

平成16年7月新潟・刈谷田川破堤氾濫流の再現 実験と活動実態調査に関する研究

STUDY ON REENACTMENT BY EXPERIMENT AND FIELD SURVEY OF
EVACUATION ACTIVITIES OF FLOODING FLOW DUE TO LEVEE BREAK AT
KARIYATA RIVER IN NIIGATA PREF., IN 2004.7

福留康智¹・末次忠司²・菊森佳幹³・川口広司⁴

Yasutomo FUKUDOME, Tadashi SUETSUGI, Yoshito KIKUMORI and Hiroshi KAWAGUCHI

¹正会員 (株)アイ・エヌ・エー 河川計画部 (〒112-8668 文京区関口1-44-10)

²正会員 工博 (財)ダム水源地環境整備センター 研究第一部 部長 (〒102-0083 千代田区麴町2-14-2)

³正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究室 主任研究官 (〒305-0804 つくば市旭1)

⁴正会員 工博 中央大学 研究開発機構 助教授 (〒112-8551 文京区春日1-13-27-31207)

Flood damage due to the levee break occurred in different parts of Niigata prefecture in 2004.7. Especially in Nakanoshima town along Kariyata River severe flood has left 3 people dead and 53 houses were broken. To reduce damage due to flooding flow, predicting flooding flow and making hazard map for evacuation of people in river basin is important.

In this paper, study on reenactment by experiment and field survey of evacuation activities of flooding flow due to the levee break is carried out. Compared to these results or 2-D numerical analysis of flooding flow by FDS method¹⁾, it argues about effective rescue and evacuation activities.

Key Words : Flood, Levee break, experiment, field survey, evacuation activities, rescue
Kariyata River

1. はじめに

平成16年7月13日に新潟県及び福島県において、梅雨前線の停滞に伴って長時間におよぶ豪雨となり、各地で破堤災害が発生した。特に信濃川支川刈谷田川の中之島地先左岸の9.3km地点では、越水に伴って破堤氾濫がおこり、死者3名、全壊家屋16棟、半壊家屋37棟という甚大な被害が発生した。

このような洪水氾濫流による被害を減じるためには、氾濫流の予測を行い、洪水ハザードマップや浸水想定区域の設定の他、流域施設の把握、災害時の情報伝達などの確な避難計画の策定を行う必要がある。また、災害発生後の原因解析をはじめとする事後調査も重要である。平成16年7月新潟・福島豪雨で特に中之島地区に関しては、水害発生メカニズム及び被害状況の調査の他、災害時の住民に対するアンケート調査¹⁾、雨量時空間解析と流域平均雨量²⁾、氾濫流解析³⁾及び洪水氾濫流の流体力による家屋被害係数の検討⁴⁾など、様々な研究が行われて

いる。筆者らもFDS(流束差分法)を用いた洪水・破堤氾濫流の二次元数値解析に家屋流失を取り込んだモデルを構築し、洪水破堤氾濫流と家屋流失の関係について検討を行った⁵⁾。

本研究では、中之島地区の氾濫原住民の水防活動及び避難行動の時間変化に関する実態調査、また刈谷田川の河道9.03~9.94kmと堤内地0.36km²において縮尺1/40の模型により氾濫再現実験を行い、数値解析結果⁵⁾との検証、効果的な水防・避難活動の検討を行った。



図-1 位置図

2. 水防活動及び避難行動の実態調査

刈谷田川の破堤部上流の大堰水位観測所において7月13日9時50分に警戒水位を超え、12時50分に最高水位が観測されている。中之島町では12時20分に災害対策本部が設置され、12時40分に避難勧告が発令された。また豪雨災害調査委員会では12時52分が破堤時刻であると結論付けている。

平成16年7月・刈谷田川破堤氾濫に関する実態調査を、刈谷田川破堤部より堤内地0.36km²の範囲で、水防活動は水防団、避難行動は氾濫原にある190世帯を対象に実施した。調査は下記の事項を把握する方針において各々のアンケートを作成し、平成17年12月下旬から平成18年1月上旬にかけて配布、回収を行った。

- ・災害時の避難指示等の伝達方法についての課題と今後の対応
- ・破堤氾濫流の時間変化、河川水位変化
- ・避難経路

なお、破堤氾濫流の時間変化、河川水位変化に関しては、3章において実験結果、解析結果とともに検証を行うこととする。

(1) 水防活動の実態調査

水防活動の実態調査は、長岡市中之島消防団を対象に61名に配布を行い、41名（67.2%、内有効回答37名・60.7%）からの回答が得られた。概要は以下のとおりである。

