

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501285

研究課題名(和文) 2011年東北地方太平洋沖地震による内陸の地盤災害と土地履歴に関する研究

研究課題名(英文) Ground failure caused by the 2011 Off The Pacific Coast of Tohoku Earthquake in the Inland of Northeast Japan and the Land History Survey

研究代表者

阿子島 功 (AKOJIMA, Isao)

山形大学・人文学部・名誉教授

研究者番号：00035338

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：2011年東北地方太平洋沖地震では、丘陵地造成地の地すべりや沖積低地地盤の液状化などが顕著であった。丘陵地造成地の地震被害は1978年宮城県沖地震で顕在化し、以来、盛土厚さ分布図の作成が勧められてきた。その方法は造成前後の地形図から地盤高を数値化して差分の図を作るのであるが、経費を要するため行政でも対応が難しかった。費用を要せず造成前地形を認識する方法として「現在地形図に造成前空中写真を重ねて立体視する手法」を考案し、発災箇所を現地で確認してその実用精度を検討した結果、有用であることを提示できた。

研究成果の概要(英文)：Many land collapse occurred selectively in the residential lot formed by filling the valley in the hilly area during 2011.3.11 Mega-earthquake (M.9.0) off the Pacific Coast of Tohoku District of Japan. The underground structure of artificially filled land of valley is not so different from the structure of natural landslide and it may be called "man-made landslide lot". There were some cases that the cracks reappeared in the just place where was damaged in 1978 Offshore of Miyagi Prefecture Earthquake (M.7.8). The digital maps of earth fill thickness had been made based on the old and new hand drawn topographic maps but it requires costs.

The easy and cost-free method to detect the filled part in the constructed lands is a stereo viewing of aerial photographs before the land construction on which the current topographic map image is superimposed. The method was tested based on the ground survey and got good result in practical use.

研究分野：地形学

キーワード：地盤災害 自然災害 防災 地震 土砂災害 国土保全 土地履歴

1. 研究開始当初の背景

(1) 2011年3月11日東北地方太平洋沖地震による東日本震災は、地震動による災害、津波による災害、加えて原子力発電所機能損傷による放射性物質拡散の災害であり、津波による人的・物的被害が激甚であるが、地震動による地盤災害も広域に及んでいた。仙台市の丘陵地の造成地では多くの宅地（当時約2,100戸、2014年には約4000戸）が危険と判断された。また自然斜面の崩壊、福島県では農業用溜池の堤体の決壊による下流の水害、震央から遠い福島県会津盆地の一部で軟弱地盤の液状化などが生じた。研究代表者もその一部の記録を試みたが、地盤災害は広域・多種にわたっていることがわかってきた（阿子島, 2011a, b, c）。

(2) 丘陵地造成地の地盤災害は、1978年宮城県沖地震で顕在化して注目されることとなり（阿子島 1996；ほか）、以来、造成盛土厚さ分布図の作成がなされてきた。一方、約30年間の間に災害記憶が風化して、丘陵地の地震ハザードマップとして、単に第三紀堆積層からなる起伏地としての震度・被害予想図が提示されたこともある。（仙台市が盛土厚さの詳細分布図を作成公表したのは2011年震災をうけて2014年のことである。）

2. 研究の目的

(1) 2011年3月11日東北地方太平洋沖地震によって発災した東北地方内陸地域の地盤災害は、その全体像が明らかでなく記録が残されない懸念さえあった。2011年地震による発災箇所は1978年宮城県沖地震の発災箇所での再現であることが確かめられたが、それも1978年宮城県沖地震の詳細な災害記録が残されていたからできたことである。したがって、地盤災害の詳細を記録し、なぜその場所で地変が生じたのかを地形、地質、土地履歴などの観点から検討を行う。

