

津波の高さと被害との関係

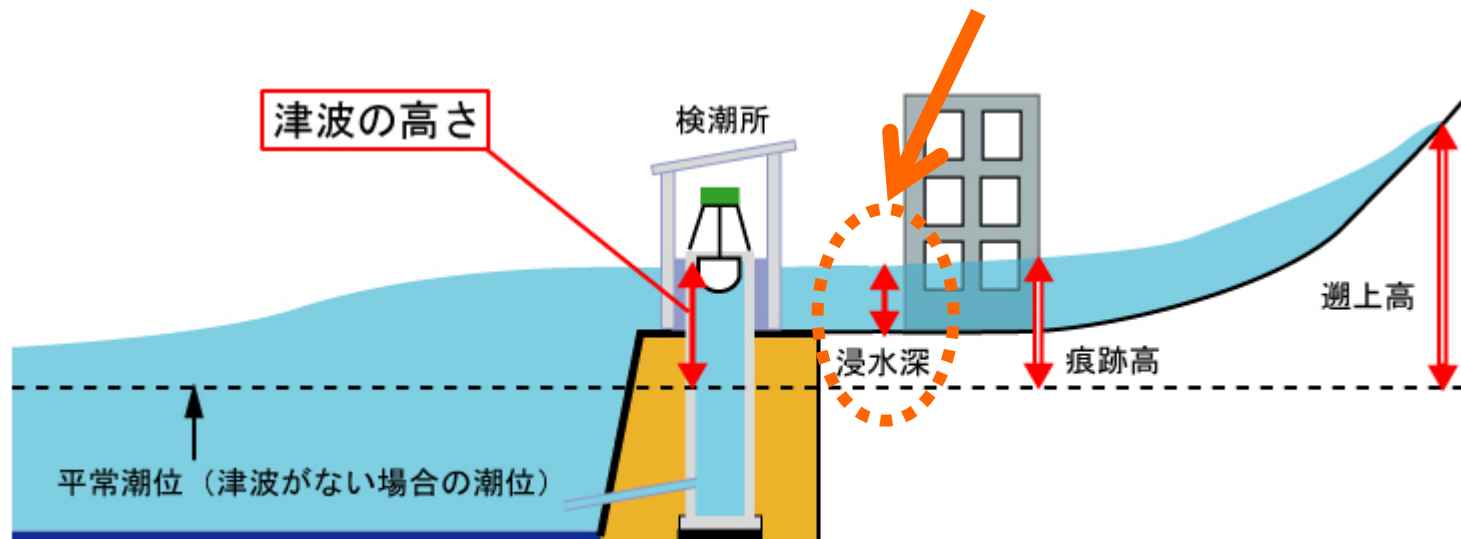
(平成23年東北地方太平洋沖地震の事例より)

1. 浸水深と被害との関係
2. 沿岸での津波の高さと被害との関係

1. 浸水深と被害との関係

浸水深と被害との関係に関する調査

- (1) 首藤(1993)より
- (2) 越村・郷右近(東北大学災害制御研究センター)
- (3) 東北工業大学
- (4) 国土交通省都市局



首藤(1993)より

浸水深2m、4m、8m程度を境に被害の様相が異なると考えられる。

津波波高(m)	1	2	4	8	16	32
木造家屋	部分的破壊		全面破壊			
石造家屋	持ちこたえる			全面破壊		
鉄筋コンクリートビル	持ちこたえる				全面破壊	
漁船	被害発生		被害率50%		被害率100%	
防潮林	被害軽微 津波軽減		漂流物阻止	部分的被害 漂流物阻止	全面的被害 無効果	
養殖筏	被害発生					
音			前面が砕けた波による連続音 (海鳴り、暴風雨の音)			
				浜で巻いて砕けた波による大音響 (雷鳴の音。遠方では認識されない)		
					崖に衝突する大音響 (遠雷、発破の音。かなり遠くまで聞こえる)	

※津波波高(m)は、船舶、養殖筏など海上にあるものに対しては概ね海岸線における津波の高さ、家屋や防潮林など陸上にあるものに関しては地面から測った浸水深となっています。

※上表は津波の高さと被害の関係の一応の目安を示したもので、それぞれの沿岸の状況によっては、同じ津波の高さでも被害の状況が大きく異なることがあります。

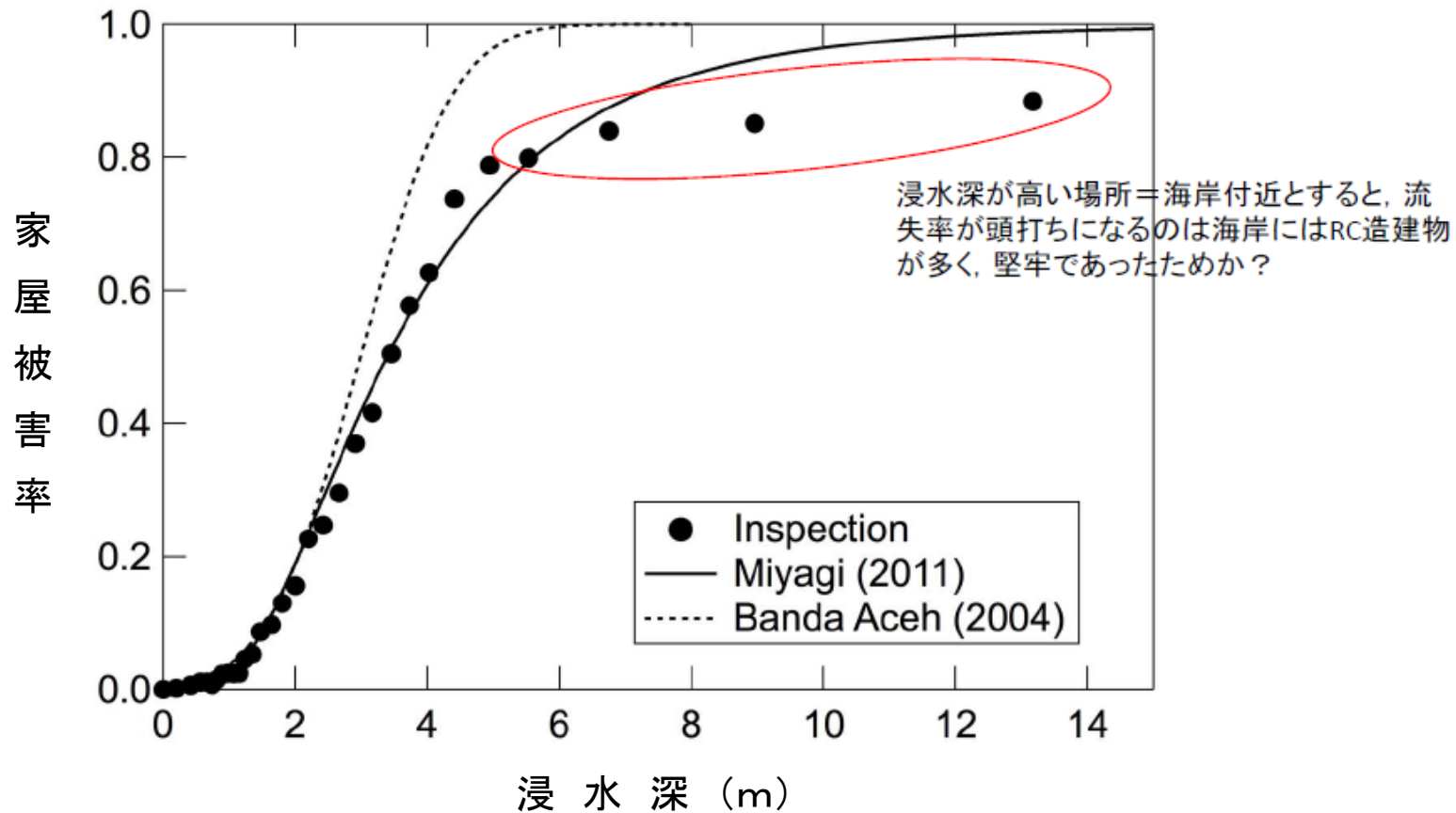
※津波による音の発生については、周期5分～10分程度の近地津波に対してのみ適用可能です。

(気象庁ホームページ「津波波高と被害程度(首藤(1993)を改変)」より)

<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownow/faq/faq26.html>

越村・郷右近(東北大学災害制御研究センター)調査結果より(1)

宮城県を対象とした浸水被害調査からは、**浸水深2m**が建物流出の目安と考えられる。



県全体としては、浸水深が2mが建物流失の目安となる。Banda Acehの被害と類似しているが、Banda Acehよりは耐津波性は高かった。

(東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会第8回会合資料より)

- 宮城県全体: 浸水深2mで建物流失率が増加する(流失率2割以上)
- 浸水深6mを超えると流失率は8割以上
- 地域により、津波の特性や地形等との関連で被害率は大きく異なる(例: 仙台市、南三陸町)

