

令和３年度山地保全調査
(海岸林等が有する防災機能の強化手法検討調査)

報 告 書
(概 要 版)

令和４年３月

林野庁 森林整備部 治山課

目 次

1. 業務概要.....	2
2. 東日本大震災で被災した海岸防災林の復旧・再生の総括.....	5
2.1 海岸防災林の再生方針と事業実施	5
2.1.1 東日本大震災に係る海岸防災林の再生方針	5
2.1.2 海岸防災林再生事業の実施状況	6
2.2 植栽樹種の評価.....	8
2.2.1 植栽樹種評価の目的.....	8
2.2.2 再生事業等で植栽された樹種に関する調査方法.....	8
2.2.3 再生事業等で植栽された樹種の評価結果	11
2.2.4 東日本太平洋沿岸の海岸防災林で構成樹種を検討するための参考資料	15
2.2.5 評価結果の活用にあたっての留意事項と今後の課題.....	20
2.3 生育基盤盛土工の各種基準等の検証	21
2.3.1 検証の目的.....	21
2.3.2 調査場所の選定.....	21
2.3.3 調査内容.....	22
2.3.4 生育基盤盛土工の各種基準等の検証結果	24
2.3.5 クロマツ垂下根の初期伸長.....	26
2.3.6 根系の伸長と樹木地上部の成長	26
2.3.7 土壌硬度の経年変化に関する精緻な分析	31
2.3.8 今後の課題.....	32
3. 防災機能強化のための基礎調査	33
3.1 防災機能強化に向けた課題の整理	33
3.2 今後の課題と解決に向けた調査（案）	37
4. 森林の飛砂防止、防風及び防潮機能の解説発信業務.....	40
4.1 対外発信向けの資料の基本方針（案）	40
4.2 解説に有効な事項の柱立ておよび主に論ずべき事項や引用すべき研究成果	40
5. UAV レーザー測量.....	48
6. 風観測システムのメンテナンス	52
7. 検討委員会の設置・運営	54

1. 業務概要

(1) 業務目的

東日本大震災に伴う大規模な津波により、太平洋沿岸の広い範囲に位置する海岸防災林において、樹木が根返り又は幹折れし流木化するなどの壊滅的な被害がもたらされた。このため、全国の海岸防災林において、植栽木の根系の健全な成長を確保して根の緊縛力を高め、津波による根返りや幹折れを生じにくい林帯となるよう、地下水位が高い場合には盛土して生育基盤を造成するなど、被災地域を中心に津波被害軽減効果の高い森林の造成が推進されている。

東日本大震災で被災した海岸防災林の復旧・再生の過程では、これまで 10 年間、生育基盤の造成や苗木の植栽等について試行錯誤しながら取り組まれてきたが、植栽箇所によっては適切な施工を行った場合でも生育不良地が発生するなど、新たな課題もみられる中、これまでの取組・得られた知見を総括し、今後想定される南海トラフ巨大地震等による津波への備えとして、全国の海岸防災林の造成・保全に反映させることが重要である。

また、既存の海岸防災林等においては、令和 2 年度に実施した「令和 2 年度海岸林等有する防災機能の強化手法検討調査」（以下「令和 2 年度調査」という。）により、林帯幅の確保や病虫害・気象害による防災機能の低下等が防災機能の発揮に係る大きな課題となっていることが明らかになっており、これらの課題を解決するための手法の検討を行う必要がある。

このため、これら森林が有する飛砂、強風、潮風 波浪、高潮、津波等による被害の防止・軽減といった防災機能を強化し、更なる発揮に向けて、令和 2 年度調査の成果も踏まえた更なる調査を行う。

(2) 業務概要

業 務 名：令和 3 年度山地保全調査（海岸林等有する防災機能の強化手法検討調査）

契約期間：令和 3 年 5 月 26 日より令和 4 年 3 月 16 日まで

発 注 者：林野庁森林整備部治山課

〒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：坂後 浩 海岸林復旧指導官

受 注 者：国土防災技術株式会社

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3 丁目 18 番 5 号

TEL：03-3436-3673(代) FAX：03-3432-3787

〒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：小川内 良人

照査技術者：小山 浩之

担当技術者：中澤 洋
佐藤 亜貴夫
木内 秀叙
田中 淳
田中 三郎
吉村 美智
金澤 牧子
今野 唯
安藤 みゆ

(3) 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
(1) 東日本大震災で被災した海岸防災林の復旧・再生の総括	① 震災後 10 年を節目として総括するための成果物	・ 復旧・再生の取組	1 式
		・ 植栽樹種の評価	
		・ 生育基盤盛土工の各種基準等の検証	
		③ 土壌硬度の経年変化調査での精緻な解析	
		④ 根系年輪解析	
	② 岩手県、宮城県及び福島県（各 1 箇所）での UAV レーザー測量		
	⑤ 岩沼市の植栽実証試験地に設置されている風観測システムのメンテナンス		
(2) 防災機能強化のための基礎調査	① 林帯幅が確保できない場合における防災機能を強化する手法の検討		1 式
	② 海岸防災林における防災機能低下への対策等の検討		
	③ 災機能を維持しつつ林帯を更新（機能強化）する手法の検討		
(3) 森林の飛砂防止、防風及び防潮機能の解説発信業務	① 解説に有効な事項の柱立てについての整理		1 式
	② 主に論ずべき事項や引用すべき研究成果についての検討		
(4) 検討委員会の設置・運営	8 名（うち 3 名は大学教授級、5 名は森林管理局又は都道府県の海岸防災林造成事業担当者）の学識経験者からなる検討委員会を 2 回開催、現地調査において 1 回助言等を求める		1 式
(5) 調査報告書の作成	(1) ～ (4) について、報告書にとりまとめる		1 式

