

2019年秋雨前線豪雨の特徴と佐賀県で発生した洪水災害の概要

山本 晴彦¹・大谷 有紀²・渡邊 祐香¹・兼光 直樹¹・宮川 雄太³・坂本 京子¹・岩谷 潔¹

Characteristics of Flood Disaster in Saga Prefecture by Heavy rainfall of Autumnal Rain Front in 2019

Haruhiko YAMAMOTO¹, Yuki OHTANI², Yuka WATANABE¹,
Naoki KANEMITSU¹, Yuta MIYAKAWA³,
Kyoko SAKAMOTO¹ and Kiyoshi IWAYA¹

Abstract

The autumnal rain front became active, and precipitation reached nearly 400 mm in 24 hours in Takeo in the upper Rokkaku River area of West Saga Prefecture from the early morning of August 27, 2019 until the early morning of the 28th. The precipitation was observed to be particularly heavy in the early morning hours of August 28th, with 210 mm falling in 3 hours. As a result, the water level of the Rokkaku River rose, and “driving adjustment” to turn off a pump to prevent the collapse and overflow of the embankment was carried out. Inland flooding occurred since rainwater in the city area inside of the dikes could not drain. The heavy rain caused the water level of the Ushitsu River, a tributary of the Rokkaku River, to rise, and flood damage occurred in farmlands and in the city area from water that overflowed the dikes. In addition, inland flooding occurred in the city of Saga, and damages within the prefecture extended to 6,060 buildings.

キーワード：秋雨前線豪雨，大町町，洪水災害，佐賀県，佐賀市，武雄市，内水氾濫，六角川

Key words: Heavy rainfall of autumnal rain front, August 2019, Flood disaster, Inland waters flooding, Omachi Town, Rokaku River, Saga City, Saga Prefecture, Takeo City

¹ 山口大学大学院創成科学研究科
Graduate School of Sciences and Technology for
Innovation, Yamaguchi University

² 山口県庁
Yamaguchi Prefecture

³ 北海道大学大学院農学院
Graduate School of Agriculture, Hokkaido University

本報告に対する討議は2021年5月末日まで受け付ける。

1. はじめに

2019年8月26日朝には九州南部付近にあった秋雨前線は、27日には対馬海峡付近まで北上し、前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、九州北部地方では大気の状態が非常に不安定となった。このため、26日から30日にかけて、佐賀県、福岡県、長崎県では記録的な大雨となった（福岡管区気象台、2019）。

特に、佐賀県では27日昼過ぎから夜のはじめ頃にかけて局地的に猛烈な雨や非常に激しい雨が降り、唐津市厳木町付近では18時の解析雨量で1時間に約110 mmの猛烈な雨を解析し、佐賀地方気象台は記録的短時間大雨情報を発表した。さらに、28日未明から朝にかけて、佐賀県では局地的に猛烈な雨や非常に激しい雨が降り、多久市付近では4時の解析雨量で1時間に約110 mmの猛烈な雨を解析したほか、明け方にかけて南部（神埼市、吉野ヶ里町、佐賀市、小城市、武雄市、大町町、江北町、白石町付近）では1時間に約110 mmから120 mm以上の猛烈な雨を解析し、気象台では記録的短時間大雨情報を発表した。また、気象台は28日5時50分に大雨特別警報を北部、南部（その後、基山町及び太良町を追加）に発令し、14時55分にはすべて解除された。（佐賀地方気象台、2019）。

佐賀県では、本豪雨により六角川流域や牛津川流域で外水氾濫や内水氾濫、佐賀市では市街地で内水氾濫が発生し、県内の死者は3人に上り、住家被害は全壊87棟、大規模半壊107棟、半壊759棟、一部損壊24棟、床上浸水773棟、床下浸水4,310棟の計6,060棟に達した（佐賀県、2019・2020；佐賀市、2020）。ここでは、佐賀県で2019年8月27～28日にかけて発生した秋雨前線豪雨の特徴、豪雨に伴い発生した洪水災害の調査結果等の概要について報告する。

2. 秋雨前線豪雨の概要

図1には2019年8月28日6時の地上天気図（気象庁、2019a）と28日3～4時の解析雨量（気象庁、2019b）を示した。26日に九州南部に位置していた秋雨前線は、太平洋高気圧の強まりにより

27日には対馬海洋付近まで北上した。28日には日本海の秋雨前線上に低気圧が発生し、東シナ海から九州地方を通り低気圧への暖かい気流の流入が強まった。これにより、秋雨前線から南に約100 km離れた長崎県北部から佐賀県・福岡県の有明海沿岸、熊本県北部に至る地域では、南北の気温差が大きくなり（28日4時：佐賀23.8℃、長崎27.5℃）、局地的な前線が形成された。この前線付近では強い上昇気流により積乱雲が継続的に発生し、線状降水帯が形成されて停滞することにより、28日の未明から早朝にかけて豪雨が継続した（ウエザーニューズ、2019）。

佐賀県内には気象庁のアメダスが8か所、さらに六角川・嘉瀬川・松浦川の3つの一級河川の流域を中心に、国土交通省九州地方整備局が31か所、佐賀県河川砂防課が125か所の雨量計を設置しており、県内164か所で雨量観測が実施されている（国土交通省、2019；佐賀県県土整備部河川砂防課、2019）。また、隣接する福岡県や長崎県でもアメダス（42か所）や国土交通省や県河川課が所管する雨量計（406か所）が設置されている（福岡県、2019；長崎県土木部河川課・砂防課、2019）。ここでは、佐賀県における豪雨の空間的特徴を見るため、8月27日と28日の日降水量と2日間の積算降水量の分布図と地形図を図2に示した。27日は長崎県北部の佐世保から佐賀県の伊万里地方、佐賀県中央山岳部から福岡県との県境の背振山地にかけて、300 mmを超える豪雨域が带状で認められている。翌日の28日には豪雨域は南下して佐賀平野で300 mmを超える豪雨に見舞われている。2日間の積算降水量は背振山地で600 mm以上を超え、それを囲む東西約40 kmの带状の地域で500 mmを観測し、佐世保・平戸地方でも同様の降水を記録している。今回の豪雨では、六角川流域の武雄市、大町町、江北町、白石町等、牛津川流域の多久市、小城市等で外水・内水氾濫、佐賀市でも内水氾濫が発生し、多くの住家に浸水被害が生じており、短期間で河川流域に大量に降った降水が洪水被害を発生させるに至った。

2019年8月の秋雨前線豪雨における佐賀県の降水の概要を表1に示した。気象庁のアメダスは、

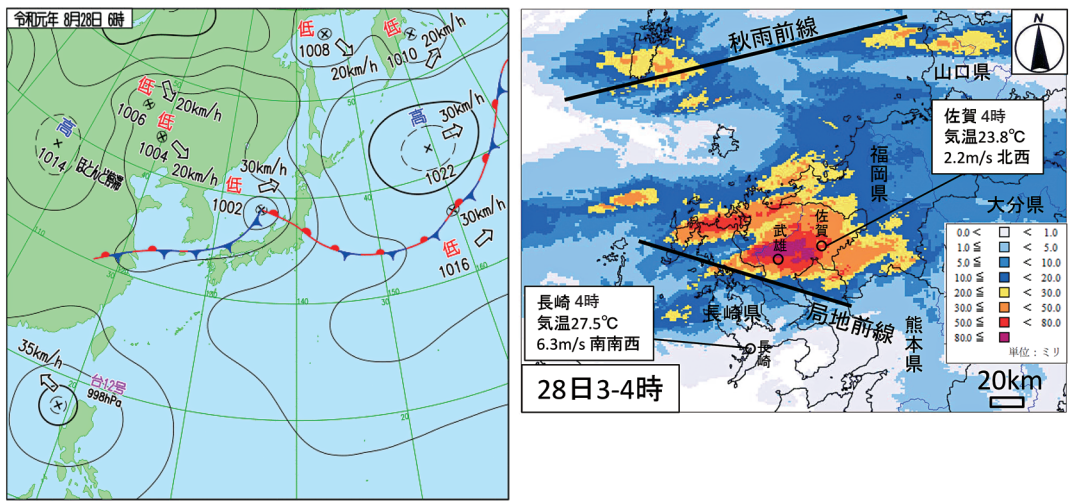


図1 2019年8月28日6時の地上天気図(気象庁, 2019a)と8月28日3~4時の解析雨量(気象庁, 2019b)(秋雨前線と局地前線等を著者が加筆)

