

令和元年佐賀豪雨による六角川内水氾濫発生状況と内外水量バランスの把握

東京理科大学大学院 学生会員 ○太田 皓陽, 伊藤 毅彦, 本間升一朗, 尾形勇紀
東京理科大学 非会員 檜澤 菜々子, 正会員 小野村史穂, 片岡智哉, 二瓶 泰雄

1. はじめに

令和元(2019)年8月28日未明に佐賀県を中心として時間雨量100mmを超える記録的短時間大雨が発生し(令和元年佐賀豪雨と称す), 死者3名, 床上浸水904棟を伴う氾濫被害が生じた。特に佐賀県武雄市では, 六角川支川の高橋川をはじめとした複数河川から溢水し, 大規模な内水氾濫が発生した。内水氾濫の発生要因は, 一般に, ①中小の支川や下水管路の排水能力を上回る場合, ②流入する本川の水位が高く十分排水できない場合, ③①と②の両方が発生する場合, の3つが挙げられる。特に②では本川水位が計画高水位を超えると, 本川の外水氾濫防止のため排水ポンプを止めることが一般的である。一方, 福岡¹⁾はインフラ施設を活かすため河道貯留効果の有効活用を提唱し, 今回のケースに当てはめると河道内貯留に余力があればより多くの内水排除を行えた可能性が考えられる。本研究では, 令和元年佐賀豪雨における六角川内水氾濫と, 内水・外水バランスを明らかにする。そのため, 内水氾濫状況の現地調査と数値解析を実施した。

2. 研究方法

(1) 佐賀豪雨の概要: 佐賀豪雨の気象状況(時間雨量と累積雨量)と六角川の水位を図-1に示す。雨量は白石観測所, 水位は潮見橋(河口より30.4kp), 新橋(同24.1kp), 六角橋(同11.3kp), 住之江橋(同3.8kp)を表示する。これより降雨は8/27朝から断続的に降り続き, 8/284時から急激に降雨強度を増し, 5時に109mmの高い降雨強度を記録した。水位は上流2地点(潮見橋, 新橋)では8/27より増加し, 雨が強まる4時から急上昇し, 8時にピークを迎えた。ピーク時刻は満潮と一致し今次水害は洪水と満潮がほぼ同時生起したと言える。

(2) 現地調査概要: 研究サイトである六角川とその支川を図-2に示す。洪水氾濫状況を調べるため, 武雄市を流れる高橋川と甘久川, 川添川を中心に, ①氾濫域の洪水痕跡調査, ②排水機場・樋管・樋門等の排水施設調査を行った。調査日は2019/8/30, 9/12, 10/2-3, 12/12の計4回である。①では, 氾濫域における痕跡(植生, 泥の跡)から, RTK(R4・R6・R10, Trimble社製)とスタッフを用いて, 浸水位及び浸水深の計測をした。また, これらの「点」実測値をArcGIS(ArcGISPro2.3)により空間内挿し, 浸水深・浸水位の「面」的分布を推定した。②では, 排水施設で測定されていたローカルな水位をT.P.に統一するために標高調査を行った。

(3) 内水・外水の洪水流解析の概要: 対象エリアの内水・外水の水量評価を行うために, ①内水用として平面二次元モデルによる内水氾濫解析, ②外水用として一次元河道流解析, をそれぞれ行った。①では図-2中の黒実線を解析範囲とし, iRIC Nays2DFloodを用いた。LPデータ(国交省)より標高データを与えた。流入条件としては, 高橋川・甘久川・川添川上流端にてRRIモデル(京大・佐山先生提供)により得られた流量と, 解析範囲全体に雨量を与えた。対象期間は8/2722時~8/2812時である。②では, 六角川(河口から3.8~30.4kp)と武雄川(六角川合流点から0~3.4kp)に対してデータ