(4) 業務フロー

本業務における業務フローを図 1.1 に示す。

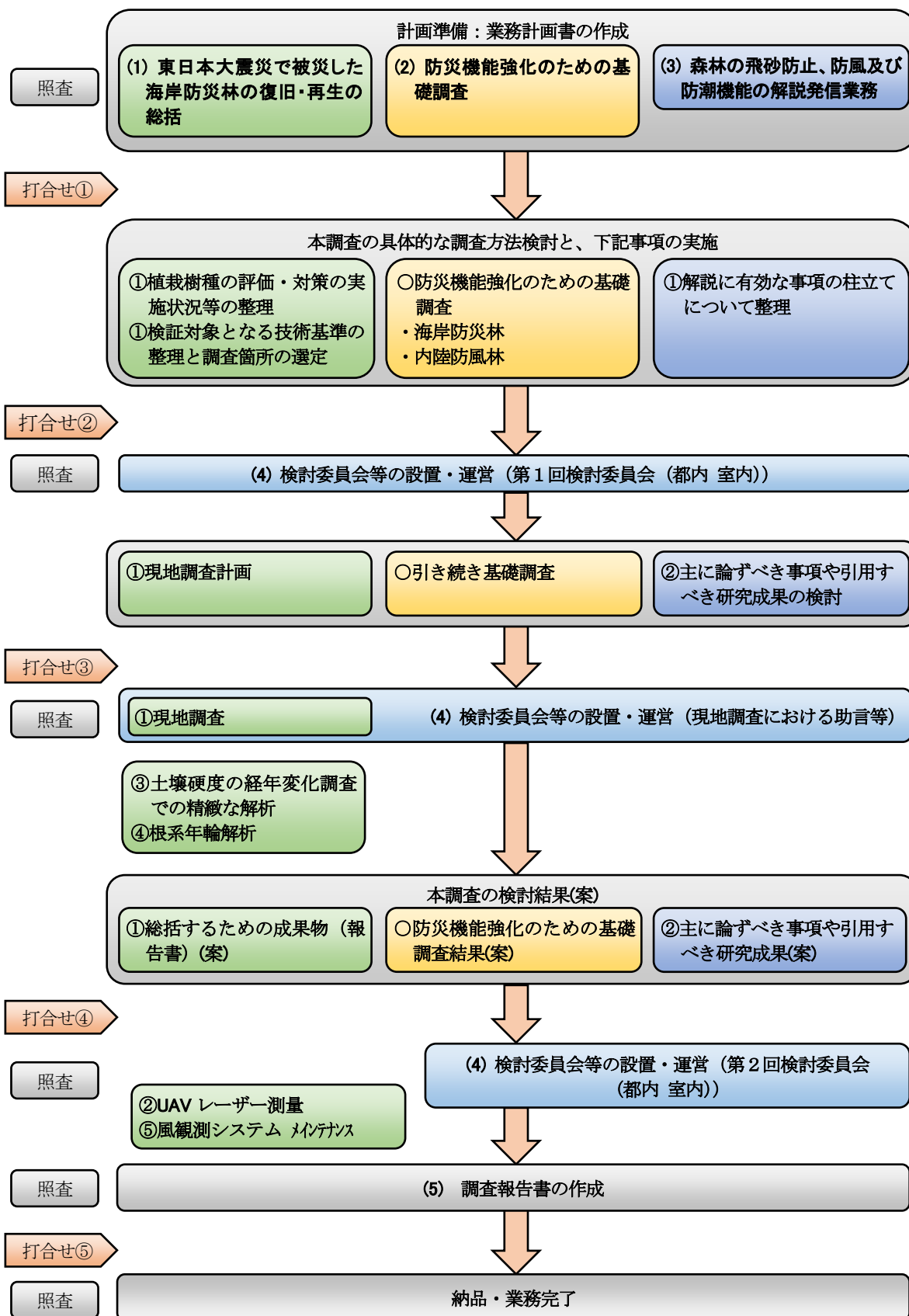


図 1.1 業務フロー

2. 東日本大震災で被災した海岸防災林の復旧・再生の総括

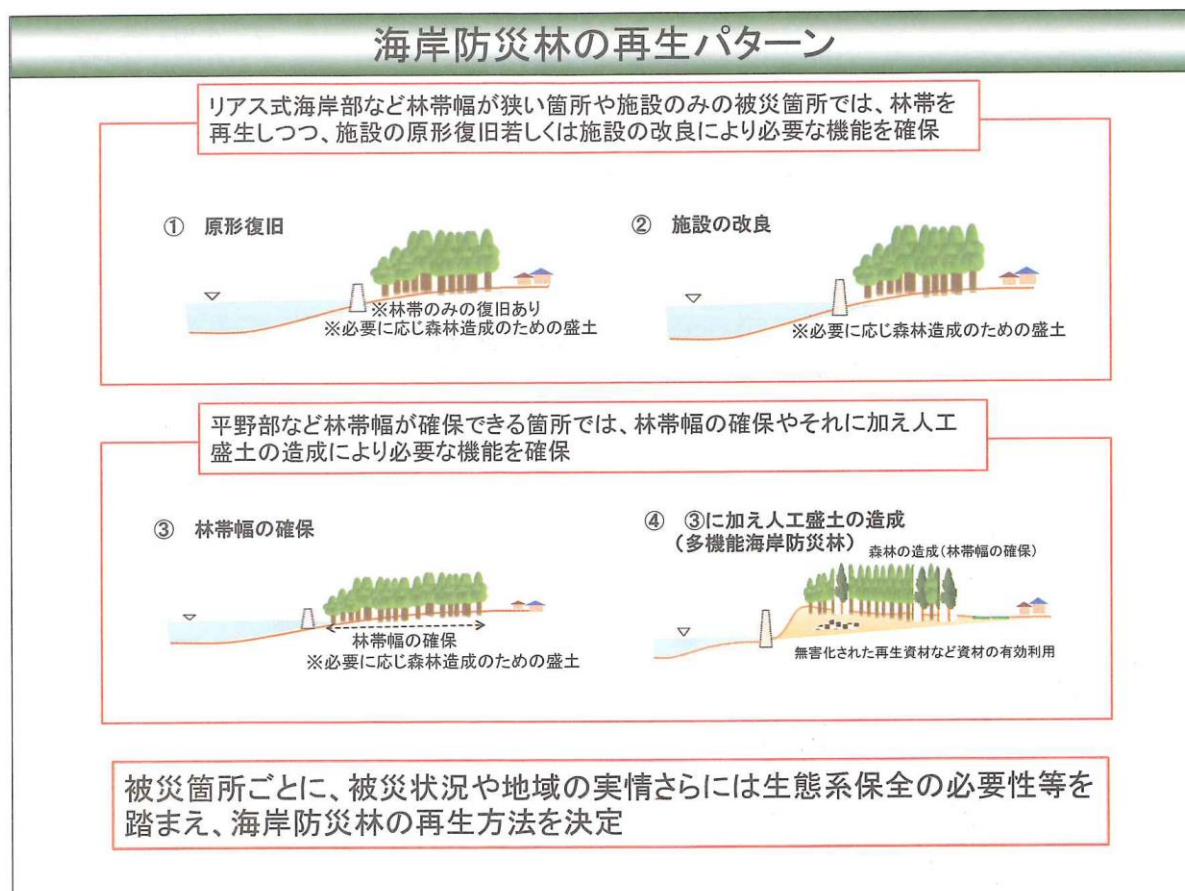
2.1 海岸防災林の再生方針と事業実施

2.1.1 東日本大震災に係る海岸防災林の再生方針

林野庁が設置した「東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会」では、海岸防災林の被災状況の把握、防災効果の検証、復旧方法等について検討がおこなわれ、2012（平成24年）2月に「今後における海岸防災林の再生について」が取りまとめられた。

「今後における海岸防災林の再生について」では、東日本大震災における海岸防災林の被災状況及び津波に対する効果、あるいは海岸防災林が有する津波に対する効果に関するそれまでの知見を踏まえ、海岸防災林の再生事業は以下の（１）～（３）を基本的な考え方として進めるものとされた。

- （１）飛砂・風害の防備等の災害防止機能に加え、津波に対する被害軽減効果も考慮した海岸防災林の復旧・再生を検討していく。
- （２）被災箇所ごとに、被災状況や地域の実情さらには地域の生態系保全の必要性等を踏まえ、海岸防災林の再生方法を決定していく。
- （３）再生の方向性はつぎの４パターンが想定され、単独パターンやそれらパターンの組み合わせにより再生をはかっていく。なお、林帯幅については、後背地の土地利用状況など地域の実情を十分踏まえ検討する必要があるとともに、生育基盤については、根返りによる被害を防止する観点から必要に応じ盛土し、森林造成することにより必要な機能を確保することが望ましい。



出典：「今後における海岸防災林の再生について」 平成24年2月 林野庁 参考資料

2.1.2 海岸防災林再生事業の実施状況

東日本太平洋沿岸地域で実施された海岸防災林再生事業の概要を把握するため、事業主体である下記の県および森林管理局に対してアンケート調査を実施し、青森県から千葉県で実施された再生パターンを表 2.1 に整理した。