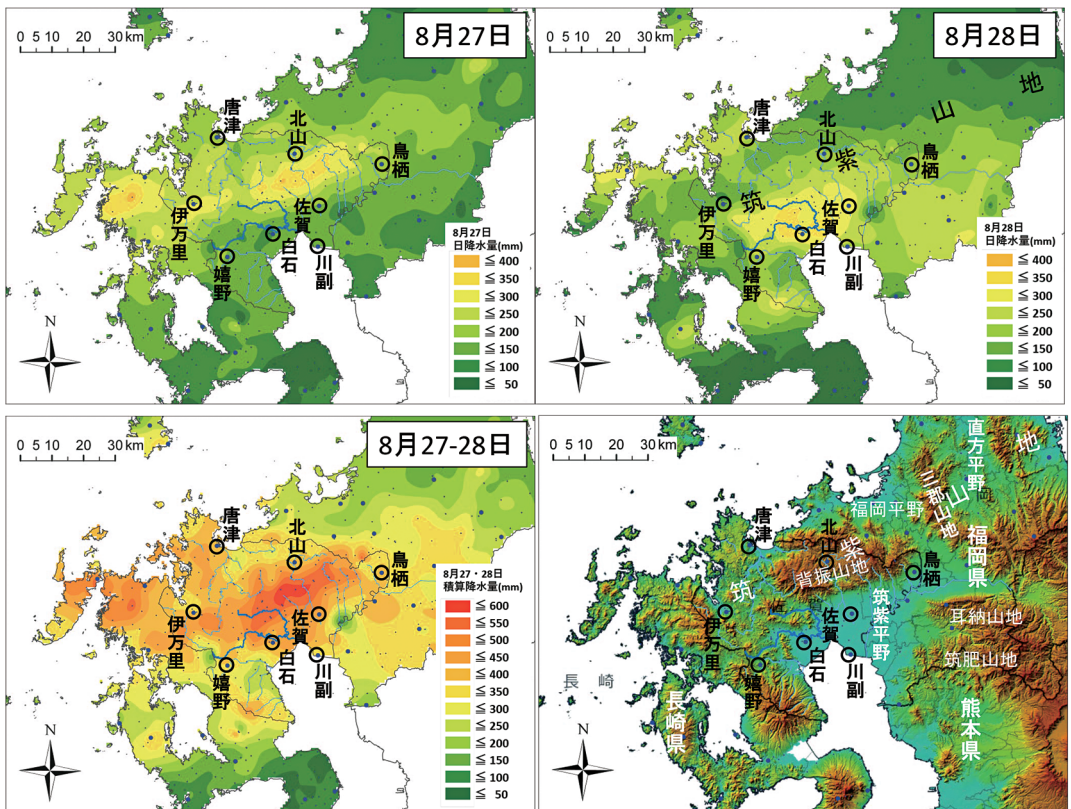


図2 日降水量と積算降水量(8月27日~28日)の分布図(○は佐賀県内のアメダス地点)と地形図

表1 2019年8月の秋雨前線豪雨における佐賀県の降水の概要

気象庁 (佐賀地方気象台)	日降水量 (mm)				積算 降水量 ¹⁾ (mm)	最大1時間 降水量 ²⁾ (mm)	最大10分間 降水量 (mm)	最大3時間 降水量 (mm)	最大24時間 降水量 (mm)	最大48時間 降水量 (mm)	統計 開始年
	26日	27日	28日	29日							
	唐津	95.5	165.5 ⁷	216.5 ¹							
北山	56.0	208.5 ³	154.0	21.5	440.0	42.5	15.5	89.0	324.0	364.0	2010年
鳥栖	71.5	189.0 ³	181.5 ⁶	35.5	477.5	57.0 ⁶	17.0 ⁷	97.0	343.0 ¹	371.0	2010年
伊万里	17.5	253.0 ³	127.5	21.5	419.5	59.0	18.0 ⁴	129.0	327.5	382.5	1976年
佐賀	31.5	143.5	283.0 ⁴	26.5	484.5	110.0 ¹	20.5	223.5	390.0 ¹	430.5 ¹	1976年
嬉野	4.0	141.0	191.5	1.0	337.5	56.5	18.5 ²	125.0	285.5	333.0	1977年
白石	10.5	102.5	299.5 ³	1.5	414.0	109.5 ¹	22.0 ¹	245.0	371.0 ¹	402.5 ¹	1976年
川副	14.0	112.0	182.5 ⁴	12.0	320.5	48.0	17.0 ¹⁰	111.5	264.5	297.5	2003年
国土交通省 ・佐賀県	日降水量 (mm)				積算 降水量 ¹⁾ 積算値 ¹⁾	最大1時間 降水量 ⁴⁾ (mm)	最大3時間 降水量 ⁴⁾ (mm)	最大24時間 降水量 ⁴⁾ (mm)	最大48時間 降水量 ⁴⁾ (mm)		
26日	27日	28日	29日								
六角川水系	岸川(牛津川)	37	301	230							10
	小城(牛津江川)	41	278	278	25	622	90	180	508	561	
	西多久(牛津川)	29	201	286	6	522	99(72)	190(162)	439(354)	494	
	南溪(牛津川)	29	217	302	22	570	99	228	481	527	
	河口堰(六角川)	20	119	328	3	470	108	271	411	450	
	武雄(武雄川)	7	148	284	4	443	85(62)	210(148)	398(347)	433	
	白石(六角川)	10	95	329	0	434	107	271	392	424	
	矢筈(六角川)	3	140	140	6	289	49 ⁶⁾	106 ⁶⁾ (153)	250 ⁶⁾	280 ⁶⁾	
嘉瀬川水系	杉山(大串川)	53	246	194	16	509	47	96	391	444	
	嘉瀬川ダム	49	237	175	23	484	41	108	373	413	
	宇渡(神水川)	72	183	141	31	427	49	82	283	329	
	古湯(嘉瀬川)	43	300	191	30	564	60	143	444	495	
	名尾(名尾川)	49	322	226	30	627	85	154	501	552	
	祇園(祇園川)	35	273	249	21	578	88	141	479	526	
	古場岳(神水川)	67	195	140	34	436	49	77	287	341	
	平松(高瀬川)	61	266	166	45	538	50	127	392	436	
武雄市	消防本部 ³⁾	3.5	148.5	283.5	3.5	439.0	89.0	23.0	397.5	432.0	
大町町	大町町役場	16.5	134.5	283.0	1.0	435.0	93.5		381.0	417.5	

注1：2019年8月26日～29日の積算値。

注2：最大値は10分値で算出。佐賀の1890年8月からの統計では、「日降水量」は第4位、「最大24時間降水量」は第2位。

注3：杵藤地区広域市町村圏組合消防本部。

注4：最大値は1時間値で算出。

注5：カッコ内の数字は1990年の洪水災害の際の観測値。

注6：6時と7時が欠測。

右上付きの数字は通年の順位。

佐賀県では唐津、北山、鳥栖、伊万里、佐賀、嬉野、白石、川副の8か所に設置されており、内水氾濫に見舞われた佐賀では28日に283.0 mm（観測史上第4位）の豪雨を観測し、最大24時間降水量も390.0 mmと観測史上第2位（第1位は1953年6月26日の411.3 mm）を記録するなど、記録的な集中豪雨に見舞われた。白石では佐賀を上回る日降水量299.5 mm（観測史上第3位）を観測し、最大24時間降水量も371.0 mmと記録的な大雨となった。また、最大1時間降水量は佐賀で110.0 mm、白石で109.5 mmを観測し、記録的短時間大雨情報も発令された。これ以外のアメダスでは

観測史上第1位の記録を観測した地点も見受けられるが、統計開始年が2003年（川副）、2010年（唐津、鳥栖、北山）と短期間であることを考慮する必要がある。国土交通省や佐賀県が所管する雨量観測所では、六角川水系の牛津川の小城で最大48時間降水量が561 mmと本豪雨での観測記録の最大値を示し、アメダスの観測値を大きく上回っている。さらに、500 mmを超える観測所が岸川(534 mm)、南溪(527 mm)、嘉瀬川水系では名尾(552 mm)、祇園(526 mm)の計5か所に及んでおり、洪水災害が甚大であった六角川水系の武雄川の武雄(433 mm、432.0 mm)、六角川水系の大町(417.5

表2 佐賀、白石における過去の日降水量の順位

佐賀 順位	日降水量 (mm)	年月日 (1890年8月開始)	原因	白石 順位	日降水量 (mm)	年月日 (1941年1月開始)	原因
1位	366.5	1953年6月25日	梅雨前線	1位	350.0	1949年8月16日	ジュディス台風
2位	285.5	1990年7月2日	梅雨前線	2位	340.2	1953年6月25日	梅雨前線
3位	284.0	1954年9月25日	洞爺丸台風+秋雨前線	3位	331.0	1990年7月2日	梅雨前線
4位	283.0	2019年8月28日	秋雨前線	4位	310.5	2017年7月6日	梅雨前線
5位	275.8	1949年8月17日	ジュディス台風	5位	299.5	2019年8月28日	秋雨前線
6位	274.6	1955年4月15日	低気圧	6位	258.5	2012年7月13日	梅雨前線
7位	246.5	2016年6月22日	梅雨前線	7位	249.0	1980年8月29日	秋雨前線
8位	243.5	2018年7月6日	梅雨前線	8位	234.0	1985年6月26日	梅雨前線
9位	237.9	1910年9月6日	台風	9位	232.0	2016年9月18日	台風16号+秋雨前線
10位	228.5	2012年7月13日	梅雨前線	10位	230.0	2016年6月22日	梅雨前線

mm)よりも六角川水系の牛津川や嘉瀬川水系での降水が多かったことがわかる。また、最大1時間降水量(1時間値)は、六角川水系で100 mm前後の豪雨を観測している。

表2には、佐賀、白石における過去の日降水量の順位を示した。佐賀(佐賀地方气象台)では1890年8月からの約130年間にわたる日降水量のデータが蓄積されており、今回の豪雨で観測された283.0 mmは史上第4位の記録であった。なお、第1位は1953年6月25日の366.5 mmで、これは筑後川や白川を始め西日本で広域な豪雨災害を引き起こした際に観測された降水であり、第2位は六角川流域を始め佐賀県内で甚大な水害を引き起こした1990年7月2日の降水である(西日本水害調査研究委員会, 1957; 武雄河川事務所, 1993)。このように、観測開始の1890年から2019年の期間において、2000年以後は4つの日降水量がランクインしていることから、日降水量が増加する傾向にあることが伺える。白石では1941年1月より佐賀農業学校に委託して区内観測所での気象観測が開始されており、第1位は佐賀で第5位に上げられている1949年8月16日の「ジュディス台風」の豪雨で、佐賀県内では89人が死亡、6人が行方不明となり、甚大な浸水被害をもたらしている。第2位には1953年の西日本豪雨、第3位は1990年の武雄水害、第4位は2017年に福岡県の朝倉地方から大分県の日田地方に土砂・洪水災害を引き起こした九州北部豪雨となっており(山本ら, 2017)、佐賀と白石を比較するとほぼ同じ豪雨が10位まで

の順位に入っていることがわかる。佐賀(佐賀地方气象台)のような気象官署については観測開始からの日降水量が気象庁によってデータベース化がされているが、アメダス地点については開設以前の区内観測所のデータがデジタル化されていない。このため、筆者らは西中国(広島県・山口県)と九州7県について、1926年以降の日降水量のデジタル化を行い、さらに1896年までさかのぼりデジタル化を進めているところである。このデータベースを用いることにより、白石の区内観測所で得られた第1位と第2位の記録が上位にランクされることから、区内観測所のデータの重要性が改めて認識されることとなっている。なお、水文統計ユーティリティ(国土技術研究センター, 2020)における岩井法で求めた日降水量の再現期間(リターンピリオド)は、佐賀の283.0 mm(1890年8月観測開始)が63年(SLSC: 0.017)、白石の299.5 mm(1941年1月観測開始)が37年(SLSC: 0.025)であり、きわめて稀な降水現象ではないことが明らかになった。

3. 雨量と水位の推移

図3には洪水災害が発生した佐賀県西部と周辺地域における雨量観測所(○, 下図の大文字はアメダス, 上図の下線はアメダス・消防署・町役場)、水位・潮位観測所(△)の位置、図4には8月27日~28日の白石、大町(大町町役場)、武雄(杵藤地区広域市町村圏組合消防本部)の時間降水量・積算降水量、大浦の天文潮位、住之江橋・六角橋・



図3 洪水災害が発生した佐賀県西部(上)と周辺地域(下)における雨量観測所(○, 下図の大文字はアメダス, 上図の下線はアメダス・消防署・町役場), 水位・潮位観測所(△)の位置

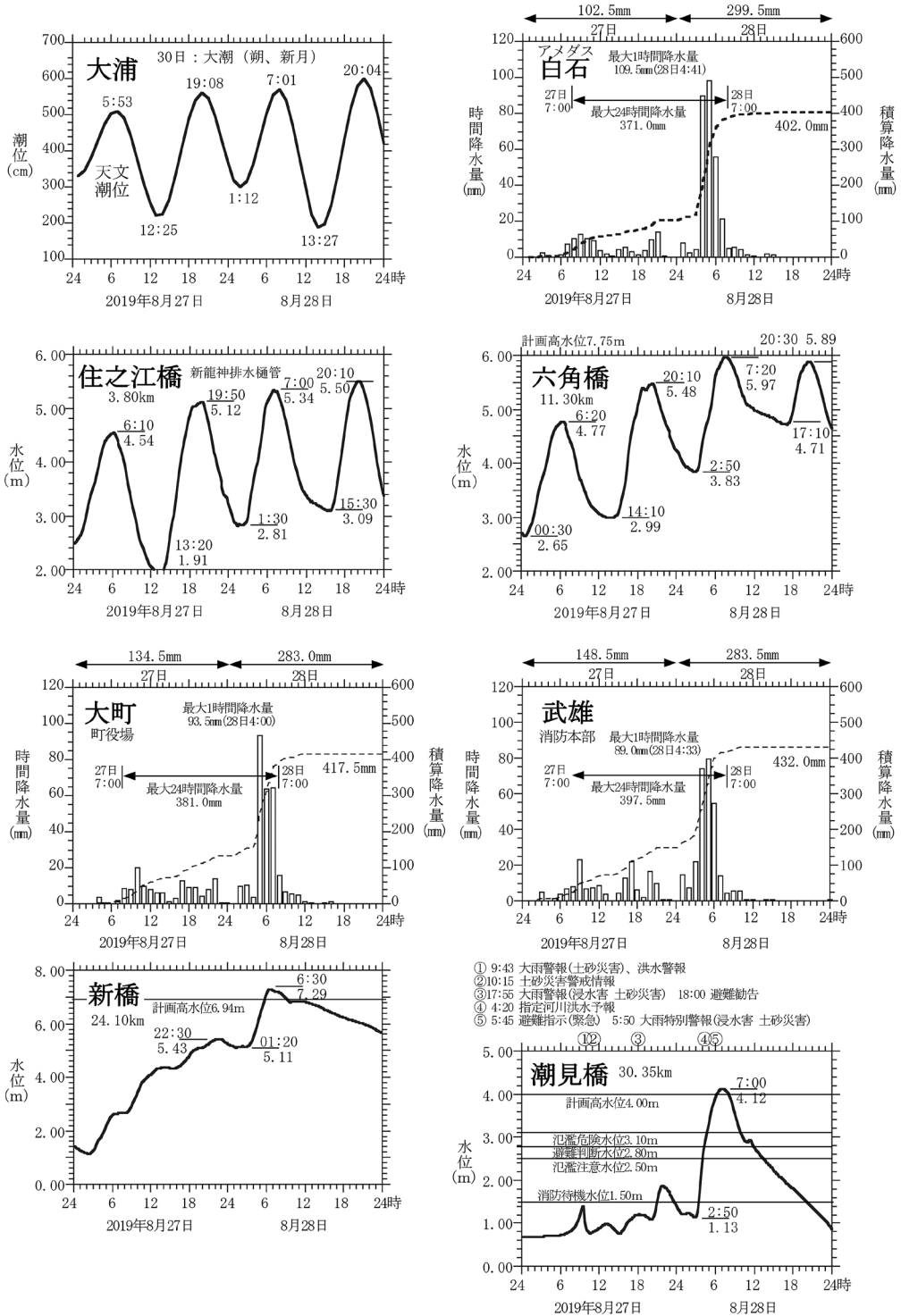


図4 降水量と河川水位，大浦の潮位の推移

新橋・潮見橋の水位(10分値)の推移を示した。有明海の西岸に位置する大浦潮位観測所では秋の大潮のために干満差が大きく、30日の大潮直前の28日7時に500 cmを超える大潮を向かえている。今回の豪雨で甚大な洪水災害に見舞われた六角川では、上流の武雄で27日未明から降り始めた雨が翌日28日4時33分に最大1時間降水量89.0 mmを観測し、24時間降水量も400 mm近くに達しており、中流の大明でも4時に93.5 mmの最大1時間降水量を観測するなど、ほぼ同様の降水を記録している。この集中豪雨により、武雄市内の潮見橋(河口から30.35 km)では2時50分に1.13 mであった六角川の水位が5時前には氾濫危険水位の3.10 m、さらに7時には4.12 mと計画高水位の4 mを越えている。水位の上昇により六角川の堤防に設置された排水機場のポンプは稼働が停止し、堤防内の市街地に溜まった雨水が排水できずに滞留する内水氾濫が発生した。なお、潮見橋での既往の最高水位は1990年7月2日の豪雨の際に観測され

