

## 液状化ハザードマップの現状と課題

### Present situation and problems of liquefaction hazard maps

\*宇根 寛<sup>1</sup>、中埜 貴元<sup>1</sup>、田中 海晴<sup>2</sup>、安藤 竜介<sup>3</sup>、米川 直志<sup>4</sup>

\*Hiroshi Une<sup>1</sup>, Takayuki Nakano<sup>1</sup>, Miharu Tanaka<sup>2</sup>, Ryusuke Ando<sup>3</sup>, Naoyuki Yonekawa<sup>4</sup>

1. 国土地理院、2. 東北大学、3. 大阪大学、4. 千葉科学大学

1. Geospatial Information Authority of Japan, 2. Tohoku Univ., 3. Osaka Univ., 4. Chiba Institute of Science

全国の自治体がインターネットに公表している液状化ハザードマップを収集し、表示項目や評価の根拠とした情報などを抽出、類型化して、その特徴を明らかにするとともに、土地条件図等と照合して液状化等の評価に問題がある可能性のある事例を抽出し、液状化ハザードマップの整備に関する課題を整理した。

国土交通省ハザードマップポータルサイトによると、液状化に関するハザードマップが整備されている市町村（2014年4月調査）は全国1,718市町村のうち317市町村（約15%）である。整備率は都道府県ごとにばらつきが大きく、整備率の高い県は県によるなんらかの指導が行われていることが伺われる。ほとんどのマップが液状化危険度、液状化の可能性、液状化しやすさ、といった表現で液状化リスクを3～5段階で評価し表示していた。そのうち17%は評価の基準としたPL値を表示しており、中にはPL値を8段階で表示しているものもあった。ハザード評価の単位は、12%がポリゴン、87%がメッシュで、そのうち41%は250mメッシュ、37%が50mメッシュであった。評価の主な情報源としては、34%が地形分類データ、27%がボーリングデータ、40%が双方併用で、中部以東の東日本では地形分類を用いている割合が高い。液状化リスク以外の表示項目に関しては、緊急輸送道路、市町村役場、消防署、警察等の防災関係機関、病院、避難所などが多い。北海道と中部以西では液状化リスク評価のみの表示が多いのに対し、北陸、関東、東北では表示項目が多く、発災後の利用をより強く意識している。

集計を行う過程で、土地条件図等と照合し、地形発達等の観点から評価に問題がある可能性のあるマップを抽出した。その結果、次のような事例があることがわかった。

- ・評価が土地条件や土地の履歴と全く対応しないもの。
- ・同様の土地条件をもつと思われる一連の地域の一部に同心円状に危険度評価が異なる地域が点在するもの。
- ・意味不明の不連続線で評価が変わるもの。
- ・人工改変地の解釈に問題があると思われるもの。

液状化ハザードマップの整備率が高くないこと、液状化リスク評価や表示内容にばらつきが大きいこと、土地条件の観点から疑問のある評価がみられることの原因のひとつは、整備を担当する市町村に対する適切なマニュアルが提供されていないことであると考えられる。既存のマップの多くは「液状化地域ゾーニングマニュアル」（国土庁、1999）を参考にして作成されているが、ボーリングデータによる評価と地形分類による評価との統合、調整方法や、地形分類や人工改変地の解釈等の説明が十分ではなく、また、液状化リスクについてはその後の事例を踏まえた新たな評価手法が提案されている（中埜ほか、2015など）ほか、評価単位とするメッシュが250mを前提とするなど、最近の技術動向の観点からも新たなマニュアルの整備、提供を行う必要があると思われる。

キーワード：液状化ハザードマップ、土地条件、ハザードマップ作成マニュアル

Keywords: liquefaction hazard map, land condition, manual for creation of hazard map

