

令和元年度  
海岸防災林の保育管理のための  
ガイドライン策定調査

報 告 書

(概要版)

令和 2 年 3 月

林 野 庁 治 山 課



## 目 次

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1. 業務概要.....                                     | 1  |
| 1.1 業務目的.....                                    | 1  |
| 1.2 業務数量.....                                    | 2  |
| 1.3 業務フロー.....                                   | 3  |
| 2. 目標林型設定のための津波シミュレーションの精度向上と 津波被害軽減効果の再検討 ..... | 4  |
| 2.1 再現計算の対象地3箇所 .....                            | 4  |
| 2.2 松川浦、井土浦、三沢を対象とした津波シミュレーション .....             | 4  |
| 2.2.1 津波シミュレーションの実行 .....                        | 4  |
| 2.2.2 津波シミュレーションの実行とその結果 .....                   | 4  |
| 2.2.3 倒伏抵抗力の低減率に関する考察 .....                      | 6  |
| 2.3 倒伏範囲および津波被害軽減効果の再評価.....                     | 7  |
| 3. 生育環境の健全性を反映した保育管理手法の検討 .....                  | 8  |
| 3.1 生育環境の健全性に関する評価手法の検討・整理.....                  | 8  |
| 3.1.1 現状の問題点.....                                | 8  |
| 3.1.2 解決が必要な課題 .....                             | 8  |
| 3.1.3 目視による健全性の調査方法の検討.....                      | 8  |
| 3.1.4 計測による成長量の調査方法の検討.....                      | 9  |
| 3.2 生育環境の健全性に関する評価手法の検討.....                     | 10 |
| 4. 生育基盤厚さと津波耐性等の力学的整理.....                       | 17 |
| 4.1 根系調査内容 .....                                 | 17 |
| 4.2 根系調査の結果 .....                                | 17 |
| 4.2.1 立木の引倒し試験 .....                             | 17 |
| 4.2.2 垂下根の抜けだし抵抗力 .....                          | 18 |
| 4.2.3 水平根の引き抜き抵抗力 .....                          | 18 |
| 4.2.4 垂下根量の違いと引倒し抵抗力の関係 .....                    | 19 |
| 4.3 垂下根と水平根それぞれが発揮する力.....                       | 19 |
| 4.4 総合検討.....                                    | 20 |
| 5. ガイドライン案の作成と今後の課題.....                         | 21 |
| 6. 検討委員会の設置・運営 .....                             | 24 |



# 1. 業務概要

## 1.1 業務目的

東日本大震災に伴う津波で被災した海岸防災林の復旧にあたり、生育基盤盛土が各地で造成、クロマツ等の植栽が実施されている。将来成立する海岸防災林が津波被害軽減効果を発揮し、波力を減衰させ、立木の流失による二次被害を発生させないためには、津波被害の軽減効果を考慮した目標林型の設定と、そこに導く保育管理計画が重要となる。

「平成30年度海岸防災林の保育管理のためのガイドライン策定調査」(以下「昨年度調査」という。)においては、おもに垂下根の機能や役割に着目し、現地で根系の引き抜き試験を実施し、津波に対する根系の引き抜き抵抗性に垂下根が大きな役割を果たしていることが確認された。根系による十分な津波耐性を実現するには、水平根を含む根系全体での抵抗力の発揮が重要と考えられることから、今年度の調査では、垂下根だけでなく水平根にも着目して根系分布と津波耐性との関係を分析・検討している。

また、昨年度調査で実施した検討委員会において、継続検討・整理となった事柄のうち、津波シミュレーションで用いられるクロマツの倒伏抵抗力の低減率について実際の倒伏実績との比較を行い、妥当性を検証するとともに、根系分布と津波耐性に関する現地調査等から得られた知見を盛り込むことにより、保育管理のためのガイドラインの一部見直しを実施する。

東日本大震災の被災地において生育基盤盛土により海岸防災林を造成している施工地、松くい虫による著しい被害が発生するなどにより海岸防災林の再造林を計画する箇所等において、津波による根返りや幹折れを生じにくい海岸防災林の造成が推進されるよう、海岸防災林造成事業担当者向けに、津波被害軽減効果を考慮した「海岸防災林の保育管理のためのガイドライン(案)」を作成する。

業 務 名：令和元年度 海岸防災林の保育管理のためのガイドライン策定調査

契約期間：令和元年10月31日より令和2年3月17日まで

発 注 者：林野庁森林整備部治山課施設実行班

〒100-8952 東京都千代田区霞が関1-2-1

TEL：03-3502-8208 FAX：03-3503-6499

監督職員：久積 将史 海岸林復旧指導官

受 注 者：国土防災技術株式会社

〒330-0074 さいたま市浦和区北浦和2-12-11

TEL：048-833-0422 FAX：048-833-0424

管理技術者：大野 亮一

照査技術者：木内 秀叙

担当技術者：中澤 洋 佐藤 亜貴夫

田中 三郎 田中 淳

高田 香 金澤 牧子 尾崎 智香

## 1.2 業務数量

業務数量一覧を表 1.1 に示す。

表 1.1 業務数量一覧

| 項目                                         |                                                                 | 数量   | 仕様書の対応項目番号 | 報告書対応目次、頁                             |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------|------------|---------------------------------------|
| (1) 目標林型設定のための津波シミュレーションの精度向上と津波被害軽減効果の再検討 | 津波シミュレーションのパラメータを再評価し、調整の上、精度の向上をはかる。                           | 1 式  | 3. (1)     | 2.3、p.2-9                             |
|                                            | 津波シミュレーションによる林帯の倒伏範囲の推定精度を高めた上で、的確に目標林型を設定する。                   | 1 式  | 3. (1)     | 2.4、p.2-17                            |
| (2) 生育環境の健全性を反映した保育管理手法の検討                 | 生育基盤盛土の排水対策や特殊掻き起こし等の環境改善対策の必要性を判断できる、生育環境の健全性に関する評価手法を検討・整理する。 | 1 式  | 3. (2) ①   | 3.2、p.3-2<br>3.4、p.3-29               |
|                                            | 生育環境の評価手法実用性を検証するため、岩手県、宮城県、福島県の事業地 3 箇所を対象として生育環境の評価を行う。       | 3 箇所 | 3. (2) ②   | 3.3、p.3-12                            |
| (3) 根系分布と津波耐性等に関する力学的関係性の整理                | 試験地・対象木の選定                                                      | 1 式  | 3. (3) ①   | 4.2、p.4-7                             |
|                                            | 引倒し抵抗試験、幹径、樹高、地上部現存量等の計測                                        | 1 式  | 3. (3) ②   | 4.2、p.4-7<br>4.3、p.4-13<br>4.4、p.4-32 |
|                                            | 根切り後、根断面位置、根直径、根の向きを計測、水平根と垂下根に着目し根系分布を定量化                      | 1 式  | 3. (3) ③   | 4.2、p.4-7<br>4.3、p.4-13<br>4.4、p.4-32 |
|                                            | 根系分布と引倒し抵抗力の関係分析・整理                                             | 1 式  | 3. (3) ④   | 4.3、p.4-13<br>4.4、p.4-32              |
|                                            | 根返り・幹折れが発生しない場合、発生したが流失しない場合について、根系成長、生育基盤厚さ、津波耐性を総合的に分析・整理する。  | 1 式  | 3. (3) ⑤   | 4.7、p.4-47                            |
| (4) ガイドライン案の作成                             | 昨年作成されたガイドライン案に修正・加筆する。                                         | 1 式  | 3. (4)     | 5 章、p.5-1                             |
| (5) 検討委員会の設置・運営                            | 4 名（うち 1 名は都道府県の海岸防災林造成事業担当者）の有識者からなる検討委員会を開催                   | 3 回  | 3. (5)     | 6 章、p.6-1                             |
| (6) 報告書とりまとめ等                              | (1)～(5) について、報告書にとりまとめる                                         | 1 式  | 3. (6)     | —                                     |

### 1.3 業務フロー

本業務における業務フローを図 1.1 に示す。



図 1.1 業務フロー

## 2. 目標林型設定のための津波シミュレーションの精度向上と 津波被害軽減効果の再検討

昨年度実施された津波シミュレーションによる林帯の倒伏判定においては、野口の抵抗モーメント式に低減率 0.5 を乗じた上でクロマツの倒伏判定を行っていた。この点について、低減率 0.5 が妥当なのか精査すべき、と委員より指摘があり、本年度はシミュレーションで採用している低減率の妥当性について計算結果と実現象の突き合わせ及び精度の確認を行う。

### 2.1 再現計算の対象地 3 箇所

実際の津波による林分の被害状況と林分条件、この 2 種の情報がそろった事例で被害状況が詳細に整理され、かつ海岸防災林の林分情報が一定レベル精度で入手可能である下記 3 地区をシミュレーションの精度確認対象として取り上げる。

- ・松川浦（福島県相馬市） 参考文献：関東局報告書<sup>1</sup>
- ・井土浦（宮城県仙台市） 参考文献：山中ら<sup>2,3</sup>
- ・三沢（青森県三沢市織笠） 参考文献：野口ら<sup>4</sup>・佐藤ら<sup>5</sup>

### 2.2 松川浦、井土浦、三沢を対象とした津波シミュレーション

#### 2.2.1 津波シミュレーションの実行

松川浦、井土浦、三沢を対象に津波シミュレーションを実施した。

なお、林帯はクロマツ上木のみとし、下層広葉樹はモデル対象には含めないこととした。

また、野口の抵抗モーメント式に乗じる低減率は、試行錯誤の結果を踏まえ 0.2、0.3、0.4、0.5 について検討した。

#### 2.2.2 津波シミュレーションの実行とその結果

##### (1) シミュレーション結果の図化

シミュレーション結果を図化したものを図 2.1 に示す。青色が津波、緑色がクロマツ樹冠部、茶色が地盤、赤色がシミュレーション内でクロマツが倒伏した範囲、灰色が実際に現地で倒伏した範囲となる。

<sup>1</sup> 関東森林管理局（2012）：磐城署管内海岸林災害概況調査報告書、平成 24 年 3 月

<sup>2</sup> 山中啓介・藤原道郎・林田光祐・後藤義明・鈴木覚・宮前崇・井上章二・坂本知己（2012）：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震で発生した津波が仙台市井土地区の海岸林に及ぼした影響－防潮堤と海岸クロマツ林の被害との関係－、海岸林学会誌、Vol.11、No.1、p.19-25.

<sup>3</sup> 山中啓介・藤原道郎・林田光祐・後藤義明・鈴木覚・宮前崇・井上章二・小谷英司・坂本知己（2013）：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震で発生した津波が仙台市井土地区の海岸林に及ぼした影響（Ⅱ）－アカマツ・クロマツ大径木で構成される海岸林の被害状況－、海岸林学会誌、Vol.11、No.1、p.1-7.

<sup>4</sup> 野口宏典・佐藤創・鳥田宏之・真坂一彦・阿部友幸・木村公樹・坂本知己（2012）：2011 年東北地方太平洋沖地震津波によるクロマツ海岸林被害の数値シミュレーションを用いた検討－青森県三沢市の事例－、海岸林学会誌、Vol.11、No.2、p.47-51.

<sup>5</sup> 佐藤創・鳥田宏之・真坂一彦・阿部友幸・野口宏典・木村公樹・坂本知己（2012）：東北地方太平洋沖地震津波によるクロマツ海岸林被害と林分構造の関係－青森県三沢市の事例－、海岸林学会誌、Vol.11、No.2、p.47-51.



