

4. 地域環境研究分野

(1) 当該分野の研究活動 (研究プログラムを除く)

代表者： 地域環境研究センター
センター長、大原利眞

構成者：

[地域環境研究センター]

副センター長	今井章雄
研究調整主幹	水落元之
大気環境モデリング研究室	大原利眞（室長）、永島達也（主任研究員）、 森野悠、五藤大輔（研究員）、西澤匡人（特別研究員）
広域大気環境研究室	高見昭憲（室長）、佐藤圭、清水厚（主任研究員）、 伊禮聡、三好猛雄（特別研究員）
都市大気環境研究室	大原利眞（室長）、菅田誠治、近藤美則（主任研究員）
水環境管理研究室	稲葉一穂（室長）、山村茂樹、岩崎一弘 [*] 、永野匡昭 [*] （主任研究員）、 坪井隼（准特別研究員）
湖沼・河川環境研究室	今井章雄（室長）、小松一弘、富岡典子、高津文人（主任研究員）、 篠原隆一郎（研究員）、佐藤貴之（特別研究員）
海洋環境研究室	中村泰男（室長）、牧秀明、越川海、東博紀（主任研究員）、 金谷弦（研究員）、古市尚基（特別研究員）
土壌環境研究室	林誠二（室長）、村田智吉、越川昌美、渡邊未来（主任研究員）、 錦織達啓、渡邊圭司 [*] （特別研究員）
地域環境技術システム研究室	珠坪一晃（室長）、水落元之（主任研究員）、岡寺智大（研究員）、 小野寺崇、大場真 [*] （特別研究員）
主席研究員	王勤学（主席研究員）、孫志剛、楊永輝 [*] （特別研究員）
主席研究員	清水英幸（主席研究員）、小林祥子（特別研究員）

※所属・役職は10月31日時点のもの。また、*印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

地域環境研究分野では、国内及びアジアの大気、水、土壌などの環境圏で発生する、国を越境するスケールから都市スケールの地域環境問題を対象に、観測・モデリング・室内実験などを統合した研究によって発生メカニズムを科学的に理解するとともに、問題解決のための保全・改善手法の提案と環境創造手法の検討を進め、最終的にこれらを総合化することにより、地域環境管理に資する研究を推進する。

具体的には、アジアを中心とする海外及び国内の大気環境評価・大気汚染削減、陸域・海洋環境の統合的評価・管理手法、流域圏環境の保全・再生・創造手法、都市・地域のコベネフィット型環境保全技術・政策シナリオ、快適で魅力的な地域環境の創造手法などに関する研究を推進すると同時に、地域環境変動の長期モニタリングを実施する。

また、東日本大震災に起因する原子力発電所の事故によって放出された放射性物質による環境汚染を緊急かつ重要な地域環境問題として捉え、放射性物質の実態把握・動態解明・将来予測に係る研究を進めることによって被災地の復旧・復興に貢献する。

地域環境研究センターが主担当となっている研究プログラム（東アジア広域環境研究プログラムと流域圏生態系研究プログラム；後出の資料参照）を除く研究の概要は以下の通りである。

- ① 都市・地域のコベネフィット型環境技術システムを開発し、その社会実証プロセスを提示する研究を「環境都市システム研究プログラム」（主担当は社会環境システム研究センター）において進める。
- ② 都市・地域大気環境や流域圏環境の保全・再生・創造に係る基盤的研究を、他の研究センター（資源循環・廃棄物研究センター、環境リスク研究センター、生物・生態系環境研究センター、環境健康研究センター、環境計測研究センター）や全国の地方環境研究所と連携して実施する。
- ③ 環境放射能汚染を対象に、他の研究センター（環境リスク研究センター、生物・生態系環境研究センター、環境計測研究センター、健康環境研究センター、資源循環・廃棄物研究センター）と連携して、多媒体環境における放射性物質の実態把握・動態解明・将来予測に関する研究を進める。
- ④ 「環境研究の基盤整備」として、大気環境や水環境の長期モニタリングにより地域環境変動を把握

する。

1.2 今年度の実施計画概要

地域環境の保全・再生に資する研究を実施する。

- ① 放射性物質・災害と環境に関する研究の一環として、多媒体環境での放射性物質の実態を把握し動態を解明し、更には将来変化を予測するために、他の4研究センターと連携して観測・モデル研究を推進する。
- ② 都市・地域のコベネフィット型環境技術システムを開発するため、環境都市システム研究プログラム（主担当：社会環境システム研究センター）において適地型生活排水の適地処理技術に関するパイロット規模実証試験の準備をタイにおいて開始し、関連するデータベース等の構築を進める。
- ③ 他センターと連携した分野横断型研究（2研究課題を主担当、1研究課題を担当）、特別研究（前期から継続の2課題）、地方環境研究所との共同研究（Ⅱ型共同研究3課題など）などを実施し、都市・地域大気環境や流域圏環境の保全・再生に係る基盤的研究を進める。
- ④ 若手育成を主目的とした地域環境研究センター奨励研究を実施する。
- ⑤ 「研究基盤の整備」として、沖縄辺戸と長崎福江における大気質モニタリング、及び、霞ヶ浦等の湖沼や流入河川における水質・生物モニタリングを継続する。

1.3 研究予算

（実績額、単位：百万円）

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	累計
①運営費交付金	187	205				392
②総合科学技術会議が示した競争的資金	184 (247)	130 (181)				314 (428)
③②以外の競争性のある資金（公募型受託費等）	80	83 (110)				163 (190)
⑤ その他の外部資金	0	0				0
総額	451 (514)	418 (496)				869 (1010)

注1.括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成24年度研究成果の概要（当該分野の研究活動：地域環境研究分野）

構成するプロジェクト・活動等	平成24年度の目標	平成24年度の成果（成果の活用状況を含む）
<p>【災害環境研究】 多媒体環境における放射性物質の実態把握・動態解明 [環境計測、生物・生態系環境、環境リスク、環境健康の各研究センターと連携]</p>	<p>東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境汚染へ対処するために、環境中の放射性物質の実態を把握し、その動態を解明することにより今後の動向を予測する。 (参考資料を参照) (1) 広域環境動態計測 環境中における放射性物質の分布、移行や蓄積等の動態に関する実態を把握するとともに、「(2) 多媒体環境モデリング」を構築するための測定データを取得するために、森林、河川、湖沼、海域等を対象とした、放射性物質の環境動態計測・解析を実施する。</p>	<p>地域環境、環境計測、生物・生態系環境、環境リスク、環境健康の5研究センターの連携研究として実施した。本研究センターは本研究グループを統括するとともに、霞ヶ浦流域及び福島県北東部の宇多川流域を主要対象とした環境動態計測、東北・北関東地域をカバーする広域スケールの多媒体環境モデリングにおける大気モデルと沿岸海洋モデルの開発・解析を実施した。</p> <p>(1) 広域環境動態計測 昨年度開始した筑波山と霞ヶ浦を対象とした調査を継続して実施した。筑波山森林試験地（集水域面積 67.5ha）を対象とし水文連続観測データと、降雨流出時に連続採水した渓流水試料中の放射性セシウム濃度測定結果から¹³⁷Cs流出量を算定し、原発事故による沈着量（12kBq/m²）に対する流出の推移として、事故後1年間で0.3%（0.04kBq/m²）、同17か月間で0.5%（0.06kBq/m²）であることを明らかとした。更に、本推定結果を基に、底泥コア試料の測定結果から推定された霞ヶ浦への陸域由来の¹³⁷Cs流入量に占める森林域全体からの流出量の割合を1%程度と推定した。これらから放射性セシウム流出源としての森林域の寄与は、事故後から現在に至るまで、他の土地利用に比べ非常に小さいという研究成果を得た。本成果は、環境省の環境回復検討会において、森林除染の在り方を取りまとめる上で活用された。</p> <p>さらに、放射性セシウム流出特性を把握するため、降雨流出時に採取した渓流水中の浮遊性懸濁物質を対象に分級操作を行い、各分級試料の¹³⁷Cs濃度と強熱減量（有機物含有量）の測定をした。これにより、分解過程にあるリター（粒状態有機物）がセシウムの流出に直接寄与していることを示す結果を得た（図1）。また、霞ヶ浦を対象とした魚種別の放射性セシウム蓄積量調査から、魚種ごとに蓄積量が大きく異なること、肉食性魚類の方が草食性魚類よりも蓄積量が多い傾向にあることを確認した（図2）。これらの知見から、下流水域生態系における放射能汚染の実態と移行特性の理解には、水生生物の食性と食物連鎖を考慮したモニタリング調査が重要であることが示唆された。本成果は、福島県宇多川を対象とした、環境省水環境課との協働による放射性セシウムの動態計測ならびに水生生物調査に活用された。</p>

(2) 多媒体環境モデリング
 放射性物質の環境動態を把握するために、「(1) 広域環境モニタリング」のデータを活用して、多媒体環境シミュレーションモデルを構築する。それにより、陸域から沿岸海域までの多媒体環境における長期間の汚染推移の予測を可能とするための科学的知見、また陸域での流出動態を踏まえた対策オプションの効果予測や再飛散の可能性、沿岸海域での生物への移行可能性の予測など、今後の懸念事項の解析を可能とするための科学的知見の集積

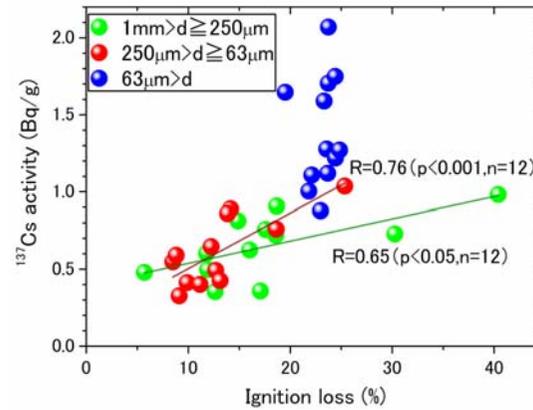


図1 渓流水中の浮遊性懸濁物質を対象とした分級操作により得られた、各粒径画分に含まれる有機物量と¹³⁷Cs濃度の関係

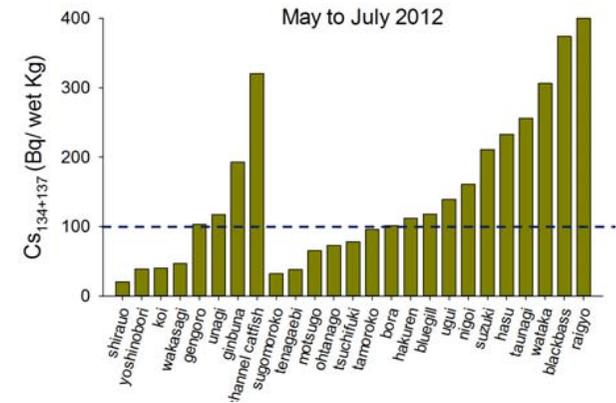


図2 霞ヶ浦の魚類全般を対象とした放射性セシウム蓄積量調査結果（調査期間：2012年5～7月）

(2) 多媒体環境モデリング

放射性物質の陸域から沿岸海域までの多媒体環境における長期間の汚染推移の予測を可能とするために、多媒体環境シミュレーションモデルを構築して、放射性物質の環境動態をモデリングした。本モデルは、大気モデル・海洋モデル・陸域モデルで構成されており、地域環境研究センターは大気モデルと海洋モデルを担当している。

大気モデルは、本年度は計算精度の精緻化に向けて、不確実性要因に対する感度実験を実施した。その結果、昨年度までに構築した大気モデルは、**航空機モニタリングの測定結果から推計した東日本における¹³⁷Csの沈着量分布をよく再現**すること、この再現においては日本原子力研究機構が領域規模モデルを用いて推計した放出量が最適であること(図3)、湿性沈着計算モジュールにおいて**SPEDIなどで用いられている除去係数は湿性沈着速度を過小評価**している可能性が高いことなどを明らかにした。また、地表面からの再飛散過程を計算するモジュールの導入に着手した。

海洋モデルについては、上記の大気モデルにより出力された沈着量を用いて、東北・北関東太平洋沿岸域における放射性物質の海洋拡散解析を行った。黒潮流軸の再現性に課題が残されているが、3次元流動モデルによる感度実験を通じて海水中の放射性物質の沈降速度について検討したところ、

を進める。

^{137}Cs の沈降速度を5 m/day程度に設定した時に底層水の濃度および海底堆積量の観測値に近い計算結果が得られることが分かった(図4)。また、他センターと連携し、二枚貝における放射性物質の取込・蓄積を評価・予測する生態系モデルの構築に着手した。

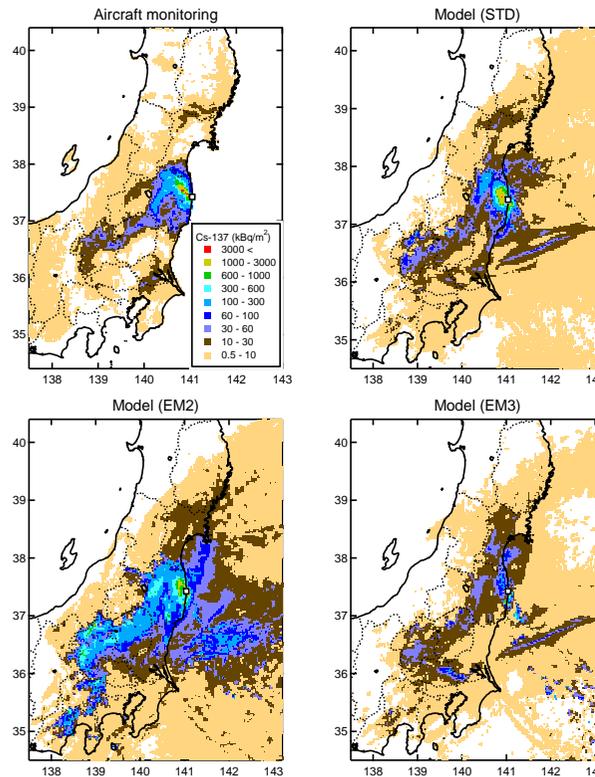


図3 航空機モニタリング観測結果を基に推計された ^{137}Cs 沈着量(左上)、及び日本原子力研究機構(右上)、ノルウェー大気研究所(左下)、東京電力(右下)が推計した放出量を基に大気モデルで計算した ^{137}Cs の沈着量

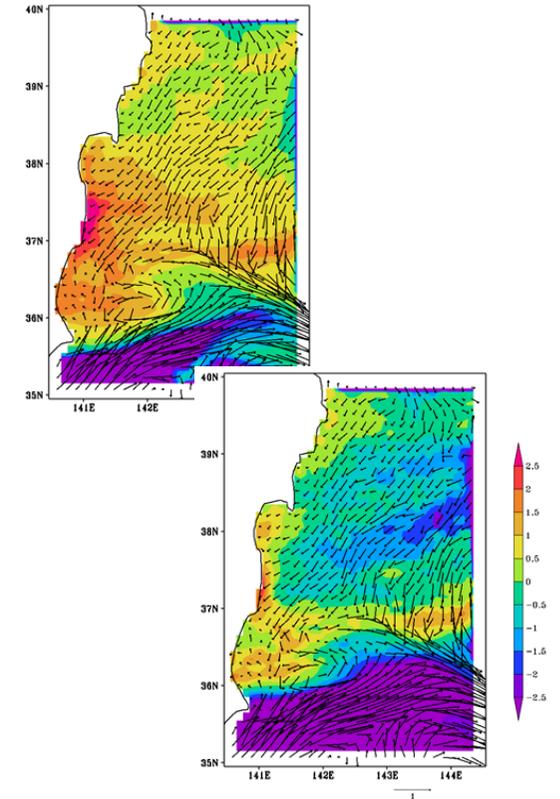


図4 海洋モデルによる2011年3月21日の表層水における ^{131}I (左)と ^{137}Cs (右)の濃度(Bq/Lの常用対数值)と流速(m/s)

【環境都市システム研究プログラムの一部】

コベネフィット型環境技術システムの開発と社会実証プロセスの検討
[社会環境システム研究センターと連携]

都市・地域特性に適合したコベネフィット型環境技術システムの実証と開発を行うため、適地型生活排水処理技術に関するパイロット規模実証試験を東南アジア（タイ）において実施し、その排水処理性能を評価する。また、技術評価を行うための水・エネルギーに関連するデータの収集と技術の展開を見据えた既存処理設備の現状調査を行う。

適地型生活排水処理技術の実証と開発をバンコク都及び現地大学との連携により実施し、その排水処理性能の評価を行った。本年度は、既存下水処理場（バンコク、Thung Khru処理場）に設置したろ床型の処理試験装置を用いて主に有機物除去性能と窒素除去性能の評価を連続排水処理試験により行った（図5）。その結果、既存排水処理システム（活性汚泥法）と比較して、半分程度（約2時間）の処理時間で同等の処理水質（BOD、窒素等）を安定して発揮出来る事が分かった（図6）。また約8ヶ月の連続処理試験を通じて余剰汚泥の引き抜きを必要としなかった。以上の結果から、実証技術では排水処理・汚泥処理に関わる運転エネルギーを大幅に削減できる可能性が示された。また実証技術は、排水の分散処理に適していることから、今後の展開が見込まれる小規模処理施設（分流式の収集・分散処理）での現状調査を実施した。さらに技術評価を行うための水・エネルギー関連のデータ収集を行った。

本成果は、下水処理システムの普及が進んでいない地域での機動的な分散処理技術導入の一案として、バンコク都の排水処理システムの整備計画等に貢献する見込みである。

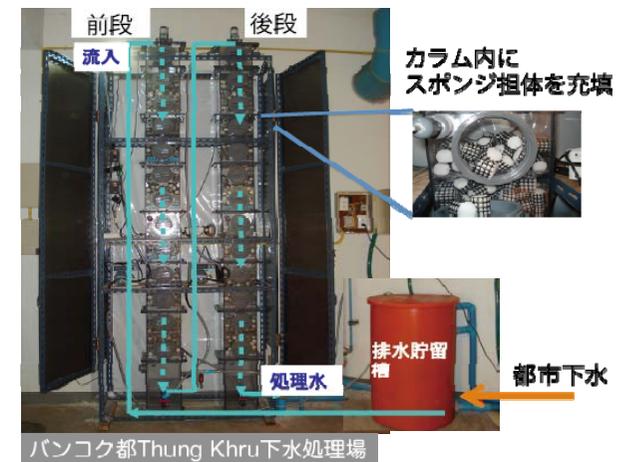


図5 実証試験に用いた好気性ろ床装置

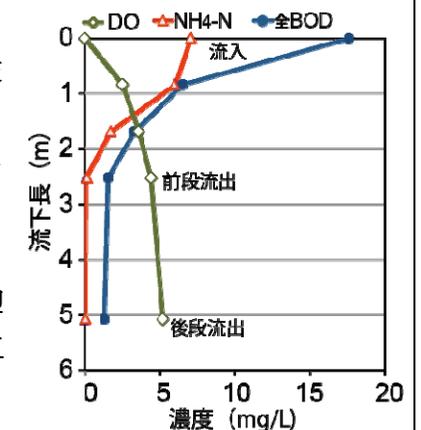


図6 排水処理性能
(流下方向の水質変化)

<p>【分野横断型研究】 都市大気における粒子状物質削減のための動態解明と化学組成分析に基づく毒性・健康影響の評価 [環境計測、環境リスク、環境健康の各研究センターと連携]</p>	<p>H24 年度から開始した本課題は国内の PM を削減するための中長期的な対策が必要という認識のもと、PM の環境動態、毒性、健康影響を明らかにし、PM 削減に向けた対策の方向性を示すことを目標としている。発生源情報、大気動態の基礎的理解に基づいた、大気濃度分布の把握と、化学組成に基づいた PM の毒性・健康影響評価を行う。</p>	<p>野外実験によって、農作物残渣の野焼きによって発生する微小粒子の成分別排出係数を把握した。その結果、排出係数が農作物の種類や産地によって最大 7 倍程度異なることが明らかになるとともに、日本固有の農作物の排出係数を得た (図 7)。また、国内の排出インベントリの整備・改良、ガソリン直噴車からの粒子排出特性の把握、有機エアロゾルモデルの改良などに着手した。更に、微小粒子の毒性評価をするために、二次有機エアロゾルの細胞への直接曝露を行うための装置を改良 (微小粒子を凝縮成長させて重力沈降を大きくすることによって沈着効率を高効率化) した。これらの結果は、微小粒子状物質の削減対策の検討に資するものである。</p>	
<p>【分野横断型研究】 MRI 画像解析と同位体解析による栄養塩や温室効果ガスの底泥からのフラックス予測 [環境計測、生物・生態系環境の各研究センターと連携]</p>	<p>MRI 画像解析は水のシグナルを非破壊で検出でき、CT 画像解析はガス泡構造を非破壊で検出できる。水で満たされた底生動物の巣穴構造とガス泡といった空隙の底泥中での空間分布様式を MRI と CT の画像解析を組み合わせることで解析する。巣穴構造とガス泡分布による底泥中の酸化還元環境の新しいモニタリング手法の構築をめざす。</p>	<p>主たる底生動物であるユスリカの巣穴構造をMRI画像で認識可能であることを確認し (図 8)、ユスリカの巣の潜る深さや幅は多様であることを明らかにした。また、ガス泡の形や密度はCT画像で確認でき、実際のガス泡の形状は層状で同じ深さでも大きさは多様で、サンプリング毎でその密度が異なることを見出した。このように、非破壊で巣穴構造とガス泡構造を同時に解析した結果は世界でも類を見ない研究成果である。溶存酸素に富む新鮮な湖水が巣穴を通して底泥中に取り込まれ、底泥表層が酸化的になる一方で、より深いところで生成されるメタンガスはガス泡として底泥表層へと移動し、底泥表層を還元的にすると考えられる。巣穴構造とガス泡構造の非破壊画像診断を進めることで、底泥表層の酸素環境の変化を3次元で詳細に把握し、湖の富栄養化を引き起こす底泥表層の嫌気化のメカニズム解明に貢献できる。</p>	

