

地形・地盤に関する研究

著者	高崎 正義, 武久 義彦, 上西 時彦, 細井 将石, 柳瀬 訓, 坂本 千代子
雑誌名	防災科学技術総合研究報告
号	16
ページ	31-52
発行年	1969-03-31
URL	http://id.nii.ac.jp/1625/00002551/

2. 地形・地盤に関する研究

高崎正義・武久義彦・上西時彦
細井将石・柳瀬 訓・坂本千代子
国土地理院

2. Studies on Geographical Features and the Foundation

By

Masayoshi Takasaki, Yoshihiko Takehisa, Tokihiko Kaminishi,
Shohsuke Hosoi, Satoshi Yanase and Chiyoko Sakamoto
Geographical Survey Institute, Tokyo

目	次
要 約	31
I. 5万分1有明海北岸地域地形分類・地盤 高図と調査地域の地形特性	31
I.1 地域概観	31
I.2 地形分類図と水害	32
I.3 有明海北岸地域における地形の 分類と水害	33
I.4 人工構築物と水害	38
II. 嘉瀬川低地の地形分類	40
II.1 1万分1地形分類図	40
II.2 地形の分類と水害	40
III. 地盤高図	42
III.1 地盤高図の意義	42
III.2 低地部の断面形態	42
III.3 地盤高分布よりみたる低地の特性	45
IV. 有明海北岸低地の地盤沈下	48
IV.1 既往の知見概観	48
IV.2 地盤沈下の進行状況	49
IV.3 用水の地下水依存と地盤沈下	51

要 約

本総合研究所において国土地理院の担当した地形地盤に関する研究は以下の諸点に要約される。

1. 調査地域全般の地形特性の理解のための地形調査、及びその成果としての5万分1地形分類図の作成。
2. 研究対象地域を中心として、細部にわたる地形調査を行ない、低平地における1万分1地形分類図を作製し、大縮尺防災地図の作成を試みる。
3. 調査地域内の低地主部において地盤高を明らかにし、低地の性状を高度分布の面より一層明確に示す。
4. 調査地域における地盤沈下の現在までの実状を把握し、今後の動向を予測する。

以上の諸点のうち上記3点は5万分1有明海北岸低地地形分類・地盤高図、1万分1嘉瀬川低地地形分類・地盤高図(その1)、(その2)の計

三面図の防災地図としてまとめ、第4点については地域を縦断する一等水準路線の各水準点の改測を中心に吟味した。

地形地盤調査全般にわたる企画、監修を高崎、現地調査、図化編集を地理課調査第一係武久、上西、細井、柳瀬、坂本が行ない、地形分類、地盤高図の印刷、校訂にあたっては前地理課整備係本間一雄、高橋鉄男の協力を得た。

I. 5万分1有明海北岸地域地形分類・地盤高図と調査地域の地形特性

I・1 地域概観

調査地域は有明海湾奥に広がる佐賀、白石の平野を中心とし東西40km弱、南北約25kmにまたがる地域で、北は花崗岩、一部変成岩よりなる背振山地が東微北-西微南方向に直線状の山麓線を示して平野部にたちはだかり、地域には第三紀の堆積岩及びその上にのる火山岩類よりなる杵島丘陵が300~400mの稜線を連ね、低地の湾入

を受けた山麓線を示している。地域の南西域を限るのは多良火山体の一部である。

地域の東域を流下するのは筑後川であり、調査地域本体の平野部はその右岸低地に連続する。

平野部は、山麓部に一部隆起扇状地よりなる台地地形を認めうるが、その大半が広大な一連の沖積低地である。筑後川右岸部において、田手川、城原川、嘉瀬川、祇園川、牛津川の諸川が南流する佐賀平野、特異な性状で知られる六角川がその北域を東流する白石平野、塩田川、鹿島川に洪涵される鹿島平野よりなる。

東域の大河、筑後川はその下流部の一部が地域に含まれる。この九州第一の河川は阿蘇、九重の北麓に源流部を有し夜明の狭窄部に於て佐賀平野と一連の筑紫平野に流入する間、森、日田の両山間盆地を流れて砂礫を堆積し、平野への開口部に形成する扇状地は数km径と極めて小さく、扇状地前面に続く自然堤防帯にもみべきものがなく広く三角州平野を展開させる。図巾内にあたっては、三角州上の河川の一特徴たる曲線の跡を平野面に残しつつ流下し、固定された河道に沿い扇状地地域はるか下流にまで砂礫を運搬している。

背振山地より南流する諸川は図巾の北域において平野部に開口し扇状地を形成し、全体として一連の佐賀平野北域の合流扇状地をなすと共に、旧扇状地面を開析してその前縁部を埋積しつつ前面に進出する合成扇状地をもなしている。扇状地の前面は佐賀平野の主体をなす三角州及至海岸平野に漸次移行する。

佐賀平野西縁から白石平野の縁辺は三角州及至海岸平野が直ちに山麓に接し、丘陵末端の一部を低地中に孤立させると共に、山麓線は湾入、突出し、低地と極明瞭な傾斜の交換を示すいわゆる沈降山麓線をなし、調査地域西辺部における最近の沈降の傾向を示している。

鹿島低地は杵島丘陵と多良火山体北麓に狭まれ、鹿島市街主部は鹿島川扇状地の末端にのっている。

三角州及至海岸平野の前面には広大な干拓地が拡る。三角州、海岸平野地域が沖積海進以降の海退に伴って自然陸化した地域であるのに対し、干拓地は人工的に潮汐低地を陸化させた部分である。干拓地前面には潮汐低地の発達が著しく、有明海の大きな干満差と相俟ち干潮時には調査地域前面に広大な干潟が出現する。

I・2 地形分類図と水害

我が国の主要な生産活動の場は低地に集中し、その低地が主要な水害の場となって、毎年何処かで大なり小なり災害が発生し、梅雨期、台風期の年中行事の観がある。

気象的な側面よりの水害の把握の他に、洪水流の場としての土地的側面、就中、地形的側面からの考察が具体的にあらわれたのは1947年、関東各地に著しい災害をもたらしたカスリーン台風時の地理調査所(現国土地理院)の調査例である。将来の水害対策、水害予報に土地的側面よりの一資料を提供する目的で、古利根川、元荒川の流域について、浸水範囲、洪水の進行状況、最大浸水時の深さ、湛水期間等を現地での聴取調査を主に、空中写真を従って用いて調査し、洪水状況図を作成した。この洪水状況図の示す被害の様相、地域の地形的性質との比較から、利根川と荒川の洪水域は明瞭に区別されること、利根川洪水域下流部では浸水区域が拡大しているが、荒川では分散していること、利根川上中流部、荒川上流部には多数の島状の非浸水区域がみられること等々、自然堤防を発達させ河道変遷の最も激しい部分に最も被害が大きいこと、その中であっても自然堤防の処では島状の非浸水区域がみられること、利根川洪水域の中流部は地形的に河川が収斂して台地面を刻み洪水の停滞が少なく、洪水主流部及び台地開析谷底で6日以上もの湛水をみたこと、下流部の低湿な三角州地帯では洪水域が広く、停滞がちで湛水期間6日以上部分が多いことなどが分り、流域毎に、また低地の地形要素毎に特性と変化のある洪水型が認められた。

1951年に施行された国土調査法に基づく土地分類基本調査のうち、地理調査所において担当した地形調査にあっては作業準則において「谷底平野、扇状地、三角州については、災害及び土地利用等の関係資料を利用すると共に、地形解析を行ない、通常は冠水しなかった部分、異常の洪水時に冠水した部分及び季節的な増水に冠水した部分にそれぞれ推定分類する」「磯及び浜についても同様の方法により異常高潮の及んだ所と及ばなかった所に推定分類すること」と定められているものも地形と洪水型の対応についての理解の結果である。この調査の目指す所は国土の開発、保全及び利用に関係ある地形の性状及び分布状態を明らかにすることであり、地形の分析的調査による地形面の分類を行ない、5万分1縮尺の地形分類図

を全国統一的な方法と精度で作製が進められている。

科学技術庁資源調査会の水害地形小委員会でも水害を地形の立場より理解すべく、国土調査の作業準則を準用して、水害地形分類図の名のもとに全国の代表的河川流域の低地地形の調査を行ってきた。

地形分類調査に対する認識が高まると共に、1960年以降、国土地理院では各調査研究の成果、経験をもとに2万5千分1縮尺で、地形分類図の一つである土地条件図の作成を開始している。

現在みられる地形は地殻に働く内作用によって生じた土地の上に、浸蝕、運搬、堆積等の外作用が働いて今日ある姿をとっている。内作用にせよ外作用にせよ土地の現状を変化させるように働くのであって、洪水に伴う浸蝕、運搬、堆積も外作用の一つの現れである。地じりにしても山崩れにしても同様である。そこで現在の地形を分析、調査することによって、過去にそこにどのようなタイプの地形を変化させる作用が働いていたか、将来において如何なるタイプの災害がおこりやすいかを推定し得るのである。低地部についていえば、日本の低地は洪水氾濫のくり返しによって形成されてきたものに他ならず、低地の微地形の性状、その分布の差異によって、その地域毎に異ったタイプの洪水氾濫の歴史があり、また将来起り得る洪水氾濫についても同様のことがいえるのである。

以上の如き立場に立っての地形の分析的分類は有明海北岸低地における水害防止に関する総合研究においても、地域全般の地形特性の理解を容易にするため、また洪水氾濫のタイプの地域性を概観的に把握するため是非とも必要とされた。

この三角州性の起伏に極めて乏しい広大な低地を中心とする本調査地域において、地域の地形特性を明らかならしめるには縮尺5万分1の地形分類図が適当と判断される。10万分1では低地微地形の表現に困難を伴い、また後述する。地域の用排水に重要な意義を有した水害との関係も指摘されているいわゆるクリークの表現、人工構築物の図示等も不十分となる。また2万5千分1図とするときは、その広大な一連の低地において地域性の理解をかえって不明確とし、図巾も数葉に分離せねばならず実際的でないと考え、5万分1菊版一面におさまる地形分類図の作成を試みたのである。

I・3 有明海北岸地域における地形の分類と水害

調査地域の地形の分類、その図化にあつては前述の如く縮尺5万分1がその地形特性理解の上で適当であると判断したので、同縮尺で行なわれている国土調査の地形調査の地形分類基準を基にし、且つ有明海北岸の低地地域においてその地域性を明確にすべき微地形要素を加えると共に、洪水流を停滞させ、洪水流の流れを変え、或は洪水流の侵入を妨げるなどの意義の強い人工構築物についても図示することとした。

以下5万分1有明海北岸地域地形分類図に図示した地形要素、その他の項目につき述べ、水害との関係を略記する。

山地丘陵地

山頂山腹緩斜面は字義の通り山頂、山腹部に存在する緩斜面であつて急斜面でとり囲まれているのを一般とする。前浸蝕輪廻の緩斜面に由来するものを基本とするが、調査地域においては成因的に熔岩台地起源の山頂部の緩斜面を含めてある。一般的にその縁辺は著しい地形的不整合をなして下方斜面に接し、崩壊等の激しいマスマーブメントを受け易く、岩層の大なる供給源ともなりやすい。

山麓緩斜面は浸蝕作用によって生じた山麓部の緩斜面であるが、上方斜面から供給された岩層に覆われるのが普通である。この点から字義通り山麓部になく、いわば山腹斜面にあつても、上方斜面から物質の供給を受けるべき位置に分布し、しかも本質的に堆積地形とは考えられない緩斜面はこの範疇に含めてある。上方斜面の崩落による岩層の供給を受け或は、緩斜面を形成する表層の物質を豪雨時に急速に下方に供給する所ともなる可能性がある。また地じりに起因した緩斜面もここに加えてある。

