

平成 27 年 9 月鳴瀬川水系渋井川・渋川・名蓋川豪雨災害調査報告（第 2 報）

呉修一，森口周二，林晃大，保田真理（東北大学災害科学国際研究所）
馬淵幸雄，堀合孝博（パシフィックコンサルタンツ株式会社）

1. はじめに

平成 27 年 9 月 10 日から 11 日にかけて，台風 17 号，18 号の豪雨により鳴瀬川水系渋井川の堤防決壊に伴う洪水氾濫が大崎市古川で生じ，住宅の床上・床下浸水や農地の冠水など大きな被害をもたらした．土木学会東北支部 H27 年度東北水害調査団は，9 月 12 日および 13 日に緊急調査を実施した．その後，追加の調査を 9 月 26 日および 10 月 2 日，3 日に渋井川のみならず渋川，名蓋川で実施している．本報告は，渋井川の被害状況に関する緊急調査結果に，新たな調査より得られた知見を加えた第二報である．渋井川以外にも鳴瀬川水系多田川の支川である渋川，名蓋川の被害状況に関しても報告する．本報告は最終報告でない速報であり，今後本文中の記述や数値等が変更する可能性がある点は了承されたい．なお，本調査は，土木学会水工学委員会 H27 年東北水害調査団および社団法人地盤工学会東北支部と一部合同で実施されており，報告書等での重複が存在する．



図-1 鳴瀬川水系河川位置（北上川下流河川事務所 HP¹⁾より）

2. 鳴瀬川水系渋井川（宮城県大崎市）の概要

図-1 に渋井川，多田川および他の鳴瀬川水系河川位置¹⁾を示す．図に示されるよう，渋井川は多田川

の支川であり、多田川は鳴瀬川へと流入する。多田川は流路延長約 35 km、流域面積約 126 km² の 1 級河川であり、渋井川は流路延長約 7.88 km（宮城県知事管理区間²⁾）、流域面積約 18.6 km² の県管理河川である。鳴瀬川本川で大きな被害は生じていないが、渋井川の 3 箇所です堤防決壊が生じ、大きな洪水氾濫被害が生じた。渋井川の決壊に伴い、約 2,100 ha の浸水（東北地方整備局発表資料）が生じ床上浸水 178 戸、床下浸水 424 戸（大崎市、平成 27 年 9 月 15 日発表資料）の被害が生じた。

3. 雨量・水位の状況

9 月 10 日から 11 日の多田川下狼塚地点、鳴瀬川三本木伊賀地点、鳴瀬川下中の目地点（図-2）における 10 分間雨量・水位の時系列を図-3 に示す。また、江合川岩出山、桜ノ目、荒雄、下谷地地点、鳴瀬川野田橋地点、吉田川新田橋、落合地点（図-2）の 1 時間雨量・水位を図-4 に示す。10 日の 23:00 程度から 11 日の 4:00 程度まで強い雨が観測され、鳴瀬川三本木地点では 11 日の 2:20 に氾濫危険水位を超過している。水位のピーク時刻は、多田川下狼塚地点で 11 日 3:00、鳴瀬川三本木地点で 11 日 3:40、鳴瀬川下中の目地点で 11 日 5:10 となっている。渋井川での住民からの聞き込み調査から、洪水氾濫は 11 日午前 3:00 から 4:00 頃に発生したとの証言を複数得ている。多田川下狼塚地点で 3:00 以降水位の低下が見られるが、渋井川合流部の上流に位置し距離があるため、堤防決壊との関係を議論することは難しい。大崎市では、11 日 4:30 に避難準備情報(古川全地域)が発令されている。他の江合川、鳴瀬川、吉田川では、下谷地、新田橋、落合地点で氾濫危険水位を超過しており、吉田川の水位超過が大きいことがわかる。



