



Reclaim the Rainプロジェクトへの支援:サフォーク州における自然を活用した洪水管理の便益モニタリング

PR2プロファイルプローブ活用事例

ハンナ・パーキス(BSc (Hons))ー 洪水・水資源担当マネージャー、サフォーク州議会

英国全土では、陸地の流れを遅らせ、水を一時的に貯め、下流の洪水リスクを軽減するために、自然洪水管理スキームの採用が増えています。

しかし、地方自治体、資金提供者、そして実施パートナーにとって、ますます重要性を増している問いが依然として残されています。それは、こうした介入策が、洪水リスクの低減にとどまらず、測定可能な環境上の便益をもたらすのか、という点です。

この問いは、Reclaim the Rainという取り組みの核心をなすものです。同プロジェクトは、サフォーク州議会およびノーフォーク州議会が主導する共同イニシアチブであり、環境庁が管理する洪水・沿岸レジリエンス・イノベーション・プログラムを通じて、環境・食糧・農村地域省から資金提供を受けています。

サフォーク州においては、同州議会が主導的地域洪水管理機関としての役割を担い、本プログラムを統括しています。同議会は、州全域における洪水および水管理の取り組みに対し、戦略的な方針策定、ガバナンスの確立、そして技術的な監督を行っています。



洪水・水資源管理担当のハンナ・パーキス氏(同僚のシアン・ワトソン氏、ヤウ・クワルテン=タウィア氏と共に)。

こうした背景のもと、特定の自然を活用した洪水管理の取り組みが地域の土壌水分状況にどのような影響を及ぼすかを検証するため、サリー大学とReclaim the Rainプロジェクトによる共同研究が開始されました。

研究の焦点は、漏水するダム構造物と、それが河畔土壌の水分量、植生の回復力、そしてより広範な生態系機能を改善する可能性にありました。

必要な高精度かつ深度分解能の高いデータを取得するため、研究者らはDelta-T社のPR2プロファイルプローブを設置し、単一の携帯型システムを用いて複数のサンプリング地点で多深度測定を行いました。

プロジェクトの背景

サフォーク州ボックスフォードは、Reclaim the Rainプロジェクトの対象となる6つの地域の一つであり、流域全体にわたって持続可能な水管理策が統合的に実施されています。これらの施策には、水の流速を抑え、貯留を行い、景観機能を高めることを目的とした透過型ダムなどの構造物や、それらを補完する水への回復力・適応力を高めるための様々な設備が含まれています。

サフォーク州議会は、その洪水・水管理チームを通じて、ボックスフォード流域における詳細な環境モニタリングの実施を支援しました。これは、水理学的モデリングを補完し、将来的な自然を活用した洪水管理の実施に役立つ、確実な現地調査に基づく証拠の重要性を認識してのことでした。

リーキー・ダムは、豪雨時のピーク流量を低減させる手法として既に確立されています。しかし、Reclaim the Rainプロジェクトは、既存のモデリング、モニタリング、データ収集の取り組みをさらに発展させようと考えました。具体的には、これらの構造物が周辺の土壌に及ぼす効果を記録するとともに、流域全体に点在する他の水害レジリエンス(回復力)向上策とそれらがどのように相互作用するのかを調査することを目指したのです。

作業仮説は明確でした。すなわち、透過型ダムによって河岸の湿潤状態がわずかに維持されれば-特に乾燥期において-、より強靱な河畔植生の維持や河岸の安定性向上につながり、さらにはより広範な生態学的便益をもたらす可能性がある、というものです。これを実証するには、土壌の深さごとの定量的な水分データが必要でしたが、地表での測定だけでは、そのようなデータを確実に得ることはできませんでした。

土壌水分の重要性

土壌水分は、河畔生態系の健全性を左右する極めて重要な要因です。利用可能な水分量がわずかであっても持続的に増加すれば、次のような効果が期待できます。

- より深く根を張る植生の維持・生育を助ける
- 乾燥期における植物のストレスを軽減する
- 河岸の土壌の結合力和安定性を高める
- 無脊椎動物、鳥類、小型哺乳類の生息環境を改善する

リーキー・ダムは、水路の流れを緩やかにし、その場所での水の滞留時間を延ばすことで、隣接する河岸の土壌水分量を高めるはずだと理論上考えられています。実際にそのような効果が得られるかどうかを確認することが、本研究の科学的な目的の核心でした。

