

2017年九州北部豪雨による北野平野の土砂堆積 と地形

DEPOSITED SEDIMENT IN THE KITANO PLAIN BY THE 2017 NORTHERN KYUSHU HEAVY RAIN AND LANDFORMS

黒木 貴一¹・磯 望²・後藤 健介³

Takahito KUROKI, Nozomi ISO and Kensuke GOTO

¹福岡教育大学 (〒811-4192 宗像市赤間文教町 1-1)

E-mail: kuroki0@fukuoka-edu.ac.jp

²西南学院大学名誉教授 (〒814-8511 福岡市早良区西新 6-2-92)

E-mail: iso@seinan-gu.ac.jp

³大阪教育大学 (〒563-0026 大阪府池田市緑丘 1-2-10)

E-mail: goto@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

Key Words: *the 2017 Northern Kyushu heavy rain, flood, sediment, flow direction, facies*

1. はじめに

平成29年7月(2017年)九州北部豪雨では、脊振山地東区域に生じた線状降水帯で豪雨となり、朝倉では5日13時に88.5mm、16時に106mmの猛烈な雨量を観測した。降り始めから7日15時までの雨量は608.5mmに達した。このため福岡県の朝倉市、東峰村、大分県の日田市を中心に、斜面崩壊、土石流、氾濫による被害が生じた¹⁾。この災害に対し日本学術会議の公開シンポジウム「2017年九州北部豪雨災害と今後の対策」では、災害調査を実施した各学会からの報告がなされたが、災害の再来期間に対し異次元の視点の重要性が指摘された²⁾。一方、この豪雨災害に対する自然災害研究協議会の西部地区部会の報告では、土砂災害発生状況³⁾、林地荒廃⁴⁾、斜面崩壊⁵⁾、深層風化斜面⁶⁾など、山地・丘陵に着目した調査が多数を占めた。これは斜面崩壊の頻発とそれに伴う大量の流木に注目が集まったことを意味する。しかし土石流や氾濫は谷底平野に土砂や流木を遺棄した後、細粒土砂を含む氾濫水は北野平野の氾濫原に広がり、最後は筑後川を通じて有明海に至った。この過程でも耕地や家屋に甚大な被害が出た。ただ現状では長期的な視野を持った、平野部を対象とす

る災害調査報告が少ない。そこで本研究では、平野での現地調査に基づき、氾濫水の挙動と土砂堆積そして地形との関連を記録し、氾濫水の動きと被害との関係を地形と関連付けて議論する。

2. 研究方法

(1) 調査対象地域

図-1は朝倉市南部に設定した34.5km²の研究対象地域(東西9.2km×南北3.75km)を示す。地質図⁷⁾によれば変成岩、花崗閃緑岩、火山岩による三郡山地の南側斜面を中心として斜面崩壊や土石流が、断層角盆地⁸⁾とされる北野平野北東部に氾濫が生じた。

(2) 現地調査と分析

現地調査では、被災状況とともに、土砂の層相と層厚、氾濫水の流向、浸水深、流木堆積状況などを確認した。また被災場所の地形を確認した。調査結果は層厚と流向の分布図とした。流向は北から時計回りの360度で示した。

(3) 災害状況の確認と区分



図-1 研究対象地域

平成 29 年 7 月九州北部豪雨の正射空中写真⁹⁾と地理院地図の全国最新写真(シームレス)の画像情報を準備した。両者の RGB に対応する 3 バンドを GIS のコンポジットツールで 6 バンド化したのちに、最尤法分類した¹⁰⁾。分類項目は、1: 土砂, 2: 田・畑(土が露出), 3: 草地, 4: 森林, 5: 建物他, 6: 水域とした。

(4) 標高変化の分析

国土交通省九州地方整備局河川部河川計画課が 2017 年 1 月と 9 月に取得した DEM や正規空中写真を活用した。DEM 差分を 1m グリッドで求め、地形と土砂堆積・侵食との関係を検討した。

3. 土砂範囲と流向分布の確認



図-2 土地被覆区分と氾濫水の流向 *原図はカラー

図-2 は北野平野の土地被覆区分である。建物他で示される大分自動車道の北側では、①山地・丘陵の斜面崩壊と、②谷底平野を流れた土石流を示す土砂範囲が鮮明である。その南側の氾濫原では、桂川の筑後川への合流点まで、妙見川および桂川の流路を中心に広がる土砂範囲が区分された。それは延長約 8km で最大幅は約 2km あるが桂川経路に合わせ蛇行している。一方その中にあり、土砂ではなく③建物他の区分された場所が島状に分布し、さらに④農作物用のビニールハウスが建物他として広く区分された図中央に土砂が達していない。この建物他の区分範囲は周囲より高い自然堤防に相当する。

