

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 石塚 成宏

---

メタンと一酸化二窒素 ( $\text{N}_2\text{O}$ ) は重要な温室効果ガスであり、地球規模でのこれらのガス代謝の理解が課題となっている。本研究は、今までアジア地域での実測データの乏しかったメタンと  $\text{N}_2\text{O}$  のフラックスを日本およびインドネシアの森林土壌を対象にして測定し、さらにフラックスの地点間差の形成要因について解析したものである。

本論文は5章から成る。1章では、メタンと  $\text{N}_2\text{O}$  に関する既存の研究結果のまとめと問題点について説明している。

2章では、日本の森林28ヶ所におけるメタン吸収フラックスの観測の結果と、これらの実測値を元にした土壌内ガス移動モデルの解析結果について示している。閉鎖した林内でのメタン吸収フラックスの日変化と年変動は小さく、夏季に大きく冬季に小さくなる季節変化が認められる地点と年間を通してほとんど変化しない地点が存在した。28地点の観測結果は平均で  $2.2 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  程度であり、北米の観測値と同程度で、ヨーロッパの観測値の約2倍であった。過去に土壌の粒径組成とヨーロッパの観測値の関係から推定されている全球メタン吸収量は、この様な高いメタン吸収フラックスを想定しておらず、過小評価であると考えられた。メタン吸収フラックスは、表層0~5cmの土壌円筒試料の培養実験から得られたメタン酸化活性の指標である b-value 値と高い正の相関を示した。深さ25cmまでの b-value 値と土壌のガス拡散係数を用いて、土壌内ガス濃度と土壌内メタン酸化量を推定し、土壌内メタンガス移動モデルを作成した。このモデルを用いて、深さごとのメタン吸収量を推定した結果、表層土壌の b-value 値が低い場合は土壌のガス拡散が重要となり、表層土壌の b-value 値が高い場合はこの値が重要になることが示された。同じモデルを用いて複数の温暖化シナリオに対するメタン吸収量の変化を推定した結果、大気メタン濃度上昇によってメタン吸収量は増大するが、温度の上昇にはほとんど影響を受けないことが明らかになった。

3章では、日本の森林土壌からの  $\text{N}_2\text{O}$  フラックスを観測し、脱窒酵素活性、脱窒菌の計数、基質添加実験、アセチレン阻害法の適用などの実験を行い地形要因の影響を解析している。アセチレン阻害法によって土壌から生成する  $\text{N}_2\text{O}$  が増加したこと、硝酸態窒素の添

加によって  $\text{N}_2\text{O}$  が生成したことから、渓流域では主として脱窒過程で生成し、硝酸態窒素の供給がその脱窒速度に大きく影響していることが明らかになった。アセチレン阻害法によって生成する  $\text{N}_2\text{O}$  が減少すること、圃場容水量の 80% までの水分量では水分が多いほど硝化速度が大きくなること、酸素分圧が低くなると  $\text{N}_2\text{O}$  が生成することなどから、斜面中上部や尾根では主として硝化過程で  $\text{N}_2\text{O}$  を生成し、斜面下部では  $\text{N}_2\text{O}$  の生成が大きくなる可能性が高いことが示唆された。

4 章ではインドネシア熱帯降雨林におけるメタンと  $\text{N}_2\text{O}$  フラックスの観測をおこない、日本の森林土壌で得られた結果と比較検討している。インドネシアの森林土壌で観測されたメタン吸収フラックスと b-value 値は、日本の土壌で得られた関係式に適合した。インドネシアの森林土壌のメタン吸収フラックスは小さく、これは表層土壌の b-value 値が低いためと考えられた。インドネシアの森林土壌における  $\text{N}_2\text{O}$  フラックスは土壌の性質によって異なった。湿性の土壌で最も大きく、硝化速度から推定される値よりも大きい  $\text{N}_2\text{O}$  フラックスが観測され、脱窒による  $\text{N}_2\text{O}$  生成が示唆された。Andisols 土壌では硝化速度に対する  $\text{N}_2\text{O}$  生成の発生係数がその他の土壌の 7 分の 1 程度であることが明らかになった。またインドネシアにおける  $\text{N}_2\text{O}$  フラックスの観測結果は南米の熱帯林における観測値より低く、これは低い硝化速度が主な要因と考えられた。

5 章では以上を総括し、メタン吸収フラックスと  $\text{N}_2\text{O}$  フラックスが生態系間で異なる理由について推察を加えている。

本研究により、メタン吸収フラックスの形成に関して土壌の深さ別吸収量が大きく関与しており、表層土壌のメタン酸化活性が重要であることが明らかになった。これは、全球のメタン吸収速度を推定する上でも重要な成果であり、学術上、応用上の貢献度が高い。 $\text{N}_2\text{O}$  生成については、今まで得られていた硝化— $\text{N}_2\text{O}$  フラックスの正の強い相関関係が、生態系や地史が南米等と異なる東アジアや東南アジア地域でも概ね適合するという証拠が得られた。一方で、Andisols 土壌における硝化過程とガス生成の比率が、他の土壌とは大きく異なるとする結果は、学術上、重要な知見である。

よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文としてふさわしいものであると判断した。