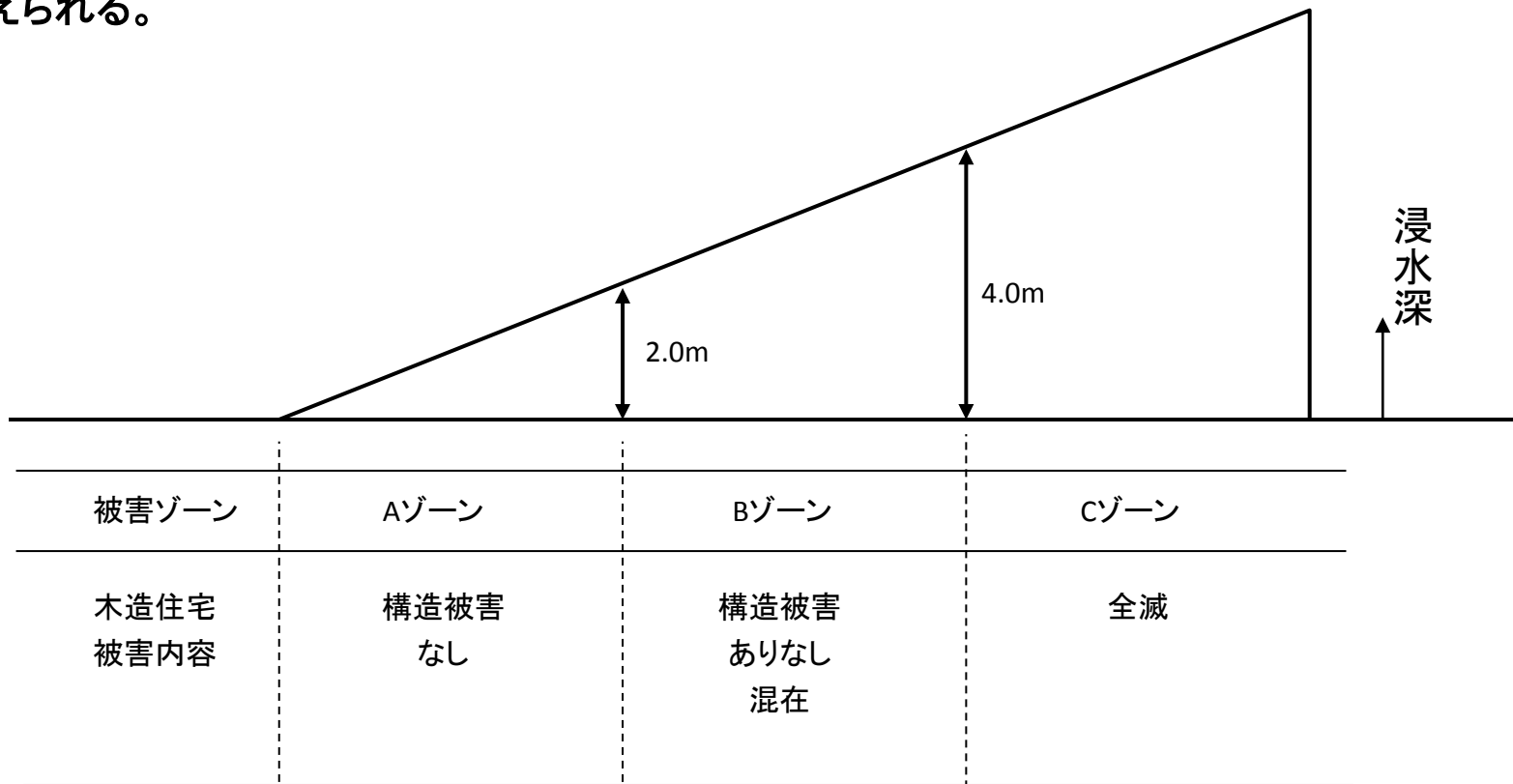
(東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会第8回会合資料より)

東北工業大学調査結果より

岩手県、宮城県を対象とした津波被害調査からは、

●木造建物: 浸水深2mが構造被害発生、浸水深4mが流出の目安と考えられる。

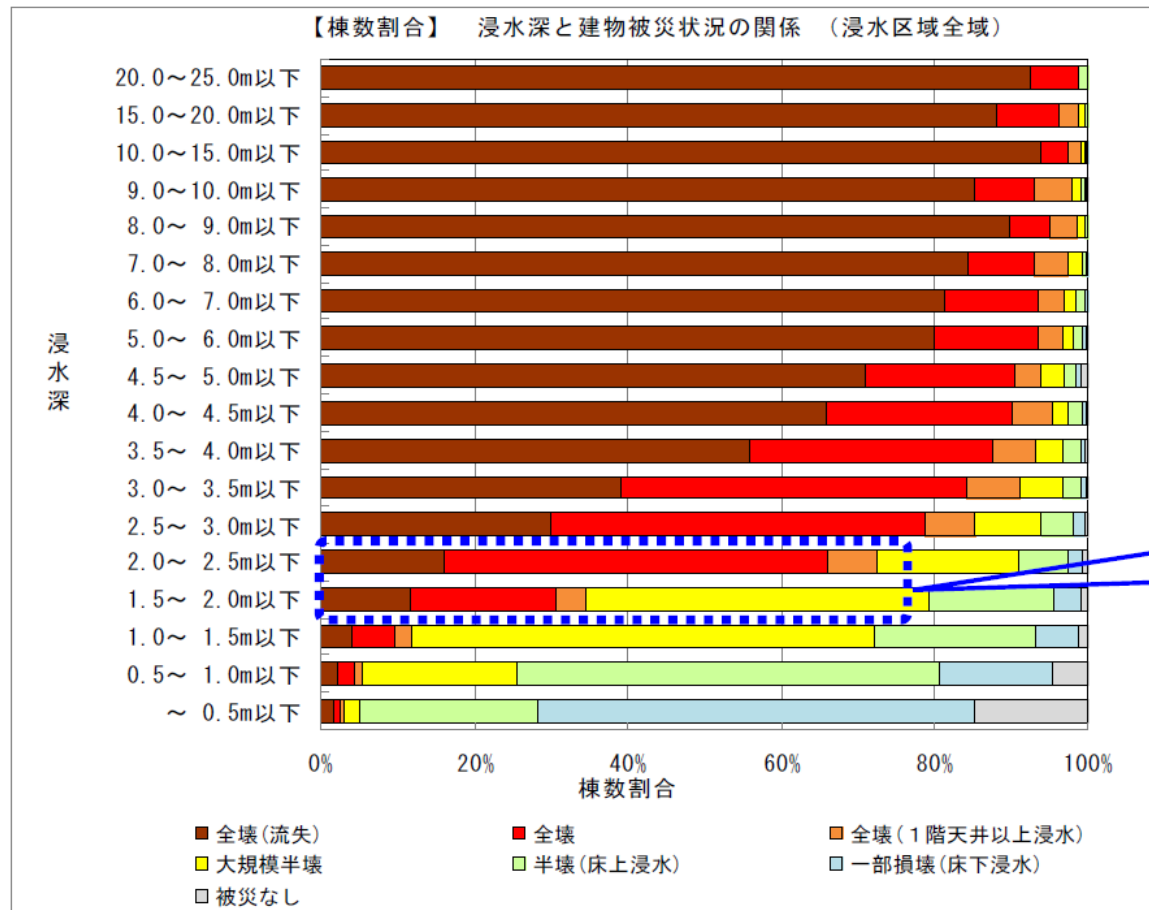
●RC造建物: 地盤条件に適合した適切な基礎・設計が行われていれば十分に津波に抵抗できると考えられる。



(東日本大震災に関する東北支部学術合同調査委員会第2次報告会資料(平成23年7月1日)より)

国土交通省都市局調査結果より

津波被災地全体の全建物を対象とした浸水被害調査からは、**浸水深2.0m**前後で建物被害に大きな差があり、浸水深2m以下の場合には建物が全壊となる割合は大幅に低下する。