(2) 2010年より国土調査土地分類（経済企画庁、国土庁を経て、2010年当時は国土交通

省国土政策局の所管）に『土地履歴調査』が加えられ、報告者はその仕様検討に加わった（阿子島, 2010）。仙台地区の試作図が2010年に公表された。中縮尺図という制約のなかで丘陵地造成地の造成前の谷中心線を図示するなどが試みられてきた。今回さらに台地や低地の造成地盤の液状化などが広範に発生した。それらの検証を行い、今回の経験則を土地履歴調査に（一般説明にない留意事項などとして）反映させる必要がある。

3. 研究の方法

(1) 宮城・福島の各県の内陸地方を中心に2011年3月11日東北地方太平洋沖地震によって、丘陵地、台地、低地で生じた各種の地盤災害の実態を調査し、地盤災害箇所の分布図を作成する。さらに、今回発現した災害箇所と1978年宮城県沖地震による発災箇所との対比、土地履歴（とくに造成前の地形）を個別に検討し明らかにする。

(2) 切り盛り地盤の分布図の作成方法として、新旧の地形図からDEMを作成して両者の差分から盛り土厚さを図示する方法は、前準備として地形図や空中写真からDEMを作成するなど多くの経費を必要とするが、造成前地形を読む簡易な手法として研究代表者が提案した「現在地形図と造成前空中写真を重ねて立体視する手法（阿子島, 2011c）」は、空中写真にあわせて地形図のほうを歪めるといった問題があるものの、造成前の地形を認識するという目的は経費不要で容易に達せられよう。現地調査によってその精度を検証する。

4. 研究成果

(1) 主な調査箇所と対象とした災害種（図1）

これらの地域における最大震度は丘陵地・台地で6強（白河、須賀川）～6弱（郡山）、低地で6強（仙台）～6弱（福島市）であった。宮城県仙台市太白区緑ヶ丘地区、仙台市泉区南光台地区、宮城県南部白石市緑ヶ丘地区、福島市南部伏拝地区などの丘陵地

の造成地の災害については既報告である（阿子島 2011c）



図1 主な調査地と災害種

(2) 2011年地震による丘陵・台地の造成地地盤の変状と造成前地形との対応の検討

重ね合わせた結果の精度について主な例を述べる。①以外は現地で被害箇所を確認した。本報告では使用した衛星画像、空中写真、地形図類の作成年季や、発災当時の記録資料の出典の詳細は省略し概要を述べる。

① 福島第1原発敷地内の台地開析谷を埋めた地盤の地すべり:

地すべりによる移動土塊が谷底の送電塔を倒壊させ原発5・6号機の外部電源が断られた。地すべり箇所は撮影日時を異にするGoogleEarth画像の立体視によって読むことができ、崩壊箇所を現在の地形図に転写したのち、造成前の空中写真や旧版地形図と重ねたところ、地すべり発現箇所は造成前に海岸段丘の開析谷の谷頭を埋めたところであることが確かめられた。谷底面の水路の付け替えの可能性も読むことができる。

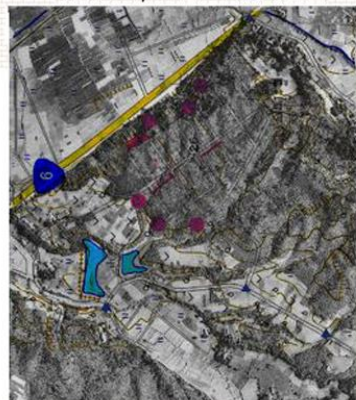
② 宮城県山元町太陽団地の丘陵地谷埋め造成地 (図2)

2つの尾根とその間の長い谷を埋めた台状の造成地で、中央の埋積谷沿いと台地周辺で発生した複数の地すべりや地割れ位置

(2013年修復中)を現地で確かめ、造成前の空中写真の立体視、造成前の1:25,000地形図、1:5,000計画図から復元できる旧地形と重ねた。台地面の肩あるいは平坦面のなかの発災箇所は、谷を埋めた箇所あるいは切り盛り造成の境界付近であることが確かめられた。したがって、現行の土地履歴図には造成前の1条河川までを図示しているが、さらに詳しい谷線(例としては、国土調査土地分類地形分類図山形県方式)まで表記すれば有効であると考えられる(図2)。



