

「重点研究テーマ」

環境影響化学物質のクロスメディア挙動の予測・評価のための統合的解析に関する

研究—分子環境工学確立のための研究・教育拠点の形成に向けて—

プロジェクト代表者：坂本 和彦（理工学研究科・教授）

1 研究の目的

本研究は、①様々な環境場（クロスメディア）としての大気圏、水圏生態系、土壌圏における環境影響化学物質(EICs)の挙動解析をマイクロスケールから分子レベルで行い、現象解明および運命予測を行うことを目的とし、平成17・18年度は実施された。また、平成19年度からは、②環境工学の各既存専門分野について、分子科学や分子生物学などを取り入れ、分子挙動解析を軸にして科学的理解をもとに新しい視点から再構築・体系化すること、を目的として、G-COEへの申請活動と連動して活動した。

本申請テーマによる総括班的活動(代表者らのグループの研究を含む)とこれ以外の科研費特定領域の計画研究に相当する4件程度の研究テーマと併せて、本テーマの意図する重点研究全体が構成されている。よって、本報告書では、平成17年度申請の3年間の継続部分を主として纏めた。また、その個別テーマのカッコ内に当該研究に関連する外部資金を明示した。なお、平成19年度の計画研究相当分の成果はそれぞれの個別テーマとして報告書が提出されているので、ここでは割愛した。

2 研究の進め方

H17・18年度は、共通の研究対象となる環境インパクト化学物質(EICs)を探索し、クロスメディアとしての大気圏、水圏生態系、土壌圏の環境場における挙動を計測・解析するとともに、クロスメディアとしての共通EICsの検討を開始した。また、**平成19年度**には、本重点研究グループとして、平成20年度概算要求ならびに、これまでの分子環境工学グループに分子生物学分野の協力を得て、グローバルCOEへの申請案をまとめたが、残念ながら、ヒアリングには至らなかった。

総括班的活動として、代表者が関わる研究以外に、埼玉大学総合研究機構プロジェクト成果発表会や第2回環境制御工学専攻国際シンポジウムにおいて研究成果を発表すると共に、JSPS 拠点大学交流事業『環境科学』により訪日した中国北京大学・清華大学、ドイツコトブス工科大学等の研究者とともに研究交流会を実施した。

3 分担者間の連携

本重点研究グループとして、平成20年度概算要求として、「地圏環境場における『分子環境工学』確立のための教育研究高度設備の導入と戦略的研究推進」を申請すると共に、さらに、これまでの分子環境工学グループに分子生物学分野の協力を求めて、グローバルCOEに「環境影響化学物質のクロスメディア挙動の予測・評価のための統合的解析—分子環境工学確立のための教育研究拠点の形成に向けて—」を申請したが、残念ながらヒアリングに進めなかった。これらの経緯、ならびに理工学研究科の改組による理工融合を考慮し、従来の学問分野間、研究部門を越えた研究者間の連携による、分子生物学と環境工学の融合を意図した新たな学問領域「分子環境工学」の創成を検討した。しかし、異分野間の融合による新分野の創成以前に、他分野に対するある程度の共通の理解が必要と考えられるが、消化不良の部分も多く、意図した融合の困難さを認識させられたところである。

4 研究の成果

4.1.1 大気圏分野：黄砂粒子の表面状態の変化と反応性(科研費基盤A、地球環境研究総合推進費)

黄砂粒子表面上でのSO₂の沈着・酸化機構を解明するために、円筒型流通式反応器により沈着実験を行い、黄土へのSO₂沈着後のS(IV)からS(VI)への酸化に与える影響を調査した。SO₂の黄砂への沈着に対して、水分は促進に、硝酸、シュウ酸は抑制に働き、酸化に対しては、硝酸と湿度は促進に、ホルムアルデヒドは抑制に寄与することを明らかにした。室内モデル実験により黄砂土壌へのSO₂とオゾンの沈着、それらの取り込み速度の相対値を求めるとともに、流通式円筒型反応装置を用いる常圧下で黄砂への反応性ガスの取り込み係数を求めることが可能な新たな手法を提案した。

4.1.2 大気圏分野：バイオマス廃棄物添加低品位石炭クリーン燃料化とその燃焼灰の土壌改良材としての利用(科研費基盤B) 枯渇性と循環性資源の高効率利用による発展途上国向け温暖化ガス排出

抑制技術の開発と普及(科研費基盤B)

低品位石炭/バイオマス廃棄物/消石灰を混合成型したバイオブリケット(BB)により、大気汚染物質と地球温暖化ガスを大きく排出抑制できること、また実証試験により実用化可能であることを明らかにした。これらの成果を受けて、日本から中国への円借款環境案件(約 100 億円)の約半分により、年産 60 万トンの BB プラントが中国の遼寧省鞍山市で建設されつつある。また、BB 燃焼灰による土壌 pH の改良と施肥効果、さらには豚糞堆肥の同時施用により、燃焼灰と化成肥料の同時施用よりも高い生育促進が観測され、商品価値のある二十日大根の栽培が可能であり、かつ有害重金属の植物体への取り込みを抑制しうることを明らかにした。

