

東北地方太平洋沿岸の海岸保安林の変遷調査に基づく津波防備効果の考察

日本大学大学院理工学研究科 学生会員 ○有馬 勇人 (株)アジア建設コンサルタント 正会員 石野和男
 日本大学大学院理工学研究科 学生会員 祖父江一馬 東京大学 フェロー 玉井信行
 日本大学理工学部 正会員 後藤 浩 日本大学 フェロー 竹澤三雄

はじめに 2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震津波は、東日本太平洋沿岸地域に重篤な被害を与えた。各種海岸保全施設は津波の侵入を軽減しつつも、その多くが破壊された。同時に、本震災以前に沿岸の良好な景観を構成していた多くの海岸保安林(以下海岸林と呼ぶ)も津波により流失した。一部報道によれば、海岸林の津波防備効果へ疑問譜をつける論調も見られたが、これは精緻な検証を基にした言説ではない。本報は、**図1**に示す調査地点を選定し、各調査地点の海岸林の生い立ちを文献調査から、また、その後の変遷を空中写真および地形図から調査することによって考察し、現地調査結果を含めて海岸林の津波防備効果を検証した。

調査対象地および調査内容 調査対象地点は、北は岩手県陸前高田市の高田松原、南は宮城県亘理郡山元町までの主要な海岸林植生地とした(**図1~図3**参照)。調査方法としては、現地調査^{1),2)}、文献調査から得られる情報と戦後米軍による撮影を皮切りに現在までの情報がストックされている空中写真(国土地理院所蔵)および1901年以降の地形図(今昔マップ)を利用して土地利用の変遷の情報を得て、海岸林の植栽状況の変化を考察した。

文献調査の結果(海岸林の始まり)^{3)~6)} 岩手県陸前高田市沿岸の海岸林については、地元豪商により1667年(寛文7年)に「防風」のため、クロマツおよびアカマツ7千本が植栽され、さらに、1673年(延宝元年)に、1万8千本にまで増植されたことが始まりである。昭和三陸津波においては、海岸林の全部が冠水、約3割が枯死し、さらに、1960年のチリ津波時には3~4mの津波高に対して3千本の海岸林が惨たらししく倒壊、約2万本が遠からず枯死するとの予測が立てられる程の被害があったとの報告がある。しかしながら、例えば、昭和三陸津波においては、眺望確保のためマツを伐採した旅館とマツを伐採しなかった旅館とで被害に差が見られたとの報告も残っているなど津波防備の効果が示され、その後も地域住民によって大事に育成されている。石巻市ながはま地区の海岸林については、近隣の門脇海岸での状況が史実として伝えられている。海岸林は、「潮風防備」のため1732年(享保17年)に仙台藩により遠州から取り寄せたクロマツの種子を発芽・繁茂させたものである。その後、昭和三陸津波時には波高2.1m、1960年のチリ津波時には波高2.7mの津波が押し寄せたが、その後も継続的に海岸林は住民により管理され、良好な育成環境が確保された。東松島市沿岸の海岸林については、1789年(寛政元年)以降に仙台藩によるクロマツ1万5千本の植栽が始まりで、その後、海岸林は地域住民により大切に育成され繁茂した。さらに、1886年(明治19年)以降に、同地域には6万本のクロマツの苗木が行政によって追加して植えられている。宮城県仙台平野沿岸の海岸林は、慶長5年頃(1600年頃)に、仙台藩主伊達正宗が「防砂」のため遠州(静岡県)よりクロマツの種子を取り寄せ苗木を育成、植栽したことが始まりである。明治以降も、「潮害防備」の目的が付与され海岸林の育成が行われている。以上のような始まりを有する海岸林群の植林事業は、その後も、凶作の末の罹災民救済事業(1906年)、産業奨励策事業(1939年)、三陸津波防備効果の好評価からの事業(1935年)などとして実施された。このように、これら地域の海岸林は発展的変遷を遂げてきており、東北地方太平洋沖地震津波発生に至るまでの江戸時代からの長い期間、幾重にもわたる津波の来襲に耐えてきたことから、海岸林の津波防備効果の存在が改めて推察される。

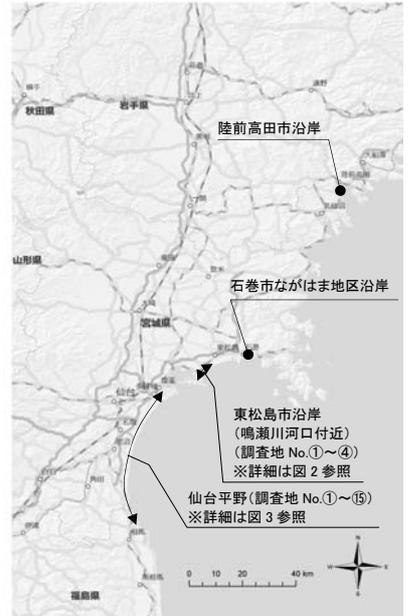


図1 調査対象地域

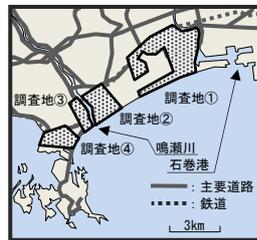


図2 調査地詳細図 (東松島市沿岸)

