平成 27 年 9 月関東・東北豪雨 東北水害調査報告書

土木学会水工学委員会 土木学会水工学委員会水害対策小委員会 土木学会東北支部 建設工学研究振興会

平成 28 年 4 月

諸言

平成27年9月9日から11日に発生した関東・東北豪雨は,関東地方北部から東北地 方南部にかけて大きな被害をもたらした.特に線状降水帯の発生により観測史上最多雨量 を記録した箇所も見られ,鬼怒川,渋井川の破堤,各地の地滑りをはじめとして多くの深 刻な豪雨災害が発生した.

この様な事態を受け、土木学会水工学委員会水害対策小委員会では調査団を派遣した. この際、被害の広域性・地域特性を勘案し、調査団を関東グループ(団長:山田正、中央大 学教授)と東北グループ(団長:田中仁、東北大学教授)とに分け、それぞれ個別に調査 を実施することとした.その後、土木学会社会支援部門では水工学委員会水害対策小委員 会の先遣調査団をコアメンバーとして、土木学会地盤工学委員会、土木学会関東支部、土 木学会東北支部、地盤工学会及び日本地すべり学会関東支部の専門家から構成される合同 調査団を発足させた.本報告は、このような経緯で調査を実施してきた2グループのうち 東北グループによる調査報告書である.

さて、上記の土木学会水工学委員会水害対策小委員会は平成25年にスタートした.発 足直後の平成25年7月には山形豪雨災害が発生し、小委員会派遣の調査団としては最初 の現地調査が東北地区の研究者によって実施された.その後も、全国規模では山口・島根、 秋田、京都・滋賀、伊豆大島、広島土砂災害など、毎年のように豪雨に起因した多くの大 規模水害が国内で発生している.その都度、土木学会水工学委員会水害対策小委員会では 調査団を派遣し、調査結果をまとめると共に、それぞれの年の年度末の水工学講演会の際 に開催される「河川災害シンポジウム」においてその調査結果を報告している.

今次の豪雨調査にあたり,調査団メンバーには多大なご苦労をおかけしたが,平成25 年の山形豪雨時調査と同様,迅速に調査に着手し被災直後の現地における貴重な情報を収 集することが出来た.この場を借りて,調査団メンバー各位に深謝申し上げたい.

本調査の実施に当たっては様々な支援を頂いた.国土交通省東北地方整備局,宮城県河川 課からは貴重の資料の提供を受けた.また,土木学会水工学委員会水害対策小委員会,土 木学会東北支部,財団法人建設工学研究振興会からは調査にあたって助成を受けた.ここ に記して深甚なる謝意を表する.

最後に、本調査団の結成にあたり、主要な被災箇所をカバーすることを強く意識したが、 それでもなお全ての被災河川が網羅されている訳ではないこと付記する.

平成 28 年 4 月 6 日

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨東北水害調査団 団長 東北大学大学院工学研究科 田中 仁

1

目次

諸言	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1
1	七北田川・名取川河口	3
$\frac{1}{2}$.	七北田川流域被害	.10
3.	鳴瀬川流域の被害	20
4.	吉田川流域の被害	.34
5.	迫川流域の被害	.47
6.	福島県・新潟県の被害	51
7.	最上小国川(山形県)における豪雨水害	67
8.	斜面災害	73
調査	団リスト	.80

1. 七北田川・名取川河口

1.1 はじめに

平成27年9月の10日から11日に発生した豪雨により関東地方では鬼怒川の破堤が生じ, 周辺地域に大きな被害が発生した.また,東北地方においても鳴瀬川水系渋井川における 破堤による洪水氾濫をはじめ,大きな被災をもたらした.今時の出水時には既往最大洪水 位を記録した箇所も見られ,このような既往最大規模の出水は流域内に大きな洪水被害を もたらしたのみならず,流域最下流の河口部において大きな地形変化を生じさせた.東北 地方の河川河口部においては,その地形形状に2011年東日本大震災津波のインパクトが未 だに残存する箇所が多く見られる^{1),2),3)}.このため,大規模出水による河口地形変化および その後の回復過程は,震災前のそれと大きく異なっているものと考えられる.本稿では, 津波インパクトの残る宮城県の河川を対象に平成27年9月豪雨出水による河口地形変化と その後の回復過程について報告する.

1.2 調査対象

本稿においては二級河川・七北田川および一級河川・名取川を対象とした.河口地形の 概要を図1-1に示す.いずれの河口においても東日本大震災津波来襲時には津波の河川 遡上,河川堤防から堤内地への津波の越流,さらには大きな地形変化が見られた.その後, 津波対策として河川堤防のかさ上げ,導流堤の改修などの災害復旧工事がなされている.

1.3 七北田川の地形変化と回復

図1-2は豪雨災害発生直前の2015年9月3日に撮影された七北田川河口地形を示している.東日本大震災津波後に建設された右岸海岸堤防や,かさ上げ工事中の右岸河川堤防が認められる.また,以前は砂面下に埋没することの多かった右岸河口導流堤に代わり, 天端高さ2.7mの構造物がすでに竣工している.図1-3は洪水時の河口の様子をUAVにより撮影したものである.図1-2に認められた右岸河口砂州が完全にフラッシュされている.また,水位の上昇により左岸導流堤先端付近で蒲生干潟と海域が連結している. 図1-4,図1-5は洪水後の七北田川河口地形変化を示す.図-4では河口左右岸ともに河道内における二次砕波が認められ,導流堤沿いの沿い波により河口内に砂が押し込まれている.それから3日後に撮影された図1-5では左岸導流堤沿いに押し込まれた堆積地形が水面上まで発達している.田中⁴⁾によれば,七北田川河口右岸砂州は洪水後約2週間程度で完全に回復するとの報告がなされているが,その報告に比べ右岸河口砂州回復に遅延が認められる.

その後10月に入り、図1-6に示すように左岸導流堤沿いの堆積地形はさらに河口内に 押し込まれつつ発達した.10月18日の時点で、左岸導流堤に沿った大規模堆砂により蒲生 干潟通水部の閉塞している.同時に右岸砂州の成長も見られるが、図1-2に認められた ほどの砂州の延伸はまだ見られない.図1-7は10月18日の河口部斜め写真である.左 岸導流堤沿いの砂の押し込みが著しい.図1-6の汀線形状に潮位補正はなされていない ものの,左岸導流堤先端部左側の汀線の後退が認められ,この部分の海浜砂が既設導流堤 を越えて河口内に流入して河道左岸に沿った堆積をもたらしたものと考えられる.図1-8は11月1日の空中写真であり,河口内への砂州の押し込みと,砂の供給源である左右岸 の汀線の後退が認められる.特に,右岸汀線は導流堤先端まで後退しており,洪水前の図 -2の状況と大きく異なっている.

現在,宮城県により左岸導流堤についても天端高さ2.6mまでかさ上げする計画がなされている⁵⁾.これにより,今後,河口左岸への砂の押し込みは抑制されるものと推測される. さらに,七北田川左岸導流堤から仙台港南防波堤に至る約2kmの砂浜の両端が固定されることにより,この砂浜の安定化が図られると期待される.一方で,現汀線まで左右岸の導流堤が完成することにより,特に右岸導流堤先端を回り込んで河口砂州形成に寄与することの出来る沿岸漂砂量が減少することから,洪水後の河口砂州回復過程が田中⁴⁾の報告にあるような津波以前の形態と異なるであろうことに注意する必要がある.河口導流堤建設後に,河口内に侵入する波浪により河口砂州が河川上流側に移動した事例は最上川⁶⁾,子吉川⁷⁾などでも報告されており,七北田川においても今後これらの事例と類似の河口砂州形態を示すものと予想される.

その後,12月12日には再び蒲生干潟から七北田川への流水が確認されている⁸⁾. さらに, 蒲生干潟の水質改善を目的として,七北田川本川と蒲生干潟を結ぶ水路の掘削がなされた. 図1-9は12月23日の開削工事の状況を示している.

1. 4 名取川の地形変化と回復

洪水前後の名取川河口を図1-10,図1-11に示す.名取川河口においては津波後 に左岸砂浜が後退し,中導流堤と左岸海浜が分離した状態が続いた⁹. その後,徐々に河口 部への砂の回帰が進んだ²⁾(図1-10)が,今次の洪水により堆積砂がフラッシュされた. 洪水発生直前に河口部では浚渫工事が行われ,浚渫砂が河口左岸に仮置きされていた.ま た,図1-11に見られるように,左岸砂丘においては海岸堤防の建設が進められている. この海岸堤防先端部より本川寄りの砂丘部において三箇所の決壊が生じている.左岸砂丘 は2011年の津波により一度大規模にフラッシュされ,その後に砂の回帰により形成された ものであり,頂部高さが2m程度であることから,洪水位の上昇により容易に砂丘頂部に越 流が生じて決壊した.

東日本大震災津波来襲前の名取川河口砂州は,左岸砂州を越えるほどの洪水発生時に幅約 100m にわたって河口砂州がフラッシュされ,その後,一ヶ月から一ヶ月半程度の期間でもとの地形に回復していた¹⁰⁾.図1-12,図1-13に1980年代に観察された名取川河口砂州のフラッシュ状況を示す.図1-12,図1-13から得られる名取川河口の水際を,図-11の洪水時の水際線,さらには2011年東日本大震災津波直後の汀線とともに図-14に示している.まず,津波直後には左岸砂丘がフラッシュされ,砂丘の一部が島状

に残存した.その後,全体的に後退した位置で滑らかな汀線が形成された.図1-14に よれば津波前後において約140mの汀線後退が認められる.この汀線後退により,前述のよ うに左岸砂州が中導流堤に付着することはなくなった.

今次の洪水により河口左岸に仮置きされた浚渫砂の一部が数十 m の幅で侵食された.洪水後の河口部の水際線は,図に示した 1980 年代のそれを河川上流方向に汀線後退分だけシフトしたものに酷似しており,津波のもたらしたインパクトが現在の洪水フラッシュ地形に反映されていることが理解される.

1.5 おわりに

本稿においては、平成27年9月に発生した関東・東北豪雨による七北田川および名取川 における河口地形変化とその後の回復過程について報告した.これらの河口部では2011年 東日本大震災津波のインパクトが依然残存している.このため、洪水後の最終的な回復地 形は津波前のそれと異なっているものと考えられ、今後もモニタリングが重要である.

謝辞:本調査を行うに際して,国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所,宮城県土 木部河川課,(株)テクノシステム,パシフィックコンサルタンツ(株)より貴重な現地資料の 提供を受けた.

参考文献

- 平尾隆太郎・田中 仁・梅田 信・Nguyen Xuan Tinh・Eko Pradjoko・真野 明・有働 恵子:東日本大震災津波後の河口地形変化の特徴と問題点,土木学会論文集 B1(水工 学), Vol.68, No.4, pp.I_1735-I_1740, 2012.
- 3) 盧 敏・田中 仁・三戸部佑太:東日本大震災津波による鳴瀬川河口地形変化とその 回復過程に関する研究,土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.71, No.2, I_655-I_660, 2015.
- 4) 田中 仁: 七北田川において観測された中小河川特有の河口現象, 土木学会論文集, 第 509 号/II-30, pp.169-181, 1995.
- 5) 宮城県土木部:七北田川災害復旧事業について, 21p, 2015.
- 6) 前川勝朗:第9章 最上川,日本の河口(澤本正樹・真野 明・田中 仁編著),古今
 書院,pp.83-93,2010.
- 前川勝朗・大久保博・掃部関徹: 導流堤施工に伴う子吉川河口付近の地形変化, 農業 土木学会誌, Vol.67, No.12, pp.1299-1305, 1999.
- 佐藤賢治:再びつながった潟湖と七北田川,仙台市科学館蒲生調査レポート,速報版, No.100, 2015.
- 9) Tanaka, H., Tinh, N.X., Umeda, M., Hirao, R., Pradjoko, E., Mano, A. and Udo, K.: Coastal

and estuarine morphology changes induced by the 2011 Great East Japan Earthquake Tsunami, Coastal Engineering Journal, Vol.54, No.1, 25p, 2012. doi: 10.1142/S057856341250010

 10) 渡辺一也・田中 仁: 第12章 名取川, 日本の河口(澤本正樹・真野 明・田中 仁 編著), 古今書院, pp.115-122, 2010.



