

農地保全の研究 第 2 号

目 次

- あいさつ -----1
研究部会長 種田行男
1. わが国における農地保全に関する従来の研究 ---3
滋賀短大農業部 種田 行男
2. 掃流力と侵食速度 -----21
山口大学農学部 日下 達朗
3. 開畑地における土壌侵食過程について -----31
岐阜大学農学部 松本 康夫
4. 流亡防止工法について -----41
農用地開発公団 小出 剛
5. 急傾斜マサ土地帯の農地保全について -----59
広島県尾道農林事務所 松浦 泰秀
6. シラス地帯における農地保全事業について -----85
鹿児島県農政部 中山 晃
農地防災課

あいさつ

農業土木学会農地保全研究部会長

種田 行男

筑波大学での学会も終りほっと一息ついたところで、第1回に引続いて第2回の研究集会をこ草津の地で開催されることになった。

昨年は「農地保全と水食」というテーマで、農地保全における水食対策の基本問題と水食の予測手法について研究発表が行われ、活発な総合討論がもたれた。

その結果をふまえて、今回は「農地保全の諸問題」というテーマのもとで、農地保全に関する情報交換の一環としてのこれまでのわが国の研究状況、ガリ侵食の実態および掃流力と侵食速度に関する最近の研究について発表していただくと共に、現在行われている土砂流出防止工法について現場の事例をふまえて御提案いただくこととなった。なお、土壤侵食量の推定式とUSLE式の精度については、後日この問題についての特集を予定している。

いうまでもなく、研究発表会は部会が行う重要な事業の一つである。昨年の第1回研究集会について振り返ってみると、その参加者は大学関係31名、地方農政局関係29名、都道府県関係41名および会社関係11名の合せて112名で、第1回としては盛会であり、幹事一同大変よろこんでいる。しかし、その内容を見ると、本研究部会の会員の参加者は43名で、参加者全体の

28%に過ぎない。また、部会員は172名であるから、その出席率は25%ということになる。従って、研究集会之の会員の出席率はかんばしくなく、これを伸すことと考える必要がある。

研究集会の概要については、学会誌を通じて農業土木学会員はもちろん出席できなかった会員にも報告されるが、当日配布した「農地保全の研究 No. 1」が事務局に数十部残っているので、御利用願之れば幸甚です。

昭和56年度の国の予算を概観すると、農業基盤整備費9,000億円のうち、農用地開発関係1,400億円、農地防災等700億円、合計2,100億円の予算が土壌侵食に関係の深い事業に投入されることになっている。急落しているのが国の食糧自給率をくい止めるためには、今後ともこの位の規模の予算が投入されることになると考えられる。そのために開発農地の防災および現有農地の保全は重要である。

今回の研究会の参加者について、前回の傾向から判断すると、約70%は現場関係者と考えられる。従って、本日のテーマは研究者のみならず現場技術者にとっても参考になるところが多いと思われる。

なお、研究発表の終りに総合討論の時間が十分にとつてあるので、活発な御質問あるいは御意見の発表をお願いし、今後の研究集会の進め方、部会運営の参考としたい。

わが国における農地保全に関する従来の研究

滋賀県立短期大学農業部 種田 行男

1. まえがき

農地保全の研究について、主として農業土木学会誌に発表された論文からみると、第一次世界大戦前にその萌芽がみられるが、日支事変や太平洋戦争により暫らくと絶えていた。しかし、戦後の農地開発に付随して土壌侵食問題が重視せられて水害に関する基礎的な研究調査が行われ、いわゆるわが国における研究成立期を迎えた。昭和40～45年まで約5年間のブランクを経て、その後現在まで活発に研究発表が行われている。そこで昭和40年以前を研究成立第Ⅰ期、昭和45年以後を同第Ⅱ期とよぶことにする。この間、研究者の手によって土地改良事業計画設計基準（農地保全）が作成された。研究成立第Ⅰ期の昭和31年12月1日に交付された旧基準はアメリカのデータを引用したものが多かったが、研究成立第Ⅱ期の終りに作成された新基準はほぼわが国の研究成果をもとに独自のものが作りあげられた。

新基準案の骨子は昭和49、50の2カ年かけて昭和51年3月にまとめられたが、そのまえがきにおいてつぎのようにのべている。

農地保全調査委員会基準改訂小委員会としては、さらに10年後の基準改訂のため、開畑施工地区から4地区（マサ土、シラス、沖縄マージ、火山灰土－北海道）を選び試験地を作り、標準試験

々

区(たとえば、斜面長20m、幅2m、傾斜10°程度の規模)の裸地からの流亡土量を基準として、農地保全全般の実測を行う必要があると考える。

昭和51年度以降、文部省科学研究費(自然災害特別研究および総合研究A)の補助により標準試験区による実測が上記4地区と始め、3の地区で行われていることはよろこばしい。その意味で昭和51年以降は研究確立期と考えてもよいのではなかろうか。

なお、土壤侵食関係で農学の学位をとられた論文は昭和54年7月現在つぎの6論文と考えられる。

三原義秋 雨滴と土壤侵食 昭和28年

種田行男 畑地の保全およびカンガイに関する研究 昭和36年

国分欣一 風食の機構ならびに防止対策に関する土壤肥料学的研究 昭和37年

西潟高一 北海道における土壤侵食発現基盤とその防止に関する研究 昭和38年

田中貞雄 風食防止に関する農業気象学的研究 昭和40年

松田 豊 北海道畑作地帯における土壤侵食防止対策としての心土破碎ならびに帯状草地に関する研究 昭和49年

2. 農地保全研究の萌芽期 (1929~38)

昭和4年(1929)から13年(1938)までの約10年間は砂浜における風食を利用した土地造成を目的とした飛砂の研究が静岡県遠州灘の飛砂地を舞台にして行われ、平たんな砂地の確保について

5
考案されている。具体的には砂粒子の大きさと飛散限界風速について実験式 $W = 7.5 d^{0.44}$ (W : 限界風速 m/s , d : 粒径, $d = 0.1 \sim 2 mm$) を提案している。¹⁾ 遠州灘の気象特に風向, 風速調査を行い限界風速 $4.8 m/s$ 以上のものが1932年~1933年に6回観測された。²⁾ また、金網、ヨシ、またはスタレ(竹)、木板による障壁を用いた場合、その通風度とその前面における防砂力について室内実験が行われた。³⁾

3. 研究成立第I期 (1945~65)

わが国において土壌侵食の問題が大きく取上げられてきたのは終戦後で、しかもこの時期が最も多くの研究者が基礎研究と現地木場試験および調査研究を行った。前者は雨滴侵食のメカニズムを実験的理論的に解析しようとし、後者は木場において降雨時に流出する土量を観測し、降雨量・降雨強度・土質・傾斜・地被条件・斜面長など基礎的因子の相関を求めつつ侵食防止方法の発見に努めている。

雨滴の研究については1947年(昭和22年)から1949年にかけて福岡市および東京都において25回の降雨について7万滴近くの雨滴が濾紙吸収法によって採取され、強雨・中雨・弱雨の三つの型に対する雨滴粒径分布のパターンが求められた。一般に、降雨強度 $3 \sim 6 mm/hr.$ のとき中間型が現われる。⁴⁾ この外、基礎研究に入るものとしては土壌物理的性質、すなわち分散率、侵食率に関するものがあげられる。東京大学では田無農場の土を中心に封

入空氣の爆發力（スレーキング）が団粒破壊および侵食にどの程度の役割を果たすかについて実験が行われたが、木場試験の結果ではスレーキングよりも雨滴の衝撃力の方が侵食に対して大なる影響を及ぼすことが判明した。⁵⁾

1949年にアメリカの土壤侵食防止の研究について発表が行われ、つづいて1949年降雨の性質と土壤侵食の関係について大学においても研究のスタートが切られた。同時に農林省においても応用研究費によって1952年～1955年にわたり傾斜地利用と土壤保全に関する研究が火山山ろく緩傾斜地帯（静岡）、中部山岳急傾斜地帯（長野）、瀬戸内海島しょ地帯（広島）、西南暖地階段畑地帯（愛媛）で行われ、実態調査と土地保全上とるべき手段と土地利用改善の方向について検討された。

降雨の性質と土壤侵食の関係については京都大学上賀茂試験地での斜面長20mの裸地試験区での開墾初年度の実測結果では、

$$E = 0.177 - 0.36 I_5 + 0.002 I_5^2 \quad I_5 > 9 \text{ mm}$$

$$E = 0.0017 I_5 \quad I_5 < 9 \text{ mm}$$

式中、 E ＝一雨の流亡土量（t/ha）、 I_5 ＝5分間降雨強度（一雨の最大5分間降雨量を12倍して mm/hr としたもの）という関係が得られた。⁴⁾ さらに併設された同一規模の試験区に作付けを行い裸地区と比較した結果、作付区の土壤侵食量は裸地区の約1/50の1.5 t/haとなった。総流出率も同様に裸地の61%に対し9%と約1/7に減少した。作付区はタイキウ肥 4,700 kg/10a を施し、

斜面長上半10mアワ, 下半10m青刈ダイズを栽培した。⁶⁾

また、面試験区ともその中央部に径30cm, 深さ20cmの土壌ソウを土層を破壊せぬよう圧入埋設し、浸透水を捕水して浸透と土壌侵食の関係を実測したところ、最大114mmの雨に対して裸地区23mm, 作付区104mm, 流亡土量はそれぞれ1.7t/ha, 0.1t/haであった。¹⁴⁾ このような一連の研究が行われた。弘前大学で果樹園の土壌保全について一連の実験が行われ^{12)15)18)~22)24)26)}, まず、敷草の効果について室内実験を行いその効果を確認, また, 裸地, 敷草, 白クローバー, 木場中央での飛沫受カンによる飛沫侵食を測定した結果, 裸地に対してそれぞれ0, 0.4の割合であった。6~10月の平均樹下降雨シャ断率はブドウ38%, モモ32%, リンゴ72%であった。

フリリュウムによる火山灰質細植壤土に対する実験では、斜面長1m, 幅50cm, 10cm厚の供試土を用いた結果、傾斜15°で融雪水による流亡土量は無処理25gに対し敷ワラ(1.5kg/m²)0.1, フリリュウム(15g/m²)0.3であった。10~11月の190mmの雨に対して、無処理区43gに対し、フリリュウム30g/m², 表面処理10g, 敷ワラ0.5gであった。

香川大学傾斜地試験地における傾斜15°の果樹園の6m×1.5mワク試験区での実測で、 $E = aI^b$ (I: 10分間降雨強度, a, b定数)の関係を認め、土砂流亡の起る限界降雨強度2mm/10minを妥当としている。果樹の樹冠被覆による保全効果は裸地区に対

1) 約 1/2, また傾斜果樹園開設方式として等高線方式に対して階段方式とすることによって流亡土量を約 1/2 に軽減することが出来る。さらに高松, 徳島, 多度津の危険降雨の季節的分布について検討し 6 月より 9 月を限界侵食期とし, 多度津, 高松より徳島の方が雨食危険性が著しく高いことを明らかにした。なお, 岡山, 広島についても上記四国地方と同様の限界侵食期を示した。すなわちこの時期に敷草, 被覆作物を考える必要がある。降雨の性質と土壌侵食の関係を裸地について検討した結果は,

$$E = 0.00035 P^{1.52} I^{1.71}$$

の式で表わせる。E: 土壌侵食量 (t/ha/day), P: 日雨量 (mm), I: 降雨強度, 日最大 10 分間雨量を時間雨量に換算したもの (mm/hr)

以上 9 報にわたって果樹園の土壌保全についての実験結果が報告され, 主として, 香川大学農学部附属傾斜地農業科学研究所の成果は農地保全の研究に寄与するところが大きであった。

斜面長 10 m 程度のワフ試験は東京教育大学⁷⁾ および新潟県加茂農林学校⁸⁾ において傾斜 5°~31° のものについて裸地, 作付あるいはフネ立て法などを変えて流亡土量を実験した結果, 裸地の侵食量は降雨強度に比例することと認めた。また岩手大学の木場でのワフ試験の結果, 限界降雨強度は 3 mm/10 min が妥当であり, 7, 8, 9 の 3 カ月に危険降雨が多いので裸地とならないようにすべきことを提案している¹⁶⁾

9

北海道大学付属農場でのフク試験結果では斜面長54m、傾斜 10° の場合、平ウネと縦ウネとはその侵食量がほぼ同じで、限界降雨強度は $2\text{mm}/10\text{min}$ である。横ウネは比較的侵食が少ないが、横ウネを越流する降雨強度をもって限界降雨強度とすべきであるとしている²⁵⁾。フク試験結果については以上のほか、試験場報告など¹¹⁾があり、それらの成果がまとめられて1958年土壤侵食に関する統計的考察として発表された²⁷⁾。フク試験結果を要約すれば、斜面長は5~10m、傾斜 10° ~ 20° が大部分で、北海道より中国・四国地方を含む各地における資料(裸地29, 作付地97, 果樹園29, 桑園28, 山地11)から作物によって流土量が相違するが、だいたい年間 $1,000\sim2,000\text{kg}/10\text{a}$ で、裸地にしておく場合の約半分である。しかし、タバコ、トウモロコシあるいは愛媛のカンショは $3,000\sim5,000\text{kg}/10\text{a}$ で裸地の土壤侵食と変らない。作物の種類による差異は牧草・ムギ類・カンショ・グイズ・バレイショ・トウモロコシ・アスパラガス・タバコの順で侵食量が大きくなる。

なお、開墾直後で他に比較して流出量が多く、斜面長の長い(20m)京都大学上賀茂試験地での裸地の流亡土量は年間 $11,000\text{kg}/10\text{a}$ (4カ年平均)に達する。京都以外は耕作跡地であるので、その場合は初年度 $3\sim5\text{mm}$ の土層が流亡することになる。上記山成り開墾直後の例では1cmにも達する場合が観測されている³⁶⁾。

調査研究としては、土壤侵食(ガリ)調査についてわが国の実状に照した独自の調査方法が提案された¹⁷⁾。また、各地の調査例

として愛媛県の段々畑では地山の傾斜 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 、ノリ面コウ配は石垣の場合 70° 、ノリ長 $2 \sim 3$ m、土羽で同じく 60° 、1 m、畑面コウ配 $10^{\circ} \sim 12^{\circ}$ が多かった⁹⁾。また火山山ろく(傾斜 $1/10 \sim 1/20$)、火山灰の洪積台地(傾斜 $1/100 \sim 1/500$)では人畜、ワダチにより不透水となり、道路侵食が起るので対策として、道路をなるべく高くとり側溝を完備する必要が指摘された¹⁰⁾。

北海道における侵食調査としては富良野、布礼別、猊沢の3部落についてガリ発生状況、道路の側溝侵食が調査された¹¹⁾。なお、戦後にできた資源調査会は北海道十勝山ろく、南伊予段畑地帯、南九州シラス地帯などを取上げ侵食の実態を調査し、その対策を各専門分野が総合検討しているが²⁸⁾、これらの実態調査結果はその後の基礎研究を進める上に寄与するところが大きであった。

昭和36年、土壌侵食の機構に関する研究として斜面水流の掃流力が土粒子の抵抗より大となるという考之のもとに理論式が出され、土粒子の形状および単粒か団粒かによって土の移動すなわち土壌侵食に大きく影響されることが判明した²⁹⁾。

これに対して、九州大学では人工降雨による水田土壌の流亡の実験が行われた³⁰⁾、滋賀短大では同じく花コウ岩風化土(今治)、洪積土(日田)、関東のフロボク(黒磯火山灰砂レキ土)を用い、室内実験を行った。人工雨1, 1.8, 2.5 mm/min 120分、傾斜角 15° , 25° , 35° の流亡土量ならびに流出率を各土壌について傾斜角および降雨強度によって求められた値をすべて平均し、間格

キ率 P (%), 腐植含量 H (%), 流出率 R (%) と土壤侵食量 E (gr) (土壤ソウ面積, 平均 876 cm^2 当りの値) との間に
 $\log E = -0.037P + 48.6$, または $-0.714H + 3.0$, または $0.016R + 18.8$ の関係式が成立するとした。人工雨 $1 \text{ mm} / \text{min}$ で 8 分ごとの浸透水量を実測した結果, 今治土は降雨後 30 分で表面閉鎖により 4 mm から 2.5 mm まで減少した。なお, 分散率は今治土 6%, 日田土 17%, 黒磯土 43% となり, 侵食量と反対の傾向を示した³¹⁾。

3. 研究成立第Ⅱ期 (1970~75)

研究成立の第Ⅰ期 20 年を経て第Ⅱ期へ徐々に移行していったと考えられるが, ここで特に研究の方向に変化があったわけではなく, 約 5 年間のブランクがあったので, 便宜的に昭和 45 年より農地保全の計画基準が新しく改定された昭和 50 年までを研究成立第Ⅱ期とする。

まず、鳥取大学では定水頭をもった水滴発生装置を用い, 径 $2.6 \sim 6 \text{ mm}$ の水滴を高さ $0.1 \sim 4.5 \text{ m}$ より落下せしめ土壌面 (供試土: 径 2 mm 以下の鳥取砂丘土, 大山クロボク, 粘土) の侵食深, 侵食直径, 飛散量などを実測した結果, 侵食量 (mm^3) = aE^b , E = 運動エネルギー ($\text{gr. cm}^2/\text{s}^2$) となった³⁷⁾。

いずれにしても面状侵食において雨滴侵食の果たす役割は大であるが, 自然雨の雨滴構成に関する研究は戦後の農業技術研究所における発表以来見るべきものがなかったが, 本期の半ばになり香

川大学において雨滴径の測定装置として Winn 型の計器が試作され自然雨について実測が行われた。そして吸収法による測定結果と比較検討され、実用化のめどがついたことは画期的なことであった。1970年(昭和45年)10月26日の前線性の雨(3時間継続)25mmの10分間隔の粒径分布が求められ、この雨の平均粒径分布は粒径0.5mm 28%, 0.75mm 12%, 1mm 0.3%, 最大径は2.5mmであった³⁸⁾。雨滴エネルギーからみた土壌侵食量と降雨強度の関係について京都大学上賀茂試験地での1949~1952年の4カ年間の実測資料を用いて検討した結果、3mm/hr以上の雨が土壌侵食に対して有効降雨強度であることが判明した³⁹⁾。

フフ試験では鳥取大学で幅49cm, 長さ1m, 深さ15cmに供試土をつめ、コウ配10°の土壌ソウ表面に2/, 4/, 77cc/sの薄層流を流して流砂量の測定を行った³⁹⁾。

真砂土斜面の災害についての調査によれば、1967年7月7日~9日に連続320mmの降雨があり、この雨の終りごろ74.7mm/hrの最大時雨量によって呉市内の斜面崩壊は2500カ所に及んだ。自然斜面の平面スベリに対して盛土の場合の崩壊はN値が4以下の極めて緩い地盤のところで典型的な円形スベリの型式をとっていることが多い。マサ土は水に弱いだけに他の土質以上に排水に留意することが肝要である。災害発生予測のための限界雨量は災害前日まで2週間の総雨量と当日の雨量をとって災害発生との相関性を求めることによって巨視的に定められるように思わ

れる⁴⁰⁾。北海道の喜茂別および士別における試験結果では、傾斜 $20^{\circ} \sim 23^{\circ}$ で等高ウネの場合火山灰土、重粘土とも $7 \sim 8 \text{ t/ha}$ に対して上下ウネでは前者 33 t 、後者 95 t と $5 \sim 16$ 倍の侵食量となった。傾斜度が2倍になると侵食量は4倍、同じく4倍で6 $\sim$ 7倍となる。斜面長では侵食量(t/ha/3年)が 10 m で31, 20 m で37, 30 m で39と増大したが、流出量はむしろ半減した。また、斜面長 25 m に対して牧草帯を入れることによって 2 m 幅で約 $1/9$, 4 m 幅で $1/50$ 以下となった。このように帯状作付の効果は著しい³⁰⁾。

斜面安定のための植生緑化工法に関する試験によれば、吹付け工、線状工(筋工)、面状工法(ムシロ張、斜面マット工)の順で侵食防止の効果が増大している³⁴⁾。

土の化学的安定処理法として土壤改良剤EB45を含量の5%に薄め、原液に換算して 0.08 l/m^2 を土壌面に散水・転圧すれば、砂質ロームに対する侵食は防止できる³⁵⁾。土壌の凍結融解による侵食についてはその調査研究が進められ、北海道特に十勝の全耕地の80% 40万haに侵食を起し、高位部のクロボクは中低位部に流亡滞積していることが知られているが⁴⁾その防止方法については研究されていない。

以上、これまでの研究成果によりわが国における農地保全の実態、土壌侵食の機構ならびに防止方法が明らかにされてきた。

1967年 $\sim$ 1976年の10カ年間の学会誌を通じて発表された論文数

は47, 年平均5を数え, その中, 調査関係9, 室内と現地実験がおのおの7, 防災に関係するものが主要なものである。

最近は開発農地の保全に目が向けられ, プロジェクト研究が進められている。また, これまでの成果をふまえて農地の降雨侵食の予測が論ぜられ⁴²⁾, 新しい観点よりわが国の降雨侵食の可能性を示す降雨係数が算定されて限界侵食期が明らかにされた⁴³⁾。

4. 研究確立期

昭和53年春の九州大学における農業土木学会大会で2~3の同志が集まり, これからの農地保全の研究を進める上でお互い連繫を密にして研究の進展を図るために, 農地保全研究部会を設立するについて話あった。その結果が実と結び, 昭和54年7月18日の農業土木学会第61回の理事会で部会の設立が承認され, 直ちに発足した。昭和55年6月18日に開催された第1回の研究集会ではテーマとして「農地保全と水食」がとりあげられ, 流亡土量の予測

法について重点的に研究発表並に討議が行われた。昭和55年度より文部省科学研究費総合研究(A)によって「降雨による土壌侵食のメカニズムと侵食量の予測」について山口大学工学部藤原輝男教授を研究代表者として9名のメンバーが30年継続して共同研究することになった。これらの動きは農地保全研究の確立期の初頭を飾るにふさわしいものと考えられる。

岡山大学では侵食機構解明のための人工降雨の発生装置としてレインガンを用い, この散水深分布, 水滴の大きさと到達距離を

実測し、任意地点における運動エネルギーを求めて平均 $20.7 \times 10^4 \text{ erg/cm}^2 \cdot 10 \text{ 分}$ を得た。この値は自然降雨の $6.4 \text{ mm}/10 \text{ 分}$ に相当することが推算され、本論における運動エネルギーによって人工降雨の検討を行うことの妥当さを明らかにすることができた。⁴⁴⁾

青森県浪岡東部丘陵地内の裸地化した新造成農地斜面（シラス類似土）のガリ網を調査した結果、⁴⁵⁾

1. ガリ発生は傾斜角 15° 以上、斜面長 45 m 以上のところ
2. 降雨によるガリ発生は最大降雨強度 12 mm/hr 以上の全雨量 26 mm 以上の雨
3. 融雪によるガリ発生は最大融雪速度 6 mm/hr （水深）が目安となる

また、ガリ網の規則性について、裸地斜面のガリ網の定量的表現として水系網に用いられる Strahler および Shreve の水流次数方程式を使って検討された。⁴⁶⁾ その結果、数と長さについてはどの発達段階においても強い規則性があるが、幅、深さについては発達の程度およびガリ網の個性によって種々の変化をみせることがある。ガリ網は2年後にはほぼ原型が完成し、それ以後はその精ちな完成に向けて安定化へ向う。また、侵食量は層状侵食よりガリ侵食による場合の方が格段に大きいことが分った。⁴⁷⁾

ガリ発達の過程と流亡土砂量について調べる目的で広島県李地区の傾斜畑に6連の試験区（傾斜方向に長さ 40 m 、幅 5 m ）を設置し、前述のレインガンを用いて人工雨を降らせた。流出水が生

じると同時に下流端より上流に向ってガリが発達した。自然降雨の場合もほぼ同様の傾向を示した。各ガリの最上端は2〜3本の分枝ガリからなり、その幅と深さの比は約2であった。流亡土砂量のうちガリによるものは整地後からその過半を占め、以後増加の傾向にある。すなわち、流亡土砂量の多少はガリ発達の過程によって左右される⁴⁷⁾