急斜面は山地丘陵地における前二者以外の斜面をすべて含めてある。上記緩斜面の傾斜も主として地形の形状と傾斜の変換に注目して分類してあるので、急斜面の中にも緩斜面に近いものから40°以上の極急斜面まで抱括される。斜面の傾斜が多岐に互ると共に、その谷密度、斜面形の分布にも地域性が認められる。尾根型斜面に接する現輪廻の谷形斜面との傾斜の変換線は崩壊などの激しい浸蝕の及ぶ可能性のある所で水害と一連の土地災害予測の上からも、山地斜面の細部にわたる

分析が希ましいのであるが、低地を中心と考えた今回の総合研究においては調査が及ばなかった。

台地

台地は低地域は低位地形面に対し台状或は段丘状をなす地域であって、その表面は一般に平坦及至微起伏を示すにすぎない。調査地域にみられるものは成因的に隆起扇状地と考えられるものが大半を占め、従って台地面は砂礫の堆積面である。

上位段丘としたものは低地面との比高15m以上～60m程度段丘礫層はいわゆるくさり礫となり一般に表層の赤色化が著しい。浮石質粘土層、烏栖ローム層、褐色火山灰層をのせ、表面に黒褐色腐植質壤土層をのせるのを具体形とする。この台地を構成する礫は骨材とはならない。

中位段丘は烏栖ローム以降の一連の火山噴出物をのせ、段丘礫の風化は一般に進んでいるとはいえないが、赤色化の認められる所がある。地域内における分布は狭い。低地との比高10m以上。

下位段丘は台地地形にあって形成の時期の最も新しいものであって褐色火山灰層、黒褐色腐植質壤土層或は後者のみに覆われる。比高は10m以下。末端部で低地に没する。地域北域、背振山地南縁に流出する諸川のつくる新しい開析扇状地地域に分布がひろい。

低位台地末端の一部には黒褐色壤土層の上に数十cm厚の褐色砂壤土をのせ、比較的新しい氾濫をうけたことを示す部分もあるが、それとても低地面に対し少くも1m以上の比高はあり*、現在においては洪水氾濫に対し一応安全であり、低位面本体、中位面、上位面においては全く洪水氾濫から守られた地形面をなしている。ただし低地面に接する段丘崖部において洪水流の側方浸蝕が及ぶときは岸欠壊形の崩落が台地縁辺に生ずる可能性がある。また低地に直接接していなくとも崖端部は激しい浸蝕を受け易い点に留意する必要がある。

なお多久にみられる今出川に沿う段丘面は中位、下位の段丘面とも赤褐色のくさり礫よりなり、深く風化の及んだ上位段丘面の浸蝕面と考えられる。

低地

谷底平野は谷底にみられる平坦面で現在河流の沖積作用が及ぶと考えられる地形面である。換言すれば河川の洪水氾濫の場とみられる谷壁斜面に

狭まれた低地である。次にのべる扇状地の間の裾合部には、一般谷底平野にみられる如き、また台地の開析谷にみられるが如く、明瞭な斜面域は崖線に限られてはいないが、両側を扇状地性の緩斜面に限られた一連の低地が存在することがあり、そのような裾合谷の低地も谷底平野として表現してある。

谷底平野を谷底にみられる平坦面で沖積作用の及ぶ所とみると、その谷底部低地の低地としての性格は後述する扇状地であるか、三角州的であるかのどちらかに分類できる。前者において河床勾配の緩急に応じてその谷底面にみられる堆積物も、砂礫質から泥質へと移化する。

洪水氾濫に際しては両側を斜面に狭まれ、氾濫の場に限られることもあって洪水位を高くする傾向が認められ、更に扇状地性の部分と三角州性の部分でそれに対応した洪水型がみられることになる。

地域にあっては六角川上流の谷底平野に三角州性の部分が多い。

牛津川中流の別府付近の三角州性谷底平野でも国道より対岸谷壁まで島状に自然堤防部を残して一面の水面となることがあり、岡巾南西部の塩田川の扇状地性の谷底平野では、破堤を伴う激しい洪水流が谷底面を没し去り数m高い市街部にのき下付近に達する洪水位を記録したことがある。

扇状地は山地を流下してきた河川がその溪口部に至って、運搬してきた荷重を堆積した結果に生ずる地形で、溪口を中心とする同心円状の等高線であらわされる極くひらいた円錐体の一部の如きものとなる。

一般に砂礫で構成され、その結果漏水しやすく、この地形上の河川は水深が浅く、網状の河道を示し、時には水無川となって流水は伏流する。河床は浅く扇状地一般面との比高は小さく、激しい堆積と共に浸蝕される部分も生ずる。

本岡巾内の扇状地を形成する河川のうち主たるものは堤防にて河道を固定してあり、出水毎に流路が変わることはないにせよ、一旦破堤して洪水流が堤内に出るときはそこに激しい浸蝕をおこし、その下流部に著しい砂礫の堆積を行なうのである。先にみた谷底平野Iにおける洪水氾濫も相似たタイプを示すこと塩田川においてみられる通りである。

扇状地の地形の性格からして、その上に展開す

* 地形分類図においては下位段丘面に含めてある。

る洪水流の浸水深は一般的に深くなく、また滞水期間も短い。また扇状地全面がとつぷりと洪水氾濫の場となるより、破堤地点、溢流地点より或る巾をもった流路の延長部付近のみ激しい被害を受けることとなる。この点一般的性質として後述の三角州面が面的にひろく氾濫するのと対称的である。

地形分類図上、山間谷底部の扇状地性谷底平野から連続する扇状地上現河道に沿う浅谷部は谷底平野として表現してある。また隣接する扇状地間の裾合谷底も同様であり、共に扇状地内にあって氾濫を受け易い凹所をなしている。

地域内の扇状地地域にあっては、佐賀市で時雨量最高53.6mmを記録し、天山山系に多量の降水をみた昭和42年7月豪雨時に、祇園川水系の三日月村付近に前述の特性を示す洪水をみたことは記憶に新しい所である。

扇状地の前面は三角州に移行する。三角州は河口付近に達した河川がその流速を減じ、運搬力を失う結果、その細かい荷重を堆積して生じた河口付近の低平な堆積地形であって、扇状地が砂礫質であるのに対し、通常、細砂、シルト、粘土よりなる。平坦な地表の勾配は極めて緩やかで低湿である。三角州上を流れる河川は平野面をうがって流れ、その水深も深い。その流路は六角川、牛津川、或は佐賀江に典型的に現われるように曲流し、また筑後川河口付近にみられるように分流する。

地下水面は浅く、出水時河道をあふれた洪水流は広範囲を洪水区域とし、低湿、低平な地域の排水は進まず滞水期間も長びく。河道は洪水流の去った後、扇状地上のそれが移行しやすいのに対し、もとの河道をそのまま踏襲する。

昭和28年6月豪雨は佐賀県下全域にわたり多大の水害を発生させた。本調査地区の低地の大半は洪水流の洗礼を受けている。佐賀県では当時の被災状況を「昭和28年6月豪雨氾濫図」の名のもとに浸水期間、洪水流動方向、堤防欠損箇所、農地災害状況図、国庫補助災害箇所図等にまとめている。

洪水流の動きについてみたと、筑後川、本川の洪水流は佐賀県側右岸の印された河道跡より判断できる曲流帯の外縁凡そ1Km程の所までの低地を現河道方向に南西流して早津江西域に至り多布施川方面よりの洪水流と合している。地域第二の大河六角川方面は本川上流汐見川が、調査地域西縁

の狭窄部上流に洪水氾濫をおこした後、汐見、大日付近にて数ヶ所破堤して洪水流を流下させ、東流するにあたってはやや地盤の低い曲線帯にそって氾濫している。白石付近より下流部左岸は牛津川水系より南下した洪水流の地域となっているのは同じ三角州地域内にあっても本川方面への低地の勾配が右岸に比し大であるのが主因である。その牛津川は上流山間の谷底面に氾濫したのち別府東方に数ヶ所の破堤箇所をつくり、地形分類図上の谷底平野部に沿って洪水流を南下させた。一方、小城町西方の晴気川水系の洪水流は山崎の丘陵間の低地沿いに牛津川沿いに湧入する三角州に達し、牛津川洪水流の主流とは逆にその東辺を逆流したことが知れる。田手川、城原川、巨勢川、多布施川、嘉瀬川、祇園川、晴気川と一連の北域山地より流下する河道も、主に扇状地地域内の他、三角州地域内においても破堤を示し洪水流を南下させている。

さて、これらの洪水の浸水日数をみるとき極立った対称が扇状地地域と三角州地域にみられる。果資料の表現をかりれば、山麓の扇状地では「一日浸水」*の地域が大半を占めている。上川の扇状地地域で2日浸水となっているのは、その流域が大で洪水量も大きくその減衰に時間をより要したことによると思われ、何れにせよ洪水流の停滞はみられない。一方、地形分類上の三角州に対応する地域の浸水日数をみると、地域内にかかなりの差異が見出されるが、佐賀市北域で3日、伊賀屋駅、南東域で7日、佐賀市南方で6日、鍋島駅付近で10日とその浸水期間はかなり長期にわたった。平時より低平で、地下水面が高く、排水状態の悪い三角州面は一旦洪水氾濫を受けると扇状地地域に比べ、緩かではあるが滞水深も深くしかも長期にわたる洪水の氾濫を受けることとなることがわかるのである。

28年水害時の浸水日数が佐賀市北方で3日であることを述べたが、嘉瀬川西方の三角州の北域においても扇状地の前面にあって2日及至3日の浸水日数地域があることが知れる。

地形的にみるところは扇状地と三角州との漸移帯、中間帯に位置するのである。一般に扇頂付近で最大傾斜を示す扇状地は扇端でゆるやかになり

* 「1日浸水」…「9日浸水」「10日以上浸水」の10段階に分類している。この1日浸水は24時間以内と解してよいであろう。

三角州に移化するがその境界が明瞭なこともあるが、一般には漸移的である。利根川、木曾川などにみられるそれは自然堤防帯として知られる特徴ある地形地域を形成しているが、調査地域内の小河川の形成する扇状地の前面では不明瞭で、扇状地、三角州両地形地域との間に不明瞭ながら傾斜の変換を伴いつつ、中間的な傾斜を示す特異な地形地域が存在するのである。この地域を扇状地前縁低地と呼ぶ。表層断面をみると、扇状地が砂礫質、三角州がシルト及至粘土質であるのに対してここでは砂質及至粘土質である。

三角州の前面には潮汐平地が発達する。潮汐平地は三角州頂置層の堆積面が干潮時の海面上に露出する所であって、潟土の堆積が著しく、また干満差が5~6mに及ぶ大きさであることによって知られる有明海では極めて広大である。

この潮汐平地を人工的に堤防で囲ってその団地毎に排水、陸化させた部分が干拓地に他ならない。地形分類図には、旧干拓堤防或はその遺構が認められる団地までを示してある。その成立年代*とその分布よりみると、この地域の干拓地は平均して年10m以上にわたって前進を続けてきたことになる。これは干瀉の前進の速度としられるものともほぼ一致する値である。

干拓地はその形成過程よりみても三角州面よりも更に地盤は低く、一般により低湿で、排水もしにくく、浸水時にはより長期にわたり滞水する。28年水害時、南川副で7日、東5賀で7日、久保田村では富久付近の三角州末端で6日、新地干拓地で7日、先端の干拓で8日と順を追って浸水日数を延長している。

ここで地形分類図上の地形の細分類その他の項目につき説明を加えておく。

崩壊地は図化範囲内において著しいものは認められず、砂防関係の指定地も後述の地じり地を除いては山口駅北側斜面、或は北側山麓部の清水川沿い等数ヶ所に認められるのみである。しかし北部山地を南流して図巾内低地主部を洪濁する諸川は、その上中流部において背振、天山山系の深層風化の進んだ花崗岩地域より流下しているのであって、県北部山地一円に崩壊を続出させた38年6月の豪雨時の災害にみる如く、土砂の生産の多

