

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「 環境・エネルギー研究分野 」

研究課題名「 トンレサップ湖における環境保全基盤の構築 」

採択年度：平成27年度/研究期間：5年/相手国名：カンボジア王国

平成28年度 実施報告書

国際共同研究期間*1

平成28年4月1日から平成33年3月31日まで

JST側研究期間*2

平成27年6月1日から平成33年3月31日まで

(正式契約移行日 平成28年4月1日)

*1 R/Dに基づいた協力期間 (JICAナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：吉村 千洋

東京工業大学・准教授

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	H27年度 (6ヶ月)	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度 (12ヶ月)
1. 水文・水理プロセスのモデル化 1-1 データの収集とデータベース化 1-2 水文観測網の整備と拡充 1-3 水文モデルの構築 1-4 水理モデルの構築	収集開始 試行計算開始	データ共有 機材設置完了	データ共有 拡充完了	データ共有	データ共有	データ共有
2. 土砂動態・基礎水質の解明 2-1 土砂動態・基礎水質データの収集 2-2 土砂動態・基礎水質の実態調査 2-3 土砂・水質の観測システムの構築 2-4 高濁度水中での物質動態の解明	収集開始	データ共有 調査準備完了	データ共有 3年間の調査 機材調整完了	データ共有 構築完了	データ共有 現地調査完了	データ共有 分析完了
3. 化学物質動態の解明 3-1 化学物質動態のデータ収集 3-2 化学物質動態の実態調査 3-3 化学物質の簡易調査手法の構築 3-4 分解過程の解明とモデル化	文献調査開始	データ共有 分析手法の構築	データ共有 3年間の調査 手法提案	データ共有 現地調査完了	データ共有 分析完了	データ共有
4. 病原微生物動態の解明 4-1 糞便汚染・藍藻のデータ収集 4-2 病原微生物の実態調査 4-3 病原微生物の分析手法の構築 4-4 病原微生物の動態解明とモデル化	文献調査開始	データ共有 分析手法の構築	データ共有 3年間の調査 手法提案	データ共有 現地調査完了	データ共有 分析完了	データ共有
5. 水環境解析ツールの開発 5-1 各水質項目のモデル化 5-2 水文・水理モデルとの統合 5-3 各水質モデルの検証		土砂モデル構築	水質モデルの整理 手法提案	2次元での統合	3次元での統合	検証
6. リスク評価とシナリオ解析 6-1 健康リスクの評価 6-2 生態リスクの評価 6-3 シナリオ解析 6-4 環境保全策の提案 6-5 モデルのユーザビリティ確保	文献調査開始	現地調査開始		調査完了 モデル提案	評価完了 評価手法提案	評価完了 解析完了 提案 確保
7. 水環境管理ツールの社会実装 7-1 プラットフォームに関する合意 (含データベース) 7-2 プラットフォーム事務局の構築 7-3 情報基盤の構築 7-4 地域集落に関する研究 7-5 公開シンポジウムの開催 7-6 配布資料の作成・配布		合意 事務局設置完了	運用開始	維持体制提案	ITCへ引渡し	
	システム提案				随時、改良・拡充	
	文献調査開始	現地調査開始		成果共有	成果共有	成果共有
	毎年夏期に開催					
	広報資料の配布		成果資料の配布	成果資料の配布	成果資料の配布	成果資料の配布

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点（該当する場合）

現時点ではこのスケジュールに関して大きな変更点はない。なお、東京工業大学やカンボジア工科大学での手続きの遅れに伴い、機材調達（主に分析機器）の進捗が数ヶ月遅れているが、平成29年度中にはすべての調達を完了させる予定である。

【平成28年度実施報告書】【170531】

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

本研究ではトンレサップ湖およびその周辺流域を対象として、(1) トンレサップ湖に関する環境データベースの構築、(2)水環境解析ツールの開発、(3)トンレサップ環境プラットフォームの設立に取り組むことで、カンボジアにおける流域環境学の発展および持続可能な水環境管理の実現に貢献することを成果目標としている。

昨年度に実施したキックオフ会合を受けて、今年度はトンレサップ湖での現地調査、モデル化、データベースの作成、各種実験などの実質的な共同研究を開始し、キャパシティビルディングやアウトリーチを並行して実施することで、プロジェクト全体での目標を達成するための重要な基盤を整えた。その中で重要な活動としては、カンボジア側で JICA 予算の執行が可能となり、カンボジア工科大学内におけるプロジェクト事務室（兼トンレサップ水環境プラットフォームオフィス）や実験室などを整備しつつ、研究に必要な機材や消耗品の調達を始めた。そして、6月にトンレサップ湖における定期環境調査（3ヶ月に1回）を開始し、12月以降の調査ではトンレサップ湖全域を評価するための調査経路を開拓したこと、3回の本邦研修により湖沼環境管理や水質分析などに関してキャパシティビルディングを実施したこと、水環境プラットフォームの重要な活動として毎年開催のシンポジウムを開始したことなどが重要な成果である。活動の様子を図1に掲載する。

研究の具体的な取り組みからは、水環境解析ツールおよび環境保全策の提案に向けて、トンレサップ湖の水環境のモニタリング体制を構築することで、水環境の現状把握、地域集落の社会経済状態の把握、要素モデルの開発を進めた（詳細は4ページ以降に報告）。水文・水理プロセスに関しては、衛星高度計や分布型水文モデルのトンレサップ湖流域への適用と精度検証、また1次元水理モデルの適用とインターフェイスの調整、そして、2次元モデルについて計算効率と地表水流れの再現性を精査し、河川流域への土砂モデルの適用も進めた。各種水質のモニタリングに関しては、1年間に4回の定期調査を開始し、12月の調査からは湖沼全域を評価するような調査経路を開拓することに成功し、その後3ヶ月に一度の定期調査を継続している。基礎水質については項目ごとに乾期における異なる空間分布が明らかになり、重金属や微量汚染物質に関する調査では重金属汚染は見られないものの複数の農薬が流域河川からトンレサップ湖に流入していることが明らかになった。なお、粘土粒子を対象としたリンと窒素の変換過程を解明するための実験的研究も開始した。微生物に関しては、次世代 DNA シーケンサーによる菌叢解析と合わせて、トンレサップ湖における大腸菌と黄色ブドウ球菌の消長を現地での実験で解明することに成功し、さらに藍藻毒による潜在的なリスクも明らかになった。そして、地域集落における生活様式とトンレサップ湖の関係を理解するためのインタビュー調査も並行して実施、健康リスクや社会経済状況に関するデータの収集も開始した。以上の成果は、今年度末までに5編の論文として発表しており、すべての研究グループで来年度に向けて成果を蓄積できる体制を構築したと言える。

このような基盤的研究の一方で、プロジェクトを効率的に進めるために研究運営体制の構築や人材育成にも精力的に取り組んだ。運営体制に関しては、カンボジア工科大学内にプロジェクト事務室を構築して、JICA 担当者および現地アシスタントと協力することで、定期的な運営会議、効率的・効果的な予算運用体制、安全管理体制、ワークショップシリーズなどを構築した（合同調整会議（JCC）は10月に開催）。そして、トンレサップ湖の環境データをプロジェクト内で共有するために、東京工業大学にデータサーバーを設置（7月）して、環境データおよび関連文書（論文、パワーポイント、マニュアル

【平成28年度実施報告書】【170531】

ルなど)の収集を始めることで環境データベースの運用を開始した。また、人材育成の面では、カンボジア側のグループリーダーおよびグループ7(研究題目7)の研究者を対象として、琵琶湖(8月)と霞ヶ浦(2月)での取り組みを現場で修得させ、トンレサップ湖の管理体制を議論する機会を設けた。また、グループ2・3・4(各研究題目に対応)において水質・微生物分析に関する研修(11月)を、またグループ2・5では水質モデルに関する研修(2月)を東京工業大学で実施した。これらのキャパシティビルディングはカンボジア側での分析機材や計算機の調達そしてシンポジウム等での議論とも有機的につなげることで、研究レベルの向上とトンレサップ湖の環境管理体制の実質化に活かされる。なお、カンボジア工科大学を卒業した人材(3名)を東京工業大学の博士課程で受け入れ、本プロジェクトと組み合わせた長期的な人材育成も開始した。これらの活動は日本側の若手研究者の育成にも生かされている。

また、トンレサップ水環境プラットフォームの構築に向けて、中心的なイベントとなるトンレサップ水環境シンポジウムを成功裏に実施したことは特筆すべき重要な成果である(8月26・27日、カンボジア工科大学会議ホールA)。シンポジウム開催の目的は水環境管理のために情報共有と人の交流そして科学技術の導入を促進することであり、カンボジア工科大学の学長、プロジェクトの研究者、トンレサップ庁などの行政官、JICAプノンペン事務所の担当者など合計200名程度が参加して、トンレサップ湖



写真1. 本プロジェクトでの活動の様子(左上:トンレサップ水環境シンポジウム。右上:プロジェクトの運営会議。左下:トンレサップ湖での水深・流速観測。右下:トンレサップ湖上での水質調査)

に関する 25 件の研究発表と今後の環境管理体制をパネルディスカッションの形式で議論した。シンポジウムの成果・論点は、プラットフォームの情報共有基盤として開設した Facebook において公開され、広くより多くの関係者がアクセスできる。

(2) 研究題目 1：水文・水理プロセスの解明（リーダー：藤井秀人、LY Sarann）

① 研究題目 1 の研究のねらい

環境悪化の著しいトンレサップ湖およびその周辺流域を対象に水文・水理プロセスのモデル化を行い、水環境解析ツール開発のための基盤を構築する。

② 研究題目 1 の研究実施方法

トンレサップ湖およびその周辺領域の河川・氾濫原・農地について、洪水期の氾濫データ、土地利用情報、アオコなどの発生の情報収集と衛星画像を活用することで、冠水域および土地利用・土地被覆データセットを整備し、水文・水理モデルの検証に活用する（題目 1-1）。また氾濫域などの水位・流量観測網を拡充するため、流域に気象観測装置や水位計を多数設置して観測網を拡充させる。また ADCP による流量観測と湖底の地形観測を行うとともに、新規観測システムとして、高解像度気象データセットの構築、衛星高度計を利用した水位観測技術の確立を実施する（題目 1-2）。その上で、メコン川流域、メコン川下流部、トンレサップ湖という 3 つのドメインを設定して、それぞれのモデル化とモデル間での連携を進めながら以下の水文・水理モデルの開発を行う。

