

空中写真の実体視判読に基づく2011年東北地方太平洋沖地震の津波浸水域認定の根拠

Detection criteria for tsunami-inundation area of the Tohoku earthquake, based on air-photo stereo-pair interpretation

日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム¹, 杉戸 信彦^{2*}

Tsunami Damage Mapping Team, Association of Japanese Geographers¹, SUGITO, Nobuhiko^{2*}

¹なし, ²名古屋大

¹None, ²Nagoya Univ.

1) はじめに

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の直後に撮影された空中写真は、沿岸部の広大かつ甚大な津波被害をはっきりと捉えている。

本発表では、空中写真の実体視判読に基づく「1:25,000 津波被災マップ」(日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム, 2011, <http://www.ajg.or.jp/disaster/201103-Tohoku-eq.html>)をもとに、浸水域認定の根拠と注意点、問題点を述べ、浸水域認定の妥当性について検討する。

津波浸水域の認定は、地震後撮影の空中写真の実体視判読を、微地形や標高、地形発達史、土地利用、土地条件、また人工構造物などを直接確認しつつ津波の流動コースを考慮して実施することで、概ね可能である。画面上で空中写真データを拡大しての実体視判読も重要である。地震前に撮影された空中写真との比較も浸水域認定に役立つ。

しかしこれまで、このことはほとんど明示されてこなかった。今回の検討が、将来の被害津波の折、浸水域の迅速な把握に役立てば幸いである。なお「津波被災マップ」の作成過程等の詳細は別発表にゆずる。

2) 認定根拠

空中写真の実体視判読に基づく津波浸水域の主な認定根拠として、A. 耕作地や道路、駐車場、空き地等の色調変化(津波によって運搬されてきた砂や泥などの堆積物に覆われていると推定されるケースや津波襲来直後で地面が乾いていないと推定されるケース)、B. 津波で運ばれてきたと推定される稲藁や車両、破壊された家屋等の漂着物の存在、C. 津波の浸入に起因すると推定される耕作地の湛水、が挙げられる。

例として仙台市若林区荒井付近の浸水状況を述べる。浸水したと判断される範囲においては、耕作地や道路等の色調がそれ以外の範囲とは異なって明褐色を呈し、津波堆積物に覆われていると考えられる。同時に多くの耕作地に漂着物が認められ、かつほとんどの耕作地が湛水している。

漂着物の多くは各耕作地の西端に集積している。何波目の津波に起因するかは同定困難であるが、東から西に向かって津波が流れたと考えられる。現地における聞き取り調査によって、海岸線から西側へと浸入し仙台東部道路に達した津波がアンダーパスを抜けてその西側へと浸入したこと、および西側への浸入の勢いが比較的弱かったことが確認された。

荒井付近から北西方には集落群が発達している。土地条件図をみると、これらは氾濫平野上に立地しており、東側や南側には三角州がひろがっている。これらの集落は、色調変化や漂着物、湛水等が認められないため、浸水を免れたと判断される。このことは聞き取り調査によって確認された。集落南側の三角州における津波は、南北方向の水路をやや西に越えた付近でとまっているが、十呂盤の南西方では西へと帯状にのびて浸入している。東西方向の水路を逆流した津波がこの水路沿いに氾濫したと考えられる。

3) 注意点・問題点

平野部における浸水域の認定においては、水田の湛水の取り扱いや、噴砂による地盤変状との識別、堆積物の色調の地域性に注意する必要がある。

地震前後の空中写真の比較が必要な場合もある。例えば、浜堤上やそのすぐ内陸側はもともと風雨等で運搬されてきた堆積物が地表面を薄く覆っているところもある。漂着物なのか、もともとそこにあったものかを見分ける時にも地震前後の空中写真の比較が役立つ。家屋等が一見、地震前と変わっていないように見える場合でも、地震前後を比較して、位置や向きが津波によって変わっていることが判明する場合もある。

そのほか、家屋等の密集する都市域や分水界付近、堤外地における浸水域の認定においては、とくに注意深く判読を行う必要がある。

謝辞： 国土地理院には地震後撮影の高解像度航空写真のデータを提供いただいた。空中写真やデータ整理等においては名古屋大学・奈良大学・広島大学の大学院生・学生諸氏にお手伝いいただいた。

津波被災マップ作成チーム： 鈴木康弘(名古屋大)・石黒聡士(名古屋大)・碓井照子(奈良大)・内田主税(玉野総合コンサルタント株式会社)・宇根 寛(国土地理院)・海津正倫(奈良大)・熊原康博(群馬大)・後藤秀昭(広島大)・小岩直人(弘前大)・坂上寛之(株式会社ファルコン)・杉戸信彦(名古屋大)・田村賢哉(奈良大)・中田 高(広島大)・長

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



HSC24-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 15:30-17:00

谷川智則(玉野総合コンサルタント株式会社)・廣内大助(信州大)・堀 和明(名古屋大)・松多信尚(名古屋大)・宮城豊彦(東北学院大)・渡辺満久(東洋大)

キーワード: 津波, 地形, 空中写真, 実体視判読, 2011年3月11日東北地方太平洋沖地震

Keywords: tsunami, landform, air-photo, stereo-pair analysis, 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake

干渉 SAR のコヒーレンス変化から見る平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震に伴う液状化地域 Comparison between Liquefaction Area Associated with the 2011 Tohoku earthquake and Interferometric SAR Coherence Change

小林 知勝^{1*}, 飛田 幹男¹, 小荒井 衛¹, 乙井 康成¹, 中埜 貴元¹

KOBAYASHI, Tomokazu^{1*}, TOBITA, Mikio¹, KOARAI, Mamoru¹, Kosei Otoi¹, NAKANO, Takayuki¹

¹ 国土交通省国土地理院

¹ GSI of Japan

本研究は、液状化発生前後に撮像された SAR データを用いた干渉解析で干渉性が劣化した領域と液状化が発生した領域との比較を試みたものである。平成 23 年東北地方太平洋沖地震では、地震に伴う液状化現象が、千葉県や茨城県など関東地方を中心に数多く報告された。液状化がおきると、噴砂・噴礫・噴水などによる地表状態の変化や側方流動などによる地盤形状の変化により、干渉性は著しく失われると推測される。これまでも、SAR 干渉画像中の非干渉領域が地震に伴って発生した液状化の領域を示しているとの報告は幾つかあるが、これらの報告のほとんどは干渉画像内にみられる非干渉域(砂目模様)を液状化発生域とみなしている。しかし、干渉画像内の非干渉を指標にした液状化域の推定では、その土地固有の干渉性の悪さと液状化を原因とする干渉性の劣化とを区別することができず、誤った判読につながる可能性がある。そこで本研究では、干渉性の度合いを示すコヒーレンス値の変化量を利用して、干渉性が劣化した領域と現地調査により得られた液状化発生域との空間的対応を調べた。本報告では、液状化が広い範囲で発生し被害が大きかった利根川下流域と東京湾岸を調査範囲とした。

