

島市内のシラス災害に関する調査研究(研究代表者, 露木利貞), 文部省科学研究費・自然災害特別研究突発災害研究, pp.14-26, 1987.

- 8) 下川悦郎・地頭菌隆・高野 茂: しらす台地周辺斜面における崩壊の周期性と発生場の予測, 地形, Vol.10, No.4, pp.267-284, 1989.
- 9) 下川悦郎・地頭菌隆・松本舞恵・三浦郁人・加藤昭一: 1993年豪雨による鹿児島県下の土砂災害, 平成5年8月豪雨による鹿児島災害の調査研究(研究代表者, 岩松暉), 文部省科学研究費・突発災害調査研究, pp.63-75, 1994.
- 10) 地頭菌隆・下川悦郎・板垣 治・古賀省三・松本舞恵・三浦郁人・加藤昭一: 鹿児島県中部域の地盤災害(8.1災害), 1993年鹿児島豪雨災害-繰り返される災害-, (社)土質工学会, pp.55-68, 1995.
- 11) 地頭菌隆・下川悦郎・松本舞恵・加藤昭一・三浦郁人: 1993年鹿児島豪雨による斜面崩壊・土石流の分布と土砂生産, 鹿児島大学農学部演習林報告, No.23, pp.33-54, 1995.
- 12) 小林哲夫・岩松 暉・露木利貞: 始良カルデラの火山地質と山くずれ災害, 鹿児島大学理学部紀要(地学・生物学), No.10, pp.53-73, 1977.
- 13) 春山元寿・下川悦郎: 鹿児島市吉野町竜ヶ水地区の山地崩壊・土石流災害について, 砂防学会誌, Vol.30, No.4, pp.33-38, 1978.
- 14) 地頭菌隆・下川悦郎・松本舞恵・寺本行芳: 1997年鹿児島県北西部地震による斜面崩壊の分布と地形的特性, 砂防学会誌, Vol.51, No.1, pp.38-45, 1998.
- 15) 地頭菌隆・下川悦郎・寺本行芳: 1997年鹿児島県北西部地震による斜面崩壊, 砂防学会誌, Vol.50, No.2, pp.82-86, 1997.
- 16) 松本舞恵・下川悦郎・地頭菌隆: 1997年鹿児島県北西部地震による花崗岩斜面の崩壊の特徴, 鹿児島大学農学部演習林研究報告, No.26, pp.9-21, 1998.
- 17) 下川悦郎・地頭菌隆・小川 滋: 出水市・針原川土石流災害, 1997年7月梅雨前線停滞に伴う西日本の豪雨災害に関する調査研究(研究代表者, 下川悦郎), 平成9年度文部省科学研究費・基盤研究, pp.19-30, 1998.
- 18) 地頭菌隆・下川悦郎: 1997年鹿児島県出水市針原川流域で発生した深層崩壊の水文地形学的検討, 砂防学会誌, Vol.51, No.4, pp.21-26, 1998.
- 19) 鹿児島県: 土砂災害対策に関する資料, 1998.

3. 佐賀低平地の水害特性とその要因

渡辺 訓甫*

3.1 佐賀平野の特徴

佐賀平野は筑紫平野の西半を占め, その面積は約600Km², 背振天山山系から有明海にかけて展開する低平な沖積平野である。佐賀平野の水問題を理解するには, まず佐賀平野の成因及び域内の諸河川・クリークと有明海との関係を知る必要がある。

3.1.1 佐賀平野の成因と有明海

佐賀平野は, 北部山地及び九州山地からの流出土砂が有明海に堆積して形成された沖積平野である。有明海の干満の差は大潮時には湾奥部で6mにも達し, 干潮時に遙か沖合まで搬出された浮泥は満潮時に再び沿岸部に運ばれるが, 満潮流は半時計回りに北岸を西進するため, 筑後川の搬出する大量の浮泥は主として佐賀平野地先に堆積する。この自然の営みは悠久の昔から営々と繰り返されて有明海沿岸独特の「ガタ土」と呼ばれる有明粘土層を形成し, 干潮時における干潟は沖合10Kmにも及んでいる。図3-1は佐賀平野の進展図¹⁾である。沖積世の始まりの頃の海岸線は現在の5m等高線(吉野ヶ里遺跡付近を通る)であり, 海退による自然干陸化は戦国時代末期(1600年頃)から始まった干拓とも相まって現在の低平な平野を

