わが国に來襲する津波に対する海岸保安林の減災効果に関する予測調査

Field Investigation on Effect of Disaster Reduction against Tsunami Using Coastal Forestation in Japan

後藤 浩¹・祖父江一馬²・有馬勇人²・石野和男³・玉井信行⁴・竹澤三雄⁵

Hiroshi GOTOH, Kazuma SOBUE, Hayato ARIMA, Kazuo ISHINO
Nobuyuki TAMAI and Mitsuo TAKEZAWA

The 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake caused the extensive damage along the coast of Tohoku area facing the Pacific Ocean with tsunami. Not only Tohoku area facing the Pacific Ocean but also any coastal areas in Japan are under threat of heavy disasters due to earthquakes and tsunamis. It has been clarified that the coastal forestation is effective to reduce the damage due to tsunami by our previous studies on the coast of Sendai plain. In this study, a new index for effectiveness of the forestation against the disaster due to tsunami is deduced from existing data and is extended to other coastal areas in Japan through tsunami height estimated by mathematical simulations by plate tectonics in the central part and southern part of the Pacific side of Japan.

1. はじめに

2011年の東北地方太平洋沖地震津波は、東日本太平洋沿岸地域に甚大な被害を与えた。沿岸に整備されていた海岸保全施設も多くが被害を受けたため、現在、それらの再整備がなされている。海岸保全施設の一つで、かつ、沿岸地域における景観の重要な構成要素であった海岸保安林（以下、海岸林と呼ぶ）の多くも津波による流失等の被害を受けた。以前、著者らは、岩手県および宮城県沿岸地域の海岸林の被災状況の全体像を示すとともに、各地域での海岸林植栽の生い立ち等も調査し、東北地方太平洋沿岸における海岸林の被災の特徴を整理した（後藤ら、2012, 2013）。また、著者らは、海岸林が残存した石巻市ながはま地区ならびに仙台平野における15ヶ所を現地調査の対象地として選定し、後背地の家屋の被害状況に注目して、海岸林の津波に対する減災効果を検討した。その結果、海岸林が津波によって生じた流れに対して抵抗を与え、明らかに内陸に対して減災効果を発揮していたことを実証した（後藤ら、2013）。併せて、被災した海岸林の現況を首藤（1985）が提案した図表に照らし合わせて、その有用性も再確認した（後藤ら、2012）。

わが国は、東北地方太平洋沖地震による未曾有の津波被災を経験したことから、それ以降、わが国沿岸の各自治体では、改めて地震シナリオの想定をシビアなものに組み立て直し、想定した地震に伴い発生予測される津波による災害について再検討を行っている（鹿児島県庁ほか、2014-5-3参照）。将来、わが国沿岸に津波が来襲した場合、津波に対する海岸林の減災効果を検討しておくことは、各地域における今後の津波防災計画を立案する上で一助になるものと

考えられる。

ここでは、宮城県仙台平野における海岸林による津波に対する減災効果について再考察を行った。そして、将来、わが国で地震津波の来襲が推定され、かつ、海岸林が植栽されている地域を複数抽出し、海岸林の生い立ちを文献および過去の地形図や空中写真を利用して調査した。また、現地へ赴き林分調査を実施し、予測津波高と地盤高を含む樹高との比較などを行った。さらに、それと併せて、現地海岸林の植栽の現況を首藤（1985）の図表と照らし合わせて、各地域における津波に対する海岸林の減災効果を予測した。

2. 調査方法

(1) 各地域における海岸林植栽の生い立ちの調査

図-1に示すように、宮城県仙台平野の15調査地、ならびに、鹿児島県、宮崎県、島根県、鳥取県、三重県、静岡県、新潟県の41調査地を抽出し、海岸林の調査対象とした。なお、調査地としては、海岸林植栽の後背地に家屋等が存在する場所を選定した。調査方法としては、現地調査のほかに、海岸林の生い立ちを記録した文献から得られる情報（日本緑化センター、2009；きこりのホームページ、2014-5-3参照；

図-1 対象とした調査地

1 正会員 博(工) 日本大学准教授 理工学部 まちづくり工学科
2 学生会員 日本大学大学院 理工学研究科 土木工学専攻
3 正会員 博(工) (株)アジア共同設計コンサルタント
4 名誉会員 工博 東京大学 名誉教授
5 フェロー 工博 日本大学 名誉教授

