

PR2プローブを使用して、耕作が土壌プロファイル全体の水輸送に与える影響を調査

マシュー・ピット(博士研究員)、クランフィールド大学

はじめに

クランフィールド大学のマット・ピットは、水理データのモデリングに深い関心を持ち、様々な耕起方法が土壌の長期的な性質にどのような影響を与えるかに焦点を当てた興味深い博士課程の研究プロジェクトに取り組んでいます。

「私の研究は、非反転耕起の実践が、浸透が涵養につながる飽和状態および飽和に近い状態の土壌中の水の移動を改善するかどうかを評価することを目的としています」とマットは説明します。「そのような改善は(発見されれば)、雨期の水の移動を助け、浸水を防ぎ、帯水層への涵養を増やし、敷地外への水の損失を減らす可能性があります。」

マットの調査は、気候変動と人口増加によって重大な環境問題と水産業の課題が生じているイングランド南東部で行われています。

英国の土地の32%は耕作可能なため、農業用土壌内の水管理を最適化することは、将来の水供給と環境保護を確保する上で重要な要素です。

マットは続けます。「英国政府の最近の持続可能な農業奨励制度は、耕作軽減の慣行を積極的に奨励しており、このアプローチの長期的な利点についての経験的証拠が見つければ、採用の増加に役立つ可能性があります。」

彼の博士号取得は、大手水供給業者であるアフィニティウォーターによって部分的に支援されており、同社はマットの研究結果を利用して自社の高度な水力学/利用可能性モデリングをさらに強化することに興味を持っています。



プロジェクトの仮説

マットは、いくつかの仮説を検証するために研究を計画しました。

- ・非反転耕起は土壌構造を改善し、基質との水理的連結性を強化します。
- ・非反転耕起による水移動の利点は、実施期間が長くなるにつれて増大します。
- ・専門ソフトウェアを使用することで、耕起方法の影響を受ける土壌中の水移動を正確にモデル化できます。
- ・プロセスベースの分布型水文学モデルでは、耕起方法の影響を集水域規模に拡大することで、正確に実装できます。

研究アプローチとPR2プローブ

異なる耕起方法の効果を比較するため、マットはハンスロープ粘土土壌の農場において3つの別々の試験圃場を選択しました。

- ・圃場1:不耕起(RPA*定義)10年間
- ・圃場2:不耕起(RPA*定義)14年間
- ・圃場3:従来のモールドボードプラウ

現地でのデータ収集は2024年5月上旬に開始されました。

各サイトでは、プロジェクトの測定とモデリングを包含するために4辺の境界が定義されました。下の図1は、フィールドサイト2の航空写真です。

赤い線は境界、オレンジ色の線は地下の排水キャリア、小さなXは埋設されたPR2プロファイルプローブアクセスチューブの位置を表します。

各サイト(緑色の円)には、1台のPR2プロファイルプローブ(GP2データロガーで記録)が恒久的に設置されています。また、別のPR2がポータブルに使用され、周囲のアクセスチューブで2週間ごとに即時読み出し測定が行われ、コア水分プロファイル測定の追加の検証が行われています。



マット氏は、「横断線(青い線)が意図的に排水路を横切っているのは、垂直方向のつながりに焦点を当てており、私の関心は主に2D排水プロファイルにあるためです」と述べています。

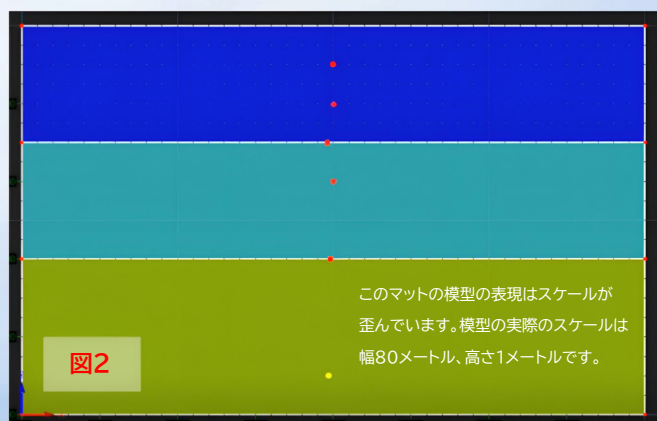
恒久的に設置されたPR2は、毎月アクセスチューブから取り外され、クランフィールド大学の水分量既知の砂地盤で試験され、精度が維持されていることを確認します。

マットは、1年間にわたり各サイトからさまざまなデータ(土壌性状、間隙率、嵩密度、体積水分量および重量水分量、土壌水分曲線、降雨量など)を記録し続けることを計画しています。

