

平成23年度

# 地下水位制御が可能な大区画水田圃場 における水動態の解明

(独) 土木研究所寒地土木研究所 水利基盤チーム ○古檜山 雅之  
中村 和正  
鵜木 啓二

地下水位制御が可能な施設を備えた大区画水田圃場では、畑作利用時に地下からの給水が可能となるほか、水稲直播栽培における播種後の湛水管理も容易となる。そのため、導入作物や栽培管理の違いによる水利用特性の変化が予想される。そこで、このような圃場における水利用の実態を把握するため、圃場内地下水位等の観測を開始した。本研究では、初年度である平成23年度の調査結果の一部と今後の展開方針について整理した。

キーワード：大区画水田、地下水位制御、水利用、水稲直播栽培

## 1. はじめに

平成22年3月に定められた食料・農業・農村基本計画では、水田の有効活用による麦・大豆等の生産拡大を実現するため、水田の排水対策や地下水位制御システム等の導入を重点的に推進することとしている。北海道の大規模水田地帯においても生産性の向上や持続的・効率的な農業経営を確立すること目的として、地下水位制御システムを備えた大区画水田圃場の整備が進められている。

これらの圃場では、従来の表面取水に加えて用水路に接続された暗渠管からの給水が可能となり、水位調整機能を備えた水閘の操作により圃場地下水位を制御することができる。このため、水田利用時には代かき用水の圃場全体への均一な給水と取水時間の短縮が可能となる。また、畑作利用時には夏場の乾燥期に大豆等の転作作物へ地下灌漑を行うことにより、生産性が向上する事例が報告されている<sup>1)</sup>。さらに、播種後の湛水管理が容易になることから、整備を契機として水稲直播栽培に取り組む地域もある。

このような整備が行われた地域では、導入作物や栽培管理、取水の利便性などの変化によるピーク用水量の変動、水田の大区画化や排水性の改良による用水量増加などの水需要変動が見込まれるため、地域の水利用特性が変化することが想定される。今後、このような地域において用水計画を策定するためには、想定される変化の要因を十分に検討し、地域全体に必要な用水量を適切に算定するとともに、円滑な配水管理手法を確認しておく必要がある。

このような背景から寒地土木研究所水利基盤チームでは、地下水位制御が可能な大区画水田圃場における水利用の実態把握と用水量の解明のため、国営事業で整備された圃場を調査フィールドとして平成23年度から地下水位等の観測調査を開始した。本研究では、調査初年度の調査結果の一部を報告するとともに、今後の展開方針について整理した。

## 2. 調査概要

### (1) 調査圃場概要

調査は雨竜郡妹背牛町にある4筆の圃場（以下、試験区）を対象として行った。調査対象試験区の概要を表-1に示す。これら試験区は、平成21年度に国営事業により区画整理工事が行われ、あわせて地下水位制御システム（図-1）が整備された。さらに、末端用排水路を管水路化して農道下へ埋設することにより、維持管理の省力化や用地の有効活用を図っている。営農の特徴として、無代かき湛水直播栽培（試験区C及びD）や出穂期以降に地下水位を上下させて窒素吸収を制御する低タンパク対策実証試験（試験区A及びC）などが行われた。

### (2) 調査項目と方法

各試験区における水利用の実態と、そのような水利用がなされた場合での、①圃場内の平均的な地下水位及び湛水深の経時変化、②暗渠間での水面形状変化、③初期入水時における土層内への給水状況、について把握するため、以下の項目について調査した。

表-1 調査対象試験区の概要

試験区	A	B	C	D
面積	2.3ha	2.3ha	1.5ha	1.5ha
計画田面高	37.32m	37.32m	37.16m	37.16m
作付作物 (品種)	水稻 (なつぼし)	春小麦 (春よ恋)	水稻 (ほしまる)	水稻 (ほしまる)
栽培方式	移植	-	湛水直播	湛水直播
代かき	5/24-5/25	-	(無代かき)	(無代かき)
初期入水	-	-	5/29	5/29
移植・播種	5/29	11/18 (H22)	5/30	5/30
施肥	5/14.5/29	4/30.6/4	-	-
防除	7/19.7/29.8/6	6/22.7/3.7/9.7/20	7/19.7/27.8/9	7/19.7/27.8/9
除草剤散布	6/11	6/5.6/7.8/12	7/1.7/6	7/1.7/6
低タンパク対策	7/29-8/12	-	8/10-8/24	-
収穫	9/20-9/21	8/3	10/12	10/13

