平成 29 年 7 月九州北部豪雨における土砂移動分布図の作成

若月 強*・佐藤昌人*・吉原直志*・榎本壮平*・武良 光*

Development of a Sediment Movement Trace Map for the July 2017 Northern Kyushu Heavy Rainfall

Tsuyoshi WAKATSUKI, Masato SATO, Naoyuki YOSHIHARA, Souhei ENOMOTO, and Hikaru MURA

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

Abstract

Heavy rainfall in the north Kyushu region induced many slope movements, including slope failures and debris flows, on July 5 and 6, 2017 in Asakura and Toho, Fukuoka Prefecture and Hita, Oita Prefecture. We developed a trace map of sediment movements by interpreting aerial photographs and compared our the trace map to rainfall and geologic maps. Many slope movements occurred within about 20 km from east to west and about 20 km from north to south. Maximum cumulative rainfalls greatly increased with increasing rainfall duration in less than 6-12 hours. Slope movement increased with increasing maximum cumulative rainfall. Slope movements occurred in granodiorite, schist, and volcanic rocks areas, but the number of slope movements in volcanic rock areas was less than in the other two areas.

Key words: Slope failure, Debris flow, Aerial photograph interpretation, Cumulative rainfall, Granodiorite, Schist, Volcanic rocks

1. はじめに

平成 29 年(2017 年)7月の九州北部豪雨では,最 大6時間雨量が600 mmを超える豪雨によって,多 数の斜面崩壊や土石流が発生し,甚大な災害を引き 起こした.我々は,土砂災害の低減研究に資するた めに,災害後に撮影した衛星画像を判読することに より,斜面崩壊や土石流など斜面変動の範囲を示す 土砂移動分布図を作成した.また,この図に雨量や 地質の分布を重ね合わせた図を作成するとともに, 斜面変動に関する若干の現地観察を実施した.本報 ではこれらの結果について報告する.

2. 土砂移動分布図の作成

土砂移動分布図は,斜面崩壊や土石流(土砂流も 含む)などの斜面変動による土砂移動範囲を,空中 写真や衛星画像から目視によって判読したものであ る.土砂移動範囲は崩壊・土石流の源頭部,流送部, 堆積部を全て含んでいる.具体的な作成方法は,若 月(2018)を参照されたい.本災害においては,国土 地理院が災害後の2017/7/13,31に撮影した空中写真 とその正射画像(国土地理院,2017)を判読した.判 読範囲を図1に示す.日田市・中津市は大分県に, それ以外の市町村は福岡県にそれぞれ属する.

作成した土砂移動分布図の全体図を図2に、また 黒線と点線によりI~IIIの3区域に分割して、区 域 I を図 3A に, 区域 II を図 3B に, 区域 III を図 3B にそれぞれ拡大表示した.雲に覆われていて判 読不能な範囲は黒網線で囲った.これらの図と現 地観察によると,斜面変動は,福岡県朝倉市・東峰 村・大分県日田市を中心に,東西約 20 km,南北約 20 km の範囲内で多発している.また,斜面崩壊が 土石流化した場所が多い.すなわち,斜面崩壊を端 緒とした崩土流動化型の土石流(若月ほか,2017)が 多数発生したと考えられる. 3. 雨量・地質と土砂移動分布の関係

3.1 雨量と土砂移動分布の関係

災害が発生した 2017/7/6 までの気象庁解析雨量を 用いて計算した災害時の最大 1, 3, 6, 12, 24, 48 時間 および最大 7, 14 日間雨量の分布を図 4 に示す.土 砂移動範囲は黄色で示した.この図によると,最大 1, 3, 6, 12, 24, 48 時間雨量の最大値はそれぞれ 160 mm, 350 mm, 600 mm, 800 mm, 800 mm, 800 mm を超えており,最大 7, 14 日間雨量の最大値もそ れぞれ 900 mm, 1,000 mm を超えている.特に,降 雨継続時間が 6 ~ 12 時間以内の範囲では,降雨継



- 図1 調査地域の地形と土砂移動分布図の作成範囲. 黒線は判読範囲. 背景は国土地理院の標準地図と10m メッシュ DEM, 等高線は100m間隔である.
- Fig. 1 Landform and survey area for the trace map of sediment movements. The black line encloses the interpreted area. The base maps are the Geospatial Information Authority of Japan (GSI) standard map and the GSI 10m DEM. Contour interval is 100 m.

続時間の増加とともに最大積算雨量は著しく増大する.