そして、メコン川流域およびトンレサップ湖へ流入する河川へ分布型水文モデル（GBHM）を適用する（題目 1-3）。また、トンレサップ湖とその周辺域を含むメコン川下流部を対象に、トンレサップ湖を含む領域内の氾濫域（上流境界はメコン川のクラチェ地点、下流境界はタンチャウ・チャウドック）を 1 次元水理モデル（Mike Hydro River）によりモデル化を行い（題目 1-4）、トンレサップ湖内部は湖底地形データおよび 1 次元水理モデルの出力を利用して 2 次元モデル局所慣性モデルを開発し、トンレサップ湖内部の流動を解析する。さらに、近年東京工業大学で開発された TITech-WARM を用いて湖の一部重点領域の流動と水温を 3 次元モデルで解析する（題目 1-4）。

③ 研究題目 1 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

LANDSAT 画像約 160 点（1989～2016 年：各年 3～6 時点）を反射率データに変換し、2000 年以降の画像はさらに大気補正済み反射率を算出した。その結果 2000 年代後半以降、本来水面からの反射がほとんどない短波赤外領域の反射率が湖面の大部分にわたって増加する時期があることを確認した（題目 1-1）。トンレサップ湖と周辺氾濫原の水位観測網を拡充するため、空間分解能に優れた衛星高度計である ENVISAT を選定し、ENVISAT の運用期間である 2002 年 6 月～2010 年 10 月を解析し衛星高度計推定値とトンレサップ湖の Konpong Luong 水位観測点の実測値を比較した。その結果、最も誤差が小さかったのは、バンド（ku band：周波数 13.6GHz）とアルゴリズム（ice-2 algorithm：大陸氷床を対象とした反射電波強度の時系列の再追跡アルゴリズム）の組合せで、RMSE が 0.35m（水位変動幅の 4%）の精度であった（題目 1-2）。トンレサップ湖支流からの流入量推定のための水文モデル GBHM の精度を評価するため、12 支流のうち 2 支流（Sen 川、Chinit 川）でキャリブレーションと検証を行った。推定精度を Nash-Sutcliffe Efficiency（NSE）を使用して評価した結果、Sen 川では NSE = 0.68、Chinit 川は NSE = 0.71 となった。雨量観測点の不足により推定流量が全体的に過小（2000 年）となったが結果は比較的良好であった（題目 1-3）。1 次元水理モデル Mike11（Mike Hydro River に名称変更）によるトンレサップ湖と周辺域の流動を 1998～2003 年まで 10 分間隔で計算し、その結果を

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

平面 2 次元モデルに受け渡せるように改造を行った。また、水文モデルとのインターフェイスとなる流入点を GBHM モデルの流出点と一致するよう調整を行った。2 次元モデルは当初予定していた商用モデル Mike21 は使用せず、独自開発によるモデルにより構築することに変更した。候補とした 2 種類の 2 次元モデル、有限体積法 (FEVM) と局所慣性モデル (Local Inertial Model) について計算効率と地表水流れの再現性を精査し、後者を本研究に使用することにした。これを受け、局所慣性法モデルでトンレサップ湖の流動の試行計算を開始した。3 次元モデルの水理学的流動の基本要素となる流速と水温の解析モジュール開発はほぼ完了しているため、トンレサップ湖への適用に向けて湖底地形データの整備と境界条件準備のため通常差分法による平面 2 次元流動モデルを開発し、GPGPU を用いることにより開発した 2 次元流動モデルで 1 年分の計算を 24 時間未満で実現できる可能性を確認した(題目 1-4)。

④ 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

研究用機材であるワークステーション、ADCP、Mike Hydro River の調達の遅れにより、カウンターパートへの技術移転に遅れが生じている。ADCP は 3 月中旬に到着し、カンボジア国内研修を 3 月下旬に実施することができ、ADCP を用いたカウンターパート等によるトンレサップ川とトンレサップ湖の定期的流量観測は 2017 年 5 月の開始の目処がついた。しかし 1 次元水理モデル (Mike Hydro River) の研修については、カンボジア国内での研修は 2017 年 6 月以降、カウンターパート 3 名の日本での研修は 7 月以降に遅れ込むことになった。

⑤ 研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

前述したように機材調達の遅れで、カウンターパート研修に約半年の遅れが生じているが研究内容については想定外の展開はない。

(3) 研究題目 2 : 土砂動態・基礎水質の解明 (リーダー: 吉村千洋、OEURNG Chantha)

① 研究題目 2 の研究のねらい

トンレサップ川流域を対象として、土砂および基礎水質の動態に関するデータ収集、観測システムの拡充、栄養塩動態の解明などを通して、高濁度水域における水質形成プロセスを解明する。この成果は、他のグループの成果と統合 (研究題目 5) されることで、水環境解析ツールの開発につなげる。

② 研究題目 2 の研究実施方法

2014 年までの約 20 年間を対象とし、カンボジア水資源気象省より土砂・基礎水質の観測データを収集する (題目 2-1)。対象とする水質項目は浮遊物質 (SS)、その粒径分布、BOD、形態別栄養塩とし、水温、pH、電気伝導度などの基礎項目と合わせて収集する。

その上で、季節ごと (3 ヶ月に 1 度) に研究者による集中的な調査を実施し、鉛直プロファイルも含め土砂動態および水質形成過程を評価するためのデータを得る (題目 2-2)。この調査では、汚染物質の成分ごとに発生源や流入河川を調査地点に含め、湖沼内での土砂、有機物、栄養塩の空間分布および起源解析を実施する。また、現在トンレサップ湖には水質観測施設が 1 ヶ所設置されているが、これを拡充させるために湖沼内の気象観測点に最新の水質観測システムを追加的に導入する (題目 2-3)。また、濃度の高い土砂 (浮遊砂) は水質形成において支配的な役割を担うと考えられるため、洪水氾濫原における 3 つの異なる植生を対象に浮遊砂の沈殿率および再浮遊砂率を求め、植生の違いによる土砂動態の評価を行う。

以上のモニタリング結果を蓄積・解析することと共に、土砂および基礎水質の時空間分布を記述することで、水質モデルの基礎となる情報を蓄積する。

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

さらに、トンレサップ湖に多く流入する SS は水質形成において支配的な役割を担うと考えられる。よって、SS の栄養塩変換機能を解明するための室内実験も実施する（題目 2-4）。特に無機窒素および無機リンは土砂と相互作用を示すことが知られている。そのため、室内実験ではトンレサップ湖に存在する土砂および水の物理化学的条件を対象として、無機態栄養塩の吸着、硝化、脱窒反応を実験的に確認する。これにより、栄養塩動態をモデル化するために必要となる各種反応速度定数を推定し、高濁度水域における水質形成プロセスを解明する。

なお、このグループ 2 は現地調査の調整役となり他のグループと合同で効率的に環境中の試料（主に水、土砂）を得る。

③研究題目 2 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

今年度は、3 ヶ月に 1 度の研究者による集中調査を、2016 年 6 月 9 日、8 月 29 日～9 月 1 日、12 月 12 日～22 日、2017 年 3 月 9 日～15 日の計 4 回行った。特に、12 月の調査においては、トンレサップ湖の北端（Siem Reap 付近）から南端（Chhnouk Tru 付近）までの湖沼全域を広くモニタリングするために、約 100 地点程度（湖沼、洪水氾濫域、周辺河川、フローティングハウス周辺）の調査地点を設けて、鉛直プロファイルも含め土砂動態および水質形成過程を評価するための調査拠点を構築した。なお、洪水氾濫域における土砂の堆積・再浮遊過程を調べる詳細調査も並行して実施した（図 1）。

基礎水質観測の結果として DO 濃度は流域ごとに明確な差異を示し、フローティングハウス周辺においては 5 mg/L 以下、河川と湖岸においては 5～7 mg/L、湖沼においては 7～8 mg/L であり、相対的に湖沼中央部で高く、湖岸および河川に向かうにつれて低い濃度を示した（図 1B）。なお、濁度は全体的に南湖より北湖の濃度が高い値を示した（図 1C）。一方、3 つの異なる植生における土砂の堆積率と再浮遊砂率をみると、相対的に森林や勘木地における堆積率は草原地より高いが、再浮遊砂率をみると、勘木地の方が他に比べて高い値を示した。しかし、この結果は 2016 年の 12 月における空間分布であり、この空間分布が時間的にどのように変化するかを知るために持続的な現地調査が必要である。

なお、典型的な粘土粒子を対象としたリンと窒素の変換過程を解明するための実験系を作成し、その栄養塩動態を解明するための室内実験を開始した。なお、採水試料のアニオン（PO₄、F、Br、NO₂、Cl、NO₃、SO₄）とカチオン（Li、Na、NH₄、K、Ca、Mg）の分析と DOC（Dissolved Organic Carbon）や 3 次元蛍光分析（EEM）も開始した。このようにトンレサップ湖における現地観測や基礎実験の結果と合わせて水環境解析ツールの開発につなげる。

④研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

現地調査の準備、採水や採泥の方法や原位置調査機器の使用方法及び校正法、水質の基礎知識および分析方法、水質データの解析およびその投稿に関して、統計解析や論文執筆に必要なスキルをカウンターパートへ指導した。なお、カウンターパートを日本へ招聘し、イオンクロマトグラフィー、TOC（Total Organic Carbon）、TSS（Total Suspended Solid）、LOI（Loss on Ignition）、粒度分析機等の水質および土砂分析器の使用方法を教えた。それに加え、GIS や統計ソフトの使い方のトレーニングを実施した。これらによって、カウンターパートのみでの現地調査の準備や実施、そして分析と解析、論文執筆ができることが期待されるが、より高度なスキルを身につけさせるためには、持続的なフィードバックが必要であると考えられる。