二見地区松林再生計画策定委員会, 2010), 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, 2014-5-3参照), 過去の2万5千分の1の地形図(国土地理院所蔵)を用い, 土地利用の変遷や海岸林の植栽状況の経年変化を調査した。

(2) 津波被害減災に関する現地調査

現地調査は, 海岸から内陸に向かっての縦断地形に関する簡易な測量, 林分調査(樹高, 平均胸高直径, 立木密度など)を行い, 海岸林背後地の家屋の新旧や土地利用状況を併せて観測した。なお, 測定には, GNSS, レーザー距離計, 測量用ボール, メジャーなどを用いた。津波に対する減災効果を検討するための各地域の津波高については, 仙台平野の調査地については, 各地点で計測された浸水深(原口・岩松, 2011)を参考にした。また, 仙台平野以外の調査地については, 各自治体が想定する複数のシナリオで地震が発生した結果に基づく数値シミュレーション結果(鹿児島県庁ほか, 2014-5-3参照)を参照し, 沿岸地域で最も高い予測津波高(津波高との記載がない場合は, 沿岸海岸線付近での予測浸水深を予測津波高と定義した)を採用した。

3. 調査結果

(1) 各地域における海岸林植栽の生い立ちの調査

a) 各地域での海岸林の始まりの概要

鹿児島県の調査地(南さつま市)付近では, 「防砂」のために, 1684年から4年間かけて, 薩摩藩より潟取締役に命ぜられた宮内良門が周辺部落の再整理をするともに, 沿岸にクロマツ2万5千本等を植栽した。その後, 宮内家3代が樹林を守ったが, 役職廃止および沿岸災害により荒廃した。しかしながら, 1859年より良門の子孫にあたる宮内善左衛門と木場三太郎が私費を投じ, 再び植林を行った。

宮崎県の調査地(日向市)付近では, 1843年に地域の総代である税田忠三郎ほか24名により近隣の山林からクロマツの苗木を掘り取って植栽している(目的は不明)。

鳥根県の調査地(出雲市)付近では, 1600年代に澄田勘九郎と大梶七兵衛による「砂除け」のための植林がなされた。澄田らは, 砂浜に堆砂垣を設置し複数回, それを埋没させ砂山を築いた。そして, その後背地に8万4千余本から成るクロマツ林を形成させた。

鳥取県の調査地(福部町)付近においては, 船越作左衛門および甥の次郎左衛門が, 1785年から私費を投じてクロマツおよびハマスゲの植林を行い, 最終的に, クロマツについては, その本数が10万本に達した。

新潟県の調査地(長岡市)付近では, 1787年より代官である藤野條助が, 「風害防御」の目的で地域村民の協力を得て沿岸の小高い場所にクロマツを約10町歩(約11km)にわたり植栽した。

三重県の調査地(伊勢市)付近のクロマツの樹林帯は歴史が古く, 史実によれば, この地域に逗留した西行法師や

鴨長明がこのマツ原について「浪越すと二見の松の見えつるは梢にかかる霞なりけり(西行法師)」, 「二見潟 神さびたてる塩御殿 幾千みちぬ松かげにして(鴨長明)」などと歌を詠んでいる。そして, 近代になっても, 「防砂・防風」を目的に継続的に樹林帯の管理がなされている。

静岡県の調査地(磐田市)付近では, 1800年代に農民である寺田彦太郎が港建設のための「堤塘(堤防)の安定化」および「防砂」のために植林に尽力し, 地盤を安定化させるため最初にグミを植え, 地盤安定化後, クロマツを植林した。また, 士族である谷源蔵と農民である揚張平左衛門は, ソダを立てて砂丘を作り, グミやススキを植栽し, 地盤を安定化させ, その後に1万2千本町(1町≒109m)にわたりクロマツの植林を行った。

なお, 仙台平野については, 既報(日本緑化センター, 2009; 後藤ら, 2013)のとおりに, 「防砂」のため, 仙台藩が1700年代にクロマツを精力的に樹植し, その後, 地域住民の協力により繁茂させたものである。

