

## 津波被害と地理的リスク Tsunami disaster and geographical risks

高橋 誠<sup>1\*</sup>, 松多 信尚<sup>1</sup>, 堀 和明<sup>1</sup>, 田中 重好<sup>1</sup>

Makoto Takahashi<sup>1\*</sup>, Nobuhisa Matsuta<sup>1</sup>, Kazuaki Hori<sup>1</sup>, Shigeoyoshi Tanaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学

<sup>1</sup>Nagoya University

1980年代に定式化されてから、自然災害のリスク(被害)はハザードの外力と、脆弱性と呼ばれる社会的条件の関数と考えられるようになった。ハザードの影響も脆弱性の分布も本質的にローカルであり、その意味で、特定の場所(ロケーション)においてハザードと脆弱性が出会い、そこでの相互作用が被害の地域差となって現れると捉えることができる。それゆえ、地理学的な観点から見れば、リスクを捉えることは、単に潜在的なハザードに対して危険の場所を表示することではなく、なぜそのような場所が生じたのか、あるいはなぜそのような場所に住まなければならなかったのかという問いに答えながら、両者の累積的・重層的な因果関係について場所を鍵概念として明らかにすることである。しかし、例えば、頻繁に起こる災害の場合、被災経験が災害分化として空間に埋め込まれるが、津波のような低頻度災害の場合、防災とは異なる原理が優先されて町が作られるために、両者の関係は極めて複雑である。したがって、異なるロケーションにおける自然災害の被害について、どの部分が自然的メカニズムで説明でき、どの部分が社会的側面に関わるのかを概念的に区別することが、その議論の手がかりになりうる。

津波は典型的な低頻度・大災害であり、また、被災地と非被災地との明瞭な境界によって特徴づけられる。一般に、津波による影響は、津波ハザード・建物被害・人的被害の三者の関係として捉えることができる。2004年スマトラ地震の最大被災地バンダアチェにおける私たちの調査によれば、それら三者の関係は比較的明瞭で、津波の浸水高は海岸からの距離に応じて減衰し、ある程度のところで建物全壊率も死亡率も急激に低下した。一方、東日本大震災においては、少なくとも平野部では、同じように津波の浸水高と建物の全壊率とに比較的明瞭な対応関係が見られるが、それらと人的被害との関係はもっと複雑である。マクロに見れば、平野部とリアス部とで、その傾向に大きな差異が指摘されるが、ミクロに見れば、浸水高は地域間に見られる死亡率の差異を説明できないように思われる。

このように津波ハザードの自然的特性が死亡率の地域差を説明できないことに、どう答えていくか。本発表では、自然地理学と人文地理学、そして社会学の統合的視点から、小地域単位の死亡率データをもとに、人的被害と物的被害との関係を検討することで、この問題を具体的に考えたい。とりわけ物的被害の大きさにもかかわらず人的被害が少ないロケーション、あるいは物的被害が少ないにもかかわらず人的被害を記録したロケーションがどのようなところに分布するかということ具体的に指摘した上で、なぜこのような場所が出現するかということ議論することによって、地理的リスクの再概念化を試みたい。

キーワード: 津波災害, 地理的リスク, ロケーション, 脆弱性, 空間スケール

Keywords: tsunami disaster, geographical risk, location, vulnerability, scale of space

## 首都直下地震に伴う帰宅困難者の水需要に関する予察的シミュレーション A preliminary simulation of water demand of the people walking home after Tokyo epicentral earthquake

松村 直樹<sup>1\*</sup>, 愛知 正温<sup>2</sup>

Naoki Matsumura<sup>1\*</sup>, Masaatsu Aichi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学工学部, <sup>2</sup> 東京大学人工物工学研究センター

<sup>1</sup>Faculty of Engineering The University of Tokyo, <sup>2</sup>RACE, The University of Tokyo

東日本大震災では、首都圏で推計 515 万人にのぼる帰宅困難者が発生した。今後発生が予想される首都直下地震の発生時にはより多くの帰宅困難者が発生し、主要道路では徒歩帰宅者による混雑が想定される。また、東日本大震災では震源が遠く、ライフラインへの被害がほとんど無かったために飲料水などの物資の不足によるパニックは殆ど見られなかったが、首都直下地震では、深刻な物資不足が起こる可能性がある。特に、飲料水は生存に不可欠な物資であり、水道復旧までの期間を考慮し、備蓄・供給体制を構築しておくことが重要である。実際、2012 年 9 月の首都直下地震帰宅困難者等対策協議会の最終報告において、帰宅困難者を受け入れる一時滞在施設を可能な限り多く確保することや、徒歩帰宅者を支援する帰宅支援施設を充実させていくことが、行動指針として示されており、その一貫として飲料水の備蓄も進められている。しかしながら、被災者の帰宅行動に伴って飲料水需要が時空間的にどのように変化するかということはよく分かっておらず、どのような備蓄体制であれば必要十分であるのか手探りの状態にある。

本研究では、この点に資するため、首都圏における震災発生直後の徒歩帰宅者の移動に伴う水需要の空間分布とその時間変化について、マルチエージェントベースのシミュレーションを行った。シミュレーションに必要な地震発生時の人口分布およびその帰宅先については、東京都市圏交通計画協議会のパーソントリップデータを用いて推定した。また、徒歩帰宅者は国道および主要都道府県道を通り、最短経路で帰宅すると仮定した。徒歩帰宅者は、道路の混雑度に応じて歩行速度が変化し、また一定時間ごとに一定の水量を消費するとともに、携帯している水がなくなると近傍の徒歩帰宅支援施設から水供給を受けるものとしてモデル化した。道路網および徒歩帰宅支援施設の地理情報には、住友電工の DRM データを用いた。

シミュレーションの結果、徒歩帰宅者が徒歩帰宅支援施設に対して水を求めることが集中する時間帯があることが分かった。これは、徒歩帰宅者が初期に携帯する水量が、容器の規格に依存して離散的な値をとるため、全員が同じペースで水消費していくと、備蓄容器のサイズの公倍数の水が消費される時間帯に、ほぼ全員が水供給を求めることに起因している。その水需要が集中する時間帯は、都心部の徒歩帰宅者はすでに減少している一方、都心から 10-20km の地帯における徒歩帰宅者が多く混雑している傾向にあった。これらの地域における対策を重点化するか、あるいは時差帰宅により、分散化するといった対策を講じることが必要であると考えられる。

キーワード: 帰宅困難者, 飲料水備蓄, 徒歩帰宅, 首都直下地震

Keywords: people unable to return home, water stockpile, returning home by walking, Tokyo epicentral earthquake

## 防災技術情報データベースの防災教育への利活用 Utilization of Disaster Reduction Technology Database for Disaster Reduction Education

根岸 弘明<sup>1\*</sup>, 竹内 裕希子<sup>2</sup>, 亀田 弘行<sup>2</sup>, 寶 馨<sup>3</sup>, 小林 健一郎<sup>4</sup>, 賀 斌<sup>2</sup>

Hiroaki NEGISHI<sup>1\*</sup>, TAKEUCHI, Yukiko<sup>2</sup>, KAMEDA, Hiroyuki<sup>2</sup>, TAKARA, Kaoru<sup>3</sup>, KOBAYASHI, Kenichiro<sup>4</sup>, HE, Bin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所, <sup>2</sup> 京都大学 学際融合教育研究推進センター, <sup>3</sup> 京都大学 防災研究所, <sup>4</sup> 神戸大学 都市安全研究センター

<sup>1</sup>NIED, <sup>2</sup>C-PiER, Kyoto University, <sup>3</sup>DPRI, Kyoto University, <sup>4</sup>RCUSS, Kobe University