本研究では、液状化発生域の判読の指標に、コヒーレンス値の低下を利用した。液状化に伴う地表の散乱状態の変化に対応して、液状化発生前と後でコヒーレンスの低下が見られることが期待される。本解析では、地震前・地震前データペアの干渉処理から得たコヒーレンス画像と地震前・地震後のコヒーレンス画像を作成し、後者から前者のコヒーレンス値を差し引いた差画像を作成することで、コヒーレンス値が低下した領域を同定して現地調査による液状化域との比較を行った。現地調査の結果は、国土交通省関東地方整備局・地盤工学会(2011)によるものを用いた。本解析には、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の陸域観測技術衛星「だいち」の PALSAR データを使用した。利根川下流域の解析には path404 のデータを、東京湾岸沿いの解析には path405 のデータを用いた。干渉解析には東北地方太平洋沖地震の発生日をはさむ 2011/2/2-2011/3/20 及び 2011/2/19-2011/4/6 のデータペアをそれぞれ利用した。また、地震前(液状化発生前)の干渉性との比較を行うために、前述の解析ペアの直近となるペア 2010/12/28-2011/2/2 及び 2011/1/4-2011/2/19 の干渉解析を行った。

解析の結果、利根川下流域および東京湾岸とも、液状化発生が確認されている場所では、対応する領域でコヒーレンス値が低下しており、その範囲も現地調査による液状化範囲と概ね調和的であった。利根川下流域では、潮来市日の出、香取市佐原、稲敷市西代の広い領域でコヒーレンス値の低下が見られ、これら分布は現地調査で報告されている液状化範囲と良い一致が見られた。特に、潮来市日の出では、住宅地における液状化発生域の分布とコヒーレンス値の低下域とに高い空間的相関が見られた。東京湾沿岸では、浦安市から習志野市にかけてコヒーレンス値が低下する領域が帯状に広がっている。浦安市とその周辺では、首都高速湾岸線から海側で広くコヒーレンスの低下が見られた。一方、そのようなコヒーレンス低下が見られる沿岸部でも、東京ディズニーランドや港・高洲・明海、日の出地区の一部海側ではコヒーレンスに顕著な低下が見られなかった。これらの特徴は、現地調査で確認された液状化/非液状化範囲と調和的である。一方、千葉市の湾岸沿いの液状化発生域は地震発生前から干渉性が悪く、コヒーレンス値の変化から液状化域を判読することは困難であった。

謝辞:本研究で使用した「だいち」の PALSAR データの所有権は、宇宙航空研究開発機構及び経済産業省にあります。本研究で用いた PALSAR データは、衛星データを用いた地震・地盤変動データ流通及び解析グループ(地震 WG)を通じて提供を受けたもの、及び宇宙航空研究開発機構との共同研究協定に基づいて国土地理院が JAXA から購入したものを使用しています。この場を借りて、御礼申し上げます。

キーワード: 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震, 液状化, SAR 干渉解析, コヒーレンス低下

Keywords: the 2011 Tohoku earthquake, Liquefaction, InSAR, Coherence reduction

東北地方太平洋沖地震による利根川下流低地と宮城北部大崎平野における液状化被害分布と地形条件、土地履歴との関係 Consideration on the distribution of liquefied sites in relation to the micro-topography and land history

青山 雅史^{1*}, 小山 拓志²

AOYAMA, Masafumi^{1*}, KOYAMA, Takushi²

¹ 財団法人日本地図センター, ² 明治大学大学院文学研究科

¹ Japan Map Center, ² Graduate school of Meiji Univ.

東北地方太平洋沖地震では、東日本の広範囲にわたって液状化被害が生じた。また、既存の液状化ハザードマップでは液状化発生危険度の高い地域として図示されていなかった領域においても、液状化被害が多数発生した。一度液状化が生じた地点では、今後の地震によって再度液状化が生じやすいことが指摘されている。今後、より精度の高い有効な液状化ハザードマップを作成するためには、東北地方太平洋沖地震によって生じた液状化(被害)の分布を明らかにし、液状化発生地点の地形・地質的特徴を明らかにしていく必要がある。本研究では、東北地方太平洋沖地震により多数の液状化被害が発生した利根川下流低地と宮城県北部の大崎平野における液状化被害分布を明らかにし、液状化被害発生地点における微地形条件や土地履歴を検討した。

利根川下流低地に関しては、茨城県取手市から千葉県香取市佐原にかけての領域(利根川・小貝川流域)を調査対象地域とした。大崎平野は江合川や鳴瀬川などの河川によって形成された沖積平野であり、本研究では大崎市、美里町、涌谷町を調査対象地域とした。液状化被害分布は、自転車と徒歩による現地踏査と、Google Earth 画像の判読によって明らかにした。現地踏査で液状化被害と認定したものは、目視による観察に基づいたものである。現地踏査をおこなえなかった領域に関しては、他機関・研究者による調査報告も参考にした。液状化被害発生地点における地形条件に関しては、GISを用いて液状化被害分布と国土地理院発行治水地形分類図の重ね合わせをおこない、液状化被害発生地点と微地形との関係を検討した。また、一部の領域については、明治初期～中期に作成された地図である迅速測図(利根川下流低地のみ)や、明治後期以降に作成された旧版地形図なども用いて検討した。液状化被害発生地点における土地履歴に関しては、迅速測図、旧版地形図、文献調査などにより検討した。

利根川下流低地の調査対象地域では、構造物の沈下・傾斜、構造物周辺地盤の沈下(構造物の抜け上がり)、河川堤防の損傷、地下埋設物の浮き上がり、地盤・道路の変形、農耕地における多量の噴砂とその堆積などの液状化被害が多数発生した。それらの液状化被害のほぼ半数(49.3%)は、旧河道・旧湖沼といった過去の水部が陸域へと変化した領域において生じた。その土地履歴をみると、江戸期や明治期以降に実施された利根川・小貝川の河川改修工事により本流から分離した旧河道(三日月湖)や、洪水による破堤により形成された落掘起源の湖沼などが、1950~1970年にかけて利根川の浚渫土砂で埋め立てられて陸域化した領域が多い。その中には、小規模な河川(水路)や湖沼を埋め立てた小面積の領域もみられた。

大崎平野では、江合川、鳴瀬川、吉田川などの河川堤防において、堤防の基礎地盤および堤体内部での液状化発生により、堤防の崩落・沈下などの被害が多数発生したことが報告されている(国交省東北地方整備局, 2011)。それらの河川の旧河道では、噴砂、噴砂を伴う亀裂や地盤変状、貯水池護岸のはらみ出しなどが生じた。氾濫平野上に位置するJR古川駅周辺では、構造物の傾斜、構造物周辺地盤の沈下、地下埋設物の浮き上がり、地盤・道路の変形など、液状化に起因するとみられる構造物の被害が生じた。この地区以外においても、特に、氾濫平野(後背湿地)上に立地し、水田から住宅・商業地区へと変化した地域において、構造物の傾斜、構造物周辺地盤の沈下、地下埋設物の浮き上がりなど、液状化との関連が考えられる地盤被害が多くみられた。

以上のように、東北地方太平洋沖地震による液状化被害は、細かい単位での微地形条件や土地履歴を反映して発生したようである。今後のハザードマップ作成の際には、それらのことを考慮する必要があると思われる。なお、当日の発表では、調査対象地域における微地形ごとの液状化被害発生数や単位面積当たりの液状化被害発生数など、液状化被害発生地点と微地形との関係に関する具体的数値を示す予定である。

