

令和3年8月豪雨による六角川周辺での浸水被害調査

徳島大学大学院創成科学研究科修士課程 ○ 圓谷 政貴
徳島大学環境防災研究センター 中野 晋
徳島大学環境防災研究センター 蔣 景彩
徳島大学工学部 土山 祐司

1. はじめに

令和3年8月中旬～下旬は、前線の活動が非常に活発となった影響で、西日本～東日本の広い範囲で大雨となり、総降水量が多いところで1,400mmを超える記録的な大雨に見舞われた。特に8月12日～14日は九州北部地方と中国地方で線状降水帯が発生して記録的な大雨となり、8月13日～15日には各地で特別警報が発表された²⁾。佐賀県西部に位置する六角川流域では8

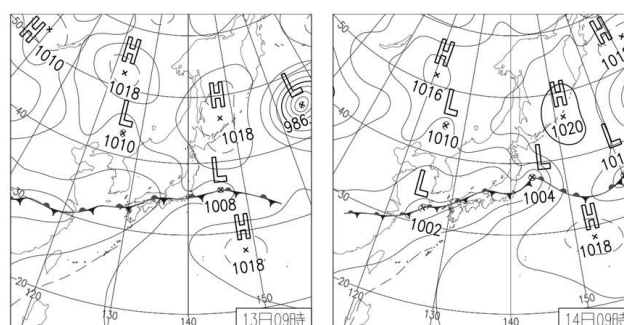


図-1 2021年8月13,14日の天気図¹⁾

月11日から断続的に雨が降り続き、8月11日から19日の期間降水量は佐賀県嬉野で1178.5mmを観測し、平年の8月の月平均降水量の約4倍の降水量が観測された。この大雨により六角川や武雄川で氾濫が発生し、武雄市や大町町での浸水が広がった。また六角川流域に位置する排水機場では上流部の水位観測所において水位が計画高水位に達したことにより一時排水停止が行われている³⁾。六角川流域においては令和元年8月豪雨時にも同様の地域が浸水しており、その際の浸水深を今災害では1m以上を超えるような地域も確認された。本研究ではこの令和3年8月豪雨における六角川流域の浸水被害について現地調査と氾濫解析シミュレーションを用いて調査したものである。今災害は同地域において短期間で同様の浸水被害が発生した事例であり、地球温暖化に伴い激甚化する災害に迅速な対応が求められる現在において教訓となる事例であると考えられる。

2. 令和3年8月豪雨の概要

(1) 六角川水系の概要

六角川は水源を佐賀県武雄市山内町神六山に位置し流域は佐賀県西部に位置し、面積は341km²、流域内人口は121,000人である。六角川の河川特性は、潮位差6mに及ぶ有明海に面した軟弱地盤の低平地を流下する感潮区間が長い緩流河川であり、洪水が流れにくいという特徴がある。また、干拓地を含む佐賀平野は農業が盛んであり、少ない水資源を有効活用するため、ため池やクリークと称される水路網が発達している。このため、豪雨時にはクリークや中小河川の氾濫が発生し、広域的な浸水に繋がりやすい特徴がある。このため外水氾濫と内水氾濫が複合的に起こる水害常襲地帯であるという特徴を持っている⁴⁾。

令和元年 8 月豪雨において、六角川水系では 9 箇所河川からの越水が発生し、浸水面積約 6,900ha、浸水家屋が 2,936 戸となる大規模な浸水被害となり人的被害として 3 名が亡くなっている。また六角川の新橋水位観測所、牛津川の砥川大橋水位観測所において計画高水位を超過したことにより、多数の排水機場の運転が最大約 5 時間停止している。また六角川、牛津川において排水機場損傷及び、護岸損壊等の被害が発生している⁵⁾。この災害を受けて六角川水系における今後の治水対策を関係機関が連携し、「令和元年 8 月六角川水系の水害を踏まえた防災・減災対策協議会」が設立され、概ね 5 年間で逃げ遅れゼロ、社会経済被害の最小化を目指した「六角川水系緊急治水対策プロジェクト」が取りまとめられている⁶⁾。