<p>【分野横断型研究】 汎用 IT 製品中金属類のライフサイクルに着目した環境排出・動態・影響に関する横断連携研究 [環境リスク、資源循環・廃棄物の各研究センターと連携]</p>	<p>プリント基板、ブラウン管ガラス、液晶板の3種の電子機器廃棄物について、破損し投棄された場合の金属元素の溶出量、溶出した元素の土壤中での移動性、そして土壤微生物との相互作用を明らかにする。特に24年度は、水溶液に浸析しての振とうと、雨水への暴露の2種類の溶出試験を行う。</p>	<p><u>電子機器廃棄物が破損し投棄された場合の金属元素の溶出量を把握</u>するために、浸析溶出試験と降雨暴露試験の2種類の実験を実施した。いずれの実験においても、プリント基板廃棄物からのPb、Cu、Znの溶出が顕著であった。ブラウン管ガラスカセットからもPb、Znの溶出が認められた。<u>電子機器廃棄物由来の汚染としては、これらの3元素についての検討が急務</u>である。一方、海水程度のNaClを添加した水溶液への浸析溶出試験では、Pbの溶出量が有意に減少した。溶解度の低い塩化物錯体生成の効果と考えられ、<u>津波被災地での汚染対策においては、塩化鉛の沈殿生成を考慮</u>する必要があると考えられた。</p>
<p>【特別研究（継続）】 窒素飽和状態にある森林域からの窒素流出負荷量の定量評価および将来予測</p>	<p>筑波山森林試験地での物質収支調査を継続実施するとともに、霞ヶ浦流入河川での降雨時流出負荷量調査を行い、土壤間隙水、地下水の水質変化から試験地森林生態系の窒素飽和状態への移行を明示するとともに、土壤中の窒素過剰に伴うカルシウム欠乏による森林衰退の可能性を検討する。さらに、霞ヶ浦流入窒素負荷に対する各種面源負荷の寄与割合算出手法を開発し、窒素飽和状態にある森林域の負荷発生源としての寄与を定量評価する。</p>	<p>筑波山森林試験地での毎月の定期観測から、根圏域下方（50cm以深）の土壤間隙水、ならびに被圧地下水中の硝酸態窒素濃度は、<u>25年前に比べ、年平均値としていずれも2倍近く増加し、森林生態系における窒素過剰状態が明確</u>となった。また、ストロンチウム安定同位体比を用いたカルシウム供給源の推定から、<u>母材（花崗岩または火山灰堆積物）がカルシウムの主な供給源</u>（樹木中カルシウムの約60～100%、渓流水中カルシウムの約80～100%）であると確認された。花崗岩に比べカルシウム供給速度の高い火山灰堆積物が存在することから、<u>筑波山においては、窒素飽和状態にあってもカルシウム欠乏による森林衰退が生じる可能性は低い</u>と考えられた。</p>
<p>【特別研究（継続）】 都市沿岸海域の底質環境劣化の</p>	<p>劣悪な底質環境を有する東京湾奥部と運河部において定点観測を引き続き行うと共に、硫化物生成と蓄積が底生生物の生息状況と底質の</p>	<p><u>東京湾奥部</u>（水深6～16m）において、底質の酸素消費速度（SOC）におよぼす間隙水中の遊離硫化水素（H_2S）の影響を検討した。<u>H_2S濃度の上昇とともにSOCはほぼ直線的に増大するが、その傾きは底質の粒度に依存</u>し、粒度が大きい地点で大きな傾きを示した。これは、粒度が大きいほど底泥からの直上水への硫化水素の拡散が速やかであるためと考えられた。また、東京湾奥の浅海部（京浜運河、</p>

機構とその底生生物影響評価に関する研究	酸素消費等の物質循環におよぼす影響を評価する。	水深 3 m) において、環境因子と底生生物のモニタリングを2年間にわたり実施したところ、 <u>底泥中のH₂S濃度と多毛類の消長の間には明瞭な負の相関関係が認められた</u> 。さらに、底質悪化の指標として従来用いられてきた酸揮発性硫化物 (AVS) にくらべて、H ₂ S蓄積の増大のほうが、多毛類の減耗をよりよく説明していた。一方、京浜運河に面した人工干潟における現場飼育試験により、二枚貝類の成長・生残と硫化物、溶存酸素 (DO) の関係を2年間にわたり検討した。2011年の夏には大量の斃死が生じたが、H ₂ S・AVS・DOの変化によっては二枚貝の死滅を十分に説明することはできなかった。
【新発想型研究】 津波により堆積物と混合・沈降した流出油の分布・消長と底質環境影響評価に関する研究	東日本大震災で発生した津波により倒壊した貯蔵タンクから流出した石油が海底から巻き上げられたヘドロと混合し、海底に沈降し油汚染をもたらした事態を受け、①石油汚染状態と底生生物への影響の把握、②各炭化水素の減少・消失度合について評価する。	5月と9月に気仙沼湾 (5定点)、8月と9月に大船渡湾 (3定点) それぞれにおいて現場調査を行い、津波で流出・沈降した重油分の残留状況と底生生物の生息状況を調べるために採泥を行った。 <u>底泥中の油分の含量は昨年より明らかに減少</u> しており、油臭も大幅に軽減されていたが、重油混合堆積物が最も多い地点では、 <u>いまだに海水中に分散した底泥から相当の油膜が生じることが確認された</u> 。また、 <u>底質中に重油が含まれている箇所でも、多毛類を主とする底生動物が多数生息していることが確認された</u> 。本研究結果は、 <u>津波によって引き起こされた油汚染の環境影響・回復に関する基礎的情報</u> として重要である。
【研究基盤の整備】 東アジアにおける大気質変化を解明するための沖縄辺戸・長崎福江におけるモニタリング	沖縄辺戸・長崎福江において、エアロゾルを始めとする大気汚染物質の長期モニタリングを継続実施する。	沖縄辺戸 (2004年春から開始) と長崎福江 (2008年秋から開始) におけるエアロゾルの光学的、物理化学的性質 (散乱係数、化学組成、質量濃度、鉛直分布) の測定を継続して実施している。中国におけるSO ₂ とNO _x 排出量の経年動向を捉えるために、SO _y /NO _y の観測を継続している。また、環境省による辺戸での水銀観測も平成19年から継続して実施しており、そのデータは <u>水銀条約締結の資料として活用</u> されている。さらに2004年度から長期観測を続けていた、元素状炭素、有機炭素の結果をまとめ大気環境学会誌に発表した。その論文が若手論文賞を受賞した。モニタリングデータは、 <u>東アジアの広域大気汚染・日本への越境大気汚染の実態や長期変動の把握に資する</u> ものである。
【研究基盤の整備】 GEMS/Water 霞ヶ浦トレンドモニタリング	モニタリングを継続するとともに、FRRF法による一次生産測定手法の開発、大容量・高精度な底泥柱状試料の採集手法の確立、多波長励起蛍光光度計による植物プランクトン群集の現存量の測定などモニタリング手法を開発・改良・高度化する。	定期調査を継続するとともに、前年度より導入した多項目水質センサーについて、旧センサーによるデータとの比較検討を行い、完全移行した。採泥手法についても、大容量・高精度な底泥柱状試料の採取手法を開発し (分野横断研究との連携)、定期モニタリングに採用した。多波長励起蛍光光度計から得られたデータと検鏡から得られたデータを比較した結果、一部の藻類を除いて、植物プランクトンの組成や現存量や全クロロフィル量を概ね定量的に評価できることがわかった。また、FRRF法を霞ヶ浦湖水に適用し (流域圏生態系プログラムとの連携)、深さ方向に一次生産量を算出する事に成功し、従前法との比較が可能となった。データベースについても、日本語版、英語版ともにリニュー

	データベースの整備を進め、JaLTERの活動へも積極的に貢献する。	ーアルを行い、円滑な情報発信ができる体制を整えた。このように、 <u>モニタリング手法の開発・改良・高度化を進めつつ、霞ヶ浦の水環境モニタリングを継続的に実施</u> した。
【地方環境研究所との共同研究】 PM _{2.5} と光化学オキシダントの実態解明と発生源寄与評価に関する研究	平成 22～23 年度に整備した全国の大気環境時間値データベースを用いて近年の濃度トレンド等を解析する。PM _{2.5} 成分とVOC成分の観測を継続する。PM _{2.5} や光化学Oxの高濃度が発生した時の情報共有体制を活用して、それらのエピソードを解析する。既往測定データとモデルを利用して発生源寄与率を推定する。	整備した全国大気環境時間値データベースおよびPM _{2.5} の最新測定・分析データを解析することにより、Ox濃度の最新トレンド解析やPM _{2.5} の全国的な汚染実態の把握を進め、例えば、 <u>PM_{2.5}やその成分濃度に経度依存性（大陸に近い西日本ほど高い）</u> が認められ、Oxと同様にPM _{2.5} に関しても大陸からの <u>越境汚染の影響が大きい</u> ことが示唆された。PM _{2.5} や光化学Oxの高濃度発生時の解析を行い、発生原因について調べた。既往測定データとモデルを利用した発生源寄与率の計算・解析を行った。また、VOC成分の観測や衛星観測データを用いた濃度解析を行った。これらの研究結果は、 <u>国や自治体におけるPM_{2.5}対策検討の基礎情報として活用</u> される見込みである。
【地方環境研究所との共同研究】 沿岸海域環境の診断と地球温暖化の影響評価のためのモニタリング手法の提唱	全国各地の沿岸海域におけるCOD漸増傾向と基準突破状況の確認と整理、底層D0観測の有無と貧酸素水塊発生状況の把握を行う。	底層D0の現状把握では、 <u>大都市に面していない日本海側の内湾部で夏季に顕著に貧酸素化している地点が新たに確認</u> された。また、COD漸増・基準超過要因解明について、日本海側の山形県から沖縄県まで、全国 36 地点におけるCODと関連項目の詳細分析を行った。その結果、溶存性CODは溶存性有機炭素との相関は比較的高いのに対し、懸濁性CODは懸濁性有機炭素（POC）との相関は低く、閉鎖性が高く富栄養化傾向にある（クロロフィルaの高い）海域では、CODの多くの部分はP-CODが占め、大部分は植物プランクトンに由来することが分かった。
【地方環境研究所との共同研究】 ブナ林生態系における生物・環境モニタリングシステムの構築	地方環境研究所と協働して、全国のブナ林生態系において長期継続モニタリング方法を用いた共通調査（生物調査・環境調査）を実施する。林床植生調査、窒素酸化物や硫黄酸化物計測および気象・土壌環境計測についても検討し、「ブナ林生態系モニタリング標準調査マニュアル」を作成する。	関係機関のネットワーク化を推進し、各機関関連の <u>ブナ林において共通調査等を実施</u> した。樹木衰退調査、葉緑素計測、パッシブサンプラーによるオゾン計測に加え、可能な機関では毎木調査、林床植生調査、ブナの生物季節調査、樹木水分生理活性調査、土壌水分計測、窒素酸化物計測、硫黄酸化物計測も行った。これらを総合化した「 <u>ブナ林生態系モニタリング標準調査マニュアル</u> 」について、関連機関と検討した。

1.5 今後の研究展望

平成23年度第2回外部研究評価委員会において以下の指摘を受けた。

【現状についての評価・質問等】

- ① 研究の対象と方向性を整理されたことにより、本研究の位置づけがより明確になった。研究は順調に遂行され、評価すべき成果も得られつつあり、今年度の研究計画はほぼ達成された。
- ② 当初計画設定後に発生した原発事故による放射性物質の拡散に関して、臨機応変に取り組み、見るべき成果を上げた点は高く評価できる。
- ③ 二次生成有機エアロゾル(SOA)の環境動態と毒性に関する研究において、今後のSOA対策の方向性を示唆する成果を得ており、大きな期待が持てる。

【今後への期待など】

- ① 廃液処理システムなど優れた技術が進んでいるので、普及に向けた今後の発展に期待する。
- ② 震災対応を含め、次年度における各種課題の「緊急度」をもう一度見直す必要がある。
- ③ 研究プロジェクト間、及び所内の他の研究センターや所外との連携による大きな成果を期待する。
- ④ 放射性物質の大気シミュレーションはインパクトが強く、今後のモデル検証を期待する。

これらの指摘を踏まえ、以下のような取り組みを実施した。

- ① 放射性物質の大気シミュレーション及び環境動態研究について：他の研究機関と連携して、大気シミュレーションモデルの相互比較と検証に係る研究を進めた。また、大気－陸域－海洋の多媒体での放射性物質の動態を解明するために、モデリングとモニタリングを統合した研究を他センターと連携して進めた。
- ② 研究課題の「緊急度」に応じた見直しについて：放射能汚染問題を、新たに発生した緊急かつ重要な地域環境問題と捉え、重点的に研究を推進した。同時に、東アジアの広域環境問題、流域圏生態系、環境技術、都市大気汚染なども、引き続き重要な地域環境分野の研究課題であることから、優先度を意識しつつ、他のセンターや所外の学術研究機関との連携を一層強化して、これらの研究を推進している。
- ③ 環境技術研究の今後の展開について：水環境を中心としたコベネフィット型環境技術研究は、地域環境問題の解決に資する重要な出口と考えており、「戦略都市研究プログラム」において社会環境システム研究センターと連携して、東南アジア等での普及に向けた取り組みを進めた。
- ④ その他
 - ・ SOAの動態・毒性に関する研究は、今年度から開始した分野横断型研究において、より総合的・定量的な研究を推進している。
 - ・ 研究プロジェクト間、及び所内の他の研究センターや所外との連携を一層強化して研究を進めている。
 - ・ 若手育成を主目的とした地域環境研究センター奨励研究制度を設け、公募により5課題を選定し研究を進めている。

1.6 自己評価

今年度計画の達成に向けて概ね順調に研究が進捗しつつある。今後、定期的で開催している研究セミナーなどを通じて、研究課題間の連携を図りつつ、年度計画・目標に沿った研究を進める予定である。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
18	61	9	212	38	1

(2) 研究プログラム「東アジア広域環境研究プログラム」の研究活動

代表者： 地域環境研究センター
センター長 大原利真

構成者：

[地域環境研究センター]

大気環境モデリング研究室	永島達也（主任研究員）、森野悠、五藤大輔（研究員）、西澤匡人（特別研究員）
広域大気環境研究室	高見昭憲（室長）、佐藤圭、清水厚（主任研究員）、伊禮聡、三好猛雄（特別研究員）
都市大気環境研究室	菅田誠治、近藤美則（主任研究員）
海洋環境研究室	牧秀明、越川海、東博紀（主任研究員）、古市尚基（特別研究員）
地域環境技術システム研究室	水落元之（主任研究員）、岡寺智大（研究員）
主席研究員	王勤学（主席研究員）
主席研究員	清水英幸（主席研究員）、小林祥子（特別研究員）

[地球環境研究センター]

副センター長	向井人史
地球大気化学研究室	谷本浩志（室長）、猪俣敏（主任研究員）、奈良英樹*）（特別研究員）
大気・海洋モニタリング推進室	町田敏暢（室長）

[環境計測研究センター]

遠隔計測研究室	杉本伸夫（室長）、原由香里*）（特別研究員）
---------	------------------------

[生物・生態系環境研究センター]

環境ストレス機構解明研究室	青野光子（主任研究員）
---------------	-------------

[環境健康研究センター]

環境疫学研究室	上田佳代（研究員）
---------	-----------

※所属・役職は10月31日時点のもの。また、*）印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

東アジア地域では急速な経済発展に伴って様々な環境問題が深刻化し、それが広域越境汚染のような具体的な問題として我が国にも影響を及ぼしている。そのため、東アジアにおける持続可能社会、及び、広域越境汚染のWin-Win解決に向けた2国間・多国間の枠組みを構築するための中長期戦略を提示することが強く求められているが、その基礎となる問題発生に関する科学的知見、及び人間活動による環境負荷と広域汚染の定量的関係を評価する科学的手法の開発・活用が不十分な状況にある。

そこで、第二期中期計画におけるアジア自然共生研究プログラムの蓄積をもとに、東アジアにおける代表的な広域環境問題である大気・海洋汚染を対象とし、観測とモデルを統合することにより、これらの問題の発生メカニズムを解明する。汚染発生に関わる空間スケールの重層性を考慮したマルチスケールモデルを構築し、大気から海洋と陸域への物質負荷も考慮して、環境負荷と広域環境応答の関係を定量的に評価する。更に、「環境都市システムプログラム」や社会環境システム研究分野と連携して削減シナリオの提示及びその影響評価シミュレーションを実施し、東アジアの広域環境問題の解決に資する。

プロジェクト1：観測とモデルの統合によるマルチスケール大気汚染の解明と評価

東アジアではオゾン・エアロゾルの前駆物質排出量が急増し、地域規模で大気汚染が深刻化している上、半球規模で大気質が変化している。このような状況下、日本においてもオゾンの環境基準見直しの機運が高まるとともに、PM_{2.5}の環境基準が新しく制定された。しかしながら、オゾンやPM_{2.5}に関する大気汚染には、国外からの越境汚染に加えて国内における生成も影響するため定量的理解が困難である。そこで本研究では、地上・船舶・航空機による野外観測、宇宙からの衛星観測、全球・領域化学輸送モデルを統合的に使用して、半球／東アジア／日本域のマルチスケール大気汚染の実態と発生機構を解明するとともに、将来予測と対策シナリオ・影響の評価を行う。それにより、東アジア地域における広域

大気環境管理のための国際的枠組みの策定に寄与することを目指す。

プロジェクト2：広域人為インパクトによる東シナ海・日本近海の生態系変調の解明

東アジア陸域起源の汚濁負荷増大が東シナ海陸棚域における赤潮発生等の広域海洋環境劣化を引き起こしていることが懸念される。本プロジェクトでは、東シナ海や日本近海の環境保全、あるいは中国国内の汚濁負荷削減施策の推進に資することを目的として、長江流域圏の汚濁負荷推計、海域への汚濁輸送と海洋生態系への影響機構の把握、陸域起源汚濁負荷が及ぼす海洋環境への影響評価のための数理モデルの開発を行う。特に、陸域汚濁負荷推計では、土地利用や環境政策の変化に応じて予測可能な手法の確立と将来の陸域負荷削減シナリオを提示し、海洋生態系モデルとの連携により、陸域・海域の統合的広域環境管理オプションの定量的な評価を目指す。

1.2 平成24年度の実施計画概要

第二期中期計画におけるアジア自然共生研究プログラムの蓄積をもとに、東アジアにおける代表的な広域環境問題である大気・海洋汚染を対象とし、観測とモデルを統合することにより、これらの問題の発生メカニズムを解明する。汚染発生に関わる空間スケールの重層性を考慮したマルチスケールモデルを構築し、大気から海洋と陸域への物質負荷も考慮して、環境負荷と広域環境応答の関係を定量的に評価する。更に、環境都市システム研究プログラムや社会環境システム研究分野と連携して削減シナリオの提示及びその影響評価シミュレーションを実施し、東アジアの広域環境問題の解決に資する。

- ①観測とモデルを統合して、半球／東アジア／日本のマルチスケール大気汚染の実態と変動を把握し、越境大気汚染による国内での影響を評価するために、東アジアの広域大気汚染を対象にしたガス状・粒子状物質の観測を開始・継続するとともに、全球・領域化学輸送モデルや排出インベントリーの開発などを進める。また、越境大気汚染による国内への影響評価研究を進める。
- ②東アジアにおける汚濁負荷等の陸域人間活動が、水及び大気を介して東シナ海・日本近海の海洋環境に及ぼす影響を解明するために、数値モデルと現地調査とに基づく長江流域負荷の推計、数値モデルと航海観測・培養実験に基づく東シナ海環境への影響把握を進める。
- ③東アジアの大気汚染・水質汚濁負荷の将来・削減シナリオに対する大気・海洋環境への影響を予測・評価するために、環境都市システム研究プログラムや社会環境システム研究分野と連携して、シナリオの検討を進める