民有林・・・青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県

国有林・・・東北森林管理局（青森県、宮城県）、関東森林管理局（福島県）

なお本報告書では、被災前から十分な林帯幅を有していた林帯を原形復旧したケースについても、再生パターン③（林帯幅の確保）として分類した。

表 2.1 地域別海岸防災林の再生パターン

県	所管区分	再生パターン別割合 (%)					解 説
		1	2	3	4	計	
青森	民有林	-	-	100	-	100	自然砂丘が高く、被災前から林帯幅も確保されていたため、防潮施設や砂丘造成盛土の改良以外は原形復旧で機能確保。
	国有林	-	10	90	-	100	同上 林帯幅がやや狭い区間はパターン②として再生。
岩手	民有林	45	55	-	-	100	平野が狭いリアス式海岸地形のため林帯幅の確保が困難。被災前の林帯幅で再生。防潮施設改良の有無は概ね半々。
宮城	民有林 (民直除く)	-	96	4	-	100	岩手県と同様に林帯幅の確保が困難。大部分は防潮施設の改良と被災前の林帯幅での復旧。ただし、林帯幅 50 m確保を目標に一部で林帯の追加。
	国有林 (気仙沼地区)	-	100	-	-	100	岩手県と同様に林帯幅の確保が困難。防潮施設の改良を中心に防潮機能を確保。
	国有林 (石巻以南) (民直含む)	-	-	100	-	100	被災前から林帯幅が確保されていたため、防潮施設や砂丘造成盛土の改良以外は原形復旧で機能確保。
福島	民有林	-	5	50 (30)	45 (40)	100	保全対象側の土地利用を変更して林帯幅 200mを確保する方針。パターン④は南相馬市の事業で造成された高盛土による津波の減殺が見込まれている。
	国有林	100	-	-	-	100	地域の実情から国有林は原形復旧の基本方針。
茨城	民有林	-	100	-	-	100	自然砂丘が高い箇所が多いこともあり、防潮護岸と砂丘造成盛土を改良しながら林帯は原形復旧。
千葉	民有林	-	100	-	-	100	人工砂丘の高さと上幅を新しい基準で改修。林帯幅の拡張は地域の実情から難しく被災前の幅で原形復旧。

※福島県民有林のカッコ書き数値は防潮施設が存在しない場合の内数

再生事業の実施数量を表 2.2 に整理した。

表 2.2 海岸防災林再生事業概略実施数量一覧表

県	管理区分	地区名	工種別概略数量					備考
			防潮工		砂丘造成工	森林造成		
			防潮堤 (m)	防潮 護岸 (m)	砂丘造成 盛土工 (m)	生育基盤 盛土工 (ha)	植栽 工 (ha)	
青森	民有林		3,270		215	6	97	
	国有林	三沢海岸	245			14	20	
	計		3,515		215	20	117	
岩手	民有林		2,699			未集計	28	
宮城	民有林		13,500			753	753	
	国有林	気仙沼地区	1,308				1	
		仙台湾沿岸地区		260		354	317	
		小計	1,308	260		354	318	
	計		14,808	260		1,107	1,071	
福島	民有林		229	368		436	302	森林造成は 令和3年3月現在
	国有林			1,547		60	55	
	計		229	1,915		496	357	
茨城	民有林			5,151	2,360		0.8	
千葉	民有林				12,900	未集計	70	
合計			21,251	7,326	15,475	1,623	1,644	小数点以下四捨五入

2.2 植栽樹種の評価

2.2.1 植栽樹種評価の目的

海岸防災林造成では、これまでクロマツやアカマツを中心に植栽されてきた。これは、過去に飛砂量が多かった時代の経験に基づいたものと考えられる。海岸砂地における森林造成が可能にしてきたマツ類は、現代においても高く評価されている。また、防災機能の確保に加え、白砂青松の環境が我が国の海岸風景として定着している側面も有している。

しかし、クロマツなど単一樹種による林帯は、マツ材線虫病などの病虫害により大面積に枯損して防災機能を失う危険性を内在している。また、生物多様性の点でも劣るという指摘がある。東日本大震災で被災した海岸防災林の再生にあたって、津波に対する防災機能を考慮した将来の断面イメージとして図 2.1 が例示された。

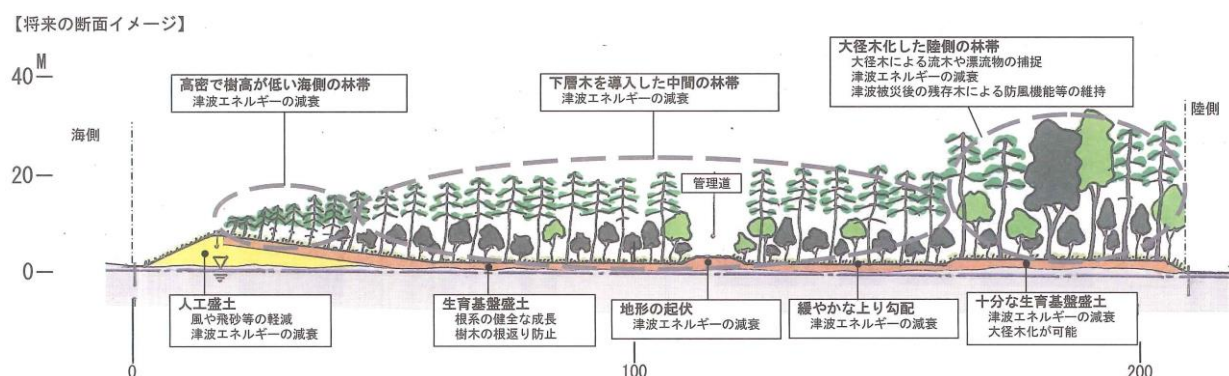


図 2.1 海岸防災林再生の将来断面イメージ図

（出典：「今後における海岸防災林の再生について」 平成 24 年 2 月 林野庁）

実際の再生事業による植栽のほとんどは、成林の確実性を重視してマツ類が採用されているが、常緑広葉樹や落葉広葉樹などの植栽が再生事業の一部植栽、試験研究機関による試験植栽あるいはボランティア活動の一環として取り入れられている。

本章での検討は次に示す 2 つを目的とした。

【目的 1：再生事業等で植栽された樹種の評価】

東日本大震災で被災した海岸防災林の再生事業が実施されてきた青森県から千葉県で植栽された樹種について、既往調査資料、本業務による調査結果および専門家へのヒアリング結果から初期活着と成育状況を評価する。

【目的 2：東日本太平洋沿岸で海岸防災林の樹種構成を検討するための参考資料作成】

目的 1 の評価結果のほかに、これまで植栽されてきた樹種や自然侵入が期待できる樹種を加え、海岸防災林の機能強化を目指した樹種構成を検討する際に参考となる資料を作成する。