(2) 令和 3 年 8 月豪雨における六角川周辺の被害の概要

令和 3 年 8 月 11 日から 19 日にかけて九州北部に前線が停滞し、六角川周辺では特に 14 日に非常に激しい雨が観測され、大雨特別警報が発令された。武雄市では 72 時間降水量 929.5mm、総降水量 1256mm を記録した。佐賀県ではこの大雨を受けて 8 月 14 日 2 時 15 分に武雄市、嬉野市に同日 3 時 30 分に多久市、小城市、大町町、江北町、白石町に大雨特別警報が発令された。令和 3 年 8 月豪雨の特徴としては流域全体で大雨が長期間降り続いたことであり、72 時間最大降水量は過去に大きな被害をもたらした令和元年 8 月豪雨や平成 2 年 7 月豪雨の記録を大幅に更新した⁷⁾。この大雨を受けて六角川左岸側 29k 地点では越水、30k 地点では溢水が発生した。また新橋水位観測所では計画高水位 6.94m を超えたことでポンプ排水機場の運転が複数回停止しており合計で 8 時間 30 分、妙見橋水位観測所で計画高水位 6.77m を超えたことで合計 5 時間排水ポンプの運転が停止した³⁾。これらの外水氾濫、内水氾濫の影響により六角川周辺では面積約 5900ha、家屋約 2400 戸が浸水をした。これらの浸水は流域内の既設ポンプ場や最大 14 台の排水ポンプ車を配置し排水することにより 16 日 9 時時点で解消された⁷⁾。

3. 調査方法

(1) 現地調査

コロナ禍であったため大学の BCP レベルに従い浸水被害発生約 3 か月後の令和 3 年 11 月 4、5 日に被害実態の把握のために佐賀県大町町、同武雄市にて浸水痕跡調査を実施し、また浸水被害を受けた施設を対象としたヒアリング調査を実施した。現地調査では令和元年 8 月豪雨時にも同様の地域にて調査を行っているため被害の差を確認できるようになるべく同箇所での痕跡調査を実施した。調査では写真-1 のように測量スタッフを用いて地表面から浸水痕跡高を求めた。また武雄市総務部防災・減災課では令和元年 8 月豪雨の浸水被害を踏まえて、住民の防災意識向上のための周知活動として浸水深が分かるような看板を設置している(写真-2)。令和 3 年 8 月豪雨でも同様の取り組みを予定されており、現時点での令和 3 年 8 月豪雨における浸水深の観測データをご提供いただいた。



