

令和 2 年 6 月 27 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03306

研究課題名（和文）熊本地震により阿蘇カルデラで発生したグラブンの被災メカニズムの研究

研究課題名（英文）Study on the mechanism of the grabens that formed in Aso caldera during the Kumamoto Earthquake

研究代表者

安田 進（Yasuda, Susumu）

東京電機大学・その他部局・教授

研究者番号：90192385

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,100,000円

研究成果の概要（和文）：2016年熊本地震により阿蘇火山のカルデラ内でグラブンが多く発生し、多くの住宅や道路、埋設管が被害を受けた。このメカニズムを明らかにするため詳細な研究を行った。人工衛星の合成開口レーダで地表面の変動を測定したところ2～3mの水平変位が発生していた。このうち最も甚大な被害が生じた狩尾地区でボーリングや試料採取、PS検層、表面波探査、微動アレイ観測、反射法探査、解析を行った。その結果、底がU字型の昔の湖に厚く堆積している粘性土のせん断剛性が地震で急減し、表層の水平変位とグラブンが発生したことが分かった。この結果をもとに住宅の適切な復旧方法を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

熊本地震によって阿蘇市で帯状の陥没により住宅地や道路などが甚大な被害を受けたが、地盤変状が発生した原因が不明で、復旧にあたってメカニズムの解明がまず必要とされた。それに対し、本研究を行ったことにより原因および地震後に残っている地盤の亀裂が明らかになった。そこで、本研究の途中で3回ほど住民説明会を開き、研究状況を説明し、適切な復旧方法に関する提案を行った。この説明会の内容は新聞、テレビでも多くとり上げられるなど、社会的意義は大きかった。また、このような地盤変状は近年の国内外の地震で発生したことがなく、学術的にも新たな知見が得られて意義が大きかった

研究成果の概要（英文）：The 2016 Kumamoto earthquake caused many grabens in the caldera of the Aso Volcano in Japan. Many houses, roads and buried pipes were severely damaged due to the grabens. We did a detailed research to clarify the mechanism of the grabens. The measurement of the displacement by SAR from satellites showed horizontal displacements of about 2 to 3 m occurred. Then, borings, SPT, sampling, and PS logging, surface wave exploration, microtremor array observation, and reflection survey were conducted at Kario district where most severe damage occurred. Investigated results showed that a thick clayey layer sediment deposited in an old lake, and the bottom of the soil layer is U-shaped. The residual deformation analysis showed the shear stiffness of the lake deposit clay decreased due to the earthquake, resulting in large deformation and the grabens. As major cracks are still open on the ground surface, appropriate restoration method was proposed to the residents.

研究分野：土木工学のうちの地盤工学を専門とし、その中でも地震地盤工学を主としている。

キーワード：地震 陥没 地盤変状 カルデラ 現地調査 解析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2016年に発生した熊本地震でグラーベン(帯状の陥没)が阿蘇のカルデラの各地で発生した。陥没に伴って生じた段差により低層建物はギロチン状に変形したり、基礎が強いものはガラス窓も割れず傾いた。また、道路は勿論、埋設管、河川の護岸、農地が段差等により被害を受けた。発生原因としては、別府 - 島原地溝帯に関係した南北方向の引張り力による正断層型の落ち込みにより発生、布田川断層から続く横ずれ雁行断層により発生、液化化により発生、カルデラの縁の特異な地層構成により発生、といったことがまず考えられた。ただし、被災状況を見ただけではこれらのどれかが原因なのか、または他に原因があるのか分からなかった。

2. 研究の目的

このような特異な帯状陥没は国内・外の近年の地震では報告されていなく、被災のメカニズムを解明し、将来の予測・対策に役立たせる必要があると考えられた。また、地震後の地盤状況を把握し被災メカニズムを明らかにしなければ住宅地や道路などの復旧が行えないと、住民の方々も不安に思っておられた。そこで、学術的な意義として被災メカニズムを明らかにし、社会的な意義として復旧方法を提案することを目的として研究を行うことにした。