2.2.2 再生事業等で植栽された樹種に関する調査方法

再生事業等で実際に植栽された樹種の活着や成育状況については、次の 3 つの方法で調査した。

- ① 植栽を実施した機関（研究機関、ボランティア）の報告書等を整理
- ② 本業務による現地確認調査
- ③ 有識者へのヒアリング調査

植栽樹種の評価のための調査箇所は図 2.2 に示すとおりで、調査箇所ごとの林帯位置区分、所在地、既往調査に関する情報等は表 2.3 のとおりである。

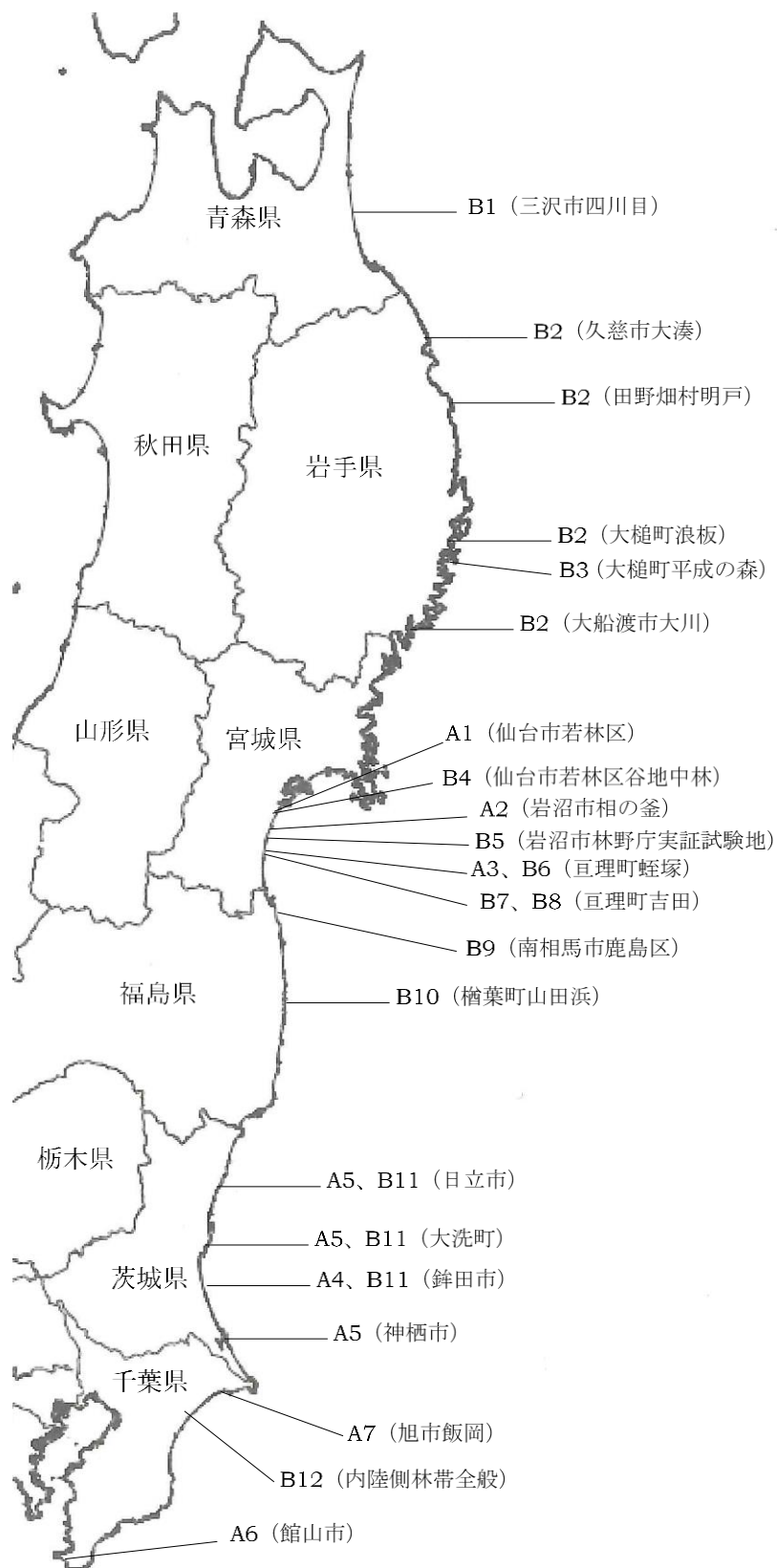


図 2.2 再生事業等で植栽した樹種の評価のための調査箇所位置図

表 2.3 再生事業等で植栽した樹種の評価のための調査箇所一覧表

林帯位置		調査箇所		調査方法		
				実施機関 (報告書等の有無)	本業務 現地確 認	有識者 ヒアリング
A	第一線林帯 (犠牲林帯)	1	宮城県仙台市若林区	東北森林管理局 (○)	○	—
		2	宮城県岩沼市相の釜	仙台森林管理署 (—)	○	—
		3	宮城県亘理町蛭塚	宮城県 (—)	○	—
		4	茨城県鉾田市上釜	茨城県林業技術センター (○)	—	—
		5	茨城県日立市、大洗町、神栖市	茨城県林業技術センター (○)	—	—
		6	千葉県館山市	千葉県森林研究所 (○)	—	—
		7	千葉県旭市飯岡	千葉県 (○ 千葉大学)	—	○ 千葉大学
B	中間～ 内陸側林帯 (保安林外含む)	1	青森県三沢市四川目	森林総合研究所 (○)	○	—
		2	岩手県久慈市大湊 〃 田野畑村明戸 〃 大槌町浪板 〃 大船渡市大川	岩手県林業技術センター (○)	○ 久慈市 大湊は 現地確 認なし	—
		3	岩手県大槌町平成の杜 (保安林以外)	大槌町・横浜ゴム (○)	○	—
		4	宮城県仙台市若林区 谷地中林	NPO 法人森びとプロジェクト (—)	○	—
		5	宮城県岩沼市 植栽実証試験地	林野庁 (○)	—	○ 本業務 現地助言
		6	宮城県亘理町蛭塚	宮城県 (—)	○	—
		7	宮城県亘理町吉田	宮城県林業技術総合センタ ー (○)	○	—
		8	宮城県亘理町吉田	NPO 法人わたりグリーン ベルトプロジェクト (○)	—	—
B	中間～ 内陸側林帯 (保安林外含む)	9	福島県南相馬市鹿島区	南相馬市 (—)	○	—
		10	福島県楡葉町山田浜	福島県林業研究センター (○)	○	—
		11	茨城県大洗、日立、鉾田	茨城県林業技術センター (○)	—	—
		12	千葉県 (内陸側林帯)	千葉県森林研究所 (○)	—	—
C	東日本太平洋 沿岸地域全般	1	青森県～千葉県 東日本大震災被災6県	—	—	○ 千葉大学 園芸学部 小林達明教 授

2.2.3 再生事業等で植栽された樹種の評価結果

(1) 調査箇所別の評価結果

調査結果を一覧表形式で表 2.6 に整理した。

評価は表 2.4 に示す記号で表すとともに、特記事項は記号の近くに文字で記したほか、調査箇所全体にかかわる内容は表下方の備考欄に記した。なお、評価は数値基準等を設定することが適さないと判断し、既往文献や現地調査の結果から総観で決めた。

表 2.4 植栽樹種別評価記号解説表

記号	解 説
◎	調査対象地の気候条件・林帯における位置などを考慮して、活着および成育状況が極めて良好と判断される。
○	調査対象地の気候条件・林帯における位置などを考慮して、活着および成育状況が概ね良好と判断される。
△	ある程度活着するが初期成育が不良と判断される。
X	活着と初期成長が極めて不良と判断される。
—	現状では樹種の評価をおこなうことが困難と判断される。

(2) 評価結果の樹種別まとめ

調査箇所別のとりまとめ成果をさらに整理し、樹種別にとりまとめた。

調査箇所別の調査結果や評価結果（表 2.6）を見ると、生育基盤表層の土の物理性や化学性の違いにより、同じ樹種でも活着や初期成長の優劣に差が出ることが予測できた。例えば、千葉県のア6 および A7 調査箇所のように気象環境の厳しい第一線林帯や防潮堤海側法面においても、良質土を全面に客土することにより活着し良好に初期成長する樹種が存在することがわかる。