つきに、ウネ立てによる侵食現象の差異について同上の試験区を用いて試験した結果、ヨコウネでは弱雨の場合その貯留効果により侵食は少いが、強雨ではウネの決壊により大きな被害を受ける。一方、タテウネでは弱雨であっても侵食は大である。なお、侵食には $4\text{mm}/10\text{min}$ 以上の雨に支配されることが明らかとなった⁴⁸⁾

以上の調査結果から、自然降雨（昭和50年6〜10月）による流亡土砂量 (t/ha) はタテウネ区 117, ヨコウネ区 93 であるのに対してタテウネ・マルチング区 34, ヨコウネ・マルチング区 11 であった⁴⁹⁾

岐阜大学が三重県上野市青蓮寺開拓建設事業地区内K団地を選んで行ったコンクリート排水路内の滞砂の実態と土砂移動に関する室内実験の結果、排水路の滞砂は主として承水路で起り、その滞砂限界は約 $1/30$ (2°) であった。それは木場面の流路と排水路内で q' (流量 $\times$ 粗度/潤辺) がほぼ一定のときであった。なお、滞砂限界以下の排水路ではむしろ固定水路とせず、幅の広い仮設

水路を設けて、帯状の滞砂施設とする方がよい。ただし、 2mm 以下の細粒度から成る傾斜開畑地ではこれらの結果は成立しない⁵⁰⁾

雨水流による土壌の侵食特性を考える場合、土層表面上の団粒化した土塊が形成する粗面の大きさを相当粒度で、土層の締固めの程度を乾燥密度(γ_d)で、また粘度含有量を Bouyoucos による粘土比(C_r^*)などで表現することによって、地表流により土壌が剝離・移動を開始する状態、いわゆる限界掃流力と粘着土層の抵抗性について山口大学において解析が試みられている⁵²⁾

九州大学で、土性と飛散侵食について粘質土から砂質土までの3/試料土(クロボク 5, シラス 6, マサ土 4 を含む)を用いて実験した結果、飛散比の重回帰分析において、粘度比〔粘度/(シルト+砂)〕は飛散比変動の90%に寄与しており、これはこの飛散比(水の単位体積当りの飛散容積)に対し、多くの土壌因子の中で最も有意であった。粘土比は土固有の飛散侵食評価の指標となるものである⁵³⁾

文 献

- 1) 秋葉満寿次：砂土含水量と飛砂限界風速度との関係、農土研 5 (2) (1935)
- 2) 千種虎正：海岸飛砂地の砂防と開墾(其の2)、農土研 6 (3) (1935)
- 3) 秋葉満寿次：障壁の通風度と其の前面に於ける砂防に関する実験、農土研 8 (4) (1938)
- 4) 種田行男：降雨の性質と土壌侵食との関係に就て、農土研 18 (2) (1950)
- 5) 三原義秋：雨滴と土壌侵食、農技研報, A1 (1951)
- 6) 種田行男：帯状作付の土壌侵食に及ぼす影響に就て、農土研 19 (2) (1951)
- 7) 内藤利貞：長野県野辺山における土壌侵食試験について、農土研 18 (4) (1951)
- 8) 山崎不二夫・椎名乾治：傾斜耕地の保全に関する試験、農土研 19 (1) (1951)
- 9) 森野一高：段々畑土壌調査報告(第1報)、農土研 19 (1), (1951)
- 10) 金子良：野水の流出機構と道路侵食について、農土研 19 (2) (1951)
- 11) 農林省振興局：土壌侵食に関する研究集録, I, II, III (1951), (1953), (1958)
- 12) 吉良八郎：果樹園の土壌保全について(第1報)、農土研 20 (2) (1952)
- 13) 宮坂増穂：北海道に於ける土壌侵食の調査研究、農土研 20 (3) (1952)

- 14) 種田行男・五十崎恒：浸透と流出量並に土壤侵食との関係，農土研 21 (1) (1953)
- 15) 吉良八郎：果樹園の土壤保全について（第Ⅱ報），（果樹園土壌管理法の圃場試験其の1），農土研 20 (6) (1953)
- 16) 前川忠夫・瀬川晃三：傾斜耕地の土壤保全に関する二三の試験，農土研 21 (1) (1953)
- 17) 宮坂増穂：土壤侵食（地隙）調査の方法論とその実例，農土研 21 (2) (1953)
- 18) 吉良八郎：果樹園の土壤保全について（第Ⅲ報），（果樹冠による降雨遮断），農土研 22 (4) (1954)
- 19) 吉良八郎：果樹園の土壤保全に関する研究（Ⅳ），土壤侵食防止におよぼす KRILIUM の効果，農土研 23 (3) (1955)
- 20) 吉良八郎：果樹園の土壤保全に関する研究（Ⅴ），主として傾斜地開設果樹園における土壤侵食試験について，農土研 23 (5)，(1955)
- 21) 吉良八郎：果樹園の土壤保全に関する研究（Ⅵ），危険降雨と土壤侵食の関係について，農土研 24 (2) (1956)
- 22) 吉良八郎：果樹園の土壤保全に関する研究（Ⅶ），危険降雨の地域並びに季節的分布について，農土研 24 (4) (1956)
- 23) 岩田進午・山崎不二夫：土壤団粒を破壊する力についての実験，土壤侵食に影響する要因として，農土研 25 (4)，(1957)
- 24) 吉良八郎：果樹園の土壤保全に関する研究（Ⅷ），危険降雨の地域並びに季節的分布について（続），農土研 25 (4) (1957)
- 25) 八鍬利助・石井衛：土壤侵食に関する研究（Ⅱ），一畦の方向と土壤侵食一，農土研 24 (6) (1957)
- 26) 吉良八郎：果樹園の土壤保全に関する研究（Ⅸ），一降雨の性質と土壤侵食の関係について一，農土研 26 (5)，(1958)
- 27) 金子良：土壤侵食の統計的考察，農土研 26 (2) (1958)
- 28) 金子良：わが国における農業土木のあゆみ，農地保全と防災，農土研 27 (5) (1959)
- 29) 清水邦夫：土壤侵食の理論的解析に関する研究，農土研 28 (7) (1961)
- 30) 一戸貞光：北海道の土壤侵食の諸問題，土壤の物理性 5 (1962)
- 31) 種田行男：土壤侵食の機構に関する研究（Ⅰ），農土研 別冊 (5) (1963)
- 32) 田辺邦美・野村安治：降雨による水田土壌の流亡について（第1報），農土誌 33 (4) (1965)
- 33) 藤川武信ほか2名：耕うんされた地表面の薄層流による土壤侵食室内予備実験，農土誌 37(11) (1970)
- 34) 竹内正一ほか2名：斜面安定のための植生緑化工法に関する試験について，農土誌 38 (5) (1970)
- 35) 井戸隆弥・中島淳一郎：土の化学的安定処理に関する実験とその考察，一特に EB45 使用について一，農土誌 37 (12) (1970)
- 36) 種田行男：農地保全工学，農林技術出版社 (1971)
- 37) 河野洋ほか3名：水滴による土壌面破壊に関する一実験，農土誌 39 (4) (1971)
- 38) 松田松二ほか2名：雨滴計の測定装置とその検定，一斜面保護に関する研究一，農土論集 39 (1972)
- 39) 種田行男・富田正彦：雨滴のエネルギーからみた土壤侵食と降雨強度の関係，土壤侵食の機構に関する研究（Ⅱ），農土論集 40 (1972)
- 40) 網干寿夫ほか4名：真砂土斜面の災害，呉市災害の調査総括とアンケート，特定研究災害科学 (1972)
- 41) 佐藤裕一：土壌の凍結融解と侵食について，農土論集 44 (1973)
- 42) 種田行男：農地の土壌侵食量の予測，農土論集 56 (1975)
- 43) 種田行男：降雨侵食の可能性を示す降雨係数の算定，農土論集 65 (1976)
- 44) 福秘盛一ほか3名：侵食機構解明のための人工降雨の基礎的試験，一傾斜地における開発農地の侵食機構と保全に関する実証的研究(Ⅰ)一農土論集 76 (1978)
- 45) 矢橋農吾ほか2名：浪岡東部丘陵地における土壌侵食，一斜面の侵食に関する研究(Ⅰ)一農土論集 76 (1978)
- 46) 高木東ほか2名：ガリ網の規則性と発達，一斜面の侵食に関する研究(Ⅱ)一農土論集 77 (1978)
- 47) 松本康夫ほか3名：ガリ発達と流亡土砂量，一傾斜地における開発農地の侵食機構と保全に関する実証的研究(Ⅱ)一農土論集 77 (1978)

- 48) 福桜盛一ほか4名: ウネ立てによる侵食現象の差異, 一傾斜地における開発農地の侵食機構と保全に関する実証的研究(Ⅲ)―農土論集 85 (1980)
- 49) 高橋 強ほか4名: ウネ立ての違いによる受食機構とマルチングの効果, 一傾斜地における開発農地の侵食機構と保全に関する実証的研究(Ⅳ)―農土論集 86 (1980)
- 50) 松本康夫ほか1名: 傾斜開畑地における排水路内の滞砂実態とその実験的考察
農土論集 88 (1980)
- 51) 高木 東ほか2名: ガリの縦横断形特性とガリ網の発達, 一斜面の侵食に関する研究(Ⅲ)―農土論集 90 (1980)
- 52) 日下達朗ほか3名: 粘着性のある土壌の剝離・移動限界について, 一雨水流による土壌の侵食特性(I)―農土論集 90 (1980)
- 53) 藤川武信ほか1名: 土性と稔散侵食について, 一土の初期水食に関する土質理工学的研究(I)―農土論集 90 (1980)

掃流力と侵食速度

山口大学農学部 日下達朗

1. まえがき

雨水流による土壌の侵食は雨滴エネルギーによる土層面の破壊作用と表面流による土壌の剥離・運搬作用および地域性に基づく結果と考えられる。表面流による土壌の侵食機構を解明するには、土層面の条件と表面流の水理学的特性および表面流に対する土壌の抵抗性を明らかにする必要があるが、いまだに未解決の問題が残されている。

降雨により発生した表面流が土層表面を流れる場合、土層表面の土壌の表面流に対する抵抗性には、摩擦力、粘着力などが重要と思われるが、これらに関連する要素として、粘土含有量、土層の締め固め度、有機質含有量、含水量などが考えられる。しかもこれらが複雑に絡み合っ^て土壌の抵抗力を構成していることが推定され、それぞれ個々の要素が侵食にどう関与しているかを明らかにすることは極めて困難である。

ここで表面流のみに基づく~~土~~土壌侵食を取り扱うならば、まず始めに表面流による土層面からの^土土壌の剥離と剥離された土壌が輸送される過程——いわゆる土壌流亡量——を明らかにし、さらにこれらの基礎的關係を現地の傾斜農地へ適用する方法を検討する必要がある。土層面上の表面流による基礎的な侵食機構の解析および

21

傾斜地に設けた枠試験における観測などを通して、表面流による土壌流亡量の推算法をこれまでに検討してきたが、本研究はその概要をまとめたものである。

2. 実験装置および方法

洪積土、マサ土、火山灰土、石灰岩系土壌など数種の土壌を粘土比 (C_p) で調合し、幅 8 cm 、長さ 5 cm 、深さ 1.3 cm の薄い鉄製ボックスに一定の乾燥密度 (ρ_d) になるよう突き固めながら挿入した。これを土層水路 (幅 8 cm 、長さ 100 cm 、コウ配 10°) の一部に土層面が連続するように挿入し、表面流による土壌の剝離・移動限界、侵食土量などの観測を行った。

さらに傾斜農地に施けた枠試験 (標準区---幅 1.7 m 、長さ 19.7 m 、自由区---幅 4.7 m 、長さ 9.7 m 、コウ配いずれも 10°) により、1 降雨ごとの降雨量、表面流量、土壌流亡量などの観測を行った。とくに枠試験における表面流量については 10 分毎に観測値の整理を行った。

3. 土壌の侵食開始と表面流

表面流による土壌の剝離の形態と移動開始については現象が極めて複雑なため、本論の実験では砂粒の場合とは別に剝離限界の基準を定め実験の整理を行った。実験結果の傾向から推察すると、 $u_{*c}^3/(\rho_d/\rho)gdk$ と粘土比 (C_p) とがかなり密接な関連を有することが認められ、各種土壌については図-1 に示すような結果が得られた¹⁾。ここに u_{*c} : 限界の摩擦速度、

d_k : 代表粒径 (相当粗度), ρ : 水の密度, g : 重力の加速度

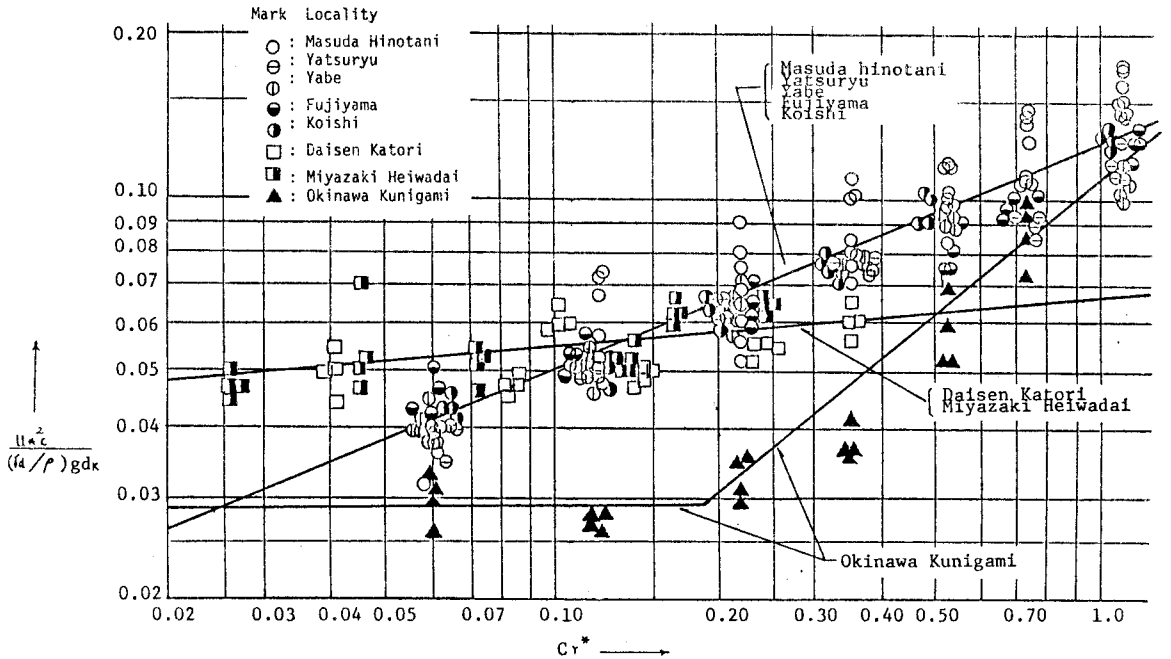


図-1 各種土壌に対する $U_*^2 / ((\gamma_a / \rho) g d_k)$ と粘土比 (C_r^*) の関係

4. 各種土壌の侵食特性

まず洪積土 (益田火の谷) について, 粘土比 (C_r^*) を 0.12, 0.35, 0.73 とし, さらに現地の乾燥密度 (表土層のほぼ平均で $\gamma_a \approx 1.47$) を目標に土壌を調整し実験を行った。侵食量と表面流の物理的関係を表わすものとして無次元量 $q_e / U_* d_k$ と $U_*^2 / ((\gamma_a / \rho) g d_k)$ が重要であることがわかり, 洪積土の場合は図-2 のような実験的傾向が得られた。^{2) 3)} また各種の土壌についても現地における粘土比, 乾燥密度を想定して土壌を調合し実験を行った。得られた実験分布の傾向を^{2) 3)} 次式により計算し整理を行った。

$$\frac{q_e}{U_* d_k} = a \exp \left\{ \frac{2 U_*^2}{(\gamma_a / \rho) g d_k} \right\} \quad (1)$$

各種土壌の係数 a 、ベキ数 α の値は次のようである。この場合の q_e は(3)単位で表わしたものであるが、容積(cm^3)で表わす場合は q_e/U_*dk に $1/\eta$ と乗ずればよい。

益田火の谷

$$C_r^* = 0.12$$

$$a = 0.00047,$$

$$\alpha = 1.88$$

$$= 0.35$$

$$= 0.00017,$$

$$= 2.66$$

$$= 0.73$$

$$= 0.00023,$$

$$= 2.12$$

沖縄国頭(石灰岩系)

$$= 0.00032,$$

$$= 2.66$$

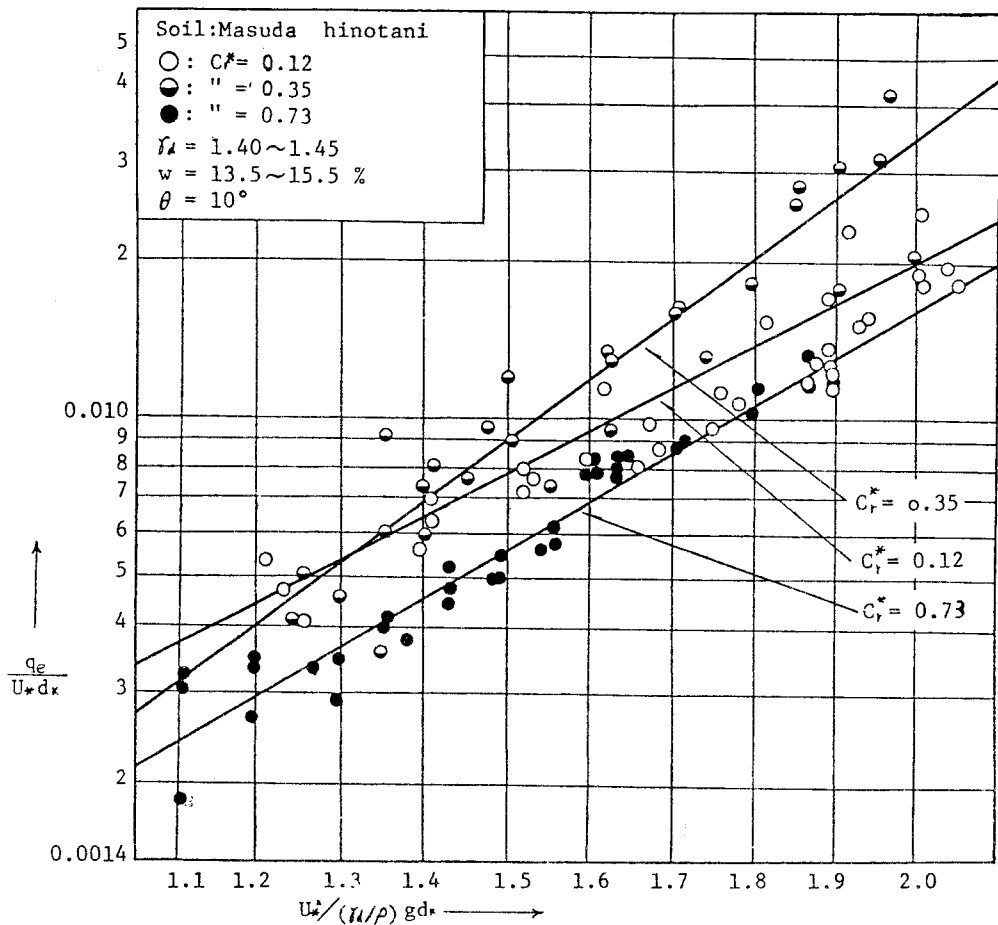


図-2 洪積土(益田火の谷)における q_e/U_*dk と $U_*^2/(\eta/\rho)gdk$ の関係

耳納山麓屋部 (花崗岩系)	$a = 0.00028,$	$\alpha = 2.66$
大山杵取 (火山灰系)	$= 0.00022,$	$= 2.66$
耳納山麓藤山 (片岩系)	$= 0.00017,$	$= 2.66$
耳納山麓甲石 (安山岩系)	$= 0.00014,$	$= 2.66$
宮崎平和台 (火山灰系)	$= 0.00012,$	$= 2.66$

5. 表面流による傾斜農地の土壌流亡量の推算

土層上の表面流の水理機構, 土壌の剝離・移動限界, 表面流による土壌の侵食量の基礎的關係と流出解析で用いられている表面流の基礎式⁴⁾とを結びつけることによって, 表面流による傾斜農地からの土壌流亡量を推算する方法を試みた。

(1)式と表面流に関する基礎式 $h = \ell q_w^p$ を連立させると土壌流亡量 q_e は

$$q_e = a \, dk \, \sqrt{K_b} \, q_w^{\frac{p}{2}} \exp \left\{ \frac{\alpha \, K_b \, q_w^p}{(\gamma_s / \rho) \, g \, dk} \right\} \quad (2)$$

$$\text{ただし } K_b = g \, N^{\frac{p}{2}} (\sin \theta)^{\frac{p}{2}-1}$$

また表面流の摩擦速度が限界摩擦速度 (u_{*c}) 以下になった場合は, 侵食が起らないと考えることができる。この場合の限界の表面流量 (q_{wc}) は

$$q_{wc} = \frac{u_{*c}^{\frac{2}{p}}}{g^{\frac{1}{p}} \, N (\sin \theta)^{\frac{1}{p}-\frac{1}{2}}} \quad (3)$$

が得られる。⁵⁾

ここに, h : 雨水流の水深, q_w : 斜面単位幅流量, ℓ :

25
斜面流定数, N : 等価粗度, S : 斜面コウ配 ($= \sin \theta$) であり, Manning 型で n を表わすと, $n = (N/\sqrt{S})^P$ となり, P は定数で $3/5$ となる。

5.1 枰試験区への適用の方法

本枰試験施設における観測では, 表面流量 (q_w) は容量 (ℓ/10分) で記録が整理されている。これに流出解析で用いられている等価粗度 (N), 表面流量 (q_w) を用いるため, 単位変換を行い, さらに (2) 式を Manning 型で表わし, 標準枰試験区について, 土壌流亡量 (q_e) を求めると,

$$q_e = 2.637 N^{\frac{3}{5}} q_w^{\frac{3}{5}} \exp(3.099 N^{\frac{3}{5}} q_w^{\frac{3}{5}}) \quad (4)$$

この式に表面流出量 (ℓ/10分) の値を逐次代入して累加計算すれば 1 降雨の表面流による土壌流亡量 (q) が計算できる。また限界の表面流量 (q_{wc}) は (3) 式より $q_{wc} = 0.70/N$ で表わされ, この q_{wc} 以下では土壌の流亡は起り得ないと考えて計算を行うことにした。したがって $q_w > q_{wc}$ の表面流量について, 単位時間ごとの逐次計算を行い, 土壌流亡量を求めることとした。

5.2 適用結果と考察

図-3 は 1980 年 6 月 30 日から 7 月 1 日までの 1 降雨における標準枰試験区において観測された降雨量, 表面流量, および (4) 式による土壌流亡量の計算値の一例である。等価粗度 (N) は傾斜した畑地に相当すると思われる範囲 ($N = 0.3 \sim 0.1$) について計算を行ったものである。 N 値が 0.3 のときは実測値 (15.456%) と

