

II. 基盤的な調査・研究

5. 水圏環境研究

1) 実施体制

代表者：水圏環境研究領域

領域長 木幡邦男

分担者：

水環境質研究室 稲葉一穂（室長）、岩崎一弘、富岡典子、珠坪一晃、永野匡昭、山村茂樹、土井妙子*
（主任研究員）、小野寺崇、對馬育夫*、Wilasinee Yoochatchaval*（NIESポスドクフェロー）

湖沼環境研究室 今井章雄（室長）、小松一弘、高津文人、松重一夫*（主任研究員）、川崎伸之、佐藤貴之、奈良郁子*（NIESポスドクフェロー）

海洋環境研究室 原島省（室長）、中村泰男、牧秀明（主任研究員）、金谷弦（研究員）、樋渡武彦（NIESフェロー）、田中伸幸、花町優次*（NIESポスドクフェロー）

土壌環境研究室 林誠二（室長）、村田智吉、越川昌美（主任研究員）、渡邊未来（研究員）、渡邊圭司（NIESポスドクフェロー）

※所属・役職は年度終了時点のもの。また、*印は過去に所属していた研究者を示す。

2) 基盤研究の展望

水圏環境では、湖沼・内湾等のように閉鎖性の高い水域において環境基準の達成率が依然として改善されない原因とされる富栄養化などの問題や、金属や化学物質による地下水や土壌の汚染など多くの未解決の課題がある。これらの課題を解決するために、第2期中期計画では、領域内4研究室（水環境質、湖沼、海洋、土壌）の協力体制の下に、また他ユニットと連携しながら次の3つのテーマを柱とした研究を推進することとしてきた。

(1) 水環境保全及び流域環境管理に関する研究

現在の水質環境基準（生活環境項目）の体系は設定から40年以上が経過し、その間に、公共用水域の保全・利用状況と水質・生態系の変化、水質分析に関する技術的な進展、国内外の諸制度の変化といった水質環境基準を取り巻く社会・自然状況は大きく様変わりしている。汚濁負荷削減対策の進展に伴い主な河川では水質環境基準達成率は向上している一方、多くの湖沼では依然として環境基準達成率は低いままであり、閉鎖性海域における貧酸素水塊の発生など水産生物を含む水生生物の生息状況は悪化している例がみられる。このような背景から、水質環境基準（生活環境項目）の見直しの必要性及び新しい水環境評価と改善手法の開発が喫緊の課題として挙げられている。また、土壌汚染対策法が施行され、法律に基づいた土壌汚染の調査・対策が行われてきたが、法律の施行を通して浮かび上がってきた課題等を整理検討することが必要とされている。さらに、最近になり森林の窒素飽和現象が顕在化し、湖沼の流入負荷削減対策上も、その機構解明が喫緊の課題となっている。そこで、このような課題に対し科学的基礎資料を与え、環境管理の目標に関する新たな知見の整備を目的とした研究、さらに、流域における健全な水・物質循環を維持することを目的とした研究を実施した。

(2) 流域における環境修復・改善技術に関する研究

流域における健全な水・物質循環を実現するためには、流域で発生する負荷の削減や汚染された水・土壌環境の修復、湖岸や藻場・干潟等にみられる劣化した生物生息場の回復を効率的に行える技術開発が必要で

ある。例えば、エネルギー消費の少ない適切な排水処理技術の開発が求められている。このような状況の下、有機性排水の無加温処理に対応した省・創エネルギー型のメタン発酵排水処理技術を中心とした処理技術を開発した。また、不適切処理の結果、多量の温室効果ガスの大気放散の要因となっている資源作物由来の廃液について、その処理技術開発を開始した。さらに、地下に漏出した有機溶剤を洗剤注入により浄化する技術の有効性と安全性を評価するための研究、及び、油汚染被害に対して特に環境が脆弱な地域について有効な対応策である微生物による浄化法の実用化を図る研究を実施した。

(3) 流域における生態系保全のための現象把握・現象解明に関する研究

中長期的に流域における健全な水・物質循環を維持するためには、継続的なモニタリングを通して環境変動を検出し、現状を把握して、課題となる現象を解明することが必要である。このことによって初めて将来予測が可能となる。さらに、水・土壌環境圏にて潜在的な汚染実態を調査し、警鐘を鳴らすことも、当基盤領域の使命の一つと考える。これらのことから、霞ヶ浦を中心とした水環境のモニタリングを実施している。また、地方環境研究機関と協働で海水温測定ネットワークを構築して、沿岸域において海水温上昇のモニタリングを開始した。さらに、レアメタル等（アンチモン、ビスマス、鉛、銀、スズ、タングステン、モリブデン他）による大気降下物由来の都市土壌汚染が認められ、今後の汚染状況次第では健康被害も懸念されることから、これらを対象としたモニタリングを継続している。

3) 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	累計
運営交付金	127	119	113	112	133	604
その他外部資金	199	194	156	140	146	835
総額	326	313	269	252	279	1,439

