

平成 26 年 7 月山形豪雨・土砂災害緊急調査報告（速報）

東北大学災害科学国際研究所
緊急災害調査団 呉修一，森口周二

1. はじめに

2014 年 7 月 9 日から 10 日にかけて，台風 8 号が梅雨前線を刺激し，山形県，福島県，新潟県等の各地で観測史上一位の大雨を計測した．この豪雨に伴い，洪水氾濫，土砂災害などによる被害が各地で生じた．特に山形県南陽市では最上川水系吉野川（流域面積 91 km²）の洪水氾濫により多くの床上・床下浸水が生じるとともに，豪雨により南陽市や白鷹町等で斜面崩壊等の土砂災害が生じた．山形県南陽市，白鷹町では 2013 年 7 月にも豪雨による被害が生じており，2 年連続での豪雨災害となった．

東北大学災害科学国際研究所では本豪雨・土砂災害を受け，緊急災害調査を 7 月 12 日と 17 日に実施した．調査では，本豪雨災害に伴う橋梁，河川堤防などのインフラの被害状況や家屋等の浸水状況，土砂災害の被害状況を確認し，これらのメカニズムを解明するための調査を実施した．また，吉野川の浸水状況を詳細に調査し浸水範囲や浸水深の計測を行った．

緊急災害調査団は，森口周二准教授（地域・都市再生研究部門），Roever Volker 助教，呉修一助教（以上，災害リスク研究部門），アナワット サッパシー准教授（寄附研究部門），小森大輔准教授（東北大学大学院工学研究科）で構成された．また，情報収集グループの浩日 勒助教（災害医学研究部門），佐藤翔輔助教（情報管理・社会連携部門），安倍祥助手（寄附研究部門）から被災状況や感染症等に関する情報が，マッピンググループの花岡和聖助教（地域・都市再生研究部門）から南陽市の地形，人口，土地利用マップ等が事前に調査団に提供されるなど，調査を有意義に実施するための後方支援が展開された．なお本調査の一部は，公益社団法人地盤工学会東北支部，東北大学工学研究科，東京理科大学と合同で実施されている．

2. 山形県の被害の概要

2014年7月9日から10日の豪雨に伴う山形県の建物被害等の概要を表-1に示す。

表-1 山形県における建物被害等の集約（8月30日現在，県集約資料¹⁾より）。

市町村名	住家被害（棟）				非住家被害（棟）				
	全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水	全壊	半壊	一部損壊	浸水
南陽市	1			185	410				111
白鷹町			1	3	38	1			28
長井市				8	32				37
大江町				4	8				
山形市					1				
米沢市					1				
高畠町				1	14				4
上山市				5	21				3
計	1		1	206	525	1			183

表-1より，南陽市における浸水被害が顕著である事がわかる。これは最上川水系吉野川の洪水氾濫に伴うものである。

人的被害は軽症者が1名（高畠町）確認されている。また，7月10日の豪雨に伴う山形県の被害総額は，8月1日17:00現在で，約150億円と推定されており，現在も継続調査中である¹⁾。

3. 雨量状況

2014年7月9日、台風8号が梅雨前線を刺激することで大気が不安定となり、山形県では9日から雨が降り出し、夜半から10日にかけて局地的に猛烈な雨が降った。降雨の状況を以下に示す。

図-1は気象庁が発表した7月10日のアメダス（AMeDAS, Automated Meteorological Data Acquisition System）24時間降水量 [mm]の日最大値（上図）と48時間降水量 [mm]の日最大値（下図）である。また、図-2に7月10日0時の気象庁解析1時間雨量（山形地方気象台資料²⁾より）を示す。これらの図より、山形県南部で強い雨が観測されていることがわかる。また、図-3に気象庁が発表した7月9日23:50時点の土壌雨量指数マップを示す。これ以前の大雨により山形県南東部で土砂災害警戒情報の基準を超過していることがわかる。

