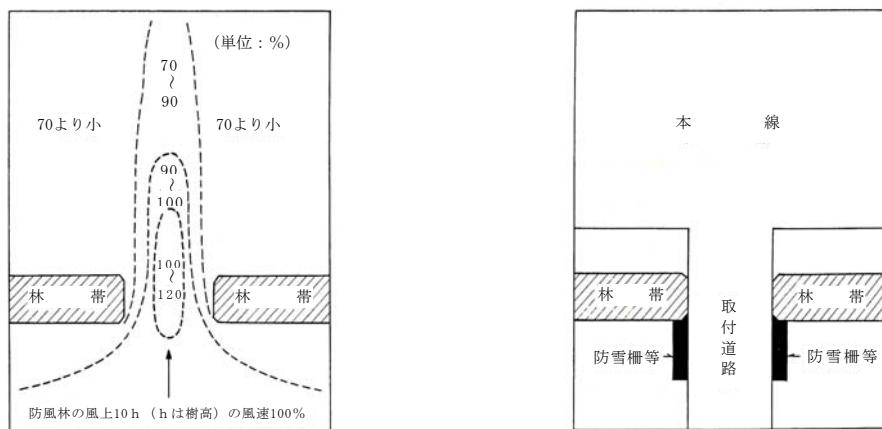


図2-4-13 林帯間隙の風速増加例<sup>4)</sup>

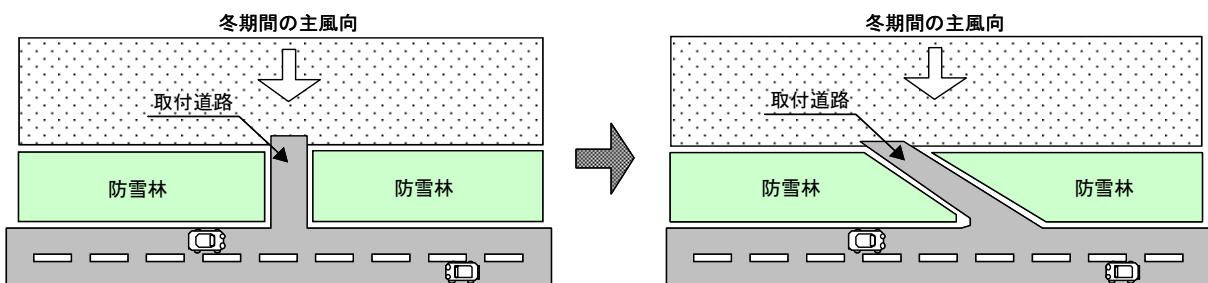
注：■部分に防雪柵等を設置する

図2-4-14 道路防雪林と取付道路の関係

### (2) 取付道路

道路防雪林と接する民地は畠地や牧草地など耕作地の場合が多く、本線道路からの立ち入りには取付道路が必要となる。この取付道路は、防雪林を分断するように位置するため風が収束して強風となり視程障害が発生する。

設計に際しては、道路の方向と冬期（12月～3月）の風向分布により、強風の風向分布の最も少ない方向に取付道路の設置を検討する。また、取付道路の幅は道路本線と取付道路が直行する場合よりも、作業車の進入を考慮し隅切りや幅を広くするなどの検討が必要である。



※取付道路の向きを【冬期間の風向頻度が少ない方向】に設定

図2-4-15 取付道路の方向

### 3. 植栽樹種と規格

#### 3-1 植栽樹種選定の条件

植栽樹種は、一般的な街路樹の選定基準の他に、道路防雪林特有の機能、目的を考慮する必要がある。

道路防雪林は吹きだまり防止及び視程障害緩和を目的に造成する。このほかに、沿道の環境保全等の二次的な効果も期待されるが、樹種選定に際しては、基本的な機能を発揮することができる樹種を選定する必要がある。道路防雪林の樹種選定期時の検討条件と備える要件を表2-4-1に示す。

表2-4-1 道路防雪林の樹種選定期時の検討条件と備える要件<sup>5)6)</sup>

検討事項	検討内容	要件
合目的性	道路防雪林植栽の目的は、林帯の防風機能を利用し防雪効果をもたらすことにある。樹種の選定条件の第一は、植栽の目的に適した種を選定することであり、樹種の選定が重要な意味をもっている。	<ul style="list-style-type: none"><li>常緑であること</li><li>枝葉が密で下部から着生していること</li></ul>
環境適性	植物は、種によって生育環境の要求がそれぞれ異なっているので、立地条件に適した植物の選定は、植栽の基本である。一般に、その土地の郷土種は、土地の自然環境や人文環境に適したものであり、立地適性の高い種であるといえる。環境適性の高い種は、生育もよく、病虫害への耐性も強いものが多い。	<ul style="list-style-type: none"><li>地域の気候風土に適していること</li></ul>
環境耐性	道路防雪林が造成される地域は環境条件が厳しく、植物の生育にとって障害になる要因が多い。これらの要因は、植栽に際してできる限り取り除くことが好ましいが、現状で回避できない場合には、環境耐性の強い植物を選定することが次善の策として考えられる。	<ul style="list-style-type: none"><li>耐風性があること</li><li>深根性であること</li></ul>
生育性	樹木の生育には、伸長成長（樹高が高くなる成長）と、肥大成長（幹の直径が太くなる成長）、萌芽力、繁殖力などがある。これらの性質は、植栽の目的によって求められるものが異なる。道路防雪林では一般に、樹木の伸長成長と肥大成長のよいことのほか枝葉が密に発達し葉面積密度の高いことが求められる。	<ul style="list-style-type: none"><li>初期成長が速いこと</li><li>常緑で、冬期の葉面積密度が高いこと</li></ul>
施工性	植物には、移植が容易なものと、困難なものがある。この性質は、樹木ではその成長段階によっても異なる。苗木では移植が容易であるが成木になると困難になるものや、その逆のものもある。移植の適期は比較的短い。一般に、移植が容易で、活着がよいものは、施工性のよい樹種であるといえる。	<ul style="list-style-type: none"><li>活着性が高いこと</li></ul>
管理性	樹木は、植栽後も生き物としての管理が必要である。施肥、灌水、防寒などが不要であり、病虫獣害の発生が少ないものは、管理の手間が少なくてよい。	
供給性	生産量が豊富で市場での入手が容易なもの、産地からの搬出や輸送の容易なものは、供給性がよい。また、道路防雪林の苗木は、一定規格のものが大量に入手できることが必要な条件になる。	<ul style="list-style-type: none"><li>市場性が大きいこと</li></ul>

### 3-2 道路防雪林の植栽樹種

道路防雪林の植栽樹種は、

- ・防雪機能の発揮を主たる目的とする樹種＝基本林構成種
- ・基本林の初期成長を保護するため樹種＝前生林構成種
- ・比較的初期成長が速く前生林的役割を果たす樹種＝前生林的構成種
- ・景観要素を導入する場合に使用する樹種＝景観林構成種

に区分する。適用樹種候補は以下の通りである。

基本林構成種	前生林構成種	前生林的構成種	景観林構成種
常緑針葉樹高木 トドマツ アカエゾマツ ヨーロッパトウヒ**  (狭帯林の場合) 常緑針葉樹中低木 モンタナマツ** ニオイヒバ**	落葉広葉樹高木 ヤナギ類	落葉針葉樹高木 カラマツ*  落葉広葉樹高木 ドロノキ シラカンバ ケヤマハンノキ ヤチダモ	落葉広葉樹高木 ミズナラ イタヤカエデ 等

無印：北海道の自生種 \*：移入種（本州原産） \*\*：外来種（外国原産）

適用樹種は、各樹種の生育環境に対する特性を把握し、適切に選定する必要がある。また適用樹種は自生種を基本とすることが望ましい。

適用樹種候補の環境耐性および土壤適応性・初期成長・根の深さを表2-4-2に示す。これら以外に表2-4-1の条件を満足する樹種の使用は妨げない。

表2-4-2 道路防雪林適用樹種候補の環境耐性および土壤適応性・初期成長・根の深さ<sup>7)8)9)</sup>

樹種名	環境 耐・抵抗性						土壤適応性					初期成長	根の深浅
	雪害	寒害	霜害	潮塩害	耐陰性	風害	肥沃地	中庸地	瘦地	湿地	乾燥地		
常緑針葉樹高木													
トドマツ	○	○	△	○	◎	○	○	○	△	△	△	遅	深
アカエゾマツ	○	◎	△	○	○	△	○	○	△	○	○	遅	浅
ヨーロッパトウヒ	◎	○	△	△	△	○	○	△	△	△	△	—	
常緑針葉樹中低木													
モンタナマツ	△	○	○	◎	×	○	○	○	○	△	○	—	
ニオイヒバ	△	○	○	×	△	○	○	○	△	△	△	—	
落葉針葉樹													
カラマツ	○	○	△	△	×	○	○	○	△	×	○	速	深
落葉広葉樹高木													
ドロノキ	○	○	○	△	△	△	○	○	△	△	△	速	深
ヤナギ類（オノエヤナギ）	○	○	—	—	△	—	—	—	—	○	○	速	深
シラカンバ	○	○	○	×	×	○	○	△	×	△	○	速	浅
ケヤマハンノキ	○	○	○	×	△	○	○	○	○	△	△	速	浅
ミズナラ	○	○	○	◎	○	○	○	△	△	△	○	遅	深
イタヤカエデ	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	中	深
ヤチダモ	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	遅	深

耐・抵抗性：◎はかなり耐・抵抗性があり。○は耐・抵抗性あり。△は比較的耐・抵抗性なし。×は耐・抵抗性がない。

初期成長 : 「速」は植栽当初の伸びが早い。「遅」は初期成長が遅い。「中」は「速」と「遅」の中間。

根の深浅 : 「深」は相対的に深く根系伸長するもの、あるいは深い根系伸長の場合にだけ良い成長を示すもの。  
「浅」は排水不良な土壤や固く密な土壤などのように、根系伸長が制限される場合にも何とか生育できる  
もの。深い土壤の方が良い成長を示す。

環境 耐・抵抗性、土壤適応性は、オノエヤナギを除き<sup>6)</sup>による。初期成長・根の深浅はヨーロッパトウヒ・モンタナマ  
ツ・ニオイヒバを除き<sup>8)</sup>による。この3種の初期成長・根の深浅は<sup>9)</sup>による。

### 3-3 植栽樹木の規格

植栽する樹木の規格は、生育環境条件とそれへの適応性および樹木の市場性により決定する。

#### (1) 樹木規格の区分

植栽樹木の規格は植栽する目的によって異なる。公園や庭園等のように植栽から数年で修景等の機能を果たすことが求められる樹林では樹高の高い樹木を使用し、植林などのように完成までに長期間を想定し植栽本数が多い場合には1m以下の樹高の樹木を使用する。

樹木の規格は、苗畑での育成年数や樹高などを目安に、苗木・半完成木・完成木に3区分される。それらの特性を表2-4-3に示す。

表2-4-3 苗木の規格区分とその特性

名称	樹高	苗畑での育成年数	一般的な用途	長所	短所
苗木	0.3m～1.0m	3～4年	一般の植林や防災林造成など	<ul style="list-style-type: none"><li>生育環境条件が厳しい場所でも、植栽時に根系の損耗が少なく活着率が高い。</li><li>比較的大量に入手しやすい。</li><li>工事費が安い。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>防雪機能発揮までに時間がかかる。</li></ul>
半完成木	1.2m～2.5m	8～9年	比較的大規模の環境緑地など	<ul style="list-style-type: none"><li>防雪機能発揮までの時間を短縮することができる。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>苗木よりも根系と上部のバランスが悪く、厳しい生育環境条件下では活着率に劣る。</li><li>樹種によっては大量に入手することが難しい。</li></ul>
完成木	3.0m以上	12年以上	一般の造園や街路樹など	<ul style="list-style-type: none"><li>植栽後短時間で防雪機能を発揮することができる。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>植栽時の根系の損耗が多く、根系と上部のバランスが崩れるために、厳しい環境条件下では活着率が悪い。特に針葉樹は要注意。</li><li>同一規格の樹木を大量に入手することが困難。</li><li>工事費が高い。</li></ul>

## (2) 道路防雪林で使用する樹木の規格

### ①標準林

標準林では、上部と根系のバランスがとれ活着性に優れている苗木を使用することを原則とする。なお、計画地域での植栽実績から半完成木の植栽が可能と判断される場合には、半完成木を使用することができる。また、前生林はヤナギ埋枝工によるものとする。

ただし、トドマツ・カラマツは半完成木ではなく、苗木を使用する必要がある。これら2樹種は、半完成木クラスの養生苗はきわめて少なく山取苗（一度植林したものを掘りとて持ってきた苗木）となる可能性が高く、細根の少ない苗木となる。このような性状の樹木は活着性に劣り、健全な生育が望めないからである。

道路防雪林造成で標準林を適用するような場所は、基本的に風の通り道となっていることが多い。樹木の育成条件としては厳しい条件下にある。このため標準林の造成モデルに前生林を設定している。これは防雪効果の発揮を期待する基本林の育成を補助するためである。このような条件下で完成木を使用することは活着率の低下が危惧され、健全な防雪林の育成を阻害する可能性がある。

苗木の場合、植栽時の規格は造林用苗木の規格に準ずるものとする。造林用苗木の規格を表2-4-4に示す。

表2-4-4 造林用苗木の規格<sup>10)</sup>

樹種名	樹高H (cm)以上	根元径D (mm)以上	H/D比 数値以下	床 替
トドマツ	30	10	45	4年生以上（1回床替以上）
アカエゾマツ	30	10	45	5年生以上（1回床替以上）
ヨーロッパトウヒ	35	9	—	4年生以上（1回床替以上）
カラマツ	50	10	70	2年生以上（1回床替以上）
落葉広葉樹	40~60	8~9	—	3年生以上（1回床替以上）

\* H/D比は樹高(cm)と根元径(mm)の比率。この数値が大きいほど樹高に対し根元径が細い、徒長苗と呼ばれる植栽に不適な形状であることを示す。

\* 極端にこの苗齢を逸脱した苗木は使用してはならない。

基本林構成種で半完成木を使用する場合は、表2-4-5を標準とする。

表2-4-5 基本林構成種半完成木の規格

樹種名	規格	樹高(m)前後	枝張(m)	摘要
アカエゾマツ	半完成木	1.2~1.8	0.4~0.7	・この規格は比較的供給性が高い。
ヨーロッパトウヒ	半完成木	1.2~1.8	0.4~0.6	・この規格は比較的供給性が高い。

このほかの種類については狭帯林の植栽樹木の規格「北海道公用緑化樹木規格基準(案)」（北海道公園緑地施工技術協議会）による。

### ②狭帯林

狭帯林の適用箇所では半完成木、完成木を使用することができるが、トドマツ、カラマツについては前述のとおり苗木を使用しなければならない。また、完成木は広葉樹のみに適用することができ、針葉樹は半完

成木以下の規格とする。広葉樹類の規格は「北海道公用緑化樹木規格基準(案)」（北海道公園緑地施工技術協議会）による。

防風施設が必要となる場合には、植栽時に防風施設の高さを越える規格の樹木を使用してはならない。

### (3) 苗木の根の梱包形状

樹木の根の梱包形状は、通常、図2-4-16に示す3タイプに区分される。使用する苗木は生育環境、植栽時期、コスト、流通量等を勘案の上、決定する。



図2-4-16 樹木の根の梱包状態

#### ① ふるい根苗

ふるい根苗は、苗畠で樹木を掘り上げたときに周りの土をふるって根だけの状態にした苗木を指す。通常造林作業では人手による小運搬しかできないために、一度に大量の苗木を運ぶことができるようふるい根苗を使用する。ふるい根苗を使用するときには植栽時期に注意を要する。

#### ② 鉢付苗

鉢付苗は、土木事業の植栽工事で一般的に使用され、もっとも流通している根の梱包形態である。苗木であれば掘り取った後に土を付けて梱包材でくるむという作業になる。半完成木や完成木では、苗畠である一定の範囲で根もろとも土も一緒に掘り上げて梱包材でくるむという作業になる。このときの根と土を合わせた状態を根鉢といい、根鉢の大きさは樹木の幹周で異なる。幹周が大きい樹木は、それに比例して大きな根鉢にしなければならない。半完成木・完成木は通常鉢付き苗を使用する。

ただし、苗畠で数年植栽した場合は細根の多くは幹から離れた位置にあるために、掘り取りの段階で多くの細根を失う。植栽前年の春に根切りを行って、幹の近くからの細根の発生を促した苗木を使用しなければならない。

#### ③ ポット苗

ポット苗は、あらかじめ苗木をポットに移し替え、1年程度ポットの中で根を養成した苗木を指す。苗畠から移動する際に根を切ることがないために細根の損耗はない。ポットの大きさが苗木のサイズに比べ十分に大きい場合には、裸根苗や鉢付苗よりも植栽適期が広がる。ただし秋植栽の場合には当年春から、春植栽の場合には前年の春からポットに移植しておかなければならない。通常注文生産となる。

これらのほかに、半完成木・完成木でポットよりも大きな容器を用い、数年にわたって樹木を養成したものをコンテナ苗と呼ぶ。根系を十分に回復してから植栽することができるので、大きなサイズの樹木を植栽した場合にも衰弱・枯死することが少ない。ただし数年前から計画的に生産する必要がある。

## 4. 併用防雪施設

### 4-1 併用防雪施設の選定及び設置

道路防雪林は造成後防雪機能を発揮するまでに期間を要する。それまでの期間、特に防雪効果を発揮する必要がある場合は、道路防雪林と併用する防雪施設の設置を検討する。

道路防雪林のこれまでの成長実績をみると、防雪機能を十分に発揮すると考えられる樹高まで10年またはそれ以上の期間を要している（第2編資料編資料3「防雪林の成長実績」を参照）。したがって道路防雪林単体で防雪効果を発揮するまでの期間、特に防雪効果を発揮する必要がある場合は防雪柵などの併用防雪施設の設置を検討する。

併用防雪施設は道路構造や堆雪幅を考慮した上で、効果発揮を十分に期待できる位置に設置しなければならない。また各種併用施設の特性から、植栽木の健全な成長を妨げる可能性があることも念頭におく必要がある。

併用施設に防雪柵を採用する場合の仕様は第3編「防雪柵編」を基準とするが、道路防雪林との併用を検討する場合、次のような留意点がある。

#### (1) 吹きだめ柵

柵の風下側に雪をためる構造であることから、防雪林内に大きな雪丘が生じやすい。多雪地や少雪地であっても急激に吹きだまりが形成される箇所では、吹きだまり雪丘付近の樹木には雪圧害が発生する。

吹きだめ柵の設置位置の変更や空隙率を40～50%にするなどのほか、吹きだめ柵の吹きだまり雪丘が生じると予測される付近には萌芽しやすい落葉広葉樹を植栽する方法もある。

設置にあたっては経済性を考慮し、保管している防雪板等の有効活用を検討することが望ましい。

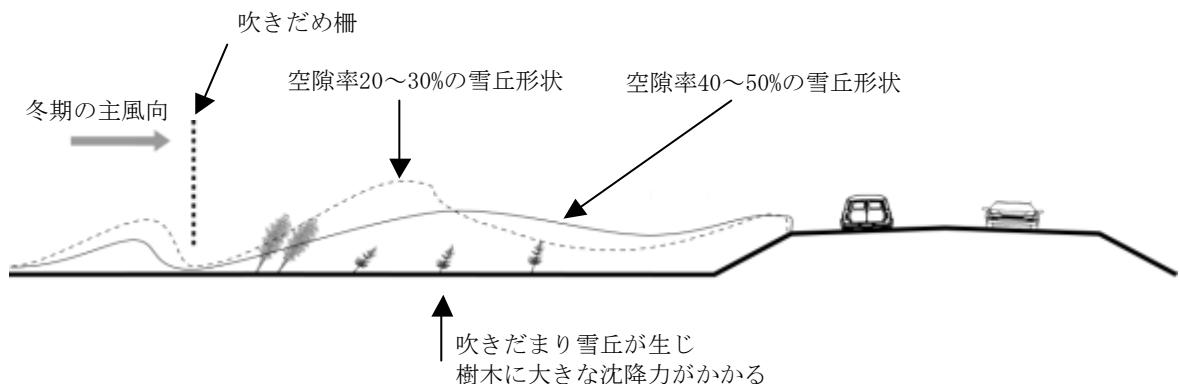


図2-4-17 吹きだめ柵併用時の堆雪形態と植栽木の関係

#### (2) 吹き止め柵

柵の風上側に雪をためる構造であるため、柵の風下側には堆雪しにくい。このため少雪地域では土壤凍結が促進され、初春に常緑針葉樹の寒乾害が発生する可能性がある。また、風上側が農地の場合、融雪が遅れ農作業に支障をきたす場合がある。

設置位置の変更、柵高、空隙率などを検討し、吹き止め柵の風下側直近にも堆雪を促進するほか、風下側直近には寒乾害の影響が少ない落葉広葉樹を植栽する方法もある。

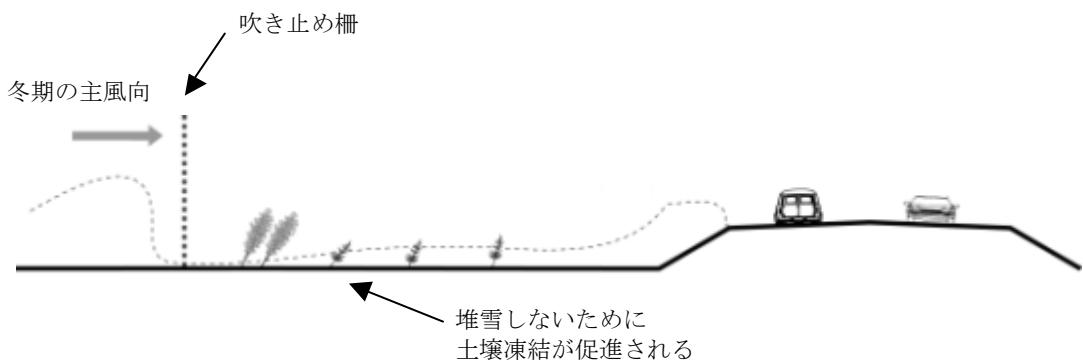


図2-4-18 吹き止め柵併用時の堆雪形態と植栽木の関係

高盛土構造である場合は、防雪林風上側への併用施設の設置では道路空間での防雪効果が十分に期待できないことが多い。堆雪幅を考慮した上で極力路肩の近くに設置するなど、併用施設の防雪効果を十分に期待できる適切な配置を検討しなければならない。

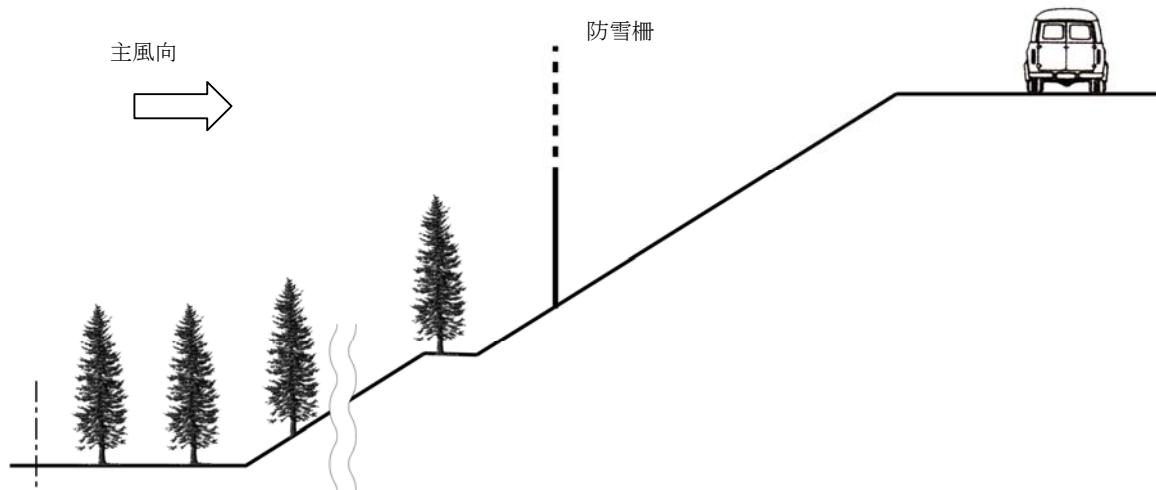


図2-4-19 高盛土構造での吹き止め柵の設置

### (3) 吹き払い柵

吹き払い柵は、道路防雪林の造成初期には樹高が小さく枝葉の広がりも小さいため併用防雪柵として機能する。しかし、吹き払い柵は柵の下部間隙から吹き抜ける風によって機能する構造であり、植栽木が成長する過程において柵の機能が低下し、また路面上に吹きだまりを形成する可能性がある。よって、併用防雪施設として吹き払い柵は避けることが望ましい。

<参考>

○吹きだめ柵の有無による道路防雪林への雪丘のでき方の違い

道路防雪林は防雪柵と併用して造成されるために、吹きだめ防雪柵を使用した場合、植栽直後から防雪柵の風下側に雪丘が形成され、より早い時期から雪圧害は発現する。雪丘の高さも吹きだめ防雪柵がない場合に比べて高くなり<sup>2)</sup>、樹木にかかる雪圧はより大きく、甚だしい場合には枯死に至る。図2-4-20でも、雪丘頂付近の樹木の多くは幹折れなどの症状がみられるほか、枯死している個体も多い。

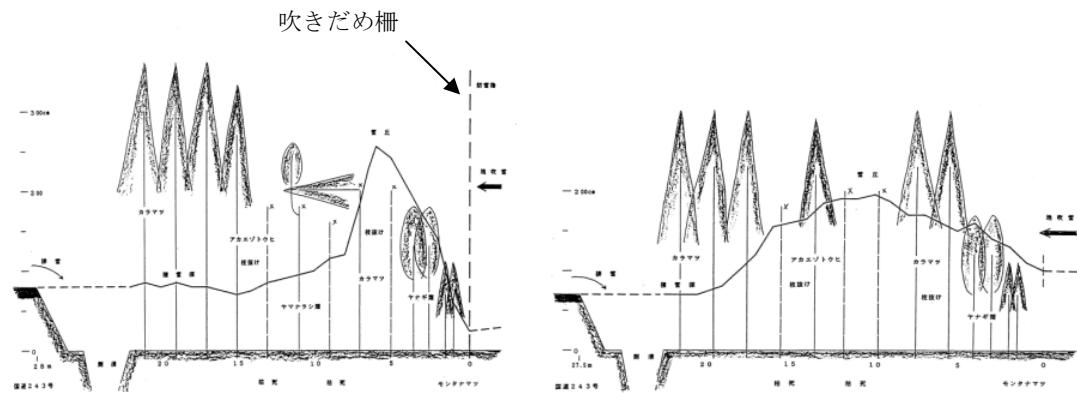


図2-4-20 吹きだめ防雪柵がある場合とない場合の雪丘のでき方の違い<sup>2)</sup>

○高い雪丘による樹木への影響

雪丘に埋もれてしまった樹木は幹曲がりなどが生じ、その後回復しないことが多い。

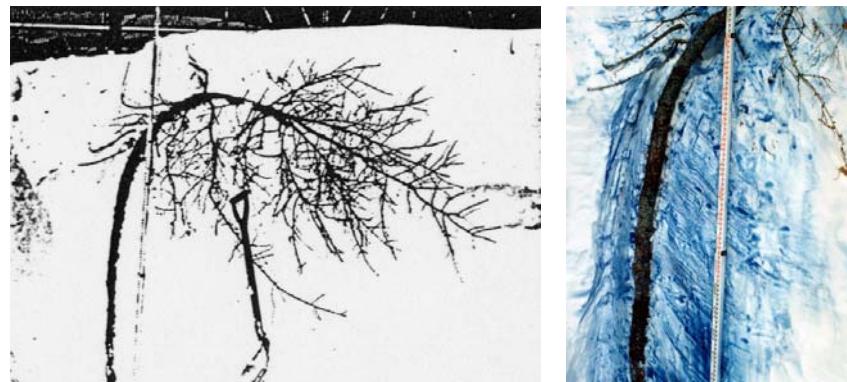


写真2-4-1 雪丘の堆積で大きく曲げられたカラマツの樹幹

(提供：斎藤新一郎氏)

#### 4-2 併用防雪柵の撤去

道路防雪林の機能が十分に発揮される状態では併用防雪柵を撤去することが可能である。

道路防雪林が成長した場合においても、併用防雪柵を設置した状態で特に問題はない。

防雪柵の撤去や防雪板の転用を検討する場合には、道路防雪林の生育状態によって判断しなければならない。ただし周辺に風衝樹形が見られる場合には、樹木に対する防風効果を維持する必要があるため撤去してはならない。

道路防雪林の樹高が高くなると、防雪効果が大きくなる。高さ5mの吹き止め柵と樹高6m・林帯幅30mの防雪林において風上側を基準とした風下側の風速比を比較した事例によれば、吹き止め柵では風速比50%、防雪林では風速比20%で、防雪林の風速比が小さくなっている。この状態になると道路防雪林の防雪効果は十分発揮される。

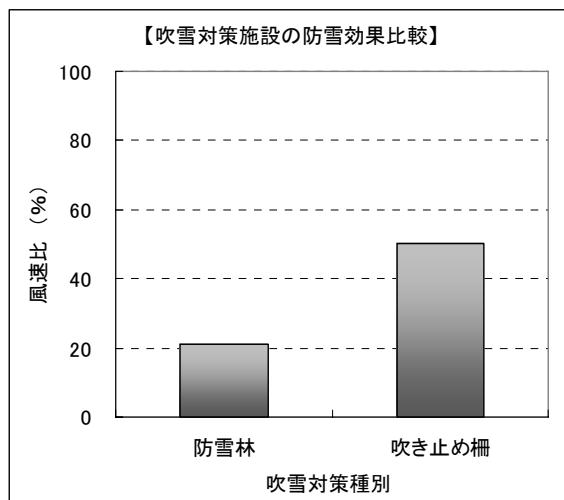


図2-4-21 道路防雪林と吹き止め柵の風速比の比較<sup>11)</sup>

防雪柵の撤去が可能な状態を図2-4-22に模式的に示す。

現時点では道路防雪林の定量的な属性（樹高、林帯幅、葉面積密度）と吹きだまり量に関して十分に解明されていない。

道路管理者等へのヒアリングによると、樹高が併用防雪柵の高さ以上となり、十分に枝葉が着生し防雪林の後方が透けて見えない状態では、防雪柵を撤去した場合にも道路上に吹きだまりの発生は生じていない。

道路側から横断方向に観察し、梢端より下部で枝が重なり合う高さが5m程度となっている場合、併用防雪柵の撤去が可能である。これに対し、図2-4-23のように防雪林の樹高は5m近くに達しているが、後方が透けて見えるような状態の場合には併用防雪柵を撤去してはならない。

道路側から観察して、後方が透けて見えないことが重要

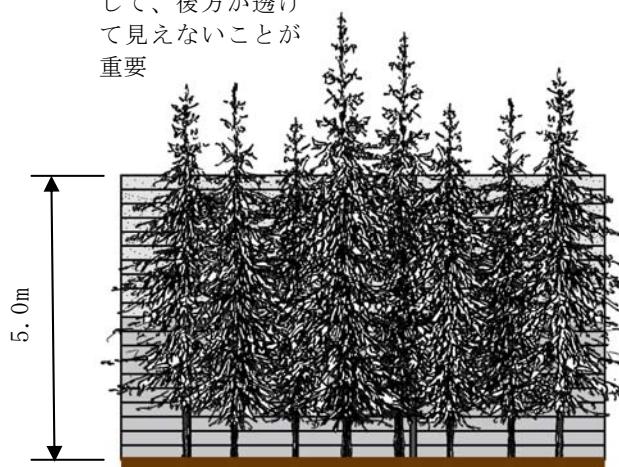


図2-4-22 防雪柵の撤去が可能な防雪林の状態

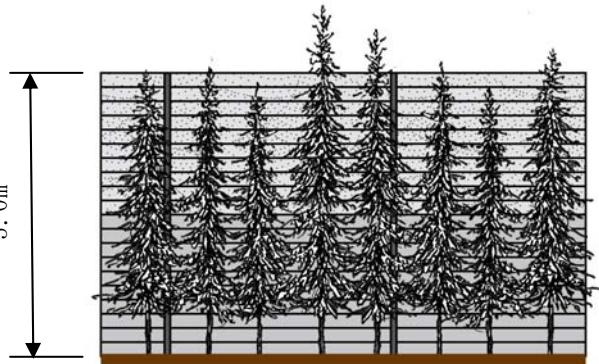


図2-4-23 防雪柵を撤去してはならない防雪林の状態

道路防雪林は針葉樹の枝葉によって減風効果を高め、防雪効果を発揮するものである。図2-4-22のような状態に導くためには、適切な時期に間引きを実施することが重要である。

間引きについては第2編第7章3「3-2 密度管理（間引き）」（P.2-7-37）を参照のこと。

＜参考＞

○併用防雪柵の撤去事例

防雪板の下部2mを残して、防雪柵を撤去した事例。道路防雪林の下部からの吹き込みを防ぐために有効である。また小動物の移動を防ぐ効果もある。



写真2-4-2 下部を残した防雪板の撤去事例

<参考>

○防雪柵の撤去後も道路上に吹きだまりの発生が認められていない道路防雪林の状態



写真2-4-3 枝葉が密で後方が透けて見えない道路防雪林の事例

※葉が密に茂っていて、道路防雪林の後方を見通すことができない状態である。

○吹き込みが発生している防雪林の状態



写真2-4-4 後方が透けて見える道路防雪林の事例

※葉の密度が低く、道路防雪林の後方が透けて見える状態である。

## 5. 管理用道路

道路防雪林の巡視や管理作業を実施することを目的に、防雪林内に設置される道路を管理用道路といい、標準林20mタイプ・30mタイプでは防雪林内に管理用道路を、標準林10mタイプおよび狭帯林では車両等の進入が可能な進入路を設置することとする。

### (1) 管理用道路の定義と目的

#### ①管理用道路の定義

道路防雪林の巡視や管理作業を実施することを目的に、防雪林内に設置される道路を管理用道路といい、道路本線や取付道路からの進入路も含むものとする（図2-4-24）。

#### ②管理用道路の目的

道路防雪林は成長とともに林の両側の枝が成長し、防雪林内の状況が観察しにくくなる。このため道路からの巡視だけでは防雪林内の状況が十分に把握できず、補植や間引きなどの機能を維持・向上させるための作業が遅れがちとなる。

道路防雪林の管理用道路は造成後の巡視作業の効率化を図り、的確な時期に適切な管理作業を行うことを目的に設置する。

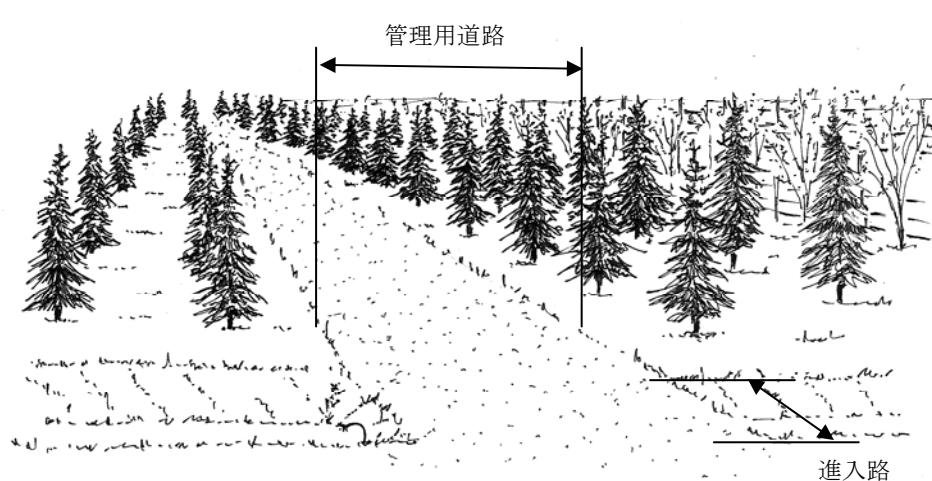


図2-4-24 防雪林管理用道路のイメージと定義

## (2) 管理用道路の規格

### ①幅員

管理用道路は道路構造令第5条（車線等）第3種5級を準用し、幅員3.0mとする。

### ②路肩

必要な場合は0.5mとする。

なお、路肩を設けない場合も植栽間隔の縮小は行わない。

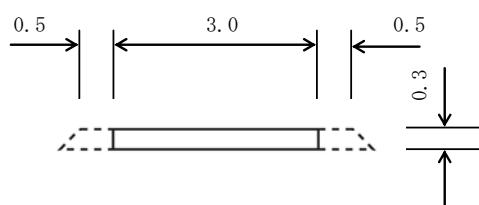


図2-4-25 管理用道路標準図 (単位 : m)

### ③表層の処理

管理用道路は基本的に砂利（または碎石）敷きとする。敷厚は0.3mとする。

整地だけの場合、草本類が繁茂し巡視の妨げとなるため、砂利（または碎石）敷きのマルチング効果による草本生育の抑制を目的とするものである。

### ④その他

副道と併用する場合には道路構造令によるものとする。

高規格道路の場合には、盛土法面法尻等に設ける。ただし、代替道路がある場合はその限りではない。

## (3) 管理用道路の設置位置

### ①標準林

#### ・標準林10mタイプ

標準林10mタイプでは、用地を確保できる場合を除き、防雪林内には管理用道路を設けない。道路本線や取付道路からの進入路を設け、将来的に管理用車両等が防雪林内に進入できる構造とする。

#### ・標準林20mタイプ

標準林20mタイプでは、必要な林帯幅に管理用道路幅を加え用地設定を行うものとする。

管理用道路の設置位置は基本林の風上側端部とする。前生林による被圧を抑制することや前生林の管理をしやすくする利点がある。設置位置は図2-4-7を参照のこと。

#### ・標準林30mタイプ

標準林30mタイプでは、新たに用地を確保することなく防雪林内に管理用道路を設ける。

管理作業の効率を考慮し、管理用道路の設置位置は林帯中央部とする。設置位置は図2-4-8を参照のこと。

既存の標準林30mタイプでは、中央部のヤナギ前生林を伐採し設置することが可能である。

### ②狭帯林

取付道路からの進入路を設け、将来的に管理用車両等が防雪林内に進入できる構造とする。

#### (4) 進入路の定義と目的

##### ①定義

取付道路等から防雪林内に進入することができる通路を進入路と呼ぶ。

##### ②進入路の目的

管理用道路を設置しない場合にも、巡視や管理作業のために徒歩またはキャタピラを持つ車両が防雪林内に容易に進入することを可能にすることを目的とする。

##### ③進入路の取付位置と構造

進入路は作業車が通り抜けられるように、取付道路等で区切られた区間の延長方向の両側に設置する。規格は前出の管理用道路を参考にする。

進入路の取付位置では、立入防止柵や防風柵は開口しておくか、または開口できるようにしておく必要がある。

<管理用道路の設置例>

○既存道路防雪林での設置事例

植栽列1列を移植し、管理用道路を設置した事例。幅員は3mで、敷き砂利が施されている。



写真2-4-5 管理用道路の設置事例

○副道との併用の事例

副道を林帯内に設置し、管理用道路と併用可能な構造としている事例。

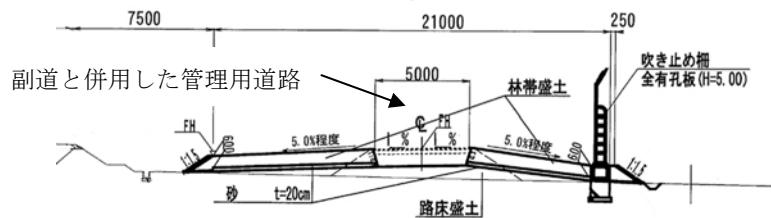


図2-4-26 副道と併用する場合の設計事例

○進入路の設置事例

取付道路からの進入路を確保している事例。防風柵も進入路の幅員分は設置されていない。



写真2-4-6 進入路の設置事例

## 6. 道路防雪林の生育基盤整備

### 6-1 生育基盤に関する基本的考え方

道路防雪林の適正な成長を確保するためには、植栽する樹木の根系生育に適した生育基盤を提供することが不可欠である。

樹木は、土壌に根を張り、地上に幹や枝を伸ばすことによって成長する。また、樹木は土壌に影響を与え、土壌生成の過程を進める。本来、両者は不可分の関係にある。しかし、道路防雪林を造成するような土地では、現状のままに植栽すると、適正な樹木成長が望めない場合も少なくない。本マニュアルでは、地表の根系が伸張する範囲を「土壌」ではなく、「生育基盤」と呼ぶこととする。これは、植栽を行うに先立ち、「現状に植栽する」か「改良して植栽する」かの判断が必要であることを明らかとするためである。例えば、伐採跡地や農牧地、放棄農地などでは、現地盤に根系生育に適した条件が備わっている場合が多い。このような場所では、「現状に植栽する」ことが前提になる。一方、特殊土壌や著しい攪乱を受けた土壌では、現地盤に植栽しても適正な樹木成長を望めないことが多い。このような場所では、「改良して植栽する」ことについての検討を行わなければならない。