図-2 水位データの位置（Google Earth に加筆）

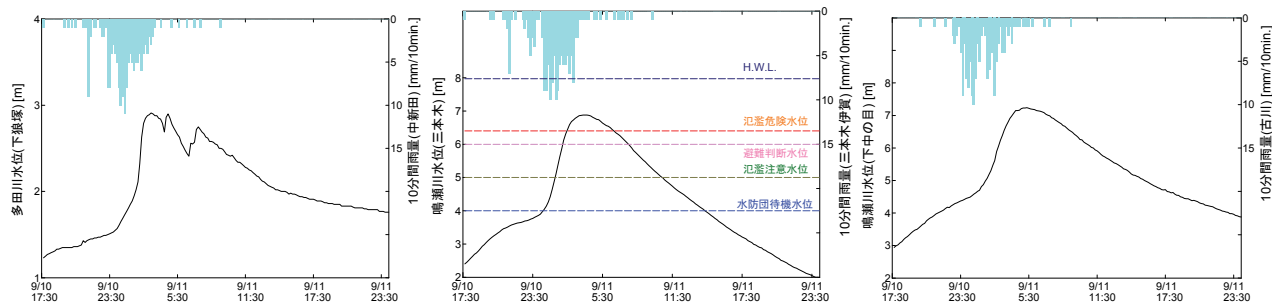


図-3 多田川下狼塚地点（左），鳴瀬川三本木地点（中），鳴瀬川下中の目地点（右）における 10 分間雨量・水位の時系列

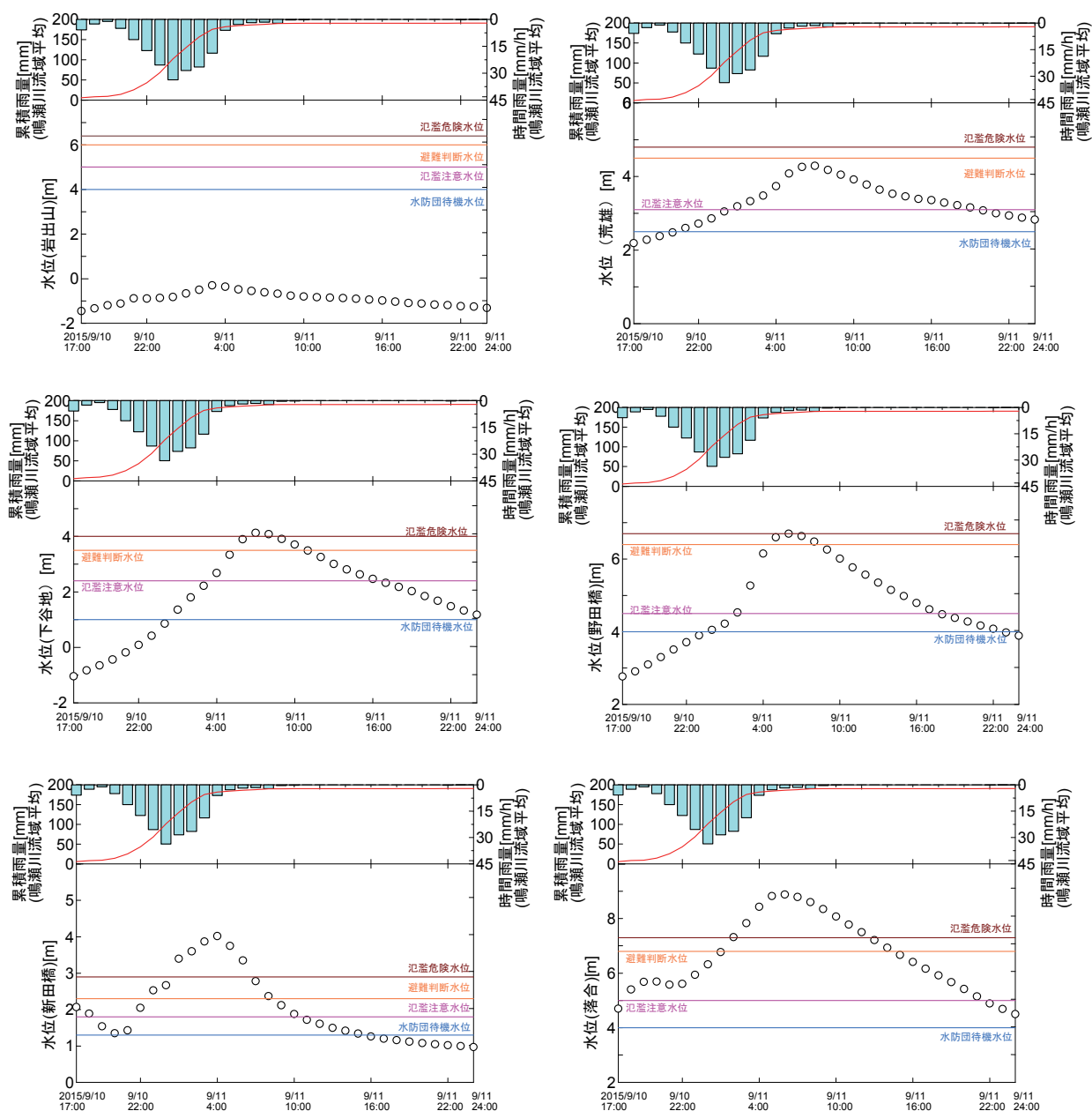


図-4 江合川岩出山左上），荒尾（右上），下谷地（左中），鳴瀬川野田橋（右中），吉田川新田橋（左下）落合（右下）地点における 1 時間雨量・水位の時系列

本出水の雨量と過去の雨量を比較するため、古川および築館地点で観測された雨量の Depth-Duration 解析図を図-5 に示す。本出水と既往最大 72 時間イベント（2011 年 9 月）を比較している。本データは気象庁で計測された 1976 年 4 月からの 1 時間雨量データに基づいている。図-5 より 1~12 時間程度の短時間に強降雨が観測されていることがわかる。このような降雨は中小河川水位の急激な上昇をもたらすため避難勧告等の発令が極めて困難である。

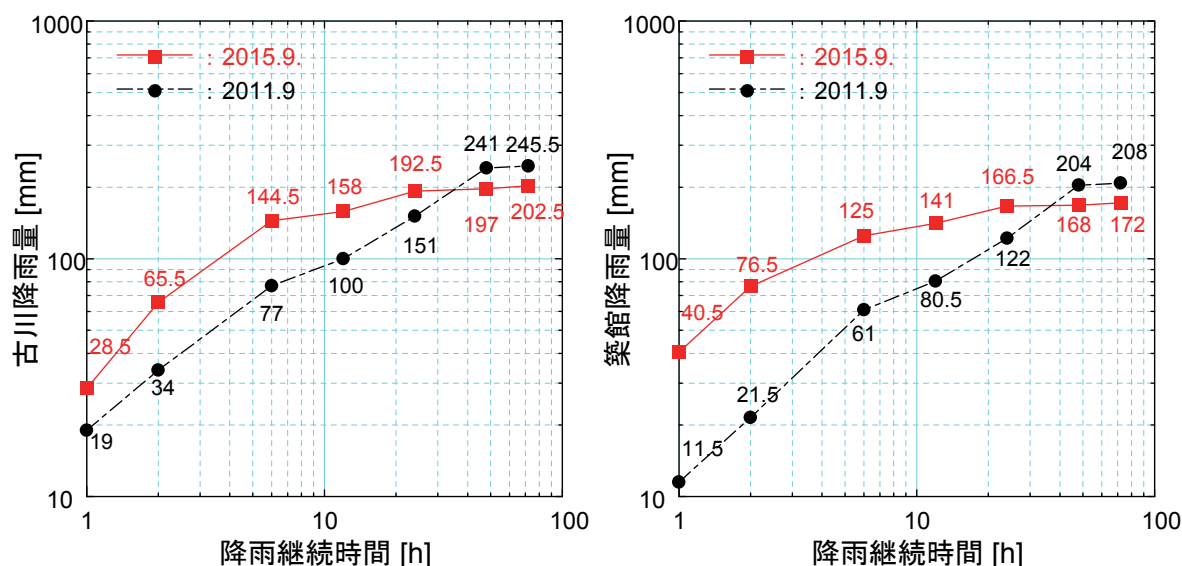


図-5 古川および築館における雨量の Depth-Duration 解析

4. 渋井川の決壊状況

図-6 に堤防決壊地点(下流から A,B,C 地点)および渋井川, 多田川の位置を示す。現地調査より, 各位置での決壊幅は, 約 40 m, 約 15 m, 約 17 m であることが確認されている。宮城県の要請を受けた国土交通省北上川下流河川事務所により, 12 日には堤防の応急復旧が開始され, 14 日には決壊箇所の応急復旧が完成している。図-7 に渋井川および多田川の河川堤防天端高を示す。本天端高は, 現地 RTK 測量より測定したものであり, 堤防決壊部は応急復旧がなされた場所で計測した。図-7 に示すよう多田川の堤防が渋井川より高いとともに, 渋井川が多田川合流地点から決壊地点上流まで河川勾配が非常に小さいことがわかる。渋井川は多田川の支川であり, 多田川の水位上昇に伴い渋井川の洪水流が多田川への流入が困難となり合流部での背水 (バックウォーター) 効果により多田川の水位が下流側から上昇したものと推測される。堤防決壊後は, 渋井川の水位低下に伴い多田川洪水の渋井川への逆流が顕著になり, 浸水拡大に寄与したものと推測される。この多田川からの逆流により堤防決壊後も渋井川の水位は高い状態を維持し, 第 2, 第 3 の決壊が生じたものと推測される。住民からも多田川から渋井川への逆流が報告されるとともに, 著者らの調査からも洪水低減時に逆流が確認されている³⁾。また, 図-8 に示すよう河川高水敷の植生が決壊地点 A から B にかけて上流側に倒伏しているのが確認され, 逆流は決壊地点 B まで生じていた可能性が高い。以下, 各地点の決壊状況を報告する。



