

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。

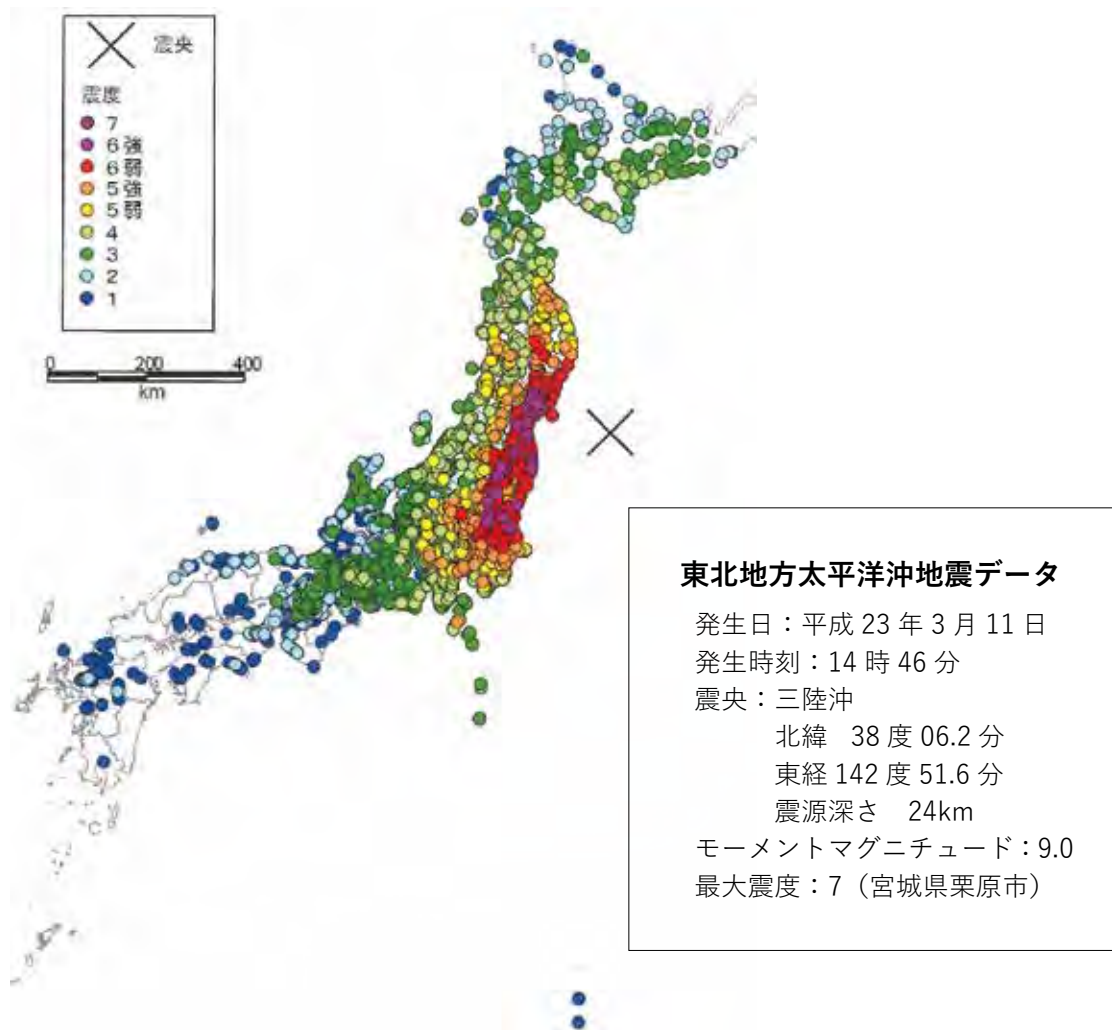


図 5 東北地方太平洋沖地震の震度分布図
(出典：気象庁資料)