道路防雪林の樹木は、一生を生育基盤上で終えることになるので、そこには、少なくとも数十年間、樹木根系が伸長可能な条件が整っていなければならない。樹木成長は、根系（樹木地下部）と地上部の均衡の取れた成長によってもたらされるものである。生育基盤の不具合によって根系の伸長が抑制されると、その影響はからず樹木地上部の成長抑制へと反映される。道路防雪林の造成にあたり、どのような生育基盤を提供するかを考えるときは、根系の伸長する領域に、現在および将来とも、成長を抑制する要因が存在していないことを確認する必要がある。

## 6-2 生育基盤整備の進め方

道路防雪林の生育基盤整備にあたっては、できる限り根系の生育に必要な土層の厚さを確保する。

樹木の根系の伸長に必要な土層の厚さを有効土層厚という。有効土層厚が確保できないと生育不良の原因となる可能性が高くなるが、施工条件によっては著しく施工費が高くなることがあるので、現地の土層や周辺の生育環境を確認し、経済性を考慮の上決定する。

道路防雪林の生育基盤整備にあたっては、図2-4-27に示した高木の有効土層厚の確保を原則とする。なお、最小でも中木における有効土層厚を確保し、少なくとも上層40cmは十分に改良する。

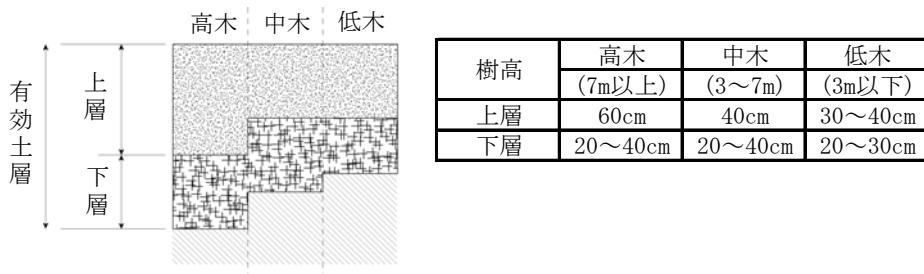


図2-4-27 植物の生育に必要な最小有効土層厚<sup>13)</sup>

吸収根域（養水分を吸収する細根が多く分布する領域）の発達に必要な良質な土層を上層、支持根（樹木が倒れないように支持するための根）が伸長可能な程度の質を持つ土層を下層といい、併せて有効土層、厚みのことを「有効土層厚」と呼ぶ<sup>12)</sup>。有効土層内で排除されるべき根系伸長の制限要因には、水素イオン、水酸基イオン、アルミニウムイオンなどの過剰障害（イオン成分の毒性）、排水不良（非毛管孔隙の過少）、保水性不足（有効水分量の過少）、緻密土層（土壤硬度の过大、地下停滞水位の形成）、地耐力不足（礫分や有機分の過剰）などがある<sup>13)14)15)</sup>。

十分な有効土層厚を確保することは、植栽した樹木の長期的な成長に欠かすことができない要素であるが、現地での経済性も考慮した上で確保策を検討する必要がある。

生育基盤の整備にあたっては、図2-4-28に示すように、以下の手順で生育基盤造成を検討する。

- 根系伸長の制限要因がない場合には、現地盤へ植栽する。
- 根系伸長の制限要因がある場合でも、現地盤の改良により有効土層厚の確保が可能であれば、改良後現地盤に植栽する。
- 現地盤に根系伸長の制限要因があり、改良後も有効土層厚を確保できない場合には、改良現地盤+盛土で有効土層厚を確保し植栽する。
- 現地盤の改良が技術的・経済的に困難な場合には、盛土により有効土層厚を確保し植栽する。

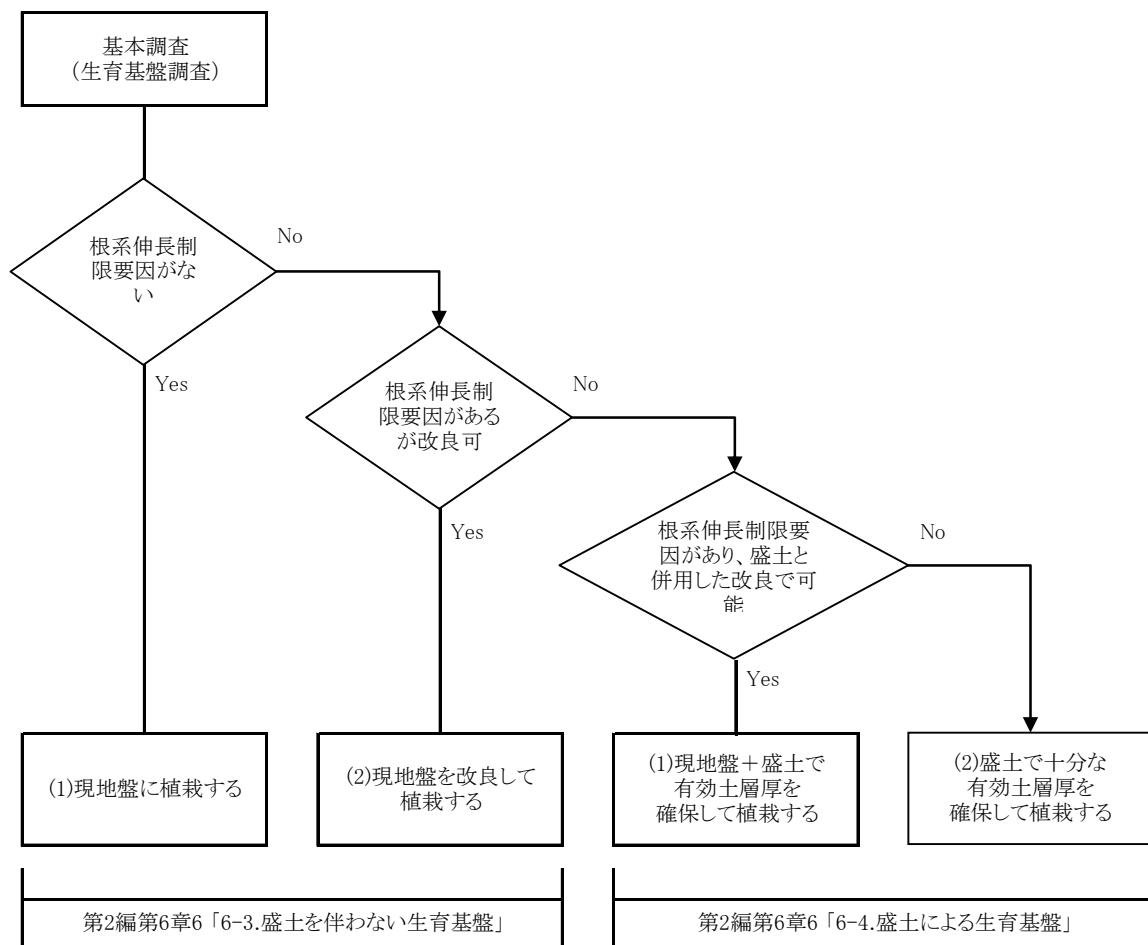


図2-4-28 生育基盤整備の検討フロー

### 6-3 盛土を伴わない生育基盤

根系伸長を制限する要因がない場合には現地盤に植栽する。

根系伸長を制限する要因が見出されたとしても、経済的で十分な改善効果が得られると判断された場合は、現地盤を道路防雪林の生育基盤として植栽することを基本とする。

#### (1) 現地盤にそのまま植栽する場合

生育基盤調査により、有効土層厚の深さに根系伸長の制限要因が確認されないことを前提に適用する。この場合、以下のような点に留意する必要がある。

##### ①植被の取り扱い

現地盤は、植物によって被われているのが一般であり、既存の植物と植栽する苗木と間に生ずる光や養水分の競合を避けるため、既存植物の排除や生育を抑制する対策が必要である。対策には「地はぎ」と「下刈り」とがある。「地はぎ」は、既存植物を根もともはぎ取り、地表を無植被の状態にするものであり、「下刈り」は、既存植物の地上部を刈り払い、苗木が日陰に置かれないようするものである。いずれの対策を用いるかについては、植被の状態や分布土壤の性質などにより判断する必要がある。

表2-4-6 地表処理法の比較対照

処理法	地はぎ	下刈り
施工費用	多	少
投棄費用	多	少
管理費用	少	多
抑制効果	大	小

##### ②地表水の処理

現地盤に植栽する場合、生育基盤とする範囲の周囲に明渠を設け、周辺から生育基盤へ地表水が流入することを避ける必要がある。地はぎを施した生育基盤は、地表が周辺の地盤より低くなり、地表水が流入することによって樹木生育条件を悪化させる可能性が高いためである。また、盛土構造の道路に付帯したところでは、道路と現地盤の高さ関係などから、地表水が現地盤側へ多量に流入することもあり、これに備えた排水対策も不可欠である。さらに、植栽後、植穴部分がくぼみ、水溜りが出来る場合がある。植穴部分では、埋め戻し土砂の安定後の状態を想定し、地表を周辺より高く仕上げる必要がある。

##### ③重機作業

現地盤の良好な状態は、地盤内にある空隙や地盤が柔らかであることによって維持されている。地はぎや排水処理の作業は、重機を用いることが一般的であるが、その荷重は空隙を減少させ、柔らかさを損なう可能性がある。重機作業に際しては、できるだけ軽量のものを用いることが望ましく、地盤が湿潤となっている状態では作業を行わないといった配慮が必要である。農作業を行うときには、湿潤な耕地での重機作業厳禁を忠実に守り、耕地の良好な状態の保全が図られてきた。北海道では、5月～8月上旬の間、土壤が乾燥状態となることから、この時期に重機作業を行うことにより現地盤の根系伸長の制限を最小にとどめることができる。

(2) 現地盤を改良して植栽する場合

生育基盤調査（第1編資料編資料5「3.生育基盤調査」を参照）により根系伸長の制限要因が確認された場合であっても、その改良方法が技術的に確立されているときには以下に示すように現地盤を改良して植栽する。

- ・pH矯正（イオン成分の毒性の緩和）を行う場合には中和剤（石灰、硫黄等）を混入する。
- ・土壤の硬さが生育阻害要因となる場合には（表2-4-7参照）、耕耘などで「ほぐし」柔らかくする作業を行う。
- ・地下水位が高い場合には暗渠や明渠排水により排水を促進する。
- ・砂分が多く乾燥しやすい基盤の場合には、保水材や有機質を混入する。

土壤改良方法は、農業分野で確立され、一般的には農業用機械を用いることが多い。農業で用いられる土壤改良方法の概要を表2-4-7に示す。ただしこれらの改良方法では、草本類の育成を目的としているために、改良できる土層深さ（厚さ）に制限がある。これに対し、高木性樹木の生育基盤では、表2-4-7に示す改良可能深よりも深い有効土層厚が必要であり、農業で用いられる方法をそのままに利用することが難しい。高木類で60cm、中木類で40cmの有効土層厚を確保するために建設用機械との併用を検討する必要がある。

表2-4-7 農業で用いられる土壤改良方法の概要<sup>16)17)18)</sup>

要因	改良目標	投入資材	作業機械	改良可能深
化学的要因	イオン成分の毒性	石灰、石膏など	ロータリーテラー	0.20～0.25m
物理的要因	有効水分の不足	保水材	〃	〃
	非毛管孔隙の過少	なし（砂など）	〃	〃
	土壤硬度の過大	なし	プラウ	0.35m内外
			パンブレーカー	0.50～0.60m
			サブソイラ	0.30～0.40m
地下停滞水位の形成 (排水促進)	碎石、有孔管など	トレンチャーなど	0.50m以深	
	なし（明渠）	バックホーなど	0.50m以深	
	なし	パンブレーカー	0.50～0.60m	

#### 6-4 盛土による生育基盤

現地盤に根系伸長を制限する要因が確認され、その効率的な改良が不可能と判断された場合、盛土により生育基盤を造成し、道路防雪林樹木の成長年限の長期化を図る必要がある。

生育基盤の造成には、

- (1) 現地盤の上部を改良した上、有効土層厚不足分を盛土によって確保する基盤整備方法
- (2) 生育基盤すべてを盛土によって形成する基盤整備方法がある。

既存の道路防雪林には、造成した生育基盤上に植栽されているものが多くある。それらには、順調に生育しているものもあるが、生育阻害を被っているものも見受けられ、その成長不良箇所を調べてみると、生育基盤の状態が樹木に悪影響を及ぼしている場合も少なくない。生育基盤の造成は、樹木の成長条件改良を目的に実施されるものであり、これが樹木生育の阻害要因となるようなことは避けなければならない。以下に、生育基盤方法の選定と基盤整備造成に際して留意すべき基本的事項について記述する。

##### (1) 基盤整備方法の選定

生育基盤調査によって、現地盤内に根系伸長の制限要因が見出され、効率的な改良が困難、あるいは改良自体が不可能と判断された場合には、盛土によって生育基盤を整備する。整備方法は、要因の種類とその分布深度によって、図2-4-29に示す二通りがある。

なお、根系伸長の制限要因には次のものがある。異常なpH、不透水層、緻密層、地表から厚く堆積した泥炭、酸性硫酸塩土壌など。

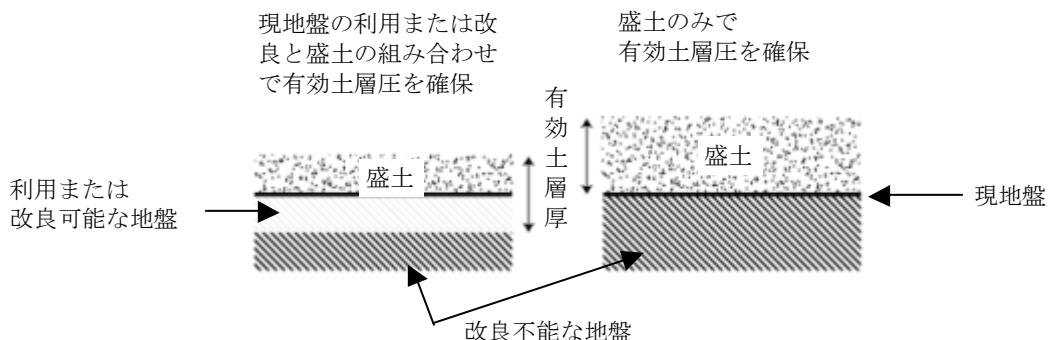


図2-4-29 生育基盤の整備方法

##### (2) 造成形状及び材料

造成資材は、「現場及び周辺地域で簡単に入手できるもの」から調達することを基本とする。これは、輸送コスト削減の意味もあり、また、大方の土砂が造成材料として利用可能と考えられることに基づいている。特に、道路新設に付帯する道路防雪林の場合は、発生土砂により植栽基盤を造成すべきであり、土配計画に基盤材（盛土材）相当の土量を見込んでおく必要がある。

既存道路防雪林の生育基盤に用いられている土の性質（土性）は細粒質から粗粒質までさまざまである。細粒質の材料とは、軽埴土、シルト質埴土、重埴土であり、中粒質は、壤土、シルト質壤土、砂質埴壤土、シルト質埴壤土、砂質埴土、そして粗粒質は、砂土、壤質砂土、砂壤土である<sup>19)</sup>。

相対的に見ると、「細粒質」の生育基盤では、生育不良になる確率が高くなる傾向があり、選択の余地が

あれば、「中粒質」や「粗粒質」の土を用いるのが賢明である<sup>20)</sup>。細粒質・中粒質・粗粒質の区分は、現場で適度に湿らした土に触れた感覚によって、「こねた時、ダンゴにならない粗粒質、ダンゴになるがすぐ壊れる中粒質、壊れ難いダンゴとなる細粒質」<sup>21)</sup>のように判定する。

なお、造成材料は、「イオン成分の毒性」を持たないものを用い、材料選定に際しては化学性についての分析を行う必要がある（第2編資料編資料2「生育基盤内の生育阻害要因」（P.2-8-2）を参照）。

### (3) 造成時期

生育基盤に起因する成長阻害は、圧密層や不透水層に基づくことが大半である。これらは、高含水状態の土を重機作業によって圧密、こね返したことによって形成される。生育基盤の造成に当っては、圧密層や不透水層の形成を最少化する努力が求められる。具体的には、造成材料が乾燥し易い5月～8月上旬（蒸発量が多く、降水量が少ない）に造成時期を設定する方法がある。

### (4) 造成方法

生育基盤の造成には、盛土厚相当量の材料を一度に搬入し、これを盛土形状に仕上げるような方法が適している（図2-4-30）。生育基盤の盛土は、適度な柔らかさと排水・通気・根系伸長が容易に行える程度の空隙を備えている必要あるからである。作業機械を軽量化することも、このような条件の生育基盤造成に有効である。

一方、通常土工では盛土内の空隙を最小化して地耐力を最大化する方向で造成が行われる。同じ盛土であっても、両者の仕上がり条件には明らかな違いがあり、生育基盤の造成に一般土工の造成方法を適用すれば、生育基盤の要件が損なわれることは避けられない。

生育基盤に求められる柔らかさや空隙量は、土壤硬度を指標として判断することが可能である。造成後生育基盤に断面を設け、土壤硬度を測定し、所定の測定値内となっていることを確認する。

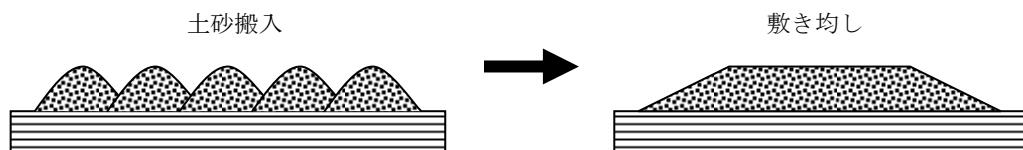


図2-4-30 生育基盤の造成方法

なお、生育基盤に求められる機能の一つに、樹木を支持するという役割＝地耐力がある。道路防雪林を配置するような場所は、常に強い風の吹くところが大半であり、風による振動によって根系の切断が繰り返されることになれば、樹木の成長が抑制を受けることは避けられない。さらに、樹木が受ける風圧は、成長に伴って増大するものであり、生育基盤には樹木が成長した段階でも倒伏しないほどの十分な支持力が求められるのである。この問題は、泥炭土などの有機質土（現地盤または、その上の盛土厚の薄い生育基盤）、あるいは、泥炭を多く含む材料によって盛土された基盤において発生する可能性が高いので注意を要する。

## 6-5 排水工

生育基盤の造成では、排水性を十分に確保する必要がある。表面排水および明渠排水、暗渠排水により生育基盤上の滯水、生育基盤内の過湿を防ぐことが重要である。

### (1)表面排水

生育基盤上に滯水する状態は、基盤内空気の入れ替えが行えないなどの理由から、樹木の成長阻害要因となる。これを避けるために、基盤表面に5%程度の勾配を設けるものとする（図2-4-31）。



図2-4-31 生育基盤の表面排水

### (2)明渠排水

生育基盤の地下水位が高い場合には基本的に生育基盤の周囲に明渠排水を設置するものとするが、地下水位が低い場合には不要である。図2-4-32に示すように、明渠底面の高さは有効土層厚上層の底面よりも低くする必要がある。

また流末との高低差を考慮し、逆流することができないように配慮する必要がある。

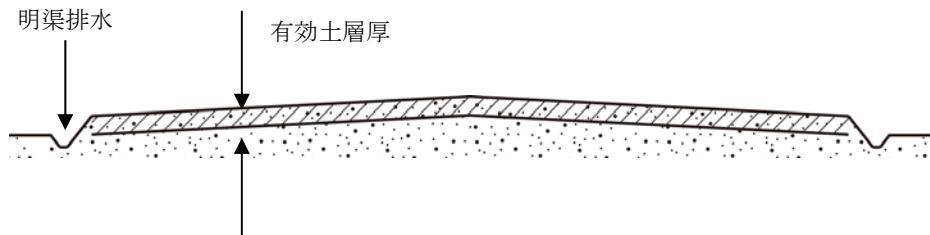


図2-4-32 明渠排水の底面の高さと有効土層厚の関係模式図

道路横断方向の明渠排水は、一般に取付道路側に設置されることもあるが、この方式は取付道路の用地幅が広がり、冬期に吹き抜けが発生しやすくなる。横断方向の明渠排水を道路防雪林内に配置することによって、取付道路の幅を少なくし飛雪の吹き抜けを減少させることができることから、林内への配置が望ましい。

図2-4-33に明渠排水工の平面配置の模式図を示す。なお、横断方向の明渠排水は取付道路で囲まれた区間に一定間隔で数ヶ所設置する。

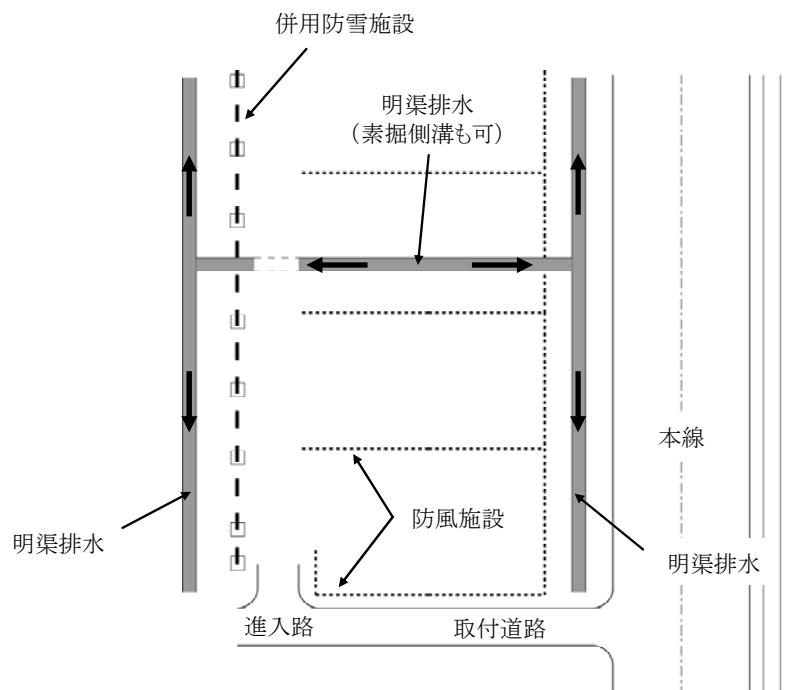


図2-4-33 明渠排水工配置平面模式図

### (3) 暗渠排水

表面排水や明渠排水によっても生育基盤の過湿解消や地下水位低下を図ることができない場合には暗渠排水が有効な手段となる。

農地の造成基準を定めた「暗きよ排水設計指針」<sup>22)</sup>によれば、暗渠排水は次のような生育基盤が予測される場合に効果を発揮する。

- ・降雨後に地表に滯水
- ・夏季の地下水位が地表面から50cm未満
- ・泥炭土や造成土
- ・生育基盤下部の固結層

暗渠排水の標準的な断面構造を図2-4-34に示す。下層を含む有効土層厚よりも深く掘削することが望ましいが、困難な場合でも上層よりも深く掘削する必要がある。有効土層以下の部分に疎水材を入れ、排水層とする。疎水材の種類は表2-4-8に示す。

暗渠排水の設置間隔は、普通土壤で10~14m、湿性火山灰土・重粘土・泥炭土では8~12mとする。

実施例では、径100mm前後の有孔管を暗渠として使用している。

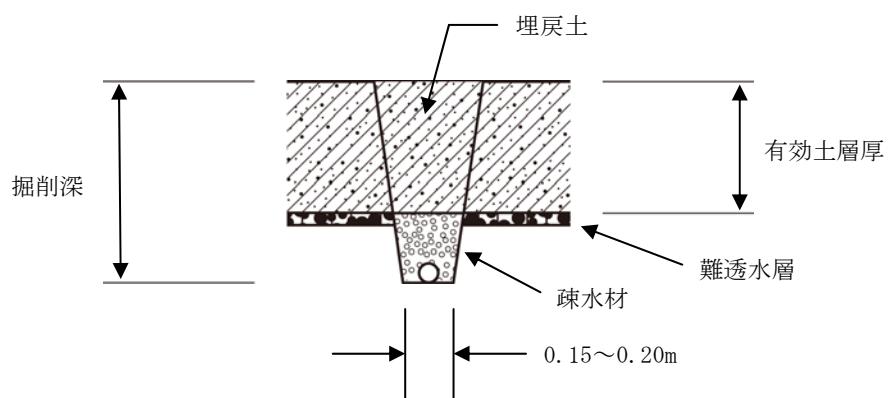


図2-4-34 暗渠排水の構造事例  
(暗きよ排水設計指針<sup>22)</sup>より作成)

表2-4-8 疎水材の種類<sup>22)</sup>

種類	素材
有機物	チップ類 (カラマツ等)
	ソダ・ヨシ類・ササ類
	モミガラ
鉱物質	砂・砂利類
	火山礫・火山灰
その他	土壤改良剤 (团粒促進材)・貝殻

## 7. 植栽保護工

### (1) 風対策

#### ①防風施設の配置

樹木の成長に影響を与える夏期の卓越風は、冬期の季節風とは必ずしも一致しないことから、併用防雪施設が植栽樹木に対して保護工として機能しないことがある。このような場合には、防風施設は併用防雪施設とは別途検討する必要がある。また卓越風といえども必ずしも方向が一定ではないことから、防風施設は升目状に配置することが望ましい。

さらに併用防雪施設端部に防風施設の開口部を設けると、風が巻き込んで収束し強風域となる。このため併用防雪施設端部に進入路を設ける場合には、図2-4-35に示すように防風施設を林帯内に延長するなどの対策を講じて、風の収束域が発生しないように配慮する。

併用防雪施設は、構造によっては植栽域に吹きだまり雪丘を形成し雪害の原因となる。併用防雪施設の設置にあたっては第2編第4章4「併用防雪施設」（P.2-4-22）の中で述べた事柄に留意する必要がある。

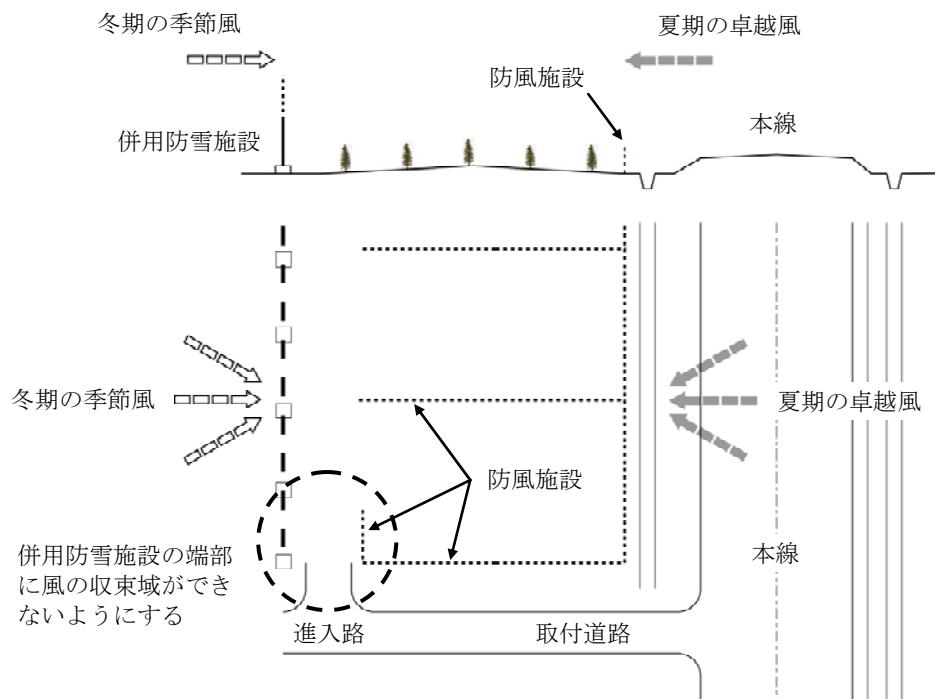


図2-4-35 望ましい防風施設の配置模式図

### ②防風施設の種類と特性

防風施設は、道路防雪林造成予定地の風況によって決定される。風衝林形が周辺で確認されるような場合には、恒久的な施設が必要となる。風況の程度によっては、一時的な施設とすることもできる。甚だしい風衝林形が見られない場合には、植物材料を用いた施設を用いる。恒久的な防風施設としては防風土壘、一時的な施設としては防風柵、植物材料を用いた施設としてはヤナギ前生林などがある。なお第2編第4章2「2-1. 標準林」(P.2-4-6)で述べた標準林の造成モデルは表2-4-9のヤナギ前生林を用いた防風施設を併用したものである。各種防風施設の特性を表2-4-9に整理した。

表2-4-9 各種防風施設の特性

防風対策	具体的内容	長所	短所
防風土壘	林帯の風上側前面に盛土を行う方法である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>設置当初から防風効果を発揮する。</li> <li>倒壊の危険がなく、半永久的である。</li> <li>施工において機械化が容易である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土壘の材料を確保する必要がある（残土等の現地盛土発生材が確保できない場合に、工事費が高くなる）。</li> <li>大きなスペースをとる。</li> </ul>
防風柵	林帯の風上側前面に防風板等を有する柵を設置する方法である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>設置当初から防風効果を発揮する。</li> <li>設置には、比較的場所をとらない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>時間とともに耐久性が小さくなり倒壊の危険性が増大する。</li> <li>維持管理費が発生する。</li> <li>柵型に配置した場合、施工及び維持管理に対して機械化しにくい。</li> </ul>
ヤナギ前生林	林帯の風上側前面にヤナギ埋枝を行い、成長が速いヤナギ林に防風効果を担わせる方法である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>生きもの工法として、長期間防風効果を発揮する。</li> <li>樹林帯と一体となって成長していく。</li> <li>景観上問題とならない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>造成当初（1～2年）は効果を発揮できない。</li> <li>作工物と異なり、防風効果は必ずしも均一ではない。</li> </ul>

### ③防風施設の撤去時期

植栽した樹木が防風施設の高さを越え、先枯れが発生していない状態である場合は、防雪施設を撤去することができる。

ただし、防風土壘は半永久的な構造物と位置付けていることから、通常は撤去しない。

<参考>

○防風土壘の設計事例

海岸防風林など長期に渡り強風対策が必要な箇所での設計事例。素掘側溝の掘削土や表層の地はぎを行った残土で築堤する。

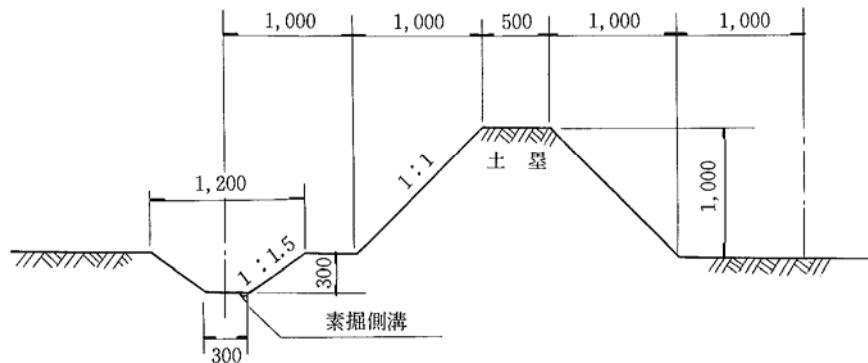


図2-4-36 防風土壘の設計事例（単位：mm）

○北海道水産林務部の防風柵標準仕様

防風柵の空隙率は30～50%が最適<sup>23)</sup>とされている。図2-4-37に示す北海道水産林務部の標準仕様では空隙率が40%程度<sup>23)</sup>である。

防風柵の減風効果は柵高の10～20倍程度とされ、減風効果の範囲で柵の間隔が決定されている<sup>23)</sup>。

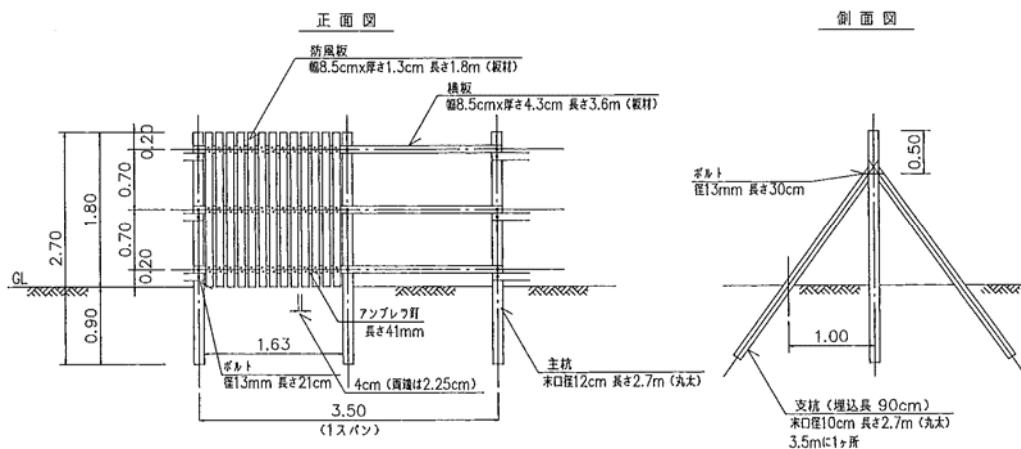


図2-4-37 北海道水産林務部の防風柵標準図<sup>24)</sup>（単位：m）

## (2) 草本との競合対策

草本との競合対策は、植栽後に下草刈りをして草本を繁茂させない方法と、植栽時にあらかじめマルチングをして草本の繁茂を抑制する方法がある。下草刈りを徹底する場合にはマルチングは不要となり、一方下草刈りの頻度を少なくするためににはマルチングを施す必要が生じる。これらはトレードオフの関係にあり、トータルコストを考慮した上で方針を決定する必要がある。

### ①下草刈り

森林における造林作業で一般に行われる作業である。周囲の草本が最も繁茂した時期に植栽木周辺の草を刈って被圧を防ぐ方法である。草本の繁茂状況により年に1~2回程度作業を行う。詳細は第2編7章2「2-3. 下草刈り」(P.2-7-9) を参照のこと。

### ②マルチング

マルチングは植栽樹木の周囲の雑草繁茂を抑制することや地温の保温・保水を目的に実施する<sup>25)</sup>。

図2-4-38にマルチングの状態を模式的に示す。

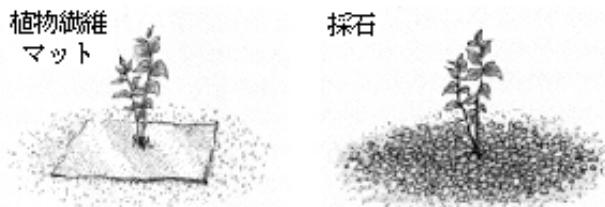


図2-4-38 材料の違いによるマルチング模式図<sup>26)</sup>

下草刈りをするときに刈り払い機を樹木に近づけすぎると、樹木そのものまで刈り払ってしまう危険性が高いために、枝張の範囲程度にマルチングを行い、表面を被覆して草本の繁茂を抑制することが有効である。ただし過湿となっている生育基盤上にマルチングを施した場合、乾燥の遅れから湿害や根腐れの原因となる危険性もあることから、施用に際しては植栽基盤の過湿状態を確認して判断する。

マルチングの材料は、前述のパーク・わら・ビニルシート・礫などがある。近年、価格は廉価ではないがゴムチップや植物纖維等のリサイクル製品が開発されており、環境に配慮した製品として注目されている。

マルチング材料の選定あたっては、施工場所の条件（平坦や斜面、乾燥地や過湿地等）を把握した上で、施工性や経済性を考慮し、さらに将来廃棄物とならない素材を利用するすることが望ましい。特に木材チップ類は敷き均しから20ヶ月後程度までは炭素/チッソ比（C/N比）が高くチッソ飢餓が発生する可能性がある<sup>27)</sup>ことや細粒土の基盤では過湿化やナラタケ菌繁殖<sup>28)</sup>の懸念もあり、利用には細心の注意が必要である。木材チップを利用する場合でも、根元から半径1mの範囲には碎石等を敷き均らしチッソ飢餓の影響を排除し、その外側に敷き均すなどの配慮が必要である。

表2-4-10 マルチングの材料と特性

区分	雑草防止	乾燥防止	施工性	留意点
木質チップ類	○	◎	◎	過湿化やチッソ飢餓の可能性がある。根元から半径1m以上離して敷き均す。
植物繊維マット類	△	○	△	腐食しやすく、効果は3~4年程度。
碎石類	○	◎	◎	法面などでは施工性に劣る。
不織布	◎	△	△	腐食しないために、撤去作業が必要。

◎：優れる ○：普通 △：難がある

### (3) 平地の雪圧に対する対策

多雪地では平坦地でも樹木には雪圧が加わる。

植栽時には以下の点に留意する。

植栽する樹木の樹高が最深積雪深よりも低い場合、支柱を設置してはならない。結束部分に雪圧が加わって結束点が下がり、樹木が曲がったり折れたりするからである（図2-4-39）。

植栽樹木の樹高が最深積雪深よりも高い場合には、積雪深よりも上部で結束する。

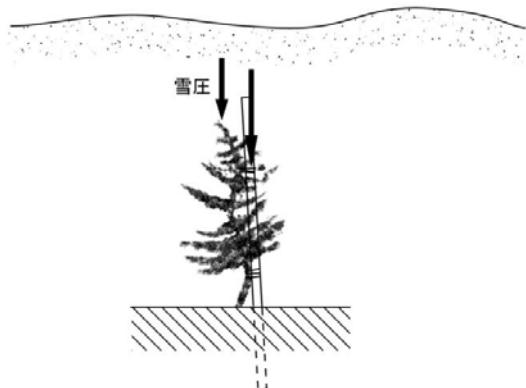


図2-4-39 樹木の結束による雪圧害の模式図

#### <参考>

○吹きだめ柵の雪丘による雪圧で植栽木が生育不良となっている事例



※吹きだめ柵の風下側にできた雪丘で、植栽した樹木が倒伏したり、枯死したりしている。すでに枯死した樹木も多く、2列程度の植栽列は機能していない。

写真2-4-7 雪丘の発生事例

#### (4) 斜面の雪圧に対する対策

##### ①雪圧防止杭

斜面に木杭を一定間隔で打ち込み、積雪のグライド防止を図り、植栽木の保護を行う方法である。

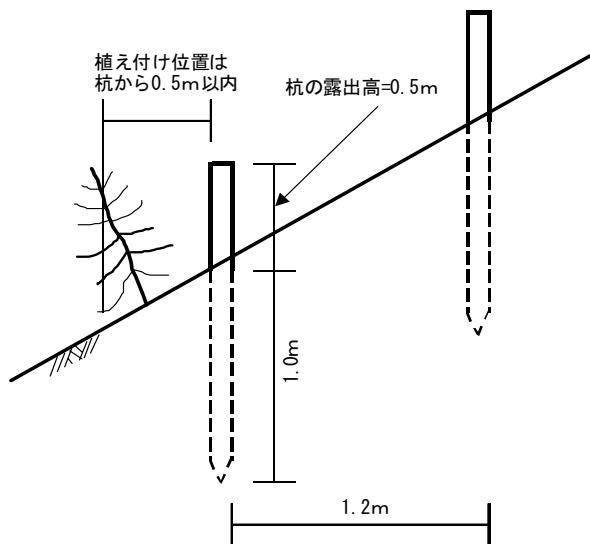


図2-4-40 雪圧防止杭施工模式図

※道央自動車道での事例

また、前生林（ヤナギ林）の設置も「生きた杭」として利用することができる。斜面の場合、基本林の斜面上方に設置した前生林は、防風効果のほか積雪の雪圧防止杭としても機能する。

