

令和4年8月に発生した山形県南部豪雨災害について

本山 功¹・岩田尚能¹・加々島慎一¹・橋本智雄²・森藤 勉²・柴田 樹²・片桐 悟²

¹ 山形大学理学部, 〒990-8560 山形市小白川町 1-4-12

² 中央開発株式会社東北支店, 〒984-0016 宮城県仙台市若林区蒲町東 20-6

1. はじめに

令和4年(2022年)8月3日から4日にかけて、低気圧と前線の影響により東北地方各地で豪雨災害が多発した。とくに山形県南部から新潟県北部におよぶ地域では線状降水帯によって記録的な大雨となり、河川や用排水路の氾濫による浸水・冠水・洗掘・侵食や、斜面崩壊、溜め池の決壊、橋梁の落下などの甚大な被害が生じた。降雨は8月3日の昼頃から強まり、19時15分には山形県飯豊町、長井市、川西町、高畠町、南陽市、米沢市を対象に気象庁によって大雨特別警報が発令された。これは2013年運用開始以来山形県内では初めてとなる警戒レベル5であった。飯豊町の複数の雨量観測所で、8月3日から4日にかけて300mmを超える累積雨量が観測された(図1)。山形大学災害環境科学研究センター(以下災害環境研)と中央開発株式会社東北支店は合同調査隊を組織して、被害の著しかった飯豊町を中心に、中山町から米沢市にかけての最上川・白川流域において発災後数回にわたって現地調査を行ったことから、把握した変状や被害状況についてここに報告する。線状降水帯により甚大な被害が生じた山形県における初めてのケースであることから、本報告が今後の災害研究と地域防災に資する基礎資料として役立つことを期待する。

令和4年8月豪雨により被災された方々に、心よりお見舞いを申し上げます。

2. 令和4年8月豪雨

令和4年8月3日から4日にかけて、前線を伴う温帯低気圧が東北地方を西から東へ通過し、これに向かって暖かく湿った空気が南側から流れ込んだため、青森県・秋田県・山形県・新潟県北部で大雨となった。飯豊町や長井市では8月3日の午前7～8時頃に雨が降り始め、13時頃に強まって飯豊町北部の椿観測所と飯豊町中部の高峰観測所においてそれぞれ61mmと42.5mmの時間雨量が記録された(図1)。また概ねこれと同じタイミングで(8月3日12～14時)、飯豊町・長井市・川西町・高畠町・南陽市・米沢市を対象に気象庁によって洪水警報と土砂災害警戒情報が発表された(URL2)。その後一旦小康状態となったが、高峰・椿・長井市の平山観測所の記録によると16時頃から再び強まり21時頃にかけて激しい雨が続いた。この間、16時20分に大雨特別警報の警戒レベル3(高齢者等避難)、18時15分に警戒レベル5(緊急安全確保)、19時7分に記録的短時間大雨情報が発表された。高峰観測所と椿観測所における降り終わり(8月4日9～10時)までの累積雨量はそれぞれ308mmと476mmに達した。下屋地観測所の記録によると飯豊町南部では21～22時に一時的に強まり、降り終わり(8月4日11時)までの累積雨量は183mmとなった。朝日町の白倉観測所では20mmを超える時間雨量は観測されなかったが、日付が変わる頃に累積雨量が100mmを超えた。

大雨の範囲は概ね置賜地域西部であったが、白川・最上川の水位の上昇により、12時43分に飯豊

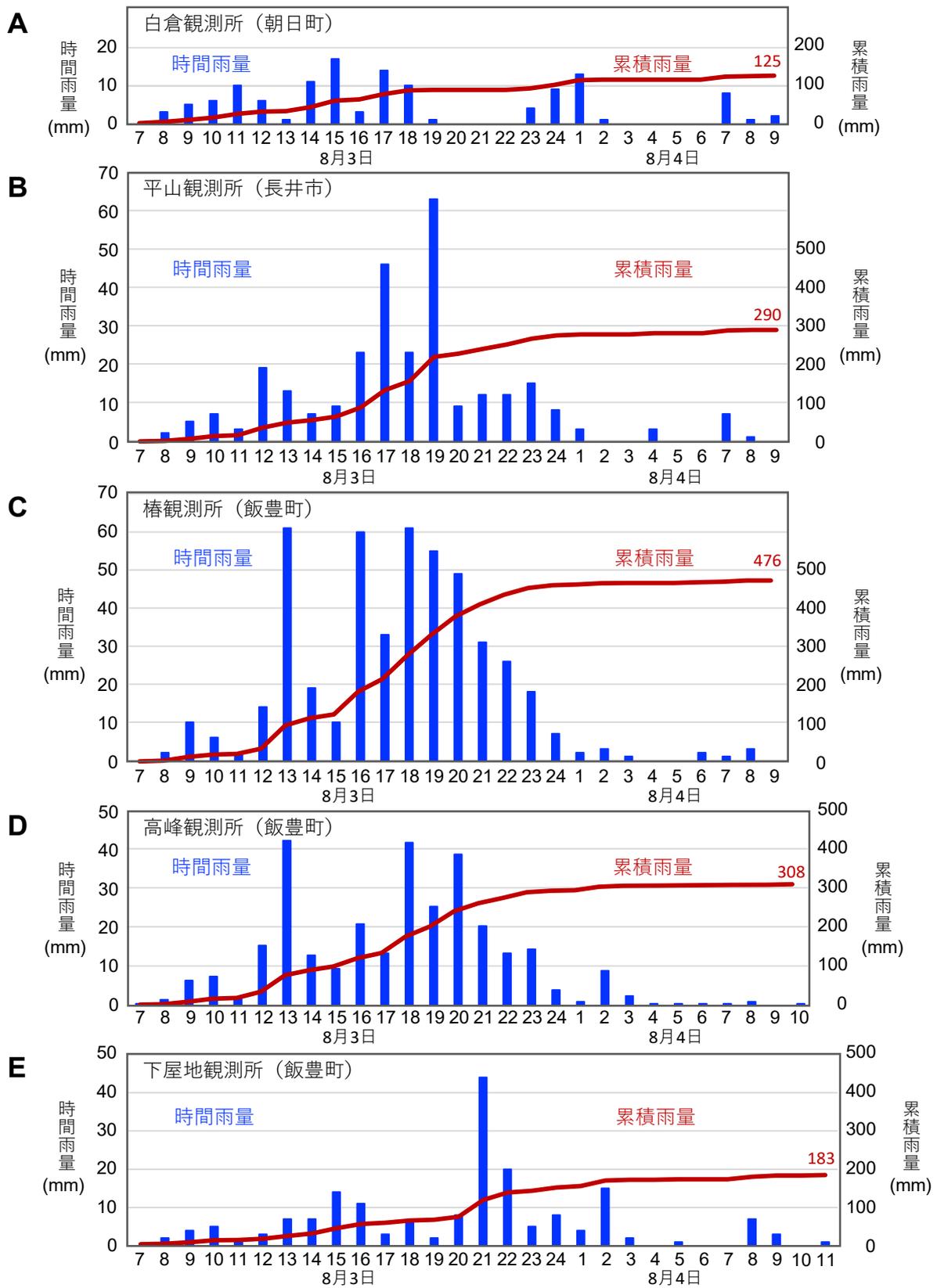


図1. 国土交通省最上川水系朝日町白倉観測所 (A), 長井市平山観測所 (B), 飯豊町樁観測所 (C), 高峰観測所 (D) および下屋地観測所 (E) における2022年8月3日から4日にかけての時間雨量と累積雨量. データはURL1に基づく.

町, 13 時 24 分に長井市, 16 時 51 分に白鷹町, 17 時 07 分に朝日町と大江町, 日付が変わって, 8 月 4 日 2 時 20 分に寒河江市・中山町・天童市, 5 時 28 分に河北町・東根市・村山市・大石田町を対象に洪水警報が発表された。最上川の増水により長井市・大江町・河北町等で氾濫が生じ, 農地が冠水したり家屋が浸水したりした。

3. 調査地域

調査は 2022 年 8 月 4 日, 6 日, 7 日, 11 日, 10 月 8 日, 19 日の 6 回にわたって行い, 調査範囲には中山町・寒河江(さがえ)市・大江町・朝日町・白鷹町・長井市・飯豊町・川西町・米沢市が含まれる(図 2, 3)。自家用車で移動しながら目視で変状を把握し, 顕著な変状を認めると下車して観察を行い, 通行が困難な場所では徒歩で調査した。空撮にはドローン(DJI Mavic Pro)を使用した。調査日と調査地域は次の通りである。

8 月 4 日: 中山町を起点に寒河江市・大江町・朝日町・白鷹町・長井市を経て飯豊町まで, 最上川沿いに自家用車で移動しながら調査を行った。大江町左沢(あてらざわ)地区の最上川氾濫箇所や長井市下伊佐沢(しもいさざわ)地区の最上川越水箇所などを巡って, 15 時半頃に飯豊町に至り, 飯豊町萩生(はぎゅう)地区の萩生川三谷(みつや)橋付近, 飯豊町黒沢地区の JR 米坂線萩生川鉄橋付近, 飯豊町椿地区町民総合センターあ〜す付近, 飯豊町椿地区, 飯豊町松原地区の小白川橋付近を調査した。

8 月 6 日: 朝日町から大江町にかけて自家用車で移動しながら調査を行い, 最上川および朝日川流域の朝日町三中地区, 太郎地区の太郎橋・白倉橋付近, 松程(まつほど)地区の小舟木沢橋付近および大江町左沢地区を調査した。

8 月 7 日: 飯豊町椿地区の柳沢排水路, 小白川地区の舟越〜芋兀(いもはげ)付近, 米坂線小白川鉄橋付近において詳しい観察を行った。飯豊町高峰地区から小屋地区にかけての白川上流域, 米沢市西部と川西町西部の山間地域について自家用車で移動しながら調査を行った。

8 月 11 日: 飯豊町萩生地区の弥五郎(やごろう)橋・諏訪橋付近, 飯豊町黒沢地区の黒沢橋付近, 飯豊町小白川地区の舟越付近および大天伯(だいてんはく)橋付近, 白川に架かる長井市歌丸地区の白川橋, 飯豊町添川地区の飯豊橋および長瀬橋, 手ノ子地区の外記川原(げきがわら)橋, 中里橋, 手の子橋および宇津川橋, 飯豊町高峰地区の毛下野(けげの)橋と橋本橋付近。

10 月 8 日: 飯豊町萩生地区の高野(こうや)付近, 弥五郎橋および二反田(にたんだ)橋付近, 飯豊町黒沢地区の米坂線萩生川鉄橋付近と萩生川河口付近, 飯豊町椿地区の松ノ下および飯豊中学校付近, 飯豊町小白川地区の舟越〜芋兀付近, 飯豊町小白川地区の大巻橋付近。

10 月 19 日: 飯豊町萩生地区の高野付近, 小白川地区の舟越付近。

8 月 7 日の調査は本山 功・岩田尚能・加々島慎一・橋本智雄・森藤 勉・柴田 樹・片桐 悟の 7 人で行った。10 月 8 日は, いいで農村未来研究所豪雨災害調査チームにより調査が行われ, 災害環境研からは本山が参加した。8 月 4 日と 11 日, 10 月 19 日の調査は本山が, 8 月 6 日の調査は岩田が行った。

3.1. 地形と地質

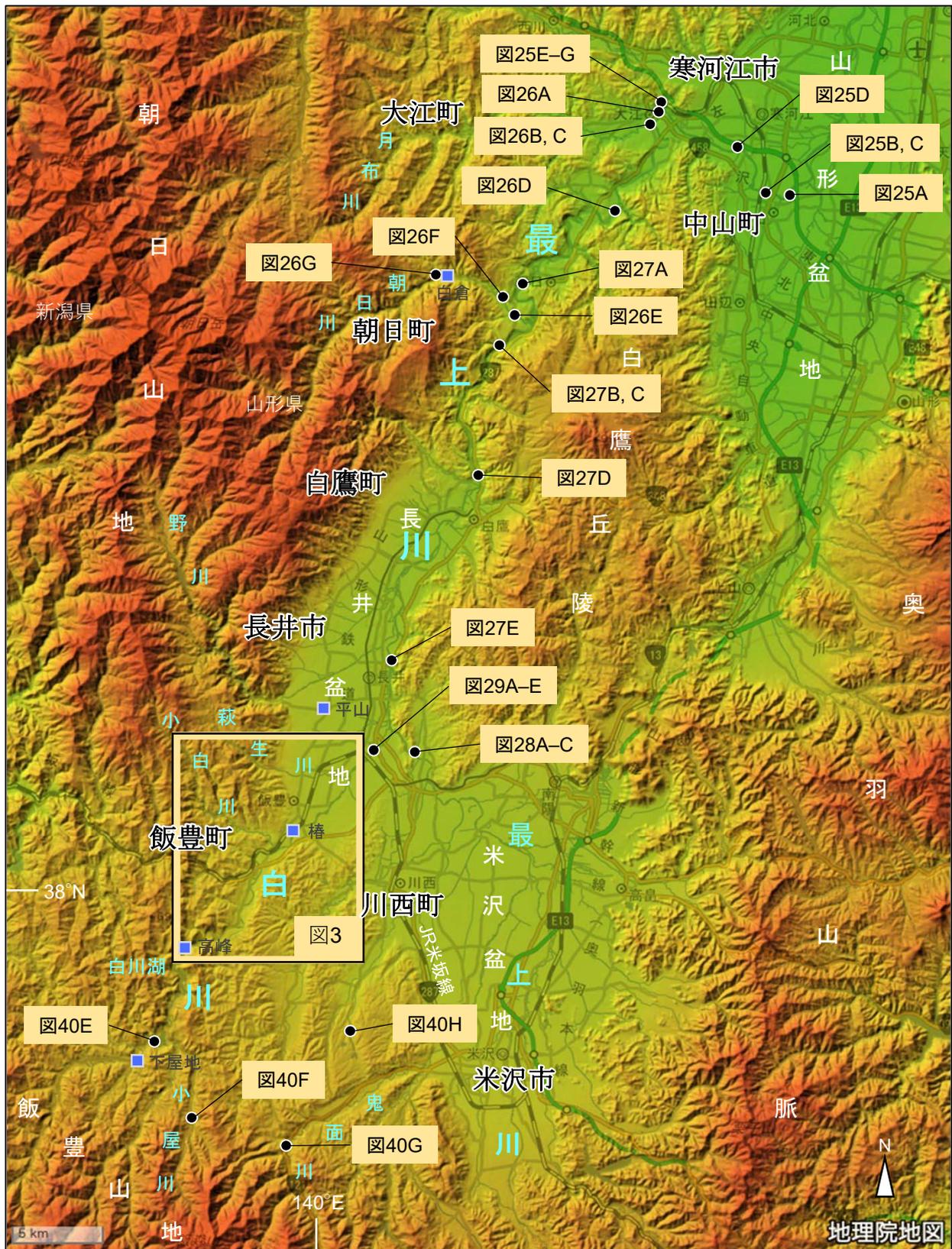


図2. 調査位置図. ベースマップに地理院地図の色別標高図を使用した (URL3). 青い四角は図1の雨量観測所の位置を示す.

