

水田地帯の水文環境保全に配慮した 灌漑排水技術に関する研究 —美唄地区における水稲栽培方式ごとの 水田水管理と水収支—

寒地土木研究所 水利基盤チーム ○越山 直子
寒地土木研究所 水利基盤チーム 酒井 美樹
札幌開発建設部 岩見沢農業事務所 渡辺 秀博

国営緊急農地再編整備事業「美唄地区」において、移植栽培、乾田直播栽培、湛水直播栽培を行っている3筆の大区画水田（いずれも171m×63mで約1.1ha）を選定し、取水量、排水量、地下水位、湛水深を連続観測した。これらのデータを用いた、栽培方式ごとの圃場水管理の特徴や水収支の分析結果を報告する。また、地表灌漑や地下灌漑時における土壌断面内の水の動きについて、この地域の特徴を報告する。

キーワード：農地再編整備事業、地下かんがい、移植栽培、直播栽培、水収支

1. はじめに

北海道は、全国の4分の1を占める耕地面積を有しており、大規模で専門的な農業が展開されている。その一方で、農業者の高齢化等に伴う農家戸数の減少により、農地が急速に集積されており、大規模化への対応が喫緊の課題となっている。近年、その対応策として、圃場の大区画化や地下水位制御システムの整備による水管理の省力化が実施されている。これらの整備が行われた地域では、水稲直播栽培を導入し、育苗作業に関わる労働時間の削減と農作業時期の分散により、労働生産性の向上を図っている。

こうした整備に伴い、灌漑方式や水稲栽培方式の多様化が進むと、圃場における水管理や取水量が変化する。さらに、農区レベルや灌漑区域レベルで見ると、圃場や農区からの流出機構が変化し、用排水管理にも影響することも想定される。将来にわたって、農業用水を安定的、効率的に利用するためには、整備済み地区における圃場水管理や用水量の事例を調査し、圃場や農区の水収支特性を分析する必要がある。

そこで、本研究では、大区画および地下水位制御システムが導入された地区において、安定的な用水利用および効率的な水管理技術の構築をめざして、移植栽培および直播栽培を行った圃場を対象に水管理および水収支の調査を実施した。本稿では、初年度の調査結果として、乾田直播栽培、湛水直播栽培、移植栽培を行った圃場の水管理および水収支の特性について報告する。

2. 調査概要

(1) 調査圃場の概要

美唄市に位置する3筆の圃場を対象として、平成28年に調査を行った（図-1）。各圃場の水稲栽培方式および栽培品種を表-1に示す。AおよびD圃場が試験区であり、C圃場が対照区である。これらの圃場は、平成27年に国営緊急農地再編整備事業が実施され、地下水位制御シ

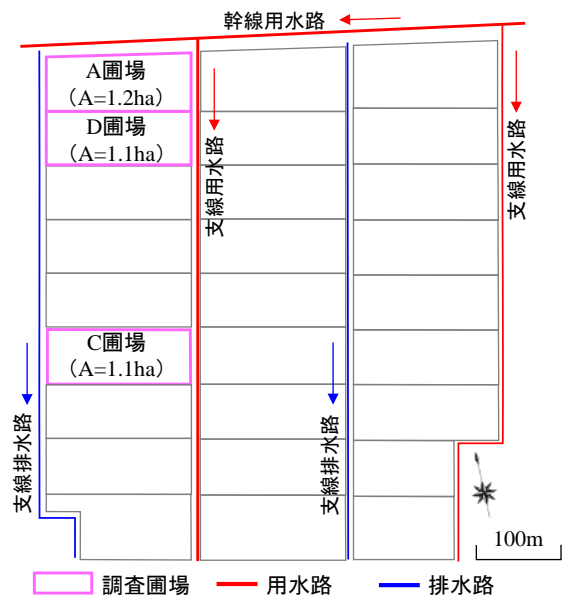


図-1 調査圃場の位置図

テムが整備された。各圃場の面積は、1.1～1.2haである。農業用水は、幹線用水路（開渠）から末端用水路（開渠）を經由し、各圃場へ取水される。

圃場への用水供給は、地表灌漑2ヶ所、地下灌漑1ヶ所から行える。圃場排水は、地表排水2ヶ所、暗渠排水2ヶ所から行える。圃場内には、暗渠管（φ60～125mm、勾配1/500）が田面から0.70m～1.00mの深さに10m間隔で埋設されており、疎水材は砂利である。調査圃場における水管理は基本的に同一の農家により行われた。中干しは、いずれの圃場でも行われなかった。

