

平成30年度

大区画ほ場における水稻の栽培方式の 違いによる用水量の特性 —美唄地区における事例—

北海道開発局 農業水産部 農業振興課

○河田 修二

澁谷 靖

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 水利基盤チーム

越山 直子

農業の体質強化をめざして、農地の大区画化・汎用化のための基盤整備が進められている。こうした整備が実施された地域では、省力化・低コスト化を図るために水稻の直播栽培が増加傾向にある。そこで、美唄地区において、地下水制御が可能な大区画ほ場を対象に、水稻の栽培方式別（湛水直播、乾田直播、移植）の用水量および水管理を調査した。本報では、3年間の調査結果および各栽培方式における用水量の特性について報告する。

キーワード：基礎技術、用水量、大区画圃場、水稻栽培方式

1. はじめに

北海道の水田地帯では、農業の体質強化をめざして、農地の大区画化・汎用化のための基盤整備が実施されてきている。こうした整備が実施された地域では、省力化・低コスト化を図るために水稻の直播栽培が増加傾向にある。

美唄地区では、農地の小区画や排水不良など、効率的な農作業を行うための障害を解消するために、国営緊急農地再編整備事業が実施されている。ほ場整備実施後は、さらなる省力化・低コスト化をねらいとして、水稻の直播栽培面積が拡大すると予想される。しかし、直播栽培における水管理および用水量の実態は、十分に把握されていない。また、水稻の移植栽培を前提とした現在の用水計画に対する留意事項を検討するための手法も確立されていない。

そこで、栽培方式ごとの水管理及びほ場の水収支について、3年間調査を実施した。本報では、そこで得られたデータを基に、用水量の特性を明らかにした結果を報告する。

す。以下、乾田直播栽培を「乾直」、湛水直播栽培を「湛直」、移植栽培を「移植」と記す。

取水形式は開水路（用水路）であり、各ほ場への用水供給は、地表取水2か所、地下取水1か所から行える。各圃場の排水は、地表排水、地下排水ともそれぞれ2か所から行える。暗渠工の施工諸元を表-4に示す。標準断面図を図-3に示す。

調査圃場における水管理は、一人の農家の判断で行わ



図-1 美唄地区位置図

2. 調査方法

(1) 調査ほ場の概要

本地区は、北海道の石狩平野のほぼ中央に位置し、一級河川石狩川の左岸に広がる水田地帯である（図-1）。地区の概要を表-1に示す。調査ほ場は、平成27年に整備された4ほ場である（図-2）。1区画の面積は、整備前は概ね40aであり、整備後は約1.2haである。各ほ場の諸元を表-2に示す。また、水稻栽培方式及び品種を表-3に示

表-1 美唄地区の概要

事業期間	平成25年度～平成36年度
関係市町村	美唄市
受益面積	1,874ha
主要工事	区画整理 1,874ha

れた。ただし、平成28年における直播栽培圃場における水管管理は、JAびばいの指導の下で実施された。

(2) 調査項目

各調査圃場において、気象、取水量（地表・地下）、排水量（地表・地下）、地下水位、湛水深、減水深、土壌の調査を行った。各圃場における観測地点の位置を図4に示す。

気象は、調査ほ場の北端に観測機器を設置し、気温、湿度、風向風速、日照時間、降雨量、大気圧、蒸発量を観測した。取水量は、地表取水口および地下取水口に電磁流量計を設置し、観測した。地表排水量は、直角三角堰を各ほ場排水口近傍に設置し、観測した。地下排水量は、電磁流量計を各ほ場の調整水閘口近傍に設置し、観測した。地下水位は、絶対圧式の水位ロガーを田面より130cmの深さに埋設し、観測した。湛水深は、水位ロガー（大気圧補正用ベントチューブ付）を各ほ場2か所に設置し、観測した。各調査は、基本的にかんがい期間を通して10分間隔で測定した。減水深は、N型減水深計を各ほ場2か所に設置し、水稻栽培期間中の生育ステージごとに5～6回、日減水深の測定を行った。土壌調査は、各ほ場の用水路側から90m地点において、深さ1mの試掘を1か所ずつ行った。各層3個の試料を採取し、土壌物理性の分析を行った。また、土壌断面調査では、可塑性、ち密性、植物根、湿り度、礫、土色、層界、腐食及び土壌硬度を計測した。ほ場管理については、農家から聞き取り調査を行った。

