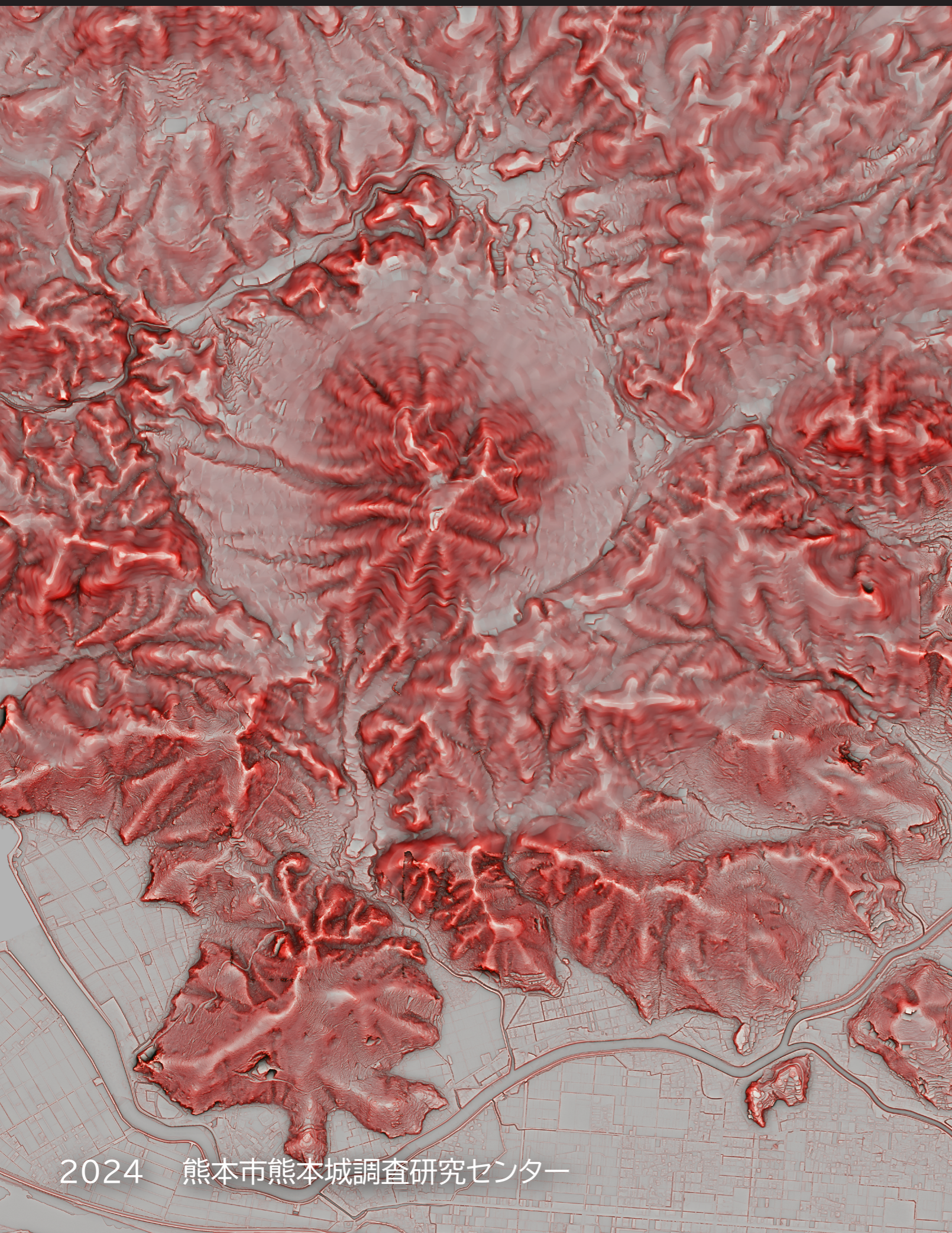


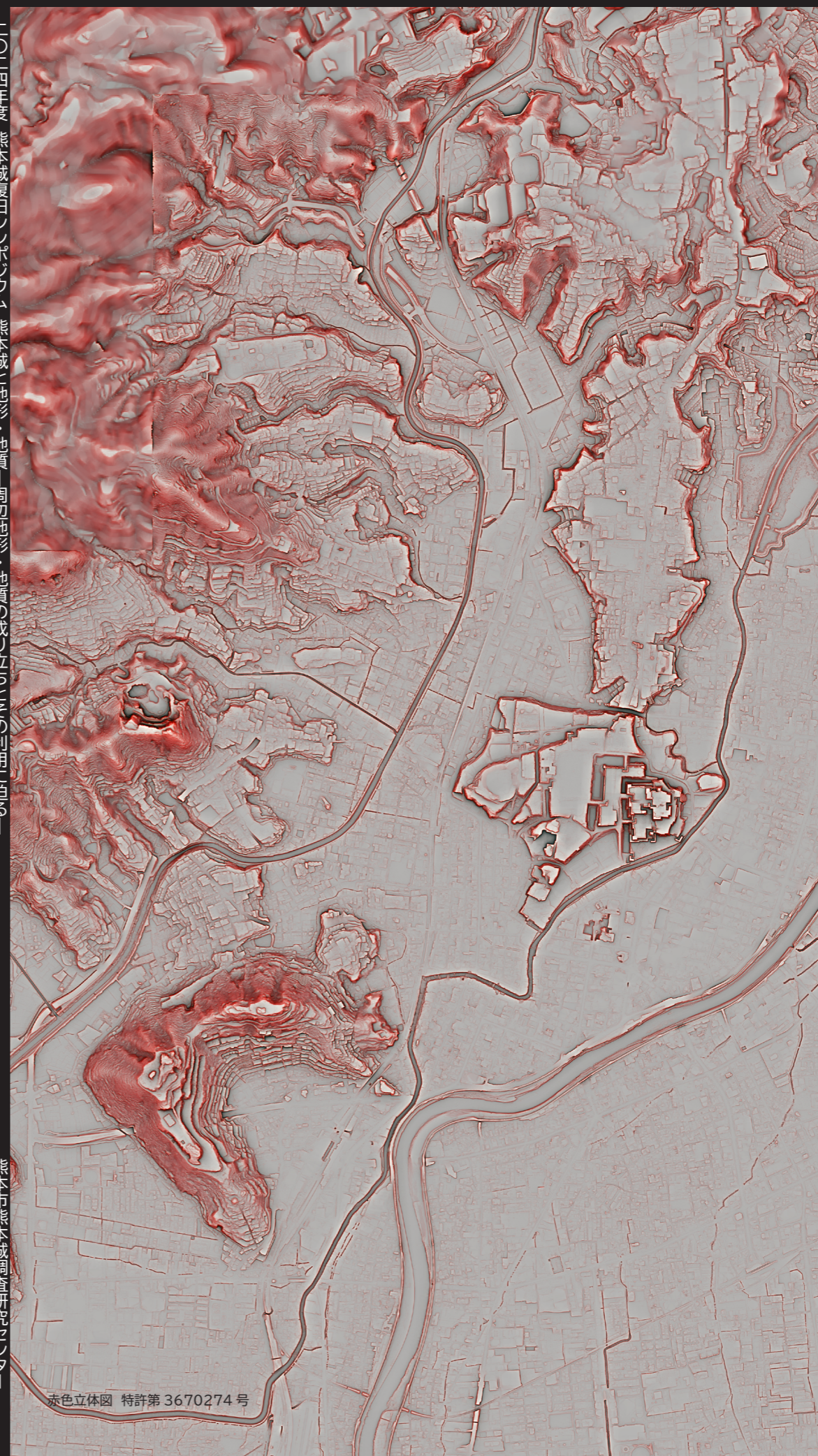
熊本城と地形・地質

—— 周辺地形・地質の成り立ちとその利用に迫る



二〇二四年度 熊本城復旧シンポジウム 熊本城と地形・地質―周辺地形・地質の成り立ちとその利用に迫る―

熊本市熊本城調査研究センター



2024

12/15日

open 12:10

start 12:50

会場

市民会館シアーズホーム
夢ホール 大会議室
(熊本市中央区桜町 1-3)

申込不要

先着 250 名

熊本城復旧
シンポジウム

熊本城と

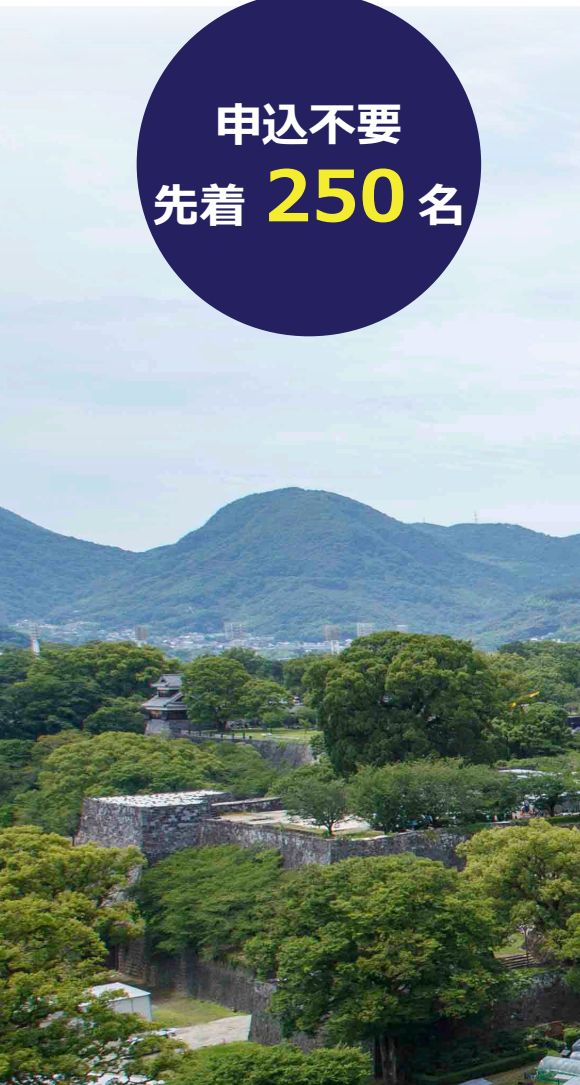
地形・

地質

周辺地形・地質の成り立ちとその利用に迫る



赤色立体図 特許第 3670274 号



2024 年度 熊本城復旧シンポジウム

熊本城と地形・地質

周辺地形・地質の成り立ちとその利用に迫る

地震や火山活動、河川のはたらきによって生み出された熊本城周辺の地形・地質。近年、熊本地震からの復旧に際して行った地質調査や発掘調査により、その実像が明らかになってきました。このシンポジウムでは、熊本城周辺の地形・地質の特徴とその成り立ちとともに、それらがどのように築城にいかされたかに迫ります。

内 容

- 12:10 ○ 開場・受付開始
- 12:50 ○ 開会挨拶
- 12:55 ○ 趣旨説明
- 13:00 ○ 「熊本城周辺の地質について」 南部靖幸（熊本博物館）
- 13:40 ○ 「阿蘇火山と火砕流」 星住英夫（産総研 地質調査総合センター）
- 14:30 ○ 「熊本城公園に推定される立田山断層の調査」 大上隆史（産総研 地質調査総合センター）
- 15:10 ○ 「調査成果からみる熊本城の成り立ち」 嘉村哲也（熊本城調査研究センター）
- 16:00 ○ シンポジウム
- 16:55 ○ 閉会挨拶

会場アクセス



熊本市電 花畑町 徒歩約 5 分
桜町バスターミナル 徒歩約 5 分

※駐車場はございません。近隣の有料駐車場をご利用ください。

関連企画

天守閣企画展示

「熊本城と地形・地質～周辺地形・地質の成り立ちとその利用に迫る～」

会期 11月1日～2025年4月

場所 熊本城天守閣 1F 企画展示コーナー

※観覧には熊本城の入園料が必要です。

主 催

熊本市熊本城調査研究センター
TEL:096-355-2327

詳 細



2024年度熊本城復旧シンポジウム
「熊本城と地形・地質—周辺地形・地質の成り立ちとその利用に迫る—」
の開催にあたって

平成28年熊本地震によって、熊本城は甚大な被害を受けました。これは大変不幸なことでしたが、一方で被害からの復旧措置に必要な情報を確認するために数多く実施してきた調査によって、次々に新たな事実が判明してきています。今回テーマとして取り上げる「熊本城周辺の地形・地質」も、地震前に比べて大きく理解が進展しました。

熊本城周辺の地形・地質には火山や河川、地震などの活動が大きく関わっており、それぞれの活動によって生み出された地形・地質には様々な特徴があります。そして400年前の熊本城の築城に際しては、こうした地形・地質の特徴を実に巧みに利用していることが明らかになってきました。

本日のシンポジウムでは、熊本城築城以前の地形・地質の特徴とその成立に迫るとともに、それらをどのように築城に活用しているのかを明らかにしていきます。参加された皆様が、熊本城への理解を深める一助となれば幸いです。

また、本日のシンポジウムを開催するにあたり、講師をお引き受けいただきました国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター様には、心より御礼申し上げます。

令和6年(2024年)12月15日

熊本市文化市民局
熊本城総合事務所
熊本城調査研究センター

【講師紹介】

南部 靖幸（なんぶ やすゆき）

熊本博物館 学芸員

専門：地質（古生物学）

地質標本の収集・管理や化石観察会等を実施し、幅広い年齢層の市民・県民に向けて分かりやすく伝えている。2021年には「震災をふりかえる一大地とモノが語る熊本地震」を企画し、地震を機に実施された断層調査を紹介、解説した。また、熊本城のしゃちほこをモチーフにした熊本博物館の人気マスコットキャラクター「しゃちべえ」を考案した。

星住 英夫（ほしずみ ひでお）

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター テクニカルスタッフ

専門：火山地質学

阿蘇火山をはじめとする中部九州の火山の調査を40年間行ってきた。近年は阿蘇を集中的に調査し、2023年に国内最大の巨大噴火である阿蘇4噴火についてまとめた「阿蘇4火砕流堆積物分布図」を発表した。阿蘇4噴火で発生した阿蘇4火砕流の詳細な分布・層厚や特徴、日本列島全域に堆積した阿蘇4火山灰の分布を示し、巨大噴火の全体像とその影響範囲を明らかにした。