流向を確認できた痕跡のある景観を示す。写真-1 は入地南の景観で、道路上に薄く土砂が残り水田は厚く土砂で覆われた。標識ロープに引っかかったトラッシュの中に 270 度を向く棒が多数あり、水田にはその方向に長軸を持つ微凹地が残された。写真-2 は善光寺南の景観で、道路西側が洗掘され盛土材が露出する。流出した盛土材の長軸が 270 度を向く。そのほかの地点では、道路上の砂模様や固定物に残された枯草の屈曲方向などを流向の根拠とした。

図-2 によれば、主な流向は西～南西で、筑後川への合流点に向かう桂川の流下方向にある。しかし山田と金場では流向は谷底平野の開く方向を向く。これは山地・丘陵から強い氾濫水がもたらされたことを示す。さらに桂川では比良松、入地南西、坂井、建出、長田で、妙見川では沖野、下古毛で、流向は河道に直交～斜交するが、これは堤防から越流し氾濫水が堤内に拡散したことを示す。

したがって、土砂・トラッシュを含む洪水が、桂川流域の支谷を通じて北野平野の氾濫原に達する中、

支流・本流の各所で氾濫して堤内に土砂が拡散していった過程と、土砂を失いつつも氾濫水が桂川近傍の低い土地を蛇行しながら筑後川に達した過程を推定できる。



写真-1 入地南の景観 * 地点は図-2 参照



写真-2 善光寺南の景観 * 地点は図-2 参照

4. 地形と被害と土砂の特徴

(1) 地形と浸水被害

写真-3 は段丘にある比良松中学校の景観である。学校が設置された段丘の構成層は Aso-4 火山灰を含む砂礫層である。学校自体は浸水しなかったが、桂川右岸の段丘崖が侵食されて体育館の基礎が露出し、技術室は基礎を失って倒壊した。このように段丘面に被害は見られないが段丘縁(崖)で被害があった。

写真-4 は、上畑の後背湿地の水田と自然堤防の宅地の景観である。自然堤防上の宅地では水深約 50cm だったがトラッシュが多く土砂はあまり堆積せず被害は軽微だった。当地でのトラッシュは麦わらや野菜が多かった。しかし旧河道も含め後背湿地の水田では約 1m 以上水没し、場所により稲が埋没する程の

土砂が堆積した。このような微地形の違いによる水没と土砂堆積の特徴は多くの地点で確認した。



写真-3 比良松中学校の侵食の景観 * 地点は図-2 参照



写真-4 上畑の水田と宅地の景観 * 地点は図-2 参照

このように旧河道も含め後背湿地では水深が深く土砂が厚く残り被害が大で、自然堤防では水深が浅く土砂は少なく被害が小という一般的な氾濫原の被害型を確認した。

(2) 堆積土砂の層相

氾濫原に堆積した土砂を確認する。写真-5 は比良松 2 から約 70m 離れた比良松 1 を望む景観である。桂川が破堤し土嚢による仮復旧の場所から手前側に氾濫水が流出し、水田に灰白色の大量の土砂が放射状に残されており、サンドスプレーが形成された。流木の長軸は流向 268 度を示す。土砂は最大径約 20cm の円礫を混入させる厚さ 60cm 以上の砂層であり、桂川に近いほど礫割合は高まる。比良松 2 では水田土壌の上に粗～細粒砂が約 40cm 堆積した。この比良松で観察された砂礫主体の土砂は山地・丘陵地内の谷底平野ではよく見られるが氾濫原では珍しい。

