

宮城県における東日本大震災の被害実態と教訓を踏まえた新たな津波対策

橋本 潔*

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」が発生した。このモーメントマグニチュード 9.0 の巨大地震は、巨大津波を発生させ、多くの人命と財産をあっという間に奪い去った。この大災害は東日本大震災と命名され、今なお復興に向けて懸命な取り組みが進められている。

東日本大震災前、宮城県では、「今後ほぼ 100% の確率で『宮城県沖地震』が起きる」と言われていて、ハード・ソフト両面から津波対策を講じてきた。しかしながら、結果的に大規模な災害を被ることになった。

本論文では、宮城県に來襲した「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」の津波（以下、「今次津波」という）による被害の実態を整理するとともに、今次津波から得られた教訓を明らかにし、これらを踏まえて宮城県が新たな津波対策として取り組む「災害に強いまちづくり『宮城モデル』の構築」について示すものである。

2. 東日本大震災における宮城県の被害の概要

平成 23 年 3 月 11 日（金）14 時 46 分に発生した「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」は、三陸沖を震源とするモーメント・マグニチュード 9.0 という我が国の観測史上最大規模の地震であった。宮城県においては、この地震により明治 29 年や昭和 8 年の三陸地震津波及び昭和 35 年チリ地震津波などの津波実測観測値を大きく超える大津波が発生し、広範囲に及ぶ浸水と強い流体力により沿岸の

構造物や家屋の破壊と流出、海岸の侵食や堆積などによる地形変化、漂流物による二次的な被害、養殖施設や船舶の漂流、可燃物の流出と火災、道路や鉄道など交通網の分断、農業・漁業、製造業などの産業基盤の喪失等、想像を絶する甚大な被害を受けた。漁船、水産加工設備、沿岸養殖場などの水産関連施設をはじめ、農地を含む農業関連施設や沿岸部に立地する様々な企業の関連施設など、沿岸部で行われてきた産業活動の全てが甚大な被害を受け、多くの人々が就労の場を失った。

また、人的被害の少なかった内陸部でも、住宅被害や宅地の崩壊、学校や商業施設等の建物被害、道路や公共交通機関網の分断、電力などのエネルギーの供給停止などにより、日常生活に大きな支障が生じたことをはじめ、東北地方を出入りする原材料、部品及び製品等の供給網が分断し、その影響が海外まで波及するなど、被害は多岐にかつ広範囲に及んだ。このように、東日本大震災は広域に甚大な被害をもたらした。さらに、東京電力福島第一原子力発電所の施設被害は、被害の規模を一層深刻なものとし、巨大地震、巨大津波、原発事故、風評被害などの複合被害に直面することになった。

このような宮城県に大規模な被害をもたらした今次津波の挙動の特徴を整理すると、以下のとおりである。

①仙台湾を襲った今回の大津波は、高潮や波浪を対象に計画高を決定した第一線の海岸堤防をはるかに超えて、内陸へ深く浸入した。海岸線を越えて遡上した大津波は、地盤高の低い海岸線の松林を根こそぎ倒伏させ、構造物をことごとく破壊した。

②さらに、陸に上った津波は、戻り流れとなり、破壊した家屋や港湾貨物などを次々に海へ流出させ、第 1 波の越流で破壊した海岸

*東北大学大学院工学研究科土木工学専攻

堤防をさらに陸側から破壊し、壊滅的な被害を与えた。

③河川を遡上した津波は、地震動に耐えた河口付近の橋梁を波圧と揚圧力により落橋させた。また、リアス式海岸での大津波は、さまざま破壊力で海岸沿いに密集した家屋はもとより、RC 構造の業務ビルを基礎杭諸共に倒壊させ、防潮堤、水門、港湾及び漁港などの沿岸部の施設を壊滅的に破壊した。

④大津波の発生に伴い、流出した燃料に起因する火災は、被害を拡大させ、避難や救助を妨げた。道路は、がれきや大規模な浸水により通行が遮断され、電力の不通のため通信手段を失い、多くの避難所は、道路が啓開されるまでの数日間孤立し、避難者の安否さえ不明だった。地域医療を担う多くの病院が被災し、かろうじて津波を逃れて救護されたにもかかわらず、十分な手当を受けられずに落命する被災者も見られた。救援物資は届かず、必要な物資が不足し、運搬するための車両や燃料すら手配が困難だった。

このような大津波により、宮城県では、沿岸 15 市町において浸水被害を受けており、これまで、人的被害においては、警察庁などのまとめで、平成 29 年 8 月 11 日現在、全国の死者数（直接死）は 15,894 人、行方不明者は 2,550 人で、平成 7 年阪神淡路大震災をはるかに上回る犠牲者を出し、戦後最大となった。宮城県では死者数は 9,540 人（直接死）、行方不明者数 1,228 人である。また、住家被害は、全壊・半壊家屋が全国で 30 万棟を越え、宮城県では、平成 29 年 6 月現在で 238,131 棟となっている。全国の被害総額は、内閣府が平成 23 年 6 月に約 16 兆 9 千億円と推計しているが、宮城県では平成 30 年 3 月末現在、9 兆円を超え、住宅関係が 5 兆円余、公共土木施設・交通基盤施設が 1 兆円余となっている。

このほか、平成 23 年東北地方太平洋沖地震は、余震が非常に多いのが特徴であり、宮城県では、平成 23 年 4 月 7 日 23 時 32 分に発生した最大震度 6 強の余震によって、本震で損傷していた道路などの公共土木施設被害

が拡大し、一部で運行再開していた東北本線が再度運休するなど、県民生活に甚大な被害を与えた。余震活動は少なくなってきたもののいまだ続いており、平成 28 年 11 月 22 日には福島県沖で M 7.4 の地震が発生し、福島県内で最大震度 5 弱、宮城県でも震度 4 を記録し、仙台港で最大 1.4 m の津波を観測し、砂押川などの河川を津波が遡上している。大きな被害はなかったが、今後とも余震には十分な注意が必要である。

また、東北地方太平洋沖地震による直接的な被害に加え、石巻市牡鹿では上下方向で約 1.2m の地盤沈下、東南東方向に 5.3m 移動したことが確認されており、石巻市や気仙沼市などの沿岸市町では、住宅街が満潮時に浸水する被害が深刻化した。地震によって海拔 0m 以下の面積は 56km² で地震前の 3.4 倍に増加し、大潮の満潮時 (T.P+0.7m) 以下の面積は 129km² で地震前の 1.9 倍に増加したことが確認されており、県内の沿岸部を中心に大規模な地盤沈下が発生した。こうしたことから、震災後、宮城県においては海からの災害だけでなく、洪水などの被害にも脅かされており、自然災害に対して非常に脆弱な県土となっている。

3. 宮城県における今次津波の痕跡調査結果

宮城県の「東北地方太平洋沖地震津波防災対策検討業務報告書及び津波痕跡調査広域図・詳細図」¹⁾ (平成 23 年 12 月) (以下、「宮城県調査報告書」という) によれば、宮城県における今次津波の痕跡調査については、土木学会と宮城県の調査結果があるが、県で行ったものも全て土木学会に登録している。宮城県内の総調査地点数は、1,679 点であり、うち宮城県調査が 949 点、土木学会調査が 730 点となっている。今回取りまとめた津波浸水区域図では、代表的な調査結果を抽出し、274 点（うち宮城県調査 150 点、土木学会調査 124 点）のデータを基に図面を作成した。データについては、誤差の大小で信頼

度 A～D まで 4 つに区分されているが、取りまとめについては、信頼度 A (857 点) 及び信頼度 B (92 点) のみ使用した。

以下に示す今次津波の痕跡調査結果については、「宮城県調査報告書」では東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによる速報値を使用していたが、ここでは独自調査として、同グループの平成 24 年 12 月 29 日版の公表データをもとに、原口強、岩松暉両氏が作成した「改訂保存版 東日本大震災津波詳細地図 (平成 25 年 10 月 19 日発行; (株) 古今書店)」²⁾ (以下、「津波詳細地図」という) により補足修正した。ただし、浸水区域は「宮城県調査報告書」と「津波詳細地図」では幾

分異なっているが、浸水面積については「宮城県調査報告書」によった。

今次津波の痕跡調査に基づき、表 1 に旧市町村ごとに浸水面積と津波痕跡値の最大値を示した。面積は、合併前の旧市町と合併後の現市町に区分した。津波痕跡高は、最大浸水高と最大遡上高に区分した。平野部については内陸部ほど津波高が低くなり浸水高が最も高くなることから、遡上高については記載していない。

浸水面積は合計で約 328ha、仙台市、石巻市、亶理町など仙台湾沿岸の市町の浸水面積が大きくなっている。図 1 より沿岸市町の浸水面積の割合は、石巻市 24%、仙台市 16%、亶

表 1 津波浸水面積及び痕跡高一覧

No	旧市町名	現市町名	浸水面積 (ha)		2011 津波痕跡高 (T.P.m)			1896 年最大津波高* (m)
			旧市町	現市町	最大浸水深	最大遡上高	最大遡波高	
1	唐桑町	気仙沼市	129	1,833	27.1	21.1	27.1	8.5
2	気仙沼市		1,087		21.4	14.8	21.4	5.6
3	本吉町		617		25.8	22.3	25.8	11.5
4	歌津町	南三陸町	310	978	23.7	26.1	26.1	14.3
5	志津川町		668		22.0	17.5	22.0	6.8
6	北上町	石巻市	974	7,700	23.2	17.8	23.2	5.2
7	雄勝町		152		21.6	16.3	21.6	8.8
8	河北町		1,942		12.3	8.9	12.3	-
9	河南町		446		2.0	-	2.0	-
10	石巻市		3,960		8.6	12.0	12.0	2.4
11	牡鹿町		227		26.0	20.7	26.0	4.9
12	女川町		293		20.0	34.7	34.7	3.1
13	矢本町	東松島市	2,222	3,771	8.3	7.6	8.3	-
14	鳴瀬町		1,549		10.1	-	10.1	-
15	松島町		157		2.8	-	2.8	-
16	利府町		14		6.3	-	6.3	-
17	塩竈市		433		4.9	-	4.9	-
18	七ヶ浜町		520		11.7	-	11.7	-
19	多賀城市		623		6.6	-	6.6	-
20	仙台市宮城野区	仙台市宮城野区	2,092	4,977	16.8	-	16.8	-
21	仙台市若林区	仙台市若林区	2,775		19.7	-	19.7	-
22	仙台市太白区	仙台市太白区	110		-	2.1	2.1	-
23	名取市		2,740		11.8	-	11.8	-
24	岩沼市		2,828		10.5	-	10.5	-
25	亶理町		3,493		10.7	-	10.7	-
26	山元町		2,441		13.5	16.4	16.4	-
	合計		32,801					

