

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^{1*}, 緒方一², 鈴木恵三³
Shigetoshi Goto^{1*}, Hajime Ogata², Keizou Suzuki³

¹九州土木設計コンサルタント,² 海洋計画,³ 南九州大学

¹Kyusyu Civil Engineering, ²Ocean Surveyors and Designers, ³Minami 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いたが、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^{1*}, 水野 清秀¹

Takeshi Ishihara^{1*}, Kiyohide Mizuno¹

¹産総研

¹AIST

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^{1*}

Masafumi Aoyama^{1*}

¹ 一般財団法人日本地図センター

¹ 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地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^{1*}, 鈴木 比奈子¹, 堀田 弥生¹, 白田 裕一郎¹
Shoichiro Uchiyama^{1*}, Hinako Suzuki¹, Yayoi Hotta¹, Yuichiro Usuda¹

¹ 独立行政法人防災科学技術研究所

¹ 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^{1*}, 大楽 浩司¹
Junpei Hirano^{1*}, DAIRAKU koji¹

¹ 防災科学技術研究所

¹ 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^{1*}
Hidetaka Saomoto^{1*}

¹ 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター

¹NATIONAL 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