

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 3日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2008～2012

課題番号：20120005

研究課題名（和文） 社会経済活動のグローバル化を考慮したエアロゾル排出源と影響の評価

研究課題名（英文） Evaluation of Aerosol Emission Sources and Their Impact Potential with Consideration of Globalized Socio-Economic Activities

研究代表者

東野 達 (TOHNO SUSUMU)

京都大学・大学院エネルギー科学研究科・教授

研究者番号：80135607

研究成果の概要（和文）：

わが国の森林サイトやチャンバーを用いて BVOC フラックスの放出特性を明らかにし、近畿地方の BVOC 年間放出量マップを構築した。東・東南アジア地域を対象に、数値モデルにより発生源からの排出量と PM<sub>2.5</sub> による早期死亡数との関係を定量化した。その成果をアジア国際産業連関表に導入し、各国の最終需要が誘発する国内の BC, OC 吸入による早期死亡数を明らかにし、消費基準でみたわが国への越境汚染による健康影響について他国及び日本の寄与率を推定した。

研究成果の概要（英文）：

We determined the BVOC emission characteristics and fluxes from the major forest plant species in Japan by laboratory and field measurements. Density map of annual BVOC emissions was created in Kinki district. Source-receptor relationships (SRR) between premature mortality and PM<sub>2.5</sub> emissions in East and Southeast Asia were quantified by numerical simulations using meteorological and chemical transport models with emission inventories. Induced health impacts of BC or OC exposures by the final demand of each country was determined in combination with the Asian international I-O tables and the damage factors in the Asian countries determined by the SRR. Country contribution to premature mortality associated with transboundary pollution in Japan was estimated by input-output analysis on the basis of consumption.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成20年度	14,200,000	4,260,000	18,460,000
平成21年度	15,900,000	4,770,000	20,670,000
平成22年度	14,700,000	4,410,000	19,110,000
平成23年度	12,300,000	3,690,000	15,990,000
平成24年度	10,700,000	3,210,000	13,910,000
総計	67,800,000	20,340,000	88,140,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：越境汚染・ソース・リセプター解析・産業連関分析・BVOC・健康影響

## 1. 研究開始当初の背景

近年のアジアにおける急速な経済成長に伴って排出される多量の二酸化炭素や酸性ガス、粒子状物質は、発生源近傍の大気汚染はもとより、周辺国への越境汚染、さらには気候変動等の関わりも指摘されている。しか

しながら、一次排出物や二次生成物質の空間的分布、生成機構、健康・植物影響の定量的評価については未解明な点が多い。特に、エアロゾルのうち、ガスの粒子転換により生成する二次粒子を含む粒径2.5 $\mu$ m以下の微小粒子 (PM<sub>2.5</sub>) は、人間の健康影響に大きく関わ

っている。また、CO<sub>2</sub>吸収源である植生への影響は地球温暖化とも深く関係することになる。アジアでは一次物質による環境汚染が依然深刻であるが、二次粒子及びオゾンなどの二次生成物質の（越境）大気汚染も重要な問題となりつつあり、地域規模から広域規模にわたる人や植生への影響評価に基づき、地球温暖化緩和策ともコベネフィットな発生量削減方策の提言と実行が喫緊な状況にある。国際的な環境負荷低減策の策定には、自然科学的視点からの評価に加えて、グローバル化した多国間の経済分野（発生源）のリンケージを考慮した環境負荷や影響の社会経済的な構造の解明が不可欠である。すなわち、自然科学と社会経済学的視点との融合による研究、特にライフサイクル思考に基づく人や植生への影響度を導入した発生源評価が望まれるが、エアロゾルについての研究は世界的にも皆無に近い。このため評価の方法論の確立が希求されている。