真に役立つ防災の科学技術を収集し公開することを目的として、国際共同研究「アジア防災科学技術情報基盤の形成」(2005-2009)が実施され、その成果として Disaster Reduction Hyperbase (DRH) が構築された (<http://drh.bosai.go.jp>)。このデータベースでは、自然災害の軽減に関する検証された実践的技術が公開されており、そのユーザーとしては、政策決定者、コミュニティリーダー、その他災害対策の実行者、研究者といった、実務者を想定している。そのため、コンテンツは直接災害対策の制作決定や実務実行のための「作業手順書」「参考書」として利用することを想定した構成になっており、実行に必要なリソース(コスト、マンパワーなど)や実行結果の想定といった情報を含む。また、科学技術を駆使したものだけではなく、いわゆるプロセス技術や古くから地域に根ざしている防災の知恵といったものも含まれている。

災害対策の拡充を進めるためには防災技術の普及だけではなく、防災実務者を育成することが重要であり、そのためには「実務を学ぶ教材」が必要である。そこで、DRHの利活用策として、DRHコンテンツを元にして防災教育用の教材を作成するためのプロセスについての研究を行った。実務利用でのコンテンツと教育利用でのコンテンツでは求められる要素に違いがあり、前者では実行のために必要な情報(リソースや効果など)が重要であるが、後者ではステークホルダーやコンセプトなど、コンテンツの利用環境や表現形式が重要視される。今回、教材作成のためのテンプレートを開発し、必要事項を選択・記入することで、教材作成に必要な要素を過不足なく明示することができる。

防災教育教材開発の実践として、外国人留学生を対象とした演習を実施している。以下のプロセスにより、実際の防災教育教材の開発を行なっている。

1) 防災教育の基本的事項や防災教育教材の実例、DRHを中心とした実践的防災技術情報についての講義を行い、理解を深める。

2) DRH ウェブサイトにアクセスし、実際のコンテンツに触れ、実践的防災技術情報について学ぶ。

3) DRH から参照するコンテンツを選び出し、テンプレートに記述することで教材に必要な要素を明確化した上で、実際に教材を作成する。

4) 開発した教材についてプレゼンテーションを実施し、コメントなどを元に改善を行う。

以上のプロセスで開発された教材は、各学生が実際にそれぞれの出身国内で利用することを想定して作られており、実際の防災教育の実行に結びつくものであると期待される。なお、開発された教材はテンプレートとともにウェブ上で公開すると共に冊子として刊行する。

キーワード: 防災技術情報データベース (DRH), 防災教育, 教材開発, 国際展開

Keywords: Disaster Reduction Hyperbase(DRH), Disaster Reduction Education, Educational Materials Development, International Development

## 青少年の災害に対する意識と防災行政の取り組み クロアチア国ザグレブ市 Awareness toward Disaster Risks of the Youth and the Government's Efforts - Zagreb, Croatia

木村 直子<sup>1\*</sup>, 山敷 庸亮<sup>1</sup>, イビカキシッチ<sup>2</sup>  
Naoko Kimura<sup>1\*</sup>, Yosuke Yamashiki<sup>1</sup>, KISIC, Ivica<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学防災研究所, <sup>2</sup> ザグレブ大学農学部

<sup>1</sup>Disaster Prevention Research Institute - Kyoto University, <sup>2</sup>Faculty of Agriculture, University of Zagreb

本研究は、クロアチア共和国の首都ザグレブ市において行ったアンケート調査と半構造的インタビューを基に行って質的研究である。ザグレブでは1964年に巨大な洪水被害を経験している。その直後にクロアチア政府がインフラ整備を完了させて以来、目立った災害は無い。しかし近年になってザグレブ市では地震の発生とそれに付随する可能性のある災害（例えば、洪水や地すべり）について懸念し調査研究を行っている。政府は住民の災害リスク軽減に関する意識啓発に注目した活動も行っている。これらの活動が住民にどの程度認識されているのか、青少年層は周辺の環境や歴史的災害経験についてどのように見ているのか。本研究はアンケート調査を基にこれらの疑問への答えを探る。調査結果からは、1) 青少年層は災害発生時の行動について楽観的である、2) ほぼ70%が10年以内にザグレブで洪水があると考えているが、災害への備えがある率は低い、3) 政府によって出されている啓発の情報を知る者はほとんどいない、ということが見える。本研究は最後にコンピュータツールの利用と有用性について議論し、市民および青年層と行政の取り組みを結ぶ包括的なアプローチの活性化を提案する。

キーワード: 災害リスク軽減, 意識啓発, 青少年, 教育, クロアチア

Keywords: disaster risk reduction, awareness, youth, education, Croatia

## 災害遺構の保存に対する住民の反応に関する一考察 Reactions of a local residents for preservation of remnants of a disaster

青木 賢人<sup>1\*</sup>, 林 紀代美<sup>1</sup>

Tatsuto Aoki<sup>1\*</sup>, Kiyomi Hayashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学地域創造学類

<sup>1</sup> School of Regional Development Studies, Kanazawa Univ.

### 問題の所在

2011年に発生した東日本大震災の反省を踏まえ、「防災」から「減災」へと災害対応の方針が転換された。「減災」を推進するためには、防災・災害教育の充実を通じ、市民が災害に関する知識を取得することや防災意識を高めることが不可欠である。一般に、被災経験を持つ市民は、防災意識が高く、次の被災時に適切な行動をとることが指摘されている。しかし、実際に被災することによる教育効果と被災リスクはバスターされるものではない。直接被災することなく、教育を通じて他者の被災経験を共有するための実物教材として、災害遺構は大きな効果を持つ。ただし、災害遺構となる被災建造物は、被災者にとっては被災の記憶を呼び起こす契機となることから、遺構として残すことに対する反対運動がおこることもしばしばである。たとえば宮城県南三陸町では、町によって防災対策庁舎の保存が検討されたが、庁舎で被災し犠牲となった方の家族を中心とした強い反対によって、断念せざるを得なかった。こうした状況を踏まえ、本研究では、2011年東日本大震災の災害遺構に関する動きが見られた岩手県宮古市、大槌町、および、災害遺構を活用した災害教育活動が行われている長崎県島原市の島原半島ジオパークを対象に、関係者からの聞き取りおよび現地の観察を行い、災害遺構の保存に必要な要素を抽出することを試みた。

### ○岩手県宮古市の事例

宮古市では、市の行政が一般市民を対象に、災害遺構として残すべきものを募集するとともに、旧田老村の田老防潮堤の一部と、旧田老観光ホテルについて、災害遺構として保存を決定し、これを含めた田老地区の復興計画を構築している。防潮堤・ホテルともに、現状では土地利用の規制によって各種の建設作業が停止されている区域に位置している。また、ホテルについては、この施設では犠牲者が出ていない。所有者がホテル最上階で被災し、その状況を後世に伝えることを望んでおり、積極的に遺構としての保存を希望している。

### ○岩手県大槌町の事例

大槌町では、観光遊覧船が民宿の上に座礁した様子が、シンボリックな被災景観として注目され、一部で災害遺構としての保存を求める運動が行われた。しかし、この観光遊覧船が住民の居住地域に座礁しており、生活の中で常に目に入る状況であったことから、現地住民の反対もあり、民宿は残存しているものの、観光遊覧船は保存されることなく解体された。現在、当該地区では、地域の婦人会を中心に観光遊覧船のレプリカを民宿の上に新たに設置し、災害遺構として残す運動が進められている。住民からの聞き取りによると、被災経験に対する住民の意識が変容しつつあるとのことである。婦人会が現地に設置している看板からは、被災経験を後世へ伝えることの必要性が認識されていることが読み取れる。