## 標準貫入試験による液状化判定について

### About the liquefaction judgment by the standard penetration test

\*木村 英人

\*Hideto Kimura

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震およびその最大余震によって地層の液状化・流動化現象(以下液流動化),地波現象が発生した.この地震によって沿岸地域だけでなく内陸部においても盛土・埋土の液流動化が認められた.この震災以降,特に建築ボーリングの現場において標準貫入試験と貫入試験試料を用いた簡易液状化判定が再燃している.また,この震災では液流動化は海岸部で発生するものと思われていたイメージを覆して,内陸部の河川や湖沼跡の盛土・埋土で発生した事から,一般市民レベルにおいて,自分が現在住んでいる土地の地質状況や液流動化の危険度について関心が高まった.現在,国土交通省をはじめ自治体単位でWEB上でのボーリングデータの無償公開をしており,全国津々浦々とまではいかないが,インターネット環境があれば閲覧できるようになっている.また,中央開発株式会社のホームページ上ではボーリング柱状図作成ソフト,断面図作成ソフト,液状化簡易判定ソフトを無償ダウンロードして一般個人レベルで利用可能となっている.2011年4月に実施した液状化・流動化地における連続貫入試験データを用いて,この液状化簡易判定ソフトによる判定結果を連続貫入試験時と標準貫入試験を実施していた場合に分けて判定した.本ソフトは土質に関する定数が,土質に応じて既定値として予め設定されているため,土質試験を行ってなくても計算が可能である点が優れている.2016年の本大会でも指摘した事であるが,N値の観点からでも標準貫入試験を実施していた場合は非常に緩くなった砂層を見逃していた事が分かる.これを液状化判定すると,液状化の有無に関してはどちらのケースにおいてもNG判定ができるが,連続貫入試験の場合の方が数値が大きくなるため,過小評価される事が分かる.ただし,液流動化地におけるN値実施については,非液流動化層に達するまでは自動落下装置は使用すべきではない.これは,自動落下装置の重量が約13.5kgあるため,適切なN値が得られないからである.今回のケースではNG判定となったが,既存の液状化判定結果について,過小評価している可能性を考える必要がある.

キーワード：標準貫入試験、連続貫入試験、液状化判定、液流動化

Keywords: standard penetration test, consecutive penetration test, liquefaction judgment, liquefaction-fluidization

## 東北地方太平洋沖地震による三陸海岸での津波被害区分と地形・土地利用との関連

The relationship between tsunami damage by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake and geographical condition such as landform classification and land use on Sanriku Coast.

菅原 一希<sup>1</sup>、\*小荒井 衛<sup>1</sup>

Kazuki Sugawara<sup>1</sup>, \*Mamoru Koarai<sup>1</sup>

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース

1. Earth Science course, College of Science, Ibaraki University

東北地方太平洋沖地震によって引き起こされた津波によって、東北地方の太平洋沿岸では甚大な被害が発生した。先行研究として、小荒井ほか（2011、2014）は、津波浸水域を被害度によって区分し、それを地形分類、土地利用や浸水深と重ね合わせ、津波被害度と浸水深、地形や土地利用との関係性を解析している。しかし、その研究では砂浜海岸である仙台平野、石巻平野に限って解析しており、被害が甚大であったリアス式海岸の三陸沿岸については研究がなされていない。本研究では三陸沿岸において先行研究と同様の重ね合わせ解析を行い、砂浜海岸との比較を行った。

三陸海岸において被害が顕著だった16の地域を取り上げた。空中写真判読と現地調査により被害度区分と地形分類を行った。それらのデータと国土数値情報100mメッシュ土地利用データ、地震後の航空レーザ測量による詳細地形データ（DEM）、国土地理院計測の浸水深データなどと地理情報システムで重ね合わせ解析を行った。

解析した地域について、壊滅的被害域である流出域（Rank1）が内陸の奥まで認められる地域（陸前高田、大槌など）は、海岸線での浸水深は10m以上であったのに対し、被害度区分が内陸に行くほど明瞭に低下している地域（大船渡、釜石、宮古など）では、海岸線での浸水深は約8m前後であった。地域における被害の様相の違いについては、流入する波高が影響していると考えられる。

被害度ランク境界の海岸線からの距離については、多くの地域が海岸線から約500mの範囲が流出域（Rank1）となっているのに対し、壊滅的被害地域であった陸前高田などでは海岸線から約1~1.5kmまでが流出域（Rank1）となっている。仙台平野や石巻平野で認められた、海岸沿いの土地利用の違いにより後背地の被害状況に変化があったという傾向は、今回の地域では認められなかった。内陸に行くほど段階的に被害が軽減している地域については、人工的構造物の高まりや水路などによる被害度の軽減が認められた。また、被害度区分と浸水深との関係は、流出域（Rank1）と破壊域（Rank2）との境界では浸水深が約4m程度で、破壊域（Rank2）と浸水域（Rank3）の境界については浸水深約1.5m程度で、先行研究と同様の結果であった。

