

第2班 農地班報告

小柳 彌 高田 雄之
宮坂 増穂 富士岡 義一
八幡 敏雄

農地災害について

目 次

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| まえがき | Ⅱ 土性改良に関する一、二の実験 |
| Ⅰ 耕地災害の実態 | 1 主として保水性について |
| 1 耕地災害の分類的考察 | 2 主として硬さについて |
| 2 湛水並びに流水災害（筑後川下 流域の事例と特性について） | Ⅲ 農地復旧対策 |
| 3 耕土流亡と堆砂分布 | 1 農地災害の調査 |
| 4 堆土の物理性 | 2 農地復旧計画の根本方針 |
| | 3 農地復旧計画に対する参考意見 |

まえがき

農地班は小柳の他に高田、宮坂、富士岡、八幡の5名で編成され、第1次の踏査（28.10）には宮坂と小柳が参加し、主として筑後川・白川の両水系について災害の全貌を視察し、資料の蒐集問題焦点の把握につとめその結果に基づいて、富士岡と八幡が第2次（28.11）の調査を行つたが若干の調査漏れについては九大の吉岡孝雄氏の労を煩した。

第1次調査が平面的であるのに対し、第2次調査は筑後川水系については福岡県大福村、白川水系については熊本県の陣内村をとりあげて深く掘り下げるという方向をとつたわけである。一方高田は災害直後筑後川下流地帯の冠水状況およびその排水機構を調査し貴重な基礎資料をつかむことができた。これらの結果、災害形態の分類的考察を宮坂が、耕土流亡と堆土分布の事例を八幡がとり纏め、大量堆土の処分問題にからんで必要と思われる堆土の物理性を八幡が、またその改良方法の推究を主として富士岡が分担した。一方復旧対策については小柳の原案を高田を除く全班員で検討したものである。

たまたまとりあげた二つの水系がちがった様相を示していることは興味ある問題といえよう。筑後川水系では割合に山地の崩壊が少く、中流部は典型的な溢流破堤による災害の連続で被害地が中流部に集中しており、下流部は長期間の冠水こそあつたが農地の災害はほとんど見られなかつた。他方白川水系では阿蘇山の南側に大崩壊がみられ、全川を通じて農地災害が発生し、しかもほとんど同じ粒径の砂（ヨナ）が流下堆積している。これらは両水系がそれぞれオリジナルなものをもっていること端的に示すもので各方面からの推究がなされねばならぬ問題と思う。

われわれの調査によつて、農地災害の定性的な様相は若干これを明かにすることができたと思うが、現地滞在日数の少なかつたこと調査日時が災害後数ヶ月たつていたこと等のために定量的な面で十分でなかつたということがゆさを感じる。しかし従来ふれ得なかつたいくつかの分野に手をつけることのできたこと、班のメンバーが各地に分散していた不利にもかかわらず一応の成果をあげることのできたことは喜びにたえない。

報告書を結集するに当つて、ああもすれば良かったといういくつかの事柄を感じないでもないが、これはひとえに班長がこうした調査に不馴れであつたためで全く申わけないと思つている。（小柳 彌）

I 耕地災害の実態

1. 耕地災害の分類的考察

今次水害のうち、耕地災害はその範囲が極めて広域にわたり、またその被害の程度も軽重様々であつて学術的立場より検討する場合容易にその実態を把握し難い感がある。こうした一見莫然とした様相を呈するのが水害における耕地災害の一特徴ともいえるかもしれないが、詳細に検討を進めた結果次のような分類的考察を行うことによつてその実態が明確化してきた。

広域にわたる耕地災害はその支配する水系をそれぞれ異にしており、また各水系もその一水系内の占める位置によつて作用力を異にしている。さらに水源における山地の状況、河流と護岸との相対的關係、耕地の位置と河川との關係等極めて複雑な組合せである。そこでそれらを整理分類してみると次のようになる。すなわち

A 水系別分類 B 一水系内分類 C 原因別分類（被害発生原因別分類の略）

これ等の三分類をさらに細別すると次のようになる。

A 水系別分類 堤防河川 無堤防河川

B 一水系内分類 上流 中流 下流

C 原因別分類

- I 型——山地の崩壊によつて耕地が流失あるいは埋没したもの
- II 型——洪水時の河流によつて耕地が掃流されたもの
- III 型——堤防の欠潰によつて耕地が流失あるいは埋没したもの
- IV 型——堤防からの溢流によつて耕地が埋没したもの
- V 型——湛水によつて埋没したもの

調査した耕地被害区域はA分類にある堤防河川、無堤防河川の代表とし筑後川水系（大分、福岡、佐賀三県を貫流）および白川水系（熊本県）の流域について行つた。この代表二河川の流域調査によつてA分類以外B分類C分類もそれに含まれている。

A 水系別分類

筑後川は堤防河川で長年月にわたり河川改修が行われ最も安定した河川といわれていた。玖珠川、大山川、杖立川等の河川が日田盆地で合流し、それより例の夜明ダムを通つて沖積層の筑後平野を貫流して有明灣に達している。上流部においては溪谷に、次で日田盆地、中流部筑後平野、下流部干拓地帯へと耕地が広く発達している。

なお杖立川上流の小国地は有名な林産地でよく植林され、明治以前よりの平野も造林されている。白川は阿蘇山に源を発し黒川、白川の二河川が合流して新沖積層を貫流し熊本市を通り島原灣に達する原始河川で、無堤防河川であり、下流は筑後川の中流、上流に相当するといわれている。殊に水源地域は阿蘇山の特殊土壌地帯（即ちヨナ）に発すること、更に阿蘇山の中腹以上には広大な草原が存在するが、その草原こそこの地方の畜産業にとつて欠くべからざる資源であつて、侵蝕崩壊防止の植林が行われなかつた等の事實は筑後川水系といちじるしく異つた性格のものである。

このように二河川は水系としてみて極めて異つた様相を有しており河川対策に関する考え方も画一的であつてはならないことが解る。

この二水系流域における湛水区域および耕地被害区域を示したものが次の図1、図2である。

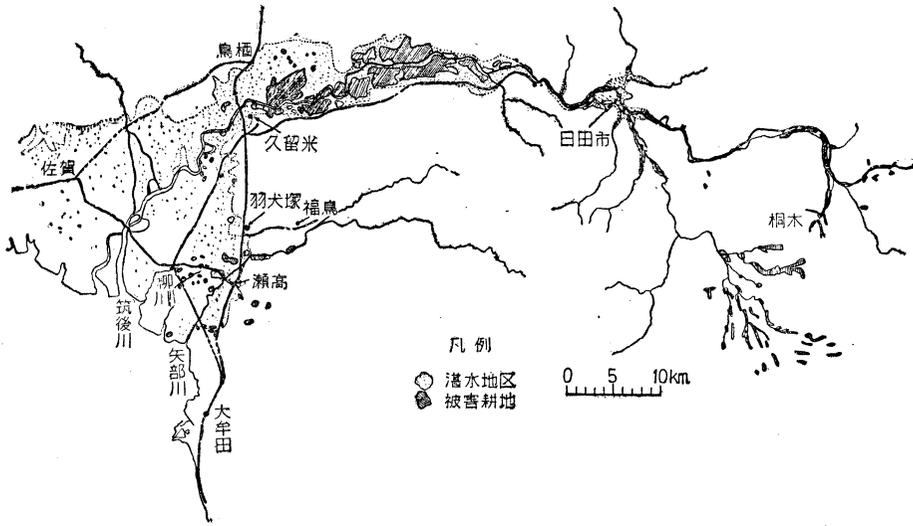


図 1 筑後川水系水害調査図(福岡, 大分, 熊本, 佐賀各県耕地課調査)

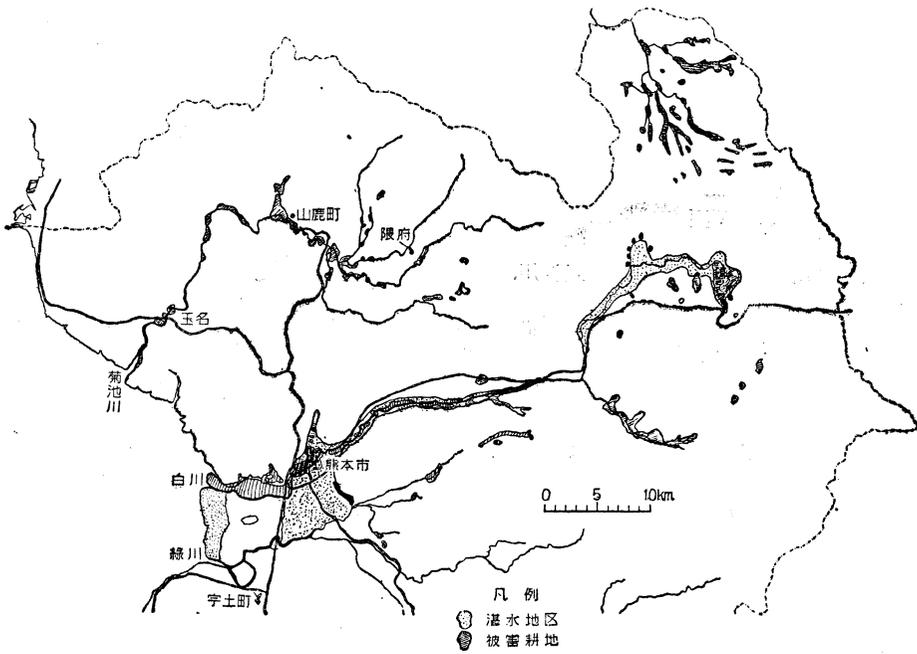


図 2 白川水系水害調査図(熊本県耕地課調査)

B 一水系内分類

筑後川は最上流部より大分, 福岡両県境近くの溪谷部夜明ダムまでを上流部, それより久留米市付近までを中流部, それより有明灣までを下流部と分けることができる。農地の発達は上流部では面積少で中流部から下流部にかけて広大に展開している。

農地災害は上流では表土の流出が顕著であるが, 中流部は極めて相様が複雑で表土流出のもの, 表土上に土砂が処により激しく堆積し, さらに砂利あるいは流木がさらにその上にのこされたもの, 時には表土が流出した後土砂礫層が堆積したもの等々で被害の程度も面積も最も甚大である。下流部は有明干拓地に接続し, 流速はろ

えて広大の面積へ数日湛水し、中上流部から流出した耕土が自然客土された状態で稲の生育は却つて良好でさへある。

こうみると今回の農地災害に対しては筑後川水系においては中流部分が問題であつて多くの検討が要請せられねばならないであろう。

さてここに非常に困難な事実が伏在している。上流部と中流部とを境する溪谷部に夜明ダムが建造されつつある。上流部日田盆地の農地災害を調査すると、はなはだしい土砂の堆積で砂漠状を呈しているところがある。その土層断面を調べると写真1に示すように2m前後の砂層の堆積であり、しかも下層1.5m前後のものは微粒子層であり、上層数10cmのものは粗粒子層であつてその二層の境は実に整然としている。聞くところによると夜明ダムの護岸が決潰したのは26日12時~13時ごろであり、今問題にしている農地の湛水が急に流速がついて減水し始めたのは23日13時頃であつたとすると、この堆積土砂層の形成およびその二層の成因が夜明ダムの存在と関係があるように想像される。

また下流に対してもダム決潰による被害も考えられるであろう。中流部の災害はそれ自体として発生すべき原因を有しておつたかもしれないが、洪水の襲来、換言するとダムの存在が災害に全然無関係であるとも容易に断言できない。ダム建設による上流部、下流部への影響は余程考慮しなければならない。

電力の開発は国家的にも文化的にも、1日もゆるがせにすることはできないが、特殊な地形の処に特殊な構造物を建設する場合、更に多くの考慮すべき問題の内在于していることを、この災害は示唆しているといえよう。

白川水系は黒川、白川が合流し更に河口までを白川と称するが、阿蘇外輪山内の黒川、白川が上流部、合流点より熊本附近までを中流部、それより河口までが下流部に相当する。上流部白川では南郷谷に9ヶ所の山津波が発生し、農地は巨石、転石で埋つた処、表土流出したその上に砂礫が残されたもの等であるが、中流部、下流部は阿蘇山よりのヨナの堆積による被害が顕著である。中流部、下流部に農地が展開しているから堆積ヨナの排除が問題の中心となつている有様である。中流部を見ると耕地は流失が比較的少く、地形によりヨナの堆積は様々で、処により2m前後に達している。下流部は顕著な自然客土の様相を示し砂漠状を呈しているところもある。

さて阿蘇火山成生物であるヨナ、ノロ、アド等と称せられる土壌を地元農民は極度にきらい、排土に頭を悩ましている現状であり、又この排土の費用は恐らく巨額のものであろう。

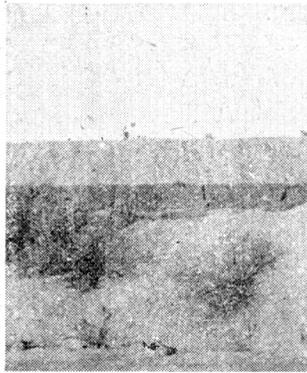
ヨナについて九大青峰教授は鉄、マンガンが多く、容易に酸化し、風化して盤層を形成する性質のようで、化学的には有害物はない、といつておるが、農民はヨナは固くしまつて稲の生育を悪くするといつて排土に懸命になつている。アドの水田で落水後土壌面に亀裂を生じ稲の生育の極めて不良の箇所を見ることができた。

ヨナの組成は範囲がせまく単粒性で、コロイド、有機物などはほとんどなく、滲透性は極めて大である。そこで問題になるのは水田とした場合、かんがい用水量の変化、いいかえると滲透量が激増した場合、その水量、取水およびかんがい施設、用水源などが容易に解決しうるであろうか。殊に中流部のかんがい組織は複雑であり、従つて水利慣行もまた複雑なものであろう。一方折角自然客土されたものを莫大な労力と巨費を投じて排除し再び白川へ流去させるのが賢明であろうか。

白川水系に農地が発達した長い歴史からすればヨナの堆積は過去において反覆されなかつたとは断言できない。ヨナに不足した粘土質、有機物の補給、滲透性の矯正、かんがい方法の修正など土性改良、土地改良について多くの示唆をあたえている。

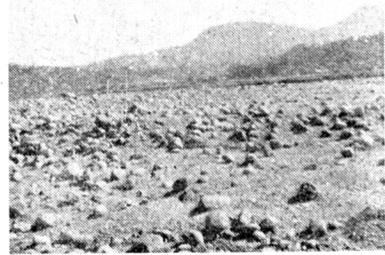
C 原因別分類

耕地災害の被害状況を個々にみるとそれぞれ異つた様相を呈している感があるが、その直接の原因を対象としてみた場合幾つかの類系に別けることができる。このC分類を耕地災害の直接的即ち一次的原因とすればB分



大分県日田盆地五和村堆積
断面(夜明ダム上流盆地)
写真 1

約 0.5m 第二次堆積層
(粗粒子層)
↑
約 2.0m 第一次堆積層
(微粒子層)
↓
元耕地面



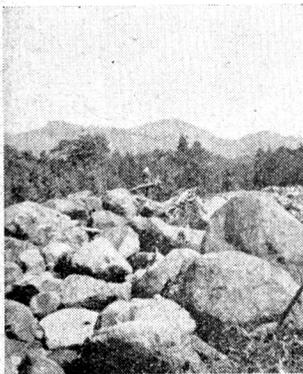
上流部耕地災害
大分県玖珠町
写真 2

類, A分類は間接的即ち二次的原因と見做される。

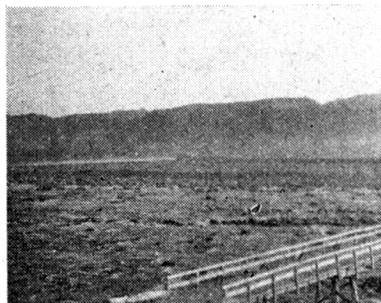
I型 山嶽地帯に水源を発する河川では上流部は常に自然侵蝕が進行している。山地の崩壊は河川に莫大な土砂を流出し、時に土砂流の状況を呈することすらある。又山間部の耕地はその土砂流によつて直接流失、埋没される場合が多い。この型の代表的なものは阿蘇山南郷谷の白水村の耕地災害であつて、阿蘇内輪山の山津波による被害である。

II型 洪水時の河川によつて耕地が掃流、流失したもので、堤外地の耕地および本流と放水路に囲まれた部分の耕地がそれに当る。福岡県朝倉村中島および日田市にその代表的のものがみられる。

III型 河川の屈曲部は洪水時堤防の欠潰が起り易いが大川であると其の被害は激甚を極め大体耕土は流失する。殊に堤防河川である筑後川に多くみられ福岡県大福村、筑陽村が代表的なものである。河川の状況により流失耕地へ石礫の堆積をおこすこともあり大福村においてそれがみられ、また耕地の流失、埋没が錯綜し両者が組合わされたものもあり筑陽村においてそれがみられる。



I型 山津波による耕地災害
熊本県白水村一関
写真 3



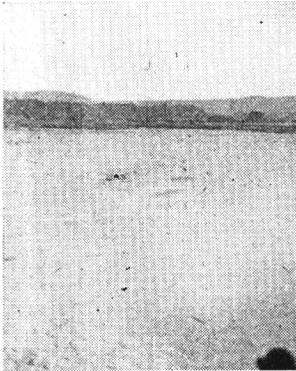
II型 洪水により掃流された耕地
災害 大分県日田市
写真 4



III型 堤防欠潰による耕地災
害 福岡県大福村
写真 5

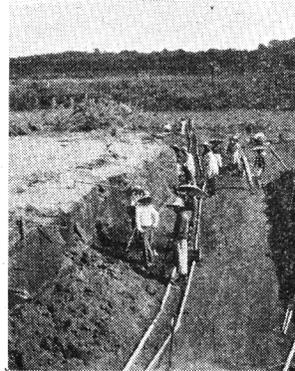
IV型 洪水量に対して河川断面が狭小である場合は溢流をおこし流速と地形の関係で耕地の流失あるいは土砂の堆積を惹起する。これは無堤防河川である白川に多くみられ、熊本県長陽村、陣内村が代表的のものであろう。

