

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

報 告 書
(概 要 版)

令和３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 業務概要.....	2
1.3 業務数量.....	3
1.4 業務フロー.....	4
2. 海岸防災林の復旧・再生の過程で得られた施工技術の課題整理	5
2.1 生育基盤・防風工等・植栽工の材料・施工方法の整理.....	5
2.2 植栽木の成育状況の分析	7
2.2.1 生育基盤盛土工.....	7
2.2.2 排水工.....	8
2.2.3 防風工・静砂工.....	8
2.2.4 植栽工.....	8
2.3 今後の海岸防災林造成・保全技術改善項目の収集・整理	9
3. 海岸林等の防災機能に係る既往の研究成果・知見の収集及び整理	12
3.1 海岸林等防災林の防災機能の研究成果・知見の収集.....	12
3.2 海岸林等防災林の防災機能の研究成果・知見の整理.....	13
3.2.1 整理方法.....	13
3.2.2 整理結果.....	13
4. 全国の海岸林等の実態把握及び機能発揮に係る課題の抽出	16
4.1 森林の現状、防災林機能強化に向けた事業実施状況の実態把握（アンケートの実施）	16
4.1.1 アンケート調査の概要	16
4.1.2 海岸防災林アンケート結果	17
4.1.3 内陸防災林アンケート結果	19
4.1.4 治山事業（防災林造成事業）に関する予防対策による防災林の機能強化の実態	19
4.2 現地調査による詳細な実態把握	21
4.2.1 現地調査箇所の検討	21
4.2.2 現地調査方法.....	22
4.3 海岸林等が防災機能を発揮する上での課題抽出・整理.....	23
4.3.1 森林の現状整理（実態・問題点）	23
4.3.2 事業実施状況の整理	23
4.3.3 防災機能を発揮する上での課題	24
5. 今後の課題.....	26
6. 検討委員会の設置・運営	28

1. 業務概要

1.1 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。

海岸防災林の造成の過程では、生育基盤の造成や苗木の植栽等が試行錯誤しながら取り組まれており、各地の取組から蓄積された様々な技術や知見を収集し、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・保全に活かすことが重要である。

また、近年の地球温暖化の影響から、猛烈な台風が勢力を維持したまま日本列島に接近する確率も増えると予想されている。

平成 30 年台風第 21 号では、大阪湾において既往最高の潮位を記録する高潮によって浸水被害が発生し、令和元年房総半島台風では、東京湾において顕著な高波災害が発生するとともに、千葉県を中心に広範囲にわたって風倒木被害が確認されており、風害、潮害等を防止・軽減するための森林の機能発揮が極めて重要となっている。

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、これまでに得られた技術や知見等の収集・整理を行うとともに、全国の海岸林等の実態を把握し、その機能の発揮に係る課題の抽出を行う。

※以降の「せいいく」の漢字表記は、仕様書、「生育基盤」及び文献名以外は「成育」とした。

1.2 業務概要

業 務 名：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

契約期間：令和2年8月26日より令和3年3月17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： 中澤 洋

照査技術者： 田中 三郎

担当技術者： 佐藤 亜貴夫

木内 秀叙

大西 克明

田中 淳

龍見 栄臣

小野 義紘

吉村 美智

金澤 牧子

1.3 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) 海岸防災林の復旧・再生の過程で得られた施工技術の課題整理	① 生育基盤・防風工等・植栽工の材料・施工方法の整理	1 式
	② 植栽木の成育状況の分析	
	③ 今後の海岸防災林造成・保全技術改善項目の収集・整理	
(2) 海岸林等の防災機能に係る既往の研究成果・知見の収集及び整理	① 海岸林等防災林の防災機能の研究成果・知見の収集	1 式
	② 海岸林等防災林の防災機能の研究成果・知見の整理	
(3) 全国の海岸林等の実態把握及び機能発揮に係る課題の抽出	① 海岸林等防災林（保安林等）の現状と強化事業の実施状況等の把握	1 式
	② 防災機能を発揮する上での課題抽出	
	③ 現地調査 4 箇所程度	
(4) 検討委員会の設置・運営	5 名（うち 3 名は大学教授級、2 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開催	室内 2 回 現地 1 回
(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

1.4 業務フロー

本業務における業務フローを図 1.1 に示す。

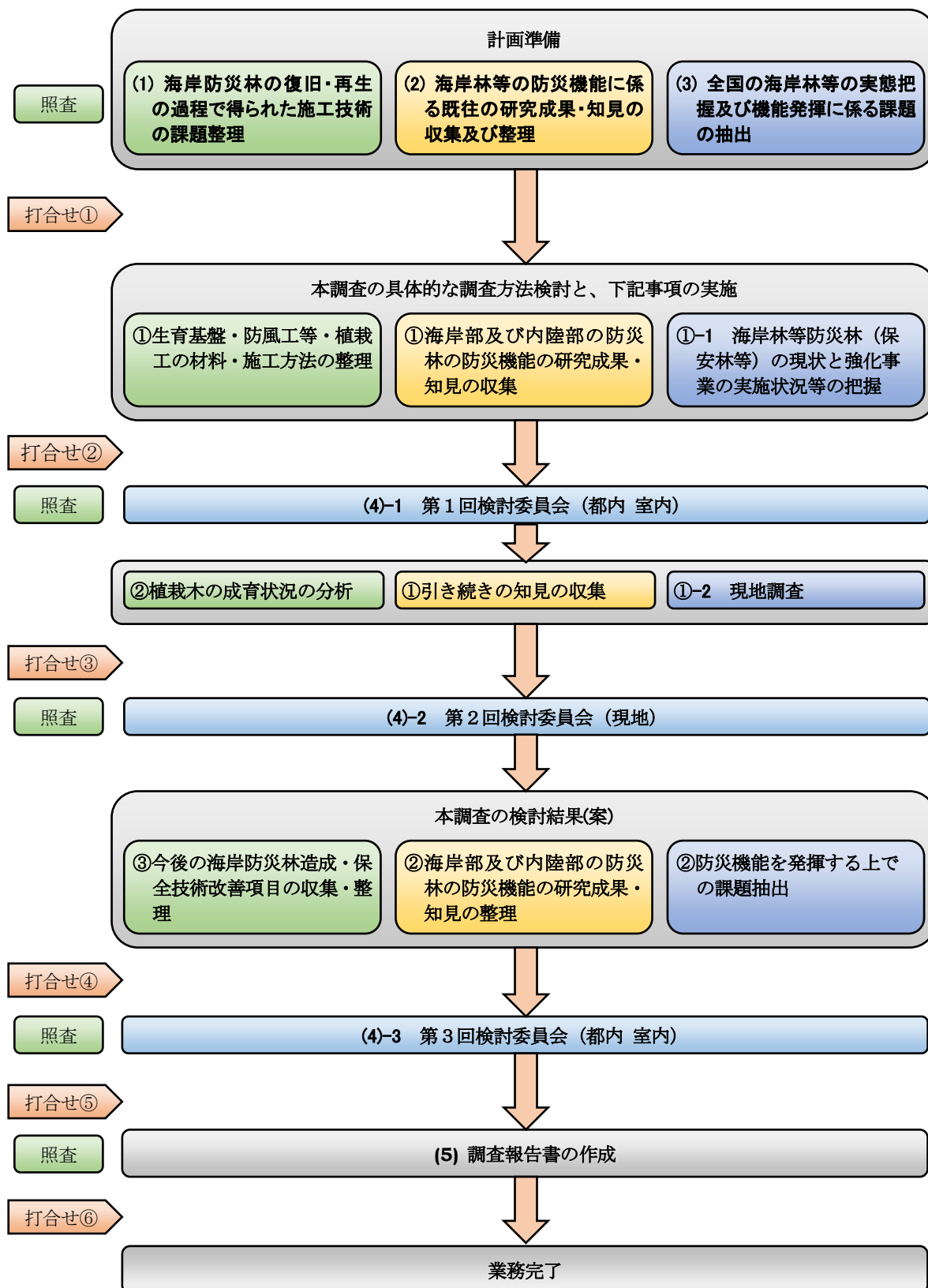


図 1.1 業務フロー

2. 海岸防災林の復旧・再生の過程で得られた施工技術の課題整理

2.1 生育基盤・防風工等・植栽工の材料・施工方法の整理

(1) 資料の収集

海岸防災林の復旧・再生事業について、表 2-1 に示すように森林管理署や県の設計・施工・研究成果報告書や資料、林野庁の関係委員会の成果報告書や資料、学会誌や研究発表会に投稿・発表された論文・報告等、原則として公表されている 52 資料を収集した。特に成育状況に関連が無い場合でも震災後の復旧への取組みや計画など、今後の参考となるものも併せて収集した。

