

東北における津波防災支援システムの構築と活用の課題

Constructing of the Advanced Tsunami Disaster Mitigation System and Problem of Application

○阿部 郁男¹, 今村 文彦²
 Ikuo ABE¹ and Fumihiko IMAMURA²

¹ 富士常葉大学社会環境学部
 Department of Social Environment, Fuji Tokoha University
² 東北大学大学院工学研究科
 Graduate School of Engineering, Tohoku University

The advanced tsunami disaster mitigation system was constructed in the Tohoku district. The system displays an inundation range corresponding to the high tsunami observed in a GPS buoy. When the tsunami of 11 March 2011 was generated in Tohoku, the tsunami was observed in those GPS buoy. However, this advanced system did not operate by the blackout of the computer. We studied about the information to be supplied to the case which this system operated. As a result, we were able to judge that the information of this system might mitigate of tsunami disaster.

Keywords : Tsunami Inundation Forecast, Mitigation System, Tsunami Disaster

1. はじめに

東北地方の太平洋沿岸ではこれまでに幾多の津波災害を経験しており、特に 1896 年に発生した明治三陸地震では、地震の揺れが小さかったにも関わらず、38m の標高にまで津波が到達するような巨大津波が襲来し、犠牲者が 2 万人を超える大惨事となったことが知られている。

そのような津波災害の歴史を持つ東北太平洋沿岸では、30 年以内の発生確率が 99%以上とされる宮城県沖地震の発生が懸念されており、宮城県沖地震に備えた地震・津波の防災対策が進められていた。その対策の一つとして「津波防災支援システムの構築」が挙げられる。津波防災支援システムとは、国、県および市町村の防災担当者の津波防災業務を支援する目的で構築されたシステムであり、沖合に設置された GPS 波浪計による津波観測情報、さらには GPS 波浪計で観測された津波高さに対応した沿岸部の浸水予測図を表示する機能を備えている。東北太平洋沖地震が発生した 2011 年 3 月 11 日より前にすでにシステムが構築されていた。

本報告では、この津波防災支援システムの構築の経緯および流れを紹介するとともに、東日本大震災における津波来襲状況を振り返り、その活用の課題を述べる。

2. 津波防災支援システムの構築状況

東北地方では、大規模な津波災害に備えて、沖合に GPS 波浪計を設置して津波防災に役立てる方策を検討するための検討委員会が平成 17 年度に設立された（国土交通省ら、2006）。委員会は国土交通省東北地方整備局が主体となり、気象庁、水産庁などの国関係機関、東北 6 県および一部の市の防災担当者、学識経験者による官学のメンバで構成され、主に以下の 3 点を中心とした検討が実施されてきた。

- ① 沖合津波観測（GPS 波浪計）の設置場所の検討
- ② 津波観測情報の共有化と活用（津波浸水予測）

③ 防災担当者のスキルアップのための方策検討

これらの検討結果に基づいて GPS 波浪計が東北地方太平洋側に 7 基、日本海側に 3 基設置され、GPS 波浪計で得られる津波観測情報をモニタリングするシステムとして津波防災支援システムが構築された。このシステムの一つのサブシステムとして「津波浸水予測マップ検索システム」があり、沖合に設置された GPS 波浪計で観測された津波高さに対応した地域の浸水予測図を Web ブラウザ上で閲覧できる機能を備えていた。東北地方における GPS 波浪計の設置状況を図-1 に示す。

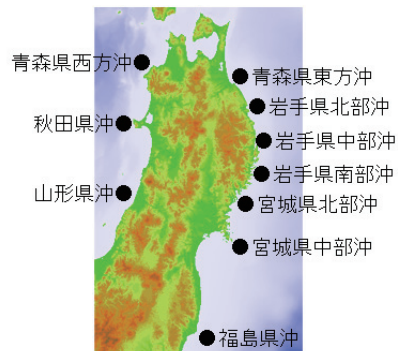


図-1 東北地方での GPS 波浪計の設置状況

また、津波防災支援システムで得られる沖合での津波観測情報、沿岸地域の浸水予測範囲を平常時の防災業務や実際に津波が発生したときの初動対応に適切に利用してもらうことができるように、市町村の防災担当職員を対象としたスキルアップ講習会も企画され、平成 21 年度より試行された。スキルアップ講習会では、津波・高潮などの災害発生メカニズムという一般的な知識を習得したうえで、津波防災支援システムの仕組みや特徴を理解し、平常時や災害発生時の活用方法を考えるという実務

