

平成 22 年 5 月 27 日現在

機関番号：14301	
研究種目：基盤研究 (A)	
研究期間：2007～2009	
課題番号：19255011	
研究課題名 (和文)	新たな亜酸化窒素排出源としての熱帯早生樹植林の評価と緩和オプションの検討
研究課題名 (英文)	Evaluation of tropical fast wood plantation as a new emission source of nitrous oxide and development of mitigation options
研究代表者	
太田 誠一 (OHTA SEIICHI)	
京都大学・大学院農学研究科・教授	
研究者番号：10346033	

研究成果の概要 (和文)：

熱帯アジアのマメ科早生樹植林地からの亜酸化窒素 (N₂O) 排出実態の解明と排出緩和オプションの検討を目的に、インドネシア・スマトラ島のアカシア植林地を対象として研究を実施し、以下の結果を得た。(1) アカシア植林は非マメ科の天然性林よりも多量の N₂O を排出していること、(2) アカシア林からの N₂O 排出は雨期に多く乾季に少ない季節性を示すこと、(3) アカシア収穫直後の林地からは定常時の 4-5 倍に達する N₂O が排出されること、(4) 同一林分内での N₂O 排出には著しい空間的異質性が存在し異質性を生み出す原因が季節で異なること、(5) 木炭の施用が N₂O 発生を抑制する可能性があること、ならびにリン施用はアカシアによる窒素吸収の促進を通じて N₂O 排出を抑制すること、等を明らかにした。

研究成果の概要 (英文)：

We investigated the soil surface nitrous oxide (N₂O) flux in the *Acacia mangium* plantations, and some mitigation options to reduce it on Sumatra, Indonesia. The results obtained were as follows. (1) The soil of *A. mangium* plantation was emitting significantly larger amounts of N₂O in comparison with the secondary forests in the same area. (2) N₂O emission from *A. mangium* plantation showed clear seasonal fluctuation, high in wet season and low in dry season. (3) N₂O flux reached up to 4 to 5 times higher particularly immediately after tree harvest than in usual year. (4) N₂O flux showed a pronounced spatial heterogeneity even in the same stand both in a wet and dry seasons, and their causes were different from each other. (5) Application of charcoal to soils have potentials to reduce N₂O emission from the soil, and phosphorous application is also suppressed the emission through promoted nitrogen absorption by tree roots.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	8,900,000	2,670,000	11,570,000
2008年度	6,100,000	1,830,000	7,930,000
2009年度	5,900,000	1,770,000	7,670,000
年度			
年度			
総計	20,900,000	6,270,000	27,170,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林学・森林工学

キーワード：亜酸化窒素・熱帯・早生樹・植林・温暖化緩和

1. 研究開始当初の背景

熱帯林は資源が枯渇すると同時に環境や生物多様性保全の場としての認識が高まるに伴い、その木材供給・二酸化炭素吸収機能を人工植林に受け渡しつつある。熱帯におけるこれら植林にはアカシアやユーカリなどの「早生樹」が多用され、6・8年で短期育成・収穫を繰り返す「早生樹短伐期施業」で行なわれる。これらの人工林は増加する木材需用に応えるのみならず、CO₂吸収源として地球温暖化緩和にも重要な役割を果たすことが期待されており、IPCC(2001)は、熱帯域が最も低コストでその機能を発揮できることを強調している。2000年における地球上の全植林地面積は1億8700万ヘクタールに及びその6割がアジアに集中しているが、こうした背景の下、熱帯域での早生樹植林は今後も拡大を続けるものと予想される(FAO 2001)。

熱帯アジアにおける早生樹植林には窒素固定を行なうマメ科樹種が広く導入され、中でもアカシア類の植林地面積が2000年に1000万ヘクタール弱に達する(FAO 2001)。同じく重要なマメ科植林樹種のファルカタやイピルイピルなどを加えれば、熱帯植林にマメ科樹木が占める割合は極めて大きい。これらマメ科樹木は空中窒素固定能力を持つために、土壌-植物系内を循環する窒素量が非窒素固定植物に比べて大きく、その結果、CO₂、メタンに次いで重要な温室効果ガスである亜酸化窒素(N₂O)の排出量を増加させる可能性がある。マメ科樹種の植林によるN₂O排出増加の可能性は、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の良好指導指針(Good practice Guidance for LULUCF, 2003)も指摘しているが、観測例が極めて少なく、現段階での科学的評価が困難であり温暖化予測にとっての重要な不確実性の一つになっている(IPCC 2001)。