た4.85 mで、この水位を約70 cm下回ってはいたが、六角川に合流する高橋川ではバックウォーター現象により水位が上昇し、堤防からの越水により外水氾濫を引き起こした。中流の大明町でも武雄と同様な降水に見舞われたことから、北方町の新橋(河口から24.10 km)でも6時30分に最高水位7.29 mを観測している。河口から11.30 kmに位置する六角橋では、住之江橋(河口から3.80 km)と同様に干満差が大きく、28日7時20分には5.97 mの水位を観測しており、河口から10 km以上の上流でも、海水の遡上により河川の水位に大きな干満差が生じていることがわかる。下流の白石でも7時までの24時間に371.0 mmの降水を観測したことから、六角川下流の住之江橋では、28日7時に5.34 mの潮位を観測し、河川の水位が高い状態で豪雨が降り、樋門の閉鎖により排水が出来ない状況に陥り、内水氾濫が拡大したものと推察される。

図5には、降水量(小城、佐賀)、水位(妙見

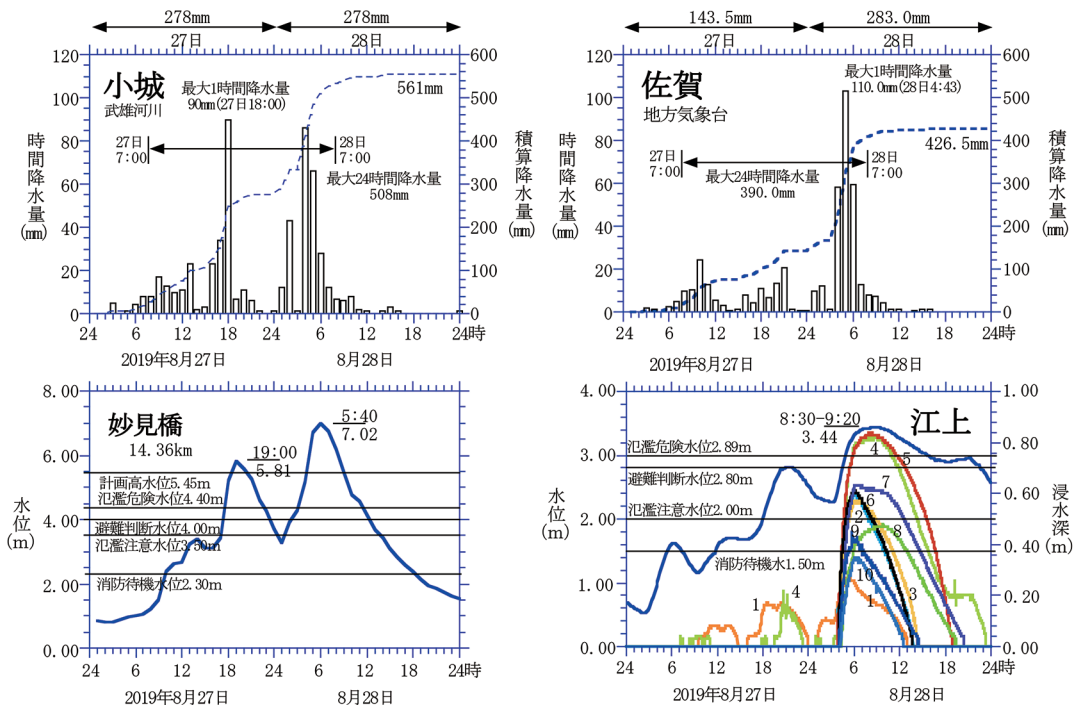


図5 降水量(小城、佐賀)と水位(妙見橋、江上)の推移(江上の1~10は佐賀市が設置している「スマート浸水標尺」による観測値)

橋、江上)、佐賀市内に設置されている「スマート浸水標尺」(自動計測型水標尺)で観測された浸水深(1~10、設置場所は図12を参照、佐賀市、2020)の推移を示した。今回の豪雨で甚大な洪水災害に見舞われた六角川支流の牛津川(牛津江川)の中流に位置する小城では、28日7時までの24時間降水量が508 mmにも達し、27日18時頃と翌28日4時頃に時間降水量80 mmを超える2つのピークが認められ、小城市に隣接する多久市の牛津川に架かる妙見橋の水位も27日19時(5.81 m)と翌28日5時40分(7.02 m)に2つのピークが現れており、氾濫危険水位の4.40 m、計画高水位の5.45 mを大きく超えている。なお、5時40分に観測された7.02 mの水位は、1990年7月2日の豪雨の際に観測された6.04 mを1 m近く上回る1962年の観測開始からの最高水位を記録している。また、下流の砥川水位観測所でも計画高水位を超過しており、池田川・川崎・牛津江の各排水機場では5時間にわたり運転の停止を余儀なくされ、内水氾濫が発生した。さらに、牛津川(国区間)からの越水(池田川排水機場付近左岸外)、山犬原川(県区間)からの溢水も確認されており、これらの外水氾濫も加わって、牛津川流域では甚大な浸水被害が生じた(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、2019)。

佐賀市内の佐賀地方気象台では、小城とは異なり前半の降水のピークは認められないものの、後半のピークでは28日4時43分に最大1時間降水量110.0 mmと100 mmを超える豪雨を観測しており、7時までの24時間降水量は390.0 mmに達している。佐賀市東部を南流する巨勢川と市街地から東流する佐賀江川の合流地点に位置する江上水位観測所では、27日5時30分に避難判断水位の1.50 mを超えて6時10分に1.61 mを観測しているが、雨が小康状態になり水位が一時低下している。しかし、翌日の28日未明の集中豪雨により4時40分に氾濫危険水位の2.89 mに達し、8時30分には3.44 mの最高値を観測している。佐賀では7時に満潮を向かえ、海水が遡上して雨水の排水が困難な状況に陥っており、避難判断水位の2.80 mを下回ったのは22時で、排水不良により佐賀市内の広域で内水氾濫を引き起こした。

4. 佐賀県の被害概要

表3には、2019年8月の秋雨前線豪雨による佐賀県内の人的被害と住家被害の状況(人的被害は令和元年12月27日8時30分現在、住家被害は令和2年3月11日8時30分現在)を示した(佐賀県、2019・2020)。人的被害は死者3人、意識不明者1人となっており、死者3人はいずれも武雄市で

表3 2019年8月の秋雨前線豪雨による佐賀県内の人的被害と住家被害の状況(人的被害は令和元年12月27日8時30分現在、住家被害は令和2年3月11日8時30分現在)

	死者 (人)	意識不明者 (人)	全壊 (棟)	大規模 半壊(棟)	半壊 (棟)	一部損壊 浸水以外(棟)	床上 浸水(棟)	床下 浸水(棟)	計	非住家 半壊以上(棟)
佐賀市		1	3		2	4	407	2,492	2,908	3
唐津市				1	3	2		23		29
鳥栖市							1			1
多久市				1	29	1	41	128		200
伊万里市							2	24		26
武雄市	3		2	34	712	14	202	332	1,296	272
小城市			2			3	70	560		643
嬉野市							2	9		11
神埼市								1		1
有田町							1			1
大町町			79	71	4		18	131		303
江北町					1		9	167		177
白石町			1				20	443		464
合計	3	1	87	107	759	24	773	4,310	6,060	279

亡くなっている。住家の全壊（外力（水流や泥流、瓦礫等の衝突等）が作用することによる一定以上の損傷が発生している場合は、床上1.8 m以上の浸水は「全壊」と判定）は87棟で、大町町が79棟（91%）を占めており、集中豪雨により六角川の水位が上昇し、樋門の閉鎖による排水不良により堤内地に雨水が滞留し、内水氾濫が発生した。また、佐賀鉄工所からの油の流出により、六角川への流出を防ぐために樋門等を閉鎖したことも、長時間にわたり雨水が滞留する要因の一つとなった。さらに、大規模半壊は大町町で71棟、武雄市で34棟、半壊は武雄市で712棟と、六角川の氾濫により武雄市や大町町で甚大は被害が発生している。床上浸水は全体で773棟に達し、佐賀市が407棟（53%）、武雄市が202棟（26%）を占め、半壊までには至らなく床上浸水と判定された住家が佐賀市で数多く認められた。床下浸水は4,310棟で、佐賀市が2,492棟と60%弱を占め、小城市560棟、

白石町443棟、武雄市が332棟の順となっており、小城市と白石町で床下浸水の被害の発生が顕著であった。住家被害の総数は、佐賀市2,908棟（48%）、武雄市1,296棟（21%）、小城市643棟（11%）、大町町303棟（5%）、多久市200棟（3%）の順であり、住家が密集した市街地で内水氾濫が発生した佐賀市、外水・内水氾濫が発生した武雄市での被害棟数が多いことがわかる。

表4には、佐賀県内における2019年秋雨前線豪雨による被害状況（佐賀県、2019・2020）と1990年梅雨前線豪雨による被害状況（佐賀県、1995）を示した。2019年秋雨前線豪雨による被害は、「1. 文教施設被害」が1.1億円、「2. 農林水産関係被害」が145億円、「3. 公共土木施設被害」が54.3億円、「4. 商工被害」が129.5億円、「6. 医療・福祉関係の被害」が2.5億円などで、合計で332億円となっており、「2. 農林水産関係被害」・「3. 公共土木施設被害」・「4. 商工被害」が大部分を占めて

表4 2019年秋雨前線豪雨による佐賀県内の文教施設、農林水産関係、公共土木施設、商工、その他の公共施設、医療・福祉関係の被害状況（佐賀県、2020）と1990年梅雨前線豪雨との被害の比較（佐賀県、1995）

