



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

マサ土開畑地のテラス承水路における堆砂形態

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松本, 康夫 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5628

マサ土開畑地のテラス承水路における堆砂形態

松 本 康 夫

農地工学研究室
(1985年7月31日受理)

Characteristics of Sedimentation along Terrace Channels in Sloping Reclaimed Field of Decomposed Granite Soil

Yasuo MATSUMOTO

Laboratory of Agricultural Land Engineering
(Received July 31, 1985)

SUMMARY

Sedimentation along terrace channels was studied in sloping reclaimed field of decomposed granite soil. There was severe gully erosion in the fields and concentrations of eroded soil in the channels.

To clarify the actual conditions of sedimentation, two types of channel were selected. One was a short and low gradient channel with two outlets at both the upper and lower ends. The other was a long and low gradient channel with one outlet at the lower end. The author observed the process of sedimentation about every month after reclamation works. At about 5 months after reclamation works, sediment areas were surveyed along the channels, and grain size of sediment soil were compared with that of surface soil in the field.

The results indicated that, in a short channel with two outlets, there was a simple convex sediment area containing more gravel than field surface soil. In a long channel with one outlet, the sediment area along the channel had extended into the field about 4 m., accompanying several sediment areas like fans. The sediment soil contained more coarse sand than field surface soil.

Through this study, it became clear that the sedimentation forming along terrace channels was affected mainly by the factors of channel gradient, channel length and outlet structure. But it depended on the momentary sedimentation along the terrace channel and the extension of the sediment area like fan.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (50) : 373—380, 1985.

要 約

ガリ侵食の激しいマサ土開畑地において、多量の土砂が局地的に集中するテラス承水路を対象として堆砂の実態および堆砂面の形態を調査・検討した。

調査にあたっては、縦断勾配が緩やかで流出口の配置が異なる長、短2本の承水路を選定し、開畑工事後約1カ月ごとに堆砂状況を観察した後、約5カ月を経た時点において堆砂面の形態測量を行い、堆砂成分の粒度組成を調べた。その結果、上下流両端に流出口をもつ、水路延長の短い承水路では、単純な凸形の堆砂面が観察され、堆砂成分はレキが多いのに対し、下流端にのみ流出口をもつ、水路延長の長い承水

路では、承水路内部からこれに沿って圃場面側に堆砂域が広がり、堆砂成分に粗砂の多い帯状の堆砂面が観察された。

これらの結果から、承水路における堆砂は、承水路の縦断勾配および水路延長（流出口の位置）や流出口の構造（敷高など）の固定的な条件に支配されるが、承水路内部やこれに沿って起こる堆砂に伴う水路勾配の変化ならびに堆砂域の消長に左右されて、その形態が変化することがわかった。

1. はじめに

花こう岩が見かけ上その構造を保ちながら容易に砂粒化する花こう岩風化土、いわゆるマサ土地帯においては、土工や耕作が容易であるため、緩傾斜、大区画の農地の開発が全国いたるところで行なわれている。しかし、大規模土工を伴ったこれらマサ土開畑地においては、マサ土層特有の構造性や斜面の長大化に起因してガリ侵食が活発に起こり、多量の土砂が圃場面から流亡することが多い¹⁾。この多量の土砂は、下流に流下する過程で勾配の遷緩部に至ると一部が堆積して堆砂現象をもたらす、それと共に二次的な降雨・土砂災害を助長しているのが実態である。

この堆砂現象に注目し、逆にこれを利用して、圃場面をほぼ等高線方向に横断する緩傾斜の導水施設を設けておけば、これに沿って帯状に堆砂域が形成されるため、圃場内から圃場外へ流出する土砂が軽減され、あわせて圃場内のガリ発達を抑制することができる。筆者は、この観点から開畑地の保全工法の一つとして仮ケイハン工法を提案してきた²⁾。

このように、多量の土砂が流亡するマサ土開畑地においては、流亡土砂の主な供給源となるガリの発生・発達特性を考慮して、流亡土砂を人為的にコントロールすることが必要であり、このためには現地における堆砂現象の実態を明らかにするとともに、その実態分析を通して堆砂が効率的に進む条件を解明しておかなければならない。本報においては、ガリの発生・発達に伴い多量の流亡土砂が局地的に流入するマサ土開畑地のテラス承水路を対象として、堆砂の実態および堆砂面の形状特性を調査・検討したので報告する。

