

## ロスサムステッド・リサーチ

### ロスサムステッド・リサーチが長期大規模実験に使用した Delta-T センサー



使用されたDelta-T製品:

SM150T土壌水分・温度センサー、GP2データロガー、Delta LINK-Cloudオンラインデータ表示プラットフォーム

#### ロスサムステッドの歴史的重要性

ロスサムステッド研究所は、世界で最も長い歴史を持つ農業研究所であり、その歴史は19世紀半ばにまで遡ります。

ヴィクトリア朝時代の科学者、起業家、そして慈善家として典型的な存在であったジョン・ベネット・ローズ卿は、オックスフォード大学を卒業後、農業科学に興味を持つようになりました。ローズ氏は、ロスサムステッド(英国ハートフォードシャー州ハーペンデン)にある家族の農園の責任を引き受け、植物に施す無機肥料に関するいくつかの小規模な実験を始めました。そして、彼の発見により、過リン酸石灰肥料の製造に関する特許を取得しました。



1843年、ローズは実験は体系的かつ包括的に行う必要があると認識し、実験管理の助力として著名な化学者ジョセフ・ヘンリー・ギルバート博士を任命しました。この動きは、事実上、ロスサムステッド実験所(現在のロスサムステッド研究所)の設立を意味しました。

Delta-Tは、Rothamsted Research社と長年にわたる誇りある関係を築いており、同研究所の多くの重要な科学プロジェクトにセンサーやデータロガーを供給してきました。

#### ロスサムステッドにおける長期実験

1843年から1856年にかけて、ローズとギルバートはロスサムステッドで9つの圃場実験を実施しました。これらの実験は主に、無機肥料と有機肥料を対照的に施用した作物の栄養に関する研究でした。

驚くべきことに、これらの実験のうち7つは現在も継続されており、世界で最も古い継続中の圃場実験となっています。これらの実験と、19世紀以降に実施された他の実験は、総称して長期実験(LTE)と呼ばれています。

#### 現代農業との強い関連性

長期にわたる実験は、記録破りの長寿と素晴らしい伝統を誇りますが、長期的な完全性を失うことなく、現代の農業慣行との関連性を維持するために絶えず進化してきました。一部の実験では、元の大きな区画を細分化して新たな処理や管理を導入し、現代農業に関連するデータと知見を確実に生み出しています。

現在、LTEは、国家能力としてのバイオテクノロジーおよび生物科学研究会議(BBSRC)からの戦略的資金提供と、Lawes農業トラストからの支援によってサポートされています。

#### パークグラス実験

パークグラス実験は、干し草用に刈り取った混合草地の収量、植物組成、品質に対する、異なる種類と量のミネラル肥料と有機肥料の影響を研究するために1856年に開始されました(図1)。



図1. ロスサムステッド研究所の公園草実験



1965年以来、石灰処理は確立されており、石灰を含まない管理で副区画を目標土壌pH値7、6、5に維持しています。畑は毎年6月中旬に刈り取られ、干し草を作り、種を落とすことができ、晩秋に2回目の刈り取りが行われます。

実験から数年以内に、その処理が均一な刈り取りだったものの植物組成に劇的な効果をもたらしていることが明らかになりました。一般に、窒素は草の収量を増加させますが、マメ科植物を抑制し、他の種、特にイネ科植物の優勢を促すことにより、植物の種数を減少させます。

石灰の投入がない場合、土壌は大気からの沈着やアンモニウム肥料の施用により徐々に酸性化が進み、干し草の収量と品質を低下させるとともに、最も酸性の強い土壌(pH3.5まで低下する場合がある)では一部の金属濃度が上昇しています。

大気からの物質投入や気候変動という文脈において、処理が牧草収量、植物相の多様性、土壌化学特性に及ぼし続ける影響は、パークグラスが生態学者、環境科学者、土壌科学者にとってますます重要になっていることを意味しています。

## 実験の目的

パークグラスには土壌化学に関するかなりのデータセットがあり、最近ではこの実験が重要な微生物学的特徴付けに焦点を当てています。しかし、長い歴史を理解するために行われた研究は比較的少ないです。土壌の物理的特性、特に土壌水文学に対するさまざまな処理の影響という用語。処理全体にわたる植物の多様性が大きいため、区画ごとに発根特性や水分摂取要件が異なる可能性があります。その結果、ロザムステッドのチームは、対照的なプロットで土壌水分含有量を監視することにより、土壌水文学への影響を特徴付けることに熱心でした。

