

(25) GISを利用した津波襲来時の避難路上 における急傾斜等危険箇所の抽出方法の提案

なかざわ たけ し さいとう まさふみ
中澤 壮志¹ 齋藤 正文²

¹株式会社 オリエンタルコンサルタンツ 河川港湾部
E-mail:nakazawa-tk@oriconsul.com

²正会員 株式会社 オリエンタルコンサルタンツ 河川港湾部
E-mail:saitoh-ms@oriconsul.com

東日本大震災後、津波の浸水範囲想定や避難計画を見直している自治体が多く、津波シミュレーションによる検討が増えつつある。本論文では、GISを利用することにより津波浸水想定上の土砂災害想定を加え、2つの災害を同時に可視化し、津波と土砂災害それぞれの災害の危険箇所の判別を容易にした。その結果から、災害時に機能しない可能性のある避難路や避難場所等の抽出を行い、問題点のある箇所に対する検討手法の提案を行う。

Key Words : GIS, Tsunami, Simulation, disaster, evacuation

1. はじめに

東日本大震災の津波被害を受けて、自治体が津波による沿岸部の被害想定等を更新し、津波シミュレーションが世間に広く認知されるようになった。津波シミュレーションにより沿岸地域での津波による浸水範囲が可視化されるようになると、それに伴い、避難シミュレーションの併用によって広域避難場所、一時避難所（以下、2つを統一して「避難場所」と呼ぶ）が見直されるようになる等、様々な角度から津波被害が考察されてきた。

しかし、地震により発生が懸念される災害は津波だけではない。東日本大震災では、津波と比較すると被害規模は少ないが、¹⁾土砂災害による被害が多数報告されており、中には死者が出た場所もある。また、土砂災害によりライフラインが寸断され、物資や救護の遅延が出た事例も見られる。土砂災害に対する被害想定は、各自治体が砂防基礎調査を行うことで土砂災害の発生が懸念される場所の抽出、および発生した場合の被害範囲を想定している。しかし、自治体が土砂災害被害を想定するのは主に人命に関わる地域で、避難路やライフラインとなるような道路のみを対象として被害を想定することは少ない。

そこで本論文では、津波浸水被害と土砂災害被害の想定にGISを利用できることから、GISを媒介にしてこの2つの自然災害を同時に可視化する手法を、避難路や避難

場所の検討手法の一つとして提案する。

2. 検討対象の災害および想定方法

地震と同時に発生する自然災害は先述の2つ以外にも洪水、火山の噴火等の事象が考えられるが、本論文では、近年注目されている津波被害想定と、一般的に他の事象と比較して地震による発生確率の高い土砂災害の2つに着目しシミュレーションを行うものとした。

(1) 土砂災害

a) 土砂災害の定義

土砂災害は、国土交通省が平成13年4月に制定した「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」（以下、土砂災害防止法と呼ぶ）内で、急傾斜地の崩壊、土石流、地すべりの3つが定義されている。土砂災害防止法内での定義は以下の通りである。

- ①急傾斜地の崩壊…傾斜度が三十度以上である土地が崩壊する自然現象
- ②土石流…山腹が崩壊して生じた土石等又は溪流の土石等が水と一体となって流下する自然現象
- ③地すべり…土地の一部が地下水等に起因して滑る自然現象又はこれに伴って移動する自然現象

b) 土砂災害被害範囲

土砂災害防止法では上記3つの土砂災害の被害範囲についても以下の通り規定されている

①急傾斜地の崩壊

- ・傾斜度が30度以上で高さが5m以上の区域
- ・急傾斜地の上端から水平距離が 10m 以内の区域
- ・急傾斜地の下端から急傾斜地の高さの2倍（50mを超える場合は50m）の区域

②土石流

- ・土石流の発生の恐れのある溪流において、扇頂部から下流で勾配が2度以上の区域

③地すべり

- ・地滑り区域（地滑りしている区域または地滑りするおそれのある区域）
- ・地滑り区域下端から、地滑り地塊の長さに相当する距離（250mを超える場合は250m）の範囲内の区域