い地域を流域としている。

図巾内北縁山麓部にはミカン園の造成が盛んであるが、豪雨に備え排水溝等の保全施設に意を用いぬと、その自然の改変は崩壊の可能性を増加させる。

地じりは図巾内北西域の丘陵性山地内に見出される。ここで地じり記号を付したものは、山腹斜面にみられる滑落崖起源の急斜面、その下部の特徴ある緩斜面によって地じり地形と判断出来る部分であって、滑落崖部に記号を付してある。直接的に当該地域斜面を破壊し災害を与えると共に、洪水時に下流に運搬される土砂、岩屑の生産地となり、下流低地の災害とも無関係であり得ない。

地域は第三紀層砂岩、頁岩等の上に玄武岩類がのり、その一部は熔岩台地を形成し、本図においては山頂緩斜面として図示していることは既に述べたが、この地形、形質的特徴は長崎県北松浦郡下に典型的に発達し、そこに多発する地じりの発生機構にも特性が認められるので北松型地じりと呼ばれている。図巾内の地じりもその一群のものである。

段丘崖は新期堆積物よりなる台状または段丘状の地域の縁辺を限る一連の急斜面であって、台地表面と著しい地形的不整合をなし、小規模であるが、崖崩れを伴う激しい浸蝕を受けやすい場となるので、その上縁、下縁付近とも一応の留意が肝要である。段丘縁辺緩斜面は台地、段丘面を限る斜面のうち緩斜面よりなるもので水害、崩壊に対し共に安全である。山麓緩斜面と同じ凡例を用いてある。

崖錐及麓層面は図巾中、山麓緩斜面の記号が薄い黄緑の地にかかっている部分で、一見同様にみえる。傾斜地の下方に生じた岩屑からなる堆積地形で、前者が崩落物質よりなり急傾斜の堆積面をなし、谷斜面前面、旧崩壊地形前面にあるのに対し、後者は本来斜面上の風化物質の匍行による緩傾斜の堆積面である。

山腹、山麓にそれらの分布のみみられる上方斜面は岩屑の供給を過去から現在にかけ行なっていることを示しており、山腹谷底部にみられるその堆積物は豪雨時に押し出す可能性がある。

微高地は二分して図示してある。共に低地上にみられるもので、微高地Iは扇状地上にみられる砂礫堆部の微かな嵩りである。本来扇状地は紡錘形に近い砂礫質の堆部とそれを纏うが如くに走る網目状の乱流跡によって特徴ある微起状を示すが、

* 本5万分1地形分類図に示した干拓地の成立年代別区分、及び、分布は時代未詳の団地を除き、国土地理院「有明海北岸低地高潮調査報告」による。

人為的改変もあって必ずしも地域内において明瞭ではない。ここでは砂礫堆部のうちの著しいもののみを示してある。

微高地Ⅱとして示したものはより低位の低地地形面中にみられるもので自然堤防、砂嘴などの他、人工的な盛土によるものも含めてある。自然堤防は洪水時に河道をあふれた河水がその荷重を河道縁辺に堆積することによって形成される。この地形は低地の性格が扇状地本体をはなれ三角州的な性格を帯びるに至って形成されるもので、図中内においても北縁の扇状地末端より現河道或は旧河道に沿って狭長な分布をみせている。その分布密度の大なのは筑後川沿いを除けば、扇状地前縁低地の部分で、この地域がいわば自然堤防帯にあたることを示している。また鹿島市街北域は国道に沿い北方に延びる砂嘴上にある。

これらの微高地は浸水を受け易い低地地形中において冠水することはあっても浅く、且つ排水も早く、防災上の意義は大きい。洪水に対し低地中において同様の性質を示す人工的な微高地である盛土地もこの凡例にて示してある。

自然堤防は現河道或は旧河道に沿って形成されたものであるから、その平面形、連続性、分布様式或は河道の分布との関連などから自然堤防と盛土地との大略の区分は判読出来る。

また自然堤防の分布はその低地の性格に規制されることも当然であって、佐賀市街北域の扇状地前縁低地部のそれは、扇状地性の乱流した旧河道毎に自然堤防を蛸脚状に派出しており、典型的三角州地形地域における曲流する河道に沿うものとは明瞭な相違を認めうるのである。

旧河道は字義通り、低地地形地域にみられる自然的或は人工的に放棄された河道の部分で、その成因よりして低地一般面に比べ一連の凹所をなしている。

地形地域の性格よりしてそこに認められる旧河道にも特色ある形態、分布があり、扇状地上のそれは扇頂を中心として直線状に放射し、扇状地上河川の乱流の様子を想起させること、祇園川扇状地に典型的に認められる。また、筑後川、佐賀川、嘉瀬川、牛津川、六角川、塩田川の下流部の三角州地域には著しく屈曲した一連の凹所が連続して

いる。

低地地形地域内において前記の微高地とは逆に、一般面よりも浸水しやすく、また浸水深も大で、排水しにくく、従って浸水期間も長期にわたる。また洪水流の流路ともなりやすい。

地形分類図上のⅠ、Ⅱは夫々明瞭なもの、不明瞭なものをあらわしている。不明瞭なものは、一般面との比高が小さく、現地にあっても注意を怠ると気付かぬが如きものであって、空中写真像にては追跡可能な部分である。このⅡにあっても洪水に対する諸性質はⅠと本質的に変らない。

河川敷Ⅰ、Ⅱは夫々堤外地の堆積物が砂礫質、泥質なることを示している。河川の運搬作用は主として洪水時に行なわれるから、Ⅰの部分においてはそこを流れる洪水流が扇状地上の河流と同様であることを示す。嘉瀬川に沿っては固定された河道に沿ってその部分は扇状地帯をはなれて下流に達している。

天井川は人工的に堤防を建設した結果、河床が平野面よりも高くなった川筋であって、固定された河道部に堆積作用が集中している。扇状地よりのびる河道に典型的にあらわれる。その地形的性質からして、一旦破堤して周辺低地へ洪水流を送りこむと、その部分にはげしい浸蝕と堆積を行なう。破堤して河道を変じた川筋は自然状態にてはもとに戻ることはないのも扇状地上の河川にている。

ボク山には高さ100mを越えるものがあり、排水溝の整備、流出防止堰堤の設置などを要するものがある。豪雨時に一旦、崩壊流出を起せば土石流状の激しい災害をひきおこすであろうし、その再堆積の場所によっては地汙りによる押し出した土砂にもみられることがあるように谷底を堰止め、一時的沼湖を出現させる可能性をも有している。その場合バックウォーターによる浸水、その堰止せる土砂堤の欠損による下流部の激しい洪水などが想定される。

人工平坦地は字義通りの解釈でよいが、この場合低地部の盛土、水面の埋立地を含めない。ここでは切り取りによる人工的な平坦化地を示している。切り取り土砂により一部盛土した部分があるものも含めてある。人工的に、激しい浸蝕の場となる地形的不整合面を出現させたのであるから切り取り斜面の崩壊等に留意する必要がある。

主要分水界は山地の地形配置の大綱を把むのに便ならしめ、且つ主要な板谷の流域を明瞭ならしめる程度に描いてある。特に何次の谷の流域を示すという計測的概念は加えていない。

地形界は地形の大分類、中分類から微地形要素に至るまでのすべての地形の境界を示している他、低地内において傾斜の変換、形成にあずかった河川の性格の相違、或は明瞭な地盤高の相違等のみられる時などには地形分類図上同色、同模様であらわされる同一地形内であっても地形界を描いて、地形上差異のあることを示してある。実際には嘉瀬川右岸、川上にて取水する西芦荻水道に沿うものと、城原川右岸、長崎本線北方にみられる合流扇状地内の傾斜の変換線と、三角州地形区内の佐賀市街南西方にみられる条里制土地割の遺構の分布地域、非分布地域、別言すれば陸化時代の新旧による明瞭な界線があるのとである。

扇状地内その界線が水害に対して意義のあることはすでに28年6月水害時の調査結果との対応において明瞭であり、三角州内のそれも後述の地盤高調査結果より極めて意味のある線であることが分る。

I・4 人工構築物と水害

凡例の堤防以下、低地部の水害防止或は水利に關与するような人工的構築物を示した。堤防は河川堤、海岸堤とも示し、干拓地における第二線堤、更に内陸部にあっても現存するものをすべて示してある。内陸部において堤体の除去が進むものは残存しているものをその実存に則して示してある。堤防が河川洪水からも、高潮洪水からも堤内地を護るべきことは当然ながら、更に堤内地に洪水の氾濫をみた場合に洪水流の動きを大きく規制する動きをするのである。第一線堤を破って侵入した高潮洪水も第二線堤で侵入を阻止されるが如き、また河川洪水に際しても堤防で囲まれた団地毎に浸水状況が異なるが如きものである。

鉄道、国道も堤防同様やや強い表現をとってある。防災地図として、主要交通機能を明瞭に示す必要があると考えたことと、その多くの部分が低地面に盛土し、洪水流に対し、堤防と同様の意義を有すると考えたことによっている。この点、更に主要地方道程度まで描示すべきであったかも知れぬ。

このような人工構築物が洪水の浸水に対し大きく影響することは28年の洪水氾濫状況をも

明らかである。すなわち、佐賀平野西縁部でその浸水日数をみると、嘉瀬川右岸、堤防にはさまれた塩土井で6日、やはり嘉瀬川と祇園川の堤防に囲まれた堀江で5日と長く、同じく扇状地前縁低地ではあっても祇園川右岸では2日である。また久保田駅北域の三角州で3日程度であるが国道と長崎本線の間で5日、徳万付近の国道とやや北方の堤防に囲まれた三角州で6日となる。牛津川筋でも国道をはさみ以北の上流域で7日、以南で5日と上流部の洪水流が国道により堰止められたことを示している。また氾濫の経路についても地物の影響が、地形のそれと共に關与していることが知れる。ジュディス台風時の佐賀平野の洪水流動方向についても同様の事実が知られている。

クリークは佐賀平野に特徴ある景観を与えている。

佐賀平坦部において、土地条件の相違により変化するが行政別にみてその全面積の7%から20%にも及ぶ面積を占めているといわれる。そしてそれらのクリークは図にみられるが如く、互に連絡して系統別に特異な水路網をなしている。

その平面形をみると特徴あるパターンが認められる。

第一の型は、筑後川右岸の柳川北域、城原川兩岸、巨勢川沿いなどの地域に典型的に分布する湾曲に富む無定型のものであり、旧藩筋に起源をもとめることが出来るタイプである。

第二の型は筑後川右岸諸富所から佐賀市周辺に多くみられる条里遺構に沿うが如き方型の平面型を有するものである。

第三の型は白石型とも呼びうるもので白石平坦部に典型的に分布する。すなわち、直線状の通常の用排水路的型態を有している。江北町、芦荻村、久保田村付近も相似た平面型を示している。

これらは夫々の土地の自然的成立の条件、またそれに関係する開発の歴史的條件、水利条件等によって独特の発達を示したもので、調査地域内の無定型型は、現干拓地にみられる無定型の水路が滞に連続するように、これも旧藩筋にあたりと考えられる佐賀江に連続する巨勢川流域、中地江流域の三角州にあり、東西に多布施川、城東川系の扇状地前縁低地があり、その中間、伊賀屋付近がやや地盤を嵩めているので全般的にみると周辺部よりやや低い地盤地域となっている。ジュディス台風時のこの付近の洪水は鉄道、堤防に多分に影

響をうけつつも、伊賀屋駅の両側のこの型のクリーク分布地域を南下した。

この第一の型が筑後川左岸に多く、その屈曲した高密度の分布について、用水の貯溜を目的とした点が考えられているのに対し、第二の型は、筑後川の左岸で、そのアオ（汰水）を取水したり、北城より流下ある諸川より用水を得ることが可能な地域であって、一般的に前者に比べてその密度が小さい。条里の地割りが明瞭に認められ、平坦部本体において陸化がはやかった部分である。