大上 隆史（おおがみ たかし）

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 主任研究員

専門：地形学・第四紀地質学

活断層で発生する地震災害を精度良く予測するため、陸上から沿岸海域に分布する活断層周辺の地形・地質構造を調べ、活断層の正確な位置・長さ、過去の大地震の発生履歴および地震時の地表変形を明らかにするための研究に取り組んでいる。2023～2024年には立田山断層の活動解明に向けて、熊本城公園における地質調査を担当した。

嘉村 哲也（かむら てつや）

熊本城調査研究センター 文化財保護参事

専門：考古学

平成28年熊本地震以前より在籍、センター職員として被災。

地震により被災した特別史跡熊本城跡の石垣を中心とした被害状況の把握等を行い、本質的価値の保存・活用を主な業務とする。平成29年、30年に実施した地質調査においては調査計画の立案から調査まで一貫して担当し、熊本城内の詳細な地質把握に取り組んだ。

日 程

開催日：令和6年（2024年）12月15日（日）

開催場所：市民会館シアーズホーム夢ホール 大会議室

12：10～開 場・受付開始

12：50～12：55 開会挨拶

12：55～13：00 趣旨説明

13：00～13：40 報 告①「熊本城周辺の地質について」

南部靖幸 氏（熊本博物館）

13：40～14：20 報 告②「阿蘇火山と火砕流」

星住英夫 氏

（国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター）

14：20～14：30 〈 休 憩 10分 〉

14：30～15：10 報 告③「熊本城公園に推定される立田山断層の調査」

大上隆史 氏

（国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター）

15：10～15：50 報 告④「調査成果からみる熊本城の成り立ち」

嘉村哲也（熊本城調査研究センター）

15：50～16：00 〈 休 憩 10分 〉

16：00～16：55 シンポジウム

16：55～17：00 閉会挨拶

目 次

【報告①】熊本城周辺の地質について……………	1
熊本博物館 南部 靖幸	
【報告②】阿蘇火山と火砕流……………	5
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 星住 英夫	
【報告③】熊本城公園に推定される立田山断層の調査……………	11
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 大上 隆史	
【報告④】調査成果からみる熊本城の成り立ち……………	21
熊本城調査研究センター 嘉村 哲也	

※本資料集内の所蔵先記載資料の無断転載は禁止です。転載の場合は必ず各所蔵先に各自でお問い合わせください。

※本シンポジウムの企画は熊本市熊本城調査研究センター 嘉村哲也、資料集の編集は熊本市熊本城調査研究センター 木下泰葉が担当した。

【報告①】

熊本城周辺の地質について

熊本博物館

南部 靖 幸

1 はじめに

本シンポジウムは本来、熊本城復旧を大きなテーマとしたものであるが、今回は阿蘇の火山活動や断層調査など、熊本城周辺の大地に関するテーマを多く扱う。地質学の基礎知識や年代観をもとに以降の講演の理解を深めるため、熊本城周辺の地質について概ね年代が古いものから順に概説する。

2 変成岩

堆積岩や火成岩が地下深い場所で高い温度や圧力に晒されて鉱物組成や組織が変化した岩石で、年代が数億年スケールの非常に古い岩体。熊本市内で地上に露出している場所は植木以北に点在する丘陵地に限られるが、熊本地盤研究会（2019）によると標高-470mより深いボーリングコアで確認されており、熊本平野の地下に広く分布している。熊本城の石材を観察していると、安山岩中にマグマが上昇する際に取り込まれた捕獲岩（ゼノリス）として見ることができる。（図1）



図1 安山岩中の捕獲岩(矢印) ※ただし写真は熊本城の石垣ではない

3 別府－島原地溝帯について

九州各地の測地データによると、別府－島原を境に九州は南北に引っ張られ、東西に圧縮されている。この影響で九州島が南北に引き裂かれようとしている狭間が別府－島原地溝帯であり、その地下では地殻が破碎されたことによるとみられる重力異常も観測されている。この地溝帯の上部にある地域は地盤が沈降しており、多くの第四紀火山が並ぶ。このような力がかかることにより九州中部には布田川・日奈久断層帯のような横ずれ断層や、沈降している地域に特徴的な正断層が多く存在している。

4 金峰山

熊本市の北西方に位置する金峰山山系は新生代第四紀更新世に活動した火山であり、その活動年代から大きく古期（140万年前～110万年前）・中期（約50万年前）・新期（約20万年前）の活動期（土志田ほか2006）に分けられる。（図2）

【古期噴出物】

金峰山山系の南部の松尾付近や、一ノ岳を取り囲む馬蹄型の外輪山、島崎周辺の石神山、荒尾山、三淵山、井芹川で隔てられた花岡山、独鈷山、立田山も含む。

松尾付近の火山岩類は古期噴出物の中でも最も古い年代を示し（約140～120万年前：土志田ほか2006）、特筆して松尾火山岩類とも呼ばれ、玄武岩、安山岩、デイサイトと多様な岩相からなる。

外輪山の古期噴出物は主に分厚い安山岩溶岩、もしくは凝灰角礫岩からなる。宮本武蔵が五輪の書を記したとされる霊巖洞は凝灰角礫岩の洞窟である。

荒尾山、三淵山は粘性の高い溶岩が火口付近にこんもりとした山体を形作った溶岩ドームと見られ、現在は山体の大部分を採掘された姿の石神山同様であるとされる（吉井 1955, 岩内ほか 1997）。石神山ではかつて安山岩の割れ目から鱗珪石の結晶を産出しており、国内のみならず海外でも産地として有名で、日本地質学会により「石神山の鱗珪石」が「熊本県の石（鉱物）」として指定されている。

一方、東に離れた立田山の露頭はほとんどが安山岩質の角礫を主体とする凝灰角礫岩であり、地表に溶岩流の痕跡は現在ほとんどみられない。

古期の活動と中期の活動の間に古期山体の中心が北西方向に崩壊することで馬蹄型のカルデラが形成されたとみられており（新熊本市史編纂委員会 1996）、玉名方面にはその崩壊堆積物が分布している。（熊本県地質図編纂委員会 2008）

【中期噴出物】

中期の溶岩は二ノ岳、三ノ岳に見られ、これらの山の安山岩には板状節理（板状に割れる岩の割れ目）がよく発達する。

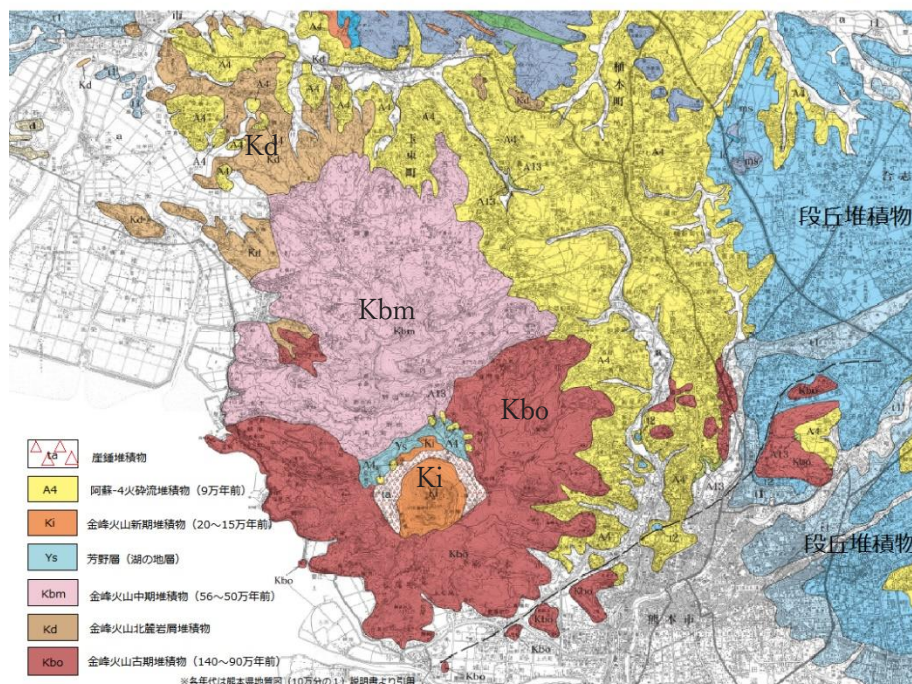
この時期の火山活動によって馬蹄型のカルデラの開口部が閉塞し、湖を形成したものと考えられており（新熊本市史編纂委員会 1996）、その湖成層（芳野層）の粘土からは木の葉や昆虫の化石が産出している。

この湖は後の新期の溶岩の噴出により姿を消したとみられており、新熊本市史の自然編にその接触部の露頭写真が掲載されている。現在も金峰森の駅みちくさ館の付近ではその柱状節理（溶岩などの冷却でできる五角形や六角形の柱状の割れ方）を示す転石がみられる。

【新期噴出物】

金峰山（一ノ岳）は明るい灰色～やや赤みを帯びたピンク色を示すデイサイトからなる。デイサイトは安山岩と粘度の高い流紋岩の中間的な性質の岩石で、かつては石英安山岩という名で安山岩に含まれていたため、書かれた時代により文献中の岩石名が異なる。粘度の高いマグマが噴出したことにより、山体は丸い溶岩ドームとなっている。

図2 金峰山周辺の地質図【熊本県地質図編纂委員会（2008年）より抜粋】



※阿蘇の火砕流噴火（約 27 万年前～約 9 万年前）については報告②にて詳細に解説があるため、ここでは省略する。

5 砥川溶岩

火山ガスが発泡したことによる気泡の痕が特徴的な輝石安山岩で、およそ 15 万年前に益城町赤井火山から噴出したもの（松本ほか 1991）。赤井火山は地表に小さく露出するスコリア丘（阿蘇の米塚のような小さな火山）と、そこから流れ出た溶岩流からなる。熊本県総合射撃場付近の河川で溶岩の露頭を観察できるが、大部分は地下に埋没しており溶岩流は熊本平野の広範囲に分布する。



図3 砥川溶岩の転石

6 河岸段丘

9 万年前の阿蘇の火砕流噴火による大量の火山噴出物で北部九州が覆いつくされた後、河川による侵食で火砕流堆積物に谷が刻まれてゆく。河川は年月の経過とともに蛇行する流路を変えながら侵食・運搬・堆積を続けてその両側に低い平坦面（氾濫原）を形成する。（図4）

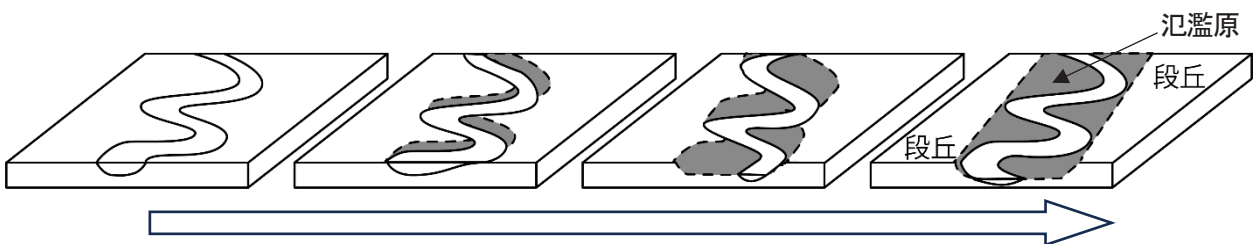


図4 蛇行河川による侵食と段丘形成のイメージ図

更に気候変動による海面低下や土地の隆起などで流域の相対的な海拔高度が上がると、河川の水の侵食力が強くなり、それまでの氾濫原を削り一段低い川岸を形成する。このうち古くて高い面を高位の段丘面、新しく低い段丘を低位の段丘面と呼ぶ。（図5）

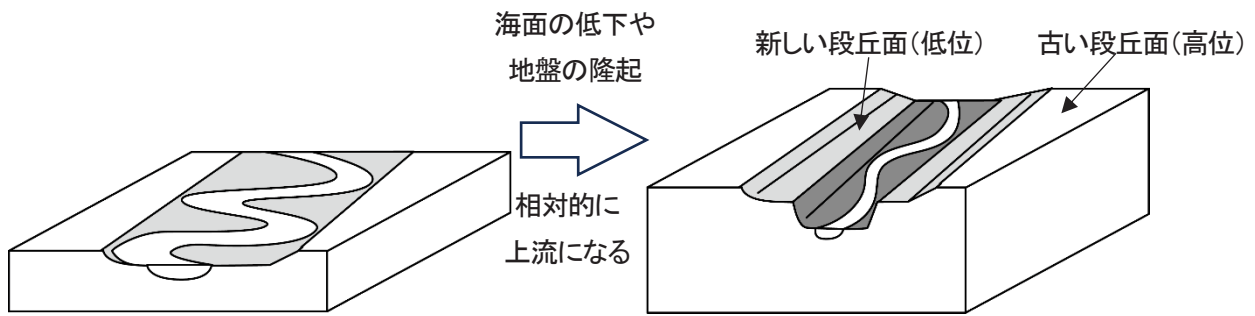


図5 年代の異なる段丘面の形成過程のイメージ図

白川が形作った段丘面の代表的なものとして託麻面（高位）と保田窪面（低位）があり、託麻面には段丘堆積物として巨大な礫を多く含む託麻砂礫層が堆積している。

7 縄文海進と有明粘土

地質年代の中では最も新しい新生代第四紀完新世の中期、日本の歴史では縄文時代の中期（約 6000 年前）をピークに現在より数メートル海面の高い時期があり、熊本平野の大部分が干潟や内湾の海底に沈んでいたことが堆積物中の貝の遺骸群衆や貝塚の分布から知られている。これは縄文海進と呼ばれる出来事で、その際に堆積した海の粘土層は有明粘土層と呼ばれる。このように限られた時期に堆積した堆積物は鍵層として役立つことがある。

