

2017 年九州北部豪雨災害

第一次緊急調査報告

平成 29 年 8 月 28 日

公益社団法人砂防学会

目 次

| | |
|--------------------------|----|
| 1. はじめに—第一次緊急調査の意義、位置づけ— | 1 |
| 2. 災害地の概要 | 3 |
| 2.1 地形、地質 | 3 |
| 2.2. 災害の経過 | 6 |
| 3. 朝倉市の土砂災害 | 9 |
| 3.1 調査箇所の選定 | 9 |
| 3.2 赤谷川右支乙石川 | 10 |
| 3.2.1 河床の状況 | 10 |
| 3.2.2 両岸斜面での崩壊の状況 | 11 |
| 3.2.3 乙石地区の直上流左岸の大きな崩壊 | 11 |
| 3.2.4 そのほかの土砂生産源 | 12 |
| 3.3 妙見川 | 13 |
| 3.4 奈良ヶ谷川 | 14 |
| 3.5 北川 | 15 |
| 4. 日田市小野地区の土砂災害 | 15 |
| 4.1 土砂災害の概況 | 15 |
| 4.2 土砂移動現象の実態 | 16 |
| 4.3 小野地区での今後の対応 | 20 |
| 5. 今後の災害への提言 | 21 |
| 謝 辞 | 22 |
| 引用文献並びに参考資料 | 23 |
| 参 考 | 23 |
| 土砂災害緊急調査 A 委員会 | 23 |
| 本報告書の著者一覧 | 24 |

1. はじめに—第一次緊急調査の意義、位置づけ—

2017年（平成29年）7月5日から6日にかけて、福岡県朝倉市から大分県日田市に及ぶ比較的狭い範囲に、時間雨量100mmを超える豪雨が降った。これにより、当該地域の山間地では多数の表層崩壊が発生し、崩壊した土砂は立木（多くは人工林）とともに流量の増加している溪流に流入し、そのまま下流域へ流出した（写真—1.1）。一方、日田市小野川流域では地すべり地形を呈する山腹斜面の一部が深層から崩壊し、降雨末期に流量の低減した河川を一時的にせき止めた（写真—1.2）。これらにより、朝倉市を中心に福岡・大分両県では死者行方不明者41名、全壊229棟、大規模半壊・半壊700棟と大きな被害が発生した（8月10日現在）。



写真—1.1 防災ヘリ「はるかぜ号」による現地調査—福岡県朝倉市（7/6 13:00）

国土交通省九州地方整備局ホームページ

http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/file/asakurashi_20170706131228.jpg

今回の土砂災害は、地盤がまさ土化した花崗岩類や風化の進んだ泥質片岩および新第三紀火山性岩という脆弱な地質からなること、狭い地域に短時間に強い雨が集中的して降ったこと、林業が盛んな朝倉地区、日田地方で多くの立木が流木化したことなど、近年の土砂災害の特徴を合わせ持った事象であった。またそのため、犠牲者も多く、悲惨な災害となった。土砂災害の軽減と国土の保全を研究のゴールとする砂防学会としては、学会の緊急調査の規定に基づき、「緊急調査委員会」を設置すると共に直ちに先遣調査を行った。ただ、被災地の道路状況が未だ不明であり、かつ人命救助作業が優先されるべき状況であることから、緊急調査団は、最小限の人数と班編制で実施することとした。



写真－1.2 TEC-FORCE ドローン飛行部隊による現地調査—大分県日田市小野地区（7/7）

国土交通省九州地方整備局ホームページ

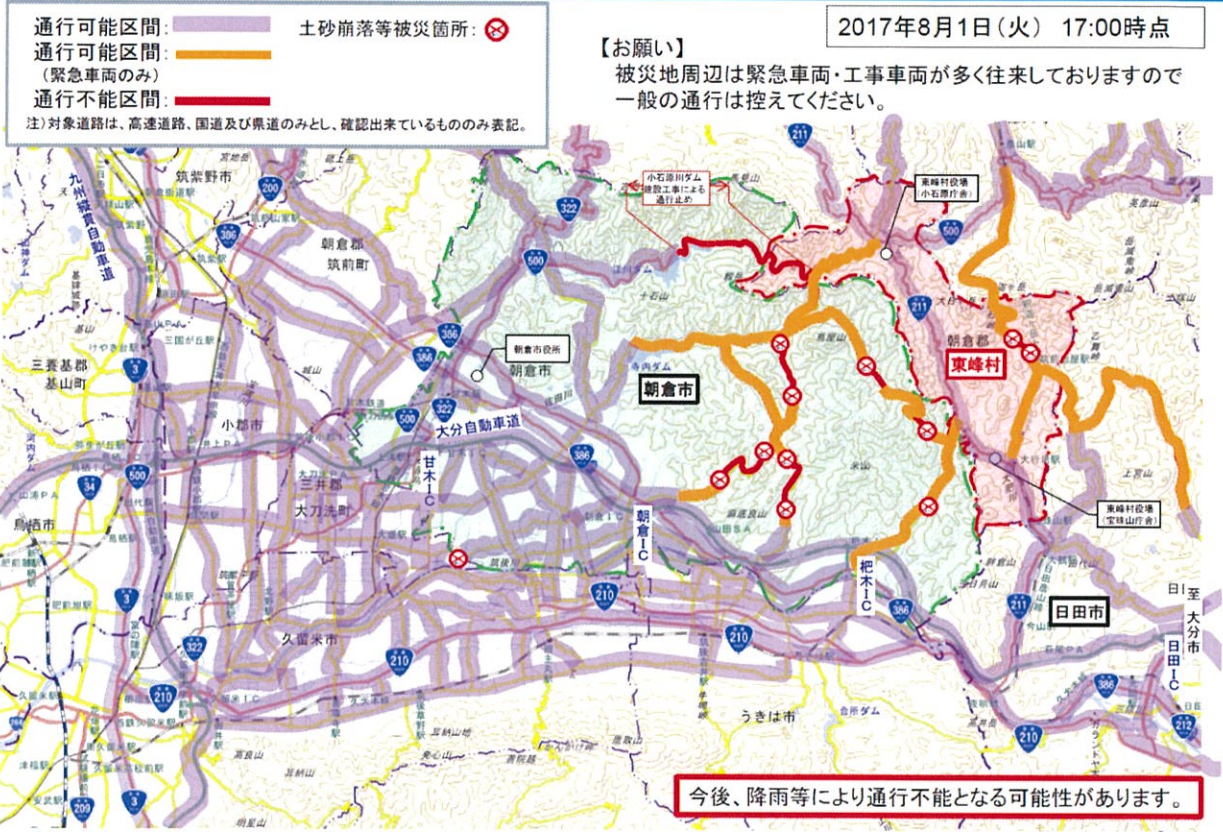
http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/image/useful/photo/11H29hokubugouu/3_tyousa1.png

砂防学会では、学会規定により今回の災害をランク A 災害と位置づけ、学会本部として取り組むことになった。7月には第一次緊急調査団を派遣し、その結果を基に8月以降に第二次緊急調査団を派遣し、さらに10月以前には現地での詳細な緊急調査を実施する。現地調査のほか、航測会社撮影の空中写真や映像、国土地理院によるレーザープロファイラデータ、国土交通省の所管データなども活用し、調査結果をまとめる予定である。第一次調査団は、公益社団法人砂防学会として緊急提言（速報）をまとめ、HP等で公表すると共に、必要に応じ国交省等関係機関に提言を行うとともに、事業部会主催の講習会において公表し、詳しく説明する。

現時点では、被災者の人命救助と孤立集落の解消が優先されているために全容が明らかでなく、どの程度調査できるか不明であるが、以下の点を中心にして調査を行った。

- ・主たる災害現象の把握
- ・主たる被災原因（土石流、斜面崩壊、流木等々）
- ・斜面崩壊とそのメカニズム
- ・土石流発生メカニズム
- ・流木災害とそのメカニズム
- ・警戒避難状況の把握

なお、現地は今なお捜索活動続き、崩壊や流失による道路の通行止め箇所が多く、国土交通省九州地方整備局の公表する「通れるマップ」を参照しながら現地入りする必要があった（図－1.1）。また、現地調査に先立ち、九州地方整備局に連絡を取ったのちに現地入りした。



図一.1.1 国土交通省九州整備局ホームページ「朝倉市・東峰村・日田市周辺通れるマップ」

3. 災害地の概要

2.1 地形、地質

図-2.1 は国土地理院の基盤地図情報数値標高モデルより作成した、沖縄を除く九州の地形である。平成 29 年 7 月九州北部豪雨で被災した福岡県朝倉市と大分県日田市は九州の北部に位置する。それらの市は脊振山地、三郡山地、筑肥山地に囲まれた筑後川流域に位置する。背振山地には標高 1054.6m の脊振山、三郡山地には標高 977.7m の馬見山、筑肥山地には標高 801.6m の鷹取山がある。国土地理院電子地形図から読み取ると、筑後川周辺の標高は朝倉市内や日田市内で概ね標高 70m から 10m 程度である。