収集対象は青森県、岩手県、宮城県、福島県に復旧等された海岸防災林に加え、高地下水位対策として造成した盛土に植栽事例がある千葉県、森の防潮堤として生育基盤盛土により機能強化を実施している静岡県も対象とした。

また、関連する技術基準として、「治山技術基準 第3編 防災林造成事業」・「同解説」・「同参考」、「森林整備保全事業工事標準仕様書」の最新版を収集した。

(2) 関連文献の収集、現地条件の分類整理の結果

現地条件から大きく次の5つに課題分類し、整理した。

①生育基盤盛土工に関する課題

②防風工・静砂工に関する課題

③植栽工に関する課題

④保育管理に関する課題

...治山技術基準に項目があるため

⑤生物多様性への配慮に関する課題

...宮城県と福島県で実施している先進事例のため

収集資料の分類と県別の内訳を表 2-2 に、発表年度を表 2-3 に整理した。文献数は生育基盤盛土工と植栽工に関するものが 50 事例で全体の 80%、平成 29 年度以降に発表されたものが 47 事例で、全体の 75%と多かった。

表 2-1 文献の収集数

分類	小分類	小分類計	計
県の技術センター報告	岩手県	1	
	福島県	2	
	千葉県	1	
	静岡県	2	6
森林総合研究所研究報告		3	3
学会誌	日本海岸林学会誌	3	
	日本緑化工学会誌	2	
	中部森林学会誌	1	6
学会発表	日本海岸林学会	2	
	日本森林学会	1	
	東北森林科学会	1	
	植生学会	2	6
研究会誌	森林の持つ環境保全機能に関する研究会	2	2
研究成果	水利科学	4	4
発表会	治山研究発表会	10	
	森林・林業技術交流発表会林野庁・東北森林管理局	1	
	関東森林管理局森林・林業技術等交流発表会	1	
	関東・中部地区治山林道研究発表会	1	
	中部地方整備局管内事業研究発表会	1	14
雑誌	森林技術	4	
	森林と林業	1	
	岩手の林業	1	6
大学誌	福島大学地域創造	1	1
報告書	仙台森林管理署	1	1
その他	仙台森林管理署資料	1	
	会計検査院年報	1	
	業者の任意調査報告書	1	3
計		52	52

表 2-2 課題と対象とした県毎の収集した文献数

課題分類	青森県	岩手県	宮城県	福島県	千葉県	静岡県	計
①生育基盤盛土工		5	9	6	5	2	27
②防風工・静砂工	1			2		1	4
③植栽工		4	8	1	1	9	23
④保育管理			2			1	3
⑤生物多様性配慮			2	4			6
計	1	9	21	13	6	13	63

※複数課題に分類される文献があるため重複がある。全文献は 52 題（表 2-1 参照）

表 2-3 課題に対応する収集した文献の発表年数

課題分類	震災 以前	2012 H.24	2014 H.26	2015 H.27	2016 H.28	2017 H.29	2018 H.30	2019 R.1	2020 R.2	計
①生育基盤盛土工	2	2	1	3	2	6	3	4	4	27
②防風工・静砂工					2		1		1	4
③植栽工			1		1	8	6	2	5	23
④保育管理									3	3
⑤生物多様性配慮			2			1	1		2	6
計	2	2	4	3	5	15	11	6	15	63

※複数課題に分類される文献があるため重複がある。全文献は 52 題（表 2-1 参照）

2.2 植栽木の成育状況の分析

収集した資料から課題分類ごとにカード型の事例を作成した。

次にカード型の事例から県毎に一覧表に整理し、さらに統合した一覧表を作成した。

分析は、現地条件に対して生じた植栽木の枯損等を課題とし、その原因を分析し、講じられた対策があれば付記した。

なお、植栽方法等で成育不良が生じた例は③植栽工に含め、それ以外は①生育基盤盛土工及び②防風工・静砂工に含めた。

2.2.1 生育基盤盛土工

収集した文献内で最も事例が多かったのは生育基盤盛土工に関する 18 例で、内 13 例が固結盤・滞水・排水不良やこれらによる植栽木の成育不良（耕起による対策の状況を含む）で、全体の約 1/3 を占めた（13/39）

生育基盤盛土工による成育状況には、千葉県の下湿地の集団枯死等事例について現地条件を地下水位として含めた。

一方で、生育基盤盛土の固結問題が生じた後では、耕起や客土、盛土時点で盛土上に重機上載を最小限とすることなどの工夫により、固結や排水不良の予防効果が認められている。

(1) 盛土材

- ・マサ土による盛土ののり面崩壊により道路排水が生育基盤に流入し成育不良が生じた
- ・林道工事の残土・津波分別土の土壌の物理性が良くなく排水不良が生じて広範囲で枯損
- ・山砂に含まれていたシルト質壤土の固結により滞水が生じ成育不良が生じた
- ・山砂による盛土の経時変化による生育基盤盛土面の起伏と透水性の不良により部分的また集団枯死が生じた
- ・山土に含まれていた砂の割合が低く、粘土、シルト分が多かったため滞水傾向が強くなり部分枯死が生じた
- ・植栽前であるが、山砂に含まれていた粘土鉱物の風化により浸透能が低下し、盛土数ヶ月後の表面硬化～雨水滞水が生じた
- ・マサ土による盛土以外はシルト質・粘性土壌による生育基盤盛土の固結、圧密沈下による固結、固結による滞水や排水不良により植栽木に成育不良や枯死が生じた

(2) 盛土方法

- ・重機走行による締固めにより固結盤が生じ、滞水、固結により枯損や成育不良が生じたと推定される事例

※無耕起区と耕起区との植栽後 20 年の根系深は、無耕起区における根系伸長が著しかった 1 事例がある。

2.2.2 排水工

排水対策により樹勢が回復した例はあったが、排水工自体が原因で成育不良等が生じた事例は確認できなかった。

2.2.3 防風工・静砂工

(1) 防風工

- ・台風による突風で防風工間の開口部から吹き込んだ潮風により植栽木が衰弱した
- ・直接植栽木に被害を与えた事例ではないが、台風により移動式の防風工が飛ばされたり破損して飛散した

(2) 静砂工

- ・地域に実績の無い基準値を採用したため配置不足となり枯死が生じた

2.2.4 植栽工

(1) 徒長コンテナ苗

- ・地上部が徒長したコンテナ苗は T-R 率（比）が高いため、強風による苗木の振り回しや豪雨による根鉢境界の洗掘による地上部の一時的な傾斜により根鉢周辺に隙間が生じ、これが繰り返されて傾斜木が生じた

(2) 広葉樹

- ・砂壤土、埴壤土、埴土では 3 年後から少々成長したが、砂土では先端が枯れた
- ・潮風害を受けた場合あまり回復が認められない樹種がある
- ・砂地では飛砂や飛塩により葉が衰弱する樹種がある
- ・砂地で乾燥害による成育不良が生じた
- ・展葉途中の広葉樹苗木を植栽し乾燥害による成育不良が生じた
- ・汀線から近く、海水の侵入～滞水が生じ、潮風害・潮水害・滞水害による成育不良が生じた

2.3 今後の海岸防災林造成・保全技術改善項目の収集・整理

今後の海岸防災林造成・保全技術の向上に向けて改善を図るべき項目を現行の「治山技術基準 第3編 防災林造成事業」・「同解説」・「同参考」、「森林整備保全事業工事標準仕様書」と対比して表 2-4 に整理した。

表 2-4 海岸防災林造成等技術向上に向けて改善を図るべき項目

工種・工法等			「治山技術基準 第3編 防災林造成事業」 「同 解説」・「同 参考」 (平成 27 年 4 月 1 日改正)		「森林整備保全事業工事標準仕様書」 (令和 2 年 4 月 1 日改正)	
項目		生じた課題等と対策 (要改善項目)	章題	要改善項目	章題	要改善項目
森林造成	生育基盤盛土工	課題：固結盤が生じた 対策：植栽面の排水勾配確保、耕起、素掘水路増設、作業道の排水施設兼用化改良、大型縦暗渠工施工で雨水排水を促進	4-6-1 生育基盤盛土工	・【解説】盛土の1回の盛土高さ(巻出し厚さ)の効果的な検討をする。 ・【解説】生育基盤盛土の植栽面の排水勾配を検討する。	4-5-4-1 生育基盤盛土工	(特になし)
	排水工	課題：滞水により植栽木の成育不良が生じた 対策：管理道路を掘り下げて排水工・遊水池兼用化への改良、縦暗渠工設置とそこへ素掘り水路で導水、のり尻排水工の設置とそこから暗きょ工で排水を促進	4-6-2 排水工	・【参考】管理道路を排水工・遊水池兼用として活用する ・【参考】縦暗きょ工やのり尻排水工の設置により雨水排水を促進させる。	4-5-4-3 排水工	(特になし)
	防風工	課題：主風向ではなく、台風による強風(潮風)で植栽木の成育不良が生じた 対策：主風向の季節変化への対応は、台風による強風も考慮して、海側では開口部が生じないような設置も必要	4-6-3-1 防風工の配置及び方向	・【参考】台風等の既往最大風速の風向も考慮するとともに、台風等による開口部からの潮風の侵入防止も必要に応じ検討する。	4-5-4-2 防風工	(特になし)

