

平成27年度

ダイズ畑における地下水位制御が地下水位 および土壌水分に与える影響

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 資源保全チーム ○清水 真理子
石田 哲也
函館開発建設部 土地改良情報対策官 野地 正昭

地下水位制御システム（FOEAS）を導入したダイズ畑において、地下水位を地下30～40cmに維持する試験を行った。このことで、転作作物栽培時の乾燥時期には毛管上昇による作土層への水分供給が、降雨時には暗渠機能による排水性の確保が期待され、システムの利用が気象の影響を緩和する転作作物の安定生産に有効であると考えられる。本報では、地下水位の制御が地下水位や土壌水分に与える影響を報告する。

キーワード：FOEAS、地下水位制御、転作畑、土壌水分

1. はじめに

北海道の大規模水田地帯では、食料生産の体質強化のため、担い手への農地集積や農地の大区画化・汎用化が推進されている。水田のフル活用を目指すには、田畑輪換の確立や麦・ダイズ等の転作作物の生産拡大等が求められている。

北海道の大区画水田圃場では、暗渠排水施設を利用した地下水位制御システムの導入が進められている。本システムでは、暗渠管の堆泥除去により暗渠管の維持管理を行うとともに、作物栽培期間における地下からの給水により最適な圃場水管理の実現が可能となる。特に、FOEASでは、給水側に設置された水位管理者と排水側に設置された水位制御器によって水位が自動制御されるため、水管理労力の削減や節水効果が期待されている。

主要な転作作物であるダイズは、開花前の花芽分化から莢形成期に干ばつストレスを受けると、子実重が大きな影響を受けるとされている。そのため、6月から8月における地下水位制御が有効と考えられる。本研究では、FOEASが導入された大区画圃場において、ダイズ栽培時における地下水位制御が地下水位および土壌水分に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 調査地と方法

(1) 調査地

調査は、北海道瀬棚郡今金町に位置する3圃場でおこなった（図-1）。これらの圃場では、平成26年度に圃場

整備工事が実施され、あわせてFOEASが導入された。暗渠管の設置間隔は10mを標準としている。平成27年には、6月上旬にダイズを播種、11月上旬に収穫をおこない、施肥管理は3圃場で同様であった。

隣接する3圃場（長辺約240～260m、短辺約65m）を、試験区1、試験区2、対照区として設定した。試験区1では、播種後6月中旬から8月末までの地下水位を-40cmに設定し、用水の供給はFOEASにより自動制御した。9月以降は地下水位制御を行わず、水閘は開放した。試験区2では、北海道農政部の作成した「集中管理孔を利用した地下灌漑の手引き」に沿った地下水位管理、すなわち、地表下30cm深の土壌水分張力（pF）が2.3を上回った時に地下水位を-30cmに設定して1日給水を行うこととした。給水を判断するためのpFは、試験区2の給水側の30cm深に設置した表示器付きテンシオメータにより目視で確認した（図-1）。対照区では、地下水位管理は実施しない。