白石平野では、条里の遺構に沿うものが廻里、白石付近にみられるはするが、一般に、直線状に延び、平行することの多い明瞭な水路形態をとっている。杵島山麓にみられる湧水、数多の溜地により用水を確保出来ていたからと考えられる。

以上のクリークの各類型は、地形分類図上に図示されており、他の諸条件との関連のもとにその分布を考察出来るが、この図においてクリークⅠ、Ⅱ、Ⅲとしたのはここで述べてきた平面分布の類型によるものではなく、その断面型において区分してある。

クリークⅠは一般田面を一連の斜面で切り込んでいるいわば普通の断面を示すもので最も普遍的に存在する。

クリークⅡは一般田面とクリークとの間に段丘状の一段低い田面を有するものである。この「下り田」とか「溝上田」とか呼ばれる小段丘状田面は、クリークより足踏式の水車で揚水する便を計ったこと、崩れ落ち面積をせばめた部分において、クリークが河流などから流水を得られるような場合には、クリークの貯水機能を減退させたままその部分の水田として利用したことによっている。調査地域内では佐賀市西城から久保田村にかけて、佐賀市街地東方に集中的に分布する。その形成の要因を前記の后者の如く考えれば、少くもこの分布集中域では当初のクリークの貯水量を減じて差支えない丈の用水は連絡するより上部地域より供給され得るようになっていていると考えられる。この下り田或は溝上田はその位置及び形状より一般田面より浸水を受け易く、満水時の浸水深、期間ともより大であることが明らかである。

クリークⅢは平面分布の第三の型と同様白石平坦部に典型的に見られる。その断面形Ⅱとは逆にクリーク沿いに、掘り上げたと考えられる泥土による堤防様の嵩りがみられる。両側にみられるこ

ともあるが片側のことが多い。図上には存在する側に点線を付して示してある。ここでは平面分布においてみたように、溜地としての機能でなく用排水路としての機能が一義的であったと考えられるので、長年月の間、クリーク側壁が崩れ落ちることがあっても直ちに掘り上げて原形に修築する必要があったのではないかと考える。

またこのⅢに関連して、この白石平坦部或は鹿島の低地部において古いクリークに沿う堤防に起源を有するとみられる「うね」（畝）と呼んでいる堤防上の嵩まりが田面上に存在する。現在では分断され短小なものが多い。廻里津南東、鹿島平野の常広付近に集中しており、洪水流に対し阻害要素となり得る。図には特に高い常広付近のもの一部を示したにとどまる。

水門、樋門・樋管、堰堤、排水機場は流水の動きに大きく関与する施設であって、内水、外水の洪水災害に備え、防災用図としてより強い表現をとるべきであったと思う。またその図化にあっては現地でも得られた資料により空中写真の判読によって分類、図示した。

採石土地も復旧用の骨材、土砂の容易なる入手可能地として示した。すべて空中写真判読によっている。

凡例の最後の感潮限界は見にくく、非常に弱い表現となってしまったことは否めない。本地域に面する有明海は干満差の非常に大きい海域で、しかも本地域に排水問題をかかえる低温な三角州、干拓地が広く、満潮時の自然排水は不能な部分が広大であるから、感潮限界は極めて重要なポイントとなる。

原の河道に沿う渠境を残しつつ短絡、改修された筑後川での高潮位時の海水遡上の影響は、図巾外の久留米市瀬下にまで及ぶという。かくして筑後川沿いに遡上した塩水上にのるアオを用水とする地域の広大な分布をみることが出来るし、図巾内の主要排水機場の分布が集中する。

一方、極端な曲流形を示して東流し、有明海の湾奥に注ぐ六角川は、計画河床縦断図によれば、大町、武雄市間の河口より26Km程でようやく標高0mに達する低平さであり、図巾内の河道主要部は海域の延長ともみられるのである。感潮限界は河口より30Km上流に及んでいる。30Km点をすぎた朝見の部落名にもそれがうかがえる。牛津川筋では合流点より13Km上流、船津付近に感潮

限界がある。

塩水に充された六角川では図幅内主要部で用水源として全く利用されず、排水路と化しているが、河口部の干満差5～6mであって、排水も自ずと制限され、流域に内水氾濫の危険性を嵩めている。海域と同様ということはまた有明海沿岸に特有のヘドロが堤外地を埋めることともなり、洪水流の通過状況を悪くする。かくしてこの流域は内外水とも氾濫をおこしやすく、満潮時に洪水流が流下するときその氾濫は著しい。

住ノ江橋上流に計画されている防潮水門が実現すれば流域の利水、洪水防禦に大いに貢献すると考えられる。

II 嘉瀬川低地の地形分類

II・1 1万分1地形分類図

前述の様に、我々は、有明海北岸地域における水害防止のための総合研究において、地域全般の地形の特性、地形地域に対応して発生する水害の地域特性等を概括的に理解するため、研究地域を中心として、白石・鹿島の平野を含む調査地域を設定して地形調査を行ない、その結果を縮尺5万分1の地形分類図とした。

一方、総合研究において、内水氾濫による災害を水文学、水理学的側面より研究するための試験地として佐賀市街地西方の本庄江流域の三号支川区域が選定され、水害の実態を水理学的に現地での観測及び模型実験によって研究がなされることとなった。

試験地は水理学的に氾濫の実態を研究するに便が良く、かつ、内水氾濫地域の一典型をなすとされるが、それを地形上の土地条件よりみればいかなる地域であるかを明らかにする必要があるし、また試験研究の結果を拡大適用する場合にも大縮尺の地形を主とする土地条件を示す図を必要とすると考えられる。そこで、この試験地を含み嘉瀬川、多布施川、本庄江に囲まれる紡錘形の低地地域において大縮尺の地形分類図を試験的に作製することとした。

縮尺は1万分1とした。当該地域は地形の変化に乏しい平坦な三角州性低地によってその大半を占められていること、研究の性格上、或る程度の地域性を把握しやすい縮尺にとどめたかったこと、10mが図上1mmという縮尺はかなり微小な地形の表現が可能であること、上下二面によって扇状地から干拓地への地形変化をおさめうる、用い

やすい図割が得られること、などによっている。

調査にあたっては国土基本図1万分1空中写真、及び同上2倍引伸し写真を括用した。1万分1縮尺の地形分類に関する経験に乏しいので御批判を得れば幸いである。

II・2 地形の分類と水害

1万分1縮尺の嘉瀬川低地地形分類図においては地域も限られているし、縮尺の相違による表現内容の変化もあってその凡例も異なる。

地域にあらわれる台地は低位台地のみである。黒褐色腐植質火山灰或はその二次的堆積物をのせる比高に乏しい低位の開析扇状地面で末端部では比高1m～0.5mにも低下し現氾濫原下に没する。末端の一部では異常の洪水時に浸水の可能性があるが、一般に洪水の浸水に対し安全である。

扇状地は一般面の他、微高地、微低地を区分した。

微高地は砂礫堆と称すべき嵩まりであって扇状地上の洪水流による激しい堆積の所産であり、一般面より0.5～1m高く、浸水に対しやや安全で、浸水してもその時間は短い。地域の扇状地地域の集落は殆どこの上に発達する。このように三角州上の自然堤防と同様の意義を有しつつも、扇状地上の洪水流の破壊的性質を考えるとその安全性は割引かれねばならない。

微低地は字義通り一般面より微かな凹所をなすが、旧河道が一連の狭長な凹所をなすのに比べ、砂礫堆同様の拡がった平面形を有し、洪水流による激しい洗掘部である。旧河道同様浸水危険度高く、洪水流を招きやすい。

扇状地地域内にあつて、微高地、微低地の分布をみると断続的ではあるが一連のつながりがあることが読みとれる。佐態～駄市河原、北村～五領～長瀬、岸川～蛸久、増田～鍋島、右岸において川上～東山田～立石～下戸田～平田と連続する。これらは夫々乱流の一時期の堆積、浸蝕の状態を地形に印したものである。

一般面は扇状地地域にあつて前二者以外の部分で、扇状地内にあつては比較的穏かな堆積をうけた所である。しかし前記の微起伏に富む部分は一般に洪水の流動を阻害することもあり、今後、破壊地点如何によっては激しい浸蝕、堆積の場となる可能性のある部分である。

三角州は上位、下位の二面に区分した。

三角州上位面は扇状地前縁低地の前面より漸移

し、本地域三角州の本体をなす。地表下70 cm~150 cmで青灰色シルト質粘土よりなるいわゆる有明粘土層があらわれる。扇状地前縁低地上、旧河道に沿っては数条の自然堤防の発達が見られ、更に本三角州上に連続する。鍋島小・中学校付近を東西にのびる自然堤防の北側の三角州面は後背湿地性で表土はやや泥炭質である。

この地形面まで南下すると水面を実形で示し得るいわゆるクリークが出現する。条里に沿うが如き直交型の平面型を示すが、無定型のものもみられる。即ち森田付近より南下し、鉄道をこえて荻野方面に向うものがそれであり、森田付近の自然堤防、旧河道の分布よりみて、陸化前の滞に基いたものであることが明瞭である。

三角州下位面は上位面の前面にあり陸化がより新しい低平な河口の堆積面であって、地盤もより低い。三角州面はその前面に行くに従い漸次地盤を低下させるのは一般であるが、本研究地域においてはその中途において明瞭にその縦断形が分断された地盤高の分布に差異がある。その境界は水理試験地南方の有重、中原、十五を結ぶ線において最も明瞭で、更に嘉瀬川の曲流帯に沿って北上し、長崎本線付近に至る。本庄江の左岸においてはこの境界は明瞭さを欠いている。

地盤の上で明瞭に一段低いこの三角州下位面はクリークの平面形態の上でも明瞭な違いをみせる。上位面が直交する格子型を基本とするに対しここでは直線の平行型が卓越する。これは土地の自然的、社会的成立過程の差を表すもので、前者においては条里制の土地割に基くもの、後者は条里制以降の成立になるものと考えてよい。

すなわち、5万分1地形分類図において三角州地形面内における地形条件の差を示すものとして示した地形境界が、この1万分1図における三角州上位面、下位面の境界であり、その遺構分布よりみて、条里制施行時すでに成立、生活の場となっていた地域と当時未陸化、潮汐平地をなしていた地域の境界を示すことになる。

この地域は人為的な陸化地域が広く、新田、新町、新屋敷から掘にいたるまで新期の造成に因む地名がみられる他、文献*によっても明らかに干拓地とされるものが含まれている。しかし乍らここでは四冊を旧干拓堤防で区切られている団地の

範囲を干拓地としたのである。

三角州下位面は三角州について一般的にいえる水害のタイプを示すのは勿論、上位面に比し、洪水時の浸水深、浸水期間共より大となる傾向を示す。また嘉瀬川、本庄江間の南北方向に平行して走るクリークは、高潮の浸入に際してはその内陸への進入を潤滑にする危険がある。

上下の三角州面にはクリーク沿い段丘状低地を示してある。これは「下り田」或は「溝上田」であって、上位面の不定形クリーク部を除く全般、下位面の直線平行型の部分を中心に分布がみられる。洪水氾濫時の浸水は一般面より頻度が高い。

干拓地は「佐賀県干拓史」により5万分1図とは別に時代区分してある。28災時の浸水日数が、嘉瀬川右岸でみると、旧干拓地である下位三角州の掘で6日、東新地干拓地で7日、図幅南西縁の干拓地で8日と現海域に近い新干拓地程浸水日数が長い。一般に浸水深も大である。