そこで樹種別評価のとりまとめにあたっては、生育基盤表層部の改良内容を表 2.5 に示す4区分とし、土壌環境との関係を明らかにすることにした。

とりまとめ結果は表 2.7 に示すとおりである。

表 2.5 生育基盤表層改良の区分表

名称	点改良の内容	面改良の内容
無改良・無施肥	なし	なし
植穴施肥	植穴施肥	なし
全面改良	植穴施肥/植穴施肥なし	全面的に肥料・土壌改良材等を投入して改良
全面良質土客土	植穴施肥/植穴施肥なし	全面的に良質土の客土を上乗せして改良

※改良程度の低いものから高いものの順で記載

※改良の仕様（深さ、材料の種類や量など）は箇所ごとに異なる

表 2.6 植栽樹種・植栽方法等に関する調査箇所別調査結果一覧表 (1)

[illegible]

表 2.6 植栽樹種・植栽方法等に関する調査箇所別調査結果一覧表 (2)

[illegible]

表 2.7 植栽樹種別の評価結果一覧表

林帯における位置(細分)	対象樹種			生育基礎表附部の改良区分						備 考
	種 名			無改良・無施肥		補穴施肥		全面改良		
	針広	樹種特性	その他	評価 記号	調査箇所(県名/記号)	評価 記号	調査箇所(県名/記号)	評価 記号	調査箇所(県名/記号)	
A第一線林帯(砂草帯との境界)	針葉	常緑	ハイネズ				○ 茨城A5②			
	針葉	常緑	カイズカイブキ(園芸種)				○ 茨城A4			
	広葉	常緑	マサキ				○ 茨城A4			
A第一線林帯(風衝が特に強い最前線)	針葉	常緑	トベラ				○ 茨城A4			
			クロマツ	◎	宮城A2		○ 千葉A7			
			カイズカイブキ(園芸種)	○	茨城A5①		○ 千葉A7			
	広葉	常緑	タブノキ				○ 茨城A4			
			スダジイ				△ 茨城A4			
	亜高木		ヤブニツケイ				○ 茨城A4			
			ウバメガシ	×	千葉A6①	△ 茨城A4	○ 千葉A6②、A7	茨城A6①で補穴に褐色森林土を投入して不成績		
			ヤブツバキ			△ 茨城A4	○ 千葉A7			
			シロダモ			△ 茨城A4	○ 千葉A7			
			ネズミモチ			△ 茨城A4				
	低木		シャリンバイ	△	宮城A1	×	千葉A6①	○ 千葉A6②、A7	茨城A6①で補穴に褐色森林土を投入して不成績	
			マサキ							
			トベラ	×	仙台A1	○ 茨城A5①	○ 千葉A6②、A7			
	落葉	低木	アキナミ	◎	宮城A1	◎	宮城A2	×	茨城A4	高い土壌化学性で不成績の可能性
ハマナス										
B中間～内陸側林帯	針葉	常緑	クロマツ	◎	青森B1、宮城B8	◎	岩手B2、福島B10			
			アカマツ	○	宮城B8	○	岩手B2			
	広葉	常緑	タブノキ			○ 茨城B11			○ 岩手B3、宮城B5①、福島B9	福島B10、千葉B12では補穴施肥のみで不成績
			スダジイ			○ 茨城B11			○ 宮城B5①、福島B9	
			シラカン	△	宮城B8	△	宮城B6		○ 岩手B3、宮城B5①、福島B9	
			ウラジログン						○ 岩手B3、宮城B5①、福島B9	
			アカガシ	△	宮城B8				○ 岩手B3、宮城B5①、福島B9	
			アラカン						○ 宮城B5①、福島B9	岩手B3で全面客土するも不成績
			ヤブツバキ	△	宮城B8				○ 宮城B5①、福島B9	岩手B3で全面客土するも不成績
			シロダモ	×	宮城B8	△	宮城B6、千葉B12		○ 宮城B5①、福島B9	岩手B3で全面客土するも不成績
			ネズミモチ			○ 茨城B11			○ 宮城B5①、福島B9	岩手B3で全面客土するも不成績
			モチノキ			○ 茨城B11、千葉B12			○ 宮城B5①、福島B9	岩手B3で全面客土するも不成績
			シャリンバイ						○ 福島B9	岩手B3、宮城B5①で全面客土するも不成績
			マサキ	△	宮城B8				○ 宮城B5①、福島B9	
トベラ			△	福島B10		○ 宮城B5①				
ヒサカキ						○ 宮城B5①				
落葉	高木	ケヤキ	×	青森B1①、宮城B5④、宮城B7①	△	岩手B2、宮城B7	◎	宮城B4、宮城B5⑤		
		コナラ	×	宮城B7①	△	岩手B2、宮城B6、宮城B7②③	○	宮城B5⑤、福島B9	岩手B2で展葉期の根苗補植で不成績	
		カンフ	○	青森B1	○	岩手B2	◎	宮城B4		
		クリ	×	宮城B7①	△	岩手B2、宮城B7②③	◎	宮城B4		
		イタヤカエデ			△	岩手B2	○	宮城B4		
		ヤマザクラ	×	宮城B7①	△	宮城B7②③	◎	岩手B3、福島B9	宮城B5①では全面客土するも不成績	
		オオシマザクラ			△	千葉B12				
		エノキ			○	茨城B11、千葉B12				

色凡例

評価記号◎または○

評価記号△

評価記号×

該当植栽なし

色凡例 : 評価記号◎または○ 評価記号△ 評価記号× 該当補栽なし

2.2.4 東日本太平洋沿岸の海岸防災林で構成樹種を検討するための参考資料

林野庁の治山技術基準 第3編防災林造成事業の参考（平成27年4月改定）の海岸防災林での植栽樹種とクロマツ海岸林に自然侵入した広葉樹の活用法―松枯れから防災機能を守るための広葉樹林化―（2014（平成26）年3月 独立行政法人森林総合研究所多摩森林科学園）の掲載樹種から東日本太平洋沿岸地域に適合する樹種だけを抽出し、それに再生事業で植栽した樹種を評価して一つの表に集成したのが表2.8である。この表には海岸防災林の構成樹種を検討する際に参考となる性質・特性を既往書籍¹から記載した。なお、林野庁の治山技術基準 第3編防災林造成事業の参考（平成27年4月改定）の海岸防災林での植栽樹種（肥料木）に掲載されている樹種のうち、肥料木以外に記述が無い種は除いた。

今後、東日本太平洋沿岸地域で新規植栽をおこなう場合や、再生事業で造成した林帯の成長に合わせて二段林化や樹種転換をおこなう場合には、過去の知見や専門家の意見が反映されている本表を参照して構成樹種を選定することが期待できる。ただしこの表には気候特性や土地（立地）特性をさらに検討していく必要がある樹種や地域の研究機関により植栽試験中の樹種が含まれているなど、暫定的な知見が多く含まれていることから、2.2.5節に示す留意事項や今後の課題を参考に活用する必要がある。

¹ 造園ハンドブック（第1版）；社団法人日本造園学会編；1978年；技報堂出版

表 2.8 東日本太平洋沿岸における海岸防災林構成樹種検討のための参考資料 (1/4)