【参考文献】

- 岩内明子・長谷義隆・工藤伸・長峰智 1997 「熊本市金峰山地域東部の地質」（『熊本大学教養部紀要 自然科学編 第 32 号』）
- 新熊本市史編纂委員会 1998 『新熊本市史 通史編 第一巻 自然・原始・古代』
- 熊本県地質図編纂委員会 2008 『熊本県地質図（10 万分の 1）説明書』
- 熊本地盤研究会 2019 『熊本地域の地質断面図 ―地下地質と熊本地震―』
- 地学研究団体 1996 『新版 地学辞典』
- 土志田潔・宇都浩三・松本哲一 2006 「金峰火山の K-Ar 年代」（『火山, 2006, 51 巻, 1 号』）
- 日本地質学会 2010 『日本地方地質誌 8 九州・沖縄地方』
- 日本の地質『九州』編集委員会 1992 『日本の地質 9 九州地方』
- 星住英夫・尾崎正紀・宮崎一博・松浦浩久・利光誠一・宇都浩三・内海茂・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久 2004 『20 万分の 1 地質図福「熊本」』
- 松本哲一・宇都浩三・小野晃司・渡辺一徳 1991 「阿蘇火山岩類の K-Ar 年代測定：火山層序との整合性と火砕流試料への適応」（『日本火山学会講演予稿集 1991, 2 巻』）
- 吉井正敏 1955 「金峰山地域の火山地形について」（『熊本大学教育学部研究紀要 第 3 号』）

阿蘇火山と火砕流

産業技術総合研究所 地質調査総合センター

星 住 英 夫

1 はじめに

阿蘇火山は、国内最大級の巨大なカルデラを持つ火山である。およそ9万年前には、国内で第四紀最大の巨大噴火（阿蘇4噴火）が発生し、阿蘇4火砕流は九州中北部を広く覆うだけでなく現在の山口県に到達した。この阿蘇4火砕流堆積物の体積は340～940 km³と見積もられている（星住ほか，2023）。これは、1991～95年の雲仙普賢岳の噴火による5年間の火砕流堆積物の合算体積（0.2 km³，宝田ほか，1995）よりも1000倍以上大きい。阿蘇4火砕流に伴う火山灰は上空の偏西風によって流されて北海道や太平洋海底の広い範囲で確認される。このような巨大噴火は広大な地域を火砕流により壊滅させ、国土のほぼ全域に及ぶ火山灰災害を引き起こすと予想される。

この講演では、阿蘇火山とそこから発生した火砕流のあらましについて述べて行きたい。

2 阿蘇火山

阿蘇火山が位置する九州の中央部は鮮新世以降の火山噴出物に広く覆われている。大分県北端の姫島から南南西方向に鶴見岳，九重山，阿蘇山などの火山が直線的に配列し，火山フロントをなしている。また，九州を東西に横断する別府-島原地溝（松本，1979）にも火山が東北東-西南西方向に配列する（第1図）。

阿蘇火山の基盤には，約80～30万年前に噴出した先阿蘇火山岩類と呼ばれる古い火山岩類がある。玄武岩，安山岩，流紋岩などさまざまな岩質の火山の集合体である。鞍岳や俵山などの山体や，阿蘇カルデラの内側の壁に露出する（第2図）。かつてこれらの火山岩は，阿蘇火山の“外輪山”と呼ばれたこともあったが，阿蘇火山とは岩石の化学組成の特徴が大きく異なることもあり，現在では阿蘇火山とは別の古い火山として扱われている。

阿蘇カルデラを形作る凹地形は，南北約25 km，東西約18 km，比高300～700 mで，国内最大級の大きさを誇る。カルデラの内側には堆積物で埋積された平坦なカルデラ底が広がり，その中央部には東西に延びる後カルデラ中央火口丘群（以下，中央火口丘群）がある。中央火口丘群は，現在も活発な噴火活動を繰り返す中岳のほか，いくつもの完新世の若い火山体を含む活火山群である（第3図）。阿蘇カルデラの西側にある大峯（大峰）火山と赤井火山は，阿蘇火山から離れた場所にあるものの，岩石の化学組成の特徴が阿蘇火山と共通である（アルカリ成分が多い）のと噴出時期が阿蘇火山の活動期間中であるため，阿蘇火山の一部（広義の阿蘇火山）とされることがある（第2図）。

3 阿蘇火砕流

阿蘇火山は，約28万年前に噴火活動を開始した。約27万年前以降4回の巨大火砕流噴火によって現在の阿蘇カルデラを形成した。これらの噴火を古い方から阿蘇1～阿蘇4噴火，その際の火砕流堆積物を阿蘇1～阿蘇4火砕流堆積物と呼ぶ（図2）。阿蘇1,2火砕流堆積物は，カルデラからおよそ20～30 kmまで，阿蘇3火砕流堆積物は九州東岸にまで，阿蘇4火砕流堆積物は長崎県島原半島や山口県にも分布する（図4）。これらの大規模火砕流噴火

の間には、より小規模な降下火砕物（テフラ）や溶岩を放出する噴火活動が知られている。

阿蘇1噴火は約27万年前に発生した阿蘇火山最初の大規模火砕流噴火である。火砕流堆積物は大部分が強固に溶結し、含まれる斑晶鉱物が大きいという特徴がある。阿蘇1噴火と阿蘇2噴火の間には、溶岩流（阿蘇2/1溶岩）や降下火砕物（阿蘇2/1テフラ群）の噴火が知られている。阿蘇2/1溶岩は、カルデラ東方の玉来川溶岩、カルデラ北縁の象ヶ鼻溶岩などがある。また同じくカルデラ西方の赤井火山もこの時期に砥川溶岩を流下させた。

阿蘇2噴火は約14万年前に発生した。無斑晶質の黒色スコリアを含む非溶結の火砕流堆積物が特徴的である。カルデラ近傍では強溶結となっている。阿蘇2噴火と阿蘇3噴火の間には軽石を含む降下火砕物（阿蘇3/2テフラ群）の噴出が知られている。白色軽石や成層した降下火山灰層からなる。

阿蘇3噴火は約13万年前に発生した大規模火砕流噴火である。火砕流堆積物の基底には厚い白色の降下軽石を伴う。火砕流堆積物は初期には無斑晶質の白色軽石が卓越するが、その後無斑晶質の黒色スコリアを含むものへと変化し、最後は斑晶の多い黒色スコリアを含む火砕流堆積物となる。火砕流堆積物は層厚が厚い地域では強く溶結する（図5）。阿蘇3噴火と阿蘇4噴火の間には、37層以上の降下火砕物（阿蘇4/3テフラ群）を噴出した活動がある。また、阿蘇カルデラ西方の大峯（大峰）火山は、阿蘇4噴火前の近い時期に噴出したもので、火砕丘と厚い溶岩流（高遊原溶岩）からなる。

阿蘇4火砕流は、約9万年前に阿蘇カルデラで発生した、第四紀におけるわが国最大級の巨大噴火による火砕流である。阿蘇4火砕流堆積物は、九州中部から北部を広く覆い、さらにその一部は山口県内にも分布する。阿蘇4火砕流堆積物は噴火地点である阿蘇カルデラを中心として、北東方向では約170 km離れた山口県中部、北西方向では約120 km離れた佐賀県西部や長崎県内、南西・南東方向では約100 km離れた熊本県天草諸島や宮崎平野南部まで火砕流堆積物の分布が確認できる。火砕流は低所を埋めるだけでなく、福岡県北部の平尾台などの高所にも堆積する。火砕流堆積物の層厚は、阿蘇カルデラに近い熊本県・大分県内では厚いところで50～100 m以上、佐賀県・福岡県・宮崎県内では厚いところで10 m以上である。火砕流堆積物は、大量の白色～暗灰色の軽石を含み（図6）、厚い場所では強く溶結し軽石は完全に潰れて黒色のガラスレンズとなる（図7）。また、溶結すると他の火砕流堆積物と同様に柱状節理が発達する（図8）。阿蘇4火砕流から舞い上がった広域火山灰である阿蘇4火山灰は、阿蘇カルデラから約1,700 km以上離れた北海道東部で層厚が最大15 cm、約2,900 km離れた北太平洋において層厚1 cmの火山灰層が確認される。

4 熊本城と阿蘇火砕流

阿蘇火砕流のような大規模火砕流は、短期間に大量の火山灰や軽石などを運搬するため、もともとあった谷などを埋めつくし、堆積物の上面は平坦となる。噴火終了後に、降雨や河川により侵食によって台地となることが多く、火砕流台地と呼ばれる。

熊本城が立地する台地も上面が平らなのは、この火砕流台地のためである。もともとは、広大な平坦面であったものが、白川などの河川による侵食作用や、活断層による変異によって、現在のような地形的に孤立した高まりになったと考えられる。

熊本城周辺には、13万年前の阿蘇3火砕流と阿蘇4火砕流が到達し累重する。またその下位には、砥川溶岩が伏在する。これらの地層は、空隙が多いため地下水の貯留層として、熊本市の水道水源として活用されている（井川ほか、2014）。

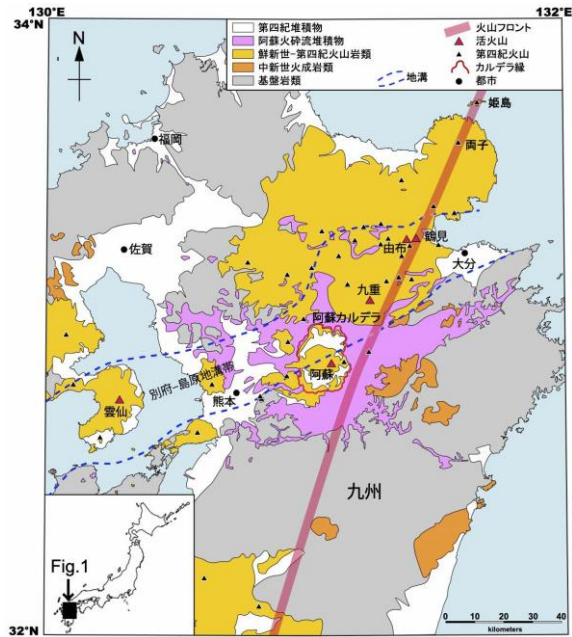


図 1. 中部九州の地質概略図
(星住ほか, 2023)

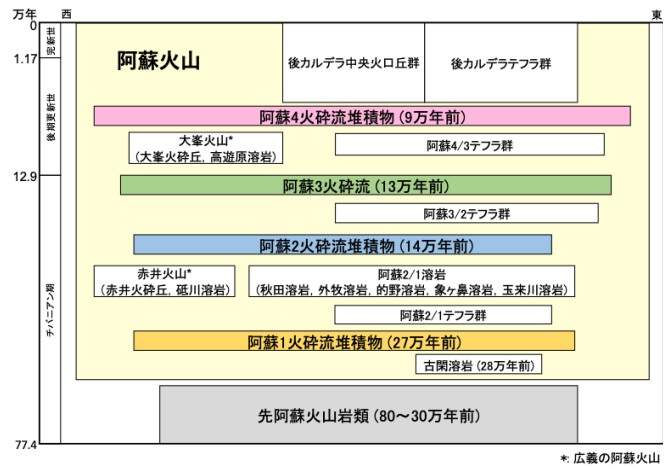


図 2. 阿蘇火山の主要噴出物の層序と年代
(星住ほか, 2023 に加筆修正)

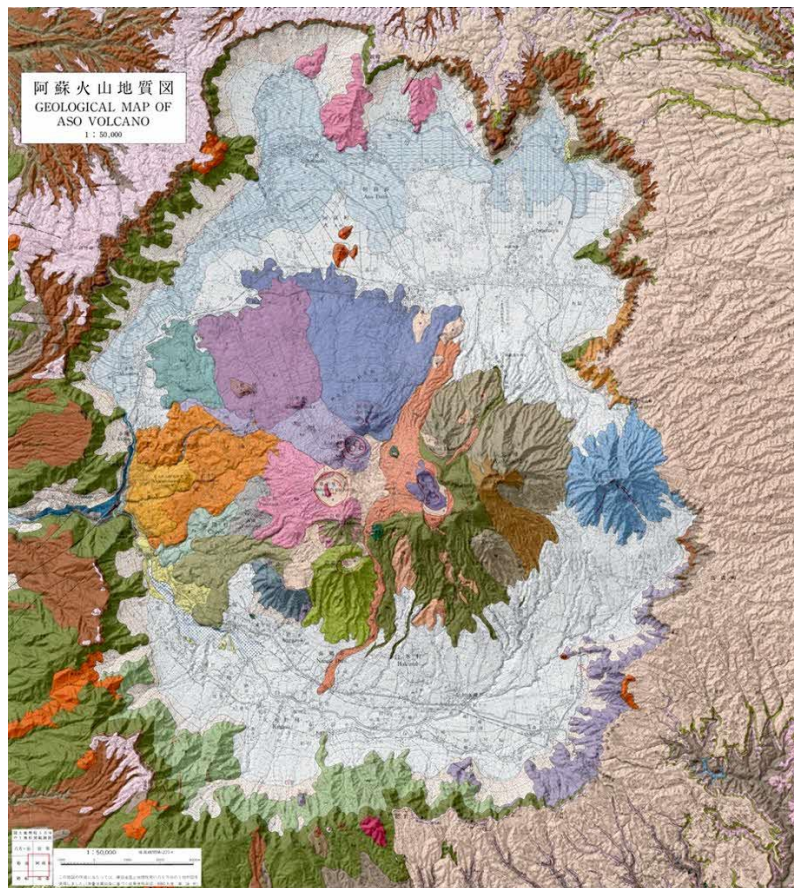


図 3. 阿蘇火山地質図
阿蘇火山地質図(小野・渡辺, 1985)に地理院地図の陰影図を合成.

