

平成 25 年 7 月山形豪雨災害調査報告（最終）

水工学委員会水害対策小委員会調査団

田中 仁（東北大学大学院工学研究科）

風間 聡（東北大学大学院工学研究科）

1. はじめに

平成 25 年（2013 年）7 月 17 日～18 日，7 月 22 日に山形県および福島県を 2 度にわたり襲った梅雨前線性の豪雨は両県において大きな被災をもたらした。さらに，7 月 27 日から 29 日にかけてもこの地域で降雨が見られた。水工学委員会水害対策小委員会では各豪雨発生直後に現地調査団を派遣して調査を行った。本報告は，速報，第二報の提出後に行われた追加の調査・解析結果も加えた最終報である。以下に調査団の構成を示す。

団長：田中 仁（東北大学），幹事長：風間 聡（東北大学），団員：二瓶泰雄（東京理科大学），川越清樹（福島大学），梅田 信（東北大学），渡部 徹（山形大学），小森大輔（東北大学），呉 修一（東北大学），三戸部佑太（東北大学），調査協力者：小野桂介（東北大学）

2. 被害の概要と降雨の特性

平成 25 年 7 月の豪雨による山形県全域の被害は，行方不明者 1 名，負傷・軽傷者 3 名，全壊 3 棟，半壊 8 棟，一部損壊 3 棟，床上浸水 49 棟，床下浸水 388 棟である（2013 年 11 月 8 日現在）¹⁾。公共土木施設等の被害額は，20,221 百万円，農林水産関係の被害額は，7,907 百万円となっている。

本水害調査より明らかとなった山形県最上川水系全体の特徴的な被害の概要を図 2-1 に示す。全体的に最上川本川での深刻な被害は少なく，支川で特徴的な被害が多く生じている。特徴的な事例として，



図 2-1 全体被害状況の概要

月山周辺の山間部で豪雨に伴い多数の斜面崩壊や河岸浸食，道路斜面の崩壊等が確認され，最上川水系吉野川では赤湯自動車学校の浸水，最上川水系藤島川では豚舎の流出などが生じた。赤湯自動車学校は旧河道上に位置するなど洪水氾濫が生じやすい脆弱な地域に存在していた。藤島川では，洪水が 7 月 18 日，22 日に発生し，18 日の洪水による護岸浸食に対する応急復旧中に 2 度目の洪水を迎え護岸が崩壊することで，豚舎が流出した。また，最上川水系の寒河江川では，寒河江ダム水の高濁度化や山間部の小規模のため池堤体の決壊などが確認されている。最上川水系月布川流域は，山間部に農地と住宅が広がっており，激しい豪雨に伴い，洪水氾濫，土砂災害，孤立集落が発生するなどの被害が生じた。詳細に関しては以降の章で記述する。また山形豪雨災害のみならず，同豪雨イベントによる福島県喜多方市における土砂災害や郡山市における洪水災害についての調査報告も本報に含まれている。

平成 25 年 7 月 17 日～18 日，7 月 22 日に山形県を 2 度にわたり襲った梅雨前線性の豪雨は，山形県に大きな洪水・土砂災害をもたらした。主な地点の降雨量を以下の表 2-1 に示す²⁾。また，7 月 1 日から 17 日までのまでの先行降雨量と 18 日と 22 日イベントの累積降雨量を図 2-2 に示す。ここで累積雨

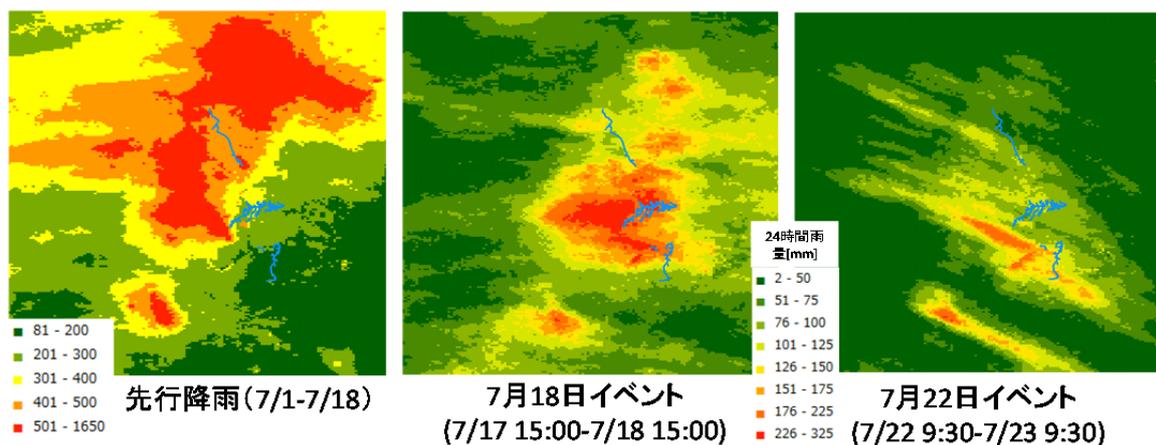


図 2-2 2013 年 7 月の降雨状況（気象庁再解析雨量の累積）

量は気象庁再解析雨量を用いて作成した。表 2-1 および図 2-2 より、7 月に入り断続的に降雨があり、7 月 1 日から 18 日までの降雨量は多くの箇所では 7 月の平年月降雨量を超えていたことがわかる。これにより斜面などの土壌水分が非常に湿潤であり、山地が従来持つ保水能が低下した状態で 18 日と 22 日の豪雨イベントを迎えたものと推測される。また、7 月 18 日イベントでは、月布川流域全体、貝生川流域全体、吉野川中流から下流域で特に強い降雨が観測されていた事がわかる。

表 2-1 各主要地点における降雨の状況

観測地点	降雨量 (7/17 12:00~7/18 21:00)	降雨量 (7/1 ~7/18)	7月の平均月降雨量
西川町大井沢	250.5	590.5	251.1
大江町左沢	163.5	334.5	175.1
鶴岡市荒沢	151.0	684.0	275.2

3. 山形県南陽市（7/21 調査）

3.1 南陽市赤湯自動車学校（最上川水系吉野川）

図 3-1 に赤湯自動車学校周辺の浸水想定図を示す。赤点線の部分に赤湯自動車学校は位置する。洪水は自動車学校の教習コース上流側（図 3-1 の②の上流側）から浸水し、15 分くらいで 50 cm の浸水深さとなった。敷地内への土砂堆積、そして多数の教習車の浸水被害が発生した（写真 3-1）。

赤湯自動車学校は教習車コースの浸水想定深さが 1.0-2.0 m の区域で、他の建物などの区域も 0.5-1.0 m の浸水深さが想定されるなど、赤湯自動車学校は周辺区域に比べ一際水害のリスクが高い区域とされる。また、左岸側は約 3 m の高台で、その上に建設された市民体育館は二次避難施設に指定されるなど、浸水リスクがないことが図 3-1 より明らかである。すなわち、高水時に洪水は左岸には浸水せず、毎回右岸に浸水する状況であることが推察される。写真 3-2 に赤湯自動車学校建設前後（1964 年開業）の状況を示す。A の位置から赤湯自動車学校の教習コースは旧河道の上に位置することがわかる。関係者からの聞き取りでも、毎年浸水があるとのことであり、赤湯自動車学校の水害リスクは非常に高いことが推察される。