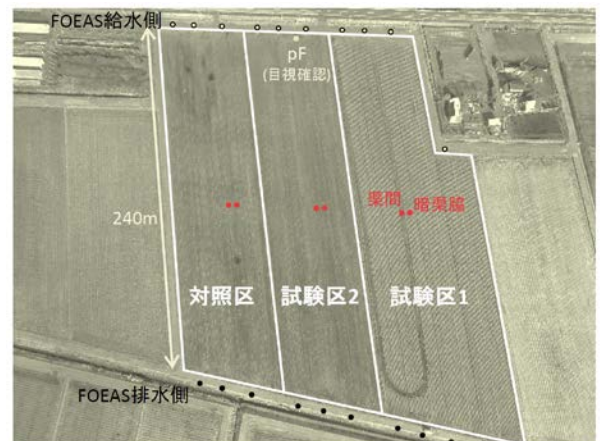


図-1 試験区1、2および対照区の配置と観測地点

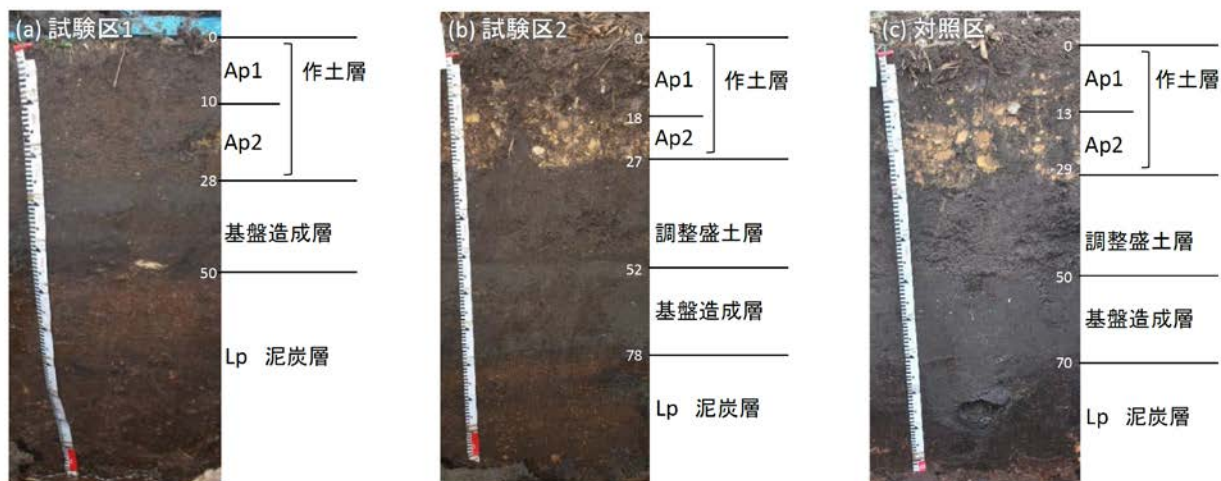


図-2 試験区1 (a)、試験区2 (b)および対照区 (c)における圃場中央の土壌断面

各圃場の中央における土壌断面を図-2に示す。作土層は地表面から27～29 cmまでで、耕起により客土が混入していた。その下には基盤高調整のための盛土層、基盤造成層が存在し、約50～80 cmより下は低位泥炭から成る泥炭層であった。

(2) 調査方法

降水量は、国土交通省が計測している今金町大富観測所の雨量データを、気温はアメダス今金観測所のデータを用いた。

地下水位は、各圃場中央部の暗渠脇と渠間において測定し(図-1)、深さ約1.5 mまで設置した有孔塩ビ管(内径40 mm)と絶対圧式水位計により30分間隔で測定した。

pFは、各圃場中央部の暗渠脇と渠間において(図-1)、テンシオメータにより30分間隔で測定した。測定深度は、5、10、20、30 cmとした。6月に各層から採取した不かく乱試料を用いて、pF水分曲線を作成し、各深度の体積土壌水分率を求めた。

各圃場の6地点(給水側、中央、排水側それぞれ暗渠脇と渠間)において、約35 cmまでの土壌を収穫前後に採取した。土壌試料は、Ap1、Ap2、調整盛土層(もしくは基盤調整層)の3層について採取し、三相分布、容積重、飽和透水係数を測定した。

3. 結果と考察

(1) 気象概要

2015年6月～9月の月降水量は、それぞれ77、64、77、153 mmであった。過去10年間の平均月降水量(6月～9月でそれぞれ47、113、132、136 mm)と比較すると、7月、8月の降水量は少なかったが、日降水量が15 mmを超え

る降雨が7月に2回(7月18日に16 mm、7月25日に21 mm)、8月に2回(8月6日に36 mm、8月18日に31 mm)あった(図-3a)。

月平均気温は、15.2、19.5、21.6、16.9℃で過去10年の平均値とほぼ同程度であった。

(2) 地下水位

地下水位の季節変化を図-3bに示す。試験区2では、地表下30 cm深のpFが2.3を上回る日がなかったため、地下水位の管理は実施しなかった。対照区の地下水位は、他の区よりも低く推移し、渠間で暗渠脇よりも高かった。試験区2では、地下水位管理を行わなかったにもかかわらず、地下水位は約-50～-40 cmで推移した。また、試験区2の暗渠脇と渠間では、ほぼ同程度で推移していた。試験区1の地下水位は、6月17日に設定した後緩やかに上昇し、調査期間を通して約-40 cmに維持されていた。試験区1の暗渠脇と渠間を比較すると、7月中旬までは同程度で推移していたが、7月下旬以降の降雨後に渠間で暗渠脇よりも地下水位の低下が緩慢な状態がみられた。

(3) 土壌水分

体積土壌水分率の季節変化を図-3c～fに示す。対照区の土壌水分率は、5 cm深では試験区2とほぼ同程度で推移したが、10 cm深と20 cm深では調査期間を通して試験区2より低い値で推移する傾向にあった。対照区と試験区2では、暗渠脇と渠間で明らかな差は認められなかった。試験区1の土壌水分率は、各深度とも他の区より高く推移していた。また、7月下旬以降の降雨後では、試験区1の渠間で暗渠脇より土壌水分が高い傾向があった。6月18日から25日までの試験区1の土壌水分率は、10、20、30 cm深で緩やかに上昇し、他の区より高く維持されたが、5 cm深では他の区と同程度であった。このことは、地下からの給水によるものと考えられる。このときの地