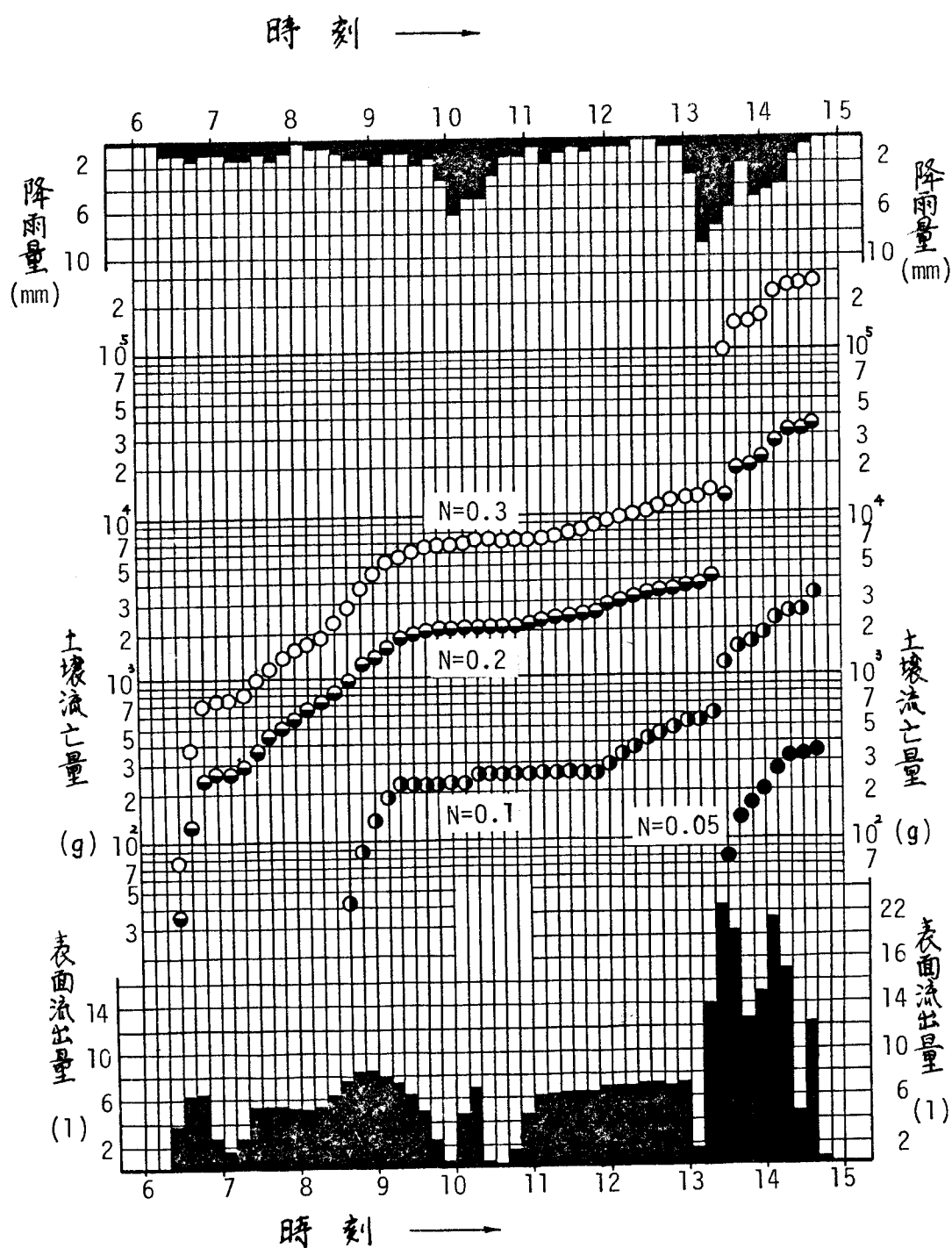


図-3 表面流による標準枰試験区からの土壌流亡量試算の1例
(1980年7月1日, 6時00分~15時00分)

ほとんど合わないが、 N 値が0.2~0.1の範囲になると実測値を含むようになる。同様の計算法を他のいくつかの降雨の場合について、標準枰試験区と自由型試験区にも適用し、その計算結果を表-2に示した。これらの結果をみると標準枰試験区については、大体 $N=0.2\sim 0.1$ の範囲で計算値と実測値が一致することがわかる。また自由型試験区では標準枰試験区よりやや小さい N 値(0.1~0.05)において実測値を含むようである。これは表-1のように、自由型枰試験区は標準試験区に比べ土壌条件(C_r , γ_d)が異なることと、幅、長さとも標準区よりも小さく、流域が単純化されるほど N 値が小さくなる傾向⁴⁾によるものと思われる。

また10分毎に観測された表面流出量(Q_s)と計算された土壌流出量(Q)の関係をみると、表面流量が大きいと土壌流出量は飛躍的に増大する計算結果を示している。例えば図-3において、13時20分から、14時40分にかけて、計算された等価粗度 $N=0.2$ の場合の一例をみると Q_s (最大値)が22.5($\ell/10$ 分間)のとき、土壌流出量の計算値が8640 g 、10.0($\ell/10$ 分間)で350 g 、4.5($\ell/10$ 分間)で47 g を示している。このように土壌流出量の傾向は集中的な表面流量によって土壌流出量は増大するが、一定時間内の総流

表-1 枰試験区における土壌の物理性(1980年6月~10月)

test plots	specific gravity	clay ratio* C_r	mean dry density (γ_d)	consistency limit			mean water content
				LL (%)	P.L (%)	P.I	
standard type	2.77	0.47	1.18	41.4	31.7	9.7	19.01
free type	2.75	0.20	1.28	35.7	31.1	4.6	17.49

表-2 表面流による枠試験区からの土壌流亡量の計算例(1980年5月~9月)

Date	Standard style test plot					free style test plot			
	observed soil loss (g)	calculated soil loss (g)				observed soil loss (g)	calculated soil loss (g)		
		N=0.3	N=0.2	N=0.1	N=0.05		N=0.3	N=0.1	N=0.05
5.14~5.15						1550	3.98×10^4	7674	794
5.20~5.21						2058	7.60×10^4	4.75×10^5	45098
5.25~5.26	7330	1.94×10^5	18252	1816	271				
6.17~6.16						117	8301	627	108
6.28~7.01	15456	2.35×10^5	30974	2656	306	2979	2.49×10^4	78801	2141
7.08~7.11	2372	6.81×10^4	4.76×10^4	18859	2866	1262	4.82×10^4	19590	3787
7.12~7.15						1872	4.51×10^4	3703	671
7.23~7.24						3772	2.15×10^4	14850	1260
7.26~7.26	18640	1.74×10^5	4.01×10^4	13155	1408				
7.29~7.30	3566	3.12×10^4	29533	3990	572				
8.14~8.17	2436	3.70×10^4	33236	1625	220				
8.20~8.23	2024	1.04×10^4	19547	2517	263	1112	5.08×10^4	70829	3136
8.25~8.26	2933	1.71×10^4	9.15×10^4	81981	1070	726	1.15×10^5	1799	319
8.30~8.31	3214	1.65×10^4	3.94×10^4	6770	760	822	2.90×10^4	2632	532

出量が同じであっても、単位時間毎に小さい流出量が継続するような場合には、土壌流亡量は少ないのではないかと考えられる。

なお標準枠試験区と自由型試験区との観測日がかならずしも一致していないが、これは自記水位計による記録が不明瞭であったり、記録紙取り換え時の不注意により止むを得ず欠測しに観測期間を削除したためである。これらの期間の計算を補うためには、直接流出量からの計算は不可能であるから、降雨量から流出解析を行って単位時間の表面流量を別途求める必要がある。また斜面流式で問題になるのは、 p であるが、Manning型で $p=3/5$ とすると、等価粗度 N の値が土壌流亡量に影響を与えることになる。すなわち、(2) (3)式に関連する物理量 C_n^* 、 η 、 α_k 等が基礎実験により得られた土壌および土層表面の条件であり、表面流量 (q_w) は観測値を用いることからすれば、等価粗度 (N) の採用する値の

大きさが計算の精度を左右することになる。これについては標準
 枠試験区からの表面流出の解析および N と dk の関係など多くの問
 題があるので、今後の検討課題としたい。

参 考 文 献

- 1) 日下達朗, 田中宏平, 藤田則之, 四ヶ所四男美 : 粘着性のある土壌の剝離・移動限界について—雨水流による土壌の侵食特性(I)—, 農土論集, 90, (1980)
- 2) 日下達朗, 田中宏平, 藤田則之, 四ヶ所四男美 : 表層流に対する粘性土壌の抵抗条件と侵食量—雨水流による土壌の侵食特性(II)—, 農土論集, 92, (1981)
- 3) 日下達朗, 藤田則之 : 表面流による粘性土の侵食機構と数種の土壌の侵食特性について, 昭和56年度農土学会大会講演要旨集, (1981)
- 4) 角屋 睦 : 流出解析法(その6)—3, 雨水流法—表面流出モデルによる洪水流出解析—, 農土誌, 48(6), (1980)
- 5) 日下達朗, 田中宏平 : 表面流による土壌流亡量の推算について—雨水流による土壌の侵食特性(III)—, 農土論集, (投稿中)

開畑地における土壌侵食過程について

岐阜大学農学部 松本 康夫

1. はじめに

山間・丘陵地域における大規模な農地開発(開畑)に伴い、ホ場区画の増大と相まって、開畑工事中や直後の裸地期間に土壌侵食現象が激化する事態を招いている。これらホ場面の早期安定をはかり、早期営農に着手できる条件を整えるためには、土壌侵食現象を抑制する保全工法の開発を急ぐ必要がある。

しかし従来、わが国の風土のもとで、そのような開畑地に対して土壌侵食現象の調査・研究が十分なされているとはいえない。長大な傾斜面でおこる土壌侵食現象の時間的な過程についても、その中心的な役割を果たすであろうガリ(本報では、地表面が洗掘されて生じた明りょうな水みちを「ガリ」と呼ぶ)の発生・発達過程に関する知識はきわめて限られている現状である。

このような状況にあって、開畑地における合理的な保全工法を考えるに際しては、まず土壌侵食現象の時間的な側面、すなわち土壌侵食過程を知ることが必要である。さらに、現象の場所的な差異をもたらす要因を知るためには、土地条件および降雨条件と土壌侵食過程の関係を明らかにしておくことが必要であろう。

以上の観点から、筆者は、砂質土系(一部レキ混じり)の土壌からなる裸地ホ場を対象にして、主にガリの形態の時間的な変化およびその場所的な差異をもたらす要因について現地サイドから調査・研究を行ってきた。

本報では、従来、筆者が行った調査・研究の成果をもとに、ガリの発生・発達過程およびガリの形態に影響する土地条件(土層、斜面長、ホ場面コウ配、ホ場面の起伏など)について論議する。

2. ガリの発生・発達過程¹⁾

現地ホ場において土壌侵食過程を詳細に追跡する場合、降雨条件と土地条件的に規定しておかねばならない。しかし、現地調査の性格上、とくに降雨条件

を規定することはほとんど不可能に近い。その上、土壌侵食現象のごく初期の過程を知るために突発的な自然降雨に依存していたのでは十分な成果が期待できない。そこで、ホ場を裸地状態で整地した後、散水試験を行ってごく初期の過程を調べておき、その後自然降雨下でホ場を放置してガリを含むホ場面の変化を追跡するという試験方法をとった。ここでは、それらの試験結果からガリの発生・発達過程を中心に、概要をみておこう。

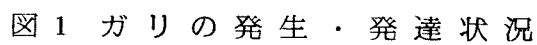
(1) 平面的な発生・発達状況

傾斜方向40m，等高線方向 5m，ホ場面コウ配約7°の試験区を設け，表層約20cmを耕起した後，砕土・整地し，2回にわたって散水試験（いずれも散水強度50～60mm/hr，散水時間約1時間）を行った。その後，約3カ月間にわたり自然降雨のもとでガリの発生・発達状況を観察した。その結果は図1に示したとおりであった。

一方，ガリの発生状況を散水試験時の観察に基づいて要約すると，まず散水を開始してからしばらくしてホ場面に貯留された雨水が徐々に下流方向へ移動を始め，試験区の下流端に到達した後，わずかなホ場面のくぼ地に，表流水が急速に集中するようになった。その部分から洗掘がおこり，洗掘部の直下では表流水が薄層流へ徐々に移行する部分が生じた。そこでは，洗掘された土砂（レキ）が残留・滞積するようになって滞砂域（明りょうな洗掘部を伴わない部分）が形成された。この洗掘部（ガリ）と滞砂域は一對になって斜面の途中に交互に現われ，その後，最下流に位置するガリが急速に上流側の滞砂域を貫通して伸長し，次第に斜面の上下流に連絡したガリへと発達していった。

また，ガリの発達は，滞砂域における流路の統廃合や散水強度の変動に対応してガリ内の流量が急増すると急速に進んだ。そのため，表流水の水理特性は場所的にも時間的にも大きく変化するといつてよい。

自然降雨のもとでも，散水試験で発達したガリ（とくに図1中のガリb）が上流に向かって伸長し，ほぼ上記の過程が再現されているのがわかる（図1）。ところが，ガリの発達は，自然降雨の強度が弱くなるにつれてほぼ停止するようになって



た。この事実から、ガリの発達は降雨履歴によって規定されたことがわかる。

(2) 縦断形状の変化

図 1における主要なガリの縦断形状について、その時間的な変化を追跡すると図 2のとおりであった(図中、a,b,c は図 1のガリに対応)。図 2によると、まずホ場面のわずかな遷緩部(下流に向かってコウ配が小さくなる部分)で滞砂域が形成され、ガリは、伸長するにつれて深くなり(図 1によると幅も広がって)、とくにガリb に注目すると、ガリが上流側の滞砂域を貫いて伸長していった様子がわかる。さらに、ガリが深くなる過程においては、上流から下流の滞砂域に向かってコウ配が漸減する形態を示し、この形態を保ちながら、ガリ底が下刻されたことがわかる。

ところが、ガリ底の一部が未耕起の下層硬基盤に達すると、そのような発達過程が次第にみられなくなり、

とくにガリa に注目すると、その中、下流部ではガリが拡幅された反面(図 1)、ガリ底の変化はきわめて小さくなっている(図 2)。この事実から、ガリの発達(伸長,深さの増加)を規定する他の要因として、下層の硬基盤の有無が考えられよう。

(3) ガリを除くホ場面に

おける土壌侵食過程

試験期間中に、ガリの発生・発達状況を調べると同時に、ガリを除くホ場面において地表面高の変化を追

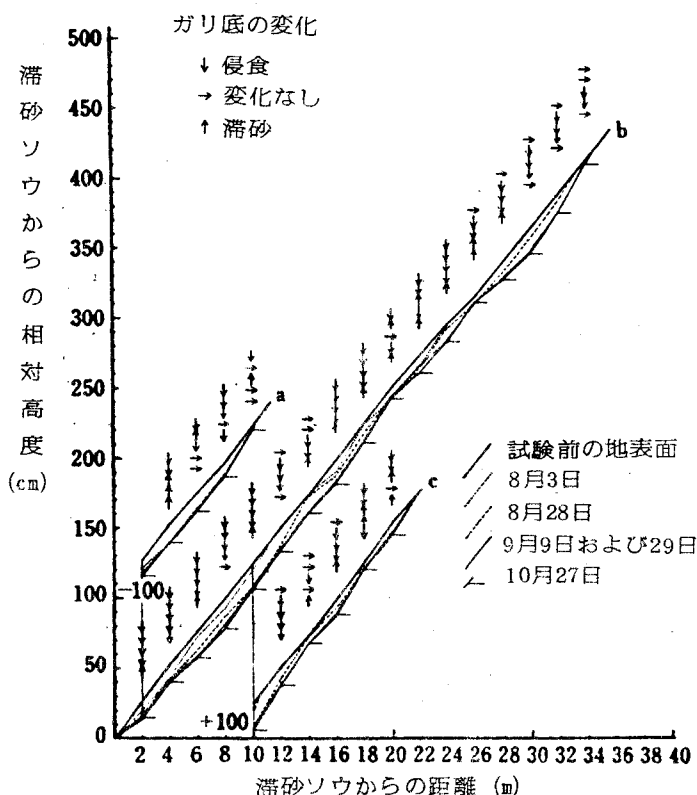


図 2 ガリの縦断形状の変化

跡した。地表面高の変化は、土壌侵食・滞砂現象による他、耕起土層の沈下などによってもたらされるが、ホ場面における侵食深を安全側(過大)に評価する上で後者を無視できよう。そこで、試験区内の約 100地点において、ある期間ごとに地表面高を測定し、その期間前後の差をとって地表面高の変化量とし、その度数分布、平均値および標準偏差の時間的な変化を検討した。平均値はガリを除くホ場面の平均侵食深と考えられよう。また標準偏差は、地表面高が場所的にどの程度変動したか、あるいはその変動が時間とともにどのように推移したかをみるのに有効であろう。

その結果、地表面高が一様に低下する現象は認められず、試験の当初から変化のない地点が少なくなかった。この傾向は時間とともに強まり、それとともに平均値は、約 3 カ月足らずの期間に、ほぼ 0 にまで低下した。一方標準偏差は、平均値に比べ相対的に大きな値を示し、10 分間降雨強度が最大になった期間に明らかな増加を示した。

以上の結果から、ガリを除くホ場面における土壌侵食過程として次のようなことが考えられる。まずそのホ場面では、ある地点で土砂の飛散があっても他の地点から飛散してくる土砂によって補なわれ、ほぼその収支が均衡し、地表面高はわずかな表流水の場所的な変動に伴って変化したのであろう。ところが、平均侵食深は試験初期には相対的に大きいので、その時期の土砂の飛散過程においては、細粒土が表流水とともに流出したと思われる。そして時間とともに、粗粒土がホ場面に取り残されるようになって上記の傾向が強まり、ホ場面では、砂レキが目立ったり、砂粒が局地的に集積するようになったのであろう。これは砂レキマルチに他ならない。

したがって、ガリを除くホ場面における土壌侵食過程は、砂レキマルチの発達に左右されるといえよう。

次に、平均侵食深(ガリ以外の成分)に対し、ガリに相当する部分の体積(ガリ成分)を算定し、総流亡土砂量に占めるガリ侵食量の割合を検討した結果、ガリ成分は、試験の当初からその過半を占めていたのに加え、平均侵食深が短期間

に低下したため、時間とともにその割合は約70%へと増加した。これは、流亡土砂量を評価する際にもガリの発生・発達過程が重要な役割を果たすことを示している。ちなみにガリを除くホ場面における試験期間中の累加侵食深は、約 4mm ($4 \text{ m}^3/10\text{a}$) であった。

3. ガリの形態に影響する要因^{2,3)}

開畑工事に伴う土工の段階が異なり(ブルドーザー整地, リッパー耕起あるいは ディスクハロー碎土を終了した状態), 三紀層(鮮新統), マサ土層の両地質地帯にまたがる広範な裸地ホ場において, 大縮尺の航空写真を撮影し, 平均的なガリの形態と土地条件の関係を検討した。対象にしたガリは, ブルドーザー整地を終了したホ場で約 3 カ月, それ以外のホ場で約 1 年 3 カ月の間に発生・発達したものであった。

ガリの形態は, 1つのホ場面の内部においても, その発達段階, 分布状況などによって場所的に変動するのが普通である。そこで, 1つのホ場がもつマクロな土地条件との関係をみるために, ガリの形態を次のように評価することにした。

まず, 各ホ区を独立した集水域からなる 2～3 のホ場に細分した後, 各ホ場の航空写真に10m メッシュをかけ, メッシュと交差するガリについて幅, 深さを読み取った。そして, 各ホ場ごとにそれらを平均してガリの横断面形態を代表する指標(以下, 単にガリ幅, ガリ深さとよぶ)とした。一方, 面的な発生・発達状況を評価するため, 各ホ場ごとにガリの総延長を求め, この値を集水面積で除してガリの発生密度(以下, ガリ密度とよぶ)を算出した。

では, 上記のさまざまな土層状態ごとに, ガリの諸形態相互の関係, さらにガリの諸形態と各ホ場の地形条件(ここでは斜面長とホ場面コウ配をとった)の関係をみてみよう。

(1) ガリ密度とガリ幅, ガリ深さの関係

ガリの発生・発達過程を追跡した結果によると, ガリは, まずホ場面のわずかな起伏などに左右されて滞砂域と共存しながら発生し, その後, ガリの発達に伴いガリの伸長と横断面規模の拡大がほぼ同時に進むと考えてよい。すなわち, ガ

りの発達が進みやすい土地条件のもとで、ガリ密度の増加がおもにガリの伸長によってもたらされたとすれば、同時に横断面規模の拡大がみられ、ガリ密度と横断面規模の間に正の相関関係がみられるであろう。その反面、ガリ密度がホ場の局地的な条件(起伏や表土層の透水性など)に強く影響されていればガリ内の流量履歴(降雨強度の履歴、ガリの合流状態により異なる)によって横断面規模は異なるであろう。この場合でも、とりわけホ場面の起伏に強く影響されてガリ密度が増加したのであれば、1本のガリの集水面積が小さくなるので、ガリ内の履歴流量が少なく、結果として横断面規模は小さくなるともいえよう。そこで、実際にどちらの関係が優勢であったかを調べるため、ガリ密度、ガリ幅、ガリ深さについて相互の相関係数を算出して表1に示した(カッコ内は偏相関係数)。

表1 ガリ密度、ガリ幅、ガリ深さの相互関係

記号	ホ場条件	地質条件	ガリの形態		
				ガリ密度	ガリ幅
HP	ディスク ハロー砕土	第三紀層	ガリ 幅	- 0.404 (- 0.179)	1.0
			ガリ 深さ	- 0.376 (0.083)	0.824** (0.793**)
TP	リッパ ー耕起	第三紀層	ガリ 幅	- 0.333 (- 0.361)	1.0
			ガリ 深さ	- 0.005 (0.149)	-0.402 (0.425*)
LP	ブルドー ザー整地	第三紀層	ガリ 幅	- 0.131 (- 0.272)	1.0
			ガリ 深さ	0.105 (0.261)	0.668** (0.692**)
LG	ブルドー ザー整地	マサ土層	ガリ 幅	0.172 (0.028)	1.0
			ガリ 深さ	0.254 (0.192)	0.591** (0.574**)

* 5%有意 **1%有意
() 内は偏相関係数

表1によると、いずれのホ場についてもガリ幅とガリ深さの間に有意な正の相関が認められるのに対して、ガリ密度とガリ幅、ガリ深さの間には、それが認められない。ただ、偏相関係数の符号に注目すると、地質条件によって差異が認められ、三紀層地区では、やや上記後者の、マサ土地区では、やや上記前者の傾向が示唆される。しかし、対象ホ場の条件のもとではガリ密度と横断面規模の間に

有意な関係があるとはいえない。これは、ガリ密度と横断面規模を決定する要因がそれぞれ性格的に異なるからであろう。

(2) ガリの諸形態と斜面長、ホ場面コウ配の関係

では、ガリ密度、ガリ幅、ガリ深さが各ホ場の地形(斜面長, コウ配)によってどのように異なるか、各土層状態にあるホ場ごとに調べてみよう。それらの相互の(偏)相関係数の値を表 2に示した。

表 2 ガリの形態とホ場の地形要素の関係

記号	ホ場条件	地質条件	ガリの形態	地 形 要 素	
				コウ配	斜面長
HP	ディスク ハロー砕土	第三紀層	ガリ密度	0.431 (0.265)	- 0.673* (- 0.612*)
			ガリ幅	- 0.669* (- 0.601*)	0.514 (0.386)
			ガリ深さ	- 0.487 (- 0.352)	0.631* (0.556)
TP	リッパ ー耕起	第三紀層	ガリ密度	0.155 (0.208)	- 0.066 (- 0.155)
			ガリ幅	0.090 (- 0.088)	0.361 (0.361)
			ガリ深さ	0.066 (- 0.135)	0.391 (0.406*)
LP	ブルドー ザー整地	第三紀層	ガリ密度	0.621** (0.625**)	0.033 (0.100)
			ガリ幅	- 0.200 (- 0.190)	0.205 (0.195)
			ガリ深さ	0.074 (0.075)	0.011 (0.017)
LG	ブルドー ザー整地	マサ土層	ガリ密度	0.520** (0.552**)	- 0.067 (0.225)
			ガリ幅	- 0.182 (- 0.056)	0.294 (0.241)
			ガリ深さ	0.354 (0.489**)	0.164 (0.392*)

*5%有意 ** 1%有意
() 内は偏相関係数

表 2によると、ガリ密度と地形の関係は土工の段階によって差を示し、ホ場面の起伏が少ないLP, LGでは、コウ配との間に有意な正の相関が認められた。一方、耕起土層をもつHP, TPでは、斜面長に対し負の相関を示し、とくにTPに比べ相対的に起伏が小さいHPでは有意な相関が認められた。これらの結果は、ガリ密度がホ場面の局地的な条件(コウ配, 耕起土層の透水性, 起伏の大きさなど)に強く影

響されたことを示唆している。次にガリ幅との関係を見ると、全てのホ場について、コウ配との間に負の、斜面長との間に正の弱い相関を示した(HPでは、前者が有意)。ガリ深さとの関係では、耕起土層をもつホ場やマサ土層のホ場で斜面長との間に強い(TP, LGでは有意な)正の相関が、さらに、マサ土層のホ場ではコウ配との間に有意な正の相関が認められた。