キーワード: 液状化被害, 微地形条件, 土地履歴, 利根川下流低地, 大崎平野, 東北地方太平洋沖地震

Keywords: liquefaction damage, micro-topography, land history, Tone River lowland, Osaki plain, 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

房総半島でみられた2011年東北地方太平洋沖地震による液状化 - 流動化現象：房総半島の概要と東京湾岸埋立地千葉市美浜区について Liquefaction-Fluidization phenomena in Chiba on Kanto Basin at the 2011 Earthquake off the Pacific Coast of Tohoku

風岡 修^{1*}, 古野邦雄¹, 香川 淳¹, 楠田 隆¹, 酒井 豊¹, 吉田 剛¹, 加藤晶子¹, 山本真理¹
KAZAOKA, Osamu^{1*}, Kunio Furuno¹, Atsushi Kagawa¹, Takashi Kusuda¹, Yutaka Sakai¹, Takeshi Yoshida¹, Akiko Kato¹, Mari Yamamoto¹

¹ 千葉県環境研究センター地質環境研究室

¹ Research Institute of Environmental Geology, Chiba

2011年東北地方太平洋沖地震とその余震により、関東堆積盆地では東部の広い範囲で人工地層を中心に液状化 - 流動化現象が発生した。ここでは、房総半島全域の液状化 - 流動化現象の概要と、東京湾岸埋立地の千葉市美浜区を中心に同現象の特徴とその分布を述べ、地質環境との関係についても触れる。

房総半島全域の特徴：1) 人工地層（埋立層・盛土層など）分布域を中心に、液状化 - 流動化現象による被害がみられる。2) 主に気象庁震度階の5強を超える揺れのあった範囲の人工地層上で液状化 - 流動化が発生している。3) 今回の地震は北部で強く揺れたため、房総半島北部を中心に広範囲に液状化 - 流動化現象がみられる。4) 房総半島北部では1987年千葉県東方沖地震時に液状化があったところを中心に再液状化した。また、その規模や被害程度は、1987年千葉県東方沖地震時と比べ大きい。5) 液状化 - 流動化被害は人工地層の場所により程度の差がみられる。これは、人工地層・沖積層内の地層の種類や厚さ、地下水位の違いなどが影響する可能性が高い。

東京湾岸埋立地千葉市美浜区の特徴：1) 埋立地全域で液状化 - 流動化被害が起こっているわけではなく、100m程度の規模のまだら状に液状化 - 流動化現象が分布する。中磯辺公園でみられるように、人工地層の砂層主体部分では、全面で液状化 - 流動化現象がみられ、泥層主体部分ではほとんど同現象はみられない（風岡ほか、2000；2003）。このまだら状の被害分布は、このような人工地層の構成の違いの可能性が高い。2) まだら状のこの分布は、海岸線に直交～やや斜交する幅数百mの帯状に被害が集中し、これは沖積層の厚さと調和的な部分がある。3) 液状化 - 流動化現象の程度を、地表面の変形の度合いや中層ビルの抜け上がり量から客観的に調べ、その分布を明らかにした。その結果、被害程度の著しい部分は、埋立前の干潮時の波打ち際よりも沖合の人工地層の厚い部分に分布している。4) 築山では道路面より比高約2m以下で噴砂がみられ、道路面より比高2mまで地下水位が高まったと考えられる。5) 著しい液状化 - 流動化現象のあったところでは、強い揺れや家具の倒壊はなかったとの証言を得られた。阪神大震災の際液状化 - 流動化した埋立地でも同様な証言があり、液状化 - 流動化によるS波の減衰効果の可能性もある（楡井ほか、1996）。

今後の課題：災害に強い街づくりにむけて、人工地層内の液状化 - 流動化状況を検討するため以下の調査が必要となる。1) 液状化 - 流動化被害の程度が変化する部分で、オールコアボーリング調査などの地質調査から人工地層内の液状化 - 流動化部分を認定し、その層相の側方変化や地層の形成過程・透水層構造・地下水流動などを明らかにする必要がある。2) 沖積層や下総層群上部までの地層の形成過程・地質構造・地層物性を明らかにし、地震動の増幅などの震動特性や透水層の地下水流動を把握する必要がある。

今後の復旧・復興に向けて：1) 液状化 - 流動化対策：地下水流動障害や地盤の沈下が起こらないようにする必要がある。一方、被害対策は土地の利用形態、被害状況、潜在的な地質環境を考慮し、液状化による地震動の減衰効果も活用し、場合によっては利用形態の変更も視野に入れ、地質構造に合わせた多様な方法を考える必要がある。2) 地下水の重要性：災害時に上水を確保するため、日常的に利用する井戸を備え、地下水位・地下水質のモニターを行う必要がある。3) 災害教育：自然災害や自然現象を取り扱う理科の地学分野を必修とし、地震時に地質災害が生じている人工地層・沖積層・新生代層といった地層や地下水に関することや、地盤の沈下・斜面崩壊・地質汚染などの地質災害とその予防・修復や地質環境（大地）の持続的な利用を取り扱う必要がある。

引用文献：風岡修ほか、2000、第10回環境地質学シンポジウム論文集、33-38。風岡修、2003、アーバンクボタ、40号、11-13。楡井久ほか、1996、京都大学都市耐震センター研究報告、別冊第18号、127-146。

キーワード: 液状化 - 流動化, 2011年東北地方太平洋沖地震, 房総半島, 人工地層, 東京湾岸埋立地, アーバン地質学

Keywords: Liquefaction-Fluidization, The 2011 Earthquake off the Pacific Coast of Tohoku, Boso peninsula, Man-made strata, Tokyo bay reclaimed land, Urban Geology

2011年東北地方太平洋沖地震による液状化-流動化現象ー利根川下流低地及び九十九里平野ー (1987年千葉県東方沖地震と比較して)

Distribution of Geoplogical Disaster by Liquefaction-Eluidizatio Phenomena on Boso peninsula at The-2011 off the Pacific

古野 邦雄^{1*}, 風岡 修¹, 楠田 隆¹, 香川 淳¹, 酒井 豊¹, 吉田 剛¹, 加藤 晶子¹, 山本真理¹, 高梨祐司¹
FURUNO, Kunio^{1*}, KAZAOKA, Osamu¹, KUSUDA, Takashi¹, KAGAWA, Atsushi¹, Yuataka Sakai¹, YOSHIDA, Takeshi¹, KATO, Akiko¹, Mari Yamamoto¹, Yuji Takaknashi¹

¹ 千葉県地質環境研究室

¹ Research Institute of Environmental Geology, Chiba (RIEGC)

2011年東北地方太平洋沖地震およびその余震は、房総半島においても各地で液状化ー流動化現象を引き起こした。本稿では、利根川下流低地及び九十九里平野地域を中心として、その分布と特徴を述べる。

利根川下流低地の特徴は以下のようなものである。

(1) 1987年千葉県東方沖地震(以下、東方沖地震という)と同様に旧河道を中心とした過去の水域を埋め立てたところで液状化ー流動化被害がみられる。しかし、同地震時に比べてその被害範囲・程度は大きく、地盤の大きな沈下を伴う場合が多い。