2019年秋雨前線豪雨		1990年梅雨前線豪雨		
1. 文教施設被害（令和元年10月8日8時30分現在）		約1億1083万円	1. 学校被害	2億6532千円
公立 小学校（武雄市、神埼市）	3箇所	約672万円	建物（20箇所）	2675万円
高等学校（武雄市）	1箇所	約5231万円	校地（42箇所）	1億7889万円
社会教育施設（武雄市）	1箇所	約2851万円	その他（12箇所）	1588万円
私立 高等学校（佐賀市）	2箇所	約1268万円	文化財（29箇所）	4380万円
幼稚園（武雄市）	1箇所	約1061万円		
2. 農林水産関係被害（令和2年2月25日8時30分現在）		約145億609万円	2. 農業・林業・水産被害	302億6292千円
農畜産物	5,411ha 他	約13億5139万円	農作物・樹体・家畜（3,755ha 他）	9億5085万円
農業施設・機械	1002件	約19億5396万円	利用施設・農協等施設（5.67ha 他）	3億7703万円
農地	1381箇所	約35億4699万円	農地（806.5ha）	89億3700万円
土地改良施設	1391箇所	約48億7746万円	農業用施設（7115箇所）	137億1700万円
林地	92箇所	約15億4236万円	林地（312箇所）	45億4721万円
林道	159箇所	約12億1093万円	林道（615箇所）、林産施設他	14億4946万円
水産関係	18件	約2300万円	水産関係	2億8437万円
3. 公共土木施設被害（令和2年2月13日8時30分現在）		約54億3397万円	3. 土木被害	169億380千円
道路（決壊、崩壊）	166箇所	約13億1305万円	道路（1579箇所）	58億1306万円
橋りょう	1箇所	約4400万円	橋梁（8箇所）	3億7150万円
河川（堤防、護岸決壊）	266箇所	約33億8882万円	河川（1462箇所）	77億8661万円
砂防設備	2箇所	約780万円	砂防（2箇所）	8400万円
公園施設	3箇所	約6億8810万円	急傾斜（250箇所）	28億4864万円
4. 商工被害（令和元年9月17日8時30分現在）		約129億5378万円	4. 商工被害	113億5342千円
工業原材料、商品	233件	約40億3520万円	商、工、鉱業、観光施設他	101億4240万円
生産機械器具	322件	約89億1858万円	鉄道、電気、電信、電話	12億1100万円
5. その他の公共施設被害（令和元年9月20日8時30分現在）		約263万円	5. その他	1億3535万円
	2箇所	約263万円	県有財産等（32箇所）	1億3535万円
6. 医療・福祉関係の被害（令和元年12月18日8時30分現在）		約2億4830万円	6. 厚生被害	1億1478万円
民間の病院・診療所・歯科診療所	14箇所	約9315万円	環境衛生、医療施設（87箇所）	1億1478万円
合計		約332億5560万円		590億3559万円

いる。佐賀県では、1990年の梅雨前線豪雨でも六角川流域で大規模な洪水災害が発生し、「2. 農林・林業・水産被害」が302.6億円、「3. 土木被害」が169億円、「4. 商工被害」が113.5億円など、合計で590億円にも及んでいる。消費者物価指数(持家の帰属家賃を除く総合)に基づいて貨幣価値(物価)を計算すると1.1倍となり、「590億円×1.1倍=615億円」となり、今回の被害額は1990年水害の半分強に相当しており、約30年ぶりの大水害であった。

5. 六角川水系における水害の特徴と治水対策

1) 六角川の概要

六角川は、佐賀県武雄市市内町の神六山(標高447 m)に発し、武雄川等の支川を合わせて低平な白石平野を蛇行しながら貫流し、下流部において牛津川を合わせて有明海に注ぐ、幹川流路延長47 km、流域面積341 km²の一級河川である。流域の地形は、脊振・天山山系、神六山等に連なる丘陵性山地に囲まれ、中・上流部は山地部から細長い平地を経て、下流部には有明海特有の大きな潮汐作用等による自然干陸化と古くからの干拓に

よって形成された白石平野が広がり、河口部には高潮の防御を行う六角川河口堰が整備されている。

六角川の河床勾配は、上流部で約1/60程度、中流部は約1/150~1/1,000程度で、下流部では約1/1,500~1/45,000程度の緩やかな勾配となっている。また、有明海特有の大きな干満差による潮位変動の影響が中流部まで及んでおり、長い感潮区間には有明海より遡上する浮遊粘土(ガタ土)が低水路に多く堆積している。流域の地質は、上流部では新生代第三紀の堆積岩や火山岩などからなり、中下流部では大きな潮汐作用等による自然干陸化と干拓等により沖積平野が形成され、きわめて軟弱地盤である有明粘土層が広く分布している。また、佐賀平野における有明粘土層は約20 m程度の厚さを有し、高含水比高圧縮性の海成粘土である(国土交通省, 2019)。

2) 六角川における水害の歴史

表5は、昭和以降の六角川における水害の変遷を、2012年8月に国土交通省九州地方整備局が発行した『六角川水系河川整備計画』(2012)を基礎として、気象庁の天気図、『佐賀の気象百年誌』

表5 六角川における水害の変遷(昭和以降)¹⁾

発生日月日 ²⁾	気象要因 ³⁾	降水量(mm) 水位(m)	住/江橋地点 流量(m ³ /s)	死者・行方 不明者(名) ⁴⁾	家屋損傷 (戸) ⁴⁾	浸水家屋 (戸) ⁴⁾	農地冠水 (ha) ⁴⁾
1953(昭和28)年 6月25日~29日	梅雨前線 (西日本豪雨)	武雄(日降水315.5), 白石(同340.2), 小城(同390.0)	約1,400	3	16	14,000 ⁵⁾	8,434
1956(昭和31)年 9月7日~10日	秋雨前線 +台風	七山(積算164), 嬉野(同136), 北方(時間最大57)	約800			40 ⁶⁾ 180	280
1967(昭和42)年 7月8日~9日	梅雨前線	有田(積算331) ³⁾ , 武雄(同273) ³⁾	約1,300	2	109	1,754 ⁴⁾ 7,098	6,750
1972(昭和47)年 7月9日~13日	梅雨前線	入野(積算682) ³⁾ , 和多田(同642) ³⁾ , 唐津(同562) ³⁾	約1,000		6	220 ⁶⁾ 3,771	4,970
1980(昭和55)年 8月26~31日	秋雨前線 +台風	武雄(日降水185.7), 岸川(同358.2), 南溪(同215.8), 潮見橋(5.24), 妙見橋(4.76)	約1,200			1,670 ⁶⁾ 3,165	5,400
1990(平成2)年 6月29日~7月2日	梅雨前線	武雄(日降水311.0), 岸川(同296.0), 南溪(同304.3), 流域雨量(6時間251.6), 潮見橋(4.95), 妙見橋(6.06)	約2,200	1	47	3,028 ⁶⁾ 5,658	7,933
1993(平成5)年 8月19日	梅雨前線	武雄(日降水222), 岸川(同245), 南溪(同221), 妙見橋(5.11)	約1,200			98 ⁶⁾ 778	1,630 ¹⁾
1995(平成7)年 7月1日~12日	梅雨前線	武雄(日降水191.2), 岸川(同204.5), 南溪(同293.7), 水堂(同186.0)	約800			28 ⁶⁾ 347	1,780 ¹⁾
2009(平成21)年 7月24日~26日	梅雨前線	小城(積算452), 妙見橋(5.62), 潮見橋(3.66)	約1,400			65 ⁶⁾ 335	1,762 ¹⁾

注1: 『六角川水系河川整備計画』(国土交通省九州地方整備局, 平成24年8月)を基礎として作成。

注2: 地上天気図等の資料に基づいて記載。

注3: 『佐賀の気象百年誌』に基づいて記載。

注4: 被害概要は、昭和28~31年(佐賀県災異誌)、昭和42~47年(武雄工事20年史)、昭和55~平成7年(武雄工事事務所調査資料)に基づいて記載。

注5: 浸水家屋の合計。

注6: 上段は床上浸水, 下段は床下浸水。

(佐賀地方気象台, 1990), 『佐賀県災異誌』(佐賀県, 1995)等の資料も参考にして, 筆者らが取りまとめたものである。前掲したように, 1953(昭和28)年6月25~29日に梅雨前線が停滞し, 武雄で日降水量315.5 mm, 白石で340.2 mm, 小城で390.0 mmの豪雨に見舞われ, 六角川や牛津川の堤防が決壊して外水氾濫が生じ, 六角川流域で死者3人, 浸水家屋は1万4千戸に上る甚大な被害が発生した。豪雨は西日本の広域で発生し, 九州北部を中心に死者・行方不明者1,001人, 浸水家屋45万棟, 被災者数約100万人の大災害であった(西日本水害調査研究委員会, 1957)。

1967(昭和42)年や1972(昭和47)年にも梅雨前線に伴う豪雨による浸水被害, 1980(昭和55)年にも台風により刺激された秋雨前線により大規模な洪水災害が発生している。1990(平成2)年には, 6月29日~7月2日にかけて梅雨前線が停滞し, 日降水量は武雄で311.0 mm, 岸川で296.0 mm, 南溪で304.3 mmを観測し, 流域雨量も6時間の短時間に251.6 mmに達し, 潮見橋では計画高水位を超える4.95 mを観測した。これにより, 六角川の流域では堤防からの越水や堤防の決壊, 内水氾濫が発生し, 死者1人, 家屋の損壊47戸, 浸水家屋8,686戸(床上3,028戸, 床下5,658戸), 農地冠水7,933 haの甚大な被害が生じた。今回の洪水災害の現地調査でも, 平成2年の水害の浸水痕跡高を記している家屋も見受けられ, ヒアリング調査でも平成2年水害と比較して水位の高さを証言する住民が数多く認められた。この平成2年の大水害以降も, 1993(平成5)年, 1995(平成7)年, 2009(平成21)年, 2012(平成24)年(表5には未掲載, 浸水家屋22戸)の4度も梅雨前線等により堤防未整備地区等で洪水被害に見舞われており, 六角川流域は水害の常襲地であることがわかる(国土交通省九州地方整備局, 2012)。

図6には, 平成2(1990)年の洪水被害図を示した(国土交通省九州地方整備局, 2012)。今回の豪雨による浸水域は後掲するが, 破堤(×)は武雄市, 北方町, 多久市, 小城市で発生し, 越水(→)は六角川上流の武雄市と中流の北方町・大町町, 牛津川上流の多久市と中流の牛津町で発生

しており, 水色で示された浸水域は, 後掲する今回の浸水域とはほぼ一致していることがわかる。

3) 六角川の改修事業

写真1には, 「六角川治水碑」と水門・水位観測所を示した。本治水碑は平成7(1995)年7月に六角川改修期成同盟会が「激甚災害対策特別緊急事業記念」として建立した石碑で, 「平成2年7月1日から降り出した雨は, 六角川流域で総雨量400 mm~500 mm, 7月2日の4時から10時までの5時間だけでも284 mm(矢筈観測所)」という観測史上最大の集中豪雨となりました。このため, 六角川水系では未曾有の大洪水となり, 7月2日には随所で破堤, 溢水が生じました。あふれた濁流は, 流域の広い範囲で市街地, 家屋, 田畑を呑み込み, 浸水家屋8,636戸, 浸水面積10,403ha, 被害額484億円という大水害となり, 流域住民の財産を奪い生活を破壊しました。建設省ではこのような水害が再び起きないように, 六角川水系の中上流部約41 kmの区間を「直轄河川激甚災害対策特別緊急事業」に採択し, 平成2年度から平成6年度までの5年間に330億円の投資を行って, 六角川水系の全域にわたって大規模な治水対策を実施しました。」と記されている。特別緊急事業では, 築堤66.5 km, 地盤改良16.8 km, 橋梁改築11橋, 水門4箇所, 焼米サイフォン改築, 樋門・樋管の改築18箇所, 関連事業も築堤21.4 km, 地盤改良5.6 km, 橋梁改築1橋, 樋門・樋管の改築4箇所, 高橋排水機場にも及び, 大規模な治水対策が実施された(国土交通省九州地方整備局, 2012)。

六角川・牛津川の堤防の決壊や越水による氾濫に伴う災害を防止するため, 排水機場のポンプの運転を停止する「ポンプ運転調整」が定められている(国土交通省九州地方整備局 武雄河川事務所, 2019)。図7には, 既設排水機場位置図及び運転調整の判断基準となる水位観測所を示した。「条件①: 各排水機場地点で六角川・牛津川の河川の水位(外水位)がH.W.L(堤防が耐えられる最高の水位)を超えた場合」, 「条件②: 各排水機場の下流地点において, 六角川・牛津川の河川の水位(外水位)がH.W.Lに達した場合」, 「条件③:

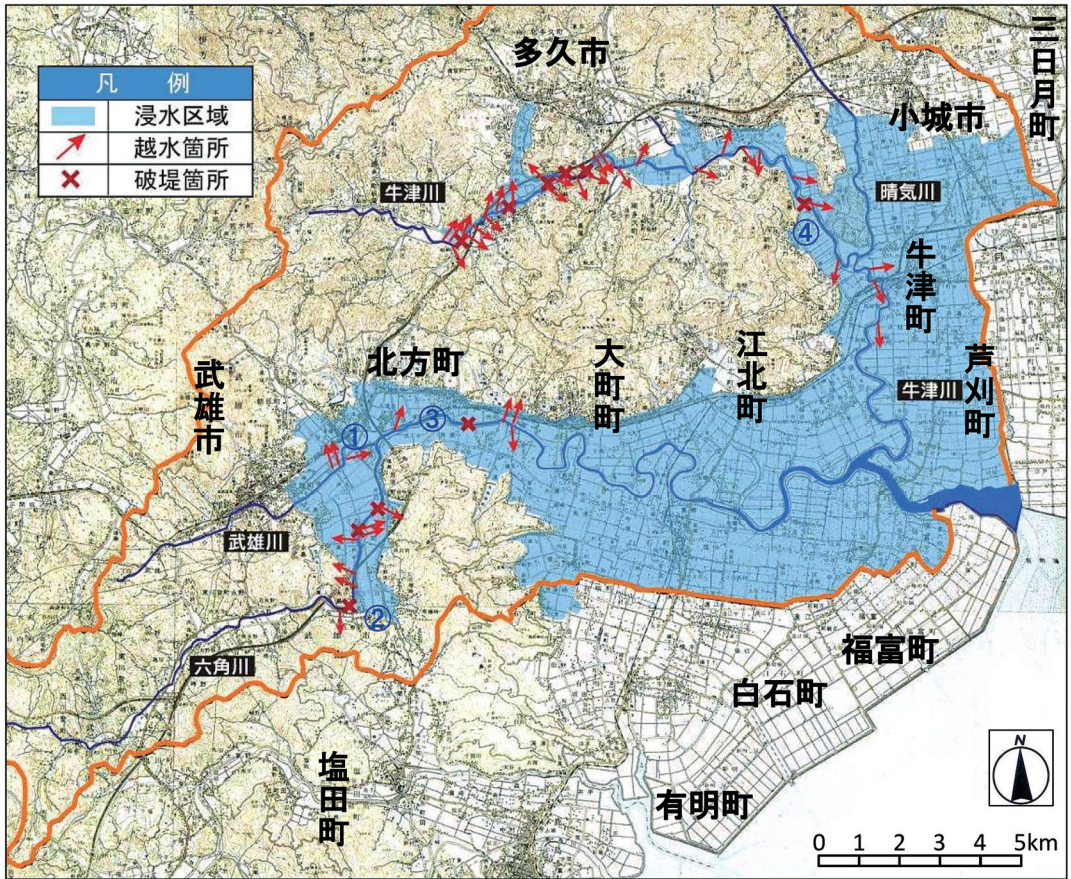


図6 平成2（1990年）年の洪水被害図（国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所，2012）



写真1 「六角川治水碑」と水門・水位観測所

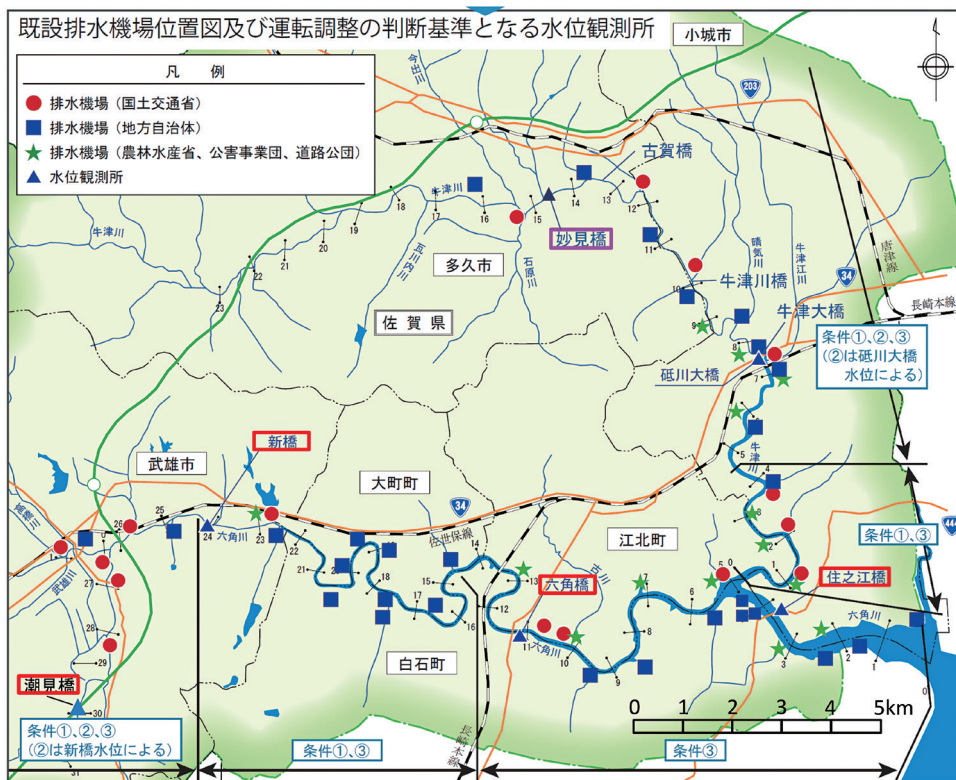


図7 既設排水機場位置図及び運転調整の判断基準となる水位観測所（国土交通省九州地方整備局 武雄河川事務所，2019；筆者が牛津川の水位観測所，橋梁名等を加筆）

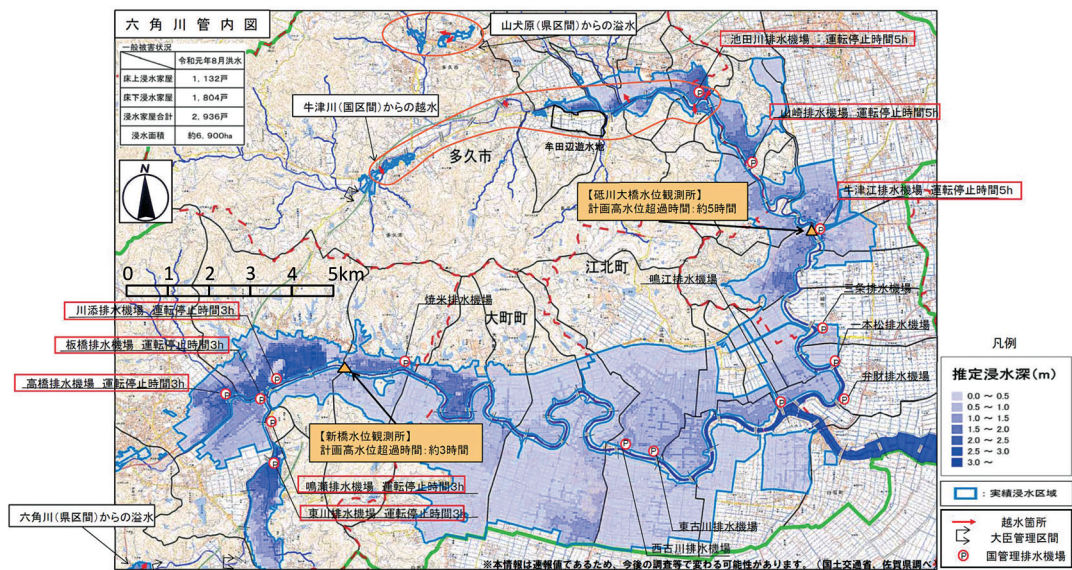


図8 排水ポンプの運転状況（国土交通省武雄河川事務所他，2019）

各排水機場の下流地点において、堤防の決壊、越水、漏水等重大な災害が発生する恐れがある場合」が設定され、設定された条件に沿って「ポンプ運転調整」(排水ポンプの運転停止)が実施され、「条件④：雨域や潮位の影響から、増水の恐れがないと思われるとき」でポンプ運転が再開される。2009(平成21)年7月26日、2012(平成24)年7月13日、2018(平成30)年7月6日の洪水でも、排水ポンプ場でポンプの運転調整を実施し、堤防の決壊や越水を回避している。

図8には、今回の水害時における排水ポンプの運転状況を示した。六角川の新橋水位観測所の水位が計画高水位を3時間超過したため、六角川の東川・成瀬・川添、支流の高橋川の高橋・板橋の排水機場で3時間運転停止する「ポンプ運転調整」が行われた。高橋排水機場では、28日午前6時過ぎにポンプ3機を3時間停止する運転調整を実施した。しかし、運転調整前の3時から6時の時点ですでに六角川と合流する高橋川の水位が急激に上昇したこと、1990年の洪水災害の雨量を基準に河川整備が行われたが本豪雨ではほとんどの地点で基準となる雨量を越えたことなどにより、浸水被害が拡大する結果となった。また、牛津川の砥川水位観測所の水位も計画高水位を5時間超過したため、池田川・山崎・牛津江の排水機場で5時間運転停止する「ポンプ運転調整」が実施された(国土交通省武雄河川事務所 他, 2019)。

4) 六角川流域における地形の特徴と防災情報の発令状況

図9には、六角川と牛津川流域の治水地形分類図(上：国土地理院, 2019a)と六角川水系洪水浸水想定区域図(洪水ハザードマップ：計画規模)(下：九州地方整備局 武雄河川事務所, 2016)を示した。治水地形分類図では六角川と牛津川流域は「氾濫平野」に分類され、旧河道も数多く認められ、幾度となく氾濫を繰り返して形成された地形の特徴を有している。また、六角川と牛津川の合流付近は「干拓地」であり、江戸時代からの新田開発により有明海を干拓して出来た低平地である。洪水浸水想定区域図(計画規模)では、六角

川流域は3.0 m以上、牛津川の上流では5 mを超える浸水被害が想定されており、豪雨時には事前の避難を始め、低平地が広がる地域では避難所への避難経路の確保も重要となっている。

図4の武雄市の潮見橋の水位図でも示したように、今回の豪雨では武雄地区(武雄市、大町町、江北町、白石町)に27日9時43分に大雨警報(土砂災害)、17時55分に大雨警報(浸水害、土砂災害)が発令され、翌28日5時50分には大雨特別警報(浸水害、土砂災害)が発令された。また、武雄市には洪水警報(27日9時43分)や土砂災害警戒情報(27日10時15分)が発令された(佐賀地方気象台, 2019)。武雄市では27日18時に市内全域に避難勧告が発令され、翌日の28日4時には高橋観測所で避難勧告等の目安の一つとなる高橋川の水位が氾濫危険水位の2.11 m、4時40分には武雄川でも杉橋水位観測所で氾濫危険水位の3.71 mに達した。六角川では4時20分には指定河川洪水予報が発令され、5時45分には市内全域に避難指示(緊急)が発令された。その後、7時20分には杉橋水位観測所、20時には高橋水位観測所で氾濫危険水位を下回った。佐賀県がまとめた避難者数は、8月28日10時の時点で武雄市の避難所(指定避難所・その他の合計)には10世帯・16人で、災害翌日の29日5時でも指定避難所には117世帯・250人しか避難していない。大多数の市民は自宅に止まったり、親類・知人宅等に避難していたと推察され、避難所への避難者は武雄市の人口48,900人の0.5%に過ぎず、避難のあり方やタイミングに課題を残した(武雄市, 2019)。

6. 洪水災害の実態

1) 六角川流域

(1) 大町町

図10にはDEM(Digital Elevation Model)を用いて作成した六角川水系の標高図と筆者らによる現地での浸水痕跡調査から作成した浸水深(cm)の分布図を示した。浸水深の調査では、地盤から建物地盤までと建物地盤から建物の浸水痕跡を足した値を浸水深(cm)とした。図8に示された推定浸水深(m)と図10とを比較すると、推定浸水