4.1.3 大気圏分野：超微粒子の採取手法の開発と微小粒子・超微粒子の性状特性の解明(科研費特定領域・共同研究など)

都市、都市郊外、田園地域において、微小粒子(PM_{2.5})の組成分析を行い、自動車排ガスや二次生成などの影響を検討した。また、エアロゾルマススペクトロメーターにより冬季の微小粒子(PM_{1.0})の化学組成を高時間分解能で計測し、低粒子濃度、北系風の卓越、高風速の時、硫酸塩の割合が著しく高くなり、後退流跡線解析の結果から、大陸からの汚染気塊の長距離輸送を検出した。

また、大気中における 100nm 以下の超微粒子(PM_{0.1})の有害性が世界的に懸念される中、多環芳香族炭化水素、ニトロアレーン等の変異原性物質ならびに変異原性を粒径別に測定し、PM_{0.1} で最も変異原性が高くなること世界で初めて明らかにした。さらに、これまでの PM_{0.1} 分級採取方法ではかなり減圧になるため、揮発性の高い粒子が揮発損失を受け、大気の実態観測が困難であったが、ほとんど減圧にすることなく粒径 100nm で 50%カット可能なインパクターフィルターを金沢大学等との共同研究で開発利用し、道路近傍大気中の PM_{0.1} の化学組成を解明し、その発生過程を考察した。

4.1.4 大気圏分野：スギ花粉アレルゲン含有粒子状物質の飛散挙動(科研費基盤B)

都市部、山間部で粒径別にスギ花粉アレルゲンである Cryj1 濃度を高感度かつ選択的に測定することで、Cryj1 含有粒子の飛散挙動を調査した。都市部、山間部で Cryj1 が 1.1 μ m 以下の微小粒子範囲に高濃度検出されることから、下気道へ進入可能な Cryj1 含有粒子の存在を明らかにした。また、両地点において、花粉からユービッシュ小体が剥離している様子が観察され、Cryj1 の粒径分布と併せて、それが下気道へ侵入することによって花粉喘息が惹き起こされる可能性を裏付ける結果を得た。

4.1.5 大気圏分野：バイオディーゼル燃料の調製とその排ガス試験(文科省都市エリア)

カーボンニュートラルなことから注目されているバイオマス資源からのディーゼル燃料の調製においては、これまでその合成・分離過程で長時間を要していたが、超音波を適切に利用することにより著しい迅速化に成功した。また、燃料としての使用時における排ガスについても、合成潤滑油と組み合わせることで有害性を低減しうる可能性を示唆した。

4.2.1 水圏生態系分野：湖底堆積物および植物を介した環境影響化学物質の循環の解明に関する分子環境の工学的研究(科研費基盤B)

シャジクモは湖底を覆い、湖沼の水質に対して極めて大きな効果を発揮する。しかし、これまで水質との関連での研究が少なかったために、欧州と水質の異なるわが国における効果については必ずしも十分な知見が得られていない。しかも、近年、シャジクモは急激に消滅してきており、わが国の湖沼でこうした影響を調べることは困難になってきている。本研究では、オーストラリア NSW 州の Myall 湖に生育するシャジクモの生態を調査し、水質に与える影響を評価した。以下は主な成果である：1) シャジクモ群落によって生ずる土壌(骸泥層)は極めて安定で貧酸素な状況にあること、また、その結果として、土壌中のアンモニア濃度に比較してリンおよび硝酸濃度が極めて低くなることが明らかとなった。2) このため、骸泥層内では、N/P 比が極めて大きくなる。そのため、シャジクモが窒素を吸収する際に、激しい安定同位体元素の分別が起こる。その結果として、シャジクモ体内に取り込まれる窒素の安定同位体比は極めて小さくなり、負の値となる。3) 大規模なシャジクモ群落が形成される際には、まず、極めて小規模な群落形成され、それが、骸泥層を形成、徐々に厚さを増加させること。4) この骸泥層は極めて柔らかいことから他の種の侵入が妨げられることから、シャジクモ自体の光をめぐる競争能力はきわめて弱いにもかかわらず、純群落の形成が可能になる。

次に、わが国の湖沼における現状の調査結果から次のことがわかった：5) わが国の湖沼においては、シャジクモの減少がみられるが、この原因として以下のようなことが機構による。元来、シャジクモ群落は深い場所から浅い場所に分布しており、浅い領域では他種と混合群落を形成し、他種が侵

入不可能な深い領域にはシャジクモ帯を形成していた。しかし、富栄養化に伴う光量の減少によってシャジクモ帯が消滅、浅い領域に局所的に残された群落は、護岸や湖岸の開発等によって消滅した。しかし、水田からの流入が多い湖沼における消滅が有為に多いことから、農薬、除草剤等の影響も考えられる。

4.2.2 水圏生態系分野:低次河川中のCPOMおよび物質の動態評価に関する工学的アプローチ (科研費若手B)