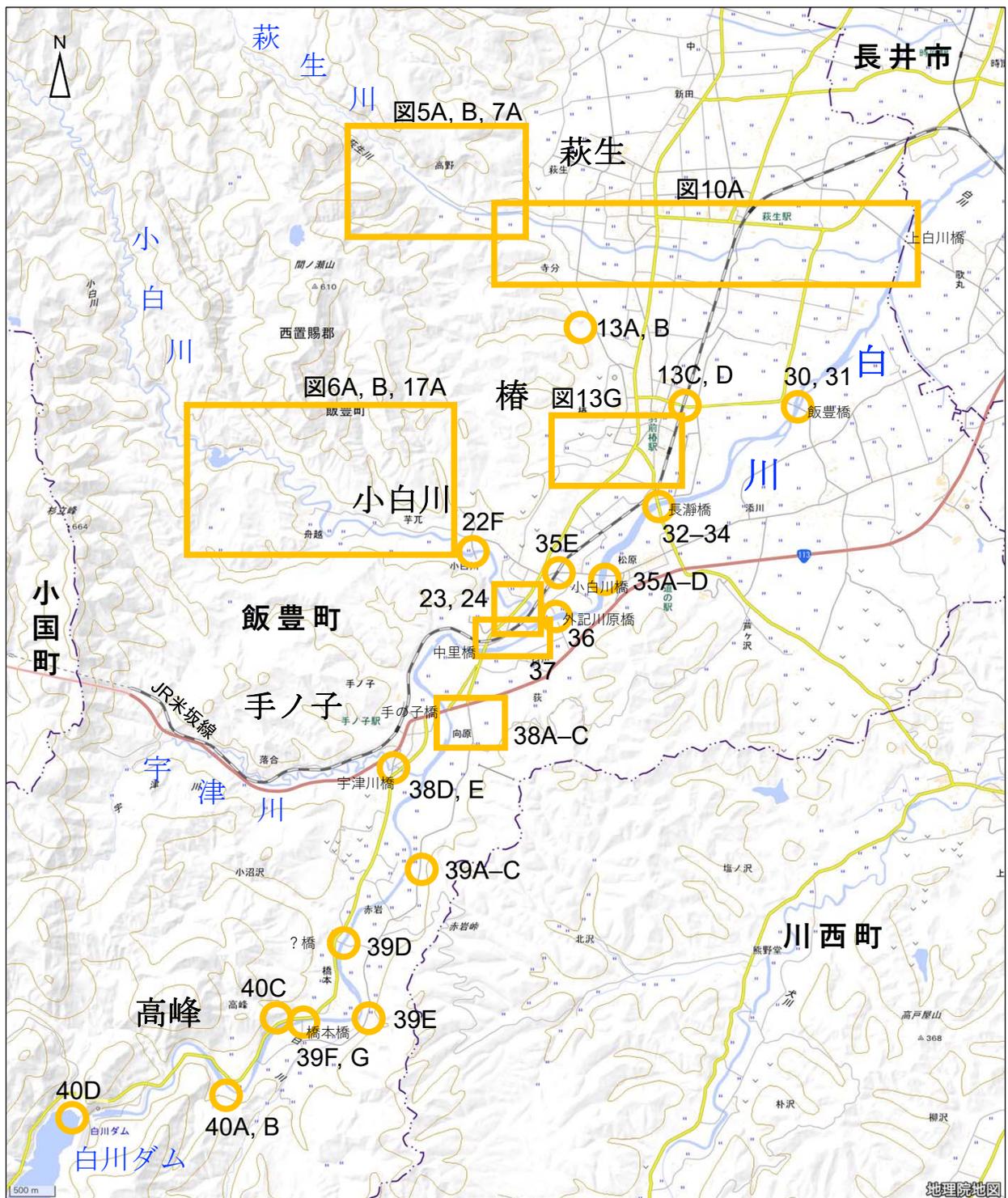


図3. 飯豊町における調査位置図. ベースマップに地理院地図の標準地図を使用した (URL3) .

山形県南部の置賜地域の地形は、吾妻連峰・飯豊山地・朝日山地・奥羽山脈などの 2000 m 級の起伏の大きな山地とそれらに取り囲まれた盆地を特徴とする（図 2）。置賜地域の大部分は最上川水系に属するが、西部の荒川水系は独立して西へ流れ新潟県境を越えて日本海へと注ぐ。南部の吾妻連峰に源を発した最上川は米沢盆地を北へ貫流し、飯豊山地から北流してきた白川（置賜白川）や朝日山地から東流してきた野川（置賜野川）などの水を集めながら長井盆地を抜け、朝日山地と白鷹丘陵の境をなす五百川峡谷で流れを速めて白鷹丘陵の北側で東へ転向して山形盆地へと流出する。飯豊町の範囲はほぼ白川水系の範囲と一致する。飯豊町から長井市にかけての地域は 1967 年の羽越水害の時に大災害を被った経験がある（山形県総合学術調査会，1968）。その羽越水害を契機に治水事業が進められ、白川ダムや長井ダムなどの多目的ダムの建設により洪水調節機能が高められてきた。

置賜地域の地質は白亜系花崗岩類・変成岩類，新第三系火山岩類・堆積岩類，第四系堆積層，第四紀火山からなる（山形応用地質研究会，2016）。花崗岩類・変成岩類は置賜地域を取り巻くように宮城・福島・新潟との県境に沿って標高の高い山地の中核部に分布し，この地域の基盤をなす。新第三系はその内側に分布し，とくに朝日山地と飯豊山地の間の小国町・飯豊町に広く分布する。米沢盆地と長井盆地は段丘堆積物・扇状地堆積物・後背湿地堆積物など河川成の第四紀堆積物によって埋積されている。置賜地域には第四紀火山が二つあり，一つは南東端の吾妻火山，もう一つは北東端の白鷹火山である。白鷹町から大江町にかけての最上川沿いの地質は新第三系火山岩類・堆積岩類からなる。飯豊町の中部～北部の山地の地質は泥岩・砂岩を主とする中新・鮮新統からなり，南部の地質は主に中新統の火山岩類からなる。飯豊町の山地は典型的な第三紀層地すべり地帯であり，地すべり地形の分布は新第三系の凝灰岩・泥岩の分布域と重なる（図 4）。

4. 調査結果

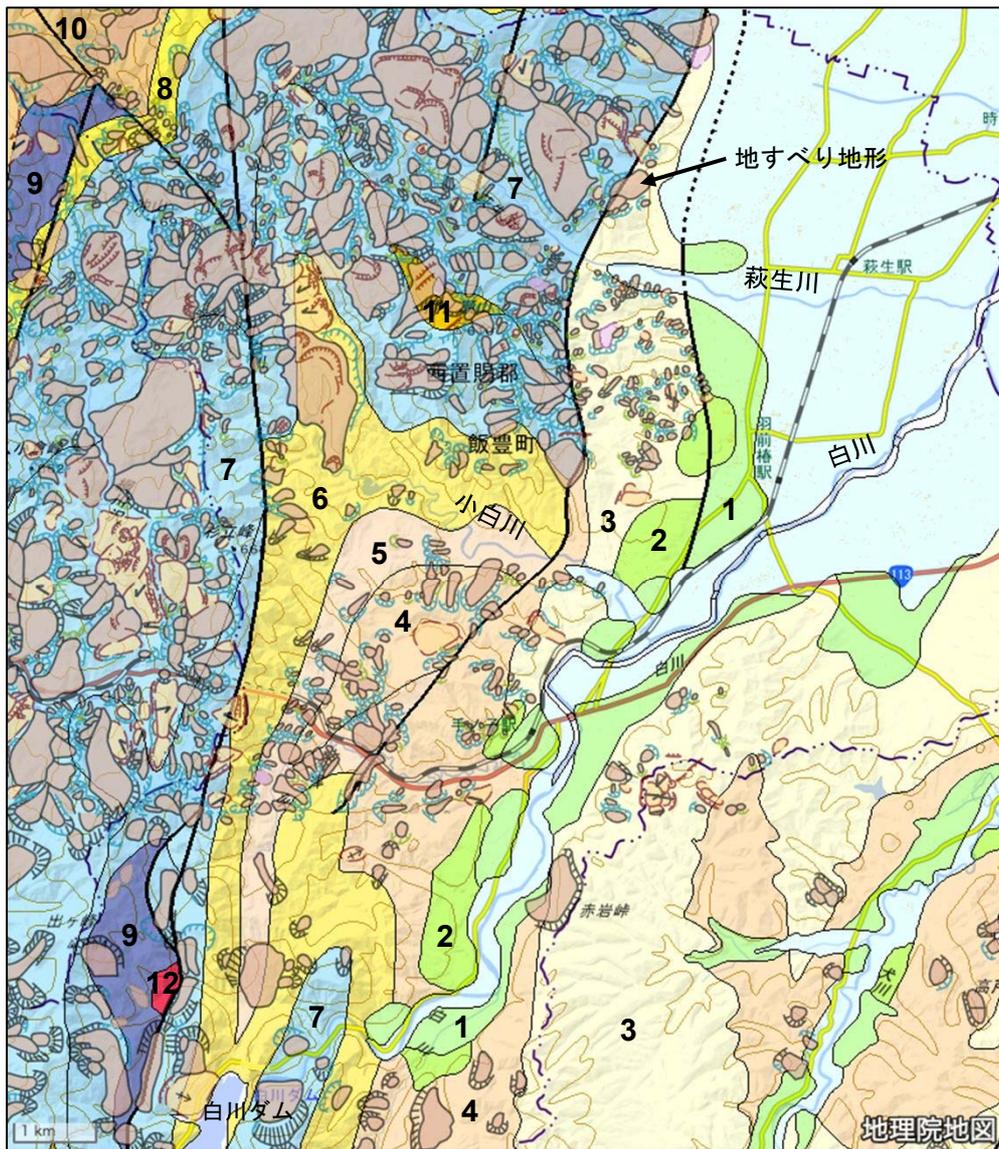
令和 4 年 8 月豪雨では，線状降水帯の影響を強くうけた飯豊町の北部において顕著な災害が発生したことから，まず飯豊町萩生・椿・小白川地区（図 3，5，6）における調査結果について述べ，その後に最上川沿いに下流から上流へ向けて中山町から長井市までと，白川沿いに下流から上流へ向けて長井市から飯豊町小屋地区までと米沢市西部・川西町西部における調査結果を順に述べる。椿地区と小白川地区については橋本ほか（本報告書）によって詳しく述べられているので，合わせて参照されたい。

4.1. 飯豊町萩生川流域（図 7～12）

萩生川は朝日山地南東部の標高 800 m ほどの山地に源を発し，東流して白川に注ぐ全長 10 km 余りの小河川であり，全流域が飯豊町に含まれる（図 2）。飯豊町高野の新沼橋付近から上流 2 km の間は V 字谷をなし，その下流 1 km ほどの間の中流部は，幅 100 m ほどの谷底低地から扇状地へと移り変わる（図 5）。さらに下流は扇状地の中を 4 km にわたって流れ，河道は河床の浅い天井川をなし，ついには白川に注ぐ（図 10A）。萩生川流域の山地の地質は，泥岩を主とする中部中新統の沼沢層と砂岩・礫岩・泥岩等からなる鮮新統の手ノ子層からなる（皆川，1971；山形応用地質研究会，2016）。

4.1.1 飯豊町萩生地区の高野付近（図 7～9）

萩生川が V 字谷状の山地から谷底低地に出るところにあたり，スリット式の砂防ダムが設置されている（図 7，8B～D）。図 7B の中央奥にスリットダムが見える。この砂防ダムより下流側の河道は人工的に直線的に改修され両岸がコンクリート護岸されている。元の河道幅は図 7B の中央やや下の新沼橋の幅と同じであり，上流へ向かって同じ幅の側壁の跡が残っている。2015 年と 2021 年に撮影された



地質図の凡例 1, 更新世中～後期段丘堆積物. 2, 更新世前期段丘堆積物. 3, 更新世非海成層(手ノ子層・中原層). 4, 中新世メッシニアン期～鮮新世非海成層砂岩・砂岩泥岩互層ないし砂岩・泥岩(高峰層・手ノ子層). 5, 中新世メッシニアン期～鮮新世デイサイト・流紋岩・大規模火砕流(高峰層). 6, 中新世後期ランギアン期～トートニアン期海成層砂岩(宇津峠層). 7, 中新世後期ランギアン期～トートニアン期海成層泥岩(沼沢層・湯小屋層). 8, 中新世バーディガリアン期～前期ランギアン期, 汽水成層ないし海成・非海成混合層砂岩, 砂岩泥岩互層ないし砂岩・泥岩(明沢橋層). 9, 中新世バーディガリアン期～前期ランギアン期, 玄武岩溶岩・火砕岩(眼鏡橋層). 10, 中新世バーディガリアン期～前期ランギアン期, 汽水成層ないし海成・非海成混合層礫岩(眼鏡橋層). 11, 中新世後期ランギアン期～トートニアン期安山岩. 12, 古第三紀花崗閃緑岩.

図4. 飯豊町中～北部の地質および地すべり地形. 国土地理院ウェブサイト (URL3) で, 地理院地図の標準地図 (URL3), 防災科学技術研究所の地すべり地形分布図日本全国版 (URL4), および産業技術総合研究所地質調査総合センターの20万分の1日本シームレス地質図V2 (URL5) を重ね合わせた (2023年4月24日閲覧). 地質図の凡例に示す括弧内の地層名は柳沢・山元 (1998) に基づく.