V型 河川の河口附近一帯はそれが平野地であると流速の減少と共に排水能力が低下して大区域にわたつて湛水をおこす。また上中流部でもネックになつている処やダムの上流部でも部分的に湛水をおこす。下流部平野地



Ⅳ型 溢流による耕地災害 熊本
県陣内村

写真 6



Ⅴ型 湛水による耕地災害 熊本
市郊外
(排土作業中)

写真 7

の湛水はほとんど上中流部の流出土砂が自然淘汰されて比較的良好な土砂の沈澱堆積をみるが、中上流部の湛水の場合は沈澱堆積土砂は一様性を欠き時に粗粒子層と微粒子層が層をなしていることもあり、さらに石礫の堆積をみることもある。これは前掲の写真 1 をみると明瞭である。この型の代表的のものは筑後川下流筑後平野と大分県の日田盆地にみられる。

D 各分類間の相互関係

以上 A, B, C の三分類をさらに細別したが、それらはそれぞれ別個に生ずるのではなく相互に密接な関係を有している。耕地災害の防止対策、復旧対策にはそれらを明かにしておく必要がある。

まず A 分類の堤防河川は C 分類のⅢ型の堤防欠潰による耕地災害を生じ、無堤防河川はⅣ型の堤防溢流による耕地災害を生ずる特色を示している。

次に B 分類の上流部は C 分類のⅠ型の傾斜面崩壊による耕地災害を生じ、中流部はⅡ型の洪水の掃流力による耕地の流失、Ⅲ型の堤防欠潰、Ⅳ型の堤防溢流による耕地災害を受け、下流部はⅤ型の湛水による耕地災害を生ずる傾向が強い。

また A 分類のそれぞれも B 分類の細別がそれぞれ適合する傾向を示しているといえる。

耕地災害の防止対策はその災害発生機構を明かにしたうえで考究するべきである。いままで述べたように耕地災害の一次的、二次的原因とその相互関係よりすると、中流部こそその発生原因を多く有し、被害も激甚でその面積も広域にわたっている点から最も注目されねばならぬし、復旧、防止対策もこの区域を第一とすべきであろう。下流部は湛水により土砂の堆積はあるが、これはむしろ良好の結果を生ずる場合もあり、また上流部は局部的には被害激甚であるがその面積は僅少である点および原形復旧に多くの投資を行っても生産効果がどうかは疑問がある。下流部の復旧はむしろ堆土を利用する方向に、上流部は治山治水の方策と相俟つて復旧および防止対策を行うべきであろう。(宮坂増穂)

2. 湛水並びに流水災害 (筑後川下流地域の事例と特性について)

(1) 概 説

筑後川下流地域は、昭和 28 年 6 月 24 日からの豪雨であたかも筑後下流平野全域の水を集めた状態となり、特に同河川左岸に位する福岡県三潁郡、山門郡地方は、山ノ井川、花宗川、矢部川、沖ノ端川などの河水が、これに加わり一部の高地を除き約 5～7 日間完全に泥海と化した。従つて農耕地は完全に水没し、中でも被害の甚大であつた最南端の昭代村の如きは、低地滞水被害の典型的なものが見られた。本調査は以上諸地域の滞水被害の特

性に重点をおいたが、なお被害招来の経過、原因等についても少しく探究を試みた。

(2) 災害状況

a 調査範囲

調査対象範囲は筑後川下流部左岸地帯——久留米市南部より海岸部の福岡県山門郡昭代村に至る地域で、久留米市より海岸線までの直線距離23km 面積約150km²にわたる2市4町19ヶ村である。これらの地域は、いわゆる筑後穀倉地帯の中樞部に当る。

b 災害の特性

前述の如き、河川沿岸にあつて海岸線に近い——いわゆる沿海低位地帯の今次水害の特性をあげると

i) 流水被害よりも、むしろ湛水災害と見られること

事例を河口に、やや近い大川町附近に求めてみる(図3参照)。湛水位、土甲呂で5m、横溝で4.7m。両者の距離1,000mであるから水面勾配約1/7,000。水道橋と大川町内の水面勾配1,3,000等の示す如く、全般的に湛水した流水の移動は緩慢である。

ii) 湛水深が大きい

前に述べた如く昭代村においては湛水深が特に大きく、海岸堤防に近い農家は屋根下1寸といわれた(図5,図9参照)。

iii) 湛水面積が広い

調査全地域(150km²)は、湛水深、湛水日数の差はあつても、特別の高位部を除き、全農耕地のほとんどが湛水災害をうけた。

iv) 湛水時間が長い

荒木町方面は6月25日夕刻より増水し始め、26日、27日に水位最高となり、28日に減水している。

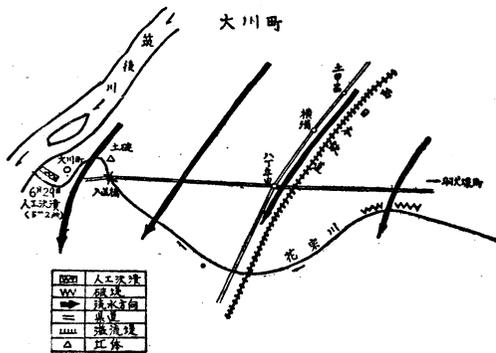


図 3

大川町方面は6月26日夕刻(15時~19時)より増水し始め、27日、28日に水位最高となり、6月29日~30日と堤防を人工決潰(図3参照)することにより6月30日~7月1日に田面がようやく露出した。

昭代村は6月27日~28日が水位最高で6月29日、30日と沖ノ端川の堤防を人工決潰し(3.5m、2ヶ所)、7月2日になつてようやく田面が露出している。

v) この地域の水害の主因は、筑後川本堤(久留米市北方の櫛原附近)の決潰に基くが、その他地区内を貫流し広い水田地帯の用排水に重要な役割をなしている中小河川、派川等の増水、氾濫、決潰による。

久留米市に隣接する荒木町の状況を図示すると(図4)。

vi) 更に下流地方は、クリーク地帯のため一貫した

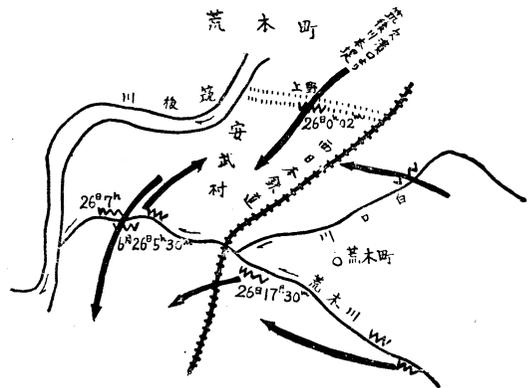


図 4

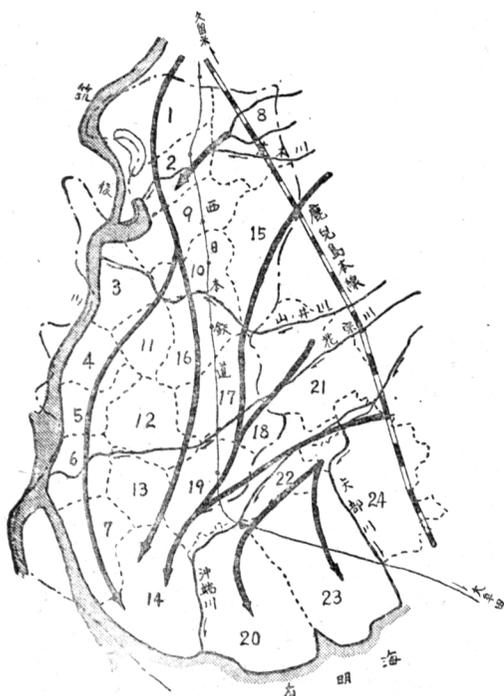
排水組織をもつてなく、異常出水に対し排水に役立っていない。

- vii) 旧堤防，道路，鉄道線路の如き流水障害物のため，流水の疏通が制約されている。従つて上流部といえ局部的に湛水被害の大きいところもあれば，下流部に却つて湛水被害の少ない事例が見られる。
- viii) 下流部の湛水被害は，第 1 線海岸堤防の排水施設の能力により支配される。低位部に集積した湛水は，結局海岸排水門，樋管，堰体（溢流式のもので 1 種の余水吐の役割をなす）等により外海に排除される。しかし外海の潮位の影響と，集積水量に関係するから今次の如き異常に多量な湛水の排除には能力が当然不足している。

以上の諸項については，さらに（3）以下にて個々の町村の事例を中心として述べることにする。

（3） 流水並びに湛水経過

筑後川下流部の左岸に沿う広大な三潞，山門（福岡県）地方における今次大出水に伴う河川氾濫による流水方向ならびに湛水状況，さらにはその排水処置について調査した。まず，調査地域全般を通じての主な流水方向を示すと，図 5 の如くである。



| | | | |
|--------|--------|---------|--------|
| 1 安武村 | 7 川口村 | 13 田口村 | 19 蒲池村 |
| 2 大善寺町 | 8 荒木村 | 14 昭代村 | 20 柳川市 |
| 3 城島西 | 9 三潞村 | 15 西津田村 | 21 水田村 |
| 4 青木村 | 10 犬塚村 | 16 大津村 | 22 三橋村 |
| 5 三叉村 | 11 江上村 | 17 木能木村 | 23 次知村 |
| 6 大川町 | 12 木葉村 | 18 大尾村 | 24 瀬高町 |

図 5

久留米市の北端に位する篠山町の筑後川堤防は建設省の下で補強工事中であつたが，6月25日からの豪雨で筑後川は刻々増水し始め6月26日，17時30分頃より遂に溢流を始め，水は篠山町一帯にまず湛水した。その中に，久留米市の東部に当る，東瀬原町の筑後川堤防が破堤し，久留米市繩手方面へ流勢急なる水が流下し，なお，この水の一部は篠山町へも向い，逆に篠山堤防を内側から破堤し，流水は筑後川へと流れた。その中に，安武村の北端に位する，古賀坂水門は筑後川の急激な水位上昇のため，管理人の閉扉時間おくれ，観音開式水門は閉塞せず，筑後川の水もまた，内部に逆流を始め，その上流側の大石町，白山町，梅満町は軒下まで湛水するに至つた。これに上流側の繩手から，また篠山から流入した水が合流したが，安武村を護る金丸川堤防に遮断され，一時ここに湛水状態を出現した。これに対し，安武村は金丸川堤防補強に，全村，並びに保安隊の応援で努力したが，遂に27日0時に上野附近が破堤し水は安武村に流れこみ全村浸水となつた。しかし久留米市側は，この破堤により，水深は急に減じ1日の湛水で終つた。

安武村は上野より早く，南端の中島が6月26日10時広川の堤防が破堤し（75m）村内に水が入つており，次に上野が27日0時に破堤し（65mと45m）この流勢強く，逆に中島の破堤口より水を押し出し，大善寺村へと流出している。従つて調査に當つて，流失被害が大であることを想像したが，湛水被害のみに終つている。これはまた両方向から来た水のため，村の中央部附近で水勢は衰え，そのまま湛水位を高めたためと思われる。しかし決潰口附近は被害甚大で，上野附近は田畑の流失埋没が28町歩に及んでいる。湛水日数は高地5日間位，低地(ほとん

ど全村の8割)は1週間の湛水である。

荒木町は町内を、白口川、荒木川(上流は広川)が流れており、地勢は、やつでの葉の如き低地をもっているが、今次の大出水では、安武村、大善寺町をおそつた筑後川の流水は影響せず、町中を貫流する白口川、荒木川の氾濫のみに止まり、全村湛水ではなく、面積の約1/3位が湛水被害を蒙っている。湛水日数も2日間で、被害は軽少である。

大善寺町は大善寺川全線にわたり増水し、26日8時頃より、藤吉、若宮橋附近の堤防を溢流し、26日10時頃には荒木川堤防が全線にわたり溢流を始めた。26日8時に大善寺川右岸の中島附近が破堤し、更に26日9時大善寺川河口(筑後川に注ぐ)の揚水場附近が破堤、増水した筑後川の水は破堤ヶ所より逆流し、中島附近の破堤ヶ所とより、中島部落一帯を湛水せしめた、この水は、更に26日10時中島北方の広川堤防を60m破堤し、水は安武村に逆流して行つた。26日14時頃溢流を続けていた荒川堤防の大善寺駅東方500m附近で3ヶ所破堤し、水は上町を洗つて、三瀧村の方向に流下し、なお、久留米方面より流下した水が、先に破堤した中島より今度は逆に入り、26日16時に、大善寺川左岸藤吉附近の堤防を200m破堤し、黒田および三瀧村の原田、草場を浸水させた。従つて大善寺町は大体、高地は6日間低地は7日間湛水被害を蒙っている。

城島町は町内を山ノ井川が貫流しており、この水位が異常に増大し、一時は筑後川の水位より1.5mも高くなり、ためにこの氾濫水は、全町を水浸しとした。当町は久留米方面からの洪水に直接関係はなく、山ノ井川の氾濫のみに止まり、この川の水位が低くなると同時に全町の湛水位も下がっており、湛水日数は5日間である。

青木村は城島町と異り、直接、久留米方面からの流下洪水に見舞われている。すなわち、江上村に浸入した水は青木村の北端および、南端から入り全村に湛水し、なお、28日には、西青木附近の排水クリークが2ヶ所(4m, 2m)決潰し、筑後川の水が逆流して村内に入っている。同村の水は三又村に向つて流下した。青木村の湛水日数は5日間。

三又村は主として同村の北端に位する、青木村からの流水と、江上村からの流水とによつて湛水した。やや詳しく述べると、同村は筑後川沿岸部落であつて、26日からの異常水位により、同村の筑後沿堤防は溢流を始め、約3kmにわたつて筑後川の河水は同村に流下していた。これに青木村から流下した水が合し、大川町と三又村の境である旧堤に遮断され、一時湛水状態となつた。また、江上村方面から筒江、下林の低地を通つて流下した水も諸富附近に達し、三方からの水は合体し、27日夕刻と、28日2時頃とにわたつて、大川町との境の堤防を破堤し(16m, 8m, 8m, 8m, 10m)大量の水は大川町へと流下した。なお同村の湛水日数は大約5日間である。

江上村には安武、大善寺、三瀧を経て南下した水が全村を湛水し、さらにこれは木室、田口方面に流下、昭代村へ向つた。5日間湛水。

大溝村。荒木川破堤による水は三瀧村を経て犬塚村を湛水し、笹淵方面より流下西牟田方面よりの水と合して約5日間湛水するに至つた。

木佐木村。6月25日、広川の水は山ノ井川の水と合し田頭方面より流入し、木佐木村西鉄線路東方に浸水、26日広川、大善寺川の破堤による水は県道、西鉄線路にさえぎられて、木佐木村西半分を浸水。この水は27日に至つて県道西鉄線路を越え東方にも及んだ。これより先、25日23時頃花宗川危険水位に達し一時は危ぶまれたが26日午後に至り上流の破堤によつて減水、花宗川の氾濫による直接の被害は受けなかつた。のみならず、減水により、北方より流下した水は花宗川に流れこみ、大莞、蒲池村の湛水被害を幾分軽減する効をなした。西鉄線路西方は比較的深い湛水深(地表面上1.20m)をもつて4日間湛水し、線路より東にあつては湛水深浅く約3日間に減水した。この地区は大体において非常に緩なる増水であつて、農地の流失、埋没、人畜の被害は極めて僅少

である。広川、大善寺川、および安武方面の水は木室村を経て昭代へ向つて流下した。

田口村は北部を花宗川が流れ、南部に沖ノ端川が流れており、平時は両河川が用排水の作用をなしているが、大出水により、北部の花宗川は氾濫し、その水と木室村から流入した水とが合し、低地の作田、野田に流れ込んだ。他方、大川町を経た水は北西部から、上巻、北古賀を通り、村の中央部で両者が合体し、村の南部を走る佐賀線の線路に遮断され、一時停滞状態になり、以後はそれを溢流して昭代村方面へと流下して行つた。大体村全体は1m位の水深で5日間湛水している。

蒲池村は北部を花宗川、南部を沖ノ端川が流れ、大体において、地形盆地状であるが、同村内の花宗川は無堤のため、増水した水は、南部に向つて流下し、木室、木佐木村からの水もこれに合し、一時若津、羽犬塚県道によつて支えられたが、北部から南部に向う水勢が強かつたため氾濫水は全部、西南方向の昭代村へ流下していつた。大体において湛水日数は5日間。特に低地は6日間湛水し、これらの水の排水は、花宗川および沖ノ端川から筑後川に排除されている。

大堯村は北部に花宗川が流れ、南部に沖ノ端川を擁する低地である。平常の場合でも大降雨が続くと常に冠水する地形であるため、今次大出水では、花宗川の破堤(水田村)による水が水田村より流入するのとで大堯村は湛水し、大体平均水深60m位で、5日間湛水している。

水田村は北部に山ノ井川、中部に花宗川、南部に沖ノ端川、矢部川の一部を擁し、三潞郡中でも屈指に値する大面積の村である。今次大出水では、各河川の氾濫、破堤により、湛水被害を蒙つた。すなわち北部を流れる山ノ井川は無堤のため26日朝から溢流を始め、水は村中に流下し、26日10時に若菜の山ノ井川堤防が破堤(30m)し、そこより流入した水は若津、羽犬塚県道に遮断され上富久、4ヶ所に沿つて、木佐木村方面に流れ、県道を越えた水は、花宗川の氾濫水と合して、南部に向つて流下し、26日8時30分に花宗川の田島附近の堤防が破堤するに及び大量の流下水は、一度に流れ出し、若津—水田村を結ぶ県道により再び、遮断され、井田を洗い、大堯村へと流下した。矢部川の破堤は26日10時頃で、この水は、先に船小屋で溢流した水と合し、破堤(200m)ヶ所から、滔々と流入し、瀬高町、久郎原を結ぶ県道を3ヶ所破り(40m, 20m, 20m)一敷、中牟田を浸水し大堯村へと流下した。一部の水は、若津—水田村役場を結ぶ県道を越え北上して、花宗川の南下流水と合し、木