これらの結果から、ガリの横断面規模の差は、ガリの発達段階、さらにこれを規定するホ場の土層構造に強く影響されてもたらされたことが示唆される。すなわち、ガリ底が下刻作用に対して弱く、1 斜面の上下流に連絡したガリへ短期間に発達しやすいマサ土層や耕起土層をもつホ場では、斜面長の増加に伴ってガリが深くなり、その過程でガリの側壁が崩壊してガリが広くなったと思われる。さらに、マサ土層のホ場では、コウ配が増すとともに下刻作用が顕著になった反面、耕起土層をもつホ場では、コウ配が増すとともに耕起土層内の浸透水が速やかに排除されて表流水が少なくなったり、一部では下層の未耕起の硬基盤によって下刻作用が抑えられたのであろう。

一方、耕起土層をもたない三紀層のホ場では、開畑工事によって露出(形成)された硬基盤の影響を強く受け、ガリが発達しにくいことを反映している。現地においては、細かな無数のガリが観察されることが多い。

(3) ホ場面の起伏とガリの形態

最後に、ガリの発生・発達がホ場面の起伏によってどのような影響を受けたかをみるために、リッパー耕起を終了し、耕起跡がホ区長・短辺の緩傾斜方向あるいは急傾斜方向に残された2つのホ場について、ガリの形態を比較してみよう。

両ホ場におけるガリおよび滞砂域の発生状況を図 3に示した。これらのホ場はほぼ同じ土層・地形条件にあると考えてよい。図 3によると、緩傾斜方向の場合では、ガリはほぼ主傾斜方向に発生・発達し、耕起跡に沿って短い分枝ガリがみられるにすぎない。一方、急傾斜方向の場合では、ほぼ耕起跡に沿ってガリが発生・発達し、下流に至って始めて主傾斜方向に転じている。これは、下流部で滞砂がおこり起伏が消失したため、表流水が主傾斜方向に流下したからであろう。

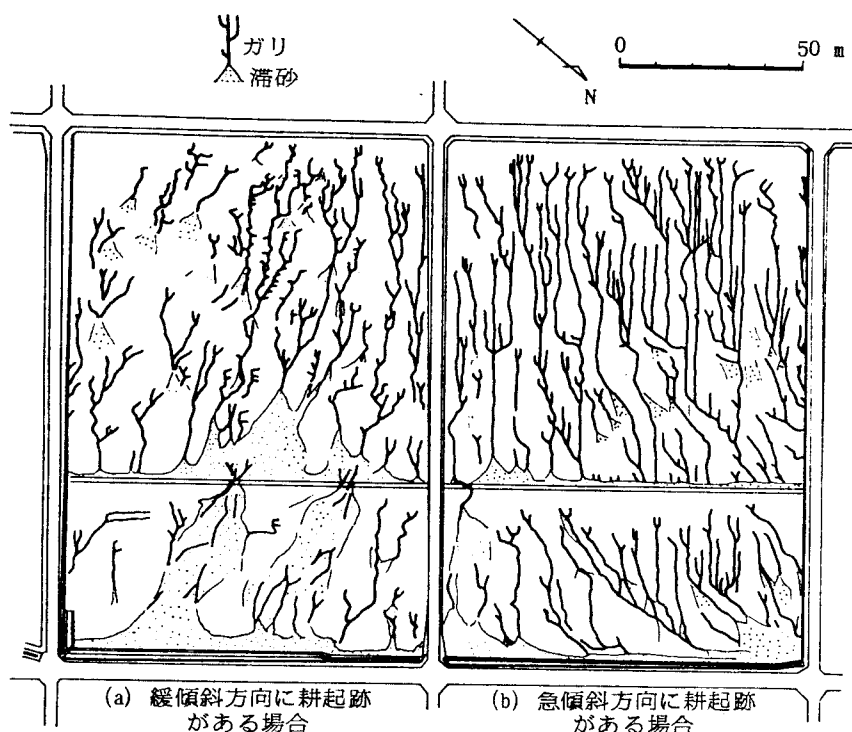


図 3 対象ホ場のガリおよび滞砂状況

また、これら両ホ場における横断面規模の差を検討すると、緩傾斜方向の方が、相対的に規模が大きく、その場所的な変動も大きいことがわかった。この原因は、緩傾斜方向の場合、表流水が起伏に沿って流下しにくいいため、そこで貯留され、ついに起伏の高位部を越流して決壊をもたらし、その決壊に伴って多量の表流水と土砂が 1 カ所に集中したためであろう。おそらく、ガリの発生は突発的で、その後のガリの発達は緩慢であったに違いない。

以上のようなガリの形態の差は、ホ場面の起伏に沿って表流水が流下しやすいかどうか、すなわち起伏に沿うコウ配の差によってもたらされたといえる。また、このように起伏が大きいホ場面における土壌侵食過程を考えるにあたっては、起伏(大きさ、方向)によってガリの発生状況や発達の速度が異なることに注意しなければならないであろう。

引用文献

- 1) 松本 他：ガリ発達の過程と流亡土砂量，農土論集(77)，pp.53～60 (1978)
- 2) 松本 他：開畑に伴うガリ侵食の発生形態について，農土論集(85)，pp.17～25 (1980)
- 3) 松本 他：傾斜開畑地の微地形条件とガリ侵食の関係について，土壌の物理性(40)，pp.18～25 (1979)

流亡防止工法について

農用地開発公団 川 本 岡

I. 防災工を考慮した農用地造成工の計画・設計・施工

農用地造成の計画、設計、施工およびその後の営農時の配慮によって、農用地そのものの保全と農用地の周辺地域の保全は互いに左右されることから、これらの各作業段階における防災計画の“ヒロこみ”は重要な課題である。

図I-1. に、各作業段階における考慮すべき事項を「流れ」に従って示す。

II. 流亡防止工法の実態

1) 流亡防止工法に関する実態調査事例

畑面、農用地のり面、道路のり面、排水路の配置と構造、道路の排水路と構造、流木処理等に関し、流亡防止の見地から、どのような配慮がなされているか、流亡防止効果の度合、事業費との関連等の実態を調査し、又、目新しい工法の発掘等を行うことにより、問題点の解明を行い、設計・施工の指針作成の基礎とする目的から、調査カードを作成した。このカードを主体に、事業実施地区において、昭和54年度から調査を実施し、その一事例を紹介する。(表II-1)

2) 目的別 流亡防止工の事例

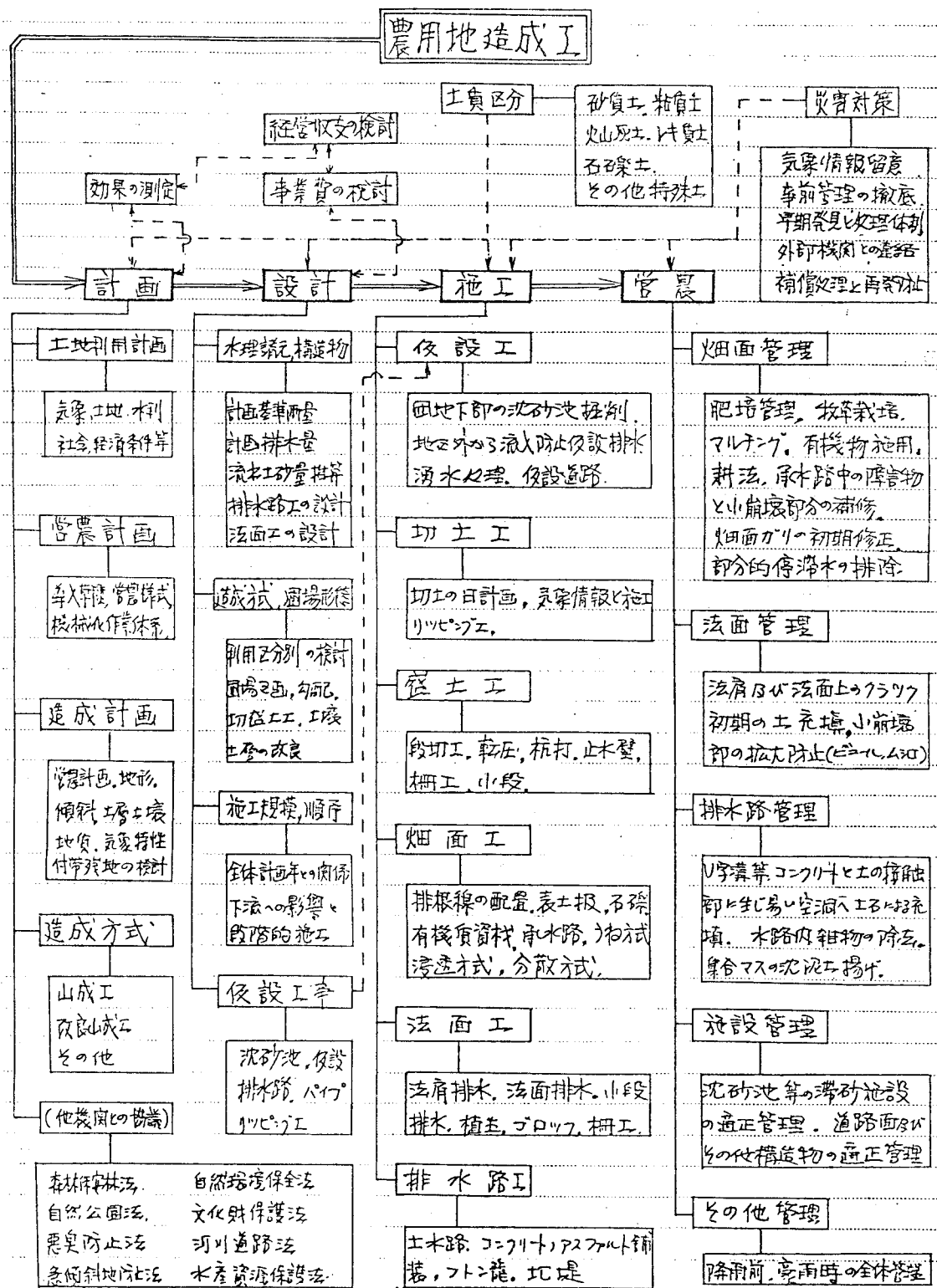
昭和54～55年度の2か年における、延べ33調査地区における主な流亡防止工の各種別の名称を分類すると表II-2.のとおりのとおりである。これは、資料

の名称に起因する呼称が多く、同一名称でも目的によって、幾つかに使い分けられている。又この表に示すなかった類似語は努めて、はずした。今後の課題の一つとして、これらの目的別用語の統一があげられよう。

表Ⅱ-3 は各施設の種別(名称)ごとに主な仕様、工事の概算、その機能等をまとめたものである。

3) 工事費と防災工事費の関連

調査地区について、防災工事費の全体工事費に占める割合等をまとめて表Ⅱ-4~5に示す。



表II-1. 流亡防止工法に關する 實態調査事例.

43

1

(實態調査カード)

調査月日

55. 5. 5. 9. 18~19

調査員

1. 地区概要	(1)事業種別			(2)地区名					
	(3)所在地								
	(4)調査団地名			(6)工事期間	55年2月28日~ 56年3月				
	(5)工事件名			(7)工事金額千					
2. 気象及び 水理諸元	(1)平均気温℃	11.5℃		(6)降雨量	52'... 1.571 mm 53'... 1.584 54'... 1.527				
	(2)確率年	10年		(7)降雨日数	52'... 175日 53'... 158日 54'... 172日				
	(3)設計雨量強度	72.65 mm/hr		(8)計画土砂量	工事中(4ヵ月) 300 m ³ /ha 造成後(2.5年) 95 m ³ /ha				
	(4)最大流域面積	0.19 Km ²		(9)流出率	山地 0.55 草地 0.65 耕地 0.80 裸地 0.85				
	(5)ピーク流量	1.042 m ³ /sec							
3. 土の分類	1. 岩石	2. 岩塊、玉石	3. レキ	4. 砂	⑤. 普通土	砂質土 粘質土	6. 粘土	7. 有機質	
4. 土地利用計画	飼料畑	採草地	採草、放牧 兼用地	放牧地	施設用地	野草地	牧野林	道水路 敷他	計
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
	-	22.7	-	-	1.0	-	-	3.6	27.3
5. 生産計画	牧草利用生産計画		家畜飼養計画		畜産物生産計画				
	区 分	生産量	家畜名	飼養頭羽数	生産物名	数 量			
	採草地	(乾草生産量)							
	(22.7 ha)	137.9 t	-	-	-	-			
6. 地区の模式図									
	1. 草地、排水路 河川等の位置関係								
	2. 排水路に直角方向 の平均勾配 排水路に平行方向 の平均勾配								
3. 造成方式他 石灰山成工									

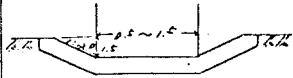
(單位百萬圓)

表Ⅱ-1 (続)

9. 排水路工

1. 幹線、支線、集水路、承水路、等の型式、考え方、採用理由、及び設計条件

集
水
路

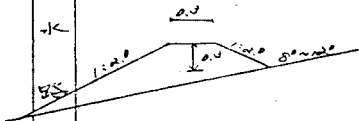


永久地区からの水を集め、造成地の沢前となる傾斜に設置し、
必要橋造は道路横断の処所に支障のないよう着意した。

流出部 …… 合理式による。

水路断面 …… マニフ式による。

承
水
路



等高線と共に勾配約2%で設置し、降前を低くする。

間隔は40m (標高差 4.0m 毎)

2. 落差工の型式、考え方、採用理由等

なし

3. 越流の有無とその対策 (沈砂池等の規模及び決定根拠)

土砂流出の内容

- ① 造成地下流域の沢前に造成工中に先づポンプ堤堤を施工した。昭和54年10月18、19日の20号台風により、造成中の土砂約20,000m³が流出し、当該堤堤を約4,400m³の土砂を附砂した(同造成地下流域には、他にポンプ堤堤を2ヶ所、その附砂量は約4,500m³)が約2,000m³の土砂が下流の地区外に流出した。

② 対策

当該堤堤下流域約100m²の地区にポンプ堤堤を増設した。

その結果、その後の土砂の地区外への流出は認められない。

4. 流末処理の内容と採用理由

集水路の末端処理としては侵蝕防止のためフン管を設置した。

5. 地区外下流河川への影響と対策及び実施例

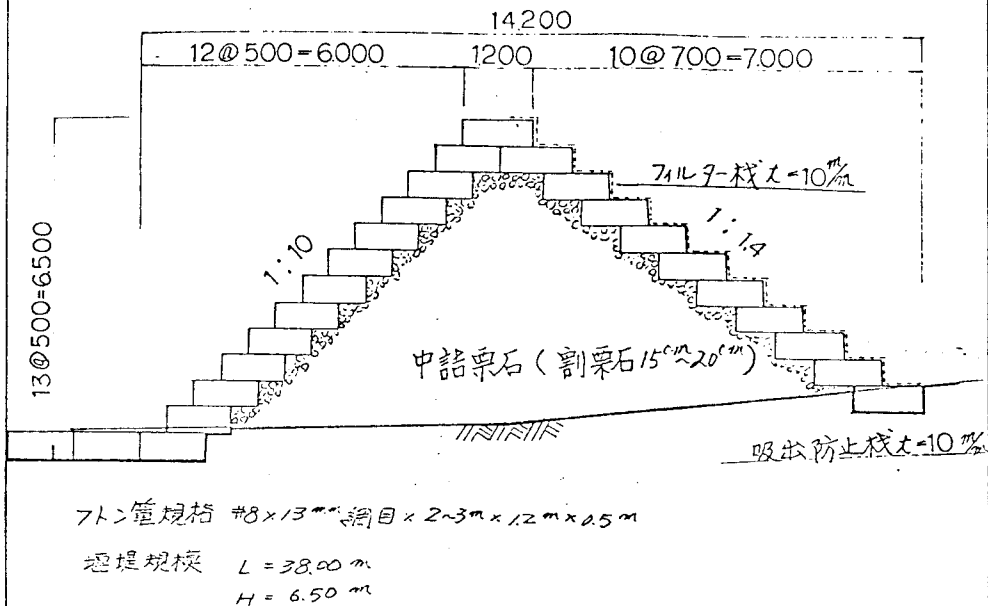
地区外下流の河川は農業用水として利用されていることもあり、当区域から土砂等の流出は避けなければならない。

対策としてはフン管堰堤を設置し、更に吸出し防止杖を使用し微粒子の流出までも防止するよう努めている。

この結果牧草の定着も関係すると思われるが土砂等の流出は皆無である。
なお、フン管堰堤は、コンクリート構造より経済的であり堆砂効果等も充分

で必要最少限の構造物であると思われる。

6. 砂防えん堤等の規模、構造決定の根拠



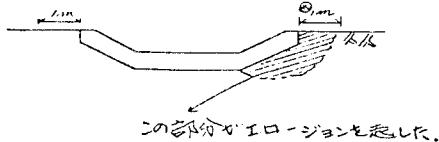
排水路工全体の
災害内容と対策

1. 造成中

なし

2. 完了後

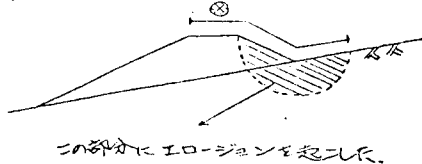
排水路



対策

⊗の部分両側1mを合成樹脂安定処理工を施工することとした。

排水路

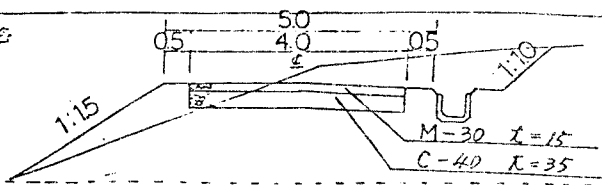
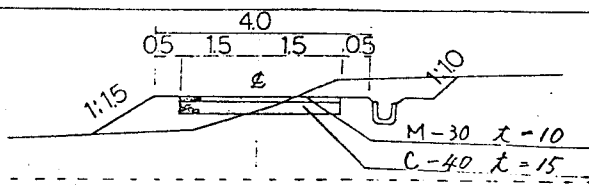


対策

⊗の部分に合成樹脂安定処理工を施工することとした。

排水路工の工事費

(単位千円)

10. 道路工	1. 幹線、支線、管理用道路の構造 幹線道路  交差道路 
災害の内容と対策	1. 造成中 特になし 2. 完了後 特になし

表Ⅱ-1(続)

11. 保安林等	①土砂かん止林、グリーンベルトの規模
	盛土・法尻よりおおむね20m中の土砂かん止林を配置した。 面積：6.1ha
	②水源かん養林の規模
	なし
	③環境保全林の規模
	なし
保安林等の工事費	なし

(単位千円)

表Ⅱ-2. 流亡防止工の目的別名称

区分	目的	種 別
農用地	畑面保護	排根線 粗糸柵工 ネット柵工 板柵工
		承水路 蛇カゴ水路 ビニル張水路 ドレンマット
		ワラ芝水路 牧 垣 牧草は覆
のり面	植 生	筋芝工 張芝工 種子吹付工 植生袋工 粗糸柵工 ネット柵工
	構造物	のり止ブロック積工 ブロック張工 擁壁工
	表面排水	のり肩U字溝 土水路 承水路 フトンカゴ 現場打水路 蛇カゴ B-F水路
	地下排水	有孔塩ビ管 粗糸暗渠 フトンカゴ コレゲートマット 割草石ドレン
排水施設	排水路	U字承水路 B-F集水路 石張水路 ビニル張水路 コンクリート水路 土水路 ブロック張水路 半円管水路
	流末処理	フトンカゴ 沈砂池
砂防施設	砂防堤堤	コンクリート堤 土堤 フトンカゴ堤 ブロック積堤 管石張堤 鋼鉄自在枠堤

表Ⅱ-1(続)

51

8

12. 工事費

()は防災工事費・

種 目		全 体		調査団地		備考
		事業量	事業費	事業量	事業費	
実施計画費			8,054			
基本施設整備費			2,689,092			
農用地造成工	ha	587.4	1,339,319	採草地 (42,180) 22.7ha	216,150	
道路工	km	21.8	858,793	交差点20 1.060m	4,200 32,461	
飲雑用水工	・	20.1	87,210	197m	1,225	
肥培かんがい工			0		-	
防災工		86	291,428	ガレキ 114t	(30,030)	-
施設用地造成工	ha	5.7	60,342		-	
雑工事		-	56,000		-	
農業用施設整備費			224,457			
畜舎サイロ等	棟 m ²	19 5,621	614,725		18,913	(乾草供給 セ-9-)
隔障物	km	107.6	148,322			
電気通信施設			11,410			
その他			1,276,097			
計			4,750,000			
工事費					(76,710) 299,079	25.6%

岩水府支庁数値 $1/189 \times (76,710)$
 ≈ 280.166

※ 調査団地(〇〇 団地)の道路、雑用水施設、農業用施設については、23対72の面積比により按分した数値である。

表Ⅱ-3. 主な仕様、単位当り工事費等

地区名	施設の種別	用地の 造成方式	面積 ha	主な仕様	単位当り工事費	施設の機能
D	洪水調整ダム	改良山成	122.2	コンクリート H=8 L=373 V=1,100 ^m	25000 ^円 /式	土砂流出防止及び洪水調節
K	砂防堰堤	山成	81.9	コンクリート V=4200 ^m	13230 ^円 /式	土砂流出防止
A	粗集積工	"	141.1	粗集	3196 ^円 /m	土砂流出防止及び草地面侵食防止
K	ネット構工	改良山成	40.6	合成樹脂膜	4823 ^円 /m	地区外土砂流出防止
シ	暗渠排水	"	"	V, U 有孔管	830 ^円 /m	公地内雨水処理
Y	砂防堰堤	"	25.0	コンクリート V=4,570 ^m	11689 ^円 /式	土砂流出防止及び海水汚濁防止
O	排水路工	"	1.0	B.F. 250~550 型 鋼筋	250 ^円 /m 550 ^円 /m	排水路両側の土砂防止
シ	ビニール張、永水路	"	"	ビニール	651 ^円 /m	草地内侵食防止及び表層水の浸水
Y	路面、排水工	山成	"	特殊トラフ	651 ^円 /式	盛土部の路面横断排水
シ	牛歩道	"	"	ブロック張	1104 ^円 /式	牧区内、小河川の横断道と放牧牛の水飲場としての兼用
T	鋼筋保固工	"	"	トラフ、盛土	71750 ^円 /10m	浸蝕による堤上防止
シ	"	"	"	半円管φ400、暗渠用合成管	63590 ^円 /10m	"
M	特殊フットン	"	"	特殊フットン	53081 ^円 /10 ^m	切土法面侵蝕、雨水による崩壊等所
シ	砂防堰堤	"	20.6	コンクリート H=6 L=355 V=3200 ^m	8450 ^円 /式	土砂流出防止
シ	ネット構工	"	13.5	合成樹脂	2155 ^円 /m	"
D	砂防堰堤	改良山成	4.4	シートロック H=1.7 L=5.0 V=450 ^m	5517 ^円 /式	造成工事中の土砂流出防止
T	砂防堰堤	"	142.5	コンクリート V=3111 ^m	18000 ^円 /式	土砂流出防止
A	永水路、土砂池	"	11.5	H.D 暗渠、永水路 土砂池 4ヶ所	1004 ^円 /ha	造成中の土砂流出防止及びガリ抑制
Y	調整池	"	2.5	ブロック H=3.2 L=34.5 V=400 ^m	3287 ^円 /式	土砂流出防止
A	土砂池	"	43.5	フットンカゴ 7ヶ所 V=2883 ^m	2890 ^円 /ヶ所	地区外への土砂流出防止
H	"	"	11.3	フットンカゴ V=3655 ^m	1000 ^円 /式	"

表Ⅱ-3(続)