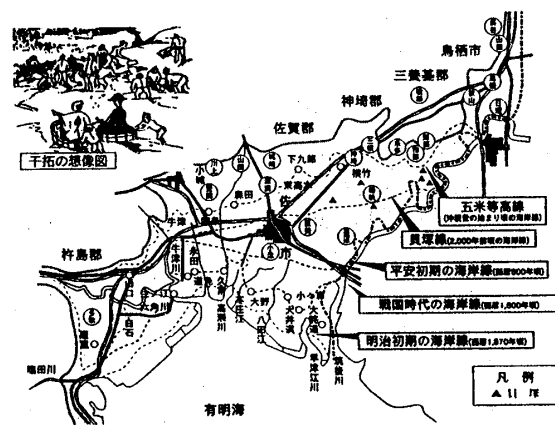


図3-1 佐賀平野の進展

* 佐賀大学理工学部

開いた。

このため自然排水が困難で強制排水に頼らざるを得ない、いわゆる低平地域の面積は 530 km²（全平地面積の 75%）にも及び、全人口の 35%、約 30 万人が居住している。図 3-2 に、佐賀平野の縦断面²⁾を示す。計画高潮位（T. P. 5.02 m）の水面は海岸堤防より 12 km の内陸部に達し、朔望平均満潮位（T. P. 2.66 m）より低い土地は 220 km² に及んでいる。海岸堤防付近での干陸化は年間 5～7 cm と観測されており、海側の地盤の方が高くなっていることも自然排水を困難にしている原因である。

3.1.2 地盤沈下の概況

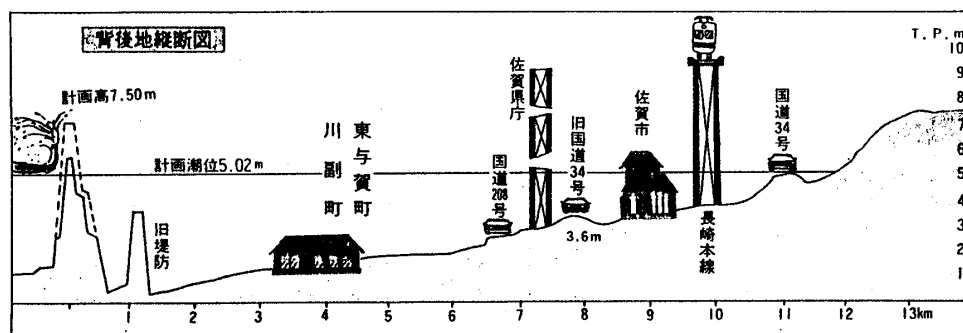
佐賀平野の地質の大部分は最大 30 m にも及ぶ有明粘土層で、その自然含水比は 100～170% もあり、脱水圧密されやすい極めて軟弱な地盤である。水源不足から従来地下水の利用も行われてきたが、さく井技術の進歩により大規模揚水施設が普及した昭和 30 年代前半から地盤沈下が顕著に見られるようになった。昭和 32 年度から平成 6 年度までの累積最大沈下量は白石町で 124cm に達し、1 階フロアへの階段を増設したり、床下を駐車場として利用している建物などもある。地盤沈下が観測される地域は 320 km² に及んでおり^{3), 4)}、樋管・樋門等の構造物の抜け上がりなどによる用排水施設の機能低下もまた自然排水を年々困難にしている。築堤、護岸工事も容易でなく、地盤改良等に多大な費用と労力を要し、工期も長期に渡っている。

地下水利用形態は、平野東部の佐賀地区と西部の白石地区で異なる。佐賀地区では主に工業用水として揚水され、かつては佐賀市においても著しい地盤沈下が発生していたが、昭和 49 年に地下水取水の規制が施行され、昭和 53 年以降沈下は抑制された。一方、白石平野では地下水は農業用水、水道水の主要な水源であり、農繁期には大量の揚水が行われる。平成 6 年度の異常渇水時には年間沈下量 16cm が観測されるなど依然として地盤沈下が進行している。

3.1.3 域内中小河川とクリーク

佐賀平野東部地区に見られる典型的な景観は、平野内に張り巡らされたクリーク（農業用水路）である。クリーク密度は極めて高く、その面積は約 18 km²（水田面積の約 7%）、総延長は約 2,400 km、貯水容量は北山ダムに匹敵する 1,700 万 m³ に達する⁵⁾。このクリークは、域内中小河川や有明海に接続して複雑な水系ネットワークを構成し、流水の管理を極めて困難にしている。佐賀平野の水問題、特にクリークの機能については、以下に述べるように宮地米蔵が詳細な研究を行っている⁶⁾。

