

河川基金助成事業

土木学会水工学委員会

令和元年台風 19 号豪雨災害調査団報告書 (東北地区)

助成番号：2019 - 5112 - 002

機関名：土木学会令和元年台風 19 号豪雨災害調査団

総団長 清水 義彦

東北地区団長 田中 仁

2019年度

諸 言

令和元年年10月に発生した台風19号（東日本台風）は、12日から13日にかけて関東甲信越地方から東北地方を縦断し、降雨量・流量について既往最大を記録した箇所も多く見られ、各地に大きな豪雨災害をもたらした。このうち、東北地方においては福島・宮城・岩手各県において大規模な堤防決壊・土砂崩れなどを伴う大きな被害が発生した。

このような事態を受け、土木学会水工学委員会水害対策小委員会では被災直後に各所に調査団を派遣した。この際、被害の広域性・地域特性を勘案し、総団長として清水義彦・群馬大学教授のもと、東北グループ（団長：田中 仁・東北大学教授）、関東グループ（団長：田中規夫・埼玉大学教授）、中部・北陸グループ（団長：吉谷純一・信州大学教授）とに分かれ、それぞれ個別に調査を実施することとした。本報告は、このような経緯で調査を実施してきた東北グループによる調査報告書である。なお、本調査団は、同時に土木学会東北支部、地盤工学会東北支部、地すべり学会東北支部、東北大学災害科学国際研究所の専門家から構成される「2019 年台風第 19 号災害に関する東北学術合同調査団」も兼ねて調査活動を実施した。

さて、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。東北地区においては、小委員会発足直後の平成25年7月の山形豪雨災害、平成27年関東・東北豪雨災害の折に調査を実施して調査結果をまとめると共に、水工学講演会の際に開催された「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。

本調査の実施に当たって様々な機関から多大な支援を頂いた。国土交通省東北地方整備局、福島県土木部、宮城県土木部、岩手県土木整備部からは貴重な資料提供とともに調査時の便宜を図って頂いた。また、土木学会水工学委員会、土木学会東北支部、河川財団から調査にあたって支援を受けた。ここに記して深甚なる謝意を表する。

今次の台風豪雨災害調査にあたり調査団メンバー各位には多忙な中での多大な御苦勞をお願いしたが、これまでの豪雨時調査時と同様に迅速に調査に着手し被災直後の貴重な情報を収集することが出来た。末筆ながら、この場を借りて深謝申し上げたい。

令和2年5月29日

土木学会水工学委員会 令和元年台風19号豪雨災害調査団 東北地区団長
東北大学大学院工学研究科 田中 仁

目 次

諸 言

	Page
1. 気象概況 -----	1
1.1 台風の概況 -----	1
1.2 降雨等の状況 -----	2
2. 岩手県 -----	6
2.1 全体概要 -----	6
2.2 岩手県沿岸部北部域 -----	10
2.3 岩手県沿岸部南部域 -----	24
2.4 岩手県の避難行動，複合災害関連 -----	39
3. 宮城県 -----	53
3.1 全体概要 -----	53
3.2 北上川水系下流域 -----	55
3.3 鳴瀬川水系 -----	60
3.4 阿武隈川水系下流域 -----	76
3.5 砂押川水系 -----	90
4. 福島県 -----	92
4.1 全体概要 -----	92
4.2 阿武隈川水系上流域北部 -----	103
4.3 阿武隈川水系上流域南部 -----	109
4.4 福島県沿岸域 -----	118
4.5 補足と考察 -----	132

[土木学会水工学委員会令和元年台風 19 号豪雨災害調査団 東北地区 調査団員]

地区団長： 田中仁（東北大学）

地区副団長： 風間聡（東北大学）

団 員：

梅田信，小森大輔，峠嘉哉，橋本雅和，NGUYENXUAN Tinh(以上 東北大学)，三戸部佑太(東北学院大学)，横尾善之(福島大学)，渡辺一也(秋田大学)，松林由里子，熊谷誠(以上岩手大学)，叶正興，牧野健太郎(以上 建設環境研究所)

幹 事： 川越清樹（福島大学）

第1章 気象概況

1.1 台風の概況

令和元年台風19号（Hagibis）は10月6日に発生し、7日にかけて勢力を急激に強めた。その後、勢力を維持したまま北上し10月12日19時前に伊豆半島周辺に上陸した。上陸時の中心付近の最大風速は40m/s、中心気圧は955hPa、強風域の半径は600kmであり、「強い・大型」の台風に分類される。12日から13日にかけて関東から東北地方を北東方向に通過し、それに伴って広い範囲で記録的な大雨をもたらした後、13日12時に東北地方の東側で温帯低気圧に変わった³⁾。図1.1.1にその台風経路と各日15時における中心気圧、図1.1.2に各日9時における天気図を示す⁵⁾。

この台風は経路や勢力において特徴がある。気象庁によると、通常10月の台風は偏西風の影響を受けて東側に逸れる場合が多いが、台風19号が接近した際には偏西風の軸が平年より北側に偏っていたため、本州や東北地方を通る進路をとったと考えられている。また、上陸直前まで「非常に強い」勢力を維持したが、台風経路上の海面水温が高かったことと乾燥大気の流れなどの台風の勢力を弱める要因が少なかったことが要因と考えられている⁴⁾。図1.1.3には10月11日における海面水温の分布とその平年差を示している⁶⁾。台風は海面水温が27℃以上の際に勢力を維持すると言われているが、日本近海まで海面水温が高い状態であり、平年より1~2℃程高い状態であったことが分かる。

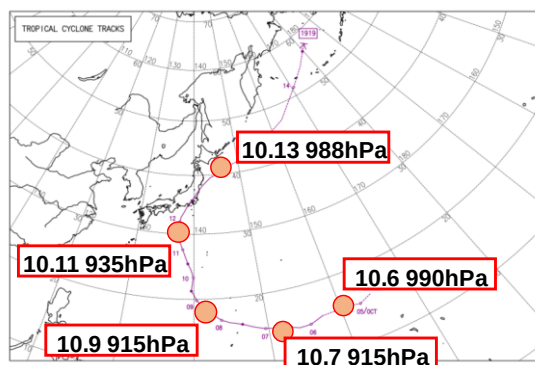


図1.1.1 台風19号の経路と中心気圧
(経路：気象庁¹⁾，中心気圧：日本気象協会²⁾)

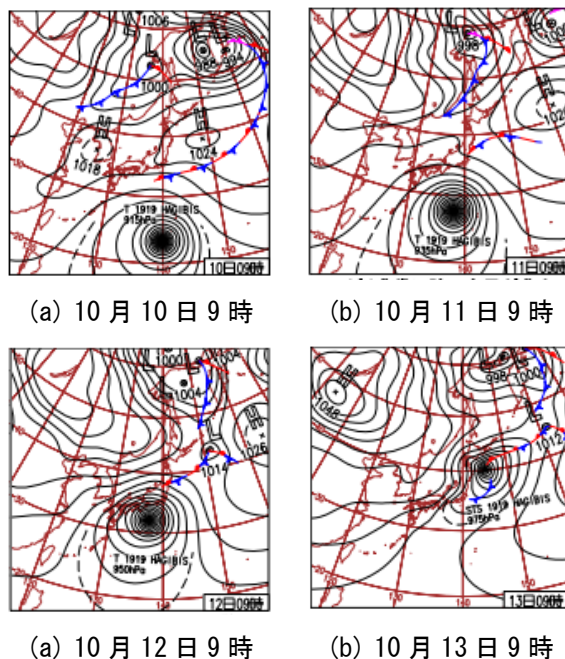


図1.1.2 天気図の変化（気象庁⁵⁾）

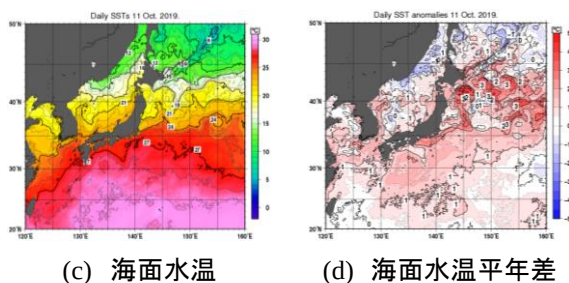


図1.1.3 10月11日の海面水温分布（気象庁⁶⁾）

1.2 降雨等の状況

まず、図 1.2.1 にレーダー・アメダス解析雨量を用いた 3 時間ごとの降雨強度分布、図 1.2.2 に 10 月 11 日 12 時から 10 月 13 日 12 時までの累積雨量の分布図を示す。図 1.2.1 より、台風が関東地方に上陸した 12 日 18 時頃には既に東北地方南部で強い豪雨が見られ、台風の北上に伴って東北地方の太平洋側を中心に 50mm/h を超える非常に激しい雨が、13

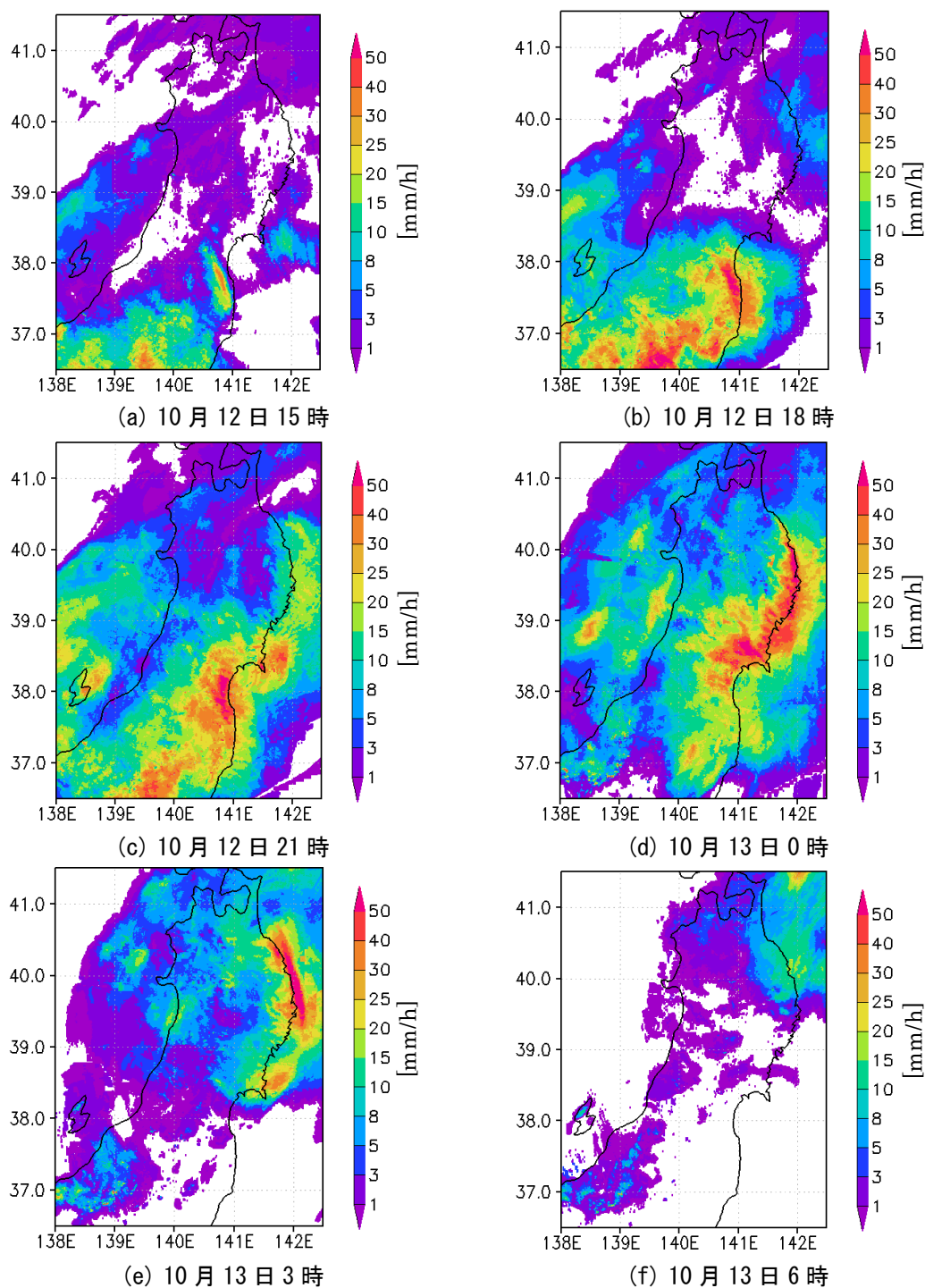


図 1.2.1 三時間ごとの降雨強度の分布 (レーダー・アメダス解析雨量)

日 3 時頃まで発生したことが分かる。特に降水量が多かった地域は福島県・宮城県・岩手県の東部であり、累積雨量が 300～500mm を超える領域が太平洋沿いを南北に広がっている。

東北地域で雨量が多かった領域内で、特徴的な AMeDAS 観測所の降水量時系列を示したものが図 1.2.3 である⁷⁾。東北地方で最も総雨量が多かったのは宮城県丸森町の筆甫観測所の 607.5mm で、当該地点の平均年降水量の 47%にあたる。3 時間から 72 時間までの時間降水量において観測史上最大を記録した。東北地域内には、他に累積降水量が 500mm を超えた AMeDAS 観測所はない。

岩手県東部の沿岸域に位置する普代観測所では、総雨量が平均年降水量の 34%にあたる 467.0mm に達し、そのほとんどが台風通過前後の 4～5 時間程度の短い時間に集中したことが分かる。1 時間から 72 時間までの全ての時間降水量において観測史上最大を記録した。特に、一時間降水量 95.0mm と三時間降水量 236.5mm は、この台風 19 号事例を通して全国の AMeDAS 観測所の中で最も高い値である。同じ岩手県沿岸域に位置する小本観測所や宮古観測所でも全国的に高い一時間降水量と三時間降水量を記録している。

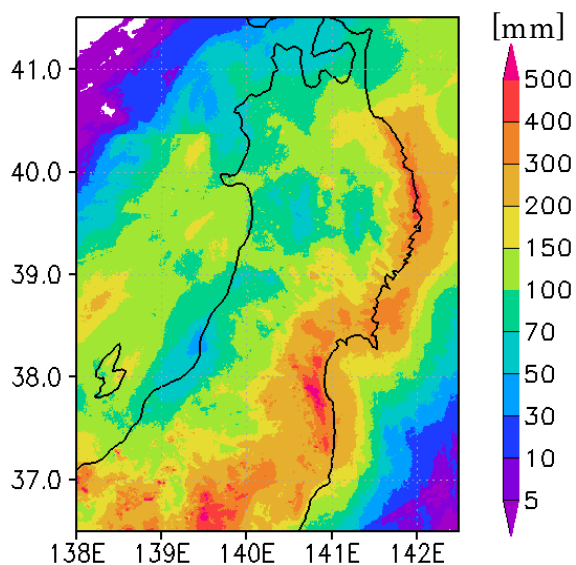
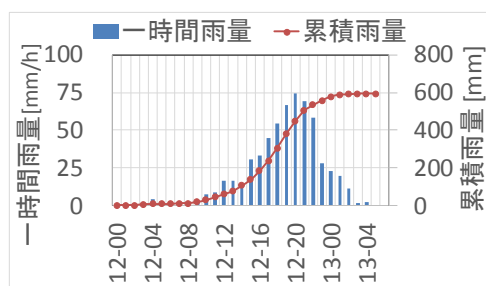
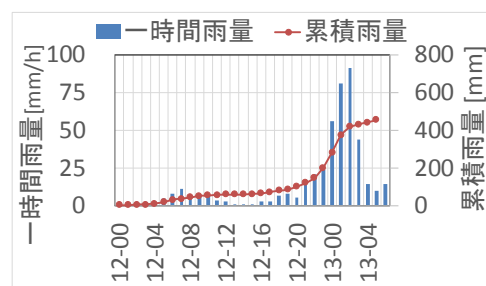


図 1.2.2 累積雨量分布

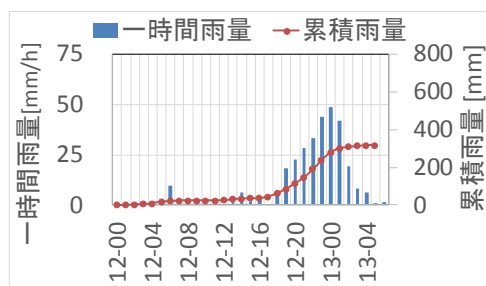
(10 月 11 日 12:00 から 10 月 13 日 12:00)



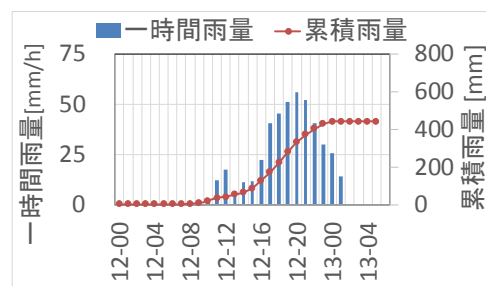
(a) 筆甫観測所（宮城県丸森町）



(b) 普代観測所（岩手県普代村）



(c) 大衡観測所（宮城県大衡村）



(d) 川内観測所（福島県川内村）

図 1.2.3 降水量の時系列変化⁷⁾

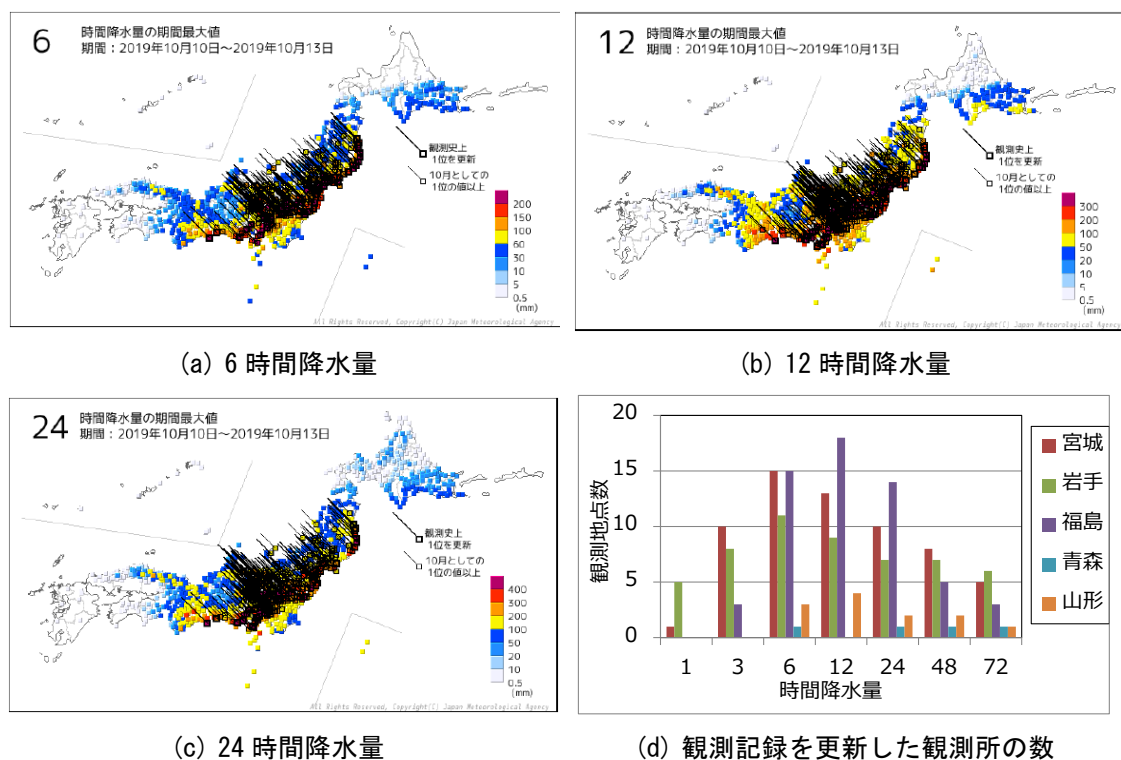


図 1.2.4 各時間降水量と観測記録を更新した観測所の分布³⁾

宮城県北部の鳴瀬川水系吉田川流域内に位置する大衡観測所では、6 時間から 72 時間の時間降水量の全てで観測史上最大を記録した。累積雨量は 343.0mm であり、平均年降水量の 26%にあたる。福島県の浜通り地区の内陸部に位置する川内観測所では、福島県内で最大の累積雨量 453mm を記録し、平均年降水量の 31%にあたる。3 時間から 72 時間までの時間降水量が観測史上最大を記録した。

図 1.2.4 に日本全国の AMeDAS 観測所における 6,12,24 時間雨量の分布と、観測記録を更新した地点の分布を示す³⁾。また、図 1.2.4(d)に観測記録を更新した AMeDAS 観測所の数を東北地方の各県ごとに示す。岩手県は普代観測所と同様に、東部沿岸域で短い時間に集中的な豪雨が生じた傾向がみられたため、他地域と比べて 6 時間降水量までの観測記録を更新した例が多い。図 1.2.4(a)を見ても、観測記録を更新した観測所が岩手県東部の沿岸域で南北に広がっていることが分かる。一方で福島県東部や宮城県では、筆甫観測所や川内観測所のようにまとまった降雨が生じて累積雨量が高い傾向がみられた。福島県では 12 時間降雨の観測記録を更新した地点が最も多かった。

以上に示した広域に渡る特徴的な豪雨が生じた要因については、気象庁による数値解析が行われている。その解析結果によると、大陸から張り出した比較的低温の高気圧と台風周辺の湿潤な空気との間で、台風北側に前線が形成されていたことが分かり、加えて地形の影響があったことが分かった。前線と地形の各影響の有無や大きさは地域によって異なるが、阿武隈川流域や岩手県沿岸部では、双方の影響があったことが示されている⁸⁾。

風速については、降水量と比べて観測記録を更新した例は少ない。東北地方での最大風速は宮城県女川町の江ノ島観測所で最大風速 24.1m/s を記録し、近隣の石巻観測所で最大風速 23.9m/s を記録している。岩手県花巻観測所と福島県猪苗代観測所では観測史上を更新する最大風速 19.3m/s と 21.1m/s を記録し、花巻観測所では最大瞬間風速 27.8m/s も観測史上最大となった。

参考文献

- 1) 気象庁予報部予報課，過去の台風資料
<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/index.html>
- 2) 日本気象協会：過去天気
<http://www.tenki.jp/past/>
- 3) 気象庁：台風第 19 号による大雨、暴風等（令和元年 10 月 10 日～10 月 13 日），
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/jyun_sokuji20191010-1013.pdf
- 4) 気象庁：令和元年台風第 19 号とそれに伴う大雨などの特徴・要因について（速報）
https://www.jma.go.jp/jma/press/1910/24a/20191024_mechanism.pdf
- 5) 気象庁：日々の天気図
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html>
- 6) 気象庁，日別海面水温 http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/kaikyo/daily/sst_HQ.html
- 7) 気象庁：過去の気象データ検索
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>
- 8) 気象庁：令和元年台風第 19 号に伴う大雨の要因について
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yohokaisetu/T1919/mechanism.pdf>

(以上 文責 東北大学 峠嘉哉，風間聡)

第2章 岩手県

2.1 全体概要

2.1.1 気象について

令和元年10月3日21時にマーシャル諸島付近で発生した台風第19号は12日19時前に、大型で強い勢力で静岡県伊豆半島に上陸した¹⁾。上陸直前の中心気圧は955hPa、最大風速は40m/s²⁾であった。そのご関東地方、福島県を縦断し、三陸沖東部北緯41度、東経147度³⁾で温帯低気圧に変わった。

10月11日から前線の影響で雨が降り出し、沿岸地域を中心に、12日夜から13日未明にかけて大雨となり、13日0:40に、宮古地域、釜石地域、大船渡地域と内陸の一関市に、1:55には久慈地域にも大雨特別警報が発表された。夜間に降雨が強まり、沿岸地域で大雨が降り、特に沿岸北部では短時間降雨量が大きいことが挙げられる。

台風19号の岩手県沖の通過に伴い、岩手県内では全国的に見ても短時間に強い雨が降り、1時間降水量は、岩手県下閉伊郡普代村で観測された95.0mmが全国1位の値となり、岩泉町小本で93.5mm、宮古で84.5mm、山田で77.5mm、久慈で71.0mmであった⁴⁾。岩手県内の久慈、普代、小本、宮古、山田町の山田の観測点で、1時間降水量が観測史上1位を更新し、過去に無い雨量によって、はん濫や土砂災害による被害が発生した。

2.1.2 人的・物的被害の状況

岩手県においては、死者3名、行方不明者0名、重傷者4名、軽傷3名であり、物的被害については、全壊41名、半壊741棟、一部損壊1543棟、公共建物19棟、その他1317棟、床上浸水46棟、床下浸水115棟であった⁵⁾。

死者3名のうち2名は、道路走行中に陥没した道路に落下して亡くなった。重傷者と軽症者の1名ずつが、死亡した男性と同じ道路陥没箇所であっている。

大雨による土砂災害によって、釜石市、宮古市などで孤立集落が発生した。岩手県対策本部の会議資料では、13日以降、孤立箇所と世帯数が刻々と変化し、孤立の把握までに時間がかかった様子が見られる。13日15時の資料では、釜石市尾崎白浜地区108世帯260名など、6カ所133世帯超の孤立が報告され、その中には、隣接する住所に2件の障がい者支援施設が含まれている。10月14日14時の資料では、釜石市尾崎白浜地区の孤立は解消され、宮古市重茂の4地区56世帯170名の孤立が追加され、8カ所84世帯超の孤立が報告されている。15日14時の資料では、各地域で徒歩での通行が可能になり、交通アクセス等不十分地域が6カ所69世帯超であることが報告された。¹⁰⁾

家屋被害について、全壊家屋が多かったのは宮古市の20棟で、重茂半島で大規模な土石流が発生している。また、排水不良による緑地公園背後の湛水が発生した山田町で

は、全壊家屋が 15 世帯の被害となっている。

県内各地で発生した通行止めを含む道路被害の他、鉄道の被害も発生しており、三陸鉄道は、盛～釜石間が 10 月 14 日から運転再開、釜石～久慈間では、路盤の流出、法面の崩壊や土砂の流入があり、運転再開は、2020 年 3 月 11 日となった。JR 八戸線階上～久慈駅間は、複数個所で路盤の流出、土砂の流入などにより運転を見合わせたが、2019 年 12 月 1 日から運転を再開した。

2.1.3 岩手県内の避難情報と避難人数

2019 年台風第 19 号の接近に伴い、岩手県内では、全 33 市町村で、警戒レベル 3 以上の避難情報が発令された。警戒レベル 3 以上の避難情報と、警戒レベル 3 以上の気象情報が最初に発表された時間を図 2.1.1 に示す。太平洋に面した市町村と、海に面していない市町村を、それぞれ役場所在地の北緯によって南から番号を振って C1～C12, I1～I21 とした。避難準備・高齢者等避難開始と避難勧告は、発令した各市町村内で一部地域を対象に発令されたものを含む。

気象庁 HP で示す通り、気象庁が発表する気象情報は、市町村の避難情報発令基準である警戒レベルと関連付けられている。台風や低気圧の接近、大雨災害によって起きる気象条件の各警戒レベルとの対応は以下の通りである。

警戒レベル 3 相当：大雨警報（土砂災害）、洪水警報、危険度分布「警戒」（赤）、氾濫警戒情報、高潮注意報

警戒レベル 4：土砂災害警戒情報、危険度分布「非常に危険」（うす紫）、はん濫危険情報、高潮特別警報、高潮警報

警戒レベル 5：大雨特別警報、氾濫発生情報

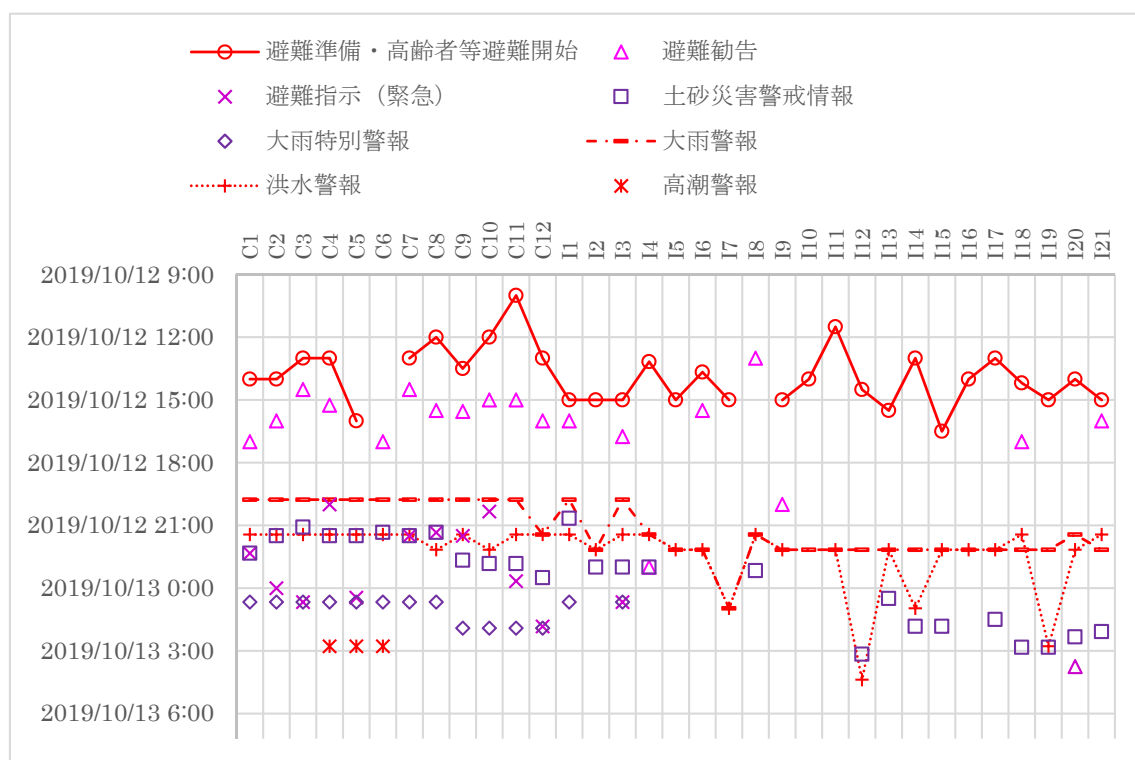


図 2.1.1 岩手県内の市町村の避難情報と、気象庁による気象情報の時系列の比較

赤丸で示した警戒レベル 3，避難準備・高齢者等避難開始が発令されたのは，赤十字と赤横線で示した警戒レベル 3 相当の洪水警報と大雨警報が発表されるよりも前の時間帯で，各市町村が，気象情報よりも数時間以上早く警戒レベル 3 になっている。早い自治体では，警戒レベル 3 相当の情報が発表される約 10 時間前に避難勧告を発令しており，多くの自治体が，気象情報の警戒レベル 3，4 相当の情報が発表される前に，避難勧告と避難指示（緊急）を発令している。一方，複数の自治体で，警戒レベル 4 相当の土砂災害警戒情報発表後に警戒レベル 4，避難指示（緊急）が発令されている。図 2.1.1 に示すように，避難勧告は明るい時間帯に発令され，避難指示（緊急）を発令した市町村では，すべてが夜間の発令となっている。夜間の避難行動は危険をともなうため，このような場合，避難指示（緊急）に自宅などを離れて避難することは望ましくない。住民の避難した時間を見ると，図 2.1.2 に示すように，岩手県が取りまとめた避難所での避難者数が増加したのは 12 日 17 時以降，13 日 6 時までの間で，夜間の住民避難が行われたことがわかる。

このような避難の遅れを受けて，今後の避難行動を改善するために岩手県では 2020 年 3 月に，県の地域防災計画に反映させることになった。

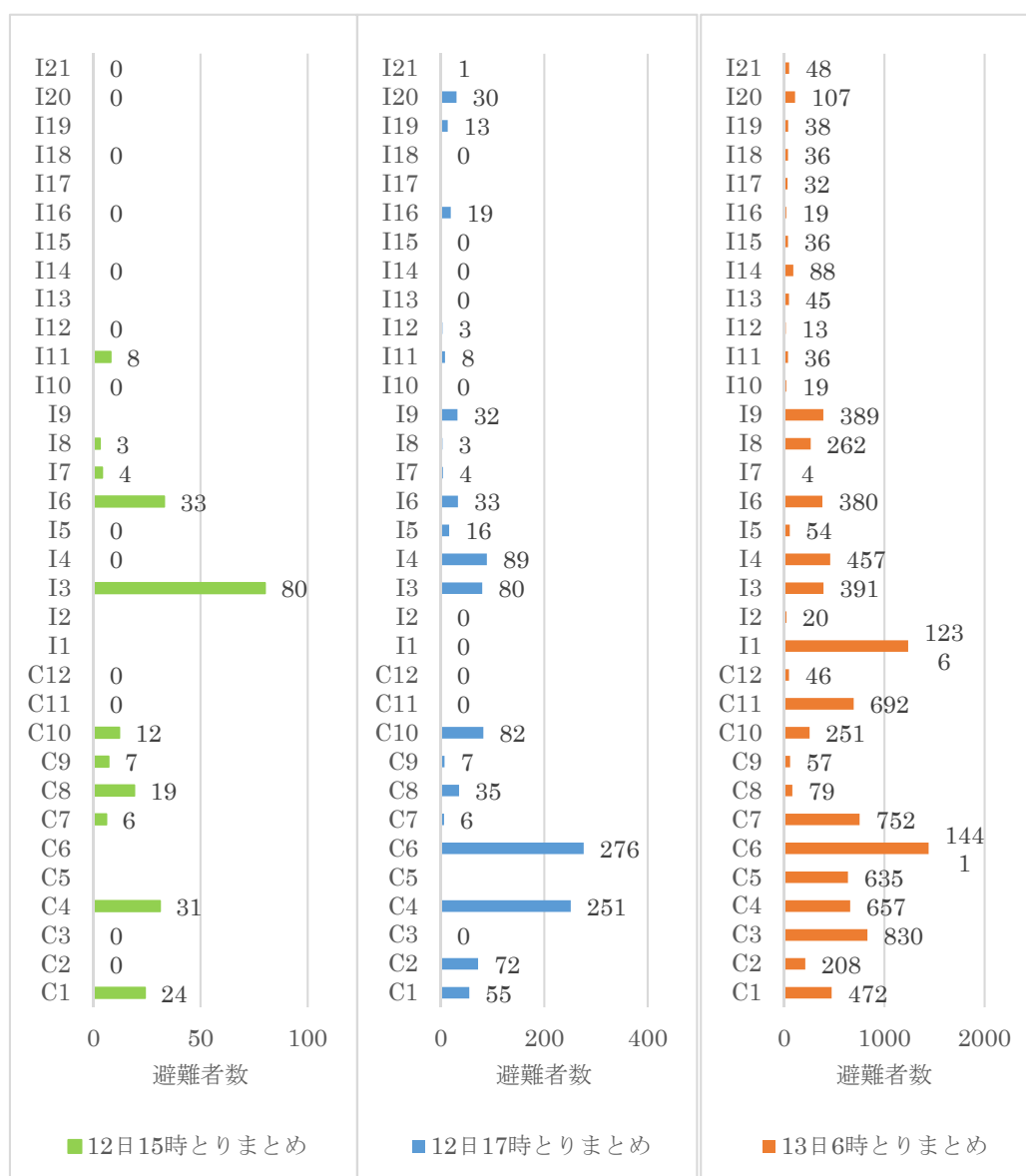


図 2.1.2 岩手県内の各市町村の避難者数

(第1回災害対策本部会議資料(岩手県), 第2回災害対策本部会議資料(岩手県), 台風19号の接近に伴う対応について(第2報)(宮古市)より引用)

(以上 文責 岩手大学 松林由里子)

2.2 岩手県沿岸部北部域

2.2.1 河川の被害状況

岩手県では、内陸、沿岸ともに内水氾濫や法面損壊などが起こった。ここでは、主に岩手県沿岸の河川被害について述べる。久慈川水系では、久慈川で内水氾濫、小屋畑川・鳥谷川で溢水が起こり、床上浸水が 262 戸、床下浸水が 224 戸であった。山田町の関口川、折笠川水系の折笠川、馬指野川で溢水が起こり、床下浸水が 2 戸であった。野田村の宇部川水系の宇部川で溢水・内水氾濫が起こり、秋田川・明内川で内水氾濫が起こり、床上浸水が 13 戸、床下浸水が 82 戸であった⁶⁾。調査範囲については図 2.2.1 に示す。



図 2.2.1 岩手県の河川(岩手県 河川の整備)

2.2.2 有家川における被害

a) 有家川の概要

有家川は、岩手県九戸郡洋野町を流れる二級河川である。有家川洋野町北側から流れ、河口から 13.2km 地点で南側から大野川の流入があり太平洋に流れ出す。指定延長は 16.8km で、流域面積は 102.9km² である⁷⁾。河口には有家漁港があり、さけ・ます孵化場がある。



図 2.2.2 有家川の被害状況

(川の名前を調べる地図に加筆)

b) 被害状況

洋野町大野では、台風 19 号の影響で、10 月 11 日午後 3 時から 13 日午前 11 時までの総雨量が 308.5mm となり、観測史上最大を大幅に更新する雨量であった⁸⁾。この大雨で流域の樹木が流木となり、土砂と同時に流出した（図 2.2.2）。

流れ出した流木は、一度太平洋に流れ出した後、台風が通り過ぎた時期がちょうど満潮の時期であったため、また有家漁港のある河口に戻された可能性があるということ、有家川から流出した流木だけではなく、有家川の南側約 2.4km にある高下川から流出した流木が有家川河口に流された。可能性があること、この雨は鮭の遡上時期とも重なっていたため、鮭の産卵にも影響が出ている可能性があることが漁業関係者への聞き取りで分かった。



(a) 有家川河口（Google Earth 画像に追加）



(b) 有家駅北の線路盛土被害



(c) 10 月 13 日 6 時のふ化場の様子
(澤尻幸男氏提供)



(d) 10 月 13 日 10 時 51 分のふ化場の様子
(澤尻幸男氏提供)

図 2.2.3 有家川被害状況写真

有家川河口左岸側に建設されたシロザケのふ化場は(図 2.2.3(a))は、12 日深夜から 13 日早朝にかけて有家川左岸堤防の越流によって浸水した。図 2.2.3(c)(d)は、有家川ふ化場場長の澤尻幸男氏提供の写真で、親魚の畜養や稚魚の育成に使われる水槽が濁流に沈んでいる様子である。場内の作業小屋などの建物も床上浸水被害を受けた。水位が下がった後、ふ化場には大量の土砂が残され、採卵のため畜養していた海産親魚は流出した。

また、有家漁港から北側約 350m の崖では土砂崩れが起こり、東日本旅客鉄道八戸線の有家駅～陸中中野駅の一部区間の線路の復旧作業が行われている（図 2.2.3 (b)）。有家駅の南側と北側の複数個所で、JR 八戸線の線路が被害を受け、東北エモーションなどで全国から観光客を集める本路線は、12 月 1 日に復旧した。

2.2.3 高家川における被害

a) 高家川の概要

高家川は、岩手県九戸郡洋野町を流れる二級河川である。指定延長は22.1kmで、流域面積は65.5km²である⁷⁾。高家川河口より北側約250mには高家漁港がある。

b) 被害状況

2.2.2でも述べた通り、洋野町では観測史上最大雨量を更新する大雨を記録した。

この雨により、流域から大量の土砂や流木が流れ出した。高家川河口には漁港などが無いため、施設への被害はなかった。しかし、河口には大量の土砂や流木が堆積していた(図2.2.4(a), (b))。



図 2.2.4 高家川の被害状況
(川の名前を調べる地図に加筆)

2.2.4 小屋畑川における被害

a) 小屋畑川の概要

小屋畑川は、岩手県久慈市を流れる二級河川久慈川水系の二次支川である。(図2.2.5)まず、久慈川の一次支川である長内川に流入した後に本川である久慈川に合流する。小屋畑川の指定延長は5.5kmで、流域面積は8.2km²である⁷⁾。また、流路のすぐそばには住宅や道路が存在している。



図 2.2.5 久慈川水系河川の位置

国土地理院基盤地図情報の標高データ、国土交通省河川データを使用



図 2.2.6 雨量と、長内橋（長内川）と長内小橋（小屋畑川、危機管理型水位計）の水位
（岩手県県北広域振興局土木部河川港湾課提供水位と気象庁 HP の雨量データ（久慈）を用いて作図）

b) 被害状況

久慈市では、台風 19 号の影響で 1 時間雨量が 71mm、24 時間雨量が 337.5mm を観測した。図 2.2.6 に示すように、短時間降雨がもっとも多い時間帯は深夜で、深夜を越えた時間帯に水位がもっとも高くなり、小屋畑川の危機管理型水位計では、長内小橋で氾濫開始水位に迫る高さとなった。

小屋畑川では、主に大量の土砂の流入と増水による道路、河岸等の破損の被害が多く生じていた。

小屋畑川上流から土砂が流れ出し、河岸付近に砂が堆積していることが複数箇所確認された（図 2.2.7 (a) (b)）。また、長内川合流地点より約 1.8km 上流の右岸側の民家裏の山