3. 研究の方法

当初に計画した研究の検討項目とそれに対する調査・試験・解析内容を表1に示す。これに従って3年間研究を行った。

表1 研究全体の計画

課題	検討項目	調査・試験・解析
1. 陥没発生メカニズムの解明および復旧方法の検討	①被災状況の把握	現地踏査、住民からのヒアリング、道路・ライフラインの被害資料の収集・整理、航空写真判読
	②地盤変状量の把握	衛星画像(合成開口レーダー画像)による広域な地盤変形量の計測
	地域全体の地層構成の概略把握	既往地盤データの収集・整理
	陥没区間の地盤状況の把握	表面波探査
	深い地層構成の調査	微動アレイ観測、反射法による探査
	地震動の分析	地震波形からの変位量の算出
	代表的な地区に対する詳細な地盤調査および試料採取	ボーリング、標準貫入試験、地下水位測定、試料採取、PS検層、間隙水圧測定
	地割れの状況調査	ボーリング、サウンディング
	採取した試料に対するコア観察	火山灰分析、珪藻分析、年代測定
	物理・力学特性の把握	各種物理試験、圧密試験、三軸圧縮試験、繰返し三軸試験、繰返しねじりせん断試験
	モデルによる再現実験	振動台実験
	解析によるメカニズムの検討	地震応答解析、残留変形解析
	本復旧方法の検討	圧密沈下解析
2. 全国における被害の発生可能性および対策方法	国内の他地域における類似の被害発生可能性の検討	国内外の火山におけるカルデラの地質構造に関する調査、過去の地震によるカルデラ内での被害の調査
	対策方法の検討	陥没に類似した変状に対する家屋やライフラインの対策方法の収集、モデル実験

4. 研究成果

(1)被災状況・地盤変状量の把握および地震動の分析

国土地理院では熊本地震で発生した亀裂の分布図¹⁾を作成している。まず、これを参照しながら現地踏査などを行って検討した結果、図1に楕円で示した地区では大規模に帯状の陥没が発生したと判断された。小里～的石にかけては北東～南西方向、役犬原付近では北西～南東にかけて細長い陥没が発生していた。これらのうち狩尾、内牧、小里地



図1 熊本地震により阿蘇カルデラでグラーベンが発生した箇所

区では住宅地で帯状陥没が発生し、住宅や道路、ライフラインなどに甚大な被害を与えた。狩尾地区では、図2に示すように、道路と直交方向に幅約50mで最大1.3mの段差が発生し、そこに位置した住宅が落ち込み、県道175号線が寸断され、上下水道が切断された。内牧地区においては、陥没によって最大80cmの段差が発生し、段差上に建てられた家屋が大きく傾斜する被害を受けた。小里地区では、河川の護岸にクラックが入り、20cm程度の段差が生じた。その近くの住宅地では家屋全体が50cm程度沈下した。



図2 狩尾地区の被害状況

そこで、これらの地区を対象にして陸域観測衛星画像(合成開口レーダ画像)により、熊本地震による地表面変位量の測定を広域で行った。その結果、全体に数10cmほど北向きに変位している上に、さらに上記の陥没が発生した地区では2~3mといった大きな変位が局部的に発生していた。

そのうち図1に示す狩尾の測線に沿って水平および鉛直変位量を整理したのが図3(3)(4)である。これに見られるように、陥没発生区間付近から北西側(図中左側)にかけて2.5mもの大きな水平変位、鉛直変位が発生していた。

以上の現地踏査に加えて、狩尾、内牧、小里の住民の方々からインタビュー方式でヒアリングを行った。狩尾地区で1.3mも陥没が生じた区域の2名の方によると、i)揺れはあまり感じずにストンと家が落ちた、ii)灯籠や家具が倒れずに窓ガラスも割れなかった、iii)幅50cm程度の地割れが発生しそこに竿をさし込んだところ6mほど入った、とのことであった。

さて、陥没が発生した地域内には図1に示す2か所に地震計が設置され記録がとられている。そこで加速度時刻歴を直接積分して地盤変位量を推定した。その結果、阿蘇内牧の変位波形では加速度のピークが生じた後に北方向に最大で350cm程度の変位が生じ、60秒後には250cm程度の残留変位が生じたとの計算結果となった。合成開口レーダでのこの付近の測定結果によると約200cmの変位が発生しており、両者はかなり良く合った。KiK-net阿蘇でも最大230cm程度の変位が生じ、最終的に130cm程度の残留変位が生じたとの計算結果となった。

