

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 加藤 千尋

本論文は、将来の気候変動が地表面から地下水までの水分不飽和土壌領域（ベイドスゾーン）の熱、水、CO₂ ガス動態に及ぼす影響について、信頼性の高い複数の既往モデルを応用して予測を行い、その影響に対する適応策指針につなげようとしたものである。

第 1 章では、気候変動が自然生態系や農林水産業に与える影響について、IPCC2007 など広く認知されている情報を検討し、ベイドスゾーンにおける影響予測が欠落していることを指摘し、本研究の目的は、気候変動がベイドスゾーンの水分・熱動態に及ぼす影響、および、ベイドスゾーンの水分・温度分布の変化が土壌中の CO₂ 動態に及ぼす影響を予測することである、とした。

第 2 章では、気候変動下の将来予測を行っている既往の研究、特に、全球気候モデル（GCM:Global Climate Model）と HYDRUS モデルを本研究へ適用するために留意すべき事項を述べた。すなわち、GCM モデルは、数百 km² 以上のメッシュの代表値を予測する手法なので、作物栽培や農地レベルへの適用には、時間的・空間的ダウンスケーリングが重要となること、HYDRUS モデルでは、これまで主として世界の乾燥地で適用性が検証されてきたものを日本のような特殊な気象（温暖湿潤）や土壌（火山灰土壌）条件下においても適用できるかどうかの確認が重要となること、などを述べた。

以下、第 3 章から第 5 章までは、HYDRUS-1D モデルの適用性を検証する方法とその結果を述べている。

第 3 章では、西東京市の田無農場内区画圃場における土壌水分、温度、熱フラックス、土壌中 CO₂ 濃度分布、等のモニタリング測定手法とそれらの結果を述べた。

第 4 章では、第 3 章のモニタリング結果に対応する土壌中の水・熱移動シミュレーション手法としての HYDRUS-1D モデル適用手法を述べ、この手法がモニタリング結果を良く再現すること、気象サブモデルの導入が重要であること、などを明らかにした。特に、1 年間を通しての詳細なシミュレーションを行うためには、初期条件の設定が重要であり、仮の初期条件を与えた予備シミュレーションによって 1 年間（2008 年～2009 年）の予備シミュレーションを行い、その最終結果を真の初期条件として与えて同じ 1 年間についての本シミュレーションを行うことの有効性を証明することができた。

第 5 章では、第 3 章のモニタリング結果に対応する土壌中の CO₂ 生成・移動シミュレーション手法としての HYDRUS-1D モデル適用手法を述べた。ここでは、土壌中の CO₂ 生成について行った Buchner ら（2008 年）の方法が優れており、この手法が、実測した土壌中の CO₂ モニタリング結果を良く再現することを示した。

以下、第 6 章から第 8 章までは、全球気候モデル（GCM:Global Climate Model）をダウンスケーリングして適用する手法とその結果を述べている。

第 6 章では、予測すべき将来の気候シナリオを作成する手法を述べた。まず、GCM で予

測されている気候シナリオを局地的かつ短期的なシナリオに変換するための空間ダウンスケーリングと時間ダウンスケーリングについて、独自の手法を開発した。その結果、空間ダウンスケーリングについては累積分布関数法(CDF 法)を適用すること、時間ダウンスケーリングについては個別降雨の継続時間、降雨開始時刻、最大強度継続時間などのモデル化を行うことが適切であると結論付けた。

第 7 章では、空間・時間ダウンスケーリングした GCM 予測値による将来気候のもとで、ベイドスゾーンの水分動態、熱動態や熱フラックスがどのような値となるのかを推定し、例えば 2071～2100 年 6 月の降水量は現在の 1.6 倍になる見込みなので土壌水分量が 2～3% 増加すること、2071～2100 年全体の平均地温は表層 30cm では 4.2 度上昇、深さ 80cm では 2.9 度上昇が予測されることなどを示した。

第 8 章では、同じく空間・時間ダウンスケーリングした GCM 予測値による将来気候のもとで、ベイドスゾーンの CO₂ 動態がどのような値となるのかを推定し、2071～2100 年の積算 CO₂ 生成量は現在の 1.3 倍程度に増加すると予測した。

第 9 章は全体の結論を述べており、将来の気候変動がベイドスゾーンにおける熱、水、CO₂ ガス動態に及ぼす影響について、予測可能であること、また、その予測によって、気候変動が農業技術（水管理法、農薬散布法、施肥法など）や生物多様性の変化に対して取るべき適応策を提案する根拠となりうること、などを結論として述べた。

以上要するに、本論文は、将来の気候変動がベイドスゾーンの水・熱・CO₂ 動態に及ぼす影響について、全球気候モデル（GCM:Global Climate Model）のダウンスケーリングと HYDRUS モデルの適用により定量的、数値的に予測・評価したものであり、学術上、応用上貢献するところが少なくない。よって審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。