工種・工法等			「治山技術基準 第3編 防災 林造成事業」 「同 解説」・「同 参考」 (平成27年4月1日改正)		「森林整備保全事業工 事標準仕様書」 (令和2年4月1日改 正)	
項目		生じた課題等と対策 (要改善項目)	章題	要改善項目	章題	要改善項目
	〃	課題：台風等の強風により移動式の防風柵が飛ばされたり移動したりした 対策：連結した	4-6-3-2 防風工の高さ、構造等	・【参考】移動式の防風工を設置する場合には、個々の躯体を連結して耐風強度を高める。		
森林造成	静砂工	課題：近接地域の施工実績における間隔等より広い間隔等で設計し、施工していた箇所での面的枯死が生じた 対策：地域に実績の無い基準値や工種工法を採用する場合、気象等の条件を十分に調査し計画、設計する	4-6-4-1 静砂垣工	・【参考】地域の気象等の条件を十分に調査し計画、設計する必要がある。	4-5-4-4 静砂工 (静砂垣)	(特になし)
	植栽工	課題：強風が頻発する海沿いの造成地で、根系の伸張が十分でない時期に、強風にさらされ、バランスを崩し植栽木が傾斜した 対策：支柱添えをした	4-6-5-4 植栽方法	(特になし)	5-5-17-2 植栽	・徒長した苗木をやむを得ず使用せざるを得ない場合は、監督職員と協議しなければならない。徒長した苗木の植栽時には、風の強さ等、現場状況に応じて、植栽時に支柱添えをする。

工種・工法等		「治山技術基準 第3編 防災 林造成事業」 「同 解説」・「同 参考」 (平成27年4月1日改正)		「森林整備保全事業工 事標準仕様書」 (令和2年4月1日改 正)		
項目		生じた課題等と対策 (要改善項目)	章題	要改善項目	章題	要改善項目
森林 造成	施 肥	課題：海岸防災林復旧 事業は生育基盤盛 土上への植栽、抵抗 性クロマツコンテ ナ苗を使用してい るなど、過去の海岸 防災林事業とは条 件が異なり、本事業 に適した施肥方法 を検証する必要が あった 調査結果：周辺3個施 肥と直下3個施肥、 直下1個施肥を比 較した場合、コスト 削減と周辺3個と 同等の成長量を見 込むのであれば直 下1個施肥、でき るだけ成長を促す のであれば直下3 個施肥とするのが良 い結果となった	4-6-5-5 施肥	・【参考】一例では あるが、緩効性 固形肥料の場 合、クロマツコ ンテナ苗の成長 量は植栽木の周 辺への施肥より も直下への施肥 がよく、施肥量 は直下への施肥 の場合には3個 で十分である。 コスト削減と周 辺への3個施肥 と同等の成長量 を見込むのであ れば直下への1 個施肥、できる だけ初期成長を 促すのであれば 直下への3個施 肥とするのが良 い。	同上	(特になし)
保育	下刈り	(特になし)	4-6-6 保育	(特になし)	5-8-3 保育	(特になし)
その 他	生態系 への配 慮等	—	—	—	—	—

3. 海岸林等の防災機能に係る既往の研究成果・知見の収集及び整理

3.1 海岸林等防災林の防災機能の研究成果・知見の収集

飛砂、強風、津波等に関する被害の防止・軽減等の防災機能に着目した研究成果や知見より、海岸防災林関係の文献 585 編、内陸防災林関係の文献 111 編、全体で 674 編の資料を収集した。収集した資料の内訳を表 3.1 に示す。

表 3.1 収集した資料数

出典の団体等	資料数	位置		機能/該当保安林種						テーマ				その他
		内陸	海岸	飛砂	強風	潮風	波浪	高潮	津波	林型	生育基盤	植栽・樹種	保育・管理	
日本海岸林学会	97	3	96	16	21	17	4	4	46	16	18	27	15	44
森林総研関係	33	6	29	2	8	4	0	0	9	4	11	9	4	11
日本緑化工学会誌	85	22	64	11	8	4	1	2	8	4	21	16	1	37
水利科学	42	3	39	6	5	1	0	0	5	2	7	7	4	19
日本森林学会誌 (日本林学会誌)	27	10	17	4	7	1	0	0	2	2	4	5	0	7
森林科学	23	10	13	1	1	0	1	0	7	1	9	3	1	11
森林立地学会	15	6	9	2	6	1	2	2	2	1	2	2	0	3
森林技術	43	4	40	4	5	5	0	0	8	2	1	8	4	15
治山	13	1	13	4	5	2	0	1	2	0	1	3	3	4
治山研究発表会 論文集・概要集	78	3	75	4	14	14	5	3	8	4	15	22	9	49
林務関係の学会誌等	36	4	32	2	4	0	0	0	7	4	12	16	2	16
土木関係の学会誌等	35	0	35	0	0	0	1	1	29	11	3	0	2	19
砂防関係の学会誌等	12	4	10	4	3	0	0	0	1	1	0	0	1	7
その他の学会誌等	13	0	13	1	1	1	0	0	1	1	3	2	1	11
各道県関係	85	23	66	3	27	16	1	1	10	5	16	28	25	32
大学関係	4	0	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
各種提言・報告書	15	1	14	3	4	2	0	0	8	2	4	7	1	3
その他の基準書 ・資料等	4	3	2	1	3	1	1	1	2	0	1	0	1	2
書籍	10	4	10	3	4	3	2	2	2	0	2	0	0	6
文献リスト・目録等	4	4	4	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	4
合計	674	111	585	71	130	75	18	17	158	61	130	155	74	303

3.2 海岸林等防災林の防災機能の研究成果・知見の整理

3.2.1 整理方法

収集した資料は、以下の方法で整理した。

(1) 一覧表での整理

- ・一覧表には、各資料で論述されている機能（飛砂、強風、潮風、波浪、高潮、津波、その他）が分かるように明示した。
- ・同じく、各資料の発表された背景等（例えば、東日本大震災以前と以後）や、資料同士の前後関係などが分かるように発行年を明示した。
- ・資料の成果や知見の概要は概要欄に記載する。

(2) 機能別・時系列での整理

- ・一覧表の機能欄、および発行年欄で並び替えを行うことにより、機能別・時系列での整理を行う。
- ・機能別の区分は、以下の4区分とした。
 - ① 内陸防災林（治山技術基準第3編防災林造成事業の「なだれ等」を除く防災林。以下同じ）
 - ② 飛砂防備
 - ③ 強風・潮風害防備
 - ④ 波浪・高潮・津波被害軽減
- ・時系列の区分は、以下の3区分とした。
 - ① 1期：2000年以前
 - ② 2期：2001年～2010年（東日本大震災以前）
 - ③ 3期：2011年以降（東日本大震災以降）

(3) カード形式での整理

- ・上記の「機能別・時系列」で整理した結果を踏まえ、主要な資料のうち、図表の引用や写真の提示が有効でわかりやすいと考えられる場合などにはカード形式で整理した。

3.2.2 整理結果

収集した資料を、機能別・時系列で分類した結果は以下のとおりである。

表 3.2 機能別・時系列で分類した資料数

機能（テーマ）		時期区分				備考
		1期 ～2000年	2期 2001～2010年	3期 2011年～	計	
1	内陸防災林	34	45	32	111	
2	飛砂防備	22	19	30	71	
3	強風・潮風防備	45	53	47	145	
4	波浪・高潮・津波被害軽減	8	13	134	155	
5	その他のテーマ	90	117	333	540	
	計	116	155	400	671	