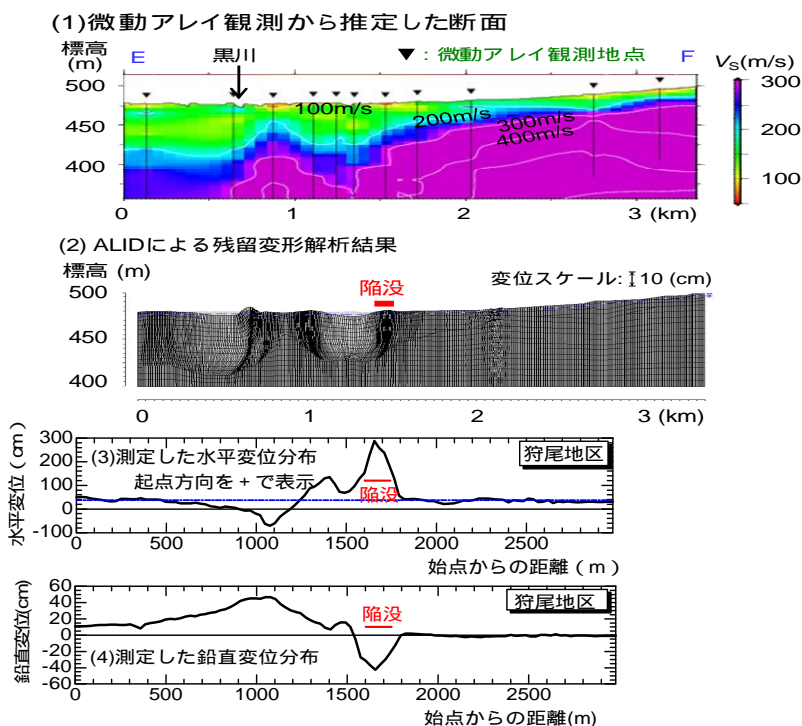


図3 狩尾地区に対して合成開口レーダで測定した変位分布および微動アレイ観測から推定した土層断面と残留変形解析結果

(2) 地域全体の地層構成、陥没区間の地盤状況の把握

阿蘇では約27万年前から約9万年前の間に4回ほど大噴火が発生し、4回目の大噴火で火砕流が大量に発生して南北約25km、東西約18kmのカルデラが形成され、その後中央火口丘が形成されて現在の形になった。その間、カルデラ内には3つの異なる時期に湖が形成されてきていると推察されている。長谷ら²⁾によると、9000年前頃には図1に示す阿蘇谷南西部に大きな湖が形成されていたと推定されている。その湖には火山灰が降り積もって、軽石や珪藻を含む粘性土を主体とし途中に砂質土層も挟む湖成層が形成されていたと考えられている。このような湖成層とその上部の砂・粘土層の地盤状況を把握するために、阿蘇市や他の機関から地盤調査資料を収集し整理したところ、この地域の湖成層の上面は標高460m付近で、その上に10~20m程度の厚さで未固結の砂・粘土が堆積していることが明らかになった。ただし、湖成層の底面までは地盤調査があまり行われていなかった。

次に、陥没区間の表層の現状を詳しく調べるため、表面波探査を狩尾、内牧、小里の三つの地

区で行った。図4に狩尾地区の探査結果を示す。両側に比べて陥没区間では未固結土砂層のS波速度が遅く、特に南側とは明らかに差が出た。内牧や小里地区でも同様に陥没区間のS波速度が遅くなった。前述したように狩尾地区では陥没区間付近で北西側に地盤が相対的に2.5m程度も動いた

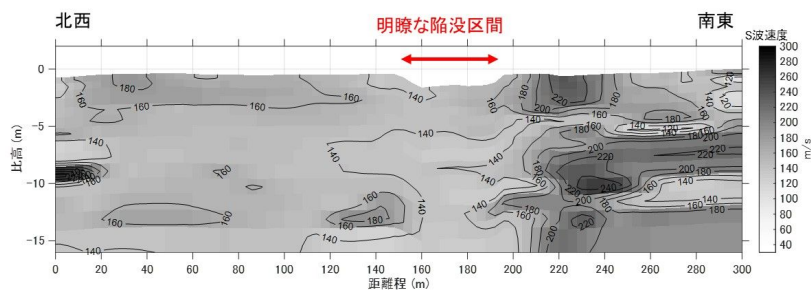


図4 狩尾地区の表面波探査結果

と考えられる。したがって、表層の未固結土砂層の水平土圧が減少し、未固結土砂が伸張破壊して、落ち込むように陥没が発生したのではないかと考えられた。

(3) 代表的な狩尾地区に対する詳細な地盤調査、コア観察、室内試験、解析

局所的な地盤変状のメカニズムを明らかにするためには、詳細な地盤調査を行って特性を把握し、解析によって再現することが必要である。ただし、小里、内牧、狩尾、的石の四つの地区全てで詳細な地盤調査を行うわけにいかないため、住宅被害が最も甚大であった狩尾地区を選定して調査を行った。