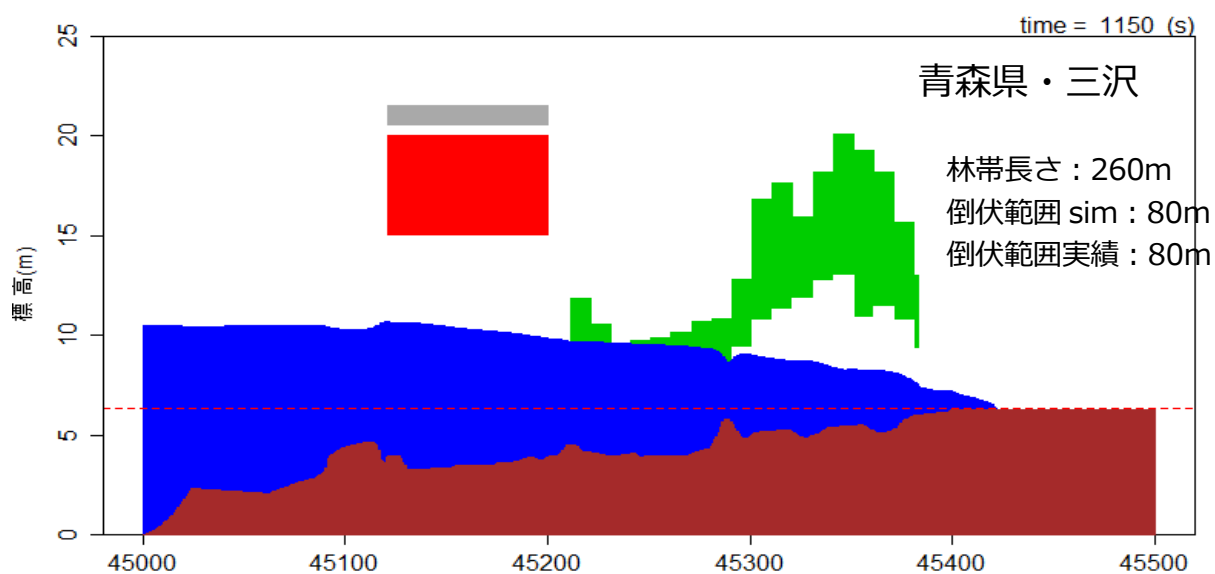
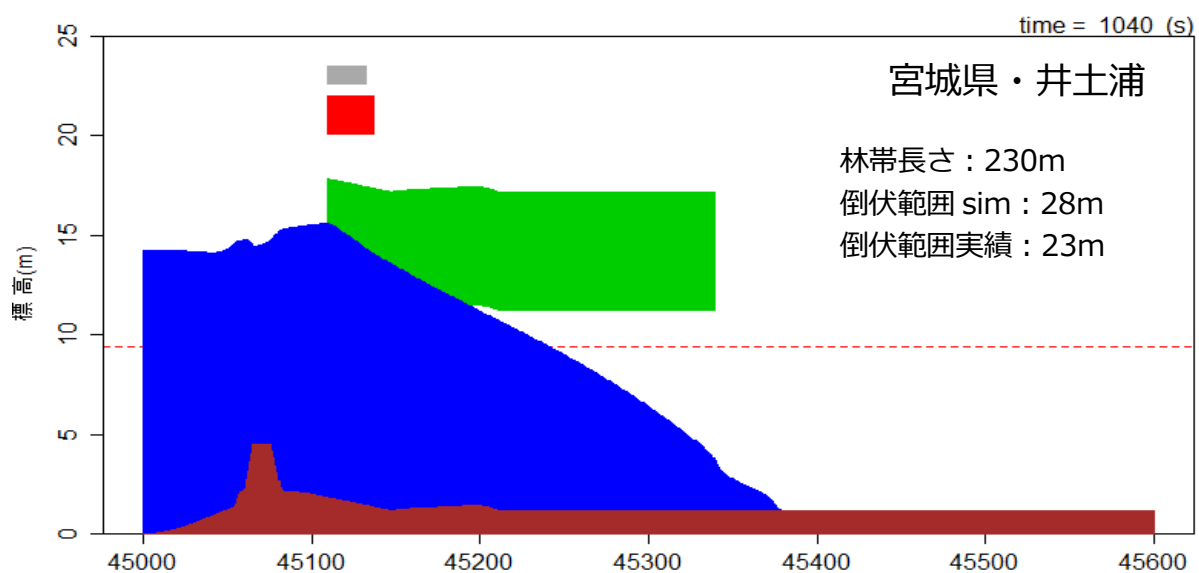
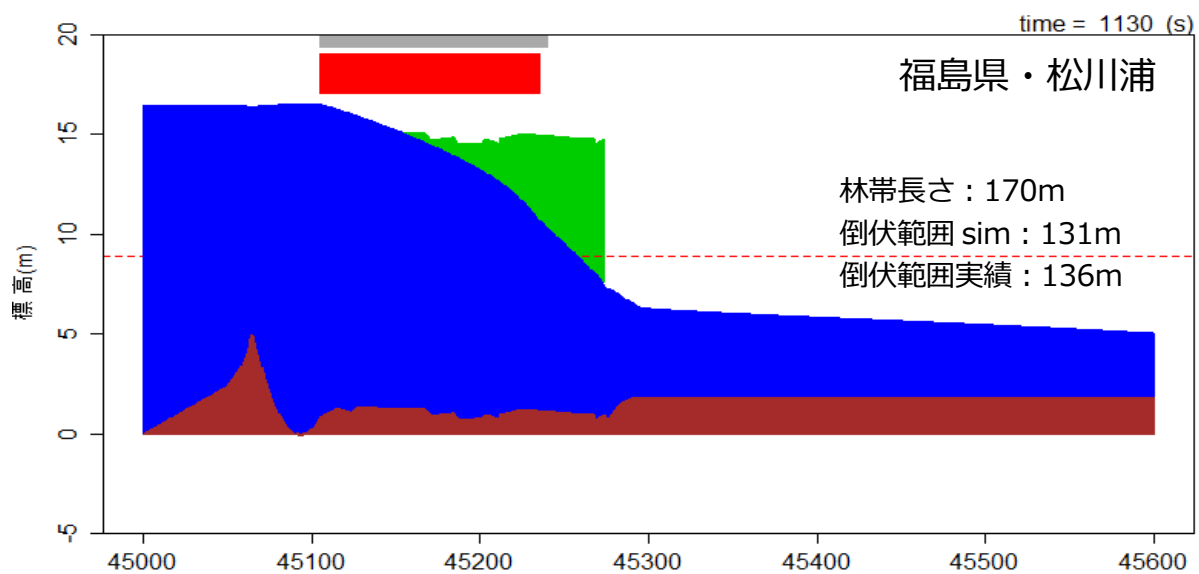


図 2.1 低減率 0.30 による 3 箇所の最適ケース

## (2) クロマツの倒伏範囲の検討

各シミュレーションケースでクロマツが倒伏した範囲を、図 2.2 に示す。

図 2.2 より、3 地区における実績の倒伏範囲ともっとも適合する最適ケースを選定した。井土浦（倒伏区）をのぞき、3 地区すべてで低減率=0.30 が最適となった。

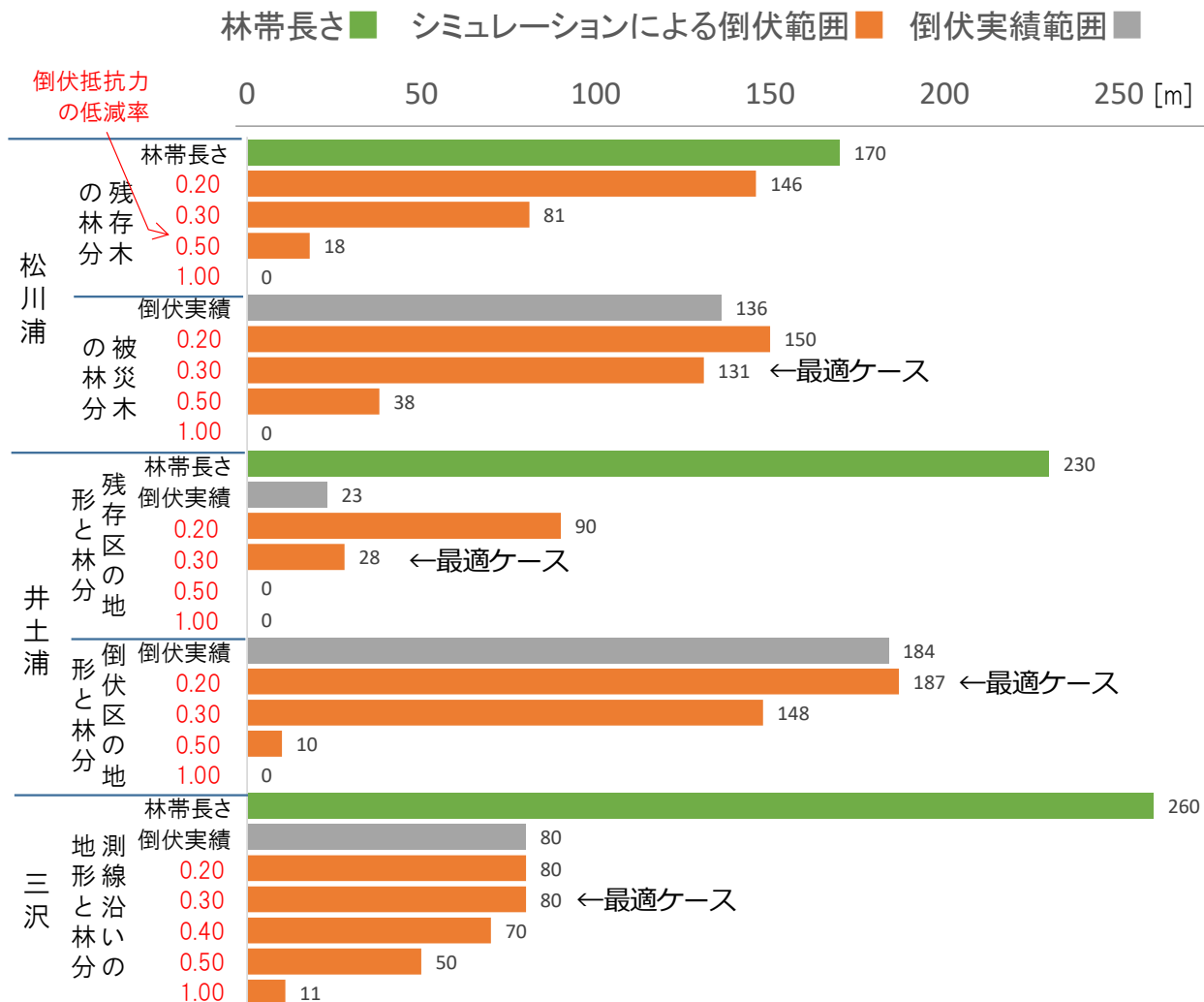


図 2.2 津波シミュレーションによる倒伏範囲と倒伏実績の比較

### 2.2.3 倒伏抵抗力の低減率に関する考察

クロマツの倒伏抵抗力の低減率=0.30 がもっともよい適合が得られる理由について、考察する。

#### ①動的な力と静的な力の違い

瞬間最大に発生する力は静的な試験等による力では物理的に捉えられず、衝撃解析や動的解析で得られる応力や変形は時間とともに変動し、静的解析の結果とは異なるものとなる。衝撃解析によれば一時的に静的応力値の何倍もの大きな応力が発生する現象が再現され、機械分野の論文では、2～3 倍に達する例も報告されている。

## ②流木等の剛体が混ざることによる津波流体力の増加

津波に多数の流木等が混ざった状態では、横倒しとなった流木が流体力を受け止め、立木 1 本にかかる受け止め負担力は樹幹の直径幅より大きくなる。

## ③ 1 次元解析の制約と流速の水深方向平均化

現在の津波シミュレーションは、浅水長波方程式に基づく 1 次元解析であり、防潮堤等の構造物にぶつかった津波の回り込み等は一切考慮されない。浅水長波方程式は水深方向の流速分布を積分し一様流速に置き換えた式で、水面付近の早い流速ではなく平均化された遅い流速で評価され、立木の倒伏がしにくい条件となっている。