図 3-1 赤湯自動車学校周辺の浸水想定図。矢印は流下方向、赤点線は赤湯自動車学校の位置を示す。

（南陽市浸水想定区域図より抜粋）



写真 3-1 石積み護岸の崩落被害の様子
（右写真：図 3-1①、左写真：図 3-1②）

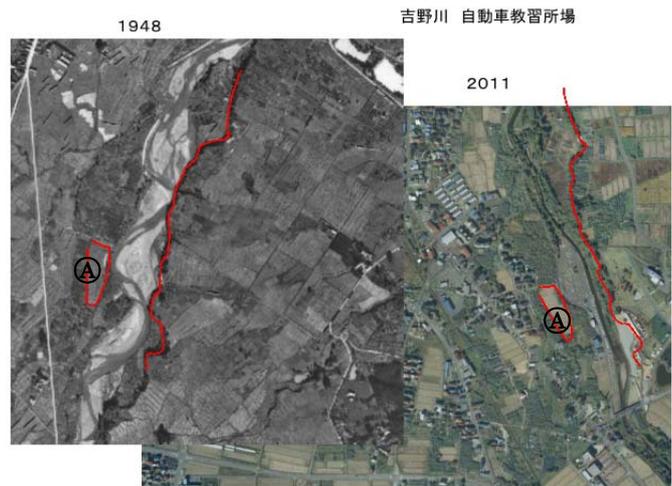


写真 3-2 1948 年（左）および 2011 年（右）の様子。図中記号は図 3-1 の記号の位置を示す。

3.2 南陽市金山地区（最上川水系吉野川）

写真 3-3 に金山地区白山在家橋およびその上流部での被災状況を示す。河道左岸の浸食により家屋の被災が生じている。同所では対岸の右岸側にも浸食が見られるが、左岸の被災がより大規模である。さらに、その直下流部の白山在家橋の左岸取り付け部まで浸食され、取り付け道路が崩落している。なお、白山在家橋までは河道の拡幅がなされており、橋梁の直上流において河道幅が急縮している。写真右端の大型土嚢はおおよそ改修済み右岸護岸の法線延長線上に位置している。



写真 3-3 吉野川金山地区での被災状況

写真 3-4 は白山在家橋より約 500m 下流の右岸果樹園の状況である。写真左から流れた洪水による流木などが果樹により捕捉されている。さらに、若干高まった田の畦により流木捕捉がなされ、右側の田にはほとんど被害が見られていない。



写真 3-4 果樹による流木等の捕捉

4. 白鷹町（最上川水系貝生川）（7/21 調査）

図 4-1 に貝生川流域における調査地点を示す。写真 4-1 は①の地点に位置する愛宕橋上流の被災地点を示している。湾曲部における外岸側護岸が決壊するとともに、この箇所から流れが田畑に乗り上げ、直進して被害を発生させている。写真から幾分判別しにくいですが、この箇所で護岸のタイプが変わっており、その不連続部において護岸が決壊が生じている。同様な決壊箇所が地点②であり、写真 4-2 に見られるように湾曲部外岸の護岸不連続部において被災が生じている。

写真 4-3 は地点③における土砂災害の状況である。現地での聞き取りによると、これより上流に三基の砂防ダムが設置されており、ここに堆積していた土砂が下流に流れ出たとのことであった。



図 4-1 貝生川流域における調査地点



写真 4-1 地点①での護岸決壊



写真 4-2 地点②での護岸決壊



写真 4-3 地点③での土砂を伴う氾濫被害

5. 白鷹町（最上川水系貝生川）（7/24, 8/2 調査）

5.1 概要

いくつかの特徴的な破堤や護岸崩壊が見られた最上川水系貝生川における調査範囲・地点を図 5-1 に示す。貝生川は西置賜郡白鷹町を流れ、最上川右岸の白鷹町北部地先に流入する河川である。本調査では、貝生川の雷神橋から松岡橋までの約 750m 区間を対象として、堤防・護岸被災状況や周辺への氾濫状況を調べると共に、痕跡水位や断面測量、天端高調査などを行った。調査日は、2013 年 7 月 24 日と 8 月 2 日である。痕跡水位や断面測量に際しては、VRS 方式 RTK-GPS（Trimble R4 及び R6, 米 Trimble 社製, 標高推定精度：4cm 程度, 以下, RTK-GPS）を用いた。

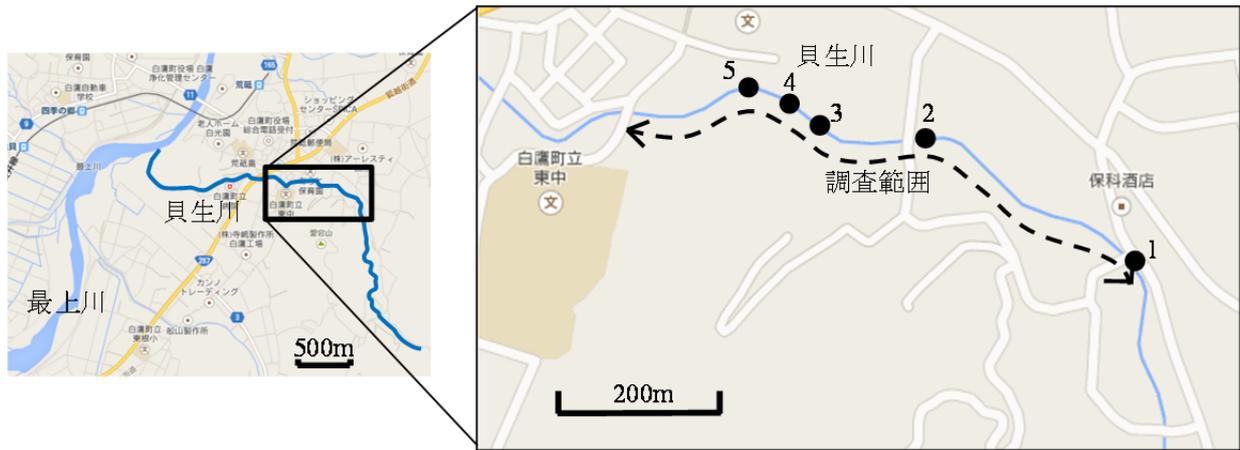


図 5-1 貝生川における調査範囲

5.2 堤防被災状況

対象区間における破堤・堤防破損状況を取りまとめたものを表 5-1 に示す。ここでは、図 5-1 中の Stn. 1～5 における外岸か内岸か、被災形態、その長さ、被災要因を列挙している。

①Stn.1: この地点では、外岸側の護岸が破損した（図 5-2）。護岸としては、空石積み護岸である。他の地点では、護岸底部の破損・劣化とそれに伴う堤体土砂の吸出しが確認されている。本地点では、越流は確認されておらず、堤防欠損の要因が洗堀と推測されるが、確定したデータは無い。

②Stn.2: 本地点では外岸（右岸）堤防が破堤した（図 5-3）。この原因は越流であり、対岸の痕跡水位より確認できた。なお、氾濫水は右岸側堤内地を進み、Stn.3 や 4 あたりで河道内に戻る様子が確認された。

③Stn.3: ここでは、直線部の左岸側で堤防欠損が起こった。その直下流部でも右岸側護岸底部の破損が確認されていた（図 5-4）。これらの直上流部には床固め工が存在する。このように床固め工の直下流部

表 5-1 対象区間の堤防被災状況

Stn.	外岸or内岸	被災形態	長さ L[m]	主要因
1	外岸	堤防欠損	—	?
2	外岸	堤防決壊	—	越流
3	—	堤防欠損	14	洗堀
4	外岸	堤防決壊	12	越流, 洗堀
5	外岸	堤防決壊	64	越流



図 5-2 右岸側の堤防破損 (Stn.1)