狩尾地区では陥没区間内でボーリングを行い、これを挟んで北西で1箇所、南東で2箇所で行った。ボーリング孔を利用して乱れの少ない試料の採取やPS検層も行った。ボーリング結果によると、表層には未固結土砂が標高478mから461mまで約17mの厚さで堆積していた。土質構成としては、北西側は粘性土と砂質土が互層状に不均質に堆積し、南東側はN値が15~40の固結度が高い砂質土が堆積していた。未固結土砂層の下には粘土質シルト~シルト質粘土の湖成層が厚く堆積していた。N値は1~2と小さかった。湖成層内には標高440m~430m付近に細砂主体のN値が13~20の砂質土層を介在しており、この層の含水は高く被圧していた。湖成層底面の標高は陥没区間の下では424m付近であり、南東にかけて浅くなっていた。コア観察によると湖成層には珪藻や軽石が含まれていた。PS検層によるとGL-17mまでの未固結土砂層は $V_s=200\sim 220\text{m/s}$ となっていた。その下の湖成層はGL-51.2mの底面までの粘性土は $V_s=140\sim 150\text{m/s}$ と少し遅く、中間の砂質土は 190m/s となっていた。そして、湖成層底面以下は $V_s=420\text{m/s}$ と速くなっていた。

ボーリング箇所より北西側の湖成層底面の分布は分からないため、反射法探査と微動アレイ観測結果から推定することを試みた。微動アレイ観測の結果からもせん断波速度 V_s の深度分布が求まるので、陥没区間のボーリング孔で実施したPS検層の結果と比較したところ、湖成層の底面と考えられるGL-51m付近の上下で両者とも V_s が大きく変化していた。そこで、その境界を V_s が 200m/s と見做し、測線に沿った他の微動アレイ観測結果からその深度を推定した。さらに反射法探査結果も合わせて狩尾地区の断面を推定したところ、湖成層の底面はお椀状になっていると推定された。

ボーリング孔からは土の試料を採取し、室内試験を行って物理、静的強度、繰返し変形、繰返し非排水せん断強度の各特性を求めた。それによると湖成層の粘性土は自然含水比が200%~300%と非常に高く、間隙比も異常に大きかった。そして静的強度は小さくはない粘性土であったが、一旦繰返すとドロドロの状態になる鋭敏な粘性土であった。また、ある程度大きな繰返しせん断応力を与えると、せん断剛性が急減する特性を示した。これは含水比や間隙比が大きいことを見かけ上の原因であるが、火山にできた湖に珪藻が繁殖しているところに軽石を含んだ火山砕屑物が堆積した特殊な湖成層であることが、本質的な原因ではないかと考えられた。つまり、珪藻同士で形成された間隙の大きい鎖状の構造がせん断力によって壊れ、軽石はポーラスであり長い年月の風化で弱くなっていてせん断力により粒子自体が壊れたのではないかと考えられた。

これらの土質試験結果を用いて、地盤調査や探査から推定された断面に対し、地震応答解析および残留変形解析を行って陥没発生の再現を試みた。

地震応答解析には2次元地震応答解析ソフトFLUSHを用い、入力波としてはK-NET一の宮の地表で観測された地震動(EW波)を1次元地震応答解析により工学的基盤での引き戻した波を用いた。解析結果の地震応答値を用いて残留変形解析を解析ソフトALID³⁾で行った。その結果、湖成層が地震動によって砂地盤の液状化のようにせん断剛性が急減して中央部に回り込むように変形し、陥没発生箇所付近の表層に引張力が働いて沈下する結果が得られた。

(4) 小里、内牧、的石地区での微動アレイ観測結果からの断面推定および解析

上述したように、狩尾地区の微動アレイ観測結果で $V_s=200\text{m/s}$ となる境界が湖成層底面と判断できることが分かってきたため、小里、内牧、的石地区で微動アレイ観測を追加で実施し、断面を推定することを試みた。そして四つの地区とも測線に沿って約10地点での観測結果を並べ、その間を補間して V_s の断面分布を推定した。そして深度を湖成層底面と判断し、前述した

狩尾地区と同様に地震応答解析および残留変形解析を行った。

狩尾地区でこのようにして推定した断面を図 3(1)に示し、図 3(2)にその断面での残留変形の解析結果を示す。この地区では北西側に外輪山が張り出してきており、合成開口レーダで測定した変位分布の測線は始点距離 800m 付近より北西（図中左側）で外輪山に乗り上がるようになっている。これに対し、微動アレイ観測を行った道路はこれを避けて 1400m 付近から北西側では少し東に方向を変えて外輪山に乗り上がらない測線となっている。このため、1000m 付近より南東側だけ対象にして比較してみると、残留変形解析の変形状態は合成開口レーダで測定した変位分布と傾向が良くあった。他の小里、内牧、的石地区も同様に両者が良くあった。そこで、これらをもとに、帯状陥没が発生したメカニズムは以下のものであると結論に至った。