防雪柵や防護柵の背面に植栽する場合には、柵によって斜面の積雪の移動が緩和されるので<sup>29)</sup>、雪圧防止杭は不要である。

##### ②植栽基礎工

斜面では基礎工を設置し、植栽基盤の安定を図ってから植栽することが望ましい。

樹木の斜面での根系の分布は平地とは異なっている。樹幹を中心に斜面の上部と下部とでは根系の分布の仕方が異なる。多雪地においては、斜面上部では雪圧に押されて曲がった樹幹の一部が地表面に接したり土中に埋まったりして不定根が発生していく。斜面下部で発生した不定根で幹の根元を支えるように成長する根は「支持根」と呼ばれ、やがて根元が曲がった樹木を回復させる役割を担う<sup>30)</sup>（図2-4-41）。急傾斜になるほどこの傾向は大きくなる<sup>30)31)</sup>。斜面に植栽基盤整備を行う場合には、このような根系の伸長特性を考慮しなければならない。

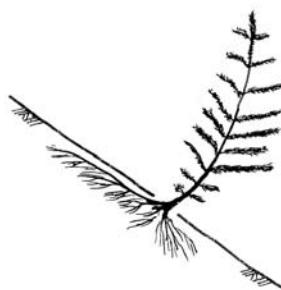


図2-4-41 斜面での根系分布模式図

斜面での植栽基礎工は、切り込みステップ植栽タイプと張り出しステップ植栽タイプがある（図2-4-42）。

切り込みステップ植栽タイプは、斜面を掘り込んで階段状にして平坦面をつくってから植栽するタイプである。斜面に段差ができることから積雪のグライドを軽減する。土留め壁の材料は杭などが用いられているが、近年では既成の植栽法枠などを利用されることもある。

張り出しステップ植栽タイプは、斜面に階段状に盛土して植栽面をつくり、盛土前面に土留め壁を設けて植栽するタイプである。修景的要素が強い場合に用いられている。斜面での根系の分布状況から（図2-4-41）、このタイプでは根系が乾燥しやすい。

高木になる樹種では切り込みステップ植栽タイプを用いることとする。

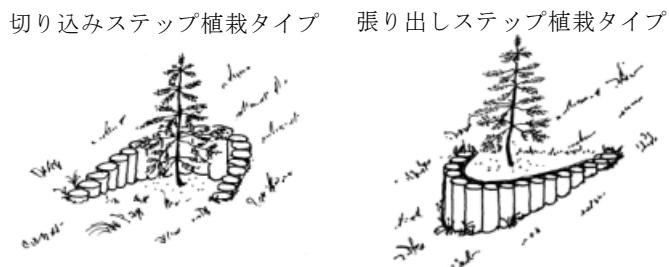


図2-4-42 斜面での植栽基礎工模式図

※盛土斜面の場合には、同じような勾配、斜面長の斜面であっても、除雪による投雪の影響が大きい。通常の積雪よりも樹木にかかる雪圧が大きくなるので注意を要する。

<参考>

○街路樹に対する雪圧防止杭に雪圧緩和効果

路傍植栽の街路樹に対する雪圧が、雪圧防止杭によって3割程度緩和される。

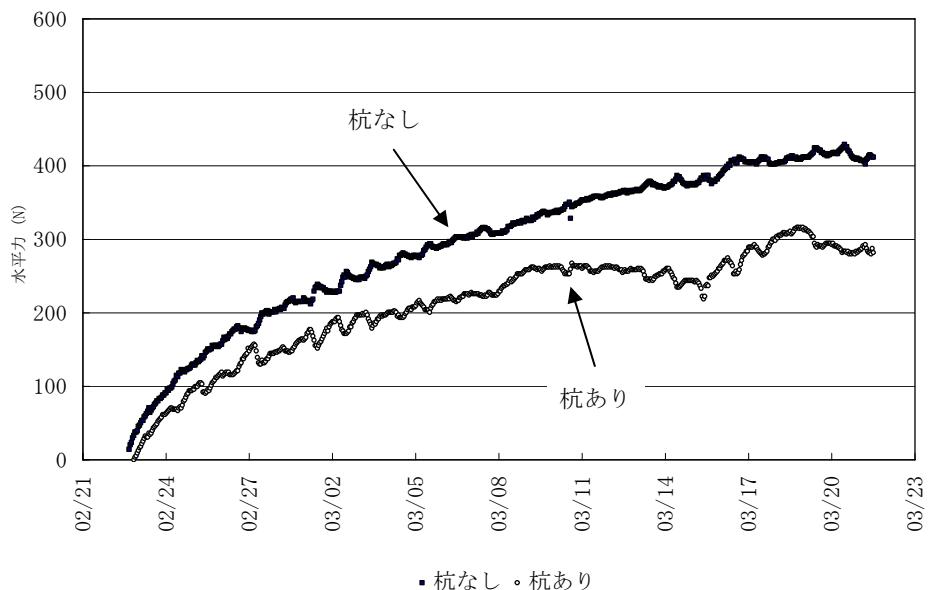


図2-4-43 ひずみ計に作用した水平力の時系列変化<sup>32)</sup>

## 第5章 道路防雪林の詳細設計

## 第5章　目　　次

### 第5章 道路防雪林の詳細設計

1. 詳細設計の手順 .....	2-5-1
1-1 測量・現地調査 .....	2-5-1
1-2 設計 .....	2-5-2
2. 詳細設計の成果 .....	2-5-3

## 第5章 道路防雪林の詳細設計

### 1. 詳細設計の手順

#### 1-1 測量・現地調査

道路防雪林造成の詳細設計では、基本設計で検討した内容を実際の造成地にあてはめ、実施可能かどうかを見極めるため、設計に先立ち現地の測量、現地調査等の基礎調査を行う。

路線測量では中心線測量、水準測量、縦断測量、横断測量を実施するほか既存木（林）の位置を把握する。また、基本設計から現地の自然、社会条件を整理し、設計の前提となる基本事項をとりまとめる。現地調査では、実際の造成地周辺の住居、農耕地、取付道路等の位置確認及び、既存林の生育状況、排水路の方向等を把握する。

なお、詳細設計の設計・積算に際しては、北海道開発局制定の図書を参考とする（表2-5-1）。また、この他に参考とするべき技術基準や指針については「設計業務等共通仕様書」（北海道開発局）に掲載されているリストを参照されたい。

表2-5-1 参考図書

工事仕様書		
道路・河川工事仕様書	平成22年度	北海道開発局
業務仕様書		
測量調査業務共通仕様書	平成22年度	北海道開発局
地質・土質調査業務共通仕様書	平成22年度	北海道開発局
設計業務等共通仕様書	平成22年度	北海道開発局
要領・指針等		
土木工事数量算出要領（道路・河川編）	平成22年度	北海道開発局
道路設計要領	平成22年度	北海道開発局

平成22年10月現在

## 1-2 設計

道路防雪林造成の詳細設計では、測量・現地踏査を受け具体的な排水や盛土厚等の基盤造成方法、樹種選定、規格形状、配植、樹木保護工の種類や形状等について詳細な検討を行う。

測量、現地踏査を受け、設計検討では基本方針を設定した後、基本設計で策定した内容を再度見直し、具体的な排水工法や盛土厚等の基盤造成方法、樹種選定、樹木の規格形状、配植、樹木保護工の種類や形状等について詳細な検討を行う。基盤造成方法や植栽方法や時期等、施工に際しての留意すべき点及び特殊条件等については特記仕様書に明記する。

詳細設計図書の作成後はこれに基づき、数量及び概算工事費を算出する。

表2-5-2 実施設計の内容と手順

項 目		内 容
1.	現 地 測 量	道路防雪林に必要な現況の平面・縦断・横断形状等の測量 道路本体の測量結果を利用することができる場合は不要
2.	現 地 踏 査	取付道路の位置関係等の詳細確認
3.	生 育 基 盤 調 査 ( 設 計 条 件 調 査 )	造成地の排水状況の確認、及び土壤断面調査等により、基盤造成の具体性を探る調査
4.	設 計 検 討	測量、現地踏査結果を受け、基本方針を設定し、具体的な生育基盤造成、植栽工法、樹種選定、保護工等の詳細について検討
5.	特 記 仕 様 書 の 作 成	特殊条件については特記仕様書に明記
6.	設 計 図 の 作 成	工事実施に必要な図を作成
7.	数 量 調 書 作 成	設計図に基づき数量を算出
8.	概 算 工 事 費 の 算 出	数量調書に基づき概算工事費を算出

## 2. 詳細設計の成果

道路防雪林造成工事の詳細設計図書として、植栽平面図、配置図、現況平面図、造成平面図、整地横断図、排水平面図、各作工物詳細図及び工事仕様書、数量調書、概算工事費内訳書等を作成する。

詳細設計の成果は、造成工事を施工できる図書の作成である。詳細設計は基本設計と工事施工を結ぶものであり、より現実性の高いものが求められる。

また、造成地が特殊な環境条件下や劣悪な環境条件下におかれている場合、計画が大規模な場合においては試験植栽や追跡調査を実施し、その結果を踏まえて基本設計の見直しを図ることが望まれる。

表2-5-3 詳細設計成果図書（参考）

図書名	工種	図面名	内 容
設計図	基盤造成工	工事箇所図 現況平面図	S=1/50,000を基準とし工事の起点・終点を表示 当該年度の工事起点・終点、道路中心線、既存林の位置等を表示
		造成平面図 造成定規図 横断図 排水工縦平面図 作工詳細図 取付道路図 その他	現況平面図に基盤造成の計画を重ね、延長、造成幅員等の表示 基盤造成の平・断面図、排水定規等の表示、管理用道路基盤の切盛土の表示 排水系統と暗渠の高さを表示 排水作工物の表示 取付道路の平面図、縦断方向横断図（側面図）、横断方向横断図（断面図）を作図 必要に応じ作成
		植栽平面図 植栽断面図	植栽樹種の規格形状、数量、配植等のほか特記仕様書に記載した事項も平面図に明示*
	樹木保護工	作工物詳細図	支柱、防雪柵等の仕様と形状を表示
数量計算書	土工（取付道路） 排水工 植栽工 防雪柵工 その他		切・盛土量等 明渠、暗渠、管渠等の延長等 樹種毎の数量 延長、各部材数量
概算工事費	土工（取付道路） 排水工 植栽工 防雪柵工 その他		
特記仕様書	基盤造成方法、植栽方法や時期等、施工に際しての留意すべき点及び特殊条件等について明記		

\*これまで特記仕様書に記載しても図面には表示せず、留意すべき点を見落とす場合があったため明示することとする

## 第6章 道路防雪林の植栽施工

## 第6章 目 次

### 第6章 道路防雪林の植栽施工

1. 植栽の手順 .....	2-6-1
1-1 施工手順 .....	2-6-1
1-2 施工後の補修養生 .....	2-6-6
2. 植栽時期 .....	2-6-7
2-1 植栽適期 .....	2-6-7
2-2 地域別植栽時期 .....	2-6-11
3. 苗木購入時の留意点 .....	2-6-13

## 第6章 道路防雪林の植栽施工

### 1. 植栽の手順

#### 1-1 施工手順

施工手順は、図2-6-1に示すフローに沿って行う。

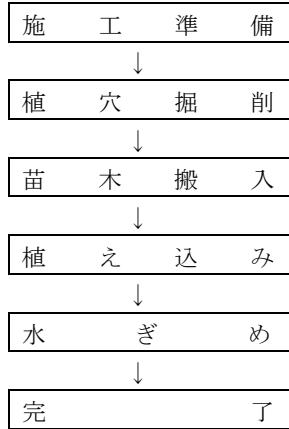


図2-6-1 施工手順

植栽の施工は、樹木の活着やその後の成長に直接的に関わりを持ち、道路防雪林の初期成長を決定づける重要な工程であり、「施工準備」、「植穴掘削」、「苗木搬入」、「植え込み」、「水ぎめ」の作業がある。また、搬入した苗木のすべてが定植できなかった場合の「仮植」や生育基盤の養分不足が懸念される場合の「施肥」の作業が発生することもある。

#### (1) 施工準備

設計図書に基づき、木杭などを用いて樹木の配置を定める。

#### (2) 植穴掘削

植穴は、苗木根系の形状に応じて大きさを変更することができる。また、植穴内に草本類やササ類の根系が認められた場合、これを排除するものとする。さらに、植穴の位置に、大礫や伐株など掘削に著しい支障となるものがある場合、植穴の位置を変更するなどの配慮も必要である。その場合には、苗間（道路と平行した苗の間隔）をそのままとして、列間（道路と直交する苗の間隔）によって調整することを基本とする。

#### (3) 苗木搬入

苗木の数量は、搬入当日、植え込み可能本数とすることが基本である。苗畠の出荷から植栽までの期間を変えた実験では、出荷から4日を越えると急激に枯損率が高くなる結果が得られている（図2-6-2）。植穴掘削の進行状況を見て、苗木搬入のタイミングを計ることが、この工程管理上の最重要課題となる。

また搬入時、苗木に乾燥した傾向が見受けられる場合には、苗木全体に散水を行うことによって、乾燥によるストレスを軽減することができる。搬入後は風当たりが少ない日陰に保管する。なお、植栽数量の多い

現場でも、可能な限り、1つの苗畑より苗木を調達することが望ましい。

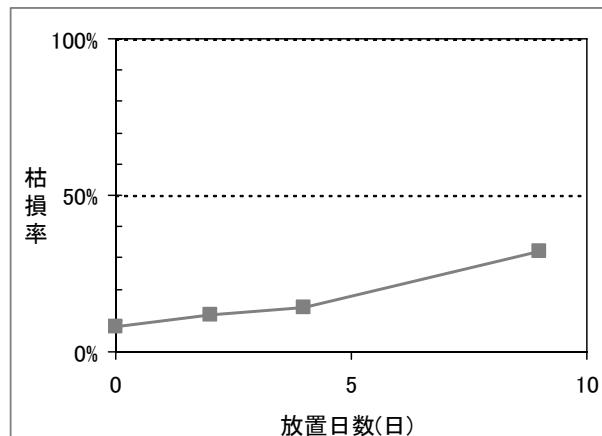


図2-6-2 苗畠出荷から植栽までの日数による枯損率  
(恵花ら<sup>1)</sup>より作成)

#### (4) 植え込み

##### ①苗木の根の確認と処理

植栽する苗木の上部と根のバランスは、その後の活着に大きな影響を及ぼす。植栽する前に十分に確認することが重要で、上部に比べ根の発達が劣る苗は植栽してはならない（図2-6-3）。

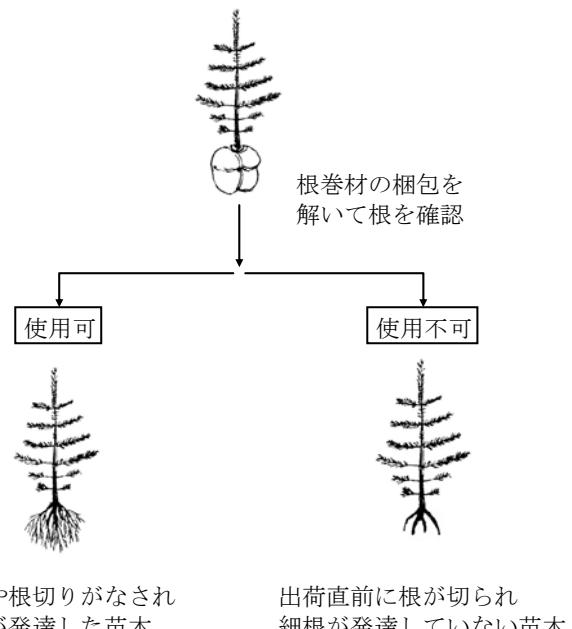
###### ・ふるい根苗

ふるい根（根の周辺に一体化した土が着いていない状態）の苗木は、根系先端が枯死していることがあり、トウヒ類や広葉樹ではこの部分を切断後、植え込みを行う。ただし、トドマツは根系を切断することで強いストレスを受ける性質があり、この樹種については根系切断を行わないように配慮する。

###### ・鉢付き苗

鉢付き苗は、植栽時には梱包を解いて植栽しなければならない。近年梱包材は有機質の腐食しやすい性質のものが使用されることが多いが、地温が上昇しにくい寒冷地では分解速度が遅く、根系の伸長を阻害している例も確認されている。このために梱包を解いて根を広げながら植栽が必要となる。

また、梱包したままの状態では根系の発達状況や出荷時の根の損傷状態を確認できないために、そのまま植栽すると上部と根のバランスが適正でない苗木も植栽することになり、植栽後の生育不良や枯死につながる可能性が高い。



床替や根切りがなされ  
細根が発達した苗木

出荷直前に根が切られ  
細根が発達していない苗木

図2-6-3 鉢付き苗植栽前の根の確認

- ・ポット苗

ポット養生苗では、根系がポット内でとぐろを巻く状態（ルーピング）になっていることが多い。そのまま植栽すると、根系成長を遅らせる原因となることがあり、十分にときほぐす必要がある。また分解性のポットを使用した場合も、寒冷地ではポットの分解速度が遅いために、そのまま植えつけるとルーピングが生じ初期成長に悪影響を及ぼす。このためポットに切れ目を入れるなど根系がポット外に伸長しやすい状態としてから植栽する。

②平坦地および斜面への植栽時の留意点

・平地での植え込み

植え込みにあたっては、根系を植穴全体に均等に配置するように心がけなければならない（図2-6-4）。

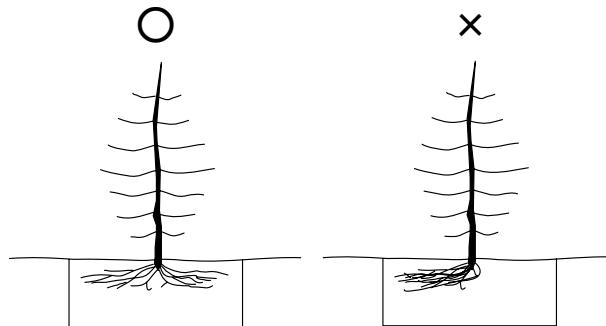


図2-6-4 植え込みの基本

※根は植穴全体に均等に配置する

根系の埋め戻し深さは、浅すぎても、深すぎても、その後の根系成長に悪影響を及ぼす。根系は、苗畑で育成されていたのと同じ深さに埋め戻すことが基本であり、以前の様子は、苗木根元の泥の付着や樹皮の色の変化によって把握することが可能であり、これを目印として同じ高さに植え込むようとする（図2-6-5）。埋め戻しは、植穴掘削土を用いるが、大きな塊は細かく砕き、植穴内に大きな空隙を残さないように心がける。すべての土砂を埋め戻した後、足で根元の土を軽く踏み、苗木を軽くゆすって、植栽基盤に固定されていることを確認する。半完成木を用いる場合には、この作業が完了した段階に支柱を施す必要がある。

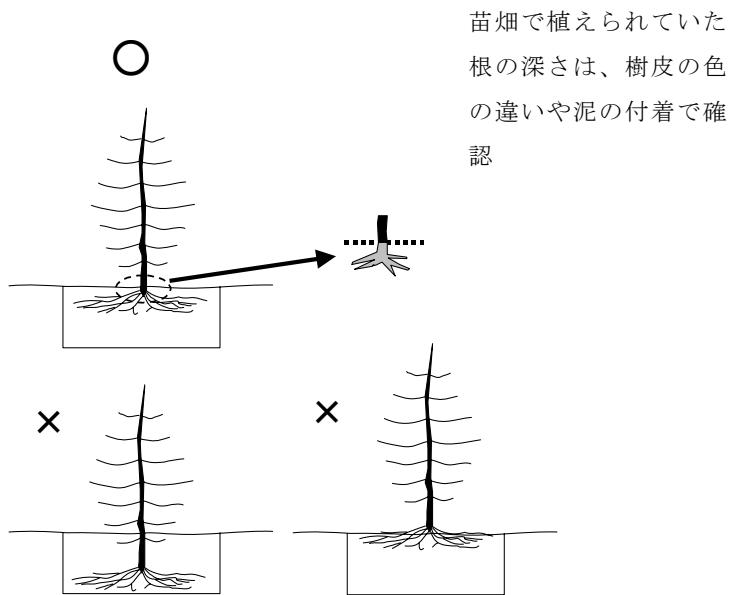


図2-6-5 植え込みの基本

※根は浅すぎず、深すぎず

### ③斜面での植え込み（斜め植え）

植栽木は幼樹のうちは幹が柔らかく、雪圧を受けても可塑性が大きい。このような苗木の持つ可塑性を利用した植え方が斜め植えである。通常苗木は幹が鉛直になるように植え込まれるが、斜め植えは樹木を斜面に直角方向よりも水平方向に傾けて植栽する方法である（図2-6-6右図）。このような方法で植栽すると、主として積雪の沈降力による樹木の倒伏角度がふつうの方法で植栽するよりも小さくなるので、幹の折損や曲がりの被害を軽減することができる<sup>2)</sup>。本州日本海側の豪雪地帯でのスギの植林時に用いられている。斜め植えの効果には、倒伏角度が小さくなることと関係して、根系に加わる力が軽減されて根抜けや根浮きの被害が小さくなることや、埋幹部分が多いことから早い時期に不定根が発生し、それが太い根に発達し根元が安定することがあげられる<sup>3)</sup>。

アカエゾマツやトドマツはスギと異なり、葉緑体は葉の表だけにあるために葉の裏を陽光にさらすのは好ましくない。そのために植栽する角度は図2-6-6左図に示すように鉛直方向と斜面直角方向の間に傾けて植栽する。

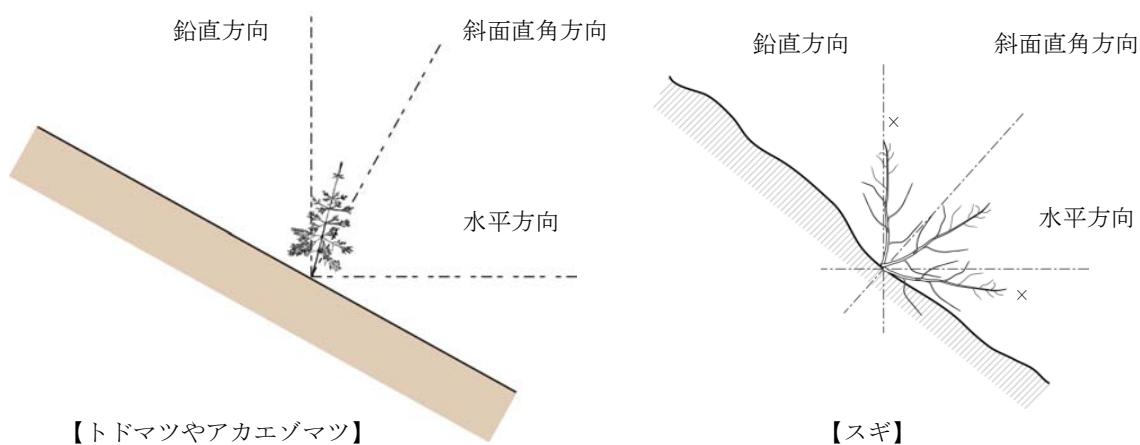


図2-6-6 斜面での斜め植え模式図

### (5) 水ぎめ

以上の作業完了後、水ぎめを行う。水ぎめは、定植後に根の周辺に生じる空隙に注水して細かい土を充填し、乾燥を防ぐための作業である。なお、注ぎ込んだ水が引いた段階で、植穴部分がくぼむことがあるが、その場合は周辺の土を寄せて、植穴を周辺よりやや高くする必要がある。

このほか、水ぎめには苗畠からの運搬、仮置き時に生じる水不足状態を解消することも作業目的となる。

この作業によって、植栽施工の一連工程が完了する。

## 1-2 施工後の補修養生

植栽完了後1年間の手入れは、道路防雪林の初期成長を大きく左右するものであり、植栽木などに異常が認められた場合には、速やかにその復旧を図る必要がある。作業項目には次のようなものがある。

- (1) 滝水養生
- (2) 根踏み
- (3) 倒木起こし
- (4) 補植

### (1) 滝水養生

春植栽では、植栽後、長期間にわたって十分な雨が降らないことがある。このような場合には、灌水して樹木の乾燥による阻害を軽減することが望ましい。

### (2) 根踏み

秋以降に植栽を行うと、温度などの制限から十分な根張りが得られない。このため、土壤凍結などによって苗木が浮き上がり、あるいは根周囲の土がルーズになっていることが多い。翌春の早い時期に、根部分の土を踏みつけ、土と根を密着させるための根踏みを実施する必要がある。

### (3) 倒木起こし

根系が十分に発達までは、風や積雪によって苗木が傾倒、倒伏することがある。この状態が認められた際には、根ごと堀上げ、垂直に立て直し、埋め戻す必要がある。また、法面の倒木は、根上がり（根系が暴露状態にあるもの）になっている場合、上述した方法によって復旧する。ただし、苗木が傾いているだけであれば、根元の土のゆるみなどを補修するに程度にとどめ、傾きはそのままに維持することが基本である。

### (4) 補植

枯死木および着葉量を著しく損なった苗木、頂芽を欠き、かつ生育不良の苗木、主幹部が折れた苗木など、その後の成長が懸念される苗木については、新たな苗木によって代替することを基本とする。補植作業は春に実施することを基本とし、これに用いる苗木は以前の苗木と同じ圃場から入手することが望ましい。また、補植に際しては、枯死原因などを見定め、現状に植栽しても同じことが繰り返されると判断した場合は、問題点を明らかにする必要がある。

なお、通常植栽工事は植樹保険に加入して、引渡後に生じた被災や病虫害で枯死した樹木の補償を行うことになっているが、道路防雪林は防風林や防潮林などと同様に防災を主目的に実施される工事のために公共事業に関わる植樹保険の対象から除外されている。防災的植栽工事は、一般的な植栽工事に比べ活着条件が厳しいためである<sup>4)</sup>。

## 2. 植栽時期

### 2-1 植栽適期

樹木の植栽適期は樹種によって異なる。樹種ごとの植栽適期を把握し、適切な工程管理を図る必要がある。不適期の植栽は活着率の低下だけではなく、翌年の成長量にも影響を与える。

#### (1) 樹木の植栽適期

基本的に苗木の植栽適期は休眠期である。しかし、積雪や土壌凍結のために作業ができない北海道では、植栽適期は、春の休眠解除直前、秋の休眠開始以降となる。図2-6-7に樹木の年間の生理状態を示す模式図に植栽適期を加筆したものを示す。

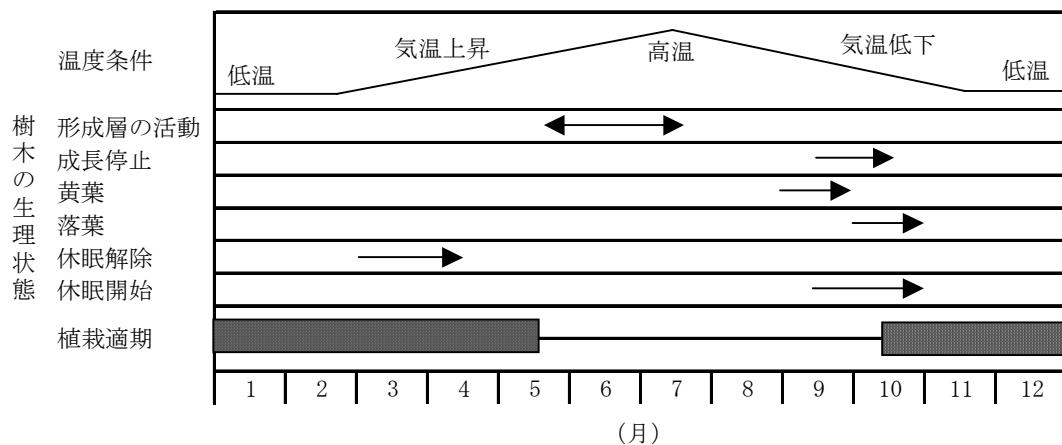


図2-6-7 樹木の生理状態と植栽適期

(植物生態生理学<sup>5)</sup>より作成)

#### (2) 植栽時期の設定

植栽時期は常緑針葉樹、落葉針葉樹、広葉樹とともに初春の冬芽が開芽する前に設定することが望ましい。工程上その時期に設定できない場合には、秋植栽とする。

秋植栽の場合には常緑針葉樹と落葉樹では植栽時期が異なる。それぞれの植栽適期を以下に示す。

- ・常緑針葉樹：成長停止期以降
- ・落葉樹：成長停止期（落葉）以降

ただし、多雪地帯では秋植栽の場合には雪害の危険性が高まること、少雪の土壌凍結地帯では常緑針葉樹の寒風害発生の危険性が高くなることが指摘されているので注意を要する。

#### (3) 植栽適期を逃した場合の処理

##### ①現地搬入前の処理

北海道東部のように土壌凍結深が深い地域では、春に気温が上昇しても凍結が融けない場合が多い。このような場合、苗畠での掘り取り適期と植栽現地で適期が一致しない。土壌凍結融解後の植栽時期には、苗木

は十分に開葉してしまい、植栽には不適となる。春期に植栽適期を逃すことが判断される場合、苗畑で開葉前に苗木を掘り取り、クールハウスに保管して開葉を遅らせる手段を講じる必要がある。

## ②現地での処理

植栽適期を逃し夏期に植栽するような場合、葉からの蒸散を防ぐような方法をとらなければならない。落葉広葉樹の蒸散抑制方法としては、移植時にある程度の葉を除去する方法が活着率を低下させない方法としてあげられる<sup>6)</sup>。これに対して常緑針葉樹は、葉の除去や剪定は困難である。したがって落葉広葉樹以上に植栽適期を逃さないような工程計画とする必要がある。

## ③ポット苗の使用

ポット苗を使用し、植栽適期以外の時期に植栽することも可能である。しかしこの場合も6月下旬から8月中旬にかけては植栽すべきではない。また、ポット苗の生産には3ヶ月程度の期間を要することから、春にポット苗を使用する場合には前年から準備する必要がある。

### <参考>

道東地方での試験植栽事例によると、春植栽の活着率が良好である。植栽適期を選ぶことは経済性の観点等から重要であることが分かる。

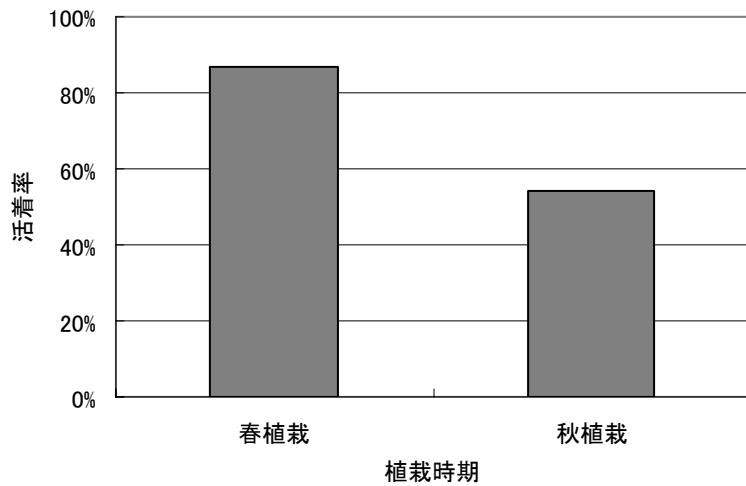


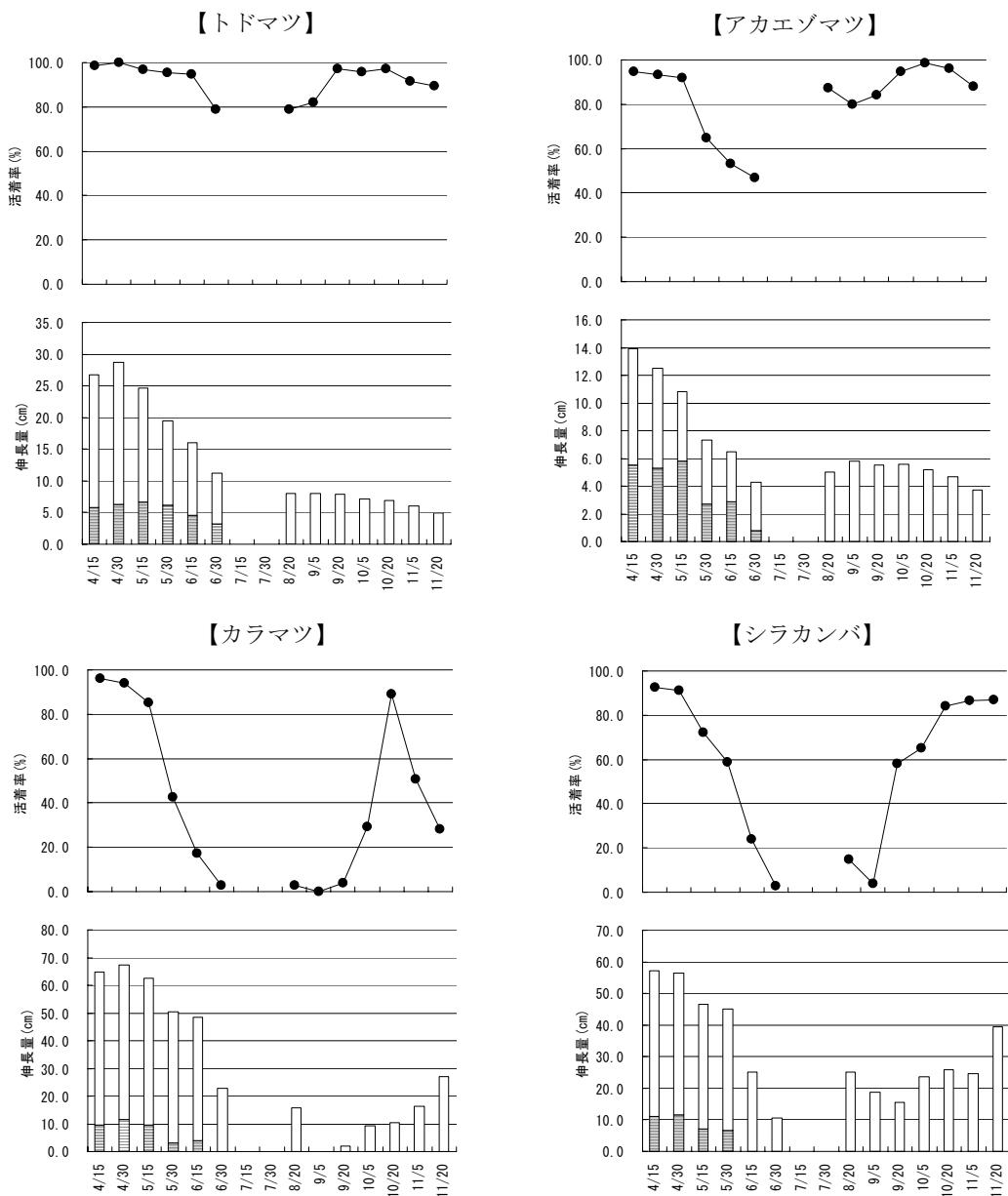
図2-6-8 道東地方における植栽時期別のアカエゾマツの活着率  
(佐藤ら<sup>7)</sup>より作成)

<参考>

○植栽時期による苗木の活着率と伸長量の差の事例

東京大学北海道演習林における苗木の植栽試験の結果を図2-6-9に示す。トドマツ、アカエゾマツ、カラマツ、シラカンバを、春は4月15日から2週ごとに、秋は8月20日から2週ごとに植栽し、その後の活着率と伸長量を比較したものである。

春植栽では、トドマツ、アカエゾマツは5月下旬まで、カラマツ、シラカンバは4月下旬から5月中旬までが良好な活着率を示している。一方、秋植栽のトドマツ、アカエゾマツは9月中旬以降、カラマツ、シラカンバは10月中旬以降の活着率が高い。このように樹種によって植栽適期は異なる。



※網掛けは植栽当年の、白抜きは植栽翌年の伸長量を示す。

図2-6-9 道内産4樹種の植栽時期別活着率と伸長量（富良野地方）

(岩本<sup>8)</sup>より作成)

## 2-2 地域別植栽時期

樹木の植栽適期は地域によっても異なる。地域ごとに樹種別の植栽適期を把握し、適切な工程管理を図る必要がある。

実験例やこれまでの造林実績等に基づく主な支庁所在地の樹種別植栽適期を図2-6-10に示す。

樹種	地域	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
トドマツ	函館																									
	旭川																									
	稚内																									
	網走																									
	帯広																									
	釧路																									
アカエゾマツ	函館																									
	旭川																									
	稚内																									
	網走																									
	帯広																									
	釧路																									
カラマツ 広葉樹	函館																									
	旭川																									
	稚内																									
	網走																									
	帯広																									
	釧路																									



春の最適期



春の適期



秋の適期

図2-6-10 主要樹種苗木の地域別植栽時期

### ①春植栽

トドマツについては釧路地方を除き5月中旬までに植栽する。ただし釧路地方については土壤凍結の融解を待つ必要があり5月末までを植栽期限とする。

アカエゾマツはトドマツよりも開葉が遅いことから、植栽期限を6月上旬とする。ただし、函館地方は他の地方に比べ気温が高く開葉も早まるところから、その期限を5月下旬とする。

カラマツやその他広葉樹は常緑針葉樹に比べ開葉が早いため、それらよりも植栽期限を1ヶ月程度早める必要がある。

## ②秋植栽

植栽時期は基本的に10月以降が望ましい。トドマツ・アカエゾマツは10月初旬以降とし、カラマツ・その他広葉樹は10月中旬以降とする。ただし、函館地方は他の地方よりも気温が高いため、これよりも1旬ずつ遅くする。道東の少雪地帯では常緑針葉樹の秋植栽は行わない。積雪による保温効果が期待できず、寒風害や寒乾害が生じる危険性が高いからである。

### 3. 苗木購入時の留意点

道路防雪林は道内でも寒冷な地域で造成されることが多く、さらに強風の影響下にあるなど、樹木の生育にとって厳しい環境条件となることが多い。このために造成対象地に比べ、環境条件のよい苗畑で育成された苗木はその環境に適応できないことがある。

苗木は植栽対象地の近隣から手配するほか、同じ樹種でも遺伝的形質の異なる苗木を使用しないなどの配慮が必要である。

#### (1) 苗木生産地の選定

##### ①環境の異なる生産地から運ばれた苗木の影響

植栽適期は地域によって異なる。植栽適期に工程を設定した場合でも、搬入した苗木が開葉後または成長停止前であるなど、苗木そのものが植栽に適さない状態がある。

春植栽では、暖かい地域で生産された苗木を寒冷地域に用いると、現地の温度条件では植栽適期であるにもかかわらず、搬入された苗木はすでに開葉しているために、植栽後乾燥してしまい枯死に至る可能性がある。また植栽後に開葉直後の状態で晩霜害を受けやすい。

秋植栽では、暖かい地域の苗木は成長が停止せず、凍結耐性ができないうちに寒いところに植栽されるために霜害や凍害を受けやすくなる。

したがって、苗木の状態が植栽地付近の樹木の生理的条件と同じようになっていることが望ましく、そのためには極力植栽地に近い苗畑から苗木を搬入する必要がある。

##### ②生産地と植栽地が離れている場合の対策

###### ①) 苗木の生産地

北海道では年間10～15万本の緑化樹（造林用苗木以外の苗木の総称）が生産されている<sup>9)</sup>。現在支庁別の緑化樹生産本数は公表されていないが、2000年と2001年の公表データによれば、緑化樹の生産本数のうち約3割が十勝支庁管内、約3割が上川支庁管内で生産されており、これらの2つの地方で全体の6割となっている<sup>10)</sup>。道路防雪林で使用される苗木の大部分もこれらの地方で生産されていると考えて良い。一方、道路防