(2) 埋立地でも液状化ー流動化の程度が異なることがある。これは埋立居・沖積層の厚さや構成する地層の種類などが考えられる。

(3) 旧河道よりも広い範囲で液状化ー流動化現象が見られる。

利根川下流低地の事例をいくつかあげると以下のようなものである

東方沖地震時には液状化流動化現象が見られなかった北部地域で、野田市(台町, 納谷)や我孫子市(荒木, 久寺家地先(中JII), 開発戸, 布佐)などで液状化ー流動化下現象が見られた特に我孫子市布佐では、利根川の堤防から住宅地まで連続して液状化流動化現象が見られ住宅地の被害が大きい。また、液状化流動化地域とそうでない地域の境界が非常に明瞭である。また、東方沖地震の時に、液状化ー流動化による噴砂が広い範囲で見られた香取市石能地域は、明治時代に河川改修が行われた、開削により河川の蛇行を解消し、さらに戦後食糧増産のために川跡が埋め立てられた地域である。今回は、東方沖地震時に噴砂が見られた地域に加え、前回噴砂の見られなかった隣接地域でも噴砂がより広い範囲で液状化流動化現象が見られた。

九十九里平野地域の特徴は以下のようなものである

(1) 千葉県東方沖地震時と同様に砂丘内側の湿地跡や旧河道・旧沼沢地を中心とした過去の水域を埋立てたところで液状化ー流動化被害が見られる。千葉県東方沖地震時に比べて今回の地震では、その被害範囲は広(、被害程度は著しく、地盤の大きな沈下を伴う場合が多い。

(2) 埋立地でも液状化ー流動化被害の程度が異なることがある。これは埋立層・沖積層の厚さ・構成する地層の種類などが考えられる。

(3) 旧河道よりも広い範囲で液状化ー流動化被害が見られる。

(4) 砂鉄採取跡地等では自波が見られ、その波長は場所によって異なる。また、地波が見られるところでは構造物に被害が見られる場合が多い。

(5) 東金市以南では、東方沖地震で液状化ー流動化被害が砂鉄採取跡地でみられたが、今回はみられなかった。

九十九里平野の事例として旭市の液状下流動化について以下に述べる

(a) 旭市前野(旧飯岡町前野)国道沿いの前野付近で噴砂、道路の沈下がみられる。

ここは、東方沖地震時にも噴砂がみられた所である。八畝田・篠堆では、噴砂、電柱・ブロック塀・家屋の傾動・沈下、地波、地盤の沈下、亀裂が多数みられた。

(b) 三川西部

三川西部の県道210号線沿い八畝田の南隣では、噴砂、電柱・ブロック塀・家屋の傾き・沈み込み、地波、地盤の沈下、亀裂、陥没が多数みられた他の地域に比べて、噴砂は少ないものの、地表面の変形が大きい。一方、住民によれば砂鉄採取跡地で被害があるとのことである。

(c) 旭市篠堆(旧飯岡町篠堆)

東方沖地震では一部で小規模な噴砂があった程度であるが、今回の地震では広範囲に液状化ー流動化による様々な被害がみられる。篠堆の南北に延びる2車線道路では、1m程度の段差を伴う地波が、また、噴砂、ブロック塀の変形、家屋等の構造物・電柱の傾き・沈み込みもみられる。同様な被害は、周辺の住宅地にも広くみられ、百軒以上の家屋やブロック塀に傾き・沈み込みが、亀裂・陥没も一部でみられる。標高は比較的高いためか噴砂量は少ない。しかし、構造物や地表面の変形は大きい。住民によれば砂鉄採取跡地で被害があるとのことである。

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



HSC24-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 15:30-17:00

(d) 旭市野中

水田上の盛土層が、大きな亀裂を伴い側方流動し水田方向に滑っている亀裂内には噴砂が見られる。基礎杭のある建物は大きく抜け上がる。

キーワード: 液状化 - 流動化, 利根川下流低地, 九十九里平野, 2011年東北地方太平洋沖地震, 1987年千葉県東方沖地震, 砂鉄採取

Keywords: Liquefaction-Fluidization, Tone River, 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, 1987 off Chiba prefecture Earthquake, digging of iron sand ore deposit, Kuju-kuri plain

液状化対策領域の最適化に関する一考察 Optimized shape design of gravel drains in liquefaction countermeasures

竿本 英貴^{1*}, 吉見 雅行¹
SAOMOTO, Hidetaka^{1*}, YOSHIMI, Masayuki¹

¹ 産業技術総合研究所

¹ ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

1. はじめに

液状化対策工法は、グラベルドレーン工法に代表される間隙水圧の抑制・消散を目的とする工法や、サンドコンパクションパイル工法のように地盤の密度を増大させ、地盤改良的な効果を期待する工法に大別できる。

本研究では、グラベルドレーン工法に焦点を当てる。グラベルドレーン工法は通常、直線的なドレーンが設けられるが、必ずしも最適な効果が得るように設計されているとは言い難い。ここでは直線にこだわらず、最大の効率を得るためのドレーン形状やその配置状態を数値解析により探索する。

2. 最適化問題としての記述

ここでは地震によって地盤が液状化した後の状態を考慮しており、液状化に至るまでの地盤の挙動は議論しない。さらに問題を単純化するため、地盤内で水が一様に湧き出している状態を仮定し、地盤の透水係数を適切に分布させることにより、効率的に湧水を地表(全水頭が零)に移動させることを考える。

以上の仮定を経て、問題を地盤内の平均的な全水頭を最小化する問題として定式化でき、拘束条件として、透水問題に関する偏微分方程式等が課される。

3. 解析結果と考察

最適なドレーン形状は、植物の根に似た形状となった。似通った形状が山間部の水系や人体の血管系等でも見られることから、得られた形状は物質輸送を効率的に行うための基本形態と考えられる。また、透水係数分布のフラクタル次元は、生物の血管系で確認できるフラクタル次元(2.3)に近い値となった。

4. まとめ

今回の設定では、最適ドレーン形状として植物の根に似た形状が得られ、同じ面積を有する直線的なドレーン形状に比べて効率的であることを定量的に確認した。

最適形状を有するドレーンの施工に関しては課題が残るが、効率を改善するための指針を示すことができた。今後は地盤剛性の最大化も同時に考慮した、マルチフィジックス条件下での最適化を試みる。

キーワード: 液状化, グラベルドレーン工法, 有限要素法, 最適化

Keywords: liquefaction, gravel drain method, finite element method, optimization

地震発生直後における被害の予想 Rough forecast damage just after earthquake

神谷 泉^{1*}, 小荒井 衛¹, 乙井康成¹, 中埜 貴元¹

KAMIYA, Izumi^{1*}, KOARAI, Mamoru¹, Kosei Otoi¹, NAKANO, Takayuki¹

¹ 国土地理院

¹GSI of Japan

災害が発生した場合、政府レベルでの対応を決定するために、早期に被害の概要を把握することが重要である。しかし、大地震の発生直後には、被害の概要がわからない場合が多い。例えば、1995年兵庫県南部地震においては、地震の2時間半後に空撮映像が放映され、初めて事態の重大性が判明した。2004年新潟県中越地震においては、山古志村の被害が判明したのは、翌朝になってからである。現在においても、通信回線の不通、夜間、天候不良、あるいは情報の錯綜等により、かならずしも適切な情報を得ることができないと予想される。そのような場合には、震度と、被災地の地理的特性に基づいて想定される被害の予想が判断に役立つと考えられる。