⑤研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

当初の計画通りプロジェクトの準備が進み、特筆すべき新たな展開はなかった。

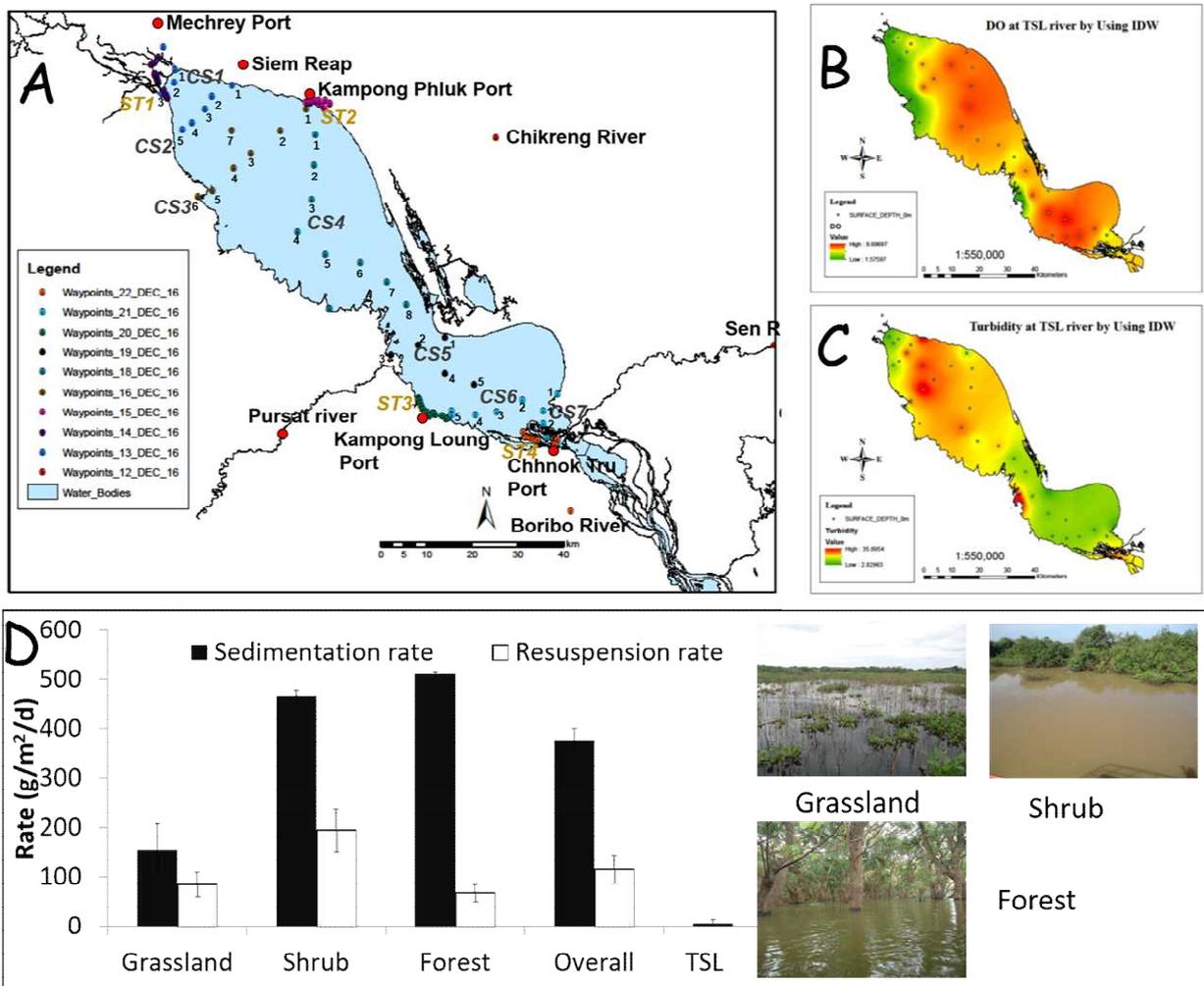


図1. トンレサップ湖における調査位置図および2016年12月調査における水質と土砂調査の結果 (A: 調査位置、B: DO濃度の空間分布 (赤色: 高い値、緑色: 低い値)、C: 濁度の空間分布 (赤色: 高い値、緑色: 低い値)、D: 堆積率と再浮遊砂率)

(4) 研究題目3: 化学物質動態の解明 (リーダー: 日野出洋文、KUOK Fidero)

① 研究題目3の研究のねらい

トンレサップ湖における環境汚染物質の特定およびその検出法の最適化を行い、その動態解明を行う。この成果は、他のグループの成果と統合することにより (研究課題5)、水環境解析ツールの開発につながる。この取組はASEAN諸国の典型的な事例としてとらえ、その成果をASEAN諸国で適用できるシステムを構築する。

② 研究題目3の研究実施方法

汚染物質として環境中での残留性が高い POPs (残留性有機汚染物質) を対象として、その検出方法の最適化と環境中での動態解明を行う。文献調査や聞き取り調査の結果、重要となる化学物質として複数の農薬を当初の主な対象とする。まず、トンレサップ湖の化学物質による環境影響を把握するため、環境水からの POPs の検出方法の最適化を行った上で、トンレサップ湖の化学物質動態調査をグループ2・4と共同で実施する。この調査を定期的に繰り返すことで、トンレサップ湖およびその流域における POPs の動態解明を行う (題目3-1、3-2)。トンレサップ湖は季節的に流域面積が大きく変化するた

【平成28年度実施報告書】【170531】

め、沿岸域や底質でのプロセスも考慮する。なお、この流域では高濃度の重金属（ヒ素、カドミニウム、鉄など）が検出されることがあるため、重金属の分析も試験的に行い、高い毒性レベルが確認された場合には、重金属も定期調査の対象とすることで、そのモデル化（グループ5）やリスク評価（グループ6）も研究対象とする。

なお、POPの定量分析のためには質量分析器を用いるが、前処理にも特定の装置や時間を要するため、社会実装に向けて簡易抽出キットを開発することで簡便なモニタリング方法の確立も目指す（題目3-3）。さらに、湖の水中および底泥中において上記のPOPの分解速度および分解プロセスを実験的に解明することで、そのモデル化（研究題目5）およびリスク評価（研究課題6）において定量的な検討を可能とする（題目3-4）。この分解プロセスは共存する土砂、有機物、栄養塩、微生物群集に依存するため、グループ2および4との共同研究として実施する。

③ 研究題目3の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

今年度は、POPの動態解明を行う（題目3-1、3-2）ため、3回のサンプリング調査（データ収集）を行った。期間は、1）2016年6月8日・9日、2）2016年8月29日から9月1日、3）2017年3月13日から3月19日である。定性・定量分析のために購入予定のGC/MSの搬入が当初の予定より、遅れたため、上記期間1）および2）のサンプルに関して、一部を日本に持ち帰り、依頼分析を行った。サンプルの分析は、重金属分析：プラズマ発光分光分析法（ICP-AES）、POP分析：ガスクロマトグラフィー質量分析法（GC/MS）で行った。

6月のサンプルに関しては、3か所分析を行った（サンプリング地点：図2）。重金属分析に関しては、Na・Ca・Mg・Fe・Siが検出されたが、有害重金属（Pb・Cd・Zn等）は検出されなかった。POPに関しては、42種の化合物が検出されたが、3か所において、その濃度に差がある物質が認められた。また、農薬関連物質においては、Thymil、Metalaxy、Chloroneb、Mefenoxam、Trimdimefonの5種類が検出されたが、文献調査におけるASEAN地域で使用されている13種の農薬には該当しなかった。