センサーの設置

研究チームは、1台の可搬式PR2プロファイルプローブを複数のアクセスチューブで使用し、各地点において6つの深さ(10cm~1m)で土壌水分量を測定しました。これにより、NFM(自然を活用した洪水管理)施策に伴う微細な水文変化を捉えることが可能な、高解像度の鉛直方向水分プロファイルが得られました。

サンプリングゾーン

空間的な変動を捉えるため、観測地点を以下の3つのゾーンに分類しました。

高影響ゾーン(ダムから1~2m)

水文的な影響を最も強く受けると予想される範囲。

移行ゾーン(下流側3~5m)

ダムの影響が徐々に弱まり始める範囲。

対照ゾーン(ダムから10~15m)

影響が最小限にとどまると予想される、基準となる地点。

測定は3~6ヶ月間にわたり毎週実施され、様々な季節や気象条件を網羅した信頼性の高いデータセットが構築されました。



監視ポイントの空間配置を以下の図 1 に示します。

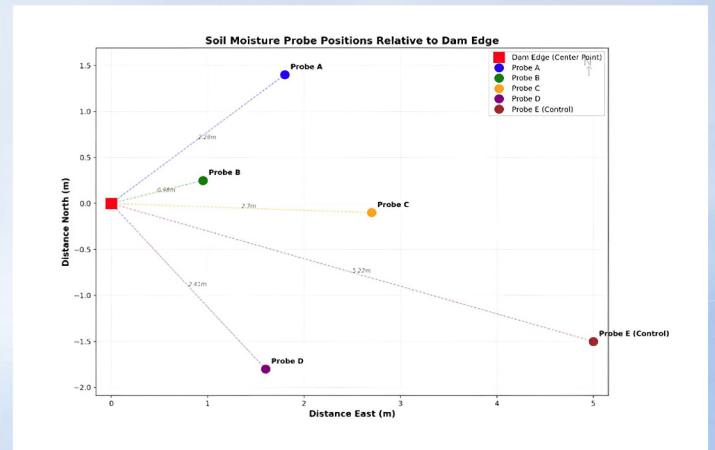


図1: 漏水ダム構造に対する土壌水分プローブの位置

漏水ダムに対する土壌水分プローブのアクセスチューブの空間配置を示す平面図。プローブはダムの端からさまざまな距離と方向に配置され、高影響ゾーン、移行ゾーン、および制御ゾーンを表しました。このレイアウトにより、構造物の近くとさらに下流の両方で土壌水分状態の比較が可能になり、水文学的影響の空間分析がサポートされました。

なぜ「携帯性」が重要だったのか

チームは、固定式のセンサーアレイを複数設置するのではなく、単一のPR2プローブを複数のアクセスチューブと組み合わせて使用する方法を選択しました。このアプローチには、いくつかの実用的な利点がありました。

- 柔軟な多点サンプリング
1本のプローブをアクセスチューブ間で移動させることができるため、機器を重複して用意することなく、複数の地点で繰り返し深度プロファイル(深度ごとのデータ)を測定できました。
- 費用対効果の高いデータ収集
特に、助成金による短期的なモニタリングにおいて重要でした。
- 迅速な現場展開
効率的かつ環境への影響を最小限に抑えた設置が求められる、流域規模の研究に適していました。

このように「携帯性」と「深度別測定」を兼ね備えていたことが、PR2を本プロジェクトの運用上および科学上の要件に極めて適したものにしていました。



データの価値と知見

深度別の土壌水分データにより、研究チームはリーキー・ダムが地域の水文環境にどのような影響を及ぼすかについて、詳細な状況を把握することができました。具体的には、このデータセットは以下の点に寄与しました。

- 各構造物周辺における土壌水分分布の3次元マッピング
- 土壌水分量と降雨量および水路の水位との相関関係の把握
- 影響の大きい区域において、土壌水分が増加し、かつ安定していることの明確な実証
- 水分の利用可能性が向上し、生息環境としての潜在能力が高まった区域の特定