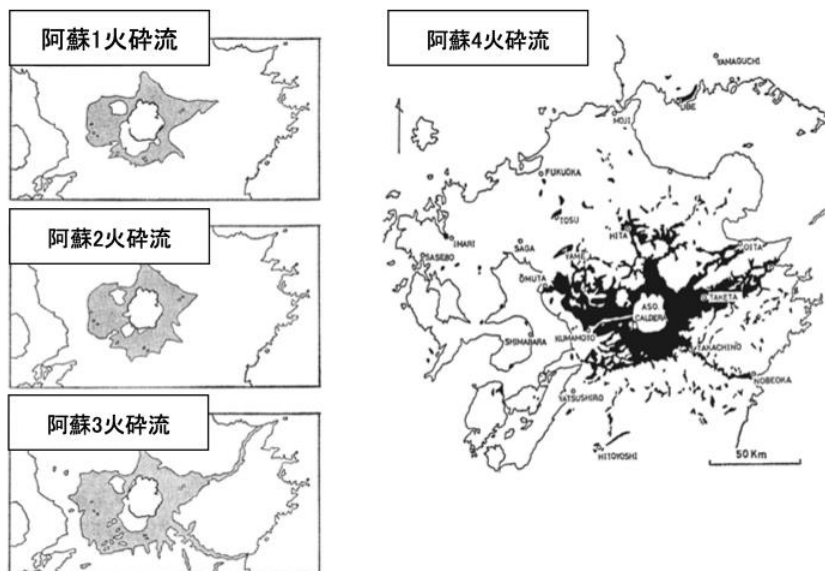


図 4. 阿蘇 1, 2, 3, 4 火砕流堆積物の分布 (小野・渡辺, 1983 に加筆)



図 5. 阿蘇 3 火砕流堆積物の強溶結部. 宮崎県西臼杵郡高千穂町(星住ほか, 2024)



図 6. 阿蘇 4 火砕流堆積物の非溶結部. 熊本県阿蘇郡小国町(星住ほか, 2023)



図 7. 阿蘇 4 火砕流堆積物の強溶結部. 大分県竹田市(星住ほか, 2023)



図 8. 阿蘇 4 火砕流堆積物の強溶結部. 大分県豊後大野市清川町(星住ほか, 2023)

【引用文献】

- 星住英夫・宝田晋治・宮縁育夫・宮城磯治・山崎 雅・金田泰明・下司信夫（2023）阿蘇カルデラ阿蘇 4 火砕流堆積物分布図．大規模火砕流分布図，no. 3，産総研地質調査総合センター，35p.
- 星住英夫・宝田晋治・宮縁育夫・宮城磯治・山崎 雅・金田泰明・下司信夫（2024）阿蘇カルデラ阿蘇 3 火砕流堆積物分布図．大規模火砕流分布図，no. 4，産総研地質調査総合センター，27p.
- 井川怜欧・小野昌彦・利部 慎・吉岡真弓・内田洋平・嶋田 純・藤井 光・野本卓也（2014）水文環境 図 No.7「熊本地域」．産総研地質調査総合センター．
- 小野晃司・渡辺一徳（1983）阿蘇カルデラ．月刊地球，vol. 5，73-82.
- 小野晃司・渡辺一徳（1985）阿蘇火山地質図．火山地質図，no. 4，地質調査所．
- 小野晃司・松本徭夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和（1977）竹田地域の地質．地域地質研究報告（5 万分の1 図幅），地質調査所，145p.
- 宝田晋治・須藤 茂・風早康平・川辺禎久・阪口圭一・山元孝広・曾屋龍典・地質調査所・気象庁雲仙岳 測候所（1995）雲仙岳 1991～95 年噴火の火砕流堆積物の体積測定（その5）．火山噴火予知連絡会会 報，no. 61，63-64.

【報告③】

熊本城公園に推定される立田山断層の調査

産業技術総合研究所 地質調査総合センター

大 上 隆 史

1 熊本周辺の活断層と地震（2016年熊本地震・1889年熊本地震）

2016年熊本地震では熊本県を中心に強い地震動が生じ、熊本県西原村および益城町では震度7の揺れを観測した。熊本地震は2016年4月14日に発生したM6.9の地震、4月16日に発生したM7.3の地震に代表される一連の地震で、2024年4月～5月には熊本地震に関係した多数の地震（マグニチュード2以上の地震が3,000回以上）が起きた（図1）。これらの地震が発生した場所を地図で見ると、北東―南西方向に延びる帯状のエリアに集中していることがわかる。このことは、熊本地震を発生させた活断層（布田川断層帯・日奈久断層帯）がこのエリアに存在することを示している。

活断層とは地下に存在する割れ目で、割れ目に沿って岩盤がずれる時に大地震を発生させると考えられている。2016年熊本地震の際には、長さが約35 km、深さが15～20 kmの範囲で、地下の断層（割れ目）がずれたと考えられている。「ずれ」は地面まで到達して、地表面（畑や道路）の食い違いや、凸凹を作った（図2）。熊本地震の時にできた地表の「ずれ」（地表地震断層）で調査をすると、地下の地層が、熊本地震の時に地表にできた「ずれ」よりも大きくずれていることがわかる。この地層が昔の地表で平らにできたものだとすれば、この場所では過去にも熊本地震のような地震が発生していて、それに伴って、地表の「ずれ」が繰り返し生じたことを示している。地震に備えるためには、2016年熊本地震のような地震が、いつ、どこで発生するかを知ることが重要である。そのため、研究者は地面や地下を調査して、過去の大地震の痕跡を調べている。過去の地表に出来た「ずれ」を調べることができれば、過去に大地震を起こした活断層がどこにあって、どのくらいの間隔で大地震が発生してきたのかを明らかにできる可能性がある。

熊本城は2016年熊本地震によって大きな被害を受けたが、熊本城は過去にも地震によって被害を受けてきたことがわかっている。特に明治22年に発生した1889年熊本地震（M6.3）では、熊本城では石垣が崩壊し、熊本市周辺で239棟の建物が全潰、死者20名などの被害が発生した。この地震は立田山断層（渡辺，1984）の近くで発生したこと、断層に沿う帯状のエリアで大きな被害が生じたことが報告されている（今村，1920；宇佐美ほか，2013）。そのため、2016年熊本地震と同様に、1889年熊本地震は活断層によって引き起こされた可能性がある（久保寺ほか，1986）。我が国では1995年兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）後に全国の活断層調査が実施され、立田山断層でも熊本県による調査が行われた（熊本県，1996）。しかしながら、後で述べるように、立田山断層については現時点ではわかっていないことが多い。そのため、産業技術総合研究所（以下、「産総研」）は、2022年度から熊本城調査研究センター、熊本市の協力を得て、立田山断層の調査を開始した。

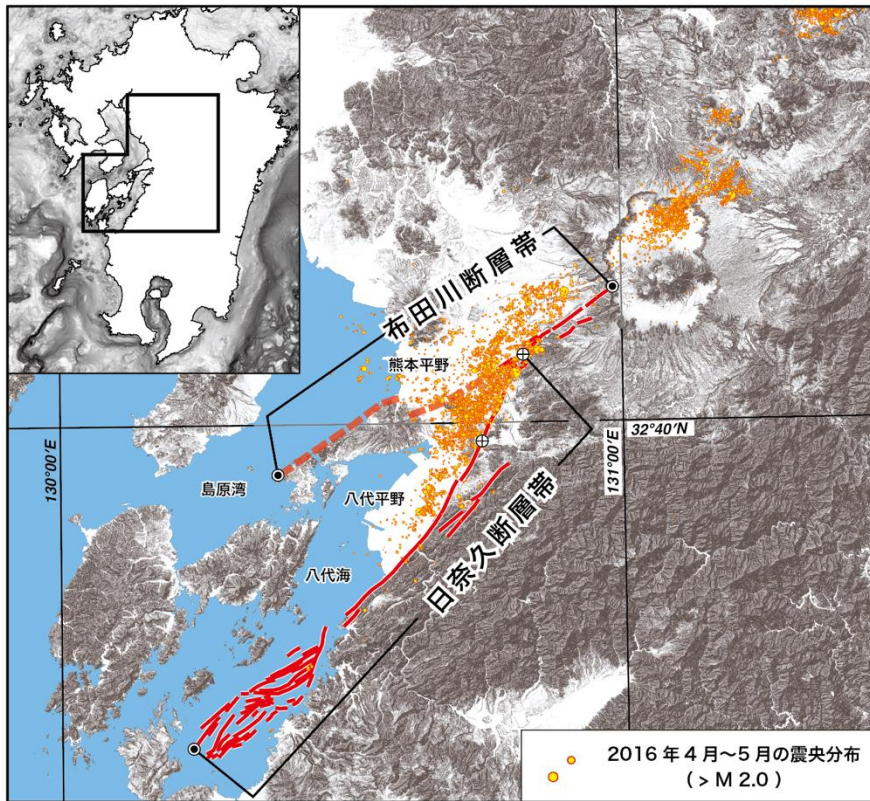


図 1. 布田川断層・日奈久断層と 2016 年熊本地震に関係した地震の発地点
 布田川断層・日奈久断層は地震調査研究推進本部地震調査委員会（2013）による。



図 2. 2016 年熊本地震に伴う地表のずれ（益城町堂園）
 地表の割れ目を境に、奥側が右方向に 2 m 以上ずれた。宮下（2016）に加筆。

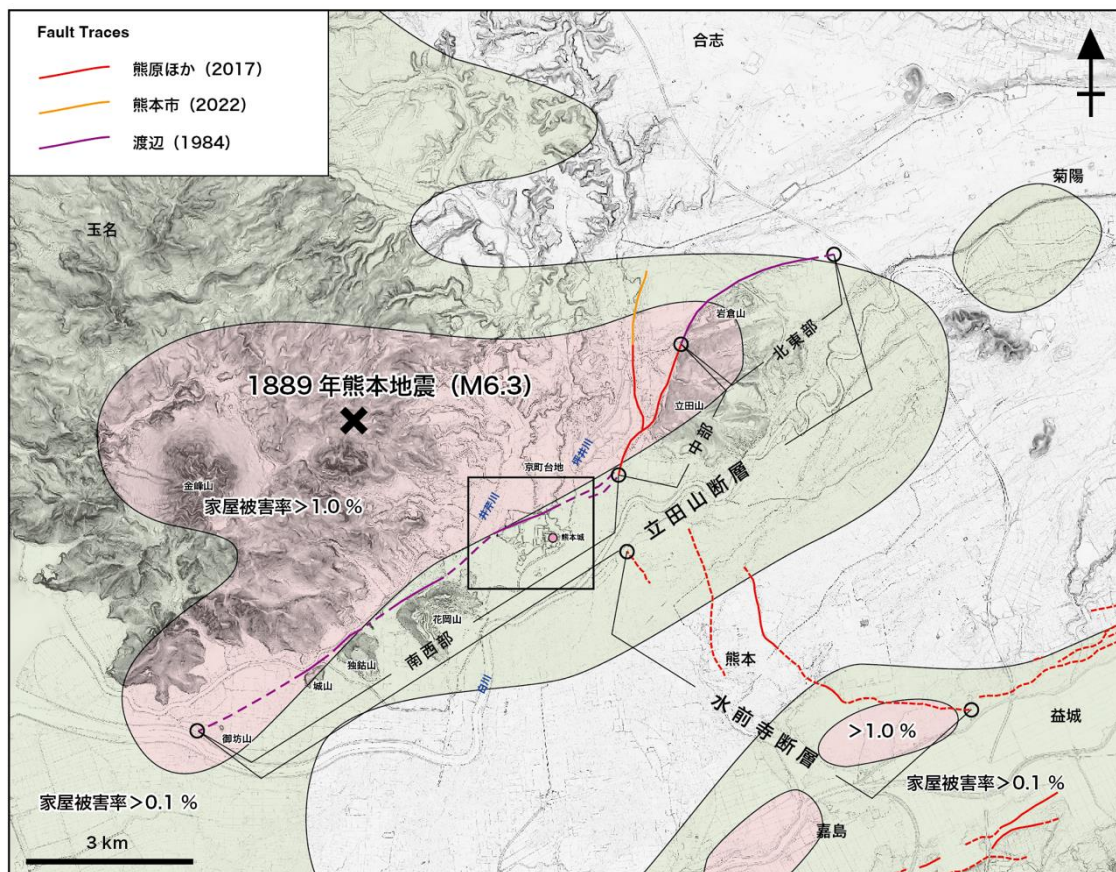


図 3. 立田山断層・水前寺断層の位置と 1889 年熊本地震の家屋被害率
 家屋の倒壊率等は今村（1920）および宇佐美ほか（2013）による。中央付近の四角形は熊本城
 付近の位置図（図 7）の範囲を示す。

ウェブ公開にあたり，国立科学博物館からご提供いただいた画像
 は非表示にさせていただきました。

1889 年熊本地震の写真は国立科学博物館のウェブページ
 ([https://www.kahaku.go.jp/research/db/science_engineering/
 namazu/05sonota/kumamoto/kumamoto.html](https://www.kahaku.go.jp/research/db/science_engineering/namazu/05sonota/kumamoto/kumamoto.html)
 または下記 QR コード) からご覧いただけます。




図 4. 1889 年熊本地震に伴う崩壊（熊本城西出丸）
 国立科学博物館地震資料室が所蔵する写真（室谷ほか，2016．画像提供：国立科学博物館）。

2 立田山断層とは何か？

立田山断層の存在は、渡辺一徳先生（熊本大学名誉教授）が最初に示した（渡辺，1984）。渡辺先生の研究によれば，立田山断層は熊本市北区楠付近から，立田山断層の西麓（清水万石～黒髪）および熊本城公園北部（二の丸門付近）を通過し，花岡山，独鈷山，城山，御坊山の北西麓を経て，熊本市西区小島付近に至る，長さが約 14 km の断層とされる（図 3）。地形（地面の起伏）の様子に着目すると，立田山断層を境に，断層の南側の標高が相対的に高く，北側の標高が低くなっている。これは，立田山断層では，断層の南側の標高が高くなるような向きに，地下の割れ目（断層）がずれ動いたため，と考えることができる。実際に地表で割れ目（断層）が確認された場所は多くはないが，1980 年代には熊本市北区の清水万石や楡の木地区において，断層による地層のずれが観察されている（渡辺，1987）。