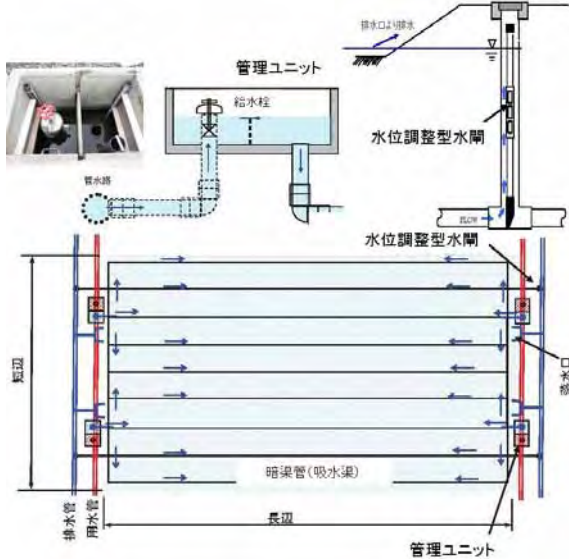


図-1 地下水制御システム

a) 地下水位

地下水位は全ての試験区で観測した。各試験区内での観測地点は図-2に示すとおり1試験区あたり10地点とした。自記水位計（絶対圧式）を長さ30cmのスリット入りケーシングパイプ（塩ビ製）に格納して各試験区の観測地点に埋設し、10分間隔で観測した。埋設方法の詳細を図-3に示す。各試験区の収穫終了後に掘削してデータ回収を行った。観測した水位は標高値に換算して整理した。観測期間は5/20から各試験区の収穫日までである。

b) 湛水深

湛水深は水稻作付けの試験区A、C及びDで観測した。各試験区内での観測地点は図-2に示すとおり1試験区あたり4地点とした。地下水位観測と同じ観測機器を用いた。観測地点の田面から15cm程度までパイプを埋設し、10分間隔で連続観測を行った。観測した水位は標高値に換算して整理した。観測期間は各試験区とも6/1から8/31までである。

c) 降水量

降水量は転倒マス式の自記雨量計を試験区に近い現地を設置して観測した。測定間隔は10分とした。観測期間は5/19から地下水位観測終了時までである。なお、観測期間中に一部欠測が生じた期間があるため、欠測期間については調査地点近傍のアメダスデータを使用した。