埼玉県所沢市と入間市の境にある柳瀬川上流を主なフィールド対象区として、粒状有機物の堆積特性を把握するため、瀬、淵、蛇行がある 270m 区間について、河床形状、川幅等の地形を詳細に調査したのち、落葉分布を作成した。落葉が終了した時期を見て、瀬の礫に引っかかるリター、淵に沈むリター、蛇行する区域の内側に流れの 2 次流によって集積するリター、遠心によって外側に堆積するリターなど、堆積特性を物理的観点で定義し、それぞれの堆積量を見積もった。さらに、堆積に影響するファクターとして、水深、流速、礫の数、礫間距離など、物理パラメータで整理した結果、水深がもっとも堆積量に影響を及ぼすことを明らかにした。

次に、リターの分解の過程を、リターバッグを用いた実験で明らかにした。実験では、サクラとコナラを用いて、瀬、淵、岸などでの分解の速度を求めた。分解速度は淵よりも瀬の方で速く、この理由として、分解に大きく関与するベントスの役割を指摘した。また、実験上の注意点として、ある程度のメッシュサイズのリターバッグを用いると、ベントスの幼生が進入、リターバッグ内でサンプルを餌としながら成長、メッシュサイズより大きくなってリターバッグから出られなくなり、サンプルを食べつくすなど、これまで用いられてきたリターバッグ法の問題点も指摘した。

4.2.3 水圏生態系分野:蛍光白色剤 DSBP による希少魚ムサシトミヨ生息域の生活系排水汚濁評価

埼玉県の元荒川源流域のみに生息するムサシトミヨの生息環境について、蛍光白色剤 4,4'-bis(2-sulfostyryl)-biphenyl (DSBP) の濃度から生活系排水の影響を評価した。DSBP は生活系排水に特有な化学物質であり、下水処理過程においても微生物分解を受けず、流入量の半分近くが溶存したまま河川環境に排出されるという特徴から、生活系排水による汚濁指標項目となり得る。河川水試料の蛍光分光測定、DOC 測定、水温及び BOD を測定した。蛍光分光測定で得た結果を独自開発の蛍光励起スペクトル解析し、DSBP の濃度を求めた。これらの結果から、DSBP 濃度が $1\mu\text{g/L}$ 程度以上で、河川水量における生活系排水量比率が 25%以上となると、ムサシトミヨが生息できないことが明らかとなった。

4.2.4 水圏生態系分野:都市河川鴨川におけるノニルフェノール(NP)化合物汚染の特性と評価

埼玉県南部を流れる鴨川は、高濃度 NP で汚染された国内有数の河川であるが、その汚染原因は不明であった。一方、河川環境における NP 化合物の汚染について、包括的な研究事例は非常に少なく、分析方法が十分確立されていない物質もあった。そこで、NP 化合物をオリゴマーごとに分析する方法を確立し、汚染原因の解明、汚染特性の把握・評価を行った。結果は以下のように要約される。

河川水と底質における NP 化合物汚染の季節的・空間的変動の把握並びに汚染源の存在エリアの特定がなされ、前者から水温上昇による微生物作用の活性化による低分子化が示唆された。流域内の 5 業種 9 事業所の排水等における調査から、先のエリアに位置するゴム製品製造工場の排水から $1,600\mu\text{g/L}$ の NP 化合物が検出され、年間排出量は 105kg/年 と推算された。物質収支的検討により、本工場の排水が流入する水路水中の NP 化合物は、評価した河川区間での流入総量の 82.4% を占めたことが明らかとなり、また、同区間での総流入量と総流出量の差は主に底質の巻き上げ等によって河川水に供給されたものと推察された。さらに、鴨川の河川水と底質について、エストロゲンと NP のエストロゲン活性への寄与を比較評価し、とくに底質で NP が主体であることが分かった。

4.3.1 土壌圏分野:土壌内におけるガスや溶質の拡散・移流に関するトランスポート・パラメータのモデル化 (科研費B,C、日本学術振興会受託研究費)

日本とデンマークの土壌について、土壌ガス拡散係数(土壌内でのガス分子の拡散のしやすさを表す係数)、通気係数(空気の通りやすさを表す係数)を測定し、予測モデルの提案を行った。成果は以下の通りである: 1) 5 種類のデンマーク土壌についてトランスポート・パラメータ(ガス拡散係数・通気係数)を測定し、拡散係数については Three-Porosity Model (Moldrup et al., 2004) の適合性が最もよいことを示した。通気係数については土壌間隙径分布に基づいた新しい予測モデルを提案した。2) 黒ボク土(西東京市)の不攪乱試料を 100m の直線上に採取し、土壌ガス拡散係数、通気係数などを測

定し、その空間分布を調べた。ガス拡散係数は Penman-Call Model (Moldrup et al., 2005), 通気係数は Kawamoto et al.(2006) のモデルが最適であることを示した。黒ボク土(福島県西郷村)では深さ方向のトランスポート・パラメタの分布を調べ、間隙量と有機物量が多い表層土での拡散係数が低いこと、拡散係数がゼロとなる無効間隙の値が表層土では大きいことなどを明らかにした。さらに、土壌ガス拡散係数、通気係数、透水係数などと、気相率や体積水分含有率との相関について統一的に適用できる Bimodal Probability Law Model を提案した。3) これまであまり報告例のない泥炭土(北海道美瑛市)についてトランスポート・パラメタを測定し、脱水収縮にともなうトランスポート・パラメタの変化を明らかにした。4) 砂質土ならびに黒ボク土(西東京市)における溶質拡散係数を測定し、充填密度の影響は溶質拡散に寄与する液相の間隙径分布によって説明できることを示した。