* 1896 年最大津波高は平均海面からの高さである。

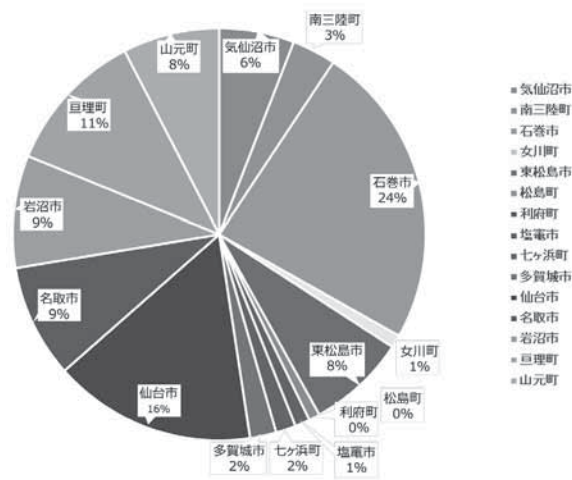


図 1 沿岸市町の浸水面積の割合

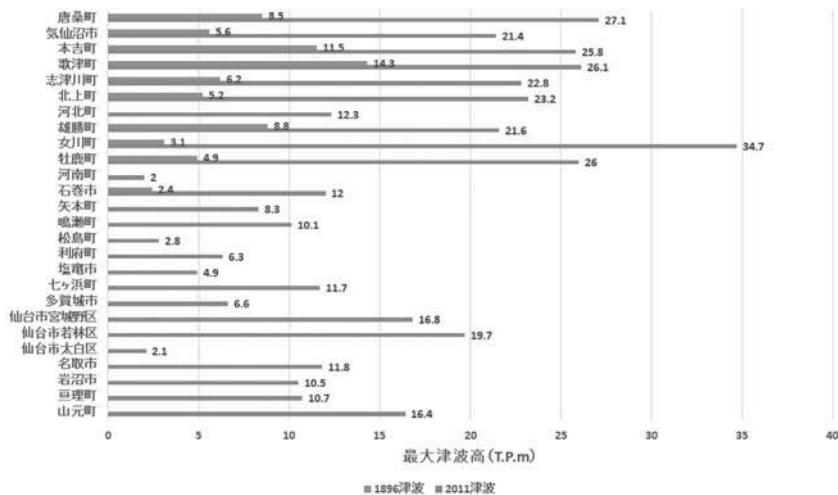


図 2 2011 津波と 1896 津波の最大津波高の比較

理町 11%となっている。

また、津波痕跡高は東京湾平均海面 (T.P.) 上で、牡鹿半島以北のリアス式の三陸沿岸では、最大浸水高はほとんどの旧市町で 20 m を超えており、旧唐桑町で 27.1 m と一番高かった。最大遡上高は女川町で 34.7 m と最大で、他の市町でも 20 m を超えていた。なお、旧河北町では北上川沿いに浸水域が伸びており、最大浸水高 12.3 m は新北上大橋阿元で、最大遡上高 8.9 m は大川小学校の付近で記録されている。

石巻市から福島県境までの仙台湾沿岸では、最大浸水高は仙台市若林区で 19.7m と一番高く、ほとんどの市町で 10 m を超えていた。最大遡上高は山元町の磯浜漁港背後で 16.4 m と最大であった。仙台平野では 5km 内外にも及ぶ津波遡上により、仙台東部道路や常磐自動車道を超え広範囲にわたって壊滅的な浸水被害が生じた。なお、松島町では松島湾の島々が防波堤として津波の減衰に寄与し最大浸水高は 2.8m と激減しており、利府町、塩竈市、内陸の多賀城市も 5m 内外であった。

表2 宮城県管理河川における2011津波の河川遡上距離

旧市町名	河川名	1級・2級河川の別	遡上距離(m)	旧市町名	河川名	1級・2級河川の別	遡上距離(m)
唐桑町	青野沢川	2級	1,320	河北町	倉之迫川	1級	890
	只越川	"	880		小枝川	"	370
気仙沼市	鹿折川	"	2,770		古川	"	230
	大川	"	5,270	桃生町	大峰川	"	770
	神山川	"	2,060	石巻市	金沢川	"	1,670
	松川	"	4,940		八津川	"	1,240
	面瀬川	"	1,570		高木川	"	750
本吉町	沖の田川	"	1,700		水沼川	"	800
	津谷川	"	4,370		真野川	"	6,400
	外尾川	"	1,640		内の原川	"	460
	馬籠川	"	980		日向川	"	2,060
歌津町	山田川	"	1,350	日影川	"	140	
	港川	"	1,840	女川町	女川	2級	1,890
	伊里前川	"	2,050		止野川	"	2,140
志津川町	桜川	"	2,100	牡鹿町	後川	"	1,660
	新井田川	"	2,170		淀川	"	480
	八幡川	"	2,320	湊川	"	690	
	水尻川	"	2,670	矢本町	定川	"	6,310
	折立川	"	2,250	松島町	高城川	"	4,150
	西戸川	"	1,160	多賀城市	砂押川	"	3,950
	水戸辺川	"	2,810	仙台市	七北田川	"	6,490
北上町	大沢川	1級	740	名取市	川内沢川	1級	4,850
	西沢川	"	880	岩沼市	五間堀川	"	4,720
雄勝町	大原川	2級	1,500	山元町	坂元川	2級	3,140
河北町	馬鞍川	1級	1,300		戸花川	"	2,740
	皿貝川	"	5,030	豊郷町他	迫川	1級	7,010
	中島川	"	1,990	涌谷町他	旧迫川	"	9,070
	釜谷川	"	1,430	涌谷町	出来川	"	710
	富士川	"	4,070	鳴瀬町他	鞍坪川	"	3,210
	加茂川	"	980	南郷町	沖新堀川	"	2,800
	狭川	"	1,120	鳴瀬町	堤川	"	80
	赤柴川	"	330	登米町	斥候川	"	270
河北町	竹の迫川	"	520	津山町	黄牛川	"	610
	大森川	"	820		南沢川	"	3,540
	追波川	"	8,240		伊貝川	"	190
	大土川	"	1,180		石貝川	"	630

図2に今次津波（2011津波）と明治29年三陸地震津波（1896津波）の最大津波高の比較を示した。なお、明治29年三陸地震津波の最大津波高は平均海面からの高さである。明治29年三陸地震津波の痕跡高は旧石巻市以南は記録されていないが、今次津波の最大津波高は明治29年三陸地震津波のそれと比

較して、女川町で約11倍、旧牡鹿町で約5.3倍、他の市町でもほぼ2倍以上と非常に高かった。

表2は津波の河川遡上距離であり、河川遡上総延長は74河川166.23kmに及んだ。リアス式沿岸部の2級河川及び1級水系の北上川、旧北上川、鳴瀬川の支川で津波が河川を遡上していることがわかった。

4. 宮城県沿岸市町別の今次津波の挙動と被害状況

ここでは、宮城県による「東北地方太平洋沖地震津波防災対策検討業務報告書及び津波痕跡調査広域図・詳細図(平成 23 年 12 月)」¹⁾(以下、「宮城県調査報告書」という)並びに宮城県沿岸市町の震災復興計画や震災の記録等^{2)~2)}に基づき、沿岸市町別に、今次津波の挙動と被害状況について整理した。市町の表記は現時点とするが、既往津波との比較のために、旧市町名ごとに整理した。

なお、今次津波の痕跡高については、前述

したとおり、独自調査として、「宮城県調査報告書」を基に、原口強、岩松暉両氏が作成した「津波詳細地図」により補足修正した。ただし、浸水区域が「宮城県調査報告書」と「津波詳細地図」では幾分異なっているが、浸水面積については「宮城県調査報告書」によるとともに、津波痕跡高において宮城県独自の調査値は(宮城県)、東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによる速報値は(速報値)と示した。また、宮城県の「宮城県既往津波災害報告書」(昭和 60 年 3 月)³⁾を参照し、明治 29 年三陸地震津波(以下、「明治 29 年津波」という)、昭和 8 年三陸地震津波(以

表 3 2011 津波の市町別の浸水面積と津波痕跡高

No	旧市町	現市町	浸水面積 (ha)	津波浸水高 (T.P.m)	津波遡上高 (T.P.m)	最大津波高 (T.P.m)	1896 津波高 (m)
1	唐桑町	気仙沼市	129	27.1	21.1	27.1	8.5
2	気仙沼市		1,087	21.4	14.8	21.4	5.6
3	本吉町		617	25.8	22.3	25.8	11.5
4	歌津町	南三陸町	310	23.7	26.1	26.1	14.3
5	志津川町		668	22.0	17.5	22.0	6.8
6	北上町	石巻市	974	23.2	17.8	23.2	5.2
7	雄勝町		152	21.6	16.3	21.6	8.8
8	河北町		1,942	12.3	8.9	12.3	-
9	河南町		446	2.0	-	2.0	-
10	石巻市		3,960	8.6	12.0	12.0	2.4
11	牡鹿町		227	26.0	20.7	26.0	4.9
12	女川町		293	20.0	34.7	34.7	3.1
13	矢本町	東松島町	2,222	8.3	7.6	8.3	-
14	鳴瀬町		1,549	10.1	-	10.1	-
15	松島町		157	2.8	-	2.8	-
16	利府町		14	6.3	-	6.3	-
17	塩竈市		433	4.9	-	4.9	-
18	七ヶ浜町		520	11.7		11.7	-
19	多賀城市		623	6.6	-	6.6	-
20	仙台市宮城野区		2,092	16.8	-	16.8	-
21	仙台市若林区		2,775	19.7	-	19.7	-
22	仙台市太白区		110	-	2.1	2.1	-
23	名取市		2,740	11.8	-	11.8	-
24	岩沼市		2,828	10.5	-	10.5	-
25	亶理町		3,493	10.7	-	10.7	-
26	山元町		2,441	13.5	16.4	16.4	-
	合計		32,801				

* 1896 年津波高は平均海面からの最大津波高である。

下、「昭和8年津波」という)及び昭和35年チリ地震津波(以下、「昭和35年津波」という)の3つの既往津波当時の状況を併せて記した。

(1) 市町別の今次津波の浸水面積と最大津波高

今次津波の痕跡高については、「宮城県調査報告書」と「津波詳細地図」では幾分異なっており、「宮城県調査報告書」では津波遡上高としていたところを「津波詳細地図」では津波浸水高の表記となっていることや、津波の最大浸水高と最大遡上高が違った場所で発生しその値が逆転していることなどから、最大浸水高と最大遡上高とで高い方の値を最大津波高として整理した。なお、最大津波高は、旧市町名ごとに示し、最大遡上高以外は最大浸水高である。表3に今次津波(2011津波)の浸水面積と津波痕跡高を示した。

市町別の浸水面積は、牡鹿半島以北のリアス式海岸部の市町より牡鹿半島以南の仙台湾沿岸部で大きくなっている。仙台市4,977ha、石巻市3,960ha、亶理町3,493haなど浸水面積は仙台平野に広がっている。

市町別の今次津波の最大津波高は、気仙沼市では、旧唐桑町 T.P.27.1 m、旧気仙沼市 T.P.21.4m、旧本吉町 T.P.25.8m、南三陸町では、旧歌津町 T.P.26.1m(最大遡上高)、旧志津川町 T.P.22.0m、石巻市では、旧北上町 T.P.23.2m、旧雄勝町 T.P.21.6m、旧河北町 T.P.12.3m、旧河南町 T.P.2.0m、旧石巻市 T.P.12.0m(最大遡上高)、旧牡鹿町 T.P.26.0m、女川町 T.P.34.7m(津波遡上高)、東松島市では、旧矢本町 T.P.8.3m、旧鳴瀬町 T.P.10.1m、松島町 T.P.2.8m、利府町 T.P.6.3m、塩竈市 T.P.4.9m、七ヶ浜町 T.P.11.7m、多賀城市 T.P.6.6m、仙台市では、宮城野区 T.P.16.8m、若林区 T.P.19.7m、太白区 T.P.2.1m(最大遡上高)、名取市 T.P.11.8m、岩沼市 T.P.10.5m、亶理町 T.P.10.7m、山元町 T.P.16.4m(最大遡上高)となっている。

