

仙台湾沿岸海岸防災林の再生

東日本大震災からの復旧事業のあゆみ



林野庁
東北森林管理局
仙台森林管理署

仙台湾沿岸海岸防災林の再生

東日本大震災からの復旧事業のあゆみ



林野庁
東北森林管理局
仙台森林管理署

仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の完了にあたって



東北森林管理局長 柳田真一郎

東日本大震災からの復興事業として平成23年度から進めて参りました仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業は、令和2年度末をもって完了する運びとなりました。無事に本事業の完了を迎えることができますのは、宮城県や各市町の関係機関や地域住民、民間団体等多くの関係者の皆様のご理解とご協力によるものであり、深く感謝を申し上げます。

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波は、東日本の太平洋沿岸地域に未曾有の大災害をもたらしました。仙台湾沿岸では、これまで長年にわたり潮風や強風等から人々の生活を守り続けてきた海岸防災林のほとんどが被災し、さらに内陸まで押し寄せた津波により住宅地や道路等の生活基盤は壊滅的な被害に見舞われたほか、多くの人命が失われることとなりました。

海岸防災林の復旧にあたっては、津波災害からの復興と津波防災の一翼を担うという視点から、これまでの風害・飛砂の防備等の災害防止機能に加え、津波エネルギーの軽減効果が十分に発揮できる森林を再生させるため、これまで例のない大規模な生育基盤盛土を伴う大面積の植栽を行うこととなりました。加えて、海岸防災林の消失で失われた防災機能の早期回復の必要性から、事業の早期完了が求められる中、宮城県からの強い要請を受け、被害を受けた民有林についても仙台湾沿岸地区民有林直轄治山事業として着手することで、隣接する民有林、国有林の一体的な復旧を進めて参りました。

本事業は令和2年度末をもって完了となりますが、海岸防災林が地域から求められる防災機能を備えた森林として再生するためには、今後も適切な保育管理が必要となります。今後民有林は宮城県に移管され、国と県がそれぞれ維持管理を行うこととなりますが、引き続き関係機関との連携を図るとともに、以前のように地域から親しまれる森林となるよう地域住民やボランティア等の関係者の皆様からのご支援も頂きながら、これからも海岸防災林の再生に努めて参る所存です。

最後に、本事業の実施にあたりお世話になりました関係者の皆様に重ねて御礼申し上げますとともに、東北森林管理局の実施する治山事業につきまして、今後ともご理解とご協力を賜りますことをお願い申し上げます、挨拶と致します。

令和3年1月



宮城県知事 村井嘉浩

平成 23 年度から林野庁東北森林管理局により進められてきました仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業が、令和 2 年度に完工の運びとなりましたことは誠に喜ばしく、心からお祝いを申し上げますとともに深甚なる感謝の意を表します。

平成 23 年 3 月 11 日に発生した「東北地方太平洋沖地震」はマグニチュード 9、最大震度 7 を観測しました。この地震による津波は、高さ 10m 以上に達し、多くの尊い命が失われるとともに、相当数の家屋が損壊・喪失し、ライフライン・物流が破壊・寸断されるなど、未曾有の被害が生じました。

その中で、被災前、緑豊かな松林が延々と広がり、近くの農地や家屋を、海からの強い潮風や砂の害から守る役割を果たしてきた海岸防災林は、津波に対して一定の減災効果を発揮しながらも、その威力に耐えきれず、樹木のほとんどが倒伏し、その一部が流失しました。

こうした状況の中、仙台市から山元町までの海岸防災林に関しては、事業規模が著しく大きく、また、高度な技術を必要とすることから、早期の復旧整備が図られるよう平成 23 年 8 月 29 日に国の直轄による対応を林野庁へ要望した次第であります。

林野庁のご理解と速やかな対応により、9 月に現地視察が行われ、10 月には、被害を受けた国有林と民有林の一体的な復旧整備のため、海岸防災林復旧対策室が林野庁東北森林管理局仙台森林管理署に設置されました。以来 10 年間総工費 380 億円余を投じて、民有林約 650ha の区域に生育基盤盛土と植栽が施工されました。

県といたしましては、今後、植栽された苗木が健全に生育し、海の飛砂、潮害等を防止する機能を発揮するとともに、地域に愛され、地域を守る海岸林に再生するよう保育管理を進め、県土の保全に努めてまいります。

結びに、林野庁東北森林管理局及び仙台森林管理署はもとより、ご協力いただいた関係市町をはじめ、地元関係者及び施工業者の皆様に対し、改めて深く感謝申し上げますとともに、海岸防災林が再びその効果を最大限発揮できるよう、引き続き関係者のご理解とご協力を賜りますようお願い申し上げます。

令和 3 年 1 月

この冊子の発刊にあたって

宮城県の太平洋沿岸南部に位置する仙台湾は、北は石巻市牡鹿半島から南は福島県と接する山元町まで延長約70kmにわたって弓状をなしており、松島湾付近や港湾を除く大部分が砂浜海岸となっています。海岸沿いには砂丘が発達しており、その砂丘や後背湿地には古くから海岸林が造成されてきました。

仙台湾における海岸林造成は、江戸時代初期に伊達政宗が農地開拓とあわせて潮風や飛砂を抑えるために松林づくりを指示したことにより本格的に始まりました。藩政時代以降も、明治、大正、昭和と海岸林造成は引き継がれ、仙台平野沿岸部の人々の暮らしと産業を守るために、新規造成や維持管理が行われてきました。仙台湾の海岸林のほとんどは保安林に指定された海岸防災林として管理され、防災機能をはじめ景観、風致、人々の保健休養の場あるいは豊かな自然生態系の維持といった多様な機能を発揮してきました。

しかし、平成23年（2011年）に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う大津波により東日本太平洋沿岸地域では、死者・行方不明者が2万人を超える人的被害のほか、建築物、ラ



写真：

左上 昭和初期の海岸林造成風景
／（公社）宮城県緑化推進委員会提供

左下 被災前の名取市仙台空港付近
海岸防災林と内陸側の耕地防風林

下 被災前の海岸防災林と貞山堀の景観（平成22年）
／仙台市提供



インフラ施設、社会基盤施設などの社会資本に、かつてなかったほど大きな被害を受けました。海岸防災林への被害も甚大で、津波に対する防御機能を果たしながらも、大津波の波力に耐え切れず多くの樹木が倒伏または流失するなど、岩手県、宮城県及び福島県では林帯のほとんどを失いました。

この東日本大震災からの地域復興では、津波防災計画において、沿岸部に配置した防潮施設だけでなく、いくつかの対策を組み合わせた多重防御の考え方が取り入れられ、海岸防災林は防潮施設と一体となって、沿岸部の第一線で防災機能を果たすものとして位置づけられました。

東北森林管理局と仙台森林管理署では、この海岸防災林の復旧のため、北は七ヶ浜町から南は山元町までの区間において、仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業を実施してきました。本事業対象地は、海側が民有林、内陸側が国有林となっています。民有林については、宮城県からの要請を受け東北森林管理局が国の直轄事業として復旧することとなり、国有林と民有林において一体的な事業を実施することで、短期間での復旧を図ってきました。

復旧事業は、令和2年度末で完了となります。この冊子は東北森林管理局と仙台森林管理署が実施した仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の歩みを記録したものです。



写真：

- 右上 津波により根返りしたマツ
(仙台市宮城野区 平成23年7月)
- 右中上 津波により幹折れしたマツ
(仙台市若林区 平成23年5月)
- 右中下 生育基盤盛土工事の状況
- 右下 復旧事業による植栽の完了状況
(山元町 令和元年12月)

目次

仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の完了にあたって
この冊子の発刊にあたって

特別寄稿	1
------------	---

仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の完了によせて

1. 仙台湾沿岸海岸防災林の特徴と歴史	3
---------------------------	---

1.1 仙台湾の地形と海岸防災林	3
1.2 海岸防災林とは	4
1.3 仙台湾沿岸における海岸林造成の歴史	4
1.4 地域住民も参加した海岸防災林の維持管理	6
1.5 被災前における仙台湾沿岸海岸防災林の姿	7
【コラム 東北地方（東北森林管理局管内）の代表的な海岸防災林】	8

2. 東日本大震災と被災状況	9
----------------------	---

2.1 東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波	9
2.2 全国の被災状況と近年の自然災害からみる東日本大震災の被害規模	11
2.3 宮城県の被災状況	13
2.4 東日本太平洋沿岸における海岸防災林の被災状況	17
2.5 仙台湾沿岸における海岸防災林の被災状況	25
2.6 林野庁・東北森林管理局の初動対応	30
【コラム 東北地方太平洋沿岸における津波被害の歴史】	33

3. 震災からの復興計画と海岸防災林の再生方針	35
-------------------------------	----

3.1 政府の復興基本方針	35
3.2 宮城県の震災復興計画	36
3.3 第一線津波防御対策の事業区分	37
3.4 林野庁が策定した海岸防災林の再生方針	38
3.5 仙台湾沿岸海岸防災林の復旧基本方針	41

4. 復旧事業の概要	43
------------------	----

4.1 事業の経緯と工事実績	43
【コラム 仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の事業体系】	48

4.2 施工の概要	49
【コラム マツ材線虫病抵抗性コンテナ苗の一般的特徴】	58
4.3 施工で直面した課題と解決策	59
4.4 生物多様性保全対策	60
4.5 地域復興への貢献	67
4.6 民間団体による森林整備活動	68
【空中写真でみる海岸防災林の復旧のようす】	71
【写真でみる植栽地の経年変化】	77
【復旧事業の遂行に尽力いただいた方々からの寄稿】	79
4.7 宮城北部森林管理署管内の海岸防災林の復旧状況	81

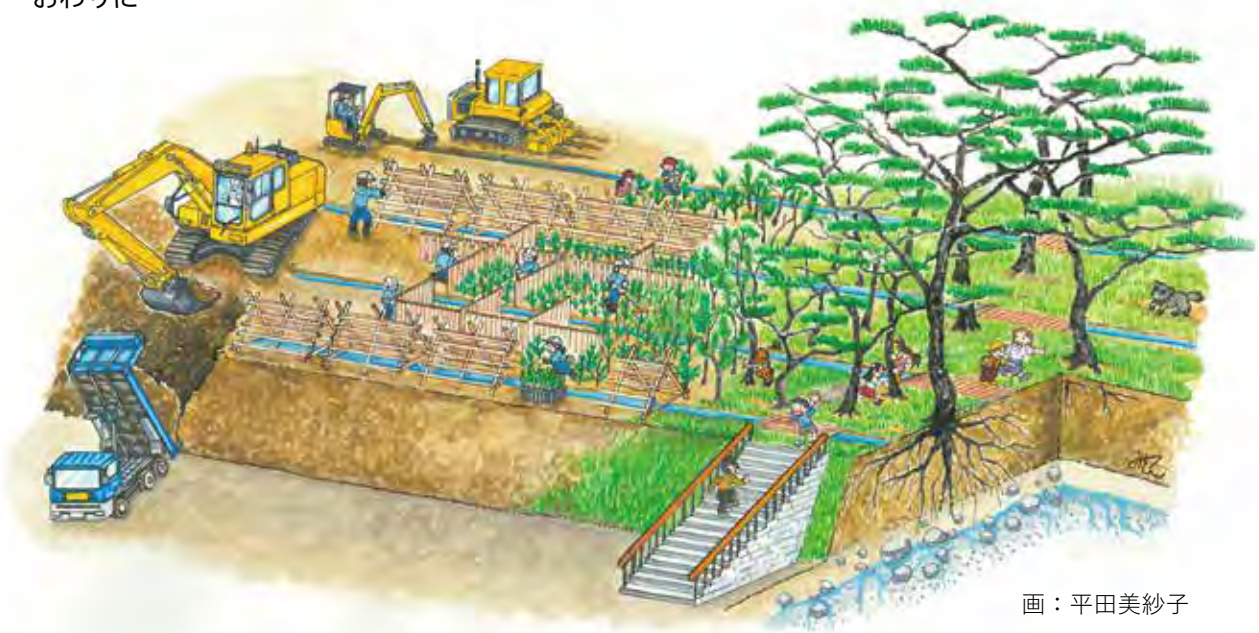
5. 今後に向けた取り組み 85

5.1 再生に向けた保育管理	85
5.2 津波被害軽減機能を高めるための密度管理	86
5.3 将来的な海岸防災林の姿	88

〈巻末資料〉

- 巻末資料1 事業実施区域図
- 巻末資料2 事業実施体制年譜

おわりに



画：平田美紗子

特別寄稿



仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の完了によせて

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 坂本知己

はじめに 震災後、10年でクロマツを植え終えることを目指して海岸林の再造成が進められてきました。仙台湾沿岸に広がる造成地の早いところでは、樹高は防風柵を超え、海岸林に入ると防潮堤が見えなくなってきましたが、津波でなぎ倒されたクロマツや、流失してしまった根鉢の痕、また、海岸林だった場所が瓦礫置き場、瓦礫処理場となっていたことを忘れてはいません。ここまで順調にたどり着いたわけではなく、関係されたすべての方々には頭が下がります。

被災後に設置された「東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会」（以下、「検討会」）では、海岸林をただ造り直すのではなく、海岸林の機能を確認し直し、海岸林ごとに後述するような項目について必要性和コストを考えて検討することとされました。仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の完了という節目を迎え、その特徴を中心に振り返えろうと思います。

津波被害軽減機能 再生する海岸林には、飛砂防備、防風等の機能に加えて、津波により耐えることと、これまで以上に津波被害軽減効果が期待できることが求められました。といっても、津波被害軽減機能を発揮できる海岸林とは決して特別な海岸林ではなく、まずは実績のあるクロマツで健全な海岸林を造成し、その後、津波に対する抵抗を増やすために下層に広葉樹を導入することが基本とされました。

ただ、大径木であっても、根が浅いために根返り流失したと考えられたクロマツが少なからずあり、根が浅い原因として高い地下水位が考えられたことから、そのような場所では、根を深く張らせるために盛土(生育基盤盛土)をして植栽することになりました。これまでの海岸林造成では、もっぱら砂地を相手にしてきましたから、山砂で造った盛土には、その硬度、水はけの悪さで悩まされ、盛土の造成方法、造成後の地盤改良に試行錯誤が余儀なくされました。

数値シミュレーション できあがる海岸林にどの程度の津波被害軽減効果が期待できるか、また、林帯幅を広げることでそれをどの程度向上できるかの算定に、あるいは、海岸林の造成を部分的に見合わせた場合、効果の低下を他の手段でどの程度補う必要があるかの参考に、数値シミュレーションが使われました。海岸林造成に数値シミュレーションが使われたのは初めてのことでした。

地域ごとの海岸林再生 海岸林の再生では、防災機能に加えて、地域の実情、地域の復興計画、あるいは生態系保全の必要性を考慮することが必要とされました。すなわち、防災的視点だけで海岸林を造り直すのではなく、多様な視点を考慮することになったのです。

植栽本数 まず心配されたのは、短期間に大面積に植栽するための苗（それもマツ材線虫病に対する抵抗性苗）を揃えられるかでした。これは、苗木生産者等の頑張りとは植栽本数（密度）の見直しで乗りきったと認識しています。植栽本数は、一般的だった10,000本/ha植えではなく、広く5,000本/haが採られました。活着状況、生育状況を見る限り問題ないようです。植栽本数を少なくしたことで、植栽経費を削減でき、本数調整の開始を遅らせられ回数を減らせられます。これまでも一律10,000本/ha植えの状況に疑問の声はあり、より少ない植栽本数が採られている海岸林もありましたが、全体としての見直しは遅れていました。今回、広く5,000本/ha植えの実績が得られることで、今後はより柔軟に状況に応じた植栽本数に変わることが期待されます。

コンテナ苗の利用 当初は裸苗が使われましたが、早い段階で一気にコンテナ苗に切り替えられました。本格的にコンテナ苗が海岸林造成に使われたのは初めてです。コンテナ苗は、ポット苗で問題となる根巻きがなく、それでいてまとまった根鉢を持つために裸苗ほどの植付けの技量を求められず、また、専用の道具を使って効率よく植えられます。さらに、植栽時期の制約が少ないという利点があります。今回のように短期間に大面積に植栽しなければならない場合、そして、一般市民も植える場合、裸苗に比べて有利です。生育基盤盛土の状況から効率よく植えられる利点は十分には活かされませんでした。それでも裸苗を使うより速く確実に植えられたと考えています。

地域住民等の参画 検討会では植栽や保育作業をとおして人々の防災意識が向上し、地域の復興のシンボリックな活動になるという点から、地域住民等の参画が検討されました。海岸林再生への思いは被災地以外の人々にも熱いものがあり、海岸林になじみがなかった人々もいろいろな形で参画しています。植樹祭で数本の苗木を植えるだけでなく、苗木の準備から始まり、下刈り等の手入れまでにも及んでいます。これまであまり気にされることのなかった海岸林が関心の対象に変わり、今後の生育を見守るだけでなくきっと応援団になってくださると思います。

おわりに 検討会では、例えば「地域の生態系保全の必要性等に応じ再生方法を決定」としたように、できあがる海岸林の姿は地域の事情に応じて異なると考えていました。地域の事情に応じるとは、土地をめぐって競合する多様な要望が調整された土地利用計画に海岸林が位置づけられることです。その中で海岸林はまた、多重防御のひとつとして他の防災手段との関係で位置づけられます。地域の事情に応じるには土地利用の見直しが伴いますから、簡単な作業ではありません。被災直後は日々の生活だけで精一杯で、短期間で議論して解決するのは難しかったと思います。数値シミュレーションが進み、津波の規模が設定されれば被害の程度はかなり予測できるようになってきました。想定した被害に対して、海岸林の位置づけを含めたよりよい土地利用のあり方について日ごろから議論し、方針だけでも決めておく重要性を知りました。

植栽を終え一つの山は越えましたが、海岸林が完成したわけではありません。末永い海岸林とのおつきあいは始まったばかりです。全国各地のクロマツ海岸林の多くは、本数調整が遅れ過密です。マツ材線虫病で傷んだものも少なくありません。今後、保育を進める中で、本数調整とマツ材線虫病防除が着実に進められ、失われた海岸林が健全な海岸林として甦ることを思い描いています。

1. 仙台湾沿岸海岸防災林の特徴と歴史



図1 仙台湾の砂丘

1.1 仙台湾の地形と海岸防災林

仙台湾は、リアス式海岸となっている牡鹿半島や松島湾などを除き、その大部分が砂浜海岸となっています。この海岸は、内陸側から仙台湾に流入する複数の河川によって運搬された土砂や、福島県側の海岸から供給された土砂が南から北に流れる沿岸流に運ばれて形成された広大な沖積平野で、長い年月をかけて海岸線を前進させアーチ状に発達したものです。また、沖積平野の発達過程で、平野の表層部には海岸線に平行に数列の砂丘（浜堤列）とその砂丘の間の湿地（堤間湿地）からなる浜堤列平野とよばれる地形が形成されました（図2）。現在の海岸線で海岸防災林が造成されているのは、1,000年～700年前から現在にかけて形成された砂丘（第Ⅲ浜堤列）であり、松島湾を境に北側では石巻砂丘、南側では仙台砂丘とよばれています。

このように、仙台湾の海岸沿いには砂丘が発達しており、砂丘や後背湿地には古くから海岸防災林が造成されてきました。このうち仙台砂丘における海岸防災林は、七北田川よりも北側については仙台港としての土地利用や丘陵地形が比較的多いことから七ヶ浜町の一部での造成にとどまりましたが、七北田川よりも南側は、仙台市から山元町まで延長約50km、林帯幅200m～500mの連続した海岸防災林が造成されてきました。仙台砂丘全域の森林面積は約1,100haと広大で、日本を代表する海岸防災林の一つとなっています。本復旧事業は、北は七ヶ浜町から仙台市、名取市、岩沼市、亶理町及び山元町の6つの市町（本事業では、この区間を「仙台湾沿岸」とよぶ）に造成された海岸防災林（以下、「仙台湾沿岸海岸防災林」）を対象としています。

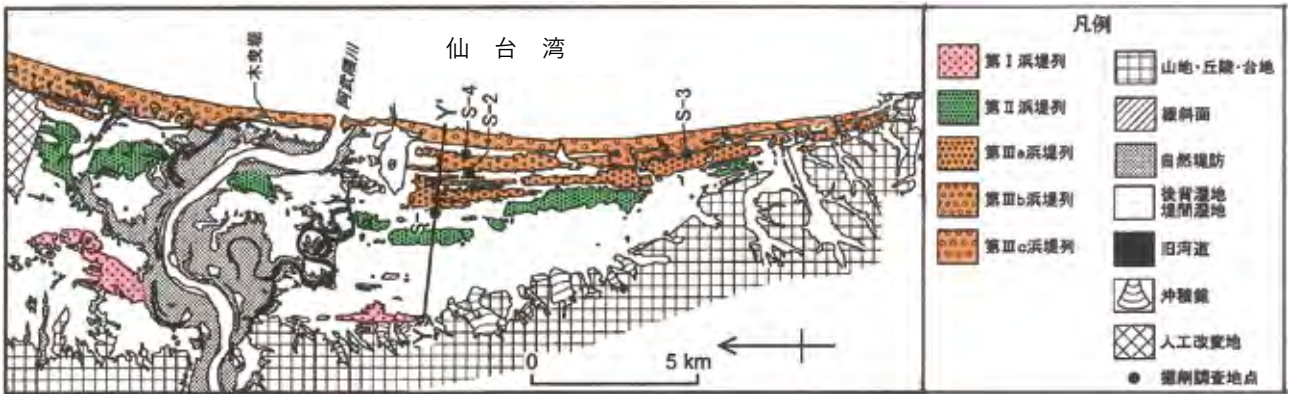


図2 岩沼市から山元町の浜堤分布図

(出典：伊藤晶文. 仙台湾における歴史時代の海岸線変化. 鹿児島大学教育学部研究紀要. 2006. Vol.57 に加筆)

1.2 海岸防災林とは

海浜域に存在する森林のことを広く海岸林とよびますが、そのうち飛砂、潮害の防備、風害の防備などの重要な機能を有する森林を保安林に指定し、治山事業として造成・維持・管理しているものを海岸防災林といいます。仙台湾沿岸海岸防災林は、潮害防備保安林に指定されているほか、一部は保健保安林も兼ねています。

海岸防災林が有する機能は、大きく3つに区分されます。1つ目は、日常的に起こる飛砂や潮風などによる被害を防ぐために気象環境を緩和する機能です。2つ目は、数年、数十年、数百年に一度発生する津波や高潮により生じる災害の防止や軽減を図る機能です。そして3つ目は、海浜域の森林環境を生かし、地域の景観や動植物の生息環境を保全することや、人々の保健休養の場として活用する機能です。

1. 気象環境の緩和等

- ① 飛砂防備機能
- ② 防風機能
- ③ 防潮（飛塩防備）機能
- ④ 防霧機能
- ⑤ 魚付き機能

2. 津波・高潮に対する防災

- ① 津波波力減衰機能
- ② 高い地形を保ち海水の侵入阻止
- ③ 漂流物捕捉機能
- ④ 漂流者のすがりつき対象機能

海岸防災林の機能

3. 景観・自然環境の保全及び保健休養の場

- ① 海浜域にふさわしい景観・風致の維持機能
- ② 海浜域にふさわしい生物多様性の保全機能
- ③ 地域住民と来訪者の海浜域でのレクリエーション機能

1.3 仙台湾沿岸における海岸林造成の歴史

■ 江戸時代の記録

林学者の原勝が遠藤安太郎著「日本山林史」（昭和9年）を参考にまとめたわが国の海岸砂防の歴史によれば、宮城県宮城郡の海岸一帯にあるクロマツとアカマツが混交する砂防林は、江戸時代以前の元龜～天正年代ころに創設されたと伝えられています。

仙台湾沿岸の海岸林造成が本格的に取り組みられるようになったのは、伊達政宗が農地開拓にあわせて潮風や飛砂を抑えるために松林づくりを指示したことからとされているほか、青葉城築城の用材搬路として開削した貞山堀運河造成時に植林したともいわれています。また伊達藩の通達文書「山

林方御定書」によれば、17世紀末には、宮城郡、名取郡、亶理郡のほか、仙台藩領の海岸の大半に海岸林が存在していたようです（図3）。当時の海岸林は「須賀松」と称され、潮除須賀黒松林、潮霧除須賀松林などともよばれていました。それらの海岸林のほとんどは藩有林（御林）として藩の山林支配に置かれていました。

藩有林になっていた海岸林の植林を主導し資金を拠出したのは仙台藩でしたが、植栽作業の実労働に従事し、その後の保護や育成を担ったのは、地元の海岸集落住民だったといわれています。そして、海岸林は地域住民が生活にするために必要な燃料としての枯れ松葉や用材を採集するための入会山にもなっていました。

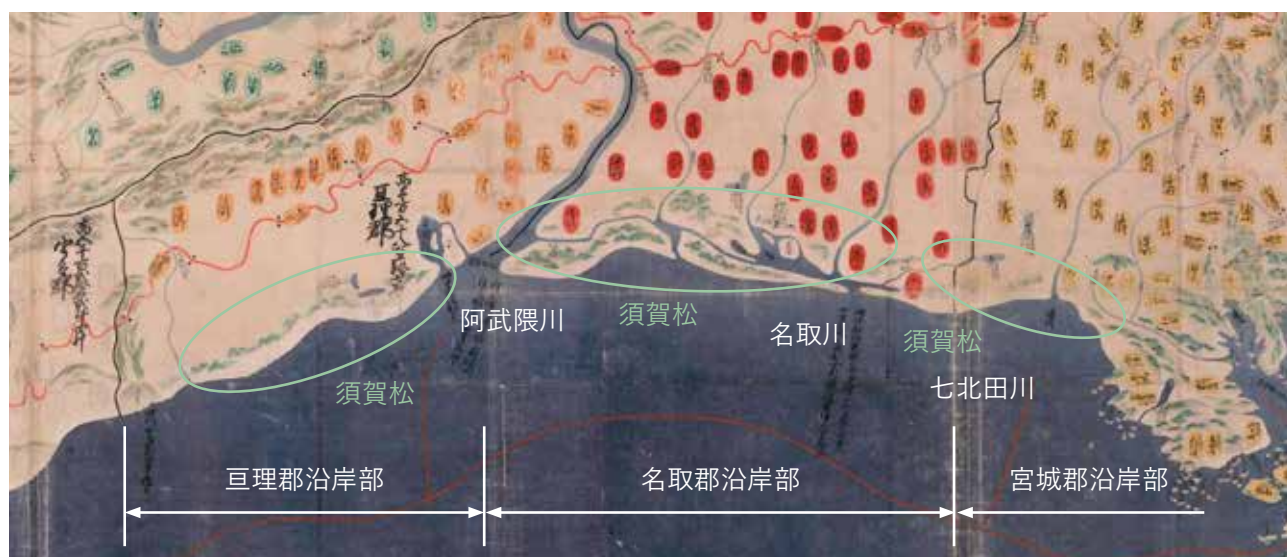


図3 江戸時代中期の仙台湾沿岸絵図
(出典：1701年「仙台領国絵図」(宮城県図書館所蔵)に加筆)

■ 明治・大正年間の植林

明治2年の版籍奉還により藩有林は官林に編入されましたが、しばらくは明治政府による直轄管理は行われず、宮城県が管理していました。明治30年の森林法公布とともに、官林は国有林と名称を替え、保安林制度の創出とあわせて、潮害防備林、防風林、飛砂防止林の保安林として拡充されました。

この時代の植林は、明治38年の大凶作による罹災民支援や、大正4年の大正天皇即位記念植林事業として大規模に実施されました。

■ 昭和の植林（第二次世界大戦以前）

この時代の海岸林造成は、昭和7年に国が産業奨励政策とした「海岸砂防造林奨励事業」が契機となりました。この政策は、アメリカの株価暴落に端を発した昭和恐慌による東北地方の農村部疲弊を救済する目的もありました。また、その直後の昭和8年に発生した昭和三陸津波による被災もあり、国の助成を受けた県営による事業が実施されました。



昭和初期、海岸防災林をつくる人々（名取市閑上旧名取郡閑上町）／（公社）宮城県緑化推進委員会提供



海岸防災林の減災効果により倒壊を免れた建物（昭和三陸地震津波直後の岩手県高田松原）

■ 昭和の植林（戦後）

この時代の海岸林造成は、「海岸砂地地帯農業振興臨時措置法」や「治山治水緊急措置法」などの法整備により治山事業が推進され、その規模を拡大していきました。また、昭和35年のチリ地震津波の後で制定された特別措置法により津波対策事業として植林が実施されました。

1.4 地域住民も参加した海岸防災林の維持管理

仙台湾沿岸海岸防災林の特徴の一つとして、森林の維持管理に地域住民が参画してきたことが挙げられます。行政と住民が海岸防災林の維持の必要性を認識し、保育管理、山火事防止、盗採掘防止、工作物の補修、PRなどを目的として、昭和17年に岩沼町（現岩沼市）に保護組合が結成されました。その後30を数える組合となり、それらの連絡会が組織されました。今日でこそ住民が参加する維持管理が目目されるようになりましたが、その先鞭だったといえます。



愛林碑を建立した仙台市岡田字新浜の人々（昭和28年）
／平山俊一氏提供

海岸防災林造成の経緯を記す石碑
仙台湾沿岸海岸防災林の所々で、地域住民が参加した造成等の経緯を記した石碑（愛林碑など）を見ることができません。
『我等の郷土新浜の耕地を飛砂や潮風の害から護りぬき又年々窮屈になつて行く燃料の補給の上からもこの海岸砂地に造林の必要を感じ有志が集り協議したが当時はこの砂浜に植林などは夢のように考へて居ったが先進地の生育振りを見学したので昭和十三年国有地六丁二反八畝余りの私下げを受け当時の区長平山新之助外の部落共有地として直に植林することに話したがまゝとまり県林務課係長加藤真吾氏及び小山喜平技手等の指導の下に海岸林砂防組合を結成し昭和十七年度より県営事業により植林を始めたが其間数度の颶風及び津浪の襲来を受け又長期に亘る戦時下の物資不足等幾多の困難に当りながら組合員一致協力本事業達成に努力して本日大体の完成を見るに至りました』
（仙台市新浜愛林碑文より一部を抜粋）

