青蓮寺開拓地における排水不良地の改良(2) : 暗渠の構造と排水特性

岐阜大農研報（48）：193－199，1983.

青蓮寺開拓地における排水不良地の改良(2)

－暗渠の構造と排水特性－

松本康夫・五十崎　恒

農 地 工 学 研 究 室

（1983年７月28日受理）

Improvement of Poor Drainage Area in Shorenji Reclaimed Land (2)

—— Characteristics of Subsurface Drainage Discharge ——

Yasuo MATSUMOTO and Hisashi ISOZAKI

Laboratory of Agricultural Land Engineering

(*Received July, 28, 1983*)

SUMMARY

Following the previous study, the characteristics of subsurface drainage discharge were studied for two type drains. One type is the drain of effective subsurface drainage system, the "combined system". The other is a vertical drain.

In the case of the "combined system", rainfall response of subsurface drainage discharge was more sensitive than the vertical drain, as the length of lateral drain decreased. However, subsurface drainage discharge from the vertical drain was almost constant regardless of rainfall, so vertical drain seemed to be superior in the formation of stable subsurface water courses in the poor drainage area.

As a result, in the poor drainage area caused by spring water, the most effective subsurface drainage system was cosidered to form a vertical drain at the lower center of a poor drainage area connected with some radial lateral drains. For the improvement of poor drainage area caused by rainfall retention, the "combined system" was suitable.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (48) : 193－199, 1983.

要　　約

開畑地の排水不良地の改良に効果的な混合式暗渠と縦暗渠が埋設された圃場において，各暗渠から流出する排水量の時間的な変化を測定し，暗渠の構造とその排水特性について検討した。とくに，暗渠排水量と降雨の関係に注目すると，降雨に対する暗渠排水量の変化は混合式暗渠の方が縦暗渠より顕著であり，しかも暗渠の延長が短いほど，その傾向が強いようであった。しかし，縦暗渠からの排水量は降雨にほとんど無関係にほぼ一定であるため，暗渠施工後の安定した水みちの形成には縦暗渠の方が優れていると思われた。

これらの結果から，排水不良の原因が経常的な湧水などにあり，これを排除することが目的であれば，排水不良地の中央部に縦暗渠を埋設し，これに放射状の吸水渠を連絡させるような暗渠の構造が最適であ

ると考えられた。一方，降雨停滞水の排除が目的であれば，混合式暗渠が最適であることがわかった。

は じ め に

第１報[1)]においては暗渠の配置形式とその排水効果の関係について検討を行った。その結果，吸水渠をほぼ等高線方向に配置した形式（横走式），ほぼ傾斜方向に配置した形式（縦走式），これらの中間的な方向に配置した形式（斜走式）のいずれかを組み合わせて相互に連絡した形式（混合式）の暗渠が最も効果的であることが判明した。また，エルキントン法の原理[2)]に基づいたタイプの吸水渠（第１報におけるBタイプの縦暗渠）も効果の大きなものであることがわかった。

このような成果をもとに，本報においては混合式の暗渠とBタイプの縦暗渠に注目して，その暗渠の構造上の相違が，暗渠からの排水量にどのような変化をもたらすのか，とくに降雨に対する暗渠排水量の応答性が経時的にどのように変化するのかという観点から，これらの関係を明らかにし，構造の異なる暗渠の排水機能を検討することとした。