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。

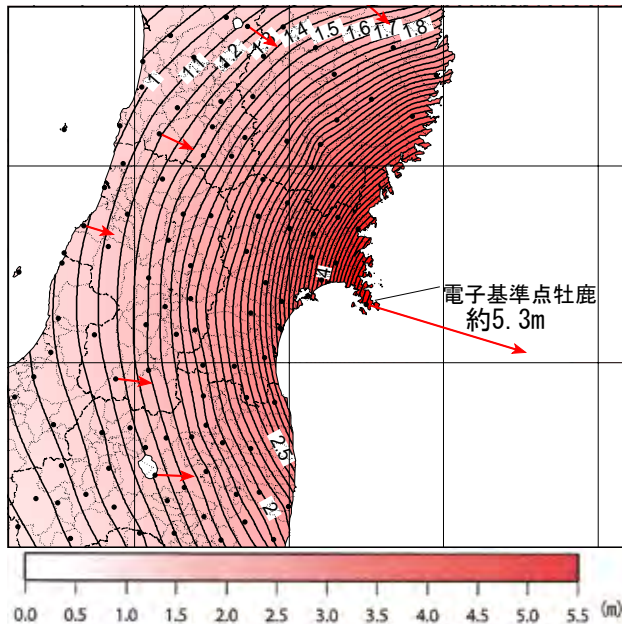


図6 本震に伴う地殻変動等変動量線図（水平変動量）
（出典：国土地理院資料）

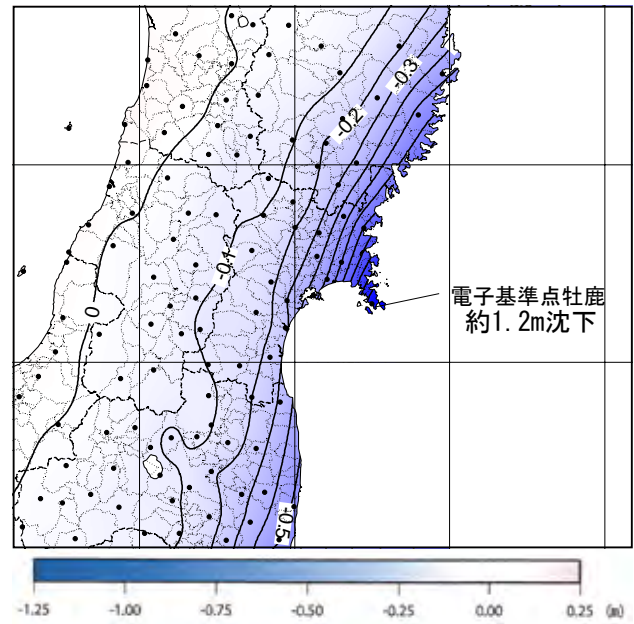


図7 本震に伴う地殻変動等変動量線図（上下変動量）
（出典：国土地理院資料）

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。

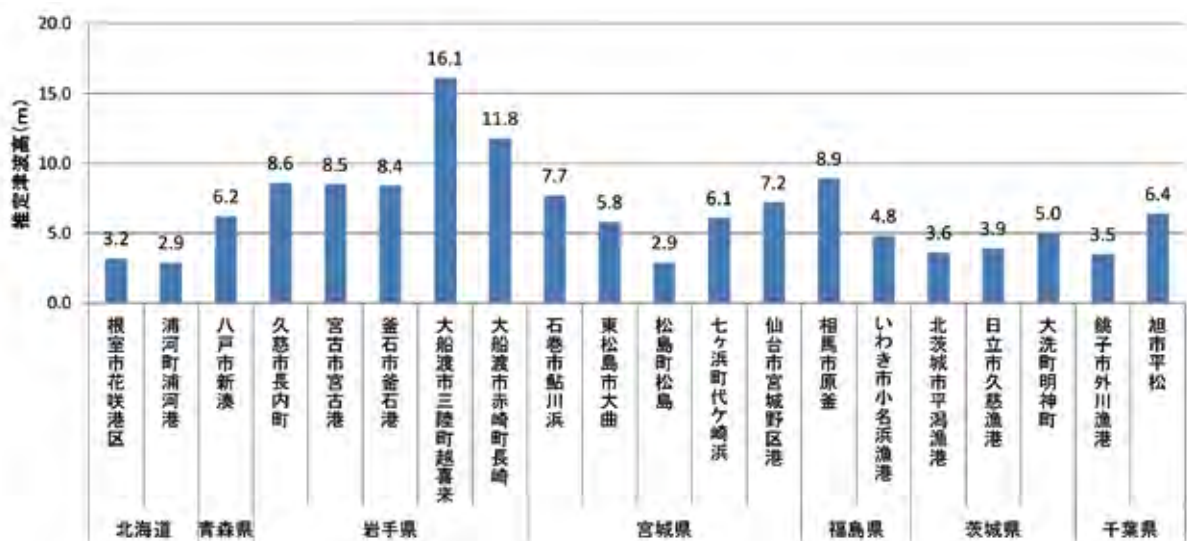


図8 東北地方太平洋沖地震に伴う津波の推定津波高
（出典：気象庁 平成23年3月地震・火山月報（防災編）の掲載データから作成）

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。

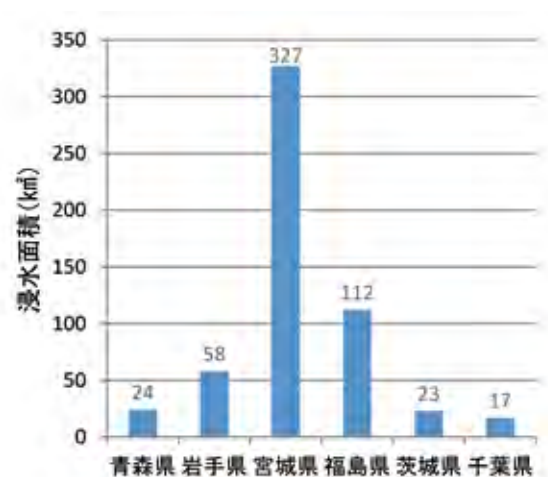


図9 東日本大震災による県別浸水面積
 (出典：国土地理院 市町村別津波浸水範囲面積
 (概略値) 第5報掲載データから作成)