内閣府が運用する地震防災情報システム(DIS)の地震被害早期評価システム(EES)では、建築物倒壊棟数とそれに伴う人的被害の定量的な予測を行っている。本研究は、EESで扱っていない地盤災害(斜面崩壊、地すべり、液状化)について、推計震度分布図等のリアルタイム情報と、傾斜、地形分類、地質等の既存情報を組み合わせ、発災後30分をめぐりに、自動的な予想結果を関係部局に送信することをめざしている。また、自動的な予想結果とともに、参考となる資料を自動的に作成し、これらを基に、参集した職員、あるいはネットワークを介してこれらの情報を閲覧した職員が、自動的な予想結果の良否等を検討できる仕組みの開発を目指している。

以上のうち、本稿執筆時点では、自動的な予想を行うシステムができ、震度速報、各地の震度(地震計ごとの震度の情報)、推計震度分布図(1kmメッシュ)の受信をトリガーとして、予想結果を得るところまでできている。ただし、予想結果は十分なものではなく、アルゴリズムの改善が必要である。予想結果の自動的な送信および、参考資料の自動作成、職員による検討の仕組みは、現在開発中である。自動的な予想は、1kmグリッドを単位として行っているが、現在250m単位のグリッドに修正中である。

斜面崩壊の可能性については、国土技術政策総合研究所が、兵庫県南部地震の六甲山地における斜面崩壊の実例をもとに開発し、その後複数の地震で検証が行われた「六甲式」(内田ほか, 2004)が最も実用的な判断基準であると考え、これを採用した。六甲式は、最大加速度と、地形(傾斜及び曲率)の関数であるが、地形に係る部分と最大加速度に係る部分に分離することができる。そこで、地形に係る部分(以下、「部分六甲式」とよぶ)は、10m単位のグリッドで事前に計算しておき、1km単位のグリッド内における部分六甲式のヒストグラムを準備することにより、発災時の計算量を削減している。また、最大加速度は、震度から推定している。なお、東北地方太平洋沖地震による被害状況は、六甲式ではうまく説明できないため、国土技術政策総合研究所で改良が試みられているので、本研究においてもこれを参考に修正する予定である。

地すべりの可能性は、防災科学技術研究所が作成している地すべり地形分布図データベース(<http://lswb1.ess.bosai.go.jp/>)をもとに、地すべり土塊の面積の割合(以下、「地すべり面積率とよぶ」)をもとめ、地すべり面積率と震度のテーブル演算で計算している。地すべり地形分布図が存在しない地域については、地すべり面積率と地質の相関を利用して地すべり面積率を推定する手法を採用する予定である。

液状化の可能性は、全国を統一した方法で分類した若松による地形分類と、震度のテーブル演算で計算している。

参考文献

内田太郎・片岡正次郎・岩男忠明・松尾修・寺田秀樹・中野泰雄・杉浦信男・小山内信智(2004):地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究, 国総研資料第204号.

若松加寿江・久保純子・松岡昌志・長谷川浩一・杉浦正美(2005):日本の地形・地盤デジタルマップ, 東京大学出版会.

キーワード: リアルタイム被害予想, 地震

Keywords: realtime damage forecast, earthquake

インターネット上のサーバーへのアクセス可能性を用いた災害時の状況把握 Grasping damage situation by accessibility to internet servers

神谷 泉^{1*}

KAMIYA, Izumi^{1*}

¹ 国土地理院

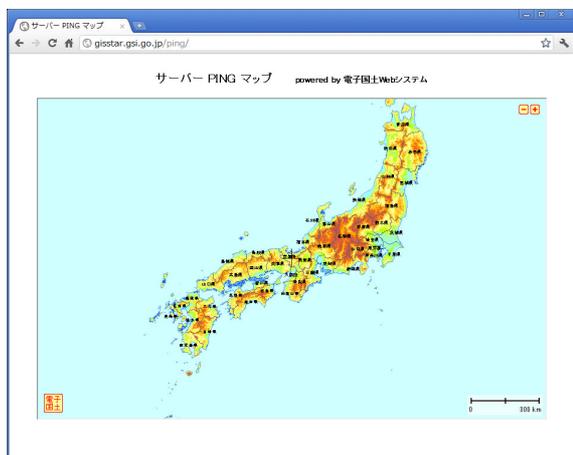
¹GSI of Japan

災害が発生した場合、現地の状況を知ることが重要であるが、現地と連絡が取れない場合も多々ある。インターネット上のサーバーとの通信状況は、現地の状況を推定する資料の一つとして利用できる可能性がある。そこで、ping (ICMP プロトコルのエコー要求とその応答)、TCP ポートへの接続要求に対する応答、および proxy サーバーを通じた HTTP サーバーの応答を用いてサーバーとの通信状況を把握し、電子国土 web システムを用いて結果をマッピングするシステムを開発した。

サーバーあるいはサーバー設置場所付近の被災以外に、サーバーと通信できない原因としては、被災以外の原因によるサーバーの停止、幹線通信経路の遮断、アクセスの集中によるサーバーあるいは伝送路の障害、発変電所あるいは幹線電力網に起因する停電などがあげられる。一方、サーバーが耐震・免振建物に設置されており、非常用電源が確保されている場合は、サーバー設置場所付近に大きな被害が発生していても、通信可能である場合も想定される。さらに重要なことは、サーバーの設置場所は、必ずしもサーバーの運用主体の建物（たとえば市役所）であるとは限らない。今後、以上を考慮した、監視対象のサーバーの選定と、結果の解釈が必要である。

キーワード: 災害状況把握, ping

Keywords: Grasping damage situation, ping



平成 16 年新潟県中越地震で生じた斜面崩壊地域の起伏量

Relief energy of slope failures area affected by the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004

黒木 貴一^{1*}, 小荒井 衛², 小松原 琢³, 岡谷 隆基², 中埜 貴元²

KUROKI, Takahito^{1*}, KOARAI, Mamoru², KOMATSUBARA, Taku³, OKATANI, Takaki², NAKANO, Takayuki²

¹ 福岡教育大学, ² 国土地理院, ³ 産業技術総合研究所

¹Fukuoka Univ. of Edu., ²GSI, ³AIST

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。本研究では研究対象地域に対し、災害状況図にある地震後の斜面崩壊を示すポリゴンやラインデータを用い、その斜面崩壊の持つ起伏量の特徴を検討した。なお災害状況図に示される斜面崩壊地(大)は地すべりを、斜面崩壊地(小)は表層崩壊を示すと考える。

起伏量の GIS 解析には、基盤地図情報の数値標高モデルの 10m メッシュ(標高)データを使用した。2 種類の起伏量を計算した。起伏量 1 は単位面積内の最高点と最低点との標高差とし、この単位面積を 0.01km², 0.25km², 1km² とした。起伏量 2 は接峰面および接谷面モデルの標高差とした。各地形モデルの計算では、最小集水面積として 0.04 km², 0.09 km², 0.25km² を設定した。次に起伏量の分布図に斜面崩壊地(大)の地すべりの滑落崖と地すべり土塊、活褶曲の軸を GIS で重ね合わせた。これより単位面積が 1km² または集水面積が 0.25km² の際に、背斜軸と向斜軸の間で起伏量がより大きく見えること、斜面崩壊地(大)が生じた場所は周囲と比べ起伏量がより大きい傾向があることを確認しやすいことが分かった。