図5. 飯豊町萩生地区高野付近（萩生川）の調査地域。A, 発災前（2021年6月3日撮影）のGoogle Earth画像。赤枠黄色で着色された多角形は土砂災害警戒区域・特別警戒区域を表す（URL6に基づく）。B, 発災後（2022年11月28日撮影）のGoogle Earth画像。黄色い矢印は画像から読み取った崩壊の痕跡を示す。日陰になっている斜面は読み取りが困難であった。

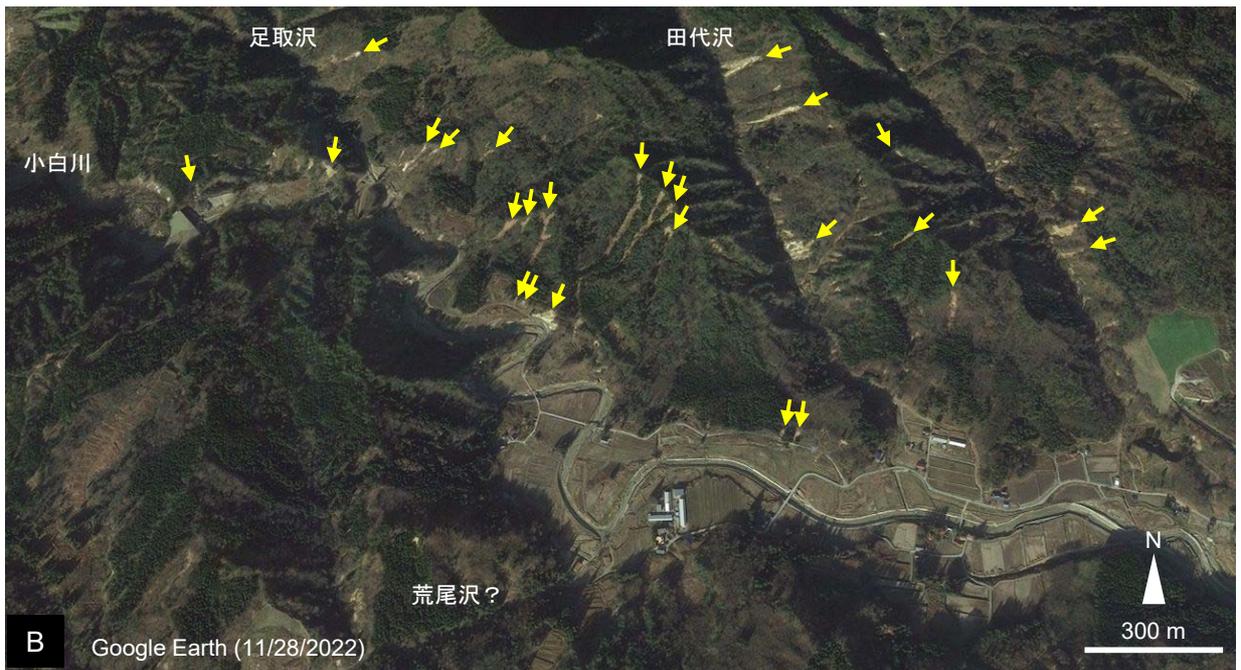


図6. 飯豊町小白川地区舟越・芋兀付近の調査地域. A, 発災前（2021年6月3日撮影）のGoogle Earth画像. 赤枠黄色で着色された多角形は土砂災害警戒区域・特別警戒区域を表す（URL6に基づく）. B, 発災後（2022年11月28日撮影）のGoogle Earth画像. 黄色い矢印は画像から読み取った崩壊の痕跡を示す. 日陰になっている斜面は読み取りが困難であった.

Google Earth 画像には新沼橋から上流へ向けて河道の右岸側（南側）に林道が並走しているが（図 5A, 8F）、発災後には全て消失していることから（図 7B, 8E）、増水によって右岸側が侵食されて川幅が倍に広がったことがわかる。また、その区間の河床は根固め工が施されていたが（図 8F）、その大部分が破壊されている（図 8E）。新沼橋のところで兩岸の一般部が流失し、橋（主桁と橋台）が原型を留めつつ孤立した状態で残されている（図 7B, 9A, B）。新沼橋のすぐ下流側では左岸側が大きく侵食されている（図 9B）。右岸側から合流する支川（右支川 a, b）から本川へ土砂や流木が多量に流下してきたことがわかる（図 7B, 8A, 9B）。図 7B の右上に写る山地斜面と図 9B の右手に写る山地斜面には表層崩壊が認められる。新沼橋付近およびそれより上流域の地質は沼沢層からなり、風化した泥岩が崩壊の素因をなしているとみられる。

スリット式の砂防ダム（図 8B～D）の上流側には多量の砂礫が堆積していることから、土砂を捕捉する砂防ダムの機能がある程度果たしたとみられる。ただし、スリット式ダムはスリットの幅よりも大きな岩塊や流木を捕捉する機能を持つが、今回はそれが認められない（図 8C, D）。これは沼沢層の泥岩が風化・侵食によって小片化しやすく、大きな岩塊は供給されず、スリットの日詰まりを起こさなかったためと考えられる。その分土砂が下流へ流下した可能性がある。スリット式ダムよりも上流にはあまり多くの流木は認められないため（図 8A～D）、萩生川における流木の主な供給源は、新沼橋の地点で合流する右支川 b であったと考えられる。発災後に撮影された Google Earth 画像をみると、新沼橋から 600 m 上流の右支川 b の北側斜面に表層崩壊が認められる（図 5B）。この表層崩壊は長さ 200 m 幅 50 m ほどの大きさを持ち、8 月豪雨による萩生川流域で生じた崩壊の中では比較的規模が大きい。この崩壊も風化した沼沢層の泥岩が素因をなしていると考えられる。発災前の Google Earth 画像をみると、この崩壊が生じた場所は針葉樹の植林地であったことがわかるが（図 5A）、崩壊の発生に樹種が影響したのか偶然だったのかはわからない。新沼橋付近およびそれより下流の萩生川にもたらされた流木の主な供給源は、おそらくこの崩壊だろうと考えられる。

新沼橋よりも下流の萩生川の兩岸は農地からなり、川岸が侵食されて農地の一部が流失し、農地の多くは洪水堆積物で覆われている（図 9B～E）。南高野橋の 200 m 上流右岸の農地は右支川 c からもたらされた堆積物により覆われていた（図 9B）。

4.1.2 飯豊町萩生地区の萩生川弥五郎橋付近（図 10B）

弥五郎橋は、橋梁の両端の橋台に接する一般部の土が洗掘によって流失していた（図 10B）。橋の中軸を通っていた水道管が破断し、応急措置として水色の水道管が仮設されていた。高欄（欄干）に大きな損傷はない。橋の上流・下流ともに兩岸の農地が侵食を受けていた（図 10B）。

4.1.3 飯豊町萩生地区の萩生川諏訪橋（図 10C～E）

諏訪橋は、橋梁の両端の橋台に接する一般部の土が洗掘を受けていた（図 10C, D）。橋の上流側では、左岸の農地が侵食をうけていた（図 10E）。

4.1.4 飯豊町萩生地区の萩生川二反田橋付近（図 10 F, G）

二反田橋の上流側右岸の一軒家は萩生川の氾濫により家屋の基礎が洗掘されたことと、多量の砂礫が流れ込んだことによって全壊していた（図 10F, G）。これは萩生川のカーブの外側への越水の水勢と侵食力が強かったことが原因であろう。

4.1.5 飯豊町萩生地区の萩生川三谷橋付近（図 11）

三谷橋付近の萩生川は河床が浅い天井川となっており、直線的な流路の両側で氾濫を起こし（図 11A, C）、三谷橋の下流のカーブの外側の河岸は侵食をうけていた（図 11B）。三谷橋付近の農地は越水により冠水し、とくに右岸側の水田は洪水堆積物に広く覆われていた（図 11C～E）。洪水堆積物を

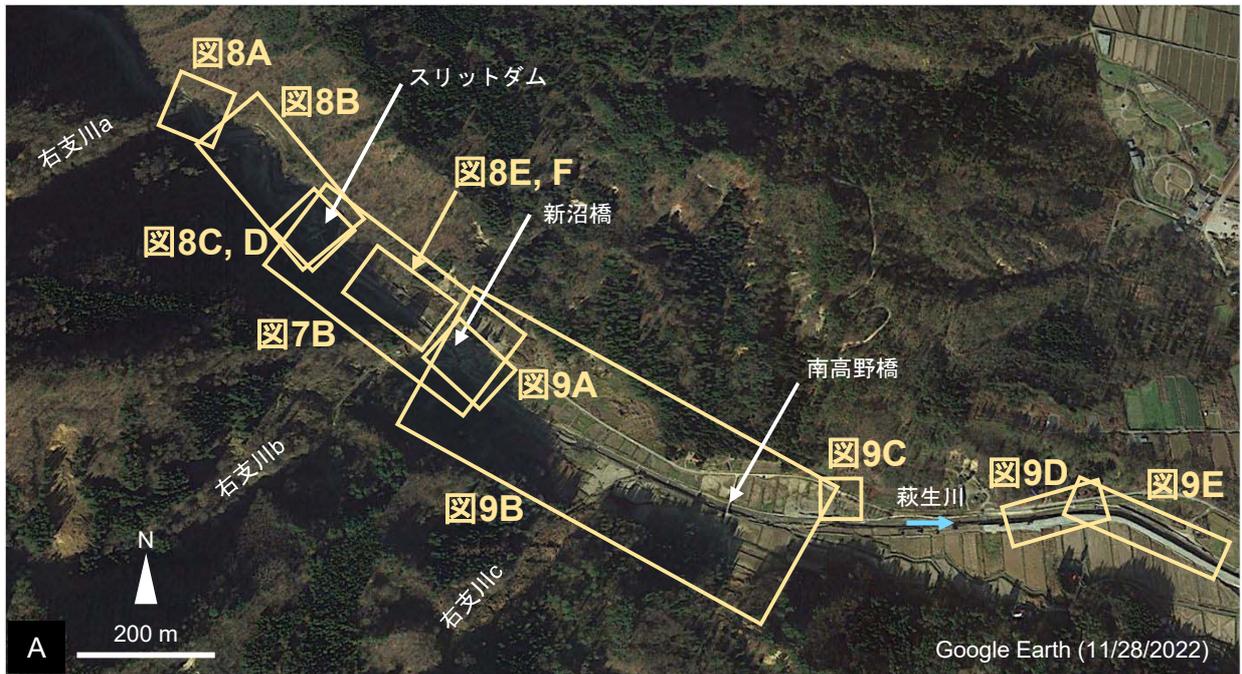


図7. 飯豊町萩生地区高野付近（萩生川）の調査地域と変状。A, 調査地域。Google Earth画像は図5Bに同じ。B, 新沼橋付近（10月19日11:45頃空撮）。



図8. 萩生川の変状。A, 右支川aの合流点 (10月19日11:45頃空撮)。B, スリットダムの上流側 (10月19日11:45頃空撮)。C, スリットダム (10月19日11:45頃空撮)。D, スリットダム (10月8日14:00頃)。E, 新沼橋とスリットダムの間 (10月19日11:45頃空撮)。F, 新沼橋とスリットダムの間の発災前の状態 (2015年10月撮影のGoogle Earth画像)。



図9. 萩生川の変状. A, 新沼橋 (10月8日14:10頃). B, 新沼橋の下流 (10月19日11:45頃空撮). C, 南高野橋の下流左岸 (10月8日14:30頃). D, E, 南高野橋の下流 (8月11日12:40頃).

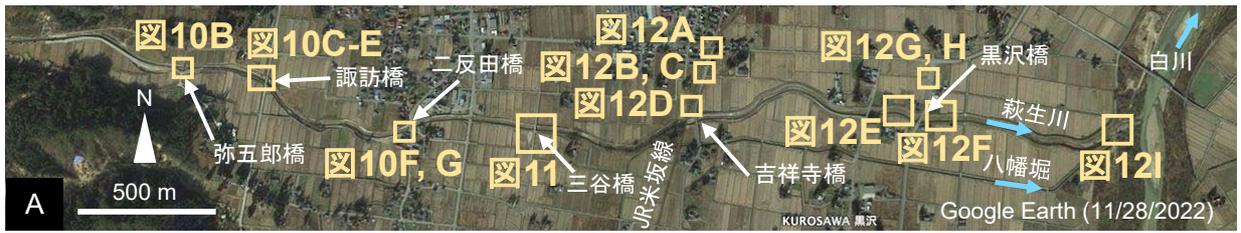


図10. 萩生川の下流域の調査地域と変状. A. 調査地域 (2022年11月28日撮影のGoogle Earth画像). B, 弥五郎橋 (8月11日12:30頃). C, D, 諷訪橋 (8月11日12:55頃). E, 諷訪橋の上流 (8月11日12:55頃). F, G, 二反田橋付近の全壊家屋 (10月8日14:50頃).



図11Eへ



図11. 萩生川三谷橋付近の変状. A, 三谷橋の上流 (8月4日17:10頃). B, 三谷橋の下流 (8月4日17:10頃). C, 三谷橋の上流側右岸 (8月4日17:10頃). D, E, 三谷橋の下流側右岸 (8月4日17:15頃).



図12. 萩生川とJR米坂線の変状. A, B, C, D, 萩生川鉄橋の北側の米坂線および沿線 (8月4日 17:30頃). E, 黒沢橋の上流 (8月11日12:20頃). F, 黒沢橋の下流 (8月11日12:20頃). G, H, 黒沢橋の北 (8月11日12:10頃). I, 萩生川と八幡堀の合流点 (10月8日15:35頃).