構成樹種候補													森林総研冊子付表抜粋 (※6)											
針葉樹・ 広葉樹	常緑樹・ 落葉樹	成木の 樹高別	種名	性質・特性 (※1)						掲載資料				生活型	海岸 耐性 ランク	最大 樹高 区分	県別分布							
				光	土壌	水	成長	風	潮	技術基準 再生力 (※2)	森林総研 冊子付表 (※3)	専門家 聞き取り (※4)	再生事業 植栽試験 (※5)				青森	岩手	宮城	福島	茨城	千葉		
針葉樹	常緑樹	高木	クロマツ	好陽	壊質	耐乾	早	耐風	耐潮	●			●											
			アカマツ	好陽	壊質	耐湿 耐乾	早		弱潮	●			●											
			イブキ	好陽	壊質	耐乾	遅	風強	耐潮		●	●	●	常緑	A	V	●	●	●	●	●			
			イヌマキ	耐陰 好陽	壊質	耐湿 耐乾	遅	風強	耐潮		●	●		常緑	B	V					●			
			モミ	好陽 耐陰	壊質	耐乾	遅				●	●		常緑	C	V			●	●	●			
		低木	ハイネズ	好陽	砂質	耐乾			耐潮		●	●	●	常緑	A	I	●	●	●	●	●			
			カイヅカイブキ (闊葉種)	好陽	壊質	耐乾	遅		耐潮				●											
			落葉樹	高木	カラマツ	好陽	壊質	耐乾	早		弱潮	●												
			広葉樹	常緑樹	高木	タブノキ	耐陰 好陽	壊質		早		耐潮	●	●	●	●	常緑	B	V		●	●	●	●
						ヤマモモ	好陽 耐陰	壊質	耐湿 耐乾	遅		耐潮	●	●	●	●	常緑	B	V					●
アカガシ	耐陰 好陽	壊質					早				●	●	●	常緑	B	V			●	●	●			
アラカシ	耐陰	耐瘦 壊質					早				●	●	●	常緑	C?	V			●	●	●			
シラカシ	耐陰 好陽	壊質					早				●	●	●	常緑	C	V			●	●	●			
スダジイ	好陽	壊質					早		耐潮		●	●	●	常緑	B	V			●	●	●			
マテバシイ	好陽	壊質				耐乾 耐湿	早		耐潮				●	常緑	B	V								
ヤブニッケイ	耐陰	壊質					早				●	●	●	常緑	B	IV				●	●			
オガタマノキ	耐陰	壊質					遅				●	●		常緑	B?	V					●			
カゴノキ	—	—				—	—	—	—		●	●		常緑	B?	IV				●	●			
クスノキ	好陽	壊質	耐湿	早			耐潮		●	●		常緑	B	V				●	●					
クロガネモチ	耐陰	壊質	耐湿	遅			耐潮		●	●		常緑	B	V				●	●					
バクチノキ	耐陰	壊質	適湿	早					●	●		常緑	B?	IV					●					
ホルトノキ	好陽	壊質		早					●	●		常緑	B	V					●					
モッコク	好陽 耐陰	壊質		遅					●	●		常緑	B	IV				●	●					
ウラジロガシ	耐陰 好陽	壊質									●													
亜高木	ウバメガシ	好陽	壊質	耐乾		遅	耐風	耐潮	●	●	●	●	常緑	A	IV					●				
	シロダモ	好陽	壊質	耐湿	早		耐潮		●	●	●	常緑	B	IV			●	●	●					
	ネズミモチ	好陽 耐陰	壊質		早		耐潮		●	●	●	常緑	B	III				●	●					
	ヤブツバキ	耐陰	壊質		遅		耐潮	●	●	●	●	常緑	B	III		●	●	●	●					
	ユズリハ	好陽 耐陰	壊質	耐湿	遅		耐潮		●	●	●	常緑	B	IV				●	●					
	ヒメユズリハ	好陽	砂質				耐潮		●	●	●	常緑	B	III					●					
	モチノキ	耐陰	壊質	耐湿	遅		耐潮		●	●	●	常緑	B	V			●	●	●					
	カクレミノ	耐陰	壊質	耐湿	遅		耐潮		●	●	●	常緑	B	IV				●	●					
	サンゴジュ	耐陰 好陽	壊質	耐湿	早		耐潮				●	常緑	B	III										
	サカキ	耐陰	壊質						●	●		常緑	B?	IV				●	●					
	タイミンタチバナ	耐陰 好陽	壊質		遅		耐潮		●	●		常緑	B	III					●					
	ヒイラギ	耐陰	砂質	耐乾	遅		耐潮		●	●		常緑	C	III				●	●					
	マングロープ類 トウネズミモチ (外来種)	—	—	—	—	—	—			●														
	トベラ	耐陰 好陽	壊質	耐乾 耐湿	早	耐風	耐潮	●	●	●	●	常緑	A	II			●	●	●					
	低木	マサキ	耐陰	壊質	耐乾 耐湿	早		耐潮	●	●	●	●	常緑	A	II	●	●	●	●	●				
		シャリンバイ	好陽	壊質		遅		耐潮	●	●	●	●	常緑	A	II				●	●				
		マルバシャリンバイ	好陽	壊質		遅		耐潮		●	●	●	常緑	A	I			●	●	●				
ヤツデ		耐陰	壊質	耐湿	遅		耐潮		●	●	●	常緑	B	I				●	●					
ヒサカキ		耐陰	壊質	耐乾	遅				●	●	●	常緑	B	III		●	●	●	●					
シャシャンボ			壊質		早				●	●		常緑	B	II					●					
ネズミサシ		好陽	壊質	耐乾	早				●	●		常緑	B?	III	●	●	●	●	●					
オオバマサキ		—	—	—	—	—	—		●	●		常緑	A	II		●			●					
マルバグミ		耐陰	壊質		早		耐潮		●	●		常緑	A	I				●	●					
モクレイシ		—	—	—	—	—	—		●	●		常緑	B	III					●					
ハマヒサカキ		好陽	砂質	耐乾	遅		耐潮				●	常緑	A	II										
アオキ		好陽			早						●													

※1 造園ハンドブック (第1版) 社団法人日本造園学会編 第3編第1章の植物材料から海岸防災林に関連する項目を記載

※2 治山技術基準第3編防災林造成事業 (平成27年4月改定) ただし、対象地域に適合しない樹種と肥料木の目的だけで掲載されている樹種は除いた。

※3 「クロマツ海岸林に自然侵入した広葉樹の活用方法 —松枯れから防災機能を守るための広葉樹林化—」 独立行政法人森林総合研究所多摩森林科学園 (2014年3月) の付表1に掲載されている樹種から青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県及び千葉県に分布するとされた種を抽出して掲載。

※4 千葉大学園芸学部小林達明教授へのヒアリング結果から抽出された樹種を掲載。ヒアリングにおいて具体的な樹種名がでた種には「●」を、※3資料を全体的に支持できるという発言からでた種には「●」を付けた。

表 2.8 東日本太平洋沿岸における海岸防災林構成樹種検討のための参考資料 (2/4)