キーワード：津波被害、地形分類、土地利用

Keywords: Tsunami damage, landform classification, land use

## Reconstruction of Aceh Paleotsunami Aceh Base on Science, history and interview.

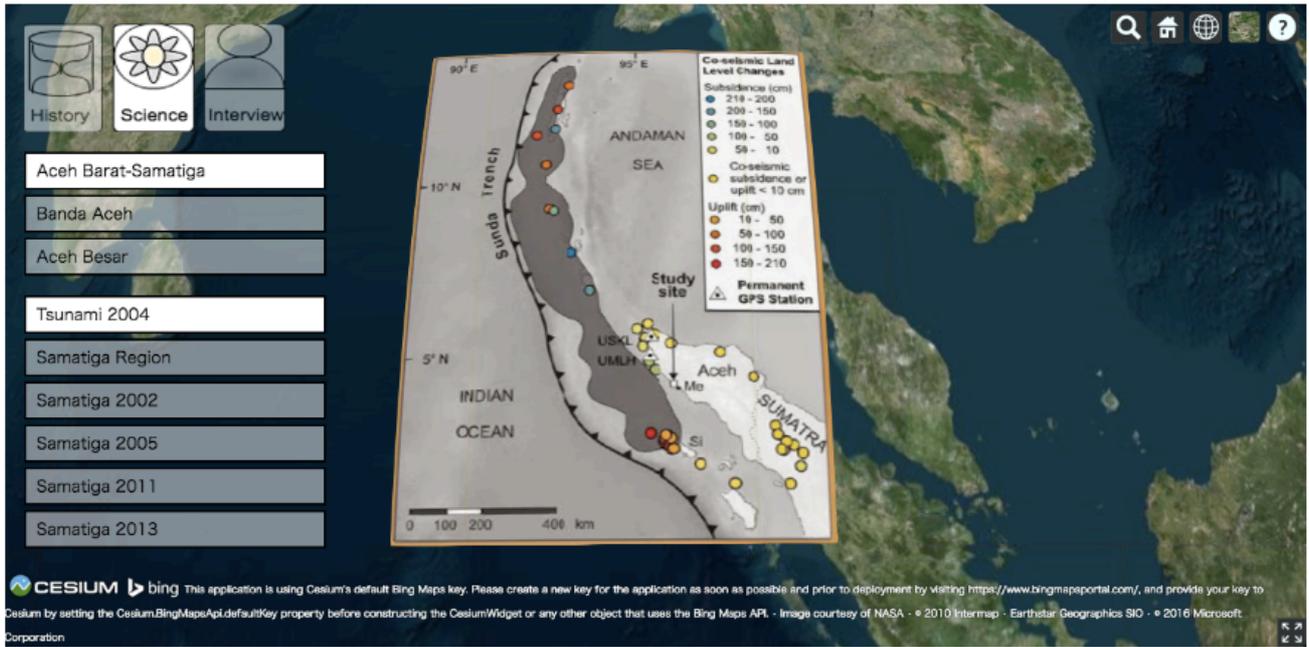
\*Nurjanah Jane<sup>1</sup>, Hidenori Watanave<sup>1</sup>, Ichiko Taro<sup>1</sup>

1. Tokyo Metropolitan University

*The Indian Ocean tsunami of 2004 is one of the biggest catastrophe of the last 100 years and has resulted in damaged infrastructure, loss of individual properties and environmental destruction in many coastal areas around the Indian Ocean region. And the death toll from the tsunami is estimated at more than 200,000 person with countless casualties. Moreover, scholar believe that the 2004 tsunami was simply one of many to have swept through in Aceh`s history. As such, there exists a body of local knowledge regarding these past tsunamis and earthquakes. The preservation and communication of this knowledge between generations has not, unfortunately, been prioritized. As such, there is a major information gap in most of the Aceh region resulting from the lack of continuity of this local historical knowledge. Had it been more widespread, this knowledge could have played a crucial role the 2004 tsunami, and it could be equally important for mitigating the risk in future disasters. Today, there are several ways to uncover the past tsunamis record of Aceh. One of them is paleotsunami, which combines a historical and scientific approach to create a record of the tsunami-history of a place. With paleotsunami, scientists can access the tsunami history of Aceh over thousand of years, i.e. by using carbon dating on tsunami sediment deposits, scientists can record a history of tsunami since the prehistoric period around 5000 years ago. When the tsunami causes sea water to flow inland, it creates horizontal sediment deposits, typically comprised of offshore and beach sand. These tsunami deposit act as geological evidence, which can be analysed using carbon dating to determine when the historical tsunami events occurred. Coastal geomorphology records can also detect past tsunami events by examining the evolution of the beach as an indication of past disturbances potentially caused by tsunamis. A third way to reconstruct the tsunami history of Aceh is through a historical approach. Ancient literature and personal prose manuscripts can provide written evidence of tsunami occurrences since 1000 years ago. By integrating paleotsunami with historical and scientific approaches, scientists can ensure more complete and precise records of tsunami occurrences in Aceh. In the future, develop Aceh Paleotsunami Digital Archive in the open data source platform is one of the ways to augment information regarding past disasters for the sake of higher quality global natural disaster information.*