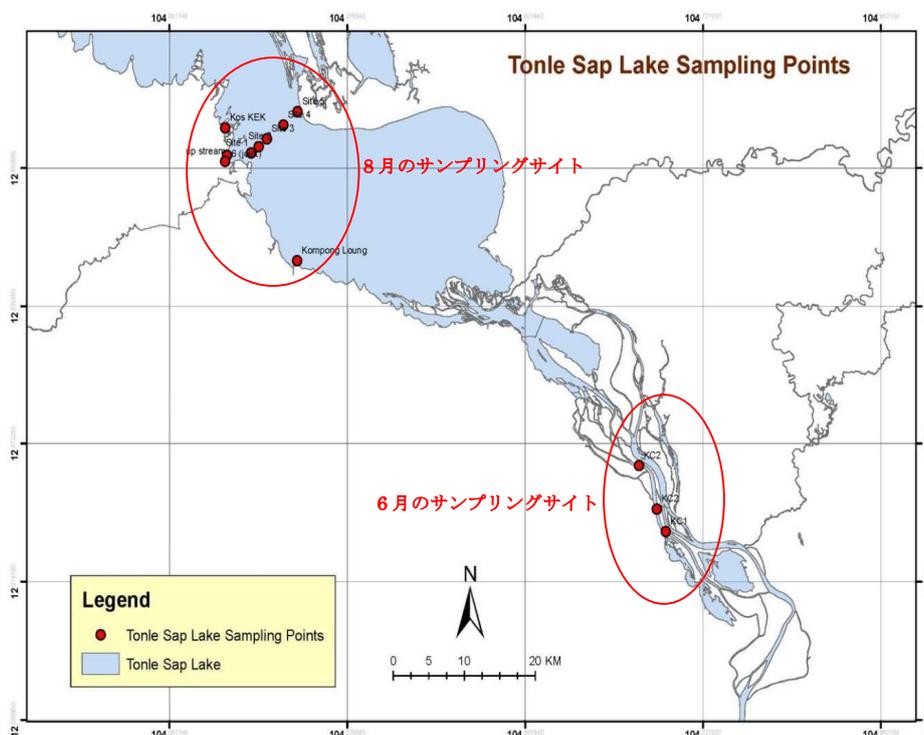


図2. 2016年6月および8月のサンプリングサイト

【平成28年度実施報告書】【170531】

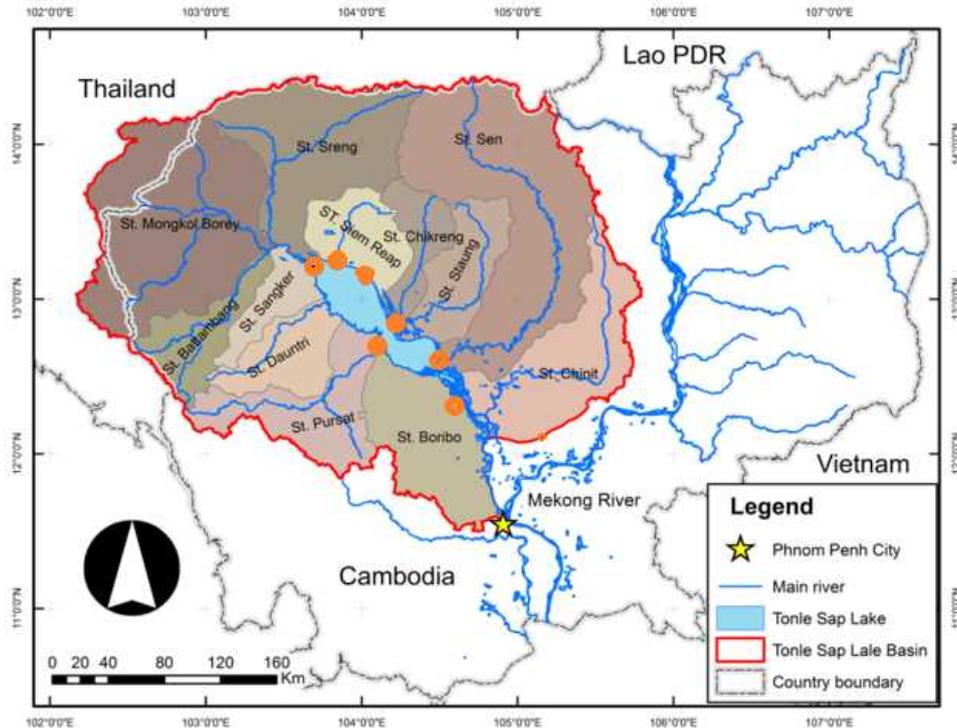


図3. 2017年3月のサンプリングサイト

8月には、6月の調査を参照し、トンレサップ湖中央地域の9か所の調査を行った（サンプリング地点：図3）。重金属分析に関しては、Na・Ca・Mg・Fe・Si・Mn・Alが検出された。6月の調査では検出されなかった、Mn・Alが検出された。6月同様に有害重金属（Pb・Cd・Zn等）は検出されなかった。POPsに関しては、持ち帰っての依頼分析のため、6か所の分析を行った。その結果、38種の化合物が検出されたが、6か所でその濃度に差がある物質が認められた。また、農薬関連物質においては、Diethyltounide、Atrazin、Thiobencarbの3種類が検出されたが、6月の調査結果および文献調査におけるASEAN地域で使用されている13種に農薬には該当しなかった。

3回目の3月の調査においては、トンレサップ湖北側地域（シエムリアップ側）を中心に、29か所で試料採取を行った。POPsの分析に関しては、平成29年度納入予定のGC/MSを使用して分析を行うことにしていることから、3回目の調査試料の分析結果により、トンレサップ湖全体における、重金属およびPOPsの確定および分布に関する基礎的データが得られることになる。

なお、今年度実施したサンプリング調査の試料分析や重要となる農薬等の化学物質の特定に見通しがたった段階で化学物質の簡易調査手法の構築（題目3-3）およびその分解過程の解明とモデル化（題目3-4）にも取り組む。特に平成29年度にはGC-MSがカンボジア工科大学に納入される予定であり、環境試料の分析だけでなく、学内での実験も組み合わせた研究が本格的に進めることが可能となる。

④ 研究題目3のカウンターパートへの技術移転の状況

2016年11月24日から12月2日までの日本においてトレーニングを行ったが、日本側における分析装置および実験手法等の共有を行い、あわせて、納入予定のGC/MSの基礎的なトレーニングを行うことができ、平成29年に納入される分析機器の使用に関する予備教育できた。

試料分析に関しても、データを共有し、カンボジア側で行った調査および分析結果と合わせて、平成29年度のシンポジウム等での成果発表は行えると思われる。

【平成28年度実施報告書】【170531】

⑥ 研究題目3の当初計画では想定されていなかった新たな展開

試料当初の計画通りプロジェクトの準備が進み、特筆すべき新たな展開はなかった。なお、試料採取等は当初の計画どおりプロジェクトが遂行できたが、分析機器の導入が遅れたため、分析に関して当初の計画より遅れている。

POPsの分析に関しては、予想とは異なり、2回の調査において検出される化学物質が異なっていたことから、3回目および平成29年度での同一地点での調査結果を基に対象物質の特定および除去手法の確立を行う必要があると思われる。

(5) 研究題目4：病原微生物動態の解明（リーダー：丹治保典、TAN Reasmey）

① 研究題目4の研究のねらい

カンボジアにおける乳児死亡率は1000人あたり43人(2012年WHO)と高く、死亡原因の多くは、ワクチンで予防可能な感染症や下痢などである。トンレサップ湖には水上生活者が100万人以上いるとされ、生活に伴って発生する排水は湖へ直接排出される。またアンコールワットがあるシェムリアップなどの都市部から排出される未処理下水が混ざり、河川・湖沼の水質汚染や不衛生な環境をもたらしていると考えられる。研究課題4では湖上生活者、および周辺都市部からトンレサップ湖に流入する排水の病原微生物汚染の現状を把握するとともに、流入した病原微生物の動態を培養法と遺伝子解析法により調べる。

排水に含まれる窒素やリンなど栄養塩の過剰流入は湖水の富栄養化をもたらし、藍藻に代表される微細藻類が異常増殖する。藍藻の一部はミクロシスチンなどの毒素を産生し、ヒトや家畜に被害を与える。本研究課題では病原微生物に加え、毒素産生藍藻の汚染調査と動態解明も行う。

プロジェクトの最終段階では研究題目1（水文・水理プロセスの解明）で開発されたシミュレーションモデルと合体することで、病原微生物と藍藻のリスクアセスメントを可能とする。

② 研究題目4の研究実施方法

平成28年度は以下の項目を主に実験により実施した。

2-1 大腸菌を指標とした病原細菌の水環境における消長の解析

湖上生活者が排出する廃水やトンレサップ湖周辺の住環境から排出される廃水にはヒト腸管由来の病原細菌が多く含まれる。それら病原菌が湖水に長く留まると湖上生活者の健康に影響を及ぼすことが懸念される。そこで衛生指標細菌としてよく用いられる大腸菌を用い、トンレサップ湖に大腸菌を暴露した際の消長を追うこととした。実験は研究室内で実験手法を確立し、確立した手法を用い実環境(トンレサップ湖)で実証試験を実施した。実験にはカットオフ値が100kDであるセルロースエステル製透析膜(Spectrum Lab社製)を用いた。分子量が10万以下の物質は透析膜を自由に透過することができ、ウイルスや細菌などの微生物は透過することができない。実験室で大腸菌の消長に及ぼす水環境の①イオン強度、②共存する微生物濃度、③共存するバクテリオファージ濃度の影響を評価した。

上記で確立した手法を用い、2017年3月12日～18日の一週間、Tonlé Sap湖畔のKampong Loungに滞在し、毎日ボートで湖上集落に通い、船上から大腸菌を含む透析膜を湖水に曝し、大腸菌の消長を追った。

2-2 次世代DNAシーケンサー(NGS)を用いた菌叢解析

環境水中に存在する微生物を把握することは、河川・湖沼の衛生環境を理解する上で重要なことである。しかし、環境中の細菌は培養困難なものが多く、従来の平板培養法では限られた細菌種しか分離・

【平成28年度実施報告書】【170531】

同定できないという欠点があった。そこで、近年の分子生物学的手法の発達により、16S rRNA 遺伝子の網羅的なシーケンシングによる細菌叢解析が主流になっている。本プロジェクトにおいても、今年度は雨季(6月、9月、12月)と乾季(3月)にトンレサップ湖の湖水および堆積物をそれぞれ採取し、16S rRNA 遺伝子配列による細菌叢解析を行った。まず最初に6月に採取した試料を用いて、湖水中からの細菌ゲノム抽出および16S rRNA 遺伝子の増幅条件を検討し、菌叢解析方法を確立した。それぞれの試料はエタノール中に浸漬させ殺菌後、ゲノム抽出およびPCR(ポリメラーゼ連鎖反応)による16S rRNA 遺伝子増幅を行った。PCR 増幅産物を MiSeq (Illumina 社)を用いた次世代シーケンス解析を業者(北海道システム・サイエンス)に依頼した。得られたシーケンスデータを基にして、QIIME (ver.1.9.1)によるデータ解析を行った。9月は湖を横断した試料採取、さらには、場所による湖水中の菌叢の差異についても比較検討を行うために、12月と3月は、都市部近隣、水上生活圏付近、トンレサップ川との合流部付近など、複数の地点の試料採取を行った。

2-3 毒素産生藍藻の汚染調査と動態解明

湖沼水中の窒素やリンなどの栄養塩濃度が上昇し富栄養化が生じると、藍藻類などの植物プランクトンの大量発生(いわゆるアオコの発生)が生じることがある。藍藻類の発生は、貧酸素など水質の悪化をもたらすが、*Microcystis aeruginosa* などある種の藻類は人間の肝臓に害をもたらす藍藻毒も生成する。従って、トンレサップ湖における水上生活者など、アオコが発生した湖沼水を直接生活用水等に使用する場合、藍藻毒による汚染が人体へ健康被害を及ぼす可能性がある。そこで、本項目では、藍藻毒の中でも世界中で報告されているミクロシスチンを対象としてその汚染状況ならびに藍藻毒の発生と水質・環境因子の関連性を調査することを目的とした。今年度は、藍藻毒測定における手法開発ならびにトンレサップ湖における藍藻毒の汚染予備調査を行った。予備調査では、乾季である8月と雨季である3月にトンレサップ湖で水上生活者の多い Kompong Luong 周辺水域を中心に水試料の採取を行った

③ 研究題目4の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

平成28年度における各研究項目の成果達成状況とインパクトを以下に示す。

3-1 大腸菌を指標とした病原細菌の水環境における消長の解析(丹治)

実験室内で実験手法の確立を行った。透析膜を用いることで大腸菌の消長を追うことができた。大腸菌を純水に暴露すると速やかに生菌数が減少した。浸透圧ショックによる自己溶菌が原因と考えられた。しかし電気伝導度で評価したイオン強度が数(mS/m)あれば自己溶菌による死滅は観察されなかった。一般河川水のイオン強度は数十(mS/m)あるので、イオン強度は大腸菌の消長にあまり影響しないと判断された。下水流入水と活性汚泥を構成する細菌群を大腸菌に混合すると、大腸菌は増殖することはなく生菌数は速やかに減少した。大腸菌特異的バクテリオファージの存在も大腸菌の消長には影響を与えなかった。

Tonlé Sap 湖に大腸菌と黄色ブドウ球菌を暴露した。初期濃度が数千万 CFU/ml あった大腸菌は4日間の暴露で検出限界以下の濃度に減少した。一方、黄色ブドウ球菌は初期濃度が数千万 CFU/ml あったが6日間の暴露で数十~数百 CFU/ml に減少した。グラム陽性細菌である黄色ブドウ球菌はグラム陰性の大腸菌より生存率が高かった。両細菌とも数日の暴露で比較的速やかに消失したことから湖に排出された病原菌の影響が及ぶ範囲は限定されると考えられた。