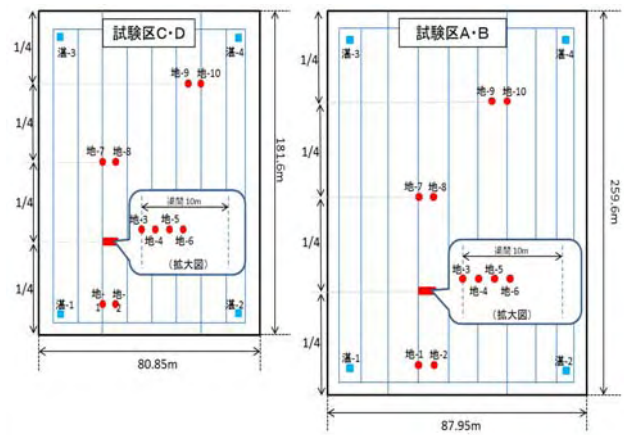


図-2 試験区内での観測位置

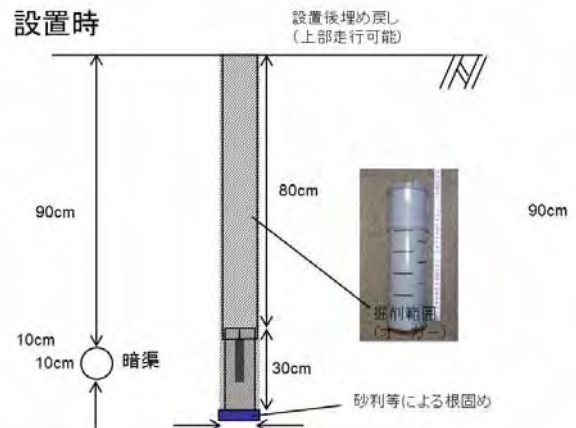


図-3 地下水位計の埋設方法

d) 現地踏査及び聞き取り調査

水利用実態を把握するため、3日ごとに現地踏査を行うとともに、関係機関等への聞き取り調査を行い、各試験区での取水方法や排水の有無などを確認した。

3. 調査結果と考察

(1) 水利用実態と地下水位及び湛水深の変化

図4に、調査期間中の日降水量と各試験区における地下水位及び湛水深の経時変化を示す。図中には、各試験区の水利用実態を併せて記載した。なお、地下水位は圃場内の代表的な水位として4地点（地-3、地-6、地-9、地-10）の平均値を、湛水深は設置した全点（湛-1～湛-4）の平均値をそれぞれ用いた。

水稻作付けの試験区では、代かき用水取水時（試験区A）、播種前の初期入水時（試験区C、D）、中干し後の再入水時（全試験区）、低タンパク対策実証試験実施時（試験区A、C）に地下取水を行っていた。また、普通期の水管理に地表取水と地下取水を併用するケースもみられた。移植栽培の試験区Aでは、地表取水による水管理が多かったことに対し、水稻直播栽培の試験区C及びDでは、地下取水によって水管理を行うケースが多く