## ④根系の根張り

東日本大震災時において、クロマツの根張りが水平根主体である樹木が多く根返りした、という指摘がある。本年度の根系調査により、水平根が主体の木は倒伏抵抗が 4 割減となる結果も得られている。被災木の根が水平根主体で浅く、津波に対して倒伏しやすい状態となり倒伏範囲が広がったことから、シミュレーションで低減率を小さくしなければならなかった可能性がある。

## 2.3 倒伏範囲および津波被害軽減効果の再評価

精度を高めた津波シミュレーションを用いて、平成 30 年度のガイドライン策定業務で検証した、津波による林帯の倒伏範囲及び津波被害軽減効果の再評価をおこなった。平成 30 年度はクロマツの倒伏抵抗力の低減率として 0.50 を用いたが、再検討では 0.30 を用いた。低減率以外の条件は同一である。

林帯の津波波力減衰機能と津波耐性が適正となる立木密度について数値シミュレーションで検討した。シミュレーション条件は、林帯幅 3 種、形状比 3 種、津波高さは林帯前縁で 12m 高、16m 高の 2 ケース、風衝林形として太平洋側/日本海側の 2 種で、 $3 \times 3 \times 2 \times 2 = 36$  ケースとし、立木密度（形状比）による津波耐性と波力減衰機能を比較した。

津波耐性と波力減衰機能を検証した結果、傾向は平成 30 年と変わらず以下の結論が得られた。

- ・形状比が小さいほど津波耐性を有する。特に林帯幅が長い場合（500m）に顕著。
- ・林帯幅が短い 50m の場合は、形状比の違いによる津波耐性の違いはほとんどみられない。
- ・到達遅延時間も同様で、林帯が長い場合は形状比の効果が強くあらわれ、形状比が小さいほど遅延時間が長い。
- ・波力減衰率および水深低下高は、林帯幅が短い場合でも形状比の違いがあらわれ、形状比が小さいほど津波に対して有利。林帯幅が長いと有利度はさらに向上する。
- ・太平洋側と日本海側で上記傾向にほとんど違いはない。風衝樹形となる林帯が長いことから、日本海側の津波耐性は相対的に低い。

上の結論より、津波被害軽減効果を考慮すると目標林型の適正密度として形状比 **60** (相対密度 **55%**) が望ましい。

### 3. 生育環境の健全性を反映した保育管理手法の検討

植栽木の生育環境の健全性を的確に評価し、より津波被害軽減効果を考慮した保育管理手法を整理するため、次の①及び②を実施した。

- ① 生育基盤盛土の排水対策や特殊掻き起し等の環境改善対策の必要性を客観的かつ簡便に判断できるような、生育環境の健全性に関する評価手法を検討・整理する。
- ② ①における生育環境の評価手法の実用性を検証するため、昨年度調査において、保育管理手法の具体的事例として適用した岩手県、宮城県及び福島県の海岸防災林造成事業地3箇所を対象として、生育環境の評価を行う。

#### 3.1 生育環境の健全性に関する評価手法の検討・整理

##### 3.1.1 現状の問題点

生育基盤盛土の現状の問題は、「森林整備保全事業工事標準仕様書」やこれに類する森林管理局や県の基準により施工され、品質管理基準及び規格値を満足していた場合でも経年変化により固結盤が盛土内部に生じてしまうこと、また初期の盛土や他所管との協定等で施工委託された盛土では全層的に固結盤となっている場合があることである。

先ず、固結盤が不透水層となり雨水が盛土内に長期間滞水することから土壌が過湿化～グライ化し根系の活動や成長を阻害するため、植栽木が面的に集団で枯死する問題がある。

次に、植栽木の根系が固結盤に達すると固結盤以深に根系が伸張しないため、津波被害軽減効果の目標とする根系深を達成できない問題がある。

また、保育管理は広大な海岸防災林が対象となり、かつ、一時期に集中して本数調整伐等の作業が必要となることから、管理計画が重要となる。

##### 3.1.2 解決が必要な課題

現状の生育基盤の問題点を解決するために「海岸防災林の生育基盤盛土造成のためのガイドライン(案)」(平成30年3月、林野庁)により、排水対策や特殊掻き起こし等の環境改善対策が提案されている。

しかしながら、上記問題点①に示されるように、環境改善対策の必要性を客観的かつ簡便に判断できる生育基盤盛土の健全性に関する評価手法、つまり成長が悪い場合の場所を抽出する指標と調査・分析方法を検討・整理することが課題であり、また、どのような指標をもとに管理計画を立案していくのかが課題であり、今回この課題について検討した。

##### 3.1.3 目視による健全性の調査方法の検討

植栽木の健全性を外見的調査から判断する方法を文献より検討した。

- ・樹形【参考3.1.3(1)】、【参考3.1.3(2)】
- ・針葉の活性度【参考3.1.3(1)】、【参考3.1.3(3)】、【参考3.1.3(4)】
- ・侵入植物【参考3.1.3(5)】

### 3.1.4 計測による成長量の調査方法の検討

#### (1) 成長量調査の考え方

植栽木の健全性を外見的調査から判断する方法を文献より検討した。

- ・ 輪生枝間の長さの計測【参考 3.1.4 (1)】

この方法の特徴は次のとおりである。

- ・ 地上部から地下部は推定できないが、地上部成長が悪い場合は何らかの原因があることが推測できる。
- ・ 成長量基準に基づいて、将来の成長予測が可能である。

#### (2) 調査項目と方法の検討

- ・ 植栽木の樹高成長量を調査し、成長不良範囲を抽出する
- ・ ゾーン毎に実施する（図 3.1、表 3.1）

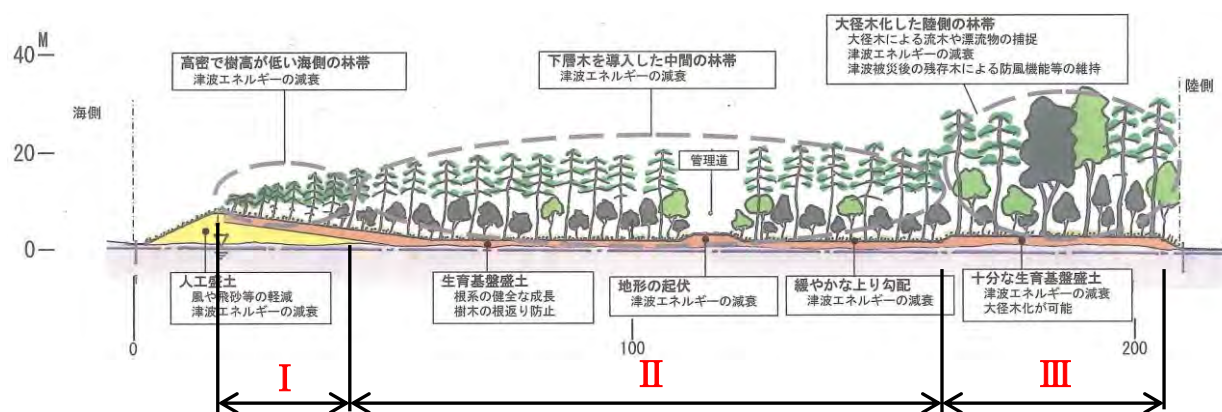


図 3.1 生育基盤改良の考え方ゾーン区分図（例）

表 3.1 生育基盤改良のゾーン別考え方一覧表（例）

| ゾーン | 生育基盤改良 |               | 考え方                                                                                  |
|-----|--------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|     | 重要度    | 改良深           |                                                                                      |
| I   | 低      | 0.8<br>(GL-m) | 風衝樹形を呈し、樹高が抑えられている区間。樹高に応じた生育基盤深さについて改良する。                                           |
| II  | 中      | 1.0           | 保全対象の重要度などにもよるが、健全に高木まで成林する程度の生育基盤を改良する。                                             |
|     |        | 1.5           | 根返りを起こしにくい程度に生育基盤を改良する。                                                              |
| III | 高      | 2.3           | 林帯の内陸側林縁に位置し、幹折れや根返りで海側に生じた流木の保全対象側への流失を阻止するために重要なゾーン。生育基盤盛土の初期目的深度を確保する改良をするのが好ましい。 |

### 3.2 生育環境の健全性に関する評価手法の検討

本年度、3回の委員会を経て図 3.2 に示す生育環境の健全性に関する評価手法フロー(案)を策定した。

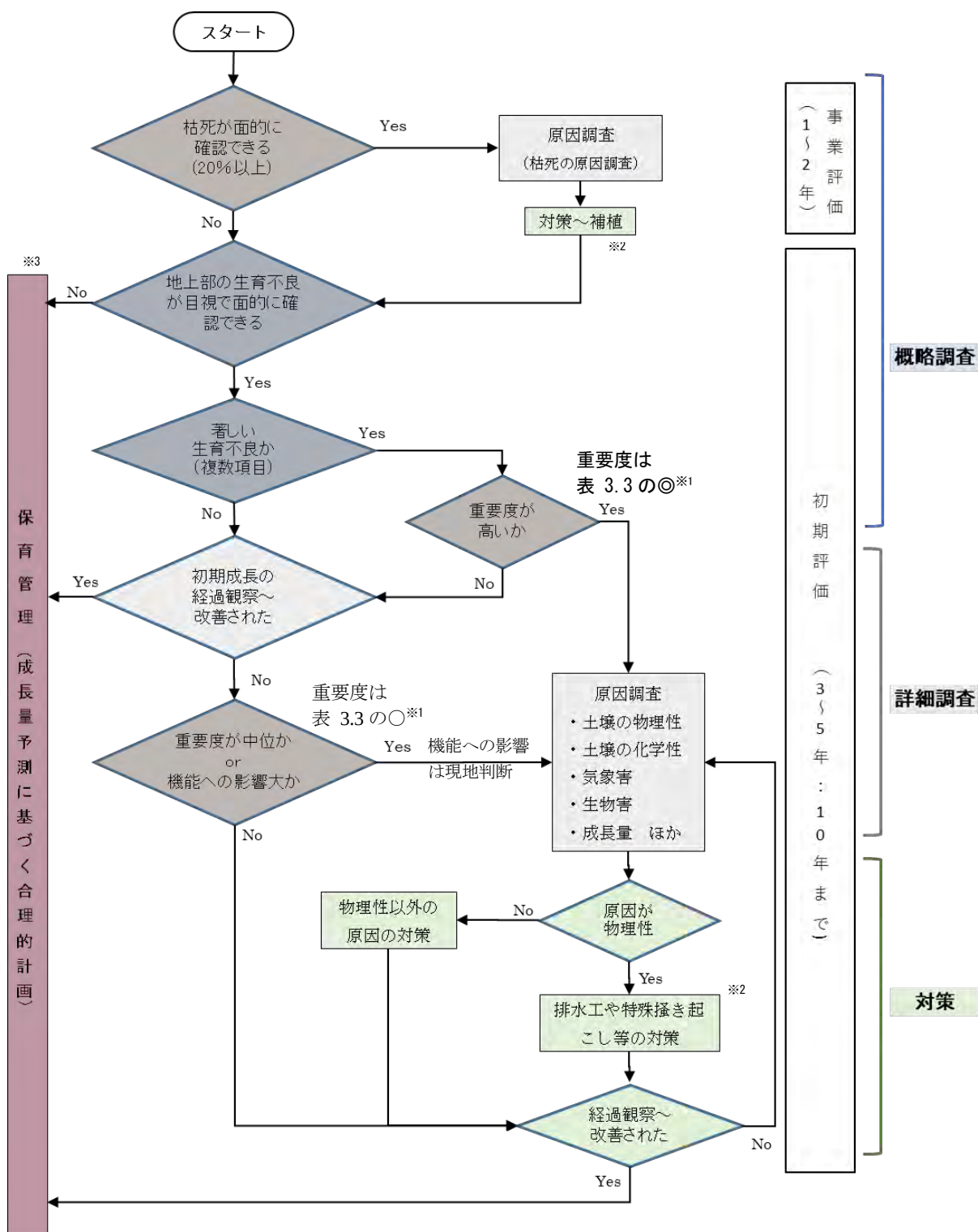


図 3.2 【最終案】生育環境の健全性に関する評価手法フロー(案)