4) 平成18～22年度の実施概要とその成果

上記の3課題毎に、5年間の研究実施概要とその成果を記載する。

(1) 水環境保全及び流域環境管理に関する研究

水質に係る環境基準の見直しに関連し、既往の科学的知見を整理するとともに新たな調査・実験を実施した。さらに、基準設定当時の考え方や現在の水利用上の問題点を整理し、現状で問題と考えられる項目や新たな基準として必要な項目について検討した(水質環境基準(生活環境項目)等設定基礎調査;環境省-請負;平成17～平成20年度)。環境省では、平成25年を目途に環境基準の見直しに着手したが、上記研究で取りまとめた報告書の内容は、この作業の基礎資料として貢献したばかりでなく、現在、環境省で進められている見直しに関する各種検討会にて議論の骨格として引用されている。

湖沼では、COD でみた環境基準達成率が低い状態が続き、その原因の一つとして、湖水中の難分解性有機物の増加が指摘されている。この難分解性溶存有機物の特性に関連し、この溶存有機物の分解とバクテリアの増殖速度や2次生産速度などに着目した研究を実施した。具体的には、霞ヶ浦(有機物リンケージに基づいた湖沼環境の評価及び改善シナリオに関する研究;所内特別研究;平成16～18年度)及び、十和田湖(貧栄養湖十和田湖における難分解性溶存有機物の発生原因の解明に関する研究;環境省-公害一括;平成19～平成21年度)にて現場調査・培養実験・流動モデルによるシミュレーションなどで検討し、汚濁対策に新たな指針を示した。COD 増大が危惧されている十和田湖では、炭素同位体比の測定から有機物の起源を推定し、管理方針を示した。また、湖沼における有機物と微生物の関係(湖沼における有機物の循環と微生物生態系との相互作用に関する研究;所内特別研究;平成20～23年度)や溶存鉄とアオコ発生の関連(湖沼における溶存鉄の存在形態分析と鉄利用性がアオコ発生に及ぼす影響;文科省-科研費;平成17～19年度)

を調査研究し、新たな知見を得た。

東京湾・伊勢湾・大阪湾などの富栄養化の進んだ閉鎖性海域でも、COD でみた環境基準達成率が低い状態が続き、さらに近年では夏期に底層が貧酸素状態になり、生態系に甚大な被害を与えていることが問題視されている。このようなことから、環境省では底層の溶存酸素を目標値あるいは環境基準とする検討を開始した。本研究では、この検討に基礎となる科学的知見を与えるため、主に東京湾を対象として貧酸素化の過程や生物への影響に関する研究（貧酸素水塊の形成機構と生物への影響評価に関する研究；所内特別研究；平成 19～平成 21 年度）を実施した。この結果、主に植物プランクトンに由来する懸濁態の有機物は陸起源のものより分解率が高いこと、海域内部生産・陸域流入の組成および炭素安定同位対比と分解性の関連が示された。また、底泥の酸素消費は貧酸素水塊形成への寄与が大きいたことが明らかとなった。この観測・実験データを 3 次元内湾流動・生態系モデルに適用し、水質環境基準値設定に貢献した。貧酸素化した底質では、生物に高い毒性を示す硫化物が発生する。平成 22 年には、硫化物の形成・水柱への供給過程と、底生生物におよぼす影響を、現場調査・室内実験、および数値シミュレーションにより明らかにし、底質環境の改善を目的とした新たな研究を開始した（都市沿岸海域の底質環境劣化の機構とその底生生物影響評価に関する研究；所内特別研究；平成 22～平成 24 年度）。

窒素飽和が顕在化し人工林荒廃との関連が見られる筑波山を対象に、源流域渓流水の平水時の年間広域水質調査（経常研究；平成 18～19 年度）を実施した結果、筑波山全域にわたって森林生態系が窒素過剰状態にあることを明らかとした。さらに人工林管理状態と窒素飽和の関係性を調査（高窒素負荷を受ける森林集水域の林内環境が窒素流出抑制に及ぼす影響；所内奨励研究；平成 20～21 年度）によって、人工林の荒廃（林分の過密化）が、土壌生態系内で窒素過剰状態への移行や系外への窒素溶脱を促進させていることを示唆する結果を得た。これら知見を踏まえて、今後の更なる窒素飽和の進行が汚濁負荷発生源としての森林域の寄与に及ぼす影響と森林管理の適正化による窒素飽和改善効果の検討（窒素飽和状態にある森林域からの窒素流出量の定量評価および将来予測と削減シナリオの構築；所内特別研究；平成 22～24 年度）を開始し、筑波山森林試験地を対象とした平水時渓流水質調査結果から、硝酸態窒素濃度は 80 年代の同一地点での観測値に比べほとんどの点で上昇（最大で 2.7 倍）していることが確認された。