### ○長崎県島原市の事例

1990年に発生した一連の噴火活動に伴う火砕流、土石流によって被災した小学校校舎や民家が遺構として保存され、島原半島ジオパークのジオサイトとして、防災教育だけでなく、観光にも活用されている。これらの遺構が位置する安中三角地帯は、安全性の確保のためかさ上げ事業が行われ、これが終了した2000年までは住民が帰還することができなかった。雲仙島原ジオパークで防災教育に関わる職員に対する聞き取りによると、この避難期間に、遺構の保全の重要性が住民に対して説かれ、住民がそれを受容するという活動があったことが確認された。また、1995年の噴火活動の終了から帰還まで5年の時間が経過したことが、結果として住民に被災経験を客観視させ、災害遺構の保存の必要性を認識させたと考えられる。

### 全体を通して

これらの事例を通して、災害遺構の保存について、3つのポイントが指摘される。

被災住民の生活空間からの隔絶性：

災害事象をシンボル化する災害遺構は、被災住民にとっては負の記憶のシンボルとなる。被災直後の被災経験を客観化できない段階においては、大槌町のように生活圏で目にする災害遺構の保存活動は受容されない。宮古市や島原市のように、日常的に目にしないところに残されている遺構について、保存の可能性を模索することが効果的であると指摘できる。

HSC25-05

会場:301A

時間:5月20日 15:45-16:00

#### 被災からの時間的隔絶性：

大槌町や島原市の事例から、住民が被災経験を客観化し、次世代への継承の必要性を確認・受容するまでは、一定の時間が必要となることがわかる。また、この時間の経過は、宮古市や島原市のように地域全体での復興計画の中に災害遺構の保存を位置づけることを可能とする。

#### 他者からの働きかけ：

遺構の保存への合意を得るためには、時空間的な隔絶によって遺構に対する猶予が確保されている間に、住民自身が保存の意義を受容する必要がある。大槌町のように自発的な受容もありうるが、宮古市や島原市のような行政や教育関係者による積極的な働きかけは、より広範な受容を促すものと考えられる。

キーワード: 災害遺構, 空間的隔絶性, 時間的隔絶性, 防災教育

Keywords: remnants of a disaster, spatial isolation, temporal isolation, Education for disaster prevention ducation for disaster

## コンポジット衛星データによる新潟県中越地震の斜面崩壊抽出 Classification of slope failures caused by the Mid Niigata Prefecture Earthquake by using composed satellite data

黒木 貴一<sup>1\*</sup>, 小荒井 衛<sup>2</sup>, 小松原 琢<sup>3</sup>, 岡谷 隆基<sup>2</sup>, 中埜 貴元<sup>2</sup>

Takahito Kuroki<sup>1\*</sup>, Mamoru Koarai<sup>2</sup>, Taku Komatsubara<sup>3</sup>, Takaki Okatani<sup>2</sup>, Takayuki Nakano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 福岡教育大学, <sup>2</sup> 国土地理院, <sup>3</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup>Fukuoka Univ. of Edu., <sup>2</sup>GSI, <sup>3</sup>AIST

平成 16 年新潟県中越地震では、中越地域において様々な規模の多くの斜面崩壊が生じた。その後、国土地理院により空中写真からその分布が判読され、災害状況図が作成された。本研究では、地震前後の 2 時期の衛星データを用いた斜面崩壊の効率的な分類方法を議論した。ここでは 2004 年 6 月 3 日と 2004 年 11 月 10 日に取得されたバンド 1, 2, 3, 4 で構成される ASTER データと、災害状況図にある地震による斜面崩壊すなわち滑落崖、地すべり土塊、斜面崩壊地 (小) を示すポリゴンやラインデータを準備した。地震後の ASTER データに、地震前のバンド 2, 3, 4 データをそれぞれコンポジットした 5 バンドデータを 3 つ、地震前のバンド 2, 3, 4 データのうち 2 つずつをコンポジットした 6 バンドデータを 3 つ、地震前のバンド 2, 3, 4 データを全てコンポジットした 7 バンドデータを 1 つ準備した。これらのコンポジット衛星データを用いて教師付最尤法分類により対象地域を滑落崖、天然ダム、河川、草地、市街地、裸地、広葉樹林、針葉樹林に 8 分類した。

教師範囲の中での分類精度 (正答率) の平均値は、地震後の単独 ASTER データは 93.2%、5 バンドデータは 95.9%、6 バンドデータは 96.6%、7 バンドデータは 97.2% であった。斜面崩壊に関連した滑落崖と天然ダムの分類精度は、バンド 4 をコンポジットした 5 バンドデータと、バンド 2 とバンド 4 をコンポジットした 6 バンドデータおよび 7 バンドデータがより良かった。次に GIS で各分類画像に地震で生じた斜面崩壊分布を重ね合わせた。この結果、バンド 4 をコンポジットした 5 バンドデータ及びバンド 2 とバンド 4 をコンポジットした 6 バンドデータの分類画像では、分類による滑落崖の範囲が斜面崩壊分布に良く重なること、滑落崖が谷底に誤分類されることが少ないことが分かった。まとめると、本研究では、最尤法分類において、2 時期のコンポジット衛星データを使用すると単独衛星データよりも分類精度が高まり、また構成するバンド数が多いほど分類精度は高まることを明らかにした。さらに分類目的が斜面崩壊の場合、地震後の衛星データに地震前のバンド 4 データを優先的にコンポジットすることで、分類精度が高まる可能性がある。

キーワード: コンポジット衛星データ, 最尤法分類, 斜面崩壊, 平成 16 年新潟県中越地震

Keywords: composed satellite data, maximum likelihood classification, slope failure, The Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004

## 2011年長野県・新潟県県境付近の地震に伴う地盤災害の分布特性 Distribution properties of foundation disaster caused by the Nagano-Niigata border earthquake in 2011

中埜 貴元<sup>1\*</sup>, 小荒井 衛<sup>1</sup>, 乙井 康成<sup>1</sup>, 小林 知勝<sup>1</sup>  
Takayuki Nakano<sup>1\*</sup>, Mamoru Koarai<sup>1</sup>, OTOI, Kosei<sup>1</sup>, Tomokazu Kobayashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国土地理院  
<sup>1</sup> GSI of Japan

2011年3月12日に長野県と新潟県の県境付近で発生した地震(M6.7;以下「長野・新潟県境地震」と呼ぶ)に伴う斜面崩壊や地盤変形の分布について、中埜ほか(2012)では地形や地質、想定される震源断層の位置、干渉合成開口レーダー(InSAR)で捉えられた干渉画像との関連について速報的に報告した。本発表では、その後の衛星画像判読や現地調査による悉皆的な調査によって把握した地盤変形や斜面崩壊の分布も加えて検討した、地盤災害分布の特徴について報告する。

地質、地質構造、InSAR画像と地盤災害分布を重ね合わせたものを図-1に示す。中埜ほか(2012)では、地盤変形や斜面崩壊等の地盤災害は、信濃川(千曲川)流域とその左岸の山間地域および志久見川西側の栄村山間地で多発していること、既存活断層に沿って地すべりや盛土の重力性変状等の集中が見られたこと、InSARで検出された干渉縞から想定される震源断層(逆断層)の上盤側で、かつ地殻変動発生領域を示すSAR干渉縞の範囲に分布していることを報告したが、新たな地盤災害分布を加えることにより、さらに次のような特徴が見出された。1)斜面崩壊の多くは、新第三系堆積層や火山岩の急傾斜地に集中して発生している。ただし、地すべりが集中する松之山地区等の傾斜が緩い地域では少ない。2)斜面崩壊や地すべりの多くは、褶曲構造の翼部で発生しており、流れ盤の地域では震源から離れた地域(例えば正面倉山東斜面)でも斜面崩壊が集中し、地質構造との関連が顕著である。3)道路の変形、亀裂、盛土部の変形などは、褶曲軸や地質断層、活断層の近傍に集中しており、震源から離れた地域でも発生している。