図 3.2 のフロー(案)は、ガイドラインに記載された他の図表と併せて利用する。重要度（表 3.3）、概略調査、詳細調査に関係する図表を、以下にまとめて記す。

海岸防災林の保育の考え方は表 3.2 に示すように目標林型を構成する林分区分（ゾーニング）により異なってくる。

海岸防災林の生育環境の健全性の評価では海岸防災林の規模（特に林帯幅）が重要となる。保育管理における生育環境維持の重要度は、林帯幅の大小により図 3.1 に示すようなゾーン区分ごとに表 3.3 のように設定される。この重要度の設定は、生育基盤だけではなく、立木密度管理などの一般的な保育の重要度にも適用されるものである。

津波被害軽減効果を発揮させる海岸防災林の保育管理では、本数調整伐に加えて、植栽木の生育基盤の健全性、特に生育基盤盛土の固結や排水機能低下を初期の段階で的確に評価し、必要に応じて改善することが重要である。

表 3.2 目標林型を構成する林分と保育の考え方（既ガイドライン(案)に掲載）

| 林分区分      |          | 海からの影響圧による区分                    |                              |                         |                                      |
|-----------|----------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
|           |          | I                               | II                           | III                     |                                      |
|           |          |                                 |                              | III-1                   | III-2                                |
| 海からの影響圧   |          | 特に強い<br>高木に成長しない<br>(枝下高 3m 以下) | 強い<br>林分 I から III へ<br>の推移区間 | 弱い<br>地域の最大樹高に<br>達する区間 | 弱い<br>地域の最大樹高に達<br>する区間              |
| 保育        |          | 適正な密度管理                         | 適正な密度管理                      | 適正な密度管理                 | 低密度管理・枝打ち                            |
| 二段林化      |          | 二段林化出来ない                        | 二段林化可能                       | 二段林化可能                  | 二段林化可能                               |
| 林分の<br>有無 | 太平洋<br>側 | なし<br>林帯前縁から樹高が高いため             | ○                            | ○※                      | ○※                                   |
|           | 日本海<br>側 | ○                               | ○                            | ○※                      | ○※                                   |
| 備考        |          | 枝下高 3m 以下では<br>下層木植栽等の作業<br>が困難 |                              |                         | 地域の最大樹高に達<br>した段階で樹木列 2<br>列以上の範囲を対象 |

※：林帯幅が狭いケースでは上記林分が揃わない場合もある

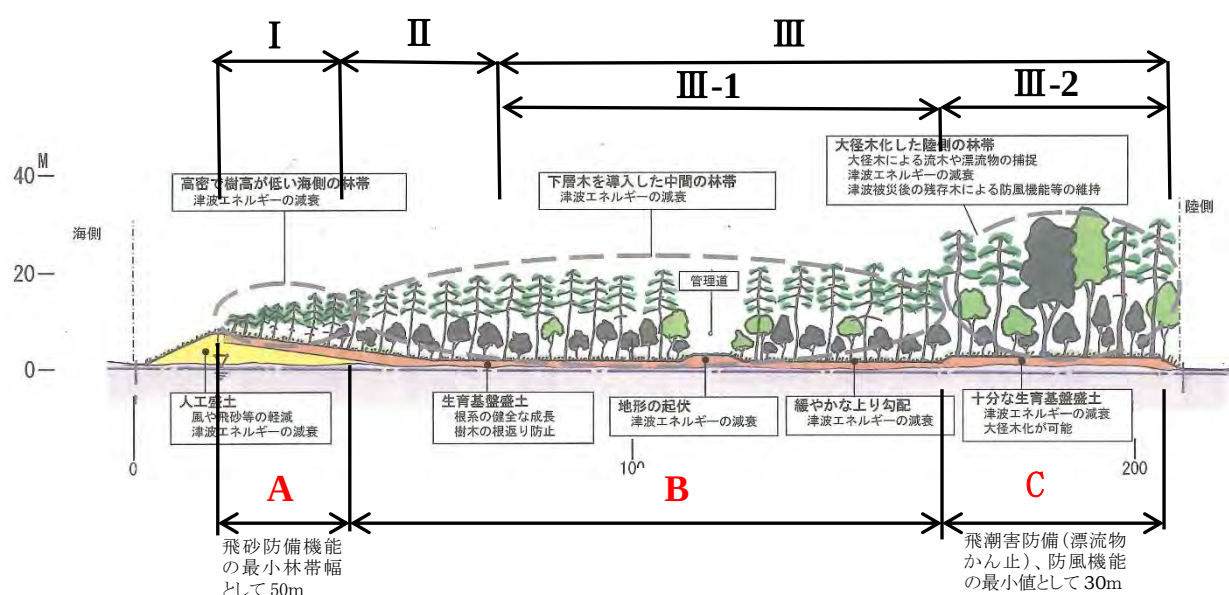


図 3.3 生育環境の健全性維持重要度ゾーン区分図（例）

表 3.3 海岸防災林の林帯幅による生育環境健全性維持の重要度

| 林帯幅               | 生育環境健全性維持の重要度ゾーン区分 |            |   | 備考                                                                          |
|-------------------|--------------------|------------|---|-----------------------------------------------------------------------------|
|                   | A                  | B          | C |                                                                             |
| 小<br>(数 10m)      | ◎                  | —          | — |                                                                             |
| 中<br>(200m 程度未満)  | ○                  | ◎<br>(一部○) | — | B ゾーンの内陸側で◎を 30m 程度は確保                                                      |
| 大<br>(200m 程度以上)  | ○                  | ○          | ◎ |                                                                             |
| 長大<br>(350m 程度以上) | ○                  | ○<br>(一部△) | ◎ | 林帯全体で◎～○の幅を 200m 程度は確保かつ△の高木林を 350m 程度確保<br><br>それを超える幅で防災機能以外を優先させる取り扱いも可能 |

◎：重要度が高く健全な林帯が早期に必要（適切な形状比と十分な根系発達が特に望まれる）  
（適切な保育管理を実施。生育不良箇所については早期に対策を行う）

○：重要度が中位で健全な林帯が必要

（適切な保育管理を実施。生育不良箇所については対策を行うが経過観察期間を設けても良い）

△：重要度が低く高木林であれば立木密度や根系発達が最適に管理されていない林帯でも可  
また、林帯幅 350m を超える範囲で防災機能以外の機能を優先する林帯とすることも可  
（極端な生育不良が海岸防災林の機能に大きく影響を与える場合は対策を実施する）

- ✓ 図 3.2 について、重要度は表 3.3 の重要度を採用する
- ✓ 表 3.3 の林帯幅は、これまでの知見と本業務の数値シミュレーションの結果を参考に目安を記載している
- ✓ 基本的には、重要度の高い箇所を積極的に保育管理する方針であるが、他の範囲について、積極的な保育管理を制限するものではない（ガイドライン注意書き）
- ✓ 図 3.2 の機能への影響度については、現地判断（管理者判断）とし、重要度に関わらず必要と判断される箇所は積極的に原因調査を行うこととする

#### ●概略調査

##### （１）概略調査の方法

活着期に空中写真等を活用して地上部の面的な生育不良範囲を目視調査で抽出する。

※面的：調査区画毎に 20% 以上（補植対象の枯損率）

##### （２）概略調査結果の評価方法

- ①地上部が表 3.4 目視による生育不良箇所調査（根系の成長不良の推定）（例）に示すような状態の範囲、また、気象害、病害虫や食害などの生物害の可能性のある範囲を抽出
- ②上記①の範囲で生育不良が著しい場合には詳細調査へ
- ③詳細調査まで必要のない場合には経過観察

表 3.4 目視による生育不良箇所調査（根系の成長不良の推定）（例）

（※略）



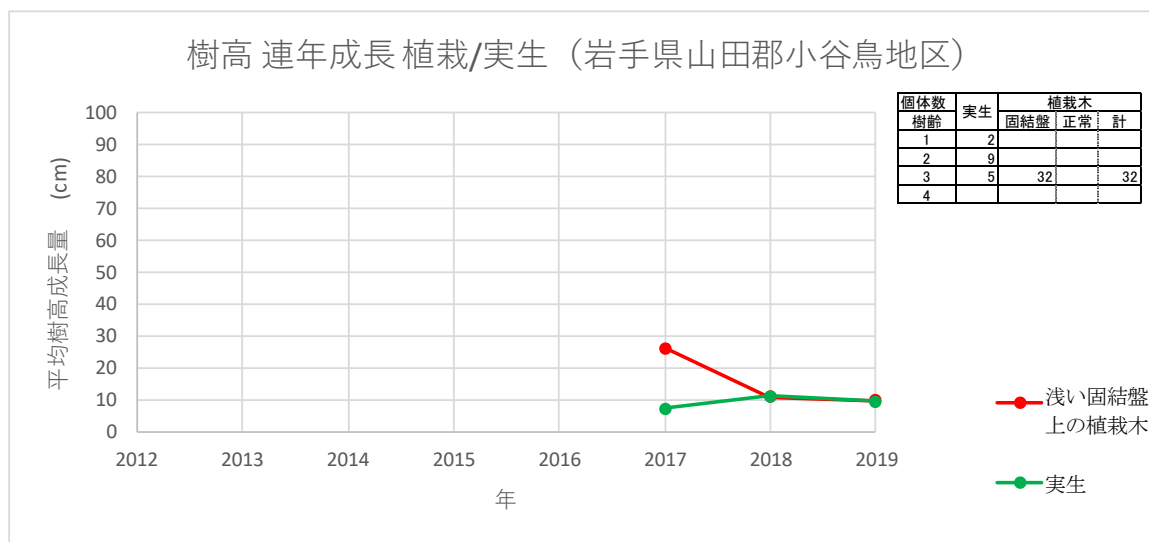
## ●詳細調査

### (1) 詳細調査の方法

- ①地上部の生育不良が固結盤によるものと考えられる場合には土壌の物理性を調査
- ②その他の原因によるものと考えられる場合には土壌の化学性、気象害、生物害について調査
- ③指標となる成長量のデータ、例えば周辺砂地盤上に天然更新したクロマツなど植栽木と同種が生育していれば併せて計測し成長量を比較調査する
  - ・樹高成長量（連年成長量）の調査事例：図 3.4～図 3.8
  - ・樹齢毎の樹高調査事例：図 3.9～図 3.10