1.5 被災前における仙台湾沿岸海岸防災林の姿

東日本大震災で被災する前の仙台湾沿岸海岸防災林の姿を、模式的に示したのが図4です。林帯よりも汀線側には、多くの場所で防潮施設として防潮堤（天端標高6.2m）が配置されており、その背後に林帯幅200m～500mの海岸防災林が存在していました。防潮堤よりも汀線側には前浜が存在し、その幅は最大100m程度ですが、近年は海岸侵食により減少傾向になっていました。また阿武隈川より北側では貞山堀運河が築造されており、その流路は林帯幅が狭い区間では陸側林縁の外側にあり、林帯幅が広い区間では林帯内部に存在していました。

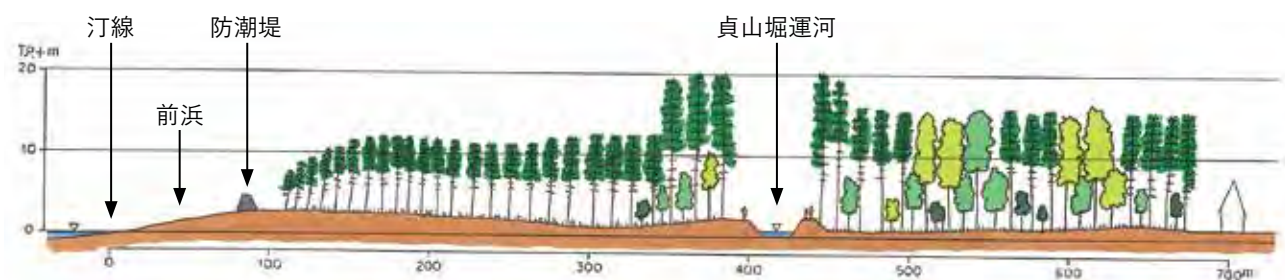
林帯は、クロマツを主体に構成されており、場所によってはアカマツが混交する人工林でした。ただし、図4のように汀線から離れた内陸側の林帯は林齢が高く、高木層の一部にカスミザクラなどの広葉樹が混交していたほか、亜高木層や低木層にはカスミザクラやナラ類などの広葉樹が多く生育していました。

林帯の林齢は、海岸防災林造成の歴史が長いということもあり、林齢10年足らずから200年以上（被災前の森林簿）まで、多様な構成になっていました。

海岸防災林を含む海浜域には各種レクリエーション施設が配置され、散策、サイクリング、海水浴、サーフィン、各種スポーツなどに活用されてきました。



被災前の海岸防災林の林況（仙台市 平成20年）
／仙台市庄子源六氏提供



- 注1. 仙台市宮城野区南蒲生 林帯幅約500mの事例（防潮堤の未設置区間あり）
- 注2. 縦のスケールは横の5倍に強調
- 注3. 樹木の間隔はイメージで実際よりも広く描画

図4 仙台湾沿岸海岸防災林の模式断面図

ーコラムー 東北地方（東北森林管理局管内）の代表的な海岸防災林

屏風山保安林

所在地 青森県つがる市
規模 幅 0.2km ~ 0.6km、延長 30km、面積 3,000ha



きびしろ
淋代海岸

所在地 青森県三沢市
規模 幅 0.1km ~ 0.4km、延長 20km、面積 90ha



風の松原

所在地 秋田県能代市
規模 幅 0.4km ~ 1.2km、延長 14km、面積 760ha



高田松原

所在地 岩手県陸前高田市
規模 幅 0.1km、延長 2km、面積 21ha



庄内海岸砂防林

所在地 山形県遊佐町、酒田市、鶴岡市
規模 幅 1.5km ~ 3km、延長 33km、面積 2,500ha



写真／山形県庄内総合支庁



出典・写真提供：「身近な松原散策ガイド」(Web)、(一財)日本緑化センター

2. 東日本大震災と被災状況

2.1 東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波

平成 23 年 3 月 11 日、国内観測史上最大規模のマグニチュード 9.0 の巨大地震、「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震 (本冊子では「東北地方太平洋沖地震」)」が発生し、東日本大震災を引き起こしました。

この地震は、海洋プレートが陸のプレートの下に沈み込むことによって発生するプレート境界型地震でした。東北地方などが乗る陸側の北アメリカプレートでは、日本海溝に沈み込む太平洋プレートによって引きずり込まれることにより歪が蓄積し、その歪が限界に達して北アメリカプレートの先端部が跳ね上がることにより地震と津波が発生しました。

震央は宮城県牡鹿半島沖約 100km に位置し、地震で生じた断層は、南北方向に 500km、東西方向に 200km と広範囲に及びました。このため、図 5 に示すように東日本の広い範囲で強い揺れを観測したほか、南西諸島を除く日本全土で震度 1 以上の揺れを観測しました。特に、震源に近い岩手県南部から茨城県にかけては震度 6 弱以上の大きな揺れとなり、宮城県栗原市では最大震度 7 を記録しました。

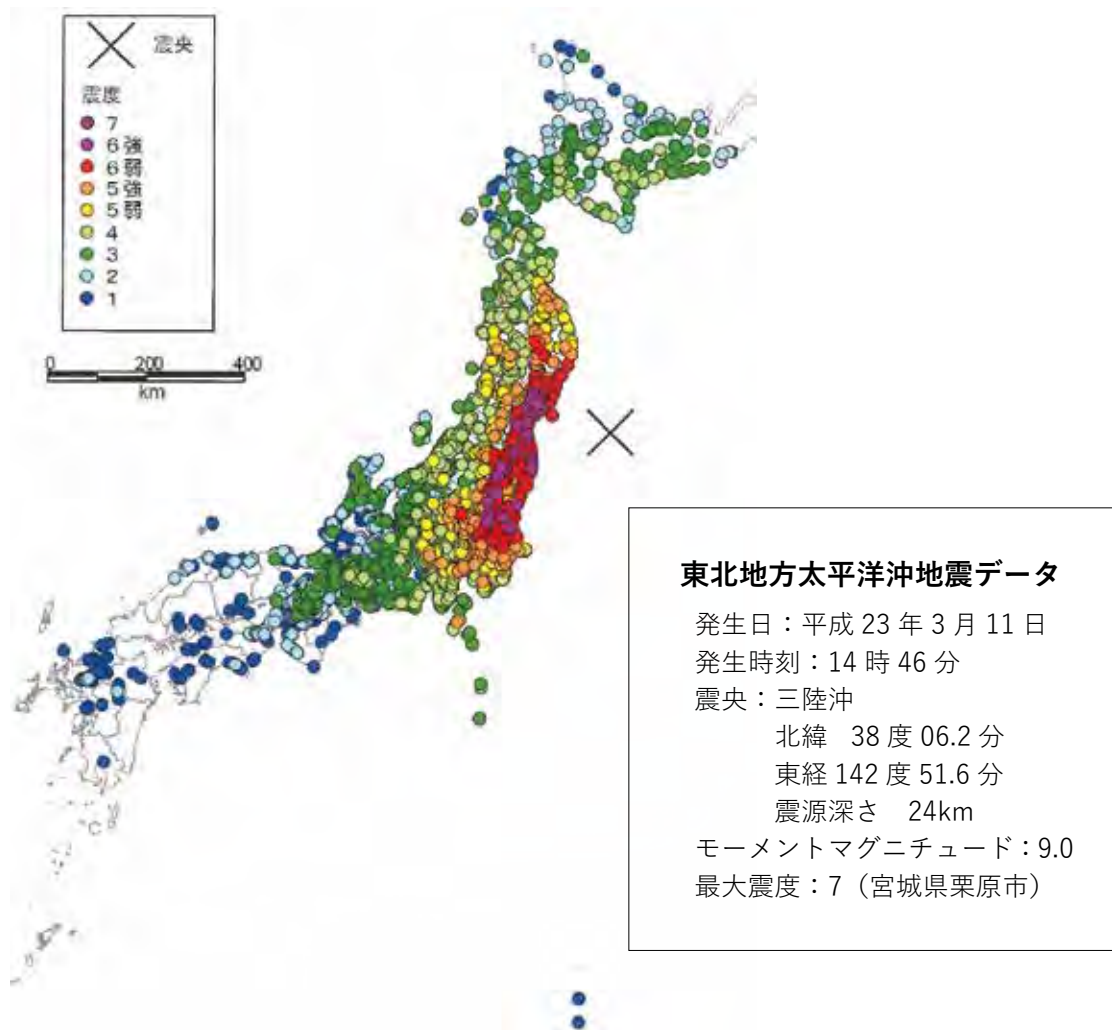


図 5 東北地方太平洋沖地震の震度分布図
(出典：気象庁資料)

2. 東日本大震災と被災状況

また、この地震では図6と図7に示すように、極めて大きな地殻変動が生じました。地震発生直後、震央に近い牡鹿半島では東へ約5.3m移動し約1.2m沈降する大きな変位を記録しており、仙台湾沿岸においても東へ約3mの移動と約30cmの沈降が確認されました。

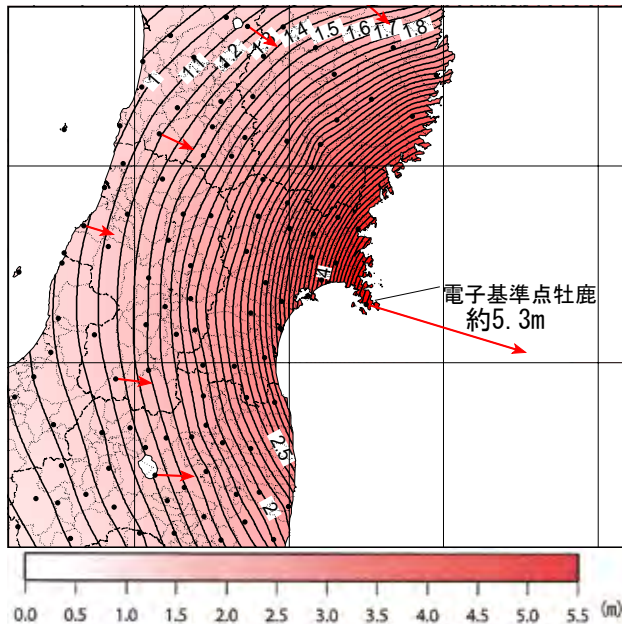


図6 本震に伴う地殻変動等変動量線図（水平変動量）
（出典：国土地理院資料）

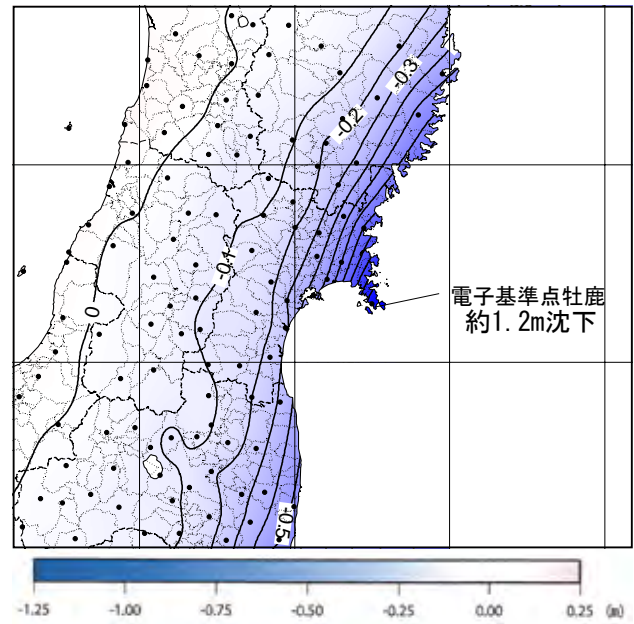


図7 本震に伴う地殻変動等変動量線図（上下変動量）
（出典：国土地理院資料）

東日本大震災では巨大地震に伴い大津波が発生しました。太平洋沿岸部では数m～10m以上の津波が到達し、内陸部への浸水も広範囲に及びました。各地の推定津波高は図8に示すとおり、岩手県大船渡市付近では15mを超える高さとなり、仙台湾沿岸でも7m程度の津波高であったと推定されています。

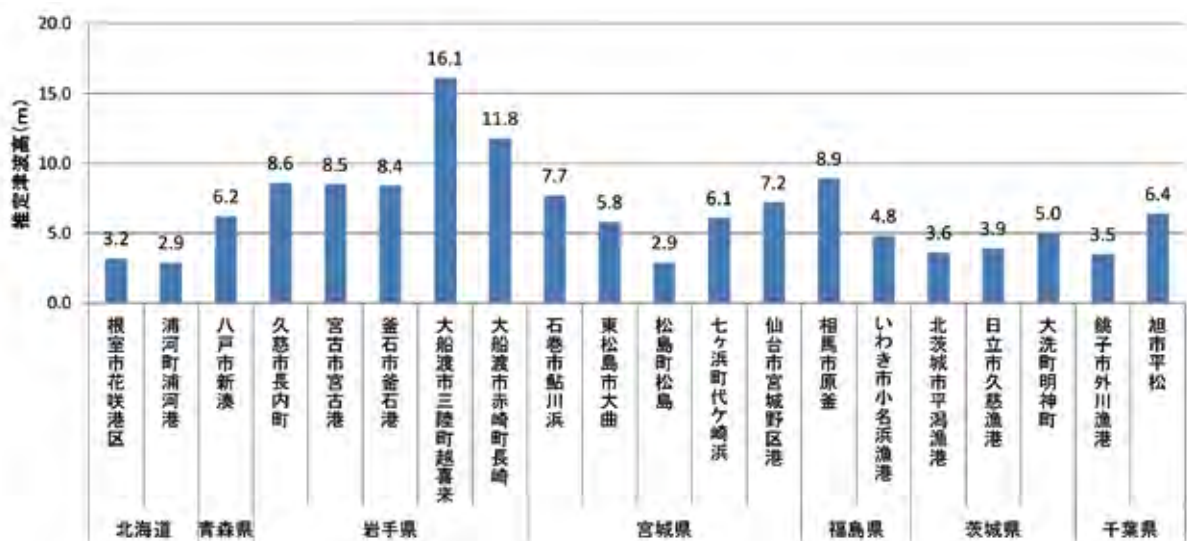


図8 東北地方太平洋沖地震に伴う津波の推定津波高
（出典：気象庁 平成23年3月地震・火山月報（防災編）の掲載データから作成）

内陸部への浸水距離は、仙台湾沿岸のような平野部や河川沿いの地域では3km～5kmに及びました。浸水面積は図9に示すように津波被害の大きかった青森県から千葉県までの東日本太平洋沿岸地域6県（以下、「被災6県」）の合計で561km²に及びました。特に、宮城県の浸水面積は327km²と、被災6県の合計値の約6割を占めています。また宮城県に次いで、福島県の112km²、岩手県の58km²の順になっています。

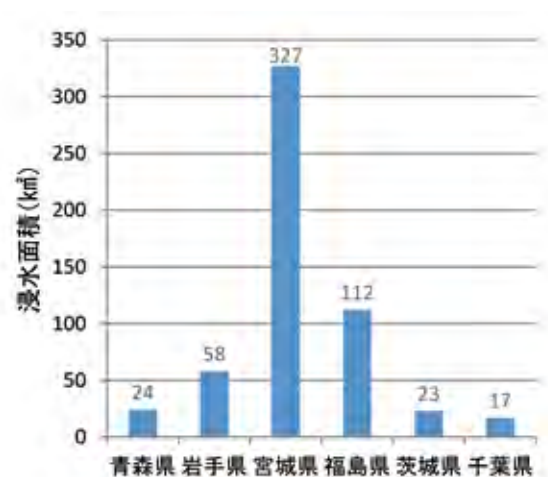


図9 東日本大震災による県別浸水面積
 (出典：国土地理院 市町村別津波浸水範囲面積
 (概略値) 第5報掲載データから作成)

2.2 全国の被災状況と近年の自然災害からみる東日本大震災の被害規模

(1) 全国の被災状況

東日本大震災による被害は、北海道から高知県までの22都道府県に及ぶ広域なものでした。都道府県別の被害状況は表1のとおりです。それによると、死亡や負傷などの人的被害のほとんどは岩手県、宮城県及び福島県で発生していることがわかります。特に浸水被害が広範囲に及んだ宮城県では、全国の死者及び行方不明者数約22,000人のおよそ5割にあたる11,786人となっています。住宅等建築物の被害も、人的被害と同様に岩手県、宮城県及び福島県で全壊の被害が多数発生しているほか、津波被害を受けた太平洋沿岸部や揺れが大きかった東日本の各県では半壊や一部損壊の被害が多数発生しています。

(2) 近年の自然災害と東日本大震災の被害規模

東日本大震災による被害は広範囲に及びましたが、その被害規模がいかに大きかったか、近年発生した自然災害における被害状況と比較しながらみてみます。図10は、平成5年から平成30年に発生した自然災害における死者・行方不明者数を示しています。地震・津波を除いた風水害などの災害の死者・行方不明者は、毎年数十人から多い年で200人～300人程度ですが、地震や津波の災害が発生した年は300人以上となっており、地震やそれに伴う津波は、大きな人的被害をもたらす大災害につながるということがわかります。その中でも、北海道南西沖地震が発生した平成5年は約430人、阪神・淡路大震災が発生した平成7年は約6,500人、熊本地震が発生した平成28年は約350人であるのに対し、東日本大震災が発生した平成23年は22,000人以上となっており、地震・津波による災害の中でも著しく大きな災害であったことがわかります。

2. 東日本大震災と被災状況

表1 都道府県別東日本大震災被害状況（令和元年3月1日現在）

都道府県	人的被害			住家被害			非住家被害		火災 件
	死者	行方不明	負傷者	全壊	半壊 一部破損	浸水	公共建物	その他	
	人	人	人	棟	棟	棟	棟	棟	
北海道	1		3		11	874	17	452	4
青森	3	1	110	308	1,706			1,402	11
岩手	5,141	1,114	213	19,508	25,635	6	529	4,178	33
宮城	10,565	1,221	4,148	83,004	379,332	7,796	9,948	16,848	137
秋田			11		5				1
山形	3		45		1,263		8	124	2
福島	3,868	224	183	15,435	223,836	1,412	1,010	36,882	38
茨城	66	1	714	2,634	216,257	699	1,763	20,833	31
栃木	4		133	261	76,058		718	9,705	
群馬	1		40		17,686				2
埼玉	1		104	24	16,710		95		12
千葉	22	2	261	801	65,222	888	12	827	18
東京	8		119	20	6,793		419	786	35
神奈川	6		137		500			13	6
新潟			3		17		4	5	
山梨			2		4		1	1	
長野			1						
静岡			3		13	5			
三重			1			2			
大阪			1				3		
徳島						11			
高知			1			10			
合計	19,689	2,563	6,233	121,995	1,031,048	11,703	14,527	92,056	330

（出典：総務省消防庁 令和元年度消防白書掲載データから作成）

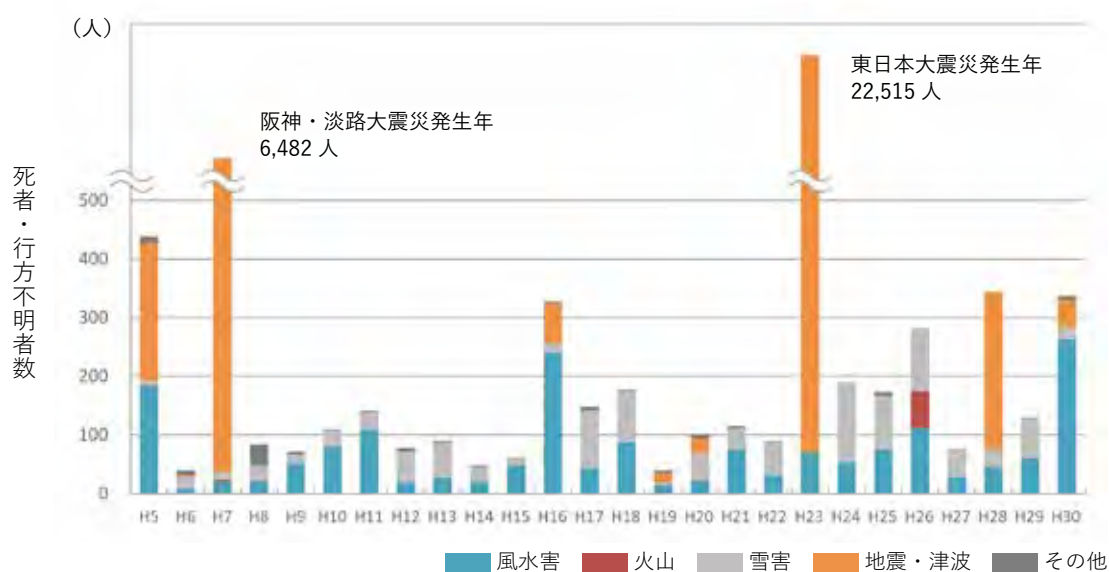


図10 自然災害における死者・行方不明者数（出典：内閣府 令和元年度版防災白書データから作成）

表2は、近年発生した大きな震災による社会資本の被害額を示しています。この被害額はそれぞれ発生直後に試算されたものですが、東日本大震災による被害額は約17兆円と見込まれており、阪神・淡路大震災の約10兆円や新潟県中越地震の約3兆円と比べ、その被害の大きさがわかります。被害項目別にみると、東日本大震災では建築物などの被害額が10兆円を超えており、海岸防災林を含む農林水産関連の被害額でも約2兆円に上るなど、近年の地震災害では特に大規模な災害であったといえます。

表2 近年の地震災害による社会資本の被害状況

被害項目	東日本大震災	阪神・淡路大震災	新潟県中越地震
	内閣府（防災担当）推計 （2011年6月）	国土庁推計 （1995年2月）	新潟県推計 （2004年11月）
建築物等 （住宅・店舗・事務所・工場等）	約10兆4千億円	約6兆3千億円	約7千億円
ライフライン施設 （水道・ガス・電気・通信等）	約1兆3千億円	約6千億円	約1千億円
社会基盤施設 （河川・道路・港湾・下水道等）	約2兆2千億円	約2兆2千億円	約1兆2千億円
その他	農林水産	約1兆9千億円	約4千億円
	その他	約1兆1千億円	約6千億円
総計	約16兆9千億円	約9兆6千億円	約3兆円

（出典：内閣府「地域の経済2011－震災からの復興、地域の再生－」資本ストック被害額推計 2011年11月から作成）

2.3 宮城県の被災状況

（1）宮城県内の被害統計

東日本大震災による宮城県の被害状況について、沿岸に位置する市町村を中心に地域を区分してまとめたのが表3です。この統計によれば、人的被害は死者10,567人、行方不明者1,218人、負傷者4,145人となっており、住宅被害は全壊83,005棟、半壊155,130棟、一部損壊224,202棟、床下浸水7,796棟となっています。

人的被害のうち死者・行方不明者に注目すると、津波の影響を受けた沿岸部の市町村がそのほとんどを占めています。その中でもリアス式海岸地形の市町村の死者・行方不明者数が多く、特に石巻市は約4,000人に上る大きな被害となりました。そのほか、死者・行方不明者数が1,000人規模となったのは、リアス式海岸地形では気仙沼市、女川町、南三陸町が、平野海岸地形では仙台市、名取市、東松島市が挙げられます。

住宅被害についても、津波で浸水した沿岸部で被害棟数が多くなっています。特に沿岸部の人口集積地である石巻市と仙台市の被害棟数が非常に多く、宮城県全体の住宅被害棟数に対して両市が占める割合は、全壊で約6割、半壊で約8割、一部損壊で約6割に上ります。

表3 宮城県内の東日本大震災による被害状況

地域区分	市町村名	人的被害			住宅被害				非住宅被害 棟
		死者 人	行方不明者 人	負傷者 人	全壊 棟	半壊 棟	一部損壊 棟	床下浸水 棟	
沿岸 (リアス式海岸)	石巻市	3,553	419	不明	20,044	13,049	19,948	3,667	調査中
	気仙沼市	1,218	214	不明	8,483	2,571	4,761	不明	9,605
	女川町	615	257	不明	2,924	349	661	不明	1,590
	南三陸町	620	211	不明	3,143	178	1,204	不明	234
	小計	6,006	1,101	不明	34,594	16,147	26,574	3,667	11,429
沿岸 (平野海岸)	仙台市	923	27	2,275	30,034	109,609	116,046	不明	不明
	塩竈市	42	0	10	672	3,278	6,993	266	1,615
	名取市	954	38	208	2,801	1,129	10,061	1,179	1,419
	多賀城市	219	0	不明	1,746	3,730	6,166	1,075	不明
	岩沼市	186	1	293	736	1,606	3,086	114	3,126
	東松島市	1,132	23	121	5,519	5,558	3,504	1,079	937
	亘理町	283	4	45	2,389	1,150	2,048	274	3,020
	山元町	701	17	90	2,217	1,085	1,138	31	339
	松島町	7	0	37	221	1,785	1,561	91	125
	七ヶ浜町	79	2	不明	674	650	2,605	0	643
	利府町	2	0	4	56	901	3,564	14	166
小計	4,528	112	3,083	47,065	130,481	156,772	4,123	11,390	
沿岸市町村 計	10,534	1,213	3,083	81,659	146,628	183,346	7,790	22,819	
その他 内陸市町村 計	33	5	1,062	1,346	8,502	40,856	6	3,977	
全市町村 合計	10,567	1,218	4,145	83,005	155,130	224,202	7,796	26,796	

(出典：宮城県 HP「東日本大震災の地震被害等状況及び避難状況について」令和2年10月公表から作成)

(2) リアス式海岸と平野海岸の被害特性

宮城県の太平洋沿岸の地形は、図11に示すように北部はリアス式海岸で、南部は平野海岸となっています。リアス式海岸は、岬と湾（入り江）を繰り返す複雑な岩礁海岸地形を呈しており、平野海岸は大きく弓状につながる単調な砂浜海岸になっています。

リアス式海岸では、津波が湾の奥に進むにつれ入り江の幅が狭まるため津波高が高くなる傾向があります。さらに、平野の奥行が狭く津波が山地丘陵の高い標高まで遡上するため、強い引き波が発生し押し波とあわせて津波による被害は大きくなります。

平野海岸では、津波が山地丘陵まで遡上することはないため強い引き波による被害はあまり発生しませんが、平坦な地形が内陸側に広がるため浸水域が広くなり被害が大きくなります。



図11 宮城県沿岸地形区分図

(3) 東日本大震災で確認された多重防御の機能

図 12 は、仙台市から岩沼市の沿岸部の津波浸水域を表したものです。前項で説明したように、平坦な地形が内陸側に広がる平野沿岸部では浸水域が広がり、汀線から 4km も内陸に津波が到達しました。しかし、仙台市の東部を南北に縦貫する仙台東部道路が盛土構造（盛土高 7m～10m）となっていたことから、市街地への津波や漂流物の侵入が抑制される例がみられました。また、仙台若林ジャンクションから名取インターチェンジの間では、津波から逃げた約 230 名の人々がそこに避難するなど、高台の避難所としての機能も果たしました。

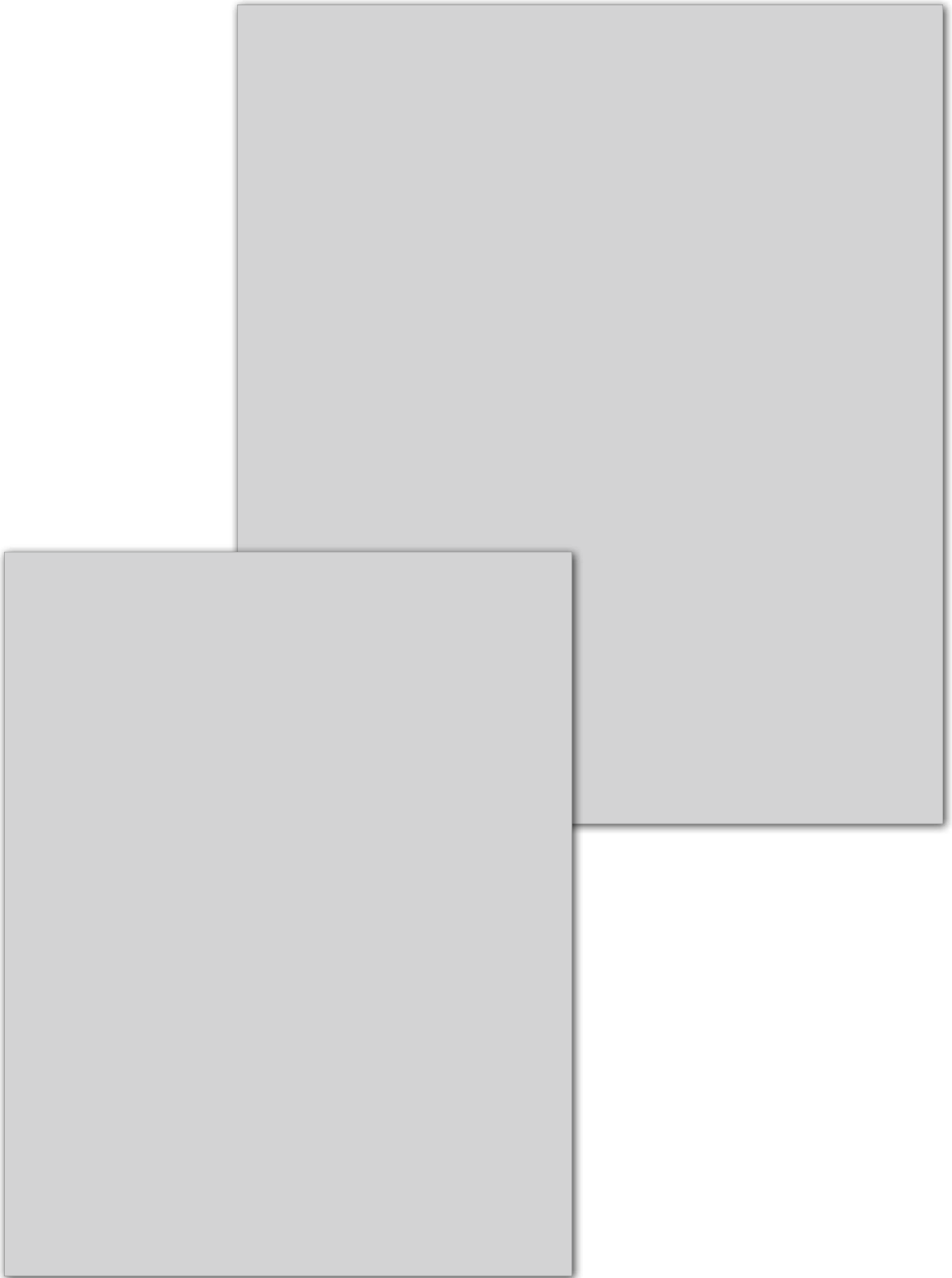
このように、盛土構造の道路が、津波による浸水域の拡大を抑制し、住民の命を守るための避難場所の役割も果たしたことから、防災対策における多重防御の重要性を明確に認識することにつながりました。宮城県は震災復興計画の策定にあたりこの効果に着目し、海沿いの防潮施設を復旧するとともに、沿岸部を走る県道を盛土構造に改修することで、多重防御による津波対策を進めることになりました。多重防御の考え方において海岸防災林は、防潮堤と一体となって第一線で津波を防御する施設として位置づけられています。