海域に直接面し、地盤の低湿な本地形区は高潮洪水に際しては最も危険なことはすでに述べた。本庄江河口左岸にも干拓地がひろく発達するが、その干拓地内に滞の形態をとどめるクリークが定まる。これは現海域の滞の分布に連続するから明らかであるが、一般に滞は高潮の襲来経路として最も一般に認められるものである。この部分の防潮には最大の注意が必要と思われる。なおこの干拓地より元相応方面に旧河道で表現した低湿地が延長するが、滞筋型のクリークが走り下位三角州面にあっても特に陸化のおくれた洪水氾濫に危険な地域をなしている。

II・3 1万分1地形分類図における人工構築物

先に5万分1図と洪水氾濫との比較においてみたように、洪水流動方向、浸水深、浸水日数等の洪水状況に人工構築物は大きな影響を与え、地形的条件を無視するかの感ある部分もある。

これを1万分1縮尺において考究するに際しては、洪水氾濫は更に人工構築物により変容を遂げることが十分に考えられる。既往洪水時の1万分1スケールの氾濫状況図が得られないが、5万分1図に図示したもの他、更に細かな氾濫状況を變えろと考えられる項目を追加図示した。

盛土地は自然堤防と区分したが、自然堤防上に盛土した部分もある。

堤防は洪水流による洗掘、破壊に対する抵抗力を考えコンクリート、土の区別をしてあるし、土

* 佐賀県干拓史

堤については護岸の状態を示したのも同様の意味である。

水門、樋門、樋管は土木技術者間で適用されるものと若干異なり以下のように分類してある。水門はいわゆる水門であって、開水路明渠上或は堤防の一部を切断して設けられたもの、樋門は道路、堤体下にあつて、流水調節の機能を有するもの、樋管は道路、堤体下に溝渠のみ通ずるもので、微小なる暗渠をなすものである。

何れも洪水流の流動に大いに影響すると考えられる。

橋梁は交通機能上、また洪水流の流下を阻害する可能性を有するなど、地域の人工構築物として重要と考えられる。その堅牢性から、鉄或はコンクリート橋と木橋を区分し、更に流木などをかけて洪水の流れを阻害する恐れが多い有脚橋と然らざる無脚橋を区分した。

上記の諸構築物の図化にあつては1万分1、及同上2倍引伸しの空中写真の判読後現地点検を行った。

またこれらの調査は嘉瀬川、多布施川、本庄江に狭まれた地域についてのみ行ったものである。

Ⅲ 地盤高図

Ⅲ・1 地盤高図の意義

地形は単に地表の形態のみによって扱えられるべきでなく、その成因、構成物などその質的な吟味が重要であることは前述の如くである。

しかし、地形が各種の斜面の集合であるには違いがなく、地表の形態そのものの把握を等閑に付することは出来ない。地形分類図が等質地形要素、地形地域のひろがり、分布を巧みに示し、それらがいかによく水害型との対応を示すとはいえ、地盤高の分布、地表形態の量的な認識を伴うことにより一層その地形、或は洪水に対する理解を深められる。同じ地形要素、或は広く同一地形地域内にあつても各々の形態に個性があり、それらを地盤高、傾斜、微起伏などを通じてよりよく理解するのである。そこで低地地域においてその地盤高を測定し、地盤高図として低地地形、洪水型理解への一アプローチとしたのである。

ここで地盤高図を軸に考えてもそのみで地形洪水に対する充分なる理解を得ることは容易でない。つまり地形分類に関する調査と地盤高の測定、詳細な土地の形そのものの測定は、その土地とそこに展開するであろう洪水の性状を理解する上で

相互補完的關係にある。

地表の形態を容観的に量的に示すには海面に等高の点を結んだ線で示すのが一般である。地域の地形図も縮尺に応じて定められた間隔の等高線を用いて地形表現の基本としている。地形図の等高線のもつ性質のうち低地部の表現に関して一般的にいえば、それらは低地上の道路などの微高部に散在する標高点をもとに地形の大綱を表現しているのであつて、低地内の切崖面の性格を有しているともいえる。

そこで地形分類図に対応すべき詳細な低地地形の地盤高分布を示すためには、実際の低地の地形、田面の海拔高度の分布を知る必要があつた。そのため新たに簡易水準測量により路面ならぬ田面の地盤高を把握し、等地盤高線を求めることとした。

調査範囲は調査地域のうち、佐賀市街東域以西の低地主部を覆うこととし、地盤高線間隔は主曲線を1m、間曲線0.5mとした。

このために実施した簡易水準測量の路線延長は延33.7Km、測量の実施に当っては地盤高分布の特性の把握に容易と考えられる路線を摘出し、つとめて田面の地盤高を測定するように指導した。^{*}実施は39、40の2年度に亘り共に晩秋から初冬の水田に水のない時期であつて、指定した路線に沿う田面に直接おろして測量するか、或は測定した道路上の簡易水準点より田面までの比高を測定する方法をとつた。

調査地域の面積よりすれば1Km²当り1Km以上の簡易水準路線を有したが、極く平坦な三角州、干拓地の地形地域が発達するので1万分1空中写真の判読による地盤高線の描示はかなりの難作業であつた。

得られた地盤高線は地図利用者の便宜のため5万分1、1万分1図共、地形分類図上に合刷した。

なお、洪水防禦上重要な堤防については、出来るだけその比高を示してある。

Ⅲ・2 低地部の断面形態

調査地域において低地の主要部は三角州によって占められている。佐賀平坦部においてその分布をみると、運搬堆積する荷重の多い筑後川方面に広く、有明海の湾奥部をなす六角川河口に面する

^{*} 国土地理院九州地方測量部の監督指導のもとに九州復興事務所(39年度)、帝国測量KK(40年度)に外注した。

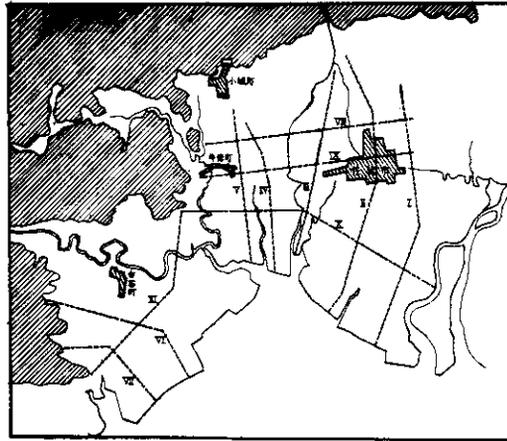


図 2-1 断面位置図
Locations of profiles

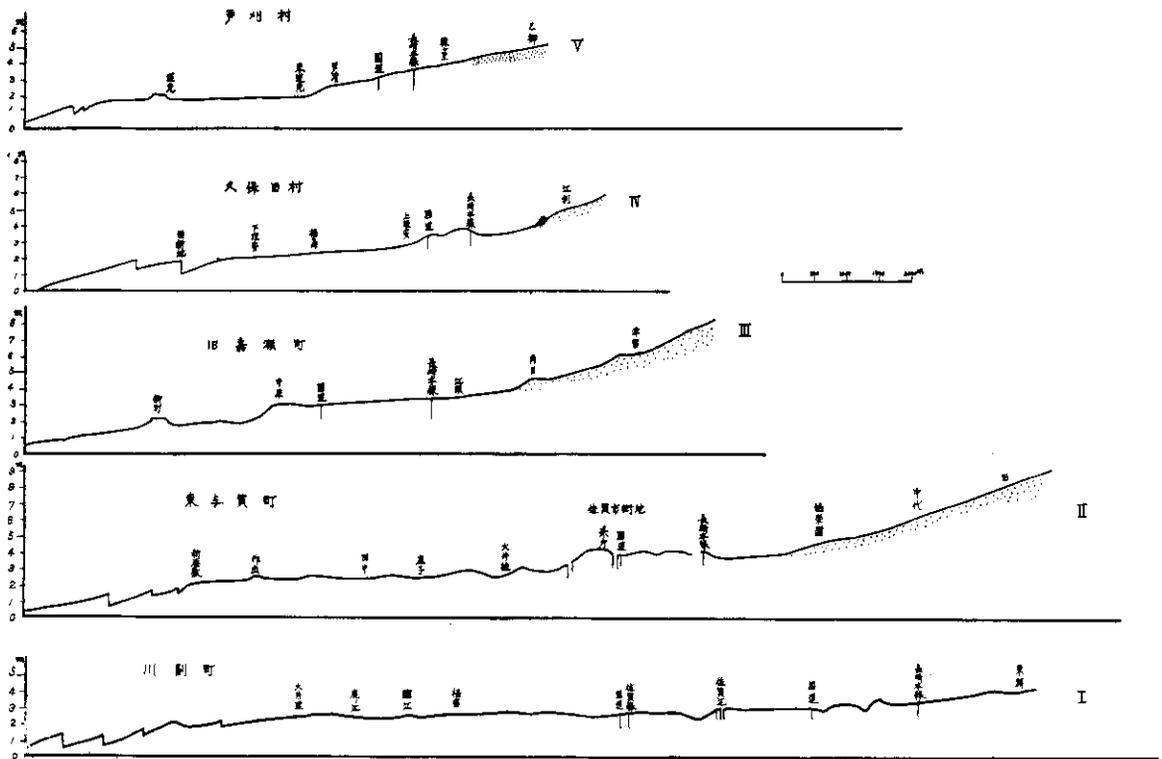


図 2-2 佐賀平野の縦断面
Longitudinal profiles in the
Saga plain

すると以下の如くなる。

川副町、犬井道付近より佐賀市東方巨勢川に沿っては2m高より北上して佐賀江を越える辺りでようやく3mを越え、巨勢川右岸の不定型クレー部分にやや狭くなる。それを地盤の分布より概観

クの卓越する部分で3.5~4mとなり扇状地前縁低地に移化する。その間、微起伏はあっても、国道34号線を越えてやや傾斜を増すが、全体としてさしたる傾斜の変換も不連続部もない。この前面には、巾広く干拓地が造成されていて、鋸齒状

の縦断面を示し2 m以下の部分となる。この干拓地前縁よりこの断面に沿う三角州面(干拓地を含む)の平均傾斜は $1/3880$ 、地形分類図上の三角州本体で $1/5950$ と極く緩傾斜である。

東与賀町、佐賀市街、高木瀬、尼寺の縦断面で地盤高の変化をみると海岸より扇状地前縁に至る間、 $1/2980$ と前者に比べるとときその傾斜を大としている。東与賀町新屋敷より、佐賀市街北方警察学校に至る三角州のみでは $1/4700$ で、これまた川副の断面より大きい。またその縦断面には佐賀市街部において大なる不連続が認められる。新屋敷2 m、佐賀市街南縁2.5 mとその間6 Kmにおいて0.5 mの地盤高度の上昇をみるにすぎぬが、佐賀市街に入って4 mを越える。市街地においては数十cmの盛土は普遍的にみられる。県庁前松原神社付近では盛土下1 m程度に青灰色シルト質のいわゆる有明粘土があらわれるが、城内にては盛土下に褐灰白色の花崗岩質砂、或は黒泥がみられるなど、嘉瀬川系の自然堤防堆積物或は自然堤防間の後背湿地性の堆積物があり、佐賀市街が基本的に自然堤防よりなる微高地に発展し、市街地をひろめると共に微起伏を埋め、今日の如き、地域にあっては大なる微高地を形成したものと考えられる。

佐賀市街北方はやや後背湿地性の三角州面となって地盤を3.5 m前後に下げ、その北縁部は4 m付近で扇状地前縁低地に接している。

試験地を含む嘉瀬川、多布地川、本庄江間にて同じく縦断面をとるとき、非常に明瞭な傾斜の不連続が認められることに注意したい。この点は、5万分1地形分類図において三角州内の地形界線として描示した線上にあらわれ、1万分1図において三角州上位面、下位面の境界線上にある。

海岸線より中原を経て鍋島町角目北方にいたる三角州全般の平均傾斜は $1/1930$ であるが、中原前面において地盤高に1 m余の急変があり、その前面についてみれば三角州のみで $1/3000$ 、その後方は $1/2700$ 、北縁の角目以北の漸移部を除くと $1/3800$ となる。