浸水深約 2.0m
で被災状況に大
きな差がある

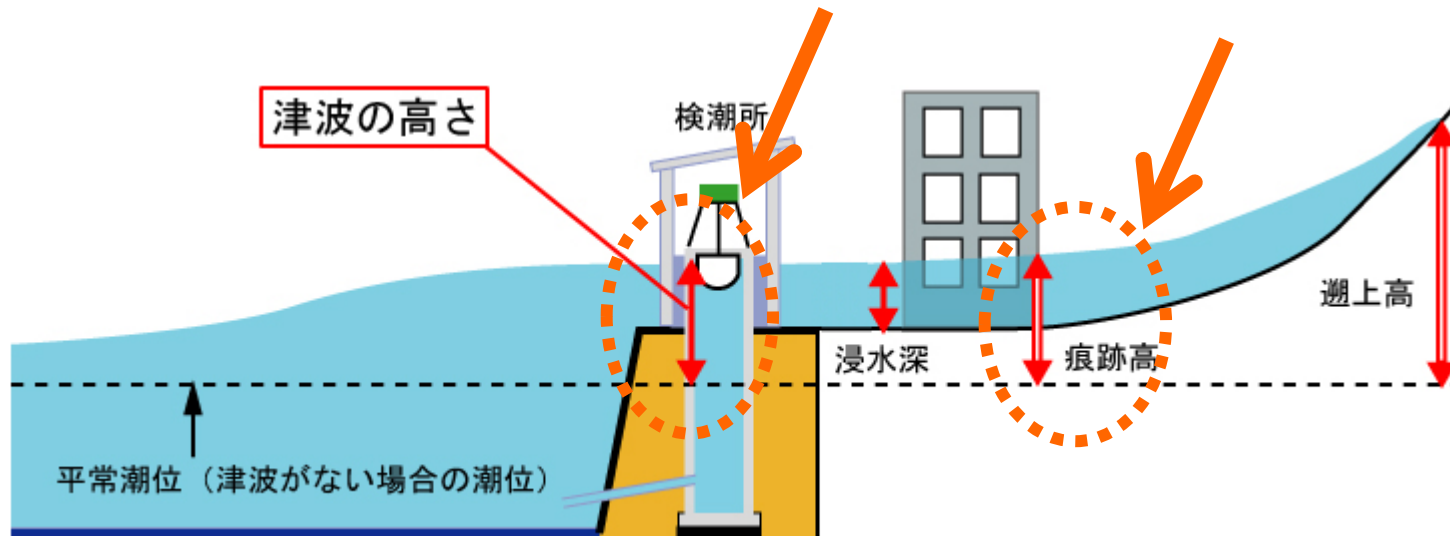
(国土交通省都市局報道発表資料「東日本大震災による被災現況調査結果について(第1次報告)」(平成23年8月)より

浸水深と被害との関係に関する調査結果からは、**浸水深2m、4mが被害の様相が変化する境界**と考えられる。

2. 沿岸での津波の高さと被害との関係

地方自治体から得られた津波による被害状況と、気象庁において実施した痕跡高による津波の高さ調査や検潮所での潮位データを比較することにより、沿岸での津波の高さと被害との関係を調査した。

また、この結果を、国土交通省都市局による浸水被害調査と照合した。なお、沿岸での津波の高さ・痕跡高は、高潮警報の発表基準が低いところから1m程度であることから、それを沿岸部での平均的標高とし、概ね沿岸での浸水深+1mと見なす。



調査概要

調査時期：平成23年5月27日～6月14日、
平成23年8月8日～10月5日

調査方法：

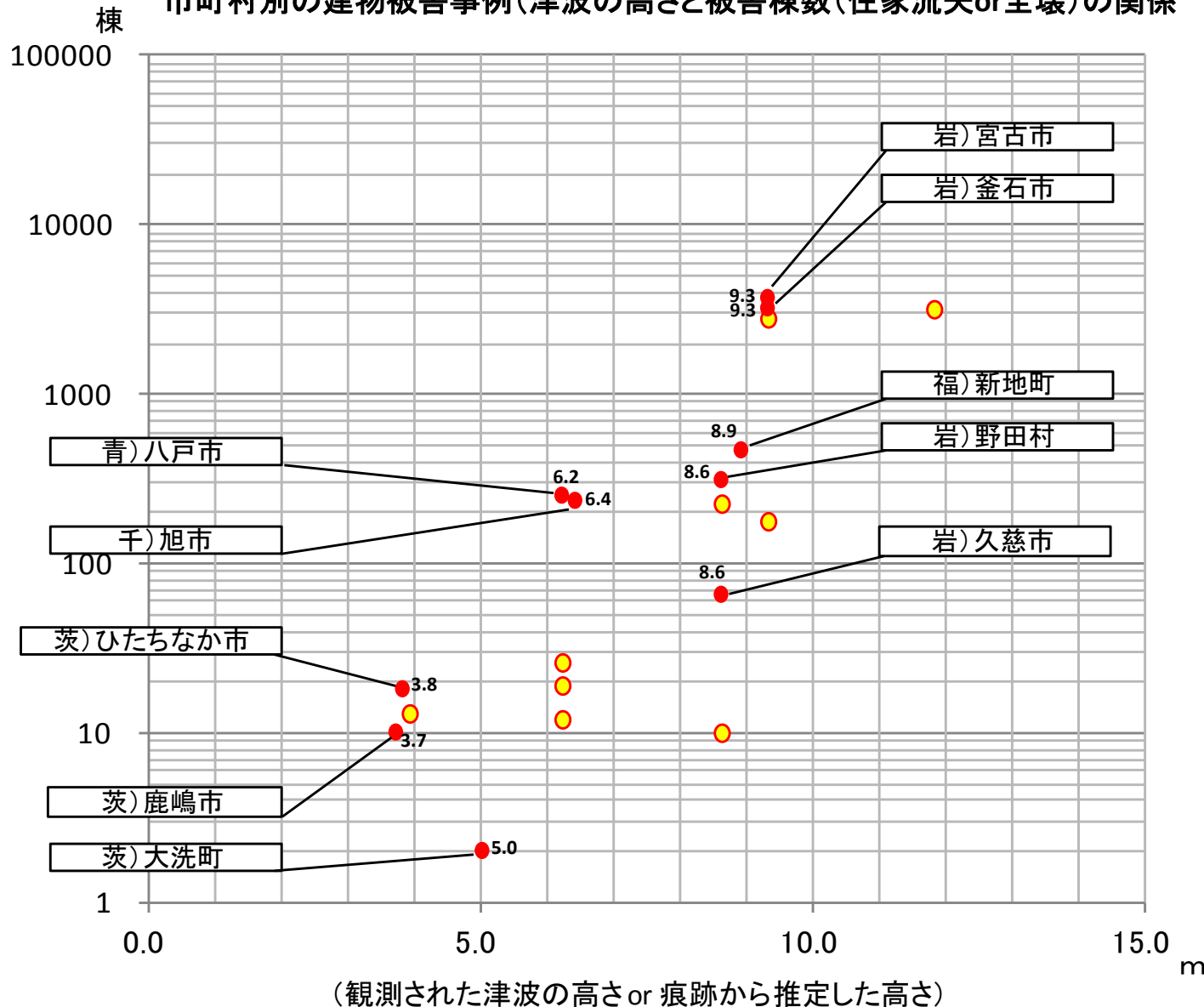
- ①地方気象台より地元都道府県へ被害の具体数を照会
- ②①の被害数を、被害があった場所の近傍の津波の高さ(検潮所における高さまたは痕跡高)と対応づけ

(注)被害数は現時点で確定していないものを含む。

沿岸での津波の高さと被害との関係(住家流失+全壊)①

沿岸での津波の高さ3mが住家流失、全壊が生じ、5~6mが急増する目安と考えられる。

市町村別の建物被害事例(津波の高さと被害棟数(住家流失or全壊)の関係)



- 被害件数
 - ...自治体に照会した値
- 津波の高さ
 - ...津波観測値または気象庁が実施した痕跡高調査の値
- 津波の高さ推定地点が被害地域の近傍(10km以内)
<付加した数字は津波の高さ(m)>
- 津波の高さ推定地点が被害地域から離れている(10km以上)

本資料での津波の高さは、津波がなかった時の潮位を基準としているが、今回の事例では、TP上の高さと同程度であった。

住家流失+全壊のあった市町における浸水深と建物被災状況①

国土交通省都市局「東日本大震災による被災現況調査結果(第1次報告)関連資料について」等より http://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/crd_city_plan_tk_000005.html

■鹿嶋市

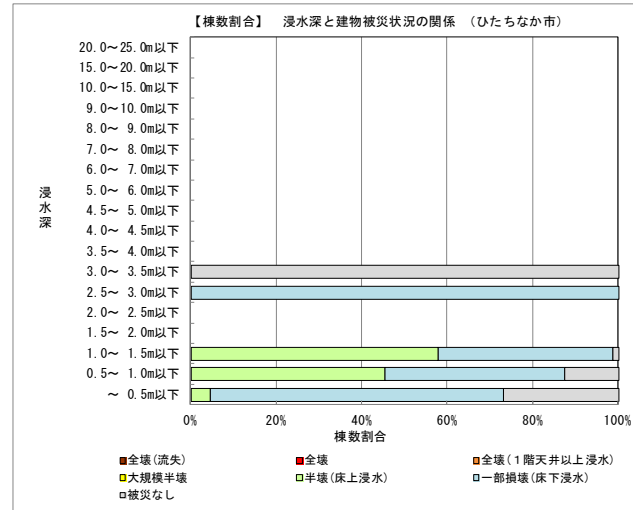
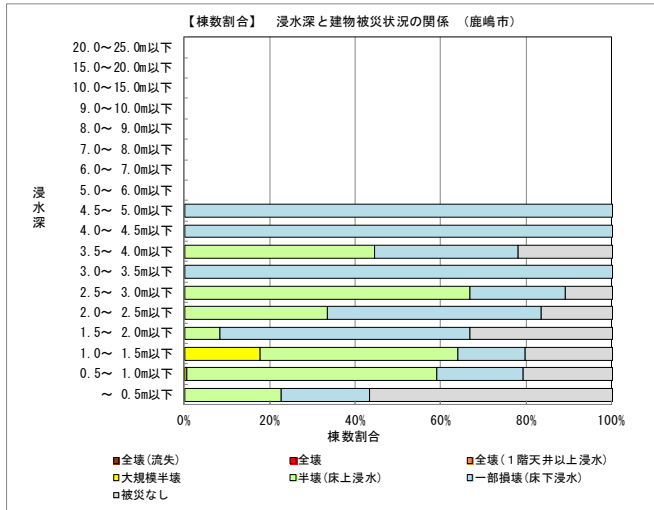
沿岸での津波の高さ 3.7m*