今次津波の最大津波高は、牡鹿半島北側の三陸リアス沿岸部では、北上川沿いの旧河北町や内陸部の旧河南町を除き20mを越え

ており、女川町で最大の T.P.34.7m を記録した。牡鹿半島南側の仙台湾沿岸では、松島湾や塩釜湾に面する松島町、利府町、塩竈市や内陸の多賀城市、仙台市太白区で低くなっているが、その他の市町では概ね10mを越えて、仙台市若林区で19.7m、福島県境の山元町で T.P.16.4m と20m 近くまでに達する高さとなっている。

(2) 今次津波による市町別の人的被害及び家屋被害

a) 市町別の人的被害

平成28年12月31日現在での宮城県の調べ⁴⁾に基づき、表4、図3に今次津波(2011津波)による市町別の死者・行方不明者数を示し、併せて、「宮城県既往津波災害報告書」(昭和60年3月)³⁾に基づき、過去に宮城県を襲った三大津波の明治29年三陸地震津波(1896津波)、昭和8年三陸地震津波(1933津波)、昭和35年チリ地震津波(1960津波)時における死者数と比較した。

今次津波による死者・行方不明者は、石巻市が3,703人と最大で、牡鹿半島以北のリアス式海岸部の市町では、気仙沼市1,326人、女川町850人、南三陸町812人となっているが、明治29年三陸地震津波時よりも少なくなっており、これまでの津波対策の成果が表れていると思料される。牡鹿半島以南の仙台湾沿岸の市町では、東松島市1,086人、名取市950人、山元町698人、仙台市684人など、過去の三大津波時には死者はいなかったが、多くの死者・行方不明者となっている。なお、松島町、利府町は死者・行方不明者はそれぞれ2名、1名となっている。

図4に今次津波の市町別の死者・行方不明者の割合を示した。石巻市が34%と1/3を占め、次に気仙沼市12%、東松島市10%、名取市9%、女川町8%、南三陸町8%となっている。

図5に今次津波の市町別の浸水面積当たりの死者・行方不明者数を示した。宮城県の平均33人/km²を超える市町は、大きい順に女川町290人/km²、南三陸町82人/km²、気仙沼市72人/km²と、牡鹿半島以北のり

表 4 2011 津波による市町別の死者・行方不明者数と過去の津波との比較

No	沿岸市町	2011 津波				1896 津波	1933 津波	1960 津波
		死者数 (直接死) (人)	行方不明 者数 (人)	死者・行方 不明者数(人)	浸水面積当たり死 者・行方不明者数 (人 / km ²)	死者数(人)	死者数(人)	死者数(人)
1	気仙沼市	1,106	220	1,326	72	1,906	82	2
2	南三陸町	600	212	812	82	1,269	87	41
3	石巻市	3,278	425	3,703	48	276	145	3
4	女川町	591	259	850	290	1	1	0
5	東松島町	1,063	23	1,086	29	0	0	0
6	松島町	2	0	2	1	0	0	0
7	利府町	1	0	1	7	0	0	0
8	塩竈市	24	0	24	6	0	0	0
9	七ヶ浜町	76	2	78	15	0	0	0
10	多賀城市	188	0	188	30	0	0	0
11	仙台市	658	26	684	14	0	0	0
12	名取市	912	38	950	35	0	0	0
13	岩沼市	180	1	181	6	0	0	0
14	亶理町	265	4	269	8	0	0	0
15	山元町	680	18	698	29	0	0	0
	合計	9,624	1,228	10,852	33	3,452	315	48

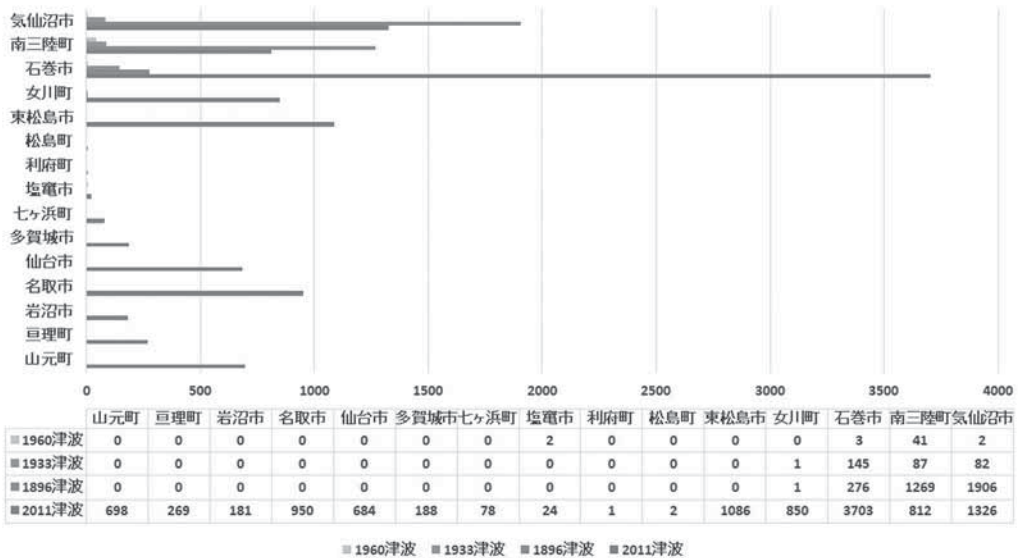


図 3 2011 津波による市町別の死者・行方不明者数と過去の津波との比較

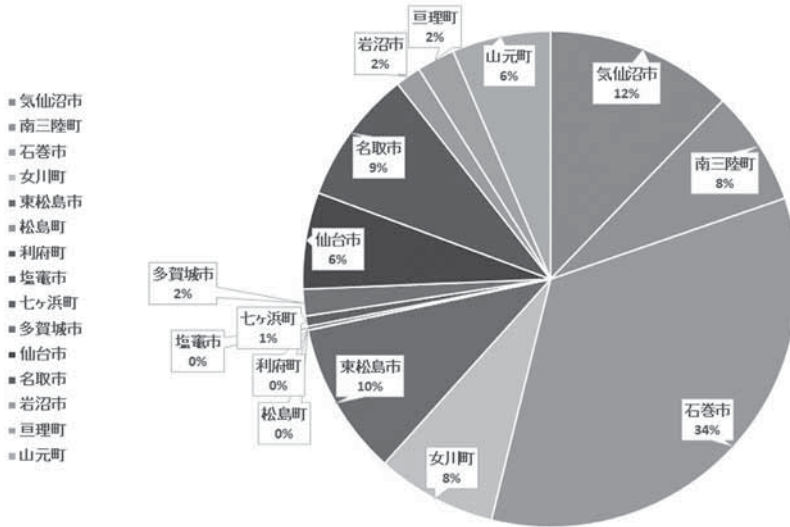


図4 2011 津波による市町別の死者・行方不明者の割合

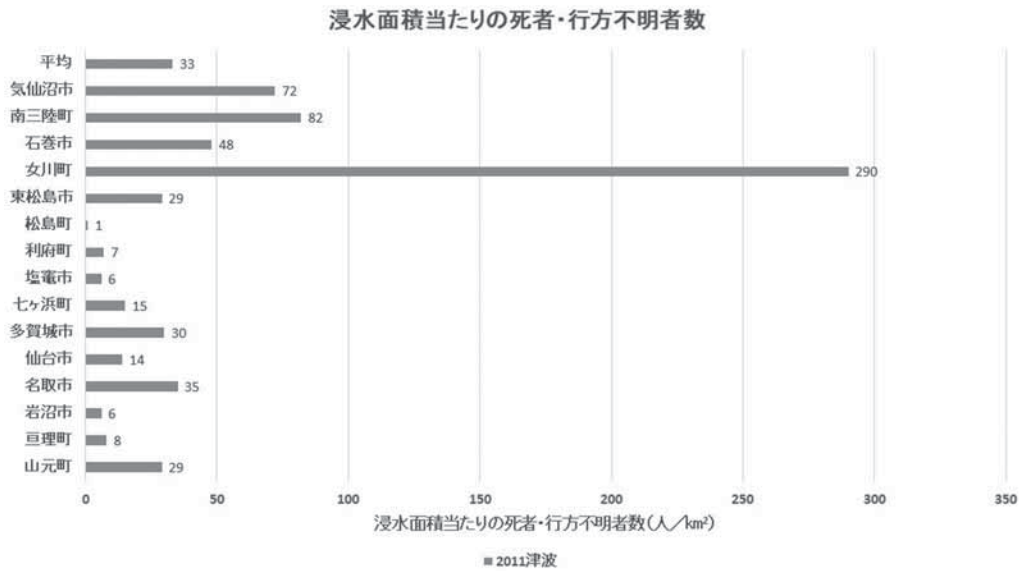


図5 2011 津波による市町別の浸水面積当たりの死者・行方不明者数

アス式海岸部の市町で大きくなっている。牡鹿半島以南の仙台湾沿岸の市町では、石巻市 48 人 / km²、名取市 35 人 / km² である。

表 5、図 6 に今次津波による市町別の浸水区域人口当たり死者・行方不明者の割合を示した。宮城県平均 3.27 を越える市町は、女川町 10.56、名取市 7.82、山元町 7.76、南三陸町 5.64、石巻市 3.3、気仙沼市 3.29 である。リアス式海岸部の市町や仙台湾沿岸に人口が集中している市町で大きくなっている。なお、浸水区域内人口は、総務省統計局の「浸水範囲概況にかかる平成 22 年国勢調査基本単位区（調査区）による人口・世帯数」によった。

図 7 及び図 8 に示した、今次津波による市町別の死者・行方不明者数と最大津波高の関係及び同じく浸水面積との関係から、石巻市は最大津波高も浸水面積も大きく死者・行方不明者は非常に多くなっている。また、最大津波高が大きいほど死者・行方不明者数は多くなる傾向にはあるが、浸水面積と死者・行方不明者数の関係は明確には表れていない。

b) 市町別の家屋被害

平成 28 年 12 月 31 日現在での宮城県の調べ⁴⁾に基づき、表 6 に今次津波（2011 津波）による市町別の家屋被害を示し、併せて、「宮城県既往津波災害報告書」（昭和 60 年 3 月）³⁾に基づき、過去に宮城県を襲った三大津波の明治 29 年三陸地震津波（1896 津波）、昭和 8 年三陸地震津波（1933 津波）、昭和 35 年チリ地震津波（1960 津波）時における家屋被害と比較した。