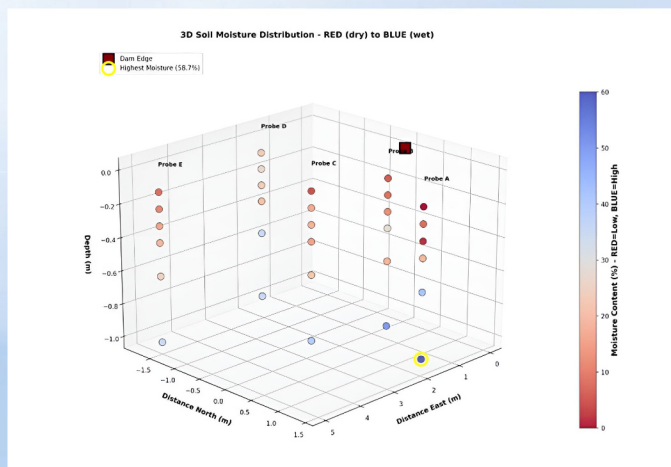


図2: 漏水ダム周囲の深さ分解土壌水分分布

漏水ダム周辺の複数の深さと場所で測定された土壌水分含有量の3次元視覚化。赤(より乾燥したもの)から青(より湿ったもの)までのカラースケーリングは、深さと構造からの距離に応じた水分の変化を強調表示します。最も高い水分値はダムに最も近い位置にあるプローブで記録され、高影響ゾーンの土壌水分が増加し、より安定していることの明らかな証拠を提供しました。

測定の深さ分解特性により、土壌水分状態のより深く持続的な変化から、短期間の表面効果を区別することが可能になりました。これは、表面のみの技術では達成できなかった洞察です。

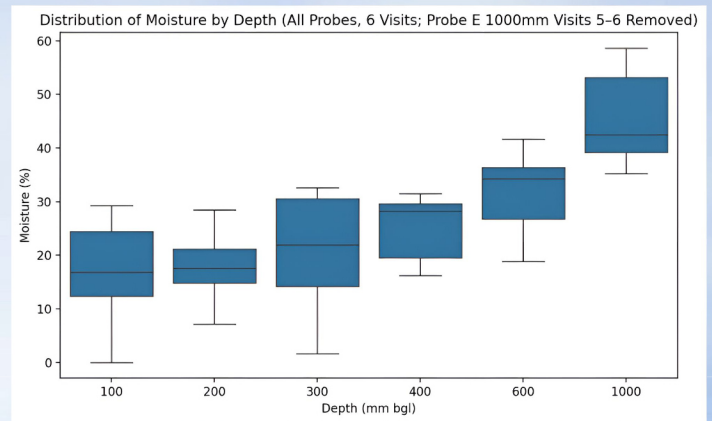


図3: すべての観測地点および調査回において、深度を増すごとに記録された土壌水分分布

水分量の中央値は深度とともに着実に増加する一方、土壌深層ではそのばらつきが減少します。この傾向は、リーキー・ダムの設置に伴う水分が表層にとどまらず、植生の回復力や護岸の安定性にとって極めて重要な、より深層で水文学的により安定した領域にまで及んでいることを示しています。

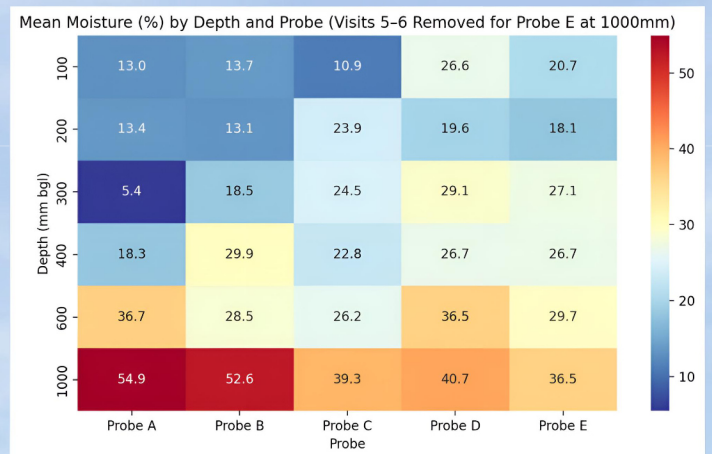


図4: 各プローブ設置地点において、それぞれの深さで記録された平均土壌水分量(%)

暖色系は水分量が高いことを示しています。すべてのプローブにおいて、水分量は深さとともに増加しており、地点にかかわらず深層で一貫して高い値が示されています。このことは、観測された水分量の増加が局所的な影響によるものではなく、リーキー・ダムの設置に伴う流域規模の水文プロセスに起因するという結論を裏付けています。