## 2. 研究の目的

本研究では、アジアの種々の発生源によるエアロゾルや前駆体の自国内及び越境汚染に伴って生じる自国とわが国への健康・植物影響などを化学輸送モデルに基づいて評価し、発生源と影響のソース・リセプター関係を自然科学的視点から定量化する。その成果をアジア国際産業連関表の各経済部門に一元的に導入することで、自国内汚染と他国が日本に及ぼす越境汚染とそのインパクト、あるいは他国へわが国の経済活動や消費が誘発する効果（環境リーケージ）を定量的に明らかにすることを目的としている。なお、化学輸送モデルによる評価では発生源インベントリの精度が重要であるが、オゾンや有機二次粒子生成の前駆体として重要な役割を果たす植物起源 VOC (BVOC) フラックスのアジアにおけるデータは、欧米での基礎放出速度データに基づくものが多く、アジア固有の樹種や環境条件での計測例は極めて少なく、わが国においても信頼に足るインベントリマップは存在しない。また、BVOC からの二次有機エアロゾル (SOA) 生成機構や性状に関する知見も乏しい。そこで個葉や森林での BVOC フラックス計測を実施し、インベントリマップを構築すること、SOA 性状特性の解明も目的としている。

## 3. 研究の方法

(1) わが国における植物起源 BVOC フラックス計測と SOA 生成

### ① BVOC フラックスと SOA の性状

山梨県富士吉田市富士北麓フラックス観測サイトのカラマツ林で 2010 年秋～2011 年冬にかけて自作した簡易渦集積 (REA) 採取装置を用い、GCMS 分析により VOC フラッ

クスを測定した。2012 年夏季には同サイトにてハイボリュームエアサンプラーを用いてエアロゾルを石英フィルターに捕集し、GCMS で分析定量した。

一方、コナラやヨソゴなどの広葉樹混交林 (京都・山城試験地) とヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 林 (滋賀・桐生水文試験地) で微気象タワーを用いた BVOC フラックス計測を、自作した REA 測定装置と GCMS 分析により春から秋に数年間行った。BVOC 由来の SOA の観測は、山城試験地において微気象タワー (35m) のトップにてハイボリュームエアサンプラーを用いて日中のエアロゾルを採取し、誘導体化後に GCMS 分析により定量定性を行った。またイソプレン由来のエアロゾル成分の定性のために国立環境研究所のスモッグチャンバー (6 m<sup>3</sup>) を用いたイソプレンとオゾンの反応 (A02-P06 と A01-P02 との共同研究) によって生成させたエアロゾル中の成分と山城試験地で得られた成分との GCMS マススペクトルの比較を行った。

### ② 環境制御型チャンバーを用いた日本の主要な針葉樹のモノテルペン放出特性

日本における主要な針葉樹 (スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ) のモノテルペン放出速度を、自作した光強度と葉温を調整可能な環境制御チャンバーを用いて測定し、各針葉樹の放出特性 (葉温・光強度応答) のモデル化を行った。

### ③ BVOC 年間放出量の推定

観測により得られた結果を用いて、近畿地方を対象にイソプレンとモノテルペンの各 1km メッシュの時間別放出量を推定した。対象期間は 2000 年度、森林の植生分布は環境省が第 5 回自然環境保全基礎調査としてまとめた植生調査データ、また各樹種の基礎放出速度とバイオマスデータ、気象データとしてアメダスデータより推定した時刻別気温・日射量を用いた。

### (2) 数値モデルを用いた東・東南アジアにおける粒子状物質のソース・リセプター解析

東・東南アジア諸国の部門別排出量と各国の受ける粒子状物質濃度との関係及び、粒子状物質がもたらす健康影響を評価するために、粒子状物質濃度に対するソース・リセプター解析 (SR 解析) と、粒子状物質による早期死亡数の推定を、気象モデル WRF、化学輸送モデル CMAQ と排出インベントリ (REAS 等) を用いた数値シミュレーションによって行った。具体的には、東アジア (中国、日本、韓国、台湾) および東南アジア (タイ、フィリピン、マレーシア、シンガポール、インドネシア) をソースおよびリセプター領域とし、ソース領域における全部門と 5 つの排出部門 (火力発電、産業、輸送、農業、家

庭)からの排出量を100%削減した数値シミュレーションを行った。その結果と、削減しない場合の結果を用いることでリセプター領域におけるソース領域からの寄与濃度を計算し、PM<sub>2.5</sub>濃度に関するSRマトリックスを作成した。PM<sub>2.5</sub>吸入による早期死亡数は、リセプター領域の人口と死亡率の統計資料及びPM<sub>2.5</sub>の人口による重み付き平均濃度等を入力データとし、Concentration-Response Functionを用いて早期死亡数に関するSRマトリックスを作成した。

