特集号「第四紀研究から防災・減災への 多角的なアプローチ」の趣旨

奥野 充^{*1,a}・石原与四郎^{*1}・遠田晋次^{*2}・黒木貴一^{*3}・井村隆介^{*4}・北村晃寿^{*5}

公開シンポジウム「第四紀研究から防災・減災への多角的なアプローチ」では、現在進行形の自然災害に対する緊急調査や研究例、地形や堆積物、考古遺跡などに記録された過去の災害（またはハザード）の研究例を取り上げた。このように、第四紀研究は現在と過去の自然災害のどちらも研究対象とする特長があり、そこから未来に発生するハザードを精緻に予測するためにどのような貢献ができるかを考えたい。

キーワード：緊急調査、自然災害、高精度復元、ハザード予測

I. はじめに：特集号の背景

2011 年東北地方太平洋沖地震と関連する津波による災害は、東日本を中心に社会に大きな影響を及ぼし、その影響は 2019 年現在でも残っている。2016 年 4 月の熊本地震では、死者 50 名をはじめ大きな被害が出た（例えば、福岡・酒井, 2016；宮縁, 2016a, b；一般社団法人日本応用地質学会・九州応用地質学会「2016 年熊本・大分地震災害調査団」, 2017）。その後も、2017 年九州北部豪雨（一般社団法人日本応用地質学会, 2018）、2018 年でも大分県中津市耶馬溪町金吉の山崩れ（千木良・山崎, 2018）、大阪府北部地震（吉見, 2018）、7 月西日本豪雨（赤松, 2018）、北海道胆振東部地震（川尻ほか, 2018）などによって自然災害が立て続けに発生している。

第四紀研究は第四紀に起こった諸現象を対象とし、その手法も年代学、堆積学、古生物学、考古学、人類学など多岐にわたる。防災・減災に関しては、地形や堆積物、考古遺跡などの地層記録を高精度かつ正確に読み取ること、また、上記のような現在進行形で起こる自然ハザード（natural hazard）に対して様々な緊急調査を行うことで、自然現象のメカニズムの理解を深めて、今後

の災害に備える指針を提示することが期待される。

以上のような背景から、日本第四紀学会 2017 年大会の公開シンポジウム「第四紀研究から防災・減災への多角的なアプローチ」が 2017 年 8 月 27 日に福岡大学中央図書館多目的ホールを会場として開催された。この特集号は、同シンポジウムの講演内容にもとづいて編集されたもので、熊本地震を中心とした現在の自然災害に関する研究、さらに地形や地質、考古遺跡などを対象として過去の津波ハザードや火山噴火による災害を読み取る研究まで幅広く展開している（表 1）。これによって現在と過去の自然災害を対象とする第四紀研究を総括し、精緻なハザード予測に繋げることを試みている。なお、研究成果を防災・減災に役立てるためには、防災教育などのアウトリーチを通じた社会との連携も必要不可欠であるが（例えば、久保, 2016）、この特集号ではハザードマップの空間表示の検討（黒木論文）までに留めている。

II. 特集号の概要

この特集号は、現在の自然災害に関する研究 5 編と様々な地層記録に残された過去の自然災害に関する研究 8 編からなる（表 1）。ただし、現在と過去は完全に独立

2019 年 2 月 14 日受付。2019 年 2 月 14 日受理。

*1 福岡大学理学部地球圏科学科 〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1.

*2 東北大学災害科学国際研究所災害理学研究部門 〒980-0845 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1.

*3 福岡教育大学教育学部 〒811-4192 宗像市赤間文教町 1-1.

*4 鹿児島大学共通教育センター 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-30.

*5 静岡大学大学院理学研究科地球科学専攻・防災総合センター 〒422-8529 静岡市駿河区大谷 836.