嘉瀬川、境川の間、久保田駅を経て北上する低地部では、干拓地は著しい鋸歯状の縦断面を示しつつ2 m高にまで上り、国道南方の上恒安に至る約3 Kmの間1 m弱の高距を加えるのみで、ここに2.5 m前後の微起伏に乏しい極緩傾斜面を形成する。

上恒安にて傾斜の変換を示した三角州面は江利南方、4.5 m線を越えて扇状地前縁低地に接する。全体としての平均傾斜は $1/1830$ 、上恒安以南の三角州で $1/2900$ 、以北で $1/1100$ と傾斜を増す。

佐賀平野西縁の芦荻村、牛津町に至る低地の干拓地、三角州の縦断面には、明瞭なる地盤高のギャップと傾斜の変換が認められる。

干拓地、三角州は全体として $1/1620$ であるが、約1.5 m高に始まる三角州面は東道免に至る約3.5 mの間、2 m弱の地盤高を保つ平坦さであり、東道免、芦溝の間で0.5 mを加え、以北は扇状地前縁低地との境界4.5 m弱に至る間、直線状に $1/1100$ の傾斜で高度を上げている。

白石平野のうち、有明干拓地から築切堀、築切、吉村を経て杵島丘陵麓に至る断面をみると、干拓地は、いわゆる海拔0 m地帯を含め1 m以下の部分が広いが、三角州面に入ると築切、吉村の間に2 m前後の海拔高の地盤が展開する。

吉村より久治の間は約 $1/1000$ の傾斜を示し、上記の2 m面との間に傾斜の変換を示している。久治を過ぎ、山麓部の嘉瀬川部落にのびる断面は、3.5 m強に数千万1の極緩傾斜をあらわし、山麓に接している。

白石平野南城、有明町についてみると、有明干拓地前面より、牛屋、廻里津を経て坂田に至る断面は平均 $1/2300$ の傾斜であるが、ここでも2 m前後の地盤高の三角州面が牛屋より古賀に分布し、以西は $1/1000$ の傾斜を保って3 m強にて丘陵縁に達している。

次に、低地主部の横断面形を概観する。そのため佐賀平野において東西方向の三断面、白石平野において南北方向の一断面を地盤高図より作図した。

佐賀平野における第一の断面は、三角州面の北縁部に近く、長崎本線にほぼ平行してその北約1 Kmの点を連らねる断面である。

この断面にあっては、扇状地前縁低地及びその中に微高地を連らねる自然堤防が北方より処々突出するので微起伏に富む断面が得られる。

牛津川に合流する晴気川より東1.5 Kmの間に3.5 m高の地盤高を示すが、その東方に二条の微高地があらわれて地盤高は4.5 m前後になる。以東の三角州面の地盤高は、微起伏を伴いつつもほぼ4 mにあり、佐賀市街北東の巨勢川系の低地部で3.5

mとなる。この間にあっては微高地をなすのは扇状地前縁低地、自然堤防が殆んどであるがその微

起伏の比高は、それをもたらした地形の末端部にあることもあってせいぜい50 cm程度である。

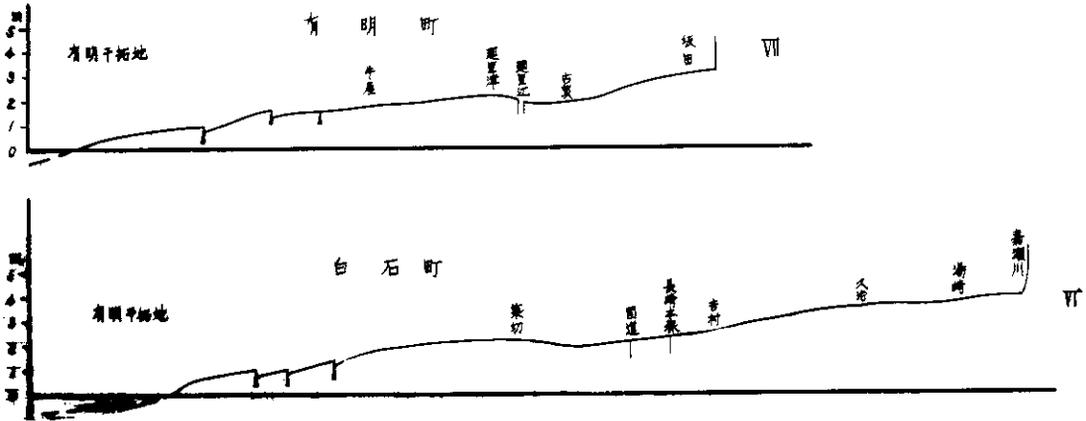


図 2-3 白石平野の縦断面
Longitudinal profiles in the Shiroishi plain

なお三角州内にあっては微細な地盤高の変化があるが、扇状地前縁低地の分布に随伴する三角州地形の変化に主として対応しており、その変化の度合は更に小さい。

第二の断面は長崎本線に平行し、その南方1kmを牛津町より佐賀市街中心部にかけて通る。

前断面に比し、当然全般に互り地盤の高度を下げている。西より牛津川沿いに2 m弱、牛津町天満町で1 m明瞭に地盤高をあげ3 m、以下3 m前後に微起伏に乏しい三角州面を連続させる。その連続を断つものは佐賀市街地の部分であり、一般面に対し1 m~1.5 mの比高を加えている。ここでは自然堤防の微高地上に一般に盛土が行われている。佐賀市街の東城は再び3 m高となる。

以上、この断面にあっては、3 m前後の極く平坦な三角州面の卓起すること。佐賀市街地が、地域にあっては非常に明瞭な微高地をなすことが特徴をなす。

調査地域の東城において三角州の前進が進みその巾を拡げていることもあって、第三の断面を干拓地の内陸側より1.5~2 km点を連らねる線上に求めた。

江北町御獄山より東に伸びる稜線未滿の鳥屋より東方に向っては牛津川に至る間、3 mの地盤高より1/750程度の傾斜を示して低下し、牛津川に沿う1 m高の地盤地域となる。芦刈村牛王より再び地盤高を上げ、2 m~2.5 mの地盤地域を

形成しており、早津江河右岸より2 km付近より急速に1 m前後にまで低下する。この間、2~2.5 mの一般面に変化を与えているのは断面のほぼ中央、嘉瀬川、本庄江の河口付近の三角州面であって、比高1 m程度の微起伏がみられる。元相応付近の著しい凹断面形は、付近を北東-南西に走る元の入江、その中の滞筋に対応したもので、地域の陸化は最近のことである。

白石平野において、鳥屋より福吉、築切、牛屋を経て有明町室島に至る断面をみると、六角川沿いが特に低平な部分がみられる。すなわち、北岸山麓の鳥屋より現六角川河道に至る間1/1000程度と地域にあっては比較的急な傾斜で地盤高を減じ、六角川の曲流帯の部分で1 m程度に低下する。その間、下分付近の1.5 m~2 mの部分に傾斜の変換がみられる。

六角川の南城は福吉付近に至って漸次高度を増し、平野の主部は2 m前後に平坦な三角州面を展開している。

Ⅲ・3 地盤高分布よりみたる低地の特性

簡易水準測量による地盤高の測定を行い、地盤図を図化し得たのは調査地域の扇状前縁低地三角州、干拓地の主要部のみであるが、等地盤高線の配置、前節でみたその断面等から当該低地地域の特性をみることにする。

沖積世の海進以後、その浅海底の堆積面上に薄く延長河の堆積物をのせているのが地域の主要な

低地地形をなす三角州であるが、その上根、扇状地前縁低地との境界を佐賀平野でみれば、前縁低地の延長部で3 m以下に達する所や三角州の湾入部で5 mに達する所もみられるが殆ど4 mから4.5

の間を占める部分が多い。この三角州は海域の青灰色シルト質粘土の上に陸域の褐灰～灰色の薄層の粘土質堆積物をのせるのみで、沖積世海面上昇時に海進をうけた地域としたが、地盤高の分布よ

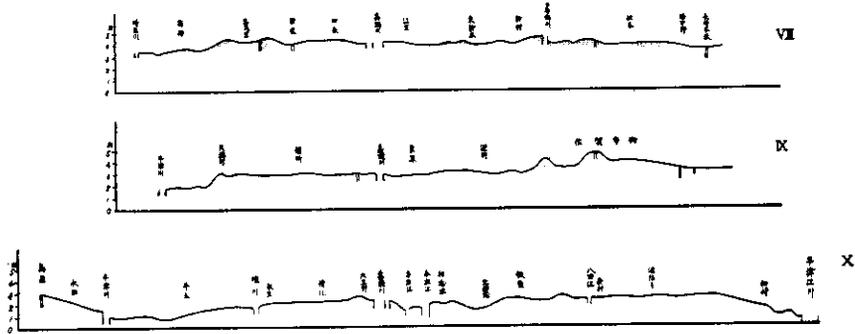


図2-4 佐賀平野横断面図
 Transversal profiles (E-W) in the saga plain.

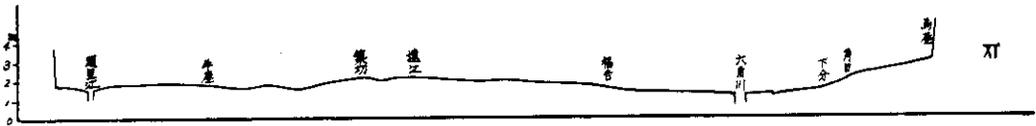


図2-5 白石平野の横断面図
 Transversal profiles in the Saga plain.

りみれば最高の海面上昇は現海水準より4～4.5 mと一応認めることが出来よう。

一方、部分的に得られた簡易水準測量の成果から地域の大河、嘉瀬川の扇状地末端の地盤高をみると5.5 mから7～8 mにあり、成果は得られていないが、空中写真上での判読などからみて、その両翼の扇状地地域の末端もほぼ同様である。かくして、自然堤防帯に相当する扇状地前縁低地は4乃至8 mの間を占める。

地域にみられる扇状地にせよ、扇状地前縁低地にせよ地域の海退に伴って前面に進出した地形であって、その先端部は、三角州の基盤をなしている海岸平野上に重合していると考えられる。

事実、嘉瀬川開口部左岸、金立水路が巨勢川系の扇状地末端部を横断する友貞付近でみると、砂礫質の少くも2 mはある現扇状地堆積物下に、い

わゆる有明粘土層と考えられる青灰色や、泥炭交りのシルト質粘土層があらわれ、沖積世海進時の海域が、本分類図上の三角州面の範囲のみでなく、扇状地地域の末端部には及んでいたであろうことを示している。友貞東方の観察現場の地盤高はその部分に今回の測量が及んでいないので、明確に記し得ないが、6 m以上6.5 m程度とみられるので、青灰色シルト質粘土層の表面は海拔4.5 m程度にある。

またこの地点は前節でみた佐賀平野の縦断面形のうち最東縁のほぼ延長上にある。この断面では佐賀江をこえて3 m高となり国道付近よりやや傾斜を増すことをのべたが、1/3,000程度の傾斜の三角州の断面をそのまま友貞付近にまで延長

* 国辺部地盤高資料、2万/千分 1地形図及び空中写真の実体観察による。

すると海拔 4.5 m 強を示すことになり、上記の観察と一応の合致をみる。

周辺地形配置よりみるとき沖積世海進時の海面は現海面上、4.5 m 強程度であったと考えられる。

一方、地盤測定の資料のある白石平野においては、既にみた如く三角州面は西縁、杵島丘陵の麓部と極く明瞭に傾斜の急変換を示し、谷部に湾入している。

この沈降山麓線は狭小な麓層面的微高地を除き 3.5 m ~ 4 m 弱の地盤高を示しており、その地形よりみて海進が山麓に及んだことが考えられる。

また、平野西域にみられる沈降により分離した小丘の縁辺にベンチ状の地形が認められ、海蝕を受けた崖下の位置は田面より 2 ~ 3 m* は高く、田面の地盤高が 3 m 強であるのでその海拔高は 5 ~ 6 m に達するとみられる。しかし、このような地形が高潮水位付近に形成されるものとするとき、海域の潮位差を考えれば 6 m にあっても、佐賀平野でみた海進時海面高と矛盾しない。

