

氏名	HA THI KIM THANH		
授与した学位	博士		
専攻分野の名称	環境学		
学位授与番号	博甲第5366号		
学位授与の日付	平成28年 3月25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5条第1項該当)		
学位論文の題目	Nitrous oxide emissions from paddy and mangrove forest soils as affected by environmental conditions (水田およびマングローブ林における亜酸化窒素発生とその影響因子の解明)		
論文審査委員	准教授 前田 守弘	教授 赤江 剛夫	教授 沖 陽子

学位論文内容の要旨

Denitrification is an important pathway to remove nitrate (NO_3^-) from water and soil under anaerobic conditions. Nitrous oxide (N_2O), which is an intermediate product of the denitrification process, contributes to global warming and stratospheric ozone depletion. Most of studies have investigated N_2O emission in upland soil. Few research works examined N_2O emission in wetlands because N_2O is thought to be easily transformed to N_2 under strong anaerobic conditions. Hotspots for N_2O emissions were reported to be in agricultural areas (Reddy and Patrick 1986; Buresh and De Datta 1990), riparian wetlands (Hefting *et al.* 2004; Van den Heuvel 2010), and mangrove forests (Chiu *et al.* 2004; Fernandes and Loka 2011). Up to now, environmental conditions responsible for N_2O emission in wetlands are still uncertain. The thesis aimed at preventing N_2O emission into the atmosphere by gaining better understanding of the mechanisms of N_2O emission in paddy and mangrove forest soils. The following research questions are addressed is to find out factors affecting N_2O emission in wetland ecosystems:

- ✓ Determine the effect of soil type and nitrate concentration on denitrification products (N_2O and N_2) under flooded condition (Chapter 2);
- ✓ Investigate effects of salt concentrations on N_2O emission from paddy soil adjusted with different pH (Chapter 3);
- ✓ Investigate effects of rice husk addition and moisture content on N_2O and CO_2 emissions from paddy soil in short-term laboratory experiments (Chapter 4);
- ✓ Investigate effects of different water irrigation regimes with high nitrate concentration on N_2O emissions from fallow paddy fields (Chapter 5);
- ✓ Investigate emission of N_2O from sediment of a tropical mangrove forest in Central Vietnam- Implication of short-term laboratory experiments (Chapter 6);

Results obtained from a series of laboratory experiments provide significant insight into the effects of soil pH on N_2O emission in wetlands. Low pH inhibited the activity and synthesis of N_2O reductase, resulting in promoted N_2O emission as an intermediate product. We found that affecting factors such as soil type, NO_3^- concentration, organic C, salinity, soil moisture, and soil pH governed N_2O emission in wetlands. Paddy and mangrove forest soils should be paid attention to as a hotspot for N_2O emission under certain conditions. As mentioned above, this thesis will contribute to our understanding of factors affecting N_2O emission in wetlands to develop the best strategies to mitigate global warming in Asian countries.

論文審査結果の要旨

亜酸化窒素 (N_2O) は温室効果ガスであるとともに、オゾン層破壊作用が大きいことが知られている。また、 N_2O 人為発生源のうち42%が農業、25%が河岸などにおける脱窒が占め、早急な削減対策が課題である。 N_2O は窒素循環において硝化および脱窒の過程から発生する。脱窒では、硝酸態窒素から窒素ガスに形態変化する際の間生成物として生成する。水田や湿地などのように、十分に還元的雰囲気にある湛水条件下では N_2O は発生しにくいと考えられていたため、従来の N_2O 関連研究では畑条件における調査がほとんどである。本研究では、水田やマングローブ林などの湿地においても N_2O が発生しやすい条件があるのではないかと考えた。

本研究の目的は、水田およびマングローブ林での N_2O 発生に関する影響因子を明らかにすることである。このため、1) 土壌タイプ (水田, マングローブ林) の影響, 2) 塩類濃度およびpHの影響, 3) モミガラ施用 (未処理, 炭化, 灰化) の影響, 4) 休閑期間における灌漑 (連続, 間断) の影響, 5) 硝酸態窒素濃度の影響を室内培養実験により調べた。

その結果、1) N_2O 発生しやすさは、ベトナム中部マングローブ林 > ベトナム中部水田 > 牛窓水田の順であり、土壌pHが低いことが要因のひとつであることがわかった。また、2) pHと塩類濃度は相互作用があり、高塩類濃度で低pHの時に極度に N_2O 発生量が多くなった。3) モミガラを土壌改良資材として用いる際は、炭化あるいは灰化処理によって、 N_2O および CO_2 発生量を低減できることを示した。4) 水田休閑期に、高濃度硝酸態窒素を含む地下水を連続灌漑すれば、 N_2O 発生を抑制しつつ、水質浄化が期待できることがわかった。5) 高塩類濃度、低pHであるベトナム中部マングローブに高濃度硝酸態窒素が流入した場合、 N_2O 発生量が多くなる恐れがあることを解明した。

以上のように、本研究は水田およびマングローブ林を対象に N_2O が発生しやすい条件を明らかにしたものであり、学術的に高く評価でき、今後の環境行政の基礎指針となることが期待される。よって、本論文は博士 (環境学) の学位に値するものと認められる。