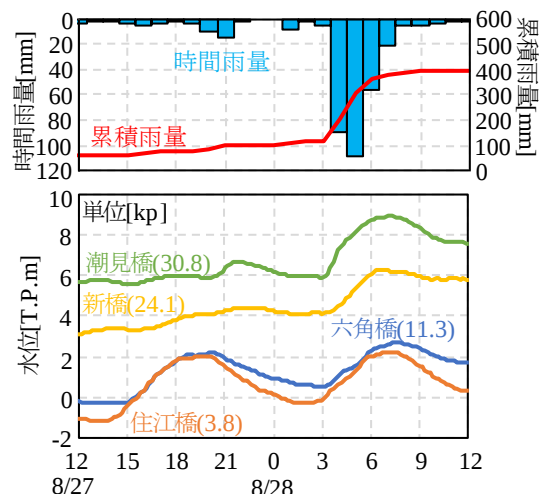


図-1 雨量(白石)と六角川水位の時間変化

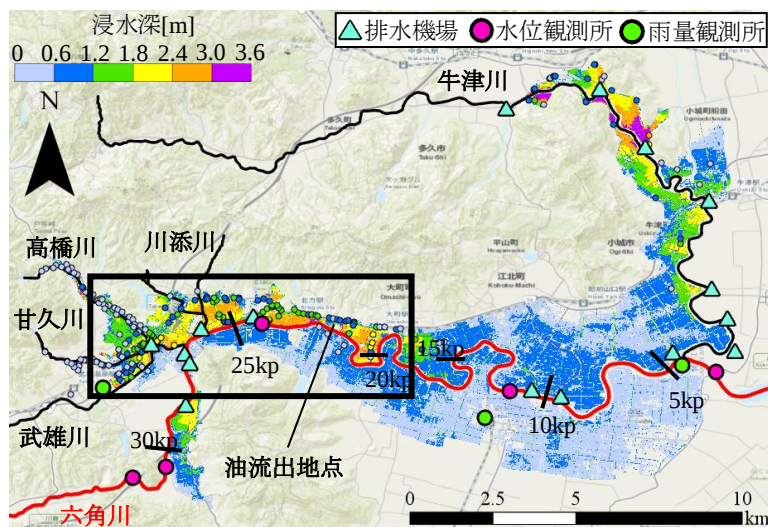


図-2 六角川周辺の浸水深コンター(著者と国土地理院結果の統合)

キーワード 令和元年佐賀豪雨, 六角川, 内水氾濫, 外水, 氾濫シミュレーション, DIEX-Flood

〒278-0022 千葉県野田市山崎 2641 TEL:04-7124-1501(内線 4069)

同化が可能な一次元洪水流モデル DIEX-Flood²⁾ を適用した。同化水位データには水位観測所と排水施設の計 10 地点の実測値を使用した。対象期間は 8/27 12 時～翌 28 12 時である。

3. 実験結果と考察

(1) 洪水氾濫状況：今次豪雨による洪水氾濫状況を把握するために、浸水深コンターを図-2 に示す。ここでは、著者の観測結果が大半であるが、一部は国土地理院の結果と融合している。これより、最大浸水深は牛津川上流部 (3m 以上) を記録し、六角川本川や武雄川周辺でも 2m 以上の浸水深となった。油流出が生じた大町付近でも浸水深は 2m を超えた。氾濫要因としては、牛津川上流部では 3 箇所の越水が確認され、牛津川の外水氾濫によるといえる。一方、六角川本川や武雄川周辺では越水・決壊は発生せず、氾濫要因は内水氾濫である。全体の氾濫面積は 56.8km²、氾濫水量は約 4088 万 m³ となった。この氾濫面積は 2018 年西日本豪雨 (=185km²) の約半分であり、広範囲の浸水が大きな特徴と言える。

(2) 内水氾濫プロセス：六角川と武雄川左岸域の内水氾濫過程を見るために、iRIC による洪水氾濫解析結果を図-3 に示す。なお解析結果が内水位の実測値と概ね一致し、本解析の基本的妥当性を確認している。まず、28 日 4 時では、降雨による浸水と共に、支川 (高橋川・甘久川・川添川) からの氾濫が発生した。6 時では支川の氾濫水が下流の低地に到達すると共に、各支川の武雄川・六角川合流点付近でも氾濫水が広がった。ポンプ排水を止めた後の 8 時には高橋川下流域で浸水深はピークとなり、その氾濫流が東へと移動した。以上より内水氾濫の要因は、中小支川の排水能力を上回り、かつ、本川水位が高く十分排水できないことが重なったためである。