プロジェクト1：観測とモデルの統合によるマルチスケール大気汚染の解明と評価

地上や船舶等を用いたアジアにおけるバックグラウンド大気中のオゾン・エアロゾルのモニタリング観測を継続するとともに、アジア大陸からの越境汚染の影響を強く受ける九州北部地域（福江島、福岡市）においてガス状・粒子状大気汚染物質の包括的観測を継続し、越境輸送による微小粒子状物質の相対的寄与率を求めるとともに、当該地域における疫学調査を準備する。また、マルチスケールにおける化学輸送モデルや排出インベントリの整備を継続する。自由対流圏中の観測やユーラシア大陸内部における観測については、引き続き実施の可能性を検討する。排出インベントリは、東アジアについて1980-2010年の期間を整備するとともに、日本の排出インベントリの整備にも取り組む。また、社会環境システム研究分野と連携して、アジア域における大気汚染物質排出シナリオの検討を開始する。さらに、越境大気汚染が日本国内の植物に及ぼす影響評価のための観測・実験的研究に継続する。

プロジェクト2：広域人為インパクトによる東シナ海・日本近海の生態系変調の解明

長江流域圏から東シナ海への汚濁負荷量の予測手法の開発では長江流域圏から海域への汚濁負荷量の経年変化の評価ならびに土地利用・社会経済・環境政策の変化に対応した汚濁負荷量予測手法の開発を進める。長江全流域における土地利用と汚濁負荷量の関係解析のために構築した水物質循環モデルの検証のため、既存の水文・水質観測データを収集すると共に、長江最下流の大通観測ステーションでの水質観測を継続する。東シナ海陸棚域の生態系劣化機構の解明では、東シナ海における赤潮形成等の広域環境変調の実態把握のための航海観測を実施し、陸棚域赤潮形成機構の鍵となる栄養塩の3次元分布、栄養塩の鉛直拡散や乱流強度が藻類分布・増殖に及ぼす影響を解析する。渦鞭毛藻の日周鉛直移動についてはその制御要因の実験的な検討を進める。海洋流動・生態系モデルでは乱流強度・栄養塩濃度の鉛直プロファイル観測結果に基づいて、陸棚域垂表層における渦鞭毛藻赤潮形成を左右する物理場の再現精度向上、すなわち潮汐流による海底混合層の形成や底層から上方に向かう栄養塩の鉛直拡散輸送を的確に再現しうる鉛直混合スキームの開発・改良を行う。その過程を通じて、渦鞭毛藻の日周鉛直移動と陸棚域における優占化の関係を解析する。陸域・海域統合環境管理に向けた陸域負荷削減シナリオの検討と海域環境の応答予測では、中国陸域負荷削減シナリオ検討の基礎的条件を把握するため、中国の農業・工業政策と汚濁発生・抑制関係の解析に基づき、汚濁負荷削減政策の現状と将来展望について整理する。

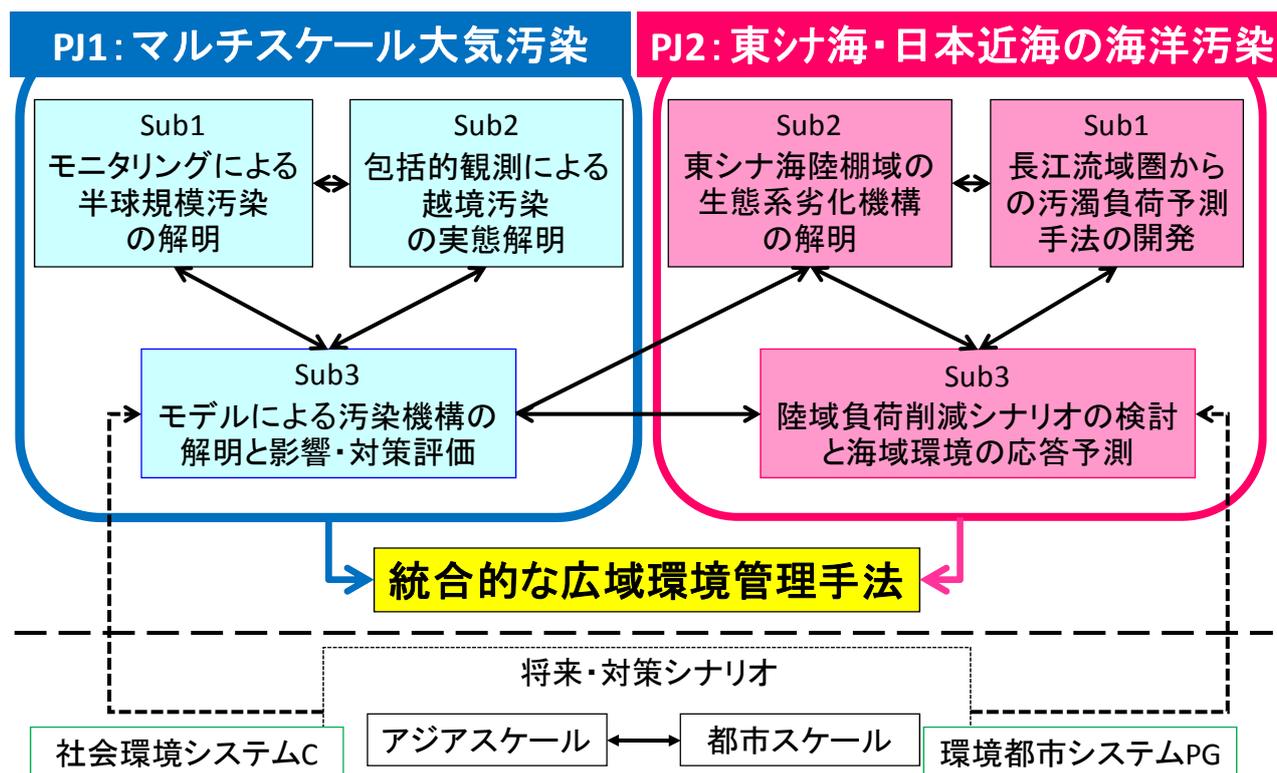


図1 東アジア広域環境研究プログラムの全体構成

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	累計
①運営費交付金	55 【24年度に 繰越12】	80				135
②総合科学技術会議が 示した競争的資金	165 (171)	83 (134)				248 (305)
③②以外の競争性のある 資金(公募型受託費 等)	53	1				54
④その他の外部資金	0	0				0
総額	273 (279)	164 (215)				437 (494)

注1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成24年度研究成果の概要（東アジア広域環境研究プログラム）

研究プログラム・プロジェクト・サブテーマ	平成24年度の目標	平成24年度の成果（成果の活用状況を含む）
研究プログラム 「東アジア広域環境研究プログラム」	(1) 東アジアの広域大気汚染を対象にした新規観測を開始・継続するとともに、化学輸送モデルや排出インベントリの開発、越境大気汚染による国内への影響評価研究を進める。(2) 数値モデルと現地調査に基づく長江流域負荷の推計、数値モデルと航海観測・培養実験に基づく東シナ海への影響把握を進める。(3) 東アジアの大気汚染・水質汚濁負荷の将来・削減シナリオの検討を進める。	<p><u>定期貨物船舶等を用いた東アジアにおける大気中のオゾン・エアロゾルのモニタリング観測</u>を拡充して進めるとともに、アジア大陸からの越境汚染の影響を強く受ける九州地域において大気汚染物質の観測を継続し、<u>健康影響調査の準備</u>を進めた。また、<u>マルチスケールの化学輸送モデルと排出インベントリの整備</u>が進んだ。具体的には、短寿命気候汚染物質（SLCP）である、メタン、対流圏オゾン、ブラックカーボンについて、アジア大陸からの季節風の吹き出しに伴うと考えられる濃度増大が見られ、森林火災など何らかの燃焼起源からの影響が考えられた。また、九州北部地域（福岡市と長崎県福江島）におけるエアロゾルの包括的観測を継続し、越境輸送によるPM_{2.5}の相対的寄与率を推計するとともに、当該地域における疫学調査の準備を進めた。排出インベントリについては、アジア地域（REASv2.0）2000～2008年に加えて、日本国内の詳細なインベントリについて1990年から2005年の整備を終え、これらを統合した2000～2010年のインベントリの整備を進めた。さらに、これまでアサガオ等で開発してきたストレス診断手法をホウレンソウやブナに応用したところ、日本海側型と太平洋側型の2つのブナ生態型について、オゾン暴露時に傷害ホルモンであるエチレンの発生が認められた。</p> <p>水物質循環モデルを長江全流域に適用し、<u>2001～2010年の長江から東シナ海への窒素・リン流出量の再現計算</u>を試みた。また、2009～2010年を対象として計算結果と観測値との比較を行った。水物質循環モデルの検証のため<u>長江下流の大通における定期水質観測</u>を中国研究機関と共同で行った。<u>東シナ海航海を実施</u>し陸棚では潮汐による鉛直混合が著しく、栄養塩循環の駆動力としての重要性が示唆された。<u>大型培養槽実験</u>では陸棚で優占する渦鞭毛藻の日周鉛直移動特性の解明を進め、一部を海洋流動・生態系モデルに反映させることで<u>海域の低次生態系再現性の向上</u>が図られた。</p> <p>温暖化対策シナリオと整合した、アジア地域の<u>大気汚染物質の将来排出シナリオの検討</u>を進めた。また、中国の<u>汚濁負荷削減施策の現状把握と将来展望</u>を目的として、長江デルタ域の太湖を対象としてその施策群の解析を行った。</p>
プロジェクト1 「観測とモデルの統合によるマルチスケール大気汚染の解明と評価」 (1)大陸規模モニタリングによる半球規模大気	サブテーマ（1） 半球規模大気汚染の時空間変動の解明のために地上や船舶等の観測を進めるとともに、これまでのデータを欧州や北米と比較しアジアにおけるト	サブテーマ（1） 半球規模大気汚染の実態把握に向けて、アジア・オセアニア地域におけるバックグラウンド大気の観測について、定期貨物船舶を用いた対流圏オゾンや一酸化炭素など短寿命気候汚染物質（SLCP）の長期観測を進めた。外洋における清浄大気を観測できる日本-オセアニア航路と、アジア沿海域における地域的汚染大気を観測できる日本-東南アジア航路において観測を継続した。両航路におけるメタン、対流圏オゾン、ブラックカーボンの観測結果を比較すると、オセアニア航路では、北半球から南半球にかけてスムーズな濃度勾配が観測され、良く知られている典型的な清浄大気中の濃度分布が見られたのに対し、東南アジア航路では、アジア大陸からの季節風の吹き出しに伴うと考えられる濃度増大が見られた（図1）。発生源としては、森林火災や都市汚染など何らかの燃焼起源からの影響が考えられ、東南アジアで乾季の終わりの8月～10月にかけて起こる自然火災、焼畑農

汚染の時空間変動の解明

レンドを半球規模の視点で評価する。

業・森林皆伐等を目的とした人為火災の影響が懸念された。

日本の地上ステーションで観測された対流圏オゾン濃度については、2000年以降10年間分のデータをアップデートして、北米や欧州における同緯度帯の地上観測データと比較する解析を継続した。2000年代後半までは、日本における地上オゾン濃度は欧米を上回る増加率で増加していたが、2008年以降その増加傾向が緩やかなり減少している様子がいくつかの観測サイトで見られた。景気後退による排出量減少による影響なのか、気象的な要因による年々変動の一端なのか、解析を継続するとともに、今後、サブテーマ(3)のモデルによる再現を試みる。

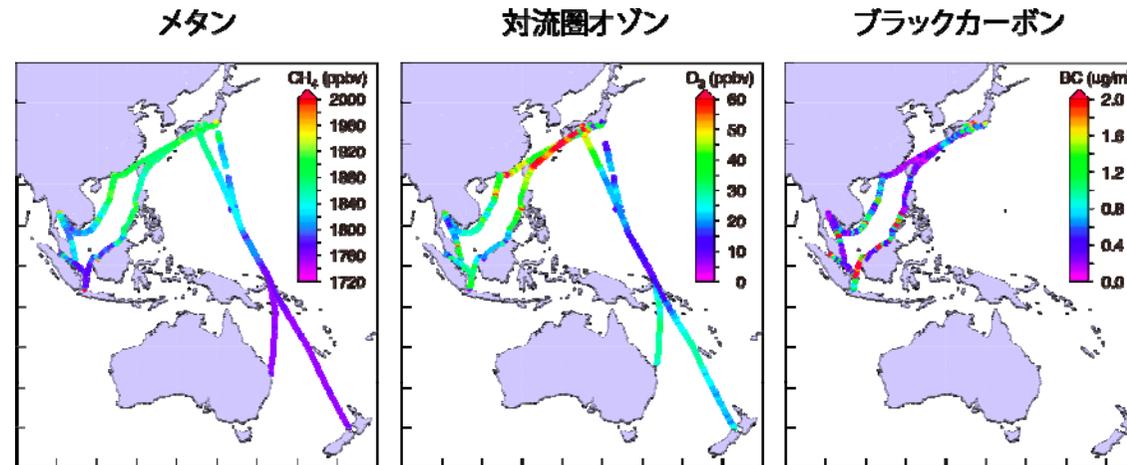


図1 日本ーオセアニア航路と日本ー東南アジア航路において観測されたメタン、対流圏オゾン、ブラックカーボンの濃度分布

(2) アジア地域における包括的観測による日本への越境大気汚染の実態解明

サブテーマ(2)

北部九州地区において春季に頻繁にみられる越境汚染による高濃度粒子状物質(PM_{2.5})について、化学組成別の汚染実態と健康影響を把握する調査を進める。

サブテーマ(2)

アジア大陸からの越境汚染の影響を頻繁に受ける九州北部に注目して、福岡県・福岡市および長崎県・福江島における微小粒子の化学組成と質量濃度の長期連続観測を継続するとともに、過去に得られたデータを用いてアジア大陸からの長距離輸送と国内生成による寄与の分離を試みた。2010年春季の有機物データについて主成分因子分析法を用いて解析したところ、長距離越境輸送が卓越している場合には50%以上の寄与があり、少ない時でも30%弱の寄与があることが示された。各季節のデータの取得に着手したので、そのデータを解析し各季節における長距離輸送の都市大気への影響評価を開始する。九州北部地区における健康影響調査の準備を行った。具体的には医療機関による疾患(循環器疾患など)登録データを活用すべく、地元の病院などに協力を要請した。

(3) モデルシミュレーションによる汚染機構の解明と影響・対策評価

サブテーマ (3)
北半球・東アジア規模におけるオゾン・PM_{2.5}汚染の実態とその発生機構を解明し、将来予測・影響評価をするための化学輸送モデルについて、排出インベントリとともにマルチスケール化を進める。さらに、越境大気汚染が日本国内の植物に及ぼす影響評価のための観測・実験的研究を進める。

サブテーマ (3)

東アジア規模のエミッションインベントリ (REASv2.0) と共にマルチスケール排出インベントリを構成する日本国内の詳細なインベントリの整備に引き続き取り組み、1990年から2005年の期間に関して整備を終えた。また、マルチスケールCTMの開発では、昨年度に引き続き、全球モデル (CHASER) と東アジア領域モデル (CMAQ) の連携運用に関する計算条件・手法の検討を進め、使用するモデルのバージョンや各種パラメタの設定を確定した。このシステムを用いて、2005年条件の大気質再現計算と、複数の将来シナリオ (RCPシナリオシリーズ) に基づいた2050年の大気質将来予測計算を行い、異なるシナリオを採用した場合の地表オゾン変化量の違いを評価した (図2)。これは、本サブテーマで独自に開発進めている排出量の将来シナリオを用いた予測実験の予行実験と位置付けることができ、モデル実験のデザイン (空間分解能、アンサンブル数など) に関する重要な注意点を認識・確認する事が出来た。二次有機粒子 (SOA) モデルの改良に関して、今年度は新規に導入を検討しているSOAモデル (揮発性ビンモデルや詳細反応モデル) の性能評価を目的として、従来から用いられているSOAモデル (収率モデルやメカニカルモデル) と同条件でボックスモデル計算をおこない、詳細な相互比較を行った。

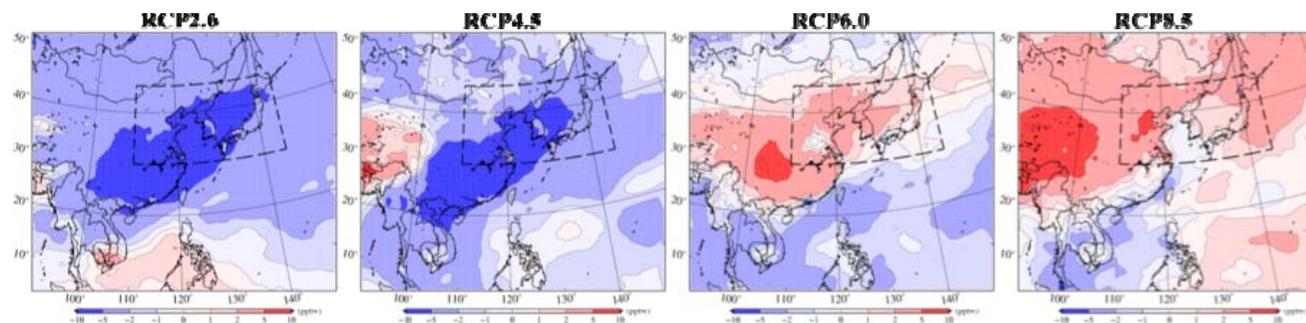


図2 WRF/CMAQシステムを用いて計算した、2050年における年平均地表オゾンの2005年計算値からの差 (Δ Ozone)。採用した将来シナリオ別に、左からRCP2.6、RCP4.5、RCP6.0、RCP8.5の結果。シナリオの違いによって、将来の地表オゾン評価結果に大きな違いが生じ、日本付近でも符号を含めて大きなばらつきが見られる。

生物影響の面では、越境大気汚染として日本に運ばれてくるオゾンによる植物への影響評価を目的とし、樹木 (ブナ) や草本植物 (ホウレンソウ) を材料として室内実験や野外調査を継続した。平均濃度50~70ppbのオゾン長期間 (3~6ヶ月間) 曝露はブナの生長を低下させ、土壤乾燥化 (水ストレス) はこのオゾンストレスに相加的に作用し、ブナの生長を抑制することを明らかにした。また、複数の実験からブナの相対生長に及ぼすオゾンドースの影響を定量的に示した (図3)。さらに、地方環境研究所等とのネットワーク化を推進し、ブナ林域において衰退度調査や水分生理活性調査、オゾン計測、土壤水分計測等を実施し、ブナ林衰退と大気汚染等環境ストレスとの関係解析を行った。また、これまでアサガオ等のモデル植物で開発してきた遺伝子発現解析や傷害ホルモン測定等の手法によるストレス診断手法をホウレンソウやブナに応用した。現在、ホウレンソウにおいて

オゾン影響のマーカとなる遺伝子の探索を進めている。ブナでは日本海側型（福島産）と太平洋側型（神奈川県産）の2つの生態型について、オゾン暴露時の傷害ホルモン（エチレン）産生量を測定し、オゾンによるエチレン発生を確認した（図4）。あわせて、エチレン生成系遺伝子の発現も調べた。今後、オゾン暴露時のマーカー遺伝子の発現変化とあわせ、エチレン産生量や酸化還元物質の含量の変化等を調べ、オゾン影響程度を数値化することを試みる。最終的には、これらの結果を樹木や農作物の影響予測のモデルに利用することを目指す。

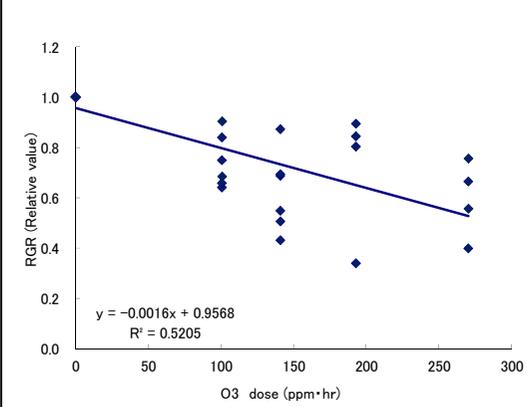


図3 ブナの相対生長とオゾン曝露量の関係

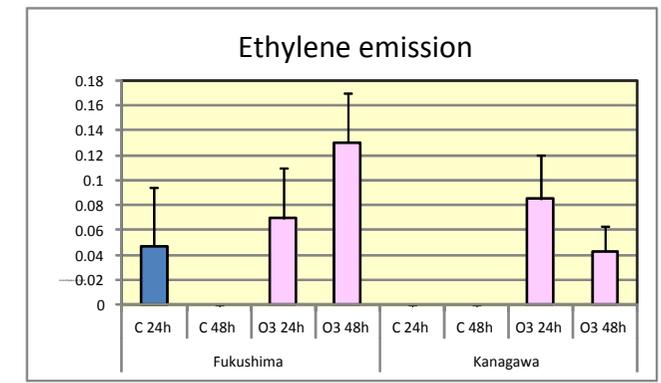


図4 オゾン暴露時の傷害ホルモン（エチレン）産生量

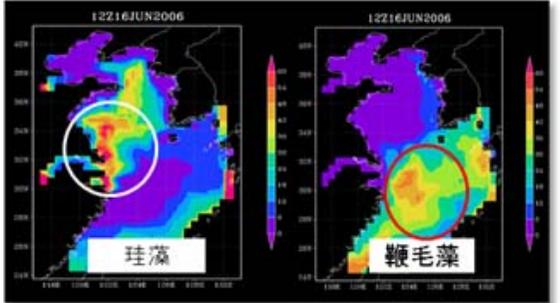
プロジェクト2
「広域人為インパクトによる東シナ海・日本近海の生態系変調の解明」