もたらした越水は、三谷橋の上流右岸から始まり(図 11C)、道路を越えて橋の下流右岸の水田へと扇状に広がっていったと推測される(図 11D, E)。

4.1.6 飯豊町黒沢地区の米坂線萩生川鉄橋・吉祥寺橋付近(図 12A~D)

米坂線の萩生川鉄橋の北側 200 m 付近の線路上および周辺に大量の流木が堆積していた(図 12A~D)。河道の屈曲と鉄橋と吉祥寺橋による川幅の狭窄によって流水が滞留し、鉄橋の上流側(西側)で氾濫が生じ、とくに左岸側(北側)で大規模に溢れて多量の流木が河道の外に流出した。米坂線の線路およびそれと並行する道路が堤防の役目を果たして、氾濫水がそれを越えるときに、線路、道路およびその間に流木が大量に堆積し、さらに道路を越えて東側の水田に及んだとみられる(図 12C)。図 12D は線路と道路の間の凹地を写した写真であり、堆積した流木の状態から氾濫水の流れた様子が推察できる。山間地から萩生川へ流出した流木の多くは、萩生川鉄橋付近で河道の外へ排出されたため、吉祥寺橋よりも下流へ達した流木はそれほど多くなかったと考えられる。

4.1.7 飯豊町黒沢地区の萩生川黒沢橋付近(図 12E~I)

黒沢橋の上流側左岸の堤防の高さが低いところで越水が生じた(図 12E)。氾濫した水は北東へ向けて農地や宅地を流れて、黒沢橋の北側の道路を越えて東へ流下したとみられる。黒沢橋の 100 m ほど北側の場所では、折りたたみ式の防雪柵の隙間に流木が詰まっていることから、増水時に水田は西側から押し寄せた流水によって完全に水没したと考えられる(図 12G)。この防雪柵の道路側ではアスファルト製の路面や歩道の縁石に損傷がみられた(図 12H)。黒沢橋の下流側では氾濫の跡はみられなかった(図 12F)。

4.1.8 萩生川下流(萩生川と八幡堀の合流点)(図 12I)

萩生川と八幡堀の合流点では、右岸の堤防の護岸構造物が損傷していた(図 12I)。

4.2. 飯豊町椿地区

椿地区の西部は標高 500 m ほどの丘陵からなり、東部は砂礫質台地および扇状地からなり、そこに飯豊町の中心市街が立地している。この地区には大きな水系はなく、台沢(だいざわ)・館の沢、柳沢(それぞれ全長 2.5 km, 2 km, 2.5 km)などの小河川が西から東へ流れ、とくに市街地内ではこれら小河川の流路が水路化されている。また市街地内を南から北へ八幡堀排水路が延びていて、館の沢と柳沢がそれに合流する構造をなしている。椿地区の山地の地質は、鮮新統の手ノ子層と第四系の中原層からなる(皆川, 1971; 山形応用地質研究会, 2016)(図 4)。

4.2.1 飯豊町椿地区の松ノ下付近(図 13A, B)

椿地区の松ノ下付近では一世帯の家屋が全壊した(図 13A, B)。発災地点の台沢の流路は U 字溝状に水路化されていたが、排水能力を越える増水によって谷底の侵食および土砂や流木の堆積が生じたために谷底は荒廃していた。

4.2.2 飯豊町椿地区の町民総合センターあ〜す付近(図 13C, D)

町民総合センターあ〜す付近の米坂線の線路上には点々とゴミが残されていることから、広範に冠水したことは明らかである(図 13C, D)。西から東への水流によって米坂線の路盤が洗掘され、洗い出された砂礫が水田に堆積していた(図 13D)。

4.2.3 飯豊町椿地区の飯豊中学校・館の沢(図 13E, F)

飯豊中学校の西側の裏山を流れる館の沢沿いの南向きの斜面で表層崩壊が生じていた(図 13E)。その場所の地質は第四系の固結度の低い砂岩・礫岩を主とする中原層からなる(山形応用地質研究会, 2016)(図 4)。崩壊地点のすぐ上流に館の沢下堤という溜め池があるが、溜め池や堤に変状はみられな



図13 樺地区の変状. A, B, 台沢の全壊家屋 (10月8日15:50頃). C, 米坂線の線路上のゴミ (8月4日16:40頃). D, 米坂線の敷石の洗掘 (8月4日16:40頃). E, 飯豊中学校裏 (10月8日11:40頃). F, 飯豊中学校校庭 (10月8日11:45頃). G, 樺地区の調査位置図 (2022年11月28日撮影のGoogle Earth画像).



図14. 柳沢排水路の変状. 消防署付近から西方を望む (8月7日11:00頃空撮).



図15. 柳沢排水路の変状. 消防署付近から東方を望む (8月7日11:00頃空撮).



図16. 柳沢排水路の変状. A, 消防署の南側 (8月7日11:30頃). B, 消防署の南側 (8月7日11:30頃). C, 樺郡之神交差点の西側 (8月7日10:30頃). D, 樺郡之神交差点の西側 (8月4日16:20頃). E, 樺郡之神交差点の北側 (8月4日16:20頃). F, 樺郡之神交差点の北側 (8月4日16:25頃). G, 樺郡之神交差点の北側 (8月7日10:20頃).

かった。その溜め池より下流の館の沢は U 字溝状に水路化されていて、飯豊中学校の校庭の西側の縁を北へ向かって流れ下る（図 13F）。写真では判読は困難であるが、校庭は洪水堆積物とみられる土砂に広く覆われており、増水時に館の沢から溢れた流水によって冠水したことがわかる。

4.2.4 飯豊町椿地区の消防署付近（図 13G, 14～16）

柳沢排水路は飯豊中学校の西方 700 m に位置する溜め池に始まり、南南東へ流れた後に緩傾斜の棚田状の農地の間を西から東へ直線的に貫流し（図 14）、消防署よりも下流では住宅地や農地の間を北東へ流れて、八幡堀へ合流している（図 15）。その柳沢排水路に沿って農地・農道の侵食や水田への土砂の堆積、道路の路肩の洗掘、表層崩壊などがみられた（図 14～16）。

柳沢排水路が道路を横切る地点では道路上に溢れた流水と消防署前の道路上を西から東へ川のように流れてきた流水によって道路の両側の路肩（アスファルトと盛り土）が洗掘・侵食されていた（図 16C～E）。さらに椿郡之神（つばきこおりのかみ）交差点の北側の路肩も洗掘・侵食されていた（図 16E）。その先も柳沢排水路に沿って侵食や土砂の堆積が認められた（図 16F, G）。図 14 の中央やや上には水田脇の斜面に表層崩壊がみられ、図 14 の上部中ほどには谷合の水田が土砂に覆われている様子もみられる。

4.3 飯豊町小白川流域

小白川は朝日山地南東部の標高 1000 m ほどの山地に源を発し、東流して白川に注ぐ全長 17 km ほどの小河川であり、全流域が飯豊町に含まれる（図 2, 3）。飯豊町小白川地区舟越の北向（きたむかい）橋付近よりも西の上流域は起伏の大きな山地で、小白川本川や支川は V 字谷をなす。北向橋付近よりも東の 4 km の間の下流部は、丘陵の間の幅 100～150 m ほどの谷底低地を流下して白川に合流する（図 6）。小白川流域の地質は、上流域には泥岩を主とする沼沢層・湯小屋層が露出し、下流へ向かって、順に、砂岩主体の宇津峠層、固結度の低い砂岩・礫岩・泥岩を主とする高峰層、手ノ子層、中原層が分布する（山形応用地質研究会，2016）。沼沢層と湯小屋層の分布域には地すべりが多発し、宇津峠層・高峰層・手ノ子層・中原層の分布域では相対的に地すべりが少なく、また個々の地すべりのサイズも小さい傾向があり、この地域の地すべりの発生に地質が強く関与していることが伺える（図 4）。

4.3.1 小白川地区の舟越付近（図 17～20, 21A）

小白川地区の舟越付近は山地から丘陵・谷底低地へ移り変わる遷移部にあたり、流路の形状は穿入蛇行を呈する。舟越付近では、橋梁や護岸構造物の損傷、林道の流失、農地の冠水、表層崩壊などの顕著な変状がみられた。

小白川上流の砂防ダムには土砂が堆積していた（図 17B, 18A, B）。この砂防ダムは増水時に土砂を捕捉し、下流への土砂の流出を抑制する機能を発揮したとみられる。この砂防ダムから北向橋にかけての河谷の斜面には複数の表層崩壊が生じていた（図 17B, 18D, 19）。

北向橋の直線で約 600 m 上流の地点では林道が流失していた（図 18C）。この写真をみると、中央下に写る橋梁の手前側にあった林道が失われていることがわかる。大きく蛇行する河床には多くの流木が残されているが、これは写真右上から合流する支川の足取沢からもたらされたものとみられる。

北向橋の北側の山地斜面には、筋状の茶色い地肌が数条みえている（図 6B, 18D, E, 19）。これは標高 400 m ほどの稜線の直下で発生した表層崩壊が引き金になって、崩壊土砂が斜面の浅い谷を樹木を巻き込みながら土石流となって流下し、小白川の左岸側の段丘面上に扇状地状に土砂と流木を堆積させたとみられる。その末端は小白川の河道に達しており、小白川へ流木を供給したと考えられる。図 18E と図 19 をみると、崩壊・土石流の跡には倒木や流木が残され、部分的に土壌が完全に流失して岩

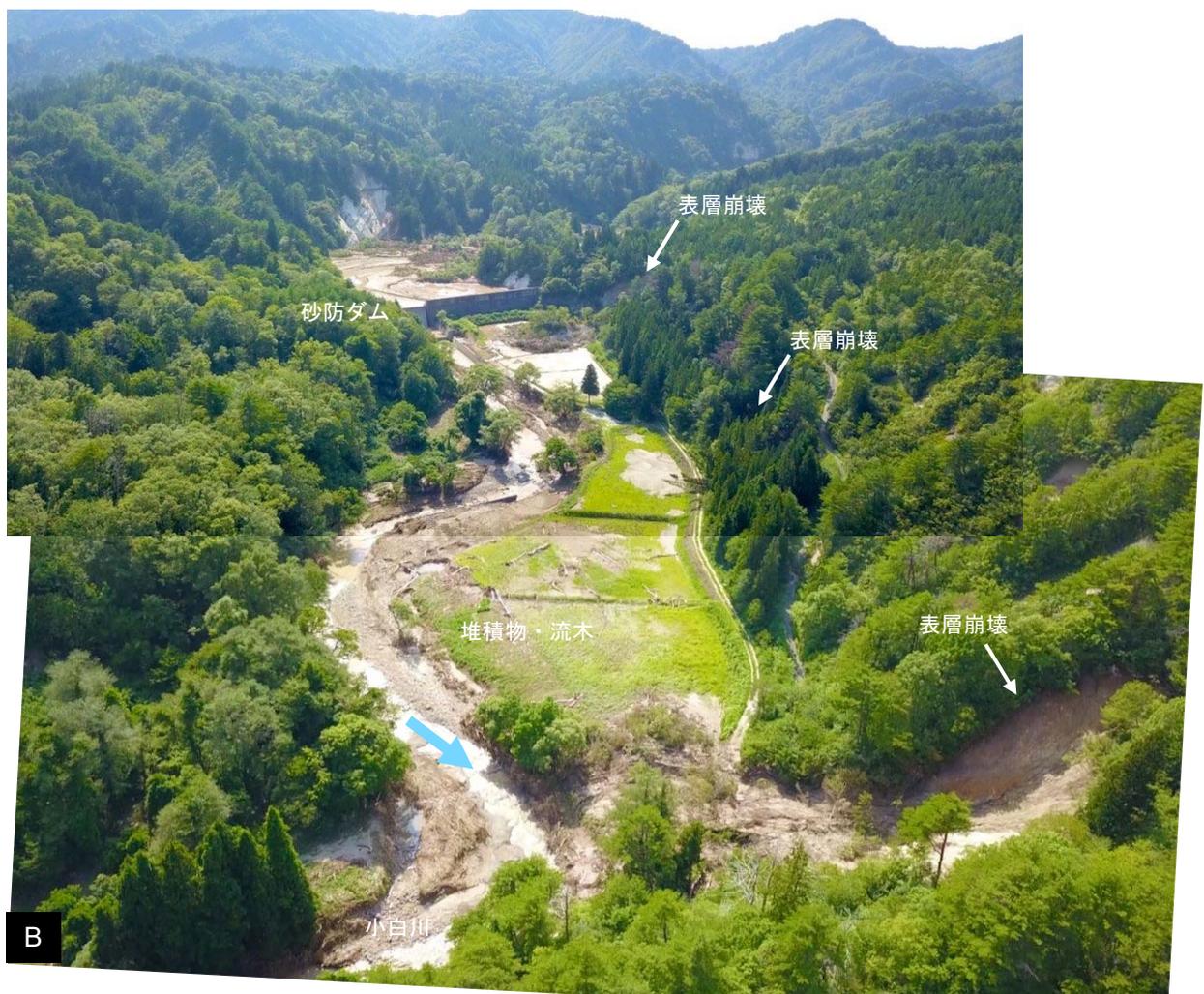
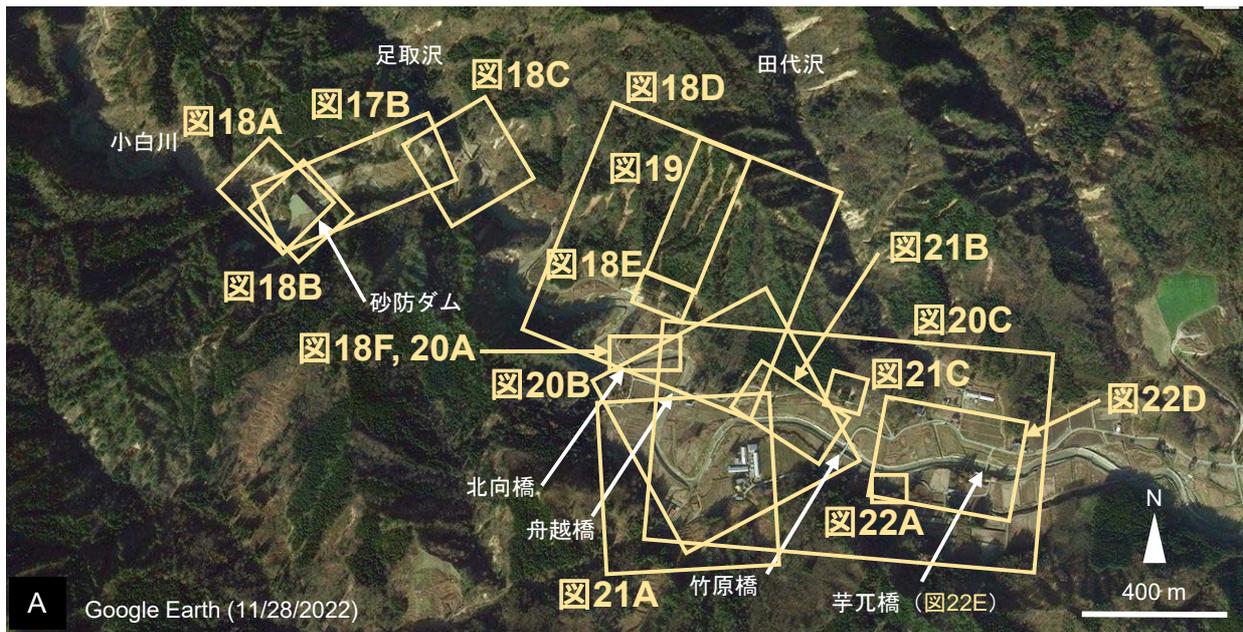


図17. 飯豊町小白川地区（小白川）の調査位置と変状. A, 調査位置図（2022年11月28日撮影のGoogle Earth画像）. B, 舟越付近（8月11日14:25頃空撮）.