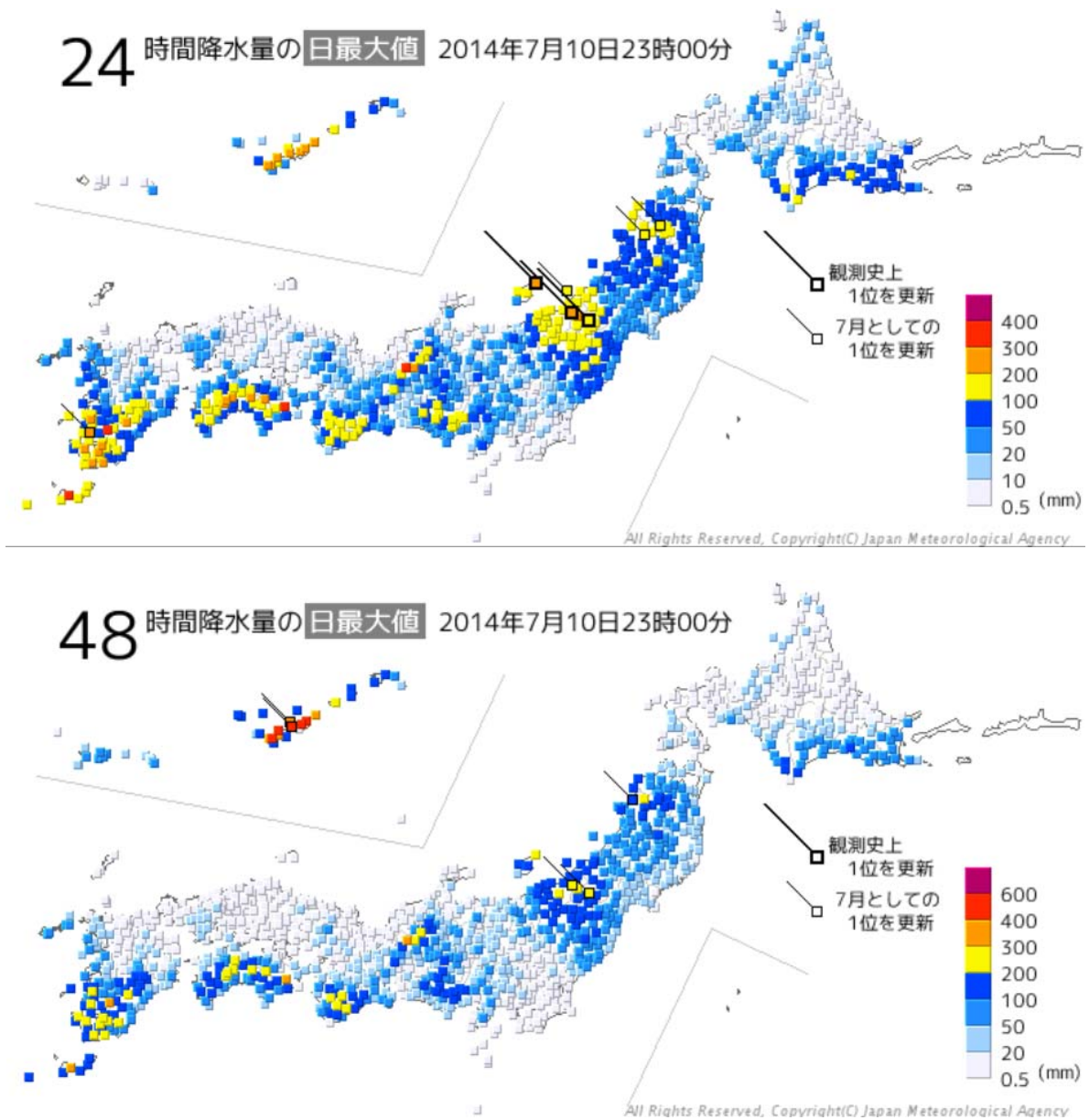


図-1 2014年7月10日の24時間および48時間降水量の日最大値（気象庁）。

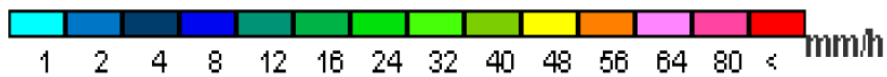
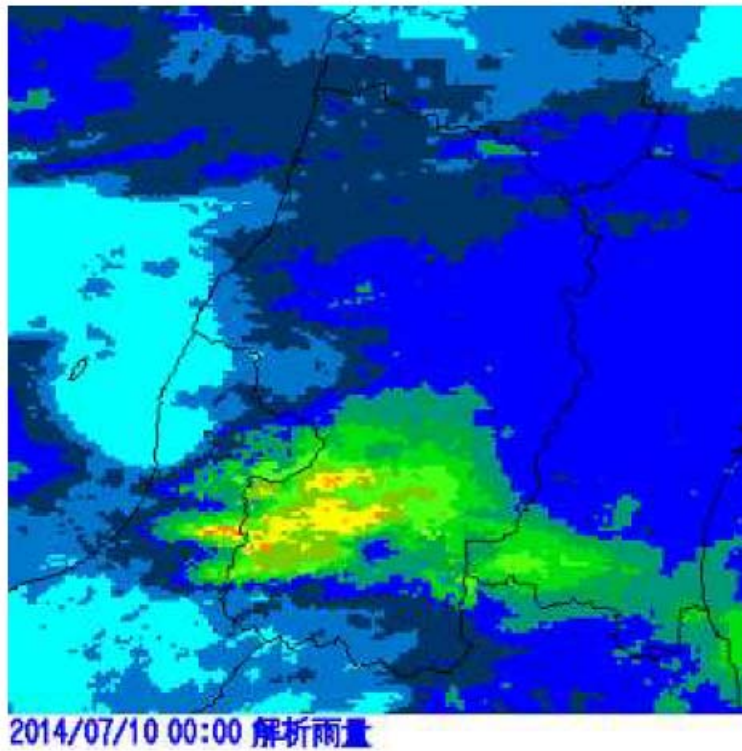


図-2 2014年7月10日0時の気象庁解析雨量（1時間雨量）（秋田地方気象台²⁾）。

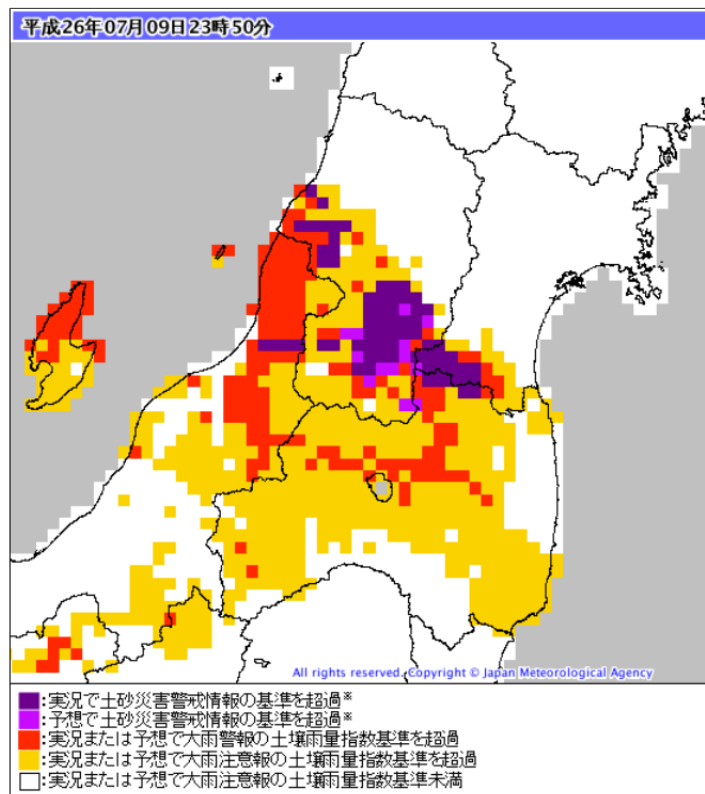


図-3 平成26年7月9日23時50分に気象庁が発表した土壌雨量指数マップ（気象庁）。

次に、各主要地点における日最大1時間降水量および日最大降水量（7月9日0時から24時）を表-2に示す。

表-2 山形県の各主要地点における日最大1時間降水量および総降水量（アメダスデータ）。

山形県				
観測所	日最大降水量[mm]	備考	日最大1時間降水量[mm]	備考
小国	215.5	7月の観測史上2位	67.5	観測史上2位
長井	183.5	観測史上1位	47.5	観測史上4位
上山中山	169.5	観測史上1位	54.5	観測史上1位
荒沢	144.0	7月の観測史上2位	46.0	7月の観測史上2位
高畠	129.0	7月の観測史上2位	29.0	

表に示されるよう、1時間に50mmを超える『滝のように降る雨』や30mm～50mmの『バケツをひっくり返したような雨』³⁾が観測されていたことがわかる。ここで、これらアメダスデータは各地に設置された地上雨量計データをもとにしており、雨量計の設置されていない箇所における局地的な雨は観測できない点に注意されたい。つまり、局地的には更に強い雨量が生じていた可能性がある。

4. 吉野川および織機川の水位時系列および警報等の発令状況

先述のように南陽市において、最上川水系吉野川の洪水氾濫に伴う床上・床下浸水被害が顕著であった。図-4に南陽市を流れる吉野川および織機川（おりはたがわ）の2014年7月9日から10日の水位・雨量および警報等の発令状況を示す。また、図-5に2013年7月の出水時の時系列も示す。