写真-1 浸水痕跡調査の様子



写真-2 令和元年 8 月豪雨実績浸水深看板

(2) 氾濫解析

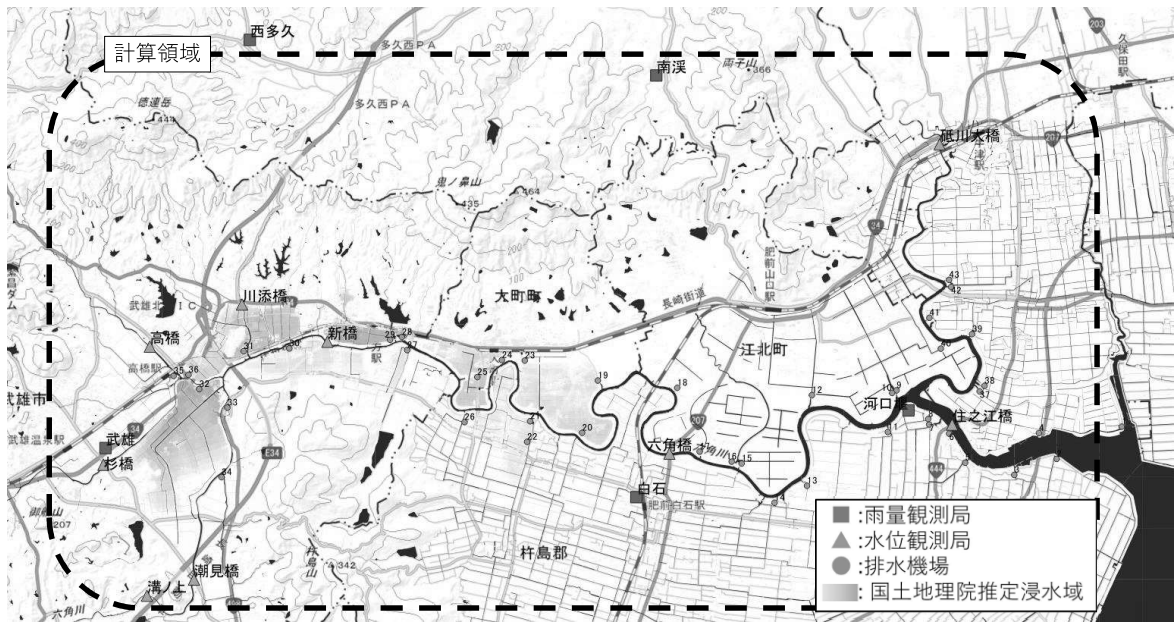


図-2 洪水氾濫解析領域と雨量観測局や排水機場の位置
(図中には国土地理院推定浸水域⁸⁾も示す)

洪水氾濫解析の概要について述べる。氾濫解析は内外水や下水道を同時に扱える故岡部健士教授が開発した XOKABE をエンジンとするソフトウェア「AFREL-SR」(ニタコンサルタント(株))を用いて、図-2 に示す領域を対象に実施した。計算格子は 20m メッシュとし、地形データは国土地理院 5mDEM の提供が六角川河口近傍に限られているため、六角川周辺の一部を除き、10mDEM を利用した。精度の違いで 5mDEM と 10mDEM の境界部分で不整合が生じたため、国土地理院水準点データを参考に 10mDEM を 5mDEM の標高に合わせるように補正した。河川堤防部には連続的な盛土を配置して、六角川水系河川整備計画(変更原案)付図⁹⁾に記載の堤防天端高を与えた。またこの地区には用水路が多数張り巡らされているため、航空写真を基に水路を詳細に配置し、この地区特有の流出特性が反映できるように配慮した。また、この地区の浸水解析では排水機場の運転状況の考慮は必須であるため、国土交通省九州地方整備局武雄事務所資料³⁾に基づいて、図-2 に示す排水機場の運転状況を考慮した。計算時間間隔は 0.05s で、8月13日 07:00 から8月14日 19:00 までの 36 時間を計算対象期間とした。

内水計算及び支流上流域の流出解析には白石、武雄、河口堰、南溪、西多久の各雨量観測局の 1 時間降水量(図-3)をティーセン分割して用いた。なお、各雨量観測局は図-2 中に示している。

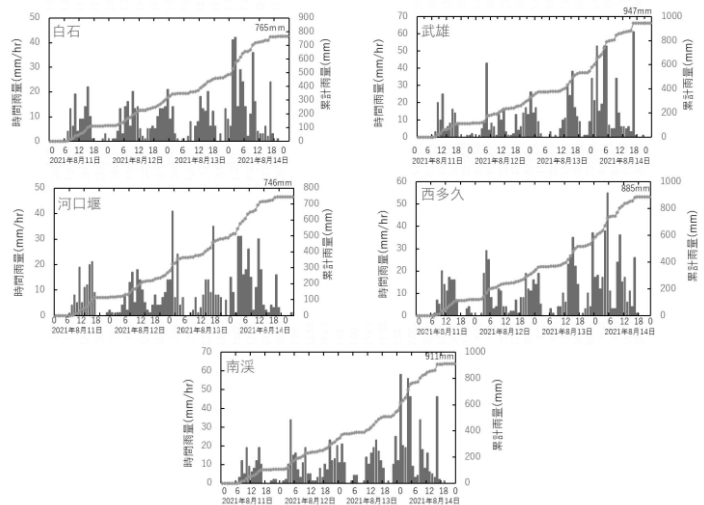


図-3 降水量変化(2021年8月11日-14日)