3-2 次世代DNAシーケンサー(NGS)を用いた菌叢解析

6月のトンレサップ湖水試料を用いて、ゲノム抽出および16S rRNA 遺伝子の増幅を行い、次世代シーケンシング解析に基づく菌叢解析を行うことができた。さらに、16S rRNA 遺伝子の定量PCRにより、9

【平成28年度実施報告書】【170531】

月の湖水サンプルの菌体濃度を測定したところ、 $10^4 \sim 10^5$ copies/mL であった。16S rRNA 遺伝子のコピー数は菌種によって異なるものの、3~7 程度であるため $10^3 \sim 10^4$ cells/mL 程度と見積もられ、菌体濃度は低く比較的綺麗であることが示唆された。但し、9 月は雨季であるため湖水量も多いため、乾季では菌体濃度が上昇することが予想された。そこで、12 月の湖水試料の菌体濃度を測定したところ、予想通り $10^5 \sim 10^6$ copies/mL と乾季の 10 倍程度高かった。また、堆積物中の菌体濃度は 10^8 copies/mL と湖水に比べて 100 倍程度高い値を示した。さらに次世代シーケンス解析により 12 月の試料中の菌叢を解析したところ、湖水の鉛直方向には菌叢の大きな違いは見られなかった。しかし、湖水中と堆積物中の菌叢は大きく異なっていることが統計解析により明らかとなった。更に、トンレサップ川の流入口付近では、他の採取場所と比べて光合成細菌(Cyanobacteria 門)の割合が高かった。今後、菌叢における病原性微生物の割合や各種栄養塩濃度と菌叢の関係などについても検討する必要があると考えられた。

3-3 毒素産生藍藻の汚染調査と動態解明

まず、藍藻毒測定における手法開発として、抗原抗体反応の原理を利用したマイクロシスチン測定方法を確立した。この手法では、マイクロシスチンに特異的に結合する抗体を用いる ELISA 法により、環境水中で観測されるマイクロシスチン濃度を検出・定量することに成功した。また、マイクロシスチンは多くが細胞内に存在するため、測定前に細胞外へ溶出させる必要がある。そのため、濾紙上に補足した細胞試料をメタノール存在下において 5 分程度超音波にかけることで、細胞から効率的に毒素を溶出させることができた。開発した手法を用いて、トンレサップ湖で 8 月に採取した試料（水試料を濾過後に濾紙上に捕捉された細胞）についてマイクロシスチン濃度を測定した結果、2.8-95 ng/L の範囲で検出された。この値は、世界保健機関（WHO）がガイドライン値として定めている $1 \mu\text{g/L}$ を下回る値であった。しかしながら、湖沼水を実験室内において 2 週間培養した後にはマイクロシスチン濃度が約 2 オーダー増加したことから、潜在的に高いマイクロシスチン濃度を生産する可能性が示された。本項目における研究は当初の計画通り進んでいるが、今後は乾季に採取した試料についても引き続き汚染状況を明らかにしていく必要がある。

④ 研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

平成 28 年度における各研究項目のカウンターパートへの技術移転の状況を以下に示す。

4-1 大腸菌を指標とした病原細菌の水環境における消長の解析

透析膜に指標細菌を入れ、水環境に暴露することで指標細菌の消長を追う実験手法はカウンターパートの TAN Reasmey (ITC) およびその学生に伝達した。具体的には実験に使用した機材（透析膜、大腸菌の選択培地等）の一部を提供し、3 月に Cambodia の ITC に滞在した際、実験手法を伝達した。2017 年 3 月 12 日~18 日の一週間、トンレサップ湖畔の Kampong Loung で実施した野外調査には ITC 学生 2 名が参加し、実験を分担した。

4-2 次世代 DNA シーケンサー (NGS) を用いた菌叢解析

環境水中の菌叢を正確に分析するためには、試料採取後に菌叢が変遷しないよう、試料採取直後に細菌を死滅させる必要がある。そのため、カウンターパートの Dr. ANN Vannak には、“試料採取直後(湖上)に、容量を記録した試料をメンブレンフィルター(平均孔径 $0.45 \mu\text{m}$)上をろ過し、ろ過物が付着したメンブレンフィルターを 50%程度のエタノールに浸漬させる”ように事前に伝え、試料採取を依頼した。また、メンブレンフィルターは試料と共にエタノールに浸漬させるため、アルコール耐性を有する PVDF(ポリ塩化ビニリデン)製を用いることも情報の共有を行った。

4-3 毒素産生藍藻の汚染調査と動態解明

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

藍藻毒の汚染実態調査では、他の項目と同様にトンレサップ湖における継続したモニタリングならびに室内実験における藍藻毒の検出手法の習得が必要である。今年度の研究では、特に継続したモニタリングを今後実施していくために、現地のカウンターパート（カンボジア工科大学 Dr. ANN Vannak）と協働で野外調査を実施し、調査手法を共有した。具体的には、サンプラーによる水試料の採取、メンブレンフィルターによる藻類細胞の捕捉と容器への保管、さらに実験室への運搬と実験室内での試料保存における注意事項等を共有した。また、調査実施前に綿密な打ち合わせならびに電子メールによる連絡を行い、サンプリング地点ならびに頻度（季節性）についても情報共有を行った。このように、野外調査での手法について、現地カウンターパートが単独で実施可能になるように技術移転を行っている。

⑤ 研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

平成 28 年度における各研究項目の想定されていなかった新たな展開を以下に示す。

5-1 大腸菌を指標とした病原細菌の水環境における消長の解析

Phnom Penh のカンボジア工科大学に滞在（2017 年 3 月 20～24 日）した際、Phnom Penh 近郊を流れるトンレサップ川とメコン川の水質調査を実施した。大腸菌と大腸菌群を指標に河川水の水質を比較するとトンレサップ川＞トンレサップ湖＞Mekong 川の順に水質が悪化していた。1 回だけの調査なので断定はできないがトンレサップ川が最も汚染されている可能性が示唆された。乾期にはメコン川→トンレサップ川→トンレサップ湖へ河川水が流入する。トンレサップ湖の水質を議論するにはトンレサップ川とメコン川の水質および水流を合わせて調査する必要がある。

5-2 次世代 DNA シーケンサー（NGS）を用いた菌叢解析

12 月に鉛直方向の試料(湖水[0 m(表層)、3m]、堆積物)の試料採取を行い、菌叢を解析したところ、各地点における 0 m と 3 m の湖水試料中の菌叢の明確な差は見られなかった。一方、堆積物中の菌叢は湖水の菌叢と大きく異なっていた。この結果より、湖水は流れによって緩やかに攪拌されているため、鉛直方向の菌叢はほぼ均一と見なせることが示唆された。12 月は雨季と乾季の過渡期であるため、水深も 9 月ほど深くないため、表層と水深 3 m の環境(水温、光照射強度など)に大きな差が見られなかった可能性がある。次年度以降に水深が深くなる 9 月においても鉛直方向の菌叢について比較検討する必要がある。

5-3 毒素産生藍藻の汚染調査と動態解明

前述の通り、雨季である 8 月に実施した藍藻毒汚染調査では、マイクロシスチン濃度が WHO のガイドライン値を大きく下回り、当初の推測とは異なるものであった。しかしながら、トンレサップ湖では雨季と乾季で水位ならびに水域が大幅に変動し、それによって水質も大きく変動する可能性がある。雨季では、メコン川ならびに集水域から流入する水により、湖内で栄養塩等が希釈されている可能性があり、そのため、アオコの発生も抑制されている可能性がある。従って、雨季、乾季を含め年間を通して同様の調査と分析を実施し、今後は季節変化を考慮して野外調査を計画する必要がある。また、アオコの増殖ならびに毒素の生成は窒素やリンなどの栄養塩ならびに鉄などの微量必須金属等にも影響を受ける可能性がある、水質分析を行っている他グループとの連携のもと調査研究を展開していく必要がある。

(6) 研究題目 5：水環境管理ツールの開発（リーダー：吉村千洋、SOMETH Paradis）

①研究題目 5 の研究のねらい

研究項目 1 で得られる水文・水理モデルを本題目で開発する浮遊砂モデルと統合し、さらに研究題目
【平成 28 年度実施報告書】【170531】

2～4で解明される各水質形成プロセスを水質モデルとして組み合わせることで、水環境解析ツール（WEAT）を作成する。また、プロジェクト前半で得られる水質の時空間分布データを用いて水環境解析ツールの精度検証を行う。

②研究題目5の研究実施方法

研究題目2～4で解明される物質・微生物動態および文献情報に基づき、各水質項目のモデル（方程式や反応速度定数など）を整理して、トンレサップ湖における重要な水質形成過程をできるだけ単純な形に統合する（題目5-1）。土砂輸送については主に浮遊砂（SS）に着目して混合粒形モデルを適用し、水質形成プロセスには、主に一次生産、有機物分解過程（含BOD、POPs）、そして栄養塩の変換過程を含め、それらとSSの相互作用をモデルに反映させる。その上で、水文・水理モデル（研究項目1）で得られるトンレサップ湖の水の流動パターンを水質計算に活用するための効率的なシステムを作成することで、水環境解析ツール（WEAT）を作成する。（題目5-2）。この段階で、プロジェクト前半で得られる水質の時空間分布データを用い、感度分析を含めてこの統合モデルの検証を行う（題目5-3）。汚染物質や病原微生物については、周辺流域や水上生活者からの負荷が無視できないため、この段階で、流域人口や土地利用、水上生活者の分布をトンレサップ委員会などから入手することで、原単位法を用いて再現計算およびモデルの検証を実施する。

③研究題目5の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

昨年度に収集したトンレサップ湖流域の土砂動態の観測データ（1995～2010年）および水文・気象データを用いて土砂モデルの適用を進めた。トンレサップ湖に流入する11支流からの流量と土砂流出量を推定することを目的とし、今年度は比較的観測データが整っている2河川に着目し、分布型水文モデル（GBHMモデル）とその土砂モジュールの適用を順次進めた。その結果、水文および土砂流出量の時空間分布を推定することが可能となった。今後は更に精度を向上させ、他の流域へのパラメータの空間外挿を行うことで、全11支流での土砂流出量の推定が可能となり、水質モデルの基盤となる。