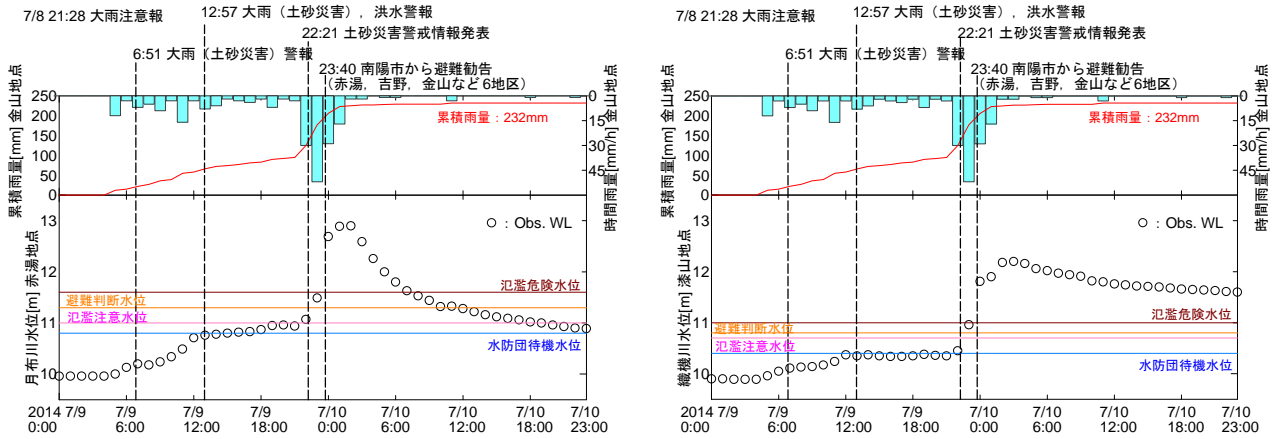


図-4 吉野川(左)および織機川(右)の雨量・水位および各種注意・警報等の時系列(2014年7/9-10)。

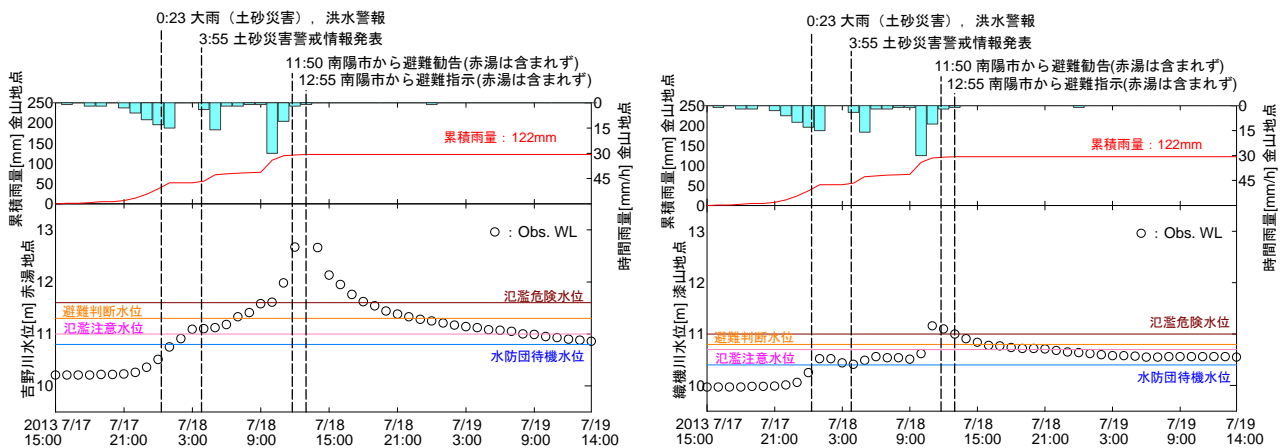


図-5 吉野川(左)および織機川(右)の雨量・水位および各種注意・警報等の時系列(2013年7/17-19)。

図-4より、7月9日22:00程度より時間30mmを超える降雨が生じ、両河川の水位が急激に上昇し、23:00すぎには氾濫危険水位を超えていることが確認できる。また、南陽市から、23:40に赤湯、吉野、金山などの6地区に避難勧告が発令されており、土砂災害警戒情報は、22:21に発表されている。図-5の、2013年7月の出水時の状況と比較すると、雨量、水位ともに2014年の出水が大きいことがわかる。しかしながら、吉野川では、2年連続で氾濫危険水位を大幅に超過し洪水氾濫が生じた。ここで、両年とも吉野川では洪水氾濫が生じているため、水位の直接的な比較は出来ない点に注意されたい。

以下、5章で南陽市および白鷹町で発生した土砂災害の状況を示すとともに、6章で吉野川および織機川の被害状況を報告する。

5. 土砂災害事例

5. 1 山形県南陽市赤湯（ブドウ畑の斜面崩壊）

山形県南陽市赤湯の国道 13 号線沿いのブドウ畑において斜面崩壊が発生した。この付近一帯には、山肌にブドウ畑が広がっており、この崩壊はその中の 1 つのブドウ畑を分断するような形で発生した。死傷者等の人的被害は発生していない。図-6 は斜面崩壊全体の様子を示した写真である。崩壊自体は斜面上部で発生しており、発生した土砂が斜面の表土を削りながら流下したと思われる。流下した土砂は斜面下部のブドウ畑に流れ込んでいた。図-7 に示すとおり、土砂の流下経路の途中には道路が存在し、土砂はこの道路を乗り越えて流下した。図-8 と図-9 は、この道路上から撮影した写真である。図-9 のガードレールが変形している様子から、土砂の衝撃力が非常に大きいものであったことが理解できる。道路上で計測した結果、土砂の流下した幅は約 20 m であった。なお、この崩壊が発生した斜面は、土砂災害の警戒区域には指定されていない。



図-6 ブドウ畑で発生した斜面崩壊.



図-7 斜面上部の崩壊部分.



図-8 斜面中腹の道路から斜面上部を撮影.



図-9 変形したガードレール.

ここで、崩壊が発生した原因について考察する。誘因は当然ながら降雨であるが、崩壊の素因について、地形と土地利用に関する分析結果を以下に示す。

まず、地形に関する分析結果を示す。図-10, 11 は崩壊部分付近の等高線図を示したものであり、赤の点線は崩壊箇所および土砂の流出範囲を示したものである。これらの図からわかるように、崩壊箇所は

谷部（集水地形）になっており，降雨が集まりやすい個所であった．このため，降雨がこの部分に集まり，崩壊を発生させたと考えられる．

次に，土地利用形態に関する分析結果を示す．**図-12, 13**は崩壊個所付近の空中写真を示したものであり，**図-12**は1948年，**図-13**は2013年の写真である．これらの写真から，崩壊個所を含む斜面は，かなり古くから農業用地として活用されていたことがわかる．つまり，特に近年において土地利用形態が大きく変化しているわけではなく，この崩壊個所については，近年の農地開発などが直接的な原因とは言い難い．しかしながら，崩壊個所の周辺では同様な斜面崩壊が発生しており，**図-14**に示すように，特に樹木の少ない山肌が露出した部分での崩壊が目立った．これらの部分は，過去の土地利用の跡と考えられる．樹木を伐採することでその斜面の保水能力や崩壊に対する抵抗力を低下させることになるため，このような崩壊が多く発生しているものと推察される．今回の崩壊と土地利用との直接的な結びつきは確認できないが，山腹の樹木を伐採して活用している土地については，土砂災害の発生に十分気を付ける必要がある．特に，現状で農地として利用されている部分よりも，過去に利用されそのまま放置されている斜面などについては管理が行き届かないため，より斜面災害の危険度が高いと考えられる．