以上から、長野・新潟県境地震のような褶曲地帯での内陸直下型地震では、逆断層の上盤側の地殻変動量の大きな地域において、地質や褶曲構造等の地質構造、既存活断層の分布に支配される形で地盤災害が集中すると考えられる。この傾向は、小荒井ほか(2012)が報告しているように、2004年新潟県中越地震でも見られ、また、地震時に褶曲が成長した可能性も示唆される。(本研究では科学研究費補助金(研究課題番号:22500994)を使用した)

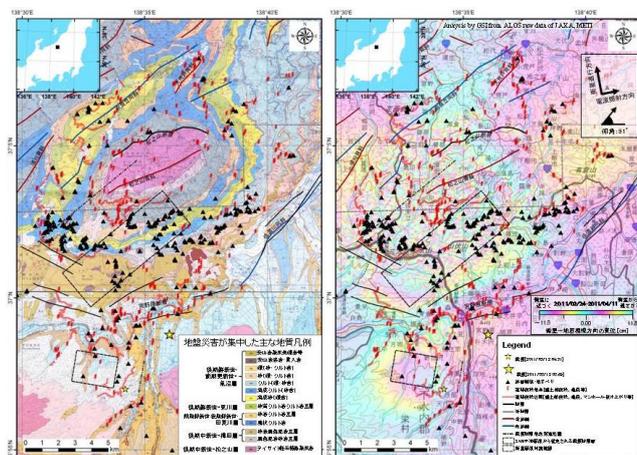
### 引用文献

小荒井ほか(2012):活褶曲地帯における斜面変動について。第22回環境地質学シンポジウム論文集,91-96.

中埜ほか(2012):2011年3月12日長野県・新潟県県境付近の地震に伴う地盤災害の特徴。日本地球惑星科学連合2012年大会予稿,HDS25-P14.

キーワード:長野・新潟県県境地震,斜面崩壊,地すべり,地質構造,褶曲構造

Keywords: Nagano-Niigata prefecture border Earthquake, slope collapse, landslide, geological structure, fold



## Mobile Mapping System による東北地方太平洋沖地震に伴う津波浸水深の計測 Survey of Tsunami flooded depth by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake with Mobile Mapping System

岡谷 隆基<sup>1\*</sup>, 小荒井 衛<sup>1</sup>, 中埜 貴元<sup>1</sup>  
Takaki Okatani<sup>1\*</sup>, Mamoru Koarai<sup>1</sup>, Takayuki Nakano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国土地理院  
<sup>1</sup> GSI of Japan

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(M 9.0)における津波被害の記録について、国土地理院では(社)日本測量機器工業会の協力のもと当院職員が Mobile Mapping System (以下、「MMS」という。)による情報取得を仙台平野から三陸地域にかけての範囲について実施した。津波の全体像の把握には、被災地における浸水深等の計測が欠かせないが、現状では膨大な現地作業が必要である。このため、今後同様の災害が発生した場合の効率的な情報把握手法の導入が求められている。

これまで、岡谷・小荒井(2011)、小荒井ほか(2012)等で2011年4月に取得した画像に対する仙台平野から石巻平野にかけての解析結果や、2011年5月に取得した画像に対する南三陸町志津川から大船渡市にかけての解析結果(図)に係る報告を行い、仙台平野など平野部の被害状況が海岸線からの距離と標高で概ね決まるのに対し、リアス式海岸の湾奥部に位置する都市の被害程度の空間分布は複雑であることを示し、湾の開く方向と津波の侵入方向との関係や、津波が直撃して遡上したか、河川の遡上過程で堤防を越えて遡上したかなどの違いが影響していることを示唆した。本発表では同じく2011年5月に取得した画像に対する釜石市以北について解析した結果とあわせ、MMS画像から得られた岩手県・宮城県の太平洋沿岸における津波浸水深の概要について報告する。なお、本研究は科学研究費補助金(研究課題番号:24240114)の予算により行われた。

### 参考文献:

岡谷隆基・小荒井衛 2011. Mobile Mapping System による平成 23 年東北地方太平洋沖地震に伴う津波浸水深の計測. 日本写真測量学会平成 23 年度秋季学術講演会発表論文集, 1-2.

小荒井衛・岡谷隆基・中埜貴元 2012. 津波浸水深と建物被害と地形との関係. 日本写真測量学会平成 24 年度秋季学術講演会発表論文集, 111-114.

小荒井衛・岡谷隆基・中埜貴元・神谷泉 2011. 東日本大震災における津波浸水域の地理的特徴. 国土地理院時報, 122, 97-111.

キーワード: Mobile Mapping System, 津波浸水深, 東北地方太平洋沖地震

Keywords: Mobile Mapping System, Tsunami Flooded Depth, The 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake



## 低地震発生頻度地域における地震時震度増幅分布の推定 Seismic Intensity prediction on Low Seismicity area

大久保 慎人<sup>1\*</sup>, 雑賀 敦<sup>1</sup>, 本多 亮<sup>1</sup>, 中嶋 唯貴<sup>2</sup>, 木股 文昭<sup>1</sup>  
Makoto OKUBO<sup>1\*</sup>, Atsushi Saiga<sup>1</sup>, Ryo Honda<sup>1</sup>, Tadayoshi Nakashima<sup>2</sup>, Fumiaki Kimata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東濃地震科研, <sup>2</sup> 北大院・工学

<sup>1</sup> TRIES, ADEP, <sup>2</sup> Eng., Hokkaido Univ.

岐阜県東濃地域には阿寺断層や恵那山断層といった規模の大きな活断層が多く存在している。また、東海地震の発生域の深部延長の直上のため「東海地震に係る地震防災対策強化地域；内閣府」に指定される自治体がある（岐阜県中津川市）。そのため地盤や地質の情報と想定震源をもとにした地震防災マップが作成されているが、地域コミュニティ全体が同一震度であるなど空間的な分解能が十分であるとは言えない。特に東濃地域のような中山間地では、地震動による地滑りや液状化などにより交通手段が分断され、地域コミュニティが容易に孤立化することが考えられるため、高い空間分解能を持つ、震度増幅分布を知ることが必要である。また、地震防災マップは実際に発生した規模の小さな地震の震度情報などを用いて逐次更新することが重要である。

公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所 (TRIES) では、東濃地域に東西約 30km, 南北約 20km にわたり約 50 点という高密度で常設の地震観測網 (超高密度地震観測網) [青木・他 (1999), 大久保 (2011a)] を運用している。過去に青木・大久保 (2009) によって、地震時に観測される地震動の最大振幅を用いて地震動増幅が見積もられている。しかしながら、この地震動増幅は「地盤の揺れやすさ全国マップ；内閣府」や「全国地震動予測地図；防災科技研」の表層基盤の増幅との相関は高くない。また地質や基盤深度といった地球科学的観測結果との相関も明瞭ではない。

そこで本研究では、TRIES の超高密度地震観測網で 2009 年以降観測された地震動記録と花崗岩基盤に設置したボアホール地震計により地震動記録を用いて、準リアルタイムで配信される震度分布情報 [大久保 (2011b)] をもとに、約 10km の空間分解能で地震時の震度分布にみられるごく局所的な、表層地盤の影響である震度の増減幅を推定した。観測点で観測した地震動波形から、功刀・他 (2008) の時系列解析によって震度を求め、花崗岩基盤内に設置したボアホール地震観測点の震度によって規格化し、堆積層での震度の増減幅として表した。2009 年から 2011 年まで計 183 個の地震について調査を行い、岐阜県東濃地域の震度分布異常図を作成した。

岐阜県東濃地域は地殻内、プレート境界ともに発生する地震の頻度が低い (低地震発生頻度地域) が、計測震度で 1 相当とならないような微小地震までを含めて、統計的に解析を行うことで、実際の地震動による震度の増減幅を推定可能である。このことにより、震度分布異常によって被害に地域差を生じるような中山間地、低地震発生頻度地域であっても、きめ細かな避難指示を可能にする地域防災計画の作成することができると考えられる。また、我々が作成した地震時震度増幅分布は、重力異常や地質図と相関を示しており、これらの地球科学的データと組み合わせることによって、分布の高精度化も可能であると考えられる。