佐木村にと流下している。沖ノ端川も、26日10時頃より溢流を始め、新村附近を40m, 20mと2ヶ所破堤し、流水は北上して富安に流れ込み、三橋村へと向つている。従つて湛水日数は、早く減水した所で3日間であるが、大体、5日間位の湛水。

西牟田村は東北に台地を有し南部に低地を有するため、荒木川の氾濫によつて鹿児島本線を越えた水は下広川村、荒木の西村より流入、高地を迂廻して北部よりと、東部より村の約7割を湛水した。大体25日夕方より冠水を始め、村中心部附近は2日間の湛水の後減水しているが犬塚、水田村寄りの荒巻沖田、大坪地区は25日22時頃より30日10時頃まで6日間にわたつて湛水していた。

沖田にある量水標の水位は下記の如し。

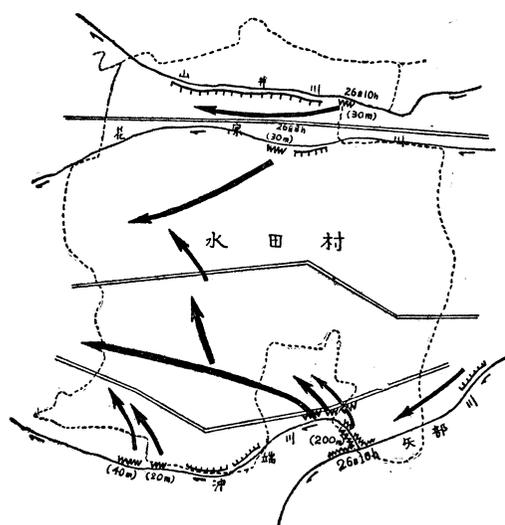


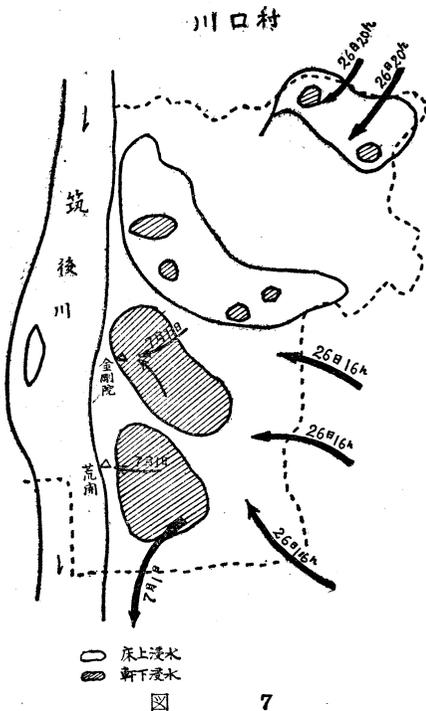
図 6

26日 12時～16時……94cm 16時～23時……減水(85cmまで減水)
 27日 23時(26日)～2時……上昇(94cm) 3時～11時……95cm 11時～23時……急に減水
 29日まで約70cmの水深にて停滞
 29日～30日非常に減水
 7月1日に25cmの水位にまで減少している。

なおこの量水標の0点は+4.00mである。西牟田村低部の水は犬塚村へ流下している。

犬塚村。山ノ井川の溢流によつて25日頃より湛水を初め、26日筑後川の決潰によつて、可成りの流速をもつた水が笹淵方面に向つて流下7月1日夕方流れが止まり、水は漸次減水していつた。犬塚では水深、約1m位の水が1週間も流れていた。この水は大溝の方へ流去、昭代村へ甚大な被害を及ぼすこととなつた。

川口村の西部は筑後川に面し、北部、北東部が、大川町および、田口村で、南部は昭代村に接している。全村の面積は5.94km²。平常の排水は、筑後川に面する樋門と樋管とによつておる。樋門は金剛院と称する大なるものがあり、樋管としては、荒開の樋管がある。今次大出水に当つては、筑後川沿岸堤防の溢流水と、北西部の津村附近から流入した、広川、大善寺方面の水と、沖ノ端川の氾濫により、昭代村に流入した水は、南東部から流れ込み、中南部の低地を湛水せしめ、7月1日の午後になつてから、金剛院の樋門と荒開の樋管および、昭代村に流下して、始めて減水している。湛水日数は大体6日間。



木室村は南部に花宗川を有し、大体地盤標高が高く、今次出水によつても、水深が余り大きくなく、湛水被害も少かつた。同村は、安武村の破堤により、大善寺方面より流下した水が、木室村の北東より浸入し、その後花宗川に流入、花宗川の減水とともに、筑後川に排除されている。

瀬高町は矢部川に沿つた大面積の地で、矢部川の他に、大根川、飯江川がある。今次出水に当つては、矢部川は、沖ノ端川との合流点が破堤(前述)し、他に佐賀線の鉄橋附近が26日10時40分頃、250m破堤している。大根川は大広園で15m、飯江川では河内で2ヶ所、35m、40m破堤し、各河川の水が、瀬高町に流入している。流入方向は、主として矢部川の左岸方面であつて、右岸は、矢部川の溢流と、大根川、飯江川の氾濫による。湛水日数は5日間。

三橋村は村内を、沖ノ端川、塩塚川、矢部川が流れており、地勢は、柳川市および大和村の方へ傾斜しておる。

今次大出水に当つては、三橋村は大体沖ノ端川北部と、南部に大別されるようである。すなわち瀬高町の佐賀線鉄橋附近の破堤による流水は佐賀線と沖ノ端堤防との間に湛水し、新村(ミムラ)の南方で佐賀線路線を越え、次いで

柳川市と瀬高町を結ぶ県道に遮断され一部はこれに沿い柳川市へ流下し、一部は県道を越え、大和村に向つた。また矢部川の破堤ヶ所(前述)から佐賀線を越えたものも大和村に向つている。他方、沖ノ端川は、26日11時30分新村の右岸が破れ、これから流入した水は佐賀線路線の北側に沿つて、途中、安武、大善寺よりの水と合し、

昭代村の方へ流下している。湛水日数は大体5日間。

柳川市は最近、南部の村々を合併し、市制をしき、面積は19km²。沖ノ端川と塩塚川とにはさまれ、地先には旧干拓地がある。今次大出水に当つては沖ノ端川は全然破堤もなく、強固であつたために、溢水もなかつた。しかし、危険水位を越え天端下30cmまで沖ノ端川は増水したが、反対側に、矢部川破堤による水が柳川市に流入し、この堤防に遮断され、湛水したため、内外水圧により、堤防は安定を保つたものと見られる。柳川市に湛水した水は旧市部と南部の橋本開との自然勾配

1/2000 を利して、南部に向つて流下し、市内は一晝夜の湛水で難を逃れている。他方、南部の干拓地は、旧堤防に阻害され、各所に湛水しながら、橋本開へと流下し、橋本開は29日まで湛水している。この湛水した水は、

8ヶ所の樋管にて排水した。橋本開は3日間、それ以北は4日間の湛水日数。

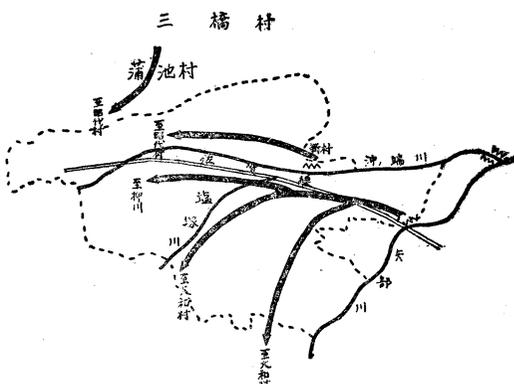


図 8

大和村は面積 19.6 m² で、塩塚川と矢部川にはさまれた旧干拓地。旧干拓地なるため平時でも排水不良地多く、特に排水設備も整備してなく、今次大出水によつて用水路は寸断され、10日位遅れた田植をした関係もあり水害後用水不足を来し、用水系統の整備が急を要する問題になっている。流水方向は、佐賀線鉄橋から流下した水とで湛水したのであるが、柳川市と同様、旧干拓堤防が災して、湛水深を高め、南端の谷垣に向い、海岸堤防で遮断され、3日乃至4日間湛水した。排水は樋管により行つている。なお地区内水位は、堤防下 0.75m に達した所もあつた。

昭代村は北部に田口村、三橋村、川口村を擁し、右岸には沖ノ端川で柳川市と隣接し、地形は南部が干拓地なるため、北部から南部にかけて大体1/3,000の自然

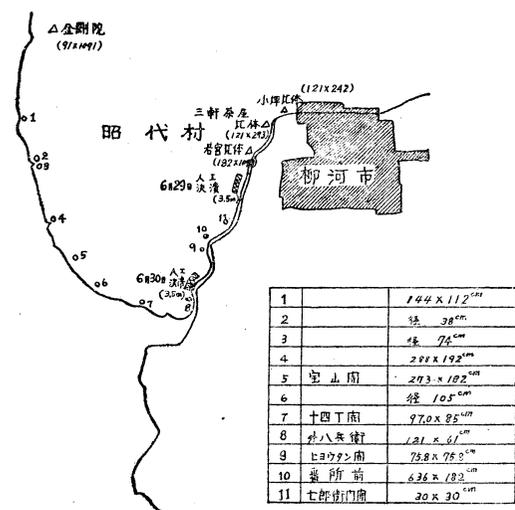


図 9

勾配で低くなつている。今次大出水に当つては、当村に流下した水は、安武村、大善寺町から流下した水と、矢部川右岸沿いに瀬高町から流下した水であつて、旧干拓堤防に遮断されつつ、湛水深を高め、有明海に面する干拓堤防により各地区から流入した水は、ここに湛水した。湛水日数は約7日間。

(4) 結 言

今次大水害は、別に記述されている如く、稀有の連続大降水とこれに伴う大出水のため、筑後川、矢部川、塩塚川、山ノ井川、花宗川、沖ノ端川等の諸河川の堤防が決潰または溢流したことによる。故に流水ならびに湛水災害をもたらした禍根を断つためには、これら大小河川の堤防補強、嵩上、および河積の拡張等にあることはいうまでもない。

しかし平坦かつ広大な地区内の農地に対し、用排水の役割をなす矢部川の派川ともいうべき山ノ井川、花宗川沖ノ端川は、洪水時その流量の相当分の負担を受けもつようになつてに拘らず、勾配緩にして概して貧弱な

堤防か、無堤ヶ所（下流部）多く、極めて危険な状態にある。これは主川たる矢部川の河積不足に因をなし、洪水処理の一策として平地部の溢水、氾濫により本川主堤の決壊災害を最小限度に食い止めんとするものである。従つてこの地方の排水処理は常に問題になっている。特に沿海地方は広い上流区域の水を集め、これを外海に排除せねばならず、これの処置については今後の研究として残されている。

次に平坦部を流れる流水の性質であるが、今次の場合、筑後川左岸久留米市櫛原附近の堤防欠潰のため最大 $2,000\sim 3,000\text{m}^3/\text{s}$ と推定される流水が地区内を流下した特殊な場合に相当するが、これは平均して巾 $1,000\sim 5,000\text{m}$ を以つて緩かな流動（勾配 $1/5,000$ 内外）をつづけた。しかし場所によつては勾配の急あるいは巾員の狭少な地域であるため流速は必ずしも小さくない。そのため公共施設の災害を伴つていることに注意しなければならない。

またこの地域には各所に第2線堤防（控堤）があるが、平時はほとんど無用であるため、その施工、管理が一般に不良である。そのため一度本堤が決潰し、この控堤上流側で湛水した状態において簡単に決潰し、これがその附近の耕地流亡等の災害を招来している。すなわち控堤の効果を過信してはならない。

次に問題は、地区内を縦横に走る道路、あるいは鉄道線路の堤防により流水が遮断または抑制され（一般に暗渠、橋梁等の断面が小さい）、その上流地域に一時湛水状態を現出している。これは一面、その下流地域への流量を抑制する上には有効であるが、全般的対策として系統だつた排水組織が必要である。

沿海地域の湛水排除施設の検討もまた、最も重要である。既設の水門、樋管類は、異常出水を計画対象とせず従つて一度今次の如き場合に際会すると、沿海低地部は湛水災害といふ非常な損害を惹起する。このため最後の手段として堤防の人工決潰等の非常処置を必要とすることになつたのであるが、外海に面する第1線堤防に設けることは危険であるが、感潮河川部か、側岸堤防に角落式溢流余水吐を設置する必要がある。（高田雄之、河野洋、渡辺潔）

3. 耕土流亡と堆砂分布

(1) ま え が き

河川の洪水で水位が異常に上昇し、遂に溢流または破堤によつて耕地内に水が流れ込む場合、それらの箇所から下流に惹き起される耕土流亡および堆砂の諸現象については、既に過去に起つた災害、例えば昭和22年8月15日の石狩川の氾濫、昭和23年9月のアイオン颱風による北上川の氾濫等において、相当大がかりな調査が実施されているので、一般的な法則ともいふべきものについては凡そのことは判明しているわけである。

そこで、今次にわれわれの行つた踏査では、これら従来を知見が、このたび災害を受けた地域ではどんな形であらわれているかということ、さらに今までに気がつかなかつたような何か新しい発見はないかということに、主として調査の重点がおかれた。

このことは、実は、調査日程や労力の不足と調査実施の期日が災害の日から既に半歳も経過した頃であつた関係とで、詳細調査は行いたくも行い得なかつたという事情に大いに関係している。

今次の災害では、前の二例に比べ上流山岳部の土砂流出にも可成り著しい相違が認められ、特に白川水系では阿蘇火山灰がおびただしく流れ出たりして、一つの地象記録として、せめて一つの局地のみについてでも、やはり従来行われたと同じような方法での詳細調査を行うべきであつたと思う。しかし、それが上記のような理由でわれわれの手では出来なかつたことは残念である。

しかし、今次の災害は北九州という、非常に文化の開けた地域に起つたものであつたから、災害を受けるや、時を移さずして現地の各機関が調査を行い、その中には被害耕地の土砂分布についての行届いた調査もあつて、それらから被害直後の状況をうかがい知ることのできるのは甚だ倅である。すなわちその一つは、筑後川中流部

一帯にわたって実施された福岡県立農業試験場（福岡県筑紫郡二日市町所在）による調査であり、その二は筑後川・白川両水系にわたってひろく行われた九州大学農学部青峰教授の調査である。前者の成果は既に「筑後川流域水害地土壌図」としてでき上っており、後者も亦その一部は既に二、三の雑誌に掲載されていて、ともに裨益するところが甚だ多い。

筆者は調査を、昭和28年11月15日から1週間にわたって行つた。調査地点は

（筑後川水系） 福岡県朝倉郡大福村

（白川水系） 熊本県菊池郡陣内村

の2ヶ所で、これらの場所は、それぞれその附近でも最も甚しい被害を受けた所として、特に調査の対象にえらばれたものである。

調査の方法は、大福村の場合は既に述べた通り農業試験場の作製した水害地土壌図および各地点の土壌分析結果を入手済みであつたので、それと現地との対照を主とし、併せて、聞きとり・写真撮影・堆土の物理性に関する試験等も行つた。陣内村の場合は、既成のものは何もなかつたので大まかなものでも耕土流亡並びに堆砂の状況を示す実態図が必要であつたから、スコップを携えて地域内をできる限り広く廻り、40箇所の地点について掘さくを行つて、堆積物の厚さを測定すると共に、その一部を採土袋に入れて持ち帰つて、堆砂分布図の作製資料に供した。なお、同時に、聞きとり・写真撮影・堆土の物理性に関する試験等を行つた点は大福村の場合と同様である。

持ち帰つた土の粒度分析にはすべて篩別とA・S・K法との組合せを用いたが、中には水中篩別（篩はTylorの標準篩）のみですんだものもある。なお、A・S・K分析の予措には6% H₂O₂、蓚酸ナトリウム処理を採用した。福岡県立農業試験場が行つた粒度分析法もまたA・S・K法である。

（2）福岡県朝倉郡大福村の耕土流亡並びに堆砂分布（図10および表1参照）

福岡県朝倉郡大福村は、筑紫平野の東部、朝倉郡中央南方に位している標高約20mの地勢の概ね平坦な水田地帯で、筑後川がその南部を西に向つて流れている（図1参照）。筑後川はこれより上流の、大分県日田盆地で玖珠川と大山川とを合せ、それから約11kmを流れて大分・福岡の県境たる袋野から筑後平野に出る。そこから大福村の地先までは20kmに満たない。即ち大福村の位置は一言にしていえば筑後川が山間部を終つて中流部に出て間もなくの位置であるということができよう。

筑後川は大福村の地先で河道を左に大きく約60°振つており、明治22年の場合と同じく、今回もその屈曲部が破れた。雨は6月25日の午後から降り始め、26日の午前中に2回洪水のピークがあり、第二のピークでは推定洪水流量9,000m³/secに達したため、正午すぎ遂にその部分が800mにわたつて決潰を起したものである。（写真8参照）かくして田面上、実に2.5mにも及ぶ激流が耕地一帯に流れ込み、凡そ480町歩にわたる地域におびただしい侵蝕と土砂の堆積をひき起し、典型的な決潰型の浸水を蒙つたのである。

既にのべた通り、本地域については県の農業試験場が、水害によつて、はげしく変貌した耕地土壌の実態を、詳しく調査したものがあつたので、その一部をここに借用させていただくことにする。別紙図10および表1は、即ちそれである。

図の中の④③②①⑤⑥の6点だけはわれわれ*の手で採土した地点で、洪水以後数ヶ月経過しながら、未だ堆積状態は当時のままであると見做される部分の表土を持ち帰りその機械的組成を調べた。その結果は表2に掲げた通りである。また図中の矢印は当時の流水の方向でわれわれ々が現地での聞き取りによつて、ほぼ確実と判断したもののみが記入されている。