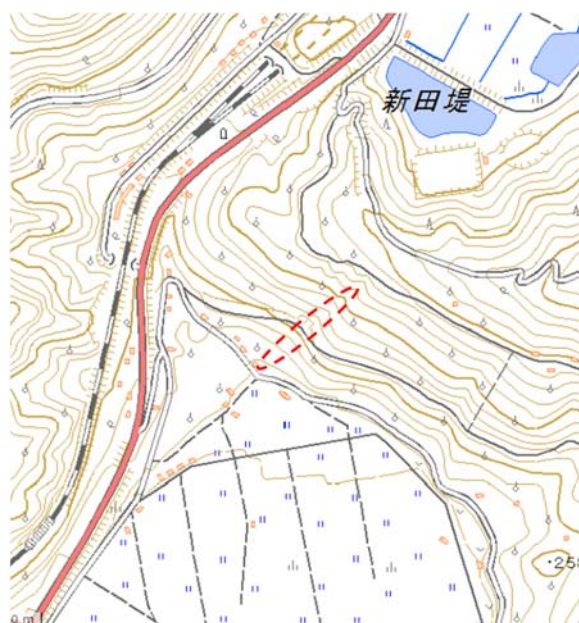


図-10 崩壊個所付近の等高線図.

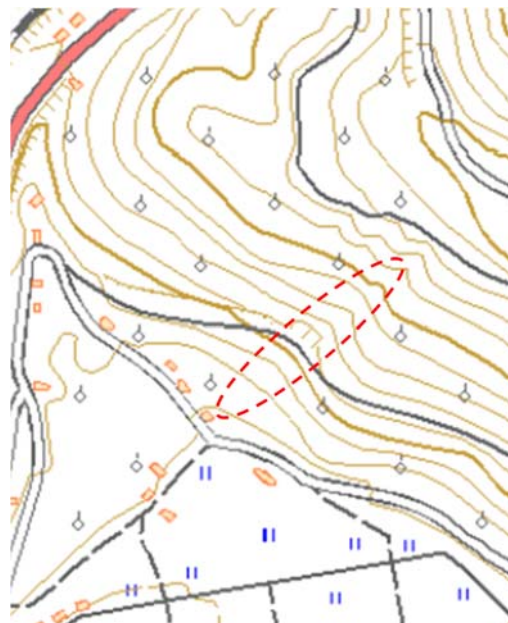


図-11 崩壊個所付近の等高線図（拡大図）.

※国土地理院 地図・空中写真閲覧サービス⁴⁾より

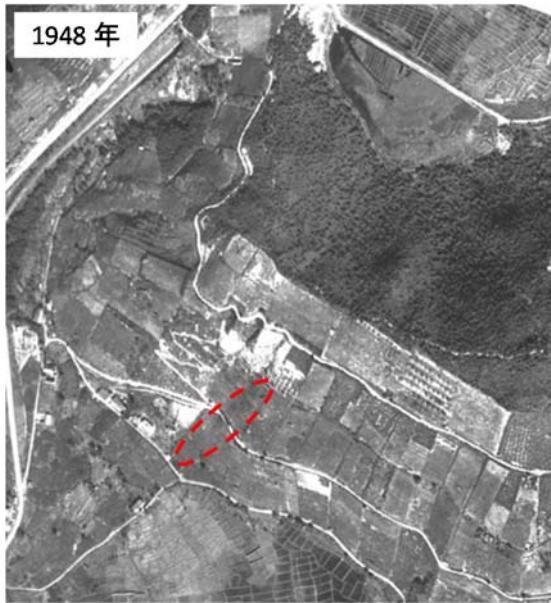


図-12 崩壊個所付近の空中写真（1948年）. 図-13 崩壊個所付近の空中写真（2013年）.

※国土地理院 地図・空中写真閲覧サービス⁴⁾より



(a) 山間部の斜面の崩壊

(b) 鉄道沿いの斜面の崩壊

図-14 崩壊個所付近で発生した他の崩壊.

5. 2 山形県白鷹市関寺（円光寺裏山の崩壊）

山形県白鷹市関寺の円光寺裏山で崩壊が発生し、流出した土砂により円光寺の本堂が全壊した。崩壊部分の幅は約 20 m、高さ約 30 m 程度の規模である。図-15～18 は被害の様子を示した写真である。崩壊によって流出した土砂は建物の半分に衝突し、建物を押し潰した。図-16 からは、土砂と一緒に流下した木が建物の屋根を突き破っている様子が確認できる。この寺は住民のいない無人の寺であり、死傷者等の人的被害は発生していない。図-19,20 に示すように、崩壊個所は急傾斜地崩壊の特別警戒区域に指定されている。



図-15 円光寺裏山の斜面崩壊.



図-16 土砂に押し潰された建物.



図-17 建物背面に押し寄せる土砂.



図-18 斜面上部の崩壊部分.

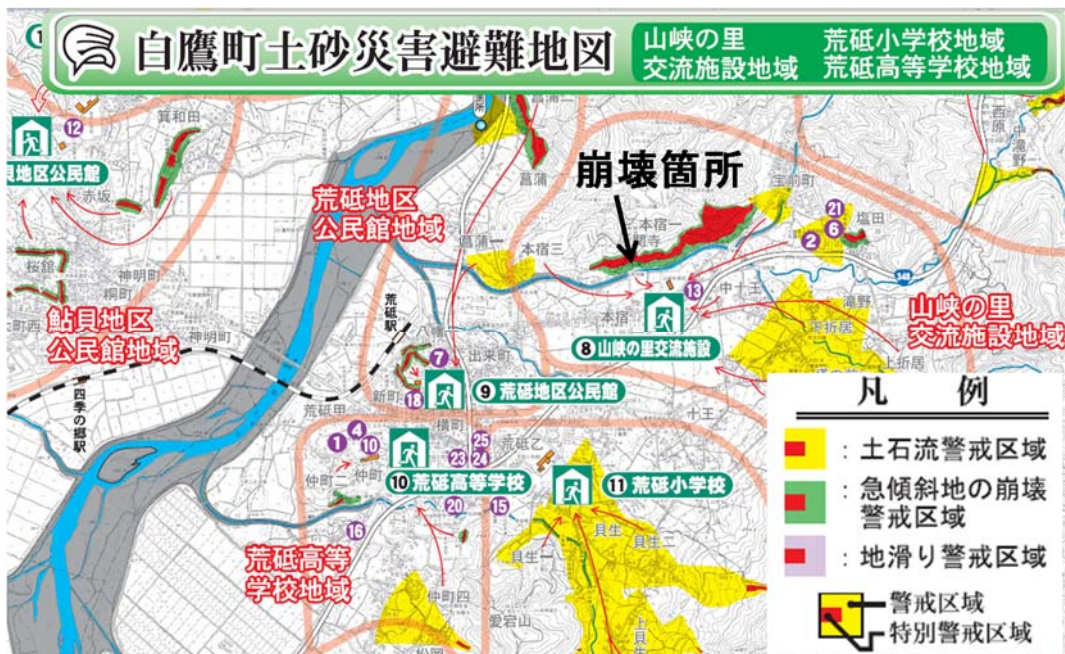


図-19 白鷹町土砂災害避難地図⁵⁾ (山峡の里・荒砥小学校・荒砥高等学校地域).