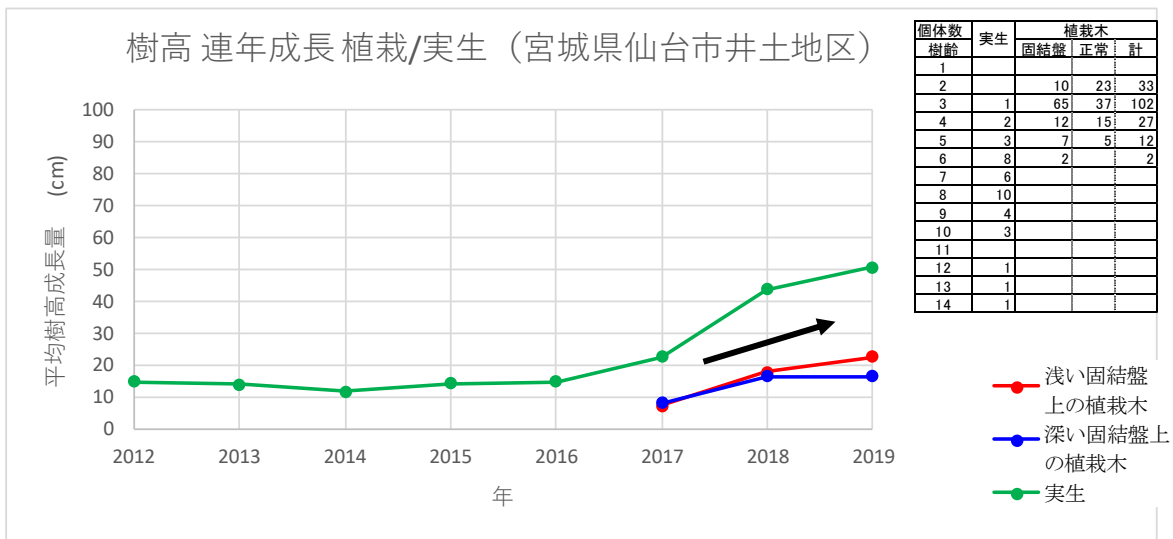
### (2) 詳細調査結果の評価方法

- ①生育基盤盛土の長期滞水、グライ化、固結盤が確認された場合には排水工や特殊掻き起こし等の対策へ
  - ②土壌の物理性以外の原因の場合には、それぞれの原因に対する対策を実施する
  - ③固結盤や排水不良等、土壌の物理性が原因の場合には、「海岸防災林の生育基盤盛土造成のためのガイドライン（案）」（平成 30 年 3 月 林野庁）に基づき対策する
  - ④「初期成長の経過観察～改善された」評価は、例えば、
    - ・図 3.5 に示すように、植栽木の樹高成長が実生（生育基盤盛土の周辺砂地で天然更新したクロマツ）に比べて小さいが、連年成長量が実生と同様に増加している場合、改善の可能性があると判断し経過観察する。一方、図 3.7 のように実生とは逆に植栽木の樹高成長量が減少するような場合、改善されないと判断する
    - ・図 3.9～図 3.10 に示すように、樹齢 6 年で平均樹高が静砂垣の有効高さ（1～1.2m）に達しない程度は、樹齢 10 年でも第 1 回目の本数調整伐に至らない程度であり、改善されないと判断する
- ※樹高成長は輪生枝間の長さを計測して分析する。比較対照となる実生の樹高も計測しておく。
- ⑤初期成長に問題がなければ本数調整伐の時期を予測し、今後の保育管理計画を検討、立案する（参考：図 3.9～図 3.10）



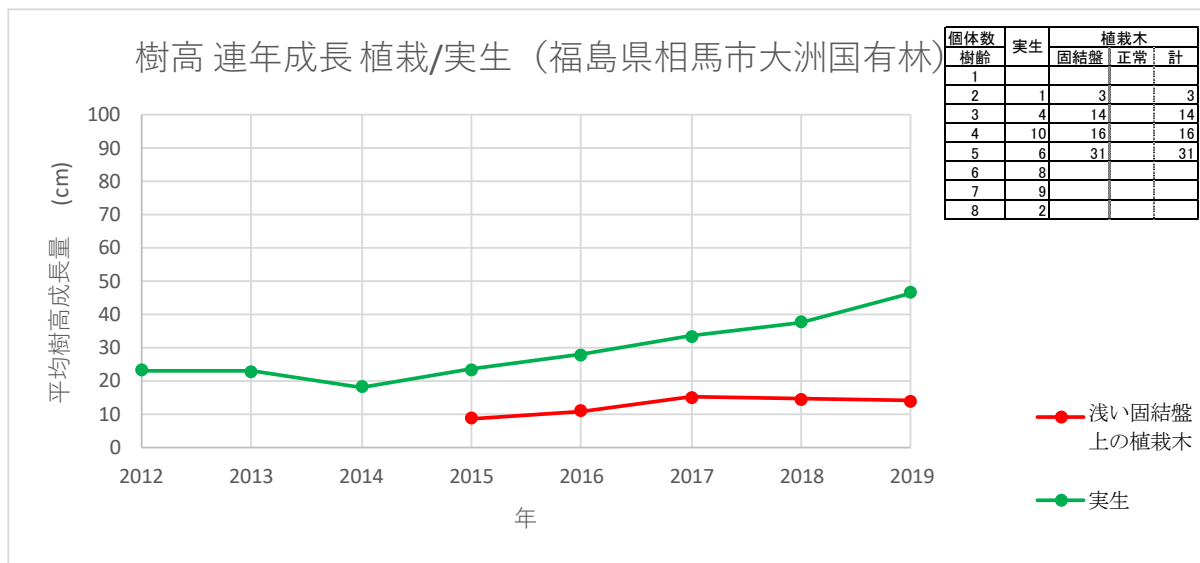
実生（アカマツ）もクロマツ植栽木も樹高成長が過去 2 年間共に 10cm 程度と著しく小さい

