

能代市における津波避難計画の策定*

株式会社パスコ	青柳一輝
能代市役所	鈴木大雄
能代市役所	伊藤 智
株式会社パスコ	木下 牧

1. はじめに

平成 23 年に発生した東北地方太平洋沖地震及びそれにより引き起こされた東日本大震災は戦後最悪の自然災害となった。内閣府¹⁾によれば、東日本大震災の犠牲者のうち、9 割以上の死因は溺死であり、死因の 8 割以上が建物倒壊であった阪神・淡路大震災とは大きく異なっている。

東北地方太平洋沖地震を受けて制定された津波防災地域づくりに関する法律（平成 23 年法律第 123 号）は海に面した都道府県に津波浸水想定の実施を義務づけ、市町村はこれを踏まえた津波避難計画等の策定に取り組んでいる。津波は地震が発生してから襲来するため、地震発生後に適切な避難ができれば人的被害を減らすことができる。したがって、津波避難計画の検討と住民等への周知、啓発は今後の津波防災、減災を考えるうえで非常に重要となる。

能代市では、平成 28 年度に東日本大震災を契機とする国の防災基本計画及び秋田県地域防災計画の最新の改定、東日本大震災により明らかとなった課題とその後検証を進める過程で得られた知見を踏まえ、津波避難計画の策定を行った。

2. 津波避難計画

津波避難計画を策定するに当たり、防災基本計画、津波避難対策推進マニュアル検討会報告書、秋田県津波避難計画策定指針、秋田県地域防災計画、能代市地域防災計画等の資料から、津波避難対策に関する取組事項を整理した。

津波避難計画策定指針には様々なもの^{2), 3), 4)}があるが、いずれの場合も避難困難地域の抽出が求められている。しかしながら、その具体的な方法は示されておらず、机上検討にとどまる場合もある。

著者らは、避難困難地域の抽出及び人的被害の定量的評価を目的として、津波避難シミュレーションを実施した。また、避難シミュレーションの理解を助けることを目的として、シミュレーションにおける避難過程を可視化し、アニメーションを作成した。

さらに、住民説明会やパブリックコメントを実施し、住民等への津波避難計画の周知、啓発を図るとともに、計画の策定に住民意見を取り入れることで、住民意見を取り入れた津波避難計画の策定を心掛けた。

*Tsunami Evacuation Planning in Noshiro city by Kazuki Aoyanagi, Daiyu Suzuki, Satoshi Ito, Maki Kinoshita.

3. 津波避難シミュレーション

3.1 避難シミュレーションモデル

避難シミュレーションモデルには様々なものがあり、今村⁵⁾らは避難群衆の表現方法、群衆の流動方向、対象地区の取り扱い、経路選択によりモデルの分類を行っている。

本研究では青柳らの開発した避難シミュレーションシステム⁶⁾を用いている。これは、広範囲におけるシミュレーションを効率よく実行するために避難路網の交差点と避難路をノードとリンクで表現し、避難場所に指定されたノードを目指すネットワーク型のモデルを採用している。また、シミュレーションのためのデータセットを構築するのに必要な資料は収集が容易であり、汎用性が高い特徴がある。

3.2 計算条件

(1) 計算ケース

計算ケースは現状で能代市に津波が来た場合（以下、現状）と防災訓練、防災教育の十分な実施や避難路や避難看板の整備といった津波避難対策をとった後に津波が来た場合（以下、対策後）の2ケース行った。

(2) 対象津波

秋田県津波浸水想定では、想定される津波断層モデルとして、国が公表した4断層モデル「F20, F24, F28, F30 (Mw=7.67~7.86)」及び“想定外を作らない”という考え方に基づいた秋田県独自断層モデル「海域 AB 連動 (Mw=8.5)」「海域 ABC 連動 (Mw=8.7)」から、各地域海岸において最大の津波高となるように6断層12ケースの断層モデルを選定し計算している。これら各ケースの地域海岸毎のシミュレーション結果を重ね合わせ、最大となる浸水域及び浸水深を抽出している。

津波避難計画で対象とする津波は、津波防災地域づくり法に基づき、平成28年3月に秋田県により公表された結果の中から能代市で最大の被害となる海域ABC連動地震及び海域AB連動地震の重ね合わせのケースとした。図1に津波断層モデルを示す。