写真-6 は谷底平野の出口に近い金湯の褐色の土



写真-5 比良松2から比良松1を望む風景 *地点は図-2参照
2参照

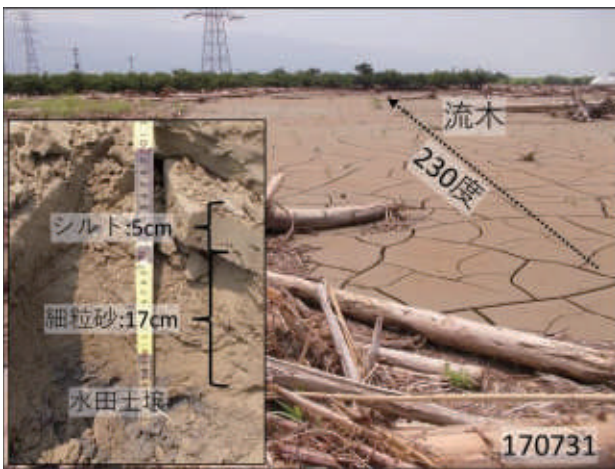


写真-6 金湯の土砂堆積の風景 *地点は図-2参照

砂と流木の広がる風景である。土砂表面には乾燥し収縮したための亀甲模様ができた。遠方の樹木付近に三連水車に向かう堀川用水がある。流木、トラッシュ、土砂堆積の凹凸から流向230度とした。土砂は水田土壌を覆うが、下位に細粒砂17cm、上位にシルトが5cm堆積した。写真-7は最下流で筑後川への合流点付近にある藤島での土砂である。水田土壌を褐色のシルトが薄く(0.2cm)覆っている。

下古毛1と下古毛2は妙見川左岸にあって、前者が川から約35m離れ、後者が約5m離れている。下古毛1では、シルトが6cm堆積し、下古毛2では、下位に細粒砂が3cm、上位にシルトが5cm堆積した(写真-8)。両地点の流向は妙見川に直交する南向きである。これより、妙見川を越流した氾濫水は急速に運搬力が低下し、川近傍の下古毛2に細粒砂を残したが、その後氾濫水の勢いは弱まって両地点をシルトが覆ったことが考えられる。

このように堆積土砂の観察から、氾濫原の堆積土砂は下位の細粒砂と上位のシルトに2大別され、場

所によりその割合が異なることが分かった。その堆積土砂は全体的に見て上流で厚く下流で薄くなるが、下流ではシルトの割合が増す。また越流場所に近い程細粒砂の割合が高く層が厚くなる傾向を持つことも分かった。



写真-7 藤島での土砂 *地点は図-2参照

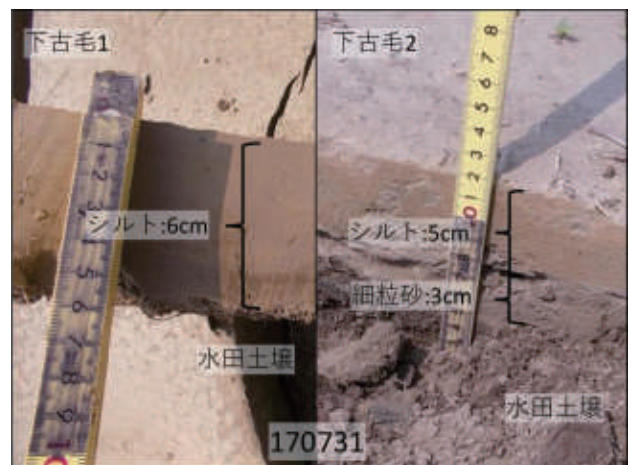


写真-8 下古毛1と下古毛2の土砂 *地点は図-2参照

5. 氾濫による土砂分布と地形との関係

図-3に各地点の土砂厚に関し、層相のシルトと細粒砂を区分しその割合を円グラフで示した。さらに土砂厚を円の大ききで示した。これまで確認できた土砂堆積の特徴の空間的な広がりを確認する。

東端の恵蘇宿から西端の藤島の全体を上下流方向で見ると、確かに堆積土砂は上流で厚く下流で薄い。来光寺や比良松の場合、土砂は100%細粒砂(比良松は粗～中粒も含む)で厚い。これは、両地点が谷底平野の出口に近い。支流から勢いのある氾濫水による厚い土砂堆積があったことを示す。また山田付近も同条件での細粒砂の堆積が考えられる(山田は細粒砂76%)。

逆にシルト分は、谷底平野の出口から離れると多い。入地南や入地南西の場合、土砂はほぼ100%細粒砂で厚い。これは、両地点が越流場所に近いため、堤防を越えて勢いのある氾濫水で比較的厚い粗粒な土砂堆積があったことを示す。また、下古毛2、小塚でも同条件での細粒砂の高割合の堆積が考えられる(下

上下流方向で見て、上流で土砂が厚く下流で薄い。谷底平野の出口付近の合流点で土砂が厚くなるが、砂割合が多い。しかし合流点間や下流に至り流れが穏やかになる場所は、シルト割合が増す。(3)河川の横断面では、堤防近傍では土砂は厚く砂の割合が高いが、離れるにつれて土砂は薄くなり、砂の割合が