(1) 長江流域圏から東シナ海への汚濁負荷量の予測手法の開発

サブテーマ (1)
長江流域圏から海域への汚濁負荷量の経年変化の評価ならびに土地利用・社会経済・環境政策の変化に対応した汚濁負荷量予測手法の開発を進める。特に長江全流域における土地利用と汚濁負荷量の関係解析のため既存の水文・水質観測データを収集すると共に、長江最下流の大通観測ステーション

サブテーマ (1)
長江流域圏から海域への汚濁負荷量の経年変化を評価するため、SWAT(Soil and Water Assessment Tool)をベースとして改良を施した水物質循環モデルの長江全流域への適用を試みた。このモデルに必要なとされるデータセットのうち、地形データはアメリカ航空宇宙局から公開されている90mメッシュ(標高)データを用いた。土地利用データは中国科学院地理科学・資源研究所と共同でMODIS衛星データを用いて作成した。土壌分布データは中国科学院南京地理・湖沼研究所より100万分の1の土壌分布データを入手し、これを再加工したものを用いた。ArcSWATを用いてこれらをデータベース化し水物質循環モデルの計算条件とした。このモデルは、多様な土壌、土地利用、および土地管理方法が複雑に存在する集水域において、水理量、汚濁物質、そして農業に関わる様々な化学物質の循環など一連のプロセスが組み込まれているため、土地利用・社会経済・環境政策の変化に対応した汚濁負荷量の現状把握と将来予測が可能であると考えられる。
今年度は、このモデルを長江全流域へ適用しモデル適合性の検証を行った。まず、降水流出過程の再現性では感潮部直上の大通観測点(河口部より約550km)における日平均流量の計算値と観測値を比較し、両者間に決定係数R²で0.94という高い一致をみた。これにより、本川での年間を通じたダイナミックな流量の変動や雨期である夏期の変動まで十分再現されていることが確認された。長江本川の観測点である上流域の下流端である宜昌(河口部より約1600km)と中流部の武漢(同約1200km)及び下流域の大通など3地点での月平均流量の計算値と観測値の決定係数R²はそれぞれ0.84、0.81と0.89であり、再現性はいずれも高い水準を示した。

<p>(2) 東シナ海陸棚域の生態系劣化機構の解明</p>	<p>サブテーマ (2) 東シナ海における広域環境変調の実態把握のための航海観測を実施し、陸棚赤潮形成の鍵となる栄養塩鉛直拡散や乱流強度が藻類分布・増殖に及ぼす影響を解析する。また培養実験により渦鞭毛藻の日周鉛直移動の制御要因の解析を進める。海洋流動生態系モデル開発では観測・実験結果に基づき陸棚の渦鞭毛藻赤潮形成を促す物</p>	<p>流域全体を対象に行った栄養塩流出量の再現性を検証するため、T-N、T-P負荷量のモデル計算結果と観測値の比較を行った(図4)。ただし、観測値は中国科学院との共同で長江本川の宜昌と武漢において2009~2010年に月1回の頻度で測定したT-N、T-P濃度(n=32)に月平均流量を乗じた月平均の負荷量である。その結果、T-N負荷量の再現性は、宜昌$R^2=0.84$、武漢$R^2=0.81$で高いが、T-Pの再現性は、宜昌$R^2=0.75$、武漢$R^2=0.74$で低く、しかも武漢の場合、計算値は実測値よりかなり低い結果となった。つまり、下流の河口域に近ければ近いほど、T-NもT-Pの再現性が低くなる傾向が示された。</p> <p>中国科学院との共同で長江最下流(非感潮域)に位置する大通での定期水質観測を引き続き実施した(昨年度秋からの継続)。今後、下流におけるT-N、T-Pデータセットを構築し検証を進めることにより、現在のモデルの課題である下流域での再現性の向上に取り組む予定である。</p> <p>サブテーマ (2) 東シナ海における渦鞭毛藻赤潮形成等の広域環境変調の実態把握を目的とする航海調査を2012年7月に実施した。今年度は渦鞭毛藻の増殖、生残、亜表層ピーク形成を支配すると考えられる微細乱流強度や栄養塩(硝酸塩)の高密度鉛直プロファイリング観測を重点的に行った。鉛直混合強度の観測値を精査したところ、陸棚においては潮汐による海底混合層の発達が目撃され、測点によっては密度躍層直下まで混合層が到達することが示された。海洋流動生態系モデルで底層から亜表層への栄養塩供給と藻類増殖への効果を精緻に再現するためには、潮汐に起因する鉛直混合の考慮が不可欠であることを示唆し、このため陸棚の乱流混合パラメタリゼーションに関する研究に新たに着手した。</p> <p>陸棚における渦鞭毛藻の優占化や亜表層ピークの形成要因の解析のため、昨年度に引き続き大型培養槽を用いた日周鉛直移動の実験的解析を行った。培養条件の最適化により培養全期に亘って渦鞭毛藻の鉛直分布の計測が可能となり、培養期間途中の海水比重変化に対する鉛直分布への影響等を検討した。その結果、日周鉛直移動における暗期の密度躍層水深への集積とともに、明期に細胞が存在する上層の海水比重を低減させることで鉛直移動のうち下方への移動が抑制される傾向が明らかとなり、細胞と海水の比重差が鉛直移動動態の制御因子である可能性が示唆された。</p> <p>海洋流動・生態系モデルについては、上記の培養実験で得られた知見を活用して、海水比重によって変化する渦鞭毛藻の沈降速度をモデルに導入した。それを用いて2002~2010年における東シナ海陸棚域の海洋流動・水質・一次生産の再現シミュレーションを実施したところ、これまではうまく表すことができなかった渦鞭毛藻の密度躍層周辺への集積を再現することが可能になった(図5)。また、初夏の陸棚域で観測される渦鞭毛藻ブルームは、栄養塩が豊富な長江河口およびその南側沿岸域の表層から徐々に沈降しつつ陸棚域に水平輸送されている</p>	<p>図4 T-N 流下量再現計算結果例(武漢)</p>
-------------------------------	---	--	------------------------------

<p>(3) 陸域・海域統合環境管理に向けた陸域負荷削減シナリオの検討と海域環境の応答予測</p>	<p>理場の再現精度向上を進める。</p> <p>サブテーマ (3) 中国陸域負荷削減シナリオ検討の基礎的条件を把握するため、中国の農業・工業政策と汚濁発生・抑制関係の解析に基づき、汚濁負荷削減政策の現状と将来展望について整理する。</p>	<p>ことが明らかになった。ただし、現モデルでは2007年、2009年の航海で観測された $Chl. a > 50\mu g/L$ 濃度の渦鞭毛藻の垂表層集積を再現できていない。これは陸棚域における海底混合層・底層水から躍層への栄養塩供給が過小評価されていること、培養実験で示された渦鞭毛藻の日周鉛直移動が導入できていないことが原因と考えられ、今後の課題として残された。</p> <p>サブテーマ (3) 中国水環境保全に係る陸域負荷削減施策は、太湖、巢湖および蘆葦池のいわゆる「三湖」において重点的に実施されてきた。このうち太湖流域は経済発展が著しい長江デルタ経済圏にあり、1990年代初頭には水環境の悪化が顕在化し、藍藻類の異常増殖による上水供給停止が繰り返された。このため1996年には中国の他の地域に先行して水質保全計画に基づく対策が開始されるなど、中国の水環境保全・陸域負荷削減施策の先導的な役割を担ってきた。今年度は、中国における汚濁負荷削減政策の現状と将来展望を理解するために太湖における施策群について解析を行った。特に現行の水質保全計画である「太湖流域水環境総合治理総体方案」(2008～2012)を背景として具体的な対策事業を実施した太湖流域の主要都市である無錫市の事例を抽出しその特徴を検討した。その結果、①工業対策では、2008年に制定された江蘇省上乘せ基準による排水基準の遵守強化や排水基準のさらに厳しい下水処理場での処理が計画されていること、②汚濁負荷の大きい工場を集めて集中的な処理を行い、排水基準が未達成な工場に対して時限を切った操業停止が予定されていること、③都市生活対策の中心となる下水道整備については、新規の下水処理場建設と収集管路網の整備を同時進行で進め、最上位の排水基準を当てはめると共に、高度処理型ではない既設の1/4の処理場の高度処理化を進め、地域状況によっては小規模な畜産排水や工業排水などの受け入れが検討されていること、④都市からの初期降雨流出負荷対策は、日本における合流改善ではなく、分流式下水道の流出負荷対策も検討されていること、⑤農業面源対策では大規模農業化への構造転換を図り、作付転換などによる施肥管理や用水管理、農地からの流出水の処理が計画されていること、⑥有機農業や農業副産物の循環利用による負荷削減も提案されていること、⑦汚濁負荷量の大きい畜産では事業の大規模化を図り、小さく分散した負荷源の大規模集約化を図ることで、点源として処理を強化する方針が強く示されていること、⑧農業面源対策に係る事業の有効性については、前期の十五計画期間中に実施したモデル事業で確認され、無錫市では農業面源を8つの抑制区に区切り、それぞれにおいて事業の監督・管理に責任を負う体制を計画し、実効性の担保が図られていることなどが明らかとなった。太湖水質保全の現行計画が今年一杯であり、来年には多くの報告が成される予定である。このため今後、現地での確認を含めて施策群として取り纏め、将来展望を含めてサブテーマ1の陸域負荷モデルへ反映させていく予定である。</p>	 <p>図5 東シナ海藻類現存量の再現(2006年6月)</p>
---	--	--	---

1.5 今後の研究展望

平成23年度第2回外部研究評価委員会において以下の指摘を受けた。

【全体として】これまでの研究を引き継いでおりテーマが拡散しているため、それぞれのプログラムとしての全体像が把握し難い。

【主要な個別コメント】

- ① 数値モデルにおいて不可欠な入力データ、検証データを明確にしながらか研究を進めて欲しい。
- ② 東シナ海の海洋調査は多くの研究グループが取り組んでおり、国環研ならではの成果が望まれる。
- ③ 両プロジェクトの連携による大きな成果を期待する。
- ④ 研究成果の活用を含めて次の戦略を明示されることが期待される。
- ⑤ 国民視点からみた時のニーズの観点を含めた検討を試みることも必要である。
- ⑥ 渦鞭毛藻仮説の背景とその妥当性、仮説が証明された場合のメリットは何かがわかりづらい。生態系劣化の機構に多くの可能性がありそうな中でスコープを絞りすぎているように感じる。

これらの指摘を踏まえ、これまでに取り組んだ内容や今後の研究展開は以下のとおりである。

【全体として】

これまでに、研究プログラムの研究方針・研究計画を集中的に議論し、重点的に取り組むべき研究課題やプログラム内の研究連携の形を明らかにしてきた。これを踏まえ、各サブテーマ間および各プロジェクト間での議論等を活発に行い、プログラムの全体像の明確化、研究成果の活用方法の検討、プロジェクト連携の具体化などを進める。

【プロジェクト1】

半球－東アジア－日本－都市のマルチスケール大気汚染の解明を目指した、地上・船舶・衛星観測、化学輸送モデル、排出インベントリ、排出シナリオ、植物・健康影響に関する総合的研究がほぼ順調に進捗している。今後、個々の研究を深化させるとともに、各サブテーマで実施している研究を相互に連携させる。また、国内外の研究機関との協働を一層強化して、研究を推進する予定である。

【プロジェクト2】

H23年度後半から長江下流の大通における定期水質観測体制が確立したことから、水物質循環モデルによる長江本流の汚濁負荷シミュレーションの精度向上を図る予定である。東シナ海陸棚生態系の劣化指標として着目する渦鞭毛藻の優占化が発生する条件として、長江由来の汚濁負荷のほか、台湾暖流起源の栄養塩供給、渦鞭毛藻の鉛直移動特性、潮汐を駆動力とする陸棚鉛直混合・栄養塩供給過程が東シナ海の低次生態系を海洋流動生態系モデルを用いて再現する上で重要であることが判明しつつある。航海調査や培養実験による諸現象のパラメータ化や国内の他の研究グループが公開している海洋流動に係る再解析データなどを活用し、陸域負荷が海域環境に及ぼす影響の精緻な評価を可能にし、渦鞭毛藻の優占化現象の解明にとどまらず、陸棚広域・日本近海への影響を含めて考慮し、対象としていきたい。ただし、大通より下流の長江デルタ域からの汚濁負荷量の経年変化の把握は課題として残る。中国の経済活動と水環境政策の過去から現在までの変遷の精査による把握と進め、将来像と併せて検討したい。

1.6 自己評価

東シナ海での海洋観測、九州北部での大気連続観測と健康影響調査の準備、インベントリとモデルの整備・改良、中国の研究機関や全国の地環研との共同研究などが進み、全体としてほぼ順調に進捗している。今後、各サブテーマの研究を推進するとともに、サブテーマ間の連携を一層強めることによって、研究プロジェクト全体として目標達成を目指す。同時に、2つのプロジェクトが協働して、東シナ海での大気・海洋合同観測、大気化学輸送モデルと海洋生態系モデルのリンク、社会統計情報やシナリオの共通化などを実施し連携を強化することが重要な課題である。更に、東アジアの広域環境は、社会経済活動の変化と対策の進捗に伴って急激に変化しており、また、地球温暖化との現象的・対策的なリンクが一層重要になっていることから、研究成果の活用を含めた研究計画の継続的検討が必要である。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
15	49	6	153	37	0

(3) 研究プログラム「流域圏生態系研究プログラム」の研究活動

代表者： 地域環境研究センター
副研究センター長、今井章雄

構成者：

[地域環境研究センター]

土壌環境研究室	林 誠二 (室長)、村田智吉、越川昌美、渡邊未来 (主任研究員)、 渡邊圭司*) (特別研究員)
湖沼・河川環境研究室	今井章雄 (室長)、小松一弘、富岡典子、高津文人 (主任研究員)、 篠原隆一郎 (研究員)、佐藤貴之 (特別研究員)
水環境管理研究室	岩崎一弘*) (主任研究員)
海洋環境研究室	金谷 弦 (研究員)

[生物・生態系研究センター]

生態系機能評価研究室	野原精一 (室長)、福島路生、広木幹也、亀山 哲 (主任研究員)
生態遺伝情報解析研究室	矢部 徹、玉置雅紀 (主任研究員)、石井裕一*) (特別研究員)

※所属・役職は10月31日時点のもの。また、*)印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

生物多様性国家戦略2010において生物多様性と生態系の回復は重要な国家戦略と位置付けられている。生物多様性のホットスポットとして重要な生態系の保全と、生態系機能を最大限活用して生物多様性の減少を防止することが強く求められており、そのため生態系機能の健全性評価に関する研究は喫緊の課題となっている。一方、健全性評価には生態系機能の定量評価が不可欠だが、その評価手法はほとんど確立されていない。生態系機能と環境因子との連動関係や相互作用についても多くが未解明なままであり、生態系機能の保全、再生・修復に向けた具体的な取組が大きく進展しない要因となっている。

そこで、流域圏（森林域、湖沼・河川、沿岸域）における生態系を対象として、水・物質循環に着目し、生態系機能の新たな定量的評価手法の開発・確立を行う。典型的な生態系に対して、長期・戦略的モニタリング、新規性の高い測定法やモデル解析を駆使して、生態系機能・サービスと様々な環境因子との連動関係(リンケージ)を定量的に評価する。更に、機能劣化が著しい自然生態系を対象に劣化メカニズムの解明と機能改善手法の構築を図る。これらの科学的知見をもとに、メコン河等の広域スケール流域圏における重要な生態系を戦略的に保全し、生態系機能を最大に発揮させることで生物多様性を減少させない施策に資する戦略的環境アセスメント手法を開発する。これらの成果に基づき流域圏の環境健全性を評価して、生態系機能の保全、創造、環境修復や自然再生の在り方を提言する。

以上の調査・研究を推進することにより、以下の方向を目指す。

- ① 人工林荒廃と窒素飽和現象の関連性を解明し、適正な人工林管理施設の推進に貢献する。落葉樹混交の種多様性回復が窒素貯留能に与える影響を評価して、窒素飽和改善シナリオ構築を目指す。
- ② 長期モニタリング、新規の測定手法、湖沼モデル解析等により、湖沼における水中と底泥での物質循環と微生物活動の連動関係、環境因子と生態系機能の連動関係を定量的に評価し、湖沼環境の環境改善シナリオ作成を目指す。
- ③ 沿岸域における一次生産者の変化や移入種による優占現象が、生物相、水-生物-底質間の物質収支や食物連鎖などの生態系機能へ及ぼす影響を定量的に評価する。流域負荷と生物多様性の関係を探索し、生態系機能の健全性を評価する。
- ④ ダム開発に対する戦略的環境アセスメントの技術を開発し、失われる沈水林の生態系機能を推定する。迅速・高感度のアオコ定量手法を開発し、計画中のダム貯水池でのアオコ発生の可能性を予測する。
- ⑤ 重要な漁業資源である回遊性淡水魚の回遊生態を解明し、ダム開発による食糧供給に対するリスクを事前に推定する。
- ⑥ 沿岸域（干潟等）における底生生物の種多様性・生態系機能のデータベースを構築して、広域スケールの生物多様性、生態系機能及び健全性の関係を評価する。

1.2 平成24年度の実施計画概要

流域圏生態系の水・物質循環に着目し、生態系機能やその健全性を定量評価するための手法開発を重点的に行う。当該手法を駆使して、生態系機能・生態系サービスと様々な環境因子とのリンケージ（連動関係）を定量評価することを目指す。

各プロジェクト（PJ）間およびPJ内での連携を促進するために、共通的で重要な生態系機能パラメータを選定し、PJ1が対象とする国内とPJ2が対象とする国外（メコン河流域）の両フィールドにおいて、当該パラメータの測定を実施する。すなわち、PJ1で開発した生態系機能等に係る測定法をPJ2に適切に導入するために、国外で採取されたサンプルを適切に前処理・保存して国内に運び込み分析する仕組み・方法を考案する。

PJ1「流域圏における生態系機能と環境因子の連動関係の定量評価に関する研究」

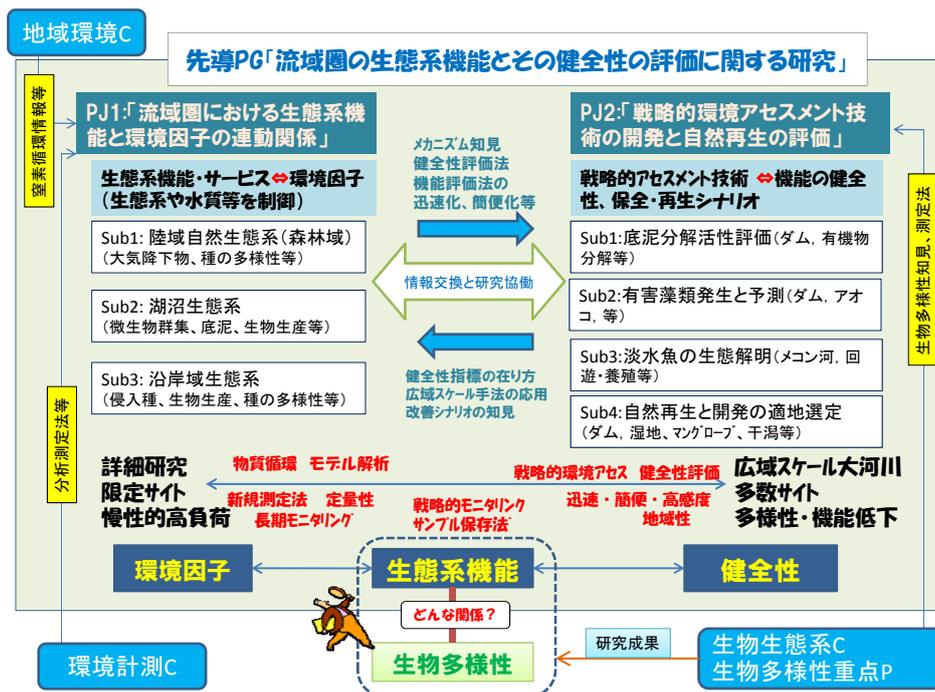
多様なユニットで構成される流域圏において、典型的な自然生態系ユニットである森林域、湖沼、沿岸域を対象として、人為由来の慢性的高負荷環境条件が生態系機能に及ぼしている影響（変質、劣化）について、以下の計画に基づき、その実態把握とメカニズム解明のための研究に継続して実施する。