での活用を意識した内容で構成されている。

3. 津波浸水予測マップ検索システムの構築

沖合に GPS 波浪計による津波観測網が設置され、津波が沿岸に到達する前に津波の規模を確認することが可能となった。しかし、沖合で観測された津波の高さと沿岸部での津波の高さや浸水範囲は異なるため、沖合での津波観測情報を沿岸での被害予測に繋げるシステムとして津波浸水予測マップ検索システムが構築された。

津波浸水予測マップ検索システムでは、あらかじめ地震断層の条件を設定した津波浸水シミュレーションを行い、その結果をデータベース化することによって、地震・津波の観測情報が得られた後 1~2 分程度の僅かな時間で津波浸水予測図が表示される仕組みになっている。データベースという意味では、気象庁により運用されている津波警報システムと同様であるが、浸水範囲を表示できるため、県単位の津波の高さとして予報が行われる津波警報よりも情報が具体的で詳細であり、津波警報を補うものとして大きな期待が寄せられていた。

このシステムの構築においては、阿部・今村（2009）により、津波浸水シミュレーションを実施する際の地域ごとの津波高さや地震断層の条件設定との違いについて検討が行われ、阿部・今村（2010）により 1896 年の明治三陸津波を想定した数値実験によって十分な予測精度が津波到達前に得られることが確認されていた。

今回、構築された津波浸水予測マップ検索システムでは、明治三陸津波および宮城県沖地震の波源域を含むように 3,600 ケースの地震断層を設定し、堤防などの津波防御構造物が健全なケースと皆無のケースの 2 通りの合計 7,200 ケースの津波浸水シミュレーションを実施したデータベースが構築されている。これらのデータは、「①震源の位置」、「②マグニチュード」、「③GPS 波浪計での津波の高さ」という 3 種類の情報によって分類されており、地震・津波発生時に得られた観測情報をマウスで選択すると浸水予測図が表示されるようになっている。津波浸水予測マップ検索システムの画面の例を図-2 に示す。



図-2 津波浸水予測マップ検索システムの画面例

津波浸水予測マップ検索システムは、2010 年 6 月より岩手県宮古市、釜石市、大船渡市、宮城県気仙沼市へ試行的にサービスが提供され、2011 年 3 月には岩手県宮古市から福島県相馬市にかけての全域でサービスを提供するための準備を進めており、2011 年 1 月 20 日からはこ

れらの地域に対して暫定的ながらも情報提供を行っていた。

4. 東日本大震災におけるシステムの評価

東日本大震災では GPS 波浪計によって津波が観測され、津波警報の切り上げが実際に行われている。これは、GPS 波浪計を設置する大きな目的であった「沿岸到達前に津波の規模を確認し、初動対応に役立てる」という面で大きな成果であったと考えられる。しかし、一方では、宮城県沖地震などの想定に基づいて設定された避難所などで多くの犠牲者が出たことも報道や様々な調査から明らかになりつつある。そのような中、津波浸水予測マップ検索システムがどのような情報を表示できたのかについて、今回、検証を行った。まず、初めに気象庁から発表された津波観測情報と津波警報の内容を表-1 に整理した。

表-1 気象庁から発表された津波観測情報と警報

時間	内容
14:46	地震発生、M7.9、岩手県・宮城県は津波警報（大津波 高いところで 3m 程度以上）
14:59 発表	津波観測情報、大船渡、第一波 14:46 -0.2m 最大波 14:54 +0.2m
15:01 発表	津波観測情報 石巻市鮎川、最大波 14:52 +0.5m 岩手県南部（釜石）沖 GPS 14:50 -0.3m 釜石付近の推定 14:55~15:10 +0.5m
15:10 発表	津波観測情報 岩手県中部（宮古）沖 GPS 14:50 -0.4m 宮古付近の推定 14:55~15:10 1~2m
15:14 発表	津波警報 宮城県（大津波 10m 以上） 岩手県（大津波 6m 以上）
15:17 発表	津波観測情報 岩手県南部（釜石）沖 GPS 15:12 6.8m 釜石付近の推定 14:55~15:10 6~10m 以上
15:25 発表	津波観測情報 宮城県北部（広田湾）沖 GPS 15:14 6.0m

