

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(Ⅲ) The study on optimal irrigation in the semi-arid area on Decan Plateau in India

○近藤紘嗣* 南岡伸和* 溝口勝* 二宮正士*

Hirotsugu Kondo, Nobukazu Minamioka, Masaru Mizoguchi, Seishi Ninomiya

1. はじめに

インドのデカン高原地帯では灌漑施設が普及しているが、灌漑用水の効率的な利用技術の開発や普及が進んでいない。この地域の食料の安定供給および持続的な水資源の利用を実現するために、2017年より国際共同研究「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」が実施されている。本発表ではその中の南岡らの研究を取り上げ、ICT技術を用いた節水灌漑技術の可能性と今後の課題について考察した。

2. 実験方法

(1) 栽培圃場のモニタリング

デカン高原のハイデラバードにある PJTSAU College のトウモロコシ畑を実験対象地とし、乾季の10月から2月に調査を行った。栽培時期、IW/CPE、窒素施肥量の異なる、4.2m×4.8mの実験区が28区あり、そのうちの1実験区に土壤センサーとフィールドルータを設置した。IW/CPEは、現地によく利用される灌漑タイミングを決定する指標である。実験区の畝は高さ10cm、幅20cmで、畝の間隔は60cmであった。灌漑方式は畝間灌漑で、一度の灌水量は5cmであった。土壤センサー(GS3センサー、TEROS21センサー;METER Group, Inc.)を図1のように設置し、体積含水率、マトリックポテンシャル、温度、ECを測定した。また、対象圃場に気象計(DH-HFW2325S-W; DAHUA社)を設置し、気象

データのモニタリングも行った。

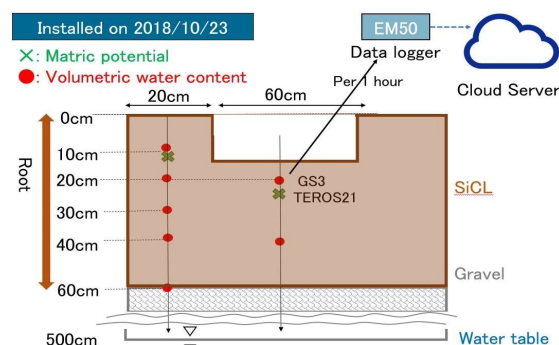


図1 センサー設置図

Figure1 The Installation of sensors

(2) 水分動態の計算

次に、モニタリングデータを用いた水収支式の計算を行い、灌漑および降雨に対する蒸発散量、地下浸透量、根圏土壌の含水率変化量を求めた。この際、灌水後48時間において根圏土壌の含水率が圃場容水量を上回っていたことを受け、48時間内の蒸発散量を可能蒸発散量と等しいと仮定した。また、灌水後48時間以降において根圏最下部の含水率が圃場容水量を下回っていたことを受け、48時間以降の地下への浸透はないと仮定した。

3. 結果と考察

(1) 灌水・降雨に対する水分動態

灌水量(I)、降雨量(P)、および水収支式を用いて計算された地下浸透量(D)、蒸発散量(ET)の値を図2上図に示す。また、得られたD、I、ETを用いて、D/I、ET/PETの値を計算

し、その結果を図2下図に示す。PET は気象データより Penman Monteith 式から計算した。ここで、D/I は灌水に対する地下浸透量で、

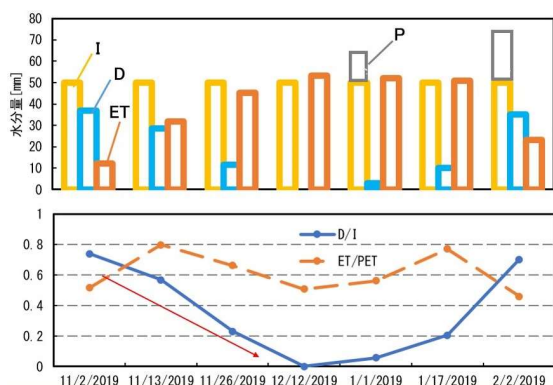


図2 水分動態(上), D/I · ET/PET の計算結果(下)

Figure2 Water Distribution(Upper),
D/I · ET/PET calculation results(Lower)

水分損失を表す指標となり、ET/PET は可能蒸発散量に対する実蒸発散量の値で、小さいほど水ストレスがかかっていることを表す。つまり生育初期に水分損失があり、生育中期に水ストレスがかかっていることがわかった。

(2) 水ストレスと根圏土壌の含水率の相関

次に、植物の水ストレスを土壌センサーで感知することを目的に、ET/PET と根圏土壌水分量の相関関係をグラフ化した。(図3)

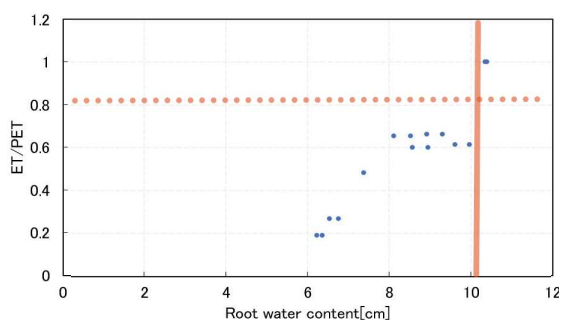


図3 ET/PET と根圏土壌水分量の相関

Figure3 Relationship between ET/PET
and Root water content

図3のオレンジ線に注目すると、例えば水ストレスを抑えるため、ET/PETの値を常に0.8以上に保ちたい場合、土壌水分量を常に10.1以上に保てば良いことが分かる。さらに、畝

から深さ30cmにある土壌センサーの値と根圏土壌含水量の相関を調べると、線形一次の関係となっており、深さ30cmの土壌センサーの値が常に0.17以上となるように灌水を管理すればよいことが分かった。

4. 今後の課題と展望

上記の結果から南岡らは、栽培初期に灌水量を抑え、栽培中期に土壌センサーにより水ストレスを感知し灌水を行うとしたHybrid0.8という水利用効率の高い灌漑管理方法を提案している。ただ、依然いくつかの課題が見られたため、以下にその課題とその解決策を整理することとする。

一つが作物の根の長さを考慮していない点である。南岡らは作物の生育段階に関係なく、根圏を地表から60cmと設定し、計算を行っていたが、生育段階ごとに根の長さは異なるため、灌水の指標とできる土壌センサーの深さが変わる可能性がある。

また、水分動態の計算において、灌水後48時間内のETをPETと等しいと仮定している点も課題である。気象条件によりETがPETでなくなるタイミングが異なる上に、乾燥地の強烈な日射下で48時間PETを保てるとは考えにくい。今後はET/PETの値ではなく、葉の水のエネルギー状態を直接観測することで、作物の水ストレスを感知することを試みる。

さらに、土壌の不均一性から、たとえ1地点の土壌センサーで水ストレスを感知したとしても、栽培区画全体の作物が同様にストレスを受けていると結論づけることは難しい。そこで、今後、サーモカメラを用い、作物の温度と水ストレスの相関を調べ、サーモカメラから栽培区画全体の水ストレスの状況を判断できるシステムを構築したい。

参考文献：南岡伸和・伊藤哲・溝口勝・二宮正史(2019) 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, 月刊畑地農業 2019/723号: 20-26