盤が露出していることがわかる。この表層崩壊・土石流は針葉樹の植林地内で生じているが、樹種が影響したのか偶然だったのかはわからない。図 18D の左上部に写っている表層崩壊は広葉樹林で生じているようにみえる。

北向橋は左岸側の橋台のところが侵食をうけて通行不能となっていた（図 18F, 20A）。北向橋の上流側では小白川の左岸の護岸構造物が侵食によって損傷し、北向橋の下流側では兩岸の護岸構造物が侵食によって損傷していた（図 18F, 20A～C）。

小白川右岸の水田には、北向橋を要として扇状に広がる溢水の跡が認められる（図 20B）。図 20B の写真中央上には小白川の右岸側（南側）の支流との合流点付近の水田も土砂に覆われていることがわかる。図 20B の右手の山地斜面から数箇所出水した跡がみられる（写真右下、中央やや上、右上）。このうち写真右下の出水の痕跡は図 18F にも写っている。

4.3.2 小白川地区の芋元付近（図 20C～22E）

芋元付近の小白川は幅 100 m ほどの谷底低地を流れ、その流路は緩く屈曲している（図 6A, B, 20C, 22D）。河岸（とくに左岸）の農地は土砂や流木で覆われていた（図 20C, 21B, 22D）。芋元橋は流木の付着により流水を堰き止める役割を果たして、その上流側の農地が遊水地的な状態になった可能性がある（図 22D, E）。洪水堆積物として残された流木の中には根曲（ねまがり）したものが多いことから（図 21B）、流木はもともと山地や河谷の斜面に生育していた樹木と考えられる。竹原橋付近の左岸の丘陵斜面や（図 21C, D）、右岸の段丘崖（図 22A, B, D）には表層崩壊が認められた。竹原橋の下流左岸と芋元橋の下流右岸では護岸構造物の損傷が著しかった（図 22C, D）。

4.3.3 飯豊町小白川地区の大天伯橋付近（図 22F）

大天伯橋は橋梁自体に大きな損傷はなく、すぐ下流に架かる水色の水道橋には流木が付着していた（図 22F）。写真はないが、大天伯橋の上流側左岸の水田には流木が堆積していた。

4.3.4 飯豊町小白川地区の大巻橋付近（図 23, 24A）

大巻橋付近には溢水・越水などの氾濫や河岸侵食の跡が明瞭に認められる（図 23, 24A）。図 23A をみると、主要地方道長井飯豊線の路面は土砂に覆われ、路肩には洗掘による損傷や堆積した流木が認められる。このことから、増水時には道路が堤防の働きをして上流側が堰き止め湖のような状態になり、ついには道路を越水したとみられる。大巻橋の右岸側直近の路面は土砂に覆われていないため、水位はそこまで上昇せず、大巻橋が水没することはなかったと考えられる。大巻橋の橋脚には大量の流木が付着しており、兩岸の一般部が侵食されている。大巻橋の下流右岸の段丘面上の水田には大巻橋から放射状に広がる洪水堆積物がみられ、これは道路からの越水による洪水堆積物を上書きしているようにみえる（図 23A）。以上のことから、大巻橋の橋脚に大量の流木が付着して遮蔽体化したために上流が堰き止め湖のような状態になり、長井飯豊線を越えて越水が生じるとともに、流木の付着によって橋脚への流体圧が増加し、それによって橋脚が破断して橋が崩落し、ダムの決壊と同様に上流側に堰き止められていた水が下流へスプレー状に一気に放出され、その水勢によって橋の兩岸が侵食されたとみられる。ダム湖の形成や攻撃斜面の侵食（全壊家屋）には小白川の大きく屈曲した流路の形状も影響したとみられる。

4.3.5 飯豊町小白川地区の米坂線小白川鉄橋付近（図 24）

大巻橋の下流の小白川と白川との合流点に位置する JR 米坂線の鉄橋は橋脚が破断し、主桁が落下し、右岸側の橋台の一般部が洗掘されていた（図 24A～E）。鉄橋の橋脚に大量の流木が付着していることから、大巻橋と同じく、流木の付着による流体圧の増加に抵抗しきれなくなった橋脚が破断して、橋梁が落下したものとみられる。鉄橋の上流側と下流側で大きな水位差が生じて、鉄橋の下流側では放

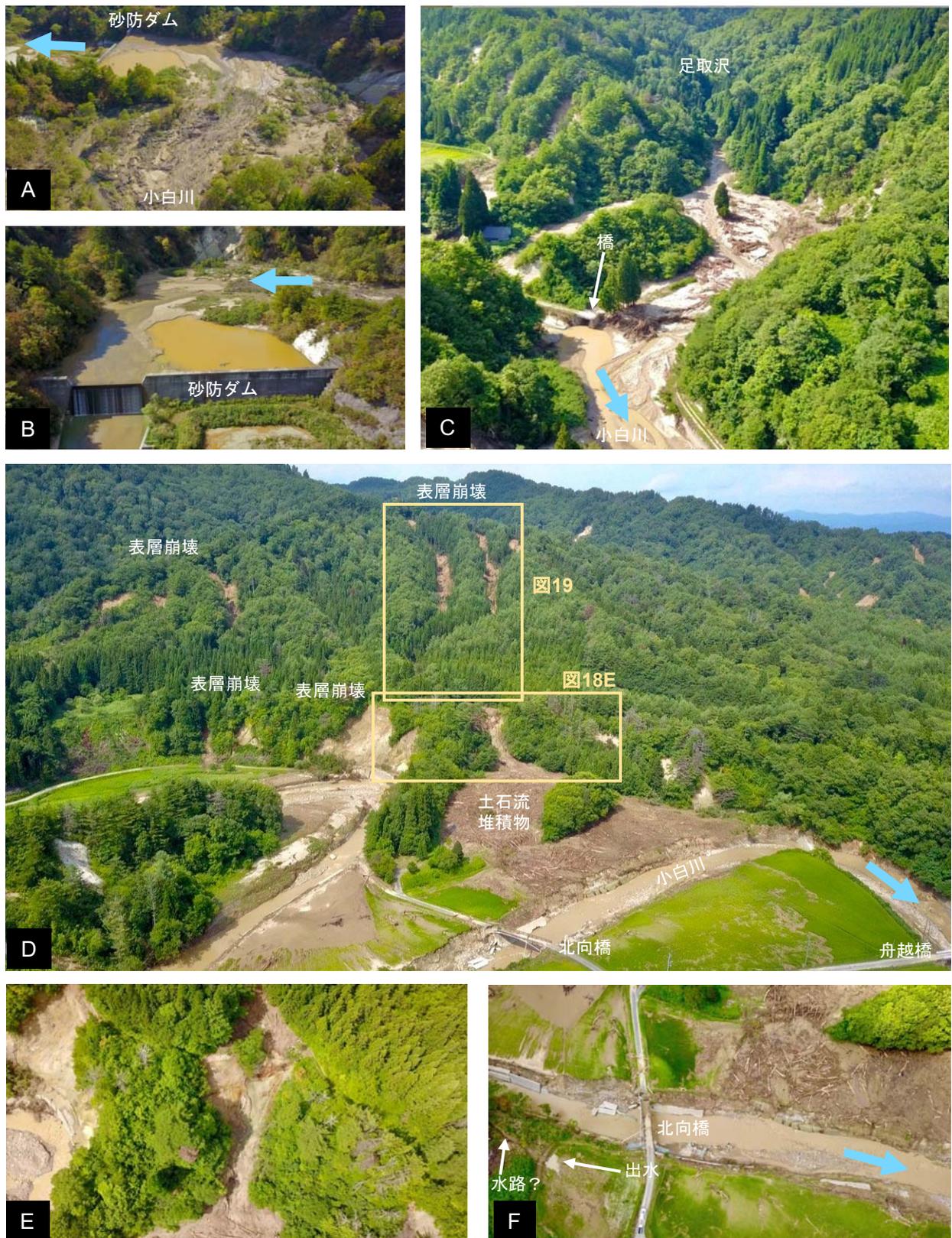


図18. 小白川の変状. A, B, 砂防ダム (10月19日10:25頃). C, 足取沢合流点 (8月11日14:25頃空撮). D, E, F, 舟越の北向橋付近 (8月7日14:00頃空撮).



図19. 北向橋付近の崩壊・土石流（8月11日14:15頃空撮）。



図20. 小白川の変状. A, 北向橋 (8月7日14:35頃) . B, 舟越付近 (8月7日14:00頃空撮) . C, 舟越付近から芋瓦方面を望む. (8月7日14:05頃空撮) .



図21. 小白川の変状. A, 舟越付近 (8月7日14:30頃空撮). B, 竹原橋の上流側 (8月7日14:20頃空撮). C, 左岸の表層崩壊 (8月7日14:30頃空撮). D, 表層崩壊 (8月7日15:35頃).

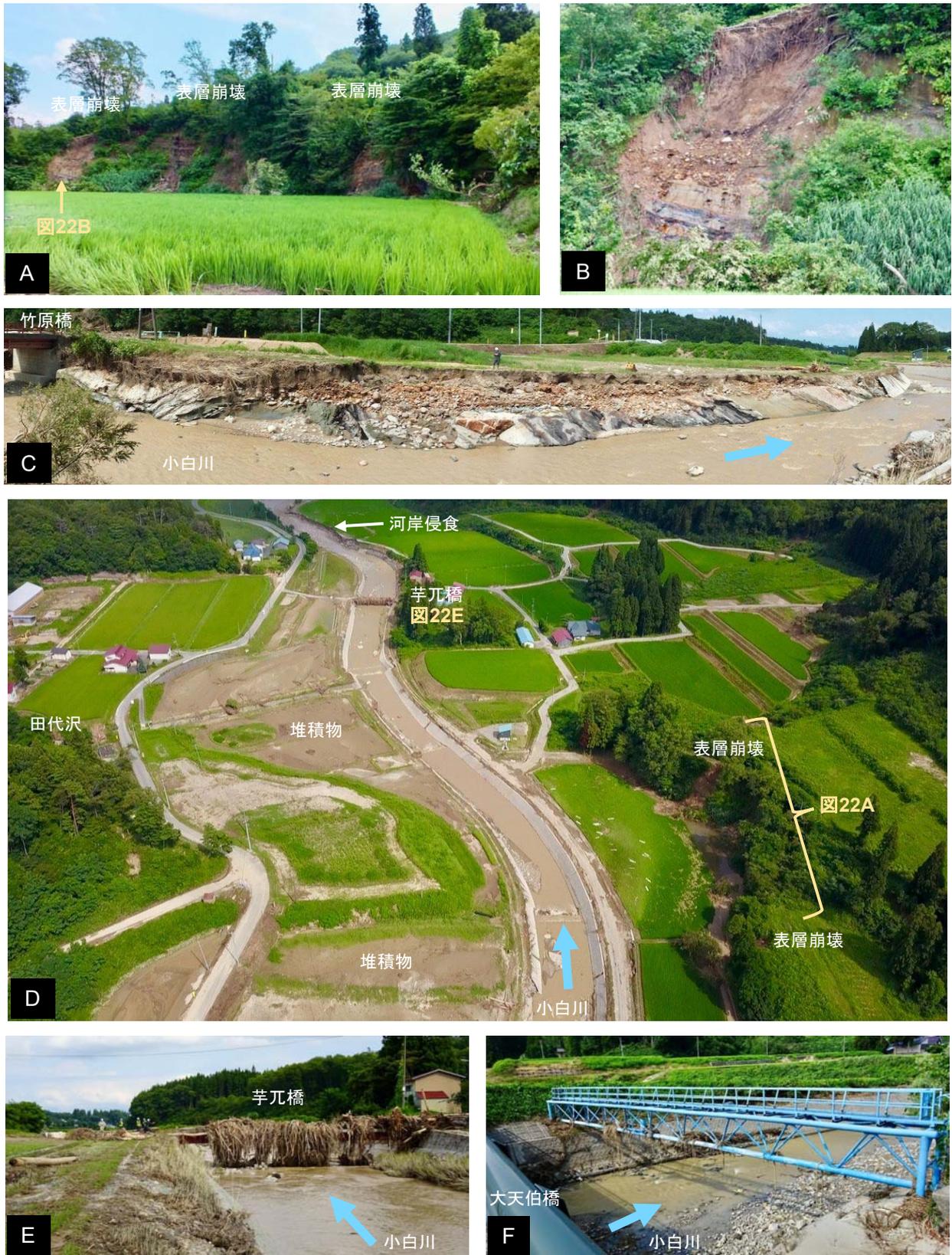


図22. 小白川の変状. A, B, 芋兀付近の右岸の表層崩壊 (8月7日15:35頃). C, 竹原橋の下流 (8月7日15:15頃). D, 竹原橋から下流を望む (8月7日14:25頃空撮). E, 流木が付着した芋兀橋 (8月7日15:00頃). F, 大天伯橋 (8月11日14:45頃).



図23. 小白川の変状. A, 大巻橋付近 (8月7日16:00頃空撮). 洪水堆積物から推定される増水時の水流を青の矢印で示す. B, 大巻橋付近 (8月7日16:05頃空撮).



図24. 小白川の変状. A, JR米坂線鉄橋付近 (8月7日16:05頃空撮). B, C, D, E, 崩落した米坂線鉄橋 (B, 8月7日16:10頃空撮; C, 8月7日16:00頃空撮; D, 8月7日16:15頃空撮; E, 8月7日12:45頃).