（2）流域における環境修復・改善技術に関する研究

嫌気性排水処理（メタン発酵）の利用による様々な条件の有機物排水処理技術の開発を行った。低濃度有機物排水（400mgCOD/L 以下）に対して、生物膜流動型リアクター（グラニュール汚泥床法）による連続処理実験を行い、運転モードと流入水の ORP 制御により、COD 除去率を 60%から 90%以上へと飛躍的に向上させることが出来た（省エネルギー型水・炭素循環処理システムの開発；所内特別研究；平成 18～平成 20 年度）。都市下水を処理対象とした省エネ・低コスト型排水処理装置(UASB 法と DHS 法の組み合わせ)のパイロットスケール実験を鹿児島県霧島市クリーンセンターで実施し、UASB 保持汚泥の性状評価とエネルギー削減効果に関する検証を行った（嫌気性生物膜の高度利用による排水処理技術；NEDO；平成 18～平成 20 年度、及び無曝気・省エネルギー型次世代水資源循環技術の開発「無加温嫌気処理における有機物分解特性の評価」；NEDO；平成 18～平成 20 年度）。その結果、保持汚泥の沈降性改善により低水温期においてもメタン生成活性を十分に維持出来ることを明らかにした。また、トータルシステムとして既存の好気性処理と比較して同等の水質を得つつ、消費エネルギーを 70%以上削減することが出来た。さらに、本技術を省エネルギーだけでなく創エネルギーを視野に入れたバイオエネルギーと関連させた技術開発へと展開している（資源作物由来液状廃棄物のコベネフィット型処理システムの開発；所内特別研究；平成 21～23 年度、及びクリーン開発メカニズム適用のためのパームオイル廃液(POME)の高効率の新規メタン発酵プロセスの創成に関する研究；環境技術開発等推進費；平成 19～平成 21 年度）。具体的には、高濃度有機物廃液の処理に関して、対応可能なラボスケールメタン発酵処理システムを独自に設計・作製し、糖蜜系廃液の処理試験を国内の糖蜜廃液とタイのバイオエタノール蒸留廃液で開始した。

トリクロロエチレンなどの有機塩素系溶剤で汚染された地下水の原位置浄化法として使用されている、鉄粉による化学還元分解反応について、分解生成物による環境安全性評価の観点から検討し、透過型浄化壁に充填する鉄粉の量が多すぎると、毒性の高い分解性生物が発生すること等、汚染現場で本手法を適用する場合の留意点を明らかにした。また、微生物を活用した有機塩素化合物の浄化技術の開発を目指し、ジクロロメタン DCM を唯一の炭素源として増殖・分解が可能で既報の DCM 分解菌よりも分解活性が高い新規微生物 *Hyphomicrobium* sp. DN58 株の分離に成功した（特許出願中）。また、安価でクリーンな油浄化手法の確立を目指して、実汚染現場から得られた地下浸出油を用いて植物の選定を行い、3 種の草本類、2 種の木本類を選抜した（特許出願中）。さらに、油分解に直接関与していると考えられる細菌叢のみならず、植物の生育に関与しており最近注目を集めているアーバスキュラー菌根菌（AM 菌）などの真菌叢も解析可能なマーカー等の条件を開発した。カルタヘナ議定書に基づいた遺伝子組換え生物に対する管理に関して、遺伝子組換え微生物を模擬環境中に接種し、微生物多様性に及ぼす影響について分子生物学的手法を用いた詳細な解析を実施した。また、従来からの実験手法である培養法と新しい手法である遺伝子解析法を組み合わせた新規な実験手法（Plate-Wash PCR-DGGE）を開発し、組換え微生物の接種直後に優占化の認められた *Sphingomonas* sp. GE 株の分離に成功した。

微生物によるヒ素の還元・可溶化作用を利用して、汚染土壌から低コストでのヒ素除去を可能とする浄化技術の開発を検討した。具体的には、ヒ素可溶化能力の高い異化型ヒ酸塩還元細菌の系統解析を行い、その詳細な特性を明らかにするとともに、ヒ素除去効率を向上させるためのメディエーターを検索して、本技術によってヒ素汚染土壌の経済的浄化プロセス構築が可能であることを示した（腐植物質還元微生物の特性の把握と環境浄化への応用に関する研究；文科省・科研費；平成 18～平成 19 年度、及び異化型ヒ酸塩還元細菌と天然メディエーターを利用した汚染土壌からのヒ素除去；文科省・科研費；平成 20～平成 21 年度）。

ヒト腸内細菌によるメチル水銀の無機水銀への分解作用を利用した、腸管におけるメチル水銀の吸収を抑える方法の確立を目指し、基礎データを取得した。ヒト腸内細菌のうち、有用微生物であるビフィドバクテリウム属に着目し、本細菌属（乳児に特徴的な菌株 3 株、成人に特徴的な菌株 3 株、両者で検出される 3 株、計 9 株）におけるメチル水銀の分解活性を測定した。その結果、9 株中 4 株においてメチル水銀の分解活性が観察されたが、乳児と成人に特徴的な菌株間の活性に差は認められなかった。

（3）流域における生態系保全のための現象把握・現象解明に関する研究

国立環境研究所では霞ヶ浦における水質・生物などのモニタリングを 1977 年から実施している。現在は、UNEP などの事業である GEMS/Water モニタリングの一環として当モニタリングを継続し、湖水・底泥を毎月採取して、栄養塩、クロロフィル a、溶存有機物 DOM 等を計測している（CGER モニタリング事業経費）。また、霞ヶ浦湖岸帯では、ヨシ帯の物理的・生態学的な維持にあたるバンクの影響を調査した（霞ヶ浦エコトーンにおける生物群集と物質循環に関する長期モニタリング；所内奨励；平成 15～平成 19 年度）。ヨシ帯の物理的・生態学的な維持機構にバンクの有無が大きく影響することから、水位制御や護岸整備等がヨシ帯にあたる影響評価を可能にし、今後の保全・管理に必要な基礎情報が整備できた。

水温は環境基準の項目ではないが地方公共団体環境研究機関では環境基準の測定時に必ず測定しており、全国各地の沿岸におけるデータが長年にわたって蓄積している。ここでは水温および水質環境基準項目のデータを活用して温暖化の沿岸域水環境に対する影響・兆候を全国規模で精査し、脆弱性・リスクを解析した。