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）

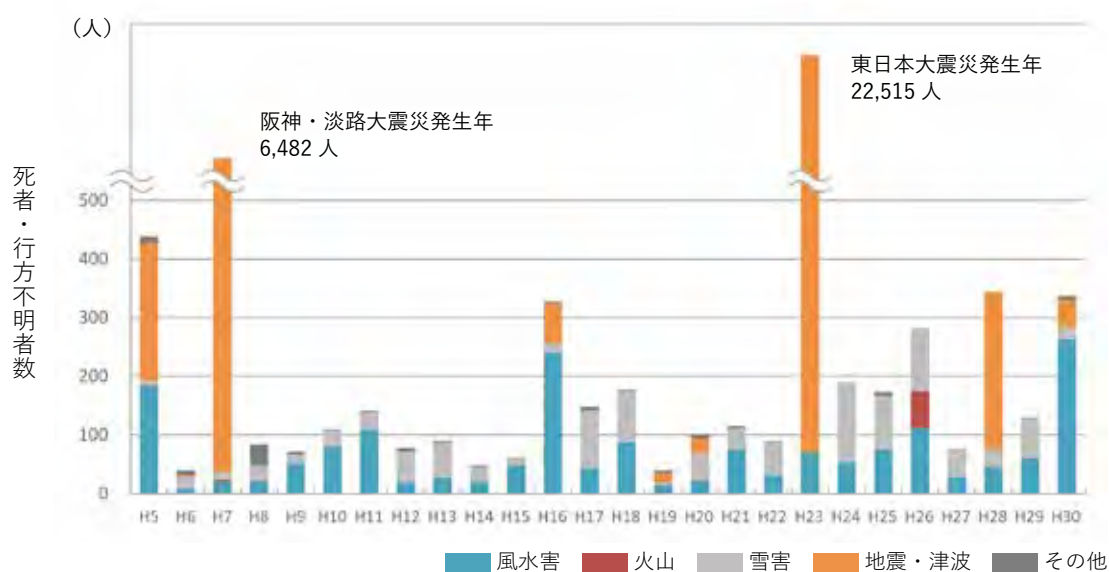


図10 自然災害における死者・行方不明者数（出典：内閣府 令和元年度版防災白書データから作成）

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。

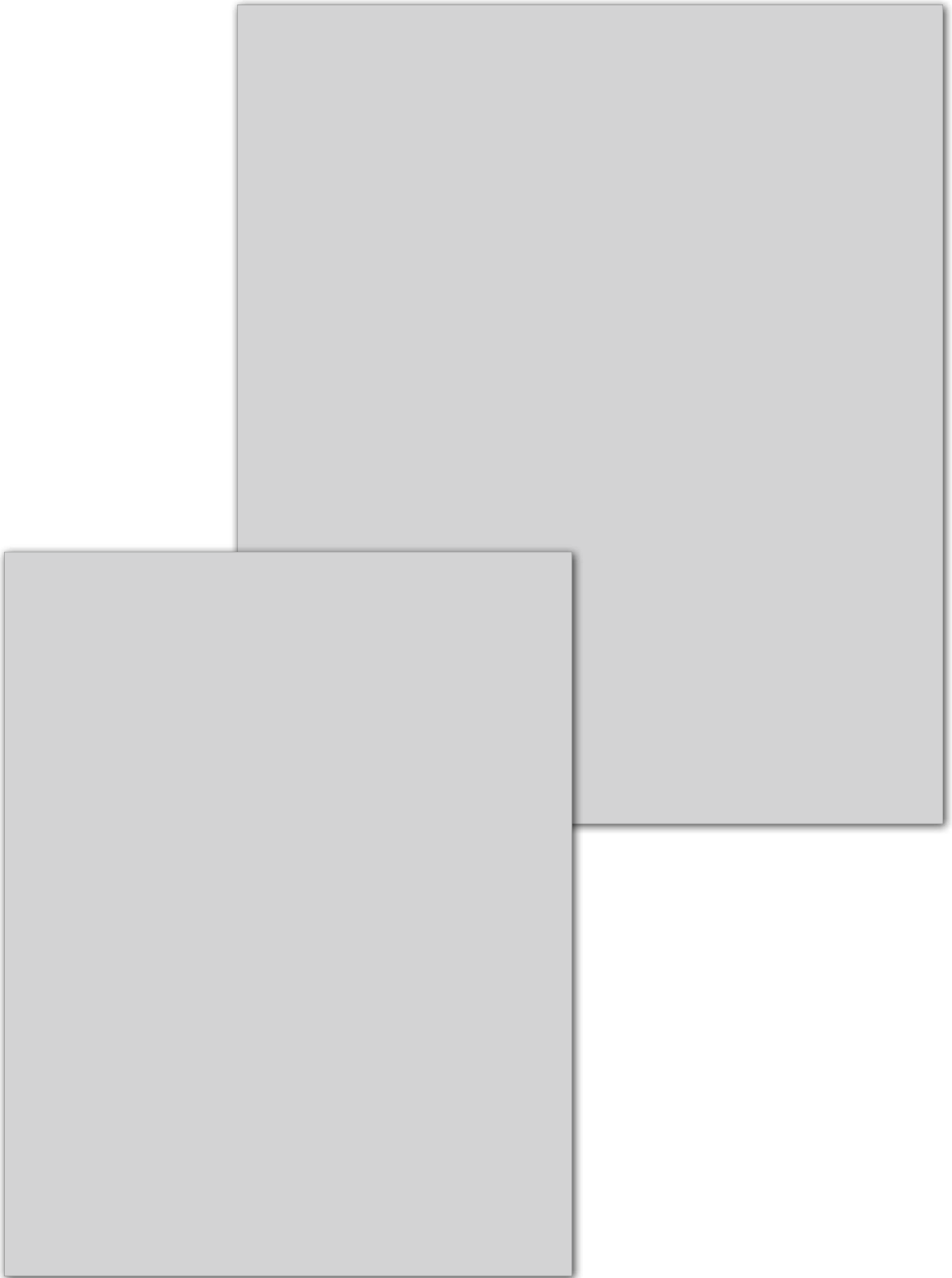
このように、盛土構造の道路が、津波による浸水域の拡大を抑制し、住民の命を守るための避難場所の役割も果たしたことから、防災対策における多重防御の重要性を明確に認識することにつながりました。宮城県は震災復興計画の策定にあたりこの効果に着目し、海沿いの防潮施設を復旧するとともに、沿岸部を走る県道を盛土構造に改修することで、多重防御による津波対策を進めることになりました。多重防御の考え方において海岸防災林は、防潮堤と一体となって第一線で津波を防御する施設として位置づけられています。



