



災害に強い海岸防災林をめざして

林野庁

はじめに

平地が少ない日本では、古くから人口の大部分が沿岸周辺に集中して産業が発達してきたため、海からの強風や潮風、飛砂、濃霧など、災害を受けやすい自然条件下において社会・経済活動を営まざるを得ない状況にありました。こうした中で、先人たちが自らの生活を守るために海岸での森林の保全や植栽に取り組み、潮風や飛砂、濃霧などを防ぐ防災目的のために人工的に造られてきた樹林を**海岸防災林**と呼びます。

2011年に発生した東日本大震災による津波で、東北地方から関東に至る太平洋沿岸の海岸防災林は壊滅的な被害を受けましたが、震災後の調査により一定の効果を発揮していたことも明らかとなり、その重要性が再認識されました。そこで、これからも海岸防災林を適切に維持していくため、海岸防災林の歴史と課題、そして今後の将来展望についてご紹介します。

海岸防災林の歴史

日本の海岸は、常に地震による津波の脅威にさらされているほか、台風の通過による高潮の発生や、激しい海岸侵食、特に冬季には日本海側では厳しい風浪にさらされるなど、過去に多くの災害に見舞われてきました。沿岸域で暮らす人々は、色々な知恵を絞り工夫しながら生きてきましたが、その一つが海岸防災林と言われる特有の樹林です。海岸防災林は潮風害や飛砂害など日常の災害から人々の暮らしを守るために人の手によって造られてきました。

日本では古くから食料、燃料、肥料、建築材料など、暮らしの多くを森林資源に依存してきました。その結果多くの木が伐採され、江戸時代から昭和時代初期にかけて日本の山は荒廃していたと考えられています。荒廃した山からは大量の土砂が供給され、それらは河川を流れるうちに細粒化し海に流出した砂礫が浜辺に打ち上げられ砂になります。

砂は海からの強風に乗って飛砂となり、大半は海岸にとどまり砂丘を形成しますが、風が強く飛砂が多い場合、人々が住む内陸深くまで到達し飛砂害を発生させます。山形県の庄内平野では、無計画な森林の伐採により飛砂害が激しく、田畑が飛砂に埋まって連年洪水被害を起こし、家屋の移転を余儀なくされ廃村となるものさえあったと伝えられています。



海岸防災林をとりまく課題

海岸侵食

近年では河川上流域からの土砂供給量の減少などにより、多くの海岸で侵食が進んでいます。この影響で飛砂の発生量は減少し被害も少なくなっていますが、砂地で生育する海岸防災林にとっては生育基盤の消失にも繋がり、新たな問題となっています。



維持管理不足

海岸防災林が多様な機能を発揮するためには適切な維持管理が必要です。しかし、多くの海岸防災林では 1960 年代に急速に広まった燃料革命と肥料革命によって、燃料としての落葉落枝や肥料源としての松葉などの収穫が不要となったため、地域住民による十分な管理が行われなくなりました。さらに 1960 年代後半には松くい虫被害が蔓延し海岸防災林は衰退していきましました。

放置された海岸防災林は、管理が行き届かず過密化や松くい虫被害による疎林化、広葉樹林への遷移などが進み、海岸防災林本来の防災機能を含む多くの機能低下が顕著となり、今も大きな問題となっています。

松くい虫被害

松くい虫被害とは、マツノザイセンチュウと呼ばれる線虫がマツノマダラカミキリという昆虫に媒介されてマツの樹体内に侵入し、水分の流動を妨げることでマツが枯れてしまう被害のことで、国内最大の森林病虫害となっています。

この被害は、1905 年に長崎県で初めて確認されて以降徐々に増加を続け、1970 年代には全国で 243 万 m³ の被害が発生しています。その後は徐々に減少を見せ、令和 3 年では約 26 万 m³ とピーク時の 9 分の 1 程度の水準となっています。

しかしながら、地域によっては新たな被害の発生が見られるほか、被害が軽微になった地域においても気象要因等によっては再び激しい被害を受けるおそれがあることから、引き続き被害状況に即応した的確な対策を推進していく必要があります。

●2016 年 6 月 30 日



●2020 年 11 月 26 日



海岸防災林の機能

海岸防災林は多くの機能を発揮することによって沿岸域に住む人々の生命や財産を守り、生活を豊かにする役割を担っています。特に飛砂の発生抑制から潮風害防備、津波被害の軽減など、沿岸域における日常的または非日常の災害を防止します。さらに、漁場の育成、風致・レクリエーションの場の提供、生物多様性の保全や航行目標としての機能などは、必ずしも防災を目的としているわけではありませんが、海岸防災林が持つ重要な機能です。