## センサーのレイアウト

ロザムステッドは、さまざまな無機肥料と有機肥料の投入量をカバーする8つの主処理区画のうち、石灰を含まないサブ区画と、目標土壌pH6を達成するのに十分な石灰を摂取する追加の4つのサブ区画を選択しました。

合計すると、これらの選択された12のサブプロットは、広範囲の植物組成(1種から30種以上)と草の収量(1ヘクタールあたり年間2~7トンの乾物)をカバーしています(図2)。12のサブプロットのそれぞれに、3台のSM150T土壌水分センサーを20cmの深さで水平に設置し、ケーブルを導管を通して3台のGP2データロガーに中継しました(図3)。

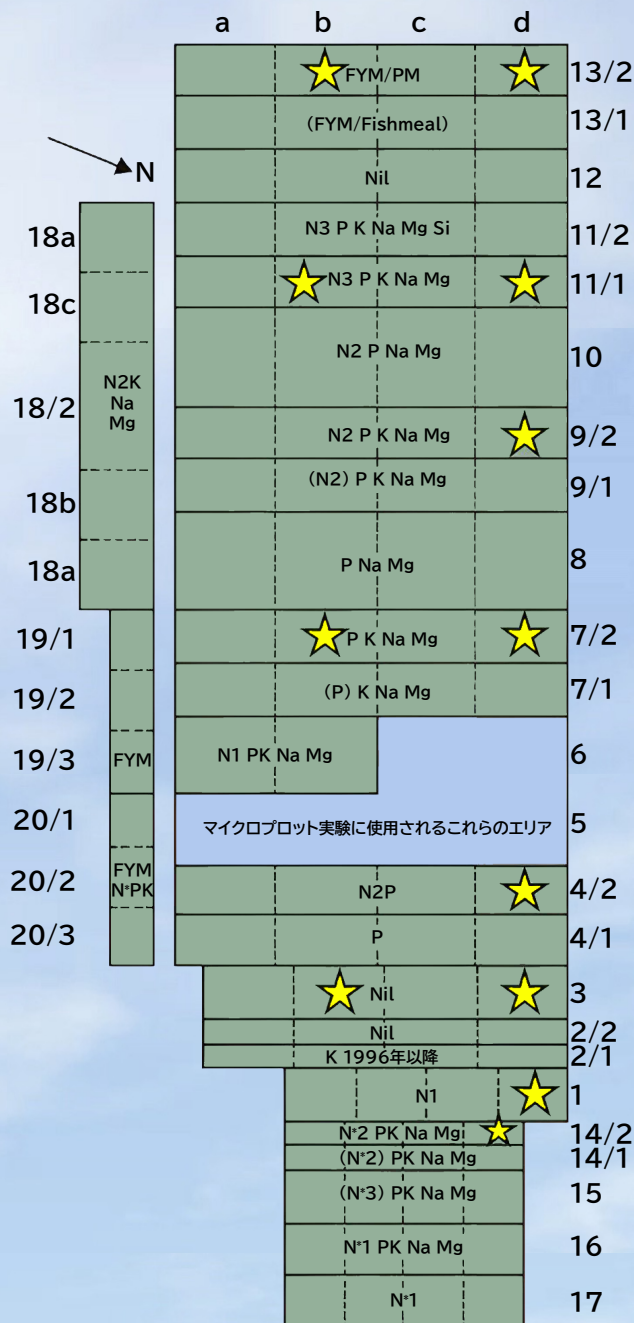


図2. SM150T土壌水分センサーの設置に選定されたパークグラス実験の12のサブ区画(各サブ区画に3台ずつ設置)



図3. SM150T土壌水分センサー。パークグラス実験場において深さ20cmに設置



センサーの設置は2020年2月に完了し、ロガーが毎分センサーを問い合わせ、平均・最大・最小の土壌水分含有量を毎時記録し、Delta-T社のオンラインデータ閲覧・共有プラットフォーム「DeltaLINK-Cloud」へアップロードします。これにより、ロスハムステッドチームはモバイル端末でリアルタイムデータを遠隔閲覧可能となりました。

(図4)