図-20 山形県市町村別土砂災害警戒区域等指定状況⁶⁾。

この現場については、1年前の平成25年7月の豪雨の際に近辺で崩壊が発生している。図-21は1年前の崩壊の様子を示したものである。今回の崩壊個所の斜面上部に位置し、斜面上に建設された温泉施設（比較的新しい施設）に隣接する斜面である。住民からの聞き取り調査では、この他にも1年前の豪雨時に今回の崩壊個所の近辺で小規模な崩壊が発生していたとの証言があった。図-22は、1年前と今回の崩壊個所を航空写真の上で示し、さらに等高線を重ねた図である。1年前の崩壊個所は谷部（集水地形）になっており、土砂災害が発生しやすい地形と判断できる。1年前の崩壊個所についても調査を行ったが、現在復旧工事中であった。住民の証言によれば、今回の崩壊個所は、1年前の崩壊個所近辺ではあるものの、ある程度距離があり、1年前の崩壊によって斜面形状が変化して不安定化したとは考えにくい。ただし、1年前の崩壊によって水の流れが変化して崩壊の要因となった可能性はある。今後の復旧や対策の中で、降雨時の山間部の水の流れに留意すべきである。



図-21 今回の崩壊個所の上部で1年前に発生した崩壊⁷⁾。
※広報しらたか, No. 1118, 2013. 8. 12

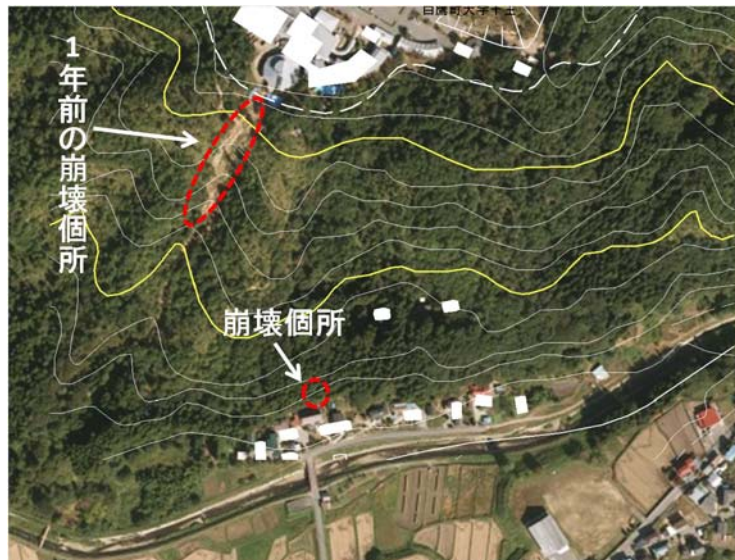


図-22 崩壊個所の空中写真(2013年)と等高線情報の重ね合わせ。
※空中写真と等高線情報は国土地理院地図・空中写真閲覧サービスより取得⁴⁾

6. 吉野川および織機川の洪水被害状況

上記した土砂災害調査に加え、洪水氾濫に伴う南陽市の被害に関して調査を実施した。図-23 に、南陽市周辺地図および調査地点（①～⑧）の位置を示す。調査では、堤防や橋脚の洪水流による被害状況の確認、越流発生箇所の調査および浸水深の測定等を行った。

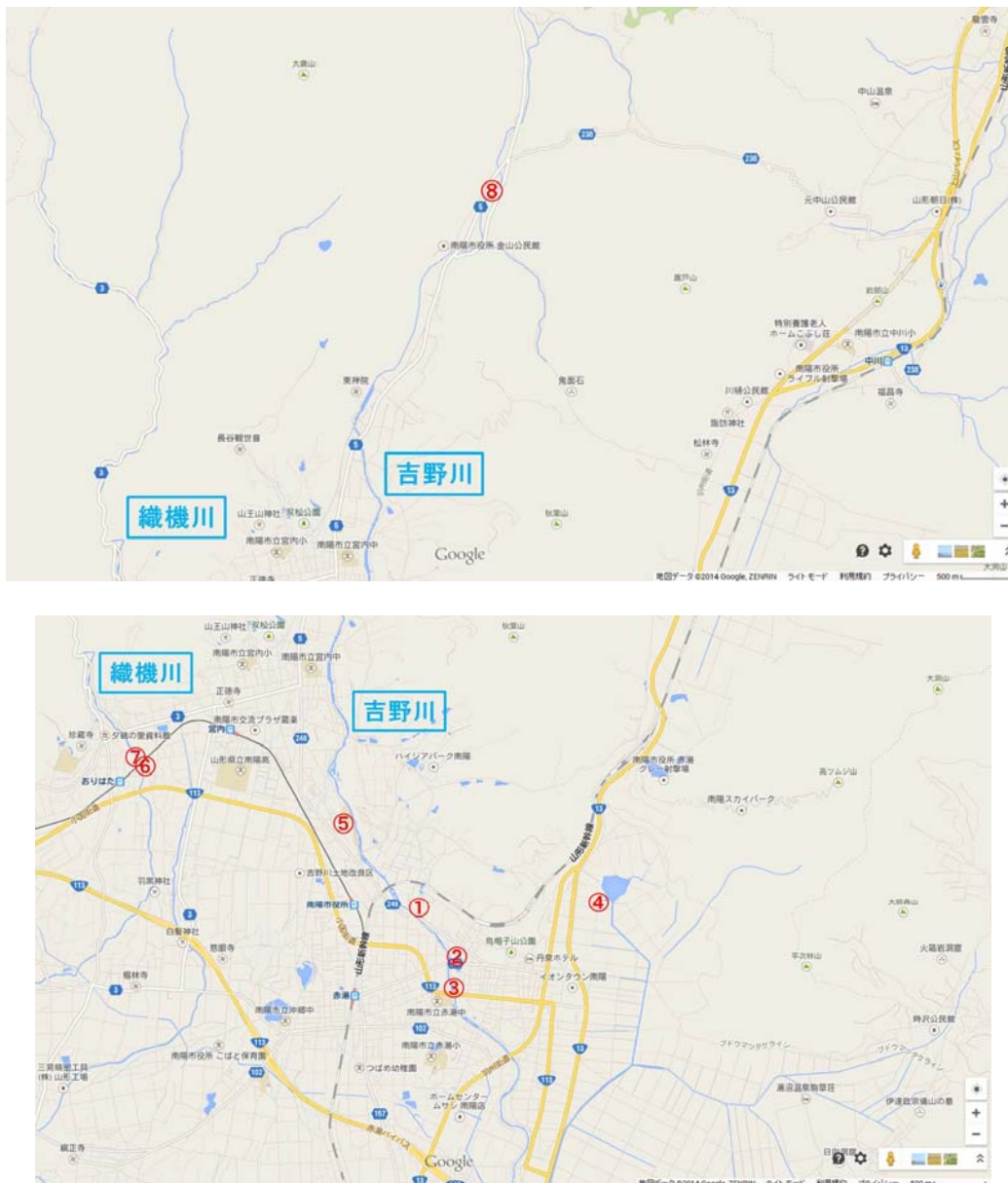


図-23 調査対象箇所的位置（Google map に加筆）。

6. 1 吉野川の越流状況

南陽市では吉野川の洪水氾濫に伴い、市街中心部を含む多くの箇所で床上・床下浸水が生じた。これは主に吉野川からの外水氾濫であり、河川堤防を洪水流が越流する事で浸水被害が生じた。図-24 に吉