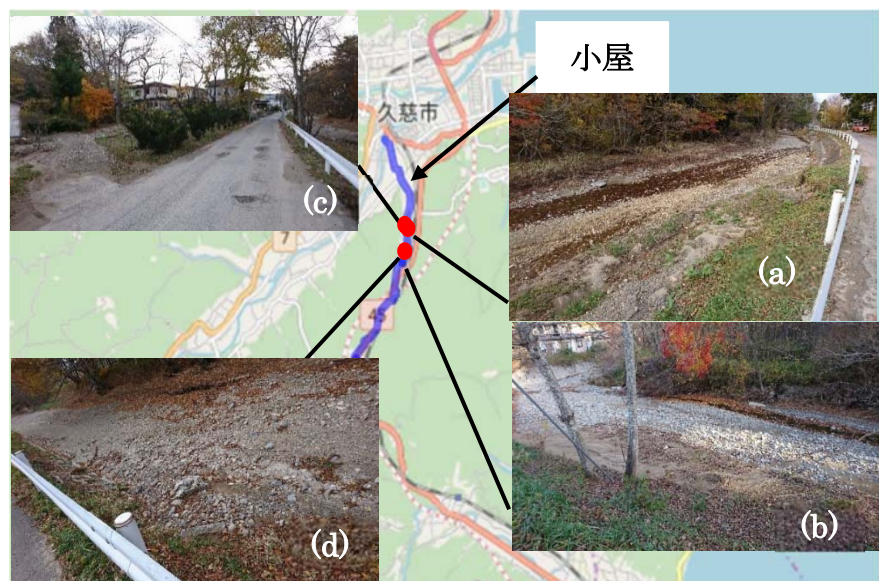


図 2.2.7 小屋畑川における被害状況 1（川の名前を調べる地図に加筆）

から土石流が流れ込んできた形跡が確認された（図 2.2.7 (c)）。形跡が確認された場所から下流は粒径の大きな礫が転がっていたが、この場所から上流は均一な砂礫が確認された（図 2.2.4 (d)）。

河岸の破損については、上流から長内川との合流点まで多数確認された（図 2.2.8 (a)）。長内川との合流点から約 2.7km の地点では、この雨によって生じた洪水により破壊されたと考えられるコンクリートブロックが転がっていた（図 2.2.8 (b)）。この他に、この地点では破壊された法面や崩落した崖もあった（図 2.2.8 (c)）。

河道端の樹木の根本付近には、枝や枯れ草などが堆積していることが確認された（図 2.2.8 (d)）。さらに河道の一部が浸食された痕跡が確認された（図 2.2.8 (e)）。また、左岸側のアスファルトに土砂の堆積は見られなかったが、右岸側の道路や住宅には堆積が確認できた。



図 2.2.8 小屋畑川における被害状況 2（川の名前を調べる地図に加筆）

久慈川水系では、ほかに、久慈川河口直前で合流する夏井川の支川である鳥谷川周辺で、河川からの越流による家屋の浸水被害、田畑の冠水被害が発生した。また、久慈川に合流する澤川は、久慈市市街地を流れ、一部が道路の下に暗渠化されており、澤川周辺で内水氾濫が発生し、家屋の床上浸水被害が発生した。

2.2.5 普代村における被害

a) 普代村の概要

岩手県北部に位置し、太平洋に面している。村内には普代川と茂市川が流れていて、村を横断した後普代浜で太平洋に流れ出す。普代浜の 600m 上流には普代水門がある。

b) 被害状況

普代川河口から約 2.4km の左岸側の山から土石流が生じた跡が確認できた（図 2.2.9 (a)）。土砂は（図 2.2.9 (a)）に示された林道の奥川から流出したと考えられる。この土石流の影響で、住宅にも被害が出ている。この土石流は、住宅と道路を流下した後に普代川に流入している（図 2.2.9 (b)）。また、普代川では、流木が海に流出し、普代浜には回収された流木が積み重なっていた（図 2.2.6 (c)）。

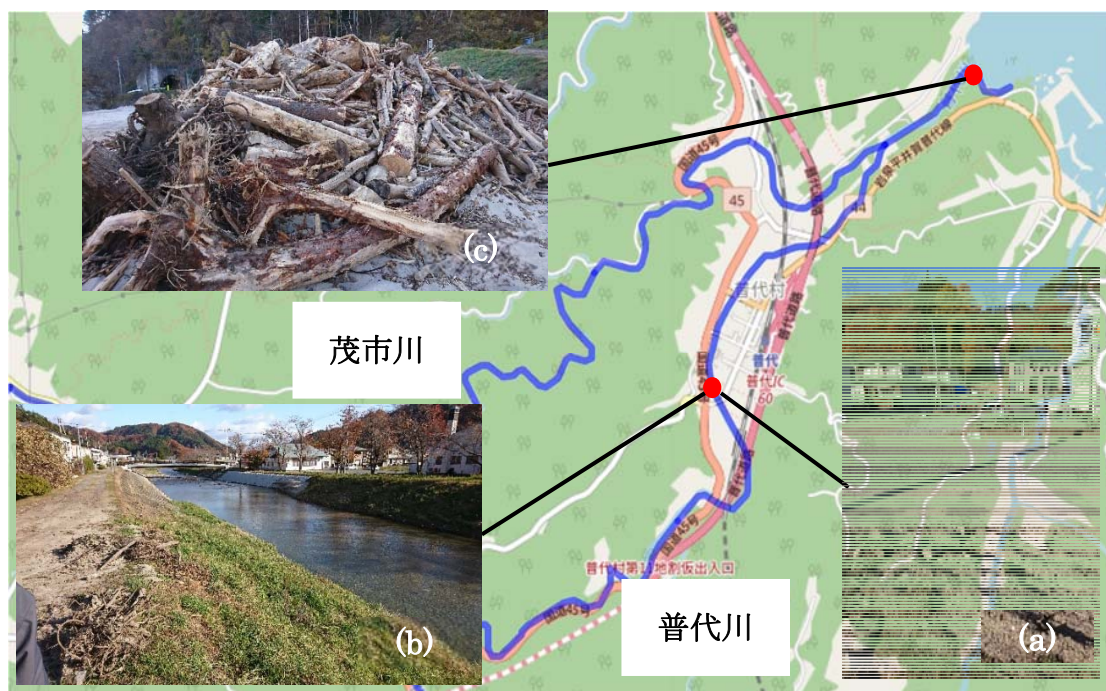


図 2.2.9 普代村における土石流の被害状況（川の名前を調べる地図に加筆）



図 2.2.10 普代村太田名部集落の沢沿いの被害の違い

普代村太田名部地区には、二本の沢に沿って道路と集落があるが、北側の道路沿いには複数の砂防施設が建設されており、台風 19 号による土砂の流出などの被害はなかった。一方、南側の沢沿いでは、図 2.2.10 の下の写真のように、複数の沢から土砂が流出して、田畑の流出などの被害が発生している。また、図 2.2.10 の地図には載っていないが、南側の沢の上流や、大沢川沿いの普代ダムまでの区間にも、土石流の発生した痕跡が見られた。

2.2.6 明戸川における被害

a) 明戸川の概要

明戸川は岩手県下閉伊郡田野畑村を流れる二級河川である。途中、右岸側から川平川の流入があり、さらに左岸側からの流入がある。周辺に住宅地はなく、緩やかな平地部を流れて太平洋に流れ出る。

b) 被害状況

河口から約 800m の地点において、左岸側からの流入があるが、この地点の橋梁付近に流木の堆積が見られ、欄干にも流木が堆積していた（図 2.2.11 (a)）。また、橋梁の接地部には地面の抉れた痕跡が見られた。河口から約 900m 地点の左岸側ではアスファルトが陥没している部分が見られた（図 2.2.11 (b)）。アスファルトは道路側から河川側へ大きく移動しており、道路上には流木が残っていた。河口から約 1.6km の地点の左岸側の民家付近では

土砂の堆積が見られた（図 2.2.11 (c)）。土砂は民家とビニールハウス、畑に広く堆積していた。民家の裏には山と、奥に続く林道があるため、土砂はこの林道から流出したと考えられる。河口から約 3.1km の地点において、右岸の法面が破壊されていることが確認された（図 2.2.11 (d)）。地盤も大きく抉られていた。河口から約 3.3km 地点の左岸側の畑には新しく堆積したと考えられる粒径の小さい土砂が見られた（図 2.2.10 (e)）。土砂の堆積は畑の中にまで広がっており、広く浸水し、土砂が流れ込んだと考えられる。

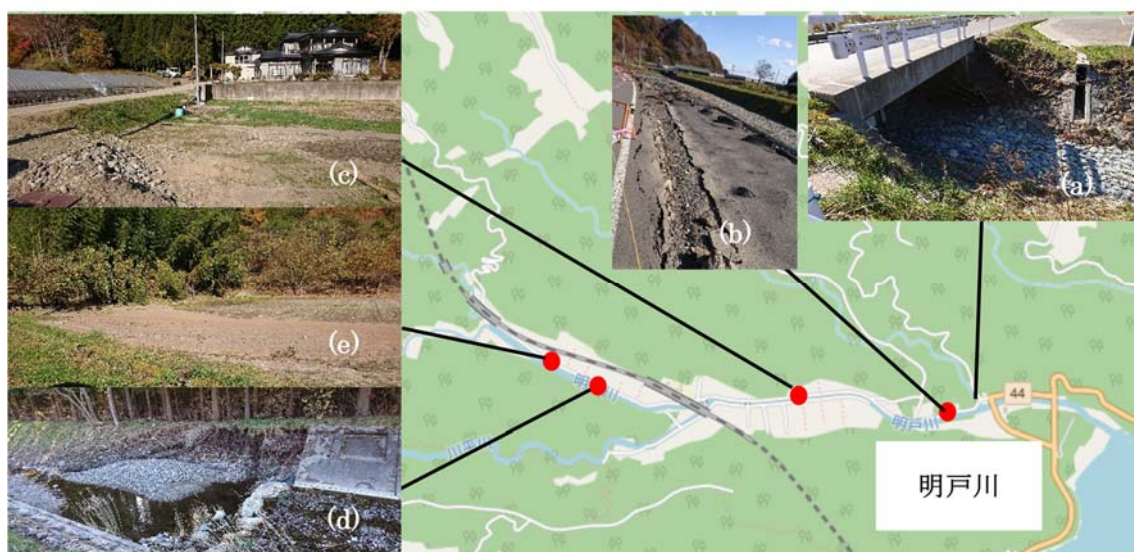


図 2.2.11 明戸川における被害状況（川の名前を調べる地図に加筆）

2.2.7 机浜における被害

a) 机浜の概要

机浜には山間部から太平洋に流れ出す小河川が接続している。この地域にある、机浜番屋群は建物群であり、「未来に残したい漁業漁村の歴史文化財産百選」に選定されている。

b) 被害状況

机浜では土石流の跡が未だに多く残っており、被害の大きさが確認できた。河口から約 250m の道路やガードレールには流木が残っていた。越流した痕跡があり、下流側のガードレールは押し流され、地盤は破壊されていた（図 2.2.12 (a)）。河口から約 530m の道路下の河道には大量の流木が道路上に届くほど積み重なっていた（図 2.2.12 (b)）。10m 以上の長い流木もあり、これらは直ぐ近くから流出したものと考えられる。この堆積場所の近くでは、流木や粒径の大きな礫が転がっており、さらに水が流れた痕跡があることから（図 2.2.12 (c)）、河道を越えて水が溢れ出し下流側に流れ出したと考えられる。河口から約 730m 地点の砂防ダムでは、両側の崖が崩れて土砂が流出した痕跡があった（図 2.2.12 (d)）。

この砂防ダムに至るまでの崖にも同じように崩れた場所がいくつか見つかり、短い区間で大量の土砂が流出したと考えられる。砂防ダム付近の上流の樹木は土砂によって根元が見えない程の堆積があった（図 2.2.12 (e)）。砂防ダムは、頭頂部まで土砂が堆積していた。この砂防ダムは平成 28 年に完成したものであり、3 年程でダム頭頂部まで土砂が堆積し、なおかつ砂防ダム付近の樹木の根が埋まるほどの土砂が上流から流出していた。

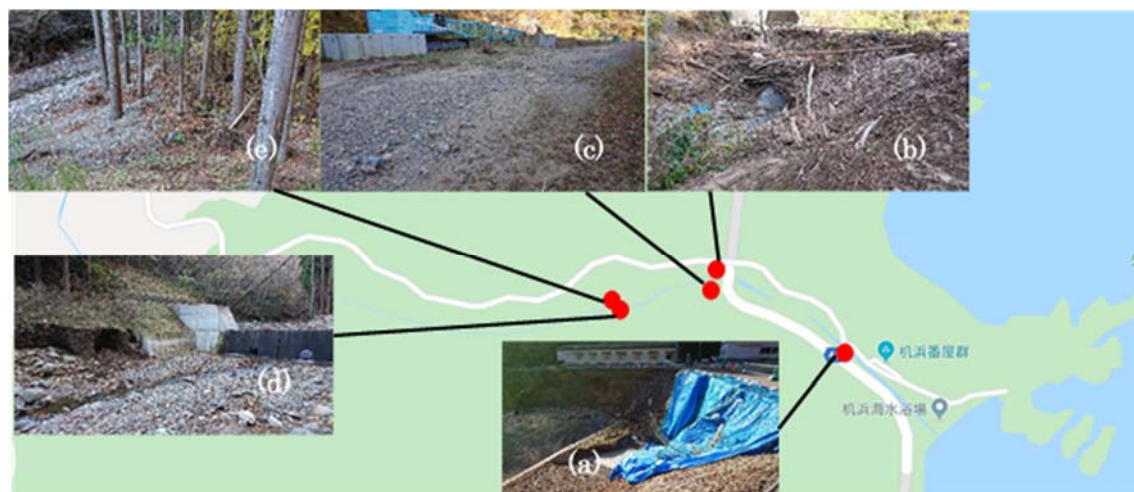


図 2.2.12 机浜と河川における被害状況（川の名前を調べる地図に加筆）

2.2.8 白池海岸の河川における台風の被害

a) 白池海岸の概要

白池海岸は田野畑村の南部に位置する海岸である。海岸には沢からの水が流入しており、今年の台風 19 号で土砂災害が起こった。

b) 被害状況

河口から約 750m 付近の右岸側の斜面で土石流が発生した痕跡を確認した（図 2.2.13 (a)）。土石流が通ったと考えられる場所には粒径の大きな礫や岩、流木などが転がっていた。土石流が起こった沢の下流には粒径の大きい礫や岩、流木が河道や周辺の林に広く散乱しており（図 2.2.13 (b), (c), (d)），斜面から一気に沢流入して広がったと考えられる。しかし、これより下流では流木や礫、岩の痕跡は無かったため、土石流が起こった付近の林でのみ被害は収まったと考えられる。

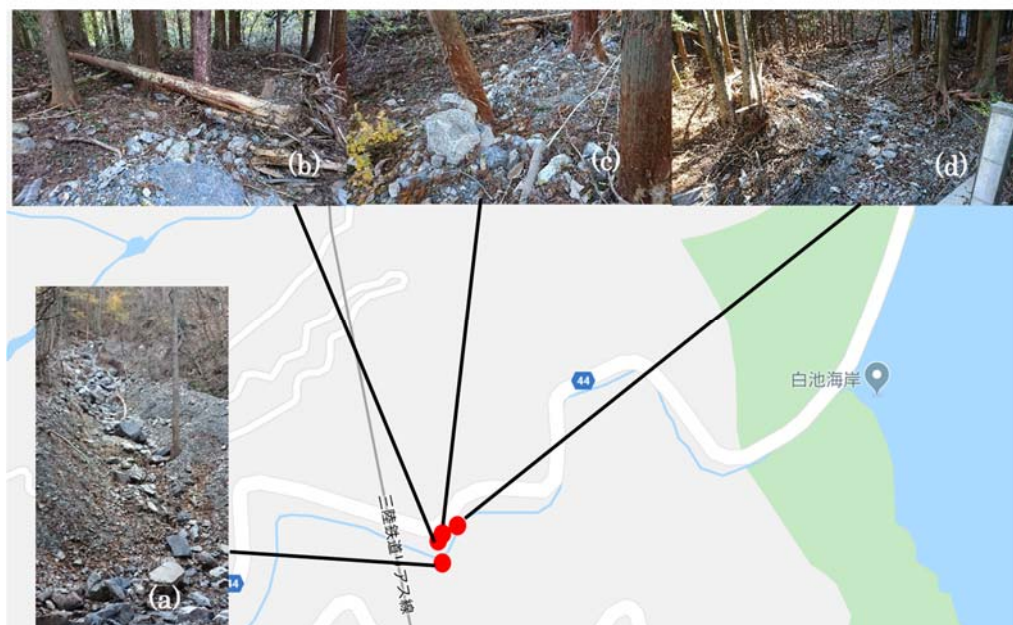


図 2.2.13 白池海岸と河川における土石流の状況（川の名前を調べる地図に加筆）

2.2.9 田野畑村浜岩泉における道路陥没

a) 浜岩泉の概要

田野畑村中心地は、海岸段丘上の平坦な場所にあり、西の北上山地から東へと流れる複数の河川による V 字谷が形成される。被害のあった浜岩泉の村道は、松前川の河谷の右岸側面を通る道路で、陥没箇所は、沢上を道路が通る場所である。

b) 被害の概要

田野畑村浜岩泉の村道で道路が陥没し、13 日未明に岩泉町から田野畑村に向かって自動車で行く男性が落下して死亡した。¹⁰⁾ 陥没した道路は、東北向きの沢を横断している。(図 2.2.14) 2020 年 2 月に確認した際は、道路は仮復旧されており、道路南側（沢の上流）で堆積土砂が崩れた跡と、下流側の陥没跡が残されていた。陥没箇所の西側側方斜面には沢水を排水する横断管が残され、沢の中心線上ではなく、側方に排水されていたと考えられる。陥没が発生した沢の東側にも沢があり、沢水を排水する横断管が設置されているが、沢の堆積物上には植生が見られ、1 年以内の土砂の流出によって地形が変化した様子は見られない。



図 2.2.14 田野畑村の道路陥没箇所（国土地理院地図に写真とコメントを追加）

2. 2. 10 島の沢集落の浸水被害

(a) 島の沢集落の概要

田野畑村の島の沢川の河口から約 100m 内陸にある主筋で、河口に水門が整備されている。集落上流は、河谷地形の狭窄部で、ボックスカルバートと橋が整備されている。集落は、幅 150m 程度の河谷地形の谷あい形成され、多くの家屋が川の左岸側の平地に建てられており、川から地盤までの標高差が 10m 以内の住宅が多い。

(b) 被害の概要

島の沢集落で床上浸水被害が発生した。村役場に聞き取り調査を行った際、上流から流入する水が、左右岸の山地と水門に阻まれて排水不良になりやすい地形であることが指摘された。狭窄部より上流で、三陸鉄道の鉄道橋が島の沢川を越えているが、台風 19 号後には、スギなどの流木と土砂が河道に堆積して流れをせき止めており、川の右岸に沿って鉄道橋の下を通る作業道路のアンダーパスを河川水が流れていた(図 2. 2. 15)。周辺には流木が点在しており、島の沢川上流部で河岸侵食などによる流木発生があったと考えられる。



図 2.2.15 島の沢集落の被害と、鉄道橋周辺の流木堆積

謝辞

本報告書を作成するにあたって秋田大学理工学研究科システムデザイン工学専攻土木環境工学コースの谷口隼也氏にご協力頂いた。ここに記し謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省：令和元年台風 19 号による被害状況等について(10 月 26 日 9 : 00 現在), (2019 年 12 月 2 日アクセス)
- 2) 気象庁：令和元年度台風第 19 号とそれに伴う大雨などの特徴・要因について(速報), (2019 年 12 月 2 日アクセス)
- 3) 気象庁：令和元年度台風第 19 号に関する情報第 99 号, (2019 年 12 月 2 日アクセス)
- 4) 国土交通省：令和元年度台風第 19 号による被害状況について(10 月 14 日 9 : 00 現在), (2019 年 12 月 2 日アクセス)
- 5) 内閣府令和元年度台風第 19 号等に係わる被害状況等について(11 月 25 日 9 : 00 現在), (2019 年 12 月 2 日アクセス)
- 6) 国土交通省：令和元年度台風第 19 号による被害状況等について(第 27 報), (2019 年 12 月 2 日アクセス)
- 7) 岩手県：岩手県久慈地域水調査書, 1994 年 3 月, (2019 年 12 月 2 日アクセス)
- 8) 盛岡地方气象台：岩手県災害時気象資料, 2019 年 10 月 17 日, (2019 年 12 月 2 日アクセス)

- 9) JR 東日本盛岡支社「八戸線運転再開日について」 https://www.jr-morioka.com/cgi-bin/pdf/press/pdf_1574397890_1.pdf
- 10) 岩手県, いわて防災情報ポータル令和元年10月12日台風第19号接近に伴う対応状況, https://iwate.secure.force.com/PUB_VF_Detail_Docs_New, 2020年3月30日確認

(以上 文責 岩手大学 松林由里子, 秋田大学 渡辺一也)

2.3 岩手県沿岸部南部域

2.3.1 概要

令和元年台風第19号は、2019年10月6日3時にマリアナ諸島の東海上で発生し、12日に日本に上陸した。関東甲信地方、静岡県、新潟県、東北地方にて、3時間、6時間、12時間、24時間の降水量が観測史上1位を更新するなど、記録的な大雨をもたらした¹⁾、気象庁は半日で13都県での大雨特別警報を発表した。これは、3日で11府県に発表された平成30年7月豪雨を超え、特別警報の運用を開始して以来最多の発表数となった。この記録的な大雨は、関東甲信地方、静岡県、新潟県、東北地方にて甚大な被害をもたらした。日本政府はこの台風の被害に対し、激甚災害、特定非常災害（台風としては初）²⁾、大規模災害復興法の非常災害（2例目）³⁾の適用を行った。また、災害救助法適用自治体は2019年11月1日現在で14都県の390市区町村であり、東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）を超えて過去最大の適用となった⁴⁾。100箇所以上に上る堤防決壊や、土砂災害、および高潮災害が発生し、北陸・関東・東北地方を中心に、死者・行方不明者107人、住宅被害約10万棟など（令和2年4月10日時点）⁵⁾、極めて甚大な被害がもたらされた。岩手県では沿岸域にて大きな被害が発生し、高い短時間降水量による局所災害（流木を伴う土石流や内水氾濫）が多くの地点でみられ、特に暗渠や鉄道などの人工的な狭窄箇所が弱点となっていた。

近年日本では、地球温暖化に伴う大雨の激化が顕在化しており⁶⁾、大規模な土石流の発生に伴う流木流出や、内水氾濫が災害を拡大していることが注目される。例えば、2013年7月山形豪雨、2014年広島土砂災害、2016年北海道・東北豪雨災害、2017年九州豪雨災害、2018年西日本豪雨災害にて甚大な流木災害が発生したことは記憶に新しい。一般に大規模な出水イベントでは、流れの及ぶ範囲と強度がともに大きいため、巻き込まれる流木量も必然的に多くなる。今後、災害外力の増大によって、洪水や土石流等の大規模化が想定されることが「ダム貯水池の流木対策等に関する検討会」（国土交通省）でも指摘されている⁷⁾。また、2018年7月西日本豪雨災害では、内水氾濫による浸水被害が西日本を中心に19都県88市区町村で発生し、全国の浸水戸数（約2.9万戸）の内6割以上が内水被害（約1.9万戸）であった⁸⁾。今次災害では、内水氾濫による浸水被害が東日本を中心に15都県140市区町村で発生し、全国の浸水戸数（約4.7万戸）の内6割以上が内水被害（約3.0万戸）であった⁹⁾。IPCCの評価報告書¹⁰⁾においても都市域における内水氾濫リスクは将来的に増加するとされている。

過去の水害において防災施設社会基盤は水害被害の防止や軽減に大きく貢献してきたものの、今後の気候変動による影響などを考慮すると、これまで通りの防災施設社会基盤のままでは不十分であることが危惧されている。しかしその防災施設社会基盤の一律拡充には膨大な費用がかかるので、農山村の森林管理と連携や、雨水管理総合計画等へ反映など、効果的な流域総合治水が喫緊の課題である。そのためには、今次水害の実態をしっかりと把握し、被害の原因を探ることが重要である。そこで本稿では、甚大な被害を受けた岩手県沿岸

南部域の水害の状況を報告し、発生メカニズムを考察する。

2.3.2 降雨の特徴

気象状況の詳細は 2 章を参照いただくこととして、本稿では岩手県沿岸南部域における降雨の特徴のみをまとめる。

図 2.3.1 に令和元年台風第 19 号の最大 1 時間降水量，最大 3 時間降水量および 72 時間総降水量を示す。72 時間降水量に関して，関東甲信地方，静岡県の地点が顕著であり，これらの地点では，長く雨が降ったことによる大量の降水が脆弱地帯に集水し，破堤などを伴う大規模氾濫（外水氾濫）を引き起こしたことが推察される。一方で東北地方は，72 時間降水量は他の地点に比べて少ないが，短時間降水量が顕著であった。特に岩手県沿岸域は，短時間降水量が顕著であった地点が多くあり，流木を伴う土石流や内水氾濫などの局所災害が多発したことが推察される。なお，宮城県丸森町は，短時間降水量

表 2.3.1 令和元年台風
第 19 号による土砂災害
発生件数¹⁾。赤枠は東北
地方を示す。

都道府県別発生件数			
宮城県	294件	東京都	23件
福島県	138件	茨城県	15件
岩手県	97件	山梨県	11件
神奈川県	94件	山形県	3件
群馬県	67件	千葉県	2件
長野県	60件	青森県	1件
新潟県	45件	秋田県	1件
静岡県	44件	石川県	1件
栃木県	36件	三重県	1件
埼玉県	28件	和歌山県	1件

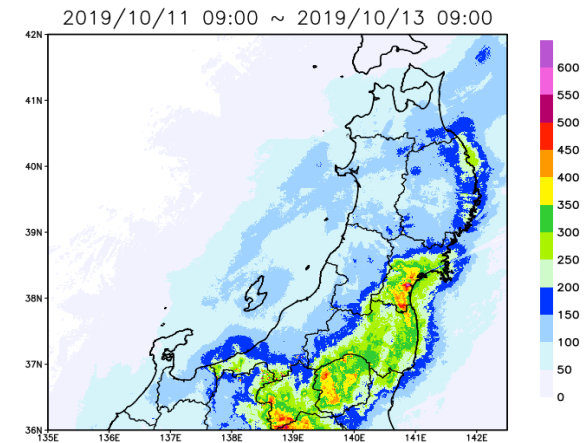


図 2.3.2 C バンドレーダに基づく累積雨量図。

順位	都道府県	市町村	1時間 降水量(mm)	順位	都道府県	市町村	3時間 降水量(mm)	順位	都道府県	市町村	降水量(mm)
1	岩手県	下閉伊郡普代村	95	1	岩手県	下閉伊郡普代村	236.5	1	神奈川県	足柄下郡箱根町	1001.5
2	岩手県	下閉伊郡岩泉町	93.5	2	岩手県	下閉伊郡岩泉町	224	2	静岡県	伊豆市	760
3	神奈川県	足柄下郡箱根町	85	3	岩手県	宮古市	211.5	3	埼玉県	秩父市	687
4	岩手県	宮古市	84.5	3	宮城県	伊具郡丸森町	211.5	4	東京都	西多摩郡檜原村	649
5	神奈川県	足柄上郡山北町	81.5	3	神奈川県	足柄下郡箱根町	211.5	5	静岡県	静岡市葵区	631.5
6	宮城県	伊具郡丸森町	80.5	6	岩手県	下閉伊郡山田町	186.5	6	神奈川県	相模原市緑区	631
7	岩手県	下閉伊郡山田町	77.5	7	神奈川県	足柄上郡山北町	176	7	東京都	西多摩郡奥多摩町	610.5
8	静岡県	静岡市葵区	75	8	静岡県	静岡市葵区	172	8	宮城県	伊具郡丸森町	607.5
9	岩手県	久慈市	71	9	宮城県	仙台市宮城野区	170	9	埼玉県	比企郡ときがわ町	604.5
10	栃木県	日光市	70.5	10	岩手県	久慈市	165	10	埼玉県	秩父市	593.5
11	神奈川県	相模原市緑区	68.5	11	茨城県	北茨城市	164	11	静岡県	伊豆市	590.5
12	宮城県	仙台市宮城野区	63.5	12	福島県	双葉郡川内村	161.5	12	静岡県	御殿場市	577
12	東京都	西多摩郡檜原村	63.5	13	埼玉県	秩父市	154	13	山梨県	南巨摩郡南部町	562
14	埼玉県	大里郡寄居町	62	14	栃木県	塩谷郡塩谷町	153.5	14	埼玉県	秩父市	545.5
15	福島県	双葉郡川内村	60.5	14	神奈川県	相模原市緑区	153.5	15	神奈川県	足柄上郡山北町	542
16	岩手県	釜石市	60	16	宮城県	伊具郡丸森町	152.5	16	栃木県	日光市	512.5
16	宮城県	伊具郡丸森町	60	17	岩手県	釜石市	147.5	17	山梨県	上野原市	504
16	茨城県	北茨城市	60	18	栃木県	日光市	146.5	18	群馬県	甘楽郡下仁田町	496.5
19	宮城県	牡鹿郡女川町	59	19	宮城県	岩沼市	144.5	19	埼玉県	大里郡寄居町	488
19	埼玉県	秩父市	59	20	栃木県	佐野市	142.5	20	茨城県	北茨城市	479

図 2.3.1 令和元年台風 19 号の各最大降水量¹⁾。影付きは東北地方を示す。

（右：1 時間降水量，中：3 時間降水量，左：72 時間総降水量）

および 72 時間降水量ともに顕著であり，局所災害と大規模氾濫が発災し，甚大な被害をも

たらしことが推察される。表 2.3.1 に令和元年台風第 19 号による土砂災害発生件数を示す。東北地方は特に顕著で、局所災害が多く発災したことが確認された。

図 2.3.2 に C バンドレーダに基づく累積雨量図を示す。岩手県沿岸域においては、累積雨量は 200-350 mm で他の地域と同じくらいであるが、岩手県沿岸域の降水は 10 月 12 日夜から 10 月 13 日朝という短い期間に台風が通過したことより、短時間豪雨による災害が多発したことが推察される。

2.3.3 岩手県普代村

(1) 調査地点および被害概要

図 2.3.3 に調査地点、図 2.3.4 に調査地の被害状況を示す。歴代最大 1 時間降水量を記録し、多くの家屋が土石流と内水氾濫の被害を受け、外水氾濫が発生した箇所もあった。



図 2.3.3 調査地点および水位観測の場所

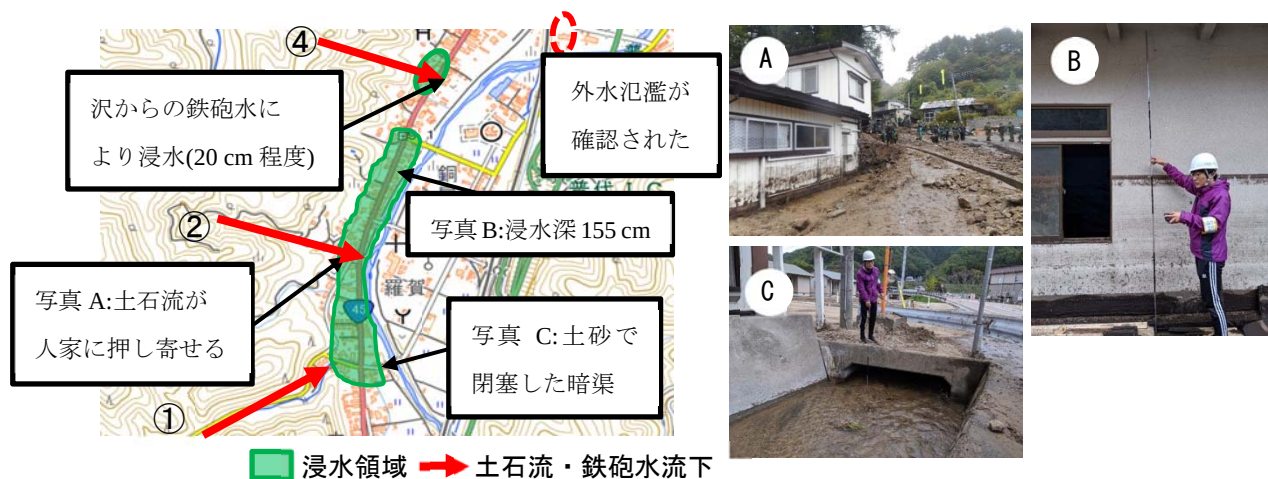


図 2.3.4 調査地の被害状況。緑箇所は浸水領域、赤矢印は確認された土石流または鉄砲水の流下方向を示す。丸数字は図-3.1.5 の丸数字と同じ箇所を示す。

(2) 水位・降雨状況

図2.3.5に普代川の水位（観測場所：図2.3.3）と雨量を示す。10月12日の夜から降り始めた雨は、深夜にかけて強さを増し、13日の1時に最大1時間降雨量91.5mmの雨を記録した。また48時間累加雨量は467mmであった。

水位に関しては、雨に伴い12日の22時頃から急激に上昇し、13日2時には堤防高の2.78mまで上昇した。河川水位が高く内水の排水に問題が生じたことが推察される。

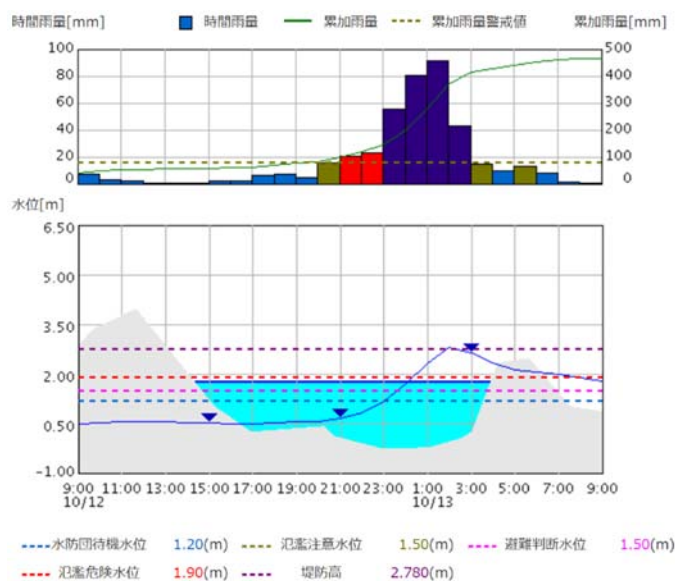


図 2.3.5 普代川の水位・雨量¹²⁾

(3) 調査結果

図 2.3.6 に普代川の推定浸水域を示す。浸水した地域において、床下浸水の始まった時刻は 10 月 12 日午後 11:00 頃であり、午前 0:00 頃に腰のあたり、10 月 13 日午前 2:00 頃に一気に水深が上昇した。側溝から水が河川から逆流したという証言もあった。この地区で浸水があったのは過去 40 年間で 4 回であった。

浸水域の上流部は、今次台風で崩壊した斜面と堆積した流木が複数箇

普代村／推定浸水域



図 2.3.6 普代川の推定浸水域

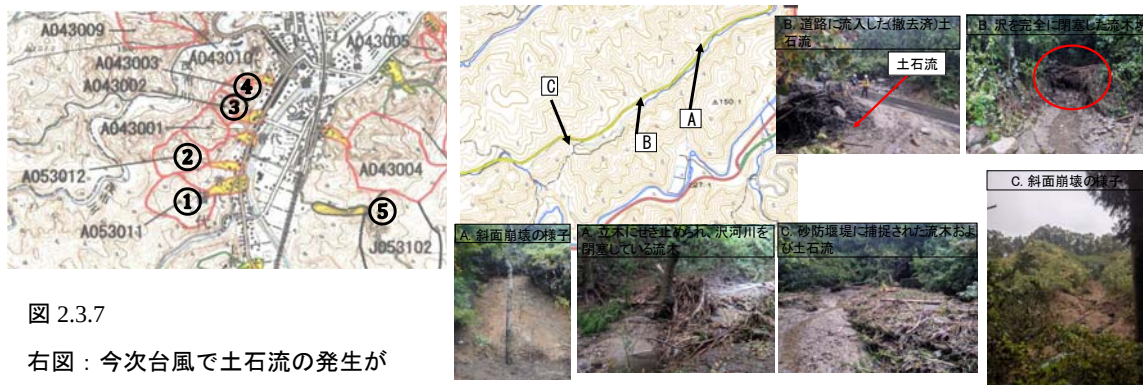


図 2.3.7

右図：今次台風で土石流の発生が

確認された危険箇所。丸数字は図 2.3.4 の丸数字と同じ箇所を示す。左図：①上流部の様子。

所で散見された。土石流は、土砂災害危険箇所と指定されていた箇所¹³⁾で多く発生していた。流木は沢など狭窄部や砂防堰堤で捕捉されていた。

2.3.4 岩手県岩泉町

(1) 調査地点および被害概要

図2.3.8に調査地点を示す。小本地区の被害として、住宅約20棟が床上・床下浸水の被害を受けたと報告されている¹⁵⁾。本調査では土石流が観測された中野地区および中島地区を調査した。

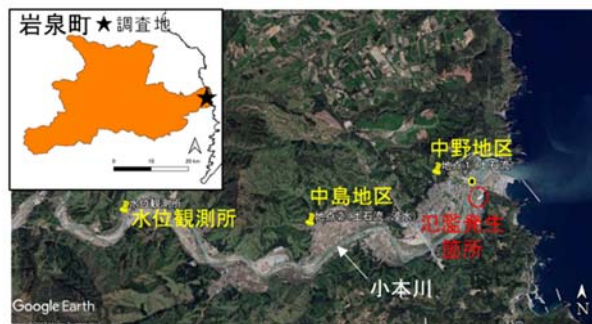


図2.3.8 調査地点および水位観測所の場所

(2) 水位・降雨状況

図2.3.9に小本川の水位（観測場所：図2.3.8）と雨量（岩泉地区）¹²⁾を示す。雨量に関して、小本川上流の岩泉地区では累積雨量は200mmであったが、下流の小本地区では累積雨量は450mm、最大1時間降雨量は約4.5倍の91mm/hであった。これにより、小本地区に斜面崩壊や土石流、内水氾濫の被害が集中したと考えられる。



写真2.3.1 小本地区の浸水被害状況¹⁴⁾

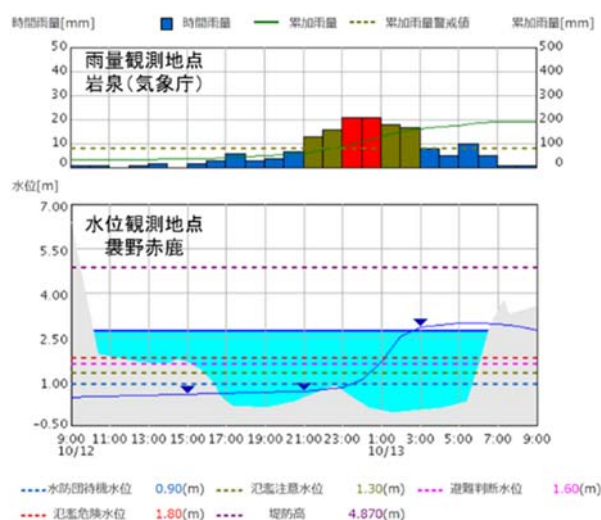


図2.3.9 小本川の水位(中野赤鹿)・雨量(岩泉)¹²⁾

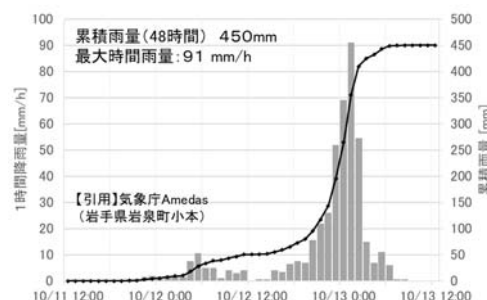


図2.3.10 小本地区の1時間降雨量および累積雨量¹⁵⁾

(3) 調査結果

① 中野地区

中野地区では土石流の発生を確認した。住民の話によると、13日1時頃に土石流が沢を流下したという。土石流の石礫が民家前にある勾配の緩やかな場所で堆積していることが確認された。また土石流の一部は下流の道路まで流下していた。この土石流による人的な被害は生じていない。



図2.3.11 中野地区の被害状況図

② 中島地区

中島地区では、土石流と小水路からの氾濫を確認した。土石流は沢を流下し、下流の小水路に流入していた。土石流の一部は、沢に建設された砂防堰堤で捕捉されていた。住民の話によると、この砂防堰堤が昭和50年に築堤されてから、土石流による被害は減少したという。

沢下流の道路や田んぼでは、石礫、泥や流木の堆積を確認した。したがって、大量の水や土砂が山地から流出し、沢下流に位置する小水路から氾濫が発生したと考えられる。



図2.3.12 中島地区の被害状況図



図2.3.13 中島地区の推定浸水域

2.3.5 岩手県宮古市津軽石地区

(1) 調査地点および被害概要

岩手県宮古市津軽石川周辺（図 2.3.14）において台風 19 号による被害の調査を行った。三陸鉄道リアス線の津軽石駅周辺では、広い範囲において冠水し、多くの住宅が浸水の被害を受けた。



図 2.3.14 調査地点および水位観測所の場所

(2) 水位・降雨状況

図 2.3.15 の上図に豊間根における時間雨量と累加雨量，下図に新町における水位を示す。台風 19 号の影響により 10 月 12 日の日中から降り始めた雨は、深夜にかけて強さを増し、13 日の 1 時に 40mm の雨を記録した。また累加雨量は 260mm であった。

水位に関しては、雨に伴い 12 日の 23 時頃から急激に上昇し、13 日 3 時には最高水位である 5m まで上昇した。しかしこの水位は堤防高よりも低く、水位の観測データからは河川からの外水の氾濫は無かったことが分かる。

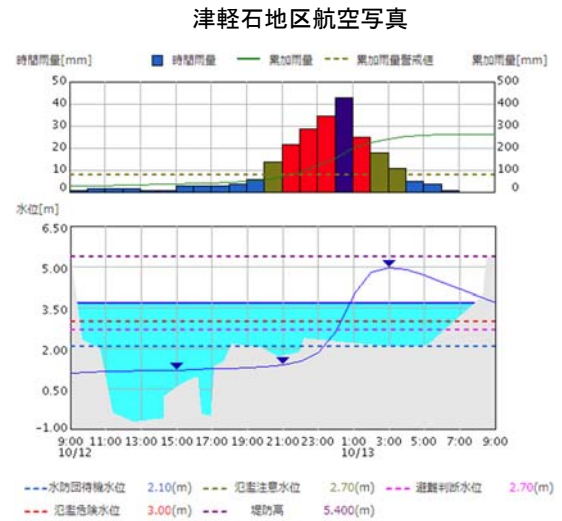


図 2.3.15 津軽石川における降雨量及び水位¹²⁾

(3) 調査結果

浸水した地域において、津軽石川に流入する沢を幾つか確認した（写真 2.3.2）。また、浸水範囲の下流側には内水の排水機場（写真 2.3.3）があった。住民への聞き取りにより、今回の降雨時も 13 日の 1 時頃から稼動していた事が分かった。今次は、このポンプの能力を超える内水が流れ込んだために浸水が広がったと考えられる。