表1 堆積物の種類と厚さ (cm).

| 調査地点 番号 | 堆 積 厚 | | | | class |
|------------|-------|------|-----|-----|-------|
| | 砂 礫 | 粗砂細砂 | 微 砂 | 粘 土 | |
| ⑤ | | | 27 | | 10 |
| ⑥ | 25 | | | | 2 |
| ⑦ | | 10 | | | 7 |
| ⑧ | | | 20 | | 8 |
| ⑨ | | | | 30 | 9 |
| ⑩ | | | 20 | | 10 |
| ⑪ | | | 15 | | 10 |
| ⑫ | | | | 19 | 11 |
| ⑬ | | | | 12 | 11 |
| ⑭ | | | | 11 | 11 |
| ⑮ | 65 | | | | 5 |
| ⑯ | 13 | | | | 7 |
| ⑰ | 6 | | | | 5 |
| ⑱ | | | 16 | | 8 |
| ⑲ | 27 | | 7 | | 7 |
| ⑳ | 6 | | | | 7 |
| ㉑ | 9 | | | | 7 |
| ㉒ | 7 | | | | 7 |
| ㉓ | | | 18 | | 11 |
| ㉔ | | | 30 | | 11 |

表2 堆積土砂の機械的組成 (吉岡氏による)
(但し何れも堆積表面のもの)

| 調査地点 番号 | 重 量 百 分 率 | | | | |
|------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | 0.1mm 以 下 | 0.1~ 0.25mm | 0.25~ 0.5mm | 0.5~ 1.0mm | 1.0~ 2.0mm |
| a | 14.4% | 27.8% | 46.2% | 10.7% | 0.9% |
| b | 11.5 | 34.1 | 51.0 | 3.4 | |
| c | 95.0 | 5.0 | | | |
| d | 58.2 | 30. | 10 | 1.8 | |
| e | 100 | | | | |
| f | 80.5 | 6.0 | 13.5 | | |

(3) 熊本県菊池郡陣内村の耕土流亡並びに堆砂分布 (図11および表3参照)

熊本県菊池郡陣内村は、白川が阿蘇谷からの黒川と合する合流点から更に下流へ約15kmほど下つた中流部にあつて、戸数700戸余りの小部落である。高台には150町歩余りの畑地を有するが、355.7町歩の水田は白川の河岸段丘の間に狭まれた最新生沖積地につくられている。従つて多くは、白川の平水路にきわめて接近しており、しかもこの附近の白川は堤防を欠くと共に通水断面も狭少であるため、刻々増水する洪水は遂に河岸から溢れ出て、段丘の幅一杯におびただしい水量が流れたため、こ



写真8 28.11.20 大福村決潰口



写真9 28.11.16 陣内村中島部落上流

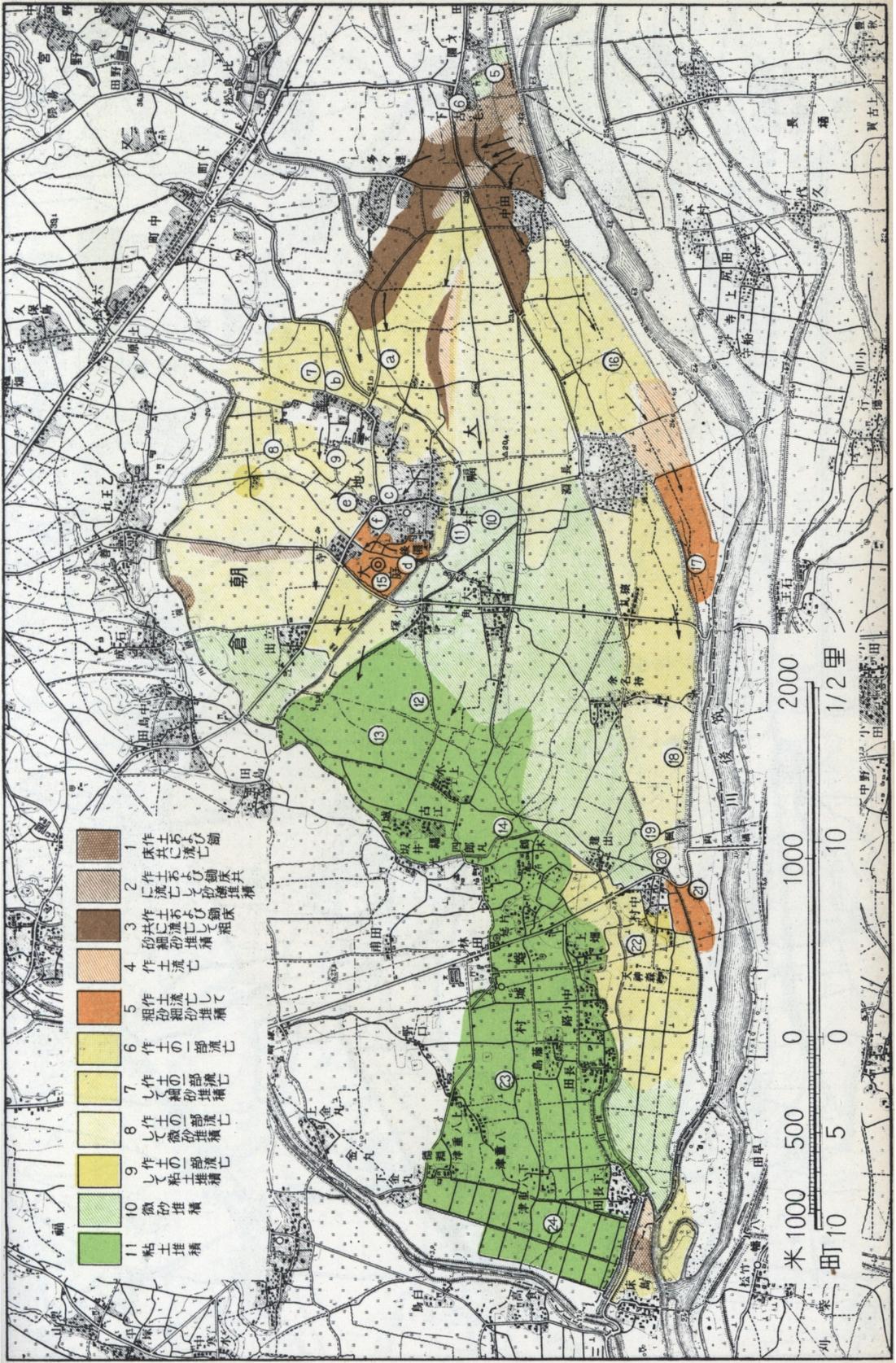
こに異常なまでにはげしい溢流型の浸水を惹き起したのである。

当時の白川の洪水流量は合流点で約2,500m³/sec (重松恩氏による)と推定されているが、陣内村の耕地が激流に洗われたのは6月26日の午後5時から27日の払曉までで、その短時間の間に附近一帯は、写真9で見るとような全くの荒地に化してしまつたのであつた。

既にのべた通り、本地域については、筑後川の場合のような参考資料は得られなかつたので、止むを得ず、不完全乍ら、筆者ら*の手で、堆土の現況図(11月17日現在)を作製した。表3および図11がすなわちそれである。

時間の制約があつたため40箇所の調査地点の各々について堆土厚やその成層状態をしらべることができず、主

* 特に九州大学農学部吉岡孝雄氏の努力に負うところが多い。



- 1 赤土および砂に流亡した粘土
- 2 赤土および粘土に流亡した砂
- 3 赤土および粘土に流亡した砂と粘土
- 4 赤土に流亡した粘土
- 5 赤土に流亡した砂
- 6 赤土の一部に流亡した粘土
- 7 赤土の一部に流亡した砂
- 8 赤土の一部に流亡した粘土
- 9 赤土の一部に流亡した粘土
- 10 粘土に流亡した砂
- 11 粘土に流亡した砂

図 10

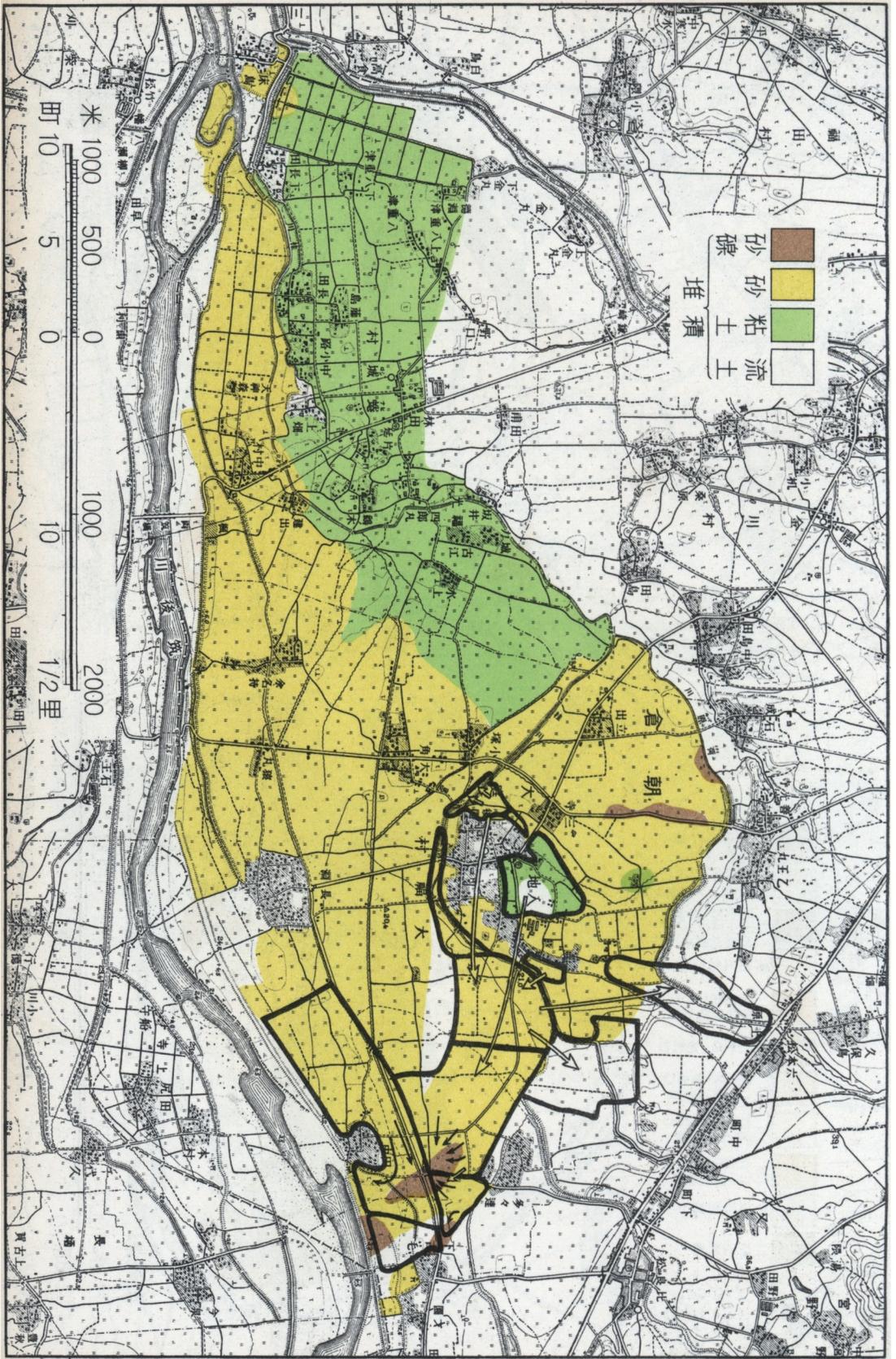


图 12

として堆土表面より試料を採土してその機械的分析を行つたに止まる。従つてここでの堆砂分布については誠に不十分な観察しかなし得ないが、溢流時の状況が前述の通りであつたことから、殆んど粒径の一樣な且つ大量なものが短時間に流入したことが想像され、そのため各地

表3 堆積土砂の機械的組成 (吉岡氏による)

| 調査地点 番 号 | 重 量 百 分 率 | | | | |
|-------------|---------------|----------------|---------------|---------------|--------------|
| | 0.25mm 以 下 | 0.25~ 0.5mm | 0.5~ 1.0mm | 1.0~ 2.0mm | 2.0mm 以 上 |
| 1 | 43.0% | 51.8% | 4.2% | 1.0% | % |
| 2 | 19.0 | 46.0 | 30.2 | 6.8 | |
| 3 | 88.4 | 9.0 | 1.6 | 1.0 | |
| 4 | 67.0 | 27.2 | 5.8 | | |
| 5 | 20.0 | 46.4 | 28.8 | 4.8 | |
| 6 | 20.4 | 14.4 | 36.4 | 27.8 | 1.0 |
| 7 | 42.0 | 42.2 | 13.6 | 2.2 | |
| 8 | 57.8 | 31.4 | 9.8 | 1.0 | |
| 9 | 16.4 | 23.0 | 39.8 | 8.0 | 2.8 |
| 10 | 73.6 | 15.6 | 8.6 | 2.2 | |
| 11 | 61.8 | 27.4 | 6.6 | 4.2 | |
| 12 | 63.0 | 31.8 | 4.2 | 1.0 | |
| 13 | 51.2 | 32.0 | 12.2 | 4.6 | |
| 14 | 45.0 | 28.6 | 21.8 | 4.6 | |
| 15 | 31.6 | 37.2 | 24.2 | 7.0 | |
| 16 | 43.6 | 41.2 | 11.0 | 1.8 | |
| 17 | 36.2 | 45.2 | 13.0 | 3.6 | |
| 18 | 69.2 | 23.2 | 4.4 | 3.2 | |
| 19 | 72.4 | 4.0 | 22.8 | 0.8 | |
| 20 | 97.2 | 2.8 | | | |
| 21 | 97.6 | 2.4 | | | |
| 22 | 74.4 | 24.6 | 0.8 | | |
| 23 | 43.2 | 27.2 | 20.6 | 9.0 | |
| 24 | 24.6 | 38.8 | 29.6 | | |
| 25 | 46.2 | 33.2 | 17.2 | 3.4 | |
| 26 | 62.6 | 25.2 | 9.6 | 2.6 | |
| 27 | 92.4 | 6.0 | 1.6 | | |
| 28 | 79.0 | 19.2 | 1.8 | | |
| 29 | 72.2 | 19.0 | 7.2 | 1.6 | |
| 30 | 32.0 | 51.6 | 28.0 | 5.4 | |
| 31 | 32.8 | 32.0 | 34.4 | 0.8 | |
| 32 | 43.0 | 30.4 | 23.2 | 3.4 | |
| 33 | 41.6 | 29.4 | 22.4 | 6.6 | |
| 34 | 39.0 | 26.4 | 22.6 | 7.4 | 4.6 |
| 35 | 27.8 | 14.6 | 7.6 | | |
| 36 | 64.4 | 32.4 | 3.2 | | |
| 37 | 40.0 | 25.6 | 29.0 | 5.4 | |
| 38 | 52.4 | 27.0 | 20.6 | | |
| 39 | 43.4 | 22.2 | 25.2 | 9.2 | |
| 40 | 40.6 | 23.4 | 25.6 | 10.4 | |

但し、何れも堆積表面のもの

のが短時間に流入したことが想像され、そのため各地の表土が示した粒径分布は比較的変異が少ないのは注目し得る。尤もこれらの分析結果をみれば局部的な現象は色々にあつていて、例えば流入部(No. 6, 7) 流出部(No. 25, 26)さらに最下流(No. 28)と後になるほど粒径が小になつている点、中島部落前面(No. 14, 15, 16)と後面(No. 19, 20, 21, 22)とでは後者の方が小さい点、白川屈曲部の竹林の前面(No. 40)竹林内(No. 39)後面(No. 38)では後者ほど径が小さくなつている点などをはつきり読みとることができる。

なお No. 16, 17, 18 は偶々道路工事中であつた堆積断面の各層から図(図11右下)のように採取できたものであるが、中間の No. 17 が小礫を交えているのは、堆積の時間的なズレによるものと考えられる。なおこのことについては堆土の物理性調査の項を参照せられたい。

(4) 考 察

以上二地域における実地調査を通じて、耕土流亡ならびに堆砂分布に関し筆者の気のついた点を次に述べよう。

a 洪水による耕地の水害は、(i) 崖崩れによるもの(ii) 流水によるもの(iii) 冠水によるもの、に大別されるが筆者のしらべたのはこのうちで流水による耕地の被害である。流水被害について従来の調査から分つていたことといえば――

(イ) 濁水が河川の岸から溢流したり、堤防が破壊して耕地に流れ込んだりした場合には、まずはげしい土壌侵蝕が起る。その辺りでは耕土は勿論、心土までも削られる。これは濁水中の石礫の作用によるものである。

(ロ) 侵蝕の度合は、それから下流に進むにつれて、また流水の中心から遠ざかるにつれて弱くなつてゐる、それらはまた植生や地盤の僅かな高低や道路・水路などの地物に強く影響を受ける。

