

「資源循環・エネルギーミニマム型システム技術」

平成10年度採択研究代表者

山田 興一

(信州大学繊維学部 教授)

「乾燥地植林による炭素固定システムの構築」

1. 研究実施の概要

未利用乾燥地の大規模植林による炭素固定システムを確立するため、水、塩、土、地形、樹種、エネルギーを組み込んだモデルを作り、全地球的に適用可能なシミュレーターを構築する。年降水量 200mm 程度の西豪州で、現地研究者との連携により、上記構築のためのデータを取得し、樹種選択、植林域のゾーニング、水の有効利用、土壌改良、広域・局所水移動制御による持続可能な緑化手法を提案・実証する。

2. 研究実施内容

平成10年度は、研究開始年度であり、半年間の成果ではあるが下記のようにまとめられる。研究は下記のように全体システム構築グループの下で、土壌システム、植生システム、大気システムの各グループが独自の成果を競うとともに、シミュレーションによる定量評価と豪州での実証に向けた相互討議、協力を行う形で進めている。

(1) 全体システム構築グループについては、以下のように、全体のシステム構築を目指し総括を行うとともに、オーストラリアでの研究立ち上げ、実証試験を開始した。

① オーストラリア乾燥地（レオノラ）・半乾燥地（エスペランス）の代表的植生地における植生・成長速度・炭素固定量の測定とその環境因子との関係調査：本項目は現地研究者の協力の下で土壌・植生グループ研究者も加わり測定を行うものがある。本年度は乾燥地（レオノラ）7地点を中心に、それぞれの生態系での分布（グラントレース）、トランゼクト（特定範囲内の植生の樹種、樹高、樹径、樹冠等の個別計測）測定、代表樹種数本の破壊測定（上記に加え、幹・根・枝・葉別重量測定）を行うとともに、各土壌の水・塩・栄養塩および不透水層（ハードパン）深さ、当該地域の地下水位・水質などの測定を行った。これらの結果を用いて面積あたりの固定炭素量の推定法を検討するとともに、当該地域のゾーニングを開始し、また上記7地点での植生の違いが生じる原因の考察を行った。

半乾燥地についても条件、植林後の経過年数が異なる地点を定めた。これらの地点の典型的樹木についてデンドロメータ（樹径変化の長期測定計器）を多数（百点程度）取り付けた。

次年度以降の調査のため、乾燥地での類型植生としてさらに数地点を加え、同様の測定の準備を行った。また、今後観測を継続することを目的とし、土壌・気象計測機器の設置を行い、一部はデータを得ている。生態調査・ゾーニングを多面的に実施するため、衛星データ解析ツールの導入および航空写真についても検討を行った。

- ② オーストラリア乾燥地（レオノラ）における貧植生地域への実証植林：当該地域での研究ベース地(Sturt Meadows)内に樹種に加えて水条件を種々変え、植林を行い、経過を観察した。さらに①での検討から、当該地域における貧植生の一因として、ハードパンの存在による降雨時水流出が上げられた。流出水は塩湖に集積し、炭素固定の面からは無駄に蒸発することとなる。そこで、現状では植生がほとんどない地域を選択し、ボンディングバンク形成（盛り土：数十m規模及び数m規模）による水流せき止め・貯水、掘穴・爆破によるハードパン破壊（透水性増大）を行った。これらの対策の有無、施肥の有無・肥料種類の違い（施肥については、不足分を与えることによる炭素収支への影響は少ないものの、適性施肥量を策定する必要がある）が成長に与える影響を、本プロジェクト終了予定の5年後までに明らかにすることが目的である。ユーカリ、アカシア、カジュワリーナなど数百本の各種苗木を準備しており、1999年7月までにほとんどの植林を終了させる予定である。これらの植林サイトの各所には土壌水分・温度計の設置を計画し、一部は既にその継続的計測を開始している。