なお、津波浸水予測マップ検索システムは、東北地方整備局に設置されたサーバ上で稼働していたが、震災当日は地震により停電したため、地震発生直後には利用できない状態となっていた。

(1) 岩手県釜石市鶴住居地区での表示

図-3 は、岩手県釜石市鶴住居地区における浸水予測図である。津波浸水予測マップ検索システムのデータベース構築時には地震のマグニチュードを 8.4 までしか設定していなかったが、マグニチュード 8.4 のケースでも地震断層の条件設定によっては岩手県南部沖 GPS 波浪計での津波高さが 5m を超えるケースがあった。そのため、その条件で浸水予測図の表示を行った。

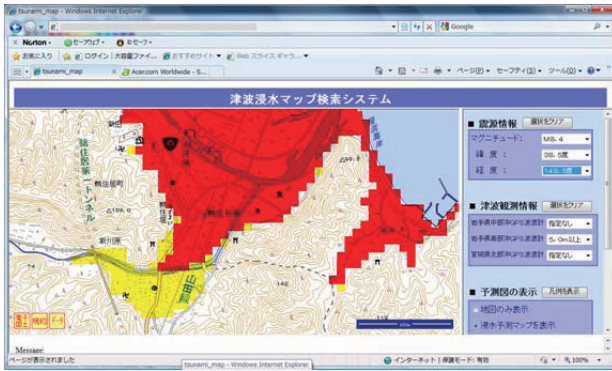


図-3 鶴住居地区での津波浸水予測の状況

鶴住居地区では、明治三陸津波などの既往津波を想定した岩手県による被害想定よりも広範囲が浸水し、避難所に避難した住民が犠牲となったことがニュースなどで報道されている。今回の津波では、岩手県南部沖 GPS 波浪計では 6m を超える津波が観測されたことが 15:17 に発表されている。津波浸水予測マップ検索システムでは 5m の津波までしか想定されていなかったが、それでも川沿いに浸水範囲が広がることを確認することができ、システムの情報を有効活用できれば実際に発生した津波に合わせて避難場所の見直しなど、より被害が軽減できた可能性があることが分かった。

(2) 宮城県石巻市大川小学校周辺での表示

今回の東日本大震災で大きく取り上げられているのが石巻市の大川小学校で多くの子供たちが犠牲となった事例である。報道などでは、保護者への引き渡し対応や避難場所の決定をめぐる混乱から避難開始が遅れ、向かった避難場所も津波に襲われたことや避難途中で津波に遭遇したことなどが報じられている。

そこで、今回の津波によって観測された GPS 波浪計の津波高さの情報をもとに大川小学校周辺でどのような浸水予測情報を表示できたのかを検証した。大川小学校付近での津波浸水予測マップ検索システムの画面を図-4 に示す。



図-4 大川小学校周辺での津波浸水予測の状況

大川小学校周辺での浸水予測の状況として、北上川の堤防は確実に越えることが分かった。大川小学校周辺は低地が広がっているため、津波が北上川の堤防を越えた場合には平野部一帯が浸水し、大川小学校の児童が避難しようとしていた新北上大橋の袂も浸水の危険性があることが分かる。このような情報を確実に提供できれば、避難場所の選択肢としては学校裏の山しかなく、避難場所の判断の遅れを回避することによって被害を軽減できた可能性がある。

(3) 宮城県南三陸町志津川付近での表示

今回の東日本大震災で度々取り上げられているのが南三陸町における津波被害の大きさである。その中では、川沿いに内陸奥地まで津波が到達していること、防災対策庁舎が大きな被害を受けたことが報道されている。

そこで、今回の津波によって観測された GPS 波浪計の津波高さの情報をもとに南三陸町志津川でどのような浸水予測情報を表示できたのかを検証した。南三陸町志津川での津波浸水予測マップ検索システムの画面を図-5 に示す。