キーワード: 微小地震, ボアホール地震計, 震度分布異常, 地域防災計画

Keywords: micro seismic event, borehole seismometer, Seismic Intensity distribution anomaly, community protection

## 地形分類情報を活用した液状化発生危険度の予測 Estimation of liquefaction using landform classification

小荒井 衛<sup>1\*</sup>, 中埜 貴元<sup>1</sup>, 神谷 泉<sup>1</sup>, 松岡 昌志<sup>2</sup>

Mamoru Koarai<sup>1\*</sup>, Takayuki Nakano<sup>1</sup>, Izumi Kamiya<sup>1</sup>, Masashi Matsuoka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国土地理院, <sup>2</sup> 東京工業大学

<sup>1</sup>GSI of Japan, <sup>2</sup>Tokyo Institute of Technology

小荒井(2009)では、地形分類を災害脆弱性へ読み替える表を提案した。しかし、そこで提案している地形分類は、山地や台地では大まかではあるが、低地では地形発達を考慮した土地条件図よりも細かな分類を提案している。具体的には、砂丘を「中央部」と「縁辺部」とで分けて評価する、谷底平野・氾濫平野、海岸平野・三角州を「やや開けた」か「閉塞した」と分けて評価するなどである。これは、同じ地形分類であっても、構成物質の粒子サイズや地下水位に違いがあり、これが地盤の脆弱性に差を与えるからである。低地については、細かな地形分類情報が存在すればそれも考慮しながら、浅層の地質構造も反映出来るように地形発達を踏まえて地形単元の地理的特性を類型化し、類型に応じて想定される災害状況と程度を整理するのが望ましい。小荒井ほか(2008)によると、中越沖地震の事例では、砂丘の中でも相対的に地盤が良くないとされている箇所、地盤の側方流動等が発生して建物被害が集中する箇所が認められた。全体的には砂丘と低地の縁の部分での被害が顕著であったが、柏崎平野は河口が砂州の発達で閉塞気味となって後背湿地のような環境で砂が堆積しており、同じ砂丘であっても隣接する地形との関係で災害の脆弱性が変わってくる。また、自然堤防についても、「根のある」自然堤防と「根の無い(後背低地の上に薄く砂層がのるような)」自然堤防では、被害の状況が違うことを論じている。

以上のようなことを背景に、震度と地形分類による液状化被害予測の対応表を作成した。ここでは、若松ほか(2009)による250mメッシュの地形分類情報を元に、国土地理院の10mDEMによる解析結果を加えて、地形分類の細分化を行った。具体的には、砂丘については縁辺部でどのような地形と接するかによって地下水位の状況が変わるので、低地の一般面と接する砂丘の縁辺部は液状化のリスクを高くしている。谷底低地については勾配の違いが構成物質のサイズに影響することから、傾斜で2分して緩傾斜の場合をより液状化のリスクが高いとした。自然堤防については、根の有無を地形で判断するのは難しいが、地下水位の高低等も考慮して周囲の地形との比高に置き換えて2分して、比高の小さいものをより液状化のリスクが高いとした。新たに作成した対応表を表1に示す。

筆者らは、開発中の地震時地盤被害予想システム(神谷ほか, 2012)の中で、液状化の予想については表1を実装している。本発表では、過去の地震の液状化被害について検証した結果も紹介するが、扇状地における砂利採取跡地以外は概ね良好な予想結果であった。液状化ハザードマップの作成では、旧河道や水部の埋立地などを適切に表現する必要があり、将来的には50mメッシュレベルで全国の地形地盤情報を、リモートセンシング技術なども併用しながら簡便に作成する技術が求められている。そのために必要な地形分類体系の検討も不可欠であり、本研究を通して得られた知見から新たな体系について考えられる素案も可能な範囲で提示したい。

表1 液状化危険度に対する地形分類と震度の関係表

キーワード: 液状化, 地形分類, 根のある自然堤防, 根のない自然堤防

Keywords: liquefaction, landform classification, natural levee with root, natural levee without root

HSC25-10

会場:301A

時間:5月20日 17:15-17:30

地形分類 震度	山地 丘陵 火山性丘陵 礫・岩礁 水域	山麓地 火山山麓地 岩石台地 ローム台地	扇状地 砂礫質台地	扇状地*1 砂丘	自然堤防*2 砂州・砂嘴洲 後背湿地 谷底低地	干拓地 三角洲・海岸低地 自然堤防 谷底低地*1	砂丘*3 砂州・砂丘間低地 埋立地 旧河道 河原
7	0	1	2	3	4	4	4
6強	0	0	1	2	3	4	4
6弱	0	0	0	1	2	3	4
5強	0	0	0	0	1	2	3
5弱	0	0	0	0	0	1	2

0: 危険度無  
 1: 危険度小  
 2: 危険度中  
 3: 危険度大  
 4: 危険度極大

\*1 傾斜が緩い場合(勾配1/100未満)  
 \*2 比高が高い場合(5m以上)  
 \*3 低地に接する砂丘の縁の場合

## 中央新幹線と交差する活断層の分布とルートに関する考察

### Distribution of active faults crossing Chuou-Shinkansen and consideration on the root

岡本 敏郎<sup>1\*</sup>

toshiro Okamoto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 芝浦工業大学

<sup>1</sup> Shibaura Institute of Technology

中央新幹線と交差する活断層の分布とルートに関する考察

芝浦工業大学 土木工学科 岡本敏郎 寺島翔

#### 1. 研究背景と目的

日本は世界でも有数の地震大国である。地震はプレート型と活断層型の2種類に大別される。このうち活断層型は、震源が浅く陸域に存在するため、エネルギーはプレート型に比べて小さいが、大きな被害に結びつくので十分な検討が必要である。JR 東海は中央新幹線の2027年先行開業を目指し建設を計画しているが、南アルプスを貫通するルートが採択され、現在準備工事が行われている。しかし、JR 東海が公表している中央新幹線建設事業実施区域（以下、概略ルート）上には、糸魚川静岡構造線や中央構造線など多くの活断層が存在する。そこで本研究では、中央新幹線概略ルートと活断層との位置関係及び活断層の活動性を調査し、ルートに関する考察を行った。

#### 2. 研究方法

(1) 中央新幹線概略ルート：JR 東海より公表されている概略ルートを基に、Arc GIS を用いて日本地図上に描いた。ここで、概略ルートは約3kmの幅を持って示されており、実験線は将来営業線として転用される予定で、ルートの一部となっている。

(2) 概略ルートと交差する活断層の抽出：『活断層詳細デジタルマップ』（東京大学出版会）及び『活断層データベース』（産業技術総合研究所）の活断層データを抽出し、概略ルートと重ね合わせ、中央新幹線概略ルートと活断層が交差する箇所を抽出した。

(3) 活断層の活動性評価：(2)で抽出した活断層の活動性を評価するため、将来活動時期の算定を行った。算定にあたっては、『活断層データベース』（産業技術総合研究所）を利用した。これにより過去の活動時期、平均活動間隔、変位の向きなどの情報を得て、これらの活動基本単位となる活動セグメントごとに検討した。将来活動時期については下記の式を用いて算定した。将来活動時期 = 平均活動間隔 - (2012 - 最新活動年代)

#### 3. 主な結果

概略ルートと交差する活断層は、推定活断層を含み合計22個あり、7個の活動セグメントから構成されていることがわかった。将来活動時期が判明した活動セグメントは3個あり、その他は断層の活動性調査が不十分であった。活動性が判明した各活動セグメントの将来活動時期のうち、将来時期が最も近い坂下活動セグメントで923年後であった。東海道新幹線建設時に問題となった丹那断層の将来活動時期約700年よりも後に将来動くと予想できている。しかし、いずれもA級活断層であることから活動度が高いことが窺える。