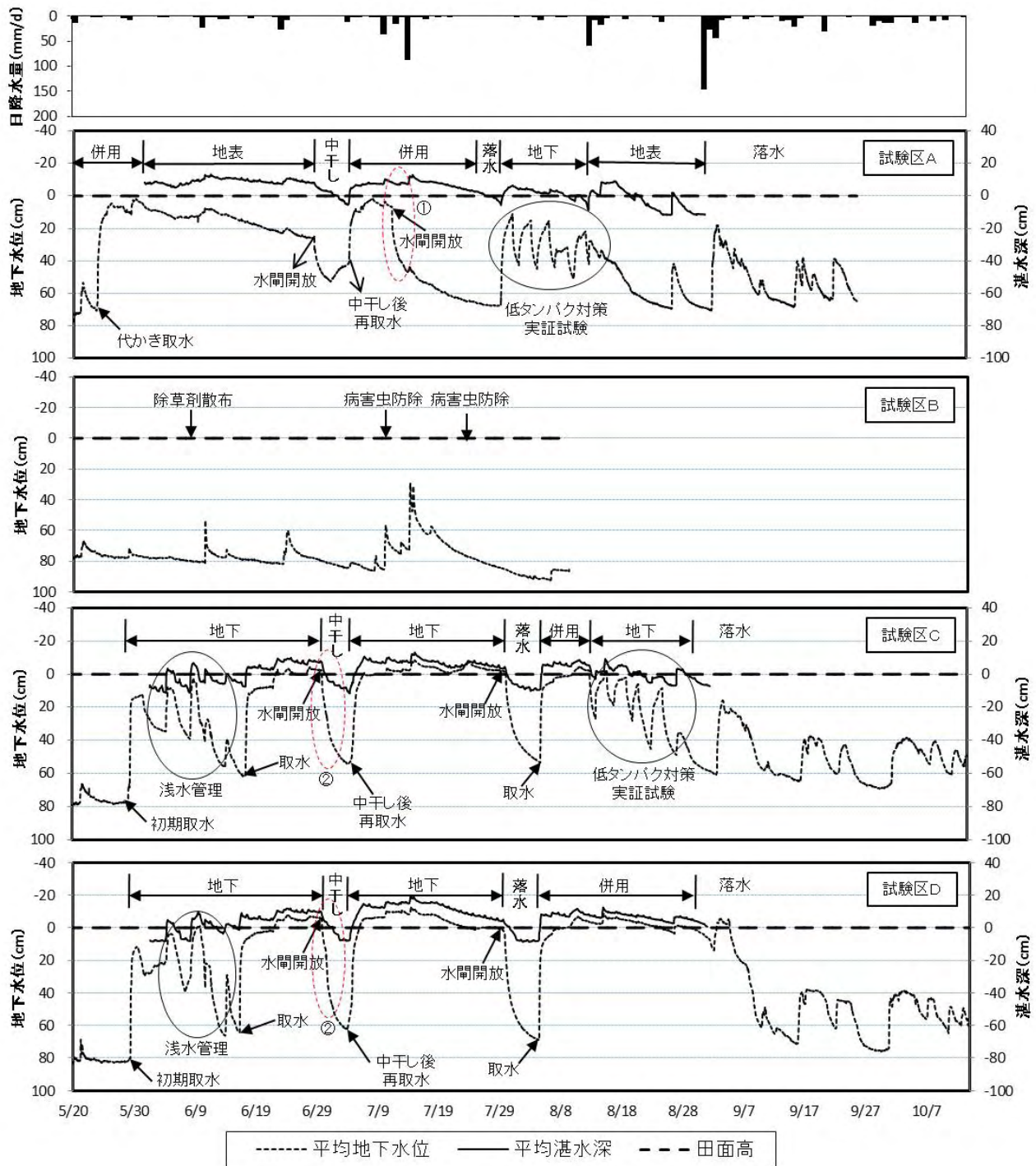


図-4 日降水量と地下水水位及び湛水深の経時変化

みられた。小麦作付けの試験区Bでは、小麦への地下灌漑は行われなかった。灌漑期（5月～8月）における降水量は、アメダスの平年値と比較して100mm以上も多く、期間中に偏りなく降雨があったため、作物への灌水は行わなかったものと考えられる。

灌漑期における地下水水位及び湛水深の変化をみると、水稻作付けの試験区では、地下取水や水閘開放による排水開始直後から地下水水位が速やかに上下動しており、地下水水位制御システムが効率的に機能していることがわか

る。また、水閘開放時における地下水水位と湛水深の関係をみると、試験区Aでは地下水水位の低下による湛水深の大きな変化はみられない（図中①）が、試験区C及びDでは、地下水水位の低下に追従して非湛水状態となる傾向がみられた（図中②）。これは、試験区C及びDは無代かきであるため、作土層の透水性が大きいことが要因と考えられる。このことから、代かき水田では地下水水位が低くても湛水深の制御が可能となるが、無代かき水田で湛水深を制御するためには作土層を地下水水位で飽和さ



せておく必要があると推察された。

湛水直播栽培のC及びD試験区における播種後の浅水管理状況をみると、管理後半における地下水水位が60cm程度まで低下していた。ここから再度田面付近まで地下水水位を上昇させて湛水させるためには、多くの用水量が必要になると考えられる。浅水管理のように地下水水位を短期間に上下動するような水管理を行う場合には、期間中の地下水水位を高く保持しておくことにより、用水量の節約に繋がると考えられる。このような節水が実際に適用できるかどうかは、今後農家の意見も聞きながら検討したい。

降雨時の地下水水位変化をみると、試験区Dでは、9/2の降雨（日降水量146.5mm/day）の影響により落水後にもかかわらず田面まで水位上昇したが、降雨後7日の地下水水位は約60cmまで低下した。これは、土地改良事業設計基準<sup>2)</sup>において生育に望ましい地下水水位の目安として示されている常時地下水水位を満たしており、暗渠排水としての機能が発揮されていることがわかる。