写真 2.3.2 津軽石川に注ぐ沢



写真 2.3.3 大森川救急内水排水機場



写真 2.3.4 護岸の決壊箇所



写真 2.3.5 道路の洗掘の様子



写真 2.3.6 三陸鉄道の鉄道橋



写真 2.3.7 上流部の土石流の様子

また、排水機場から離れた地域においては、津軽石川へ流入する沢が溢れたことによると考えられる。実際に沢の護岸が決壊した箇所も確認した（写真 2.3.4）。住民からの聞き取りにより、この沢は 13 日の 0 時頃に溢れたことが分かっている。周囲の家屋においても浸水が発生し、13 日の 3 時頃に浸水深が最も深くなった。この沢の上流部では、土石流による道路の洗掘も確認でき（写真 2.3.5）、流量が多かったことが分かる。

また、他の沢においても氾濫が発生した。写真 2.3.6 に線路がボトルネックとなって流木が堆積したと推測できる写真を示す。この沢においても堆積した流木により流路がつまり、氾濫が発生した。

このように、この地域は水門が閉鎖した後にポンプの処理能力以上の内水が流れ込んだ事による内水氾濫と地区内の沢において狭窄部で堰きあがり発生した外水氾濫の 2 つの事象が重なったことにより被害が大きくなったと考えられる。一方、沢の上流部において水田に多くの土石流が堆積した場所を確認した（写真 2.3.7）。このような場所が土石流を補足することにより、下流域の被害を軽減しているものと考えられる。

2.3.6 岩手県山田町

(1) 調査地点および被害概要

図 2.3.16 に調査地点を示す。大浦地区および田の浜地区では、山地から土石流が発生し、河川の暗渠箇所が土砂・流木によって閉塞され、流水や土石流が道路部に溢れた。さらに、その洪水氾濫が低地に集約して内水氾濫が生じた。また、三陸鉄道リアス線の岩手船越～浪板海岸の間で鉄道盛土が崩壊した。

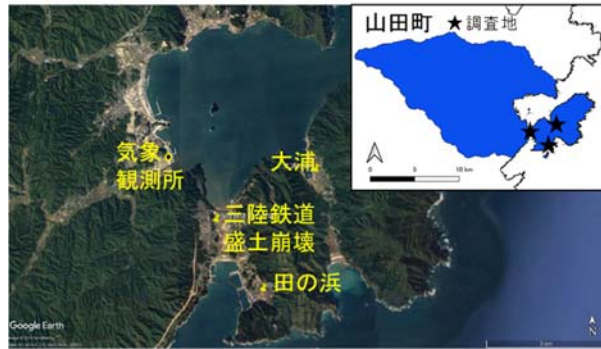


図 2.3.16 調査地点

(2) 降雨状況

図 2.3.17 に山田町における 1 時間降水量と累積雨量を示す。最大 1 時間降水量 77.0 mm/h の短時間豪雨を記録しており、斜面崩壊や流木を伴う土石流が発生し、浸水被害が発生したと考えられる。

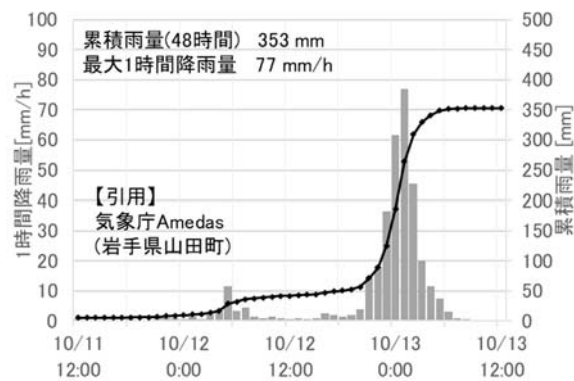


図 2.3.17 山田町の 1 時間降水量と累積降水量¹⁵⁾

(3) 調査結果

① 山田町大浦地区

浸水被害と土石流による被害を確認した。沢は住宅集合地より暗渠になっており、暗渠の上には道路が建設されている。暗渠入口に土砂や流木が詰まったことで水が溢れて、浸水被害が発生したと考えられる。この地区に 80 年住んでいる住民によると、津波を除いて浸水被害が発生したのは初

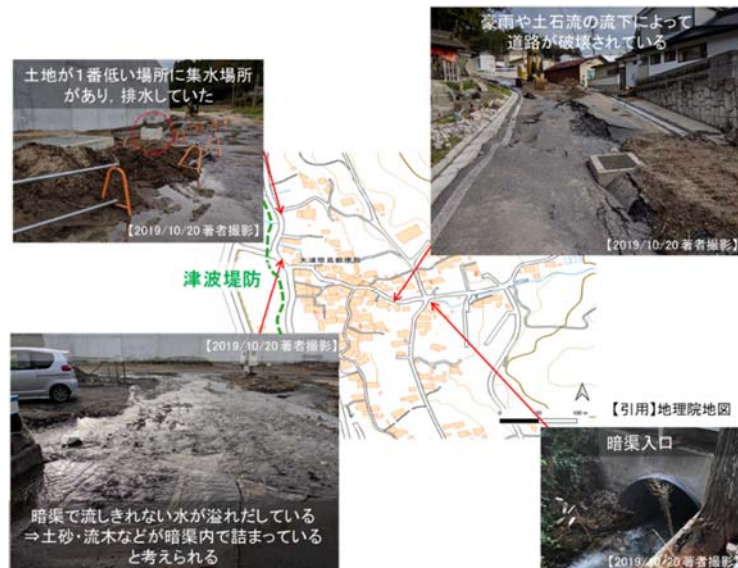


図 2.3.18 大浦地区での被害状況図

めてだという。また住民への聞き取り調査から、床上 80 cm の浸水が生じたことがわかった。この暗渠は約 30 年前に建設されたと聞き取った。さらに暗渠の上に建設された道路上を土石流が流下したことで道路が破壊されていた。最下流部では津波堤防と暗渠内に堆積した土砂によって堰き止められた水が溢れ出ており、浸水深が深くなった。



図 2.3.19 大浦地区での推定浸水域

② 山田町田の浜地区

山地から土石流が発生し、沢の暗渠箇所が土砂・流木によって閉塞され、流水や土石流が道路部に溢れた。さらに、その洪水氾濫が低地に集約して内水氾濫が生じた。また、内水氾濫が津波堤防にて堰止まり、浸水深が深くなった。

山田町役場にて、街を流れていた沢（女川）が暗渠化され、10 年確率降雨強度で設計されていることを聞き取った。また、住民や復旧工事をしていた作業員の聞き取りでは、下流の街に巨石はほとんど来なかったとのことであった。河川上流部には砂防堰堤はなかったが、流木天然ダムが形成されており（図 2.3.21）、流木や土石流を塞ぎ止めたことが推察された。

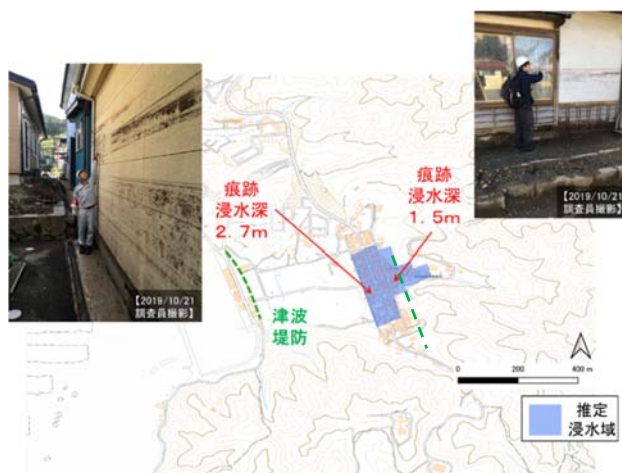


図 2.3.20 田の浜地区での推定浸水域



図 2.3.21 女川上流の状況

2.3.7 岩手県釜石市

(1) 調査地点および被害概要

図 3.2.22 に調査地点を示す。調査は浸水被害、土砂災害が発生した地点（大町地区、尾崎白浜地区、佐須地区）において実施した。

釜石市の市街地である大町地区にて浸水被害が発生した原因として、排水機場につながる水路に土砂や流木が流れ込み大量の水が排水機場に運ばれなかったことが挙げられる。近隣住民の話によると、浸水深は30cm程度であり、10月13日早朝4:00～7:00の時間帯で浸水していたという。

尾崎白浜地区、佐須地区においては、大雨により斜面崩壊や土石流が発生し、両地区に向かうための道路が寸断された。これによって2集落計133世帯、348人は孤立状態であった。また2地区ともに全戸断水であり、自衛隊による給水支援が行われた。大雨により、大量の水が沢から流出し浸水被害が発生した^{17), 18)}。

(2) 降雨状況

釜石市では累積降雨量334mm、最大1時間降雨量55.5mm/hを観測した。累積降雨量が少なかったため、1級河川および2級河川の氾濫はなかったが、短時間豪雨により、斜面崩壊、土石流等の土砂災害、沢から大量の水が下流に流出して浸水被害が発生したと考えられる。

(3) 調査結果

① 大町地区

排水機場に繋がる水路で土砂・流木詰まり浸水被害が発生した大町地区で調査を行った。

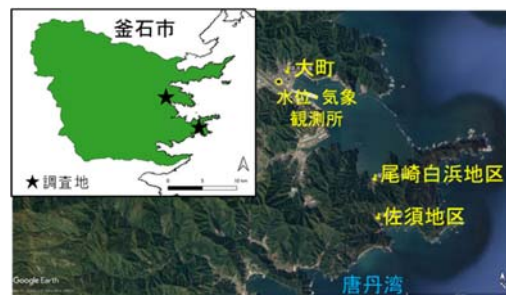


図 2.3.22 調査地点



写真 2.3.8 大町地区の浸水被害状況¹⁶⁾



写真 2.3.9 佐須地区の被害状況¹⁷⁾

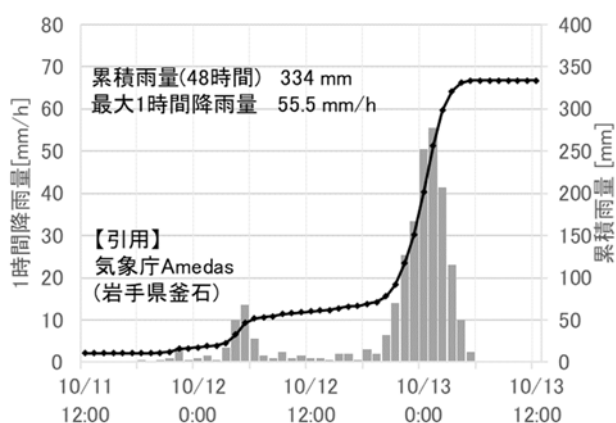


図 2.3.23 釜石の1時間降雨量と累積降雨量¹⁵⁾

排水機場の周辺の水路を見る
と、上流の沢から流出した土砂が
堆積していることが確認された。
さらに、道路脇に土砂を排除した
跡が見られたことから、水路に土
砂が詰まり、沢から流出した水を
排水機場に流せずに排出できな
かったため、浸水被害が発生した
と考えられる。また暗渠内を土石
流が通過し、暗渠の蓋が破壊され
ていることが確認された。

また、市街地周辺を流れる甲子
川（2級河川）の台風通過時のピー
ク水位は堤防高を超えていなか
ったため、甲子川からの氾濫は
なかったことが分かった。

② 尾崎白浜地区

道路が寸断され孤立状態であ
った尾崎白浜地区において調査
を行った。この地区を流れる沢の
最下流部に暗渠があり、暗渠の入
口と出口には大量の土砂が溜ま
っていることを確認した。さらに
暗渠入口の上流に大量の土砂が
堆積していた。したがって、この
箇所では土砂が沢からの流水を塞
き止めて水が溢れて浸水被害が
発生したと考えられる。この地区
での痕跡水深は 2.3m であった。
泥水の圧力によって窓ガラスが
破壊されていた。またこの沢の上
流では土石流によって、道路が破
壊されていることを確認した。こ
の道路の下部に暗渠が設置され
ていたが、この暗渠が破壊され、



図 2.3.24 大町地区での被害状況図

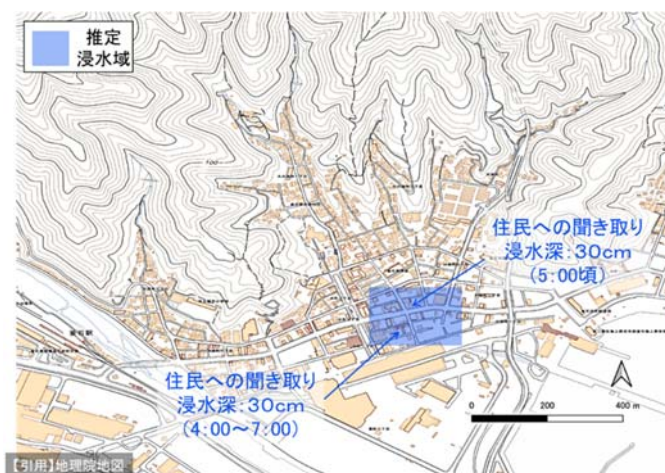


図 2.3.25 大町地区での推定浸水域

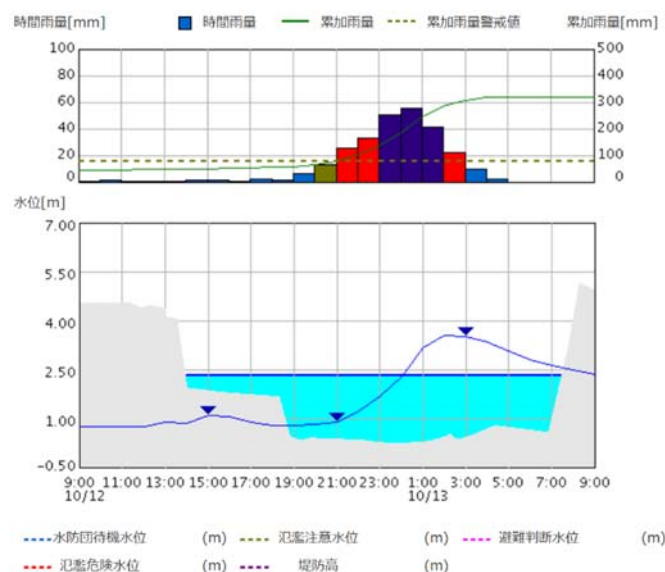


図 2.3.26 甲子川の水位・水位¹²⁾

上部の道路も破壊されたと推察される。

③ 佐須地区

道路が寸断され孤立状態であった佐須地区において調査を行った。この場所でも沢の上流に暗渠があり、この入口で土砂・流木が詰まったことで浸水被害が発生したと考えられる。またこの暗渠の下流部では道路・家屋の損壊や洗堀の被害が見られたことから、暗渠入口で塞き止められて流れなくなった大量の水と土砂が道路を流下したと推察される。最下流部では土石流が広がって堆積しており、植樹帯の一部が土砂に覆われていた。



図 2.3.27 尾崎白浜地区での被害状況図

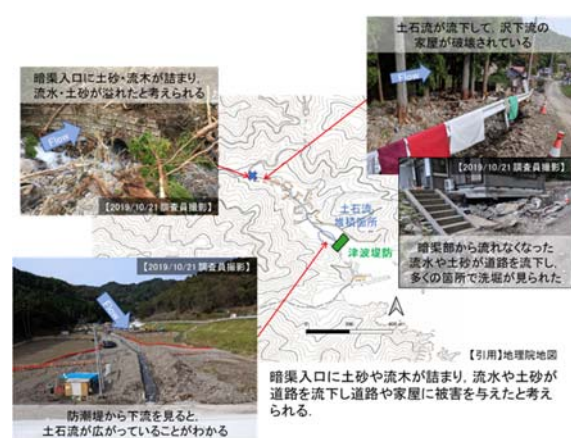


図 2.3.29 佐須地区の被害状況図



図 2.3.28 尾崎白浜地区での推定浸水域



図 2.3.30 佐須地区の推定浸水域

2.3.8 まとめ

岩手県沿岸南部域を対象に、普代村、岩泉町小本地区、宮古市津軽石地区、山田町船越地区、山田町大浦地区、山田町田の浜地区、釜石市大町、釜石市尾崎白浜地区、釜石市佐須地区にて水害実態調査を実施した。以下に、共通した発災メカニズムをまとめる。

- 1) 近年の局所災害と同じく、特に暗渠箇所や道路・鉄道などの人工的狭窄箇所に流木や土石流が堰止まり洪水を生じた。それら洪水が低地に集約して内水氾濫が生じた。防潮堤でも同様な現象が見られた。
- 2) 降水規模は、気候変動の影響などにより、暗渠箇所の設計時の降水規模より大きいことが想定される。今後どの街でも同じメカニズムの災害が起こりうる可能性が示唆される。
- 3) なお、人工的狭窄箇所は今次災害では土石流や流木が堰き止めたことより減災効果があったものの、本来の役割ではないことより、砂防堰堤や流木止工など、そうした機能をもつ防災減災施設の導入が必要である。

共通するメカニズムは、一般的な発災メカニズムと考えられることより、今後研究を進めることが重要であると考ええる。

謝辞

本調査は、土木学会水工学委員会水害対策小委員会、河川財団（2019-5112-002）、ネクスコ・エンジニアリング東北との共同研究の支援により実施された。また、現地調査では、東北大学大学院環境科学研究科 市場昭裕、東北大学大学院工学研究科 山田慶太郎、中央大学大学院理工学研究科 合田明弘に支援を受けた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 気象庁：台風 19 号による大雨，暴風 2019.
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/20191012.html>
- 2) 内閣府：特定非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るための特別措置に関する法律，2019. http://www.bousai.go.jp/taisaku/hourei/tokubetsu_houritsu.html
- 3) 内閣府：大規模災害からの復興に関する法律，2019.
http://www.bousai.go.jp/taisaku/minaoshi/housei_minaoshi.html
- 4) 内閣府：令和元年台風第 19 号に伴う災害にかかる災害救助法の適用について【第 13 報】（訂正版），2019. http://www.bousai.go.jp/pdf/t19tekiyou_13.pdf
- 5) 内閣府：令和元年台風第 19 号に係る被害状況等について（令和 2 年 4 月 10 日 9 時現在版），2020. http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon19/pdf/r1typhoon19_45.pdf

- 6) 気象庁：気候変動監視レポート, 2008.
- 7) 国土交通省：ダム貯水池流木対策の手引き（案），2017.
https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/dam7/pdf/damtyosuichiryubokutaisakutebikiH30.pdf
- 8) 国土交通省：平成 30 年 7 月豪雨を踏まえた都市浸水対策の推進について（提言），2018.
<https://www.mlit.go.jp/common/001264661.pdf>
- 9) 国土交通省：気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会，2019.
http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000659.html
- 10) IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change, the Fifth Assessment Report (AR5) WG2-Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, 2014.
- 11) 国土交通省：令和元年台風 19 号による土砂災害概要（令和元年 11 月 29 日時点），2019.
http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/r1dosha/r1typhoon19_gaiyou191129r.pdf
- 12) 岩手県河川情報システム <http://kasen.pref.iwate.jp/iwate/servlet/Gamen30Servlet>
- 13) 岩手県土砂災害危険箇所図
<https://www.pref.iwate.jp/kendozukuri/kasensabou/sabou/1009990.html>
- 14) NHK NEWS WEB 「岩手 3 年前に台風被害の岩泉町 住宅で浸水被害」
- 15) 気象庁アメダス <https://www.jma.go.jp/jp/amedas/>
- 16) NHK NEWS WEB：NHK NEWS WEB 「新型排水ポンプ場整備も水路に土砂や流木 浸水拡大 岩手釜石」 <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20191018/k10012138941000.html>
- 17) FNN PRIME：「孤立状態続く岩手・釜石佐須地区 台風 19 号の大きな被害 断水も続く」
https://www.fnn.jp/posts/2019101400000003MIT/201910141818_MIT_MIT
- 18) 岩手日報「孤立集落、泥覆う ルポ・釜石の尾崎白浜地区」
<https://www.iwate-np.co.jp/article/2019/10/15/66298>

(以上 文責 東北大学 小森 大輔)

2.4 岩手県の避難行動，複合災害関連

2.4.1 岩手県釜石市唐丹町本郷地区における避難行動について

(1) 釜石市の台風到達時の気象概況および被害と住民の避難状況

岩手県釜石市では，11 日 21 時～13 日 5 時にかけて最大降雨量 331mm（アメダス釜石観測局），13 日 0 時～1 時にかけて 1 時間最大雨量 56mm，4 時 40 分に最大瞬間風速，28.6m/s を観測した。

主な市内の被害は重軽傷者 4 名，住家・店舗・物置きを含む建物において床上浸水 101 件，床下浸水 161 件の被害が生じた．その他の被害として市道・県道の被害，河川の土砂堆積や護岸損壊，農林水産施設の浸水・土砂被害，断水，学校校舎への雨水流入などの被害がみられた．

住民の避難は 10 月 12 日 13:00 の市内 12 か所への避難所開設時から始まり，徐々に避難者数が増えていった．市の記録では 10 月 13 日 6:00 の避難者数がピークとなっており，臨時開設された避難所 1 か所を加えた 13 か所の避難所に 528 世帯合計 1,110 人の避難者が生じた．また，福祉避難所も 3 か所で設置された．

(2) 釜石唐丹町本郷地区の概要

釜石市唐丹町本郷地区は市の沿岸南部，尾崎半島の南側，唐丹湾奥に位置している．過去，明治，昭和三陸津波，東日本大震災の津波により大きな被害を被ってきた地域である．昭和三陸津波後には集落全体を高台に移転している．東日本大震災の際には，ほとんどの住民が率先した高台への避難をしており，一名を除いて地区内での犠牲者を出さなかった．台風当時，10 月時点では本郷地区には 121 世帯が生活していた．



図 2.4.1 釜石市唐丹町本郷の位置（国土地理院地理院地図に加筆）

(3) 避難の状況

図 2.4.2 は本郷地区で避難行動を取った世帯へのヒアリングをもとに避難した時間帯を整理したものである。「1・14 時～（避難所開設後）」は、釜石市から 13 時に「避難準備・高齢者等避難開始（警戒レベル 3）」が発表され、避難所も開設された後の時間帯に避難を開始したグループで全体の 48%を占めた。「2・15 時～（レベル3→4）」は、14:30 に「避難勧告（警戒レベル 4）」が発表され後に避難を開始したグループで 4 %が該当した。「3・17 時～（日没）」は、日没後の暗くなってからの時間帯に避難行動を取ったグループで 9%であった。「4・22 時過ぎ（強雨下）」は時間降水量も 20mm を超えた段階で避難を開始したグループで 39%が該当した。

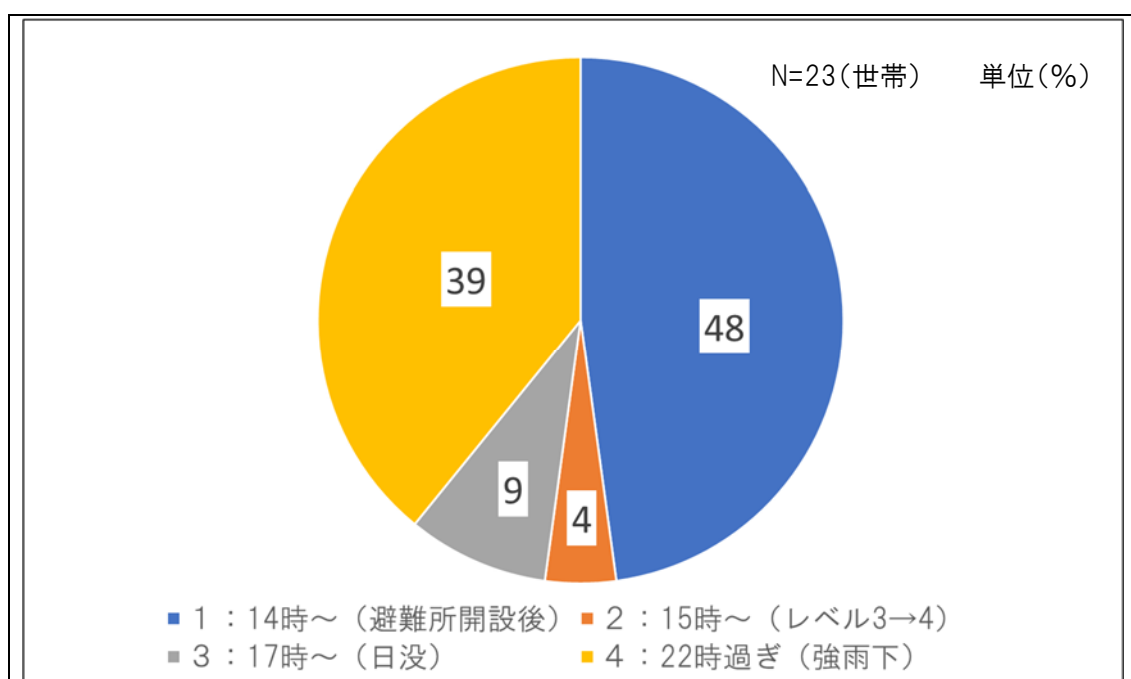


図 2.4.2 避難行動をとった時間帯

避難のタイミングを尋ねる際に、併せて避難を始めた理由やきっかけについても質問したところ、表 2.4.1 のような回答が得られた。これを見ると、「1・14 時～（避難所開設後）」～「3・17 時～（日没）」までのタイミングでは、「町内会のよびかけ」や「警報レベルが上がったから」などの防災情報に基づく判断と「小さい子供や妊娠中の家族がいたので早めに避難した」、「年齢が高齢なので迷惑かけたくない」など、避難者の属性を考慮した事前避難が行われていたことがわかる。一方、「4・22 時過ぎ（強雨下）」のタイミングでは「家の近くの川があふれそうになっていたから」、「外から石が動く「ゴロゴロ」という音が聞こえてきたから」、「（災害発生のため）消防団が避難の誘導に来たから」などの理由が挙げられており、災害の前兆現象が起きている、あるいはすでに災害の発生を認識して避難を開始していた。

表 2.4.1 避難を始めたきっかけ・理由

1. 14 時～（避難所開設後）に避難

- ・台風の規模を考慮して（いままでにないような警報だから避難した）
- ・体が不自由な家族がいるから早めに避難した
- ・小さい子どもや妊娠中の家族がいたので早めに避難した
- ・暗くなる前に避難したかった、 ・避難の呼びかけ（放送があったから）
- ・避難所まで車で連れて行ってもらった

2. 15 時～（レベル3→4） 3. 17 時～（日没）

- ・町内会の避難の呼びかけ、・年齢が高齢なので迷惑かけたくない
- ・警報レベルが上がったから ・家族が帰ってくるのを待ってから避難した、

4. 22 時～（強雨下）

- ・家の近くの川があふれそうになっていたから
- ・外から石が動く「ゴロゴロ」という音が聞こえてきたから
- ・消防団が避難の誘導に来たから

(4) 避難先と災害発生の状況

本郷地区では、水害・土砂災害に対応した避難所が地区内になく、隣接する小白浜地区にある唐丹小中学校に指定されている。今回、唐丹小中学校には 13 日 6 時時点で本郷地区以外からの避難者も含め 80 名が避難していたが、12 日の最終の避難者数は 22 時時点の 50 名であったことから、22 時以降の強雨下においても 30 名の住民が避難していたことがわかる。しかしながら、12 日の 22 時以降は 13 日の 1 時をピークに時間雨量が急激に増える時間帯であり、浸水や土砂災害等、災害の発生が懸念される状況であった（図 2.4.3）。

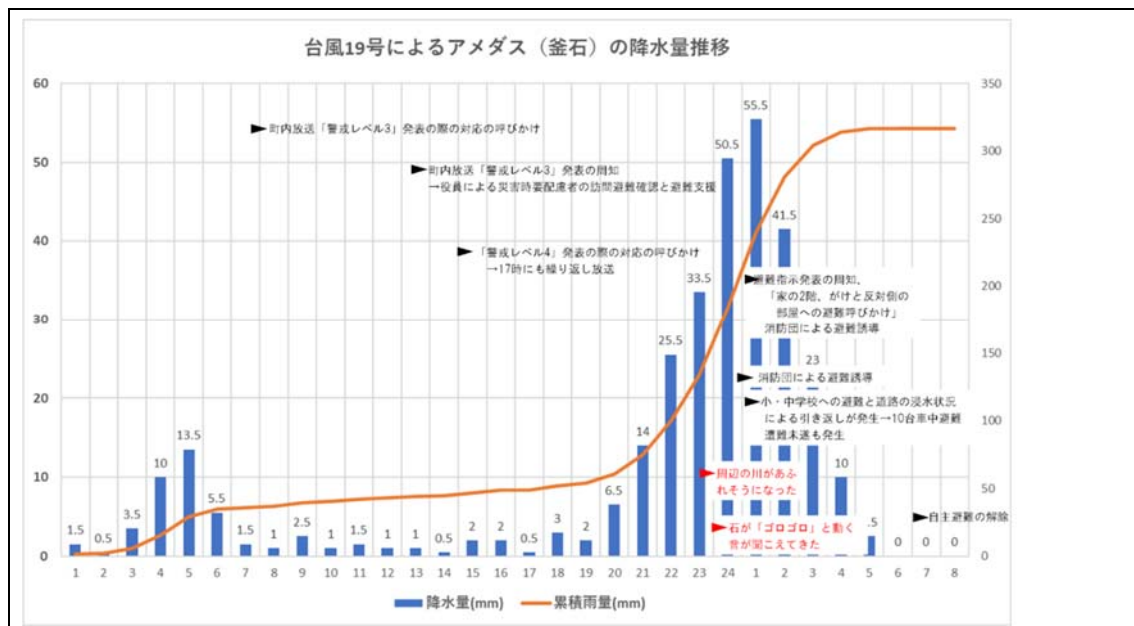


図 2.4.3 台風 19 の降水量と防災・避難行動

図 2.4.4 は、今回の台風で被害を生じた箇所の一部を示したものである。22 時以降の雨量が増加してから本郷地区での土砂災害や道路冠水、主要な道路である国道 45 号線での土砂流出、避難所である唐丹小中学校前の道路の浸水などの災害が発生している。そのため、図 2.4.5 に示す通り、22 時以降に本郷地区から小白浜地区の唐丹小中学校へ避難しようとした避難者の一部は、道路の浸水や土砂流出などに阻まれて避難所へ辿り着くことができなかった。また、本郷地区の低地の一部でも道路の冠水が始まっており、これら一度避難をしようとした住民は、地区内にも戻ることができない状況で、比較的安全と思われる標高の高い国道 45 号線寄りの県道上に集まって車中避難を余儀なくされていた。この時、本郷地区の消防団も消防屯所で浸水のおそれが生じたため上記の県道上で車中待機しており、その際にみられた車中避難の車両台数は少なく見積もっても十数台に上っていたということである。

唐丹町本郷地区では、雨の強くなる前の段階から避難所の開設と住民の避難が行われていたものの、一部では、雨が強くなってから、さらには深夜の災害が発生した状況での避難行動も発生しており、一部の避難者は浸水等に阻まれて避難所にたどりつけないケースがみられた。今回、このように多少なりとも被災の危険性を含む避難行動が生じたことを振り返り、次回以降の風水害時に適切な避難行動を促す方策の検討が必要であると考える。

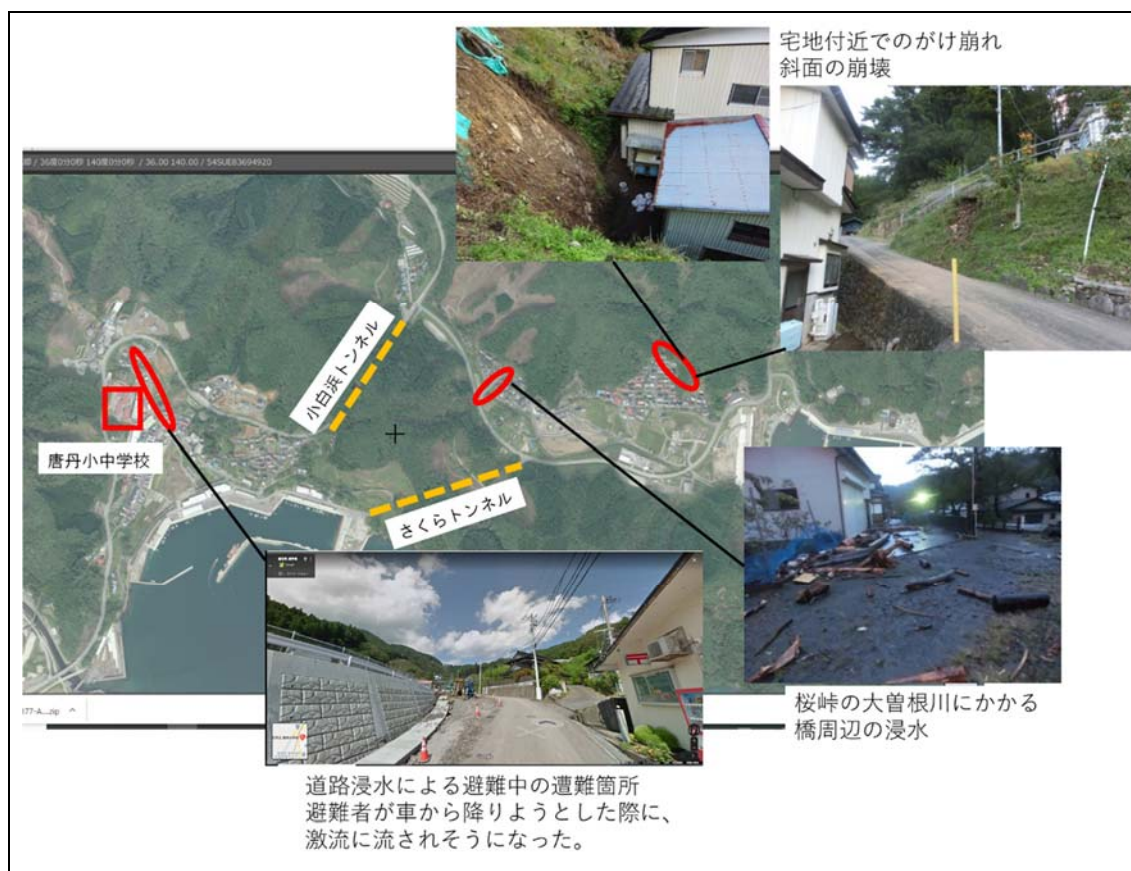


図 2.4.4 本郷地区の被害発生状況(国土地理院航空写真に加筆)

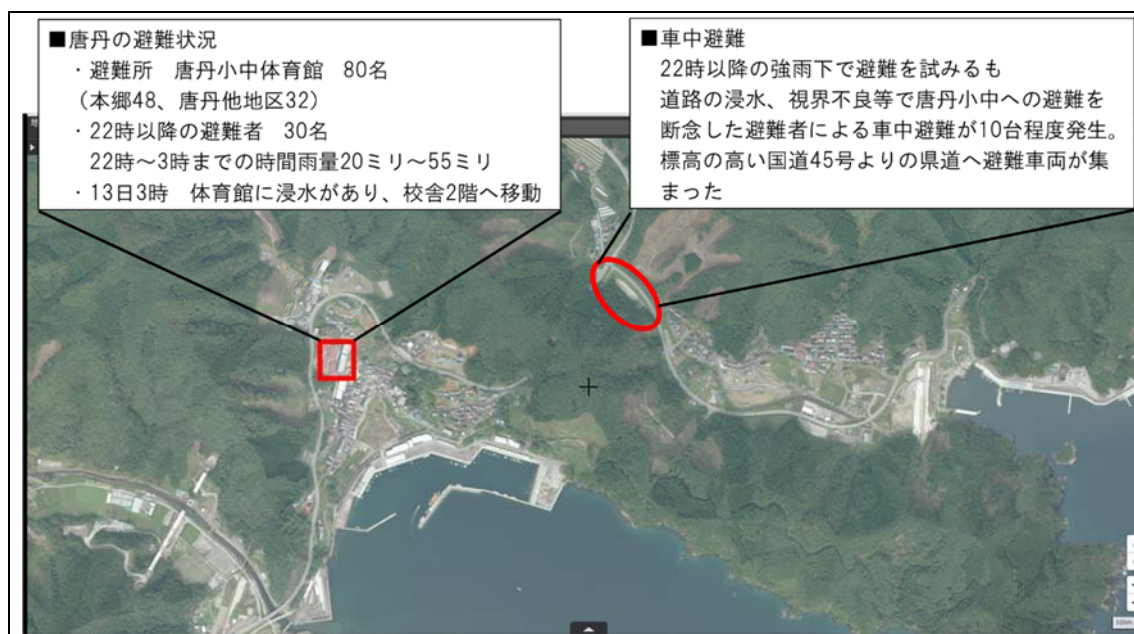


図 2.4.5 本郷地区の避難状況(国土地理院航空写真に加筆)

謝辞：本報告にかかる資料収集やヒアリングにおいて、唐丹町内会役員および釜石市唐丹地区生活改善センターのスタッフの方々、本郷地区住民の皆さんにご協力頂きました。ここに記して、謝意を表します。

参考資料

釜石市：令和元年台風19号にともなう災害に係る被害状況等について（令和元年12月6日 記者会見資料）

釜石市：令和元年台風第19号被害状況などをお知らせします（令和元年11月号広報かまいし）

2.4.2 宮古市田老における防災対応について

岩手県宮古市では、24 時間最大降雨量 393mm、13 日 1 時に時間最大雨量 84.5mm を観測し、いずれも観測史上最大を記録した。

主な市内の被害は土砂崩れによる死亡 1 名、住家・非住家を含む建物においては全壊から床下浸水までを含めると 2,000 棟を超える被害が生じた。また、国道・県道の被害、停電、断水、鉄道路線の被害が生じた。こうした被害を受け、宮古市内では重茂半島など沿岸部を中心に 4 か所の孤立地域が発生した。住民の避難では市内 51 か所に避難所が開設され、13 日 1 時に市内全体の避難者数が最大の 1,516 名となった。

(1) 宮古市田老地区の概要

宮古市田老地区は、市の北部に位置する旧田老町の中心部にあたる。前項の釜石市唐丹町本郷地区と同様、明治、昭和、三陸津波、東日本大震災の津波により大きな被害を被ってきた地域である。東日本大震災後には、地区全体と道路の嵩上げ、防潮堤の再整備、復興公営住宅および高台への新たな住宅地の整備等を組合わせた復興事業が進められた。地区内の河川状況としては北側から長内川、荒谷（ありや）川（下流部は赤沼川）、田ノ沢川、神田川と神田川を支川とする田代川が流れ込んでおり、神田川と田代川は 2 級河川となっている。台風当時の令和元年 10 月時点で田老全体では 1,317 世帯が居住していた。

(2) 災害の発生状況と消防団の対応

田老地区では、12 日の日中から消防団により田老町漁協や道の駅裏の鮭の番屋、田老駐在所に土嚢積みの水防対応が行われた。宮古市は降雨が激しくなる前の 12 日 15 時に避難準備・高齢者等避難開始（警戒レベル 3）を市内全域に発表しており、田老地区でも避難所が開設された。避難の呼びかけは防災行政無線の放送によって行われた。21 時過ぎから降水量が 10 mm を超えはじめる中、消防団は分団ごとに屯所または自宅での待機状況となっていた。

降雨は翌 13 日 1 時にピークを迎えるまで強くなり続け、22 時過ぎには田老地区の南側の小林で住宅敷地内の浸水が生じた。これには消防団があらかじめ過去の経験から配置していた消防ポンプ車による排水を開始したが、0 時過ぎに排水活動を断念している。23 時過ぎからは、図 2.4.6 および表 2.4.1 に示す通り、地区内各所や周辺で冠水や氾濫、土砂災害が相次いで発生している。13 日 0 時以降には田老総合支所周辺など地区中心部を管轄する第 28 分団では分団屯所に浸水のおそれが生じたため、急遽車両の避難を行うとともに団員待機所を田老総合事務所に変更するなどの対応を行った。また田老地区では、13 日 3 時過ぎに中心部で国道 45 号線の冠水により地区内でも南北に行き来することができなくなったほか、宮古方面（田老第 3 トンネル、松月付近）と岩泉方面（水沢、新田、摂待付近）をつなぐ国道 45 号線でも土砂の流出や道路地盤の崩落等で通行規制が生じており一時、孤立に近い状況となっていた。

表 2.4.2 田老地区における災害発生状況および消防団の対応

日・時	気象情報・避難情報	災害発生状況および消防団対応
12 日 15:00	警戒レベル 3 避難準備・高齢者等避難開始	日中の段階で田老町漁協，鮭の番屋前，田老駐在所に土嚢を設置
17:00	警戒レベル 4 避難勧告	
19:46	大雨警報	20:00～大雨警報発表により消防団員待機（分団ごとに屯所もしくは自宅）
21:20 21:26	土砂災害警戒情報 洪水警報（気象庁）	
22:00		浸 水：小林付近の浸水箇所排水活動①①
23:15 23:00 頃		通行止：田老道の駅裏側，鮭の番屋前道路① 冠 水：小林付近で排水作業継続① 氾 濫：赤沼川氾濫情報 河川情報：神田川・田代川は氾濫等なし 田ノ沢川危険な状態 要 請：常備消防より田ノ沢の住民避難補助要請，（28 分団 6 名で対応）①②
13 日 ： 0:00 0:20 頃 0:30 0:40	記録的短時間 大雨情報 大雨特別警報	河川情報：赤沼川 危険な状態 冠 水：道の駅（自販機前）冠水確認② 退 避：28 分団屯所付近も浸水のおそれがあり，車両を退避後，団員待機所を総合事務所に変更③ 冠 水：小林付近の排水作業を断念 土砂災害：小林付近の住宅裏山で土砂流出② 氾 濫：荒谷川・赤沼川氾濫 河川情報：長内川氾濫注意の情報（残り 50cm で冠水のおそれ，3 時頃に大潮の潮位に。）→救命胴衣着用のうえ複数人活動の旨，団員に指示③
1:00	警戒レベル 5	避難行動：災害公営住宅 1 階住民に上階への避難誘導（垂直避難）④
3:50		冠 水：国道 45 号線道の駅から野球場付近まで冠水のため移動困難（②の範囲が拡大）
5:00		冠水の解消を確認