2. 調査方法

圃場面をほぼ等高線方向に横切るテラス承水路において堆砂域が発生・発達するためには、承水路の縦断勾配が圃場面勾配の約0.37倍以下であることが経験的に明らかにされている³⁾。マサ土からなる青蓮寺開拓地Y団地において、図-1に示したような、この条件を満たす長・短2本のテラス承水路を選定した。対象とした承水路は、天端幅約120cm、深さ30~40cmのほぼ逆三角形の通水断面をもつ現場打コンクリート排水路とした。選定した承水路の1本（承水路1）は延長約16m、縦断勾配はほぼ一様で0.9°であり承水路に流入した土砂および流出水はその上、下流端から排除・排水され土砂ダマに流入する。他の1本（承水路2）は、延長約57m、下流端から約20mまでの縦断勾配が0.5°、その上流部分2.0°、平均勾配1.3°であり、排水は下流端からのみ行なわれU字溝を経て土砂ダマに流入する。各承水路の集水域は、図-1に示したように勾配5.5°~6°、斜面長80ないし100mの圃場面からなり、承水路1および承水路2に対してそれぞれ約0.13ha、0.5haである。調査は、開畑工事後ほぼ1カ月毎に現地を踏査・観察した後、約5カ月を経た時点において各承水路で形成された堆砂面を対象に、承水路中心部と天端部、さらに明瞭な堆砂が認められた圃場面内部にわたり、承水路に沿って50cmないし2m間隔で3

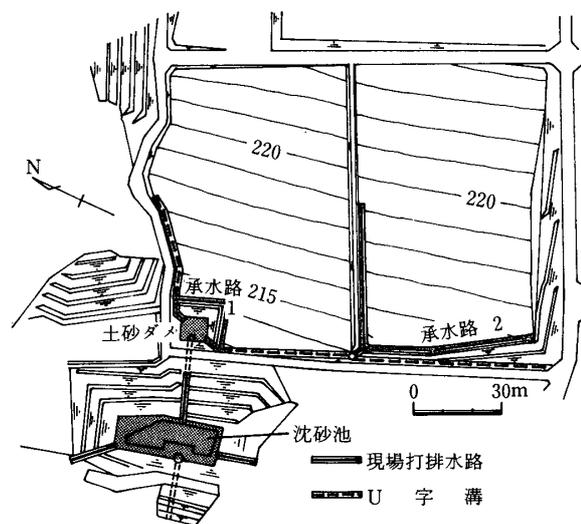


図-1 対象地区の概況

～5本の基準線を設け、これらに沿って2mおきにレベル測量を行った。また、堆砂がどのような粒度の土砂から構成されているか、この点を明らかにするため承水路の中流部で深さ10cmごとに採土して粒度組成を調べた。

3. 調査の結果

(1) 降雨状況および堆砂の進行状況

開畑工事後から調査当日までの日降雨量、日最大1時間降雨量およびガリ発達に密接に関連していると思われる短時間降雨量（日最大10分間降雨量）の日別分布を図-2に示した。あわせて踏査・調査の日程を付記した。図-2によると、6.29の第2回踏査までは相対的に弱い降雨が多い反面、それ以降8.20の調査日までには総降雨量が多く、強度の大きい降雨があったことがわかる。