## (2) 地下水水位制御時の暗渠間水面形状変化

地下水水位制御により水位が上下動した際の暗渠間での水面形状変化について、試験区A及びBの事例を図-5に示す。観測点は地-3、地-4、地-5、地-6である。

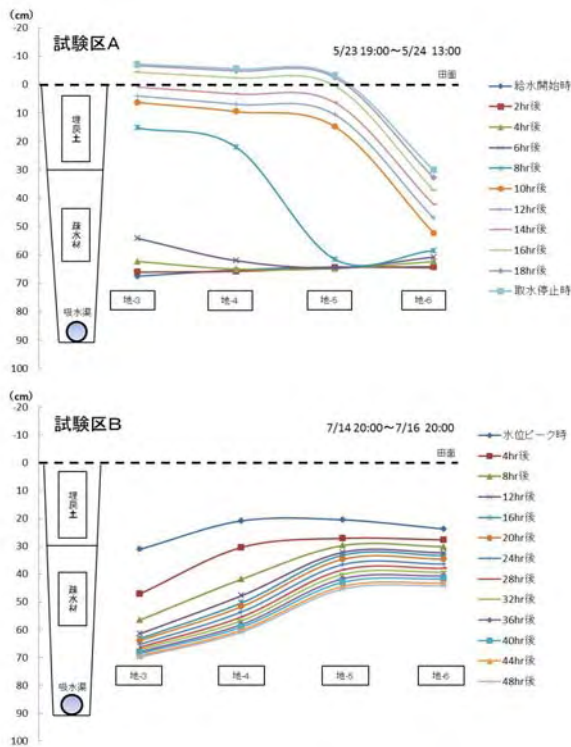


図-5 暗渠間での水面形状変化

試験区Aでは代かき用水を地下取水した5/23の19:00から5/24の13:00までの水位上昇の事例を示す。これをみると、暗渠側部である地-3の上昇が一番速く、それに追従して地-4が上昇していた。地-5は前述の2地点の水位が田面下10cm程度まで到達したあと急激に上昇した。しか

し暗渠間部の地-6は、水位上昇はするものの他の3地点よりも水位上昇が遅かった。他の3地点は取水開始から16時間後には田面まで水位が到達し、取水停止時にはほぼ同程度の水位となった。

試験区Bでは降雨時に地下水水位がピークとなった7/14の20:00から7/16の20:00までの水位低下の事例を示す。これをみると、暗渠側部である地-3の水位低下が一番速く、それに追従して地-4が低下していた。しかし、地-5及び暗渠間部である地-6の水位低下は他の2地点と比較して遅く、水位ピーク時から48時間経過した段階での地-3と地-6の水位差は26cmであった。

## (3) 初期入水時における土層内への給水状況

初期入水時に地下取水を行った場合における土層内への給水状況について試験区A及びDの事例を図-6に示す。観測点は、暗渠側部の3地点（地-1、地-3、地-7）及び暗渠間部の3地点（地-2、地-6、地-8）である。