□対応欄の番号は，図 2.4.6 中の番号に対応

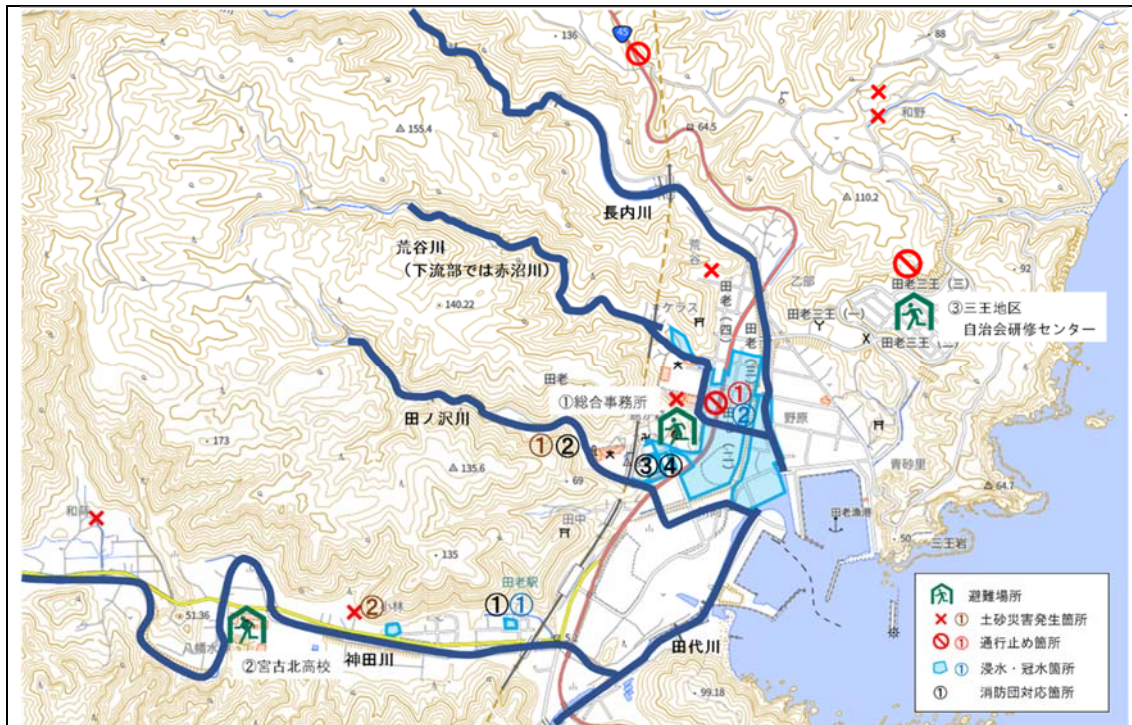


図 2.4.6 田老地区の災害発生と防災対応状況(国土地理院 地理院地図に加筆)

(3) 田老地区の住民避難状況

田老地区でも表 2.4.2 に示す①～③の 3 か所(旧田老町では全部で 4 か所)の避難所が開設され、夕方から住民が避難を開始している。なかでも③の三王地区自治会研修センターには国道 45 号線を挟んで西側に位置する荒谷・ケラス周辺の住民が避難しており、13 日 0 時過ぎに荒谷川の氾濫で生じた浸水被害をまぬがれている。避難対応では、消防団が田老小学校周辺の田ノ沢で自力での避難が困難な世帯からの要請を受け避難補助を行ったほか、荒谷でも土砂が住家に流入した世帯からの救助要請があり、消防隊員による救助活動が行われた。また、降雨がピークを迎え警戒レベル 5 となった 13 日 1 時の時点で、災害公営住宅 1 階住民を対象に上階への避難誘導を行っている。避難者数の推移については表 2.4.3 をみると 13 日 1 時から 6 時の間にも避難者数が増加していることから、強雨下でも住民の避難行動が続いていたと推察される。最終的に、田老全体の避難者推移は表 2.4.3 に示すとおり 13 日 6 時時点で最大の 148 人となっており、その後 14 日早朝までには全員が帰宅している。

表 2.4.3 田老における避難住民数の推移

	12 日 16:00	18:00	20:00	22:00	13 日 1:00	6:00
①総合事務所	0	1	8	8	114	148
②宮古北高校	5	15	19	21		
③三王自治会	0	15	15	14		
グリンピア三陸宮古	3	40	60	66		
合 計	8	71	102	109		

(4) 一時的な孤立状況の解消

田老地区で一時的な孤立状況の原因となった中心部の冠水等は、13日5時の時点で解消が確認され、その後、消防団や各世帯で片付け、復旧作業が進められることとなった。また、田老地区と宮古、岩泉方面をつなぐ国道45号線の規制については北側の水沢地内の規制箇所は16日に、南側の崎山地内の第3トンネルの規制箇所は21日にそれぞれ解除された。

田老地区では、一時的、限定的ではあるが地区中心部の冠水による地区の分断・孤立と、他地区との主要道路の被害による孤立が二重で生じていた。幸い、住民の避難行動や消防団による防災対応がある程度、先行して行われていたため犠牲者は生じなかったが、一部では自力での避難困難者や土砂により被災した世帯からの避難補助（救助）の要請案件も生じている。仮に、今後もこのような冠水等による地区内の分断、避難の見送りによる孤立、さらには土砂災害の発生・救助案件が重なる場合には、救助対応の困難さだけでなく、常備消防および消防団員の活動危険性も増すと考えられる。今回、このような地区内の分断・孤立や土砂災害による救助案件が生じたことを振り返り、次回以降の風水害時に適時に適切な住民の避難行動を促すための検討が必要であると考ええる。

謝辞：本報告に係る資料収集、現地調査にあたり宮古市消防団本団付分団長 田中和七氏にご協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考資料：

宮古市：令和元年東日本台風の接近にともう対応について（第1・9・13・49報）

(以上 文責 岩手大学 熊谷誠)

2.4.3 田野畑村の避難対応について

田野畑村では、2019 年台風第 19 号（Hagibis）の接近にともない、10 月 11 日から 13 日にかけて、海沿いの地域で大雨が降った。田野畑村で管理する雨量計 6 箇所のうち、海に近い 4 箇所で、総雨量 400 mm を越え、特に西和野局では 450 mm を越える雨量を観測している。大雨に伴い、島の沢の集落の浸水被害、浜岩泉の村道の道路陥没、明戸の土砂災害、などの被害が出ている。道路陥没部では、夜間に走行中に車ごと落下して岩泉町内に住んでいた男性が死亡している。

田野畑村では 10 月 12 日に、避難場所までの移動が困難な住民のために避難バスを運行し、住民の早めの避難を促した。岩手県内で行われた避難誘導の一例として、住民の避難誘導について、田野畑村役場の総務課に聞き取り調査を行った結果を報告する。

田野畑村では、アズビィ楽習センター（図 2.4.7(a)）と体育館など主な避難所と防災施設を村の中心地に集約している。特に、田野畑高校跡地には、防災センター（図 2.4.7(b)）、宮古消防署田野畑分署、備蓄倉庫（図 2.4.7(c)）、ヘリポート（図 2.4.7(d)）を併設しており、田野畑村の防災の拠点となっている。ヘリポートは、自衛隊や海上保安庁のヘリコプターも発着できる。将来的には、現在建設中の道の駅たのはたの施設とともに、近隣の防災体積の拠点として役立てる予定である。海上保安庁のジェット燃料（図 2.4.7(e)）も保管しており、田野畑村での燃料補給が可能になったことで、岩手県北から八戸周辺での活動時間が延びた。海上保安庁のヘリコプターの基地がある気仙沼から田野畑村までは、片道 1 時間、燃料補給が無ければ活動時間は 30 分である。田野畑村から県の防災ヘリの基地である花巻空港までは 30 分で、今までは、燃料補給のために花巻空港に行くこともあった。備蓄倉庫には、村中から集まった避難者が数日間生活するための寝具や食料、日用品などを準備している。寝具は、以前、中学校の寄宿舎があったときのもので、2011 年の東日本大震災の時には、最大約 600 人の避難者が生活した。水と食料は 5 日分を目安に備蓄しており、毎年補充している。このように、田野畑村では、避難所や防災施設を集約することで、設備を充実させることができる一方で、避難所から遠い集落の住民が避難するためには、自家用車などの交通手段が必要となる。避難所周辺には、自家用車を駐車する十分な広さがある。

台風 19 号の大雨の際、避難所までの交通手段のない住民の避難誘導のために、田野畑村では、バスの配車を行った。災害時の避難誘導にバスを使ったのは初めてだったが、毎年、津波と土砂災害の避難訓練を行う際にバスを使用している。避難行動とバスの運行については、避難訓練を通じて住民になじみのある行動だったと考えられる。バス（図 2.4.7(f)）は、普段は村民バスとスクールバスとして 6 地区の児童生徒を学校や学童に運んでおり、東日本交通株式会社が管理している。訓練では、津波と土砂災害の危険があるという設定で、住民に高台など安全な一時避難場所に避難してもらう。避難場所に集合した住民を、村の中心地で行う全体訓練の会場まで、バスで運んでいる。2019 年の避難訓練は、9 月 29 日に行われ、700 人～800 人の住民が参加した。各地区の避難場所に集まった住民を、バスで避難訓練の主会場であるアズビィホールに運んだ。バスのコースは、いち早く危険な場所を離れ

て内陸の道路を通るコースを設定している。

11日から13日にかけての、気象情報と田野畑村の対応について、表2.4.4に示す。台風第19号が近づいてきたとき、事前の気象情報により、12日夜から13日未明に大雨による災害の警戒レベルが4から5の状態になることが予測された。住民の安全を守るためには、明るい時間帯に避難を完了する必要があるため、村では、11日17時の全職員対策会議で、翌日以降の避難対応が必要なことなどを伝え、バス8台を手配した。バス会社からは、夕方18時以降は危険な状況が予測されるため、運転は避けたいという意見が出された。

12日の、11:10、11:40、14:00に避難バスの配車について防災無線で連絡をした。それに先立って各地区の区長には、避難誘導と集合場所となる公民館の開錠を依頼した。これを受けて、区長、民生委員などが、住民への避難の呼び掛けを行った。バスは、12日の13時と15時の二回、村内6地区から住民を避難所に運んだ。

気象情報と田野畑村の警戒レベルを見くравると、気象の状況よりも早めに村の警戒レベルが上がっていて、田野畑村役場が住民の早めの避難を促そうとしたことがわかる。一方で、実際には避難者数は暗くなってからも増え続け、13日1:15に最大となり、51世帯79名であった。雨が強くなり、暗くなってからの避難が行われており、早めの避難行動をとってもらうための対策が必要である。

謝辞

田野畑村の避難対応について、総務課に協力いただいた。ここに記し謝意を表す。

表 2.4.4 台風第19号接近時の田野畑村の避難に関する対応について

日	時間	気象庁発表の気象情報	田野畑村の対応(避難関係)
11日			12日の日中に住民を避難させるための準備を行う (バス会社、福祉避難所への予告、運航手配・調整など)
12日	11:10 11:40		避難誘導バスの運行情報を防災無線で知らせる
	12:00		避難準備・高齢者等避難開始の発令(警戒レベル3) アズビィ楽習センター避難所と福祉避難所2箇所を開設
	13:00		第一便のバスが各地区を出発
	14:00		避難誘導バスの運行情報を防災無線で知らせる
	15:00		第二便のバスが各地区を出発
	15:30		避難勧告の発令(警戒レベル4)
	19:46	大雨警報発表 (警戒レベル3相当)	
	21:20	土砂災害警戒情報発表 (警戒レベル4相当)	避難指示(緊急)の発令(警戒レベル4)
13日	0:40	大雨特別警報発表 (警戒レベル5相当)	
	0:43		大雨特別警報を受け、命を守るための最善の行動を呼びかけ
	2:58		被害発生を受け、不要不急の外出を控えて安全な場所への避難を呼びかけ



(a) アズビィ楽習センター



(b) 田野畑村中央防災センター



(c) 備蓄倉庫



(d) ヘリポート



(e) ジェット燃料



(f) 避難に使われたバス(定員 29 人)

図 2.4.7 田野畑村の防災関連施設

(以上 文責 岩手大学 松林由里子)

2.2.4 2017 年釜石火災跡地における豪雨による被害

釜石市平田では、2017 年 5 月に焼損面積が 413ha に達する大規模な林野火災が生じた。元々大規模な林野火災が多い岩手県であるが、平成以降最大の林野火災事例となった¹⁾。図 2.4.8 は釜石火災の焼損域である。リアス式海岸の複雑な地形を有し、最低標高は 0m、最高標高は鷹巣山の 342m である。

火災跡地では 2017 年より釜石地方森林組合が中心となって復旧事業が進められた。復旧事業は主に針葉樹林域を対象とした伐採と植林であり、それに伴う作業道の開設、地拵えやシカ防護網の設置等が進められ、計画では 2020 年度を最終年度として事業完了となる予定であった。図 2.4.9 は 2018 年 3 月における伐採後の焼損域であり、鷹巣山東部から小松浜にかけての沢流域である。当該領域は最も焼損度が高かったことから、優先的に伐採が進められた。

令和元年台風 19 号について、図 2.4.10 に AMeDAS 釜石観測所における降水量変化を示す。12 日 0 時から 13 日 24 時までの累積雨量は 317.5mm であり、そのほとんどが 12 日 20 時から 13 日 4 時までの約 8 時間の間に集中的に生じた結果、3 時間降水量 147.5mm と 6 時間降水量 230.0mm は観測史上最大を記録した³⁾。このように短時間に集中的な豪雨が生じるのは台風 19 号事例における岩手県沿岸域に共通した特徴で、普代観測所や小本観測所でも同様の傾向がみられた。

この台風 19 号に伴う豪雨により林野火災後の復旧作業に深刻な被害があった。焼損域はリアス式海岸で複雑な地形をしており、領域内の様々な場所で土砂崩れが生じていた。また、図 2.4.11 に示すように伐採後の木々が流木となり沢に集積された箇所が領域内で多く見られた。これらの土砂崩れや流木によって、特に被害を受け



図 2.4.8 釜石火災焼損域



図 2.4.9 伐採後の焼損域

(2018 年 3 月撮影)

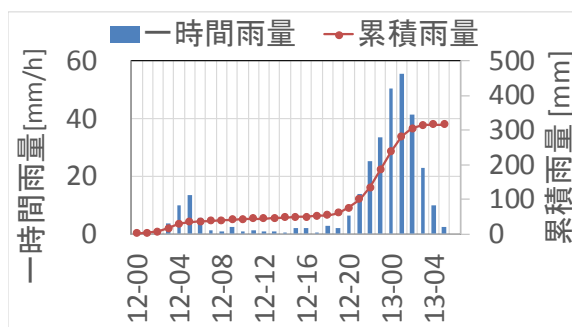


図 2.4.10 AMeDAS 釜石観測所における降水量²⁾

たのは作業道とシカ防護網であり、図 2.4.11 に示した沢でも作業道とシカ防護網が流されている。図 2.4.12 は作業道が崩れた箇所であり、豪雨によって生じた表流水が作業道に集積したことにより崩れたものと考えられ、作業道の崩壊や上部の斜面崩壊によってシカ防護網も崩れていた。別の箇所では、集積した表流水によって浸食が生じている作業道も見られた。豪雨前は焼損領域内を広域に作業道が整備されていたが、多くの経路で崩壊が生じたため、現在は限られた経路のみが利用可能な状態となっている。

釜石地方森林組合への聞き取りによると、釜石市内の他の森林と比較しても被害が特に大きく、豪雨前では 200ha 程の植林が完了していたが、その 3 割程が影響を受けたため、復旧事業も当初予定の 2020 年度からの延長が決まったとのことだった。



図 2.4.11 伐採地における流木被害



図 2.4.12 崩落した作業道

謝辞: 本稿の作成にあたり、釜石地方森林組合にご協力頂いた。ここに記して謝意を表す。

引用文献

- 1) 峠嘉哉, Grace Puyang Emang, 風間聡, 高橋幸男, 佐々木健介: 2017 年東北山林火災における岩手県釜石市・宮城県栗原市の被害概要, 自然災害科学, 36(4), 361-370, 2018.
- 2) 気象庁: 過去の気象データ検索
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>
- 3) 気象庁: 台風第 19 号による大雨、暴風等(令和元年 10 月 10 日～10 月 13 日),
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/jyun_sokuji20191010-1013.pdf

(以上 文責 東北大学 峠嘉哉・風間聡)

第3章 宮城県

3.1 全体概要

令和元年台風第19号は日本各地に被害を出し、宮城県では国管理河川1か所、県管理河川18河川36か所において破堤した。図3.1.1に破堤した河川と地点を示す。県全体では死者19人と行方不明者2名、住宅として全壊170棟、床上浸水3,031棟が被害を受けた。犠牲者と建物被害は南部の阿武隈川流域に集中しており、洪水、土石流、斜面崩壊による。降雨は丸森町筆甫において累積雨量594mm、大内で612mmと丸森町南部山岳域において約600mmを記録した。国交省の水位観測では阿武隈川丸森地点と名取川名取橋地点で観測史上最高の水位を記録した。阿武隈川岩沼地点は同6位、名取川広瀬橋地点では3位である。宮城県の洪水は丸森町に代表される山地河川洪水と、北部に見られる平地河川洪水に分けることができる。

宮城県南部では、観測史上最大の降雨によって丸森町を中心に土石流を含む甚大な被害が生じた。丸森町中心部は内水によって長期間浸水し、役場が機能せず、大きくマスコミで取り上げられた。町内の内川、新川、五福谷川の18地点で破堤し、これは宮城県破堤の約半分を占めた。土石流による河道埋没や流木による閉塞によって上流で越流、溢流した洪水水が、内水水位を上昇させた後、堤内地側から破堤する現象が多く見られた。

一方、北部の洪水氾濫の様相は南部とは異なる。記録的な豪雨であったが、河道が土砂で埋没するような現象は生じていない。吉田川や渋井川は河道掘削や堤防強化の計画中であったが、強化以前に破堤が生じた。吉田川破堤地点の粕川地区では避難が理想的に実施され、犠牲者をゼロにしたことは特筆すべきである。他の破堤地点の多くは水田域に氾濫しており、家屋被害は多くない。一方、鹿島台地区や伊豆沼周辺の低地では、長期間の浸水が生じた。ポンプ場の排水能力を大きく超えた冠水量のため、排水に大きな時間がかかった。

図3.1.2に比較のため、平成27年台風第18号の破堤地点を示す。渋井川が破堤し、古川市街が広く浸水した。県内では県管理区間11河川23か所が破堤し、床上浸水は138棟であった。迫川水系において2名が自動車運転中に亡くなっている。この年の洪水は関東と同様に線状降雨帯が本川に沿って豪雨をもたらし、北部に破堤地点が集中した。植生による流積不足の河川において多く破堤した。令和元年台風第19号では、河道内の問題は顕著でなく、浸透や越流によって破堤した。渋井川、名蓋川、見洗川、小西川は平成27年と令和元年ともに破堤している。渋井川については平成27年に左岸3地点、令和元年に右岸1地点が破堤した。名蓋川は、別の位置であるが、ともに3地点破堤しており、脆弱な堤防であるといえる。破堤した河川において速やかな全区間の堤防整備が望まれるが、今後の治水については3.6について考察する。

宮城県 令和元年台風第19号 被害状況

- 死者:19人, 行方不明者:2名
- 住宅被害:全壊170棟, 床上浸水3,031棟
- 堤防決壊: 県18河川36箇所 国1河川1箇所



渋井川破堤: H27
左岸。R1右岸



内川破堤: 阿武隈
川支川。計18箇所



吉田川破堤: 土地の関係で
特殊堤。堤防高さが低い。
河道もやや狭窄

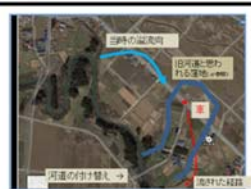
図 3.1.1 令和元年台風第19号の破堤地点と主な被害

宮城県 平成27年台風第18号 被害状況

- 死者:2人, 行方不明者:0名
- 住宅被害:全壊2棟, 床上浸水138棟
- 堤防決壊: 県11河川23箇所



渋井川破堤: 左岸。



三迫川: 旧河道への
溢水。車が流され1名
亡くなる



吉田川三川合流部浸水:
都市中心部が浸水。役所、警
察署などが浸る
この後、この地域に遊水地計
画が持ち上がる

図 3.1.2 平成27年台風第18号の破堤地点と主な被害

3.2 北上川水系下流域

ここでは北上川下流の破堤として、熊谷川、荒川、照越川、瀬峰川、石貝川の破堤の状況を説明する。その後に共通する問題について考察を行う。

3.2.1 熊谷川（くまやがわ）

北上川水系落堀川支流であり、昭和34年から37年に改修が行われた。延長5.85kmであり、東北新幹線くりこま高原駅近くを流れる（図3.2.1）。水源は築館丘陵地で勾配が緩く、流域面積は小さい。用排水が多く、流域変更が多い。氾濫水は水田に拡散されており、家屋浸水は特にみられない（写真3.2.1）。堤防高さは0.5mほどで用水路のようである（写真3.2.2、3.2.3）。破堤箇所は支川との合流後の曲線部かつ狭窄部である。遠心力による越流が生じ、破堤したものと考えられる。破堤地点から上流下流の両岸からの越流跡がみられ、長い時間の越水が想像できる。破堤部に落堀が形成されている。橋梁はおおよそ無事であり、極端な流速、浸食の発生はなかったと考えられる。翌日にはおおよそ排水されており、本氾濫域が遊水地の機能を示した。



図 3.2.1 熊谷川の破堤地点の周辺地図



写真 3.2.1 熊谷川破堤地点空中写真



写真 3.2.2 熊谷川破堤地点



写真 3.2.3 熊谷川破堤地点から上流

3.2.2 荒川

北上川水系迫川支流であり，指定区間延長 16 km，流域面積 105km²を持つ。下流に伊豆沼がある。熊谷川同様，丘陵地帯から流出しており，勾配は緩い。一方，いくつかの支川が合流している。地盤が軟弱なため，県単河川局部改良事業が行われている最中であった。右岸の兼用堤区間のかさ上げ対策がされている。破堤上下流では，大きな圧力による道路表面のうねりが見られ，護岸が欠落している。左岸側は上流から下流にかけて越流跡がみられる。破堤箇所は排水樋門地点である（図 3.2.2）。上流に水位観測地点が破堤地点から 7km 弱のところの澤田橋にある。築館の雨量は累加で 187mm であった。水位上昇速度は 3m/4h ほどの

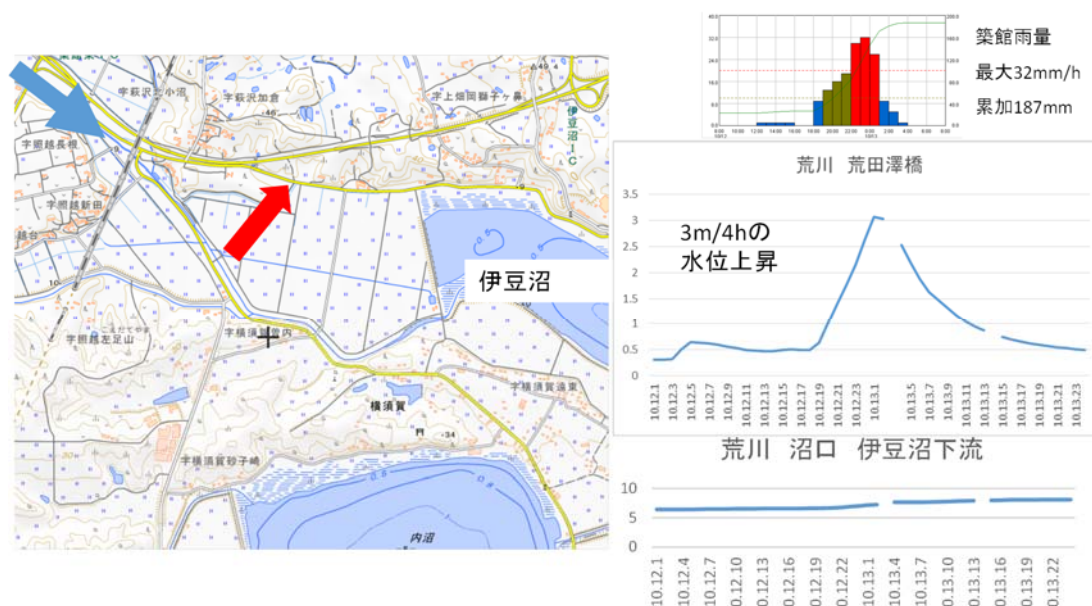


図 3.2.2 荒川周辺地図と築館雨量図と澤田橋と沼口の水位図



写真 3.2.4 荒川破堤地点と空中写真

である。氾濫水は全て伊豆沼干拓地域の水田に流入しており，破堤による家屋浸水はない（写真 3.2.4）。下流の沼口の水位計によると，2m/12h の水位上昇側で穏やかに上昇しており，旧伊豆沼湖畔を含めた伊豆沼周辺地域が下流の緩衝地域となっていることがわかる。

3.2.3 照越川

荒川の支川であり，指定区間延長 5.0km を持つ．令和 2 年まで河道掘削・築堤等の事業（L=2.8km）が実施されている．昭和 61 年，平成 21 年と 25 年にも破堤している．荒川同様，築館丘陵を水源としており，勾配は緩い（図 3.2.3）．掘り込み河道の様相を持ち，堤高は 0.5m ほどである．両岸に越流痕がある．河道内に一部植生があるが，特にひどい繁茂でなく，よく整備されている．左岸側から広く越流し，畦を壊している．破堤地点は山付きの蛇行部かつ狭窄の様相である（写真 3.2.5）．左岸 2 か所の破堤が生じており，氾濫流は水田に拡散している．住宅の浸水は周辺では見られていない．畦を壊している様子から，相当の流速がうかがえる．



図 3.2.3 照越川破堤破堤地点



写真 3.2.5 照越川 空中写真



図 3.2.4 左:瀬峰川破堤周辺図 上:破堤地点写真 右:空中写真

3.2.4 瀬峰川

指定区間延長 9.0km を持ち、水田の中を流れる用水路のようである。上流側の流路長はあるが、流域は狭く、大きくない。勾配は緩い。河床から天端まで 2m ほどであるが、水田からは 0.3m ほどの畦のような堤防である。瀬峰川は水位周知河川であるが、この氾濫域の浸水想定図は作成されていない。破堤は曲線部を抜けた地点であり、下流側に堰がある。上流側は断続的に越水した跡が認められる。氾濫は全て広い水田地帯に拡散しており、家屋浸水はない（図 3.2.4）。

3.2.5 石貝川

北上川水系南沢川支流で延長 1.8km である。高津森（418m）が水源と思われ、急流といえる。大沢、持田沢、杉の下沢が合流する。破堤地点は屈曲地点であり、樋門があった箇所にみえる（図 3.2.5）。直上流側の河道は連続して直角で曲がっており、上下流両岸で連続的に越水がみられる。掘込河道の様相であり、津山中学校前の橋梁では流木などによる閉塞がみられている。国道 45 号線橋脚部による堰上げ生じたと考えられる。すぐ下流で合流する南沢川の洪水浸水想定区域図は作成されているが、その支川では作成されていない。氾濫水は水田域に広がり、破堤による家屋浸水は認められない。

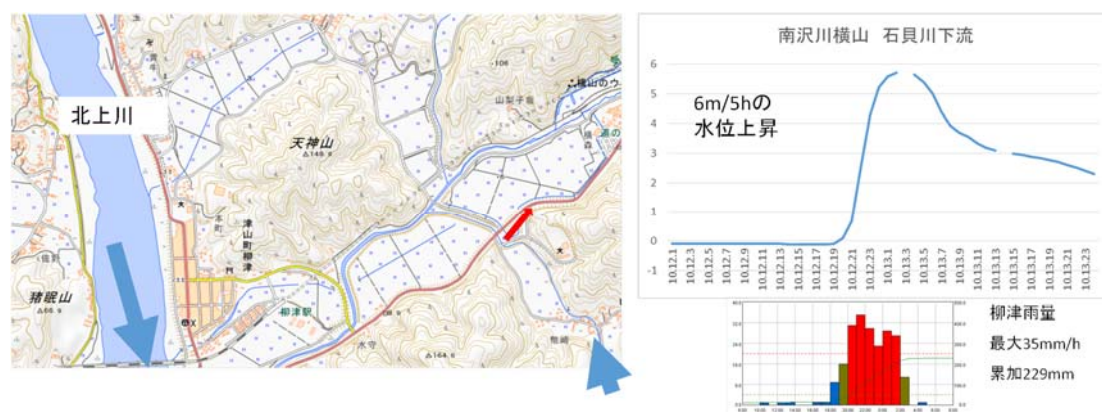


図 3.2.5 石貝川破堤周辺図と横山地点水位図, 柳津雨量図

(以上 文責 東北大学 風間聡)

3.6 宮城県北部中小河川管理の問題

平成 27 年関東・東北豪雨時には、破堤した中小河川のいくつか（芋塚川、名蓋川、渋井川など）は河川整備の遅れが原因とされたが、吉田川を除く今次洪水における破堤河川は、護岸もあり、堤防本体、天端も大きな問題はなかった。破堤による氾濫水は家屋浸水を伴っておらず、渋井川や丸森地区の洪水氾濫などとは趣を異にする。水田は収穫後であり、生産被害も大きくはない。一方、野菜や果樹など商品作物の被害が一部認められている。県の治水予算は限られており、土地利用規制（災害危険区域や河川保全区域、地役権など）によって氾濫水を上流で引き受ける方策も必要である。特に北部河川は広い耕作地を持つとともに、傾斜が緩いため、田んぼダムやため池などの利水施設の積極的な活用が望まれる。流域全体でみた治水の在り方を論じることが望まれる。圃場整備に従い、ポンプ場に頼った排水が見られるが、極端な冠水量の場合には自然流下の排水が有効である。樋門樋管の統廃合も含めて、中小河川ならびに排水路の計画を立てるべきである。一方、南部のような山岳河川では、今後も極端な降雨が危惧され、砂防や移転も含めた総合治水のような観点が必要である。

高齢化、少子化、人口減に対応した治水を考える時期にきている。下流の都市住民による上流の耕作域（または耕作放棄地）や森林管理の支援や、堤防・河道管理の簡素化、道路や公園などの機能を持つ共用堤、民間への堤防使用許可などを総合的に考える時期である。地方の中小河川には、国直轄河川の発想とは異なる視点の治水が今後望まれる。

（以上 文責 東北大学 風間聡）

3.3 鳴瀬川水系

3.3.1 吉田川

(1) 概要

吉田川は一級水系鳴瀬川（幹川流路延長 89km，流域面積 1,130km²）の最大の支川で，幹川延長 53km，流域面積 350km²を持つ。

今次洪水では，吉田川の中流域を中心として大きな浸水と被災が生じた。吉田川の浸水面積は，国土交通省によると約 5,700ha であった。その大きな要因としては，吉田川左岸 20.9km 地点（大郷町粕川）における堤防の決壊が挙げられるが，それ以外にも複数の箇所では堤防の越水などが発生していた。以下には，この堤防決壊地点から下流側における浸水状況の調査結果について示す。

(2) 現地の状況

対象としたのは，宮城県の中程を流れる鳴瀬川水系の吉田川の中流部左岸と，高城川水系鶴田川の右岸に挟まれる地域である。吉田川は，一級河川鳴瀬川の支川で 53km の幹線延長を持つ。最下流部では本川の鳴瀬川と背割堤を挟んで並行して流れている。鶴田川は，吉田川が鳴瀬川と近接する直前付近にある旧品井沼の区域を流れた後，サイフォンにより吉田川の下を潜る河川である。

図 3.3.1 は，上記の旧品井沼付近を含む，本報の対象地域よりやや広域に範囲を取って，この地域付近での標高分布で地形を示したものである。本報での対象域は，この図のうち左側のおよそ 1/3 程度の範囲なのである。品井沼は，江戸時代から干拓の計画及び工事が行われてきたところである。最終的に干拓が完了したのは，昭和の後期である。また大正の後期から昭和の初期には，品井沼の流域を鳴瀬川・吉田川の流域から分離して治水上の問題を軽減するための事業が実施された。これが幡谷（吉田川）サイフォンの建設である。またこの頃に並行して，鳴瀬川と吉田川の下流部の背割堤も建設された。

図 3.3.1 に示した地形的な特徴として，この領域は河口から 10km 以上離れているにもかかわらず，標高が 0m から数 m ほどしか無い低平地であるということが挙げられる。これは，上述のように品井沼の干拓地であることの結果といえるものである。今時洪水では，図のようにこの低平地区域の最上流となる地点で決壊し，河川からの洪水流が堤内地に流入したことになる。

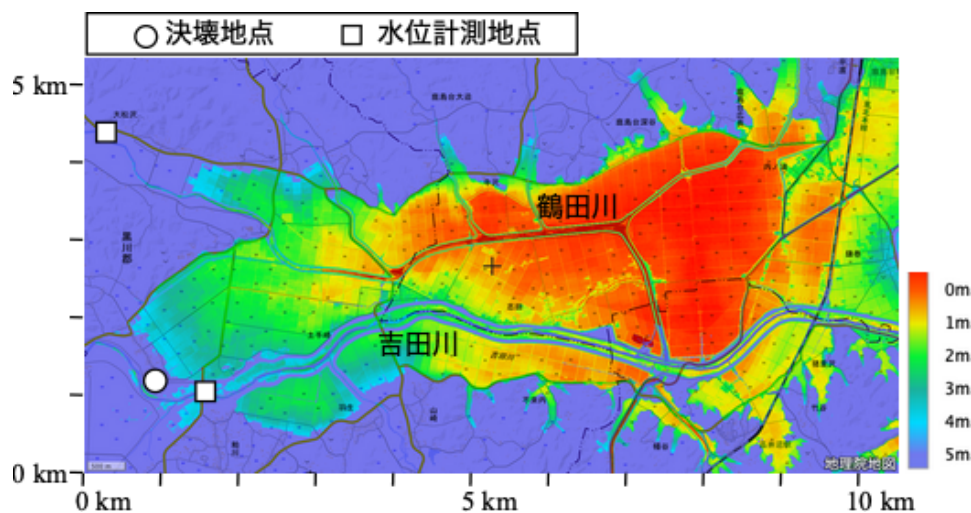


図 3.3.1 吉田川および鶴田川の近傍における地形（標高）分布

(3) 調査方法

現地踏査は2019年10月14日、16日および23、24日に実施した。踏査は、堤防決壊が生じた粕川地区周辺および吉田川および鶴田川に沿った浸水区域において実施した。図3.3.1中に丸印で吉田川の堤防決壊地点を示した。この破堤部から多くの洪水が流出し、堤内地での浸水をもたらした。

(4) 調査結果

写真3.3.1に踏査時の決壊部の状況を示す。国土交通省がすでに応急復旧を開始していたが、破堤部についてはまだ開放されていた状態であった。写真3.3.2は10月16日に観察した堤防の決壊部の状況である。この地点付近は弱い蛇行がある河道であるため、川面側には堤防法面に護岸が施されていた。その内側には浸水を防ぐための遮水シートも施されていた(写真3.3.2左)。また写真3.3.2の右に見られるように、過去の堤防の施工段階にしたがって生じたと思われる層状の構造が見られたが、いずれも材料としては十分なものであったと考えられる。

国土交通省が設置していた河川監視カメラ(破堤地点の直下流に設置されていた)によると、10月13日の午前6時には越水していたということが判明している(越水開始時刻は不明)。また、当該地点の堤防高が11.18mであったのに対して、水位は最大11.58mまで上昇していたと推定されている。なお、この決壊部の約600m下流に水位観測所(粕川地点)があり、その地点での計画高水位が8.32mであるのに対し、今次洪水での最高水位は9.92mと既往最高の水位を記録した。この地点だけではなく、鳴瀬川流域にある17観測所のうち、9観測所で観測史上一位の水位を記録していた。また吉田川ではほぼ全地点で計画高水位を超過していた。



写真 3.3.1 堤防決壊地点(10月14日)の状況



写真 3.3.2 損壊した堤防の状況(左:護岸したの遮水シート, 右:層状の土質状況)

写真 3.3.3 は、破堤地点を含む地区での状況を撮影したものである。写真にあるような洪水発生時にどのような対応を住民が取っているのかを示した旗が使われていた。吉田川は水害が多発してきた流域であるため、治水に対する意識、関心が非常に高いことが、踏査時に伺った方々の話からもよく分かる。特に昭和 61（1986）年 8 月の洪水後には、吉田川の中流部を中心とした地域で、「水害に強いまちづくり事業」が行われてきていた。これは全国的に見ても先進的な取り組みであり、注目を集めてきた事業である。そのような経緯も含め、住民の水害に対する「リテラシー」が高かったため、今次洪水でも死者が出なかったという結果につながっていると評価される。



写真 3.3.3 中粕川地区における水害の際の対応例

決壊地点よりも下流側における浸水状況について、以下に述べる。図 2 の吉田川左岸に黒四角印の地点には、この地域で生じた過去の大水害の一つである、昭和 61 年 8 月の洪水浸水水位の標識が、国土交通省により設置されている。この浸水深は道路地盤から約 2m であった。これに対して、今時洪水の浸水深は、踏査時の痕跡から 1.5m 乃至 1.7m であった。決壊地点が、両洪水では異なるので単純な比較をするわけにはいかないが、今時洪水の方が、この付近では浸水位が低かったようである。また、踏査時に近隣住民から聞き込みを行ったところ、昭和 61 年洪水の際には、住居内に泥が大量に流れ込んだことが洪水後の処理として大変であったという話があった。これに対して今時洪水では、洪水の流れが北寄りの区域を流れていたため、この付近での浸水は主に内水によるもので、住居への泥の流入は少なかったという話を得た。この状況は、以下に述べる本踏査結果からも推測されたことと整合する。

図 3.3.2 の赤四角で示した前川排水機場とこの周囲において、洪水後の踏査状況から特徴があったので加えて記す。吉田川と鶴田川（2 級河川高城川水系）が最も接近している場所付近に、前川排水機場があり、内水の排除を行っている。決壊地点から流出した吉田川の河川水は、地形の勾配に概ね従って、鶴田川の新堀川との合流点直上流の右岸側の際まで流下したと考えられる。これについては現場での柵などの倒伏状況から推測されうる。その水が、排水機場に向かう水路沿いに流れた様子が、踏査から見られた。しかし、この洪水の流量は、排水容量を超過したものであったため、排水機場から溢水し、下流側の地区へと流下していったのではないかと推定される。排水機場におけるこの状況は、写真 3.3.5 において柵の倒壊方向から考慮することができる。写真 3.3.5 左では柵が中央奥より撮影されており、倒伏角度が小さいためやや判別しにくい。写真 3.3.5 右と同様、柵で囲まれた内側（排水機場側）から外側へ倒伏している。これらのことから、図 3.3.2 中の赤矢印で示したような水の流れで、ここよりさらに下流側へと浸水が広がっていったと考えられる。

なお、これ以外にこの地域では吉田川の北側を概ね平行に流れている鶴田川でも、堤防の越水も生じている。図 3.3.2 の範囲では、赤い星印の箇所が、本調査で見られた堤防の越水痕跡の箇所である。この範囲では、吉田川には越水箇所はなかったようだが、鶴田川には複数存在していた。鶴田川が新堀川と合流した直下流の湾曲部でも、越水したと思われる様子が観察された。ここからも、この下流の志田谷地地区に流入したと考えられる。しかし、流量としては、決壊部からの越流水の方がはるかに多いと考えられるため、浸水に対する影響は大きいものだと考えにくい。

志田谷地地区は、旧品井沼の干拓地にあたり、地図上より分かるように相対的に標高が低い事に加え、吉田川および鶴田川に囲まれる地形となっているため、浸水した際には水が非常に抜けにくい。図 3.3.2 に示したように、浸水深の痕跡も 3m に達していた。昭和 61 年の洪水後にもこの地区の排水に日数を要していたが、今回についても類似した状況となっていた。国土交通省では、その対応として、写真 3.3.6 に示したように吉田川の堤防へポンプ車を配置し排水を行った。また堤防に設けられている側帯を避難場所として活用された。このような整備は、昭和 61 年洪水を契機に開始した「水害に強いまちづくり事業」の中で行われてきたものであり、「新たな水害に強いまちづくりプロジェクト」として本水害を受けて改めて実施される動きがなされている。