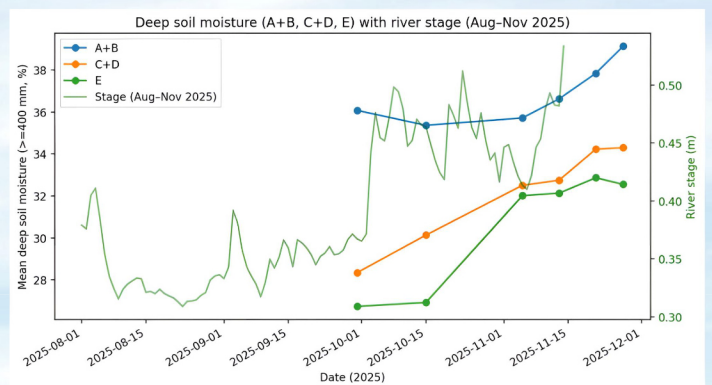


図5: 観測期間(2025年8月~11月)における、グループ化された観測地点での深層土壌水分量(深さ400mm以上)と河川水位の比較

河川水位には短期的な変動が見られるのに対し、深層土壌水分量はすべての観測ゾーンにおいて、より緩やかかつ持続的に増加しています。このような時間的遅れを伴う安定した応答は、河川水位の短期的な変動との直接的な連動によるものではなく、リーキーダム(透過型ダム)の設置に伴う地下水保持機能の向上を示唆しています。

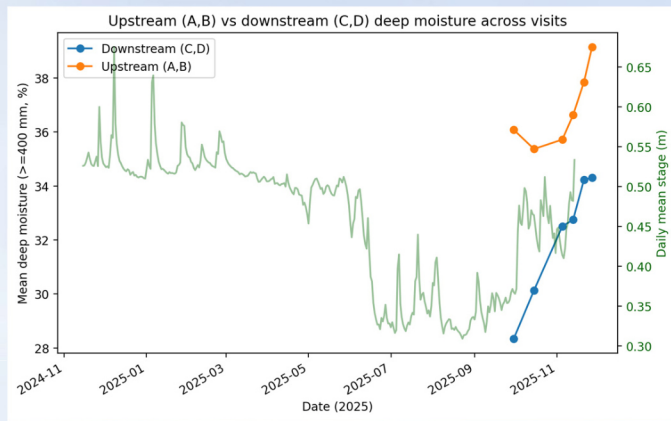


図6: 連続した現場訪問における上流(A+B)および下流(C+D)のモニタリング位置における平均深層土壌水分 (≥ 400 mm)。

漏水ダム構造に近い位置にある上流の場所は、下流の場所よりも一貫して高い深層土壌水分を示し、その差は時間の経過とともにより顕著になります。この方向パターンは、漏水ダムが上流での地下水貯留を強化し、短期的な川段階の変動とは関係なく、より持続的な堤防水分をサポートするという強力な証拠を提供します。

上記の調査結果を総合すると、漏水ダムは表面の水文学だけでなく、隣接する堤防のより深く、より持続的な土壌水分の状態にも影響を及ぼし、洪水のピークの減衰だけを超えて広がる利益をもたらすことを示しています。

プロジェクトの重要なポイント

この研究は、単一のポータブルPR2プロファイルプローブシステムが、自然洪水管理介入の評価をサポートするために、高品質、複数の深さ、複数の場所のデータをどのように提供できるかを実証します。

より広範なReclaim the Rainプログラムの中で、このアプローチは、漏水ダムが洪水リスクの軽減以上の利益をもたらし、土壌水分の改善、生態系の回復力の強化、より持続可能な集水域管理をサポートできることを実証する堅牢な定量的証拠を提供します。漏水ダムが土壌水分値を増加させるという学習を適用することは、NFMを保水と調整し、環境、農業、生態学にも水を再利用する機会を提供します。

サフォーク郡議会やパートナー組織にとって、この証拠は、農場管理制度、生物多様性ネットゲイン、地元の自然回復補助金など、より広範な資金の流れへの重要な橋渡しとして機能します。漏水ダムが隣接する土地の生息地と生物多様性の可能性を積極的に強化していることを証明できたことにより、NFM対策をさまざまな環境補助金の対象となる多面的な利益をもたらす資産として位置付けることができるようになりました。

PR2 プロファイル プローブ

研究者やコンサルタントがこれほど簡単かつ柔軟に土壌水分プロファイルを監視できる土壌水分プローブシステムは他にはありません。PR2プロファイルプローブは、単一の場所（ロガーに接続）に設置して、継続的な長期測定を行うことができます。また、マルチサイトのポータブル測定値にも使用でき、測定値はHH2ハンドヘルド読み取りユニットに即座に表示されます。PR2は、さまざまな種類の土壌および幅広い栄養レベル（塩分土壌条件を含む）の土壌水分含有量を正確に測定できます。

- 1mまでの土壌水分含有量プロファイル
- 二重の目的 - 設置および持ち運び可能
- プローブの挿入と取り外しが簡単なアクセスチューブ
- アナログバージョンとSDI-12バージョンの両方が利用可能

