

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	日本の茶園土壌において蓄積かつ放出される一酸化二窒素の生成および消滅過程に関するアイソトプマー解析
Title(English)	Isotopomeric analysis on the production and consumption processes of nitrous oxide accumulated in and emitted from Japanese tea field soil
著者(和文)	Zou Yun
Author(English)	Yun Zou
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9737号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉田 尚弘,木内 豪,中村 恭志,豊田 栄,大河内 直彦,上野 雄一郎
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9737号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Zou Yun	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	吉田 尚弘	教授	大河内 直彦	連携教授
	審査員	木内 豪	教授	上野 雄一郎	准教授
		中村恭志	准教授		
豊田 栄		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Isotopomeric analysis on the production and consumption processes of nitrous oxide accumulated in and emitted from Japanese tea field soil (日本の茶園土壌において蓄積かつ放出される一酸化二窒素の生成および消滅過程に関するアイソトポマー解析)」と題し、英文で書かれ、以下の6章で構成されている。

第1章 "Introduction"では、はじめに地球温暖化や成層圏オゾン層の破壊をもたらす一酸化二窒素 (N_2O) の発生源と消滅過程について、特に細菌や糸状菌などの微生物が関与する過程である硝化および脱窒に焦点を絞って既往の知見を整理している。次に、多量の窒素肥料が投入され酸性化が顕著な日本の茶園土壌が他の農地と比べて大きな N_2O 発生源であることを、文献に基づいて示している。これらの背景を踏まえ、茶園土壌における N_2O の生成・消滅のメカニズムや、それを制御する環境条件を明らかにすることを目的とし、濃度分析および安定同位体比分析に基づいた研究の必要性を述べている。

第2章 "Isotopomeric analysis"では、はじめに N_2O のアイソトポマー比 (以下に述べる SP 値などの、安定同位体を含む分子の存在比) ならびに関連化合物の安定同位体比、および同位体分別係数の定義と表記方法について述べている。次に化合物別に窒素同位体比 (^{15}N の ^{14}N に対する存在比率であり、以下 $\delta^{15}N$ 値と表記する)、酸素同位体比 (^{18}O の ^{16}O に対する存在比率、 $\delta^{18}O$ 値) および ^{15}N の N_2O 分子内における席選択 (Site preference, SP 値) の分析方法について述べている。

第3章 "Production and consumption of nitrous oxide accumulated in Japanese tea field soil under conventional fertilization regime" では、通常の施肥条件下の茶園土壌中で蓄積される N_2O の生成および消滅過程について議論している。静岡県茶園において2年間にわたって深度別土壌ガス採取等を行い、 N_2O および関連化合物の濃度、安定同位体比およびアイソトポマー比の経日変化を調べている。地温が $16^\circ C$ 以上で、施肥の直後に降水により土壌水分量が増加した時に N_2O が特に高濃度となることを示し、 N_2O 生成が施肥、土壌水分量、地温によって制御されていることを明らかにしている。さらに SP 値と $\delta^{15}N$ 値を用いた解析から、 N_2O の60%以上は細菌による脱窒で生成していること、複数の過程で生成した N_2O が混合する前に N_2O の消費 (還元) が起きていると仮定した場合には脱窒の寄与率がさらに高く見積もられることを定量的に明らかにしている。また、いくつかの事例では、硝化または糸状菌脱窒の寄与が高く、最大50%に達することも示している。

第4章 "Production and consumption of nitrous oxide emitted from Japanese tea field soil under different fertilization regimes" では、 N_2O の放出削減に資することが期待されている肥料が N_2O の生成および放出に及ぼす影響について議論している。茶園で一般的に用いられる肥料、および微生物による窒素代謝を抑制する作用を有すると考えられている2種類の肥料 (石灰窒素およびジシアンジアミド (DCD)) をそれぞれ施肥した区画において、チャンパーを用いて土壌から放出されるガスの採取を行い、土壌から大気への単位面積・時間あたり N_2O 放出量 (フラックス) およびそのアイソトポマー比の経日変化を調べている。石灰窒素施肥区において N_2O フラックスが有意に減少することを見出し、アイソトポマー解析から、硝化が抑制されたことによるものと考察している。一方 DCD 施肥区では N_2O 放出が対照区と比べて増加することを見出し、アイソトポマー解析から、高い地温 ($20^\circ C$) において DCD の分解がアンモニア濃度の増加をもたらす硝化を促進した可能性を論じている。また、いずれの区画においても N_2O 還元が同時に起きていることを明らかにしている。

第5章 "Rainwater, soil water, and soil nitrate effects on oxygen isotope ratio of nitrous oxide produced in Japanese tea field soil" では、茶園土壌で生成する N_2O の酸素同位体比について議論している。第3章の2年目の観測で得た降水、土壌水、硝酸塩、および N_2O の $\delta^{18}O$ 値を比較し、それらの関係から N_2O の酸素の起源や同位体比の制御因子について解析している。 N_2O 前駆物質 (亜硝酸塩など) が水との間で酸素を交換するため、茶園土壌中で生成する N_2O の酸素の約80%が土壌水起源となることを示している。また、硝酸塩、 N_2O それぞれの $\delta^{18}O$ 値に基づいて茶園土壌での脱窒による N_2O 生成における正味の酸素同位体分別係数を約35%と推定し、他の土壌について報告されている値と概ね一致することを明らかにしている。

第6章 "Conclusions and perspectives" では、第3章から第5章で得られた結論に基づいて茶園における窒素循環を総括している。今後の課題として、性質の異なる他の土壌における N_2O 生成・消滅過程や N_2O 放出の低減に資する施肥条件を明らかにするための、アイソトポマー解析を利用した研究をさらに展開することを提案している。

これを要するに、本論文は観測に基づいて茶園土壌における N_2O の生成および消滅過程を解明したものであり、理学的貢献するところが大きい。よって本論文は博士 (Science) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。