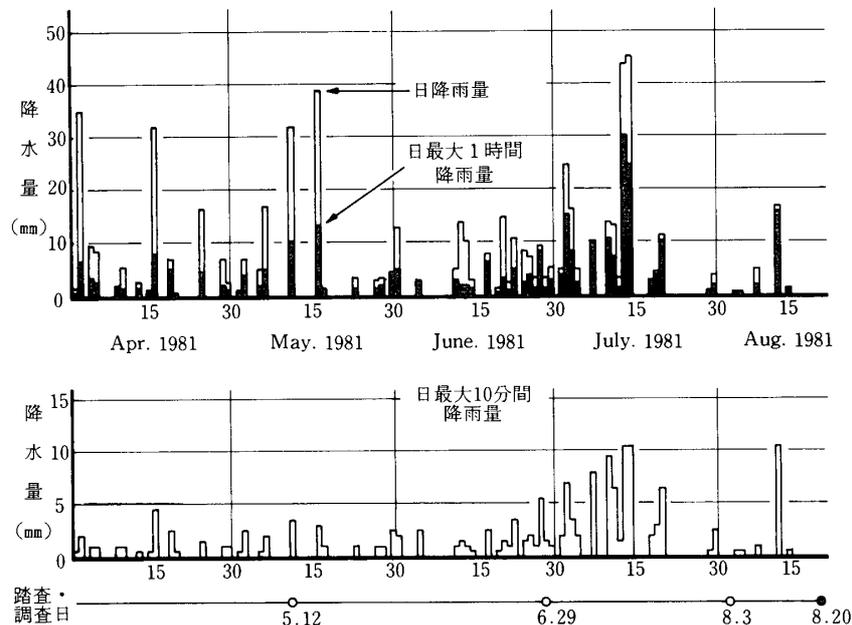


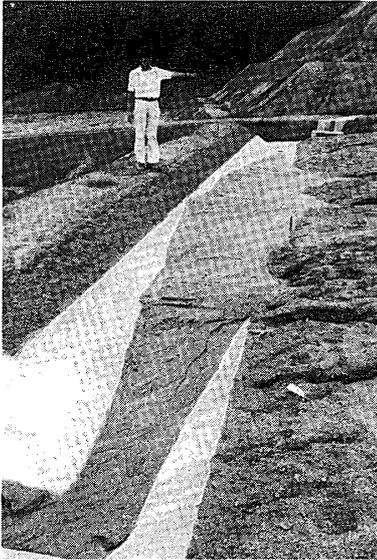
図-2 開畑工事後の降雨状況

各踏査時に圃場面の侵食状況および承水路内の堆砂状況を観察した結果、まず5.12の第1回踏査時においては、圃場面にわずかなガリ侵食の痕跡が残されていたが、各承水路内に堆砂はほとんど認められなかった。ところが、降雨直後に行われた6.29の第2回踏査時においては、降雨流出水の集中した部分にガリが発生し、圃場面各地において小さなガリと、流亡した土砂がガリ直下流で堆積し形成した扇状堆砂域が対になって散在している状態が認められた。また、各承水路内においては、圃場面下流部のガリ侵食に伴って供給された新鮮な土砂の堆積している状況が観察された。さらに、8.3の第3回踏査時点に至ると、圃場面内に残されたガリは上下流に連絡した形態をとるようになり、多量の土砂が承水路に流入したことをうかがわせていた。6.29および8.3の踏査時に撮影した各承水路の堆砂状況を写真-1に示した。承水路1の写真は撮影地点が異なっているが、これらの写真から各承水路においてどのように堆砂が進行したか、その堆砂状況の相違を観察することができる。すなわち、堆砂面と現場打排水路天端の相対的な位置関係に注目すると、承水路1においては、6.29～8.3の期間中に多量の土砂が流入したにもかかわらず堆砂の形態はほとんど変わっていないのに対し、承水路2においては、その中下流部が流亡した土砂で完全に埋没し、堆砂域が圃場面側に拡大するとともに法肩畔の決壊をもたらす寸前の状態に至っていることがわかる。承水路1と承水路2においては明らかに堆砂状況の相違が認められる。