図-2.2 は福岡県朝倉市内を流れる妙見川、奈良ケ谷川、北川、寒水川、白木川、赤谷川、及び大分県日田市内を流れる小野川の位置を示したものである。妙見川、奈良ケ谷川、北川、寒水川、白木川、赤谷川はいずれも筑後川の右岸側から本川に流れ込む。妙見川は標高 400m 程度から流れ出し標高 30m 程度で桂川に流れ込む。奈良ケ谷川は標高 370m 程度から流れ出し標高 30m 程度で筑後川に流れ込む。北川は標高 500m 程度から流れ出し標高 40m 程度で筑後川に流れ込む。寒水川と白木川は標高 590m 程度（米山）から流れ出し標高 40m 程度で筑後川に流れ込む。赤谷川は標高 700m 程度（広蔵山）から流れ出し、標高 40m 程度で筑後川に流れ込む。小野川は標高 1040m 程度（岳滅鬼山）から流れ出し、標高 140m 程度で花月川に流れ込む。妙見川、奈良ケ谷川、北川、寒水川、白木川、赤谷川の下流には、大分自動車道と国道 386 号線が通っている。

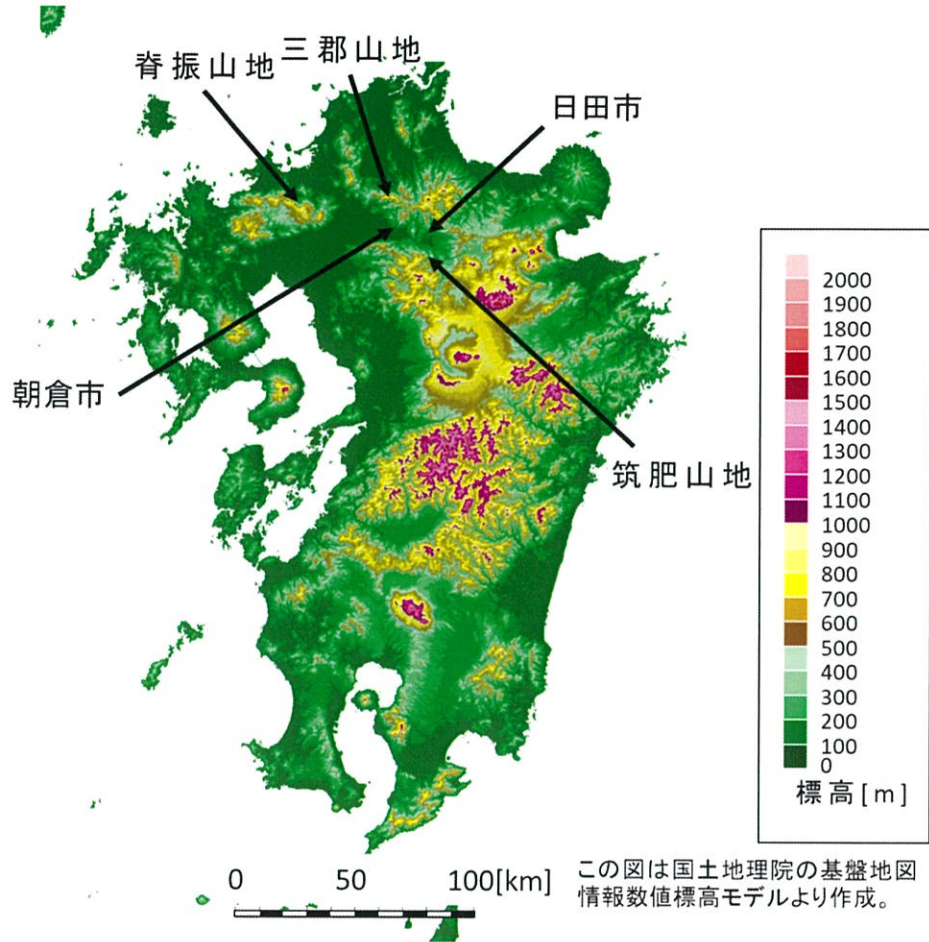


図-2.1 九州の地形

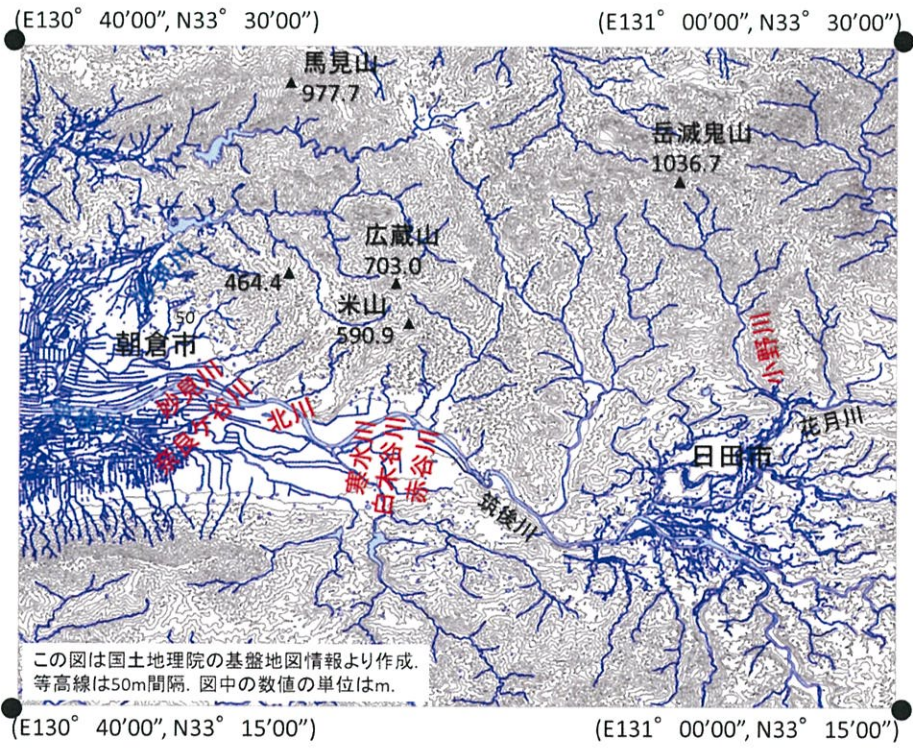
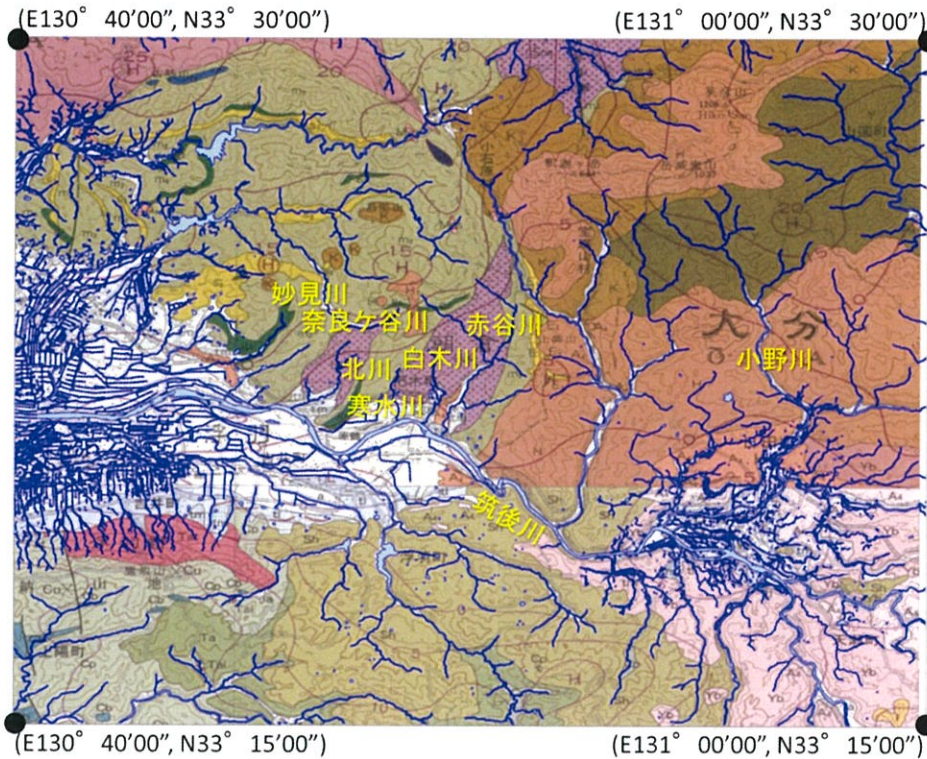


