大区画圃場の分割利用に対応した暗渠整備に関する研究

研究予算：運営費交付金
研究期間：令 4～令 6
担当チーム：資源保全チーム
研究担当者：中山博敬、酒井美樹、清水真理子、
佐藤善文、松田俊之

【要旨】
国営農地再編整備事業で整備する大区画圃場では、同時に整備される暗きょ管を利用した地下灌漑が実施できる。大区画圃場を畑利用する場合、一部の作物では一つの圃場を複数のブロックに分けて栽培管理する場合がある。そこで本研究では、地下灌漑区域を分割するために、暗きょ管内の水流を止水プラグで制御した場合の地下水位の変化を調査した。その結果、有孔管の集水渠の管内を塞ぐことで、止水位置下流側への用水供給を止められることが明らかとなった。圃場内の面的な地下水位は、用水が供給されていないエリアの地下水位は上昇せず、用水が供給されている吸水渠近くでは水位が上昇した。集水渠の管内を塞ぐことなく地下灌漑区域を分割するためには、圃場整備時に給水ブロック単位で集水渠と吸水渠を配置する必要があると考えられる。
キーワード：地下水位制御システム、地下灌漑、止水、地下水位

1. はじめに

北海道の水田地帯では国営農地再編整備事業により、大区画圃場が整備されている。また、同時に整備される暗きょ管は用水と接続することで、地下灌漑が可能である[1)]（以下、「地下水位制御システム」と表記）。地下水位制御システムは、一般的に大区画圃場全体の地下水位を一律に制御する仕組みとなっている。転換畑での地下灌漑は、ダイズやコムギ栽培時の利用法[2)]が報告されている。また、高収益作物のブロッコリーへの地下灌漑の有効性[3)]が報告されている。北海道長沼町のブロッコリー栽培では、効果的な営農を目指して大区画圃場内を複数のブロックに分け、各ブロックの作付時期に間隔を設けている[4)]。このような作付けの場合、既設の地下水位制御システムでは水分を必要としない生育ステージのブロックにも水分が供給されてしまうため、干ばつ時に地下灌漑を実施できない。そこで本研究では、暗きょ管内の水流を制御して圃場内の灌漑エリアを分割する方法を検討する。

2. 方法

2.1 試験圃場

表-1 に試験圃場の概要を示す。この圃場は国営農地再編整備事業で整備された北海道長沼町の大区画圃場である。試験実施時（2024 年）には秋まきコムギが栽培されていたが、本試験では地下水位変化のみを計測しており、作物の生育状況は調査していない。圃場の土壌は、地表から 0.2m が作土層、0.2m から 0.4m までが火山灰、0.4m 以深が泥炭で構成されている。

地下水位制御システムの給水施設は集中管理孔、排水施設は水位調整水閘である。この圃場では、西側および東側の両側に給水施設と排水施設が共に配置されている。暗きょ管は有孔合成樹脂管で、口径は集水渠 100mm、吸水渠 80mm であり、地表下 0.8m に埋設されている。吸水渠の間隔は 10m を基本としている。疎水材は火山レキで、地表下 0.25m まで敷設されている。

2.2 止水プラグを用いた暗きょ管内の水流制御

地下灌漑の給水区域を分割するため、集水渠に止水プラグを設置した（図-1）。使用した止水プラグは空気圧で膨張する市販品（マルチサイズテストボール、(株)カンツール）であり、集水渠管内に密着することで水流を止めることができる。止水プラグは、グラスファイバー製の通線ワイヤーに取り付けて給水口から挿入

表-1 試験圃場の概要

施工年	長辺(m)	短辺(m)	圃場面積(m^2)
2016	255 (一部183)	231	48,202

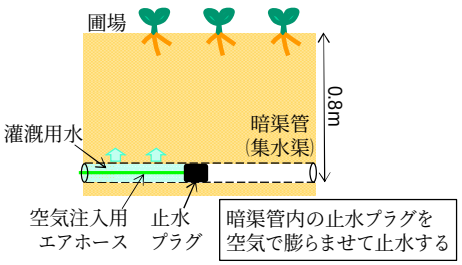

図-1 止水プラグの設置イメージ

した。また、止水プラグの位置は、通線ワイヤー先端に取り付けた発信器（リモートトランスミッター、ridge tool company）を地上の受信機（ナビトラックスコートロケーター、ridge tool company）で確認する方法とした。