では、護岸底部の破損が多くの地点で確認された。これは、床固め工の下流側では大きな乱れが発生し、それにより護岸底部が洗掘され、堤体土が吸出されたものと推測される。

④Stn.4: 本地点は Stn.3 と同様に、護岸底部の破損と堤体土の吸出しが生じた。また、Stn.2 からの氾濫水が回り込んだため、Stn.4 の堤防裏のり面が侵食され、堤防決壊に至った（図 5-5）。

⑤Stn.5: 外岸部の右岸側の堤防が決壊し、その長さは 60m 超となった。決壊の主要因は越流侵食であるが、一部は Stn.2 からの氾濫水による堤防裏のり面の侵食が考えられる。



図 5-3 Stn.2 の様子

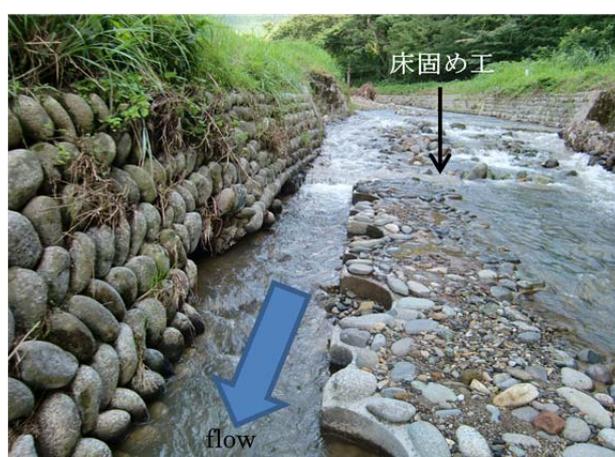


図 5-4 護岸底部の破損 (Stn.3 対岸)



図 5-5 護岸底部破損と破堤 (Stn.4)

5.3 まとめ

今回の堤防被災要因としては、越流に加えて、護岸底部での局所洗掘が顕著であった。本対象河川では、護岸整備が進んでおり、堤防の表のり面はコンクリート護岸がなされていた。ただし、護岸底部での破損が一部で見られており、そこから堤体土の吸出しが進み、最終的に破堤に至ったものと推察された。これらのコンクリート護岸の点検を行い、破損状況や背後の空洞状況のチェックは必須であるとともに、表のり尻部の洗掘工設置等の対策が必要と考えられる。

6. 山形県大江町（最上川水系月布川）（7/21 調査）

大江町月布川流域では越水による洪水氾濫が発生した。この洪水により集落の孤立や農地への浸水・土砂堆積など大きな被害が生じた。人的被害は生じなかったが、孤立集落が発生したことには、局地豪雨災害における避難勧告・指示発令の難しさを如実に物語っている。

月布川は、1級河川最上川の支川である。図6-1に月布川流域の流域界、河川網、標高および雨量観測所、水位観測所の位置を示す³⁾。また、図6-2に流域周辺の土地利用の概要を示す。月布川流域の流域面積は142.2 km²（GIS解析より算出）、流路延長は39.5 kmである。土地利用の内訳は、森林80.2%、農地13.1%、宅地2.2%、その他4.5%となっている。図6-2より、河川沿いに農地が多く存在していることがわかる。過去の月布川の水害事例としては、既往最大のものが1976年8月6日の水害（通称8・6水害）である。最上川流域の広範囲で被害が生じた1967年8月26日の羽越豪雨よりも、流域における局地的な豪雨に伴い、8・6水害のほうが大きな被害が月布川では生じた。

図6-3に、大井沢地点および左沢地点における日雨量の時系列を、図6-4に両地点の月雨量の時系列を示す。左沢地点における2013年7月18日の豪雨イベントの総降雨量は163.5 mm、降雨継続時間27時間、最大降雨強度24 mm/hであり、1976年の8・6水害は、総降雨量199 mm、降雨継続時間14時間、最大降雨強度38 mm/hである。大井沢地点における2013年7月18日の豪雨イベントの総降雨量は250.5 mm、降雨継続時間27時間、最大降雨強度38 mm/hであり、8・6水害時はデータが計測されていない。