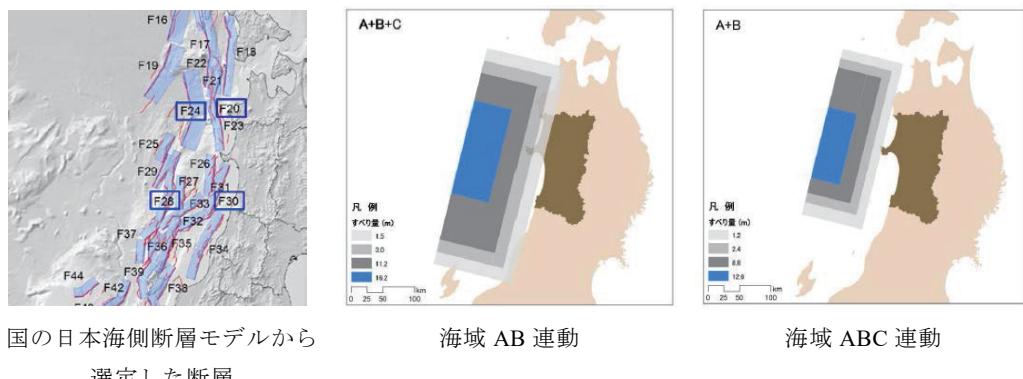
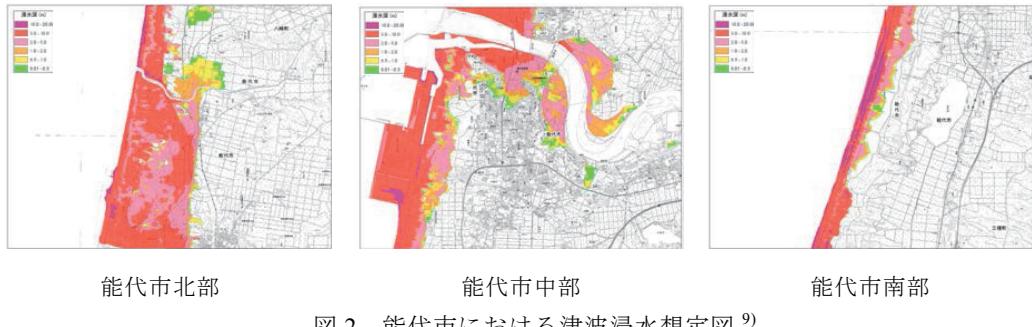


図1 津波断層モデル^{7),8)}

能代市で想定されている浸水想定区域を図2に示す。この浸水想定は、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの地震・津波が対象とされている。

図2 能代市における津波浸水想定図⁹⁾

(3) 避難対象地域

浸水が想定されている地域すべてを避難対象地域とした。

(4) 被災の判定

浸水深1cmにおける浸水開始時間を使い、避難者がこれに巻き込まれた時点で被災とした。

(5) 避難者の設定

避難者の人数は住民基本台帳（平成28年8月）を用いて設定した。

避難者の配置は、住民が皆自宅に帰っていると仮定し、能代市の大字町丁目ごとに人口を集計し、家屋ポリゴン面積を用いて人口を案分した。収容人数の多い建物の場合、1度に避難できる人数を最大10名とし、5秒ごとに順次避難とした。

また、観光客として、避難対象地域に最も多くの観光客が集まるイベントとして「港まつり能代の花火」を想定して設定した。観光客は狭い地域に多くの避難者を配置するため、配置1グループの人数を100人とし、5秒ごと、10名ずつの時差避難とすることで、混雑を考慮した。

(6) 避難者の分類

避難者は健常者と避難行動要支援者の2つに分けた。避難行動要支援者は以下の1)から5)と定義した。

- 1) 0~4歳の人口に2を乗じたもの（乳幼児とその保護者を想定）
- 2) 高齢者（65歳以上）の人口
- 3) 障がい者
- 4) 外国人
- 5) 観光客

(7) 避難者の移動速度

避難者の現状の避難速度は消防庁資料²⁾を参考に、健常者が1.00m/s、避難行動要支援者は0.50m/sとした。また、避難者の対策後の避難速度は健常者が1.50m/s、避難行動要支援者は0.75m/sとした。