9000 年前頃に形成されていた湖に、珪藻や軽石を含む間隙比の大きい粘性土の湖成層が堆積していた。

湖成層の底面は図 5 に示すようにお椀状になり、さらに地表面も中央に向かってわずかに傾斜している所もあった。

地震動によって粘性土の湖成層のせん断剛性が急減し、中央部に回り込むようにせん断変形し、中央は盛り上がった。

この変形によりかつての湖の両側の縁付近に局所的な水平変位が生じ、表層の未固結土砂層が水平に引っ張られ、陥没やクラックが発生した。

なお、図 1 に示されている役犬原地区では、他地区とは違う北西～南東の向きに陥没が発生した。旧地形を調べたところ、かつてはこの線に沿って小河川があり、それを埋めて農地にしてあった。その際に川底に石を敷き土を埋めたとのことで、その土が吸い出だされて空洞が生じていたため、1m に及ぶ大きな陥没が発生したのではないかと考えられた。

(5) 地震後に残存している地割れの状況調査および住宅の復旧方法の検討

地震時に発生した地割れの深さがその後どう変化しているか調べるために、地震から 2 年後に狩尾地区でスウェーデン式サウンディング試験を実施した。その結果、亀裂は概ね地表面から 2m 程度の深度のところ分布しており、その厚さは場所によって異なり、GL-0.3m ~ -2.0m の範囲にあることが分かった。ただし、場所によっては GL-3m や -5m のところに亀裂が残っている場合もあった。

住宅地の復旧にあたっては、近い将来に襲う地震を想定しておく必要がある。阿蘇地区で将来襲ってくると予想される地震には、南海トラフで発生すると予測される海洋型地震、中央構造線沿いの内陸の活断層で発生する地震、日奈久断層帯（日奈久区間）で発生する地震、の三種類があると考えられる。そのうち発生確率が最も高いと考えられているのが、この地震により再度、帯状陥没の被害が発生するかどうか検討してみた。その結果、熊本地震の本震に比べて南海トラフの地震では約 1/3 の小さな加速度となることが予想され、このように揺れが小さい場合には、地震によって湖成層はあまり軟らかくならず有害な変形を生じないものと考えられた。

ただし、熊本地震で亀裂がはいった箇所では上述したように、まだ亀裂が残っている所があり、また、陥没した区間では地盤も緩んでいる箇所があると考えられた。そこで、住宅の復旧にあたっては地割れにモルタル注入を行って地割れを塞ぎ、さらに陥没した区間では杭を打設することを住民の方々に推奨した。

< 引用文献 >

- 1) 国土地理院：平成 28 年熊本地震・空から見た（航空写真判読による）布田川断層帯周辺の地表の亀裂分布図、<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html>。（参照 2017-6-30）。
- 2) 長谷義隆・宮縁育夫・春田直紀・佐々木尚子・湯本貴和：中部九州阿蘇カルデラ北部阿蘇谷の最終氷期後期以降の層相変化と地形形成、御所浦白亜紀資料館報、第 11 号、pp.1-10、2010。
- 3) 安田進・吉田望・安達健司・規矩大義・石川敬祐：液状化に伴う残留変形の静的評価法、日本地震工学会論文集、第 16 巻、第 10 号、pp.31 - 50、2016。