図 3.4 樹高の連年成長量の調査事例（岩手県山田郡小谷鳥地区）



クロマツ植栽木はクロマツ実生の 50%程度の樹高成長で、ともに 2017 年より成長量は漸増している

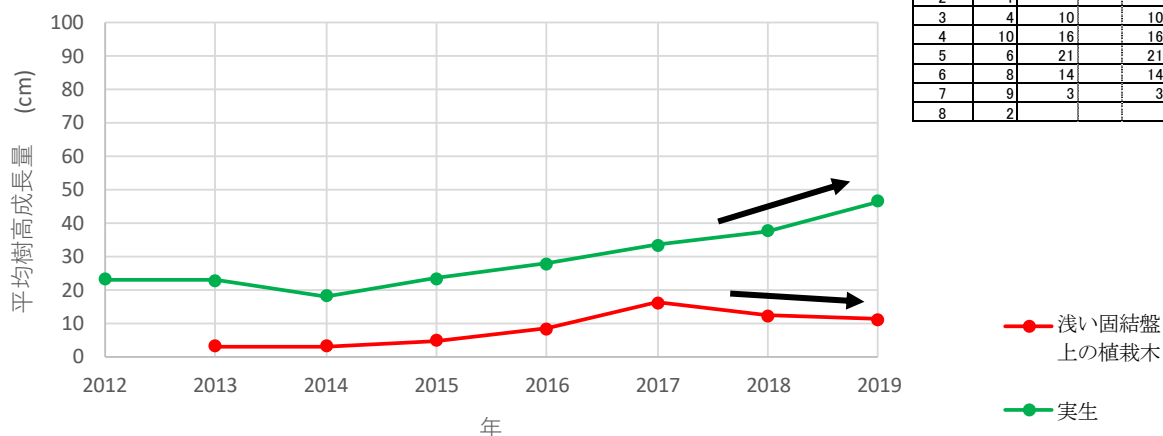
図 3.5 樹高の連年成長量の調査事例（宮城県仙台市若林区井土地区）



クロマツ実生の樹高成長は漸増しているが、クロマツ植栽木の 2017 年からの過去 2 年の成長量は漸減し、樹高成長量は頭打ちとなっている

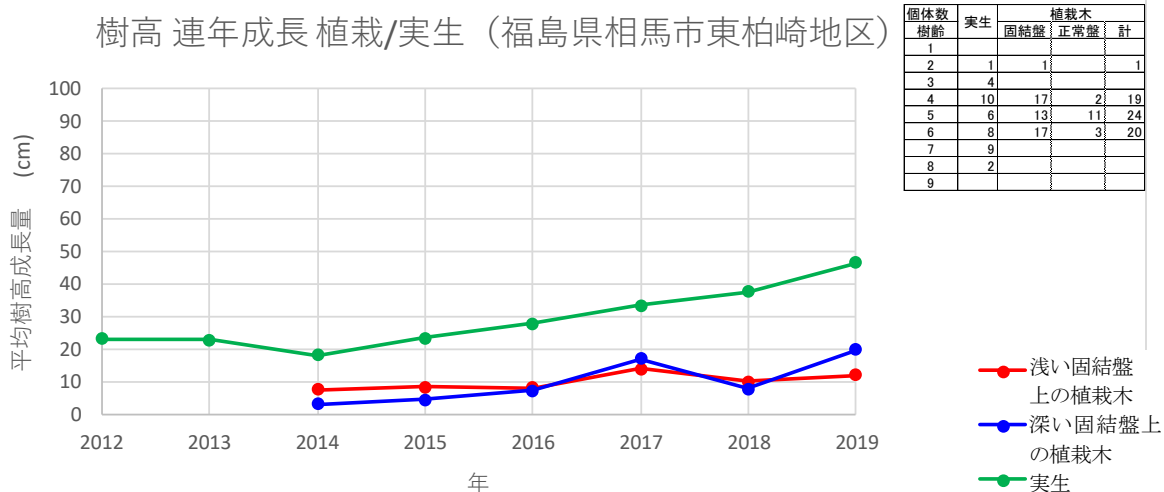
図 3.6 樹高の連年成長量の調査事例（福島県相馬市大洲国有林）

樹高 連年成長 植栽/実生（福島県相馬市大洲民有林）



クロマツ実生の樹高成長は漸増しているが、クロマツ植栽木の 2017 年からの過去 2 年の成長量は漸減し、樹高成長量は頭打ちとなっている

図 3.7 樹高の連年成長量の調査事例（福島県相馬市大洲民有林）



クロマツ実生の樹高成長は漸増しているが、クロマツ植栽木の過去 2 年の成長量は固結盤上で頭打ち、固結盤が GL-1m より深い場所（正常盤）で漸増している

図 3.8 樹高の連年成長量の調査事例（福島県相馬市東柏崎地区）

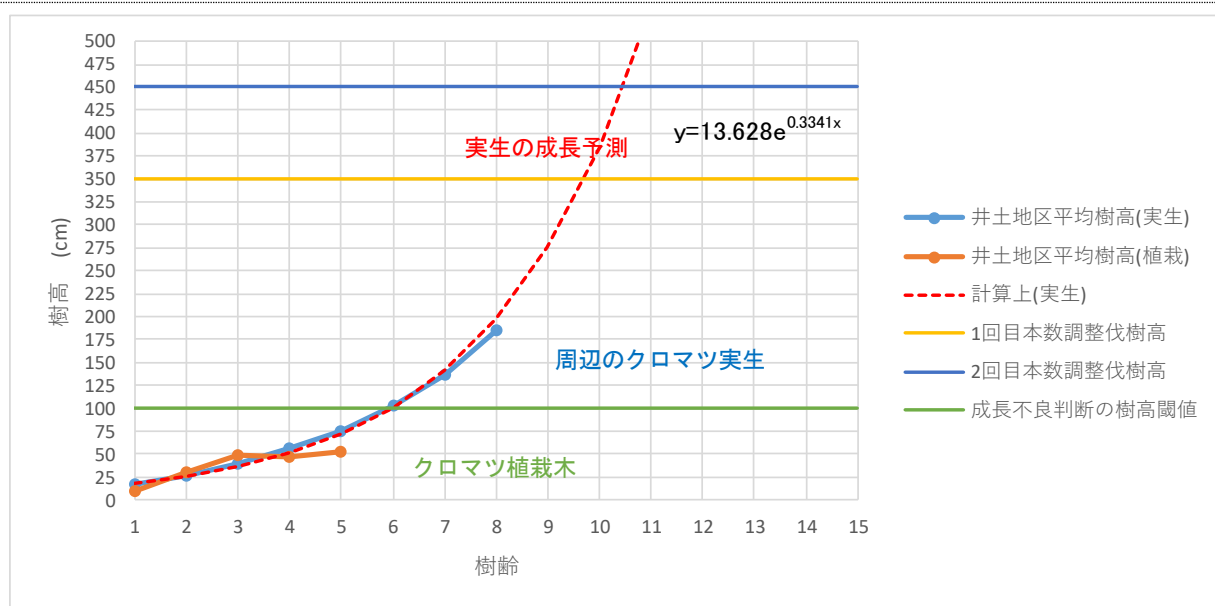


図 3.9 樹高の成長調査と予測事例（宮城県仙台市若林区井土地区の一部）

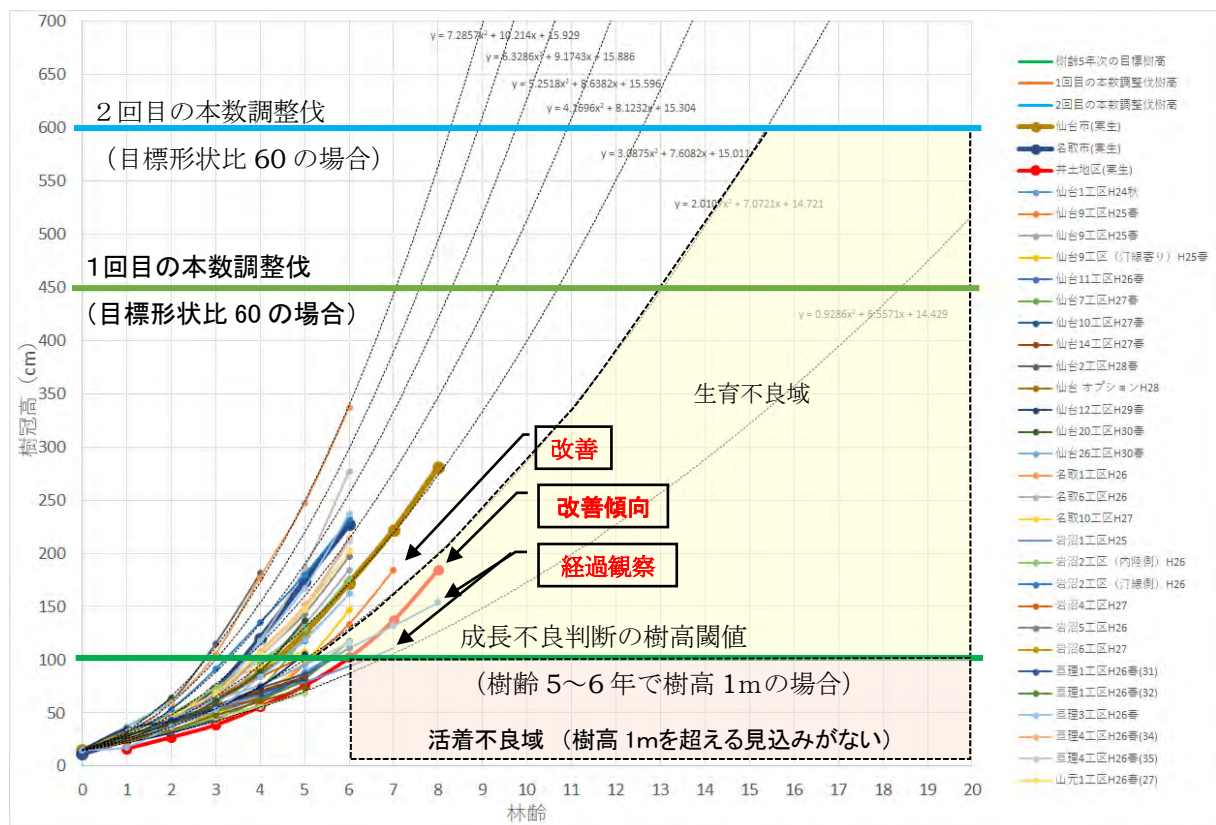


図 3.10 樹高の成長調査と予測事例（宮城県仙台市～山元町 ※仙台森林管理署提供）

※仙台森林管理署提供資料に加筆

## 4. 生育基盤厚さと津波耐性等の力学的整理

津波流体力により海岸防災林が倒伏した場合であっても、根が地中内に残り、樹木が抜け出さずその場に留まっていれば津波に対して抵抗を続け、波力減衰効果の発揮は継続することとなる。

これまでの研究で立木が発揮する倒伏に対する抵抗力は調査されているが、倒伏後に根が抜け出さずその場に留まる抵抗力については、調査がなされていない。そこで、クロマツ海岸林において、樹木を倒伏させた後、根が抜け出すまで引っ張り、その抵抗力を計測する根の引き抜き試験を実施した。

### 4.1 根系調査内容

本年度は、根系調査として以下の3つを実施した。

- ①立木（根系全体）の引倒し試験
- ②垂下根の抜け出し抵抗力試験
- ③水平根の引抜き抵抗力試験

### 4.2 根系調査の結果

#### 4.2.1 立木の引倒し試験

引倒し抵抗力和立木の各指標を図4.1に整理した。胸高直径、 $D^2H$ （材積量）、幹重量、根重量（根株中心に直径1m深さ1mの部分）は、いずれも1%の有意水準で相関がある。

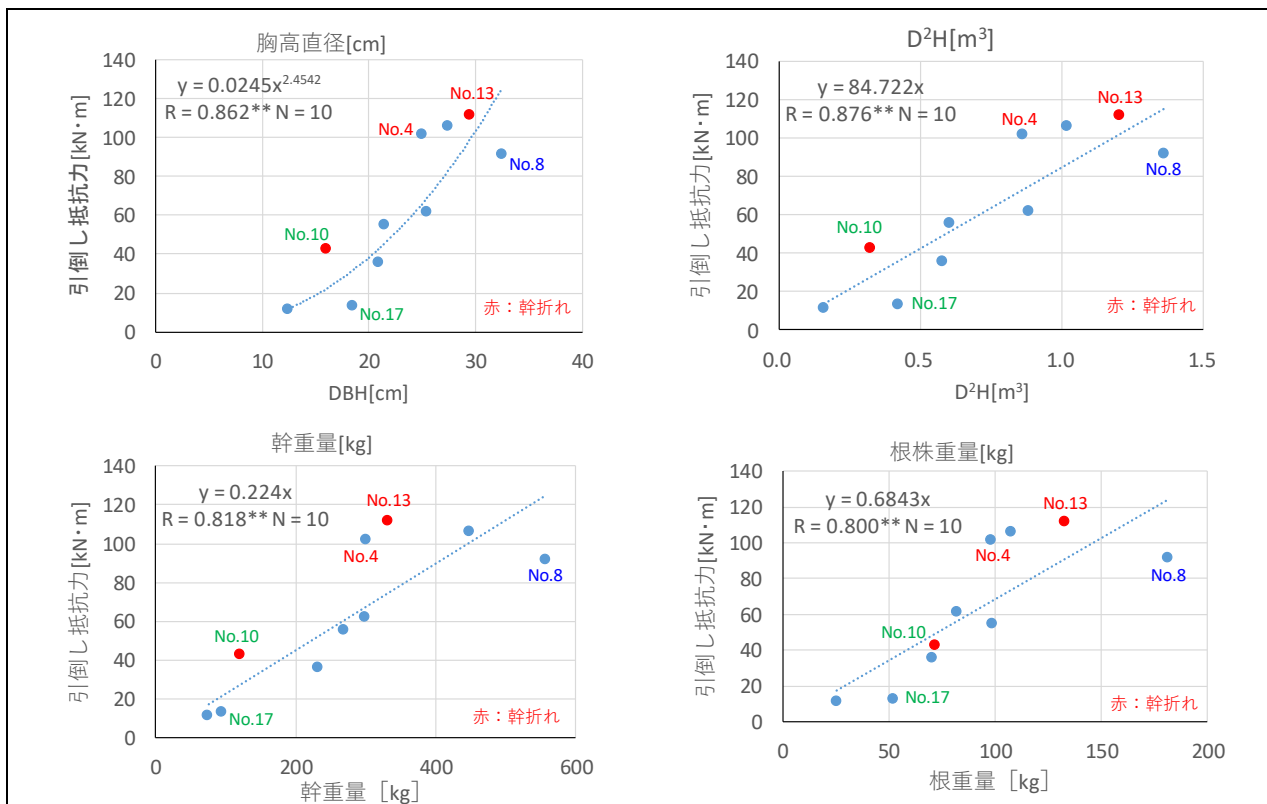


図 4.1 樹木の指標と引倒し抵抗力

#### 4.2.2 垂下根の抜けだし抵抗

垂下根の抜け出し抵抗と高い相関を持つのは、胸高直径、 $D^2H$ （材積量）である。胸高直径が高い相関を示す（有意水準 1%未満）。

昨年度（H30 年度）の値と比較すると、昨年は胸高直径 20cm 程度で抜けだし抵抗が高いものが多い。昨年の試験では水平根を切断後に試験を実施したが、今年は、垂下根が複数ある場合は他を切断し 1 本にした後に試験を実施した。抵抗が低下したのはこの影響のためと考えられる。

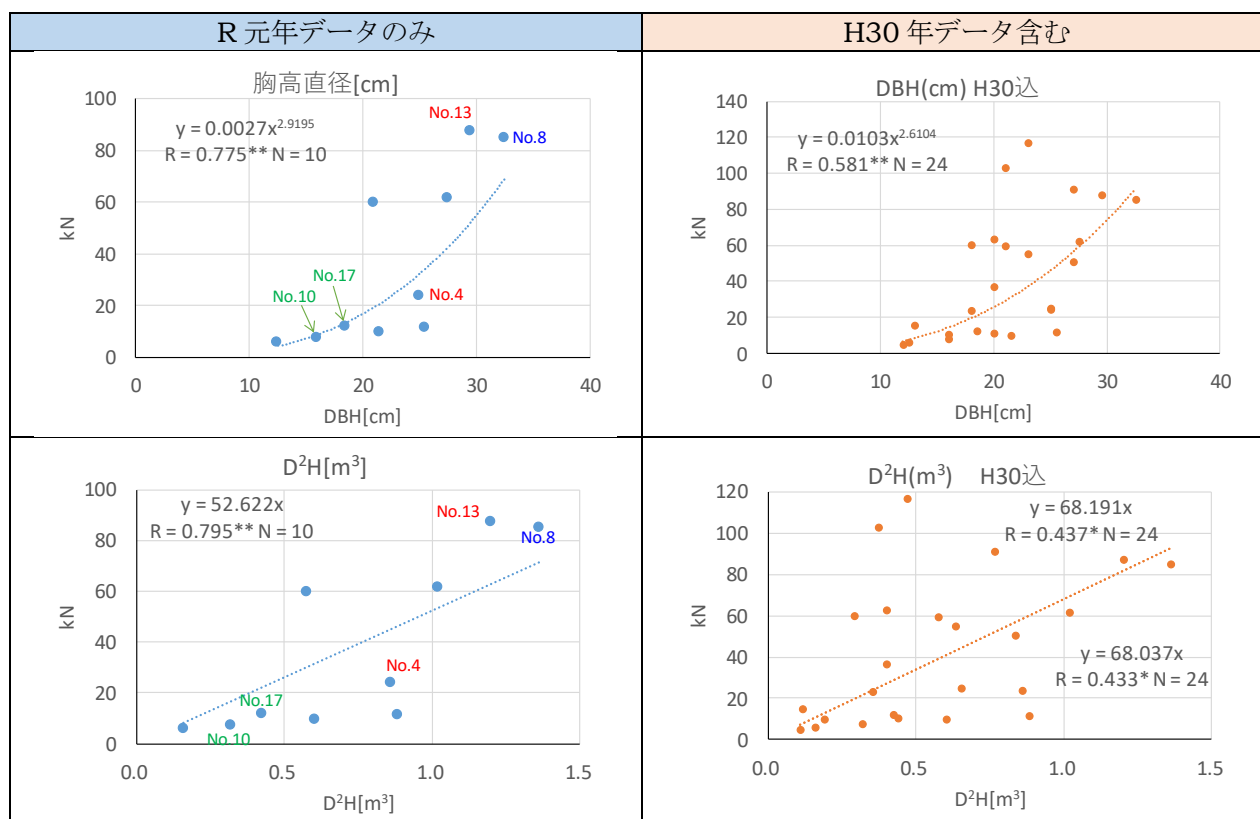


図 4.2 垂下根の抜け出し抵抗試験結果

#### 4.2.3 水平根の引き抜き抵抗

合計 22 本の水平根を引き抜き、そのうち 11 本は、根断面直径が 10cm 以上である。引き抜き抵抗は、根断面直径に対して回帰線はべき乗関係となりべき係数は 2.58 となった。根断面積では、べき係数は 1.29 と 1 に近づくが、根断面積が増えるほどべき乗で増加することがわかった。