(2) 調査項目および調査方法

各圃場における観測地点の位置を図-2に示す。各圃場の水収支を把握するために、電磁流量計により地表取水量、地下取水量、地下排水量を観測した。ただし、地下取水量を観測する電磁流量計は、AおよびD圃場にだけ設置し、C圃場には設置しなかった。このため、C圃場の地下取水量については、地下灌漑用の取水柵内に水位計を設置し（図-3）、H-Q式（D圃場の実測取水量および取水柵内の水位により作成）を用いて推定した。各圃場の地表排水量については、直角三角堰を排水口近傍に設置し、観測した。さらに、各圃場内の地下水位の動きを把握するために、塩び管に格納した絶対圧式水位計を田面から1.3mの深さに埋設し地下水位を観測した。地下水位観測地点名は、暗渠ライン名（L1またはL3）-（取水柵からの距離）-（暗渠ラインからの距離）を表している。湛水位は、水圧式水位計を各圃場の2ヶ所に設置

し観測した。各圃場において湛水があり、かつ取水、排水、降雨がないときにN型減水深計を各圃場内の2点に設置し、日減水深を観測した。

気象については、A圃場の近傍に気象観測機器を設置し、雨量、気温、風向・風速、日射量、相対湿度、大気圧を観測した。観測期間は基本的に5月から8月までとして、測定間隔は10分とした。なお、蒸発散量については、ペンマン法により推定した。土壌については、各圃場の1地点において土壌断面調査を行うとともに、採取した試料について土壌物理性試験を行った。

3. 結果・考察

(1) 平成28年における気象状況

灌漑期間中（5～8月）の降水量合計値は772mmであり、平年値のほぼ2倍であった。月ごとの平年値と比べると、6月は平年の2.7倍であり、8月は台風の影響により平年の2.3倍であった。気温は平年並みであり、播種および移植の時期は平常の範囲内であった。

(2) 各圃場の土壌

A圃場の土壌は、地表から-32cmまでが作土であり、-32cm以深に厚さ13cmの泥炭層がある。泥炭層以外の土性はシルト質埴土である。D圃場では、地表から-18cmまでが作土である。-37cmから厚さ30cmの泥炭層がある。泥炭層以外の土性は軽埴土である。C圃場では、地表か

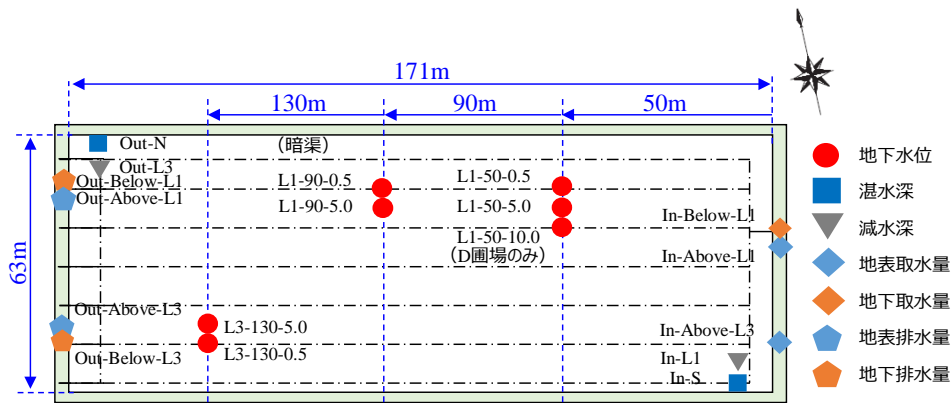


図-2 観測地点の位置（D圃場の例）

表-1 各調査圃場の栽培方式および栽培品種

圃場名	栽培方式	栽培品種
A	乾田直播栽培 (代かきなし、乾籾)	大地の星
D	湛水直播栽培 (代かきあり、催芽籾)	おぼろづき
C	移植栽培 (代かきあり)	ななつぼし



図-3 地下灌漑用の取水柵（集中管理孔）に設置した水位計円筒型メッシュスクリーンの下に暗渠管がある。

ら-25cmまでが作土である。-35cm以深は泥炭層であり、それ以外の土性は軽埴土である。いずれも、透水係数 (cm/s) のオーダーは、作土層で $10^6 \sim 10^7$ 、泥炭土で $10^4 \sim 10^5$ である。