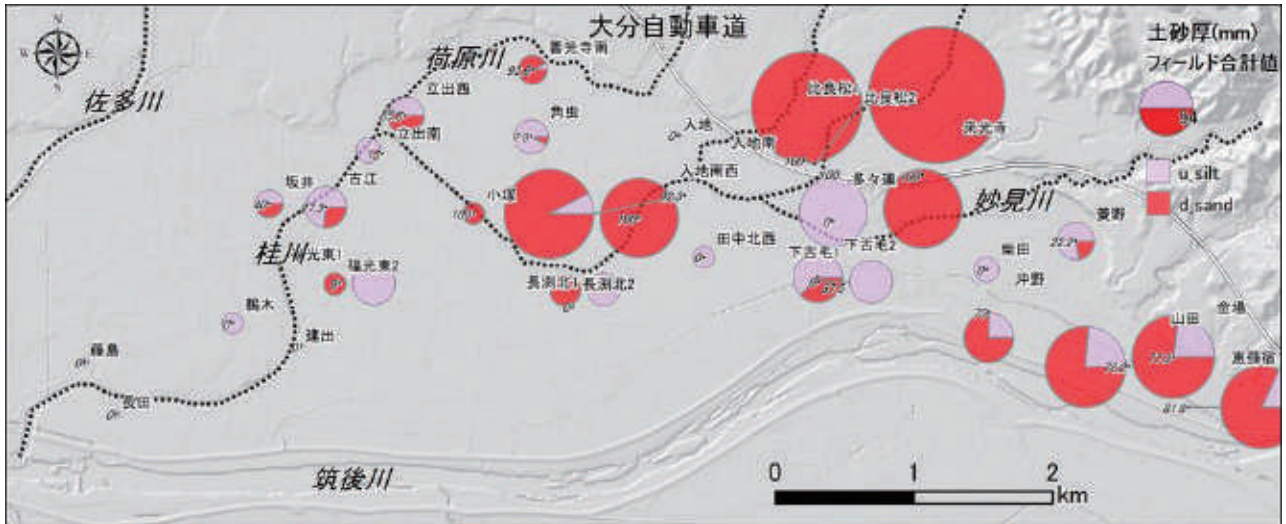


図-3 氾濫域の層相と土砂厚

古毛2は細粒砂37.5%、小塚は細粒砂100%)。逆にシルト分は、越流場所から離れると多い。

以上の堆積状況の確認結果をモデル化する(図-4)。(1)水系と氾濫水の動きでは、無堤防区間では、支流が合流して水量は増し河道幅が広がって氾濫域が形成され、堤防区間では、洪水による越流で氾濫域が形成された状況を示す。(2)河川の縦断面では、

低下する。

このように、これらの土砂堆積は教科書¹¹⁾にある氾濫原の微地形の解説にある、砂による自然堤防、シルト・粘土による後背湿地の形成と共通する。ただ本現象は、支流の氾濫で生じ、全体で見て後背湿地(旧河道も含め)内での堆積のため、筑後川本流性の土砂堆積を伴う地形形成に比べれば、支流性で相対的に小さい地形形成を伴う氾濫だったといえる。