一般に，活断層がどこに存在するかについては，地面の起伏（地形）の研究によって明らかにされてきた。活断層が存在するならば，活断層によって大地震が発生した時に地表にできた「ずれ」（＝過去の大地震の痕跡）が，特徴的な地形（地面の凹凸）として残されているはず，と考えられるためである。しかしながら，立田山断層では「過去の地震の痕跡」と判断できる明瞭な地形がほとんど確認できない。そのため，多くの資料では立田山断層が活断層として記述されていなかった。そうした中，2016 年熊本地震の後に詳細な調査が行われ，立田山の西麓の地形が「立田山断層の活動の痕跡」とであるとされ，国土地理院の 1：25,000 活断層図に「活断層」として示されるようになった（熊原ほか，2017）。ただし，活断層図に「活断層」として示されたのは立田山断層の東側（中部）に限定されている。すなわち，立田山断層の西側（南西部）には過去の大地震の痕跡を示す地形が確認できないため，活断層図に「活断層」として示されていない。

他方で，立田山断層の南西部においては，立田山断層が活断層であることを示すデータが存在する。たとえば，熊本城では 2016 年熊本地震で被害を受けた石垣や建造物の修理が進められているが，その一環で，熊本城公園の地下の様子を明らかにするための地質調査（ボーリング調査）が行われている（熊本城調査研究センター，2019）。そして，熊本城公園で新たに行われた一連の地質調査の結果，熊本城公園の北部の崖地形付近の地下に立田山断層による「ずれ」が記録されており，これを調べることによって立田山断層が活断層かどうか検討できる可能性があることが示された。

3 熊本城公園の北部の崖地形はどうしてできた？

熊本城公園の北部には，二の丸広場と三の丸駐車場の間に，高低差が約 12 m の東西方向の崖が連続している（図 5）。渡辺（1984）は，この崖が立田山断層による「ずれ」が形成した地形（断層崖）であると考えた。しかし，この崖は熊本城築城等によって改変を受けており，大地震の痕跡であるかどうかの判断が難しい。一方で，熊本地震を発生させた断層と同様に，地下に保存されている地層の「ずれ」にもとづいて，この場所で大地震が繰り返し生じてきたかを検討できる可能性がある。

地質調査（ボーリング調査）では，直径 10cm ほどの穴を垂直に掘って，地下の地層の特徴を調べる（図 6）。熊本城公園における地質調査（熊本城調査研究センター，2019）によれば，熊本城公園の地表は約 8 万年前の阿蘇火山による大噴火で噴出した阿蘇 4 火砕物（Aso-4）でできている。また，その下には約 12 万年前に噴出した阿蘇 3 火砕物（Aso-3）の地層がある。さらにその下には，湖でできた地層や，益城町の赤井火山から噴出した砥川溶岩が存在することが確認されている。そして，これらの地層が，熊本城公園北部の崖地形



図 5. 熊本城公園北部の崖地形（石垣の上が二の丸広場。2022年11月）



図 6. 熊本城公園における地質調査（ボーリング調査）の様子（2024年6月）

を境にずれている（崖地形を境に、北側の地層の高度が相対的に低くなっている）らしいことがわかってきた。つまり、この崖地形の地下の様子（地質構造）を詳しく調べることで、立田山断層の南西部がずれ動くことによって地表面がずれたかどうか、すなわち、立田山断層の南西部が活断層であるかどうかを明らかにできる可能性がある。

こうした背景のもと、産総研では熊本城公園における地質調査を計画し、合計3地点（図7）においてボーリング調査（2023年4月～7月に2地点、2024年5月～6月に1地点）を行った。

4 熊本城公園における地質調査（ボーリング調査）でわかったこと

産総研が実施した地質調査では、崖地形の北側のGS-KMJ-2地点で114 mまで、崖地形の南側のGS-KMJ-1地点で74 m、GS-KMJ-3地点で80 mまでの、円柱状（直径約68 mm）の地質試料を取得した（図7）。この調査結果と、これまでに熊本城公園周辺で実施された地質調査の報告（たとえば、熊本城調査研究センター、2019）にもとづいて、熊本城公園の地下の様子（地質構造）の検討を進めている（図8）。産総研で新たに取得した柱状地質試料のうち、代表的な写真とCT像を図9に示した。

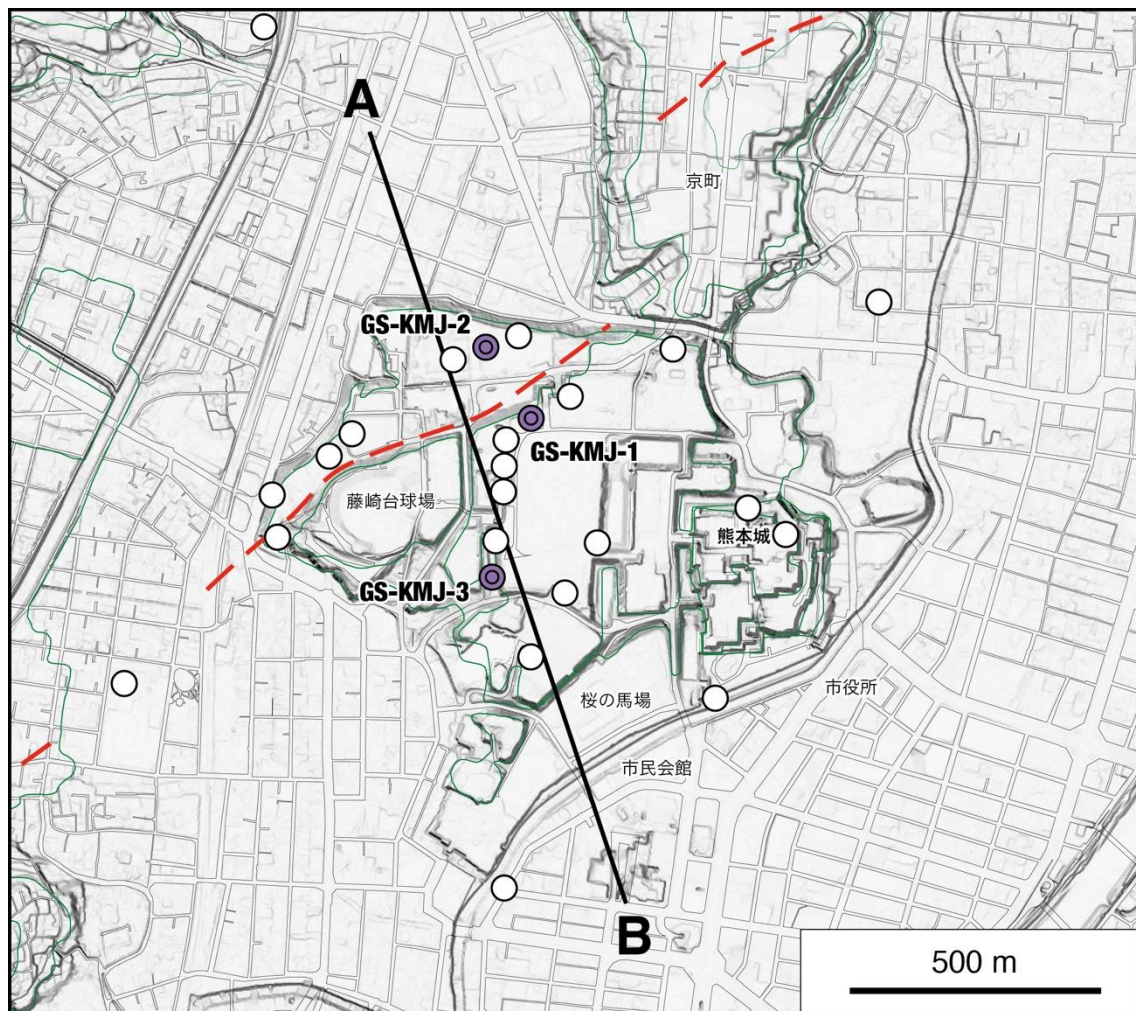


図7. 熊本城公園における地質調査（ボーリング調査）の位置図

産総研が2023年～2024年に地質調査を実施した地点を紫色で着色した◎で、これまでの地質調査が実施された地点（例えば、熊本城調査研究センター、2019）を白色の○で示した。A-Bの線は地質断面（図8）の位置。

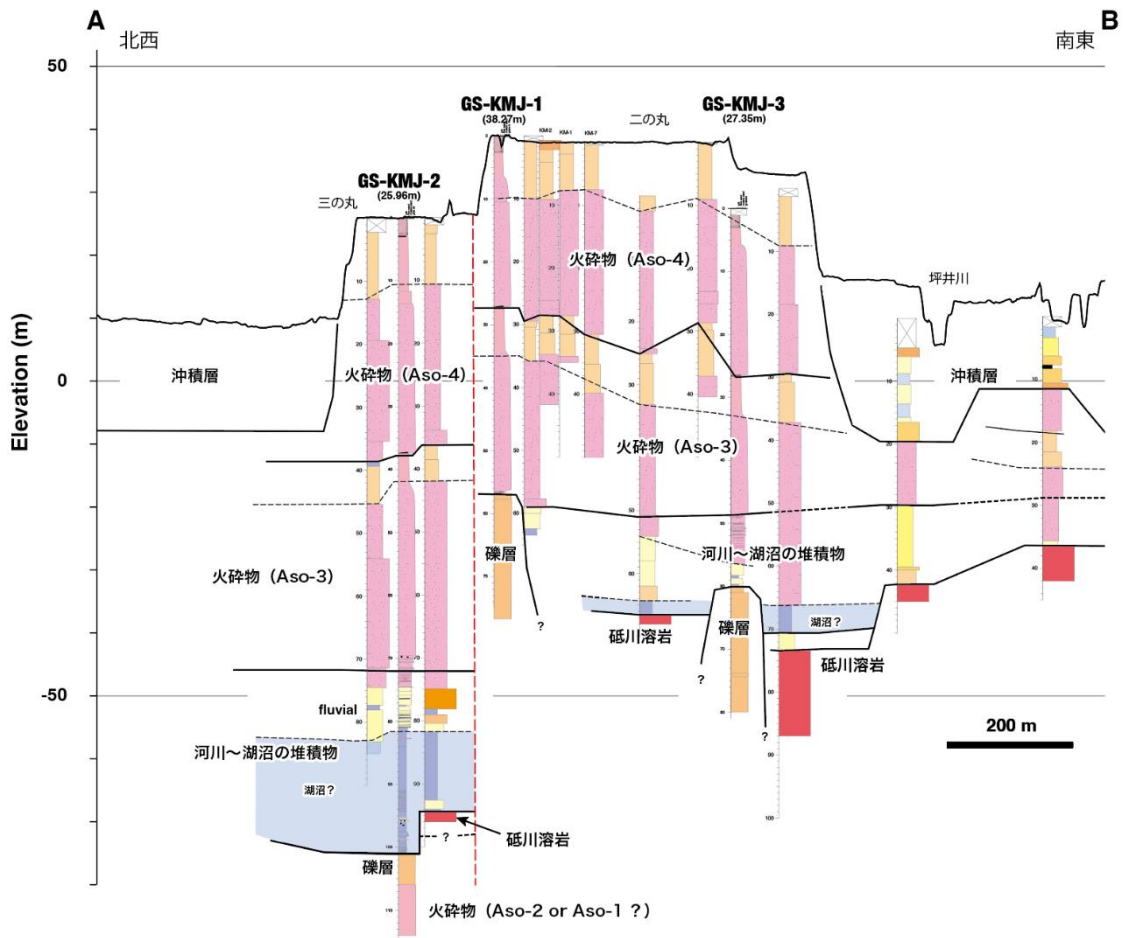


図 8. 熊本城公園周辺の地質断面図（暫定版）



図 9. 熊本城公園で採取した柱状地質試料（左：写真，右：CT 像）

今回の地質調査で取得した柱状地質試料からは次のことがわかる。熊本城公園の地表面は、約8万年前に阿蘇火山の大噴火で噴出した火砕物（Aso-4）が構成している（図8. 図9 A~C）。このうち、地表付近は人間活動の影響を受けていて（図9 A）、地表から10 mまでのAso-4は風化して褐色化・粘土化した層（図9 B）、それより深いAso-4は新鮮な軽石等による層（図9のC）となっている。その下には約12万年前に阿蘇火山の大噴火で噴出した火砕物（Aso-3）が分布している（図8. 図9 D・E）。Aso-4と同様に、Aso-3は上部が風化層（図9 D）、下部が軽石主体の層（図9 E）になっている。その下には、河川によって運ばれた砂粒・軽石粒などによってできた地層（図9のF）、特徴的な水平な縞模様（ラミナ）を伴う湖沼で形成された地層（図9のG）が確認される（図8）。また、今回の取得した試料のうち、最も深いところの地層は、礫層（図9 H・J）や、風化の進んだ火砕物（図9 I. 阿蘇火山起源と推定されるが詳細は不明）である（図8）。

この結果を地質断面（図8）として整理してみると、それぞれの地層は概ね連続的に追跡できるが、熊本城公園の北側の崖地形付近を境に食い違って（ずれて）いて、北側が南側に対して相対的に低下しているように見える。このような地質構造は、崖地形付近に断層が存在し、断層を境にして北側を低下させたとすれば、合理的に説明できる。崖地形を境にした各地層のずれは20 m以上であるが、一般の活断層と同様に1回の大地震で地表にできる「ずれ」が数m程度とすれば、こうした地質構造は10回程度の「ずれ」が繰り返したことによって発達したと考えることができる。

5 おわりに

熊本城公園における調査によって、公園北部の崖地形周辺（立田山断層の南西部が推定される部分）の地質構造が明らかになりつつある。立田山断層が活断層であるとすれば、その活動によって熊本城公園北部の崖地形が成長する（高低差が大きくなる）と推定される。城を作る際には、自然の高低差や、天然の水堀としての河川を活用することによって、守りやすい城を効率的に築くことができると考えられる。熊本城は京町台地の南端に築かれている。京町台地は、阿蘇火山の大噴火の際に噴出したAso-4によって形成された台地が、白川・坪井川・井芹川に削られながら発達した天然の要害と見ることができる。その中でも、台地の南端部分には、熊本城公園北部の崖地形（立田山断層によってできたと推定される）によって他の部分よりも標高が一段高い地形が発達している。この崖地形が立田山断層の活動によって発達したとすれば、立田山断層が熊本城の築城に有利な条件の1つをもたらした、と考えることができるだろう。

【引用参考文献】

- 今村明恒（1920）九州地震帯．震災予防調査会報告，**92**，1-94.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会，「布田川断層帯・日奈久断層帯の評価（一部改定）」，66p，2013.
- 久保寺 章・表俊一郎・横山勝三・渡辺一徳・宮崎雅徳・檜橋秀衛（1988）1889年（明治22年）熊本地震の再評価．自然災害科学研究西部地区部会報，**5**，1-6.
- 熊原康博・岡田真介・楳原京子・金田平太郎・後藤秀昭・堤 浩之（2017）1:25,000 活断層図 布田川・日奈久断層帯とその周辺「熊本（改訂版）」．国土地理院.
- 熊本県（1996）平成7年度 地震調査研究交付金 布田川断層・立田山断層に関する調査 成果報告書．294 p.
- 熊本城調査研究センター（2019）「熊本城二の丸ほか地質調査業務委託」成果報告書.
- 熊本市（2022）水前寺・立田山断層調査結果．9 p.