(ハ) 堆積は、流れ込んだ口から、粒径の大きさ順に場所を異にして順次に堆積するが、これも亦侵蝕と

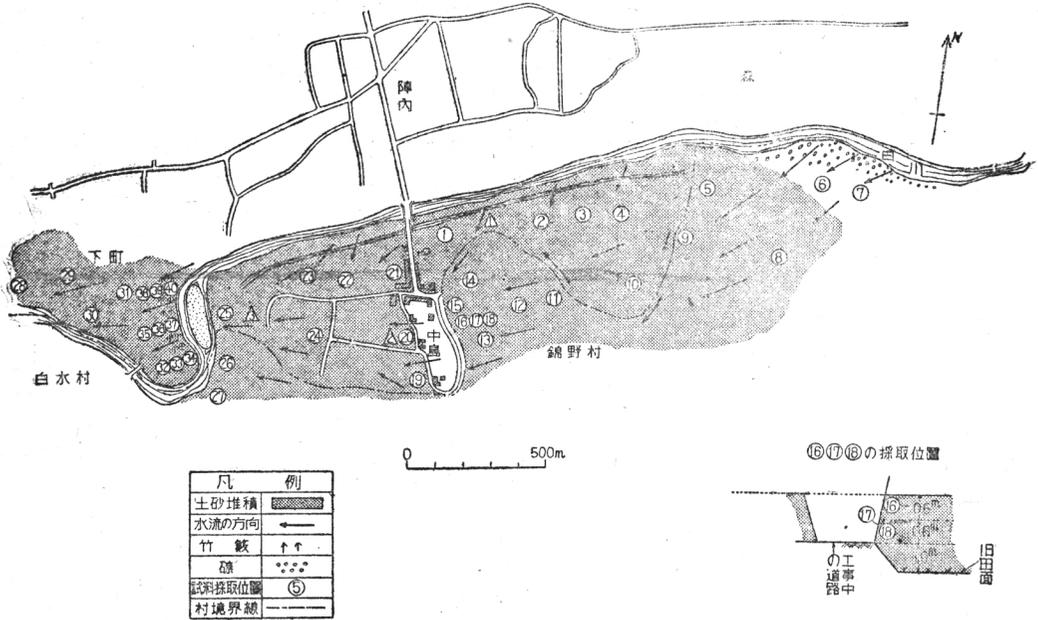


図11 菊池郡陣内村中島附近洪水被害調査図

同じように局地的な地物の影響を強く受け、耕地内の起伏や、畦畔、道路、溝畔、流木など特に水の流れに直角な方向の障害物および、耕地面の植生は特に附近の堆積状況を著しく特異なものとする。

(㉔) 粗い粒子のものが堆積しているところは、侵蝕がひどく、細かい粒子のものが堆積しているところは侵蝕の受け方も少いのが通例である。

(㉕) 堆積土砂は河によって上流から運ばれたもの他に、破堤の場合にはその堤防の土砂がばらまかれる。削られた耕土や心土が下流に運ばれることは勿論である。水流が道路を横切る時には屢々くずれた道路材料が下流側に堆積する。

等であろう。これらは今次の場合にも大体そのままに起つていて特に訂正の要を認めない。

b 耕地面は、田植のすんだところもあり、代かきさへ着手していなかつたところもあつた模様であるが、水流に対する抵抗性は苗代田が最も大であり、次が代かき着手以前の水田で、最も抵抗の弱かつたのは代かき直後の水田であつた。

c 大福村の場合、堤防決潰地点から4kmも奥でも主流を阻止する向きにあつた村道は寸断され、復旧工事に立ち上つた農民の交通を甚しく妨害した。

d アドの堆積層は保水力に富む為、いつ迄も軟かく排土作業に用いる馬車の轍や馬の蹄が埋まつて作業を困難ならしめる。

e 下流部に運ばれた上流部の耕土を元に戻すという意味で、排土運搬計画が別図のように計画されている。(図12参照)

f 堆土は水害後日を経るに従つて漸次収縮を起している。このことは特にアドの厚く堆積した地区に著しい。

g 水害防備林の効果は顯著で、一部伐採した箇所などは特にひどい災害を受けている。但し、防備林の前後は特に厚い堆土を招くことも事実である。

h 水路の侵蝕・堆積については、調査時既に排土を終っていたので残念乍らよく分らなかつたが、用水路の破かいによる間接災害面積は例えば大福村の場合 8 月 1 日現在で 23.9 町歩（農林省福岡統計調査事務所資料による）と見做されていた。

i 耕土流亡と土砂堆積の結果、どれほどの減収を来たしたかを正確につきとめることは仲々容易でないが、大福村の場合を福岡統計調査事務所の資料によつて見ると、直接被害面積は田畑合計 650 町歩であり、昭和 23 年より昭和 27 年迄のこの村の推定実収高を 100 とすると災害を受けた昭和 28 年は実に 44.5% であつて被害の甚しさが察せられる。

どのような堆土情況のところにもどのような応急処理を施した結果どの程度の収かきを得られたかを調べることは、大切なことではあつたが、これも時間的余ゆうがなく、割愛の止むなきに至つた。このことは復旧事業の行われた後も、その効果を見届ける意味では是非行わなければならない大切な事柄であろう。

図 10 の No. 7 では 1 俵弱～5 俵弱、No. 10 では 4.5 俵～7 俵とれたことを聞き取りで知つたが、これらの地点は苗の入手や水路の復旧などの点で特に有利な事情が存在したのであろう。（八幡敏雄）

4 堆 土 の 物 理 性

(1) ま え が き

水害地の堆土については、従来主としてその堆積土の粒径別の分布やそれらの堆積厚が調査され、洪水の残して行つた堆土をそのままの状態で理化学性をしらべることなどはほとんど行われることがなかつた。

今次の調査でも、それを充分に行い得たわけでは無論ない。しかし、層を成して堆積している堆砂の各部分の packing の状態、各部分の透水性、および堆砂層全体のもつ透水性などについては、僅かな箇所についてはあつたが測定値を得ることができたので、それらもついでに一つの記録として、ここに書き記しておくべきだと考え、特に一章を設けて、測定したままの数字を並らべることにした。

(2) ヨナの堆積層の透水性

ヨナの厚い堆積層については既に耕土流亡と堆砂分布の章において述べたところであるが、復旧工事の計画のためにも、それがそのままの状態での程度の透水性や空隙をもつものであるかについては、是非一度測定が試みらるべきものであろう。筆者らは調査に割り当てられた僅かな日数の中から、特に一日を割き、別に携行した野外用測定具を用いて測定を行い、それぞれ次のような結果を得た。

①測定年月日……昭和 28 年 11 月 17 日 曇天

測定場所……熊本県菊池郡陣内村字中島

(杭番号 A.No. 65, 図 11 △印, 堆砂厚約 100cm)

i) 透 透 能

次章 II の 1. (1) b 陣内村中島耕地堆砂の透水性について、を参照。

ii) 堆積の各部分の組織と透水性

測定地点に鑿を掘り、地表から 5cm, 25cm, 45cm, 65cm, 85cm, 95cm, 105cm の深さの土を金属製のコー・サンプラー（内容積 100cc）に自然構造のまま、採取し、それにガラス管を立てて、変水頭による透透係数の測定をその場で行つた。同時に定容の湿土重をも秤量し、別に秤量瓶に採取した湿土から求めた含水比を用いて空隙率を各深さごとに求めた（真比重 2.65）。

表 4

| 採土部位 (表面からの 深さ) | 假比重 | 空隙率 | 含水比 | 透水性 (k) |
|-----------------------|------|-----|------|-----------------------------|
| 3~8cm | 1.53 | 42% | 7.2% | 4.0×10^{-3} cm/sec |
| 23~28 | 1.41 | 47 | 13.2 | 2.9×10^{-3} |
| 43~48 | 1.50 | 43 | 10.9 | 2.7×10^{-3} |
| 63~68 | 1.24 | 53 | 8.5 | 3.8×10^{-3} |
| 83~88 | 1.14 | 57 | 9.5 | 3.0×10^{-3} |
| 93~98 | 1.02 | 61 | 30.9 | 2.5×10^{-3} |
| 103~108 | 0.88 | 67 | 60.3 | 1.6×10^{-4} |

② 測定年月日……昭和28年11月17日 曇天

測定場所……熊本県菊池郡陣内村中島

(杭番号B No. 67より A-lineより約50mの位置

図11△印, 堆砂厚約20m)

ここでは、時間の都合上、透水性の測定は行わず、堆積各部分の組織と透水性とのみを測定した。

測定方法①と全く同一であり、地表よりそれぞれ5cm 15cm, 25cm の3つの深さから採土して測つた。

表 5

| 深さ | 假比重 | 空隙率 | 含水比 | 透水性 () |
|--------|------|-----|-------|-----------------------------|
| 3~8 cm | 1.42 | 46% | 12.3% | 2.4×10^{-3} cm/sec |
| 13~18 | 1.50 | 43 | 13.6 | 6.6×10^{-4} |
| 24~29 | 0.76 | 71 | 69.4 | 4.2×10^{-3} 炭を含んだ土 |

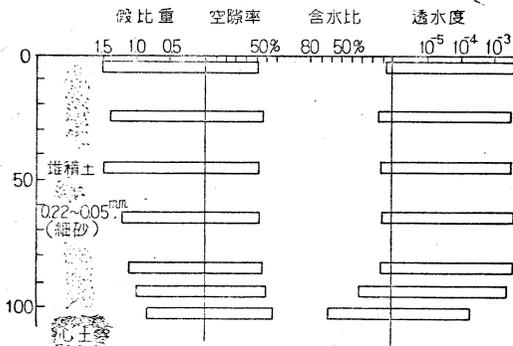


図 13

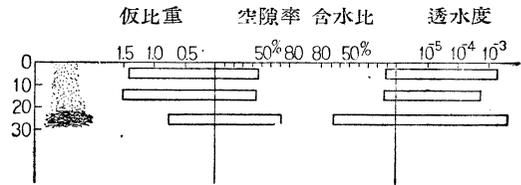


図 14

これらの結果から次のようなことが注意されるであろう。

イ) ヨナのみの厚い堆積は保水力極めて乏しく、降雨は速かに滲透(細砂で透係数 10^{-3} cm/sec 程度)降下し、堆積の底に達して、その部分の水分率を急に大にしている。

ロ) 容重(假比重)は、断面を下つてゆくに従つてむしろ減少している。これは普通の土壌が下方へゆくほど有機物がへつたり、団粒化の度が低くなつたり、上層部の重量に押されて密に填充されたりすることのため、A層からB層、B層からC層と深くなるにつれて容重を増加するのと著しく趣を異にしている。

砂質土壌の粒子は一般に密に接触していて、しかも有機物を含むことが少いから、心土に比べて一定容積の重量が大きいのは当然であるが、①の例で、60cmの辺りを境にそれ以下が、それより上層と比べて目立つて小さい値なのは恐らく濁水にも流勢に消長があつて堆積がそこまでは一気呵成に行われたが、それより上層の分はその後水 flow に弄ばれ、且つ多少こまかい粒子が空隙につまるなどして、却つて上層ほど容重の大きいような逆の packing の状態を呈するに至つたのであろう。

ハ) ①の測定を行つた附近は、耕土は完全に流亡し、その上に1mに及ぶ細砂の堆積が残つた場所であつた。従つて透水性も、堆土が終つて心土に移行する辺りから俄かに減少する。これに反して②の場合には、部落の背後に當つていた関係から、水が迂回した模様で、そのためか耕土は未だ残つており、その部分にはなほ多量の有機物を含んでいて、透水性は堆土に匹敵する程佳良であつた。

ニ) ①の測定においては、相互に2m離れた位置で(i)および(ii)の測定を同時に実施した。その結果(i)から求めた透水性(k)は 6.8×10^{-3} cm/secとなつて(ii)の測定において堆砂の部分部分につき、求めたkの値とオーダーはよく一致した。

このようなことは、この場合のように、土層の組織が割合に単純であつたればこそ成立つたのであつて、一般には、透水性の値から動水勾配をほぼ1に等しいとおいて求めた透水性は、土層から土壌を採つて測つた透水性と

なかなかたやすく一致するものではないのである。

(3) アドの堆積層の透水性

復旧計画の資料として、堆砂の中にアドをはさむ場合の通水性を測定することもまた必要であるので、(2)と同じ要領で堆積の各部分の組織と透水性の測定を行い、次の結果を得た。

測定年月日……昭和28年11月21日 晴

測定場所……福岡県朝倉郡大福村字大庭三井原村役場の西裏手

(図10○印、堆積厚約60cm) 測定方法はヨナの場合と全く同様である。

但し、予め藪を掘って、プロフィールを見、アド層の挟まった位置をみながら、採土の部位を定めて行つたからヨナの場合のように、採土の深さが、10cm間隔というわけにはゆかなかつた。なお、この場合は

第1回 6月26日13時, 第2回 6月27日夕刻, 第3回 6月27日夜, 第4回 7月17日
と、合計4回の浸水に見舞われたため、裏作の麥を刈取つた後の水田は耕土を流され、かたい心土の上に、4層の縞模様をなしたアド層の堆積がみられる。(写真13参照)

表 6

| 採土部位 (表土から の深さ) | 仮比重 | 空隙率 | 含水比 | 透水性 (k) |
|-----------------------|------|-----|-------|-----------------------------|
| 3~8 cm | 1.09 | 59% | 30.2% | 6.4×10^{-4} cm/sec |
| 14~19 | 0.85 | 68 | 71.1 | 7.6×10^{-5} |
| 19~24 | 0.83 | 69 | 76.0 | 3.4×10^{-5} |
| 22~27 | 0.83 | 69 | 57.4 | 1.0×10^{-4} |
| 40~45 | 0.78 | 71 | 82.8 | 9.7×10^{-5} |
| 65~70 | 0.95 | 64 | 51.1 | 5.2×10^{-3} |
| 80~85 | 1.07 | 60 | 43.2 | 3.2×10^{-3} |

表 7

| | 粒 径 (mm) | | | | | | |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|-------|
| | 2.0~ 1.0 | 1.0~ 0.5 | 0.5~ 0.2 | 0.2~ 0.1 | 0.1~ 0.05 | 0.05~ 0.01 | 0.01~ |
| 砂 | — | 0.2 | 2.0 | 38.5 | 17.0 | 42.3% | |
| アド | — | 0.1 | 0.3 | 7.8 | 12.4 | 43.4 | 36.0 |
| 心土 | 3.4 | 1.4 | 3.0 | 11.3 | 8.6 | 27.2 | 45.1 |

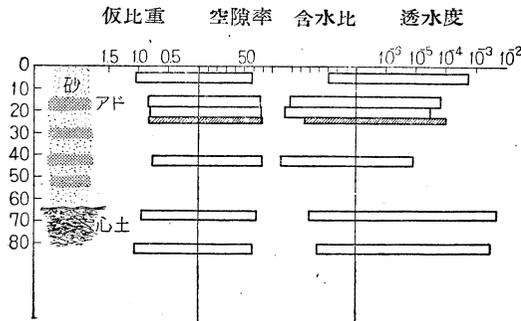


図 15

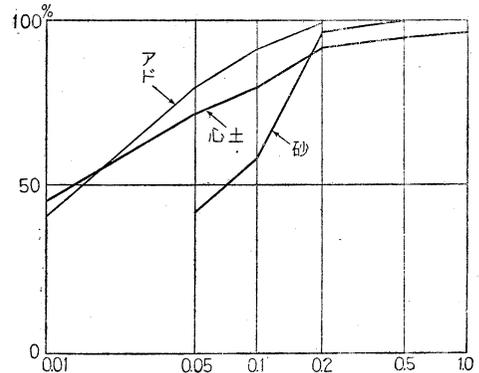


図 16

なお砂の部分、アドの部分、心土の部分をとつて粒度分析した結果は次の通りであつた。

この測定の結果から判明したことは——

イ) 以上の結果で、透水性 10^{-5} cm/sec 程度のアド層と、 10^{-3} cm/sec 程度の細微砂との互層は、全体として 7.6×10^{-4} cm/sec の滲透能を呈し、もとの心土よりは、むしろ保水性がよい。即ち、アドの沈殿層をもつ地域は透水性に関する限りでは、外から客土材料を持ち込む必要はない。またこの例のように4層もの互層をもつところでは、混層深を特に気をつけなくてはならぬということもなく、水さへかかれば、水田としての復旧は最もたやすいといえよう。

ロ) ヨナの堆積の場合も同様であつたが、各部分の水分率と、その部分の透水性との逆相関は顯著である。ヨ

ナの堆積について測定した②の場合に、24~29cmの深さのもののみが、これと逆の傾向を示したのは、その部分が原地盤であつて、腐つた藁などを多く含んでいたためである。

ハ) このような堆積層では、降雨があつても途中に透水性のわるいアド層があるため、ヨナの場合のように容易には降下せず、宙水に似た現象を呈し、アド層の部分は多量の水分を保持して、堆積の底の部分の方がむしろ乾いている。

ニ) 容重が、断面を下つてゆくに従つてむしろ減少している点は、ヨナの場合と同様で、これは若しかすると沖積現象における一つの通則であるかも知れない。

尤も最上層の仮比重の大きいのはその後の降雨による“水締め”や人馬の踏圧による影響も加わつていると思う。

(4) 特殊な堆積状態の土の理化学性

i) 水害防備林の中に堆積したヨナの組成

採土年月日……昭和28年11月16日

採土場所……熊本県菊池郡陣内村

(図11の②附近) 村の南端、白川の屈曲部に右岸に沿つて設けられた幅約10間の竹林帯の耕地に接する附近の竹やぶ中より採土

表8 (粒径単位はmm)

| 粒径 | 1.0~0.5 | 0.5~0.22 | 0.22~0.1 | 0.1~0.05 | 0.05以下 |
|----|---------|----------|----------|----------|--------|
| | 5.5% | 3.0% | 40.4% | 29.8% | 26.3% |

分析結果は表8の如くである。即ち粒径は0.22~0.05mmの範囲の細砂が大部分を占めている。

なおこの組成は、この地点から数10kmも上流の阿蘇郡山田村字今町附近で採取した堆砂や、あるいはまた

数10kmも下流の白川の河口に近い、熊本市西郊の小島町城山附近で採取した堆砂などと、粒径分布の点では、図17に示すように極めて近似して、ほとんど区別がつかない。

このことで直ちにその由来の同一性を立言しようとするのは明かに無謀であろうが、少なくともそれらの場所が

ほぼ等しい流速で洗われたことだけは間違いないであろう。

ii) ブルドーザーで押されたヨナの容重

採土年月日……昭和28年11月17日

採土場所……熊本県菊池郡陣内村

(図11△印、排土作業実施現場)