### (3) 産業連関分析法によるエアロゾル排出源の環境負荷・健康影響評価

アジア経済研究所が作成した2000年度アジア国際産業連関表を用いて、各国の産業部門別の環境負荷量データを推定し、ある国の最終需要に伴う海外への部門別誘発量ならびに寄与度を評価した。同表は、インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ、中国、台湾、韓国、日本、米国の10ヶ国を対象とし、各国76経済部門から構成され、中間需要は760×760の行列となっている。

ある国の部門 $i(i=1\sim 760)$ の最終需要 $f_i$ を満たすために10ヶ国760部門に誘発される環境負荷量 $e^i_j(j=1\sim 760)$ を並べた列ベクトル $\mathbf{E}^i = (e^i_1, e^i_2, \dots, e^i_{760})'$ は、

$$\mathbf{E}^i = \text{diag}(\mathbf{d})(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{F} \quad (1)$$

で求められる。 $\mathbf{F}_i$ は、第 $i$ 行が部門 $i$ の最終需要額 $f_i$ 、他は0である列ベクトル、 $\mathbf{d}$ は単位生産額(1000US\$)あたりの直接環境負荷量 $d_j (=D_j/X_j)$ を要素とする行ベクトル、 $D_j$ は部門 $j$ (1~760)の生産(経済)活動に伴う直接環境負荷量、 $X_j$ は国内生産額、 $\mathbf{A}$ は投入係数行列、 $\mathbf{I}$ は単位行列である。式(1)より、アジアにおけるエアロゾル人為発生源(経済部門)の環境負荷相互依存性が求められる。

#### ① 直接環境負荷量の推計

2000年における各国の部門別原燃料種別エネルギー消費量を、各種統計や文献値を用いて求めた。東アジアの大気環境を考える上で重要な1次粒子として、黒色炭素(BC)および有機炭素(OC)粒子を取り上げ、化石燃料、バイオマス燃焼による部門別直接排出量を推計した。なお、バイオマス燃焼には廃棄農作物の野焼きを考慮し、該当する農業部門に帰属させた。

#### ② アジア国際産業連関表の延長

現時点で利用可能なアジア国際産業連関(以下、A-IO)表は2000年版であるが、既に10年余が経過しているため、200 $x$ ( $x=5, 8$ )年10ヶ国の76投入部門別貿易表を、UN comtrade等を基に作成し、国毎の総生産額とGDPデータなどを用いてRAS法によりA-IO表を200 $x$ 年に拡張し、環境負荷排出構造分析を行った。

#### ③ GLIOによるNO<sub>x</sub>排出量の推計とその構造解析

日本の経済的最終需要に起因する全球的な人為起源エアロゾル前駆物質の発生分布とその構造を解析するため、Global link input-output model (GLIO, Nansai, K., et al.: *Environ. Sci. Technol.*, **46**, 9146-9154, 2012)を用いて、NO<sub>x</sub>排出量の推計を行った。実証分析は2005年を対象とし各種データを整備した。日本の国産品と最終需要による直接輸入品の数はそれぞれ406部門とした。国外部門は230の国と地域を定義し、国外の輸出品については考慮する商品分類を111と設定した。GLIOにより、国産品に対する国内最終需要、輸入品に対する国内最終需要が誘発する国内の部門別環境負荷量と国外の国別環境負荷量を導くことができる。

#### ④ アジア国際産業連関表によるBC、OCの健康影響評価

推計した2005年アジア国際産業連関表の部門別BC、OC排出量に、(2)で得られたアジア9ヶ国のソース域の家庭部門を除く4部門別BC、OC単位排出量当たりのリセプター域(国)における早期死亡数(被害係数)を用いて、排出量から健康影響への換算を行った。すなわち、米国を除くアジア国際産業連関表(地域 $r=9$ 、部門 $i=76$ )でBC(OC)の部門別単位直接排出量原単位 $d^r_i$ にSR関係として求められた部門からの被害係数(単位排出量による自国での早期死亡数)を乗じた影響量原単位 $p^r_i$ を求めた。これを用い、アジア9ヶ国の最終需要 $\mathbf{f} = [f^r_i]$ に伴って、サプライチェーンを通じて各部門に誘発される年間の早期死亡数 $\mathbf{e} = [e^r_i]$ 、すなわち、ある国の最終需要に伴う国内外への部門別誘発死亡数を式(2)より評価した。ただし、 $\mathbf{A}$ は米国を除く投入係数行列、 $\hat{(\text{diag})}$ はベクトルの各要素を対角成分とする対角行列作成の演算子を示す。

$$\mathbf{e} = \hat{\mathbf{p}}(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{f} \quad (2)$$