図-6 渋井川，多田川および決壊箇所の位置

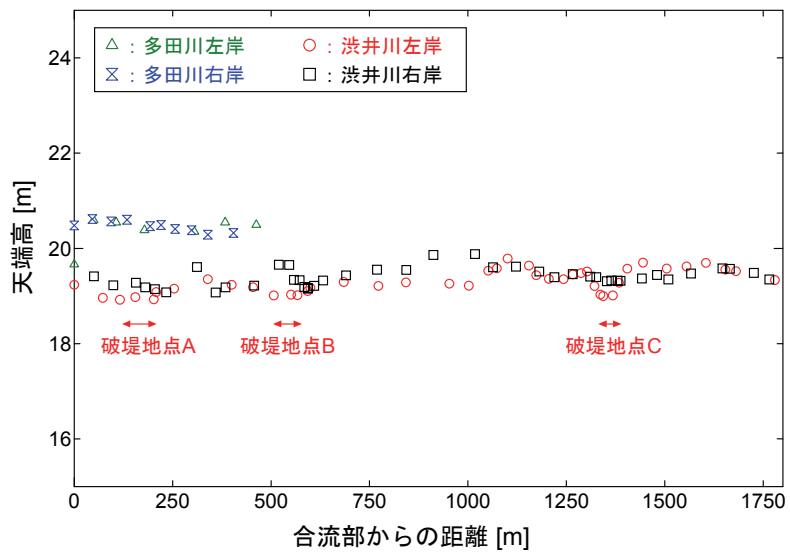


図-7 渋井川，多田川合流部上流の堤防天端高



図-8 植生の逆流方向への倒伏

4. 1. 決壊地点 C の状況

決壊地点 C は多田川との合流部より約 1.4 km 上流に位置する。図-9 に決壊地点の状況を示す。決壊幅は約 17 m である(c)。水路は直線であり、堤防天端はアスファルト舗装されている(c)。調査より洪水流の堤防越流痕跡は確認されなかった。決壊地点 C は図-7 に示すよう局所的に堤防が低くなっている。しかしながら、下流堤防高と比較すると差異は小さく局所低下部から越流した可能性は低い。渋井川沿いに農業用水路が存在する(a, b)。決壊地点 3 m 程度上流に、農業用水路と渋井川を結ぶ樋管(d)の存在が Google Earth(a)および現地調査より確認されたが、決壊は樋管存在部の下流で発生しており、樋管が決壊に影響した可能性はないと思われる。

決壊部堤内側の状況を図-10 に示す。決壊部下流側裏のり面に洗掘の様子(a)が見てとれるが、河川堤防からの噴出水や氾濫水による洗掘か浸透時の洗掘によるものと推測される。(b)~(d)に示すよう、氾濫流による用水路金網フェンスの変形や植生の倒伏、土砂の堆積が堤内側で確認される。

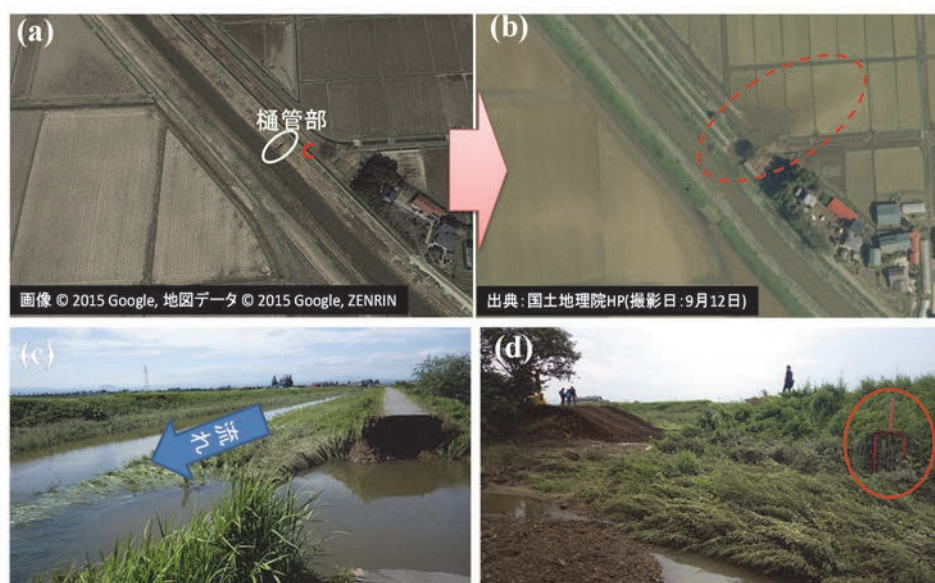


図-9 決壊地点 C の状況 (Google earth および国土地理院画像⁴⁾に加筆)

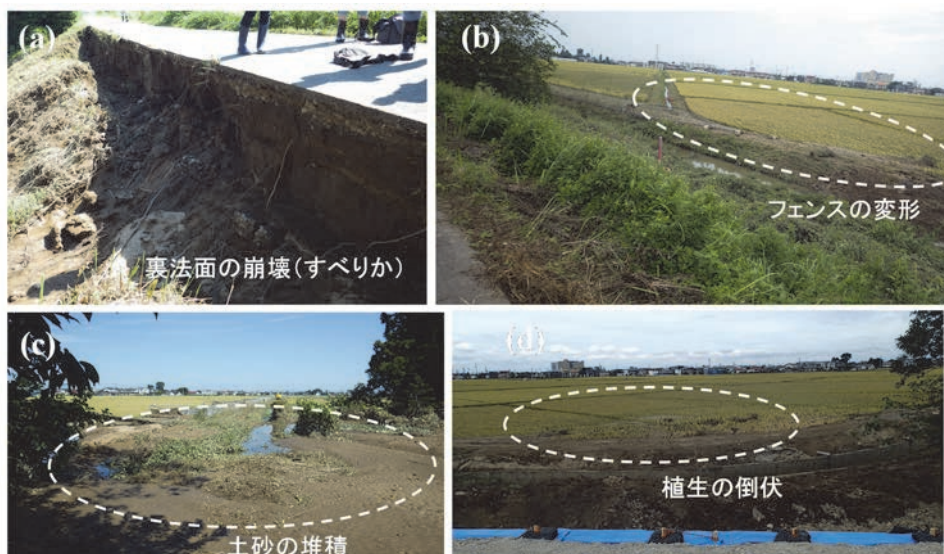


図-10 決壊地点 C 堤内側の状況

4. 2. 決壊地点 B の状況

渋井川の決壊地点 B は多田川との合流部より約 0.6 km 上流に位置する。図-11 に決壊地点の状況を示す。決壊幅は約 15 m である(c)。調査より洪水流の堤防越流痕跡は確認されなかった。堤防天端にアスファルト舗装はされていない(d)。水路はゆるやかに決壊部に向かって湾曲しており(a,d)、地点 B への流れの集中や 2 次流による侵食等が生じた可能性は排除できない。しかしながら、背水効果に伴い水位が上昇し流速が抑制される状況では河川流速も小さい事が推測され、侵食破壊が B 地点で生じた可能性は低いであろう。