4.3.2 土壌圏分野:コロイド粒子の土壌内通過と流出解析(科研費若手A)

黒ボク土(西東京市)から抽出した土壌コロイド溶液およびコロイド画分のガラスビーズを用いて、凝集・分散特性や粒径分布特性、荷電特性およびカラム実験による土壌内通過と流出特性を調べた。その結果、土壌コロイド溶液では、弱酸性から中性付近の pH 領域でコロイド粒子同士の電気的反発力が大きいため凝集沈降速度が小さくなり、強酸性の pH 領域では電気的反発力が小さいため凝集沈降速度が大きくなることが明らかになった。砂質土カラムでのコロイド粒子の通過は、(速度論的)付着と物理的捕捉の機構のうち、物理的補足が支配的であった。また、黒ボク土カラムにおける流出コロイド曲線の解析から、瞬間平衡および速度論的の二つのコロイドの吸着・脱離サイトを考慮したコロイド移動モデルが最適であることが示された。

4.3.3 土壌圏分野:土壌および土壌コロイドへの農薬(分子)の吸着メカニズムの解明(科研費若手A)

農薬(2,4-D, アトラジン)を対象として、粘土鉱物(カオリナイト), 黒ボク土およびそのコロイド画分への吸着機構を調べた。カオリナイトへの農薬の吸着機構としては、荷電中和と疎水的相互作用が考えられ、これらの影響度合いには土壌溶液の pH, イオン強度, 土壌有機物量が大きく作用することがわかった。土壌と土壌コロイドでは、後者の 2,4-D 吸着係数が前者よりも 3 桁以上大きくなることが明らかになった。

4.4.1 環境評価系分野:分野統計干渉法による植物の環境負荷に対する形態的応答のナノメータ計測(科研費基盤Bなど):

本研究は、植生を通じた独自の新規な環境影響評価技術の提案とその有効性の実証を目指している。研究では、代表的な大気汚染物質オゾンにヤブランおよびニラを曝露し、葉の生長計測を行った。統計干渉法は非常に高感度な干渉法であり、本法により植物の葉生長を、植物の 1 mm の区間においてサブ秒の高時間分解能でかつ、サブナノメーターの葉および根の伸長を計測することに成功した。オゾン(0.24ppm)を曝露した実験において、「ニラ」の葉の 3mm 離れた 2 点をレーザ光で照射し、5 秒間の伸縮を計測して生長速度を算出した。オゾン暴露により平均成長率が劇的に変化していることは明らかになったが、加えてここに、注目すべき発見が 2 つある。第一は、オゾン暴露以前は伸び率が $\pm 2\text{nm/mm}$ 秒で激しく変動していることである。この現象が実験方法に起因するエラーではないことを多くの実験例で確かめた。第二の発見は、オゾン暴露によって、明らかに揺らぎに変化がみられたことである。図に見る通り、暴露後は非常に短時間(分オーダー)で揺らぎが減衰し、平坦な変化に移行していく。また、暴露を中止してもその状態が長時間にわたって持続している。ナノメータレベルでの植物成長の計測例はこれまでに無く、これらの結果は全く新しい発見であり、植物学の分野における現象の解明が待たれる。同時にこの現象が大気環境負荷を非常に敏感に反映することから、EICs の影響評価をリアルタイムで行うための有力な手段を提供するものと確信している。

本実験では、植物の活性状態のモニタ法として確立されている植物の光合成速度の測定により植物の活性状態の比較検討を行った。その結果、光合成速度にはほとんど影響を及ぼさない微弱なオゾン暴露でも本光学測定法では大きな変化として検出可能であることがわかった。植物生長のナノメータ揺らぎはアカマツの根の生長に関しても観測された。また、オゾン暴露によるオゾンストレスに対してはやはり生長揺らぎの低下が見いだされた。以上の実験結果から、本研究で見いだされた植物生長のナノメータ揺らぎは特定の植物あるいは植物の特定の部位で起こる現象ではなく、陸生緑色植物に広く観察される普遍的な現象ではないか、植物の生命活動を密接に反映しているのではないかと考えるに至った。すなわち、マクロには一様に生長しているかに見える植物ナノメータスケールで観察するとゆらぎを伴いながら生長している。これは従来の植物学では誰も考え付いていないことである。

重点研究に関わる誌上発表リスト(原著論文)