射状に排水された（図 24A）。落下した主桁と線路に付着した流木の位置からみて、落下した時の水位はそれほど高くなかったと考えられる。

4.4 最上川流域

米沢盆地を北流した最上川は、長井市の河井山（標高 254 m）の横谷部を抜けて長井盆地へ入ると間もなく白川と合流する。長井盆地内では川幅は広く流れはゆるいが、白鷹町菖蒲から起伏の大きな山間部を蛇行して流れ下る。朝日町を経て大江町までおよそ 20 km にわたって深い V 字谷が続くこの狭窄部は五百川峡谷と呼ばれる。長井盆地では野川、五百川峡谷では朝日川・月布（つきぬの）川の中河川が朝日山地から東流して最上川へ流入する。五百川峡谷の地質は本道寺層・水沢層・本郷層などの主に新第三紀の泥岩・砂岩・凝灰岩からなる（山形応用地質研究会，2016）。

4.4.1 中山町長崎地区のひまわりグラウンド・ゴルフ場（図 25A）

8 月 4 日、河川敷は全面的に冠水していたが（図 25A）、越水は生じていなかった。

4.4.2 中山町長崎地区の中山緑地（図 25B, C）

河川敷は全面的に冠水していたが（図 25B, C）、越水は生じていなかった。

4.4.3 寒河江市寒河江地区の最上川ふるさと総合公園（図 25D）

河川敷は全面的に冠水していたが（図 25D）、越水は生じていなかった。

4.4.4 大江町左沢地区（図 25E～26A）

最上川が U 字型に大きく屈曲する所であり（図 25E）、屈曲部から上流の最上橋までの間の左岸（カーブの外側）において氾濫により家屋の 1 階が浸水していた（図 25G, 26A）。

4.4.5 大江町左沢地区の左沢橋（図 26B, C）

最上川との合流点に近い月布川は、水位の高い状態であった（図 26B, C）。川の水は濁っていたが、最上川からの遡上水によるものかどうか判断できなかった。

4.4.6 大江町玉ノ井地区の用橋（ようばし）（図 26D）

最上川は水位の高い状態であった（図 26D）。

4.4.7 朝日町太郎・立木（たてき）地区の朝日川（図 26E～G）

8 月 4 日の時点で朝日川は水位が高かったが（図 26E）、最上川本川（図 25F～26A, D）と比べて濁りは強くなかった。2 日後の 8 月 6 日の朝日川は水位が下がり、水の濁りもなくなっていた（図 26F, G）。飯豊町の萩生川や小白川では 8 月 7 日はもとより 8 月 11 日になっても水の濁りが強かったのと比べて（図 9D, E, 10B～E, 18C, 22F）、朝日川では濁りの低下が早かったのは、もともと朝日川流域における雨量が飯豊町に比べて少なかったことと（図 1）、おそらく朝日川では崩壊や土石流、河岸侵食等がほとんど生じなかったためと考えられる。

4.4.8 朝日町三中（みなか）地区（図 27A）

最上川の流路がゆるくカーブするところのカーブの外側の農地に堆積物や流木が認められることから、溢水が生じたと見られる（図 27A）。

4.4.9 朝日町松程（まつほど）地区の小舟木沢橋（図 27B, C）

8 月 4 日の昼頃に最上川は水位の高い状態であった（図 27B）。2 日後の 8 月 6 日には水位は下がっていたが、濁りは残っていた（図 27C）。

4.4.10 白鷹町下山地区の黒滝橋（図 27D）

長井盆地の北端最上川が五百川峡谷に差しかかる黒滝橋付近の最上川は 8 月 4 日の昼頃に水位の高い状態であった（図 27D）。

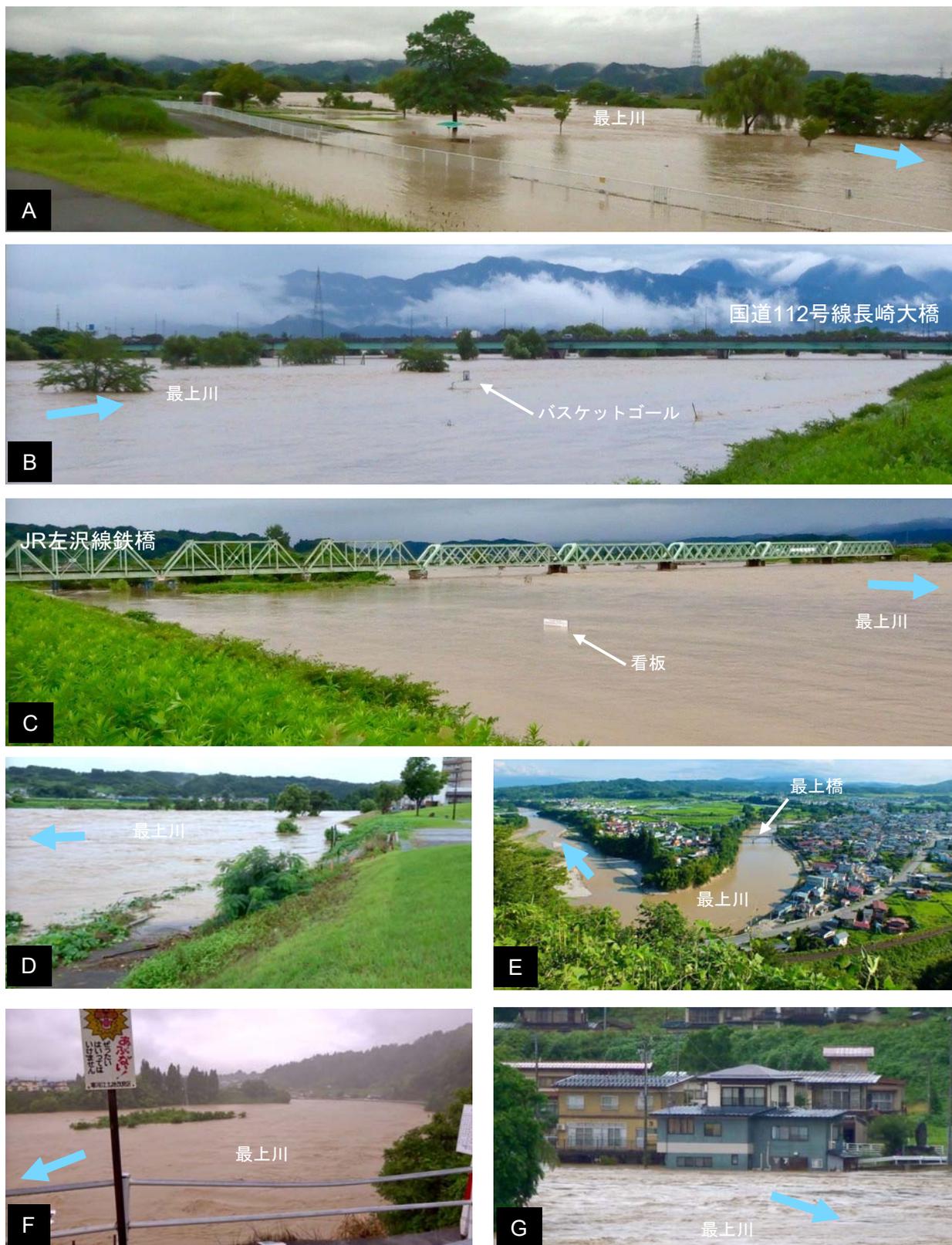


図25. 最上川の変状. A, ひまわりグラウンド・ゴルフ場 (8月4日6:35頃). B, C, 中山緑地 (8月4日7:05頃). D, ふるさと総合公園 (8月4日7:50頃). E, 館山城址から望む (8月6日17:10頃). F, 寒河江市松川付近 (8月4日8:05頃). G, 浸水した家屋 (8月4日8:10頃).

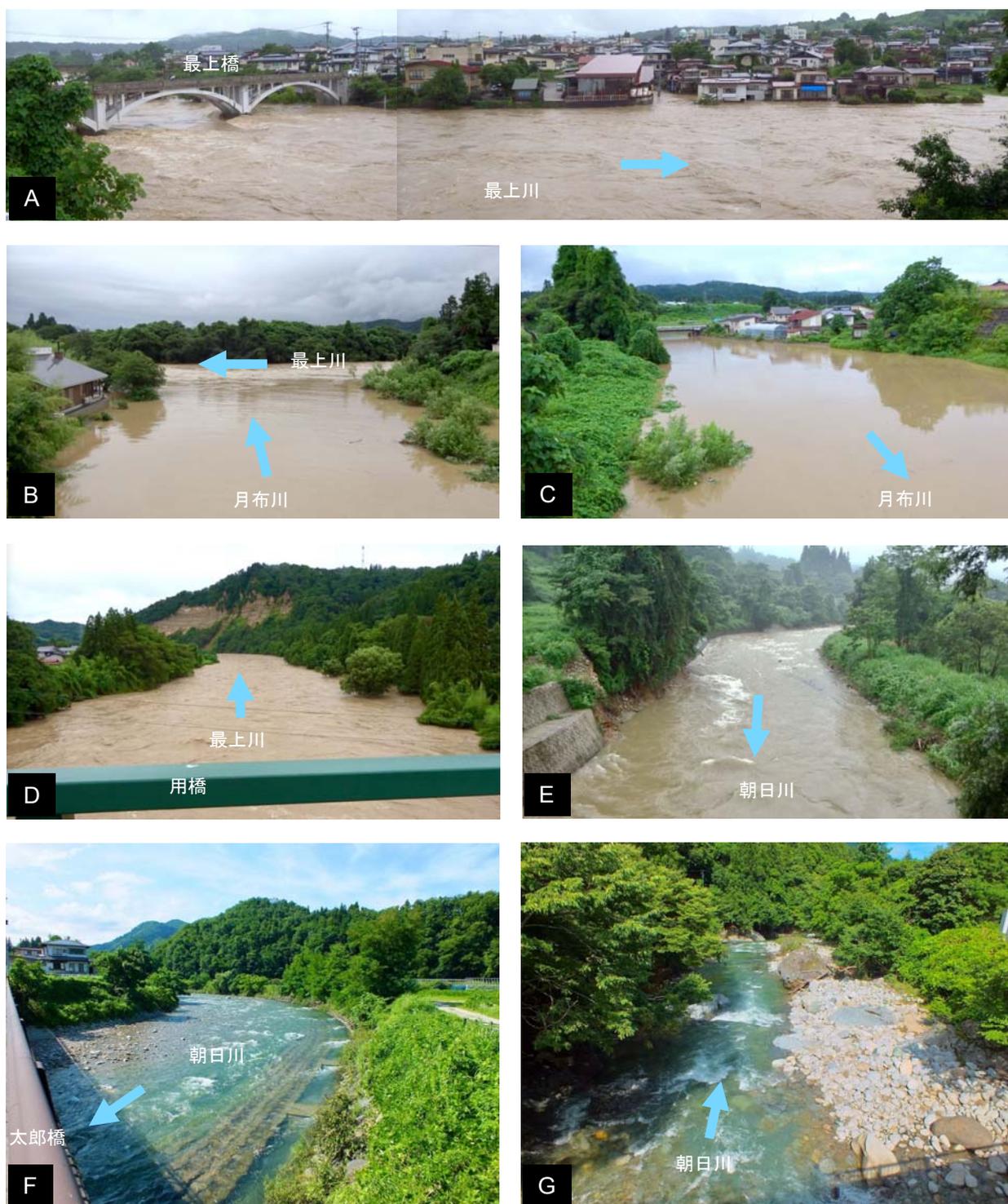


図26. 最上川・月布川・朝日川の変状. A, 浸水した家屋 (8月4日9:20頃). B, C, 左沢橋 (8月4日9:30頃). D, 用橋 (8月4日10:35頃). E, 朝日川橋 (8月4日12:00頃). F, 太郎橋 (8月6日15:34頃). G, 白倉橋 (8月6日15:40頃).



図27. 最上川の変状. 朝日町三中付近 (8月6日15:30頃). B, C, 小舟木沢橋 (B, 8月4日12:10頃; C, 8月6日16:00頃). D, 黒滝橋 (8月4日12:45頃). E, 長井橋 (8月4日13:05頃).

4.4.11 長井市森地区の長井橋 (図 27E)

国道 287 号線の長井橋付近の最上川は、8 月 4 日の昼過ぎ頃に水位の高い状態であったが (図 27E)、越水は生じていなかった。

4.4.12 長井市下伊佐沢地区 (図 28A, B, C)

白鷹丘陵から南西へ流下する逆 (さかさ) 川が最上川に合流する地点の最上川右岸で越水が生じて農地が冠水した (図 28A, B, C)。8 月 4 日 14 時頃の調査時にすでに水位は低下していたが、堤防の上に残された泥の跡により河川水が堤防を越えたことがわかる (図 28C)。越水が生じた場所は堤防高が低くなっている区間であった。

4.5 白川流域

白川は飯豊山地に源を発して飯豊町南部の山地を流れ、飯豊町手ノ子地区を抜けると朝日山地東部から流れ出る小白川・萩生川などの小河川を合流させながら長井盆地南部を北流して最上川に注ぐ一級河川である。置賜白川と表記されることもある。飯豊町は白川水系の集水域に含まれる。飯豊町高峰地区にある白川ダムは治水・利水・発電を目的とした多目的ダムであり、1967 年 8 月の羽越水害を機に計画され 1981 年に完成した。福島県境に近い白川上流域の地質は下部～中部中新統の眼鏡橋 (めがねばし) 層・小国層・明沢橋 (みょうざわばし) 層および流紋岩類からなり、一部に中生界の変成岩類が露出している (柳沢・山元, 1998; 山形応用地質研究会, 2016)。眼鏡橋層・小国層・明沢橋層は主に礫岩・砂岩・泥岩・火山岩類からなる。白川の中流域には中部中新統～鮮新統の沼沢層・湯小屋層・宇津峠層・高峰層・手ノ子層が、白川の下流域には第四系の中原層～沖積層が分布する (図 4)。

4.5.1 長井市歌丸地区の白川橋～山形鉄道白川鉄橋 (図 29)

白川と最上川の合流点の 700 m 上流の白川に架かる国道 287 号線のしらかわ大橋とその 500 m 上流に架かる旧国道 287 号線の白川橋の間の発災後の写真 (図 29A) と発災前の 2022 年 4 月 23 日に撮影した同じ場所の写真 (図 29B) を比較すると、河道の左 (西) 寄りに存在していた中洲が完全に消失したことがわかる。このあたりでは白川橋の直下で川幅が広がり、その下流で川幅が狭くなり、さらに下流のしらかわ大橋あたりで川幅が広がる。消失した中洲は川幅の狭まる所に位置することから、増水時の水勢と侵食力がその位置で強まったことが考えられる。同じ場所の過去の画像を Google Earth でみると、2006 年 5 月には中洲がなかったが、2012 年 9 月から 2019 年 11 月までは中洲が存在し、しかも白川橋の上流側まで延びていたことがわかる。すなわち、この場所の中洲は形成後 10 年余り存在した後に今回の 8 月豪雨の際に消失したとみられる。このことは、河道の形態や増水の履歴と関連しているのかもしれない。JR 米坂線と山形鉄道フラワー長井線の共用区間にある白川鉄橋の橋脚には流木の付着が認められた (図 29C, E)。図 29A をみると、しらかわ大橋と白川橋の何本かの橋脚にも流木の付着が認められる。

4.5.2 飯豊町添川地区の飯豊橋 (図 30, 31)

飯豊橋の下流の発災後 (図 30A) と発災前 (図 30B) を比較すると、白川の左カーブの右岸の攻撃斜面が一部侵食されている。飯豊橋の橋脚にかなりの量の流木が付着していた (図 31A)。発災前と発災後を比較すると、発災前は橋の上流と下流の中洲に樹木が茂っていたが (図 31B)、発災後はそれらの多くが失われて、中洲の形にも変化が認められる (図 31A)。飯豊橋の南側では、道路沿いの用水路からの溢水により水田に土砂が侵入している (図 31C)。

4.5.3 飯豊町添川地区の長瀬橋 (図 32～34)

長瀬橋から白川の上流方向を写した写真をみると河川敷の植生が荒廃していることがわかる (図 32)。



図28. 最上川の変状. A, B, C, 長井市下伊佐沢における最上川右岸の越水 (A, 8月4日14:00頃空撮; B, 8月4日14:05頃空撮; C, 8月4日13:50頃).