- ① 筑波山や人工林試験地等を対象に、森林生態系における物質動態に関する定期モニタリングを継続し、人工林荒廃と窒素飽和現象の関連性を評価するとともに、そのメカニズムについて検討を行う。
- ② 霞ヶ浦等の湖沼を対象に定期フィールド調査と室内実験等を継続して、湖水柱と底泥での物質循環と微生物活動の連動関係を検討する。藻類1次生産とバクテリア2次生産速度の測定を行う。
- ③ 谷津干潟等の沿岸域を対象に、定期野外調査、操作実験や室内実験をして、一次生産者の変化や侵入種による優占現象が干潟の生態系機能に及ぼす影響について検討する。

PJ2「戦略的環境アセスメント技術の開発と自然再生の評価に関する研究」

PJ2では、流域開発に伴い生物多様性の低下と生態系機能の劣化に直面している大河川（メコン河）や沿岸湿地生態系を対象に、広域的なスケールで、開発行為の早い段階、すなわち政策、計画、プログラムの段階から環境への配慮を行うことを特徴とする戦略的環境アセスメントに向けた技術開発を行う。迅速・簡便・高感度ないくつかの技術を開発し、マングローブ植林、津波により被害を受けた沿岸生態系の再生など、自然再生の効果・効率に対する科学的評価やダム開発に伴うリスク回避や影響緩和について保全シナリオを提言する。

- ① タイにある大型ダム貯水池、ラオスのナムグムダム貯水池、カンボジアのトンレサップ湖において5、8、11、2月と3ヵ月毎に水質、底泥、生物の採取、観測を行う。
- ② 耳石の元素分析によるメコンの淡水魚の回遊生態解明を継続する。
- ③ 北ベトナム沿岸域のマングローブ湿地を対象とし、自然再生事業の候補地の選定と再生技術の開発を進める。
- ④ 新たな環境問題として浮上した、東北沿岸の震災による津波の生態系影響評価を目的とし、沿岸域の底生生物調査を行う。



研究プログラム全体のポンチ絵

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金	26	26				52
②総合科学技術会議が示した競争的資金	4	20 (23)				24 (27)
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	0	0				0
③ その他の外部資金	0	0				0
総額	30	46 (49)				76 (79)

注 1. 括弧内は、再委託費を含めた金額。

1.4 平成24年度研究成果の概要（流域圏生態系研究プログラム）

研究プログラム・プロジェクト・サブテーマ	平成24年度の目標	平成24年度の成果（成果の活用状況を含む）
研究プログラム「流域圏生態系研究プログラム」	生態系機能の健全性を評価するための手法開発・確立を行う。生態系機能と環境因子のリンケージを検討する。	<p>本年度は、二つのプロジェクト間の連携を加速するために、プログラムとして共通的で重要な生態系機能パラメータとして生物生産量を選定した。プロジェクト1および2において、手法は異なるものの、藻類一次生産速度を定量的に測定することができた。各プロジェクト内においても生物生産の定量化が進展した。さらに、プログラム中盤から後半にかけて重要性を増すモデル解析の進展を図るために、各プロジェクトにモデル解析の専門家各1名の参画を実現した。モデル解析に係る陣容が整ってきた。</p> <p>各プロジェクトは、当初の目標通りに、生態系機能および重要な環境因子を定量測定・評価する手法の開発・確立に重点的に取り組んだ。結果として、新たな測定手法や解析手法の開発・確立により、多くの生態系機能等の定量評価が可能となりつつある。纏まった形ではないが研究成果の社会的な活用も広まりつつある。</p>
<p>プロジェクト1「流域圏における生態系機能と環境因子の連動関係の定量評価に関する研究」</p> <p>サブテーマ1 陸域自然生態系における生態系機能と環境因子の連動関係の定量的評価に関する研究</p>	<p>森林生態系における物質動態に関するモニタリングの継続し、人工林荒廃と窒素飽和現象の関連性を評価するとともに、そのメカニズムを検討する。</p>	<p>人為由来の慢性的高負荷環境条件をキーワードに、流域圏の典型的な自然生態系ユニットである、森林域、湖沼、沿岸域それぞれの生態系機能の定量評価、特に慢性的高負荷による影響（窒素飽和、富栄養化・難分解性有機物増加、グリーントイド）の実態把握とメカニズムの解明を目的に、長期的なモニタリングと新規測定手法開発を継続して実施した。対象としたそれぞれの生態系において、新たな測定手法や解析手法の開発と適用によって、物質動態や一次生産量等生態系機能の定量評価を可能とした。これによって、環境因子とのリンケージに係るメカニズムの解明に進展が図られた。</p> <p>森林域での窒素飽和、河川での硝酸汚染、湖沼でのアオコ発生、底泥溶出、難分解有機物に関する科学的知見は、所管である環境省水・大気環境局や茨城県、栃木県、山梨県、島根県、鳥取県、滋賀県等において、環境保全計画や流域発生源対策の立案、環境基準の在り方検討および環境啓発活動等に広く活用された。東京湾でのアオサ類の異常増殖とその生態系機能への影響については、新聞取材1件、テレビ取材1件に対応した。また環境省関東地方環境事務所実施の国指定谷津鳥獣保護区保全事業に関するヒアリングを受け、谷津干潟における当該事業に対して研究成果に基づいて適切な意見提案を行った。</p> <p>軽度の大气汚染環境下にある、異なる間伐強度（無間伐、1/3 間伐、2/3 間伐）で管理されているスギ人工林試験区を対象とした物質動態モニタリングの継続実施と水文モデル解析を実施し、多試験区に比べ強度間伐区で根圏土壌からの硝酸態窒素の溶脱が抑制されることを定量的に確認した。その要因として、下層植生の吸収作用と土壌微生物の窒素資化作用が示唆されたため、前者については、強度間伐区内での下層植生の有無（刈取り）による土壌間隙水質への影響を、後者については、試験区ごとの土壌全炭素、全窒素、バイオマス炭素ならびに窒素量の違いを、それぞれ検討した。その結果、下層植生の刈取りにより表層土壌中の硝酸態窒素濃度は増加したことから、窒素溶脱抑制に対する下層植生の吸収効果が確認された。一方、各試験区間での土壌深度ごとの全窒素量やバイオマス窒素量に関して有意な差は見られず（図1）、土壌 C/N 比については無間伐区で最も高く、土壌微生物による窒素資化作用が生じやすい環境にあることを示唆する結果となった。</p>

サブテーマ2

湖沼における物質循環および生態系機能と環境因子の連動関係の定量的評価に関する研究

霞ヶ浦等湖沼を対象にフィールド調査と室内実験等を継続し、湖水柱と底泥での物質循環と微生物活動の連動関係を検討する。藻類一次生産とバクテリア二次生産の測定を行う。

以上から、試験区の強度間伐区（間伐後9年）においては、土壌からの硝酸態窒素の溶脱を抑制する主な機能は、発達した下層植生による吸収作用であり、現段階では、土壌への有機態窒素集積作用は十分に機能していないことが確認された。本結果は、荒廃した人工林地における窒素飽和の改善のためには、適切な森林管理（強度間伐による速やかな下層植生の導入、発達）が必要であることを示すとともに、現在の森林政策の大きな流れとなりつつある針広混交林化を、水質保全機能の向上という観点から更に促進するものと言える。

昨年度に引き続き、湖沼における物質循環や生態系機能に定量評価に係る測定方法の開発・確立を重点的に実施した。結果として、藻類・細菌の生産速度、底泥中リンの存在形態、優占藍藻類の変動追跡、湖内窒素循環、溶存有機物の分子サイズ分布、および底泥微生物群集構造解析に係る方法がほぼ確立され、幾つかのケースにおいて、微生物活性や優占微生物種と環境因子との密接な関係が示唆された。

〔藻類一次生産〕放射性同位体を使用せずに現場で迅速かつ簡便に測定できる Fast Rate Repetition Fluorometry (FRRF)法を更に改良した。結果、深度方向に一次生産量速度を炭素量として測定することが可能となった。湖心では水深100~150cm 付近に一次生産速度のピークがある事が分かった。

〔底泥リン形態分析〕リンの核磁気共鳴($^{31}\text{P-NMR}$)を用いた底泥・懸濁物中に存在するリンの形態分析手法を開発した。霞ヶ浦の底泥・懸濁物中に含まれるリンには、リン脂質、DNA-P、RNA-P などが共通して含まれていた。懸濁物中には主にリン脂質由来の物質(α -glycerophosphate, β -glycerophosphate), および RNA-P が主な構成物質であったが、底泥表層では DNA-P に由来するものの割合が増加しており、両者の構成が異なっていた。バクテリアの分解に伴う変動と一致していた。

〔窒素循環〕硝酸イオン(NO_3)の窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)と酸素安定同位体比($\delta^{18}\text{O}$)の同位体比解析により、霞ヶ浦における NO_3 の生成・消費プロセスを評価した。結果として、 NO_3 がアンモニウムイオン(NH_4)に比べて比較的低濃度でしか存在しないと NO_3 は湖水中に生成・蓄積され続け、その後、 NO_3 が NH_4 に比べて高濃度になると、植物プランクトンにより消費されるという、湖水中での窒素循環のメカニズムが明らかとなった。

〔間隙水 DOM 分子サイズ〕全有機炭素(TOC)検出サイズ排除クロマトグラフィー(自作)を用いて、霞ヶ浦湖心で間隙水中の溶存有機物(DOM)の分子サイズ分布を深さ方向に評価した(2012年8月)。結果として、深さ1cm→3cm にかけて170k と1.5k Da 画分が増加し、深さ4cm→6cm では<1k Da 画分が増加した。深さ3-5cm 近辺でDOMの分子サイズは顕著に変化した。当該深度で特異的な微生物活動が卓越していると推察された。

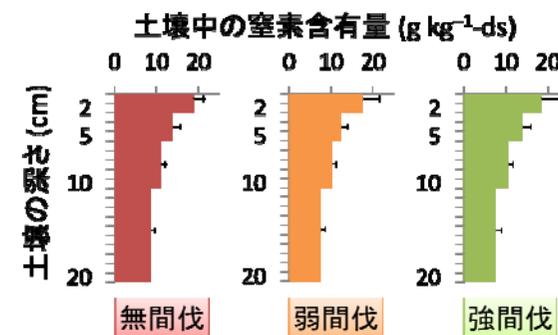


図1 各試験区における土壌中の窒素含有量鉛直分布

サブテーマ3

沿岸域における生態系機能と環境因子の連動関係の定量的評価に関する研究

谷津干潟等の沿岸域を対象に、野外調査や操作実験、室内実験を実施し、一次生産者の変化や侵入種による優占現象が干潟の生態系機能に及ぼす影響を検討する。

【底泥微生物群集構造】昨年度、底泥深度4-6 cmに、*Nitrospira* 門の細菌が多く存在していることが示された。*Nitrospira* 門には亜硝酸酸化活性を持つ細菌群である *Nitrospira* 属細菌が分類されている。しかし、本年度、シーケンス解析の結果、*Nitrospira* 門として分類された細菌群は *Nitrospira* 属細菌ではなく、*Magnetobacterium* 属細菌に近縁を持つ細菌群であることが判明した。当該細菌群は生育に適切な酸化還元電位環境へ移動する能力があり、底泥環境状態を表す指標生物としての可能性が示された。

3種のグリーントイド形成アオサ（アナアオサ、ミナミアオサ、リボンアオサ）の簡便かつ低コストな種判別手法の開発に成功した。これにより、谷津干潟におけるグリーントイドの主要な形成種は、侵入種ミナミアオサであることが判明した。種別の生物量の季節変化を明らかにし、グリーントイド通年発生地である谷津干潟では11月に最大値 1100 gFW m⁻²を、9月に最小値 8.8 gFW m⁻²を示した。昨年度対照地として選んだ三番瀬では大規模なグリーントイドの発生が見られず、最大でも7月に 58 gFW m⁻²で、在来種のアナアオサが優占していた。

谷津干潟における底質中の底生生物種数は夏期に最少となり、三番瀬よりも少なくなった。一方で堆積しているアオサ類の隙間に生息する種を含めると夏期でも両干潟に差は無く、最大となる冬期には谷津干潟で約2倍の種数が出現した。個体数も夏期で約3倍、冬期で約25倍にまで増加した。侵入種ミナミアオサが優占することで干潟の生態系機能のうち生息場供給機能について量的には正の効果を示すことが明らかとなった。

谷津干潟では侵入種ミナミアオサが優占しても夏期以外は底質の還元化が進行することはなく、グリーントイドが衰退する夏期にのみ底質の還元化が進行し、底質表層（地下5cm）の間隙水中DIN濃度が著しく上昇し、そのほとんどがNH₄-Nであった（図2）。また底質最表層5mmにおける剪断応力が著しく低下した。これらの結果から、夏期の底質には、急激に枯死したミナミアオサ由来の有機物が多く、それらが分解・無機化され、底質表層の還元的環境下でNH₄-Nとして存在していることが予想された。侵入種ミナミアオサが優占することで干潟の生態系機能のうち生物地球化学的機能および水文学的機能については、水中から窒素を干潟にトラップし、底質中に貯蔵させる効果があることが明らかになった。

これらの結果より、侵入種ミナミアオサによる優占現象であるグリーントイドが、干潟の生態系機能に及ぼす多面的な影響についてさらに研究を進めることが必要であることが示された。

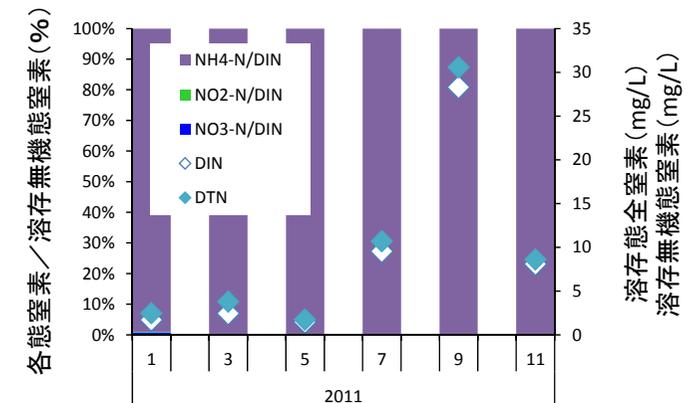


図2 谷津干潟における底質・5cm層間隙水中の栄養塩の挙動

プロジェクト2
「戦略的環境ア
セスメント技術
の開発と自然再
生の評価」

今年度、PJ2では、タイとカンボジアのダム貯水池や自然湖沼を対象に水、底泥、水生生物のサンプリングを3ヵ月毎に行い、生物生産や物質循環に関するデータを取得また分析した(サブ1)。また同じ水界からアオコを形成する有害藻類のrDNAを指標とした定量化を行った(サブ2)。さらにメコンで最大の漁獲量をもつ淡水魚の回遊生態を解明するために耳石解析を進めた(サブ3)。最後にベトナム沿岸域でのマングローブ再生に向けた現地調査、リモセン解析等を進展させた(サブ4)。

メコン流域での現地大学機関を対象に合同調査によるモニタリングを円滑に進めるための現地トレーニングを行った。対象となる大学はウボンラチャタニ大学(タイ)、バタンバン大学(カンボジア)、ラオス国立大学(ラオス)の3機関。これにより、現地の大学スタッフが中心となり、3ヵ月毎のダム貯水池、またトンレサップでのモニタリング(一次生産、水質、物質循環等)が可能となるなど、現地の科学技術水準の向上に寄与した。

GEO(地球観測グループ)の下に設けられた生物多様性観測ネットワーク(GEO BON)のアジアにおける陸水研究者が一堂に会する国際ワークショップが11月26-27日の期間、九州大学(福岡)で開催される。PJ2の成果の一部がタイのカウンターパートであるTuantong Jutagate 准教授(ウボンラチャタニ大学)により発表される予定。

以下、サブテーマごとに主な成果を記す。

サブテーマ1
生態系機能と
しての底泥の分
解活性評価

貯水池での底泥サ
ンプルの採取と分
析また一次生産の
モニタリング

タイのダム貯水池およびカンボジア・トンレサップ湖沿岸部から採取した底泥試料の酵素活性(セルロース分解酵素GLU、リン無機化酵素PA)を測定した。その結果、これらの酵素活性と底泥中の有機物量(強熱損量)の間に有意な正の相関が認められた。シリントーン貯水池など底泥中の全リン含量が低い底泥で

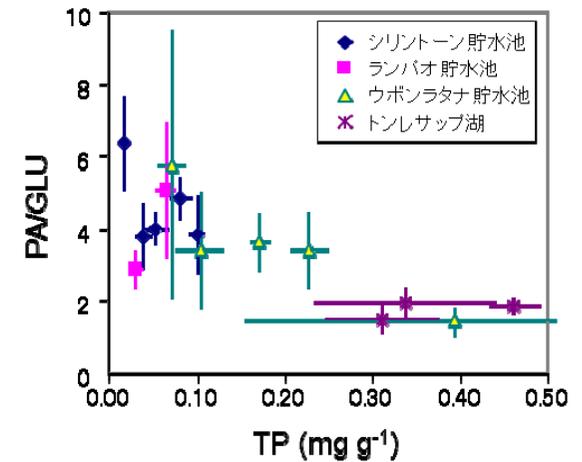


図1. 底泥中の酵素活性とリン含量との関係
(平均値±標準誤差:n=3)

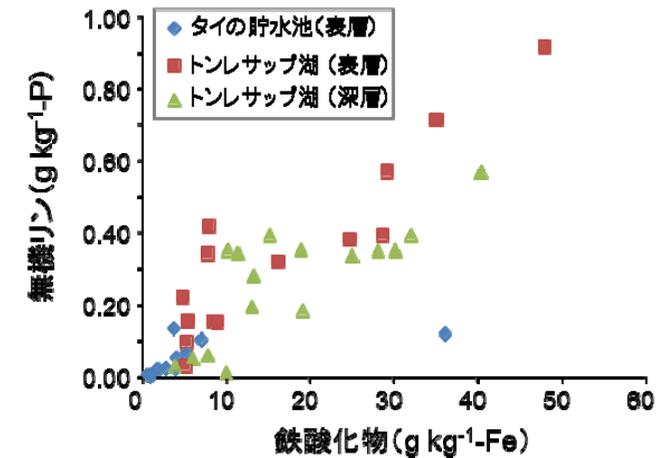


図2. 鉄酸化物量と無機リン含量との関係

<p>サブテーマ2 生態リスクとしての有害藻類の発生と予測</p>	<p>貯水池からの植物プランクトン採取と分析</p>	<p>は、PA 活性が GLU 活性より相対的に高くなる、すなわち PA/GLU 比が高くなる傾向があった (図 1)。これは、底泥でリンの蓄積が少ない湖沼ほど微生物により活発にリンが無機化され、リン循環における底泥の分解機能の寄与が大きくなることを示唆する。</p> <p>さらに同じ底泥試料から、鉄酸化物量を定量し、リン酸含量との関係を調べた。鉄酸化物は岩盤中の鉄を含む鉱物が風化を受け、溶けだし後に再度沈殿したものであり、湖内のリン循環、とりわけ吸着の場として重要な働きを持つ。解析の結果、鉄酸化物とリン酸含量とは地域により値が大きく異なること、また両者の間に高い正の相関が認められた (図 2)。これより、熱帯湖沼でもリン酸の保持に鉄酸化物の存在が重要であること、また起源は明らかでないがリンの負荷が進んでいる地域があることなどが示唆された。</p> <p>上記の貯水池および湖沼において一次生産速度の ^{13}C 法による測定も行った。晴天時、日中の一次生産速度はダム貯水池で $0.020\text{-}0.068\text{ gC m}^{-2}\text{ h}^{-1}$、またトンレサップでは $0.015\text{-}0.091\text{ gC m}^{-2}\text{ h}^{-1}$ と推定された。貯水池では水深 3 m 付近まで表層と同程度の一次生産能があった。トンレサップ湖では表層の一次生産能はきわめて高いものの、50 cm 以深から急激に低下した (図 3)。本湖は透明度が著しく低いことから、水中での光不足が一次生産を制限していると考えられた。</p> <p>タイの貯水池またトンレサップ湖の水サンプルから有害藻類である <i>Microcystis aeruginosa</i> rDNA 濃度の光量子到達深度ごとの測定を行った。その結果、タイのシリントーン貯水池からは本種は検出されず、ランパオ貯水池から $5 \times 10^3\text{ ml}^{-1}$、ウボンラタナ貯水池から検出限界前後の値が得られた。一方、トンレサップ湖からは表層で 10^4 ml^{-1} 以上の <i>M. aeruginosa</i> rDNA が検出されたが、光量子到達量の低下、すなわち水深とともに濃度は減少した。また本種が最も高濃度に検出されたトンレサップ湖下流地点の表層において優占した藍藻をクローン解析によって調べた結果、ほとんどが富栄養湖の表層に集積し毒素生産株も報告されている糸状藍藻である <i>Dolichospermum affine</i> に高い相同性を示した。</p>
---------------------------------------	----------------------------	---