図-2.2 福岡県朝倉市・大分県日田市周辺の地形



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発行

20 万分の 1 地質図の福岡（1993 年）と熊本（2004 年）●：四隅の座標

図-2.3 福岡県朝倉市・大分県日田市周辺の地質

図-2.3 は妙見川、奈良ヶ谷川、北川、寒水川、白木川、赤谷川、小野川周辺の地質の分布である。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発行の 20 万分の 1 地質図の福岡（1993 年）と熊本（2004 年）より東経 130 度 40 分 00 秒から 131 度 00 分 00 秒と北緯 33 度 15 分 00 秒から 33 度 30 分 00 秒までの範囲を切り抜いたものに、国土地理院発行の基盤地図情報のうち水涯線を重ねたものである。町田ら（2001）によれば、脊振山地は主に白亜紀の花崗岩類から構成され、結晶片岩や超苦鉄質岩からなる三郡変成岩のルーフペンダントを有する。また、三郡山地は結晶片岩類を主体とする三郡変成岩と白亜紀花崗岩類からなる。妙見川流域には、上流側から泥質片岩（石英片岩を伴う）（m2）、苦鉄質片岩（g2）、輝石角閃石デイサイト溶結凝灰岩及び非溶結のガラス火山灰・軽石（A4）、礫・砂及び泥（tm）が分布する。奈良ヶ谷川流域には、上流側から泥質片岩（石英片岩を伴う）（m2）、輝石角閃石デイサイト溶結凝灰岩及び非溶結のガラス火山灰・軽石（A4）、礫・砂及び泥（tm）が分布する。北川流域では、上流側から中粒角閃石黒雲母花崗岩 ¥閃緑岩（Hak）礫・砂及び泥（tm）が分布する。寒水川流域では、上流側から輝石安山岩溶岩及び凝灰角礫岩（H）、泥質片岩（石英片岩を伴う）（m2）、中粒角閃石黒雲母花崗岩 ¥閃緑岩（Hak）が分布する。白木川流域では、上流側から輝石安山岩溶岩及び凝灰角礫岩（H）、泥質片岩（石英片岩を伴う）（m2）、中粒角閃石黒雲母花崗岩 ¥閃緑岩（Hak）、輝石角閃石デイサイト溶結凝灰岩及び非溶結のガラス火山灰・軽石（A4）、礫・砂及び泥（tm）が分布する。赤谷川流域では、上流側から輝石安山岩溶岩及び凝灰角礫岩（H）、泥質片岩（石英片岩を伴う）（m2）、苦鉄質片岩（g2）、中粒角閃石黒雲母花崗岩 ¥閃緑岩（Hak）、輝石角閃石デイサイト溶結凝灰岩及び非溶結のガラス火山灰・軽石（A4）、礫・砂及び泥（tm）が

分布する。小野川流域では、上流側から輝石安山岩溶岩及び凝灰角礫岩（H）、安山岩－デイサイト溶岩・凝灰角礫岩及び礫岩（凝灰岩・ひん岩及びシルト岩を伴う）（K）が分布する。日田市小野地区で小野川の河道閉塞が生じた個所は輝石安山岩溶岩及び凝灰角礫岩（H）である。

3.2. 災害の経過

気象台によれば、平成 29 年（2017 年）朝鮮半島南部から中国地方にのびていた梅雨前線が南下し、7 月 6 日は、この梅雨前線が九州北部に停滞し、大気の状態が不安定となった。そのため、流れ込んだ温かい空気のため 7 月 5 日（水）の昼頃から夜にかけて、福岡県から大分県にかけて大雨となったとされている（福岡管区気象台）。これは、当該気象台の観測史上最高の降雨を記録した。また、7 月 5 日は、昼頃から夜遅くにかけて筑後地方から大分県西部に線状降水帯が発生し、豪雨となった（17 時 51 分大雨特別警報発令）。朝倉市での最大時間雨量は 106 mm、日降水量（7 月 5 日）516.0 mm、日田市では、最大時間雨量 74.5 mm、日降水量（7 月 5 日）336.0 mm を記録した（図 2-1）。また、これに伴い土砂災害警戒情報は、福岡県朝倉市では 7 月 5 日 14 時 10 分から 7 月 6 日 13 時 45 分まで、大分県日田市では 7 月 5 日 13 時 45 分から 7 月 6 日 14 時 55 分まで発令された。

図-2.4 は平成 29 年 7 月 4 日から 10 日までにアメダスで観測された朝倉と日田での降水量の時間変化である。なお、一連の降雨は時間雨量が常に 0 であった期間が 24 時間未満であった期間内の時間雨量を意味する。一連の降雨の期間は、朝倉では平成 29 年 7 月 4 日 05:00 から平成 29 年 7 月 10 日 00:00 まで、日田では平成 29 年 7 月 4 日 06:00 から平成 29 年 7 月 10 日 01:00 までであった。時間雨量の最大値は朝倉で 106.0mm（平成 29 年 7 月 5 日 15:00 から 16:00）、日田で 74.5mm（平成 29 年 7 月 5 日 18:00 から 17:00）であった。一連の降雨期間中の時間雨量の総和は朝倉で 654.5mm、日田で 485.5mm であった。

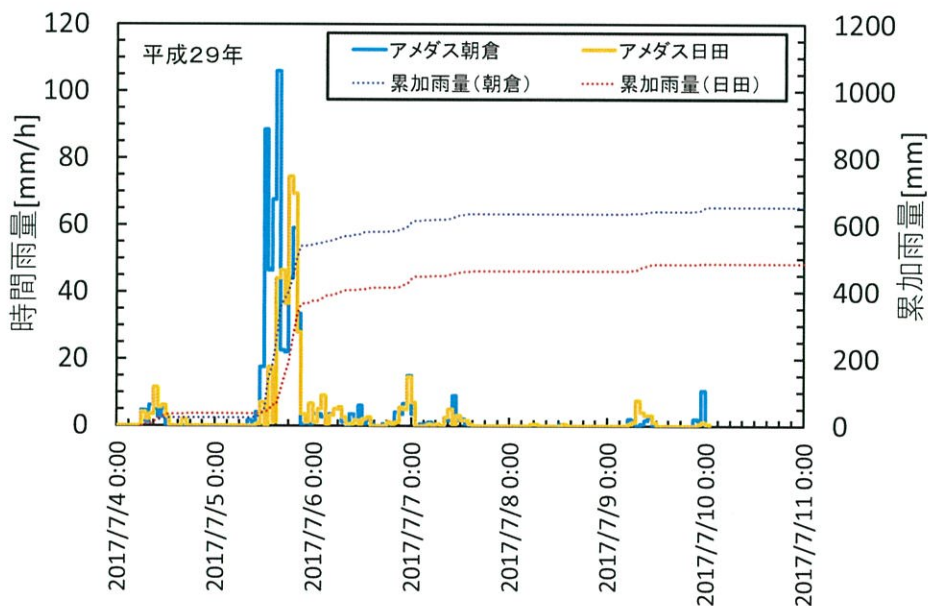
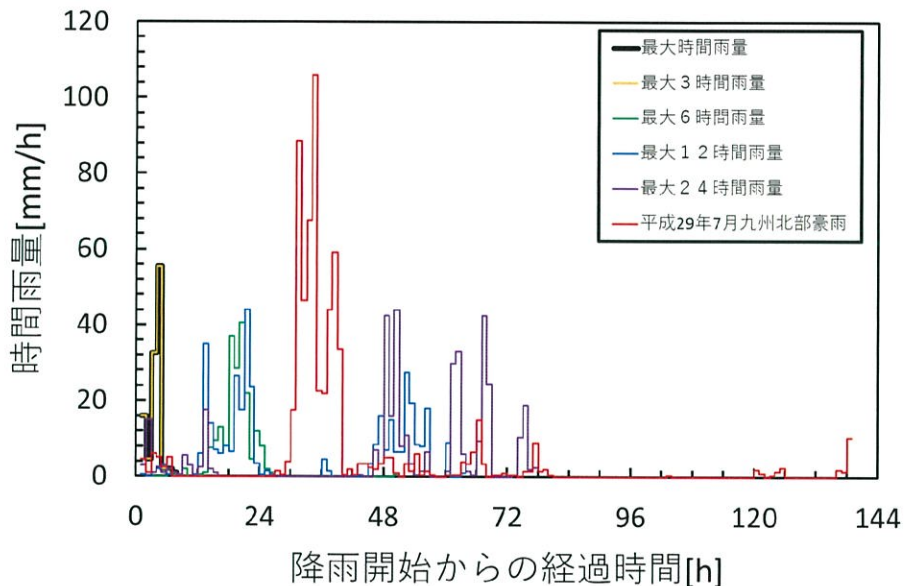


図-2.4 アメダス朝倉・日田における時間雨量の変化

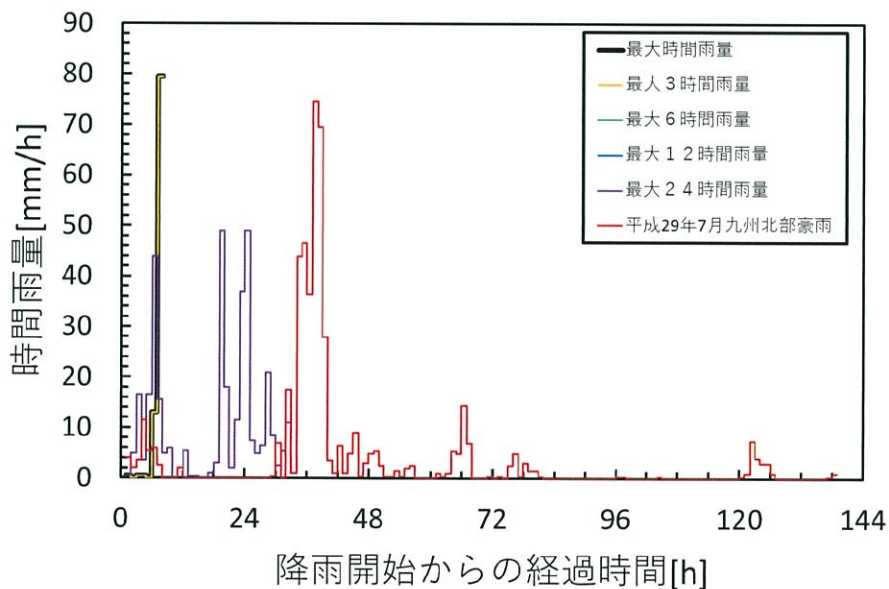
図-2.5 はアメダスの朝倉において昭和 51 年 1 月 1 日から平成 28 年 12 月 31 日までに観測された時間雨量を用いて、最大時間雨量、最大 3 時間雨量、最大 6 時間雨量、最大 12 時間雨量、最大 24 時間雨量を含む一連の降雨を抽出し、平成 29 年 7 月九州北部豪雨時の一連の降雨と比較したものである。最大時間雨量と最大 3 時

