

オーストラリア沙漠における点滴灌漑実験について

千葉工業大学 学生員 ○田崎 学
千葉工業大学 正会員 篠田 裕

1. 研究の目的

1998 年より西オーストラリア州 Leonora 近郊の Sturt Meadows Station で、乾燥地への大規模植林により、持続的な炭素固定システムを構築する目的で、科学技術振興事業団の戦略的基礎研究「乾燥地植林による炭素固定システムの構築」の研究が実施されていた。

当研究室では、天然有機質資源である草炭を乾燥地の土壌に保水材として混入することで、保水力の増加を図り、沙漠での植物栽培の可能性を高めるための基礎的研究を行ってきた。そこで、西オーストラリアの現地サイトにおいて、点滴灌漑による土壌中の水分移動の草炭混入による変化の観測と、各種保水剤混入による夜間結露（吸湿）補足量の観測を実施した。

本研究では、2002 年に実施した草炭混入・未混入の土壌に対する点滴灌漑実験の結果をまとめた。草炭混入時と未混入時の差異を調べ、草炭混入による効果を摘出することを目的としている。

2. 現地サイトの詳細

西オーストラリア州の内陸部は、乾燥地と半乾燥地の境界付近に位置している。平均年降水量は 200mm 前後で、夏の最高気温は 40℃を超え、降雨と極度の乾燥を繰り返すことにより、土壌が硬く締まっている地域が多い。実験を実施した場所も、地中約 35～40cm の場所に HP(ハードパン)という不透水層があるので、降水が深層へ到達することができない。

3. 実験概要

本実験は、FDR 式土壌水分計を用いて、現地土の水分移動について調べたものである。キャリブレーション実験は、現地の砂と水を用いて実験室内で実施した。求めたキャリブレーションカーブから現地データの電圧をコンバートして体積含水率を求め、その体積含水率を元に、補間プログラムを用いてコンターマップを作成した。

草炭の混入は、二箇所掘ったセンサー埋設地のうち、片方の地中 10cm の部分まで 3wt%の割合で混入した。地中 7.5・15.0・22.5・30cm の深土に FDR センサーを 4 チャンネルずつ埋めた。また、両方の地中 3・10・40cm の部分に温度測定装置を挿入した。実験システムの概要を、図 1 に示す。

3-1 試料：現地土・現地地下水・RICH PEAT (HICHGRO 社)～オーストラリアで入手したピート

3-2 実験方法：

- 1) 4 リットルの水を一時間点滴給水し、10min 間隔で、土壌中に埋設した FDR センサー、温度センサーを用いて、水分量、地温の変化をデータロガーを介して観測し、コンピュータでデータ回収を行った。
- 2) キャリブレーションは、現地土・現地水を用いて実験室内で行った。容量 500cc の容器に適当な現地水を含ませた現地土を入れ、ThetaProbe を差込み、コンピュータでデータ回収を行った。同時にサンプルを採取して、炉乾燥法で体積含水率を求め、FDR センサーのキャリブレーション曲線を求めた。
- 3) その曲線式から、現地の電圧を体積含水率に変換して、データ水分移動の状態を補間プログラムを用いてコンターマップに表した。

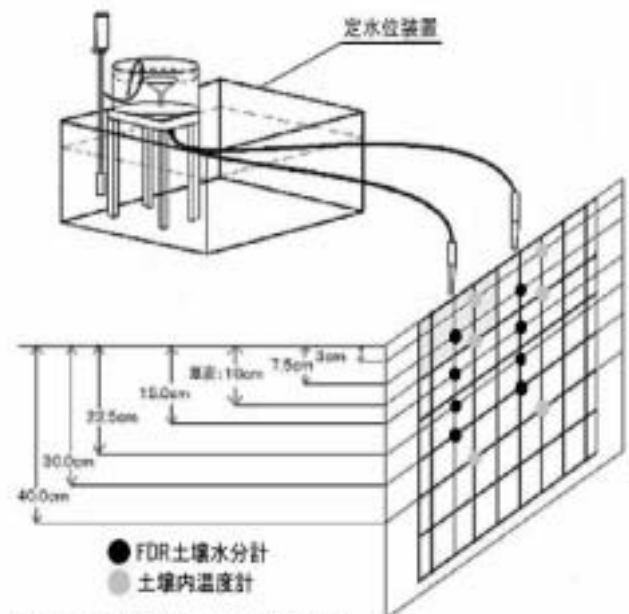


図1. 現地実験システム概略

キーワード：西オーストラリアでの現地実験・点滴灌漑・FDR 式土壌水分計・草炭混入

連絡先：〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学工学部土木工学科 TEL：047-478-0446

4. 実験結果

4-1 キャリブレーション

無機質土壌と有機質土壌のキャリブレーションカーブを比べると、全体的に草炭を混入している方が含水率が高いことがわかる。プローブ出力と土壌の体積含水率の関係は、FDR 式土壌水分計の出力信号が 0～1 V であり、 $\alpha_0 \cdot \alpha_1$ は特定土壌の場合には、それぞれ $1.0 < \alpha_0 < 2.0$, $7.6 < \alpha_1 < 8.6$ と与えられている。草炭混入土壌のキャリブレーション実験では 7.5cm 深の FDR 土壌水分計を使い、ブランクのキャリブレーション実験では両埋設地の 22.5cm FDR 土壌水分計を使った。草炭混入土壌の α_0 は 1.54, α_1 は 8.08 で、ブランクの α_0 は 1.63 で α_1 は 8.34 であった。図 2 にプローブ出力(V)と体積含水率(θ)の関係を示した。