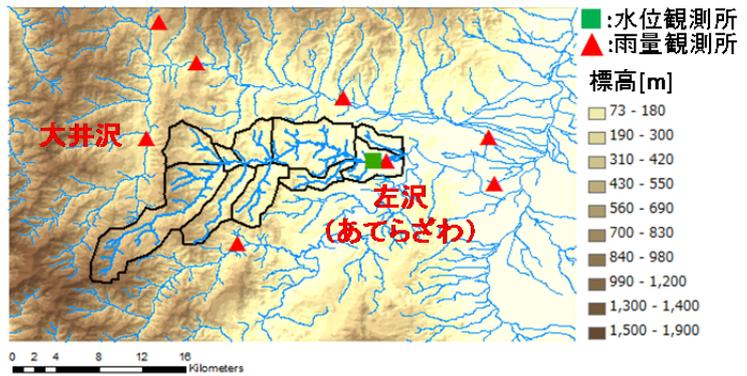


図6-1 月布川流域界，河川網，標高および雨量・水位観測所（荻野地点）の位置

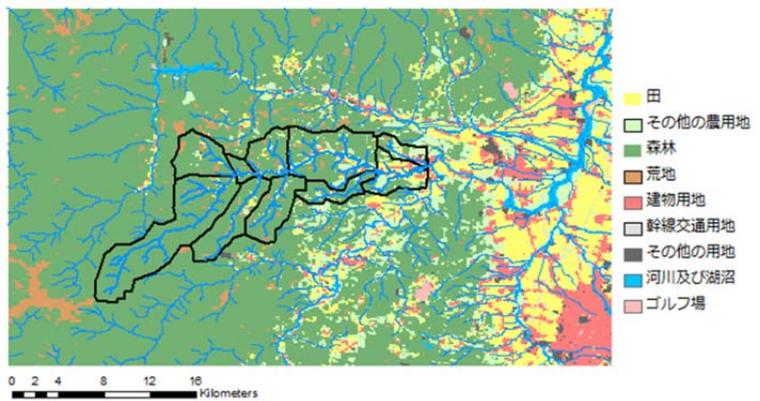


図6-2 月布川流域周辺の土地利用

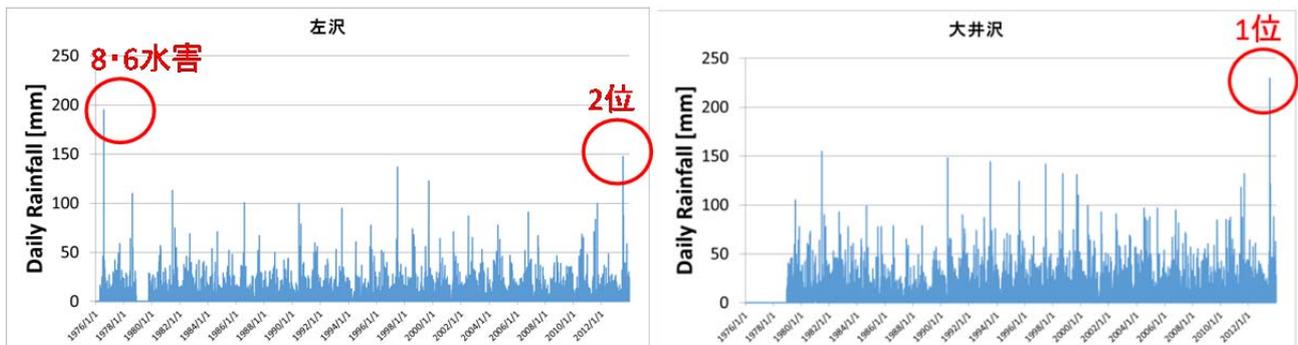


図6-3 大井沢および左沢地点における日雨量の時系列

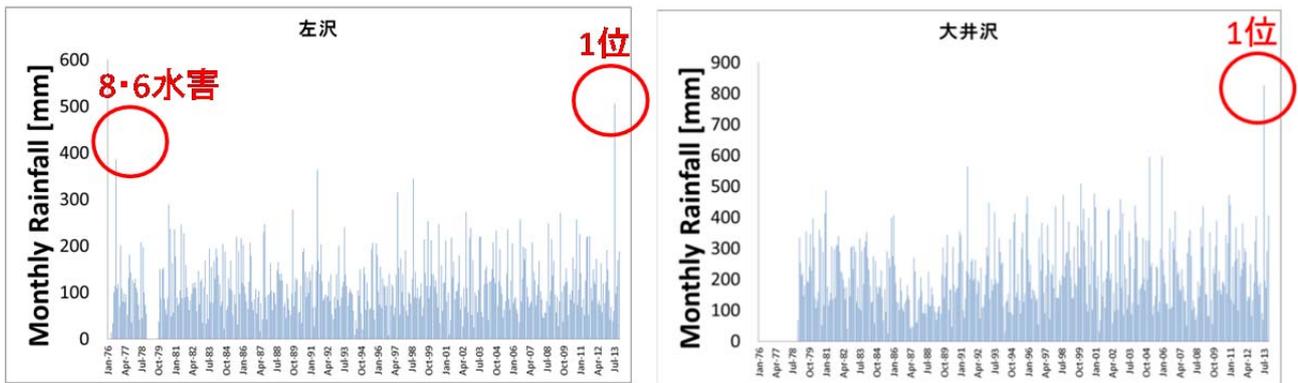


図 6-4 大井沢および左沢地点における月雨量の時系列

大井沢地点においては、日雨量、月雨量ともに 2013 年 7 月および 7 月 18 日の豪雨イベントが観測史上最大を示している。月布川流域内に位置する左沢観測地点においては、日雨量は 8・6 水害が観測史上最大であるが、月雨量としては 2013 年 7 月が観測史上最大である。また、図 2-2 で示した解析雨量から明らかなように、最上川水系でも特に月布川流域で強雨が発生していたことがわかる。このように、1967 年の羽越豪雨では最上川水系全域での被害となったが、本豪雨イベントおよび 8・6 水害では、月布川流域を中心とした局地的な豪雨が観測されていたものと推測される。また、先行降雨に依存するが、左沢地点で 160mm 以上の雨量が観測されると月布川に洪水氾濫等の危険が生じる可能性が高いことがわかる。

図 6-5 に月布川に 30 年に 1 回程度の大雨が降った場合を想定した浸水想定区域⁴⁾を示す。集落は月布川の両岸に形成されており、荻野区、久保地区、貫見区は危険区域に指定されている。被災者からの聞き取りより、月布川は 8・6 水害が被災者の記憶にある既往最大の洪水で、河川整備など治水対策は 8・6 水害を想定して施行されたという答えを多く得た。また、8・6 水害以後、河川整備も進み大きな水害はなかったが、今回の洪水は 8・6 水害に匹敵する、もしくは上回る水害という答えも多く得た。

6.1 大江町貫見地区（月布川上流部）

図 6-5 貫見地区の赤点線の部分で、溢水被害が発生した。特に、下流側の本川と支川合流部では越流が発生し、床下浸水と農地への浸水被害が発生した。また、石積み（乱積）の護岸が崩落した（写真 6-1）。本川左岸側の支川からの流入がそのまま本川右岸を越流したと推定される。また、越流部分の石積み護岸と、少し下流川の対岸の石積み護岸が崩落しており、支川からの洪水が主たる原因と推測される。なお、7/18 8:00



（図 6-5 危険区域の浸水想定図。矢印は流下方向を示す。

（大江町浸水想定区域図より抜粋）

頃に避難警報がかかり住民は避難所に避難した。

貫見地区より 3 km 上流に位置する沢口地区では土砂災害で地域住民 2 世帯 4 人が一時孤立した。道路は通行止めだったが 7 月 21 日の調査時点ではすでに土砂は取り除かれているとのことだった。

6.2 大江町久保地区（月布川中流部）

月布川中流域に位置する久保地区（図 6-5 久保地区の赤点線部分）では、月布川に架かる久保橋が浸水し、5 世帯の 7 人が 18 日の朝から正午すぎまで孤立する状態となった。久保地区における避難指示は、18 日午前 8:15 に出されているが、聞き込み調査によると午前 6:30 ごろには既に河川水位が上昇してきており 7:00 には河川水が橋を越水していたとの事である。下流の水位観測所の荻野のピーク水位は 18 日 9:00 に記録されている。また、周辺の月布雨量観測所では朝 6:00 の時点で前夜からの累積雨量が 119mm に達し、8:00 には 153mm に達している。7 月上旬からの断続的な降雨により、土壌水分量がかなり湿潤状態であり、山地流域の保水能力が低下し、18 日のイベントでは降雨流出の応答が早かった可能性がある。正午には河川水位が低下し橋が渡れるようになり、集落の孤立状態は解消された。

住民への聞き込み調査によると、月布川の増水に伴い多くの流木があり、それら流木が久保橋の欄干を塞ぐような状態となった。洪水 3 日後の久保橋の様子を写真 6-2 に示す。またこの流木により河川の氾濫が左岸側に誘導されたとの報告が住民よりあった。これにより、8・6 水害は右岸への氾濫がメインであったが、今回の出水は左岸への氾濫水量が大きくなったようである。左岸側では、この氾濫水の濁流に伴い道路や民家の床下が激しく洗掘されていた（写真 6-3）。また 8・6 水害の後の護岸整備に伴い河川の流水面積が減少し、今回の洪水流の流速が早くなったと住民は指摘している。また、久保橋の下流 30m には急な蛇行が 2 度続いており、容易に水位が上昇しやすい河川形状を呈していた。また久保橋の直上流右岸側に位置する民家では、唯一床上浸水を経験した。この民家の隣には、取水用堰と取水用水路が設置してあり、この取水用水路を通じて大量の河川水が民家に流入したとのことである。なお浸水箇所は、大江町発行の洪水ハザードマップの浸水想定区域内であった。

6.3 大江町荻野地区（月布川下流部）

月布川下流荻野地区では、月布川下流志津橋の直下流兩岸で洪水流が護岸を越流した（図 6-5 荻野地区の赤点線部分）。左岸側は農地であり民家等への被害は出なかったが、右岸側には民家が 2 件あり、1 件が床下浸水の被害を被った。氾濫箇所は堤防が一部低下している箇所があり、越流堤のような形状を



写真 6-1 石積み護岸の崩落被害の様子（図 6-5 赤点線下流部）



写真 6-2 久保橋の冠水により集落が一時孤立（7/21 時点）



写真 6-3 月布川からの洪水氾濫による洗掘（久保橋下流左岸側の民家）

呈していた。周辺住民の話によると、18日午前4:30くらいに、山地の沢のほうから流出水が民家の排水路の容量を超え民家へと流出を始め、その後月布川の水位が15分程度で急激に上昇し、堤防を越水し氾濫水が民家へと流入し、床下浸水した。荻野水位観測所のデータを見ると5:00以降に水位の急な上昇が確認される。民家と月布川の間にある桃園には大量の土砂が堆積しており、民家の方々が今後の対応に窮していた。なお浸水箇所は、大江町発行の洪水ハザードマップの浸水想定区域内であった。