図1-1 調査対象河川の概要



図1-2 洪水前の七北田川河口 (2015年9月3日)



図1-3 洪水時の七北田川河口(2015年9月11日) ((株)テクノシステム,パシフィックコンサルタンツ)



図1-4 洪水後の七北田川河口(2015年9月19日)



図1-5 洪水後の七北田川河口(2015年9月22日)



図1-6 七北田川河口地形の回復過程(背景の空中写真は2015年9月3日撮影)



図1-7 七北田川河口地形の回復(2015年10月18日)



図1-9 蒲生干潟通水部の掘削 (2015年12月23日)



七北田川河口地形の回復 図1-8 (2015年11月1日)



(2015年9月3日)

図1-10 洪水前の名取川河口 図1-11洪水時の名取川河口(2015年9月11日) (仙台河川国道事務所)







図1-13 名取川河口砂州フラッシュ(1989年8月7日,仙台河川国道事務所)



図1-14 名取川河口の汀線(背景の空中写真は2015年9月11日撮影)

2. 七北田川流域被害

2.1 はじめに

平成 27 年 9 月 10 日から 11 日にかけて, 台風 17 号, 18 号に伴う豪雨により七北田川, 特 に河川蛇行部にて, 溢水による大きな洪水氾濫被害が生じた. 次の洪水災害に備えるには, 今回の洪水の実態を把握し, 洪水被害の原因を探ることが重要である. そこで, 土木学会 東北支部 H27 年度東北水害調査団は 9 月 11 日より調査を実施してきた. 本報告では, 七北田 川およびこれまでの水害の歴史をまとめるとともに, 今次災害の被害状況に関する調査結 果を報告する.

- 2.2 被害の状況 ※仙台市災害対策本部(第二報)¹⁾より抜粋
- (1) 人的被害 現時点でなし
- (2)家屋被害 床上浸水 10棟(青葉区4棟,太白区1棟,泉区5棟)
 床下浸水 27棟(青葉区16棟,宮城野区1棟,若林区1棟,泉区9棟)
 (11日4:50現在判明分)
- (3) 道路冠水等(出動等)

青葉区 5 件, 宮城総合支所 5 件, 宮城野区 14 件, 若林区 18 件, 太白区 6 件, 泉区 13 件

(4) がけ崩れ等 6件(青葉区・太白区・泉区)

うち1件は、青葉区川内三十人町においてがけくずれ(7×50m)

- (5) その他
- ✓ 路面損傷 1件(青葉区1件 国道48号において降雨により仮設道路の一部が損傷し通行止め→9:30 解除)
- ✓ 倒木 1件(青葉区1件)
- ✔ 電柱火災 2件(太白区2件)
- ✓ 救助案件
 - (ア)泉区野村字長渕 タクシーに取り残された2名(男1,女1)→救助
 - (イ)泉区古内字新仁渡 自販機にしがみついてた1名(女1)→自力脱出
 - (ウ)泉区上谷刈字宮沢 パークタウン入口交差点内で流された乗用車にいた 1 名(女 1)→救出

上記について救助完了(11日3:33消防隊引揚)

- (エ)泉区明通4丁目3 車3台水没,うち1台に男性1名あり→11日4:26 救助完了
- 2.3 七北田川流域

図2-1に今次災害の被害区域,およびダム貯水池の位置関係,雨量・水位観測所を示 す. 七北田川の流路延長は40.9km,流域面積約約229.1km²の2級河川であり,県管理河川 である. 上流には,利水・治水目的のために七北田ダム(貯水容量9.2百万m³, 1984年建 設)が建設された.

2. 4 七北田川の水害の実態

一般資産水害統計調査の一環として、水害発生の都度、市区町村によって作成される水 害区域図²⁾を用いて、過去に氾濫が頻発している区域を抽出した(図2-2).なお、外水 氾濫は抽出されなかった。今次災害で外水氾濫が発生した長命館公園近辺にて過去に内水 氾濫(1994年に発生)が発生していたことが示された.なお、全ての水害が水害区域図と して記録されていないケースもみられるため、抽出された区域以外にも水害区域が存在す る可能性があることに注意が必要である(梯ら、2014³⁾).

2.5 今次災害の水文気象状況

図2-3にアメダス泉ヶ岳の降水量,七北田ダムの貯水状況および流入量と放流量,七 北田川・市名坂地点(北緯 38.32 度 19 分 12 秒,東経 140 度 53 分 24 秒)の河川水位を示 す.河川水位は 9/11 0:30 以降は同じ値を示しており,正確な測定がされていなかったこ とが推測される.以下に,今次災害の水文気象状況を時系列に沿って示す(仙台市災害対 策本部(第二報)¹⁾より抜粋).

[仙台市東部]

<u>9月9日 (水)</u>

3時45分 大雨警報(土砂災害)[発表]

- 14時19分 [解除]
- 9月10日(木)
- 14時44分 大雨警報(土砂災害)[発表]
- 21時23分 洪水警報 [発表]
- 21 時 50 分 土砂災害警戒情報 [発表]

9月11日(金)

3時20分 大雨特別警報[発表]

- [仙台市西部]
- 9月9日 (水)
- 3時45分 大雨警報(土砂災害)[発表]

9月10日(木)

- 21 時 00 分 土砂災害警戒情報 [発表]
- 21時23分 洪水警報 [発表]

9月11日(金)

3時20分 大雨特別警報[発表]

※最大 60 分間雨量	64mm	アメダス泉ヶ岳	(10日22時20分~23時20分)
※最大積算雨量	433mm	アメダス泉ヶ岳	(6日0時00分~11日9時00分)

2.6 七北田ダムの貯水状況

七北田ダムの利水容量は 4,000 千 m³(洪水期)であり,貯水量がそれ以上になった場合 は自然調整方式の常用洪水吐により,貯水量(流入量)に比例して最大 40m³/s 放流される 設計になっている.七北田ダムへの流入量は豪雨が観測された 9 月 10 日午前から増加しそ の後 9 月 11 日 1 時頃まで継続した.七北田ダムでは 9 月 10 日 0 時時点で貯水量が利水容 量を上回っていたため,常用洪水吐により流入量に比例して放流量が増加した.貯水量の ピークは 9 月 11 日 3:10 で,9 月 10 日 12:00 から貯水量ピーク時までの総流入量は 2,331 千 m³で,その内 1,273 千 m³が貯留し,本洪水を効果的に緩和したと言える.貯水量は貯水 計画量の範囲内であるが,七北田ダムの貯水量が低ければさらに洪水を蓄えることができ た可能性があった.将来,気候変動に伴う豪雨およびその頻度のさらなる増加や,人口減 少に伴う県管理河川における治水対策予算のさらなる制約も考えられることより,降雨量 予報に基づく貯水量の事前調整放流など,ソフト的対応策を検討していくことが重要であ ると考える.

2.7 浸水状況

図2-4に浸水の状況を示す.今次の浸水区域は,浸水が想定されていた区域で発生したことがわかる.以下に,主な溢水地点(図-4下図の黒数字)に関する調査結果を報告する.

3. まとめ

台風 17 号,18 号に伴う豪雨により,特に河川蛇行部での溢水による大きな洪水氾濫被害が生じた.今次の災害で氾濫した区域の大半は市街地調整区域で発生しており,浸水想定区域図(宮城県河川課⁴⁾;図2-5)内での氾濫は発生しなかった.なお,今次災害により平成28年3月に改訂された仙台市のハザードマップの一部は,本調査結果を参考に作成された.

今次の災害では市街地区域に氾濫が発生しなかったものの,さらに将来,気候変動に伴 う豪雨およびその頻度のさらなる増加や,人口減少に伴う県管理河川における治水対策予 算のさらなる制約も考えられることより,危険地域の市街化調整区域指定や,降雨量予報 に基づく貯水量の事前調整放流など,ソフト的対応策を検討していくことが重要であると 考える.そして,今次の豪雨発生メカニズムの理解とともに,今次の経験を河川整備計画に 反映することが重要であると考える.

参考文献:

1) 仙台市災害対策本部(第二報)

2) 国土交通省:水害統計,国土交通省,1992-2015

- 3) 梯滋郎・中村晋一郎・沖大幹・沖一雄:日本の水害常襲地の分布とその特性.土木
 学会論文集 B1(水工学), Vol.70 No.4, I_1489-I_1494, 2014
- 4) 宮城県河川課:七北田川浸水想定区域図



図2-1 七北田川における被害区域、ダム貯水池および水位観測所位置(地図は国土地理院より引



図2-2 七北田川の過去23年間における内水氾濫実績



量と放流量、七北田川・市名坂地点の河川水位





図2-4b 七北田川の浸水状況

①蛇行部内側より越流し洪水発生. によって被害 水の経験あり. ②横を流れる河川からの氾濫ではなく,①の洪水 聞き取りによると S50 年頃に台風による床下浸



③蛇行部外側にて本川が沢に逆流し洪水発生.



④洪水が用水路を通じて道路を越流.



⑤土堤が低い右岸より越流. タクシーが流されている. 被害状況(イ)







⑦浸水被害. 9/11 0:30 頃に 洪水が迫ってい ることに気づき, 5分で店内に浸 水. 浸水高 50cm 程度.

⑧高速道路の下(左),およびトンネル(右)より流下.トンネル内および外の路面損傷



⑨2カ所河岸崩壊.流下してきた洪水によって堤防の裏側が削れて崩壊している.





⑩土堤が低い長命橋左岸側から越流.浸水深は1.5m 程度.



①デイケアセンターに浸水被害.道路が流出し洪水はさらに流下. 道路は近所の土建屋がボランティアで復旧.



⑩道路の低い部分から洪水はさらに流下.一方,奥にあるゴルフ場は河道の沿岸に位置するが高台のため被害なし.また河川からの越流もなし.

1

③洪水が道路を越流.タクシーが1台水没被害.近くの助産院も浸水被害.

9/11 1:30 頃浸水. 浸水深 1m 程度. 住んで 15 年間こんなことはなかった.



④流下して
きた洪水が
河道に合流.





15浸水被害.聞き取りによると、21年間なかった、50年前にもこれに匹敵する洪水があった、という意見があった. 車の水没5台以上.





図2-5 七北田川浸水想定区域図(宮城県河川課資料

3. 鳴瀬川流域の被害

- 3.1 鳴瀬川の被害
- 3.1.1 被害の概要

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨では鳴瀬川本川で大きな被害は生じていないが,鳴瀬川水 系多田川支川の渋井川の 3 箇所で堤防決壊が生じ,大きな洪水氾濫被害が生じた.渋井川 の決壊に伴い約 2,100 ha の浸水が発生し床上浸水 399 棟,床下浸水 150 棟の被害が生じ, 176 人がヘリコプターやボートで救助された¹⁾.また,渋井川以外にも鳴瀬川水系では渋川, 名蓋川等で堤防決壊が生じている.また,4章で示したように吉田川で越水,溢水が生じて いる.本章では,現地調査より明らかとなった平成 27 年 9 月関東・東北豪雨での渋井川, 渋川および名蓋川の堤防決壊状況を記述するとともに大江川の状況を報告する.

主な調査メンバーは, 呉修一, 森口周二(以上, 東北大学災害科学国際研究所), 堀合孝 博(パシフィックコンサルタンツ株式会社), 小森大輔(東北大学大学院環境科学研究科), 渡辺一也(秋田大学工学資源学研究科), 松林由里子(岩手大学工学部)となっている.

