

インド・デカン高原の半乾燥農地における最適灌漑に関する研究 A study on optimal irrigation in the semi-arid area on Decan Plateau in India

○南岡伸和¹・伊藤哲²・溝口勝¹・二宮正士³

MINAMIOKA Nobukazu, ITO Tetsu, MIZOGUCHI Masaru, NINOMIYA Seishi

1. はじめに

インドの半乾燥地域の持続的成長のためには作物の安定供給が不可欠である。しかし、不安定なモンスーンによる降水に左右されるため、農業 GDP は不安定である。この地域ではこれまで、灌漑施設の普及は進んできたが、水の効率的利用技術の開発には至っていない。水不足によって節水農業の重要性が高まる中、本研究ではデカン高原のトウモロコシ畑の土壤水分観測と畝のある土壤中の水分移動シミュレーションによって、最適な水利用法を探ることを目的とする。

2. 方法

(1) 調査地

インドのハイデラバードの PJTSAU College のトウモロコシ畑を対象地とした (Photo 1)。ここには品種や灌漑方法に応じて 18 の実験区が設けられている。一実験区は、4.2m×4.8m で、畝の高さは 10 cm、幅 20 cm、畝間の幅 60 cm である。



Photo 1 圃場の写真
The picture of field

(2) 土壤センサーとモニタリング機器の設置

2017 年の 8/7 と 11/23 に土壤センサーとデータ送信機器 (フィールドルータ) を設置した。土壤センサー (5TE, MPS-2: METER 社製) を 1 つの

実験区の畝と畝間の深さ 10 cm に埋設し、体積含水率 (VWC)、マトリックポテンシャル (pF)、温度、EC を測定した (Fig.1)。これにより、日本でも現地画像と土壤水分データをモニタリングできるようになった (URL: <http://data01.x-ability.jp/FieldRouter/vbox0194/>)。11/25 以降は、畝間灌漑によって、おおよそ 14 日間隔で 1100L の水量が与えられた (Photo 2)。



Photo 2 畝間灌漑の様子
The furrow irrigation

(3) HYDRUS によるシミュレーション

畝の対称性を考慮に入れ、HYDRUS (ソフトウェア) で土壤中の水分移動 (根の吸水なしの条件) を解析した。境界条件は実測データに基づいて適宜設定した (Fig.1: 次ページ)。

3. 結果と考察

(1) 現地の土壤水分変化

この圃場では、11/25 以降畝間灌漑が行われた。実測値から灌漑により周期的に土の体積含水率 (VWC) が急増し、その後減少していった (Fig.2)。この傾向は、畝にも見られており、灌漑水が毛細管現象などによって乾燥している畝に瞬間的に吸収されるがその水分が数時間の内に、根による吸水、地下や上部への浸透によ

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo,

² 株式会社 XASN XASN CO., LTD.,

³ 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo,
キーワード: 畑地灌漑, 数値解析, IT

で消失することを表している。また、pF は最大 4 以上まで上昇しており、非常に乾燥した状態になっていた (Fig.2)。

(2)シミュレーションによる土壌水分変化の再現

2017 年 8/7~11/23, 11/24~2018 年 2/3 の二期間に分け、畝の形、土の種類、灌漑水の与え方を変えて土壌水分変化を計算し、実測値と比較した。その結果、HYDRUS のパラメータで土壌をローム、畝の深さ 10 cm、畝の幅 20 cm、水フラックスとして灌漑水 4cm を 1 時間かけて均等に与えた条件の時、最も現地の土壌水分移動の傾向を再現できた。

(3)実測値とシミュレーションの比較

灌漑直後に水分が鉛直下向きだけでなく、上向きにも浸透している様子を再現できた (Fig.3)。しかし、畝、畝間ともに灌漑後の数日間で水分量の値が高く計算された。これは、土性等の条件が適切に与えられていなかったことに加えて、根の吸水と蒸発散を無視したことによると考えられる (Fig.4)。