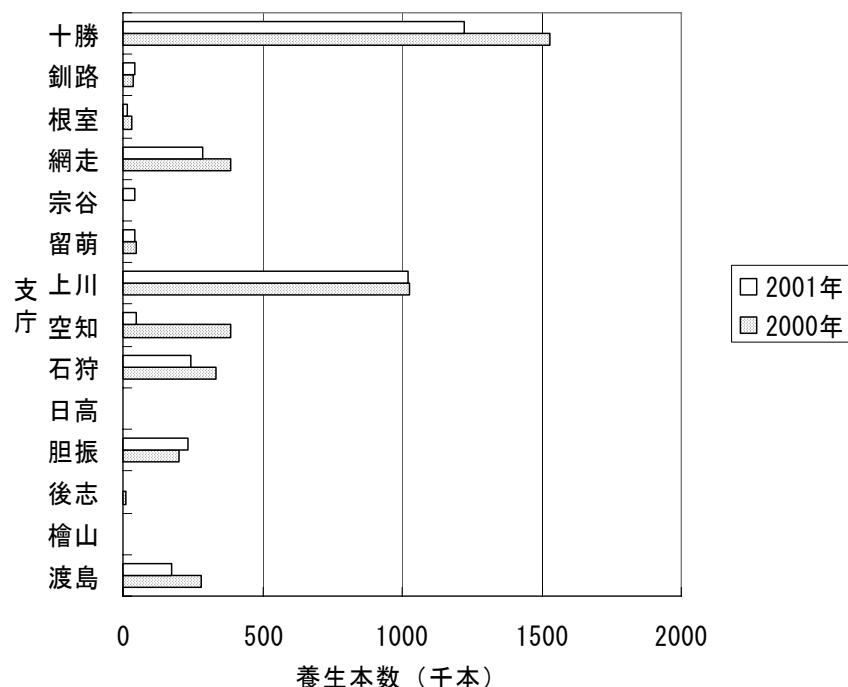


図2-6-11 支庁別緑化樹養成本数  
(北海道の緑化樹木生産状況<sup>10)</sup>より作成)

雪林はその求められる機能から、造成されるのは宗谷・留萌地方や釧路・根室地方などに多い。

図2-6-12に示すように、帯広や旭川では4月中旬に月平均気温が5°C前後となる。これは樹木が活動し始めた気温である。開葉時期はこれよりも遅く、5月初旬から中旬にかけて多くの樹種が開葉し始める<sup>11)</sup>。一方、北海道北部や東部では月の平均気温は旭川や帯広に比べ2~3°Cほど低く、開葉の時期もこれに合わせて10~20日間ほど遅くなる。これは、北海道北部や東部での植栽適期に、苗木の生産地ではすでに苗木が開葉してしまっていることを示している。このため暖かい地方から苗木を持ってきて寒い地方に植栽しようとすると植栽適期を逃してしまうことを意味する。

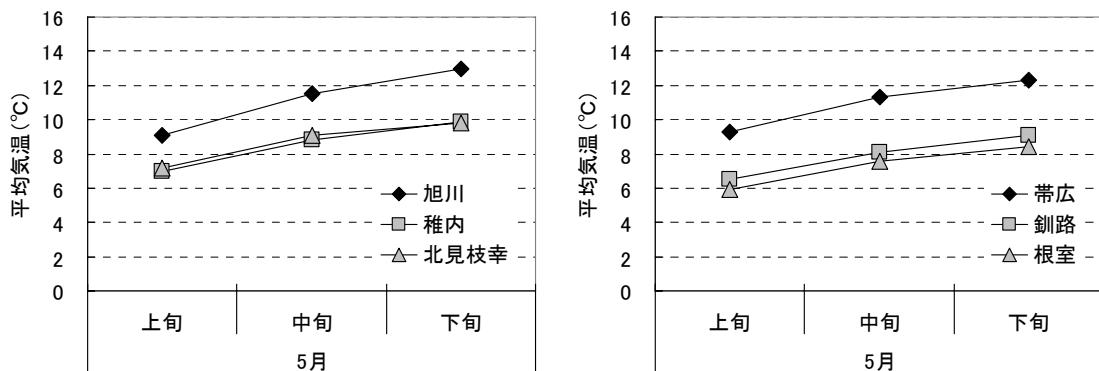


図2-6-12 主な苗木生産地と植栽対象地の5月の旬別平均気温の平年値

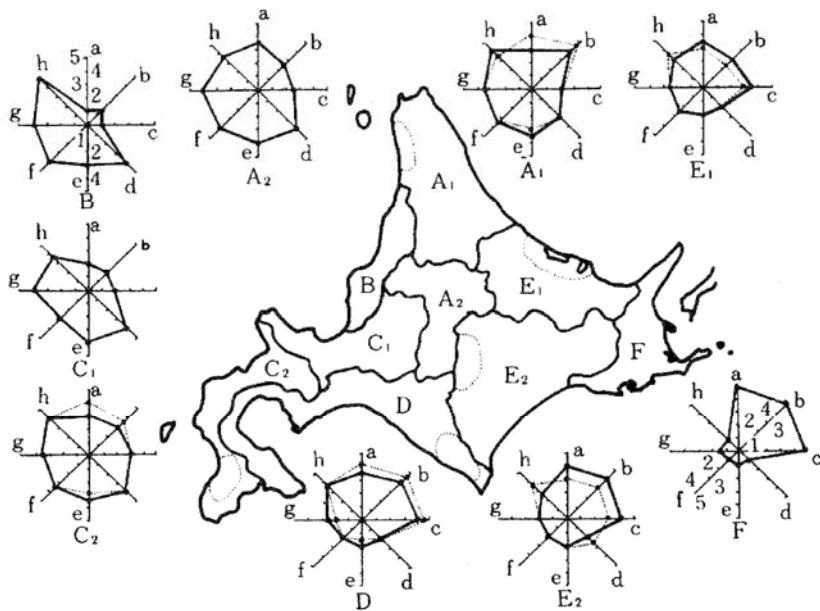
#### イ) 対策（馴化）

植栽適期を逃さないためには苗木を植栽予定地の近くから入手することが必要となるが、生産地域が偏っていることから現実には難しい。複数年にまたがる植栽計画として、予め造成予定地付近の苗畠で1年間の馴化期間をとることやクールハウスを利用するなどの措置が必要となる。

#### (2) 苗木購入時の留意点

北海道の主要造林種であるトドマツでは、種子の産地によって積雪に対する抵抗性や寒冷に対する抵抗性などの形質に違いがあることが明らかになっている<sup>12)</sup>（図2-6-13）。道北地方の多雪地帯で道東産種子から生産された苗木を使用することや、その反対に道東地方で道南・道北産種子から生産された苗木を使用することは、その後の防雪林の成長に大きな影響をもたらす。トドマツを使用する場合には種子の産地まで指定して使用する必要がある。

他の樹種ではこのような違いは明らかにされていないが、基本的には使用地域になるべく近接する地域で生産された苗木を用いることが必要である。



形 質 (1~5の指標)

- a : 耐凍性 (弱い～強い) 、 b : 耐寒風性 ((弱い～強い) 、 c : 冬芽の開芽日 (早い～遅い) 、
- d : 耐雪性 (弱い～強い) 、 e : 耐枝枯病性 (弱い～強い) 、 f : 耐暗色雪腐病性 (弱い～強い) 、
- g : 耐鼠害性 (弱い～強い) 、 h : 初期成長 (早い～遅い)

図2-6-13 トドマツ天然林産種苗の8形質による地域区分<sup>12)</sup>

## 第7章 道路防雪林の育成管理

## 第7章 目 次

### 第7章 道路防雪林の育成管理

1. 育成管理の基本方針 .....	2-7-1
1-1 育成管理の意義 .....	2-7-1
1-2 管理段階別作業目的 .....	2-7-2
1-3 育成管理作業の種類 .....	2-7-4
2. 保育期の管理 .....	2-7-5
2-1 幼木手入れ .....	2-7-5
2-2 補植 .....	2-7-6
2-3 下草刈り .....	2-7-9
2-4 保育期の生育状態評価・生育不良要因の推定と対策 .....	2-7-10
2-5 除伐・ツル切り .....	2-7-28
2-6 前生林の管理 .....	2-7-29
2-7 保育期の年間管理計画 .....	2-7-32
3. 育成期の管理 .....	2-7-33
3-1 榛枝打ち .....	2-7-33
3-2 密度管理（間引き） .....	2-7-37
3-3 支柱の管理 .....	2-7-41
3-4 育成期の生育状態評価・生育不良要因の推定と対策 .....	2-7-42
3-5 改植 .....	2-7-47
4. 維持期の管理 .....	2-7-48
4-1 更新着手の時期 .....	2-7-48
4-2 更新の方法 .....	2-7-50
5. 被害発生に応じた管理作業 .....	2-7-51
5-1 野鼠対策 .....	2-7-51
5-2 病虫害対策 .....	2-7-53
5-3 風倒木等の処理 .....	2-7-56
6. 各期に共通する管理項目 .....	2-7-57

## 第7章 道路防雪林の育成管理

### 1. 育成管理の基本方針

#### 1-1 育成管理の意義

育成管理は、道路防雪林機能の発現早期化を図るとともに、長期にわたって道路防雪林の機能を維持することを目的とする。

道路防雪林は、樹高や枝張りの成長によって機能を発現し、以降は、成長に伴って機能を充実させていく性質のものである。したがって、植栽が完了した時は未完成の状態にあり、道路防雪林が完成するのは、所期の効果が得られるようになった段階と考える必要がある。育成管理には、機能を発揮する状態までを適切に導く役割がある。

一方、機能が発揮する段階に至った道路防雪林では、樹木の成長に伴う密度の問題（混みすぎると下枝が枯れ出し、葉の量が減る）が発生する。また、道路防雪林もやがては老化し、その機能に期待できない時期を迎えることも想定される。用地幅員の制限、同齢の一樹種による構成などの要因から、植栽木の寿命は自然林に比べ短いため、これに備えた対策が必要である。育成管理には、道路防雪林機能を劣化させることなく維持していく役割もある。

道路防雪林の機能は、構成木の健全な生育と成長によってもたらされるものであり、育成管理はそれを実現化する重要な行為である。また、育成管理では、作業開始のタイミングを図ることが重要な課題であり、その遅れは回復不能な事態を招く危険性のあることに留意する必要がある。

## 1-2 管理段階別作業目的

育成管理の工程は、樹木の成長によって

- (1) 保育期
- (2) 育成期
- (3) 維持期

の三段階に区分され、各段階では管理目標や主眼とする作業目的が異なったものとなる。

道路防雪林の育成管理は、樹高を目安として、表2-7-1に示す三段階に区分する。

表2-7-1 道路防雪林育成管理の段階区分と作業目的、樹高の関わり

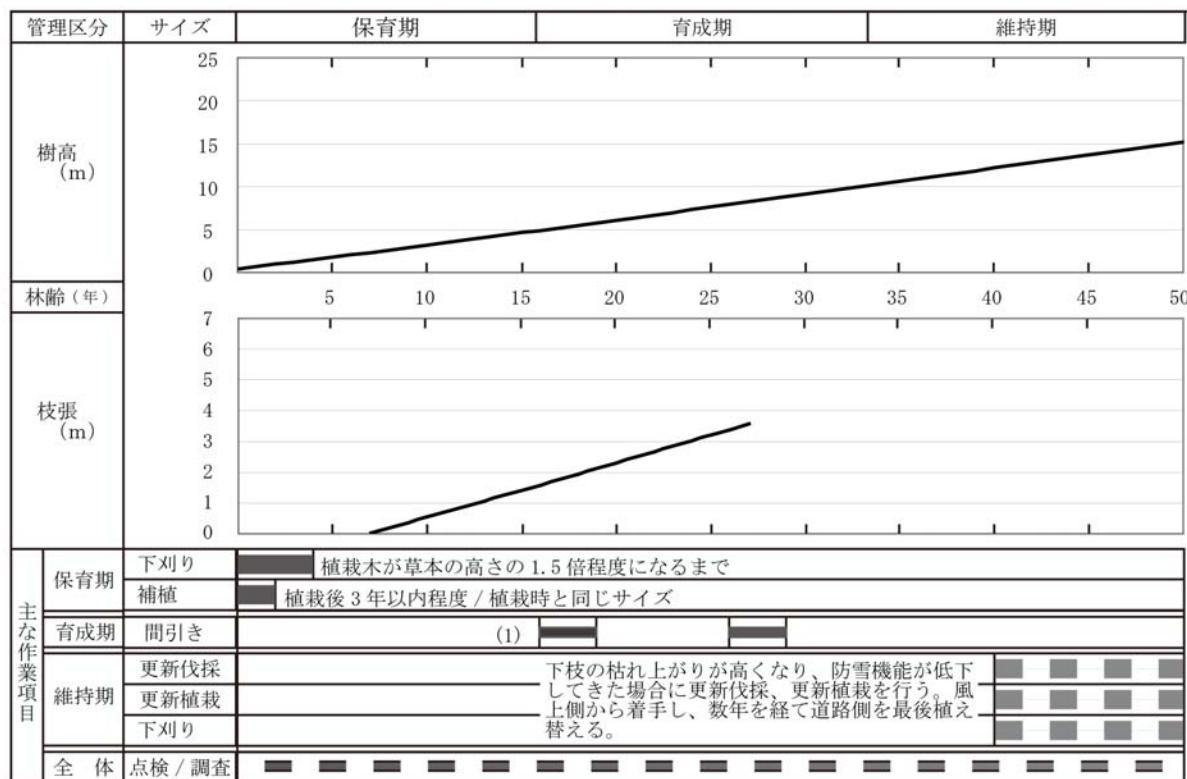
段階区分	管 理 目 標	作 業 目 的	機能状態	樹高による目安
保育期	機能の早期発現	樹木自体の育成、特に他植物との競合回避	未発現	5m未満
育成期	機能の充実	構成樹木間の競合回避	発現～充実	5m以上～10m未満
維持期	機能の維持	後継樹育成とそのための選択的伐採	充実～低下	10m以上

道路防雪林育成管理の第一段階を「保育期」と呼び、植栽後、樹高が5m前後に成長して防雪機能を発揮するようになるまでの期間を表す。保育期では、樹木成長を抑制する要因（たとえば、草本類との競合など）を排除し、機能発現の早期化を図ることが育成管理の主目標となる。その期間は樹種、地域、生育状態などによって異なるが、少なくとも15年程度を要するものと考えられる。

道路防雪林育成管理の第二段階は「育成期」と呼び、樹高が5～10m前後に成長するまでの期間を表すものとする。育成期では、防雪機能が充実して行くが、隣り合った樹木との間に、枝や根系の競合が開始する時期にも当たり、樹木本数を削減し、防雪機能を低下させることなく、樹木成長を図ることが育成管理の主目標となる。

道路防雪林育成管理の第三段階は「維持期」と呼び、樹高10m以上に成長後の期間を表す。維持期では、後継となる樹木を育成し、先行植栽木の老化による防雪機能低下に備えることが育成管理の主目標となる。

長期的に見ると、道路防雪林では植栽～育成管理～伐採～植栽のサイクルが繰り返されることになる。このサイクルは植栽地域や樹種によって異なる。北海道の拡大造林におけるエゾマツ（アカエゾマツにも適用）造林木の樹高及び枝張り成長予測<sup>1)</sup>に基づいた長期管理計画モデルを図2-7-1に示す。



(1) 高さ 1.5 ~ 2.0m の枝が触れあうときが目処

図2-7-1 道路防雪林の長期管理計画モデル

### 1-3 育成管理作業の種類

育成管理作業には、一定の期間あるいは特定の時期に実施される「定期作業」と、被害などの発生に対処する「臨時作業」がある。

育成段階別の定期作業項目は、表2-7-2に示すようなものがある。その実施時期（期間）や具体的方法については、次項以降に述べる。

表2-7-2 育成段階別の定期作業項目

育成段階	作業項目
保育期	幼木手入れ、補植、下草刈り、除伐・ツル切り、前生林の管理
育成期	裾枝打ち、間引き、支柱の管理
維持期	更新
各期共通	巡回点検、成長量計測など

一方、臨時作業は、災害の発生（異常気象、害虫や野火の発生など）によって、樹木が被害を受けた場合に実施されるものであり、具体的には野鼠害対策や病虫害に対する処理、風倒木の処理などが作業項目として挙げられる。

## 2. 保育期の管理

### 2-1 幼木手入れ

保育期初期の樹木（幼木）に対し、根踏み、土寄せ、倒木起こし等の作業を行う。

#### (1) 根踏み・土寄せ

苗木植栽の初期は、根系の発達が不十分で完全に土壤に定着していないので、越冬によって浮き上がり、土壤中の根が損傷を受け土壤との密着性が悪くなり生育阻害を受ける。特に積雪が少なく土壤凍結が見られる地域が多く、また多雪地帯でも積雪が少ない年などは根の浮き上がりが見られる。

そのため根張りが十分になるまで、主に春の融雪後にできるだけ早く倒伏や傾斜を修正しながら、苗木の根元を足で踏み固める。この作業を根踏みという。

根踏みは植栽年の翌春に植栽木全てを対象に行うのが望ましく、次年度も根の浮き上がりが見られた場合に隨時、実施する。植栽翌春以外に根踏みを行う場合には苗木の根元に土寄せを併せて行う。

植栽後1年ないし2年を目途とし、雪解け後（4月中旬から下旬）に行う。

融雪直後に、根の浮き上がりが見られなくなるまで行う。また、強風によっても同様に根が浮き上がるのと、台風などの強い風が吹いた後は点検を行い必要に応じて根踏みを行うことが望ましい。

#### (2) 倒木起こし

倒木起こしは、冠雪や雪圧によって倒れた植栽樹木を融雪後に引き起こし、支柱や隣接木に縄等で固定する作業をいい、別名を雪起こしともいう。半完成木以上の規格で植栽したものは、縄等で引っ張る場合に斜面では樹高のほぼ3分の1の部位を水平に引っ張ると安定性が高い。倒木起こしを行う時期は、融雪後できるだけ早いほうが良い。

## 2-2 補植

植栽木の補植は、植栽後3年程度に実施する。植栽木上部の頂芽や新葉の状態を把握し、それらの部分が枯死している樹木を対象に実施する。

### (1) 補植の考え方

道路防雪林の植栽樹木は、機能上均質に育つことが望ましいが、樹木がまとまって枯れ、空隙が大きくなり、この空隙が周囲の樹木生育に有害であるかもしくは補植した樹木が健全に育つ見込みのない場合等、防雪機能上の低下（図2-7-2）につながらないよう、早期に補植を行う必要がある。

樹木が大面積に集団で枯れた場合には、環境条件や生育基盤に適合しない工法が採用されていることが考えられるため、基本的な段階から見直しを行う必要がある。植栽木の生育についての評価と生育不良に対する対応策については第2編第7章2「2-4.保育期の生育状態評価・生育不良要因の推定と対策」（P.2-7-10）で述べる。

特に狭帯林の場合は、少数の枯損木であっても林帶に空隙が生じやすく、放置すると健全木との生育に差が生じ、道路防雪林の機能低下に繋がることから、造成初期の補植は重要である。

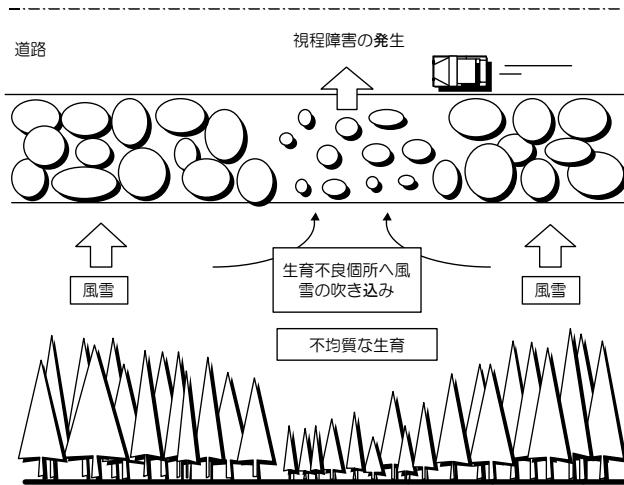


図2-7-2 樹木生育の不均質による視程障害の発生<sup>2)</sup>

## (2) 補植の対象

補植の対象は、枯死木および生育不良木とする。

枯死木は、すべての葉が脱落した状態で、幹や枝は柔軟性がなく力を加えると折れる。

生育不良木とは、幹頂芽、頂生側芽、幹上部の枝頂芽、枝の頂生側芽がすべて枯れ、旧葉（前年以前に芽吹いた葉）だけが残っている個体である<sup>3)</sup>。このような個体は成長する見込みはないため植え替えの対象とする。図2-7-3に健全木と生育不良木・枯死木における幹上部の頂芽や新葉の付き方の違いを模式的に示した。また苗木植栽の健全木と生育不良木の違いを写真2-7-1に示す。

狭帯林で半完成木を植栽したときの補植対象木の選定も、図2-7-3に示す幹上部の状況から判断する。

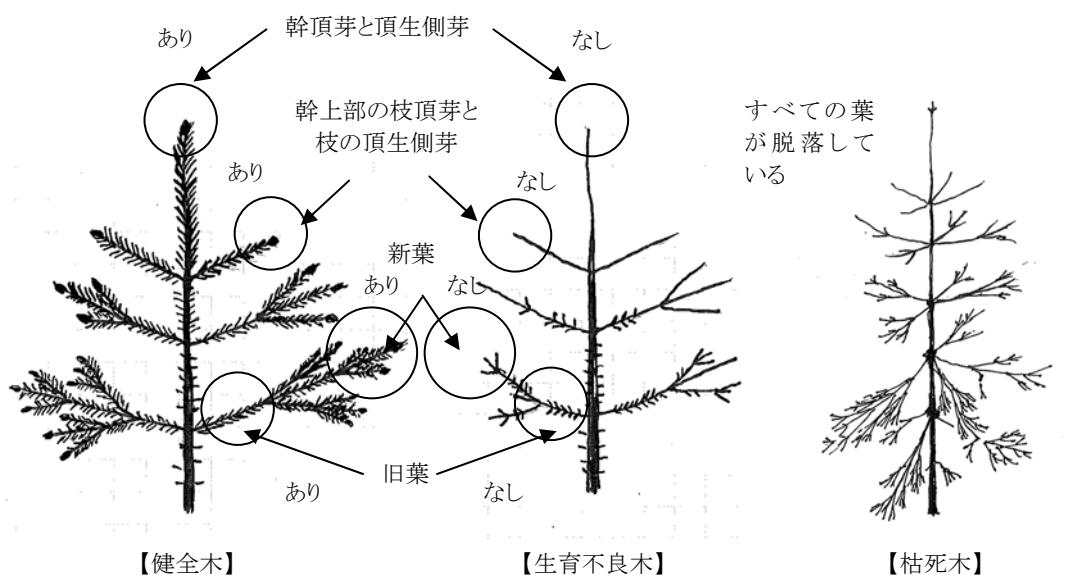


図2-7-3 健全木と生育不良木・枯死木の幹上部における頂芽や新葉の付き方の違い

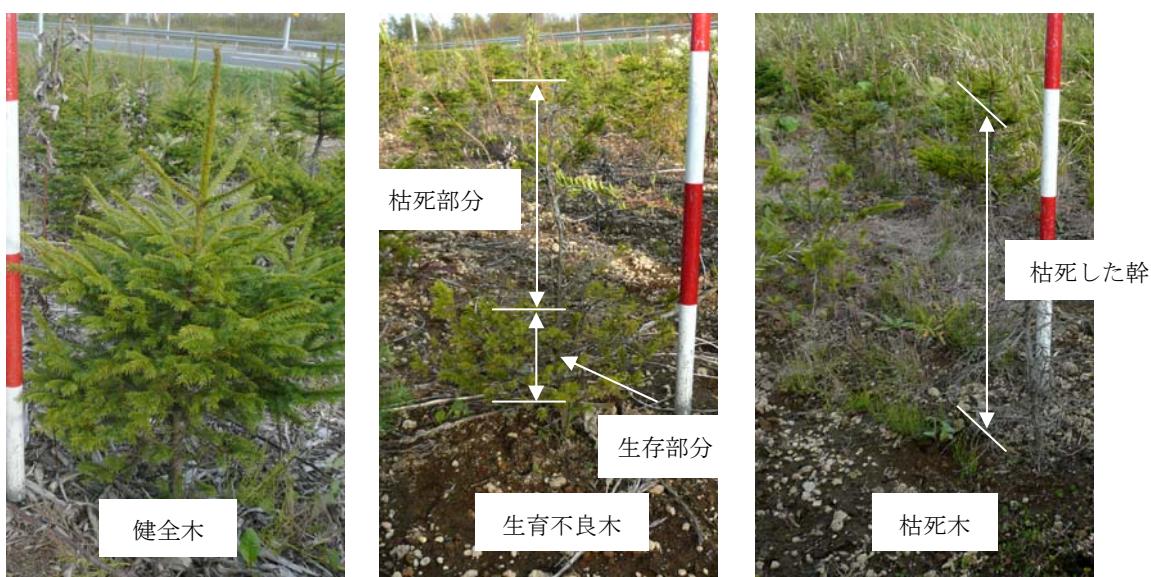


写真2-7-1 健全木と補植対象となる生育不良木

※左が健全木、右が生育不良木

### (3) 施工時の留意事項

補植の留意事項は、一般的な植栽工事における留意事項と同様に、「適切な植栽方法で適期に行う」ことが重要である（第2編第6章「道路防雪林の植栽施工」を参照）。

本項で述べている補植は、植栽後3年目までを目処に実施することとしている。したがって補植する苗木の規格は当初植栽時と同等であることを基本とする。

## 2-3 下草刈り

苗木植栽では、雑草類の繁茂が植栽木を被圧して成長を阻害する。このため、保育期初期の管理で下草刈りは最も重要な作業である。

### (1) 下草刈りの留意事項

植栽された苗木は、通常、草本類の成長よりも遅く、これに被われ十分な光が当らないことや、根系が競合し養水分を奪われるため衰弱、枯死する可能性がある。下草刈りは、この草本類による植栽木の成長抑制を防ぐために行う。

下草刈りの時期は、草本類が植栽木を被圧する前に行うこととする。草本類の成長が最大限に達した時点、及び開花・結実前が効果的であることから、年2回の場合6月と8月に行う。

下草刈り作業は、丁重さを心がけるあまり樹木の基部の下草までを刈り取り、この結果樹木に損傷、切損を与えることがある。したがって、作業範囲は周辺部（直径30～40cm）以遠とし、樹木基部は行わないものとする<sup>4)</sup>。このためマルチングを併用して草本類の繁茂を抑制する方法が有効である。

刈払った草本類は持ち出さずに、草本類の抑制、土壤の乾燥や浸食の防止、有機物還元のために林床に敷く。ただし野鼠による食害が見られる区域では巣材や外敵からの隠れ場に利用されるため、一定の位置に集積するか、外に搬出する必要がある。

### (2) 下草刈りの終了時期

下草刈りを行う期間は植栽木が草本類の被圧を脱するまでとし、陽樹では樹高が雑草木類の高さの1.5倍以上（草本の高さを1mとした場合は植栽木の樹高1.5m）となるまで、陰樹の場合は樹高が草本類の高さ以上になるまでを目安とする。樹高成長予測から、植栽後4年程は移植によるストレスのため成長量が小さいことから、苗木では植栽後、最低4～5年間は下草刈りが必要となる。

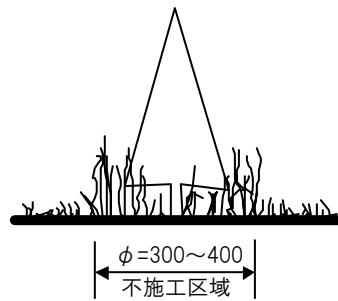


図2-7-4 下草刈り不施工区域の設定<sup>4)</sup>



写真2-7-2 誤って伐られた苗木<sup>4)</sup>

## 2-4 保育期の生育状態評価・生育不良要因の推定と対策

保育期初期および保育期中期には巡回観察により生育状態を評価し、生育不良が生じている場合には調査を行い、生育不良要因を推定し、適切な対策を講じる必要がある。

### (1) 保育期の生育状態の評価

道路防雪林は造成延長が長く、微地形により環境条件が異なる。この環境条件の違いにより部分的に生育不良に至ることがある。特に集団で生育不良が現れている場合には植栽時のストレス(植え痛み)だけに由来するものではなく、生育基盤等の環境条件に由来することが考えられることから、生育状態を評価した上で対策を検討する必要がある。

ここでは、保育期のうち植栽から樹高1m程度を保育期初期、樹高1～3m程度に成長した段階を保育期中期と定義して、それぞれの段階での生育状況のランク区分を示す。保育期初期のランク区分を表2-7-3、保育期中期は表2-7-4に示す。なお、道路防雪林では基本林構成樹種を常緑針葉樹としているため、常緑針葉樹の生育状況についてだけ記述している。

#### ①保育期初期の生育ランク区分

植栽するときには苗木の根系を切りつめて持ってきて植えることになるため、根の成長が回復するまでの間、上長成長が停滞する。これを「植え痛み」といい、通常は数年で回復する。植え痛みから回復すると、年間15～30cm程度の上長成長を示す。

生育状態の評価は図2-7-5に示すような幹上部の頂芽や側芽の状態、新梢の伸長量、新葉と旧葉の状態、葉色に着目する<sup>3)</sup>。

表2-7-3に判断基準、模式的形状、生育状況の写真を整理した。

ランク3～5の樹木が単木的に発生している場合には植え痛みによると推定されるため、速やかに補植を行う。

ランク3～5の樹木が群状に発生している場合には、生育基盤や風対策などに問題があることが推定される。この場合、図2-7-7により生育不良要因を推定し、対応策を検討する必要がある。

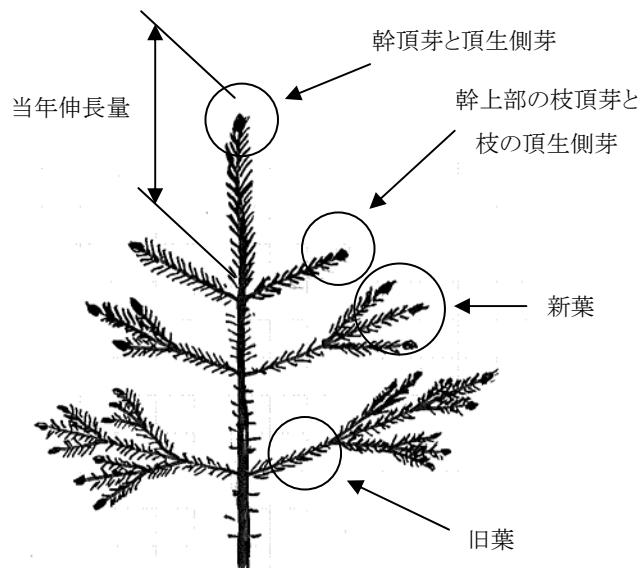


図2-7-5 保育期初期の生育評価の着目点

表2-7-3 保育期初期の生育状態と評価

生育状況ランク	評価	生育状態模式図	生育状況写真
【ランク1】 ・当年伸長量：15cm以上 ・幹頂芽、頂生側芽の枯死：なし ・幹上部の枝の幹頂芽、頂生側芽の枯死；なし ・葉色：緑～濃緑色	・健全な生育状態を示す。 ・通常の保育管理作業を実施する。		
【ランク2】 ・当年伸長量：15cm未満 ・幹頂芽、頂生側芽の枯死：なし ・幹上部の枝の幹頂芽、頂生側芽の枯死；なし ・葉色：淡緑色	・何らかの生育阻害要因がある可能性を示している。 ・数年間、葉色や葉量が回復しない場合には対策が必要となる。		
【ランク3】 ・当年伸長量：数cm ・幹頂芽、頂生側芽の枯死：あり ・幹上部の枝の幹頂芽、頂生側芽の枯死；あり ・新葉：あり ・幹上部の枝の主幹化：あり ・葉色：淡緑色～淡い褐色	・植え痛みからの回復過程を示す場合と、生育阻害要因による成長停滞であることを示す場合とがある。 ・葉色や葉量が回復しないときには対策が必要となる。		
【ランク4】 ・当年伸長量：0cm ・幹頂芽、頂生側芽の枯死：あり ・幹上部の枝の幹頂芽、頂生側芽の枯死；あり ・新葉：なし ・幹上部の枝の主幹化：なし ・葉色：淡緑色～淡い褐色	・樹勢は回復せず、枯死に至る。基本的には補植対象木である。		
【ランク5】 ・枯死 ・新葉、旧葉：脱落 (わずかに旧葉が残っている状態は枯死とする)	・枯死した状態で、補植対象木である。		

## ②保育期中期の生育ランク区分

植栽後10年程度で、アカエゾマツの健全木は樹高2~2.5m程度に達すると予測される。

保育期初期と同様に、生育状態の評価は図2-7-6に示すような幹上部の頂芽や側芽の状態、新梢の伸長量、新葉と旧葉の状態、葉色に着目する。このほか、当年伸長量が極端に小さい個体の有無に着目する。

表2-7-4に判断基準、模式的形状、生育状況の写真を整理した。

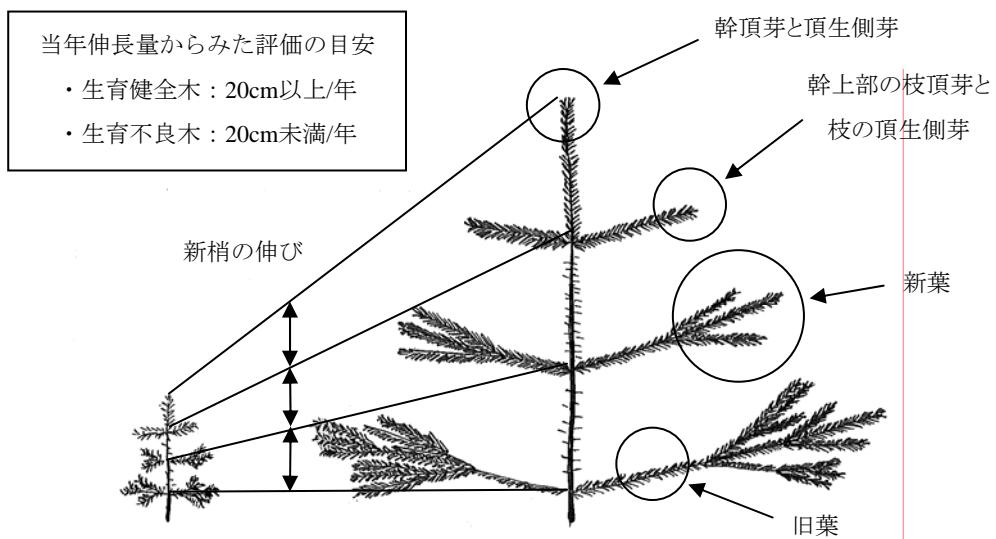


図2-7-6 保育期中期の生育評価の着目点

保育期中期では、植え痛みによる生育不良や枯死に対しては補植を行っているため、植え痛みに起因する生育不良はない。

保育期中期における生育不良の要因は、植栽保護工の不備や生育基盤に起因すると推測される場合が多い。ランク3~4における生育状態を観察し、図2-7-7により生育不良要因を推定した上で、対応策を検討する必要がある。

表2-7-4 保育期中期の生育状態と評価(1/2)

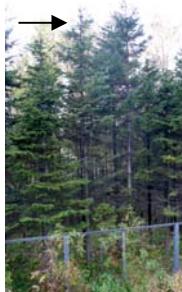
生育状況ランク	評価	生育状態模式図	生育状況写真
【ランク1】 ・当年伸長量：20cm以上 ・幹頂芽、頂生側芽の枯死：なし ・幹上部の枝の幹頂芽、頂生側芽の枯死；なし ・葉色：緑～濃緑色	・健全な生育状態を示す。 ・通常の保育管理作業を実施する。		
【ランク2】 ・当年伸長量：20cm未満 ・幹頂芽、頂生側芽の枯死：なし ・幹上部の枝の幹頂芽、頂生側芽の枯死；なし ・葉色：淡緑色	・何らかの生育阻害要因がある可能性を示している。 ・数年間、葉色や葉量が回復しない場合には対策が必要となる。		
【ランク3-1】 ・当年伸長量：1～10cm程度（寸詰まり状態を示す） ・幹頂芽、頂生側芽の枯死：なし ・幹上部の枝の幹頂芽、頂生側芽の枯死；なし ・新葉：あり ・幹上部の枝の主幹化：なし ・葉色：淡緑色～淡い黄色～淡い褐色	・数年間上長成長が抑制された状態である。 ・生育基盤に阻害要因があると推定される。		
【ランク3-2】 ・当年伸長量：0cm ・幹頂芽、頂生側芽の枯死：あり ・幹上部の枝の幹頂芽、頂生側芽の枯死；あり ・新葉：一部あり ・幹上部の枝の主幹化：あり ・葉色：淡緑色～淡い褐色	・幹頂芽や頂生側芽の枯死、葉量の減少など、衰弱する方向にあることを示している。 ・幹頂芽や頂生側芽の枯死は、強い卓越風の影響や生育基盤の過湿化が推定される。		

表2-7-5 保育期中期の生育状態と評価(2/2)

生育状況ランク	評価	生育状態模式図	生育状況写真
【ランク4】 ・当年伸長量：0cm ・幹頂芽、頂生側芽の枯死：あり ・幹上部の枝の幹頂芽、頂生側芽の枯死；あり ・幹上部の新葉：なし ・幹上部の枝の主幹化：なし ・葉色：濃緑色、一部の葉の黄変や旧葉の褐変あり	・幹上部が枯死し、将来的には衰弱、さらに全体が枯死する。		
【ランク5】 ・枯死 ・新葉、旧葉：脱落 (わずかに旧葉が残っている状態は枯死とする)	・植栽初期のストレスではなく、成長してから枯死している。 ランク3-2～ランク4の過程を経て枯死したと推定される。		

## (2) 生育状況と環境ストレスの推定

図2-7-7に生育不良要因を推定するためのフロー図を示す。

保育期初期の場合、ランク3～5の樹木が単木的に発生している状況では、植え痛みによる生育不良と推定される。対処方法は、補植することである。

まとまって生育不良が発生している状態では、主に列状に生育不良が発生している場合と塊状に生育不良が発生している場合で、生育不良要因は異なる。

列状に生育不良木が発生している場合には、吹きだまり発生による雪害、または恒常風や収束する風の影響が推定される。それぞれ症状を観察し、要因を推定する。次項の③・④を参照のこと。

塊状に発生しているときには、冬季から春季の強風の影響の可能性や生育基盤に起因している可能性が高い。

冬季から春季の強風の影響は、積雪から出ている幹や枝の葉の褐変や落葉として現れ、寒風害や寒乾害と呼ばれる。次項⑤に詳細を述べる。

生育基盤に起因する生育不良は、pH異常などの化学性に起因する場合、主に硬さに現れる物理性に起因する場合、排水性に劣り過湿が起因となっている場合がある。それぞれ次項⑥～⑧で詳細を述べる。