3.1.2 雨量·水位の状況

9月10日から11日にかけて,台風17号周辺から湿った空気が東北地方太平洋側に流入し,複数の線状降水帯が宮城県周辺に大雨をもたらした²⁾.図3-1に9月7日から11日にかけての累積雨量分布³⁾を示す.利根川水系鬼怒川周辺のみならず福島県から宮城県にかけても線状降水帯が形成されていた.鳴瀬川水系では200から400 mm程度の累積雨量となっている.図3-2に鳴瀬川水系河川および周辺水位・雨量観測所の位置を示す.



図 3-1 2015 年 9 月 7 日から 11 日にかけての累積雨量(気象庁³⁾の資料に一部加筆)



図3-2 鳴瀬川水系河川および水位・雨量観測所の位置

本出水イベントの雨量と過去の雨量を比較するため,古川および大衡地点で観測された雨 量の Depth-Duration 解析図を図3-3に示す.本出水と既往最大72時間イベントを比較 している.既往最大72時間降雨イベントとして,2011年9月の台風15号に伴う豪雨が観 測されている.図3-3より本出水イベントの特徴として1~6時間程度の短時間に強降雨 が観測されていることがわかる.これは線状降水帯が東北地方では4時間程度継続した²⁾ ためであり,これにより大衡,古川地点以外でも鶯沢で観測史上最大の3時間雨量を記録 している.



9月10日から11日の鳴瀬川三本木地点における10分間雨量・水位の時系列を図3-4に 示す.後述するように洪水氾濫が生じた渋井川の水位は,背水効果により本観測地点周辺 水位の影響を受ける.10日の23:00程度から11日の4:00程度まで強い雨が観測され,鳴 瀬川三本木地点では11日の2:20に氾濫危険水位を超過している.水位のピーク時刻は3:40 となっている.渋井川での住民からの聞き込み調査から,洪水氾濫は3:00から4:00頃に発 生していたとの証言を得ている.3:20に気象庁より宮城県全域を対象とする大雨特別警報 が発令され,大崎市は2:30に避難準備情報(三本木全地域),4:30に避難準備情報(古川 全地域,松山全地域,鹿島台地域,田尻地域)が発令されている.大崎市は5:00過ぎから 渋井川堤防決壊の情報を得始めるが,その時には西新井地区が浸水しほぼ孤立状態であり 避難所へ向かうことが非常に危険と判断し,避難勧告・指示の発令は行っていない.8:15 に宮城県が自衛隊に対して大崎市への災害派遣要請を行う.このような状況下で浸水地域 にいた176人の方がヘリやボートで救助された.



図3-4 鳴瀬川三本木地点における10分間水位・雨量の時系列

3.2 渋井川の被害

3.2.1 渋井川の堤防決壊要因

現地調査より明らかとなった本豪雨イベントでの渋井川堤防決壊状況を記述する. 渋井川 は流路延長約7.88 km(宮城県知事管理区間⁴⁾),流域面積約18.6 km²の県管理河川である. 図3-5に堤防決壊地点(下流からA, B, C地点)および渋井川,多田川の位置を示す.現 地調査より,各位置での決壊幅は,約40 m,約15 m,約17 m であった.

図3-6に渋井川および多田川の河川堤防天端高および最深河床標高を示す.本天端高 は、現地RTK 測量より測定したものであり、堤防決壊部は応急復旧がなされた場所で計測 した.また、最深河床標高は宮城県河川課より提供頂いた.図3-6に示すよう多田川の 堤防が渋井川より高いとともに,渋井川の多田川合流地点から決壊地点上流まで河床勾配 が非常に緩やかなことがわかる.渋井川は多田川の支川であり,多田川の水位上昇に伴い 渋井川の洪水流の多田川合流部への流入が困難となる背水(バックウォーター)効果によ り多田川の水位が下流側から上昇したものと推測される.堤防決壊後は,渋井川の水位低 下に伴い多田川洪水の渋井川への逆流が生じ,浸水拡大に寄与したものと推測される.こ の多田川からの逆流により堤防決壊後も渋井川の水位は高い状態を維持し,第2,第3の決 壊が生じたものと推測される.住民からも多田川から渋井川への逆流が報告されるととも に,洪水低減時に河川表面流れの逆流が確認されている⁵.



図3-5 渋井川,多田川および決壊箇所の位置



23

以下では、代表的な事例として決壊地点 B の状況を記述する. 渋井川の決壊地点 B は多田 川との合流部より約 0.6 km 上流に位置する. 図3-7に地点 B 周辺の決壊前(①)と決壊後 (②)の空撮画像および決壊状況を示す. 決壊幅は約 15 m である(③). 調査より洪水流の堤 防越流痕跡は確認されなかった. 堤防天端に舗装はされていない(④). 水路はゆるやかに決 壊部に向かって湾曲しており(①,④), 地点 B への流れの集中や 2 次流による侵食等が生じ た可能性は排除できない. しかしながら,背水効果に伴い水位が上昇し流速が抑制される 状況では洪水流速も小さい事が推測され,侵食破壊が B 地点で生じた可能性は低いと考え る. 現地調査でも堤防侵食の痕跡は確認されなかった.

決壊部堤内側の状況を図3-8に示す.決壊部裏のり面には多くの崩落・すべり箇所(⑤, ⑥)が存在し浸透流が発生した痕跡が確認される.⑦は決壊地点の堤内側である.氾濫流に よる用水路金網フェンスの変形や植生の倒伏,落堀の形成が堤内側で確認される.稲は中 央からやや下流側に広がるように倒伏している.フェンスの倒伏は洪水氾濫流の流体力に よる基礎部の破壊ではなく,支持杭周辺土壌の洗掘に伴うものである.このような堤内地 の状況から,決壊時に堤内側に大きな浸水(湛水)は生じていなかったものと推測される. 上記の決壊状況や直線水路,越流が確認されていない点等から,堤防決壊は浸透破壊に伴 い生じた可能性が極めて高い.実際にA点,B点付近の堤防裏のり面に多くの崩落・すべ り箇所等が存在し,浸透流が生じていた痕跡が確認された.つまり背水効果に伴い水位が 上昇した状況が継続し,多数の箇所で堤防への浸透が生じたものと結論できる.また,今 回の洪水で堤防決壊は左岸のみで発生したが,渋井川の右岸でも多くの漏水や浸透が生じ ていた.状況によっては,左岸のみならず右岸も決壊に至っていた可能性がある. その他の決壊地点の詳細に関しては呉らのの報告を参照されたい.



図 3 - 7 決壊地点 B の状況(Google Earth および国土地理院画像 "に加筆)



図3-8 決壊地点B堤内側の状況

3.2.2 渋井川を対象とした数値計算

上記したように渋井川の堤防決壊は、多田川との合流部の背水効果により渋井川の水位 上昇が継続したためと考えられる.このような背水効果の検証や洪水氾濫状況を検証する ため、渋井川および周辺流域を対象とした数値計算を実施した.

降雨流出モデルは, 呉ら⁸の土壌・地形特性に基づく降雨流出計算手法を用いた. 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っている.本計算手法の詳細は呉ら⁸に詳 しいのでそちらを参照されたい. 河道部の洪水計算で必要となる河川横断面形状は, 国土 交通省東北地方整備局および宮城県河川課に提供頂いた.入力降雨は気象庁の再解析雨量 を用いている.

モデルを本出水に適用した結果を図3-9に示す.計算結果より西荒井観測地点におけるピーク流量は30 m³/s 程度であり,ピーク水位時刻は11日5:30 に計算されている.水位は堤防天端高より2m程度低いことがわかる.本モデルを用い基礎的な数値実験を行うことで,多田川合流部からの背水効果しいては鳴瀬川の水位上昇が渋井川の水位に影響していることが示されているの.本計算の詳細に関しては呉らのの報告を参照されたい.

次に洪水氾濫計算結果を実施した結果を報告する.河川からの氾濫流は 2 次元不定流の 式を用い計算した.地形標高データは国土地理院の 5m メッシュデータを使用している.最 大浸水深,最大流速(x 方向),最大流体力(x 方向)を図3-10に示す.図3-10よ り国道 4 号を境に浸水深の低下が見られる.また,平坦な地形に伴い流速・流体力が伴に 小さいことが確認される.このような流速・流体力の低さが利根川水系鬼怒川で発生した 洪水氾濫との最大の相違点あろう.本計算結果の詳細は呉ら⁹⁰の文献を参照されたい.



図3-9 2015年9月出水時の渋井川西新井地点における計算水位・流量



図3-10 洪水氾濫計算より得られた最大浸水深・流速・流体力の空間分布

3.2.3 渋井川のまとめ

以下,渋井川を対象とした調査・数値計算より明らかとなった点を列挙する.

- 1) 本出水の降雨の特徴は、線状降水帯形成に伴い短時間(3時間から4時間程度)に強降 雨が発生したことである.
- 2) 堤防決壊の要因は、渋井川と多田川の合流部の背水効果により、渋井川の水位上昇が 継続し堤防の漏水・浸透を伴い堤防決壊したものと断定される.堤防決壊後は、多田 川からの洪水流も渋井川に逆流し、浸水拡大に寄与したもの推測される.
- 3) 洪水氾濫が生じた箇所は洪水ハザードマップで浸水が想定されていた箇所である.洪水氾濫流は平坦な地形に伴い流速・流体力は小さい.このような流速・流体力の小ささが利根川水系鬼怒川の洪水氾濫との最大の相違点である.
- 3.3 渋川のケース

鳴瀬川水系多田川の支川では渋井川以外にも渋川で堤防決壊が3箇所で生じるなど洪水 氾濫被害が生じた.渋川は,指定区間流路延長22.68km(宮城県知事管理区間),流域面積 33.2km²の河川であり⁴⁾,多田川に流入する.渋川・名蓋川および堤防決壊地点の位置を 図3-11に示す.現地調査は,10月2日および3日に行っており,洪水発生から3週間 程度経過し堤防の応急復旧も完成した状況であった.



図 3 - 1 1 渋井川,多田川,渋川,名蓋川および決壊地点の位置(国土地理院地図¹⁰⁾に 加筆)

代表的な事例として,決壊地点 A の状況を図 3-12に示す.決壊地点 A は多田川合流地 点から上流 0.9 km に位置する.渋川右岸で決壊が生じ,決壊幅は約 20 m (a)である.本地 点も多田川合流部からの背水効果に伴い水位が上昇したものと推測される.右岸側橋脚部 が洗掘されている状況が明らかである(b).多田川合流部の背水効果に伴い水位の上昇が継 続し,堤防の漏水・浸透を伴い浸透決壊した可能性が考えられる.その後,堤防決壊部か らの洪水氾濫流に伴い橋脚部が洗掘したものと推測される.これは,橋脚部の洗掘に伴う 侵食破壊が生じていたならば,堤防決壊は橋脚上下流部で生じると考えられるが堤防決壊 は橋脚下流部で発生している点,また洗掘に伴う侵食破壊ならば橋脚部の洗掘は更に大規 模になっていたものと考えられる点に基づいた考察である.堤内側には田んぼに洪水氾濫 流に伴う落堀の形成,植生の倒伏や土砂の堆積が確認される(d).この落堀の位置も橋脚上 流部であり,浸透決壊後に橋脚部が洗掘したことを裏付けている.



図 3-1 2 決壊地点 A の状況(Google earth に加筆)

決壊地点 B および C の詳細は報告書第2報 ¹¹⁾を参照されたい. 渋川の堤防決壊状況をまと めると,合流部背水効果による水位上昇に伴う浸透決壊(地点 A),取水堰・樋管部での侵 食破壊(地点 B)と越流の集中による越流破壊(地点 C)が原因と推測されている.しかし ながら,洪水発生後3週間を経過し復旧作業を完了した時点での調査であるため,上記は あくまで推測である点に注意されたい.