#### 4. 考察

(1) 活動セグメントに関して：上記活動セグメントの将来活動時期を見ると当面は早急な対策は必要ないように思われる。しかし、活動セグメントごとに将来中央新幹線の列車が地震発生に遭遇する確率を、地震発生確率と活断層上を通過する列車の事象確率でかけ合わせたものとして求めた。列車速度は、東京-名古屋間の路線延長286kmを所要時間40分で割ったものを使用し、その他はJR 東海より公表されているデータを使用した。地震発生確率 = 1 / 将来活動時期までの年数、事象確率 = (活断層上通過時間 × 年間通過本数) / 365日。その結果  $1.1 \times 10^{-5} \sim 6.0 \times 10^{-6}$  となり、一般に  $10^{-7}$  (1/年<sup>2</sup>) 以下では無視できるほど小さい値と言われるが、この確率は決して無視できる値ではなく、活動性が不明な残る4個の活動セグメントの調査を早急にする必要がある。

(2) 概略ルートに関して：活断層とJR 東海の概略ルートを重ね合わせた地図を見ると、活動性を考慮して活断層上にルートを通した箇所や、活断層を避けてルートを選定したと思われる箇所もあるが、活動性が不明な活断層上を通過する箇所も存在する。このことから活断層のみを考慮し、実験線を除いて活断層をすべて避けるという条件でルートを抽出した。その結果、市之瀬活動セグメントは避けることが可能であったが、長野県上伊那郡辰野町から下伊那郡平谷村にかけて約78kmにわたり存在する伊那谷断層は、直線的ルートを維持したままでは避けることができず、活断層をすべて避けるルートは不可能であった。東海道新幹線を将来活動時期が約700年の丹那活断層上を通したという事例を踏まえ、次善の策として、将来活動時期が700年以内の活動セグメントではなければ交差してもよいという条件を付加して更に抽出した。その結果、昼神活動セグメントと交差するが、活動時期が約二千数百年後と概略ルートで交差する活動セグメントと比べると活動性は低く、より安全なルートが選定できる(図)。

#### 5. 結論

活動性の調査が不十分な活動セグメントは早急に調査が必要であり、中央新幹線概略ルートと活断層との関係及び活動

HSC25-11

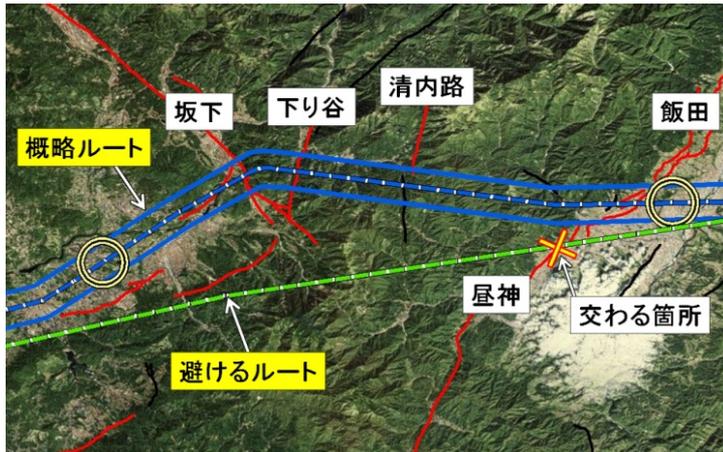
会場:301A

時間:5月20日 17:30-17:45

性を調べた結果, 安全性を最優先に考えるルート選択も可能である.

キーワード: 活断層, 中央新幹線, 活動性

Keywords: active fault, Chuuou Shinkansen, activity



## 宮崎県における津波堆積物調査 Geological survey of tsunami deposits in Miyazaki Pre.

後藤 繁俊<sup>1\*</sup>, 緒方一<sup>2</sup>, 鈴木恵三<sup>3</sup>  
Shigetoshi Goto<sup>1\*</sup>, Hajime Ogata<sup>2</sup>, Keizou Suzuki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州土木設計コンサルタント, <sup>2</sup>海洋計画, <sup>3</sup>南九州大学

<sup>1</sup>Kyusyu Civil Engineering, <sup>2</sup>Ocean Surveyors and Designers, <sup>3</sup>Minami Kyusyu University

南海トラフ巨大地震に伴う津波被害が極めて甚大であることが予想されている宮崎県では、津波堆積物を確認して、津波や地震災害の指標とすることは、津波災害対策を行う上で最も優先しなければならない事項の一つであると考えられる。しかしながら、宮崎県においては、多くの努力にもかかわらず未だに津波堆積物の発見には至っていない。

この原因としては、以下のことが考えられる。

1) 古文書等には江戸時代に起きた4回の津波被害が残されているものの具体的な位置を示す津波記念碑等の物的証拠が少ない。

2) 江戸時代前期にすでに存在したと考えられるため池や湿地の特定が困難である。

3) 既往の津波堆積物の調査手法は特殊で高価であり、容易に実施することができない。

そこで、筆者らは宮崎市において現存する数少ない津波記念碑の一つが建立されている大淀川水系八重川の支流の古城川において、津波堆積物が存在する可能性を検討するとともに、独自の津波堆積物採取装置を試作中である。

古城川流域に残る津波記念碑は、外所地震(日向灘地震; 1662年)による津波による犠牲者の慰霊碑と考えられている。この慰霊碑は、海岸から直線距離で7~8km、標高15mほどの古城川中流域にある伊満福寺付近まで津波が広く押し寄せたという古文書(焼失して現存しない)や地域住民の伝承から、当初伊満福寺境内に建立されてあったが、後に現在の位置(上流域の時雨付近; 標高30mほど)に移設されと考えられる。また、時雨より上流にある古城神社には津波によって運ばれてきた流木が御神体として祀られている。

一方、古城川の中流域から上流域は多くのため池が構築されているものの、江戸時代初期から存在したという証拠の残るため池は現在のところ見つかっていない。このうちの一つのため池において津波堆積物の採取を目的とした調査を行ったが、沖積粘性土中に津波堆積物と考えられる砂層は見つかっていない。

古城川は沖積低地に発達した蛇行河川であったが、昭和40年代に河川改修が行われ、多くのショートカット部により河道は大きく短縮されている。そして、切離された蛇行部には農地整備による盛土が施工され水田がつくられている。河川改修前の地形図(1/2,500)を見ると大きく蛇行した部分の滑走斜面側に荒地の記号があり、湿地であったことが推察される。この以前は荒地(湿地)で現在は水田になっている箇所において実施された調査ボーリングの柱状図やコア写真をみると、盛土(水田構築のための客土)の下位に黒灰色の有機質土(ピート; 湿地堆積物)があり、灰白色の砂層が挟まれている可能性があることが判明した。よって、この灰白色の砂層は350年前の津波(津波記念碑等に伝承が残る外所地震によって生じた津波)によって海岸部から運搬され堆積した砂層(津波堆積物)である可能性があるといえる。

今後、このボーリングデータの地点や他の蛇行部の湿地が盛土により水田になっている箇所において津波堆積物調査を行う予定である。

また、宮崎県北部では、外所地震の45年後に起きた宝永地震(1707年、南海トラフ巨大地震)時に生じた津波災害の記録(古文書)が多く残されている。しかし、宮崎市周辺では外所地震後に村落の集団移住(高台移転等)が実施されるなど津波対策が施されたこともあって宝永地震時の津波災害記録はあまり残されていない。また、県南の日南市南郷町では、外所地震時にも宝永地震時にも津波が発生し、いずれの津波も当時の防潮堤であった松田堰堤を越えたという記録が残されている。現在、松田堰堤跡は沖積低地中に存在するためこの防潮堤跡(堰堤跡)周辺でも津波堆積物が存在する可能性があるといえる。

