

## 審査の結果の要旨

氏名 郭琳琳

温暖化を抑制するため、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の排出抑制に加えて回収したCO<sub>2</sub>を土壌中や地層で貯留することが検討されている。土壌は、大気中の3倍以上の炭素を含む大きな炭素プールであり、土壌における炭素の動態は、CO<sub>2</sub>貯留の効果だけでなく、大気中のCO<sub>2</sub>濃度も左右する。特に、火山灰土壌は、世界的に特異に有機物を多く含む土壌であり、火山灰土壌中の炭素動態を明らかにすることは、世界各地の類似の高炭素含有土壌における温暖化抑制行為の設計や実施に寄与する点が多い。

耕起は、雑草管理、播種床準備等多様な意義を持つ重要な営農行為である。米国等の沖積土地帯で不耕起栽培によって土壌からのCO<sub>2</sub>放出が抑制されることが報告されている。しかし、火山灰土壌(黒ボク土, Andisol)農耕地においては、耕起が土壌中の炭素の動態に与える影響がよくわかっていない。本研究は、この点に着目し、耕起-不耕起を模擬した室内カラム実験により、耕起が黒ボク土中の有機物の分解ならびにCO<sub>2</sub>動態に与える影響を検討することを目的とした。

第一章では、既往の研究を概観し、モンスーンアジア等の湿潤地域の火山灰土壌におけるCO<sub>2</sub>放出について、耕起の影響の評価が不十分であることを整理した。また、研究例の多い、少量のかく乱土壌を用いた培養実験では現場圃場における土壌のCO<sub>2</sub>放出特性を説明しきれないことを指摘した。

第二章では、一連の実験および分析の方法について詳述した。具体的には、研究科附属生態調和農学機構圃場から不かく乱、かく乱の黒ボク土を採取し、これらを用いたカラム培養実験を実施し、耕起に伴う土壌の物理性の変化ならびに土壌に施用した有機物の無機化、CO<sub>2</sub>生成、放出について計測・分析を行った。

第三章では、耕起による土壌の物理性の変化ならびにCO<sub>2</sub>動態を左右する土壌のガス拡散係数について評価した。耕起土壌では、土壌構造が変化し、それに伴って透水性、保水性ならびにガス拡散係数が変化する。特にガス拡散係数については、既往の研究で提案されてきた複数のガス拡散係数予測モデルに関して検討を行った結果、よく使われてきたPenman式やMillington-Quirk式は、黒ボク土のガス拡散係数をうまく表現できないこと、また、これに対して Buckingham-Burdine-Campbell(BBC)式は、一つの式で不耕起-耕起両方の黒ボク土のガス拡散係数を精度よく推定できることを示した。BBC式では、土壌の保水性から得た空隙特性を反映するパラメータを利用することが高い予測性能を示した理由と考えられる。

第四章では、カラム培養実験における不耕起、耕起状態の黒ボク土から発生する CO<sub>2</sub> について検討した。黒ボク土では、不耕起状態と耕起状態で、培養開始直後を除いて CO<sub>2</sub> 発生量に有意な差が生じなかった。これは、耕起によって土壌中の空隙量が非常に大きくなるという黒ボク土特有の性質に起因するものと考えられた。また、第三章で推定可能になったガス拡散係数と連続的に自動計測可能な土壌中ならびに大気中の CO<sub>2</sub> 濃度を用いて、地表面における CO<sub>2</sub> 放出フラックスを予測することを試みた結果、不耕起土壌、耕起土壌ともに比較的良い精度で CO<sub>2</sub> 放出量が推定できた。この結果は、降雨等の土壌からの CO<sub>2</sub> 放出に大きく影響する気象イベント時に地表で CO<sub>2</sub> 放出量をうまく測定できないという従来のモニタリングにおける課題を解決する糸口になる。

第五章、第六章では、耕起深さや根成孔隙等マクロポアが CO<sub>2</sub> 発生に与える影響について検討した。かく乱で採取した自然土壌を用いた培養実験とかく乱した土壌をカラムに再充てんした後にあらかじめ耕起を模擬した土壌かく乱を加えた培養実験を比較し、耕起-不耕起による CO<sub>2</sub> 発生の違いが、自然土壌においても、人工的に再充填した土壌においても同様に見られること、すなわち、土壌構造の変化ならびにそれに起因するガス拡散係数などの物質移動特性の変化が、耕起による土壌から大気への CO<sub>2</sub> 放出を左右することを示唆した。また、土中水の移動においては非常に影響が大きいとされる粗大孔隙がガスの放出においては寄与が小さく、孔隙の大小よりも孔隙の量が重要であることが明らかになった。

以上、本論文は、土壌構造に着目し、黒ボク土における耕起作業が土中の有機物の無機化、CO<sub>2</sub> 放出に与える影響が従来報告されてきた沖積土とは異なるものである可能性を指摘すると共に、適切なガス拡散係数ならびに土中・大気中のガス濃度のモニタリングデータから、従来のガスフラックス測定法を補完できる質のデータを降雨等悪天候時においても得ることができることを示した。これらの成果は、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。