3. 4 名蓋川のケース

鳴瀬川水系多田川支川の名蓋川でも堤防決壊が3箇所で発生し洪水氾濫被害が生じた. 宮城県公表資料によると3箇所で堤防決壊が確認されているが,現地調査では既に応急復 旧が完成していたためか,最下流部の決壊箇所は確認できず2箇所のみの決壊が確認された.名蓋川は,指定区間流路延長24.9km(宮城県知事管理区間),流域面積24.9km²の河 川であり⁴,多田川に流入する.堤防決壊の状況を図3-13に示す.決壊は多田川合流部 上流の左岸側で生じており,堤防裏のり面で多くの崩落・すべり箇所等が存在し,浸透流 が生じていた痕跡が確認される.つまり合流部背水効果に伴い水位が上昇した状況が継続 し,多数の箇所で堤防への浸透が生じた可能性が極めて高い.この状況は,渋井川の決壊 状況と酷似している.2箇所で堤防土質調査のためのボーリングが実施されていた.

興味深い点は、渋井川と名蓋川の決壊状況が酷似している点である.多田川合流部から の背水効果による水位上昇に伴い漏水・浸透が両河川ともに決壊の要因である.しかしな がら、浸水範囲は渋井川が格段に大きい.渋井川と名蓋川は,流域面積は同程度だが、川 幅は渋井川が約40m程度に対して、名蓋川は30m程度であり渋井川が大きい.浸水域の 差異が、単に川幅や河川流入量の影響か、それとも地形標高、合流部水理特性や決壊後の 逆流によるものか、他の要因によるものなのかを明らかにすることは、今後の防災を考え た場合、極めて重要である.今後数値計算を通じてこの点を定量的に評価していく必要が ある.一つの可能性は、渋井川決壊地点は多田川のみならず鳴瀬川水位の影響も受ける範 囲であり、堤防決壊後も高い水位状況が維持され逆流が生じた反面、名蓋川の背水効果は 水位上昇の効果はあったが多田川・鳴瀬川の水が逆流するほどまでの影響はなかった事が 考えられる.



図 3-1 3 名蓋川決壊地点周辺の状況(Google earth に加筆)

3.5 大江川のケース

大江川の被害調査は9月19日に実施され,被災から1週間が経過している.大崎市西荒 井地区ではボランティア活動が活発に行われていた.西荒井地区では水害の被害を受けて いたが、大江川の上流には図3-14に示すように遊水池があり、浸水の痕跡(図-5.15) が多くみられた.図3-15の越流堤は上流側より撮影したものである.図3-15に示 すように堤の上段にまでに水が上がっていたことが分かる.河道側を見ても洪水痕跡がは っきりと残っていた(図3-16).図3-16の痕跡からは越流堤を越えて遊水池内に水 が流れこんでいたことが植物の倒伏の状況からも明らかであった.この遊水池により、大 江川の流量が低減し、浸水範囲の減少に役立ったものと考えられる.



図3-14 大江川遊水地の位置(国土地理院の地図¹⁰⁾に加筆)



浸水痕跡(階段)

浸水痕跡 (ビオトープ池)



越流堤(上流側より撮影)



洪水痕跡(越流堤)図3-15 遊水地の浸水痕跡



図3-16 大江川の洪水痕跡

3.6 まとめ

平成27年関東・東北豪雨に伴い鳴瀬川本川での大きな被害は生じなかったが、多田川支 川の渋井川,渋川,名蓋川等で堤防決壊が生じた.本出水の降雨の特徴は短時間(3時間か ら4時間程度)に線状降水帯形成に伴う強降雨が発生したことである.この線状降水帯に 伴う強降雨が更に1,2時間継続していたら甚大な被害が生じていた可能性がある. 堤防決壊の要因は,渋井川と名蓋川の決壊状況が酷似している.多田川合流部の背水効果 により合流部付近で水位上昇が継続し,堤防の漏水・浸透を伴い堤防決壊している.渋川 の3箇所の決壊は,1)合流部背水効果による水位上昇に伴う浸透決壊,2)取水堰・樋管部 での侵食破壊と3)越流の集中による越流破壊が原因と推測される.

このような合流部付近や取水堰・樋管部等での洪水被害は近年多く報告^{12),13)}されているも のであり、本川での被害は少なく支川での被害が近年顕著である.特に県管理の中小河川 や支川等での被害、河川合流部等の脆弱部での被害や、夜間から早朝にかけての避難の困 難さなど、共通かつ難しい課題が挙げられる. 渋井川では 176 人の方が浸水域に孤立しへ リやボートで救助された.

県管理の河川は国内に無数に存在し、その全てに強固な堤防の整備やリアルタイム水位計 を設置し水位を常時モニタリングする等の対応は、予算・人員不足の観点から難しい、今 後このような洪水災害は、日本全国のどの河川でも起こりえることを肝に銘じ、自助・共 助・公助を有機的に結合し今後の豪雨災害に備える必要がある.

今後必要な対策として,まずは治水関連予算の増加を国や県は検討すべきである.財源に 限界があるのは当然だが,多くの様々な対応が今後間違いなく必要となる治水対策関連の 予算増額は必要不可欠である.

次にハザードマップの精緻化や最悪シナリオを想定した可能最大洪水・流体力までを評価することで、事前に水平避難が必要な家屋と垂直避難で十分な家屋を分けて周知する必要がある.このような対応により特に危険な地域に存在する家屋には早め早めの避難の重要性を認識してもらう事が重要となる.更に中小河川までをも含んだリアルタイムでの洪水予測モデルの実装・運用を逐次進める必要がある.レーダ雨量情報の高精度化に伴いリアルタイムや短時間先の降雨状況を加味したシステムの実装が必要である.このようなシステムと時々刻々と得られる水位・雨量情報を加味することで避難勧告・指示のスムーズな発令が期待される.大学・研究機関はこのようなシステムの高精度化や不確実性評価等に従来よりも精力的に取り組むことが必要となる.

引用文献

1) 大崎市: 渋井川決壊に伴う救助者数, 平成27年9月関東・東北豪雨情報

http://www.city.osaki.miyagi.jp/index.cfm/38,11484,179,html

2) 気象庁気象研究所:平成27年9月関東·東北豪雨の発生要因

http://www.jma-net.go.jp/sendai/

3) 気象庁:台風第 18 号等による大雨(平成 27 (2015) 年 9 月 7 日~9 月 11 日(速報)) http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2015/20150907/20150907.html

4) 宮城県: 一級河川鳴瀬川水系多田川ブロック河川整備計画

http://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/42683.pdf

5) 森口周二・金鍾官・呉修一・Bricker Jeremy・山田知寛・堀合孝博:平成27年9月関

東・東北豪雨による東北地方の被害について(速報),基礎工, Vol.43, No.12, pp.94-97, 2015 6) 呉修一・森口周二・堀合孝博・小森大輔・風間聡・田中仁:2015年9月東北豪雨による 渋井川洪水氾濫の特徴,自然災害科学,投稿中.

7) 国土地理院,平成27年9月関東・東北豪雨の情報,(渋井川)9月12日に撮影した空中 写真の概要 http://www.gsi.go.jp/common/000107326.pdf

8) 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

9) 呉修一・林晃大・森口周二・堀合孝博・田中仁:2015 年 9 月渋井川洪水氾濫を対象とした可能最大流体力の算定,土木学会河川技術論文集, Vol.22, 投稿中

10) 国土地理院,地理院地図(電子国土 Web), <u>http://maps.gsi.go.jp</u>

11) 平成 27 年 9 月鳴瀬川水系渋井川・渋川・名蓋川・大江川豪雨災害調査報告(第2報) http://donko.civil.tohoku.ac.jp/FieldSurvey20150910/PDF/ShibuiRiver_ver2.pdf

12) 梅松理美・呉修一・真野明・有働恵子: 2013 年 7 月山形集中豪雨被害特徴~月布川流 域を一例として~, 東北地域災害科学研究, Vol.50, pp.75-80, 2014

13) 呉修一・森口周二・久利美和・安倍祥・Carine Yi・有働恵子・真野明:2013 年 8 月秋 田・岩手豪雨災害の特徴,東北地域災害科学研究, Vol.50, pp.81-86, 2014

33

4. 吉田川流域の被害

4.1 被害の概要

平成27年9月10日から11日にかけて,台風17号,18号の豪雨により鳴瀬川水系吉田川, 竹林川, 善川からの溢水に伴う洪水氾濫が大和町中心部で生じ,住宅の床上・床下浸水や 農地の冠水などの大きな被害をもたらした.鳴瀬川水系吉田川流域では過去にも多くの洪水 を経験しており,次の洪水災害に備えるためには,今回の洪水の実態を把握し,洪水被害 の原因を探ることが重要である.そこで,土木学会東北支部 H27 年度東北水害調査団は9 月 11 日より調査を実施してきた.本報告では,吉田川水系およびこれまでの水害の歴史をま とめるとともに,今次災害の被害状況に関する調査結果を報告する.

4.2 流域の概要

図4-1に吉田川水系流域,およびダム貯水池の位置関係,雨量・水位観測所を示す. 図に示されるように,竹林川および善川は吉田川の支川であり,吉田川は河口で鳴瀬川に 合流する.吉田川の流路延長は53km,流域面積約約350km²の1級河川であり,国管理河 川と県管理河川の境を図中に黒矢印で示す.上流には,利水・治水・発電目的のために南 川ダム(貯水容量10百万m³, 1987年建設)が,利水・治水目的のために宮床ダム(貯水 容量5百万m3, 1998年建設)が建設された.



図4-1 吉田川水系のダム貯水池および水位観測所位置(地図は国土地理院より引用)

4.3 水害の歴史

鳴瀬川流域では、古くから災害の記録が残されており、天保6年(1835)の大洪水について 「耕土は泥海と化し、収穫は皆無・・・」との記述がある(図4-2).明治以降では明治 43年、大正2年の大洪水、また昭和22年9月(カスリン台風),昭和23年9月(アイオン台 風),昭和61年8月の洪水等、記録的な水害に見舞われている.昭和61年8月の大洪水で は、旧鹿島台町(大崎市)が12日間冠水する等の大災害となった.平成以降も、平成14 年7月、平成23年9月洪水等、床上浸水を伴う大水害に度々見舞われている現状にある. 平成14年7月の集中豪雨では、善川・竹林川・西川(いずれも指定区間)において、浸水 面積56ha、浸水戸数17戸の被害が発生した.

吉田川では,過去の度重なる洪水被害の度に堤防の補修等が行われてきたが,古い堤防 は履歴や材料構成が必ずしも明確ではなく,構造は不確実性を有している.



【出典:鳴瀬川水系河川整備計画 [大臣管理区間], 東北地方整備局】

日和61年8月洪水に関 する新聞記事

そこで、一般資産水害統計調査の一環として、水害発生の都度、市区町村によって作成 される水害区域図を用いて、過去に氾濫が頻発している区域を抽出した.図4-3aに鳴瀬 川下流部および吉田川本川の1992年から2015年8月までの23年間における外水氾濫お よび内水氾濫の発生区域およびその頻度を示す.上述した旧鹿島台町にて外水氾濫は2回 記録し、大槌町近辺では内水氾濫が多発していたことが示された.また、今次災害でも外 水氾濫が生じた身洗川にて外水氾濫および内水氾濫が、西川にて内水氾濫が複数回発生し
ていたことが明らかとなった.図4-3bに吉田川上流部の1992年から2015年8月までの23年間における外水氾濫および内水氾濫の発生区域およびその頻度を示す.過去に善川で外水氾濫と,複数回数の内水氾濫が発生していたことが示された.今次災害でも同じ区域で外水氾濫が発生した.

なお,全ての水害が水害区域図として記録されていないケースもみられるため,抽出された区域以外にも水害区域が存在する可能性があることに注意が必要である(梯ら,2014).