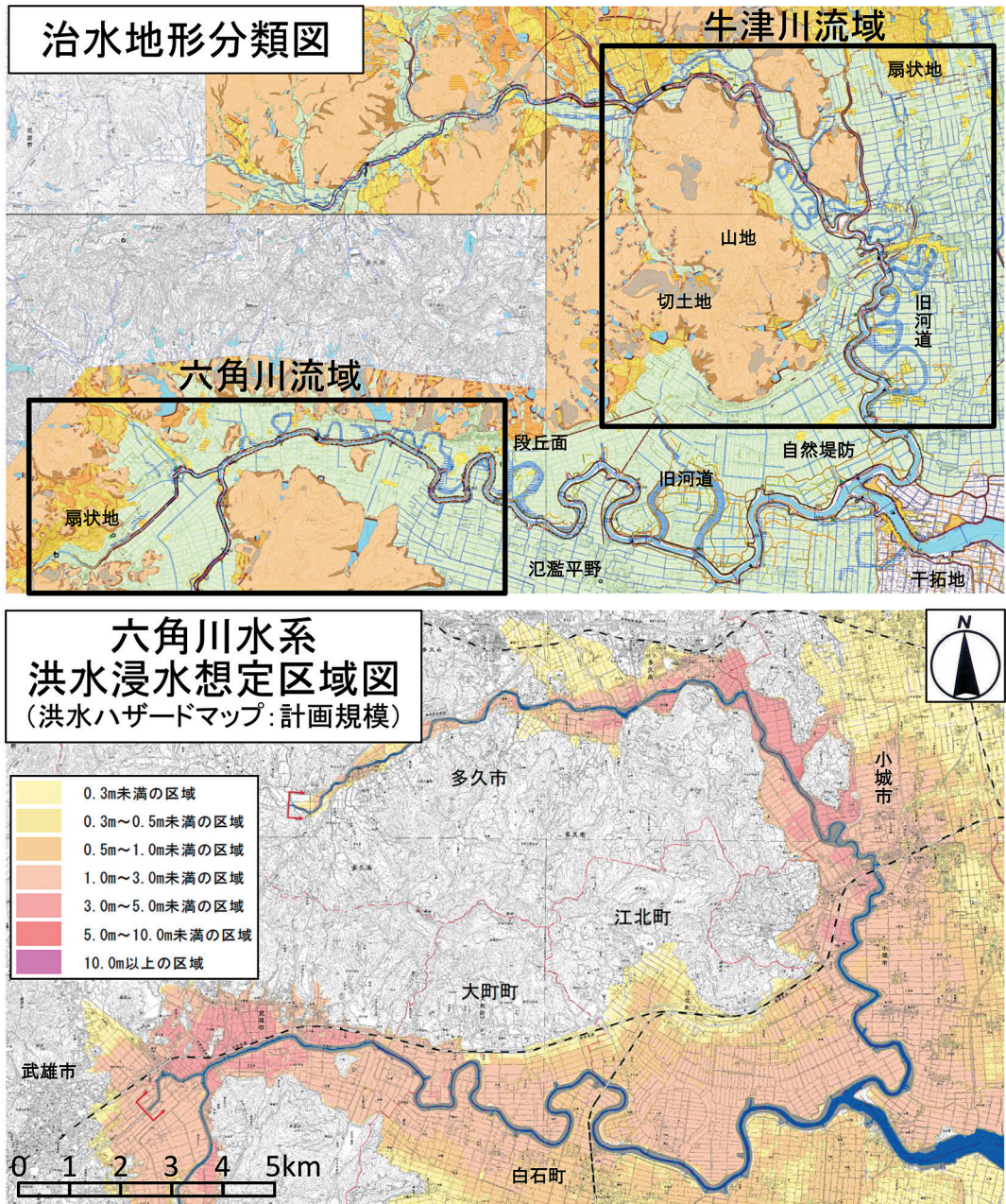


図9 六角川と牛津川流域の治水地形分類図(上, □は浸水深調査の範囲)(国土地理院, 2019)と六角川水系洪水浸水想定区域図(洪水ハザードマップ: 計画規模)(下)(九州地方整備局 武雄河川事務所, 2016)

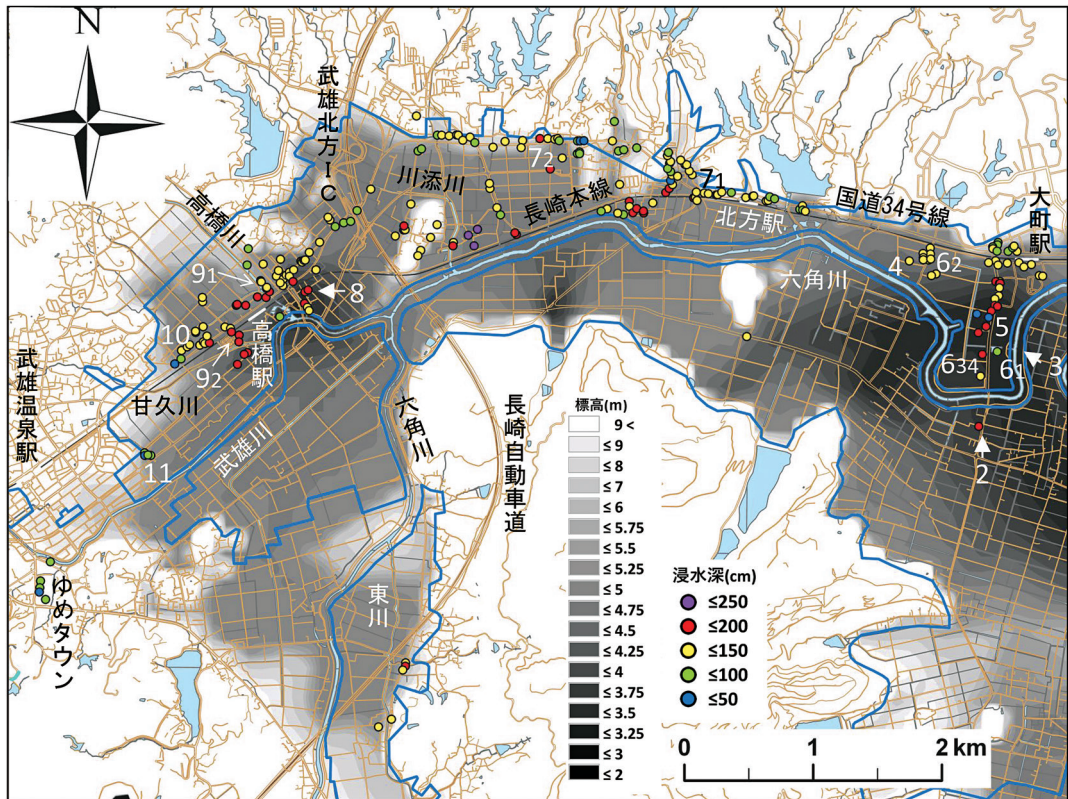


図10 六角川水系における標高図と筆者らによる現地での浸水痕跡調査から作成した浸水深 (cm) の分布図 (↑は写真の撮影方向, ↑は撮影場所)



写真2 大町町の空中写真 (8月29日撮影, 国土地理院, 2019, 地名等は筆者らが加筆)

深と実測した浸水深はほぼ一致しているが、武雄市の長崎街道の北側の街区や六角川右岸の南側の浸水深などには違いが認められており、正確な浸水被害の把握には、現地での詳細な踏査による調査が必要であることが改めて示唆された。写真2には、国土地理院が8月29日に撮影した大町町の空中写真を示した(国土地理院, 2019b)。六角川が蛇行した堤防内の中央部分に順天堂病院が立地し、北北西約1 kmに佐賀鉄工所が位置している。六角川には排水機場や樋門が設置され、排水機場は大雨の際には堤内に溜まった雨水をポンプにより堤外の六角川に排出して、内水氾濫を防止する役割を担っている。なお、大町町内にはJR九州の長崎本線と国道34号線が東西に走り、山裾に長崎街道が通っている。写真3は共同通信社が8月28日に撮影した大町町の浸水と佐賀鉄工所から流出した油の状況である(共同通信社, 2019a)。鉄工所内に大量の雨水が流入し、精錬された鉄の熱を冷ますために用いられていた油が雨水とともに流出した。鉄工所から福母地区に油が流れ出し、順天堂病院付近へと向かっており、写真の左下に写った下湯排水機場に到達している。油が混じった雨水が六角川に排出されて有明海に流れ下ると、海苔の養殖や水産業に大きな影響を及ぼすことから、写真4(1)に示したようにオイルフェンスを設置して六角川への油の流入防止が実施された(2019年9月2日撮影)。さらに、大町町職員や自衛隊員らがボートで現場に入り、吸着マットや土のうを使って油の撤去や浸入防止作業に当たった(写真4(2))。なお、佐賀県は当初は約5万リットルと推定していた敷地外への流出量を不明としており、油の流失は約100haに広がり、住家約200戸、農地約41haに被害が発生している。

大町町の福母地区にある順天堂病院は、1990(平成2)年の水害による浸水の実績に基づいて約130 cmの盛土を行って病院を建設し、1999年に現在の場所に移転している(写真5(1-2))。しかし、今回の災害では35~50 cmの浸水被害に見舞われており、周辺の道路が冠水して併設する老人保健施設を含めて入院・入所者179人、医師や看護師等31人、自主避難した近隣の住民5人の計

215人が取り残されて孤立する状況に陥った。自衛隊がボートで飲料水や食料を病院内に運び入れ、3階建ての2階以上に避難して人的被害は発生していないが、電気施設を始め一部の診療機器が浸水する被害を受けた。被災13日後に外来診療も再開されたが、長期にわたりコンピューター断層撮影(CT)やX線撮影が稼働出来ない状況となった。病院の南側に隣接する住家は地盤と同じ高さに立てられていることから、183 cmに浸水の痕跡が確認でき、大きな被害を受けている(写真5(3))。また、病院の北側に位置する薬局は、盛土がされていないため178 cmの浸水被害に見舞われている(写真5(4))。病院とJR長崎本線の間には下湯公民館や大町町消防第二分団第六部の建物が立地しているが、いずれも200 cm弱の浸水に見舞われている(写真5(5-6))。内水氾濫による大町町の住家被害は、全壊79棟、大規模半壊71棟と、佐賀県全体の80%弱を占める甚大な被害となっており、住民からは「30年前の平成2年の水害の時も油が流出した」、「油や汚水の臭いが残って眠れない」、「家を補償はどうなるのか」といった不満がヒアリング調査からも聞かれ、現在は佐賀鉄工所と住民との間で補償交渉が進められている。

写真6(1)に示したように、水田には油が流失した痕跡が黒い帯状に残っており、油の被害を受けた水田は約26haにも及んでいる。油が付着した水稻は破棄せざるを得ないことから、被害発生から1か月半近くが過ぎた10月6日にはコンバインによる刈り取り作業と装着したロールペラーによる梱包作業が行われていた(写真6(3-4))。本来なら収穫してもち米として市場に出荷される予定であったが、油が付着して残留しているため、梱包された水稻は焼却処分される。刈り取る作業を行っていた農家は「手塩にかけて育てた稲が刈り取られて焼却されることに大きな悲しみと憤りを感じる」と述べている。また、キュウリの施設ハウスでは170 cmまで茎葉に油が付着して枯れ上がり、甚大な被害が発生している。キュウリ農家では再開の目途が立たない状況に陥っており、今後の影響が懸念されている(写真6(2))。



写真3 大町町の浸水と佐賀鉄工所から流出した油の状況 (共同通信社 (2019a), 2019年8月28日撮影) (写真中の数字は写真番号と一致, 地名等は筆者らが加筆)



写真4 樋門の閉鎖とオイルフェンスの設置による六角川への油の流入防止 (1) と佐賀鉄工所から流出した油の吸着マットによる撤去 (2) (2019年9月2日撮影)



写真5 大町町の順天堂病院と周辺地域の浸水被害 (2019年9月2日撮影)

(2) 北方町(武雄市)

写真7には、武雄市北方町の長崎街道沿いの建物の浸水被害の状況を示した(2019年9月4日撮影)。北方町は江戸時代に長崎街道の北方宿が置かれ、今も旧家が軒を連ねた街並みが続いている。街道筋に位置する追分公民館では130 cm、

街道沿いの住家では148 cmの浸水痕跡が確認でき、長崎街道沿いの建物は1 mを超える浸水被害に見舞われている。また、国道34号線と長崎本線に挟まれた市民サービスセンター北方(旧北方町役場)、北方小学校、さらには西側の水田を農地転用して新築された住宅やアパート付近では最



写真6 大町町における油が付着した農作物の被害(上)と水稻の刈り取り作業(下)



写真7 北方町の長崎街道沿いの建物の浸水被害(2019年9月4日撮影)

大160 cm の浸水被害に見舞われており、農地転用による水害リスクの高い低平地での宅地開発による被害拡大が懸念されている。

(3) 武雄市

表3にも示したように、武雄市(旧北方町を含む)では全壊2棟、大規模半壊34棟、半壊712棟、一部損壊14棟、床上浸水202棟、床下浸水332棟の



写真8 武雄市高橋付近の空中写真(共同通信社(2019b), 8月28日撮影, 地名等は筆者らが加筆)