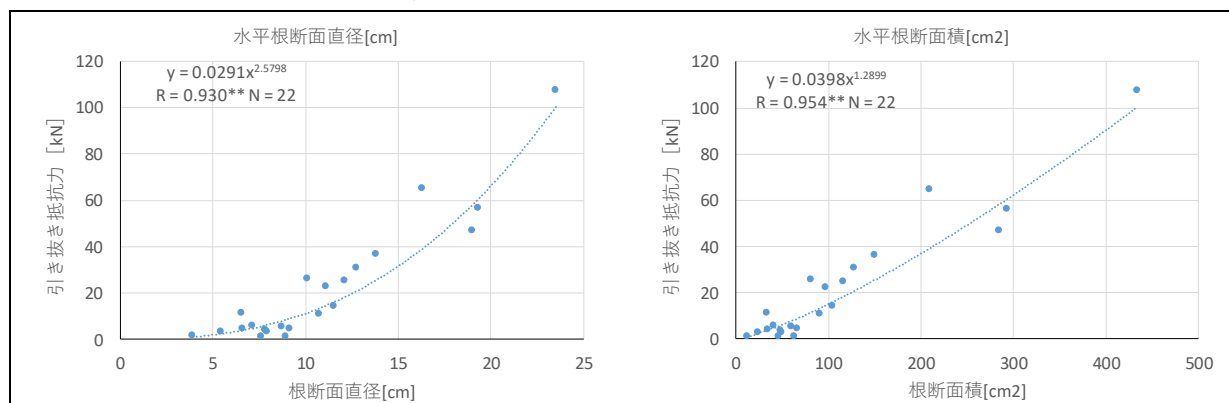


図 4.3 水平根と引き抜き抵抗の関係（左断面直径・右断面積）



#### 4.2.4 垂下根量の違いと引倒し抵抗力の関係

標高が異なり、胸高直径がほぼ同一の No.4 および No.12 の調査木の調査結果を表 4.1 に比較する。両者は樹高もほぼ変わらず、材積量もほぼ同じである。大きく異なるのは、1m 深の垂下根断面積合計である。これは、標高の低い No.12 の垂下根がよく成長していないことを示している。一方、水平根の断面積合計は、ほぼ同一である。これは普通に考えれば、水平根量の材積量もほぼ同一と推定できる。

一方、立木引倒し抵抗力は No.12 は、No.4 のほぼ 6 割である。そのため、垂下根が十分成長しなければ、引倒し抵抗力が減ると想定されるが、No.4 の水平根の引倒し方向 90 度方向の水平根は 4 倍近く多い。引倒し抵抗力が水平根の方位に影響を受けるならば、その差はより少なくなる可能性もある。

表 4.1 調査木標高の違い

| 樹木No. | 標高<br>[m] | 固着層<br>深度<br>[m] | 樹高<br>[m] | 胸高直径<br>[cm] | D2H<br>[m3] | 幹重量<br>[kg] | 根重量<br>[kg] | 垂下根元口<br>直径[cm] | 1m深垂下<br>根断面積合<br>計[cm2] | 水平根全周<br>断面積合計<br>[cm2] | 引倒し方向水平<br>根90度断面積<br>合計[cm2] | 立木引倒し<br>[kN・m] |
|-------|-----------|------------------|-----------|--------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------|
| 4     | 4.20      | 1.37             | 13.8      | 25.0         | 0.86        | 301.5       | 98.5        | 16.0            | 177.8                    | 1029.2                  | 130.7                         | 101.3           |
| 12    | 2.70      | 0.75             | 13.6      | 25.5         | 0.88        | 299.5       | 82.0        | 17.6            | 31.2                     | 1054.8                  | 35.0                          | 61.4            |

#### 4.3 垂下根と水平根それぞれが発揮する力

昨年度（H30）および本年度（R1）実施した根系調査の結果にもとづき、クロマツ海岸林における垂下根と水平根、それぞれが発揮する抵抗力を極力定量的に評価することを試みた。

##### 水平根・垂下根別にみた引倒し抵抗力

- 水平根 1 本 1 本の力を単純に積算すると過大な力となることから、樹木の引倒し方向と水平根の伸長方向の角度からその投影成分のみを抵抗力として評価した。投影成分のみに限定すると、水平根の抵抗力全体の 58% が倒伏抵抗として寄与し、垂下根の抵抗力と足し合わせると概ね野口の式と同等の抵抗力が得られる結果となった。
- 本業務の試験により、得られた回帰式は次のとおり。

立木全体（水平根＋垂下根）： $M=84.7 D^2H$  （野口の式は係数 81.7）

垂下根が発揮する力： $M=34.1 D^2H$

水平根が発揮する力： $M=44.5 D^2H$

- 回帰係数の大きさから、立木全体の抵抗力の内訳を算定すると

垂下根の寄与割合：40～42% （全体の係数が 84.7 か 81.7 で 2 通りの寄与率となる）

水平根の寄与割合：52～54%

となる。水平根の寄与率が 1 割ほど大きい結果となった。

ただし、水平根は津波時に寄与する根の割合がどれほどかは根の伸長方向に依存し、上記よりも増える場合、減る場合のいずれもありうる。

## 4.4 総合検討

以上の根系調査結果と2章およびガイドライン案の作成過程で実施された津波シミュレーション結果を踏まえ、生育基盤や根系成長の状況と樹木サイズ、樹木サイズに応じたクロマツの津波耐性相互の関係を整理し、現状認識される知見を整理した。

### (1) 生育基盤の状態とクロマツの根返り・幹折れについて

東日本大震災によるクロマツ海岸林の実際の被災状況（根返り、幹折れ、流失等）、その後、生育基盤盛土の造成と植栽時の根系伸長の様子、そして今年実施した水平根、垂下根の分布傾向と割合、以上の情報を総合して、図4.4に生育基盤の状態と根返り・幹折れ被害の傾向をとりまとめた。

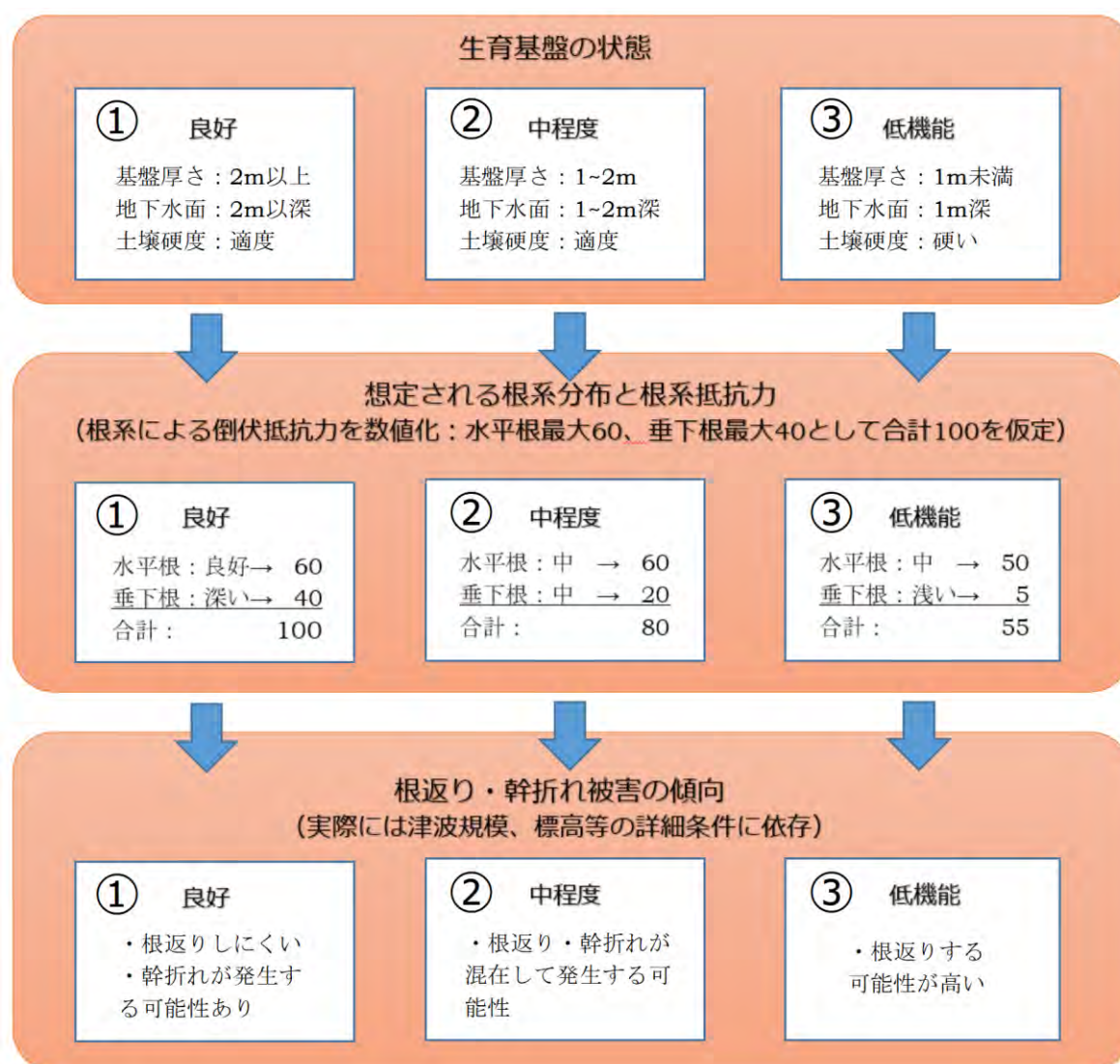


図 4.4 生育基盤の状態と根返り・幹折れ被害の傾向

生育基盤の状態を①良好、②中程度、③低機能の3段階に分けた。おもに基盤の厚さと地下水位からの距離を元に区分している。これに対して、本年度調査で判明した水平根による倒伏抵抗力寄与率が約60%、垂下根による寄与率が40%であったことをベースとして、生育基盤①、②、③それぞれ



の状態での水平根と垂下根の存在状況を推定し、根系による倒伏抵抗力を数値化した。生育基盤の厚みが小さい場合でも水平根量はさほど減少しないと考え、おもに垂下根量の減少に伴い倒伏抵抗力が小さくなっていて、③低機能は①良好の半分程度の抵抗力となる。最後に、それぞれの生育基盤状態①、②、③と根系による倒伏抵抗力を踏まえ、倒伏・幹折れ被害を対応づけした。東日本大震災において、根がしっかりした木は倒伏せずに幹折れ被害が生じたケースが多かった、という知見を反映させたものになっている。

## (2) 津波による根返り・幹折れの発生と流失について

本業務で実施した津波シミュレーションでは、倒伏（もしくは根返り）の判定を行ったが、幹折れについての数値（定量）的な検討を実施していない。津波により倒伏/幹折れのいずれが生じるかは、最初に荷重が作用する位置や点荷重か面的な荷重かといった外荷重の作用形態に依存すると思われるが、この点について論じた研究等はなく、詳細がわからない。今回、津波シミュレーションを実施することで想定規模の津波によって林帯がどの範囲まで倒伏するかめやすを得たが、幹折れする範囲が倒伏範囲より狭いか広いかは不明である。

また、倒伏した樹木がその場に留まるのか流木化するかは、樹木サイズ、根の露出程度、引き波の有無、津波が1波だけか複数の段波か等、複数の要因が影響する複雑な問題である。現状では流失の物理的過程を追うことは難しく、倒伏した樹木は基本的に流失すると想定し、後方の健全な林帯で捕捉する、という整理をしておくべきだろう。

本業務（H30年度、R1年度）で実施した津波シミュレーションによる林帯の倒伏範囲結果に基づき、樹木サイズ（形状比）、津波高さ、林帯幅の組み合わせから、発生した流木が林帯の背後に抜け出すかどうかめやすを表4.2に整理した。