(3) 内水・外水の水量バランス：牛津川以外の六角川本川流域における水量バランスの時間変化を図-4 に示す。ここでは、Input (流域内雨量の累積値) と Output (六角川の下流流出量の累積値)、内水と外水及びこれらの残差 (主に蒸発散量と地下浸透量) を表示する。この内水は iRIC の解析結果であるが、六角川氾濫域全体は解析できていない。そこで、解析により得られた時々刻々の内水量に面積比 (=浸水範囲全体面積/解析範囲の面積) を乗じた値を全体の内水量として用いる。これより、28 日 2 時から雨量増加と共に内水量も増加するが、流出遅れの影響を受けて外水量の増加は 3 時から開始した。水量自体は、内水>外水の大小関係となり、外水量はピーク時で河道全体の最大貯留量の 51%であった。これより、河道全体で見ると、河道貯留に受入可能容量があったことになる。

これを詳細に調べるため、河道内の 1km 毎のピーク貯流量と最大貯留量を調べた結果 (図-5)、河口から 25~30km ではピーク水位が計画高水位を超えたため、外水のピーク貯留量は最大量に近い。一方、その下流部では、痕跡水位は計画高水位より低く、河道貯留量に余力が残されていた。このことを踏まえた治水対策が望まれる。

参考文献：1) 福岡 悽二：洪水水面形観測情報の広域的・統合的活用による流域治水の考え方の構築に向けて、河川技術論文集, 23, pp.251-256, 2017. 2) 柏田 仁, 二瓶 泰雄：水位データ同化手法を組み込んだ河川洪水予測手法 (DIEX-Flood) の開発と江戸川への適用, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74., No.4, pp. I_1471-I_1476, 2018.

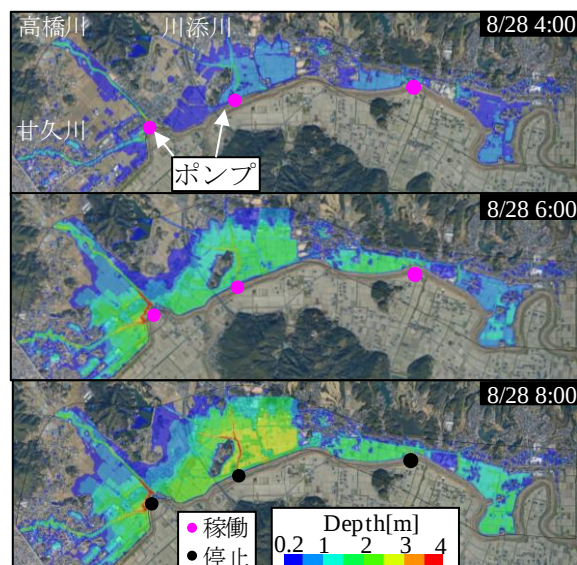


図-3 六角川・武雄川左岸における氾濫プロセス

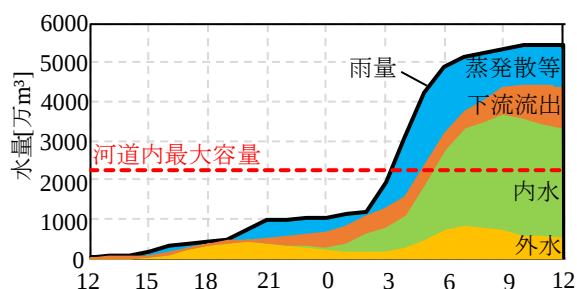


図-4 雨量と内外水の水量バランスの時間変化

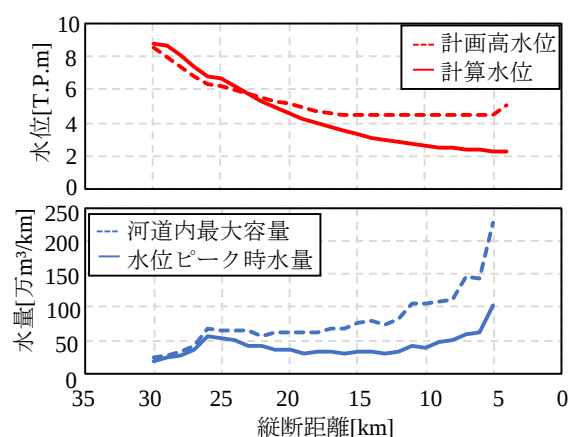


図-5 六角川の実績ピーク・最大貯留量の縦断分布