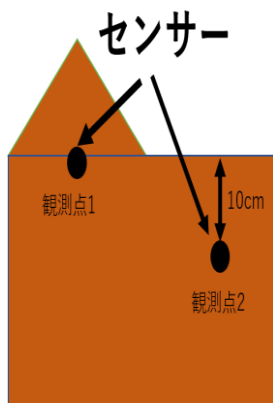


Fig.1 畝と畝間の模式図
The model of ridge and furrow

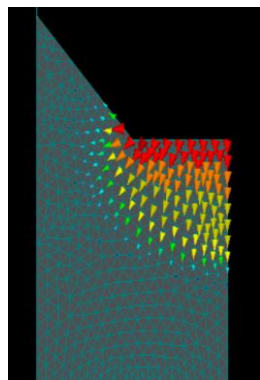


Fig.3 水分移動ベクトル
The vector of water

4. おわりに

正確な実測値とシミュレーションを組み合わせることで、最適な水管理法を提案できる可能性を見いだせた。今後は、HYDRUS に土壌の土性、根による吸水、蒸発散、正確な灌漑水量などのパラメータを入れて、精度の高い計算を行

い、最適な水利用法を探っていきたい。また、土壌センサーの個数を増やして、畑全体の土壌水分変化を実測して、畑の最適灌漑法の技術開発に繋げていきたい。

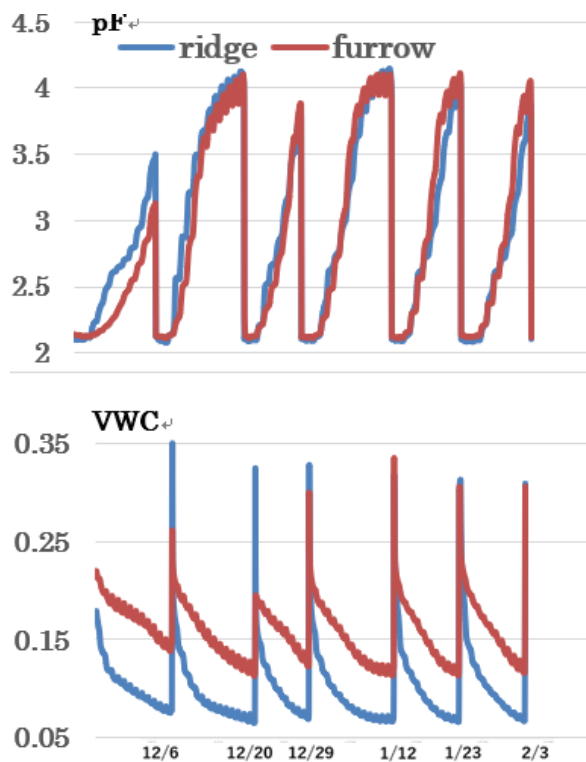


Fig.2 pF と VWC の実測値 (11/24-)
The real data of VWC and pF (11/24-)

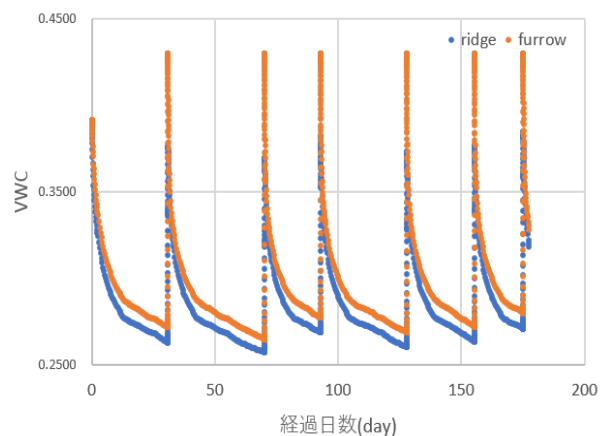


Fig.4 シミュレーション結果
The consequence of simulation

謝辞 本研究は、JST SICORP 国際共同研究「データ科学で実現する気候変動下における持続的作物生産支援システム」(代表、二宮正士)の一部である。HYDRUS の使い方に関しては農工研の宮本輝仁にお世話になった。