

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 藤川智紀

土壌中では大気中に比べて CO_2 ガス濃度が高いので、土壌と大気とのガス交換が環境へ及ぼす影響を明らかにすることは地球温暖化問題との関連でも重要である。土壌中の CO_2 濃度が高い理由は、土壌微生物の働きと、間隙中のガスの溶解、吸脱着、化学反応などによるものと考えられているが、それらの全体像は必ずしも明確ではない。しかも、農耕地の場合、これらに加えて施肥や農薬散布、耕耘、灌漑、その他機械作業が影響するので、土壌中のガス挙動はさらに複雑なものとなる。

本論文は、田畑輪換作付けを実施しているフィールドにおける測定と、その試料を用いた室内モデル実験による測定とを通じて、土壌中の CO_2 、 O_2 ガス挙動を詳細に把握し、さらにそのデータを、土壌微生物による発生及び消費、濃度勾配に基づく拡散移動、ガス吸着や溶解のような化学反応などの素過程に分離して解析したものであり、この分野における最新の知見を見いだしている。

第1章では序論を述べ、第2章では既往の研究をレビューした。

第3章では現場におけるガス挙動の測定結果を述べている。調査対象地は宮崎県都城市の田畑輪換圃場とし、 CO_2 、 O_2 ガス濃度や物理性の季節、作目による変化を詳細に調べた。その結果、特に注目される特徴として、①耕盤層がある深さ 20cm 近傍では CO_2 ガス濃度が非常に高いこと（最高値は 18%）、②土層全体の CO_2 ガス濃度は、3月や5月に比べて10月の方が高く、何らかの原因があると考えられること、③土壌中の細菌数や糸状菌数は、一年を通じてほとんど変化しないこと、などが明らかとなった。また、土層内の CO_2 ガス濃度分布を詳細に分析し、上述した耕盤層付近の高い濃度が大きな濃度勾配を発生させるので、拡散係数に比例した濃度拡散が発生するはずであることを指摘し、そのような濃度拡散が起こりながらなおかつ高い濃度部位が残存する場合、 CO_2 ガスの大きな湧き出し源が存在しなければならないことを証明した。

第4章では、現場測定で明らかとなったガス濃度分布の特性を室内カラム実験で再現し、ガス挙動を分析した。カラム実験で測定されたガス濃度分布は、第3章で明らかにした現場のガス濃度分布をよく再現し、特に耕盤層がガス濃度分布に影響を与えることを明らかにした。さらに、現場では捉えにくい現象として、急な降雨などで地表面からの浸潤があるときのガス挙動もカラム実験で測定し、水の浸入に伴って CO_2 ガスが水に溶解するために CO_2 ガス濃度が低下し、 O_2 ガス濃度は上昇することを確かめた。ただし、降雨直後の地表面下 5cm では、逆に CO_2 ガス濃度が

上昇、 O_2 ガス濃度が低下という特異な現象も現れることを示した。

第5章では、土壤中のガス挙動を解析する上で不可欠の、ガス拡散係数を測定し、土壤の諸性質がガス拡散係数に及ぼす影響を詳らかにした。既往の研究では、土壤中のガス拡散係数が土壤の気相率、乾燥密度、攪乱・不攪乱、土性に影響を受けることが明らかにされているものの、これらの要因を同じ条件下で比較した例がないので、本研究で扱った全ての試料についてガス拡散係数を測定しなおした。その結果、同じ気相率でも乾燥密度が大きい方がガス拡散係数が大きいこと、不攪乱試料のガス拡散係数は攪乱試料のそれより大きいこと、溶解度の大きな CO_2 ガスの拡散係数は O_2 , N_2 ガスの拡散係数より大きいこと、土性が SL であっても CL であっても拡散係数に違いはあらわれないことなどの知見を得た。

第6章では、第5章で得たガスの相対拡散係数を用いてシミュレーションを行い、土壤中の CO_2 ガス濃度分布の時間変化を計算し、カラム実験の実測値と比較した。特に、耕盤層で大きな CO_2 ガス発生が存在すると仮定し、さらに耕盤直上の拡散係数を測定値の 1/100 に仮定した場合や、表層 20cm のガス濃度が大気と攪乱混合していると仮定した場合、計算結果が測定値と非常に良く一致することから、耕盤層のガス発生速度の重要性が再確認された。

第7章では結論を述べた。

以上要するに、本論文は現地測定、室内実験、理論的解析を通じて、農耕地土壤中の酸素ガス、二酸化炭素ガスの分布と、これらガスの拡散移動および微生物の呼吸活動との関連を明らかにしたものであり、学術応用上寄与するところが大きい。よって、審査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。