機能別の整理結果事例を以下に示す。

(1) 内陸防災林としての機能

表 3.3 内陸防災機能 時系列 論点整理結果（#No.はカード番号を示す カードは省略）

論点 (キーワード)	時期区分			備考
	1 期 ～2000 年	2 期 2001～2010 年	3 期 2011 年～	
1. 基本的考え方 ①防風林の理想型 ②防風林の林型	・檜山(1967):機能、効果について体系的に整理 ・工藤(1988):森林の防風機能（# 1）	・島田(2003)、小沢他(2004):林帯構造を風洞実験、風速調査から ・小澤他(2005):本数調整伐と防風効果	・北海道林試(2020):防風林の効果と更新（# 2）	
2. 風分析・解析等 ①風害・リスク ②シミュレーション・実験	・陶山(1993):台風による風倒・折損被機構	・吉武他(2006):風害対策 ・山口他(2006):強風シミュレーション ・佐藤他(2009,2010):台風による風倒要因 ・斉藤(2010)、喜多川他(2010):リスク評価	・渋谷他(2011):風倒被害林分の調査から風害リスク管理（# 3） ・萩野(2017):シミュレーション・風洞実験（# 4）	
3. 根系関係 ①根系分布 ②根系の引拔抵抗力	・苅住昇(1979):根系分布 ・阿部(1991, 1998):引拔抵抗力	・山寺他(2002):植栽木と播種木の違い ・福永(2006):実生苗木と播種の根系	・深見他(2011):立木密度、土壤状態を考慮した引き倒し試験（# 5） ・藤堂他(2015):間伐効果をみた引き倒し試験（# 6）	→ 海岸林へ応用

(2) 飛砂防備機能

表 3.4 飛砂防備機能 時系列 論点整理結果（#No.はカード番号を示す カードは省略）

論点 (キーワード)	時期区分			備考
	1 期 ～2000 年	2 期 2001～2010 年	3 期 2011 年～	
1. 基本的考え方 ①飛砂害の実態 ②飛砂防備林の特徴	・石川(1988):森林の防霧、防潮、飛砂防止機能（# 1） ・村井他(1992):日本の海岸林 ・高谷他(1993):宮崎一ツ葉海岸の例 ・吉田(1991):湘南海岸の例	・坂本(2001):飛砂防備林の評価と防風林との違い（# 2） ・塚本他(2001)湘南海岸の飛砂分布特性	・吉崎他(2017):防風柵の効果（# 3）	
2. 砂移動・飛砂分析解析 ①砂丘における飛砂の動き ②人工砂丘の効果・計画	・村井他(1992):日本の海岸林	・萩野他(2008):砂丘風溝	・萩野(2012):人工砂丘の防砂効果（# 4） ・坂本(2018):人工砂丘の方向（# 5）	
3. 海浜植生と飛砂 ①海浜植生との関係・効果	・村井他(1992):日本の海岸林	・吉崎他(2006):海浜植生の有無による飛砂への影響	・坂本(2019, 2020):砂草帯の決め方 ・岡他(2020):堆砂と海浜植物（# 6）	

(3) 強風・潮害防備機能

表 3.5 強風・潮害防備機能 時系列 論点整理結果（#No.はカード番号を示す カードは省略）

論点 (キーワード)	時期区分			備考
	1 期 ～2000 年	2 期 2001～2010 年	3 期 2011 年～	
1. 基本的考え方 ①海岸林のあり方	・工藤(1988): 森林の防風機能(#1) ・村井他(1992): 日本の海岸林	・近田(2001): 海岸林の多様な機能(#2) ・志齋(2007): 海岸林のゾーニング	・吉崎(2012): 海岸林の課題とあり方(#3) ・岡田(2014): 海岸林のありべき姿 ・太田(2015): 海岸林のあり方	
2. 必要とされる機能 ①防風・塩分捕捉機能 ②その他の機能	・工藤(1988): 森林の防風機能(#1) ・金沢(1991): 効果の機能 ・村井他(1992): 日本の海岸林 ・河合(1993): 海岸林の防風機能(#4)	・佐藤(2009): 防風機能と海岸林の適正幅(#5)		
3. 機能の高度発揮 ①機能発揮のための密度 ②適した樹種	・工藤(1988): 森林の防風機能(#1) ・村井他(1992): 日本の海岸林	・権田(2001): 海岸防風林の間伐による防風効果(#6) ・塚原(2007): マサキの耐潮性 ・中島(2010): 耐潮性広葉樹	・近田(2013): クロマツ林の優位性 ・小倉他(2015): クロマツの植栽本数 ・坂本(2018): クロマツ海岸林の植栽本数	

(4) 波浪・高潮・津波被害軽減機能

表 3.6 波浪・高潮・津波被害軽減機能 時系列 論点整理結果（#No.はカード番号を示す カードは省略）

論点 (キーワード)	時期区分			備考
	1 期 ～2000 年	2 期 2001～2010 年	3 期 2011 年～	
1. 基本的考え方 ①津波被害軽減効果	・農林省山林局(1934): 三陸津波報告(#1) ・宮城県立農試他(1961): チリ地震津波効果(#2) ・石川(1988): 森林の防霧、防潮、飛砂防止機能(#3) ・村井他(1992): 日本の海岸林	・原田(2003): 津波減災効果の評価 ・岡田(2009): インド洋大津波からの検証	・岡田他(2012): 海岸林の評価(#4) ・佐藤他(2012): 波力減殺機能(#5) ・北海道立総合研究機構ほか(2017)減殺効果を高めるため(#6)	
2. 必要とされる機能 ①漂流物捕捉			・坂本他(2012): 漂流物捕捉の実態(#7)	
3. 機能の高度発揮 ①各被害軽減機能と樹林	・石川(1988): 森林の防霧、防潮、飛砂防止機能(#3) ・村井他(1992): 日本の海岸林		・野口(2015): 海岸林の管理(#8) ・野口(2020): ねばり強い海岸林(#9)	

4. 全国の海岸林等の実態把握及び機能発揮に係る課題の抽出

全国の海岸部および内陸部に位置する飛砂防備林、防風、潮害防備の各防災機能の発揮が求められる保安林等を対象として、森林の現状、防災機能の強化に向けた事業の実施状況等の実態を把握し、防災機能を発揮する上での課題についてとりまとめた。

また、実態把握などに際してはアンケート手法を用い 10 道県および各森林管理局に対し実施し、検討委員会により選定された 4 道県において現地調査を実施した。

4.1 森林の現状、防災林機能強化に向けた事業実施状況の実態把握（アンケートの実施）

4.1.1 アンケート調査の概要

（1）アンケートの目的と実施方法

海岸林等の現況や事業実施実態把握の方法は、全国を統一的な視点で調査することを目的に、アンケート方式を採用した。

（2）アンケート対象

アンケートは、事業規模や機能発揮などの観点から特徴を持つ海岸林等を有する表 4.1 に示す道県に対し実施した。なお、森林管理局に対しては、基本的に管内のアンケート実施道県に含まれる海岸林等について回答を依頼したが、特徴的な海岸林等がある場合は管内における別の県についてもアンケートの回答をいただいた。また、東日本大震災により大きな影響を受けた福島県、宮城県、岩手県はアンケートの対象から除いた。

表 4.1 アンケート対象機関

地域区分	北海道	東北地方	関東地方	中部地方	近畿地方	四国地方	九州地方
森林管理局	北海道	東北	関東	中部	近畿中国	四国	九州
都道府県	北海道	青森県	千葉県	長野県	石川県	高知県	福岡県
		山形県	静岡県				宮崎県

(3) アンケート内容（構成）

アンケートは、①海岸林等の機能発揮状況（問題箇所抽出）、②海岸林等の現状、③実施している事業内容、④今後強化したいと考える機能、⑤現況抱えている課題の5つの観点から表 4.2 に示した設問について海岸防災林、内陸防災林を区分して実施した。

表 4.2 アンケートの設問内容

目的	基本情報 (設問 1)	現況の把握 (設問 2～6)	病虫害の実態把握 (設問 7)	気候変化による 被災事例の把握 (設問 8)
内容	✓ 管理対象数 ✓ 保安林種（数）	✓ 発生している問題（具体箇所） ✓ 林分状況 ✓ 管理実態 ✓ 対策検討状況 ✓ 対策への障壁	✓ 被害の有無 ✓ 被害推移 ✓ 対策手法	✓ 被災の有無（具体箇所） ✓ 被災状況
目的	実施事業の把握 (設問 9)	今後の機能強化等に対する考え (設問 10)	機関が抱えている課題の把握 (設問 11)	現地調査実施可能箇所の把握 (設問 12)
内容	✓ 過去 10 年の特徴的な事業実施の有無 ✓ 事業内容	✓ 強化したい機能の内容 ✓ 強化に対する対応策	✓ 海岸林等の現況 ✓ 実施事業 ✓ 機能向上等に関する課題	✓ 課題があり調査可能な地区紹介