以上のように, 本研究で調査した海岸林は, 植栽の時期, 新潟地震(1964年), 昭和南海地震(1946年)津波の被災の経験など, 仙台平野の海岸林と同様な背景を有している。

b) 空中写真・地形図による過去100年程度の海岸林の植栽状況変化

表-1は, 鹿児島県, 宮崎県, 鳥根県, 鳥取県, 三重県, 静岡県, 新潟県の各調査地における海岸林の樹高, 胸高直径, 樹林帯幅, 立木密度, 樹種の調査結果と過去の空中写真と地形図から読み取れる各地の海岸林の変遷を簡潔にまとめたものである。海岸林の変遷については, 既報(後藤ら, 2013)と同様に「海岸保安林に概ね変化が見られない場合(Case A)」・「海岸保安林の住宅地等への土地利用の転換により海岸保安林が減少している場合(Case B)」・「海岸保安林の成長が見られ空中写真での陰影が疎から密へとなっている場合(Case C)」・「河口位置を固定化するなどして生まれた土地(砂地盤)へ新たな植栽を行って海岸保安林が増加した場合(Case D)」に大別することができる。表-1に示されるように, 都市中心部に近く土地利用の変更の必要性が高かった調査地や掘り込み式の漁港建設などが行われた調査地については, 概ねCase Bと判定されるが, 多くの調査地が, Case AおよびCase Cとして判定され, 地域における海岸林保全への努力が見られる。また, Case Dと判定される地域については, 東北地方太平洋沖地震では地震動により砂地盤が液状化したと推定され, そこに津波が来襲したため植栽されていた海岸林の多くが流失してしまったと考えられている(例えば, 東日本大震災に係わる海岸防災林の再生に関する検討会, 2011)。したがって, Case Dと推定される地域で, 堤防や港湾などの海岸構造物の設置がなく, 地盤高も高くない場合は, 地震動と地下水位との関係で地盤の液状化が発生し, そこに津波による流れが来襲した場合には,