GIS 解析ではさらに滑落崖、地すべり土塊、斜面崩壊地(小)に関し、重心の座標、重心の震央からの距離、重心における起伏量 1 と起伏量 2 を求めた。次に横軸を震央からの距離とし縦軸を各地形とランダム点の起伏量とするグラフを作成した。これより斜面崩壊の発生が震央からの距離約 11km 以内に集中していることが分かった。この傾向は斜面崩壊地(大)でより明瞭に表れた。また各地形とランダム点との比較から、斜面崩壊はある起伏量よりも高い場所に生じた傾向と、震央からの距離が遠くなると起伏量のより小さな場所で生じにくかった傾向のあることが分かった。後者の傾向は斜面崩壊地(小)でより明瞭である。以上の特徴は、起伏量を計算する単位面積または集水面積が広い場合のグラフで最も読み取りやすかった。

まとめると、本研究では様々な起伏量と斜面崩壊などの地形条件とのオーバーレイ解析から、地震による斜面崩壊の素因には河川侵食に加え活褶曲が、誘因には地震動がある可能性を指摘した。

キーワード: 起伏量, 標高データ, 斜面崩壊, 地すべり, 平成 16 年新潟県中越地震

Keywords: relief energy, DEM, slope failure, landslide, The Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004

2011年3月12日長野県北部の地震による斜面崩壊発生場所の地形特性 Geomorphic characteristics of landslides caused by the Northern Nagano Prefecture Earthquake of Mar. 12, 2011

松下 友可里^{1*}, 熊木 洋太²

MATSUSHITA, Yukari^{1*}, KUMAKI, Yohta²

¹ 専修大学 (学生), ² 専修大学

¹Senshu Univ. (Student), ²Senshu Univ.

2011年3月12日(東北地方太平洋沖地震の翌日)に、長野県北部を震源とするM6.6の地震が発生し、長野県栄村では震度6強を観測した。それにより、新第三系～上部更新統からなる山地で多数の斜面崩壊が発生した。地震直後にアジア航測(株)によって撮影された空中写真を判読して調べたところ、この地震によって生じたと思われる斜面崩壊は、特定の場所に偏在しており、次のような特徴があった。1)千曲川の支流中条川沿いで、過去に発生した大規模崩壊で落ち残った尾根状の部分で大規模な崩壊が発生した。大量の土砂が中条川に達し、河道を閉塞した。2)過去の崩壊地形の上端の遷急線付近で小規模の崩壊が発生した。3)沢沿いの急斜面(明瞭な遷急線下)で、多数の小～中規模の崩壊が集中的に発生した。4)千曲川の攻撃斜面の河食崖で、小規模な崩壊が発生した。5)1箇所だけではあるが、既存の地すべり地形の内部で地すべりが発生した。これらの崩壊は、いずれも地形学的に安定度が低いと考えられる斜面で発生したと考えられる。

キーワード: 地震, 斜面崩壊, 空中写真, 遷急線, 不安定斜面, 地形学

Keywords: earthquake, slope failure, air photo, knick line, unstable slope, geomorphology

学校防災教育の効果 - 東日本大震災をふまえた検証の試み - Effects of school education for disaster prevention -An evaluation through the experience of the Tohoku Earthquake-

村山 良之^{1*}

MURAYAMA, Yoshiyuki^{1*}

¹ 山形大学

¹Yamagata University

発表者は、東日本大震災前から、仙台市内と山形市内の学校において、各校のご協力を得て、下記のとおり防災教育に関わってきた。

・2007年8-9月 仙台市立北六番丁小学校 5年生 総合的な学習他 12時間 筆者による特別講義とワークショップ(まちあるき、地図づくり)等

・2010年6月 山形市立第四中学校 1年生 家庭科 2時間 筆者による特別講義

・2011年2月 山形市立第三中学校 1年生 家庭科 2時間 筆者による特別講義

2011年7-9月、北六番丁小学校のほとんどの生徒が進学した仙台市立五城中学校3年生、山形市立第四中学校と第三中学校の2年生を対象に、アンケート調査を行った。

その結果、防災の授業は、いずれも学校においても、「とても」または「少しは役に立った」とする者が2/3を超えて、おおむねポジティブな評価を受けた。具体的な項目においても、大震災前に何らかの対策をとっていた者が一定程度存在する。また五城中3年生のうち北六番丁小学校卒業生とその他とを比較しても、けして大きな差ではないが、北六小卒業生の方が防災への意識が高い(高かった)と評価できる。しかし、事前の対策実施率は必ずしも十分に高いとはいえず、また5年時の授業から3年半を経てその内容を忘れたという生徒も存在する。防災教育を学校カリキュラムにしっかり取り込んで、児童生徒がその発達段階に応じて系統的に学べるようにすることが必要である。

キーワード: 地震災害, 防災教育, 評価, 東日本大震災

Keywords: earthquake disaster, education for disaster prevention, evaluation, the Tohoku Region Pacific Coast Earthquake

「日本の活断層百景」運動と災害リスク低減におけるその意義 "100 Active fault-scape in Japan" movement and its implication in reduction of disaster risk

豊蔵 勇^{1*}, 吾妻 崇², 岡田 篤正⁴, 太田 陽子³, 桂 雄三⁵, 田近 淳⁶, 中田 高⁷, 原田 昭夫⁸, 星野 実⁹, 細矢 卓志¹⁰, 松田 時彦¹¹, 向山 栄¹², 渡辺 満久¹³

TOYOKURA, Isamu^{1*}, AZUMA, Takashi², OKADA, Atsumasa⁴, OTA, Yoko³, Yuzo Katsura⁵, Jun Tajika⁶, Takashi Nakata⁷, Akio Harada⁸, Minoru Hoshino⁹, HOSOYA, Takashi¹⁰, MATSUDA, Tokihiko¹¹, MUKOYAMA, Sakae¹², WATANABE, Mitsuhisa¹³

¹ ジオ・とよくら技術士事務所, ² 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター, ³ 国立台湾大学, ⁴ 立命館大学, ⁵ 文化庁, ⁶ 北海道立総合研究機構 地質研究所, ⁷ 広島大学, ⁸ 国立東京博物館, ⁹ 国土地理院, ¹⁰ 中央開発, ¹¹ 地震予知総合研究振興会, ¹² 国際航業, ¹³ 東洋大学

¹Geo-Toyokura Professional Engineer Office, ²AIST, Active Fault and Earthquake Research Center, ³National Taiwan University, ⁴Ritsumeikan University, ⁵Agency for Cultural Affairs, ⁶Hokkaido Research Organization, Geological Survey of Hokkaido, ⁷Hiroshima University, ⁸National Tokyo Museum, ⁹Geographical Survey Institute, ¹⁰Chuo Kaihatsu Corporation, ¹¹Association for the Development of Earthquake Prediction, ¹²Kokusai Kogyo Co.,Ltd., ¹³Toyo University