研究代表者らは、インドネシア・スマトラ島においてアカシア植林地と天然性二次林を対象にN₂O放出速度の比較研究を予備的に実施した。その結果、アカシア植林地は非マメ科の天然性林と比較して明らかに多量のN₂Oを、特に多雨期に集中して排出していることが確認された(左図)。このことは今後予想されるマメ科を中心とした早生樹植林地の拡大が、地球規模での新たなN₂O排出源の出現へつながる可能性の高いことを示している。このため、早生樹植林におけるN₂O排出実態を精度良く把握すると共に排出メカニズムを解明し、その高いCO₂吸収能を維持しつつN₂O排出を緩和するための施業オプ

ションを提示する必要がある。しかし、熱帯マメ科早生樹植林地におけるN₂O排出実態とその発生メカニズムを包括的に明らかにした研究例は未だ世界に例がない。本研究は世界に先駆け、急拡大する熱帯早生樹植林のN₂O排出実態と関連メカニズムを、時間軸(施業履歴・林齢・季節)ならびに空間軸(地形・土壌型)の両面から評価し、地球温暖化予測の高精度化に貢献する。同時に、発生メカニズムを基礎としたN₂O排出緩和のための技術的オプションの検討を行なう。

2. 研究の目的

急拡大する熱帯早生樹植林のN₂O排出実態と関連メカニズムを、インドネシア・スマトラ島のアカシア植林地ならびに天然性二次林を対象として比較研究し、早生樹植林におけるN₂O排出実態を時間軸(施業履歴・林齢・季節)ならびに空間軸(地形・土壌型)の両面から精度良く評価すると共に排出メカニズムを解明し、その高いCO₂吸収能を維持しつつN₂O排出を緩和するための施業オプションの検討を行なう。

スマトラ島での予備的観測の結果、早生樹植林がN₂O放出に与える影響を包括的に評価し、その温暖化緩和機能を高度に発揮するためには、下記4つのサブ課題への取り組みが不可欠である。

(1) 早生樹植林地におけるN₂O放出速度の評価と最適観測手法の提示

(2) 施業に伴う(植栽-加齢-収穫伐採)N₂O放出量変動の推定。

(3) 早生樹林土壌におけるN₂O放出プロセスと関連メカニズムの解明。

(4) 早生樹植林におけるN₂O排出緩和オプションの提示。

以下に具体的内容を述べる。

(1) 熱帯林内のN₂O放出速度は空間変動が大きく、精度良く放出量を評価する際の重要な障害の一つとなっている。マメ科樹木林内では土壌窒素濃度分布の不均一性が非マメ科林分よりも大きい可能性が高く、放出の空間変動も大きいことが予想される。本サブ課題では地形要素、土壌特性を異にする林分でN₂O放出速度を多点観測することで林分内の不均一性を評価し、精度の高い推定値を提供するとともに、不均一林分における最適サンプリング手法を、ジオスタティスティクス(地球統計学)を用いて明らかにする。

(2) マメ科早生樹植林地では林齢と共に土壌系内を循環する窒素量が増加し、これに伴いN₂O放出が増大

すると予想される。また、伐採は N_2O 放出を著しく増加させることが知られ、早生樹植林地での伐採が N_2O 放出を劇増させる可能性が高い。従って早生樹植林地からの N_2O 放出の評価には、植栽から伐採まで一連の施業サイクルにおける積算放出量の推定が必要である。本サブ課題では林齢の異なる林分で N_2O 放出速度を経時的に測定して加齢に伴う N_2O 放出変化を推定する。また伐採処理を行い、伐採前後と伐採一非伐採区でのガス放出速度を比較し、伐採の影響を評価する。