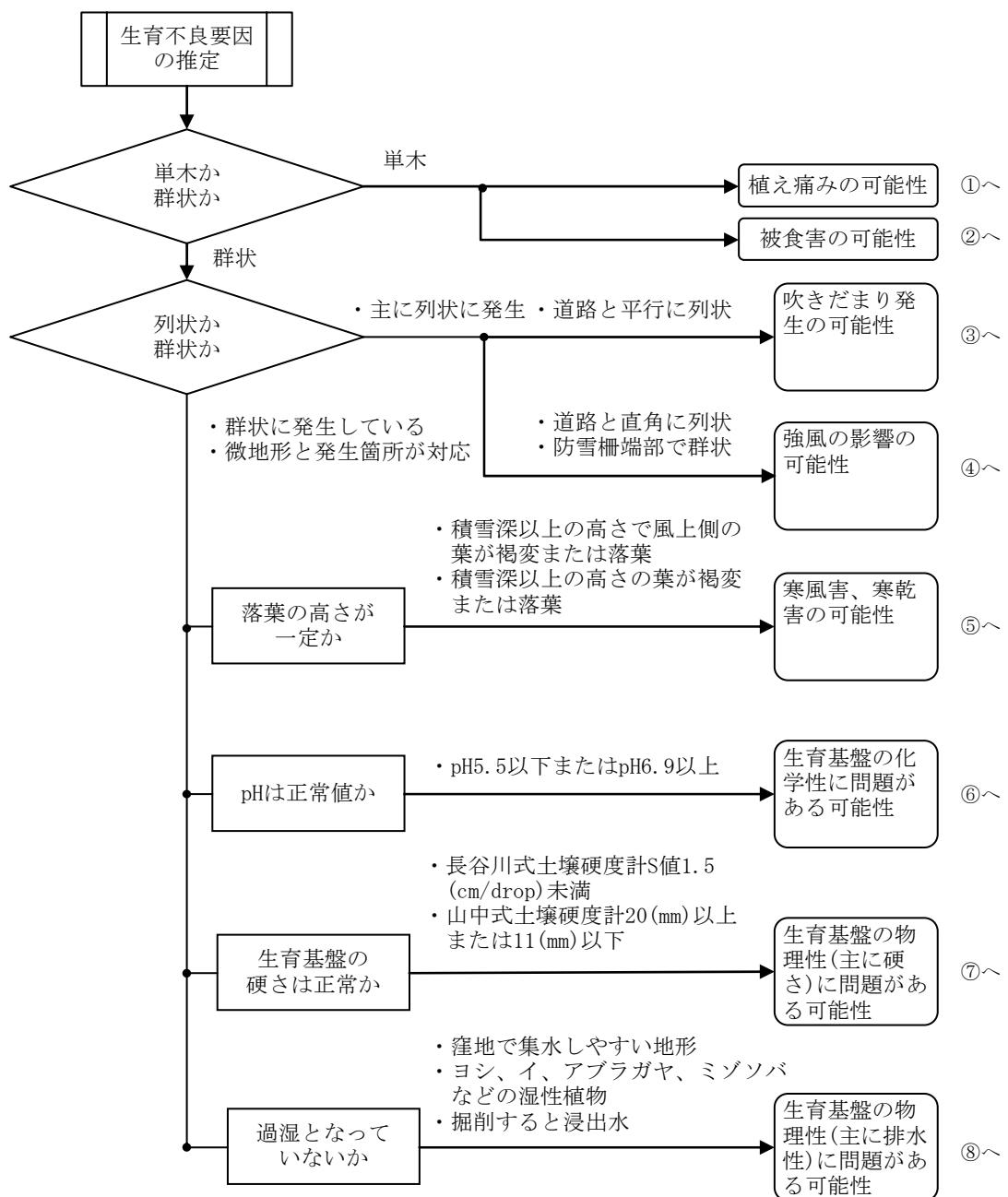


図2-7-7 保育期の生育不良要因推定フロー図

### ①植え痛みの可能性

保育期初期の段階で、大半の植栽木がランク1の状態で単木的にランク3～5の植栽木がある場合には、植栽時の植え痛みに起因すると考えられる。

補植で対応するものとする。

補植については第2編第7章2「2-2.補植」（P.2-7-6）を参照する。

### ②被食害の可能性

単木で枯死している場合、エゾヤチネズミによる被食害が推定される。

主に幼齢時、冬季積雪下にあるときに樹幹下部の樹皮を被食され、写真2-7-3に示すように被食部分が樹幹を一周すると枯死に至る。初春に針葉がすべて褐変することが特徴である。

補植対象とする。

野鼠類の対策については第2編第7章5「5-1.野鼠対策」（P.2-7-51）を参照のこと。



写真2-7-3 エゾヤチネズミによる樹幹の被食状況<sup>5)</sup>

### ③吹きだまり発生の可能性

防雪柵の風下側で、図2-7-8に示すように列状に生育不良が発生している場合である。

表2-7-4に示す症状が確認された場合には、冬季に雪丘が形成されて雪圧により折れや曲がりが発生していると推定される。

冬季に雪丘の形成状況や防雪柵風上側の地形・建物の連続性などを調査する必要がある。

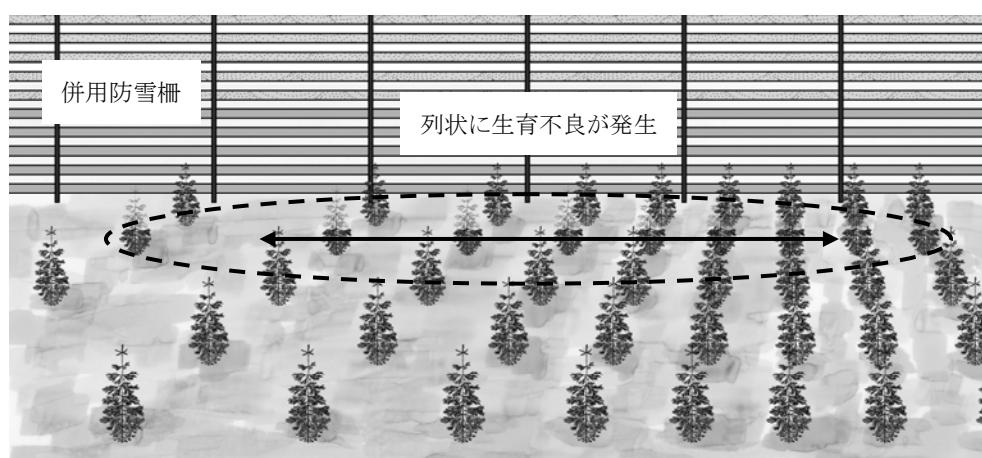


図2-7-8 道路と平行に発生する生育不良のイメージ図

表2-7-6 吹きだまり発生の可能性がある樹木の症状と対応策

症状		推定される要因	対応策
・幹折れ		・積雪深よりも樹高が高くなつた状態で、冠雪により幹が折れる。	
・根元曲がり		・毎年繰り返される一定方向からの雪圧が樹木に加わり、根元が曲がって成長する。	・下枝に着葉していく、上長成長している状態であれば防雪機能を果たしており、特に問題はない。
・枝抜け		・積雪の沈降で枝が下に引っ張られ、限界を超えたときに引き抜かれる。	

#### ④強風の影響の可能性

図2-7-9に示すように、道路と直交するように生育不良が発生している場合や、防雪柵端部で生育不良が発生している場合である。

表2-7-3に示したランク3～4のように、先枯れとなることが多い。

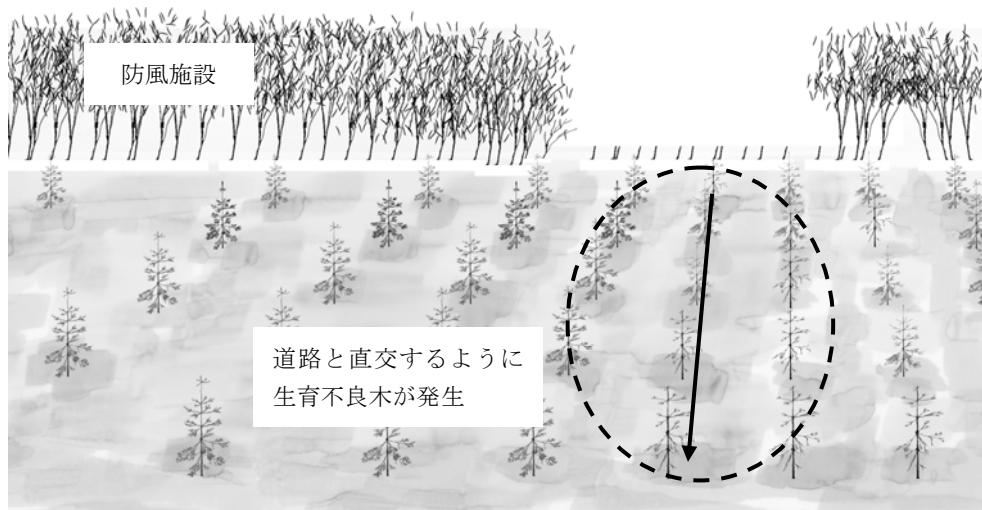


図2-7-9 道路と直交する方向に発生する生育不良のイメージ図

表2-7-7には、防風施設の破損部と防雪柵の端部に発生する生育不良の状況を示した。防風施設の破損に対しては直ちに補修を行う必要がある。また、防雪柵端部には防風施設を配置し、植栽木の保護をする必要がある。強風域の発生は防風施設の状況だけではなく、風上側の地形や建物の影響も受けるため周辺部も含めて調査を行う。防風施設については第2編第4章7「植栽保護工」（P.2-4-42）を参照のこと。

表2-7-7 強風の影響の可能性がある樹木の症状と対応策

症状	推定される要因	対応策
・防風施設破損部での先枯れ等		防風施設の破損による風の吹き込み
・防雪柵端部での先枯れ等	 ※6)	防雪柵端部での吹き込みによる強風域の発生

#### ⑤寒風害・寒乾害発生の可能性

積雪深から上の幹や枝の葉が褐変したり落葉したりしている場合には、冬期の寒風害や初春の寒乾害が生じた可能性が高い。写真2-7-4は、積雪深よりも上の部分の葉が褐変しているトドマツの事例である。ほぼ一定の高さ以上に発現していることが特徴となる。



写真2-7-4 幹上部の葉が褐変しているトドマツ

寒風害は冬期に積雪よりも上に出ている針葉が強風に晒されて、枯死限界を超えてまで水分が奪われるため生じるもので、冬期の風上面に多い<sup>7)</sup>。

寒乾害は、初春光合成が開始され水分が要求される状態の時に土壤凍結のために水分が供給されず、蒸散との

アンバランスから乾燥し枯死に至るものである<sup>8)</sup>。針葉の褐変は風上面だけではなく、全方向に及ぶ。少雪寒冷地では冬期に寒風害の症状を示し、その後雪解けとともに寒乾害を受け、枯死に至ることが多い<sup>9)</sup>。

これらの症状は、北海道では道東地方で発生することが多い。

#### ⑥生育基盤の化学性に問題がある可能性

広い範囲で生育不良が生じている状態は、生育基盤の化学性に問題がある可能性を示している。

生育基盤となる搬入土や掘削土に有害物質が含まれている。または土壤pHが異常値を示す土が含まれていると生育不良となる。樹木が良好に生育する土壤pHはpH5.6～6.8<sup>10)</sup>であり、これよりも酸性が強い場合もアルカリ性が強い場合も何らかの生育不良形態を示す。

現在のところ、生育基盤の強酸性・アルカリ性に対する樹種別の形態的反応については明かではない<sup>11)</sup>。しかし植栽後数年経ても上長成長が著しく小さい、あるいは葉色が黄変しやがて褐変したり落葉したりしている場合には、土壤pH異常を疑ってみる必要がある。

生育基盤の化学性の調査については、第1編資料編資料5「4.生育不良箇所の生育基盤調査」を参照のこと。

#### ⑦生育基盤の物理性(主に排水性)に問題がある可能性

生育不良や枯死が多く発生した道路防雪林の生育基盤調査では、生育基盤の気相率が低くなると生育不良率や枯死率が高まる傾向がみられた。つまり生育基盤内の空隙が水で満たされている割合が高いと生育不良や枯死が多くなることを意味し、生育基盤が過湿であることを示唆していた<sup>12)</sup>。

生育基盤が過湿である場合には、伸長量が小さいだけではなく、頂生枝の葉量の減少や葉の小型化がみられる<sup>13)</sup>。さらに写真2-7-5に示すように旧葉が褐変し、甚だしい場合には写真2-7-6に示すようにダイバックと呼ばれる頂部から枯れ下がる症状<sup>14)</sup>が発生する。



写真2-7-5 過湿と判断された道路防雪林での旧葉褐変状況

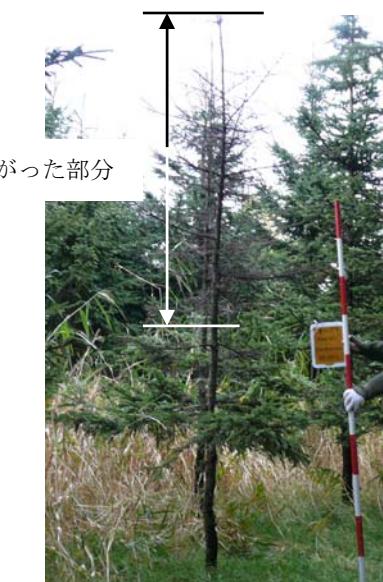


写真2-7-6 過湿で枯れ下がったと推定されるアカエゾマツ

生育基盤の過湿化を示す指標としては、集水しやすい微地形や写真2-7-7に示したヨシ、イ、アブラガヤ、ミズソバなどの湿性植物の生育がある。過湿化が疑われる場合、その場で試坑を掘り地下水の浸出を確認することも重要である。

生育基盤調査を行った上で、排水対策を検討する必要がある。生育基盤調査については第1編資料編資料5「4. 生育不良箇所の生育基盤調査」を参照のこと。



アブラガヤ



イ



ヨシ



ミズソバ

写真2-7-7 生育基盤の過湿を示す主な湿性植物

## ⑧生育基盤の物理性(主に硬さ)に問題がある可能性

生育基盤の物理性(主に硬さ)に問題がある場合には、寸詰まり状態で葉が黄変した個体が群状に発生する。

生育基盤が硬いときには、根系は植穴から伸長できないために十分な養水分を得ることができない。このため葉の黄変など乾燥状態のような症状を示す。

造成した生育基盤では、場所によって締固めの程度が異なることがあり、写真2-7-8に示すように同一植栽年の樹木であっても成長に大きな差が生じることがある。



写真2-7-8 同一年に植栽されたアカエゾマツの樹高の差<sup>15)</sup>

このような症状がある場合には、土壤硬度計により生育基盤の硬さを計測する。樹木が良好に生育する生育基盤の硬さは、長谷川式土壤貫入計S値では1.5~4.0(cm/drop)、山中式土壤硬度計では20~11(mm)である<sup>11)</sup>。これらの値よりも小さい、または大きい値を示す場合には生育基盤調査を行い、対応策を検討する。

生育基盤調査については第1編資料編資料5「4.生育不良箇所の生育基盤調査」を参照のこと。

### (3) 生育不良要因への対策

生育不良要因は、基本的に計画・設計段階で把握し道路防雪林を造成することが重要である。ここでは、造成後に生育不良が確認された場合の対策について述べる。

なお、植え痛みに対する補植、防風施設の補修については省略した。

#### ① 寒風害・寒乾害対策

冬期の強風だけではなく、初春の強風の方向に対しても防風施設を配置する。

寒風害は樹木が積雪に埋もれる形では発生しない。「(2) 生育状況と環境ストレスの推定」で吹きだまりの発生による樹木の生育不良について述べたが、吹きだまりが樹木の保護材として作用する場合もある。

また、道東地方では常緑針葉樹を植栽する場合には、秋よりも春の方が翌年の活着率が高いことが報告されており<sup>16)</sup>、春に植栽し根系を発達させて越冬することも寒風害・寒乾害を緩和する方法である。

#### ② 生育基盤の化学性の改良<sup>10)</sup>

生育基盤調査・分析の結果、土壤pHが生育不良要因と判断された場合には、強酸性あるいはアルカリ性の矯正を行う。生育基盤を改良するためには、中和剤施用が必要になる。このために植栽木がある場合には、一時的に改良をしない用地に移植し、改良後に再移植する工程となる。

中和剤の量については、pH分析の結果から算出する。

以下の手順で改良作業を実施する。

- ・ 中和剤散布：中和剤を散布する。中和剤が液体の場合には、施用箇所に規定量のエンジンスプレー等を用いて均一に散布し、粒状の場合は敷き均す。
  - ・ 混合、攪拌：現状土と改良材を混合する作業。混合が20cm程度までは耕耘機を使用し、それ以上はバックホウを使用する。
  - ・ 軽転圧：接地圧の低いブルドーザ等で耕耘表面を軽く転圧する。
- (表面仕上げ)：必要に応じ、人力または機械との併用で、植栽基盤面の不陸を整正する。

#### ③ 生育基盤の物理性（主に硬さ）の改良

バックホウを用いた深耕を行う。表層（20～30cm）だけの場合にはトラクター（耕耘機も含む）を用いる普通耕が行われるが、これ以上の深さまで膨軟にする必要がある場合にはバックホウとする。

すでに植栽されている道路防雪林では、植栽木をそのままの残し列間・苗間を耕耘する。

#### ④ 生育基盤の物理性（主に排水性）の改良

列間に暗渠排水を設置する。流末を処理するために、苗間に明渠または集水渠を設置する場合もある。

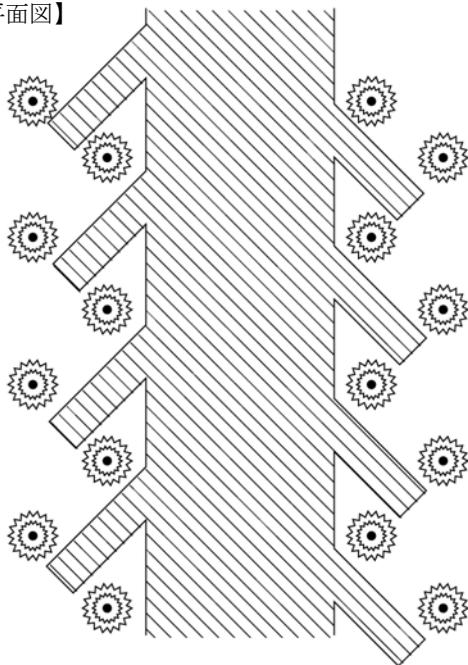
暗渠排水工については、第2編第4章6「6-5.排水工」（P.2-4-39）を参照のこと。

<参考>

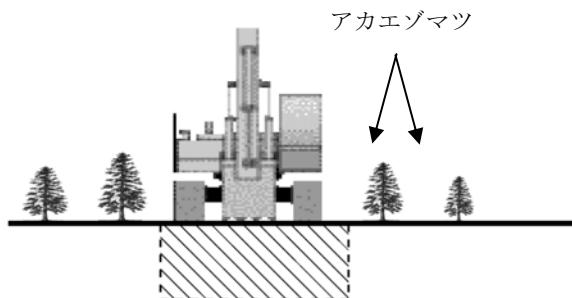
○既存道路防雪林における生育基盤の硬さの改良事例

枯死はしないが、上長成長が劣っている防雪林での改良事例である。植栽木を移植しないで、列間と苗間の深耕を行っている。

【平面図】



【断面図】



※斜線部分が反転する範囲

図2-7-10 既存樹木がある場合の生育基盤の硬さの改良事例<sup>15)</sup>

○改良の効果

耕耘箇所と未施工区における施工後の当年伸長量を比較すると、施工区では施工後6年間の平均伸長量は27.1cm/年、未施工区で14.6cm/年で有意な差がみられた。

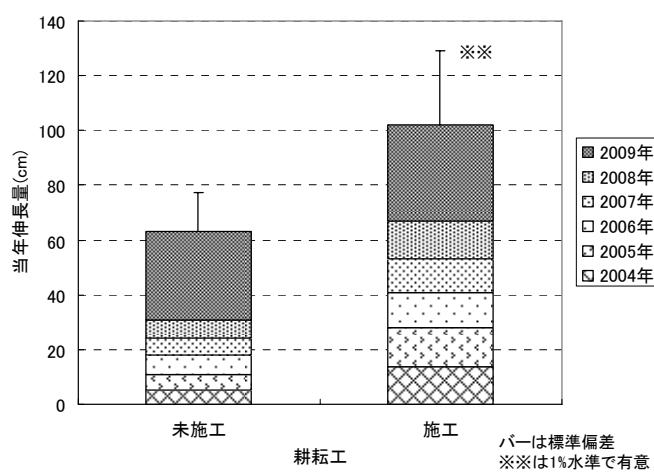


図2-7-11 改良工事施工後の当年伸長量の比較<sup>17)</sup>

<参考>

○既存道路防雪林における生育基盤の排水性の改良事例

生育基盤の過湿化による生育停滞が見られた防雪林での改良事例である。植栽木を移植しないで、列間に暗渠を敷設し、さらに苗間を斜行するように集水渠が配置されている。

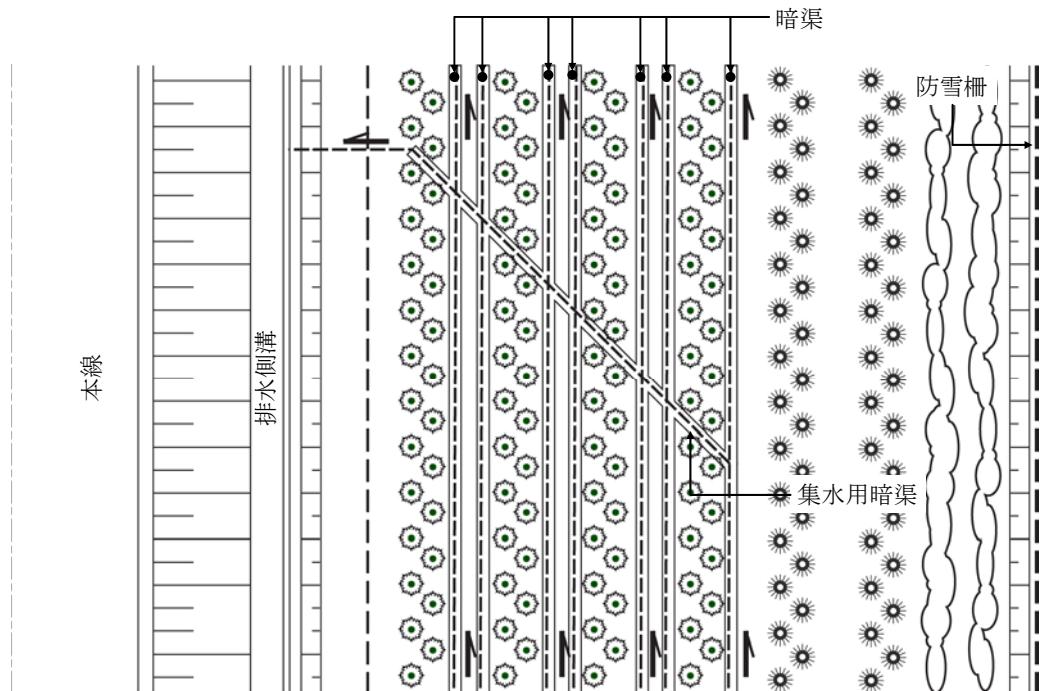


図2-7-12 既設防雪林における暗渠排水設置事例（平面図）<sup>18)</sup>

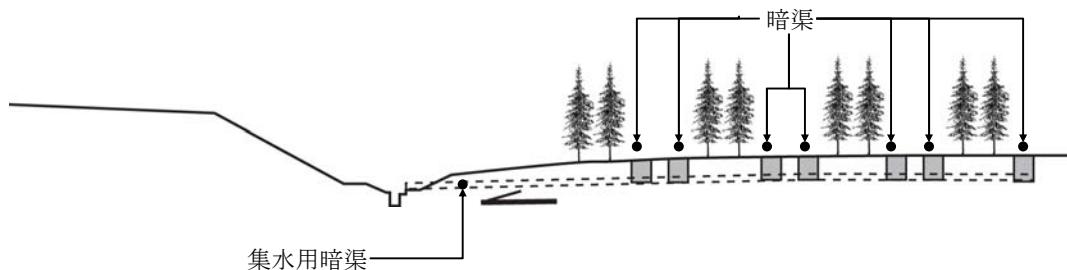


図2-7-13 既設防雪林における暗渠排水設置事例（断面図）<sup>18)</sup>

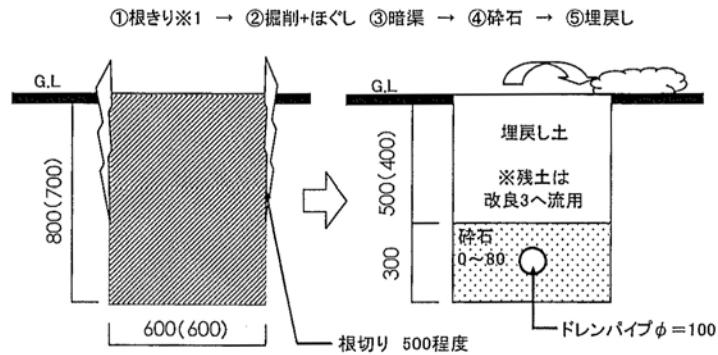


図2-7-14 既設防雪林における暗渠排水設置事例（詳細図）<sup>18)</sup>（単位：mm）

#### ○改良の効果

暗渠施工区と未施工区における施工後の当年伸長量を比較すると、施工区では施工後4年間の平均伸長量は27.6cm/年、未施工区で19.7cm/年で有意な差がみられた。

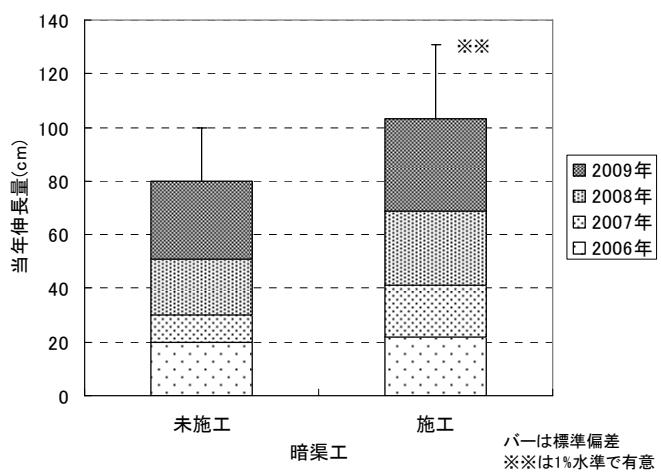


図2-7-15 暗渠施工後の当年伸長量の比較<sup>17)</sup>

## 2-5 除伐・ツル切り

除伐作業は植栽木によって林冠が閉鎖するまでの期間、これを行う。  
ツル切りは、巡視等で隨時行う。

### (1) 除伐

林業では木材生産を目的とするので、密度管理により伐り出した木材販売を目安に、採算性のない段階の作業を「除伐」、採算性のある段階は「間伐」と呼び分けている。除伐は植栽木によって林冠が閉鎖するまでを作業期間と考え、その間に侵入してきた不要な樹木により植栽木の生育が妨げられるのを回避するために、これを除去する作業を指す。同時に植栽木の中の生育不良木や被害木の除去もこれに含まれる。

道路防雪林の除伐は、生育不良木や被害木の除去のほか基本樹種である針葉樹の生育阻害する広葉樹の除去も含め実施する。

実施時期は一般に6月～8月までが適している。晩秋から冬季に実施すると、植栽木が急激な環境変化に対応できず枯死する危険性がある。

表2-7-8 除伐の留意事項

除伐の期間	林冠が閉鎖するまでの期間 針葉樹：隣り合う樹木の枝が交差するまでの期間※
除伐の対象	生育不良木、被害木
除伐の時期	6月～8月

※これ以降の期間は密度管理作業として間引き作業を行う

### (2) ツル切り

ツル植物が植栽木に絡みつくと、成長を阻害したり形質を悪化させたりする。ツル植物を切りとる作業をツル切りという。

巡視等の際に発見した場合にはツル植物を根元から切る。また、除伐作業を実施するときにはツル切りも同時に行う。



写真2-7-9 除伐の対象  
※折損木（左）と侵入木（右）

## 2-6 前生林の管理

基本林が前生林に被圧されると、基本林の上長成長が抑制される。前生林の高伐り（たかぎり）または剪定、間引きを行い、基本林の成長を促進する。

### (1) 前生林による被圧の影響

前生林には、基本林となるアカエゾマツやトドマツよりも成長が速いヤナギ類などが使用される。ヤナギ類は成長とともに横方向にも枝葉を伸ばすために、基本林構成樹木に覆い被さるようになる。

光量不足となるだけではなく、幹頂芽が覆い被さった広葉樹にあたって損傷するために上長成長が妨げられる。写真2-7-10は前生林の被圧を受けたトドマツと被圧が少ないトドマツを比較したものである。被圧を受けた個体は、影響の少ない個体に比べ樹高が2m程度低くなっている。



写真2-7-10 前生林に被圧を受けているトドマツの成長

### (2) ヤナギ前生林の高伐り

第2編第4章7「植栽保護工」で、植栽木が防風柵の高さを越え、先枯れが生じていない状態を防風柵の撤去が可能な時期とした。基本林構成種の樹高が2~2.5mが目安である。

これ以前に前生林が基本林を被圧している状態の場合には、「高伐り」を行う。

高伐りは冠雪害や風倒を防止するために着葉している下部の枝を残して樹冠部を伐採する方法で、鉄道林の管理方法として行われてきた<sup>19)</sup>。道路防雪林ではこの方法を、前生林の管理手法として用いるものとする。

図2-7-16に示すように、前生林が基本林に覆い被さってきた状態が高伐りの実施時期である。ヤナギ前生林を樹高2m程度の高さで伐採する（図2-7-17）。

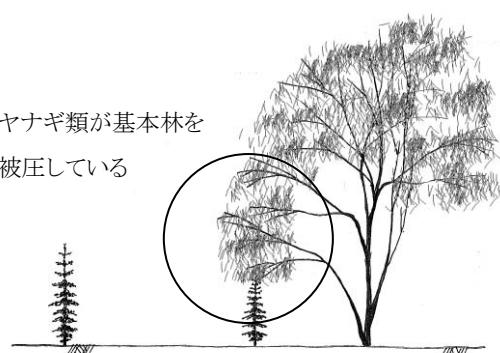


図2-7-16 ヤナギ前生林高伐り時期の目安の模式図

ヤナギ類は萌芽力が大きく、高伐り後も萌芽幹が年間1m以上伸長する。基本林構成種の樹高が2~2.5mを越える前に再度ヤナギ類が覆い被さる場合には、2回目の高伐りが必要となる。

基本林がヤナギ前生林の保護効果を必要としなくなった場合、ヤナギ類は伐採する。ただし、ヤナギ類は萌芽性が大きいため、再度萌芽幹が伸長する可能性が高い。ヤナギ前生林は保護工としての機能を果たした後もその落葉が有機物の供給源としての役割を果たすため、残しておくことが望ましい。そのために基本林の成長（樹高や枝張）を阻害しないよう、周期的に高伐りを実施することが重要である。



図2-7-17 ヤナギ前生林の高伐りの高さ

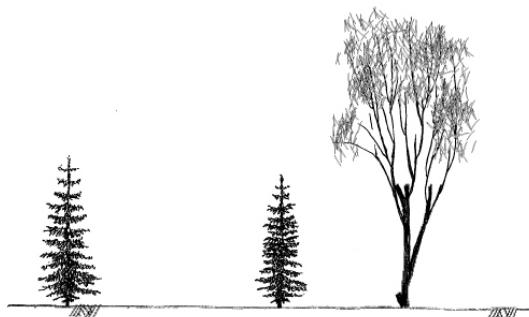


図2-7-18 ヤナギ前生林の回復状況模式図

<参考>

○ヤナギ前生林の高伐りの事例

ヤナギ前生林が成長し、基本林のアカエゾマツを被覆するようになったために、高伐りが行われた事例である。地上高2.0m程度で伐られているが、高伐りの翌年には、萌芽した幹が成長している。



写真2-7-11 ヤナギ前生林の高伐り事例

### (3) ヤナギ類以外の前生林の剪定と間引き

道路側の前生林で、景観形成も目的としてヤナギ類以外の樹種を使用している場合には、萌芽力を期待できないため、高伐りではなく剪定や間引きで対処する。

前生林のために光量不足の状態や幹頂芽が枝に触れ上長成長を阻害されている場合には、図2-7-19に示すように、基本林構成種に覆い被さる枝を剪定する。

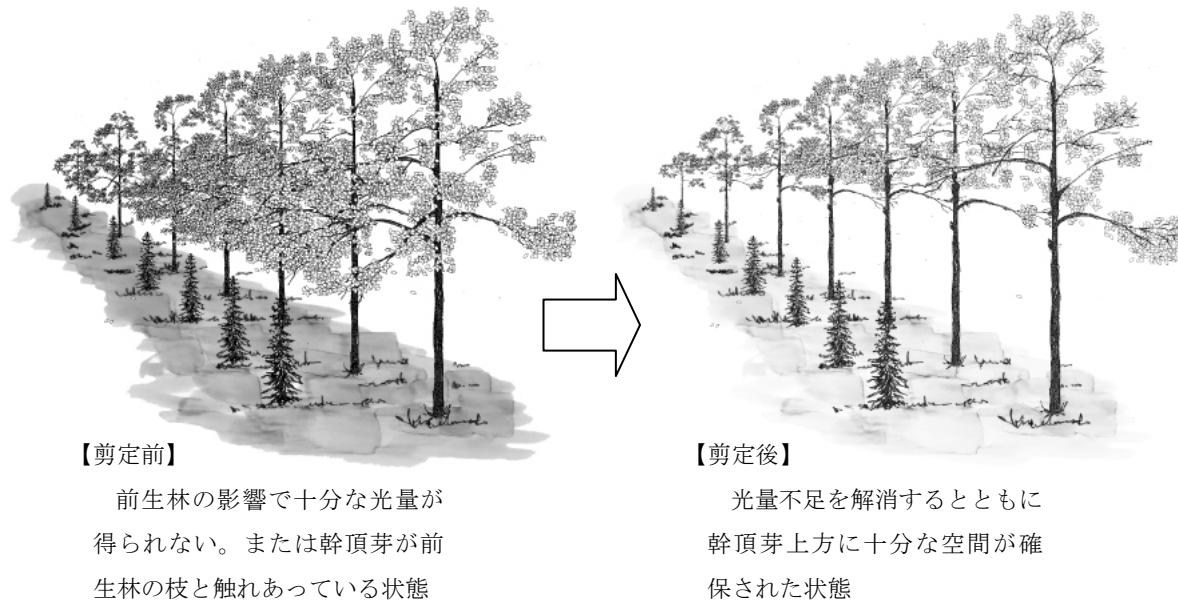


図2-7-19 ヤナギ類以外の前生林の剪定模式図

また、前生林の植栽密度が高い場合には、前生林構成種の樹形を確保する目的も兼ねて剪定と同時に間引きを行うものとする。

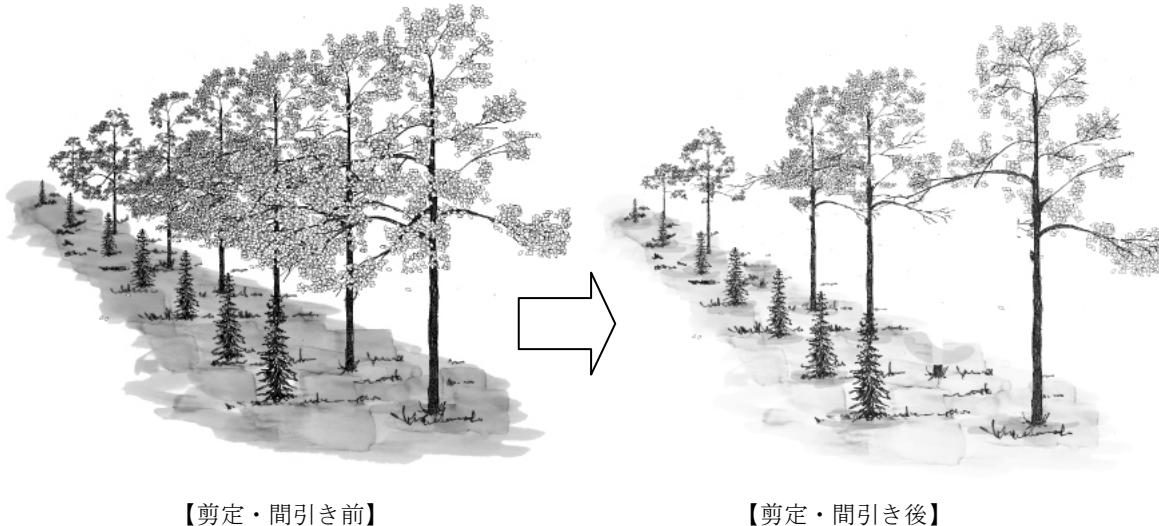


図2-7-20 ヤナギ類以外の前生林の剪定・間引き模式図

## 2-7 保育期の年間管理計画

道路防雪林造成後、移植によるストレスから脱却するまでの4~5年の管理作業は重要であるため、以下の年間スケジュールで実施する。

保育期の育成管理において、特に造成初期の下草刈り及び除伐は重要な作業項目であり、必要に応じて補植、樹木の手入れ、倒木起こしなどを実施する。

表2-7-9 保育期の年間育成管理計画（沢畠<sup>20)</sup>より作成）

月 作業内容	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	頻度	摘要
幼木手入れ ①根踏み			↔			↔				必要な都度	融雪後や台風等の強風直後 植栽後2年間程度
②倒木起こし			↔			→				/	融雪後や台風等の強風直後 植栽後2年間程度
補植			↔							/	針葉樹は春植栽
下草刈り				↔						年2回程度	草本類の繁茂状況に応じて実施 6~8月上旬
除伐・ツル切り (枯損木処理)				↔		→				必要な都度	除伐は6~8月 ツル切りは隨時

### 3. 育成期の管理

#### 3-1 堀枝打ち

道路防雪林の植栽樹木の下枝は、堆雪に埋もれ枝抜けの原因となる。枝抜けは腐朽菌の侵入や昆虫類の産卵などにより樹勢が衰弱することから必要に応じて「堀枝打ち」を行う。ただし、防雪機能上、下枝の必要な林縁部の樹木には作業を行わない。

##### (1) 堀枝打ちの考え方

枝打ちとは、樹木の枝をその付け根付近で切り落とす作業である<sup>21)</sup>。林業で行われる枝打ちは「死節」ができるのを防ぐためのほか、年輪幅が均質な材にすることを目的に行われる。

これに対して、道路防雪林では積雪下の枝抜けを防ぐことを目的に行うために「堀枝打ち」として区別している。

植栽した樹木が成長し積雪深よりも十分に樹高が高くなると、樹木上部は埋雪されず雪上に出るようになる。このようになってからも斜面では樹幹に雪圧(グライド圧)が加わるほか、枝は沈降力で引き抜けの力が加わる。多雪地や堆雪域などではこの沈降力が大きく、積雪下の枝が引き抜かれる。この引き抜け痕から昆虫の幼虫や木材腐朽菌が侵入する。

一方、道路防雪林では、飛雪の吹き込みを緩和する上で下枝は重要な機能を果たしている。したがって、堀枝打ちは必要に応じて現地の積雪状況を観察しながら、最小限の高さにとどめる必要がある。少雪地帯では堀枝打ちは不要である。

## (2) 枝打ちの高さと残すべき枝

### ①枝打ちの高さの決定方法

道路防雪林帯内は樹冠による降雪遮断と、風上側への吹きだまり形成による飛雪量の減少で、林内積雪深は平地積雪深よりも少ない（図2-7-21）。

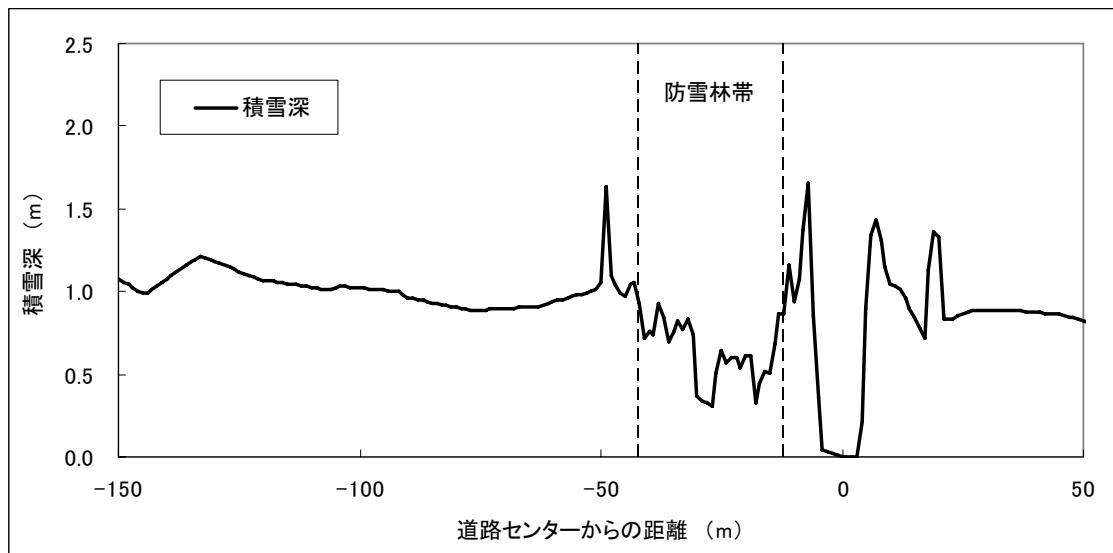


図2-7-21 道路防雪林帯内の積雪深<sup>22)</sup>

裾枝打ちの高さは、気象官署・アメダス等の気象データではなく、図2-7-22に示すように最深積雪期の林内積雪深の観測により、最深積雪深以下に設定する。

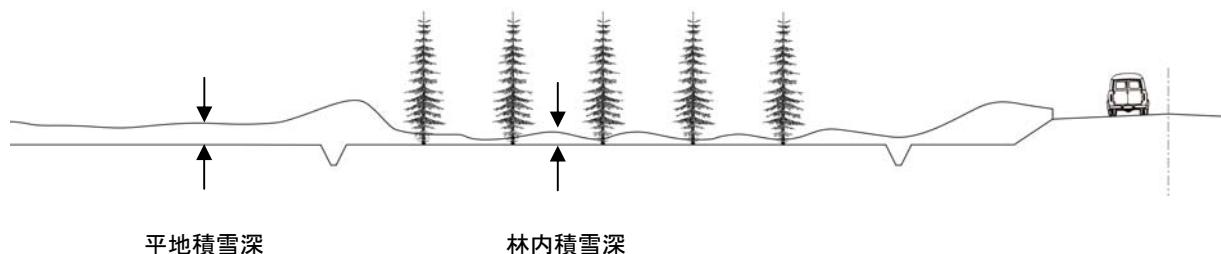


図2-7-22 枝打ちの高さの決定方法

なお、斜面に造成された道路防雪林では、平地とは積雪状況が異なる場合があるので、留意して裾枝打ちの高さを決定する。

## ②残すべき下枝

道路防雪林両端列の林縁側の下枝は残さなければならない。両端列の林縁側の下枝も取り払ってしまうと、林帶下部からの吹き込みが発生しやすくなることから、裾枝打ち作業を計画・実施する際には留意する。