雨量と斜面変動に関係については、いずれの降雨 継続時間に関しても、雨量が多い場所(図の赤紫色 の範囲)で斜面変動が多い傾向がある。判読範囲を1 辺が1kmの格子に分割したときに、各格子内の斜 面変動数の最大値が約5個以上(すなわち、約5個/ km^2 以上) となる雨量値と、約50個以上(すなわち、約50個/ km^2 以上) となる雨量値をそれぞれ大雑把 に読み取ると、最大1時間雨量については約60mm と約100~120mm、最大3時間雨量については約 100~150mm と約250~300mm、最大6時間雨量 については約200mm と約400~500mm、最大12 時間雨量と最大24時間雨量については約200~300



- **図2** 土砂移動分布図.赤色:土砂移動範囲,黒線:判読範囲,黒網線:判読不能範囲.黒線と点線によりI~IIIの 3 区域に分割して,区域Iを図3Aに,区域IIを図3Bに,区域IIIを図3Cにそれぞれ拡大表示した.背景は国 土地理院の標準地図と10mメッシュDEM,等高線は100m間隔である.
- Fig. 2 Trace map of sediment movements. Regions shaded in red show areas of sediment movement, the black line encloses the interpreted area, and the black meshes are the uninterpreted areas due to cloud disturbances. Zones I, II, III are enlarged in Figs. 3A, 3B and 3C, respectively. The base maps are on the GSI standard map and the GSI 10m DEM. The contour interval is 100 m.



図 3A 区域 I の土砂移動分布図. 等高線は 100 m 間隔. 凡例や背景図の出典は図 2 と同じ. Fig. 3A Trace map of sediment movements in Zone I. The contour interval is 100 m. The legend and source of the base map are the same as in Fig. 2.







図 3C 区域 III の土砂移動分布図. 等高線は 100 m 間隔. 凡例や背景図の出典は図 2 と同じ. Fig. 3C Trace map of sediment movements in Zone III. The contour interval is 100 m. The legend and source of the base map are the same as in Fig. 2.



- **図4** 気象庁解析雨量による災害時の最大1,3,6,12,24,48時間および最大7,14日間雨量の分布. 黄色:土砂移動範囲,黒線:判読範囲,黒網線:判読不能範囲.
- Fig. 4 Maximum 1 h, 2 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 7-day and 14-day rainfall based on the Japan Meteorological Agency (JMA) radar/raingauge analyzed precipitation. Regions shaded in yellow show areas of sediment movement, the black line encloses the interpreted area, and the black meshes are the uninterpreted areas due to cloud disturbances.



図5 地質と土砂移動分布.赤色:土砂移動範囲,黒線:判読範囲,黒網線:判読不能範囲.地質図は産総研地質 調査センターのシームレス地質図詳細版.

Fig. 5 Geology and trace map of sediment movements. Regions shaded in red show areas of sediment movement, the black line encloses the interpreted area, and the black meshes show the uninterpreted areas due to cloud disturbances. Geological description is the Geological Survey of Japan (GSJ) seamless digital geological map of Japan (1:200,000). mm と約 600 ~ 700 mm, 最大 48 時間雨量について は約 200 ~ 300 mm と約 600 ~ 800 mm, 最大 7 日 間雨量については約 300 ~ 400 mm と約 600 ~ 800 mm, 最大 14 日間雨量については約 400 ~ 500 mm と約 700 ~ 900 mm, となる.

3.2 地質と土砂移動分布の関係

土砂移動分布図の作成範囲のシームレス地質図詳 細版を図5に示す.崩壊や土石流など斜面変動が目 立った地質は,主に花崗閃緑岩(G)・片岩(S)・火 山岩類(V)の3種類である.片岩(S)は三郡-周防 変成岩類の泥質片岩・砂質片岩・苦鉄質片岩から, 火山岩類(V)は非アルカリ苦鉄質火山岩類(安山岩 質の凝灰角礫岩や溶岩)からそれぞれ構成されている.この図によると、花崗閃緑岩と片岩に比べて火山岩類の斜面変動数は少ない.これは、火山岩類の分布域が降雨の集中域から少し離れた場所に位置していたことが影響した可能性がある(図4、図5).

現地観察によると,花崗閃緑岩地域の斜面変動は 表層崩壊(崩壊深約2m以下)や浅層崩壊(崩壊深約 2~5m,写真1A)が主体であり,それらが土石流 化している場所が多かった.土層は数m以上の深 部まで風化している場合が多い(写真1B).片岩地 域の斜面変動は,花崗閃緑岩地域と同様に表層崩壊 (写真2A)や浅層崩壊が主体であり,乙石川上流な ど一部で中規模(崩壊体積10⁵~10⁶m³)~大規模(崩



写真1 花崗閃緑岩地域の(A)浅層崩壊地全景と(B)風化土層(朝倉市杷木志波平榎,図2の1) Photo 1 (A) A slope failure, and (B) a weathered soil layer in the granodiorite area in Hakishiwa, Asakura City. These photos were taken at Point 1 in Fig. 2.