4.1.2 海岸防災林アンケート結果

(1) 発生している問題点

各機関が「問題あり」と判断した問題要因を整理し、表 4.3 に示す項目に区分した。

表 4.3 問題点の区分方法

問題点	内容
津波被害	津波被害（主に東日本大震災）により枯れ被害等が発生 津波被害軽減機能を発揮するための問題・課題
風害	台風や季節風による枯れ被害（大規模・小規模含む） ほとんど報告はなかったが飛砂害も含めた
塩害	潮風害による枯れ被害（大規模・小規模含む）
高潮・波浪（侵食）	台風等の波浪時による海岸侵食 汀線の後退・砂浜の消失など
高潮・波浪（枯損）	台風等の高潮・波浪による枯れ被害 （明らかに風害・塩害に振り分けられる事象はそれぞれに振り分けた）
松枯れ被害	病虫害による枯れ被害 （ほとんどがマツの材線虫による松枯れ被害）
老齢化	高齢林により樹勢が弱って枯損、落枝などが増加する被害 防風林の問題点として多く指摘された
維持管理（保育）	植栽木の成長不良/防風柵の問題/過密林問題/保育手法の問題/土堤の崩壊など維持管理や保育に関する問題
土地利用	林帯幅を拡幅したいが土地利用の関係上できない 海岸防災林が開発等のため消失し林帯幅が狭くなっている など

表 4.3 に示す区分を基に各地区の問題点を集計（箇所単位の集計）すると図 4.1 のとおりとなる。問題要因としては、全国的な問題となっているマツ材線虫病による松枯れ被害が圧倒的に多く、次いで風害、海岸侵食となる。また、気象などによる直接的な被害ではなく、維持管理（保育）についても防災機能の低下につながる問題要因となっていると考えられていることがわかる。

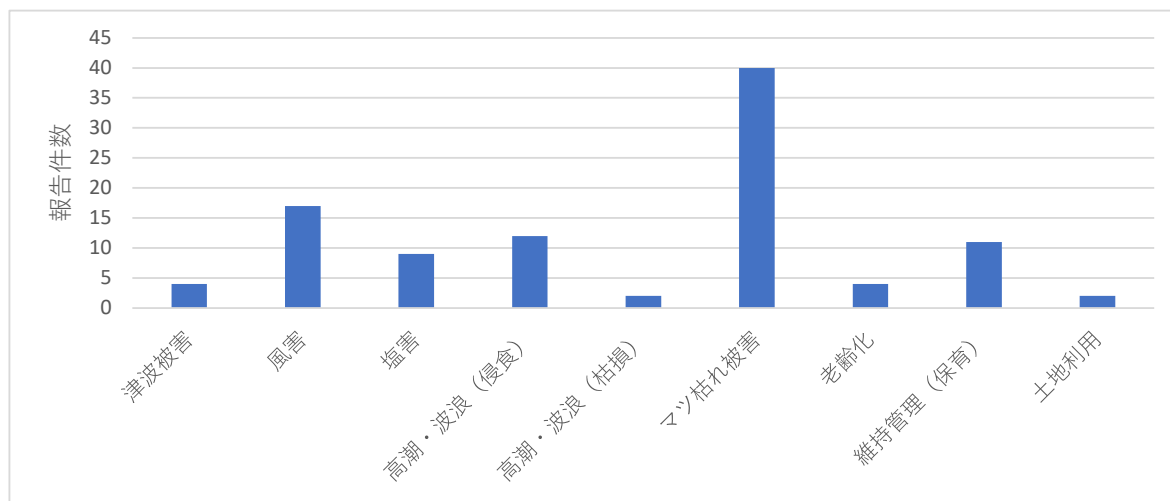


図 4.1 アンケートで報告された問題点の実態把握

(2) 各機関が抱える課題

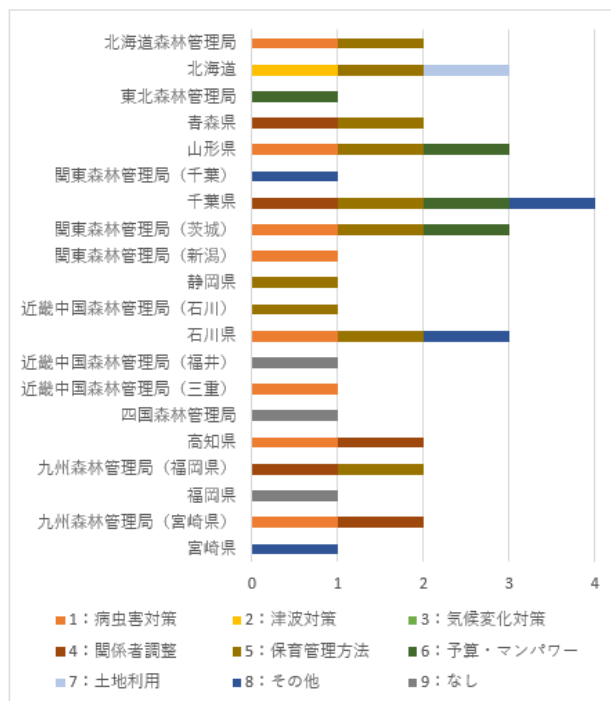
各機関が抱える課題を図 4.2 に示す 9 つの項目に区分して整理した。全国的に蔓延している松くい虫被害を課題として捉えている機関が多いものの、⑤の「保育管理方法」に関する課題が一番多い結果となった。具体的には以下に示すような課題があげられている。

- ✓ クロマツ一斉林などでの針広混交林を図る必要性や方法（広葉樹への樹種転換）
- ✓ 保安林範囲を拡大できない箇所での津波に強い海岸防災林への誘導方法
- ✓ 健全なクロマツ林帯の整備（適度な密度管理、本数調整伐の時期、林床の藪化、つる類対策等）

今後強化したいと考える機能として多く示された③気候変化対策は、抱える課題としてはほとんど回答されなかった。これは、現在抱えている課題を解決することで問題がなくなると考えられている可能性がある。その他の回答としては、下記のような課題が見られた。

- ✓ ごみの不法投棄（観光者や通行者による）
- ✓ 高い地下水位対策としての生育基盤の管理（土の確保、土質の問題等）
- ✓ 施業履歴の管理
- ✓ 地籍調査未実施や相続登記などによる所有者特定困難箇所での整備

機関名	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
北海道森林管理局	○				○				
北海道		○			○		○		
東北森林管理局						○			
青森県				○	○				
山形県	○				○	○			
関東森林管理局（千葉）								○	
千葉県				○	○	○		○	
関東森林管理局（茨城）	○				○	○			
関東森林管理局（新潟）	○								
静岡県					○				
近畿中国森林管理局（石川）					○				
石川県	○				○			○	
近畿中国森林管理局（福井）									○
近畿中国森林管理局（三重）	○								
四国森林管理局									○
高知県	○			○					
九州森林管理局（福岡県）				○	○				
福岡県									○
九州森林管理局（宮崎県）	○			○					
宮崎県								○	



※表中○数字と凡例数字が同義

図 4.2 各機関が抱える課題

4.1.3 内陸防災林アンケート結果

内陸防風林では、問題から対策まで一貫して高齢化、道路・農地・民家へ近接していることに関する内容が回答されており、今後強化したい内容についても同様であった。また、技術的に確立されていない部分も多く、課題も含めた形で表 4.4 に示す内容が回答されている。

なお、長野県のみで報告されたなだれ防止林については、形状比改善による機能強化などが今後強化したい内容として示されている。

表 4.4 今後強化したい内容

機関名		強化したい内容
国	北海道森林管理局	地下水位高く植栽木が限定・入手困難、樹種の選定/凸型林分への誘導（防風林の形状改善）
	中部森林管理局	なし
道県	北海道	風倒被害を受けにくい防風保安林の整備
	千葉県	道路、人家近接地区の高木伐採、低木林への更新
	長野県	本数調整伐による形状比改善等によりなだれ防止林の機能を向上させる

4.1.4 治山事業（防災林造成事業）に関する予防対策による防災林の機能強化の実態

アンケートによって把握できた海岸林等の機能低下の課題と対策などの実態を被害分類し、治山事業に関する予防対策による機能強化を施設整備と森林整備に区分して表 4.5、表 4.6 に整理した。

表 4.5 内陸防風林の機能低下要因等と治山事業に関する予防対策による機能強化

外的要因	被害の種類	被災の態様	防災林の機能を低下させる状況	予防対策による機能強化	
				施設整備（林帯としての機能強化）	森林整備（林帯・樹体の機能強化）
なだれ	雪害	倒木の発生による疎林化	林帯の消失、ギャップの発生	なだれ防止柵の設置	なだれ被害に強い防災林を造成 →本数調整伐による形状比改善【長野県】
強風	風害	倒木の発生による疎林化	ギャップの発生	—	風倒被害に強い防災林を造成 →老齢林の更新【北海道、青森県、富山県】

