

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 橋本昌司

本論文は、大型土壌サンプルを用いた実験、野外観測データの解析、土壌中二酸化炭素ガス生成と拡散過程モデリングの3つのアプローチを通じて、森林土壌中の二酸化炭素ガスの発生と輸送過程を明らかにしたものである。

第1章では、既往研究を整理し、本研究の目的と本論文の構成を提示している。主な研究課題として、1)各生態系の土壌呼吸の温度水分反応特性は、今後の土壌中炭素量の動態を予測する上で重要であること、2)既往観測研究の多くが地表面からの二酸化炭素ガスの放出測定のみにとどまり、土壌中における鉛直分布を考慮に入れていないこと、3)土壌中二酸化炭素輸送について土壌ガス拡散係数は不可欠の土壌物理パラメータであるが森林土壌は不均一性を有するためより大型の土壌サンプルを用いた測定が必要であること、が述べられている。

第2章では、大空隙を含むなどの特徴を有する森林土壌の土壌ガス拡散係数測定法を考案し、内部からの二酸化炭素ガス湧き出しのない砂質土壌・豊浦標準砂に適用した。本実験システムは、土壌サンプルの上下端に人工的にガス濃度勾配を設定し、定常状態下で内部の二酸化炭素ガス濃度勾配および地表面からの二酸化炭素ガスフラックスを測定し、フィックの第一法則を用いて土壌サンプル内部のガス拡散係数の鉛直分布が求められる。

第3章では、第2章で考案したシステムを応用し、土壌ガス拡散係数に加え二酸化炭素ガス湧き出し量の鉛直分布が測定される測定装置の考案とスギ・ヒノキ人工林の不攪乱森林土壌への適用が述べられている。森林土壌のガス拡散係数および二酸化炭素ガスの湧き出しは、温度と水分の影響を強く受けるため、本システムでは第2章で考案した装置に温度コントロール装置を加え、温度と水分がコントロール可能である。また、異なる二つの境界二酸化炭素ガス濃度条件下で定常状態を設定し、内部の二酸化炭素ガス濃度および境界からの二酸化炭素ガスフラックスを測定することで、土壌サンプル内のガス拡散係数および二酸化炭素ガスの湧き出しそれぞれの鉛直分布が同時に算定するアルゴリズムが提示されている。そして、スギ・ヒノキ人工林の不攪乱森林土壌について、土壌ガス拡散係数と二酸化炭素ガスの湧き出し量の鉛直分布が求められた。

第4章では、第3章で考案した装置を、タイ国の熱帯季節林森林土壌に適用し、土壌ガス拡散係数および二酸化炭素ガス湧き出し量の鉛直分布、そして二酸化炭素ガス湧き出しの温度反応特性が求められている。熱帯季節林では、年間を通じてほとんど温度変化がなく、現地観測では温度反応特性は得ることができず、従来報告例がなかったが、 Q_{10} (10°C の温度上昇に対応した二酸化炭素ガス湧き出しの増加度)が2.2前後であることが示された。

第5章においては、東京大学千葉演習林の温帯スギ・ヒノキ人工林およびタイ王国熱帯季節林における野外観測で得られた土壌呼吸および土壌中二酸化炭素ガス濃度のデータを

解析し、各深さにおける二酸化炭素ガスの湧き出しの季節性および寄与度が示されている。温帯スギ・ヒノキ人工林、熱帯季節林ともに湧き出し量は深さとともに減少するなどの共通点と、温帯スギ・ヒノキ人工林においては温度がその季節性をコントロールするが気温が年間を通じてほぼ一定で雨季乾季を持つ熱帯季節林においては、水分がその季節性をコントロールするという明瞭な差異を持つことが示された。

第6章では、第3～5章で得られた結果をもとに、土壤中における二酸化炭素ガスの湧き出しと移動に関する物理モデルを作成した。このモデルは、地表からの二酸化炭素ガスの放出とともに各深さの二酸化炭素ガス濃度分布も再現する。このモデルにより熱帯季節林では、土壤水分の高い雨季に土壤中二酸化炭素ガス濃度および地表面からの二酸化炭素ガスの放出が増大すること、土壤浅層は乾季には強度の乾燥にさらされ二酸化炭素ガスの湧き出しが抑制される一方で、土壤深層は雨期に過剰な湿潤のため二酸化炭素ガスの湧き出しが抑制されることなどを含め、現実のデータでは複雑すぎるため不明瞭だった各パラメータと土壤中二酸化炭素ガス濃度および地表面からの二酸化炭素ガス放出量の関係が明瞭となった。

第7章では、土壤ガス拡散係数および二酸化炭素ガス湧き出し量の鉛直分布およびその温度特性が実験的に測定可能となったこと、フィールドデータを解析することで実際の各深度での湧き出し量を定量化し、季節性を推定したこと、さらにモデルを通してそれらの結果を統合的に取り扱い、降雨や温度の季節変化による土壤中二酸化炭素ガス濃度の変化および地表面からの二酸化炭素ガスの放出を長期にわたり再現したことをまとめている。

以上のように、本研究は学術上のみならず応用上も価値が高い。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位を授与するにふさわしいと判断した。