まえがき

日本活断層学会では「日本の活断層百景」活動を2009年から進めているが、昨年の地球惑星連合大会では、活動の一環として実施している2010年「日本の活断層・フォトコンテスト」の結果とその意義を紹介した。本発表では、その後2011年においても「日本の活断層・フォトコンテスト」を実施し、また活断層百景として選出している活断層の現地見学会を3回実施したので、その活動内容を紹介し、災害リスク低減の観点からの意義について報告する。

1. 2011年「日本の活断層・フォトコンテスト」の結果とその意義

「日本の活断層・フォトコンテスト」は、教育研究・芸術・防災教育・歴史的などのさまざまな観点から活断層・変動地形を撮影した写真を対象としている。今年度は、新たに空からとトレンチを含めた写真も対象とした。応募者と作品数がそれぞれ、20名と61点であった。応募いただいた皆様には深く感謝致します。

応募作品を対象別でみると、地表地震断層、空からの写真、活断層・褶曲露頭、トレンチを含むものなどに分類された。昨年11月、白尾元理審査員長と3名の会員審査員で、入賞作品7点を選考した。入賞作品は、当学会のホームページで公開しているので参照してほしい。7点のうち会員が2点、非会員が5点であった。また、入賞作品の発表は、当学会の千葉大学における秋季学術大会で行い、入賞作品には賞状等を贈呈した。以下に、入賞者の氏名を列挙しておく。

優秀賞1点：黒澤英樹氏、入賞6点：石塚 登氏、郡谷順英氏、後藤秀昭氏（会員）、田村丈司氏（2点）、渡辺満久氏（会員）

2. 活断層百景の現地見学会

活断層百景の見学会は、昨年作成した百景リストにある断層・箇所と周辺の見どころを対象として、機会があるごとに実施することとしている。第1回は名古屋大学における濃尾地震120周年記念シンポジウムにあわせて実施した根尾谷断層の日帰り見学会（10月29日）、第2回は本学会の秋季学術大会後の三浦半島断層群の日帰り見学会（11月27日）、および第3回は東北地方太平洋沖地震の後地震発生確率が高まったとして注目されている立川断層の教育普及講演会後の1日見学会（1月28日）で、今年度は計3回の見学会を実施した。前2回は、学会員を対象としたバスを利用した見学会であり、参加者数は35名と25名であった。最後の見学会は主として一般市民を対象として現地集合方式でおこなった現地説明会で、参加人数は延べ約190名であった。この参加者の内訳を会員と非会員別でみると、根尾谷断層と三浦半島断層群とは約1:2の割合で、立川断層では約1:10であった。

3. フォトコンテストや見学会から見る「災害リスク」低減への期待

活断層・フォトコンテストの目的は、科学・防災教育上または景観的等に優れている写真を通して、一般市民に活断層を認識してもらう契機とすることであるが、さらに地震リスク低減の意義については、以下のようにとらえることができると思われる。今回、2度目のフォトコンテストを実施したわけであるが、応募作品数を見ると、4月11日茨城県浜通りの地震（Mjma7.0）の際にきた井戸沢断層と湯ノ岳断層の地表地震断層のものが多くあった。東日本大震災の1か月後で、その記憶がまだ冷めやらぬ時期にきた地震断層で、また東京からのアクセスが良かったため、多くの研究者や見学者が現地を訪れている。結果としては、応募数は非会員の方が多く、また入賞作も非会員の方が多いという結果となった。例えば非会員の田村氏の入賞作は、受賞時の挨拶によると自分の子供達に見せるため子供の目の高さで撮影していたもので、活断層の専門家とは一味違った視点でとらえていた。フォトコンテストに参加したことや入賞したことは活断層の良き理解者や語り部となることが期待される。一般市民が活断層・地震災害リスクをもっとも認識しやすいのは、地震との関係が明確な地震断層を専門的な解説を受けながら観察することであろう。しかも、その数は、できるだけ多いことが望ましい。また、その観点で考えると新たにきた地表地震断層の見学会やトレンチ調査の見学会なども大変有効であることを示唆する

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



HSC24-P12

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 15:30-17:00

当学会では活断層見学会や講演会に参加する一般市民の参加目的、理解度、終了後の感想、および更なる質問・疑問を把握することを目的として、簡単なアンケート（質問を含む）を実施してきた。今回の見学会で特に注目された点は、非会員の数が多かったこと、とりわけ自治体の防災計画に深く関わりをもつ県・市議会議員や防災担当者、その他災害の軽減にとって重要な役割を担う防災リーダーや教師などが参加していた点である。本発表では、アンケートを分析した結果に基づき、その他活断層による地震災害リスクを軽減するに際して参考になる諸点について紹介する。

キーワード: 活断層, 変動地形, 活断層百景, 活断層百選, 地震災害リスク, 理科・防災教育

Keywords: active fault, active geomorphology, active fault 100, 100 views of active faults, earthquake disaster risk, Science and disaster education

2011年東北地方太平洋沖地震による液状化-流動化現象：東京湾岸埋立地・浦安地区 Liquefaction-Fluidization phenomena in the 2011 Tohoku Earthquake : Tokyo bay re-claimed land in Urayasu area

香川 淳^{1*}, 風岡 修¹, 古野 邦雄¹, 楠田 隆¹, 吉田 剛¹, 酒井 豊¹, 加藤 晶子¹, 山本 真理¹

KAGAWA, Atsushi^{1*}, KAZAOKA, Osamu¹, FURUNO, Kunio¹, KUSUDA, Takashi¹, YOSHIDA, Takeshi¹, SAKAI, Yutaka¹, KATO, Akiko¹, Mari Yamamoto¹

¹ 千葉県地質環境研究室

¹ Research Institute of Environmental Geology, Chiba

はじめに：2011年東北地方太平洋沖地震では、関東地方でも顕著な液状化-流動化現象が認められ、特に東京湾岸埋立地や利根川流域、九十九里平野北部で甚大な被害が発生した。液状化発生地域では、多量の噴砂と地下水の噴出、地表の変形や不等沈下、陥没、側方変位、地盤沈下と抜け上がり現象、埋設物の浮上等により大きな被害を生じた。ここでは東京湾岸埋立地・浦安地区における液状化-流動化現象の調査結果について報告する。

足長水準点による地層収縮量調査：千葉県では、埋立地における浅層部分の地層収縮量を監視するために、深度10m程度の基礎杭上に設置した特殊水準点（足長水準点）U-12Bと地表に設置した通常的水準点U-13をセットにした観測点を浦安市入船に設け、毎年一級水準測量を実施している。この結果、1973年1月から2011年1月の期間にU-12Bで-253mm、U-13で-835mmの変動量が観測された。この差から、本地点における深度約10mの地層収縮量が38年間で582mmに達していたことがわかっている。さらに地震後の5月13日に両水準点を測量したところ、比高差が721mmに増加していた。つまり地震をはさんだ5ヶ月間で深度約10mの浅層部が139mm地層収縮したことになる。周辺では大量の噴砂が認められていることから、液状化現象に伴い約14cmに達する地盤沈下が発生したものと推定される。