キーワード: 津波堆積物, 日向灘地震, 宝永地震, 南海トラフ巨大地震

Keywords: tsunami deposits, Hyuga Nada earthquake, Hoen earthquake, Nankai Trough massive earthquake

## Google Earth 画像から判読した利根川下流低地の液状化分布および微地形，土地履歴との比較

### Comparison of distribution of liquefaction in the Tone River lowland by using Google Earth images with the microtopograp

石原 武志<sup>1\*</sup>, 水野 清秀<sup>1</sup>

Takeshi Ishihara<sup>1\*</sup>, Kiyohide Mizuno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>産総研

<sup>1</sup>AIST

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震によって、利根川下流低地では広範囲にわたって液状化現象が発生し多くの被害が出た。液状化が発生した地域の中には、既存の液状化ハザードマップで発生危険度が低いと判定された領域も含まれていた(小荒井ほか, 2011; 宇根ほか, 2012 など)。また、液状化した地域は将来の地震で再液状化する可能性も指摘されている(若松, 2012)。今後、地震に対する液状化予測と対策を講じる上で、東北地方太平洋沖地震によって生じた利根川下流低地の液状化分布を網羅するとともに、微地形や土地履歴を調査し、液状化を起こしやすい地形・地質特性を明らかにすることが不可欠である。

利根川下流低地では、これまでに詳細な現地調査にもとづく液状化分布および被害の把握と、微地形条件の検討が多数行われてきた(青山・小山, 2011; 長谷川ほか, 2011; 関東地方整備局・地盤工学会, 2011, 小荒井ほか, 2011 など)。しかし、調査地が特定の地域に偏っていることが多く、利根川下流低地全体で液状化分布の実態が十分明らかにされたとは言いがたい。また、震災発生から約2年が経過し、土地改良によって現地の液状化の痕跡の多くは失われてしまっている。そこで本研究では、利根川下流低地の液状化発生地点の分布を2011年3月29日に取得されたGoogle Earth画像から読み取った。Google Earth画像では噴砂や亀裂を確認できることから、これらが認められる地域を液状化地域と見なした。既存の調査報告がある地域に関してはそれらも参照し、ArcGISを用いて液状化分布図を作成した。また、空中写真、迅速測図、治水地形分類図を用いて利根川下流低地の微地形分類を行い、液状化発生分布と微地形、土地履歴の対応関係について検討した。

液状化の特に激しい地域は旧河道や宅地化された干拓地で、既存の調査報告とも概ね一致する。また、旧河道沿いでは内岸部も激しく液状化しており、横利根川沿いや常陸利根川沿いでも同様の傾向が見られた。これらの内岸部ではポイントバーが液状化している可能性が考えられる。一方、干拓地のうち、潮来市前川地区北東部や香取市市和田地区、稲敷市本新地区など、水田化された地域ではほとんど液状化していない。香取市や潮来市の旧市街地がのる砂州上でも、液状化はほとんど認められない。後背湿地では塊状や水路状に噴砂が認められた。これらの多くは、迅速測図の水路や湖沼の領域と一致するが、迅速測図で水域でない地点でもスポット的あるいは細長い水路状に噴砂が追跡できるところが確認された。

キーワード: Google Earth, 液状化, 微地形, 土地履歴, 利根川下流低地, 東北地方太平洋沖地震

Keywords: Google Earth, liquefaction, microtopography, land history, Tone River lowland, 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

## 東北地方太平洋沖地震による宮城県北部における液状化被害と地形条件，土地履歴との関係

### Geomorphic condition of the liquefaction sites in the northern part of Miyagi prefecture during the Tohoku earthquake

青山 雅史<sup>1\*</sup>

Masafumi Aoyama<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 一般財団法人日本地図センター

<sup>1</sup> Japan Map Center

2011年東北地方太平洋沖地震により，東北地方と関東地方の広範囲において地盤の液状化による被害が生じた。関東地方における液状化被害に関しては詳細な調査・研究がなされているが，震源に近い東北地方における液状化被害に関する調査・研究は比較的少なく，液状化発生地点の詳細は明らかでない。本研究では，震度5強から6強の揺れが観測された宮城県北部の平野部（大崎平野，仙北平野）を調査対象地域とし，地盤の液状化の発生を示す確実な証拠となる噴砂のほか，液状化に起因すると推測される構造物被害の分布を明らかにした。また，噴砂の発生地点やそれらの構造物被害（特に，マンホールの浮き上がり被害）と地形条件・土地の履歴との関係を検討した。

噴砂発生地点の分布を明らかにするため，Google Earth 画像の判読をおこなった。Google Earth 画像の画像取得日は，2011年4月6日である。また，液状化に起因する構造物被害の分布を明らかにするため現地踏査をおこない，目視による観察に基づいて被害発生地点のマッピング，被害形態の記載をおこなった。現地踏査は2011年6月～2012年9月におこなった。補足的に，Google マップのストリートビューを用いて，おもに市街地におけるマンホールの浮き上がり被害の確認・抽出もおこなった。液状化発生地点と地形条件や土地の履歴との関係を検討するため，液状化発生地点について，治水地形分類図や土地条件図，旧版地形図などとの重ね合わせをGISを用いておこなった。

噴砂は，鳴瀬川，江合川，迫川，旧迫川，北上川などの河川の旧河道や自然堤防（蛇行州）において，多数生じていた領域がみられた。しかし，多量の噴砂が高密度で生じた利根川下流域旧河道と比較すると，本調査地域旧河道の噴砂発生地点数は少なく，利根川下流域の旧河道・旧湖沼のような一定の面積にわたって高密度（連続的）に噴砂が発生した領域はみられなかった。仙北平野には，利根川下流域と同様にかつて多くの湖沼が存在したが，その多くは利根川下流域で多くおこなわれたような埋め立てではなく，昭和前期の干拓事業により陸域化し，農耕地へと変化した。そのような旧湖沼の干拓地では，噴砂の発生数は少なかった。また，登米市内の北上川と迫川に挟まれた地域（北上川現河道の右岸側）には，1600年代初頭までの北上川の河道であった帯状の領域（旧河道）が連続的に存在するが，噴砂が生じていた地点はその一部の領域のみであった。この旧河道の一部には，昭和30年代まで湖沼として水域が存在し，その後の干拓によって陸域化した領域もみられる。これらのことから，本調査地域では，埋め立てや盛土などにより人為的に形成された形成年代の新しい緩い砂質土盤が浅層部に存在する領域が少ないことが，液状化発生地点数が利根川下流低地よりも少なかった要因の一つとして考えられる。本調査地域の噴砂は，上記の河川沿いの高水敷，氾濫平野，段丘や，大崎平野西部の田川，渋川沿いの氾濫平野上などにおいても生じていた。

液状化に起因すると推測される構造物被害としては，鳴瀬川や江合川の河川堤防の崩落・沈下・亀裂，建物周辺地盤の沈下，マンホールや浄化槽などの地中埋設物の浮き上がりなどが多くみられた。建物被害に関しては，沈下・傾斜といった大きな被害の発生数は比較的少なかったが，建物周辺地盤の沈下による抜け上がりが，大崎市古川地区や登米市佐沼地区などの氾濫平野上に位置する1980年代以降の比較的新しい時期に造成された地域において多くみられた。マンホールの浮き上がり被害は，表層地盤がおもに砂質土からなる自然堤防と，粘性土が卓越する氾濫平野（後背湿地）のどちらにおいても生じていた。しかし，マンホールの浮き上がり量は，自然堤防上の地点ではほとんどが20cm以下であったのに対し，氾濫平野上では20cm以上であった地点も多くみられた。その中でも，泥炭地盤においては，50cm以上の浮き上がり量を示した地点が多数みられた。また，マンホールの浮き上がり量の大きい泥炭地盤では，マンホール周辺の自然地盤における噴砂は確認されなかった。このようなマンホールの浮き上がり量と地形・地質条件との関係に関する傾向は，1993年釧路沖地震以降，2003年十勝沖地震や2004年新潟県中越地震など，複数の地震発生時において確認されており，今回調査地域で生じたマンホールの浮き上がり被害もそれらの地震発生時と同様に，埋め戻し土の液状化に起因して生じたことが示唆される。