瀬戸内海においてフェリーを利用した N、P、Si 各栄養塩の時系列モニタリングを実施するとともに、珪藻、非珪藻の増殖過程を反映する海洋生態系モデルを発展させた。このモデルを長江河口域等に適用し、晩春に Si が枯渇するとケイ藻が自律沈降してしまうことで上層の栄養塩を有機物として下層に引き落とす機能を果たす植物プランクトンが希薄になり、このため、上層の浮遊生物および有機物が増大し、クラゲの餌料の増大につながると推定した。干潟における生態系機能を評価するため、干潟に生息する大型底生動物（ベントス）の炭素・窒素安定同位体比を網羅的に測定し、ベントスが高密度で生息する干潟の存在は、「微

細藻類による栄養塩吸収」および「ベントスによる微細藻類の摂食・同化」の両方の機能で沿岸域の水質浄化（リン・窒素の除去）に貢献していることが示唆された（干潟域の物質循環過程における底生動物の寄与を解明する研究；科研費；平成 21～23 年度、及び稀少な底生動物種を育むヨシ原の生態系機能と保全に関する研究；科研費若手（B）；平成 21～22 年度）。

都市部の土壌では、レアメタル等による大気降下物由来の汚染が認められ、今後の汚染次第では健康被害も懸念される。このような状況から、首都圏を対象に広域的に降水と土壌を採取・分析することによって、レアメタルを主とした有害金属のモニタリングを実施し、大気汚染由来の Sb および Pb が、降水および植物を介して土壌表層に蓄積していることを明らかにした。（経常研究ほか）。

5) 平成 22 年度の実施概要とその成果

上記の 3 課題毎に、平成 22 年度の研究実施概要を記載する。

(1) 水環境保全及び流域環境管理に関する研究

湖沼における有機物の循環を評価するために、植物プランクトンの一次生産を従来法で用いる放射性同位体を使用しないで測定する方法 FRRF (fast repetition rate fluorometer) を開発し、放射性同位体フリーで測定することに我が国で初めて成功した。霞ヶ浦の溶存有機物中のアミノ酸や糖類は選択的にバクテリアに分解されること、バクテリアの 2 次生産量はとても高く炭素循環に大きな影響を与えていることがわかった。溶存有機物中の D 態アミノ酸濃度に基づいて溶存有機物中のバクテリア由来の割合を算出する方法を開発した。約 30 年間に渡って採取された霞ヶ浦底泥の窒素安定同位体比の長期トレンドを解析した結果、深さ 3cm 以深で底泥の窒素同位体比が顕著に小さくなることがわかった。また、硝酸イオンの窒素と酸素の同位体比の解析から、霞ヶ浦に流入する河川における硝酸性イオンの起源解析に成功した。

閉鎖性海域の底層が貧酸素化した結果、底質中に発生する硫化物蓄積・挙動について着目し、特に毒性の高い遊離態の硫化物について水深や底質環境の異なる地点での季節変化と底生生物の生息状況とを併せて解析した。東京湾奥部と運河部・人工海浜におけるにおける定点調査を行い、底質と水深の異なる箇所において夏期に海水温・泥温が上昇すると共に底泥間隙水中の遊離硫化水素の蓄積濃度が顕著に上昇し、水深 10 m 以深の地点では大型底生動物の生存固体が認められなくなることが確認出来た。特に調査定点中最も深く嫌氣的な底質環境にある東京灯標付近において、我が国での沿岸海域底泥中での硫化水素の調査報告事例中、最も高い蓄積濃度（約 700 mg-S/L 近く）に達していることが判った。

窒素飽和の進行が汚濁負荷発生源としての森林域の寄与に及ぼす影響と、森林管理の適正化による窒素飽和改善効果を検討した。平水時渓流水中の硝酸態窒素濃度に関する 80 年代との長期比較から、筑波山森林生態系において窒素過剰状態が顕著に進行していることを明らかとした。また、東北大学複合生態フィールドセンター内のスギ人工林試験地を対象に、間伐強度の違いが土壌における窒素貯留能に及ぼす影響に関する調査を開始し、年間を通して無間伐区や弱度間伐区に比べ、強度間伐区では土壌からの窒素溶脱が抑制されていることを定性的に確認した。

(2) 流域における環境修復・改善技術に関する研究

高濃度廃液の処理に対応可能なラボスケールメタン発酵処理システムを独自に設計・作製し、糖蜜系廃液の処理試験（国内：糖蜜廃液、タイ：バイオエタノール蒸留廃液）を開始した。現時点で、有機物負荷 30 kgCOD/m³/d の条件下で有機物除去率 90% の安定した処理性能を発揮している。パーム製造廃水とその主要成分である高級脂肪酸の集積培養試験の結果、廃液に含まれる高級脂肪酸の種類に応じた菌相構造が形成されること、特にオレイン酸のメタン生成細菌に対する阻害性が強いことなどを明らかにし、廃液の適切処理法確立のための基礎知見を得ることが出来た。

界面活性剤を地下に注入する浄化工法の安全性評価を目的として、鉄粉によるクロロエチレン類の化学還元分解反応機構に及ぼす界面活性剤の影響を検討した。分解反応はβ脱離と水素化分解の競争反応となった