採土方法……(2)の①(ii)で用いたと全く同じ方法

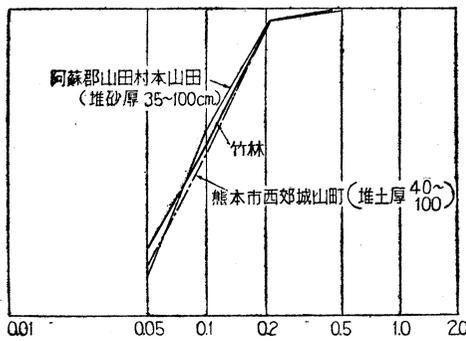


図 17

測定結果

| | |
|-----------|-------|
| 湿潤密度 | 1.36 |
| 含水比 | 14.0% |
| 乾燥密度(仮比重) | 1.19 |
| 空隙率 | 55.1% |

筆者が調査を行つた頃は、既に宅地附近は勿論のこと、農地も県営の復旧工事が進みつゝあつて、あちこちで

排土機械が活動していたが、ブルドーザーで押し積み上げた土を、ダンプカーやトラックで運搬する場合には、容積重を知ることが運搬計画上必須であるので、参考のためにこの測定を行ったものである。

当時、自然状態の堆土の表層近くでは

| | |
|------|-----------|
| 湿潤密度 | 1.60~1.66 |
| 乾燥密度 | 1.41~1.53 |

であつたから、ブルドーザーで掻き集めることによつて容積は凡そ25%増加した勘定になる。即ち、堆土厚と面積とから算出する排土量に1.25倍して、はじめてトラックへの積込容積が求められることになる。

(5) アドの沈定および収縮

福岡県朝倉郡大福村における調査において、農民の聴取から、アドは放置しておくとその堆積厚を漸次減少してゆくこと、減少は少しづつ相当長期間かかつて行われること、などを聞知した。果してそれが事実ならば、これもまた土積計算上かなり重大な問題となる筈である。そこで附近の堆積層の中から掘り出した、次の組成を有するアドを用い、簡単な室内実験を試みた。

| 2.0~1.0 | 1.0~0.5 | 0.5~0.2 | 0.2~0.1 | 0.1~0.05 | 0.05~0.01 | 0.01以下 |
|---------|---------|---------|---------|----------|-----------|--------|
| — | 0.1% | 0.3% | 7.8% | 12.4% | 43.4% | 36.0% |

すなわち直径約3cmで、底部に開口部を有する目盛付ガラス管を用意し、底部にまず目皿をおいてその上に2.5cm

ほどの厚みに細砂(滲透度は 10^{-3} 程度)を敷き、上記のアドを水にといて上から注入して、その沈定の模様をみたのである。この場合、いかなる排水状態を与えるのがよいかには少からず迷つたが、結局図18のようにして下方に地下水位を保ち、1ヶ月後にはそれをも取除いて全くの排水良好状態とした。

その結果、沈定の厚さは次のような経過で減少した。

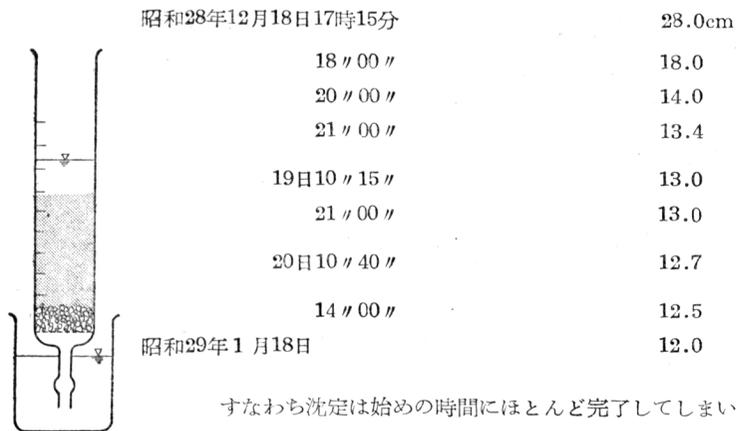


図 8

すなわち沈定は始めの時間にほとんど完了してしまい、爾後の沈定容積の減少はほとんど問題にならない位少かつた。

この結果が農民のいうところとあまり符合しないのは、この地方は6月下旬に第1次の浸水を受けた後、7月中旬に更に第2次の浸水を受けて、排水はかなり長い間不良に保たれていたのであるから、このような実験の仕方では排水が良すぎ、現場での状況の再現によほど遠いからであろう。

下方への排水をもつと不良にしておけば、沈定はかなり永く続くと考えられる。(八幡敏雄)

Ⅱ 土性改良に関する一、二の実験

1. 主として保水性について

(1) 白川水系

a 概 況

白川水系において筆者が堆土の状況を見学調査したのは、上流部(外輪山内)では阿蘇郡内ノ牧町東方の阿蘇郡山田村今町および東山田、中流部では菊池郡陣内村(白川水系においては調査の重点を陣内村中島部落の耕地

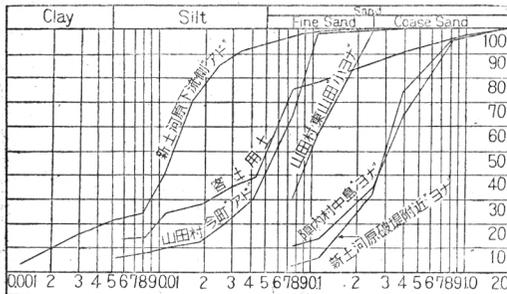


図 19 白川水系における堆土の土粒分析

に置いた),最下流は熊本市の新土河原である。以上のように上,中,下流の3地点で調査箇所は少いがそれぞれの地点の堆土の真比重,土粒分析*の結果は表10図19の通りである。

山田村東山田耕地の堆土は附近に黒川の橋梁があり,通水断面が小さく溢水したようであるが半破堤のような状況でほとんどが fine sand よりなり“小ヨナ”ともいうべきものである(写真10参照)。山田村今町の耕地は黒川より遠く完全なる溢水による堆土のよ

表 10

| 供 試 土 | 0.005 以下 % | 0.005~ 0.05 % | 0.05~ 0.25 % | 0.25~ 2.0 % | JIS | 平均径 | 有効径 | 均等係数 | 真比重 | 色 |
|----------|------------------|---------------------|--------------------|-------------------|----------|--------|--------|------|-------|-----------------|
| 山田村東山田 | — | — | 99.0 | 1.0 | S. | 0.102 | — | — | 2.724 | 黒 味 |
| 〃 今 町 | — | 40.1 | 58.9 | 1.0 | S. L. | 0.059 | 0.012 | 5.9 | 2.712 | 黒 褐色 混り |
| 陣内村中島 | — | — | 34.2 | 65.8 | S. | 0.131 | 0.075 | 4.5 | 2.765 | 黒 味 褐色 混り |
| 〃 客土用土 | — | 48.5 | 37.5 | 14.0 | S. L. | 0.0508 | — | — | 2.674 | 黄 褐色 |
| 新土河原破堤附近 | — | — | 31.5 | 68.5 | S. | 0.309 | 0.128 | 2.7 | 2.789 | 黒 味 褐色 混り |
| 〃 部落下流側 | 20.5 | 72.6 | 6.5 | 0.4 | Silt. L. | 0.0126 | 0.0021 | 6.9 | 2.664 | 茶 褐色 |



写真10 28.11.15 阿蘇郡山田村東山田堆砂状況



写真11 28.11.15 山田村今町堆土亀裂状況

うで現地においては,写真11のような大きな亀裂が 15~20cm 深さに2段に入っているのよりしても一見非常に微粒のように思われるが土粒分析の結果は(大体 silt 40%, fine sand 60%)で sandy loam に属する土壤でアドともいわれている。以上のような亀裂は堆積初期の現象で耕作管理を行つてゆけばそのような亀裂は入らないのではないかと考えられる。また現地聞き取り調査によればこの種土壤は排土しなかつた方が収量が多い結果になっており灌漑さへできれば無理に排土する必要がないようである。

* 土壌分析は JIS A 1264 (ハイドロメーター法) によつた。

中流部の陣内村中島耕地および下流部新土河原耕地は共に破堤による砂礫の堆積で通称ヨナといわれるもので、真比重、色、粒度、がほとんど等しくなっていることより(大体 fine sand 32~34% coarse sand 66~69%)破堤附近の堆砂に関する限り上流山岳地帯より流下したもののようである。新土河原部落下流側の耕地の堆土は微粒のものが多く(大体 clay 26% silt 73% fine sand 7%)で silt clay loam に属する土壌でアドともいわれるものである。以上微細土アドの堆積について(僅か二ヶ所の比較に過ぎないが)上流のものは真比重が重く且つ色も上流のものは黒味を帯びているようで下流新土河原耕地の堆土には洪水流下途中において既耕地の土壌が相当含まれているのではないかと想像される。

b 陣内村中島耕地堆砂の滲透性について

(i) 堆砂状況と現地試験

築池郡陣内村中島耕地の白川の破堤による流失埋没は40町歩に及びその内

- A 耕土並びに心土盤の流失約4町歩(巨礫および砂礫堆積, 破堤附近)
- B 耕土流失約7町歩(大礫および砂礫堆積, 白川沿い)
- C 耕土流失後堆砂したもの約16町歩
- D 耕土の上へ堆砂したもの約13町歩

最も多いのがCの状況で堆砂の粒度も先に示したものが大部分で樹木家屋等の障害物の下流側で水流が特に弱かつたような場所にはより細粒のものが深く堆積している。堆砂の深さは0.20~1.50m最大20mに及ぶ所もあつた。

中島耕地のC即ち耕土流失後相当粗い砂の堆積した状況は、A、Bの場合においてもその復旧は附近の粗砂により地均しすることになつて、いずれもCの状況になるので、破堤附近における代表的な耕土の流失埋没状況と考えることができるのである。(筑後川水系における大分県日田郡五輪村石井地区も全く同様の状況であつた)

従つて以上のような粗砂が1~2mも堆積した場合の透水性を調べ、耕地の復旧を如何にすべきかを主として滲透量(用水量)の点より明らかにせんとして、まず現地における自然状態の滲透量を図20のような内径10cm、深さ50cmの円管を打込み5cmの湛水を与えて簡易フックゲージで測定した結果は表11の如くである。(写真12参照)

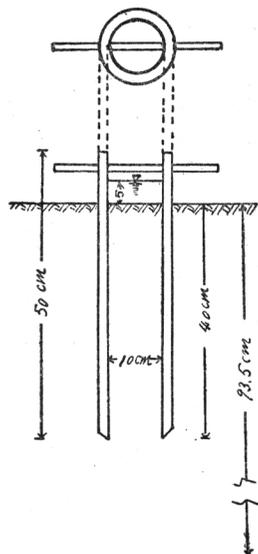


図 20 現地滲透測定器

表 11

| 経過時間 | 減水深 | 経過時間 | 減水深 | 経過時間 | 減水深 |
|-------|-----|-------|------|---------|------|
| 分 | cm | 分 | cm | 分 | cm |
| 0~5 | 3.9 | 40~50 | 4.3 | 90~100 | 4.2 |
| 5~10 | 3.4 | 50~60 | 4.25 | 100~110 | 4.15 |
| 10~20 | 4.3 | 60~70 | 4.2 | 110~120 | 4.1 |
| 20~30 | 4.3 | 70~80 | 4.2 | 120~130 | 4.1 |
| 30~40 | 4.2 | 80~90 | 4.15 | | |



写真 12 28.11.17 中島上流 現地滲透試験

以上の結果より減水深を 4.1cm/10min とすれば日減水深は $4.1 \times 6 \times 24 / \text{day} = 590.4 \text{cm/day}$ $h/l=1$ とすれば

滲透係数 $k = \frac{4.1}{600} = 0.00683 \approx 6.8 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ となり勿論そのままではとうてい水田にはならないことが明らかである。

以上の滲透量測定後附近の洪積台地の山土（図19参照）を深さ 11.5 m 投入して表面を攪拌代掻状態にして滲透量を測定した結果は次の如くである。

| 時間 | 減水深 | 攪拌後 2 時間では未だ微粒子は完全に沈殿せず懸垂状態にあるので、そのまま放置灌水が完全に澄んで後滲透量を測定すればさらに減少するものと考えられたが時間の関係上 2 時間で打切つた。その欠を補う意味において後述の室内試験を行つたのであり、その結果によれば約 20 時間余で水量が const. となり(図 23 参照)、攪拌後 2 時間目の滲透量の略 0.33 に相当することになつた。従つて以上の現地試験にその結果を適用すれば $0.40 \times 0.33 = 0.132 \text{ cm/30min}$ の減水深に相当することになる。 |
|--------|--------|--|
| 0~30分 | 0.50cm | |
| 30~60 | 0.45 | |
| 60~90 | 0.42 | |
| 90~120 | 0.40 | |

従つて以上の結果を日減水深並びに滲透係数に換算すれば次の如くなる。

| | 30分減水深 | 1日減水深 | 日純用水量 | 滲透係数 |
|-------------|--------|---------|---------|----------------------|
| 堆砂そのまま | 12.3cm | 590.4cm | 591.2cm | 6.8×10^{-3} |
| 客土攪拌後 2 時間目 | 0.4 | 19.2 | 20.0 | 2.2×10^{-4} |
| 滲透量が一定となつた時 | 0.13 | 6.34 | 7.14 | 7.2×10^{-5} |

但し、1 水田の葉・水面蒸発量を平均の 0.8cm とした。

2 滲透係数は勾配を 1 として算出したので厳密な意味では少し違つて来るようであるが近似的には差支えないように考えられる。

なお以上の客土投入は土塊を完全に粉砕していないので効果が割合少なかつたようにも思われるが、何れにせよ客土により滲透量が約 1/100 に減少することになる。しかしながら一般水田の日純用水量とからいえば 7.14 cm/day は非常に過大である。

ところが中島の水田は中島の上流端において玉岡堰によつて取入れ、白川の湧水量は相当に豊富のようであり、また一面中島水田は一般大河川の沿岸の水田に見られるように過去においてしばしば洪水により耕土が流亡し滲透量は相当に多く掛流し灌漑を行つていた状況のようである。今中島水田の丁度対岸に位する上井手堰および下井手堰関係水田の用水量は次の通りである。

| | 関係面積 | 取水水量 | 送水損失 | 純用水量 | |
|-----|--------|-------------------------|------|--------------------------|------------|
| | | | | 流量 | 減水深 |
| 上井手 | 400 ha | 12.0m ³ /sec | 20% | 0.024m ³ /sec | 20.7cm/day |
| 下井手 | 480 | 7.0 | 20 | 0.012 | 10.1 |

以上によれば上井手関係地区は下井手関係地区の用水量の丁度 2 倍に相当しているこれはその地域が約 1/55~1/100 の傾斜をなしているためにも考えられる。

中島地区はむしろ下井手地区に近いように考えられる。それよりすれば 11.5cm 客土すれば下井手地区より用水量は少く 10cm 内外の客土で水害前の状態に復旧できるのではないかと考えられるのである。

(ii) 室内試験

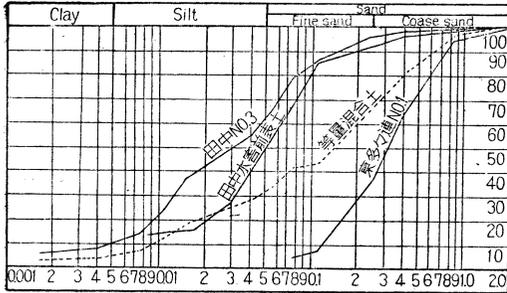


図 21

先に述べた如く野外試験は時間に制約されて充分なる結果を得られなかつたのでそれを補う意味で室内試験を行ったのである。供試土については陣内村中島の堆砂ヨナおよび客土用土の送付方を村役場に依頼しておいたのが果されずやむを得ずこれとほとんど同じ組成を持っている福岡県朝倉郡大福村東多々連の砂および客土用土として同村田中No.3を用いた。それらの粒度分析および真比重等は表15, 図21の如くである。

表 15

| 供 試 土 | 0.005 nm以下 | | 0.005~0.05mm | 0.05~0.25mm | 0.25~2.0mm | JIS | 平均径 | 有効径 | 均等係数 | 真比重 |
|---------------|------------|------|--------------|-------------|------------|--------|--------|-----|-------|-----|
| | % | % | % | % | | | | | | |
| 田 中 No. 3 | 10.0 | 52.1 | 34.4 | 3.5 | Silt. L. | 0.031 | 0.005 | 9.2 | 2.699 | |
| 東 多 々 連 No. 1 | — | — | 36.6 | 63.4 | S. | 0.315 | 0.120 | 3.1 | 2.805 | |
| 等 量 混 合 土 | 5.0 | 30.8 | 35.7 | 28.5 | S. L. | 0.142 | 0.0095 | 2.1 | 2.752 | |
| 田 中 水 害 前 表 土 | — | 49.5 | 42.8 | 7.7 | S. L. | 0,0508 | — | — | 2.698 | |

試験方法は図22の如き鉄製の滲透試験器を用い、次のような5段階の試験を行った。

1. 砂のみ
2. 客土5cm
3. 客土10cm
4. 客土15cm
5. 客土20cm

客土は風乾状態として完全に土塊を砕いた。客土方法はそれと等しい深さの砂とよく混合して後注入して代掻状態とする。まず1の試験が終ればそれに5cm厚さの客土を投入し、滲透試験器内の砂、上層5cmと混合注水して代掻状態となし湛水が透明になる2~3日目に滲透量を測定する。これが終れば次はさらに5cm厚さの客土を投入し最初の砂の表面より10cmの砂と混合し以下同様にして順次滲透量を測定した結果は表16の如くである。