図29. 白川の変状. A, B, 白川橋 (A, 8月11日15:20頃空撮 ; B, 4月23日16:30頃空撮) . C, D, 白川橋付近から上流を望む (C, 8月11日15:15頃空撮 ; D, 4月23日16:25頃空撮) . E, JR米坂線・山形鉄道鉄橋 (8月11日15:25頃空撮) .



図30. 白川の変状. A, B, 飯豊橋より下流を望む (A, 8月11日8:15頃空撮 ; B, 4月23日16:55頃空撮) .

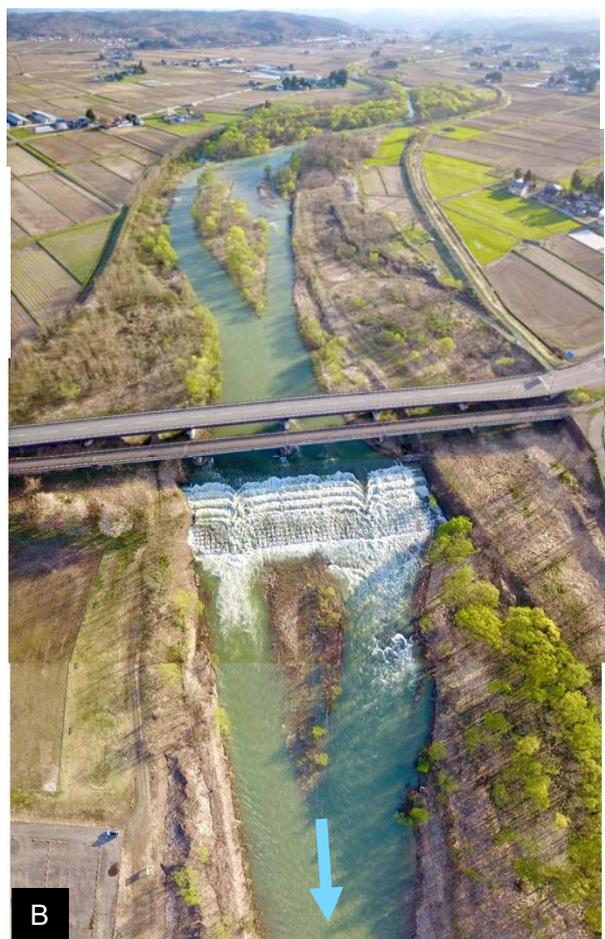


図31. 飯豊橋付近の変状. A, B, 飯豊橋と白川 (A, 8月11日8:30頃空撮 ; B, 4月23日17:00頃空撮) . C, 飯豊橋より南方を望む (8月11日8:20頃空撮) .

図 32 の写真中央右には水田における侵食が認められる。この侵食は写真の右端に写っている水路から溢れた水によるものと思われる。長瀬橋の南西方から西方にかけての遠景には丘陵斜面や段丘崖に数箇所の表層崩壊が認められ（図 33A～C）、米坂線の路盤が流出して土砂が水田を覆っている（図 33C）。発災後と発災前の橋方面の遠景を比べると（図 34A, B）、このスケールでは特段の変状はみられないが、水田の一部が侵食され、道路の歩道が損傷しているのがわかる（図 34A）。

4.5.4 飯豊町松原地区の小白川橋（図 35）

小白川橋の上流側の白川右岸では堤防が低くなっているところから越水して水田が冠水し、土砂や流木が堆積していた（図 35A, B）。堤防上の植生の倒伏の向きから越水した水が白川へ戻ったものと考えられる（図 35C）。水田脇の段丘崖には表層崩壊が生じていた（図 35A, D）。小白川橋の橋脚に多量の流木が付着していた（図 35C）。小白川橋から西へ 500 m に位置する JR 米坂線の踏切は故障により遮断機が下りたまま警報機が鳴り続けていた（図 35E）。

4.5.5 飯豊町松原地区の外記川原橋（図 36）

外記川原橋付近の白川左岸には護岸構造物の損傷や、倒れた樹木が認められた（図 36A, B）。また同じく左岸の段丘面上の農地は小白川から流出した洪水堆積物や流木で覆われていた（図 36C, D）。

4.5.6 飯豊町手ノ子地区の中里橋（図 37）

小白川の合流点付近の白川の河川敷は小白川から流出した土砂や流木で茶色く染まっていたが、それより上流中里橋方面の河川敷は土砂で覆われていない（図 37A, B）。中里橋の橋脚には少量の流木が付着していた（図 37C）。中里橋の上流側に大きな変状はみられなかった（図 37D）。

4.5.7 飯豊町手ノ子地区の手の子橋（図 38A～C）

白川に架かる国道 112 号線の手の子橋方面を東側から撮影したドローン映像には、水田の際に侵食の跡が認められた（図 38A）。これは水田の際に沿う用水路からの溢水によるものと思われる。手の子橋の橋脚にはほとんど流木が付着していなかった（図 38B）。橋脚や護岸構造物に顕著な変状はみられなかった。橋の上流の左岸に流木が残されていた（図 38C）。

4.5.8 飯豊町手ノ子地区の宇津川の宇津川橋（図 38D, E）

宇津川橋やその付近の護岸構造物に顕著な変状はみられなかった（図 38D, E）。護岸の石垣の最上段の石組みから生える雑草は直立しているが、その下の段から生える雑草は根元から折れて下流側へ倒れていることから（図 38E）、この部分では増水時にかなり水位が上がったものの、溢水しなかったと考えられる。

4.5.9 飯豊町高峰地区（図 39A～C）

飯豊町高峰地区の白川の右岸側の丘陵斜面の数箇所に表層崩壊が認められた（図 39A～C）。そのうちのひとつでは、谷側のガードレールが損傷していることから崩落した土砂が道路を越えたことがわかる（図 39B）。柳沢・山元（1998）によるとこの場所は中原層ないし地すべり堆積物に当たることから（図 4）、過去の地すべり移動体が二次的に崩壊を起こした可能性もある。

4.5.10 飯豊町高峰地区の毛下野橋（図 39D）

毛下野橋の付近では特段の変状はみられなかった（図 39D）。

4.5.11 飯豊町高峰地区（図 39E）

白川の右岸側の丘陵斜面に表層崩壊が認められた（図 39E）。柳沢・山元（1998）によるとこの場所は手ノ子層に当たる。

4.5.12 飯豊町高峰地区の橋本橋（図 39F, G）

橋本橋の橋脚には少量の流木が付着していた（図 39F）。橋本橋の下流左岸に倒木がみられた（図



図32. 長瀬橋より北方を望む (8月11日7:55頃空撮)



図33. 飯豊町小白川・椿地区の変状. A, 全体像 (8月11日7:50頃空撮). B, 長瀬橋より南西方を望む (8月11日7:50頃空撮). C, 長瀬橋より西方を望む (8月11日7:50頃空撮).



図34. 飯豊町椿地区の変状. A, B, 長瀬橋より北方を望む (A, 8月11日7:45頃空撮 ; B, 4月23日 17:30頃空撮) .



図35. 白川の変状およびJR米坂線踏切. A, B, C, D, 小白川橋付近 (A, 8月4日15:30頃 ; B, 8月4日15:35頃 ; C, 8月4日15:50頃 ; D, 8月4日15:55頃) . E, 白川橋から西へ500 mのJR米坂線の踏切 (8月4日15:25頃) .



図36. 白川の変状. A, 外記川原橋の下流 (8月11日9:55頃). B, 外記川原橋の上流 (8月11日9:55頃). C, 外記川原橋の左岸 (8月11日10:00頃). D, 小白川と白川の合流点付近 (8月7日16:15頃空撮).



図37. 白川の変状. A, 小白川と白川の合流点付近 (8月7日16:00頃空撮). B, 小白川と白川の合流点付近の遠景 (8月11日9:25頃空撮). C, 中里橋 (8月11日10:20頃). D, 中里橋の上流 (8月11日10:15頃).



図38. 飯豊町手ノ子地区と白川の変状. A, B, 手の子橋 (8月11日10:35頃空撮). C, 手の子橋の上流 (8月11日10:30頃). D, E, 宇津川橋 (D, 8月11日11:10頃; E, 8月11日11:10頃).



図39. 飯豊町高峰地区と白川の変状. A, B, C, 高峰地区の表層崩壊 (A, 8月7日11:20頃 ; B, C, 8月7日12:10頃). D, 毛下野橋の上流 (8月11日10:50頃). E, 高峰地区の表層崩壊 (8月7日12:15頃). F, 橋本橋 (8月11日11:00頃). G, 橋本橋の下流 (8月11日11:00頃).

39G).

4.5.13 飯豊町高峰地区 (図 40A, B)

白川の右岸の丘陵斜面に白川上流域において今回の調査で認められた崩壊の中で比較的規模の大きな崩壊の跡が認められた (図 40A). 柳沢・山元 (1998) によるとこの場所は宇津峠層ないし高峰層に当たる. 2ヶ月前の 2022 年 6 月に撮影された Google Earth の Street View 画像によると, この場所にはすでに崩壊が生じていた (図 40B). 図 40A と B を比較すると, 8 月豪雨によってこの崩壊地は崖の上部が新たに崩壊を起こしたものとみられる. 図 40A の崖の中部に写っている緑の樹木は崖の上部から落下したものであろう.

4.5.14 飯豊町高峰地区 (図 40C)

白川の左岸側の丘陵斜面に表層崩壊が認められた (図 40C). 柳沢・山元 (1998) によるとこの場所は手ノ子層に当たる.

4.5.15 飯豊町高峰地区の白川ダム (図 40D)

白川ダム (白川湖) は満水状態で, 湖水は茶色く濁っていた (図 40D).

4.5.16 飯豊町数馬地区の湖岸公園 (図 40E)

川の水が濁っていたこと以外に, 特段の変状はみられなかった (図 40E).

4.5.17 飯豊町小屋地区 (図 40F)

飯豊町小屋地区を流れる小屋川は, 8 月 7 日の時点で水量は多目であったが, 濁りは強くなかった (図 40F).

4.5.18 米沢市入田沢地区 (図 40G)

米沢市から福島県喜多方市へ通じる国道 121 号線は, 雨量規制と鬼面川の増水による道路流出のために米沢市入田沢から福島県境にかけて全面通行止めになっていた (図 40G). 通行止めは 8 月 3 日 20 時 0 分に発表され, 2022 年 10 月 24 日に片側交互通行に移行した (URL2).

4.5.19 川西町大舟地区 (図 40H)

川西町大舟地区の水田脇の丘陵斜面に表層崩壊が認められた (図 40H).

5. 考 察

5.1 橋梁の影響

萩生川と小白川では, 増水時に河道の幅が狭くなる橋梁がボトルネックとなって水を堰き止め, 氾濫が発生, とくに橋のたもとの橋台に接続する一般部が侵食を受け, 水位の高い場合は水面が橋の路面を越えて高欄 (欄干) に流木が衝突したり付着したりした (図 7B, 9A, B, 10B, C, D, 22D, E, 23A, B, 24B~E). 萩生川・小白川に架かる多くの橋が, 付着した流木によって遮蔽体化し, 氾濫や農地の侵食を助長したと考えられる.

橋梁とは異なるが, 水路が道路の下をくぐるところでも排水が十分に機能せずに溢水・氾濫が発生し, 農地冠水・侵食, 住宅浸水, 道路の損傷を招いているため (図 15, 16C, D), 改善が求められる.

5.2 流木の発生・影響

8 月豪雨は線状降水帯による数時間ほどの局地的な集中豪雨を特徴としていた. 降り始めから降り終わりまでの総雨量は, 気象庁の高峰観測所で 308 mm, 国土交通省の椿観測所で 476 mm であった (図 1). いずれも記録的な雨量であったが, 萩生川や小白川流域の山間部ではそれ以上の大雨だった可能



図40. 飯豊町高峰・数馬・小屋地区，米沢市入田沢地区，川西町大舟地区の変状. A, B, 高峰地区の表層崩壊 (A, 8月7日10:00頃 ; B, Street View画像, Google Earth, 2022年6月撮影). C, 高峰地区の表層崩壊 (8月7日8:55頃). D, 白川ダム (8月7日10:05頃). E, 数馬地区の湖岸公園 (8月7日9:15頃). F, 小屋地区 (8月7日9:30頃). G, 米沢市入田沢地区道の駅田沢 (8月7日11:10頃). H, 川西町大舟地区 (8月7日11:30頃).