が、その比率は界面活性剤の種類により異なった。クロロエチレン類の鉄粉表面への吸着を低下させる界面活性剤の系では、水素化分解の比率が小さくなることから、水素化分解反応が鉄粉表面での接触反応であることが示唆された。油耐性植物とその根圏微生物による油汚染浄化技術の開発研究において、油汚染砂質土壌にアーバスキュラー菌根菌（AM 菌）の接種源としてごく少量の健全な黒ボク土壌を添加すると、無添加に比べて最大 40%の油分解の向上が認められた。植物とその根圏微生物を利用した安価でクリーンな油汚染浄化技術の開発の端緒となるものである。微生物によるヒ素の還元・可溶化作用を利用したヒ素汚染土壌浄化において、異化型ヒ酸塩還元細菌とビタミン B2 の併用によって、ヒ素汚染土壌の経済的浄化が可能であることを示した。ピフィドバクテリウム属による水銀イオンの金属水銀への還元活性、ならびにメチル水銀の分解機構について検討し、本細菌属の水銀化合物（メチル水銀、塩化第二水銀）に対する感受性は、これまで報告されている水銀耐性菌とは大きく異なることを明らかにした。

（3）流域における生態系保全のための現象把握・現象解明に関する研究

霞ヶ浦における水質・生物などのモニタリングを 1977 年から実施している。現在は、UNEP などの事業である GEMS/Water モニタリングの一環として当モニタリングを継続し、湖水・底泥を毎月採取して、栄養塩、クロロフィル a、溶存有機物 DOM 等を計測している（CGER モニタリング事業経費）。

日本沿岸域の海水温におよぼす温暖化の影響を評価するために、各自治体において過去 30 年間以上蓄積されてきた公共用水域常時監視で測定された海水温変動の重回帰分析の結果、千葉県以北の太平洋側と九州を除く日本海沿岸以外のほぼ全ての海域で、有意な海水温上昇が認められた。高頻度の海水温測定データを取得するために小型自立水温ロガーを東京湾・川崎港、平洋沿岸部・宮城県・塩釜湾に引き続き、平成 22 年度は九州・福岡県博多湾口と鹿児島湾の二箇所それぞれに設置し測定した。記録された海水温データは、当所の環境情報センターホームページ「環境展望台」に公表する予定で web サイトを構築中である。

三重県内のヨシ原干潟において底生動物の炭素・窒素安定同位体比を網羅的に測定した結果、ごく近接した生息場所間においても底生動物の餌利用が大きく異なることから、餌資源の供給源となる隣接生息域までを含めた生息環境の保全が重要であることが示唆された。

都市部の土壌では、レアメタル等による大気降下物由来の汚染が認められ、今後の汚染次第では健康被害も懸念される。このような状況から、首都圏を対象に広域的に土壌を採取・分析することによって、レアメタルを主とした有害金属のモニタリングを継続し、特にアンチモンが表層に蓄積されていることを明らかにした。

6) 自己評価

中期計画には「水質環境基準の見直しに関する検討、有機汚濁等負荷の一層の削減対策技術の開発、土壌環境基準の整備、汚染地の環境修復等が効果的に実施されるよう、流域構成要素（陸域、土壌、地下水、湖水、河川水、排水、沿岸域）の各視点から、水循環全体について、長期モニタリング、現象解明、影響評価、対策効果の評価に関する研究を推進する」と記されている。上記 1) 水環境保全及び流域環境管理に関する研究に詳述したように、環境省における水質環境基準（生活環境項目）の見直しに貢献してきたこと、また、数多くの学会における受賞から判断されるように、科学技術・学術に貢献してきたことから、本項に関しては目標を十分に達成したと判断できる。昨年実施の終了時評価では政策への貢献が指摘され、十分ではないとの評価を頂いたが、本年度、環境省が水環境基準の見直しに向け具体的な取り組みを開始したことにより、幸い、本研究の施策への貢献が具現化する事となった。上記 2) 流域における環境修復・改善技術に関する研究で詳述した内容のうち、平成 18～20 年度に所内特別研究で実施した「省エネルギー型水・炭素循環処理システムの開発」は、既に外部評価にて大変高い評価（5 点）を得たことから判断できるように十分に目標を達成した。その他の課題についても、継続して科研費等の研究費を得ていること等から、質の高い研

究を実施しているとともに、今後の発展性が期待できるものと判断できる。上記3) 流域における生態系保全のための現象把握・現象解明に関する研究で詳述した内容は、基盤研究の「長期的な視点に立って、先見的环境研究に取り組むとともに、新たに発生する重大な環境問題及び長期的、予見的・予防的に対応すべき環境問題に対応」という共通目標に従って実施され、霞ヶ浦の湖水・湖底泥や関東における土壤汚染状況の長期的なモニタリングを継続し、新たな環境問題の早期発見や予防対策の立案に努めている。この中で、市街地土壤の汚染についてリスクを評価し、また、自治体などにより実施されてきた長期的なモニタリング結果を整理することで、沿岸域における海水温の上昇を見いだした。