(2) 流入土砂量と堆砂面の形状

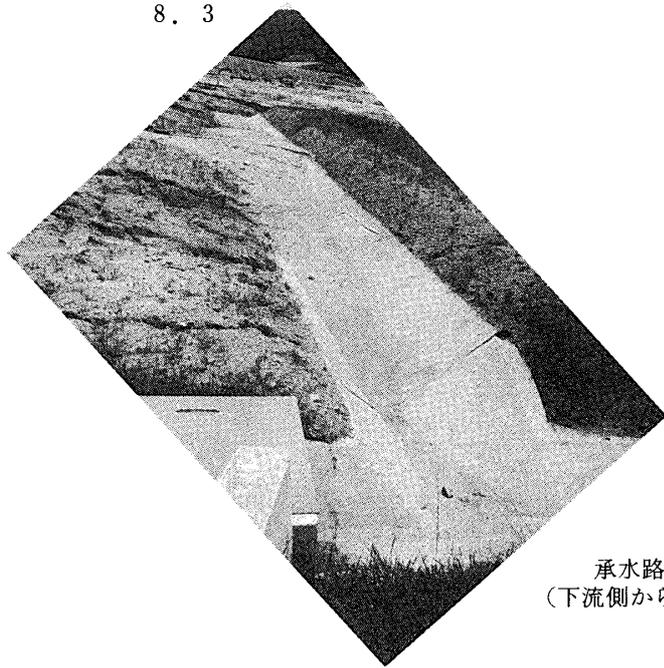
各承水路の設置条件を対比すると、承水路1は水路延長が相対的に短く、土砂ならびに流出水が水路の上、下流両端から排除・排水される場合であり、承水路2は承水路1に対して水路延長が長く、土砂・流

6. 29



承水路1 (上流側から撮影)

8. 3

承水路1
(下流側から撮影)

6. 29



承水路2 (下流側から撮影)

8. 3



承水路2 (下流側から撮影)

写真一 各承水路における堆砂状況

出水が承水路途中の勾配遷緩部を経て下流端から排除・排水される場合にあたる。各承水路はこのように諸条件が異なるので、この観点から承水路1と承水路2における堆砂面の形状について比較・検討することにした。

8.20の調査時点における堆砂面の測量結果に基づき堆砂面の形状を図一3, 4に示した。図一3, 4には各承水路の中心部および天端部上ならびに圃場面内部にわたって堆砂面がどのように変化しているか、その様子を立体的に表現した。図中では各承水路最下流端の水路底を基準点として、まず承水路中心部に沿って距離をとり堆砂面上各点の相対標高で表した。次に承水路に沿って圃場面におよぶ堆砂面について

は、承水路と直角方向、すなわち承水路から圃場面側に向かって距離をとり、同様に相対標高で表した。したがって承水路に沿った方向（承水路方向）と承水路に対して直角方向（承水路直角方向）に堆砂面の形状、特に堆砂勾配がどのように変化したか、この関係を直接、比較・対照することができる。また、各承水路には圃場面で発生したガリを経て流亡土砂が流入しているのので、主要なガリの流入・合流地点を矢印で示した。あわせて、これらガリについては、別途、圃場面をさかのぼって10mおきにガリ断面積を実測し、これにガリ延長を乗じて流亡土砂量を算