- 宮下由香里（2016）熊本地震と今後の活断層調査研究．IEVG ニュースレター，**3**（2），4-11.
- 室谷智子・有賀暢迪・若林文高・大迫正弘（2016）国立科学博物館に残る1889年（明治22年）明治熊本地震の資料．国立科学博物館研究報告 E 類（理工学），**39**，89-96.
- 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子（2013）日本被害地震騒乱 599-2012．東京大学出版会．694p.
- 渡辺一徳（1984）熊本周辺の活断層群について．熊本地学会誌，**76**，9-16.
- 渡辺一徳（1987）活断層としての立田山断層．熊本地学会誌，**85**，6-13.

【報告④】

調査成果からみる熊本城の成り立ち

熊本城調査研究センター

嘉村 哲也

1 はじめに

熊本城では平成 28 年熊本地震以前は史跡保護の観点から掘削を伴う地質調査をほとんど実施していませんでした。地震により大きな被害を受けた石垣、重要文化財建造物の復旧検討には地盤情報が欠かせないため、地質調査、発掘調査を数多く実施してきました。調査より明らかになってきた熊本城の成り立ちについて報告する。

2 熊本城の立地

京町台地の南端に位置する、茶臼山と呼ばれる小丘陵を利用して築かれる。京町台地は、阿蘇火山 4 回目の火砕流（Aso-4）によって、火山灰と軽石などが厚さ 40m 以上も堆積することで形成された。周辺の井芹川、坪井川、白川に浸食されて崖や河川に囲まれた天然の要害である。

赤色立体地図とは？

標高の数値データを用いて、赤色で地形を立体表現する手法を用いた地図である。1 枚の画像で様々な地形を詳細かつ立体的に表現できる。

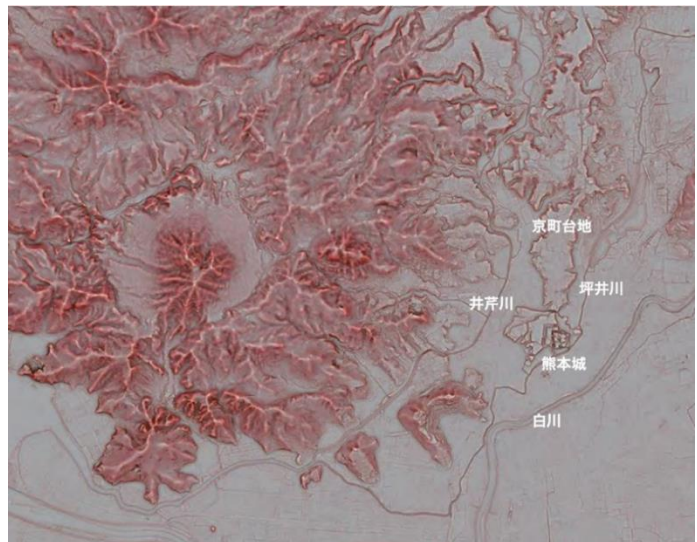


図1 熊本城周辺赤色立体地図

特許第 3670274 号

3 地質調査

(1) 地質調査の目的

石垣、重要文化財建造物下の地盤状況を調べるために行う。得られた情報から建物や石垣の耐震診断等を検討することができる。昭和 35 年天守閣再建の際にも大天守・小天守周辺でボーリング調査を行って、工事の設計に反映している。

(2) 地質調査の方法

1) ボーリング調査

ボーリングマシンによって先端に刃のついた小径のパイプを回転させて穴を掘って地盤の状況や地層境界の深度などを調べる際に用いられる地盤調査方法で、地面に円筒形状の孔をあけて、一般的に深さ 1m ごとに標準貫入試験（N 値という強度の計測）を実施して土のサンプルを採取する。これによって、土質や強度が判断できる。

調査結果は柱状図で記録し、周辺のボーリ



写真1 天守閣前ボーリング調査状況（北西から）

ング調査データと合わせて、想定地質断面図を作成する。

平成 27 年から令和 5 年までに城内で 92 地点のボーリング調査を実施した。採取したサンプルは 5m ごとに箱に入れて保管しており、現時点での総箱数は 600 箱を超えた。これらは熊本城の地質を検討する上で貴重な資料であるため、倉庫にて保管している。

年度	業務名	本数	目的
平成27	熊本城宇土櫓他2棟耐震基礎診断に伴う地質調査業務委託	6	重要文化財建造物耐震診断検討のため
平成29	熊本城天守閣整備事業に伴う地質調査業務委託	5	天守石垣、天守閣復旧設計のため
平成29	熊本城地質調査業務委託	9	本丸地区の地層及び周辺断層等の有無を把握するため
平成29	熊本城仮設見学通路地質調査業務委託	5	熊本城仮設見学通路設置検討のため
平成29	国指定重要文化財熊本城南東櫓群ほか2棟周辺地質調査業務委託	6	熊本城内の重要文化財建造物復旧設計のため
平成29	熊本城飯田丸五階櫓石垣復旧工事に伴う地質調査業務委託	5	飯田丸五階櫓石垣復旧設計のため
平成29	県指定重要文化財旧細川刑部邸地質調査業務委託	1	県指定重要文化財旧細川刑部邸の復旧設計のため
平成29	熊本城行幸坂等地質調査業務委託	7	行幸坂等の安全性検討のため
平成30	熊本城二の丸ほか地質調査業務委託	6	熊本城内の地層及び周辺断層等の有無を把握するため
令和3	熊本城北十八間櫓・東十八間櫓石垣復旧設計に伴う地質調査業務委託	5	北十八間櫓・東十八間櫓石垣復旧設計のため
令和3	熊本城宇土櫓石垣復旧設計に伴う地質調査業務委託	8	宇土櫓石垣復旧設計のため
令和4	熊本城本丸御殿周辺石垣外復旧設計に伴う地質調査業務委託	17	本丸御殿周辺石垣外復旧設計のため
令和4	NHK跡地地質調査業務委託	4	NHK跡地周辺の地盤状況を把握するため
令和5	熊本城 石垣耐震診断実施に伴う地質調査業務委託	8	西出丸・奉行丸周辺等の石垣復旧設計のため

ボーリング調査箇所一覧表（平成 27～令和 5 年まで）

※各地点の調査成果については、調査研究センターの年報を参照

2) スウェーデンサウンディング試験

スウェーデンサウンディング試験装置を用いて、地盤にロッド（鉄の棒）を垂直に突き刺し、その沈み方から地盤の硬軟や締め具合を調査する。

ボーリング調査のようにサンプルを採取せず、掘削の径も小さいことから、史跡への影響を配慮し、ボーリング調査を補完する形で実施している。



写真2 西出丸北側空堀サウンディング試験

3) 表面波探査（非破壊調査）

表面波探査は、表層地盤（深度 10～20m 程度）の硬さを調べることができる。地表に対してハンマー等で鉛直方向に振動を与えて表面波を発生させ、その波長の伝播速度から地盤を調査する物理探査法の一つである。掘削が不要なので、史跡へ影響を与えずに地盤情報を得ることができる。



写真3 天守閣前広場表面波探査状況（南から）

令和元年には、ボーリング調査、スウェーデンサウンディング試験、表面波探査の成果を、総合的に解析することで、西出丸北側空堀の昭和29年に埋め立てられる以前の切岸の断面形状、埋没している犬走の形状を把握した。