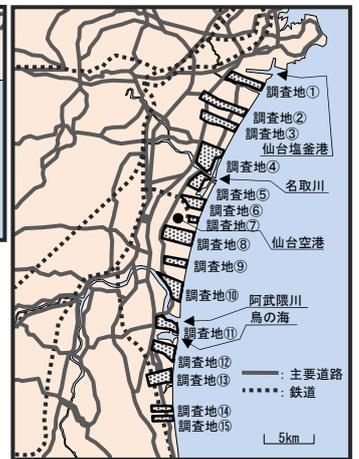


図3 調査地詳細図 (仙台平野)

空中写真・地形図による調査結果(過去100年間の海岸林の変遷) 各調査地点の空中写真・地形図の変遷を見比べて、海岸林の植栽状況の変化を検討した。**表1**は、それぞれのツールから得られる情報を用いて、各調査地点の状況を簡潔に整理した一覧である。いずれの調査地点においても、海岸林は1900年頃から存在しているが、「(A) 海岸林に概ね変化が見られない場合」・「(B) 海岸林の宅地などへの土地利用の転換により海岸林が減少している場合」・「(C) 海岸林の成長が見られ空中写真での陰影が疎から密となっている場合」・「(D) キーワード：東北地方太平洋沖地震、津波、海岸保安林、文献調査、空中写真、地形図 連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8 E-mail:gotou.hiroshi@nihon-u.ac.jp

以上のような始まりを有する海岸林群の植林事業は、その後も、凶作の末の罹災民救済事業(1906年)、産業奨励策事業(1939年)、三陸津波防備効果の好評価からの事業(1935年)などとして実施された。このように、これら地域の海岸林は発展的変遷を遂げてきており、東北地方太平洋沖地震津波発生に至るまでの江戸時代からの長い期間、幾重にもわたる津波の来襲に耐えてきたことから、海岸林の津波防備効果の存在が改めて推察される。

空中写真・地形図による調査結果(過去100年間の海岸林の変遷) 各調査地点の空中写真・地形図の変遷を見比べて、海岸林の植栽状況の変化を検討した。**表1**は、それぞれのツールから得られる情報を用いて、各調査地点の状況を簡潔に整理した一覧である。いずれの調査地点においても、海岸林は1900年頃から存在しているが、「(A) 海岸林に概ね変化が見られない場合」・「(B) 海岸林の宅地などへの土地利用の転換により海岸林が減少している場合」・「(C) 海岸林の成長が見られ空中写真での陰影が疎から密となっている場合」・「(D) キーワード：東北地方太平洋沖地震、津波、海岸保安林、文献調査、空中写真、地形図 連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8 E-mail:gotou.hiroshi@nihon-u.ac.jp

河口位置が固定していなかった河口を導流堤・港の建設によって固定化させた結果によって生まれた砂地盤の土地へ新たな植栽を行って海岸林が増加した場合」に大別できる。表1に示されるように、東北地方太平洋沖地震津波により Case (A), (B), (C) と考えられる調査地については、津波被災後の状況として「一部流失、倒伏もしくは枯死」と判定されるが、Case (D) かつ多くが堤外地に海岸林が繁茂する調査地点「陸前高田市沿岸の海岸林」、「東松島市調査地点②の海岸線に沿った地点」、「仙台平野調査地点①・⑤・⑩」については、「ほぼ倒伏、流失」と判定される。このように、海岸林の被災が、津波高、海岸堤防の有無だけでなく植栽された土地の変遷も影響していることが理解され、海岸林の流失が激しい場合は植栽された土地の地盤材料が砂であるとの共通項が見出せる。

まとめ 東北地方太平洋沖地震で被災した海岸林について、土地の変遷を文献と空中写真・地形図をもとに調査・整理し、被災程度の違いの原因を考察した。得られた結論を以下に示す。

(1) 海岸林植栽の始まりは、主に「風害・潮害防備」であり、1600年以降、仙台藩などの「公」によって実施された。そして、本震災に伴う津波に至るまでの400余年にわたり幾重にも東北地方太平洋沖地震による津波高よりも低い津波の来襲があったこと、また、さらなる植栽が地域住民によって精力的に行われてきたことから、海岸林に津波防備効果が存在したことが再確認された。

