

平成29年7月九州北部豪雨による斜面災害の現地調査報告

木村 誇*・若月 強*・山田隆二**・石澤友浩*・檀上 徹*・吉原直志*

Field Survey Report on the Landslide Disasters Induced by the July 2017 Northern Kyushu Heavy Rainfall

Takashi KIMURA*, Tsuyoshi WAKATSUKI*, Ryuji YAMADA**, Tomohiro ISHIZAWA*,
Toru DANJO*, and Naoyuki YOSHIHARA*

*Storm, Flood and Landslide Research Division,
National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, Japan
kimurat@bosai.go.jp, waka@bosai.go.jp, ishizawa@bosai.go.jp, t.danjo@bosai.go.jp

**Integrated Research on Disaster Risk Reduction Division,
National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, Japan
ryamada@bosai.go.jp

Abstract

This report presents field survey results on landslide disasters induced by the July 2017 northern Kyushu heavy rainfall. Some previous reports discussing the characteristics of rainfall-induced landslides and the associated flood and drift-wood disasters are overviewed as well. The landslides concentrate around the Sangun Mountains and the Hikosan Volcano, which are located in northern part of the Chikugogawa River basin. It is summarized that following three geological characteristics in this area may have affected the occurrence of landslides: 1) thick layer of detached schist clasts, weathered soil and colluvium on dipping schistosity plane of the Sangun metamorphic rock, 2) thick layer of granodioritic corestones and grus formed by deep weathering of the Haki granodiorite, 3) thick colluvial deposits of andesitic lavas and volcaniclastics produced by the Hikosan and other Neogene volcanoes. These features coupled with long and intense rainfall are considered as the most dominant causes of landslides which delivered huge amount of sediments and woods to river channels, resulting in flood and drift-wood disasters at the lower plain of the Chikugogawa River basin.

Key words: Rainfall-induced landslide, Sangun metamorphic rock, Haki granodiorite, Neogene volcanic rocks, Chikugogawa River basin

1. はじめに

2017年(平成29年)7月5日から6日にかけて対馬海峡付近に停滞した梅雨前線に向かって暖かく非常に湿った空気が流れ込んだ影響で、九州北部地方では、同じ場所に豪雨が長時間滞在する線状降水帯が発生した(防災科学技術研究所, 2017; 気象研究所, 2017)。これにより、福岡県朝倉市や朝倉郡東峰村、

大分県日田市で記録的な大雨となった。

朝倉市や東峰村では、筑後川水系の支川である佐田川、荷原川(いないぼるがわ)、桂川、妙見川、奈良ヶ谷川、北川、寒水川(そうずがわ)、白木谷川、赤谷川、大肥川(おおひがわ)などで多数の斜面崩壊・土石流・河川氾濫が発生し、橋梁の流出・破損、道路の破壊、土砂堆積や倒流木によって多数の集落が一時孤立し

* 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門

** 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

た。日田市では、小野地区柳野(なぎの)で発生した大規模な斜面崩壊が同地区を流れる小野川を堰き止め、住家や道路を破壊したほか、橋梁の流出・破損、道路の破壊、土砂堆積や倒流木によって多数の集落が一時孤立した。この豪雨による福岡県・大分県での人的被害は死者・行方不明者41名、負傷者22名、住家被害は全壊316棟、半壊1,099棟、一部破損44棟、床上・床下浸水1,597棟にのぼる(2017年12月7日時点：消防庁，2017)。

本稿では、2017年7月18～21日に福岡県と大分県で現地調査を行い、今回の豪雨による斜面災害の発生状況を調べた結果を報告する。また、災害発生後に関連学会の緊急調査団等による現地調査が行われているので、これまでに公表された報告等を収集して、斜面災害および流木災害の特徴を整理した。その結果も併せて報告する。

なお、本稿の調査結果は、防災科学技術研究所ホームページ(<http://www.bosai.go.jp/>)にて公開した災害関連情報(速報)「2017年7月の豪雨により九州北部

地方(福岡県・大分県)および島根県で発生した土砂・洪水災害の現地調査報告」ならびに「平成29年7月九州北部豪雨に伴う地盤災害調査」の内容に基づくものであり、数値等は今後の調査・解析によって変更する可能性がある。

2. 調査地域

調査地域は福岡県朝倉市、朝倉郡東峰村ならびに大分県日田市にまたがる範囲である。図1に2017年7月18～21日の現地調査ルートを示す。

調査地域の地形・地質・植生条件については、国土地理院地理院地図、同基盤地図情報10mメッシュ数値標高モデル(以下、10-m DEMとする)、20万分の1日本シームレス地質図(産業技術総合研究所地質調査総合センター，2015)、20万分の1地質図幅「福岡」(久保ほか，1993)、同「熊本」(星住ほか，2004)、7万5千分の1地質図幅「豆田」(赤木，1933)および1/25,000植生図(環境省，2013)を用いて把握した。



図1 2017年7月18～21日の現地調査ルート図
Fig. 1 Route map of the field survey from July 18 to 21, 2017.

3. 調査項目と方法

現地調査では、限られた調査日数で可能な限り災害の全容を把握するため、自動車や徒歩で通行可能な道路沿いで斜面崩壊等の土砂移動現象が発生した箇所を把握するとともに、現地写真の撮影や崩壊斜面の簡易測量を行った。また、災害の発生状況や気象・防災情報の取得状況、警戒避難行動の有無などについて住民への聞き取り調査を行った。

調査実施にあたり、インターネット等で事前に得られた交通情報や災害情報を参考に現地調査ルートを選定した。交通情報としては、国土交通省統合情報システム DiMAPS (<http://www.mlit.go.jp/saigai/dimaps/3/WebContent/html/map/main/mainMap.html>) に掲載されている通行止め情報を利用した。災害情報としては、上述の DiMAPS に掲載されている土石流やがけ崩れの発生箇所や河川・管理施設被害状況の情報、福岡県防災ホームページ (<http://www.bousai.pref.fukuoka.jp/index.php>)、おおいた防災ポータル (<http://www.pref.oita.jp/site/bosaiportal/>) に掲載されている情報を利用したほか、テレビ・新聞・インターネット等での土砂災害に関する報道を参考にした。

4. 調査結果

4.1 調査地域の地形・地質

図 2 に国土地理院による被害状況判読図(国土地理院, 2017)を 10-m DEM をもとにした傾斜陰影図に重ね合わせたものを示す。今回の豪雨は、福岡県と佐賀県の県境にある脊振(せぶり)山地の東側で次々と発生した積乱雲が発達しながら東へ移動することで、朝倉市付近の上空に線状降水帯を形成・維持し、同じ場所に長時間強い雨を降らせた(防災科学技術研究所, 2017; 気象研究所, 2017)。その結果、筑後川水系の北部にある三郡山地や英彦山(ひこさん)南麓の狭い地域に集中して多数の斜面崩壊が発生した。

同判読図を 20 万分の 1 日本シームレス地質図に重ねた合わせものを図 3 に示す。斜面崩壊が集中した地域を構成する主な地質は、三畳紀の高圧型変成岩類、白亜紀の深成岩類、新第三紀の火山岩類の 3 つに大別できる。

三郡山地に広く分布する変成岩類は、三郡変成岩と呼ばれる泥質片岩(黒色片岩)・砂質片岩・塩基質片岩(緑色片岩)などの結晶片岩類で構成される(藤

井ほか, 1992; 久保ほか, 1993)。分布域の広い範囲が次に述べる深成岩類(中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩)の貫入による接触変成作用を受けているとみられる(藤井ほか, 1992)。