飛砂防備機能

飛砂とは、海岸の砂が風によって移動する現象です。海岸から運ばれてきた飛砂には塩分が含まれており、金属製品やコンクリート構造物を腐食するなどの被害が発生します。また田畑に飛砂が運ばれると農作物の生育を阻害し、枯死被害にいたる場合もあります。

海岸防災林は、砂地を森林で被覆することによって飛砂の発生を防止し、飛砂が海岸から内陸に進入するのを防止します。



防風機能

竜巻や台風等の強風によって、建物が損傷したり飛来物の衝突による損傷等の被害が発生することがあります。

海岸防災林は障壁となって風に抵抗し、風のエネルギーを減殺することで風速を緩和し内陸部の田畑や住宅などを守ります。



潮害防備機能

潮害とは、潮風、高潮、津波による被害のことです。海岸から濃い塩分を含んだ潮風が内陸深くまで吹き込むと農作物などの植物、建物、自動車やインフラなどに大きな被害を与えます。

また、台風や発達した低気圧などに伴い海面が異常に上昇する高潮と、海底下で大きな地震が発生した際に海面が変動し発生する津波は、内陸部に海水が入り込むことで住宅や耕地への浸水、人が波にさらわれるなどの被害にいたる場合があります。

海岸防災林は、海岸からの塩分を含んだ風を弱め田畑への塩害などを防ぎます。また、津波や高潮の勢いを弱めることで住宅などへの被害を軽減します。



その他の機能と保安林

飛砂、風害、潮害防備などの機能の高度な発揮が求められる森林は、飛砂防備保安林、防風保安林、潮害防備保安林に指定されています。さらに防霧保安林や風致保安林、保健保安林等に指定され、美しい景観等を維持しているものもあります。

防霧保安林

森林によって空気の乱流を発生させて霧の移動を阻止したり、霧粒を捕捉したりすることで霧の害を防止します。

風致保安林

名所や旧跡等の趣のある景色が森林によって価値づけられている場合に、これを保存します。

保健保安林

森林の持つレクリエーション等の保健、休養の場としての機能や、局所的な気象条件の緩和機能、じん埃、ばい煙等のろ過機能を発揮することにより、公衆の保健、衛生に貢献します。

津波の発生と海岸防災林が発揮した効果

東日本大震災と津波の概要

2011年3月11日14時46分に三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の地震が発生し、宮城県栗原市で震度7、岩手県から千葉県の広い範囲で震度6弱以上の強い揺れを観測しました。

この地震により大規模な津波が発生し、岩手県宮古市の検潮所で8.5m以上の津波を観測するなど、震源に近い青森県から千葉県の海岸部で高い津波が観測されました。津波による浸水は、国土地理院が行った空中写真・衛星画像判読によると青森県から千葉県の6県で計561km²とされています。そのうち、農用地、森林等の浸水は280km²を超えており、仙台平野など平野部では海岸線から5km以上内陸部まで浸水範囲が及びました。

海岸防災林については、復旧を要する延長が約164kmとなっています。

効果発揮事例

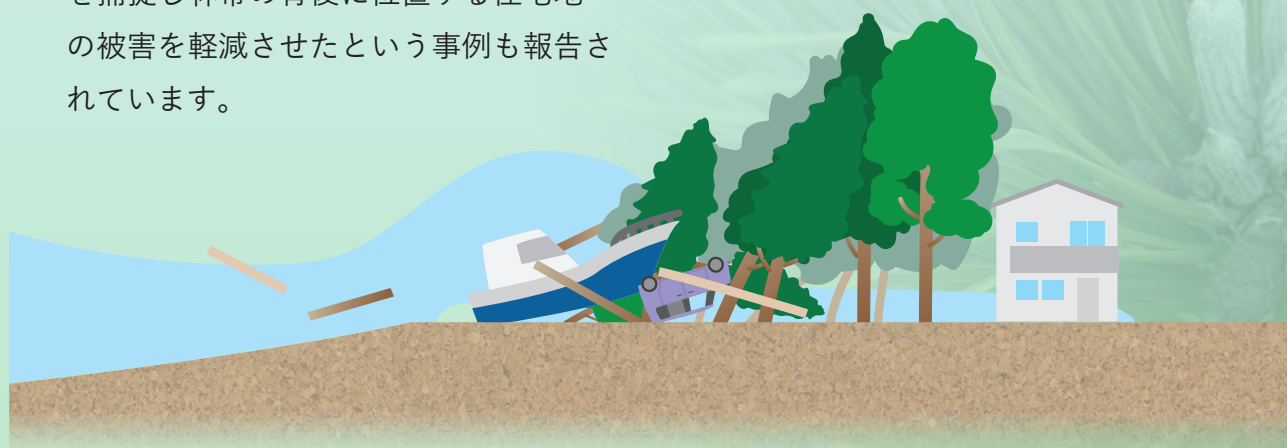
津波災害では、甚大な被害を受けた海岸防災林も多く平常時の機能が著しく損なわれた一方で、津波エネルギーの減衰や漂流物を捕捉するなど一定の効果があったことが報告されています。