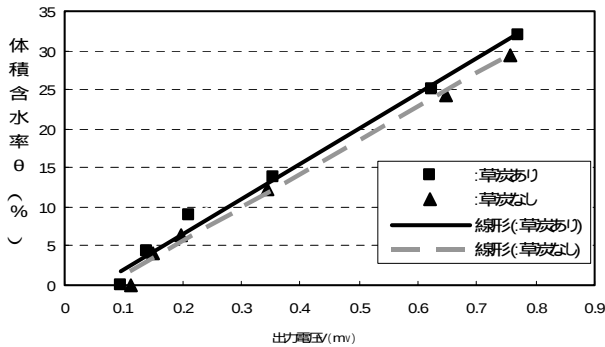


図2 キャリブレーション曲線

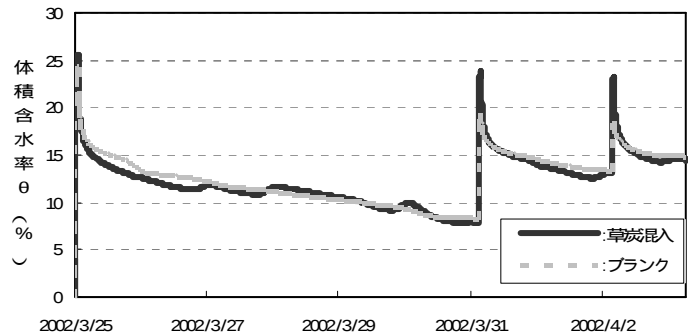


図3 草炭混入土壌とブランクの水分変化

4-2 土壌内の水分移動

図 3 は、草炭混入土壌とブランクの表層近くの時間経過による体積含水率の変化を示したものである。3 月 29 日の午前中にバッテリーが落ちて欠測となってしまったため、その部分は除いた。一時間に 4 l の水を 25・31・2 日と 3 回給水しているが、回数を重ねる度に草炭混入土壌とブランクの差が縮まっていることがわかる。おそらく、給水する速度が蒸発する速度を上回ったため、土中深くの土が水を吸収・保持しているところにさらに給水したためである。また、不透水層であるハードパンより下へは水が流れないため、保水効果が高まったものと思われる。

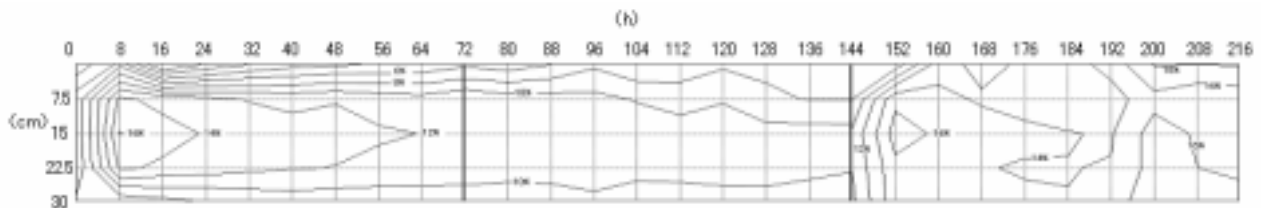


図4 コンターマップ(草炭混入)

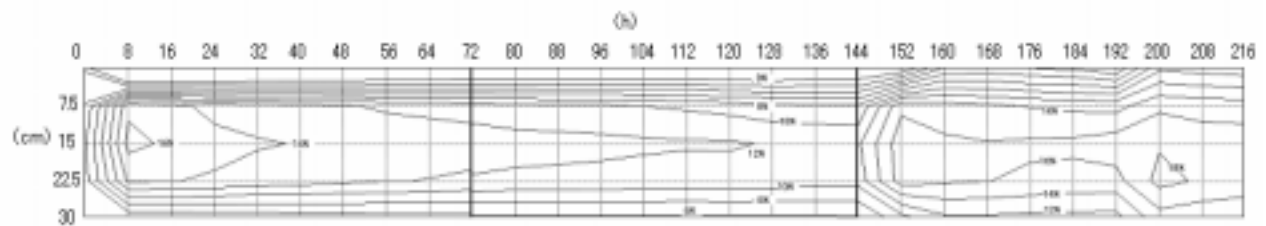


図5 コンターマップ(ブランク)

4-3 土壌内の水分分布

3/25～4/3 までの時間経過における水分変化のコンターマップを図 4・5 に示した。コンターマップ作成によって、含水率の分布移動が明確になった。図 4 と図 5 を比較すると、既応の砂土壌で草炭を混入した場合の実験結果と異なった傾向が見られた。すなわち、草炭混入の方が、速やかに高水分部が低下し、水分量の明確な保持が見られなかった。これは、今日の現地土壌が、砂状ではなく細かい赤土だったので、給水により軟泥状になって水分の降下が阻害され、ハードパンに到達するのに時間がかかったのに対し、このような土壌に草炭を混入することによって、間隙が生じ、水分降下が 10cm 付近までは、容易になったためと考えられる。

草炭を混入せずに植物栽培を行なうと、灌漑により根周辺の土壌が固化することと、草炭による間隙を作ることを評価するかは、実際に植栽を行なって確認する必要があると考える。