また、六角川上流端（溝ノ上水位観測所付近）では矢筈ダムの放流量と水位観測データから流量を設定し、半津川上流端（砥川大橋水位観測所付近）での流量は水位観測データから過去の水位・流量の関係式を求め、計算対象期間における水位データから定めた。武雄川上流端、高橋川上流端では流量はそれぞれの集水面積を求め、雨量観測データをもとに降雨量から定めた。また流下途中に合流する支流からの流量は各支流の流域面積に最も近い雨量観測点での降雨量から合理式で与えて流入させた。

4. 調査結果

(1) 降水量と河川水位

図-4 は六角川に位置する水位観測所の観測値と潮位の観測値の2021年8月13, 14日の10分ごとの時間変化を示したものである。水位観測所は上流から順に新橋水位観測所、六角橋水位観測所、住之江水位観測所と位置しており、それぞれの水位変化を見みると上流部から下流部に行くに従って潮位の影響を受けている様子が確認できる。また新橋水位観測所では2021年8月14日7

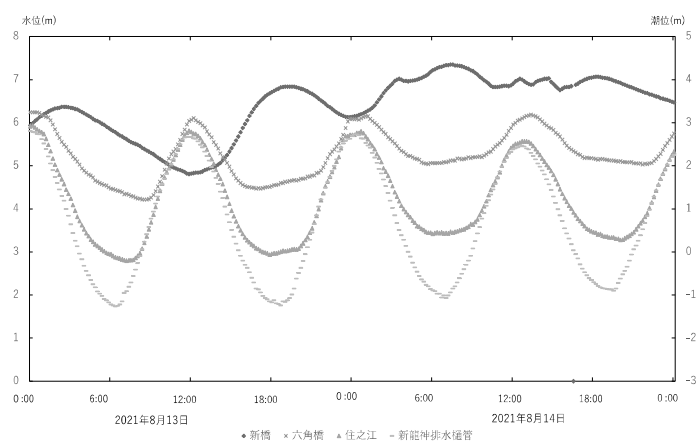


図-4 六角川の水位観測所の水位と潮位の時間変化

時20分に最高水位である7.35mが観測されており、洪水のピーク時であったことが確認できる。新橋水位観測所の流量のピーク時において新龍排水機関における潮位の観測値のデータからその時刻は干潮の時刻であったことが確認できる。そのことから今回の浸水被害は洪水のピーク時の時刻と干潮の時刻が重なっており、比較的水位の上昇が抑えられていたと考えられる。

(2) 現地調査結果

1) 大町町

大町町では現地調査の結果から2m前後の浸水が全体に広がっていることが確認できる。今水害の浸水は令和元年8月豪雨時と比較すると約0.6~0.7m浸水深が増加している。大町町の地形的特徴として地盤高が周辺地域より低いということがある。そこで大雨時には北部の山地からの流出と上流部の地域の北方町からの流出により内水が発生しやすい地



図-5 大町町における氾濫解析結果と実測値

域となっている。

大町町では令和3年8月14日2時頃に排水機場の排水能力が限界に達しており,同日3時45分頃には道路が冠水していたことがヒアリングの結果から確認された。J病院においては令和元年8月豪雨の経験から65cm程度の止水版を設置していたが今災害においては令和元年時の浸水を超えるものであったため床上1m程度の浸水被害が発生した。またJ病院では令和元年8月豪雨以降に水害対策として職員の連絡網の作成や避難訓練等を実施しており,今災害時に有効に活用できたことがヒアリングの結果から確認できた。