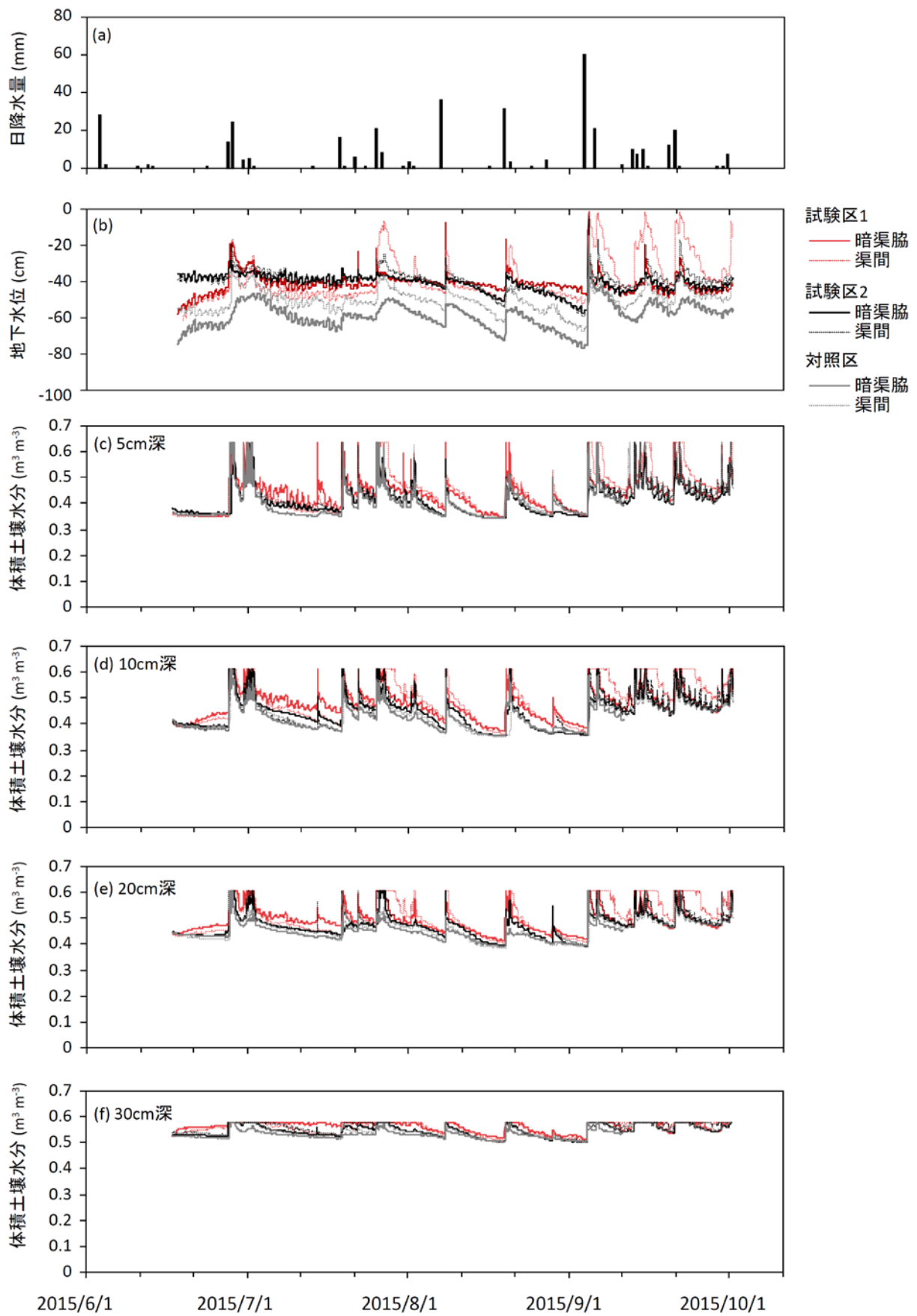


図-3 日降水量 (a)、地下水位 (b)、5cm 深 (c)、10cm 深 (d)、20cm 深 (e)、30cm 深 (f) の体積土壌水分率の季節変化

下水位は約-50~-45 cmであり、地表10 cmまでは毛管上昇によって水分が供給されたことが示唆された。また、7月下旬以降の降雨後では、試験区1の渠間で暗渠脇よりも土壌水分率がよく推移していた。これは、試験区1の渠間で暗渠脇より地下水水位が高く維持されていたことと一致する。