これらの規定を用いて、地形図及び現地地形を考慮して土砂災害時の被害範囲の想定を行う。

図1から3に²⁾土砂災害のイメージを示す。

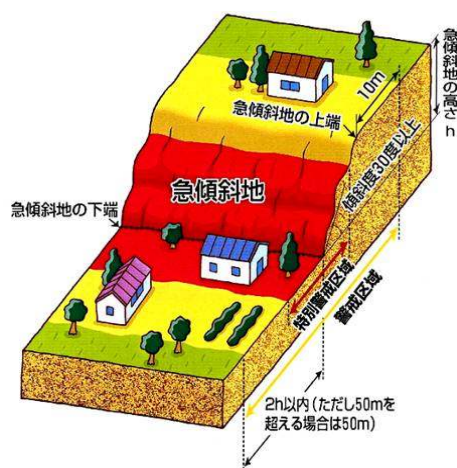


図-1 急傾斜地の崩壊イメージ図

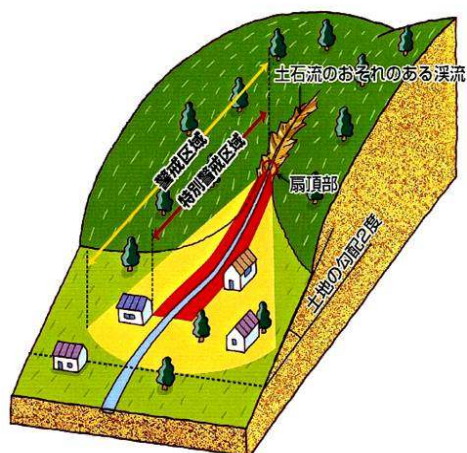


図-2 土石流イメージ図

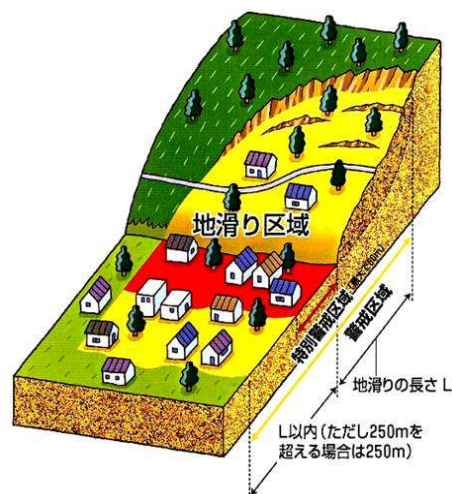


図-3 地すべりイメージ図

(2) 津波

a) シミュレーションモデル

対象地域の沿岸域の津波解析は、平面2次元の線形・非線形長波理論を基礎式とする津波シミュレーションモデルを用いた。連続式を(1a)，運動方程式を(1b)，(1c)に示す。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1a)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{M^2}{D} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{MN}{D} \right] + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{f}{D^2} MQ = 0 \quad (1b)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{MN}{D} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{N^2}{D} \right] + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{f}{D^2} MQ = 0 \quad (1c)$$

ここに、 (x, y) は静水深に取った空間座標、 t は時間座標、 η は水位、 D は全水位、 g は重力加速度、 (M, N) は x, y 方向の流量フラックス、 Q は M と N の相乗平均である。

b) 計算条件

本論文で用いた計算条件は表-1の通りである。対象地震は、地域A、B共に津波高が最も高くなる宝永地震を想定する。これらの条件を用いて、浸水範囲想定を行う。

表-1 計算条件

対象地震	宝永地震 (1707 年, M8.4)
モデル方程式	2次元非線形長波モデル, 運動方程式, 連続方程式
初期条件	断層モデルに基づく海底地盤の鉛直変位量を初期水位分布とする
境界条件	沖合：自由透過境界 海岸：遡上境界
潮位条件	設計潮位 (H. W. L.)
計算時間	地震発生後 6 時間 (時間間隔：0.1 秒)
粗度	海域：0.025

3. GISを用いた津波浸水範囲と土砂災害範囲の可視化

GISを用いて地図上に津波浸水範囲と、先に述べた規定を基にした土砂災害範囲を同時に可視化することで、指定されている避難路上の危険箇所を視覚的に判別することが可能となる。