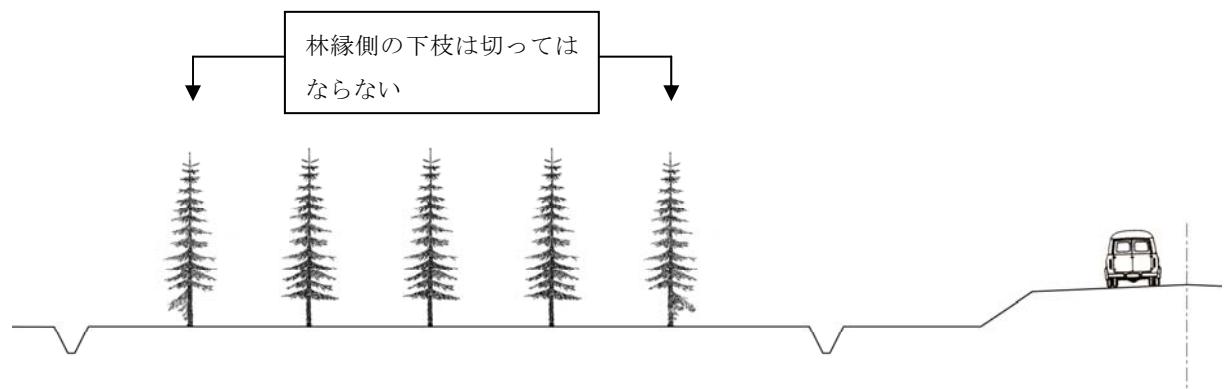


図2-7-23 補枝打ちをしてならない樹木の位置

また、西向きの林縁部では針葉樹の樹皮剥がれが報告されている。これは写真2-7-12に示すように、樹幹の一部の樹皮が線状に枯れて剥がれる現象で、南西向きの面で下枝がなく直射光を浴びるところで発生している<sup>25)</sup>。このことからも林縁側の補枝打ちには十分な注意を要する。

なお、この現象を日焼け、樹皮剥がれといい、次のようなメカニズムから生じる寒さの害と推定されている。

- ・初春に西日を浴び、「樹皮+形成層」の温度が上がり、樹液流動や光合成が開始
- ・直後に気温が急激に低下し、樹液と細胞が凍結して壊死
- ・樹皮内層、師部と形成層が枯死し、材と樹皮が剥離

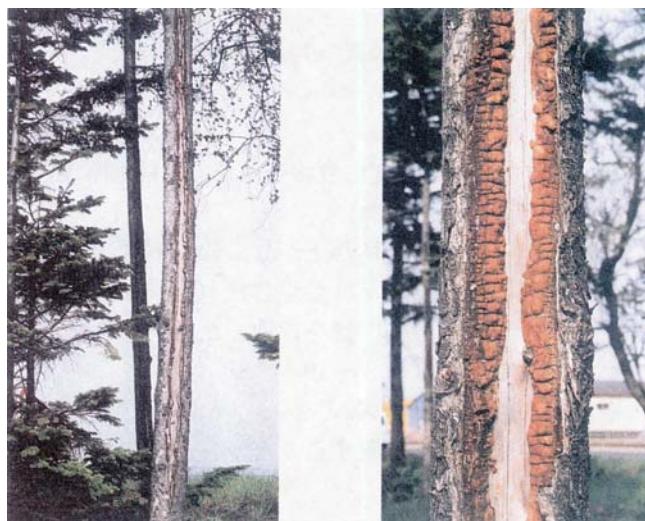


写真2-7-12 道路防雪林におけるヨーロッパトウヒの日焼け、樹皮剥がれ<sup>23)</sup>

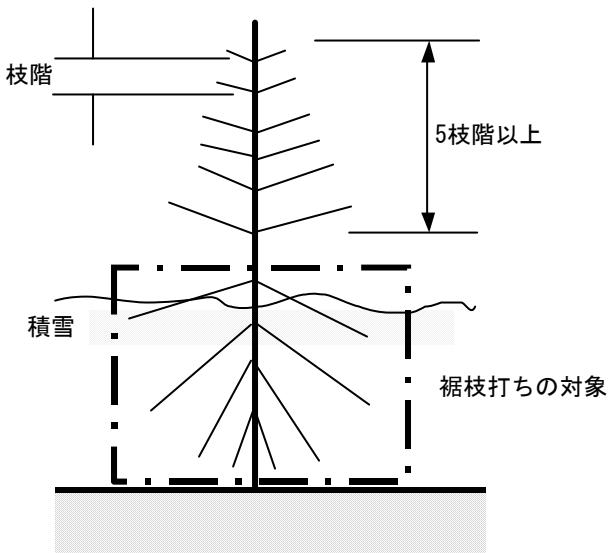
### (3) 施工方法

枝がない、つまり葉をつけていなければ樹木は光合成ができず成長しない。したがって樹木がある程度の大きさにならなければ、光合成を行う葉量の割合が少なくなるために、裾枝打ちを実施することができる。

裾枝打ちは、5枝階以上（図2-7-24）が積雪深より上に出るようになってから行う。5枝階以上の葉量が残されれば、樹高成長に大きな支障はないと考えられている<sup>24)</sup>からである。

枝打ちの手順を図2-7-25に示す。枝打ちを行う際は、カルスの成長をよくするため極力切り口を平滑にするようにしなければならない。図中のa)は細い枝の場合である。樹皮の隆起Cを残しAからBに向かって切断する。枝瘤（B～Dの部分）は残さなければならない。b)は枝が太い場合である。a)のように一気に切断してしまうと下側の樹皮が枝と一緒に剥離しやすくなる。まず①部分を下側から切り目を入れて、次に②から切断する。

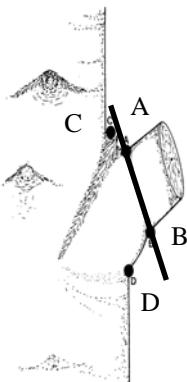
枝打ちの時期は、作業がしやすいこと、幹の損傷が少ないと、ヤニの発生防止などの面から、厳冬期を除く、秋から翌年春までの成長停止期が適している<sup>26)</sup>。



トドマツなどの常緑針葉樹は枝が輪生する。輪生枝と輪生枝の間を枝階という。1枝階が1年である。

図2-7-24 枝打ちの対象となる枝

【 a) 細い枝の枝打ち】



【 b) 太い枝の枝打ち】

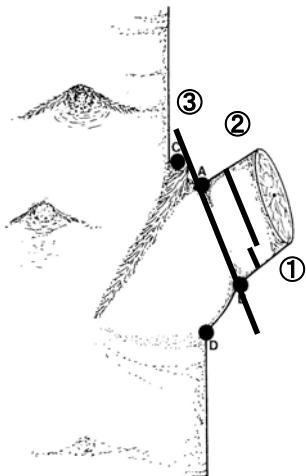


図2-7-25 枝打ちの手順<sup>25)</sup>

### 3-2 密度管理（間引き）

道路防雪林の下枝の枯れ上がりは、樹林下部からの吹き込みを招き防雪機能が低下する。道路防雪林の密度管理は下枝の着葉を維持することを目的に行うものであり、基本的には隣接する樹木間の枝が触れあいはじめたときに間引きを実施する。

#### (1) 密度管理の考え方

道路防雪林で基本林として植栽される常緑針葉樹は、隣り合う樹木の下枝が重なり合うと、陽光不足から下枝が枯れ上がってく性質がある。

道路防雪林は枝葉を混ませて弱風域をつくり、防雪効果を発揮させることが目的である。このため適正に間引きを行って下枝の枯れ上がりを防ぐことが重要である。

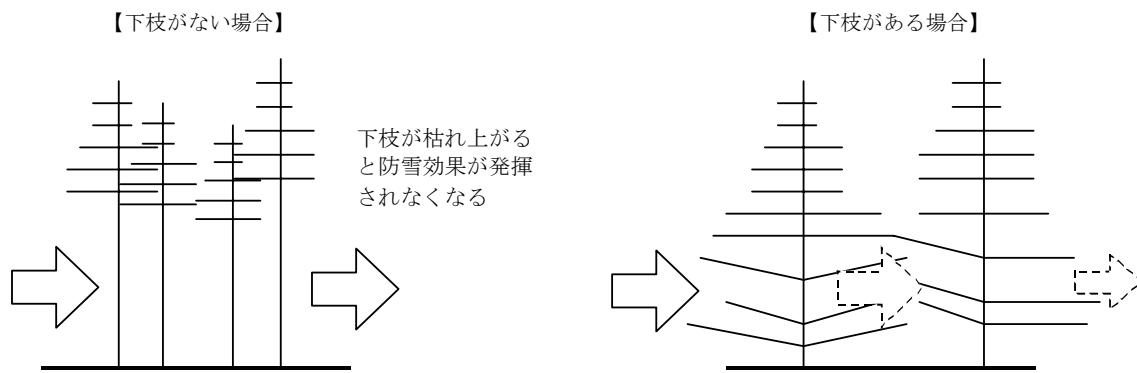


図2-7-26 下枝の枯れ上がりによる防風効果の低下

## (2) 密度管理の方法

### ①間引きの時期

間引きの時期は、枝と枝が触れ合うようになった頃が一つの目安である。常緑針葉樹では枯れ上がった下枝が再び葉を付けるということはありえない。隣接する樹木の下枝が触れあい始めたときが間引き開始時期である。

既存道路防雪林のアカエゾマツの樹高成長データ<sup>6)27)18)28)</sup>とエゾマツ人工林の収穫予想表<sup>1)</sup>から、植栽年数と高さ2mでの枝張成長の関係を算出し、図2-7-27に示した。この関係によると、樹高6m前後で枝張は直径2m程度である。標準林の植栽モデルでは、樹高6m程度になったときが間引き時期となる。

地域的な成長差があるが、苗木（樹高0.5m）を植栽すると生育良好な場合は概ね植栽後20年程度、生育中庸の場合30年程度である（図2-7-28）。

中期的な保育管理計画を立案し、下枝の枯れ上がりが始まる前に間引きを行わなければならない。

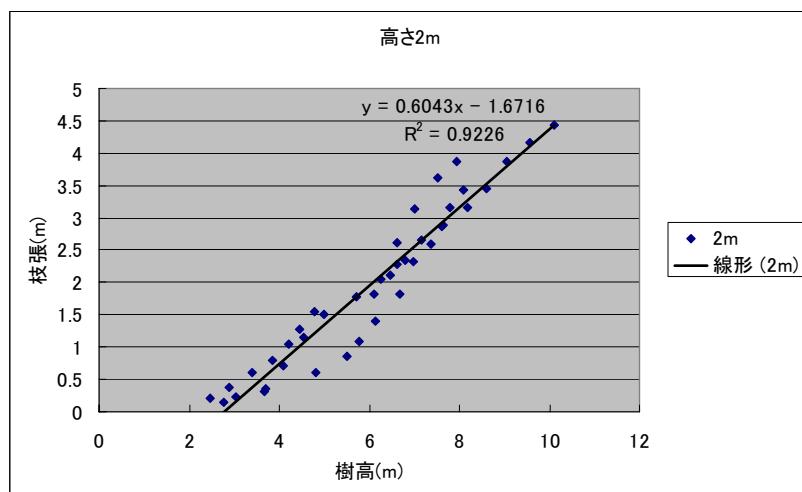


図2-7-27 高さ2mにおける枝張と樹高の関係

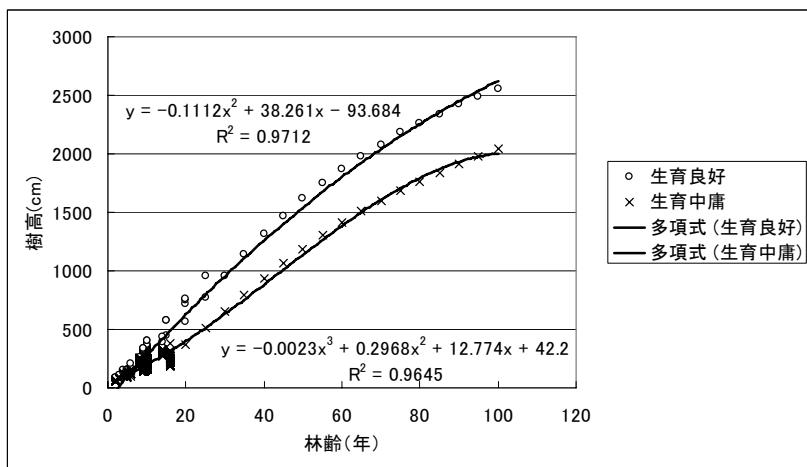


図2-7-28 植栽後の年数と樹高成長予測

なお、植栽間隔が標準林植栽モデルよりも狭い場合は、間引き開始時期は早まる。巡視により下枝の触れる状態を確認し、適切な時期に間引きを実施する。

## ②間引き木の選定

標準林は、方形植栽としている。1回目の間引きは樹高6.0m前後の樹木が対象である。1本置きに間引き千鳥状に残していくことを基本とする。

図2-7-29に標準林20mタイプの場合の間引き木選定を例示する。主風に対し直角方向（道路進行方向）の枝張を十分に確保していくことがねらいである。

強度の間引きを行うと急激な環境の変化が生じるために、風倒木が発生しやすい。間伐率は、一般には20～33%とされている<sup>29)30)</sup>。

1本置きに間引くと、間引き率は50%となるために急激な環境の変化（特に風況）を招く可能性がある。このため最初に道路側半数の間引きを行い、数年の期間を設けて2回目に柵側の半数を間引くものとする。

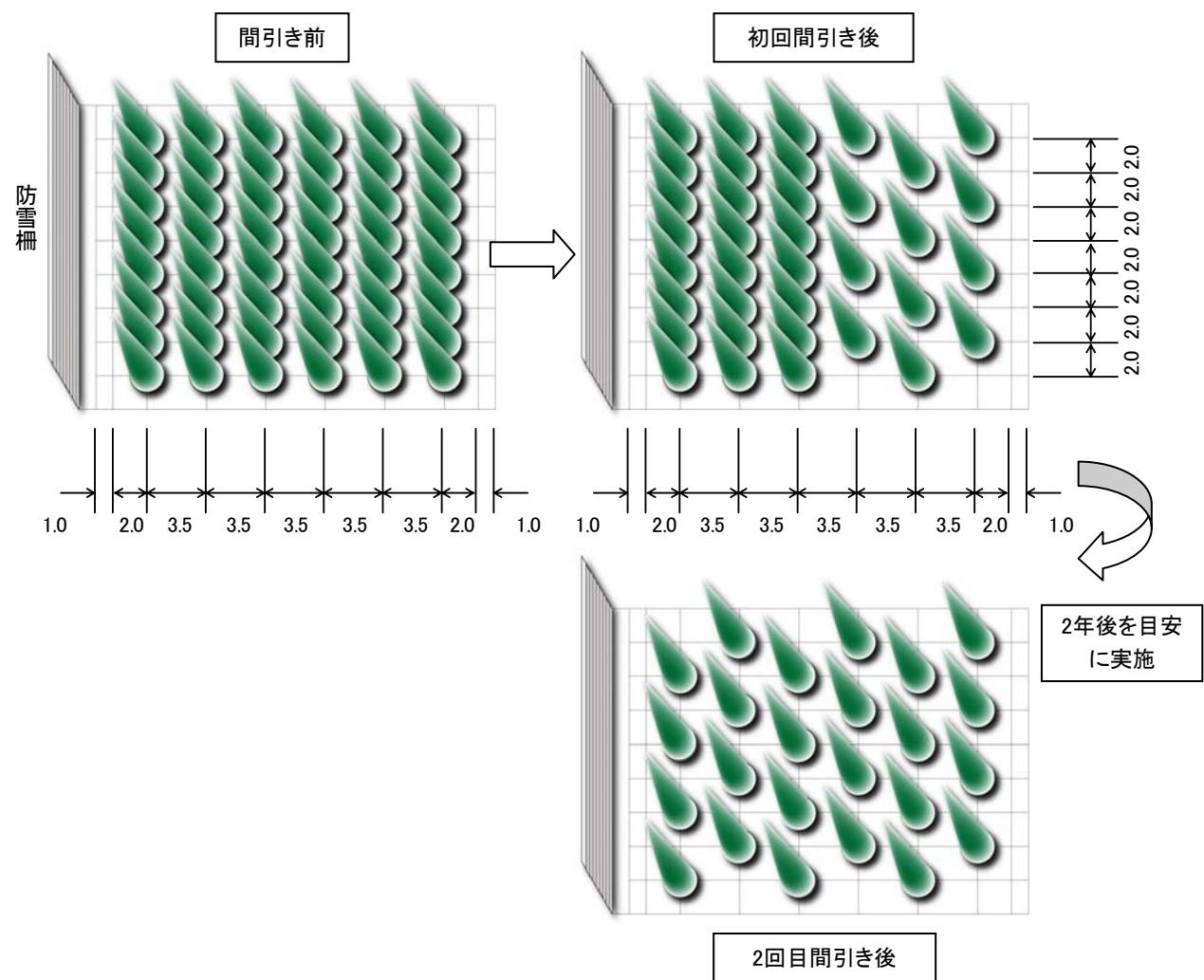


図2-7-29 標準林20mタイプの間引き木選定方法模式図

基本的に間引き対象木は、1本置きとなるように設定している。第1回目の間引き時期は植栽後20年目ころとなるため、この間保育期の管理作業を十分に行って、植栽木のできる限り均等な成長を促進するとともに生育不良箇所では補植を実施して、「機械的」に間引きをすることができる樹林構造を形づくることが重要となる。

なお、本マニュアル制定前に造成された道路防雪林では、本マニュアルの標準林よりも高密度で植栽されていたために、生育状況を定性的に判断して間引き対象木を選定した事例がある。

### ③間引き木の処理

循環型社会の構築から資源のリサイクルが望まれており、間引き木の処理方法についても期待される。

- ・マルチング材：現地で間引き木をチップ化し、防雪林内のマルチング材として再利用
- ・防雪柵の材料防雪柵を製作し、空隙箇所や未植栽の取付道路など、地吹雪の発生しやすい場所に設置（冬期間の仮設）する。
- ・チップ材：工場でチップ化し製紙の原料や牛舎の敷き藁の代用品として再利用
- ・木炭の原料：木炭化し、排水路の水質浄化材、あるいは土壌改良材として再利用
- ・堆肥の原料：樹皮を堆肥化し、新たな防雪林造成地の植栽基盤改良材として再利用する（針葉樹の樹皮は堆肥に向かないのが難点である）

上記のような利用のほか、河川の流木の配布事例に見られるように、地域住民への提供も輸送コストを削減しつつ有効利用となる方法として注目されている<sup>31)</sup>。

### 3-3 支柱の管理

支柱は植栽樹木が生育するまでの仮設物であり、適切な時期に撤去する。

現在、道路防雪林では半完成～完成木で植栽した区間も多く見られ、支柱が保護工として使われている。写真2-7-13は結束外しと支柱外しが遅れたことによって幹が損傷を受けたものである。これらは、結束部分から折れる、あるいは支柱と枝がこすれ合いそこから腐朽菌が入ることで生育阻害の原因となる。

支柱の撤去目安は、結束部の縄を切り、樹体を押して十分な跳ね返りがあるならば撤去する。押し込んで跳ね返りがなくそのまま倒れるようであればまだ十分に根が発達していないので再結束する。ただしこのときは、以前の結束場所と場所を変えて結束しなければならない。同じ場所で結束するとその場所だけがくびれるような状態となり、幹が折れやすくなるためである。



写真2-7-13 結束外し(左)と支柱外し(右)の遅れによる幹の損傷

### 3-4 育成期の生育状態評価・生育不良要因の推定と対策

巡回観察により生育状態を評価し、生育不良や下枝の枯れ上がりにより、防雪機能の低下が生じている場合には調査を行い、生育不良要因を推定し、適切な対策を講じる必要がある。

#### (1) 育成期の生育状態の評価

育成期では基本林は樹高5mを越え、防雪効果が発揮される。この段階での樹木の評価は、防雪効果が発揮できる形状にあるか否かを判断することとなる。

防雪機能を発揮するためには、葉量が多いこと、下枝の枯れ上がりが少ないことが必要である。したがってこれらの点に着目して生育状態を把握する。また、葉色は樹木が健全か否かを示す指標となることから、着目点として重要である。

表2-7-10に育成期の生育状態とその評価をとりまとめた。

ランク2～5における生育状態を観察し、図2-7-30により生育不良要因を推定した上で、対応策を検討する必要がある。

表2-7-10 育成期の生育状態と評価

生育状況ランク	評価	生育状態模式図	生育状況写真
【ランク1】 ・樹形：着葉している枝に偏りがない ・葉量：多い ・葉色：緑～濃緑色	・健全な状態を示す。 ・通常の保育管理作業を実施する。		
【ランク2】 ・樹形：着葉している枝に偏りがある ・葉量：やや少ない ・葉色：淡緑色～淡い黄色	・何らかの生育阻害要因がある可能性を示している。 ・数年、葉色や葉量が回復しない場合には対策が必要となる。		
【ランク3】 ・樹形：着葉している枝に偏りがある ・葉量：非常に少ない ・葉色：淡緑色～淡い黄色	・樹木自体は生存していくが、下枝の多くが枯れ上がり防雪機能が低下した状態となっている。		
【ランク4】 ・樹形：幹上部は枯死 ・葉量：幹上部はない ・葉色：淡緑色～淡い黄色	・着葉していて樹木自体は生存しているが、回復の見込みはなく枯死に至る。		
【ランク5】 ・枯死木	・ランク3までの樹高に至らず、ランク4の状態を経て枯死したと考えられる。 ・被食害等で、樹皮の剥がれが一周てしまっている可能性がある。		

## (2) 生育状況と環境ストレスの推定

図2-7-30に生育不良要因を推定するためのフロー図を示す。

育成期における生育不良は、単木として発生しているか、列状に発生しているか、群状に発生しているかによって、要因が異なると考えられる。

単木として発生している場合には被食害や隣接する樹木からの被圧が推定される。次項の①②を参照のこと。

列状に発生している場合には前生林等からの被圧や凍結防止剤の影響が推定される。次項の②③を参照のこと。

群状に発生している場合には生育基盤の過湿化が推定される。次項の④を参照のこと。

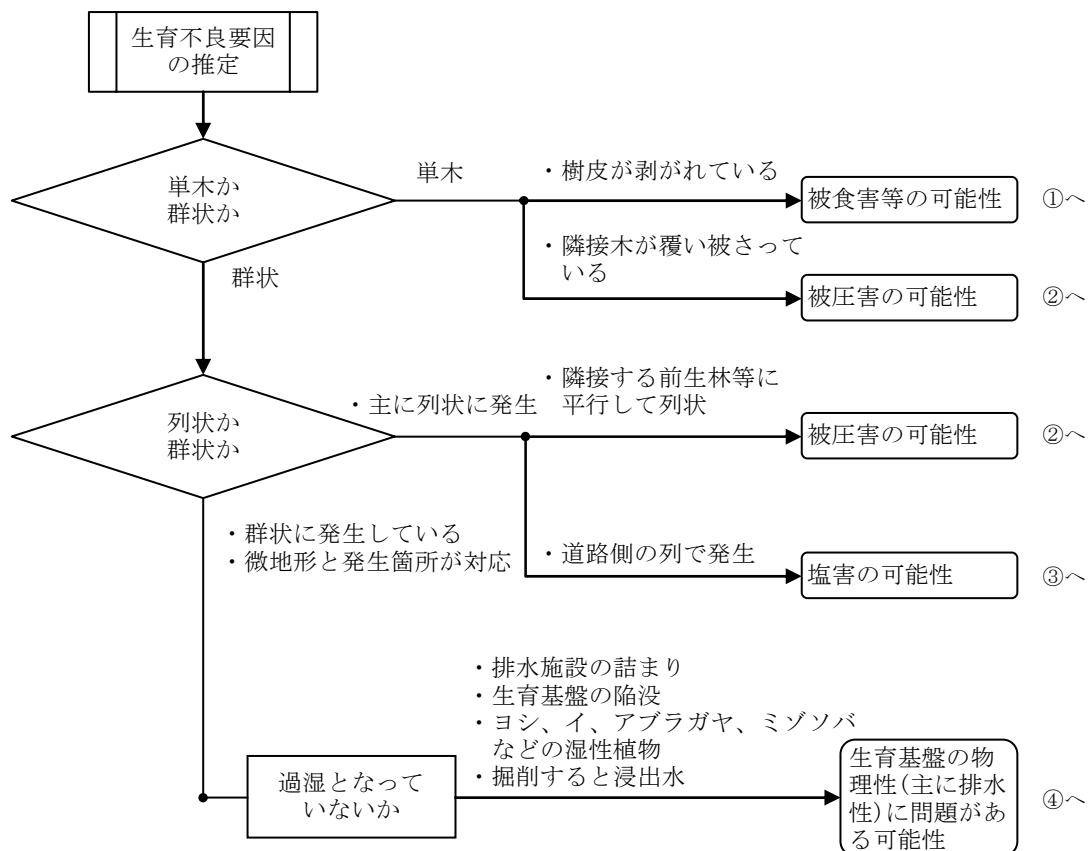


図2-7-30 育成期の生育不良要因推定フロー図

### ①被食害の可能性

育成期の動物の被食害は樹皮に現れる。道路防雪林ではエゾヤチネズミによる被食は少なく、主に大型のエゾシカによる樹皮食いや角とぎの跡が見られる。近年エゾシカの生息分布域は拡大しており<sup>32)</sup>、道東地方だけではなく道北地方の道路防雪林でも痕跡が確認されている。

エゾシカによる被食や角とぎは樹皮の剥離が全周に及ばない限り枯死することはない<sup>33)</sup>。

ただし、痕跡から穿孔虫や木材腐朽菌が侵入し食害や腐朽が進む可能性があることや、道路用地内にエゾシカが侵入し交通事故が発生する可能性があることから注意を要する。



写真2-7-14 道路防雪林におけるエゾシカの角とぎの痕跡

### ②被圧害の可能性

隣接木が基本林構成木に覆い被さる状態で、ランク2~4の状態を示す場合には、光量不足から生育不良となつていると推定される。針葉樹の頂芽が隣接木の枝葉に触れると、頂芽が損傷し上長成長が望めなくなる。



写真2-7-15 被圧を受け始める直前のアカエゾマツ

### ③塩害の可能性

冬期に散布される凍結防止剤は主に塩化ナトリウム等の塩類を多く含んでいるために、沿道の樹木に障害をもたらすことがある。道路側の植栽列で、ランク2~4の樹木が多く見られる場合には、凍結防止剤の影響により生育不良が生じている可能性がある。

凍結防止剤の散布実験の結果からは、散布薬剤が枝葉や冬芽に付着することにより脱水することが枯死や衰弱の原因と推定されている<sup>34)</sup>。また、高速道路のヨーロッパトウヒの衰弱個体が多い区画では、土壤中のナトリウム濃度が高く、光合成能力の低下や日中の蒸散量の低下など塩害を受けている植物特有の兆候が見られている<sup>35)</sup>。

#### ④生育基盤の物理性(主に排水性)に問題がある可能性

群状に、ランク2～5の樹木があり、「伸長量が小さい、頂生枝の葉量の減少や葉の小型化、旧葉が褐変、頂部から枯れ下がり」などの症状が見られた場合には、生育基盤が過湿化している可能性がある。詳細については、第2編第7章2「2-4.保育期の生育状態評価・生育不良要因の推定と対策」（P.2-7-10）を参照。

育成期における生育基盤の過湿化は、排水系統に障害（排水路の堰き止め）が発生し、生育基盤周囲や基盤内に滯水している可能性が高い。また、生育基盤に不等沈下が生じ、表面水を集めやすい地形に変わった可能性もある。

まず、排水路の状況を確認し、障害を取り除くことが先決である。排水路の滯水が解消した後も過湿のままである場合には、生育基盤調査を行い、対策を検討する。生育基盤調査については、第1編資料編資料5「4.生育不良箇所の生育基盤調査」を参照のこと。

### (3) 生育不良要因への対策

#### ①被食害への対策

エゾシカの被食・角とぎについては、枯死に至る可能性が少ないと想定されるため対策は不要である。

道路用地へのエゾシカの侵入を緩和するためには、併用防雪柵を撤去しないことや撤去の際に下部2m程度を残し、動物類が行き来しにくくする方法もある。第2編第4章4「4-2.併用防雪柵の撤去」（P.2-4-25）を参照のこと。

#### ②被圧害への対策

前生林等被圧する樹木を伐採した上で、ランク3～5の場合には、植え替えが必要である。

前生林の伐採については、第2編第7章2「2-6.前生林の管理」（P.2-7-29）を参照する。また植え替えは、第2編第7章3「3-5.改植」（P.2-7-47）を参照する。

#### ③塩害への対策

ランク3～5の場合には、樹種変更も含めた植え替えが必要である。第2編第7章3「3-5.改植」（P.2-7-47）を参考する。また、飛来塩分の影響緩和にはネット柵<sup>36)</sup>や防風柵（板柵）も有効<sup>37)</sup>である。

#### ④過湿害への対策

配水施設が整備されていない場合には、明暗渠を設置する。詳細は第2編第4章6「6-5.排水工」（P.2-4-39）を参照のこと。

### (4) 下枝の枯れ上がりへの対策

#### ①塊状に下枝が枯れ上がっている場合

吹雪の吹き込みが甚だしく緊急を要するときには、吹き込み防止用に高さが低い防雪柵を設置する。

緊急性が低いときには、改植または補植する。

#### ②単木的に下枝が枯れ上がっている場合

周囲の状況を観察し、大きく吹雪防止機能が損なわれていないときには、現状のままとする。

### 3-5 改植

育成期において、生育不良や下枝の枯れ上がりなど防雪機能の低下が現れ、回復の可能性がないと判断される樹木は、改植を行うものとする。

育成期において、生育不良や下枝の枯れ上がりが顕著になり防雪機能を期待できない樹木を植え替えることを改植という。

前項で述べたランク3～5に相当する樹木は、前生林等の管理（高伐りや伐採）後に植え替えを行うものとする。

道路防雪林における改植の事例はなく、手法については明示できる段階にはないが、以下の留意点が考えられる。

- ・凍結防止剤による塩害が推定される場所では、トウヒ属（ヨーロッパトウヒ・アカエゾマツ）の使用を避け、比較的塩害に耐性があるトドマツ<sup>38)</sup>を使用する。
- ・道路側の樹木については防雪機能があるかぎり、極力残すようにする。

## 4. 維持期の管理

### 4-1 更新着手の時期

道路防雪林の更新を実施することによって、防雪林の防雪機能が著しく低下するのを避けるためには、先行木の老化や枯れ上がり進行と後継木の成長速度の予測に基づき、作業着手のタイミングを決定する必要がある。

通常、更新は、2回目の密度管理が終わった後、期間を置いて着手する作業である。ただし、老化や下枝枯れ上がりの進行状態によっては、これより前に実施しなければならないこともあるため注意を要する。更新作業は、機能低下が顕著となった段階に着手しても手遅れである。これは、後継樹が機能するまでに要する期間にかかることであり、更新作業は、その期間を見込んで早めに着手する必要がある。更新着手時期の違いにより生じる問題の概念を図2-7-31に示す。

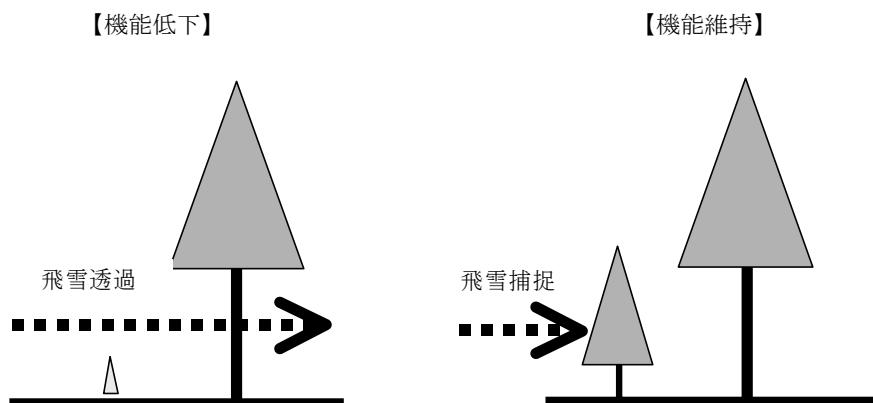


図2-7-31 更新着手時期の違いによって生ずる防雪機能の差

常緑針葉樹(トウヒ類など)の、成長に伴う着葉分布変化の断面模式を図2-7-32に示す。

【全体に分布】      【内部葉の脱落】      【下枝の枯れ上がり】

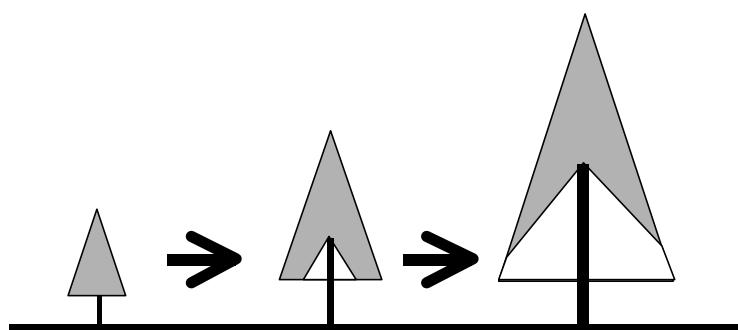


図2-7-32 成長に伴う着葉分布変化の断面模式

※白抜き部分は葉が分布しない状態を表す

実際の下枝の枯れ上がりは、成長というより、これに伴う光や土壤水分条件の悪化、隣接する樹木の枝との交差などに起因することであり、成長段階の早い時期に発生することもある。また、枯れ上がりの発生が、一部の下枝に偏ることも少なくない。その時期は、下枝とその上方の枝の着葉量、単葉の長さを比較することによって予測することが可能である。小枝の多くが枯れた状態になり、葉を付けているのが外側の枝先に限られている場合、その下枝はここ数年内に枯れてしまう可能性が高い。

#### 4-2 更新の方法

後継木の植栽は、密度管理により伐採された樹列跡を用地として実施する。

後継木は、密度管理で全数伐採された列の跡を用地とし、第2編第6章「道路防雪林の植栽施工」に準ずる方法によって植栽する。更新作業前後の道路防雪林の状態を図2-7-33に示す。

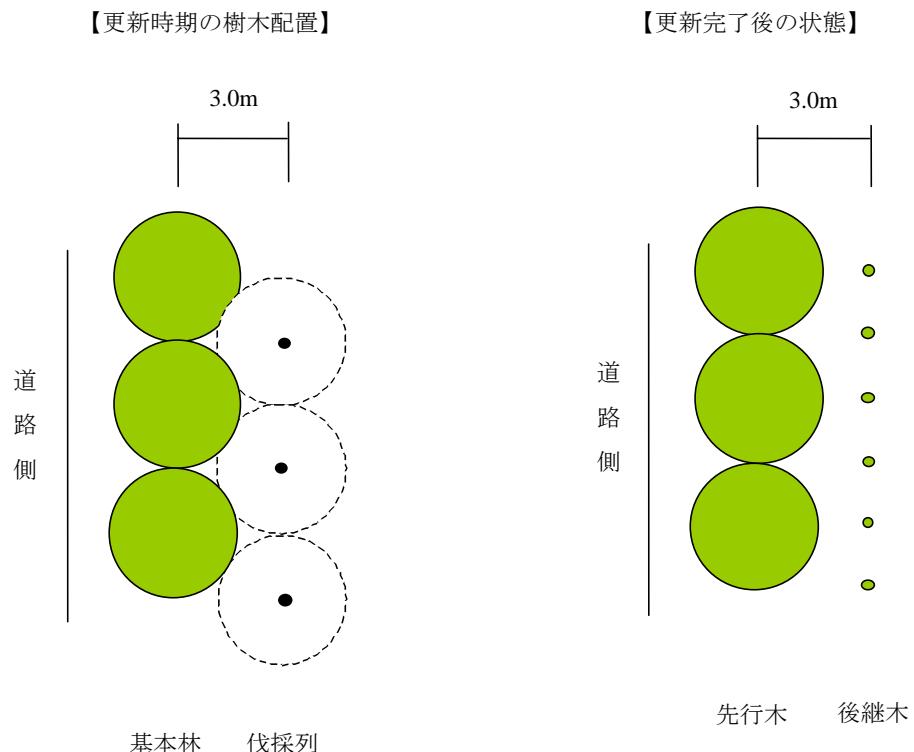


図2-7-33 更新作業前後の道路防雪林の状態

## 5. 被害発生に応じた管理作業

### 5-1 野鼠対策

野鼠が大量発生した場合の対策は困難である。野鼠類が生息しにくい環境としておくことや発生予察を参考に予防措置をすることが重要となる。

#### (1) 野鼠による被食害

現在も道路防雪林では小規模な野鼠の被食害が確認される。植栽木の根元付近の樹皮がない状態は野鼠に被食されたものである。樹皮が環状に被食されると、内樹皮（師部）と呼ばれる、糖分を含んだ樹液を葉から他の部分に伝達する組織<sup>25)</sup>が失われるために枯死する。

北海道に生息する野鼠のうち、道路防雪林で林木を食べている種はエゾヤチネズミである。習性は、夜行性で巣を中心に20~30mの行動範囲をもち、夏は雑草、昆虫類を食すが、食物が欠乏する冬期の幼齢木の地上部の樹皮を食べる。

被害を受ける樹種は、トドマツ、アカエゾマツ、ヨーロッパトウヒ、カラマツ等の針葉樹のほか、広葉樹ではヤチダモ、シラカンバ、サクラ類、ヤナギ類なども被害にあう。エゾヤチネズミが大発生した場合は植栽木以外の自然林内でも食害を受ける。いずれの樹種も植栽後10年生までのものが多いが、大発生した場合は高齢木も食害を受ける。



写真2-7-16 野鼠の被食害で枯死したヨーロッパトウヒ

#### (2) 対策

##### ①対策の基本的な考え方

野鼠対策については、被害が進行した後では、防除することが困難となり、沿道住民にも迷惑となる場合があるため、巡回点検調査により発生状態を常に把握する必要がある。

##### ②生息しやすい環境の排除

エゾヤチネズミは緑草を主食とするため青草のないところでは生息できない。また、ササ地は格好の生息地で餌（ササの若芽）や、直射日光の入らず、風雨にさらされず、外敵から身を守りやすいなど、好条件を備えている。また、同じササ地でも乾燥地よりは湿潤地のほうが一層生息地として好適である。このような条件を満たすところではエゾヤチネズミによる食害が発生しやすい。

一般的に被害の発生時期は、積雪の初期から融雪期にかけて多いが、大発生した場合は、夏期に被害が起きることもある。また、気象条件や立地条件により影響され初雪の早期到来と根雪期間の遅延により、普通の生息密度の場合でも、局的に大きな被害を受けることがある。

造成初期の下草刈りは、エゾヤチネズミが生息しにくい環境を作ることで効果があり、また刈り払った草はエゾヤチネズミが利用できないように林外に運び出すか、一ヵ所に集積するのも駆除方法として有効である。