津波エネルギーの減衰効果、 到達時間の遅延効果

過去の事例や震災後の検証結果から海岸防災林には、津波の波力を減衰して流速やエネルギーを低下させ、その破壊力を弱める効果があったとされています。

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軽減

林帯が残った海岸防災林では、漂流物を捕捉し林帯の背後に位置する住宅地への被害を軽減させたという事例も報告されています。



津波を考慮した海岸防災林

検討会の設置と概要

震災を受けて林野庁では、被災状況の把握、防災効果の検証、復旧方針の検討、今後の海岸防災林の再生に向けた技術的知見の収集などの観点から「東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会」を設置しました。

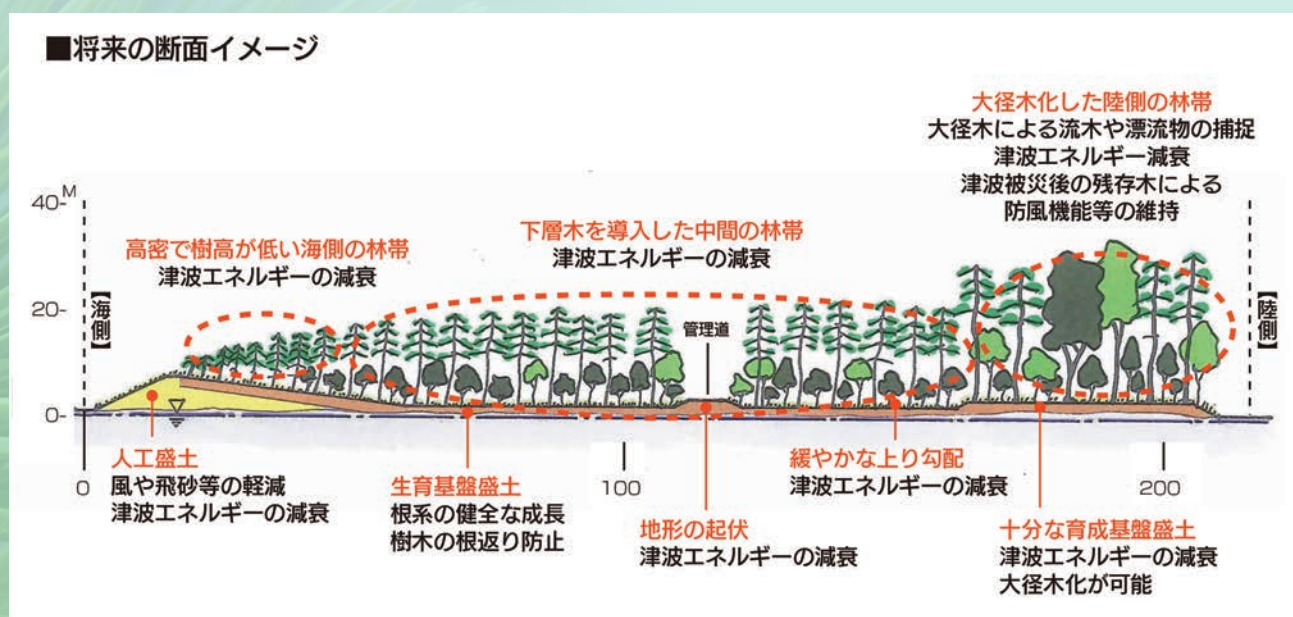
検討会は、津波による甚大な被災状況を踏まえ、地域の防災機能の確保を図る観点から、飛砂・風害の防備等の災害防止機能に加えて、津波に対する被害軽減効果も考慮した海岸防災林の復旧・再生を検討し「今後における海岸防災林の再生について」をまとめました。

海岸防災林の復旧に当たっては、被災箇所ごとに被災状況や地域の実情、さらには地域の生態系保全の必要性も考慮して、再生方法が決定されました。また、再生後の維持管理を含むコストなども合わせて検討が進められ、基本的な再生の方向性が示されました。