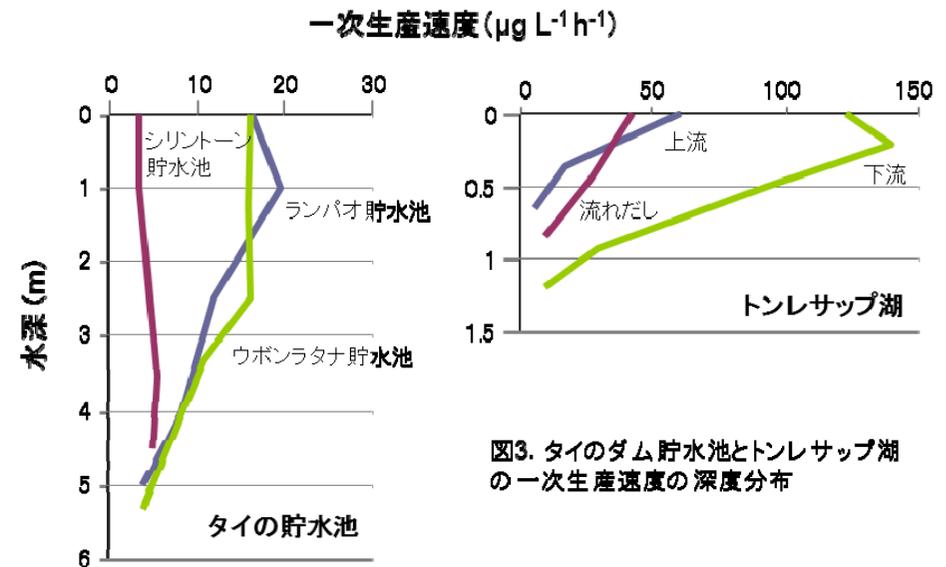


図3. タイのダム貯水池とトンレサップ湖の一次生産速度の深度分布

<p>サブテーマ3 生態系サービスとしての淡水魚の生態解明</p>	<p>耳石サンプルの分析と食物網解析のための筋肉組織採取</p>	<p>前年度にひきつづきメコン流域で採取した淡水魚の耳石の元素分析を行った。これまで注目していた <i>Henicorhynchus siamensis</i> の近縁種 <i>H. lobatus</i> の耳石分析を行い、以下の結果を得た。<i>H. lobatus</i> も <i>siamensis</i> と同程度の割合で河川から Sr を耳石表面に吸収していた。また同一地点で採取された2種の耳石内部の Sr と Ba の成長に伴うプロファイルは、種間でほとんど形状に差異が認められず、同一経路を回遊していることが示唆された。両種とも Sr と Ba の耳石内部での変動幅は大きく、流域を広く回遊しているものと考えられる。</p> <p>サブテーマ1-3の研究結果をもとに、メタ生態系の概念を用いてメコン川生態系を再現する数理モデルを構築中である。メコン川の上流から下流までを複数の生態系に分け、個々の生態系での物質循環を再現する。魚類等は各々の移動能力に従って生態系間を季節的に移動し、移動能力を持たない生物は、栄養塩やデトリタスとともに受動的に流下するというモデルである。</p>	
<p>サブテーマ4 自然再生と開発の適地選定</p>	<p>マングローブおよび沿岸生態系再生適地選定のための現地観測・実験</p>	<p>近年東南アジアで急増する放棄エビ養殖池を対象としたマングローブ植林の効率的な展開を目的とし、ベトナム最北のクアンニン (Quang Ninh) 省ドンズイ地域を対象として現地調査、衛星画像また GIS データの解析と整備を行った。現在、2008-2009年に植林されたマングローブについて、その生残率や成長量と立地環境との関係を解析中である。同じ条件で植林されたメヒルギ、ヤエヤマヒルギ、ヒルギダマシの3種は2012年現在明らかに比高の異なる分布を持ち、比高の低い地帯ほど樹高が高くなる傾向が認められた (図4)。</p>	<p>図4. マングローブ3種の比高別分布と樹高との関係</p>

1.5 今後の研究展望

[全体] PJ1は国内対象で物質循環、新規測定法と長期モニタリングに、PJ2は広域スケール対象で迅速・高感度な測定法や健全性評価に重点をおいている。この二つのPJを結ぶものは、共通的で重要な生態系機能パラメータの定量評価であると着想した。PJ1で開発した生態系機能等の新規測定法をPJ2での調査にいかに適切に導入するかが問題となった。すなわち、メコン河で採取したサンプルを適切に前処理・保存を施し、国内に運び込む方法を考案する必要性が認識された。

本年度は、上記の考え方を踏まえて、二つのPJ間の連携を加速するために、PGとして共通的で重要な生態系機能パラメータとして生物生産量を選定した。藻類一次生産速度測定については適切な前処理・保存法が考案された。結果、PJ1およびPJ2において、手法は異なるものの、藻類一次生産速度を測定できた。今後も、他の重要な生態系機能等の測定を両PJで実施するために、適切な前処理・保存法の開発を急ぐ。

今後、PG研究の中盤から後半にかけてモデル解析の重要性は増すと想定される。モデル解析は各PJ間の連携および各PJ内サブテーマ間の連携を図る上で重要アプローチの一つである。本年度、各PJにモデル解析の専門家、各1名の参画を実現した。来年度以降、モデル解析の進展を期す。

[PJ1] 生態系機能と環境因子の連動関係を定量的に評価する上で、生態系機能そのものの定量評価は不可欠であり、新たな測定手法や数値モデル等の開発、適用によって機能の定量化を図った。

今後の展開として、流域圏スケールでの窒素過剰問題等をターゲットとして、各サブテーマでの成果を反映した流域スケールでの物質循環モデルの構築とその適用によって、流入水域への流入負荷の削減、流域圏における物質循環の適正化を図る取組を検討している。

[PJ2] メコン流域のダム貯水池、トンレサップ湖でのモニタリングは環境省総合環境推進費の課題

(D-1202 代表 福島)と連携させ継続させる。これら大規模な水界での生物生産、物質循環、食物網構造などを明らかにし、ダム貯水池から得られる生態系サービス(主に養殖魚の漁業生産)がダム建設で失われる生態系サービス(野生魚の漁業生産、アオコによる被害など)とどのように釣り合うのか、合わないのかを評価する。またその評価手法を戦略アセスの手法として確立する。

ベトナム・ドンズイ地域では測量地点を拡大し、主要な植林対象マングローブ種について、生育範囲のデータを得る。今後、より多様性の高いマングローブ林を低コストで再生する手法の確立を目指す。できればマングローブ生態系の土壌・水質等の化学分析も行う。津波による甚大な被害を受けた東北沿岸域を対象に、主に底生生物に着目し、津波前後での生物多様性の変化を、津波を受けていない地域を比較対象地として評価する(いわゆる BACI デザイン)。

1.6 自己評価

PJ1サブテーマ2に代表されるように、新たな測定手法の開発と適用により実態把握として、生態系機能の定量評価や、生態系機能と環境因子の連動性におけるメカニズムの解明につながる知見が集積されつつある。一方で、これら知見を、人為由来の慢性的高負荷環境下での生態系機能の保全、改善にどのように結び付けていくのかという観点に立った実際の取組に関しては、時間的、予算的制約もあり十分に行うことが出来なかった。

運営交付金、所内公募型研究費、外部資金を適材適所にうまい具合に配分しつつ、計画通りの研究を実行できた。現地関係機関との連携もうまく取れている。ただベトナムではマングローブ試験植林の権利を得たはずのエビ池が違法植林されてしまい、多くの時間を失ったが、他の植林候補地が定まりデータが取れ始めたのでまずは安堵している。今年度の研究業績はかなり限られており、今後に向けての大きな課題である。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
5	12	4	29	1	0

(4) 研究分野業績リスト

1. 誌上発表 (査読あり)

(当該分野の研究活動)

- 1) Arai H., Fukushima T., Komatsu K. (2012) Increase in silicon concentrations and release from suspended solids and bottom sediments in Lake Kasumigaura, Japan. *Limnology*, 13(1), 81-95
- 2) Demura M., Kawachi M., Koshikawa H., Nakayama T., Mayuzumi Y. (2012) Succession of genetic diversity of *Botryococcus braunii* (Trebouxiophyceae) in two Japanese reservoirs. *Procedia Environmental Sciences*, 15, 3-11
- 3) Fujitani Y., Saitoh K., Fushimi A., Takahashi K., Hasegawa S., Tanabe K., Kobayashi S., Furuyama A., Hirano S., Takami A. (2012) Effect of isothermal dilution on emission factors of organic carbon and n-alkanes in the particle and gas phases of diesel exhaust. *Atmospheric Environment*, 59, 389-397
- 4) Fushimi A., Hashimoto S., Ieda T., Ochiai N., Takazawa Y., Fujitani Y., Tanabe K. (2012) Thermal desorption-comprehensive two-dimensional gas chromatography coupled with tandem mass spectrometry for trace determination of polycyclic aromatic hydrocarbons and their derivatives. *Journal of Chromatography A*, 1252, 164-170
- 5) Hatamoto M., Nagai H., Sato S., Takahashi M., Kawakami S., Choeisai P.K., Syutsubo K., Ohashi A., Yamaguchi T. (2012) Rubber and methane recovery from deproteinized natural rubber wastewater by coagulation pre-treatment and anaerobic treatment. *International Journal of Environmental Research*, 6 (3), 577-584
- 6) He B., Oki K., Yi W., Oki T., Yamashiki Y., Takara K., Miura S., Imai A., Komatsu K., Kawasaki N. (2012): Stream nutrient characteristic analysis and water quality load estimation with the aid of Quick Bird remote sensing imagery. *Hydrological Sciences Journal* 57(5), 850-860
- 7) Inaba K., Noro J., Naganawa H. (2012) Effects of substituents in β -diketones and their tris-iron(III) complexes on partitioning between various micellar phases and the bulk aqueous phase. *Analytical Sciences*, 28 (6), 577-581
- 8) Inomata Y., Kajino M., Sato K., Ohara T., Kurokawa J., Ueda H., Tang N., Hayakawa K., Ohizumi T., Akimoto H. (2012) Emission and Atmospheric Transport of Particulate PAHs in Northeast Asia, *Environmental Science & Technology*, 46, 4941-4949
- 9) Itahashi S., Uno I., Yumimoto K., Irie H., Osada K., Ogata K., Fukushima H., Wang Z., Ohara T. (2012) Up/Down trend in the MODIS Aerosol Optical Depth and its relationship to the Sulfur Dioxide Emission Changes in China during 2000 and 2010, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12, 2631-2640
- 10) Jiang R., Li Y., Wang Q-X., Kuramochi K., Hayakawa A., Woli K.P., Hatano R. (2011) Modeling the Water Balance Processes for Understanding the Components of River Discharge in a Non-conservative Watershed. *Transactions of the ASABE*, 54 (6), 2171-2180
- 11) Kanda I., Yamao Y., Ohara T., Uehara K. (2012) An Urban Atmospheric Diffusion Model for Traffic-Related Emission Based on Mass-Conservation and Advection-Diffusion Equations, *Environmental Model Assessment* (in press)
- 12) Kanda I., Yamao Y., Uehara K., Ohara T. (2011) A wind-tunnel study on diffusion from urban major roads, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 99, 1227-1242
- 13) Kondo Y., Rama K., Takegawa N., Sahu L., Morino Y., Liu X., Ohara T. (2012) Reduction of black carbon aerosols in Tokyo: Comparison of real-time observations with emission

- estimates, *Atmospheric Environment*, 54, 242-249
- 14) Kuribayashi M., Ohara T., Morino Y., Uno I., Kurokawa J., Hara H. (2012) Long-term trends of sulfur deposition in East Asia during 1981-2005, *Atmospheric Environment*, 59, 461-475
 - 15) Kuribayashi M., Ohara T., Shimizu A. (2011) Temporal variation and vertical structure of the marine atmospheric mixed layer over the East China Sea from mie-scattering Lidar Data. *Science Online Letters on the Atmosphere*, 7, 189-192
 - 16) Li J., Wang Z., Wang X., Yamaji K., Takigawa M., Kanaya Y., Pochanart P., Liu Y., Irie H., Tanimoto H. et al. (2011) Impacts of aerosols on summertime tropospheric photolysis frequencies and photochemistry over Central Eastern China. *Atmospheric Environment*, 45 (10), 1817-1829
 - 17) Li M.M., Liu A.T., Zou C.J., Xu W.D., Shimizu H., Wang K.Y. (2012) An overview of the "Three-North" Shelterbelt project in China. *Forestry Studies in China*, 14 (1), 70-79
 - 18) Liu A.T., Zou C.J., Zhang. C., Zheng. Y.R., Shimizu H., Xu W.D. (2011) Intraspecific diversity: adaptive differentiation of *Picea mongolia* W. D. Xu ecotypes. *Forestry Studies in China*, 13 (3), 189-197
 - 19) Liu C., Wang Q-X., Yang Y-H., Wang K-L., Ouyang Z., Li Y., Lei A-L., Yasunari T. (2011) Recent trends of nitrogen flow of typical agro-ecosystems in China -major problems and potential solutions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(5), 1046-1053
 - 20) Liu R., Li Y., Wang Q-X. (2011) Variations in water and CO₂ fluxes over a saline desert in western China. *Hydrological Processes*, 26 (4), 513-522
 - 21) Luo Q., Wang K-L., Wang Q-X. (2011) Using SWAT to simulate runoff under different land use scenarios in Xiangjiang River Basin. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 19 (6), 1431-1436 <In Chinese>
 - 22) Morino Y., Ohara T., Nishizawa M. (2011) Atmospheric behavior, deposition, and budget of radioactive materials from the Fukushima Daiichi nuclear power plant in March 2011. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 38
 - 23) Nakao S., Clark C., Tang P., Sato K., Cocker D. III (2011) Secondary organic aerosol formation from phenolic compounds in the absence of NO_x. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11 (20), 10649-10660
 - 24) Nakano T., Nasuda J., Agata Y., Yurimoto, T., Maeno Y., Nakamura Y., Yamada F., Tamaki A. (2012) Life history and population dynamics of the surf clam *Macra veneriformis* on an estuarine sandflat in western Kyushu, Japan. *Molluscan Res.*, 32(3), 159-176
 - 25) Nakatani A., Kondo S., Hayashida S., Nagashima T., Sudo K., Liu X., Chance K., Hirota I. (2012) Enhanced mid-latitude tropospheric column ozone over East Asia: coupled effects of stratospheric ozone intrusion and anthropogenic sources. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 90 (2), 207-222
 - 26) Nakayama T., Sato K., Matsumi Y., Imamura T., Yamasaki A., Uchiyama A. (2012) Wavelength dependence of refractive index of secondary organic aerosols generated in the ozonolysis and photooxidation of α -pinene. *SOLA*, in press
 - 27) Nawahda A., Yamashita K., Ohara T., Kurokawa J., Yamaji K. (2012) Evaluation of Premature Mortality Caused by Exposure to PM_{2.5} and Ozone in East Asia: 2000, 2005, 2020, Water, Air, & Soil Pollution, 223, 6, 3445-3459
 - 28) Sato K., Takami A., Kato Y., Seta T., Fujitani Y., Hikida T., Shimono A., Imamura T. (2012) AMS and LC/MS analyses of SOA from the photooxidation of benzene and 1,3,5-trimethylbenzene in the presence of NO_x: effects of chemical structure on SOA aging. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12 (10), 4667-4682
 - 29) Shimotori K., Watanabe K., Hama T. (2012) Fluorescence characteristics of humic-like

- fluorescent dissolved organic matter produced by various taxa of marine bacteria. *Aquatic Microbial Ecology*, 65 (3), 249-260
- 30) Shinohara R., Imai A., Kawasaki N., Komatsu K., Kohzu A., Miura S., Sano T., Satou T., Tomioka N. (2012) Biogenic Phosphorus Compounds in Sediment and Suspended Particles in a Shallow Eutrophic Lake: A ^{31}P Nuclear Magnetic Resonance (^{31}P NMR) Study. *Environmental Science & Technology*, 46 (19), 10572-10578
- 31) Tanikawa D., Yamashita T., Hatamoto M., Fukuda M., Takahashi M., Syutsubo K., Choeisai P.K., Yamaguchi T. (2012) Development of an Appropriate Treatment Process for Wastewater from a Natural Rubber Processing Factory. *Transactions on GIGAKU*, 1, 01010/1-8
- 32) Terrel M.M., Fukushima T., Matsushita B., Yoshimura K., Imai A. (2012) Long-term light environment variability in Lake Biwa and Lake Kasumigaura, Japan: Modeling approach. *Limnology*, 13, 237-252
- 33) Verma R.L., Kondo Y., Oshima N., Matsui H., Kita K., Sahu L.K., Kato S., Kajii Y., Takami A., Miyakawa T. (2011) Seasonal variations of the transport of black carbon and carbon monoxide from the Asian continent to the western Pacific in the boundary layer. *Journal of Geophysical Research*, 116
- 34) Wang Q-X., Xiao Q., Liu C., Wang K-L., Ye M., Lei A-L., Song X-F., Kohata K. (2011) Effect of reforestation on nitrogen and phosphorus dynamics in the catchment ecosystems of subtropical China: the example of the Hanjiang River basin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(5), 1119-1129
- 35) Watanabe M., Komatsu N., Kitamura T., Ishii Y., Park H-D., Miyata R., Noda N., Sekiguchi Y., Satou T., Watanabe M., Yamamura S., Imai A., Hayashi S. (2012) Ecological niche separation in the *Polynucleobacter* subclusters linked to quality of dissolved organic matter: a demonstration using a high sensitivity cultivation-based approach. *Environmental Microbiology*, 14 (9), 2511-2525
- 36) Wu T-H., Wang Q-X., Zhao L., Batkhisig O., Watanabe M. (2011) Observed trends in surface freezing/thawing index over the period 1987-2005 in Mongolia. *Cold Regions Science and Technology*, 69 (1), 105-111
- 37) Xing J.-H., Ono M., Kuroda A., Obi K., Sato K., Imamura T. (2012) Kinetic study of the daytime atmospheric fate of (Z)-3-hexenal. *Journal of Physical Chemistry A*, in press
- 38) Yoshimura K., Zaitzu N., Sekimura Y., Matsushita B., Fukushima T., Imai A. (2012) Parameterization of chlorophyll a-specific absorption coefficients and effects of their variations in a highly eutrophic lake: a case study at Lake Kasumigaura, Japan. *Hydrobiologia*, 691 (1), 157-169
- 39) 相原敬次, 越地正, 谷脇徹, 山根正伸, 武田麻由子, 田淵尚一, 清水英幸 (2012) 丹沢山地におけるブナ樹液流計測による蒸散と環境要因に関する検討. 神奈川県自然環境保全センター報告, 9, 61-72
- 40) 伊藤祥子, 笹川裕史, 相原敬次, 清水英幸 (2012) 神奈川県丹沢産ブナ苗に与えるオゾン曝露と水欠乏の複合影響の実験的解析. 神奈川県自然環境保全センター報告, 9, 23-32
- 41) 鶴野伊津志, 板橋秀一, 山地一代, 高見昭憲, 長田和雄, 横内陽子, 清水厚, 兼保直樹, 梶井克純, 加藤俊吾, 古谷浩志, 植松光夫 (2012) 2008年 W-PASS 沖縄辺戸岬集中観測時の越境大気汚染の数値シミュレーションによる解析. 大気環境学会誌, 47 (5), 195-204
- 42) 小川佳美, 兼保直樹, 佐藤圭, 高見昭憲, 林政彦, 原圭一郎, 畠山史郎 (2012) 長距離輸送された多環芳香族炭化水素と n-アルカン-2009年春および秋季の沖縄辺戸岬, 福江島, 福岡での測定から. 大気環境学会誌, 47 (1), 18-25
- 43) 小口正弘, 大迫政浩, 滝上英孝, 東博紀, 遠藤和人, 水谷千亜紀 (2012) 津波堆積物の化学性状把握に向けた土地利用・施設立地情報の活用. 廃棄物資源循環学会誌, 23 (1), 60-71
- 44) 金谷弦, 鈴木孝男, 牧秀明, 中村泰男, 宮島祐一, 菊地永祐 (2012) 2011年巨大津波が

