

地下水位と暗渠流出量による暗渠の機能評価 Evaluating Performance of Pipe Drain by Groundwater Level and Pipe Flow Rate

井上 京 木内正彦 山本忠男

INOUE Takashi, KIUCHI Masahiko and YAMAMOTO Tadao

1. はじめに

暗渠は、圃場の生産性を直接的に改良する技術の一つであり、農家の期待も大きい。特に冷涼で特殊土壌の多く分布する北海道では、暗渠による圃場の排水性改善により、作物の生育条件の改善やトラフィカビリティの向上が期待されている。しかしこれまで非常に多くの暗渠が施工され、また今後も敷設されようとしているにもかかわらず、その機能・効果を評価する、簡便かつ客観的な手法が確立されているとはいえない。暗渠の効果は、本来的には作物の増収効果や品質向上効果、また農作業効率の向上効果で評価すべきものであるが、これらの検討は多岐にわたり、要因が複雑なため、簡単ではない。そこで本研究では、暗渠の排水機能に焦点を絞って、その指標化を試みた。

2. 方法

(1) 調査地の概要：2000年12月に暗渠が施工された北大北方生物圏フィールド科学センター静内牧場内の畑圃場を対象とした。起伏のない一様勾配の圃場で、周囲は耕作道と明渠で囲まれている。圃場の面積は3.3haで、2000年秋に更新された牧草畑である。暗渠間隔は10mで、疎水材やフィルターの有無、パイプの種類、施工法などを変えて、各種の暗渠が施工されている。

(2) 調査方法：降雨量、暗渠流出量、地下水位等の各調査を、2001年4月20日～11月17日にかけて実施した。敷設された33本の暗渠のうち、9本の暗渠の排水口に量水マスを設置し、暗渠流出量を三角堰により連続観測した。各暗渠の集水面積は、平面図上で幾何学的に算出した。地下水位は暗渠間で連続観測されたものを圃場代表値として用いた。本報告では、各種データが欠測なく記録できた7月8日～7月30日を解析の対象とする。この間、一連降雨で5mm以上の降雨イベントが6回あり、その総雨量は141.5mmであった。

3. 結果と考察

(1) 暗渠流出率：各暗渠の期間全流出率(= 暗渠流出量 / 降雨量)を図1に示す。暗渠により流出率はばらつき、最低は37%、最大は111%であった。流出率が100%を超えた暗渠のあることから、各暗渠の集水域の決定方法に問題のあることが示唆される。しかし、連続計測した暗渠全体の平均流出率で見ると、総雨量の66%が暗渠から排出されていた。また、暗渠No.55～70(以下Aとする)と暗渠No.71～83(以下Bとする)では、おおむね(A)のグループの方が流出率が高い。これは、標高の高い(B)から標高の低い(A)へと表面流去水が発生し、その水を(A)の暗渠で受け止めたためと考えられる。

(2) 暗渠の機能評価：流出率が最も大きかった暗渠No.70と、最も小さかったNo.72の暗渠流出ハイドログラフの例を図2に示す。

北海道大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Hokkaido University.

(キーワード) 暗渠の機能評価, 暗渠流出量, 地下水位, 流出率

また図 3 には同時期の圃場の地下水位変動を示す。7月15日～16日の一連降雨は総雨量 47.5mm であった。降雨終了から 2～3 日後の地下水位は 50cm 以下に低下しており、暗渠設計指針の値を満たしている。暗渠 No.72 は流出量の遞減が早く、一見すると暗渠の排水能力が大きく、余剰水が直ちに排水される「水切れのいい」暗渠に見える。しかし No.70 は流出が継続していることから、排水すべき余剰水が圃場に残っていることを示唆している。

暗渠流出量と圃場地下水位の関係を図 4 に示す。プロットがグラフの右側に分布し、かつ回帰直線の傾きが大きいほど、排水機能が大きいといえる。すなわち、プロットが右側に分布することは、排水量そのものが大きいことを意味し、また傾きの絶対値が大きいことは、地下水位を低下させる能力の大きいことを意味する。図 4 より降雨直後の地下水位が非常に高いときには、両暗渠とも同程度の高い流出量がある。しかし、地下水位低下とともに No.72 の流出量が小さくなっている。回帰直線の傾きの絶対値は、暗渠流出量が 1 オーダー減少する間の地下水位低下量を示す。また、回帰直線の切片の値は、暗渠流出量が 0.36mm/h 相当になった際の地下水深を意味する。いずれの値も暗渠の機能を数値化して表すものといえる。