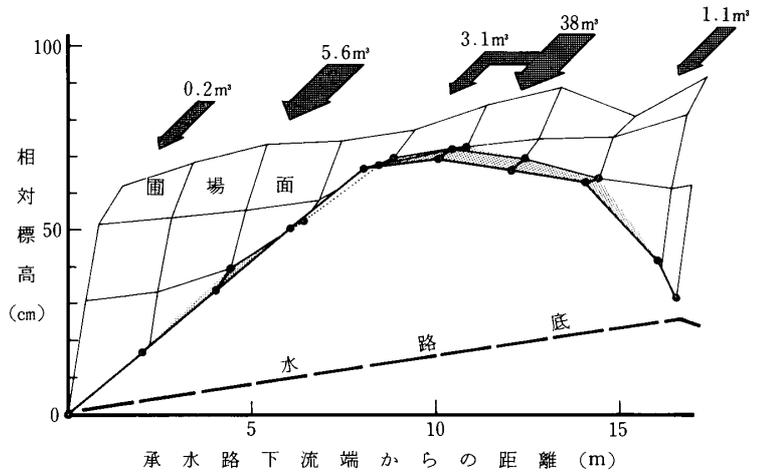


図-3 承水路1における流入土砂量と堆砂面の形状

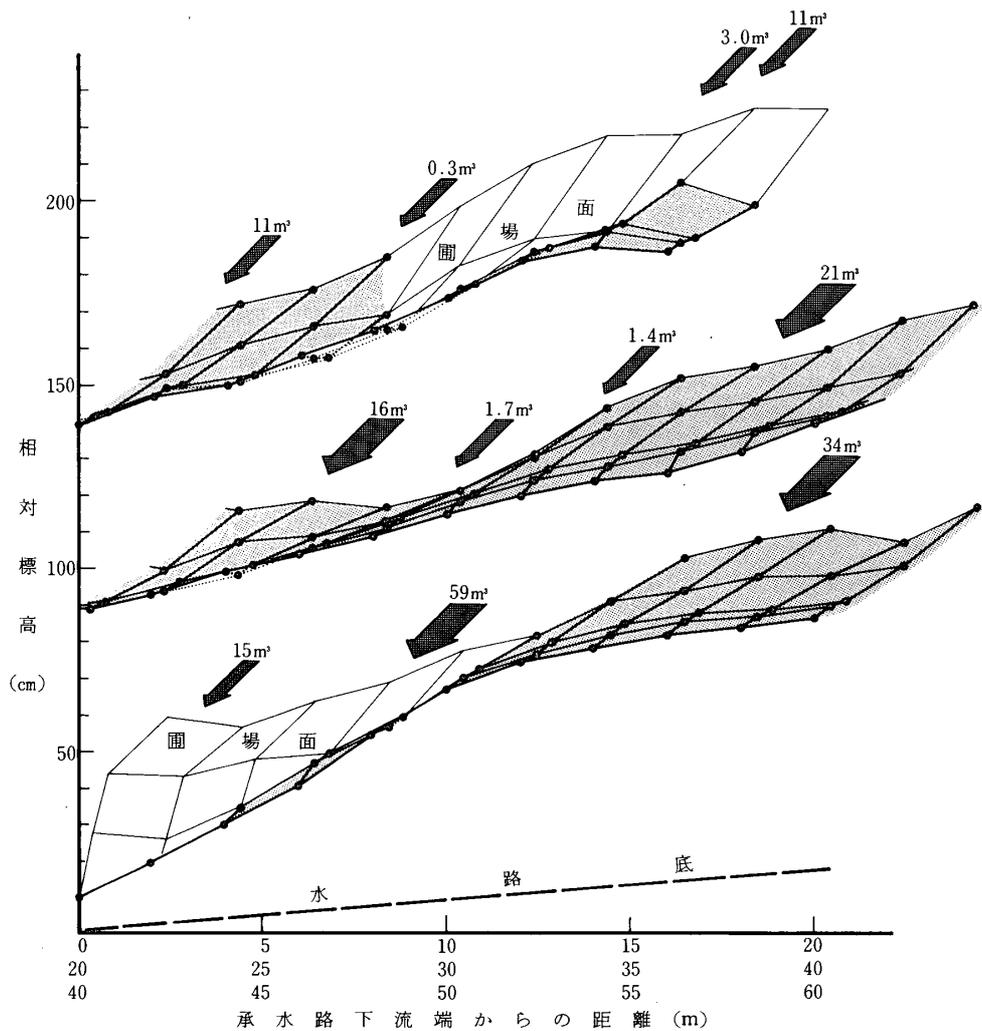


図-4 承水路2における流入土砂量と堆砂面の形状

出し付記しておいた。

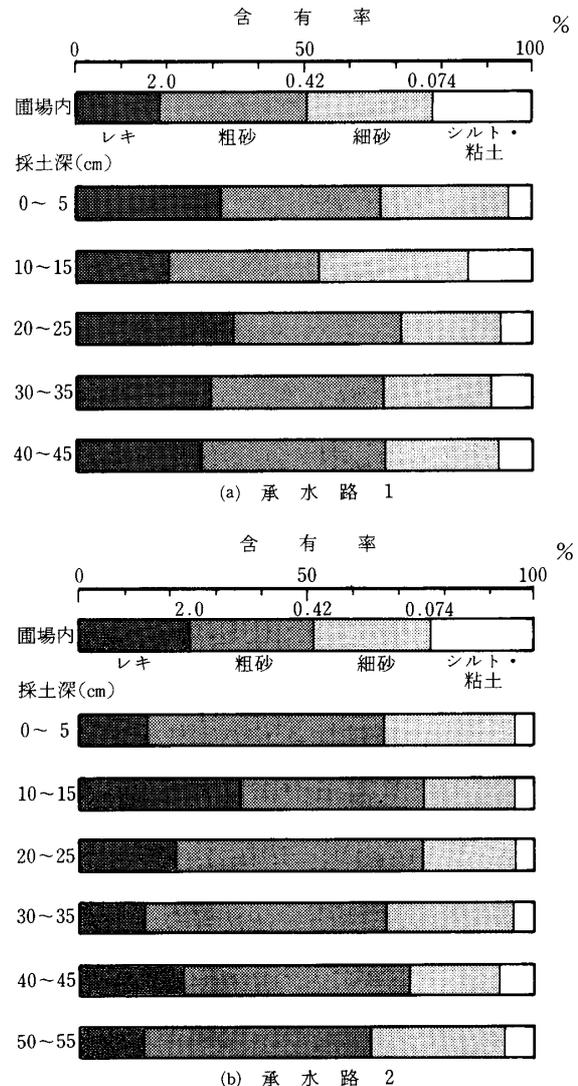
図一3, 4によると, 各承水路に流入・合流するガリは平均的に5~6m間隔で発生・発達し, これら主要なガリを経て承水路に流入した土砂量は, 承水路1に対し約48m³, 承水路2に対し約173m³となり, 承水路1mあたりの流入土砂量は共に約3m³/mである。これに対し承水路内および承水路に沿っては, 承水路1で約3.9m³, 承水路2で約40m³の土砂が堆砂し, 承水路1mあたり, それぞれ0.2m³/m, 0.7m³/mの堆砂があった。承水路内の堆砂深については, 承水路1の場合, 承水路中流部で最大55cm, 承水路2の場合, 承水路下流端から上流に向かって約10mまで次第に増加し, その上流側ではほぼ一様に50~60cmであった。

以上のように, 各承水路に対して流入した土砂量は承水路単位長あたりほぼ同じであり, 承水路内の堆砂深の値についてもほぼ同じような結果が得られたが, 各承水路の堆砂量には大きな差が認められた。これは両者の堆砂面形状の相違に起因している。

図一3, 4に基づき堆砂面形状の特徴を調べてみよう。まず承水路1の場合, 承水路の延長が短い上に, 上, 下流端から土砂・流出水が排除・排水されたため, いわゆるカマボコ形の堆砂面が形成された。圃場面から流亡した土砂は, 相対的に緩やかな堆砂勾配に従って承水路に沿った堆砂域に流入し, 急にその流れの方向を変えた様子がわかる。