調 査 の 方 法

(1)　対象圃場の選定と暗渠の配置

昭和55年度において排水不良地の特性を詳細に調査し，その原因が明らかにされているO1，O2，O3，N1圃場[3)]を調査の対象圃場に選定した。

各圃場における暗渠の配置（昭和56年３月施工）は図１～４に示したとおりである。各図中には暗渠施工前の排水不良地を黒丸で示しておいた。O１圃場においては，第１報で述べたA2タイプの暗渠[1)]が２本埋設され，各暗渠の総延長は38mと103mである。図１からわかるように暗渠は施工前の排水不良地をほぼ縦貫し，暗渠の流末部は２本とも沈砂池の法面に開口している。O2圃場においてはA2タイプ，Bタイプの暗渠がそれぞれ１本埋設されている。A2タイプの暗渠は施工前の排水不良地をほぼ網羅しているが，ややその延長が短かすぎるようである（延長117m）. この暗渠の流末部は土砂ダメの法面に開口している。Bタイプの暗渠は吸水渠である有孔塩ビ管に集水渠として径５㎝の無孔の塩ビ管（排水管）が連結されている（延長40m）。この暗渠の流末部はコンクリートU字溝の側壁に開口している。図２からわかるようにBタイプの吸水渠の埋設場所は，ほぼ施工前の排水不良地群の中央部に位置している。O3圃場においては，図３のようにY字形にA2タイプの暗渠が埋設され（総延長85㎝），流末部は土砂ダメの法面に開口している。N1圃場においては，図４のようにBタイプの吸水渠を中心として，放射状に上流側のA2タイプの暗渠が２本（延長15mと26m），下流側からA2タイプの暗渠（延長78m）が連結されている。この圃場においてはBタイプの吸水渠の排水管にA2タイプの吸水渠が用いられている。暗渠の流末部はコンクリートU字溝の側壁に開口している。

(2)　暗渠排水量の測定方法

各対象圃場内に埋設された全ての暗渠に対して暗渠の排水口から流出する排水量を測定した。すなわち，各暗渠の排水口において，暗渠から流出する排水を大型ポリバケツに導いて，その排水量の経時変化を実測した。

排水量の測定は，ポリバケツの側面に三角ゼキを設け，その背面側に暗渠からの排水の導入口を設けてポリバケツ内に入った排水の水深を自記記録することによって行った。ポリバケツに設けた三角ゼキは，上辺５㎝，高さ20㎝の逆三角形の穴であり，これにはポリバケツの側面を糸のこで切り，切り取り面をヤスリ仕上げしてエッジを付けておいた。このように細工されたポリバケツの内部に径15㎝，高さ約80㎝の塩ビ管を直立させ，この中に水位計のフロートを落とし水位の自記記録を行った。なお水位の測定時には，降雨がポリバケツ内に入らないようフタをしておいた。

暗渠から流出する排水量の測定装置は，ほぼ以上のとおりであり，その概要を図５に示した。自記水位計（１週間巻き）は，このポリバケツを囲んで丸太杭を打ち，その上に木枠を設けて固定した。