間雨量を含む一連の降雨の期間は平成 21 年 8 月 15 日 00:00 から平成 21 年 8 月 15 日 07:00 まで、最大 6 時間雨量を含む一連の降雨の期間は平成 26 年 7 月 2 日 13:00 から平成 26 年 7 月 4 日 15:00 まで、最大 12 時間雨量を含む一連の降雨の期間は平成 21 年 7 月 24 日 08:00 から平成 21 年 7 月 26 日 23:00 まで、最大 24 時間雨量を含む一連の降雨の期間は平成 24 年 7 月 11 日 11:00 から平成 24 年 7 月 14 日 16:00 までであった。最大時間雨量と最大 3 時間雨量を含む一連の降雨を除く、他の一連の降雨はいくつかの時間雨量のピークを有していた。平成 29 年 7 月九州北部豪雨での一連の降雨は他のものよりも大きいピークで、継続時間も長いことが分かった。



アメダス朝倉 1976年1月1日から2016年12月31日

図-2.5 アメダス朝倉における過去と平成 29 年 7 月九州北部豪雨の一連の降雨の比較



アメダス日田 1976年1月1日から2016年12月31日

図-2.6 アメダス日田における過去と平成 29 年 7 月九州北部豪雨の一連の降雨の比較

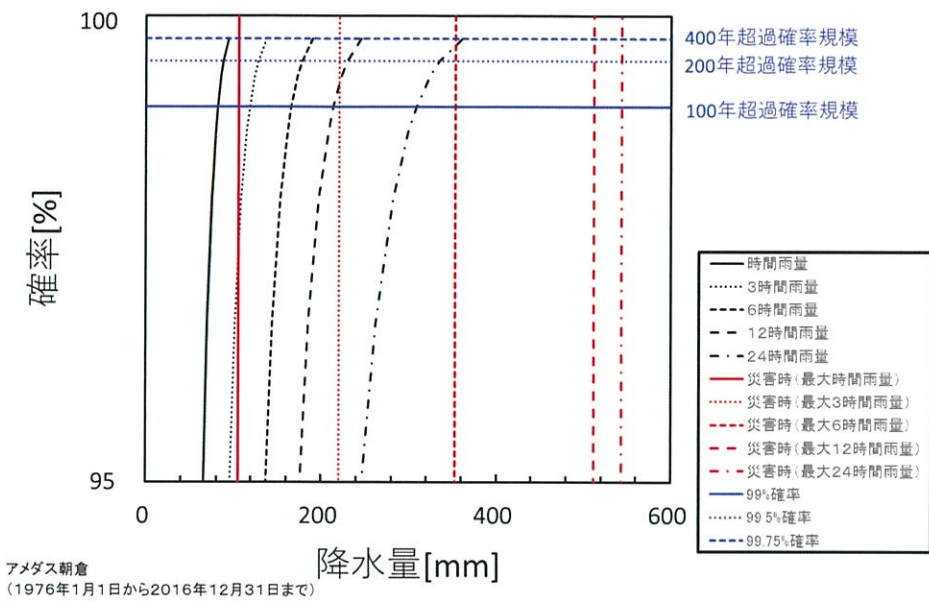


図-2.7 アメダス朝倉における年超過確率規模の降雨

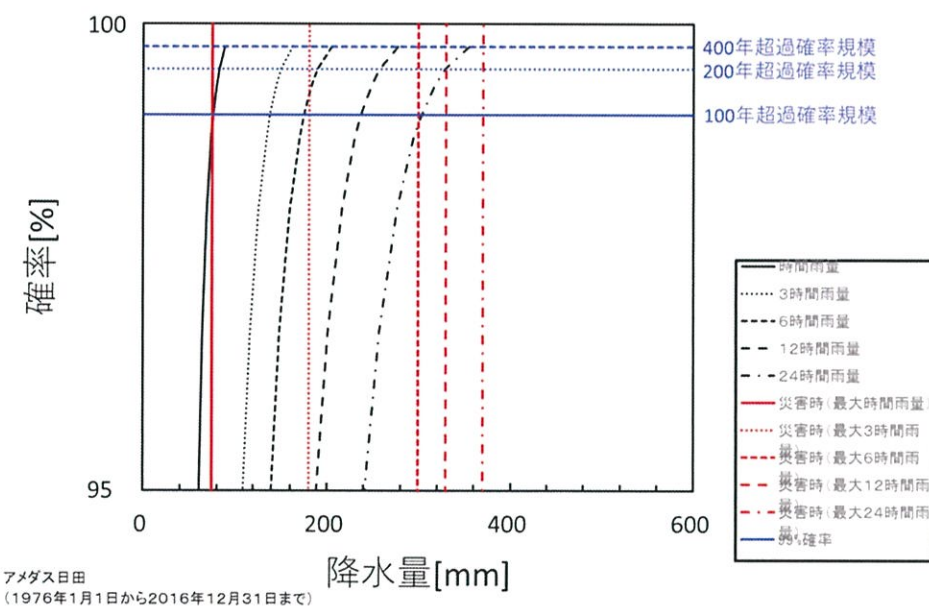


図-2.8 アメダス日田における年超過確率規模の降雨

図-2.6 は図-2.5 と同様の方法でアメダスの日田での観測値を比較したものである。最大時間雨量と最大 3 時間雨量を含む一連の降雨の期間は平成 24 年 7 月 3 日 01:00 から平成 24 年 7 月 7 日 05:00 まで、最大 6 時間雨量、最大 12 時間雨量、最大 24 時間雨量を含む一連の降雨の期間は平成 24 年 7 月 13 日 07:00 から平成 24 年 7 月 14 日 15:00 までであった。最大時間雨量と最大 3 時間雨量を含む一連の降雨を除く、他の一連の降雨はいくつかの時間雨量のピークを有していた。平成 29 年 7 月九州北部豪雨での一連の降雨は最大時間雨量と最大 3 時間雨量を含む一連の降雨の場合よりも小さく、その他の場合よりも大きいピークで、継続時間も長かった。

図-2.7 はアメダスの朝倉において観測した時間雨量をもとに、時間雨量、3 時間雨量、6 時間雨量、12 時間雨量、24 時間雨量の確率を一般財団法人国土技術研究センターの・水文統計ユーティリティを用いて計算した値と、

平成 29 年 7 月九州北部豪雨時に観測した値を描いたものである。確率の計算式は、前述の 5 つの時間雨量での SLSC の値が全て 0.04 未満であった Gumbel 式を採用した。平成 29 年 7 月九州北部豪雨での時間雨量の最大値 106.0mm（平成 29 年 7 月 5 日 15:00 から 16:00）は 400 年超過確率規模である 93.7mm、3 時間雨量の最大値 220.0mm（平成 29 年 7 月 5 日 13:00 から 16:00）は 400 年超過確率規模である 137.0mm、6 時間雨量の最大値 353.0mm（平成 29 年 7 月 5 日 12:00 から 18:00）は 400 年超過確率規模である 189.6mm、12 時間雨量の最大値 511.5mm（平成 29 年 7 月 5 日 09:00 から 21:00）は 400 年超過確率規模である 245.1mm、24 時間雨量 543.5mm（平成 29 年 7 月 5 日 10:00 から平成 29 年 7 月 6 日 10:00）は 400 年超過確率規模である 361.0mm をそれぞれ超えており、平成 29 年 7 月九州北部豪雨の一連の降雨は非常にまれであることが分かった。

図-2.8 は図-2.7 と同様の方法でアメダスの日田において計算した値と、平成 29 年 7 月九州北部豪雨時に観測した値を描いたものである。確率の計算式は、前述の 5 つの時間雨量での SLSC の値が全て 0.04 未満であった Gumbel 式を採用した。平成 29 年 7 月九州北部豪雨での時間雨量の最大値 74.5mm（平成 29 年 7 月 5 日 18:00 から 19:00）は 100 年超過確率規模である 75.5mm、3 時間雨量の最大値 180.5mm（平成 29 年 7 月 5 日 17:00 から 20:00）は 400 年超過確率規模である 183.5mm、6 時間雨量の最大値 299.0mm（平成 29 年 7 月 5 日 15:00 から 21:00）は 400 年超過確率規模である 204.4mm、12 時間雨量の最大値 329.5mm（平成 29 年 7 月 5 日 13:00 から平成 29 年 7 月 6 日 01:00）は 400 年超過確率規模である 277.0mm、24 時間雨量 369.5mm（平成 29 年 7 月 5 日 11:00 から平成 29 年 7 月 6 日 11:00）は 400 年超過確率規模である 354.4mm をそれぞれ超えており、平成 29 年 7 月九州北部豪雨の一連の降雨は非常にまれであることが分かった。