(3) 各圃場の浸透量

日減水深の値をみると、A圃場は平均5.6mm/d、C圃場

は平均4.7mm/d、D圃場は平均7.0mm/dであった。今回の観測では、減水深の値は圃場の地下水深の高さに関わらず、圃場ごとに大きな差はみられなかった。

(4) 各栽培方式における圃場の水管理

各圃場の湛水位および地下水位の経時変化と水管理状況を図-4に示す。図中の湛水位は2地点の平均値を、

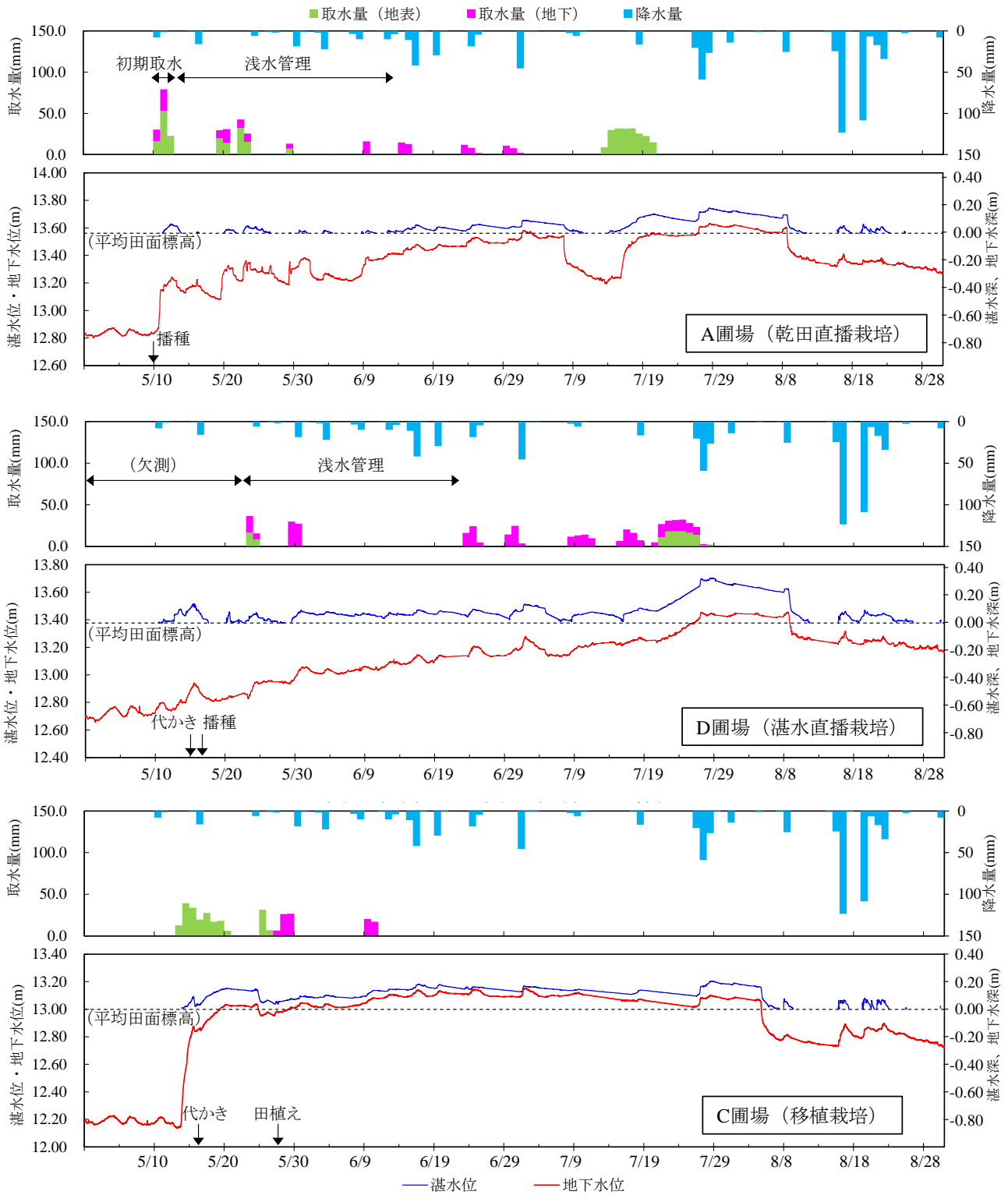


図-4 各圃場における湛水位および地下水位の経時変化

地下水位は4地点（L1-50-0.5、L1-50-5.0、L3-130-5.0、L3-130-0.5）の平均値を標高換算した値を示した。

C圃場（移植栽培）では、代かきを行った後に湛水状態で管理された。移植前までは主に地表灌漑が行われ、移植後は地下灌漑が行われた。降雨量が多かった影響もあり、6月中旬以降は取水が行われなかった。湛水位および地下水位の経時変化をみると、移植栽培では、地表灌漑と地下灌漑の併用による代かき取水に伴い、地下水位が-0.80mから-0.10m程度まで急速に上昇した。湛水期間中における圃場の地下水位は、8月初めまでほぼ湛水位と一体的に変動していた。C圃場における水管理の特徴としては、代かき用水があったこと、中干しが行われなかったために再湛水時の栽培管理用水量が含まれなかったことが挙げられる。