④研究題目5のカウンターパートへの技術移転の状況

昨年度構築したメコン川流域を対象とした水文モデル（GBHM）については、カンボジアのカウンターパートとの共著論文として発表予定である。そのために、現地や日本での研修を通じて、本モデルの応用方法やシナリオの設定方法について土砂モジュールも含めて考え方および計算手順をカウンターパートへ説明し、今後の応用研究の基盤を築いた。

⑤研究題目5の当初計画では想定されていなかった新たな展開

当初の計画通りプロジェクトの準備が進み、特筆すべき新たな展開はなかった。

(7) 研究題目6：リスク評価とシナリオ解析（リーダー：渡部徹、IN Sokneang）

① 研究題目6の研究のねらい

現状の水環境汚染に起因する健康リスクと生態リスクを評価する。将来に向けた環境保全に関するシナリオを複数設定し、その中でリスク低減の観点から有効と考えられる環境保全策を、経済学的な観点も考慮に入れながらカウンターパートに提案する。

② 研究題目6の研究実施方法

現状の水環境汚染に起因する健康リスクと生態リスクを評価する。健康リスクに関しては、1）現状の健康リスクに関するデータ収集・解析（水起因の疾病に関する疫学データを収集し、その高リスク集

【平成28年度実施報告書】【170531】

団を推定する)、2) 現状の健康リスク因子の特定(住民の水に関わる生活様式や意識に関する調査を行い、健康リスクを上昇させる因子を特定)、3) 健康リスク評価モデルの開発(水質データに基づき、健康リスクを評価するモデル(P13 文献 9)を開発)である(題目 6-1)。また、生態系としての保全政策を検討するために、水環境解析ツールを用いて富栄養化度の定量的評価およびシナリオ解析も実施し、水上生活者が密集している地域での曝気装置の導入効果をモデルで検証する。その上で、植物や魚類などからトンレサップ湖の指標種を選定し、水理や水質の条件から湖沼生態系の健全度を評価する手法を作成する(題目 6-2)。

そして、将来に向けた環境保全に関するシナリオ(下廃水等の汚染源対策の他に、安全な水利用のためのハードおよびソフトな対策を想定)を複数設定する。それぞれのシナリオのもとで予測される湖沼環境を、水環境解析ツールを用いて解析する。解析結果と題目 6-1 や題目 6-2 で開発されたリスクモデルを組み合わせて、予測される社会変動、将来の気候変動や経済発展等の影響を考慮に入れて、短期・長期のリスク予測も行う(題目 6-3)。以上により、健康リスク低減の観点から有効と考えられる環境保全策を、経済学的な観点も考慮に入れながらカウンターパートに提案する(題目 6-4)。また並行して、若手研究者や行政機関の技術者にとって使いやすくするために、モデルを水環境解析ツールとして、パッケージ化や入出力システムの作成を行うことで、ユーザビリティをできるだけ高くする(題目 6-5)。

③ 研究題目 6 の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

今年度は、健康リスク評価のための現地調査を計画し、そのうちベースライン調査を実施した。健康リスクに関わる情報を、インタビュー調査によって収集した。現在そのデータを解析中であるが、次年度以降に実施する水や食品のサンプリングと分析に向けた基礎情報の収集が終了した。

④ 研究題目 6 のカウンターパートへの技術移転の状況

上記のベースライン調査に同行し、インタビュー調査の方法などについてノウハウを伝えた。また、カウンターパートを日本に招へいし、健康リスク評価の手法に関するトレーニングも実施した。

⑤ 研究題目 6 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

(8) 研究題目 7 : 水環境管理ツールの社会実装(リーダー:久山哲雄、HUL Seingheng)

① 研究題目 7 の研究のねらい

研究題目 1 から 6 で行われる水環境管理ツール開発やシナリオ解析の結果をトンレサップ湖の環境管理に活かすために、主に社会実装を担当する。

② 研究題目 7 の研究実施方法

上記の水環境管理ツールやシナリオ解析の結果をトンレサップ湖の環境管理に活かすために、主に社会実装を担当する。社会実装を実現するために、トンレサップ水環境プラットフォームの役割や体制を共有(題目 7-1)して、事務局をカンボジア工科大学に構築する(題目 7-2)。そして、インターネットを使った情報基盤の構築(題目 7-3)、ステークホルダーが参加する公開シンポジウムの開催(題目 7-5)、また、環境管理者や環境教育などに向けた配布資料の作成(題目 7-6)を行う。配布資料には、環境管理者向けのツール活用マニュアル、環境教育向けのパンフレット、レポートなどが含まれる。また、この項目では、湖面上やその周辺に形成されている地域集落における生活様式とトンレサップ湖の関係を理解する研究(題目 7-4)も並行して進めることで、グループ 6 と共同でトンレサップ湖の持続可能性を高めるための知見を得ることを目指す。

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

本研究項目はグループ7が他のグループと共同で実施する。本事業の前半ではツール開発のために人的ネットワークを広げたり、情報基盤の構築を他のグループと共同で進めたりすることで、トンレサップ水環境プラットフォームの礎を形成する。このプラットフォームの事務局はカンボジア工科大学内に設置する。そして、事業後半には主要なステークホルダーを巻き込む形でプラットフォームを発展させ、カンボジア工科大学が自立的に発展させるための仕組みを構築する。

以上により、水環境管理ツールの開発・応用と本プラットフォームの構築を相乗的に行うことで、カンボジアにおける環境工学分野の科学技術レベルおよび環境行政の高度化を実現し、カンボジアにおける流域環境学の発展および持続可能な水環境管理の実現に貢献する。

③ 研究題目7の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

昨年度に引き続きトンレサップ水環境プラットフォームの構築準備に関する協議を行った。また、平成28年8月に行政官及び研究者を対象にした第1回トンレサップ水環境シンポジウムをカンボジア工科大学で行った。本シンポジウムでは、研究者による発表だけでなく、社会実装の観点から行政官と研究者による対話を目的としたセッションを行った。また、湖面上やその周辺に形成されている地域集落における生活様式とトンレサップ湖の関係を理解する研究（題目7-3）を実施した。平成28年度は、10月と12月に現地にてインタビュー調査を実施し、湖面上やその周辺に形成されている地域集落の現状把握を行った。

④ 研究題目7のカウンターパートへの技術移転の状況

夏及び春に日本国内にカウンターパートを研修員として招聘し、日本における湖沼管理の考え方を講義するとともに、その現場視察を通じて持続可能な水環境管理に関する技術移転を行った。

⑤ 研究題目7の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

現時点では成果目標としている環境データベースの構築、水環境解析ツールの開発、トンレサップ水環境プラットフォームの構築については5年間で達成できる見通しである。平成29年度はトンレサップ湖およびその流域における各種現地調査により、水文、水理、水質の各プロセスおよび病原リスクや水上集落と水環境の関係の解明を継続しながら、水環境解析ツールの開発に向けてモデル化も進める。また、これらの現地調査やモデル化の作業に加えて、関係省庁や地方自治体などの利害関係者ともトンレサップ水環境プラットフォーム（含シンポジウム）を介して継続的に連携することで、トンレサップ湖の水環境管理のために利便性や有効性の高いツールを開発する。

なお、機材調達およびカンボジア側での人材育成が当初のスケジュール通りに進んでいない部分はあるが、平成29年度には機材調達が完了できる見込みであり、機材調達を人材育成と有機的に組み合わせることで、現時点での遅れの影響を最小限に留める。以上の取り組みを通じて、主にカンボジア工科大学の環境工学分野の研究レベルの向上、そして政府機関のトンレサップ湖に関わる環境行政の実質化を実現する。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

本プロジェクト全体に関する主な課題としては、現地調査の実施体制、政府機関との連携、予算調整などについて以下に報告する。

① 現地調査の実施体制

トンレサップ湖全域での調査が可能となったものの、長期的に定期調査を継続するためには解決すべき課題が生じている。具体的には複数のグループ間での調整（研究者、内容、日程、予算配分、経理、車両、調査船など）に労力がかかる点、カウンターパートが傷害保険や医療保険に入っていない点が主な課題である。グループ間での調査については JICA の担当者を含めて主要な研究者で試行錯誤を続けながらよりスムーズに調査が実施できるような体制を模索していると同時に、カンボジア工科大学内に調整役として強いリーダーシップが取れる人材の育成を進めつつある。また、カウンターパートの保険については現在 JICA プノンペン事務所の担当者と調整中である。

② 政府機関との連携

本プロジェクトにおいてカンボジアのトンレサップ庁や環境省は重要なカウンターパートであるが、予算面で本プロジェクトの業務を役所内部の業務とすることができないため、基礎的な共同研究を進めようとする関連省庁のメンバーと疎遠になる傾向がある。このような関係はプロジェクト後半に予定している社会実装を妨げるよう要因となりかねないため、プロジェクトの前半においても各種調査、水環境解析ツールの設計、シナリオ解析の準備などに関連省庁のメンバーも積極的に参画させることが重要となり、このような活動が彼らのキャパシティビルディングともなる。

③ JICA 予算の全体調整

カンボジア側の予算計画に非効率な点が複数生じてきたため、予算計画の改善のニーズが高まった。これはプロジェクト開始後約 1 年が経過し、カンボジア側の予算計画の精度を高めることが可能となった点、キャパシティビルディングを効率的に実施できるようになったこと、また、カンボジア工科大学で追加的な研究の取り組みを行う希望が出されたことが背景にある。そのため、カンボジア側で執行する予算（今後約 4 年間分）を日本側の JICA 予算と合わせて再調整を行った。

④ JICA 予算に関する日本側の大学の経理業務

SATREPS では日本側の大学における経理は大半がボランティアでの対応となっているため、処理能力や柔軟な対応に限界がある。SATREPS 以外の主要な研究プロジェクト異なり、JICA 予算では間接経費がなく大学の事務支援への予算的配慮が不十分なのが、その原因となっている。この点、SATREPS の枠組みが維持されるのであれば制度設計の改善が不可欠だと感じている。少なくとも機材調達や研究員招聘に関する事務手続きの面で、これまでに実施されてきた SATREPS の経験を活かして業務の効率化を図ることは可能だと考えられる。

⑤ JST 予算の調整と詳細目標の変更

平成 29 年度の JST 予算の削減に伴い、成果目標シートの詳細目標の一部を変更した。具体的には水理・水文モデルの許容誤差をそれぞれ修正して、成果目標シート（添付）を更新した。