大気圏分野

- 1) Isobe Y., Yamada K., **Wang Q.**, **Sakamoto K.**, Uchiyama I., Mizoguchi T., and Zhou Y., Measurement of indoor sulfur dioxide emission from coal-biomass briquettes, *Water, Air, and Soil Pollution*, **163**, 341-353 (2005).
- 2) Utiyama M., Fukuyama T., **Sakamoto K.**, Ishihara H., Sorimachi A., Tanonaka T., Dong X., Quan H., Wang W., and Tang D., Sulfur dioxide dry deposition on the loess surface- surface reaction concept for measuring dry deposition flux, *Atmospheric Environment*, **39**, 329-335 (2005).
- 3) 川中洋平, 坂本和彦, Wang M., Yun S.-J., ガスクロマトグラフィー/負イオン化学イオン化タンデム質量分析法による大気浮遊粒子中のニトロアレンおよび 3-ニトロベンズアンとロンの定量, *分析化学*, **54**, 685-692 (2005)
- 4) Sasaki, K. and **Sakamoto, K.** Vertical difference of PM₁₀ and PM_{2.5} in the urban atmosphere of Osaka, Japan, *Atmos. Environ.*, **39**, 7240-7250 (2005).
- 5) Jiang Z., **Wang Q.**, **Sekiguchi K.** and **Sakamoto K.**, Investigation of variations in suspended particulate matter with enforcement of regulations on diesel vehicle exhaust in suburban Japan, *JSME International Journal, Series B*, **49**, 2-7 (2006).
- 6) 萩野浩之, 小瀧美里, 坂本和彦, さいたま市における初冬季の微小粒子中のレボグルコサンと炭素成分エアロゾル研究, **21**, 38-44 (2006).
- 7) Sasaki, K. and **Sakamoto, K.** Diurnal characteristics of suspended particulate matter and PM_{2.5} in the urban and suburban atmosphere of the Kanto plain, Japan, *Water, Air & Soil Pollution*, **171**, 29 - 47 (2006).
- 8) 松本利恵, 米持真一, 丸山由喜雄, 小久保明子, 坂本和彦, 非海塩由来塩化物イオン沈着物に対する廃棄物焼却施設の影響, *大気環境学会誌*, **41**, 135-143 (2006).
- 9) 関口和彦, 鈴木宏保, 安原正博, 根津豊彦, 吉村有史, 坂本和彦, 超微小粒子測定装置(UFPC)を用いた道路近傍および建物屋内外における PM_{2.5} および超微小粒子の粒径別数濃度測定, *エアロゾル研究*, **21**, 137-146 (2006).
- 10) Matsumoto, R., Umezawa, N., Karaushi, M., Yonemochi, S., and **Sakamoto, K.**, Comparison of ammonium deposition flux at roadside and at an agricultural area for long-term monitoring: emission of ammonia from vehicles, *Water, Air, and Soil Pollution*, **173**, 355-371 (2006).
- 11) 関口和彦, 安原正博, 王青躍, 坂本和彦, 道路近傍大気中における超微小粒子の挙動, *埼玉大学紀要(工学部)第1部論文集*, **39**, 171-178 (2006).
- 12) Kawanaka, Y., Matsumoto, E., Wang, N., Tsuchiya, Y., Yun, S. J., Jiang, Z. U. and **Sakamoto, K.**, Mutagenic activity of atmospheric ultrafine particles at a roadside site and a suburban site. *J. Health Sci.*, **52**, 352-357 (2006).
- 13) Ortiz R., Hagino H., **Sekiguchi K.**, **Wang Q.**, and **Sakamoto K.**, Ambient air measurements of six bifunctional carbonyls in a suburban area, *Atmos. Res.*, **82**, 709-718 (2006).
- 14) Sorimachi A. and **Sakamoto K.**, Laboratory measurement of the dry deposition of ozone onto northern Chinese soil samples, *Water, Air, and Soil Pollution: Focus*, **7**, 181-186 (2007).
- 15) Sorimachi A. and **Sakamoto K.**, Laboratory measurement of the dry deposition of sulfur dioxide onto northern Chinese soil samples, *Atmos. Environ.*, **37**, 2862-2869 (2007).
- 16) Kawanaka, Y., **Sakamoto, K.**, Wang, N. and Yun, S. J.: Simple and sensitive method for determination of nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons in diesel exhaust particles by gas chromatography-negative ion chemical ionization tandem mass spectrometry, *Journal of Chromatography A*, **1163**, 312-317 (2007).
- 17) Takahashi K., Hirabayashi M., Tanabe K., Shibata Y., Nishikawa, M., and **Sakamoto K.**, Radiocarbon content in urban atmospheric aerosols., *Water Air and Soil Pollution*, **185**, 305-310 (2007).
- 18) 栗原幸大, 王青躍, 桐生浩希, 坂本和彦, 三輪誠, 内山巖雄, 埼玉県都市部、道路端および山間部におけるスギ花粉アレルギー含有粒子状物質の飛散挙動に関する研究, *大気環境学会誌*, **42**, 362-368 (2007).
- 19) 佐々木寛介, 坂本和彦, 関西地域における VOC 組成と発生源寄与の季節変動, *大気環境学会誌*, **42**, 219-233 (2007).

