

タイ国農業セクターにおける物理探査技術の利活用 Utilization of Geophysical Exploration for Agricultural Sector in Thailand

○吉田貢士 S.**，前田滋哉*，黒田久雄*

Koshi Yoshida, Desell Suanburi, Shigeya Maeda and Hisao Kuroda

1. はじめに

日本にとってタイは最大の砂糖輸入国であり，2014 年には総輸入量の約 6 割を同国から輸入しており，タイでの栽培環境の変化は遠く日本へも影響する．サトウキビ栽培の多くは天水に頼る生産を行っているため生産量の変動が大きい．2013～2015 年には首都バンコクを流れるチャオプラヤ川流域で 3 年連続の渇水年となった．乾季には首都バンコクの生活用水を優先するため農業取水は制限され，2015 年には農業生産に約 600 億バーツの農業被害を及ぼしたと言われる．そのような大渇水時に唯一利用可能な水資源は地下水であり，農業に利用可能な地下水資源量を把握し，活用することは重要な課題となっている．

タイ国では地下水資源局(以下、DGR)が地下水を管理しており，深さ 50m 以上の深井戸から揚水する際には DGR への届け出と 1m³当たり 25Baht の水利費を支払う必要が生じる．スパンブリ県での聞き取りによれば，多くの農家は届け出の必要がない深さ 10m 程度の浅井戸を掘り浅層地下水を利用することが多いが，十

分な揚水が得られる井戸は 5 本に 1 本(20%)程度である．深さ 10m の井戸を掘削するための費用は 5,000Baht 程度であり，さらに深くなると 1m 当たり 1,000Baht が追加で必要となる．現状では農家は長年の感により，井戸の掘削場所を選定しているが，科学的に適切な掘削ポイントを特定できれば，農家の出費は小さくなる．

2. 浅層地盤を対象とした物理探査

スパンブリ県ダンチャン地区において，浅層地盤を対象とした物理探査を行った．本研究ではマルチ周波数固定式小型ループ電磁探査法（Geophysical Survey Systems 社，EMP-400）を用いた．これは，小型の送信・受信ループを非金属性の一つの板（ボード）に固定した測定システムで，広範囲な領域を効率よく調査することが可能である(光畑ら，2008)¹⁾．図 1 にダンチャン地区において計測した比抵抗マップを示す．細粒分が多い粘性土は低比抵抗(青色)を示し，粗粒分が多い砂質土や礫質土では高比抵抗(赤色)を示す．砂質土は間隙が大きく，より多くの地下水を保

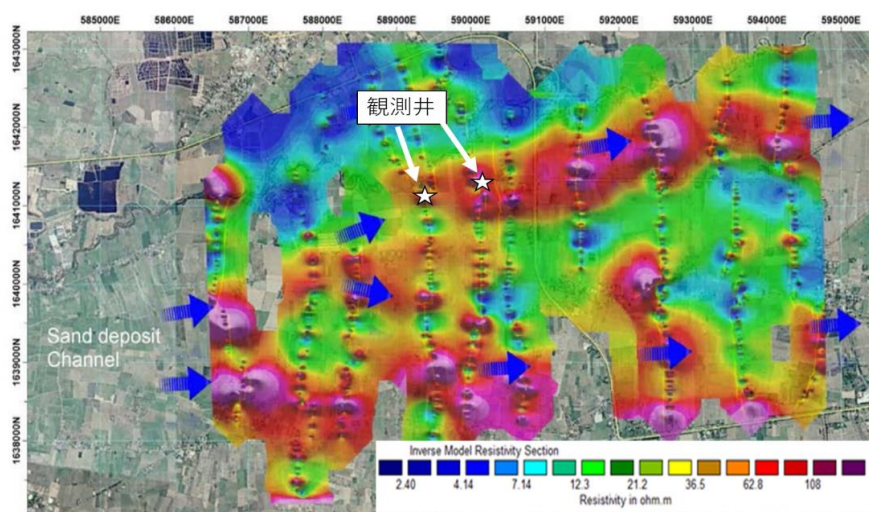


図 1 EMP-400 により取得した比抵抗マップ

【所属】*茨城大学農学部(Ibaraki University)，**Kasetsart University (Thailand)

【キーワード】電磁探査法，浅層地下水，サトウキビ栽培，タイ国

持することが可能であるため、透水性の高い砂質土や礫質土の箇所、すなわち高比抵抗異常を特定することが重要となる。

3. 地下水位観測と生産量予測

サトウキビ農家の協力を得て、図1に示す800m 距離の離れた上流側・下流側の井戸 2 地点に水位・温度ロガー（Onset 社，HOBO U20）を設置し地下水位を計測した。また、同時に雨量計を設置し降水量も計測した。観測期間は2017年7月14日から2018年8月25日である。図2に上流側・下流側それぞれで観測した地下水位変動と、雨量計で観測した降雨量を示す。