決壊部堤内側の状況を図-12 に示す。決壊部裏のり面には多くの崩落・すべり箇所(a,b)が存在し浸透流が発生した痕跡が確認される。(c)に示すよう、氾濫流による用水路金網フェンスの変形や植生の倒伏、落堀の形成が堤内側で確認される。稲は中央からやや下流側に広がるように倒伏している。このような堤内地の状況から、決壊時に堤内側に大きな浸水（湛水）は生じていなかったものと推測される。

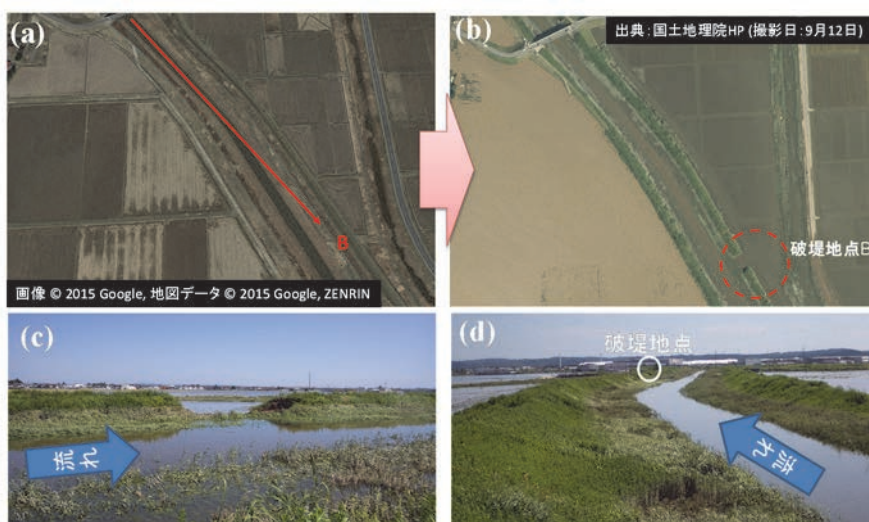


図-11 決壊地点 B の状況 (Google earth および国土地理院画像⁴⁾に加筆)

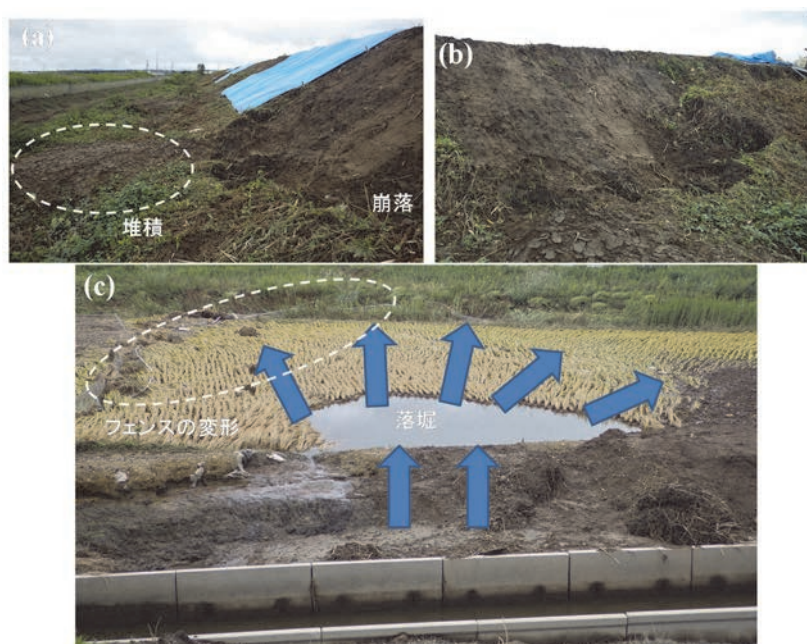


図-12 決壊地点 B 堤内側の状況

4. 3. 決壊地点 A の状況

決壊地点 A は多田川との合流部より約 0.2 km 上流に位置する。図-13 に決壊地点の状況を示す。決壊幅は約 40 m であり(c), 川幅と同程度である。水路は直線(a,b)であり, 調査より越流は確認されなかった。決壊地点 A 付近の堤防天端もアスファルト舗装はされていない(c)。

決壊部周辺堤内側の状況を図-14 に示す。決壊地点 B と同様に, 決壊部裏のり面には多くの崩落・すべり箇所が存在し(a,b)浸透流が発生した痕跡が確認される。(c)に示すよう, 氾濫流による植生の倒伏が堤内側で確認される。地点 A でも稲は中央からやや下流側に広がるように倒伏している。このような堤内地の状況から決壊時は, 堤内側は大きな浸水(湛水)は生じていなかったものと推測される。

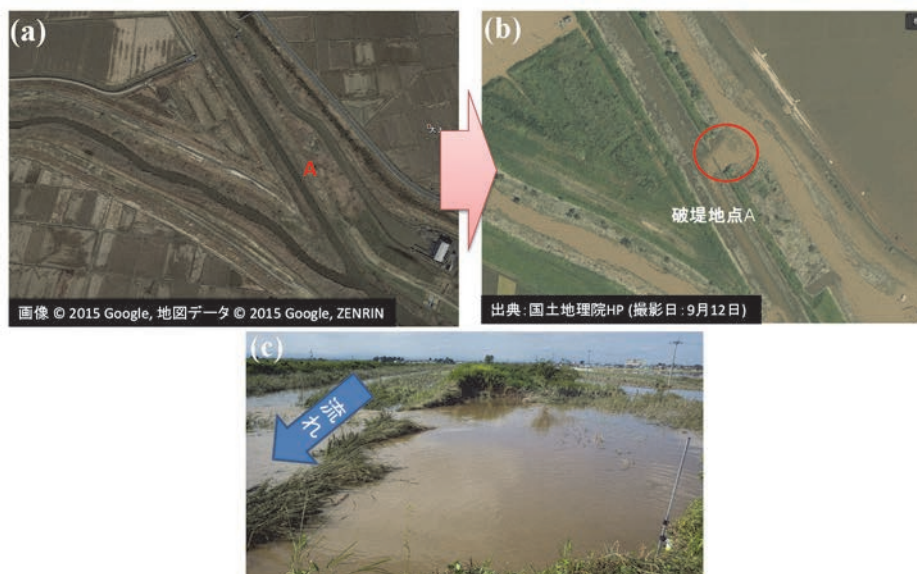


図-13 決壊地点 A の状況 (Google earth および国土地理院画像⁴⁾に加筆)