また，三角ゼキの越流水深を流量に換算するために，あらかじめ越流水深をさまざまに変えて，そのたびごとに流量を実測し，三角ゼキの水位－流量曲線を作成しておいた。

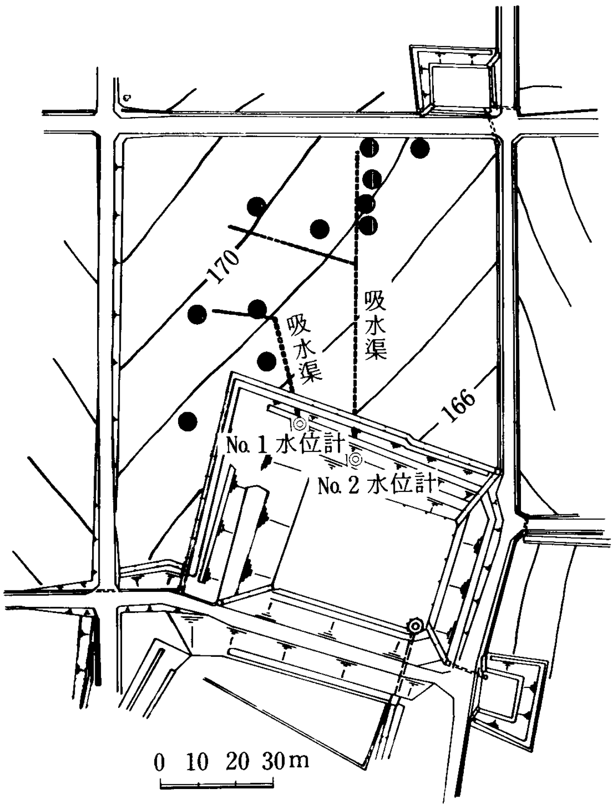

図1　O1圃場における暗渠の配置

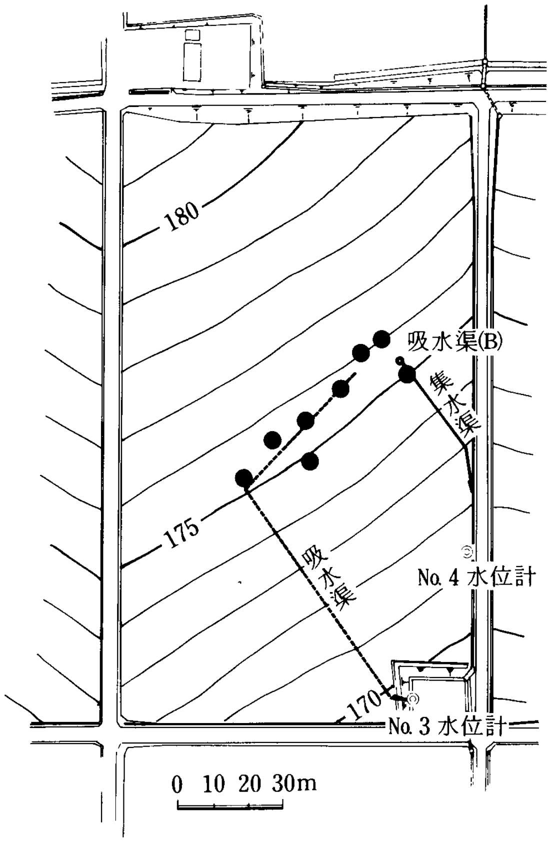

図2　O2圃場における暗渠の配置

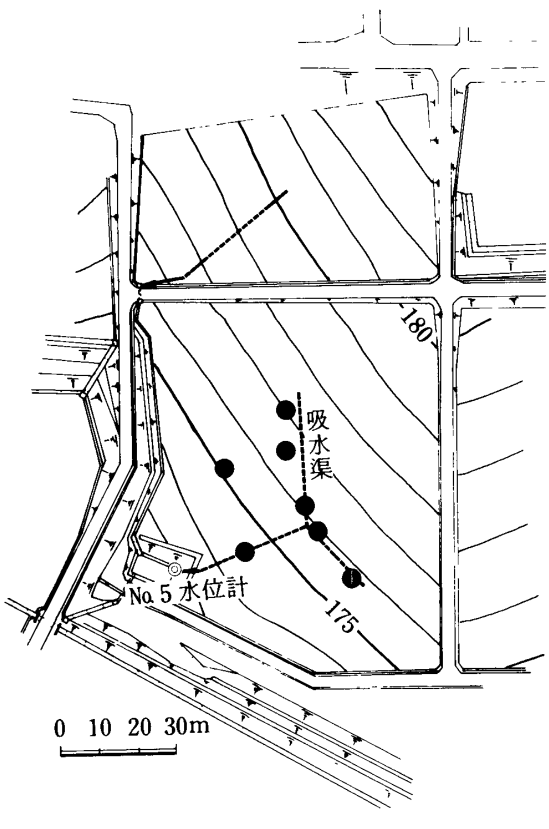

図3　O3圃場における暗渠の配置

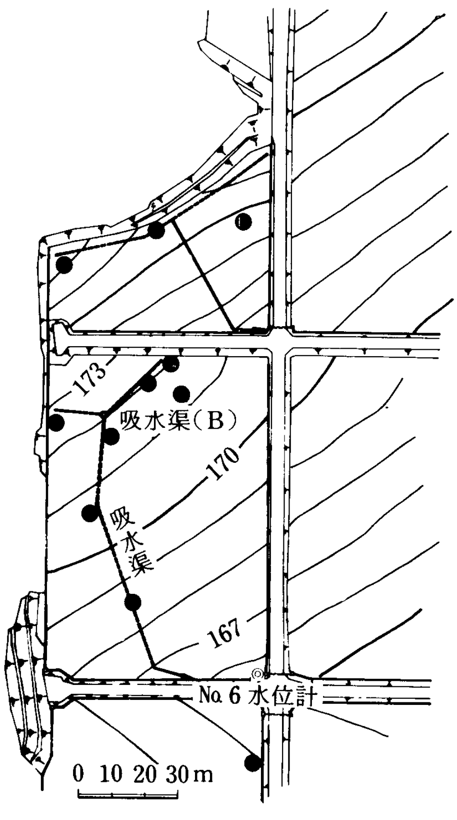

図4　N1圃場における暗渠の配置

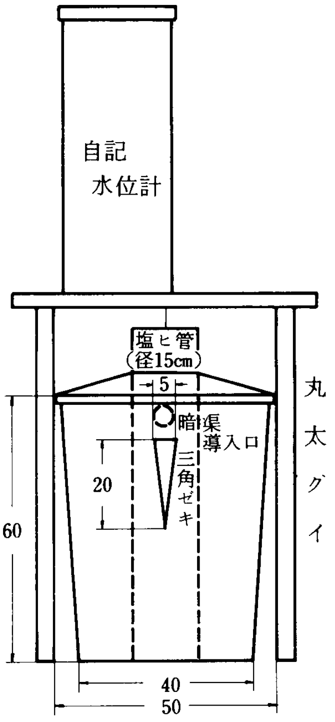

図5　暗渠からの排水量測定装置

調査の結果と考察

対象圃場における暗渠の排水効果は，暗渠の路線が施工前の排水不良地を縦貫していたために，きわめてすぐれたものであった。暗渠施工後の各圃場内を踏査してみると，いずれの圃場においても暗渠施工前の排水不良地が消失していた。暗渠の施工当初においては，排水不良地特有の自然植生が残り，排水不良の傾向が完全に消失していない状況が見られたが，このような場所でも圃場面にタン水が見られることはなく，徐々に植生の変化が起こるようになった。また，N１圃場においては，暗渠施工前後の地耐力分布の変化を測定したが，この結果をみても，表層の地耐力の増加がきわめて顕著に進んでいることが判明した。このように暗渠施工に伴って確実に圃場の乾燥化が進んだのは，各暗渠を通して湧水などが効率よく排除されたためである。

次には対象圃場に埋設された各暗渠から流出した排水量の経時的な変化の側面から，それぞれの暗渠の排水機能について検討してみよう。

本調査で対象圃場に設置した水位計は，O1圃場２台，O2圃場２台，O3圃場１台，N１圃場１台の計６台であるが，これらの水位計を順にNo.１～No.６水位計と呼んで，各暗渠から流出した排水量を各水位計ごとに整理した。各水位計の位置は図１～４に示しておいた。