### ③薬剤による防除

薬剤による防除は、毎年定期的に生息密度を調査し発生予測を行うのが望ましいが、道路防雪林内の調査ができない場合でも、北海道立総合研究機構林業試験場のホームページ (<http://www.fri.hro.or.jp/nezumi.htm>) で公表されているエゾヤチネズミの発生予察の結果を参考として実施する。これは、北海道を20地区等に分け、毎年6・8月にエゾヤチネズミを捕獲し秋季の発生予想をしたものである。防除法の詳細については、「野ネズミの予察調査と防除の手引き」（（財）北海道森林保全協会）を参照とする。

## 5-2 病虫害対策

病虫害に対しては予防措置をとることが困難であるため、植栽木の健全な生育状況を維持することや早期発見・適切な早期駆除が重要である。

### (1) 病虫害対策の基本的な考え方

道路防雪林の造成地域周辺は、農耕地域であることが多いことから、病害虫駆除については極力「薬剤を使用しない」ことが望ましく、「巡回点検調査」により発生状況を常に把握しなければならない。また、道路防雪林の林帯機能を維持するためには、病害虫駆除は不可欠であるが、発生前からの「予防対策（防除）」はとらないことを基本とする。

病害に対しては「生育環境を良好に保つことにより道路防雪林自体を健全に生育させる」ことを、また虫害については「早期発見と適切な早期駆除」を対策の基本とする。

### (2) 病虫害の発生要因

これまで道路防雪林造成地で大規模な病虫害の発生は報告されていない。病虫害の現状を観察すると、トウヒ属では樹幹に発生した物理的な損傷部に鱗翅目などが産卵し幼虫による食害から樹木が衰弱している例が多い。

樹木は様々なストレスの下で生育している。樹木はストレスを受けた初期には抵抗性を増し、可逆的に回復しようとする。しかしそれが慢性的になると抵抗性は減少し疲弊する。このような疲弊期にはいると生体的防御機構が損なわれるので、病原体などに感染しやすくなり、やがて枯死に至る<sup>39)</sup>。

道路防雪林の病虫害発生をみると、枝抜けや幹割れなど物理的な力が加わり樹木の一部が損傷した箇所から、穿孔虫や木材腐朽菌が侵入し食害や腐朽が進む形態がみられる。これらの病虫害から全損に至ることは少ないが、被食された箇所や腐朽した箇所は木材組織が破壊のために物理的な圧力に弱く、強風や雪圧で折れる原因となる。また道路防雪林は密植されていることが多く、このような密生した植生には寄生者が多く、菌類による感染も起こりやすい<sup>40)</sup>状態をつくっている。

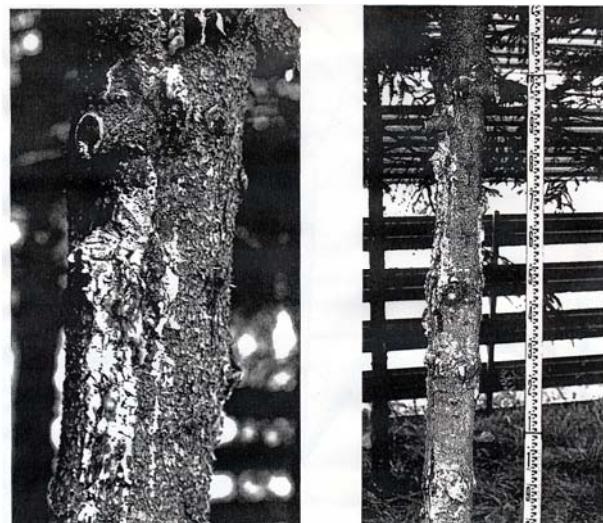
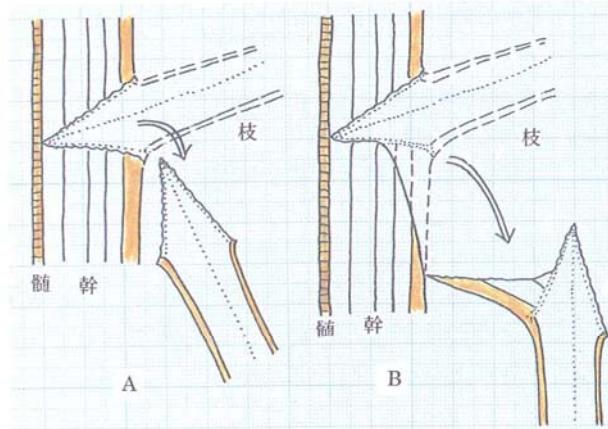


写真2-7-17 虫害の状況（提供：斎藤新一郎氏）

※枝抜け痕に穿孔虫が入って、  
樹脂・糞複合体を排泄している。



大きい、ゆっくり加わる圧力によって、枝が幹から抜け出る  
 A：枝が幹から抜け出る→幹に円錐状の穴が開き、病害菌や害虫（穿孔虫）に侵されやすくなる  
 B：枝抜けに際し、幹の一部も裂ける→傷がさらに大きくなり、病虫害の危険度が高まる

図2-7-34 枝抜けと幹裂けの模式図<sup>23)</sup>

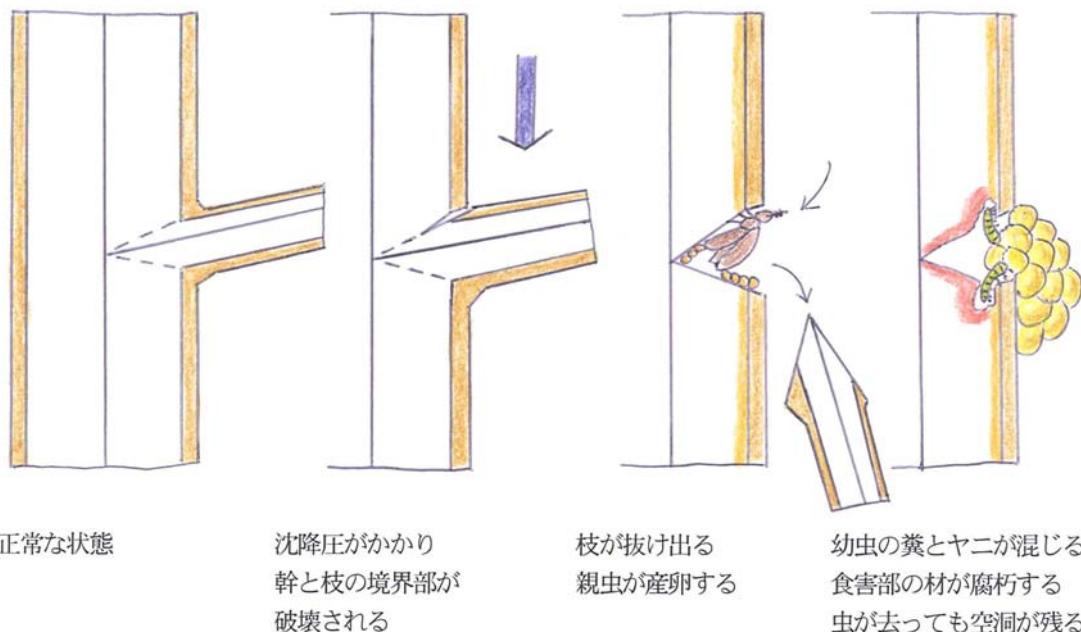


図2-7-35 樹幹の物理的な損傷（枝抜け）とその部位への昆虫等の侵入の模式図

（提供：斎藤新一郎氏）

枝抜けは単に枝が折れることとは異なり、樹幹の木材組織そのものも抜け落ちる。抜けた痕は空洞となる。傷口はカルスが次第に成長し塞がれるが時間がかかる。この間に昆虫類が産卵したり、木材腐朽菌が入り込んだりする。

なおカルスとは植物体が損傷を受けたとき、その傷の周囲にできるコルク質の癒合組織をいう。カルスは

形成層または柔組織から発生する分裂機能の盛んな特別の組織で、この形成により傷口が塞がれ、植物体内への腐朽菌等の侵入が妨げられる<sup>40)</sup>。カルスは傷口が小さく平滑であればより成長しやすい。

### (3) 病虫害対策（発生を抑制する保育管理）

樹幹の損傷の多くは保育管理作業の中で発生を抑制することができる。適切な保育管理を行うことが樹幹の損傷発生を抑制し、樹木の健全な生育を促す。具体的には「裾枝打ち」作業であり、第2編第7章3「3-1.裾枝打ち」（P.2-7-33）を参照する。

### 5-3 風倒木等の処理

強風などで倒れたり傾いたりした樹木は隣接する植栽木に掛かりさらなる倒木を発生させる。また、頂芽を損傷し、被圧することが多い。このために、風倒木は速やかに処理する。

強風などで発生した根返り木や傾倒木は、周囲の樹木に倒れかかったり、さらなる倒木を発生させたりする。また傾倒木は周囲の樹木を被圧し成長を阻害する。傾倒した樹木への冠雪は、これが倒木となる可能性を増すため、より道路防雪林への被害を増大させる。

このため、強風による倒木や傾倒木が発生したとき、人力で立て直すことが可能な状態であれば支柱を設置して立て直し、困難な状態の場合には速やかに伐倒し周囲の樹木に対する影響を最小限にとどめるようにする。



写真2-7-18 道路防雪林における風倒（根返り）木の発生状況

## 6. 各期に共通する管理項目

道路防雪林の早期機能発揮と長期的な機能の維持を図るために、造成経緯を把握して植栽木の状態を観察しながら適切な管理作業を続ける必要がある。このため管理台帳を作成し、巡回点検をすることが重要である。

### (1) 管理台帳

適切な育成管理作業を進めるためには業務記録を管理台帳として整理、保存しておくことが重要となる。表2-7-12～表2-7-16に管理台帳の帳票案を示す。

管理台帳に記録として記載する要件は以下の通りである。造成時の情報、追跡調査時の情報、維持管理情報、調査関係情報はそれぞれ別葉として、随時情報を追加しやすくしておくことが重要である。

#### ■造成時の情報

- 基本情報：路線名、KP（KP=○○～KP=○○(L/R)）、延長L=○○m、所在市町村+地区名
- 植栽年度、工事名、施工業者名
- 図面関係：位置図、平面図、標準断面図
- 植栽配列：林帯幅、列間、列数、苗間
- 基盤条件：道路との高低差、造成方法（切土・盛土など）、表土有無、マルチングの有無
- 植栽木諸元：管理番号、樹種名、新植補植、植栽年度、植栽本数、植栽年生、樹高、胸高直径（根元直径）、枝張直径

#### ■追跡調査時の情報

- 植栽木生育状況：管理番号、樹種名、調査年度、樹高、胸高直径（根元直径）、枝張直径、当年伸長、生育状況（ランク区分）

#### ■維持管理情報

- 管理作業：年度、工事名、工種、数量

#### ■調査関係情報

- 調査業務：年度、業務名、工種、数量

### (2) 巡回点検

巡回点検は年2回とし、春と夏に行う。点検項目は育成管理の段階により異なり、表2-7-11に示す点に着目する。

表2-7-11 巡回点検時の着目点

段階区分	春	夏
保育期初期	植え痛み、積雪による根返りや倒伏、野鼠害	草本類による被圧、生育状況（表2-7-3による）、病虫害
保育期中期	積雪による根返りや倒伏、雪折れ、野鼠害	侵入木や前生林による被圧、生育状況（表2-7-4、2-7-5による）、病虫害
育成期	積雪の沈降による裾枝の引き抜かれ	隣接する植栽木同士の枝の重なり状況、生育状況（表2-7-8による）、病虫害、（支柱の必要性の確認）
維持期		下枝の枯れ上がり状況、病虫害

表2-7-12 管理台帳帳票(案)-造成時情報

防雪林管理台帳(案)							
管轄事務所名		名称	○○	防雪林	ブロック番号	ブロック毎に1葉	
■防雪林造成情報							
基本情報							
植栽年度	年度	工事名				施工会社名	
路線名	一般国道○○号	KP	KP=50,000～KP=52,000(L)	延長	L=2,000m	所在	○○町○○
位置図		平面図				標準断面図	
植栽配列							
林帯幅	20 m	列間	3.5 m	道路との高低差	○基盤高>路面高 ○基盤高=路面高 ●基盤高<路面高		
列数	5 列	苗間	2.0 m	造成方法	○切土 ○盛土 ●地山	マルチ有無	○マルチあり ●マルチなし
				表土有無	●表土あり ○表土なし		
植栽木諸元 道路側							
列番号	001	002	003				備考
樹種名	アカエゾマツ	トドマツ	ヤナギ埋枝				
当初・補植	当初植栽	当初植栽	当初植栽				
植栽年度	H13 年度	H13 年度	H13 年度	年度	年度	年度	
植栽本数	892 本	116 本	1000 本	本	本	本	
植栽年生	4 年生	4 年生	年生	年生	年生	年生	
樹高	40 cm	40 cm	cm	cm	cm	cm	
胸高直径	--- cm	--- cm	cm	cm	cm	cm	
根元直径	0.8 cm	0.8 cm	cm	cm	cm	cm	
枝張直径	30 cm	30 cm	cm	cm	cm	cm	
備考							

表2-7-13 管理台帳帳票(案)-追跡調査情報（現状報告）

防雪林管理台帳(案)							
管轄事務所名		名称	○○	防雪林	ブロック番号	調査年月日	年 月 日
■防雪林追跡調査(1)……現状報告							
植栽木生育状況							
列番号	001	002	003				備考
樹種名	アカエゾマツ	トドマツ	ヤナギ類				
調査年度	H20 年度	H20 年度	H20 年度	年度	年度	年度	
樹高	150 cm	150 cm	300 cm	cm	cm	cm	
枝下高	— cm	— cm	50 cm	cm	cm	cm	
胸高直径	0.8 cm	0.8 cm	3 cm	cm	cm	cm	
枝張直径	110 cm	110 cm	— cm	cm	cm	cm	
当年伸長	25 cm	25 cm	80 cm	cm	cm	cm	
生育状況	ランク I	ランク I					
備考							
現況写真							
状況写真		状況写真		状況写真		所見	
撮影箇所		撮影箇所		撮影箇所			
写真説明		写真説明		写真説明			
生育不良:推定される生育状態に○をつける							
あり	→	植え痛み	被圧	被食害	雪害	強風害	寒風・寒乾害成長停滞
なし							過湿害
裏面に対処状況報告							

表2-7-14 管理台帳帳票(案)-追跡調査情報（生育不良への対処報告）

防雪林管理台帳(案)									
管轄事務所名		名称	〇〇	防雪林	ブロック番号				
■防雪林追跡調査(2)....生育不良等への対処報告									
植栽木生育状況									
列番号	001	002	003						備考
樹種名	アカエゾマツ								
処理年度	H20 年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	
	有無	対処内容	有無	対処内容	有無	対処内容	有無	対処内容	有無
植え痛み	有	補植 20本							
被圧	有	下草刈り 3000m <sup>2</sup>							
被食害	なし								
雪害	なし								
強風害	なし								
寒風・寒乾害	なし								
成長停滞	なし								
過湿害	なし								
その他	なし								

表2-7-15 管理台帳帳票(案)-維持管理情報

防雪林管理台帳(案)															
管轄事務所名		名称 ○○		防雪林	ブロック番号										
■防雪林維持管理関係															
維持作業履歴															
年度	月	工事名	工種	細目	数量	単位	施工会社名	連絡先	備考						

表2-7-16 管理台帳帳票(案)-調査情報

防雪林管理台帳(案)									
管轄事務所名		名称	〇〇	防雪林	ブロック番号				
■防雪林調査関係									
維持作業履歴									
年度	月	調査内容	細目	数量	単位	業務名	調査会社名	連絡先	備考

# 資料編

資料編　目　　次

- |                            |        |
|----------------------------|--------|
| 1. 道路防雪林育成に対する防雪柵の影響 ..... | 2-8-1  |
| 2. 生育基盤内の生育阻害要因 .....      | 2-8-2  |
| 3. 防雪林の成長実績 .....          | 2-8-5  |
| 4. 用語集 .....               | 2-8-11 |

## 1. 道路防雪林育成に対する防雪柵の影響

### 1-1 吹きだめ防雪柵背後の雪丘と樹木の雪圧害

道路防雪林における雪圧害が報告されている<sup>1)</sup>。道路防雪林は防雪柵と併用して造成されるために、吹きだめ防雪柵を使用した場合、植栽直後から防雪柵の風下側に雪丘が形成され、より早い時期から雪圧害は発現する。雪丘の高さも吹きだめ防雪柵がない場合に比べて高くなり<sup>1)</sup>、樹木にかかる雪圧はより大きくなる。

雪圧害の症状については後述するが、甚だしい場合には枯死に至る。雪丘頂付近の樹木の多くは幹折れなどの症状がみられるほか、枯死している個体も多い。

### 1-2 雪圧害の症状

#### (1) 幹曲がり

冠雪によって樹幹が曲がってしまい、その上に吹きだまりが覆い被さるように堆積して曲がったままの状態で積雪の中に埋もれてしまう状態である。幼木の段階では樹幹に柔軟性があるために回復するが、ある程度の太さになると回復できずこのままの状態となる。

#### (2) 幹折れ

樹幹が太くなり硬くなると上部から大きな雪圧を受けた場合、曲がらずに折れてしまう。萌芽性の大きい落葉広葉樹の場合には根元から萌芽幹が伸び出しが、針葉樹ではほとんど萌芽することはない。そのまま枯死に至る。カラマツは樹幹の休眠芽から萌芽小幹を萌出するが、個体がある程度以上の大きさになるとこれが幹として伸び出すことは少ない。

#### (3) 枝抜け

枝抜けとは枝が折れるのとは異なり、樹幹の中の材もろとも引き抜かれる現象である。将来表面は樹皮の巻き込みによって修復されるようにみえるようになるが、内部は充填されないために空洞のままで、機械的に弱く、将来はこの箇所から強風などで幹折れする可能性が高くなる。またこの空洞は昆虫類の産卵場所などになり、材が食害にあい衰弱する原因となる。



写真2-8-1 雪丘の沈降力で枝抜けしたカラマツ

(提供：斎藤新一郎氏 1994年3月撮影)

※一般国道242号弟子屈町仁多

## 2. 生育基盤内の生育阻害要因

### (1) イオン成分の毒性

水素イオン ( $H^+$ ) や水酸基イオン ( $OH^-$ ) が過剰に存在すれば、植物が生育できないほどの障害（毒性）を引き起こす。このときの土壤pHはおおむね3.5以下（極強酸性）、8.0以上（強アルカリ性）である。たとえば、pH3.5以下を示す土壤には特殊土壤の項に述べた「酸性硫酸塩土壤」があり、pH8.0以上を示す土壤には蛇紋岩など超塩基性岩の風化初期、海洋からの浚渫土砂やセメント系固化材により安定処理が施された土壤などが挙げられる。アルミニウム (Al) は、可溶化して高濃度になると根系の伸張を抑制し、その状態が進行すると毒性を示すようになる。アルミニウムの可溶化はpH5.0以下で始まり、毒性を示すのはpHが4.0以下の段階と考えられている。この他、過剰障害を生じ易いものには、リン (P) 、カリウム (K) 、カルシウム (Ca) 、ケイ素 (Si) 、モリブデン (Mo) 、マンガン (Mn) などがあり、その可溶化にもpHの状態が強く関与している。生育基盤としての適性判断に、pH6.5～5.5などの指標値が用いられている。ニッケル (Ni) などの特殊な例を除き、pHがこの程度の範囲にあれば、ここで述べたイオン成分の毒性による生育阻害は生じない。この問題は、土壤自体あるいは造成材料に基づく問題であり、その吟味には十分な配慮が必要である<sup>2)3)4)</sup>。

### (2) 非毛管孔隙量の過少

土壤は、鉱物粒子、有機物からなる骨格とその間を占める空隙（孔隙）によって構成されており、両者の容積割合は40%と60%程度であるのが一般的である。孔隙は大小さまざまな大きさを持つが、孔径0.1mm以上の孔隙は非毛管孔隙、0.1mm未満の孔隙は毛管孔隙と呼ばれ、両者の容積割合は10%と50%程度であるのが一般的である。この非毛管孔隙が土壤内で果たす役割には、根系が伸張する空間の提供と排水及び通気の経路になることが挙げられる。生育基盤には、10%程度の非毛管孔隙量が確保されている状態が好ましく、最低でも5%以上存在しなければ、物理的抵抗や排水不良、空気不足などによって、根系の伸張抑制が生ずると考えられている。非毛管孔隙量は、荷重やこね返しによって大幅に減少する性質のものであり、その原因となり易い重機作業での工夫が必要になる<sup>5)</sup>。

### (3) 有効水分量の過少

樹木は、太陽エネルギーと気温に応じ、水の吸収と蒸散を繰り返すことによって体温を安定させ、光合成を営み成長している。したがって、水の供給が不十分であれば、樹木は成長が抑制されることは避けられない。水は、雨により供給されるが、生育基盤はこの水を保持し、樹木の要求に過不足なく提供する役割を担っている。樹木が水分を大量に消費するのは、おおむね5～10月の間であり、北海道では、5月～8月中旬の間、少雨の傾向にあり、降水量だけでは樹木に十分な水分を貯えない場合が多い。さらに、この間には、2週間以上の連続干天が出現する機会もしばしば訪れ、水不足を促進する可能性が高い。生育基盤には、このような北海道特有の気象条件に備えた有効水分量の確保（保水性）が求められ、土壤容積の30%程度に相当する有効水分保持能の備わっていることが好ましい状態と考えられている。生育基盤の水分保持能は、土壤に固有の性質であり、改良することは実際問題として不可能である。このことについても、生育基盤となる土壤や造成材料の吟味が重要な意味を持つのである<sup>6)7)</sup>。

### (4) 土壤硬度の過大

根系は、土壤の孔隙（非毛管孔隙）を求めて伸張し、自らの膨圧により周辺の土粒子を押しのけて成長を遂げる。したがって、土壤が緻密な状態にあると、非毛管孔隙量の不足や物理的抵抗によって、根系の成長が

抑制される確率が高くなる。根系の成長に適正な土壤硬度（緻密度）範囲は、12～19mm程度（山中式硬度計による指標値）とされ、これを上回ると根系の成長が抑制を受けるようになると考えられている<sup>5)</sup>。

#### (5) 地下停滞水位の形成

地下水には、土壤孔隙を通じて大気と連絡している自由地下水と不透水層によって自由な運動の妨げられている被圧地下水（宙水）がある。地下停滞水位は、地表から被圧地下水水面までの深さを表す言葉であり、自由地下水までの深さは、単に地下水位と呼び分けられている。生育基盤内に地下停滞水位が形成されると、根系はその水位以下に伸張することができない。たとえば、1.5m以上の盛土をして、有効土層を造成しようとしても、0.5m深度に地下停滞水位が形成されると、実際に確保された有効土層厚は0.5mにしかならない。このような現象は、既設防雪林の生育基盤のところどころに見出され、樹木の生育を阻害する原因になっている<sup>8)</sup>。

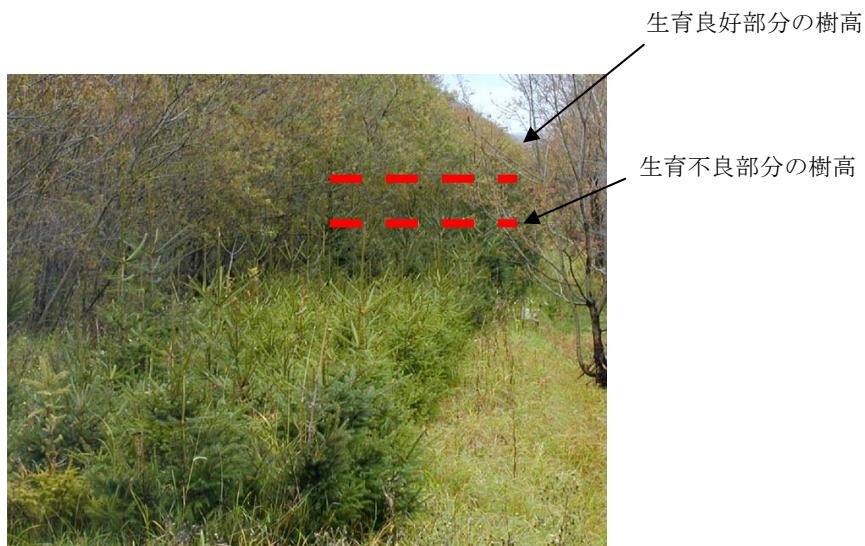


写真2-8-2 基盤条件の違いに基づく平成5年度植栽のアカエゾマツの成長差 (2001年10月撮影)

※一般国道40号天塩町雄信内

具体例を見ると、成長が抑制されている箇所での生育基盤では、地表下8cm深さに鉄の沈着が認められた（図2-8-1、写真的矢印部分）。一方、生育良好な位置では、鉄の沈着は認められず、50cm深度まで根系の分布が認められる。鉄の沈着は、それ以下に難透水層が形成され、水の浸透が緩慢になっていることを表すものである（原因は、高含水状態での敷き均し作業と考えられる）。この生育阻害は、難透水層の部分で根系の伸張抑制や水の浸透が緩慢なことに伴う酸素不足（土壤内の空気は、水の浸透に伴い入れ替わるため、根系が呼吸困難となる）などに起因するものと考えられる<sup>8)</sup>。

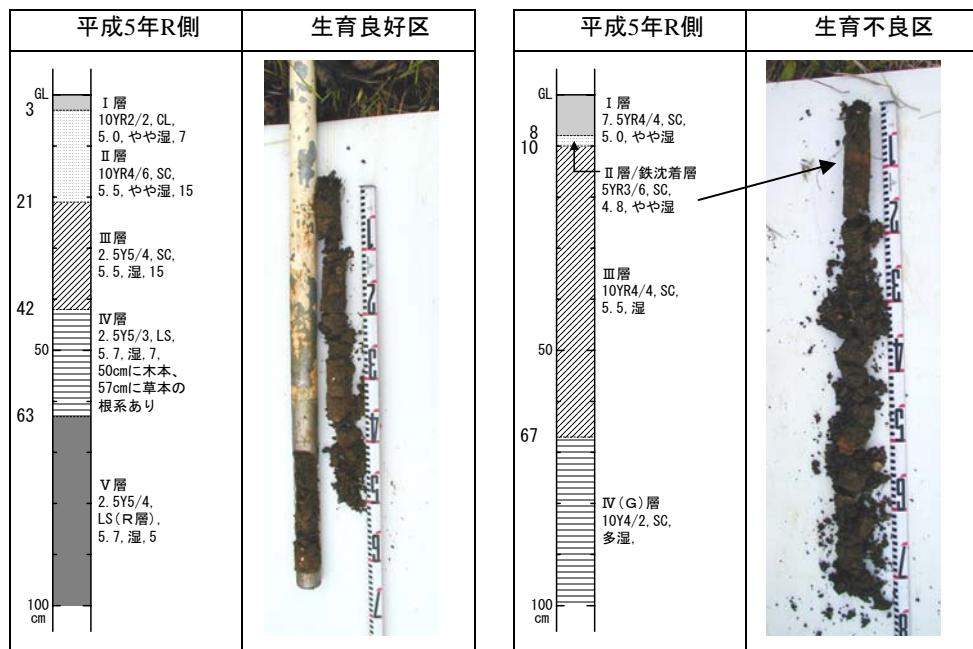


図2-8-1 成長量の異なる位置から採取した基盤土柱

### 3. 道路防雪林の成長実績

#### 3-1 異なる箇所の追跡調査結果による成長実績

##### (1) 樹高成長

道路防雪林造成計画の立案にあたっては、既存の道路防雪林の成長実績などを考慮し、成長予測を立てる必要がある。また、道路防雪林成長過程における対策として防雪柵を用いる場合、防雪林植栽樹木の樹高と枝張を参考に撤去時期を検討する。

成長予測は、道路防雪林造成地の環境の違い、植栽時の苗木の規格による違い、植栽間隔の違いなど諸条件が異なっていることから、全道の標準的な成長予測をすることは困難である。ここでは、道北地方の道路防雪林で調査された結果を元に成長を予測する。調査箇所等を表2-8-1に示す。

樹種ごとの樹高成長データを図2-8-2～図2-8-6に示す。横軸には植栽後の経過年数、縦軸には樹高（m）を示してある。なお、植栽時の規格を苗木（樹高0.3～1.0m）、半完成木（同1.2～2.5m以上）、完成木（同3.0m以上）に分け整理してある。植栽時の規格に関わらず植栽後4～5年程度までは成長は小さいが、これを過ぎる頃から年間伸長量は大きくなる傾向がある。

道路防雪林として十分な防雪機能を発揮できる樹高を4～5mとすると、各樹種とも防雪柵の撤去時期までに10年以上要すると考えられる。

表2-8-1 成長実績の事例として取り上げた植栽箇所

樹種	路線名	植栽地	植栽年	調査年	植栽時の規格	文献
アカエゾマツ	一般国道40号	稚内市サラキトマナイ	1989～1994	1995・2001	①	② 8)・9)
		幌延町幌延	1997～1998	2001	①	8)
		天塩町雄信内	1982～	2001	①	8)
		中川町国府	1993～	2001	①	② 8)
	一般国道238号	枝幸町岡島	1983～1994	1995	①	9)
		枝幸町ヤマウス	1987～1989	1995	①	② 9)
		浜頓別町山輕	1986～1994	1995	①	② 9)
トドマツ	一般国道40号	稚内市サラキトマナイ	1985～1988	1995・2001	①	8)・9)
		幌延町幌延	1997～1998	2001	①	8)
		天塩町雄信内	1983～1984	1998	①	8)・10)
		中川町国府	1993～	1998	①	8)
	一般国道238号	枝幸町ヤマウス	1987～1989	1995	①	9)
		浜頓別町山輕	1993～	1995	①	9)
ヨーロッパトウヒ	一般国道40号	天塩町雄信内	1982～1984	1998・2001	①	② 8)・10)
		中川町国府	1983～	1996・2001		② 8)・11)
	道央自動車道	岩見沢市双葉町	1984～	1988・1996	①	12)・13)
ドロノキ	一般国道40号	稚内市サラキトマナイ	1985～1989	1995	①	9)
ヤチダモ	一般国道40号	稚内市サラキトマナイ	1985～1989	1995・2001		② 8)・9)
		天塩町雄信内	1982～1984	1998		③ 8)・10)
		中川町国府	1983～	2001		③ 8)
	一般国道238号	枝幸町ヤマウス	1987～1989	1995		② 9)
		浜頓別町山輕	1986～1994	1995		② 9)

植栽時の規格：①苗木＝樹高0.3～1.0m

②半完成木＝樹高1.2～2.5m

③完成木＝樹高3.0m～

### ●アカエゾマツ

苗木、半完成木とも植栽後4、5年程度までは樹高成長は小さいが、これを過ぎる頃から年間伸長量は大きく、年間20・30cm～50cm近くまで伸長する。樹高0.3m～0.4mの苗木を植栽した場合、植栽後10年で樹高2.0m前後に達する。

樹高1.2m程度の半完成木を植栽すると、植栽後10年で樹高4.5m程度となる。現在防雪柵の高さは5mとなっていることから、苗木植栽の場合植栽後20年以上、半完成木の場合は9～10年で到達する。

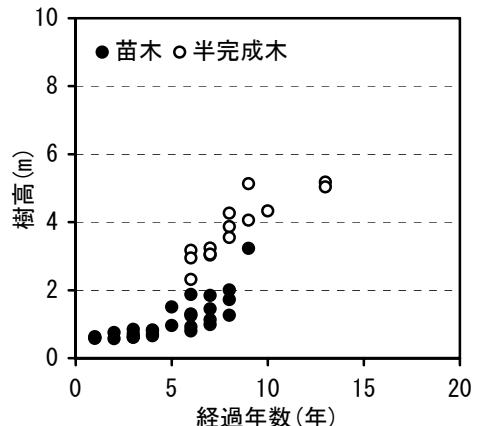


図2-8-2 アカエゾマツの経過年数と樹高

### ●トドマツ

植栽時の樹高は、サラキトマナイで樹高0.8m、これ以外では樹高0.3m程度の規格で植栽している。トドマツは、植栽後10年程度で樹高3m程度まで成長する。

植栽後15年までには樹高5m近くになることが予想され、アカエゾマツの苗木と比較すると成長は速くなっている。

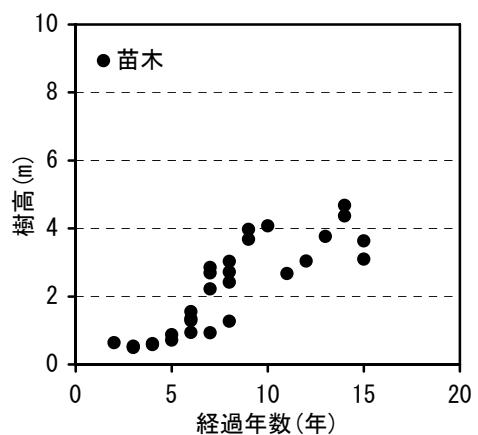


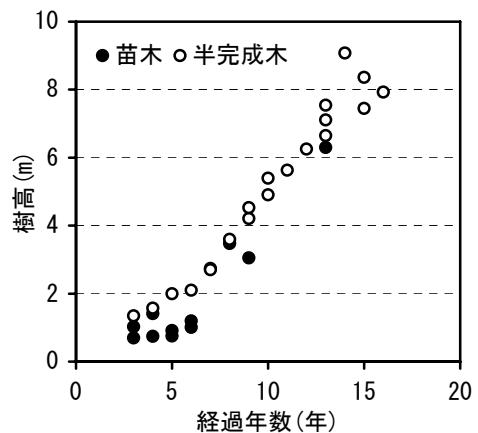
図2-8-3 トドマツの経過年数と樹高

### ●ヨーロッパトウヒ

データのうち、国府は年輪解析のデータを使用、道路公団は数カ年のデータを使用した。植栽時の規格は、雄信内は樹高1.0m、国府は0.8m程度（推測値）、道路公団は0.3～0.35mであった。

針葉樹3種の中では最も成長が早く、半完成木は植栽後10年で5.0mほどに成長する。苗木の場合でも、10年で4.0mに到達する。

アカエゾマツと比較すると苗木と半完成木の成長差異は小さくなっている。



※ データ：国府－年輪解析のデータ、道路公団－数カ年のデータを使用。植栽時の規格：雄信内－H=1.0m、国府－0.8m程度（推測値）、道路公団－0.3～0.35m

図2-8-4 ヨーロッパトウヒの経過年数と樹高

### ● ドロノキ

ドロノキについてはサラキトマナイのデータだけである。  
植栽時の樹高は0.6m、植栽後10年で樹高6.5m程に成長する。

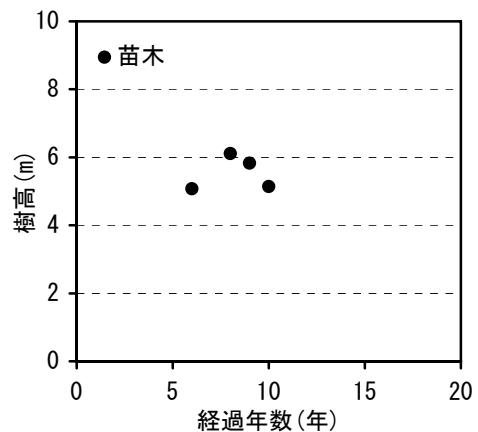


図2-8-5 ドロノキの経過年数と樹高

### ● ヤチダモ

ヤチダモは樹高2.5mの半完成木サイズで植栽されることが多い。丸太1本支柱で植栽された半完成木は、雪害により生育阻害を受けたものが見られる。樹高3.0mの完成木で植栽されたのは国府と雄信内である。

植栽後10年で半完成木の場合樹高4.0m、完成木で植栽しても樹高5.0m近くまで達する。

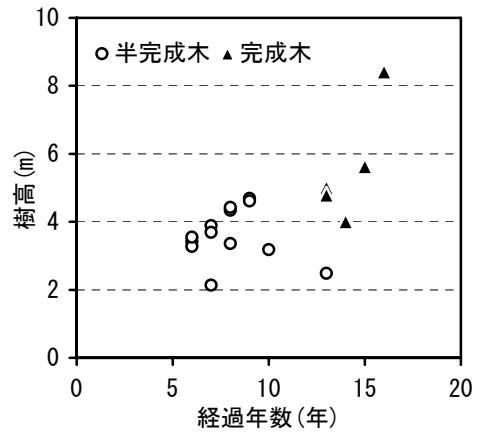


図2-8-6 ヤチダモの経過年数と樹高

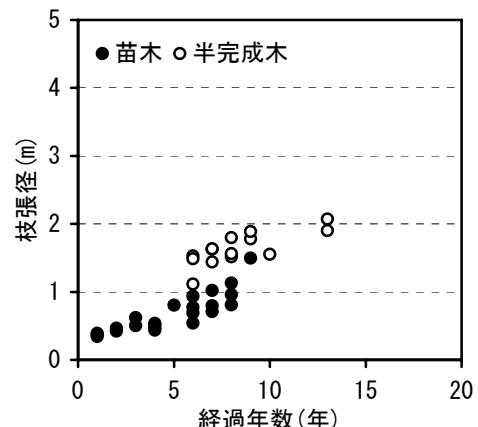
## (2) 枝張成長

道防雪林造成計画の立案、及び育成管理項目に挙げられる密度管理には、枝張の成長実績などを考慮して計画する必要がある。

### ●アカエゾマツ

苗木で植栽した場合、枝張の規格は定められていないため、0.25mの想定で行なった。苗木の場合、植栽後10年で約1.2mとなっている。

半完成木で植栽したものの中、国府の場合は13年の経過で枝張2.0m程であるが、地上1.2mで裾枝打ち後の値となっている。また、同様に半完成木植栽で植栽13年を経過したサラキトマナイのアカエゾマツは裾枝打ちをしていないが、地上1.1m～1.3m間で下枝の枯れ上がりが見られた（植栽間隔は0.7m）。半完成木は植栽後10年で1.8mまで伸びている。



※ 苗木で植栽した場合、枝張の規格は定められていないため、0.25mとして想定。

図2-8-7 アカエゾマツの経過年数と枝張

### ●トドマツ

アカエゾマツ同様に植栽時の枝張は0.25mの想定で行なっている。植栽後5年で0.8m、10年で1.2mの伸びとなっている。

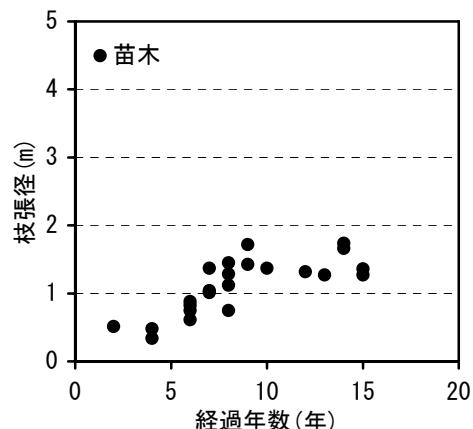


図2-8-8 トドマツの経過年数と枝張

### ●ヨーロッパトウヒ

苗木植栽では、植栽後5年で0.7m程度が10年後に約1.7mまで伸びている。半完成木では5年後に1.8m、10年後では2.4mとなっている。

なお、グラフでは苗木の枝張より半完成木の方でやや成長が上回るような傾向がみられるが、これは半完成木で植栽した国府・雄信内の両防雪林では、地上1.2m～1.5mで裾枝払いを行なっているためである。このため計測データは本来の枝張よりも小さくなっている。

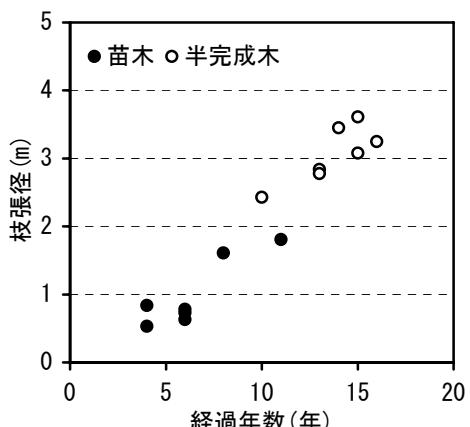


図2-8-9 ヨーロッパトウヒの経過年数と枝張

### 3-2 樹幹解析による成長実績

道路防雪林の追跡調査において試料木を伐倒し、樹幹解析から得られた樹高成長および各枝階別に伸長量を計測した結果を示す。一般国道39号大空町湖南防雪林で植栽されたアカエゾマツ<sup>14)</sup>の事例である。ここでは植栽後10年程度でアカエゾマツの健全木は樹高2~2.5m程度に達している。