2) 北方町

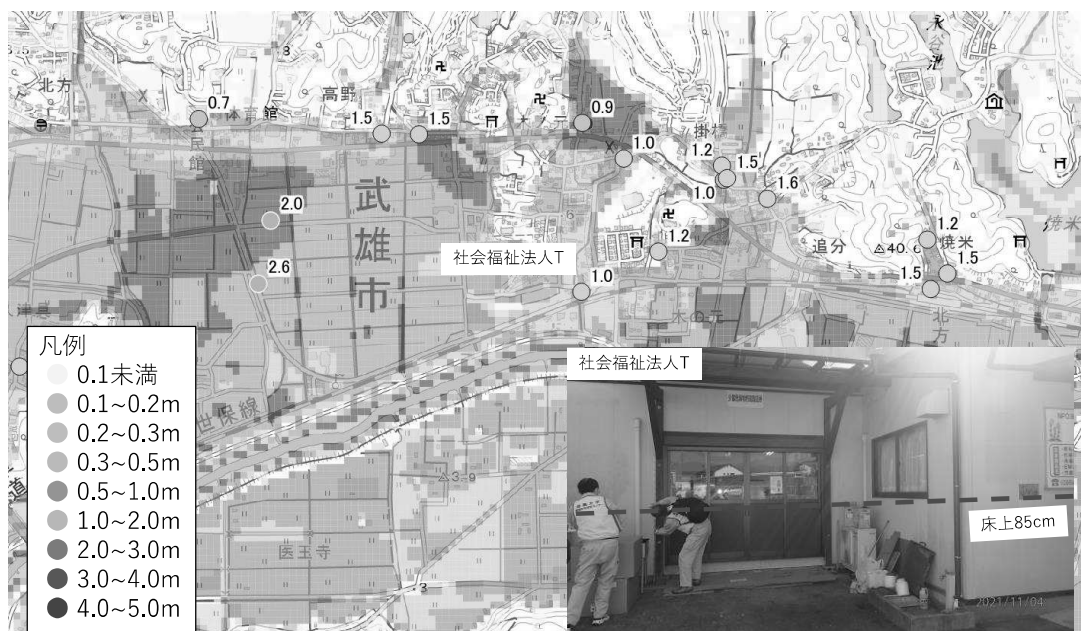


図-6 北方町における氾濫解析結果と実測値と浸水状況

北方町は六角川, 武雄川, 高橋川の合流部の下流側に位置する地域であり, 六角川周辺での浸水被害が発生した場合に最も浸水が大きくなる地域となっている。現地調査の結果から北方町では最大 2.6m の浸水が確認され, 広範囲において 1m 以上の浸水が広がっていることが確認された。北方町における浸水被害の原因としては北部に位置する山地からの雨の流出によるものと, 六角川, 武雄川, 高橋川の合流部において河川の流下能力を超えたことで浸水被害が広がったと考えられる。また 2021 年 8 月 14 日 3 時 10 分に北方町に位置する新橋水位観測所において計画高水位を超えたことから排水ポンプの運転が停止しており, その結果内水被害が加速したと考えられる。

ヒアリング調査の結果から北方町では浸水は 14 日から丸 1 日程度続いていたということが確認された。北方町に位置する社会福祉施設 T においては令和元年 8 月豪雨時には床上 70 cm 程度の浸水被害が発生しており, 今災害では床上 85 cm まで浸水が発生した。令和元年 8 月豪雨の災害の経験からパソコン類を机の上に事前に避難させていたが前回の豪雨を上回る浸水が発生したため, 机の高さを超えた浸水が発生しパソコン類も被害にあった。ボランティアや職員により復旧作業が行われ, 10 日後には営業が再開された。

3) 橋町

橋町は六角川の右岸側に位置しており、下流側に武雄川との合流部が位置している。西側を六角川と東側を山地に囲まれた地域となっている。ここでは現地調査の結果から広い範囲において2m前後の浸水深が確認された。令和元年8月豪雨時には1m前後の浸水深であったので約1mの浸水が大きくな