三郡山地の南東部、旧・朝倉郡杷木町付近には、中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩の岩体が分布している。久保ほか(1993)は、この岩体を新期花崗岩類(鞍手型)の一種の添田(落合)花崗閃緑岩及び杷木(はき)花崗閃緑岩に区分している。また、藤井ほか(1992)は、唐木田ほか(1983)の命名に従って添田花崗閃緑岩としているが、今回の豪雨により斜面崩壊が集中した地域に分布しているのは旧・朝倉郡杷木町付近の岩体なので、以下では杷木花崗閃緑岩という名称を用いる。

英彦山周辺は後期中新世～前期鮮新世の開析された古い火山体であり(産業技術総合研究所, 2017)、主に安山岩—デイサイト質の溶岩や火山砕屑岩(凝灰角礫岩)で構成される火山岩類(山国累層, 北坂本累層, 英彦山火山岩類, 大日ヶ岳火山岩類, 夜明火山岩類)が広く分布している(相原ほか, 1992)。英彦山などの主稜線は主に溶岩が分布しており、その周囲の山麓部に火山岩塊火山灰流堆積物や岩屑なだれ堆積物、土石流堆積物が分布している(長岡, 2001; 産業技術総合研究所, 2017)。

図 4 に流域別の地質面積割合を示す。三郡変成岩、杷木花崗閃緑岩、新第三紀火山岩類、その他の 4 区分でそれぞれの面積割合を比較すると、佐田川、荷原川、桂川、妙見川、奈良ヶ谷川、寒水川では三郡変成岩の面積割合が 50～90% 台を占めて卓越するのに対し、北川、白木谷川、赤谷川では杷木花崗閃緑岩が 40～60% 台を占めて卓越しており、大肥川と小野川は新第三紀火山岩類が 80～90% 台を占めて卓越する。また、三郡変成岩を構成する泥質片岩、砂質片岩、塩基質片岩の 3 区分についてみると、荷原川と桂川では砂質片岩の、妙見川では塩基質片岩の占める割合が比較的高いものの、全ての流域で泥質片岩が卓越する。

4.2 調査地域の植生

今回の豪雨災害では、土砂とともに流出した大量の流木が下流域で甚大な被害をもたらした(5.2 節参照)。そこでこの地域の植生についても整理しておく。図 5 に 1/25,000 植生図をもとに作成した調査地域の植生区分図を示す。調査地域一帯は林業の盛ん

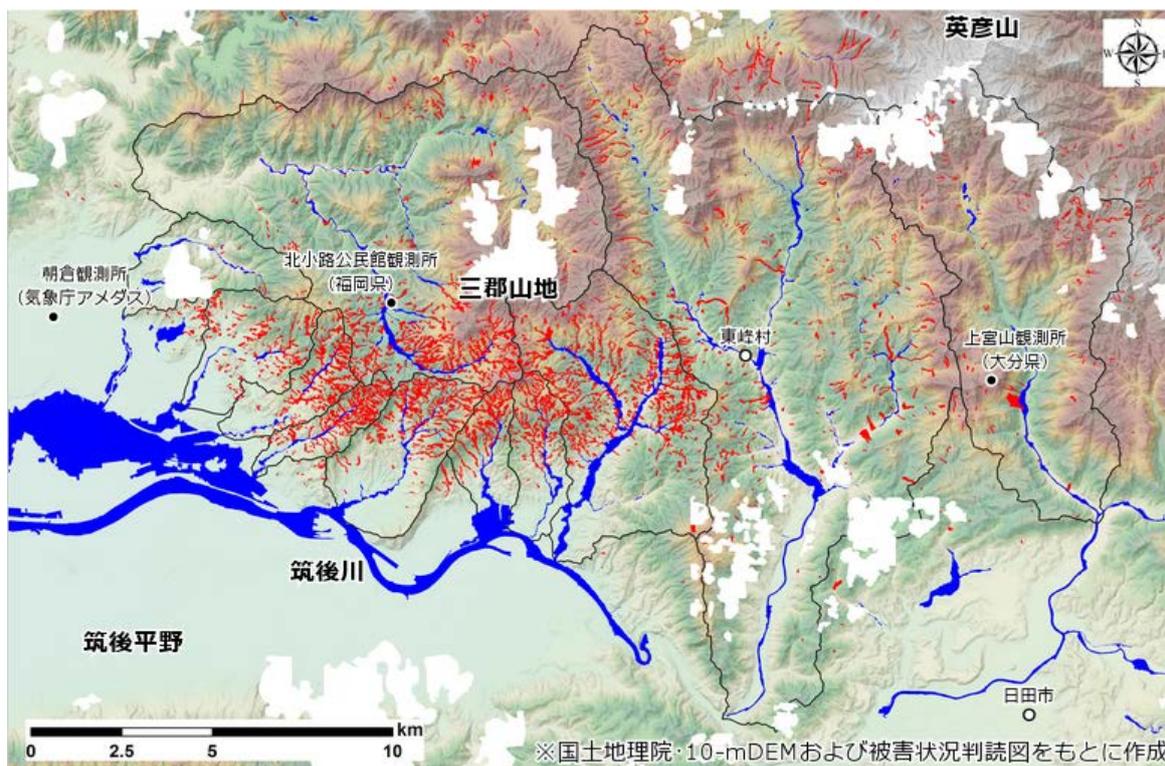


図2 平成29年7月九州北部豪雨による斜面災害の分布図。図中の青の範囲は洪水到達範囲を、赤の範囲は土砂崩壊地を、白の範囲は雲などの影響による空中写真の判読不能範囲をそれぞれ示す。

Fig. 2 Distribution map of landslide disasters induced by the July 2017 northern Kyushu heavy rainfall. Blue, red and white areas in the figure indicate the area affected by floods and that affected by landslides, and the area which were invisible on the aerial photos due to conditions at the time of photography (e.g., clouds), respectively.