No.１～No.６の水位記録の中から，７期間を選出して図６～12に示した。各図とも上段に降雨分布を示し，以下の部分に各水位計の流量記録を順番に併記してある。

これらの結果をもとに，各暗渠から流出した排水量と降雨の関係に注目して，各暗渠の特徴を列挙してみよう。

i）No.１水位計の暗渠（以下では番号で略称する）は，各期間を通して降雨に対する応答が敏感であり，とくに無降雨が長期間続いた後の降雨時には排水量が急激に増加している（図９～11）。

ii）No.２は，No.１ほど降雨時の排水量の増加が見られないが，降雨が終わると短時間の内にほぼ一定（約50cm³/see）の排水量に減少する傾向が強い。

iii）No.３は，暗渠施工後４か月の７月まで降雨に対する応答が鈍い反面，８月以降になると徐々に敏感になる傾向を示している。

iv）No.４は，各期間を通して降雨にほとんど影響を受けていない。さらに，時間が経過するにつれて排水量はわずかに増加するような傾向を示している。

v）No.５は，No.３と同様の傾向を示しているが，排水量は小さな変動を示し，図８の７月13～14日にかけて一時的に排水量が減少している。

vi）No.６は，No.１と同様に降雨に対する応答が敏感で，降雨後にはNo.２と同様に短時間にほぼ一定（20～30cm³/see）の排水量に減少する傾向を示している。

vii）無降雨が長期間続いた場合の排水量に注目すると（とくに図９の８月11日），No.４を除いて，全体に排水量の減少がみられ，No.１は排水量がなく，その次にNo.６の排水量が減少している。No.４の排水量は減少すらしていないようである。

このような各暗渠排水量の特徴を暗渠の構造と対比して，暗渠のタイプごとの排水機能を整理してみよう。

まず昭和55年度に排水不良地を調査した結果[3]によると，No.１は，おもに降雨後に排水不良となる傾向の強い場所，その他のNo.２～No.６は，経常的な湧水などによって排水不良となった場所に埋設された暗渠である。