■ひたちなか市

沿岸での津波の高さ 3.8m*

○浸水深と建物被災状況の関係

○浸水深と建物被災状況の関係



沿岸での津波の高さ3m以上では、居住区まで津波が遡上し、床上・床下浸水の発生が多い。浸水深1m以上で大規模半壊が20件程度みられる(鹿嶋町)。

全壊(流失)
基礎だけ残して、建物が完全に流されている

全壊
主要構造が損壊しており補修により元通りに再使用することが困難

全壊(1階天井以上浸水)
1階天井以上が浸水しており、大規模修繕等による再使用も可能

大規模半壊
床から概ね1m以上(天井未満)浸水している

半壊(床上浸水)
床から概ね1m未満の床上浸水(一部修繕により再利用可能)

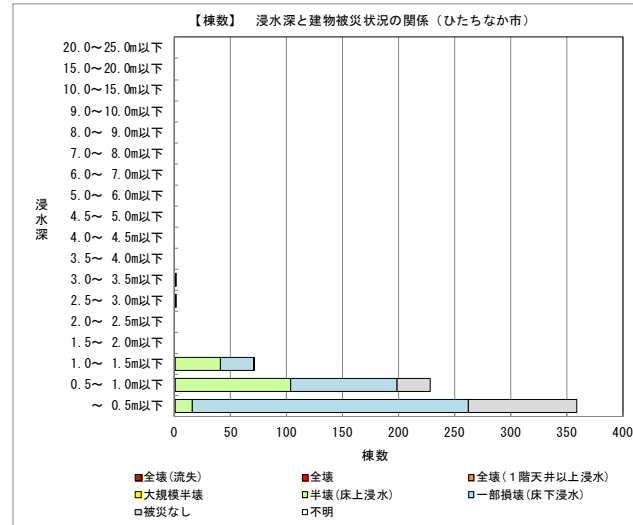
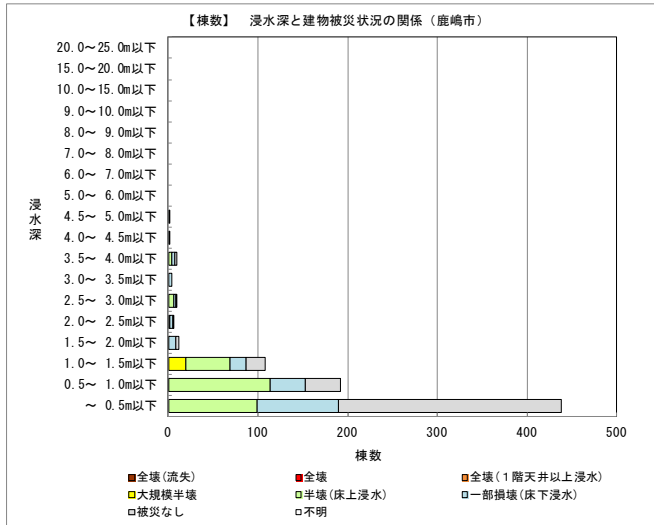
一部損壊(床下浸水)
床下の泥を取り除けば再利用可能

被害なし

不明

(参考)浸水深と建物被災状況の棟数分布

(参考)浸水深と建物被災状況の棟数分布



※浸水深0.0mにおける被災建物は、上記の関係分析の対象から除く。

※浸水深0.0mにおける被災建物は、上記の関係分析の対象から除く。

* : 気象庁が実施した痕跡高調査による沿岸での津波の高さ

住家流失+全壊のあった市町における浸水深と建物被災状況②

国土交通省都市局「東日本大震災による被災現況調査結果(第1次報告)関連資料について」等より http://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/crd_city_plan_tk_000005.html

■大洗町

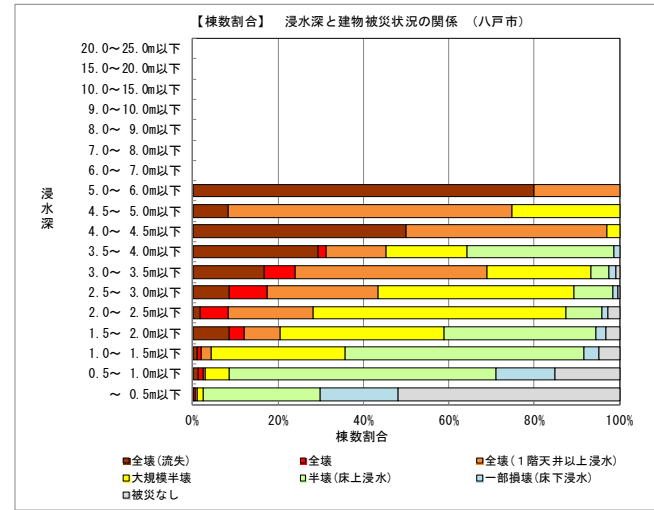
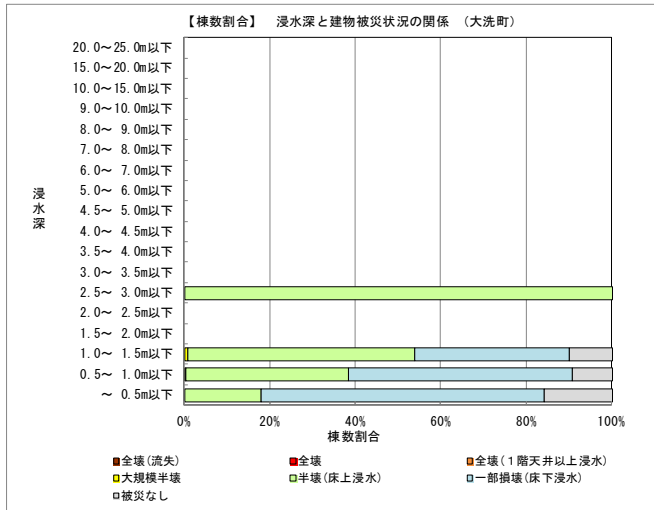
沿岸での津波の高さ 5.0m*

■八戸市

沿岸での津波の高さ 6.2m*

○浸水深と建物被災状況の関係

○浸水深と建物被災状況の関係

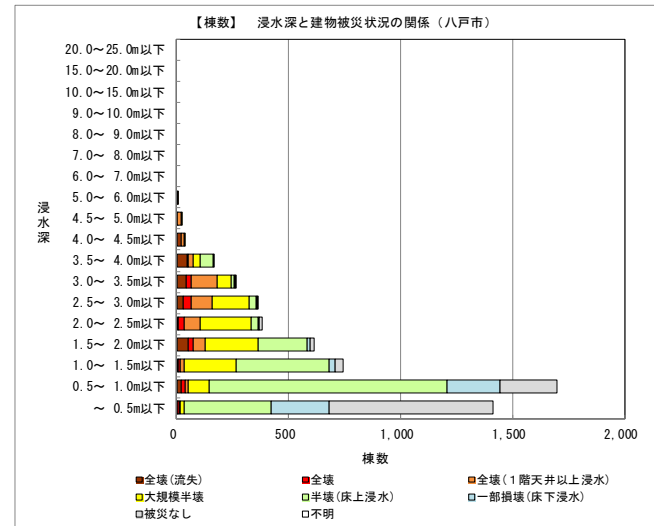
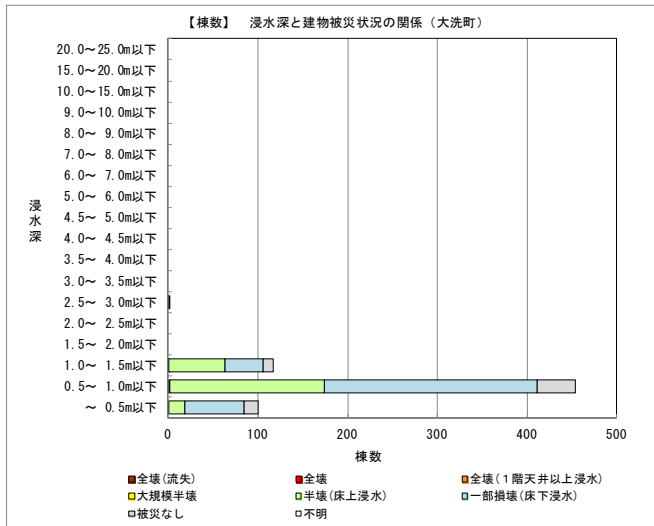