図4-3a 鳴瀬川下流部および吉田川本川の過去23年間における外水氾濫(上)・内水氾濫実績(下)



図 4 - 3 b 吉田川上流部の過去23年間における過去23年間における外水氾濫(上)・内水氾濫実績(下)

4.4 治水の歴史

吉田川では大水害の歴史とともに、元禄時代から治水事業が行われている.吉田川の下流 に位置し氾濫により周囲に甚大な被害をもたらしていた品井沼干拓に伴う元禄潜穴、品井

沼周辺の洪水を松島湾に排除する ための明治潜穴,品井沼流域を鳴瀬 川から分離するための掘削・堤防建 設(昭和 2~15 年),鳴瀬川からの 逆流を防止する背割堤(大正 14 年 ~昭和16年)工事等,水害被害の 軽減を図ってきた.近年では,昭和 61 年 8 月洪水を契機とした河川激 甚災害対策特別緊急事業により,主 に下流~中流の掘削・築堤が行われ ている.このため、吉田川の中下流 部は堤防が完成しており,三川合流 点上流よりも安全度が高い状況に ある.現在は,南川ダム(昭和62年 完成), 宮床ダム(平成11年完成) による洪水調節を行うとともに,昭 和 63 年にスタートした「水害に強 いまちづくり事業」により、二線 堤・水防災拠点等の総合的な治水整 備を行っている状況にある.

4.5 今次災害の水文気象状況

図4-4に9月10日から11日の 各観測所の10分間水位および吉田 川上流に位置する難波雨量観測所 (北緯38度25分05秒,東経140 度48分00秒),嘉太人雨量観測所

(N38度28分35秒,東経140度 45分54秒)の平均10分間雨量の 時系列を示す.以下に、今次災害の 水文気象状況を時系列に沿って示 す.





[9月10日]

12:00- 豪雨発生(17:00まで)

20:00- 豪雨発生(11日4:00まで)

[9月11日]

0:30 竹林川・新田橋地点にて氾濫危険水位を超過

3:40 竹林川・新田橋地点にてピーク水位

5:40 吉田川・落合地点にてピーク水位

7:50 吉田川・粕川地点にてピーク水位

これらの状況を踏まえて、大和町は9月10日23:00に吉田川・高田橋地点や吉田川・落 合地点を含む地域に避難指示が発令されている.

4.6 上流2ダムの貯水状況

図4-5に上流2ダムの降水量、貯水状況および流入量と放流量、吉田川・落合地点の 河川水位と流量を示す.両ダムの利水容量は宮床ダムで 3,000 千 m³,南川ダムで 4,800 千 m³(洪水期)であり, 貯水量がそれ以上になった場合は自然調整方式の常用洪水吐により, 貯水量(流入量)に比例して宮床ダムで最大 80m³/s,南川ダムで最大 130m³/s 放流される 設計になっている. 両ダムへの流入量は豪雨が観測された 9 月 10 日 12 時頃から増加しそ の後9月11日早朝まで継続した. 宮床ダムでは9月10日12時時点で貯水量が利水容量の 約 70%であったことより、利水容量が満水になるまでの流入はほぼ貯留され、9 月 10 日 23:00頃から放流量が増加した. 貯水量のピークは9月11日4:20で,9月10日12:00か ら貯水量ピーク時までの総流入量は 1.973 千 m³で、その内 1.564 千 m³が貯留し、本洪水 を効果的に緩和したと言える. 南川ダムでは9月10日12時時点で貯水量が利水容量を上 回っていたため、常用洪水吐により流入量に比例して放流量が増加した. 貯水量のピーク は9月11日3:50で、9月10日12:00から貯水量ピーク時までの総流入量は4.235千m3 で,その内1,913 千 m³が貯留し,本洪水を効果的に緩和したと言える.貯水量は貯水計画 量の範囲内であるが、両ダムの貯水量が低ければさらに洪水を蓄えることができた可能性 があった.将来,気候変動に伴う豪雨およびその頻度のさらなる増加や,人口減少に伴う 県管理河川における治水対策予算のさらなる制約も考えられることより、降雨量予報に基 づく貯水量の事前調整放流など、ソフト的対応策を検討していくことが重要であると考え る.

4.7 浸水状況

図4-6に浸水の状況(国土交通省東北地方整備局資料)および浸水想定区域図(宮城 県河川課)を示す.今次の浸水区域は,浸水が想定されていた区域で発生したことがわか る.以下に,主な溢水地点(図-4下図の赤数字)に関する調査結果を報告する.



図4-5 宮床ダム(左)および南川ダム(右)の降水量,貯水状況および流入量と放流 量,吉田川・落合地点の河川水位(左下)と流量(右下)

①竹林川

竹林川からの溢水により,浸水被害が生じた.11日2:20に氾濫発生情報が北上川下流事務所・仙台管区気象台より共同発表された.図4-7に溢水地点周辺を示す.左岸側では 国道4号線上流と下流で溢水し,国道上流で溢水した流水は国道に沿って北側に流下し, 農地と集落の境界付近で国道を超えて,その後下流まで氾濫している.また,国道下流で の溢水地点は河川湾曲部で強い洪水流が発生したと推測でき,溢水地点近くで道路舗装が 剥離する等の被害が発生した.右岸側においても,三ノ関馬場沢下地先付近での溢水によ り家屋の浸水被害が発生した.

②吉田川

吉田川からの溢水により,浸水被害が発生した.溢水は国道 4 号線上流と下流で発生し ており,その水勢により農地や沿川道路が大きく損壊する等の被害が発生した.そして, 大和町役場が位置する市街地が広範囲に浸水したことが認められた.また,背水効果によ り吉田川から洞堀川に逆流し,合流点近くの洞堀川右岸側から溢水している痕跡が認めら れた.



図4-6 (上図)吉田川の浸水状況(国土交通省資料¹⁾). 図中の黄数字は図-1と同じ. (下図)吉田川・洞堀川・善川・竹林川・西川浸水想定区域図(宮城県河川課資料²⁾).



図4-7 竹林川の被災状況



図4-8 吉田川(吉田川,竹林川,善川合流前)の被災状況

③善川

善川左右岸の部分的に低い堤防および無堤部から溢水. 溢水した洪水は, 左岸側は河川 と国道 4 号および県道 3 号の間, 右岸側は河川と山裾の間を, 流下方向を横切る形に位置 する道路を越流しながら流下し, その区域にある農地および住宅地に浸水被害をもたらし た. 善川の堤防建設は S42 年から進められたが, H11 年の事業重点化に伴い堤防建設を一 時休止, 現在は 2-3 年に1回は農地に浸水被害が発生するとのこと.

また, 善川と 4 号道路が交差する部分にて, 交差部分の天盤には流れてきた草木が付着 しており, ここが狭窄部となり上流側に氾濫域が形成されたことが推察される.



④善川・越流部での氾濫状況

橋の部分の狭窄部で洪水が堰上げられ(図中黒線は堤防),堤防を越流(②).越流した 洪水は水路にそって道路を越流(③)し,水路に沿って流下(④).水路と河川の農地に浸 水被害.また,右岸側にも越水(①).聞き取り調査から洪水氾濫は11日3:00頃に発生し たとの証言を得ている.



図4-10 善川の想定される越流の動向.青矢印は想定される氾濫流の動向.
 (地図は google map を利用)

⑤西川·小西川

西川で1か所,小西川で2か所が決壊し,農地を中心として広範囲な浸水被害が発生した.ただし,西川・小西川の浸水により,西川合流後の吉田川本川で流量が大きく低減された可能性がある.小西川と並走する県道2号線にも冠水被害をもたらした.西川・小西川の3か所の決壊要因は,越水によるものと推定される.



図4-11 西川・小西川の被災状況

⑥身洗川

吉田川合流点の身洗川水門を全閉しポンプ排水を行ったが,身洗川の自己流量が排水量 を上回り河川水位が上昇した.その結果,合流点直上流左右岸の2か所で越水して,周辺 の農地において広範囲な浸水被害が発生した.また,東北新幹線渡河地点直上流左岸で堤 防が決壊し,周辺の農地でも浸水被害や県道241号線の道路冠水が発生した.



図4-12 身洗川の被災状況

⑦吉田川本川

今次の吉田川本川での浸水区域は浸水想定区域より小さいが,吉田川上流部や支川の氾 濫により吉田川本川の流量が低減された可能性も考えられる.



図4-13 吉田川の溢水・越水箇所(国土交通省資料¹⁾)

4.8 まとめ

今次の災害で氾濫した区域の大半は吉田川上流部や支川など県管理河川であり,吉田川 本川での浸水区域は浸水想定区域より小さいが,吉田川上流部や支川の氾濫により吉田川 本川の流量が低減された可能性も考えられる.さらに将来,気候変動に伴う豪雨およびそ の頻度のさらなる増加や,人口減少に伴う県管理河川における治水対策予算のさらなる制 約も考えられることより,危険地域の市街化調整区域指定や,降雨量予報に基づく貯水量 の事前調整放流など,ソフト的対応策を検討していくことが重要であると考える.いずれ にせよ,今次の豪雨において各水位観測所で記録された水位は氾濫危険水位を大きく上回 っており,今次の豪雨発生メカニズムの理解とともに,今次の経験を河川整備計画に反映 することが重要であると考える.

引用文献:

1) 国土交通省東北地方整備局河川部:平成27年9月11日出水の概要(第2報)

2) 国土交通省:水害統計,国土交通省,1992-2015

3) 国土交通省東北地方整備局:平成24年11月 鳴瀬川水系河川整備計画 [大臣管理区間]

4) 梯滋郎・中村晋一郎・沖大幹・沖一雄:日本の水害常襲地の分布とその特性

土木学会論文集 B1(水工学), Vol.70 No.4, I_1489-I_1494, 20142)

5) 宮城県河川課,吉田川. 洞堀川. 善川・竹林川・西川浸水想定区域図

http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kasen/ki-sins-yoshi.html

5. 迫川流域の被害

5.1 はじめに

平成27年9月関東・東北豪雨では宮城県北部の栗原市を中心として迫川水系においても多 くの被害が生じた.宮城県河川課の調査によると、二迫川では2箇所の破堤があり、築館 黒瀬地区では170haの浸水が生じた.芋埣川では5か所の破堤があり、一迫北沢地区と栗 駒渡丸地区ではそれぞれ4ha、36haの浸水が生じた.これらは主に水田域であったため、 マスコミで大きく取り上げられることはなかったが、落橋や一部の稲作が不能になるなど 少なくない被害が生じている.なお、上記の破堤地点は9月19日に全ての応急処置を終え た.

図5-1に9月7日0時~9月11日24時までのXバンドによる累加雨量を示している. 累積雨量の分布をよく表しており,宮城県北部の迫川水系に沿った降雨帯を見ることがで きる.栗原市中心部のXバンド値では300mmほどの雨量が記録されており,甚大な被害 を出した吉田川流域と同様の雨量を示している.泉ヶ岳や筆甫のアメダス観測地点は今回 の豪雨雨量について全国アメダス観測地点上位20位以内にはいるが,この両地点のアメダ スとXバンドの雨量を比べると若干Xバンド雨量が小さく推定されている.

5.2 犠牲者の概要

迫川水系では 2 名が犠牲になった.これは東北地方では迫川流域のみである.異なる場所ではあるが、いずれも車運転中の被害である.

一人は迫川水系熊川おいて事故に遭遇している. 熊川橋付近において溢流し,洗掘によって基礎が流され落橋した(図5-2). これは橋脚基礎が狭窄部を形成していたためと考えられる. 報道によれば事故の経過は以下の通りである. 日の出前の午前 4 時頃に熊川橋を通過しようとしたところを落下,電話で救助を求めた. 救助隊が到着した際にはすでに下流 500mの地点に車が流下していた. 遺体はさらに 4km 下流の地点に見つかった. 当時の周辺は浸水しており,道路上も冠水していたことが洪水跡からわかる. 夜間であることからも落橋を運転者が認識することは困難だったと考えられる. 河道改修によって熊川橋下流の熊川は拡幅されていたが,上流部は下流に比べて流下能力が小さい構造であった.