また最も堆砂が進んだ地点においては, 承水路内の堆砂に伴って流出水の流下勾配が逆になり, 承水路上流側に向かって緩やかに低下する堆砂面が形成された。この現象に伴って流入地点近辺のガリには流路の更新がみられた。一方, 承水路下流端に向かった土砂は下流端の水路底まで約8mにわたり, 全く一様な勾配(約4.8°)で堆積していることがわかる。次に承水路2の場合, 圃場面からの土砂・流出水は承水路内の堆砂が進むに応じて承水路に沿う堆砂域を圃場面側に形成・拡大しつつ, これに流入し承水路下流端に向かって移動した。そのため承水路に沿って土砂が流送, 再堆積を繰り返す, 堆砂面形状は承水路1に対して相対的に一様化されていることがわかる。しかし, 承水路内の堆砂面を下流に向かって詳細に追跡してみると, 圃場面から土砂の流入が少ない地点では土砂の流送が支配的になるため, 下流に向かって緩やかに勾配が低下するような堆砂形態が観察される。例えば, 承水路下流端から約20~25mおよび約45~50mさかのぼった場所がこれにあたる(図一4)。これに対し, 多量の土砂が流入した地点においては, 堆砂域が4m以上にわたって圃場面側に広がり, 承水路1に比べ相対的に急な勾配で一様に堆砂している様子がわかる。一方, 承水路の下流端から約10m上流におよぶ区間においては, 承水路1と同様, ほぼ勾配の一様な(約3.9°)堆砂が認められる。

(3) 堆砂の粒度組成

圃場面からガリを経て各承水路に流入した土砂は, 堆砂に伴って流出水のフルイ分け作用を受けている。この観点から堆砂の粒度組成を調べ図一5に示した。図一5においては堆砂の供給源となった各承水路集水域の圃場面から表層