図 12 仙台東部道路と津波浸水域



被災直後の仙台東部道路 仙台若林 JCT～名取 IC 間（出典：東北地方整備局 HP）



2.4 東日本太平洋沿岸における海岸防災林の被災状況

(1) 県別被害状況

海岸防災林の被害状況について、林野庁は平成23年に被災6県を対象とした現地調査*を実施し、その概要をまとめました。

海岸防災林が受けた被害のほとんどは津波に起因しており、津波が高かった岩手県、宮城県及び福島県では壊滅的な被害を受けた地域が多くみられました。しかし、この3県に比べて津波が低かった青森県、茨城県及び千葉県では限定的な被害にとどまりました。

各県の被害状況の概要について、表4にまとめました。

表4 被災6県の海岸防災林被害状況

津波高	県名	被害状況
津波が高かった地域	岩手県	<p>リアス式海岸地形で湾奥まで津波が遡上。低地では押し波と引き波により、壊滅的な被害となった。</p>  <p>林帯と防潮堤がほとんど残っていない（大船渡市吉浜）</p>
	宮城県	 <p>【県北部・リアス式海岸地形】林帯は幹折れ、防潮堤は海へ転倒（気仙沼市沖の田）</p> <p>県北部はリアス式海岸地形で岩手県に類似。県南部は平野地形で津波が内陸部まで浸水し、広範囲で根返りなどの被害が発生。</p>  <p>【県南部・平野地形】地盤高が低い林帯で根返り被害（仙台市若林区井土）</p>

* この調査では、保安林に指定されていない海岸林が含まれている場合がある。

津波高	県名	被害状況
津波が高かった地域	福島県	<p>仙台湾から続く平野海岸で、被害状況も宮城県南部に類似。</p>  <p>樹木が根返りし農地などの保全対象に流失（相馬市松川浦）</p>
	青森県	<p>海岸防災林の立地する地盤が比較的高かったこともあり被災直後の被害は少なかったが、地形凹部では後に立ち枯れの被害が多発した。</p>  <p>林帯の内陸側は被害を受けていない（三沢市織笠）</p>
津波が比較的低かった地域	茨城県	<p>福島県南部から茨城県にかけては海岸防災林の立地する地盤が比較的高かったため被害は少なかった。</p>  <p>林帯の標高が高く被害はほとんどない（大洗町成田）</p>
	千葉県	<p>被害は少なかったが、青森県及び茨城県と比べると低標高域が多く、人工砂丘の侵食などにより立ち枯れ被害もみられた。</p>  <p>人工砂丘内陸側の侵食により枯損（山武市蓮沼）</p>

(2) 被害特性の整理

各県の海岸防災林の被害状況は、津波の規模だけでなく、リアス式海岸と平野海岸の違いや、海岸防災林が立地する地盤高の違いなど、地形条件によって差がみられました。また、津波の規模や地形条件が類似していても林齢（樹木の大きさ）の違いによって被害状況に差がみられていることから、ここでは地形条件や林齢の違いによる被害形態（根返り、幹折れなど）の特徴を整理しました。また、津波に耐えることができた樹木も、場所によってはその後立ち枯れの被害が発生していることから、それらについてもあわせて整理しました。

■ リアス式海岸地形における被害特性

リアス式海岸では、津波が山地丘陵まで遡上したため、押し波のほかに強い引き波が発生し、海岸防災林の被害を大きくする要因となりました。また、リアス式海岸の海岸防災林の多くは土地利用の関係などから林帯幅が狭かったため、個々の森林面積は大きくないもののほとんどの林帯は壊滅的な被害を受けました。被災した樹木の多くは地際で折れたり、ねじ切れるように破壊される幹折れの被害を受けており、平野地形のように根返りする樹木はあまりみられませんでした。



幹折れ被害の事例（岩手県野田村前浜）



幹折れ被害木の流失事例（岩手県陸前高田市）

■ 平野海岸地形における被害特性

平野海岸ではリアス式海岸地形のような強い引き波は発生しませんが、押し波により広範囲にわたる被害を受けました。平野海岸の海岸防災林は、その多くが根返りの被害を受けており、その場で倒伏するもののほか根株ごと内陸側に流失するものも多くみられました。平野海岸の場合、海岸防災林は比較的地盤の高い砂丘のほか、内陸側の後背湿地にも植林されて幅広い林帯を形成していました。後背湿地は地下水位が高く、根系が十分に発達するための土層が浅かったことから、多くの樹木が津波の波力に耐えきれず根返りを起こしたものと考えられます。一方、砂丘が高く土層深が十分確保されていた場所では、幹折れの被害も確認されました。



根返りで倒伏・流失した事例（宮城県仙台市宮城野区）



根返りして流失した板状根系の事例（福島県相馬市松川浦）

■ 高い砂丘地形における被害特性

砂丘が十分に発達している箇所や人工的に造成された人工砂丘など、津波の高さに対して地盤が高い箇所では、海岸防災林への被害はあまり認められませんでした。特に、津波が比較的低かった青森県や茨城県では津波が林帯に到達しなかったか、あるいは到達しても浸水深が浅かったため、確認された被害は人工砂丘の侵食による根系の露出程度の限定的なものでした。



津波の影響が林帯に及ばなかった事例（茨城県北茨城市神岡上）



人工砂丘の前縁が侵食された事例（同上）

■ 林齢の違いによる被害特性

津波の規模と地形が同じ条件下においては、林齢の違いによって被害形態に差がみられました。幼齢木は樹体がしなやかであるため、大きな津波が通過しても完全な根返りや幹折れには至らず、傾倒するものその場にとどまる傾向にある一方、壮齢木になると、これまで説明したように津波の規模と地形条件によって根返りか幹折れの被害を受ける傾向にありました。また、高齢木で大木になると、津波の波力に耐えて残存するものもありました。



幼齢林でその場に傾倒した事例（福島県相馬市松川浦）



壮齢林で幹折れした事例（宮城県気仙沼市大谷海岸）



壮齢林で根返りした事例（宮城県仙台市宮城野区）



大木で残存した事例（岩手県陸前高田市高田松原）

■ 立ち枯れの被害

津波に耐え根返りや幹折れの被害を免れた樹木も、時間の経過とともにその一部に立ち枯れの被害が発生しました。原因としては、21 ページで紹介したように、津波によって表土が侵食されたことによる根系の露出のほか、地盤沈下による地下水位の相対的上昇、海水の浸水や海砂の堆積による残留塩分の影響など複数の事例が確認されました。



地盤沈下に伴う地下水位の相対的上昇による立ち枯れの事例（宮城県仙台市宮城野区）



凹地に残留した海水の塩分の影響による立ち枯れの事例（青森県三沢市五川目）

(3) 根系発達深及び林齢による海岸防災林の被害傾向

前項で説明した5つの被害特性のとおり、津波による海岸防災林の被害は、リアス式海岸と平野海岸のような根系が発達できる土層（生育基盤）の有無や、林齢（樹木の大きさ）の違いによって被害形態が異なることから、樹木の根系の発達程度と林齢により被害形態を分類できることがわかってきました。林野庁では現地踏査に続く土壌掘削調査により、林齢区分ごとの根系発達深（根系が発達している生育基盤の土層の深さ）と林帯の被害傾向を明らかにし、図14のとおり整理しました。なお、海岸防災林では根系の発達が地下水によって妨げられることが多く、根系発達深は図13のように地下水位との関係で決まると考えられます。

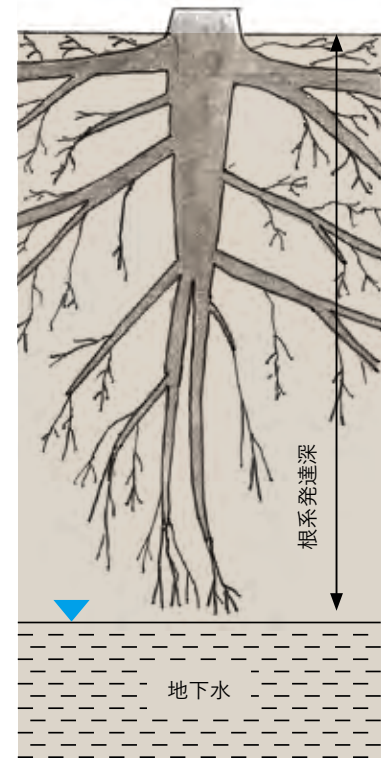


図13 地下水と根系発達深のイメージ

調査によると、幼齢林は樹体に柔軟性があることから、根系発達深にかかわらず傾倒するもののその場にとどまって流失を免れる傾向にありました。

壮齢林は、根系発達深が1.0m～1.2m程度よりも浅い場合は、根返りを起こす傾向にあり、2.0m程度よりも深い場合は根返りはせずに幹折れする傾向にありました。中間の根系発達深（1.0m～2.0m程度）では、傾倒、根返り、幹折れの被害が混在していました。

高齢林は、調査事例が少なく根系発達深と相関があるとは言い切れないものの、根系発達深が2.5m程度より深い場合は、津波に耐えて残存する可能性があることがわかりました。

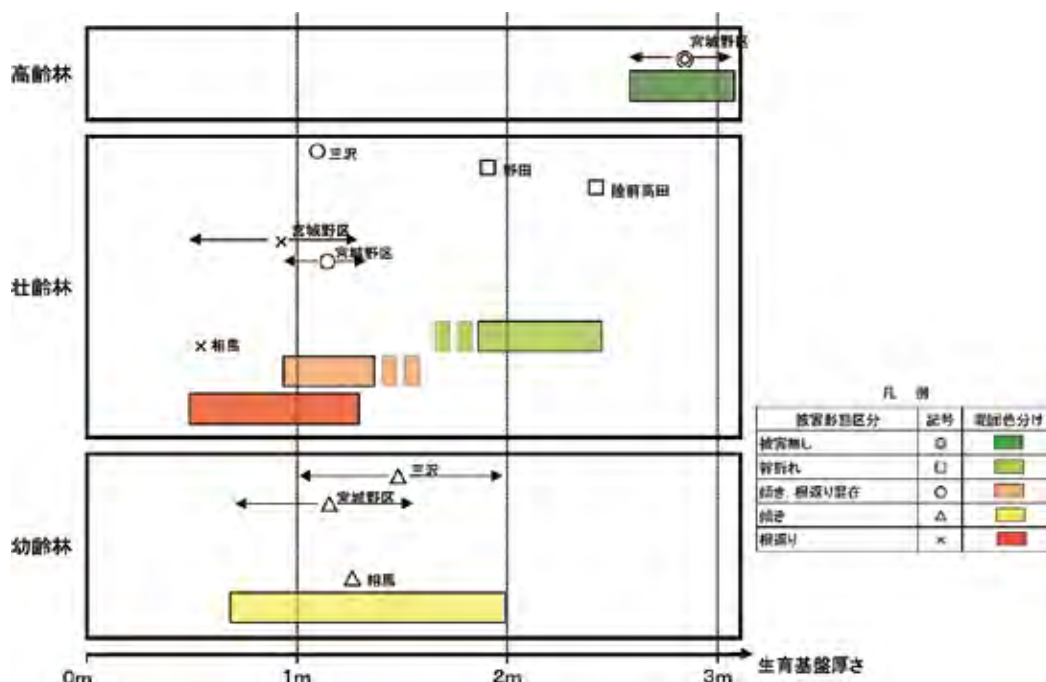


図14 根系発達深と津波による被害形態区分図（出典：林野庁 今後における海岸防災林の再生について）

2.5 仙台湾沿岸における海岸防災林の被災状況

(1) 樹木の倒伏被害

仙台湾沿岸海岸防災林における被害状況を図 15 に模式的に示します。仙台湾沿岸では、砂丘が発達している汀線側の標高が比較的高く、内陸側は低い傾向にあります。また、林帯は汀線側が若齢林、内陸側が壮齢林となっていました。仙台湾沿岸における根返りなどの倒伏被害は、この地形条件と林齢の違いにより次の3つの特徴が認められました。

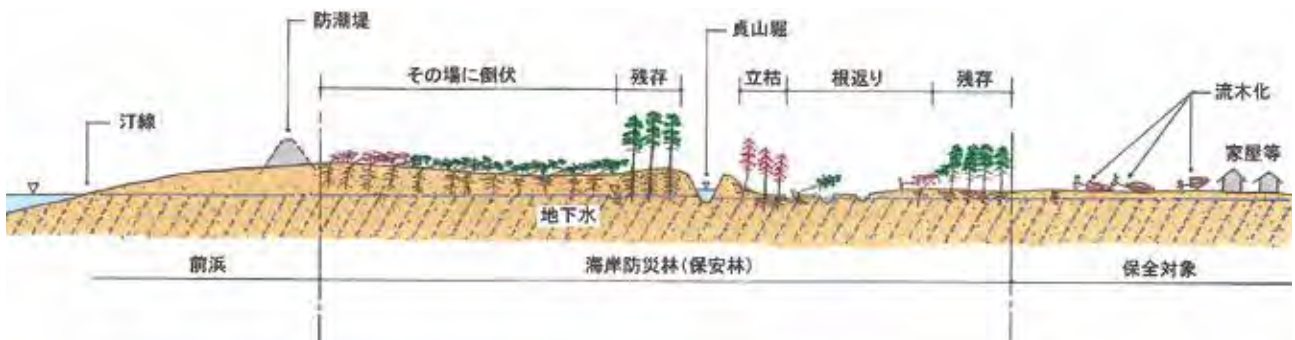


図 15 仙台湾沿岸海岸防災林の地形と被災形態模式断面図

■ 地盤が高い汀線側の若齢林はその場で倒伏、地盤が低い内陸側の壮齢林は根返りして倒伏 —

汀線側は、津波の浸水深が大きかったものの、比較的地盤が高かったことや林帯が若齢林であったことから、樹木は完全な根返りには至らずその場に傾倒し流失を免れました。そのため、被災後も津波波力を減衰する機能が少しは残されたと考えられます。



汀線側でその場に倒伏した若齢林の事例（仙台市若林区）

内陸側は、林帯が壮齢林となっており、地盤が低く生育基盤の土層深が不十分で根系の発達が十分でなかったことから、津波波力に耐えきれずに根返りする樹木が多く見られました。根返りした樹木は、その場に倒伏するもの、林内の残存林帯で捕捉されるもの、内陸側へ流失するものがありました。



内陸側で根返りして倒伏した壮齢林の事例・周辺にはベルト状に残存林帯も存在（仙台市宮城野区）

■ 内陸側では津波に耐えて残存する林帯も存在

仙台市域の貞山堀堤周辺のように、内陸側でも地盤が高い場所に生育する壮齢木や高齢木（幹が太く枝葉の位置が高い）の中には、津波に耐えて残存する樹木が存在しました。

また、多くの樹木が根返りした内陸側林帯においても、防潮堤や汀線側林帯による津波波力減衰などの条件によっては残存する林帯も認められました。



貞山堀堤の上で残存した壮齢木と高齢木の事例（仙台市若林区）

■ 幹折れする樹木は限定的に確認

仙台湾沿岸では、リアス式海岸地形のように広範囲での幹折れは発生しませんでした。若齢林が中心の汀線側においても部分的には壮齢林が存在しており、そういった汀線側の壮齢林では、根返りや傾倒の被害ではなく幹折れの被害が確認されました。



幹折れした樹木の事例（仙台市若林区）

(2) 被害木の流木化による保全対象への被害の助長

津波により根返りや幹折れの被害を受けた樹木の一部は流木化しました。それらは残存林帯により捕捉されたものもありますが、農地や住宅地などの保全対象に流出し、建築物の損壊や震災廃棄物の増加など、被害を助長するものもみられました。



流木化し農地や道路に漂着したマツ被害木（亶理町）／坂本知己氏提供



流木化し住宅に危害を及ぼしたマツ被害木（仙台市若林区）

(3) 津波による地表の侵食と堆積

仙台湾沿岸ではリアス式海岸のような強い引き波は発生しませんでした。浸水した海水が海に戻る時には弱い引き波が発生しており、流水が防潮堤脚部に集中した区間では大きな侵食が発生しました。また、防潮堤や貞山堀堤の周辺など高低差があり内陸側に向かって下り勾配となっている箇所では、津波の侵食力が増幅され、施設の損壊や地表の侵食が発生しました。



防潮堤内陸側の侵食（亘理町）



貞山堀堤の下り勾配での侵食（仙台市宮城野区）

一方で、広い範囲で海砂の堆積も確認されています。平地や凹地では、右の土壌掘削断面写真のように元々林帯があった地表の上に海砂が10cm～20cm程度の厚さで堆積しました。これは、残存林帯や倒伏した樹木が抵抗体となり、侵入した津波の流速を低減させたためと考えられます。



津波が運んだ砂の堆積（仙台市宮城野区）

(4) 残存林帯の立ち枯れ

内陸側では、津波による倒伏の被害を免れ残存する林帯もありましたが、それら残存林帯の一部では、時間の経過とともに立ち枯れの被害が発生しました。立ち枯れ被害が発生したことについては、被災6県全体の被害状況で触れたようにいくつか原因が考えられますが、仙台湾沿岸においては、地震に伴う地盤沈下による相対的な地下水位の上昇が主な原因と考えられています。

砂丘後背部で地下水位が高く、元々土層が浅いところへ地盤沈下により水位が相対的に上昇したことから、多くの根系が地下水に浸かってしまい枯死したものと考えられます。



地殻変動による地盤沈下が原因で立ち枯れた事例
(名取市)

(5) 仙台湾沿岸で確かめられた海岸防災林の効果

津波防災における海岸防災林が有する効果については、過去の津波の事例調査などから、以下の4つが挙げられます。

- ① 津波の波力を減衰し、流速や水深を低下させ、その破壊力を弱めること。
- ② 樹木が漂流物の移動を阻止し、移動によって生じる二次的災害を防止または軽減すること。
- ③ 波にさらわれた人のすがりつきや、ひっかかる対象となること。
- ④ 強風による砂丘の移動を防いで海岸に標高の高い地形を保ち、それが津波に対する障壁となって海水の浸入を阻止すること。

東日本大震災では、津波が非常に高かったため、海岸防災林の多くがこれらの防災機能を果たしながらも壊滅的な被害を受けました。そのため、効果の痕跡はあまり確認されていませんが、仙台湾沿岸においては、①の津波波力減衰効果と②の漂流物捕捉効果を確認することができました。

①津波波力の減衰効果



残存林帯の背後で民家の損傷が少なかった事例
(仙台市宮城野区)

②漂流物の捕捉効果



海からの漂流物が内陸に侵入するのを阻止した事例
(亶理町) / 坂本知己氏提供

2.6 林野庁・東北森林管理局の初動対応

(1) 震災発生直後の対応

林野庁では、東北森林管理局をはじめ各森林管理局において、ヘリコプターによる上空からの被害状況調査や、被災地への支援物資の搬送、国有林からの仮設住宅用資材丸太の提供などに取り組みました。

【被害状況等の把握】

北海道森林管理局、東北森林管理局、関東森林管理局、中部森林管理局で、ヘリコプターによる調査を実施

災害時の協定を結んでいる地元事業者などからなる「国有林防災ボランティア」と連携し、林野被害に関する情報収集を実施

関係都道府県災害対策本部に対して被害状況などについて情報提供

林業、木材関係団体を対象に被害状況の把握と災害復旧木材の安定供給及び価格安定などを議題とした連絡会議を開催

【応急対策支援・民生支援】

連絡手段が絶たれていた岩手県住田町に対して、岩手南部森林管理署遠野支署の衛星携帯電話を貸与

東北森林管理局及び関東森林管理局において、避難所への食糧搬送の車両として、森林管理署の車両 20 台を確保し、3月16日から職員による食糧・燃料などの搬送を開始

仙台森林管理署の宿舎などを地域の避難者に対して宿泊場所として提供するとともに、炊き出しや飲料水の提供などの支援を実施

不通となっていた岩手県内の県道 41 号の迂回路として国有林の林道を開放し、自衛隊の人員搬送や物資輸送のために活用

仮設住宅用杭丸太を緊急に確保するため、東北森林管理局では管内各署の国有林から原木を提供し、製材工場へ搬入

避難所での個人スペースの確保に役立つパーティションユニット（秋田スギ使用）をボランティアの協力を得て秋田県と協働で製作し避難所へ提供

仙台市、名取市、岩沼市、亘理町、山元町の国有林約 316ha を震災廃棄物一時仮置き場として宮城県に無償貸付

(2) 海岸防災林復旧に向けた対応

林野庁では、海岸防災林の復旧に向けて「東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会」（3.4 節に詳述）を設置し、再生方針の検討を進めました。東北森林管理局では、この検討会と並行して「宮城沿岸地区海岸防災林災害調査」を実施し、宮城県内全体の被災状況を把握するとともに、検討委員会の中間報告（「今後における海岸防災林の再生についての中間報告」）などを考慮しながら、「宮城沿岸地区海岸防災林復旧事業全体計画」として復旧基本方針を策定しました。このように仙台湾沿岸海岸防災林の復旧は、国レベルの再生方針と仙台湾沿岸の復旧基本方針に基づき実施されることになりました。

また、復旧事業の実施にあたっては、国有林の復旧のみならず民有林についても国による直轄事業として一体的に実施することになりました。東北森林管理局では、宮城県内関係機関との連携及び調整を図りつつ、これら国有林・民有林の復旧事業を円滑に実施するために、平成23年10月1日、海岸防災林復旧対策室を局組織として新設し、仙台森林管理署内に配置しました。また、事業実施主体となる仙台森林管理署及び海岸防災林復旧対策室には、他の森林管理局からの応援職員が派遣されるなど、林野庁組織全体で対応にあたりました。

海岸防災林復旧に向けた初動対応を表5に時系列で整理しました。

表5 海岸防災林復旧に向けた初動対応

年度	月日	対応内容
平成22年度	3月11日	午後2時46分 東北地方太平洋沖地震発生
	3月11日	東北森林管理局内に災害対策本部を設置 被害状況の情報収集を開始
	3月12日	岩手県・宮城県の奥羽山系（磐井川地域、迫川地域）、宮城県沿岸地域においてヘリコプターによる被害状況の把握に着手
	3月13日	岩手県沿岸地域（宮古市以南）、宮城県沿岸地域においてヘリコプターにより被害状況を調査（宮城県内国有林の海岸防災林 - 延長約36.4km、面積約635ha- が津波により壊滅的な被害を受けた状況、気仙沼市と東松島市における海岸防潮堤の被害、山形県米沢市の山腹崩壊箇所などを確認）
	3月22日	宮城県森林整備課、仙台森林管理署が合同で被害状況を調査
	3月23、24日	林野庁、宮城県、森林総合研究所が合同で被害状況を調査（地上からの調査により海岸防潮堤の倒壊、破損、地盤沈下による浸水、海岸防災林の幹折れ、根返り、流失等、広い範囲において甚大な被害が発生していることなどを確認）
平成23年度	4月25～29日	林野庁、宮城県、岩手県が合同で被害状況を調査
	5月21日	第1回東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会開催
	7月13日	東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会が中間報告
	8月29日	仙台湾沿岸における民有林の復旧について、宮城県知事からの民有林直轄治山事業での実施要請を受理
	10月1日	仙台森林管理署内に海岸防災林復旧対策室を設置
	10月6日	仙台湾沿岸海岸防災林復旧計画策定のための調査設計に着手
	2月	東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会が最終報告
	3月	仙台森林管理署が宮城沿岸海岸防災林復旧事業全体計画において復旧対策の基本方針をとりまとめ

2. 東日本大震災と被災状況



ヘリコプターによる被害状況調査



林野庁・宮城県・森林総合研究所の合同調査



仙台森林管理署での炊き出し及び給水



避難所に提供したパーティションユニット



仮設住宅用杭丸太製材用の原木を国有林から提供



震災廃棄物一時仮置き場用地として無償貸付

ーコラムー 東北地方太平洋沿岸における津波被害の歴史

仙台平野は、主に三陸沖で発生する地震に伴い、これまでも度々津波の被害を受けてきました。

史書「日本三代実録」によると、平安時代の貞観津波（貞観 11 年（869 年））では、1,000 人以上の溺死者が出たことが記録されています。近年、仙台平野において行われた調査では、ピートサンプラーとハンドオーガーとよばれる未固結地層の標本を採取する器具を用いた堆積相の観察により、貞観地震襲来時の海岸線は現在より 1km 内陸にあったと推定されています。また、貞観津波の津波堆積物は、現在の海岸線から山元町と亘理町においては少なくとも 2km～3km、名取市、岩沼市、仙台市においては約 4km 内陸まで分布していることを明らかにしています（澤井ら）。



津波堆積物と十和田 a 火山灰（仙台市内）



貞観津波の堆積物が発見された場所と推定された貞観津波襲来時の海岸線の位置

（出典：澤井ら（2006）仙台平野の堆積物に記録された歴史時代の巨大津波，地質ニュース 624 号）

江戸時代になると地震、津波に関する歴史記録が豊富になります。江戸時代に三陸海岸を襲った主な 5 回の津波（慶長 16 年、延宝 5 年、宝暦 12 年、寛政 5 年、安政 3 年）の中では慶長の津波の規模が最も大きかったとされています。慶長の津波では被害地域が広く、仙台藩領内の海岸地域

2. 東日本大震災と被災状況

において1,780人あまりの溺死者が生じたとされており、この津波により、下飯田地区（仙台市若林区）においては8日間も海水浸しになったほか、三本塚地区（仙台市若林区）も海水浸しになり土地は荒地化したといわれています。津波により荒地化した地域では、起返開墾を奨励した藩主の指令に従い、開墾に従事した領主も相当いたとされています（宮城県史8土木（昭和32年））。

明治以降では、明治29年の明治三陸津波と昭和8年の昭和三陸津波の規模が特に大きく、東日本大震災と同じような場所とメカニズムで発生しており、大きな被害をもたらしました。

三陸海岸に被害をもたらした江戸時代以降の近地津波

日本歴	西暦（ユリウス歴）	地震規模（M）	津波規模（m）	備考
慶長16年10月28日	1611年12月2日	8.1	3	巨大津波
延宝5年3月12日	1677年4月13日	8	2	三陸北部沖
享保2年4月3日	1717年5月13日	7.5	(1)	階上（気仙沼）小津波
宝暦12年12月16日	1763年1月29日	8	(1)	八戸・函館小津波
宝暦13年1月27日	1763年3月11日	7・3/4	(0)	八戸流船、久慈大波
寛政5年1月7日	1793年2月17日	8・1/4	2	三陸南部沖
天保6年6月25日	1835年6月25日	7.4	2	宮城県沖
天保14年3月26日	1843年4月25日	8.4	2	根室沖・八戸網屋流出
安政3年7月23日	1856年8月23日	8	2	三陸北部沖
文久元年9月18日	1861年10月21日	7.4	1	宮城県沖
明治27年	1896年3月22日	7.9	2	根室沖
明治29年	1896年6月15日	6.9	4	明治三陸
明治30年	1897年8月5日	7.7	1	三陸南部浸水被害56戸
昭和8年	1933年3月3日	8.1	3	昭和三陸
昭和27年	1952年3月4日	8.2	2	1952年十勝沖
昭和43年	1968年5月16日	7.9	2	1968年十勝沖

（出典：前出 澤井ら（2006））

日本近海で発生した津波ではありませんが、昭和35年5月のチリ地震津波は、八戸市で6m近い波高を観測するなど、東北地方三陸沿岸を中心に、大きな被害が発生し、宮城県内でも45人が死亡しています。



昭和8年昭和三陸津波の被害状況（大船渡市）



昭和35年チリ地震津波の被害状況（大船渡市）

3. 震災からの復興計画と海岸防災林の再生方針

3.1 政府の復興基本方針

(1) 地域復興の基本的考え方

政府の東日本大震災復興対策本部は、平成23年7月に東日本大震災復興基本法に基づき、「東日本大震災からの復興の基本方針」として右の4つの項目を策定しました。

4項目のうち、海岸防災林の再生事業が関係する「①災害に強い地域づくり」の詳しい内容として、右のア～オの5つの細項目が挙げられています。海岸防災林は細項目の中の、「イ減災の考え方に基づくソフト・ハードの施策の総動員」の中の一つに位置づけられます。

政府の復興基本方針

- ① 災害に強い地域づくり
- ② 地域における暮らしの再生
- ③ 地域経済活動の再生
- ④ 大震災の教訓を踏まえた国づくり

災害に強い地域づくり

- ア 高齢化や人口減少等に対応した新しい地域づくり
- イ 減災の考え方に基づくソフト・ハードの施策の総動員
- ウ 土地利用の再編等を速やかに実現できる仕組み等
- エ 被災者の住居の安定確保
- オ 市町村の計画策定に対する人的支援、復興事業の担い手等

(2) 津波防災の新しい方向性

復興基本方針では、津波に対する地域防災の新しい方向性として、次の2つの考え方が示されたことが特徴です。

■ 減災の考え方

東日本大震災クラスの津波は、防波堤などの最前線に配置された施設のみで防御することは不可能であり、今後の復興にあたっては、大きな自然災害を完全に封ずるのではなく、災害の被害を最小化するという考え方。たとえ被災したとしても人命が失われないことを最重視し、災害時の被害を最小化する「減災」の考え方に基づき、「逃げる」ことを前提とした地域づくりを推進するとされました。

■ 多重防御の考え方

これまでの防波堤・防潮堤などの「線」による防御だけでなく、河川、道路、まちづくりも含めた「面」による津波対策を実施する考え方。地域ごとの特性を踏まえ、ハードとソフトのいくつかの施策を組み合わせた「多重防御」による「津波防災まちづくり」を推進するとされました。また、沿岸部の復興にあたっては防災林や防災緑地も津波に対する多重防御の一翼と位置づけられました。

(3) 復興期間の設定

復興期間は、被災各県の計画や阪神・淡路大震災の例を参考にして平成32年度（令和2年度）までの10年間とされました。また、被災地の一刻も早い復旧・復興を目指す観点から、復興需要が高まる当初の5年間は「集中復興期間」と位置づけられました。

