

氏 名	BUI THANH LONG		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	学 術		
学位授与番号	博甲第	6 5 0 3	号
学位授与の日付	2 0 2 1 年 9 月 2 4 日		
学位授与の要件	環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	The Effects of Soil Macropore Structures on Water Infiltration and Greenhouse Gas Emissions from Agricultural Soils (マクロポア構造が農地土壌の水浸透と温室効果ガス発生に及ぼす影響)		
論文審査委員	教授 諸泉 利嗣	教授 西村 伸一	教授 森 也寸志
学位論文内容の要旨			
<p>Soil is the natural body that consisted of five components — minerals, soil organic matter, living organisms, gas, and water. It engages in dynamic interactions with the atmosphere above and the strata below that influence the planet's climate and hydrological cycle. Among the components, water and gas in soil are the primary components of the land ecosystem, which are vital for both plants and soil organisms. Many factors impact the water movement and gas diffusion in the soil, such as soil organic matter, soil compaction, etc., especially soil texture, which is the major inherent factor affecting the infiltration, resulting in the impact on soil gas diffusivity not only within the soil profile but also between soil and the atmosphere.</p> <p>Recently, greenhouse gases (GHG) emitting from the agriculture field have been concerned globally. The agricultural sector contributes enormously to global warming because of increasing GHG emissions to the atmosphere, while understanding the controlling factors of GHG emissions is limited. Along with the influence on the soil water infiltration, the soil pore structures, mainly macropores, also regulate soil gas diffusivity and microorganism activities that are enormously impacting the GHG emissions from soil. Furthermore, some recent studies demonstrated that enhanced infiltration into the soil could reduce methane emissions from the rice paddy. Therefore, the research has been conducted to elucidate the behaviors of macropore structure on soil water infiltration and GHG emissions. Based on the understanding of the behavior, a countermeasure might be proposed to mitigate the GHG emission from agricultural fields.</p> <p>Consequently, a study was implemented to quantify the relationship between hydraulic conductivity and grape quality by employing the inverse auger-hole method. 2D-simulation and field experiment proved that water infiltration through soil profiles positively correlated with sugar content in the grape juice. On the other hand, an intensive laboratory experiment was conducted to investigate soil macropore structure and water management behaviors on GHG emissions in agricultural soils under different agricultural management practices. As a result, macropore could be pathways that enhance the emission of both CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> from the soil under both unsaturated and flooded conditions. Whereas the CH<sub>4</sub> concentration negatively correlated with the infiltration rate because freshwater or oxygen was available in the soils with macropores and drainage. However, when the artificial glass fiber macropore was applied, the emissions of both CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> from the flooded paddy soil were suppressed because of the highly porous material. Notably, the emissions were significantly reduced even with low infiltration rate, mainly CH<sub>4</sub> because methanogenesis activities were restricted by oxidized agents intruded into the deep soil profile through macropore.</p>			

## 論文審査結果の要旨

土壌は陸域最大の炭素貯蔵庫であり、土壌環境管理は、肥沃な農地の保全だけでなく、地球温暖化にも影響する。土壌中の水・物質移動は粒子の隙間である土壌間隙で行われ、特に植物根や土壌動物によって形成された粗大間隙マクロポアは、ブレイクスルー的な溶質の深部到達に影響し、有機物の保全には有利に働く。一方で、土壌からは二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素が温室効果ガスとして発生するが、土壌間隙構造の影響については明らかにされていない。

本研究は、植物根由来の管状マクロポアが農地土壌の水・物質の浸透に及ぼす影響、特に温室効果ガスの発生に対する影響を精査したものである。畑地・水田土壌について、土壌間隙構造の違いとしてマクロポアの有無を設けて、二酸化炭素、メタンを計測し、土壌環境データと共に考察した。

最初に、透水・保水特性の計測について、従来より大幅に少量の土壌で実験する手法を開発し、必要な移動特性値を得た。また、温室効果ガスについて、管状マクロポアは二酸化炭素やメタンの排出経路として機能することがわかった。温暖化指数の高いメタンについては、土壌水分が低下し、ガス態としてメタンが土壌内部に存在することが明らかになった。さらに水田や湿地の湛水条件下では、堆肥を施用した状態でも、マクロポア存在下で排水が行われると、既知の速度より遅い排水でもメタンの発生が抑制された。数値シミュレーションではマクロポアが効果的に表層の水や溶質を下方に移動させる様子が再現された。これはメタン生成菌が絶対嫌気性細菌であり、わずかに酸化側に条件が傾けばメタンの発生が抑制されることが理由であると推測された。実際、酸化還元電位の変化は、マクロポアが還元状態の抑制に働く様子を示していた。湛水条件下の土壌間隙構造にメタン発生抑制の鍵があり、わずかな排水速度でそれが実現できることを見つけたこと、また、温室効果ガスであるメタンの削減の方法に道を開いた一連の研究は、唯一性と新規性が高く、また、今後の発展性が期待される成果であり、博士論文に相応しい学問的意義と価値を有すると判断した。