※ →主な対策（今後の対策を含む）

表 4.6 海岸防災林の機能低下要因等と治山事業に関する予防対策による機能強化

外的要因	被害の種類	被災の態様	防災林の機能を低下させる状況	予防対策による機能強化	
				施設整備（林帯としての機能強化）	森林整備（林帯・樹体の機能強化）
強風	風害	倒木の発生による疎林化	ギャップの発生	防風工の設置 →防風工の設置【石川県、福岡県】	風倒被害に強い防災林を造成
	高潮・波浪	枯損木や倒木の発生による疎林化	ギャップの発生	防潮工、消波工等の設置 →突堤工の設置【福井県（国有林）】	波による被害に強い防災林を造成
		前浜の浸食による汀線の後退	林帯幅の減少	→根固め工、消波ブロックの設置【福岡県】	—
	塩害	枯損木の発生による疎林化	ギャップの発生	防風工の設置 →防風工の設置【石川県】	塩害に強い防災林を造成
津波	津波	流失、幹折れ、根返り、集団枯死による林帯消失や疎林化	林帯幅の減少、林帯の消失	防潮工の設置、生育基盤の造成 →津波減勢工の設置、林帯幅拡大【北海道】 →砂丘造成工の実施【千葉県】 →防潮堤の設置【静岡県】	津波による被害に強い防災林を造成 →生育基盤盛土の造成【千葉県、静岡県】
松枯れ	病虫害	枯損木の発生による疎林化	ギャップの発生、低木広葉樹林化	—	虫害に強い防災林を造成 （機能低下がない広葉樹林化） →広葉樹植栽【福岡県（国有林）、宮崎県】 →樹種転換【山形県、石川県】 →広葉樹林化【千葉県、静岡県】

※ →主な対策（今後の対策を含む）

4.2 現地調査による詳細な実態把握

4.2.1 現地調査箇所の検討

現地調査は、アンケートで把握した機能低下の要因等と治山事業による予防対策や機能強化を踏まえた上で調査地を選定した。特に海岸防災林は、地域により成育環境や海からの影響が異なるため表 4.7 示すとおり地区区分を行ったうえで検討した。

表 4.7 成育環境などの違いを考慮した地区区分（案）

北海道	北海道		北海道	他地域と大きく樹種が異なる/複数の内陸防災林が分布 津波被害軽減機能強化等の特殊な事業実施	
東日本	青森県 山形県 石川県	青森県 千葉県 静岡県	東日本	冬季季節風が強く砂丘が発達 クロマツ主体の樹種構成 松くい虫被害が大きい	季節風の影響は少ないが強大化した台風や波浪の影響を受ける 津波の影響を受けている 松くい虫被害が大きい
西日本	長野県 富山県	高知県 宮崎県	西日本	冬季季節風が強い 松くい虫被害が大きい 波浪による海岸浸食が深刻	季節風の影響は少ないが強大化した台風や波浪の影響を受ける 松くい虫被害が大きい 広葉樹林化の進行も見られる
地域の影響	福岡県		地域の		
海の影響	日本海側	太平洋側	海	日本海側	太平洋側

※図中赤文字は内陸防災林を有する道県

森林の実態、事業の実態を把握する上で確認すべき点について、道県の具体的な調査場所と視点を表 4.8 のとおり整理した上で、検討委員会において図 4.3 に示す 4 道県 5 箇所を抽出した。

表 4.8 各課題による対象道県と確認すべき点の整理

課題・視点	対象道県	具体的な場所	発生している課題・確認すべき点
近年の被災 (機能低下)	北海道	富川地区・ えりも岬地区等	近年の台風などによる枯死の発生
		紋別海岸	海岸浸食と植栽木の枯死（ハードソフトを合わせた対策実施）
	千葉県	九十九里海岸	津波被害、近年の台風による静砂工の倒壊
		三保海岸	高潮による海水侵入
	静岡県	遠州灘海岸	近年の台風による防風垣の一部倒壊・土堤崩壊
		加賀海岸国有林	松枯れ被害後の実生稚樹の過密化
	石川県	浜山国有林	松枯れ被害後の広葉樹林化による機能低下（県では樹種転換も検討）
		管内国有林	ウミガメの産卵場所の海岸浸食対策
特殊事業	宮崎県	一ツ葉海岸	波浪による海岸防災林（マツ林）の流出
	北海道	和天別地区	津波に対応した砂丘+堀の造成
	千葉県	九十九里海岸	高地下水による生育基盤盛土による植栽
内陸防災林	静岡県	遠州灘海岸	津波に対応したふじのくに森の防潮堤づくり（嵩上げ+植林）
	北海道	大空地区	林帯幅が狭く老齢化、防風機能を維持した状態での更新事業
	富山県	大沢野国有林	台風による隣接する民家への落枝被害、竹の侵入
松くい虫被害	長野県	-	なだれ防止林、特に被害はなし
	北海道・四国以外の全て		松くい虫被害の現状（千葉県の一部で潮害と松くい虫の同時発生）

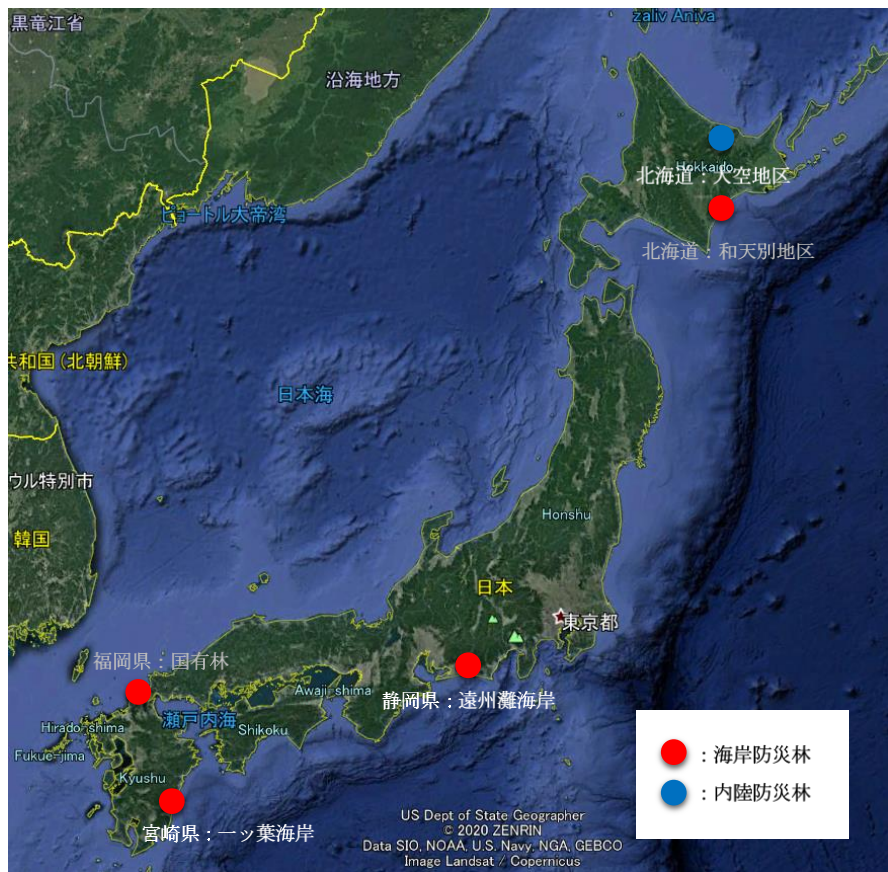


図 4.3 現地調査位置図

4.2.2 現地調査方法

現地調査は、主に表 4.9 に示した内容について、各地区（各機関）の担当者へのヒアリングおよび現地確認（踏査）を実施し、現地の課題、特殊事業実態などについて確認を行った。

表 4.9 各地区での着目ポイント

対象道県	着目ポイント
北海道	✓ 本州にはない、クロマツ以外の海岸防災林の林分状況 ✓ 津波被害軽減機能強化を検討した堀+盛土の基盤対策状況 ✓ 内陸防災林の、防風機能を維持しつつの機能維持、強化手法の状況 ✓ 内陸防災林の更新手法、防風工を組み合わせた施業状況
静岡県	✓ 松枯れ被害の蔓延状況、対策状況、被害による機能低下状況 ✓ 潮風影響の小さい場所での広葉樹への樹種転換対策状況 ✓ 海岸線の後退による、台風時の波浪被害状況（侵食等含む） ✓ 「ふじのくに森の防潮堤づくり」事業の状況
福岡県	✓ 松枯れ被害の蔓延状況、対策状況、広葉樹植栽状況 ✓ 波浪による砂浜の後退、自然環境保全との関係から未対策状況の確認
宮崎県	✓ 松枯れ被害の蔓延状況、対策状況、被害による機能低下状況 ✓ 広葉樹の侵入状況（成育状況） ✓ 台風波浪による海岸侵食状況（海岸林侵食の状況）