今次津波による全被害家屋は 411,627 棟で、そのうち全壊家屋は 81,654 棟、半壊家屋は 146,627 棟、全壊家屋と半壊家屋を合わせて 228,281 棟となっており、全被害家屋に占める全壊家屋と半壊家屋の合わせた被害の割合は 55.5% である。全壊家屋と半壊家屋の被害の割合は、沿岸 15 市町のうち 9 市町が宮城県の平均 55.5% を超えており、特に、女川町 83.2%、東松島市 76.0%、山元町 74.4%、南三陸町 73.4% と、これらの市町は非常に高くなっている。また、今次津波と過去の三大津波の全壊家屋と半壊家屋の被害を比較すると、

今次津波に対する被害率は、1896 年津波が 0.7%、1933 年津波が 0.6%、1960 年津波が 3.4% であり、今次津波被害の甚大さを表している。

図 9 は今次津波による市町の全被害家屋に占める全壊家屋及び（全壊＋半壊）家屋の割合を示している。宮城県における全被害家屋に占める全壊家屋の割合は 19.8% であるが、全壊家屋が 50% を超える市町は、リアス式海岸部の女川町 74.3%、南三陸町 69.5%、気仙沼市 53.6% であった。仙台湾沿岸では山元町 49.9%、亘理町 42.8% と比較的高かった。

(3) 市町別の今次津波の挙動と被害状況

a) 気仙沼市

気仙沼市においては、歴史的な大津波が沿岸地域を襲い、併せて大規模火災等も発生するなど、産業の中心である沿岸部に壊滅的被害を及ぼした。

旧唐桑町では、河川や沢沿いに津波が遡上し、丘陵部にはさまれた低地に浸水し、低地部の浸水域は壊滅的な被害を受けた。今次津波の痕跡高は、外洋に面している唐桑半島東部の方が西部より高くなっており、こうした傾向は、明治 29 年、昭和 8 年津波と同様であるが、馬場地区、笹浜・滝浜地区ではほぼ同じくらいの高さで、その他の地区では 2 倍以上と高かった。旧気仙沼市では、気仙沼湾奥に既往津波を遥かに超える 10m 以上の高さの津波が来襲し、鹿折川や大川を津波が奥へ奥へと遡上し、水産都市気仙沼の中心部市街地は壊滅的な被害を受けた。旧本吉町では、沿岸部は外洋に面していることから、津波は大谷海岸や赤崎（中島）海岸で 20m を越え、その背後地が壊滅的な被害を受けた。気仙沼市における津波の最大浸水高は旧唐桑町只越で T.P.27.1m、最大遡上高は旧本吉町登米沢で T.P.22.3m となっており、各地区で 10m を越える津波痕跡高が記録されている。

宮城県の調べ（平成 28 年 12 月 31 日現在）⁴⁾では、今次津波による気仙沼市の人的被害は、死者（以下、直接死）1,106 人、行方不明者 220 人、合計 1,326 人で、浸水面積に対

表5 2011津波による市町別の浸水区域内人口当たり死者・行方不明者の割合

No	沿岸市町	死者数(直接死) (人)	行方不明者数(人)	死者・行方不明 者数 (a) (人)	浸水区域内人口 (b/人)	(a) / (b) (%)
1	気仙沼市	1,106	220	1,326	40,331	3.29
2	南三陸町	600	212	812	14,389	5.64
3	石巻市	3,278	425	3,703	112,276	3.30
4	女川町	591	259	850	8,048	10.56
5	東松島町	1,063	23	1,086	34,014	3.19
6	松島町	2	0	2	4,053	0.05
7	利府町	1	0	1	542	0.18
8	塩竈市	24	0	24	18,718	0.13
9	七ヶ浜町	76	2	78	9,149	0.85
10	多賀城市	188	0	188	17,144	1.10
11	仙台市	658	26	684	29,962	2.28
12	名取市	912	38	950	12,155	7.82
13	岩沼市	180	1	181	8,051	2.25
14	亶理町	265	4	269	14,080	1.91
15	山元町	680	18	698	8,990	7.76
	合計	9,624	1,228	10,852	331,902	3.27

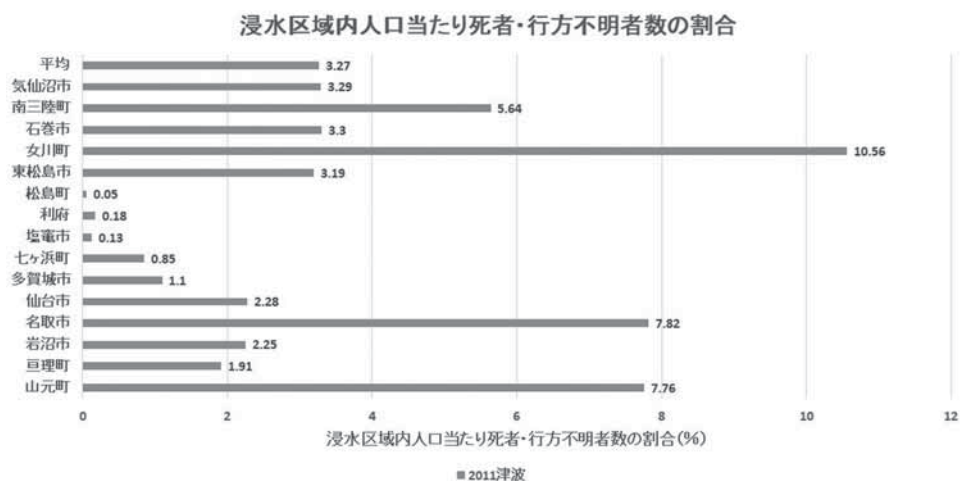


図6 2011津波による市町別の浸水区域内人口当たり死者・行方不明者の割合

する死者・行方不明者の割合は72人/km²である。住家被害は、全壊(床上浸水含む)8,483棟、半壊(床上浸水含む)2,571棟、一部破損4,761棟、合計で15,815棟となっており、全壊と半壊(床上浸水含む)で11,054棟、69.9%を占め、全壊の割合は53.6%となっている。人的被害は、明治29年津波の方が今次津波より580人多くなっているが、死者・行方不明者は1,300人を越えた。住家被害は、

今次津波では全壊と半壊(床上浸水含む)で11,000棟を越え、過去の津波(明治29年三陸津波694棟、昭和8年三陸津波321棟、昭和35年チリ津波122棟)と比較して非常に多く、津波により浸水した区域は壊滅的な被害を受けており、今次津波は巨大な威力を示した。

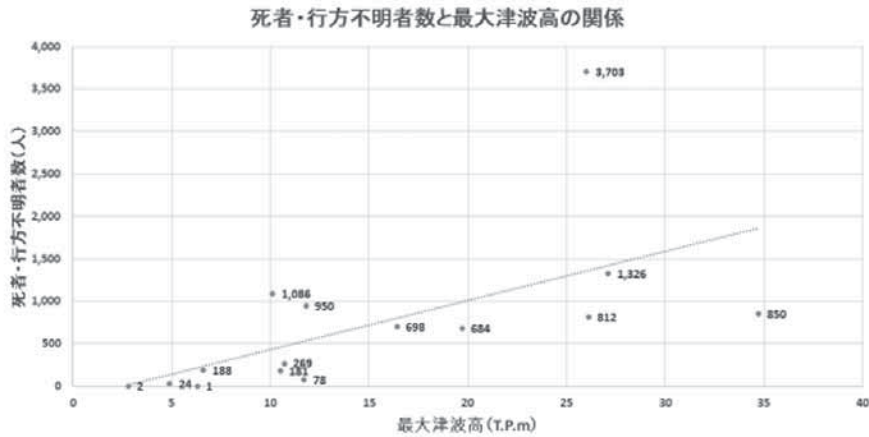


図 7 2011 津波による市町別の死者・行方不明者数と最大津波高の関係

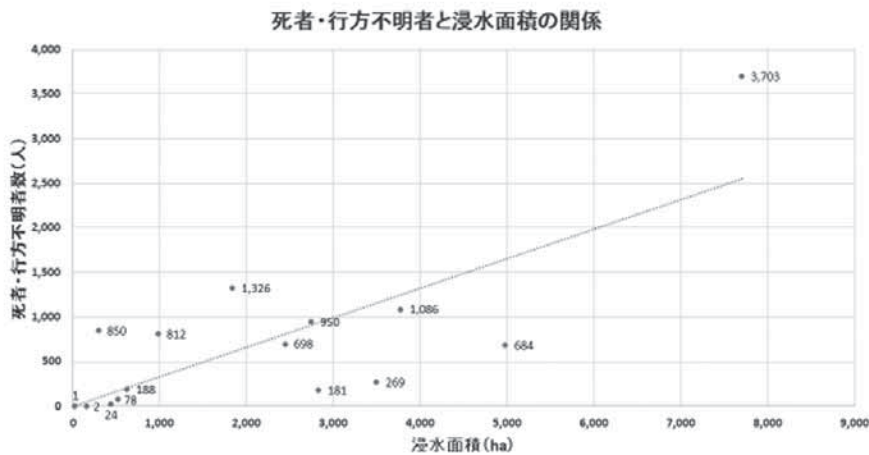


図 8 2011 津波による市町別の死者・行方不明者数と浸水面積の関係

b) 南三陸町

南三陸町においては、昭和 35 年チリ地震津波を契機に、明治、昭和、チリの地震規模を想定した防潮堤が整備され、過去の各種災害の経験から毎年防災訓練を実施するなど、防災体制を整備し、災害に強いまちづくりを進めてきたが、東日本大震災では、これまで営々と積み重ねてきた防災体制が、日本の観測史上最大の地震と津波によって破壊され、

多くの尊い人命、財産を一瞬にして失い、甚大な被害を出す結果となった。

今次津波による南三陸町における浸水面積は 978ha、地域別では、旧歌津町が 310ha、旧志津川町が 668ha で、津波痕跡高の最大値は、旧歌津町が最大浸水高 T.P.23.7m (速報値 T.P.18.1 m)、最大遡上高が T.P.26.1m (宮城県)、旧志津川町が最大浸水高 T.P.22.0m (宮城県 T.P.19.6m)、最大遡上高 T.P.17.5m (速報

表 6 2011 津波による市町別の家屋被害と過去の津波との比較

No	沿岸市町	2011 津波				全被災家屋 (c) (棟)	1896 津波	1933 津波	1960 津波
		全壊家屋 (a) (棟)	半壊家屋 (b) (棟)	全壊 + 半壊 (a) + (b) (棟)	(a) + (b) / (c) (%)		全壊 + 半壊 (棟)	全壊 + 半壊 (棟)	全壊 + 半壊 (棟)
1	気仙沼市	8,483	2,571	11,054	69.9	15,815	694	321	122
2	南三陸町	3,143	178	3,321	73.4	4,525	418	58	1,849
3	石巻市	20,039	13,048	33,087	62.4	53,035	376	721	2,931
4	女川町	2,924	349	3,273	83.2	3,934	151	272	1,724
5	東松島町	5,519	5,558	11,077	76.0	14,581	0	0	116
6	松島町	221	1,785	2,006	56.2	3,567	0	0	0
7	利府町	56	901	957	21.2	4,521	0	0	0
8	塩竈市	672	3,278	3,950	36.1	10,943	0	0	854
9	七ヶ浜町	674	650	1,324	33.7	3,929	0	0	133
10	多賀城市	1,746	3,730	5,476	47.0	11,642	0	0	0
11	仙台市	30,034	109,609	139,643	54.6	255,689	0	0	0
12	名取市	2,801	1,129	3,930	39.1	13,991	0	0	0
13	岩沼市	736	1,606	2,342	43.1	5,428	0	0	0
14	亶理町	2,389	1,150	3,539	63.3	5,587	0	0	0
15	山元町	2,217	1,085	3,302	74.4	4,440	0	0	0
16	合計	81,654	146,627	228,281	55.5	411,627	1,639	1,372	7,729