- 宮城県蒲生潟の地形、植生および底生動物相に及ぼした影響. 日本ベントス学会誌 (印刷中)
- 45) 兼保直樹, 高見昭憲, 佐藤圭, 畠山史郎, 林政彦, 原圭一郎, 河本和明, 山本重一 (2011) 九州北部の離島および大都市部におけるPM2.5濃度の通年での挙動. 大気環境学会誌, 46 (2), 111-118
- 46) 木村匡, 下池和幸, 鈴木豪, 仲与志勇, 塩入淳生, 田端敦, 田端裕二, 藤田喜久, 山野博哉, 浪崎直子 他 (2011) 久米島ナンハナリ沖で発見された中深度の大規模ヤセミドリイシ群集. 日本サンゴ礁学会誌, 13, 43-45
- 47) 清本容子, 長谷川徹, 五味泰史, 佐々木宏明, 西内耕, 岡村和磨, 越川海, 東博紀, 秋山秀樹, 中田英昭 (2012) 東シナ海北部大陸棚域における長江希釈水中の栄養塩環境の変遷 - 長江からの栄養塩負荷変動と植物プランクトン生態系の関連 -. 海と空, 20120516, (印刷中)
- 48) 高津文人, 渡邊未来, 林誠二, 今井章雄, 中島泰弘, 尾坂兼一, 三浦真吾 (2012) 筑波山周辺の渓流水中の硝酸イオンの酸素・窒素安定同位体比による硝酸イオンの生成・混合・消費プロセスの解析. 陸水学雑誌, 73 (1), 1-16
- 49) 重富陽介, 弓場彬江, 定永靖宗, 高見昭憲, 畠山史郎, 加藤俊吾, 梶井克純, 竹中規訓, 板東博 (2012) 沖縄辺戸岬での長期連続観測による越境大気汚染物質の経年変動. 大気環境学会誌, 47 (1), 45-50
- 50) 中村泰男, 金谷弦, 牧秀明, 小泉知義 (2012) 大井人工干潟 (京浜運河・東京湾) 周辺の環境変動と二枚貝の生残: 特に溶存酸素濃度と底泥硫化物に着目して. 水環境学会誌, 35 (8), 127-134
- 51) 原由香里, 鶴野伊津志, 清水厚, 杉本伸夫, 松井一郎, 大原利眞, Wang Z., Yoon S. (2012) 東アジアにおける人為起源エアロゾルによる光学的厚さの近年のトレンドの解析. 天気, 59, 701-707
- 52) 東博紀, 小口正弘, 遠藤和人, 水谷千亜紀 (2012) 津波氾濫解析を応用した津波堆積物の化学物質汚染の空間分布早期推定に関する考察. 土木学会論文集 B1(水工学), 68 (4), I_1519-I_1524
- 53) 東博紀, 越川海, 村上正吾, 木幡邦男 (2011) 長期シミュレーションによる1990年代の伊勢湾のアサリ資源量変動に関する考察. 土木学会論文集 B2(海岸工学), 67 (2), I_1046-I_1050
- 54) 東博紀, 牧秀明 (2012) 東京湾における貧酸素水塊と鉛直混合強度に関する現地観測. 土木学会論文集 B2(海岸工学), 68 (印刷中)
- 55) 藤谷雄二, 佐藤圭, 古山昭子, 伊藤智彦, 伏見暁洋, 田邊潔, 平野史郎, 今村隆史, 高見昭憲 (2012) 二次有機エアロゾルの毒性評価を目指した小規模チャンバーによる粒子発生法の検討. エアロゾル研究, 27 (印刷中)
- 56) 牧秀明, 木幡邦男, 内山裕夫, 渡辺正孝, 濱田誠一 (2011) 海洋流出油のバイオレメディエーション小規模現場試験, 環境バイオテクノロジー学会誌・総説 (特集) 11 (1・2), 3-15
- 57) 松中哲也, 西村弥亜, 村上哲生, 井筒康裕, 奈良郁子, 渡邊隆広, 今井章雄, Zhu Liping (2012) チベット高原・プマユムツォ湖の水温躍層(20-25m)以深における一次生産の規模とその維持機構に関する検討. 陸水学雑誌 (印刷中)
- 58) 間山憲仁, 後藤栄太, 三浦祐哉, 大石乾詞, 坂本哲夫, 高見昭憲, 畠山史郎, 坂東博, 村野健太郎, 藤井正明 (2012) 高分解能飛行時間型二次イオン質量分析法を用いた微粒子粒別起源解析法の開発. Journal of the Vacuum Society of Japan プロシーディングス, 55 (3), 105-107
- 59) 弓場彬江, 定永靖宗, 高見昭憲, 清水厚, 松井一郎, 杉本伸夫, 畠山史郎, 竹中規訓, 坂東博 (2012) 清浄地域におけるガス状硝酸の日内変動要因解析. 大気環境学会誌, 47 (1), 26-32
- 60) 吉野彩子, 中山寛康, 小川佳美, 佐藤圭, 高見昭憲, 畠山史郎 (2011) 2010年沖縄県辺戸岬における東アジアに由来する多環芳香族炭化水素類の長距離輸送. エアロゾル研究, 26 (4), 307-314
- 61) 王勤学 (2012) 長江流域圏からの降水・窒素負荷流出のシミュレーション. 水環境学会誌, 35 (2), 59-64

(研究プログラム)

東アジア広域環境研究プログラム

- 1) Demura M., Kawachi M., Koshikawa H., Nakayama T., Mayuzumi Y. (2012) Succession of genetic diversity of *Botryococcus braunii* (Trebouxiophyceae) in two Japanese reservoirs. *Procedia Environmental Sciences*, 15, 3-11
- 2) Fujitani Y., Saitoh K., Fushimi A., Takahashi K., Hasegawa S., Tanabe K., Kobayashi S., Furuyama A., Hirano S., Takami A. (2012) Effect of isothermal dilution on emission factors of organic carbon and n-alkanes in the particle and gas phases of diesel exhaust. *Atmospheric Environment*, 59, 389-397
- 3) Goto D., Kanazawa S., Nakajima T., Takemura T. (201) Evaluation of a relationship between aerosols and surface downward shortwave flux through an integrative analysis of modeling and observation, *Atmos. Environ.*, 49, 294-301
- 4) Inomata Y., Kajino M., Sato K., Ohara T., Kurokawa J., Ueda H., Tang N., Hayakawa K., Ohizumi T., Akimoto H. (2012) Emission and Atmospheric Transport of Particulate PAHs in Northeast Asia, *Environmental Science & Technology*, 46, 4941-4949
- 5) Itahashi S., Uno I., Yumimoto K., Irie H., Osada K., Ogata K., Fukushima H., Wang Z., Ohara T. (2012) Up/Down trend in the MODIS Aerosol Optical Depth and its relationship to the Sulfur Dioxide Emission Changes in China during 2000 and 2010, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12, 2631-2640
- 6) Jiang R., Li Y., Wang Q-X., Kuramochi K., Hayakawa A., Woli K.P., Hatano R. (2011) Modeling the Water Balance Processes for Understanding the Components of River Discharge in a Non-conservative Watershed. *Transactions of the ASABE*, 54 (6), 2171-2180
- 7) Kaskaoutis D. G., Gautam R., Singh R. P., Houssos E. E., Goto D., Singh S. N., Bartzokas A., Kosmopoulos P. G., Sharma M., Hsu N. C., Holben B. N., Takemura T. (2012) Influence of anomalous dry conditions on aerosols over India: Transport, distribution and properties. *J. Geophys. Res.*, 117, D09106, doi:10.1029/2011JD017314.
- 8) Kondo Y., Rama K., Takegawa N., Sahu L., Morino Y., Liu X., Ohara T. (2012) Reduction of black carbon aerosols in Tokyo: Comparison of real-time observations with emission estimates, *Atmospheric Environment*, 54, 242-249
- 9) Kuribayashi M., Ohara T., Morino Y., Uno I., Kurokawa J., Hara H. (2012) Long-term trends of sulfur deposition in East Asia during 1981-2005, *Atmospheric Environment*, 59, 461-475
- 10) Kuribayashi M., Ohara T., Shimizu A. (2011) Temporal variation and vertical structure of the marine atmospheric mixed layer over the East China Sea from mie-scattering Lidar Data. *Science Online Letters on the Atmosphere*, 7, 189-192
- 11) Li M.M., Liu A.T., Zou C.J., Xu W.D., Shimizu H., Wang K.Y. (2012) An overview of the "Three-North" Shelterbelt project in China. *Forestry Studies in China*, 14 (1), 70-79
- 12) Liu A.T., Zou C.J., Zhang. C., Zheng. Y.R., Shimizu H., Xu W.D. (2011) Intraspecific diversity: adaptive differentiation of *Picea mongolica* W. D. Xu ecotypes. *Forestry Studies in China*, 13 (3), 189-197
- 13) Liu C., Wang Q-X., Yang Y-H., Wang K-L., Ouyang Z., Li Y., Lei A-L., Yasunari T. (2011) Recent trends of nitrogen flow of typical agro-ecosystems in China -major problems and potential solutions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(5), 1046-1053
- 14) Liu R., Li Y., Wang Q-X. (2011) Variations in water and CO2 fluxes over a saline desert in western China. *Hydrological Processes*, 26 (4), 513-522
- 15) Luo Q., Wang K-L., Wang Q-X. (2011) Using SWAT to simulate runoff under different land

- use scenarios in Xiangjiang River Basin. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 19 (6), 1431-1436 <In Chinese>
- 16) Nakao S., Clark C., Tang P., Sato K., Cocker D. III (2011) Secondary organic aerosol formation from phenolic compounds in the absence of NO_x. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11 (20), 10649-10660
 - 17) Nakatani A., Kondo S., Hayashida S., Nagashima T., Sudo K., Liu X., Chance K., Hirota I. (2012) Enhanced mid-latitude tropospheric column ozone over East Asia: coupled effects of stratospheric ozone intrusion and anthropogenic sources. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 90 (2), 207-222
 - 18) Nakayama T., Sato K., Matsumi Y., Imamura T., Yamasaki A., Uchiyama A. (2012) Wavelength dependence of refractive index of secondary organic aerosols generated in the ozonolysis and photooxidation of α -pinene. SOLA, in press
 - 19) Nawahda A., Yamashita K., Ohara T., Kurokawa J., Yamaji K. (2012) Evaluation of Premature Mortality Caused by Exposure to PM_{2.5} and Ozone in East Asia: 2000, 2005, 2020, *Water, Air, & Soil Pollution*, 223, 6, 3445-3459
 - 20) Nishikawa M., Matsui I., Batdorj D., Jugder D., Mori I., Shimizu A., Sugimoto N., Takahashi K. (2011) Chemical composition of urban airborne particulate matter in Ulaanbaatar. *Atmospheric Environment*, 45 (32), 5710-5715
 - 21) Sato K., Takami A., Kato Y., Seta T., Fujitani Y., Hikida T., Shimono A., Imamura T. (2012) AMS and LC/MS analyses of SOA from the photooxidation of benzene and 1,3,5-trimethylbenzene in the presence of NO_x: effects of chemical structure on SOA aging. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12 (10), 4667-4682
 - 22) Uchino O., Kikuchi N., Sakai T., Morino I., Yoshida Y., Shimizu A., Kikuchi N., Oshchepkov S., Bril A., Yokota T. et al. (2012) Influence of aerosols and thin cirrus clouds on the GOSAT-observed CO₂: a case study over Tsukuba. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12 (1), 3393-3404
 - 23) Ueda K., Shimizu A., Nitta H., Inoue K. (2012) Long-range transported Asian Dust and emergency ambulance dispatches. *Inhalation Toxicology*, 24 (12), 858-867
 - 24) Verma R.L., Kondo Y., Oshima N., Matsui H., Kita K., Sahu L.K., Kato S., Kajii Y., Takami A., Miyakawa T. (2011) Seasonal variations of the transport of black carbon and carbon monoxide from the Asian continent to the western Pacific in the boundary layer. *Journal of Geophysical Research*, 116, D21307, doi:10.1029/2011JD015830
 - 25) Wang Q-X., Xiao Q., Liu C., Wang K-L., Ye M., Lei A-L., Song X-F., Kohata K. (2011) Effect of reforestation on nitrogen and phosphorus dynamics in the catchment ecosystems of subtropical China: the example of the Hanjiang River basin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(5), 1119-1129
 - 26) Wu T-H., Wang Q-X., Zhao L., Batkhisig O., Watanabe M. (2011) Observed trends in surface freezing/thawing index over the period 1987-2005 in Mongolia. *Cold Regions Science and Technology*, 69 (1), 105-111
 - 27) Xing J.-H., Ono M., Kuroda A., Obi K., Sato K., Imamura T. (2012) Kinetic study of the daytime atmospheric fate of (Z)-3-hexenal. *Journal of Physical Chemistry A*, in press
 - 28) 相原敬次, 越地正, 谷脇徹, 山根正伸, 武田麻由子, 田渕尚一, 清水英幸 (2012) 丹沢山地におけるブナ樹液流計測による蒸散と環境要因に関する検討. 神奈川県自然環境保全センター報告, 9, 61-72
 - 29) 伊藤祥子, 笹川裕史, 相原敬次, 清水英幸 (2011) 神奈川県丹沢産ブナ苗に与えるオゾン曝露と水欠乏の複合影響の実験的解析. 神奈川県自然環境保全センター報告, 9, 23-32
 - 30) 鶴野伊津志, 板橋秀一, 山地一代, 高見昭憲, 長田和雄, 横内陽子, 清水厚, 兼保直樹, 梶井克純, 加藤俊吾, 古谷浩志, 植松光夫 (2012) 2008年 W-PASS 沖縄辺戸岬集中観測時の越境大

- 気汚染の数値シミュレーションによる解析. 大気環境学会誌, 47 (5), 195-204
- 31) 大場真, 藤田壮, 水落元之 (2011) 大場真, 藤田壮, 水落元之 森林物質循環モデル(BGC-ES)による森林生態系・炭素循環サービスの定量評価. 環境情報科学論文集, 25, 257-262
 - 32) 小川佳美, 兼保直樹, 佐藤圭, 高見昭憲, 林政彦, 原圭一郎, 畠山史郎 (2012) 長距離輸送された多環芳香族炭化水素とn-アルカン-2009年春季および秋季の沖縄辺戸岬, 福江島, 福岡での測定から-. 大気環境学会誌, 47 (1), 18-25
 - 33) 小口正弘, 大迫政浩, 滝上英孝, 東博紀, 遠藤和人, 水谷千亜紀 (2012) 津波堆積物の化学性状把握に向けた土地利用・施設立地情報の活用. 廃棄物資源循環学会誌, 23 (1), 60-71
 - 34) 金谷弦, 鈴木孝男, 牧秀明, 中村泰男, 宮島祐一, 菊地永祐 (2012) 2011年巨大津波が宮城県蒲生潟の地形、植生および底生動物相に及ぼした影響. 日本ベントス学会誌 (印刷中)
 - 35) 兼保直樹, 高見昭憲, 佐藤圭, 畠山史郎, 林政彦, 原圭一郎, 河本和明, 山本重一 (2011) 九州北部の離島および大都市部におけるPM_{2.5}濃度の通年での挙動. 大気環境学会誌, 46 (2), 111-118
 - 36) 清本容子, 長谷川徹, 五味泰史, 佐々木宏明, 西内耕, 岡村和磨, 越川海, 東博紀, 秋山秀樹, 中田英昭 (2012) 東シナ海北部大陸棚域における長江希釈水中の栄養塩環境の変遷 -長江からの栄養塩負荷変動と植物プランクトン生態系の関連-. 海と空, 20120516 (印刷中)
 - 37) 小林伸治, 近藤美則, 伏見暁洋, 藤谷雄二, 齊藤勝美, 高見昭憲, 田邊潔 (2012) 直噴ガソリン車の粒子状物質排出特性. 自動車技術会論文集, 43 (5), 1009-1014
 - 38) 重富陽介, 弓場彬江, 定永靖宗, 高見昭憲, 畠山史郎, 加藤俊吾, 梶井克純, 竹中規訓, 坂東博 (2012) 沖縄辺戸岬での長期連続観測による越境大気汚染物質の経年変動. 大気環境学会誌, 47 (1), 45-50
 - 39) 中村泰男, 金谷弦, 牧秀明, 小泉知義 (2012) 大井人工干潟 (京浜運河・東京湾) 周辺の環境変動と二枚貝の生残: 特に溶存酸素濃度と底泥硫化物に着目して. 水環境学会誌, 35 (8), 127-134
 - 40) 原由香里, 鶴野伊津志, 清水厚, 杉本伸夫, 松井一郎, 大原利眞, Wang Z., Yoon S. (2012) 東アジアにおける人為起源エアロゾルによる光学的厚さの近年のトレンドの解析、天気、59, 701-707
 - 41) 東博紀, 小口正弘, 遠藤和人, 水谷千亜紀 (2012) 津波氾濫解析を応用した津波堆積物の化学物質汚染の空間分布早期推定に関する考察. 土木学会論文集 B1(水工学), 68 (4), I_1519-I_1524
 - 42) 東博紀, 牧秀明 (2012) 東京湾における貧酸素水塊と鉛直混合強度に関する現地観測. 土木学会論文集 B2(海岸工学), 68 (印刷中)
 - 43) 藤谷雄二, 佐藤圭, 古山昭子, 伊藤智彦, 伏見暁洋, 田邊潔, 平野史郎, 今村隆史, 高見昭憲 (2012) 二次有機エアロゾルの毒性評価を目指した小規模チャンバーによる粒子発生法の検討. エアロゾル研究, 27 (印刷中)
 - 44) 牧秀明, 木幡邦男, 内山裕夫, 渡辺正孝, 濱田誠一 (2011) 海洋流出油のバイオレメディエーション小規模現場試験, 環境バイオテクノロジー学会誌・総説 (特集) 11 (1・2), 3-15
 - 45) 間山憲仁, 後藤栄太, 三浦祐哉, 大石乾詞, 坂本哲夫, 高見昭憲, 畠山史郎, 坂東博, 村野健太郎, 藤井正明 (2012) 高分解能飛行時間型二次イオン質量分析法を用いた微粒子粒別起源解析法の開発. Journal of the Vacuum Society of Japan プロシーディングス, 55 (3), 105-107
 - 46) 弓場彬江, 定永靖宗, 高見昭憲, 清水厚, 松井一郎, 杉本伸夫, 畠山史郎, 竹中規訓, 坂東博 (2012) 清浄地域におけるガス状硝酸の日内変動要因解析. 大気環境学会誌, 47 (1), 26-32
 - 47) 吉野彩子, 中山寛康, 小川佳美, 佐藤圭, 高見昭憲, 畠山史郎 (2011) 2010年沖縄県辺戸岬における東アジアに由来する多環芳香族炭化水素類の長距離輸送. エアロゾル研究, 26 (4), 307-314
 - 48) 劉晨, 王勤学 (2010) 中国農村地域における窒素フローの変動および水環境への影響評価. 環境科学会誌, 23 (4), 259-267