再生・復旧事業に関連した試験植栽等の結果（※7）																								
生育基盤の化学性改良区分																								
無改良・無施肥					植穴施肥					全面改良					全面客土					種名				
青森	岩手	宮城	福島	茨城	千葉	青森	岩手	宮城	福島	茨城	千葉	青森	岩手	宮城	福島	茨城	千葉	青森	岩手		宮城	福島	茨城	千葉
◎		◎○△	○			◎◎	◎	◎								◎○△		○						クロマツ
						○○																		アカマツ
																×								イブキ
																								イヌマキ
																								モミ
																								ハイネズ
																								カイヅカイブキ
																								カラマツ
																								タブノキ
																								ヤマモモ
																								アカガシ
																								アラカシ
																								シラカシ
																								スダジイ
																								マテバシイ
																								ヤブニッケイ
																								オガタマノキ
																								カゴノキ
																								クスノキ
																								クロガネモチ
																								バクチノキ
																								ホルトノキ
																								モッコク
																								ウラジロガシ
																								ウバメガシ
																								シロダモ
																								ネズミモチ
																								ヤブツバキ
																								ユズリハ
																								ヒメユズリハ
																								モチノキ
																								カクレミノ
																								サンゴジュ
																								サカキ
																								タイミンタチバナ
																								ヒイラギ
																								マングローブ類
																								トウネズミモチ
																								トベラ
																								マサキ
																								シャリンバイ
																								マルバシャリンバイ
																								ヤツデ
																								ヒサカキ
																								シャシャンボ
																								ネズミサシ
																								オオバマサキ
																								マルバグミ
																								モクレイシ
																								ハマヒサカキ
																								アオキ

※5 東日本大震災で被災した海岸防災林の再生・復旧事業に関連し、各地で実施された植栽事業、植栽試験、ボランティアによる植栽で用いられた樹種を記載。

※6 上記※3の資料から樹種ごとに生活型、海岸での耐性ランク、最大樹高区分及び分布を掲載

※7 ※5で示した樹種について個別箇所ごとの植栽成績を掲載。■ハッチの結果は第一線林帯の、■ハッチの結果は中間～内陸側林帯での試験結果を示す。「◎」は活着と初期生育が極めて良好、「○」は活着と初期生育が概ね良好、「△」はある程度活着するが初期生育が不良、「×」は活着と初期生育が極めて不良、「－」は評価不能を示す。

表 2.8 東日本太平洋沿岸における海岸防災林構成樹種検討のための参考資料 (3/4)

針葉樹 ・ 広葉樹	常緑樹 ・ 落葉樹	成木の 樹高別	種名	構成樹種候補										森林総研冊子付表抜粋 (※6)										
				性質・特性 (※1)						掲載資料				生活型	海岸 耐性 ランク	最大 樹高 区分	県別分布							
				光	土壌	水	成長	風	潮	技術基準 再生方針 (※2)	森林総研 冊子付表 (※3)	専門家 開取 (※4)	再生事業 植栽試験 (※5)				青森	岩手	宮城	福島	茨城	千葉		
広葉樹	半常緑樹	亜高木	ヤナギイチゴ	—	—	—	—	—	—		●	●		夏緑 半常緑	A	Ⅲ						●		
		低木	イボタノキ		壊質		早		耐潮		●	●	●	半常緑	B	Ⅱ	●	●	●	●	●	●		
		オオバヤシバ	好陽	壊質		早		耐潮		●	●		半常緑	B	Ⅰ		●	●	●	●	●			
	落葉樹	高木	カシワ	好陽	壊質	耐湿	遅			●	●	●	●	夏緑	A	Ⅳ	●	●	●	●	●	●		
			ケヤキ	好陽	壊質		早			●	●	●	●	夏緑	B	Ⅴ	●	●	●	●	●	●	●	
			コナラ	好陽	壊質	耐乾 耐湿			弱潮		●	●	●	●	夏緑	B	Ⅴ	●	●	●	●	●	●	
			エノキ	好陽	粘質	やや 好湿	早		耐潮	●	●	●	●	夏緑	B	Ⅴ	●	●	●	●	●	●	●	
			エゾイタヤ	—	—	—	—	—	—	●	●	●		夏緑	B	Ⅴ	●	●	●					
			シナノキ	好陽	壊質		早		弱潮	●	●	●		夏緑	B	Ⅴ	●	●	●	●	●			
			ヤシバシ	好陽	砂質	耐乾	早			●														
			ミズナラ	—	—	—	—	—	—		●	●	●	●	夏緑	B	Ⅴ	●	●	●	●			
			アカメガシワ	好陽		耐湿	早				●	●			夏緑	B	Ⅳ			●	●	●	●	
			ウミミズザクラ	好陽	壊質		早				●	●			夏緑	B	Ⅴ	●	●	●	●	●	●	
			オニグルミ	好陽	壊質	好湿	早				●	●			夏緑	C	Ⅴ	●	●	●	●	●	●	
			カスミザクラ	—	—	—	—	—	—		●	●			夏緑	B	Ⅴ	●	●	●	●	●	●	
			カラスザンショウ	好陽	壊質		早				●	●			夏緑	B	Ⅴ	●		●	●	●	●	
			キハダ	—	—	—	—	—	—		●	●			夏緑	C	Ⅰ		●	●	●	●	●	
			コブシ	耐陰 好陽	肥沃 壊質	耐湿	早		弱潮		●	●			夏緑	C	Ⅴ	●	●	●	●	●	●	
			サイカチ	好陽	壊質	耐湿	早				●	●			夏緑	B?	Ⅳ		●	●	●	●		
			ナナカマド	好陽	壊質		遅				●	●			夏緑	B	Ⅲ	●	●	●				
			ハリギリ	好陽	壊質		早				●	●			夏緑	B	Ⅴ	●	●	●	●	●		
			ハルニレ	好陽 耐陰	粘質	耐湿					●	●			夏緑	B	Ⅴ	●	●	●	●			
			ハンノキ	好陽	壊質	耐湿					●	●			夏緑	B	Ⅴ	●	●	●	●	●	●	
			ヤチダモ	好陽	壊質	耐湿	早				●	●			夏緑	B	Ⅴ	●	●					
			ヤマグワ	—	—	—	—	—	—		●	●			夏緑	B	Ⅳ	●	●	●	●	●	●	
			アキニレ		壊質	耐湿 耐乾	遅		耐潮			●												
			イタヤカエデ	好陽	肥沃 壊質		早		弱潮				●											
			イロハモミジ	好陽	壊質	耐湿	早		弱潮				●											
			ヤマザクラ	好陽	壊質		早						●											
			エドヒガン	好陽	壊質								●											
			オオシマザクラ	好陽	壊質		早		耐潮			●	●											
			オオヤマザクラ	好陽	粘質		早						●											
			クスギ	好陽	粘質	耐湿	早						●											
			クリ	好陽	壊質	耐乾	早		弱潮				●											
			トチノキ	好陽	壊質	耐湿	早						●											
			ヤマナシ	—	—	—	—	—	—				●											
			亜高木	高木	ネムノキ	好陽	壊質	耐乾 耐湿	早		耐潮	●	●	●	●	夏緑	B	Ⅲ	●	●	●	●	●	●
					オオバヤシバシ	—	—	—	—	—	—		●	●			夏緑	B	Ⅲ					●
					ヤマウルシ	—	—	—	—	—	—		●	●			夏緑	B	Ⅲ	●	●	●	●	●
					ヌルデ	好陽	壊質				耐潮		●	●			夏緑	B	Ⅲ	●	●	●	●	●
ハゼノキ					—	—	—	—	—	—		●	●			夏緑	B	Ⅲ					●	
リュウブ	好陽	壊質				早				●	●			夏緑	B	Ⅲ	●	●	●	●	●	●		
エゴノキ	耐陰	壊質				早						●												
低木	アキグミ				好砂	耐湿 耐乾	早				●	●	●	●	夏緑	A	Ⅱ	●	●	●	●	●	●	
	ハマナス	好陽			砂質	耐乾	早		耐潮		●	●	●	●	夏緑	A	Ⅰ	●	●	●	●	●		
	ハマゴウ	—			—	—	—	—	—		●	●	●	●	夏緑	A	Ⅰ	●		●	●	●	●	
	イヌビワ	好陽			壊質	耐湿	早		耐潮		●	●			夏緑	B	Ⅱ					●		
	カマツカ	—			—	—	—	—	—		●	●			夏緑	C	Ⅱ	●	●	●	●	●		
	ガクアジサイ	耐陰 好陽			壊質	耐湿	早				●	●			夏緑	B	Ⅰ						●	
	クサギ	好陽			壊質		早				●	●			夏緑	B	Ⅲ	●	●	●	●	●	●	
	ドクウツギ	—			—	—	—	—	—		●	●			夏緑	B	Ⅰ	●	●	●	●	●	●	
	ニシキギ	好陽			壊質		早				●	●			夏緑	C	Ⅰ	●	●	●	●	●	●	
	ニワトコ	耐陰	壊質	耐湿	早		耐潮		●	●			夏緑	C	Ⅱ	●	●	●	●	●	●			
ノイバラ	—	—	—	—	—	—		●	●			夏緑	C	Ⅰ	●	●	●	●	●	●				
ハマボウ	好陽	砂質	耐乾	早		耐潮			●															
マユミ	好陽	壊質	耐湿	早						●														
ムラサキシキブ	好陽 耐陰	壊質		早						●														
ウメモドキ	好陽	壊質		遅						●														
ガマズミ	耐陰 好陽	壊質		早						●														