誌上発表及び口頭発表

1 誌上発表（査読あり）

5年間の報告数 139件

平成22年度分

1. 原島省 (2011) シリカ欠損 - ケイ素循環への人為影響と海洋生態系の変質. 地球環境, 16 (1) (印刷中)
2. Imase, M., Watanabe, K., Kitamura, T., Tanaka, H., Aoyagi, H. (2011) Screening for lectin-like protein-producing microorganisms based on cell surface proteins. Canadian Journal of Microbiology (in press).
3. Kanaya G, Suzuki T, Kikuchi E (2011) Spatiotemporal variations in macrozoobenthic assemblage structures in a river-affected lagoon (Idoura Lagoon, Sendai Bay, Japan): influences of freshwater inflow. Est Coast Shelf Sci. (in press)
4. 金谷弦, 菊地永祐 (2011) 富栄養化が汽水域の底生生態系に及ぼす影響について. 地球環境, 16(1) (印刷中)
5. 越川昌美, 渡邊未来, 高松武次郎, 林誠二, 野原精一, 佐竹研一 (2011) 新潟県三面川水系における溪流水質と集水域の地質および地形の関係. 陸水学雑誌 (印刷中)
6. Syutsubo K., Yoochatchaval W., Tsushima I., Araki N., Kubota K., Onodera T., Takahashi M., Yamaguchi T., Yoneyama Y. (2011) Evaluation of sludge properties in a pilot scale UASB reactor for sewage treatment in temperate region. Water Science and Technology (in press)
7. Yoochatchaval W., Kumakura S., Tanikawa D., Yamaguchi T., Yunus M.F.M., Chen S.S., Kubota K., Harada H., Syutsubo K. (2011) Characteristic of anaerobic degradation of palm oil mill effluent(POME). Water Science and Technology (in press)
8. Doi H., Yurlova N.I., Vodyanitskaya S.N., Kanaya G., Shikano S., Kikuchi E. (2010) Estimating isotope fractionation between cercariae and host snail with the use of isotope measurement designed for very small organisms. J.Parasitol., 96 (2), 314-317
9. Fukushima T., Kamiya K., Onda Y., Imai A., Matsushige K. (2010) Long-term changes in lake sediments and their influences on lake water quality in Japanese shallow lakes. Fundam.Appl.Limnol.,Arch.Hydrobiol., 177 (3), 177-188
10. 長谷川直紀, 江種伸之, 山本秀一, 平田健正, 川原恵一郎, 岩崎一弘, 矢木修身 (2010) 帯水層中のメチロシスティス属M株の動態とトリクロロエチレンの分解に関する数値解析. 水工学論文集, 54, 613-618
11. Hyodo F., Kohzu A., Tayasu I. (2010) Linking aboveground and below ground food webs through carbon and nitrogen stable isotope analyses. Ecological Research (in press)
12. Ishii Y., Harigae S., Tanimoto S., Yabe T., Yoshida T., Taki K., Komatsu N., Watanabe K., Negishi M., Tatsumoto H. (2010) Spatial variation of phosphorus fractions in bottom sediments and the potential contributions to eutrophication in shallow lakes. Limnology, 11 (1), 5-16
13. 金谷弦 (2010) 炭素・窒素安定同位体比測定法による大型底生動物の餌資源推定 - 汽水域生態系への適用 -. 日本ベントス学会誌, 65, 28-40
14. Karube Z., Sakai Y., Tkeyama T., Okuda N., Kohzu A., Yoshimizu C., Nagata T., Tayasu I. (2010) Carbon and nitrogen stable isotope ratios of macroinvertebrates in the littoral zone of Lake Biwa as indicators of anthropogenic activities in the water shed. Ecological Research (in press)
15. Kohzu A., Imai A., Miyajima T., Fukushima T., Matsushige K., Komatsu K., Kawasaki N., Miura S. (2010) Direct evidence for nitrogen isotope discrimination during sedimentation and early diagenesis in Lake Kasumigaura, Japan. Organic Geochemistry (in press)
16. 越川昌美, 渡邊未来, 越川海, 小松一弘, 今井章雄, 稲葉一穂, 高松武次郎 (2010) 霞ヶ浦湖水における