また、平成27年6月には、復興期間の後期5か年を「復興・創生期間」と位置づけ、新たに財源を確保するとともに、地方創生のモデルとなるような復興を実現するとされました。

3.2 宮城県の震災復興計画

宮城県は宮城県震災復興計画（平成23年10月策定）の中で、県全体の復興イメージを「これからの県民生活のあり方を見据えて、県全体の産業のあり方や公共施設の整備・配置などを抜本的に再構築するとともに、『宮城の将来ビジョン』に掲げた県全体の将来の姿の実現を目指しつつ、県内外の期待に応えられる復興モデルを構築する。」と定めています。

また、沿岸地域の復興については、沿岸地域を地形条件や被災状況などの観点から「三陸地域」、「石巻・松島地域」及び「仙台湾南部地域」の3つに区分した上で、図16のようなイメージが示されました。三陸地域のように、海岸近くまで山地・丘陵が迫っている地域は、地形の比高差を用いた高台移転や職住分離により減災を実現するイメージに、仙台湾南部地域のように平野が広い地域は、多重防御の考え方により減災を実現するイメージになっています。なお、石巻・松島地域では、山地・丘陵地と平野部が混在していることから、それぞれの地形に応じて復興イメージが分けられています。

多重防御の考え方は、イメージ図のとおり「産業・農地エリアと住宅エリアを分離するとともに、沿岸部の防潮施設に加え道路や鉄道を盛土構造とし津波の侵入拡大を抑制する」というものです。ここで、防災緑地や本事業が対象としている海岸防災林は、防潮堤と一体となって第一線で津波を防御する施設として位置づけられています。

もちろん、被災前の海岸防災林が果たしていた機能を復旧して、飛砂防備や防風、保健休養、生物多様性保全などの諸機能を確保して地域の復興に資することも重要な位置づけとなっています。



図16 宮城県震災復興計画による地域区分と対策イメージ

3.3 第一線津波防御対策の事業区分

宮城県における第一線津波防御対策を担う防潮施設の事業区分を模式的に示したものが図 17 です。汀線側の最前線には、津波、高潮、波浪などからの災害を防止するため、防潮堤や離岸堤などの構造物が配置されます。これらの箇所のは海岸保全区域であり、後背地の用途によって国土交通省（水管理・国土保全局、港湾局）と農林水産省（農業振興局、水産庁）が所管しています。内陸側の海岸防災林は林野庁所管となっており、仙台湾沿岸では汀線側が民有林、内陸側が国有林となっています。宮城県内では、一部の防潮堤で林野庁所管となっている箇所もありますが、その場合は、海岸保全区域ではなく保安林となっており、林帯とあわせて防潮堤も海岸防災林の一部として位置づけられます。なお、本事業においては、民有林の復旧事業を直轄事業として国が代行し、国有林と民有林を一体的な事業として実施しました。

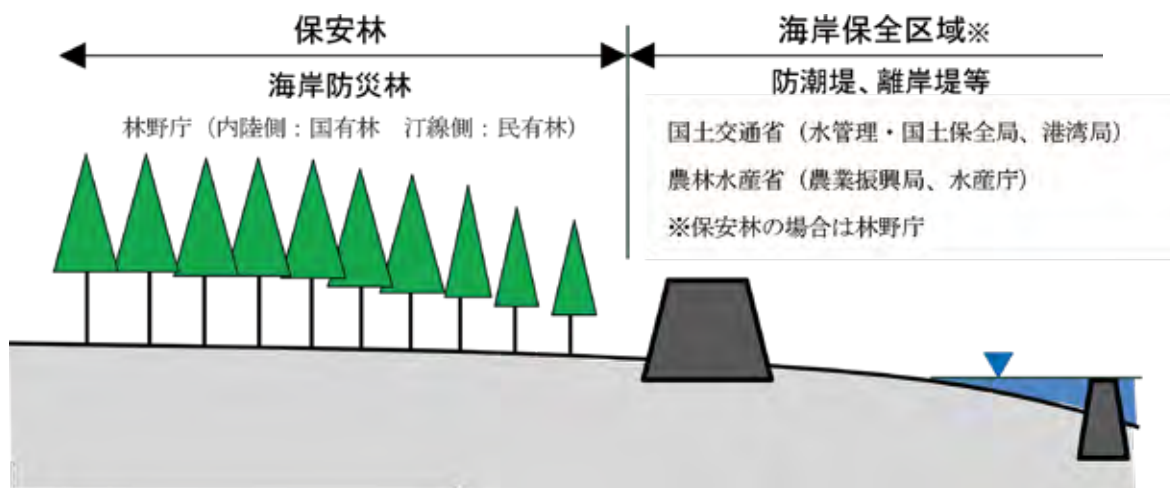
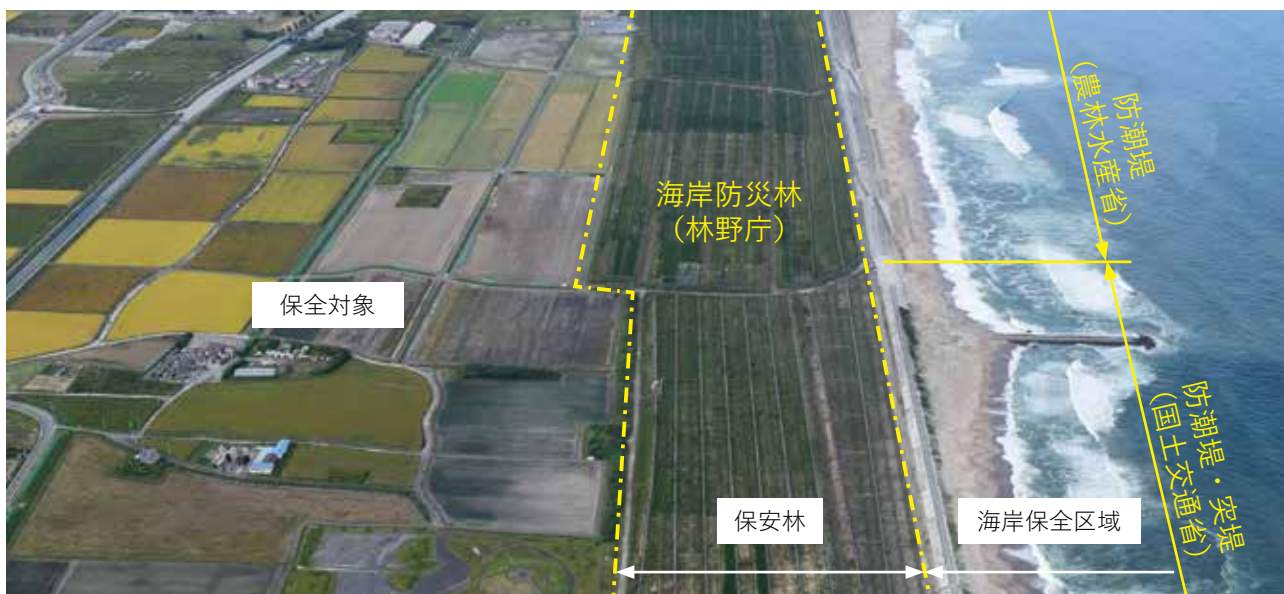


図 17 第一線津波防御対策の配置模式図



仙台湾沿岸海岸防災林（山元町）と防潮堤（国土交通省・農林水産省所管）の復旧状況（令和 2 年 10 月）

3.4 林野庁が策定した海岸防災林の再生方針

林野庁では、海岸防災林の再生に向けて再生方針を策定しました。再生方針の策定にあたっては、「東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会」（以下、「検討会」）を設置し、技術的知見を集約するとともに復旧方針の検討が行われました。この検討はリアス式海岸部と平野部の双方について行われましたが、ここでは本事業に係る平野部における検討結果について、主に以下の6項目に整理しました。

(1) 林帯の配置

林帯の配置については、主に再生すべき林帯幅の検討が行われ、次の①～③が示されました。

- ① これまでの研究成果から、潮害や飛砂防備などの防災機能を発揮する観点では、生育環境に応じておおむね150m～250m程度の林帯幅を確保することが望ましい。
- ② 林帯による津波波力の減衰効果を一定条件の数値シミュレーションで検証したところ、図18に示すように林帯幅が広がるほど減衰効果は増大し、林帯幅200mで流体力が3割程度減衰する結果が得られた。
- ③ 津波に対する被害軽減効果を考慮する観点からは、十分に広い林帯幅とすることが望ましいが、林帯幅の確保が難しい場合は、森林の構成により機能を高めることも検討する。

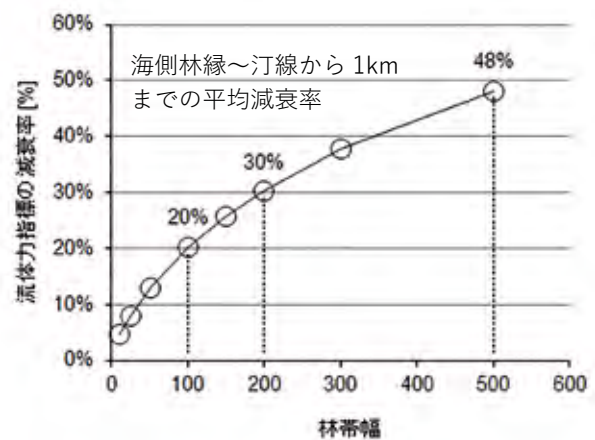


図18 海岸防災林による津波流体力減衰効果

*** 数値シミュレーションの条件 *****

- ・汀線での津波高さ 6.5m
- ・防潮堤は存在しない
- ・樹木は幹折れしない（倒伏しない）
- ・林帯の樹高 15m、胸高直径 22cm（形状比 68）
- ・沖合 20km から陸上まで一律勾配 1/200

東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会（平成23年5月21日～平成24年1月25日）

検討委員

- 今村 文彦 東北大学大学院工学研究科付属災害制御研究センター教授
 - ◎ 太田 猛彦 東京大学名誉教授
 - 落合 博貴 森林総合研究所研究コーディネータ
 - 川邊 洋 新潟大学農学部教授
 - 坂本 知己 森林総合研究所気象環境研究領域気象害・防災林研究室長
 - 林田 光祐 山形大学農学部教授
 - 宮城 豊彦 東北学院大学教養学部教授
- ※ ◎は座長、委員の所属・役職名は委嘱当初のもの



検討会開催風景

(2) 生育基盤の造成

生育基盤の造成については、潮害や飛砂防備などに必要な樹木を支えるための健全な根系成長を確保する観点と、津波に対して根返りしにくい林帯を造成する観点から検討が行われました。その結果、地盤高は地下水位などから2m～3m程度を確保し、不足する場合には、図19のように盛土をして生育基盤を造成することが望ましいことが示されました。

また、漂流物の捕捉効果の発揮、津波による被災後の海岸防災林の潮害や飛砂防備などの防災機能の確保、林帯内で流木化した樹木を捕捉する観点から、陸側林縁部については十分な生育基盤高さを確保することが有効であることも示されました。

そのほか、林帯の一部が残存することにより、その背後の林帯が保全される場合があることから、林帯の海側や中間部においても、十分な生育基盤高さを確保することが林帯保全に有効であるという考え方が示されています。

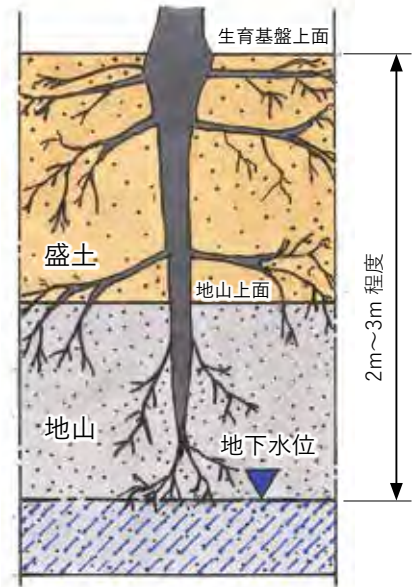


図19 生育基盤盛土の模式断面図

(3) 人工盛土の造成

これまでの海岸防災林造成における人工砂丘は、背後の植栽木を飛砂、潮風などの厳しい気象環境から守ることを目的として造成されてきました。検討会では、人工砂丘と類似した形状の人工盛土(図20)による津波波力の減衰効果についても検討され、数値シミュレーションにより津波波力の減衰が期待できる結果が得られました。このことから人工盛土の造成には背後の林帯の幹折れ被害を抑制する効果があり、その効果は人工盛土が高いほど大きいことが示されました。

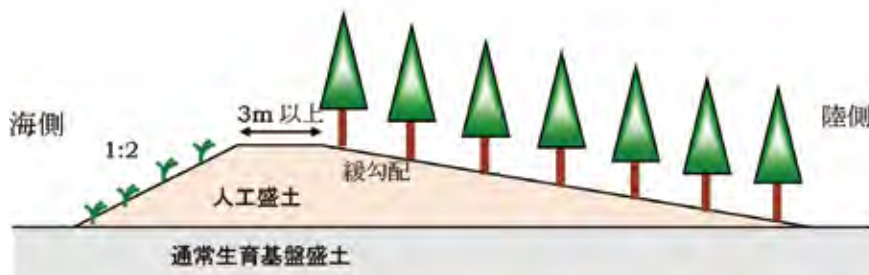


図20 人工盛土の模式断面図

(4) 災害廃棄物由来の再生資材の利用

東日本大震災では、津波により建物などが広範囲にわたり被害を受け、震災発生当初の推計で約2,270万トン(岩手県、宮城県、福島県の合計)の災害廃棄物の発生が見込まれ、その処理が課題となりました。そこで、海岸防災林の再生にあたって、震災廃棄物由来の再生資材の利用方針が検討され、表6に示すように整理されました。

表6 海岸防災林再生における災害廃棄物の再生利用方針

区分	廃棄物の例	再利用方法の例
中間処理等により再資源化する場合	コンクリートくず	盛土造成資材・砕石等
	津波堆積物	盛土造成資材
	木くず	土壌改良材・マルチング材等
自ら利用する場合	被災樹木	防風柵・暗渠材等

(5) 森林の構成

森林の構成については、津波被害軽減効果の観点から、胸高直径が太く頑丈な幹を有する樹木と枝下高が低い樹木で構成されることが望ましいのですが、海岸防災林は、一般に海からの潮風や強風などの厳しい気象環境にさらされるため、汀線からの距離により樹木の成長に差が生じます。そのため、森林の構成については、汀線からの距離による林帯の位置区分ごとに目標とする林分構造の検討が行われ、表7のとおりまとめられました。

表7 海岸防災林の区分別林分構造

検討項目		林帯の位置区分		
		海側	中間	陸側
求める機能	防風	◎	○	◎
	飛砂防備	◎	△	○
	潮害防備	◎	△	△
	津波減衰 到達時間遅延	◎	○	△
	漂流物阻止	△	○	◎
上層木	樹種	主にマツ類	マツ類・広葉樹	マツ類・広葉樹
	密度	密仕立て	密・疎混在	疎仕立て
	留意点	・早い段階で育成 ・一様な林分管理	・平面的な複層林（林齢・疎密等） ・汀線に平行に管理方法を変化	・枝下高を高く管理 ・形状比を低く管理 ・大径木化に向けて管理
下層木	樹種	(広葉樹)	広葉樹	広葉樹
	留意点	・基本的に下層には植栽しない ・上層木の枝下高が高くなった場合下層植栽を検討	・疎仕立て部には積極的に下層植栽し津波に対する抵抗を増加させる	・積極的に下層植栽し津波に対する抵抗を増加させる ・憩いの場等として活用（多面的機能）

(6) 海岸防災林の再生イメージ

海岸防災林の将来的な再生イメージは、林帯の配置、生育基盤の造成、人工盛土の造成、森林の構成などについての検討結果から図21のように示されました。

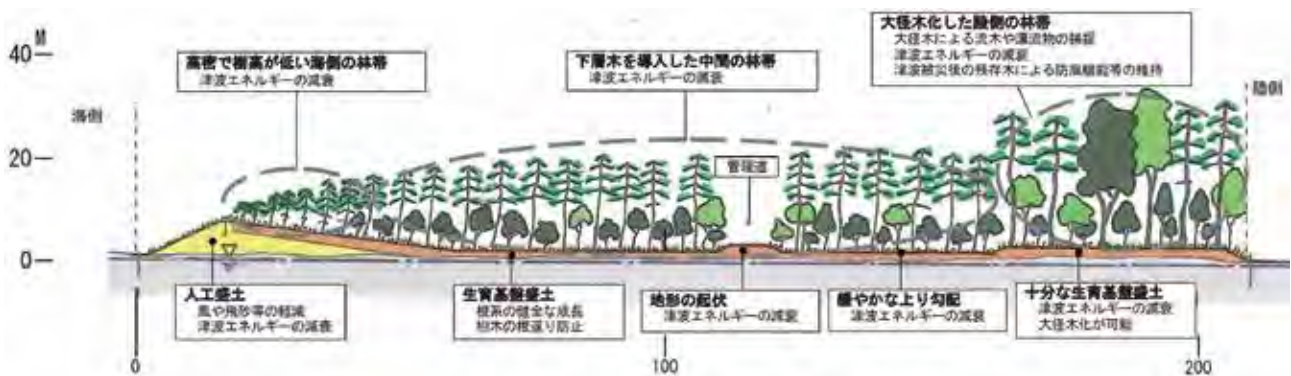


図 21 海岸防災林の将来断面イメージ

3.5 仙台湾沿岸海岸防災林の復旧基本方針

(1) 海岸防災林の復旧目標

仙台森林管理署では、海岸防災林の復旧基本方針を策定するにあたり、前提として次の2つの目標を定めました。

■ 被災前の海岸防災林が有していた多様な機能の復旧

仙台湾沿岸の海岸防災林は、海からの強風や潮風を和らげることや、内陸への飛砂の侵入を防止するなどの防災機能により、沿岸地域における農地や集落などの発展に大きな役割を果たしてきました。また、海岸防災林は人工林ですが、海浜域における多様な自然環境を育み、動植物の生息域としての場や人々の憩いの場の提供、美しい景観の形成などにも寄与してきました。

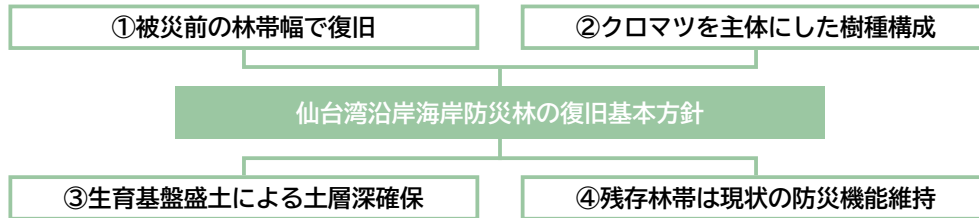
しかし東日本大震災により林帯のほとんどが消失してしまったことから、本事業では失われた林帯を再生し、被災前の海岸防災林の有していた多様な機能を確実に復旧することが第1の目標となります。また、被災前の姿に再生するには長い年月が必要となるため、失われた林帯が成林するための下地作りとして、植栽までの復旧事業は早期に完了させることが重要であると考えました。

■ 最大規模の津波に対する多重防御機能に配慮した復旧

海岸防災林はもともと津波や高潮に対する防潮機能を有しており、仙台湾沿岸においても、これまではその時々の津波の規模や林帯の林齢などに応じて防災機能を発揮してきましたが、東日本大震災ではその機能を発揮しながらも最後は津波の波力に耐えきれずほとんどが倒伏してしまいました。また、内陸の低標高地を中心に、根系の発達不良により多くの樹木で根返りが発生しており、さらにそれらは流木化して保全対象の被災を助長したことも明らかになっています。そのため、海岸防災林の復旧では被災前の海岸防災林が有していた防災機能を確保するだけでなく、東日本大震災で経験したような最大規模の津波に対しても、一定の防潮機能が発揮されることが求められています。また、この震災では津波防災における多重防御の重要性が注目されるようになり、宮城県の震災復興計画において、海岸防災林などの森林が防潮堤とともに津波に対する第一線防御施設として多重防御の一翼を担うものと位置づけられたことから、大きな津波に対しても根返りが発生しにくい健全な海岸防災林を造成することが第2の目標となります。

(2) 復旧事業の基本方針

2つの復旧目標を達成するため、次の4項目からなる基本方針を策定しました。



①被災前の林帯幅で復旧

林野庁の再生方針では、飛砂や潮害防備などの防災機能を確保するには150m～250mの林帯幅を確保することが望ましく、林帯幅200mの場合に津波波力を3割程度減衰できる可能性が検討結果として示されています。被災前の仙台湾沿岸海岸防災林が200m～500mの林帯幅を有しており、林野庁の検討結果から原形で復旧すれば、津波被害軽減効果を含めた防災機能を一定程度以上期待できることから、本事業では被災前の林帯幅で復旧する方針としました。

②クロマツを主体にした樹種構成

仙台湾沿岸の海岸防災林は、延長約50kmにも及ぶ林帯のほとんどが倒伏し、被災前に有していた多様な機能を失いました。その中でも特に日常的な気象害に対する防災機能については早期に復旧する必要があるため、海浜域における活着や生育の確実性が高い樹種を選定するのが望ましいと判断しました。一方、日本における海岸防災林は、これまで多くの場所でクロマツを用いてきた経緯があり、造林のための技術がある程度確立されています。また、宮城県ではマツ材線虫病に強い苗木の開発が進められていたこともあり、本事業ではクロマツを主体とした樹種構成にすることとしました。なお、再生方針に示されたように樹種構成を多様にする取り組みは、植栽までの復旧事業終了後の維持管理や更新とあわせて検討していく方針とし、これにより保健機能を含めた多様な機能の復旧を目指すこととしました。

③生育基盤盛土による土層深確保

東日本大震災では多くの樹木で根返りが発生し、その一部は内陸側の保全対象へ流失しました。最大規模の津波に対する第一線防御の機能を担うためには、根系が十分に発達し大きな津波に対しても根返りを起こしにくい林帯を造成する必要があります。そのため、適切な土層深を確保できるよう生育基盤盛土を実施する方針としました。また、土層深については、再生方針に基づき地下水位などから2m～3mの高さを確保することとしました。

④残存林帯は現状の防災機能維持

内陸側で津波による被害を免れて残存した林帯について、その後立ち枯れの被害が発生した事例は前章で説明しましたが、立ち枯れせずに残存した林帯もみられました。ほとんどの林帯が失われた中で、残存林帯は防風機能、潮風害防備、景観維持など一定の機能を有していることから、本事業ではそのまま維持する方針としました。

4. 復旧事業の概要

4.1 事業の経緯と工事实績

(1) 事業の経緯

仙台湾沿岸海岸防災林は、隣接する民有林と国有林が一体となって防災機能を発揮してきた森林です。しかし大津波により林帯のほとんどが倒伏し、保全対象に対する防災機能を十分に発揮することができませんでした。海岸防災林の復旧にあたっては、前章で説明したように、失われた防災機能の復旧に加え、これまで以上に津波被害軽減機能が高い林帯を再生することが求められ、十分な林帯幅を確保するとともに、根返りしにくい健全な根系の成長が図れるよう生育基盤を整備する必要がありました。

一方、仙台湾沿岸海岸防災林は約 1,100ha の広大な森林であり、生育基盤の整備から植栽に至るまで、復旧事業はこれまでに例のないほど大規模となることを見込まれました。そのため、民有林の復旧については国の直轄事業として実施するよう宮城県知事からの強い要請がありました。大災害からの早期復旧が求められる中、東北森林管理局はこの要請を受け、民有林と国有林の一体的な復旧を図ることで事業の早期完了を目指すこととしました。また、この復旧事業を遂行するための専門組織として、仙台森林管理署内に海岸防災林復旧対策室を新設し、円滑な事業推進を図ることとしました。

事業の実施にあたっては、全体計画の策定とともに復旧基本方針をとりまとめ、民有林、国有林ともに被災前の林帯幅を復旧して従前の機能を回復することと、津波被害軽減機能向上のため生育基盤盛土工を実施することを基本とし、林帯の復旧を急ぎました。

一方で、事業実行段階で確認された動植物の生息環境を可能な限り保護するため、盛土を回避するなどの生物多様性保全対策もあわせて行ってきました。保全対策は防災機能の早期確保の観点から一部地域に限られましたが、検討委員会を開催して学識経験者や関係機関などからの意見を取り入れるなど、事業調整を図りながら取り組んできました。また保全対策を実施した後は、本事業実施期間をとおしたモニタリング調査も行っています。

なお本事業は、生育基盤盛土工などの基盤整備は直轄治山施設災害復旧事業により実施し、平成 24 年度から平成 30 年度までにすべての箇所ですべての箇所まで完了しました。また、植栽工や防風施設の設置などは直轄治山事業により実施し、基盤整備が完了した箇所から順次着手し令和元年度にすべての箇所での植栽工を完了しました。令和 2 年度は、補植や防風施設の改修などの保育管理を行い、すべての事業が完了しました。

表 8 仙台湾沿岸海岸防災林の管理区分（市町別事業面積：ha）

管理区分	市町名						合計
	七ヶ浜	仙台	名取	岩沼	亶理	山元	
国有林	4.9	186.5	37.0	116.7	19.3	76.3	440.7
民有林	0.0	143.9	89.1	178.1	102.4	143.1	656.6
合計	4.9	330.4	126.1	294.7	121.8	219.4	1,097.3

※各面積は小数第 2 位を四捨五入した数値で、合計と合わない場合があります

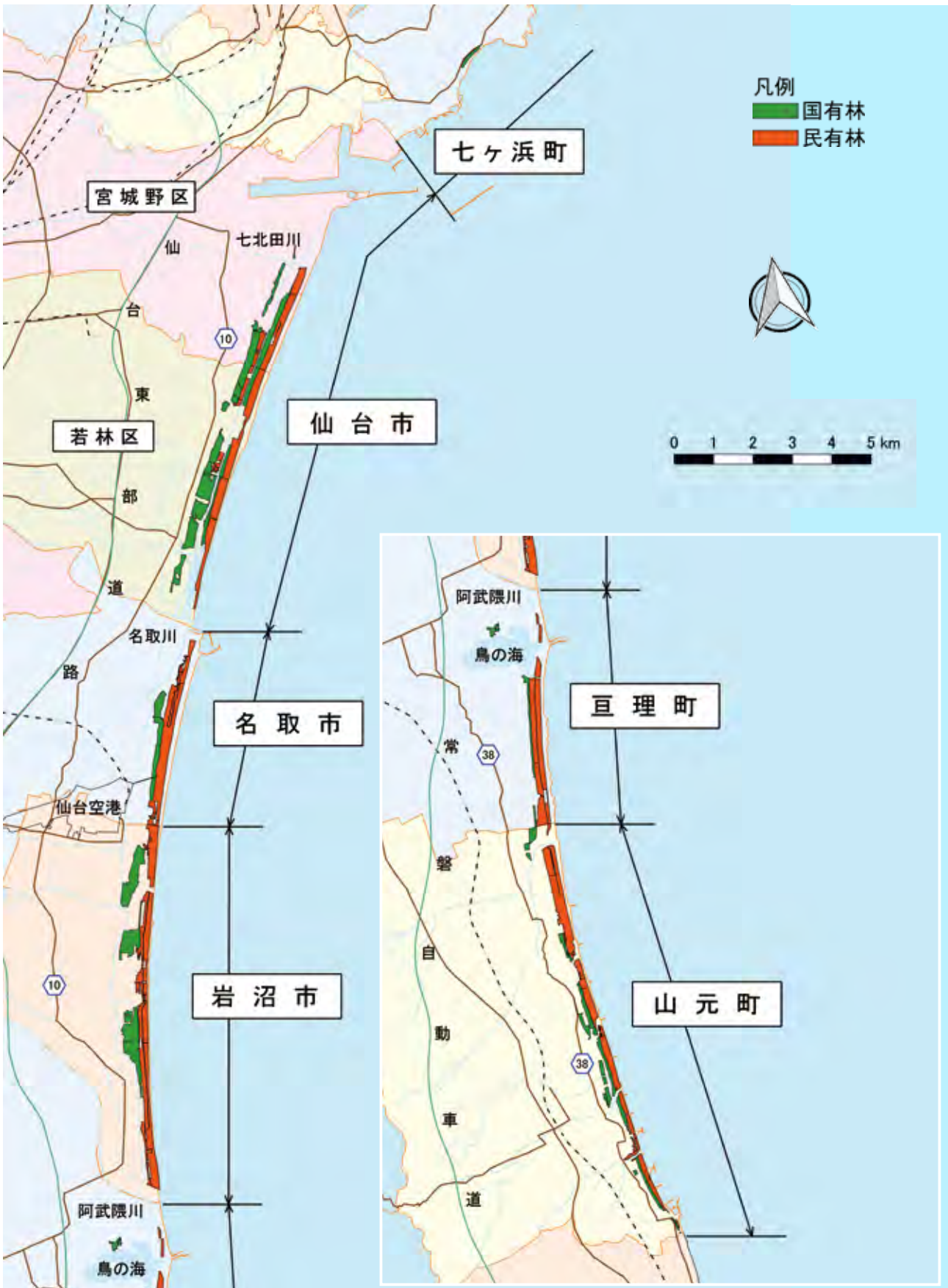


図 22 仙台湾沿岸海岸防災林の管理区分図

表 9 仙台湾沿岸海岸防災林復旧の事業年表

年度	月日	内容
平成 22 年度	3 月 11 日	東日本大震災発生
平成 23 年度	8 月 29 日	仙台湾沿岸における民有林の復旧について、宮城県知事から国による直轄事業での実施要請を受理
	10 月 1 日	仙台森林管理署に海岸防災林復旧対策室を設置
	10 月 6 日	仙台湾沿岸海岸防災林復旧計画策定のための調査設計に着手
	10 月 18 日	七ヶ浜町、仙台市、岩沼市、亶理町、山元町において、海岸防災林の生育基盤造成の準備工として、被災した海岸防災林の倒木や捕捉した瓦礫の処理に着手
	3 月	仙台森林管理署が仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業全体計画とりまとめ
平成 24 年度	5 月 12 日	仙台 1 工区において、仙台市の復旧工事に着手
	8 月 25 日	名取 2 工区において、名取市の復旧工事に着手
	11 月 2 日	国有林において協定による民間団体の復興植樹活動の募集を開始
	11 月 4 日	仙台市若林区荒浜の谷地中林国有林において「みどりのきずな」再生植樹式を開催
	11 月 16 日	岩沼 1 工区において、岩沼市の復旧工事に着手
	11 月 20 日	亶理 4 工区において、亶理町の復旧工事に着手
	12 月 5 日	山元 6 工区において、山元町の復旧工事に着手
	3 月 17 日	第 1 回仙台湾沿岸海岸防災林生物多様性保全対策検討委員会開催
平成 25 年度	2 月 13 日	民有林において民間団体植樹活動「みやぎ海岸林再生みんなの森林づくり活動」の協定締結開始
平成 26 年度	5 月 25 日	岩沼市寺島地内（岩沼 5 工区）の植栽実証試験地において海岸防災林再生植樹式を開催
平成 27 年度	3 月 14 日	岩沼 22 工区完了をもって、岩沼市の生育基盤盛土工を完了
	10 月 28 日	七ヶ浜町の復旧工事に着手（生育基盤盛土工なし）
平成 29 年度	1 月 16 日	名取 14 工区完了をもって、名取市の生育基盤盛土工を完了
平成 30 年度	11 月 29 日	亶理 16 工区完了をもって、亶理町の生育基盤盛土工を完了
	12 月 21 日	仙台 35 工区完了をもって、仙台市の生育基盤盛土工を完了
	1 月 24 日	第 9 回仙台湾沿岸海岸防災林生物多様性保全対策検討委員会開催（これをもって、委員会は終了）
	2 月 25 日	山元 36 工区の完了をもって、山元町の生育基盤盛土工を完了（全事業区域で完了）
令和元年度	11 月	本事業の植栽工を完了
令和 2 年度	10～11 月	仙台市、山元町の海岸防災林再生箇所において現地説明会を開催 名取市、岩沼市、亶理町は市町の広報誌で周知
	12 月	本事業の補植・保育を完了
	2 月 5 日	仙台湾沿岸地区民有林直轄治山事業完了式典開催
	3 月	仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業完了