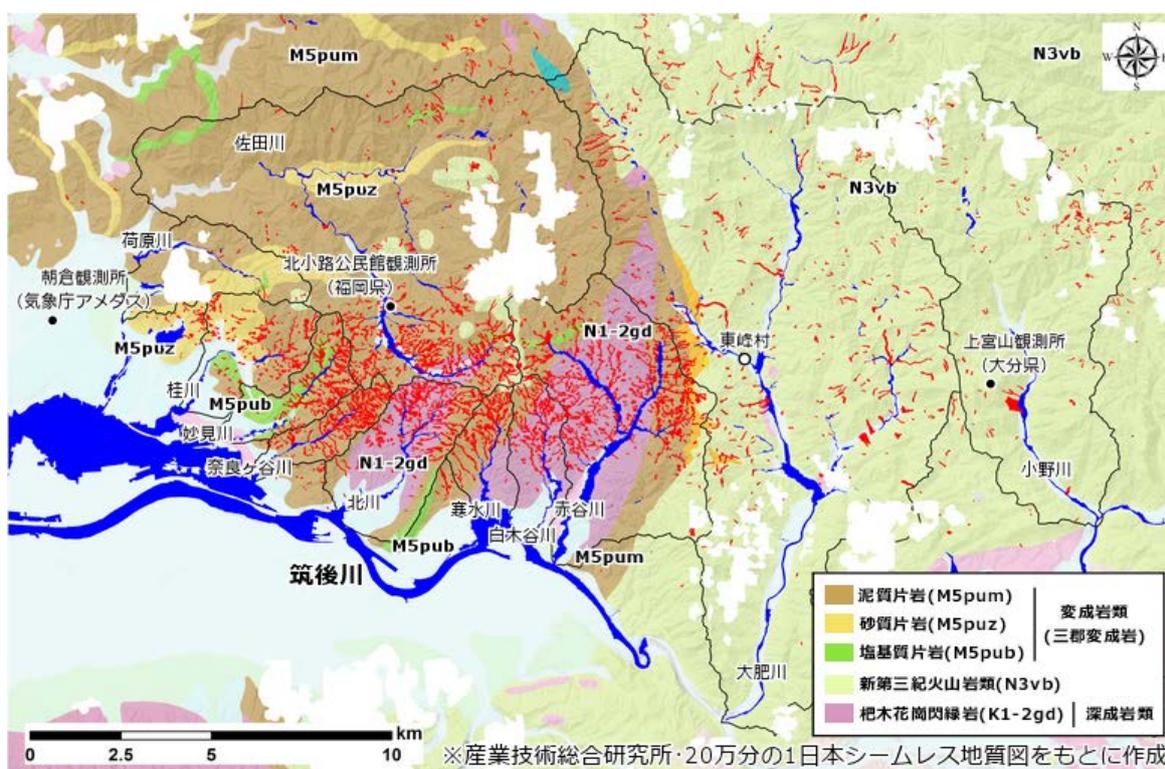


図3 調査地域の地質図。青・赤・白色の付いた範囲の区分は図2と同様

Fig. 3 Geological map of the surveyed area. The classification of blue, red and white colored areas is the same as Fig. 2.

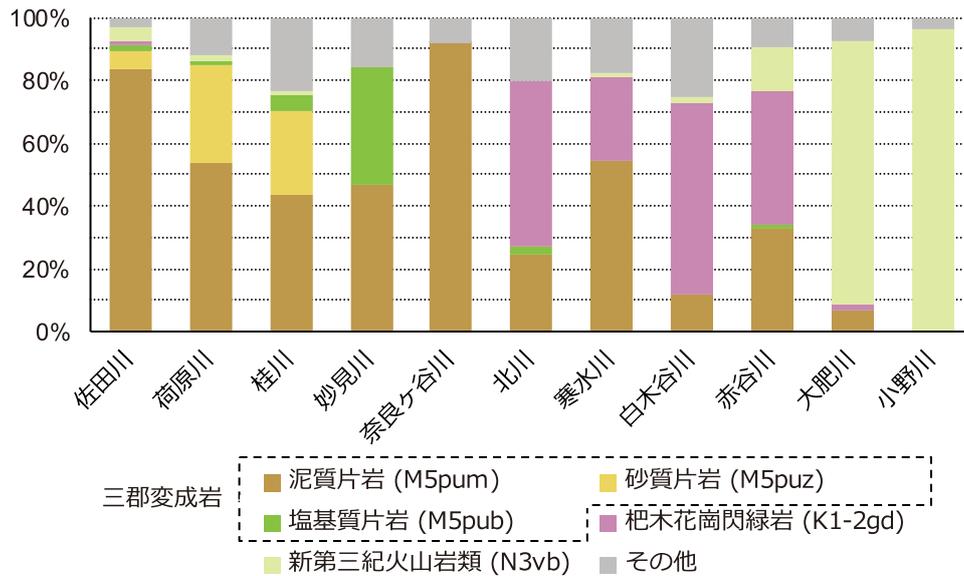


図 4 流域別の地質区分の面積割合
 Fig. 4 Area ratio of geological classification in each tributary catchment.

な地域であり、スギ・ヒノキ・サワラといった常緑針葉樹の植林地が面積の大半を占める。次いで、アカマツ林やシイ・カシ類などの常緑広葉樹林が多くなる。これらは主に植林地として利用されていない山地の尾根筋に分布している。また、筑後川本川近くの比較的低標高域にある緩斜面はカキやナシなどの果樹園として利用されている。

図 6 に流域別の植生面積割合を示す。スギ・ヒノキ・サワラ植林地，アカマツ林，シイ・カシ類などの常緑広葉樹林，果樹園，その他の 5 区分についてみると，桂川，北川，寒水川の 3 流域ではアカマツ林や果樹園の占める面積割合が大きくスギ・ヒノキ・サワラ植林地の面積割合は 20～40% 台と相対的に低いものの，その他の 8 流域ではスギ・ヒノキ・サワラ植林地の面積割合が 50～80% 台を占める。このことは，豪雨時に流出した流木に含まれる材に植林木の幹が多かったこと(5.2 節参照)とも対応する。

4.3 主な斜面災害の発生状況

2017 年 7 月 18～21 日の現地調査により，福岡県朝倉市と朝倉郡東峰村周辺に分布する三郡変成岩や杷木花崗閃緑岩の地域，大分県日田市周辺に分布する新第三紀火山岩類の地域で斜面災害の発生状況を確認することができた。ここでは，朝倉市黒川地区宮園，杷木赤谷地区杷木赤谷，日田市小野地区柳野，鶴河内地区鶴河内，鶴河内地区鶴城町(つるぎまち)

の計 5 箇所(図 1 の Loc.1～5)における調査結果と，朝倉市須川地区，宮野地区，杷木古賀地区の計 3 箇所(図 1 の Loc.6～8)における住民への聞き取り調査結果を述べる。

4.3.1 三郡変成岩地域における斜面災害

写真 1～3 に朝倉市黒川地区宮園(図 1 の Loc.1)で発生した斜面崩壊地の様子を示す。斜面崩壊地は佐田川支川の黒川流域内に位置しており，三郡変成岩の泥質片岩の分布域にあたる。

ここでは，擁壁のあった道路脇の斜面が幅約 10 m，長さ約 5 m にわたって崩壊していた(写真 1)。崩壊地の頭部滑落崖面では，基盤岩である泥質片岩の上位に厚さ 2～3 m 程度のやや粘土質の風化土層があり，すべり面は地表から深さ 1～2 m の風化土層中に形成されていることが確かめられた(写真 2, 3)。対岸斜面では，幅約 20～40 m，長さ約 110 m の比較的大規模な斜面崩壊(写真 4)が発生していた。この斜面も泥質片岩からなる斜面であることから，同様の崩壊発生形態をもつものとみられる。

三郡変成岩地域における斜面崩壊の発生時刻については，桂川流域下流の朝倉市須川地区，宮野地区，寒水川流域下流の杷木古賀地区の計 3 箇所に住民への聞き取り調査を行うことができた。須川地区(図 1 の Loc.6)では，7 月 5 日 11 時頃から降り始めた雨で夕方頃から自宅の前の道路が冠水し始め，