アルミニウムの化学形態. 分析化学, 59 (12), 1137-1142

17. Kubota K., Syutsubo K., Yoochatchaval W., Yamaguchi T. (2010) Application of a Single-chamber Microbial Fuel Cell (MFC) for Organic Wastewater Treatment: Influence of Changes in Wastewater Composition on the Process Performance. *Sustainable Environment Research*, 20 (6), 347-351
18. 窪田恵一, Yoochatchaval W., 山口隆司, 珠坪一晃 (2010) 一槽型微生物燃料電池による連続廃水処理性能と発電性能の評価. *環境工学研究論文集*, 47, 571-577
19. 熊倉真也, 佐藤浩太, 山下拓也, 幡本将史, Pairaya Kucivilize Choeisai, 珠坪一晃, 荒木信夫, 山崎慎一, 山口隆司 (2010) 2槽式 UASB 反応槽と DHS 反応槽による高濃度硫酸塩含有天然ゴム製造廃液の連続処理. *環境工学研究論文集*, 47, 579-584
20. Matsuura N., Hatamoto M., Sumino H., Syutsubo K., Yamaguchi T., Ohashi A. (2010) Closed DHS system to prevent dissolved methane emissions as greenhouse gas in anaerobic wastewater treatment by its recovery and biological oxidation. *Water Sci. Technol.*, 61 (9), 2407-2415
21. 三浦真吾, 沖一雄, 松重一夫, 今井章雄, 小松一弘, 相崎守弘 (2010) QuickBird 画像による少流域ベースの土地被覆分類と Stepwise 法を用いた河川流出負荷量の算定. *水環境学会誌*, 33 (5), 49-56
22. Nagai T., Tomioka N., Kawasaki T., Imai A., Matsushige K. (2010) In situ growth rate of *Microcystis* spp. and their growth limiting factors: An application of cellular RNA content. *Limnology* (in press)
23. 永井寛之, 佐藤浩太, 幡本将史, 渡邊高子, Pairaya Kucivilize Choeisai, 珠坪一晃, 大橋晶良, 山口隆司 (2010) 脱タンパク質化天然ゴム廃液の再資源化処理ーカルシウムを用いた前処理と嫌気性処理ー. *環境工学研究論文集*, 47, 609-614
24. Nakamura Y, Nakano T, Yurimoto T, Maeno Y, Koizumi T, Tamaki A (2010) Reproductive cycle of the venerid clam, *Meretrix lusoria* in Ariake Sound and Tokyo Bay, Japan. *Fish Sci.*, 76, 931- 941
25. Nara F, Imai A, Uchida M, Matsushige K, Komatsu K, Kawasaki N, Shibata Y, Amano K, Mikami H, Hanaishi R. (2010) High contribution of recalcitrant organic matter to DOC in a Japanese oligotrophic lake revealed by ¹⁴C measurements. *Radiocarbon*, 52 (3), 1078-1083
26. Narukawa, M., Watanabe, K., Inoue, Y. (2010) Light-induced root hair formation in lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Grand Rapids) roots at low pH is brought by chlorogenic acids synthesis and sugar. *Journal of Plant Research*, 123, 789-799
27. Ohte N., Tayasu I., Kohzu A., Yoshimizu C., Osaka K., Makabe A., Koba K., Yoshida N., Nagata T. (2010) Spatial distribution of nitrate sources of rivers in the Lake Biwa watershed, Japan: Controlling factors revealed by nitrogen and oxygen isotope values. *Water Resources Research* (in press)
28. 大河原正博, 幡本将史, 西山桂太, 松浦哲久, 阿部憲一, 珠坪一晃, 井町寛之, 原田秀樹, 山口 隆司, 大橋晶良 (2010) 嫌気性処理水に含まれる溶存メタンの密閉型 DHS 装置によるガス化回収. *水環境学会誌*, 33 (4), 25-31
29. Ooba M., Wang Q-X., Murakami S., Kohata K. (2010) Biogeochemical model (BGC-ES) and its basin-level application for evaluating ecosystem services under forest management practices. *Ecol. Modelling*, 221 (16), 1979-1994
30. Oyama Y., Matsushita B., Fukushima T., Chen J., Nagai T., Imai A. (2010) Testing the spectral decomposition algorithm(SDA)for different phytoplankton species by a simulation based on tank experiments. *Int.J.Remote Sens.*, 31 (6), 1605-1623
31. 坂口直史, Ahmad Iskandar Bin Haji Mohd Taha, 牧秀明, 濱田誠一, 森川正章, 奥山英登志 (2010) サハリン油田開発に伴う原油汚染事故を想定したバイオレメディエーション技術の可能性. *生物工学会誌*, 88(4), 150-157

32. 富岡典子, 小松一弘, 越川 (金尾) 昌美, 今井章雄, 松重一夫, 稲葉一穂 (2010) 霞ヶ浦表層水中の銅と鉄の長期モニタリング. 分析化学, 39 (12), 1169-1174
33. Tsumi I., Yoochatchaval W., Yoshida H., Araki N., Syutsubo K. (2010) Microbial community structure and population dynamics of granules developed in Expanded Granular Sludge Bed (EGSB) reactors for the anaerobic treatment of low-strength wastewater at low temperature. J. Environ. Sci. Health A, 45 (6), 754-766
34. Watanabe Nara F., Watanabe T., Nakamura T., Kakegawa T., Katamura F., Shichi K., Takahara H., Imai A., Kawai T. (2010) Radiocarbon and stable carbon isotope ratio data from a 4.7-m-long sediment core of Lake Baikal (Southern Siberia, Russia). Radiocarbon, 52(3), 1449-1457
35. Watanabe Nara F., Imai A., Matsushige K., Komatsu K., Kawasaki N., Shibata Y. (2010) Radiocarbon measurements of dissolved organic carbon in sewage-treatment-plant effluent and domestic sewage. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., B, 268 (7/8), 1142-1145
36. Watanabe Nara F., Watanabe T., Kakegawa T., Seyama H., Horiuchi K., Nakamura T., Imai A., Kawasaki N., Kawai T. (2010) Climate control of sulfate influx to Lake Hovsgol, northwest Mongolia during the last glacial-postglacial transition: Constraints from sulfur geochemistry. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology doi:10.1016/j.palaeo.2010.10.001.
37. 山村茂樹, 渡邊未来, 惣田訓, 池道彦 (2010) 天然メディエーターを利用した微生物学的ヒ素可溶化の促進. 用水と廃水, 52 (5), 401-406
38. Yoochatchaval W., Kubota K., Kawai T., Yamaguchi T., Syutsubo K. (2010) Treatment of Sugar Containing-Low Strength Wastewater at 20°C by Anaerobic Granular Sludge Bed Reactor. Water Practice & Technology, 5 (3)
39. Yoshimura T., Nakashima Rei., Suzuki A., Tomioka N., Kawahata H. (2010) Oxygen and carbon isotope records of cultured freshwater pearl mussel *Hyriopsis* sp. shell from Lake Kasumigaura, Japan. J. Paleolimnol., 43 (3), 437-448