#### (1) 樹高成長

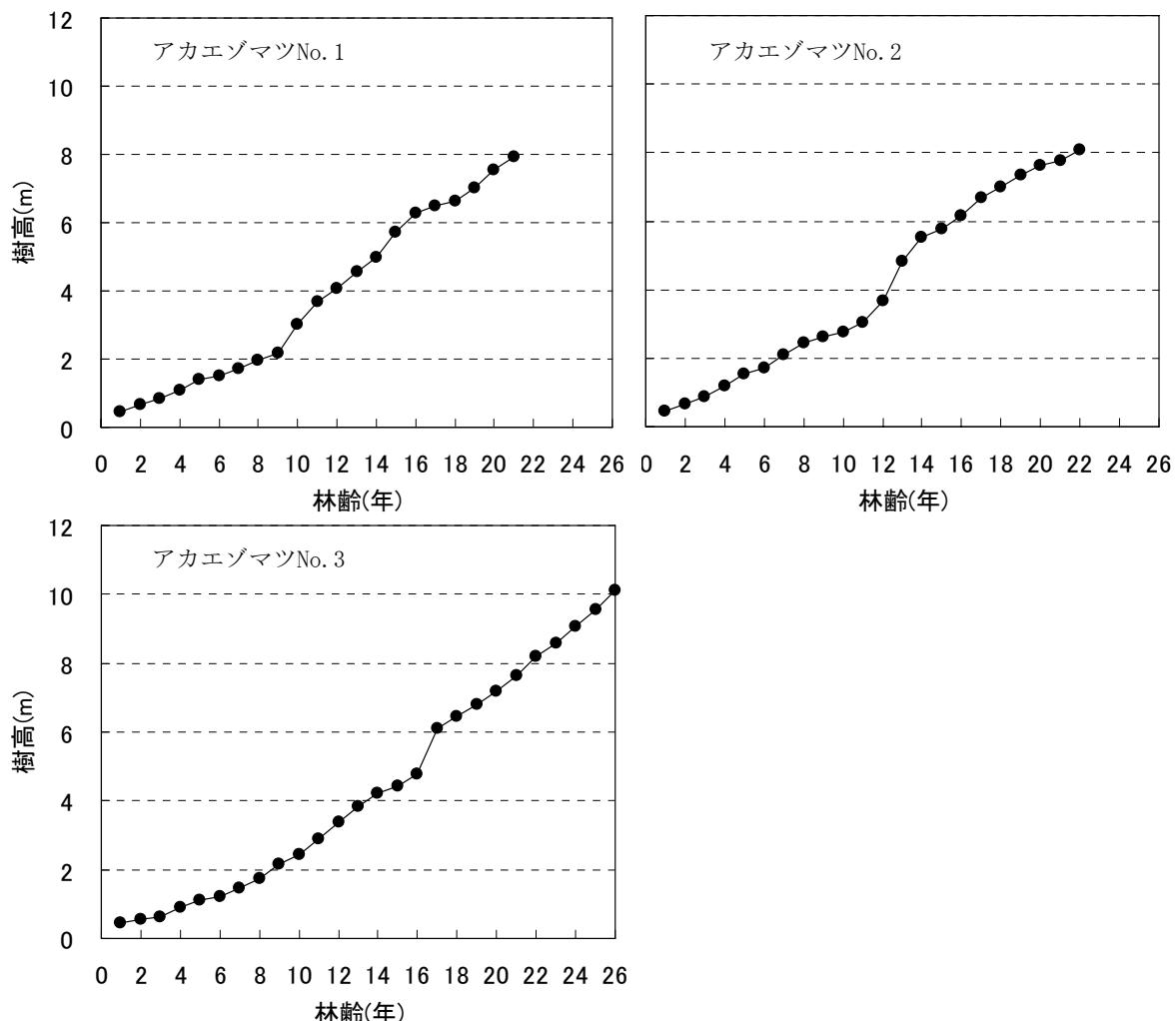


図2-8-10 樹幹解析から得られた道路防雪林のアカエゾマツの樹高経年変化

(2) 枝張成長

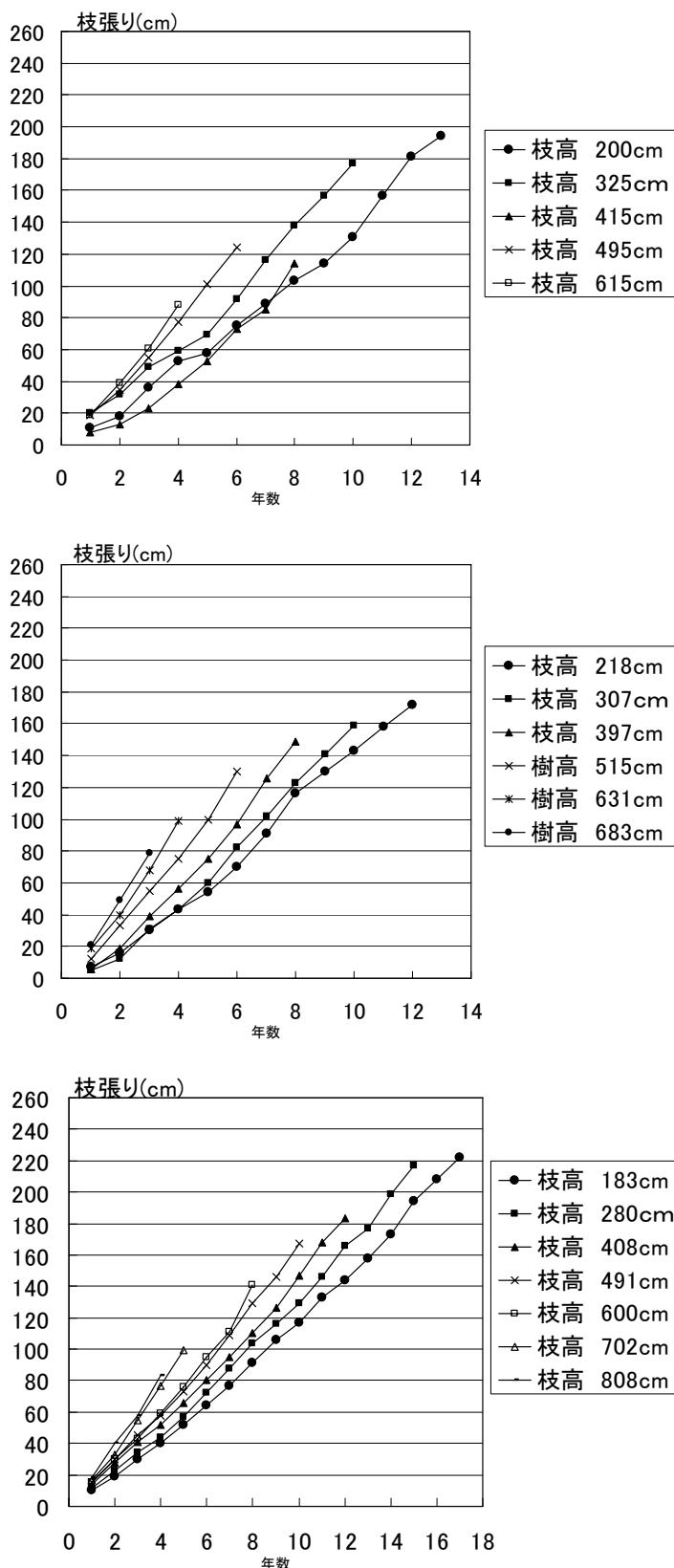


図2-8-11 道路防雪林のアカエゾマツ枝階の高さ別の枝張成長

## 4. 用語集

表2-8-2 用語集 (1/4)

ふりがな	章	ページ	項目	説明
あんしょくゆきぐされ びょう	6	2-6-14	暗色雪腐病	トドマツ・エゾマツ・アカエゾマツに発生する病気。地面に接する枝や若齢木が林床に伏した状態になったときに菌のために葉が枯れる。
いんじゅ	7	2-7-9	陰樹	幼時の耐陰性が特に強く、弱光下でもよく発芽し、林床で緩やかではあるが健全な生育を示す樹種。陰樹には陰地でのみ健全な生育を示すものと、ある程度の大きさに生育した後には直射光下のほうが生育がよいものとがあり、遷移後期性樹種には後者が多い。
えだがれびょう	6	2-6-14	枝枯病	枝の先端に近い部分が枯れる。カラマツ先枯れ病は当年生枝が枯れる。
えだばりせいちょう	7	2-7-2	枝張り成長	樹木枝葉部分の水平方向の成長。垂直方向の成長は樹高成長という。
かいしょく かかん	7	2-7-47	改植	植え替えのこと。
かくだいぞうりん	7	2-7-2	拡大造林	乾きすぎ、またはこれにともなう植物の乾燥。 自然林(天然林や広葉樹二次林)を伐採して造林することをいう。人工林を広げるという意味で「拡大」造林と呼ばれる。人工林を伐採して造林することは「再造林」という。
かるす	7	2-7-57	カルス	植物体が損傷を受けたとき、その傷の周囲にできるコルク質の癒合組織をいう。カルスは形成層または柔組織から発生する分裂機能の盛んな特別の組織で、この形成により傷口が塞がれ、植物体内への腐朽菌等の侵入が妨げられる。カルスは傷口が小さく平滑であればより成長しやすい。
かんしょうりょくち	2	2-2-11	緩衝緑地	大気汚染や騒音・火災などの環境インパクトを緩衝することを目的につくられる緑地。工場地帯や鉄道・道路と住宅地の間などに設けられる。
かんすい	6	2-6-6	灌水	樹木や草本類の乾燥害を防ぐために水を補給すること。草本では霧状に散水するが、樹木の場合には根元に供給する。
かんちょうが ちょうせいそくが えだちょうが えだのちょうせいそく が しんよう きゅうよう	7	2-7-7 2-7-10	幹頂芽 頂生側芽 枝頂芽 枝の頂生側芽 新葉 旧葉	幹頂芽は幹の頂部にある冬芽。翌年開葉後に幹として成長していく。 頂生側芽は幹頂芽の脇につき、翌年開葉後は枝として成長する。 枝頂芽は枝先の先端につく冬芽。 枝の頂生側芽は枝頂芽の脇につく。アカエゾマツなどでは通常2つ。 新葉はその年に開いた葉のことをいう。 旧葉は前年より前に開いた葉を指す。アカエゾマツの葉の寿命は比較的長く、7年生の枝でも45%程度着葉していた例もある。
きゅうみんが	8	2-8-1	休眠芽	いったん形成された芽がそのまま成長せず、一時成長を停止している状態の芽をいう。頂芽が盛んに成長しているときに、その枝についている側芽が、ホルモンの支配により休眠している場合と、樹木や多年生草本が夏から秋にかけて芽を形成し、休眠状態で冬を越す冬芽がある。休眠芽が再び成長を開始する条件は、個々の場合によって異なる。
ぐらいど	3	2-3-7	グライド	斜面に積もった積雪が地面との境界ですべる(滑動)現象。

表2-8-3 用語集 (2/4)

ふりがな	章	ページ	項目	説明
くりーぷ	3	2-3-7	クリープ	積雪に力を加えると、時間とともに変形がゆるやかに進む。この現象をクリープという。斜面に積もった雪は重力によりクリープを起こし、厚さ方向に縮むと同時に斜面方向にも流動する。その結果、斜面積雪はクリープとグライドの両方の影響を受けた変位を示す。
けいしつ（じゅもくの）	6	2-6-12	形質（樹木の）	樹木は樹種によって適する生育環境が異なり、樹形等も異なる。このような樹種間の差異のほかに、同一樹種でも遺伝的変異による生育環境へ適応や樹形の差異が現れる。ここでは、このような差異がみられる同一樹種間における種々の性質を形質と呼ぶ。
さんせいりゅうさんえんど			酸性硫酸塩土	主に、第三紀海成層に由来し、風化してpHが3.5以下を示す軟岩あるいはその風化物。
じゅかん	2	2-2-9	樹冠	樹木の上部にある枝と葉の集まり。ふつう最も下の大枝から上をいう。クローネ。「林冠」：樹冠同士が横に相接して森林を覆うようになったとき、これをいう。
じょうちょうせいちょうひだいせいちょう	7	2-7-25	上長成長 肥大成長	樹高が伸びていくことを上長成長という。太さ（直径）が増していくことは肥大成長という。
しょくさいほごこう	1	2-1-1	植栽保護工	植栽した樹木の初期成長を保護するための諸施設。防風柵、マルチングなど。
しょくじゅほけん	6	2-6-6	植樹保険	植栽工事に関する保険。枯補償期間（工事完了引渡後1年）内に発見された枯損樹木等の損害が保険金額の15%を越える場合に適用される保険。火災・落雷・破裂・爆破による場合は全額。保険会社が原則として受注者に植え替えを依頼し、発注者に現物を填補する保険。防災目的の植栽工事には原則適用されない。
せつきゅう	2	2-2-9	雪丘	吹きだまりが形成され、通常の積雪よりも高くなっているところをさす。
しにぶし	7	2-7-33	死節	木を製材したときに現れる枝の痕を節（ふし）といふ。枯れ枝が肥大成長とともになって巻きこまれて節になったものを死節といい、幹との連続性がないために抜け落ちることが多い。これに対して、生きたままの枝が巻き込まれて節になったものを生節（いきぶし）という。これは幹と連続しているため、抜け落ちにくい。
せんこうちゅう	7	2-7-53	穿孔虫	樹皮下・枝幹に穿孔する害虫。ゾウムシ類、カミキリムシ類、キクイムシ類、タマムシ類が含まれる。いずれも幼虫が樹皮下や材内で成長し、成虫になって外界へ出てくる。
ぜんせいりん	3	2-3-9	前生林	本来の造成目的に応じた樹林を保護するために設けられた、成長が早い樹種による林帯。
そうちゅう	4	2-4-36	草本類	幹が木質化しない植物を草本という。木本（樹木）に対することば。
たんよう	7	2-7-49	単葉	一枚、一枚の葉。

表2-8-4 用語集 (3/4)

ふりがな	章	ページ	項目	説明
ちっそきが	4	2-4-45	チッソ飢餓	土壤に炭素/チッソ比 (C/N 比) が高い有機物 (例えば腐熟していない生のチップ材) を施用したときに植物に対して生じる現象。土壤中の微生物が炭素/チッソ比 (C/N 比) の高い有機物を分解すると、微生物自身の菌体合成も同時に行われるため、炭素源に比べてチッソ源が不足する。そのため微生物は土壤中の無機態チッソまで菌体合成に利用する。その結果土壤中の植物に吸収利用されるチッソが不足し、植物の成長に悪影響を及ぼす。
ちやくせい	4	2-4-16	着生	葉がついていること。
ちやくようりょう	7	2-7-49	着葉量	植物についている葉の総量。
ちんこう	3	2-3-7	沈降	積雪が降雪後に時間が経つにつれてその深さを減ずること。
ちんこうりょく	2	2-2-16	沈降力	積雪の中に埋没した枝や施設があると、積雪の沈降は妨げられて雪の層は褶曲する。この褶曲部の大部分の積雪重量が埋雪物に作用する。この力を沈降力という。
とうかりつ			透過率	防雪柵の空隙率と同義で、防風林などの場合には透過率を用いる。「密である林帯」は風速を大幅に減少させるが、その減風域をみると「通風性のある林帯」よりも、影響範囲が狭まる傾向が見られる。密度の高い林帯の背後では乱流状態が形成されこれによって風速の回復を早めるためである。林帯は60%程度の風が透過する密度が好ましいとされる。
とうひぞく	7	2-7-53	トウヒ属	マツ科の一属。道路防雪林で植えられているヨーロッパトウヒやアカエゾマツなど、針葉の先が尖る葉を持つ常緑針葉樹。トウヒ属とモミ属の違いは、針葉のほか球果にも現れる。トウヒ属は成熟すると垂れ下がるが、モミ属は上向きにつく。アカエゾマツ・エゾマツはトウヒ属なのでそれぞれアカエゾトウヒ・エゾトウヒとする場合もある。
とこがえ	4	2-4-20	床替	苗畑で苗木つくるときに、苗木は根系の発達を促す、容姿を整えるなどの目的で大きさに応じて植え替えられる。この作業を床替という。
どじょうこうど	4	2-4-33	土壤硬度	土壤の現地での硬さのこと。緻密度・堅密度とも呼ばれる。ふつう、山中式硬度計を用いて測定される。
ひへい (き)	7	2-7-53	疲弊 (期)	樹木の抵抗力がなくなり弱っていること。
ふうしょうじゅけい	2	2-2-15	風衝樹形	恒常風 (卓越風) の影響で変形した樹形。
ふうしょうりんけい	2	2-2-15	風衝林形	林分全体が風上側から風下に向かって放物線を描くように樹高が高くなっていくような形の樹林。海岸線近くの樹林で見られる。
ふていこん	4	2-4-48	不定根	本来発生しない場所から発生する根系で、枝や幹からも発生する。
ぼうが	4	2-4-10	萌芽	通常は樹皮の下に隠れている潜伏芽と呼ばれる芽が、あるきっかけで成長してきたものを指す。
ぼうがしようかん	8	2-8-1	萌芽小幹	萌芽から成長して木質化して幹になったもの。
ぼざい			母材	土壤に含まれる鉱物粒子の素となる岩石。
ぼじゅりん	2	2-2-12	母樹林	種子の供給元となる森林。
みずぎめ	6	2-6-1	水ぎめ	植栽した樹木の根周辺の土を水によって安定させること。
みつしょく	7	2-7-53	密植	単位あたりの植栽本数が多い植栽の仕方。通常 ha当たり 5,000 本以上植栽した場合、密植と呼ぶ。

表2-8-5 用語集 (4/4)

ふりがな	章	ページ	項目	説明
もくざいふきゅうきん	7	2-7-54	木材腐朽菌	木材が腐るとういうのは、ある種種の菌類が木材中に侵入しセルロース、ヘミセルロース、リグニンを分泌酵素によって分解すること。侵入された木材は、変色、変形、壊敗その他の劣化を引き起こし腐朽という現象になる。
もみぞく			モミ属	マツ科の一属。道路防雪林や造林で植栽されているトドマツはモミ属である。道内で自生するモミ属はトドマツだけである。針葉の葉先は二裂し、トウヒ属に比べ柔らかい。トドマツはモミ属なのでトドモミとする場合もある。
やなぎまいしこう	4	2-4-20	ヤナギ埋枝工	ヤナギ類の枝（挿し穂と呼ばれる）を埋設し、不定根・萌芽の発生を期待して植栽する方法。
ようこん	3	2-3-5	葉痕	落葉してから、枝に残った葉の痕。葉柄基部の形によって線形、楕円形、三角形、円形など様々な形となる。樹種によって異なる。
ようじゅ	7	2-7-9	陽樹	陽光の下で発芽し早い生育を示し、土地の乾湿・肥瘠に対する適応力の大きな樹種。先駆樹種は全て陽樹で、二次林構成樹種に多い。
ようじょうなえ	4	2-4-20	養生苗	苗畑で種子から育成した苗木。これに対して林内から苗木を掘り取り、畠で育成した苗を山取（やまどり）苗という。
ようめんせきみつど	4	2-4-25	葉面積密度	単位地表面積当たりの葉の面積を葉面積指数という。葉面積密度は、葉面積指数を樹冠層の厚さで除したもので、樹冠の単位空間当たりの葉の面積である。
りんえんりん	4	2-4-11	林縁林	光条件の良好な林縁部に成立する群落をマント群落・ソデ群落という。本書では、下枝が枯れあがった林内に風が吹き込まないように林帯の風上側に植栽する林帯を林縁林と定義した。
りんかん	7	2-7-28	林冠	樹冠同士が横に相接して森林を覆うようになったとき、これをいう。いくつかの樹冠層から成る場合もある。
りんしもく	7	2-7-53	鱗翅目	昆虫類は節足動物門の中の昆虫綱と呼ばれる大きなグループで、さらにいくつかの「目」に分かれる。鱗翅目（りんしもく）はチョウとガの類を指す。
りんせい			輪生	葉の着き方で、互いに出るものと互生（ごせい）、2本の葉が茎に向かい合うものを対生（たいせい）、3枚以上の葉が茎についているものを輪生という。本文の場合は葉を枝に読み替える。
りんそう	3	2-3-8	林相	林帯を構成する樹木の種類。

## 参考文献

### 第2章 道路防雪林の定義と特徴及び基本的な考え方

- 1)若菜千穂・阿部正明・原文宏・石本敬志・福澤義文, 2000: 北海道における道路防雪林形成に関する史的研究. 第16回寒地技術論文報告集, Vol.16, 649-652.
- 2)北海道開発局, 道路現況調書.
- 3)(社)日本道路協会 編, 1988: 道路緑化技術基準・同解説. (社)日本道路協会, 340pp.
- 4)武知洋太・伊東靖彦・松澤勝・加治屋安彦, 2005: 道路防雪林の防雪効果について. 第17回ふゆトピア研究発表会論文集.
- 5)伊東靖彦・松澤勝・福沢義文・加治屋安彦, 2002: 吹き止め柵の吹きだまり形状に関する考察. 日本雪氷学会全国大会講演予稿集, 135.
- 6)伊東靖彦, 2008: 吹雪時の視程障害を改善する道路防雪林の効果. 日本雪工学会誌, Vol.24, No.4, 302-303.
- 7)石本敬志・竹内政夫・福沢義文・野原他喜男, 1980: 道路防雪林による吹雪時の視程障害緩和効果. 土木試験所月報, Vol.320, 7-18.
- 8)武知洋太・伊東靖彦・加治屋安彦, 2007: 「吹雪時を考慮した視線誘導施設マニュアル」策定に向けたこれまでの取り組み. 第50回(平成18年度)北海道開発局技術研究発表会発表概要集, Vol.50, ふ-12.
- 9)北海道開発局開発土木研究所, (財)日本気象協会 北海道支部, 1997: 平成8年度視程障害観測解析業務報告書.
- 10)北海道, 1994: 地域樹林整備促進調査報告書.
- 11)久馬一剛・佐久間敏雄・庄子貞雄・鈴木皓・服部勉・三土正則・和田光史 編, 1993: 土壤の事典. (株)朝倉書店, 132pp.
- 12)笠康三郎, 1997: これから緑づくりについて 宗谷管内みどりの環境づくり講演会.
- 13)水辺環境林造成に関する研究会 編, 1994: 水と生命をはぐくむ緑の創造 1994 水辺環境林造成ガイドライン. (財)北海道開発協会, 44pp.
- 14)北海道土木部河川課, 1993: 河畔林植栽の手引き(案).

### 第3章 道路防雪林造成の基本計画

- 1)A.H.Fitter・R.K.M.Hey 著, 太田安定・森下豊昭・橋泰憲・岩橋誠 共訳, 1985: 植物の環境と生理. (株)学会出版センター, 190pp.
- 2)堂腰純・島崎佳郎 監修, ニューカントリー編集部 編, 1982: 北海道の農業気象. (株)北海道協同組合通信社, 217pp.
- 3)大後美保 著, 1990: 新編農業気象学通論. (株)養賢堂, 216-217.
- 4)吉野正敏 著, 1989: 風の世界. (財)東京大学出版会, 87pp.
- 5)林野庁 監修, 1971: 北海道の防風・防霧林. (財)水利科学研究所, 398pp.
- 6)薄井五郎, 1990: 海風環境下における天然生樹木の生態と砂防的応用. 北海道林業試験場研究報告, Vol.28.
- 7)清水一, 2004: 海岸地域に適した緑化樹選び(I) 塩風害の発生しやすい地域と海からの距離. 光珠内季報, Vol.134, 16-20.
- 8)日本道路公団札幌建設局, (社)道路緑化保全協会, 1985: 道央自動車道札幌～岩見沢間 防雪林管理計画策定調査研究報告書. 50-67.
- 9)藤原滉一郎・福井富三, 1984: 北海道大学中川演習林における樹木の雪圧害(VI) トドマツ幼樹の形態と樹高成長. 日本林学会北海道支部論文集, vol.33, 169-171.

- 10)斎藤新一郎, 2000: 防雪林の造成経過からみた今後の造成および保育管理技術への提案. 日本雪氷学会全国大会講演予稿集およびポスター類.
- 11)北海道開発局建設部 編, 1985: 道路工事設計基準の解説と運用.(社)北海道開発技術センター.
- 12)日本道路公団仙台建設局, (社)道路緑化保全協会, 1977: 東北自動車道積雪地域に於ける道路防風雪植栽に関する調査研究報告書. 201pp.

#### 第4章 道路防雪林の基本設計

- 1)鳥田宏行, 2000: 樹林帯で吹雪を防ぐ(II) 落葉樹林の意外な防雪効果. 光珠内季報, Vol.118, 14-16.
- 2)斎藤新一郎・対馬俊之, 1994: 国道243号(北海道川上郡弟子屈町仁多)における防雪林の雪丘による被害とその対策について. 日本雪氷学会全国大会講演予稿集および資料集, 160.
- 3)斎藤新一郎 著, 2010: 地球環境にやさしい道路緑化樹 その植え方と育て方. (財)北海道道路管理技術センター, 326pp.
- 4)樺山徳治, 1967: 内陸防風林. 林業技術, Vol.309, 23-26.
- 5)亀山章 編, 2000: 街路樹の緑化工 環境デザインと管理技術. (株)ソフトサイエンス社, 120-121.
- 6)北海道水産林務部治山課・北海道立林業試験場 監修, 1999: 治山技術者のための森林整備技術マニュアル. (社)北海道治山協会, 96-97.
- 7)北海道立林業試験場 緑化樹センター, 2002: 北海道に適応する緑化樹の生育特性一覧表.
- 8)北海道林務部みどり対策室 編, 1982: みどりの環境づくりの手引. 北海道, 56-79.
- 9)佐藤孝夫 編, 1996: 北海道の緑化樹. (社)北海道造園建設業協会, 265-282.
- 10)北海道山林種苗協同組合, 2010: 平成22年造林用苗木価格表.
- 11)(独)北海道開発土木研究所, (財)日本気象協会 北海道支社, 2003: 吹雪対策調査業務報告書.
- 12)建設省都市局公園緑地課緑地対策室 監修, 1999: 植栽基盤整備技術マニュアル(案). (財)日本緑化センター, 167pp.
- 13)A.H.Fitter・R.K.M.Hey 著, 太田安定・森下豊昭・橘泰憲・岩橋誠 共訳, 1985: 植物の環境と生理. (株)学会出版センター, 327pp.
- 14)Walter Larcher, 佐伯敏雄 監訳, 1999: 植物生態生理学. シュプリンガー・フェアラーク東京.
- 15)岡島秀夫 著, 1976: 土壤肥沃度論. (社)農山漁村文化協会, 235pp.
- 16)佐久間敏雄・梅田安治 編著, 1998: 土の自然史 食料・生命・環境. 北海道大学図書刊行会, 241pp.
- 17)久馬一剛 編, 1997: 最新土壤学. (株)朝倉書店, 216pp.
- 18)日本土壤肥料学会北海道支部 編, 1987: 北海道農業と土壤肥料1987. (財)北農会, 475pp.
- 19)北海道立農業試験場, 1979: 北海道の農牧地土壤分類 第2次案. 北海道立中央農業試験場, 89pp.
- 20)田中寛・瀬倉隆之・小堆信治・嘉見誠一, 2002: 道路防雪林(道北地域)の現状と課題 生育基盤の現状と課題. 平成14年度日本造園学会北海道支部大会研究事例報告発表要旨, 33-34.
- 21)地域振興整備公団北海道支部, (株)ライブ環境計画, 1994: 平成6年度工業団地緑化手法に関する調査業務報告書. 75pp.
- 22)北海道農政部, 2002: 暗きよ排水設計指針. 162pp.
- 23)北海道水産林務部治山課・北海道立林業試験場 監修, 1999: 治山技術者のための森林整備技術マニュアル. (社)北海道治山協会, 165pp.
- 24)間伐材利用促進庁内連絡会議 編, 土木用木材・木製品標準図集.
- 25)日本緑化工学会 編, 1990: 緑化技術用語事典. (株)山海堂, 268pp.

- 26)水辺環境林造成に関する研究会 編, 1994: 水と生命をはぐくむ緑の創造 1994 水辺環境林造成ガイドブック. (財)北海道開発協会, 10-13.
- 27)高橋輝昌・伊藤梓美・三星暢公・桑原茜・浅野義人・小林達明, 2001: 植物性発生材の敷きならしが苗木の生育に及ぼす影響. 日本綠化工学会誌, Vol.27, 1, 320-323.
- 28)(財)林業科学技術振興所 編, 1999: ウッドチップ新用途 こんなに役立つ木のチップ. (財)林業科学技術振興所, 107-110.
- 29)伊東靖彦・松澤勝・齋藤佳彦, 2005: 雪圧防止杭や支柱の設置と路傍植栽の損傷との関係. 日本雪氷学会全国大会講演予稿集, 127.
- 30)小野寺弘道 著, 1990: わかりやすい林業研究解説シリーズ No.96 雪と森林. (財)林業科学技術振興所, 81pp.
- 31)苅住昇 著, 1987: 新装版 樹木根系図説, (株)誠文堂新光社, 147pp.
- 32)伊東靖彦・千葉隆弘・松澤勝・竹内政夫, 2005: 路傍植栽における雪圧防止杭の効果に関する一考察. 第22回日本雪工学会大会論文報告集, 15-16.

## 第6章 道路防雪林の植栽施工

- 1)恵花安雄・清野定男, 1959: 吹雪防止林の機能保存 1.植栽試験(スギ). 鉄道技術研究所速報, 1-14.
- 2)日本綠化工学会編, 1990: 緑化技術用語事典. (株)山海堂, 185pp.
- 3)四手井綱英, 1951: 斜植に就いて. 日本林学会東北支部会誌, Vol.2, 7-9.
- 4)(財)都市緑化基金, 2010: 平成21年4月版 植樹保険パンフレット.  
[http://www.urban-green.or.jp/p\\_insurance/01.html](http://www.urban-green.or.jp/p_insurance/01.html)
- 5)Walter Larcher, 佐伯敏郎 監訳, 1999: 植物生態生理学. シュプリンガー・フェアラーク東京, 263pp.
- 6)佐藤孝夫, 1998: 秋移植はなぜ成育不良になるか 植栽時期と樹木の生理. 造園, Vol.98, 4-5.
- 7)佐藤貴規・竹内英晶・福井勇悦, 2002: 道東地方の針葉樹の植栽時期に関する一考察 春別道路防雪林試験植栽の事例. 第44回(平成12年度)北海道開発局技術研究発表会, Vol.44.
- 8)岩本巳一郎, 1964: 主要造林樹種の植栽時期を変えた実験資料. 北方林業, 17, 6, 171-173.
- 9)(地独)北海道立総合研究機構 林業試験場緑化樹センター, 2010: 平成21年度 北海道の緑化樹木生産状況, 34pp.
- 10)北海道立林業試験場 緑化樹センター, 2002: 平成13年度 北海道の緑化樹木生産状況, 65pp.
- 11)菊沢喜八郎, 1986: 北の国の雑木林 ツリー・ウォッキング入門. (株)蒼樹書房, 220pp.
- 12)栄花茂, 北海道営林局技術開発室 編, 1985: こんなに違うトドマツ 地域区分. 北海道営林局, 100-103.

## 第7章 道路防雪林の育成管理

- 1)北海道林業改良普及協会, 1976: 北海道主要造林樹種 収穫表と成長量に関する資料 第I編. 北海道林業改良普及協会, 105pp.
- 2)北海道開発局 留萌開発建設部, (株)ライヴ環境計画, 1999: 平成11年度一般国道40号天塩町雄信内防雪林調査設計業務報告書.
- 3)斎藤新一郎・孫田敏・阿部正明・小松佳幸, 2009: 道路緑化樹の保育方法 北国における道路緑化の手引き, (社)北海道開発技術センター, 158pp.
- 4)北海道開発局 留萌開発建設部, (株)ライヴ環境計画, 2000: 平成12年度一般国道40号天塩町雄信内防雪林調査設計外一連業務報告書.
- 5)北海道立林業試験場 監修, 2006: 北海道 樹木の病害・虫害・獣害 ポケット図鑑. (社)北海道森と緑の会,

217pp.

- 6)釧路開発建設部 中標津道路事務所, (株)開発工営社, 2008: 平成19年度釧路中標津道路標茶町防雪対策施設検討外業務報告書.
- 7)日本綠化工学会 編, 1990: 緑化技術用語事典. (株)山海堂, 268pp.
- 8)酒井昭 著, 1982: 植物の耐凍性と寒冷適応 冬の生理・生態学. (株)学会出版センター, 469pp.
- 9)北海道立林業試験場防災林科へのヒアリングより
- 10)国土交通省都市・地域整備局公園緑地・景観課緑地環境室 監修, 2009: 植栽基盤整備技術マニュアル 改定第2版. (財)日本綠化センター, 169pp.
- 11)伊豆田猛 編著, 2006: 植物と環境ストレス. (株)コロナ社, 220pp.
- 12)上田真代・松澤勝・伊東靖彦・高玉波夫・下道純, 2010: 防雪林の生育不良と土壤の関係について. ゆきみらい研究発表会論文集, Vol.22, 276-279.
- 13)真坂一彦・鳥田宏行・佐藤弘和, 2009: 防風林造成地の過湿立地に対する樹木の応答 なぜ過湿になるのか・どのように過湿を判定するのか. 第52回(平成20年度)北海道開発技術研究発表会発表論文, 環-08.
- 14)永田洋・佐々木恵彦 編, 2002: 樹木環境生理学. 文永堂出版(株), 257pp.
- 15)稚内開発建設部 浜頓別道路総合事務所, (株)開発工営社, 2002: 平成14年度一般国道238号浜頓別町山軽防雪林植生調査検討業務報告書.
- 16)佐藤貴規・竹内英晶・福井勇悦, 2002: 道東地方の針葉樹の植栽時期に関する一考察 春別道路防雪林試験植栽の事例. 第44回(平成12年度)北海道開発局技術研究発表会発表概要集, Vol.44.
- 17)伊東靖彦・仁田智・渡邊崇史・大槻政哉・孫田敏, 2010: 既設道路防雪林における生育基盤改良とその効果. 第26回寒地技術論文報告集, Vol.26, 326-331.
- 18)(独)北海道開発土木研究所, (株)ライヴ環境計画, 2005: 平成16年度道路防雪林の生育促進調査検討業務報告書.
- 19)(社)日本鉄道施設協会, 1984: 鉄道林施業技術標準に関する研究報告書. 243pp.
- 20)沢畠浩, 1988: 北海道における環境林造成計画に関する基礎的研究. 北海道大学審査学位論文, 101pp.
- 21)藤森隆郎 監修, 1999: 改訂新版 枝打ちの手引き. (社)日本林業技術協会, 22pp.
- 22)(独)北海道開発土木研究所, 北海道土質コンサルタント(株), 2003: 雄信内防雪林雪丘形状計測報告書.
- 23)斎藤新一郎 著, 2010: 地球環境にやさしい道路緑化樹 その植え方と育て方. (財)北海道道路管理技術センター, 326pp.
- 24)浅井達弘・福地稔・菊沢喜八郎・水谷栄一, 1981: アカエゾマツの枝打ちに関する研究(II) 枝打ち後2年間の生長. 日本林学会北海道支部論文集, Vol.29, 38-40.
- 25)ピーター・トーマス 著, 熊崎実・浅川澄彦・須藤彰司 訳, 2001: 樹木学. 築地書館(株), 263pp.
- 26)福地稔, 1991: アカエゾマツの枝打ち. 光珠内季報, Vol.82, 1-4.
- 27)網走開発建設部 網走道路事務所, (株)開発工営社, 2007: 平成18年度一般国道39号美幌町美幌バイパス防雪対策検討外一連業務報告書.
- 28)(独)北海道開発土木研究所, (株)ライヴ環境計画, 2006: 平成17年度山軽防雪林生育基盤調査業務報告書.
- 29)北海道林務部 監修, 1981: カラマツ間伐施業指針 よいカラマツ林をつくるために. 北海道林業改良普及協会, 121pp.
- 30)北海道林務部 監修, 1988: トドマツ人工林 間伐の手引. 北海道林業改良普及協会, 103pp.
- 31)仲条元・藤田勇・飯尾直人, 2009: 流木の有効活用と河道内樹木の適正管理について. 第52回(平成20年度)北海道開発技術研究発表会発表論文, 環エコ-01.

- 32)北海道、エゾシカ保護管理計画について.  
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/NR/rdonlyres/CC5486B8-E643-42A4-ADC4-FDD2D2286D86/0/03021.pdf>
- 33)北海道環境科学センター・北海道立林業試験場・北海道立根釧農業試験場・北海道立十勝農業試験場・北海道立滝川畜産試験場・北海道立衛生研究所, 2001: 平成8~12年度重点研究報告書 エゾシカの保全と管理に関する研究. 北海道環境科学センター, 263pp.
- 34)春木雅寛・上野義晴, 2000: 道路凍結防止剤の植物への影響. 日本林学会北海道支部論文集, Vol.48, 151-153.
- 35)香山雅純・北岡哲・北橋喜範・丸山温・北尾光俊・Ali.M.Qureshi・小池孝良, 2002: 高速道路に植栽されたトウヒ属樹木の被害状況. 日本林学会北海道支部論文集, Vol.50, 87-89.
- 36)幸喜善福, 1978: 海岸保全の見地からの沖縄の飛塙に関する研究. 琉球大学農学部学術報告, Vol.25, 429-554.
- 37)山野井克己・河合英二・溝口康子・工藤哲也・松岡廣雄, 2001: 海岸林の樹高成長に及ぼす間伐材防風柵の効果. 日本林学会誌, Vol.83, 2, 143-149.
- 38)佐藤孝夫 編, 1996: 北海道の緑化樹. (社)北海道造園建設業協会, 291pp.
- 39)Walter Larcher, 佐伯敏郎 監訳, 1990: 植物生態生理学. シュプリンガー・フェアラーク東京, 375pp.
- 40)日本緑化工学会 編, 1990: 緑化技術用語事典. (株)山海堂, 236pp.

#### 資料編

- 1)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, Vol.15, 28-31.
- 2)岡島秀夫 著, 1976: 土壤肥沃度論. (社)農山漁村文化協会, 235pp.
- 3)A.H.Fitter・R.K.Hay 著, 太田安定・森下豊昭・橘泰憲・岩橋誠 共訳, 1981: 植物の環境と生理. (株)学術出版センター, 327pp.
- 4)Walter Larcher, 佐伯敏郎 監訳, 1990: 植物生態生理学. シュプリンガー・フェアラーク東京, 375pp.
- 5)久馬一剛 編, 1997: 最新土壤学. (株)朝倉書店, 216pp.
- 6)畠地かんがい試験研究会, 1997: 北海道における畠地かんがいの手引き わかりやすい水のかけ方. 174pp.
- 7)佐久間敏雄・梅田安治 編著, 1998: 土の自然史 食料・生命・環境. 北海道大学図書刊行会, 241pp.
- 8)北海道開発局 留萌開発建設部, (株)ライヴ環境計画, 2002: 平成13年度一般国道40号幌延町外道路防雪林管理育成手法調査業務報告書. 83pp.
- 9)北海道開発局 稚内開発建設部, 北海道開発コンサルタント(株), 1997: 平成7年度一般国道40号外2路線道路防雪林育成管理システム調査業務報告書. 213pp.
- 10)北海道開発局 留萌開発建設部, (株)ライヴ環境計画, 1999: 平成11年度一般国道40号天塩町雄信内防雪林調査業務報告書. 66pp.
- 11)斎藤新一郎, 1996: 国道40号中川町国府防雪林の植栽成績および新規防雪林造成計画への提案. 102pp.
- 12)日本道路公団札幌建設局・(社)道路緑化保全協会, 1995: 平成6年度北海道における効率的な防雪林の造成及び管理計画策定業務報告書. 93pp.
- 13)斎藤新一郎・井上惇夫・竹内撰雄, 1997: 樹冠の成長からみた道路防雪林の除伐の適期 除伐方法および今後の植栽方法について. 北海道の雪氷, Vol.16, 44-47.
- 14)網走開発建設部 網走道路事務所, (株)開発工営社, 2006: 平成18年度一般国道39号美幌町美幌バイパス防雪対策検討外一連業務報告書.