その後、フィールドデータの精度に基づき、プロジェクトのより広域な集水域モデルへのアップスケール段階において、1つのフィールドサイトが選定されます。

マットは、「ローカルモデルの物理プロセスを『変換』して、ローカルプロセスの解像度が失われた場合に、より広いスケールへの影響を推定する必要があります」と述べています。

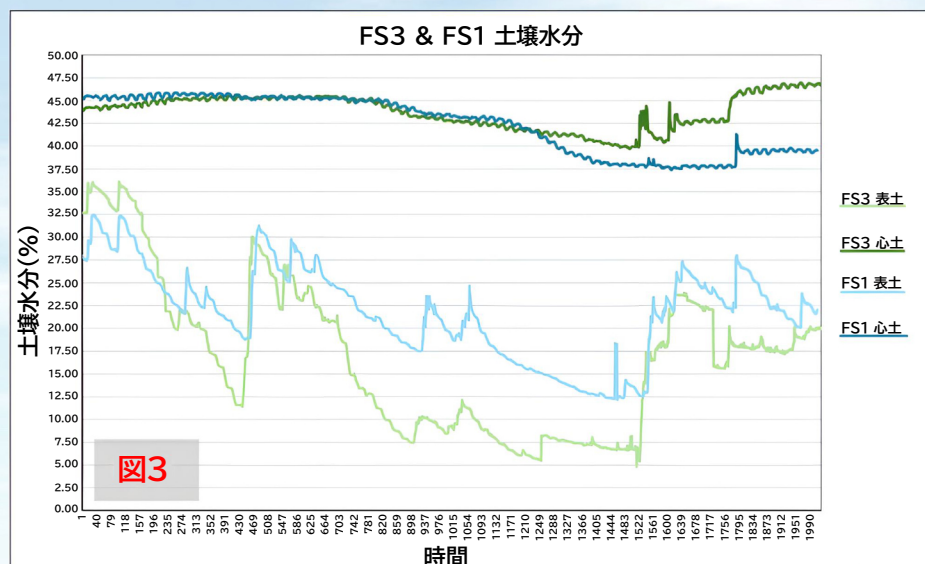
下の図2は、Mattの土壌水分プロファイルモデルがHYDRUS 2D/3Dソフトウェアでどのように表示されるかを示しています(排水情報は含まれていません)。



赤と黄色の点は、さまざまな材料プロファイルを背景に、設置されたPR2プロファイルプローブの6つの測定ポイントの深さを表しています。

PR2によって生成された圃場データの例

下図3のPR2データは、圃場1(10年間の不耕起栽培)と圃場3(従来の耕起栽培)における、夏季 3 か月間の表土(0~30cm)および心土(40~100cm)の水分測定値の平均を示しています。マットはこう言います。「データから、圃場3は圃場1よりも表土レベルで乾燥しており、乾燥も速いことがわかります。PR2は、変化率が顕著であること、そして夏期を通して、従来の耕起を行った圃場と不耕起圃場の間で明確な土壌プロファイルの変化が見られることを証明するのに役立ちました。」



この結果は、この主題を扱った他のチームによる以前の研究と一致しており、不耕起地の表土は(夏の条件で)水を保持するのに著しく効果的であることを示しています。

しかし、この変化は、耕作地では不耕起地に比べて垂直方向のつながりが良く、浸透が改善されていることにも起因している可能性があります。モデル化を完了するまでは、どちらの理論も十分に証明することはできません。」



結論

マットの博士課程のプロジェクトは完了までにはまだ長い道のりが残っていますが、わずか数か月で、彼はすでに高度なモデルの構築に必要な貴重なデータを大量に蓄積しました。

彼は、「PR2は非常に優れた性能を発揮し、特に土壌亀裂領域の水分情報の提供に優れています。これにより、土壌の上部部分の水分プロファイルがどのように変化しているかを非常に明確に確認できるようになりました。これは重要です。」と結論付けています。

土壌の二峰性多孔度をモデル化するという課題に関して、PR2データは、システムがどのようになるべきかを示す優れた指標を提供してくれました。これにより、必要に応じて進化するモデルを適切に調整できるようになりました。

PR2プロファイルプローブの本当の強みは、複数のアクセスチューブにわたってポータブルに使用できる(即時読み出しメーター付き)ことです。必要なすべての位置にデータ記録されたPR2を恒久的に設置することは、私の研究予算の範囲外です。

私が検討する機器のセットアップへの唯一の変更は、表土と下層土に直接埋められたML3 シータプローブ土壌センサーの追加です。これにより、システムの精度がさらに向上する可能性があります。」