2.3　現地計測

圃場内地下水位の計測は、絶対圧水位計（S&DLmini、応用地質(株)）を有孔塩ビ管に格納して圃場内に埋設した。設置深は約-1.1m であり、計測間隔は 10 分である。埋設地点を図-2 に示す。水位調整水閘内の水位は、絶対圧水位計を水閘の弁に固定し、10 分間隔で計測した。降雨量は、転倒マス式雨量計（CTKF-1、クリマテック(株)）を用いて 0.5mm 単位で観測した。

2.4　給排水状況

試験実施時の給水開始、停止日時を表-2 に示す。地下灌漑は 2024 年 5 月に 2 回実施した。給水は圃場西側および東側の集中管理孔のバルブを操作した。給水量は、営農の指針である「北海道施肥ガイド 2020」[5] を参考に 1 箇所当たり 2L･s^{-1} とした。地下灌漑区の地下水位制御は圃場西側の水位調整水閘で行い、地下水位が-0.3m になるように設定した。

3．結果

3.1　試験期間中の降雨量

降雨は試験 1 回目には観測されず、試験 2 回目は 2024 年 5 月 27 日 10 時に 0.5mm 観測された。

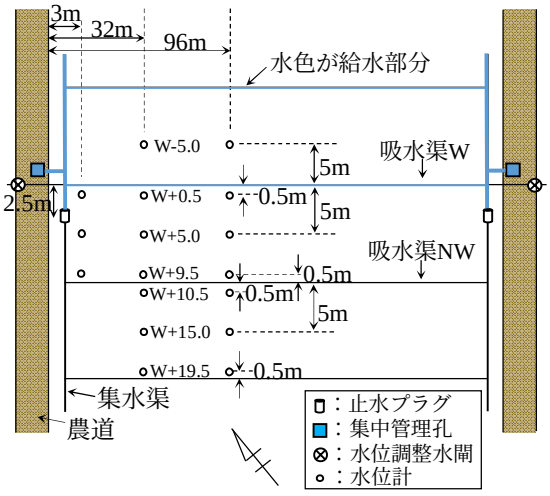

図-2　水位計の設置位置

表-2　給水開始および停止日時

試験名称	給水開始日時	給水終了日時
試験1回目	5/18 16:00	5/20 11:30
試験2回目	5/25 17:00	5/27 9:30

3.2　試験 1 回目における地下水位の変化

図-3 に圃場西側端から圃場内へ 3m の地点（以下、西側 3m 測線）での地下水位変化を示す。給水開始直前の 5 月 18 日 16 時の地下水位は-0.69m から-0.60m と低かった。給水開始 6 時間後には、集中管理孔に近い給水あり吸水渠（以下、吸水渠 W）から吸水渠横断方向 0.5m 地点（以下、吸水渠 W+0.5）の地下水位が-0.46m まで上昇し、試験終了時に-0.29m となった。吸水渠 W から 5m 地点（以下、吸水渠 W+5.0）および 9.5m 地点（以下、吸水渠 W+9.5）の地下水位は変化しなかった。

図-4 に圃場西側端から圃場内へ 32m の地点（以下、西側 32m 測線）での地下水位変化を示す。吸水渠 W に最も近い吸水渠 W+0.5 の地下水位は、吸水開始直前に-0.62m と低かったが、試験終了時には-0.32m まで上

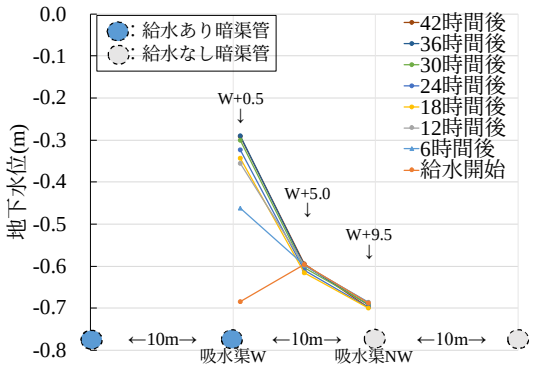

図-3　試験 1 回目の地下水位の変化(西側 3m 測線)

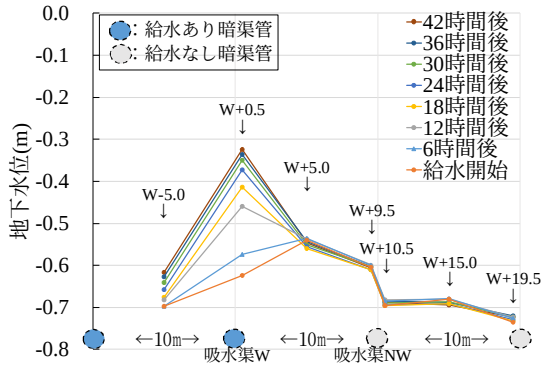

図-4　試験 1 回目の地下水位の変化(西側 32m 測線)