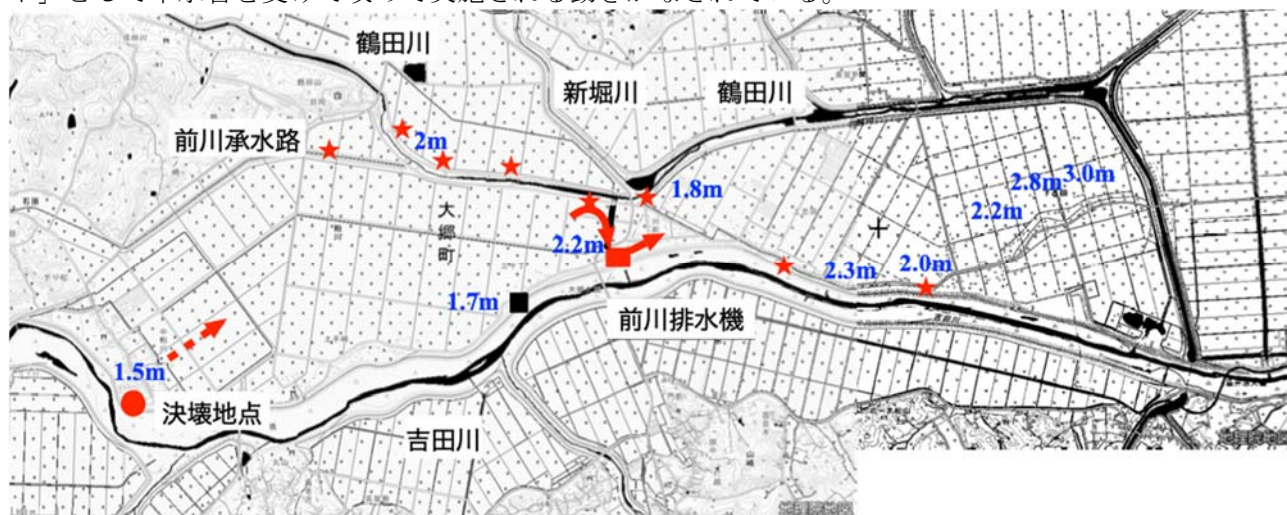


図 3.3.2 粕川、志田谷地地区における踏査範囲での洪水・浸水状況
(青文字は浸水深、赤星印は本調査で確認した堤防越水地点、赤矢印は想定される洪水流の方向)



写真 3.3.4 粕川地区内の昭和 61 年洪水水位(浸水深約 2.0m)と今次洪水の浸水痕跡(浸水深約 1.7m)



写真 3.3.5 前川排水機場の周囲



写真 3.3.6 吉田川堤防上からのポンプによる志田谷地地区の排水作業(左)

写真 3.3.7 吉田川堤防の側帯上に設けられた農機具なども含めた避難所(右)

3.3.2 渋井川

(1) 概要

渋井川は一級水系鳴瀬川の二次支川で、河川延長 15.6km、流域面積 18.55km²を持つ。鳴瀬川の一次支川である多田川の左岸 3.5km に合流をしている。渋井川では平成 27（2015）年の洪水のときにも堤防の決壊が生じた。このときには多田川との合流点から 1.5km 以下の範囲の左岸において 3箇所が決壊が発生した。今次洪水では、合流点から約 650m 上流の右岸で決壊した。

(2) 調査方法

現地踏査は 2019 年 10 月 14 日、および 11 月 2 日に実施した。踏査は、堤防決壊地点およびその周辺で行った。図 3.3.3 中に四角印で堤防決壊地点、三角印で越水地点を示す。

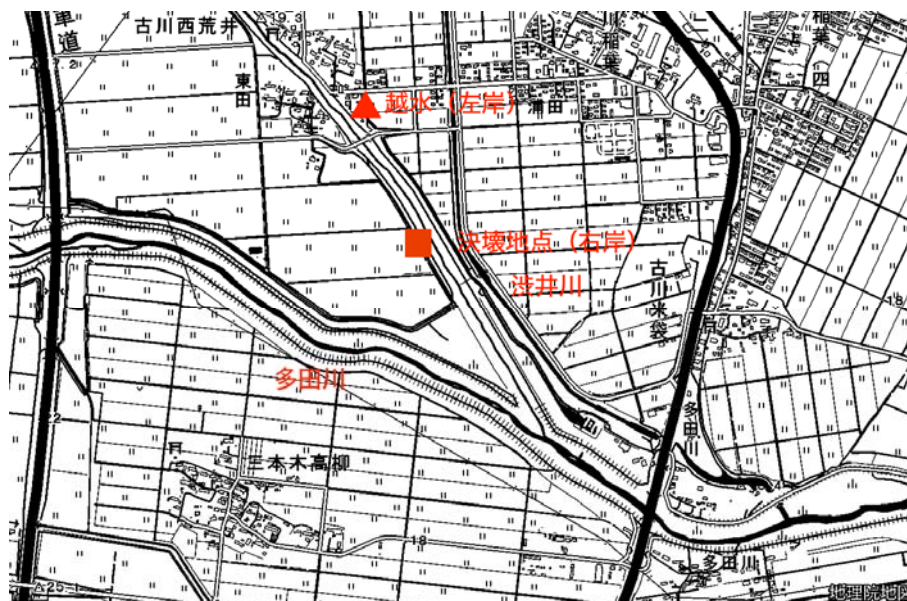


図 3.3.3 決壊部周辺の多田川および渋井川の地図

(3) 調査結果

写真 3.3.8 は、10 月 14 日の破堤部の状況である。写真の右手側が堤内地、左手側が渋井川である。植生の倒伏する方向が堤外をむいているのが特徴的と思われるが、これは河川の水位が低下した後、堤内で湛水していた水が堤外へ流出した痕跡であると推測される。写真 3.3.9 は、破堤部の断面（上流側）を撮影したものである。堤防高としては約 1.8m であった。写真 3.3.10 は、決壊地点より数百 m 上流の左岸で生じた越水部である。越水ではあったが、天端が数十 cm 洗掘されており、この地点における決壊の可能性もあったことが示唆される。

図 3.3.4 に、決壊地点周辺の浸水深の測定結果を示す。決壊地点周辺は農地が多いため、痕跡から測定ができたのは集落内であった。概ね 1m 強の浸水深であった。また写真 3.3.10 は、図 3.3.4 で浸水深 1.7m と標記がある南側の民家の様子であるが、小型船舶が備えられていた。常時からの備えであるのかなどについては聞き取りを行えなかったが、洪水の多発地域であることに対する構えがされていることが示唆されるものと受け取れるものである。

図 3.3.5 は、水が完全に引いた後の 11 月 2 日に、決壊部周辺で踏査を実施した結果を示した。決壊幅は、応急復旧された状況から、約 50m であると推定した。堤防に隣接している農道の顕著な洗掘は、約 20m の幅で生じていた。そのさらに内側の農地では、作物の倒伏あるいは土砂の洗掘や堆積状況から決壊時に大きな水流が見られた範囲を概略的に痕跡から示した。



写真 3.3.8(左) 破堤部を上流側堤体上から眺める(10月14日正午過ぎ)



写真 3.3.9(右) 破堤部の断面



写真 3.3.10(左) 越流部における応急復旧(10月14日)



写真 3.3.11(右) 破堤部上流の右岸側民家に備えられた小型船舶

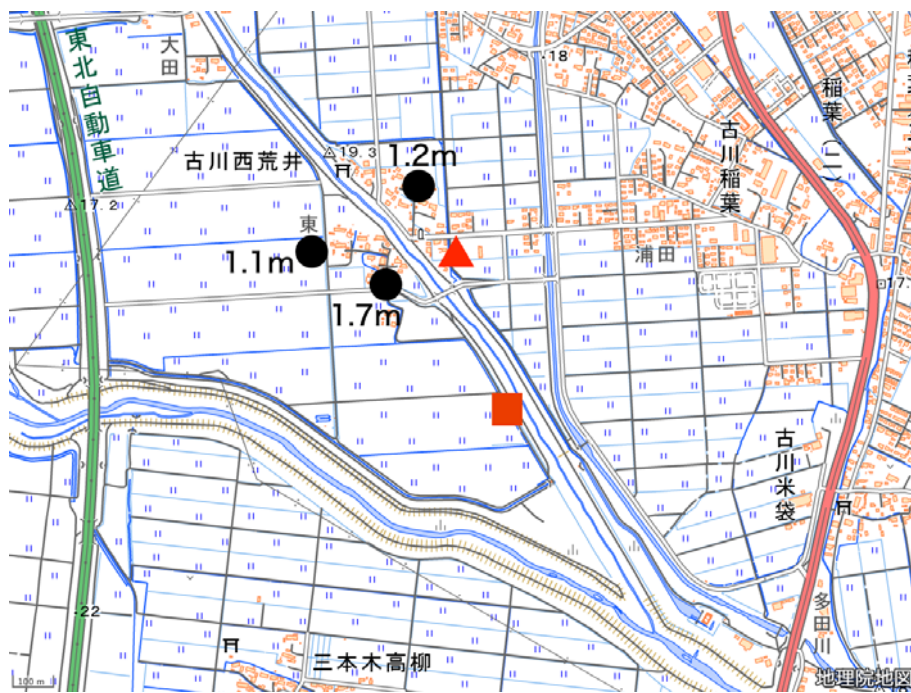


図 3.3.4 痕跡から測定した浸水深

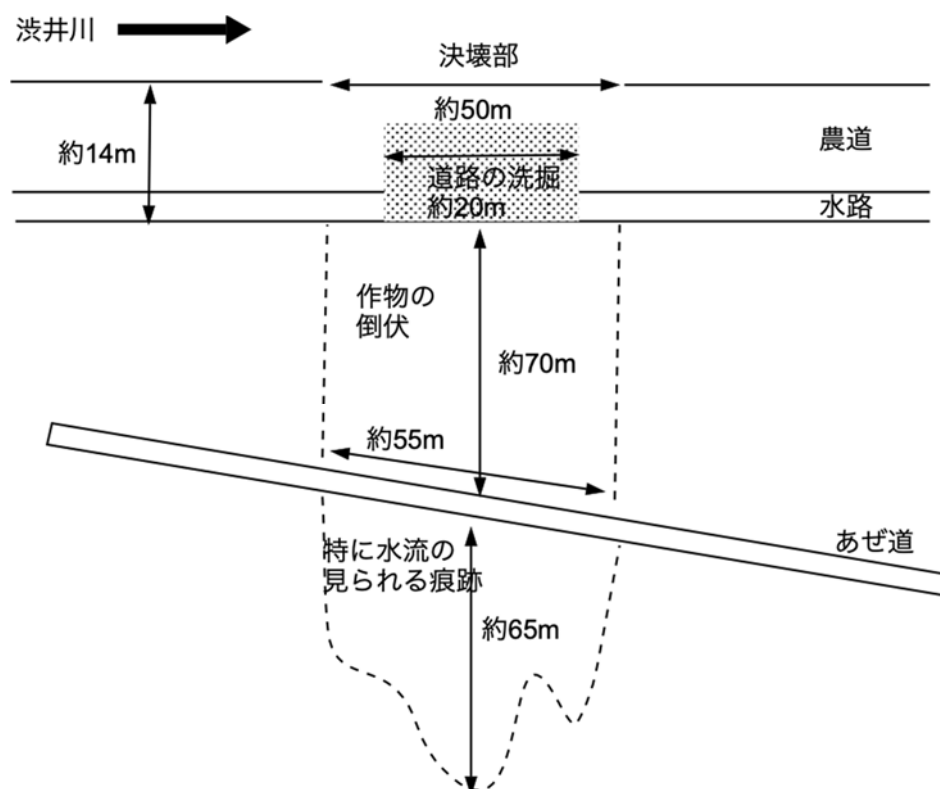


図 3.3.5 決壊部周辺の堤内地における水流等の痕跡



写真 3.3.12(左) 決壊地点の堤内側農地の状況(堤防上より。11月2日)



写真 3.3.13(右) 決壊地点の堤内側農地の状況(農地より。11月2日)

3.3.3 名蓋川

(1) 概要

名蓋川は、一級水系鳴瀬川水系の河川である。大崎市古川矢目地先の多田川右岸 3.0km 付近に合流する流域面積 24.9km²、河川延長 6.65km の一級河川である。流域の大部分は水田である。河川整備計画における計画高水流量としては 90m³/s が設定されている。

台風 19 号では、10 月 13 日未明から水位が上昇し、明け方にピークとなった。名蓋川の最下流部付近での 2 箇所の破堤地点を本調査の対象とした。これ以外にも上流域での破堤情報もあるが、本調査では対象としなかった。図 3.3.6 に名蓋川下流域の地図情報を示す。図 3.3.7 は、名蓋川における洪水時の水位である。



図 3.3.6 名蓋川下流域

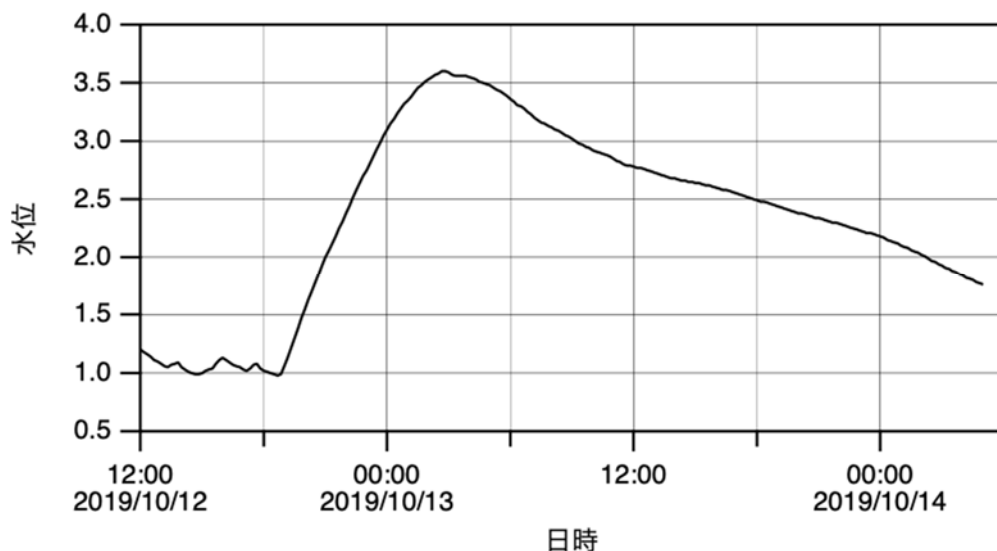


図 3.3.7 名蓋川の水位

(2) 調査内容

本調査は、10月20日に実施した。図3.3.6に示した2箇所の破堤地点の周辺を踏査し、被災状況の把握を行った。

(3) 調査内容

a) 破堤地点1（古川矢目川橋地区，左岸）

本調査時には、写真3.3.14に示すようにすでに堤防の応急復旧がなされていた。写真3.3.14に示すように、破堤箇所の直上流に水の噴出跡とみられる穴があった。このことから、本地点における破堤の原因としては、浸透であろうと推測される。破堤部の幅は、復旧箇所の状態から推定して約15mであった。堤外の護岸から天端までの高さは約2.5mであった。破堤部に隣接する農地への土砂の流出状況を確認したところ、天端上からの直線距離で約60mの距離まで土砂が広がっていた。（写真3.3.16参照）



写真 3.3.14 名蓋川の破堤地点1における10月20日時点の状況(左:堤防上から, 右:対岸の右岸側から)



写真 3.3.15 破堤地点直上流部に見られた噴出跡と考えられる箇所



写真 3.3.16 破堤箇所から堤内農地への土砂の拡がり

本地点では、左岸での破堤に加えて、右岸部での越水も生じた痕跡があった。その状況を写真 3.3.17 に示す。名蓋川に隣接する農地へ顕著な氾の流出があり、水流が生じた範囲が明瞭であったと言える。また、農地と民家の間にあった樹木は倒れ、民家にもたれかかった状態となっていた。

したがって、この地点は兩岸とも被災していることになる。写真 3.3.17 の民家のすぐ裏手側に水路が流れている（写真 3.3.18）。名蓋川とこの水路は、当該地点の 100m 弱下流で合流している（図 3.3.6 参照）。そのことで何らかの影響を持った可能性はあるが明確ではない。なお、名蓋川から越水して流出した洪水は、水路脇の道路との高低差のため、水路へは流入せず、脇の道路から農地へと流出したと推測される（写真 3.3.19）。



写真 3.3.17 破堤地点の左岸への越水痕跡の状況



写真 3.3.18 左岸側民家の裏を流れる水路



写真 3.3.19 名蓋川から水路を見たところ

b) 破堤地点 2 (古川矢目大町地区, 右岸)

本地点についても、本調査地点では写真 3.3.20 に示すようにすでに堤防の応急復旧がなされていた。写真 3.3.21 (左) に示すように、破堤箇所の数 m 上流側で越水した痕跡 (草の倒伏) が見られたことから、この地点については、越水により破堤に至ったのではないかと推測される。破堤幅は、復旧状況からの推測であるが、地点 1 と同程度で約 15m であった。この地点の堤内側は、畑地となっており栽培中であった枝豆の被災が見られた (写真 3.3.22)。

当該地点は、多田川との合流から約 600m であり、やや距離があると言える。一方、観測者の目視では、破堤箇所の直下流と比較すると、天端高さがやや低くなっているように見えた。そのため、この地点で越水が生じたのではないかと推測される。

なお、多田川との合流直上流の左岸 (矢ノ目揚排水機場近く) の堤防において、堤防上の植生の倒伏状態から、幅約 100m に渡って越水が生じていたのではないかとと思われる状態が見られた (写真 3.3.23)。その一方で、写真 3.3.23 の奥側にみられるように、この植生倒伏部の下流側半分とそのさらに下流の堤内地で、藁の流出痕跡があった。これについては、藁の流達状況から、名蓋川の越水によるものではないと考えられる。



写真 3.3.20 名蓋川の破堤地点 1 における 10 月 20 日時点の状況



写真 3.3.21 破堤部の上流側での越水痕跡(左:直上流, 右:破堤の数十 m 上流)



写真 3.3.22(左) 破堤地点 2 の堤内側農地で栽培されていた枝豆の被災



写真 3.3.23(右) 多田川との合流直上流, 左岸の地点(堤防上から下流を見る)

(以上 文責 東北大学 梅田信)

3.3.4 小西川

(1) 概要

本調査は令和元年台風 19 号によって引き起こされた鳴瀬川水系小西川の洪水氾濫の実態を明らかにすることを目的としている。本報は宮城県内に 36 ある決壊箇所の 1 箇所についての報告になるが、調査動機は他の決壊地点から得られる知見と併せて、宮城県管理河川の決壊状況を包括的に理解することである。

小西川は一級河川鳴瀬川水系吉田川の支川であり、黒川郡大和町を流れる河川である(図 3.3.8)。当該河川は平成 27 年 9 月関東東北豪雨の際にも氾濫している¹⁾。本報では 2019 年 10 月 22 日に決壊地点周辺で行った調査結果について記載する。



図 3.3.8 鳴瀬川水系吉田川流域 (右上枠内は宮城県内の主要河川を示す)。

(2) 決壊地点の状況

決壊地点は西川との合流点から約 500m 上流に位置しており、湾曲した右岸側で決壊した。決壊地点周辺に



図 3.3.9 小西川決壊地点の様子(左: 西川合流点と決壊地点の位置関係, 赤枠: 護岸と決壊地点の位置関係, 右上: 決壊地点の様子)。



図 3.3.10 決壊地点の対岸からの様子.

パイピングの痕跡は見られず，越水による破堤と推測される(図 3.3.9, 3.3.10). 当該地では上流側で乗用車が氾濫流に巻き込まれたことによる人的被害が発生した．川沿いには随所に不連続な護岸が見られ，過去の災害で部分的に補強されてきた経緯が窺える．決壊付近には水田が広がっており，氾濫流による家屋等への直接的な被害は見られなかった．河道内の植生はさほど繁茂しておらず，植生の抵抗は小さかったと考えられる．

(3) 縦断形状

図 3.3.11 は小西川の縦断形状を表す(始点は西川との合流点)．小西川の定期横断測量のデータが得られなかったため，基盤地図情報数値標高モデル(5m 空間解像度)を用いて作成した²⁾．小西川は西川合流地点から 5km 程上流まで，両岸側に水田が広がる．今次災害の決壊ポイントは前述の通り合流地点の上流 500m 付近に位置しており，河床勾配は約 1/5,000 の領域であった．決壊ポイントに特異な緩急勾配は見られず，蛇行区間の水衝部であったことが決壊の主な原因と考えられる．

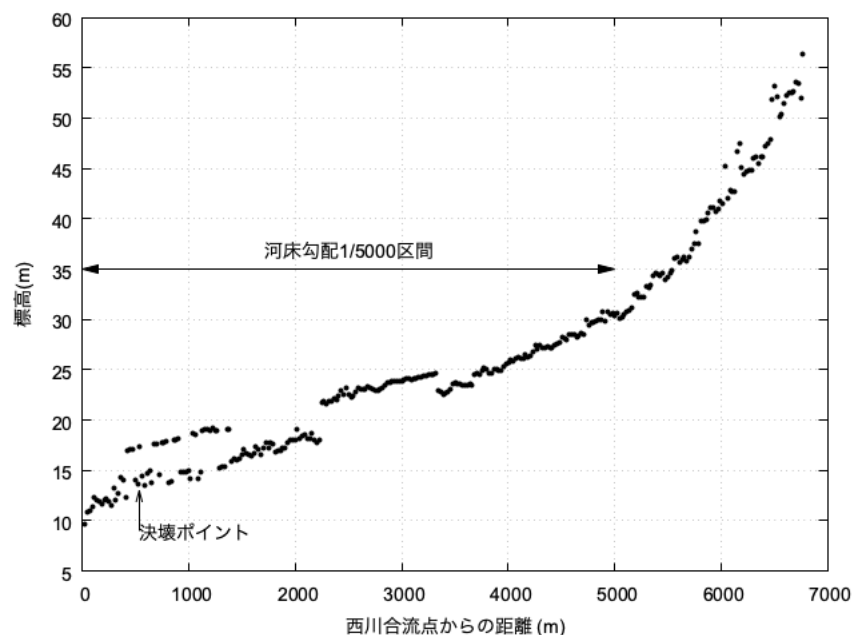


図 3.3.11 小西川の縦断形状.

※5m 空間解像度のため，場所によっては河道外の標高を示していることに注意いただきたい．

(4) 降雨

西川流域の明石観測所(図 3.3.8)の降雨状況を示す(図 3.3.12). 当該地域では 10 月 11 日(金)にも降雨があり, その降雨イベントが一旦収束した後, 10 月 12 日(土)の降雨イベントが同日未明から始まった. 降雨が本格的に強まっていたのは 12 日 18:00 からであり, 日没後に急激に災害リスクが高まっていったことがわかる. また 10 月 11 日からの総雨量は 269mm であった.

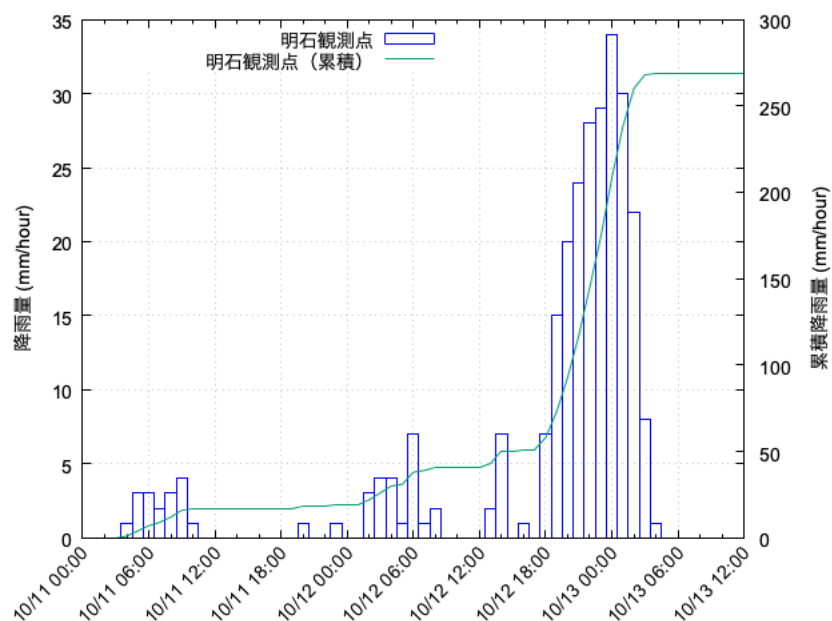


図 3.3.12 明石観測点の降雨量時系列(時間別, 累積)

(5) 結果

本報では, 鳴瀬川水系小西川の決壊地点周辺の調査について報告した. 決壊の原因については, 蛇行区間の水衝部であったことが主な原因と考えられる. 決壊地点直上に比較的新しい護岸が整備されていたため, 元々被害を受けやすかった場所で再度被害が出た形となっている. 現地調査から河道内の植生の影響は小さく, 河床勾配の影響も小さかったと言える. 降雨の特徴としては日没後に急激に洪水リスクが高まっている様子が, 観測雨量から見ることもできた.

今後は宮城県内の決壊地点の特徴を整理しつつ, 包括的に決壊の状況を理解することが課題である.

参考文献

- 1) 土木学会: 平成 27 年 9 月関東・東北豪雨東北水害調査報告書, 2016.
- 2) 国土地理院: 地理院地図(電子国土 web), URL: <https://maps.gsi.go.jp/> (2020/4/20 閲覧).

(以上 文責 東北大学 橋本雅和)

3.4 阿武隈川水系下流域

3.4.1 はじめに

近年、我が国の各地において大規模な豪雨災害が立て続けに発生している。たとえば、平成27年9月9日から11日にかけて関東地方及び東北地方で発生した関東・東北豪雨災害、平成29年7月5日から6日にかけて福岡県と大分県を中心とする九州北部で発生した九州北部豪雨、平成30年6月28日から7月8日にかけて、西日本を中心に北海道や中部地方を含む全国的に広い範囲で発生した平成30年7月豪雨災害などが挙げられる。

令和元年は台風19号が関東地方から東北地方にかけて大きな災害をもたらした。このうち、阿武隈川流域においては流路方向に一致する台風の進路であったため、大きな被害につながった。このうち、宮城県丸森町筆甫では、降り始めからの雨量が600mmを超え、阿武隈川支川の内川、新川、五福谷川において多くの場所で堤防決壊が生じた。

そこで、本研究では特に丸森町で発生した堤防決壊に着目し、洪水翌日に現地調査を行った。これにより、破堤のパターンを外水によるもの、内水によるものに分類した。その後、数値モデルを用いてシミュレーションを行ない、今回の洪水の流動を再現し、特に堤内地からの越流による破堤現象について、そのメカニズムに関して詳細な検討を行った。

なお、調査結果の概要については関係学協会により開催された速報会¹⁾において報告されている。

3.4.2 研究対象および研究手法

(1) 丸森町の概要

本研究では、図3.4.1に示す宮城県丸森町を研究対象とした。丸森町には一級河川阿武隈川および阿武隈川水系の内川、五福谷川、新川が流れている。阿武隈川は流域面積5,390km²、流路長239kmであり、東北地方では北上川に次ぐ長さの大河川である。

今回大きな被災を受けた支川の規模は、内川の流域面積 105.8km²、流路長 18.2km、五福谷川の流域面積 23.8km²、流路長 2.7km、新川の流域面積 16.9km²、流路長 2.1kmである。内川及び五福谷川では、下流側で昭和 26 年度から中小河川改修事業を開始している²⁾。内川の内川橋上流の 3.2km 区間で総合流域防災事業により重点的に整備を進めていたが、平成 23 年度から事業を休止している²⁾。新川については、昭和 26 年度からの中小河川改修事業により概成済みである²⁾。

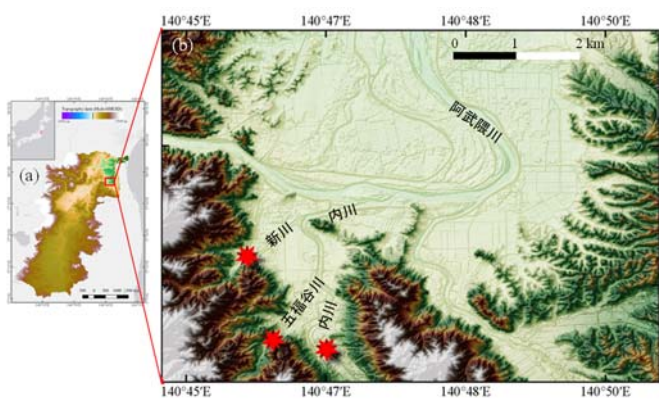


図3.4.1 丸森町の位置と流域の概要

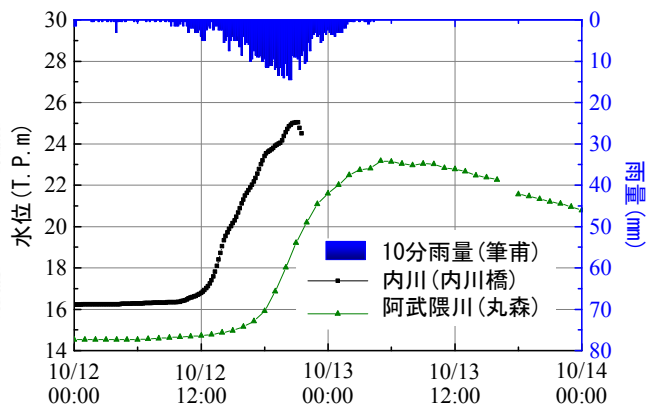


図3.4.2 筆甫での降雨量

(2) 台風19号の概要と丸森町における被災の特徴

令和元年台風第19号は2019年10月6日に発生、12日に日本に上陸し、激甚災害、特定非常災害に指定された非常に大型の台風である。台風は、北よりの偏西風や太平洋高気圧が発達していた影響で、関東に上陸後西寄りの経路で進行した。また、一般に台風が発達するとされている27°C以上の海面水温域が日本近海まで分布していたことや、海面のみならず水深が深い所まで水温が高かったことも要因となり、台風は強い勢力を保ったまま日本に上陸した。

図3.4.1に示す丸森町は阿武隈川の支流をはじめ多数の川を有し、盆地という地形もあって過去に何

度も水害に遭ってきた³⁾。例として、1986年8月5日の台風第10号による豪雨洪水が挙げられる。この際の台風第10号による連続雨量は400mmを超え、町内各地で河川の氾濫や土砂災害、浸水被害が発生し、幹線道路も寸断されるなど非常に大きな被害を受けた^{4), 5), 6)}。

今次の台風第19号の際、町内にある筆甫雨量時観測所で例年の総降水量のうち40%に値する雨量が観測された。図3.4.2に筆甫における降雨量の変化を示す。筆甫雨量観測所の時間最大雨量は74.5mmで24時間雨量は587.5mmに達した。この時の筆甫雨量観測所の降水確率は1/500以上である。

丸森町内の被害は令和2年1月7日時点で死者10名、行方不明者1名、ケガ2名である。被害総額は400億円以上になり、町の各所で浸水被害や土砂災害が発生し、1000件以上の住宅が被害を受け、道路も寸断された⁷⁾。

(3) 数値計算手法

本研究の数値シミュレーションにはEFDC (Environmental Fluid Dynamics Code) モデル⁸⁾を使用した。EFDCモデルでは鉛直方向の計算格子に σ 座標グリッドを採用しているが、ここでは単層として計算を行った。図3.4.3にメッシュ構成を示す。

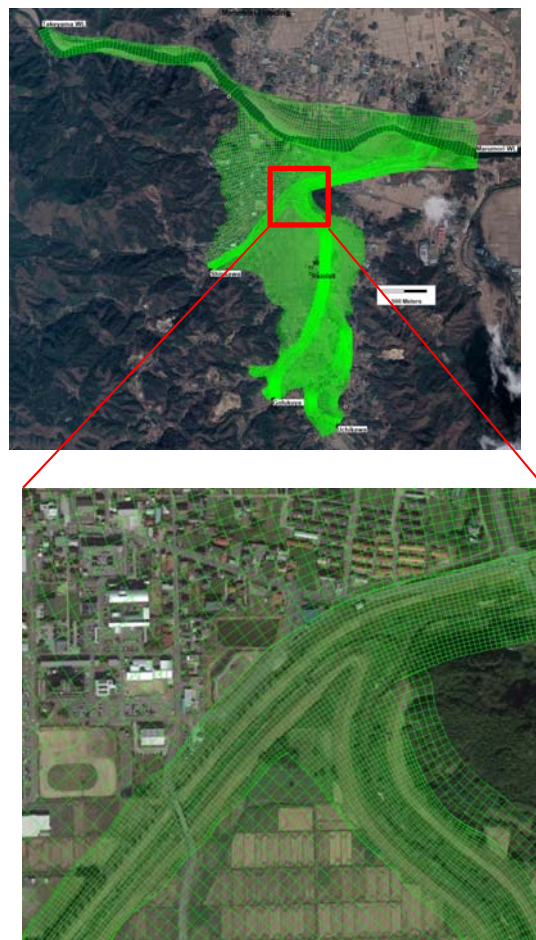


図3.4.3 数値計算に用いたメッシュ

地形データには国土地理院の5m解像度データを用い、河道部には宮城県による測量データを使用し、河道内、堤内地のマニングの粗度係数を、それぞれ0.03および0.05として与えた。

本研究の再現計算においては、堤防決壊の現象を次のように仮定した。まず、堤防決壊地点については、既往研究^{9), 10), 11)}を参考にして各地点越流が発生してから3時間後に堤防を全壊させた。なお、部分的な侵食のみで決壊に到らない箇所については、堤防の高さを変えていない。また、後述する内川・新川における越流水深・越流時間を計算する際には、これより上流部の破堤点を上記と同様に扱い、越流水深を計算する箇所については決壊をさせずに、最大の越流水深、越流流速を求めた。

(4) 数値計算条件

雨量データは宮城県河川流域情報システムの筆甫雨量観測所のデータ¹²⁾を使用した。内川水位観測所では氾濫による計器の水没により、2019年10月12日21:30以降に欠測となっている(図3.4.2)。内川流域内の雨量観測所である筆甫雨量観測所の雨量と内川水位観測所の水位は概ね同じ時刻にピークが発生している(図3.4.2)。

阿武隈川本川水位には、図3.4.2に示した丸森水位観測所における観測地を与えた。なお、阿武隈川と内川のピークの時差は約8時間あり、内川の水位が最大になった時の阿武隈川水位は低いことから、阿武隈川からのバックウォーターは影響していないことが分かる。

数値計算における境界条件としての河川流量は、2D降雨-流出-氾濫モデル(Rainfall-Runoff-Inundation model, RRIモデル)¹³⁾により算定した。同モデルにより決定した流量を図3.4.4に示し、流量を入力した地点を図3.4.1に示した。

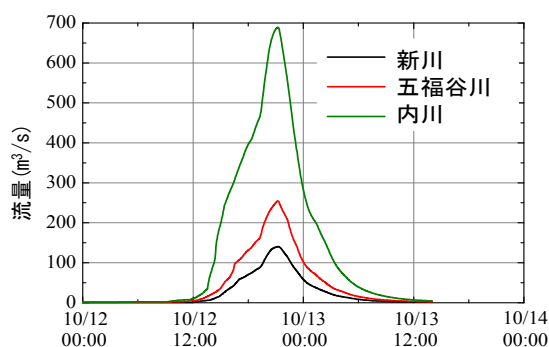


図3.4.4 境界条件として用いた各支川でのハイドログラフ

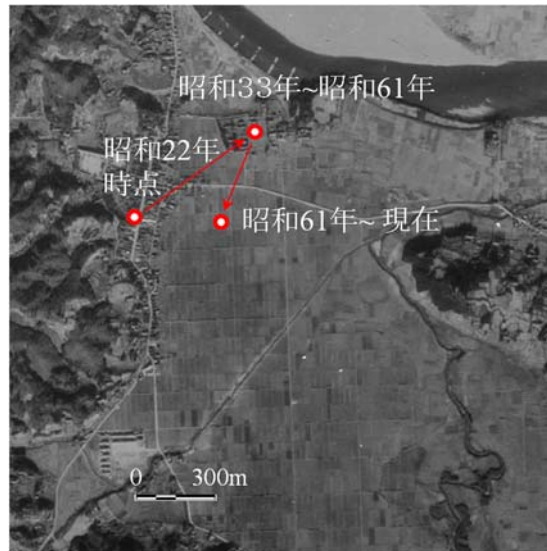
3.4.3 堤防決壊に関する現地調査結果

(1) 町内の氾濫被害に関する現地調査結果

台風翌日の町内の様子を図3.4.5に示す。町役場を含む町の中心地が湛水している。被災直後には「阿武隈川の氾濫により...」との報道もなされたが、調査の結果、中心地を囲む阿武隈川本川堤防、新川左岸堤防のいずれにも破堤・越流による外水氾濫は無かった。その結果、丸森町役場周辺の湛水は内水氾濫によることが判明した。



図3.4.5 町内の湛水状況(2019年10月13日)



(a) 1947年1月13日（国土地理院）
（年号は町役場の所在時期を表す。）



(b) 2019年2月13日（Google Earth）

図3.4.6 丸森町の空中写真と町役場移転の歴史

図3.4.6には今回被災を受けた町役場位置の変遷を1947年の空中写真に示し、最新のGoogle Earth画像と比較している。図3.4.6(a)によれば、現在の町役場の位置は田畑であり、集落は山地沿いの標高の高い箇所に限定されていることが分かる。このような丸森町の形成の歴史については川内¹⁴⁾により詳細な調査が実施されている。これによれば、19世紀初頭の丸森町の「町場替」により、町人居住地は微高地に所在、また足軽町移転先は丘陵上もしくは山沿いの地域に所在することとなり、これにより過去の水害に対応した空間編成によって町場が形成され、現在の丸森町の「原型」が作られた。

また、図3.4.6(a)においては、当時の内川は蛇行が顕著である。その後、図3.4.6(b)に見られるように内川の直線化がなされ、堤防の整備が進み、町役場、病院、住宅などが低平地へ進出した。また、町役場においては1mに及ぶ地盤沈下があったとの報告¹⁵⁾があり、今回のような超過洪水に対しては脆弱な箇所であったことが窺われる。

(2) 堤防被害に関する現地調査結果

堤防の決壊箇所は、内川に10か所、新川に4か所、五福谷川に4か所の計18か所である²⁾。このうち、新川および内川下流部について発災翌日の2019年10月13日に詳細な現地調査を実施した。破堤の調査地点を図3.4.7に示している。おもに、図中に示す内川および新川に沿って調査を実施した。

図3.4.8は2019年10月13日に撮影された新川右岸の決壊した箇所（図3.4.7のPt.1）での写真である。

新川・内川合流点の直上流に位置している．ほぼ48mの区間にわたって堤防が決壊している．調査時点ではまだ水が引いておらず，堤内地から河川への流れが認められた．ただし，この場所では堤防が完全に決壊しており，堤防を破壊した越流の方向が堤外から堤内なのか，あるいは逆なのかが判然としない．

次に，図3.4.7のPt.2を撮影したものを図3.4.9に示す．図3.4.8右端の排水樋管が，図3.4.9左端に見られる．これを見ると，約220mの距離の中に，決壊には到らないものの川表側の法面が部分的に侵食されている箇所が多く見られる．これより，越流は堤内地から川表に向かう方向であることが分かる．堤防天端に残る植生の倒伏方向からも，堤内地からの流れが支配的であったことが確認された．

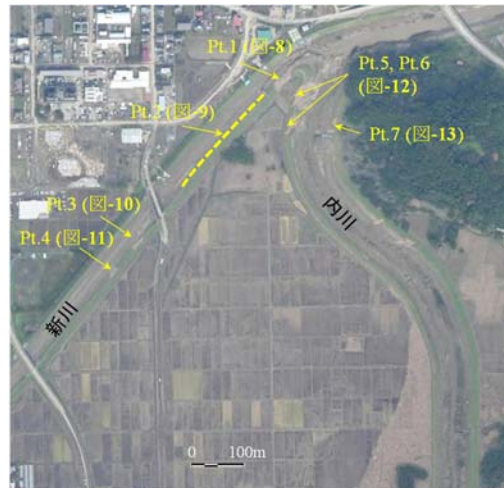


図3.4.7 破堤箇所



図3.4.8 堤防決壊箇所（新川，Pt. 1，2019年10月13日）



図3.4.9 堤内地からの流れによる法面洗掘箇所（新川，Pt. 2，2019年10月13日）



图3.4.10 堤防決壊箇所
(新川, Pt. 3, 2019年10月13日)



图3.4.11 堤防決壊箇所
(新川, Pt. 4, 2019年10月13日)



图3.4.12 堤防決壊箇所 (内川, Pt. 5, Pt. 6, 2019年10月13日)



图3.4.13 堤防決壊箇所 (内川, Pt. 7, 2019年10月13日)

新川に沿って図3.4.8、図3.4.9よりさらに上流に行った箇所状況を図3.4.10に示している。堤防が完全に決壊している。また、これより上流の川表法尻付近に舌状の土砂堆積が見られる。この箇所でも堤防結果が生じていた。

図3.4.10の幾分下流側を撮影したものが図3.4.11であり、図3.4.9と同様に川表法面の部分的な侵食が生じている。

次に、図3.4.7に示された内川・新川合流点から、内川上流方向に向かう箇所での被災状況を示す。図3.4.12を見ると、手前側の左岸、向かい側の右岸ともに堤防が決壊している。特に、右岸の破堤状況を拡大したものが図3.4.13である。堤防天端まで決壊した箇所と、新川でも見られた川表法面の部分的な侵食とが混在していることが認められる。

以上の様に、丸森町における今次洪水による堤防被災の特徴の一つは堤内地からの越流による堤防決壊であるが、次に明らかにすべき点は越流水の起源である。上記の調査の時点では広域の湛水のために、さらに上流での調査を行うことは出来なかった。そこで、以下には国土地理院の空中写真を使用して考察を行う。

図3.4.14は2019年10月13日の内川・五福谷川合流部近くの状況を示している。合流点付近に幾つかの決壊箇所を見て取ることが出来る。このうち、図中のBr-1の決壊部から流れた外水は、図3.4.8、図3.4.9、図3.4.12に示した内川・新川合流部決壊地点に到るものと推測され、図中Br-2の決壊部からの外水は図3.4.13に示す内川右岸に到達するものと推測される。この点については以下の数値シミュレーションにおいて詳細を検討することとする。



図3.4.14 内川・五福谷川合流部での破堤 Br-1, Br-2
(2019年10月13日13:40)

このように上流の破堤部から溢れた外水が、下流部で堤内地側から河川に戻ることににより破堤に到った事例は、台風19号洪水の際に他所においても観察されている。川越¹⁶⁾によれば、福島県において発生した50箇所の堤防決壊（国管理河川：1箇所、県管理河川：49箇所）のうち、同様な機構による決壊が6件見られたとの報告がなされている。