わが国への他国からの越境汚染によるインパクトは、SRマトリックスの対角項以外の該当成分によって同様に評価できる。

## 4. 研究成果

### (1) 植物起源BVOCフラックス計測とSOAの性状

#### ① 富士北麓カラマツ林の計測結果

モノテルペン放出フラックスはカラマツの葉が展開する5月から観測され、梅雨後期から夏季にかけて高くなり、秋にかけて徐々に低下した。また、気温が上昇すると指数関数的に増加した。一方、イソプレン放出フラックスはオシダの葉が展開する6月下旬から一気に高まり、秋に低下した。なお、落葉期間はイソプレン、モノテルペンともフラックスはほぼゼロであった。BVOC由来SOAトレーサーとしてイソプレン由来SOAトレーサーである2-メチルグリセリン酸、2-メチルエリスリトールおよび2-メチルスレイトールと $\alpha$ -ピネン由来SOAトレーサーであるピネン酸、ピノン酸および3-ヒドロキシグルタル酸が同定された。

② コナラ林とヒノキ林における計測結果  
 混交林(山城試験地)におけるBVOCとしてイソプレンがほとんどを占め、そのフラックスは夏季に最大で、夏季の日中平均値は最大で  $3.1 \pm 1.2 \text{ mgCm}^{-2}\text{h}^{-1}$  となり、アマゾン地域を上回るレベルであった。スモッグチャンバー実験にて採取したイソプレン由来のSOA成分のマスペクトルと混交林上空にて採取したエアロゾル中成分のGCMS分析によって得られたマスペクトルの比較を行った結果、複数の成分で一致が見られ、実大気中における成分がイソプレン由来のピークであることが確認できた。ヒノキ林におけるモノテルペンフラックスとして観測された主要なモノテルペンは  $\alpha$ -pinene, sabinene,  $\beta$ -pinene などであり、気温の上昇とともに増加する傾向にあった。

③ 日本の主要な針葉樹のモノテルペン放出特性に関する研究

測定した全樹種のモノテルペン放出速度は葉温の上昇に対して指数関数的に増大した。一方で光強度を増加させた場合は、1樹種のモノテルペン放出速度が光量の増加に伴って増加しただけで、日本の多くの針葉樹のモノテルペン放出は光に依存しないことが示された。

④ BVOC年間放出量の推定

BVOC(イソプレンとモノテルペン)の放出量を推定した結果から、既往研究と比べてその総量には大きな差はないが地域差が大きく、夏季における放出がより顕著になることが分かった。また近年の著しい松枯れによる大規模なアカマツ群落のコナラ群落への植生の変化を考慮したBVOC放出量の推定も試みた結果、森林植生の変化がBVOCの種類や放出量にも大きな変化をもたらしていることが明らかとなった。

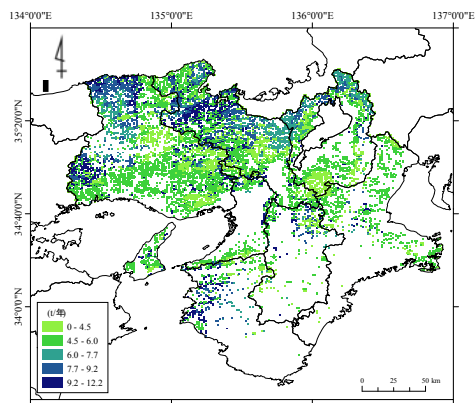


図1. 松枯れを考慮したイソプレン年間放出量マップ

(2) 数値モデルを用いた東・東南アジアにおける粒子状物質のソース・リセプター解析

SR解析の結果から、アジア諸国とタイにおけるPM<sub>2.5</sub>濃度については、排出量の多さを反映し中国からの寄与がリセプター領域の濃度の40~90%を占め、自国の寄与が後に続いた。タイ