*a Corresponding author : okuno@fukuoka-u.ac.jp

表 1 特集号の構成
Table 1 Outline of this special issue

論文 (著者名) Article (authors)	対象トピックと地域 Research topics and/or areas	自然ハザード Natural hazards	地層記録 Geological records	分析方法など Sampling and analytical methods
竹村 Takemura	熊本地震 (九州中部) 2016 Kumamoto earthquake (Central Kyushu)	地震, 活断層 Earthquake, active fault	地形, 地質 Geomorphology, geology	テクニクス Tectonics
村上ほか Murakami <i>et al.</i>	熊本地震 (熊本平野) 2016 Kumamoto earthquake (Kumamoto Plain)	液状化 Liquefaction	地形 Geomorphology	空中写真判読, 地盤情報, 液状化 判定 Aerial photograph reading, geotechnical information, liquefaction judgment
横田・鳥井 Yokota and Torii	熊本地震 (阿蘇カルデ ラ) 2016 Kumamoto earthquake (Aso caldera)	ノンテクトニック断層 Nontectonic fault	地形, ローム層, 盛り土 Topography, loam layer, embankment	露頭観察, 施工図面 Outcrop observation, construction drawings
遠田・石村 Toda and Ishimura	熊本地震 2016 Kumamoto earthquake	短い活断層, 断層変位 Short active fault, fault displacement	地形 Geomorphology	干渉SAR解析 SAR analysis of interference
黒木 Kuroki	広島市・雲仙岳火山 Hiroshima City and Unzendake volcano	火砕流, 土石流 Pyroclastic flow, debris flow	微地形 Micro-landforms	DEMによる地形解析 Landform analysis using by DEM
西山ほか Nishiyama <i>et al.</i>	阿蘇カルデラ壁 Aso caldera wall	斜面崩壊, 土石流 Slope failure, debris flow	沖積錐 Alluvial cone	露頭観察 (工事現場) Outcrop observation (Construction site)
中西ほか Nakanishi <i>et al.</i>	大分平野 (府内断層) Oita Plain (Funai fault)	伏在活断層 Blind active fault	沖積層 Alluvium	群列ボーリング, 堆積相解析, 珪 藻群集解析, ^{14}C 年代測定, 地中 レーダー探査 Arrayed drilling, sedimentary facies, diatom assemblages, radiocarbon ages, ground penetrating radar
石村 Ishimura	三陸海岸 Sanriku coast	津波 Tsunami	古津波堆積物, 歴 史記録 Paleo-tsunami sediments, historical record	掘削調査, ^{14}C 年代測定 Drilling survey, radiocarbon ages
菅原 Sugawara	東北地方 Tohoku district	津波 Tsunami	古地形, 植生, 堆 積物, 海面高 (入 力データ) Paleo-topography, vegetation, sediment, sea level height (input data)	津波土砂移動数値解析 Numerical modeling of tsunami sediment transport
吉村ほか Yoshimura <i>et al.</i>	琉球列島, 石垣島, 白保 竿根田原洞穴遺跡 Ryukyu Islands, Ishigaki Island, Shiraho-Saonetabaru Cave Site	地震, 津波 Earthquake, tsunami	鍾乳洞, 石筍 Limestone cave, stalagmites	U-Th年代測定, 蛍光年縞, $\delta^{13}\text{C}$, Mg/Ca比, Sr/Ca比 U-Th dating, UV-fluorescent annual layer, $\delta^{13}\text{C}$, Mg/Ca and Sr/Ca ratios
成尾ほか Naruo <i>et al.</i>	開聞岳火山 (数領遺跡・ 橋牟礼川遺跡) Kaimondake volcano, Shikiyo and Hashimuregawa	噴火, 降下テフラ, ラ ハール Volcanic eruption, tephra fall, lahar	考古遺跡, 歴史記 録 Archaeological sites, historical document	露頭観察, 考古発掘 Outcrop observation, archaeological excursion
山田 Yamada	別府湾 Beppu Bay	噴火, 降下テフラ, 地 震, 洪水 Volcanic eruptions, tephra fall, earthquakes, flood	内湾堆積物 Bay sediments	コア観察, 堆積相解析 Core observation, sedimentary facies analysis
佐々木ほか Sasaki <i>et al.</i>	蒜山原層, 塩原層群宮島 層 Hiruzenbara Formation, Miyajima Formation	洪水, 崩壊 Flood, slope failure	湖成堆積物, 年縞 堆積物, 珪藻土 Lacustrine deposits, varved deposit, diatomite	露頭観察, 堆積相解析 Outcrop observation, sedimentary facies analysis

したものではなく、相互に関連している。

1. 現在の自然災害の研究

まず熊本地震に関連する4論文が並ぶ。最初の竹村論文では、熊本地震までの九州中部の第四紀テクトニクス研究を概観し、静的情報から動的テクトニクスへの基礎が築かれつつあることを示している。現在観測される地球物理学データを長期的な視点から理解する重要性が強調される。次の村上ほか論文は、熊本地震で生じた液状化帯と周辺的地盤特性の関係を地盤工学の立場から検討し、28時間の短期間に生じた前震と本震による大きな地震外力と火山灰質土の物理的、力学的特性が液状化被害を甚大化させたことを指摘している。