このうち、福島県須賀川市の阿武隈川左岸に位置する浜尾遊水池直下流での破堤もやはり同種のメカニズムによる。すなわち、遊水池上流の二箇所から越流した外水がその下流の狭隘な低平部に集中し、本川に戻る際に破堤に到ったものと推定されている¹⁷⁾。

また、今次台風以外に目を向けると、同様な機構による堤防被害として、首藤¹⁸⁾、首藤ら¹⁹⁾により1986年台風10号洪水の際に吉田川・鶴田川流域で発生しているとの報告がなされている。この際、吉田川の破堤箇所から氾濫した外水が堤内地を流れ、鶴田川の堤防を越えて河川に戻った。報告書¹⁸⁾によれば、「下流三地点は殆ど時を同じくして破堤した。（中略）この氾濫水は0.5km～1.5km離れた鶴田川の右岸堤に衝突して跳ね上がったと言われる。かなりの速度を持っていたと考えて良からう。」と記述されている。宮城県鹿島台町の報告²⁰⁾には、この際に鶴田川の堤防を堤内地から越流する様子が写真で残されている。ただし、今次の丸森町においては出水が深夜であったために目撃情報は得られていないが、同様な現象が生じたものと推測される。このため、数値シミュレーションに基づいて、詳

細な洪水の流れを明らかにすることが求められる。

なお、このような現象は超過洪水発生時には一般的に見られるものと推測される。この際には想定されていない川裏からの流れにさらされて破堤に到る危険性がある。このような視点に基づいて破堤の危険性について検討を行うことが求められる。

次節では、上流部での決壊による外水氾濫とのつながりを検討するために、詳細な数値シミュレーションを実施した。

3.4.4 氾濫に関する数値シミュレーション結果

(1) 数値モデルの検証

数値モデルの検証には、図3.4.2に示した内川水位観測所地点での水位の時系列変化、および丸森町市街地エリアにおける実測された浸水深データを用いた。精度の検証には次式で定義される二乗平均誤差RMSE値及びナッシュサトクリフ指標（Ceff）を用いた。

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (o_i - p_i)^2}{N}} \quad (3.4.1)$$

$$C_{eff} = \frac{\sum_{i=1}^N (o_i - p_i)^2}{\sum_{i=1}^N (o_i - \bar{o}_i)^2} \quad (3.4.2)$$

ここで、 o_i ：測定された水位または浸水深、 p_i ：モデルで計算された水位または浸水深、 $\bar{o}_i$ ：測定データの平均値、 N ：データ個数である。

図3.4.15にモデルによる計算結果と測定水位データの比較を示す。計算においては水位の立ち上がりが過大評価されているものの、両者は比較的良好な一致を示している。差違の要因として、シミュレーションにおいて瞬間的な破堤を仮定していることなどが考えられる。RMSE値は0.682 m でナッシュサトクリフ値が0.955との結果を得た。この2つの値より、モデルと測定データは良く一致していると言える。

次に、丸森町の市街地の浸水深の比較を図3.4.16に示す。縦軸はモデルの出力結果 h_{cal} で、横軸は現地で実際に測定した浸水跡の高さ h_{meas} である。現地実測は2019年10月19日に行っている。RMSE値は0.12mで、ナッシュサトクリフ値は0.595となった。こちらも良好に一致しているといえる。

以上の検証結果を踏まえ、以下では本モデルの結果を用いて堤防の決壊現象との関係に関する検討を行う。

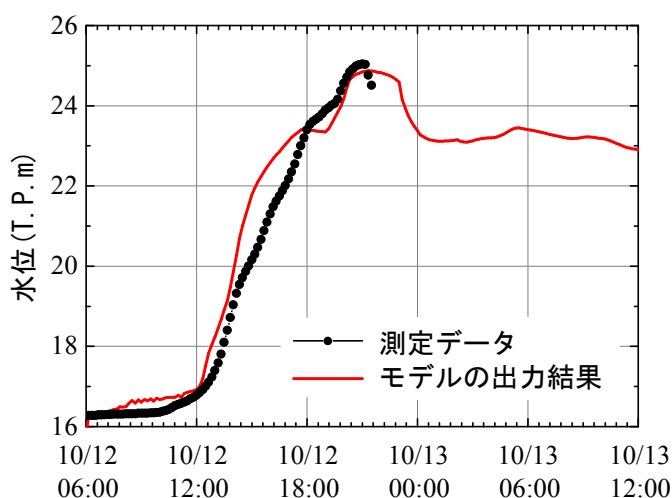


図3.4.15 水位の比較（内川水位観測所地点）

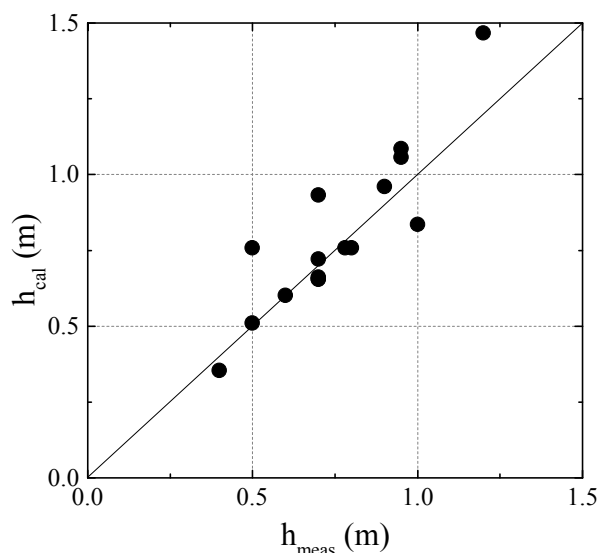
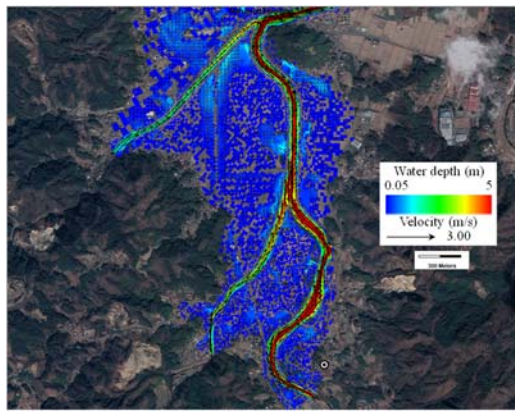
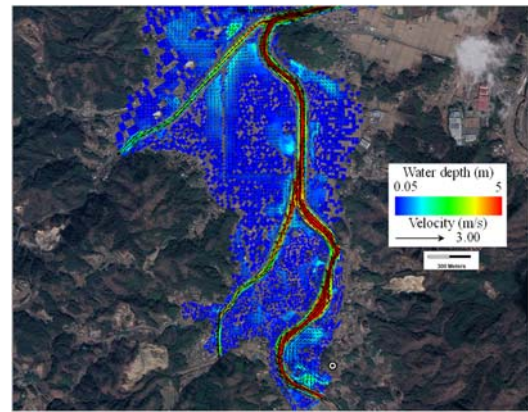


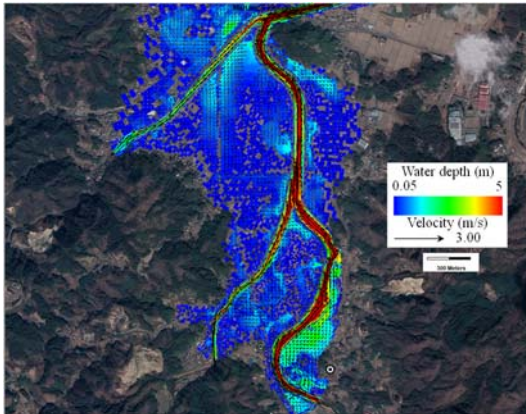
図3.4.16 水位の比較



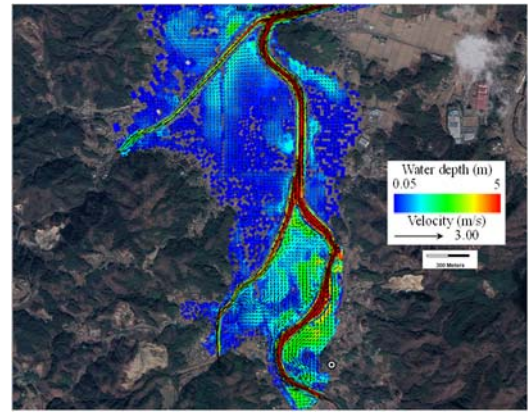
(a) 10月12日 17:30



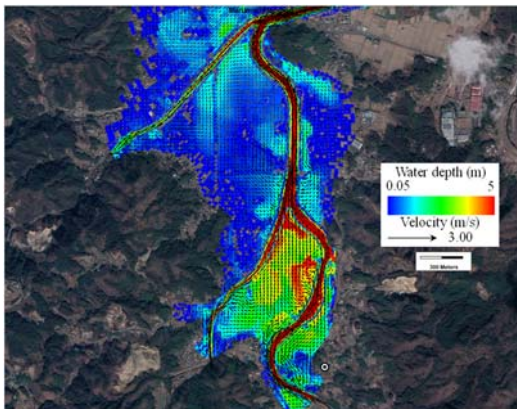
(b) 10月12日 18:30



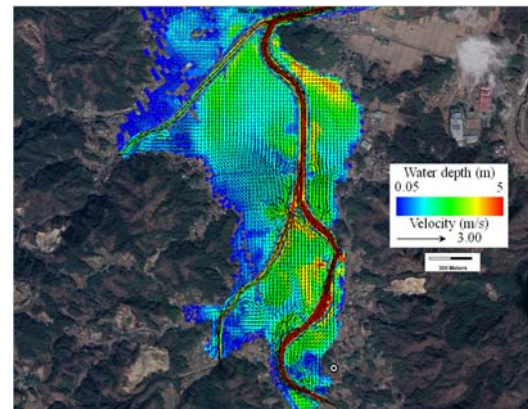
(c) 10月12日 19:30



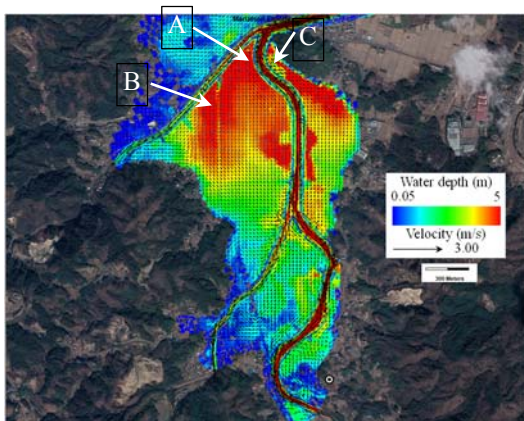
(d) 10月12日 20:10



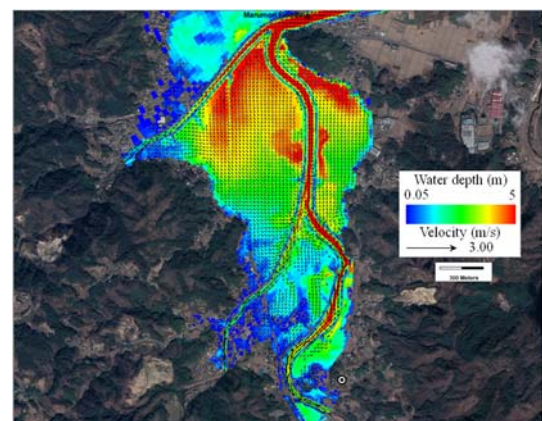
(e) 10月12日 21:00



(f) 10月12日 21:20



(g) 10月12日 23:00



(h) 10月13日 3:00

図3.4.17 氾濫水の広がり

(2) 氾濫の様子

図3.4.17には数値シミュレーションで得られた氾濫の状況を示した。図3.4.17(a)の時点ではすでに降雨が始まっているが、流れは河道の中に収まっている。図3.4.17(b)においては、内川の上流部右岸において氾濫が見られる。その後、図3.4.17(c)では内川上流右岸の氾濫域が拡大している。図3.4.17(d)では内川・五福谷川合流点より上流の広範囲において3mほどの浸水深が認められる。その後、図3.4.17(e)、図3.4.17(f)においては、内川・五福谷川合流点付近より堤内地への氾濫が見られ、図3.4.17(g)、図3.4.17(h)において堤内地の水深の増加が見られる。上述の、堤内地からの氾濫水による破堤の生じた箇所は、いずれも鋭角隅角部に位置していることが分かる。まず、図3.4.18、図3.4.19、図3.4.12に被災状況を示した図3.4.17(g)のAの箇所は内川・新川合流部において形成された鋭角隅角部である。一方、図3.4.10、図3.4.11に写真を示した図3.4.17(g)のBの箇所は、橋梁取り付け道路の盛り土部が新川右岸堤防との間に鋭角隅角部を形成している。また、図3.4.13に状況を示した図3.4.17(g)のCにおいては内川右岸堤防が山付き堤であることから、丘陵部と堤防の間に鋭角隅角部を形成している。

以上の様に、堤内地からの越流により破堤が生じた箇所は共通の地形的特性を有していることが分かった。

(3) 破堤の有無を支配する水理条件

堤防決壊の条件を調べるために、堤内地からの越流による堤防の破壊レベルを、

a. 破堤した場所、 b.部分的な法面侵食があった場所、 c.侵食がなかった場所

の3つに分類した。ここでは、侵食された断面において、天端部が完全に流失したか否かを a と b の境界とした。

それぞれのレベルについて、最大越流水深 h_0 と氾濫継続時間 t_0 との関係を調べた。図3.4.18に結果を示す。なお、数値シミュレーションにおいて図3.4.18にプロットした地点の最大越流水深、氾濫継続時間を求める際には、当該地点より上流側の破堤地点については上記計算法で破堤を考慮するが、当該地点については決壊を起こさないものとしてシミュレーションを実施した。

図3.4.18によれば、決壊が発生した場所は越流水深、氾濫継続時間ともに大きい傾向があることがわかる。侵食の痕跡がなかった場所や、法面の一部侵食があった場所は最大越流水深が0.4m、氾濫継続時間が200分以内の中にほとんどの地点が収まっている。また、破堤が起きた場所では氾濫継続時間が200分を超えている場所が多い。このことから、本研究では、堤防決壊は越流が生じてから3時間後に起きたと仮定したが、これにより概ね現実の現象を表すことができていると推測できる。なお、図実線は須賀ら¹⁰⁾が破堤限界の目安をして与えた次式を示している。

$$h_0 = \frac{110}{t_0} \quad (\text{m-min 単位}) \quad (3.4.3)$$

本研究の結果はこれよりも幾分低めであり、破堤限界はおおよそ次式で与えられる。

$$h_0 = \frac{70}{t_0} \quad (\text{m-min 単位}) \quad (3.4.4)$$

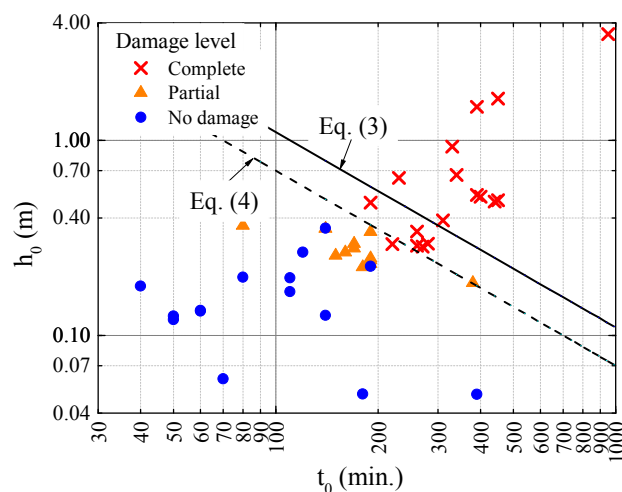


図3.4.18 破堤状況と越流水深・越流継続時間との関係

(4) 堤内地からの越流による決壊地点の水位特性

堤内地から河川に向かう越流が発生していた場所について、その水理特性をより詳しく調べるため、最大越流水深を新川および内川について下流から上流に向かう方向で調べ、その特徴を検討した。図 3.4.19 に対象箇所を示す。図中星印の点を座標原点として、新川、内川沿いにそれぞれ x_1 , x_2 座標を設定した。この線上で最大越流水深を調べた。

図 3.4.20 に新川左岸における結果を示しており、図 3.4.17(g) の A 点より上流の状況を示している。 $x_1=90\text{m}$ における水位がもっとも上昇した箇所は決壊 (×) と良好に対応している。また、これより上流の $110\text{m} \leq x_1 \leq 300\text{m}$ では水位が低下し、堤防の被害も法面侵食 (Δ) である。 $x_1=410\text{m}$ には新川に架かる橋梁の取り付け道路盛り土があり、ここにも鋭角隅角部が形成されている (図 3.4.17(g) の B 点)。ここでも、決壊位置と水位の上昇が対応している。

次に、内川の左岸について、図 3.4.21 に結果を示す。破堤と水位について、図 3.4.20 に見られたものと同様な対応関係が見られる。

図 3.4.22 は内川の右岸の結果であり、図 3.4.17(g) の C 点より上流について示したものである。最大越流水深は約 0.4m となっているが、破堤レベルとの対応は明確ではない。図 3.4.19 に見られるように、内川右岸堤防の山付き付近の隅角部には樹木の密生が見られる。本研究ではこの様な植生の分布の相違の影響を考慮しておらず、粗度を一定にして計算していることなどが、図 3.4.22 において明瞭な傾向が見られない要因として考えられる。

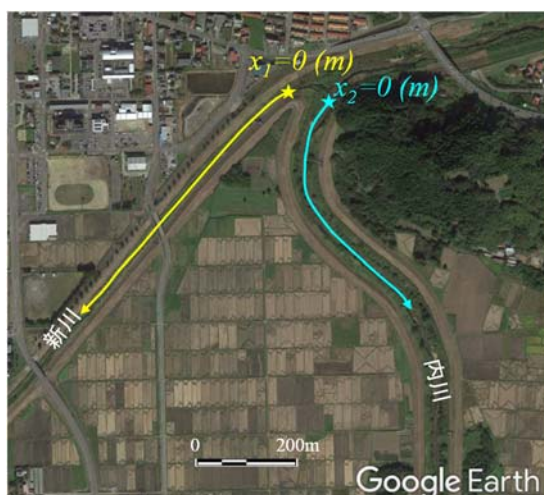


図3.4.19 新川・内川沿いの調査箇所

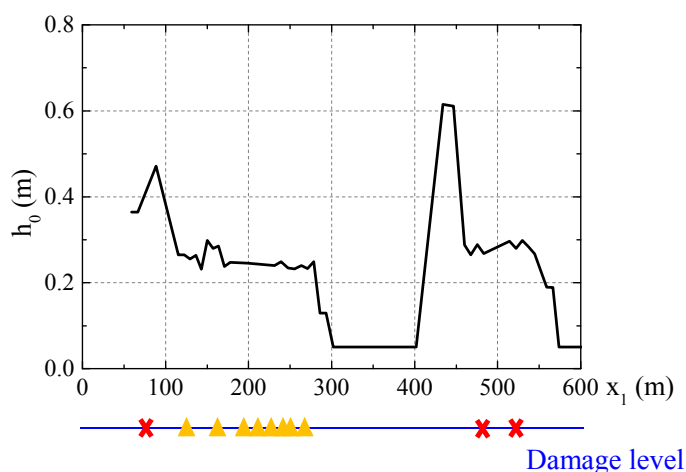


図3.4.20 破堤箇所の越流水深(新川右岸)

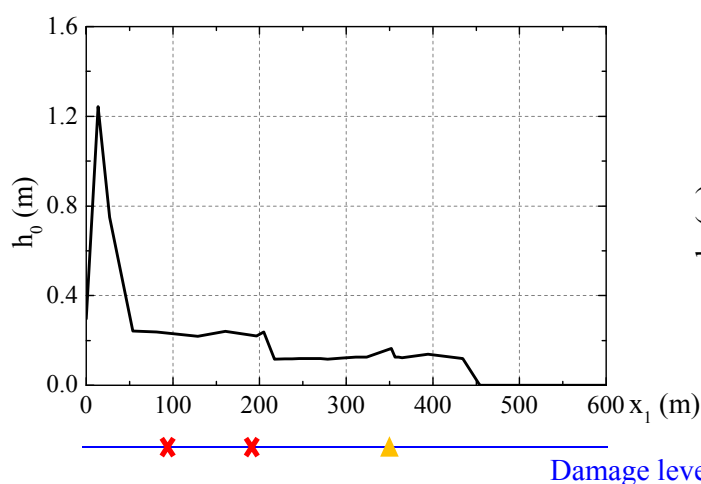


図3.4.21 破堤箇所の越流水深 (内川左岸)

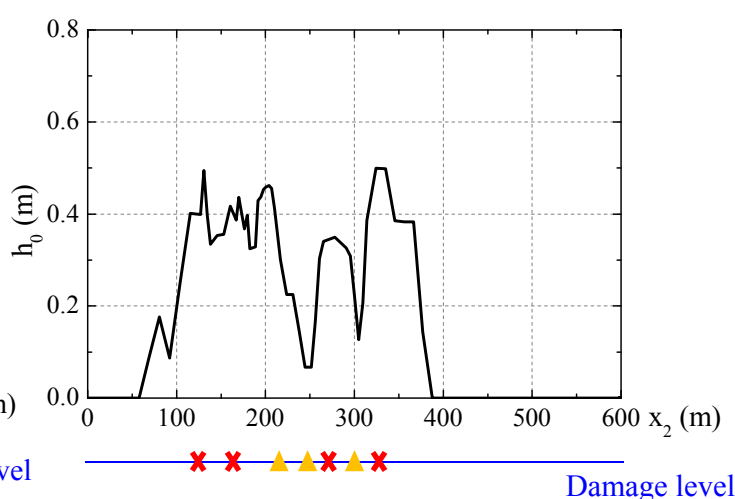


図3.4.22 破堤箇所の越流水深 (内川右岸)

3.4.5 阿武隈川水系下流域に関する結論

本研究では、EFDCモデルを用いて令和元年台風第19号時の宮城県丸森町内の河川の流動を再現した。新川右岸や五福谷川右岸では、川表側に侵食の痕跡があったことから堤内地から川に向かう方向への越水の影響で堤防が決壊した事がわかった。内川橋での水位の時系列変化と市街地での浸水深の比較でモデルの検証を行った。検証の結果から、比較的再現性の高いシミュレーションを行なうことができたといえる。

モデルを用いて決壊が起きた地点の最大越流水深及び氾濫継続時間を調べた。決壊が起きた場所では、最大越流水深、氾濫継続時間ともに大きい値であることがわかった。さらに、最大越流水深を河川沿いに調べ、その特徴を検討した。この結果から、内川の合流部分と橋梁取り付け道路の上流部分で越流水深が高くなっている。これらはいずれも鋭角隅角部を形成し、氾濫水の集中をもたらし、破堤に至ったと推測される。これ以外に、新川との合流点に近い内川右岸の山付部においても同様な地形特性による流れの集中が認められ、堤内地からの越流破堤が生じている。

謝辞：本研究で使用した河床データは宮城県河川課から提供を受けた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 土木学会東北支部・地盤工学会東北支部・地すべり学会東北支部・東北大学災害科学国際研究所: 2019年台風19号災害に関する東北学術合同調査団調査結果に関する速報会, 44p, 2019.
- 2) 宮城県土木部河川課: 第1回令和元年度台風19号により被災した河川管理施設等の設計検討会 資料-3, 2019.
- 3) 丸森町史編さん委員会 編: 丸森町史, 国立国会図書館, 1316p, 1984.
- 4) 建設省仙台工事事務所: 8・5豪雨(台風10号)災害=直轄河川・道路被災記録=, 74p, 1986.
- 5) 宮城県: 災害の記録 みやぎ災害記録集,
<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kasen/miyagisuigaikirokusyu.html>
- 6) 松田磐余: 1986年台風10号による被害の特徴と出水への対応, 総合都市研究, 第30号, pp.51-74, 1987.
- 7) 丸森町: 台風19号, 丸森町からのお知らせ(災害関連情報まとめ)
http://www.town.marumori.miyagi.jp/soumuka/bousai-info/emergency/taifu19_saigaiosirase.html
- 8) Hamrick, J.M.: *A Three-Dimensional Environmental Fluid Dynamics Computer Code*, *Marine science and ocean engineering*, 317, pp.5-1992, 1992
- 9) 吉野文雄, 土屋昭彦, 須賀堯三: 越流水による堤防法面の破壊特性, 第24回水理講演会論文集, pp.351-356, 1980.
- 10) 須賀堯三, 石川忠晴, 葛西敏彦: 越流水による堤防の破堤特性その3, 第25回水理講演会論文集, pp.355-360, 1981.
- 11) 與田敏昭: 河川堤防の越流侵食のメカニズムに関する研究, 京都大学学位論文, pp.1-146, 2014.
- 12) 宮城県: 河川流域情報システム,
<https://www.dobokusougou.pref.miyagi.jp/miyagi/servlet/Gamen1Servlet>
- 13) Sayama, T., Fukami, K., Tanaka, S. and Takeuchi, K.: Rainfall-runoff-inundation analysis for flood risk assessment at the regional scale, *Proceedings of the Fifth Conference of Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources (APHW)*, pp.568-576, 2010.
- 14) 川内淳史: 19世紀初頭丸森町の「町場替」と歴史的空間の変遷, 2019.
http://irides.tohoku.ac.jp/media/files/disaster/typhoon/marumori_machiba_19thcentury.pdf
- 15) NHK News web: 役場が水没し孤立 原因は1mもの地盤沈下 宮城 丸森町, 2019年11月5日, 2019.
- 16) 川越清樹: 令和元年台風第19号 福島県の被害と考察, 令和元年度土木学会東北支部技術研究発表会概要集, 2020.
- 17) 国土交通省東北地方整備局: 第2回阿武隈川上流堤防調査委員会 資料, 2019.
- 18) 首藤伸夫: 第12章 吉田川の氾濫, 1986年台風10号による関東・東北地方の災害に関する調査研究, 昭和61年度文部省研究費自然災害研究報告書, pp.112-120, 1987.
- 19) 首藤伸夫, 佐々木幹夫, 柳沢栄司: 第14章 福島県・宮城県・青森県における堤防破壊, 1986年台風10号による関東・東北地方の災害に関する調査研究, 昭和61年度文部省研究費自然災害研究報告書, pp.128-135, 1987.
- 20) 宮城県鹿島台町: 吉田川洪水の記録—昭和61年台風10号大雨・洪水—, 188p, 1987.
- 21) 宮城県土木部河川課: 第2回令和元年度台風19号により被災した河川管理施設等の設計検討会

資料-4, 2019.

(以上 文責 東北大学 田中 仁)

3.4.6 その他の阿武隈川下流域の災害

東北地方で最も累積雨量の多かった宮城県丸森町(筆甫観測所：607.5mm)では、洪水の他、土砂災害に関わる甚大な被害が認められている。多数の土砂災害を引き起こした丸森町の地質は、大局的に花崗岩、花崗閃緑岩を基岩にして、その上部を被覆するような形で氾濫原、崖錐堆積物が分布している。概ね、斜面傾斜度で 15～35°の山岳地域が特に丸森町南部に広がるが、令和元年台風第 19 号では、この山岳地の東向き斜面にて多



図 3.4.23 丸森町の土砂災害領域

量の斜面崩壊が認められている。特に斜面崩壊の集中しているのは五福谷川流域である。土砂災害の死者・行方不明者は 6 名であり、廻倉地区は 4 人が集中している(図 3.4.23)。

なお、廻倉地区に関しては、2002 年 3 月 17 日の山火事に伴う樹林植生の動向が着目されている。2002 年山火事発生に伴い根本の年輪は約 15 年になる。山火事により樹林が消失、枯死したために根茎が腐食し、新たに杉を植林しているが、発達が不十分であったため根系の緊縛力が周辺の山腹斜面より弱まっていた可能性も指摘されており、今後総合的に検討することも提言されている¹⁾。全般的に丸森町は、崩壊面積も多く、斜面崩壊が集結して土石流として流出している被害も多発している。また、この土石流は岩塊だけでなく、流木も多く含み(図 3.4.24)、特に橋梁部では河道の閉塞を促進させている結果も得られている。地形地質による漸弱性と並行して、植林と崩壊の関係も注視して検討することが望まれる。



図 3.4.24 五福谷川の流木状況

参考文献

- 1) 井良沢道也 他:2019 年 10 月台風 19 号による東北地方における土砂災害, 砂防学会誌, Vol.72, No.6, pp.42-53, 2020.

(文責 福島大学 川越清樹)

3.5 砂押川水系

3.5.1 調査概要

宮城県利府町から多賀城市へと流れる砂押川では、今次台風により 1 箇所破堤が生じた（図 3.5.1）。惣の関観測所においては 10 月 12 日 23 時から 24 時の間に最大となる時間雨量（60 mm 程度）が観測され、累積雨量は約 300 mm であった。砂押川の砂押鴻池橋および支川の勿来川の勿来遊水地吐口では 10 月 12 日 18 時から大きく水位が上昇した（図 3.5.2）。破堤箇所およびその周辺状況の調査を目的に 10 月 19 日に現地調査を行った。

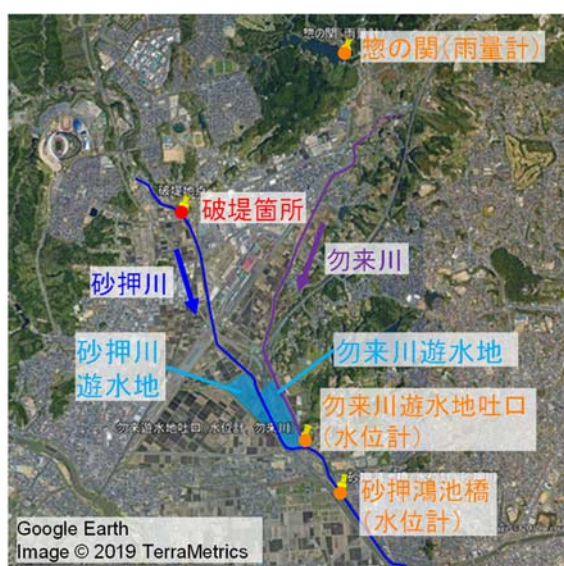


図 3.5.1 調査対象地点

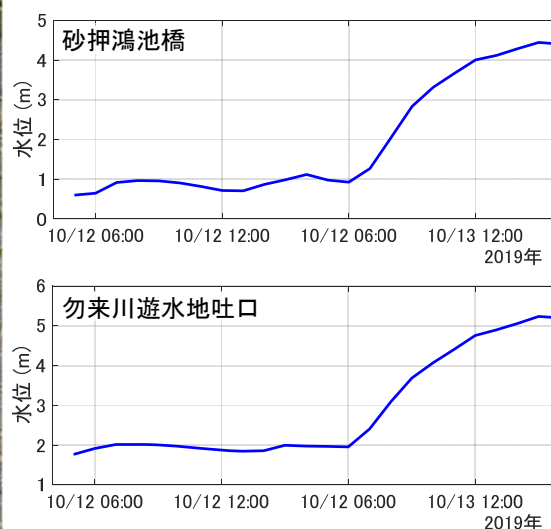


図 3.5.2 水位時系列

3.5.2 破堤箇所の状況

破堤地点およびその周辺の写真を図 3.5.3 に示す。破堤箇所は川の曲がりの外側に位置していた。また、破堤箇所の上流側と下流側の双方に橋があり、両側の橋に向かって堤防の天端が徐々に高くなっていた。外力の作用しやすい湾曲部の外側であり、その中で堤防の天端が比較的低いことが本地点で破堤が生じた要因と考えられる。また破堤地点周辺に民家は確認されたが、堤防天端より高い位置にあり、破堤による被害は確認されなかった。

(3) 砂押川遊水地周辺の浸水状況

砂押川と勿来川の合流地点の上流側にはそれぞれ砂押川遊水地と勿来川遊水地が設置されているが、砂押川遊水地周辺～JR 陸前山王駅付近の広範囲にわたって浸水の痕跡が確認された（図 3.5.4）。フェンスの地面から数十 cm～1 m 程度の高さに浸水時に付着したと考えられる草が見られた。遊水地の堤防には越流の痕跡が見られず、また、上述の破堤箇所と離れていることから、遊水地脇を流れる水路から水があふれ広範囲に浸水したものと推察される。

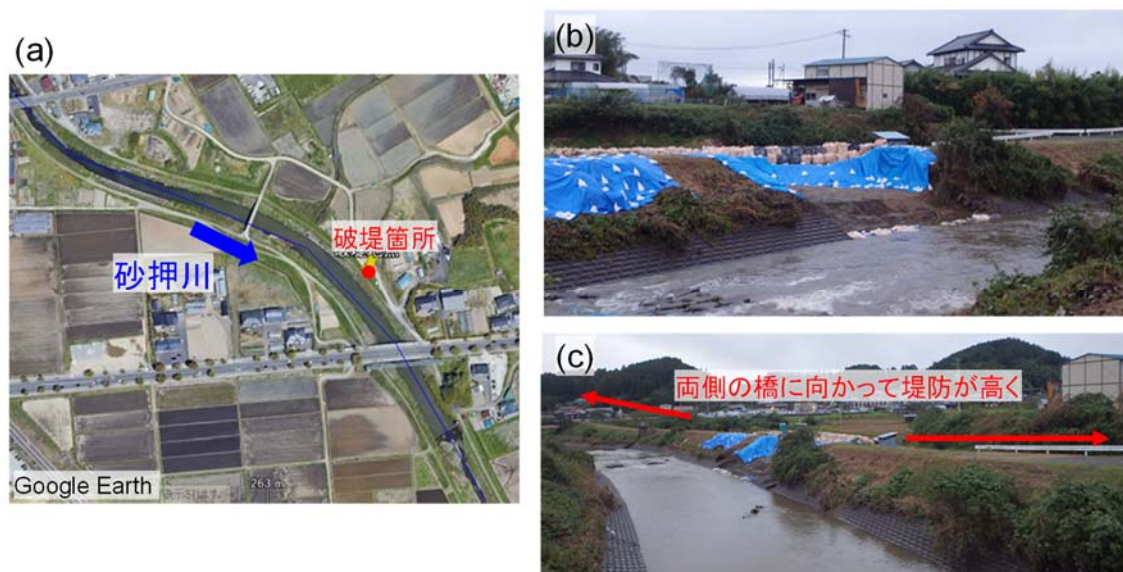


図 3.5.3 破堤位置(a)および調査時の写真(b)(c)

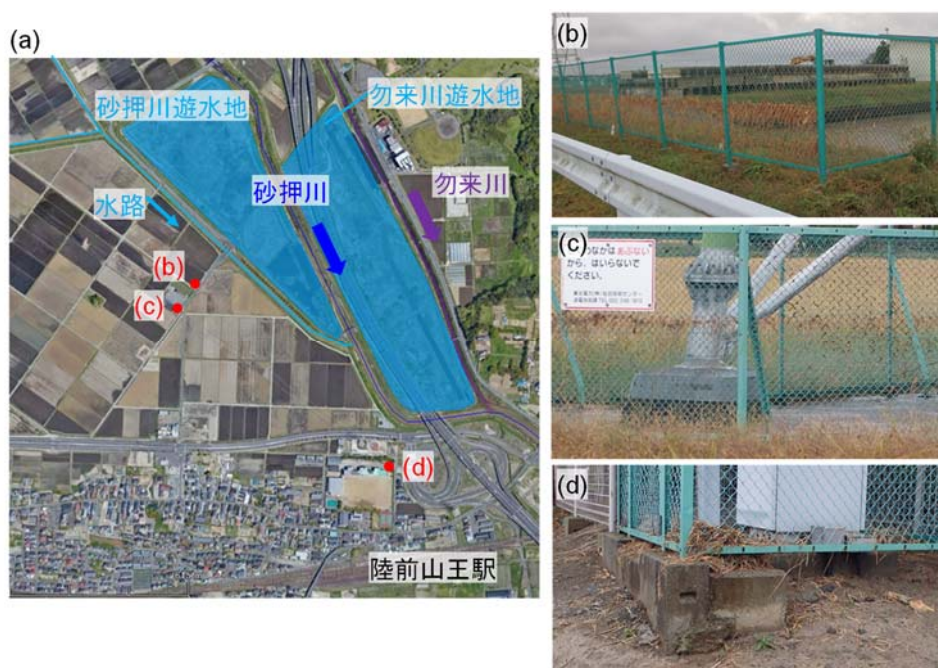


図 3.5.4 砂押川遊水地～JR 陸前山王駅付近の浸水痕跡

(以上 文責 東北学院大学 三戸部佑太)

第 4 章 福島県

4.1 全体概要

4.1.1 被害の概況

令和元年 10 月 6 日に南鳥島近海で発生した令和元年台風第 19 号(Hagibis)は、西進しながら急速に発達し、12 日 19 時前に強い勢力で伊豆諸島へ上陸した。上陸後も強い勢力を維持しながら日本列島の北東側へ縦断し、13 日 12 時に北海道・東特地方三陸沿岸の東海上に至るまでに日本列島北東部側の各地に甚大な降雨をもたらした。

静岡県、関東・甲信越地方、東北地方では、記録的降雨量が認められ、甚大な降雨に伴う多くの水・土砂の被害が生じた。福島県では、死者 32 名、全壊住宅 1,489 棟・半壊住宅 12,560 棟(令和 2 年 4 月 10 日 速報値¹⁾)、堤防決壊箇所数 50 ヶ所、がけ崩れ発生件数 125 ヶ所の全国都道府県の最大値を記録した被害が認められた(表 4.1.1 参照)。福島県における水害被害の特徴は以下の①～③に整理できる。

表 4.1.1 令和元年台風 19 号の被害概況速報値¹⁾

		福島県	東北地方	全国
死者・行方不明者 [災害関連者除く] (人)		32	56	107
全壊住宅(棟)		1,489	1,833	3,038
半壊住宅(棟)		12,560	16,532	30,024
一部破損住宅(棟)		6,977	10,667	37,320
床上浸水(棟)		1,161	2,991	8,129
堤防決壊 (箇所)		国: 1 県: 49	国: 2 県: 85	国: 14 県: 128
土砂 災害 (件)	土石流	19	239	407
	地すべり	0	0	44
	がけ崩れ	125	260	501

- ① 令和元年台風第 19 号により、全国規模で最多となる死者が認められた。
- ② 甚大な被害を及ぼした災害項目として、堤防決壊等の河川被災に伴う水害、がけ崩れに関わる土砂災害が挙げられる。
- ③ 被害判読困難な水害に起因した被災が多いため、水害の及ぼす社会へのインパクトは甚大だった。

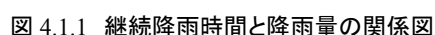
本報告では、福島県の災害特徴に示された被害について、現地を調査、分析した結果を報告するとともに、被害に対する考察をまとめた。

4.1.2 令和台風第 19 号時の福島県降雨概況と災害履歴の比較

(1) 降雨概況

災害を誘発した降雨状況、および過去に福島県に甚大な被害を与えた台風による災害履歴の比較検討の結果を整理した。降雨に関するデータセットとして総計 171 ヶ所の気象庁

降雨量は、県内の広い範囲で強雨、多雨が認められたが、特に、阿武隈高地東麓で相対的に降雨量が多い傾向を示す結果を得た。また、おおよそ24時間前後で生じた降雨となることも明らかにされた。時間傾向と降雨量の特徴を把握するために、図4.1.1の(1)



～(4)に継続降雨時間と降雨量の関係を整理した。

図 4.1.1(1)は降雨継続時間の分布図である。県内全域の概ねが 15～20 時間の降雨継続時間となり、会津北部山間部、浜通り地方、中通り地方の北部の一部には、20～30 時間の降雨継続時間の領域が存在する結果を得た。図 4.1.1(2)は最大時間降雨量発生時刻の分布図である。10 月 12 日 16 時～13 日 0 時の範囲で県内に強雨が発生した結果を得た。なお、空間的な特徴として、浜通り地方の北部側は 21～23 時、南部側は 21～22 時に最大強雨を発生した観測所も点在するが、総じて 17～20 時の時刻に最大強雨の発生した領域が広く認められた。中通り地方では、北部、中央部、南部で強雨発生時刻の傾向が分類されている。北部は 20～22 時、中央部は 21～23 時、南部は 16～22 時に最大強雨発生時刻を示した。会津地方では、北東部に 12 日 20 時～13 日、南部に 21～22 時の強雨時刻領域が存在するが、概ね 20～21 時に最大強雨が認められた。以上より、県内の各地方、各領域で概ね時間的な特徴が分類できる結果を得た。図 4.1.1(3)は、図 4.1.1(2)より得られた結果を参考に、10 月 12 日 16 時～13 日 4 時の計 12 時間の継続時間のグリッドセル情報(データ:レーダーアメダス解析雨量, 空間解像度 1km×1km), および各気象観測所の継続時間降雨量の結果を統合した結果である。観測所の結果は 24 時間最大降雨量の結果と概ね一致する。なお、グリッドセル情報では、阿武隈高地の分水嶺付近の広い範囲が降雨量 600mm 以上に達する結果を示した。図 4.1.1(4)は、観測所の降雨継続時間と継続時間の総降雨量の関係図である。図よりおおよそその時間あたりに換算する降雨量を推察でき、1 時間最大降雨量に列挙した助常等の特に強雨の生じた阿武隈高地東麓の観測所は、時間に差異はあるものの、時間平均約 30mm に換算される降雨が認められた。その他の県内各観測所は、約 15～25mm の時間平均降雨となる結果を得た。

これらの結果より、台風第 19 号に伴い県内広い範囲では、10 月 12 日 16 時を起点として 15～20 時間の継続で時間換算平均 15～25mm/h の降雨量を記録していた。ただし、地域に応じて時間、量の差異の傾向も示され、強雨発生の特徴が区分できる結果も得られた。また、阿武隈高地東麓では特に強雨かつ多雨を記録していたが、レーダーアメダス解析雨量より、高地の分水嶺の広い範囲で強雨、多雨になっていた結果を得た。