以外の東南アジア諸国では自国の寄与が最大で自国の濃度の20~60%を占めた。一方、早期死亡数のSR関係は、東アジア諸国とタイでは中国起源の排出の寄与が最も多く、自国の寄与が後に続いた。タイ以外の東南アジア諸国では自国の寄与が最大であった。

PM<sub>2.5</sub>濃度と早期死亡数のSR関係を排出部門別に見ると、輸送部門を除き東アジアと一部の東南アジア諸国では中国起源のPM<sub>2.5</sub>の寄与が最大となった。一方輸送部門では、ほぼ全てのリセプター領域において自国起源の寄与が最大となった。

(3) 産業連関分析法によるエアロゾル排出源の環境負荷・健康影響評価

① 2000年アジア国際産業連関表による含炭素粒子の排出構造

各国の最終需要を満たすために、自国及び他の9ヶ国に誘発されたBC, OC排出量を求めた。日本を除くアジアでは、移動発生源よりバイオマス燃焼由来、農作物の野焼きによる排出量が多い。特に中国の排出量は突出しており、野焼きの寄与は、外生部門である家計の排出量を含まないためBCで25%, OCでは70%にも達する。このため、中国農業部門からの輸入額が大きい日米の誘発量が同程度で最も大きく、日本の最終需要が自国に誘発する量に対する中国への誘発量の割合はCO<sub>2</sub>の場合1/10程度であるが、BCでは1/6, OCでは1/5程度に達することが分かった。全排出量に占める野焼きの割合は東南アジア諸国では80~90%にも達する。その結果、BC, OCとも台湾の最終需要がタイに誘発する量は、自国誘発量と同程度かそれを凌ぐ。

② BC, OC排出量の時系列変化

延長したアジア国際産業連関表を用いて、中国を除く9ヶ国の最終需要が中国に誘発したBC, OC量と自国への誘発量の比を2000, 2005, 2008年について比較した。台湾、マレーシアを除いて2000年~2005年でBC排出量の中国への誘発割合が著しく伸長しており、2008年では横ばいに転じている。一方、OCでは日本を除くアジアでは、野焼きによる農業関連部門との関わりが大きいと、日米や韓国、シンガポールで2000年~2005年に中国の誘発割合は増加しているがBCほど顕著でなく、2008年には減少に転じ、全体的傾向が異なることがわかった。

③ 国際サプライチェーンを通じた日本の全球的NO<sub>x</sub>排出量の構造解析

2005年の日本の国内最終需要に起因する国内外のNO<sub>x</sub>発生量は3,817ktと推計された。この内、国外における発生量は1,797ktであり、総排出量の約47%を占めた。最も排出量が多いのが中国で国外排出の約45%を占め、アメリカ(7%), サウジアラビア(5%), オーストラリア(3%), インドネシア(3%)と続く。

図2は国内最終需要の種類を5つに区分し、

各最終需要と国内外の NO<sub>x</sub> 発生量との関係を示している。家計消費支出を起因とする排出量が全体の 69%を占め、最も大きい。自動車からの直接的な排出量の寄与が 22%と大きいことに加え、製品のサプライチェーンを通じた国外排出量が 29%とそれ以上の寄与を示すことが要因である。政府支出は 6.3%、公的資本形成は 4.0%、民間資本形成は 17%、その他は 3.6%の寄与であり、輸入品に対する直接的な需要が大きい家計消費や民間資本形成が、国外排出量を押し上げたことが高い寄与を示す原因の一つである。

さらに、上述した日本の最終需要が誘引する国内外の排出量の要因を、GLIO で定義するグローバルサプライチェーンを 6 つのブロックに分割し、各サプライチェーンブロックの国内外の排出量に対する寄与を定量的に同定した。

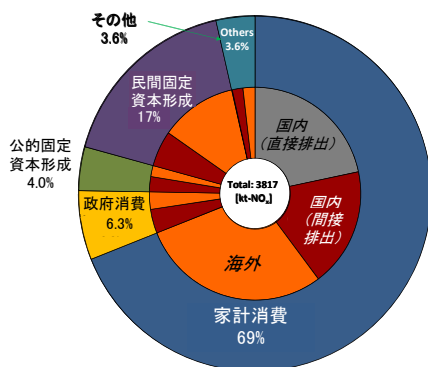


図 2. 日本の国内最終需要の種類別に見た全球的 NO<sub>x</sub> 発生量に対する寄与 (2005 年値, 単位: kt)