暗渠の構造は，No.１，No.２，No.３，No.５が全てA2タイプ（網状パイプ）であり，No.4がBタイプ（有孔

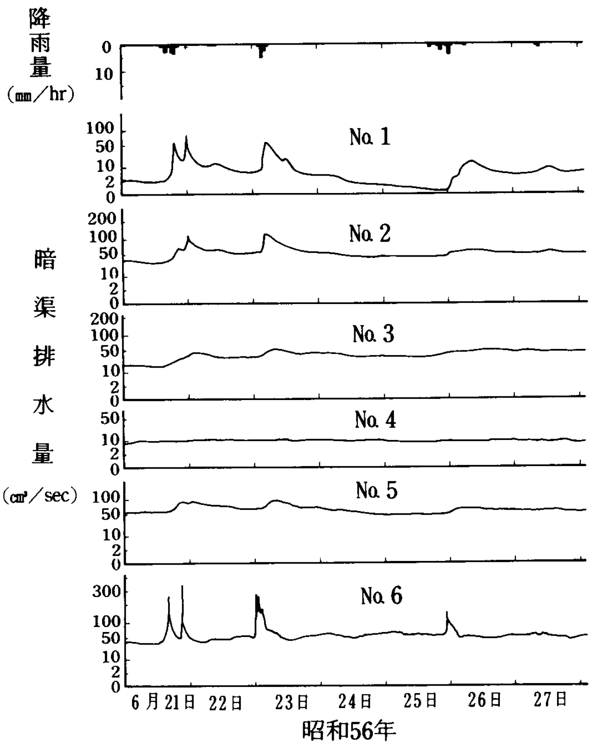

図6　暗渠排水量と降雨の関係（S.56.6.21～27）

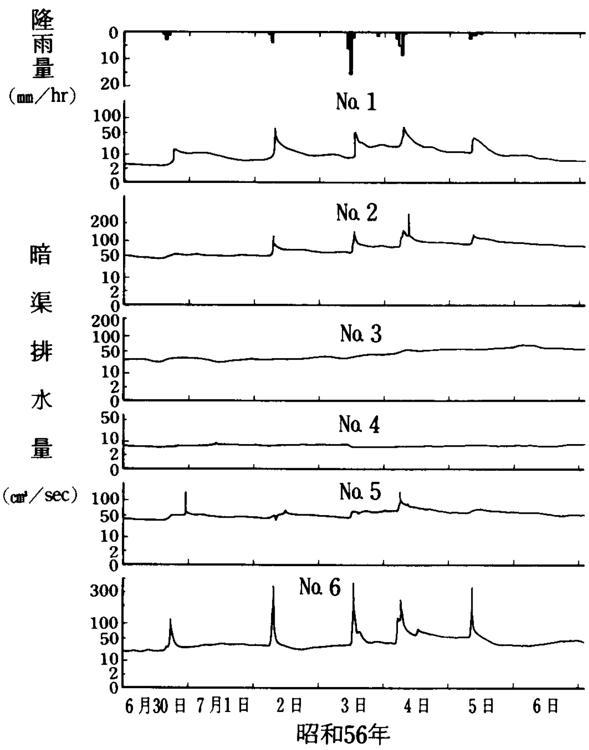

図7　暗渠排水量と降雨の関係（S.56.6.30～7.6）

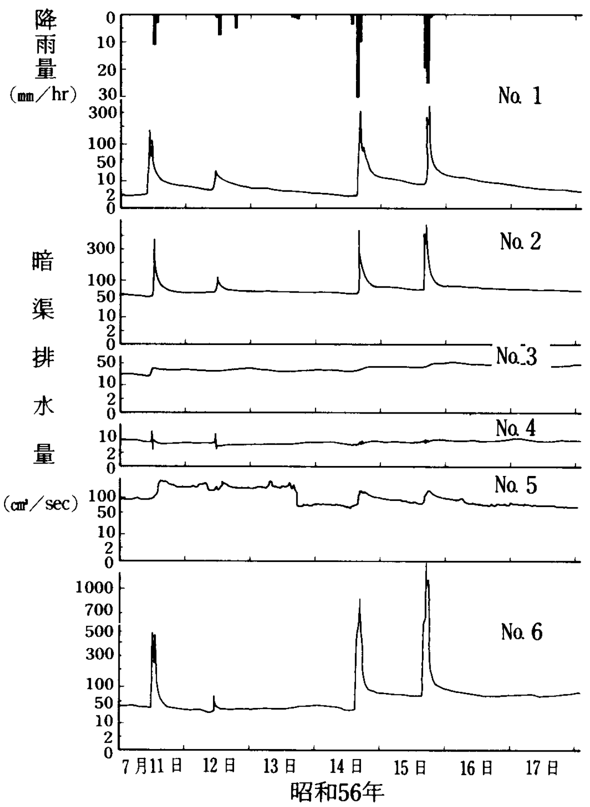

図8　暗渠排水量と降雨の関係（S.56.7.11～17）

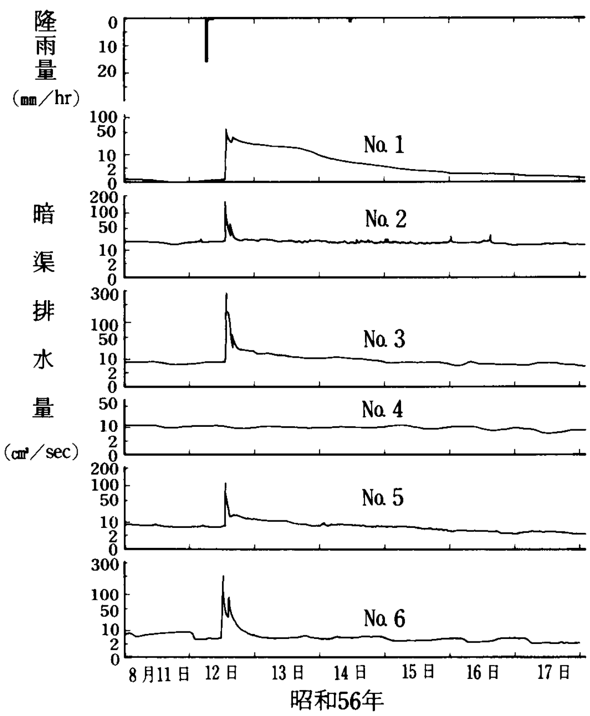