(8) 避難開始時間

現状の津波避難シミュレーションでは、県津波避難計画策定指針³⁾より、避難開始時間を地震発生から10分後とした。対策後の避難開始時間は地震発生から5分後とした。

(9) 津波避難先

津波避難先は浸水域外及び津波避難施設とした。津波避難施設へ避難する場合、避難施設到着後に安全な階層までの避難の時間（一律1分）を加えて避難完了とした。

4. シミュレーション結果

現状の津波避難アニメーションを図3に、対策後の津波避難アニメーションを図4にそれぞれ示す。なお、市内全区域の津波避難アニメーションは能代市HP¹⁰⁾で公開されている。

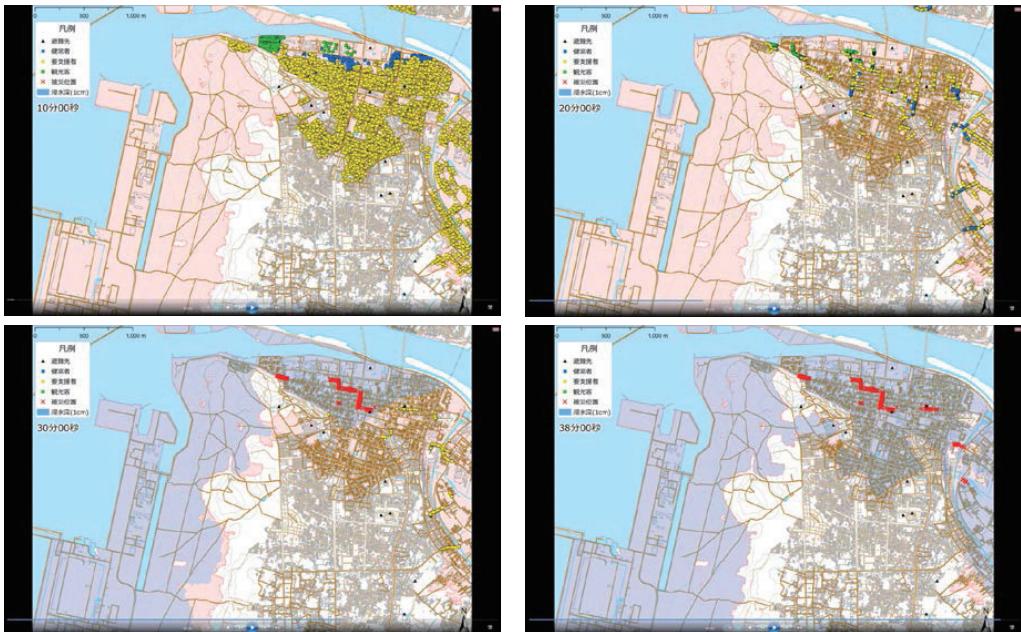


図3 津波避難アニメーション（現状）：西部地区

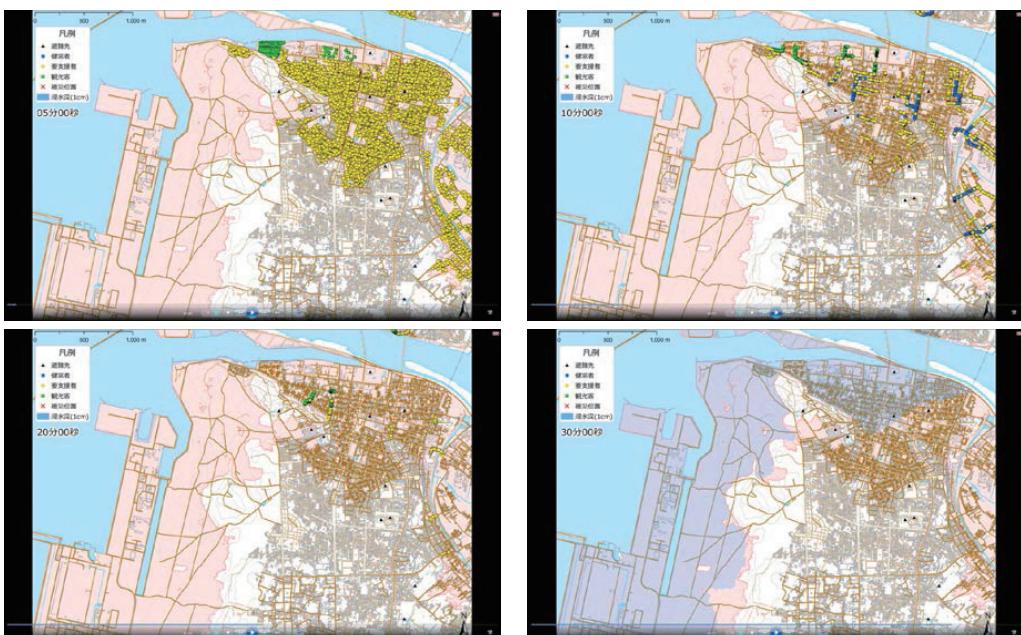


図4 津波避難アニメーション（対策後）：西部地区

これにより、西部地区において、現状では地震発生から30分後以降に被災者が確認できるのに対し、対策後では被災者が出ていないことがわかる。対策後は現状よりも避難開始時間が5分早く、移動速度も速いため、避難距離を稼ぐことができた結果である。