野川吉野橋（図-23 中①地点）、図-25 に吉野川花見橋（図-23 中②地点）、図-26 に吉野川湯河原橋（図-23 中③地点）の状況を示す。



図-24 吉野川吉野橋地点（図-23 中①地点）の被害状況。

図-24 に示すように、吉野橋直下流右岸側(a)は洪水流により激しく侵食されている。また、左岸側(b)で越流の痕跡が確認され、土嚢で応急対応がされている。住民からの聞き取り調査より、吉野橋に流下した流木 ((c), (d)) により橋桁下部が閉塞し背面水位が上昇、左岸側で越流が生じた事が確認されている。この越流水が下流および市街地への広域氾濫に寄与したものと推測される。このような流木に伴う橋脚部の閉塞は近年多く報告されている事例であり、上流山間部の森林管理の重要性が認識されるとともに、橋梁に流木対策を実施する事が今後大きな課題となろう。

図-25 に、吉野川花見橋（図-23 中②地点）直下流部の左岸への越流が生じた箇所を示す。ここでの左岸への越流も南陽市街地への氾濫へ寄与している。またここでは右岸側にも越流が生じていた様子である。また、図-26 に吉野川湯河原橋（図-23 中③地点）直下流部の右岸への越流箇所と、ここからの越流に伴い浸水した赤湯中学校のグラウンドの様子を示す。中学校のグラウンドには洪水氾濫に伴う泥の堆積が確認される。越流箇所は土嚢で応急処置がされている。



図-25 吉野川花見橋地点（図-6 中②地点）直下流の越流箇所.



図-26 吉野川湯河原橋（図-6 中③地点）直下流の状況と赤湯中学校の浸水後の状況.

6. 2 吉野川の洪水氾濫に伴う浸水マップ

先述の吉野川の越流に伴い、南陽市では市街地・水田を含む広範囲で浸水が生じた。本調査では図-27に示すよう浸水痕跡および住民への聞き取り調査より浸水深を測定した。



図-27 痕跡より浸水深を調査する様子.

調査より得られた浸水深マップを図-28 に示す。図中航空写真の画像は、地理院地図（電子国土 Web）⁸⁾より取得している。また、吉野川の洪水ハザードマップを図-29 に示す。洪水ハザードマップで想定された範囲で浸水が生じている事がわかる。吉野川左岸側の浸水範囲が広く、南陽市東部の水田まで氾濫水が到達している事がわかる。吉野川左岸側の越流に伴い、標高の低い赤湯市街地を氾濫水が流下し、水田に到達したものと推測される。住民の話では、道路が河川のようになり氾濫水やゴミ等が流下していったとの事である。南陽市東部に広がる水田の広範囲に浸水が生じている状況が山形新聞により空撮されている（図-30）。また、本調査の実施日時（2014年7月12日10:00）でも、水田北部に位置する白竜湖周辺（図-23中④地点）では未だに浸水が確認されている（図-31）。

地域住民への聞き取り調査からも、氾濫水は市街地より水田へ流入した事が報告されている。また、ポンプ車により市街地の氾濫水が一時的に水田へ排水されたとの聞き取り情報もある。水田内に居住する住民の苦情によりこの排水は中止されたが、その後も継続的に氾濫水が水田へ流入する状況にあったようである。ここで、水田内にも水路や小河川があり、水田内でも内水・外水氾濫が生じていた可能性が高い点に注意されたい。