海岸防災林の被災状況を詳細にみると、地盤高が低く地下水位が高い箇所では、樹木の根が地中深くに伸びず、根の緊縛力が弱かったことから根返りし流木化したものが多かったことが分かりました。

これらの調査結果などより、飛砂・風害を防ぐとともに津波に対して根返りしにくい林帯を造成するためには、根系の健全な成長を確保するための生育基盤として、地下水位等から2～3m程度の地盤高さを確保するための盛土を実施することが望ましいとされました。

さらに、盛土による津波エネルギーの減衰効果の観点から、海側から陸側に緩やかな上り勾配や起伏を設けることが望ましいとして、以下のような断面形が示されました。

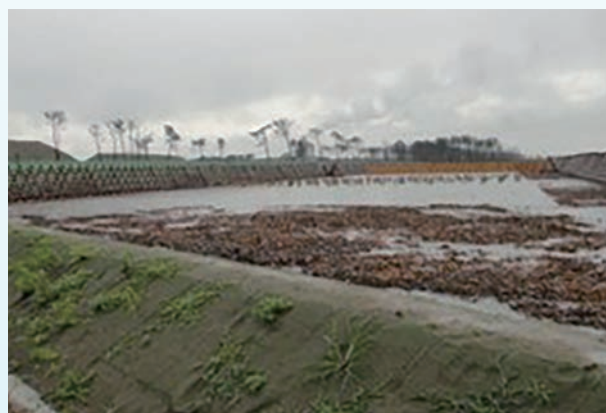


海岸防災林の造成

根系の発達に配慮した生育基盤盛土

被災した海岸防災林を再生する際には、樹木根系の伸長を図るために生育基盤盛土の造成を行いました。しかし、完成した生育基盤盛土では滞水や過湿による植栽木の衰弱・枯死など、数々の想定外の問題が発生しました。

これは土壤が締め固まり過ぎてしまった事が原因とみて、あまり締め固めすぎないように改良したところ、植栽木が十分に根付いていることが確認されました。



植栽樹種（クロマツと広葉樹）

復旧事業では潮風に強く、養分の少ない砂地でも育つクロマツが主に植栽されました。その一方で、松くい虫被害への懸念や生物多様性保全、地域のニーズを踏まえた森づくりとして広葉樹の植栽も実施されています。

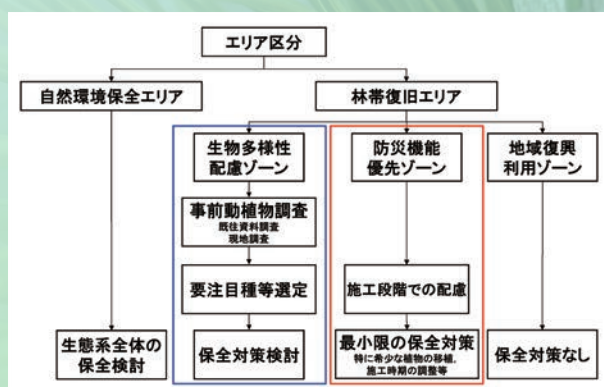
根系の発達状況

クロマツは深根性の樹種（右上写真）であり、本来ならば根返りなどを起こしにくいと考えられます。しかし、地下水位が高いと根系の成長が阻害されてしまいます（右下写真）。生育基盤盛土により、通気性や排水を良好な状態にすることにより、健全な根系の発達が期待できます。



生物多様性への配慮

震災後の調査で、被災した海岸防災林の土砂から様々な種子や生き物が発見されました。盛土をするとこれらは死滅し豊かな生物多様性が戻らない可能性があることから、仙台湾では生物多様性保全のためにゾーニングを行い、エリアごとに管理方法を検討しました。



海岸防災林の維持管理

維持管理の必要性と密度管理

海岸防災林の維持管理については林野庁が「海岸防災林の保育管理のためのガイドライン(案)」を作成しています。通常の維持管理項目は、補植・改植・再造林、下刈、除伐、つる切り、本数調整伐、枝落とし及び追肥となっていますが、特に本数調整による密度管理を要点に上げています。

これまでの海岸防災林の保育管理では、本数調整が適切に行われなかったことで過密化が進み、クロマツは樹高が高くても直径が細くなり下枝の枯れ上がった、津波や気象害等に弱い林帯となっていることが問題になったためです。

本数調整を適切に行うと、立木本数は減りますが直径が太くなることや枝葉が低い位置から分布するため、津波被害軽減機能が低下しないと考えられています。また、林内の見通しが良くなると松くい虫被害の早期発見にもつながります。