※1 造園ハンドブック (第1版) 社団法人日本造園学会編 第3編第1章の植物材料から海岸防災林に関連する項目を記載

※2 治山技術基準第3編防災林造成事業 (平成27年4月改定) ただし、対象地域に適合しない樹種と肥料木の目的だけで掲載されている樹種は除いた。

※3 「クロマツ海岸林に自然侵入した広葉樹の活用法 —松枯れから防災機能を守るための広葉樹林化—」 独立行政法人森林総合研究所多摩森林科学園 (2014年3月) の付表1に掲載されている樹種から青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県及び千葉県に分布するとされた種を抽出して掲載。

※4 千葉大学園芸学部小林達明教授へのヒアリング結果から抽出された樹種を掲載。ヒアリングにおいて具体的な樹種名がでた種には「●」を、※3資料を全体的に支持できるという発言からでた種には「●」を付けた。

表 2.8 東日本太平洋沿岸における海岸防災林構成樹種検討のための参考資料 (4/4)

再生・復旧事業に関連した試験植栽等の結果 (※7)																								
生育基盤の化学性改良区分																								
無改良・無施肥					植穴施肥					全面改良					全面客土					種名				
青森	岩手	宮城	福島	茨城	千葉	青森	岩手	宮城	福島	茨城	千葉	青森	岩手	宮城	福島	茨城	千葉	青森	岩手		宮城	福島	茨城	千葉
																								ヤナギイチゴ
																								イボタノキ
																								オオバイボタ
○						○○															◎			カシワ
×△		△××				△△	△														◎○			ケヤキ
△		△△×				△△	△△														○	○		コナラ
										○	○													エノキ
																								エゾイタヤ
																								シナノキ
																								ヤシャブシ
		△					△△																	ミズナラ
																								アカメガシワ
																								ウワミズザクラ
																								オニグルミ
																								カスミザクラ
																								カラスザンショウ
																								キハダ
																								コブシ
																								サイカチ
																								ナナカマド
																								ハリギリ
																								ハルニレ
																								ハンノキ
																								ヤチダモ
																								ヤマグワ
																								アキニレ
							△△														○			イタヤカエデ
		△																			△			イロハモミジ
		×△						△													◎	×	◎	ヤマザクラ
		×																						エドヒガン
												○												オオシマザクラ
							△△																	オオヤマザクラ
		△×						△																クスギ
		△×					△△	△													◎			クリ
		△																						トチノキ
																								ヤマナシ
																								ネムノキ
																								オオバヤシャブシ
																								ヤマウルシ
																								ヌルデ
																								ハゼノキ
		△																						リョウブ
		◎						◎			×													エゴノキ
		△						○ー															×	アキグミ
																								ハマナス
																								ハマゴウ
																								イヌビワ
																								カマツカ
																								ガクアジサイ
																								クサギ
																								ドクウツギ
																								ニシキギ
																								ニワトコ
																								ノイバラ
																								ハマボウ
																								マユミ
																								ムラサキシキブ
		△																						ウメドキ
																								ガマズミ

※5 東日本大震災で被災した海岸防災林の再生・復旧事業に関連し、各地で実施された植栽事業、植栽試験、ボランティアによる植栽で用いられた樹種を記載。

※6 上記※3の資料から樹種ごとに生活型、海岸での耐性ランク、最大樹高区分及び分布を掲載

※7 ※5で示した樹種について個別箇所ごとの植栽成績を掲載。■ハッチの結果は第一線林帯の、■ハッチの結果は中間～内陸側林帯での試験結果を示す。「◎」は活着と初期生育が極めて良好、「○」は活着と初期生育が概ね良好、「△」はある程度活着するが初期生育が不良、「×」は活着と初期生育が極めて不良、「ー」は評価不能を示す。

2.2.5 評価結果の活用にあたっての留意事項と今後の課題

(1) 樹種に関する評価結果活用にあたっての留意事項

本業務で得られた海岸林造成に用いる樹種の評価結果を活用するにあたっては、つぎに列記する事項に留意する必要がある。

- ① 東日本太平洋沿岸地域（青森県～千葉県）における知見に基づいて整理されていること。
- ② 東日本太平洋沿岸地域においても、気候的な特性が異なること。例えば、青森県～岩手県中部、岩手県南部～宮城県北部、宮城県南部～福島県、茨城県、千葉県などの区分で植栽樹種に関する評価が異なる可能性があり、今後も継続した検討が必要であること。
- ③ ほとんどの調査箇所は東日本大震災以降に植栽された事業地や植栽試験地で得られた知見に基づいており、今後の経年的な調査で評価は更新されるべきこと。
- ④ 再生事業での事例は限られた植栽条件だけに植栽されている樹種が多いため、異なる条件での評価が不十分になっていること。
- ⑤ 成育が不良（Xや△の記号）と判断される中には、生育基盤盛土の盛土材料や施工法に原因がある場合も多く、樹種だけの評価とはなっていない可能性があること。

(2) 海岸防災林の構成樹種検討にあたっての今後の課題

今後の課題として以下の事項があげられる。

- ① 植栽樹種の評価では生育基盤の化学性改良に注目した評価を試みたが、海岸防災林造成事業における土壌改良の在り方について一度議論しておく必要がある。その議論においては、初期造成から目標林型へ至る手順、生物多様性保全、造成コスト、林帯のゾーニングといった論点が考えられる。
- ② 国内外来種、園芸品種等を含めて、海岸防災林の将来目標を定めたうえで、目標林に近づけるための基本的な考え方や、導入する樹種の選定手順などについて、今後継続して議論しておく必要がある。
- ③ 治山技術基準 第3編 防災林造成事業の参考に掲載されている肥料木を含む植栽樹種およびでは、全国を区別することなく樹種があげられている。気候等が類似する地域に区分した表に編纂されることが望まれる。
- ④ 提示した構成樹種検討のための参考資料は、治山技術基準 第3編 防災林造成事業の参考に掲載されている植栽樹種をベースにしながら、検討の目的に応じていくつかの資料を参照する必要がある。上記①～③のような今後の課題を検討したのちに、一つの資料として編纂されることが期待される。