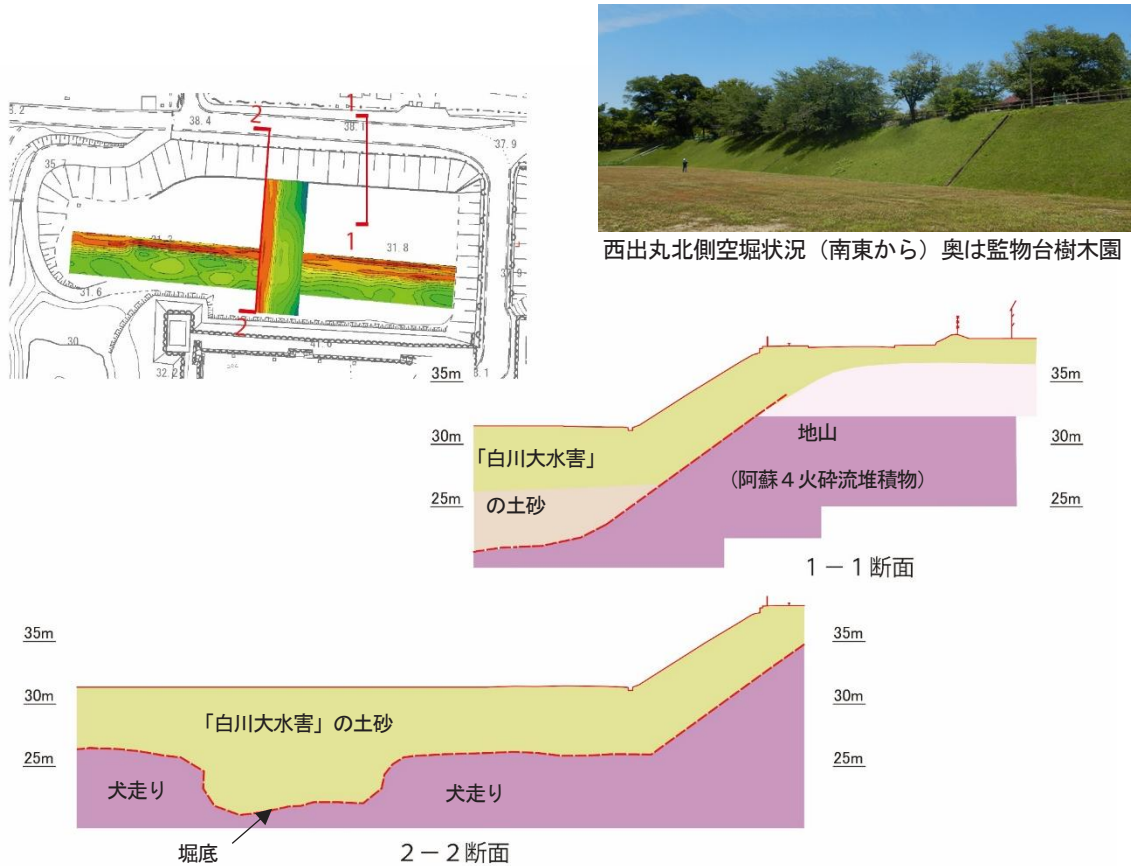


図2 西出丸北側空堀表面波探査結果平面図・想定地質断面図

4 地質調査成果

(1) 天守閣周辺

昭和31年、昭和33年に天守再建工事前に天守周辺で5か所のボーリング調査が行われた。

今回の復旧工事に伴い、改めて地盤状況を把握するため、平成29年に4か所のボーリング調査を実施した。

【調査成果】

天守石垣は阿蘇4火砕流堆積物層 (Aso-4) の上に築かれていること、標高約20m付近には金峰山由来の凝灰角礫岩層が存在することが分かった。

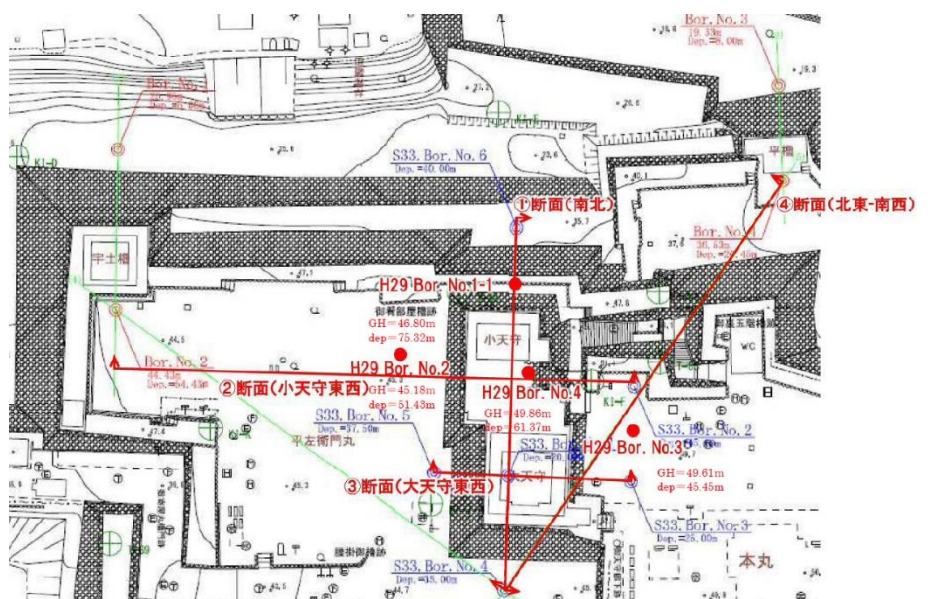


図3 天守閣周辺地質調査位置図

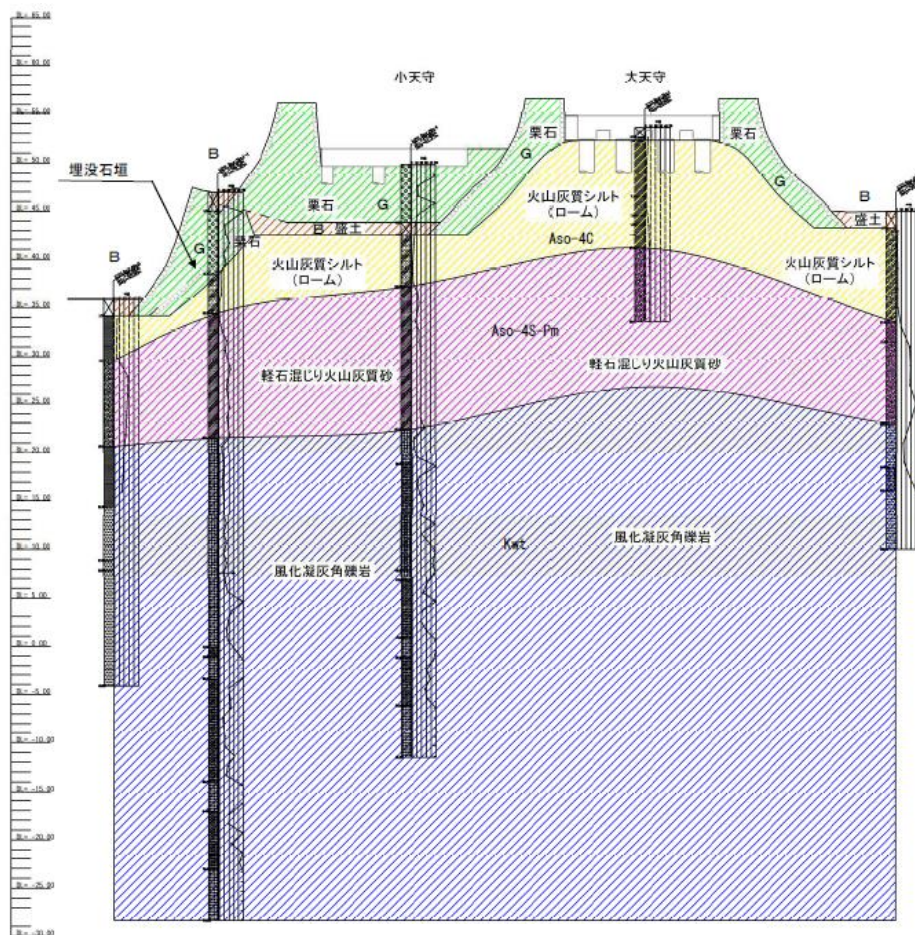


図4 天守閣周辺地質断面図①断面（南北）

(2) 本丸地区

平成29年～30年にかけて本丸地区の平左衛門丸、数寄屋丸、飯田丸、竹の丸のボーリング調査を行った。

【調査成果】

平左衛門丸～数寄屋丸では、地表面直下から地山ではなく、阿蘇4火砕流堆積物の上部に最大で約5mの盛土が存在することが分かった。

飯田丸北側には、かつて谷が存在したと想定され、飯田丸構築に伴い、最大で約12mの盛土をして谷を埋めて飯田丸を造成した。

竹の丸では、地表面から約15m下で、盛土層と阿蘇4火砕流堆積物層との間に沖積礫層や砂質土層が交互に確認できた。

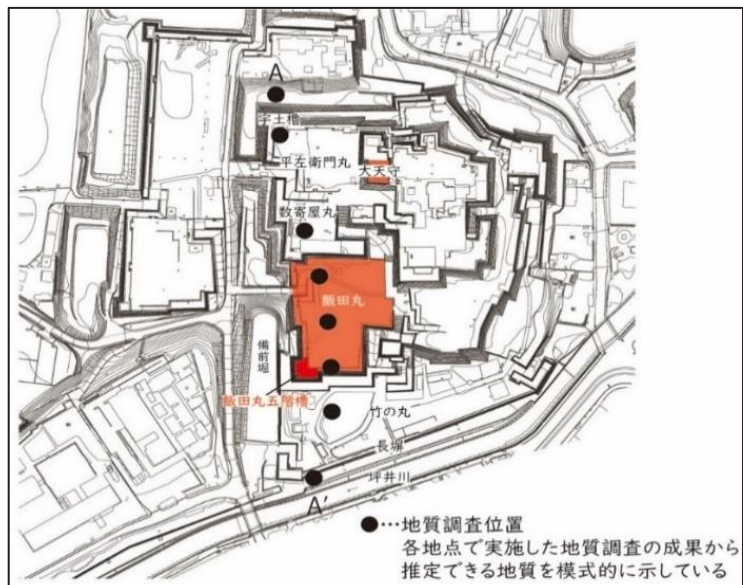


図5 本丸地区地質調査位置図

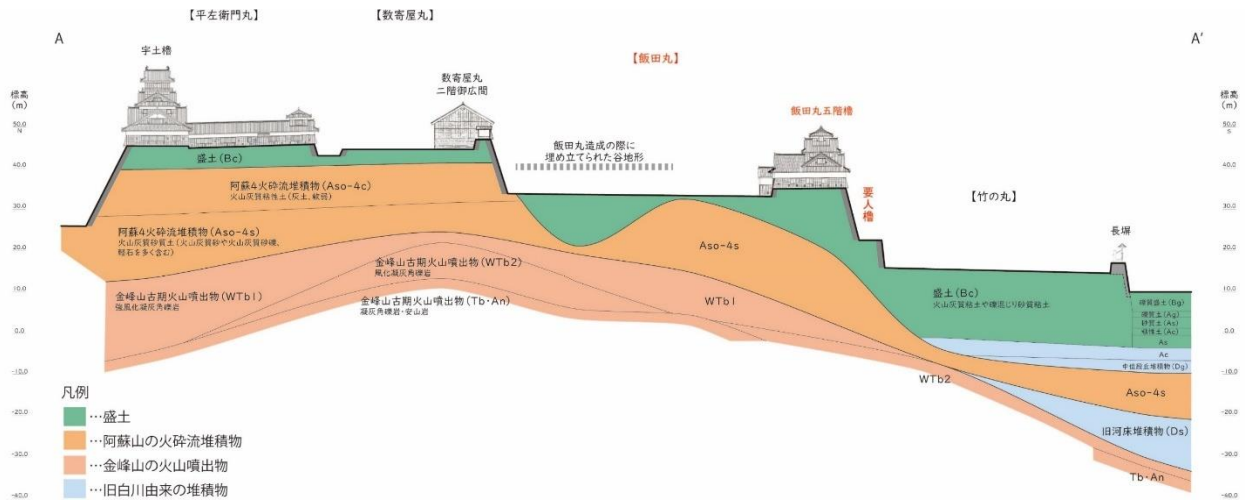


図6 本丸地区地質断面図

(3) 城内全体

平成30年度には、熊本城内全体の地質把握等と断層の有無の確認を目的に、二の丸・三の丸でも地質調査を行った。

【調査成果】

熊本城内の北部、西部では金峰山由来の凝灰角礫岩が本丸地区と比較してより深く、その上位に砥川溶岩や洪積粘性土層、阿蘇3火砕流 (Aso-3) が分布している。熊本城北部の三の丸と二の丸を隔てる崖地形付近では立田山断層によると考えられる「ずれ」を確認した。

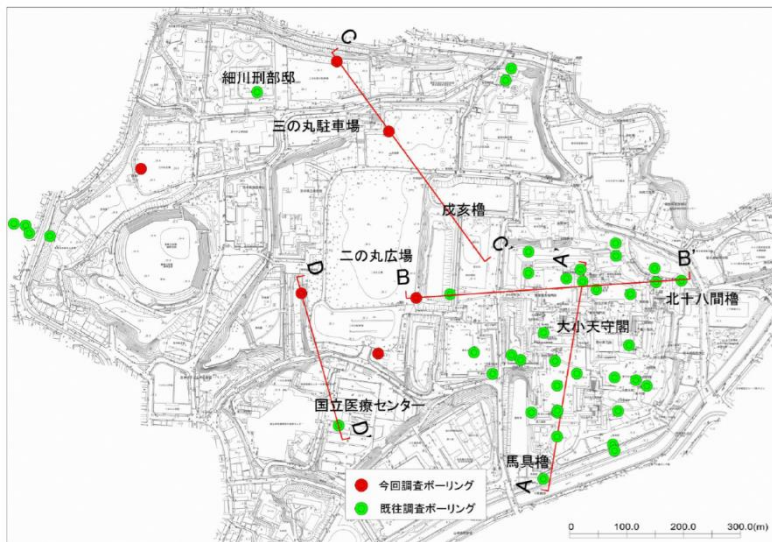


図7 城内地質調査断面検討位置図 (2019 中田)

地質時代	地層名	層種	記号
表層部	盛土	粘性土	Bc
		礫質土	Bg
	沖積砂礫層	砂礫	Ag
	沖積砂質土層	シルト混じり砂 ～砂混じり砂	As
	沖積粘性土層	砂質シルト ～火山灰質砂	Ac
	降下火山灰	黒ボク、赤ボク	Lm
	中位段丘堆積物	砂礫	m-r
中生代 第四紀	阿蘇4火砕流堆積物	粘性土	Aso-4c
		砂質土	Aso-4s
	阿蘇4/3間堆積物	礫質土	Aso-4g
		砂質土	Aso-4f
	阿蘇4/2間堆積物	粘性土	Aso-4d
		砂質土	Aso-4e
	阿蘇3火砕流堆積物	粘性土	Aso-3c
		砂質土	Aso-3s
		礫質土	Aso-3g
	更新世	洪積砂質土層	粘性土
洪積砂礫層		砂質土	Dg
洪積粘性土層		粘性土	Dc
砥川溶岩		凝灰角礫岩	Ts
強風化部		粘性土	Tb-hw
風化部		凝灰角礫岩	Tb-w
新鮮部		凝灰角礫岩	Tb-w

熊本城内地質層序表

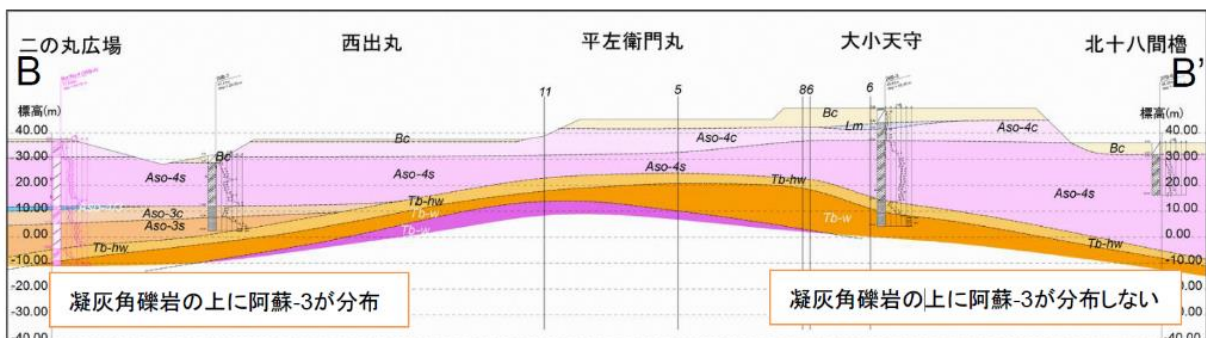


図8 B-B' 地質断面図 (2019 中田)

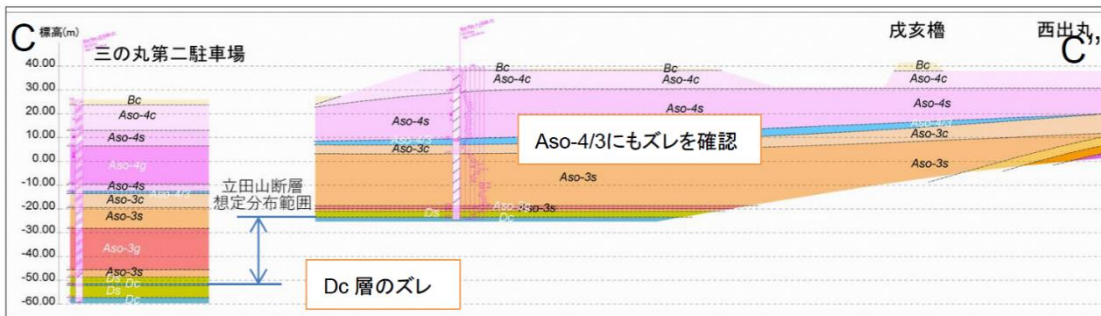


図9 C-C'地質断面図(2019中田)

5 発掘調査成果から分かった熊本城の造り方

平成28年熊本地震後に、主に石垣復旧に必要な情報を得るために発掘調査を実施しており、調査の中で、盛土(曲輪造成)の一端を確認した。

(1) 百間石垣石材回収に伴う確認調査

【調査目的】百間石垣背面の遺構の有無、裏込めの範囲などを確認するため。

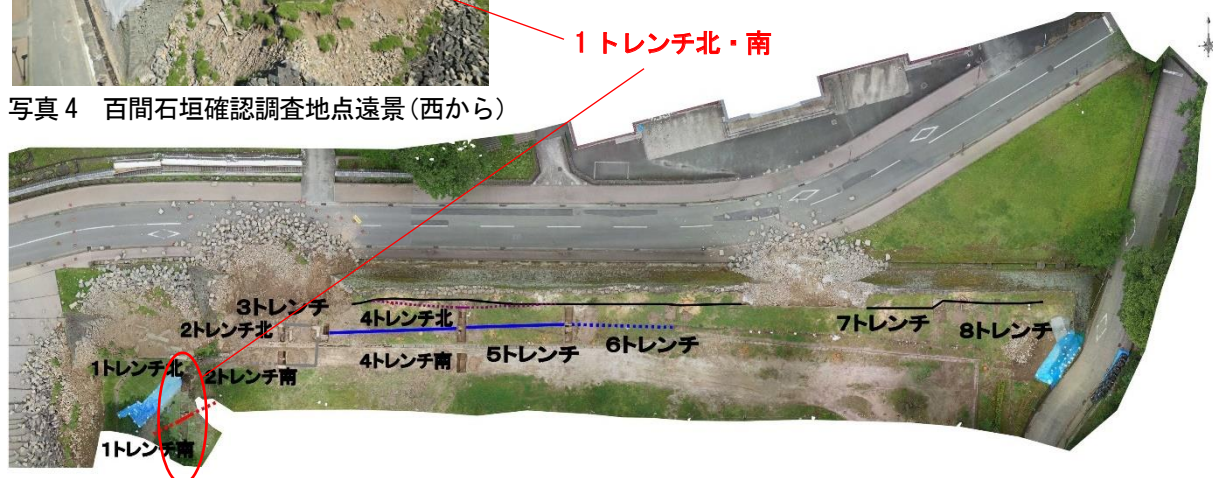
【調査成果】1トレンチ南において、地表面から約230cm下で地山と考えられる阿蘇4火砕流堆積物層を確認した。