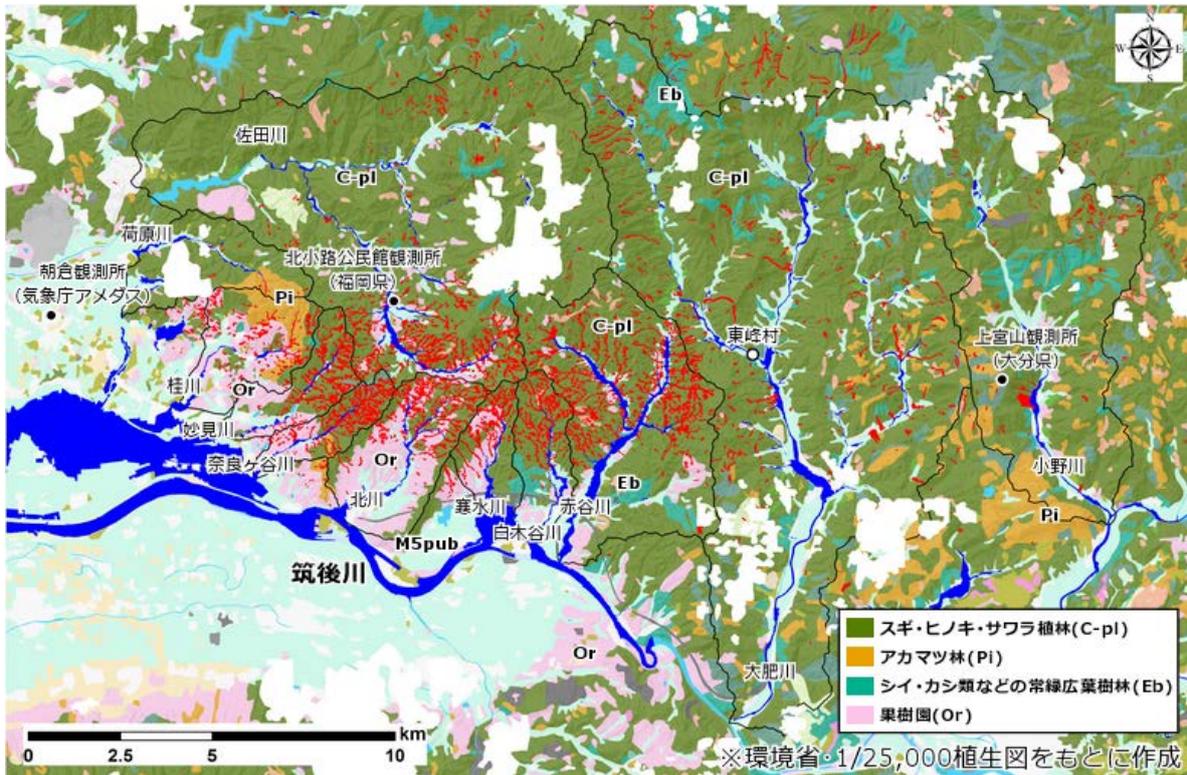


図5 調査地域の植生図. 青・赤・白色の付いた範囲の区分は図2と同様

Fig. 5 Vegetation map of the surveyed area. The classification of blue, red and white colored areas is the same as Fig. 2.

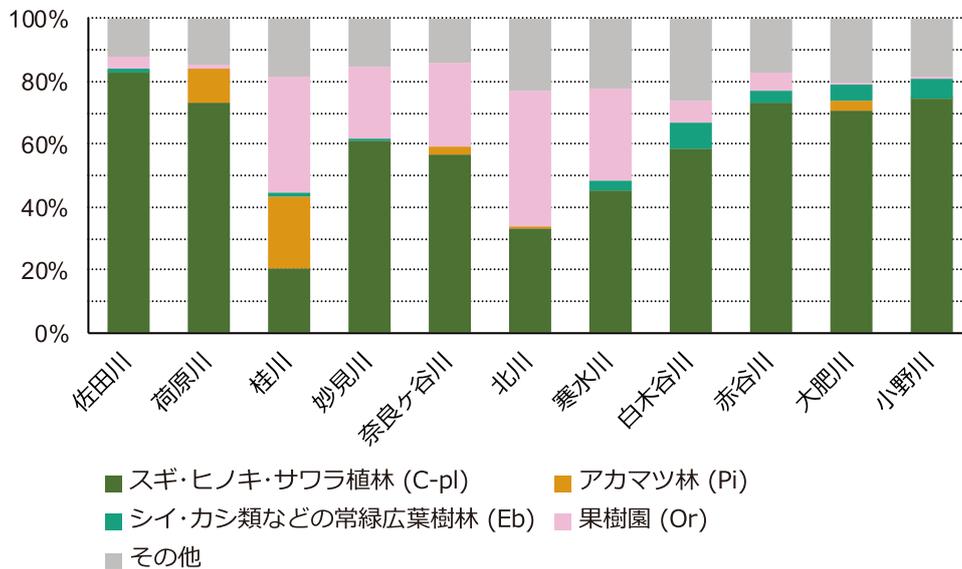


図6 流域別の植生区分の面積割合

Fig. 6 Area ratio of vegetation coverage in each tributary catchment.



写真 1 朝倉市黒川地区宮園で発生した斜面崩壊の様子
Photo 1 Field view of a landslide in Miyazono, Kurokawa district, Asakura city.



写真 4 写真 1 の崩壊地の対岸側の斜面で発生した崩壊の様子
Photo 4 Field view of a landslide on the opposite-side slope of the landslide in Photo 1.



写真 2 崩壊斜面に露出した泥質片岩とその上位の風化土層
Photo 2 View of politic schist rock and upper weathered soil exposed on the landslide slope.



写真 5 朝倉市杷木赤谷地区杷木赤谷で発生した斜面崩壊の様子
Photo 5 Field view of a landslide in Haki-Akatani, Haki-Akatani district, Asakura city.



写真 3 泥質片岩の拡大写真
Photo 3 Magnified view of politic schist rock.



写真 6 崩壊斜面に露出した花崗閃緑岩の風化マサ土層
Photo 6 View of grus (masa soil) layer exposed on the landslide slope.



写真7 写真5の崩壊地の近傍で発生した崩壊地の様子
Photo 7 Field view of a landslide nearby the landslide in Photo 5.



写真10 日田市小野地区椰野で発生した斜面崩壊の様子(南側から)

Photo 10 Field view of a landslide in Nagino, Ono district, Hita city (from south-side).



写真8 日田市小野地区椰野で発生した斜面崩壊の様子(北側から)

Photo 8 Field view of a landslide in Nagino, Ono district, Hita city (from north-side).



写真11 崩土の中に含まれていた安山岩質の亜角礫

Photo 11 Andesitic subangular clasts in the displaced mass.



写真9 崩壊地南側の滑落崖に露出した崩積土層

Photo 9 Colluvial deposits exposed on the head scarp of south-side slope of the landslide.



写真12 日田市鶴河内地区鶴河内で発生した斜面崩壊の様子

Photo 12 Field view of two landslides in Tsurukochi, Tsurukochi district, Hita city.



写真 13 日田市鶴河内地区鶴城町で発生した斜面崩壊の様子

Photo 13 Field view of two landslides in Tsurugimachi, Tsurukochi district, Hita city.