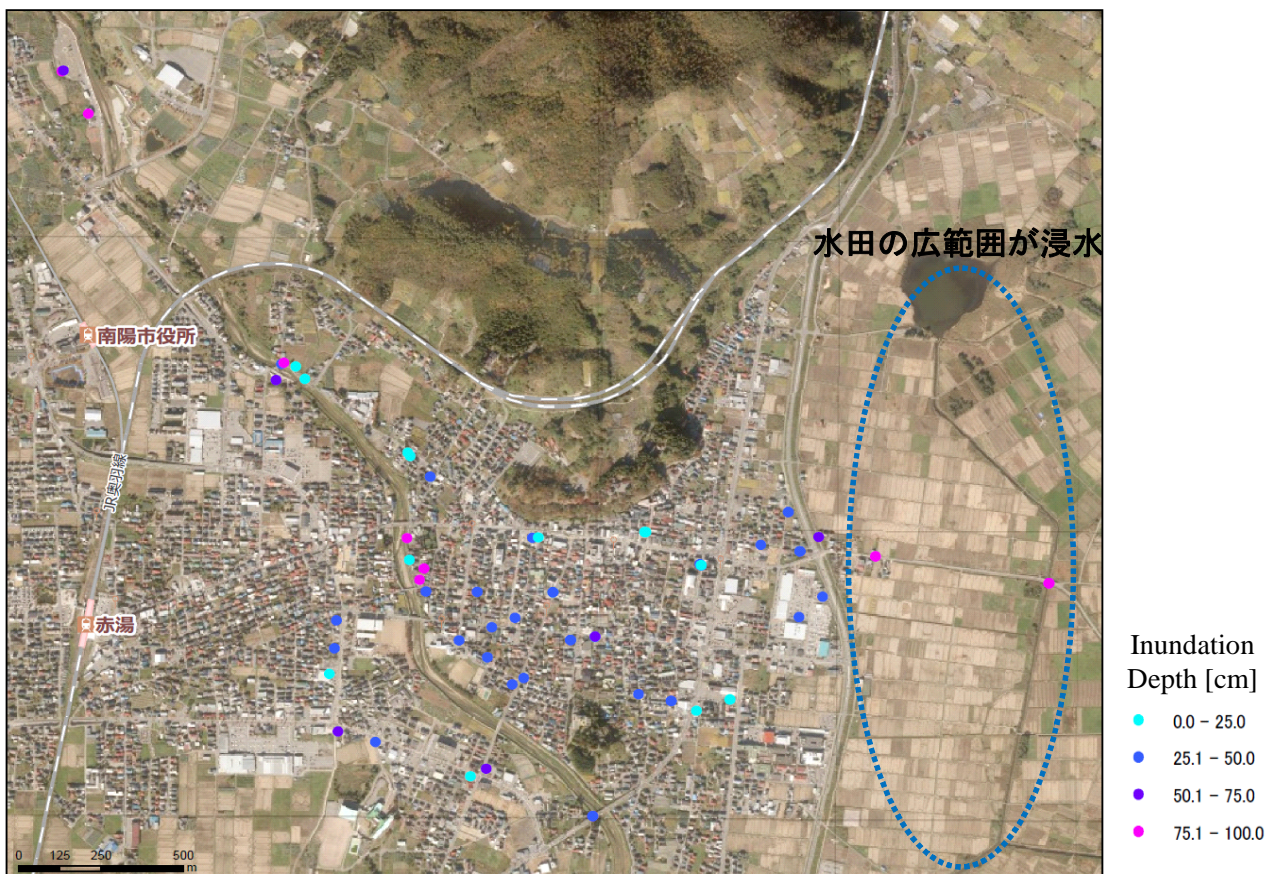


図-28 調査より得られた浸水深マップ（航空写真は地理院データ⁸⁾）。

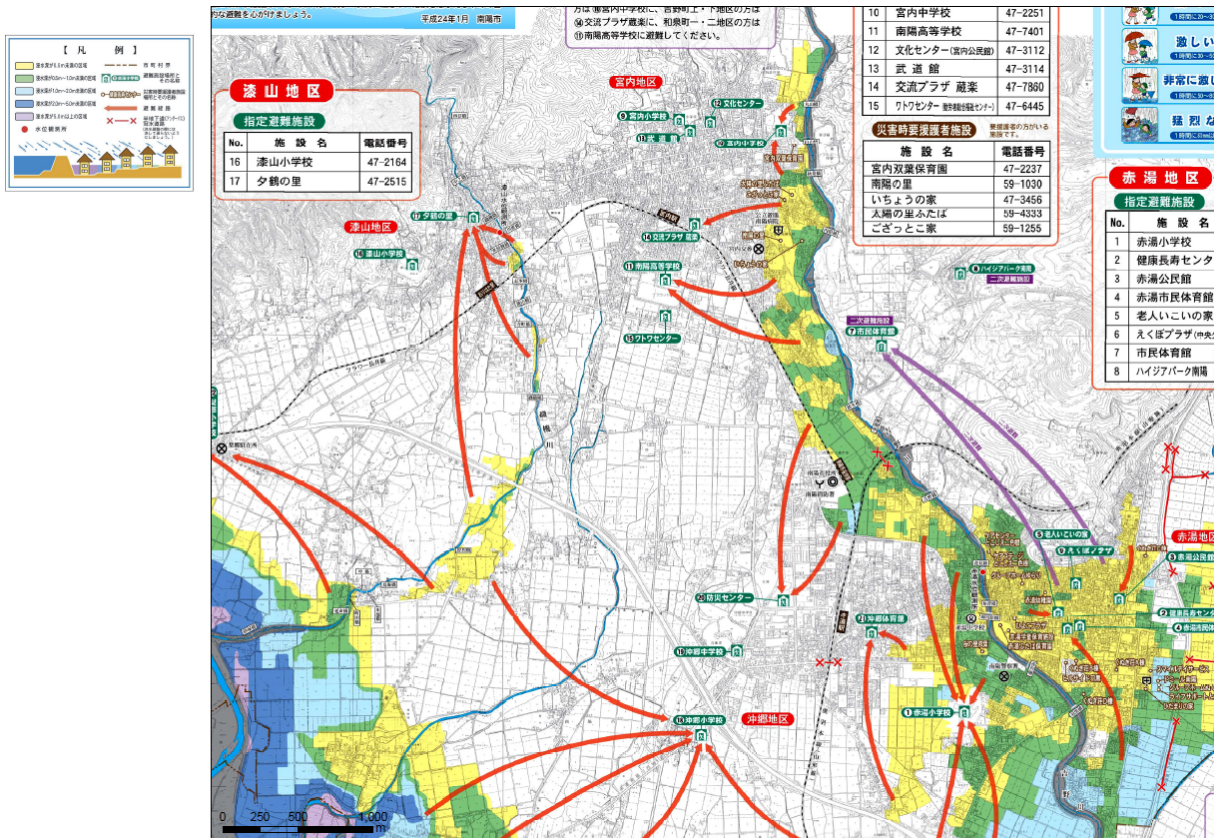


図-29 南陽市洪水避難地図（洪水ハザードマップ）。南陽市 HP⁹⁾ より取得。



図-30 南陽市の浸水状況の空撮画像を掲載した山形新聞7月12日朝刊（転載許可取得済）。

山形新聞社画像撮影日時：7月11日13:23。



図-31 南陽市北東部水田内に位置する白竜湖周辺の浸水状況（撮影：7月12日）。

6. 3 赤湯自動車学校の被害状況

吉野川中流に位置する赤湯自動車学校（図-23 中⑤地点）では2年連続の浸水被害が生じた。土木学会水工学委員会の2013年山形水害調査団の報告¹⁰⁾によると、赤湯自動車学校は図-32に示すように吉野川堤外地に位置し、1～2m程度の浸水が想定されるとともに、旧河道上に位置する事が調査団により報告されており、他の地域よりも一際水害リスクが高い事が明らかとなっている。今回も図-28に示すように1m近い浸水が生じている。2013年7月の出水時に護岸上の盛土が越流に伴い侵食され、その箇所を土嚢で塞ぎ対応がされていた（図-33）。しかしながら、2年連続の出水となり、土嚢の上部からの越流や土嚢の流出（図-34）等に伴い浸水が生じた。



図-32 赤湯自動車学校周辺の浸水想定図。赤点線は赤湯自動車学校の位置を示す。
(a), (b)は図-17の被害状況地点（南陽市洪水避難地図⁹⁾より一部抜粋）



図-33 赤湯自動車学校堤防の土嚢での対応状況（2014年4月26日小森准教授撮影）。



図-34 赤湯自動車学校堤防上の盛土の侵食，土嚢の流出状況（2014年7月12日撮影）。

2013年7月の浸水では，多くの教習用自動車が水没し使用不可となった．しかしながら，今年の出水では，図-35に示すように駐車場を事前に嵩上げし，そこに車両を避難させる事で水没被害を防ぐことが出来た．高台の高さは約1mであり，1m弱の浸水から車両の水没を免れることが出来た．このように，2013年7月の洪水被害より得られた教訓を踏まえ，自助努力により浸水被害を最小限に抑えた事は，赤湯自動車学校が実施した対策の大きな成果として挙げられる．



図-35 赤湯自動車学校で新たに嵩上げされた教習車の駐車場。

6. 4 吉野川白山在家橋の被害

赤湯自動車学校から約 5 km 上流の吉野川金山地区白在家橋（図-23 中⑧地点）が、本出水に伴い図-36 に示すよう落橋に至った。図-36 に示すように、橋梁の左岸側では直上流部および直下流部で大きく侵食されている。また右岸側でも橋梁の直上流部で護岸の侵食が生じている。この橋梁に関しては、1 年前の 2013 年 7 月の出水に伴い左岸取り付け部が洗掘され、取り付け道路が崩落していたことが土木学会の調査で報告されている¹⁰⁾。白山在家橋までは河道の拡幅がなされており、橋梁の直上流で河道幅が急縮している。この 2013 年 7 月の侵食以降、修復工事や対策等が施されないまま、2014 年 7 月の出水を迎え、更なる侵食に伴い落橋に至ったものと推測される。このような事例は、今後高頻度で発生する可能性がある豪雨災害において、被害を受けたインフラ施設のその後の応急対策工事の重要性を如実に物語っている。