図一5 各承水路における堆砂の粒度組成

約30cmの土壌を採土し、その粒度組成を調べ付記した。また、堆砂は深いものほど初期に、浅いものほど後期に形成されているので、深さごとに粒度組成の変化がわかるように、レキ(粒径2mm以上)、粗砂(2~0.42mm)、細砂(0.42~0.074mm)、シルト・粘土(0.074mm以下)の順に列記した。

図-5から、圃場内の土壌が堆砂に伴ってどのようなフルイ分け作用を受けたか、この側面を調べると、承水路1の堆砂については、ほぼ全体にわたりレキ分が増加し、シルト・粘土分が減少しているが、相対的には細砂分およびシルト・粘土分の増えた時期もあったことがわかる(採土深10~15cm)。承水路2の堆砂については、堆砂が進むにつれてレキ分が増加と減少を繰り返しながら変動しているのに対し、粗砂分が明らかに大きく増加している。シルト・粘土分は、堆砂に伴って次第に減少し、その大半が承水路を経て流出したことがわかる。また、承水路1と承水路2の堆砂を比較すると、承水路2の方が明らかに粗砂分が多く、シルト・粘土分が少ないことがわかる。すなわち、承水路2の内部というより、むしろこれに沿った堆砂域でレキがフルイ分けられ、堆砂域全面にわたり流出水がほとんど停滞しなかったためであると思われる。

4. 結果の考察

圃場面から承水路に流入してくる土砂の量や粒度組成はガリの発達段階によって異なり、ガリが発生した直後のように圃場面でガリとその直下流に堆砂域が散在している段階から、ガリが斜面の上下流にわたって連絡して土砂が承水路にほぼ直接流送されてくる段階までの間に大きく変化するものと思われる。また、勾配の緩やかな承水路内部に入った土砂は、承水路内で再堆積して流下勾配を変え、次第に新たな堆砂勾配のもとで下流に流送されることになる。さらに、土砂を流送する流出水は、降雨の時間的な変動やガリの発生・発達に伴って時間的、場所的にその量変動するだけでなく、ガリ内から堆砂域へと流下する過程で分・合流を激しく繰り返しているのが実態である。現地サイドからみると、堆砂の形態はきわめてダイナミックな現象の結果であると考えざるを得ない。

この堆砂現象を承水路1と承水路2について追跡し、考察を加えてみよう。まず、圃場面勾配に比べ相対的に緩やかな承水路に入った多量の土砂は、細粒成分を除きほぼ流入地点近傍で承水路内に堆積し、次第にその深さを増しながら、承水路流出口に向かって堆砂面を形成するであろう。これが一層進むと堆砂は承水路内部に留どまらず、承水路から圃場面のガリをさかのぼって扇状堆砂域を伴いながら拡大し、承水路に沿った堆砂域を形成することになる。各承水路とも6.29の時点でこの段階に達したと考えられる。その後、承水路1においては、圃場面から流送されてきた土砂は承水路に沿った堆砂域を経て承水路内の新たな堆砂勾配に従って流出口に向かうことになったものの、その流下距離が短いため次第に承水路外へ流出する成分が増え、それ以上に堆砂域が拡大しない状態に至った。このため、土砂のフルイ分け作用は低下して粗粒なレキ分が直接承水路に流入し堆積することになった。その結果、承水路の下流側約8mにわたって相対的に大きい、一様な勾配(約4.8°)の堆砂面が形成されたと思われる。また、承水路1は上流端にも流出口をもつため、その中流部で堆砂現象が活発に進むにつれて路床が逆勾配になり、ここに流入した土砂・流出水は停滞しやすくなって一時的に堆砂成分の細粒化が進んだようである。一方、承水路1に比べて水路延長の長い承水路2においては、承水路中流部に発生した堆砂が上流部の一層の堆砂を促し、結果的に承水路の外へ流出する土砂が比較的少ないため、圃場面をさかのぼって扇状堆砂域を連ねた帯状の堆砂域が広がるようになった。圃場面からの土砂・流出水は、次第にこの大きな堆砂域を経て承水路に流入し、流れの方向を変えて承水路下流端の流出口に向かったものと思われる。その結果、広い堆砂域でのレキ分のフルイ分けが進み、一方で強度の大きい降雨時に、蓄積されたレキが承水路に流送されて更新されながら次第に堆砂成分は粗粒化し、相対的に勾配の大きな堆砂面が形成されるようになった。それに伴い承水路内にはほぼ粗砂を主成分とする土砂が堆積するようになり、承水路2の下流端から約10m上流におよぶ一様な堆砂面が承水路1に比べて緩やかな勾配(約3.9°)になったのは、こうした理由によるものと思われる。