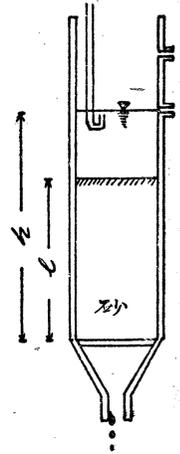


図22滲透試験器

表 16

| 供 試 土 | 土 壤 深 さ | 水 頭 | 滲 透 量 | 滲 透 係 数 | 日 減 水 深 |
|--------|---------|--------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 砂 | 30.0cm | 43.0cm | 4260.0 ^{cc} /h | 7.7×10 ⁻³ cm/sec | 665.3 ^{cm} /day |
| 客土5cm | 36.2 | 43.0 | 44.1 | 9.6×10 ⁻⁵ | 8.3 |
| 客土10cm | 42.0 | 54.0 | 12.4 | 2.5×10 ⁻⁵ | 2.2 |
| 客土15cm | 46.5 | 54.0 | 3.1 | 6.9×10 ⁻⁶ | 0.6 |
| 客土20cm | 51.0 | 54.0 | 1.2 | 2.9×10 ⁻⁶ | 0.3 |

但し、水温 10~12°C

この場合の滲透量測定は出来るだけ自然状態に近くするため土壌は水飽和の状態とせず、試験器の末端は開放した。従つて客土の場合は厳密な意味での滲透係数とは少し違つかもしれない。

砂の滲透係数は現地試験の結果とほとんど近い値を示しているが、室内試験の方は客土の効果が顕著に現われて客土5cmは現地試験の11.5cm客土とほぼ近い値を示している。これは客土用土が現地試験のものより組成が細かくしかも完全に砕いて攪拌したためではないかと考えられる。なお現地滲透試験と客土投入後の滲透量の時間的変化を比較するために客土10cmの場合の变化状態を示せば図23の如くで、const.となつた場合の滲透量は代掻攪拌後2時間目のその約0.33倍に相当している。

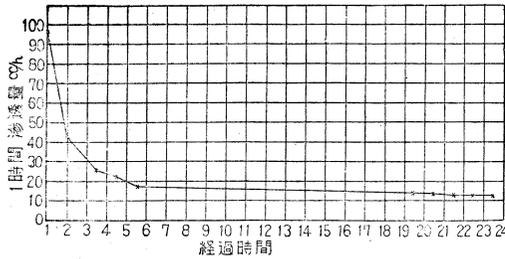


図23 客土10cmにおける攪拌後の浸透量と時間との関係

以上各種試験結果によれば粗砂堆積の甚だしい耕地復旧の場合においても浸透量の点より考えると客土10cmもすれば充分であり、15~20cmも客土すれば非常に浸透量の少い水田になるようである。勿論以上の試験による浸透量は鉛直浸透であつて、水田用水上を考える場合には畦畔浸透も考慮する必要があり、これをできるだけ少くするためには畦畔も客土用粘土あるいはコンクリート畦畔の必要が起つて来る。

次に耕土の厚さであるが、上述の客土浸透試験の結果よりすれば、土壤面上の水がなくなり水飽和の状態において6.2cm、12.0cm、16.5cm、21.0cm等と実際投入した客土の深さより1~1.5cm増加しており、最後に稍湿つている状態になつて19cmとなり投入20cm厚さに対し1cmの減少となつた。又別に内径28cmのガラス管の底に細目の金網を張り砂を30cm深さに入れその上に客土用土を3cm投入共に密状態に詰め後完全に混合して水を加えて攪拌代掻状態とし、完全に濁液が沈殿して透明になつた時の土壤柱の厚さは最初風乾状態で入れた6cmと全く同一となり、数日間にわたり浸透乾燥せしめた結果丁度1cm沈下した。結局客土混合深さの1/6が減少することになる。例えば10cm客土しそれと同じ深さの砂と完全に混合すれば20cmの耕土ができ、乾燥すれば $20 \times \frac{5}{6} = 16.6$ cmとなる。水害前の中島地区水田の耕土は10~12cmであつたことよりすれば充分のようであり、その後の耕作中における有機物の混入等を考慮すれば更に増加するものと考えられる。

なお参考までに耕地の堆積土砂中に含まれている化学成分は熊本農業試験場の分析結果によれば表17の如くである。

| | | ア | Ⅰ | Ⅱ | ヨナ | Ⅰ | Ⅱ | 一般にアドはヨナより窒素および加里等の有効成分が多くて有毒成分を含まず、微酸性を呈する。 | |
|--------|------------------|--------|---|------|----|--------|---|--|---|
| 全窒素 | | 11.78 | % | 9.47 | % | 1.53 | % | 4.14 | % |
| 有効磷酸 | | 0.0027 | | — | | 0.0024 | | — | |
| 塩酸可溶加里 | | 0.17 | | — | | — | | 0.04 | |
| PH | H ₂ O | 6.2 | | 6.2 | | 6.2 | | 6.2 | |
| | KCl | 6.2 | | 5.6 | | 5.4 | | 6.2 | |

従つて耕地上の堆土は化学的にも水田としてそのまま利用して無害であるばかりでなくむしろ肥沃性を増加したことになる。これらのことは阿蘇郡山田村今町においても実証している。

(2) 筑後川水系

筑後川水系においては大福村を中心に調査したので流水並びに堆土の被害状況は別項の如くで、実際採土し分析した結果は表18、図24の如くであつて、やはり下流に行くに従つて微粒になり大福村余名持西側および蟻城村福光南側の堆土はほぼ同様である。唯面白いのは大福村大庭入物田においては堆土の深さ60~70cmにも達しその堆積状況が図25、写真13に示す如くで4回にわたる出水のために堆積したのではないかと考えられるようである。

表 18

| 供試土 | 0.005mm以下 | 0.005~0.05mm | 0.05~0.25mm | 0.25~2mm | JIS | 平均径 | 有効径 | 均等係数 | 真比重 |
|-----------|-----------|--------------|-------------|----------|----------|--------|--------|------|-------|
| 蟻城村福光南側 | 12.0% | 75.6% | 11.1% | 1.3% | Silt. L. | 0.019 | 0.004 | 5.9 | 2.700 |
| 大福村余名持西側 | 14.5 | 69.7 | 15.3 | 15.7 | 〃 | 0.0192 | — | — | 2.650 |
| 大庭入物田心土 | 13.5 | 46.8 | 33.2 | 6.5 | 〃 | 0.0295 | 0.004 | 12.4 | 2.719 |
| 〃 客土用耕土 | 5.0 | 59.4 | 35.1 | 0.5 | 〃 | 0.0395 | 0.0086 | 5.5 | 2.690 |
| 〃 耕下20cm層 | 5.0 | 21.3 | 70.2 | 3.5 | S. L. | 0.0687 | 0.0142 | 5.2 | 2.719 |

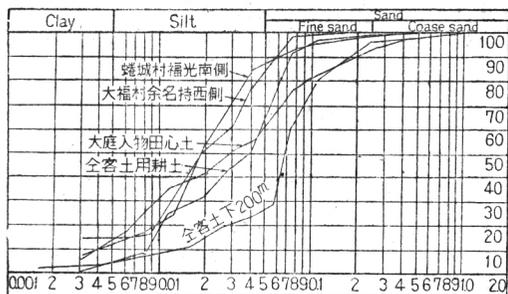


図 24 大福村下流側および蟻城村堆土土粒分析

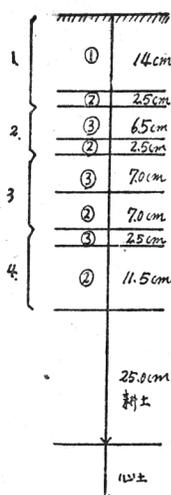


図25 堆土の堆積状況

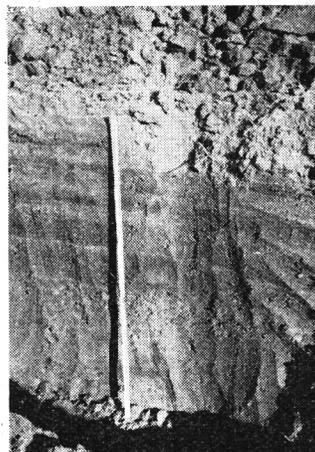


写真13 大福村大庭入物田 堆土状況 28.11.21

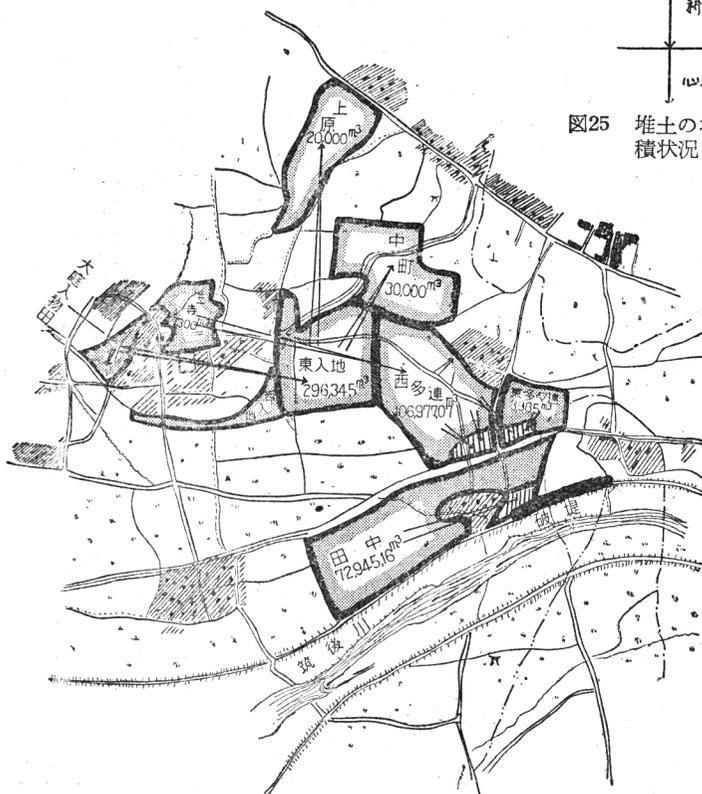


図 27 大福村被害地堆土搬出入状況

る。その分析結果は表19、図26の如くである。

この地域において土塵の流亡堆積の被害で問題となるのは図27の如く大庭入物田、三寺、西入地、東入地、西多々連、東多々連、田中等で堆土の排土場として北方低濕地の上ノ原、中町に客土する計画で切土盛土が都合よく行い得るようである。その他の地区においては堆土は微粒のものが多く5~30cm程度であり問題にはならないようである。従つて以上の地区につき破堤附近に起る耕土の流亡石礫および石礫の堆積場所に関しては白川水系中島におけると同様に考えればよく、同じ地区内に客土用土に適した微細な堆積土壌があるので非常に好都合である。

表 19

| 供 試 土 | No. | 0.005 | 0.005~ | 0.05~ | 0.25~ | JIS | 平均径 | 有効径 | 均等係数 | 真比重 |
|-------|-------|-------|--------|--------|-------|----------|--------|--------|------|-------|
| | | mm以下 | 0.05mm | 0.25mm | 2.0mm | | | | | |
| 大庭入物田 | No. 1 | — | — | 97.5 | 2.5 | S. | 0.098 | — | — | 2.721 |
| 〃 | No. 2 | 18.3 | 73.8 | 5.6 | 2.3 | Silt. L. | 0.0148 | — | — | 2.682 |
| 〃 | No. 3 | 14.1 | 29.0 | 54.5 | 2.4 | S. L. | 0.053 | — | — | 2.705 |
| 〃 | 耕 土 | 15.0 | 52.4 | 31.6 | 1.0 | Silt. L. | 0.0195 | 0.0035 | 11.4 | 2.731 |
| 〃 | 心 土 | 23.5 | 49.1 | 25.1 | 2.3 | Silt. L. | 0.0187 | — | — | 2.716 |

以上の被害の甚だしい地区においてもその大部分は心土（鋤床）が残っており、しかも平坦地帯なので如何なる種類の土壌と混合しても透透量は心土により決定されて余り以前とは変化が起らないように考えられる。（唯河川に沿つたような水田においては畦畔を完全にしなければならぬ）

この地区の心土、堆土および等量混合土の組成は表20および図28～図31の如くである。

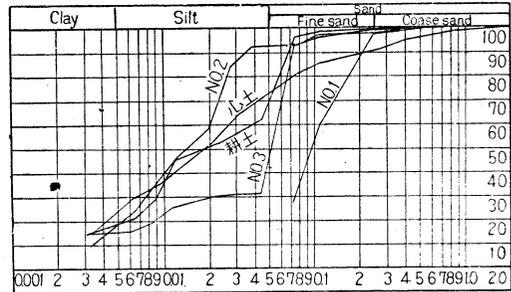


図26 大庭入物田堆土の土粒分析

表 20

| 供 試 土 | 0.005 mm 以下 | 0.005~0.05mm | 0.05~0.25mm | 0.25~2.0mm | JIS | 平均径 | 有効径 | 均等係数 | 真比重 |
|----------------|-------------|--------------|-------------|------------|----------|--------|--------|------|-------|
| 田 中 No. 1 | — | — | 42.8 | 57.2 | S. | 0.275 | 0.122 | 2.5 | 2.738 |
| 東多々連 No. 1 | — | — | 36.9 | 63.1 | S. | 0.308 | 0.120 | 3.3 | 2.805 |
| 西多々連 No. 1 | — | — | 14.5 | 85.5 | S. | 0.420 | 0.188 | 2.6 | 2.682 |
| 東 入 地 No. 1 | — | — | 49.1 | 50.9 | S. | 0.255 | 0.122 | 2.2 | 2.778 |
| 田 中 No. 2(耕土) | — | 49.5 | 42.8 | 7.7 | S. L. | 0.0508 | — | — | 2.698 |
| 〃 No. 3 | 10.0 | 52.1 | 34.4 | 3.5 | Silt. L. | 0.031 | 0.005 | 9.2 | 2.699 |
| 東多々連No. 2 | 11.2 | 23.8 | 55.0 | 10.0 | S. L. | 0.05 | 0.0045 | 1.4 | 2.754 |
| 西多々連No. 2(心土) | 10.0 | 25.2 | 49.3 | 15.5 | S. L. | 0.068 | 0.005 | 14.7 | 2.684 |
| 〃 No. 3 | 7.4 | 43.6 | 37.6 | 11.4 | L. | 0.049 | 0.008 | 8.0 | 2.749 |
| 東 入 地No. 2(心土) | 5.6 | 45.9 | 43.5 | 5.0 | Silt. L. | 0.048 | 0.011 | 5.5 | 2.724 |
| 田 中 混 合 土 | 5.0 | 26.05 | 38.6 | 30.35 | S. L. | 0.125 | 0.0094 | 19.2 | 2.718 |
| 東多々連 〃 〃 | 5.6 | 20.4 | 37.0 | 37.0 | S. L. | 0.145 | 0.118 | 1.9 | 2.779 |
| 西多々連 〃 〃 | 3.7 | 21.8 | 26.7 | 47.8 | S. L. | 0.225 | 0.125 | 2.4 | 2.715 |
| 東 入 地 〃 〃 | 2.8 | 22.95 | 35.0 | 39.25 | S. L. | 0.128 | 0.016 | 10.6 | 2.751 |

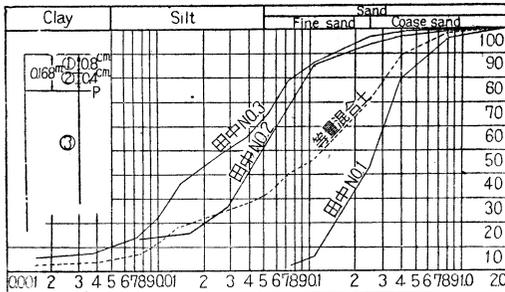


図28 田中地区堆土土粒分析

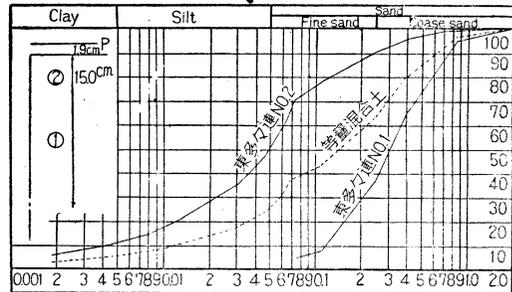


図29 東多々連地区堆土土粒分析

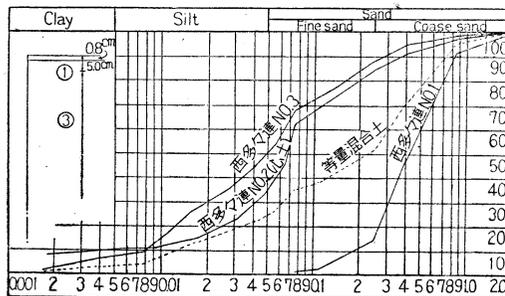


図30 西多々連堆土土粒分析

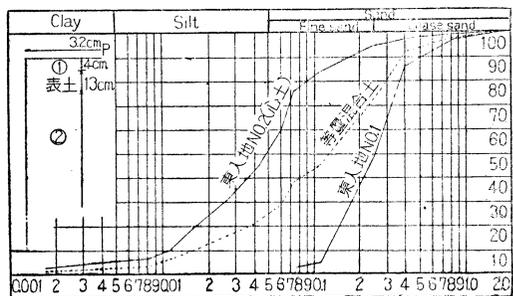


図31 東入地堆土土粒分析

圖に示す如く東多々連以外は下層土が粘土質となつているので粘質土の混合比が多くなり新しく造られた耕土は更に細かな組成となるものと考えられる。

以上により明らかな如くこの地区の心土および堆土の平均径は 0.05mm 前後で有効径 0.005~0.01mm, 又堆砂の方は平均径 0.3~0.4mm, 有効径 0.12mm でほとんど近似した組成を持つている。

次に心土および混合土の代表的なものについて滲透係数を測定した結果は表 21 の如くである。滲透試験方法は各供試土を風乾粉碎して直径 5 cm 長さ 25cm の滲透試験器に一樣に搗きながら詰め完全に土壤中の空気を排除した後 75cm の水頭の下で行つた。

田中の表土はその他の心土とはほぼ同じような組成であるが滲透係数の大きいのは有機物が 9% も混入しているためのように考えられる。又等量混合土は細かい組成の滲透係数のオーダーになるようである。