図9　暗渠排水量と降雨の関係（S.56.8.11～17）

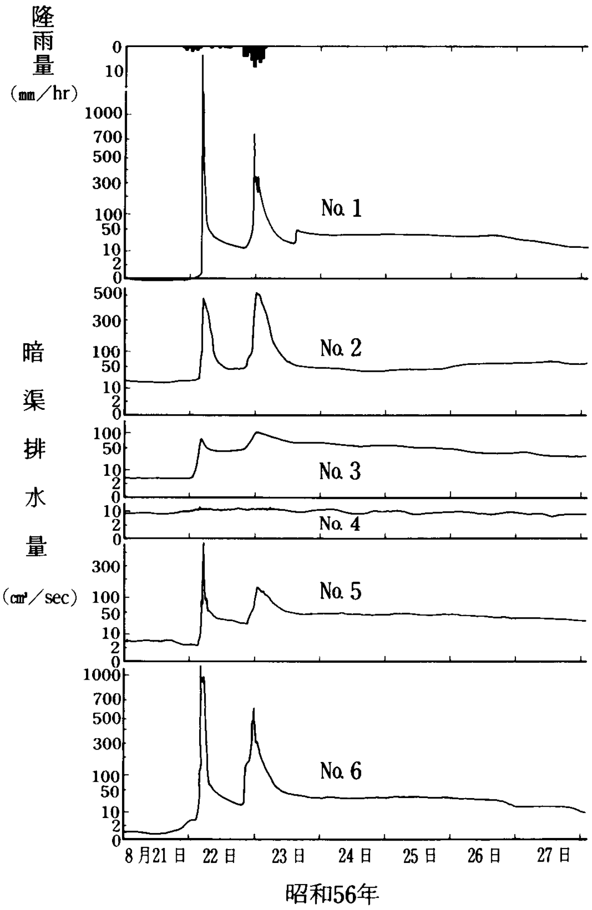

図10　暗渠排水量と降雨の関係（S.56.8.21～27）

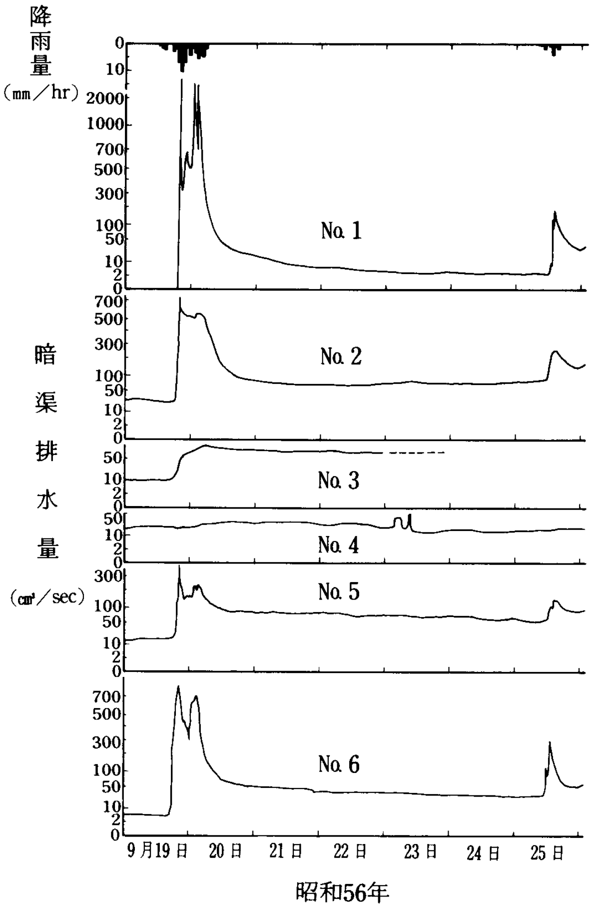

図11　暗渠排水量と降雨の関係（S.56.9.19～25）

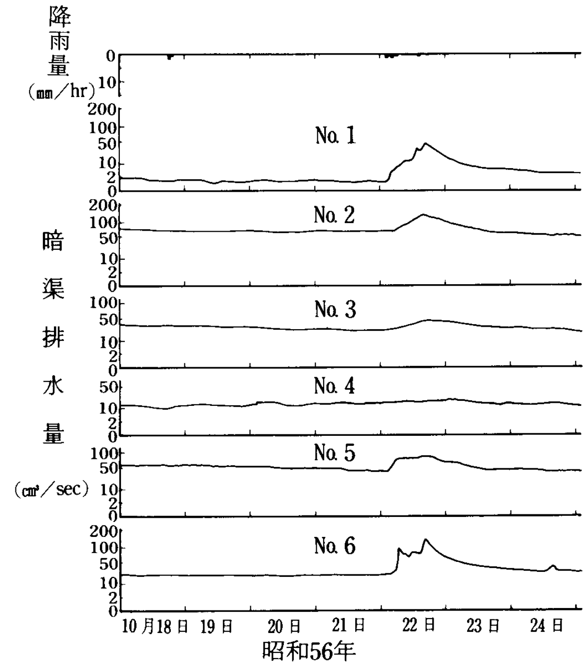

図12　暗渠排水量と降雨の関係
（S.56.10.18～24）

塩ビの縦暗渠)，No.6がBタイプの縦暗渠にA2タイプの暗渠を放射状に連結したものであった。暗渠の延長（Aタイプのみ）は，No.1が最も短く，次にNo.5，No.2，No.3の順に長く，No.6においてはBタイプの暗渠から上流側が短く，下流側が長いものであった。

したがって，次のようなことがいえる。

①降雨に対する応答は，相対的にAタイプの暗渠で敏感であり，No.6を除いて，暗渠の延長が短いほどその傾向が強い（No.3は降雨に対する応答が時間とともに敏感になる傾向を示している)。

②Bタイプのみの縦暗渠（No.4）は，降雨にほとんど影響されない（排水量は無降雨期においてもほぼ一定である)。

暗渠の排水機能は，以上のように，その構造によって明確な相違が認められることがわかる。これらの成果によれば，排水不良地の改良にあたって経常的な排水に加え，降雨のすみやかな排除を目的とする時には，Aタイプの暗渠が適し，経常的な排水不良地の改良を湧水など