表1に住民の現状における市内全区域の津波避難シミュレーションの結果を、表2に住民の対策後における市内全区域の津波避難シミュレーションの結果をそれぞれ示す。

表1 津波避難シミュレーション結果（住民）（現状）：全区域

	健常者（人）	%	要支援者（人）	%	合計（人）	%
要避難者総数	5,676	100	4,711	100	10,387	100
避難完了者数（浸水域外）	4,892	86	3,714	79	8,606	83
避難完了者数（避難施設等）	370	7	168	3	538	5
被災者数	414	7	829	18	1,243	12

表2 津波避難シミュレーション結果（住民）（対策後）：全区域

	健常者（人）	%	要支援者（人）	%	合計（人）	%
要避難者総数	5,676	100	4,711	100	10,387	100
避難完了者数（浸水域外）	5,658	100	4,379	93	10,037	97
避難完了者数（避難施設等）	18	0	313	7	331	3
被災者数	0	0	19	0	19	0

現状では健常者で414人、要支援者で829人、合計1,243人の被災者が出ている。これに対し、対策後では、健常者の被災者はゼロ、要支援者の被災者も19人と大幅に減っている。以上のことから、能代市は効果的な津波避難対策を講じれば、大きく被害が減少することが分かる。

表3に観光客の津波避難シミュレーションの結果を示す。

表3 津波避難シミュレーション結果（観光客）

	避難者数	%
避難者数	27,000	100
現状の被災者数	9,670	36
対策後の被災者数	5,145	19

現状では観光客の36%が被災し、対策後でも19%が被災することが分かる。この解消のためには、ハザードマップや避難標識による避難方向、避難先の明確化、津波避難施設の設置、避難困難地域への立ち入りの禁止などが考えられる。

5. 住民説明会及びパブリックコメント

能代市津波避難計画（案）に関する住民説明会を平成29年2月22日から24日の3日間、中央公民館と向能代地域センターで実施した。住民説明会の様子を図5に示す。



図5 住民説明会の様子

また、平成29年2月21日から3月22日にパブリックコメントを実施した。津波避難計画にはこれらで得られた住民意見も参考に策定した。

6. 終わりに

津波避難計画の策定にあたり、津波避難シミュレーションを実施し、避難困難地域の抽出及び人的被害の定量的評価を行った。さらに、住民説明会やパブリックコメントで得られた意見を参考にし、住民意見を取り入れた津波避難計画とした。

謝辞：本研究を遂行するに当たり、山田暁氏には多大なるご支援を受けた。さらに、秋田県能代市より「能代市津波避難計画策定業務」において得られた結果の使用許可を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 内閣府、平成23年版防災白書、<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h23/index.htm>
- 2) 消防庁国民保護・防災部防災課、津波避難推進マニュアル検討会報告書、2013.
- 3) 秋田県、津波避難計画策定指針～沿岸市町村における津波避難計画の策定に向けて～、2014.
- 4) 静岡県、大規模地震対策「避難計画策定指針」、2013.
- 5) 今村文彦、鈴木介、谷口将彦、津波避難数値シミュレーション法の開発と北海道奥尻島青苗地区への適用、自然災害科学、Vol20、No2、pp.183-195、2001.
- 6) 青柳一輝、木下牧、津波避難計画の策定に適した避難シミュレーションシステムの開発、第36回日本自然災害学会学術講演会講演概要集、pp.9-10、2017.
- 7) 日本海における大規模地震に関する調査検討会、日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書データ集②[断層パラメータの設定]、2014.
- 8) 秋田県、津波浸水想定について（解説）、2016.
- 9) 秋田県、津波浸水想定図、2016.
- 10) 能代市、津波避難シミュレーションについて、<http://www.city.noshiro.akita.jp/c.html?seq=12518>