(2) 事業実施体制

本事業を円滑に推進するため、平成 23 年 10 月 1 日、海岸防災林復旧対策室（以下、「対策室」）を局組織として新設して仙台森林管理署内に配置しました。新設当初の対策室は職員 3 名でのスタートとなりましたが、平成 24 年度以降、復旧事業の本格化につれて中部森林管理局、四国森林管理局、九州森林管理局からも応援職員が派遣されるなど、最盛期には治山グループと対策室をあわせて 12 名の職員が配置されました。事業の立ち上げから終了までの実施体制の変遷については巻末に詳しく掲載しています。

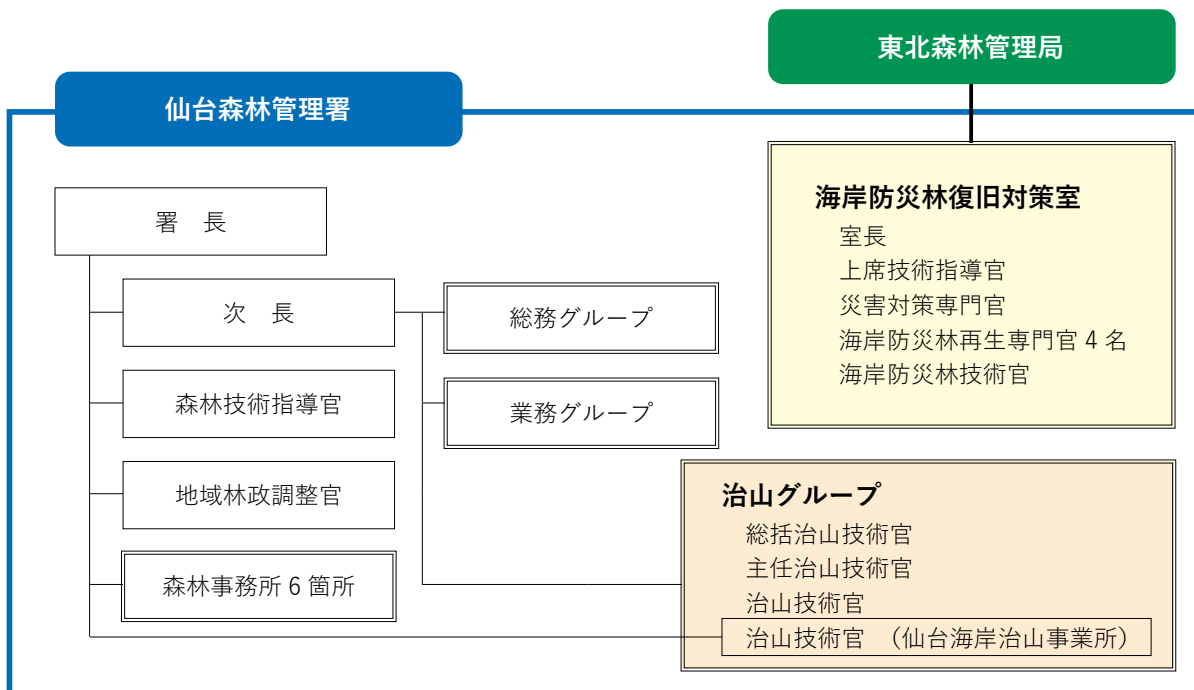


図 23 事業実施体制図



仙台森林管理署

(3) 事業実績

本事業で実施した生育基盤盛土工と植栽工の面積及び事業費は、表 10 のとおりです。事業区域のうち、残存林帯や作業道、生物多様性保全対策実施箇所などを除いた盛土面積の合計は 713ha、そのうち盛土法面や防風施設の設置敷などを除いた植栽面積の合計が 561ha となっています。また、総事業費は震災直後の応急復旧や災害調査、復旧計画の策定に係る費用、事業実行中の保育管理などを含め、約 684 億円に上ります。10 年間の事業費の推移は図 24 のとおりです。

表 10 事業実施数量と事業費

市町	管理区分	実施面積 (ha)		事業費 (百万円)
		生育基盤盛土工	植栽工	
七ヶ浜町	国有林	-	2.50	214
仙台市	国有林	128.83	94.78	13,137
	民有林	82.91	68.67	7,648
	小計	211.74	163.45	20,785
名取市	国有林	14.75	10.39	1,949
	民有林	69.29	60.66	5,757
	小計	84.04	71.05	7,706
岩沼市	国有林	67.84	52.13	7,987
	民有林	102.29	86.39	7,661
	小計	170.13	138.52	15,648
亶理町	国有林	6.75	4.53	828
	民有林	72.40	51.68	6,813
	小計	79.15	56.21	7,641
山元町	国有林	57.25	41.26	6,042
	民有林	110.93	87.66	10,373
	小計	168.18	128.92	16,415
計	国有林	275.42	205.59	30,157
	民有林	437.82	355.06	38,252
	小計	713.24	560.65	68,409

- ※ 1 植栽工面積には協定団体が植栽した箇所も含まれますが、その経費は事業費に含まれていません。
- ※ 2 事業費には震災発生当初の応急復旧など東日本大震災復興特別会計予算以外の予算も含まれます。
- ※ 3 七ヶ浜町の植栽工は残存林帯への補植です。

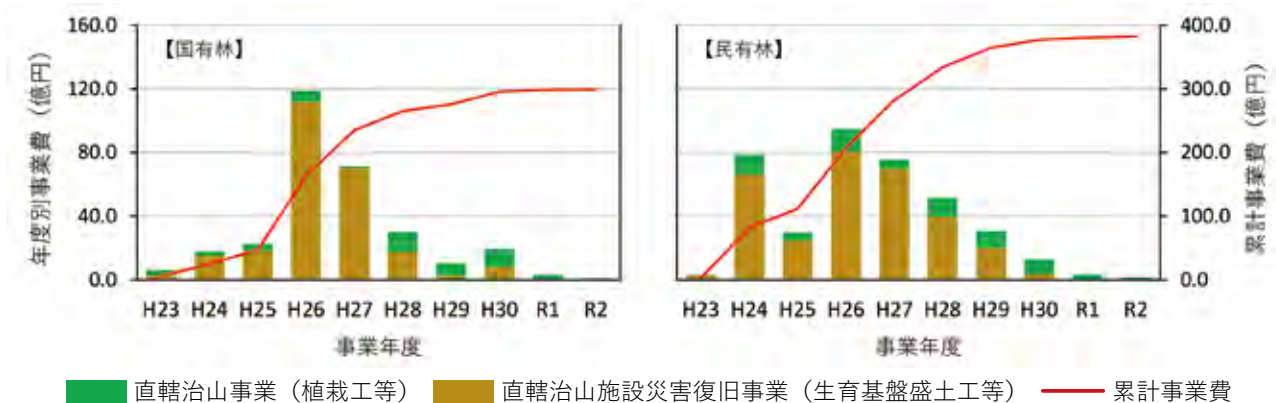


図 24 経年事業費の推移

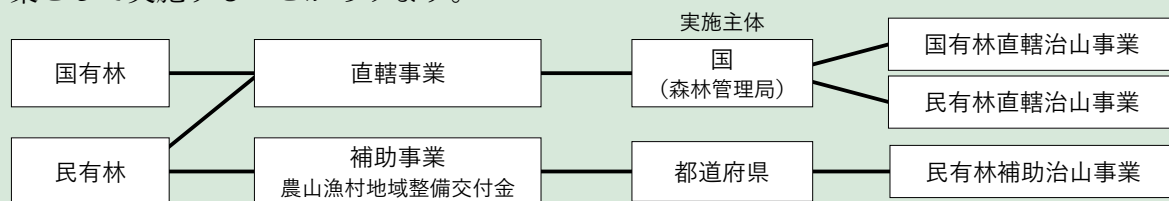
一コラム 仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の事業体系

■ 治山事業

治山事業は、森林の維持造成を通じて、山地災害などから国民の生命財産を保全するとともに、水源の涵養、生活環境の保全・形成などを図る重要な国土保全施策の一つで、保安施設事業及び地すべり防止工事に関する事業があります。保安施設事業は保安林の指定目的を達成するため、国または都道府県が行う森林の維持造成に必要な事業であり、森林法（昭和26年法律第249号）の規定に基づき実施されるものです。地すべり防止工事に関する事業は、林野庁所管の地すべり防止区域における地すべり防止工事で、地すべり等防止法（昭和33年法律第30号）の規定に基づき実施されるものです。海岸防災林復旧事業は保安施設事業に含まれます。

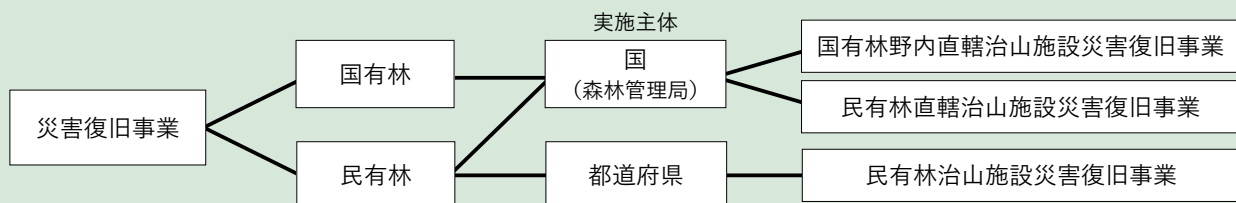
■ 治山事業の実施主体

林野庁所管の国有林は国（管轄する森林管理局）が、民有林（都道府県有林、市町村有林、私有林）は各都道府県が治山事業を実施します。民有林でも国土の保全上特に重要な場合で、事業規模が大きい（事業費が50億円以上）ときや高度な技術を必要とするときなどは、国（森林管理局）が直轄事業として実施することがあります。



■ 災害復旧事業

治山事業によって設置された公共土木施設などが異常な天然現象により被災した場合、公共の福祉の確保や農林水産業の維持を図る観点から、その迅速な復旧が必要となります。これらの施設の復旧は、被災した施設の管理者などが実施することとなり、国有林については国が国有林野内直轄治山施設災害復旧事業により実施し、民有林においても国が直轄事業により施工、管理している治山施設は、民有林直轄治山施設災害復旧事業により国が実施しています。



■ 仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の事業体系

本事業は、東日本大震災で被災した施設の復旧事業であり、海岸防災林という防災施設の基礎地盤の復旧として、生育基盤盛土工は直轄治山施設災害復旧事業で実施しています。一方、植栽工などは通常の直轄治山事業により実施しています。また、東日本大震災で被災した箇所における復興債の償還を適切にするために、平成24年度から東日本大震災復興特別会計による予算措置がなされ、復興事業に係る仙台湾沿岸海岸防災林の復旧事業は当該予算をもって実施しました。

4.2 施工の概要

林帯の復旧は、復旧基本方針に基づき生育基盤盛土工を実施してから植栽をすることとしましたが、施工段階において様々な課題が明らかとなり、特にこれまでの技術的蓄積が少ない生育基盤盛土工の施工は試行錯誤を繰り返しながらの実施となりました。本事業で行った標準的な施工手順を図 25 に示します。

ここでは実際に施工した各工種の施工概要について紹介します。

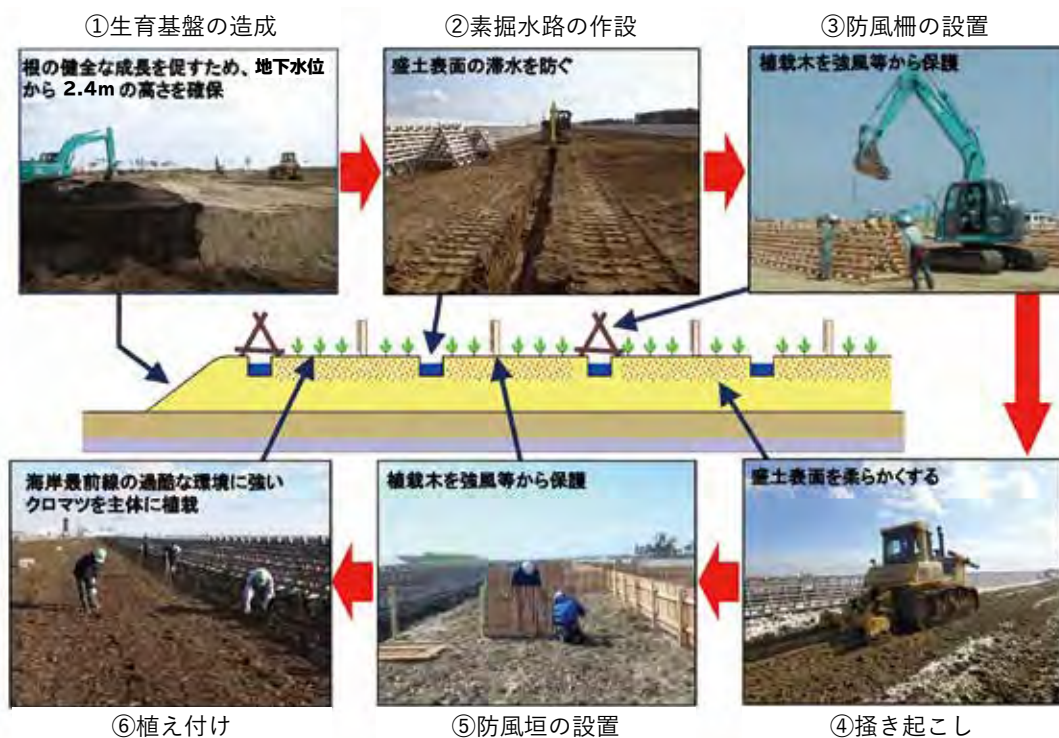


図 25 仙台湾沿岸における生育基盤盛土工の標準的的施工手順

(1) 生育基盤盛土工

■ 盛土高

生育基盤については、林野庁の再生方針に基づき 2m ～ 3m の土層深を確保する方針としましたが、本事業においては、これを踏まえた上で、生育基盤の厚さを図 26 に赤線囲みで示す「小田の式*」から算定することにしました。この式は、海岸砂丘におけるクロマツの生育状態（健全、衰弱、枯死）に対しての樹齢と根系の深さ（健全に発達している根系の深さ）の関係を示したもののうち、健全なクロマツについての回帰式であり、クロマツが健全に生育するために必要な土層深を樹齢から算定することができます。本事業では、目標とする樹齢を 100 年とし、必要な生育基盤の厚さを 2.3m としました。

* 小田隆則．海岸砂丘低湿地における植栽木根系の滞水反応と樹林帯造成法に関する研究．千葉県森林研究センター特別研究報告第 3 号 .2001

実際の盛土工事では、施工完了後に盛土の圧密や地山の沈下のおそれがあるため、図 27 に示すように 10cm の余裕を加え、工事完了時の仕上がり高を計画基準高から 2.4m としました。

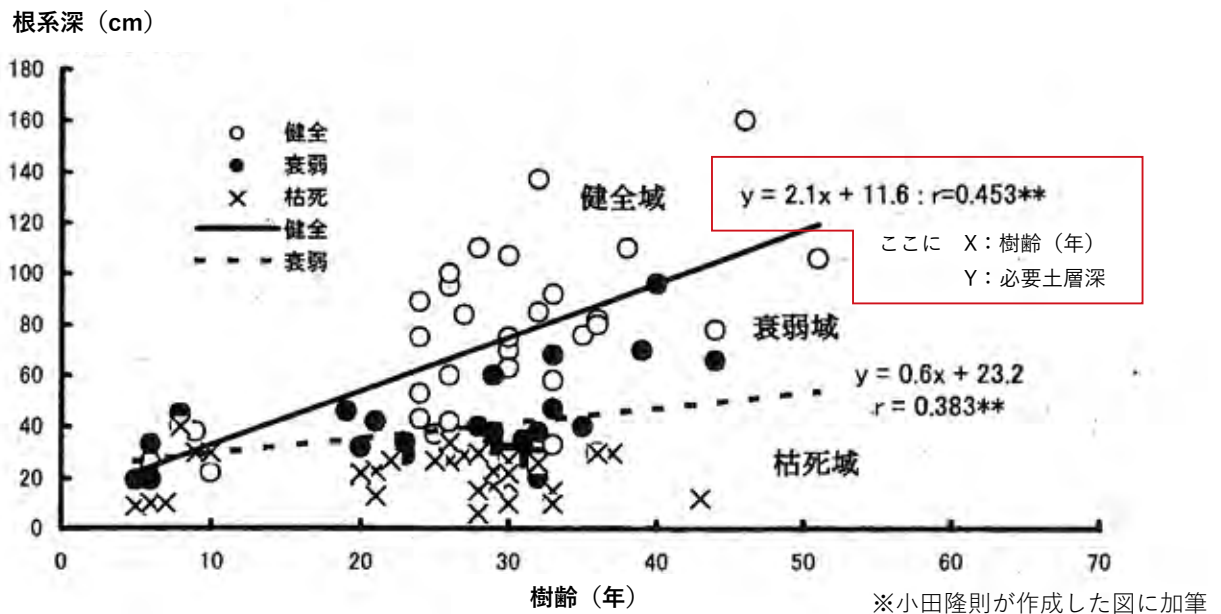


図 26 クロマツの生育状態に対する樹齢と根系深の関係

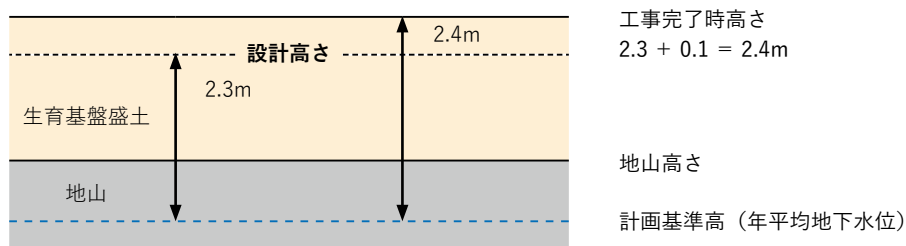


図 27 工事完了時の盛土高模式図

計画基準高は、植栽木の根系発達を規制する高さで、海岸砂丘に立地する海岸防災林の場合、通常は地下水位がその高さになります。しかし、地下水位は主に降雨により変動します。また、海岸域では潮位の影響でも日変動や年変動が生じるため、一定の基準を設定する必要がありました。本事業においては、年平均地下水位を計画基準高と設定しました。

年平均地下水位の算定にあたっては、半年間程度の実測地下水位と同期間の降水量及び潮位のデータを統計解析（タンクモデル）により数式化し、図 28 に例示するように過去 30 年間の降水量と潮位のデータから数値シミュレーションにより地下水位を再現し、その地下水位から年平均地下水位を算出する手法を用いました。

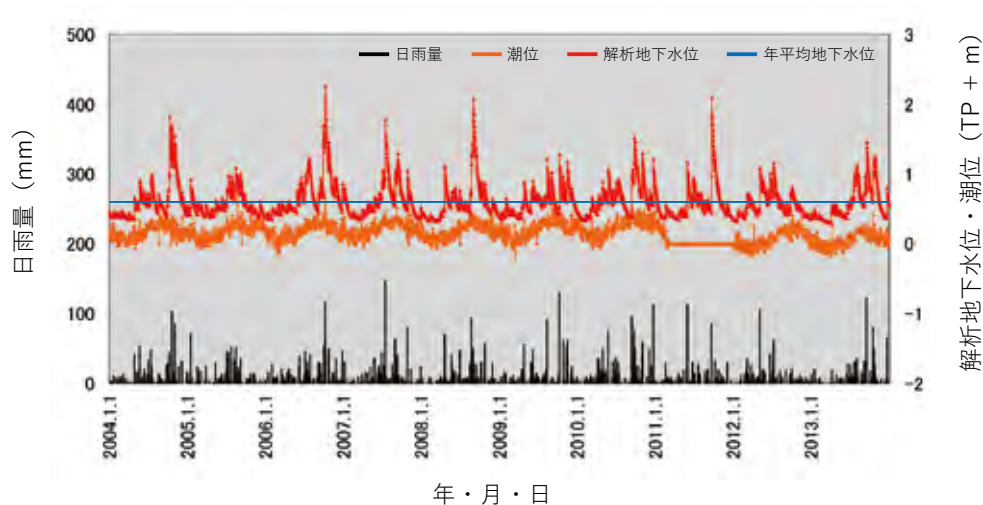


図 28 年平均地下水水位解析例（宮城県山元町浜屋敷国有限林）
（解析期間 30 年間から 10 年間を抽出）

■ 盛土材料

盛土材料は、仙台湾沿岸周辺の丘陵地などから採取した山砂を使用することとしました。使用にあたっては、海浜と異なる環境に生育する植物の種子の混入を避けるため、表層土を取り除くとともに、材料の品質として表 11 に示す土の物理性と化学性の基準を設定しました。

実際の工事では、これらの山砂のほか、盛土材料としての品質と安全性を確認した津波堆積土なども活用しました。

表 11 生育基盤盛土材料の物理性及び化学性の目安

種別	項目	評価指標	単位	測定方法	基準値
物理性	透水性	飽和透水係数	cm/s	透水試験	10 ⁻³ 以上
		浸透能	mm/hr	現場透水試験	100 以上
	硬さ	礫含有量	g/kg	ふるい分け秤量	200 以下
化学性	有害物質	電気伝導度 (EC)	dS/m	EC メータ	0.5 以下 (砂質土) 1.0 以下 (その他)
	酸度	pH	—	ガラス電極法	5.6 ~ 6.8 良 (4.5 ~ 8.0 可)

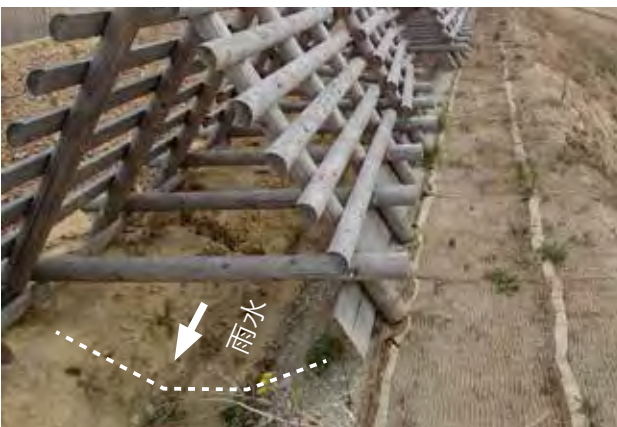
■ 施工方法

生育基盤盛土工は、基本的には被災前の林帯すべてにおいて計画基準高から 2.4m の高さが確保されるように盛土を行うもので、大面積かつ大規模な盛土工事となりました。施工にあたっては、林帯のほとんどが倒伏したことによって施工地周辺に風を遮るものがない状態となっていることから、工事中に発生する砂ぼこりが周辺の保全対象に与える影響を考慮し、必要に応じて防塵ネットを用いた仮設防護柵を設置するなど、防塵対策を行いながら実施しました。



仮設防護柵工（防塵ネット）

生育基盤の造成後は施工面がほぼ水平になることから、盛土造成面の滞水を防ぐ目的で素掘水路工や縦暗渠工を設置しました。また素掘水路工で集水した水を速やかに植栽地の外に誘導するために、盛土法面に U 型水路工などを設置しました。



防風柵のスペースを活用して設置した素掘水路工



植栽面に設置した素掘水路工



素掘水路工の途中に設置した縦暗渠工



法面の U 型水路工（約 30m ピッチで配置）

施工地内には、工事の施工とその後の維持管理のために管理道を整備していますが、盛土造成面よりも低い位置に設置しています。これは施工地が盛土により周辺より高くなったため降雨の際の排水が周辺へ流出しないよう排水対策を施す必要があったため、盛土造成面からの雨水排水を一時的に貯留し地下へ浸透させる調整池として機能させる対策です。



管理道を低い位置に配置して調整池として活用

そのほか、施工地内の被害木は除去しましたが、可能な限り有効利用するために、一部の場所ではチップ化して盛土造成面のマルチングに用いました。



被害木のチップ化作業



チップの林内活用（マルチング）

■ 素掘水路工の追加設置と生育基盤の掻き起こし

生育基盤の造成後、植栽工までの間に生育基盤が硬くなったり透水性が悪くなる場合があります。そのため、植栽工を実施する前に防風工の設置にあわせて素掘水路工の追加や盛土造成面の掻き起こしを行い、土壌の物理性の改善を図りました。



生育基盤の掻き起こし

(2) 防風工

■ 防風工の配置

植栽工の実施にあたっては、強風などから植栽木を保護し、活着率の向上と林冠の早期閉鎖を図るため、防風工を設置しました。防風工は強風の主風向に直交させて配置すると最も効果があることから、過去の気象データをもとに配置方向の検討を行っています。

仙台湾沿岸では、図 29 に示すとおり風速 10m/秒以上の強風は晩秋から早春にかけての冬季間に発生し、植栽木の枯死につながるような風速 20m/秒を超える強風も発生しています。また、図 30 は日最大風速の風向の頻度分布を示していますが、強風の発生頻度が高い冬季では、西北西から北西を中心とした内陸からの風が卓越していることがわかります。

西北西から北西の風は仙台湾沿岸においては概ね汀線方向に直交することから、本事業では防風工を汀線に平行方向に配置することにしました。

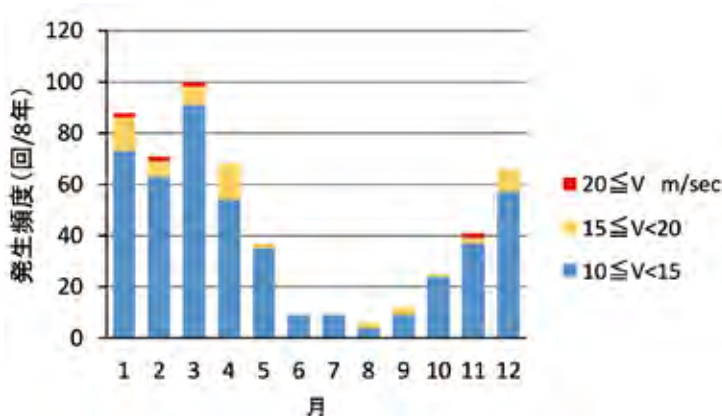


図 29 日最大風速 10m/秒以上の月別発生頻度分布
(名取気象観測所の平成 15 年～平成 22 年の 8 年間)

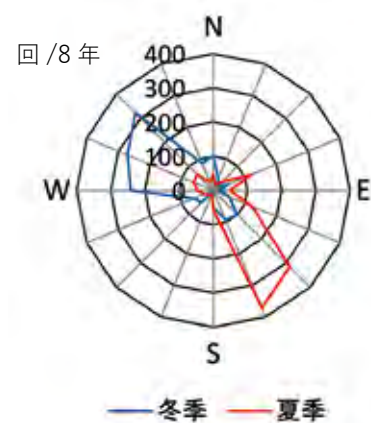
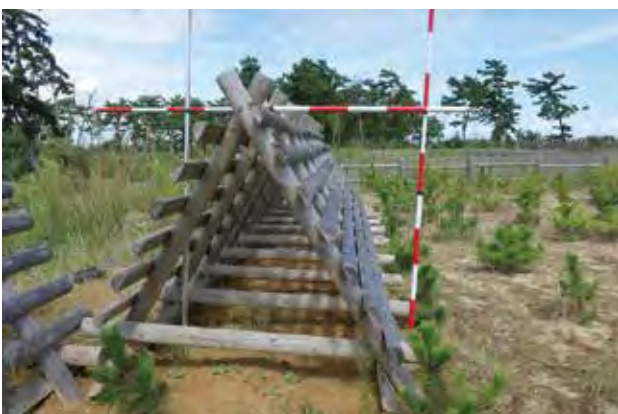


図 30 日最大風速の季節別風向分布
(同左 冬季は 10 月 16 日～4 月 15 日
夏季は 4 月 16 日～10 月 15 日の半年間)

防風工は、写真のような高さ 1.4m の防風柵を汀線に平行に 20m 間隔で配置することを基本とし、現地条件によっては高さ 1.0m の防風垣を 10m 間隔で組み合わせました。



防風柵



防風垣

■ 防風工による減風効果

防風施設が無い場所の風速と防風施設内部の風速の比を調査した結果が図 31 です。防風施設が無い場合に対し 20m 間隔の防風柵を設置した場合の風速比は約 0.38、防風柵の他に南北、東西それぞれ 10m 間隔で防風垣を組み合わせて設置した場合の風速比は約 0.12 となりました。飛砂は地上高 1m の風速が 5m/ 秒を超えると発生するといわれており、10m 間隔で防風垣を組み合わせた場合には、風速 40m/ 秒程度の風でも飛砂の発生を抑制することができます。