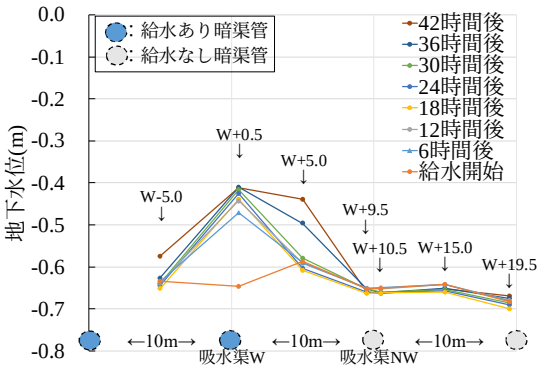

図-5　試験 1 回目の地下水位の変化(西側 96m 測線)

昇した。吸水渠 W から給水エリア側へ 5.0m 地点（以下、吸水渠 W-5.0）の地下水位は給水開始直前に-0.70m であり、給水開始後から徐々に上昇し、給水終了時には-0.62m となった。吸水渠 W から非給水エリア側の地下水位の変化は、吸水渠 W+5.0 および吸水渠 W+9.5 ではほとんど変わらなかった。また、給水されていない吸水渠（以下、吸水渠 NW）を超えた先の地下水位は、吸水渠 W から 10.5m 地点（以下、吸水渠 W+10.5）、15.0m 地点（以下、吸水渠 W+15.0）、19.5m 地点（以下、吸水渠 W+19.5）のいずれの地点においても変化が見られなかった。

図-5 に圃場西側端から圃場内へ 96m の地点（以下、西側 96m 測線）での地下水位変化を示す。吸水渠 W に最も近い吸水渠 W+0.5 の地下水位は、試験開始直前には-0.65m と低く、給水開始後には西側 3m 測線および西側 32m 測線と同様に水位が上昇し、給水終了時には-0.41m を示した。吸水渠 W から給水エリア側の吸水渠 W-5.0 の地下水位は、給水開始 36 時間後までは-0.63m 付近で変化しなかったが、給水終了時には-0.57m を示した。吸水渠 W から非給水エリア側の地下水位の変化は、吸水渠 W+5.0 では給水開始 30 時間後までは-0.60m 前後で推移したが、その後上昇し、給水終了時には-0.44m を示した。吸水渠 W+9.5 から吸水渠 W+19.5 の地下水位は、給水開始後の大きな変動はなかった。

3.3　試験 2 回目における地下水位の変化

図-6 に西側 3m 測線での地下水位変化を示す。吸水渠 W+0.5 の地下水位は、給水開始直前の-0.61m から試験終了時には-0.26m まで上昇した。吸水渠 W+5.0 の地下水位は給水開始直前に-0.60m、試験終了時には-0.56m であり、大きな変化はなかった。吸水渠 W+9.5 も同様に大きな変化はなかった。

図-7 に西側 32m 測線での地下水位変化を示す。吸水渠 W+0.5 の地下水位は、給水開始直前の-0.55m から試験終了時の-0.28m に上昇した。給水エリアの吸水渠 W-5.0 の地下水位は、給水開始直前の-0.68m から試験終了時には-0.56m まで上昇した。吸水渠 W から非給水エリア側の地下水位の変化は、吸水渠 W+5.0 で試験開始直前の-0.53m から試験終了時には-0.45m まで上昇した。吸水渠 W+9.5 から吸水渠 W+19.5 の地下水位は、給水開始後の大きな変動はなかった。

図-8 に西側 96m 測線での地下水位変化を示す。吸水渠 W+0.5 の地下水位は、給水開始直前の-0.61 m から試験終了時には-0.36m まで上昇した。吸水渠 W から給水エリア側の吸水渠 W-5.0 の地下水位は、給水開始 24 時間後までは-0.57m 付近で変化しなかったが、

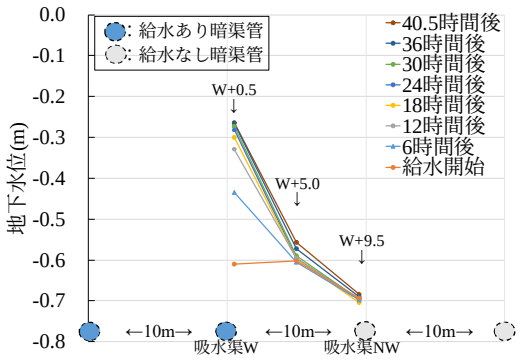

図-6　試験 2 回目の地下水位の変化(西側 3m 測線)