降雨および増水中の正確な流出記録はないが、住民等の記録より朝倉市街地に泥流と流木が流出したのは降雨ピーク直後の 16 時以降と推定された。また、日田市の小野地区の深層からの崩壊は、降雨ピークが過ぎた 6 日 10 時頃と推定された。すなわち、表層崩壊群は、筑後川支流の各河川の流域面積を考えれば降雨ピークがほぼ洪水ピークと大きなずれはなく、降雨ピーク時に大部分の表層崩壊が発生し、そのまま洪水ピークの流水に土砂と流木が供給されたものとみられる。また、日田市小野地区では、深層からの崩壊は降雨ピークが過ぎ、洪水ピークも過ぎたタイミングで発生したものとみられる（たとえば後藤宏二）。すなわち、小野地区の崩壊土砂が河川に供給されたときには、すでに河川流量がピークを過ぎ、十分な運搬能力がなかったものと推定される。

また、今回の災害特徴である大量の流木は、九州地整では約 21 万 m^3 （約 17 万 t）と推定し、このうち山林由来の流木発生量が約 13 万 m^3 （約 63%）、溪畔林由来の流木発生量は全体の約 28%、河畔林由来の流木は全体の約 6% と推定しており、大部分が斜面崩壊に伴って供給されたことが明らかである（国土交通省九州地方整備局ホームページ）。

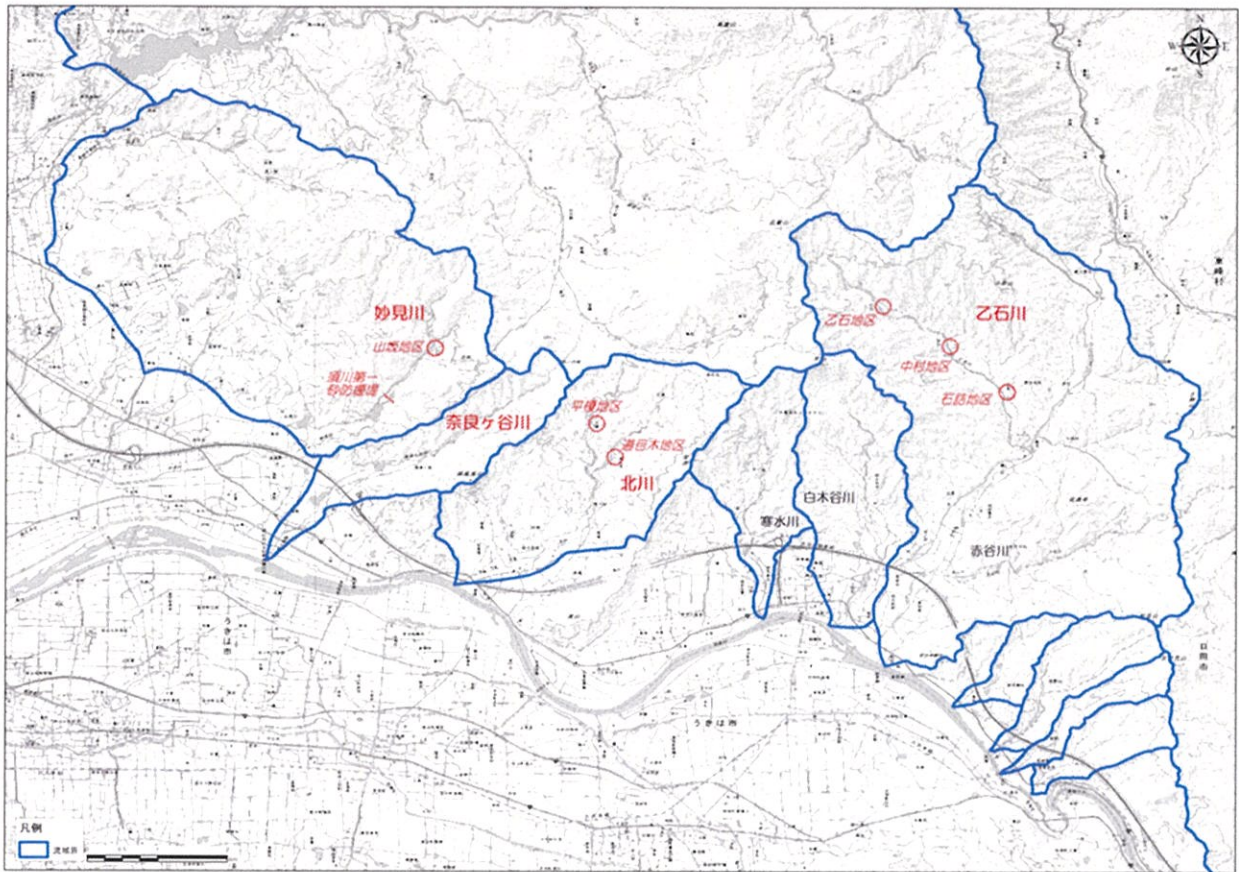
結局、被害者は死者行方不明 41 名（うち福岡県 38 名、大分県 3 名）全壊 229 棟、大規模半壊・半壊 700 棟と大きな被害が発生した（8 月 10 日現在）が、大部分は流木を伴う泥流（洪水流）によって被災したといえる。そして、現在でも、まだなお行方不明者が発見されないという悲惨な災害になった。

3. 朝倉市の土砂災害

3.1 調査箇所の設定

福岡県朝倉市東側の東西 10km、南北 10km の範囲で土砂災害が発生した。このうち、流域面積が大きく下

流域での被害が著しいと報告されている「赤谷川」の右支「乙石川」と、流域内に卓越する地質がそれぞれ異なる「妙見川」「奈良ヶ谷川」「北川」を調査対象とした（図－3.1）。



図－3.1 調査箇所の位置図

3.2 赤谷川右支乙石川

乙石川が赤谷川に合流する地点（松末小学校が所在）から、乙石川の上流約 3km の乙石地区（最上流の集落）までの区間を調査した。この区間の谷の横断形は、兩岸の谷壁斜面とその間の幅 80m～120m の谷床の低地（水田等の農地に利用）からなっており、谷幅の広い区間においては低地よりも地盤高が一段高い段丘面や小扇状地が谷壁斜面脚部に沿って分布する。調査区間内には、下流から順に石詰（合流点から約 1km 上流）、中村（合流点から約 2km 上流）、乙石（合流点から約 3km 上流）の 3 地区の集落が存在する。

3.2.1 河床の状況

合流点から上流約 3km の区間全体にわたり、谷床の低地が大量の土砂堆積によって平坦に覆われている。堆積域の幅は、合流点から直ぐ上流と中村地区上流の狭窄部では幅 40m 位、最上流の乙石地区では幅 60m～80m、それ以外の大部分では幅 80m～120m である。土砂堆積厚は、堆積域の兩岸端付近での住宅の埋まり方から 1m～2m 程度と推察されるが、堆積域中央付近にあったと思われる元河道ではそれよりも厚いと想定される（写真－3.1）。

堆積面の縦断勾配を実測した結果は、合流点で 2 度、石詰で 2.5 度、中村で 5 度、乙石で 6 度である。堆積土砂は、細粒分のマサ土と、花崗岩および片岩（緑色片岩、泥質片岩）の石礫（径 0.5m～1.5m 程度）からなる。上流に行くにつれて石礫の割合が多くなり、かつ花崗岩の石礫よりも片岩の石礫の割合が高くなっていく。そして、後述する乙石地区直上流左岸の大きな崩壊地の直下では、片岩の石礫および片岩起源の粘土質の土砂が卓越するようになる。

流木については、太く長いものが数十本単位で集積した塊（log jam）が河床内に多数存在している。根を持った流木 3 本の、胸高直径に相当する位置での直径と流木長さを計測したところ、直径は 40cm～55cm、長さは 7.5m～17.7m の範囲であり、流木のサイズは大きい。

3.2.2 両岸斜面での崩壊の状況

両岸の谷壁は、斜面高さが総じて 50m 以上の比較的大きな斜面の連なりとなっていて、そこで大きな表層崩壊が多数発生している。崩壊深さは 1m～2m が多い。なかには頭部滑落崖付近がより深く（深さ 3m～4m）崩れているものもある。いくつかの崩壊地の現地計測によると、崩壊高さ 30m～60m、崩壊長さ 60m～85m の規模を持ち、崩壊地の傾斜は 33 度～40 度の範囲が多い。滑落面には花崗岩やマサ土が広く露出する。露出した花崗岩は、上流の崩壊地ほど割れ目を多く有し風化が進んでいる。崩壊の発生した斜面の植生は、スギ人工林とヒノキ人工林（ともに樹高 20m～25m 程度）のほか、広葉樹林も認められた。



写真－3.1 乙石川・中村地区における土砂堆積状況（上流から下流を見下した写真）

3.2.3 乙石地区の直上流左岸の大きな崩壊

乙石集落の北西側の斜面で、崩壊長さ約 360m、崩壊高さ約 120m の大きな崩壊が発生している（写真－3.2）。崩壊は地形の違いから 3 つに区分され、上部は谷地形を示しやや急傾斜、中段は傾斜がほとんどなく平らで幅は 80m 程度、下部はやや急傾斜で幅は中段よりも広い。崩壊全体の傾斜（下端付近から頂部までの見通し角）は約 20 度と計測された。

崩壊斜面は主として割れ目を多く有する片岩からなる。崩壊土砂は径 10cm～数 10cm の石礫と、水を多く含んだ粘性土からなっていて、大量の崩壊土砂が中段から下部にかけて停止・堆積している。斜面末端の河道は崩壊した土砂で埋められているが（堆積厚は約 20m）、せき止めによる上流の湛水はなく、そこには溪流上流からの細粒土砂が平坦に堆積している。