- 20) 工藤慎治, 関口和彦, 都市高層ビルにおける超微小粒子の炭素成分挙動, 大気環境学会誌, **42**, 369-376 (2007).
- 21) Hagino, H., Takada, T., Kunimi, H., **Sakamoto, K.**, Characterization and source presumption of wintertime submicron organic aerosols at Saitama, Japan, using the Aerodyne aerosol mass spectrometer, *Atmospheric Environment*, **41**, 8834-8845 (2007).
- 22) Takahashi, K., Minoura, M., and **Sakamoto, K.**, Chemical composition of atmospheric aerosols in the general environment and around a trunk road in the Tokyo metropolitan area, *Atmos. Environ. Atmospheric Environment*, **42**, 113-125 (2008).
- 23) 王青躍, 栗原幸大, 桐生浩希, 坂本和彦, 三輪誠, 内山巖雄, スギ花粉飛散期における飛散花粉数およびアレルゲン含有微粒子状物質の高濃度出現の時系列的挙動差異, エアロゾル研究, **23**, 120-126 (2008).
- 24) 柏倉桐子, 佐々木左宇介, 中島徹, 坂本和彦, ディーゼル重量車からの規制・未規制大気汚染物質排出量と排出傾向, 大気環境学会誌, **43**, 67-78 (2008).
- 25) 萩野浩之, 高田智至, 國見均, 坂本和彦, PMF 法を用いた有機エアロゾル質量スペクトルの事例解析, 大気環境学会誌, **43**, 161-172 (2008).
- 26) Takahashi, K., Minoura, H., and **Sakamoto, K.**, Examination of discrepancies between beta-attenuation and gravimetric methods for the monitoring of particulate matter. *Atmospheric Environment*, **42**, 5232-5240 (2008).
- 27) 山田公子, 王青躍, 坂本和彦, 家庭用ストーブの模擬燃焼条件におけるバイオブリケットの硫黄固定効果, 大気環境学会誌, **43**, 264-272 (2008).
- 28) 高橋克行, 森育子, 西川雅高, 全浩, 坂本和彦, 北京と東京における都市大気エアロゾルの炭素成分の特徴, エアロゾル研究, 印刷中 (2008).
- 29) Kawanaka, Y., Matsumoto E, Wang N., Yun S.-J., and **Sakamoto K.**, Contribution of nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons to the mutagenicity of ultrafine particles in the roadside atmosphere. *Atmospheric Environment*, in press (2008).
- 30) Yamada K., Sorimachi A., **Wang Q.**, Yi J., Cheng S., Zhou Y., and **Sakamoto K.**, Abatement of indoor air pollution achieved with coal-biomass briquettes in a household in Chongqing, China. *Atmospheric Environment*, in press (2008).
- 31) Ricardo O., Enya K., **Sekiguchi K.**, and **Sakamoto K.**, Experimental testing of an annular denuder and filter system to measure gas to particle distribution in phases of semivolatile bifunctional carbonyls in the atmosphere. *Atmospheric Environment*, in press (2008).
- 32) 高橋克行, 箕浦宏明, 國見均, 坂本和彦, 東京都心の微小粒子と成分濃度の長期変動 (1994-2004), 大気環境学会誌, 印刷中 (2008).

水圏生態系分野

- 33) **Asaeda T.**, Rajapakse L, **Fujino T.**, Applications of organ-specific growth models; modelling of resource translocation and the role of emergent aquatic plants in element cycles, *Ecological Modelling*, 215(1-3), 170-179, (2008).
- 34) Uchibori T, **Fujino T.**, and **Asaeda T.**, Electrolytic aggregation treatment without coagulant dosage for retentate, *Separation and Purification Technology*, 60, 341-344, (2008).
- 35) Sharma P, **Asaeda T.**, Kalibbala M, **Fujino T.**, Morphology, growth and carbohydrate storage of the plant *Typha angustifolia* at different water depths, *Chemistry and Ecology*, 24(2), 133-145, (2008).
- 36) Onishi K, **Fujino T.**, and **Asaeda T.**, A study on recycling of waste gypsum boards and application to foundation works, *Journal of Environmental Information Science*, 35(5), 77-84, (2007).
- 37) 中嶋崇志, 浅枝 隆, 藤野 毅, アウンナンダ, 森林小河川における落葉堆積形態の分類と機構特性, 応用生態工学, 10(2), 131-140, (2007).
- 38) 内堀利也, 藤田賢二, 藤野 毅, 浅枝 隆, 電解処理した擬似「膜濾過洗浄排水」の凝集, 水環境学会誌, 30, 23-26 (2007).
- 39) **Asaeda T.**, Rajapakse L, & Sanderson B, Morphological and reproductive acclimations to growth of two

charophyte species in shallow water and deep water. *Aquatic Botany*, **86**, 393-401 (2007).