(2) 東北地方太平洋沖地震発生以前の約100年間を空中写真と地形図の変遷を分析し、海岸林がほぼ倒伏・流失した場所が、津波高、海岸堤防の有無による影響だけでなく土地の変遷で地盤材料が砂であることが影響していることを指摘した。

謝辞 空中写真の変遷については国土地理院HPの国土変遷アーカイブスを、地形図については時系列地形図閲覧ソフト「今昔マップ」(谷謙二氏作成)を利用いたしました。また、海岸林の歴史に関する資料の一部は、山元町副町長成田隆一氏より提供していただきました。さらに、本研究は、日本大学総長特別研究助成、日本大学理工学部復興支援研究プロジェクト(復興まちづくり)研究助成、河川整備基金による研究助成により実施致しております。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 後藤浩ら：東北地方太平洋沖地震津波における海岸保安林の効果および被災に関する現地調査，土木学会論文集(B2：海岸工学)，土木学会，第68巻2号，pp.1366-1370, 2012. 2) 祖父江一馬ら：東北地方太平洋沖地震津波に対する仙台平野における海岸保安林の津波防備効果の考察，平成25年度土木学会年次学術講演会講演概要集(投稿中)，2013. 3) (財)日本緑化センター：日本の松原物語—海岸林の過去・現在・未来を考える，2009 (http://www.pinerescue.jp/jiten/matsu/books/m_story/). (2013.3.23 確認). 4) 山元町：海岸林(官林)物語資料，山元町歴史資料館所蔵. 5) 小林富士雄：海岸林津波被害の記録に学ぶ，Green Age(7月号)，(財)日本緑化センター，pp.40-44, 2011. 6) 首藤伸夫：三陸地方の津波の歴史 (<http://www.coastal.jp/>) (2013.3.26 確認). 7) 国土交通省東北地方整備局：“被災3県の海岸堤防高の設定状況”HP，(www.mlit.go.jp/) (2013.3.26 確認). 8) 原口強・岩松暉：東日本大震災津波詳細地図上巻，古今書院。