図2より上流側では地下水位が約40~42mの間で変動し、およそ2,000mmの変動差がみられる。これに有効間隙率の0.2²⁾を乗じると、単位面積当たり400mmの地下水が利用可能であると言える。同様に下流側では、地下水位が約32~35mの間で変動し、およそ3,000mmの変動差がみられ、有効間隙率を乗じると単位面積当たり600mmが利用可能であると見積もられた。この地下水を1日当たり5mmずつ利用する場合、上流側では80日間、下流側では120日間利用可能であると考えられるが、過剰揚水リスクを避けるため、後述するサトウキビ生長モデルに灌漑条件として組み込む際には、給水量がより小さい400mmを給水可能量として採用した。

サトウキビ生長モデルを用いて地下水利用によるサトウキビ単収の増加率を評価した。天水条件の収穫量と比較して、地下水を400mm、300mm、200mm 灌漑したときの収穫量の増加率を図3に示す。年降雨量800mm程度の渇水年においても200mmの給水灌漑により収量が19%増加する結果となり、地下水灌漑による増収効果は大きいと言える。

4. 今後の展望

タイ東北部では塩類集積による土壌劣化が深刻となっている。タイ国土地開発局(以下、LDD)によれば地表面の50%以上を塩クラストが占めるCLASS1農地が17,000ha、地表面の10-50%を塩クラストが占めるCLASS2農地が36,000ha存在する。現在、CLASS2農地を対象としてドローンリモートセンシング

による地表面土壌 E_{Ce} やナトリウム吸着比 SAR、稲生育量の空間分布推定を試みているが、それらの情報は地表面のみに限られる。マルチ周波数固定式小型ループ電磁探査法は浅層土壌における水・塩移動を把握する有力なツールとなり得るが、電磁探査法による塩分濃度の推定方法は、間隙水の塩分濃度が高く、表面電気伝導が無視でき、しかも間隙率をある程度見積もっておくことが可能な場合に適用できるとされ(光畑, 2006)³⁾、現場での土壌試験と組み合わせて、活用していくことが求められる。

【参考文献】

- 1) 光畑裕司ら(2008): 電気・電磁探査法による浅層地盤の非破壊プロファイリング調査技術, 地質ニュース, 644, pp.14-24.
- 2) 大津宏康ら(2006): バンコクにおける地下水揚水量の不確実性を考慮した地盤沈下推定, 土木学会論文集 F Vol.62 No.1, 25-40.
- 3) 光畑裕司(2006): 電磁探査法による海岸平野における高塩分地下水調査, 地学雑誌, 115, pp.416-424.

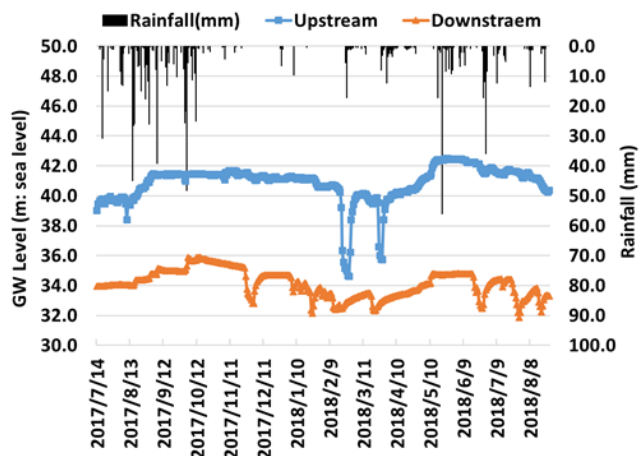


図2 地下水位の変動(2017/2018期)

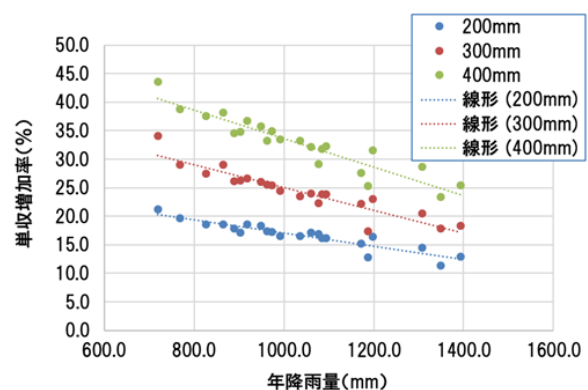


図3 灌漑による単収増加率と降水量の関係