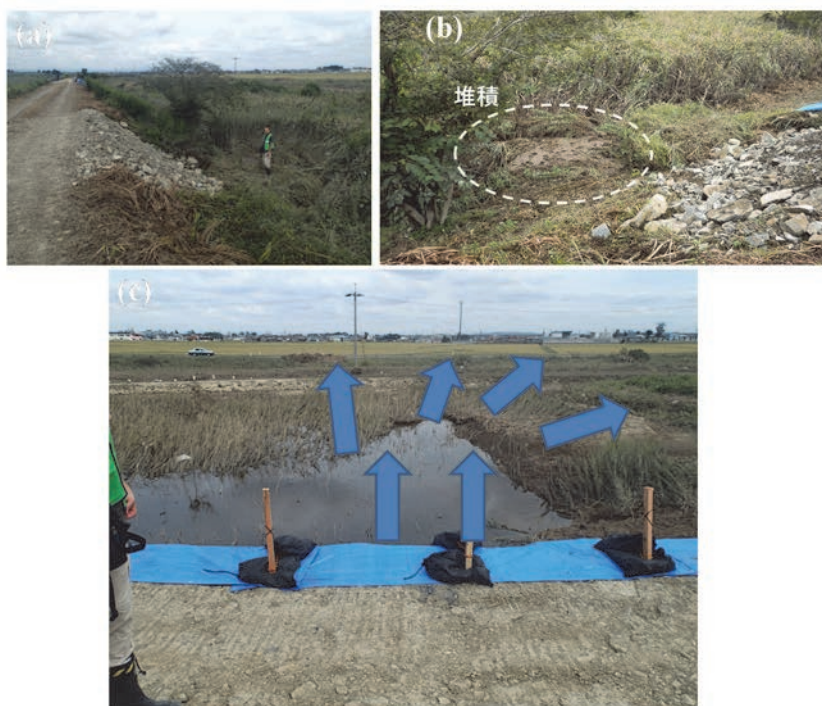


図-14 決壊地点 B 堤内側の状況

4. 4. 決壊メカニズムに関して

上記の決壊状況や直線水路、越流が確認されていない点等から、堤防決壊は浸透破壊に伴い生じた可能性が極めて高い。実際に A 点、B 点付近の堤防裏のり面に多くの崩落・すべり箇所等が存在し、浸透流が生じていた痕跡が確認される。つまり背水効果に伴い水位が上昇した状況が継続し、多数の箇所で堤防への浸透が生じた可能性が極めて高い。また、今回の洪水で堤防決壊は左岸のみで発生したが、渋井川の右岸側でも多くの漏水や浸透が生じていた。図-15 に示すよう、右岸側裏のり面でも広範囲にわたり崩落・すべりが発生していた。状況によっては、左岸のみならず右岸側も決壊に至っていた可能性がある。



図-15 渋井川右岸側の状況

5. 浸水状況

上記堤防決壊に伴い、渋井川左岸側の大崎市西新井地区では浸水被害が生じた。浸水の状況を図-16（国土交通省東北地方整備局資料⁵⁾より）に示す。渋井川左岸側の広範囲が浸水していることがわかる。図-17 に、渋井川周辺の標高断面図（国土地理院 HP⁶⁾より）を示すが、標高の低い箇所を中心に浸水域が広がっていることがわかる。

図-18 に、大崎市の浸水想定区域（おおさき防災マップ⁷⁾より）を示す。今回洪水氾濫が生じた箇所は、0.5~5.0 m の浸水が想定されていることがわかる。図-19 に、本調査で測定した浸水深の分布を示す。1.0 m 以上の浸水箇所が多数存在することがわかる。測定した浸水深の分布は、今後実施する洪水氾濫計算結果の検証等に利用する予定である。図-19 より、洪水氾濫流は国道 4 号線を乗り越え流下しているが、国道 4 号線を境に浸水深の低下が少し見られる。



▲ 鳴瀬川水系多田川3.0km付近より渋井川合流部を撮影

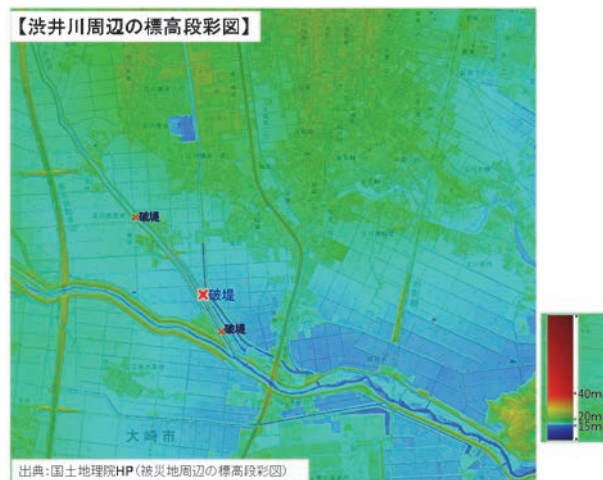


図-16 渋井川周辺の浸水状況（国土交通省資料⁵⁾） 図-17 渋井川周辺の標高段彩図（国土地理院 HP⁶⁾）



図-18 浸水想定区域（おおさき防災マップ⁷⁾）

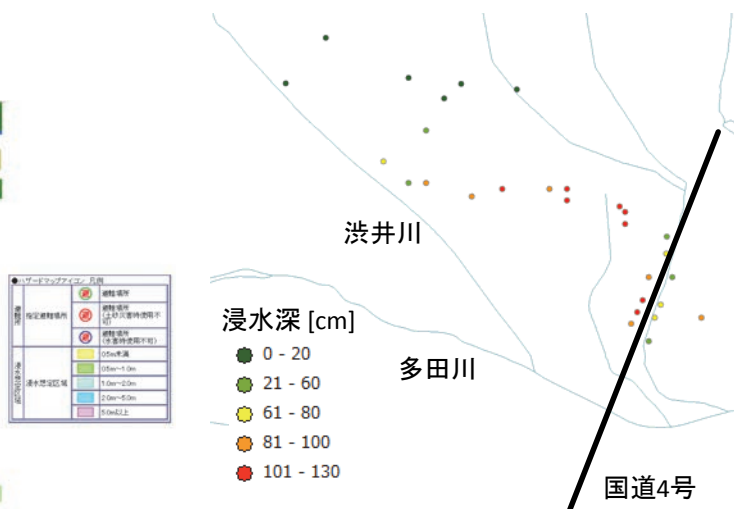


図-19 調査より得られた浸水深の空間分布

6. 渋井川の洪水氾濫のまとめ

上記渋井川の決壊・浸水状況は、平成 27 年 9 月 12 日、13 日に実施した現地緊急調査および 9 月 26 日、10 月 2 日、3 日に実施した追加調査より明らかになった被害状況の報告である。台風 17 号、18 号に伴う豪雨により鳴瀬川本川での被害は小さいが、支川の渋井川で 3 箇所の堤防決壊による大きな洪水氾濫被害が生じた。渋井川と多田川の合流部の背水（バックウォーター）効果により、渋井川の水位上昇が継続し堤防の漏水・浸透を伴い堤防決壊したものと考えられる。堤防決壊後は、多田川からの洪水流も渋井川に逆流し、浸水拡大に寄与したものと推測される。渋井川左岸 3 地点の堤防決壊要因は、現地の状況より浸透破壊が生じた可能性が極めて高い。今後、河道部の洪水計算、洪水氾濫計算、堤防の土質調査、浸透流解析等を通じて上記メカニズムを更に明らかにしていく予定である。