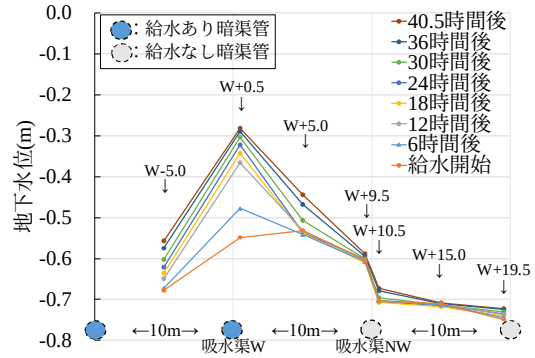

図-7　試験 2 回目の地下水位の変化(西側 32m 測線)

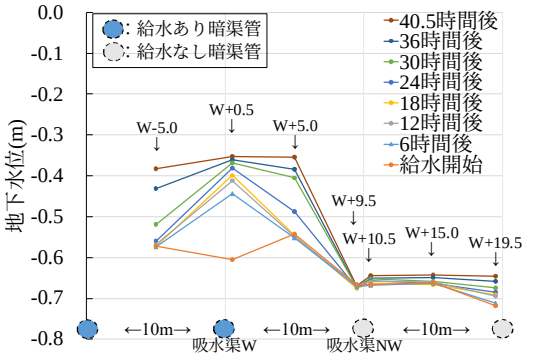

図-8　試験 2 回目の地下水位の変化(西側 96m 測線)

給水終了時には-0.39m まで上昇した。吸水渠 W から非給水エリア側の地下水位の変化は、吸水渠 W+5.0 では給水開始 18 時間後までは-0.55m 前後で推移していたが、その後上昇し、給水終了時には-0.36m を示した。吸水渠 W+9.5 から W+15.0 の地下水位は、大きな変動はなかった。吸水渠 W+19.5 の地下水位は、給水開始直前の-0.72m から試験終了時には-0.65m を示した。

4．考察

今回の試験では、集水渠内に止水プラグを設置して、地下灌漑時の用水の流路を制御した。試験圃場の集水渠は有孔合成樹脂管で、地表下 0.25m までは疎水材が埋設されている。そのため、集水渠内の用水を止めても、疎水材経由で用水が流れることが懸念される。水

位計を設置した西側 3m 測線は集水渠に最も近く、集水渠から 0.5m 離れている。この西側 3m 測線の止水プラグの下流側、すなわち用水が流れていない集水渠部分である吸水渠 W+5.0 および吸水渠 W+9.5 の地下水位は、試験 1 回目、2 回目の両方とも大きな変化はなかった。したがって、疎水材が埋設されている有孔管の集水渠の場合は、管内を塞ぐことで止水位置の下流側への用水供給を止められることが明らかとなった。

次に、圃場内の面的な地下水位変動について考察する。用水が供給されている吸水渠 W に最も近い吸水渠 +0.5 の地下水位は、試験 1 回目および 2 回目の両方とも、西側 3m 測線および西側 32m 測線では、試験終了時には目標地下水位の-0.3m 前後まで上昇しており、地下水位が制御されている。また西側 96m 測線では地下水位は上昇したものの、1 回目試験終了時の地下水位が-0.41m、2 回目試験終了時の地下水位が-0.36m であり、目標地下水位には達しなかった。地下灌漑時の吸水渠末端付近の地下水位上昇には時間を要する[6)]ため、給水口から遠い西側 96m 測線での地下水位が、目標地下水位の-0.3m まで上昇しなかったと考えられる。

給水エリアの吸水渠 W-5.0 の地下水位は、西側 32m 測線および西側 96m 測線の両方とも、試験 1 回目では地下水位の上昇が 8cm 程度と小さかった。また試験 2 回目では、西側 32m 測線の地下水位の上昇は 10cm 程度と小さく、西側 96m 測線では地下水位が 20cm 程度上昇したが、試験終了時の地下水位が-0.38m であり、目標地下水位の-0.3m まで上昇しなかった。このように吸水渠から離れた地点での地下水位上昇が圃場内で異なる理由としては、土壌間隙や透水性の違いが影響していると考えられる[6)]。圃場内の水移動を容易にする対策としては、吸水渠と直交するようにサブソイラによる心土破砕の実施や、もみがらなどを疎水材とした有材心土破砕の実施が効果的と言われている[7, 8)]。試験圃場では 2024 年秋に畦間サブソイラを 8m 間隔で実施しているが、地下水位計測測線との位置関係が不明なため、畦間サブソイラの効果は考察できなかった。

