

全水頭と吸引力および蒸発散力を活用した暗渠排水による水田の汎用化

新潟大学 ○中野俊郎, 田中 聡, 嶋倉勇太, 帯刀 昂

1. はじめに

信濃川最下流域に田面標高がマウス地盤の排水不良域が分布している。このような位置にある水田を汎用化するためには、土壌の保水力より大きい吸引力を土壌間隙水に作用させる暗渠排水が、有効である。

集水渠吐出口を排水路水面下に没すると、排水路水面—集水渠—初殻疎水材—耕盤層—作土層—排水路水面の間に水理的連続が維持されて、ベルヌーイの定理で表される位置水頭に圧力水頭と速度水頭を付加した高い土壌水分張力が作土層と耕盤層に発生する。さらに、長さ600mの集水渠管内の水の質量と加速度がニュートンの第二運動則に依拠する吸引力が作用した暗渠排水効果により、地下水面が吸水渠埋設深さまで低下する。日本海側の大河川の下流域には、排水不良水田があり、これらの水田の汎用化には、水理的連続を維持した暗渠排水が有効である。

2. 調査地と暗渠配置

Fig. 1のように、西蒲原土地改良区の下流域に田面標高がマウス標高の水田が分布している。新潟大学農学部の新通農場は、最下流域に位置する。耕地整理事業として、昭和23年に地元農家総出の手掘り作業で暗渠が施工された。当時、作業に従事した人から、暗渠土管が掘削土で埋め戻されたため、3年経過すると排水不良になったことを、聞く。施工された暗渠の形態は二種類ある。一つは、長辺50mに直行方向に田面下60cmに直径12cmの素焼き土管が3本埋設され、掘削土で埋め戻された。他は、田面下110cmに直径20cm、長さ600mの素焼き土管が敷設され、これに20m間隔に吸水渠が接続されている。この吸水渠の埋設深さは、田面下60cmである。新通農場から機械施工が導入され、操作不慣れのために集水渠を深く施工したようである。そのため、この集水渠吐出口が排水路水面下に没することになった。

昭和57年(1983)に新通農場B3区に埋め戻し材料に初殻を用いた2本の吸水渠を施工した。土管とポリ管を田面下70~80cmに敷設してから、初殻で埋め戻した。この2本の吸水渠の排水方向は、集水渠とは反対側にある小排水路に排水していたが、小排水路の法面が崩落し十分に排水できる勾配が得られないため、2000年に小排水路に排水するのを止めて集水渠に連結した。Fig. 2に新通農場とB3区に埋設した負圧センサー等。負圧センサーは、ポリ管吸水渠埋設直上の深さ Fig. 2に新通農場とB3区に埋設した負圧センサー等の位置を示す。負圧センサーは、ポリ管吸水渠埋設

直上の深さ20cmの耕盤層と、1m離れた旧吸水渠管内に負圧センサーを設置し、1時間間隔で観測を行った。また、地下水面の低下を確かめるために、直径2cm長さ1mの塩ビ管底部5cmに1cm間隔に2mmに穿孔し、底部にキャップを付けた測水管を田面下80cmに集水渠直上、0.5, 1, 2, 5mの位置に打設し、管内に現れる地下水面を測定した。

3. 観測結果と考察

B3区に初殻疎水材で埋め戻した吸水渠から小排水路に排水していたときの、1998年に吸水渠直上の作土層と耕盤層に埋設して観測値から土壌水分張力は発生していない。

排水改善のために、2000年にB3区に初殻疎水材で埋め戻した吸水渠を集水渠に接続したことによって発生した土壌水分張力の観測値から田面に湛水が有るにも拘らず Fig. 4に示すように-800cmH₂Oもの高い土壌水分張力が発生しているのがわかる。

2005年に新通排水路から100m地点にあるB3区の集水渠管の穿孔口からウラニン色素を注入し、排水路に出る時間から集水渠管内流速を観測した。さらに、同位置に有る旧吸水渠管内に発生する負圧を測定するために、布で覆った負圧センサーを挿入した。

Fig. 3に示すように、吸水渠を集水渠に接続する前の1998年には、作土層と耕盤層に土壌水分張力が発生しなかったが、集水渠に接続した2000, 2001年では-800cmH₂Oもの高い土壌水分張力が発生している。この土壌水分張力が発生する源動力の一つは、ベルヌーイの定理の位置水頭50cmH₂Oと圧力水頭90cmH₂Oおよび速度水頭1cmH₂Oによるもので、もう一つの源動力は集水渠管内の水の質量と加速度に依拠するニュートンの第二運動則の吸引力が作用すると考えられる。水田の耕盤層に亀裂が発生したことや、新通排水路水面が低下上昇することが原因であると推定する。

4. まとめ

土壌水分張力を観測している場所は、初殻で埋め戻した土壌水分張力が発生することを示す。

在する時期でも作土層と耕盤層に-800cmH₂Oもの高い吸水渠直上の田面下20cmの耕盤層である。幅15cm長さ40mから湛水の移動が卓越するため、3月の水稲休閑期には、主に蒸発散力が土壌水分張力に大きく寄与している。B1、B3およびB5区の畦畔上に設置した測水管内に現れる水面を測定して、地下水面の低下を確認した。