2 誌上发表 (査読なし)

5年間の報告数 31件

平成22年度分

1. 濱田誠一, 牧秀明, 高田雅之, 長雄一, 島村崇志, 宮木雅美, 仁科健二 (2010) 重点領域研究「オホーツク海沿岸環境脆弱域における油汚染影響評価とバイオレメディエーション実用化に関する研究」の概要. 北海道立地質研究所報告, 81, 1-42
2. 林誠二 (2010) 森林による水環境への栄養源の供給とその影響. 水環境学会誌, 33 (10), 324-327
3. 今井章雄 (2010) 貧栄養湖十和田湖における溶存有機物 (DOM) の起源と特性. 月刊資源環境対策, 46 (9), 58-65
4. 今井章雄 (2010) 調査研究日誌 霞ヶ浦調査、ろ過と泥切りがタイヘンです. 国立環境研究所ニュース, 29 (3), 11-12
5. 牧秀明, 濱田誠一 (2010) サハリン産原油の微生物分解とオホーツク沿岸における現場試験. 北海道立地質研究所報告, 81, 5-12
6. 珠坪一晃 (2010) 廃水処理の省エネ化を図る無加温メタン発酵技術の開発. OHM, 97 (4), 4-5
7. 山村茂樹 (2010) 遠くて近い12mm-細菌による細胞外電子伝達-. 生物工学会誌, 88 (9), 485

3 書籍

5年間の報告数 6件

平成22年度分

1. Kohzu A. (2010) Chapter 8. Application of stable isotope analysis to fungal ecology. In: Earth, Life, and Isotopes (eds. Ohkouchi N., Tayasu I., Koba K.), Kyoto Univ. Press, 109-118

4 口頭発表 5年間の総数（括弧内は平成22年度内の報告数）

国外： 27件（4件）

国内： 236件（56件）

招待講演

国外： 1件（0件）

国内： 6件（2件）

1. 今井章雄 (2010) 湖沼における DOM およびフミン物質の起源、特性および動態. 日本腐植物質学会第26回講演会, つくば
2. 今井章雄 (2010) 難分解性有機物を考える. 湖沼および河川における難分解性有機物の特性. 第14回日本水環境学会ノンポイント汚染研究集会「ワークショップ in 日立・霞ヶ浦」ワークショップ(II), 公開シンポジウム, 美浦

5 特許等

特許

1. 特許 4591879, 発明の名称: 微生物による有機塩素化合物汚染環境の浄化方法, 出願人: 科学技術振興事業団, 国立環境研究所, 発明者: 矢木修身, 岩崎一弘, 橋本顕子, 登録日: 2010年9月24日
2. 特開 2011-000560, 発明の名称: 油汚染土壌の浄化方法, 出願人: 国立環境研究所, 新日本石油, 発明者: 岩崎一弘 (国立環境研究所), 川島一朗, 長尾正基, 米丸聡 (新日本石油), 公開日: 2011年1月6日
3. 特開 2010-279337, 発明の名称: 新規微生物及びその微生物を含むジクロロメタン処理剤, 出願人: 富士フイルム, 国立環境研究所, 発明者: 宮崎英男, 坂間至朗, 長山修 (富士フイルム), 岩崎一弘 (国立環境研究所), 公開日: 2010年12月16日
4. 特開 2008-178824, 発明の名称: リン回収方法及び装置, 出願人: 珠坪一晃, 長岡技術科学大学, 国立環境研究所, 国立高等専門学校機構, 発明者: 大橋晶良, 高橋統気, 石原茂樹 (長岡技術科学大学), 原田秀樹 (東北大学), 井町寛之 (海洋研究開発機構), 珠坪一晃 (国立環境研究所), 角野晴彦 (岐阜工業高等専門学校), 公開日: 2008年8月7日
5. 特開 2008-168264, 発明の名称: 溶存メタン回収方法及び装置, 出願人: 珠坪一晃, 長岡技術科学大学, 国立環境研究所, 国立高等専門学校機構, 発明者: 大橋晶良, 西山桂太, 大河原正博 (長岡技術科学大学), 原田秀樹, (東北大学) 井町寛之 (海洋研究開発機構), 珠坪一晃 (国立環境研究所), 角野晴彦 (岐阜工業高等専門学校), 公開日: 2008年7月24日 (出願審査請求中)
6. 特開 2008-036529, 発明の名称: メタン発酵による排水処理方法及び装置, 出願人: 国立環境研究所, 発明者: 珠坪一晃 (国立環境研究所), 公開日: 2008年2月21日 (出願審査請求中)
7. 特開 2006-116381, 発明の名称: 有機性排水のメタン発酵処理方法及び装置, 出願人: 珠坪一晃, 長岡技術科学大学, 三機工業株式会社, 発明者: 珠坪一晃 (国立環境研究所), 原田秀樹, 大橋晶良, 井町寛之 (長岡技術科学大学), 加藤薫 (三機工業株式会社), 公開日: 2006年5月11日