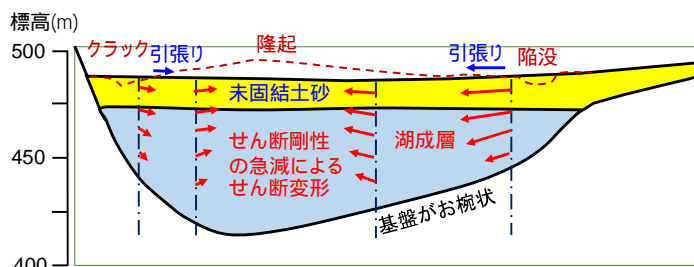


図 5 帯状陥没が発生したメカニズムの概念図

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Susumu Yasuda, Naoto Ohbo, Hideo Nagase, Satoshi Murakami and Keisuke Ishikawa	4. 巻 6-2
2. 論文標題 Grabens that formed in a caldera of the Aso during the 2016 Kumamoto Earthquake in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 GIS and Geoinformation Zoning for Disaster Mitigation, Japanese Geotechnical Society Special Publication	6. 最初と最後の頁 7-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3208/jgssp.v06.GIZ02	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Masanobu Shimada・Susumu Yasuda・Keisuke Ishikawa	4. 巻 3/E
2. 論文標題 InSAR CALVAL OF PALSAR-2 AND ACCURATE ESTIMATION OF THE SURFACE DEFORMATION USING THE TIME SERIES ANALYSIS	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ALOS-2 PI report	6. 最初と最後の頁 190-194
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 原口 強	4. 巻 号外
2. 論文標題 2016年熊本地震に伴い阿蘇谷で発生した亀裂群の形成機構	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 月刊地球	6. 最初と最後の頁 79-85
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計41件（うち招待講演 0件/うち国際学会 5件）