った地域であった。令和元年8月豪雨の際より大幅に浸水深が大きくなった要因としては橋町の内水対策として設置されている東川排水機場が浸水被害の影響により故障したため、排水機能が停止していたことが要因の一つであると考えられる。

橋町に位置するT幼稚園では令和元年8月豪雨時は1mの浸水であったのに対し、今災害時では1.9mの浸水が確認された。その結果園舎は令和元年8月豪雨時と同様に床上浸水が発生したことにより腰板の痛み等が発生した。T幼稚園では保護者の方々による人的支援や寄付金によって夏休み期間での復旧を終え9月1日から営業を再開している。

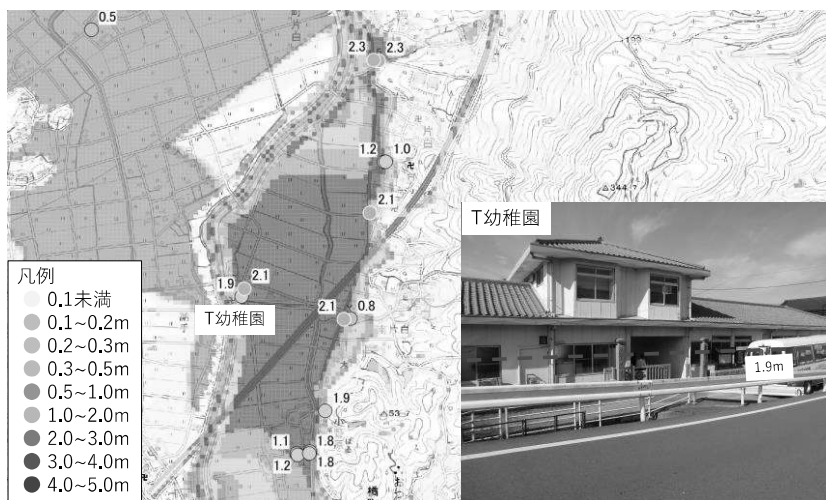


図-7 橋町における氾濫解析結果と実測値と浸水状況

(2) 氾濫解析結果

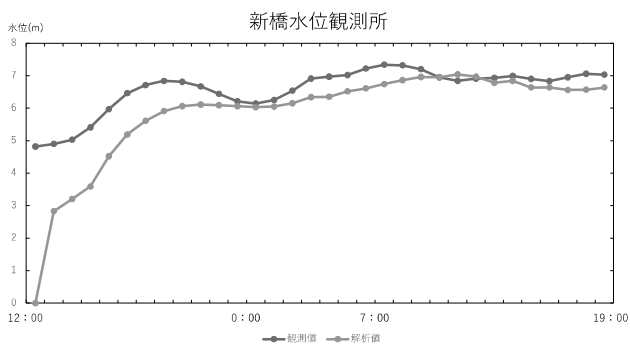


図-8 新橋水位観測所における解析値と実測値の時間変化の比較

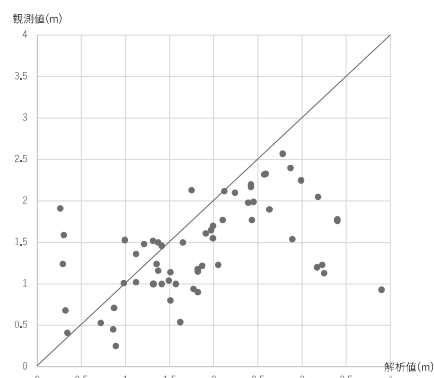


図-9 解析値と測量値の比較

図-8 は新橋水位観測所における観測値と氾濫解析によって得られた計算値の時間変化を示した図である。最高水位の高さは概ね一致しているものの水位の時間変化のタイミングにずれが確認できる。そのことから更なる精度向上のためには流量設定の見直しが必要であると考えられる。また図-9 は現地調査によって得られた観測値と武雄市防災・減災課から提供いただいた観測値と氾濫解析によって得られた計算値の比較図である。令和元年8月豪雨時の現地調査にて地盤高を測量している点に関しては観測値と解析値の標準偏差が0.43程度であるのに対