性がある。今回の白川に沿った調査では、小白川合流点よりも下流の白川は荒廃が著しいのに対して（図 24A, 29A, C, E, 30A, 31A, 32, 33A, B, 35A, B, D, 36A~D）、上流の白川はそれほど顕著ではなかった（図 37A~D, 38B, C, 39D, F, G, 40E, F）。これは萩生川水系と小白川水系の増水が著しく、白川へ土砂や流木をもたらした主要な供給源がこの二つの水系であったことを示している。萩生川と小白川の流木の発生原因は河川水による侵食、降雨による斜面崩壊・土石流であった。

小白川流域の舟越付近では崩壊・土石流により、谷底の樹木が表土とともに完全に流失し、基岩をなす宇津峠層の砂岩が露出していた（図 18D, E, 19）。宇津峠層は硅砂を胚胎し商業的に採掘されていたことがある（柳沢・山元, 1998）。つまり宇津峠層は石英砂を多く含む砂岩からなっており、固結して塊状で亀裂が少なく、また泥質分が少ないため粘土化しにくいという性質を持つ。ただし砂岩はときに花崗岩と似てマサ状に風化する場合もある。舟越付近の崩壊・土石流は針葉樹の人工林内で生じていた（図 18D, 19）。一般に広葉樹よりも針葉樹の方が根が浅く崩壊を起こしやすいという傾向や、天然林よりも人工林の方が崩壊を起こしやすいという傾向が知られるが（例えば、川口, 1998）、小白川流域の場合は樹種や林種の違いよりも地質学的要因がより強く作用した可能性がある。塊状で亀裂が少ない基岩（宇津峠層の砂岩）では樹木の根系が基岩に達しないために杭作用が期待できない。そのため、不透水層である基岩の表面がすべり面となり、降雨時に間隙水圧が高まった表土層は強度を失って流失し、樹木も表土とともに流されたと考えられる。

ただし、舟越付近の崩壊・土石流は斜面の凹部（谷部）でのみ生じ、斜面の凸部では生じていない。つまり、斜面の凸部では、60 mm/h の時間雨量や 300 mm を超える総雨量に耐えて植生が崩壊を抑止する効果を発揮したと考えられる。凹部では、その地形によって、表土層の降伏限界を越えるほどに降雨時に水が集中したことが、崩壊・土石流発生の誘因と考えられる。

要約すると、今回の短時間の集中豪雨の場合では、稜線に近い斜面最上部で表層崩壊が発生し、さらに斜面の凹部（谷部）に集まった雨水によって表土と植生が崩壊して土石流化し、その結果河川へ多量に流木をもたらしたと考えられる。今回の事例では地形・地質学的な要因が強いため、植生の管理によって崩壊を抑制することは難しい。すなわち、流木の発生自体を軽減することは難しいため、今後の対策としては、流木を下流へ流出させないようにトラップできるダムや遊水池の敷設が有効であろう。

5.3 大巻橋と米坂線鉄橋

小白川に架かる主要地方道の長井飯豊線の大巻橋の崩落と JR 米坂線の鉄橋の崩落はニュースでも大きく報じられ、豪雨災害の象徴的な出来事であった（図 23, 24）。いずれも、流木が巻きついた橋脚への流体圧が増加して橋脚が傾くか破断したことが要因となったと考えられるが、大巻橋と米坂線鉄橋の崩落の発生順序はわからない。おそらくは、大巻橋の崩壊によって直前まで滞留していた河川水が一気に流下したタイミングで、米坂線鉄橋が崩壊したと思われる。

5.4 斜面変動・土砂災害警戒区域

小白川の舟越付近の崩壊・土石流は砂岩主体の宇津峠層の分布域で発生していた。一方、萩生川流域には沼沢層が分布する。沼沢層は主に泥岩・凝灰岩からなり、亀裂が多く、風化しやすく、粘土化しやすい。東北地方の日本海側は第三紀層地すべり地帯であり、これは中新世～鮮新世に形成された泥岩・凝灰岩が重要な素因となっている。すなわち、萩生川流域は典型的な第三紀層地すべり地帯に相当し、風化した凝灰岩などが地すべり粘土を形成して地すべりが多発する（図 4）。8月豪雨では萩

生川流域でも多数の表層崩壊が生じたが（図 5B, 7B, 9B）、顕著な地すべりの活動が認められなかったのは、雨量は多かったが短時間であったために地中に十分に浸透する前に雨水が流出したからであろう。

山形県の土砂災害警報システム（URL6）によると、飯豊町萩生地区では、萩生川新沼橋の左岸と南高野橋と弥五郎橋の中間の右岸に土砂災害警戒区域・特別警戒区域（土石流や急傾斜地の崩壊）が指定されていた（図 5A）。前述したように萩生川沿いには多数の表層崩壊や土砂の流出を伴う出水が認められ、そのうちの新沼橋の左岸のもの（図 7B, 9B）は指定地と一致していた（図 5B）。

椿地区には土砂災害警戒区域・特別警戒区域の指定はない。8月豪雨では前述のように台沢の谷筋で住宅一軒が全壊したが、土砂災害警戒区域・特別警戒区域には指定されていなかった。今回の住宅の損壊は、土石流的な性質の鉄砲水が原因であった可能性がある。そのため、似たような地形条件の土地についてハザードマップの検証が必要かもしれない。

小白川地区の芋兀付近には土砂災害警戒区域が2箇所指定されている（田代沢の下流とその東隣の沢の下流：図 6A）。小白川地区では8月豪雨により多数の表層崩壊・土石流が発生したが、これらの土砂災害警戒区域では土石流の痕跡は認められなかった。

手ノ子地区の白川の右岸には土砂災害警戒区域・特別警戒区域（土石流）が5箇所、白川ダムよりも下流の高峰地区の白川の左岸には土砂災害警戒区域・特別警戒区域（土石流または崩壊）が4箇所指定されているが、8月豪雨では顕著な変状は認められなかった。宇津川流域にも数箇所指定されているが、今回の調査範囲外であった。

5.5 白川・最上川の増水・氾濫

今回の調査では白川本川と最上川本川の少なくとも4箇所で氾濫が生じたことを認めた。白川本川の小白川橋の上流側右岸（図 35A～C）、最上川本川の長井市下伊佐沢地区の右岸（図 28A～C）、朝日町三中地区の左岸（図 27A）、および大江町左沢地区の左岸（図 25G, 26A）である。これらの越水地点には堤防高が低いという共通点があった。横谷や屈曲部の直前という水位が上がりやすい地形的な要因もある。降水量は飯豊町・白川流域で最も多く、最上川の下流方向へ減少する（図 1）。洪水警報が12時43分に飯豊町、17時07分に大江町に発令されたことからわかるように、上流域の大雨によって生じた河川の増水が上流から下流へ数時間かけて移動した。

このように上流域の大雨によって最上川の中～下流で氾濫が発生する現象は、昭和42年8月の羽越水害や令和2年7月27日からの大雨の際にも生じた。羽越水害の際は置賜地域西部における豪雨により米沢盆地・長井盆地から山形盆地を経て下流域に及ぶ最上川全川で氾濫が生じた。令和2年7月の際には、朝日山地東部の西川町・朝日町・大江町一帯でとくに大雨となり、大江町・大石田町・大蔵村において氾濫が生じた。最上川は置賜地域の大半と村山・最上地域の全域を集水域とすることから、上流域の降雨により時間差で中～下流域で水位が上昇、氾濫を生じる特性をもつ。このような山形県特有の地勢を反映した水害の現出の理解をもとに、羽越水害以降、堤防整備や白川ダム・長井ダム・寒河江ダムなどの水量調節機能を持つダムの建設といった治水対策が行われてきた。今回の8月豪雨では数箇所でも氾濫が生じたが、羽越水害のような広域の氾濫が生じなかったのは、これまでの治水対策の効果と言ってよい。今回の調査で認められた越水地点は堤防高の低い場所であったため、堤防を嵩上げするハード対策によって氾濫を防止することが可能ではないかと考えられる。

6. まとめ

山形県中部の中山町から最上川・白川沿いに山形県南部の飯豊町にかけて令和4年8月豪雨による被害状況の調査を行った。その結果、2日間で450 mmを超える総雨量が観測された飯豊町の北部において、とくに顕著な変状・被害が認められた。長井市南部でも総雨量が300 mmに迫る大雨が観測されたが、今回の調査は長井市西部の山地や野川（置賜野川）などの中小河川には及ばなかった。本調査の結果、令和4年8月豪雨に関して、次のような五つの可能性を指摘することができる。

(1) 河川や森林・傾斜地の保全機能を越える雨量と増水により、飯豊町中～北部の山地・丘陵地の中・小河川が氾濫し、農地冠水・家屋浸水・河岸侵食・橋梁流失・路盤洗掘等の被害が生じた。

(2) これらの被害の多くは、橋梁部の河道幅の狭窄、流木による遮蔽や橋脚への加圧が影響した。

(3) 流木の供給源の多くは傾斜地における崩壊や土石流であり、樹木による表土保全機能を越える雨量により生じたものであり、地形・地質学的な要因が大きく働いた。

(4) 最上川水系の上流域の大雨によりまず置賜地域で水位が上昇し、その後数時間かけて最上川の中・下流域へと増水・氾濫が伝播していった。

(5) 白川本川と最上川本川における越水は堤防高の低い場所に限定されていたことから、羽越水害以降の既往の治水事業によって広域的な氾濫は防止された。

また、今後へ向けて次の三つの点を指摘することができる。

(1) 山形県の盆地に接する山間地は、飯豊町の萩生川水系や小白川水系と地形・地質・植生・土地利用状況が似ていることから、今回の被害・原因を教訓として防災対策を練り、治山治水事業を設計したり、地域防災活動を高めたりしてゆく必要があると考えられる。

(2) 線状降水帯によってどのような災害が生じるのか、今回のケースを自分の居住地域における防災と安全のための教訓とすることが肝要と思われる。

(3) 今回の8月豪雨は1967年の羽越水害と気象条件（空間的・時間的・量的な降雨パターン）が類似しているため、被害状況等を詳細に比較して、羽越水害以降に行われてきた堤防整備・ダム建設等の治山・治水事業やハザードマップ等の災害リスク評価の効果を検証することが可能である。それを踏まえて、線状降水帯や頻発する異常気象等の新たな問題や、今後の対策のあり方について検討し、より災害に強い地域社会の構築を模索することが大切と考えられる。

謝辞 いいで農村未来研究所の糸川浩司所長以下研究所メンバーの方々および飯豊町役場企画課の方々には、飯豊豪雨災害緊急調査チームの活動を通じて種々ご教示いただいた。中央開発株式会社東北支店の岩井夏彦氏には原稿の編集にご協力いただいた。以上の方々に、この場を借りて御礼申し上げます。

引用文献

川口武雄（1998）森林の土保全機能を再考する。水利科学，v. 41, no. 6, 75-107.

皆川信弥（1971）5万分の1地質図幅「手ノ子」及び同説明書。山形県商工労働部鉱業課，21p.

山形県総合学術調査会（1968）羽越水害における山形県南西部の水害調査報告。山形県総合学術調査会，大風謄写堂，181p.

山形応用地質研究会（2016）山形県地質図（10万分の1）および説明書．山形大学出版会，共栄印刷，61p.

柳沢幸夫・山元孝広（1998）玉庭地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，94p.

URL1 <<http://www1.river.go.jp>> 国土交通省水文水質データベース（2023年4月15日閲覧）.

URL2 <<https://www.pref.yamagata.jp/documents/29162/kotibour050322.pdf>> 山形県防災くらし安心部，8月3日からの大雨などの状況について（令和5年3月22日17時00分現在）（2023年4月15日閲覧）.

URL3 <<https://maps.gsi.go.jp/>> 国土地理院ウェブサイト（2023年4月24日閲覧）.

URL4 <<https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>> 防災科学技術研究所，地すべり地形分布図日本全国版（2023年4月24日閲覧）.

URL5 <<https://gbank.gsj.jp/seamless/>> 産業技術総合研究所地質調査総合センター，20万分の1日本シームレス地質図V2（2023年4月24日閲覧）.

URL6 <<https://sabo.pref.yamagata.jp/pc/MapForm.aspx?m=8>> 山形県土砂災害警報システム（2023年4月15日閲覧）.

文献引用例

本山 功・岩田尚能・加々島慎一・橋本智雄・森藤 勉・柴田 樹・片桐 悟，2023，令和4年8月に発生した山形県南部豪雨災害について．山形県南部令和4年8月豪雨災害調査報告書，山形大学災害環境科学研究センター，大風印刷，p. 1-55.

Bibliographic reference

Isao MOTOYAMA, Naoyoshi IWATA, Shin-ichi KAGASHIMA, Tomoo HASHIMOTO, Tsutomu MORIFUJI, Miki SHIBATA and Satoru KATAGIRI, 2023, Report on the flood and landslide caused by heavy rainfall in the southern part of Yamagata Prefecture, August 2022. In: *Heavy rainfall disaster in the southern part of Yamagata Prefecture, August 2022*. Research Center for Natural Environment and Disasters, Yamagata University. Okaze-insatsu, p. 1-55.

山形県南部令和4年8月豪雨災害調査報告書

2023年6月

山形大学災害環境科学研究センター

目 次

本山 功・岩田尚能・加々島慎一・橋本智雄・森藤 勉・柴田 樹・片桐 悟 令和4年8月に発生した山形県南部豪雨災害について-----	1
橋本智雄・森藤 勉・柴田 樹・片桐 悟・本山 功・岩田尚能・加々島慎一 令和4年8月 山形県飯豊町で発生した豪雨災害について-----	57

文献引用例

山形大学災害環境科学研究センター，2023，山形県南部令和4年8月豪雨災害調査報告書．大風印刷，89p.

Bibliographic reference

Heavy rainfall disaster in the southern part of Yamagata Prefecture, August 2022. Research Center for Natural Environment and Disasters, Yamagata University. Okaze-insatsu, 89p., 2023.

山形県南部令和4年8月豪雨災害調査報告書

発行 令和5（2023）年6月30日

編集・発行所 山形大学災害環境科学研究センター

〒990-8560 山形市小白川町1-4-12 山形大学小白川キャンパス

印刷所 株式会社 大風印刷

〒990-2338 山形市蔵王松ヶ丘1-2-6