なお、これらの対策実施に要するエネルギー計算に必要な基礎データの収集もあわせて進めている。また、より広域を対象とした現地での地表水、地下水挙動を明らかにすることは、地域全体の水収支を明確にするために必要不可欠であるが、これについてもようやく検討を開始した段階である。

- (2) 土壌システム研究グループについては、上記のように豪州における各サイトの調査を進めるとともに、全体のシミュレーションモデル構築を目的とし、コンセプト作り、各サブモデル間のI/O関係の整理をまず行った。この基本モデルは、各グループの成果に基づき、順次改善されるものである。土壌中の水移動に関する計算ソフトについて調査するとともに、カラムを用いた土壌中の水、塩移動データを取得し、モデルの妥当性の検討を行った。現地土壌物性を適用し、降雨後の土壌水分の変化を予測することが可能となった。さらに、蒸発蒸散をも含むモデルのコンセプトを提案した。サイト毎の詳細な土壌物性を測定するため、予備実験を実施するとともに、測定法の確立を行った。また、要素技術としての無機

保水剤の効果に関する予備的検討を行い、焼成条件が保水性に大きく影響することを明らかにした。また植生グループと共同で、土から葉に至る水移動プロセスのモデル化、定量化を進めている。

(3) 植生システム研究グループについては、豪州における各サイトの調査を進めるとともに、樹種選択に関する情報収集を行ってきた。またユーカリとアカシアのそれぞれについて、これらが主要な種である現地 2 サイトを選び、樹木の実要水量=樹液流量=蒸散量、光合成量と気象、水、葉条件との関係をモデル化し、これを全体モデルに組み込むための基礎測定を開始した。なお、本年度末には予想外の集中降雨があり、その際の土壌水分増と樹液流量増大との関係が偶然観測されるといったうれしい誤算もあった。また、土壌グループと共同で試験農場での実験計画作成にもあたった。

(4) 大気システム研究グループについては、第 2 年度以降の現地への適用、樹種生態系の組み込みを考え、現状の気象モデルの整理、シミュレーションモデルの確立を目指す研究を行った。

本研究では、スペクトルモデルを用いて、局地的な気候変化をシミュレーションした。このスペクトルモデルの特徴は次の通りである。(1) 地表の状態によって強くコントロールされる中規模領域の現象を予測することができる。(2) 地表面の気温、風、降水について、有用なデータが得られる。

シミュレーションを始めるにあたって、計算を行う領域についての初期条件と境界条件を準備する必要がある。初期条件と境界条件のデータを実際の条件に近づけるため、二段階のシミュレーションを考えた。第一段階としては広域で適当な初期条件と境界条件を与え、2 日間に亘る計算を行った。シミュレーションは現実の地表面状態のまま、変化を加えた地表面状態について行った。第二段階では、第一段階の二日目の計算結果を初期条件及び境界条件として、より限定された狭い領域でのシミュレーションを行った。第二段階の計算時間は 24 時間である。

気象研から入手した全球解析データ平均を用い、初期条件と境界条件を与え、いくつかのケースを選択してシミュレーションを行った。今回は 1990 年 1 月の全球解析データ平均を第一段階の初期条件と境界条件とし植林前後のケースを比較した。その結果気圧配置の影響が大きいこと、初期と境界条件の曖昧さが計算結果に大きな影響を与えることが分かった。

次に上記中の特定日についてシミュレーションを行い、粗度、蒸発散係数 β 、Albedo を変化させ、感度解析を行った結果、蒸発散係数 β を 0.1 から 0.8 に変化させると降雨量が 50% から 100% の範囲で増加し 0.4 以上になると降雨量の増加は蒸発量の増加より多くなること、粗度は 0.5m 以上になるとあまり影響が

ないこと、Albedo は 0.25 から 0.05 に変化すると降雨量が約 20%増加することが明らかになった。

植林による降雨量の増加が期待されるのは、昼の蒸発量が大きいこと、もともとその地域で雨が降る条件にあることが必要であることも示された。

3. 主な研究成果の発表（論文発表）

なし