現況1:25,000図上 被災位置



造成前空中写真M182-2-23と現況地形図の重ね合わせ 立体視ペアのひとつ



M41測 1:50,000地形図に造成範囲を記入

図2 谷埋め台形の造成地の変状箇所

③ 白河市栄地区の丘陵地の谷底の造成地

厚さ2m程度の盛り土であったが、地表下の段にまたがるアパート1棟は不等沈下によって損傷したことがわかった。造成前地形は米軍撮影の航空写真の立体視で復元できた。谷中軸の谷埋め部分で下方への滑りや地下水位が高かったことが聞き取りできた。

(図3)



図3 谷底の浅い盛土地盤の不等沈下とすべり

④ 白河市三本松地区の丘陵急斜面の雑壇造成地 (図4)

造成前地形は概形が同心円状の等高線で表される斜面であり、原形を造成直前の1975年の航空写真で判読して斜面分類を行うと、谷型か尾根型かもよって家屋・地盤の被害に差が生じていることが分かった(図4)。

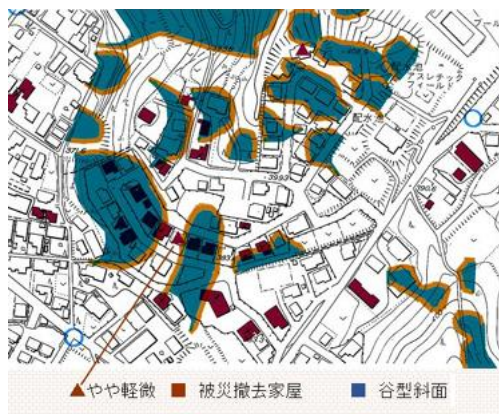


図4 被災地盤と造成前斜面分類

⑤ 歴史的に古い造成地の今回の震災

台地面上の須賀川市市街の被災箇所

(2012-13年調査では更地または再建中)の分布図を作成し、近世初頭の絵地図、近世後期の記録[白河風土記巻十二によれば、(本町ト)中町ノ接セシ所ハ、古二階堂氏城郭ノ堀アトニテ、町屋トナセシトキ土石ナントヲ以テ填ケレドモ、容易ニ埋メラザリシ故ニ、桁ヲ亘シ、上ニ土ヲ置き、今ノ街トハナセシトナリ、云々。須賀川市史3(近世)1980, p. 181-188]によって埋没している中世城館の周濠との関係を検討すると、一致するところがあることがわかった(阿子島2013)。ごく一部であるが建物再建に伴う発掘確認調査に立ち会うことができた。

また白河市小峰城の本丸地畷は丘陵の切り盛り台地であり、深さ約20mの丘陵谷口をふさぐ石垣が崩壊したこと(白河市埋蔵文化財課,2014)などが注目される。

(2) 丘陵地・台地の地震災害に関する残された課題:

亜炭廃坑の陥没である。福島県須賀川市で2例、宮城県内で約200件が発災したが予測が難しい。福島県須賀川市の2例では、いずれも約30年前の造成時に亜炭廃坑のことを意識して調査したが坑道を発見できず、今回地震で発災したという。

(3) 低地の造成地の地盤災害

会津盆地西部の坂下町では、扇状地面に耕地整理のために谷埋め造成を施していた箇所砂礫層の液状化が生じた(阿子島2011b, c)。福島市東部宮代の松川扇状地扇端の微高地上の学校校舎が損壊した。低地の地形分類では扇状地面や微高地面は一般に地盤が良い側に評価されるが、例外もあることが留意されるべきである(阿子島2014a)。