もう一人は三迫川で事故に遭遇している. 県道 4 号線から新川橋へのわき道入口におい て流された(図5-3). 道路上の水位は洪水跡から 20cm 位であり,運転者は通行可能と 考えたと思われる. しかし,このわき道は三迫川の旧河道上にあり,道路上には速い流れ が形成されていた.本地域は旧河道跡の蛇行域にあり,旧栗駒町と旧金成町の境界も旧河 道に沿って形成されており,現在の住所表記も旧河道を境にしている. この微地形による 流れを知るために,栗原地域事務所管内の岩ケ崎を上流端,鴫屋敷を下流端として水位を 与えた 2 次元の不等流解析を行った.標高データは国土地理院の 5mDEM を用いた.図5 -4に被災者が通過したと考えられる通勤時間の水位と流速を示している. わき道進入路 付近では水深は 40cm 以下であり,周辺に比べると浅いが,流速は 2m/s 以上を示している. 特に道路上の流速が大きくなっており、車が流されたと考えられる方向と流向はよく一致 している.水深が浅いと車の通行は可能と感じるが、流速があるとせり上がりが生じ、流 れを受ける側の水深が大きくなり車が流下することがこの解析から理解される.

5.3 破堤の原因

芋埣川の5箇所の破堤の多くは越流によるものと考えられる.図5-5は県道42号線か ら下流部栗駒渡丸においての破堤箇所から堤外地を見たものである.応急処置のため,手 前の堤体は盛土してブルーシートで覆われている.その川表の高水敷部分の植生が伐採さ れており,本来の堤防の構造がわかると同時に奥の伐採していない個所は植生が繁茂して いることがわかる.設計上の通水面積は全く確保されておらず,流下能力が極端に減少し ていたことがわかる.中小河川ではこのように整備されていない河川が多く,芋埣川はそ の典型といえる.芋埣川は越流箇所が多く,県道は上流部からの越流によって通行止めと なった.

5.4 地方の河川管理の問題

今回の豪雨は 30~100 年程度の再現確率とされているが,他の河川も含めれば宮城県内 では高い確率で同様の被害が生じると考えられる.一方,限られた予算では十分な対策を 期待できない.過疎の地域では住民による河川管理も難しく,防災能力が低い地域はより 低くなる傾向がある.水位計や雨量計などの設置よりも,中小河川の情報を数値モデルに よって提供するようなシステムを県または国が主体となって構築することが効果的かつ経 済的な対応と考える.こうしたモデルには地域住民の情報や河道の環境情報なども付加し, より正確なハザード情報を提供すべきである.



図5-1 宮城県の降雨分布



図5-2 落橋した熊川橋



図 5-3 三迫川での被災状況(Google Map)



図 5 - 4 数値計算による水位と流向(通勤時刻頃) 矢印は流れベクトル 色は水深



図5-5 芋埣川の破堤現場から見た堤外地

6. 福島県・新潟県の被害

福島県,および新潟県については,線状降水帯の分布した阿武隈高地北部を中心とする 県北エリアと福島県会津地方を中心とした会津エリアで河川の氾濫に関わる被害が認めら れた(図6-1 参照).



図6-1 被害発生地点の概要図

この状況をふまえて以下のように各河川の災害をまとめる.

- 6.1 石田川(阿武隈川支川)
- 6.2 飯渡川(新田川支川)
- 6. 3 桧沢川(阿賀川支川)
- 6. 4 舘岩川(阿賀川 伊南川支川)
- 6.5 姥堂川(阿賀野川支川)

参考までに累積雨量で被害の発生した地域の累積雨量状況を図6-2に示す.この図に は参考情報として避難情報の発令状況 いやその周辺の累積降雨量状況を示している.地域に 応じて被害発生時刻や避難情報を発令した時刻は異なるが,この関係を検証すると概ね累 積雨量 150mm 前後で被害発生,もしくは重点的な情報提供が進んでいることが見て取れる. これは、今後、他地点との量的な比較と降雨との空間的による検証が必要であるがさらに 情報取得した分析を進める意向である.



図6-2 関東東北豪雨による累積雨量などの比較

6.1 石田川(阿武隈川支川)

国道 115 号(福島―相馬区間)の伊達市霊山石田地区は,道路崩落(路面長で約 60m)による 通行止めとなった(9月10日 21:00 ただし,福島大学教員の情報によると 8 時には通行で きなかった 図6-3,写真6-1参照).当該区間は,阿武隈川水系支川の石田川の右岸 側に位置しており,痕跡より河川増水により浸食されたことが崩落の原因となる.河川と 接する一連の区間は比高約 3m の護岸工が整備されているが,路面崩落した部分は,すべて 流出している.なお,河道を確認すると当該区間は特に蛇行エリアである.国道はこの蛇 行を遮るように供用されている.被災形跡から,道路と直行する形状で移動形跡のない均 質な石積の擁壁も認められ(写真6-2参照),盛土部分が河川増水による浸食に伴い流出し た可能性が高い.なお,周辺の建物浸水痕跡より,当該地域の浸水深さは 20cm であり,国 道決壊脇の限られた建物までの波及したものと見積もられる.なお,当該国道は,福島― 相馬間の基幹道路であるものの,迂回路も存在しているため通路断絶が免れている.また, 当該河川上で大きな被害は石田地区のものが挙げられるが,相対的に小規模な護岸破損も 所々に認められ,河川周辺でも斜面崩壊が認められている.



図 6-3 石田川被害位置図



写真6-1 道路崩落部全景

写真6-2 旧石積擁壁痕跡

6. 2 飯渡川(新田川支川)

飯樋川では、現在除染の勧められる飯館村で河川増水に伴い仮置きの汚染土フレコンパ ックの流出が環境省より報告された(図6-4参照).9月13日に飯舘村内の河川にて確認 作業を行ったが、河道内にフレコンパックの流出痕跡を確認することはできなかった.た だし、洪水していないエリア(写真6-3参照)の仮置場でもパックの散乱が多く確認され、 流出の現象は河川周辺の増水に特化したものではないと思われる.当概エリアでは、時間 雨量 42.5mm(AMeDAS 飯舘)が記録され、連続的な強雨も認められた.また、散乱したポ イントは比較的に急な地形勾配をもつポイントで多く認められている(写真6-4参照).以 上より、表面流により軽量なフレコンパックが流されていることも推測されるため、河川 周辺だけに特化せずに、地形等の条件も踏まえた配置の検討が必用と思われる.



図 6-4 飯渡川被害位置図



写真6-3 飯樋川河道の流出痕跡

写真6-4 フレコンパックの散乱

- 6.3 桧沢川(阿賀川支川)
- 6.3.1 桧沢川の被害概況

調査概要図は図6-5に示すとおりである.



図 6-5 桧沢川概要図



写真6-5 桧沢川破堤状況

写真6-6 高橋橋落橋状況



写真6-7 橋脚の流木



写真6-8 漂流物



写真6-9 無堤部の河川浸食



写真6-10 破堤断面

桧沢川において構造物として大きな被害の認められた箇所は,会津町立檜沢小・中学校 上流域の上流域(約 1km)の比較的に延長の久戸沢合流部の久戸沢橋付近における堤防破堤 (図6-5中の桧沢川2 写真6-5参照),および,それよりも約1.5km上流の大豆渡地区 で国道289号と接続する高橋橋の落橋(図6-5中の桧沢川3 写真6-6参照)である.ま た,桧沢川は,阿賀川(大川)と合流するまで大局的に西─東方向へ流下する河川だが,200 から300m ピッチで蛇行し,所々の河道幅が不均一で狭窄部を含む.その蛇行,および狭 窄部にて洪水が部分的に認められている(図 6 − 5 の桧沢川 1~5). 以下,調査エリアは桧沢川 1~5 で詳細を記載する.

下流部より桧沢川 1 の赤沼橋付近 では,堤防越流の痕跡が認められ,河 川付近の水田,畑に流木,土砂等の漂 流物が認められている(写真 6 - 7 参照).橋脚には直径 30cm 強の流木 が残され(写真 6 - 8参照),流木によ る河道閉塞により洪水が生じたと推 測される.ただし,漂流物の残存した 幅は河道付近でとどまることから,堤 防頂部付近で水位はとどまり,常時河 道から流出していたとは推測しにく い.河川の山側は無堤となるが,ほぼ



写真6-11氾濫状況

堤防頂部と同標高で浸食の痕跡が認められている(写真6-9 参照).

桧沢川2の久戸沢橋付近では,堤高 差約4mの堤防が破堤している(ただ し,当概部分は橋付近で,やや高く積 み上げされているようで実際は3mか ら3.5m 写真6−10参照).破堤延 長は約150mである.堤内の直近の土 地利用は水田であり流木などの漂流 物が散乱するが,氾濫規模は水田内に とどまり,人家の密集する地域までは 至っていない(写真6−11参照).

桧沢川3の高橋橋では,落橋が認め られるが,河川の左岸側(国道 289 号 側)は深く浸食された形跡が残されて いる.一方で右岸側(集落側)は浸食の 程度が相対的に小さい状況となる.当 該地域は河川の曲度小さいものの,比 較的に長距離の蛇行エリアの流末で あること,上流域に氾濫した集落(桧沢



写真6-12旧橋梁部直下のコンクリート片



写真6-13 漂流した土砂、流木

川 4)を含むこと、比較的に流路幅がせまいこと等より負荷力の高まるポイントと推測される. そのため、漂流物の閉塞もあり落橋した可能性が示唆される. なお、直下流には橋梁 部材片が転倒しているのが確認された(写真 6 - 1 2 参照).

桧沢川4の平野頂部に位置する針 生地区は, 桧沢川と赤穂原川の合流 部直下で狭い河道が拡張される低 地に位置している.地形的には扇状 地の発達しやすいエリアとなる.当 該地域では広い範囲で流木, 土砂の 堆積が認められている.氾濫領域は 広いものの, 建物の浸水痕跡高は30 から 50cm 程度であった.また上流 より供給される流木は直径大きな ものも含むが, 当該地域に生える細 枝の樹木は流出されている様子は 認められず, 流速自体が小さかった 可能性を含む(写真 6 - 1 3 参照).

桧沢川 5 の桧沢川(黒森沢)と赤穂 原川の合流部直上の(黒森沢橋付近) は、直下が狭窄部に位置し、氾濫形 跡は少ないものの、円滑な流下がで きずに一時的に著しく水位が上昇 していた可能性を含む.トラック等 の漂流跡が残されている(写真 6 − 1 4 参照).



写真6-14 漂流したトラック



写真6-15スキー場の斜面崩壊

桧沢川 6 の桧沢川(黒森沢)の源流に近い会津だいくらスキー場にて斜面の崩壊(2 ヶ所)が認 められた.崩壊と土砂流出状の現象が各々で確認された.崩壊の規模は大きくゲレンデコ ース一体が滑落している.直下にはゲレンデハウスが存在したが直前で滑動は収束し,直 撃は回避されている.シーズオフであり人的被害も認められていない.ただし,来シーズ ンの営業は困難と推測される(写真 6 − 1 5 参照).

6.3.2 桧沢川の流木調査

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨において福島県で発生した甚大な被害の特徴として、「山

間部における洪水」に関わったものが多く認められている.特に大流域の水源を含む最上 流域の蛇行した形状をなす河川で洪水氾濫が生じており,直接的な人的被害が認められな かったものの,河道付近の社会基盤施設,資産に被害が及んでいた.この中で,豪雨に伴 う出水を更に複雑化させたものが流木の存在である.流木が河川を通じて流下し,橋梁部 で堆積し,河道からのオーバーフローを促した.また,橋梁部での閉塞は橋梁そのものを 破損させている.山間部に発生した豪雨の場合,こうした被害は多く認められており,福 島県只見川流域で発生した平成23年新潟・福島豪雨でも流木に関連した落橋や被害拡大化 が認められている²⁰.こうした流木に関与した被害増幅の傾向を把握するための基礎資料に するために,流木の影響により落橋,破堤の認められた桧沢川で流木の生産源,流木の状 況を桧沢川流域内で追跡調査した.