3. 調査結果

(1) 土壌調査

いずれの調査ほ場も作土層以深に泥炭層があり出現位置は、いずれも田面より30cm程度で浅い位置である。透水係数 (cm/s) のオーダーは、地表下60cm程度で $10^5 \sim 10^6$ cm/sであった。

(2) 気象状況

調査を行った3ヶ年における気象状況を表5～表7に示す。気温は3ヶ年とも6月が平年値より1℃程度低かったが、概ね平年並であった。降雨量は、3ヶ年とも5月は平年値の7割程度、6～8月は平年値の1.6～2.5倍程度であった。特に平成28年の灌漑期間の合計値は、平年値の1.6倍であった。日照時間は、3ヶ年とも6月は平年値の6割程度であった。特に平成30年における灌漑期間の合計値は、平年値より130hr程度少なかった。

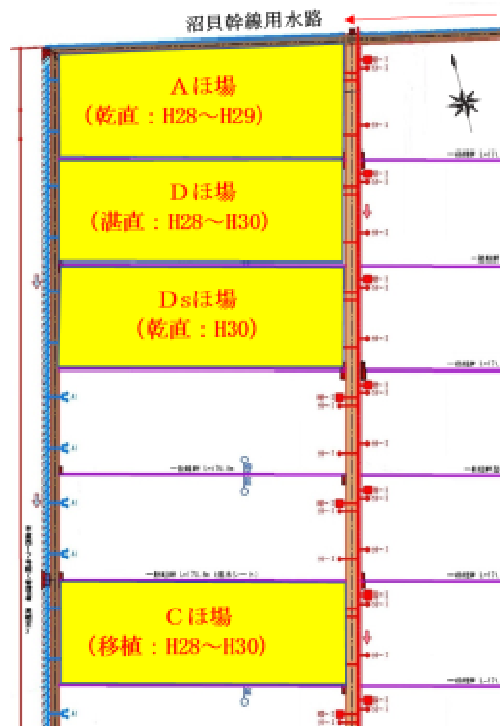


図-2 調査ほ場の位置

表-2 調査ほ場の諸元

項目	Aほ場	Dsほ場	Dほ場	Cほ場
地下かんがい(方式)	集中管理孔方式			
長辺の長さ(m)	175.5	170.8	170.8	170.8
短辺の長さ(m)	69.4	65.0	65.0	65.0
ほ場面積(ha)	1.2	1.1	1.1	1.1

表-3 水稻栽培方式及び品種

年次	Aほ場	Dsほ場	Dほ場	Cほ場
栽培方式	乾田直播	乾田直播	湛水直播	移植
平成28年	大地の星	(おぼろづき)	おぼろづき	ななつぼし
平成29年	大地の星	(おぼろづき)	おぼろづき	ななつぼし
平成30年	(ななつぼし)	大地の星	おぼろづき	ななつぼし

※平成30年の乾田直播の調査ほ場は、Aほ場からDsほ場に変更

表-4 調査ほ場の暗渠施工諸元

項目	諸元
渠間	10m
最小切深	0.7m
管材	吸水渠 合成樹脂管 (φ60～80mm：有孔管) 勾配 1/500
	連絡管 合成樹脂管 (φ125mm：有孔管)
	流末管 硬質塩化ビニール管 (φ65～125mm：無孔管)
疎水材	洗い砂利(5～25mm)



図-3 暗渠工標準断面図

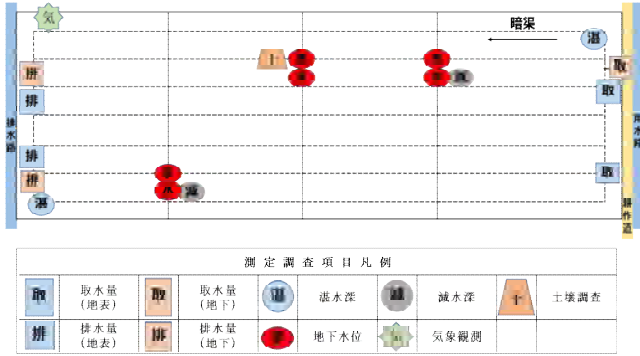


図-4 調査ほ場の観測地点位置

表-5 気温

	5月	6月	7月	8月
H28	13.3	15.4	19.5	22.5
H29	12.7	15.0	21.7	19.9
H30	12.1	15.4	21.6	20.9
平年値	11.6	16.2	19.9	21.2