(3) N_2O はアンモニア態窒素が硝酸態窒素に変換される硝化プロセスと、硝酸態窒素が還元的な環境下で窒素ガスに変換される脱窒プロセスから生成する。本サブ課題では、土壤中の無機態窒素と生成した N_2O の窒素安定同位体比を比較し、 N_2O の生成に関与する脱窒ならびに硝化プロセスの貢献を明らかにする。更に、 N_2O の生成強度には、土壤水分環境に加え窒素ならびに炭素資源の利用性が密接に関連し、窒素に富むリターや収穫残渣の分解に伴う窒素・炭素資源の解放・供給と、植生変化に伴う土壤水分環境変化が相乗的に作用して大きな N_2O 放出を引き起こす可能性が高い。このため本サブ課題では土壤環境を経時観測すると共に、リターの分解過程で生成される溶存有機物(DOM)を通した窒素・炭素資源の供給に伴う N_2O 放出変動メカニズムを明らかにする。

(4) 先行研究によれば土壤リンの欠乏は N_2O 放出の増加を招くとされ、一方で熱帯土壤は普遍的なリン欠乏状態にある。本サブ課題ではマメ科早生樹植林地にリン施用区を設け、リン欠乏の解除による N_2O 放出緩和オプションを検討する。また炭化物の土壤への施用が N_2O 放出に及ぼす影響についても検討を行う。

3. 研究の方法

本研究は、熱帯早生樹植林における N_2O 放出を評価しその緩和オプションを提示することを目的に、熱帯アジア最大の産業植林国であるインドネシアの南スマトラ州で実施されている大規模産業植林地帯を中核フィールドとし、以下の4つのサブ課題によって構成する。1) 林内の N_2O 放出速度の空間変動を評価し最適観測手法を提示する。2) 施業サイクル(植栽—加齢—収穫伐採)における積算 N_2O 放出量を推定する。3) 早生樹林土壤における N_2O 放出プロセスと関連メカニズムを解明する。4) 早生樹植林における N_2O 排出緩和オプションを検討する。最終年に研究代表者がこれらの成果を統合し、新たな N_2O 放出源としての熱帯マメ科早生樹植林を包括的に評価すると共に、関連メカニズムを統一的に理解するための論理的枠組みとそれに基づく緩和オプションの提示を行なう。

4. 研究成果

(1) 早生樹植林地における N_2O 放出速度の評価と最適観測手法の提示

3年生、5年生、8年生アカシア林において N_2O フラックスを連続観測し、非マメ科樹種からなる同地域の二次林を比較した。その結果、3年生、5年生、8年生アカシア林分土壤からはいずれも、年間を通じ一貫して二次林よりも明らかに多くの N_2O 排出されていることが確認された。また、 N_2O の排出は二次林では年間を通じて低く維持されるのに対し、アカシア林では明瞭な季節性を示し、乾季に少なく雨季に多かった。WFPS (Water Filled Pore Space) で表した環境水分と N_2O フラックスの間には正の相関関係が認められたことから、年間 N_2O フラックスの大部分を占める雨季のフラックスは脱窒プロセスが N_2O 生成の主要な経路であることが明らかになった。年間の N_2O 発生量を8年生林分について例示すれば、 N_2O 発生量は年平均で $2.56 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ・年であり、二次林の $0.33 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ の8倍に相当した。土壤中のアンモニア態窒素と硝酸態窒素の量・比から、二次林は窒素制限がかかっているのに対し、アカシア林での制限は相対的に小さく、このことが後者におけるより多くの N_2O 生産の主要な原因と考えられた。更に、温暖化効果で見れば、発生する N_2O はアカシア林が大气中から固定する二酸化炭素の約10%に相当し、著しく大きくはないが、無視できない程度の量であることが明らかになった。