(4) 地形図と立体空中写真の重ね合わせ手法について

空中写真に合わせて地形図をゆがめることになるが、この作業の目的は住民がわが家の地盤が切り盛りのいずれかであることを認識することであるから、縮尺1:25,000地

形図を基図として一応の目的は達せられる。

空中写真の立体視には一定の練習を要するが、立体視ペア画像からアナグリフ立体視図が作成できるから、赤・緑色メガネで容易に立体像を提供できる。そのプリントと投影によって一般人対象の説明ができた。

文 献

阿子島 功(1996) 1978年宮城県沖地震の地盤災害—人工地すべり地の問題. 山形応用地質, 16, pp. 30-39

阿子島 功(2010) 新たにはじまる土地分類基本調査「土地履歴調査」, 人と国土 21、国土計画協会, p. 27-29

阿子島 功(2011a) 2011年東北地方沖地震による丘陵地の谷埋め造成地の被害例—仙台市緑ヶ丘、白石市緑ヶ丘、福島市あさひ台—。季刊地理学, 63-3. pp. 169-170

阿子島 功(2011b) 2011年東北地方太平洋沖地震による宮城県南部および福島県の地盤災害. 東北地理学会 2011年秋季大会, 季刊地理学, 64-1, pp. 24-25

阿子島 功(2011c) 東北地方太平洋沖地震による地盤災害と土地履歴. 月刊地理 56-12, pp. 81-90

Akojima Isao(2012)Man-made Ground failure caused by the 2011 Off The Pacific Coast of Tohoku Earthquake in the Inland of Northeast Japan. China-Japan-Korea Joint Conference on Geography, Abstract (Poster session) p. 139

阿子島 功(2012) 東北地方太平洋沖地震による地盤災害(3). 東北地理学会 2012年秋季大会, 季刊地理学, 65-1, p. 45

阿子島 功(2013) 2011. 3. 11 地震による福島県須賀川市の河岸段丘面上の地盤災害と中世城館の埋没濠遺構. 日本地理学会発表要旨集, 83, p. 294

阿子島 功(2014a) 東北地方太平洋沖地震による地盤災害(4). 東北地理学会 2014年春季大会

阿子島 功(2014b) 2011. 3. 11 東北地方太平洋沖地震による地盤災害(5). 東北地理学会 2014年秋季大会。

阿子島 功(2015) 2011. 3. 11 東北地方太平洋沖地震による被災造成地の前地形の簡易な読み方. 日本地理学会発表要旨集, 87, p. 141

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 6 件)

① Akojima Isao Man-made ground failure caused by the 2011 Off The Pacific Coast of Tohoku Earthquake in the Inland of Northeast Japan. China-Japan-Korea Joint Conference on Geography, 2012年9月3-6日 東北師範大学(中国吉林省長春)

② 阿子島 功 東北地方太平洋沖地震による地盤災害(3) 東北地理学会 2012年秋季大会, 2012年10月13-14日 秋田大学(秋田市)

③ 阿子島 功 2011. 3. 11 地震による福島県須賀川市の河岸段丘面上の地盤災害と中世城館の埋没濠遺構. 日本地理学会 2013年春季大会 2013年3月29-31日 立正大学(東京)

④ 阿子島 功 東北地方太平洋沖地震による地盤災害(4) 東北地理学会 2014年春季大会. 2014年5月17-18日仙台市戦災復興記念館(仙台市)

⑤ 阿子島 功 2011. 3. 11 東北地方太平洋沖地震による地盤災害(5). 東北地理学会 2014年秋季大会. 2014年10月11-12日山形大学(山形市)

⑥ 阿子島 功 2011. 3. 11 東北地方太平洋沖地震による被災造成地の前地形の簡易な読み方. 日本地理学会 2015年春季大会 2015年3月28-30日 日本大学(東京)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阿子島 功 (AKOJIMA Isao)
山形大学・名誉教授
研究者番号: 00035338