流木の生産源分析

流木の生産源分析は、衛星画像 Landsat8-ETM の 2015 年 5 月 2 日(被災前), 2015 年 11 月 16日(被災後)のデータを用い NDVI(正規化植生指標), NDSI(正規化土壌指標)を求めて、 比較することで土地被覆変化領域を空間的に明らかにさせる試みを行った. 空間道程から 山岳地域であれば斜面崩壊,河川沿いであれば河川浸食と現象を解明することができる. また,福島県の整備した植生マップとの比較により生産された樹種の傾向を明らかにする ことを取り組んだ.

衛星画像により判読した土地被覆変化領域の結果は図6-6に示すとおりである.土地 被覆変化の認められた領域は概ね河道付近に集中しており,斜面崩壊よりも河川浸食によ り生じた可能性を示唆する結果が得られた.また,土地被覆変化した領域については大部



図6-6 衛星画像判読と植生マップの比較検討図

分がスギ,一部,マツが分布していることが明らかにされた.調査より,橋梁に付近で確認された大木は,スギ,マツであったため,現地の状況と一致した結果が得られている.

② 流木の樹齢分析

衛星画像判読結果より流木としてスギ,マツによる大木が河川浸食より多く認められた 結果が示された.引き続き流木の特徴を把握するため樹齢を,流木サンプリングの年輪よ り明らかにした.結果として,流域下部に位置する大川ダムでは70年(樹種;マツ),全体

的に 30~40 年の樹齢の流木 (樹種:スギ)が分布することを 明らかにした(図6-7 参照). 流木の樹齢は,想定以上に古 く昭和 40 年代のものが多く 存在する.ただし,時代的に 人工林の植樹に関わるもので ある可能性がある.

③ まとめ

平成27年9月関東・東北豪 雨において福島県で発生した 甚大な被害の特徴として、「山 間部における洪水」が挙げら れ,流木の影響や,かつての 想定してきた出水規模を超過 する現象の発生などの知見を 得た.気候変動より見積もら れる豪雨発生も視野に入れて 河道付近の森林状況も含めた 流域管理を検討する必要性が 明らかにされた.



図6-7 衛星画像判読と植生マップの比較検討図

6.4 舘岩川(阿賀川 伊南川支川) 調査概要図は図 6-8に示すとおりである.



図6-8 舘岩川概要図



写真 6 一 1 6 国道 352 号道路崩落

写真6-17 被災地直上の砂防堰堤

舘岩川において構造物として大きな被害の認められた箇所は,国道 352 号(伊南—会津高尾 区間)の南会津町新田原地区の道路崩落(路面長で約 100m)である(9 月 10 日 2:00 通行止め 写真 6 - 1 6 参照 図 6 - 7 中の舘岩川²⁾. 当該区間は阿賀野川水系支川の舘岩川の左岸側 に位置しており,河川増水により浸食されたことが崩落の原因である.道路崩落位置は, 砂防堰堤直下(砂防指定区間),舘岩川・鱒沢川の合流部直上に位置している.被災後の砂防 堰堤内は土砂堆積され満砂状態であった(写真 6 - 1 7 参照).また,舘岩川は,大局的に東 一北西方向へまわりこむように流下するが、当概区間は、北一南に蛇行した狭窄部に属している. 被災箇所はその中の北東から南西に屈曲した部分に相当する. 被害箇所の直上は周辺と比較して急な河床勾配を呈し、流下に伴う水圧のかかりやすい条件をもつ. この被災により、高杖原地区で833人(教育旅行の茨城県の中学生約230人含む)が一時的に孤立したと報道された. 現在は、迂回道路工事中であり復旧を進めている. なお、被災地上流(砂防ダム直上)には集落が存在したが、一部、標高の低い住宅は床上浸水が認められている(写真6-18参照).



写真6-18 住宅の浸水状況(約1.8m)

その他,流域内で被災の大きかった地域は,西根川直上の南会津町たのせ地区である(図 6-4中の舘岩川 1).当概地区は舘岩川において屈曲延長の長い流末部に位置し,平地と 河道の比高差は相対的に浅い地区である.被災地区の直上には,たのせ故郷橋が存在し, 多くの流木が認められる(写真6-19参照).橋を基点に山側からまわりこんで氾濫した形 跡もあり(写真6-20参照),橋梁部での流木による河道閉塞より氾濫したことが示唆され る.住民からのヒアリング(10日約1:00の避難時の状況確認)や痕跡よりおおよそ 30か ら 50cmの洪水氾濫が確認されたが,相対的に標高の低い一部の住宅では床上浸水(水深約 1m)も認められている(写真6-21参照).河道付近では,浸食に伴い共用施設(配水)が傾 倒していることが確認され,河道内の流速も著しかったことが示唆される(写真6-22参 照).



写真6-19 たのせ故郷橋





写真6-21 たのせ住宅浸水状況

写真6-22 河道付近の共用施設の破損

- 6.5 姥堂川(阿賀野川支川)
- 6.5.1 冠水

阿賀野川支流の常浪(とこなみ)川に注ぐ小河川の一つである姥堂(うばどう)川の最 下流部に位置する阿賀町の町営駐車場および町営第2駐車場周辺が冠水した(図6-9 参 照).³⁾



図 6-9 調査地点 (Google earth の画像データに追記)

6.5.2 浸水深

阿賀町の町営駐車場に隣接する私有倉庫内の痕跡から,町営駐車場の浸水深は70~90 cm 程度と推定した.町営第2駐車場周辺には可動式の防水壁が設置されており,その防水壁 に残る冠水の痕跡から,第2駐車場周辺の浸水深は40~50 cm 程度と推定した.



写真6-23 町営駐車場(写真左)および町営第2駐車場(写真右)における冠水の痕跡

6.5.3 周辺の様子

冠水した町営駐車場および町営第2駐車場の周辺を踏査した結果,以下のことが分かった.

- 町営駐車場の上流側に位置する町営第2駐車場のさらに上流側は地盤が高くなっており、冠水の痕跡は確認できなかった.
- ② 町営第2駐車場より上流は地盤が高くなるため冠水していない.
- ③ 町営駐車場ならびに町営第2駐車場の周辺には、姥堂川の河道に沿って可動式の防水壁 が複数設置されており、姥堂川最下流部は頻繁に氾濫する低地になっていることが分か った。
- ④ 冠水していない地域の河道内には増水の痕跡はあるが、水深は目測で2m程度であり、 河道横断面の半分程度までしか増水していなかった.
- ⑤ 姥堂川が流入する常浪川の河川敷には増水による冠水の痕跡があった.

6.5.4 周辺住民への聞き取り調査

町営駐車場および町営第2駐車場周辺の住民への聞き取り調査を行った結果,以下のことがあきらかとなった.

- ・ 姥堂川の増水は福島県内の豪雨が福島県内の阿賀川さらに新潟県内の阿賀野川の増水 による背水現象が原因と考えられる.
- ② 今回の姥堂川の冠水は、2011 年の豪雨時より小規模に感じられる.上流のダムなどの 放水量に姥堂川の冠水は依存するのではないか.

6.5.5 まとめ

聞き取り調査の結果にある通り, 姥堂川下流部の冠水は, 阿賀野川の増水による背水現 象のため, 常浪川の増水と共に発生したものと思われる.これは, 姥堂川の流域面積が小 さいことや最下流端は大きく開けた地形になることを考えると, 姥堂川単独の増水による 冠水とは考えにくいこととも整合的である.

6.6 まとめ

福島県,および新潟県については,線状降水帯の分布形状に依存して,阿武隈高地北部 を中心とする県北エリアと福島県会津地方を中心とした会津エリアの山岳地,河川の支川 での氾濫に関わる被害が多く認められた.人命にかかわる被害は生じなかったものの,人 家の配置や,更なる降雨継続いかんによっては人命にかかわる被害まで拡大する可能性は 多く認められた.また,山岳地であるゆえに浸食などに伴う流木が発生し,被害増幅を与 える現象が認められたことも大きな特徴である.例えば桧沢川に示される「河畔林分布-浸食・崩壊による流出-橋梁閉塞」の関係は,住民の理解しにくい単純な氾濫から複雑な 氾濫へ変化する.また,流木だけでなく落橋などの被害が生じた場合には,漂流に伴う甚 大な被害を与えるため、こうした連続的な関係の予測は流域管理上で今後重点化して検討 しなければならない課題と思われる.

引用文献

- 福島県:平成27年9月9日 大雨・洪水警報による被害状況即報 (第18報;最終報), http://bosai.pref.fukushima.jp/saigaig/pdf/2015/DmgPdf00000000001781000 18.pdf, Site viewed: 14/01/2016.
- 川越清樹・中村光宏・江坂悠里:2011 年新潟福島豪雨による水害特徴,東北地域災害 科学研究, Vol.48, pp. 179-184, 2012.
- 3) 新潟日報社:阿賀野川の水位上昇で避難勧告も,新潟日報電子版にっぽう MORE, 2015.
 (http://www.niigata-nippo.co.jp/news/national/20150910204585.html, アクセス日:
 2015年9月15日)

7. 最上小国川(山形県)における豪雨水害

7.1現地および調査の概要

最上小国川は,一級河川最上川の支川である.流域面積 401.2km²で,最上町および舟形 町を流れて,最上川へ合流している.流域の概略を図7-1に示す.本水害は,最上小国 川の上流域にあたる赤倉温泉地区を中心とした地域で,9月 10 日午後から 11 日深夜に掛け て生じたものである.現地調査は,水害発生後の平成 27 年 9 月 14 日および 9 月 16 日に実 施した.調査場所は,赤倉温泉地区を中心とした上下流域とした.

写真7-1は、赤倉温泉地区を直下流にある橋上から撮影したものであるが、当該洪水 時には右の新聞記事の写真に見られるような状況であった.また、写真7-2には、洪水 の氾濫によってもたらされ、地区内に堆積した土砂(主に微細な粘土・シルトの成分)を、 洪水後に住民やボランティアが処理をする様子を示した新聞記事である.



図7-1 最上小国川流域.最上小国川ダムパンフレット(山形県)より抜粋



写真7-1 温泉街を流れる最上小国川(左:洪水後,右:氾濫時(山形新聞9月12日付))



写真7-2 温泉街における洪水後の土砂堆積の後始末(山形新聞9月12日付)

図7-2は、赤倉地点において山形県により計測された雨量、水位および濁度である. 降雨のピークは10日23時の47mm/hであった.水位については、最大降雨発生の直後となる11日0時10分に生じている.後述する地区住民の聞き取りを踏まえると、越水や浸水は概ねこの水位ピーク時に発生していたと推測される.濁度に関しては、漂流物の衝突と考えられる影響により洪水のピーク直前から欠測となっていた.またそれ以外にも漂流物が計器に引っかかった状況が想定されるデータがあったため、明らかに不自然な変動をしているデータは除去して図には示した.この範囲の濁度のデータからは、10日15時過ぎの強雨で1000FTUを超える濁度が生じていた.



図7-2 赤倉地点における洪水時の雨量,水位,濁度

7.2 赤倉温泉地区

川の脇に温泉宿が並ぶ温泉街であり、川の両岸の集落は、川に向かってかなり急峻な勾 配の地形となっている(写真7-3).今回浸水が生じた箇所は、写真7-4の右寄り(河 川右岸側)に見られるように、その中でも最も低くなっていると見られる場所であった. この地点には、パラペット護岸が施されている.パラペットの高さは約70cm(写真7-5) で、平常時の水位からは2m強の天端位置であった.また、左岸側でも写真7-6に示した ように、川に面している旅館が浸水被害を受けた.調査時には、写真7-2のような住民 等による早急な清掃がなされたため、ほとんど痕跡が残っていなかったが、河川敷には倒 れた雑草や木の残骸など(写真7-7)が見られた.



写真7-3 最上小国川と赤倉温泉地区

写真7-4 右岸側の越水部付近



写真7-5 越水のあった箇所(泥の付着の痕跡) 写真7-6 河川と左岸側で浸水の あった旅館



写真7-7 温泉街の河川敷で見られた洪水の痕跡

当地区の住民への聞き取りから,洪水時の概況をまとめると以下のようになった.

■ 右岸側で浸水のあった飲食店での聞き取り.