4.3 海岸林等が防災機能を発揮する上での課題抽出・整理

4.3.1 森林の現状整理（実態・問題点）

アンケート、現地調査、ヒアリング（現地調査に付随するヒアリング）により把握できた実態を以下に整理した。

- ✓ 東日本大震災の被災跡地は別として、全国的にある程度充実した海岸防災林が整備されている
- ✓ 特にある程度の林帯幅を有している海岸防災林は、背後の保全対象に対して十分な防災機能を発揮している
- ✓ ただし、全国的に猛威を振るう松くい虫被害と近年強大化した台風による風害や塩害等により、ギャップ状に被災を受け機能の低下が懸念されるケースが多くみられる（一部では面的な被害）
- ✓ 松枯れ被害跡地は、成育環境（風背地、温暖等）や広葉樹の侵入状況により林況が多様となっている（広葉樹が侵入していない場合クロマツの天然更新地、ある程度広葉樹が育っている場合一樹高は低いが広葉樹林化、低木広葉樹が多い場合ブッシュ状の広葉樹もしくはダンチクや竹が繁茂する林 など）
- ✓ 機能強化（特に津波に対し）のために林帯幅を拡幅したいが、土地利用上拡幅困難な箇所が多く実現性に欠けるため、実質は林帯を強化する必要があるが具体的な方法に苦慮
- ✓ 内陸防風林は、老齢化した箇所が多く更新の必要な時期となっていることが多い（海岸防災林にも当てはまる内容）
- ✓ 林帯幅の狭い箇所については、実施できる対策が少なく機能強化を図ることが困難

4.3.2 事業実施状況の整理

アンケート、現地調査、ヒアリング（現地調査に付随するヒアリング）により把握できた実態を以下に整理した。

- ✓ 各地域で地域に応じた独自の先進事例が実施されつつある
- ✓ 事業の実施にあたっては、有識者による委員会を構成して検討するなど、今後の当該地方の指針作りにつながっている事例が多い
- ✓ 特殊な事業（例えば北海道や静岡県の事業）でなくとも、海岸侵食や松枯れ被害跡地の対策についても場合によっては有識者による委員会を構成し検討されており、特に海岸侵食に対しては関係機関が連携した連絡会や協議会などにより検討されている（現地調査を実施した箇所では連携はスムーズに実施されていた）
- ✓ 事業が実施されるきっかけとして、広域な松枯れ被害による跡地の復旧対策などが多くみられるため、今後松枯れ被害跡地をどのように復旧していくか等を検討しておくことは重要な課題
- ✓ 先進事例などの事業については、現在事業中であることが多いため実施されていないが、今後モニタリングによる評価を実施し、他地区に対して展開していくことが検討されている（展開が課題）
- ✓ ただし、すべて順調に進んでいるわけではなく試行錯誤しながら実施。また、予算の都合で予定通り進んでいない箇所もある
- ✓ 通常の保育管理に対しても、状況によっては担当者レベルでの判断が困難な場合がある

4.3.3 防災機能を発揮する上での課題

アンケート及び現地調査などから把握できた海岸林等が防災機能を発揮する上での問題点と課題を海岸防災林、内陸防風林に区分し整理した。なお、共通の課題については別途整理した。

※下記各項目の末尾記号は、○：すでに知見がある、△：知見はあるが実施が困難・先進事例のみの知見（知見が少ない）、×：知見がないとして表現した

(1) 海岸防災林の課題

近年の海岸防災林の防災機能の低下は、全国的なマツ材線虫による松枯れ被害の蔓延や台風の強大化による風害・塩害等により林帯の一部（面的な広がりを持つ場合も多い）が消失あるいは衰退する被害を受けることによって発生していることが実態として把握できた。また、機能低下の度合いは林帯幅や被害前の林分構成によって異なること、防災機能を強化するためには林帯幅を拡幅させることが一番効果的であるが、土地利用の関係から実施が困難であること等も改めて確認された。一方で、海岸侵食は深刻な問題であるが、各地で協議会や連絡会などにより関係機関が協働で取り組んでいることも確認された。これらを踏まえ防災機能を発揮・強化する上での課題を下記に整理した。

●防災機能が高い、被災しにくい林帯の構築

- ✓ 減災のための盛土工（盛土の防潮提化、津波減勢工）（△）
- ✓ 高地下水位等に対応する生育基盤盛土の造成（△）
- ✓ 適切な保育管理（植栽地に対する下刈りなどの適切な保育、最前線防風柵の位置づけ）（○）
- ✓ 適切な本数調整伐の実施（場所に応じた目標密度の設定等）（○）
- ✓ 管理が遅れているあるいは形状比が高い林分に対する適切な本数調整伐による形状比改善（△）
- ✓ クロマツ下層などへの低木広葉樹（補植、侵入広葉樹活用）による２段林化（△）
- ✓ 前砂丘の保全・強化（砂草帯、灌木帯の充実、位置づけ強化）（△）

●病虫害や被災後にも機能を発揮し続ける粘り強く回復力（レジリエンス）の高い林帯の在り方

- ✓ 適切な林帯配置のありかた（単一樹種による脆弱さの回避、林帯幅が狭い場合の考え方）（△）
- ✓ クロマツ林健全性の評価（適切な本数調整伐等、保育管理の実施方法）（○）
- ✓ クロマツ林防災機能の評価（保安林種に応じた機能発揮：林帯幅、密度等）（○、△）
- ✓ 広葉樹林の評価（防災機能評価：適正な本数、構成、林況、塩水耐水性等）（×）
- ✓ 防災施設の評価（海岸侵食対策、防風柵や静砂垣等の防風対策施設等の取り扱い）（○）
- ✓ 林帯の更新手法の検討（機能を維持した状態での更新手法：特に林帯幅が狭い場合）（×）

●被災後の復旧方針の検討手法（将来のリスク軽減・機能強化を目的とした復旧）

- ✓ 林況・環境に応じた復旧方針の選定手法（風背地・風衝地の違いを評価、成育環境評価、植栽本数、植栽手法等）（△）
- ✓ 地域・林況に応じた広葉樹林化手法（目標林型の設定、被害後の林況評価、植栽手法等）（×）

(2) 内陸防風林の課題

内陸防風林は、分布数は全国的には少ないものの、高齢化が問題となっている箇所が多く、特に林帯幅の狭い箇所、保全対象に近接している箇所での問題発生事例が多いことが確認された。今回取り上げた内陸防風林は、北海道の耕地防風林が主であるが、愛知県渥美半島の伊良湖岬のような海岸防風林背後の防風林に対しても同様の問題があてはまると考えられる。これらを踏まえ、防災機能を発揮する上での課題を下記に整理した。

- ✓ 防風機能を担保したままの更新手法（△）
- ✓ 効果的に防風機能を発揮する林分構造、密度等を考慮した植栽・保育管理の在り方（△）
- ✓ 地域・環境条件に応じた構成樹種の選定方法（△）

(3) 海岸林等の課題（共通の課題）

今回実施したアンケートにより、問題解決に対する対策（事業を実施）を実施する上での障壁として予算があげられた。現地調査でのヒアリングにおいても同様の意見が聞かれ、管理を継続するためや計画を遂行する上で障壁になるとのことであった。また、地域団体との協働は管理を実施する上で非常に重要な位置づけとなっており、特に景観を保全する上で有用だと考えられる。また、各地域で様々に検討された良好事例はあるものの、それらが展開されていない（検証・評価されていない）ことも課題としてあげられる。これらを踏まえ、海岸林等の今後の課題を下記に整理した。

- ✓ 息の長い継続的な予算措置（－）
- ✓ 地域団体との協働（△）
- ✓ 良好事例の展開（△）

以上、アンケート、現地調査、ヒアリング等により各防災機能の発揮が求められる保安林等を対象として、森林の現状、防災機能の強化に向けた事業の実施状況等の実態を把握し、防災機能を発揮する上での課題を抽出したが、特に現地調査時のヒアリングで把握した課題として、以下についても検討しておく必要があると考えられた。