北部山系は山が浅いため、佐賀平野は元来水不足地帯であって、沖積作用と干拓により平野が開けていくにつれて農業用水の確保が重要な課題となっていく。嘉瀬川と筑後川に挟まれた佐賀地区の水源地は、嘉瀬川に代表される背振山系からの中小河川と筑後川である。これらの中小河川は天井川であるため用水は容易であり、域内に張り巡



※ T. P. = 東京湾中等潮位

図 3-2 佐賀平野の縦断面図

らされたクリークによって平野のすみずみまで配水される。しかしながら、川はその能力以上に水を供給せねばならず、平野に取り入れられた水をおもむろに流しながら繰り返し有効に利用する容器が必要であった。従って、クリークは導水路であると同時に溜池としての機能も有している。一方、平野は低湿で排水の必要性も極めて高く、クリークは唯一の排水先である有明海への排水路でもある。また、潮位が高く排水不能な時間帯における一時的な遊水機能も併せ持たされた。クリークの水はかつては有明海の滞りであり、今では沖積平野の川の形態をとる「江湖」を通して有明海に排出されるのである。

北部からの配水末端である筑後川下流部一帯では、有明海の逆潮にせき上げられた淡水（あお）をこの江湖を通してクリークに引き入れて取水してきた。水資源の不足と有明海の高い潮位がこの平野に高密度のクリークを要求してきたのである。クリークは、用水上も排水上も必要に応じて河川及び江湖（潮）との関係を断ち切る必要がある。このため流水を管理する堰や樋門・樋管が平野内に多数に存在しており、これら利水用の施設は出水時における排水不良の一因ともなっている。

クリークの貯留容量は相当に大きい。出水時期は概ね農業用水の取り入れ時期と重なり、クリークはほぼ満水状態である。そういう意味では平野内に遊水能力はなく、潮位との関係如何では江湖の末端で機械排水により有明海に排水せざるを得ない。

嘉瀬川、城原川間を南流する諸河川の洪水とその間の内水は、佐賀市街地南部から海岸線と平行に東流して筑後川に流入する佐賀江川がすべて受ける。従って、佐賀江川はこの地域における治水対策上極めて重要な河川であるが、その勾配は1/4000程度と極めて小さく⁷⁾、その排水能力は有明海の潮位と城原川、筑後川の洪水の影響を直接受けている。有明海の満潮、筑後川本川の洪水、城内中小河川の洪水が重なるとき佐賀東部の典型的な水害となる。

3.1.4 白石平野の事情

佐賀平野西部の白石平野には川らしい川がなく、六角川はかつての滞りが平野部に取り残された極めて勾配の小さい河川で、固有流量も極めて小さい。河口より29 km 上流の大日堰までは潮が上下しており、平水時は有明海の入江的流況を呈している。従って、大日堰下流では六角川からの取水は出来ず、この地区は元来天水と溜池に頼っていた⁶⁾。近年に至って地下水の大量利用が始まり、甚大な地盤沈下災害を受けていることはすでに述べた。潮位が高い時間帯には自然排水が不可能であり、洪水時には長時間に渡って排水が出来ないため内水被害の常襲地帯となっている。夕立程度の降雨で冠水する地区もあり、そこが冠水しなければ梅雨は明けないと言われているほどである。

3.2 水害の概況

表3-1は、戦後における主な洪水災害の概況を示したものである。昭和20年の枕崎台風以来、台風や前線性豪雨によって2～4年ごとに大災害を受けており、5,000戸を越す浸水被害を頻繁に受けている。台風による被害を除けば人的被害や家屋損壊がわずかである反面、浸水被害が顕著で、殆ど毎回のよう5,000戸以上の浸水被害を受けているのが特徴である。

表3-1 戦後の主な洪水災害

原因	年月	死者 (人)	床上浸水 (戸)	床下浸水 (戸)
枕崎台風	S20.9	58	3,043	1,514
ジュディス台風	S24.8	89	20,492	28,290
ルース台風	S26.10	3	191	883
梅雨前線	S28.6	64	37,895	38,053
台風12号	S31.9	0	179	638
梅雨前線	S34.7	5	315	1,867
梅雨前線	S37.7	56	4,458	7,259
梅雨前線	S38.6	15	131	1,790
梅雨前線	S42.7	33	7,488	15,424
梅雨前線	S47.7	3	1,148	15,325
台風17号	S51.9	0	1,147	5,107
梅雨前線	S54.6	0	546	6,765
集中豪雨	S55.8	4	3,006	16,965
梅雨前線	S57.7	3	495	6,623
台風13号	S60.8	3	279	739
梅雨前線	H 2.7	2	4,633	21,115
台風17号	H 3.9	2	40	143
集中豪雨	H 5.8	1	114	821