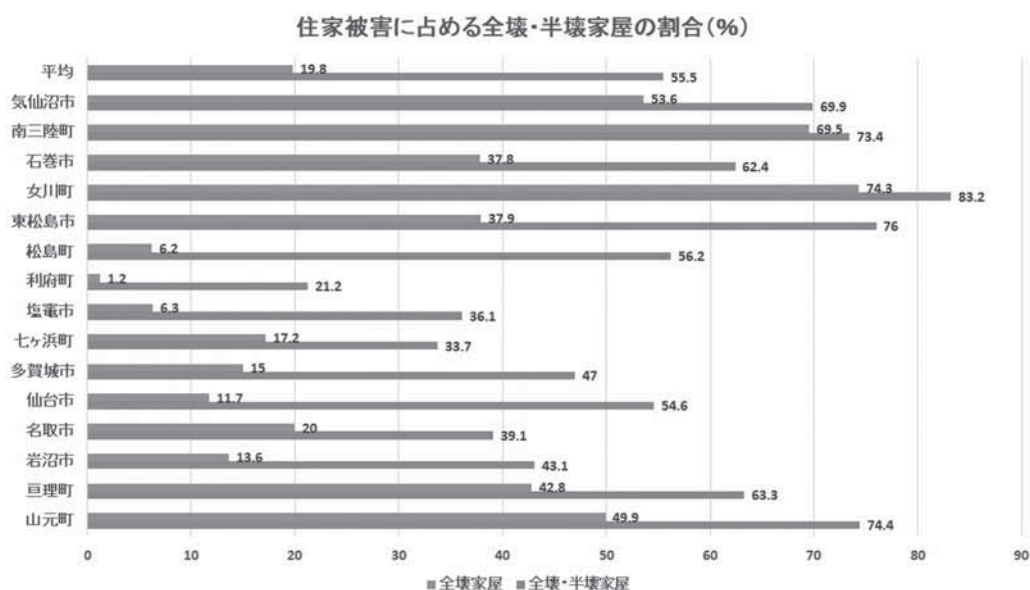


図 9 2011 津波による全被害家屋に占める全壊家屋及び（全壊 + 半壊）家屋の割合

値 T.P.20.2m) と、最大 25m を越える津波痕跡高を記録し、海岸沿いの低地にある市街地や集落、農地などはほぼ浸水し、家屋や漁船などがほぼ流失した。低地にあった役場庁舎などの公共施設はほぼ流失し、行政機能が一時的に麻痺した。国道 45 号などの幹線道路や J R 気仙沼線、歌津大橋などの橋梁が損壊し、数ヶ月にわたり公共交通網が分断された。また、地盤沈下により満潮時には海水による浸水も発生した。

宮城県の調べ(平成 28 年 12 月 31 日現在)⁴⁾では、南三陸町の人的被害は、死者(以下、直接死) 600 人、行方不明者 212 人、合計 812 人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は 82 人/km²である。また、住家被害は、全壊(床上浸水含む) 3,143 棟、半壊(床上浸水含む) 178 棟、一部破損 1,204 棟、合計で 4,525 棟となっており、全壊と半壊(床上浸水含む)で 3,320 棟、73.4%を占め、住家の全壊の割合は 69.5%である。

今次津波は過去の 3 つの津波より遥かに巨大で歌津、志津川、戸倉の各地区に壊滅的な被害を及ぼしたが、明治 29 年津波より人的被害が少なかった。今次津波の住家被害は過去の津波(全壊と半壊(床上浸水含む)で明治 29 年三陸津波 418 棟、昭和 8 年三陸津波 58 棟、昭和 35 年チリ津波 1,849 棟)と比較して非常に多かった。

c) 石巻市

石巻市においては、震度 6 強の激しい揺れと、その後に沿岸全域に襲った津波により、甚大な被害を受けた。津波は、鮎川検潮所において 8.6m を越える高さで押し寄せ、防潮堤を破壊し、多くの人命と、住まいや働く場、道路や港湾、漁港など多くの財産が失われた。沿岸域においては、工場や事業所をはじめ、学校・病院・総合支所等の公共施設が壊滅的な被害を受け、市内全域でライフラインが停止し、都市としての機能が失われた。

また、地震に伴う地盤沈下も深刻で、牡鹿地区鮎川で 120cm の沈下をはじめ、市内の広範囲で地盤沈下が発生し、大潮等の高潮位時には、渡波、湊、門脇、魚町をはじめ、各

漁港、海岸線、河川流域で冠水被害が生じた。震災後も大きな余震は際限なく発生し、4 月 7 日にはマグニチュード 7.1 の最大余震により震度 6 弱を記録するなど、甚大な被害がさらに拡大することとなった。宮城県第 2 の都市石巻市は県内で最大の被災地となった。

今次津波による石巻市における浸水面積は 7,700ha で、沿岸市町では最大の浸水面積である。地域別では、旧北上町が 974ha、旧雄勝町が 152ha、旧河北町が 1,942ha、旧河南町が 446ha、旧石巻市が 3,960ha、旧牡鹿町が 227ha で、旧石巻市は沿岸の旧市町の中で最大である。津波痕跡高の最大値は、旧北上町が最大浸水高 T.P.23.2m (速報値 T.P.14.4m)、最大遡上高が T.P.17.8m (速報値と同じ)、旧雄勝町が最大浸水高 T.P.21.6m (速報値 T.P.16.2m)、最大遡上高 T.P.16.3m (速報値 T.P.21.0m)、旧河北町が最大浸水高 T.P.12.3m (速報値 T.P.5.0m)、最大遡上高 T.P.8.9m (速報値 T.P.8.8m)、旧河南町が最大浸水高 T.P.2.0m (速報値 T.P.2.6m)、旧石巻市が最大浸水高 T.P.8.6m (速報値 T.P.11.5m)、最大遡上高 T.P.12.0m (速報値と同じ)、旧牡鹿町が最大浸水高 T.P.26.0m (速報値 T.P.17.5m)、最大遡上高 T.P.20.7m (速報値 T.P.26.0m) と、最大 20m を越える津波痕跡高を記録した。

宮城県の調べ(平成 28 年 12 月 31 日現在)⁴⁾では、石巻市の人的被害は、死者(以下、直接死) 3,278 人、行方不明者 425 人、合計 3,703 人で、沿岸市町で犠牲者は一番多くなっている。浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は 48 人/km²である。また、住家被害は、全壊(床上浸水含む) 20,039 棟、半壊(床上浸水含む) 13,048 棟、一部破損 19,948 棟、合計で 53,035 棟となっており、全壊と半壊(床上浸水含む)で 33,087 棟、62.4%を占め、住家の全壊の割合は 37.8%となっている。人的被害は、今次津波は過去の津波よりかなり多くなっている。また、住家被害は、今次津波では全壊と半壊(床上浸水含む)で 33,000 棟を越え、これも過去の津波(明治 29 年三陸津波 376 棟、昭和 8 年三陸津波 721 棟、昭和 35 年チリ津波 2,931 棟)と比較してかな

り多くなっており、浸水区域は壊滅的な被害を受けた。

d) 女川町

今次津波による女川町の浸水面積は293ha、津波の最大浸水高は女川中心部の荒立てT.P.20.0m（速報値T.P.18.5m）、最大遡上高は女川町中心部の黄金町でT.P.34.7m（速報値と同じ）と、宮城県で最大の津波遡上高を記録した。今次津波の痕跡高は、御前浜湾に面する指ヶ浜で約17m、湾奥の御前浜では約13m、尾崎では11m、女川湾湾口部の竹浦で概ね8m～12m、女川湾湾奥では概ね13m～35m、女川湾湾口部の高白では約16m、女川湾の枝湾である五部浦湾では概ね12m～19mとなっている。また、女川原子力発電所近くの小屋取では約13m、江の島では約10mの津波痕跡高を記録した。今次津波は、過去の3つの津波に比べて遥かに越える高さで押し寄せ、壊滅的な被害をもたらした。

宮城県の調べ（平成28年12月31日現在）⁴⁾では、女川町の人的な被害は、死者（直接死）591人、行方不明者259人、合計850人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は290人/km²と、県内最大となっている。また、住家被害は、全壊（床上浸水含む）2,924棟、半壊（床上浸水含む）349棟、一部破損661棟、合計で3,934棟となっており、全壊と半壊（床上浸水含む）で3,273棟、83.2%を占め、住家の全壊の割合も74.3%と、非常に高くなっている。人的被害は、明治29年津波では死者が1人、昭和8年津波では死者1人であり、昭和35年津波では人的被害はなかったが、今次津波では死者・行方不明者が850名にも上るものであった。また、家屋被害は、全壊と半壊（床上浸水含む）の被害は過去の津波（明治29年三陸津波151棟、昭和8年三陸津波272棟、昭和35年チリ津波1,724棟）と比べて非常に多い。

e) 東松島市

東松島市においては、平成15年7月26日に1日で震度6の地震が3回発生した「宮城県北部連続地震」での被災を教訓に、近い将来に発生すると予想されていた「宮城県沖地

震」に備えて「災害に強いまちづくり」を推進していた。しかし、東日本大震災は、その想定を大きく上回る規模で、これまで経験したことの無い未曾有の大災害をもたらした。地震の最大震度は6強、野蒜海岸には10mを越える津波が押し寄せた。矢本地区で40cm～50cmほどの地盤沈下も起きている。1,000人を超える人命を失い、家屋被害も半壊以上が11,000棟を越えた。浸水域は市全体面積の約36%、市街地（住宅用地）面積の約65%に達し、農地や漁港をはじめとする産業基盤や、JR仙石線の矢本駅から松島海岸駅間が不通となるなど、社会基盤施設にも壊滅的な被害が生じた。

今次津波による東松島市における浸水面積は3,771ha、地域別では、旧矢本町が2,222ha、旧鳴瀬町が1,549haで、浸水域は国道45号や三陸縦貫自動車道を越えて広がった。津波痕跡高の最大値は、旧矢本町が最大浸水高T.P.8.3m（速報値T.P.7.6m）、最大遡上高T.P.7.6（速報値では津波浸水高となっている）、旧鳴瀬町が最大浸水高T.P.10.1mと、沿岸部で10m前後の津波痕跡高を記録した。