さて、その上縁において以上の如き地盤高、異種地形との関係を有する三角州面は、前節に示した断面を示しつつ漸次低下する。佐賀平野でみれば、その縦断面の平均傾斜は東側の断面で緩であり、西するにつれて傾斜を増していることが認められる。

また、三角州内における縦断にあらわれる傾斜の変換も西域において顕著にあらわれる。

東側の断面 I においては佐賀に、国道付近に不明瞭に認めうる程度であるが、II においては佐賀市南面で顕著となる。しかしこれは人為的な盛土によりやや強調されている。III においては極めて明瞭に国道南 1 km にあらわれる。IV も同様で国道のやや南方、佐賀平野西側、V の断面で国道南 1 km に極めて明瞭である。

断面における遷移部*1) にみられる比高は、I においては殆んどなく、*2) II において現状において 1 m 強、III で 1 m、IV で 1 m 弱、V では明瞭ではあるが 0.5 m である。

この一連の遷移部を境として、三角州上、下両面は平均傾斜を異にし、一般に上位面で急、下位面で緩である。

また地盤高の分布に差がみられることも当然で、全体として上位の三角州は地盤高 2.5 ~ 3 m 以上

* 空中写真により家屋の高さと比較した値であるので信頼度は低い。

にあり、下位の三角州は 2 m から 3 m の間にある。

このような上下両面における地形、地盤高の差は洪水の氾濫に対しても、或る程度の差別的な性格を与えるものと考えられる。地盤高やや高く、平均傾斜もより大きい上位面は一般的に言えば、その排水は下位面より容易であろう。勿論、断面図にもあらわれるように上位面の傾斜も一様でなく、後背湿地的性格を有する部分も多くみられるし、地物との関係もあって一概にいえぬこと勿論である。また断面 I の佐賀江に沿う凹所は曲流跡とみとめられ、地盤高の測定はしていないが、東流する佐賀江の曲流帯及びその北縁部はやや地盤高を低くしているのが空中写真の実体観察により認められる。したがって洪水氾濫時の浸水深、期間ともその南北両域に比し大となる傾向にあり、28 災においても 1 ~ 2 日長く*3) 浸水している。

上下両面の境界が洪水氾濫において示す差にあって、高潮洪水に対するものは最も著しいであろう。地盤高 2 ~ 3 m にあって、傾斜を大とするその境界線は、洪水侵入の限界線となると考えられる。

上位面には一般に条里制の遺構が認められ、下位面には認め難い。ただし、断面 I においては福富付近にまで、断面 II においては正里東南方にまで条里制地割りを認めうるので、III 以下の断面において、奈良時代、耕作の場となっていた土地としての上位面、未だ然らざる土地としての下位面が明瞭に分れるのと異っている。この点よりすれば、断面 I における上位面は前述の線より数 km 南下し、地盤高が 2.5 m に達した所となり、断面 II においても、地盤高は 2.5 m 付近にある。

このように土地の開発の歴史からみると、地域の東域においてはその縦断面にあらわれる傾斜の変換部とは合しないが、佐賀平野全般にわたり、条里制遺構は現海面上 2.5 m 高内外までに認められること、また 2.5 m 以下の陸化の新しい低平な三角州面とは、佐賀市西域以西においてはごく明瞭に境されることが明らかとなった。

この 2.5 m 以下の三角州は現体こそみられないが古い干拓地として人為的に陸化した部分となる。

*1) 勿論この部分とても極緩斜面である。

*2) 断面 I にみられる佐賀江南方の凹所は佐賀江の曲流帯にみられる旧河道起源の凹地である。

*3) 8 日間にわたった。地盤高の分布の上で上、下両面の変換が不明瞭な東域においてこの佐賀江の洪水氾濫に対する影響は非常に大きい。

有明海域での干満差は5mに及ぶことを考えると、満潮時に海面下となるべき部分がひろく、満潮時に重なる高潮の襲来をみれば極めて危険な地域となる。

白石平野において縦断形を観察すると、佐賀平野同様上下二面の三角州が認められる。白石市街南方を通る縦断Ⅵにおいても有明町の断面Ⅶにおいても2m高に変換点があり、2m内外の極緩斜部をなん下位面と、2~4m弱の上位面に区別される。ここでも条里制遺構のみられるのは、傾斜の変換を示す2m高付近までであって、以下の極緩斜部には認められない。

この高度は佐賀平野に比べ0.5m程低いことになるが、地域に広く認められる地盤沈下による可能性が高い。

調査地域の三角州において求めた横断面形は前節でみた通りである。

断面Ⅷ、Ⅸは佐賀平野の上位三角州面に、Ⅹは下位三角州にある。

この三断面をみると牛津川、その支流の晴気川に沿い、上、下両面に続く低位面が極めて明瞭である。牛津川は一般面を1m程度刻んで曲流帯を形成しているのであって、この曲流河道跡の分布の著しい地域は洪水氾濫時の浸水深、期間とも一般面より大となる。

嘉瀬川は、扇状地、その前縁低地地域を形成し、断面Ⅷ付近において三角州地域に達している。Ⅷにおいては不明瞭であるが、以南は蛇行した河道の跡を印した曲流帯中を流下する。牛津川に比較すると不明瞭であるが、Ⅸ断面にては曲流帯が一般面をやや下刻するのが認められよう。長崎本線と国道に挟まれた部分にあたり、構築物との関係からも浸水深、期間とも大となりがちであろう。またこの地域の地盤高は2.5m内外にあり、中原前面の2m高、下位三角州面が嘉瀬川に沿い湾入した地形配置を示している。

断面Ⅹにおいては、本庄江右岸が一般面より0.5m程低くなっているのがみられるが、更に東縁、筑後川の分流、早津江川は下位三角州面を1.5m以上下刻して流れているのが注意される。

白石平野にとった断面Ⅺをみると、牛津川河口に比較してやや不明瞭ではあるが、六角川曲流帯の部分において地盤高は最低となっている。左岸においては山麓部より上位三角州にあたる地形が漸次低下し、傾斜の変換を示して1.5mから1m

程度に地盤を下げ、右岸白石側にも1~1.5m高の地域をひろげている。これは白石平野の低位三角州一般面に比べ0.5~1m低い。

以上、調査地域の三角州にみられる河道はその曲流帯を0.5弱から1.5m程三角州一般面に刻んで流下し、とくに浸水しやすい部分を形成している。

下位三角州面の前面には干拓地が形成されている。全体よりみると佐賀平野においてはその東域程その形成の幅が大であり、結局干潟の前進も大であることを示している。

干拓地における地盤の平均的傾斜は、下位三角州面に比し大きい。これは干拓地の先端の地盤高0m前後と低位にあることに直接にはよる

一団地毎の干拓地面の傾斜は更に急いで $1/1000$ から $1/500$ に近い。すなわちそのような比較的急な傾斜を示す干拓地が順次連って全体としては、よくしられているような鋸歯状の断面が形成されている。縦断面Ⅰ、Ⅱ、Ⅳはその曲型を示している。

干潟に干拓堤防が形成されると、地耐力に乏しい「潟土」よりなる潮汐平地が堤防部付近において沈下を示すことが多く、また堤防前面には潟土の堆積が継続するので、堤内と堤外の地盤高に次第に差がつくようになる。このような干拓地の形成が繰り返させる結果、順次前進してきた干拓地は全体として鋸歯状の断面形を示すに至ったのである。鋸歯の比高は最大1m程度である。

低湿な潮汐平地を人工的に陸化せしめた干拓地にとって、その前面に地盤の高い土地が存在することは、益々その排水条件を不良にしている。また、干拓地地先に毎年新しい潟土が堆積し、干拓地先端域の地盤高を越えて嵩まって行くのであるから、それを或る程度におさえるためにも順次干潟を干拓する必要があったともいえるのである。

Ⅳ・有明海北岸低地の地盤沈下

Ⅳ・1 既往の知見概観

従来から日本の各地の沖積平野において地盤の沈下が報告され、大きな社会問題としてとりあげられている地域も多い。その原因についても地下水の過剰揚水によるもの、地盤運動によるもの、未固結沖積層の自然収縮によるもの、海水準の上昇のため等々各形各様の議論がされたが、就中、地下水の過剰揚水に起因すると考えられる沈下が、東京、大阪、新潟をはじめとして最も問題となっ

ている。

ここ有明海北岸の低地においても従前より地盤の沈下が知られており、前年度速報においても若干報告した。

即ち、江北町地内、六月川北岸域にみられる局地的な著しい沈下による排水不良、常時湛水、建築物の不等沈下等は人々の目に明瞭に映じ、江北町役場、通産局等で調査が進んでいるし、石炭採掘に伴う鉱害と考えられている。

また、灌漑用水を地下水にたよることの多い白石平坦部においては、築切の上水道井の鉄管の抜け上り、福富村役場、白石町井ノ元の小学校等の基礎の抜け上り等からその表層部の圧密沈下の存在が明白であり、九州農政局は20m前後の簡易沈下計を設置して沈下量の観測に当り、有明粘土層厚と沈下量が正の相関を示していることを明らかにしている。

また、1957年（昭和32年）、地域を通る一等水準路線において水準点の移転、再設を伴う改測が行われ、1893年（明治26年）の一等水準測量実施以降、この地域に地盤沈下がおきていることが明らかとなった。その後、国土地理院九州地方測量部、九州農政局の手で水準点の改測が行われるようになり、地盤沈下の進行の状況が把握されるようになってきたことは前報*の如くである。

そして昭和32年より38年に至る丸6年間に於いて、白石平野において20～30cm、年間4～5cm、牛津川流域において7、8cm、年間1cm強、佐賀市内において10cm内外で年間2cm弱の沈下を示していることが分っていた。

調査地域には前節でみた如く地盤高2～3m、満潮時には海水準下となるが如き低湿な三角州面の発達が顕著であり、このような地域に於いての従来の沈下状況に関する知見よりすれば、地盤沈下が地域の排水不良化、洪水時の被害の増大等に慢性的に働き、地形分類、地盤高分布よりみた水害危険度を更に強めて行くことが明白である。

そこで、更に最近の地盤沈下の進行状況を把握し、今後その推移を考察すべく、地域の水準点の改測を行うこととした。

地域における水準路線の分布は図2-6の如くで

ある。このうち、白石平野を国道207号線に沿って北上し、江北町より国道34号線に沿い、更に佐賀市より国道208号線に沿い柳川市に至る一等水準路線が、調査地域主部を通過し、更に従来の知見との比較において便利であると考えられるので、この路線の測量を1965、66兩年の12月に実施比較することとし、沿海部の二等水準路線については、他資料を利用することとした。

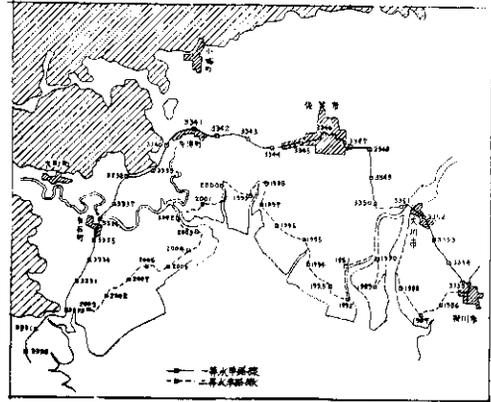


図2-6 水準路線図
Levelling route map.