表-1 各調査地における過去100年程度の植栽状況の調査結果

場所		空中写真・地形図から読み取れること ※()内にCaseの判定結果、海岸構造物の有無、津波高≧地盤高→地盤低、津波高<地盤高→地盤高を示す。	平均 樹高 (m)	胸高平均 直径 (cm)	樹林帯 幅(m)	立木密度(本/ha) (樹種)
鹿児島	志布志市	1947年(空)、樹林無し。1968年(地)、安楽川の河口部に樹林帯有り。1979年～2008年(空)、密な樹林帯に変化。(Case C・D、構(港湾)有、地盤低)	8.1	13.6	130	2667 (クロマツ)
	大崎町	1948年(空)、樹林帯有り。1968年(空)、広範囲な樹林帯(くにの松原)有り。1981年には2008年(空)とほぼ同密度の樹林帯形成。(Case C、構無、地盤低)	14.8	26.4	850	1000 (クロマツ)
	東串良町	1953年(空)、低密度の樹林帯有り。1966年(地)、肝属川河口付近に樹林帯有り。1984年(空)、密な樹林帯形成。2008年(空)までは変化無し。(Case C・D、構(港湾)有、地盤高)	17.4	19.2	260	2000 (クロマツ)
	南さつま市	1963年～2013年(空)にかけて樹林帯の変化無し。1969年(地)、広大な樹林帯形成。(Case A、構無、地盤高)	11.1	21.6	420	1800 (クロマツ)
	指宿市	1947年(空)、樹林帯なし。1969年(地)、狭い幅の樹林帯形成有り。1981年(空)、樹林帯拡大。2006年(空)、樹林帯一部伐採減少。(Case B、構(堤防)有、地盤低)	15.6	26.2	100	4310 (クロマツ)
宮崎県	日向市	1947年(空)、1966年(地)、塩見川と赤岩川河口(小倉ヶ浜)に樹林帯有り。2009年(空)、密な樹林帯形成。(Case C・D、構(階段護岸)有、地盤低)	15.4	23.2	220	1400 (クロマツ)
	宮崎市①	1946年(空)、低密度の樹林帯有り。1968年(地)、清武川・加江田川河口地帯の樹林帯形成有り。2010年(空)、1986年(空)に比べ密な樹林帯形成。(Case C・D、構(階段護岸)、地盤低)	10.1	15.2	350	1400 (クロマツ)
	宮崎市②	1947年(空)、樹林帯無し。1965年(地)、樹林帯有り。1975年(空)、樹林帯の形成有り、後背地土地利用変化。2010年(空)、密な樹林帯形成。(Case C、構造(道路)有、地盤低)	8.2	16.4	370	1600 (クロマツ)
	宮崎市③	1948年(空)、樹林帯有り。1965年(地)、樹林帯有り。1975年～2010年(空)、密な樹林帯形成。1975年(空)、樹林帯内に建物(佐土原温泉)有り。(Case C、構造一部(護岸)有、地盤低)	11.6	20.2	620	1500 (クロマツ)
鳥根県	出雲市①	1915年(地)、神戸川河口右岸に樹林帯有り。1947年(空)、樹林帯有り。2004年(空)、密な樹林帯形成。後背地の利用形態が田畑から建物に変化。(Case C、構(堤防)有、地盤低)	9.6	13.8	460	3175 (クロマツ)
	出雲市②	1915年(地)、神戸川河口左岸荒地中にわずかな樹林有り。1947年(空)、樹林帯有り。2004年(空)、密な樹林帯形成。神戸川河口の位置は変化無し。(Case C、構無、地盤高)	4.7	13.6	240	982 (クロマツ)
鳥取県	岩美町	1932年(地)、桑畑有り。1952年(空)、植栽により樹林帯形成。2009年(空)、樹林帯の一部伐採、海岸への道路として開削されるも概ね変化無し。(Case A、構(港湾)有、地盤低)	10.1	12.8	42	4444 (クロマツ)
	福部町	1932年(地)、樹林帯なし。1964年(空)、樹林帯有り。1982年～2009年(空)、樹林帯変化無し。(Case C、構無、地盤低)	5.8	10.1	100	7857 (クロマツ)
	湯梨浜町①	1948年(空)、樹林帯の一部存在せず。1971年(空)、1975年(地)、河口固定化による砂丘上への追加植栽有り。2013年(空)、樹林帯増加。(Case C・D、構無、地盤低)	14.0	18.3	60	2000 (クロマツ)
	湯梨浜町②	1948年～1986年(空)、樹林帯増加。1973年(地)、樹林帯存在。2013年(空)、樹林帯の一部が駐車場や広場に転用のため伐採。(Case B、構無、地盤低)	13.8	22.4	60	1100 (クロマツ)
	北栄町①	1948年(空)、1973年(地)、樹林帯有り。1982年(空)、2013年(空)の比較から逐次整備の状況有り。(Case C、構無、地盤低)	16.0	27.9	120	800 (クロマツ)
	北栄町②	1948年～1967年(空)、1973年(地)、2重の樹林帯有り。2001年(空)、国道9号線の整備およびその影響で、内陸側の樹林帯消滅。(Case B、構無、地盤低)	11.4	20.3	100	750 (クロマツ)
	日吉津村①	1948年(空)、樹林帯有り。1975年(地)、2013年(空)、その後、大きな変化無し。(Case A、構(堤防)、地盤低)	10.7	12.0	80	2800 (クロマツ)
	日吉津村②	1948年(空)、樹林帯有り。1975年(地)、1978年(空)、密な樹林帯形成。2009年(空)、僅かに樹林帯が減少。(Case B、構(堤防)有、地盤低)	16.9	39.5	100	1111 (クロマツ)
	米子市①	1948年(空)、樹林帯有るも、1976年(地)、1978年(空)、大きく減少し樹林帯狭隘化。2009年(空)、樹林帯の回復段階。(Case C、構(堤防)有、地盤低)	9.6	12	20	2121 (クロマツ)
	米子市②	1948年(空)、樹林帯あり。1976年(地)、1978年(空)、樹林帯の一部が伐採され畑。2009年(空)、畑が住宅に変化。(Case B、構(堤防)、地盤低)	12.4	19.5	150	1500 (クロマツ)
三重県	境港市	1915年(地)、樹林帯有り。1948年(空)、樹林帯変化無く、1967年(空)、さらに密な樹林帯形成。1984年(空)、2009年(空)、伐採進み断片的な樹林帯に変化。(Case B、構無、地盤低)	13.9	20.7	30	1100 (クロマツ)
	津市	1920年(地)、樹林帯有り。1947年(空)、変化なく樹林帯有り。1982年～2011年(空)、樹林帯がさらに拡大。(Case C、構(堤防)有、地盤低)	14.2	20.7	40	2463 (クロマツ)
	明和町	1920年(地)、沿岸漂砂による砂浜上に海岸林の植栽有り。1947年(空)、わずかに樹林帯形成。1983年(空)、現在と同様な樹林帯形成。(Case C、構(堤防)有、地盤低)	12.4	20.5	60	3137 (クロマツ)
	伊勢市	1920年(地)、樹林帯有り。1952年～2008年(空)、樹林帯変化無し。(Case A、構無、地盤低)	14.2	28.0	50	1000 (クロマツ)
静岡県	沼津市①	1932年(地)、樹林帯有り。1961年～2009年(空)、変わらず樹林帯が存在。(Case A、構(堤防)、地盤低)	9.1	18.0	145	1900(クロマツ)
	沼津市②		7.8	19.5	100	1900(クロマツ)
	沼津市③	1932年(地)、1969年(空)、樹林帯有り。2011年(空)まで、大きな変化無し(Case A、構(堤防)、地盤高)	10.0	18.4	170	1500 (クロマツ)
	富士市①	1930年(地)、1952年(空)、樹林帯有り。1976年(空)、密な樹林帯形成。その後、2011年(空)まで大きな変化無し。(Case C、構(堤防)有、地盤高)	12.7	20.3	80	1500 (クロマツ)
	富士市②	1930年(地)、1952年(空)、沼川・調井川河口部に樹林帯有り。1961年(空)、田子の浦港整備、海岸側砂丘上公園建設。2013年(空)まで変化無し。(Case A、構(堤防・公園)有、地盤高)	14.6	16.9	110	3200 (クロマツ)