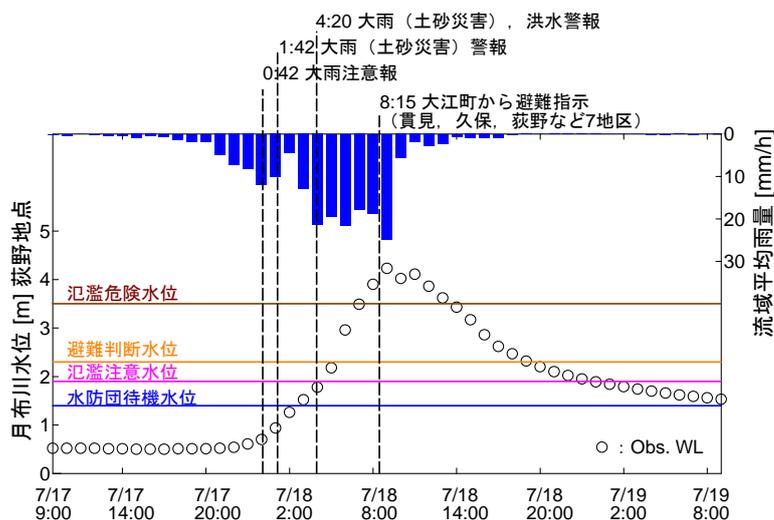


図 6-6 月布川における水位ハイドログラフ

6.4 月布川における水位・雨量の時系列と避難指示等の発令状況

図 6-6 に、月布川荻野地点における水位の時系列と左沢地点の雨量の時系列および各種予警報の発令時刻を示す。7月17日の22:00程度から降雨が強くなり、それに応じて水位が上昇している。気象庁は18日0:42に大雨注意報、1:42に大雨(土砂災害)警報、4:20に大雨(土砂災害)、洪水警報を大江町等に発令していた。図 6-6 に示されるよう、月布川の水位は18日5:30頃には避難判断水位を越えており、氾濫危険水位を超えた7:00から約1時間後の8:15に大江町から久保、貫見、荻野など7地区に避難指示が出された。しかしながら、久保地区では、18日の7:00頃には河川水が地区の橋を越水(住民への聞き込み調査より)し、5世帯の7人が孤立する状態となった。

このように深夜から早朝にかけて降雨の激しさが増したため、避難指示を出すタイミングが難しかったことや、実際に夜間に発令されたとしても本当に避難可能であったのか等、多くの検証課題が残る。実際その後の豪雨イベント(7月22日)では、事前に避難勧告が発令され、18日のイベントで孤立した住民たちは各自避難を実施することができた。

夜半から早朝にかけての洪水イベントでは避難指示の迅速な発令・伝達をいかに行うかが重要な課題となる。2013年は伊豆大島でも同様に深夜の激しい豪雨の際に避難指示が遅れ、被害が拡大する事案があった。既に内閣府では、避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン(案)を2014年4月に公表しており⁵⁾、基本的には夜間であっても、躊躇することなく避難勧告を発令することが推奨されている。今後このようなガイドラインや様々な事例を踏まえ、深夜の集中豪雨に対応するための準備、検討やマニュアル作成等を行うことが非常に重要となってくる。

6.5 降雨流出モデルを用いた洪水予測

避難や洪水対策を迅速に実施するためには、時間的余裕を持って洪水イベントを迎える事が重要であり、この目的のため降雨流出モデルを用いたリアルタイム洪水予測手法が多く提案、実装されている。分布型流出モデルにリアルタイムで観測されるレーダ雨量情報や気象庁の降水短時間予測雨量等を入力することで、リアルタイムから数時間先の洪水の予測を行おうという取り組みである。

本報告では、月布川流域という中小河川を対象としてリアルタイムでの洪水予測計算を行った場合、どの程度のリードタイムを得ることができるかを検討する。これは、避難判断のための水位計が月布川

の下流側に設置されているため、分布型流出モデルを使用し上流側の洪水を計算することで、その洪水の伝播時間分だけ早く洪水を探知できる可能性があるためである。

降雨流出モデルは、呉ら⁶⁾の土壌・地形特性に基づく降雨流出計算手法を用いる。本手法は流域をサブ流域に分割し、各サブ流域で降雨流出計算を実行するサブ分布型の流出計算手法である。サブ流域では、斜面流下方向流れを kinematic wave 法から集中化して計算を行う。モデルパラメータは、表層土層厚や飽和透水係数などの土壌・地形特性から決定される。河道部における洪水波の追跡には、1次元不定流計算を行う。本計算手法の詳細は呉ら⁶⁾に詳しいのでそちらを参照されたい。

2013年7月18日の月布川の豪雨イベントに対して降雨流出計算を行った結果を図6-7に示す。月布川荻野地点での実測水位と計算水位の比較より、適用した降雨流出モデルは本イベントを良好に再現出来ていることがわかる。これは、再解析雨量を用いたことで、正確な降雨の時空間分布を計算の入力として使用することが出来たためと考えられる。

次に、荻野地点および上流4地点（荻野地点から上流に、15.5 km, 20.0 km, 23.5 km および 35.5 km 地点）で計算された水位ハイドログラフを図6-8に示す。上流から水位のピークは、7:05, 7:30, 8:15, 8:30, 9:00に発生しており、上流側の水位に着目する事で洪水時の避難に向けて約2時間程度のリードタイムを確保できる可能性があることがわかる。

このように150km²程度の流域面積スケールの中小河川であっても、分布型の降雨流出モデルとレーダーアメダス解析雨量を用いることで流域全体の洪水波の挙動をリアルタイムで算定する事が可能であり、早期の避難実施に向けて非常に有益な情報となりえる。しかしながら、夜半から早朝にかけての豪雨に対しては、1時間から2時間程度のリードタイムでは不十分であるため、今後は気象庁の降水短時間予測雨量などを入力降雨とし、このリードタイムを伸ばすとともに予測の不確実性を定量的に評価する事が重要となる。

最後に、月布川流域内に位置する大江町は、人口・農業従事者が減少する現在において、農地への洪水氾濫汚泥の堆積は農業従事者の減少さらには山間地域の過疎化を進行させると危惧している。氾濫汚泥の除去が完了するまで当然ながら農業が再開できないため、洪水を契機に農家が農業活動を停止してしまう恐れがあるためである。大江町では町の援助により迅速に氾濫汚泥の除去を進めた。このように、高度経済成長期や人口増加の時代とは異なり、現代社会では農地への洪水氾濫を安易に許容できない。これは現代社会における新たな豪雨災害の課題として、非常に重要な問題である。