地名	施設の種別	用地の 造成方式	関係面積	主な仕様	単価当工事費	施設の機能
A	水渠辺路	改良山成	ha	コンクリート製 有効巾4.25m	10,987 円/m	管理用道路における排水路兼用
K	水渠廻理工	"		フトンカゴ	11,338 円/式	排水路末端の洗掘防止
K	橋	山 成		合成樹脂	1,913 円/m	草地内における沢部の侵食防止
K	橋	"	2.5	コンクリート	2,611 円/m	コンクリート道路両側の侵食防止
M	コンクリート固め工	"	56.95	自在 H=3 L=30 V=764m ³	261 円/m	国有林内草地造成に伴う土砂流出防止
K	"	"	120.0	コンクリート H=6 L=61 V=1,827m ³	10,417 円/式	土砂流出防止
K	土砂留工	"	1.0	コンクリート V=54m ³	25,400 円/式	小区域の土砂流出防止
N	法面処理	"	942.5	コンクリート V=400 マスト、植芝	4,838 円/式	表層融解時の保護(道路)
I	土砂止堰	改良山成	35.8	サンゴ石灰岩積工 V=7,980m ³	2,233 円/式	工事中の土砂流出防止
I	堰	"	19.0	フトンカゴ V=4,386m ³	2,753 円/式	土砂流出防止
K	"	山 成	200.9	コンクリート H=5 L=50 V=3,163m ³	11,708 円/式	土砂流出防止(国有保安林精除)
O	堰	"	15.6	合成樹脂H=0.62	2,175 円/m	土砂流出防止
O	井桁・貯留	改良山成	9.57	H=66 L=34.7 V=729m ³	7,769 円/式	砂防ダム及び上留構築
イ	枕砂	"	6.02	フトンカゴ V=2,700m ³	6,100 円/式	貯砂施設

表Ⅱ-4. 工事費と防災工事費

地区名	土地利用	道路工	飲雑用水工	肥かんかん工	防災工	施用地造成	雑工事	防災費	合計	防災工事費率	地区全体工事費	橋	竣
N	29810 ()	4107 ()	5328 ()		(7461)	3933 ()		136	50639 (7461)	14.7%	92000000	山	成
D ₁	481159 ()	265412 ()	134952 ()		()	50616 ()	10033 ()		942172 ()		2532663	"	"
K ₁	350464 ()	149458 ()	130528 ()		()	45392 ()	15297 ()	2	691139 (2837)	0.4	1846881	"	"
S ₁	614776 ()	139078 ()	39229 ()		()	39083 ()	4994 ()	22	836163 (33735)	4.0	2070000	"	"
M ₁	48740 ()	26024 ()	10381 ()		(25880)	2540 ()		44	113565 (30516)	26.9	5250000	"	"
K ₂	223562 ()	178176 ()	47842 ()		(95078)	16562 ()		731	561220 (139585)	24.9	13800000	"	"
S ₂	401813 ()	1392097 ()	159313 ()		(18231)	57164 ()		349	2028618 (241015)	11.9	5000000	"	"
T ₁	308210 ()	537166 ()	40256 ()		(8806)	7548 ()	18370 ()	500	920856 (233988)	25.4	5800000	"	"
Y ₁	100749 ()				(10970)			375	111719 (22287)	20.0	8850000	改良山	成
T ₂	289598 ()	79809 ()	31807 ()		(13060)		11261 (11261)	2854	425335 (153838)	36.2	6370000	"	"
I ₁	13435 ()	10735 ()	1742 ()		(21116)			679	47028 (21116)	44.9	5000000	"	"
A ₁	87040 ()	25478 ()	10737 ()		(18701)	12946 (7835)	5399 (3892)	1332	180901 (54476)	33.9	5437447	"	"
M ₂	190758 ()	191014 ()	72367 ()		()	59415 ()		11	513544 (3139)	0.6	527926	山	成
A ₂	69200 ()	179705 ()	24315 ()		()	7193 ()	18388 ()		299401 ()		4130000	"	"
A ₃	4211 ()	118092 ()			()	1040 ()			123343 ()		4400000	"	"
A ₄	45720 ()	47261 ()	10206 ()		()			393	103187 (11951)	11.6	4421693	"	"
K ₃	112273 ()	117356 ()	9928 ()		(26135)	692 ()		475	266384 (26135)	9.8	3190667	"	"
K ₄	58192 ()	35577 ()	32382 ()		(6199)	18067 ()	9460 ()	103	159877 (9565)	6.0	4970000	"	"
O ₁	81017 ()	34811 ()	13364 ()		(32057)	33611 ()		1620	194860 (57663)	29.6	4115000	改良山	成
I ₂	80990 ()	8912 ()	29721 ()		(4697)	1099 ()		877	132776 (19295)	14.5	5467000	山成、改良山成	
Y ₂	121773 ()	62909 ()	45178 ()		(54591)	41844 (1217)		2135	336187 (85404)	25.4	4585760	"	"
5ヶ所小計	3713490 (225340)	3601975 (553546)	849566 ()		(343082)	398750 (12985)	94902 (15153)	147	9018914 (1154106)	12.8			
						54° 平均	山成、改良山成、改良山成、改良山成	98 1400 1689		9.7 32.9 22.3			

表Ⅱ-4.(続)

地区名	用地造成	道路工	飲用水工	肥かんがけ工	防臭工	用地造成	地工事	44 防臭費	合計	防災工事費率	地区全体 事業費	備 考
A5	88,199 (2028)	63,532 (11,615)	37,097 ()			27,510 (2,580)		155 ()	216,338 (16,223)	7.5	487,2000	山
Y3	21,226 (16,660)	32,671 (16,660)	11,295 ()		(255,188)	34,153 (17,362)		1,879 ()	941,223 (289,210)	30.7	1,172,246	"
M3	12,225 ()	44,798 ()	12,066 ()		(385,28)			297 ()	729,317 (386,28)	5.3	1,810,269	"
K5	21,256 ()	93,818 (34,833)	14,360 ()		(136,658)			711 ()	586,633 (171,511)	29.2	653,751	"
T3	62,247 ()	168,776 (168,764)	16,807 ()				571,630 ()	137 ()	304,997 (168,764)	5.5	234,6777	"
Y4	454,138 ()	571,132 (57,113)	20,253 ()				437,784 ()	79 ()	1,665,592 (57,113)	3.4	228,4744	"
K6	42,232 (3,592)	44,639 (1,729)	8,869 ()			11,402 ()		131 ()	107,142 (5,321)	5.0	275,0000	改良山
D2	44,096 (12,16)				(283,82)			2,508 ()	724,78 (296,00)	40.8	1,709,000	"
D3	14,685 (23,105)	35,939 ()	9,957 ()	21,936 ()	(65,60)			235 ()	221,277 (29,665)	13.4	371,3598	"
O2	14,626 (37,49)	5,015 ()	3,648 ()		(2,433)			909 ()	25,722 (6,182)	2.40	42,458	"
O3	81,952 (28,715)	7,048 (13,71)	10,541 ()		(79,85)	15,861 (2,078)		2,659 ()	123,387 (40,149)	32.5	326,5893	"
I3	257,002 (50,152)	38,596 (4,994)	14,56 ()		(360,62)			2,933 ()	333,116 (91,208)	27.4	475,0000	"
Y5	687,904 (188,431)	151,876 (57,102)	11,020 ()	36,998 ()	(103,795)	147,826 (51,355)		2,214 ()	123,820 (40,063)	32.3	3217,830	山成, 改良山成
55°小計	298,650 (306,935)	347,382 (354,201)	93,021 ()	57,934 ()	(615,691)	236,752 (73,375)	1,009,414 ()	446 ()	931,040 (135,022)	1.45		
							山 成 改良山成 改良山成(河)	283 913 2,214		10.3 23.6 32.3		
全体合計	669,999 (536,275)	707,586 (907,747)	177,978 ()	75,083 ()	(958,773)	635,502 (86,360)	1,104,316 (151,53)	231 ()	183,293 (250,430)	13.7		
内山成工	465,066 (433,02)	657,030 (756,025)	150,194 ()		(618,264)	370,913 (238,88)	1,087,056 ()	146 ()	147,991 (148,147)	10.0		
改良山成工	1,158,632 (267,030)	281,870 (480,38)	92,121 ()	21,936 ()	(177,326)	738,20 (99,03)	17,260 (15,153)	1,152 ()	132,296 (51,745)	28.4		
山成工 改良山成工	890,667 (225,943)	223,697 (63,684)	185,708 ()	53,147 ()	(163,183)	190,769 (52,372)	()	2,080 ()	170,717 (505,362)	2.96		

表Ⅱ-5. 農用地 1.0 ha 当り, 工種別工事費.

区分	地区名	(A) 農用地ha当り工事費と内訳の比率							(B) 農用地ha当り防災工事費と内訳の比率					B/A
		工事費		辺路工	施設用地工	雑工事	防災工	雑雑用水	施設用地工	雑工事	防災工	雑		
		円	%											
山	N	926	58.9	8.2	7.7		14.7	10.5		136			100	14.7
	D ₁	570	51.1	28.1	5.4	1.1		14.3						0.4
	K ₁	465	50.7	21.6	6.5	2.2		18.9		2		100		4.0
	S ₁	545	73.5	16.5	4.7	0.6		4.7		22		28.1		26.7
	M ₁	165	43.0	22.9	2.2		22.8	9.1		44		15.2		24.9
	K ₂	2938	39.8	31.7	3.1		16.9	8.5		73.1		26.9		11.9
	S ₂	2940	19.8	68.6	2.8		0.9	7.9		34.9		92.4		25.4
	T ₁	1968	33.5	58.3	0.8	2.0	1.0	4.4		500		96.2		0.6
	M ₂	1771	37.1	37.2	11.5			14.1		11		100		
	A ₂	2298	23.1	60.0	2.4	6.3		8.2		0				
工	A ₃	724	3.4	95.7	0.9					0				11.6
	A ₄	3394	44.3	45.8			9.8	9.9		393		12.5		9.8
	K ₃	4843	42.1	44.1	0.3		3.9	3.7		47.5			100	60
	K ₄	1706	36.4	22.3	11.2	5.9	2.5	20.3		103			64.1	9.7
	平均	1010	38.6	44.4	4.1	1.0	2.5	9.4		98		0.5	25.4	
	Y ₁	1878	90.2				9.8			37.5			49.2	200
	T ₂	7891	68.1	18.7		2.6	3.1	7.5		28.54		17.6	7.3	36.2
	I ₁	1512	28.6	22.8			44.9	3.7		67.9			100	44.9
	A ₁	3934	54.1	15.8	8.0	3.7	11.7	6.7		133.2		15.3	7.2	33.9
	O ₁	5474	41.6	17.9	17.2		16.4	6.9		1620		7.8		29.6
山	平均	4253	60.8	16.0	5.1	1.8	10.2	6.1		1400		12.9	4.9	32.9
	I ₂	6035	61.0	6.7	0.9		3.5	22.4		87.7		12.2		14.5
	Y ₂	8405	36.3	18.7	12.4		16.3	13.4		213.5		5.0	14	25.4
	平均	7564	43.1	15.4	9.2		12.8	15.9		168.9		6.2		22.3
	S ₁	1154	41.2	39.9	4.4	1.1	3.8	9.4		148		48.0	13.1	12.8
	平均													
	平均													
	平均													
	平均													
	平均													

表Ⅱ-5. (続)

区分	地区名	(A) 農用地に当り工事費と内訳の比率										肥後がみ	(B) 農用地に当り防災工事費と内訳の比率				B/A
		工事費							防災工事費				防災工事				
		農地造成	道路工	橋梁用地工	雑工事	防災工	飲雑用水	農地造成	道路工	施設用地工	雑工事		防災工				
山	A5	1533	408	294	127		171	115	125	715	159			75			
	Y3	6116	225	347	36	272	120	1879		58	60		882	307			
	M3	5610	168	614		53	165	297					1000	53			
	K5	2432	363	160		233	244	711	203				797	292			
	T3	2480	204	553			55	137	1000					55			
工	Y4	2297	272	343		263	122	79	1000					34			
	平均	2743	238	444	09	140	109	283	02	390	27		581	103			
	K6	2639	394	417	106		83	131	675	325				50			
	D2	6142	608			392		2508					1000	408			
	D3	1751	664	162		30	45	235	779				221	134			
山	O2	3783	569	195		94	142	909	606				394	240			
	O3	8171	664	57	129	65	85	2659	715	34	52		109	325			
	I3	12202	772	116		108	04	3559	550	55			395	274			
	平均	3873	664	149	31	92	39	913	560	39	10		391	236			
	Y5	6841	556	123	119	84	89	2214	470	143	128		259	323			
内	51° 平均	3073	322	373	25	108	100	446	227	252	55		456	145			
	全体平均	1690	366	386	35	60	52	231	214	362	34	09	381	137			
	山城平均	1457	314	444	25	73	42	146	30	537	16		417	100			
	女良平均	4060	636	155	40	09	97	1152	516	93	19	29	343	284			
	山城女良平均	7925	524	131	112		96	2080	447	126	104		323	296			

急傾斜マサ土地帯の農地保全について

広島県尾道農林事務所

松 浦 泰 秀

1. はじめに

広島県における普通畑及び樹園地は25,200haであるが、その内約61%にあたる15,400haが沿岸島しょ部に集中し、尚その81%にあたる12,400haが傾斜度15度以上の急傾斜農地である。

これらの地区は、急傾斜であると同時に土質は花コウ岩の風化マサ土地帯で流亡しやすく、雨による災害が起こりやすいうえに、乏しい土地の高度利用から山頂まで耕やされており、集落は沿岸線の低位部に形成され、降雨災害の危険な条件下におかれている。このような悪条件下の防災対策としては、畑の畦立や雑石積水路によって保護されているのみで、異常降雨に遭遇すれば肥ヨクな耕土は流亡して海を染め、テラスは崩壊して土砂崩れ等を生じ下流域に甚大な災害を及ぼしている。

従来は、自然状態のまま放置され何等手を加える手段をしていなかったが、戦後アメリカより土壌保全の思想を取り入れて昭和25年三原市鷺浦町において、はじめて農地保全の事業に着手した。これが我国の農地保全事業発祥の地とされている。その後、事業の内容もスタート時よりは大きく変遷をし、洪水に対する水路等の防災施設だけでなく、農業生産性向上のための道路及び水ソウ等を設け、また、これらの施設を組合せて、水路はコンクリート三面張りとし、急コウ配の場合は水路内に階段を設け、維持管理及び集荷道を兼ねると同時に流速を減じる効果を持たせ、緩傾斜の場合は広幅にして耕耘機や自動車の運行を可能とし、道

路は路面を舗装して道路全体を承水路及び排水路の兼用道路とし、急傾斜畑地帯の総合整備事業へと発展した。

これは、昭和24年6月に制定された「土地改良法」や、急傾斜地帯の農業振興を図るため昭和27年5月制定の「急傾斜地帯農業振興臨時措置法」、特殊土壌地帯の農業振興を図るため昭和27年7月制定の「特殊土壌地帯災害防除及び振興臨時措置法」、ならびに離島地域については昭和28年7月制定の「離島振興法」等により、急速に推進されてきた。

広島県の急傾斜畑地帯における農業は、平たん地に比べ自然条件面で大きな格差が生じている。農業をとりまく諸情勢がきびしくなっている折りから、これに対処するためには災害の未然防止と併せてかんがい用水の有効貯溜につとめ、道路網を完備し、営農労力を節減して、農業経営の安定を図ることが急務である。急傾斜マサ土地帯の対策として、農地保全事業はまさに時宜に則した事業と思われる。

2. 地域概況

農地保全事業の実施されている地域は、沿岸及び島しょ部に集中しており、気温は年平均14～15℃：降水量1,200㎜程度で、瀬戸内海特有の寡雨地帯である。又、一部には無霜地帯も存在するが、干害常習地帯でもある。地質は花こう岩が広く分布し土壌侵食が著しく進行しているが、今後かんきつの生産基盤の整備による生産性の向上と良品の集団産地化、共販体制の確立による強力な産地化及び施設園芸等の集約化による自立経営農家の育成が期待される。

事業実施地区の立地条件は、各地区若干の差はあるが、因島市重井町の重井東

部地区(受益面積61.3ha，S.52～S.57予定)は、代表的なものと考えられるので、
掲記すれば次のとおりである。

(1) 気象

昭和17年～昭和50年 34年間

観測所名 福山測候所(本地区東北方13Km)

a. 一般気象

表-1

		カンガイ期 4月～10月	非カンガイ期 11月～3月	計	備 考
観測期間 平均気温		20.3°	6.6°	14.7°	昭和17～昭和50
降水量	平 均	892.2	292.3	1,195.7 ^{mm}	
	基準年				
降水 日数	平 均	69.3	62.6	131.9	
	基準年				
根 雪 期 間		—	—	—	
無 霜 期 間		4月～10月		平均 212日	
最 多 風 向		N W - N	最 大 風 速	26.8 ^{m/s}	

b. 特殊気象

表 - 2

		最 大 日 雨 量	最 大 時 間 雨 量	最 大 連 続 雨 量
第 1 位	数 量	151.0	73.3	272.6 ^{mm}
	年 月 日	S. 50.8.17	S. 29.8.5	S. 42.7.1~ 42.7.9
	発 生 確 率	1/32	1/200	1/50
第 2 位	数 量	137.7	49.2	272.3 ^{mm}
	年 月 日	S. 27.7.2	S. 33.7.9	S. 20.10.7~ 20.10.10
	発 生 確 率	1/23	1/17	1/50
第 3 位	数 量	113.0	44.8	244.4 ^{mm}
	年 月 日	S. 37.6.9	S. 20.8.25	S. 26.7.12~ 26.7.15
	発 生 確 率	1/9	1/12	1/10
第 4 位	数 量	111.5	42.5	266.3 ^{mm}
	年 月 日	S. 41.9.18	S. 48.7.2	S. 18.7.21~ 18.7.24
	発 生 確 率	1/8	1/10	1/7
第 5 位	数 量	110.5	40.0	208.3 ^{mm}
	年 月 日	S. 18.7.23	S. 23.7.24	S. 40.9.13~ 40.9.17
	発 生 確 率	1/8	1/7	1/5
備 考		1/10 年 116 ^{mm}	1/10 年 42 ^{mm} 1/5 年 37 ^{mm}	1/10 年 245 ^{mm}

(2) 土地状況

地質は、白亜紀層に属する黒雲母花こう岩が大部分を占め、これらを母岩とする土性は、砂礫土・砂土がほとんどで、表土は一般に浅く、10～30cmである。

a. 土性別土地分類表

表－ 3

土性 地目	壤 土 Ⅰ	植 壤 土 Ⅱ	砂 礫 土 Ⅲ	植 土 Ⅳ	砂 土 Ⅴ	レキ土 Ⅵ	計	備 考
(ha) 普通畑	—	—	3.2	—	24.8	—	28.0	
(ha) 樹園地	—	—	3.2	—	19.9	—	23.1	
(ha) 計	—	—	6.4	—	44.7	—	51.1	
(%) 比 率	—	—	12.5	—	87.5	—	100	

b. 傾斜度別土地分類表

表－ 4

傾斜 地目	3°以下 A	3°～8° B	8°～15° C	15°～20° D	20°～25° E	25°～30° F	30°以上 G	計	備 考
(ha) 普通畑	0.5	4.9	4.9	1.8	1.6	2.7	11.6	28.0	
(ha) 樹園地	—	2.2	3.7	2.3	2.7	3.8	8.4	23.1	
(ha) 計	0.5	7.1	8.6	4.1	4.3	6.5	20.0	51.1	
(%) 比 率	1.0	13.9	16.8	8.0	8.4	12.7	39.2	100	

平均傾斜度 22°

受益地標高 5～80^m

c. 侵食度別土地分類表

表 - 5

侵食度 地目	層 状 侵 食					ガ リ ー 侵 食			備 考
	0% 0	0~25% 1	25~50% 2	50%以上 3	計	中程度	大きな もの	計	
(ha) 普通畑	0.6	4.6	5.9	16.9	28.0	ガリー侵食は野溪に おいて発達している 所がある。 畑面は災害後自力復 旧したものが多く数 量的に計上困難。			平均侵食度 48 %
(ha) 樹園地	—	3.0	3.8	16.3	23.1				
(ha) 計	0.6	7.6	9.7	33.2	51.1				
(%) 比 率	1.2	14.9	19.0	64.9	100				

d. 土地利用の状況

表 - 6

土地 利用 面 積	耕 地							用 材 林	新 炭 林	放 牧 地	採 草 地	荒 地	そ の 他	計	備 考
	水 田		普 通 畑	果 樹 園	桑 園	茶 園	樹 園 地 他								
	一毛作田	二毛作田 以上													
—	—	36.6 28.0	26.1 24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	62.7 62.0			

e. 土壌の侵食に関する被害

表 - 7

項目 区分	農 用 地	農用施設	作 物	計	備 考
過去の 最大被害額	2,779	11,347	923	15,049	昭和42年
平均被害額	千円 1,440	千円 6,263	523	千円 8,226	

(3) 地域農業の概況

a. 産業別戸数

(昭和52年4月現在) 表－8

項目 市町村名	総戸数	農業	林業	水産業	鉱業	工業	商業	その他	備考
重井町	2,311	415	—	5	—	669	285	937	
(%) 比率	100	17.9	0	0.2	0	28.9	12.3	40.5	

b. 経営農用地広狭別農家数及び農用地の分散状況ならびに専兼業別農家数

(昭和52年4月現在) 表－9

区分 市町村名	農家 総戸 数	経営耕地広狭別農家数								
		0.3ha	0.3ha	0.5ha	1.0ha	1.5ha	2.0ha	3.0ha	5.0ha	その他
		未満	0.5ha	1.0ha	1.5ha	2.0ha	3.0ha	5.0ha	以上	
重井町	415	58	58	113	104	52	25	2	—	3
(%) 比率	100	13.9	13.9	27.2	25.0	12.5	6.0	0.5	—	0.7

市町村名	区 分	一 戸 平 均 面 積				一 戸 当 地 数	団 地 当 面 積	専兼業別農家数			備 考
		田	畑	果 樹 園	計			専 業	兼 業		
									第 一 種	第 二 種	
重井町		—	0.44	0.48	0.92	5	0.2	133	199	83	

(4) 主要作物生産状況

(昭和52年4月現在) 表-10

市 町 村 名			重 井 町			備
総 耕 地 面 積			4 5 9 . 0 ha			
区 分 作 物 名			作付面積	単位面積 当収量	作付率	考
田	表 作	水 稲	1 ha	Kg 375	% 100	
畑		やさい その他	167		330	
	春夏作	ばれいしょ	65	1.931	329	
	秋冬作	かんしょ	28	2.200	157	
樹 園 地	か ん き つ		198	2.070	100	
計			459			
市町村別延作付率 (%)			220			

3. 計画と設計

(1) 農地保全事業(農地侵食防止事業)

a. 事業のねらい

農地の傾斜度及び、土壌侵食度が大きい急傾斜地帯における、農業生産の基礎条件を速やかにかつ、総合的に整備して、農業生産力を高め、農業経営の安定と農家生活の改善を図る。

b. 事業の内容(国の地区採択の基準)

(イ) 急傾斜地帯農地侵食防止事業

・土地の傾斜度が15度以上の急傾斜地帯における、農地の侵食・崩壊を防止するために行う、排水施設等の新設又は改修であって、受益面積がおおむね 50 ha 以上、水田地帯を除く急傾斜地帯にあっては、おおむね 20 ha 以上のもの。

・前項の事業と併せて行うことが、技術的・経済的に適当と認められる次に掲げる事業。

①. 前項の事業に係る排水施設と連絡する等、機能上密接な関連のある排水施設の新設又は改修

②. 農道の新設又は改修

③. 農道の効用を兼ねる水路の新設又は改修

(ロ) 特殊土壌地帯農地侵食防止事業

・特殊土壌とは、花コウ岩の風化土その他、特に侵食を受けやすい性状の土壌地帯で、受益面積がおおむね 50 ha 以上、特殊土壌指定地域にあっては、おおむね 20 ha 以上の地域。

事業は、急傾斜地帯農地侵食防止事業と同じである。

(2) 全体計画

事業を行なおうとする地域の降雨強度、傾斜度と土質、降雨の流出する量と時間とにより、各水路の排水量を決定し、この水路の断面と構造を決定する。路線については、排水系統、地形、その他の改良要素等を充分検討して配置する。

前述のように、水路の効用によりその内容は、一般工事と関連工事とに分類する。

一般工事には、承水路・集水路および排水路の本工事と、水路が農道の効用を兼ねる承水路兼用農道および排水路兼用農道の兼用工事があり、関連工事には、関連排水路および関連農道がある。それぞれの機能を充分発揮させるため、土砂だめ水そう・落差工・止水壁および床版橋等の構造物を必要に応じて設ける。