1. 発表者名 大保 直人・先名 重樹・安田 進・石川 敬祐・野村 勇斗
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇谷で発生した帯状陥没地域の深部速度構造
3. 学会等名 地盤工学会 第55回地盤工学研究発表会講演集, (予定)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安田 進・石川 敬祐・野村 勇斗
2. 発表標題 微動アレイ観測にもとづいた熊本地震で発生した陥没の解析
3. 学会等名 地盤工学会 第55回地盤工学研究発表会講演集, (予定)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 七條隆・永瀬英生・廣岡明彦・日高奈美
2. 発表標題 熊本地方に堆積する火山灰質土の繰返し強度変形特性
3. 学会等名 地盤工学会 第55回地盤工学研究発表会講演集, (予定)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安田 進・石川 敬祐・大保 直人
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇市役犬原で発生した帯状陥没のメカニズム
3. 学会等名 土木学会 第75回年次学術講演会講演集, (予定)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Susumu Yasuda, Keisuke Ishikawa, Naoto Ohbo, Hideo Nagase and Satoshi Murakami
2. 発表標題 Investigation on mechanism of the grabens that formed in Aso during the 2016 Kumamoto Earthquake in Japan
3. 学会等名 7th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, pp.5738-5745 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Yasuda, Keisuke Ishikawa and Kota Katsuyama
2. 発表標題 Analyses to elucidate the mechanism of the grabens that formed in Aso during the 2016 Kumamoto Earthquake in Japan
3. 学会等名 16th Asian Regional Conference on SMGE, ATC10-008 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Yasuda, Naoto Ohbo, Hideo Nagase, Satoshi Murakami Shusaku Ito and Keisuke Ishikawa
2. 発表標題 Study on the method to restore the ground and houses damaged by grabens in Aso during the 2016 Kumamoto Earthquake in Japan
3. 学会等名 Technical Forum on Mitigation of Geo-disasters in Asia, pp.156-161 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideo Nagase, Akihiko Hirooka, Keigo Fukumoto, Keiichiro Miyaji and Ryu Shichijo
2. 発表標題 Cyclic strength and deformation characteristics of volcanic ash soils deposited in Kumamoto district
3. 学会等名 Technical Forum on Mitigation of Geo-disasters in Asia, pp.45-50 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石川 敬祐・安田 進・永瀬 英生・野村 勇斗・勝山 孝太
2. 発表標題 阿蘇カルデラの湖成堆積物の繰返し載荷後の変形特性
3. 学会等名 地盤工学会 第54回地盤工学研究発表会講演集, pp.615-616
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上 哲・池田 義迪
2. 発表標題 平成28年熊本地震で生じた阿蘇谷での帯状陥没域におけるクラックの分類タイプと地盤構造の比較
3. 学会等名 地盤工学会 第54回地盤工学研究発表会講演集, pp. 1919-1920
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 七條 隆・宮地 恵一郎・永瀬 英生・安田 進・石川 敬祐
2. 発表標題 熊本地方に堆積する火山灰質土の繰返しせん断特性に関する研究
3. 学会等名 地盤工学会 第54回地盤工学研究発表会講演集, pp. 617-618
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安田 進・大保 直人・先名 重樹・石川 敬祐
2. 発表標題 熊本地震により帯状陥没が発生した狩尾地区の土層断面の推定
3. 学会等名 地盤工学会 第54回地盤工学研究発表会講演集, pp. 1921-1922
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北田 奈緒子・伊藤 浩子・井上 直人・安田 進・伊東 周作
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇で発生した帯状陥没に関する地盤調査(ボーリングコア試料による堆積環境調査)
3. 学会等名 地盤工学会 第54回地盤工学研究発表会講演集, pp. 1923-1924
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石川 敬祐・安田 進・勝山 孝太・野村 勇斗
2. 発表標題 2016年熊本地震による阿蘇カルデラ内の湖成堆積物の軟化現象を考慮した残留変形解析
3. 学会等名 地盤工学会 第54回地盤工学研究発表会講演集, pp.1925-1926
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊東 周作・安田 進・永瀬 英生・大保 直人・村上 哲
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇で発生した地割れのスウェーデンサウンディング試験
3. 学会等名 地盤工学会 第54回地盤工学研究発表会講演集, pp.1927-1928
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石川 敬祐・安田 進・野村 勇斗
2. 発表標題 阿蘇カルデラの湖成粘土の動的変形特性
3. 学会等名 土木学会 第74回年次学術講演会講演集 , pp.306-307
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋昂也、島田政信
2. 発表標題 時系列干渉SARデータを用いた熊本地震2016以降の地殻変動検出2
3. 学会等名 日本リモートセンシング学会、第67回日本リモートセンシング学会予稿集, 秋季大会, pp.163-166
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畠中昇平・村上哲・西智美・樫原弘貴
2. 発表標題 平成 28 年熊本地震によって生じた陥没と阿蘇谷における湖成層の堆積構造の関係性
3. 学会等名 土木学会、令和元年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.304-305
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石川 敬祐・安田 進・野村 勇斗
2. 発表標題 阿蘇谷の湖成粘性土層のせん断波構造による下端面の推定
3. 学会等名 地盤工学会 第16回地盤工学会関東支部発表会, 防災6-710
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安田 進・大保 直人・島田 政信・千葉 達朗・原口 強・永瀬 英生・村上 哲・先名重樹・伊東周作・石川 敬祐
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇カルデラで発生したグラブの被災メカニズム
3. 学会等名 第15回日本地震工学シンポジウム講演集, pp.2554-2563
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大保 直人・先名 重樹・安田 進・石川 敬祐・野村 勇斗
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇市で発生した帯状陥没地域での微動アレイ観測によるS波地盤構造評価
3. 学会等名 第15回日本地震工学シンポジウム講演集, pp.2564-2572
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安田 進・大保 直人・永瀬 英生・村上 哲・石川 敬祐
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇で発生した帯状陥没に関する地盤調査(その1) 調査の概要と表面波探査結果
3. 学会等名 地盤工学会 第53回地盤工学研究発表会講演集, pp. 103-104
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永瀬 英生・安田 進・石川 敬祐・村上 哲
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇で発生した帯状陥没に関する地盤調査(その2) 陥没被害の状況と住民へのヒアリング調査
3. 学会等名 地盤工学会 第53回地盤工学研究発表会講演集, pp. 105-106
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平田 涼太郎・村上 哲・野見山 陽・石川 敬祐・安田 進・永瀬 英生
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇で発生した帯状陥没に関する地盤調査(その3) 地盤情報の収集・データベース化
3. 学会等名 地盤工学会 第53回地盤工学研究発表会講演集, pp. 107-108
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大保 直人・先名 重樹・安田 進・石川 敬祐・野村 勇斗
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇で発生した帯状陥没に関する地盤調査(その4) 微動アレイ観測によるS 波地盤構造
3. 学会等名 地盤工学会 第53回地盤工学研究発表会講演集, pp. 109-110
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石川 敬祐・安田 進・伊東 周作・永瀬 英生・村上 哲・野村 勇斗
2. 発表標題 熊本地震により阿蘇で発生した帯状陥没に関する地盤調査(その5) ポーリング調査による浅部の地質構造の特徴
3. 学会等名 地盤工学会 第53回地盤工学研究発表会講演集, pp.111-112
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石川 敬祐・安田 進
2. 発表標題 2016年熊本地震の際に阿蘇谷で観測された地震動波形から推定した地盤変位
3. 学会等名 土木学会 第73回土木学会年次学術講演会講演集, pp.335-336
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安田 進・石川 敬祐・野村 勇斗
2. 発表標題 阿蘇カルデラで発生した陥没や地中管路の被害の関係
3. 学会等名 土木学会 第73回土木学会年次学術講演会講演集, pp.321-322
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安田 進・石川 敬祐・野村 勇斗
2. 発表標題 阿蘇カルデラの湖成堆積物の液状化後の変形特性
3. 学会等名 地盤工学会 第15回地盤工学会関東支部発表会, pp.52-54
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田義迪・村上 哲・ 樫原弘貴
2. 発表標題 阿蘇谷における平成 28年熊本地震により生じたクラックのタイプ分類と域別特徴
3. 学会等名 土木学会 平成30年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.289-290
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 昂也、島田 政信
2. 発表標題 時系列干渉SARデータを用いた熊本地震2016以降の地盤変動検出
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 ” JPGU, STT48-P05
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 昂也,島田 政信
2. 発表標題 時系列干渉SARデータを用いた熊本地震2016以降の地殻変動検出
3. 学会等名 日本リモートセンシング学会 第65回秋季大会, pp.67-68
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原口強, 林久夫, 吉永佑一
2. 発表標題 2016年熊本地震に伴う阿蘇谷の亀裂群はどのように起こったか
3. 学会等名 2018年日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原口強
2. 発表標題 2016熊本地震に伴う阿蘇谷で発生した亀裂のタイプとその発生機構
3. 学会等名 地盤工学会 第53回地盤工学会研究発表会, pp.1813-1814
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原口強, 林久夫, 吉永佑一
2. 発表標題 2016年熊本地震に伴う阿蘇谷に出現した亀裂の成因とその地下構造
3. 学会等名 日本応用地質学会 2018年研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安田 進・村上 哲・永瀬 英生
2. 発表標題 2016年熊本地震による阿蘇カルデラ内の陥没被害に関するヒアリング
3. 学会等名 日本第四紀学会 日本第四紀学会2017年大会講演要旨集, p.12、2017.
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大保 直人・先名 重樹・安田 進・石川 敬祐・野村 勇斗
2. 発表標題 熊本地震による阿蘇カルデラ内で発生した陥没周辺の地盤構造評価
3. 学会等名 土木学会 第37回地震工学研究発表会, 1123
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安田 進・島田 政信・石川 敬祐・野村 勇斗
2. 発表標題 熊本地震で帯状に陥没した阿蘇市狩尾地区の変状調査
3. 学会等名 日本地震工学会 第13回年次大会梗概集, P2-13, pp.1-8.
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 島田 政信・安田 進・石川 敬祐
2. 発表標題 ALOS-2/PALSAR-2の3方位 InSARを用いた熊本地震2016に伴う3次元地殻変動量の抽出と内牧地区を中心とした局所変動地域の調査
3. 学会等名 日本リモートセンシング学会 第63回日本リモートセンシング学会学術講演会(秋季大会)、pp.145-148.
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 島田 政信・安田 進・石川 敬祐
2. 発表標題 ALOS-2/PALSAR-2の3方位 InSARを用いた熊本地震2016に伴う3次元地殻変動量の抽出と内牧地区を中心とした局所変動地域の調査
3. 学会等名 平成29年度 東京大学地震研究所共同利用(研究集会)「地表変動メカニズムの解明に向けた新世代SARの活用」(課題番号: 2017-W04)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masanobu Shimada・Susumu Yasuda・Keisuke Ishikawa
2. 発表標題 Surface deformation at the Kumamoto Earthquake 2016 using the 3 DinSAR images observed by the ALOS-2/PALSAR-2
3. 学会等名 ALOS-2 PI workshop in Tokyo, ALOS-2 主研究者研究発表会(東京、竹橋).(国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 安田 進	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日刊工業新聞社	5. 総ページ数 159
3. 書名 トコトンやさしい地盤工学の本	