18～19時頃に斜面が崩壊したとの証言が得られた。宮野地区(図1のLoc.7)では、7月5日17～18時頃、自宅内にてベランダのビニールハウスが無いことに気づいた瞬間、家の壁に土砂がぶつかり、家具が倒され、足が土砂に埋まったが、家族に救出されて一命をとりとめたとの証言が得られた。杷木古賀地区(図1のLoc.8)では、寒水川流域内のどの斜面かは定かではないものの、7月5日16:30頃に崩壊が発生していたとの証言が得られた。

4.3.2 杷木花崗閃緑岩地域における斜面災害

写真5, 6に朝倉市杷木赤谷地区杷木赤谷(図1のLoc.2)で発生した斜面崩壊地の様子を示す。斜面崩壊地は赤谷川流域の上流部に位置しており、杷木花崗閃緑岩の分布域にあたる。

ここでは、圃場脇の斜面が幅約6m、長さ約8mにわたって崩壊していた(写真5)。崩壊した斜面は厚い風化マサ土層に覆われており、すべり面は地表から深さ1m程度の風化マサ土層中に形成されていた(写真6)。一方で、近傍の斜面では幅約20～40m、長さ約60mの比較的大規模な風化マサ土層の崩壊が発生しており(写真7)、この崩壊のすべり面は地表から深さ3m程度のところに形成されていた。

これらより、基盤岩の杷木花崗閃緑岩は深部まで風化が進行して斜面上には厚い風化マサ土層が発達していることや、今回の豪雨による斜面崩壊は風化マサ土層中の様々な深度にすべり面を形成していることが推察された。

4.3.3 新第三紀火山岩地域における斜面災害

新第三紀火山岩類は今回の豪雨の雨域の中心よりやや東側の日田市周辺に分布している。そのため、朝倉市や朝倉郡東峰村周辺の三郡変成岩や杷木花崗閃緑岩の分布域に比べると斜面崩壊地の発生密度は低い(図3)。一方で、小野川を堰き止めた日田市小野地区椰野の斜面崩壊をはじめとして大規模な崩壊が多い点の特徴である。

写真8～11に日田市小野地区椰野(図1のLoc.3)で発生した斜面崩壊地の様子を示す。ここでは、小野川本川右岸にある比高約180mの斜面(現河床から崩壊が発生した斜面の頂部までの比高は約400m)が幅約150～250m、長さ約350mにわたって崩壊していた。

崩壊斜面の中腹に棚状の地形があり、その背後の頭部滑落崖面には数m大の巨礫が主体の層が認められることから(写真8, 9)、斜面上部にあった崩積土層が滑落したのではないかと推察される。また、斜面に向かって右側の楔形に削剥された箇所と左側の棚状地形をはさむ箇所の二手に分かれて滑落したことが推察される(写真10)。崩土は対岸にあった集落まで到達しており、小野川の河道を完全に閉塞していた。崩土の中には風化によって表面が赤色化した安山岩—デイサイト質の溶岩および火山砕屑岩の巨礫が多く含まれていた(写真11)。

写真12に日田市鶴河内地区鶴河内(図1のLoc.4)で発生した斜面崩壊地の様子を示す。ここでは、大肥川流域の鶴河内川本川左岸にある比高約90～110mの斜面(現河床から崩壊が発生した斜面の頂部までの比高は約180m)で2箇所の崩壊が発生していた。斜面崩壊の規模は写真12左側の崩壊で幅約40～70m、長さ約170mである。

写真13に日田市鶴河内地区鶴城町(図1のLoc.5)で発生した斜面崩壊地の様子を示す。ここでは、大肥川流域の鶴河内川左支川左岸にある比高約60mの斜面(現河床から崩壊が発生した斜面の頂部までの比高は約90m)が幅約20～60m、長さ約90mにわたって崩壊していた。崩壊深は5m以上とやや深い。頭部滑落崖には安山岩質溶岩とみられる白色を帯びた基盤岩が露出しており、これを覆っていた風化土層や崩積土が崩壊したものとみられる。

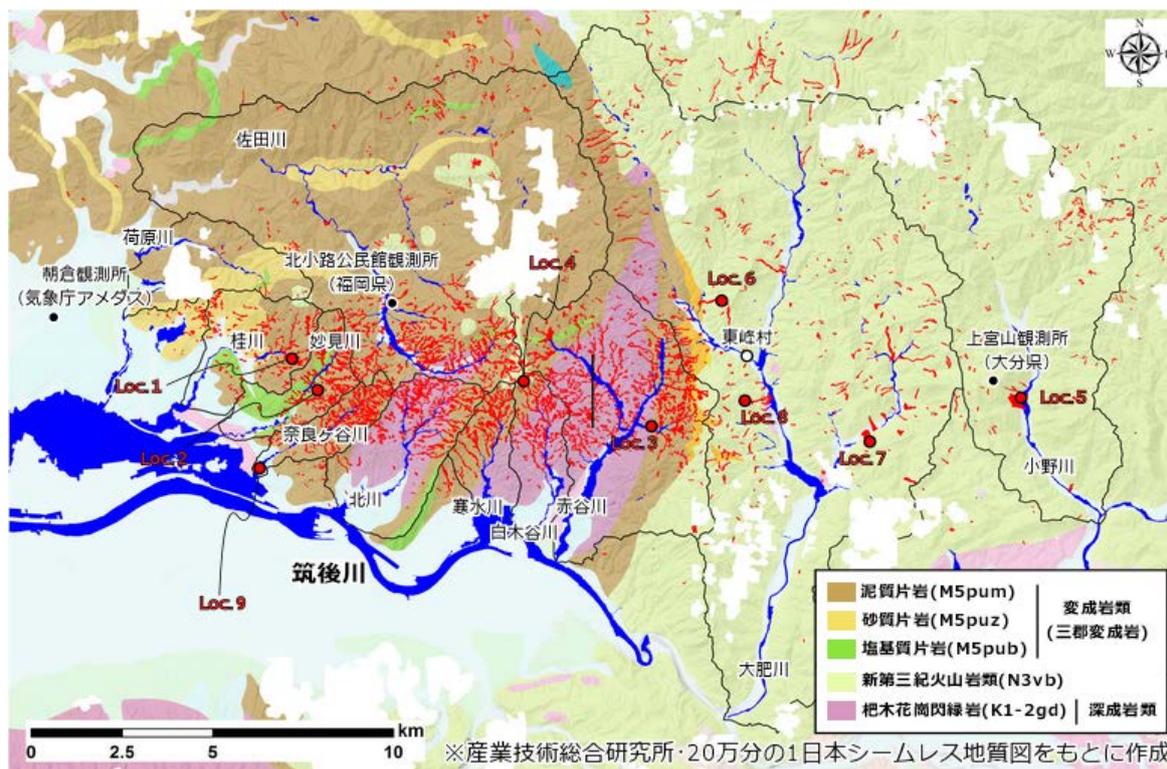


図7 主な斜面災害および流木災害の発生箇所的位置図。青・赤・白色の付いた範囲の区分は図2と同様。
 Fig. 7 Localities of major landslides and associated drift-wood disasters in the surveyed area. The classification of blue, red and white colored areas in the figure is the same as Fig. 2.

5. これまでに行われた調査研究

災害発生後、これまでに関連学会の緊急調査団等による現地調査が多数行われており、ホームページや学会誌等での公表が進められている。したがって、それらの情報を収集、整理することも今回の豪雨による斜面災害の全容を把握し、土砂移動現象の特徴を理解するための一助となるものと考えられる。

そこで以下では、これまでに公表された災害調査報告等を収集し、代表的な地質区分3つ(三郡変成岩・杷木花崗閃緑岩・新第三紀火山岩類)の分布域ごとの斜面災害の特徴、ならびに流木災害の特徴を整理した結果を述べる。図7に5.1節と5.2節で取り上げる災害発生箇所の位置を示す。

5.1 今回の豪雨による斜面災害の特徴

5.1.1 三郡変成岩地域における斜面災害の特徴

三郡変成岩地域では、特に桂川、妙見川、奈良ヶ谷川の3流域に集中して斜面崩壊が発生している(図3)。桂川流域内にある須川地区の崩壊地(図7のLoc.1)では、すべり面に階段状の泥質片岩(黒色片岩)の岩盤が露出し、滑落崖には赤～黄褐色の風