沿岸での津波の高さ6m以上では、居住区での浸水深2m以上となる棟数が増加し、住家流失+全壊の割合、棟数とも多くなる(八戸市)。

- 全壊(流失)**
基礎だけ残して、建物が完全に流されている
- 全壊**
主要構造が損壊しており補修により元通りに再使用することが困難
- 全壊(1階天井以上浸水)**
1階天井以上が浸水しており、大規模修繕等による再使用も可能
- 大規模半壊**
床から概ね1m以上(天井未満)浸水している
- 半壊(床上浸水)**
床から概ね1m未満の床上浸水(一部修繕により再利用可能)
- 一部損壊(床下浸水)**
床下の泥を取り除けば再利用可能
- 被害なし**

(参考) 浸水深と建物被災状況の棟数分布

(参考) 浸水深と建物被災状況の棟数分布



※浸水深0.0mにおける被災建物は、上記の関係分析の対象から除く。

※浸水深0.0mにおける被災建物は、上記の関係分析の対象から除く。

*: 気象庁が実施した痕跡高調査による沿岸での津波の高さ

不明

住家流失+全壊のあった市町における浸水深と建物被災状況③

国土交通省都市局「東日本大震災による被災現況調査結果(第1次報告)関連資料について」等より http://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/crd_city_plan_tk_000005.html

■旭市

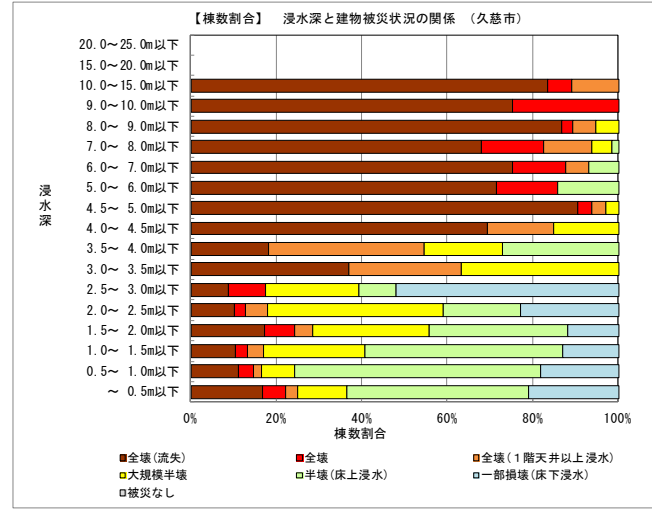
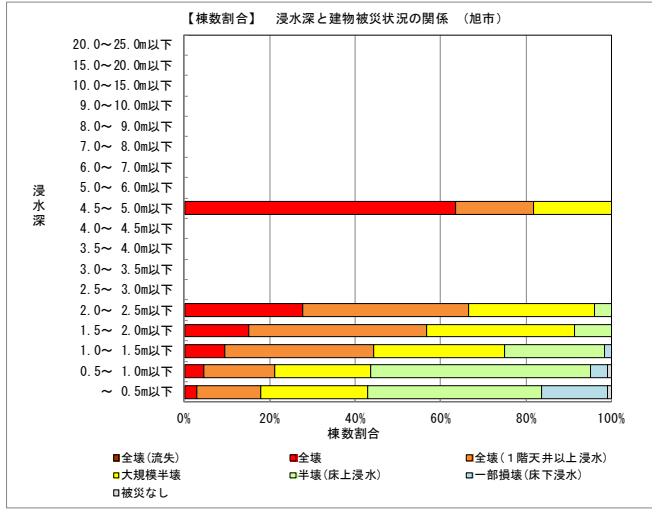
沿岸での津波の高さ 6.4m*

■久慈市

沿岸での津波の高さ 8.6m*

○浸水深と建物被災状況の関係

○浸水深と建物被災状況の関係



沿岸での津波の高さ6m以上では、居住区での浸水深2m以上となる棟数が増加し、全壊の割合、棟数とも多くなる(旭市)。沿岸での津波の高さ8m以上では、浸水深4m以上の棟数が増加し、住家流出+全壊の割合、棟数とも多くなる(久慈市)。

全壊(流失)
基礎だけ残して、建物が完全に流されている

全壊
主要構造が損壊しており補修により元通りに再使用することが困難

全壊(1階天井以上浸水)
1階天井以上が浸水しており、大規模修繕等による再使用も可能

大規模半壊
床から概ね1m以上(天井未満)浸水している

半壊(床上浸水)
床から概ね1m未満の床上浸水(一部修繕により再利用可能)

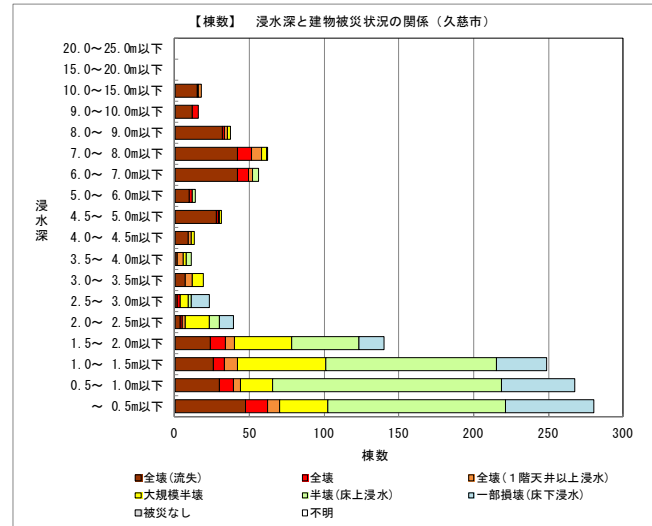
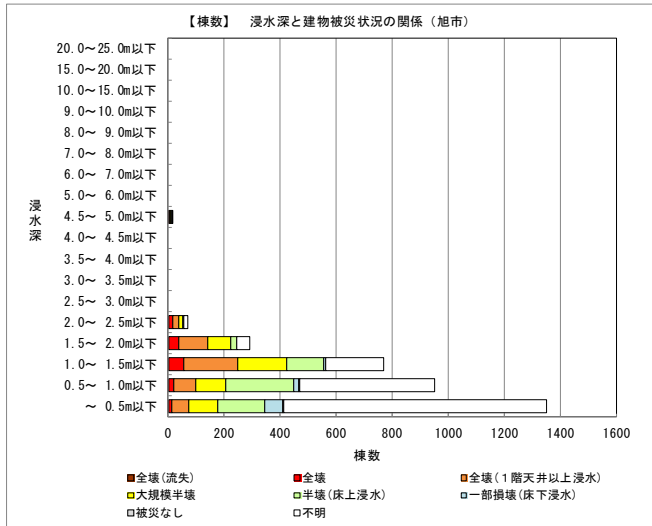
一部損壊(床下浸水)
床下の泥を取り除けば再利用可能

被害なし

不明

(参考) 浸水深と建物被災状況の棟数分布

(参考) 浸水深と建物被災状況の棟数分布



※浸水深0.0mにおける被災建物は、上記の関係分析の対象から除く。

※浸水深0.0mにおける被災建物は、上記の関係分析の対象から除く。

* : 気象庁が実施した痕跡高調査による沿岸での津波の高さ

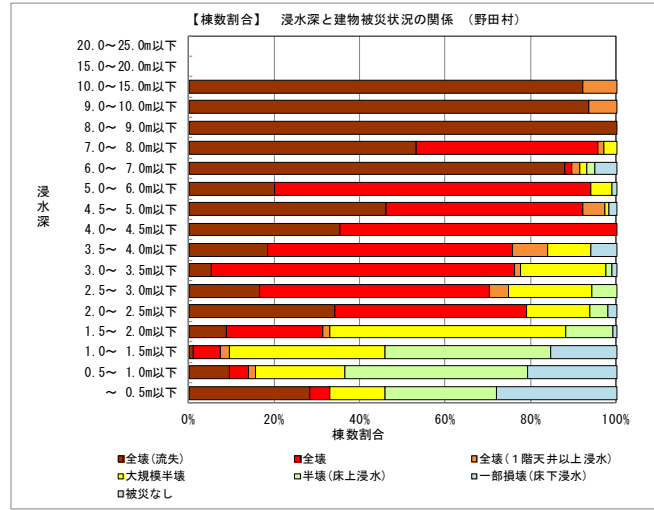
住家流失+全壊のあった市町における浸水深と建物被災状況④

国土交通省都市局「東日本大震災による被災現況調査結果(第1次報告)関連資料について」等より http://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/crd_city_plan_tk_000005.html