決壊した渋井川の堤防の応急復旧は 9 月 14 日には終了しており宮城県と国土交通省の迅速な復旧対応は極めて高く評価できる。

7. 渋川の被害状況

鳴瀬川水系多田川の支川では渋井川以外にも渋川で堤防決壊が3箇所で見られるなど洪水氾濫被害が生じた。渋川は、指定区間流路延長22.68 km（宮城県知事管理区間）、流域面積33.2 km²の河川であり²⁾、多田川に流入する。渋川・名蓋川および堤防決壊地点の位置を図-21に示す。現地調査は、10月2日および3日に行っており、洪水発生から3週間程度経過し堤防の応急復旧も完成した状況であった。



図-20 渋井川，多田川，渋川，名蓋川および各決壊地点の位置関係（国土地理院地図⁸⁾に加筆）

決壊地点Aの概要を図-21に示す。決壊地点Aは多田川合流地点から上流0.9 kmに位置する。渋川右岸で決壊が生じ、決壊幅は約20 m (a)である。本地点も多田川合流部からの背水効果に伴い水位が上昇したものと推測される。右岸側橋脚部が洗掘されている状況が明らかである(b)。多田川合流部の背水効果に伴い水位の上昇が継続し、堤防の漏水・浸透を伴い浸透決壊した可能性が考えられる。その後、堤防決壊部からの洪水氾濫に伴い橋脚部が洗掘したものと推測される。これは、橋脚部の洗掘に伴う侵食破壊が生じていたならば、堤防決壊は橋脚上下流部で生じると考えられるが堤防決壊は橋脚下流部で発生している点、また洗掘に伴う侵食破壊ならば橋脚部の洗掘は更に大規模になっていたものと考えられる点に基づいた考察である。堤内側には田んぼに洪水氾濫に伴う落堀の形成、植生の倒伏や土砂の堆積が確認される(d)。この落堀の位置も橋脚上流部であり、浸透決壊後に橋脚部が洗掘したことを裏付けている。決壊地点A周辺では、宮城県により堤防土質のボーリング調査が実施されていた。これは浸透決壊メカニズムを明らかにするための調査である。

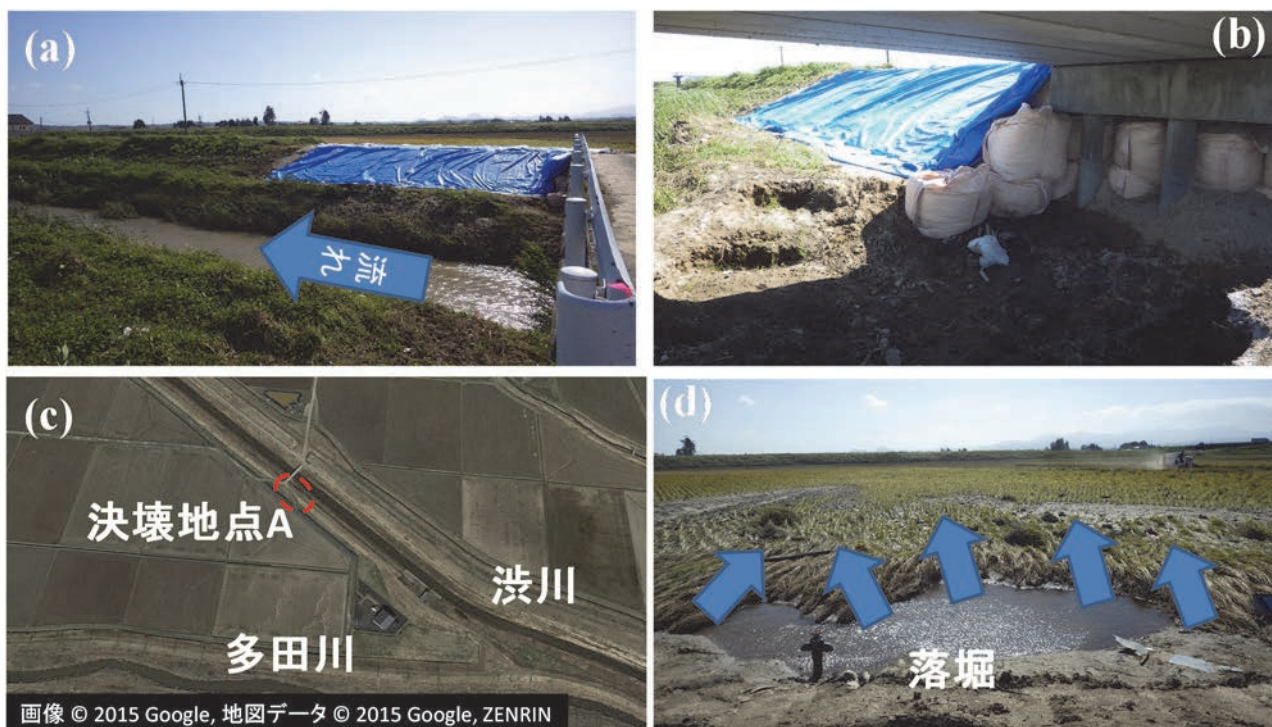


図-21 決壊地点 A の状況 (Google earth に加筆)

決壊地点 B の概要を図-22 に示す。決壊地点 B は渋川と陸羽東線の交差点直下流の右岸側に位置する。農業用取水堰および樋管を通じて水を田畑に導水する箇所では 11.5 m の堤防決壊が生じた。これは水位上昇に伴い樋管部周辺で洗掘が生じたためと推測される(a)。また、陸羽東線の線路防護用のコンクリート護岸の接合部で侵食が生じた可能性も排除できない(b)。堤内側では、洪水氾濫流により落堀の形成、植生の倒伏、土砂の堆積に加え、電柱の倒伏が確認される(d)。

決壊地点 C の概要を図-23 に示す。決壊地点 C は多田川合流地点から約 10 km 上流に位置する。渋川の左岸で決壊が生じており、決壊幅は 13.5 m 程度である。堤防決壊地点上流の右岸・左岸ともに越流の痕跡が散見された。決壊部堤内側に用水路が存在するが、堤内側の植生状況から用水路の増水の影響が決壊に寄与した可能性は低い。本決壊地点では、右岸より左岸の堤防天端高が低いため越流が本決壊地点に集中し越流破堤が生じたものと推測される。堤内側では、洪水氾濫流により植生の倒伏と土砂の堆積が確認される。

以上、渋川の堤防決壊は、合流部背水効果による水位上昇に伴う浸透決壊（地点 A）、取水堰・樋管部での侵食破壊（地点 B）と越流の集中による越流破壊（地点 C）が原因と推測される。しかしながら、洪水発生後 3 週間を経過し復旧作業を完了した時点での調査であるため、上記はあくまで推測の域である点に注意されたい。