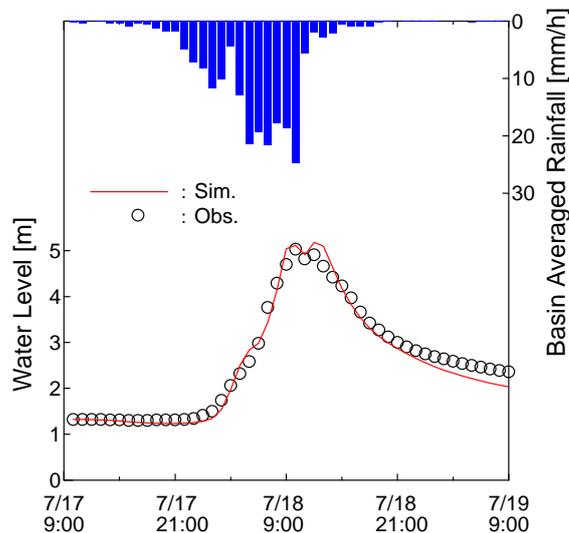


図 6-7 月布川荻野地点における流出計算結果

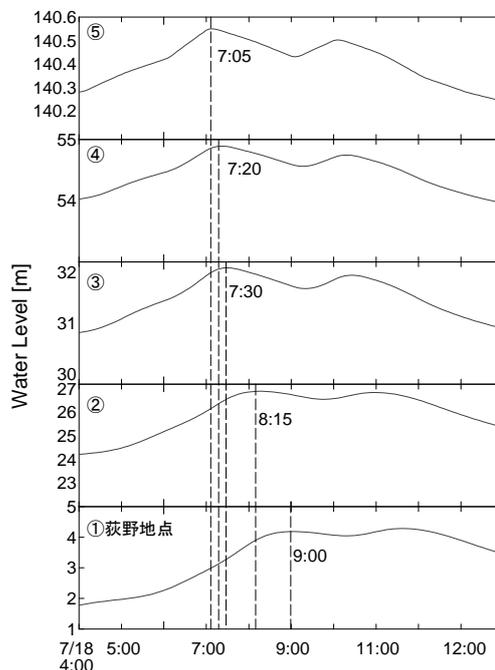
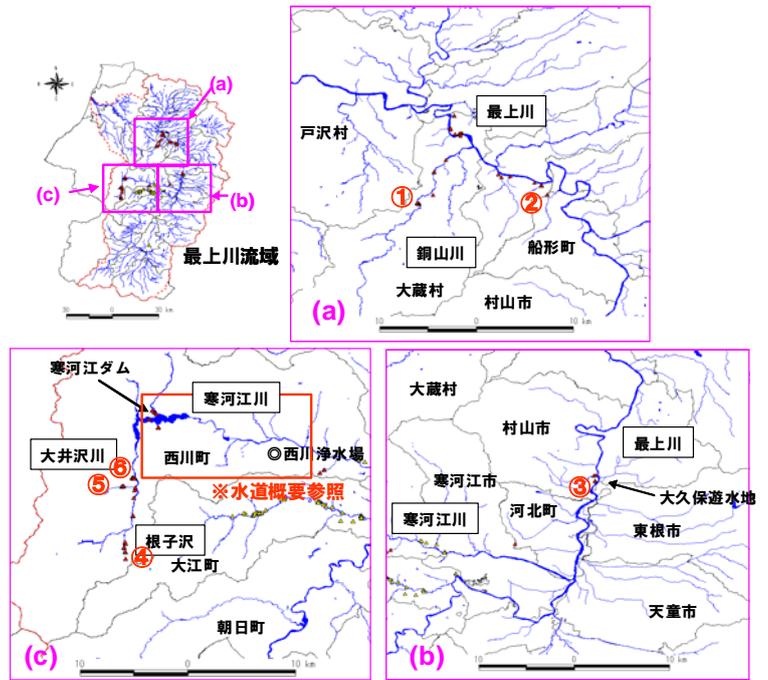


図 6-8 月布川の上流から荻野地点まで5地点で計算された水位ハイドログラフ

7. 大蔵村・舟形町・村山市・西川町(7/21 調査)

全区間を通じて河岸浸食(護岸決壊), 道路斜面の崩壊が多く認められた。また, 所々で外水の越流, および河川(水路)合流部での溢水も認められている。調査対象地域には主に溪流が多く存在し, 強雨に伴う過剰な土砂流出により砂防ダムを飛び越えた土砂氾濫も所々で確認された。ただし, 氾濫土砂に巨礫は少なく, 漂流物として目立つものは流木である。流木に関わり被害も多く認められている。また, 調査対象で特に大きな被害は, ダム, 浄水場への土砂流入に伴う水道供給への影響であり, 23日現在, 断水, および取水規制されており, 未だ復旧に至っていない。図7-1は調査概要図である。以下に各地域の主たる被害状況を示す。



(調査位置平面図) ※○は写真番号

7.1 大蔵・戸沢・船形

銅山川流域で溢水による護岸裏込め浸食, 流木により溪岸流出, 護岸損壊が多く認められる(写真①)。部分的な内水地の浸水が所々で認められる(集落地より農用地に浸水が多い 写真②)。なお, 現在まで記録された唯一の死者。行方不明者は船形で認められており, 用水路点検に伴うものである。



7.2 村山・河北

地内に存在する大久保遊水地では, 痕跡より 2.5m 程度湛水した状況である(写真③)。当該地は断水された商店も多く認められた。



(現地写真)

7.3 西川

大井沢地区より上流の寒河江川では概ねの谷地形で土砂流出多く認められ, 谷底平野になっているため, それらの流出は平地を通り抜けてすべて河道側へ到達している(写真④)。総じて寒河江川は高濁質だが, 特に支流の大井沢川は顕著である。大井沢川では砂防ダム下で土砂, 流木による橋の流出も認められている(写真⑤)。町内には規模の大きな地すべりに関与した被害も認められる。なお, 調査後の降雨で西川町幹線の橋が冠水し, 240人が孤

図7-1 調査概要図

立状態と報告されている(24日朝現在)。寒河江ダム-村山広域水道の排水状況は参考図に示すとおり。



	総人口	給水人口 (計画)	水道状況
山形市	249,615	263,700	回復
寒河江市	42,224	36,100	回復
上山市	38,176	35,200	回復 時間的断水操作
村山市	31,487	32,600	供給能力不足: 富並・湯野沢・稲下
天童市	58,105	56,000	断水: 長岡・津山・若松・北久野本・東久野本・天童原・乱川・道満・南町・北目・桜町・原町・下山口・中山口・上山口・渡戸・二子沢・荒井原・谷地中・小原・川原子・原崎(約2,500世帯) 一自衛隊派遣要請
東根市	42,826	37,700	回復
山辺町	15,164	14,500	回復
中山町	11,779	11,400	回復
河北町	22,240	22,300	供給能力不足: 西里・谷地西部・北谷地など町西部地区(約1,000世帯) ※通常の50~60%
西川町	8,486	6,900	回復
朝日町	10,262	11,300	回復
大江町	10,641	10,700	回復 時間的断水操作

7月23日 21:00現在(寒河江ダム・各市町村website 参照)

参考図 寒河江ダム-村山広域水道の排水状況

8. 喜多方市熱塩加納（7/23 調査）

喜多方市熱塩加納の熱塩加納温泉で土砂流出による被害が認められ、22日夜に集落一帯(約40世帯、5つの宿泊施設)に避難指示が出された。

当該地域は阿賀川水系押切川に流下する沢地形に位置し、集落自体が斜面で形成されている。地域内には2本の沢筋が存在し、このうち南側の沢は土石流危険渓流に指定されている。また、この周辺斜面は急傾斜崩壊危険区域に指定されている。地内には施工中の砂防堰堤(写真③)や計測用の地下水位孔が存在していた。土砂流出の痕跡経路から今回の被災は、地内の2本の沢からの土砂流出が主たる原因と推測される。比較的礫径の大きな土砂(φ20~30cm)は沢最上流の旅館施設(ふじや)1階に流入したが(写真①)、傾斜地形をなす地形特徴より集落全体に水、土砂が広がっていた(写真②)。押切川河岸に位置する住宅にも土砂は到達し、河道にも相当の土砂が供給されている(写真⑤)。被害より1日経過した押切川は高濁度の様相を示している。当該地周辺の斜面状況を確認すると、斜面自体の不安定化を示唆する現象は認められない。ただし、排水施設を中心に洗掘された形成が多く認められていた(写真⑥)。こうした痕跡から土砂流出に関して短時間の強雨の影響が示唆される。