(3) 路線計画

a. 承水路

傾斜畑に降った雨は、テラス（土羽畦畔・石積畦畔）を次から次へと流れて表層の肥よく土を併って、やがて土砂流となり災害の原因となるので畦畔の下部に承水路を設けて地表水を直接捕水し、完備された集水路および排水路に導くようにする。

b. 集水路および排水路

承水路によって集めた水と、耕地面より直接捕水する水を流下させる水路であって、既設の水路を改修することが多くなっており、急コウ配水路

となっている。特に $1/5$ 以上の急コウ配水路では、水路底を階段状にして減勢工とし、また、耕作道としても利用する。附帯構造物としては土砂だめ水そう・落差工および止水壁等を設ける。

c. 水路兼用農道

地区内の道路は、コウ配が急で道路幅も狭く歩行用の不完全な道路が多いので、降雨時には水路となり徒歩でも利用が困難となる。このため等高線に沿わせて承水路を兼ねた承水路兼用農道や、排水路に沿わせた排水路兼用農道を設ける。これらの農道は、承水路や排水路の施工の際の材料・資材運搬道路として利用し、また、工事完了後の維持管理をも兼ねた道路となる。

この路線については、農道として利用する車の種類と交通量および水路としての排水量によって、道路幅・水路断面・コウ配等を決定し、附帯構造物としては、待避所・耕作道との取付階段工・昇降路および土砂だめ水そう等を設ける。

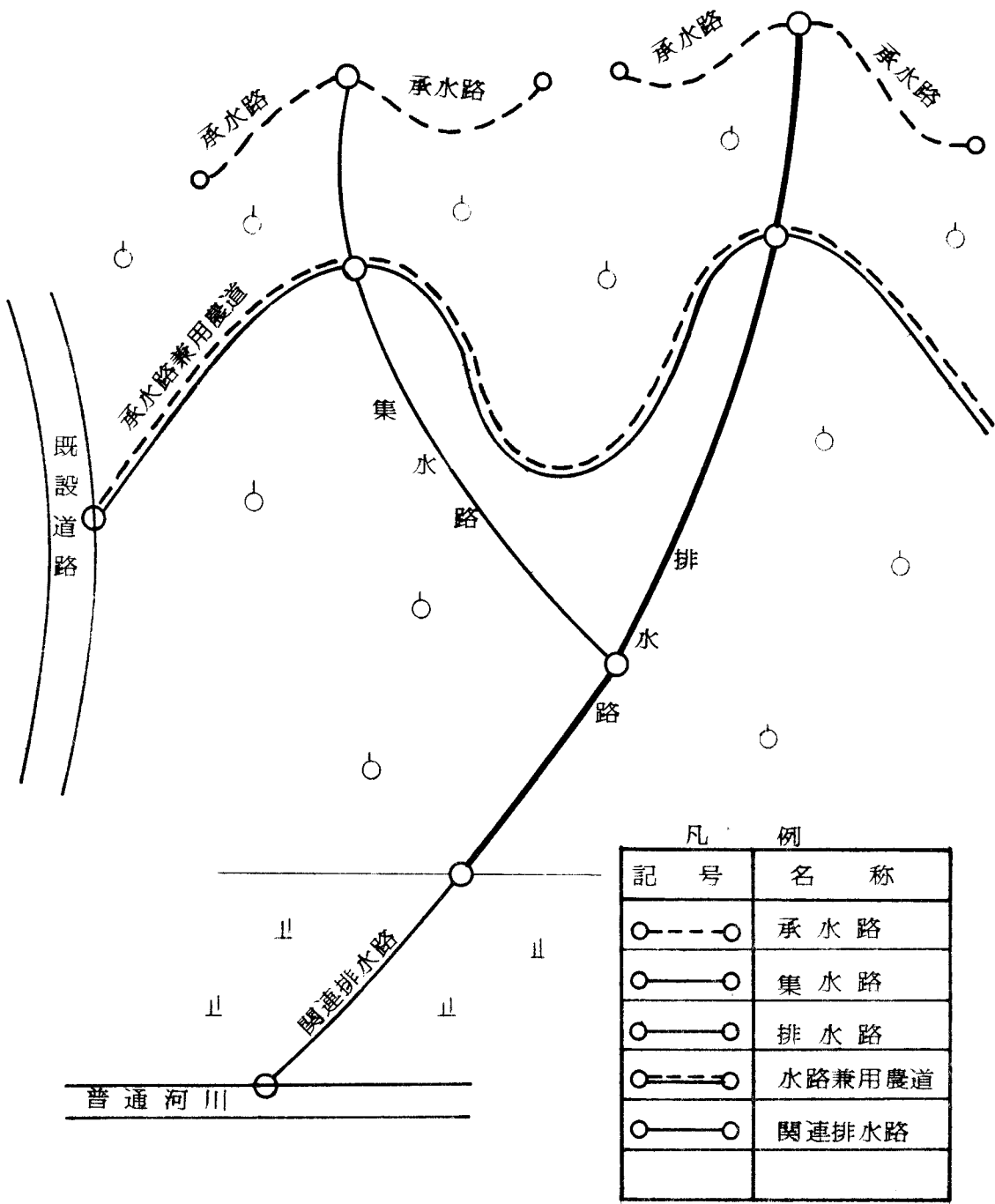
d. 関連排水路

地区内排水施設の末端に連絡する、機能上密接な関連のある排水路で農地保全地区内の排水を安全に地区外の河川に導くとともに、地区外の農地の排水改良をも兼ねた水路である。

e. 関連農道

農地保全事業の工事の施工のため、あるいは兼用農道と既設道路との接続のため、農道網の一環として使用される農道であって、地区内の排水を考えない農道である。

排水系統圖



(図 - 1)

4. 計画諸元

計画した年代により各地区異なるので、ここでは重井東部地区の計画諸元について述べることとする。

(1) 排水計画

本地区に近い福山測候所の昭和17年～昭和50年のデータを基に計画を行なった。

a. 基準雨量

$Rn^1 = 42 \frac{\text{mm}}{\text{年}}$ $\frac{1}{10}$ 年確率時間雨量 - - - - - 集排水路の計画

$Rn^2 = 37 \frac{\text{mm}}{\text{年}}$ $\frac{1}{5}$ 年確率時間雨量 - - - - - 承水路の計画

b. 流出率

$f = 50\%$ - - - - - 山林・畑・その他

当所管内農林省委託農地侵食防止調査立花地区

(御調郡向島町立花) において、昭和28年より

昭和49年度まで21ヶ年間行なった流域の流出機

構調査を基に山林・畑・その他の流出率を総合

した結果による。

c. 単位排水量

$Q_1 = 0.058 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}} / \text{ha}$ - - - - - 集排水路の計画

$Q_2 = 0.051 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}} / \text{ha}$ - - - - - 承水路の計画

$Q = f \times Rn \times A / T$ A : 流域面積 $10,000 \text{m}^2$

T : 排水時間 $3,600 \text{sec}$

f : 流出率 0.50

Rn : 基準雨量 42^m/h, 37^m/h

(2) 排水計算式

a. 集排水路

(イ) コウ配 $\frac{1}{20}$ 以下

マンニング公式 $V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \text{ (m/sec)}$

V : 平均流速

n : 粗度係数

R : 径深 (m)

I : コウ配

(ロ) コウ配 $\frac{1}{20}$ 以上

ワーズ・ワース (Wadsworth) 公式

$$V = \left\{ V_1^2 - \frac{l}{e^{\left(\frac{V_1}{V_1}\right)^2}} (V_1^2 - u^2) \right\}^{\frac{1}{2}}$$

V : 急コウ配水路の流速 (m/sec)

V₁ : チェジー公式による流速にして

$$V_1 = C \sqrt{R \cdot \sin \theta} \text{ より求める (m/sec)}$$

(通常クッター, マンニング式を用いる)

Vn : 上流端より求めようとする下流端までの鉛直距離

$$H \text{ を落下する落体の速度} = \sqrt{2gH} \text{ (m/sec)}$$

u : 上流端の接近速度 (m/sec)

e : 自然対数の底 2.7183

θ : 水路底の水平線となす角

(ハ) コウ配 $\frac{1}{5}$ 以上 - - - - - 階段工水路

愛媛大学 辻教授の実験式

$$h_w = \left\{ 0.7 \left(\frac{h_c}{d} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.1 \times \left(\frac{h_c}{d} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.4 \right\} \times d$$

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot B^2}} \quad (\text{限界水深}) \quad m$$

h_w : 水路底より飛マツ高までの高さ (m)

d : 階段高 (m)

B : 水路幅員 (m)

Q : 流量 (m^3/sec)

Fb : 余裕高 (m)

$$Fb = C \times v \times h_c^{\frac{1}{2}} (0.5d \sim d)$$

b. 承水路及び水路兼用農道

クッター公式

$$V = \frac{N \times R}{D + \sqrt{R}}$$

n : 粗度係数 承水路 0.013

水路兼用農道 0.016

s : 動水コウ配

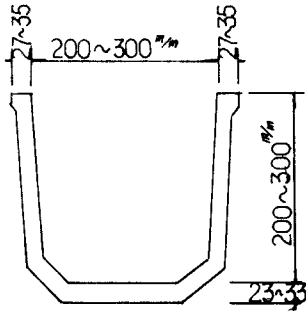
$$N = \left(23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{s} \right) \sqrt{s}$$

$$D = \left(23 + \frac{0.00155}{s} \right) \times n$$

5. 標準断面及び問題点

(1) 承水路

承水路標準断面図



(図 - 2)

(承水路の問題点)

(イ) 現況の畑地は、災害防止の面から、表面水を谷と尾根に分散させ

て 1 ケ所に雨水を集めない形状となっているため、延長が長すぎると途中から逆コウ配となる。

(ロ) 侵食された畑地の表土が、断面を埋めてしまい、効果が上がっていない所がある。

(ハ) 角フリュームは 1m の製品(ソケット付)を使用しているが、かなりの重量があるので(200×200×1,000で33Kg, 300×300×1,000で70Kg)、急傾斜地での持ち運びが不便である。

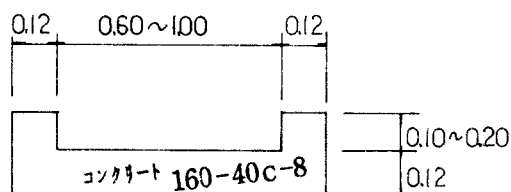
(対策)

(イ) できるだけ現況の排水系統を変えないよう検討し、集水路を多く設けることによって、1 路線当たりの延長を短くする。

(ロ) 維持管理を容易にする観点から、(図 - 3) のような広幅水路とし、手車等による生産物の搬出をも容易にする方法も考えられる。

階段畑の畦畔の下部に、ほぼ等高線に入る水路であるが、以前はコルゲート管等が使用された地区もあるが、現在では、経済性、事業効果の面からはほとんど角フリューム水路となっている。

広幅水路

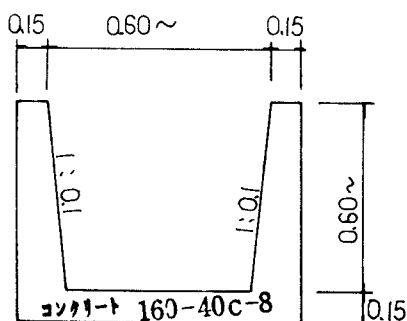
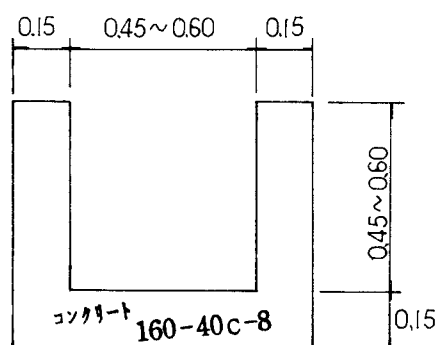
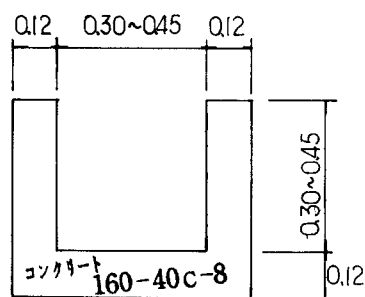


(図 - 3)

(ハ) 樹園地での農業に多く用いられている農業用モノレールを、急傾斜地の排水路及び集水路のコンクリート小運搬に使用し、このモノレールを利用して角フリュームを運搬する方法が考えられる。

(2) 集水路及び排水路

集水路及び排水路標準断面図



(基底流量のある所では栗石を厚さ 0.15m で敷く)

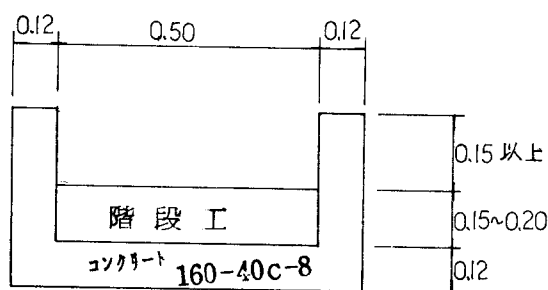
(図 - 4) コンクリート三面張水路

a. コウ配 $\frac{1}{5}$ 以下の水路

コンクリート三面張水路を標準としており、最小断面は $B = 0.30\text{m}$, $H = 0.30\text{m}$ としている。なお、既製品水路については、関連排水路のように緩傾斜の場合には一考の余地があるが、本工事の場合は $\frac{1}{10}$ 以上のコウ配の水路が多く、既製品水路では地盤とのなじみが悪く、また、路線を現況水路に則して施工するため曲線部が多く施工が困難であるため、現在ではほとんど現場打ちコンクリート水路としている。

b. コウ配 $\frac{1}{5}$ 以上の水路

階段水路標準断面図



(図 - 5)

水路の中に階段を設け、減勢工と同時に耕作道として農作物の運搬等に利用する。そのため、幅が 0.50m 以上ないと歩行が困難で、階段高は $0.15\text{m} \sim 0.20\text{m}$ 程度が適当であり、農業者の老齢化から現在では 0.15m のものが多い。また、基底流量のあるものは、コケ等が生えてすべするため、内を歩きにくくなるので、小溝を設ける必要がある。

(集水路及び排水路の問題点)

(イ) 急コウ配のため流速が出すぎ、急カーブでは跳水があり、雨水が水路のほとりを流れて土砂を侵食し、効用を発揮しないことがある。

(ロ) 管理道が不備であったり不便な所が多く、維持管理が不足がちで、果樹のセン定した枝や摘果が水路断面をふさぎ、雨水の流下をさまたげる。

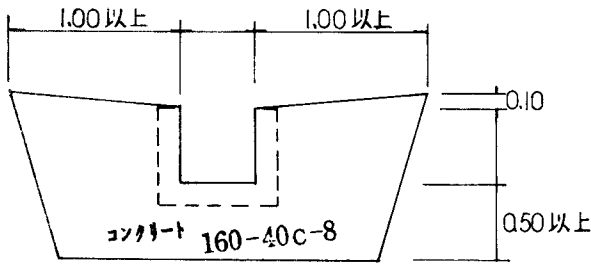
(対策)

(イ) $\frac{1}{5}$ 以上の急コウ配では、水路の中に階段を設けて減勢を兼ねているが、これだけでは不足であり、減勢と沈砂のために土砂だめ水そうを設置している。土砂だめ水そうは、コウ配の変化点暗きょの出入口及び水路の合流点に設置しており、なかには落差工を兼ねたものもある。また、雨水を水路に入れるためと、床止め工を兼ねた止水壁(帯止工)を水路に直角に設置しており、設置する目安として、

コウ配	$\frac{1}{50}$ 以下	50m に 1ヶ所
	$\frac{1}{20} \sim \frac{1}{50}$	分母の数で 1ヶ所
	$\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$	15m に 1ヶ所
	$\frac{1}{10}$ 以上	10m に 1ヶ所

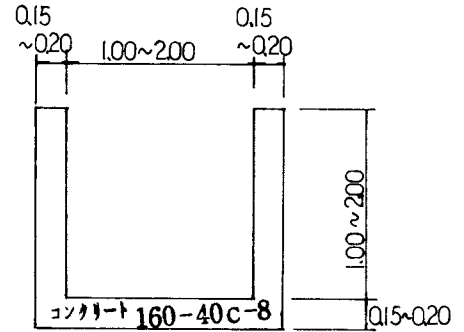
水抜管は、塩ビ管(V_u) $\phi 40$ mmを5mに 1ヶ所、水路底より0.15m程度の位置に設置し、わき水の多い所には裏栗石を入れる。

止水壁標準断面図



(図 - 6)

土砂だめ水そう標準断面図



(図 - 7)

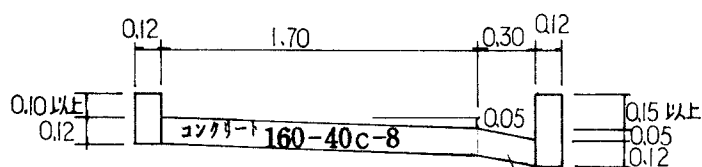
※ 止水壁厚は0.20m

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.0 \times 2.0 \times 2.0 \text{ のもの 壁厚} 0.20\text{m} \\ 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \text{ のもの 壁厚} 0.15\text{m} \end{array} \right.$$

かんがい用に利用するヶ所では、地元の要望により大型のものを設置することがある。

(ロ) 維持管理の不足の理由としては、人手不足の他に、現地の地理的不便さがあると思われる。このため、事業実施にあたりコウ配のある程度ゆるい路線では「広幅水路」を検討する必要がある。「広幅水路」は、幅員2.0mを標準としており、軽四輪及び耕耘機程度の通行を考えており、水路と同時に管理道と耕作道を兼ねたものと考えられる。このため、コウ配は約 $\frac{1}{6}$ 以下程度としており、それ以上の急コウ配では車がスリップして上がらず、出来れば $\frac{1}{10}$ 以下が望ましい。この水路は、常時車が通行するため、維持管理が保たれ、また、潤辺が長くなるため流速も落とすことができ、効果的な工法と考えることができる。標準断面としては、地区の実情に合わせて細部が異なるが、(図 - 8) のとおりである。

広幅水路標準断面図



(図 - 8)

小溝の場合もある

(3) 水路兼用農道

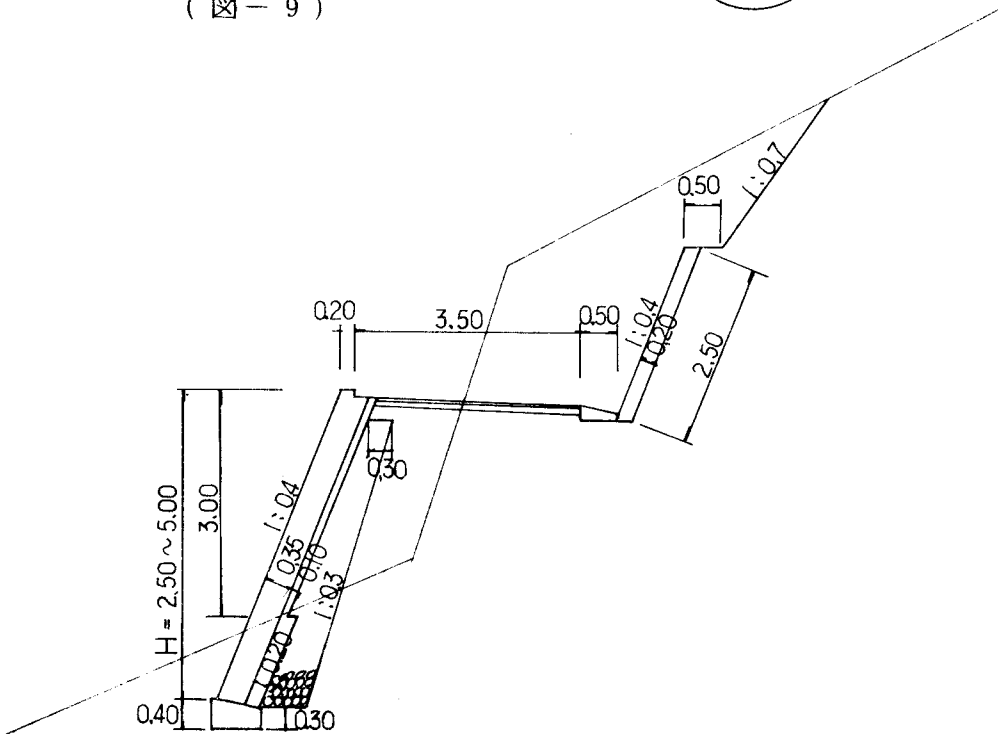
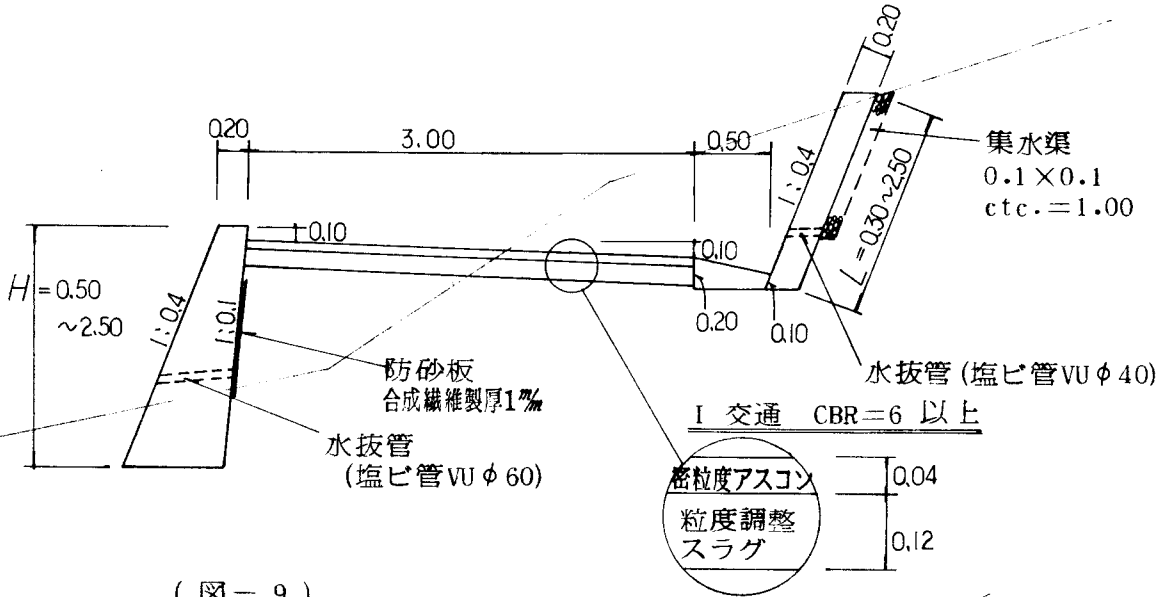
地区内の既設道路を考慮の上、計画農道は農地保全上必要な承水路、集水路、排水路網の一部であり、その機能は農道としてその目的を充足するように計画実施している。農道幅員は、将来2t車と軽四が離合できるものとし、幅員3.5m以上としている。

$$\text{車全幅} \left(\begin{array}{c} 2t \text{ 車} \\ 1.70\text{m} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{軽四} \\ 1.40\text{m} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{余裕} \\ 0.40\text{m} \end{array} \right) = 3.50\text{m}$$