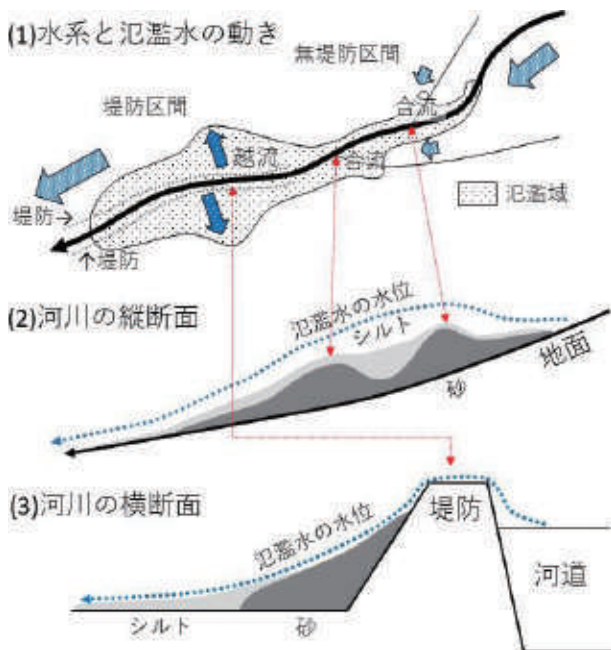


図-4 氾濫の堆積状況のモデル

6. まとめと今後の課題

2017年九州北部豪雨による北野平野の氾濫原での土砂堆積の特徴をまとめると以下の通りである。

- 1) 今回の豪雨では、土砂・トラッシュを含む洪水が、桂川流域の支谷を通じて北野平野の氾濫原に達し、支流・本流の各所で氾濫して堤内に土砂を拡散させた。次に氾濫水は土砂を失いつつも桂川近傍の低い土地を蛇行しつつ筑後川に達した
- 2) 後背湿地では水深が深く土砂が厚く残り被害が大で、自然堤防では水深が浅く土砂は少なく被害が小という一般的な氾濫原の被害となった。
- 3) 氾濫原の堆積土砂は下位の細粒砂と上位のシルトに2大別される。その堆積土砂は全体的に見て上流で厚く下流で薄くなるが、下流ではシルト割合が増す。また越流場所に近い程細粒砂の割合が高くそれが厚くなる傾向も持つ。

4) 今回の土砂堆積には教科書に示された氾濫原の微地形形成との共通性が確認された。ただ本現象は、氾濫原の中の主に後背湿地内で生じており、筑後川本流性の土砂堆積を伴う地形形成に比べれば小さかった。

地形形成のイベント的な周期の中で、今回の氾濫がどのように位置にあったかは、今後、上流の地形変化と今回の土砂堆積とを関連付けることから考察する必要がある。

謝辞：現地調査では、科学研究費の基盤研究(B)「東日本大震災の経験と地域の条件をふまえた学校防災教育モデルの創造(研究代表者：村山良之)」を利用した。国土交通省九州地方整備局河川部河川計画課の担当者様には今回の豪雨災害に関するDEM使用に便宜を図っていただいた。当該情報の所在や利用に関し、福岡大学工学部の村上哲先生及び九州大学工学部の三谷泰浩先生に教示・支援いただいた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 消防庁応急対策室：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74報), <http://www.fdma.go.jp/bn/09ef45441f607f6e551b0865953cecf9c8b5ec46.pdf>, 2018. (2018年11月30日閲覧)
- 2) 小池俊雄: 異次元に向かう -10^2 から 10^3 へ-, Newsletter, 12巻, 4号, p1, 2018.
- 3) 志賀竜巳, 鈴木素之, 西山浩司, 大石博之, 井柳卓也,

矢野健二, 坂口和之, 松木宏彰: 新旧土石流堆積物と既往災害記録を考慮した福岡県朝倉市山田地区の土砂災害発生状況, 自然災害研究協議会西部地区部会報・論文集, 42号, pp. 59-62, 2018.

- 4) 久保田哲也: 平成29年九州北部豪雨による林地荒廃と流木発生の特徴概要, 自然災害研究協議会西部地区部会報・論文集, 42号, pp. 63-66, 2018.
- 5) 高橋亮丞, 笠間清伸, 古川全太郎, 山本秀平・中西隆之介: 平成29年7月九州北部豪雨で発生した斜面崩壊の形状と土量の分析, 自然災害研究協議会西部地区部会報・論文集, 42号, pp. 75-78, 2018.
- 6) 山本秀平, 高橋亮丞, 笠間清伸, 古川全太郎・八尋裕一: 平成29年7月九州北部豪雨で被災した深層風化斜面の物理特性の分析, 自然災害研究協議会西部地区部会報・論文集, 42号, pp. 79-82, 2018.
- 7) 地質調査所: 1:200,000地質図「福岡」, 1993.
- 8) 大矢雅彦: 地形分類より見た筑後平野の特色, 早稲田大学教育学部, 学術研究-地理学・歴史学・社会科学編-, 24号, pp. 1-18, 1978.
- 9) 国土地理院: 平成29年7月九州北部豪雨に関する情報, http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H29hukuoka_ooita-heavyrain.html, 2017. (2017年11月30日閲覧)
- 10) 黒田圭介, 黒木貴一, 宗建郎: コンポジット空中写真画像を用いた土地被覆分類図作成試案, 環境科学論文集, 25号, pp. 239-244, 2011.
- 11) 熊木洋太, 鈴木美和子・小原昇: 技術者のための地形学入門, 山海堂, 212p, 1995.

(2018. 5. 18 受付)