このように承水路内の堆砂は、基本的に承水路の縦断勾配および水路延長や流出口の位置、敷高など承水路のもつ固定的な条件に支配されながら、一面では承水路内部やこれに沿って時間とともに変わる変動

条件, 例えば堆砂に伴う水路勾配の変化や堆砂域の消長などに左右されて, その形態が変わってくるものと考えられる。

とくに, 堆砂に伴う路床面の変化に着目して圃場面に向かい堆砂域が拡大する条件を調べてみると, 次のようなことがわかる。まず, 承水路2において圃場面側に4 m以上堆砂域が広がった部分に対し, 承水路直角方向から流入してきた土砂が承水路方向にどのように堆積したか, この堆砂勾配の変化を調べ, 図-6に示した。図中の勾配は, 承水路直角方向に4 m区間, この下流に位置する承水路方向に2 m区間をとり, 堆砂面の標高差から算出した平均勾配を示してある。

図-6から, 承水路に向かって形成された堆砂面は承水路に沿ってすべて0.6倍以下の勾配に低下しており, このような勾配の急激な低下がある時に堆砂域が広がることがわかる。また, 承水路下流端の流出口に至る堆砂面は, 堆砂成分によってその勾配が若干異なるが, 8~10m上流部からほぼ直線的に流出口敷高まで低下する性質をもっていることがわかり, 堆砂面の以上のような特性を把握しておくことが, 開畑地の流亡土砂を人為的にコントロールする上で重要なキーポイントになるものと考えられる。本報の結果によると, 承水路の勾配を適正に設定し, 排水条件を考慮して流出口を合理的に配置した上で, 目標とする堆砂容量に見合わせて流出口の敷高を調節すれば, マサ土開畑地における開畑工事後の堆砂現象を, ある程度コントロールすることができるといえよう。

謝 辞

本研究の試験地の選定および調査にあたっては青蓮寺開拓建設事業所, 関係各位の惜しめない御援助を賜り, また調査にあたっては岐阜大学農学部, 五十崎恒教授の御援助をいただいた。さらに, 調査から資料の整理に至る一連の作業成果は, 元岐阜大学大学院生, 児玉雄揮氏ならびに太田雅司氏始め元農地工学専攻生諸氏の絶大なる御協力の賜物である。ここに記して心からお礼申し上げる。なお, 本研究の一部は昭和58年度科学研究費補助金(代表者: 松本康夫)によって行なわれたことを付記する。

文 献

- 1) 松本康夫: 日本の特殊土壌(その6)―マサー, 農土誌52(1): 53-59, 1984.
- 2) 松本康夫・五十崎恒: 仮ケイハンの滞砂機能について, 農土論集(91): 42-50, 1981.
- 3) 松本康夫・五十崎恒: 傾斜開畑地における排水路内の堆砂実態とその実験的考察, 農土論集(88): 15-26, 1980.

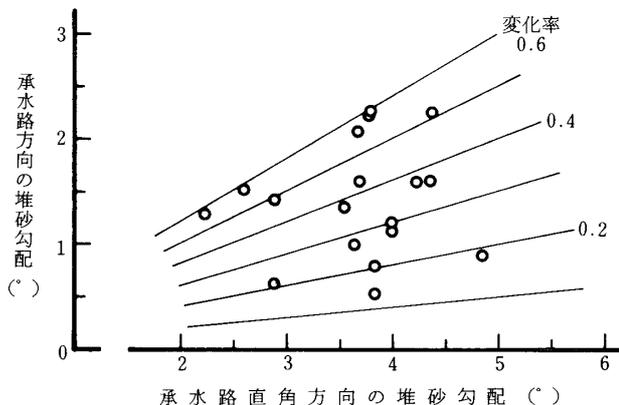


図-6 承水路における堆砂勾配の変化