なお、当該沢の上流にはため池が存在している。現在応急作業につき、ため池の状況を確認することが出来なかったが、ため池の状況も把握する必要がある。



(調査平面・鳥瞰図)



(現地写真)

図 8-1 調査概要図

9. 山形県鶴岡市（旧羽黒町）藤島川（7/28 調査）

山形県鶴岡市（旧羽黒町）においては、最上川水系藤島川における護岸侵食・崩落の被害が多数見られた。代表的な被害として、藤島川堤防沿いの養豚場が被災し、豚約 240 頭が流される被害が生じた。ちなみに流された豚の死骸数頭が秋田県の海岸に漂着している。なお、藤島川に合流する今野川上流にある上野新田雨量観測所において 7 月 17 日 15:00 から 7 月 18 日 9:00 にかけて 104 mm、特に 18 日の 6:00 から 8:00 に 51 mm の降雨を観測し、7 月 22 日 14:00 から 19:00 にかけて 93 mm の降雨が観測されている。

藤島川において見られた典型的な護岸侵食・崩壊の様子を図 9-2～4 に示すとともにその位置を図 9-1 に示す。図 9-2 は、藤島川の護岸が崩落している様子である。河川の洪水痕跡等から水位の上昇は 1～2 m 程度であったと見られるが、豪雨に伴う土砂崩れにより護岸が崩落したものと推測される。

図 9-3 は、被災した養豚場 2 棟が存在した護岸（左図）であり、その護岸の侵食開始の部分（右図）も示している。18 日の降雨イベントに伴い、豚舎 2 棟の内 1 棟が半壊し、22 日の降雨イベントで 18:11 に 2 棟が完全に崩落し河川へと流出した。住民からの聞き込みおよび現場の状況から、侵食開始箇所ですでに田畑の土砂崩れが発生し護岸が崩落、侵食が開始した可能性が考えられる。18 日の侵食以降の護岸仮設復旧作業の途中で 22 日の降雨イベントを迎え、侵食が拡大し 2 棟全てが崩壊する被害となった。これは初期被害からいかに早急かつ着実な護岸の仮設復旧を行うかが、非常に重要であることを如実に物語っている。また、住民への聞き込み調査によると、藤島川の護岸は 30 年ほど前に整備され、それ以降このような洪水は生じていないようである。

図 9-4 は養豚場の被害箇所から 500m 程度上流側の護岸の侵食状況である。護岸のタイプが変化する不連続部分で侵食が生じており、護岸のつなぎ目部分の脆弱性を示すものである。このような侵食箇所は今回の豪雨で他の河川でも多くみられたタイプである。



図 9-1 藤島川の調査箇所（Google Earth（2010/10/22 撮影）より）



図 9-2 土砂崩れに伴う護岸の崩壊箇所（藤島川、旧羽黒町）



図 9-3 護岸侵食に伴う豚舎の崩壊箇所（豚舎が存在した護岸（左図）と侵食開始箇所（右図））



図 9-4 つなぎ目部における護岸侵食（藤島川、旧羽黒町）

10. 山形県西川町（宇佐川上流部）（7/28 調査）

西川町宇佐川上流部には部落で管理している 4 つの
ため池（図 10-1：ため池 1～4）があり、7 月 22 日の豪
雨によりため池 2 が決壊した（図 10-2 参照）。ため池 2
の容積はおよそ 3000 t 程度で、住民への聞き取り調査
から 100 年近く前に作られたものであることがわかっ
た。なお宇佐川と寒河江川の合流点付近にある吉川観測
所において 7 月 17 日 15 時から 7 月 18 日 16 時にかけて
160 mm、7 月 22 日 15 時から 21 時にかけて 73 mm の降
雨が観測されている。

ため池の決壊箇所は開閉が可能な放流口が設置され
ていた場所であり、この放流口は降雨前から常時開放し
てあった。そのため降雨前の水位は低く、ため池内の植
生の様子から 1 m 程度であったと推測される。決壊箇所
の付近には越流堰が設置されており、周囲にこれを上回
る水位の痕跡は見られなかった。したがって堤体自体
（高さ 5 m 程度）を越流はしておらず、放流口に生じた
破壊から決壊につながったものと考えられる。

決壊時に放出された水により、ため池 2～1 間で最大
で水深 3 m 程度（調査日 7 月 28 日では水深数十 cm 以下）
まで達した痕跡があるが、この流れは下流側のため池 1
に流入したため民家等に被害はなかった。ため池 1 では、
側方の道路部分がため池下流側の堤体よりも 30 cm 程度
低くつくられており、道路部分を越流して側方の宇佐川
に水が流れ込んだため決壊を免れた。ため池 1 の下流側
は民家が近く、これが決壊していた場合大きな被害が出
た可能性がある。

一方、決壊したため池 2 と高さ 10 m 程度の堤体を挟
んで隣接する、ため池 3 ではほぼ満水状態まで水が貯ま
っていたが、破壊箇所や越流の痕跡は見られなかった
（図 10-3）。

ため池 2 の下流側約 100m に位置する西側の沢との合
流点 A（図 10-1）から西側の舗装路を確認すると多量
の土砂が残されており沢沿いに流れが生じていたこと
が確認できた（図 10-4）。この流れにより A 点付近で舗
装路脇の地面が 1 m 以上浸食されていた。

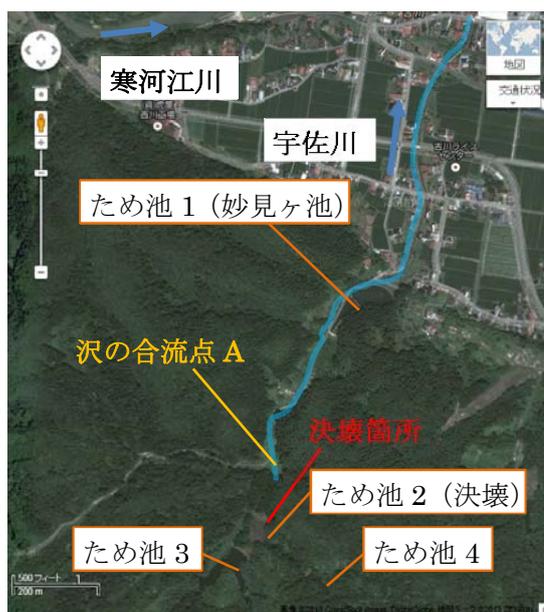


図 10-1 西川町宇佐川周辺の地図（航空写
真は Google Map より引用）



図 10-2 決壊したため池 2 の様子（上）と
決壊箇所（下：貯水池側から撮影）



図 10-3 ため池 3 の様子(左)と放水口(右)



図 10-4 沢の合流点付近

11. 郡山市駅前～磐梯熱海（7/28）

郡山市では、22日夜より続いた降雨により郡山市熱海町安子島(磐梯熱海温泉より南側 図 11-1 中のⅢ)にて落橋(程沢橋)に伴う集落孤立(5世帯, 13人)が認められた。また、26日に生じた降雨により郡山駅前市街地(図 11-1 中のⅠ, Ⅱ)で床上浸水が認められている。