湛水直播栽培では、代かき（5月15日）の2日後に播種が行われ、浅水管理（苗立ちが安定するまでの期間、田

面を湿潤状態にさせ、地表面が乾いたら再び湿潤にする水管理）が行われた。なお、6月は降水量が多く、D圃場では浅水管理期の区分けが困難であったことから、水稻の生育や取水時期、地下水位変化により、6月23日までを浅水管理期と判断した。浅水管理期後は、主に地下灌漑が行われ、7月下旬以降は地下灌漑と地表灌漑の併用により取水された。地下水位は、浅水管理期間から徐々に上昇し、7月末頃には湛水位とほぼ一体的に変動していた。7月下旬から8月上旬までの期間、深水が行われていた。

乾田直播栽培では、播種後に初期取水が行われた後、浅水管理が行われた。湛水直播栽培と同様に、稲の生育や取水時期、地下水位変化により、6月14日までを浅水管理期と判断した。浅水管理期間は主に地表灌漑と地下灌漑の併用により取水され、浅水管理後は主に地下灌漑が行われた。湛水位と地下水位は、7月初めから8月上旬まで一体的に変動していた。その後、7月中旬に落水されており、再湛水時に比較的まとまった取水が行われた。これがこの圃場での特徴的な栽培管理用水である。

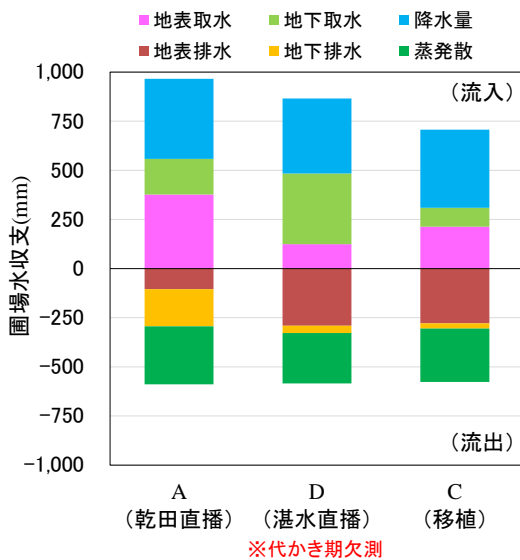


図-5 圃場水収支

(5) 各栽培方式における圃場の水収支

灌漑期における水収支特性をみるために、各圃場の水収支（取水量、降水量、排水量、蒸発散量）を比較した（図-5）。水収支の算定対象期間は、代かき取水または初期取水から、8月上旬の湛水期間までである。なお、D圃場では代かきの取水量が欠測であることから、流入、流出とも代かき期分を除外した値を示した。

各圃場の流出量をみると、いずれも流入量の値を下回っていた。日減水深の値は小さかったが、縦浸透および横浸透、圃場への貯留などの影響によると考えられる。この要因についてはさらなる調査が必要である。また、A圃場とC圃場では、灌漑期間の流出量の値はほぼ同じであった。それゆえ、両圃場の流入水量には、数倍となるような差は生じないと考えられる。ここで、各圃場に

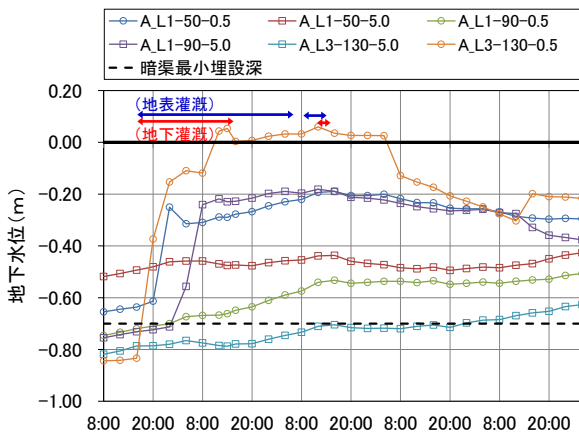


図-6 A圃場における地下水位の動き

(5/11 8:00~5/16 4:00 地表灌漑および地下灌漑)