場所		空中写真・地形図から読み取れること ※()内にCaseの判定結果, 海岸構造物の有無, 津波高≥地盤高→地盤低, 津波高<地盤高→地盤高を示す.	平均 樹高 (m)	胸高平均 直径 (cm)	樹林帯 幅(m)	立木密度(本/ha) (樹種)
静岡県	富士市③	1930年(地), 一部荒地状態. 1952年(空), 樹林帯整備. 2013年(空)には, 土地利用の変化で樹林帯幅狭化. (Case B, 構(堤防)有, 地盤高)	15.7	21.3	170	2800 (クロマツ)
	焼津市①	1916年(地), 大井川と湯日川河口に小さい樹林帯有り. 1959年(空), 樹林帯拡大. 2013年(空)まで概ね変化無し. (Case A・D, 構(堤防)有, 地盤低)	13.8	19.4	110	3000 (クロマツ)
	焼津市②	1916年(地), 1962年(空), 二重の樹林帯有り. 1966年(空), 内陸側樹林帯一部伐採. 2009年(空), 港湾(大井川港)建設等により内陸側樹林帯消滅. (Case A・B, 構(堤防)有, 地盤低)	9.0	9.1	30	2800 (クロマツ)
	焼津市③	1916年(地), 1946年(空), 樹林帯有り. 1976年(空), 密な樹林帯形成. 2013年(空)まで変化無し. (Case A, 構(堤防)有, 地盤低)	15.2	24.6	50	1200 (クロマツ)
	静岡市駿河区①	1915年(地)1946年(空), 樹林帯有り. その後, 用宗漁港が建設. 2013(空), 一部樹林伐採有るも, 樹林帯に大きな変化無し. (Case A, 構(堤防)有, 地盤低).	18.1	18.4	30	5333 (クロマツ)
	静岡市駿河区②	1915年(地), 1946年(空), 樹林帯有り. 2013年(空), その後, 概ね変化無し. ただし, 周辺の樹林は土地利用が変更有り. (Case A, 構(護岸)有, 地盤低)	7.8	11.0	40	6250 (クロマツ)
	静岡市清水区	1887年(地), 広葉樹と針葉樹の混在樹林帯有り. 1915年(地), 針葉樹の樹林帯に変化. 1948年(空), 樹林帯(三保の松原)有り. 2013年(空), 樹林帯幅増加. (Case C, 構無し, 地盤高)	13.4	14.5	140	2900 (クロマツ)
	磐田市①	1917年(地), 1966年(空), 天竜川河口両岸樹林帯有り. 2010年(空), 右岸側変化無し. 1988年(空), 左岸側, 福田漁港整備により周辺樹林帯一部伐採. (Case A・B, 構(港湾)有, 地盤低)	14.1	17.3	70	1200(クロマツ)
	磐田市②		12.4	14.9	188	2778(クロマツ)
新潟県	長岡市①	江戸時代, 調査地近隣植栽の史実有り. 1947年(空), 1968年(地), 樹林帯無し. 1975年(空), 樹林帯有り. 2004年(空), 整備進む. (Case C, 構無し, 地盤低)	10.9	11.5	190	3838(クロマツ)
	長岡市②		15.6	18.2	190	1750(クロマツ)