- ・水防活動の目的は刈谷田川の洪水位の把握、危険箇所の把握、水防工法の実施又は準備、住民避難勧告の広報、住民の救出などである。その中で洪水位、危険箇所等の状況把握が7割程度を占めているが、住民の避難勧告の広報は5%と最も少なかった。
- ・避難勧告を出すように本部より指示を受けたと答えた団員は22%であり、その半数程度は勧告後、30分以内であった。指示内容は13時30分までは住民の避難誘導、サイレンでの勧告は13時30分以降であった。
- ・巡視中に住民から受けた質問として、避難場所はどこかという質問を受けた人が37%、避難勧告は出たかという確認を受けた人が13%、河川水位の情報を求められた人は13%あった。
- ・巡視、見回り経路は河道沿いが多く、そのほとんどが破堤場所より上流での見回りを行ったという回答を得た。

(2) 避難行動の実態調査

避難行動の実態調査は、中之島地区の破堤部近辺0.36km²において氾濫原住民を対象に190世帯に配布を行い、63世帯（33.2%、内有効回答60世帯・31.6%）からの回答が得られた。回答者は、男性59.3%で、年齢区分

は20代1.8%、30代5.3%、40代15.8%、50代21.1%、60代28.1%、70代19.3%、80代8.8%であった。概要は以下のとおりである。

- ・破堤時に在宅中であつたのは75%であつた。浸水は89%が床上、6%が床下であつた。浸水時刻は12時台と回答した人は38%、13時台は62%である。12時52分が破堤時刻であり、破堤後短時間で浸水したことがわかる。最高水位は1m～2mが全体の51%であり、3m以上と回答した人は6%であつた。最大水深が発生した時刻は12時台が4%、13時台が65%である。また、半数以上の家屋は破堤から30分未満で最高水位まで到達していることがわかつた。
- ・避難指示の情報を受けなかつた人は59%である。指示を受けた41%の人は誰から避難指示を受けたかという問いに対し、消防、警察、自衛官からが43%、町内会長14%、近所の人、知人、同僚からが19%、中之島町から14%であつた。また、浸水前に受けた人は24%であつたが、その6割が自力で避難所まで避難を行い、4割は避難が出来なかつた。浸水後に受けた人は避難が出来なかつた。また避難指示を受けなかつた人で避難を行ったのは、その1割であつた。
- ・避難を始めた時間は12時台22%、13時台34%、当日14時以降17%であつたが、そのほとんどが洪水の氾濫が速く、逃げる余裕がなく、自宅等に取り残されヘリコプター、ボートにより救出されている。
- ・避難を始めた動機は第三者からの指示を受けたからと答えた人が20%、刈谷田川の水位上昇及び床上浸水等の状況による自己判断によるとの回答は全体の65%であつた。
- ・避難を誰としたかという問いに対し、一人で行つたと回答した人は10%、家族、隣人が82%であつた。
- ・避難先に到着した時刻は当日12時～18時の人が32%、当日18時～24時が27%、翌日0時～6時が14%、翌日6時～12時が24%、翌日12時以降が3%であつた。当日18時以降の人はほぼ全て、水かさが上がって一時的に避難できなかつた人々であり、救出された方である。

3. 氾濫再現実験

(1) 実験条件

平成16年7月・刈谷田川破堤氾濫流の非定常流による再現実験を図-2に示す1/40スケールの模型で行つた。再現範囲は、河道は刈谷田川の9.03～9.94kmの約900m、堤内地は中之島地先左岸の600m×600mの0.36km²とし、越流量は堤内地末端で3分割して計量することとした。氾濫原の家屋模型は190棟設置し、洪水流により全壊・流失した家屋は、数値解析⁹⁾より算定された流失時間を参考として随時、取り除くこととした。また堤体の最終