1トレンチ南、1トレンチ北では、地山の上位に火砕流二次堆積土と思われるオリーブ褐色砂質土と、黄褐色砂質土、暗褐色粘質土を交互に積む盛土を確認した。盛土は北西方向に傾斜しており、築城以前の時期を示す遺物が出土していることから築城時の造成によるものと判断した。

1トレンチ北では、地震後に発生した地割れを断面で確認し、地表面から約140cmに達していたが、地割れは盛土上部にとどまっており、盛土と地山の境目等に発生してはいない。



写真4 百間石垣確認調査地点遠景(西から)



■ 石垣裏込め
 ■ 積み直し前(近世)石垣裏込め
 ■ 地山(点線は推定線)
 ■ 近代の水路(点線は推定線)
 ■ 近代のコンクリート基礎(点線は推定線)

図10 確認調査トレンチ配置図



写真4 1 トレンチ南 西壁土層断面
※白線以下が築城時の盛土



写真5 1 トレンチ北 西壁土層断面
※白線以下が築城時の盛土

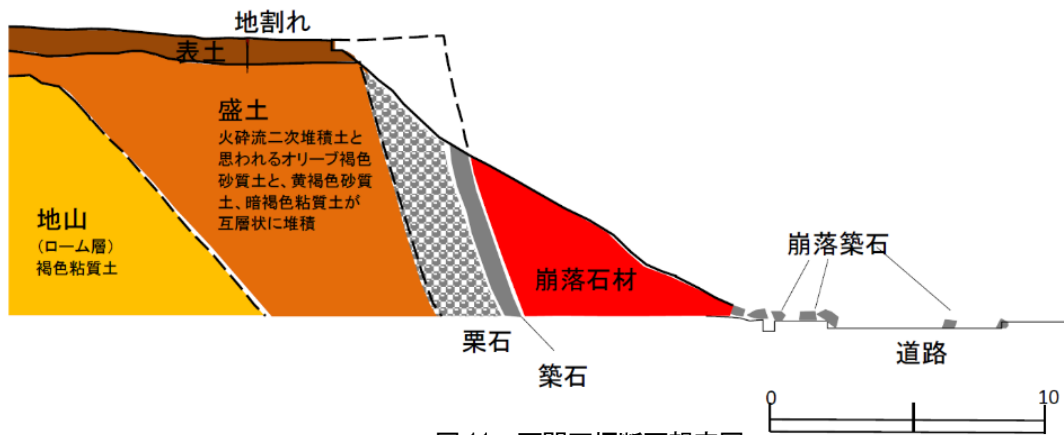


図11 百間石垣断面想定図

(2) 平櫓石垣解体調査

【調査目的】平櫓石垣復旧のために、必要な範囲の石垣解体調査を実施した。

【調査成果】平櫓が載る部分は盛土であることが分かった。土の堆積状況を確認すると、阿蘇4火砕流由来の灰色の土と黄褐色の土が交互に積まれていた。

また、盛土と栗石の境目は直線ではなく、鋸歯状に入り組んでいることから、石垣を構築する際に築石、栗石、盛土の3層を同時に築いていることが考えられる。



写真6 石垣解体後の平櫓石垣



写真7 平櫓石垣背面の盛土、栗石の状況

6 熊本城の石垣石材はどこから調達したか

(1) 築石

築石は石垣表面を構成する大型の石材である。熊本城の築石に使用している主な石材は、輝石安山岩、角閃石安山岩（島崎石）の2種類であることは以前から指摘されていた。

ともに金峰山由来の安山岩であるが、産地、色調が異なることは分かっていたが、熊本地震後に復旧設計のために石垣測量をする際に、石垣面のコケや汚れを落とす清掃により詳細な表面観察が可能となり、使用される時期が違うことが明確になってきた。

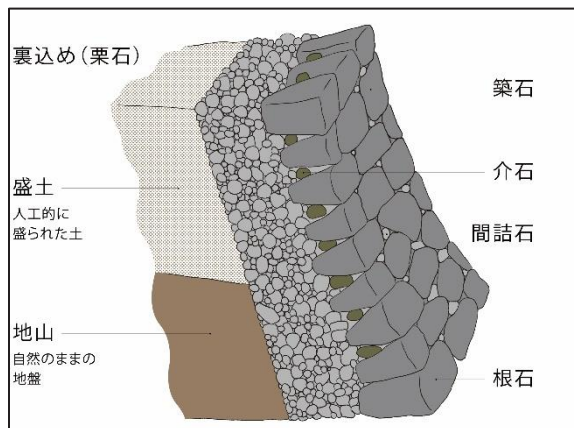


図12 石垣構造概念図



写真8 輝石安山岩



写真9 角閃石安山岩（島崎石）



写真10 竹の丸五階櫓石垣東面

竹の丸五階櫓石垣前面に添えるように築かれたはばき石垣は文献や絵図によると宝暦5年（1755）～明和6年（1769）頃に築かれた石垣であり、熊本城石垣6期の細川家の修理石垣である。

加えて、平成28年熊本地震により石垣が崩落したことにより、本来は見るできない築石の正面以外の部分を確認したことで、築石全面の加工状況を把握することができた。

輝石安山岩

色調：黒または青色

加工：自然面が残る面が多く、加工度が低い

産地：金峰山外輪山（花岡山、万日山、独鈷山などで矢穴が残る石材を確認）

平成30年には破損石材と交換する新補石材候補の調査を行った結果、西区谷尾崎や花園で産出された石材もほぼ同種であることを確認している

時期：全時期にわたり使用される

城内の大部分の石垣に使用される

角閃石安山岩（島崎石）

色調：白色

加工：自然面がほとんど確認できず、加工度が高い

産地：石神山など

時期：熊本城石垣6期（寛永9年～明治4（1632～1841）頃細川家の修理）

6期以降に使用開始、明治以降の修理でも多く用いられる

（2） 栗石

平成28年熊本地震で崩落した石垣のうち、9か所から回収した栗石について石材の調査を行った。

栗石の形状をみると、円礫（丸いもの）と角礫（角ばったもの）の2種類があり、解体調査成果から角礫は石垣修理時に用いられており、円礫は構築当初（オリジナル）石垣に用いられている傾向がある。

石材種で一番多いのは、先阿蘇火山に由来する安山岩で、玄武岩質溶岩、阿蘇溶結凝灰岩がそれに次いで多い。

現在の熊本城近傍で石垣の栗石に使用されているサイズの円礫が確認できるのは、白川である。白川河川敷の2地点で調査を行ったところ、円礫で、石材種の構成が近似していることが分かった。

熊本城石垣構築の際には、栗石の調達を白川で行っていた可能性がある。

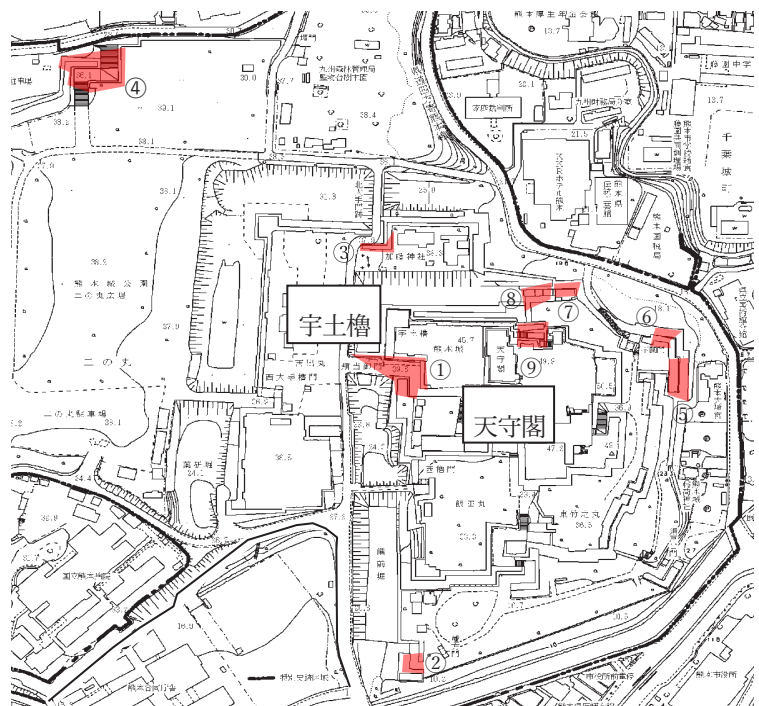


図13 栗石石材調査地点図

場所名	石垣番号	被災状況	構築時期	直近修理 (熊本城石垣)	石材種					形状	
					安山岩	玄武岩質 溶岩	阿蘇溶結 凝灰岩	花崗岩 (蛇紋岩)	変はんれ い岩	円礫 主体	角礫 主体
					白川で採取可			白川で採取不可			
① 類当御門	H311・ 312・313・ 446・447・ 448	崩落	3期・4期	7期	◎	○	○			○	
② 北大手門 (加藤神社境内)	H95・96・ 97・98・ 99・100	崩落	-	7期	◎	○	○			○	
③ 山崎口	H562・ 563・566・ 567	崩落	4期	文化財修理	◎	○	○				○
④ 二の丸御門	N34・35・ 36・48・ 49・50	崩落	4期	文化財修理	◎	○	○				○
⑤ 東十八間櫓	H166・ 167・168・ 173	崩落	4期	6期	◎	○	○	○		○	
⑥ 北十八間櫓	H163・ 164・165	崩落	3期	6期	◎	○	○	○	○	○	
⑦ 平櫓解体調査	H121・ 122・124	解体	3期	文化財修理	◎	○	○			○	
⑧ 石門北	H433・ 438・439	崩落	2・3期	文化財修理	◎	○	○			○	
⑨ 石門	H424・ 427・479・ 498	崩落	2・3・4期	文化財修理	◎	○	○				○
⑩ 白川 下流域		-			◎	○	○			○	
⑪ 白川 中流域～下流域		-			◎	○	○			○	

栗石石材調査一覧表



写真11 白川河川敷 遠景



写真12 白川河川敷 近景



写真13 安山岩 先阿蘇火山類に由来するもの



写真 14 玄武岩質溶岩

(白川中流域～下流域には巨大な岩もみられる)

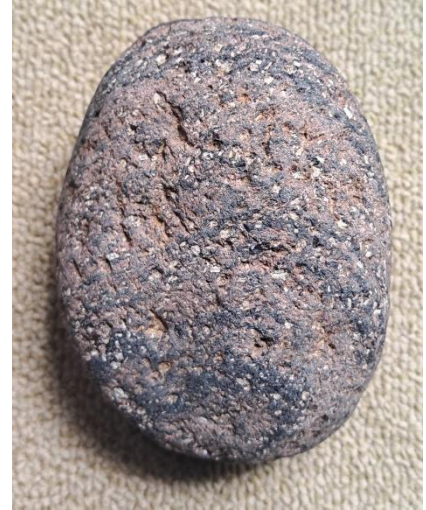


写真 15 阿蘇溶結凝灰岩

7 おわりに

城郭においては建造物、石垣が注目されるが、建造物や石垣を築くためにはその地盤が重要となる。しかし、地盤は通常では中身を見ることができない。災害復旧事業を進めるため、様々な調査をしたことによってこれまで分からなかったことが少しずつ明らかになってきている。今後も調査で明らかになった熊本城の姿を発信していくとともに、熊本城の復旧を進めていく。

【参考文献】

熊本市/熊本日日新聞社 2017 『復興熊本城 vol. 1』

熊本市/熊本日日新聞社 2021 『復興熊本城 vol. 5』

熊本市/熊本日日新聞社 2022 『復興熊本城 vol. 6』

熊本城総合事務所 2018 『特別史跡熊本城跡 平成 28 年熊本地震被害調査報告書』

熊本市熊本城調査研究センター2019 『特別史跡熊本城跡総括報告書 歴史資料編』

熊本市熊本城調査研究センター2020 「第 7 章 付論 第 1 節 熊本城の石垣変遷」(『特別史跡熊本城跡総括報告書 調査研究編第 2 分冊』)

熊本市熊本城調査研究センター2016 『熊本城調査研究センター年報 2 平成 27 年度』

熊本市熊本城調査研究センター2017 『熊本城調査研究センター年報 3 平成 28 年度』

熊本市熊本城調査研究センター2018 『熊本城調査研究センター年報 4 平成 29 年度』

熊本市熊本城調査研究センター2019 『熊本城調査研究センター年報 5 平成 30 年度』

熊本市熊本城調査研究センター2022 『熊本城調査研究センター年報 8 令和 3 年度』

熊本市熊本城調査研究センター2023 『熊本城調査研究センター年報 9 令和 4 年度』

中田卓 2019 「熊本城付近の地質構造の特徴について」『令和元年度(第 35 回)九州応用地質学会研究発表会』

西村渡 1968 「熊本城の石材について」

2024 年度 熊本城復旧シンポジウム
熊本城と地形・地質
—周辺地形・地質の成り立ちとその利用に迫る—

令和6年(2024年)12月15日(日)発行

編集・発行：熊本市熊本城調査研究センター
熊本市中央区花畑町9番6号
SPring 熊本花畑町3階
TEL 096-355-2327

印刷・製本：株式会社 城野印刷所
熊本県上益城郡益城町広崎1630-1
TEL 096-286-3366