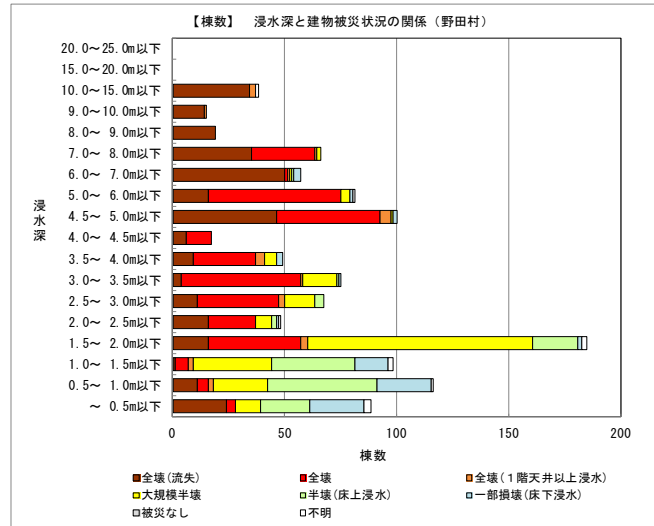
■野田村

沿岸での津波の高さ 8.6m*

○浸水深と建物被災状況の関係



(参考) 浸水深と建物被災状況の棟数分布

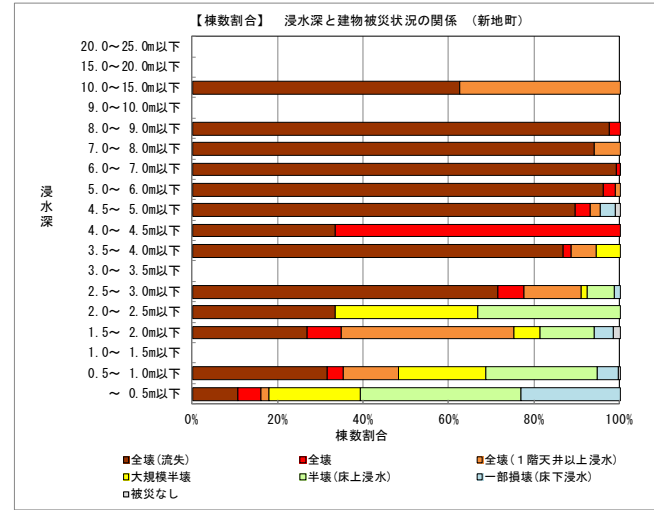


※浸水深0.0mにおける被災建物は、上記の関係分析の対象から除く。

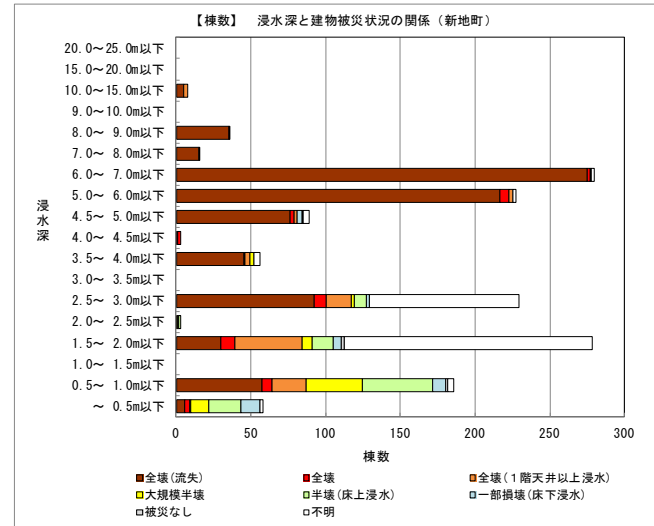
■新地町

沿岸での津波の高さ 8.9m*

○浸水深と建物被災状況の関係



(参考) 浸水深と建物被災状況の棟数分布



※浸水深0.0mにおける被災建物は、上記の関係分析の対象から除く。

沿岸での津波の高さ8m以上では、浸水深4m以上の棟数が増加し、住家流失+全壊の割合、棟数とも多くなる。

- 全壊(流失)**
基礎だけ残して、建物が完全に流されている
- 全壊**
主要構造が損壊しており補修により元通りに再使用することが困難
- 全壊(1階天井以上浸水)**
1階天井以上が浸水しており、大規模修繕等による再使用も可能
- 大規模半壊**
床から概ね1m以上(天井未満)浸水している
- 半壊(床上浸水)**
床から概ね1m未満の床上浸水(一部修繕により再利用可能)
- 一部損壊(床下浸水)**
床下の泥を取り除けば再利用可能
- 被害なし**
- 不明**

* : 気象庁が実施した痕跡高調査による沿岸での津波の高さ

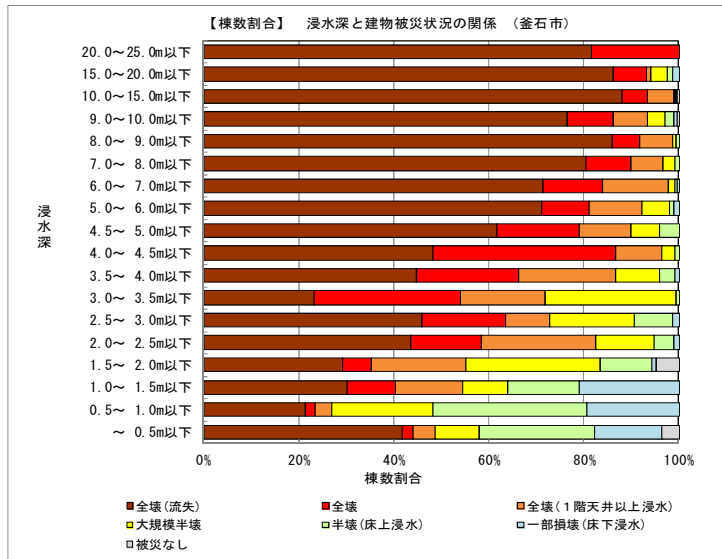
住家流失+全壊のあった市町における浸水深と建物被災状況⑤

国土交通省都市局「東日本大震災による被災現況調査結果(第1次報告)関連資料について」等より http://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/crd_city_plan_tk_000005.html