吸水渠 W から非給水エリア側は、吸水渠 W+9.5 ではいずれの試験回およびいずれの測線においても、地下水位の大きな変化はなかった。また、非給水エリアの吸水渠 W+10.5、吸水渠 W+15.0、吸水渠 W+19.5 では、西側 32m 測線および西側 96m 測線の両方とも、地下水位の大きな変化はなかった。すなわち吸水渠 NW を境目にして、給水エリアと非給水エリアに分けて地下灌漑を実施できることが明らかとなった。

5. 分割利用に対応した暗渠整備に向けて

止水プラグを用いずに地下灌漑区域を分割するには、給水ブロック単位で暗きょ管を整備する必要がある。具体的には、給水ブロック内で集水渠と吸水渠の接続が完結する配管にして、集中管理孔と水位調整水閘を接続する。このブロックを圃場内に複数設置することで、地下灌漑区域の分割が可能になると考えられる。

6. まとめ

国営農地再編整備事業で整備する大区画圃場では、暗きょ管を利用した地下灌漑が実施できる。大区画圃場を畑利用する場合、一つの圃場を複数のブロックに分けて栽培管理する作物がある。本研究では地下灌漑区域を分割するために、暗きょ管内の水流を止水プラグで制御した場合の地下水位変化を調査した。その結果、疎水材が埋設されている有孔管の集水渠の場合は、管内を塞ぐことで止水位置の下流側への用水供給を止められることが明らかとなった。圃場内の面的な地下水位は、用水が供給されていないエリアの地下水位は上昇せず、用水が供給されている吸水渠近くでは水位が上昇した。したがって、暗きょ管内の水流を止水プラグで制御することで、給水エリアと非給水エリアに分けて地下灌漑を実施できることが明らかとなった。

参考文献

1) 大澤秀人、新津由紀、五十嵐和久：南長沼地区における地下水位制御システムのマニュアルについて、第 67 回北海道開発技術研究発表会論文、66-70、2024.
2) 塚本康貴、唐星児：転換畑での暗渠清掃用施設「集中管理孔」を利用したダイズならびに秋まきコムギへの地下灌漑、農業農村工学会論文集、311、Ⅱ_65-Ⅱ_73、2020.
3) 中野有加、岡田邦彦、佐々木英和：ポット試験における生育時期ごとの地下灌漑処理が夏播き秋どりブロッコリーの生育に及ぼす影響、園学研、16(1)、7-18、2017.
4) 資源保全チーム：多様な畑作物を栽培する大区画圃場での地下灌漑、寒地土木研究所月報、No.838、46-48、2022.
5) 北海道農政部：北海道施肥ガイド 2020、p.221、2020.
6) 大津武士、越山直子、中村和正：水稲の乾田直播栽培における地下灌漑時の水位上昇のばらつき、寒地土木研究所月報、No.783、32-37、2018.
7) 北海道農政部：集中管理孔を利用した地下かんがいの手引き、北海道農政部、p.18-20、2008.
8) 清水真理子、長竹新、奥田涼太：大区画水田圃場における地下水位制御システムの高度利用に関する研究、第 65 回北海道開発技術研究発表会論文、p.950-953、2022.

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF UNDERDRAINS FOR THE DIVIDED USE OF LARGE-SCALE FIELDS

Research Period: FY2022-2024
Research Team: Rural Resources Conservation Research Team, Cold-Region Agricultural Development Research Group
Author: NAKAYAMA Hiroyuki
SAKAI Miki
SHIMIZU Mariko
SATO Yoshinobu
MATSUDA Toshiyuki

Abstract: In large-scale fields that are developed under the National Farmland Consolidation and Improvement Project, subirrigation can be implemented using the subsurface drainage pipes that are installed as a part of the project. When these large parcels are used for upland farming, some crops may require the fields to be divided into multiple blocks for cultivation management. In this study, we investigated the changes in groundwater levels when the water flow inside the drainage pipes was controlled using water-stopping plugs to create subirrigation blocks. It was found that blocking the inside of perforated collection pipes can effectively stop water supply to areas downstream of the plug. The groundwater level in the field did not rise in areas where water was not supplied, whereas the groundwater level did rise near the infiltration pipes where water was supplied. Therefore, to divide subirrigation zones without blocking the interior of collection pipes, it is considered necessary to design the layout of collection and infiltration pipes by irrigation blocks as a part of the farmland consolidation project.

Keywords: Subsurface Water Level Control System, Subirrigation, Water stop plug, Groundwater level