- 49) 王勤学 (2012) 長江流域圏からの降水・窒素負荷流出のシミュレーション. 水環境学会誌, 35 (2), 59-64

流域圏生態系研究プログラム

- 1) Arai H., Fukushima T., Komatsu K. (2012) Increase in silicon concentrations and release from suspended solids and bottom sediments in Lake Kasumigaura, Japan. *Limnology*, 13(1), 81-95
- 2) He B., Oki K., Yi W., Oki T., Yamashiki Y., Takara K., Miura S., Imai A., Komatsu K., Kawasaki N. (2012): Stream nutrient characteristic analysis and water quality load estimation with the aid of Quick Bird remote sensing imagery. *Hydrological Sciences Journal* 57(5), 850-860
- 3) Shimotori K., Watanabe K., Hama T. (2012) Fluorescence characteristics of humic-like fluorescent dissolved organic matter produced by various taxa of marine bacteria. *Aquatic Microbial Ecology*, 65 (3), 249-260
- 4) Shinohara R., Imai A., Kawasaki N., Komatsu K., Kohzu A., Miura S., Sano T., Satou T., Tomioka N. (2012) Biogenic Phosphorus Compounds in Sediment and Suspended Particles in a Shallow Eutrophic Lake: A ³¹P-Nuclear Magnetic Resonance (³¹P NMR) Study. *Environmental Science & Technology*, 46 (19), 10572-10578
- 5) Terrel M.M., Fukushima T., Matsushita B., Yoshimura K., Imai A. (2012) Long-term light environment variability in Lake Biwa and Lake Kasumigaura, Japan: Modeling approach. *Limnology*, 13, 237-252.
- 6) Yamada K., Kumagai N.H. (2012) Importance of seagrass vegetation for habitat partitioning between closely related species, mobile macrofauna *Neomysis* (Misidacea). *Hydrobiologia*, 680 (1), 125-133
- 7) Watanabe K., Komatsu N., Kitamura T., Ishii Y., Park H.D., Miyata R., Noda N., Sekiguchi Y., Satou T., Mirai Watanabe, Yamamura S., Imai A., Hayashi S. (2012): Ecological niche separation in the *Polynucleobacter* subclusters linked to quality of dissolved organic matter: a demonstration using a high sensitivity cultivation-based approach. *Environmental Microbiology* 14(9), 2511-2525
- 8) Yoshimura K., Zaitzu N., Sekimura Y., Matsushita B., Fukushima T., Imai A. (2012) Parameterization of chlorophyll a-specific absorption coefficients and effects of their variations in a highly eutrophic lake: a case study at Lake Kasumigaura, Japan. *Hydrobiologia*, 691 (1), 157-169
- 9) 金谷弦, 鈴木孝男, 牧秀明, 中村泰男, 宮島祐一, 菊地永祐 (2012) 2011年巨大津波が宮城県蒲生潟の地形、植生および底生動物相に及ぼした影響. 日本ベントス学会誌 (印刷中)
- 10) 高津文人, 渡邊未来, 林誠二, 今井章雄, 中島泰弘, 尾坂兼一, 三浦真吾 (2012) 筑波山周辺の渓流水中の硝酸イオンの酸素・窒素安定同位体比による硝酸イオンの生成・混合・消費プロセスの解析. 日本陸水学会誌 73 (1), 1-16
- 11) 中村泰男, 金谷弦, 牧秀明, 小泉知義 (2012) 大井人工干潟 (京浜運河・東京湾) 周辺の環境変動と二枚貝の生残: 特に溶存酸素濃度と底泥硫化物に着目して. 水環境学会誌, 35 (8), 127-134
- 12) 松中哲也, 西村弥垂, 村上哲生, 井筒康裕, 奈良郁子, 渡邊隆広, 今井章雄, Zhu Liping (2012) チベット高原・プマユムツォ湖の水温躍層(20-25m)以深における一次生産の規模とその維持機構に関する検討. 陸水学雑誌 (印刷中)

2. 誌上発表（査読なし）

（当該分野の研究活動）

- 1) Janssens-Maenhout G., Dentener F., van Aardenne J., Monni S., Pagliari V., Orlandini L., Klimont Z., Kurokawa J., Akimoto H., Ohara T., Wankmüller R., Battye B., Grano D., Zuber A., Keating T. (2012) EDGAR-HTAP: a harmonized gridded air pollution emission dataset based on national inventories, JRC Scientific and Technical Report, JRC 68434, EUR 25229 EN-2012, doi: 10.2788/14102
- 2) Sato K. (2011) Interactive comment on "Transpacific transport of Benzo[a]pyrene emitted from Asia: importance of warm conveyor belt and interannual variations" by Y. Zhang et al.. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 11, C6773-C6774
- 3) 今井章雄 (2011) 溶存有機物の研究-最近の動向-. 水環境学会誌, 34(A) (5), 129
- 4) 今井章雄 (2012) アマノジャックで行こう！-溶存有機物(DOM)の分子サイズの話-, 用水と廃水, 54(10), 723
- 5) 大原利眞 (2012) 越境大気汚染によるPM2.5の日本への影響, 環境技術, 41, 275-278
- 6) 大原利眞 (2012) 広域大気汚染研究をめぐる最近の状況と今後の展望, 日中環境産業, 48, 9, 29-35
- 7) 大原利眞 (2011) 福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の大気中の挙動、つくばサイエンス・アカデミー(SAT)、20, 18-20
- 8) 大原利眞 (2012) 東アジアにおける広域越境大気汚染モデリングの最新動向, 水環境学会誌, 35(A), 6-9
- 9) 大原利眞 (2012) 放射能汚染に向き合う地域環境研究, 環境情報科学, 41-1, 71-76
- 10) 大原利眞, 森野悠 (2012) 都市と大気汚染、気象研究ノート第224号「都市の気象と気候」第4章, 85-102
- 11) 大原利眞, 森野悠, 西澤匡人 (2011) 福島原発から大気中に放出された放射性物質はどこに, どのように落ちたか?, 科学, 81, 1254-1258
- 12) 小松一弘 (2011) 湖沼における難分解性溶存有機物の特性評価. 水環境学会誌, 34(A) (5), 139-144
- 13) 金谷弦 (2012) 津波による蒲生干潟の底生動物と植生への影響. グリーン・エージ, 39 (9), 12-15
- 14) 近藤美則 (2012) 最新規制対応乗用車の燃費及び排出ガスの速度等の依存性. 第28回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンスプログラム講演論文集, 317-320
- 15) 佐藤圭, 中山智喜, 桑田幹哲, 藤谷雄二, 中澤卓也, 田島奈穂子 (2012) アメリカエアロゾル学会第30回年会参加報告. エアロゾル研究, 27 (1), 108-111
- 16) 珠坪一晃 (2011) 省エネルギーと資源循環を可能にする次世代型排水処理技術の開発. 産業と環境, 38 (9), 61-65
- 17) 鈴木孝男, 金谷弦 (2012) 大津波で攪乱された蒲生干潟は回復するのか. 日本ベントス学会誌, 66 (2), 120-122
- 18) 森野悠, 大原利眞, 西澤匡人 (2012) 大気シミュレーションで明らかとなった, 放射性物質の沈着メカニズム. 別冊化学, 12-17

（研究プログラム）

東アジア広域環境研究プログラム

- 1) Janssens-Maenhout G., Dentener F., van Aardenne J., Monni S., Pagliari V., Orlandini L., Klimont Z., Kurokawa J., Akimoto H., Ohara T., Wankmüller R., Battye B., Grano D., Zuber A., Keating T. (2012) EDGAR-HTAP: a harmonized gridded air pollution emission

- dataset based on national inventories, JRC Scientific and Technical Report, JRC 68434, EUR 25229 EN-2012, doi: 10.2788/14102
- 2) Kondo Y., Kato H., Karakama Y. (2012) Environmental load reduction of substitution of electric vehicles by taking geographical features into account. The 26th International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium, 340-346
 - 3) Sato K. (2011) Interactive comment on "Transpacific transport of Benzo[a]pyrene emitted from Asia: importance of warm conveyor belt and interannual variations" by Y. Zhang et al.. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 11, C6773-C6774
 - 4) 大原利眞 (2012) 越境大気汚染によるPM2.5の日本への影響, 環境技術, 41, 275-278
 - 5) 大原利眞 (2012) 広域大気汚染研究をめぐる最近の状況と今後の展望, 日中環境産業, 48, 9, 29-35
 - 6) 大原利眞 (2012) 東アジアにおける広域越境大気汚染モデリングの最新動向, 水環境学会誌, 35(A), 6-9
 - 7) 大原利眞, 森野悠 (2012) 都市と大気汚染、気象研究ノート第224号「都市の気象と気候」第4章, 85-102
 - 8) 五藤大輔 (2011) IUGG-2011の集会報告. 大気化学研究会ニュースレター, (26), 7-7
 - 9) 近藤美則 (2012) 最新規制対応乗用車の燃費及び排出ガスの速度等の依存性. 第28回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンスプログラム講演論文集, 317-320
 - 10) 近藤美則, 加藤秀樹 (2012) 車両利用中のアイドリングストップが大気環境に及ぼす影響の考察. 大気環境学会誌, 47(4), 155-161
 - 11) 佐藤圭, 中山智喜, 桑田幹哲, 藤谷雄二, 中澤卓也, 田島奈穂子 (2012) アメリカエアロゾル学会第30回年会参加報告. エアロゾル研究, 27 (1), 108-111
 - 12) 永島達也 (2011) 環境研究に活用される大気化学モデル. 日本化学会情報化学部会誌, 29 (4), 71-75
 - 13) 水落元之, 小柳秀明, 久山哲雄 (2011) 中国の水環境および下水処理場の現況について. 環境技術, 40 (12), 746-750
 - 14) 森野悠 (2012) 第3回アジアにおける排出インベントリに関する国際ワークショップの開催報告. 大気化学研究会ニュースレター, (27), 4-4
 - 15) 森野悠, 大原利眞, 西澤匡人 (2012) 大気シミュレーションで明らかとなった, 放射性物質の沈着メカニズム. 別冊化学, 12-17

流域圏生態系研究プログラム

- 1) 今井章雄 (2011) 溶存有機物の研究-最近の動向-. 水環境学会誌, 34(A) (5), 129
- 2) 金谷弦 (2012) 津波による蒲生干潟の底生動物と植生への影響. グリーン・エージ, 39 (9), 12-15
- 3) 鈴木孝男, 金谷弦 (2012) 大津波で攪乱された蒲生干潟は回復するのか. 日本ベントス学会誌, 66 (2), 120-122
- 4) 千賀有希子, 照井滋晴, 野原精一, 広木幹也, 渡辺泰徳 (2011) 釧路湿原内の腐植栄養湖赤沼における水質と植物プランクトンの季節変化. 地球環境研究, 13, 59-66
- 5) 福島路生, 野原精一 (2012) メコン川のダム開発に対する環境影響評価. 水環境学会誌, 35 (2), 53-58

3. 書籍

- 1) Asaeda T., Shinohara R. (2012) Japanese Lakes, Encyclopedia of Lakes and Reservoirs, pp415-420, Ed. By L. Bengtsson, R.W. Herschy, and R.W. Fairbridge, Springer Dordrecht
- 2) Baran E., Chum N., Fukushima M., Hand T., Hortle K. G., Jutagate T., Kang B. (2012) Fish Biodiversity Research in the Mekong Basin. In: Shin-ichi Nakano, Tooru Nakashizuka,

- Tetsukazu Yaharaeds., The Biodiversity Observation Network in the Asia-Pacific Region - Toward Further Development of Monitoring, Springer, 154-155
- 3) Fukushima M. (2012) Spatially Explicit Models for Freshwater Fish for Conservation Planning. In: Shin-ichi Nakano, Tohru Nakashizuka, Tetsukazu Yaharaeds., The Biodiversity Observation Network in the Asia-Pacific Region - Toward Further Development of Monitoring, Springer, 329-345
 - 4) Kohzu A. (2012) Food web structures in Mongolian grassland ecosystems from the analysis of ^{13}C and ^{15}N natural abundances. In "*Pastoralism and ecosystem network in Mongolia* (eds. Batjargal Z., Fujita N., Yamamura N.)" ADMON, 103-116
 - 5) Mizuochi M., Koyanagi H., Kuyama H., Chang M. (2012) 日本分散処理施設建設管理経験. In: 常杓 小柳秀明 水落元之 久山哲雄著, 小城镇・農村生活汚水分散処理施設建設管理体系, 中国環境科学出版社, 106-145 <中国語>
 - 6) Ohara T. (2011) Long-range Transport and Deposition of Air Pollution. In: Nriagu JO (ed.) Encyclopedia of Environmental Health, volume 3, pp. 515-519, Burlington: Elsevier
 - 7) Wang Q-X., Sun Z-G., Matsushita B., Watanabe M. (2011) A Simple Remote Sensing EvapoTranspiration Model (Sim-ReSET) and its Application. In: Leszek Labedzki 編, Evapotranspiration, InTech Publisher, 151-162
 - 8) 大原利眞 (2012) 大気への物質放出, 地球と宇宙の化学辞典 (日本地球化学会編集), 朝倉書店, 203
 - 9) 高見昭憲 (2011) 大気エアロゾルのモニタリング. 山下善之監修, 計測・モニタリング技術-化学計測・計装の最先端とその応用-, シーエムシー出版, 154-164

4. 口頭発表

国外 : 38 件
国内 : 212 件

【招待講演】

- 1) Fukushima M. (2011) Fish migration study in the Mekong River using otolith microchemistry. Royal Golden Jubilee Seminar series LXXXI Advances in Fish Ecology Study, Royal Golden Jubilee Seminar series LXXXI Advances in Fish Ecology Study, 9-11
- 2) Komatsu K. (2012) Recent research topics on dissolved organic matter (DOM) -Molecular size distribution, composition, and fluorescence properties-, 6th Water Environment Seminar (Tokyo Institute of Technology)
- 3) Ohara T. (2012) Current situation of $\text{PM}_{2.5}$ pollution in Japan's urban area, Korea-Japan-China Symposium Air Quality Management Policy of Large Cities, Suncheon, Korea
- 4) Ohara T. (2011) Modeled trend and future projection of surface ozone in East Asia, Tripartite Workshop on Scientific Research of Photochemical Oxidant, Tokyo
- 5) Ohara T. (2012) Emissions and modeling of air quality in Northeast Asia, The Modelling and Emission Inventory Training Workshop 2012, Niigata
- 6) Ohara T., Morino Y. (2012) Atmospheric transport and deposition modeling of radioactive materials: Current status and future tasks, The first NIRS symposium on reconstruction of early internal dose due to the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident, Chiba
- 7) Ohara T., Nagashima T., Nishizawa M., Kawase H., Nozawa T., Sudo K. (2012) An estimation of future change in surface ozone over East Asia under RCPs scenarios, 55th Meeting of Korean Society for Atmospheric Environment, KOSAE-JSAE Joint Symposium -Effect of Climate change on air quality-, University of Yeungnam, Daegu, Korea

- 8) Shimizu H., Ito S., Feng Y.W., An P., Sasakawa H., Zheng Y.R., Xu Z.Z., Chen L.J., Gao Y., Zou C.J., Qiu G.Y., Yu Y.J., Zheng Y.B. (2011) Impacts of ozone on native vegetation in North-east Asia. Acid Rain 2011, Acid Rain 2011 Abstract Book, 301-302
- 9) Syutsubo K., Onodera T., Kubota K., Choeisai P.K., Kaewpradit W., Yoochatchaval W., Khodphuvieng J., Prammanee P. (2012) Development of appropriate treatment technology for molasses based wastewater. The 4th KKU International Engineering Conference 2012, Proceedings of The 4th KKU International Engineering Conference 2012, 588-593
- 10) Syutsubo K., Tanikawa D., Fukuda M., Yamaguchi T. (2012) Development of appropriate wastewater treatment technology for reductions of energy consumption and green house gas emission; application for natural rubber wastewater. The 1st International GIGAKU Conference in Nagaoka(IGCN), Abstracts of The 1st International GIGAKU Conference in Nagaoka(IGCN), 21
- 11) 今井章雄 (2011) 浄水・排水処理プロセスにおける溶存有機物(DOM)の特性評価—DOMの分画分布と分子サイズ分布で見る—, CREST 研究「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」, 京都市, 京都メルパルク
- 12) 今井章雄 (2011) 十和田湖における溶存有機物の特性・起源および動態—2004年, 濃度上昇の原因とは—, 平成23年度十和田湖環境保全会議, 十和田湖富士屋グランドホール2階 平安の間A, 十和田市
- 13) 今井章雄 (2011) 日本における有機物環境基準について, 日本陸水学会第76回大会, 公開シンポジウムI “指定湖沼が直面する諸問題～湖はどうあるべきか～”, 松江市, 島根大学
- 14) 大原利眞 (2011) 第38回環境保全・公害防止研究発表会 特別講演、「放射性物質の大気中での挙動とシミュレーション」, 青森
- 15) 大原利眞 (2011) 平成23年度IBS研究発表会特別講演, 「最近の大気環境問題—越境大気汚染と放射能汚染—」, 東京
- 16) 大原利眞 (2012) 石川県保健環境センター特別講演, 「最近の大気環境問題—越境大気汚染と放射能汚染—」, 金沢
- 17) 大原利眞 (2012) 牛久読書団体連合会自主講座講演, 「最近の大気環境問題—放射能汚染と越境大気汚染—」, 茨城県牛久市
- 18) 大原利眞 (2012) 放射性物質の大気輸送・沈着モデルの現状と課題, 気象学会2012年春季大会シンポジウム「放射性物質等の移流拡散問題—モニタリング, 予測, 防災情報—」, つくば
- 19) 大原利眞, 森野悠 (2012) 福島事故による放射性物質の大気中の挙動, 2012年度統計関連学会連合大会特別セッション, 札幌
- 20) 大原利眞, 森野悠 (2012) 放射性物質の大気輸送・沈着シミュレーションの現状と課題, 公開ワークショップ「福島第一原子力発電所事故による環境放出と拡散プロセスの再構築」, 東京
- 21) 大原利眞, 鈴木規之, 今泉圭隆, 林誠二, 森野悠, 東博紀 (2012) 国環研で取り組む放射性物質の多媒体モデリングの紹介, 第53回大気環境学会年会, 特別集会, 横浜
- 22) 金谷弦, 鈴木孝男, 牧秀明, 中村泰男, 菊地永祐 (2012) 蒲生潟における地形・環境の変化と底生生物への影響評価. 市民公開シンポジウム「大津波で被害を受けた沿岸域の生物多様性の現状」
- 23) 亀山哲 (2012) 流域管理と生態系サービス——流域の生態系保全と開発——. 2012年スーパーサイエンスハイスクール科学講演会
- 24) 高津文人 (2011) 安定同位体自然存在比による植物の窒素栄養に関する研究紹介—菌根共生系, 湿地生態系, 河畔生態系を例に—. 第30回「重窒素圃場利用研究会」討論会
- 25) 高津文人, 渡邊未来, 今井章雄, 林誠二 (2012) Nitrate discharge processes from forest ecosystems by the analysis of nitrate ^{15}N and ^{18}O natural abundances in mountain streams around Mt. Tsukuba, Japan, GCOE Isotope Seminar —Frontier and future of isotope science for assessing river basin environment III— Isotope research on forest watershed, 山梨大学国際流域環境研究センター主催, 開催場所: 山梨大学甲府キャンパス, 2012.6.18

- 26) 近藤美則 (2011) モビリティの二酸化炭素排出量-モビリティのエネルギー消費や環境負荷等の単位は何を想定するか-. 第10回 ITS シンポジウム 2011 企画セッション, 第10回 ITS シンポジウム 2011 予稿集
- 27) 近藤美則 (2012) 電気自動車の現実。確実なことと不安定なこと。革新的研究プログラム講演会, 筑波大学第95回リスク工学研究会
- 28) 島野智之, 永幡嘉之, 金谷弦, 岸本年郎, 八巻明香 (2012) 東日本大震災による津波が海浜生態系に与えた影響. 第35回日本土壌動物学会
- 29) 須田隆一, 濱村研吾, 清水英幸 (2012) 日本のブナ林の現状と保全・再生に向けた課題. 第53回大気環境学会年会(植物分科会), 第53回大気環境学会年会 講演要旨集, 120
- 30) 高見昭憲 (2011) 国内および東アジアにおける大気汚染の現状. 48回日本小児アレルギー学会 第16回アジア太平洋小児アレルギー呼吸器免疫学会, 日本小児アレルギー学会誌, 25(3), 466
- 31) 土井妙子, 榊本和義, 豊田晃弘, 田中敦, 柴田康行, 廣瀬勝己 (2012) 筑波で観測された大気中の福島第一原子力発電所事故由来の放射性核種. 第53回大気環境学会年会, 同講演要旨集, 156-157
- 32) 永島達也 (2012) 広域大気汚染研究における大気化学モデル利用の現状と課題. 第53回大気環境学会年会 酸性雨分科会(第53回大気環境学会年会講演要旨集, 174-175)
- 33) 浪崎直子 (2012) サンゴ礁研究の最前線と研究と社会をつなげる仕事. 大阪女学院高等学校理系セミナー
- 34) 浪崎直子 (2012) サンゴ礁の生物多様性-久米島でのボトムアップの取り組み-. 現代社会総合研究所 第11回環境シンポジウム「生物多様性はどう取り組むか-産業界、NGO、政府、それぞれの立場から-」, 東洋大学現代社会総合研究所年報『現代社会研究』
- 35) 伏見暁洋 (2012) 国立環境研究所におけるPM研究 -ナノ粒子と二次生成粒子, 高感度有機分析法の開発-. 富士通クオリティ・ラボ(株)微小粒子状物質(PM2.5)セミナー: 質量測定から成分分析の実際と今後の動向, 同予稿集
- 36) 牧秀明 (2012) 津波による東北地方太平洋沿岸海域底質の石油汚染, 日本マリンエンジニアリング学会(JIME)海洋環境研究委員会 第1回研究会(7月, 神戸) 同予稿集
- 37) 森淳子, 藤哲士, 清水英幸, 伊藤祥子, 佐治光, 渡邊大治, 藤山正史, 藤原伸介, 村野健太郎 (2011) 長崎県の高標高水田に於ける酸性霧の実態と水稲との関係. 第52回大気環境学会年会(酸性雨分科会), 第52回大気環境学会講演要旨集, 147

5. 特許等

1件

- 1) 特許査定 2006P3349, メタン発酵による排水処理方法及び装置, (独)国立環境研究所, 平成24年4月3日

注)同一論文が、複数の項目に重複して掲載されている場合がある。