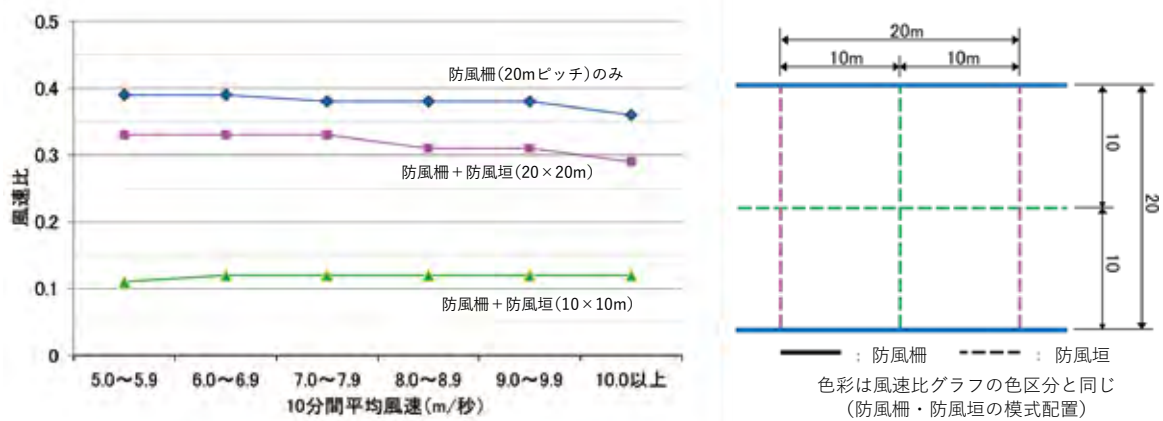


図 31 防風施設の組み合わせと植栽地の風速比

(3) 植栽工

■ 植栽樹種

植栽樹種については、防災機能を早期に復旧するため復旧基本方針のとおり海岸防災林造成で実績のあるクロマツを基本としました。一方、宮城県は、海岸防災林に適した植栽樹種として表 12 の「樹種別適応表」を公表しており、本事業においても民間団体などの協定区域の一部では、クロマツのほかヤマザクラやコナラなどの広葉樹が植栽されている箇所もあります。将来、クロマツの下層に広葉樹類を導入する場合などには、これらの樹種が参考になると考えられます。

表 12 海岸防災林造成における樹種別適応表

樹種	耐瘦地性	耐乾性	耐陰性	耐潮性	耐酸性	植生分布 (県内)	種子確保の 優位性	自生・生存の 確認	総合判定
カシワ	○	○	○	◎	○	△	△	×	△
エゾイタヤ	△	△	○	△	○	△	△	×	△
ニセアカシア	◎	◎	△	○	○	○	○	◎	×
コナラ	○	◎	△	△	○	◎	◎	○	◎
クリ	△	○	○	○	○	○	◎	△	○
ケヤキ	△	△	○	△	○	○	○	△	○
ヤマザクラ	△	○	△	○	△	○	◎	◎	○
タブノキ	○	○	◎	◎	△	△	△	×	△
トベラ	△	◎	◎	◎	△	△	△	×	△
アカマツ	◎	◎	△	△	○	◎	◎	○	◎
クロマツ	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎

出典：「海岸防災林に適した植栽樹種に関する調査報告書」(宮城県森林整備課 平成 24 年 3 月)

■ 植栽密度

本事業では、クロマツの植栽密度は5,000本/haとしました。これは、宮城県が東日本大震災以前に汀線寄りの植栽工において採用していた植栽密度であり、これまで活着や生育状況において大きな問題がなかったことから採用したものです。また、仙台湾沿岸では防潮堤の高さが震災前より1m高くなったことや沿岸漂砂が近年減少していることなどにより、潮風や飛砂の被害がこれまでより軽減されることから、気象条件が厳しい日本海側地域などで採用されている10,000本/haの半分の植栽密度としたものです。なお、これまでのところ密度不足が原因と考えられる活着不良は発生していません。

■ 苗木の規格

クロマツの苗木は、マツ材線虫病^{ぞいせんちゅうびょう}に対する抵抗性を有する品種から育苗した2年生コンテナ苗を基本としました。この苗は宮城県が東日本大震災以前から開発していたもので、従来の裸苗やポット苗と比べ植栽後の根系発達が良好で、植栽作業の効率化なども図ることができます。

■ 植栽方法

植栽配置は図32の模式図のように汀線に平行な正方形植栽としました。正方形植栽にすることにより、保育管理の初期に実施予定の列状本数調整伐において、汀線側や内陸側からの風が吹き抜けることを防止する効果を期待できます。

また、生育基盤の山砂には養分が少ないことから、図33のように植え穴に肥料を施用することとしました。

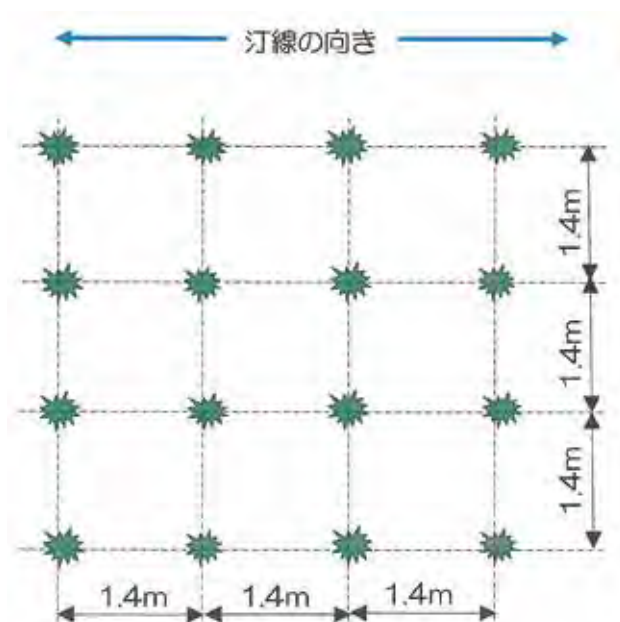


図32 植栽配置模式図

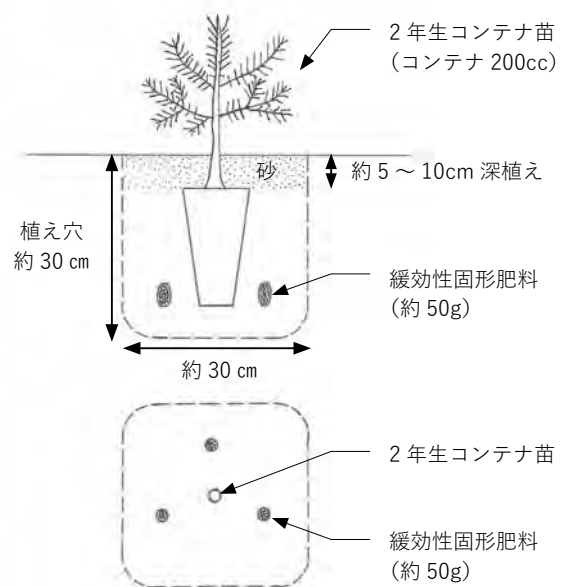


図33 植栽方法模式図



抵抗性クロマツコンテナ苗（宮城県産）



植え穴の掘削状況



クロマツの植栽状況



広葉樹の植栽（ボランティア協定地）

(4) 保育管理

事業期間内の保育管理として、下刈りやつる切りの作業を実施しています。



下刈り



つる切り

ーコラムー マツ材線虫病抵抗性コンテナ苗の一般的特徴

■ マツ材線虫病抵抗性苗

マツ材線虫病は、病原体であるマツノザイセンチュウが、媒介者であるマツノマダラカミキリにより運ばれマツの樹体内に侵入して発症します。発症して枯死に至るメカニズムは完全には解明されていませんが、罹病により樹幹(仮道管部)に通水障害が生じて枯死するものと考えられています。

マツ材線虫病に感染すると多くのマツは枯死に至りますが、中には症状があらわれずに生存し続けるマツも存在します。それらはマツ材線虫病に対する抵抗性を有する品種と考えられます。抵抗性を有する品種の種子から苗木を作り、人工的にマツノザイセンチュウを接種して検定を繰り返して作られたものが抵抗性品種となります。この抵抗性品種から育苗したものを一般的にマツ材線虫病抵抗性苗とよんでいます。

■ コンテナ苗

コンテナ苗は下の写真のようなマルチキャビティーコンテナで育苗したもので、従来の裸苗やポット苗と比較すると次のような特徴を有しています。

特徴1 植栽時期の拡大

- ・コンテナ内面の構造により根巻きを生じず、根に土が付いたまま植栽できるため活着が良好であり、植栽適期が長くなります。クロマツであれば、これまでは早春が植栽適期といわれてきましたが、真夏と土壤の凍結や寒風害のおそれのある冬季を除けば植栽が可能になります。

特徴2 植栽作業の効率化

- ・根鉢の形状が均一であるため、専用植栽器具を使用することで簡易に植栽することができます。

特徴3 生産作業の効率化・労働負荷の軽減

- ・生産期間の短縮が可能のため、コストの低減が図れます。
- ・育苗ベンチの利用が可能であり、作業環境の改善が図れます。
- ・空中根切により、手作業による根切が不要になります。
- ・播種や土入れ作業などの機械化が可能となります。



マルチキャビティーコンテナ (300cc)



コンテナで育苗されたクロマツ



コンテナ苗の根鉢

4.3 施工で直面した課題と解決策

(1) 春の季節風による植栽木の枯死

クロマツの植栽は、一般的には苗木の伸長が始まる前の早春が適期といわれており、本事業で植栽が始まった平成 25 年には、早春期に植栽を実施しました。しかし、植栽後間もない 3 月から 4 月にかけて、植栽したクロマツが大量に枯死する被害が発生しました。その原因については、次の 2 点が考えられました。

- ① 仙台湾沿岸では、3 月から 4 月にかけて強風の発生頻度が高く（54 ページの図 29 参照）、早春が植栽適期とはいえ植栽直後から伸長初期にかけて強風にさらされることは植栽木の活着に悪影響を及ぼした。特に、平成 25 年は図 34 に示すように例年より強い風が吹いていた。
- ② 防風柵は設置していたが、設置間隔が 30m と広がった上に、当初は海からの潮風対策を重視し内陸側林縁部には設置しなかったため、内陸側から吹き付ける強風に対応できなかった。



春の季節風による植栽木の枯死状況
(仙台市若林区 平成 25 年 5 月)

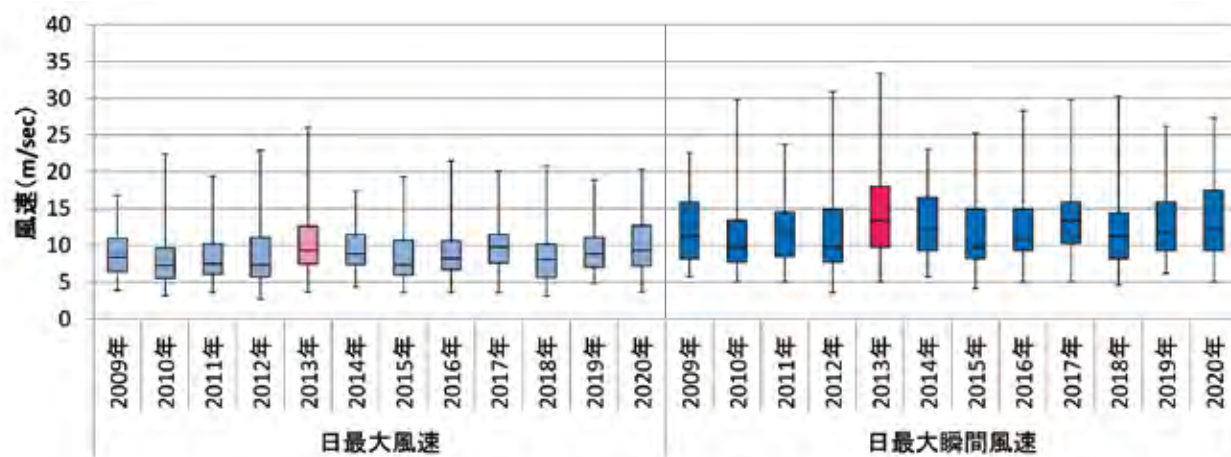


図 34 年別早春期（3 月～4 月）日最大風速・日最大瞬間風速
(気象庁名取観測所の 3 月と 4 月のデータから作成 2011 年は 13 日間欠測あり)

これらの問題の解決策として、植栽時期は強風が吹きつける早春期を避けることを基本にし、植栽時期の自由度が高いコンテナ苗の特徴を生かして 5 月以降に植栽することにしました。また防風対策については、防風柵の設置間隔を 20m に狭めたほか、内陸側林縁部にも設置することを基本とし、防風柵の構造も防風効果が高い構造に変更しました。加えて、現地の状況に応じ防風垣を追加するなどの対策も行うことにしました。

(2) 生育基盤の物理性不良と滞水による植栽木の活着不良

平成 25 年から本格的に植栽工が始まると、盛土の地表付近が滞水状態となって植栽木の生育不良や枯死が多発しました。その原因については、山砂に含まれる粘土鉱物が風化により細粒化し土壌間隙を充填した可能性*が考えられました。生育基盤盛土工に使用する材料の品質は物理性と化学性で規定したものの、生育基盤の軟らかさや透水性を確保することは容易なことではありませんでした。

この問題は、仙台湾沿岸に限らず東日本大震災で被災した他の地域における復旧事業でも発生しており、その対応が課題となりました。仙台湾沿岸においては、当初より防風柵の設置スペースに素掘水路を配置することで表面水の集水をしていましたが、解決策として表面水を確実に集水できるよう素掘水路を追加するとともに、植栽時の土壌硬度を適切にするため掻き起こしを行うことを施工の基本としました。



滞水による活着不良例（名取市）

4.4 生物多様性保全対策

(1) 生物多様性保全を考慮した復旧事業の基本的な考え方

■ 生物多様性保全対策の検討経緯

被災前の仙台湾沿岸海岸防災林とその周辺は、植林されたクロマツ林、砂丘の砂浜植物群落、塩性地植物群落、池沼植物群落など、環境省の特定植物群落や宮城県自然環境保全地域などに指定された地域もあり豊かな自然環境を維持していました。また、それらの環境に適合した多種多様な動物も生息していたと考えられます。

東日本大震災の津波により、それら動植物の生息・生育域は壊滅的な被害を受けました。しかし、時間の経過とともにそれらの生息・生育域が回復してきていることが確認され、あわせて専門家や市民団体などから、自然環境保全に関する要望が寄せられるようになりました。そのため東北森林管理局では、林帯の復旧を急ぐ一方で回復してきた自然環境の保全対策にも取り組むこととし、「仙台湾沿岸海岸防災林生物多様性保全対策検討委員会」を設置して各分野の有識者らと検討を重ねてきました。そして、防災機能の確保と生物多様性保全との調整を図り、生物多様性保全対策の方針をとりまとめました。

* 伊藤智弥（仙台森林管理署）「盛土を伴う海岸防災林工事と植栽までの手順」第 54 回治山研究発表会 2015 年

■ 生物多様性保全対策検討の前提条件

生物多様性保全対策を復旧事業に取り入れるにあたり、次のような3つの前提条件を設定しました。

前提条件1 被災前の防災機能確保に向け、平成27年度末までに基盤整備を、平成32年度（令和2年度）末までに植栽工を完了する

- ・宮城県が策定した震災復興計画や受益者の意向を踏まえ、震災前の森林の機能を復旧。
- ・地域の復興を図るため、林帯全体のうち200m程度の林帯幅を早期かつ確実に確保。
- ・津波や強風などに対する抵抗力が高く、内陸側へ根返り木などが流失しにくい林帯を造成。

前提条件2 被災前の自然環境に近づける

- ・海岸防災林は防風などの防災機能を目的に人為的に造成された森林であるが、豊かな自然環境を形成し市民に親しまれてきた場所であり、防災機能を確保しつつ、被災前の自然環境に近づける。

前提条件3 津波攪乱で新たに生じた自然環境にも可能な範囲で配慮する

- ・被災した海岸防災林の範囲で、津波による環境攪乱のために新たに生じた動植物や生物群集のうち、希少性のある種などについては可能な限り配慮。

(2) 保全対策のエリア・ゾーン区分

生物多様性保全対策の実施にあたっては、防災機能確保の考え方と生物多様性保全対策の考え方との調整の結果、事業対象地を複数のエリア・ゾーンに区分して対策を検討することとしました。対策の検討時点では応急対策を含め復旧事業が進行していたことから、まず初めに、人為的影響が少なく震災前から良好な自然環境が評価されてきた区域を自然環境保全エリアに設定し、そのほかの区域を林帯復旧エリアに区分しました。林帯復旧エリアは、津波被害軽減機能が高い林帯に再生するエリアで、生物多様性保全対策は防災機能を確保した上で可能な範囲で行うこととし、人為の影響や確保できる林帯幅に応じて3つのゾーンに区分しています。

各エリア・ゾーンの特徴と生物多様性配慮方針については表13のとおりです。

表13 生物多様性保全対策のエリア・ゾーン区分

項目	エリアゾーン 自然環境保全エリア	林帯復旧エリア		
		生物多様性配慮ゾーン	防災機能優先ゾーン	地域復興利用ゾーン
エリアの特徴	①人為の影響が小さい ②震災前から良好な自然環境が評価されてきた国有林 ③防災機能は他の林帯などで確保	①人為の影響が大きい ②一般的な海岸防災林 ③林帯幅が200m以上	①同左 ②同左 ③林帯幅が200m程度	①震災後の人為の影響が極めて大きく被災前の環境がほぼ消滅している ②瓦礫搬入場等地域復旧を目的とする事業に貸与
生物多様性配慮方針	①当面の間、現状を維持し、生物多様性の保全を重点的に考慮	①保全対象となる動植物の特性に応じて対応 ②林帯全体のうち少なくとも200mの幅は生育基盤盛土を実施して早急に復旧	①林帯全体で保全対象となる植物の重要性を考慮し、防災機能に支障がない範囲で生育環境の保全や個体の移動等を検討	
具体的箇所	・仙台市井土浦の一部 ・名取市広浦の一部	・仙台市宮城野区岡田 ・名取市下増田	・仙台市・名取市・岩沼市 ・亘理町・山元町	・震災廃棄物一時仮置き場 ・他事業用地(作業ヤード)等

4. 復旧事業の概要

自然環境保全エリアは、名取川河口付近の仙台市井土浦と名取市広浦の一部が該当します。この二つの区域では震災前から湿地が形成されており、震災後も人為の影響が極めて少なかったことから、現状を維持して生物多様性を重点的に保全することにしました。

生物多様性配慮ゾーンは、200m 程度の林帯幅を確保した上でさらに一定程度の広い林帯幅の確保が可能な区域で、仙台市と名取市の一部が該当します。このゾーンでは、防災機能の確保に必要な 200m の幅では生育基盤盛土工を伴う林帯の復旧を行います。残りの林帯では保全対象となる動植物の特性に応じて積極的な保全対策を検討し、盛土を回避して生息環境を存置するなどの生物多様性保全を重視した対策を実施することとしました。

防災機能優先ゾーンは、確保できる林帯幅が 200m 程度にとどまるため、防災機能確保のためには全域で生育基盤盛土工を行う必要がある区域です。このゾーンでは、盛土を回避するような保全対策は難しいため、希少な植物が確認された場合に生育地の保全や個体の移植などを検討することとしました。

地域復興利用ゾーンは、地域の復興事業を支援するために震災廃棄物処理の仮置き場などとして活用されていた場所で、人為の影響が極めて大きく被災前の自然環境がほぼ消滅していた区域です。保全すべき自然環境が残されていないことから、地域復興のための土地利用が終了した後、生育基盤盛土工を行って速やかに林帯への復旧を図ることとしました。

エリア・ゾーンの配置区分は図 35 のとおりです。

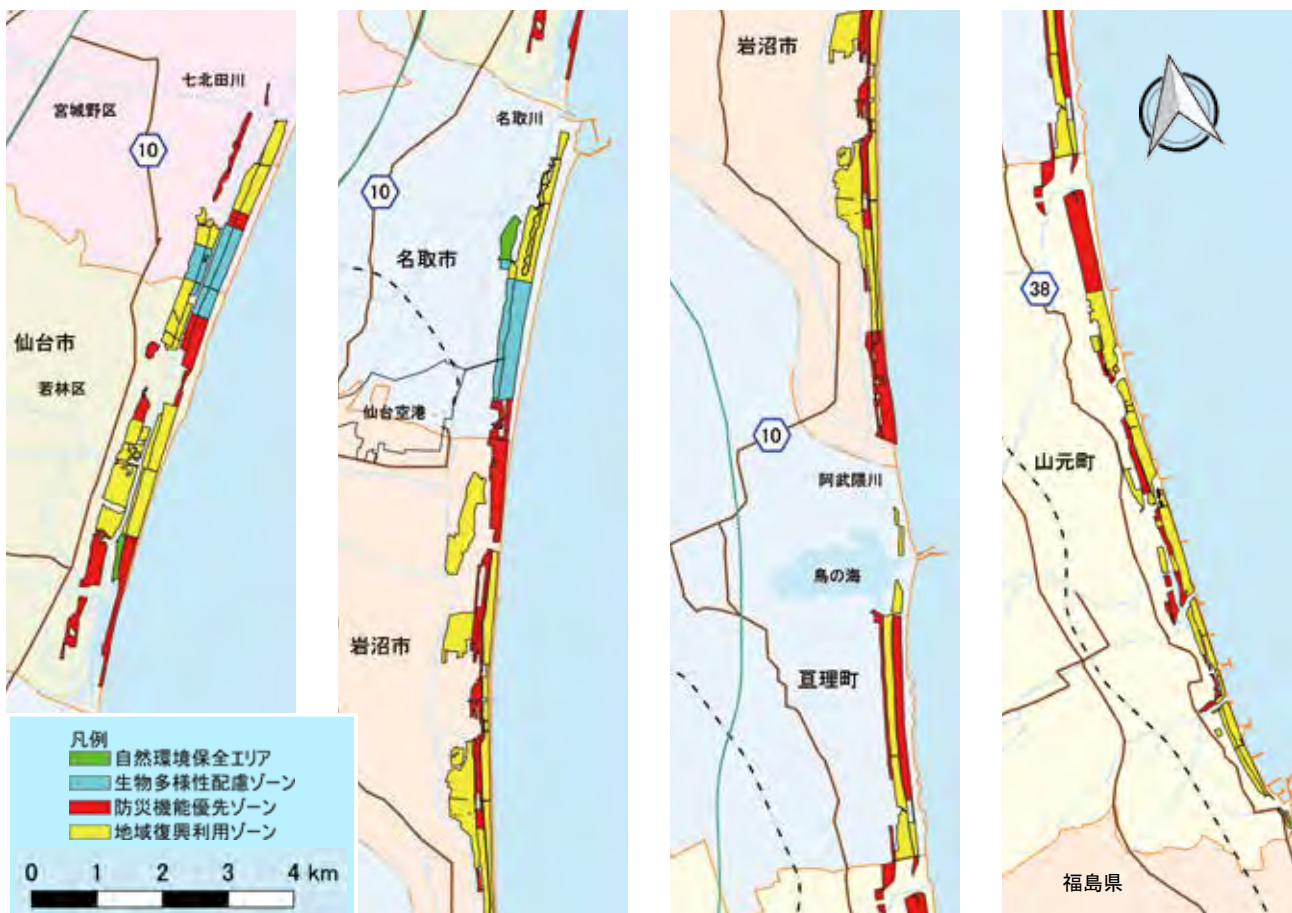


図 35 生物多様性保全対策のエリア・ゾーン区分図

(3) エリア・ゾーンごとの保全対策

■ 自然環境保全エリアの保全対策

仙台市井土浦の一部と名取市広浦の一部では、震災前から湿地が形成されており、高木林は存在していませんでした。いずれの箇所も塩性の環境であり、特に仙台市井土浦については「井土浦の塩性湿地植物群落」として良好な自然環境であると評価されてきました。そのため、生物多様性の保全を重視し人為的施業を行わず、林帯の自然復旧に期待した取り扱いをしています。なお、このエリアの周辺は林帯復旧エリアが配置されていることから、内陸の農地や住宅などの保全対象に対する防災機能に大きな支障はありません。



仙台市井土浦（平成 28 年）



名取市広浦（令和元年）

■ 生物多様性配慮ゾーン（林帯復旧エリア）の保全対策

このゾーンでは、最低限 200m の幅の林帯は早急に復旧しつつ、残りの林帯については積極的に保全対策を導入しています。保全対策の検討にあたっては、工事着手前に既往資料調査や現地動植物調査などを行い、有識者や地元関係者の意見も踏まえながら保全する対象種を選定し、それらの特性に応じた対応を検討することになりました。保全対策の対象と内容は表 14 に整理したとおりです。

表 14 生物多様性配慮ゾーンにおける保全対象と保全対策

保全対象の種類	保全対策の内容
海岸砂地に生息する動植物	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土の回避 ・盛土回避箇所の連結による生態系の連続性確保 ・現地土壌を活用した盛土
後背湿地に生息する動植物	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土の回避
残存林帯に生息する動植物と防災機能、景観等	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土の回避
特定の保全対象種（センダイハギ等）	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土の回避
希少猛禽類	<ul style="list-style-type: none"> ・営巣木の保全 ・繁殖期に配慮した施工時期の選定

盛土を回避した保全対策は、盛土前に確認されていた希少動植物の生息環境を維持するとともに、そこに生息する動植物が盛土造成面へ広がることを期待した対策です。

現地土壌を活用した盛土は、被災前の海岸防災林表土に含まれる埋土種子による砂地性植物の繁殖を期待した対策で、65ページの写真のように山砂による通常盛土よりも多くの砂地性植物が生育しているのが確認できました。

仙台市宮城野区岡田の生物多様性配慮ゾーンでは、砂地環境や湿地環境の保全を重視して盛土を回避する対策を大面積で行っています。特に、内陸部の湿地環境を大面積で保全しており、東日本大震災のような大規模な津波が発生した際には、盛土を回避した区域に自生した樹木が根返りにより林外へ流木化する危険性が懸念されます。そのような流木を林帯内で捕捉する目的で、保全対策区域背後の生育基盤盛土工を通常より高く造成しました（図36）。この盛土は高盛土とよぶことにし、幹折れの数値シミュレーションの結果から通常の生育基盤より3m高い設計としました。

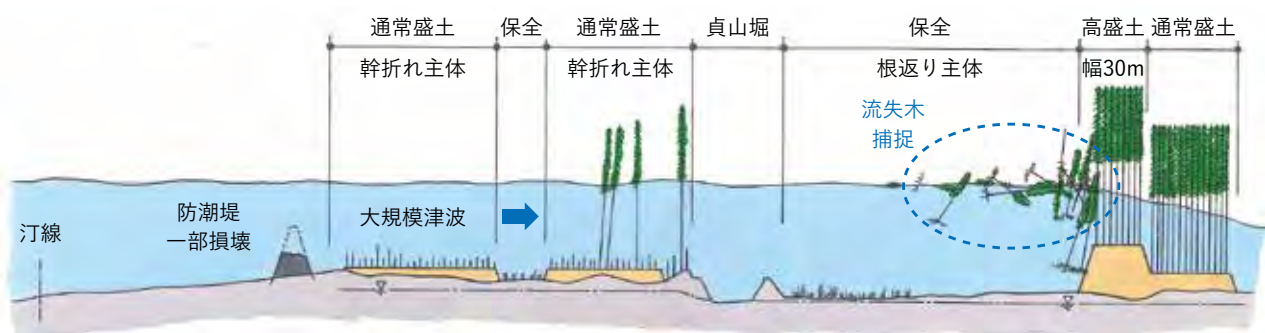


図36 大規模津波発生時における高盛土による防災機能補填の模式図



盛土を回避した砂地環境の保全例（仙台市宮城野区）
左：施工前（平成23年） 右：施工後（平成27年）



盛土を回避した湿地環境の保全例（仙台市宮城野区）
左：施工前（平成23年） 右：施工後（平成30年）



現地土壌を活用した保全対策の例（仙台市宮城野区 平成 30 年）



防災機能を補填した高盛土の例（仙台市宮城野区 平成 30 年）

■ 防災機能優先ゾーン（林帯復旧エリア）の保全対策

このゾーンでは、防災機能の確保を優先させる必要があるため、生育基盤の盛土を伴う林帯の復旧に支障がない範囲で保全対策を行っています。事前に現地踏査による植物調査を行い、保全対象となる種が確認された場合は対策を検討することとしました。事前の現地調査で確認された保全対象植物は表 15 のとおりです。対策としては、防災機能の確保に支障のない場所と規模で生育地の保全を行いました。それが困難な場合は可能な限り移植を実施しました。なお、希少猛禽類に対しては、生物多様性配慮ゾーンと同様に営巣木の保全や繁殖期に配慮した施工時期の調整を行いました。

表 15 防災機能優先ゾーンで確認された保全対象植物

種名（科名）	レッドリストカテゴリー	
	宮城県版	環境省版
シロヨモギ（キク科）	絶滅危惧Ⅰ類	（非該当）
リュウノヒゲモ（ヒルムシロ科）	絶滅危惧Ⅰ類	準絶滅危惧
カワツルモ（ヒルムシロ科）	絶滅危惧Ⅱ類	準絶滅危惧
ハマナス（バラ科）	準絶滅危惧	（非該当）
イヌハギ（マメ科）	準絶滅危惧	絶滅危惧Ⅱ類
ナミキソウ（シソ科）	準絶滅危惧	（非該当）
カワヂシャ（ゴマノハグサ科）	準絶滅危惧	準絶滅危惧
サジオモダカ（オモダカ科）	準絶滅危惧	（非該当）
ヒメイズイ（ユリ科）	準絶滅危惧	（非該当）
アヤメ（アヤメ科）	準絶滅危惧	（非該当）
アイアシ（イネ科）	準絶滅危惧	（非該当）
ミクリ（ミクリ科）	準絶滅危惧	準絶滅危惧
オオクグ（カヤツリグサ科）	準絶滅危惧	準絶滅危惧
タコノアシ（ユキノシタ科）	（非該当）	準絶滅危惧



オオクグ自生地の保全例（平成 28 年）



シロヨモギの移植例（平成 28 年）

（4）生物多様性保全対策の現状における評価と今後の課題

本事業では事業実施期間をとおしてモニタリング調査を実施しており、生物多様性保全対策の効果の検証を行ってきました。事業完了時点において評価できるポイントとして以下の4つが挙げられます。