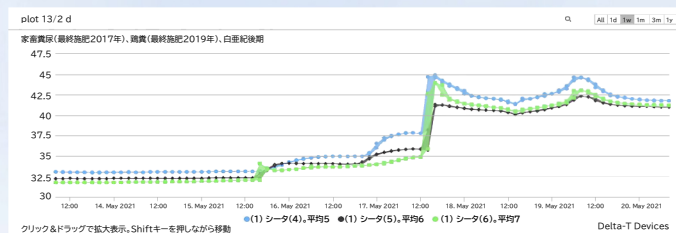


図4. パークグラス実験(FYM/PM(有機肥料)、石灰無施用;区画13/2d; 2021年5月13日~20日)の単一サブ区画に設置された3台のSM150Tセンサーからの典型的なDeltaLINK-Cloud時間別データ

## 初期の観察

センサー設置後の初期変動を経て土壌が回復したため、ロスハムステッドチームは現在、各サブ区画内のSM150Tセンサー間で概ね良好な一致を示すデータを記録しています。図5は2020年10月~2021年5月のデータを示し、石灰処理区(b)と無処理区(d)の3処理(無施肥対照区(3)、無施肥無肥料区(11/1)、無施肥無肥料無石灰区(11/2)、有機肥料/堆肥区(13/2))のサブ区画別データを比較しています。(無施肥対照区;区画3)、N3PKNaMg(無機肥料;区画11/1)、FYM/PM(有機肥料;区画13/2)の3処理について、2020年10月~2021年5月のデータを示します。概して、土壌の体積水分含有量は冬季に40~50%を示し、夏季には深さ20cmで20~30%まで低下します。この年間変動幅はシルト質粘土ローム土壌にとって妥当な範囲であり、ロザムステッドにおける永年草地での他の実験における保水データとも一致しています。

データの予備的検討から、ロザムステッド研究チームは石灰を施用した土壌の方が未施用土壌よりも土壌水分含有量が高いことを示唆しました。石灰施用による草本収量の増加と植物相の多様化が土壌構造の変化をもたらし、20cm層に貯留される水分量が増加した結果、地上部のバイオマス増加を充足できる水分が確保された可能性があります。最も低い水分含有量は、非常に酸性(pH 3.4)な土壌を持つ無石灰無機肥料処理区で観測されました。この土壌表面に蓄積した部分的に分解された植物残渣が、下層の鉱質土壌への水分の浸透を妨げている可能性があり、測定された低い水分含有量の一因となっていると考えられます。

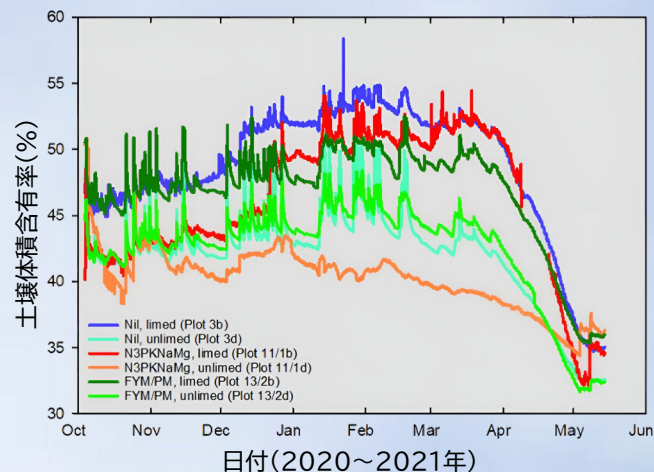


図5. 3つの処理区における石灰処理区(b)と無石灰区(d)の土壌水分含有量(3センサー平均値):無施肥対照区(区画3)、N3PKNaMg(無機肥料;区画11/1)、FYM/PM(有機肥料;区画13/2)のパークグラス試験(10月) 区画3)、N3PKNaMg(無機肥料;区画11/1)、FYM/PM(有機肥料;区画13/2)における土壌水分含有量(3センサー平均値)

## 研究チームの今後の取り組み

ロスハムステッドの研究チームは、既存のデータセットを用いて、土壌水分含有量と土壌の化学的・微生物学的特性との関連性を探求する予定です。

また、パークグラス実験における長期処理が土壌水文学に及ぼす影響をさらに調査するため、土壌物理特性(特に土壌保水特性)に関するその他の補完的な測定を実施する計画です。

## ロザムステッド研究所チーム

アンディ・グレゴリー、アンディ・マクドナルド、ジョナサン・ストークー、トニー・スコット



GP2データロガーとコントローラー

SM150T  
土壌水分センサー