写真9 高橋水位観測所(1)と武雄自動車学校(2)の浸水高(2019年9月5日撮影)

計1,296棟の住家被害が生じた。写真8には、共同通信社が8月28日に撮影した六角川支流の武雄川と高橋川が合流する武雄市の高橋付近における浸水の状況を示した(共同通信社, 2019b)。合流地点には高橋排水機場が1997年に整備され、堤内地に溜まった内水を3台のポンプで50 m³/秒

を武雄川に排水する能力を有している(国土交通省武雄河川事務所 他, 2019)。豪雨が発生して六角川の水位が上昇した28日5時50分には、下流の新橋水位観測所の水位が図4にも示したように堤防の耐えうる計画高水位の6.94 mを超えたため、堤防の決壊や越水を防ぐためにポンプを止

める「運転調整」を余儀なくされ(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, 2019), 堤内地の市街地に溜まった内水が排水できず内水氾濫が発生した。しかし, ポンプが停止する1時間前の5時頃には高橋排水機場近くの住家では1 m以上の水が押し寄せており(佐賀新聞, 2019), 高橋川水位観測所(写真9(1))の水位は3時に1.17 m, ピーク時の7時には3.59 m, ポンプ稼働後の10時過ぎでも3.27 mであり, ポンプを稼働しても対応できないほどの多量の雨が降ったことが, 内水氾濫を引き起こした大きな要因と考えられる。川添川下流の六角川と合流する久津具地区は標高が周辺より低いことから, 川添川の溢水により最高で240 cmの浸水深が確認されており, 今回の現地での浸水調査での最深の値となっている。

北方宿の西隣の高橋宿は, 陸路は長崎, 水運は新堀津と呼ばれる荷揚げ場から伊万里, 多久, 白石へと通じており, 江戸時代から明治までの約300年にわたり県西部の商業の中心として栄えた。高橋付近は1990(平成2)年の水害でも甚大な浸水被害に見舞われており, 今回の水害でも高橋川の河川水が越水して110~160 cmの浸水被害に見舞われている。水害の常襲地であることから, 写真9(1)に示したように旧建設省の高橋水位観測所も150 cmも嵩上げて観測所が設けられており, 近接する住家では154 cmの浸水深が認められている。長崎本線の南側の甘久川沿いの低平地に位置する武雄自動車学校では, 校舎より低い車庫で175 cmの浸水に見舞われており(写真9(2)), 武雄川と甘久川に挟まれた水田地帯の農家では190 cmもの浸水痕跡が確認されている。

高橋川に架かる高橋橋を越えた武雄温泉側の旧国道34号線沿いには店舗が立地しており, 2005年には「複合商業施設メリーランド武雄」が開業し, 多くの店舗が入居している。和食の店舗は144 cm(写真10(1)), ポウリング場は145 cm, スーパーマーケットは110 cm(写真10(2))と浸水被害に見舞われている反面, 焼き肉店では107 cmの嵩上げを行って店舗を建設しているため, 最小限の被害で食い止めることが出来ている(写真10

(3))。また, 隣接する店舗でも139 cmの浸水に見舞われている(写真10(4))。なお, 水害発生から半年後の調査では, キュービクル(特別高圧施設)やエアコンの室外機を嵩上げしたり, 防水壁を設けるなどの取り組みも進められている。これらの地域は, 図9の洪水ハザードマップでも示したように, 計画規模(100年に1度の確率)でも1~3mの浸水が予測されており, 1990年の水害でも甚大な被害に見舞われていることから, 開業時に建物の嵩上げを行うなどのハード面の対策を実施する必要があったものと示唆される。

武雄川と甘久川に挟まれた低平地の水田地帯は, 国道34号線バイパスの開通により農地転用が進み, 2015年にホームセンター, 自動車部品店, 2017年に大型電気店, 大型家具店, 外食店などの郊外型の大規模店舗が次々と建設されている。写真11はSNSに投稿された水害当日に撮影された画像(ずんきちさん, 2019)と現在の状況を比較したもので, 駐車場に設置された自動販売機で90 cmの浸水高が確認でき, 浸水痕跡調査でも地盤高100 cm弱の浸水被害に見舞われている。さらに, 武雄川右岸の大規模店舗(ゆめタウン武雄)付近で最高約100 cm, 六角川上流で支流の東川との合流付近に位置する橘町片白・大日地区(潮見橋水位観測所の上流右岸)でも最高約150 cmの浸水被害が発生している。

2) 牛津川水系

六角川水系の牛津川は佐賀県多久市西部に源を発し, 小城市牛津町を経て, 白石町福富付近で六角川に合流する全長27 kmの一級河川である。河口から十数 km 上流までは標高3 m以下の低平地で, 河口から古賀橋(12 km)までが有明海の海水が遡上する感潮区間となっている。牛津川は過去にも幾度となく氾濫を繰り返す「暴れ川」で, 近年でも1967(昭和42)年7月, 1980(昭和55)年8月, 1990(平成2)年7月, 1993(平成5)年8月など, 数多くの洪水災害に見舞われている。

牛津川が市内の南北に流れる小城市牛津町では, 牛津川の堤防が決壊して外水氾濫が発生し, 表3にも示したように小城市では全壊2棟, 半壊



写真10 「複合商業施設メリーランド武雄」(1～3)と隣接する店舗(4)における浸水被害の状況(2019年9月5日・2020年3月20日撮影)



写真11 商業施設における浸水被害の状況((左)2019年8月27日撮影(ずんきちさん, 2019), (右)2020年3月20日撮影)

8棟、一部損壊3棟、床上浸水70棟、床下浸水560棟の計643棟の住家被害が生じた。図11には牛津川水系の標高図と筆者らによる現地での浸水痕跡調査から作成した浸水深 (cm) の分布図を示しており、国道34号線や長崎街道沿いでは50 cm前後であるが、写真12(1)に示したように牛津川に近い低平地の農家では倉庫が1 m近くまで浸水する被害も確認されている。また、JR牛津駅前の商店でも50 cmの浸水被害が生じている(写真12(2))。なお、牛津川上流の多久市でも、表3にも示したように大規模半壊1棟、半壊29棟、一部損壊1棟、床上浸水41棟、床下浸水128棟の計200棟の住家被害が発生しており、牛津川沿いの左岸に立地する酒蔵では約40 cm浸水し、貯蔵していた日本酒の1割に当たる約1千本が水没する被害に見舞われた。

3) 佐賀市

佐賀市南部の広大な低平地の平野部は、総延長2,000 kmにも及ぶ水路やクリークが張り巡らされ、有明海と背振山地に挟まれて干満差が6 mにも達し、高潮や内水氾濫による洪水の被害に見舞われてきた。武雄市と同様に1990(平成2)年7月の豪雨により甚大な内水氾濫の被害に見舞われており、その後開始された激特事業により主要河川の河道整備や排水機場、巨勢川調整池、嘉瀬川ダムなどが整備されるとともに、佐賀市においても単独事業で排水対策が進められてきた。また、近年でも内水氾濫により2008年、2009年、2012年には、数百棟の浸水被害は発生している(佐賀市, 2019)。今回の水害でも全壊3棟、半壊2棟、一部損壊4棟、床上浸水407棟、床下浸水2,492棟の計2,908棟に上る甚大な浸水被害に見舞われ、県全体の半数弱の被害を占めている。図5でも示したように佐賀(地方气象台)では28日の未明から明け方に最大1時間降水量110.0 mm(4時43分)を含む最大3時間降水量223.5 mmの集中豪雨に見舞われており、有明海の満潮(7時1分)とも重なって雨水の排水が追い付かず、内水氾濫が発生したものと推察される。

図12には、佐賀市の標高図、筆者らによる現

地での浸水痕跡調査から作成した浸水深の分布(cm)、佐賀市において推定した浸水範囲の一部、図5で紹介した佐賀市内に設置されている「スマート浸水標尺」(自動計測型水標尺)で観測された浸水深(1~10)の最高値(佐賀市, 2019)等を示した。内水氾濫による浸水範囲は、有明海の干拓地を除く市内全域に分布しており、約3,400 haにも及んでいる。特に国道34号線からJR佐賀駅、佐賀城内を経て国道208号線(環状南通り)までの南北約4 km、多布施川の西側から市の江川副幹線水路までの東西約4 kmの範囲は、ほぼ全域で浸水被害に見舞われている。JR佐賀駅から佐賀城内までの旧市街地では40 cmを超える浸水が発生し、最高深は筆者らの観測で87 cm(唐人1丁目)、自動計測型水標尺では84 cm(No.5(勤興小学校前)、8時18分~28分で断続的)を観測している。写真13(1)はJR佐賀駅の北側の街区(神野東3丁目)に位置する飲食店で浸水深が61 cm、写真13(2)はJR佐賀駅と佐賀城内に挟まれた市街地(成章町1丁目)で浸水深が58 cmであり、1 mを超えるような浸水被害は確認されていないが、佐賀市の中心市街地の住宅密集地において集中豪雨により排水不良が生じ、内水氾濫が発生して浸水家屋等が増大したものと推察される。自動計測型水標尺で観測された浸水深と浸水の継続時間より、北部(No.1、降水強度に回答して浸水が発生するが、浸水深は浅い)、佐賀駅~城内(No.4・5・7・8、排水河川の水位の影響を強く受け、浸水時間が長い)、佐賀駅北側~国道263号線の西側(No.2・3・6・9・10、下流域の水位低下により浸水時間が短い)の地区に分類される。自動計測型水標尺は、1分間隔のリアルタイム観測で、データが10分毎にサーバーに集約されることから、浸水による避難の判断目安や今後の内水氾濫の対策に役立つものとして期待されている(佐賀市, 2019)。

7. まとめ

今回の洪水災害において、筆者らの降水・水位データの解析、現地調査等によって、主に以下の内容が明らかになった。

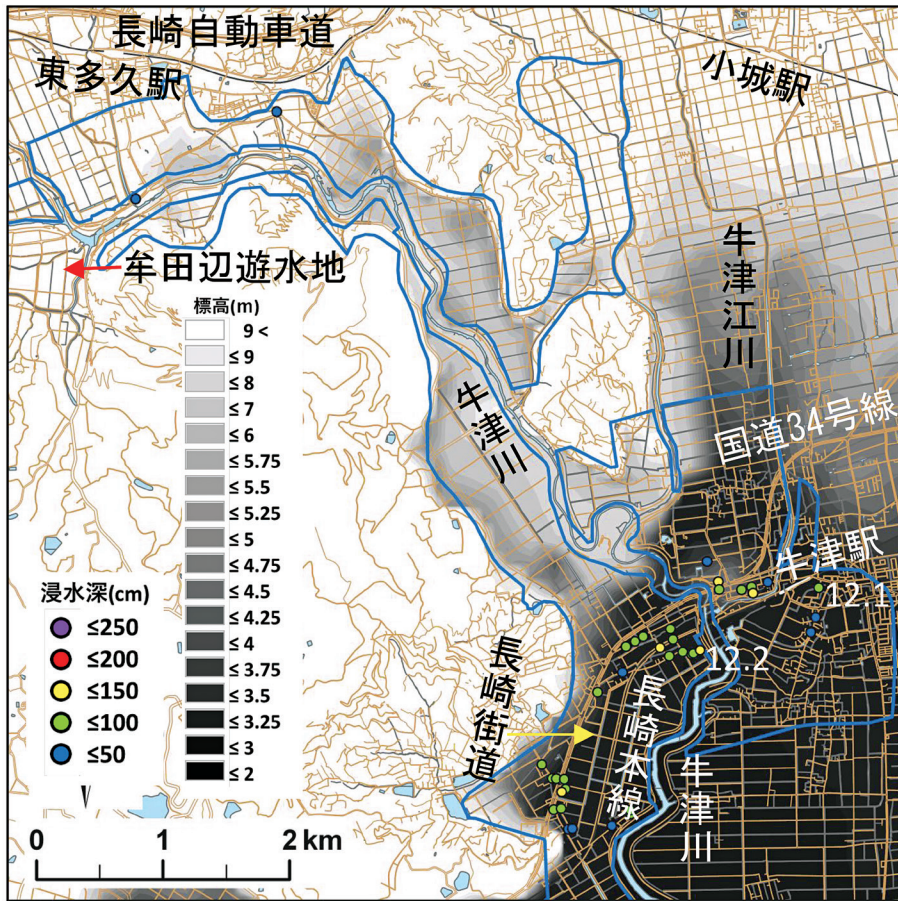


図11 牛津川水系の標高図と筆者らによる現地での浸水痕跡調査から作成した浸水深 (cm) の分布図 (12.1と12.2は写真12の位置)