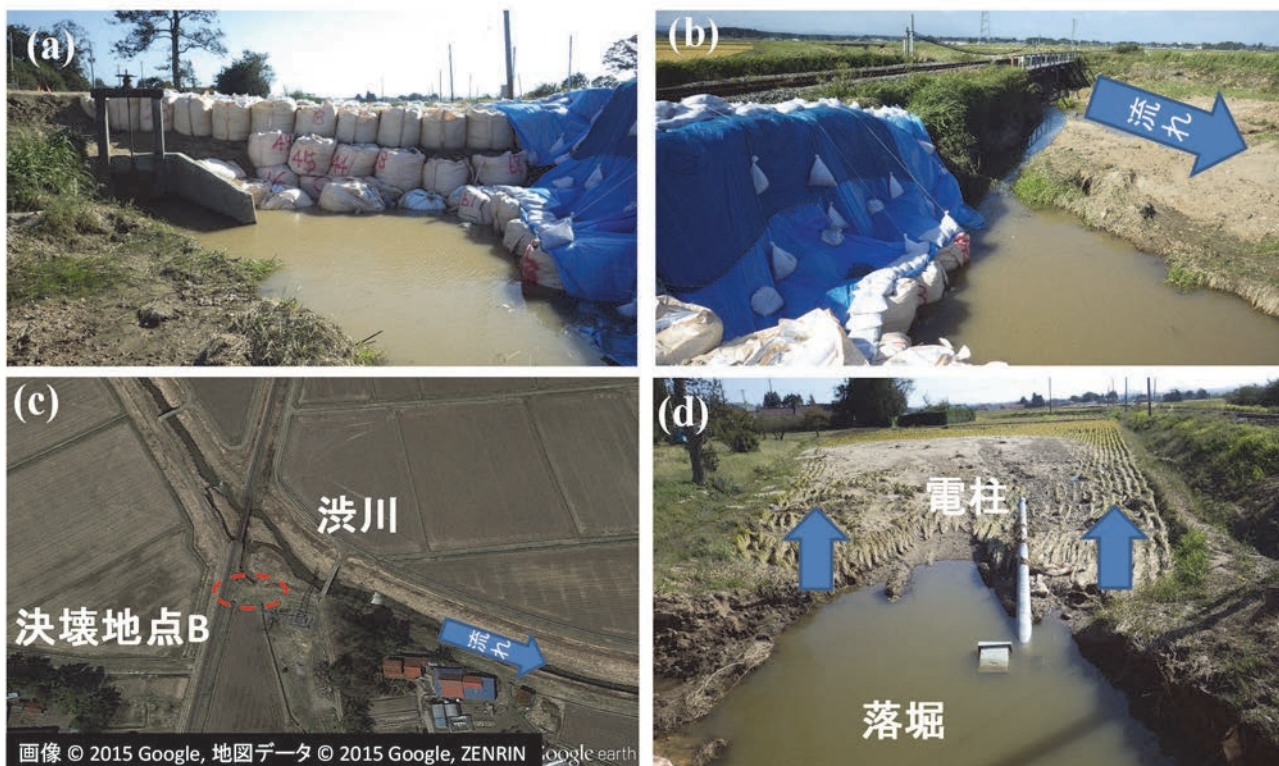


図-22 決壊地点 B の状況 (Google earth に加筆)

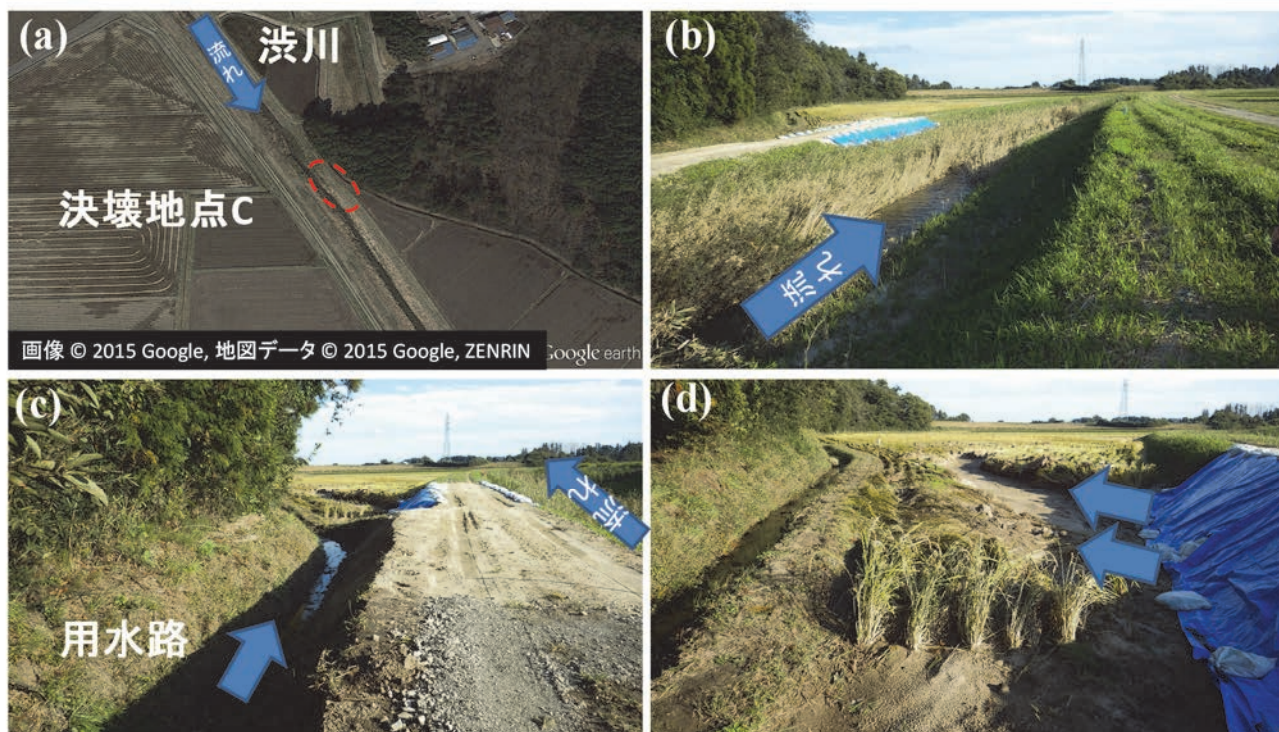


図-23 決壊地点 C の状況 (Google earth に加筆)

8. 名蓋川の被害状況

名蓋川でも堤防決壊が3箇所が発生し洪水氾濫被害が生じた。宮城県公表資料によると3箇所で堤防決壊が確認されているが、現地調査では既に応急復旧が完成していたためか、最下流部の決壊箇所は確認できず2箇所のみが決壊が確認された。名蓋川は、指定区間流路延長24.9 km(宮城県知事管理区間)、流域面積24.9 km²の河川であり²⁾、多田川に流入する。堤防決壊の状況を図-24に示す。決壊は多田川合流部上流の左岸側で生じており、堤防裏のり面で多くの崩落・すべり箇所等が存在し、浸透流が生じていた痕跡が確認される。つまり合流部背水効果に伴い水位が上昇した状況が継続し、多数の箇所で堤防への浸透が生じた可能性が極めて高い。この状況は、渋井川の決壊状況と酷似している。2箇所で堤防土質調査のためのボーリングが実施されていた。