化帯が露出するなどの状況から、片理面の流れ盤構造をもつ斜面において基盤を覆う岩屑および赤色風化土層の崩壊が発生したとみられる(日本応用地質学会, 2017)。

妙見川流域で確認された崩壊地の多くは、数m程度の深さで基盤岩の結晶片岩類を覆う岩屑や土が崩壊したものであり、片理面に規制されて発生した崩壊であることが示唆される(千木良ほか, 2017)。一方で、千木良ほか(2017)は、妙見川周辺には、北西-南東走向の軸をもった数十mから100m程度の半波長の褶曲構造があるとみられることについても報告している。山坂地区で発生した崩壊地の1つ(図7のLoc.2)はこの褶曲構造における向斜の軸部が抜けるかたちで発生したやや深い斜面崩壊であった。

奈良ヶ谷川流域においても、片理面の流れ盤構造をもつ斜面で片理面に沿って剥離が進んだ強風化帯とその上位の崩積土を含む土層が崩壊していた(日本応用地質学会, 2017)。また、片理面に斜交する高角度節理が形成されており、その傾斜が流れ盤になって新鮮岩角礫を主体とする土層が崩壊した事例

もみられた(日本応用地質学会, 2017)。

以上のように, 三郡変成岩地域では, 基盤岩である結晶片岩類の片理面を剥離した岩屑や風化物, 崩積土からなる土層が厚く覆っており, これらの土層が片理面をすべり面にして崩壊した事例が多くみられた。すべり面を規制する地質構造としては, 片理面の流れ盤構造のほかに向斜や節理があった。

なお, 杷木花崗閃緑岩との境界部における三郡変成岩の接触変成作用については, 千木良ほか(2017)が赤谷川流域東部の小河内地区付近(図7のLoc.3)で南北方向に延びる断層(小河内断層)と断層破碎帯に沿ってホルンフェルスが分布するのを確認している。ここで確認されたホルンフェルスは, 接触変成によって片理(剥離性)が減じ, 塊状を呈している。また, 風化しやすい性質をもつとみられ, 上位の岩屑堆積物との境界付近に粘土質の風化土層が発達している。

著者らの現地調査では, 顕著な接触変成作用を受けていない泥質片岩地域において粘土質の風化土層が発達するのを確認していることから(4.1.3項参照), 片岩とそれが接触変成作用を受けてできたホルンフェルスで風化特性や崩壊発生形態にどのような違いがあるかについては今後の検討を要する。

5.1.2 杷木花崗閃緑岩地域における斜面災害の特徴

杷木花崗閃緑岩が卓越する北川, 白木谷川, 赤谷川の3流域はいずれも斜面崩壊が多数発生している(図3)。崩壊発生箇所数は赤谷川流域が特に多く, 流域別で最大の250万 m^3 を超える土砂生産があったと推定されている(地盤工学会, 2017)。赤谷川下流の正信地区から真竹地区にかけては, 黒雲母一角閃石花崗閃緑岩が分布しており, 下位より新鮮岩, コアストーンを含むマサ土, マサ土, 褐色粘土質のマサ土という層序が広くみられる(千木良ほか, 2017)。ここでは, 地表付近のマサ土層の崩壊(特に高標高部では, 最上位にある褐色粘土質のマサ土層が崩壊している)だけでなく, 深層風化が進み, コアストーンを失ったマサ土層のやや深い位置にすべり面をもった崩壊も発生している(千木良ほか, 2017)。

赤谷川上流の支川である乙石川流域で発生した崩壊は, 深さ1~2m程度の浅い表層崩壊が多いが, 隣接する崩壊地が連結して拡大したとみられるものが多数あって, 崩壊面積は比較的大きい(丸谷ほか,

2017)。ここでは, 下位より風化岩盤, コアストーンを多く含むマサ土, マサ土, 表土という層序が典型的にみられ, コアストーンを含むマサ土が湿潤な状態であったことから, 風化岩盤との境界付近に地下水が帯水し, 上位のマサ土層が不安定化して崩壊に至った事例が多かったとみられる(日本応用地質学会, 2017)。また, 基盤岩が著しく破碎されており, 近傍にある嘉麻峠断層帯の影響を強く受けているのではないかと考えられる(日本応用地質学会, 2017)。

これに対して, 白川(北川)流域では, 径0.5~1m程度のコアストーンが疎らに残る厚いマサ土層が発達しており(日本応用地質学会, 2017), 赤谷川流域とは様相が異なる。杷木花崗閃緑岩の風化の進行程度は地点ごとによりばらつきがあるようである。

白木谷川流域の源頭部で発生した崩壊地(図7のLoc.4)の滑落崖では, 下位より深層風化が進んだ花崗閃緑岩, 片岩, 安山岩という特徴的な層序が認められた(地盤工学会, 2017)。こうした地質層序は, 杷木花崗閃緑岩の岩体に貫入された三郡変成岩が花崗閃緑岩上にルーフペンダントとして残された後, 英彦山などから噴出した安山岩質溶岩に覆われることで形成されたものとみられる。この崩壊地においても, すべり面は風化マサ土層の内部に形成されており, マサ土とともに安山岩の岩塊が下流へ流出していた(地盤工学会, 2017)。

以上のように, 杷木花崗閃緑岩地域では, 花崗閃緑岩の深層風化によって生成されたコアストーンとマサ土からなる厚い土層が地表付近に発達しており, この土層の様々な深度にすべり面が形成されて崩壊が発生していた。

5.1.3 新第三紀火山岩地域における斜面災害の特徴

新第三紀火山岩地域は三郡変成岩地域や杷木花崗閃緑岩地域と比べて斜面崩壊地の発生密度が低く, 崩壊面積率は小さいものの(地盤工学会, 2017), 大規模な崩壊が多い。中でも, 小野川流域内の日田市小野地区で発生した斜面崩壊(4.3.3項で取り上げた日田市小野地区椰野と同地点: 図7のLoc.5)は, 今回の豪雨で発生した崩壊としては最大規模のものである。

この崩壊は, 降雨のピーク(大分県上宮山観測所で7月5日18~19時に83mmを記録)から12時間以上が経過して降雨が小康状態になった翌6日10

時頃に発生した点で注目されており、複数の調査報告が出されている(千木良ほか, 2017; 釜井ほか, 2017; 丸谷ほか, 2017; 日本地すべり学会, 2017; 日本応用地質学会, 2017; 落合ほか, 2017)。いずれの調査報告においても、崩壊地の特徴として、(1)安山岩質溶岩起源の岩屑土と下位の火山砕屑岩(凝灰角礫岩)の境界付近がすべり面となっていたこと、(2)下位の火山砕屑岩は風化が進み、透水性が低く軟弱な粘土層を形成していたことが指摘されている。滑落崖の落差は崩壊地南側の崖面で10~20m程度あり(日本応用地質学会, 2017)、すべり面となった火山砕屑岩粘土層を覆う岩屑土層の厚みは20~30mに及ぶものと考えられる(落合ほか, 2017)。

崩壊地中腹の棚状地形より下部の斜面は不動域とみられ、基盤をなす火山砕屑岩は全体に密で割れ目がない(千木良ほか, 2017)。これに対して、崩壊地の上方斜面には今回の豪雨以前から形成されていたとみられる古い滑落崖や亀裂が多数あり(釜井ほか, 2017; 丸谷ほか, 2017; 日本応用地質学会, 2017; 落合ほか, 2017)、過去に変動を繰り返してきた地すべり地形(地すべり移動体)の一部が今回の豪雨によって崩壊したものと推察される。