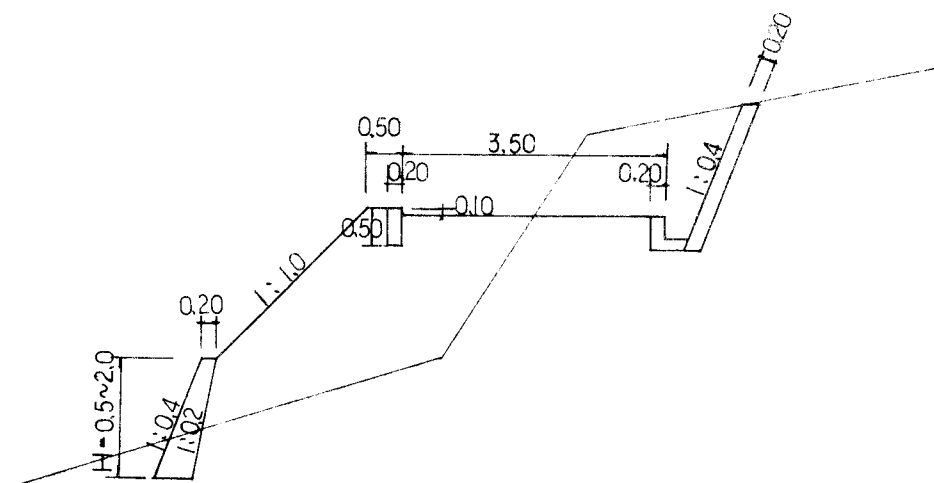
舗装は、土工完了後沈下を待って施工するのが望ましいため、翌年度以降としている。コウ配 $\frac{1}{8}$ 以下は、アスファルト舗装とし、コウ配 $\frac{1}{8}$ 以上及び少量(延長200m以下)はコンクリート舗装とし、土地改良事業計画設計基準(構造改善局編)によっている。

a. 承水路兼用農道

承水路兼用農道標準断面図



実施当初の承水路兼用農道



(図 - 11)

(現在までの改良点)

- (イ) 当初は、土留壁高は $H=2.0\text{m}$ までとし、あとは土羽となっていたが、土羽が侵食され、路肩が陥没し、事業効果が上がらないこと、及び、つぶれ地を減少させる点から現在ではコンクリート擁壁及びブロック擁壁によって路面まで施工し、土羽は作らない工法となっている。
- (ロ) 側溝も、当初はL型となっていたが、現在では擁壁を路面から 0.10m 上げ、路面に 0.10m のコウ配をつけ、雨水が路面全体を流れる設計とし、常時には 0.10m 下がりの側溝を流れる工法となっている。このため、車の離合時にはこの側溝も利用できるため、用地買収幅の減少となる。
- (ハ) 路面舗装は、当初コウ配 $\frac{1}{10}$ 以上の急コウ配区間だけとしていたが、 $\frac{1}{10}$ 以下でも路面の侵食が著しく、現在ではすべて路面は舗装している。

(二) 擁壁の形状は、当初天端幅0.20m、前面コウ配1:0.4、背面コウ配1:0.2

としていたが、現在では「農地・農業用施設災害復旧事業基準工法」(構造改善局防災課監修)の擁壁工に準じて、天端幅0.20m、前面コウ配1:0.4、背面コウ配1:0.1とし、経済比較からH=2.50m以上は、ブロック擁壁としている。

(ホ) 土留壁の水抜管に、塩ビ管φ60^{mm}を使用しており、以前は背面に何も施工していなかったが、現在では吸出し防止のため防砂板(合成繊維製厚1^{mm}以上)を幅1.0mで使用し、同時に裏栗の役目を果たしている。

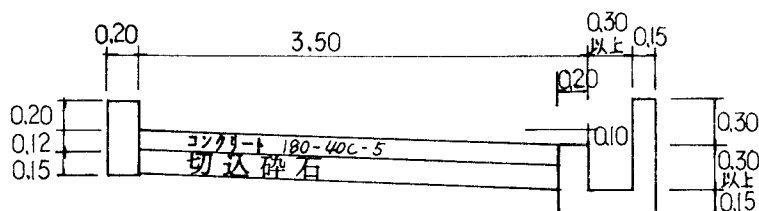
(今後の問題点)

(イ) 農道の幅員は前述のように3.50mとしているが、側溝の0.50mを加えて、利用できる幅員が3.50mということであり、どの路線も曲線部が多く、農繁期には幅員がまだ不足ぎみであり、地元との話し合いの上で、幅員4.0m以上とするのが望ましい。また、現在では、待避所が不足しており今後なるべく多く設けるよう施工すべきである。

(ロ) 法止壁の高さをL=2.50mまでとし、あとは切土面を種子吹付けとしているが、種子吹付けを施工すると種子が農地に飛散し、営農上不都合となり、また、法面が雨水による侵食を受け好ましくないので、将来は、ブロック壁等により切法面を作らないことが望ましい。

(ハ) 土留壁を、経済上の理由からH=2.50m以上をブロック擁壁としているが、路線的に曲線部が多く、また、コウ配の変化も多いため、ブロック擁壁では、施工が困難であるので、ある程度の高さまでは、(H=4m程度)、コンクリート擁壁が望ましいと思われる。

b. 排水路兼用農道

排水路兼用農道標準断面図

(図 - 12)

コウ配の急な路線が多く、コンクリート舗装が標準となっているが、なかには承水路兼用農道に準じたものもある。

(4) 関連排水路及び関連農道

工法等は、集排水路及び水路兼用農道に準じているが、関連農道は、地区内の排水を考えない点が異なる。

6. おわりに

以上述べてきたように、種々の変遷を遂げて現在の形に至っている農地保全事業は、防災上及び営農上から、かなりの効果を上げていると思われる。

事業を実施する上で、現在のように現況の排水系統をあまり変えず、現地の形状に則した路線で施工することが、マサ土地帯では有効と考えられる。これは、工事施工中において顕著であるが、一度掘り緩められたマサ土は、大変に流亡しやすく、急傾斜地では現在の地形を大幅に変化させることは好ましくない。従って、営農上からは、区画整理等をするのが望ましいのであるが、現地点では、現在の施工方法が有効と考えられる。

営農上から、現在では承水路兼用農道、排水路兼用農道及び関連農道を利用し

た省力化が行なわれているが、まだ不十分であり、兼用農道等を基幹とした支線農道網の整備が必要と思われる。このため、集水路及び排水路を農道の一環として利用する方法が考えられる。すなわち、コウ配のゆるい所では、これらを幅員2.0m程度の広幅水路として軽四及び耕耘機等の運行を可能にし、急コウ配の所では、階段水路及びモノレールを併用する。承水路は、幅員0.60～1.0m程度の広幅水路として、手車等により支線農道まで生産物を搬出する。また、土砂だめ水そうは、1.0m～2.0mの大きさが標準であるが、これを規模の大きなものとし、畑地帯のかんがい用水の確保を目的としたものに変えてゆき、恒常的な干ばつに備える。

以上のように、農地保全事業は、災害の未然防止だけでなく、畑地帯の総合整備事業としての要素を、益々強めてゆくべきであると思う。

シラス地帯における農地保全事業について

鹿児島県農政部農地防災課 中山 晃

I. はじめに

鹿児島県におけるシラス対策事業は、特土法（「特殊土壤地帯災害防除及び振興臨時措置法」昭和27年公布）以前にも小規模のものがとりあげられてはいたが、特土法制定以降は、農地保全（シラス対策）事業としてとりあげられる様になり、昭和39年度からは関連農道も実施できる様になった。また昭和43年度からは土地改良事業とシラス対策事業を有機的な関係のもとに進めるため、県営特殊農地保全整備事業が特土法の中の事業として制度化され、昭和43年以降鹿児島県における畑地の基盤整備対策の重点事業となっている。

農地保全事業（特農を含む）は、農用地及び農業用施設の自然災害の発生を未然に防止し、農業生産の維持及び農業経営の安定を図り、併せて国土保全に資する事を目的とし、特殊土壤地帯、急傾斜地帯及び南九州畑作振興地域（特農のみ）で実施されている。具体的には、台地上のほち巻状の承水路、それをつなぐ集水路、台地下の排水路等の総合的な排水組織の確立、さらにそれと一体的に行われる圃場整備、畑地かんがい、農道整備等を内容とする事業である。鹿児島県においては、南九州に広く分布しているシラス地帯で実施するため「シラス」が水により極めて侵食されやすいという特殊性を考慮しなければならな

い。

本稿は、浅学非才のため、筆者自らによる検討結果ではないが、諸先生、諸先輩方の文献を参考にして、鹿児島県における特殊土壌の概要、農地保全事業計画実施上の留意事項と問題点、農地保全事業の実績と展開及び動向について述べる。

II. 鹿児島県における特殊土壌の概要

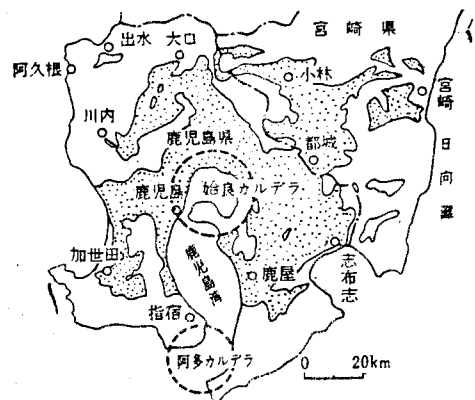
I. シラス

(1) シラスの成因及び分布

シラスは、地質時代のうえからは第四紀における始良・阿多火山からの火山噴出物であり、成因によって降下軽石（Pumice fall）、軽石流（Pumice flow）の非溶結部及びこれらの二次堆積物である。一般に灰白色を呈するが、ところによっては黄かっ色、淡紅色あるいは灰黒色を呈する。また自然状態ではゆるい岩相を示しているが、乱したものは単なる砂質の粒状体である。

シラスは図-1の様に、東は宮崎県大淀川から鹿児島県大隅半島肝付郡佐多町、西は熊本県芦北郡津奈木町、鹿児島県指宿郡穎娃町付近まで分布している。この

図-1 シラスの分布



シラス地帯中、鹿児島県72%（県本土面積の50%に当る3400km²）、宮崎県27%（1,300km²）、熊本県1%（70km²）で大部分は鹿児島

果に分布している。シラスに類した土層は北海道南部、青森県及び秋田県の一部にあるが、これらは火山灰土といわれており灰白色、砂質で下層はただちに溶結凝灰岩に移化しているが南九州におけるものは、より粗粒で軽石の含有量が多く、必ずしも溶結部に移化しない。場所によっては中生層、その他の古期岩石のあらわれている所もある。シラスは主として台地を形成し、さらにこれらのシラスは新期ローム層、黒色火山灰層及び霧島・桜島・開聞岳の新期火山噴出物におおわれている。台地のへりは高さ数拾メートルの垂直に近い斜面で、長期の安定を保っている所が多い。

(2) シラスの鉱物学的組成

シラスの中に含まれている軽石の成分を分析する事により岩石的性質を明らかにする事ができる。成分はおおむね表-1のとおりである。これからみ

ると岩石学的には硅酸含有量

表-1 シラスの鉱物組成

単位%

二酸化ケイ素	酸化アルミニウム	酸化鉄	酸化マグネシウム	酸化カルシウム
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO
65~75	13~16	2~5	1.5以下	2~3

からして酸性岩に属する。此 (PHは5.4~6.2で平均5.6である)

質学的な時代からみると古い熔岩は酸性度強く、新しいものになる程塩基性に傾いてくる。例えば大正時代の桜島熔岩(1914^{*})の硅酸量は58.07で中注岩に属する。

(3) シラスの物理的・力学的性質

シラスの物理性及び力学性の主なものを示すと次の様になる。

A. 主な物理的性質 (数値は鹿児島県及び宮崎県南部の110個の平均)

- 1) 真比重 平均 2.42 (粒径 2 mm 以下の場合、軽石は 2.20)
- 2) 乾燥密度 平均 $1.089/cm^3$ (100 cc. 円筒サンプラー)
- 3) 自然含水比 平均 22.1% (8.6 ~ 49.5% の間で正規分布に近い分布を示す。)
- 4) 間げき比 平均 1.27 (1, 2) より算定)
- 5) 粒度 礫混じり砂質ローム (旧土質分類法), 礫まじり火山灰質砂又は火山性礫混じりシルト質砂 (日本統一土質分類法), 表-1 参照

6) 液性限界

表-1 シラスの粒度試験結果

平均 42.4%

7) 分散率

平均 97.0%

B. 主な力学的性質

(試料は鹿

児島市内のい

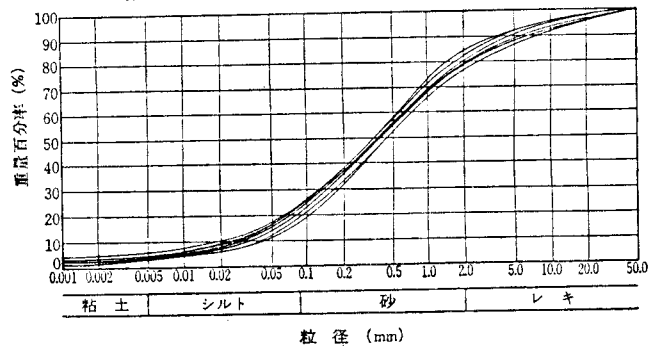
わゆる白シラ

ス)

(土質工学会シラス研究委員会)

- 1) 透水係数 $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{ cm/sec}$ (軽石もほぼ同様)
- 2) 圧縮強度 $0.71 \sim 0.48 \text{ kg/cm}^2$ (自然含水比における)
- 3) 最適含水比 約 23% (2.0 mm 以下及び 4.8 mm 以下のいずれも)
- 4) セン断試験 (室内実験)

1) 直接セン断試験 (未かく乱試料)

凝集力 $C = 1.13 \sim 1.53 \text{ kg/cm}^2$ 

$$\text{内部摩擦角 } \phi = 32.8 \sim 52.2^\circ$$

自然含水比 15 ~ 24% においては、強度は大体一定の値（内部摩擦角 $53 \sim 50^\circ$ ，凝集力 1.5 kg/cm^2 ）をもっており，30% 近くになると急にその強度を減ずる。またシラス層中の軽石あるいは礫は、強度の点において自然の含水比の範囲ではシラスの安定性を増している。

ロ) 三軸圧縮試験（かく乱試料、歪制御方式）

$$C = 0.88 \sim 1.63 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 26.5 \sim 34.6^\circ$$

シラスは非塑性の粒状体であるにもかかわらず、そのせん断強さはかなり見かけの粘着力をもっている。この現象は、粒子間の粒子形状に起因するインターロッキングや、不飽和の状態と考えられる負圧の効果で説明する事が行われている。シラスのもう一つの大きな特殊性は、水に対して著しくカリ侵食を生じやすい事である。従って自然状態のシラス斜面は、シラスのもつ高い粘着力を利用して垂直に近い崖の状態にしておけば、表面流水あるいは降雨の打撃による侵食を受けにくいために、長期にわたって数拾メの高さで斜面の安定が保たれる。しかし地震時の様に付加的外力が作用する場合にはこの方法は問題になる。

(4) シラス地帯災害の特色

過去のシラス地帯集中豪雨による災害の原因を考えてみる

と、1) 気象的原因、2) 地形的原因、3) 土質的原因、4) 個別的な特殊的原因があげられる。これらは、色々な原因があるが、共通していえる事は自然または人為によって水的作用を受け易い状態におかれている事である。シラス地帯において合理的な農地保全計画を作成するためには災害の発生し易い個所、災害の特性等を理解しておく事が重要である。シラス地帯の農地災害の実態を原因別に分類すると次の8タイプに大別する事ができる。

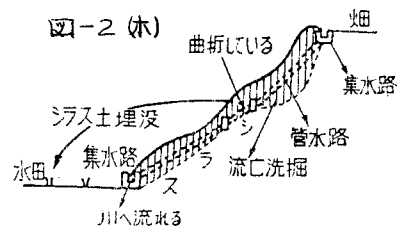
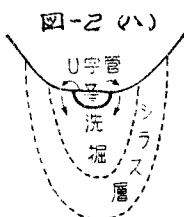
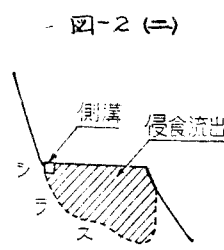
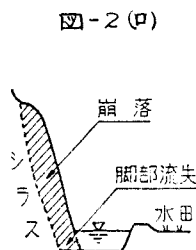
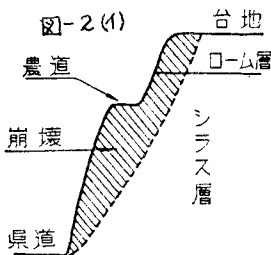
A. シラス上部のローム層における排水不完全処理に起因するもの。(図-2(1))

B. シラス崖脚部が流水により侵食を受け、斜面が崩壊したもの。(図-2(ロ))

C. 水路の越流によるもの。(図-2(ハ))

D. 水路あるいは道路におけるシラスの埋戻し部が侵食され、水争に起因するもの。(図-2(ニ))

E. 構造物周辺の欠陥によるもの。(図-2(ホ))



F. 河川の蛇行部の

ショートカット

に起因するもの。

(図-2 (ハ))

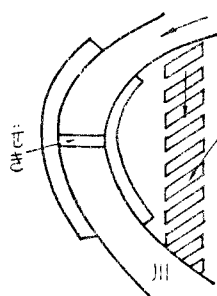
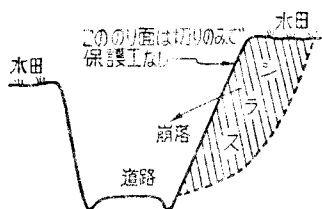


図-2 (ハ)

図-2 (ヒ)



G. 道路未舗装部の

シラスの洗掘に起因するもの。

H. 道路切取面または斜面の保護が不完全である事に起因するもの。(図-2 (ヒ))

2. その他の特殊土壌の概要

(1) ボラ

ボラ層は約60～1000年前の新規火山(霧島、桜島火山)による降下軽石堆積物であり、その噴出源、時代により大正ボラ(桜島火山)、安永ボラ(桜島火山)、霧島ボラ(霧島火山)等と呼ばれ、層厚 $2m$ ～ $5m$ で大隅半島北部に広く分布している。ボラ層は保水力が低く、養分が乏しいため作物の生育を著しく阻害している。粒度組成は粒径 $2.0mm$ 以上の礫粒子を50～60%(重量比)含み、 $4.76mm$ 以上の粗大粒子を約30%含んでいる。最大粒径は約 $40mm$ である。固体部分の真比重は平均 2.488 、仮比重は平均 $0.3758/cm^3$ で、間げき比は平均 5.63 となり非常に間げき量の多い軽石である。

(2) コラ

コラは約1000年前に起った開聞岳の大噴火、さらにその後数回にわたって起った大小噴火の際噴出した火山灰、火山砂

、火山礫が堆積し凝結したものといわれている。コラ層は、主として薩摩半島南部に $0.2 \sim 0.5$ mの層厚で分布し、非常に固く雨水の浸透性が小さく表土流亡を起こす。

(3) 赤ホヤ

赤ホヤとは南九州における地方的俗語で、宮崎県では赤ホヤ、熊本県ではイモゴ、高知県では音地と称しており、鹿児島、宮崎、愛媛、高知各県の大部分と、熊本、大分両県の一部に分布している。鹿児島県においては大隅半島の中北部、薩摩半島の丘陵地帯、種子島の一部に主として分布している。その面積は $74,000 \text{ km}^2$ に達し、畑地面積（奄美を除く）の 84% を占めている。赤ホヤは細粒の浮石質火山噴出物が高温多雨のもとに風化作用を受けて、苦土、珪酸及び石灰が著しく溶脱された軽石質の黄褐色土壌であり、表層の下層をなして堆積し、極度に粗充填の状態にある。また赤ホヤの層の厚さは $0.1 \sim 0.4$ m で、地表に露出する率はまれである。その上が厚さ $0.2 \sim 0.5$ m の腐植質を多量に含む黒色火山灰土壌（黒ボク、黒ニガ）で覆れている。化学的特性は、その粘土が珪酸に乏しく、珪酸比 $1/6$ で酸性は強くないが、置換石灰の含有量が極めて少なく土壌アルミニウムの活性度が強い。このため磷酸吸収力は強大で、施用される磷酸肥料は吸収固定され易く、適量の石灰を施用して中性近くに保たないと酸性土壌と同様な障害を受ける。物理的にはガラス質の結合のため堅く、作物根の伸長を阻害している。

Ⅲ. 事業計画実施上の留意事項と問題点

1. 計画実施上の留意事項

(1) 排水路の設計

シラス災害の根本は一にかかって水の処理にある。従って排水路のあり方もシラス地帯という事をぬきにしては考えられない。その中でも地形的な特徴として台地の周辺はシラスが垂直な崖を形成している事が多いために、台地から平地への勾配が急な事と、この露出しているシラスの崖脚部に路線が選ばれる事が多い。このために他の地帯にはない制約を受けている事だけではなく、更にシラスが水に侵食され易いという事が重なって異常なまでの被害の拡大をみるにいたっている。台地からの移行部における排水路は、そのほとんどが射流領域の流れとなる。従って水平方向にも垂直方向にも路線の変更がある場合には、水はそれに順応せず偏流、跳ね上げを起し、この水が水路周辺のシラスの部分に接触すると侵食をはじめる。このために水路はできるだけ直線状である様心がけるだけでなく、側壁の余裕高、水路に蓋をつける事、減勢工のあり方等に、細心の注意が払われなければならない。このために排水路の設計について下記の様な基準を設けている。

A. 排水路の余裕高のとり方

$$F_b = C \cdot V \cdot d^{\frac{1}{2}} \quad \left[F_b; \text{余裕高 (m)}, V; \text{流速 (m/sec)}, C; \text{係数} \right. \\ \left. (\text{長方形断面 } 0.10, \text{梯形断面 } 0.13) \right]$$

但し、最小余裕高は、開水路の 10^m 、トンネルならびに暗渠タイプの 30^m とする。またこの基準は常流、射流部のいずれにも適用し、急流部の断面は原則として長方形とする。

B. 移行部の設計

- 1) 上下流断面が異なる場合漸拡、漸縮形の移行断面とする事。
- 2) 移行部の平面形はできるだけ左右対称形とする事。
- 3) 移行部の断面変化は、移行部始終端の最外側線を結ぶ直線が水路中心線と 12.5° 以下となる様にとる事。

C. 湾曲部の設計

- 1) 湾曲による水面上昇高は、常流； $h = B \sqrt{V^2 / 2gR}$ ，射流； $h = B \sqrt{V^2 / gR}$ とする。但し、 $h < 0.10^m$ であれば無視してよい。〔 h ；水面上昇高(m)， B ；水面巾(m)， V ；流速(m/sec)， g ；重力の加速度($9.8 m/sec^2$)〕
- 2) 急流部では原則として直線形をとり曲げない事。止むなく曲げる場合は必ず減勢してから常流部で曲げ，曲率半径は水面巾の10倍以上とし，湾曲断面は原則として長方形とする事。
- 3) 反曲線は原則としてさけ，二曲線間には水面巾の6倍以上の直線区間を設ける事。
- 4) 湾曲部の外側壁高は上昇した水面高に対して，余裕高を見込んで決定し，上下流部の水路天端とのすりつけは水面巾の3倍以上の区間をとる事。

5) 側壁の嵩上げができない場合は、必要に応じ溢流防止の甲蓋あるいは暗渠等にする事。

D. 落差工

1) 地形（高差）、地質（地盤）条件を十分に考慮し、堅固な場所もしくは補強された場所に設置する事。

2) 落差工断面は原則として長方形断面とし、構造物の直上流もしくは途中で路線の曲折は行なわない事。

E. 変向

一般に開水路の方向変換は曲線状が望ましいが、圃場整備された耕地あるいは用地等の関係で、水路は直角方向の変換、直角交叉にならざるを得ない場合が多い。しかもシラス台地においては起伏のある液状地形をなすものが多く、ここに設けられる水路の流れは射流領域となる。このため水理模型実験の結果により直交叉排水路の設計に下記のとおり定めている。