今回、GISを用いてある海岸沿いの地域A、Bについて津波浸水範囲と土砂災害範囲をした（図-4、5）。

土砂災害範囲の想定については、正確に範囲を算出するため、自治体が土砂災害想定を行う際に用いる³⁾土砂災害警戒区域等設定支援システムを用いた。

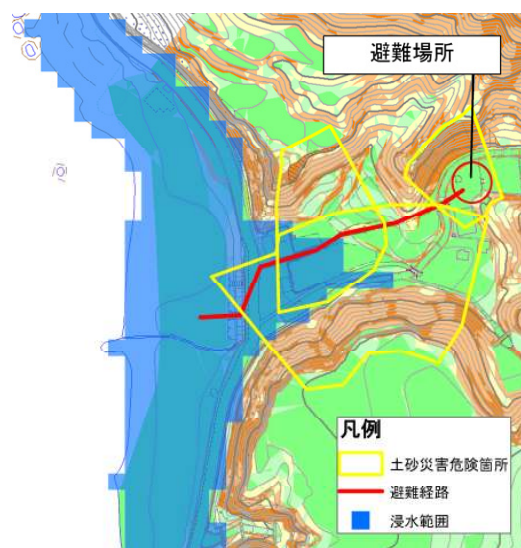


図-4 地域Aの浸水範囲と土砂災害範囲図

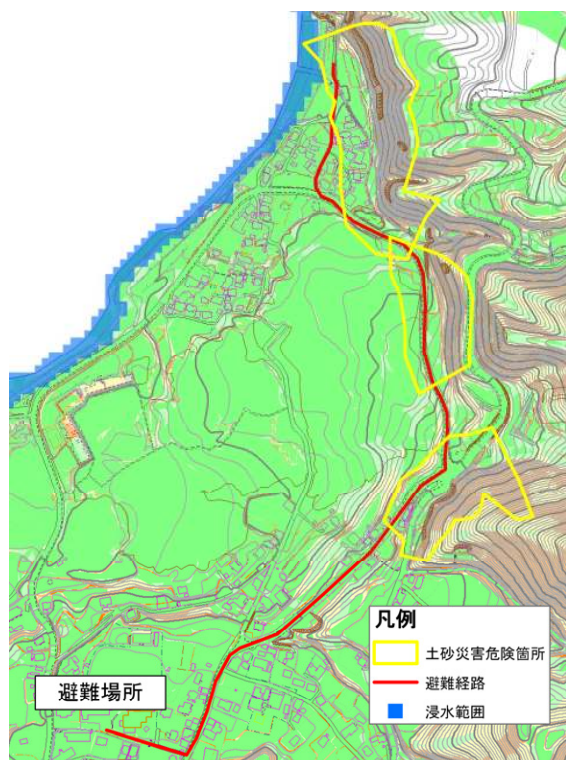


図-5 地域Bの浸水範囲と土砂災害範囲図

まず地域Aは、砂浜から海岸線沿いの道路を隔てるとすぐに山麓になるため、避難場所が山の谷間に設定されている。この場所を避難場所とした場合、津波襲来前のある高さまで登ることが出来れば津波被害からは逃れられるが、山の谷間であるために土砂崩れや土石流が発生した場合には被害を最も受けやすい位置となってしまうことが分かる。

一方地域Bは、津波による住宅地への浸水はほとんど見られないものの、避難所までの経路上に土砂災害が想定される箇所が点在する地域である。1章で述べた通り、避難路の寸断は避難時間のロスに繋がるため、このような箇所も危険箇所として認識しておく必要がある。

4. 提案

3章で述べた津波浸水範囲と土砂災害範囲の可視化によって、現在指定されている避難路内の危険箇所の有無が容易に判別できるようになった。それを利用して、2つの視点から提案が出来ると考える。

(1) 避難場所変更の提案

3章で紹介した地域Aの様に、避難場所が災害の影響を受けてしまう場所については、2つの災害の影響を受けない範囲で避難場所としてふさわしい場所を視覚的に選定することが可能である。

(2) 避難路の見直しの提案

地域Bの様に、避難場所は安全だが避難路が災害の影響を受ける区間については、災害の影響を受けず、また、迅速に避難可能で確実に安全を確保できる経路の選定を行う。一本道等で安全な経路が確保出来ない場合は必要に応じて斜面の対策工を提案する。

5. まとめ

本論文では、津波浸水範囲と土砂災害範囲の可視化により、現状の避難路と避難場所の地形的な問題点を抽出した。別々に検討されている2つの災害の被災範囲をGISを用いて可視化することで、地形的観点から避難路と避難場所の妥当性を判断する手法としてGISを活用出来ると共に、通常土砂被害の危険区域として考慮されない道路に着目し、場合によっては保全すべき対象として認識されることが期待できる。

今後の課題としては、地形図の作成年度が古く精度が悪い場合に、津波浸水範囲と土砂災害範囲が過大、もしくは過小に示されてしまう点が挙げられる。災害の被災

範囲として指定されると、地価が下がる等の弊害が生じるため、出来るだけ被災範囲は正確に示す必要がある。そのため、最新の地形図を使用すると共に、現地調査を行い使用する地形図と現況の地形の整合がとれているかを綿密に調査する必要がある。

また、今回津波と土砂災害の2つの自然災害を対象としてシミュレーションを行ったが、2章冒頭で述べたように、大雨による洪水、地震と連動して発生する可能性のある火山の噴火等についても検討を行うと共に、避難シミュレーションと組み合わせることにより安全な避難路及び避難場所の選定だけでなく、避難誘導や情報伝達の場合でも検討を行うことができる。

参考文献

- 1) 国土交通省：東日本大震災における土砂災害対策への対応について、
http://www.mlit.go.jp/river/sabo/kongo_dosyasaigai/02/110601_shiryo4-1.pdf, (入手 2013.06.12)
- 2) 山形県ホームページ
<http://www.pref.yamagata.jp/kurashi/kendo/saigai/7180010dosyahu.html>, (入手 2013.06.12)
- 3) 土砂災害警戒区域等設定支援システム，一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構，
<http://www.sff.or.jp/>, (入手 2013.06.12)