- ① 盛土を回避して生育・生息環境を保全すると、希少動植物や海岸域に特有の砂地性や湿地性の動植物を一定期間保全することができる。
- ② 盛土を回避すると、そこに生育・生息する動植物が盛土造成面にも広がる可能性がある。
- ③ 盛土工事の前に現地砂丘の砂を採取し、それを盛土材料として表層に活用することで、砂地性植物の繁殖を促すことができる。
- ④ 砂地性植物で地表を密に被覆することにより下刈り作業を省力化できる可能性がある。

このように一定の成果は得られましたが、保全区域同士をつなげて環境の連続性を確保したことによる効果については、事業実施期間中に確認することはできませんでした。

今後は、林帯全体が森林へと遷移する過程において生物の多様性がどのように変化していくか、継続的なモニタリングが期待されます。

仙台湾沿岸海岸防災林生物多様性保全対策検討委員会（平成 25 年 3 月 17 日～平成 31 年 1 月 24 日）

検討委員

- 坂本 知己 森林総合研究所気象環境研究領域気象害・防災林研究室長
 ◎中静 透 東北大学大学院生命科学研究所教授
 永幡 嘉之 特定非営利活動法人日本チヨウ類保護協会理事
 原 正利 千葉県立中央博物館分館海の博物館分館長
 平吹 喜彦 東北学院大学教養学部教授
 宮城 豊彦 東北学院大学教養学部教授
 ※ ◎は座長、委員の所属・役職名は委嘱当初のもの



検討会開催風景

4.5 地域復興への貢献

(1) 震災廃棄物処理の仮置き場としての活用

東日本大震災では膨大な量の震災廃棄物（瓦礫）が発生し、その処理が課題となっていました。震災発生直後の平成 23 年 4 月上旬には、被災した海岸防災林のうち国有林の一部を震災廃棄物の一時仮置き場として、また仙台市と岩沼市の国有林の一部を震災廃棄物の選別や焼却を行う二次仮置き場として無償貸付しました。



一時仮置き場の例



二次仮置き場の例（仙台市）

(2) 津波堆積土等の盛土材料としての活用

生育基盤盛土の材料は、基本的には山砂を使用していますが、津波堆積土のうち物理性・化学性の基準を満たし、安全性が確認されたものは盛土材料として受け入れました。また、仙台市内の市営地下鉄東西線工事から発生する掘削残土の活用について仙台市から要請があり、品質の確認を行った上で、盛土材料として活用しました。



津波堆積土の選別状況（名取市）



津波堆積土を用いた盛土施工状況（仙台市）

4.6 民間団体による森林整備活動

(1) 国有林での取り組み

東北森林管理局では、企業やNPOなどが森林の整備・保全活動をとおしてCSR（企業の社会的責任）活動を行うためのフィールドとして、管轄する国有林の一部を提供しています。東日本大震災で被災した海岸防災林の再生を図る本事業においても、事業地の一部を「社会貢献の森」として提供しており、様々な団体と協定を結んでいます。本事業地では、4地区（15.63ha）で延べ44団体により植栽などの森林整備活動が行われています（表16）。

表16 仙台湾沿岸国有林における社会貢献の森

協定締結年	平成28年度	協定締結年	平成28年度・平成29年度
地区名	仙台市荒浜 谷地中林国有林	地区名	名取市下増田 台林国有林
面積	1.71ha	面積	9.23ha
団体数	14	団体数	12
団体名	ゆりりん愛護会 NPO 法人みどり十字軍 万里の松原に親しむ会 仙台市森林アドバイザーの会 NPO 法人森林との共生を考える会 日本の森を守る地方銀行有志の会 三陸森の会 明治コンサルタント株式会社 緑を守り育てる宮城県連絡会議 NPO 法人森びとプロジェクト委員会みちのく事務所 公益財団法人瓦礫を活かす森の長城プロジェクト 有限責任事業組合復興第一協力会 DCM ホーマック株式会社 一般社団法人日本遊技関連事業協会	団体名	公益財団法人オイスカ イオン株式会社グループ環境・社会貢献部 有限責任事業組合復興第一協力会 一般財団法人日本森林林業振興会青森支部 公益財団法人宮城県緑化推進委員会 一般財団法人セブン-イレブン記念財団 土地地質株式会社 日特建設株式会社東北支店 NPO 法人森びとプロジェクト委員会みちのく事務所 一般社団法人日本遊技関連事業協会 日本労働組合総連合会秋田県連合会 ノースジャパン素材流通協同組合
協定締結年	平成28年度	協定締結年	平成30年度
地区名	仙台市荒浜 田ノ神国有林	地区名	仙台市荒浜 北山国有林
面積	3.07ha	面積	1.62ha
団体数	7	団体数	11
団体名	カワイの森育成会 イオン株式会社グループ環境・社会貢献部 一般財団法人日本森林林業振興会青森支部・秋田支部 一般社団法人日本遊技関連事業協会 公益社団法人ゴルフ緑化促進会 東日本大震災復興緑化支援100万本植樹活動 一般社団法人森の防潮堤協会	団体名	イオンリテール株式会社東北カンパニー 一般財団法人日本森林林業振興会青森支部・秋田支部 宮城県農林種苗農業協同組合 白石蔵王森林組合 一般社団法人青森林業土木協会 一般社団法人日本遊技関連事業協会 東亜建設工業株式会社東北支店 すてきなイスグループ株式会社 黒川森林組合 有限会社たんがら森 みやぎ生活協同組合



平成 24 年に植栽された仙台市荒浜谷地中国有林の協定地（令和元年 6 月）



本事業最初の植栽となる植樹式（平成 24 年 11 月）



協定団体の記念撮影風景（平成 29 年 6 月）



協定団体の植栽風景（令和 2 年 6 月）



協定団体の下刈り作業風景（令和 2 年 6 月）

（2）民有林での取り組み

宮城県では、被災地における森林づくり活動について、県民の方々から支援の申し出が多く寄せられたことを受け、「みやぎ海岸林再生みんなの森林（もり）づくり活動」として制度化し、民間団体などによる植樹活動を推進しています。本事業地の民有林においても、県と協定を結んだそれぞれの団体により植栽や保育の活動が行われています（表 17）。

4. 復旧事業の概要

表 17 仙台湾沿岸民有林における「みやぎ海岸林再生みんなの森林づくり活動」

年度	協定団体	協定面積 (ha)	備考
平成 25 年度	公益財団法人オイスカ・名取市海岸林再生の会	96.40	
	(団体数) 1	96.40	
平成 26 年度	公益社団法人宮城県緑化推進委員会	6.80	6 植栽箇所
	みやぎ森林づくり支援センター	0.96	
	株式会社ジャパンクリーン	0.31	
	DCM ホーマック株式会社	0.10	
	NPO わたりグリーンベルトプロジェクト	14.10	
	(団体数) 5	22.27	
平成 27 年度	NPO 生命と環境保全	0.94	
	一般社団法人宮城県造園建設業協会岩沼分会	1.12	
	ゆりりん愛護会	0.60	
	東根市緑の少年団運営協議会	0.60	
	宮城県土地改良事業団体連合会	0.47	
	被災地里山救済・地域性苗木生産ネットワーク	0.10	
	NPO 宮城県森林インストラクター協会	0.31	
	クマイイ化学工業株式会社	0.21	
	(団体数) 8	4.35	
	平成 28 年度	公益社団法人ゴルフ緑化促進会	0.31
ネットヨタ仙台株式会社		0.60	
DCM ホーマック株式会社		0.22	
宮城電業協会 (現：一般社団法人宮城県電業協会)		0.45	
公益財団法人イオン環境財団		11.30	
一般社団法人宮城県建設業協会		0.80	
菖蒲田浜地区会		0.24	
みやぎ森林づくり支援センター		0.32	
宮城県林業公社分収林推進協議会		0.20	
宮城県土地改良事業団体連合会		0.26	
(団体数) 10		14.70	
平成 29 年度		みやぎ森林づくり支援センター	0.30
	ゆりりん愛護会	0.30	
	仙台市森林アドバイザーの会	0.18	
	公益社団法人ゴルフ緑化推進会	0.10	
	クマイイ化学工業株式会社	0.10	
	仙台ふるさとの杜再生プロジェクト連絡会議	3.28	
	セイホク株式会社	0.28	
	(団体数) 7	4.54	
平成 30 年度	一般社団法人森の防潮堤協会	0.99	
	ゆりりん愛護会	0.50	
	NPO 蔵王のブナと水を守る会	0.10	
	ネットヨタ仙台株式会社	0.20	
	すてきなイスグループ株式会社	0.10	
	株式会社七十七銀行	0.20	
	イオンリテール株式会社 (現：イオン東北株式会社)	0.60	
	株式会社藤崎	0.38	
	(団体数) 8	3.07	
令和 2 年度	株式会社ジャパンクリーン	0.60	
	TEAM ID	※ 0.10	DCM ホーマック協定地 (H26) の引継ぎ
	代ヶ崎浜区	0.15	
	(団体数) 3	0.75	
合計	42	146.08	

空中写真でみる海岸防災林の復旧のようす

七ヶ浜町（汐見台付近）



東日本大震災以前（平成 20 年 5 月）



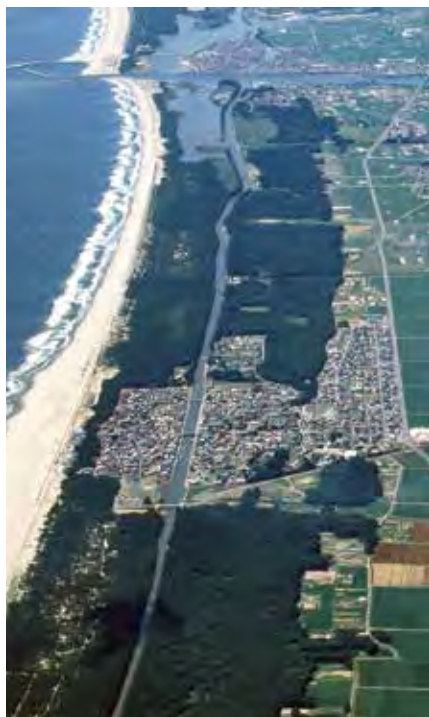
東日本大震災直後（平成 23 年 4 月 5 日）



復旧事業完了段階（令和 2 年 10 月 14 日）

（東日本大震災以前と直後の写真（七ヶ浜町～山元町の 6 市すべて）は（一社）東北地域づくり協会提供）

仙台市（荒浜～井土付近）



東日本大震災以前
(平成 8 年 7 月)



東日本大震災直後
(平成 23 年 4 月 17 日)



復旧事業完了段階 (令和 2 年 10 月 14 日)

名取市・岩沼市（仙台空港付近）



東日本大震災以前（平成 11 年 9 月）



東日本大震災直後（平成 23 年 3 月 27 日）



復旧事業完了段階（令和 2 年 10 月 14 日）

岩沼市（二の倉工業団地付近）



東日本大震災以前（平成 10 年 5 月）



東日本大震災直後（平成 23 年 4 月 17 日）



復旧事業完了段階（令和 2 年 10 月 14 日）

巨理町（吉田浜付近）



東日本大震災以前
(平成 19 年 6 月)



東日本大震災後
(平成 23 年 10 月)



復旧事業完了段階（令和 2 年 10 月 14 日）

山元町（新浜付近）



東日本大震災以前
(平成 19 年 6 月)



東日本大震災後
(平成 23 年 10 月 4 日)



復旧事業完了段階 (令和 2 年 10 月 14 日)

写真でみる植栽地の経年変化



植栽当年の状況（山元町）



植栽後2年の状況（岩沼市）



植栽後 5 年の状況（亶理町）



植栽後 8 年の状況（仙台市）

復旧事業の遂行に尽力いただいた方々からの寄稿

仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の完了に寄せて

一般社団法人青森林業土木協会 会長 田中 進

仙台湾沿岸地区海岸防災林事業の完了にあたり一言お礼と感謝を申し上げます。

2011年3月11日に発生した東日本大震災により仙台区、名取区域、岩沼区域、亘理区域、山元区域が壊滅的な被害を受けました。住宅、道路そして防災林など、跡形もなく瓦礫と化していました。

復旧は現地に行く道路の開削から始まり、瓦礫の集積、撤去と進み、復旧工事が始まりました。しかし錯綜する現場と盛土資材の不足、それを運搬するダンプの不足、運搬道路の調整、地域住民の苦情処理、作業員及び現場代理人の宿舍の確保など、様々な問題を解決しながらどうにか完成にたどり着いた思いです。当協会の会員の皆さんが企業体を作り9年間にわたりこの作業に従事してきました。現場代理人、作業員の皆様には本当にご苦労様でした。ありがとうございました。そして管理監督していただいた仙台森林管理署の皆様には大変お世話になり感謝申し上げます。

2019年12月現在、青森、岩手、宮城3県での死傷者は2万2千人を超え、行方不明者も2千人を超えています。お亡くなりになられた人たちのご冥福をお祈り申し上げますとともに、この防災林が今後未来において重要な施設となることを祈念し、完成にあたってのお礼といたします。ありがとうございました。

仙台湾沿岸の海岸防災林が白砂青松を取り戻すことを祈って

宮城県林業技術総合センター 所長 齊藤和彦

東日本大震災に伴う津波被害により、宮城県のシンボルでもあった白砂青松が広がる貴重な松林を失ってから10年の歳月が過ぎましたが、国をはじめ、関係者一丸となった復旧事業の推進によって、仙台湾沿岸の広大な海岸防災林の植栽事業が完成を迎えたことに、心からお喜び申し上げます。大震災の直後は、県民の憩いと潤いの場であり、観光にも寄与していた一面の松林が跡形もなく消え失せ、ただ瓦礫と荒野が広がる光景を目のあたりにして、復旧をどのように進めるか途方に暮れたことが蘇り、万感の思いを感じています。当センターでは、1,300ha余という海岸防災林の再生に向け、500万本とも想定された膨大な松くい虫抵抗性クロマツ種苗の供給という責任の大きい課題に直面しましたが、職員が熱い想いを胸に、採種園の整備や着花促進技術など種子増産技術の開発に取り組んだ結果、無事に抵抗性クロマツ種子の計画的増産に成功し、種苗生産事業者の多大な御協力を得ながら必要な苗木を滞りなく供給できたことを嬉しく感じています。植栽されたクロマツは順調に生育（写真）し、防災機能を発揮すべく力を蓄えています。県では、白砂青松の景勝地であった仙台湾沿岸の海岸防災林を取り戻すため、これから育林作業に挑んでまいりますので、関係者各位の一層の御支援と御協力をお願いいたします。結びとして、住民の命と生活、そして地域経済に寄与する海岸防災林の順調な生育と、22世紀の将来において力強く再生した海岸防災林が県民に希望と安らぎを与える存在として受け継がれている姿を想像して止みません。白砂青松の松林に県民が集うことを信じて。



順調に生育するクロマツ林

海岸防災林再生活動と新たな地域コミュニティ

公益社団法人宮城県緑化推進委員会理事長 森 琢男

本県の海岸防災林の歴史は藩政時代にまで遡り、過酷な環境下で先人たちの血の滲むような努力によって植林され、維持管理されながら、私たち県民生活や文化、産業に計り知れない恩恵をもたらしてきました。それが、未曾有の東日本大震災による津波で瞬時にして消失し、一変した原風景に胸はち切れんばかりの無念さと絶望がいっぱいではありません。

当委員会におきましても、微力ではありますが、平成26年より国や県との協定地において海岸防災林の再生に向けた活動を行ってまいりました。「次代へつなげよう！県民協働による海岸防災林再生の森林（もり）づくり」をスローガンに掲げ、一人でも多くの人々の参加を得て理解と関心を深めてもらいながら、後世へ引き継いでいこうというものであります。この間には、各方面から「是非海岸防災林の再生に役立てて欲しい。」との声と共に多くの寄付金が寄せられ、こうした善意と共感によって、本県の募金業務の中でも、海岸防災林の再生に向けた活動は極めて重要かつ大きな柱となりました。

協定地での活動は延べ60回、参加者は5千人を超えましたが、まだ緒に就いたばかりであり、長大な時間を費やし成林を目指していくこととなるでしょう。震災前までは、人々の生活の場の一部として海岸防災林と地域との深いつながりが維持されてきましたが、災害危険区域が広がり居住地エリアとも隔絶し、震災記憶の風化が叫ばれる中、我々の生活から遠のくことのないよう、新たな地域コミュニティづくりの場として、海岸防災林が身近な存在であり続けることを切に望むところであります。

仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業の事業完了に寄せて

広島森林管理署長（初代東北森林管理局海岸防災林復旧対策室長） 梅木洋一

平成24年4月から2年半にわたり、室長を務めさせていただきました。赴任した頃は、まだ津波によるガレキ処理の全盛期ではありましたが、その厳しい中でも関係自治体の担当者の皆様、そして良き同僚の皆様の御尽力により、順調に工事を進めることができたこと、改めて感謝申し上げます。

さて、海岸林の復旧工事は、盛土を敷いてクロマツを植えるというシンプルなものですが、扱う面積は広大、資材量は膨大、業者の数やアクセス手段は限られる等々、初期段階では様々な難問に遭遇しました。

こうした状態をあえて料理の世界に喩えていうのなら、「フランス料理のコース1万人分を一度に作れ！」という課題を突きつけられたものでした。4人分くらいまでなら1人のシェフにお願いすれば事足りますが、1万人分ともなると誰も知らない未知の領域です。単純に材料や手順を2,500倍にしても通じません。

「規模が大きすぎて掛け算が通用しない、現場が動かない、管理すらままならない。」そうした海岸林の現場特有の難しさを自分の未熟さから上手く説明できず、理解してもらえずに、多くの有識者の先生方から、さらに林野庁の身内からも叱咤激励された経験は、今になれば良い思い出です。

現地の近くに実家があることが縁で、今でも海岸林に立ち寄る機会があります。改めて眺めると「そんな土ではダメだ。そんな植え方ではダメだ。」などなど、先生方に叱られた場所でも苗木が何事もなく育っていたり、逆に私が手塩に掛けたイチオン場所の苗木の成長が大したことなくなかったり。

仙台湾のクロマツは、これからも私の増上慢を栄養にスクスクと育っていくことでしょう。

4.7 宮城北部森林管理署管内の海岸防災林の復旧状況

東北森林管理局では、宮城県内における東日本大震災からの復興事業として、宮城北部森林管理署においても海岸防災林の復旧事業を行っています。ここではその一部を紹介します。

(1) 東松島・石巻地区

仙台湾の北部に位置し砂浜海岸（石巻砂丘）となっている東松島地区では、仙台湾沿岸と同様の被害状況となっており、林帯の復旧についても、仙台湾沿岸と同様に生育基盤の造成を行った上で植栽工を実施しています。なお、汀線側が民有林、内陸側が国有林となっていますが、この地区ではそれぞれが復旧対策を行っています。

リアス式海岸地形の低標高域にある石巻地区は、津波により海岸防災林が流失するだけでなく、侵食と地盤沈下により農地や集落などを含む広い範囲で水没の被害に見舞われました。石巻地区でも流失した林帯の復旧は生育基盤盛土工と植栽工となりますが、水没した地盤の復旧を伴い、周辺の事業と連携しポンプ排水や捨石により基礎地盤の復旧を行いながら生育基盤造成を行いました。



侵食と地盤沈下で水没（石巻市長面 平成 25 年 1 月）



捨石施工状況（石巻市長面）



復旧事業完了状況（石巻市長面 令和 2 年 10 月）／石巻市提供

(2) 気仙沼地区

リアス式海岸地形である気仙沼地区では、津波の押し波に加え強い引き波が発生し、海岸防災林をはじめ、農地や集落は壊滅的な被害となりました。この地区の海岸防災林は、集落や農地などの保全対象と汀線との狭い範囲が保安林に指定され、防潮堤と林帯が整備されていました。復旧する防潮堤の構造については、他機関の防潮堤との調整や地域住民との合意形成を図りながら検討を重ね、比較的発生頻度の高い津波に対応できる高さを確保することと、最大クラスの津波に対して倒壊しない、あるいは倒壊までの時間をできるだけ長く確保できるよう、防潮堤本体と裏面の被覆が一体となった「粘り強い構造」を取り入れました。そのため、被災前より大規模な防潮堤となり、海岸防災林の復旧は防潮堤による防災機能の確保を中心に実施することとなりました。なお、当地区の一部の民有林における防潮堤の復旧については、宮城県からの要請により、国が代行して行いました（特定民有林直轄治山施設災害復旧事業）。

当地区では、直轄事業により国有林、民有林あわせて約3.9kmにわたる防潮堤を復旧しました。



「粘り強い構造」の防潮堤施工状況（気仙沼市岩井崎）



民有林における復旧状況（気仙沼市 御伊勢浜海岸（左側から中央）と岩井崎海岸（中央から右））



国有林における復旧状況（気仙沼市 三島海岸（左から中央）と大谷（沼尻）海岸（中央から右））

津波減災に効果

3・11大震災
検証

防災林損壊

勢い弱めた役割

■ 津波大津波に被災した本誌、本誌の取材員が被災地の津波被害を調査した。被災地の防災林は、津波の被害を受けた。被災地の防災林は、津波の被害を受けた。被災地の防災林は、津波の被害を受けた。



いわき市平磯地区から東北に延びる海岸線沿いの防災林。津波の威力を伝える映像があったとされる14日、かんぽの館いわきの屋上から



津波の被害を受けた。被災地の防災林は、津波の被害を受けた。被災地の防災林は、津波の被害を受けた。被災地の防災林は、津波の被害を受けた。



津波の被害を受けた。被災地の防災林は、津波の被害を受けた。被災地の防災林は、津波の被害を受けた。被災地の防災林は、津波の被害を受けた。

がれきの再生資材

防災林復旧に活用

樹木の生育 基盤造成 まず仙台市若林区で

東日本大震災の被災地で発生した災害廃棄物を活用して再利用しようとする動きが、仙台市若林区で始まっている。国が推進している「防災林」の復旧事業として、林野庁やNPO、企業など民間団体の協力を得ながら被災した海岸防災林の再生に取り組み、「みどりのきずな」再生プロジェクトがスタートした。野田佳彦首相が今年4月に発表した「みどりのきずな」再生プロジェクト構想のなかで、がれきを再生資材として活用しながら樹木を青森県産樹種を優先的に植栽していく計画で、地域の復興計画との整合を図っていく構想も盛り込まれ、今年度から着工し、10年ほどかけて再生資材の活用を進めていく。

東日本大震災 災害廃棄物処理にどう臨むか

野田首相は4月、「みどりを活かす防災林の再生」を柱とした「みどりのきずな」再生プロジェクトを推進する方針を示した。被災地での防災林の再生は、被災地の自然環境を回復し、防災機能を高めるだけでなく、被災地の復興を促進する役割も果たす。林野庁は、この構想に基づき、今年度から約50の海岸防災林の再生に取り組み。その際、がれきを再生資材として活用する津波堆積物の処理が課題となる。同地

被災地、再生利用の取り組みへ「みどりのきずな」再生プロジェクト

仙台市若林区で、被災地の再生資材を活用しての取り組みが始まっている。この取り組みは、被災地の復興を促進するだけでなく、防災機能を高める役割も果たす。林野庁は、この構想に基づき、今年度から約50の海岸防災林の再生に取り組み。その際、がれきを再生資材として活用する津波堆積物の処理が課題となる。同地



仙台市若林区でがれきの再生資材による盛り土が開始された

受けたい形で盛り土を行っての植栽することになり、その盛り土にがれきの再生資材を活用していくと説明する。被災地の復興には、仙台市の災害廃棄物処理センターが、被災地の復興を促進するだけでなく、防災機能を高める役割も果たす。林野庁は、この構想に基づき、今年度から約50の海岸防災林の再生に取り組み。その際、がれきを再生資材として活用する津波堆積物の処理が課題となる。同地

については、環境省が示した「国土強靭化計画」に基づき、公営にも多額の費用を投入して、防災機能を高める。また、国土強靭化計画に基づき、被災地の復興を促進するだけでなく、防災機能を高める役割も果たす。林野庁は、この構想に基づき、今年度から約50の海岸防災林の再生に取り組み。その際、がれきを再生資材として活用する津波堆積物の処理が課題となる。同地

平成 24 年 9 月 5 日 / 環境新聞社



仙台の防潮林復旧 がれき活用開始

林野庁は3日、東日本大震災で被災した仙台市沿岸部で進めている防潮林を復旧する整備事業から復旧作業をしている。震災で発生したがれきを再生資材として活用する。林野庁、資材にきを土台部分に埋めて資材として使い始めた。野田佳彦首相が提唱する「みどりのきずな」再生プロジェクトの一環として活用する。

平成 24 年 7 月 3 日 / 毎日新聞社（共同通信配信）

5. 今後に向けた取り組み

5.1 再生に向けた保育管理

本事業では、海岸防災林の復旧にあたり、基本的には生育基盤盛土工と植栽工により被災前の林帯の復旧を行ってきました。計画したすべての箇所での植栽工が終了したことで、令和2年度末をもって本事業は完了となりますが、植栽木が成長し防災機能を備えた海岸防災林として再生するのはまだ先です。そのため、これからは海岸防災林が期待される防災機能を十分に発揮できる林分構造となるよう、適切な保育管理に取り組んでいくことが重要となります。

海岸防災林は様々な防災機能を有していますが、津波により被災した海岸防災林の復旧を進めてきた仙台湾沿岸では、潮害、飛砂の防備などの防災機能に加え津波被害軽減機能を考慮した保育管理を行うこととしています。これまでの海岸防災林の保育では、適切な密度管理が行われず過密化が進み、強風や冠雪などの気象害に弱い林帯となっている事例もありました。今後、津波被害軽減効果が高い林帯を形成するためには密度管理が特に重要となります。

なお、表18は成林するまでの期間における保育管理について、本数調整伐が必要となる時期に着目して区分したものです。本数調整伐以外についても、各生育過程におけるポイントに留意しながら適切な保育管理を行っていく必要があります。

表18 海岸防災林の各生育過程における保育管理

生育過程	保育管理のポイントとなる作業
初回の本数調整伐を実施するまで	<ul style="list-style-type: none">・ 植栽木の活着・ 林冠の閉鎖・ 補植、再造林・ 追肥・ 下刈り・除伐・ つる切り
本数調整伐（列状伐採）が必要な時期	<ul style="list-style-type: none">・ 将来の過密林化を避けるために適期の実施が重要な列状伐採・ 補植、再造林・ 除伐・ つる切り
本数調整伐（定性伐採）が必要な時期	<ul style="list-style-type: none">・ 優勢木を選定しながらの定性伐採（津波被害軽減効果の高い林帯に向けて本数調整伐が必須）・ 除伐・ つる切り・ 二段林化を目指す場合は下層木の一部を植栽
地域の最高樹高に達するまでの期間	<ul style="list-style-type: none">・ 優勢木を選定しながらの定性伐採（前の生育過程に比べて本数調整伐が遅れても重大な手遅れとはならない）・ つる切り・ 二段林化を目指す場合は下層木の一部を植栽

5.2 津波被害軽減機能を高めるための密度管理

海岸防災林の津波被害軽減機能について考えた場合、津波耐性（津波に対する倒伏、根返り、幹折れの耐性）を得るには幹を太くした方が効果的です。しかし、そのためには立木密度を低くする必要がありますが、水流に対する抵抗体として波力減衰効果を高めるためには本数が多い方が効果的です。一方、潮害や飛砂の防備などの防災機能について考えた場合は林冠が閉鎖している必要がありますが、閉鎖していたとしても強風や冠雪などの気象害に耐えられる幹の太さが必要となります。

林野庁では、これらのことを踏まえ、林帯の健全性が保たれる範囲において、密度管理により仕立てられる樹木の形状（形状比：図 38）を 3 通り設定して、津波シミュレーションにより津波被害軽減効果を検討しました。その結果、表 19 のとおり形状比 60 の場合が気象害耐性、津波耐性、波力減衰機能のすべてにおいて高い効果を示しており、健全な立木密度の範囲ではより低い密度で管理することが有利であることが明らかとなりました。

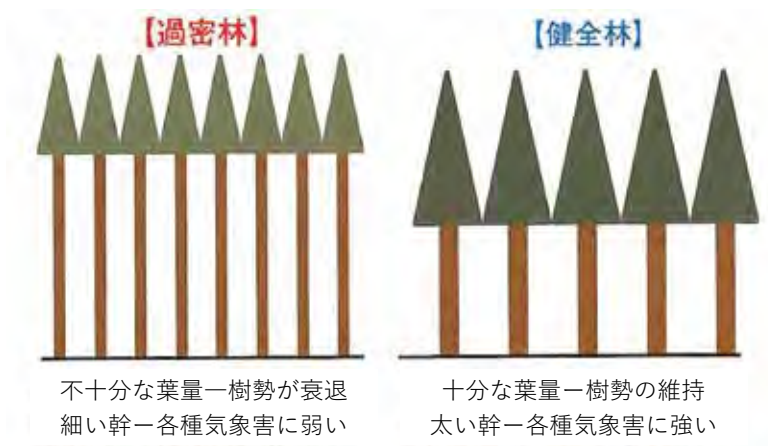


図 37 過密林帯と健全林帯のイメージ



図 38 形状比の求め方

表 19 クロマツ単層林の適正管理密度検討表

密度管理方法			気象害耐性	津波シミュレーション結果比較				検討結果
疎密	形状比	適用範囲		津波耐性	波力減衰機能			
					到達遅延	波力	浸水高	
疎	60	全国	◎	◎	◎	◎	◎	密度管理は形状比 60 程度の疎が有利である
密	70	全国	○	○	○	○	○	
過密	80	冠雪害のない地域	×	×	×	×	×	

注) 記号による評価は相対的比較（林帯幅 500m の場合の津波シミュレーション結果による）

（出典：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報告書 林野庁）

仙台湾沿岸では、林野庁の検討結果を踏まえ目標形状比を60とする低密度での密度管理を行っていく予定です。

表20は林野庁が作成した海岸防災林の保育管理手順の中から、仙台湾沿岸で採用している植栽密度5,000本/ha、目標形状比60の場合の本数調整伐手順（実施時期、伐採方法、残存本数など）を示したものです。海岸防災林の場合、林齢が同じでも海からの強風や潮風などの影響により成長に差が生じるため、本数調整伐の実施時期は樹高で決める方法になっています。

これによると樹高3.5m～4.0mが初回の実施時期となり、2回目までは列状伐採（定量伐採）、3回目以降は樹木の生育状況を見ながらの定性伐採となります。その伐採方法の概要は表21のようになります。