この地すべり地形については、日本応用地質学会(2017)が2009~2015年の空中写真や衛星画像の判読を行っており、今回の豪雨以前の最近数年間にも

末端斜面の崩壊などの変動が生じていたことを明らかにしている。

その他の事例としては、日本応用地質学会(2017)が大肥川流域内の東峰村宝珠山(図7のLoc.6)や大肥川支川・鶴河内流域内の日田市鶴河内地区(図7のLoc.7)における斜面崩壊の発生状況を報告している。また、落合ほか(2017)が大肥川流域内の東峰村竹布地区(上述の宝珠山と同地点: 図7のLoc.6)や猿喰地区(図7のLoc.8)における斜面崩壊の発生状況を報告している。

これらの崩壊は規模やすべり面の深さがそれぞれ異なるものの、いずれも安山岩質溶岩のキャップロック構造をもった火山砕屑岩からなる斜面で発生しており、安山岩質溶岩起源の崩積土層(岩屑土層や崖錐堆積物との記載もあるが同義とみなす)の崩壊(小野地区・鶴河内地区(後述の②地点)・竹布地区宝珠山)と、火山砕屑岩の崩壊(鶴河内地区(後述の①, ③地点)・猿喰地区)に大別できる。

鶴河内地区の事例については、住民への聞き取り調査が行われており、同地区で発生した3箇所の斜面崩壊の発生時刻が得られている(日本応用地質学会, 2017)。それによれば、図8に示す①地点の北側が7月5日16:20頃、南側が16:40頃に相次いで崩壊しており、その後、18:00頃に③地点が、21:00頃に②地点が崩壊した。



図8 日田市鶴河内地区における崩壊発生箇所の位置図(日本応用地質学会(2017)をもとに作成)
 Fig. 8 Localities of landslide slopes in Tsurukochi district, Hita city (after Japan Society of Engineering Geology (2017)).

鶴河内地区で 7 月 5 日 16～21 時頃にかけて複数の崩壊が発生していたことを踏まえると、小野地区のように降雨が小康状態になった 7 月 6 日以降に発生した崩壊は新第三紀火山岩地域においても稀だったと推察される。小野地区で降雨に遅れて崩壊が発生した要因として、(1) 崩壊発生箇所が過去にも地すべり変動を繰り返してきた斜面であることから、今回の豪雨時にも地すべり変動(土塊の緩慢なクリープ)を経て崩壊に至ったために、最終的な崩壊発生までに時間を要した可能性があることや、(2) すべり面となった難透水性の火山砕屑岩粘土層が地下深くにあって背後に広い集水域をもつことから、地下水位の上昇が降雨に遅れて発生していた可能性があることが考えられる。

5.2 今回の豪雨による流木災害の特徴

国土交通省(2017)の推定によれば、今回の豪雨による流木発生量は総量で約 210,000 m³(約 17 万トン)に及ぶ。発生域としては崩壊地となった山林が最も多く、推定で約 130,000 m³の流木が発生していた。次に多いのが土石流の流下によって侵食された溪畔林であり、推定で約 59,000 m³の流木が発生していた。山林と溪畔林で発生した流木が総量の 90%以上を占めており、河川の洪水・氾濫により谷底部の氾濫原(氾濫平野)が侵食されて発生した流木の量はわずかであった。流域別にみると、赤谷川からの流木発生量が約 39,230 m³で最も多く、総量の 20%近くを占めていた。

発生域より下流へ流出した流木の樹種構成については、定量的な把握がされていないものの、スギやヒノキなどの通直な流木が多く(丸谷ほか, 2017)、長大な樹幹が下流まで運ばれている点(落合ほか, 2017; 山本ほか, 2017)が特徴である。

落合ほか(2017)が報告した地元住民の目撃情報(同一地点での時系列写真)によると、奈良ヶ谷川下流の国道 386 号沿い(図 7 の Loc.9)では、7 月 5 日 17:09 頃から濁水が路面上を流れ始め、17:55 頃には家屋等が浸水、18:57 頃からは流木等の漂流物が目立つようになった。19:13 頃には流木の量が一挙に増えて家屋等の周りに堆積し始めていたが、翌 6 日 5:39 頃には一体が流木に埋め尽くされた状態であった。朝倉市では 5 日 14～16 時頃に降雨期間中の最大 1 時間雨量(気象庁アメダス朝倉観測所では 5 日 15:38 までの 1 時間に 129.5 mm、福岡県北

小路公民館観測所では 5 日 14～15 時に 124 mm)を記録していることから、降雨のピークよりも 3～5 時間程度遅れて流木の流出が起り始めていたことがわかる。

落合ほか(2017)や丸谷ほか(2017)によれば、奈良ヶ谷川には 2 つのため池があったが、上流側のため池は決壊しており、下流側のため池は余水吐の下流が侵食されていた。朝倉市では降雨ピーク以降も 6 時間以上(5 日 21 時頃まで)にわたって強い雨が降り続いていた。その結果、斜面崩壊によって山地河川へ大量の土砂や樹木が流入したのに続き、土石流などによる土砂や流木の流下とため池の決壊を伴う低平地河川での洪水・氾濫が連鎖的に発生したものと推察される。

6. まとめ

2017 年(平成 29 年)7 月 5 日から 6 日にかけて九州北部地方を襲った豪雨により、福岡県と大分県で発生した斜面災害の現地調査を行い、その状況を把握するとともに、これまでに公表された災害調査報告等を収集して、斜面災害および流木災害の特徴を整理した。

今回の豪雨では、筑後川水系の北部にある三郡山地や英彦山南麓の狭い地域に集中して多数の斜面崩壊が発生していた。崩壊発生箇所の地質は、主に三郡変成岩、杷木花崗閃緑岩、新第三紀火山岩類の 3 つで構成されており、各地質の分布域で特徴的にみられた崩壊発生の素因として以下が挙げられる：

- (1) 三郡変成岩地域において、結晶片岩類の片理面が流れ盤構造になった斜面を片理面より剥離した岩屑や風化物、崩積土からなる厚い土層が覆っていたこと
- (2) 杷木花崗閃緑地域において、花崗閃緑岩の深層風化によって生成されたコアストーンとマサ土からなる厚い土層が地表付近に発達していたこと
- (3) 新第三紀火山岩地域において、キャップロックとなっていた安山岩質溶岩や下位の火山砕屑岩を起源とする崩積土層が斜面上部に厚く堆積していたこと

こうした素因をもった地域に長時間強い雨が降り続いた結果、多数の斜面崩壊が発生して大量の土砂や樹木が河川に流入し、それらが土石流などによってさらに流下することで筑後川下流部での洪水・氾濫

や流木災害へと波及していったと考えられる。今後の線状降水帯の発生に伴う豪雨災害の危険性を評価するためにも、今回の豪雨によって山地で発生した土砂や流木の移動現象に関する調査解析と河川流出解析を総合した研究をさらに進めていく必要がある。