付記1) 鹿児島県, 宮崎県, 鳥取県の一部, 新潟県の調査地においては, 明治・大正時代に2万5千分の1の地形図が整備されておらず存在していない.
付記2) 表中, 年号後の(地)は地形図, (空)は空中写真記載を意味する. 付記3) 平均樹高については, 測定エリア(おおそ10m $\times$ 10m)において, 十分成熟した3~4本を選択して計測し, その平均値をとった. 胸高平均直径については, 測定エリア内の全樹木の幹の直径を測定し, その平均値をとった. 樹林帯幅については, GNSSに基づく緯度・経度から空中写真内に映る測定エリアを特定し, その位置の樹林帯幅を計測した. 立木密度は, 測定エリア内の本数を計測し, 1ha当たりの本数に換算した.

海岸林が流失する可能性があると考えられ, 防災計画上, 要注意すべき地域と考えられる.

(2) 津波被害減災に関する現地調査

a) 仙台平野における調査結果

図-2は, 仙台平野における調査例に対して, 計測された津波高(海岸線付近での浸水深を採用(原口・岩松, 2011)) H_T と地盤高を含めた海岸林の樹高(H_G+H_F)との関係を樹林帯幅 W_F を参照して整理したものである. なお, 地盤高 H_G については, 国土地理院提供の情報(国土地理院, 2014-5-3参照)を参考にした. 仙台平野の調査例はいずれの場合も津波を捕捉している(後藤ら, 2013). したがって, 本研究においては, 図-2に見られるように $H_T/(H_G+H_F)$ が0.7程度であれば減災効果が期待できるものとして考察を進める.

b) 鹿児島県他における調査結果

図-3は, 仙台平野以外の41調査地における調査結果を図-2と同様な考え方で整理したものである. なお, 津波高 H_T に

については, 先述のとおり, 各県庁ほかが予測している複数の地震発生予測シナリオに基づき推算した結果(鹿児島県ほか, 2014-5-3参照)を参照した. 図-3に示されるように, 多くの調査地で, 津波高 H_T よりも地盤高を含めた海岸林の樹高(H_G+H_F)の方が高く, 津波が海岸林によって減衰させられることが予測される. なお, 宮崎県および静岡県の一部調査地においては, $H_T/(H_G+H_F)$ が0.7を越えるだけでなく海岸林樹高を越えて津波が来襲する可能性が予想され, このような地域では, さらなる複合的な減災対策が望まれる.

図-4は, 首藤(1985)が提案した津波に対する海岸林の減災効果を判定する方法で, 今回の調査結果をその図-4上にプロットした. 図-4は, 著者らによっても東北地方太平洋沖地震津波の海岸林の被災状況をよく説明できることが確かめられた(後藤ら, 2012)ことから, 鹿児島県他の調査地の状況を図-4と照らし合わせることによって, 各調査地の海岸林の津波に対する減災効果をさらに考察する. 図-4(a), (b)

図-2 津波高と海岸保安林樹高との比較(仙台平野の調査地の場合)

図-3 津波高と海岸保安林樹高との比較(鹿児島県他の調査地の場合)