Keywords: paleotsunami, gap information, Disaster Risk Reduction, global information, digital archive

# Aceh Paleotsunami



## 静岡県沿岸平野における都市域拡大に伴う津波災害リスクの増大と地形認識の重要性

### Increase of Tsunami risk on coastal areas in Shizuoka Prefecture associated with decadal urban area expansion and importance of public understanding of geomorphology.

\*佐藤 和也<sup>1</sup>、須貝 俊彦<sup>1</sup>

\*Kazuya Sato<sup>1</sup>, Toshihiko Sugai<sup>1</sup>

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻

1. Department of Natural Environmental Studies, Institute of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo

南海トラフ沿いでは、90～150年の間隔で海溝型地震が繰り返し発生しており、昭和東南海地震や昭和南海地震の発生から70年以上経過している。このため、東南海沿岸地域では、南海トラフ巨大地震津波への対応が喫緊の課題となっている(静岡県, 2013)。なかでも、静岡県沿岸地域は、太平洋ベルト地帯を構成し、過去70年間で急速に開発が進んできたため、開発に伴う災害リスクの増大が懸念される。

本研究は、静岡県の代表的な浜堤平野である、浜松低地、清水低地、浮島ヶ原低地を対象として、人口集中地区(DID)の時間変化と地形条件の関係を明らかにし、それに伴う津波災害リスクの変化について考察することを目的とした。本研究では、地形条件として、空中写真判読に基づき作成した地形分類図と数値標高モデル(DEM)を使用した。都市域拡大の指標として、1960年から2005年までの15年ごとのDIDデータを使用した。災害脆弱性の高い被害対象の指標として、小中高等学校の立地年代と場所に注目した。津波浸水の指標として、安政東海地震推定津波浸水域(静岡県, 2001)、南海トラフ地震想定津波浸水域(静岡県, 2013)を使用した。上記の各データをGIS上で重ね合わせ、解析を行った。

地形条件とDID拡大過程の関係を検討した結果、以下の2パターンが認められた。(A)まず、砂州上の比較的大きな集落がDIDに指定され、次に、主に砂州上でDIDが拡大し、さらに砂州に隣接する後背湿地や扇状地、丘陵地などへDIDが拡大する。(B)浜堤平野外に立地する都市からの影響が及び、都市に近接する平野縁域からDIDが広がる。清水ではA、浮島ヶ原ではB、浜松ではA、Bの両方がそれぞれ認められた。

安政東海地震推定津波浸水域・南海トラフ地震想定津波浸水域と1960, 75, 90, 2005年のDIDとを比較した結果、浸水域となるDIDの面積(以下、浸水DIDと略記)は、3地域とも経年的に増加することが明らかとなった。より詳細に見ると、清水では、1960年までに低地の開発が進み、浸水DIDが広がっていた。その後、開発は主に丘陵地に移ったため、浸水DIDの増加は鈍化した。浜松では、1960年以降、浸水DIDが拡大し続けている。浮島ヶ原では、1975年に浸水DIDが発生し、それ以降増加しているが、津波浸水域面積は3地域で最少と推定されていて、浸水DIDの絶対面積は狭い。

各地域における安政東海地震推定津波浸水域・南海トラフ地震想定津波浸水域と学校の立地を比較した結果、浜松では安政東海地震津波で5校、南海トラフ地震津波で9校、清水では安政東海地震津波で3校、南海トラフ地震津波で5校が浸水域内に立地することが明らかになった。特に、清水では、安政東海地震津波で浸水する3校、南海トラフ地震津波で浸水する5校がすべて小学校であり、津波災害に対し脆弱であると考えられる。