各深度の体積土壌水分率から、0~30 cm深の土壌水分の日変化量を求めた (図-4a)。6月18日から25日までの土壌水分変化量は、対照区と試験区2では差はなく、-0.6~0.1 mm d⁻¹であった。一方で、試験区1では0.3~0.8 mm d⁻¹であった。蒸発散量が圃場間で差がないと仮定し、対照区と試験区1との差を推定灌水量として求めた (図-4b)。表層30 cmへの推定灌水量は、0.2~1.1 mm d⁻¹であった。

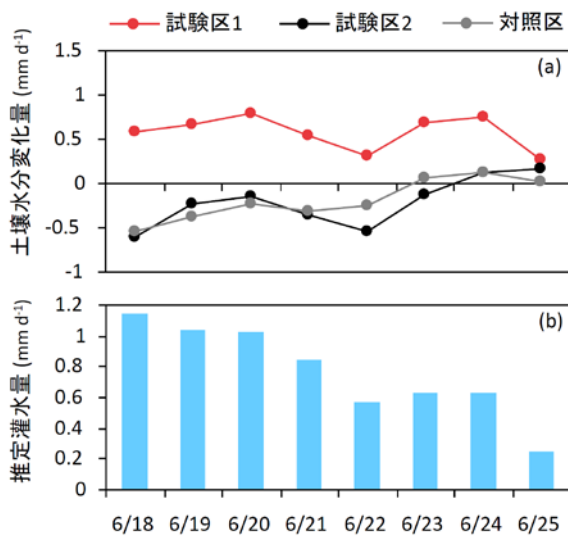


図-4 0~30cmの土壌水分変化量 (a)と推定灌水量 (b)

(4) 土壌乾燥密度、固相率および透水係数

収穫後の土壌乾燥密度は、処理区間で有意な差は認められなかった。しかし、Ap1層で $0.98 \pm 0.08 \text{ g cm}^{-3}$ とAp2層の $(1.20 \pm 0.07 \text{ g cm}^{-3})$ およびその下層の調整盛土層 $(1.19 \pm 0.11 \text{ g cm}^{-3})$ より有意に大きかった ($p < 0.01$)。

収穫後の固相率も、処理区間で有意な差は認められなかったが、Ap1層 $(0.43 \pm 0.04 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3})$ とAp2層の $(0.53 \pm 0.03 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3})$ およびその下層の調整盛土層 $(0.53 \pm 0.04 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3})$ より有意に大きかった ($p < 0.01$)。固相率と飽和透水係数の関係を図-5に示す。固相率は飽和透水係数と

有意な負の相関 ($r = -0.78, p < 0.01$) を示した。また、Ap2層よりその下の調整盛土層で飽和透水係数は小さい傾向があり、特に試験区1で顕著であった。7月下旬以降に試験区1の地下水水位が渠間で暗渠脇より高く維持されたのは、試験区1の下層が湿潤に保たれたため、乾燥亀裂が発達せず、水みちが十分に発達しなかった可能性が考えられる。

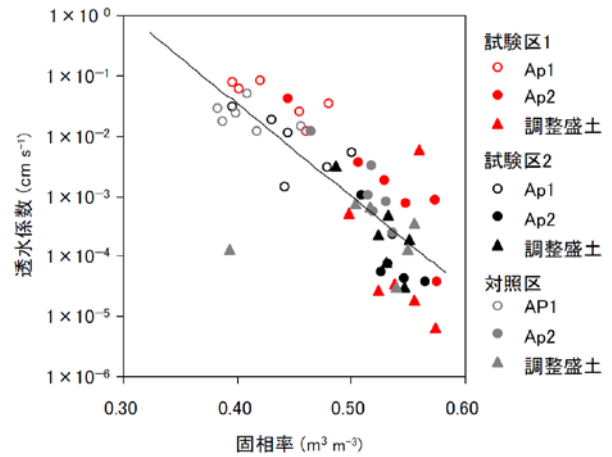


図-5 固相率と飽和透水係数の関係

4. まとめと今後の課題

地下水位を-40 cmに設定した試験区1では、6月の乾燥期に地下水位の上昇と毛管上昇による作土層への水分供給が認められた。地表30 cmへの地下からの灌水量は $0.2 \sim 1.1 \text{ mm d}^{-1}$ と推定された。

試験区1では、7月下旬以降の降雨後に渠間で地下水位の低下が緩慢な状態がみられた。試験区1では下層が湿潤に保たれ、水みちが十分に発達しなかった可能性が考えられる。排水性の低下は、収穫作業に影響を及ぼすため、地下水位制御が土壌環境に及ぼす影響を、継続的に調査する必要がある。

謝辞：本研究は、「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」の支援により実施された。また、本研究を行うにあたり、今金町の農家の方、北海道開発局函館開発建設部の関係諸氏にご協力を賜った。ここに記して謝意を表す。