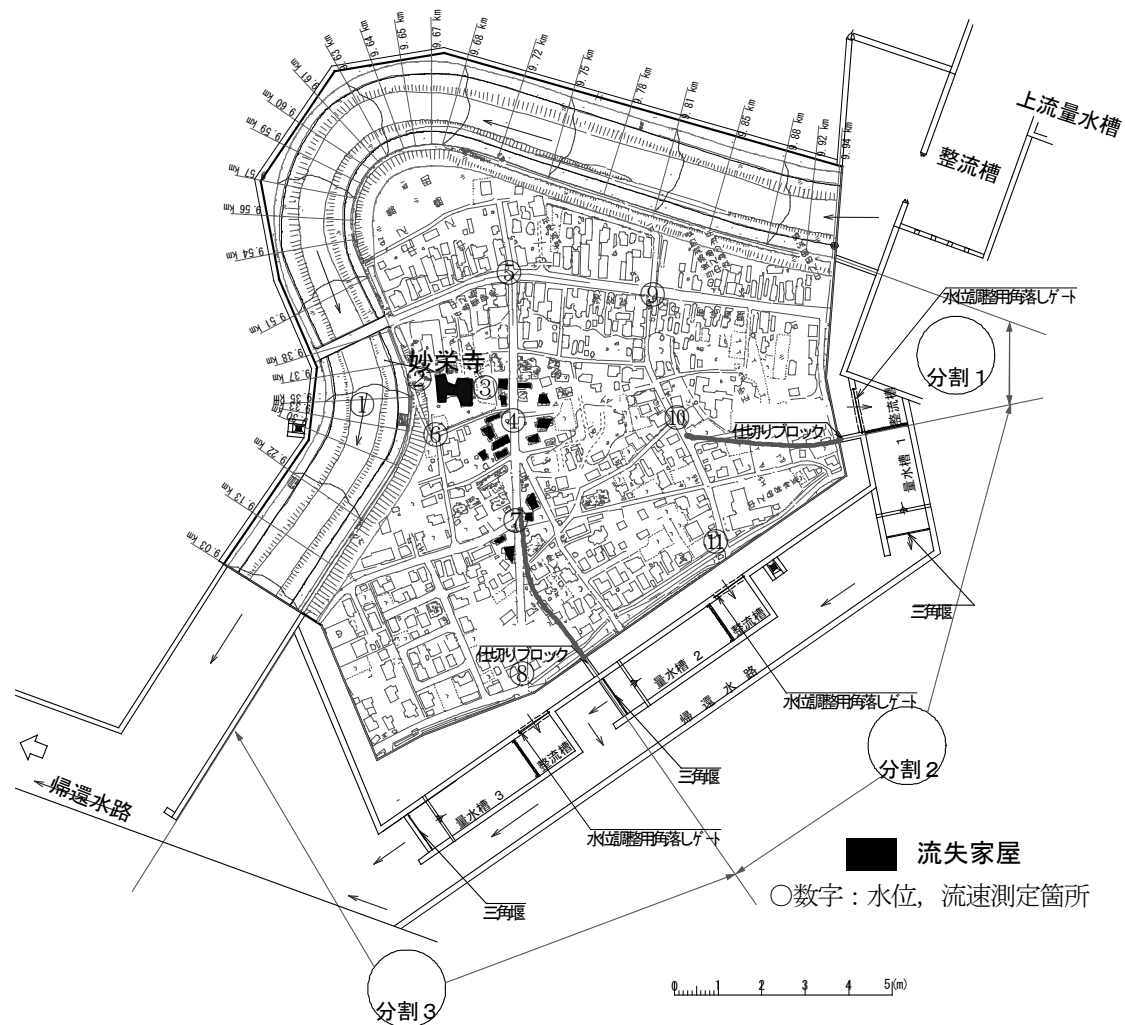


図-2 実験施設全容

破堤幅は、模型幅1.25mで、2段階の板を設置し、段階的に取り外すことで調整を行った。通水は、図-3⁶⁾に示す7.13新潟豪雨洪水災害調査委員会において公表された水位、流量条件において、9.3km水位と流量（ダム調節あり・破堤なし）の上昇時のデータより水位流量の相関関係を作成し、その条件を満たすよう水路の下流端を操作することとした。また、水位及び流速の測定点は実態調査において証言のなされた地点を中心に行い、検証