1) 直角水路（図-3参照）

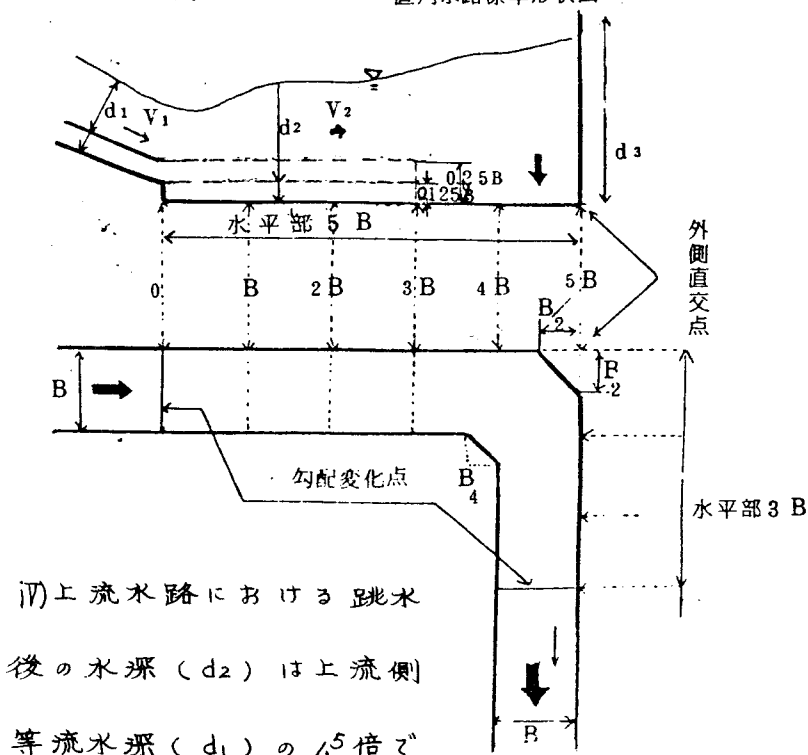
i) 直角変向部の底勾配は原則として外側直交点より上流側へ $5B$ 、下流側へ $3B$ の範囲は水平とする。（ B : 水路巾）

ii) 段落ちの位置は原則として上流側へ $2B$ 、落差は $0.25B$ とし、少なくとも $0.125B$ は与える事。段落ち効果は、 $0.125B$ より $0.25B$ の方が大きいので地形の許す限りの $0.25B$ とする事。

iii) 直角部の外角部は $B/2$ 、内角部は $B/4$ の角取りを設ける。

図 - 3

直角水路標準形状図



Ⅳ) 上流水路における跳水
後の水深 (d_2) は上流側
等流水深 (d_1) の 1.5 倍で

その発生位置は外側直交点から上流側に、段落ち $0.25B$ では約 $4.5B$ 、 $0.125B$ では約 $7B$ である。(跳水始点の位置は移動しやすいので留意する事。)

Ⅴ) 衝突壁面における最大水深 (d_3) は上流側等流水深 (d_1) の 2.1 倍である。

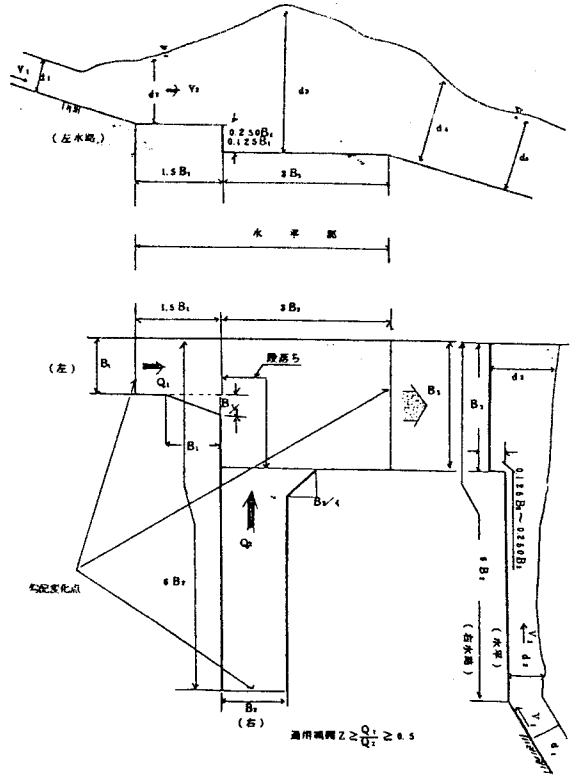
Ⅵ) 直角変更後はラセン流の影響を受け水面上昇を生ずる。水面上昇の範囲は外側直交点から下流に向かって $8B$ の位置まで及ぶ。この各位置における最大水深 (d_4) は外側直交点から下流に向かって、 B 点、 $2B$ 点、 $4B$ 点、 $8B$ 点でそれぞれ、 $2d_1$ 、 $1.7d_1$ 、 $1.3d_1$ 、 $1.1d_1$ である。

Ⅶ) 余裕高は下記基準による。

$F_b = 0.1 (V_2 + d_3)$ (V_2 ; 跳水後の流速, d_3 ; 衝突壁面における最大水深) 但し, 最小余裕高は $0.30m$ とする。

2) 合流水路(図-4参照) 図-4. 合流水路標準形状図

i) ここで扱う合流水路とは左右水路流量比 $1:2$ までを限度とする。



ii) 合流直前の水路勾配は原則として、左水路で水路終端から $1.5B_1$, 右水路では衝突壁面から上流へ $0.6B_2$, 合

流後の水路では $3B_3$ の範囲は水平とする。(B; 左水路中, B_2 ; 右水路中, B_3 ; 合流水路中)

iii) 合流部の角取りは左水路では $B_1/3$, 右水路では $B_2/4$ の角取りを設ける。

iv) 跳水は左水路ではその終端より上流へ約 $2B_1$, 右水路では約 $2B_2$ の位置で発生し, 跳水後の水深(d_2)は, 左右水路等流水深(d_1)の 1.45 倍となる。

v) 合流部における最大水深(d_3)は合流後の下流側等流水深(d_5)の 2 倍である。

vi) 合流後のラセン流による水面上昇の範囲は、左右水

路段落ち地点から下流に向かっておよそ $6B_3$ の位置まで
 及び、この各位置における最大水深 (d_4) は左水路段
 落ち地点から下流に向かって $3B_3$, $6B_3$ でそれぞれ $1/3 d_5$
 $1/2 d_5$ である。

vii) 余裕高は下記の基準によるものとする。

$F_b = 0.1 (V_2 + d_3) (V_2)$ 跳水後の流速, d_3 ; 合流部の
 最大水深) 但し最小余裕高は $0.3m$ とする。

(2) シラス地帯における土工設計指針について

昭和44年6~7月豪雨によるシラス地帯の大災害があり、
 シラスの特性に起因して発生する災害を除去するため、工法上
 の対策を検討する目的で同年シラス研究会が設置された。

昭和50年工法基準として「シラス地帯における土工設計指針
 が定められ鹿児島県が施工する建設工事に使用され現在に至
 っている。一方、土質工学会では昭和51年11月に「シラス基準
 化委員会(委員長:山内豊聡)」を発足させ、地山シラスの判別
 分類法の基準化の作業が進められ土質工学会基準案ができ
 ている。これまでシラスの切土設計のためのシラスの判別分類
 法は、関係機関でそれぞれ試案が示され使用していたが、統
 一したものが提示されていなかったためである。それらに关
 通しているものは土壤硬度計による地山シラスの指標硬度を
 使っている事であり、土質工学会基準案でも同硬度を採用し
 ている。同基準案はシラスの判別分類法のみであり、実際の
 切土工、盛土工についての指針はない。よってこれらの基準化が

望まれる。以下現在鹿児島県で現在使用しているシラス地帯における土工設計施工指針について概略を述べる。

A シラス地帯の土質分類

シラス地帯における土質分類は次のとおりとする。

- 1) シラス ----- 1) 硬質シラス (山中式硬度計による硬度 $30^{N/mm^2}$ 以上で岩的性状のもの。) 2) 中硬質シラス (硬度およそ $25 \sim 30^{N/mm^2}$ の範囲のもの。) 3) 軟質シラス (硬度がおよそ 25 以下のもの。)
- 2) 沖積シラス 3) ローム層 4) 火山礫層 (ボラ及びコラ)
- 5) 溶結凝灰岩 (シラスが強く溶結して岩的性状を示し硬度がおよそ $34^{N/mm^2}$ 以上のもの。)

B 切土工の設計

- 1) 切土の法面勾配 ----- 切土の法面勾配は表-2による。

土質の区分	法 面 勾 配	備 考	
硬質シラス	1 : 0.3 より緩	植生困難	73°
中硬質シラス	1 : 0.5 "	硬度およそ 27 ミリメートル以上で植生困難	63°
	1 : 0.6 "	硬度およそ 27 ミリメートル以下で植生可能	59°
軟質シラス	1 : 0.8 "		51°
ローム層	1 : 1.0 "	層厚によって勾配を緩にする。	45°
火山礫層	1 : 1.0 "	"	45°
溶結凝灰岩	1 : 0.1 "	但し切土高 20 メートル以上の場合は 1 : 0.3 とする。	84°

表-2

- 2) 法面処理 ----- 原則として法面は全面被覆とし、緑化対策を講ずる事。

- 3) 排水処理 ----- シラス地山の崩壊はすべて不完全な水処理によって生ずるため、法面および小段には、たて排水溝、集水路溝を設け、流末水路等を検討する事。

- 4) 切土部の周辺処理 ----- 施工区域に隣接する法肩・法尻・

側面の周辺部は崩壊防止のため余裕地の確保、施工面とのなじみをよくする事。湧水に対する措置等を考慮する事。

C. 盛土工の設計

1) 盛土の法面勾配……法面勾配は原則として $1:1.5$ より緩とし、盛土高が特に高い場合は 15m 程度を限度とする)、安定について必要な調査・試験を行ない検討のうえ勾配を決定する事。原則として盛土高 5m ごとに 10m 以上の小段を設ける事。

2) 法面処理……法面は小段部分も含めて全面を法面保護し、できるだけ緑化工法を取り入れるものとするが、シラス土壌での植生は生育がよくないので客土を施工した方がよい。

3) 排水処理……盛土部の崩壊・侵食は、表面排水の処理方法に誤りがあって発生するものがほとんどであるため、集水方法、集水した雨水の流末処理・越水・跳水の防止等に留意する事。盛土面のすべりに対する対策、地下水の排除等も考慮する事。

4) 盛土部の周辺処理……盛土部は、法肩部からの地表水によって崩壊が発生する場合が多いので、法面に流入する雨水は法肩部で完全に処理する事。

D. 切土工の施工

1) 地山のかぶり、上部から取り除きすかし掘りをして

はならない。なお、同一斜面での上下作業をしてはならない。

2) 前期の大土工は避け、降雨後は見張りを行ない、安全を確認のうえ作業を開始する事、降雨に対しては雨水の分散をはかる等の防災措置を講じ、土砂の流出に対しては仮排水路や防護柵・沈砂池等の防災施設を設ける事。

3) 構造物の築造等を行なう場合の切取及び床掘における法面勾配（切土高2.0m以上）の基準は下記のとおりとする。（表-3）

土質の区分	法 面 勾 配	小 段	摘 要
硬質シラス	1:0.3より緩	設けない	小段を設ける場合は、法面勾配1:0.1とし切土高5メートルごとに1メートルの幅とする。
中硬質シラス	1:0.5より緩	〃	硬度おおよそ27~30ミリメートルの場合は1:0.3とすることが出来る。小段を設ける場合は1:0.3とし切土高5メートル以上ごとに1メートルの幅とする。
軟質シラス その他ロー ム 層 等			労働安全衛生規則に準ずる。

表-3

エ 盛土工の施工

1) 盛土に先立って、土砂の流出の恐れがある箇所は、余裕断面を持った仮排水路や防護柵等の安全施設を設ける事。

2) 盛土は工程を十分検討のうえ、1日で処理できる量を算定し、浮土砂のないよう計画施工する事。

3) 締固めは水平に仕上げ、一層のまき厚は0.3m程度とし、含水比に適した良好な転圧を行なう事。

4) 現地盤には段切り等を設け地山との密着をはかる事。

2. 計画上の問題点

(1) 洪水到達時間について

農地保全計画設計基準（農林水産省構造改善局）によると

洪水到達時間は、流域内最遠点（到達時間最遠点）から最下流端までの到達時間を採用するようになっているが、実際の計画では整備水準の関係から、洪水到達時間は60分に統一している。現実にはシラス対策事業地域は小流域のため、60分以内が多く、30分前後の地区も多い。このため60分で算定したピーク流出量を超過する場合水路のフリーボードでは対応できない（フリーボードのライニングについては水田地帯の排水路は土砌で対応している）。シラス災害の根本は、一にかかって水に対する処理にあるという事から、水路は洪水に対して十分な断面が必要である。よって洪水到達時間は、30分、60分の2段階程度に分けるべきであると思われる。

(2) ピーク流出係数について

ピーク流出係数については、鹿児島県においては、洪水痕跡等を勘案して、水田⁵、畑³⁵、山林原野⁴⁵、宅地⁵⁵に統一している（昭和35年）。昭和40年代に入って土壌養分の溶脱防止として画期的なマルチ栽培という技術革新が行なわれた。マルチングは圃場の侵食防止法としては有効であるが、反面、降水量の地下浸透を阻害し表面流去水量を急増させるために、耕地、農道の流出・崩壊という災害につながる。マルチ栽培によってどの程度の表面流去水量の増加につながるか、観測試験は現在まで行なわれていないが、ビニール被覆率が70～80%におよぶ所もあり、それを計算に入れない従来の事業計画では無理が生じている。

IV. 農地保全事業の実績と展開・動向

1. 農地保全事業対象地域の条件

(1) 土地条件

鹿児島県の農地の大部分は、シラス、ボラ、コラ、赤ホヤ等と呼ばれる特殊土壌に覆われ、その理化学性の不良さに起因して生産性が低い。鹿児島県農業は追田の開墾から出発し、水のある所に耕地が形成され集落が作られていった。その後高度経済成長により、畑作需要・畜産の増大が行なわれ、しだいに追田から台地の開発、畑作重視へと農業の重点をかえてきたといえる。一方、シラス台地周辺部及び丘陵地の斜面は、自然状態のままでは均衡が保たれていたが、台地上で開発が始まった時、表土流亡を起し、台地縁辺部に災害をもたらすようになった。そのため台地上の開発が進めば進む程、その速度を早くすればする程、台地縁辺部および末端での流量を増大させシラス崩壊をまねきよせている。しかも核家族化の進展により農村社会から混住化社会へとその性格を変化させながら地域を広げてきている。このような台地上、台地下での変化が土地条件の劣悪さと関係なく進められているという現実を認識する必要がある。しかも土地条件をみる時その絶対的、現実的側面だけでなく、歴史的側面もみななければならない。即ち、農家の歴史に由来する農地改良の蓄積である。だが鹿児島県は、生産上、歴史上、限界地にあった事がいずれの蓄積も低い水準のもとにあかれ、ここ十数年の高度成長の

動きに対応できるだけの蓄積が十分ではなかったといえる。まず個別農家の蓄積をみると、他県の水田中核地帯では、用・排水施設が完備し、畦畔も強固で、集中豪雨下でも洪水調節的役割を果す。追田は台地の地下水を集めて用水としているため用水中心に水田が形成されている。しかも田越かんがい、水路があっても小断面の用排水用水路である。そのため若干流出量が増大すると水田も崩壊し、かつ集落に甚大な災害を招く。しかも台地上の開墾が古い所でも畑として十分に整備されていず土地改良投資が全面的に、量を大きくした形で求められているが、改良投資を増加させると災害をひき起し易いという矛盾がある。一方、限界地、地力の劣等地、過疎地としての鹿児島県の場合、治山・治水等の国土保全的な蓄積、社会資本が不十分にしかなされていない。この側面は農業サイドでおうべき課題ではないが、台地上の耕地開墾、土地改良を行なう場合それに見合うだけのテンポで社会資本が投下されず軽視もされてこなかったといっても過言ではない。また土地条件のうち、台風および7～8月の集中豪雨という気象条件の苛烈さがある。年間降雨量(2,600mm)は全国平均より大であるが時期的に集中するために、その時期は排水に力を入れ、その時期が過ると今度はかんばつとなる。シラス台地は地下水位が極めて低く、保水力も弱く土性が粗いので水分も蒸発し易い。こうしてそれぞれの要因がお互いに大きく矛盾しあっている。

故に、シラス台地を開発する場合は、用水のストック施設、排水施設の完備、そしてその排水路を十分に引受けられる台地下の中小河川の改修、集落内の排水整備といったそれぞれの事業を当初から有機的に、余裕を持ちながら実施する事が求められる。

(2) 生産条件

鹿児島県の場合、農家という土地改良をになう主体の性格は、老人化、縮小再生産的な性格をもつ農家と、少数ではあるが台地に進出して規模拡大をおし進める農家の二つに分裂しつつある。追田中心の小規模経営・集落は老人農家が多く、この様な地域では、台地上、追田、ともに土地改良事業に対する意欲は薄く、台地上の整備に伴う流末ないし集落内の排水等の整備については、集落にとって災害はとらえても自己負担の意欲は薄い。一方少数ではあるが台地上に進出して規模拡大を進める農家は土地改良事業に大きく熱意を示す。ところが台地上は、これらの農家のみの土地所有ではなく、老人農家も含めて小規模土地所有の分散さく圖となっている。今の土地改良事業のシステムは、これらの農家も含めて、土地改良事業に賛意を示さなければ事業は実施できない。性格の異なる農家で賛意を集めるのは困難である。農業に熱心な農家であれば区画整理、農道、集団化といった労働生産性上昇の性格の強い土地改良事業だけでなく、畑地かんがいや客土、不良土の排除といった土地生産性上昇の性格をもった土地改

良事業にも熱意を示す。だが土地所有のみに関心があり、農業生産にあまり熱意を示さない兼業農家等は専ら労働生産的な側面の土地改良事業のみに関心を示す事になる。また老人農家、兼業農家等から規模拡大農家は借地によりその規模を拡大しつつあるが、それらの賃貸借は1年更新の口頭契約が多く、そのため借地者の規模拡大農家は当然受益者負担をいやがる。他方土地所有者の老人農家、兼業農家も受益者負担をいやがる。こうして賃貸借が進めば進む程土地改良事業の同意はとりにくくなる。この様に生産条件からみると全般に土地改良事業の同意がとりにくくなり、とれたとしても労働生産性中心の土地改良事業だけにしぼられてしまう事が多い。こうしてさき程述べたような、台地上の土地改良事業を進めるためには、ストック機能を備え、排水施設も、農地、集落内においても完備し、それぞれの事業を有機的に進める事が必要だという強調とは実は大きく矛盾する事になる。

即ち、今の生産条件のもとでは、十分な農地防災事業と土地改良事業を並行して進めうるだけの主体的な力量が乏しい。しかし事業の必要性は、いささかも減ってはいない。むしろ、高度成長のもと災害を引き起す方向に事態は進んできており、主体的な力量の乏しさは別な要因、(公)的力の発揮で補ってゆかなければならないといえる。

2. 農地保全事業の展開・動向

(1)、農地保全事業の沿革と概要

シラス対策事業は、さきにも述べた様に特土法制定以前にも小規模のものがとりあげられてはいたが、特土法制定以降は、農地保全事業としてとりあげられる様になり、昭和39年度からは関連農道事業も実施できる様になった。農地保全事業の全体計画面積63,600ha(特殊農地保全事業、畑地帯総合土地改良事業の中の農地保全事業も含む)に対して昭和55年度迄に44,300haが整備済で進捗率70%である。29年間に70%だから年平均2.4%でしかない。すでにふれた様に高度成長のもとで国土改造は大規模に進んでおり、しかも外部的条件は大巾に進展してきている。そのため農地保全事業は、既に着工地区も含めてスピードをあげなければならない。その上、台地上の面工事と一体的にあるいは前提として防災事業が望まれているのに、工期が当初の2~3倍近くに伸びている。これでは防災事業がその事業期間中に災害の原因になりかねない。しかも各種の事業に合せて柔軟にシラス対策事業を変化させて対応しなければならなくなっている。また水路だけでなく地元の要望の強い農道との関連も配慮しなければならない。シラス対策事業は、他の土地基盤整備事業が全国の計画基準を用い、シラス地帯の特殊性をその事業計画に含めていないために、土地改良から派生する防災事業として、その災害抑止実績は高く、効果をあげている。更にシラス対策事業は単に防災事業のみでなく、混住社会の環境整備的性格も果たしている。単なる劣化防止、減産防止のための「応急的」

性格のものでなく、農村環境あるいは都市計画サイドともおおいに切り結ぶ余地もある。その意味で20ha以上、特土指定地域で実施されるシラス対策事業は国65%、県30%、と極めて高率補助になっているのであり、残り5%の受益者負担も多くが市町村負担となっているのも当然といえる。

一方、土地改良事業は最近おおいに進められ、特に機械化のための区画整理、農道整備といった土地改良事業は専業農家、兼業農家ともに望むところであり、おおいに伸びてきている。しかもマルチ栽培、ハウス栽培の普及、農道の全面舗装化、排水路の完備は、短時間に大量の水を流出させ、土地改良事業の進展がシラス災害を加速させている面がある。こうした土地改良事業を実施する際、その事業量や流出量、あるいは工事方法に合せて、シラス対策事業を事前にあるいは並行して進めるのが効果的である。どうすれば土地改良事業実施中の災害発生を防止でき、両事業が有機的な関係の基で進められる。この様な事情を背景に昭和43年度に県営特殊農地保全整備事業が生まれた。特農事業は基本的には災害防止のための農地保全対策が第一ではあるものの、圃場整備等、生産基盤の総合的整備の一環として一体的に進めるため、特土法の中の事業として制度化されたものである。特農事業は全体計画面積17,242haに対して、昭和55年度迄に6,389haが整備済で進捗率37%となっている。昭和43年度以降鹿児島県における畑地基盤整備対策の重点事業となっている。

(2) 展開及び動向

鹿児島県においては、土地改良事業の重点は従来の農地防災的性格から一般土地改良の方向に移りつつある。

表-4 鹿児島県土地改良事業年次別予算と構成比 (単位: 億円, %)

項目 \ 年度	45年	47年	49年	51年	53年	55年
計	77(100)	148(100)	157(100)	245(100)	381(100)	443(100)
農地防災	20(26)	27(18)	31(20)	40(16)	60(16)	80(18)
土地改良	47(61)	92(62)	107(68)	121(49)	288(75)	333(75)
災害復旧	10(13)	29(20)	19(12)	44(18)	33(9)	30(7)

表-4は土地改良事業の年次別予算額と主な項目の構成比をみたものであるが、予算額は順調に伸びているものの、その主たるものは土地改良事業に移ってきており、農地防災事業のウェイトは減少しつつある。これは防災事業を必要とする面積、必要性が低下してきたのではない。むしろ圃場整備や農道整備といった労働生産性重視の土地改良事業が大きく伸びた結果である。だが土地改良事業の必要性も認識しつつ、同時に防災事業の必要性も軽視してはならない。特殊土壌地帯の農地も十分に守られてこそ、農産物の国内自給率の向上という農政の重要課題も達成できるし、一定水準の農地面積も確保できる。ましてや防災的な事業は単に農地の劣化防止、減産防止といった単純なものではなくなりつつある。その意味でも農地防災事業の役割を低下させてはならない。今後、特農事業、ミラス対策事業が進捗するにつれ、ますます新しい事業対象地は災害の起きやすい、事業費単価の大きい小規模団地に向わざるを得ない。このため特に、特農事業において

は、採択要件の受益面積の引き下げ、更には財政事情の厳しい時期ではあるが、地元市町村の財政危機による負担力の低下や受益農家の負担力に応じて、補助率の引き上げも検討しなければならない。加えて特農、ミラス対策事業共に事業費予算の拡大により整備のスピードアップが要請される。

V. おわりに

もっと順序よく、こまかに論を展開する積りではあったが思うにまかせない。ミラス災害防止の根本は、一に水の処理にあるといっても過言ではない。

また、さきにも述べた様に農地保全事業は昭和55年度迄に⁶、特農事業では37%の進捗であり、昭和56年度以降に農地保全事業 19,300 ㌦、特農事業 10,854 ㌦の未整備面積が残る。これらの事業は特土法の中の事業であるが、昭和56年度末をもって失効する。このため今年度中に特土法の延長を促進しなければならない。また、防災事業、特に農地保全事業の予算は最近漸減の状態であり、予算枠の拡大により整備促進を計る必要がある。よってこれからについて、関係機関、各位の御理解と御協力を本稿をかりて御願ひするしだいである。

農地保全研究部会才2回研究集会資料

農地保全の研究 NO. 2

昭和56年6月12日

編集・発行者 農業土木学会農地保全研究部会

〒525 滋賀県草津市西浜川2丁目8-4

滋賀県立短期大学農業部農業土木学科

0775-62-1343