(2) 台風による既往豪雨災害との比較検討

「伊豆半島から台風上陸した場合には、福島県で甚大な異常出水による被害が生じる」という経験的な知見が行政関係者間で伝えられている。この理由として、福島県の人口、社会機能の集中する阿武隈川流域の北流と台風進路方向の一致が挙げられる。台風時には、阿武隈川で上流から流下方向に向けて絶えず供給、河川流出が繰り返される。また、河道の随所に狭窄部を含む地形的な特徴も有している。これら条件の重複より、多大な降雨に敏感な反応して水位上昇が生じ、人的、かつ資産的被害まで及ぶことに由来する。なお、阿武隈川のみが特筆される要因として、静岡県以東の日本列島太平洋側の大河川で唯一、北流する河川であることが挙げられる。

福島県の災害履歴^{2, 3, 4)}を調査すると、以下①～⑤の台風イベントによる甚大な災害が記録されている。

- ① 昭和 22 年 カスリーン台風 (9 月 15 日)
- ② 昭和 33 年 狩野川台風 (9 月 21～27 日)
- ③ 昭和 61 年 8 月豪雨(台風 10 号) (8 月 4～5 日)
- ④ 平成 10 年 8 月豪雨(台風 4・5 号) (8 月 26～31 日)
- ⑤ 平成 23 年 台風 15 号 (9 月 20～22 日)

これらの台風、および令和元年台風第 19 号の福島県の災害概況をまとめたものが表 4.1.2 である。いずれとも被害の量的な大小は認められるが、総じて甚大な被害が認められている。また、近年は、おおよそ 10 年に 1 度の周期で台風襲来に伴うインパクトの強い被害が認められている。数的被害は不明瞭だが、いずれも阿武隈川水系内で堤防決壊が生じており、福島県の被害に対する阿武隈川の影響度の大きさが示されている。なお、令和元年台風第 19 号に関しては、カスリーン台風、狩野川台風に匹敵する人的被害に及んだことも把握できる。狩野川

台風以降、高度経済成長とともに水害防止に対するインフラ整備が進み、飛躍的に人的被害、かつ資産の量的な被害は減少傾向を示した。ただし、令和元年台風第 19 号では、インフラ整備より補填された防災レベルを超過し、被害が生じたといえる。

表 4.1.2 過去の台風との福島県災害状況概要表

	カスリーン 台風	狩野川 台風	昭和 61 年 8 月豪雨	平成 10 年 8 月豪雨	平成 23 年 台風 第 15 号	令和元年 台風 第 19 号 (速報値)
死者・ 行方不明 者 (人)	38	68	3	11	0	32
全壊住宅 (棟)	209	707	14	48	17	1,489
半壊住宅 (棟)	—	—	33	74	1,217	12,560
床上浸水 (棟)	33,470 床下含	9,549	5,501	1,106	234	1,161
堤防決壊 (箇所)	荒川他	荒川、松 川、大 川、湯川	谷田川、逢 瀬川他	杉田川、谷 津川、堀 川、黒川他	阿武隈川 (県管理)他	国:1 県:49

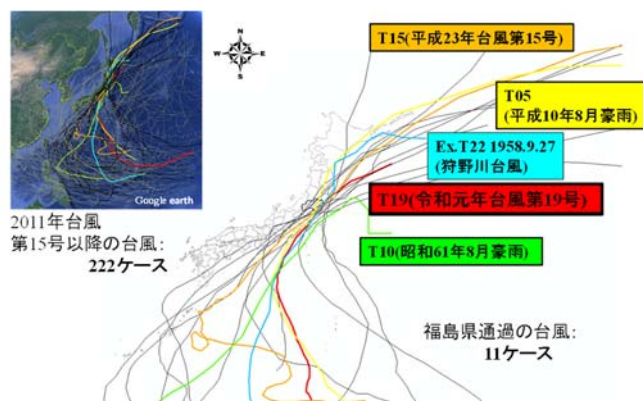


図 4.1.2 台風経路総括空間分布

表 4.1.3 甚大な被害を与えた台風群経路との類似事例

Typhoon	発生日	日本列島被害	福島県被害
T10	T-No.8610	1986.8.4	
T05	T-No.9805	1998.8.26-31	
T15	T-No.1115	2011.9.20-22	
T19	T-No.1919	2019.10.12-13	
1	T-No.1204	2012.6.19-20	静岡・神奈川で被害
2	T-No.1419	2014.10.13-14	列島広域で被害
3	T-No.1506	2015.5.12	鹿児島で被害
4	T-No.1607	2016.8.17-18	関東～北海道で被害
5	T-No.1609	2016.8.22-23	関東・北海道で被害
6	T-No.1721	2017.10.22-23	宮崎で被害
7	T-No.1813	2018.8.8-10	関東で被害
8	T-No.1824	2018.9.30-10.1	関東以南で暴風被害
9	T-No.1906	2019.7.26-29	奈良で被害
10	T-No.1915	2019.9.7-9	千葉で甚大な被害

図 4.1.2 は、デジタル台風データベース⁵⁾を基に、令和元年台風第 19 号、福島県に甚大な被害を与えた①～⑤の台風群、およびこれらの台風群経路の範囲内(但し福島県内)に生じた平成 23 年台風第 15 号から令和元年台風第 19 号までの期間の台風経路を示した総括空間分布である。令和元年台風第 19 号と福島県に甚大な被害を与えた台風群経路の上陸範囲は概ね愛知県から千葉県であり、河川管理上の経験的な知見より広い範囲になることが示された。ただし、いずれの台風群とも、阿武隈川の流下方向と概ね一致する経路を辿っており、多大な降雨に反応して敏感に水位上昇したイベントといえる。また、近年の平成 23 年台風第 15 号から令和元年台風第 19 号の期間内では、222 ケースの台風が発生している。この内、福島県に甚大な被害を与えた台風群経路の範囲内に 11 ケースの台風が認められた。これら類似した 11 ケースの台風経路の災害の概況を示したものが表 4.1.3 である。例外も存在するものの、概ね福島県内に床下浸水以上の被害を生じさせている。

4.1.3 死者の分析

令和元年台風第 19 号の人的被害に関して、福島県では、全国都道府県最多の 32 人の死者となる災害特徴が認められている。図 4.3 は死者被害を市町村毎にまとめた¹⁾分布図である。32 人の内、斜面崩壊に関わる土砂災害による死者が 3 人(二本松市 2 人、白河市 1 人)で、そ

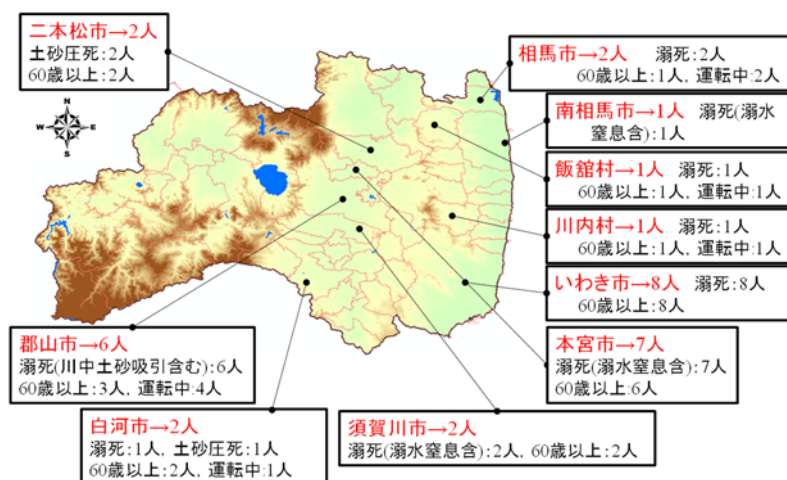


図 4.1.3 死者被害の分布

の他が浸水等に関わる溺死、浸水中の土砂吸引等の水災害に関与した死者となる。死者の認められた地域は 10 ヶ所と県内で点在するが、死者の集中した場所は、郡山市(6 人)、本宮市(7 人)、いわき市(8 人)である。郡山市に関しては、阿武隈川水系谷田川流域内での死者が 4 人と多いが、谷田川流域内の死者は特定領域に集中したものではない。一方で、本宮市では、阿武隈川と支川の安達太良川合流部の特定領域に 7 人の死者が集中する。また、いわき市では、夏井川流域の死者 7 人となり、その内の 4 人が平下平窪に集中する。本宮市といわき市平下平窪の特定領域はいずれも堤防決壊に近接した位置関係をなし、これら地域の死者は地域居住の住民となる。なお、死者の 32 人の年齢構成は、20 歳未満 2 人、20 歳以上 30 歳未満 1 人、30 歳以上 40 歳未満 2 人、40 歳以上 50 歳未満 1 人、60 歳以上 70 歳未満 12 人、70 歳以上 80 歳未満 8 人、80 歳以上 6 名となる。60 歳以上の高齢層の死者は、合計 26 人であり、死者に占める約 80%の高い占拠率を示した。特定地域に死者の集中した本宮市の死

者 7 人の内の 6 人，いわき市平下平窪 4 人全員が 60 歳以上となり，ほとんどが高齢層となる．その他，車両運転中による死者が 9 人となることも把握された．この人的被害の 60 歳以上は 5 人となり，全体，特定地域で集中する死者の高齢者割合よりも低くなる結果を得た．

これらの死者の傾向を整理すると以下の①～④にまとめられる．

- ① 都道府県の最多となる死者 32 人の内 29 人が浸水等に関わる溺死等の水害に関った．
- ② 死者の認められた市町村は県内 10 ヶ所と点在するが，堤防決壊した本宮市，いわき市の特定領域に死者が集中した．
- ③ 死者 32 人の内的高齢層(60 歳以上)の占拠率が約 80%となる結果が示され，堤防決壊した本宮市，いわき市の特定領域の死者は概ねが高齢層だった．
- ④ 車両運転中による死者は 9 人となるが，相対的に死者の高齢者割合よりも低くなり，年齢層に偏りが無い．

全国規模で最多となる死者となった福島県の災害特徴のうち，特に死者が高齢層に偏る結果は，特に留意しなければならないポイントである．なお，堤防決壊に近接した位置に集中した本宮市といわき市平下平窪の死者の概ねは高齢層だが，これら地域の避難情報の時間履歴⁶⁾は表

表 4.1.4 死者集中地域の避難情報発信時間

	本宮市本宮 2・3 区	いわき市平
避難準備・高齢者等 避難開始	2019/10/12 14:00	2019/10/12 10:00
避難勧告	2019/10/12 20:00	(2019/10/12 19:10)
避難指示(緊急)	2019/10/12 22:15	2019/10/12 21:40
災害発生	2019/10/13 1:05	—

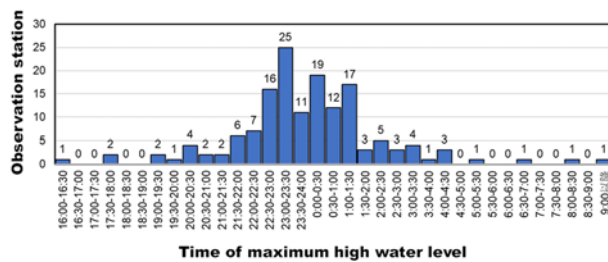
4.1.4 に示すとおりとなる．また，該当市のハザードマップを参考にすれば，双方の領域とも浸水深 2.0m 以上の範囲に含まれている．先に示した豪雨発生時刻やのちに説明する河川水位上昇時刻を踏まえて，情報どおりに高齢者等の避難の機能がなされれば安全性を担保できた可能性が示唆される．一方，安全を確実に確保するには適切な情報を提供するだけでなく，万人を情報に順応させる行政，および地域全体の避難サポート体制を整備することや，リスクの高まる地域に居住する高齢層の避難対象者各自の危険事象への対応認知の向上と避難行動を円滑にさせる取り組みの強化が必要になることを示している．

4.1.4 堤防被害の概況

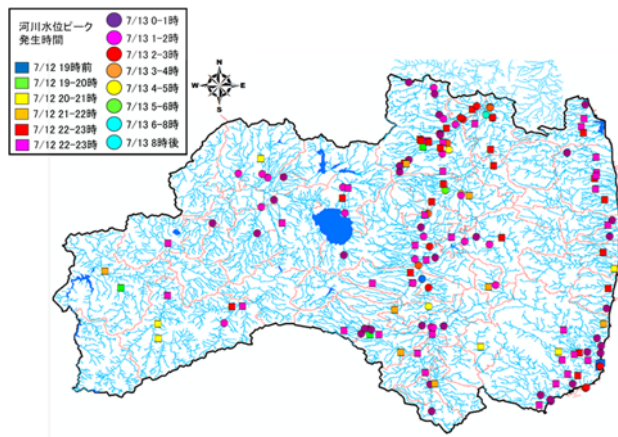
(1) 河川水位ピーク発生時刻

堤防決壊への主な原因と関連付けられる河川水位の変動情報を整理した．河川水位に関するデータセットとして国土交通省管轄(但し阿武隈川流域のみ)⁷⁾，福島県管轄の河川水位観測所の観測データ⁸⁾を用いた．

図 4.1.4 の(1)，(2)は，各水位観測所の観測データに基づいたピーク水位の発生時刻を整理したものである．図 4.1.4(1)より，10 月 12 日 22:30～13 日 1:30 の間にピーク水位を多



(1) ピーク水位発生時刻と観測所の関係



(2) ピーク水位発生時刻空間分布

図 4.1.4 ピーク水位発生時刻と水位観測所の関係図

くの観測所で観測されており、特に、ピーク水位を記録した観測所の多かった時間帯が 12 日 23:00～23:30 となる。急遽の迅速な避難を行った場合には危険性の高まる深夜帯のピーク水位の記録であることが示されている。

ピーク時間の地域性を求めるため、ピーク水位発生時刻の空間分布を示したものが図 4.1.4(2)である。ピーク水位を記録した観測所の多かった 12 日 23:00～23:30 の地域特性は、県内の広い範囲で 10 月 12 日 16 時を起点に 15～20 時間の継続で時間換算平均 15～25mm/h の降雨が認められたこともあり、明瞭に特定することができない。この時間に記録されたピーク水位の観測所は、浜通り地

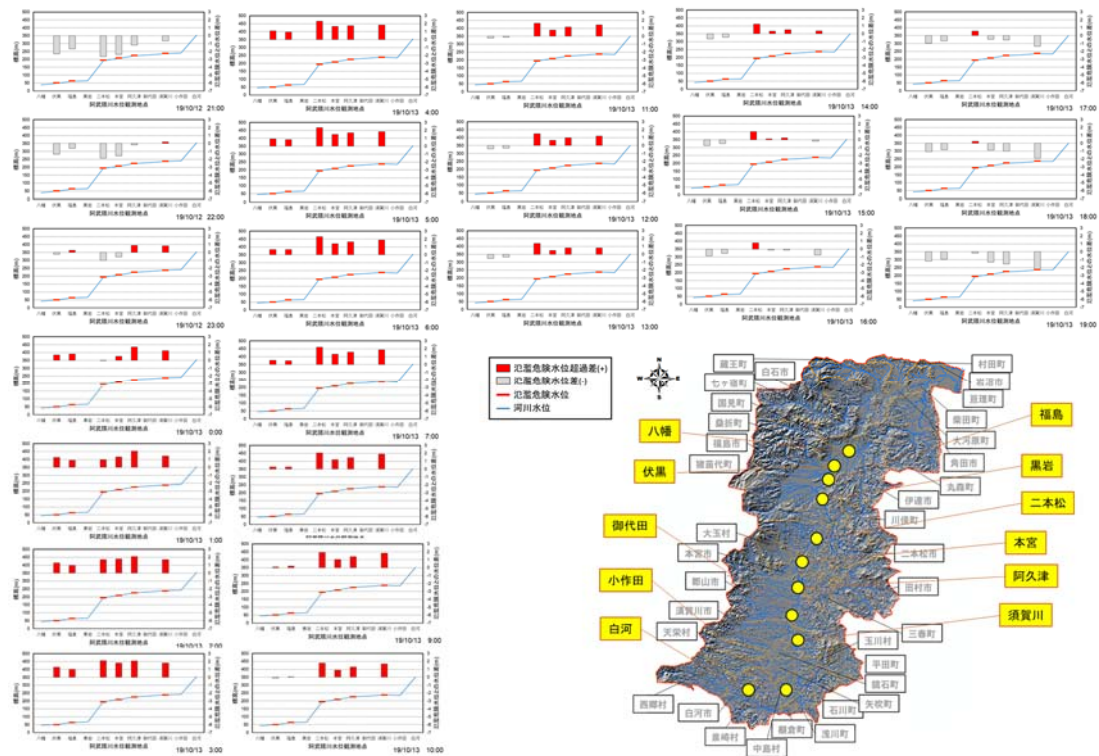


図 4.1.5 阿武隈川の水位変動状況

域から会津地域までの広い範囲に点在する。時間に応じた地域性が認められるのは、ピーク水位を多くの観測した 10 月 12 日 22:30～13 日 1:30 の時間帯の終盤からである。0:30 より阿武隈川本川上流域の白河、滑津の観測所がピーク水位を記録する。以降、ピーク水位を記録したものは阿武隈川本川の水位観測所へ遍在する。10 月 12 日 22:30～13 日 1:30 は強雨、多雨に敏感に反応して県内各地でピーク水位流量が認められるものの、13 日 0:30 以降は中通り地域を貫通する阿武隈川への水系支川の集水がなされ、本川でピーク水位が認められている。なお、阿武隈川本川で最も遅い時刻にピーク水位を記録した観測所は中流部に位置する二本松であり、福島～二本松の区間に存在する狭窄部の影響による流出水の集積が示されている。なお、本川の河川水位の水位状況は図 4.1.5 に示すとおりであり、二本松付近の水位が長時間にわたり高水位にあることが理解できる。

図 4.1.6 は、福島県内の水位観測所における氾濫危険水位超過時間を空間情報で整理したものである。氾濫危険水位超過時間の長い部類に区分される 16 時間以上に該当する水位観測所は二本松、須賀川、阿久津、本宮であり、いずれも阿武隈川本川の中流部に位置する。なお、最長時間は二本松であり 18 時間と記録されている。ピーク水位発生時

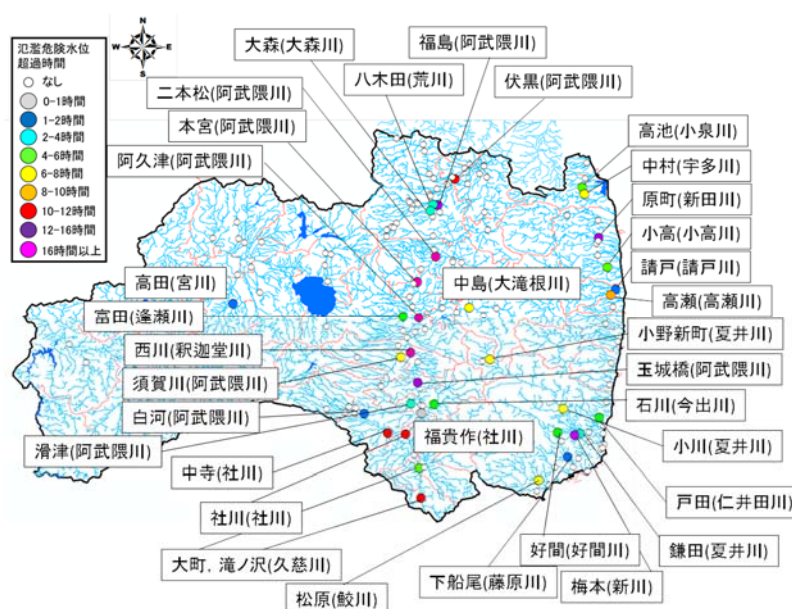


図 4.1.6 福島県の氾濫危険水位超過時間空間分布

刻の結果の通り、福島～二本松の区間に存在する狭窄部の影響により、長期間にわたり本川で円滑な流下のできない状態が継続し、高水位が記録されていたことを示している。なお、高水位状態が長期化した阿武隈川本川沿岸の二本松市安達地区では、土地利用一体型防災事業が平成 21～27 年に進められおり、輪中堤整備や家屋嵩上げの整備がなされている。また、これらの地域は、二本松市条例により平成 22 年度から災害危険区域に指定されている。浸水被害の常襲の災害履歴より、これらの整備や指定がなされているが、この地区では、令和元年台風第 19 号による甚大な被害が報告されていない。河川水位上昇と長時間化しうる水害リスクの高まる地域に対する予め浸水を想定した減災も含めた効用に関しては、今後の水防災上での有効なケーススタディになりうる。緻密なデータも収集して改めて精査する意向である。中通り地域に関しては、阿武隈川本川中流部である二本松～須賀川の区間で特に氾濫危険水位超過時間が長期化したことと併せて、概ね本川で 10 時間以上の氾濫危険

水位超過時間が記録された。なお、中通り地区の阿武隈川支川は、一部の地域を除き、氾濫危険水位超過時間 4～6 時間を記録した水位観測所が多く存在した。浜通り地域では、いわき市の梅本(新川)，南相馬市の原町(新田川)に示される平地に位置する市街地の水位観測所で 10 時間以上，いわき市の小川(夏井川)，松原(鮫川)，相馬市の中村(宇多川)に示される比較的流域面積の大きな河川の水位観測所で 6 時間以上の氾濫危険水位超過時間を記録する傾向が認められた。その他の河川では，氾濫危険水位超過時間 4～6 時間を記録した水位観測所が多く存在した。会津地域では，高田(宮川)にて氾濫危険水位を 1 時間超過した結果が得られた。その他の水位観測所では，氾濫危険水位超過が認められていない。

氾濫危険水位超過は，中通り地域，浜通り地域で多く認められており，概ね 4 時間以上の超過時間を記録した。氾濫危険水位と厳密に堤防越水に達した水位高と異なるが，建設省土木研究所による越水堤防調査の越水事例(1967～1976 年，90 事例)に基づく⁹⁾と，越水深 60cm で 3 時間の越水を決壊の目安としている。その後の末次による追跡分析¹⁰⁾により不陸，堤防の天幅，裏のり勾配，川表・裏の護岸により抑制効果は大きく異なることも報告されているものの，従前の目安を考慮すれば越水による堤防決壊が頻発しうる水位状況であったことが示される。

(2) 福島県の堤防決壊分布と要因

図 4.1.7 は福島県内の堤防決壊箇所分布である。福島県内の堤防決壊箇所数は国管轄 1 ケ所，県管轄の 49 ケ所の計 50 ケ所となる。中通り地域 31 ケ所，浜通り地域 18 ケ所，会津地域 1 ケ所で区分される。特に，被災の集中した市町村，および河川領域は，いわき市の夏井川(5 ケ所)，玉川村，鏡石町，矢吹町の区間を流下する阿武隈川上

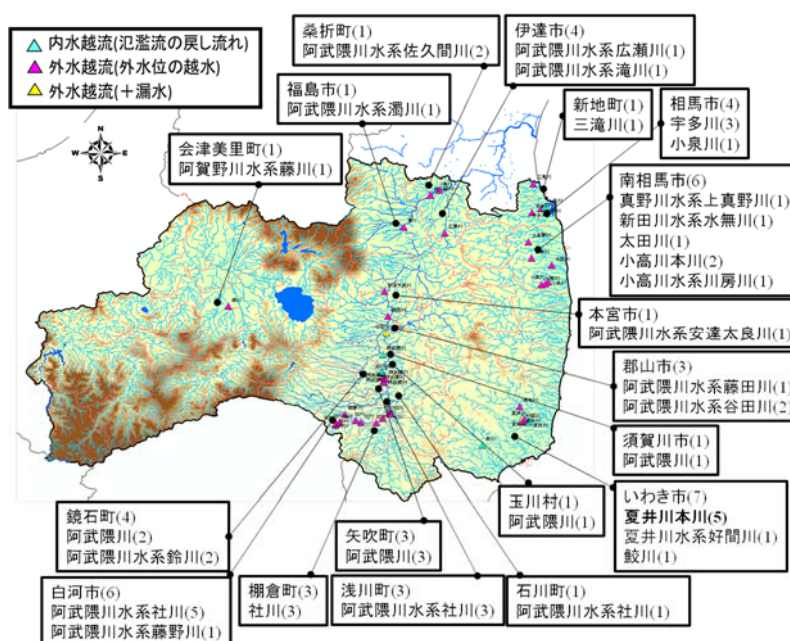


図 4.1.7 福島県の堤防決壊箇所分布

流域(6 ケ所)，白河市，棚倉町，浅川町，石川町の区間を流下する社川(10 ヲ所)である。いずれも地形的な共通条件として，緩やかな河川勾配を呈する蛇行した河川形状を呈した領域となることが挙げられる。その他，全般の地形的特徴の傾向として，本川と支川の合流部

付近の支川側，扇状地付近での扇頂付近の決壊事例が多く認められた．なお，本川と支川の合流部付近の支川側の堤防決壊に関しては，背水現象を示唆する痕跡が多く認められている．流域全域での強雨，多雨の影響に伴う本川側の水位上昇により合流部付近での堤防決壊が生じた可能性が高い．また，扇状地付近での扇頂付近に関しては，夏井川等を除く浜通り地域の小規模河積の河川にて多く認められた．

地形的な特徴より，概ねの決壊分布の傾向が示されるものの，調査結果に基づき各堤防決壊の直接的な原因を整理している．図 4.1.7 とともに，図 4.1.8 に堤防決壊の直接原因を整理した．堤防決壊の概ねが地

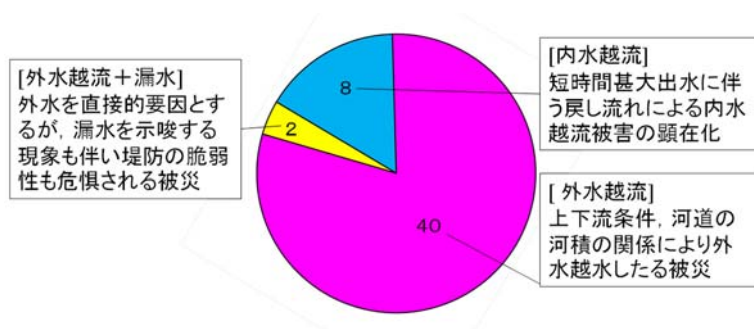


図 4.1.8 福島県の堤防決壊の直接原因

形的な特徴に示された河川蛇行部，本川と支川の合流部，扇状地の扇頂部や，構造物などにより河積制限された領域部で生じた外水越流を直接的な原因とする．その一方で，少数ではあるが，現地調査より内水越流，外水越流と漏水の重複した 2 パターンの被災原因を示す結果が得られた．戻し流れによる内水越流に関しては，甚大な出水に伴う上流側の洪水流が河川に戻し流れによるものであり，堤外側に越流に伴う洗堀跡が示されたものである．流域全体への極大降雨の出現に伴い生じたものであり，今後の気候変動の影響により増加しうる原因と位置付けられるものである．外水越流と漏水の重複に関しては，外水の痕跡の他に堤防法尻に湧水，噴砂痕跡を残すものである．越水も原因としているが，堤防整備領域の条件性により決壊現象を促進させた可能性も示唆する．持続的で強靱な堤防整備を進める上で漏水の要因究明と対応の検討が不可欠といえるものである．以下，4.2～4.4 に中通りを貫流する阿武隈川上流北部と南部の各河川，および各地区の堤防決壊状況の調査結果を記載する．また，4.5 にはその他の堤防決壊，および洪水氾濫に伴う被害の特記事項も報告する．

参考文献：

- 1) 内閣府：令和元年台風第 19 号等に係る被害状況等について(第 45 報)，http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon19/pdf/r1typhoon19_45.pdf, Site viewed:2020/05/25.
- 2) 国土交通省東北地方整備局：阿武隈川水系河川整備計画，pp.172, 2012.
- 3) 建設省福島工事事務所(現国土交通省福島河川国道事務所)：阿武隈川洪水記録写真集，pp.213, 2000.
- 4) 福島県消防防災課：福島県災害誌，pp.579, 1972.
- 5) 北本朝展：デジタル台風：台風画像と台風情報，<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>, Site viewed:2020/05/25.

- 6) 福島県災害対策課：令和元年台風第19号等による被害状況即報（第93報），
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/382550.pdf>, Site viewed:2020/05/25.
- 7) 国土交通省：水文水質データベース，<http://www1.river.go.jp/>, Site viewed:2020/05/25.
- 8) 福島県：河川流域総合情報システム，<http://kaseninf.pref.fukushima.jp/gis/>, Site viewed:2020/05/25.
- 9) 須賀堯三・橋本宏・石川忠晴他：越水堤防調査最終報告書—解説編—，土木研究所資料，No.2074，1984.
- 10) 末次忠司：河川堤防の耐越水性向上について，水利科学，No.317，43-50，2011.

（以上 文責：福島大学 川越清樹）

4.2 阿武隈川水系上流域北部

4.2.1 調査概要

阿武隈川水系上流域の北部では、伊達市から本宮市までの区間の調査を 10 月 15 日に行った。調査地点は図 4.2.1 の通りである。以下に調査地点の被害状況について報告する。

4.2.2 伊達市梁川町五十沢地区

伊達市柳川町五十沢付近では、阿武隈川の堤防の堤内地側が大きく損傷しており、破堤寸前であった（写真 4.2.1）。この地点は阿武隈川左岸の連続堤防が直下の狭窄部左岸丘陵地に接続する山付堤になっている場所である。破堤地点は堤防の天端が周辺部に比べて 50 cm ほど低い。破堤地点付近の流水痕は、堤外地から堤内地に向かって河川水が越流したことを示唆していた。堤内地側は湛水した痕跡が確認できた。

以上より、梁川町五十沢の堤防損傷は、阿武隈川本川の水位上昇により、天端高が低い山付堤部を阿武隈川の河川水が越水し、堤内地側法面を洗屈したもの推測される。

五十沢地区で損傷した阿武隈川左岸堤防の堤内地側は標高が周辺よりも低い農地になっている。付近の痕跡から、ここでの湛水深は約 1.9 m と推測される（写真 4.2.2）。狭窄部の直上に位置するため、洪水時の氾濫水は標高の低い農地で受け、農地より一段高い道路と同じかそ

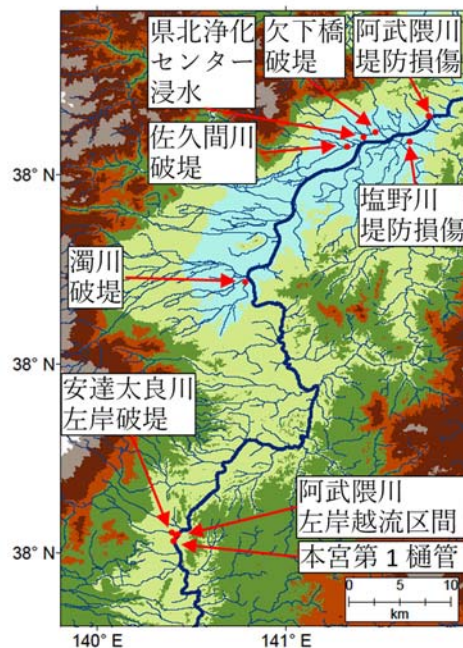


図 4.2.1 調査対象地点



写真 4.2.1 梁川町五十沢の堤防損傷
(撮影点: N37.885135, E140.625857)



写真 4.2.2 損傷した山付堤背後の湛水痕
(撮影点: N37.885187, E140.625892)

れ以上の標高に住居が配置されており、被害を抑制できている。高低差を利用して氾濫水を低地の農地で受ける計画的な土地利用が機能した好例と言える。

五十沢の破堤地点背後の道路下には、堤内地から堤外地に接続する暗渠がある。暗渠の上流側の堤内地では幅 1 m 程の開水路になっている。道路下の暗渠およびその上流側の開水路で構成される 20 m 弱の区間において、道路の崩落、開水路両岸の護岸崩落、隣接住居からの自動車 2 台の落下を確認した(写真 4.2.3)。

阿武隈川の水位上昇に伴ってこの水路の水位が一定時間上昇し、湛水した水が開水路両岸の背後や道路下の土砂を洗掘したものと推測される。

4.2.3 伊達市梁川町塩野川橋付近

伊達市柳川町五十沢付近では、阿武隈川の堤防の堤

伊達市梁川町の塩野川に架かる塩野橋の上流側では外湾水衝部の護岸浸食や越水の氾濫が確認できた。堤防は低く、川沿いの住居には浸水していた(写真 4.2.4)。

橋梁直上の水衝部の護岸が損傷していることから、上流からの出水と塩野橋による通水障害が直接の原因ではないかと考えられる。

4.2.4 国見町西大枝原前道下付近

国見町西大枝原前道下の欠下橋の上流 20 m 付近の場所では、滝川の右岸が 50 m 弱の区間にわたって破堤した(写真 4.2.5)。右岸側の堤内地の標高は低く、農地として利用されていた。右岸堤防の堤内地側には堤防に沿った用水路が設置されている点が特徴的である。この右岸堤防の堤内地側の農地には広く湛水したことを示す流水痕がある。



写真 4.2.3 五十沢地区の道路陥没
(撮影点: N37.796270, E140.923415)



写真 4.2.4 梁川町塩野川橋付近の被害
(撮影点: N37.806123, E140.943556)



写真 4.2.5 国見町の欠下橋の被害
(撮影点: N37.806123, E140.943556)

滝川の右岸の破堤地点の堤防天端付近には流水痕があったため、天端付近まで河川水が達していたものと推測される。越水が発生したかどうかは不明であるが、天端付近までの水位上昇が破堤の原因になったと考えられる。

4.2.5 国見町県北浄化センター付近

滝川の右岸堤防の護岸直上部の破堤により、県北浄化センターがある右岸側堤内地に河川水が広く氾濫した痕跡を確認した。県北浄化センターは地盤面から約4 m 高さまで浸水し、センター内の電気設備が故障して機能停止した。

この堤内地よりも一段高い道路の流水痕（写真 4.2.6）から、この道路上の湛水深は 40 cm 程度と推測される。県北浄化センター付近は低平地になっているため、この辺り一帯が周辺の農地を含めて全て浸水被害を受けたものと考えられる。

4.2.6 桑折町大字伊達崎字松ノ口付近

桑折町大字伊達崎字松ノ口付近の佐久間川に架かる橋の直上で両岸が破堤した（写真 4.2.7, 4.2.8）。両岸とも破堤点は橋から続く護岸直上部で発生した。周辺の土地や道路には流水痕が確認できた。

現地の状況から、橋梁による通水障害が発生し、橋の上流側にある護岸最上流端部の強度が不連続に低下する地点でせき上げられた水が堤防を越水して堤内地に広がったと考えられる。さらに越水した水が堤防を浸食して破堤したと考えられる。



写真 4.2.6 県北浄化センター付近の痕跡
(撮影点: N37.866000, E140.568303)



写真 4.2.7 佐久間川左岸の破堤
(撮影点: N37.857888, E140.553830)



写真 4.2.8 佐久間川右岸の破堤
(撮影点: N37.857888, E140.553830)

4.2.7 福島市鳥谷野交差点付近

福島市鳥谷野の濁川最下流部では、濁川橋直下の左岸堤防が破堤した。この破堤点は、濁川橋直下の護岸が切れ、堤防の高さが1 m程下がった場所であった。また、濁川橋の直上左岸の排水樋門の正面の右岸堤防が陥没した。決壊した濁川橋西側の日東紡福島工場北門入口の標識の痕跡から、この地点の浸水深は2.35 m程度と推定される（写真4.2.9）。この浸水被害は、宝来町、郷野目東地区のほぼ全域に加えて金込町の一部に広がっていた。

この地域は阿武隈川に近接しているため、阿武隈川の水位上昇によって支流である濁川の水位がせき上がり、濁川の堤防のうち構造的に弱く、天端の低い場所で越水・破堤して被災したものと考えられる。



写真 4.2.9 福島市鳥谷野の浸水被害
(撮影点: N37.738393, E140.463883)



写真 4.2.10 阿武隈川左岸の越流部
(撮影点: N37.516047, E140.404590)

4.2.8 本宮市市街地

本宮市の中心市街地は、阿武隈川の左岸の堤防が周辺部よりも低い約 750 m の区間からの越水によって浸水したことが流水痕から確認した（写真4.2.10）。浸水範囲は市街地のほぼ全域にわたるが、微妙な高低差によって被害を免れた地域もあった。この周辺よりも低い堤防を嵩上げする工事を進めていたが、この区間はまだ嵩上げが完了していなかった。この区間の嵩上げをすると景観は損なわれるが、安全度は向上するものと考えられる。



写真 4.2.11 本宮第1樋管
(撮影点: N37.510425, E140.400940)

阿武隈川左岸堤防のうち高さが低い区間の直上には本宮第1樋管があり、その堤防は2mほどの嵩上げが完了していた。阿武隈川左岸の嵩上げ工事が完了していれば、阿武隈川本流からの浸水は避けられた可能性がある。本宮第1樋管は2015年3月に設置されたものであ

る。堤内地側にある水門の電源は地盤面よりも 2.5 m 程度高い水門上部に設置されており、浸水は免れている。なお、この水門付近の湛水深は約 1.15 m 程度であったことが痕跡から分かる。本宮第 1 樋管からの漏水があったのかどうかは判然としなかった。

本宮市本宮字下町の浸水痕から、この地点の浸水深は 1.45 m 程度であったことが分かった。浸水被害を受けた家財道具などが市街地では積み上がっていた。

阿武隈川の左岸と安達太良川右岸に挟まれた本宮市街地の浸水被害は、阿武隈川本流の越水が原因と考えられる。

4.2.9 安達太良川左岸破堤地点

安達太良川に架かる東北本線第二中川橋梁の直上の安達太良川左岸堤防が破堤し、左岸側の堤内地が浸水した。破堤点付近の左岸堤防の天端には流水痕があった。第二中川橋梁の橋桁下部には出水時に流れた草などが引っかかっていた。安達太良川左岸の住宅街は 1 階の天井付近の高さまで浸水した。

安達太良川左岸の浸水被害はこの破堤点からの浸水が広がったことが原因と考えられる。

4.2.10 阿武隈川水系上流域北部の総括

伊達市梁川町から本宮市に至る区間の阿武隈川および支流の被害状況を調査した結果、伊達市梁川町周辺地域は土地利用の誘導が成功して被害を最小限にした一方で、福島市や本宮市などの河川堤防のすぐ側まで住宅地が迫る地域では被害が大きくなっていた。

破堤地点の配置を見ると、山付堤の接続部、橋梁前後の法面護岸が終わる点、橋梁と河川堤防の接続部などの連続堤の構造に変化が生じて、周辺部に比べて強度が低下する可能性



写真 4.2.12 本宮第 1 樋管の水門
(撮影点: N37.510413, E140.400532)



写真 4.2.13 市街地の浸水痕
(撮影点: N37.515665, E140.402815)



写真 4.2.14 第二中川橋梁直上の破堤
(撮影点: N37.517562, E140.399178)

がある地点に集中している点に特徴があると考えられる。

住民の生活への影響が大きかった本宮市は、阿武隈川に左岸から山が迫っている市街地の治水安全度の早期の向上が必要と考えられる。また、それに伴って安達太良川の堤防の高さと強度、出水時の避難誘導など、再検討を要する事項が多いと考えられる。

(以上 文責：福島大学 横尾善之)

4.3 阿武隈川水系上流域南部

4.3.1 藤田川

藤田川は、阿武隈川左支川であり、奥羽山脈の額取山を水源にして、郡山市熱海町、逢瀬町、喜久田町、日和田町を東流し、日和田町で阿武隈川本川に合流する河川である。

藤田川では、阿武隈川本川合流部より約200～300m上流側で道路を挟んだ左岸側の2か所の堤防で決壊が認められた(公式の報告では道路を挟んだ1カ所で統合されている。図4.3.1参照)。上流側の堤防決壊(決壊区間約20m)は、藤田川と郡山市内のため池を水源とする河川(右支川)の合流部付近であり(図4.3.1参照)、豪雨に伴う両河川の異常流出により越流が生じて洗堀が進み堤防決壊まで及んだと推測される。なお、合流部付近は山地、平地の境界部に位置し、直上の河床勾配も急であったこと、藤田川では急勾配の河床を安定化させるための落差工も施工されていることから(図4.3.1)、水勢は顕著だったと察することができる。なお、下流側の堤防決壊(決壊区間約30m、写真4.3.1)は上流側決壊と道路を挟



図 4.3.1 決壊箇所位置図



写真 4.3.1 下流側堤防決壊



写真 4.3.2 氾濫による被害状況

むが、上流域現象の余波が影響している。また、総じてこの周辺は、右岸側を高標高とするため右岸側からの表流水の影響も加えられていると推測され、上流からの異常出水に加えて、右岸からの表流水の影響も負荷されている可能性が高い。なお、右岸側のやや標高の高い領域には郡山クリーンセンター(処理施設)が分布するが、50～100cm程度の浸水痕跡が認められている。こうした、痕跡からも右岸からの表流水の影響も示唆される。また、河川の屈曲部にも位置しており下流側への流出が滞る個所であることも越水を加速させていると推測される。上流部の出水の他、地形的な複合要素から堤防決壊が生じたものと推測される。

なお、上流部の堤防決壊個所に近接して しいたけ工場が存在するが、氾濫による被災が

認められている(写真 4.3.2). 下流部の堤防決壊に近接するのは水田であり、洗堀に伴う浸食痕跡が存在する。

総じて、当該決壊個所である藤田川左岸側は地形的に堤防決壊リスクの高い領域である。復旧のみを考慮した整備の場合、同等の低頻度異常出水が生じた時に同様の決壊が生じる可能性が高いと推測される。高頻度出水の外水氾濫防止と低頻度出水の洗堀防止効果を備えた堤防の強靱化を図るか、もしくは、承諾可能であれば被害軽減を図るための移転等の土地規制も視野に入れた対応が望まれる。

4.3.2 谷田川

谷田川は、阿武隈川右支川となる大滝根川支流であり、阿武隈山系一盃山を水源にする。郡山市田村町を流下し、水門町付近で大滝根川と合流して、約 200m 下流で阿武隈川に合流