写真12 小城市牛津町における浸水被害の状況 (2019年9月8日撮影)

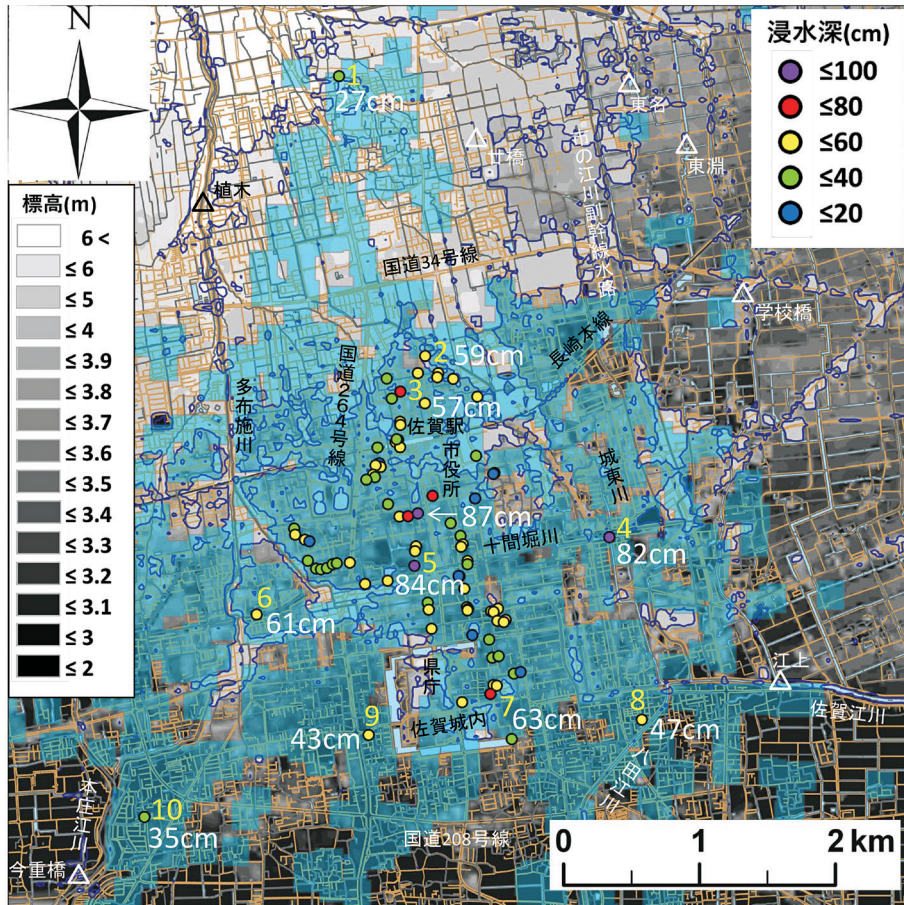


図12 佐賀市の市街地における浸水深 (cm) の分布図と浸水推定範囲 (1~10は佐賀市が設置している「スマート浸水標尺」により自動観測された水位の最高値。青色のメッシュは佐賀市が推定した浸水範囲, △は水位観測所)



写真13 佐賀市における家屋の浸水被害の状況 (2019年9月15日撮影)

2019年8月27～28日2日間の積算降水量は背振山地で600 mm以上を超え、それを囲む東西約40 kmの帯状の地域で500 mmを観測した。ただし、再現期間（リターンピリオド）は佐賀の日降水量283.0 mmで63年、白石の299.5 mmで37年であり、きわめて稀な降水現象ではなかった。

大町町内では、六角川の内水氾濫により下湯公民館や大町町消防第二分団第六部で200 cm弱の浸水に見舞われた。さらに鉄工所からの油の流出も加わり、水田や農業用ハウスにも甚大な被害が発生した。

武雄市内では、六角川水系の川添川で本水系最高の240 cmの浸水深が確認された。また、支流の武雄川や甘久川流域では水田を転用して開発された商業施設で最高150 cmの浸水が認められ、被災後は水害軽減のためにキュービクルやエアコン室外機の嵩上げ、防水壁の設置などが進められていた。

佐賀市では有明海の満潮とも重なって雨水の排水が追い付かず、内水氾濫が旧市街地を中心に約3,400haにも及んだ。最高浸水深は筆者らの現地調査で87 cmを観測し、佐賀市の住家被害は県全体の半数弱の2,900棟にも達した。

今後は、被害の軽減に向けた治水対策として、遊水地等の洪水調節施設の整備、洪水が円滑に流れやすい河道の整備、河道内の土砂掘削による洪水流下断面の拡大により河川水位を低下させる取り組みを行うとともに、施設規模を上回る洪水に対する取り組みとして堤防天端の保護や堤防裏法尻の補強などの緊急管理型ハード対策の実施が計画されている（国土交通省武雄河川事務所他、2019）。

謝辞

本調査研究では、気象庁の地上天気図、解析雨量図、降水量データ等、国土交通省、佐賀県、長崎県、福岡県、杵藤地区広域市町村圏組合消防本部、大町町役場、佐賀市の雨量、河川水位、浸水深のデータ等を使用させて頂いた。また、国立研究開発法人土木研究所の「アメダス 確率雨量計算プログラム」、国土交通省九州地方整備局武雄河

川事務所の各種資料、国土地理院の「地理院地図」、国土交通省の「重ねるハザードマップ」等を使用させて頂いた。さらに、共同通信社からは、災害発生時に撮影された空中写真の転載のご許可を頂いた。なお、本調査研究は自然災害研究協議会の調査研究費により実施した成果である。ここに厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 福岡管区気象台：災害時気象資料 令和元年8月26日から30日にかけての佐賀県・福岡県・長崎県の大雨について、15p., 2019. https://www.jma-net.go.jp/fukuoka/chosa/saigai/20190902_kyushu.pdf
- 2) 佐賀地方気象台：災害時気象資料 令和元年8月26日から30日にかけての佐賀県の大雨について、23p., 2019. https://www.jma-net.go.jp/fukuoka/chosa/saigai/20190902_nagasaki.pdf
- 3) 佐賀県：令和元年佐賀豪雨（8月27日からの大雨）による被害状況等（人的被害は令和元年12月27日8時30分現在。住家被害は令和2年3月11日8時30分現在）、2019・2020. <http://www.pref.saga.lg.jp/bousai/kiji00370893/index.html>
- 4) 佐賀市：令和元年8月豪雨の検証、第4回佐賀市排水対策基本計画検討委員会資料（参考資料1）、7p., 2020.
- 5) 気象庁：過去の天気図、2019年8月、2019a. <http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/wxchart/quickmonthly.html>
- 6) 気象庁：前線による大雨 令和元年（2019年）8月26日～8月29日26p., 2019b.
- 7) ウエザーニューズ：令和元年8月の前線による九州北部の記録的な大雨について、Wx Files, 51, 7p, 2019. https://jp.weathernews.com/wp-content/uploads/2019/09/20190904_1.pdf
- 8) 国土交通省：川の防災情報、2019. <http://www.river.go.jp/portal/#80>
- 9) 佐賀県県土整備部河川砂防課：観測情報、佐賀県水防情報、2019. <http://bousai.pref.saga.lg.jp/suibou/main.html?sv=1&dk=1&no=0>
- 10) 福岡県：福岡県河川防災情報、2019. <http://www.kasen.pref.fukuoka.lg.jp/bousai/>
- 11) 長崎県土木部河川課・砂防課：雨量情報、長崎県河川砂防情報システム、2019. <http://www.kasen-sabo.pref.nagasaki.jp/nagasaki/main/index.php>

- 12) 西日本水害調査研究委員会：昭和28年西日本水害調査報告書, 589p. (図版29p. 共)・図版・表12枚・地図11枚, 1957.
- 13) 武雄河川事務所：六角川 平成2年7月2日出水記録, 1993.
- 14) 山本晴彦・山崎俊成・坂本京子・山下奈央：2017年7月5日に発生した九州北部における豪雨と災害の特徴, 自然災害科学, Vol.36, No.3, pp.257-279, 2017.
- 15) 国土技術研究センター：水文統計ユーティリティー, 2020.
- 16) 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：六角川水系緊急治水対策プロジェクト, 57p., 2019.
- 17) 佐賀県：佐賀県災異誌, 第4巻(1984年-1993年), 342p., 1995.
- 18) 国土交通省：六角川, 日本の河川 九州の一级河川, 2019. https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/nihon_kawa/0918_rokkaku/0918_rokkaku_00.html
- 19) 国土交通省九州地方整備局：六角川水系河川整備計画, 170p., 2012. http://www.qsr.mlit.go.jp/takeo/site_files/file/rokkaku/seibikeikaku/rokkaku.pdf
- 20) 佐賀地方气象台：佐賀の気象百年誌, 194p., 1990.
- 21) 国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所：六角川排水ポンプ場運転調整, 2019. <http://www.qsr.mlit.go.jp/takeo/rokkakugawa/pumpu.html>
- 22) 国土交通省武雄河川事務所・気象庁佐賀地方气象台・佐賀県・多久市・武雄市・小城市・大町町・江北町・白石町：排水ポンプの運転状況, 令和元年8月豪雨を踏まえた「六角川水系緊急治水対策プロジェクト」中間とりまとめ参考資料, 29p., 2019. http://www.qsr.mlit.go.jp/takeo/site_files/file/prepare_bousai/gensaitaisa_kukyougikai/roku/191108rokkakupoject3.pdf
- 23) 国土地理院：治水地形分類図, 地理院地図, 2019a. <https://maps.gsi.go.jp/help/intro/>
- 24) 九州地方整備局武雄河川事務所：六角川水系洪水浸水想定区域図(計画規模：六角川・牛津川・武雄川), 2016.
- 25) 武雄市：緊急・災害情報, 2019. <http://www.city.takeo.lg.jp/warning/>
- 26) 国土地理院：空中写真(斜め写真), 令和元年(2019年)8月の前線に伴う大雨に関する情報, 2019b. https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R1_kyusyu_heavyrain.html
- 27) 共同通信社：今月下旬にも農地土壌検査 油が流出の佐賀県大町町 記録的大雨の影響で鉄工所(手前)から油が流出した佐賀県大町町 = 8月28日, 2019a.
- 28) 共同通信社：九州のコメ, 際立つ不作 冠水した武雄市の住宅など 九州北部を襲った大雨で冠水した, 佐賀県武雄市の住宅や田畑 = 8月28日, 2019b.
- 29) 佐賀新聞社：佐賀豪雨 ポンプ能力超えた雨が甚大な浸水被害に 停止前に冠水, 流域全体の対策急務(2019年9月17日15時30分), 2019. <https://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20190917-03428203-saga-l41>
- 30) ずんきちさん：@zunkichi225(2019年8月27日18:04), 2019.
- 31) 佐賀市：第1回佐賀市排水対策基本計画検討委員会資料(資料2), 35p., 2019. <https://www.city.saga.lg.jp/main/56289.html>

(投稿受理：令和2年4月2日
訂正稿受理：令和2年8月17日)

要 旨

2019年8月27日未明から秋雨前線の活動が活発になり, 佐賀県西部の六角川上流の武雄では28日早朝までの24時間降水量が400 mm 近くに達し, 特に28日未明には最大3時間降水量が210 mm を観測した。この結果, 六角川の水位が上昇し, 堤防の決壊や越水を防ぐためにポンプを止める「運転調整」を余儀なくされ, 堤防内の市街地に溜まった雨水が排水できずに内水氾濫が発生した。六角川水系の牛津川でも, 流域で降った豪雨により水位が上昇し, 堤防からの越水により農地や市街地に浸水被害が発生した。また, 佐賀市内でも内水氾濫が発生し, 県内の住家被害は6,060棟にも及んだ。