(2) 早生樹植林地における N_2O 放出速度の空間構造ならびに最適観測手法の提示

アカシア林土壤からの N_2O 、 CO_2 ならびに CH_4 放出量を精度良くかつ効率的に観測するための手法を提示する事を目的として、8年生アカシア林分において、これらガスフラックスの乾季における空間構造について検討を行った。これらガスフラックスならびに関連する土壤パラメータを $1\text{m} \times 30\text{m}$ の矩形プロットに 1m 間隔で設けた62格子点で、さらに $40\text{m} \times 100\text{m}$ の矩形プロットに 10m 間隔で設けた55格子点で観測した。 $0\text{m} \times 100\text{m}$ の矩形プロットは上部平坦面、斜面ならびに谷底の3つのことなる地形要素を含むように設定した。ガスフラックスならびに土壤特性値の空間構造をジオスタティスティックス(地球統計学)によって解析した。 N_2O フラックスは前項と同様に同地域の二次林にくらべ明らかに大きかったが、 CO_2 ならびに CH_4 のフラックスは二次林と同程度かむしろ少ない傾向にあった。ジオスタティスティックスによる解析の結果、 N_2O フラックスには異なる複数のスケールでの空間依存性が認められ、そのレンジは小スケールで 3.2m 、大スケールで 35m であった。 N_2O フラックスと地形、関連する土壤特性値の間の関係から、検出された空間依存性は、主としては易分解性の炭素、窒素の分布によって支配されていることが明らかになった。

更に、アカシア林における N_2O 、 CO_2 ならびに CH_4 の地表面フラックスを $60\text{m} \times 100\text{m}$ の矩形プロに設けた77格子点においてで雨季と乾季に調べ、上記を同様の手法によってその空間構造を解析した。その結果、雨季の N_2O と CO_2 のフラックスはそれぞれ $1.85 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ および $4.29 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ で、乾季の 0.55 mg N

$\text{m}^2 \text{d}^{-1}$ 2.73 $\text{g C m}^{-2} \text{d}^{-1}$ よりも有意に大きかった。また CH_4 吸収フラックスは雨季 ($-0.24 \text{ mg C m}^{-2} \text{d}^{-1}$) よりも乾季 ($-0.62 \text{ mg C m}^{-2} \text{d}^{-1}$) で大きかった。 N_2O はいずれの季節にも空間依存性を持ち、そのレンジは約 18m であった。空間構造の支配要因は季節によって異なり、乾季には N_2O フラックスは炭素、窒素資源の分布によって支配されるのに対し、雨季にはこれら資源は制限とならず、主として地形によって決定される土壤水分環境がその支配要因であることが明らかとなった。以上のことから N_2O フラックスの放出量を当該あるいは類似の対象について、精度良く効率的に評価するには 18m 以上の間隔において観測をする必要があること、また雨季と乾季で個別の評価を行う必要があること、地形要素別の評価を行えば広域での N_2O 排出量評価に統合することが可能であること、などを明らかにした。

(3) 施業に伴う (植栽—加齢—収穫伐採) N_2O 放出量変動の推定。

アカシア植林地からの N_2O フラックスを評価するためには、各施業ステージにおいて土壤から放出される N_2O フラックスを評価する必要がある。このため本項では土壤が類似する 3 地域において、伐採跡地 (0-yr) と次年に伐期をむかえる林分 (5-yr) を選定し N_2O を測定した。5 年生アカシア林から発生する年間 N_2O フラックス量は 1.70kg ha^{-1} 、0 年生アカシアから発生する N_2O フラックス量は 10.3kg ha^{-1} であり、同じアカシア林でも、施業ステージによって N_2O フラックスは著しく異なった。また、先行研究による同地域の二次林から発生する年間 N_2O フラックス量と比較すれば、アカシアを伐採した直後の 1 年には、二次林の約 30 倍もの N_2O が放出されていることが示された。また、温室効果で比較すれば施業 1 サイクル 6 年で吸収された二酸化炭素の 5.5%分に相当する亜酸化窒素が収穫直後の 1 年間に放出されていることが明らかとなった。0 年生 (伐採直後) と 5 年生の WFPS を比較すると、0 年生土壤の WFPS は多雨期において 5 年生より有意に高く、また土壤中の無機態窒素現存量も 0 年生土壤で有意に多かった。これらから、0 年生土壤では伐採によって蒸散による水消費がなくなったことで土壤がより湿潤となり、加えて伐採残渣の形で投入された多量の炭素、窒素資源が存在することで、嫌気条件下での脱窒による N_2O フラックスの飛躍的上昇が起こったものと考えられた。

(4) 早生樹林土壤における N_2O 放出プロセスと関連メカニズムの解明

窒素固定を行うアカシアは高窒素リターの供給によって温室効果ガスである N_2O の発生も加速する一方で、同じく重要な熱帯早生樹であるユーカリは非マメ科で窒素固定を行わないことから N_2O 発生は抑制される可能性がある。ところで、 N_2O フラックスは供給されるリター中の窒素量と正の相関を持