昭和28年(28水)の災害以来、六角川水系では昭和33年、嘉瀬川水系では47年以降直轄事業として河川改修が行われてきたが、42年、47年と間を置かず15,000戸を越す浸水被害を受け、域内中小河川も含めて改修事業が実施された。しかし、昭和51年、54年と洪水が相次ぎ、翌55年には再び2万戸もの浸水被害を受け、激甚災害対策特別緊急事業の採択となった。昭和57年、平成2年にも甚大な災害を受け、平成2年には再び激甚災害対策特別緊急事業に指定されることとなった。その後、大きな降雨のないこともあって大きな災害は生じていないが、梅雨期の浸水は毎年報道されている。

佐賀平野の水問題は、有明海、筑後川、域内中小河川、クリーク、溜池、地下水を切り離すことなく有機的にとらえ、しかも用水と排水の両面からとらえる必要がある。水資源の確保については、ダムや河口堰の建設で緩和される方向にあるが、内水被害は依然として解決されていない。このことは、低平地においては、内水被害が大きいにも関わらず、我が国の治水対策は高水優先の考え方が強いこと、及び高水対策に比べて低平地の内水排除システムが脆弱であることを意味している。

3.3 治水対策の現状と問題点

高い河川密度は排水、遊水機能を有しているが、灌漑用水を確保するための水利施設と管理体制が定着しているため、現状では内水排除効果を全面的にこれらの水路に期待することは困難である。県で管理している河川の整備状況は時間雨量50~60mm(超過確率年10年)に対して約32%と低い。

内水地区の樋管整備状況を示すと図3-3⁸⁾のようであり、樋管510箇所、通水断面積3,360m²、比断面積4.7m²/km²となっている。この比断面積の値は標準的な値(6~8m²/km²)に比べかなり小さい。比断面積8m²/km²以上の排水樋管を有している地区は全116地区の内23地区に過ぎず、残り88地区(約80%)はこれ以下となっており、樋管整備は遅れている。低平地における排水ポンプの整備状況は、設置個所数106、排水

量749m³/s、比排水量1.4m³/s/km²であり、10年確率降雨量に対する必要排水ポンプ容量1,440m³/sの約52%と、その整備率は極めて低い¹⁾。特に、近年の水害においては、破堤によるものに比べ内水による被害が増加しており、河道の整備と合わせ排水ポンプの整備が促進されなければならない。

六角川流域における内水被害状況を浸水家屋数で表し、日雨量との関係を示したのが図3-4⁸⁾である。2日雨量と浸水家屋数との関連性は認められないが、6時間雨量については、概ね100mm以上の降雨に対して、浸水家屋数との相関が認められる。このことは、現況の治水計画(高水対策)で用いられている日雨量(1日~3日雨量)を基準として内水排除システムを考えることは困難であることを示している。低平地における内水排除については、機械排水(ポンプ規模や排水時間)