単位：(°C)

表-6 降雨量

	5月	6月	7月	8月	合計
H28	66.0	159.5	179.5	367.0	772.0
H29	65.5	147.0	144.5	128.5	485.5
H30	46.5	130.5	233.5	275.0	685.5
平年値	76.7	58.2	108.9	158.1	401.9

単位：(mm)

表-7 日照時間

	5月	6月	7月	8月	合計
H28	187.4	116.3	149.6	199.7	653.0
H29	186.5	135.0	166.5	151.6	639.6
H30	190.7	113.1	141.7	116.1	561.6
平年値	196.7	183.4	158.9	160.6	699.6

単位：(hr)

(3) 各ほ場の浸透量

減水深調査における減水深の値から蒸発散量を差し引き、浸透量を算定した。各ほ場における日浸透量の3ヶ年の平均値(カッコ内は最小値及び最大値を示す)は、Aほ場(乾直)：2.8mm(-3.1~15.8)、Dsほ場(乾直)：4.2mm(0.6~12.1)、Dほ場(湛直)：1.8mm(-0.9~5.7)、Cほ場(移植)：1.6mm(-3.1~17.4)であった。なお、浸透量の値が大きくなったり、負となったりしている要因としては、近接ほ場の湛水深や地下水位の影響を受けている可能性がある。

周辺の地下水位が低いようなほ場では、代かきが行われない場合、浸透量が増加する例があるが、調査ほ場では、総じて浸透量の値は概ね小さかった。調査ほ場では、泥炭性の土壌が含まれており、ほ場の地下水位が比較的高いことから、栽培方式ごとの浸透量に大きな差が生じなかったと考えられる。

(4) 各栽培方式における用水量の特性

a) 各栽培方式の営農管理

一般的に、乾直では代かきを行わず、耕起後、均平・転圧後に播種を行う。播種後に入水し、土が湿った後に止水する。乾直および湛直では、発芽の筋がうっすらと見えるまで再入水は行わない。再入水は、根と芽の伸張を確認した後に行う。1回目は水深2cm程度、2回目は3cm程度、3回目は移植栽培における普通期の湛水深と同程度となるように、5cm程度の水を張る。移植では、田植え以降、湛水状態で水管理を行う。

調査ほ場における各栽培方式ごとの営農管理を平成30年を例として表-8に示す。調査ほ場では、例年と同時期に各作業が行われていた。7月13日の乾直ほ場では、乗用型の除草剤散布機により作業が行われていた。

表-8 調査ほ場における作業歴(平成30年)

作業名	Dsほ場(乾直)	Dほ場(湛直)	Cほ場(移植)
心土破碎	4月26日	—	—
耕起(チゼルプラウ)	4月29日	4月29日	4月29日
均平	5月4日	—	—
施肥	5月8日	5月8日	5月1日
耕起(ロータリー)	5月9日	5月9日	—
播種	5月10日	—	—
鎮圧	5月10日	—	—
代かき	—	5月12日	5月19日 5月20日
ゴミ上げ	—	5月14日	5月21日
施肥・播種・除草剤	—	5月14日	—
除草剤散布	5月23日	—	5月22日
移植	—	—	5月24日
除草剤散布	7月13日	6月21日	6月11日
病害虫防除	8月4日	8月4日	8月3日
病害虫防除	8月18日	8月18日	8月12日
病害虫防除	8月28日	8月28日	8月23日
収穫	10月11日	10月8日	9月25日

b) 各調査ほ場の供給水量

各栽培方式における特徴的な水管理および取水量を抽出するため、かんがい期間において各ほ場への供給水量（取水量と有効雨量の和）を算出し、累加供給水量を比較した（図-5）。図中における各年のデータは、平成28年のAほ場は「28A（乾直）」というように和暦、ほ場名（カッコ内は栽培方式）の組み合わせにより表示する。ここで使用した有効雨量については、地表排水量を栽培管理用水量と無効雨量を分離する方法²⁾により算定した。