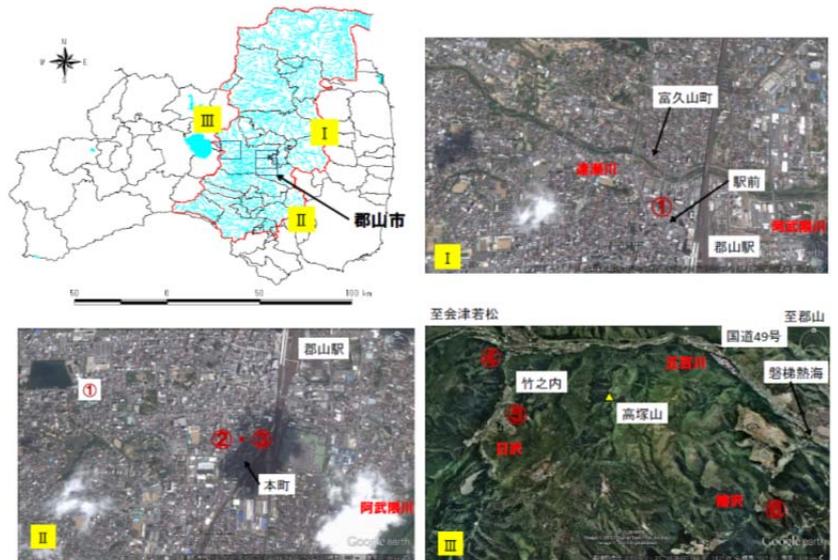
(1) 郡山市街地(図 11-1 中 Ⅰ, Ⅱ)

阿武隈川に接し、その周辺で逢瀬川などの支流が合流する低地の当該地域は多降雨に伴う浸水被害の履歴の多く認められる水害常襲地域である。昭和 61 年等の死傷者を伴う水害もあるが、近年でも平成 22 年 7 月、平成 23 年 9 月の台風 15 号でも甚大な浸水被害が認められている。今回の水害は痕跡や地域住民の聞き取りをしてもおおよそ 20cm から 30cm の浸水であり(写真①, ③)、過去の水害と比較して小規模だったといえる。水害常襲地域ということもあり当該地区では、土嚢、止水版が地域(写真②)、各住宅に用意されており、大雨にあわせて自主的に浸水軽減するための準備がなされている。また、郡山市でも下水管の拡張工事の実施や調節池の検討などの水害の取り組みが検討中という状況下にある。

(2) 磐梯熱海温泉(図 11-1 中 Ⅲ)

磐梯熱海温泉南側の高塚山周辺の沢地形は小さな河積であるに関わらず、孤立集落を生じさせた落橋をはじめ、多降雨による異常な流出の他、河岸浸食に伴う多量の土砂生産、流木が認められている。

落橋箇所は供用されている道路も舗装されていない場所にある。地区内の住民からの聞き取りから大雨に伴い被災することが多い橋で仮設的な構造だったとの情報を得た。すでに大口径の暗渠管により交通の応急処理がなされ(写真⑥)孤立集落の状況は解消されている。橋自体が弱い構造であったと推測されるが、急こう配の溪流に橋が施工されていたため、土砂、流木による推力も甚大だったと考えられる。橋後背には広範囲で土砂の氾濫が認めら



(調査平面・鳥瞰図)



(現地写真)

図 11-1 調査概要図

れている。

落橋の沢より会津若松側の日沢でも土砂による流出が多く認められている。日沢、五百川合流地点付近に一部低地が認められるが、この低地に位置する住宅では土砂を含む 80cm の浸水(写真④)が認められており、農業機械関連で被害も認められていた状況である。なお、上流域の河岸を観察すると、護岸や土嚢(トンパック)をも巻き込みながら浸食している状況が確認されており、浸食に伴う土砂が多量に流下した状況が認められた(写真⑤)。また、上流域には土採場も存在しており、この土採場からの土砂供給は不明であるものの、基本的にルーズな状態で置土されているため、大雨時の管理は必要と思われる。

12. まとめ

平成 25 年 7 月 17 日～18 日, 7 月 22 日に山形県および福島県を 2 度にわたり襲った豪雨に伴い両県で大きな被害が生じた。土木学会水工学委員会水害対策小委員会が派遣した山形豪雨災害調査団の現地調査やその後の解析により明らかになった本水害に対する課題や問題点等を以下に列挙する。

- 1) 平成 25 年 7 月の山形は, 7 月に入り断続的に降雨があり豪雨イベント以前の累積降雨量が非常に高く, 多くの箇所では 7 月の平年月降雨量を超えていた。これにより斜面などの土壌水分量が非常に湿潤で山地が従来持つ保水能が低下した状態で, 7 月 18 日と 22 日の豪雨イベントを迎えていた。
- 2) 全体的に最上川本川での深刻な被害は少なく, 支川等で多くの特徴的な被害が生じていた。
- 3) 山形県南陽市を流れる最上川水系吉野川では, 赤湯自動車学校が浸水する被害が生じた。赤湯自動車学校の教習コースは旧河道上に位置していることが明らかとなり, 周辺区域に比べ, 一際水害リスクが高い区域であることが判明した。また, 山形県大江町を流れる月布川流域では, 河川蛇行部や支川の合流部等で洪水氾濫が生じる等, ハザードマップで想定していた箇所でも浸水被害が多く生じた。このように水害リスクの高い箇所でも, 溢れるべくして溢れた事例が数多く見られた。
- 4) 月布川や吉野川, また白鷹町を流れる貝生川の護岸の崩落状況から, 護岸のつなぎ目部分で多くの被害が確認され, 護岸の不連続部分の脆弱性が明らかとなった。また, 貝生川では, 床固め工の直下流部で護岸底部の破損が多数確認された。
- 5) 月布川では, 深夜から早朝にかけての豪雨に伴い避難の実施が遅れ, 孤立集落が生じた。夜半から早朝にかけての洪水イベントでは避難指示の迅速な発令・伝達をいかに行うかが重要な課題である。
- 6) 鶴岡市を流れる藤島川では, 18 日の豪雨に伴う護岸仮設復旧作業の途中で 22 日の豪雨イベントを迎え, 侵食が拡大することで豚舎 2 棟全てが崩壊し, 豚約 240 頭が流出する被害となった。これは初期被害からいかに早急かつ着実な護岸の仮設復旧を行うかが重要であることを示している。

上記以外にも, 本報では, 寒河江ダム水の高濁度化に伴う西川浄水場の断水や, 西川町でのため池の堤体決壊事例, 福島県における豪雨被害等に関して調査結果を報告している。

謝辞: 本調査を行うに際し, 山形県河川課, 福島県河川整備課, パシフィックコンサルタンツ (株), 株式会社建設技術研究所, アジア航測株式会社, 日本工営株式会社, 株式会社建設環境研究所より支援を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 山形県災害対策本部, 7 月 18 日からの大雨による被害等の概要について (第 35 報), <http://www.pref.yamagata.jp/bosai/pdf/saigai/H25/250718oame-press35-gaiyou.pdf>, 2014 年 4 月 11 日
- 2) 山形県危機管理・くらし安心局危機管理課, 7 月 18 日からの大雨による被害状況について (第 5 報), <http://www.pref.yamagata.jp/ou/kankyenergy/020072/H250718oame/H2507191800press5.pdf>
- 3) 梅松理美, 呉修一, 真野明, 有働恵子, 田中仁, 2013 年 7 月山形集中豪雨被害の特徴 ～月布川を一例として～, 東北地域災害科学研究, 第 50 巻, pp.75-80, 2014.
- 4) 山形県大江町, 大江町洪水避難地図 (洪水ハザードマップ), http://www.town.oe.yamagata.jp/modules/living/index.php?content_id=16
- 5) 内閣府, 避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン (案), http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/guideline/pdf/140407_honbun.pdf, 2014 年 4 月 11 日
- 6) 呉修一・山田正・吉川秀夫: 表面流の発生機構を考慮した斜面多層降雨流出計算手法に関する研究, 土木学会水工学論文集, Vol.49, pp.169-174, 2005.