その結果、3,817kt のうち、マイカー利用などの最終需要による直接排出量は 832kt、日本の国内最終需要が消費する商品の生産現場から直接排出された排出量は 357kt、残りがサプライチェーン群が誘引した間接的な排出量であり、日本の中間需要への輸入と最終需要の直接輸入は NO<sub>x</sub> の全球的な誘発において同等の影響を引き起こしたことが明らかとなった。

#### ④ アジア国際産業連関表による BC, OC の健康影響評価

図 3 は 2005 年における自国の最終需要が他の 8 ヶ国に誘発した BC による年間早期死亡数を正值で、他の 8 ヶ国の最終需要が自国に誘発した死亡数を負値として示したもので、自国から他国への誘発量（輸出）と他国から自国への誘発量（輸入）を表す。特に、中国では輸入超過度が負荷量の場合よりも早期死亡数の方が差が顕著で、大気汚染物質の衡平な排出量トレードを考える場合には、負荷量ではなく影響量で評価すべきであることが分かった。ただし、中国の最終需要が自国に誘発する早期死亡数の方が圧倒的に多いことはいうまでもない。

次に、他国からわが国への越境汚染による最終需要分析を行った。この場合、9 ヶ国の最終需要が日本国内の BC 排出を誘発し、その影響による日本の早期死亡者数を国内汚染、9 ヶ国の最終需要が日本以外の国に誘発した BC 排出による日本の早期死亡数を越境汚染と定義して評価を行った結果を図 4 に示す。わが国の年間早期死亡数のうち、国内汚染が 80%強を占めるが、中国からの越境汚染が 11%、韓国も 5%弱を占めることが明らかとなった。こうした分析は排出量では困難であり、SR 分析の結果を導入した影響分析で初めて可能となった。ただし、家計部門の寄与は除外されている点に注意が必要である。

国内汚染のうち最終需要ベースで寄与率をみると、わが国の最終需要が 97%を占め他国の寄与は極めて少ない。一方、中国の越境汚染について同様な分析を加えると、中国の需要が 95%程度と圧倒的であるが、日本の最終需要の寄与も 3%程度は存在することが本分析を通して明らかとなった。

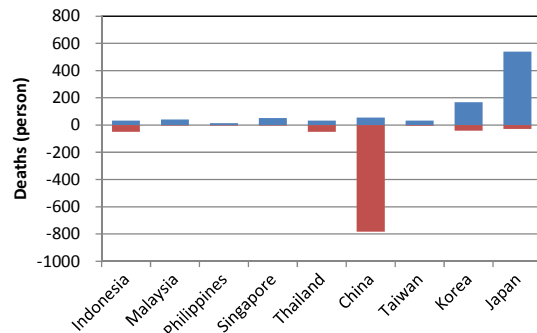


図 3. 自国の最終需要が他国に誘発する BC 曝露による早期死亡数(青, 正值)及び他の 8 ヶ国の最終需要により自国に誘発される BC 曝露による早期死亡数(赤, 負値) (2005 年の年間値).

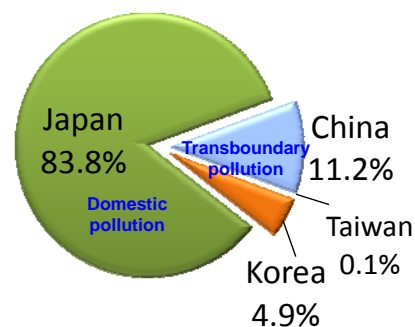


図 4. 各国の最終需要が誘発するわが国の BC 発生源に起因する早期死亡数と他国発生源からの越境汚染による早期死亡数の割合.