各栽培方式におけるかんがい期間を通じた供給水量の合計値をみると、28A（乾直）と28D（湛直）は同程度、29A（乾直）・29C（移植）は同程度、30Ds（乾直）・30C（移植）は同程度であった。年度による合計値の違いがあるが、栽培方式の違いによる供給量の差は1割～2割であった。

c) 各栽培方式における水管理と取水量

栽培方式別の水管理（初期かん水及び代かき用水を除く）について、湛水深および地下水位の計測結果データから、特徴的な水管理を2つ抽出した。

28D（湛直）では、深水かんがいが行われた。28A

（乾直）と30Ds（乾直）においては、7月中旬に除草剤散布のための落水に伴う再入水が行われた。

深水かんがいは、水稻の生育状況とその年の気象条件に応じて必要とされる。異なる栽培方式では、生育進捗の差が生じるため、別の期間に低温が到来していれば、他のほ場でも行われたはずである。また、防除や除草剤散布に伴う落水・再入水も生育状況や雑草の繁茂状況に応じて行われるもので、栽培方式に関わらず行われる。

d) ほ場用水量の差の要因

調査ほ場では浸透量が小さいため、代かきの有無などのほ場管理の違いによる浸透水量の差は小さいと言える。

従って、栽培方式の違いによる生育期毎のほ場用水量の差の要因は、栽培管理用水量の影響が大きいことが想定される。

(5) 将来における用水需要パターンの推定

直播栽培の北海道内での普及率は2%程度であるが、美唄地域では直播研究会を組織し取組を進め11%程度まで普及している³⁾。さらに省力化・低コスト化が求められるなか、直播向け優良品種（上育471号など）も開発