⑥ カンボジアにおける若手研究者の定着促進

カンボジアの国立大学（カンボジア工科大学、プノンペン王立大学など）では研究者や講師の待遇が不十分であるため、本プロジェクトのメンバーであっても結婚などで家庭を持つと、所得を増やすために民間企業に転職するケースが有る。本プロジェクトの研究員に関しては、カンボジア工科大学におい

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

て待遇面で優遇措置が適用されているが、それにも限界があるため人材流出が生じている。キャパシティビルディングを効率的に実施するためには更なる工夫が必要となっており、日本側との連携をより深めて現地でのセミナーやワークショップの機会も活用することで若手研究者のモチベーションを上げることが重要である。同時に、若手研究者が長期的に高等教育機関において研究・教育を継続できるような仕組みづくりについてもプロジェクトリーダーの Romny 学長などに働きかけ、このようにボトムアップとトップダウンの両者のアプローチで改善を図ることが重要であろう。

(2) 研究題目 1：水文・水理プロセスの解明（リーダー：藤井 秀人、LY Sarann）

機材調達の遅れで水理モデルやリモセン GIS 技術の技術移転について半年程度の遅れが生じている。また、トンレサップ湖流域の 12 河川の内、3 河川について水位データが MOWRAM から提供してもらえず、データ入手の手段について別ルートからの入手を検討している。

(3) 研究題目 2：土砂動態・基礎水質の解明（リーダー：吉村 千洋、OEURNG Chantha）

現地調査においては、全トンレサップ湖を対象とする数多くの採水や採泥地点がある上に、室内実験のためのサンプルの保存やフィルタリングなどの作業も行う必要があるため、大人数での調査や日数が必要であったが、水質班と採泥班に分けて調査を行うことやサンプル処理の手分けによって、一週間で全地点を調査できる体制を構築した。ただし、より効率的な現地調査のためには、早期の調査機器の調達が必要不可欠である。

(4) 研究題目 3：化学物質動態の解明（リーダー：日野出 洋文、KUOK Fidero）

カンボジア工科大学には、重金属分析に必要な分析機器が他のプロジェクト等で納入されているが、特に農薬等の有機化合物の分析を行ったことがないため、トレーニングにおいて、分析機器の原理・使用方法も修得が重要であるが、併せて、目的物質の抽出等、試料の前処理法の習得および必要機器の整備が必要である。また、本プロジェクトでは、カンボジア側教員等を招聘し、トレーニングを行っているが、自立して分析等を行うためには、非常に重要な活動である。

(5) 研究題目 4：病原微生物動態の解明（リーダー：丹治 保典、TAN Reasmey）

平成 28 年度における各研究項目の課題とそれを克服するための工夫、教訓を以下に示す。

5-1 大腸菌を指標とした病原細菌の水環境における消長の解析

大腸菌を指標に病原菌のトンレサップ湖における消長を追った。大腸菌を透析膜に入れ実環境に暴露することでその消長を追うことができた。しかしデータの信頼性を上げるためには複数回の実験が必要である。また同一の透析膜に菌体を入れ複数回サンプリングすると雑菌がコンタミした。実験方法の更なる改善が必要である。

今回用いた大腸菌と黄色ブドウ球菌は比較的速やかに実環境（湖水中）で消失することが示された。湖水を直接飲用しなければ問題ない。しかし湖上生活者は湖水に直接接触する機会が多く、炊事や洗面に使用する水は湖水に凝集剤を添加した後の上清を用いている。水質調査に加え日常生活における湖水の利用形態を調査する必要があると感じた。

5-2 次世代 DNA シーケンサー（NGS）を用いた菌叢解析

今年度は、12 月および 3 月に複数地点での試料採取を行い、12 月の試料について菌叢の比較を行った。菌叢の季節変動や場所による差異を議論するためには、次年度も継続して定期的に複数地点の試料や定点における試料採取を行うことが不可欠である。試料採取後のゲノム抽出や遺伝子増幅、さらには次世代シーケンス解析とその後のデータ解析等は日本側で行えるのに対し、試料採取はカウンターパート側の主導が大前提となる。そのため、サンプリング内容に齟齬が生じぬよう、頻繁に連絡を取り合う

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

中で本研究の主旨および現場の試料採取の重要性をカウンターパート側に正確に伝える必要がある。

5-3 毒素産生藍藻の汚染調査と動態解明

本研究のようにトンレサップ湖を対象とした野外調査では、年間を通して定期的に調査・モニタリングを実施していく必要があるが、一方で日本人研究者らが調査を実施できる回数には限度がある。そのためには、現地カウンターパートと調査の目的、学術的・社会的重要性を共有した上で、現地カウンターパートがリーダーシップを発揮して研究に取り組む必要がある。その第一歩として、現地カウンターパートと電子メールやテレビ会議等を通して密に連絡を取り合い、文化・価値観の異なる中で、互いに信頼関係を築くことが非常に重要と感じている。その上で、次のステップとして世界最先端の技術開発・研究を共同で実施し、社会に直結する環境問題の解決へ向けた有効なアプローチ法を見出していく必要がある。また、現地カウンターパートの実験設備も的確に把握した上で、現地で実施可能な分析手法の提案、簡略化等についても今後検討していく必要がある。

(6) 研究題目5：水環境管理ツールの開発（リーダー：吉村千洋、SOMETH Paradis）

本題目は主にプロジェクトの中盤で実施するため、現時点では問題点や改善点はない。

(7) 研究題目6：リスク評価とシナリオ解析（リーダー：渡部徹、IN Sokneang）

水上集落でのインタビュー調査では、天候の読みと時間配分を誤り、小さい船の上でスクールに遭遇した。調査の内容や計画に関する議論は十分に行ったが、天候急変時も含めた調査の安全対策についても事前に周知しておく必要性を感じた。

(8) 研究題目7：水環境管理ツールの社会実装（リーダー：久山哲雄、HUL Seingheng）

現時点ではこのスケジュールに関して変更点はなく、当初の研究スケジュールに沿って共同研究を進める。ただし、JICA 側の手続きの遅れに伴い、平成 28 年度の機材調達（主に分析機器）が数ヶ月遅れる見込みである。また、これに伴い、その後に予定している現地調査が数ヶ月遅れる可能性がある。この場合の事業全体への影響としては、調査回数が減ることにより最終的な水理・水質モデルの精度が若干下がることが考えられる。

しかしながら、成果目標としている環境データベースの構築、水環境解析ツールの開発、トンレサップ水環境プラットフォームの構築については5年間で達成できる見込みである。また、このような成果目標を達成することで、主にカンボジア工科大学の環境工学分野の研究レベルの向上、そして政府機関のトンレサップ湖に関わる環境行政の実質化が実現される見通しである。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

本プロジェクトの成果は今年度末までに、5編の学術論文および18件の学会発表（含 ScienceCafe）として社会還元した。その中でも8月の第1回トンレサップ水環境シンポジウムでは、関連分野の研究者やカンボジアの政府関係や NGO とも情報共有することができ、パネルディスカッションによってトンレサップ湖の環境管理を進める上で重要な視点や取り組みを簡潔にまとめたことは重要な成果である。このような取り組みは本プロジェクトの目標であるトンレサップ水環境プラットフォームの主要な活動の成果でもあり、シンポジウムの成果は Facebook やカンボジアの国営放送で広く社会還元されたことは特筆すべき実績である。以上の詳細は様式2および以下の Facebook サイトに掲載しており、このサイトは594名がフォローしている（平成29年5月31日時点）。

・トンレサップ水環境プラットフォーム（Facebook サイト）

【平成28年度実施報告書】【170531】

<https://www.facebook.com/Tonle-Sap-Water-Environmental-Platform-504958503027262/>

なお、プロジェクトの全体構想や個別の活動・成果に関しては、昨年度に引き続き以下のプロジェクトホームページやカンボジア工科大学のページでも公開している。

- ・プロジェクトのホームページ：<https://sites.google.com/site/satrepscambodia/>
- ・カンボジア工科大学のホームページ：<http://www.itc.edu.kh/>

(2) 社会実装に向けた取り組み

本プロジェクトの3つの成果目標に関して社会実装に向けた取り組みは次の通りである。トンレサップ湖に関する環境データベースの構築については、研究者内部でデータや知見を共有する仕組みを今年度構築した。その上で、追加的に高度な知識データベースをトンレサップ庁と東京工業大学に導入するために、国際湖沼環境委員会（ILEC）および滋賀大学と連携する仕組みを導入した。

水環境解析ツールに関しては、その構築に向けたデータ収集やモデル開発に取り組んでいるが、最終的なツールの形、またツールを活用する際に重要となるシナリオ設定に向けた取り組みを開始している（それぞれグループ5と7の活動）。個別会合、SATREPS ワークショップ、合同セミナー、シンポジウムなどの機会を活用して準備を進めており、次年度からにはツールとシナリオの具体化を図る予定としている。

トンレサップ環境プラットフォームについては、上記のデータベースや水環境解析ツールの開発を進めるプロセスの基盤としてその原型が具体化されつつある。プラットフォームの事務所とする予定のプロジェクト事務所はカンボジア工科大学内に設置が完了し、また、年次シンポジウムを核として研究者・行政・地域住民・NPO などとの連携を図り、ネットワーク機能を発揮できる体制を整えつつある。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

本プロジェクトの共同研究に追加する形で実施した活動の中で、日本のプレゼンスの向上が期待できる内容は次の通りである。直接的にはシンポジウムや合同調整会議（JCC）の様子が、カンボジア国営放送で放映されて、本プロジェクトの活動が紹介されたことは効果的な実績と言える。また、前述したようにFacebook サイトや各ホームページで活動を公開している点もプレゼンスの向上につながる。

また、カンボジアおよび日本で実施しているカウンターパートのキャパシティビルディング、学術誌や国際学会での成果発表（特に第16回世界湖沼会議）、プロジェクト事務所（カンボジア工科大学）へのサインボードの設置なども間接的に日本のプレゼンスの向上に寄与していると考えられる。

以上に加えて、アウトリーチ活動を一層進めるために、長期的なトンレサップ湖の保全のために、現地で有効となる水質浄化技術や構想を持つ企業や団体ともネットワークを形成しており、本プロジェクトとの相乗効果を生み出す取り組みを検討中である。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