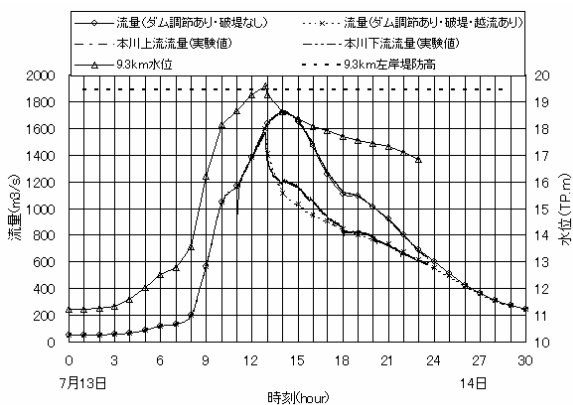


図-3 9.3km破堤地点の推定流量と水位



写真-1 実験状況

を行った。

(2) 実験結果及び検証

a) 流況

図-4に浸水深コンター図を示す。なお、以下に示す方向は、破堤部から堤防法線方向と垂直に氾濫原を見た方向を基準としたものである。また、時刻は現地時間に



図-4 浸水深コンター図

て示す。概要は以下のとおりである。

- ・破堤部から350m離れた堤内地（実験施設全域）は10分強で浸水した。
- ・破堤直後、氾濫流は主に妙栄寺の左側を通り流下する。
- ・妙栄寺流失後、氾濫流は破堤部から直角に流下す

る。

- ・流失した家屋を取り除くに従い、氾濫流は右向きに変化していった。

数値解析⁵⁾において概ね同様の結果が得られたが、妙栄寺流失後、破堤部近傍で流速ベクトルが右に向いていた。これは本実験において破堤部の右側にある樹

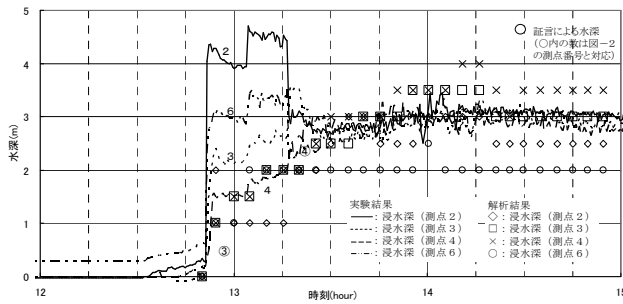


図-5 浸水深 (破堤部近傍)

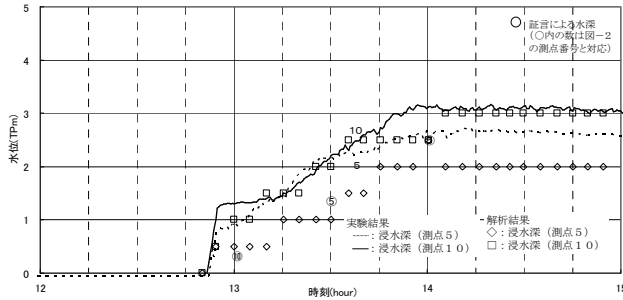


図-7 浸水深 (破堤部より左側)

木により流れが寄せられるためであった。この後方の家屋は樹木が水防林として作用し保護されたと思われる。

b) 浸水深

図-5に破堤部近傍の浸水深、図-6に破堤部より右側の浸水深、図-7に破堤部より左側の浸水深を示す。また、各図に数値解析⁵⁾により得られる本実験の水位測定地点における大凡の浸水深及び実態調査での証言による浸水深を示した。概要は以下のとおりである。

- 破堤部から 350m離れた堤内地の水位 (図-2の測点 8, 測点 1 1) は 13 時 04 分頃に水位上昇し始めた。よって 12 分程度で模型再現範囲内は浸水し始めたと判断できる。
- 堤内地全域で破堤開始から 1 時間 10 分で最高水位に達した。
- 破堤後、妙栄寺上下流での最大水位差 1.9m であった (測点 2, 測点 3)。妙栄寺流失後、堤内地の最大水位は短時間ではあるが、妙栄寺下流側の家屋への水位が最大であった。妙栄寺及び下流部の家屋への外力が大きいといえる。
- 実態調査による証言と実験水深を比較すると実験の方が水深の立ち上がりは早い傾向にあるが、水深上昇後は概ね一致しているといえる。

破堤部より右側及び左側では、実験結果、数値解析結果⁵⁾ともに徐々に浸水深が増加し、14 時頃に最大水深に達し、以後、その水深を維持する傾向が確認された。破堤部近傍の浸水深では、実験結果、数値解析結果⁵⁾ともに破堤直後に妙栄寺上下流での最大水位差が発生し、流失後に徐々に浸水深が増加し、13 時 45 分頃に最高水深に達し、以後、その水深を維持する傾向が確認された。