したがって、幅15cm長さ40mの吸水渠の直上の耕盤層に作用する土壌水分張力が、

土壌水分張力=全水頭による負圧+吸引力+蒸発散力で構成されるものと仮定すると、各要素を分離して捉えられることになり、グラフ化したものを、Fig. 5に示す。

既に、地下水面が吸水渠の埋設深さまで低下しているため、全水頭による負圧発生が少ないが、吸水渠施工当初は、土壌水分張力に占める割合は大きいと考えられる。

水田の休閑期に当たる3月は、雪消えの時期で蒸発量が卓越することと、符合する。田植え期、湛水期、間断灌漑期、刈り取り期の観測から、暗渠排水の機能・効果を解明したい。新通地区内で水田面上1mに盛土して畑地化を試みが行なわれているが2年目には畝間に湛水し、畑作に支障が現れていることから、降下浸透を促進する方法が最適な汎用化の手法であると、考えられる。

集水渠吐出口を排水路水面下に没すると、排水路水面—集水渠—吸水渠—籾殻—耕盤層—作土層—湛水の間水理的連続が維持されて、ベルヌーイの定理に依拠する位置水頭に圧力水頭と速度水頭が付加された暗渠排水が促進される。さらにニュートンの第二運動則で表される集水渠管内の水の質量と加速度に依拠する吸引力が作土層と耕盤層に作用し、高い土壌水分張力して発生し、土壌の保水力を凌駕する吸引力で地下水面が低下し水田の汎用化に資することができると考えられる^{1,2,3,4,5}。

引用文献

1. 浅見聡一,青木朋佳「低湿水田の暗渠排水回復試験」農業土木学会京都支部要旨集 2002
2. 増茂絢子「サクシオン作用を付与した吸水渠とパーライト排水溝による排水効果増進」京都支部要旨集 2003
3. 佐藤拓磨「籾殻疎水材を用いた暗渠のサクシオンと吸引力による排水強化」農業土木学会京都支部要旨集 2-2, 2004
4. 吉本あゆみ「水平勾配の暗渠を施工したことによる地下水面変動」農業土木学会京都支部要旨集、2-4, 2004
5. 安田 護「地下水面を低下させた畑地の畝間湛水迅速排除」農業土木学会京都支部要旨集、2-3, 2004

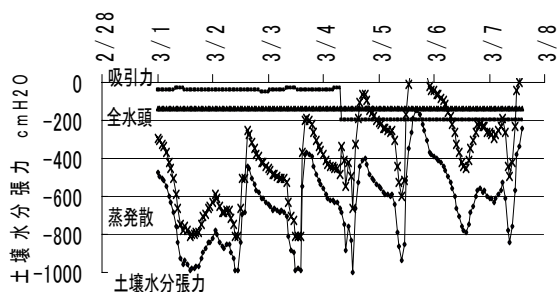


Fig.5 土壌水分張力の変動

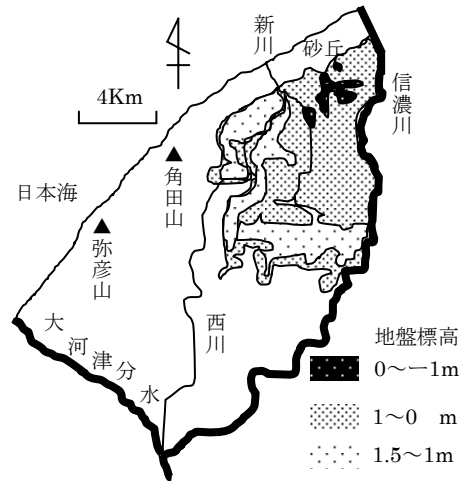


Fig.1 西蒲原土地改良区
The Nishikanbara land improvement ward.

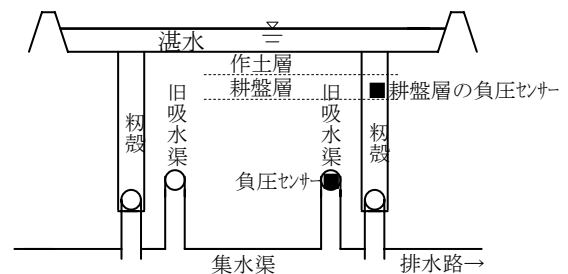


Fig. 2 負圧センサー埋設位置

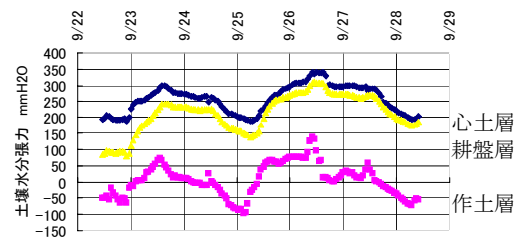


Fig. 3 1998年の土壌水分張力

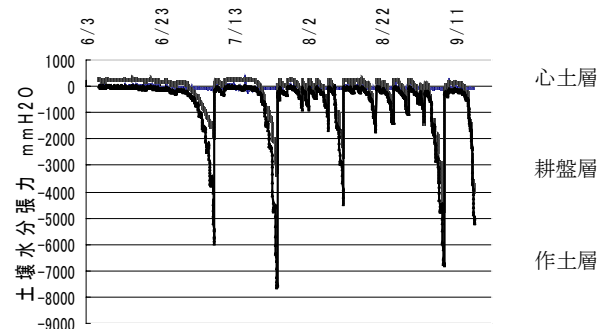


Fig. 4 新通農場 B3 区土壌水分張力変動
2000年6月6日~9月17日