キーワード: 液状化, 噴砂, マンホールの浮き上がり, 地形条件, 宮城県北部, 東北地方太平洋沖地震

Keywords: liquefaction, sand boiling, uplift of sewage manhole, micro-topography, northern part of Miyagi prefecture, 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

## 災害事例データベース構築のための自然災害分類の検討 Classification of natural hazards for Japanese events database

内山 庄一郎<sup>1\*</sup>, 鈴木 比奈子<sup>1</sup>, 堀田 弥生<sup>1</sup>, 白田 裕一郎<sup>1</sup>  
Shoichiro Uchiyama<sup>1\*</sup>, Hinako Suzuki<sup>1</sup>, Yayoi Hotta<sup>1</sup>, Yuichiro Usuda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人防災科学技術研究所

<sup>1</sup> National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

防災科学技術研究所では、過去の自然災害の履歴を網羅的に収集したデータベースを構築している。このような情報は、地域の災害リスクをより正確に把握し対策を立てるうえで重要だが、現状では質、量ともに十分なデータが利用可能な状態とはいえない。このデータベースでは、自然災害の事例を全国の地方自治体が発行する地域防災計画から抽出した。現在まで、国内の約4割の地方自治体について、過去1,330年間の約34,000件の事例を収集し、データベース化を行った。ここでは、災害の履歴をデータベースとして格納する際に適用した災害種類の分類について議論したい。

自然災害の種類を、大分類として5項目、小分類を25項目に分類した。また、古い災害では、現在では使われない多様な災害種の呼称が用いられている。これらの古い語彙が、どの災害種に分類されるべきかの対照表を作成した。以下に詳細を述べる。

大分類では自然災害を、1)地震、2)火山、3)風水害、4)斜面災害、5)雪氷災害の5種に分類した。対象は自然災害のみとし、火災や事故などは含めないこととした。また、気象災害(干ばつ、冷害など)は除外することとした。これらは現代においてほぼ克服されており、現在の災害脆弱性を考慮するうえでは除外しても問題がないと考えたためである。

小分類は、次のように分類した。1)地震は、地震、津波、遠地津波の3項目、2)火山は、噴火、溶岩流、火砕流、泥流、降灰、噴煙、噴石、噴気・ガスの8項目、3)風水害は、洪水、大雨、高潮、台風、竜巻の6項目、4)斜面災害は、表層崩壊、土石流、斜面崩壊、地すべり、落石・落盤の5項目、5)雪氷災害は、大雪、雪崩、融雪の3項目、上記の合計25項目とした。津波発生原因のほとんどは地震であるため、津波は地震災害の中に分類した。

データベース入力の際は、ここで設定した災害種を複数入力することによって、マルチハザードの災害事例を表現することも可能である。また、災害種類の表記は、その時代や災害資料の執筆者、発行機関によって様々であるため、データベース入力時にはガイドが必要となる。そこで、出典資料における災害種別に関する表記の記述例を収集し、上述の災害種類との対照表を作成した。

災害の種類は、自然災害が人間社会に与えるインパクトを計る際の主要なファクターの一つとなるため、この分類は重要である。様々な災害分野において広く議論を行い、最適な分類を検討したい。

キーワード: 自然災害, 分類, 災害事例, データベース

Keywords: Natural hazards, Classification of types, Natural hazard events, Database

## 東京都市圏における水害リスク評価手法の開発 Methodology for flood risk assessment in Tokyo metropolitan area

平野 淳平<sup>1\*</sup>, 大楽 浩司<sup>1</sup>  
Junpei Hirano<sup>1\*</sup>, DAIRAKU koji<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所

<sup>1</sup> National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

多くの人口と資産が低平地に集中的に分布する東京都市圏では、一度水害が発生すると甚大な被害が生じる可能性がある。特に、人為的影響に起因する地球温暖化に伴って豪雨頻度や降水量が今後増大する可能性があるため、将来生じうる気候変動の影響に対処可能な新たな科学的知見にもとづく水害リスク評価手法の開発が必要である。本研究は東京都市圏を対象として水害脆弱性とその地域性を定量的に評価できる新たな水害リスク評価手法を開発した。水害リスク評価のための基礎資料として国交省河川局により発行されている「水害統計」に記載された市町村単位の被害額、被災世帯数等のデータを1961年～2008年について電子化し解析に使用した。また、都道府県毎の資産価値を国勢調査等のデータにもとづいて算出し、罹災件数と1件あたりの平均的な被害額の積から被害額を推定する方法であるF-D法(Frequency-Damage method)にもとづいて都道府県別に水害被害額を算出した。算出された水害被害額と年超過確率との関係を表す水害リスクカーブを都道府県別に作成し、都道府県間での水害リスクの地域差について検討した。その結果、東京都市圏では、おおむね、東京都など県全体の資産額が大きい自治体で水害リスクが大きく、茨城県・千葉県など県全体の資産額が少ない自治体で水害リスクが低い傾向がみられた。しかし、埼玉県では相対的に資産額が少ないにもかかわらず水害の年超過確率は高く、一方、神奈川県では、県全体の資産額が多いが、水害の年超過確率は低く、都道府県間での水害リスクの相違は、資産額の大小だけでは説明できないことが判明した。このような地域性の要因を解明するために、各都道府県内における資産額と罹災率の空間分布の対応関係について検討した。その結果、資産額の割に水害リスクが大きい埼玉県では、県内において資産額と罹災率の高い地域が一致しているのに対して、資産額の割に水害リスクが大きい神奈川県では、資産額と罹災率の高い地域が異なっていることが判明した。この結果は、都道府県内における罹災率と資産額の空間分布の一致(不一致)が県全体の水害リスクの大きさを決定する重要な要因の一つであることを示唆している。

キーワード: 水害リスク, 東京都市圏, 地域性

Keywords: Flood risk, Tokyo metropolitan area

## 水勢を減衰させるための樹木の最適配置について Optimal design of tree location for fluid flow power reduction

竿本 英貴<sup>1\*</sup>  
Hidetaka Saomoto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター

<sup>1</sup> NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震をうけて、津波に対する防潮林の効果(例えば首藤, 1985)に関する知見や研究がますます重要となってきた。津波の水勢を防潮林が減衰させる効果については、これまでに研究されてきてはいるものの、樹木群を通過する水の流れ場を定量的に把握した上で、樹木を効果的に配置するという段階にはいたっていない。

今回の発表では、遺伝的アルゴリズムと格子ボルツマン法に基づく流体解析コードを連結したシステムを用いて、水勢を減衰させるための効果的な樹木配置について検討した事例を報告する。遺伝的アルゴリズムは、評価関数の評価回数(ここでは流れ場を解く回数に相当)が多くなることが知られているが、今回は流体解析に Graphics Processing Unit(GPU)を援用することで計算の高速化を行い、十分実用的な時間で最適化解析ができるように工夫した。樹木群を通過した後の後流部において流れの運動エネルギーの積分値を最小化する場合と、後流部で流れの散逸関数の積分値を最大化する場合の2ケースについて樹木の最適配置を検討した。

結果、散逸関数を最大化するケースの方が効率的であり、ランダムに樹木を配置した場合の4から5倍程度のエネルギー散逸効果が得られた。このことから、水勢を減衰させる樹木の配置方法としては、流れを制御することで散逸を最大化するという方針も検討して行く必要があると考えられる。

キーワード: 樹木, 流体, 最適化, 遺伝的アルゴリズム, 格子ボルツマン法, GPGPU  
Keywords: tree, fluid, optimization, genetic algorithm, LBM, GPGPU