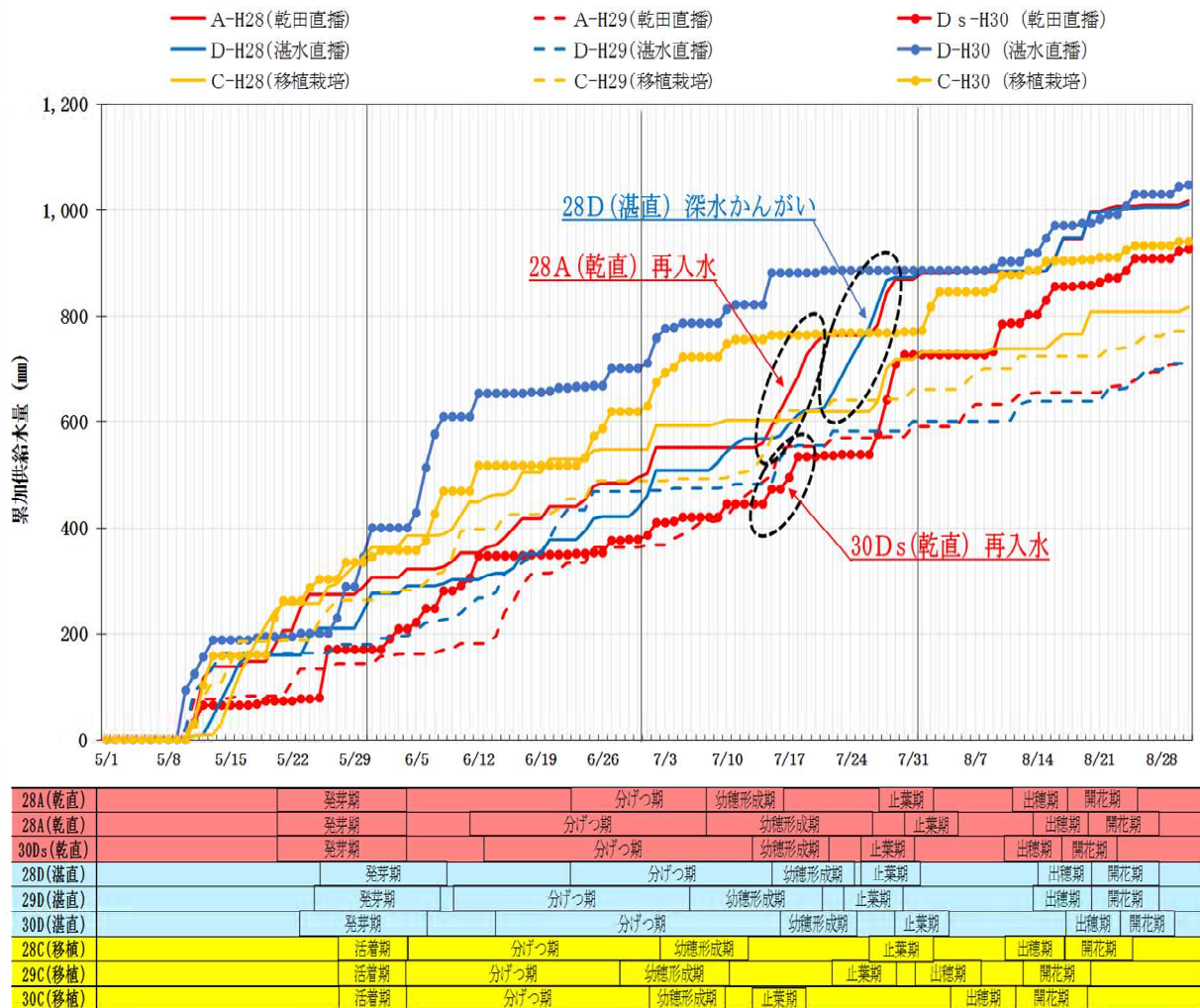


図-5 各ほ場における累加供給水量

されており、今後もさらに拡大していくことが想定される。

これまでに述べたように、合計供給量が同程度であったとしても、栽培方式の違いにより、時期のずれが生じたり、各時期における必要水量が異なったりする。このため、用水計画を検討するには、従来の移植栽培における用水需要パターンがどのように変化するかを想定する必要がある。そこで、下記の手順により、用水需要パターンのイメージを作成した。

a)各栽培方式の用水需要パターンの推定

用水需要パターンのイメージ作成フローを図-6に示す。

各栽培方式における水管理の時期・期間は、水管理実績とJAびばいの栽培暦等を参考に設定した。期別流入量は、実績流入量と有効雨量の合計値とし、ほ場1筆での流入量を10日間分ずらして加算し、10筆ほ場の用水量を算出しほ場群の期別用水量を算定した。さらに、同一の水管理を行う期間は、該当期間の最大取水量を取水可能とした用水量イメージ図を作成した(図-7)。

湛直と移植では、湛直の代かき時期が移植より早く、代かきのピーク水量は同程度だが、代かき用水量は湛直の代かき期間が短いためその半分程度となった。乾直と湛直の直播栽培では発芽促進や湛水のための初期かん水が必要である。調査ほ場の乾直、湛直の生育は移植栽培より10日程度遅く、深水用水の時期にもずれが生じた。

b)直播栽培が拡大した場合の用水需要パターン

図-7の用水量イメージ図を用いて、ある圃場群において、すべて移植栽培が行われている「現況」の用水需要と、今後、直播栽培面積が拡大した「将来」について、それぞれの用水需要パターンのイメージを作成した結果を図-8に示す。なお、「将来」における作付け比率は、移植：乾直：湛直=6：2：2として推定した。

直播栽培の面積が拡大した場合は、代かき期のピーク取水量が減少する一方で、直播栽培の初期かん水の需要があることから、かんがい初期の取水ピーク期間が従来より延びる。また、乾直と湛直の深水期が後ろ倒しとなるため、深水用水は長期間必要となる。

4. まとめ

大区画水田を対象として、乾直、湛直、移植におけるほ場の水管理及び用水量を比較した。その結果を以下にまとめる。調査ほ場の浸透量が小さい条件下では、代かきの有無などのほ場管理のちがいがよる浸透量の差は小さいことが明らかになった。各ほ場の用水量の差は、除草剤散布による落水や深水かんがいなど、栽培管理用水量の影響が大きいことが想定される。今回得られた各ほ場における水管理および供給水量のデータを用いて、現況および将来の直播栽培が普及した場合の用水需要パターンのイメージを作成し、比較を行った。