松くい虫被害の復旧対策

松くい虫被害に対する対策は、様々な研究が実施され各研究機関よりマニュアル等が発行されています。近年ではドローンによる探査技術が確立されるなど、新しい防除方法も開発されています。

松くい虫被害後の海岸防災林を復旧する際に、広葉樹を活用する例も見られます。特に西日本では松くい虫被害以前から高木性の広葉樹が自然侵入している場合が多く、自然に広葉樹林に遷移している箇所も見られます。

また、松くい虫被害後に衰弱したマツから大量の種子が散布された場合には、高密度の実生群落が出現しマツの天然更新が起きる事例も確認されています。



海岸防災林の復旧・再生

復旧・再生にあたっての考慮事項

震災後の海岸防災林の復旧・再生にあたっては、実際の海岸の状況は地域ごとに特徴があるため「今後における海岸防災林の再生について」を参考にした上で、具体的な復旧・再生計画を地域計画の段階で検討することが求められていました。当時の検討会で座長を務めた太田猛彦名誉教授は、その際に考慮すべき事項として以下の6項目をあげています。

- (1) 通常の防災機能の復旧と改善
- (2) 巨大津波の減災対策
- (3) 海岸地域の潜在的危険性の認識と土地利用計画
- (4) 海浜生態系保全
- (5) 海岸防災林の多様な機能への配慮
- (6) 海岸の環境変化への配慮

全国の海岸で侵食が直接海岸防災林に及ぶことも時間の問題となっているため、防潮堤が海岸防災林保護のために不可欠という事態が迫っています。その環境の中で、海浜生態系を保全しながら海岸構造物を設置することがいっそう難しくなっており、海岸保全の分野との連携が不可欠であるといえます。

グランドデザインの必要性

海岸防災林の復旧・再生計画を立てるためには、地域性を考慮した防災計画や緑地計画など、様々な地域計画の中で位置づける必要があります。しかし、東日本大震災後がそうであったように、大きな被害を受けた後は早急な復旧が求められ、地域住民や関係者がじっくりとした計画論を話し合う場を持つことは困難です。そのため、大規模な被害を受ける前に関係者で海岸防災林についてのグランドデザインを検討しておくことが重要といえます。

グランドデザインとは、海岸防災林に関する長期間にわたる着想、計画、図案や設計などを指しますが、従来からの防災機能に加え、津波被害軽減機能や生物多様性の保全等、近年の海岸防災林に求められる様々な要望に応えるとともに、地域の自然環境や社会環境などの実情を踏まえ、地域に適した形で海岸防災林の復旧・再生を目指すものです。主に基本構想、基本計画に分けて考え、基本構想、基本計画を作成した各段階においては、検討内容等を地域住民等と共有することが望ましいとされています。

将来の展望

東日本大震災発災直後に東日本大震災復興基本法が成立し、その1か月後には「東日本大震災からの復興の基本方針」が東日本大震災復興対策本部から発表されました。その中では、復興施策の災害に強い地域づくりの内容として**減災と多重防御**の考え方が示されました。

減災とは、大きな自然災害を完全に防ぐのではなく、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、災害の被害を最小化するという考え方です。

多重防御は、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です。

この中で、沿岸部の復興にあたっては海岸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付けられました。

先に示したように林野庁で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において検討を行い、2012年2月に「今後における海岸防災林の再生について」を取りまとめました。その後も、2020年3月に「海岸防災林の保育管理のためのガイドライン」を取りまとめるなど、東日本大震災を契機に多重防御の一翼を担う海岸防災林のあり方について議論してきました。

しかし、松くい虫被害や海岸侵食、沿岸域における生態系の保全等、海岸防災林を取り巻く新たな課題も多くあります。今後は気候変動や山地からの土砂供給量の変化など、沿岸環境を取り巻く大きな変化が及ぼす影響や森里川海連環系のなかで、沿岸域が果たす役割等をしっかり考慮し、私たちと海岸防災林の新たな関係性の構築に取り組む必要性がでています。

防災と環境保全の両方を同時に実現することは容易ではありませんが、先人の知恵と努力を上手に生かし、関係者間の合意形成を図りながら、地域の特徴を活かした災害に強い多機能海岸防災林の姿（将来目標）を目指すことが望まれます。

今後は、被災した東北地方太平洋沿岸ばかりでなく、東南海・南海地震と津波が懸念されている西南日本も含めて、これから新たに災害に強い海岸防災林を造っていくことが必要です。



災害に強い海岸防災林をめざして

令和 5（2023）年 3 月

企画・編集：林野庁 森林整備部 治山課

TEL：03-3502-8208