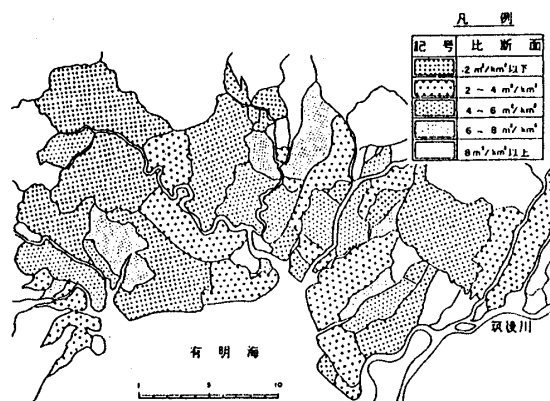


図3-3 樋管の整備状況

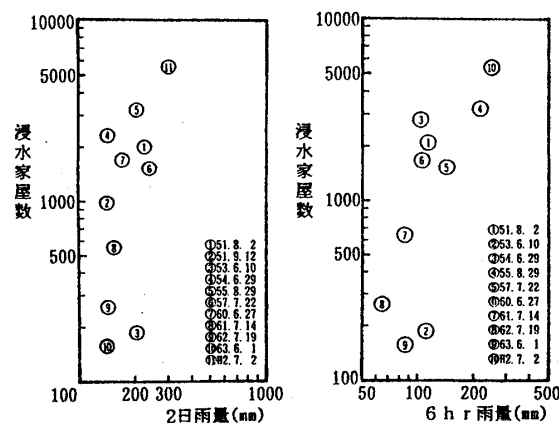


図3-4 雨量と浸水家屋数の関係

などを考慮に入れた流域全体の内水・外水排除計画が総合的にバランス良く計画されなければならない。

3.4 おわりに

低平地域の高水・内水対策は、基本的には総合水管理の観点に立って考えることが重要であり、治水事業と利水事業（農業用水事業）を一体化して全流域を対象とし、短、長期的に水管理を行わねばならない。河川改修や樋管等の整備は当然の事ながら、農業用水路（クリーク）の排水路、遊水地としての効果的な活用、既存水利施設の改善と管理体制の見直しなども必要であり、これらを流域全体の水系ネットワークとして位置づけた時の流水管理を評価する水理モデルの構築が不可欠である。

水資源の貧弱な低平地では、水資源の確保と内水排除という相反する課題を同時に解決せねばならない。低平地にとって地球温暖化による海面上昇の問題が一層深刻化する中で、排水不良解消のためには干拓によって陸地を海へ延ばさざるを得ない宿命にあるのも事実である。

最後に、貴重な資料を提供していただいた建設省九州地方建設局武雄工事事務所及び佐賀県土木部河川砂防課に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 佐賀県土木部河川砂防課：低平地対策の歩み，1996.
- 2) 佐賀県土木部河川砂防課：佐賀の河川と海岸，1984，1993.
- 3) 佐賀県環境保全課：佐賀平野の地盤沈下，1996.
- 4) 佐賀県：地盤沈下の概要，1997.
- 5) 九州地方建設局武雄工事事務所：嘉瀬川水系水管理計画検討業務報告書，1990.
- 6) 宮地米蔵，江口辰五郎：佐賀平野の水と土，信評社，1977.
- 7) 佐賀県土木部：佐賀江川.
- 8) 権藤幸彦，遠田勝美，古賀憲一，野原昭雄，渡辺訓甫，荒木宏之：佐賀低平地における水管理—内水排除システムの観点から—，環境システム研究，Vol.20，pp.365-371，1992.

4. 雲仙普賢岳の噴火活動と火山災害 —特に火山灰による溶岩噴出の予知—

渡辺 公一郎*

4.1 はじめに

九州はわが国でも有数の活動的火山の集中した地域である。過去10年を振り返っても、1990-1995年の雲仙普賢岳の溶岩ドーム形成、火砕流発生など一連の噴火活動をはじめ、阿蘇火山における1989-1991年の噴火活動の活発化、桜島火山のほぼ定常的な火山灰の放出、1991年の霧島新燃岳の水蒸気爆発、1995年の九重硫黄山噴火が次々と発生した。

雲仙普賢岳の噴火活動による火山災害では、火砕流により1991年6月に43名、1993年6月に1名の人命が奪われ、併せて800棟の家屋が焼失し、また最多時1万1千人が避難を余儀なくされた¹⁾。阿蘇火山では1989-1997年に火山ガス人身事故が6件発生し、高濃度二酸化硫黄により計7名が死亡している^{2),3)}。また、1990年の豪雨時には、降灰を遠因とする土石流および山崩れにより、阿蘇火山周辺で11名が亡くなった⁴⁾。火山活動と直接関係は認められないが火山ガスによる災害は1989年に霧島新湯でも発生しており、硫化水素により2名が亡くなっている²⁾。このように九州では過去わずか10年の間に10件の火山災害によって64名もの尊い人命が奪われている。

さらに桜島南岳からの降灰による住民の健康への影響、作物被害の大きさはわが国でも突出している⁵⁾。桜島付近では火山灰による航空機の飛行障害も懸念されている。過去にさかのぼっても、九州は火山災害の発生頻度と住民への被害の大きさにおいては世界でも有数の地域であるとともに、近年、火山災害は目立って増加していると思われる。

雲仙普賢岳の噴火活動が終息して3年が経過し、被災者や関係者を除くとその記憶も薄れつつある。雲仙普賢岳で生じた災害は、戦後わが国で発生した火山災害の中で最も規模が大きいものであった。我々は、噴火および火山災害の予測とその結果に

* 九州大学大学院工学研究科地球資源システム工学専攻