つが、その具体的プロセスは未だ明らかにされていない。リターから土壤への主要な有機物輸送経路としては、リターの分解産物が降水に溶解・分散して生じる DOM (溶存有機物) と POM (粒状有機物) が挙げられるが、それらの画分が N_2O 発生に与える影響については未だ研究例がない。本項では、分解段階を異にする上記 2 樹種のリターから DOM を得、これを土壤に添加した培養実験を行い、その N_2O 発生に対する効果を比較検討した。その結果、各種 DOM を添加した土壤からの N_2O 発生量は、培養 1 日目に最大となりいずれも無添加土壤より大きく、その後減少した。一方 POM の添加は土壤からの N_2O 発生に明瞭な影響を及ぼさなかった。培養 7 日間の N_2O 積算発生量を、相対的に新鮮なユーカリとアカシア L1 間で、またやや分解の進んだユーカリ L2 とアカシア L2 間で比較すると、いずれの分解段階でもアカシア DOM 添加土壤からの N_2O 発生量がユーカリのそれを上回り、アカシア DOM の窒素濃度がユーカリ DOM に比べて著しく多いことがその主な要因であると考えられた。一方、分解段階で比較すると両樹種共、 N_2O 発生量は分解の進行に伴って減少したが、同時に DOM の C/N 比も低下していた。このことから、同一樹種内では分解段階に伴う炭素の利用性の変化が N_2O 発生を規定する可能性が明らかになった。

(5) 早生樹植林における N_2O 排出緩和オプションの提示

アカシアはパルプ生産を目的とし植林されているが、材利用に伴い多量に発生する樹皮はパルプ工場の熱源として利用される他には用途が限られており、他の利用法の開発が求められている。その 1 つとして樹皮を原料とした炭化物の製造が試みられている。一般に木炭はその多孔質な特性から、熱源としてだけでなく土壤改良材としても広く用いられている。しかし、炭の土壤改良効果に関する先行研究には土壤の化学性・物理性改善や農作物の収量増大の観点のものが多く、物質循環 (特に窒素循環) に与える影響については未知な部分が多い。そこで本項ではアカシア樹皮炭の施用が熱帯土壤の窒素動態に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、熱帯土壤での施用試験を行った。

N_2O 発生量は地域による違いが大きく、いずれの処理区にあっても砂質で過湿となりやすい土壤の地域で高い値が観測された。また排水の良い土壤からなる 2 地域では処理間で N_2O 発生量に差が見られなかったのに対し、過湿となりやすい地域では木炭施用によって N_2O 発生を抑制する効果が確認された。このことから、木炭施用は、特に過湿となりやすい排水不良の土壤の物理性を改善することによって、 N_2O 生成の主要な経路である脱窒プロセスを抑制する効果を持つ事を明らかにした。

更に、先行研究によれば、リン制限のかかった熱帯土壤に窒素を与えれば著量の N_2O が生成するのに対し、リン制限のない若い土壤の場合にはその生成量ははるかに少ない。このことから、リン制限土壤にリンを施

用すれば N_2O の生成を抑制する可能性がある。このため本項ではリン施用が N_2O 発生に及ぼす影響について検討を行った

上記の試験と同様に3つの異なる地域に新たに植栽したアカシア林にリン施用区を設け、21ヶ月にわたり N_2O フラックスの観測を行った。その結果、 N_2O 放出は上記結果と同様に雨季に多く乾季に少ない傾向を示す一方、リンの施用によって、特に植栽2年目に無施用区よりも低下することが明らかになった。リン施用区では植栽木ならびに共存する雑草木のリン制限がはずれたことによって、土壌窒素の植物による吸収が促進され、 N_2O 生成の基質としての硝酸や硝酸化生成の基質としてのアンモニア態窒素など窒素資源が減少し、その結果として N_2O 発生が低下したものと考えられた。更にこれを検証するためにリン施用と根除去を組み合わせた操作実験を8年生アカシア林分で行った。根除去はトレンチ法によっておこない N_2O ならびに CO_2 フラックスを雨季の3ヶ月半にわたって観測した。その結果、リン施用は土壌中の微生物呼吸を活性化させる一方で、 N_2O 発生量はリン施用区で有意に小さく、植物根による吸収促進がその原因を考えられた。この結果から、リン制限のかかった熱帯土壌におけるリンの施用は植物による窒素吸収の促進を通じて N_2O の発生抑制効果をもつこと明らかであった。