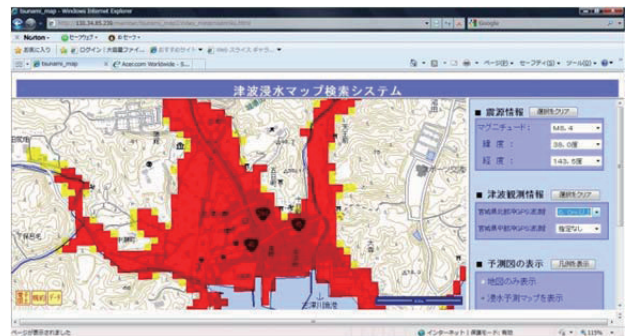


図-5 南三陸町志津川での津波浸水予測の状況

南三陸町志津川では役場の庁舎や JR 志津川駅、川沿いの内陸奥地にも津波が浸入する可能性があることが分かった。また、今回のシステムでは表示できていなかったが浸水深さなどの情報も加えることができれば、防災対策庁舎や津波避難ビルなどの危険性を直前ではあるが津波到達前に把握することが可能であったと考えられる。

(4) 宮城県東松島市野蒜付近での表示

今回の東北太平洋沖地震では、多くの交通機関が被災している。鉄道においては、多くの地点で車両が流されており、もし避難行動が適切に行われなければ 2004 年のインド洋大津波でのスリランカの事例のように、鉄道利用者が犠牲となった危険性があった。鉄道は一度に大量の人や物資を運ぶことができる重要な交通インフラであるため、被害の軽減や早期復旧の点からも、浸水範囲などの詳細で具体的な情報に基づいて車両の移動や避難誘導などの対策を検討してゆく必要があると考える。

そこで、実際に車両が流されるという被害があった仙石線の野蒜駅周辺の浸水予測について検証した。図-6 に野蒜駅周辺での津波浸水予測マップ検索システムの画面を示す。



図-6 野蒜駅周辺での津波浸水予測の状況

野蒜駅周辺の仙石線では、津波が到達する場所と津波が到達しない場所が混在している。また、野蒜駅の駅舎まで津波が到達することが分かった。このような情報を、列車の乗務員や駅務員に提供することができれば、車両を津波の影響をうけない場所に移動させたり、鉄道利用者を安全な場所に避難誘導するなどの対策が実施できた可能性があると考ええる。

5. 東日本大震災を踏まえたシステムの課題

津波防災支援システムは、今回の東北太平洋沖地震のような大規模な地震・津波が発生したときの被害を軽減することを目指して構築されたシステムである。しかし、実際には地震発生による停電や混乱などでシステムが有効に活用されなかったということが大きな課題としてあげられる。このような混乱は東北地方整備局が運営していた検討会議の場では常に市町村から要望として挙げられており、システムの自動化などが検討されていたが、予算措置などの課題があり実現には至っていなかった。

一方、2011年1月20日に県や市町村の防災担当者を対象に行ったスキルアップ講習会において、「システムの自動化はすぐには難しいこと」、「しかし、地震・津波はいつ来るか分からないこと」を説明し、明日にでも発生するかもしれない地震・津波に備えて、GPS 波浪計の高さに対応した津波浸水予測マップを印刷し、いつでも取り出せるようにファイリングしておくことを、今日・明日にでもできる津波防災対策として紹介していた。しかし、実際には行われていなかったと思われる。

今回、東日本大震災を経験し、今後のシステムの課題を考えた場合、自動化というシステムの機能強化に頼るだけではなく、システムの利用に対するサポートをさらに充実させる必要があると考ええる。具体的には、県や市町村と協力してシステムを利用した防災教育や避難計画の作成などを実施することであり、防潮堤の設計や避難場所の設定などに利用した津波の想定を超えた場合、どのような情報が利用でき、どのように行動するのかを地域ごとに検討してゆく必要があると考ええる。

特に、東海・東南海・南海地震による津波被害が心配される地域では津波来襲までの時間がごく僅かと考えられる。そのため、システムの自動化に頼ることなく、地域社会、住民自らが判断し、行動できるような、平常時を含めた情報提供の在り方を検討してゆく必要がある。

謝辞：本報告は、東北における津波防災情報連絡協議会の方々の多大な協力のもと実施された検討に基づいて実施する。また、研究の一部は、高性能汎用計算機高度利用事業「次世代スーパーコンピュータ戦略プログラム」分野3 防災・減災に資する地球変動予測「地震・津波の予測精度の高度化に関する研究」によっても実施された。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 阿部郁男・今村文彦 (2010)：津波浸水予測データベースによるリアルタイム湯波浸水予測の精度と評価，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，第 66 巻，No.11，pp. 261-265.
- 阿部郁男・今村文彦 (2009)：地域ごとのリアルタイム津波予測における初期条件の影響評価と設定，海岸工学論文集，第 56 巻(1)，pp. 336-340.