表4.2を作成するにあたっては、林帯の半分程度が健全に残存していれば、倒伏後流れだした流木が後方林帯で捕捉されると仮定し、林帯から流木が発生するかどうかを決めている。

表 4.2 林帯背後に流木が抜け出す可能性  
(おもに津波シミュレーションによる倒伏検討結果に基づく)

| 樹木サイズ     |                                                     | 津波高さ | 林帯幅      | 林帯背後に流木が抜け出す可能性  |
|-----------|-----------------------------------------------------|------|----------|------------------|
| 形状比<br>60 | 例)<br>DBH : 27cm<br>樹高 : 16m<br>枝下高 : 7.7m<br>(48%) | 12m  | 50m 以下   | 流木抜け出しの可能性が高い    |
|           |                                                     |      | 50~100m  | 流木を抑止しきれない可能性が高い |
|           |                                                     |      | 100~200m | 流木を抑止する可能性あり     |
|           |                                                     | 16m  | 200m 以上  | 流木を抑止する可能性が高い    |
|           |                                                     |      | 300m 以下  | 流木抜け出しの可能性が高い    |
|           |                                                     |      | 300~500m | 流木を抑止する可能性あり     |
| 形状比<br>70 | 例)<br>DBH : 23cm<br>樹高 : 16m<br>枝下高 : 9.3m<br>(58%) | 12m  | 500m 以上  | 流木を抑止する可能性が高い    |
|           |                                                     | 16m  | 50m 以下   | 流木抜け出しの可能性が高い    |
|           |                                                     |      | 50~100m  | 流木を抑止しきれない可能性が高い |
|           |                                                     |      | 100~200m | 流木を抑止する可能性あり     |
|           |                                                     |      | 200m 以上  | 流木を抑止する可能性が高い    |
|           |                                                     | 16m  | 350m 以下  | 流木抜け出しの可能性が高い    |
|           |                                                     |      | 350~500m | 流木を抑止する可能性あり     |
|           |                                                     |      | 500m 以上  | 流木を抑止する可能性が高い    |

## 5. ガイドライン案の作成と今後の課題

以上の成果をとりまとめ、かつ3回の委員会による指導・アドバイスを踏まえ、特に保育管理手法のフローを適切に再整理し、「海岸防災林の保育管理のためのガイドライン（案）」を取りまとめた。ガイドライン案は目標林型の設定や保育管理等、中心となる部分を「本編」にまとめ、「本編」に記載された内容の根拠資料は「資料編」に回し、2部構成の形をとっている。

ガイドライン案の構成を表 5.1 と表 5.2 に示す。

表 5.1 本編の目次構成

| 本編目次構成 |                   |                              | 記載内容                             |
|--------|-------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 1 章    | はじめに              |                              | ガイドライン案の位置づけ                     |
| 2 章    | 海岸防災林の機能          |                              |                                  |
|        | 2.1               | 海岸林と津波の関係                    | 海岸林の津波被害軽減機能                     |
|        | 2.2               | 根系発達空間と津波耐性                  | 垂下根の発達と立木の流失抑制の関係性               |
|        | 2.3               | クロマツと広葉樹の二段林                 | 二段林化による津波被害軽減効果                  |
|        | 2.4               | 海岸防災林の限界                     | 津波に対する海岸防災林限界                    |
| 3 章    | 津波被害軽減効果を考慮した目標林型 |                              |                                  |
|        | 3.1               | 用語の定義                        | 海岸防災林関連用語の定義                     |
|        | 3.2               | 全体計画と目標林型の考え方                | 目標林型の検討方法と構成                     |
|        | 3.3               | 目標林型                         | 目標林型的前提条件及び着目点など                 |
|        | 3.4               | 津波被害軽減効果への配慮                 | 目標林型における形状比、大径木化、構造変化による津波被害軽減効果 |
|        | 3.5               | 二段林化の方法と効果                   | 二段林造成による津波被害軽減効果                 |
|        | 3.6               | 生育環境の健全性の評価                  | 生育環境の健全性評価方法と維持管理                |
| 4 章    | 森林造成工             |                              |                                  |
|        | 4.1               | 生育基盤盛土工                      | 生育基盤盛土工の技術基準と品質管理                |
|        | 4.2               | 防風工                          | 防風工の技術基準と品質管理                    |
|        | 4.3               | 静砂工                          | 静砂工の技術基準と品質管理                    |
|        | 4.4               | 植栽工                          | 植栽工の技術基準と品質管理                    |
| 5 章    | クロマツ林の保育管理        |                              |                                  |
|        | 5.1               | 保育管理の着目点                     | 海岸防災林の保育管理の課題                    |
|        | 5.2               | 津波被害軽減を考慮した目標林型を実現するための本数調整伐 | 基本的な考え方、実現するための本数調整伐の手順など        |
|        | 5.3               | 保育管理の期間区分                    | 本数調整伐の段階に応じた保育管理期間区分             |
|        | 5.4               | 初回の本数調整伐を実施するまでの期間の保育管理      | 保育管理のポイント、必要な調査、必要な保育管理項目        |
|        | 5.5               | 本数調整伐（列状伐採）が必要な期間の保育管理       | 上と同様                             |
|        | 5.6               | 本数調整伐（定性伐採）が必要な期間の保育管理       | 上と同様                             |
|        | 5.7               | 地域の最高樹高に達するまでの期間             | 上と同様                             |
| 6 章    | 広葉樹の保育管理          |                              |                                  |
|        | 6.1               | 調査                           | 目標林型と樹種選定するための調査内容               |
|        | 6.2               | 植栽                           | 樹種選定、植栽密度及び方法など                  |
|        | 6.3               | 保育管理                         | 保育管理の基本方針及び必要な管理項目               |

表 5.2 資料編の目次構成

| 資料編目次構成 |                       |                        | 記載内容                                |
|---------|-----------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1 章     | 本数調整手順一覧表             |                        |                                     |
|         | 1.1                   | 一般部の本数手順一覧表            | 本編第3章の保育条件の組み合わせを一覧表形式で記載           |
|         | 1.2                   | 内陸側林帯を大径木化する場合の本数手順一覧表 |                                     |
| 2 章     | 津波シミュレーションを用いた目標林型の検証 |                        |                                     |
|         | 2.1                   | 津波シミュレーションの設定          | 本編第3章の目標林型を検証するための津波シミュレーションの設定及び結果 |
|         | 2.2                   | 津波シミュレーションの結果          |                                     |
| 3 章     | 根の引き抜き試験              |                        |                                     |
|         | 3.1                   | 水平根切断を伴う引き抜き抵抗力試験      | クロマツ根系が発揮する根系抵抗力に関する現地調査結果          |
|         | 3.2                   | 水平根切断を伴う引き抜き抵抗力試験結果    |                                     |
|         | 3.3                   | 試験箇所の土壌硬度調査            |                                     |
|         | 3.4                   | 引き抜き限界流速の算定            |                                     |
|         | 3.5                   | まとめ                    |                                     |

## ■今後の課題

### (1) 地上部の成長量調査と予測分析データの蓄積

SH 型土壌貫入試験より得た生育基盤盛土の固さや固結盤の深度と植栽木の樹高成長との関係は、調査前に期待したような結果は確認できなかった。原因の一つとして、調査箇所数が計 25 地点と少なかった可能性が挙げられる。

委員会で指摘があったように樹高の連年成長量分析や成長量予測を実施しておくことで、前者では成長が悪化した場合や回復した場合にその年や範囲が把握でき、後者では本数調整伐の時期の予測や生育基盤盛土改良等の要否を判断することが可能となる。また、今後は成長良否の判断について地域別基準を策定したり、見直しを行う必要が生ずるかもしれない。クロマツ植栽木の連年成長量や成長量予測のデータは豊富に存在するとはいいたがたく、調査を継続しデータの蓄積を行うことが望ましい。

### (2) 根系の根張り・土壌硬度・物理性調査による根系分布の推定

本年度業務により、津波に対する倒伏耐性は水平根が多い樹木で高く、水平根が一定の役割を果たすことが確認された。一方で、水平根が多くても垂下根の伸長が悪い樹木では倒伏耐性が4割減となったデータもあり、垂下根と水平根の両者がバランスよく根張りすることが津波に強い海岸林造成につながる結果が得られている。

地中の根系分布（根張りの様子）は、現状掘削しない限り把握することができない。掘削せずともある程度の精度で根張りの傾向を推定できるよう、樹体サイズ及び根系の伸長深度・方向を土壌硬度等や土壌物理性と関連づけるため、直接掘削調査を実施し、データを蓄積していくことが望まれる。

### (3) 津波シミュレーションの将来改善と精度向上

クロマツの倒伏判定を組み込んだ現在の津波シミュレーションは、一次元モデルではあるが津波の遡上に伴うクロマツの倒伏判定が可能で、津波に強い林帯（樹高、枝下高、DBH、立木密度）、目標とする林帯条件の詳細を検討するのに一定の役割を果たした、といえる。

クロマツの倒伏耐性は、現地試験で得られたクロマツ強度をそのまま用いると過大に強く、低減率を乗じないとシミュレーションにより実際の倒伏範囲が再現できないことが判明した。実地形では低減率0.30程度、陸地が平坦となるような仮想地形では低減率0.50程度が妥当であることが確認され、ケースに応じた低減率を採用している。この低減率の本質は津波という動的な現象でクロマツが発揮する強さと、静的な荷重載荷試験による強さの違いである。

現在の津波シミュレーションは、クロマツの津波耐性を調べるという目的に対し機能を果たしているが、今後演算装置や解析技術の進歩にあわせ、より高度にアップデートしていくことが必要だろう。

現時点の津波シミュレーションが抱える課題は、特に一次元解析に伴う制限（流水の回り込みが表現できない、林帯の千鳥配置を考慮できない）、流体に流木が混在した場合の取り扱いなど、難易度が高く現時点では取り組みが困難なものである。しかし、これら課題をクリアするため二次元、三次元解析の活用も視野に入れつつ、将来は改善に取り組むべきである。

## 6. 検討委員会の設置・運営

本業務では、専門的な見地から検討を行うため、表 6.1 の学識経験者 3 名、および都道府県の海岸防災林造成事業担当者 1 名を委員とした検討委員会を表 6.2 に示す日程で実施した。

表 6.1 検討委員会の委員

|            | 氏名                   | 区分    | 所属                              | 出欠    |          |          |
|------------|----------------------|-------|---------------------------------|-------|----------|----------|
|            |                      |       |                                 | 第 1 回 | 第 2 回    | 第 3 回    |
| 委員<br>(座長) | よしざき しんじ<br>吉 崎 真司   | 学識経験者 | 東京都市大学 副学長<br>環境学部 教授           | ○     | 郵送<br>審議 | ○        |
| 委 員        | はやしだ みつひろ<br>林 田 光 祐 | 学識経験者 | 山形大学 農学部<br>食料生命環境学科<br>農学部長 教授 | ○     |          | ○        |
|            | あ べ かずとき<br>阿 部 和 時  | 学識経験者 | 日本大学<br>生物資源科学部<br>教授           | ○     |          | ○        |
|            | わたなべ おさむ<br>渡 辺 修    | 宮城県   | 宮城県 水産林政部<br>森林整備課<br>課長        | —     |          | 代理<br>出席 |

表 6.2 検討委員会の実施日程

| 検討委員会 | 実施日      | 検討内容                                        |
|-------|----------|---------------------------------------------|
| 第 1 回 | R1.12.12 | 本調査の目的、調査計画等の説明及び検討、<br>調査・検討に当たってのアドバイス    |
| 第 2 回 | 郵送審議     | 津波シミュレーション条件設定、根系調査結果の審議<br>ガイドライン案の修正内容提示  |
| 第 3 回 | R2.2.28  | 津波シミュレーション結果、根系調査内容の審議<br>ガイドライン案の内容審議      |
| 現地検討会 | R2.1.17  | 静岡県磐田市福田海岸：根系試験視察<br>静岡県磐田市鮫島海岸：台風被災の海岸林を視察 |