最後に、この度の豪雨災害で犠牲になった方々に哀悼の意を表するとともに、被災地および被災された方々の一日も早い復興を心より祈念いたします。

参考文献

- 1) 相原安津夫・遠藤尚・古川博恭・長谷義隆・早坂祥三・井上英二・岩内明子・鎌田泰彦・亀山徳彦・唐木田芳文・加藤祐三・川原和博・木戸道男・小林哲夫・松本幡郎・松本徂夫・村田正文・長峰 智・永尾隆志・中田節也・大木公彦・大塚裕之・首藤次男・島田允堯・下山正一・高橋 清・高橋正輝・竹下 壽・田代正之・富田宰臣・浦田英夫・山口 勝・山本温彦・山元正継(1992)：第3章 新生界. 日本の地質『九州地方』編集委員会(編)「日本の地質9九州地方」, 102-204, 共立出版株式会社.
- 2) 赤木 健(1933)：7万5千分の1地質図幅「豆田」, 地質調査所.
- 3) 防災科学技術研究所(2017)：防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門「2017年7月5日から6日における福岡県・大分県の大雨について(平成29年7月11日第3版)」(<http://mizu.bosai.go.jp/wiki2/wiki.cgi?page=%A5%C8%A5%C3%A5%D7>, 2017.12.28)
- 4) 千木良雅弘・平田康人・佐藤達樹・横山 修(2017)：京都大学防災研究所 山地災害環境研究分野「九州北部豪雨災害現地調査速報(2017/7/15-17朝倉・日田)」(http://www.slope.dpri.kyoto-u.ac.jp/disaster_reports/170705Kyushu-1.pdf, 2017.12.28)
- 5) 藤井厚志・古川博恭・井沢英二・唐木田芳文・村田正文・森山善蔵・西田民雄・西村暉希・西村祐二郎・西山忠男・野田雅之・大島恒彦・太田喜久・太田正道・阪口和則・坂井 卓・園田研之・田代正之・山本博達・藪本美孝・柳田寿一(1992)：第2章 中・古生界. 日本の地質『九州地方』編集委員会(編)「日本の地質9九州地方」, 5-101, 共立出版株式会社.
- 6) 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地質図幅「熊本」, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 7) 地盤工学会(2017)：地盤工学会平成29年7月九州北部豪雨地盤災害調査団「平成29年7月九州北部豪雨における土砂災害について—地盤工学的視点から—」(http://janet-dr.com/07_event/171220sympo/171220_31_jgs.pdf, 2017.12.28)
- 8) 釜井俊孝・王 功輝・土井一生(2017)：京都大学防災研究所 斜面災害研究センター「九州北部豪雨災害・大分県日田市小野地区における斜面崩壊の調査結果(第1版2017年7月31日)」(<http://landslide.dpri.kyoto-u.ac.jp/report/2017/20170731hita.pdf>, 2017.12.28)
- 9) 環境省(2013)：環境省生物多様性センター1/25,000植生図「田主丸」, 「吉井」, 「大行司」, 「甘木」, 「小石原」, 「英彦山」, 「裏耶馬溪」, 「耶馬溪西部」(<http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-043.html>, 2017.12.28)
- 10) 唐木田芳文・島田允堯・井沢英二(1983)：北九州花崗岩類の特徴. 総合研究A「日本の花崗岩岩石区と鉱床に関する研究」報告書, 99-112.
- 11) 気象研究所(2017)：平成29年7月5-6日の福岡県・大分県での大雨の発生要因について～上空寒気による不安定の強化と猛烈に発達した積乱雲による線状降水帯～(平成29年7月14日報道発表資料)(http://www.jma.go.jp/jma/press/1707/14b/press_20170705-06_fukuoka-oita_heavyrainfall.pdf, 2017.12.28)
- 12) 国土地理院(2017)：平成29年7月九州北部豪雨 正射画像判読図(朝倉・東峰地区)(http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H29hukuoka_oita-heavyrain.html, 2017.12.28)
- 13) 国土交通省(2017)：国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部「平成29年7月九州北部豪雨による土砂災害の概要<速報版> Vol. 6(平成29年9月4日時点)」(http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h29_kyushu_gou/gaiyou.pdf, 2017.12.28)

- 14) 久保和也・松浦浩久・尾崎正紀・牧本 博・星住英夫・鎌田耕太郎(1993):20 万分の 1 地質図幅「福岡」, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 15) 丸谷知己・海堀正博・地頭蘭隆・水野秀明・大野宏之・清水 収・久保田哲也・植 弘隆・金澤 瑛・河野貴則・古賀省三・小林央宜・小林拓也・坂島俊彦・酒谷幸彦・相楽 渉・篠原慶規・鈴木大和・高木将行・鳥田英司・中濃耕司・藤澤康弘・山口和也・山田勇智(2017):2017 年 7 月の九州北部豪雨による土砂災害. 砂防学会誌, Vol. 70, No. 4, 31-42.
- 16) 長岡信治(2001):2-3 別府－島原地溝帯周辺の古い火山－英彦山・両子山・多良岳など. 町田 洋・太田陽子・河名俊男・森脇 広・長岡信治(編)「日本の地形 7 九州・南西諸島」, 69-72, 東京大学出版会.
- 17) 日本地すべり学会(2017):日本地すべり学会九州北部豪雨災害調査団「九州北部豪雨において特徴的な斜面崩壊の発生メカニズムについて」(http://janet-dr.com/07_event/171220sympo/171220_23_jls.pdf, 2017.12.28)
- 18) 日本応用地質学会(2017):日本応用地質学会九州北部豪雨災害調査団「九州北部豪雨による土砂災害の発生状況と地形・地質の関係」(http://janet-dr.com/07_event/171220sympo/171220_32_jseg.pdf, 2017.12.28)
- 19) 落合博貴・櫻井正明・檜垣大助・後藤 聡・若井明彦・福岡 浩・中村真也・木村 匠(2017):平成 29 年 7 月九州北部豪雨における斜面災害調査報告. 日本地すべり学会誌, Vol. 54, No. 5, 225-228.
- 20) 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2015):20 万分の 1 日本シームレス地質図 2015 年 5 月 29 日版, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 21) 産業技術総合研究所(2017):産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 火山活動研究グループ「平成 29 年 7 月 5 日 -6 日の豪雨による大分県日田市小野で発生した斜面崩壊の地質学的背景」(<https://www.gsj.jp/hazards/landslide/20170705-oita.html>, 2017.12.28)
- 22) 消防庁(2017):総務省消防庁災害対策本部「平成 29 年 6 月 30 日からの梅雨前線に伴う大雨及び台風第 3 号の被害状況及び消防機関等の対応状況について(第 71 報)」(<http://www.fdma.go.jp/bn/2017/detail/1007.html>, 2017.12.28)
- 23) 山本晴彦・山崎俊成・坂本京子・山下奈央(2017):2017 年 7 月 5 日に発生した九州北部における豪雨と災害の特徴. 自然災害科学, Vol. 36, No. 3, 257-279.
(2018 年 1 月 25 日原稿受付,
2018 年 2 月 26 日改稿受付,
2018 年 2 月 28 日原稿受理)

要 旨

平成29年7月九州北部豪雨によって発生した斜面災害の現地調査を行うとともに、これまでに公表された災害調査報告等を収集、整理した。今回の豪雨では、筑後川水系の北部にある三郡山地や英彦山南麓の狭い地域に集中して多数の斜面崩壊が発生していた。この地域に特徴的な崩壊発生の素因として、(1)三郡変成岩の片理面が流れ盤構造になった斜面を片理面より剥離した岩屑や風化物、崩積土からなる厚い土層が覆っていたこと、(2)杷木花崗閃緑岩の深層風化によって生成されたコアストーンとマサ土からなる厚い土層が地表付近に発達していたこと、(3)英彦山などの新第三紀火山から噴出した安山岩質溶岩や火山砕屑岩を起源とする崩積土層が斜面上部に厚く堆積していたことが挙げられる。こうした素因をもった地域に長時間強い雨が降り続いた結果、多数の斜面崩壊が発生して大量の土砂や樹木が河川に流入し、筑後川下流部での洪水・氾濫や流木災害へと波及していったと考えられる。

キーワード：降雨による斜面崩壊，三郡変成岩，杷木花崗閃緑岩，新第三紀火山岩類，筑後川水系