宮城県の調べ（平成28年12月31日現在）⁴⁾では、東松島市の人的被害は、死者（以下、直接死）1,063人、行方不明者23人、合計1,086人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は29人/km²である。また、住家被害は、全壊（床上浸水含む）5,519棟、半壊（床上浸水含む）5,558棟、一部破損3,504棟、合計で14,581棟となっており、全壊と半壊（床上浸水を含む）で11,077棟、76.0%を占め、住家の全壊の割合は37.9%である。人的被害は、過去の津波では全くなく、住家被害も、昭和35年津波で宮古島を中心に全壊・半壊（床上浸水を含む）が116棟であった程度で、今次津波の被害は過去の津波よりも甚大で壊滅的なものであった。

f) 松島町

松島町では、津波や地震に伴う家屋の浸水や倒壊、ライフラインの途絶など、甚大な被害を受けたが、松島の島々に助けられ、壊滅的な被害までに至らなかった。今次津波によ

る松島町の浸水面積は 157ha、松島港の観光棧橋背後で津波の最大浸水高は T.P.2.8 m (速報値と同じ) となっており、松島湾内の島々が自然の防波堤となったために、津波痕跡高は、概ね 1 m ~ 3 m と、昭和 35 年津波の波高よりは高いものの、宮城県沿岸では非常に低かった。雄島に架かる渡月橋が流失するなど沿岸部の観光・商業施設を中心に被害が発生したが、観光客に犠牲者はいなかった。

宮城県の調べ(平成 28 年 12 月 31 日現在)⁴⁾では、松島町の人的被害は、死者 (以下、直接死) 2 人、行方不明者 0 人、合計 2 人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は 1 人 / km² である。また、住家被害は、全壊 (床上浸水含む) 221 棟、半壊 (床上浸水含む) 1,785 棟、一部破損 1,561 棟、合計で 3,567 棟となっており、全壊と半壊 (床上浸水を含む) で 2,006 棟、56.2% を占め、住家の全壊の割合は 6.2% である。

g) 利府町

利府町では、平成 18 年に地域防災計画を策定し、大規模地震災害対策を含めた、総合的な防災体制の整備を行ってきた。しかしながら、東日本大震災により、死傷者を出す人的被害、住宅や事業所、ライフラインの損壊などの被害を受け、町民の生活に多大な影響を及ぼした。

今次津波による利府町の浸水面積は 14ha、櫃ヶ浦で津波の最大浸水高は T.P.6.3 m (速報値と同じ) となっており、浜田地区では、2 m ~ 3 m の津波が押し寄せ、38 戸が床上浸水し、浜田漁港でもカキ処理場などが被害を受けた。

宮城県の調べ(平成 28 年 12 月 31 日現在)⁴⁾では、利府町の人的被害は、死者 (以下、直接死) 1 人、行方不明者 0 人、合計 1 人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は 7 人 / km² である。また、住家被害は、全壊 (床上浸水含む) 56 棟、半壊 (床上浸水含む) 901 棟、一部破損 3,564 棟、合計で 4,521 棟となっており、全壊と半壊 (床上浸水を含む) で 957 棟、21.2% を占め、住家の全壊の割合は 1.2% である。被害は他の被災市町と比較して少な

かった。

h) 塩竈市

今次津波は、浦戸諸島を直撃し、浦戸諸島や松島湾の島々に遮られたものの、港奥部で波高を高くし、防潮堤を越えて港湾・漁港施設を破壊し、浦戸諸島や中心市街地に浸水した。本土側で概ね 2 m ~ 5 m、浸水範囲が本土地区では市域面積の約 22%、浦戸地区では全島において居住地区に達するなど、甚大な被害を受けた。

今次津波による塩竈市の浸水面積は 433ha、本土の北浜地区で津波の最大浸水高は T.P.4.9 m (宮城県 4.8 m) を記録した。

宮城県の調べ(平成 28 年 12 月 31 日現在)⁴⁾では、塩竈市の人的被害は、死者 (以下、直接死) 24 人、行方不明者 0 人、合計 24 人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は 6 人 / km² である。また、住家被害は、全壊 (床上浸水含む) 672 棟、半壊 (床上浸水含む) 3,278 棟、一部破損 6,993 棟、合計で 10,943 棟となっており、全壊と半壊 (床上浸水を含む) で 957 棟、36.1% を占め、住家の全壊の割合は 6.3% である。なお、過去の津波による被害は、明治 29 年、昭和 8 年の津波では全くなかったが、昭和 35 年津波では、人的被害が死者 2 人、家屋被害は全壊・半壊 (床上浸水を含む) が 854 棟 (浦戸諸島含む) であった。今次津波の被害は昭和 35 年津波を上回るものだった。

i) 七ヶ浜町

今次津波は、地震発生から 65 分後、次々に七ヶ浜町に到達、町面積の 36.4% にも相当する地域を瞬く間に呑み込んでいった。外洋に面する浜で高い津波が押し寄せ、特に、菖蒲田浜地区は、海岸堤防を越え、その背後の住宅地や水田が甚大な被害を受けた。人的被害も菖蒲田、松ヶ浜、花淵浜地区に集中した。

今次津波による七ヶ浜町の浸水面積は 520ha、菖蒲田浜で津波の最大浸水高は T.P.11.7 m (速報値 11.6 m) を記録した。津波の痕跡高は、松島湾に面する地区では低いが、外洋に面する地区では高い。特に、菖蒲田海岸では 10 m を越えており、その背後の

低地部にあった住宅地が甚大な被害を受けた。

宮城県の調べ(平成28年12月31日現在)⁴⁾では、七ヶ浜町の人的被害は、死者(以下、直接死)76人、行方不明者2人、合計78人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は15人/km²である。また、住家被害は、全壊(床上浸水含む)674棟、半壊(床上浸水含む)650棟、一部破損2,605棟、合計で3,929棟となっており、全壊と半壊(床上浸水を含む)で1,324棟、33.7%を占め、住家の全壊の割合は17.2%である。過去の津波による被害は、明治29年、昭和8年の津波ではほとんどなく、昭和35年津波でも、人的被害はなく、家屋被害は全壊・半壊(床上浸水を含む)が133棟と、今次津波による被害の1割程度であった。今次津波の被害は甚大なものであった。

j) 多賀城市

今次津波は、仙台港から北西方向から侵入し、二級河川砂押川を約4km遡上し、市中心部はこの2つの津波により挟まれる形となった。今次津波による多賀城市の浸水面積は623ha、砂押川鎮守橋阿元で津波の最大浸水高はT.P.6.6m(宮城県5.5m)を記録した。仙台塩釜港の仙台港区から侵入した津波は、二級河川砂押川河口部から右岸一帯を遡上し、国道45号、三陸縦貫自動車道を越え高橋地区まで浸水した。また、砂押川左岸部は大代や鶴ヶ谷地区に浸水し、陸上自衛隊多賀城駐屯地も浸水した。多賀城駅や市役所のある市街地中心部は浸水を免れている。津波は砂押川を約4km遡上したと記録されているが、「末の松山」は今次津波でも波は越さなかった。

宮城県の調べ(平成28年12月31日現在)⁴⁾では、多賀城市の人的被害は、死者(以下、直接死)188人、行方不明者0人、合計188人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は30人/km²である。また、住家被害は、全壊(床上浸水含む)1,746棟、半壊(床上浸水含む)3,730棟、一部破損6,166棟、合計で11,642棟となっており、全壊と半壊(床上浸水を含む)で5,476棟、47.0%を占め、住家の全壊の割合は15.0%である。なお、明治29年、

昭和8年、昭和35年の各津波では、波の侵入を直接受けることもなく、全く被害を受けなかった。

k) 仙台市

今次津波は、宮城野区では、七北田川左岸地域は仙台塩釜港仙台港区の沿岸域から仙台東部道路を越えて、七北田川右岸地域は深沼海岸から仙台東部道路まで遡上し、宮城野区での浸水面積は2092ha、新浜地区の若林地区境(南貞山運河背後)で津波の最大浸水高T.P.16.8m(速報値13.9m)を記録した。また、若林区では、津波は深沼海岸から仙台東部道路を遥かに越えて、最大で約6km遡上し、その浸水面積は2775ha、井土地区で最大浸水高はT.P.19.7m(速報値11.9m)を記録し、太白区では、浸水面積は110ha、名取川右岸の名取市境の浜堀で津波の最大遡上高T.P.2.1m(速報値では最大浸水高2.1m)となっている。

津波は、波状段波となって仙台湾沿岸に押し寄せた。特定重要港湾仙台塩釜港の仙台港区(仙台港)では甚大な被害を受け、一時港湾機能を失った。震災後、仙台港のコンテナターミナル背後から名取川河口に至る仙台湾岸は海岸侵食が進んだ。七北田川河口は閉塞し、七北田川は直角に曲がって蒲生干潟を貫通するなど、沿岸環境は著しく変化している。

また、蒲生地区や荒浜地区の街並みが消えてしまった。特に、荒浜地区は、津波で全域が浸水し、壊滅的な被害を被った。海岸線から約700mにある荒浜小学校は2階まで水没したが、上層階に避難した児童や住民約320人は無事だった。仙台平野は農地が広範囲にわたって浸水し、塩害など甚大な被害を受けた。

宮城県の調べ(平成28年12月31日現在)⁴⁾では、仙台市の人的被害は、死者(以下、直接死)658人、行方不明者26人、合計684人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は全浸水面積が4,977haであるから、14人/km²である。また、住家被害は、全壊(床上浸水含む)30,034棟、半壊(床上浸水含む)109,609棟、一部破損116,046棟、合計

で 255,689 棟となっており、全壊と半壊（床上浸水を含む）で 139,643 棟、54.6 %を占め、住家の全壊の割合は 11.7%である。なお、明治 29 年、昭和 8 年、昭和 35 年の各津波に対して全く被害がなかった。

l) 名取市

今次津波は、閑上・北釜海岸から侵入し、名取川を遡上し、仙台東部道路を越えて広範囲に浸水した。名取市の浸水面積は 2740 ha、北釜地区で津波の最大浸水高 T.P.11.8m（速報値と同じ）を記録した。名取川右岸河口部の閑上地区では、海と川、運河に近い空間に、漁業施設や住宅が集まり、約 2100 世帯が暮らしていたが、壊滅的な被害を受け、約 700 名が犠牲になった。

また、仙台国際空港は水没し瓦礫に覆われた。空港ターミナルには約 1400 人もの人が避難した。仙台空港鉄道アクセス線も被災し、空港トンネル内はがれき等で埋まった。北釜地区も、壊滅的な被害を受けている。

宮城県の調べ(平成 28 年 12 月 31 日現在)⁴⁾では、名取市の人的被害は、死者（以下、直接死）912 人、行方不明者 38 人、合計 950 人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は 35 人/km²である。また、住家被害は、全壊（床上浸水含む）2,801 棟、半壊（床上浸水含む）1,129 棟、一部破損 10,061 棟、合計で 13,991 棟となっており、全壊と半壊（床上浸水を含む）で 3,930 棟、39.1 %を占め、住家の全壊の割合は 20.0%である。なお、過去の津波では、昭和 8 年津波時に閑上地区で、住家の床上浸水 3 戸、床下浸水 17 戸と記録されているが、人的被害はなかった。

m) 岩沼市

今次津波は、閑上・北釜海岸、相ノ釜・納屋海岸から遡上し、仙台東部道路を越えて広範囲に浸水した。岩沼市の浸水面積は 2828 ha で、市面積の約 48%に当たる。宮城県岩沼海浜緑地で津波の最大浸水高 T.P.10.5m（速報値と同じ）を記録した。津波は、松林をなぎ倒し、沿岸部にある相の釜・藤曾根・二の倉・長谷釜・蒲崎・新浜の 6 つの集落をはじめ、岩沼臨空工業団地や二の倉工業団地を呑