構造物の「抜け上がり」量実測調査：液状化現象に伴う地盤沈下が発生した地域では、基礎を有する構造物には地表に対して相対的な「抜け上がり」現象が認められた。液状化-流動化が発生した深度・基礎杭の種類や深度によって「抜け上がり」量は異なるが、液状化現象に伴う地盤沈下量の目安になると考えられることから実測調査を行った。この結果、液状化現象の著しい地域では沈下量も大きく、被害程度と調和的な成果が得られた。一方、連続する埋立地であっても内陸側では沈下量・液状化程度ともに軽微な例が多く見られ、さらに自然地層（沖積層）からなる旧市街では、一部を除き液状化現象は認められなかった。これらのことから埋立地において一様に液状化が生じたわけではなく、地域差が大きいことが定量的に確かめられた。浦安市において沈下が特に顕著だったのは、新浦安駅から明海・日の出にかけてのシンボルロード沿い、高洲の北端と中央・南端部、今川の旧護岸および境川沿い、富岡の境川沿いと西端部、弁天の中央部、舞浜周辺、鉄鋼通り、千鳥の中南部等であった。一方、埋立地にもかかわらず海楽、東野、美浜、富岡の中央部、日の出-明海南西部、港南部等では沈下は軽微だった。

被害集中域と埋立層・軟弱層との関係：構造物の「抜け上がり」量実測調査結果と浦安市が実施した航空レーザ測量結果と比較すると、沈下の大きな地域はおおむね一致するが、調和しない区域も認められる。また、沈下量については航空レーザ測量の方がかなり大きめの値となっている。また、実測調査結果と浦安市が作成した工学的基盤標高図を比較すると、沈下の大きな地域と工学的基盤の深い地域がかなり調和的に見えるが、工学的基盤が浅くても沈下量の大きな区域が認められる。

浦安市千鳥地区では、中心部で激しい液状化現象を生じ100cmに達する沈下が認められる一方、埋め立て周縁部では沈下量が数?10cmと明瞭な液状化程度の差が認められる。埋め立て造成中の1977年の航空写真には、千鳥中心部付近に幾何学的な形状の水深大の部分が認められ（浚渫溝と推定）、ポーリング柱状データにも深度7.15?10.20mに泥層が確認できる。この浚渫溝と沈下域がほぼ一致することから、こうした埋立時期・埋立材の違いが液状化程度に反映しているものと推定される。

まとめ：足長水準点の測量により、液状化-流動化現象に伴う浅層部の地層収縮が確認された。構造物の「抜け上がり」量実測値は各種測量による沈下量と調和的であり、迅速な液状化程度の把握に有効であることが示された。液状化の程度は軟弱な地層の分布、人工地層の層厚や層相と相関が高いことが明らかになった。今後、さらに人工地層の液状化層準の特定や地下水位との関連を詳細に調査していく必要がある。

キーワード：液状化-流動化現象、東京湾岸埋立地、地盤沈下、抜け上がり現象、水準測量、足長水準点

Keywords: Liquefaction-Fluidization Phenomena, Tokyo bay reclaimed land, land subsidence, upward displacement, leveling, piled bench mark

中赤外電子波長可変レーザーを用いた毒ガス検出用差分吸収ライダーの構築 (1) Development of a tunable differential absorption lidar using a mid-infrared laser to detect toxic gasses

稲垣 昌樹^{1*}, 川原 琢也¹, 富田 孝幸², 斎藤 徳人², 和田 智之²

INAGAKI, Masaki^{1*}, KAWAHARA, Taku D.¹, TOMIDA, Takayuki², SAITO, Norihito², WADA, Satoshi²

¹ 信州大学工学部, ² 理化学研究所基幹研光グリーンテクノロジー

¹Shinshu University, ²Optical Green Tech., ASI, RIKEN

信州大学では理化学研究所と共同で、中赤外差分吸収ライダーを用いて大気中に存在する有毒化学剤を高感度に検出システムを開発している。化学剤は、赤外領域においてそれぞれ固有の吸収領域を持つため、光源に6~10 μmの領域で波長切り替えが可能なレーザーを用いて差分吸収法で計測を行う。受信した波長ごとの信号から吸収スペクトルの情報を取得し、大気中の化学剤の同定およびその濃度の距離情報を得る。本発表では、中赤外差分吸収ライダーの送受信系の概要、特にデータ集録部の開発に関して発表を行う。

キーワード: 差分吸収ライダー, 毒ガス, 中赤外レーザー

Keywords: lidar, DIAL, mid-infrared laser, toxic gass

熱帯低気圧活動と農業災害補償制度下における園芸施設への影響 Tropical cyclone activities and their impacts on greenhouses under Agricultural Disaster Compensation System

森島 済^{1*}, 両角 政彦¹

MORISHIMA, Wataru^{1*}, MOROZUMI, Masahiko¹

¹ 日本大学文理学部

¹Nihon University

近年、西部北太平洋において、熱帯低気圧経路を左右する指向流に特定の偏差傾向が認められ、この結果、亜熱帯東アジアで台風による影響が強まっていると指摘されている。温暖化による影響とする研究も存在し、今後もこうした傾向が継続する可能性も考えられる。本研究では、こうした気候変動が地域農業に与える影響を理解するために、沖縄県における園芸施設被害を具体例として、農業共済組合を含む制度上の問題点を考察した。

近年における沖縄近海域の熱帯低気圧の挙動を明らかにするために、気象庁地域特別気象センターによる RSMC Best Track Data を用い、その中心頻度分布の経年変化を明らかにした。その結果、6月から10月における熱帯低気圧中心の頻度は、2000年代に沖縄本島の西方を中心とする領域で有意に増加しており、この増加は、沖縄県における園芸施設被害の増加とも対応していることが明らかとなった。

この結果を踏まえ、農業災害補償制度下における沖縄県の園芸施設共済の事業展開と被害の主要因を分析した上で、沖縄本島北部の国頭郡農業共済組合管内における園芸施設被害の地域差を明らかにし、これら地域差がもたらす意味を考察した。

全国では園芸施設被害の発生継続性と一定の規則性がみられ、沖縄県では全国の中でも高い割合で園芸施設被害が発生してきた。この主要因は、台風通過時の位置と存在時間、風向と風速、共済対象となる園芸施設の種類にあった。沖縄県の中でも国頭郡農業共済組合管内は園芸施設被害率が高かったが、これは台風通過時の強風と、耐風性の低い園芸施設の利用によるものであった。また、国頭郡農業共済組合管内の市町村ごとにおける園芸施設共済の加入率と被害率には地域差がみられ、その要因は園芸施設の建設に関わる政府や地方自治体の補助事業の実施内容と、主要な農作物の種類の違いにあった。つまり、園芸施設被害は、台風による自然災害の側面と、園芸施設共済と産地育成に関わる補助事業とを反映する社会的な災害の側面とも併せもっている。さらに、市町村ごとの共済加入率と被害率の地域差によって、補償内容に関わる地域間の対立が生じている。今後、農業共済組合のリスクマネジメントとして、2つの変化を考えることができる。一つは共済の個別化による対応であり、他方は再組織化による農業共済組合の管轄区域の再編成である。

キーワード: 熱帯低気圧, 台風災害, 沖縄, 園芸施設, 農業共済組合

Keywords: tropical cyclone, typhoon damage, Okinawa, greenhouse, agricultural mutual aid association