斜面中腹に停止・堆積している土砂は、今後出水によって崩壊土砂末端の河道埋積部が洗堀された場合には、再移動する可能性が考えられる。

なお、福岡県の「土砂災害警戒区域等マップ」によると、集落の北西端の斜面が地すべりの土砂災害警戒区域に指定されている。その公示図書と上述の現地調査結果を照らし合わせると、今回の崩壊地はその指定範囲を含みつつ、さらにそこより上方の斜面も含んだ大きな範囲に及んでいると推察される。

崩壊地の現場において、地元住民の証言が得られた。それによると、証言者は発生当時ここより 1km 下流の中村地区に居て、「2 回鉄砲水（鉄砲水と言ったかは未確認）があり、1 回目は 5 日 16 時ごろ、2 回目は 5 日 20 時ごろで、2 回目は地響きが聞こえた」ということである。証言内容がこの崩壊に関係する現象であるかどうかは、確証がない。なお、アメダス朝倉のハイトグラフによると、1 回目の時刻は降雨ピークの時間帯に合致し、2 回目の時刻は一連の降雨の終わりの時刻に近い。



写真－3.2 乙石川・乙石地区直上流左岸の大きな崩壊

3.2.4 そのほかの土砂生産源

乙石集落下流端付近に右岸から流入する支流域からは、多量の土砂が流出した状況が認められる。この流域の地質は花崗岩であり、流出土砂は花崗岩の石礫とマサ土である。

そのほかにも、石詰地区と中村地区の間の左岸支流など、多くの土砂を流出したと思われる支流がいくつかある。

3.3 妙見川

妙見川は主に泥質片岩からなる流域である。流木を大量に捕捉した須川第一砂防堰堤から約 800m 上流の山坂地区までの区間を調査した。

須川第一砂防堰堤は、昭和 53 年 3 月竣工、高さ 7.0m、堤長 74.8m の不透過型堰堤であり、堰堤から上流へ長さ約 100m、幅 50m～70m の範囲に、膨大な量の流木が積み上がるように堆積していた（写真－3.3）。不透過型砂防堰堤が大量の流木を捕捉した記録されるべき事例と思われる。砂防堰堤が受けた被害は、左岸側の袖の一部が直下流に落下していたことと、右岸側の斜面地山への根入れ部分の下流側において露出していたことの 2 点である。前者は流木の袖部への衝突や流木が放水路を一時的に閉塞してせき上げが生じたこと等により、袖部に大きな横向き力が作用した可能性が、後者は右岸袖部を水が越流し、落下水によって埋め戻し土砂が洗掘された可能性がそれぞれ考えられる。



写真－3.3 妙見川・須川第一砂防堰堤における流木堆積状況

流木堆積部の上流端からは、大量の土砂が上流に向かって平坦に堆積している。須川第一砂防堰堤から 400m 上流に、妙見川荒廃砂防堰堤（名称は銘板の表記に基づく。また、昭和 48 年 3 月竣工、L47m、H10m、福岡県）があり、その水通し天端の高さまで堆積面が連続している。さらに、堆積面はこの妙見川堰堤から 400m 上流の山坂地区（地理院地図によると住宅あり）まで続いている。これら一連の堆積面の勾配は、1.5 度と計測された。堆積土砂は径 5cm～30cm 程度の片岩の石礫と砂～シルトの細粒成分からなり、乙石川のような花崗岩流域とは粒径組成が異なっている。

山坂地区には、Google Earth によると災害前に家屋 1 軒が確認されたが、現地では建物は認められず、付近一帯は土砂により埋没している。また、ここにはコンクリート製の橋の分解した部材が堆積しており、これは約 350m 上流で道路が溪流を横断する箇所に架けられていた可能性のある橋が破壊され、ここまで流されてきたものと思われる。

須川第一砂防堰堤から山坂地区までの 800m の調査区間においては、兩岸に存在する谷地形（0 次谷等）の

ほとんど全てから、土砂と流木が妙見川に流出している。これらの谷地形では、源頭付近で崩壊が発生し、そこから土石流状に土砂と流木が流れ出ている。

さらに、須川第一砂防堰堤の600m下流に農業用ため池の堤体があり、流木の通過について調べた。堤体の天端高さ付近まで水位が達した痕跡（植物片の漂着）が認められたが、天端高さに設けられた洪水吐の放水路には、流木が多く通過した状況は観察されなかった。なお、貯水池の直上流の河床や、堤体直下流の河床に、流木の集積が存在するが、これらは側方から流入する支流から流出したものである。

3.4 奈良ヶ谷川

奈良ヶ谷川も妙見川と同じく片岩からなる流域である。大分自動車道から500m上流に位置する決壊したため池の周辺、及び大分自動車道から400m下流に位置するため池を調査した。

上流のため池は、幅20mほど堤体が流失する形で決壊しており、そこより下流は両岸が洗掘されて大きな流量が流れた状況を示している。堤体と同じ地盤高になっている側方の道路には水が越流した痕跡があることから、ため池は満水位を超えたことが分かる。堤体が破壊した原因（水圧に耐え切れずに堤体が決壊、あるいは越流侵食による決壊など）は不明であるが、破壊時には貯留していた水と流木が一気に下流へ流下したと思われる。また、右岸には堤防状の盛土された道路をはさんで別の小さなため池があったが、盛土の道路が決壊してため池が連結する形になっており、右岸ため池流域からの水と土砂等も下流へ流出していた。

ため池から700m上流付近に大量の流木が堆積しており、また、ため池からここまでの区間では両岸に著しい河岸洗掘が続いている（写真-3.4）。なお、河床堆積土砂は妙見川と同様で、径50cm未満の片岩の石礫と砂～シルトの細粒土砂である。一方、下流のため池は決壊していない。堤体の左岸端に設けられた洪水吐の上流入口には多くの流木が停止・堆積しており、洪水吐を通過して下流へ流下した流木もあったことを示している。



写真-3.4 奈良ヶ谷川・ため池上流区間における河岸洗掘状況（写真奥が下流）

3.5 北川

北川は花崗岩が卓越する流域である。中流部の道目木地区下流の合流点付近を調査した。合流点において平榎地区から流下する溪流と道目木地区から流下する溪流を比べると、後者の方が氾濫の幅が広く、より多くの流量が流れたと考えられた。河床土砂は径 10cm～数 10cm の花崗岩礫および径 5cm～20cm の片岩礫と、これらの砂成分からなる。

道目木地区は、Google Earth によると災害前には多数の住宅があり、住宅の間を流れる流路の幅は 5m 程度であったが、この災害では幅 30m～40m の谷底全体に氾濫流が及んでおり、兩岸の高台の住宅を残して多くの住宅が流失している（写真－3.5）。



写真－3.5 北川・道目木地区における氾濫による被害状況

4. 日田市小野地区の土砂災害

4.1 土砂災害の概況

大分県日田市小野柳野（なきの）の小野川右岸において、7月6日10時頃、大規模な崩壊が発生した（写真－4.1）。小野地区の災害地から西に約1kmに位置する大分県の上宮山観測所の雨量データによると、7月5日昼頃から雨が降り始め、19時に最大時間雨量83mmを記録、5日の降り始めから6日10時までの総雨量は583mmに達した（図－4.1）。

小野地区は、5日15時50分に避難勧告、18時45分に避難指示が発令された。小野地区周辺の山地や溪流では、5日夜の強雨時に崩壊や土石流が多発しているが、大規模な崩壊は降雨ピークから12時間以上経過して降雨が小康状態になってから発生した。この崩壊により、消防団員が1人亡くなり、住民2人が負傷した。多量の崩壊土砂が小野川に堆積して湛水が生じたために、堆積土砂の急激な侵食による土砂流出が心配され、下流域に

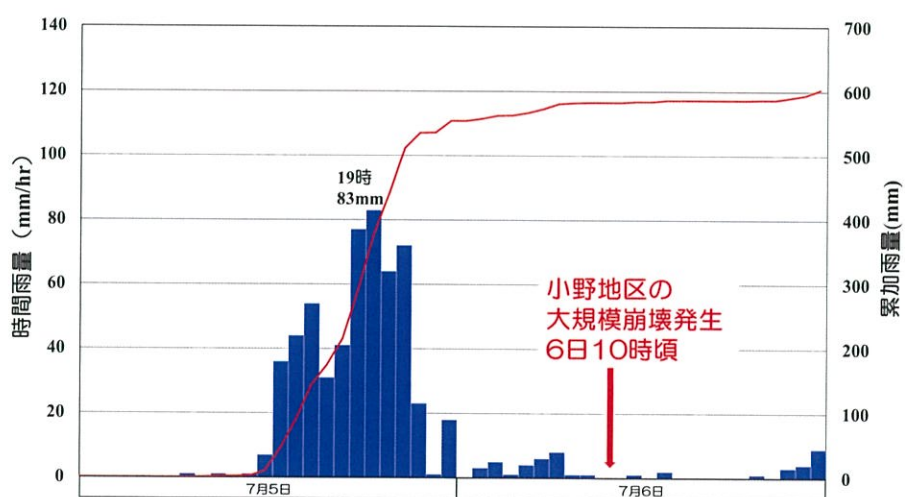
避難勧告が発令されたが、その恐れは低いと判断されて7月12日10時に避難勧告は解除された。