興味深い点は、渋井川と名蓋川の決壊状況が酷似している点である。多田川合流部からの背水効果による水位上昇に伴い漏水・浸透が両河川ともに決壊の要因である。しかしながら、浸水範囲は渋井川が格段に大きい。渋井川と名蓋川は、流域面積は同程度だが、川幅は渋井川が約40 m程度に対して、名蓋川は30 m程度であり渋井川が大きい。浸水域の差異が、単に川幅や河川流入量の影響か、それとも地形標高、合流部水理特性や決壊後の逆流によるものか、他の要因によるものなのかを明らかにすることは、今後の防災を考えた場合、極めて重要である。今後数値計算を通じてこの点を定量的に評価していく予定である。

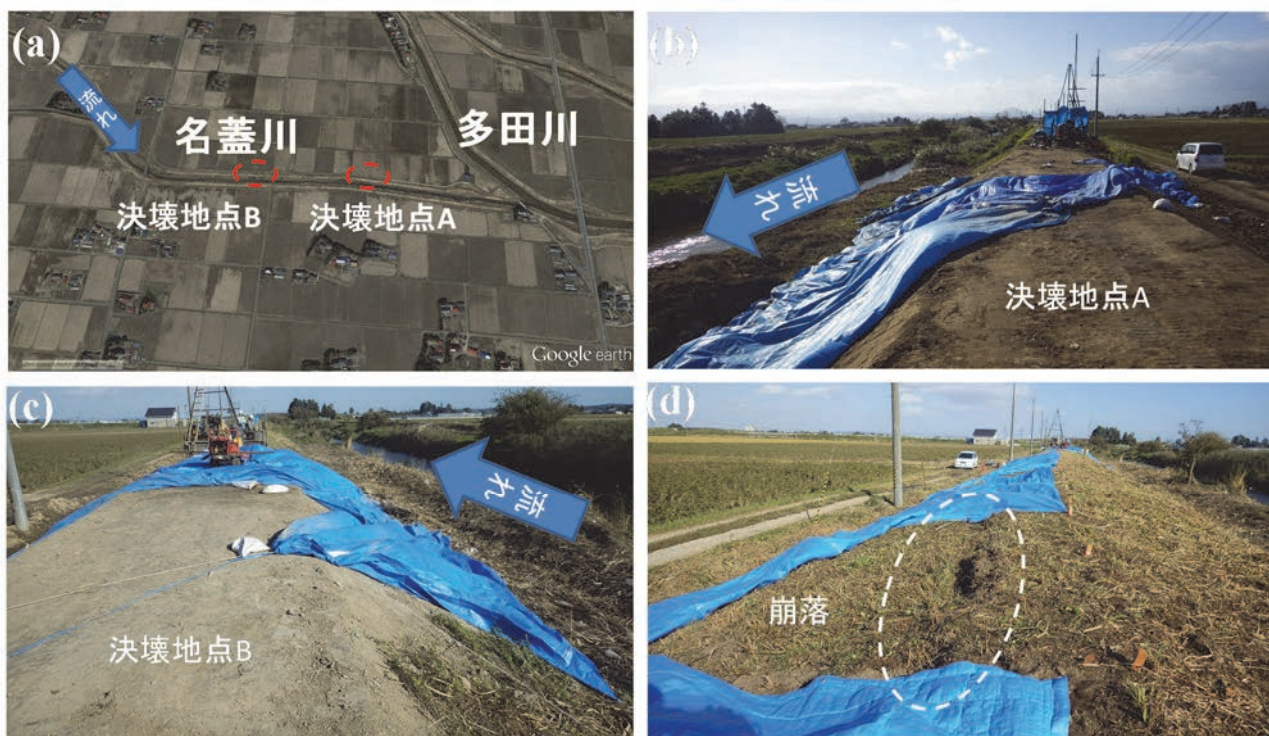


図-23 名蓋川決壊地点周辺の状況(Google earthに加筆)

謝辞：

本豪雨災害調査時に、国土交通省東北地方整備局、宮城県、大崎市、パシフィックコンサルタンツ株式会社には調査へのご協力を頂くとともに、大変多くの貴重な情報を頂きました。災害対応でお忙しいなかの親切丁寧なご対応に、心より感謝申し上げます。

土木学会水工学委員会 H27 年東北水害調査団⁹⁾（団長：田中仁（東北大学大学院工学研究科）、幹事長：風間聡（東北大学大学院工学研究科））には一部合同調査させて頂くとともに、情報・資料の提供など大変お世話になりました。真野明名誉教授（東北大学）には、堤防決壊メカニズムに関して多くのご指導を頂きました。また、東北大学災害科学国際研究所災害ポテンシャル研究分野佐藤幸氏、杉井伸之氏には、現地調査の準備やデータの整理等でご尽力頂きました。ここに記して謝意を表します。

末尾ですが、本災害で被災された方々に心よりお見舞いを申し上げるとともに、本災害による犠牲者に深く哀悼の意を表します。被災された方々の住宅、農地などの生活基盤が早期に復旧することを心よりお祈り申し上げます。

参考文献：

- 1) 国土交通省東北地方整備局北上川下流河川事務所，
<http://www.thr.mlit.go.jp/karyuu/index.html>
- 2) 宮城県：一級河川鳴瀬川水系多田川ブロック河川整備計画，
<http://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/42683.pdf>
- 3) 森口周二，金鍾官，呉修一，Bricker D. Jeremy，山田知寛，堀合孝博，平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による東北地方の被害について，基礎工，2015 年 12 月号，印刷中。
- 4) 国土地理院，平成 27 年 9 月関東・東北豪雨の情報，（渋井川）9 月 1 2 日に撮影した空中写真の概要
<http://www.gsi.go.jp/common/000107326.pdf>
- 5) 国土交通省東北地方整備局河川部：鳴瀬川流域で観測史上最大の降雨を記録し，渋井川をはじめ，各所で浸水被害が発生～平成 27 年 9 月 11 日出水の概要～
- 6) 国土地理院，平成 27 年 9 月関東・東北豪雨の情報，被災地周辺の標高段彩図
http://saigai.gsi.go.jp/1/H27_0910ame/pdf/凡例_大崎_1 万_ZL16_A2.pdf
- 7) 大崎市，おおさきわが街ガイド，<http://www2.wagamachi-guide.com/osaki/index.asp>
- 8) 国土地理院，地理院地図（電子国土 Web），<http://maps.gsi.go.jp>
- 9) 土木学会東北支部 H27 年東北水害調査団：平成 27 年 9 月東北地方大雨洪水調査，
<http://donko.civil.tohoku.ac.jp/FieldSurvey20150910/>