さらに、植物根が存在しない場合の N_2O 生成に対するリンの影響メカニズムを明らかにするため、リン添加と窒素添加を組み合わせて過湿な条件下で培養実験を行った。その結果、硝酸添加によって N_2O 発生が顕著に増加したことから、過湿土壌での N_2O 発生は主として脱窒プロセスによることが明らかであった。一方でリン添加は硝酸添加土壌で顕著に N_2O 発生を増加させた。このことから、湿潤で嫌気環境になりやすい条件下でリンを添加すれば、脱窒プロセスが活性化される N_2O 発生が増加することが明らかとなった。

従ってリン制限土壌へのリン施用は、植物による窒素吸収が存在する条件下では N_2O 発生抑制効果を持つ一方、植物による窒素吸収が見込めずしかも土壌が過湿な条件下では逆に N_2O の発生を促進すると考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)
[雑誌論文] (計8件)

① Yonekura Y., Ohta S., Kiyono Y., Aksa D., Morisada K., Tanaka N., Kanzaki M. (2010) Changes in soil carbon stock after deforestation and subsequent establishment of *Imperata* grassland in the Asian humid tropics, *Plant and Soil*, 329, 459–507 査読有

② Yamashita N., Ohta S., Sase H., Luangjame J., Visaratana T., Kievuttinon B., Garivait H., Kanzaki M. (2010) Seasonal and spatial variation

of nitrogen dynamics in the litter and surface soil layers on a tropical dry evergreenforest slope. *Forest Ecology and Management*, 259, 1502–1512 査読有

③ Murata N., Ohta S., Ishida A., Kanzaki M., Wachirinrat C., Artchawakom T., Sase H. (2009) Comparison of soil depths between evergreen and deciduous forests as a determinant of their distribution, Northeast Thailand, *Journal of Forest Research*, 14, 212–220 査読有

④ Konda R., Ohta S., Ishizuka S., Arai S., Ansori S., Tanaka N., Hardjono A. (2008) Spatial structures of N_2O , CO_2 , and CH_4 fluxes from *Acacia mangium* plantation soils during a relatively dryseason inIndonesia. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 3021–3030 査読有

⑤ Arai S., Ishizuka S., Ohta S., Ansori S., Tokuchi N., Tanaka N., Hardjono A. (2008) Potential N_2O emissions from leguminous tree plantation soils in the humid tropics. *Global Biogeochemical Cycles*, 22, GB2028 査読有

⑥ Yamashita N., Ohta S., Arisman H. (2008) Soil changes induced by *Acacia mangium* plantation establishment: Comparison with secondary forest and *Imperata cylindrica* grassland soils in South Sumatra, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 254, 362–370 査読有

⑦ Osono T. (2007) Ecology of ligninolytic fungi associated with leaf litter decomposition. *Ecological Research*, 22, 955–974 査読有

⑧ 大園亮司 (2007) 例温帯における落葉の分解過程と菌類群集. *日本生態学会誌*, 57, 304–318 査読有

[学会発表] (計14件)

① 根田遼太・太田誠一・石塚成宏・Joko Herianto, Agus Wicaksono, *Acacia mangium* 植林地土壌における亜酸化窒素フラックス空間構造の季節変動要因、日本生態学会、2010年3月15日、東京大学

② Mori T., Ohta S., Ishizuka S., Konda R., Wicaksono A., Heriyanto J., Hardjono A. : Effects of phosphorus addition on emissions of N_2O and NO from *Acacia mangium* soil, 4th International Congress of Chemistry and Environment, 2010年1月21日 Ubonratchathani, Thailand

③ 石塚成宏・太田誠一・根田遼太・河原由香里・森大喜・鱧谷友樹・川端ちあき・Wicakson A.・Hariyanto J.・Hardjono A.・Ansori S., インドネシアスマトラ島におけるマメ科早生樹植林が土壌からの N_2O 生成に与える影響、日本土壌肥料学会、2009年9月16日、京都大学