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 11 件)

① Miyama, T., Okumura, M., Kominami, Y.,

- Yoshimura, K., Ataka, M. and Tani, A. (2013) Nocturnal isoprene emission from mature trees and diurnal acceleration of isoprene oxidation rates near *Quercus serrata* Thunb. leaves, *J. Forest Res.* **18**, 4-12, 査読有.
- ② Nansai, K., Kondo, Y., Kagawa, S., Suh, S., Nakajima, K., Inaba, R. and Tohno, S. (2012) Estimates of embodied global energy and air-emission intensities of Japanese products for building a Japanese input-output life cycle assessment database with a global system boundary. *Environ. Sci. Technol.* **46**, 9146-9154, 査読有.
- ③ 望月智貴, 谷 晃, 安田倫己, 植山雅仁, 鱧谷 憲, 高橋善幸, 米村正一郎, 奥村智憲, 東野 達, 深山貴文, 小南裕志 (2011). 可搬型簡易渦集積採取装置の開発とカラマツ林のテルペン類フラックス測定への応用, 生態工学会誌, **23**, 81-88, 査読有.
- ④ 東野 達 (2011) エアロゾルの生成と排出源の評価, エアロゾル研究, **26**, 108-114, 査読有.

[学会発表] (計 1 4 件)

- ① Tohno, S., Ohara, T., Tani, A., Nansai, K., Okumura, M., Nishizawa, M. and Kominami, Y. (2012) Evaluation of Aerosol Emission Sources and Their Impact Potential with Consideration of Globalized Socio-Economic Activities, International Symposium on Aerosols in East Asia and Their Impacts on Plants and Human Health, Tokyo University of Agriculture and Technology, Nov. 9-Dec. 1, 2012, Koganei, Tokyo, Japan, Abstract Book, pp.38-39.
- ② Mochizuki, M, Ueyama, M, Takahashi, Y, Saigusa, Y and Tani, A. (2012). Measurement of Biogenic and Anthropogenic VOC fluxes above a Japanese larch forest using a relaxed eddy accumulation method, Carbo-East Asia 2012 meeting.
- ③ Okumura, M., Kawamoto, J., Tohno, S., Kominami, Y. and Miyama, T. (2011). Characterization of Organic Aerosols from Isoprene at a Forested Site in Japan. 10th International Conference on Carbonaceous Particles in the Atmosphere, F-2, Abstract Book, p.127, June 26-29, Vienna, Austria.
- ④ 山本浩平, 中村健介, 東野 達 (2011) 日本の二次汚染物質濃度に及ぼす中国起源前駆物質の影響, 第 52 回大気環境学会年会, P-34.
- ⑤ Okumura, M., Nakagawa, K., Kominami, Y., Miyama, T., Kinoshita, K., Hamotani, K., Tohno, S., Yoneda, M. and Tani, A. (2010)

Isoprene flux measurement using relaxed eddy accumulation method in warm-temperate mixed forest in Japan. ESA, iLEAPS, EGU Joint Conference, Earth Observation for Land-Atmosphere Interaction Science, Frascati (Rome) Italy, November 3-5, Abstract book, p.47.

- ⑥ 奥村智憲, 東野 達, 小南裕志, 深山貴文, 谷 晃, 山本浩平 (2010) 近畿地方における森林植生からの揮発性有機化合物放出量の推定, 第 51 回大気環境学会年会, 2D1000.

[図書] (計 1 件)

- ① K. Nansai, S. Kagawa, Y. Kondo, S. Tohno, Chapter20: Estimating global environmental impacts of goods and services produced in Japan using a global link input-output model (GLIO), in Murray J, and Lenzen M. (Ed). The Sustainability Practitioner's Guide to Multiregional Input-Output Analysis, Common Ground, Illinois, USA, in printing.

[その他]

ホームページ等  
<http://aerosol.energy.kyoto-u.ac.jp/tohno/profile3.html>  
<http://www.tuat.ac.jp/~aerosol/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

東野 達 (TOHNO SUSUMU)  
 京都大学・エネルギー科学研究科・教授  
 研究者番号：80135607

### (2) 研究分担者

大原利眞 (OHARA TOSHIMASA)  
 独立行政法人国立環境研究所・地域環境研究センター・センター長  
 研究者番号：80313930  
 谷 晃 (TANI AKIRA)  
 静岡県立大学・環境科学研究所・准教授  
 研究者番号：50240958  
 南斉規介 (NANSAI KEISUKE)  
 独立行政法人国立環境研究所・資源循環・廃棄物研究センター・主任研究員  
 研究者番号：80391134

### (3) 連携研究者

山本浩平 (YAMAMOTO KOUHEI)  
 京都大学・エネルギー科学研究科・助教  
 研究者番号：10263154  
 小南祐志 (KOMINAMI YUJI)  
 森林総合研究所・関西支所・主任研究員  
 研究者番号：70353688