

地下水位制御システム導入に関する土壌条件

Effect of subsoil water permeability on subsurface irrigation management in upland crop cultivation in paddies

○若杉晃介*, 原口暢朗*, 瑞慶村知佳*

○WAKASUGI Kousuke*, HARAGUCHI Noburo*, ZUKEMURA Chika*

1. はじめに

近年開発された地下水位制御システム FOEAS（以下、FOEAS）は、水田の有効活用による麦・大豆など転作作物、飼料米の生産拡大と生産力の強化を実現する新技術として、食料・農業・農村基本計画においても導入を推進するとされており、現在（平成26年3月時点）、全国で167地区、約9,300haで採択されており、今後もさらなる普及が見込まれている。通常の暗渠排水施工では地形、土壌、地下水位、気象などに関する項目について事前調査することが要件とされており、特に土壌は土壌断面調査と耕盤下（地下30cm程度）の透水係数を計測することとされている。一方で、FOEASでは地下かんがい時に暗渠から上に向かって用水が供給される必要があり、暗渠排水とは異なる施工基準が必要となる可能性がある。そこで、FOEASが施工された複数の地区において、土壌条件や水利条件について調査し、用水量などの調査結果からFOEAS導入条件の知見を蓄積した。

2. 調査方法

調査は土壌断面調査を行い、層別に円筒コアサンプラーで土壌をサンプリングし、飽和透水試験を行った。また、暗渠管が埋設される地下60cmの層において、現場透水試験（インテークレート試験）を行い、土壌の間隙や亀裂などの影響を考慮した浸透性を調べた（写真1）。さらに、地形や立地による地下水位の状況を実測、及びヒアリングによって調査した。また、地下水位制御の可否を判断するため、地下かんがい時の水位や用水量調査、及び収量調査を行った。



写真1 現場透水試験状況

3. 調査地の概要

FOEASを導入したA～Eの5地区を調査地とした。各調査地区の概要は下記のとおりである（表1）。

①A地区：K県K地区は河岸段丘に位置し、土壌は灰色台地土で栽培作物は代かき移植栽培による水稲と転作大豆を作付けした。なお、A地区は1ha程度の団地ごとにFOEASを施工しており、団地間の距離が1.5kmある2団地（A-1とA-2）で調査を行った。

②B地区：T県O地区は低平地水田地帯に位置し、土壌は灰色低地土で、転作田においてビール麦を作付けした。

③C地区：T県U地区は台地に位置し、土壌は火山性土（多湿黒ボク土）で、代かきと無代かきで水稲移植栽培を実施した。

④D地区：I県T地区は台地に位置する試験場内のほ場で、火山性土を客土したほ場において、大豆栽培を実施した。

⑤E地区：A県D地区は低平地水田地帯に位置する試験場内のほ場で、土壌は粗粒灰色低地土で、湛水直播による水稲栽培を実施した。

*（独）農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering.

キーワード：地下水位制御システム、透水係数、インテークレート試験、用水量

4. 現地調査結果

①A 地区：河岸段丘のため、地区の地下水位は-1m 以下と低い。A-1 の飽和透水係数（以下、 K_s ）は表土では $4.6 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 、地下 60cm の心土では $1.3 \times 10^{-5} \text{m/s}$ であった。また、A-1 では FOEAS による節水効果¹⁾ や大豆の増収効果²⁾ が確認された。一方で、A-2 の K_s は表土では $2.6 \times 10^{-4} \text{m/s}$ と A-1 と同等であったが、心土では $6.9 \times 10^{-3} \text{m/s}$ と高い値であった。そのため、100mm/日程度の地下かんがいを実施しても地下水位の上昇は確認できなかった。

②B 地区：地区内の地下水位は高いが排水路が整備されているため、地下水位は-60cm 程度である。また、地下-60cm の層におけるベーシックインタークレート (I_b) は 5.8×10^{-7} であった。なお、ビール麦の収量は湿害回避と穂ばらみ期の地下かんがいにより、無対策のほ場に比べて 57% の増収が確認された。

③C 地区：代かきを行い、地表かんがいによる水稻栽培は問題なく水管理できたが、無代かきで地下かんがいによる水稻栽培は地下水位が上昇しなかった。なお、地区の地下水位は-1m 以下と低く、無代かき水田での心土の K_s は $1.1 \times 10^{-3} \text{m/s}$ であった。

④D 地区：客土を行っているため、地下水位は-1m 以下と低い。また、心土の K_s は $3.5 \times 10^{-4} \text{m/s}$ であった。大豆栽培時に地下かんがいを実施したが、総用水量が約 1,000mm となり、ほ場内において地下水位のバラツキも確認された。

⑤E 地区：地表かんがいを行ったほ場では問題なく水管理できたが、地下かんがいによる水位制御を行ったほ場では多量の用水を用い、一定の水位管理も困難となり、雑草の増加及び水稻収量が 11% 減収となった。

5. 考察及びまとめ

FOEAS の暗渠管理設深（地下 60cm）における土壌の透水性 (K_s または I_b) が $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 程度の場合、地下水位の高低に係わらず、地下水位制御は可能で、システムによる効果が確認された（表 1）。一方で地下水位が低い場合、透水性が $1 \times 10^{-4} \sim 10^{-3} \text{cm/s}$ では地下からのかんがいによる地下水位維持には多くの用水量が必要となり、システムの効果も発揮しにくいことが分かった。また、FOEAS 導入の際は、一般的な暗渠排水整備の調査項目に加え、暗渠管理設層の透水試験が不可欠となる。

なお、FOEAS 導入の条件として土壌条件を中心にまとめたが、他にも地区の地下水位（水利条件）や栽培作物、栽培方法（営農条件）等についても考慮する必要がある。

表 1 調査地の概要と地下水位制御の可否

地区	地区名	地下水位	土壌	現場透水係数 (I_b) (cm/s)	飽和透水係数 (K_s) (cm/s)	地下水位制御 の可否	備考
A-1	K 県 K 地区	-1m 以下	灰色台地土	—	1.3×10^{-5}	○	地下水位制御システムによる用水量削減、転作時の増収効果
A-2	K 県 K 地区	-1m 以下	灰色台地土	—	6.9×10^{-3}	×	地下かんがい時に水位上昇が見られない
B	T 県 O 地区	-60cm	灰色低地土	5.8×10^{-7}	—	○	地下かんがい時の増収効果
C	T 県 U 地区	-1m 以下	火山性土	—	1.1×10^{-3}	×	地下かんがい時に水位上昇が見られない
D	I 県 T 地区	-1m 以下	火山性土	—	3.5×10^{-4}	×	大豆栽培時用水量 1,000mm
E	A 県 D 地区	-1m 以下	灰色低地土	$5 \times 10^{-4} \sim 1.5 \times 10^{-3}$	—	×	均一な水位上昇が見られない

※現場透水係数、飽和透水係数は地下60cmの層での値

【参考文献】 1) 若杉晃介・藤森新作（2009）；農業農村工学会誌，77（9），7-10

2) 若杉晃介ら（2013）；農業農村工学会誌，81（10），13-16