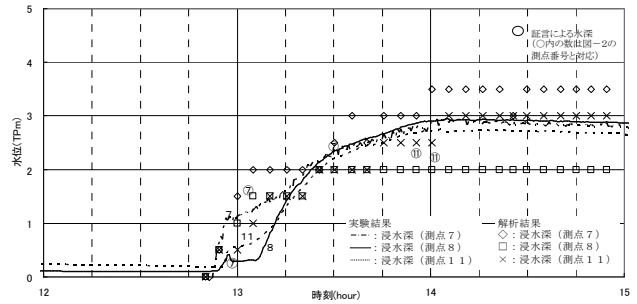


図-6 浸水深 (破堤部より右側)

ただし、妙栄寺上下流で最大水位差が発生する時間が実験結果では 10 分間程度、数値解析では瞬時のことである。これは、実験では家屋取り外しに時間を要すること、数値解析は家屋周辺の水深から算出される家屋の基礎に作用するモーメントが一定値を越えると家屋が流失するモデルとなっているためである。

c) 流速

流速測定に関する概要は以下のとおりである。

- 破堤直後の氾濫流は妙栄寺の右側の測点 6 の流速が最も大きく 3.9m/s であった。
- 妙栄寺流失後は破堤部直下の測点 2 で最も流速が大きく 3.8m/s であった。
- 堤内地では氾濫水は道路に沿って流れるので、道路沿いの流速が大きい。測点 5 では破堤直後に 1.7m/s~1.0m/s、測点 10 では 1.0 m/s~0.8m/s の流速が生じている。
- 堤内地が満水後の流速は概ね 0.5m/s~0.1m/s である。

数値解析⁵⁾においては、破堤直後の氾濫流は妙栄寺の右側の流速が最も大きく、また妙栄寺流失後は破堤部直下で最も流速が大きく実験結果と同様の結果を得た。しかし、算出された流速はともに 7.0m/s 以上であった。また道路沿いの流速は 2.0m/s 以上、堤内地が満水後の流速は 1.0m/s 以上と実験結果に比べ大きな値となった。これは、マンニングの粗度係数を数値解析では河道内 0.035、氾濫原 0.020、再現実験では既存の現地調査より 0.030 と設定したためである。

4. まとめ

- 実態調査より、避難勧告への要望が多かった。より早い指示、サイレン等の容易に認識できる伝達方法で行う必要がある。また避難場所、避難経路の日常からの確認の必要性も高いといえる。
- 住民の避難開始時間は概ね床上浸水となってからであり、避難先へはヘリコプター、ボートによる救助がほとんどであった。本調査では自力で避難先に到

着した住民は、破堤部より左側の標高が高い所に居住している住民で、破堤直後に避難の判断を行ったものであった。河川水位など堤内地に至るまでの情報による早い状況判断の必要性が強いといえる。安全な避難が可能な条件は水深が50cm以下、流速が50cm/s以下である。しかし、水深、流速とも破堤後数十分の内にその安全可能な条件を超える事が実験からも確認されており、この事からも早い状況判断の必要性が強いといえる。

- ・実態調査による証言、再現実験及び数値解析の結果は概ね一致しているといえる。

謝辞：実態調査に際し、新潟県長岡市中之島支所、中之島町水防団及び中之島町の町民の方々には、お忙しい中でありながら、本調査にご協力をいただいた。また、調査及び実験の実施に際し、(株)建設技術研究所・古川弘和氏には多大なるご協力を得た。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 群馬大学・国土交通省：平成16年7月新潟豪雨災害に関する実態調査報告書(詳細版) 中之島町調査結果, pp1-157, 2004
- 2) 熊倉俊郎・勝島隆史・原田裕子・陸旻皎・中井専人：平成16年7月新潟、福島豪雨の雨量時空間解析と流域平均雨量について, 水工学論文集, 第49巻, pp415-420, 2005
- 3) 細山田得三：7.13新潟豪雨災害での住宅区域の氾濫流解析, 水工学論文集, 第49巻, pp589-594, 2005
- 4) 原田賢治・越村俊一・鈴木進吾・岡本学・福留邦洋・菅磨志保・河田恵昭：2004年7月新潟豪雨水害の洪水氾濫流による家屋被害, 河川技術論文集, 第11巻, pp139-144, 2005
- 5) 川口広司・末次忠司・福留康智：2004年7月新潟県刈谷田川洪水・破堤氾濫流に関する研究, 水工学論文集, 第49巻, pp577-582, 2005
- 6) 7.13新潟豪雨洪水災害調査委員会：7.13新潟豪雨洪水災害調査委員会報告書, pp16, pp 19, 2005

(2006. 4. 6受付)