4.2 土砂移動現象の実態

小野地区一帯は、新第三紀中新世から鮮新世にかけて活動した火山に関連する地層（豊肥火山岩類）が分布している（20万分の1日本シームレス地質図V2，2017）。この地域は、林業が盛んであり、間伐等の適切な森林整備が十分に行われている森林が多い。今回の大規模な崩壊が発生した斜面もほとんどが壮齢のスギ人工林であった。



写真－4.1 大分県日田市小野地区の災害地全景（アジア航測(株)2017年7月9日撮影）



図－4.1 2017年7月5日から6日の降水量（大分県上宮山観測所）

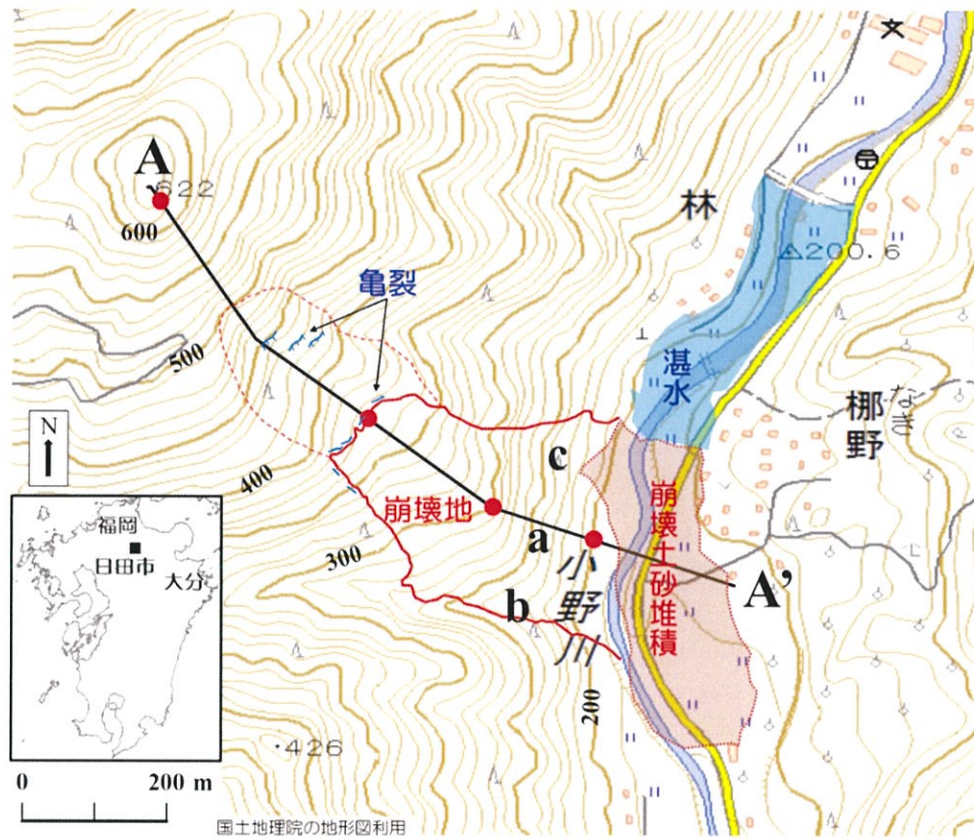


図-4.2 日田市小野地区の大規模崩壊地

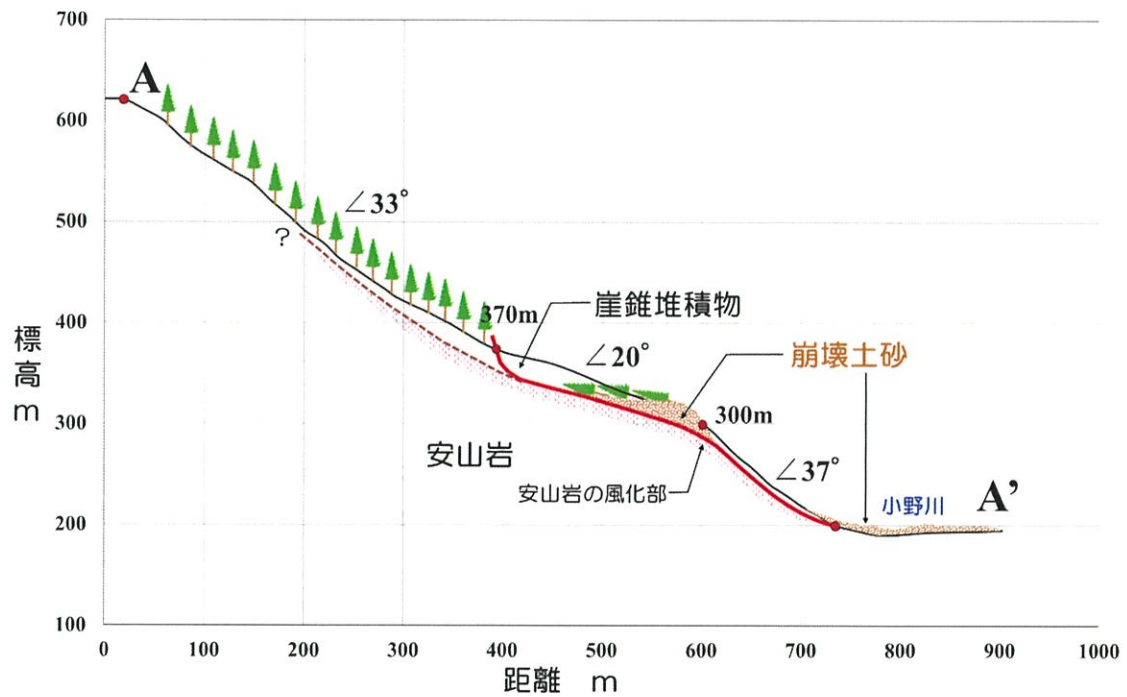


図-4.3 小野地区の崩壊模式図



写真-4.2 小野地区を大分県防災ヘリが7月6日早朝に撮影した映像
崩壊地下部の急斜面（図-4.2のa付近）、崩壊地に向かって左側（同b）
および右側（同c）の溪流から土砂が流出している

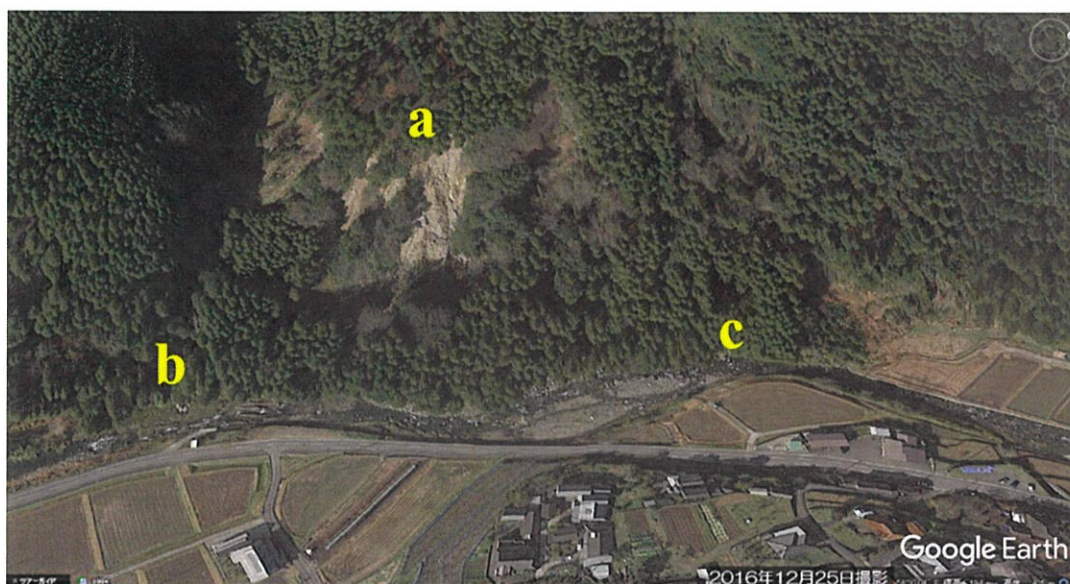


写真-4.3 小野地区の崩壊発生前の状況

大規模な崩壊は、地すべり地形を呈した斜面で発生し、標高 300～370m に厚く発達していた崖錐堆積物が再移動したものである（図-4.2）。図-4.3 は、図-4.2 内の A-A'測線の断面図に崩壊模式図を示したものである。崩壊地の規模は、崩壊長さ約 370m、最大幅約 300m である。

報道された大分県防災ヘリ撮影映像（7月6日早朝）によると、大規模な崩壊が発生した6日10時より以前に、崩壊地下部の急斜面（写真-4.2のa付近）、崩壊地に向かって左側（同b）および右側（同c）の溪流からの土砂流出が確認でき（写真-4.2）、これらは5日夜の強雨時に発生したものと推測される。なお、a付近の急斜面には災害前から裸地が確認されるが、今回の大規模な崩壊の前兆かについては不明である（写真-4.3）。



写真－4.4 小野地区の崩壊地の状況



写真－4.5 崩壊地内に残存した崩壊土砂とスギ

写真－4.4 は、崩壊地内の状況であり、滑落崖には安山岩の岩塊が確認でき、崖錐堆積物の下位の安山岩は風化して赤色を呈している。今回の大雨が崖錐堆積物と安山岩の地層境界を地下水となって流下し、不安定となった崖錐堆積物が安山岩の風化部を削りながら滑落して小野川に堆積したと推定される。崩壊発生直後、崖錐堆積物と安山岩の地層境界から多量の地下水流出が確認されている。滑落した土砂の一部はその上に植わっていたスギとともに崩壊地内に留まっている（写真－4.5）。