図 4.3.2 決壊箇所位置図

する河川である。谷田川では、阿武隈川合流より約 1.5～2.0km 上流付近の田村町上行合の左岸、右岸の 2 カ所で堤防決壊が認められた(図 4.3.2 参照)。

上流部の堤防決壊は、左岸側で生じており、決壊堤防の周辺では越水に伴う川裏のり面の洗堀痕跡が多く認められている(写真 4.3.3)。なお、決壊個所の堤内には、約 189ha の敷地面積を有する郡山中央工業団地が存在している。郡山工業団地は、北流する阿武隈川と谷田川に挟在しており、1986 年の 8・5 水害でも 1m 以上の浸水被



写真 4.3.3 上流側堤防決壊状況

害を経験している。金属製防水ゲートの設置や、敷地嵩上げなどの自社対策を施した会社が存在していたものの、決壊により8・5水害を上回る2m前後の浸水が、同団地全体の大部分で記録している。決壊地点の河道形状は、緩勾配を呈する屈曲した上流部より直線に変化する通水障害の生じうるポイントであり、出水の停滞により越水が生じ洗堀したことが痕跡より示されている。

下流側の堤防決壊は、右岸側で生じており、越流浸食の痕跡にあわせて、被災直後には堤防川裏側法尻付近より湧水が認められていた(写真4.3.4)。これらの現象から越水と漏水の重複現象により決壊に至ったことが示唆される。なお、湧水は、例えば、河川水位上昇に伴い一時的に発生し



写真 4.3.4 下流側決壊と漏水状況



写真 4.3.5 6ヶ月後の漏水

たものではなく、決壊後に6ヵ月経過した時点でも途切れていないことが確認されている(写真4.3.5)。そのため、当該堤防決壊箇所は、豪雨イベント誘発だけでなく、固有の脆弱性を含んでいると考えられる。この検証のため、治水地形分類図¹⁾、および空中写真による過去の河川遍歴の調査を実施した。

図4.3.3は、比較検証図である。

治水地形分類図より谷田川右岸の堤防決壊は、旧河道に側近する位置関係を示す。また、この堤防決壊箇所

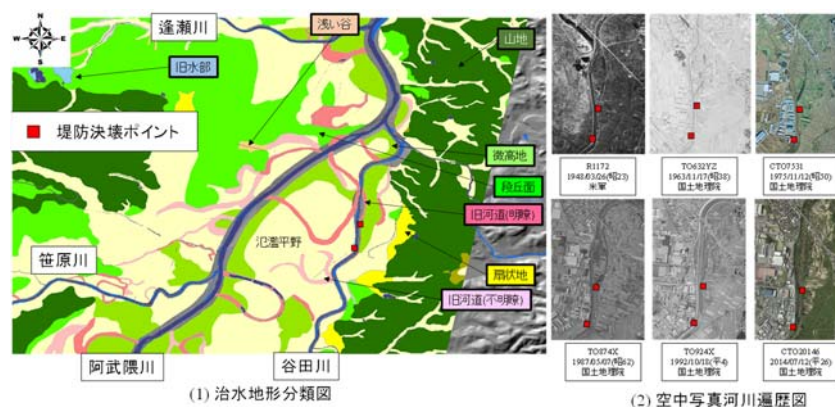


図 4.3.3 比較検証図

の右岸側は広い範囲で微高地を呈する。標高的関係より決壊堤防上流側の低標高領域を基準に微高地を定義したものと考えられる。この幅広い微高地はおおよそ自然堤防と類似した位置付けと解釈できる。幅広い形状から、谷田川自身よりも規模の大きい阿武隈川の氾濫で形成された微高地と推測される。空中写真より、河川形状は、かつては左右に分岐する形

状を直線化した形跡が認められ、昭和 62 年から平成 4 年の間に河川形状が変化している。もともとは幅広の河川断面が変化したことで、異常出水より負荷が生じている可能性も示唆される。こうした形跡から上流部からの伏流水の影響が湧水減少として認められていることも推測される。この原因究明を進めるためには、地形上の判読だけでなく、地質、地下水追跡の補足調査が必要である。



写真 4.3.6 谷田川大善寺橋損傷状況

決壊個所である谷田川上流部左岸側は、郡山市産業の中核を担う工業地帯が堤内に存在する保全重要性も踏まえて、異常出水に対する堤防強化を図り、低頻度出水に対する洪水防止、および高頻度異常出水に対する洪水被害軽減の対策を講じるべき領域である。また、これらの河川整備と同時に、高頻度異常出水による被害軽減を踏まえた嵩上げ等の自社浸水対策を施すことも必要と考えられる。ただし、自社浸水防止を講じるためには、相応の経費もかかるため助成が不可欠となる。決壊個所である谷田川下流部右岸側は、堤防側近が畑地であるものの、外水氾濫による被害が堤防より 500m 離れた住宅地まで及んでいたことを確認している。微高地であるものの河道も複数変化していることが地形分類図からも読み取れ、高頻度出水の外水氾濫防止のための堤防強化、もしくは、承諾可能であれば被害軽減を図るための移転等の土地規制も視野に入れた対応が望まれる。また、これに加えて、谷田川下流部右岸側堤防決壊に示される豪雨イベント誘発だけでなく、固有の脆弱性を含み被災事例は、潜在的な決壊リスクを導出するための貴重なサンプルになりうる。そのため、追跡調査を進め原因究明を進めることが望まれる。原因究明調査の結果を基にリスク評価モデルを構築させるなどの取り組みは、今後の異常出水に対して必要性が高いと考えられる。

なお、谷田川上流域に関しては、死者、交通網傷害(写真 4.3.6)などの被害が生じているため、適宜の対策補強、および防災計画を検討することが必要である。

4.3.3 阿武隈川 浜尾遊水地

阿武隈川本川の国管轄区間では、須賀川市浜尾地区の浜尾遊水地(阿武隈川左岸側)の浜尾第 2 樋門付近にて堤防が決壊した。なお、浜尾第 2 樋門は、遊水地内周辺堤沿いに整備された地内水路と連結している(図 4.3.4、写真 4.3.7)。堤内地側からの越水痕跡や周辺樹林の傾倒(写真 4.3.8)の現地状況から、堤内地からの越水を示唆する結果が得られている。また、近隣住民の決壊写真に基づく情報を時系列で整理した以下の報告がなされている²⁾。

① 10月13日1:19
時点で外水位・
内水位が堤防
天端まで上昇
し、以降、5:41分
まで内水外水
が均衡してい
る。

② 6～7 時にかけ
て内水位の上
昇が認められ、
浜尾遊水地堤
内地側から阿
武隈川への越
水が生じた。

③ 本川への越水
開始後から 11
時頃にかけて
川表側法肩か
ら堤防の崩壊
が始まり、14時
までに決壊が
進行した。

これら証拠写真

情報より、内水の戻し流れによる越水を原因に決壊が進んだことが同定できる。

なお、図 4.3.5 は堤防決壊地点の
約 500m 下流で計測されている須賀
川水位観測所の台風第 19 号時水位状
況、および過去の異常出水時水位を
示したものである。図より台風第 19
号既往最大降雨であると同時に、越
流時間 7 時間、氾濫危険水位 17 時間
を経過したことが見てとれる。また、
台風第 19 号の出水では、平成 16 年
11 月に概成した浜尾遊水地で 2 度目

の貯留を記録した(1 度目：平成 23 年 9 月)。先に示した越水堤防調査の越水事例(1967～1976

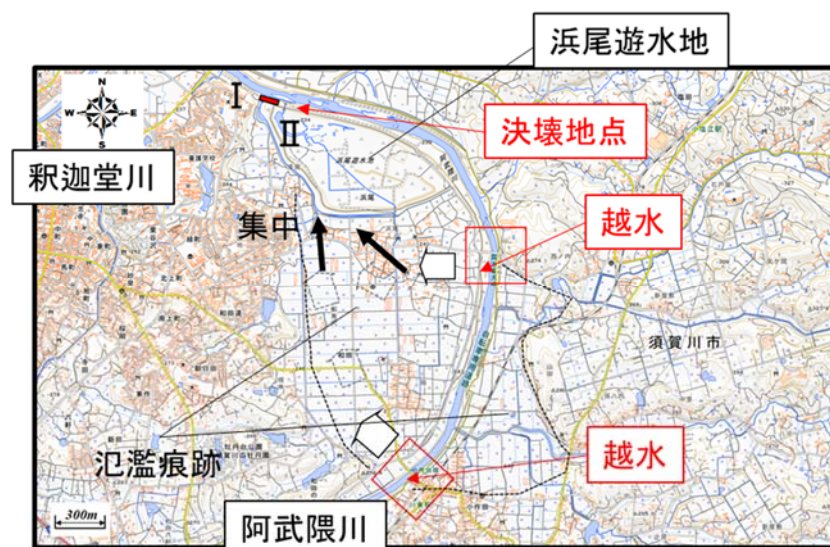


図 4.3.4 決壊箇所位置図



写真 4.3.7 浜尾遊水地 浜尾第 2 樋門付近の堤防決壊



写真 4.3.8 堤防決壊脇の樹林の傾倒

年，90 事例)に基づく³⁾と，越水深 60cm で 3 時間の越水を決壊時間の目安は，大幅に超過していることが示している。

浜尾遊水地からの出水には，上流域での右岸側からの洪水も影響してい

ること(写真 4.3.9)が，上流側に設置された危機管理水位計の水位上昇から示されている。異常出水時時，および旧地形の名残からも堤防決壊付近には流出の負荷がかかることが示されているため，堤防自体を補強する対応が望まれる。あわせて，堤防決壊個所の被害に関わらず，堤防決壊に寄与した上流の氾濫域には多くの住宅域が含まれていることにも考慮しなければならない。そのため，さらに上流側にも洪水調節機能をもつ整備が必要になることも示唆される。

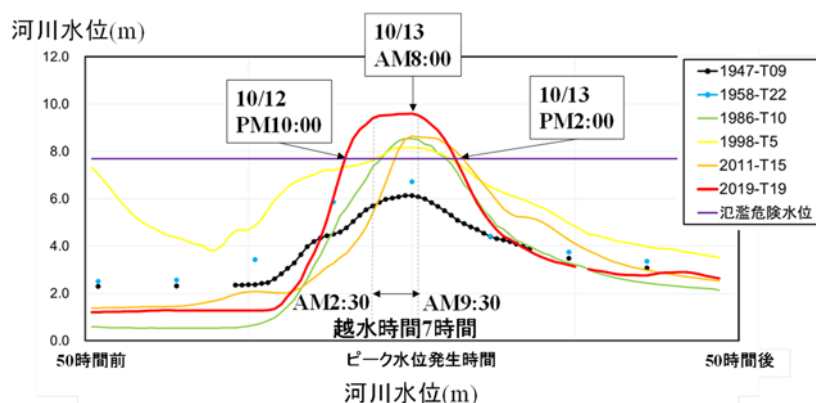


図 4.3.5 須賀川水位観測所の水位状況

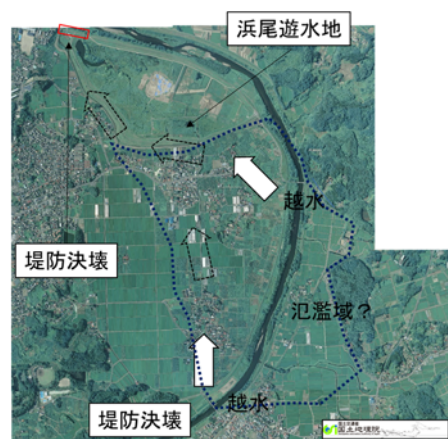


写真 4.3.9 堤防決壊上流域の状況

4.3.4 阿武隈川・鈴川 玉川村・鏡石町・矢吹町区間

阿武隈川本川の玉川村・鏡石町・矢吹町の区間，およびこの地点で合流する阿武隈川左支川の鈴川では，阿武隈川で 6 ケ所(矢吹町 3 ケ所，鏡石町 2 ケ所，玉川村 1 ケ所)，鈴川 2 ケ所で堤防決壊が認められた。

当該区間は，河道蛇行した平坦面であり，異常出水に伴い外水氾濫が生じやすい地形特徴を有している(図 4.3.6)。こうした地形背景より，過去にも異常出水時には，堤防越水，浸食による護岸損傷，堤防決壊が多く認められていた履歴を持ち，側近の異常出水である平成 23 年台風 19 号時も堤防決壊が集中した。

概ねが越水に伴う堤防決壊の痕跡が示されているが，当該地の下流側は，上流より越水した内水の戻し流れによる越水を原因に決壊したものに偏り，下流側に位置する鈴川の決壊は阿武隈川の越水の影響を受けたものである(写真 4.3.10)。いずれも決壊周辺の植生は鈴川の流向と異なり，阿武隈川の流下方向へ傾倒する。

狭い川幅や蛇行の曲度の大きい個所で決壊が集中しているが，決壊した場所，決壊しない

場所が明瞭に分別され、従前の災害事象で決壊復旧された堤防(写真 4.3.11)の対岸は堤防決壊する傾向を示している(写真 4.3.12)。こうした傾向は、決壊場所のみの補強で蛇行部の河川を整備することへの限界と抜本的な河道計画を講じなければならない必要性を示唆している。また、特徴的な現象として、川裏側に樹木が存在した場合、越水の浸食抑制効果が機能して決壊が防止された形跡も残されている(写真 4.3.13)。

なお、多くの堤防決壊の集中が認められているものの、当該地域は水田地帯であるため、人的な被害は認められてはいない。平坦、蛇行という地形的な特徴を背景に、異常出水によるリスクが高いことに加えて、局所的な堤防復旧を講じたとしても、区間内に決壊リスクを波及させることにもつながる。そのため、抜本的な河道計画を講じるべき必要が高い区間である。上下流との社会要素を考慮した河川計画が望まれる。



図 4.3.6 決壊箇所位置図



写真 4.3.10 鈴川堤防決壊(川裏洗堀)



写真 4.3.11 平成 23 年災害時の復旧堤防



写真 4.3.12 復旧堤防対岸の決壊



写真 4.3.13 川裏側の樹木の決壊抑制

4.3.5 社川 白河市・棚倉町・浅川町・石川町区間

社川は、阿武隈川右支川であり、白河関跡よりも約1.5km東側の標高約500mの領域を水源とした河川延長約121kmの河川である。白河市、棚倉町、浅川町、石川町を流下して、石川町・中島村の境界で阿武隈川に合流する(図4.3.7)。当該地域では、12ヶ所の堤防決壊(白河市5ヶ所、棚倉町3ヶ所、浅川町3ヶ所、石川町1ヶ所)が認められているが、堤防決壊の領域は、大きく分けて4つの領域に分類される(図中(1)～(4))。なお、全て外水の越水に伴う洗堀を原因とした堤防決壊である。

特に堤防決壊の集中した領域は、白河関跡付近の白河市表郷地区(図中①(1))付近である。当該地区は、上流域でありながら平坦面を呈する河川勾配の緩やかな河川地形を呈している。河積が小さく、蛇行した河川形状を成し、異常出水の場合は越水が生じやすい条件を有している。これら越水の生じやすい地形条件に加えて、至るポイントで落差工による床固も講じられており、この整備ポイントでの越水による堤防決壊が認められている(写真4.3.14)。

また、当該地区は農作業用の架橋が多く存在しているが、至る所で落橋している。

白河市と棚倉町境界付近も多くの堤防決壊の他、護岸損傷も多く認められている(図中①(2)、写真4.3.15)。白河市表郷地区と比較して緩やかな曲度を示すものの、蛇行した河川形状を成している。なお、当該地は、堤防決壊だけを要因せずとも、かんがい用水の一睡に伴



① 決壊箇所全体図



② 白河市表郷地区(①図の(1))



③ 棚倉町一色地区(①図の(2))

図4.3.7 堤防決壊位置図

い一面が浸水していた形跡が認められており、浸水した水田内に取り残された車両より死者も認められている。なお、河川の蛇行形状は、棚倉町から浅川町(図中①(3))の領域まで連続するが、比較的に曲度の大きな個所を辿るように堤防決壊、および河積制限される構造物付近で堤防決壊が認められている(写真 4.3.16)。

社川は浅川町市街地から流向を急変させ、東流から北流になる。北流からは河川状況が変わり、上流よりも狭い川幅、河床も比較的に急勾配を成している。そのため、堤防による被害は相対的に少ないものの護岸、落橋などの被害が多く認められている(写真 4.3.17)。また、死傷者は少ないものの、谷底平野に存在する家屋では浸水被害が多く認められている。

東流する社川の領域は、平坦、蛇行という地形的な特徴を背景に、異常出水によるリスクが高いことに加えて、局所的な堤防復旧を講じたとしても、区間内に決壊リスクを波及させることにもつながる。そのため、抜本的な河道計画を講じるべき必要が高い区間である。上下流との社会要素を考慮した河川計画が望まれる。概ねが水田地帯となることから、補償も考慮することが重要と考えられる。北流する領域に関しては、特に河川に比較的に接する谷底平野に存在する家屋も多く存在することから、宅地嵩上げ等の居住環境対策も視野に入れた対策が必要と考えられる。



写真 4.3.14 落差工付近の決壊



写真 4.3.15 護岸巻き上げた堤防決壊



写真 4.3.16 橋梁側近の決壊



写真 4.3.17 浅川町・石川町境界付近の落橋

(以上 文責：福島大学 川越清樹)

4.4 福島県沿岸域

4.4.1 宇多川

堤防決壊が発生した宇多川流域の調査を10月14日に行った。調査地点は図4.4.1の通りである。以下に調査地点の被害状況について報告する。

(1) 宇多川左岸の河岸浸食

宇多川左岸の中村水位観測所の直上の河岸堤防は、約250mにわたって河岸が浸食されていた。この地点は、山間部を抜けて北流している宇多川が東北東に向きを変える水衝部である。また、この水衝部の直上は山付堤になっており、低内地からの小さい排水路が暗渠で接続している。河岸上は対向2車線の道路はほぼ流出しており、歩道部だけが残った。この地点から下流の堤外地には護岸ブロック、アスファルト片、埋設管などが散乱し、土砂が堆積していた。

堤防法面に残る流水痕から、この地点では堤防からの越水はなく、最高水位は堤防の天端まで約1m程度の位置と推測される。護岸浸食の原因は、流水による護岸底部の浸食と考えられる。

(2) 中橋の橋脚損傷

宇多川に架かる中橋は、出水時に橋脚が横断方向に傾倒し、上部の橋桁が沈下していた。橋脚部には直径40cm程度の流木が引っ掛かっていた。周辺部には越水した痕跡はない。

堤防法面の流水痕から、最高水位は堤防の天端から1m程度の余裕があったことが痕跡から推定される。流木による橋脚への荷重増が橋脚の傾倒に影響した可能性があるが、原因

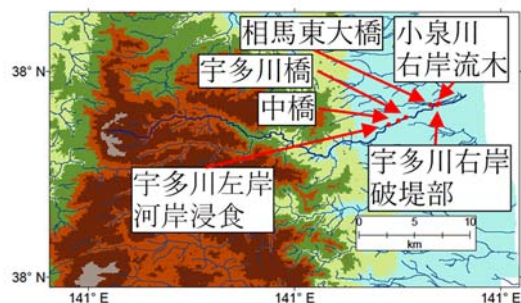


図 4.4.1 宇多川調査位置図



写真 4.4.1 宇多川左岸の河岸浸食
(撮影点: N40.000000, E140.000000)



写真 4.4.2 中橋の沈下
(撮影点: N40.000000, E140.000000)

の特定は難しい。

(3) 宇多川橋

中橋から約 650 m 下流の宇多川橋付近では堤防周辺に越水した痕跡があった。橋脚上端に流水痕があった。堤防法面の天端付近や天端道路上にも流水痕が確認された。

以上より、この地点から比較的少量の越水があったと推測される。

(4) 相馬東大橋下流破堤地点

相馬東大橋東側の宇多川下流部では、少なくとも右岸にて 2 箇所の破堤と 2 箇所の堤防損傷を確認した（写真 4.4.2）。

破堤点①は、幅数 10 メートルにわたって破堤していた。天端に流水痕はなかった。宇多川と小泉川に挟まれた低内地の農地には地盤から 1.5 m 程度の高さに流水痕があり、多くの場所が湛水しているか、ぬかるんでいた。小泉川の堤防は宇多川の堤防に比べて低かった。

破堤部②は、幅数 10 m にわたって堤防が流出していた。破堤点では、宇多川の堤外地から低内地に向かって周辺の草が傾倒していたが、越水の痕跡は確認できず、堤防天端から 1 m 程度下に流水痕があった。

相馬東大橋と百間橋の中間の相馬市和田大谷地付近の小泉川に架かる橋の右岸には直径 50 cm を超える流木が留まっていた。

(5) 宇多川の総評

宇多川流域の河川構造物の調査の結果、破堤 2 ヲ所、堤防損傷 3 ヲ所、橋脚損傷 1 ヲ所が確認された。それ以外に、宇多川橋より下流の地域において、越水による被害を受けていた。周辺の住宅地の短水深は地盤面から 40 cm 程度、宇多川と小泉川にはさまれた低内地は地盤面から 1.5 m 程度の湛水があった。



写真 4.4.3 宇多川橋
(撮影点: N40.000000, E140.000000)

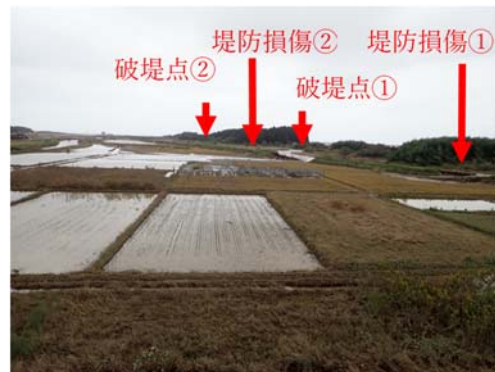


写真 4.4.4 相馬東大橋下流の堤防損傷
(撮影点: N40.000000, E140.000000)



写真 4.4.5 破堤部①
(撮影点: N40.000000, E140.000000)

宇多川のように、流域人口が少ない、あるいは減少している地方の二級河川の流域の被害を最小化するにはどうするのがよいか。宇多川流域内では、降水量と中村水位観測所で水位が常時モニタリングされているだけである。流量観測点を新設することはできないだろう。限られた情報と予算の中で、最善の策を模索する必要がある。おそらく、河川から水を決まった場所で溢れさせてコントロールする必要がある。それには、土地の特性をよく知り、住民の理解と協力を得ながら河川流域を管理する必要がある、非常にチャレンジングに思える。

(以上 文責：福島大学 横尾善之)



写真 4.4.6 破堤部②
(撮影点: N40.000000, E140.000000)



写真 4.4.7 小泉川右岸の流木
(撮影点: N40.000000, E140.000000)

4.4.2 小泉川

小泉川は、福島県と宮城県
の県境に位置する天明山の
北東部を水源とする河川延
長 13.4km の河川であり、相
馬市街地を東流して松川浦
を河口にする。当該河川で
は、隣接する宇多川と並流す
る相馬市和田地区にて左岸
側で決壊が認められている
(図 4.4.2)。



図 4.4.2

小泉川の堤防決壊(写真 4.4.8)は、右岸側
に位置する宇多川決壊地点からの流線、お
よび植生などの氾濫の痕跡と一致(写真
4.4.9)しており、宇多川からの越水が寄与
していることが示唆される。上流側からの
洪水氾濫による内水の戻し流れが堤防決壊
の原因と考えられる。なお、宇多川に隣接
する小泉川右岸側でなく、左岸側が決壊し
た理由としては、流線上に存在する橋梁が
影響していると推測される。



写真 4.4.8 小泉川の決壊箇所

並流する小泉川よりも河川規模の大きな
宇多川の存在により、低頻度異常出時には、
宇多川の影響を免れきれない。そのため、
双方の河川整備計画を連動した対策を講じ
ることが必要と考えられる。



写真 4.4.9 宇多川決壊箇所からの遠景

4.4.3 三滝川

三滝川は、福島県相馬郡新
地町を流下する河川であり、
河口付近で北部を流下する
埒川と合流して太平洋に注
ぐ。

三滝川の決壊地点は、国道
6 号線より約 200m 下流側の
左岸側の堤防である(写真



図 4.4.3 堤防決壊位置図

4.4.10). 全般的に緩い河川勾配のほぼ直線形状を成しているが、堤防決壊直上下流はやや蛇行しており(写真 4.4.11), 出水時には流出が滞るポイントである。また、当該地区は、護岸箇所との境界部であり負荷を受けやすく、河積も小さい箇所であり、越水しやすい条件を含んでいる。堤外に洗堀による痕跡も認められ、流下能力不足に伴う越水が堤防決壊と考えられる。

異常出水に伴う越水による被害が生じやすい条件が揃っており、決壊防止を行うためには、補強と蛇行部のみでも河積を広げるなどの対応が必要である。



写真 4.4.10 三滝川の決壊箇所



写真 4.4.11 国道 6 号線との位置関係

4.4.4 真野川水系上真野川

南相馬市を流下する真野川(河川延長 40.5km, 流域面積 170km²)の上流の上真野川の左岸で堤防決壊が認められた(図 4.4.4).

当該地は、山間部に存在する幅の狭い平地に位置しており、山地裾に接して河川流下されており、緩やかな河川蛇行度を呈する領域である。なお、決壊地点は、山裾に接しているため右岸は無堤である。当該地点で河積を超える流量となり、越水が生じている。堤内側の洗堀も明瞭であり、外水の越水に伴う決壊(写真 4.4.12)であることが示唆される。なお、当該地下流でも、越水痕跡が多く残る。

被害は、堤防に接する水田のみであり人的被害は認められていない。当該地の河積は小さく、異常出水時には外水氾濫のリスクを伴う。水田への保障も視野に入れた対応が必要と考えられる。また、山地の樹林が高水位状態で水



図 4.4.4



写真 4.4.12 上真野川の決壊箇所

没する痕跡が認められており、異常出水時には流木発生の一因になりうる。下流域の被害増幅に繋がり、今回の被災でも下流側で流木も認められていた。適地適材を検討して伐採の措置も図る必要があると考えられる。

4.4.5 新田川水系水無川

水無川は、南相馬市を流下する新田川(河川延長 63km, 流域面積, $A=255\text{km}^2$)の右支川である。

水無川の上流域、高の倉ダム(農業用利水ダム)下流域の高倉地区で砂防堰堤の裾部付近の堤防で決壊が認められた(写真 4.4.13)。越水による堤防決壊である痕跡が残されている。なお、当該ダムは台風第 19 号と 10 月 25 日豪雨時にダム満水の危険性のため、県の規定に従い 2 度の緊急放流が実施されている。

高倉地区で砂防堰堤の裾部の堤防決壊部はもとより、下流側では著しい護岸被災が認められている。流木などの漂流物も多く(写真 4.4.14)、居住地域では 10 世帯が浸水被害(写真 4.4.15)に遭っている。

特に、平成 30 年西日本豪雨以降、利水ダムに関して洪水調節機能普及に関する取り組みが進められている。河川法上のダムの操作規則は、河川管理者と利水者のダム建設時の費用負担により予備放流を実施できると定められているが、事前放流の場合、建設費用の負担と別に利水容量の水を放出することとなる。したがって、利水、調節の運用に対する合意が必要になるが、このネックの事項が、降雨、流出予測と異なる場合、利水容量に影響する可能性である。合意に向けて、先進の科学技術を駆使して、このネックを解消できるように取り組むことが重要であり、様々な研究が進められている状況となる。一方、洪水調節をコントロールするダム、および利水権所有者の他に、ダム下流の居住地域の避難、居住環境に対する理解の促進も図らなければならない。調査ヒア



図 4.4.5 堤防決壊位置図



写真 4.4.13 水無川の決壊箇所



写真 4.4.14 堤防決壊地点付近の流木

リング時に、壮大な規模のダムスケールより、住民の概ねは、出水すべてをコントロールできる意識が強い印象を受けた。洪水を遅らせる効果や非常時のリスクの高まりについて改めて教育することが必要である。また、これらに対して補強すべく放流情報、居住環境整備のフォローも重要と思われる。また、高倉ダムの場合、市に運用が移管されていた経緯もあったため、移管するケースも想定したマニュアル作り、およびその更新などもフォローアップしていくことも肝要と思われる。



写真 4.4.15 堤防決壊付近の護岸損壊と浸水被害

4.4.6 太田川

太田川は、阿武隈高地を水源にして、南相馬市を東流する河川(河川延長 $L=22.5\text{km}$, 流域面積 $A=87.5\text{km}^2$)である(図 4.4.6). この上流域で堤防決壊が発生した(写真 4.4.14).



図 4.4.6 堤防決壊位置図

当該地は、比較的緩い河川勾配を呈し、河道の蛇行度も少ない領域ではある。ただし、河道内の土砂堆積、樹林による凹凸は著しく、これらに規制された流向に応じた方向で堤防決壊が生じた形跡も認められている。この流向に対する越水と洗堀により決壊に至ったことを示唆している。堤防復旧に併せて、河道内の整備を進めて河積を確保することが望ましい。



写真 4.4.16 堤防決壊付近の河損状況

4.4.6 小高川

小高川は、八丈石山を水源にして、南相馬市を東流する河川(河川延長 $L=21\text{km}$, 流域面積 $A=64\text{km}^2$)である(図 4.4.7). 小高川では、2ヶ所(小屋木地区、金谷地区)の決壊が認められている。概ね、上流域での屈曲部、狭窄部で決壊が生じている。

小屋木地区に関しては、相応の川幅があるものの河川が屈曲する部分で決壊が発生している(写真 4.4.17). 小屋木地区の決壊部上流は床固工で河川全体に対すれば、平坦面の中で、やや勾配が急になる区間である。また、越水に伴う決壊を示唆する堤外地の洗堀痕跡が認められている。勾配と河川の湾曲により、河川流量増加に伴い越水は生じやすかったと推測される。なお、堤防天端よりも高い位置に浸水痕跡が認められている。

金谷地区に関しては、川幅が極端に狭い部分での決壊である(写真 4.4.18). 河道の右岸側で無堤地点でも多くの溪岸の崩壊が認められる。金谷地区の決壊部上流は三面張りの川幅狭い河川状況である。河積不足により越水破損したと推測され、堤内地には越水の痕跡が認められる。なお、標高の低い右岸側は稼働の浸食が顕著である。なお、決壊堤防直下流は除染土の仮置場であり、ゲートも溪岸崩壊により破損している。早急の対応が必要である。

総じて、河積も不足しており、堤防復旧に併せて、河道内の整備を進めて河積を確保することが望ましい。



図 4.4.7 堤防決壊位置図



写真 4.4.17 小屋木地区の決壊箇所



写真 4.4.18 金谷地区の決壊箇所

4.4.7 小高川水系川房川

川房川は、小高川の右支川であり、太田川決壊地点より上流側に位置する。小高川本川合流との上流約 1km の地点で堤防決壊が認められた(図 4.4.8, 写真 4.4.19). 浜通り地域では、大局的に扇状地の扇頂部に位置する個所での決壊が多い傾向を示すが、当該地区は特に典型的な事例である。河川蛇行も顕著で異常出水に



図 4.4.8 堤防決壊位置図

より越水現象は生じやすいものと推測される。

なお、特徴として、氾濫域には流木の他、径の大きな(φ30cm)花崗閃緑岩の垂円形の岩塊が分布している(写真 4.4.20)。こうした、山地からの異常出水が緩やかな河川勾配に到達して広がる現象を示唆するものである。

総じて、当該区間は河積も小さいため、異常出水時には越水しやすい条件を有している。そのため河川整備を行ない強靱な堤防構造、河積増大化が望ましい一方で、土地規制なども踏まえて氾濫許容に対応できる河川計画を行う方法も検討しなければならない。



写真 4.4.19 川房川の決壊箇所



写真 4.4.20 氾濫した花崗岩塊

4.4.8 鮫川

鮫川(河川延長 $L=65\text{km}$, 流域面積 $A=601\text{km}^2$)は、福島県東白川郡鮫川村松曾根山を水源として、いわき市南部を東流する河川である。鮫川では、高柴ダムバックサイトより上流約 1km の右岸側で堤防決壊が発生した(図 4.4.9, 写真 4.4.21)。決壊部の堤内地側で氾濫の痕跡が認められており、上流部からの越流が堤内を流下して堤防部で内水が河川へ越流することで洗堀された形跡も認められている(写真 4.4.22)。以上より、内水の戻し流れによる越水により堤防決壊に至ったことを示唆している。

総じて、当該区間は河積も小さいため、異常出水時には越水しやすい条件を有している。そのため河川整備を行ない強靱な堤防構造、河積増大化が望ましい一方で、土地規制なども踏まえて氾濫許容に対応できる河川計画を行う方法も検討しなければならない。



図 4.4.9 堤防決壊位置図



写真 4.4.21 鮫川の決壊箇所



写真 4.4.22 堤内側氾濫の状況

4.4.9 夏井川・夏井川水系好間川

夏井川は、阿武隈高地に位置する大滝根山を水源に、大局的に東流していわき市を通過し太平洋に注ぐ河川延長 $L=67.1\text{km}$ 、流域面積 $A=748.6\text{km}^2$ の河川である。水源に発する小川地区までの山岳地は約 $1/200 \sim 1/400$ の比較的急な河川勾配を呈するが、以降は $1/400$ から $1/1600$ までの緩やかな河川勾配に遷移する。夏井川流域としては、計 6 ヶ所の堤防決壊(平鯨岡 1 ヶ所、平下平窪 2 ヶ所、平中平窪 1 ヶ所、小川町関場 1 ヶ所、好間町今新田(好間川)1 ヶ所)が認められている(図 4.4.10)。このうち平下平窪 2 ヶ所、平中平窪 1 ヶ所は、4 人の死者が集中した地域と近接した位置関係である。また、この決壊個所以外にも概ね決壊と類似できる損傷の堤防が、特に小川地区に分布する(写真 4.4.23)。以下の(1)～(4)に決壊調査の結果を記載する。



図 4.4.10 夏井川流域堤防決壊位置図

(1) 小川町関場

小川町関場の堤防決壊の位置(写真 4. 4. 24)は夏井川右支川小玉川合流部よりやや下流側の左岸であり、河川形状は大きく屈曲している。凸型に形成された堤防の堤内には、浸食に伴う川筋が明瞭に残され(写真 4. 4. 25)、川筋に沿うように堤防の護岸破損物、漂流物(写真 4. 4. 26)が多く認められている。なお、決壊部の堤内側は、水田であり、当該地区に関しては人家などの施設まで決壊より出水した外水は到達していない。小玉川との合流部であり、異常出水時には越水しやすい条件を有している。そのため河川整備を行ない強靱な堤防構造、河積増大化が望ましい一方で、補償なども加味して土地規制なども踏まえて氾濫許容に対応できる河川計画を行う方法も検討しなければならないと考えられる。



写真 4.4.23 小川町の堤防破損



写真 4.4.24 堤防決壊部



写真 4.4.25 堤内の川筋



写真 4.4.26 漂流物

(2) 平下，中平窪

平下，中平窪は堤防被害の集中した領域である。ただし、いずれの決壊ともに外水による越水を要因とした決壊であるものの決壊までのプロセスはやや異なる。

最上流の決壊は、河道域に多くの樹林の繁茂する領域(写真 4. 4. 27)の中の間欠した樋門近くで生じている(写真 4. 4. 28)。また、堤防決壊やや下流には愛谷堰が存在する。越水の痕跡



写真 4.4.27 河道の樹林状況



写真 4.4.28 堤防決壊部

が残されており、洗堀に伴う決壊を示唆する。河川形状は当該地区の全般的に屈曲しているが、決壊場所は、凸型に張り出した平窪地区の流入口となる。周辺が樹木により水衝緩和されたものが集中した可能性を示唆する。

中間の決壊は、全般的に屈曲した流出口で、愛谷堰より下流側に位置する(写真 4.4.29)。堤内側側近の土地被覆が道路舗装のため洗堀が不明瞭だが、河道に間欠的に存在する植生の傾倒より越水の痕跡が残されている(写真 4.4.30)。決壊は、堤防下部にかけてすり鉢状に破壊されている特徴を示す(写真 4.4.31)。また、この他、川表法尻でパイピング現象の痕跡



写真 4.4.29 堤防決壊全景



写真 4.4.30 堤外側の樹林傾倒



写真 4.4.31 すり鉢状の決壊形状



写真 4.4.32 パイピング痕跡

が認められていた(写真 4. 4. 32). 外水による越水を原因とする一方で、堤防の浸透破壊も並行している可能性もあり、破壊のメカニズムとしては重複している可能性が示唆される。

下流の決壊(写真 4. 4. 33)は、河道屈曲から約 300m 離れた個所で河川形状は直線状である。ただし、河動内には植生が間欠的に繁茂しており、稼動内の植生分布状況と水位上昇により流線に偏らないことが推測される。当該決壊もこの流線に沿って発生している。河道内に越流を示唆する痕跡が明瞭に残されている(写真 4. 4. 34)。



写真 4.4.33 堤防決壊全景



写真 4.4.34 河道内植生と痕跡

当該地区では、河道内の樹林の関連した堤防決壊が多く認められている。樹林有無に関係なく豪雨に伴う水位上昇が堤防天端を超過した可能性も高い。しかし、当該河川は河道内の樹林が著しく多く、伐採により大幅に河積を確保できる。近隣には住宅も多く保全対象重要度も高いことから、早急の対応が必要と考えられる。また、中間部に位置した漏水を示唆する現象に対する現象も追跡する必要がある。当該地区の地盤状況、および地下水状況の把握とともに、高頻度出水に対しての堤内の防護を強化するとともに、低頻度異常出水に対しての異常出水低減に向けた強靱化を図る必要もある。

(3) 鯨岡

鯨岡地区の夏井川左岸側の決壊は、堤内の植生系統状況や上流側の浸水家屋の状況より、上流側の越水による戻り流れにより生じたものと推測される(写真 4.4.35)。なお、流入先は直上流の橋梁付近と推測される(写真 4.4.36)。堤防側近には人家も多いため、上下流の関係、および同様に人家の多い右岸側の状況を把握したのちに、流入から決壊までの領域に対する嵩上げ等の補強検討も必要と考えられる。また、住宅の嵩上げなどの土地規制も検討する必要がある。



写真 4.4.35 堤防決壊全景



写真 4.4.36 直上の橋梁部付近

(4) 好間

本地区は夏井川右支川の好間川の決壊であり，直上には鉄道高架橋が分布する(写真 4.4.37). 河川形状は蛇行しており，河積制限と相まって滞水されて，越水が生じたと考えられる．なお，決壊した流線の約 100m 下方には保育所が分布する(写真 4.4.38). 復旧補強もの対応と同時に，堤防強靱化したとしても今回台風並みの異常出水時には氾濫の可能性が危惧される．移転もしくは高床の対応が必要とされる．



写真 4.4.37 堤防決壊全景



写真 4.4.38 決壊下方の保育所

4.5 補足と考察

(1) 藤川(会津美里町)

会津地域唯一の堤防決壊地点である(図 4.4.11). 藤川は会津美里町を流下する小規模の河川であり、宮川に合流したのちに阿賀川本川に至る。宮川合流の上流側約 1km, 只見線の鉄橋付近の右岸側にて堤防決壊が認められた(写真 4.4.39). また、当該地区は河川屈曲部に位置しており(写真 4.4.40), 堤防からの越流の生じやすい場所である。復旧と同時に補償などの土地利用も含めた対応が必要とされる。



図 4.4.11 決壊調査位置図



写真 4.4.39 堤防決壊位置図



写真 4.4.40 河川の屈曲状況

(2) 除染土

福島県では、放射線汚染に伴い除去された汚染土を各自治体の仮置き場から中間貯蔵施設に輸送する中途段階にある。急遽対応、かつ承諾の困難な仮置き場の設定により、大雨に伴い流出の危惧される領域に置き場を余儀なくされている課題が挙げられている。平成 27 年関東東北豪雨でも汚染土の流出が生じたが、台風第 19 号でも同様な流出が認められている。また、河川浸食により流出の危険な地域も明らかにされている(写真 4.4.41). 流出発生と同時に回収、調査が進められて、フェンス防護、輸出計画の見直しなどの対応が進められている。



写真 4.4.41 仮置き場の応急復旧

(3) 考察

福島県の災害の特徴としては、以下に示すとおりである。

①令和元年台風第 19 号により、全国規模で最多となる死者が認められた。

②甚大な被害を及ぼした災害項目として、堤防決壊等の河川被災に伴う水害、がけ崩れに関わる土砂災害が挙げられる。

③被害判読困難な水害に起因した被災が多いため、水害の及ぼす社会へのインパクトは甚大だった。

特徴①に関しては、特に高齢者の被害が顕著な傾向を示している。大規模災害事象の事前、事後の災害時要援護者、高齢者への行動の誘導、支援は不可欠であり、行政だけでなく住民も把握できる情報デザイン、タイムラインの地域密着化と災害時要援護者への避難支援のケアは積極的に取り組まなければならない。こうした取り組みを進める上で、必ず市町村に負担がかかることにも注意しなければならない。市町村と地域住民が相互で連携をすすめて、一方に負担の掛からない能動的な取り組みをよく議論し、地域にとって最適な方法論を構築させていくことが肝要である。また、最適な方法論を求めるためには、流域圏で広く情報共有し、良い面悪い面を改善することも必要である。

特徴②、③に関連して、低頻度異常出水時堤防の維持(3h)保全効果を確保するための強靱化は図らないといけない。今後、起こりうる気候変動により完全なる防御は難しいものの、強靱化することで避難時間の確保、被害の軽減は確保することができる。構造強化・周辺土地利用・しっかりとした調査結果(地質+地下水)とデータ、簡素な方法でも高度に管理できる技術革新と既存のストック利用も考慮することが必要である。あわせて、現況の設計基準も超過しうる低頻度異常出水時にも対応できる生活中的の各自の防災アイディア、土地利用の補償の制度も検討していく必要がある。河道だけではない流域一体の総合治水に視点を当てて、自立的かつ持続的に活動できる適応策の検討が必要である。

(以上 文責 福島大学 川越清樹)