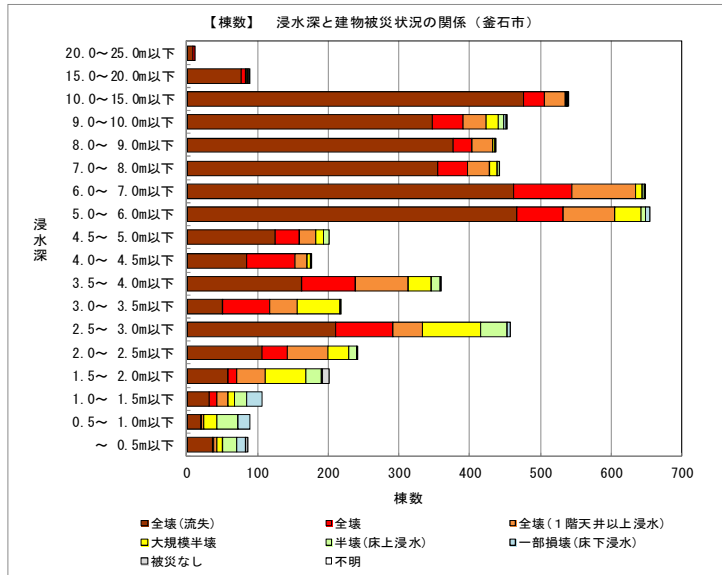
■釜石市

沿岸での津波の高さ 9.3m*

○浸水深と建物被災状況の関係



(参考)浸水深と建物被災状況の棟数分布

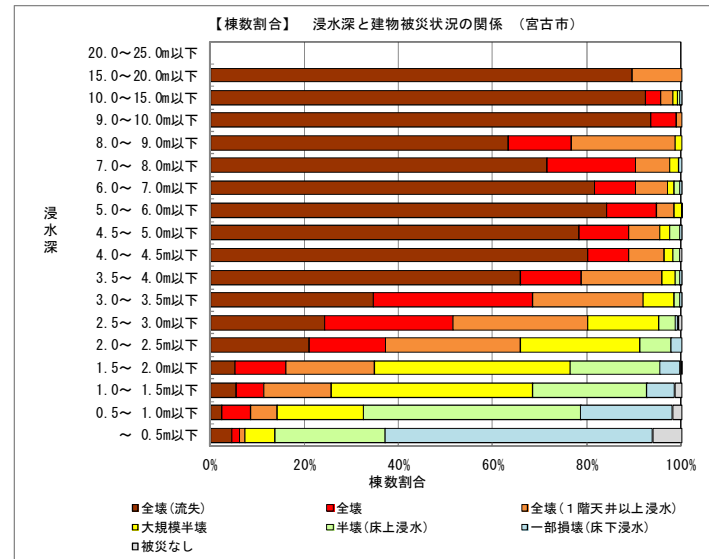


※浸水深0.0mにおける被災建物は、上記の関係分析の対象から除く。

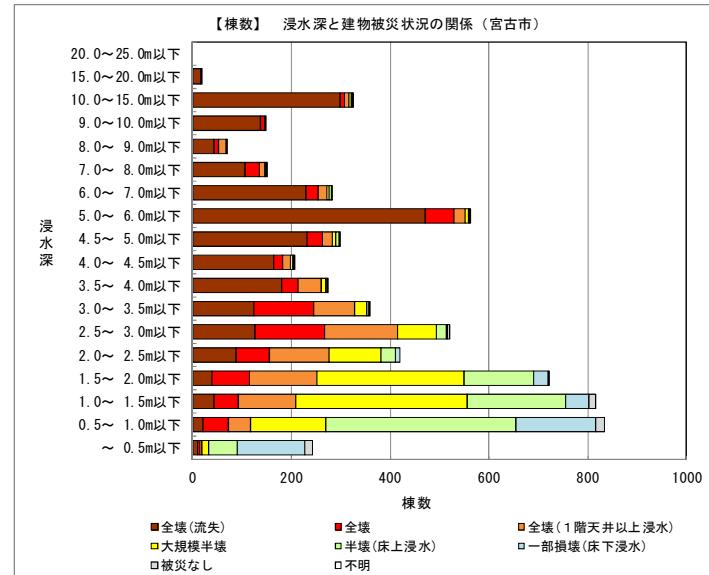
■宮古市

沿岸での津波の高さ 9.3m*

○浸水深と建物被災状況の関係



(参考)浸水深と建物被災状況の棟数分布



※浸水深0.0mにおける被災建物は、上記の関係分析の対象から除く。

沿岸での津波の高さ 8 m以上では、浸水深 4 m以上の棟数が増加し、住家流出+全壊の割合、棟数とも多くなる。

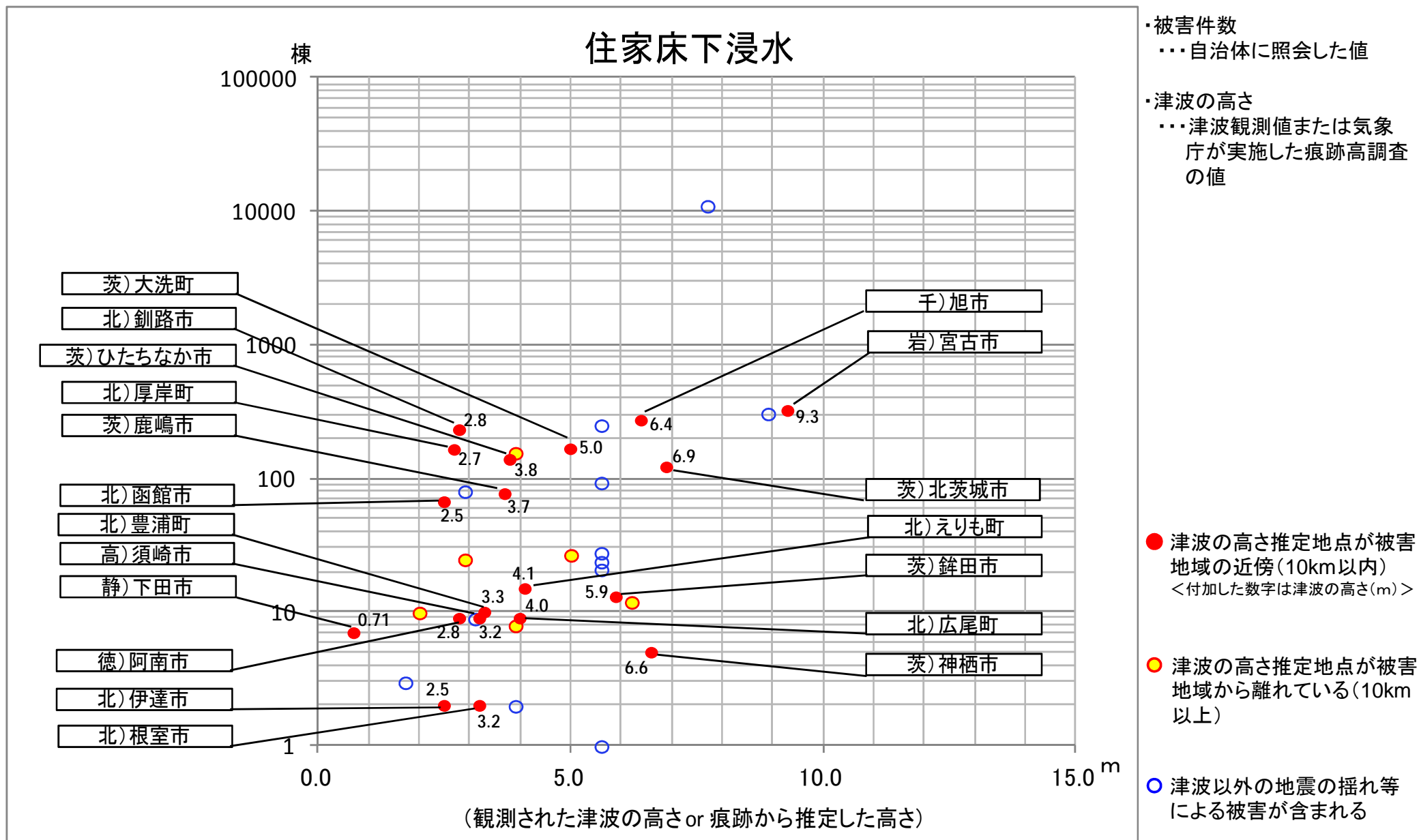
- 全壊(流失)**
基礎だけ残して、建物が完全に流されている
- 全壊**
主要構造が損壊しており補修により元通りに再使用することが困難
- 全壊(1階天井以上浸水)**
1階天井以上が浸水しており、大規模修繕等による再使用も可能
- 大規模半壊**
床から概ね1m以上(天井未満)浸水している
- 半壊(床上浸水)**
床から概ね1m未満の床上浸水(一部修繕により再利用可能)
- 一部損壊(床下浸水)**
床下の泥を取り除けば再利用可能
- 被害なし**

不明

* : 気象庁が実施した痕跡高調査による沿岸での津波の高さ

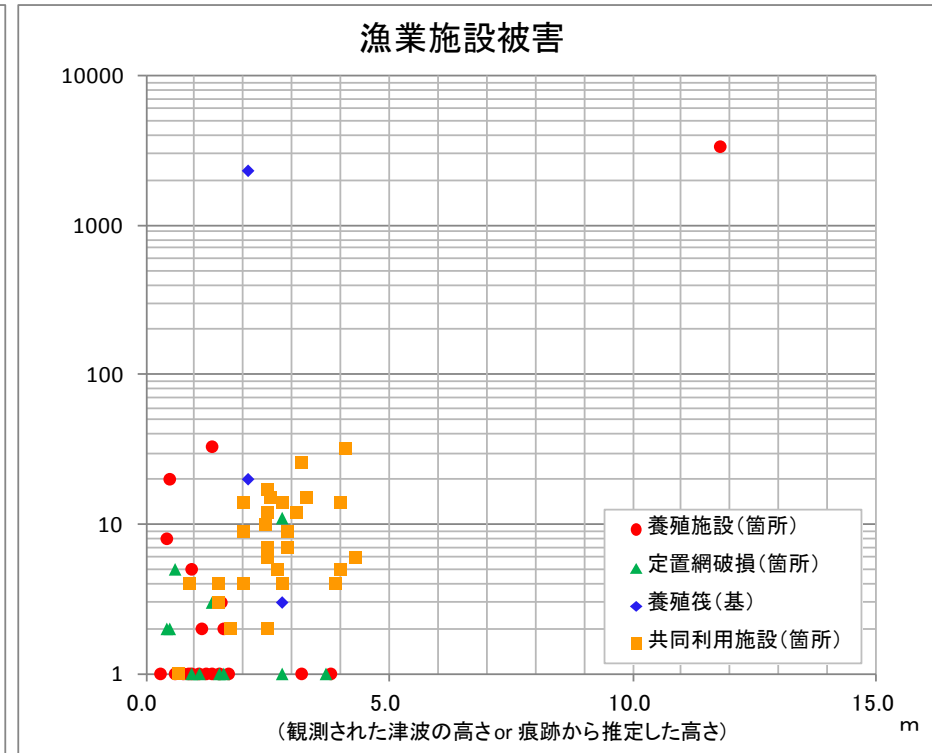
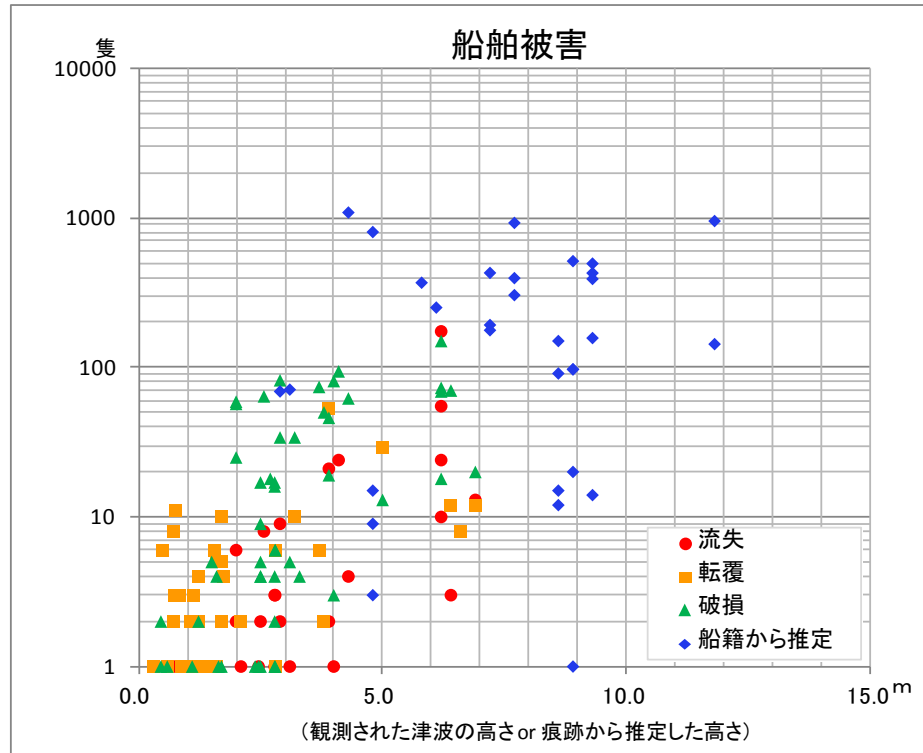
沿岸での津波の高さと被害との関係(住家床下浸水)