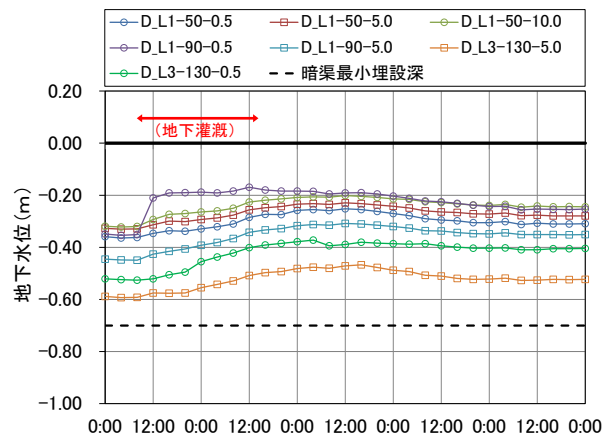


図-7 D圃場における地下水位の動き

(5/30 0:00~6/4 0:00 地下灌漑)

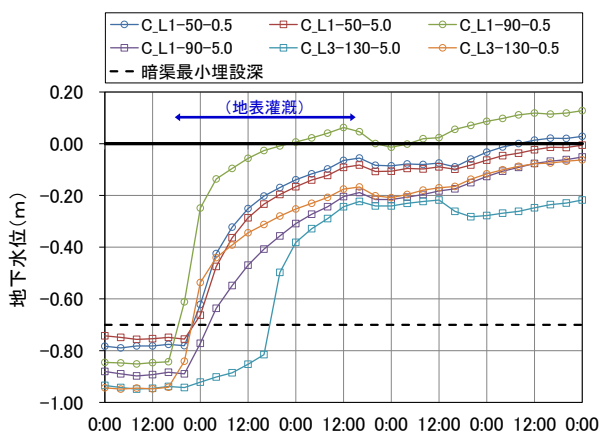


図-8 C圃場における地下水位の動き
(5/14 17:40～5/16 14:20 地表灌漑)

おける水管理に伴う特徴的な用水量をみると、C圃場の代かき用水量は86mm（地表灌漑および地下灌漑の併用）、A圃場の落水後の再湛水量は197mm（地表灌漑）、D圃場の深水用水量は182mm（地表灌漑および地下灌漑の併用）であった。このことから、栽培方式等に応じた水管理および灌漑方式の違いにより、圃場用水量が変化するものと推察される。

(6) 土壌断面内における地下水位の動き

各圃場では、灌漑初期の灌漑方式が異なっていたことから、灌漑時における土壌断面内の地下水位変化を比較した（図-6～図-8）。ここで、図-6および図-8は初期取水時の変化であるが、図-7は灌漑期初期にある程度地下水位が上昇した時点での変化を示したものである。

A圃場では、初期取水に伴い、暗渠直上（A_L3-130-0.5、

A_L1-50-0.5）および暗渠間の一部の地点（A_L1-90-5.0）で地下水位の上昇がみられた。D圃場では、取水に伴い一部の地点（D_L1-90-0.5）で地下水位の上昇がみられた。C圃場では、すべての地点において取水に伴う地下水位の上昇がみられた。これらの違いは、各圃場内の観測地点近辺の亀裂の分布の影響の他、灌漑方式により用水の流入経路が異なっていたことから、地表灌漑では、田面からの面的な用水供給により飽和部分が大きくなり、地下灌漑では、暗渠管からの線的な用水供給により飽和部分が地表灌漑と比較して小さくなっていたために差が生じたと考えられる。

4. おわりに

圃場整備済みである3筆の圃場を対象として、乾田直播栽培、湛水直播栽培、移植栽培における圃場水管理、圃場水収支、取水時の地下水位の動きの特性を比較した。この結果、調査圃場では異なる水管理が行われており、圃場内の地下水位の動きも多様であった。ただし、地下水位の変動特性にはまだ不明な点もあることから、今後も精査が必要である。

次年度以降の調査では、圃場の水収支観測の精度を向上させ、圃場流入水量の特性を明らかにする。また、圃場レベルに加えて農区レベルでの水管理および水収支を明らかにし、圃場整備前後の水収支特性を比較する。

謝辞：本研究を行うにあたり、美唄市の農家の方々、美唄市土地改良センター、北海土地改良区美唄事業所の関係諸氏にご協力を賜った。ここに記して謝意を表する。