4. まとめ

暗渠流出量と地下水位の関係をプロットし、その回帰式と傾きの絶対値を求めることによって、暗渠の排水機能を指標化できる可能性がある。この手法は、同一の暗渠に対し長期間調査すれば、暗渠機能の経年変化を評価することにも適用できる。一方、個々の暗渠の集水面積を正確に求めることは、特に傾斜圃場においては困難な場合が多く、暗渠機能や効果の測定は個別の暗渠で行うよりも、圃場単位で行うことが望ましい。

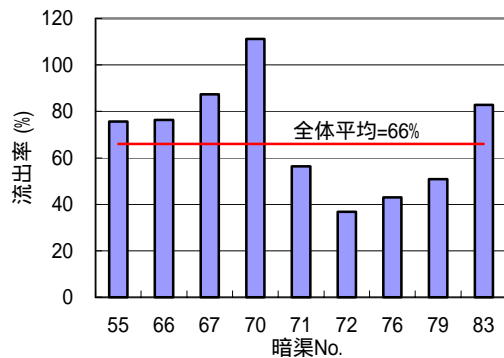


図1 各暗渠の期間流出率の関係
Fig.1 Runoff ratio of each pipe drain

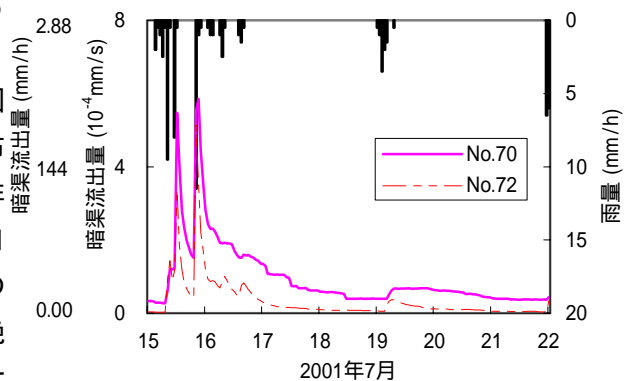


図2 暗渠流出量ハイドログラフ
Fig.2 Hydrograph of pipe flow rate

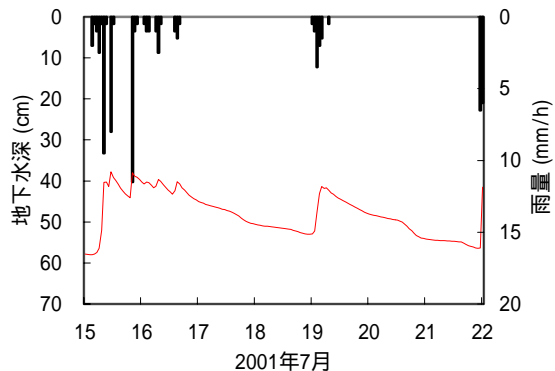


図3 地下水位変動グラフ
Fig.3 Fluctuations of groundwater level

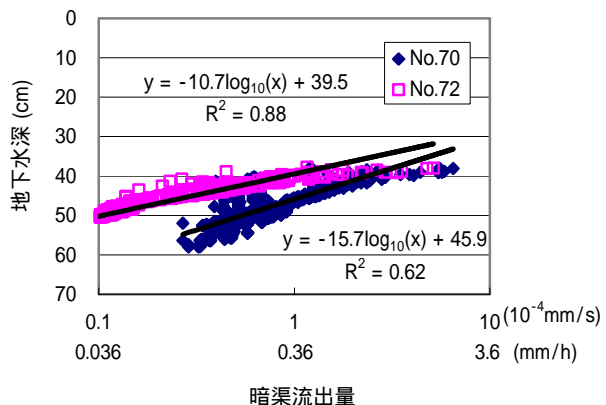


図4 地下水深と暗渠流出量の関係
Fig.4 Relation between pipe flow rate and groundwater level