図-36 吉野川金山地区白在家橋の被害状況。

6. 5 織機川の被害状況

南陽市では吉野川以外に織機川でも被害が確認されている。南陽市と白鷹町を結ぶ山形鉄道のフラワー長井線では、織機川にかかる橋（図-23 中⑥地点）の左岸側のり面および土台部が洗掘され、図-37 に示すように線路が宙吊りとなった。これにより、長井駅と赤湯駅の間でフラワー長井線が運休し、この区間では代理のバスが運行した。上記区間は仮応急工事を終え、7 月 20 日の始発から運行可能となっている。

また、図-38 に示すように上記線路被災部の下流約 40 m（図-23 中⑦地点）で護岸崩壊が生じていた。

これは洪水の越流により堤防裏土の洗掘が生じたためと推測される。この他にも織機川では、小規模な土石流が発生していたとの報告（山形新聞7月15日¹¹⁾）もある。



図-37 織機川にかかるフラワー長井線の被害状況.



図-38 織機川における護岸崩壊の状況.

7. 明らかになった問題点と課題

以下、本緊急調査より明らかになった問題点や課題等を列挙する。また、今後必要な対応に関しても現段階の知見から可能な限り言及することにする。

○2年連続での豪雨被害

今回の山形県南陽市での豪雨被害は、2013年7月の被害と2年連続で発生している。以前は殆ど水害のない地域で2年連続の水害となり、今後も高頻度で発生する可能性が排除できない。この2年の水害の被害から得られた教訓を活かし、しっかりと今後の対策と復旧を行っていく事が重要である。特に被害を受けた護岸や橋梁等を早急に応急対応する事が重要である。吉野川白在家橋の被害は、2013年7月の被害後、何らかの対応がなされていれば、被害を小さなものにできた可能性がある。

○樹木を伐採した山肌の斜面災害の危険性

人間の経済活動に伴って山肌の樹木を伐採し、山肌が露出した斜面では、樹木がある場合と比べて斜面災害の危険性が高まる。このような斜面は、利用できる土地が限られている我が国には多く存在する。特に土地を利用した後にそのままになって管理されていない斜面などでは特に注意が必要である。ただし、地域住民の生活や財産と密接に関係しているため、多角的な観点で防災事業を考える必要がある。

○支川での流木対策

吉野川吉野橋地点での越流は流木が橋脚を閉塞した事により、水位上昇・越流へと至った。このような流木対策を、上流域の山林管理から橋梁の流木対策等を含め、検討する必要がある。土地利用・被覆状態の変化が洪水流出特性に与える影響は従来から多く検討されているが、森林管理が樹木流出に与える影響や樹木流出が洪水氾濫に与える影響等を評価する事が、今後重要となるであろう。

○住民・企業の自助努力

今回赤湯自動車学校では、2013年7月の水害の教訓を踏まえ、教習車を1m嵩上げされた高台駐車場に避難させる事で、多くの車両の水没被害を防いでいる。このように、今後も多く頻発するであろう豪雨災害では、各住民および企業の自助努力が非常に重要となってくる。これは局地的な豪雨に伴い被害が発生するような脆弱な箇所は、非常に多く存在するため、行政が全てに対応する事は事実上不可能と考えられるためである。

○新たな降雨予測システム等の最大限の利活用

今回の豪雨では、吉野川、織機川ともに短時間の大雨で水位が急激に上昇している。吉野川では2時間で2m弱の水位上昇が見られた。このように短時間で局所的に降る豪雨に対しては避難勧告・指示の

発令が非常に難しいのは周知の事実である。気象庁は、高解像度降水ナウキャスト¹²⁾の運用を2014年8月7日から開始している。これにより、より正確な降水域の移動や発達が250mメッシュで30分先まで予測できるようになった。このような最新の情報やリアルタイムの水位情報に加え、従来の解析雨量・降水短時間予報¹³⁾、土砂災害警戒判定メッシュ情報¹⁴⁾や国土交通省XRAIN¹⁵⁾のデータを有効に活用することで避難勧告・指示の早期発令に取り組む事が重要である。最上川本川のみならず、吉野川、織機川等の支川に対しても洪水予測・予報システムの導入を検討する事も必要である。

謝辞：

本豪雨災害調査時に山形県南陽市の住民の方々には、復旧作業でお忙しいなか親切丁寧にご対応頂きました。心より感謝申し上げます。また家屋等の浸水被害等にあわれた方々に心よりお見舞いを申し上げますとともに、被災された方々の住宅、農地等が早期に回復することをお祈り申し上げます。なお本調査の実施にあたり、平成25年度土木学会水害対策小委員会山形水害調査団（団長：田中仁教授）に多くの有益な情報をご提供頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献：

- 1) 7月9日からの大雨に係る被害及び対応状況について(第15報)、山形県災害対策本部
<https://www.pref.yamagata.jp/ou/kankyoenergy/020072/kochibou/pdf/saigai/H26/H260801oame15.pdf>
- 2) 梅雨前線による大雨、山形地方気象台
http://www.jma-net.go.jp/yamagata/saigai_shiryuu/saigaiji_shiryuu_20140711.pdf
- 3) 雨の強さと降り方、気象庁、http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/amehyo.html
- 4) 地図・空中写真観覧サービス、国土地理院
<http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do;jsessionid=70F965AD3545BF44628BC2E5FBBEC6AF6>
- 5) 白鷹町土砂災害避難地図、白鷹町、<http://www.town.shirataka.lg.jp/secure/1546/dosya3.pdf>
- 6) 白鷹町の区域指定状況、山形県
<http://www.pref.yamagata.jp/ou/kendoseibi/180010/sabo/dosyakuiki/shirataka.html>
- 7) 広報しらたか、白鷹町、<http://www.town.shirataka.lg.jp/dd.aspx?menuid=1025>
- 8) 地理院地図（電子国土Web）、国土地理院
<http://portal.cyberjapan.jp/site/mapuse4/index.html#zoom=4&lat=41.79803&lon=155.72168&layers=BTTT>
- 9) 南陽市洪水避難地図（洪水ハザードマップ）、南陽市
<http://www.city.nanyo.yamagata.jp/bousaisuiboukeikaku/image/3560download.pdf>
- 10) 平成25年7月山形豪雨災害調査報告（最終）、土木学会水害対策小委員会調査団
<http://committees.jsce.or.jp/report/system/files/140610yamagata.pdf>
- 11) 山形新聞オンライン7月15日、http://yamagata-np.jp/news/201407/15/kj_2014071500294.php
- 12) 高解像度降水ナウキャスト、気象庁、<http://www.jma.go.jp/jp/highresorad/>
- 13) 解析雨量・降水短時間予報、気象庁、<http://www.jma.go.jp/jp/radame/>
- 14) 土砂災害警戒判定メッシュ情報、気象庁、<http://www.jma.go.jp/jp/doshamesh/>
- 15) XRAIN、国土交通省、<http://www.river.go.jp/xbandradar/index.html>