表 21

| 供 試 土 | 滲 透 係 数 |
|----------------------|-----------------------------|
| 田 中 砂 | 8.2×10^{-3} cm/sec |
| 田 中 No. 3 | 9.9×10^{-7} |
| 混合土 (田中砂 + 田中 No. 3) | 7×10^{-6} |
| 田 中 表 土 | 5.3×10^{-6} |
| 西多々連心土 | 2.4×10^{-6} |
| 東入地心土 | 1.5×10^{-6} |

参考までにこの地区を灌漑している堀川用水路の灌漑

面積は 697 町歩で粗用水量が 131 個であるから送水中の損失を 20% とすれば減水深 3.6cm/day, 葉水面蒸発量を 0.8cm/day とすれば滲透量は 2.8cm/day ゆえに滲透係数 $k \approx 3.2 \times 10^{-5}$ となり, この滲透係数の大きいのは畦畔滲透その他の損失が含まれているわけで鉛直滲透のみを考へれば $\alpha \times 10^{-6}$ になるように思われる。

但し, 水温 $10^{\circ} \sim 12^{\circ}C$

次にこの地帯の土壤で注目し値するのは重粘土でなく

割合透水性があるにもかかわらず作物に有効な保水力が相当に強いことである。これは水害後 7 月 10 日前後に移植を行い, その後約 1 ヶ月程は灌漑設備がなく, 降水のみによつて生育し 8 月 15 日になつて初めて灌水し始めたのであるがそれでも約 3 石の収量を得たことを聞いて気付いたことである。果して保水力が大きいかどうかを調べるため含水量 (water capacity) および遠心含水量を測定し表 22 を得た。一般の土壤より相当に保水力が強いことが明らかである。

(3) 洪水による農地災害と復旧に関する考察

表 22

洪水による耕地災害は破堤および堤防溢流等種々の原因によりその被害の程度は異なるのであるが大別すれば次の如くなる。

- a 耕土および心土 (鋤床) 共流亡
- b 耕土および心土共流亡し砂礫, 粗砂, 細砂堆積
- c 耕土のみ流亡
- d 耕土流亡し粗砂, 細砂堆積
- e 耕土一部流亡
- f 耕土一部流亡し細砂, 微砂, 粘土堆積
- g 耕土上に微砂, 粘土堆積

| 供 試 土 | 容水量 | 遠 心 含 水 当 量 | 容水量 - 遠 心 含 水 当 量 |
|------------|---------|-------------|-------------------|
| 田 中 No. 3 | 64.11 % | 22.24 % | 41.85 % |
| 田中水害前表土 | 58.08 | 20.92 | 37.16 |
| 東多々連 No. 2 | 47.77 | 15.48 | 32.29 |
| 西多々連 心 土 | 55.70 | 27.34 | 28.36 |
| 西多々連 No. 3 | 47.64 | 11.86 | 35.78 |
| 東 入 地 心 土 | 65.71 | 29.33 | 36.38 |
| 京大圃場砂質壤土 | 37.73 | 14.24 | 23.43 |

以上の如く種々被害程度の異つている耕地を復旧するに當つて問題となるのは

(i) 特に阿蘇火山流域においては堆土の化学成分即ち作物に対して有毒成分を含有していないかどうかということが基本的な問題となるが, (1) で述べた如くヨナ, アド共有害成分は認められなかつた。従つて以上の

内 e, f, g は自然勾配で灌漑さへできれば余り問題にならず f, g はかえつて阿蘇郡今町における如く堆土が游泥灌漑のような結果となりむしろ有益なように考えられる。

(ii) 耕土の厚であるが、作物生育に当つてある一定深さ以上の耕土を必要とする。即ち少くとも 10cm 内外の耕土を造成する必要があるように考えられるが、これは次の心土なき場合の耕土の滲透性とも関連する問題である。以上の c, d, e は両地区共可なり厚い良好な心土層および耕土の一部が残つているので堆土と心土を混合すれば大福村における如く充分なる耕土が造成されることになる。

(iii) 堆土の滲透性が問題になる場所は心土が流亡した所謂 a, b の如き被害状況の所でかかる所は白川水系の中島地区、筑後川水系の石井地区のように破堤による被害で堆土はほとんど砂礫である。従つて計画田面まで砂で水平に地均しを行い 10~15cm 位粘質土を客土しなければならぬようである。

以上の内 a, d, c, d 共注意しなければならないのは水田地帯がある傾斜をなしている地帯あるいは河川の両岸附近の水田等は畦畔（横滲透）よりの滲透を相当に考慮する必要があり、畦畔を余程完全なものにしなければならない。又一面水田耕土の流亡状況を現地で観察すれば畦畔の強固で残つている水田はほとんど流亡していない状態であつた（中島地区）。常に洪水に見舞われる地域にある大分県日田郡五輪村石井地区は水田の畦畔は石積でその間に土を入れる構造で非常に強固な畦畔を構築しており、この場合は滲透防止よりむしろ耕土の流亡を防いでいるように思われた。以上のような二つの目的のために畦畔を完全強固なものにするためには大量の石又は粘質土が必要になるのであるが粘質土は一般にそのような地帯に乏しくこれが搬入には相当な経費となり、又粘質土は客土には欠くことができないから畦畔にまで使用できない場合が多いのではないかと考えられるから、平坦な水田敷区を合した外郭の畦畔はでき得ればコンクリート畦畔にすれば客土用粘質土および畦畔滲透量の節減並びに耕土の流亡防止等三目的が一挙に達せられるように考える次第である。(a, b, c, d, e 等の耕土, 心土の流亡した地区は当然耕地整理および交換分合を前提にしていることは勿論である) (富士岡義一)

2. 主として硬さについて

一 ヨナおよびヨナと粘土混合の硬度について一

今次水害において問題の一つになつているのは阿蘇火山の火山砂であるヨナである。この堆砂は多い処は 2m にも達しその処理に困難を来している。

ヨナは化学的には鉄、マンガンが多く容易に風化して盤層を形成し化学的有害物はないといわれているが、物理的にはある水分含量となると固くしまり稲の生育を悪くするといつて、農民は排土に悩まされている状況である。排土自体は相当の労力と資金を要し一朝一夕には行えないが少面積の耕地では個人的に行つている処もある。しかし大面積の区域となると余程計画的に行わないとその効果が著しくないとと思われる。そうした排土作業とは別にこの堆砂の土質改良を行い客土による地上げを行つたと同様な結果は得られないものであろうか。それが可能であれば排土作業は軽減され復旧も能率化されるであろう。そこで前述したようにヨナはある含水量となると固くなり稲の生育に悪いといわれているが、その硬度の点のみについて実験を行つてみた。

まずヨナのみの含水量別の硬度を測定し、更にそのヨナに重量%で 10%、次いで 20%の粘土を混入しそれぞれの時の含水量別の硬度を測定した。

表23および図32はヨナのみの場合、表24および図33は粘土10%混合の場合、表25および図34は20%粘土混合の場合の含水量別硬度である。各図を一つに示すと図35の通りとなる。

これを見ると明かなようにヨナのみの含水量別硬度は意外に低く10%粘土混入、20%混入と順次硬度曲線は高くなりそれぞれの最高硬度も 1.07kg/cm², 3.1kg/cm², 4.5kg/cm² と変化している。しかしてその時の含水率は

表23 ヨナの含水量別硬度測定

| 回数 | 含水率 % | 硬 度 kg/cm ³ | 含水比 | 回数 | 含水率 % | 硬 度 kg/cm ³ | 含水比 |
|----|-------|------------------------|--------|----|-------|------------------------|-------|
| 1 | 1.8 | 0.047 | 0.0184 | 9 | 16.7 | 0.410 | 0.202 |
| 2 | 4.4 | 1.070 | 0.0455 | 10 | 17.4 | 0.320 | 0.206 |
| 3 | 8.5 | 0.960 | 0.093 | 11 | 19.3 | 0.455 | 0.239 |
| 4 | 11.9 | 0.800 | 0.136 | 12 | 19.7 | 0.215 | 0.245 |
| 5 | 12.7 | 0.770 | 0.145 | 13 | 19.8 | 0.325 | 0.246 |
| 6 | 13.7 | 0.650 | 0.161 | 14 | 20.5 | 0.369 | 0.258 |
| 7 | 13.9 | 0.460 | 0.162 | 15 | 21.1 | 0.180 | 0.268 |
| 8 | 14.9 | 0.540 | 0.172 | | | | |

表24 ヨナと粘土10%混合土の含水量別硬度測定

| 回数 | 含水率 % | 硬 度 kg/cm ³ | 含水比 | 回数 | 含水率 % | 硬 度 kg/cm ³ | 含水比 |
|----|-------|------------------------|-------|----|-------|------------------------|-------|
| 1 | 3.9 | 0.270 | 0.039 | 8 | 17.5 | 1.070 | 0.176 |
| 2 | 6.1 | 3.100 | 0.061 | 9 | 17.8 | 0.970 | 0.217 |
| 3 | 10.9 | 2.510 | 0.110 | 10 | 18.4 | 0.920 | 0.226 |
| 4 | 12.8 | 2.000 | 0.146 | 11 | 20.3 | 0.427 | 0.254 |
| 5 | 13.4 | 0.650 | 0.155 | 12 | 21.8 | 0.475 | 0.267 |
| 6 | 15.6 | 0.550 | 0.185 | 13 | 24.3 | 0.365 | 0.324 |
| 7 | 15.7 | 0.870 | 0.187 | | | | |

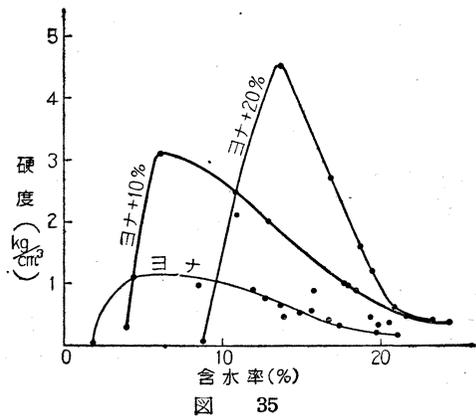
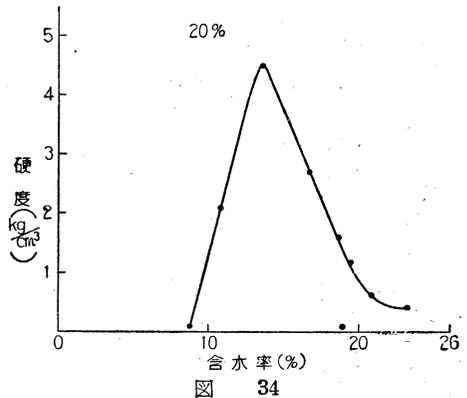
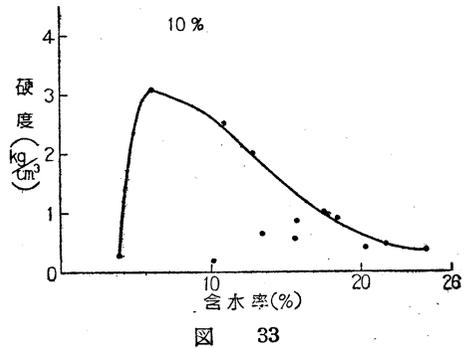
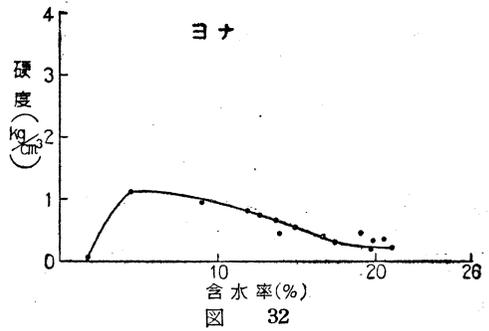
表25 ヨナと粘土20%混合土の含水量別硬度測定

| 回数 | 含水率 % | 硬 度 kg/cm ³ | 含水比 | 回数 | 含水率 % | 硬 度 kg/cm ³ | 含水比 |
|----|-------|------------------------|--------|----|-------|------------------------|-------|
| 1 | 8.8 | 0.075 | 0.0965 | 6 | 18.9 | 1.00 | 0.233 |
| 2 | 10.9 | 2.100 | 0.123 | 7 | 19.5 | 1.190 | 0.242 |
| 3 | 13.7 | 4.500 | 0.158 | 8 | 20.8 | 0.630 | 0.264 |
| 4 | 16.8 | 2.710 | 0.200 | 9 | 23.2 | 0.425 | 0.302 |
| 5 | 18.7 | 1.590 | 0.229 | | | | |

4.4%, 6.1%, 13.7% であり, また粘土混入の場合の方がヨナのみの場合より高い硬度を示す含水量の範囲は狭い結果となっている。この実験は現地の話と反対の結果を示しているが、甚だ不可解であるが、現地には堆砂にヨナ、ノロ、アド等と称される種々の名称の土壌があり、それらはそれぞれの特質を有しておるであろうし、ヨナについてはこの実験の結果では地元でいう事実は証明されなかつたという他ない。

なお参考までに熊本県陣内村の無被害の畑地の耕土の硬さを実測した結果は次のようである。

| 深さ | 硬 度 |
|----------|-----------------------|
| 表 土 5 cm | 4.4kg/cm ² |
| ” 10 ” | 4.5 ” |
| 心 土 15 ” | 15.5 ” |



ヨナとアドは性質を異にするものようで、ヨナは乾燥すると容易に固結した亀裂を生ずるといわれている（青峰重範・水害による耕地の変化・農及園）点からヨナとアドを混同し、あるいはアドのそうした性質がヨナにまで拡張解釈されたとも考えられる。（宮坂増穂）

Ⅲ 農地復旧対策

1 農地災害の調査

従来農地災害の調査はその都度必要にせまられて、行われた傾向がみえる。われわれは災害の到来を喜ぶものではないが、次の災害が懸念せられるという立場にたつて、この機会にしっかりと調査方針の企図がなされて然るべきものと思う。以下私案を参考までに提出したい。

応急処理のためにも且つ又恒久対策樹立のためにも、次の作業が直ちに実施されねばならない。（事項によっては若干おくりていいものもある）

（1）平面測量

航空写真測量によるのを原則とする。

（2）高低測定

将来運搬土量算定の基礎資料となるものであるから、そのいみで適当な間隔の方眼を組み被害前と後の標高を抑える。堆土は目を追うて収縮するものであるから、測定当時の水分量を抑えるか、あるいは被災後何日目であるかを明確にする必要がある。

（3）堆土の土性調査

堆土処理と密接な関連をもつので、特に忙しい時期ではあるがこの項を加えたい。

（4）客土用土の調査

（5）用排水路の旧来の断面形状

これは原形復旧の材料にするために調べるのでは決してない、新しい計画樹立の参考になるかも知れないからである。

（6）水源がやられている場合にはその位置と構造

用水慣行等に不合理のある場合には、こういう機会に努めて改善した方がよい。従つてこのような問題は平時から調査しておく必要がある。

なお調査した結果の表示は昭和24年3月に資源調査会の土地部会が作製した「水害調査の表示方法」（巻末付録参照）の普及によつて簡明化するところが多いと思われるが、そこできめているような洪水直後の実態表示のみでは恒久対策樹立の基礎資料としてなお不充分である点を特につけ加えたい。

2 農地復舊計画の根本方針

（1）応急処置

a 水源の確保

水害で水源が破壊せられ、一方耕地の大部分が余り被害をうけないという場合は早急に堰の仮設をするとか、ポンプを設置する等して水源を確保せねばならぬ。

b 水路の仮設

c 道路橋梁の仮設

道水路の仮設は急を要するので、恒久対策と合致せぬことが多いと思われる。

(2) 恒久対策

a 勾配のとれぬところ、水の十分ないところ、従つて水利慣行の問題の多いところは堰の位置を上流に移すということも困難であろうと想像されるが、このようなところでは現形復旧を基本方式とせざるを得まい、一般に河川の下流部被災地に多くみられる。但し運搬土量が特に多くなる場合もあるので、その場合はポンプ新設等安価に水源を得られるかも知れない別途の方法と比較検討を必要とする。

河川の低水量が豊富であり、堰の移動が容易である所では、堆土を地均しする程度に留め、堆土を利用する方法がよい。このような地帯は河川の上、中流部に多くみられる。この場合は用排水施設を更新するわけであるから、同時に区画整理交換分合を併せて行うことが望ましい。

b 堆土を地均して農地を復旧するときに客土量が問題になる。堆土の物理的・化学的性質に影響するが最低量は透水性からきめることができよう。

一面堆土を排除する計画の場合は土捨場の位置について深く検討が払われるべきであろう。

c 流域の地質構造の相異によつて、洪水時の流砂状況は各水系によつてちがってくる。従つて復旧計画をたてる場合にそれぞれの水系に適応した対策を講ずべきであろう。

3 農地復舊計画に対する参考意見

(1) 復旧工事を推進する場合にはなるべく土地改良区を設定して区画整理・交換分合を行うことが望ましい。

交換分合に際しては危険分散の点も折込んで計画する必要がある。耕地計画に当つては、道水路の方向、防備林の位置等も十分考えねばならぬ。

(2) 被害地近くに土地改良を必要とする地域がある場合しかもその土地改良が、災害復旧工事に伴つて同時にその目的が達せられるような場合にはその地域をも包含した土地改良区の設定が望ましい。

(3) 土積計算をする場合、堆土厚はシルトを多く含む場合など特に日を追うて収縮するが一方運搬の時には掻き起されて運搬土量としては増加するので堆土の土性からその係数を適正におさえる必要がある。

(4) 山間部崩壊地の復旧計画には川（排水路ともいえる）の断面と位置をきめることが先決である。間々膨大な断面を与えているのを見るが賛成できない。

(5) 復旧計画はなるべく早くたてゝ人心を安定せねばならないが、河川の復旧計画がこれに伴わなかつたり、人手がたらなかつたりするから、立案中樞部ではこの面の調整を考えておく必要がある。

(6) 便乗工事が多ければ多程、最終決定がおくれるわけであるから、前にも述べたように科学的な調査を充分にして、それに立脚した計画をたてるように努力すべきである。