Ⅳ・2 地盤沈下の進行状況

本総合研究の一環として実施した水準測量結果等より知り得た地域の地盤沈下の状況は、従来の知見を再確認すると共に、一般に沈下の速度が増大すると共に、佐賀市街を中心とする沈下の目が勢力を強めていることを示している。

測量結果より作図すると図2-7、8、9の如くなる。なお今回の調査においては、肥前竜王駅南方1km、杵島丘陵の一支脈が低地に没する所に於ける3,332点を仮不動点として固定し、東側においては平均値で固定することなく、いわゆる出しっ張なしの状態にしてある。比較的狭い範囲における短期間の地盤の変動をみるに適していると考えたからである。

昭和40年来、本研究において実施した一等水準測量の結果を昭和38年来に実施した測量結果と比較したが図2-7であり、これによると従前から知られていたように白石平野部に大きな沈下の目が認められ、その南域においては年平均沈下量約4cmを示す。水準点3,336以北において

* 防災科学技術総合研究速報第3号 有明海北岸低地における水害防止に関する研究（第1報 その2）

はその年平均沈下量は2.5 cmと急に前者の半ば

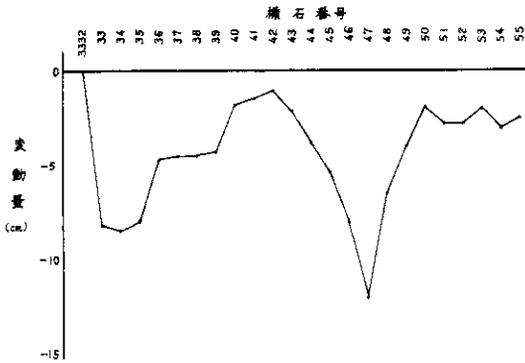


図2-7 自1963年11月至1965年12月二年間の一等水準点変動量
 Subsidence along the 1st order levelling route in the period from November 1963 to December 1966.

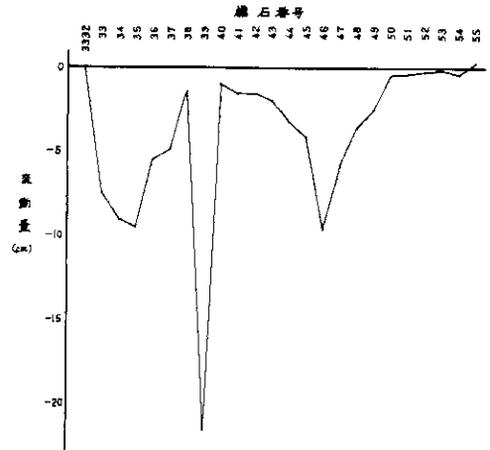


図2-8 自1965年12月至1966年12月一年間の変動量
 Subsidence along the 1st order levelling route in the period from December 1965 to December 1966.

に近い値に減少する。ほぼ六角川河道以北にあたる部分であって、有明粘土層が化石谷を埋める形で層厚の厚い分布を示す南域に比べ、この地域の有明粘土層が半ばに近くなることなどが関係していると考えられる。

この測量成果における著しい特徴は佐賀市街地中央部を頂点とする顕著な沈下の目の出現を示すことである。従来、白石平野方面の沈下に、或は江北町における著しくはあるが局地的な敏害による沈下に人々の注意は集中していたが、その間に白石平野南域を上まわる年間4～6 cmの沈下が発生していたことが明かとなった。

この沈下の目は諸富町に至って止む。

昭和41年度の測量結果からも大綱において同様の沈下地域の存在が示されている。例外的なのは3.339点であるが、これは付近に肉眼の観察によって推測されるが如き急速な沈下現象がみられ、この年間20 cmを越える沈下は明らかに敏害による局地的なものである。

この点を除外すれば、残余の水準点にみられる沈下の山は白石平野及び佐賀市街である。前者においては40年度の成果と同様、南域と北域で沈下量に差が認められる。注意すべきは沈下の速度がほぼ2倍に達し、南域で年間9 cm内外、北域で5 cm程度となっていることであろう。

佐賀市街方面についてみると、西は嘉瀬川付近から東は諸富町の手前まで、恰度、佐賀市域にお

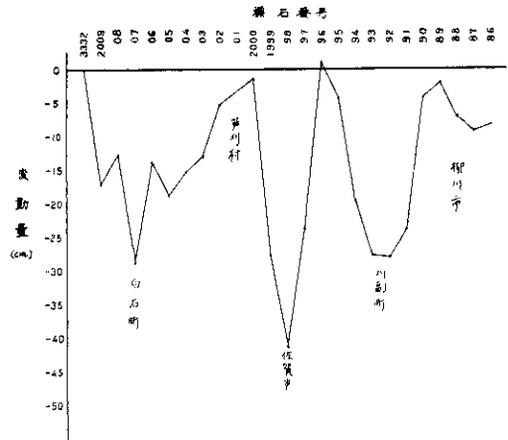


図2-9 自1963年11月至1966年12月3年間の一等水準点変動量
 (破線は第8図に同じ)

Subsidence along the 1st order levelling route in the period from November 1963 to December 1966.

いて市中心部を中心をおく沈下が認められ、その沈下量は年間10 cm近くに及び、沈下速度は増加傾向にある。

筑後川右岸諸富町の3,350点以东においては

地盤の変動は一様に微小である。

以上の地盤の変動量の累計を示したのが図2-9であって、敏害関係の沈下が局地的ではあるが著しいことを端的に示す他、白石平野、佐賀市域に地盤沈下が進行し、その中心部においては共に二年間で17~18 cm、平均年間6 cm程度の沈下速度であることを示している。しかしその速度が加速傾向にあることは先に述べた。

調査地域の沿海部を通る二等水準点の改測結果を図2-10に示す。この路線に沿いみられる沈下の山は、築切を中心とする白石平野、嘉瀬川と

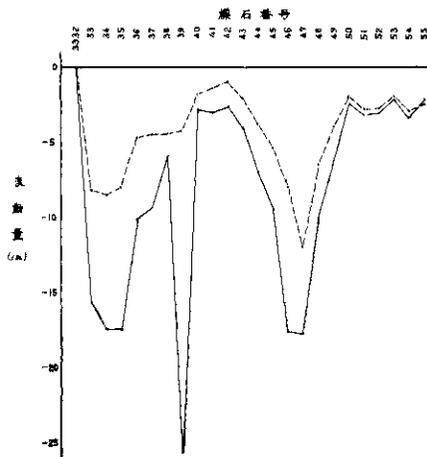


図2-10 自1954年 至1965年 二等水準点変動量
Subsidence along the 2nd order levelling route in the period from 1954 to 1965.

本庄江の河口付近、川副町の三箇所にあらわれる。年平均沈下量は一等水準路線に比べて小さく、白石平野で1.5~2.5 cm、嘉瀬川、本庄江河口で3 cm内外、川副町で2.5 cm程度であるが、このような排水条件の不利な地域にあっては重大事である。

白石平坦部における地盤沈下の状況に関しては、九州農政局の調査が進行している。有明粘土層の基底に基礎を有する簡易沈下計による同層の圧密沈下量の観測もその一であり、良い記録が得られている。

しかし、筆者らは地域の地盤沈下の進行状況よりみて、有明粘土層の収縮に起因する以外の沈下量の存在を確認すべく、簡易沈下計自体の沈下、

すなわち、沈下計設置地点における総沈下量を求めた。換言すれば沈下計を水準点とみため、準一等水準測量を実施してみた。

結果は次の通りである。

沈下計	観測に用いた水準点	40年12月	41年12月	変動量 (mm)
No 1	3333 5	3.107	3.0572	-50
No 8	3333 3	2.217	2.1395	-77
No 9	3333 4	2.337	2.2669	-70
No 10	3333 3	3.113	3.1093	-4

なお上表における沈下計の真高は、その読みとり針の先端を示している。

一等水準路線に近いもののみの観測であるが、No 10において年間4 mmと極端に変動の小なる他は、5 cmから8 cm弱と地域の一等水準点同様の変動を示している。

佐賀県資料により当該期間における簡易沈下計による地盤の変動をみると次の如くである。^{*1)}

No 1	No 8	No 9	No 10
-21.0	-7.0	-51.0	-7.5

ここで両者の差として求められる-29, -70, -19, +3.5 mmは、有明粘土層の収縮以外、すなわち有明粘土層基底に深の地層の収縮等に原因を求めざるを得ない。

総沈下量が簡易沈下計によって示された有明粘土層の収縮より小として示されるNo 10点を除き、有明粘土層の収縮量が全沈下量に占める割合を百分率で示せば、No 1, 8, 9点において各42, 9, 73%となる。測定方法、精度に差のある小数例資料の比較ではあるが、有明粘土層の脱水圧密のみに地域の地盤沈下の原因は求め得ないことは確実である。

簡易沈下計によって示される沈下量が水準測量によって得られた結果とも一致していた^{*2)}とすると、地域に地盤沈下をもたらす主因である未固結層の収縮は、有明粘土層の基底に深の地層に及んできたことが明かである。

Ⅳ・3 用水の地下水依存と地盤沈下

以上、調査地域に広く地盤沈下が進行中であり、その速度も加速されつつあり、また単に表層に近い有明粘土層の圧密のみならず、より深度の大なる古い地層にも収縮が及んできているであろうことを示した。

何れにせよ、ここに広く認められる地盤沈下は、

*1) 月別資料であるので40年12月より41年11月までを集計した。

*2) 九州農政局報告

九州農政局による白石地区における揚水と沈下との相関に関する調査によっても明かな如く、地下水の過剰揚水による未固結地層の収縮に起因すると考えられ、自然的原因によるものは微小部分を占めるにすぎないであろう。

りすれば、その出現拡大は各地に急速にみられることとなる。

地下水揚水に合理的な規制措置が早急に講ずらるべきである。

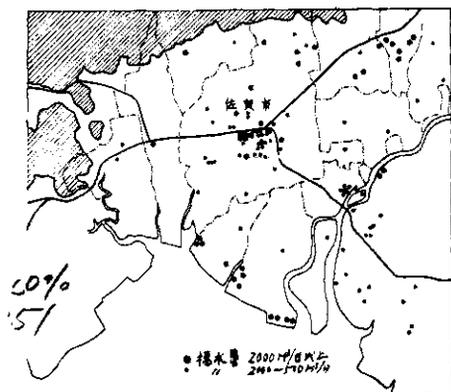


図2-11 佐賀平野の深井戸分布図
Distribution of deep wells in the Saga plain.

地盤沈下の進行が著しい佐賀市街周辺には深井戸が集中的に分布している。^{*3)}その上水道源においても、佐賀市の10ヶ所の水源のうち、表流水に水源を求めているのは神野浄水場のみで、9水源を地下水に求めている。そのうち取水量 $2,000 \text{ m}^3/\text{D}$ 以上は3ヶ所である。また工業用水源としての深井戸には $2,000 \text{ m}^3/\text{D}$ 以上のもの7ヶ所を含め21井、雑用水源として $500 \text{ m}^3/\text{D}$ 以上のものが23井あり、小規模のものは資料を得がたいが多数あるであろう。

このような集中的な地下水の利用は、地盤沈下の目を佐賀市周辺に形成することとなったと思われる。表流水の積極的利用をはからぬ限り、佐賀市域における地盤沈下の進行を阻止出来ぬであろう。

白石平野のみならず、佐賀平野前面の干拓地においても深度 $200 \sim 300 \text{ m}$ 、揚水量 $3,000 \sim 5,000 \text{ m}^3/\text{D}$ の深井戸が多数農業用水源として分布しており、塩水化を示すものがあるなど地盤沈下に対する危険信号を発している。

現時点においてT. P 0 m以下の土地、いわゆる海拔0 m地帯こそ久保田掘の先端の一部と有明干拓地内に見られるのみであるが、今日の推移よ

*3)佐賀市役所、経済企画庁、国土地理院の資料による。