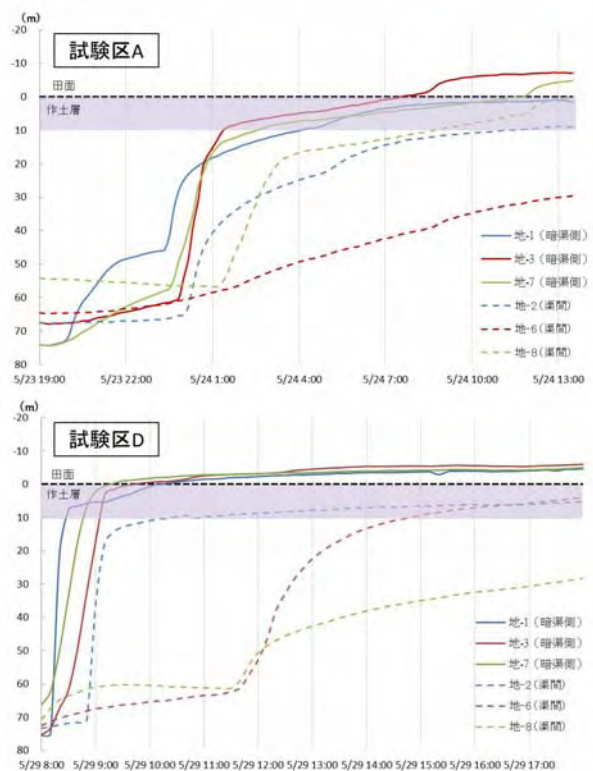


図-6 初期入水時の圃場内給水状況

試験区Aの暗渠側部では、取水開始後1時間程度で圃場短辺側の地-1が最も速く水位上昇を始めるが、その後他の2地点の水位も大きく上昇し、取水開始後6時間には3地点とも同程度の水位（田面下10cm程度）となり、水位上昇は緩やかとなった。取水停止時には3地点とも水位が田面上もしくは田面付近まで到達していた。暗渠間部では3地点とも緩やかに水位上昇するが、取水停止時において3地点とも水位は田面まで到達しなかった。

試験区Dの暗渠側部では、3地点とも取水開始直後から急激に水位上昇しているが、試験区Aと同様田面下

10cm程度まで水位が到達すると水位上昇は緩やかとなる傾向がみられた。取水開始後2時間程度で3地点とも水位が田面まで到達していた。暗渠間部では、各地点で水位上昇時間に差はあったものの、取水停止時には3地点とも水位が田面まで到達しなかった。

以上のことから、地下取水時には暗渠埋戻し部とその側部において速やかに水位上昇すると考えられるが、透水性の大きい作土層へ到達したあと横方向への水の移動が生じたため、その後の水位上昇が緩やかになったと考えられる。また、両試験区とも取水停止時に暗渠間部の水位が田面まで到達していないことから、これら試験区における初期入水時の圃場全体への給水は、地下水面の均一的な上昇によるものではなく、暗渠埋戻し部を上昇する水が田面に到達して広がったものと推察される。

#### 4. まとめと今後の展開方針

地下水位制御が行われる大区画水田における水利用の実態把握と、そのような水利用がなされた場合での地下水位及び湛水深の経時変化、地下水位制御時の暗渠間水面形状変化、初期入水時における土層内への給水状況について観測した結果を報告した。

水稻直播栽培を行った試験区では、地下からの取水頻度が多いことがわかった。

水閘開放時における地下水位と湛水深の関係では、無代かき水田における地下水位と湛水深がほぼ同じ挙動で水位低下する傾向がみられた。このため、無代かき水田で湛水深の制御を行う場合には、作土層まで地下水位で飽和させておく必要があると考えられる。

暗渠間での水面形状変化の観測では、暗渠側部の水位

が速やかに上昇し、暗渠からの距離が遠くなるほど水位上昇が遅くなる傾向があった。また、初期入水時における土層内への給水状況の観測では、地下水位が土層中を均一に上昇するのではなく、暗渠埋戻し部を上昇した地下水位が田面に到達して圃場全体に広がると考えられる。このことから、初期入水時に圃場全体がムラなく湿潤状態になる過程においては、暗渠埋戻し部が飽和された後、作土層への水供給と暗渠間の心土の飽和が並行して進んでいると推察される。

今後は、地下水位制御を行う大区画水田での用水量を解明するため、各試験区における水収支の算出を行う。水収支の算出には、取水量及び排水量の連続観測が必要となるが、前述のとおり末端用排水路が管水路化されており、給排水口の構造上、水量の実測が困難である。そのため、今年度観測した地下水位及び湛水深の変化や土壌の孔隙量等から取水量及び排水量を推定し、水収支を算出することとしている。その結果については現在整理中であるため、別報にて報告する。

さらに、次年度以降も現地観測を継続してデータを蓄積し、地下水位制御を行う大区画水田における用水計画策定手法の提案を行う予定である。

謝辞：本研究を始めるにあたり、現地調査や資料提供にご協力いただいた農業者、もせうし土地改良センター、北海道開発局札幌開発建設部の関係各位に謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 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, p. 14(2008)
- 2) 農林水産省構造改善局：土地改良基準計画基準計画「暗きよ排水, p. 37(2000)