表1 調査地の海岸保安林と土地変遷の関係

調査地	1947年以前の地形図から読み取れること	1947年以降の空中写真から読み取れること	樹林帯の被災の様子	津波高	海岸堤防高と樹林の状況
陸前高田市沿岸	1913年には、海岸林が存在し、海岸線の後背地には沼、荒地が広がっている。	1948年から東北地方太平洋沖地震津波前まであまり海岸林に変化は見られない。後背地は田や道路整備が進められている。【Case (D)】	樹林帯の被災の様子 1本を除きすべて流失。	15.4 m	5.5m (堤外地に樹林)
石巻市各地区	1913年には、海岸線全域に樹林帯が存在し、その後背地には荒地が広がっている。	1952年から1969年までは大きな変化はない。1975年になると樹林帯の西側が流滞に変わり海岸林が減少した。それ以降は大きな変化はない。【Case (A)】	樹林のわずかが流失、倒伏、枯死。	8.6 m	6.2m (堤内地に樹林)
東松島市	① 1901年の地図から現在に至るまで針葉樹の記載の領域は大きく変化していないが海岸林の中に歩道がつけられている。	1952年には、海岸林が存在し、年を追うごとに海岸線の整備が進んで行っている様子が見受けられる。【Case (A)】	多くの樹林が流出もしくは枯死。	7.6 m	5.0-6.2m (堤内地に樹林)
	② 1901年には、北上運河の後背地に海岸林が広がっている。	1948年には、北上運河より海寄りの領域に海岸林は存在しないが1968年にはわずかに植栽がされ、その後繁茂している。なお、1948年には北上運河より内陸では海岸林が繁茂しその状態は概ね変化しない。【Case (D)】	海岸線付近の樹林はほぼ流失。運河後背地の樹林が一部流失、倒伏、枯死。	6.2 m	4.5-6.2m (堤内地に樹林)
	③ 1901年には、鳴瀬川河口位置の変化はないが、海岸林が存在しない。	1956年には、海岸線と東名運河の間の領域に海岸林が存在し、1961年には海岸林の中に食い込み形で住宅の立地が見られるようになる。【Case (B)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	10.4m	4.5-6.2m (堤内地に樹林)
	④ 1901年には、広範囲に海岸付近まで林はあったが、荒地と考えられる領域の方が大きい。	1952年には、幅狭の海岸林が存在し、その後背地には田が存在している。その後、年を追うごとに海岸線の整備が進められ幅が広がって行っている。【Case (A)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	5.5 m	4.5-6.2m (堤内地および一部堤外地に樹林)
仙台平野	① 1901年には、田と海岸林が混在して記載されている。	1947年には、沿岸の一部に海岸線の形成がみられる。しかし、1977年には、わずかに海岸線の形成が見られ、年を追うごとに海岸林が広がって行く。【Case (D)】	ほぼ流失。	13.9 m	5.2-7.2m (堤外地に樹林)
	② 1901年には、海岸線の植栽が認められる。	1947年から海岸線は存在し、植栽が粗から密へ変化し海岸線の整備が進んでいる。【Case (C)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	9.6 m	5.2-7.2m (堤内地に樹林、一部堤外地にもあり)
	③ 1901年には、海岸線の植栽が認められる。	1947年から海岸線が存在するが、海岸線に食い込み形で宅地などの土地利用となっている。その後、概ね海岸線の様子に大きな変化はない。【Case (A)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	5.6 m	5.2-7.2m (堤内地に樹林)
	④ 1901年には、海岸線の植栽が認められる。	1947年から海岸線の様子に大きな変化はない。【Case (A)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	12.4 m	5.2-7.2m (堤内地および一部堤外地に樹林)
	⑤ 1901年には、名取川河口が現在より南側に位置しており、海岸線の植栽はない。	1947年には、海岸線は見られず沿岸砂州の形成が見られる。1977年には、わずかに海岸線の形成が見られ、年を追うごとに海岸線が広がって行く。【Case (D)】	ほぼ倒伏、流失。	7.7 m	5.2-7.2m (堤内地および一部堤外地に樹林)
	⑥ 1901年には、真山郷の後背地に荒地と海岸線が見られる。	1947年から海岸線に沿った海岸線の状況に概ね変化はなく、その後、海岸線がさらに整備されて行っている。【Case (A)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	4.8 m	5.2-7.2m (堤内地に樹林)
	⑦ 1901年には、幅広に海岸線とその中に田が点在している。	1947年において、海岸線に沿った海岸線の状況は些少の植栽面積の減少が見られるが、その後、概ね変化していない。なお、海岸線に食い込み形で、従来、田であった土地の宅地などへの土地利用転換が認められる。【Case (B)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	11.7 m	5.2-7.2m (堤外地に樹林)
	⑧ 1901年には、幅広で海岸線とその中に田が点在している。	1947年において、海岸線は存在し、その後、些少の植栽面積の減少が見られるが、近年まで概ね変化していない。【Case (B)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	7.6 m	5.2-7.2m (堤内地に樹林)
	⑨ 1901年には海岸線まで宅地などの土地利用が見られ、わずかに海岸線と宅地利用との間に海岸線がある。	1947年において、幅広の海岸線に宅地または農耕地が食い込み、この様子は近年まで変化していない。【Case (A)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	8.9 m	5.2-7.2m (堤内地に樹林)
	⑩ 1901年には、海岸線の植栽が認められる。	1947年には、海岸線が存在し、その後、植栽が粗から密へ変化して行っている。1988年には一部伐採され土地利用が変化している。【Case (B)・(C)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	4.8 m	5.2-7.2m (堤内地および一部堤外地に樹林)
	⑪ 1901年には、沿岸部は荒地として記載されている。	1947年には、砂州上にわずかに海岸線の植栽が認められる。年を追うごとに植栽が拡大している。【Case (D)】	ほぼ倒伏、流失。	7.9 m	6.2-7.2m (堤内地に樹林)
	⑫ 1901年には、海岸線の植栽が認められる。	1947年には、海岸線の植栽がある。さらに、年を経るにつれて植栽が粗から密になっている。【Case (C)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	5.2 m	6.2-7.2m (堤内地に樹林)
	⑬ 1901年には、海岸線の植栽が認められる。	1947年には、海岸線の一部が1988年までに一部伐採され、浜辺の方へ宅地が広がっている。その後の様子は、概ね変化していない。【Case (B)・(C)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	7.3 m	6.2-7.2m (堤内地に樹林)
⑭・⑮ 1901年には、海岸線の植栽が認められる。	1952年には、海岸線が存在し、1983年には、耕地拡大によると考えられる海岸線伐採が見られたが、それ以降の顕著な変化はない。【Case (B)・(C)】	樹林が一部流失、倒伏、枯死。	8.6 m	6.2-7.2m (堤内地に樹林)	

※「樹林帯の被災後の様子」は、著者らの現地視察の結果、Google Earth、参考文献7)を参考にした。
 ※「津波高」は、参考文献8)を閲覧し、調査地域近隣の中で最も大きい値を参照し四捨五入して表示した。
 ※「海岸堤防の状況」については、著者らの現地視察の結果、Google Earth、参考文献7)8)を参考にした。