のすみやかな排除によって行う時にはBタイプの縦暗渠が適しているといえよう。ただし，Aタイプの暗渠については，無降雨期の排水量が減少している事実から，吸水渠内に流入した排水が乾燥した土層内を流下する過程でパイプ外に浸出するものと思われる。とくにNo.6のようにBタイプの吸水渠から下流部に大きな延長をもつ網状パイプが埋設されているような場合には，この傾向が強いものと思われる。また，Aタイプの暗渠は，パイプ内の流量の変動が大きく（降雨時と無降雨時の差が大きい），No.5でみられたように排水量の一時的な減少のような暗渠の閉塞が起こる可能性も否定できない。すなわち，湧水などが流出する水みちを確実で安定したものとするには，Bタイプの縦暗渠が適しているといえよう。さらに，Bタイプの縦暗渠はNo.4のように時間とともに除々にその排水効果が大きくなるものと思われ，これは効果が除々に広い範囲の土層に波及していくことを示唆するものであり，長期的な排水効果という観点から考えるとAタイプより優れたものと思われる。

排水改良のための暗渠の構造

以上の調査結果から明らかなように，排水不良の原因が経常的な湧水などにあり，これを排除することが目的であれば，暗渠の構造はAタイプでもBタイプでもどちらでもよいことになる。これも，暗渠が適性に排水不良地を縦貫するように配置された場合に限られることは改めていうまでもない。しかし，暗渠施工後の安定した水みちの形成という観点からいうと，Bタイプの方が優れているようである。

一方，降雨などが一時的に停滞し排水不良地を形成しているような場合には，Aタイプの暗渠が最適である。このような暗渠が基盤を構成するシルト層などの不透水層の上に位置した時には効率的な暗渠排水効果を期待することができる。また，開畑工事に伴い切盛土の境界付近において転圧土層が形成され，この土層が湧水などの流下を妨げているような場合には，この土層を貫いてAタイプの暗渠を埋設すればよい。この転圧土層は，地下水をセキ止める地下ダムのような作用をもっているのでその上流側に湧水などが集まりやすいためである。排水不良の原因が広い範囲にわたってこのような形態になっている時には，転圧土層と平行に（切・盛境界付近においては，その境界の方向と一致する）Aタイプの暗渠を埋設して集水し，これを排除すれば効果的である（例えば，このような暗渠としてO1圃場のNo.2があげられる）。

最後に，現在までの調査結果から最も効果的な暗渠の構造を考えてみよう。まず，暗渠は排水不良地帯の中央部の少し下方地点にBタイプの縦暗渠を埋設し，主要な排水不良地に向かって放射状にAタイプの吸水渠を埋設して，これに連絡させる。次にBタイプの縦暗渠からは無孔の排水管（集水渠）を連結して，集まった地下水を確実に既設の排水路に導く（これは，N1圃場で施工された暗渠の網状パイプの排水管を無孔の塩ビ管に代えた構造である）。このようにして，中心となる縦暗渠を埋設しておけば，その後排水不良地が移動したり，残存するようなことが起った場合においても，その部分に向けて吸水渠を埋設して縦暗渠に連絡させるだけでよい。

長期的な暗渠の排水効果，排水改良工事の計画や施工の精度などを考慮すると，工事に要する総経費の側面からみても，以上のような構造の暗渠が最適であると考えられる。

謝　　　辞

第1報と同様に，本調査は東海農政局青蓮寺開拓建設事業所から受託研究の一部として行ったものである。関係各位の御援助，御協力に対して心から感謝する。また調査に御協力いただいた昭和56年度院生および専攻生に心からお礼申し上げる。

文　　　献

1）松本康夫・五十崎恒：青蓮寺開拓地における排水不良地の改良(1)－暗渠の配置形式について－．岐阜大農研報(48)：185－191，1983.

2）長浜謙吾：“暗渠排水発達史.”農業土木学会選書5．農業土木学会：58－62，1981.

3）松本康夫・五十崎恒：青蓮寺開拓地における排水不良地の分布とその特性．岐阜大農研報(45)：209－221，1981.