み込み、甚大な被害をもたらした。

宮城県の調べ(平成 28 年 12 月 31 日現在)⁴⁾では、岩沼市の人的被害は、死者（以下、直接死）180 人、行方不明者 1 人、合計 181 人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は 6 人/km²である。また、住家被害は、全壊（床上浸水含む）736 棟、半壊（床上浸水含む）1,606 棟、一部破損 3,086 棟、合計で 5,428 棟となっており、全壊と半壊（床上浸水を含む）で 2,342 棟、43.1 %を占め、住家の全壊の割合は 13.6%である。なお、明治 29 年、昭和 8 年、昭和 35 年の津波では被害はなかった。

n) 亶理町

今次津波は、亶理海岸から侵入し、阿武隈川を遡上し、仙台東部道路を越えて広範囲に浸水した。亶理町の浸水面積は 3493 ha で町面積の約 48%である。荒浜で津波の最大浸水高 T.P.10.7m（速報値 8.1 m）を記録した。荒浜地区の鳥の海周辺には、魚市場や宮城県漁協亶理支所など漁業の主要施設が集まり、荒浜海水浴場には美しい松林が広がっていたが、一帯は津波の渦に巻き込まれた。町の観光拠点施設の「わたり温泉鳥の海」も被災した。また、鳥の海付近から南へ、亶理、山元両町を貫く県道相馬亶理線は、通称「ストロベリーライン」と呼ばれ、沿線は東北最大のイチゴの産地だったが、多くのビニールハウスが津波で破壊され、甚大な被害を被った。

宮城県の調べ(平成 28 年 12 月 31 日現在)⁴⁾では、亶理町の人的被害は、死者（以下、直接死）265 人、行方不明者 4 人、合計 269 人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は 8 人/km²である。また、住家被害は、全壊（床上浸水含む）2,389 棟、半壊（床上浸水含む）1,150 棟、一部破損 2,048 棟、合計で 5,587 棟となっており、全壊と半壊（床上浸水を含む）で 3,539 棟、63.3 %を占め、住家の全壊の割合は 42.8%である。なお、明治 29 年、昭和 8 年、昭和 35 年の津波では被害はなかった。

o) 山元町

今次津波は、山元海岸から遡上し、一部区間で国道 6 号を越えるなど、広範囲に浸水した。山元町の浸水面積は 2441 ha で町面積

の37.2%である。磯浜地区で津波の最大浸水高 T.P.13.5 m（速報値 14.6 m）、津波遡上高 16.4 m（宮城県 10.4 m）を記録した。津波は、山元町の約半分の地域を飲み込み、600名以上の尊い命が失われるとともに、約2,500世帯の家屋が被災した。さらに、鉄道・道路をはじめとする公共交通機関や電気、下水道など生活に不可欠なライフラインは、現況での復旧が困難なほど破壊・寸断され、水田、イチゴ畑、漁港などの産業基盤も壊滅的な被害を受けた。

山元海岸は侵食が激しく、震災前にはヘッドランド等による対策を行っていたが、津波によって海岸堤防はズタズタに分断され、背後の土地はえぐられて円形の水辺が形成された。また、JR常磐線は坂元駅や線路が流失し、亘理駅から相馬駅間が運行できなくなった。海岸から背後の丘陵部は約2 km以内と近いことから、津波の反射によって痕跡高は10 mを越える高さとなっている。磯浜漁港周辺の磯地区では135戸が津波によって流失するなど、浸水区域の集落は壊滅的な被害を受けた。

宮城県の調べ(平成28年12月31日現在)⁴⁾では、山元町の人的被害は、死者（以下、直接死）680人、行方不明者18人、合計698人で、浸水面積に対する死者・行方不明者の割合は29人/km²である。また、住家被害は、全壊(床上浸水含む)2,217棟、半壊(床上浸水含む)1,085棟、一部破損1,138棟、合計で4,440棟となっており、全壊と半壊(床上浸水を含む)で3,302棟、74.4%を占め、住家の全壊の割合は49.9%である。なお、県南部の海岸で唯一明治29年、昭和8年の津波で被害を被ったところである。昭和8年の被害地は、南部の中浜・磯の2地区に限られ、特に南端の磯浜での被害が大きかった。昭和35年の津波では被害はなかった。

5. 東日本大震災から得られた教訓

宮城県に來襲した今次津波の挙動特性や被害実態を踏まえ、東日本大震災からの復旧・復興に向けた教訓を整理した。

(1) 第一線の海岸堤防に過度に依存した津波防災対策からの脱却

a) 被災経験を踏まえた大津波対策の考え方

①四方を海に囲まれ人口や資産が沖積平野の低平地に集中している我が国は、日頃から大地震と大津波の脅威にさらされている。そのため、大津波による浸水が想定される地域では、発生頻度や被害想定のおおきさに対応した防災対策を講じて、合理的な国土利用を図ることが求められる。

②比較的発生頻度の高い津波に対しては、生命・財産の保護や経済活動の場を確保するため、一定程度の津波高を想定した海岸堤防の整備により、津波を防御しなければならない。この場合の整備目的は、人命を守る、堤内の資産を守る、安定した経済活動を確保すること等である。

③第一線の海岸堤防を乗り越えるような大津波の場合には、津波が越流したとしても、壊滅的な被害とならないよう、安全で確実に避難できる避難路や避難施設を設置することに加え、適時適切に災害情報を提供することなどにより、命を守ることを最優先にして、危険を回避することが重要である。そのため、防災施設の機能が容易に滅失しない粘り強い構造にすることや各種施設等に一層の耐災性を具備することはもとより、土地利用計画による誘導を図るなど、様々な施策を組み合わせ、被害を最小限に抑えるような総合的な大津波対策を講じることが必要になる。この場合の整備目的は、人命を守る、経済的損失を軽減する、二次災害を防止する、早期に復旧して経済活動が再開できること等であるが、第一義的には、人命を守るということである。

b) 津波想定高さの見直し

①沿岸部の至る各所で「高いところへ逃げれば助かる」といった大津波からの避難するための伝承が残されていたにもかかわらず、避難が徹底されずに多くの犠牲者を出した。施設では守り切れずに甚大な被害を受けた今回の大震災では、防災対策上の想定を何処に置くべきなのか、多くの課題を提起した。

②これまでの津波対策は、過去に発生した

津波のうち、発生メカニズムや津波高など、科学的に立証できる事象を対象に、設計諸元を定め、海岸堤防などの防護施設を整備することが防災対策の主眼であった。計画を超える大津波については、発生頻度の少ないものとして想定外として取り扱われ、防災計画上に位置づけられることはなかった。

③今回の大震災は、一定の災害規模を想定して、その災害に対応できる防災体制を構築するという従来の手法に一石を投じた。これからは、最大クラスの大震災や大津波など、あらゆる大規模災害の発生の可能性をも考慮した防災体制が必要であり、新たな津波対策における想定津波高は、「比較的頻度の高い津波」（数十年から百数十年に一度程度発生する津波）と、「最大クラスの津波」の 2 段階に区分して取り扱うこととなる。

c) 沿岸防護施設の整備と復興まちづくり（多重防御と高台移転）

①比較的頻度の高い津波（レベル 1 津波）に対しては、沿岸防護施設で防護することが必要である。

②最大クラスの津波（レベル 2 津波）に対しては、想定外の外力が作用しても破壊・倒壊しにくい施設構造とし、一定の機能を保持するか復旧の容易性を確保することが必要である。

③仙台湾南部海岸のような低平地では、海岸堤防に加え、道路などの嵩上げや避難計画等を組み合わせた多重防御により、背後地を減災できるような施設配置が必要である。

④三陸地域のようなリアス式海岸の地区では、多重防御が難しいため津波来襲時にも浸水しない高台に居住地を設置することが必要である。

(2) 防災情報・避難行動の課題と対応

①今回の災害では、地震発生直後の津波高さが想定の高さを大きく上回ったこと、大規模な停電により連絡通信手段が限定されたこと、自らが知りうる想定津波高と実際の津波高が大きくかけ離れ避難行動に移れなかったことなど、様々な課題を露呈した。

②発生頻度のまれな大災害では、自身の経験だけで災害時の避難行動を学ぶことは困難であり、過去の災害事象など史実に拠るところが大きく、防災情報の周知の重要性が再認識させられた。その上で、今回の大震災では、大規模災害時においては、防災施設が整備されていても正常に機能しないばかりでなく、二次災害の発生により複合的に被災するおそれがあることなど、予め想定した災害対策だけでは対処が困難であり、確かな危険予知力と柔軟で臨機応変な避難行動力が求められることが明らかになった。

③そのため、一定の災害を想定した施設整備や防災対策がなされていても、さらにその上に想定外の大災害があり得ることを念頭においた避難行動がとれるような取組みの強化が求められ、海岸堤防・津波浸水予測の限界を認識した上で、最大クラスの津波が発生した場合でも人命を守ることができる避難計画の策定や施設整備が必要である。

(3) 被災経験の伝承と防災教育の重要性の再確認

a) 被災経験の伝承

①唐桑半島中部に位置する気仙沼市小鯖地区は、リアス式海岸の山が海に迫る狭い平地に集落が形成されており、明治 29 年三陸津波（1896 年）と昭和 8 年三陸津波（1933 年）で大きな被害を受けた。この地区では、宮城県沖地震への備えとして、2009 年 3 月に、いち早く高地移転を含む「津波に強いまちづくり計画」を策定した。住居の移転は、個人単位では費用も時間も必要のため、住宅建替の時期を契機に移転を進める一方で、独自の避難マップの配布及び自治会、消防団やその他による自主防災の取組などの命を守る取組を進めてきた。

②小鯖地区では、過去の教訓から地域を挙げた避難訓練を重ね、東日本大震災の時には、各地区の十数人ごとの班が機能し、トランシーバーを常備した各班の世話人が高齢者宅に声をかけながら避難誘導し、準備していた名簿で安否確認を行ったとのことである。高

台移転の必要性と併せて、このようなソフト対策としての防災啓発活動を通じた被災経験の確実な伝承が必要である。

b) 防災教育の充実強化

①太平洋沿岸では、大津波により多くの尊い命が失われたが、その中にあって、釜石市内14の小中学校の全校で、校内にいた児童生徒約3千人全員が無事に避難することができた。

②宮城県内においても、集落や地区ごとに過去の津波伝承や教訓が残され、また、南三陸町志津川地区などにおいて避難訓練や避難に必要な案内標識の設置に住民と行政が協働で取り組み、これに基づいた避難行動により、命が救われたケースもある。

③津波に関して誤った認識を改め、正しい知識を身につけることが前提であるが、伝承や防災教育の継承は、防潮堤などの無い、常に自然の脅威にさらされていた時代から、施設整備がなされた現在に至っても、その必要性は全く変わらないことを今回の震災は示唆している。集落や自治会などでの備えだけでなく、行政やNPO等による支援に加え、次