上記の3つの浜堤平野では、砂州は、周辺の後背湿地よりも数～10 m高い。① 同平野における南海トラフ地震想定津波高が数～十数m程度であることと、② 浸水深が2 mを超えると建物の流出率が急上昇すること(林ほか, 2013など)を合わせて考えると、砂州と後背湿地の間に存在する数～10 mの比高は、津波被害軽減のために極めて重要な意味を持つ。砂州は、縁辺部を除けば一般に後背湿地よりも地盤条件が良いことに加えて、海岸線にほぼ並行して弧状ないし直線上に発達するため、分布の広がりイメージしやすい。海岸線から高台まで距離がある(奥行きがある)浜堤平野では、効果的な津波防災のために、① 全住民が砂州を中心とし

た地形認識を共有し、② 長期的には、想定津波浸水域に立地する災害脆弱施設（小学校を含む）の砂州への移転などを目指した砂州の再開発を検討すべきであろう。

#### 引用文献

- UNDP:2012 「Reducing Disaster Risk, A Challenge for Development」、  
静岡県：2001 「第3次地震被害想定」  
静岡県：2013 「第4次地震被害想定」  
林里美・成田裕也・越村俊一：2013 「東日本大震災における建物被害データと数値解析の統合による津波被害関数」

キーワード：津波、沿岸平野、人口集中地区、地形条件、災害リスク

Keywords: tsunami, coastal plain, Densely Inhabited District, geomorphology, disaster risk

# 北丹後地震における全壊家屋一犠牲者比率からみる地表地震断層近傍の人的被害について

## Fatalities for completely destrpyed houses ratio in the vicitnity of the surface faults associated with the 1927 Kita-Tango earthquake

角野 大河<sup>2</sup>、\*松多 信尚<sup>1</sup>

Taiga Kadono<sup>2</sup>, \*Nobuhisa Matsuta<sup>1</sup>

1. 岡山大学大学院教育学研究科、2. 岡山大学教育学部

1. Okayama University Graduate School of Education, 2. Okayama university Faculty of Education

内陸直下型地震の場合地表地震断層近傍に被害が集中する傾向になることは以前より指摘されている。しかし、地表地震断層が出現したときにその近傍に地震計が設置されている可能性は低く、地震後の余震では一般に地表地震断層は出現しないので地表地震断層出現時特有の現象についての説明は十分に行われていない。建物などの人工物が倒潰する現象が同じであっても、それがどのような経緯で倒潰に至るのかは耐震対策を考える上で重要である。本研究では建物被害に至る経緯の違いが人的被害に差異をもたらすのではないかと考え、北丹後地震の人的被害と建物被害の差に着目して地表地震断層近傍で被害が集中する現象について論じる。

北丹後地震は、1927年（昭和2年）3月7日18時28分ごろに丹後半島基部で発生したマグニチュードは7.3の内陸直下型の地震である。死者2,898人、負傷者7,595人、全壊家屋4,899戸となっており、人的・建物の両方に建物倒壊および火災によって甚大な被害がもたらされた地震である（地震調査研究推進本部、2014）。この地震に伴って、共役断層である郷村断層帯と山田断層帯沿いに郷村断層の陸上部18km、山田断層8km程度の地表地震断層が出現した。

本研究では永浜（1929）の『丹後地震誌』による旧市町村および字単位の集計データと財団法人丹後震災記念館（1927）の『昭和二年奥丹後震災 遭難者名簿』に書かれた戸ごとにおける犠牲者数と住所データを用いて分析し、一部聞き取り調査を実施した。

分析には火災による被害が大きかった旧峰山町および旧市場町を対象外とした。その結果、被害が大きかった地区の一つである久美浜地区は地表地震断層からは距離が有り、軟弱地盤である特徴がある。ここでは全壊率とともに半壊率も高く、半壊の延長に全壊があったと考えられる。この地域での人的被害は相対的に小さい。それに対して、郷村断層沿いの各集落では、旧市町村の統計でも字ごとの統計でも地表地震断層に近いほど建物被害に対する人的被害の割合が高い傾向が認められる。この傾向は郷集落内における家屋ごとの分析でも認められ、地表地震断層から100m以内では顕著に被害が大きく200mを越えると被害が小さくなることが明らかとなった。断層沿いに被害が集中することは、地表地震断層にのみ認められ、山田断層沿いの地表地震断層が出現しなかった場所では認めることができない。これは地表地震断層が出現する際の加速度の変化などが衝撃的なダメージを建物に及ぼし瞬時に全壊したことを示唆している。

キーワード：北丹後地震、全壊家屋一犠牲者比率、地表地震断層

Keywords: the 1927 Kita-Tango earthquake, Fatalities for completely destrpyed houses ratio, surface rupture