住家床下浸水は沿岸での津波の高さ1~2m程度から見られる(例外もあり)。



沿岸での津波の高さと被害との関係(船舶・漁業施設)

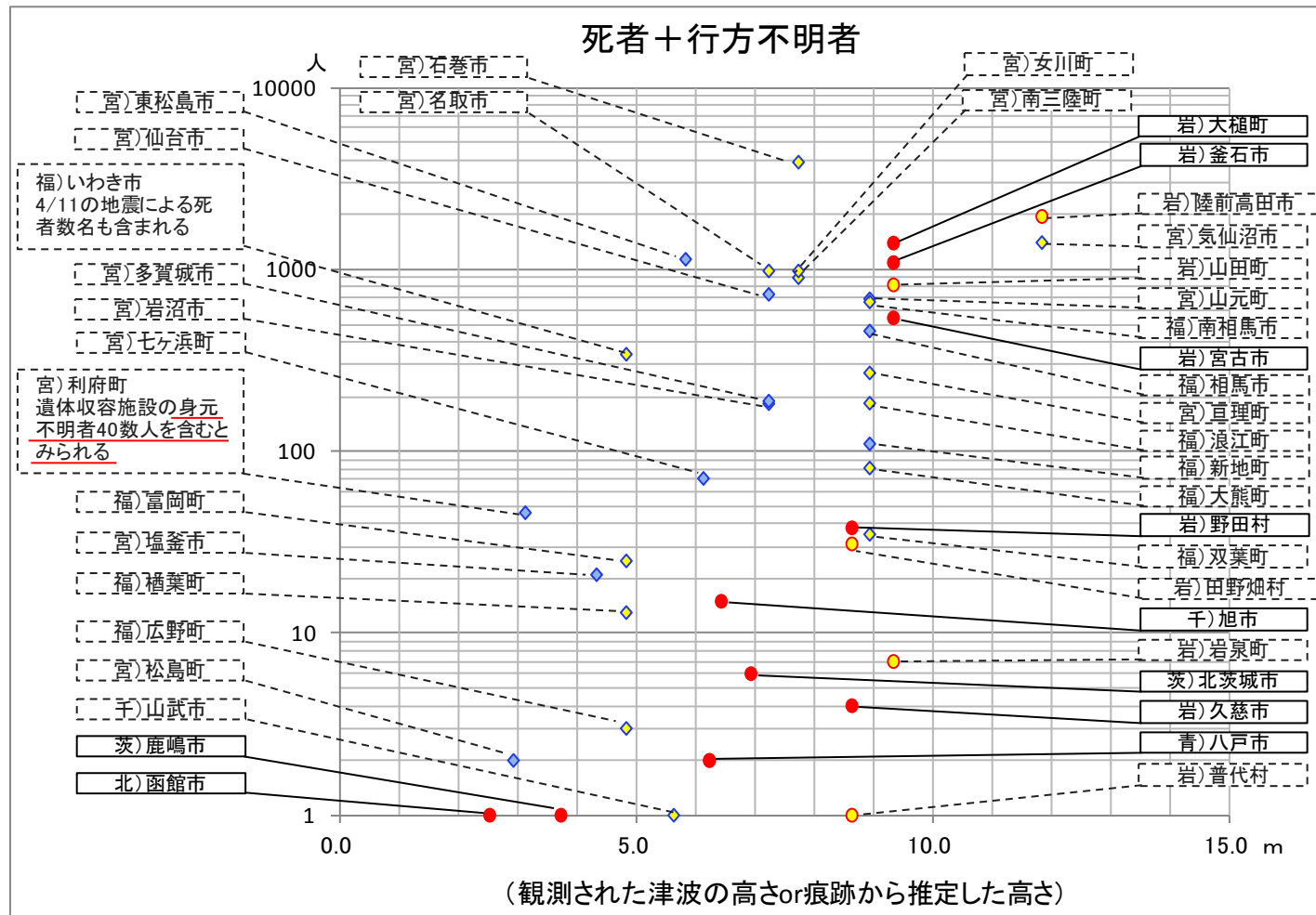
船舶被害及び漁業施設被害は、沿岸での津波の高さ数十cm程度から発生している。



- ・被害件数・・・自治体等に照会した値
- ・津波の高さ・・・津波観測値または気象庁が実施した痕跡高調査の値

沿岸での津波の高さと人的被害との関係

沿岸での津波の高さ**2m**が人的被害が生じ、**4~5m**が急増する目安と考えられる。



- ・被害件数
 - ...自治体に照会した値
- ・津波の高さ
 - ...津波観測値または気象庁が実施した痕跡高調査の値
- 津波の高さ推定地点が被害地域の近傍(10km以内)
- 津波の高さ推定地点が被害地域から離れている(10km以上)
- ◆ 津波以外の地震の揺れ等による被害が含まれる(津波の高さ推定地点が被害地域の近傍(10km以内))
- ◆ 津波以外の地震の揺れ等による被害が含まれる(津波の高さ推定地点が被害地域から離れている(10km以上))

津波の高さと被害からみた1m前後での被害事例の考察

(別添資料2「津波痕跡から推定した津波の高さと被害状況」より)

(2010年チリ沿岸中部津波、2011年東北地方太平洋沖地震の事例から)

- ◆ 津波の高さ 1 m未満でも港湾施設や港湾道路まで冠水した例があった
 - 和歌山県串本町 0.6m (TP上1.0m) 2010年チリ中部沿岸
 - 北海道根室市 0.8m (TP上1.3m) 2010年チリ中部沿岸
 - 北海道標津町 0.9m (TP上1.4m) 2011年東北地方太平洋沖地震
 - 宮城県南三陸町 0.9m (TP上1.5m) 2010年チリ中部沿岸
 - 徳島県阿南市 0.9m (TP上1.7m) 2010年チリ中部沿岸

- ◆ TP上 1 m未満で冠水した例はなかった
 - 和歌山県白浜町 0.6m (TP上0.9m) 2011年東北地方太平洋沖地震
 - 徳島県美波町 0.7m (TP上0.8m) 2011年東北地方太平洋沖地震

- ◆ TP上 1.3 m程度から冠水が見られた
 - 北海道根室市 0.8m (TP上1.3m) 2010年チリ中部沿岸
 - 宮城県気仙沼市 1.4m (TP上1.3m) 2010年チリ中部沿岸
 - 北海道標津町 0.9m (TP上1.4m) 2011年東北地方太平洋沖地震

- ◆ 津波の高さ 1 m程度から居住区への浸水が見られた
 - 宮城県南三陸町 0.9m (TP上1.5m) 2010年チリ中部沿岸
 - 徳島県阿南市 0.9m (TP上1.7m) 2010年チリ中部沿岸
 - 岩手県陸前高田市 1.2m (TP上2.0m) 2010年チリ中部沿岸
 - 宮城県女川町 1.2m (TP上1.7m) 2010年チリ中部沿岸

●津波以外に干満などの潮位変化の影響が大きいと思われる1m前後の津波にあっては、TP上での津波の高さを考慮する必要がある。

●TP上1m程度(津波の高さ概ね1m未満)では、港湾施設や港湾道路など居住区を守る堤防の外側で冠水した事例があるが、堤防内側の居住区まで浸水した事例はない。

●津波の高さ1m程度から居住区への浸水が見られる。

沿岸での津波の高さと被害との関係のまとめ

- 港湾施設や港湾道路などへの冠水は、沿岸での津波の高さでは70cm程度から、TP上の場合には1.3m程度から発生している(1m未満が注意報基準として妥当?)。
- 住家床下浸水は、沿岸での津波の高さ1~2m程度から見られる(1m程度が警報基準として妥当?)。
- 沿岸での津波の高さ3m程度から住家流失、全壊が見られ、5~6m程度からこの数は急増する(3m程度が大津波警報基準として妥当?)。
- 沿岸での津波の高さ2m程度から人的被害が見られ、4~5m程度からこの数は急増する(3~5m程度が大津波警報基準として妥当?)。
- 沿岸の津波の高さと浸水深とは、後者には標高という独立した要素が入ってくるため明確には関係づけることはできないが、沿岸で3m程度の高さの津波が2m程度の浸水深による建物被害の発生を生じさせ始めると考えることも可能か?(沿岸の津波の高さ5~6mと浸水深4mとの関係も同様)。
- 船舶被害及び漁業施設被害は、数十cm程度から発生している。