- 40) Siong K, **Asaeda T**, **Fujino T**, & Redden A, Different characteristics of phosphorus in Chara and two submerged angiosperm species. *Wetlands Ecology & Management*, **14**, 505-510 (2006).
- 41) Shilla D, **Asaeda T**, Siong K, Rajapakse L, & Manatunge J, Phosphorus concentration in sediment, water and tissues of three submerged macrophytes of Myall Lake, Australia. *Wetlands Ecology & Management*, **14**, 549-558 (2006).
- 42) Shilla D, **Asaeda T**, **Fujino T**, & Sanderson B, Decomposition of dominant submerged macrophytes: implications for nutrient release in Myall Lake, NSW, Australia. *Wetlands Ecology & Managements*, **14**, 427-433 (2006).
- 43) Siong K, & **Asaeda T**, Does calcite encrustation in Chara provide a phosphorus nutrient sink?, *Journal of Environmental Quality*, **35**, 490-494 (2006).
- 44) Nakajima T, **Asaeda T**, **Fujino T**, & Nanda A, Coarse particulate organic matter distribution in the pools and riffles of a second-order stream, *Hydrobiologia*, **559**, 275-283 (2006).
- 45) Nakajima T, **Asaeda T**, **Fujino T**, & Nanda A, Leaf litter decomposition in aquatic and terrestrial realms of a second-order forested stream system, *Journal of Freshwater Ecology*, **21**(2), 259-263, (2006).
- 46) **Asaeda T**, **Fujino T**, and Manatunge J, Morphological adaptations of emergent plants to water flow: a case study with *Typha angustifolia*, *Zizania latifolia* and *Phragmites australis*, *Freshwater Biology*, **50**, 1991-2001, (2005).
- 47) Takahashi M and **Kawamura K**: Simple measurement of 4,4'-bis(2-sulfostyryl)- biphenyl in river water by fluorescence analysis and its application as an indicator of domestic wastewater contamination, *Water, Air & Soil Pollution*, **180**, 39-49 (2007).
- 48) M. Motegi, K. Nojiri, S. Hosono and **K. Kawamura**: Seasonal changes in nonylphenol ethoxylates and their metabolites in water and sediment of urban river polluted by nonylphenol, *Environmental Sciences*, **14**, 109-128 (2007).
- 49) 茂木守, 野尻喜好, 細野繁雄, 河村清史: 都市河川流域におけるエストロゲン様汚染の把握と評価, *環境化学*, **17**, 421-434 (2007).
- 50) M. Motegi, K. Nojiri, S. Hosono and **K. Kawamura**: Mass balance study of nonylphenol ethoxylates and their metabolites in an urban river contaminated by nonylphenol, *Environmental Science*, **14**, Supplement(2007), 9-21 (2007).

土壌圏分野

- 51) Moldrup, P., T. Olesen, S. Yoshikawa, **T. Komatsu**, and D.E. Rolston. Predictive-Descriptive Models for Gas and Solute Diffusion Coefficients in Variably Saturated Porous Media Coupled to Pore-Size Distribution: I. Gas Diffusivity in Repacked Soil, *Soil Sci.*, **170**, 843-853 (2005).
- 52) Moldrup, P., T. Olesen, S. Yoshikawa, **T. Komatsu**, and D.E. Rolston. Predictive-Descriptive Models for Gas and Solute Diffusion Coefficients in Variably Saturated Porous Media Coupled to Pore-Size Distribution: II. Retention-Based Models for Gas Diffusivity in Undisturbed Soil, *Soil Sci.*, **170**, 854-866 (2005).
- 53) Moldrup, P., T. Olesen, S. Yoshikawa, **T. Komatsu**, and D.E. Rolston. Predictive-Descriptive Models for Gas and Solute Diffusion Coefficients in Variably Saturated Porous Media Coupled to Pore-Size Distribution: III. Inactive pore space interpretations of gas diffusivity. *Soil Sci.*, **170**, 867-880 (2005).
- 54) 川本 健, 小松登志子, 吉川省子, 藤川智紀, P. Moldrup. 国内土壌を用いた土壌ガス拡散係数予測モデルの提案とその評価. *土壌の物理性*, **101**, 37-50 (2005).
- 55) **Kawamoto, K.**, P. Moldrup, P. Schjønning, B.V. Iversen, D.E. Rolston, and **T. Komatsu**. Gas transport parameters in the vadose zone: Gas diffusivity in field and lysimeter soil profiles. *Vadose Zone J.*, **5**, 1194-1204 (2006).
- 56) **Kawamoto, K.**, P. Moldrup, P. Schjønning, B.V. Iversen, **T. Komatsu**, and D.E. Rolston. Gas transport parameters in the vadose zone: Development and tests of power-law models for air permeability. *Vadose Zone J.*, **5**, 1205-1215 (2006).
- 57) **Kawamoto, K.**, P. Moldrup, T.P.A. Ferré, M. Tuller, O.H. Jacobsen, and **T. Komatsu**. Linking the Gardner

and Campbell models for water retention and hydraulic conductivity in near-saturated soil. *Soil Sci.*, **171**, 573-584 (2006).