続いて断層に関する2編の論文は、活断層研究(評価・理解)の奥深さと課題を示す。まず横田・鳥井論文は、土地改変の履歴などを詳しく示して、熊本地震の地表地震断層とされる阿蘇カルデラ内の一部の地表変状がソノテクトニック断層(横田ほか, 2015)である可能性を指摘している。遠田・石村論文は、昨今の干渉SAR解析の積極的な利用を背景とし、熊本地震の震源となった日奈久断層北部や布田川断層だけではなく、その周囲の誘発小断層変位からみた短い活断層の分類や評価を試みている。

黒木論文は、ハザードマップの改善や活用支援を進めるために2014年に広島市で生じた土砂災害の範囲を検討し、ハザードマップ空間表示での課題を整理している。さらに雲仙東麓を例として、再来間隔の短い土砂移動現象による微地形区分手順の試案を示している。

2. 地層記録に残された過去の自然災害の研究

近年の自然災害調査だけでなく、過去の自然災害ないしハザードの解明が多く事例を収集する上で不可欠である。ただし、文化層、沖積錐、沖積層、ローム層、湖成堆積物や内湾堆積物など地層記録の違いや、露頭、トレンチ、ボーリングコアといった情報入手の方法によって、過去の災害(またはハザード)とその誘因への認識や理解が異なることに留意する必要がある。

西山ほか論文は、阿蘇カルデラ壁の沖積錐(斜面堆積物)から崩壊や土石流の発生頻度を推定している。同一溪流での崩壊発生頻度は砂防えん堤などの土木構造物の耐用年数(10^2 年オーダー)より1桁長い約 10^3 年に1回程度で、ソフト・ハード両面の地域防災を考える上で第四紀学的な時間スケールが重要なことを示す。中西ほか論文は、大分平野西部の府内断層付近の沖積層について、群列ボーリングコアの堆積相、珪藻、 ^{14}C 年代などの解析に地中レーダ探査を組み合わせることで、堆積環

境や年代の平面分布を活断層を横断するように可視化して古地震の再来間隔を検討している。

石村論文は、2011年の東北地方太平洋沖地震以前には調査適地でないと考えられてきた三陸海岸において、掘削調査によって複数の古津波堆積物が見出されていることを紹介し、それらの対比方法などを詳述している。菅原論文では、東北地方の津波土砂移動の数値モデリングにもとづいて、津波堆積物から推定される古津波規模や波源推定、それらの不確実性について論じている。吉村ほか論文は、鍾乳石から地震と津波の痕跡を概説し、石垣島での大津波推定に関する研究例を紹介している。

成尾ほか論文は、開聞岳貞観十六年(AD 874)噴火について遺跡発掘の成果を踏まえて検討し、降下テフラに加えてラハールでも被害を受け、その層厚の違いで人々の対応(特に復旧の有無)が異なることを示している。山田論文は、別府湾での鬼界アカホヤ(K-Ah)テフラ以降の堆積物のコア試料から地震、噴火、洪水などのイベントが検出される例を紹介し、古環境情報やシミュレーションなどと合わせて記録過程全体を理解する重要性を指摘している。佐々木ほか論文は、宮島層の湖成堆積物に挟在するイベント堆積物を洪水と崩壊の2つの成因に分けて、両者を識別する方法とその妥当性を検討している。

III. おわりに

以上のように、第四紀研究は、過去の災害事例を豊富に揃えており、その上に現在進行形の災害からのデータや研究例も加えることができる。これによって過去の記録特性から抜け落ちている部分を補完することができる。精緻なハザード予測は、防災・減災を実現する上で不可欠であり、今後その精度がさらに向上することを期待したい。

謝辞 この公開シンポジウムの開催にあたり、鳥井真之、中西利典、小森次郎、米田 稔の各氏、共催の福岡大学、京都大学大学院理学研究科附属地球熱学施設、東北大学災害科学国際研究所、後援の熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センターの各機関をはじめ多くの方々のご協力を得た。特集号の出版経費の一部に本学会「領域2」活動経費からの援助を受けた。そして、最後に2018年3月を以て京都大学を定年退職された竹村恵二名誉教授には、慌ただしい中で長年にわたる九州中部のテクトニクス研究を総括いただき、第四紀研究が過去、現在、そして未来へと繋がる学問であることを改めて認識できた。以上を記して謝意を表します。