- ✓ すでに知見はあり実施方法は明らかとなっているものの事業ベースで実施することが困難な内容の整理（例：クズのみ伐採、密度を勘案した補植箇所の設定など）
 - 特殊事業や現地判断が実施できる人材（作業員）の育成・確保
 - 現工種と作業量が異なる場合の作業歩掛の見直し（例えば、ある種を選定しての伐採など）
 - 一般的な知見はあるものの、地域レベルで実施する際に担当者レベルで判断が困難な事象（手遅れ林分の対応方法など）

5. 今後の課題

本調査を通じて確認された海岸防災林及び内陸防風林に有する防災機能の発揮や強化に対し、東日本大震災以降の復旧・再生の過程で得られた施工技術・既往の知見・海岸林等の実態の把握等により得られた今後の課題を表 5.1 に整理した。

課題に対し、現時点で考え得る対応（事業化、研究レベル含む）について検討し、中長期的視点でとらえる事項、短期的にとらえる（すぐに実行できる）事項に区分して整理した（末尾：長、短として表記）。

表 5.1 海岸防災林及び内陸防風林に関する今後の課題

課題	対応（事業化、研究等による課題解決の方法案）
生育基盤盛土の造成 （固結盤対策）	① 千葉県、東日本大震災復旧箇所事業（本事業対象）の収集・整理・展開（短） ② 復旧箇所の土壌硬度の経年変化（短期的変化：東日本大震災復旧箇所、長期低変化：千葉県高地下水位対応箇所）（短） ③ 根系、側根・垂下根の成長量調査による生育基盤盛土工施工等技術基準の評価（短） ④ 津波抵抗力の検証（海砂での成育箇所との引倒試験による樹木の抵抗力の比較、他機能発揮の検証）（短）
機能強化に向けた施業方法等の確立	【減災のための盛土工】 ① 北海道・静岡県等の先行事業の収集・整理・展開（長） 【クロマツ林の2段林化】 ② クロマツの下層に広葉樹を植栽した事例の収集・調査（例：秋田県、山形県、現在の成長状況の確認）（短） ③ クロマツの密度が異なる箇所へ低木性広葉樹を導入するモデル地区を設けモニタリングを実施（長） 【砂草帯・灌木帯の充実】 ④ 前砂丘侵食状況と林帯への堆砂状況及び保全対象への被害状況の全国的な調査（砂草帯・灌木帯の在り方整理、技術基準の見直し・整理）（短）
復旧方針の選定手法・更新計画の検討	① 被災後に復旧または機能強化に取り組んだ事例の収集・整理（復旧方針の検討状況などの整理）（短） ② 被災時（特にマツ枯れ被害が発生時）の下層状況による復旧状況の違いの調査（マツ単相林、下層に広葉樹侵入あり、広葉樹の樹種、侵入度合いなど）（長） ③ 被災前に保健休養機能の場として利用されていた箇所等の防災機能発揮（復旧方針、機能強化）（長）
適切な林帯配置の在り方	① 全国のマツ枯れ被害後（面的な広がりを持つ他の被災含む）の対策の収集・整理（被害時の林分構造とその後の機能の発揮状況、機能発揮継続箇所の特徴など把握）（短）
適切な保育管理	【本数調整伐・林分改善】 ① 本数調整伐実施手法の事例調査および成長量調査（実施タイミング、実施方法による成長量の変化確認）（短） ② 管理遅れ林分に対する形状比改善手法の検討（本数調整伐実施後の形状比の改善をモニタリング）（長）

課題	対応（事業化、研究等による課題解決の方法案）
	【付帯施設の管理】 ③ 最前線防風柵の在り方（撤去の必要性、高さの決定根拠、撤去の判断基準など：撤去の判断基準は具体的なモデル地区で成育状況の差や静砂垣への影響等の検証）（短） ④ 周辺環境などにより撤去できない場合の補修工事の方法・基準の設定（短）
大規模植栽地の保育管理	① 連年成長量と保育管理（特に本数調整伐の時期）との関係の整理（植栽クロマツの初期成長スピードの把握）（短） ② 苗木の成育状況の確認による経済的、適切な植栽方法の確立（樹種の選定、密度、配置等：宮脇式等のライフサイクルコストの検証など：苗木の成育状況確認については、ドローン活用など手法の検討も必要。樹木の塩水冠水耐性の知見がないため調査が必要）（長）
広葉樹林化手法	① 植栽した広葉樹の施業及び管理方法の確立（事例収集、収集箇所の成育状況・成長量調査）（長） ② 侵入広葉樹を活かした広葉樹林整備手法の検討（自然侵入広葉樹により広葉樹林化した箇所の調査）（長） ③ 広葉樹の植栽手法の検討（実施された植栽樹種、方法、箇所等の収集・整理・評価：北海道で実施されている生態的混播・混植法などの事例も含む）（長） ※以上は、森林総研「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―」を参考に実践・検証～補完
広葉樹林の評価	① クロマツ林で実施されているような防災機能の把握を広葉樹林において実施（防風・飛砂防備・潮害防備機能等）（長） ② クロマツ林と広葉樹林でどの程度機能に差があるのかの把握（樹高の成長や成育できる樹種による違いなど）（長）
防風機能を発揮する構造や密度等の在り方	① 防風機能の効果を発揮する密度評価の手法検討（林帯幅等の違いによる防風機能を最も発揮する密度の提示）（長） ② 密度を維持するための効果的な植栽・更新手法の検討（一律な植栽手法ではなく単植え等、必要な本数を明らかにしたうえで不足する部分を補う植栽方法の検討など）（長）
環境との調和	① 生態系への配慮から盛土や植栽を実施していないエリアの追跡調査（希少動植物の生息・成育状況、環境の推移・遷移）（短・長）
技術基準等の拡充	以上から得られた成果や知見をもとに次の基準等を刷新・拡充する。 ① 「治山技術基準 第三編 防災林造成事業」（平成 27 年 4 月 1 日改正） ② 「海岸防災林の保育管理のためのガイドライン（案）」（令和 2 年 3 月） ③ 「森林整備保全事業工事標準仕様書」（令和 2 年 4 月 1 日改正） ④ 森林の公益的機能シリーズ「⑨森林の防霧，防潮，飛砂防止機能」（昭和 63 年 5 月） ⑤ 森林の公益的機能シリーズ「⑩森林の防風機能」（昭和 63 年 9 月）

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 名および行政の海岸防災林造成事業担当者 2 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。

委員会での具体的な発言内容等は速記録として整理した。

表 6.1 検討委員会の委員

	氏名	区分	所属	出欠 ^{*1}		
				第 1 回	第 2 回	第 3 回
委員 (座長)	よしざき しんじ 吉 崎 真司	学識経験者	東京都市大学 名誉教授 ^{*2}	出	出	出
委員	はやしだ みつひろ 林 田 光 祐	学識経験者	山形大学 副学長 農学部 食料生命環境学科 教授	出 R	出 R	出 R
	のぐち ひろのり 野 口 宏 典	学識経験者	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林研究部門 森林防災研究領域 気象害・防災林研究室 室長	出 R	出	出 R
	しまだ きよし 島 田 喜代司	事業担当者	東北森林管理局 仙台森林管理署 海岸防災林復旧対策室 室長	代理 ^{*3}	出	出 R
	みやざき かずゆき 宮 崎 和 之	事業担当者	静岡県 経済産業部 森林・林業局 森林保全課 課長	欠	出	出 R

*1 出 R：リモートによる出席

*2 令和 2 年 12 月 31 日まで副学長兼任

*3 代理出席者：さ さ き まさと
佐々木 正人（東北森林管理局 計画保全部 治山技術専門官）

表 6.2 検討委員会の実施日程と討議内容

開催回	開催日時等	討議内容
第1回	令和2(2020)年 10月30日 13:30～16:00 室内	①本調査の目的、調査計画等の審議 ・海岸防災林の復旧・再生の過程で得られた施工技術の課題整理 ・海岸林等の防災機能に係る既往研究成果・知見の収集及び整理 ・全国の海岸林等の実態把握及び機能発揮に係る課題抽出 ②次回開催の現地検討候補地についてアドバイスをを得る
第2回	令和2(2020)年 12月11日 10:10～16:00 現地・室内	静岡県遠州灘海岸（磐田市福田地区、袋井市湊地区、掛川市沖之須地区）にて開催 ・現状の防災林の主となる課題（懸念事項）、特に防災機能の低下状況や強化対策の現状を確認し、課題を検討、審議
第3回	令和3(2021)年 2月15日 13:30～17:00 室内	①本調査で整理する成果(案)の技術的部分について可否、加除修正、審議 ②今後検討すべき課題、必要な調査・研究について審議 ・次年度以降の委員会で調査や検討すべき課題 ・海岸防災林や内陸防災林に関する必要な今後の調査や研究に対する提案等