1. 著者名 Masanobu Shimada	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Taylor and Francis, CRC press	5. 総ページ数 391
3. 書名 Imaging from Spaceborne and Airborne SARs, Calibration, and Application, Chapter 12, Interferometry	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	石川 敬祐 (Ishikawa Keisuke) (00615057)	東京電機大学・理工学部・准教授 (32657)	
研究分担者	村上 哲 (Murakami Satoshi) (10261744)	福岡大学・工学部・教授 (37111)	
研究分担者	北田 奈緒子 (Kitada Naoko) (30450901)	一般財団法人地域地盤環境研究所・その他部局等・その他 (84422)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大保 直人 (Ohbo Naoto) (50107398)	公益財団法人地震予知総合研究振興会・地震防災調査研究部・副首席主任研究員 (82669)	
研究分担者	原口 強 (Haraguchi Tsuyoshi) (70372852)	大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授 (24402)	
研究分担者	永瀬 英生 (Nagase Hideo) (80180488)	九州工業大学・大学院工学研究院・教授 (17104)	
研究分担者	島田 政信 (Shimada Masanobu) (90358721)	東京電機大学・理工学部・教授 (32657)	
研究分担者	先名 重樹 (Senna Shigeki) (90500447)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・社会防災システム研究部門・主幹研究員 (82102)	
研究協力者	千葉 達朗 (Chiba Tatsuro)	アジア航測（株）・先端技術研究所・フェロー	