④ 根田遼太・太田誠一・石塚成宏・Joko Herianto, Agus Wicaksono, *Acacia mangium* : インドネシア *Acacia mangium* 植林地土壌における N_2O 発生の時空間変動、日本森林学会、2009年3月26日、京都大学

⑤河原由香里・太田誠一・石塚成宏・Joko Herianto, Agus Wicaksono・根田遼太・鯉谷友樹・森大樹: Acacia mangium の伐採・収穫が土壌 N₂O フラックスに及ぼす影響, 日本森林学会, 2009年3月27日, 京都大学

⑥森大樹・太田誠一・石塚成宏・根田遼太・Agus Wicaksono・Joko Herianto: 炭素・窒素及びリンの添加が Acacia mangium 林土壌から発生する N₂O および NO に与える影響, 日本森林学会, 2009年3月27日, 京都大学

⑦河端ちあき・太田誠一・石塚成宏・根田遼太・森大樹: Eucalyptus pellita と Acacia mangium リター由来の DOM (溶存有機物) 添加が N₂O 発生に及ぼす影響, 日本森林学会, 2009年3月27日, 京都大学

⑧松原一樹・太田誠一: Acacia mangium の樹皮、莖、及び葉に由来するタンニンのタンパク沈殿能, 日本森林学会, 2009年3月27日, 京都大学

⑨杉本真由美・太田誠一・Saifuddin Ansori・田中長晴・Hardjono Arisman: Acacia mangium 植林地における土壌養分フラックスの季節変化—スマートラでのイオン交換樹脂埋設法による解析—, 日本森林学会, 2009年3月27日, 京都大学

⑩鯉谷友樹・太田誠一・石塚成宏・根田遼太・河原由香里・森大喜・Hardjono Arisman・Agus Wicaksono・Joko Herianto: Acacia mangium 樹皮炭の添加が土壌窒素動態に及ぼす影響, 日本森林学会, 2008年3月28日, 東京農工大学

⑪河原由香里・太田誠一・石塚成宏・根田遼太・鯉谷友樹・森大喜・Agus Wicaksono・Joko Hariyanto・Hardjono Arisman: Acacia mangium の収穫が土壌 N₂O フラックスに及ぼす影響. 日本森林学会, 日本森林学会, 2008年3月28日, 東京農工大学

⑫根田遼太・太田誠一・石塚成宏・Joko Herianto・Agus Wicaksono・田中永晴・Hardjono Arisman: Acacia mangium 植林地土壌における CO₂、CH₄ フラックス空間変動の季節間比較, 日本森林学会, 2008年3月28日, 東京農工大学

⑬中村誠・太田誠一・Saifuddin Anshori・Hardjono Arisman: 熱帯早生樹のリターから生成する溶存有機物の生分解特性と NMR 特性, 日本森林学会, 2008年3月28日, 東京農工大学

⑭金子隆之・太田誠一・Jiyana Arta・Hardjono Arisman: Acacia mangium 林における CWD の空間分布と炭素貯留機能, 日本森林学会, 2008年3月27日, 日本森林学会, 東京農工大学

[図書] (計3件)

①太田誠一 2007; 森林の再発見 (太田誠一 編). pp. 401, 京都大学学術出版会

②武田博清 2007: 森林の再発見 (太田誠一 編). pp. 401, 京都大学学術出版会

③太田誠一 2007: 森林科学. pp 294, 文永堂出版

6. 研究組織

(1) 研究代表者

太田 誠一 (OHTA SEIICHI)
京都大学・大学院農学研究科・教授
研究者番号: 10346033

(2) 研究分担者

武田 博清 (TAKEDA HIROSHI)
同志社大学・理工学部・教授
研究者番号: 60109048
(H19→H20: 連携研究者)

石塚 成宏 (ISHIDUKA SHIGEHIRO)
独立行政法人森林総合研究所・立地環境領域・主任
研究員
研究者番号: 30353577
(H19→H20: 連携研究者)

大園 亮司 (OSONO RYOJI)
京都大学・大学院生態学研究センター・准教授
研究者番号: 90335307
(H19→H20: 連携研究者)

金子 隆之 (KANEKO TAKAYUKI)
京都大学・大学院農学研究科・助教
研究者番号: 20233877
(H19→H20: 連携研究者)

(3) 連携研究者