図-4 首藤(1985)の提案図表との比較

に示されるように、各県で予測されている地震津波が来襲した場合、多くの調査地の海岸林は残存するものと予測されるが、宮崎県、鳥取県、静岡県沿岸の場合には、津波による一部の海岸林の流失、倒壊が懸念される。しかしながら、図4(c)に示されるように、海岸林の流失がなければ、多くの調査地で海岸林が津波に対し減災効果を有するものと予測される。

4. まとめ

本研究では、仙台平野における調査結果（後藤ら、2012、2013）に基づいて、今後発生が懸念されている地震津波に対する海岸林の減災効果を鹿児島県、宮崎県、鳥根県、鳥取県、三重県、新潟県、静岡県沿岸を対象とした現地調査により明らかにした。主要な結論を以下に要約する。

- ・調査地域の海岸林は、概ね江戸時代中期から後期である1700年以降に植栽され、近代になっても、都市の拡大や港湾建設などの土地利用の影響を受けない場合には継続して守られてきたことが明らかになった。なお、河口付近の砂地盤に植栽された海岸林については、地下水位と地震動の関係で地盤の液状化が発生する可能性があり、その地点では、津波によって流失することが予想されるので防災計画上、注意することが望ましい。
- ・仙台平野に來襲した津波の高さは、海岸林よりも低かったため、津波は海岸林の樹林帯幅を通過し内陸に浸入したことから、海岸林が、津波に対する減災効果を発揮したことが現地調査より再確認された。
- ・鹿兒島県などの各調査地における海岸林は、津波が來襲した場合、海岸林の樹林高さが推定津波高よりも高いことから、概ね津波は海岸林によって減勢されるものと考えられる。しかしながら、宮崎県、静岡県の一部では海岸林樹高よりも津波高が大きく予想されるため、さらに充実した減災対策を施すことが望ましい。
- ・首藤(1985)の図表から、宮崎県、静岡県、鳥取県の一部で

は、海岸林の折損や流失の恐れがある地域の存在が認められるが、折損や流失がなかった場合には、海岸林は予測された津波に対して減災効果を発揮することが期待できる。

今後は、さらに調査地を増やして、検討を進める予定である。

謝辞：本研究は、（一財）漁港漁場漁村総合研究所による研究助成をもとに実施いたしました。また、現地調査は、平成25年度日本大学理工学部土木工学科4年生小石川将希君および酒井優典君にご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

鹿児島県・宮崎県・鳥根県・鳥取県・三重県・静岡県・新潟県：
各県庁における津波関連HP: <http://www.pref.kagoshima.jp/>, <http://www.pref.miyazaki.lg.jp/>, <http://www.pref.shimane.lg.jp/>, <http://www.pref.tottori.lg.jp/>, <http://www.pref.mie.lg.jp/>, <http://www.pref.shizuoka.jp/>,
<http://www.pref.niigata.lg.jp/>, 2014-5-3参照。

きこりホームページ：日本の森を作った人・守った人, <http://www.kikori.org/>, 2014-5-3参照。

国土地理院：電子国土web, <http://portal.cyberjapan.jp/>, 2014-5-3参照。

後藤 浩・有馬勇人・石野和男・竹澤三雄・玉井信行（2012）：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）, pp.1366-1370。

後藤 浩・祖父江一馬・有馬勇人・石野和男・玉井信行・竹澤三雄（2013）：仙台平野沿岸に植栽された海岸保安林の歴史と東北地方太平洋沖地震津波に対する効果, 土木学会論文集（B2：海岸工学）, 土木学会, 第69巻（2）, pp.1386-1390。

首藤伸夫（1985）：防潮林の津波に対する効果と限界, 第32回海岸工学講演会論文集, 土木学会, pp. 465-469。

日本緑化センター（2009）：日本の松原物語（I 海岸林造成史にみる先人）, <http://www.pinerescue.jp/>, 2014-5-3参照。

原口 強・岩松 暉（2011）：東日本大震災津波詳細地図（上巻：青森・岩手・宮城）, 古今書院。

東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会（2011）：今後における海岸防災林の再生について（中間報告）, 林野庁, <http://www.rinya.maff.go.jp/>, 2014-5-3参照。

二見地区松林再生計画策定委員会（2010）：二見松原の昔と今と未来, <http://www.city.ise.mie.jp/>, 2014-5-3参照。