本事業の初期に植栽した箇所のうち成長が良いところでは、令和2年時点で初回本数調整伐の対象となるものも現れはじめています。今後は伐採適期を逃さないよう、日ごろから生育状況の把握に努めることが重要となります。

表20 仙台湾沿岸海岸防災林本数調整伐手順

植栽密度	伐採強度※	目標形状比 60				
		樹高 m	伐採方法	伐採対象	残存本数 本/ha	伐採率 %
5,000 本/ha	弱	35～40	列状	1伐3残	3,750	25
		～45		3残の中間列	2,500	33
		～60	定性	仕立木の成長を妨げている個体	1,875	25
		～70			1,406	25
		～85			1,055	25
		～105			791	25
		～125			593	25
	～150	455	25			
	強	35～40	列状	1伐3残	3,750	25
		～45		3残の中間列	2,500	33
		～60	定性	仕立木の成長を妨げている個体	1,625	35
		～80			1,056	35
		～105			686	35
		～140			446	35

※3回目以降の定性伐採における伐採率で分類（弱：伐採率25% 強：伐採率35%）

表21 本数調整伐の伐採方法

列状伐採	定性伐採
<p>適用理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・樹高5m未満の段階 ・植栽木個体間の優劣がはっきりしない <p>手順</p> <ul style="list-style-type: none"> ・定性伐を実施するための作業性が得られない ・1回目は主風向に直交させて1伐3残で伐採 ・2回目は1回目に残した3列の中間列を伐採 	<p>適用理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・樹高5m以上の段階 ・個体間の優劣がはっきりする <p>手順</p> <ul style="list-style-type: none"> ・将来の林帯を構成する仕立て木選定 ・仕立て木の成長を妨げるような個体を伐採
 <p>1回目（列状） 樹高 3.5～4.0m 2回目（列状） 樹高 ～4.5m</p>	 <p>3回目以降</p>

※模式図は20m×20mの矩形範囲を作図

5.3 将来的な海岸防災林の姿

これまで説明したように、当面の保育管理は植栽したクロマツを健全に成林させることを目標に行っていくことになります。これは、失われた機能のうち主に防災機能を早期に確保するためですが、将来的には人々の保健休養の場や多様な動植物の生育環境の場など、様々な機能を有する姿に移行することが求められています。例えば、林内が明るいクロマツ林は下層木として広葉樹の自然侵入が予想されますが、これらの広葉樹を活かしマツと広葉樹の二段林を目標林型として管理していくことは、下層木が津波波力低減効果を向上させるとともに、多様な林分構造となることで生物多様性の向上にも有効です。もちろん、場所によっては白砂青松などの景観が求められ、マツの単層林として管理していくことも考えられるでしょう（図 39）。

このように、将来的には一様な林分管理とするのではなく、求められる様々な機能の向上及び発揮に向け、地域住民の要望などにも応じて目標林型を検討していくことが重要です。

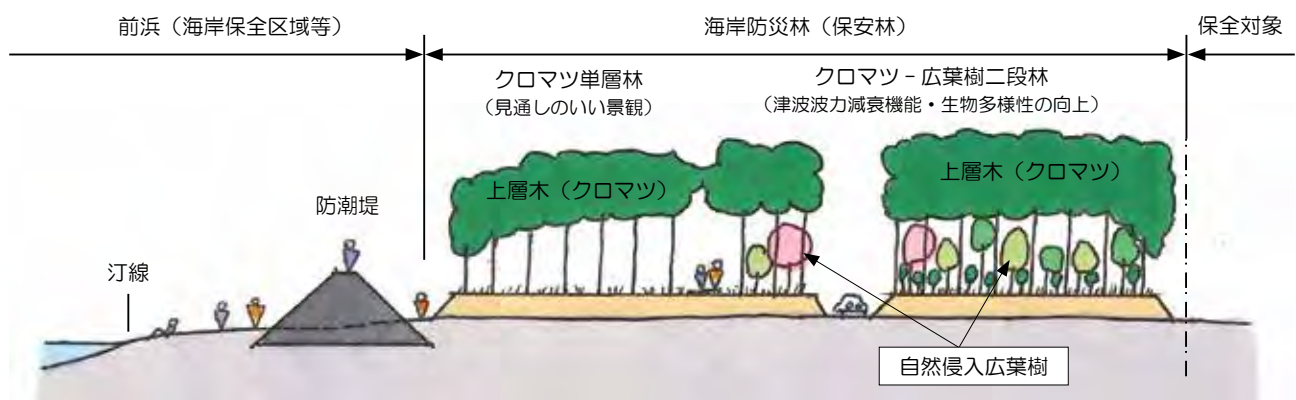


図 39 仙台湾沿岸海岸防災林の目標林型模式断面図



クロマツと広葉樹二段林の事例（秋田県秋田市）



マツ類単層林の事例（秋田県潟上市）

本事業は令和2年度末で完了し、民有林における海岸防災林は宮城県に移管されます。今後の保育管理は、民有林、国有林がそれぞれ行うこととなりますが、隣接する森林が共に目標とする海岸防災林として再生されるよう、これからも引き続き連携を図っていかなければなりません。加えて、被災前の海岸防災林が地域住民に利用され維持管理されてきたように、地元住民や民間団体などとも連携を図り、行政と地域が一体となって森林づくりに取り組んでいく必要があります。

卷末資料

卷末資料 1 事業実施区域図

七ヶ浜町・仙台市

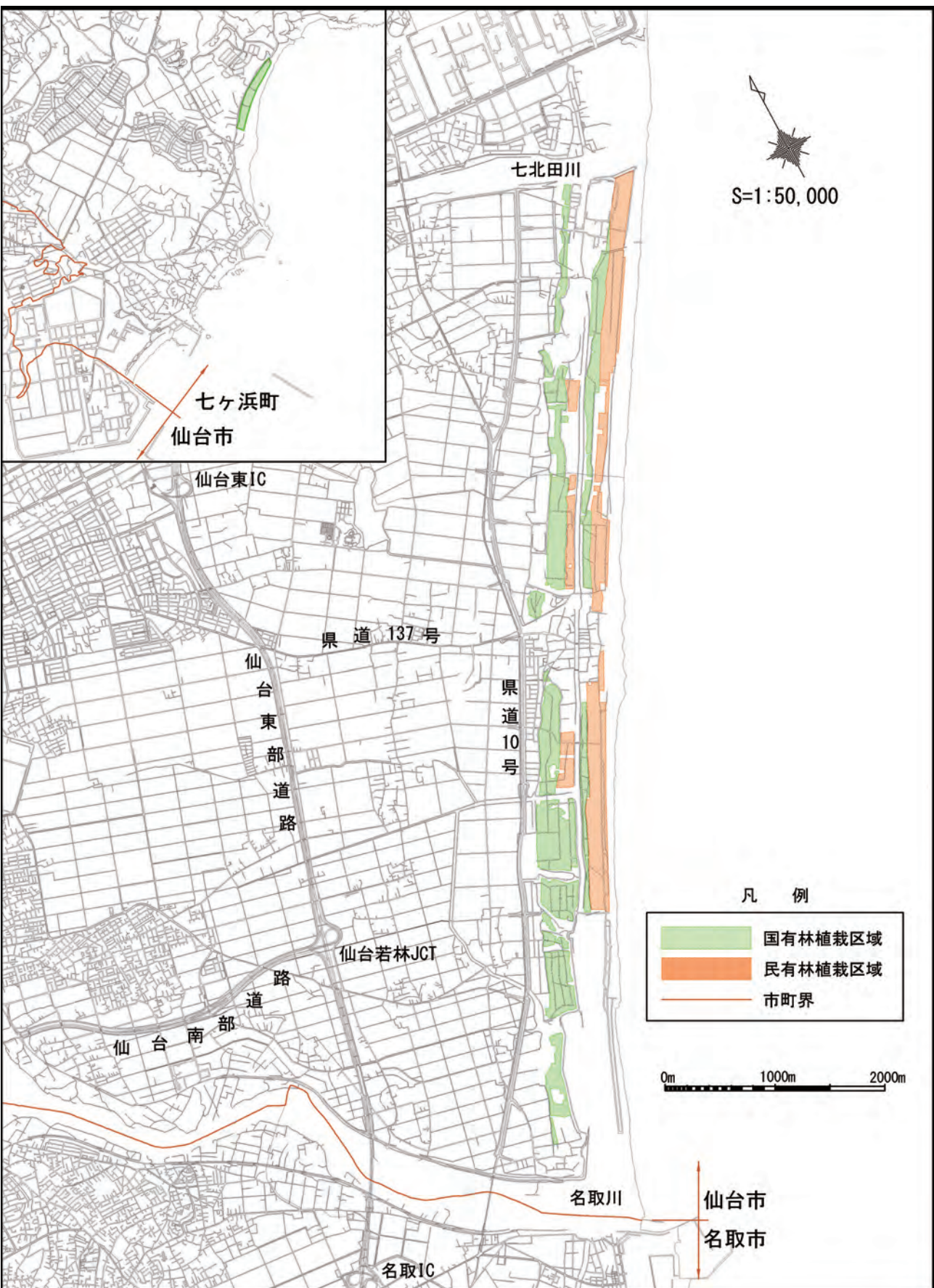
名取市

岩沼市

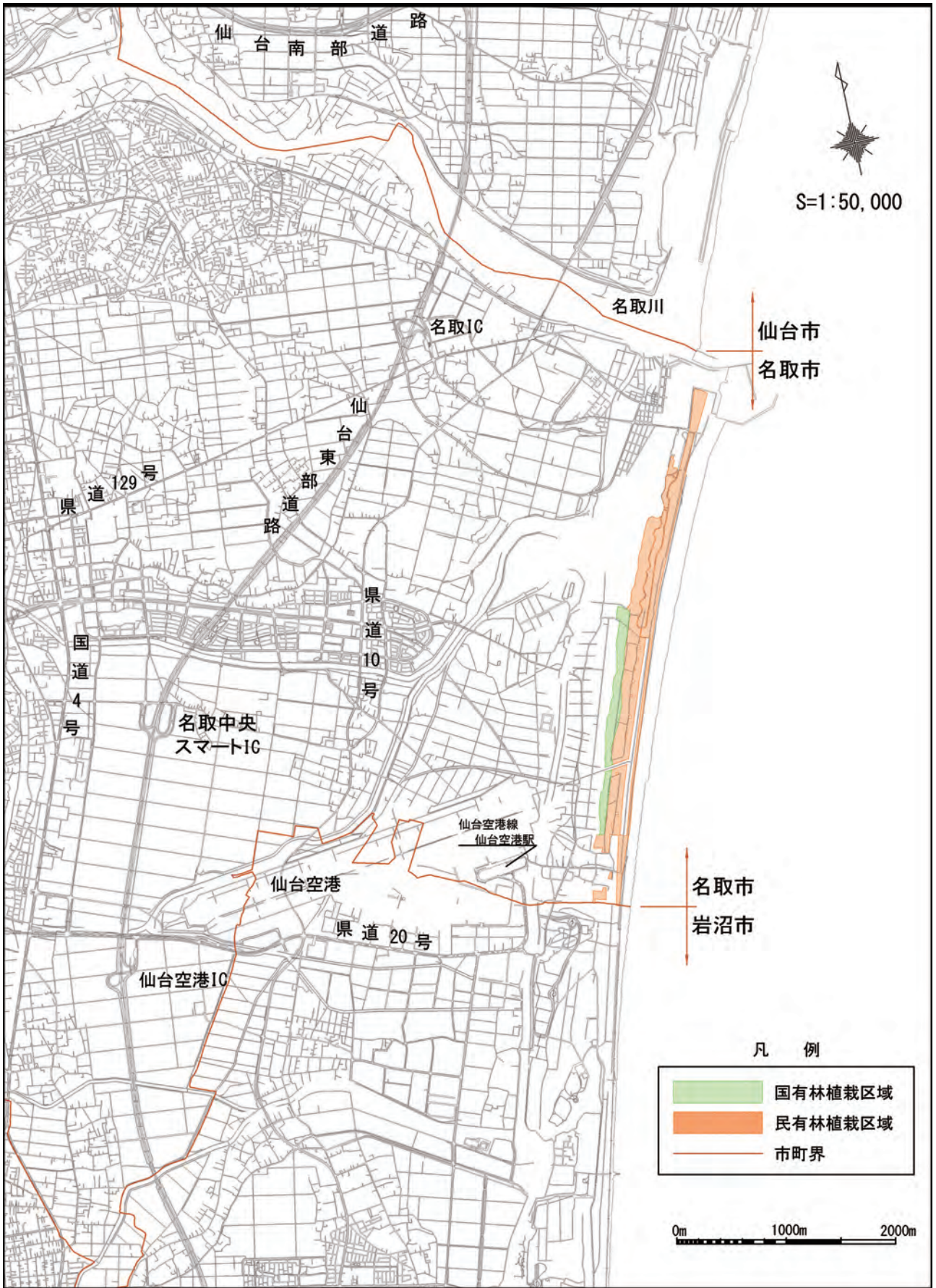
亶理町

山元町

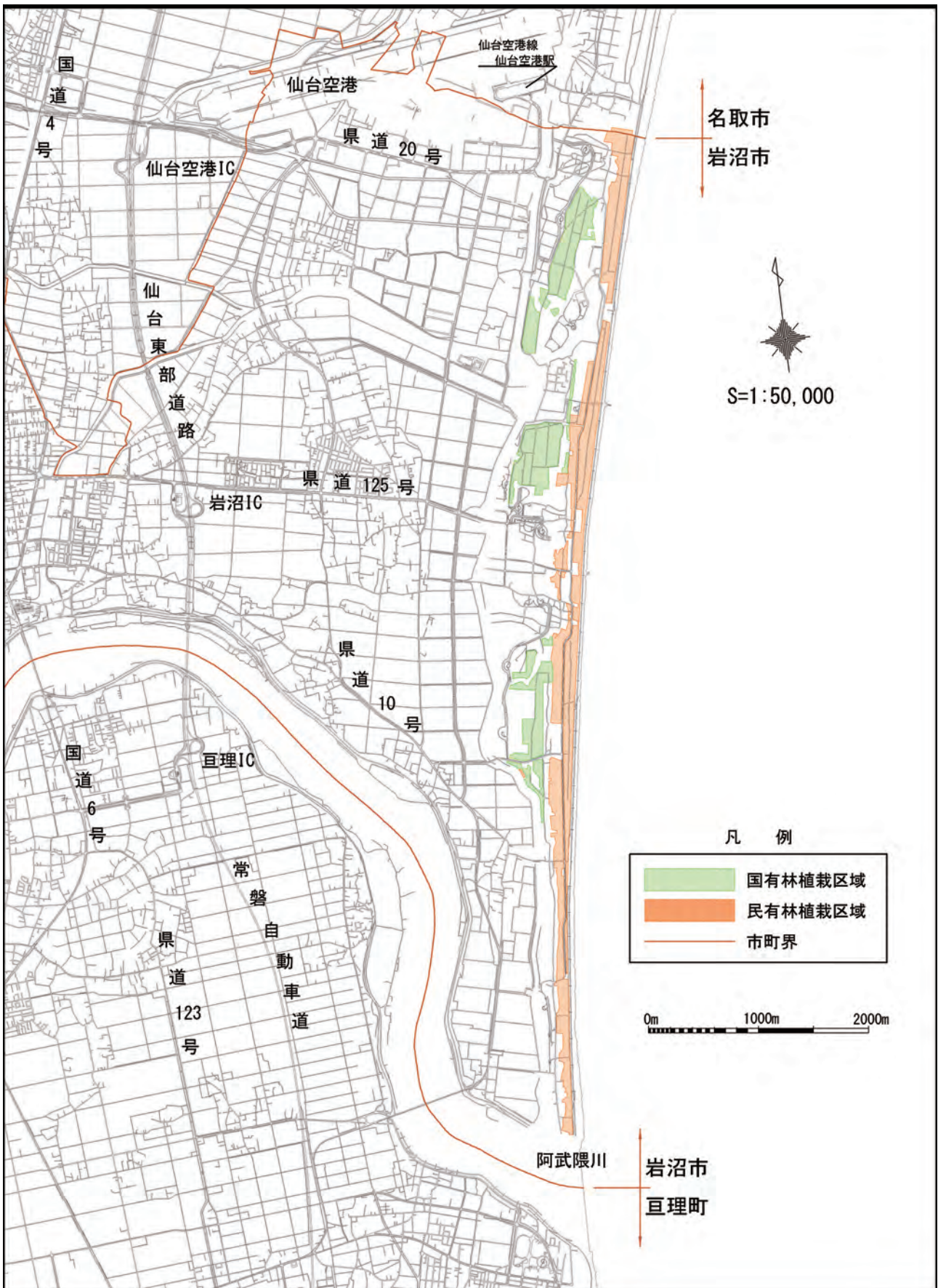
卷末資料 2 事業実施体制年譜



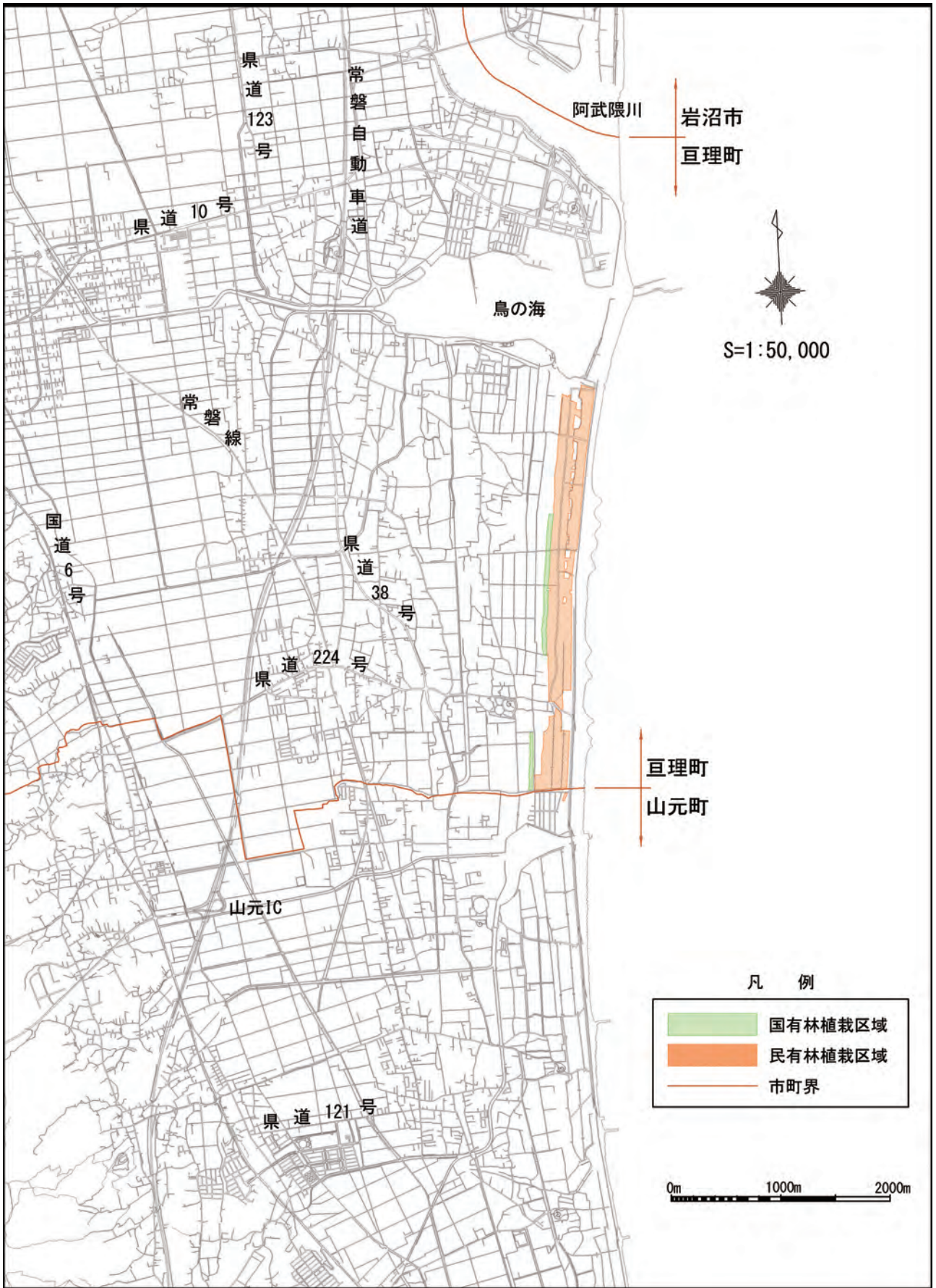
巻末資料 1 事業実施区域図（七ヶ浜町・仙台市）



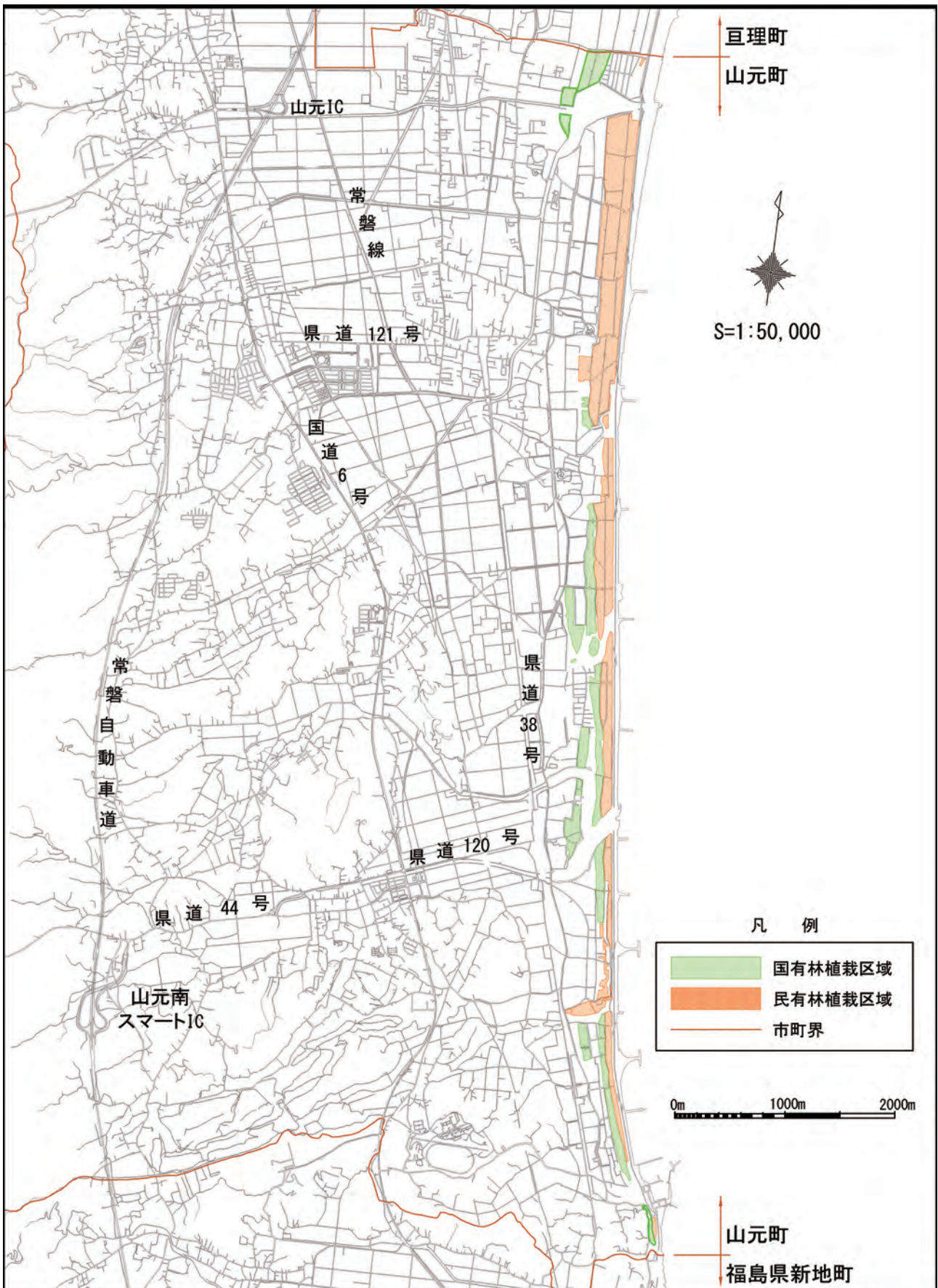
巻末資料1 事業実施区域図（名取市）



卷末資料1 事業実施区域図（岩沼市）



巻末資料1 事業実施区域図（亶理町）



卷末資料1 事業実施区域図（山元町）

巻末資料 2 事業実施体制年譜

年度	署長	森林土木 指導官 (治山)	治山グループ (治山課)				治山事業所
			総括 治山技術官 (治山課長)	主任 治山技術官 (技術専門官)	治山技術官 (治山係長)	一般職員 (係員)	治山事業所 主任
H23	嶋崎省		菅野聡		齋藤千明	三橋健人 加藤勇哉	
H24	嶋崎省		宍戸昭吾	蓮尾秀平 澤口晴彦 (8.1 付)	齋藤千明	三橋健人 寺田優希子	(事務取) 蓮尾秀平 澤口晴彦 (8.1 付)
H25	瀬戸口満		宍戸昭吾		齋藤千明	寺田優希子	澤口晴彦
H26	瀬戸口満 小澤眞虎人 (10.1 付)		宍戸昭吾		澤口晴彦	寺田優希子	伊藤智弥
H27	小澤眞虎人		阿部隆治	宮崎勝司	澤口晴彦	浅野智哉	伊藤智弥
H28	齋藤哲		阿部隆治	小嶋公輝	澤口晴彦	浅野智哉	渡辺大詞
H29	齋藤哲		阿部隆治	三塚幸仁		村田大輔	渡辺大詞
H30	齋藤哲		佐藤博人	三塚幸仁		村田大輔	加藤勇哉
H31/R1	米田雅人		佐藤博人	日下紀子		小嶋晃穂	加藤勇哉
R2	米田雅人	佐藤博人		日下紀子	小嶋晃穂		加藤勇哉

海岸防災林復旧対策室						
室長	専門官	監査官	上席 技術指導官	災害対策 専門官	海岸防災林 再生専門官	海岸防災林 技術官
	鈴木京悦		我妻智浩 (流域管理 調整官)	滝澤久崇		
梅木洋一	鈴木京悦		我妻智浩 (流域管理 調整官)	福田貴史 (九)		
梅木洋一	小松俊明	島田喜代司	我妻智浩	福田貴史 (九)	小嶋公輝 関諭 (中) 五十嵐圭太(中) 宮崎勝司	
梅木洋一 村上卓也 (10.1 付)		島田喜代司	我妻智浩	山村晃弘 (九)	小嶋公輝 関諭 (中) 五十嵐圭太(中) 宮崎勝司	高梨清美
村上卓也			我妻智浩	山村晃弘 (九)	小嶋公輝 深田成人 (九) 近江澤利美(中) 五十嵐圭太(中)	高梨清美
村上卓也			佐々木正人	山村晃弘 (九)	鎌田慎治 (四) 那須竜太 深田成人 (九) 近江澤利美(中)	高梨清美
市川裕子			佐々木正人	土井崇史	鎌田慎治 (四) 那須竜太 深田成人 (九) 近江澤利美(中)	花田勝彰
市川裕子			畠山誠耕	土井崇史	松永哲 深田成人 (九) 近江澤利美(中)	花田勝彰
島田喜代司			畠山誠耕 (10.1 付空席)		松永哲 花田勝彰 飯島和博	
島田喜代司					飯島和博 佐藤將 石川和美	

※海岸防災林復旧対策室は、平成 23 年 10 月 1 日発足。

※応援職員の記号 (中)：中部森林管理局 (四)：四国森林管理局 (九)：九州森林管理局

おわりに



仙台森林管理署長 米田雅人

平成 23 年度から 10 年間にわたり実施してきた仙台湾沿岸における「仙台湾沿岸海岸防災林復旧事業」が、令和 2 年度末をもって完了することとなりました。この間、本事業において、南北約 50km に及ぶ海岸防災林の再生を目指して、事業費総額約 684 億円をもって、盛土による生成基盤の造成・苗木の植栽・苗木を強風から守る防風施設の設置などを実施して参りました。本事業が円滑に実施できたことにつきまして、これまでご協力いただきました宮城県、仙台湾沿岸市町、ボランティア団体、地元の皆様、工事施工にあたりご尽力いただきました関係者の皆様に衷心より深く感謝、御礼申し上げます。

被災時、地元の方からは「子供のころ遊び慣れ親しんだ地元のシンボルである海岸林を、次の世代のためにも必ず復活させたい。」というお話しがあったと聞いております。また、事業完了にあたり、現地説明会において苗木を植栽した子供たちからは、「昔のように戻ればいいな。」「自分たちが植えた木が、この町やみんなを守ってほしい。」という感想があり、仙台湾沿岸の海岸林は防災林としての機能だけではなく、世代を超えて地元の皆様の特別な思いがある場所であると感じています。そのような海岸防砂林の復旧事業を、地元の方々を含めた関係者の皆様と協力しながら完了に至ることができたことを、大変喜ばしく思います。

本事業の効果が本格的に発揮されるのは、まだ先ではありますが、今後も植栽したクロマツ等の保育を続け、地元の皆様や皆様の町を守る防災林になることを願ってやみません。

この度の事業完了にあたり、これまでの記録を「仙台湾沿岸海岸防災林の再生」として冊子にまとめ、皆様のお手元にお届けすることといたしました。ご一読いただき、本書が今後の防災・減災についての一助となることを願います。

末筆ではございますが、本事業に携われた関係者の皆様方のますますのご健勝とご発展を謹んでお祈り申し上げ、巻末の挨拶と致します。

令和 3 年 1 月



林野庁

東北森林管理局

〒010-8550

秋田県秋田市中通5丁目9番16号

TEL 050-3160-6494 (治山課)

FAX 018-836-2018 (治山課)

URL <http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/>

仙台森林管理署

〒981-0908

宮城県仙台市青葉区東照宮1丁目15番1号

TEL 050-3160-5935

FAX 022-273-1115



表紙写真 復旧事業完了状況 (亶理町) 令和2年5月

仙台湾沿岸海岸防災林の再生

東日本大震災からの復旧事業のあゆみ

■製作・監修

林野庁 東北森林管理局
仙台森林管理署

■編集

国土防災技術株式会社

令和3年1月発行