【平成28年度実施報告書】【170531】

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2016	Siev S, Paringit EC, Yoshimura C, Hul S. (2016) Seasonal changes in the inundation area and water volume of the Tonle Sap River and its floodplain. Hydrology 2016, 3, 33.	doi:10.3390/hydrology3040033	国際誌	発表済	
2016	Siev S, Suif Z, Yoshimura C, Paringit EC, Hul S. Potential impacts of climate change on inundation and sediment dynamics in the floodplain of Tonle Sap River, Proceedings Of 7th Regional Symposium On Infrastructure Development, 2015, pp. 284-289.	なし	国際誌	発表済	
2016	Suif Z, Yoshimura C, Saavedra O, Hul S. Potential impacts of climate change and planned dams on suspended sediment dynamics in Mekong River Basin. Proceedings of 15th Science Council of Asia Conference and International Symposium, 2015, pp. 119-124.	なし	国際誌	発表済	

論文数 3 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 3 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2016	Suif Z, Fleifle A, Yoshimura C, Saavedra OCV. (2016) Spatio-temporal patterns of soil erosion and suspended sediment dynamics in the Mekong River Basin. Science of the Total Environment 568: 933-945.	doi:10.1016/j.scitotenv.2015.12.13	国際誌	発表済	
2016	Saipetch K, Le Quynh N, Fujii M, Yoshimura C. (2017) Effect of turbulence on nitrification rate in freshwater column. Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1, 73: I_1201-I_1206.	なし	国内誌	発表済	

論文数 2 件
 うち国内誌 1 件
 うち国際誌 1 件
 公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項
2016	水質モデルに関するコース(水環境の水質をモデル化するために必要となる水文、水理、水質の各プロセスの各種モデルの基礎を修得することを目的として、理系のバックグラウンドを有する学士号取得者が対象となる)、実施回数1回、参加者5人	水質モデルに関する研修教材(基礎編および演習編)	
2016	Start-up discussion -Perspectives of our Lab-と題した講習会の開催(論文作成支援、主に本SATREPSのカンボジア側の研究者)、実施回数1回、参加者約15人	論文作成に関する研修教材	

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2016	国際学会	YOSHIMURA Chihiro, FUJII Hideto, HINODE Hirofumi, TANJI Yasunori, WATANABE Toru, KUYAMA Tetsuo, HUL Seingheng, LY Sarann, OEURNG Chantha, KUOK Fidero, TAN Reasmey, SOMETH Paradis, and In Sokneang, Establishment of Environmental Conservation Platform of Tonle Sap Lake, World Lake Conference 16, Bali in Indonesia, 2017年11月7～10日	口頭発表
2016	国際学会	YOSHIMURA Chihiro, Establishment of Environmental Conservation Platform of Tonle Sap Lake, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	FUJII Hideto, LY Sarann, Hydrological & Hydrodynamic Models of The Tonle Sap Lake, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	SHIVAKOTI Binaya Raj, FUJII Shigeo, CHASKAR Nis Hansini, ICHISE Satoshi, Analysis of long-term variation of phytoplankton and water quality at two observation sites in the Lake Biwa, Japan, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	FUJII Manabu, Cyanobacterial toxin production in freshwater lakes and its relation with water and environmental parameters, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	OEURNG Chantha, YOSHIMURA Chihiro, SOK Ty, SIEV Sokly, SONG Lahyeang, YANG Heejing, Sediment and water quality in Tonle Sap Lake, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	TANJI Yasunori, UNG Porsry, TAN Reasmey, MIYANAGA Kazuhiko, Investigation of factors influences fate of Escherichia coli in the wastewater treatment plant and natural water environment, 1st Sympoium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Camboida, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表

2016	国際学会	In Sokneang, HOR Sivmey, LOAN Da, PU Jian, WATANABE Toru, Health risk assessment due to contamination of Tonle Sap Lake via water and food consumption, 1st Symposium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	KUYAMA Tetsuo, NGOC BAO Pham, SHIVAKOTI Binaya Raj, Social Implementation, 1st Symposium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	NGOC BAO Pham, Bijion Kumer MITRA, Establishment of an enabling policy framework for addressing the impacts of hydropower development in the Mekong River Basin, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	TAN Reasmey, Sivchheng Phal, MIYANAGA Kazuhiko, TANJI Yasunori, Survival of Escherichia coli in dialysis membranes under different environmental conditions, 1st Symposium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	EK Pichmony, TY Boreborey, KUOK Fidero, PICH Bunchoeun, Pesticide Utilization and their Contamination in Water and Food Chain in Cambodia-A review, 1st Symposium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	KUOK Fidero, TY Boreborey, PICH Bunchoeun, EK Pichmony, Spatiotemporal assessment of chemical pollutant in Tonle Sap Great Lake of Cambodia, 1st Symposium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表
2016	国際学会	SIEV Sokly, Reversal Flow and Sediment Dynamics in Tonle Sap River: the Hydrodynamic Connectivity between Tonle Sap Lake and Mekong River, 1st Symposium on Tonle Sap Water Environment, Institute of Technology of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia, 2016年8月26-27日	口頭発表

2016	国際学会	Phoeurn, C., Ly, S., (ITC). Assessment of satellite rainfall estimates as a pre-analysis for water environment analytical tools: a case study for Tonle Sap Lake in Cambodia. The THA 2017 International Conference on Water Management and Climate Change Towards Asia's Water-Energy-Food Nexus, 25-27 January 2017, Swissôtel Le Concorde, Bangkok, Thailand.	口頭発表

招待講演 0 件
口頭発表 15 件
ポスター発表 0 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2015	国際学会	Siev, S., Uk, S., Yoshimura, C., Elucidation and Modelling of Water Quality of Highly Turbid Water Body in the Tonle Sap Lake Basin, Honda Y-E-S Forum, 東京 2015年11月18日	ポスター発表
2016	国内学会	Saipetch K., Le Quynh N., Fujii M., Yoshimura C., Effect of turbulence on nitrification rate in freshwater column, 第61回水工学講演会, 福岡, 2017年3月15~17日	口頭発表
2016	国内学会	横村茉莉花(石川県立大)・藤原洋一(石川県立大)・田中健二(石川県立大)・星川圭介(富山県立大)・藤井秀人(山形大学):カンボジア・トンレサップ湖における水温変動解析:MODISデータを活用して、日本農業気象学会北陸支部大会、新潟、2016年11月30日	口頭発表

招待講演 0 件
口頭発表 2 件
ポスター発表 1 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1	現在までの出願はありません												
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1	現在までの出願はありません												
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	概要
2016	2016/8/26-27	1st SYMPOSIUM ON TONLE SAP WATER ENVIRONMENT	カンボジア工科大学(カンボジア)	150人程度	
2016	2016/9/6	Satreps Workshop Series - 1: Practical Steps to Publish Your Research Outcomes	カンボジア工科大学(カンボジア)	31人	
2016	2016/9/15	Satreps Workshop Series - 2: Expansion of full-dyke system and its impact on a flood-prone rice area in the Mekong Delta	カンボジア工科大学(カンボジア)	20人程度	
2016	2016/12/5	SATREPS合同セミナー	JICA本部(日本)およびJICAカンボジア事務所(カンボジア)テレビ会議システムを利用	30人程度	
2016	2017/1/19	ScienceCafe in Environmental Engineering	東京大学(日本)	15人程度	
2016	2017/3/16	Satreps Workshop Series - 3: Primary Production and Harmful Algal Bloom in Lakes	カンボジア工科大学(カンボジア)	11人	
2016	2017/3/21	SATREPS合同セミナー	カンボジア工科大学(カンボジア)	32人	

2016	2017/3/23	Satreps Workshop Series - 4: Biological Assessment of Water Quality	カンボジア工科大学(カンボジア)	15人(見込み)	
2016	2016年11月21日・ 22日・24日・25日	GCMS-TQ8040 Training	島津製作所東京支店	5人	GCMS-TQ8040の原理および基本操作に関する講座
2016	2016年11月18日・ 28日・29日	XRD, ICP-AES, SEM-EDX, TG-DTA User Training	東京工業大学 日野出研究室	5人	XRD, ICP-AES, SEM-EDX, TG-DTAの原理および基本操作に関する講座
2016	2016年11月16日	論文作成に向けた講習会	東京工業大学 丹治研究室	約15人	Start-up discussion -Perspectives of our Lab-と題した講習会の開催

11 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2016	10月7日	第1回合同調整委員会(JCC1)	約25人	本プロジェクトの研究者の他、JICAカンボジア事務所、JST、カンボジアの教育省・環境省・トンレサップ庁から代表者が参加
2016	2016年11月30日	2016年12月および2017年3月のサンプリング箇所に関する打ち合わせ	8人	2016年12月および2017年3月のサンプリング箇所の選定について講義しました。

2 件

JST成果目標シート

研究課題名	トンレサップ湖における環境保全基盤の構築
研究代表者名 (所属機関)	吉村 千洋 (東京工業大学 大学院 理工学研究科)
研究期間	H27年度採択(平成28年4月1日～平成33年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	カンボジア王国/カンボジア工科大学、プノンペン王立大学、水資源気象省、環境省、教育省、トンレサップ庁

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・インドシナ半島の持続可能な発展に貢献 ・カンボジアへの日本企業の進出を支援
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> ・世界に先駆け水文から微生物動態までを含めた統合型水質モデルの開発 ・高濁度湖沼の生態系の解明とモデル化(主に水文・水理・水質、微生物関連プロセスの解明) ・メコン川流域の生態系・生物多様性の解明に寄与
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> ・高濁度水域における水質モデルの構築およびその国際標準化の促進 ・統合型水質モデル用いた湖沼環境保全方法の確立と周辺各国への普及の促進
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・国際的に活躍可能なカンボジアおよび日本の若手研究者の育成(環境保全活動における指導力、国際会議での指導力、国際学術誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ・環境工学分野における日本・カンボジアの研究者・技術者・行政官の連携を構築 ・カンボジアにおける環境科学・環境工学分野での大学と政府機関の連携を強化
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> ・トンレサップ湖の水文・水理・水質データの整備 ・水環境解析ツール(含プログラム、マニュアル) ・高濁度水域における水文、水理、水質、病原微生物関連プロセスの解明(論文)

上位目標

カンボジアの環境行政(水質基準や環境政策の立案など)に寄与すると同時に、インドシナ半島の安定と持続的発展に貢献

トンレサップ湖の長期的な環境保全が実現する枠組みを構築される

プロジェクト目標

1. トンレサップ湖に関する環境データベースを開発
2. トンレサップ湖を対象とした水環境解析ツールを開発
3. トンレサップ環境プラットフォームの設立