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。

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。

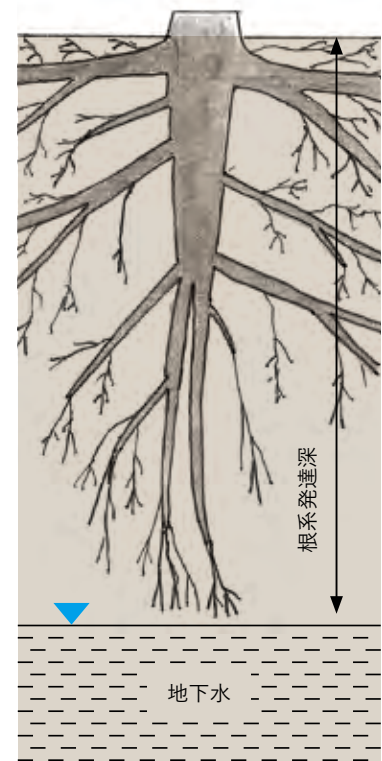


図13 地下水と根系発達深のイメージ

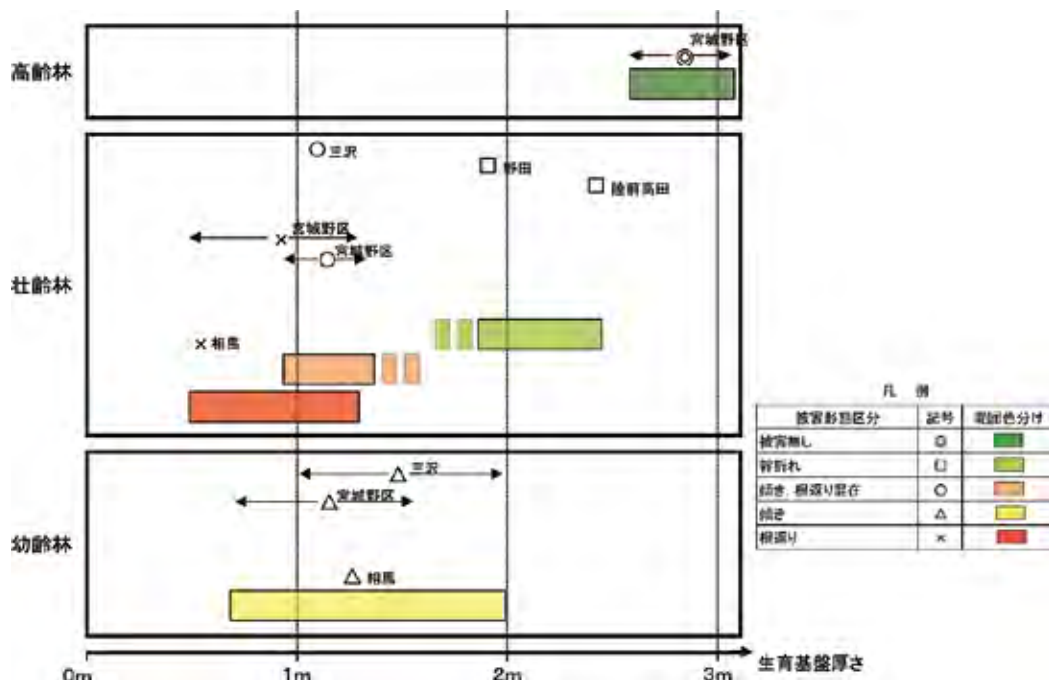


図14 根系発達深と津波による被害形態区分図（出典：林野庁 今後における海岸防災林の再生について）

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。

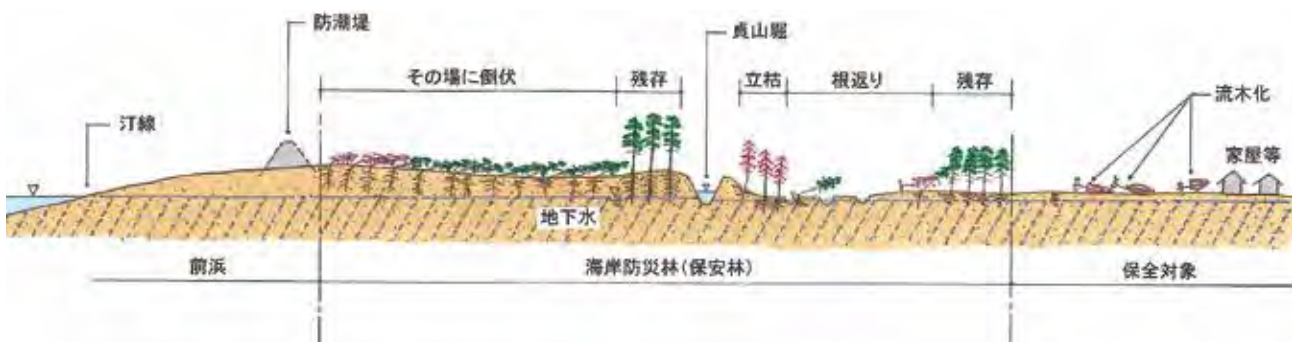


図 15 仙台湾沿岸海岸防災林の地形と被災形態模式断面図

■ 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、亶理町、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）