代を担う子供達への防災教育など、様々な主体の参画・協働により、助かる命を救う努力が必要である。

(4) 食糧・エネルギー供給基地の被災に伴う県民生活の混乱

a) 震災の社会的影響

①今回の震災では、電気・水道・ガス・通信などのライフラインが寸断され、道路や港湾などの広域物流網も大きな被災を受け、応急復旧が完了するまでの間は、各種の物資輸送が著しく滞った。そのため、直接津波被害を受けなかった内陸部を含め、食料や燃料が長い期間にわたって供給不足となり、日常生活への支障はもとより、地域の産業経済活動の停滞をもたらした。特に、東北随一のエネルギーの製造・輸送基地である仙台塩釜港(仙台港区)は、大津波により壊滅的な被害を受け、宮城県のみならず国内各地の生活、産業に多大な影響をもたらした。

②今回のような大規模な広域災害が発災した場合にも、社会経済活動が継続して行える

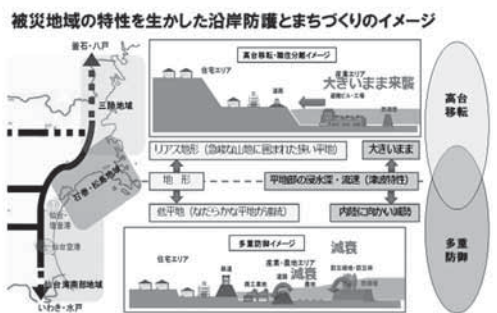
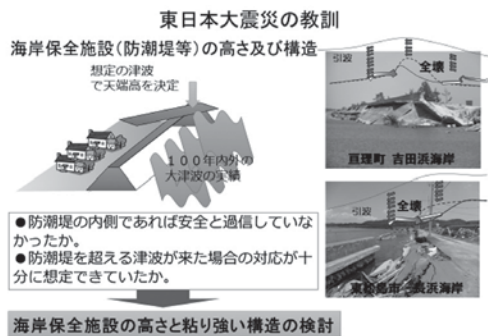


図10 沿岸防護施設の整備と復興まちづくり

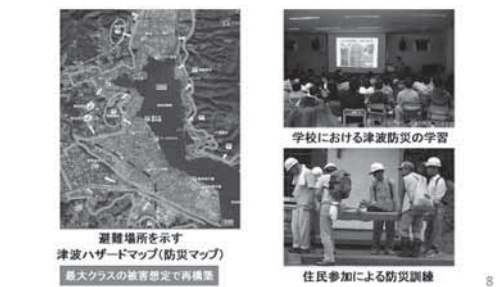
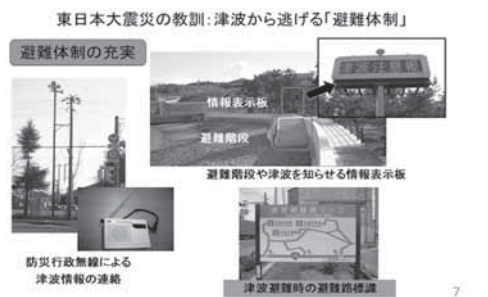


図11 防災情報・避難行動の課題と対応

ようにするためには、救援・救助や緊急物資の調達・配送などの緊急時の広域支援体制を整えることに加え、食料などの生活関連物資や産業活動を支える原材料・エネルギー・製品等の供給をバックアップする体制の整備及び医療・福祉・教育等の相互補完体制の構築など、平時から社会システム全体で災害リスクを低減する方策を講じることが求められる。

b) 命の道となる防災道路ネットワークの整備と物流・交流基盤の強化

①命の道となる三陸縦貫自動車道をはじめとする沿岸道路ネットワークの強化やみやぎ県北高速幹線道路の整備などによる東西広域連携軸の強化が必要である。

②沿岸の半島部や離島などについて、災害時における孤立集落の解消などのために災害に強い道路の整備が必要である。

③東北を支える国際物流拠点、エネルギーの供給拠点として、東北地方の産業・物流を支える統合港湾「仙台塩釜港」や国際空港としての「仙台空港」の防災機能を強化し、これらと道路を結ぶネットワークの構築が必要である。

6. 東日本大震災の教訓を活かした「災害に強いまちづくり『宮城モデル』の構築」

今回の東日本大震災は、未曾有の大災害となり、今まで進めてきた津波対策に対して多くの課題が示された。震災からの復興を進めていくためには、従来とは違った新しい制度設計や思い切った手法を積極的に取り入れて、単なる復旧にとどまらない抜本的な「再構築」を行うとともに、人口減少・少子高齢社会の進展や多発する大規模自然災害、深刻化する地球温暖化など、今後の社会を取り巻く課題にも対応する復興を目指し、先進的な地域づくりを行っていく必要がある。

これまで宮城県では、昭和 35 年のチリ地震津波による被災を契機に、本格的に海岸保全施設や水門・陸閘の整備などのハード対策に加え、様々な津波対策を進めてきたが、今次津波の規模は、これらの施設の防御能力をはるかに超えるものであった。いわゆるハード対策の限界であり、東日本大震災から得られた教訓を踏まえて、今後災害に強い地域づくりを進めるためには、過度な施設依存を脱却し、「逃げる」ことを基本にいかなる事態においても「命は守る」ために、住民の津波防災に対する啓発活動や避難体制の充実など

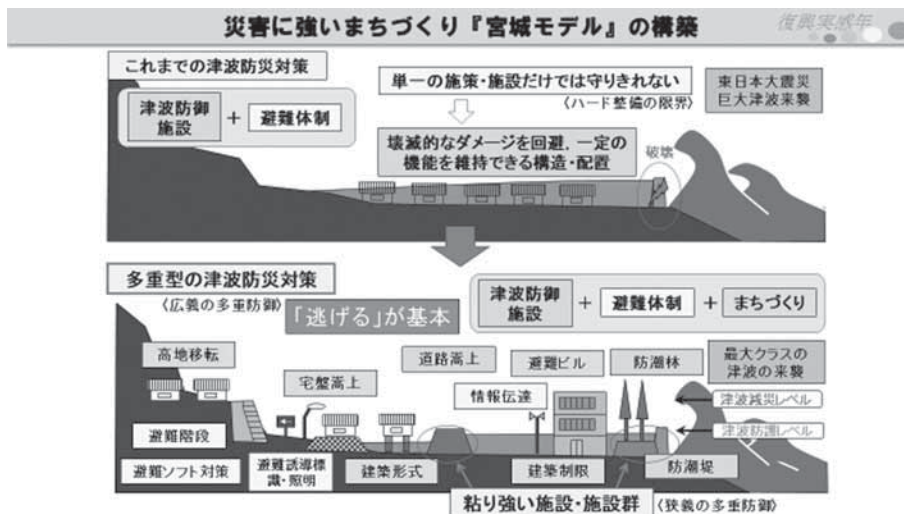


図 12 災害に強いまちづくり宮城モデルの構築

をこれまで以上に推し進め、ハードとソフトの両対策を組み合わせた総合的な津波対策を進めることが重要である。

こうしたことから、宮城県においては、復興の第1ポイントに、「災害に強いまちづくり『宮城モデル』の構築」を挙げ、新たな津波対策として、津波防護施設、復興まちづくり、避難対策を三位一体で多重型の対策を講じるとともに、命の道となる防災道路ネットワークの整備や空港・港湾など物流・交流基盤の強化を図り、総合的に災害に強い県土基盤づくりを目指すこととした。そして、今後南海トラフの巨大地震の発生が懸念されている地域等、全国の都道府県及び市町村などで活用できるよう、被災地の責務としてこの取り組みやプロセスを取りまとめ後世に伝えていくこととしている。

現在、宮城県においては、「災害に強いまちづくり『宮城モデル』の構築」に向けて、鋭意事業を進めている。平成30年3月末現在の整備状況は、七北田川右岸から福島県境にかけての仙台湾南部地域においては、津波防護施設や復興まちづくり、復興住宅の整備が順調に進んでいるが、七北田川左岸から三陸地域においては、復興まちづくりや復興住宅の整備は進んできたものの、海岸堤防や防潮堤などの津波防護施設の整備は、9割近くで工事に着手しているが完成は3割ほどである。

東日本大震災から7年が過ぎた今、がれきに覆われた沿岸市町では大震災の経験と教訓を活かしながら復興が進められ、被災者の方々の新たな営みが始まっている。宮城県の震災復興に向けた平成30年度からの発展期には、「災害に強いまちづくり『宮城モデル』の構築」は最終段階に入るが、引き続き人材の確保や財源の確保を図りながら事業を進め、一日も早く津波防護施設を完成させるとともに、復興まちづくりにおいては、住民の意向変化を踏まえた柔軟なまちづくりへの対応、新たなコミュニティ形成への支援、防災集団移転事業の移転元地の利活用、人口減少と高齢化や若い世代への対応及び産業再生と雇用

の確保等による持続可能なまちづくりといった課題を踏まえ、沿岸市町や住民の意見を聞き検証しながら、着実に進めていくことが重要である。また、今次津波の際の避難行動を検証し、まちづくりと連動して避難体制の再構築に粘り強く取り組んでいかなければならないと考える。

謝辞：本論文を作成するにあたり、宮城県から資料の提供を受けた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 宮城県土木部：東北地方太平洋沖地震津波防災対策検討業務報告書及び津波痕跡調査広域図・詳細図（平成23年12月）
- 2) 原口 強・岩松暉著：改訂保存版 東日本大震災津波詳細地図（平成25年10月19日発行；(株)古今書店）
- 3) 宮城県：宮城県既往津波災害報告書（昭和60年3月）
- 4) 宮城県：東日本大震災における被害状況（平成28年12月31日現在）
- 5) 気仙沼市：気仙沼市震災復興計画（平成23年10月）
- 6) 南三陸町：南三陸町震災復興計画（平成23年12月）
- 7) 石巻市：石巻市震災復興基本計画（平成23年12月）
- 8) 女川町：女川町東日本大震災記録誌（平成27年11月）、女川町復興計画（平成23年9月）
- 9) 東松島市：東松島市東日本大震災記録誌（平成26年3月）
- 10) 松島市：松島市震災復興計画（平成23年12月）
- 11) 利府町：利府町震災復興計画（平成23年12月）
- 12) 塩竈市：東日本大震災復旧・復興の記録（平成27年3月）
- 13) 七ヶ浜町：東日本大震災七ヶ浜町震災記録集（平成26年3月）

- 14) 多賀城市：多賀城市震災復興計画（平成 23 年 12 月），平成 23 年 3 月 11 日あの日を忘れない・東日本大震災の記録（平成 25 年 4 月）
- 15) 仙台市：東日本大震災仙台市震災記録誌（平成 25 年 3 月）
- 16) 名取市：名取市における東日本大震災の概要（平成 27 年 3 月）
- 17) 岩沼市：東日本大震災岩沼市の記録（平成 26 年 3 月），岩沼市震災復興計画グラウンドデザイン（平成 23 年 8 月）
- 18) 亘理町：亘理町東日本大震災活動記録（平成 25 年 3 月）
- 19) 山元町：東日本大震災および津波の被害状況（平成 28 年 12 月），山元町震災復興計画（平成 23 年 12 月）
- 20) 河北新報社：みやぎの海辺思い出の風景（航空写真集 2011・3・11 を境に）（平成 24 年 3 月）
- 21) 三陸河北新報社：大津波来襲・東日本大震災（ふるさと石巻の記憶 空撮 3.11 その前・その後）（平成 23 年 12 月）