9月10日午後4時50分に避難勧告が出た.高齢者については午後5時には避難をし, 高台の公民館へ向かった.別の住人は,午後11時頃に避難をした.この頃にはすでに停電 となっていた.

水が引いてから帰宅をすると、店内にはヘドロ状の土砂が 30cm ほど堆積をしていた(本 調査員が、家屋脇の水路に残っていた堆積土砂をすくったところ、含水比が 1000%程度に なろうかと思われる浮泥状の泥であった).浸水深の痕跡は、人の胸くらいの高さまであっ た.浸水により畳が完全に浸った部屋と、床下に流れ込んだ水の圧力により畳が持ち上が っていた部屋があった.

洪水翌日からは、地元の建設業者等から各社数名程度のボランティア(計 40 名程度)に より、12日、13日で泥のかき出しや家屋および道路の洗浄が行われた.調査実施の月曜日 にはかなり片付いていた.ただし、浸水した畳等から虫が発生し、三次的被害とでも呼ぶ べき状況が出ている状況になった.

当該箇所は,周囲より低地になるため,最上小国川の水位が上昇すると,内水がはき出 せなくなるため,浸水が発生する.今回は,堤防からの越水との両者による被害であった.

■ 左岸側で浸水のあった旅館での聞き取り.

11 日午前 0 時ごろに避難をした.多くの場合は、ぎりぎり越水を免れる水位で水が引いていたのだが、今回はいつもとは違うと判断をして避難を開始した.そのため、畳を上げるなどの準備をすることができなかった.ここまで水位が上がるのは、20 から 30 年ぶりと思われる.地下になる部屋で膝くらいまでの浸水があった.

7.3 赤倉温泉街の上流部

温泉街の上流には民家も少ないため,報道でも取り上げられることはなかったが,写真 7-8に示すように,いくつかの場所で斜面崩壊や流木などが認められた.



写真7-8 温泉街の上流で見られた洪水の痕跡

7.4 最上小国川ダム建設作業所

最上小国川流水型ダム作業所での聞き取りを行った.洪水により,施工をすすめていた 仮設搬入路の盛土およびバイパストンネルの取水部が被災をした.(現場へ降りていく通路 も被災したため,今回の調査時には状況を確認することはできなかった.)作業所長による と,このとき洪水から3日後であったが,流量が減るのが遅いと感じる状況であり,この ときの流量としては,融雪時程度は流れていると感じるという話もあった.

7.5 赤倉地区下流側の農地

温泉街より下流で赤倉温泉駅~立小路駅のエリアには,河川の両岸に水田が広がっている.いくつかの水田では,写真7-9左のように水稲が倒伏している箇所が見られた.この写真の通り,水路に沿って発生していることから,水路からあふれた水の流れが原因と思われたが,付近の住民の話によると,冠水はしておらず,強風のために倒伏したと考えられるものであった.


写真7-9 温泉街の下流で見られた洪水の痕跡 (左:倒伏した水稲,右:橋脚部にたまった流下物)

8. 斜面災害

8.1 斜面災害の被害概要と降雨との関係

河川堤防の被害がリアルタイムで報じられたため、1名の死者が発生した栃木県鹿沼市の がけ崩れによる被害を除けば、斜面災害の被害について強いイメージが残らなかったよう に思われる.しかし、過去の豪雨被害と同様に、今回の豪雨でも全国各地で土砂災害の被 害が発生していた.表1は内閣府の資料¹⁾に基づいて作成したものであり、全国で発生し た土砂災害の発生件数を示している.これによれば、土石流が24件、地すべりが5件、が け崩れが120件発生している.ただし、このデータは市町村レベルで対応する小規模な崩 壊までを含めたものではないため、実際にはさらに多くの被害が生じていたものと考えら れる.図8-1は9月7~11日の全国の総降水量分布²⁾を示しており、当たり前のことで はあるが、表8-1と図8-1より、土砂災害と降雨量の間に強い相関があることがわか る.

表8-1 全国の斜面災害の発生件数

(内閣府作成資料¹⁾の抜粋)

地方	都道府県	土石流	地すべり	がけ崩れ
東北	岩手県			1
	宮城県	3	1	17
	福島県	1		21
関東	栃木県	18	2	9
	埼玉県	1		2
	東京都			2
	千葉県	1		
	神奈川県			22
中部	山梨県			1
	長野県			1
	静岡県			36
	愛知県		1	
	岐阜県		1	
	三重県			5
中国	兵庫県			1
	鳥取県			1
	島根県			1
合計		24	5	120



図 8-1 総降水量分布 (9 月 7~11 日)²⁾

8.2 宮城県内の被害と降雨との関係

ここでは、特に宮城県内の被害について、降雨との関係を中心に整理する.図8-2は、 宮城県内について9月10日の18:00から9月11日の6:00までの12時間の累積雨量の分 布図を示したものである.また、図中の水色のマーカーは土砂災害が発生した箇所を示し ている.四角のマーカーは、宮城県が作成した資料¹⁾の道路規制情報から土砂災害に関連 するものを抽出したものであり、丸のマーカーは仙台市より提供頂いた土砂災害発生個所 のデータに基づいている.丸のマーカーのデータ数が多いが、小規模な崩壊も含まれてい るためであるため、図8-2のマーカーの密度が直接的に被害の頻度を表すものではない. つまり、県内において被害が発生しているエリアを大雑把に表現するためのものとしてマ ーカーを地図上に表示させている.この図より、累積雨量が高い値を示す地域において斜 面災害が多く発生していることがわかる.また、図8-3は気象庁が公開している土砂災 害警戒判定メッシュ情報と実際の被害を重ね合わせたものである.なお、土砂災害警戒判 定メッシュは9月11日の午前3時当時に公開されていたものであり、その時間帯は宮城県 内において非常に強い雨が降っていた.図8-3より、土砂災害警戒判定メッシュは実際 の被害が発生した地域を精度よく予測していることがわかる.土砂災害警戒判定メッシュ 情報は、土砂災害発生の危険度が高まったときに、市町村長の避難勧告等の判断を支援す る、また、住民の自主避難の参考となるようにWEB上においてリアルタイムで公開されて いるものである.誰でも簡単に見ることができる情報であり、図8-3の結果を見る限り、 非常に有益な防災情報と言える.そのため、住民は行政から発令される避難勧告に頼るだ けでなく、このような有益な防災情報を各自で収集する努力が重要である.



図8-2宮城県内の被害箇所と降水量の関係 図8-3土砂災害警戒メッシュ情報と被害の関係

(土砂災害警戒メッシュは9/11の3時のもの)

8.3 仙台市太白区羽黒台の斜面崩壊

宮城県内で発生した斜面災害の中で、仙台市太白区羽黒台で発生した斜面崩壊は今後の 斜面防災を考える上で重要な事例であるため、発生要因等を含めて詳しく説明する.被害 が発生した斜面は宅地造成地のり面であり、市道沿いに存在する(図8-4).図8-5と 図8-6は崩壊後の様子を示しており、図8-8は崩壊部分のスケッチ図である.図8-5に示すように、流出した土砂は道路を完全に遮断した.先端部の土砂が堆積した厚さは 3m 程度であり、土砂の先端は斜面反対側のガードレールにまで達している.滑落崖付近の すべり面の角度と、斜面下に存在したと思われる排水用の側溝の一部が対策土砂の先端に 存在することから,円弧型のすべり面を形成していると思われる.斜面角度は約40度程度 であり,すべり面の深さは深いところで約10m程度である.道路に達した土砂が押さえ盛 土の役割を担い,安定が保たれている状態であった.図8-7に示すように,滑落崖の先 端は民家の敷地内を通っており,滑落崖から民家までの距離は近いところで約6m程度であ った.

崩壊の主たる要因は、豪雨による斜面内水位の上昇による不安定化であり、太陽光発電 パネルの設置によって斜面の安定性が低下した可能性も考えられるが、この崩壊個所につ いては、その他にも崩壊の要因となる強い素因が存在する.図8-9に示すように、過去 の造成履歴の情報から崩壊個所は盛土部であることがわかる.また、切盛境界の形状から、 谷埋め盛土である可能性が高く、現地調査での聞き取り調査でも、過去に谷地形をしてい たという証言が得られている.そのため、もとの地形は、水を集めやすい地形であったと 考えられる.その部分に盛土をしているため、地下に浸透した周辺の雨水を集め、盛土内 部へ入り込みやすい条件であったことが推察される.このことは、降雨状況と崩壊発生時 刻の関係からも裏付けられる.図8-10は崩壊斜面位置に近い観測所(仙台観測地点) で計測された雨量の時刻歴データである.このデータより、この地域には9/10の深夜から 9/11の早朝にかけて、時間雨量 50mm 程度の非常に強い雨が降っていることがわかる.こ れに対して、崩壊の発生時刻は9/11の午後4時頃であり、雨のピークから約半日程度のタ イムラグがある.先述のとおり、崩壊個所のもとの地形が谷地形であるため、もとの地形 に沿って水が集まったものと考えられるが、盛土部の地下水を上昇させるまでに時間を要 したため、雨のピークからズレが生じているのではないかと推察される.

このように、今回の崩壊個所は、もともと崩壊の素因を有しており、必ずしも太陽光発 電パネルを設置したことが崩壊につながる直接的な要因とまでは言えない. つまり、太陽 光発電パネルがなくても崩壊した可能性も十分に考えられる. ただし、今回のケースに限 らず、今後の斜面防災を考える上では、斜面上への構造物の設置に関する基準等の再検討 が必要である.

75



図8-4 崩壊個所の位置(Google Map に加筆)



図8-5 崩壊部分の様子



図8-6 崩壊土砂先端の様子



図8-7 滑落崖付近の様子



図8-8 現場スケッチ





図 8 - 1 0 9/9~9/11の降水量時刻歴データ(気象庁観測データ(仙台)より作成)

引用文献

- 1) 内閣府:平成27年9月関東・東北豪雨による被害状況等について(平成28年2月19 日現在), http://www.bousai.go.jp/updates/h27typhoon18/
- 2) 気象庁:台風第18号等による大雨(平成27(2015)年9月7日~9月11日(速報)), http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2015/20150907/20150907.htm 1

- 3) 気象庁:土砂災害警戒判定メッシュ情報,http://www.jma.go.jp/jp/doshamesh/
- 4) 宮城県ホームページ:平成27年9月関東・東北豪雨による被害状況等(第14報), http://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/329719.pdf
- 5) 仙 台 市 ホ ー ム ペ ー ジ , 仙 台 市 宅 地 造 成 履 歴 等 情 報 マ ッ プ , http://www.city.sendai.jp/kurashi/bosai/shiryo/rirekimap.html

調査団リスト

- 団長:田中 仁 (東北大学)
- 幹事:風間 聡 (東北大学)

団員:

- 東北大学:越村俊一,梅田信,小森大輔,森口周二,呉修一,マス エリック, 三戸部佑太,金鍾官
- 福島大学:川越清樹,横尾善之
- 山形大学:渡部徹
- 秋田大学:渡辺一也
- 岩手大学:松林由里子
- 日本大学:朝岡良浩
- 建設環境研究所:阿部幸雄,高梨浩志,小野節夫,作田裕,青木美樹
- パシフィックコンサルタンツ:馬渕幸雄,堀合孝博,高野和成,加藤譲,天野紀,
- 森田大作, 畠山直樹, 佐久間謙史(パシフィックコンサルタンツ)
- 建設技術研究所:内田浩勝,菊池祐二,高橋範仁,高坂保孝加,永由元人,
- 中村佳博,小野靖一郎,浦谷修司,三宅川洋亮(建設技術研究所)

日本工営:山田知寛,杉森健作

関連の web サイト, web ページ

詳細な情報または最新情報 http://donko.civil.tohoku.ac.jp/FieldSurvey20150910/

平成 27 年関東・東北豪雨災害の調査(水害対策小委員会) https://www.facebook.com/JSCEsuigai

宮城県 大規模災害 http://www.pref.miyagi.jp/life/2/7/