大区画ほ場・地下かんがい施設での水管理や直播栽培

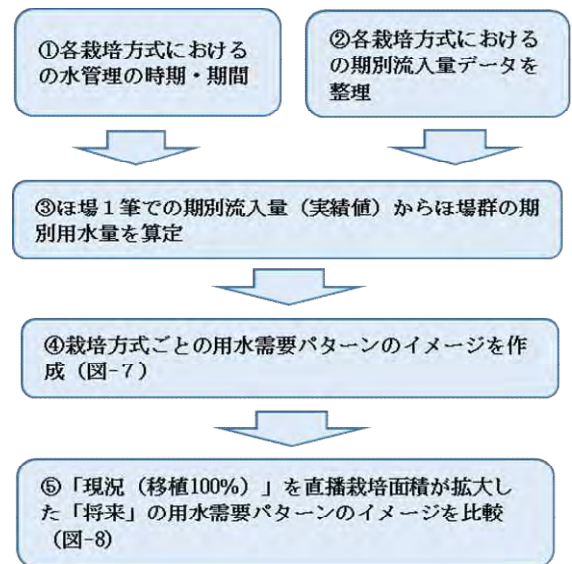


図-6 用水需要パターンのイメージ作成フロー

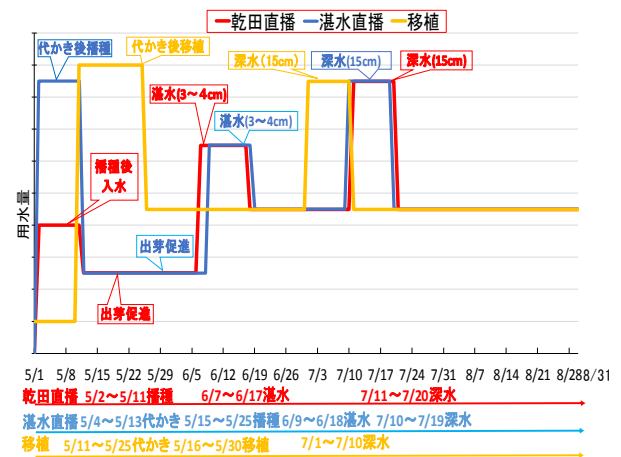


図-7 栽培方式のちがいがよる用水量イメージ図

(用水量は1日当たりに必要な量を高さで表したもので、湛水深ではない。栽培方式の相対的な比較なので、縦軸には数値は記入していない。)

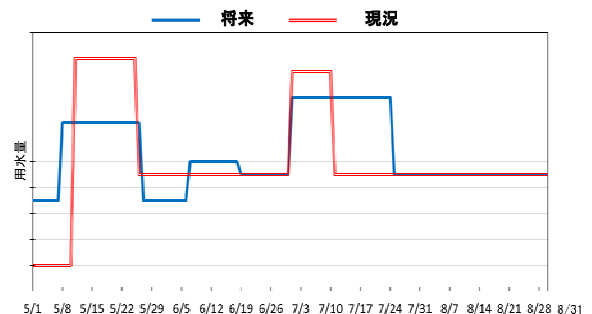


図-8 用水需要パターンのイメージ

(用水量は1日当たりに必要な量を高さで表したもので、湛水深ではない。現況と直播普及後の相対的な比較なので、縦軸に数値は入っていない。)

での水管理は、農家による試行錯誤の部分が残っている。直播栽培の水管理への習熟度がさらに高まるよう、ほ場及び水管理の特性等、調査で得られた成果を地元農家へ説明していくものとする。

謝辞：本調査を進めるにあたり、調査協力農家、JA びばいの関係諸氏より多大なご協力を賜った。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 坂田賢、堀野治彦、三野徹：直播水田における圃場単位の水利用に関する事例的研究、農業土木学会論文集、212、pp.17-22、2001.
- 2) 渡辺紹裕、丸山利輔、三野徹：水田圃場における栽培管理用水量の発生形態、農業土木学会論文集、124、pp.11-18、1986.
- 3) JA びばい調べ、2018.