一方、崩壊地上方の標高 370～500m の斜面には崖錐堆積物が残存している（写真－4.6）。この堆積物の

地表面には今回の大雨により亀裂が生じており、また、滑落崖の上部面にも亀裂が確認された（写真－4.7）。

現地調査および空中写真判読から標高 300～370m 区間の崩壊土砂量を概算すると、長さ約 200m、幅約 150m、崩壊深 10～15mとして 30～45 万 m^3 である。小野川に堆積した土砂を同様に概算すると、長さ約 400m、幅約 150m、平均堆積深約 4mとして約 25 万 m^3 である。



図－4.6 崩壊地の上方斜面の崖錐堆積物



図－4.7 滑落崖の上部面に生じた亀裂

4.3 小野地区での今後の対応

現在、緊急対応として、大分県により伸縮計、傾斜計等による斜面変状の観測、カメラによる斜面や湛水池の監視が行われている。今後、ボーリング調査等による崩壊地およびその周囲斜面の地質構造の解明、地下水調査等が実施される予定である。また、小野川に堆積した土砂の排土、河川改修、道路復旧等も進められる。

今回の大規模な崩壊は、地すべり地形を呈した斜面で発生し、過去の地すべりあるいは崩壊で生じた崖錐堆積物

の再移動である。崩壊地の上方斜面には崖錐堆積物が厚く残存しており、現地調査や航空レーザー測量等による堆積物の分布と亀裂、ボーリング等による堆積物の構造を調査し、再移動の危険性を評価する必要がある。

恒久的な対策としては、大規模な崩壊が発生した斜面とその上方斜面について、地すべり対策と同様に、地表水および地下水の排除、不安定土砂の固定あるいは排除等が必要である。

5. 今後の災害への提言

この度の豪雨による土砂災害には、大きく2つのタイプが見られた。ひとつは、赤谷川、妙見川、北川、奈良ヶ谷川など福岡県朝倉市東側の東西10km、南北10kmの範囲で発生した表層崩壊群による土石流（土砂流）と立木が流木化した流れによる災害である。もうひとつは、大分県日田市小野柳野（なきの）の小野川右岸において発生した大規模な崩壊による災害である。これらは発生タイミングや土砂や流木の生産プロセスが異なり、死者行方不明者は前者が38名、後者が1名（大分県全体で3名）と対照的である。いずれも、発生原因としては数時間以上にわたる局所的な集中豪雨と風化した花崗岩類や片岩類、火山噴出物を含む脆弱な地質が関与していることにはかわりはない。また、林業地帯であることから、斜面崩壊とともに生産された大量の流木が下流域において大きな被害をもたらしたことも共通している。

今後の土砂移動については、次のようなことが想定される。

- (1) 福岡県朝倉市東側の表層崩壊群はいずれも表層崩壊なので、今回崩壊した斜面以外にも表層に亀裂やしわを伴う斜面移動のポテンシャルが高く、これらが次の豪雨で崩壊する可能性がある。これらのいわば“崩壊予備軍”がさらに表層崩壊を発生すれば、当然立木が流木化し、今回と同様の災害が二次災害として発生する可能性が極めて高い。また、降雨量にもよるが、流木を伴う土砂と洪水流は、河岸を洗掘すると同時に既存の流下断面積をはるかに超えることもある。

これに対する対策として、まず早急にレーザープロファイラによる地形解析を実施し、これに基づいて亀裂やしわなど斜面の変状を抽出することが第一であろう。大きな変状が抽出された場合には、対策工事をする前にまずは斜面下部に遊砂空間を設けるなど安全確保を行うことが必要と思われる。ついで、流木を伴う土砂と洪水流による河岸洗掘や堆積土砂の再浸食を軽減するために、応急的な流下断面の確保も必要となろう。同時に、妙見川での不透過堰堤による流木貯留効果を参考にして、既存の砂防堰堤の応急的かさ上げや流木捕捉ネットの敷設なども効果があるかもしれない。

- (2) 小野地区の地すべり地の崩壊並びに天然ダム状の河床堆積土砂については、次の降雨による①斜面中腹で停止している移動土塊の再移動、②崩壊地滑落崖上部の斜面の崩壊の2つが考えられる。河床堆積土砂については、現在急ピッチで除石作業が続けられているので、当面は下流部への被害拡大はなさそうである。ただ、①、②が発生すれば再び天然ダムが形成される可能性がある。また、深層の崩壊より上流側に2か所土石流発生溪流が見られるので、崩壊面とこれらの溪流との間の斜面が支持力を失っている可能性もある。

これに対する対策として、斜面中腹に停止している土塊の荷重分散（または除去）が必要であろうし、崩壊地滑落崖上部斜面の移動量計測、アンカー固定等が急がれると思われる。上部斜面の移動量計測については、予警報システムを整備し、道路封鎖や早めの避難につなげることが必要である。また、深層の崩壊上流側の斜面の安全性については、現地踏査による斜面変状の抽出を行うとともに、これらにも移動量計測装置を

設置し観測する必要がある。

また、極めて危険な箇所での施工となるため、無人化施工も検討すべきである。

- (3) その他、全被災箇所共通の課題であるが、今次災害では土砂に加え、流木が被害を拡大する原因になっていることは明らかである。今後の復旧にあたっては、流木対策を流域の砂防計画の中でより明確に位置づけ、現在あるタイプの流木対策施設設置を促進するとともに、より効果のある現地の状況に合った新しいタイプの流木対策施設を開発・設置する必要がある。具体的には既設砂防施設本堤水通し部に付加して設置するタイプのものや上流堆砂域に設置する独立型の流木対策施設、流木捕捉ネットの設置が考えられる。また、流域内から流下する流木量を減じるための砂防指定地等の管理のあり方の検討も今後考える必要がある。

また、二次的な土砂災害を軽減するためには、国土交通省や県ですでに抽出されている土砂災害の危険度の高い箇所等で監視モニタリングを実施すると共に、雨量観測データ等を活用し、早期の避難体制を被災地周辺を含め確立しておくことが望ましい。

以上、災害直後の短期間の緊急調査であるため推測部分も多いが、今後砂防学会としては、2次緊急調査等を経て、さらに空中写真やレーザープロファイラデータの解析も併せて、学術的な面からの斜面崩壊と土砂及び流木の移動に関して調査研究を継続する予定である。これらの成果は、学会誌、国際誌、事業部会主催の研修会等で発表するとともに、提言書としてとりまとめ、砂防部長にご報告したいと考えている。

謝 辞

- (1) 国土交通省、福岡県、大分県の皆様には、データ・資料・情報の提供並びに現地調査に対する便宜供与において多大な協力をいただいた。これらの皆様方に心から感謝の意を表するとともに、被災地及び被災された方々の一日も早い復興を心より祈念する次第である。

引用文献並びに参考資料

福岡管区気象台ホームページ

<http://www.jma-net.go.jp/fukuoka/chosa/saigai/2017-0705.pdf>

福岡気象台災害気象資料

<file:///C:/Users/GI-CoRE%20Director/Desktop/2017-0705.pdf>

後藤宏二（国土交通省国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター長）

平成 24 年度国土技術政策総合研究所講演会資料

http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/kouenkai/kouenkai2012/pdf/121204_6.pdf

国土交通省九州地方整備局ホームページ

http://www.qsr.mlit.go.jp/press_release/h29/bousai17072801.html

http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/file/asakurashi_20170706131228.jpg

http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/image/useful/photo/11H29hokubugouu/3_tyousa1.png

20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2 (2017) ,

<https://gbank.gsj.jp/seamless/v2.html>

参照 2017-07-24

大分県 (2017) : 上宮山観測所の雨量データ,

<http://www.river.go.jp/kawabou/ipRainKobetu.do?init=init&obsrvId=1126500100066&gameId=01-1001&timeType=60&requestType=1&fldCtlParty=no>

参照 2017-07-07

町田洋, 太田陽子, 河名俊男, 森脇広, 長岡信浩 (2001) : 日本の地形 7 九州・南西諸島, 東京大学出版会, p.83-86

参 考

土砂災害緊急調査 A 委員会

委員長：砂防学会会長 丸谷知己

副委員長：副会長 海堀正博、南 哲行、小川紀一郎

支部長（被災地域）：久保田哲也

委員：委員長が指名し委嘱した者 水野秀明、

研究開発部会長：地頭蘭隆

事業部会長：大野宏之

事務局長：杉浦信男

本報告書の著者一覧

はじめに 丸谷知己（砂防学会長、北海道大学大学院農学研究院）

大野宏之（事業部会長、（一財）砂防・地すべり技術センター）

第1章 水野秀明（九州大学大学院農学研究院）

第2章 水野秀明（同上）

丸谷知己（同上）

第3章 清水 収（宮崎大学農学部）

鈴木大和（国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部土砂災害研究室）

中濃耕司（東亜コンサルタント株式会社熊本支店）

藤澤康弘（（一財）砂防・地すべり技術センター総合防災部）

第4章 地頭園隆（研究開発部会長、鹿児島大学農学部）

高木将行（国立研究開発法人土木研究所土砂管理研究グループ）

相楽 渉（（一財）砂防・地すべり技術センター斜面保全部）

山田勇智（日本工営株式会社福岡支店）

第5章 丸谷知己（同上）

大野宏之（同上）