- 58) Poulsen, T.G., P. Moldrup, S. Yoshikawa, and **T. Komatsu**. Bi-modal probability law model for unified description of water retention, air and water permeability, and gas diffusivity in variably saturated soil. *Vadose Zone J.* **5**, 1119-1128 (2006).
- 59) Poulsen, T.G., P. Moldrup, L.W. de Jonge, and **T. Komatsu**, Colloid and Bromide Transport in Undisturbed Soil Columns: Application of Two-region Model, *Vadose Zone J.*, **5**, 649-656 (2006).
- 60) Resurreccion, A.C., **K. Kawamoto**, **T. Komatsu**, P. Moldrup, N. Ozaki, and D.E. Rolston. Gas transport parameters along field transects of a volcanic ash soil. *Soil Sci.*, **172**, 3-16 (2007).
- 61) Resurreccion, A.C., **K. Kawamoto**, **T. Komatsu**, P. Moldrup, N. Ozaki, and D.E. Rolston. Gas diffusivity and air permeability in a volcanic ash soil profile: Effects of organic matter and water retention. *Soil Sci.* **172**, 432-443 (2007).
- 62) **Kawamoto, K.**, P. Moldrup, T. Komatsu, L.W. de Jonge, and M. Oda. Water repellency of aggregate size fractions of a volcanic ash soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **71**, 1658-1666 (2007).
- 63) 川本 健, 斎藤広隆, Per Moldrup, 小松登志子. 黒ぼく土カラムからの土壌コロイド流出解析. 埼玉大学紀要 工学部, **40**, 28-35, (2007).
- 64) **Komatsu, T.**, **K. Kawamoto**, A. Resurreccion, and P. Moldrup. A linear model to predict the soil-gas diffusion coefficient of undisturbed unsaturated volcanic ash soil. 埼玉大学紀要 工学部, **40**, 63-66 (2007).
- 65) Moldrup, P., T. Olesen, H. Blendstrup, **T. Komatsu**, L.W. de Jonge, and D.E. Rolston, Predictive-descriptive models for gas and solute diffusion coefficients in variably saturated porous media coupled to pore-size distribution: IV. Solute diffusivity and the liquid phase impedance factor. *Soil Sci.*, **172**, 741-750 (2007).
- 66) Resurreccion, A.C., P. Moldrup, **K. Kawamoto**, S. Yoshikawa, D.E. Rolston, and **T. Komatsu**. A variable Buckingham pore connectivity factor to link gas diffusivity with soil-water matric potential in unsaturated, aggregated soil. *Vadose Zone J.*, **7**, 397-405 (2008).
- 67) Resurreccion, A.C., **T. Komatsu**, **K. Kawamoto**, M. Oda, and P. Moldrup. Linear model to predict soil-gas diffusivity from only two soil-water retention points in undisturbed, unsaturated volcanic ash soils. *Soils and Foundations*, **48**, 405-414 (2008).
- 68) 飯塚 健仁, 川本 健, 小松 登志子, 長谷川 周一. 泥炭土のガス拡散・透気特性に脱水収縮が及ぼす影響. 土木学会論文集 **G-64**, 242-249 (2008).

環境評価系分野

- 69) A. P. Rathnayake, **H. Kadono**, **S. Toyooka** and **M. Miwa**, “A novel optical interference method to measure minute elongations in Japanese red pine (*Pinus densiflora*) seedling roots grown under ectomycorrhizal infection”, *Environmental and Experimental Botany* (accepted).
- 70) A. P. Rathnayake, **H. Kadono**, **S. Toyooka** and **M. Miwa**, “Effects of acute ozone exposure on nano-scale growth of *Pinus densiflora* seedling roots under ectomycorrhizal infection investigated by statistical interferometry,” *Journal of Forest Research*, (2007) (In press)
- 71) **H. Kadono**, N. Shimizu, and **S. Toyooka**, “Application of statistical interferometry to monitor biological activity of plant under environmental stress,” *Proc. ATEM07*, (2007) (In press)
- 72) 小川和雄, 三輪誠, 嶋田知英, スギ苗の生長に及ぼすオゾンと水ストレスの影響. 日本環境学会誌「人間と環境」**33**, 60-68 (2007).
- 73) **V. Madjarova**, **H. Kadono**, and **S. Toyooka**, “Use of dynamic electronic speckle pattern interferometry with the Hilbert transform method to investigate thermalexpansion of a joint material,” *Appl. Opt.*, **45**, 7590-7596 (2006).
- 74) **H. Kadono** and **S. Toyooka**, “Statistical interferometry -randomness as a standard,” *Proc. 10th Jubilee National Congress on Theoretical and Applied Mechanics*, pp. 236-240(2005).
- 75) Arzate-Fernández Amaury-M., **Miwa M.**, Shimada T., Yonekura T. & Ogawa K, Genetic diversity of Miyamasukashi-yuri (*Lilium maculatum* Thunb. var. *bukosanense*), an endemic and endangered species in

Mount Buko, Saitama, Japan. *Plant Species Biology*, **20**, 57-65 (2005).

- 76) Yonekura T., Shimada T., **Miwa M.**, Arzate A. & Ogawa K., Impacts of tropospheric ozone on growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agric. Meteorol.* **60**, 1045-1048 (2005).
- 77) Matsumura H., Mikami C., Sakai Y., Murayama K., Izuta T., Yonekura T., **Miwa M.** and Kohno Y. Impacts of elevated O₃ and/or CO₂ on growth of *Betula platyphylla*, *Betula ermanii*, *Fagus crenata*, *Pinus densiflora* and *Cryptomeria japonica* seedlings. *J. Agric. Meteorol.* **60**, 1121-1124 (2005).
- 78) Yonekura T., Kihira A., **Miwa M.**, Izuta T. and Ogawa K. (2005). Impacts of O₃ and CO₂ enrichment on growth of Komatsuna (*Brassica campestris*) and Radish (*Raphanus sativus*). *Phyton (Special issue: "APGC 2004")*, **45**: 229-235 (2005).