引 用 文 献

- 赤松良久 (2018) 西日本豪雨による河川被害の概要. 第 2 回平成 30 年 7 月豪雨による地盤災害調査報告会 (資料), 地盤工学会・土木学会, https://www.jiban.or.jp/wp-content/uploads/2018/09/20180912_gaiyou, 2019 年 2 月 11 日閲覧.
- 千木良雅弘・山崎新太郎 (2018) 耶馬溪の崩壊性地すべりの調査報告. 京都大学防災研究所, http://www.slope.dpri.kyoto-u.ac.jp/disaster_reports/20180411Yabakei/Yabakei_Landslide_20180411.pdf, 2018 年 11 月 21 日閲覧.
- 福岡 浩・酒井直樹 (2016) 平成 28 年熊本地震による南阿蘇村地域における地すべり災害の初動調査. 日本地すべり学会誌, 53, 95-99.
- 一般社団法人日本応用地質学会 (2018) 2017 年九州北部豪雨災害調査団報告書～防災と環境を見据えた持続可能な故郷再生に向けて～. 190 p. 一般社団法人日本応用地質学会.
- 一般社団法人日本応用地質学会・九州応用地質学会「2016 年熊本・大分地震災害調査団」(2017) 2016 年熊本・大分地震災害調査団報告書～熊本の大地・新たな伝承の始まり～. 244 p. 一般社団法人日本応用地質学会.
- 川尻峻三・山下 聡・川口貴之・渡邊達也 (2018) 厚真町の広範囲・大規模斜面崩壊 その他の被災箇所. 平成 30 年北海道胆振東部地震による地盤災害緊急報告会 (資料), 地盤工学会, https://www.jiban.or.jp/wp-content/uploads/2018/09/20180912_kawajiri_Ver2.pdf, 2019 年 2 月 11 日閲覧.
- 久保純子 (2016) 特集号「第四紀学から防災教育へのメッセージ」趣旨説明. 第四紀研究, 55, 157-160.
- 宮縁育夫 (2016a) 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震による被災状況 (口絵). 地学雑誌, 125, iii-vi.
- 宮縁育夫 (2016b) 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震によって南阿蘇村周辺域で発生した斜面災害. 地学雑誌, 125, 421-429.
- 吉見雅行 (2018) 平成 30 年の大阪府北部の地震の概要. 2018 年 6 月 18 日大阪府北部の地震の調査報告会 (資料), 土木学会地震工学委員会, <http://committees.jsce.or.jp/eec2/system/files/20180723yoshimi-s.pdf>, 2019 年 2 月 11 日閲覧.
- 横田修一郎・永田秀尚・横山俊治・田近 淳・野崎 保 (2015) ノンテクニク断層—識別方法と事例—. 248 p. 近未来社.

Introduction to the symposium on “Multiple approaches to reducing and mitigating disaster from Quaternary studies”

Mitsuru Okuno^{*1, a}, Yoshiro Ishihara^{*1}, Shinji Toda^{*2}, Takahito Kuroki^{*3},
Ryusuke Imura^{*4}, and Akihisa Kitamura^{*5}

Here we briefly introduce 13 papers that exemplify the role of Quaternary research in disaster prevention and mitigation from multiple approaches ; this is a compilation from the open symposium “Multiple approach to reduce and mitigate disaster from Quaternary studies” held at Fukuoka University on August 27, 2017. These

studies cover a variety of topics, from recent natural disasters, to historical and paleo- disasters that were revealed from historical records, and geomorphological, stratigraphical, and archaeological investigations, in which we demonstrate the significant contributions from Quaternary research to improving hazard assessment.

Keywords : rapid investigation, natural disaster, high-resolution reconstruction, hazard assessment

---

*1 Department of Earth System Science, Faculty of Science, Fukuoka University. 8-19-1 Nanakuma, Jonan-ku, Fukuoka, 814-0180, Japan.

*2 Disaster Science Division, International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University. 468-1 Aramaki, Aza-Aoba, Aoba-ku, Sendai, 980-0845, Japan.

*3 Faculty of Education, University of Teacher Education Fukuoka. 1-1 Akamabunkyoumachi, Munakata, Fukuoka, 811-4192, Japan.

*4 Center for General Education, Kagoshima University. 1-21-30 Korimoto, Kagoshima, 890-0065, Japan.

*5 Institute of Geosciences, Faculty of Science, Shizuoka University. 836 Oya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8529, Japan.

*a Corresponding author : okuno@fukuoka-u.ac.jp