し、全体では 0.86 程度となっている。氾濫解析によって得られた計算値と観測値に誤差が大きく生じている原因としては国土地理院によって公表されている DEM データの不足が原因の一つであると考えられる。そのためより精度の高い氾濫解析を行うためには現地での測量を実施することで正確な地盤高を入手し、現在用いている地盤高を一部補完する必要があると考える。

5. まとめ

令和 3 年 8 月豪雨は前線の活動が活発になった影響等により西日本～東日本にかけて広い範囲に大雨をもたらした。六角川流域では 2021 年 8 月 11 日から断続的に雨が降り続き、2021 年 8 月 14 日にこの大雨により六角川や武雄川で氾濫が発生し、六角川の排水機場では上流部の新橋水位観測所において水位が計画高水位に達したことにより最大で 8 時間 10 分ポンプの運転を停止している。その結果令和元年 8 月豪雨時と同様の地域にて最大 2.5m 以上の浸水被害が広がり、面積約 5900ha、家屋約 2400 戸が浸水をした。また水位観測所の時間変化と潮位の時間変化のから今災害は洪水のピーク時と干潮の時刻が重なっていることが確認された。このことから洪水のピーク時と満潮の時刻が重なっていた場合より深刻な浸水被害が発生していたと考えられる。またヒアリング調査の結果から令和元年 8 月豪雨を教訓に浸水対策を取り組んでいた施設がみられたが、令和元年 8 月豪雨の浸水深を今災害では約 1m 超えるような地域も存在したため事前の浸水対策が非常に困難であったと考えられる。六角川周辺は低平地という地形的特徴により水害常襲地となっており、既存の施設では浸水対策が非常に困難な状況にある。そのため六角川水系では関係機関が連携して流域治水の観点から水害対策を進めていくと同時に、住民の方々に対して防災意識の向上を促し地域と連携したソフト対策を推進していく必要があると考える。

参考文献

1) 気象庁：日々の天気図, 2021 年 8 月

<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/data/hibiten/2021/202108.pdf>

2) 気象庁：令和 3 年 8 月の記録的な大雨の特徴とその要因について(令和 3 年 9 月 13 日)

<https://www.jma.go.jp/jma/press/2109/13a/kentoukai20210913.pdf>

3) 国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所：過去の運転調整の実績

http://www.qsr.mlit.go.jp/takeo/site_files/file/rokkaku/untenchousei_jisseki.pdf

4) 国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所：六角川について

<http://www.qsr.mlit.go.jp/takeo/rokkakugawa/>

5) 国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所：六角川水系における令和元年 8 月豪雨の概要

http://www.qsr.mlit.go.jp/takeo/site_files/file/rokkaku_project/gouu/r0108gouu_suii.pdf

6) 国土交通省：令和元年 8 月六角川水系の水害を踏まえた防災・減災協議会

http://www.qsr.mlit.go.jp/takeo/site_files/file/rokkaku_project/191220rokkakuproject1.pdf

7) 九州地方整備局：令和 3 年 8 月前線に伴う大雨について(第 4 報)令和 3 年 10 月 25 日

http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/file/n-kisyahappyou/r3/21102501.pdf

8) 国土地理院：令和 3 年 8 月の大雨による浸水推定図(六角川)

https://www1.gsi.go.jp/geowww/saigai/202108oame/shinsui/02_shinsui_rokkaku.pdf

9) 国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所：六角川水系河川整備計画(変更原案)付図

http://www.qsr.mlit.go.jp/takeo/site_files/file/rokkaku/seibikeikaku/20200701rokkaku_kasenseibikeikakufuzu.pdf