写真2 片岩地域の(A)表層崩壊地全景と(B)崩壊面に露出した強風化岩(朝倉市山田,図2の2) Photo 2 (A) A shallow slope failure, and (B) highly weathered bedrock at the slip plane in the schist area in Yamada, Asakura City. These photos were taken at Point 2 in Fig. 2.

壊体積約 10⁶ m³ 以上) 崩壊も発生した.表層崩壊や 浅層崩壊は土石流化している場所が多かった.土層 は,地層の硬軟により土層厚のばらつきが大きいが (写真 2B は比較的硬質部),数 m 以上の深部まで風 化している場合も多い.火山岩類の地域では,表層 崩壊や浅層崩壊が土石流化しただけでなく,日田市 小野(梛野)や日田市鶴河内桐尾などでは中~大規模 崩壊も発生した(写真 3A, 3C).土層は,火山岩・凝 灰岩の堆積構造に影響されて土層厚のばらつきが大 きい(写真 3B は比較的硬質部であり,写真 3D は比 較的軟質部である).

4. まとめ

2017年7月九州北部豪雨災害に関して,崩壊や土 石流など斜面変動の範囲を示す土砂移動分布図を作 成し,雨量や地質の分布を重ね合わせた.また,斜 面変動に関する若干の現地観察を実施した.結果は 以下のようにまとめられる.

- (1) 斜面変動は、福岡県朝倉市・東峰村・大分県日
 田市を中心に、東西約 20 km、南北約 20 kmの
 範囲内で多発した。
- (2) 降雨継続時間が6~12時間までは、降雨継続時間の増加とともに最大積算雨量は著しく増大する.また、雨量が多い場所で斜面変動が多い傾向があった.
- (3) 斜面変動は、花崗閃緑岩、片岩、火山岩類のいずれの地域でも目立ったが、火山岩類は他の2地質よりも斜面変動数は少ない.これは、火山岩類が降雨の集中域から少し離れた場所に分布していたことが影響した可能性がある.



- 写真3 火山岩類地域の(A)中規模崩壊地全景,(B)中規模崩壊地の頂部滑落崖に露出した中~強風化岩,(C)表層崩壊 地全景,(D)表層崩壊面に露出した凝灰岩の強風化岩.(A)は日田市鶴河内桐尾(図2の3)に,(B)~(D)は日 田市鶴河内上宮町(図2の4)にそれぞれ位置している.
- Photo 3 (A) A middle-scale slope failure, (B) moderately to highly weathered bedrock at a head scarp in a middle-scale slope failure, (C) a shallow slope failure and (D) highly weathered tuff bedrock at the slip plane in the volcanic rock area. The photos for (A) were taken at Point 3, and (B), (C) and (D) were taken located at Point 4 in Fig. 2.

参考文献

- 国土地理院(2017):平成29年7月九州北部豪 雨に関する情報.(URL: http://www.gsi.go.jp/ BOUSAI/H29hukuoka_ooita-heavyrain.html#2, 2018.1.11閲覧)
- 2) 若月 強・佐藤昌人・菊池輝海・石川美樹・山 岸千鶴・山下久美子(2017):土砂移動分布図 を利用した土石流到達流域の推定-降雨を考慮 した地形的閾値について-.地すべり学会誌,

54-3, 13-24.

 3) 若月 強(2018):土砂移動データベース,小司 禎教・三隅良平・中谷 剛編『都市における極端 気象の観測・予測・情報伝達』,気象研究ノート, Vol.235,(印刷中).

(2018年1月25日原稿受付,
2018年2月20日改稿受付,
2018年2月21日原稿受理)

要 旨

2017年7月の九州北部豪雨によって、多数の斜面変動(斜面崩壊や土石流)が発生した.防災科研で は空中写真判読によって斜面変動の範囲を示す土砂移動分布図を作成し、雨量や地質の分布を重ね合 わせた.斜面変動は東西約20km、南北約20kmの範囲内で多発した.降雨継続時間が6時間までは降 雨継続時間の増加とともに最大積算雨量は著しく増大し、雨量が多い場所で斜面変動が多い傾向があっ た.斜面変動は花崗閃緑岩、片岩、火山岩類のいずれの地域でも目立ったが、火山岩類は他の2地質 よりも斜面変動数は少なかった.

キーワード:斜面崩壊,土石流,空中写真判読,積算雨量,花崗閃緑岩,片岩,火山岩類