

研究概要書：流域における物質循環の動態と水域環境への影響に関する研究

プロジェクトリーダー名：環境研究部長 福田晴耕
技術政策課題：(4) 美しく良好な環境の保全と創造
関係研究部：河川研究部
研究期間（予定）：平成18年度～平成19年度
総研究費（予定）：約70百万円

1. 研究の概要

流域からの水物質流入の影響を強く受ける閉鎖性水域や沿岸海域に関し、生態系を含む水域環境の健全化に重要な役割を果たす物質を特定する。それより、流域における河川水系を通じた物質動態の変化が水域生態系に与えてきた影響について、考えられる仮説を検討する。これらを踏まえ、水域環境への影響という観点から行うべき流域での物質動態のモニタリング手法を提案する。

本研究で扱う事象は、多数の要因が複雑に関係するものであるため、幅広い分野の研究者と連携して実施するとともに、次に続く施策立案のための研究のプラットフォームを提示する。

2. 研究の背景

国土利用形態の変貌に伴い、流域における物質循環の動態が大きく変化してきている。一方、流域からの水と物質の影響を強く受ける閉鎖性水域や沿岸海域に関して、水環境の悪化や生態系の異変が指摘されている。その主要な原因の1つが、国土利用形態の変化に伴う流域水循環を媒体とした物質循環の動態変化にあり、またそれは有機汚濁物質や栄養塩のうちN、Pの過剰供給という従来の枠組みだけではとらえられないとの仮説が注目されている。海に囲まれ、多くの閉鎖性水域を持つ我が国にとって、河川水が流れ込む水域の環境保全是重要であり、国土利用形態の変化との関係の解明および健全な水域環境の回復が喫緊の課題である。

3. 研究の成果目標

以下の目標の達成を通じて、水域環境保全のための物質循環管理の施策立案を目的とする研究開発のプラットフォームを提示し、国総研を含む多分野の研究者が連携して統合的に研究を進める基盤をつくる。

- ① 閉鎖性水域あるいは沿岸海域の環境保全にとって重要な流域（陸域）からの供給物質を特定し、流域（陸域）～水系の物質動態管理を検討する際の共通ターゲットを設定する。
- ② 水域環境への影響という観点で、水系において行うべきモニタリング・調査の手法を提示する。

4. 研究の成果の活用方針

本研究の主要成果であるモニタリング・調査手法を河川管理者としての取り組みに反映させるとともに、水域環境健全化のための施策立案に直接つながる研究開発に活用していく。この研究で扱う事象は、多数の要因が複雑に関係するものである。それゆえに、関係各機関および多分野の研究者等による取り組みのプラットフォーム的な場の構築が重要である。モニタリング・調査手法の提案を活用して、上記のような場を構築し、現象解明～モニタリング～実証実験～施策試行という展開において、国総研を含む関係各機関や異分野の研究者が共通認識を持って、有機的連携の下、水域環境健全化のための施策を立案していく。

5. 研究内容

研究フィールドの主対象として、流域への人為的インパクトが中程度に進んだ三河湾とその流入河川流域、高度に進んだ東京湾とその流入河川流域を取り上げ、それらの比較対照として適宜フィールドを補完しつつ、以下の研究を行う。

(1) 水域の生物生態系の視点から着目すべき物質の抽出とその特性把握

研究対象フィールドにおける代表的な生物（低次から高次まで）を選定し、既往の研究文献等から、その生物が必要としている栄養塩類等の物質および形態（溶存態・懸濁態など）、必要とする時期等を把握する。また、必要な複数の栄養塩類等の量的な最適バランスを把握する。また生物の生息・生育を制限する有害物質に関する既往の知見を整理する。さらに、生物の生育・生息に必要な環境条件について既往の知見を整理し、特に、陸域から水域に供給される細粒土砂が水域生態系に与える影響のパターンを把握する。

以上により抽出された物質等について、物質分析法の現状、陸域と水域における動態に関する既往のデータの存在状況や追跡手法に関する研究成果を把握する。これを踏まえ、水域生態系にとっての重要度と研究効率性の観点から、本研究で対象とする物質を絞り込む。

なお、栄養塩類のうち N, P, Si と細粒土砂は本研究における基本物質として、最初から検討対象とする。

(2) 流域（陸域）の改変に伴う物質動態変化と水域への供給量・供給形態の変化に関する検討

1) 現時点での物質動態マップの作成

現時点の状況を対象に、選定した栄養塩類等、細粒土砂等の物質について、形態別の栄養塩類の物質循環を文献調査、研究者ヒアリングにより把握し、補完的な現地調査を豊川水系などにおいて行う。以上から、主研究フィールドにおける「栄養塩類の動態マップ」を水域への供給形態に重点を置きつつ作成する。補完的な現地調査においては、特に、平水時・降雨時別の動態把握に重点を置く。

2) 環境の変質が進行する前の時点から現在に至る代表時点の物質動態マップの作成

おおよそ昭和 30 年代から現在に至る期間を対象に、以下の項目の検討から得られる知見を組み合わせて、主研究フィールドについて時系列物質動態マップを作成する。

・流量の変化（平水時・出水時流量の経年変化等）、・河道特性の変化（ダム設置、河川改修、砂利採取、浚渫等の履歴）、・流域特性の変化（下水道整備、人口、土地利用等の経年

変化), ・供給土砂の変化(ダム堆砂量、河床高・河床材料の経年変化等), ・河川水質(形態別栄養塩類)の変化, ・直接流入負荷の変化(下水道処理水の直接流入、尿尿の海洋投棄の経年変化など), ・原単位法による負荷量(T-P, T-N等)の経年変化を概算, ・以上を踏まえた形態別の負荷量の経年変化の概算([順流末端の水質(形態別) + 感潮域の下水放流水(形態別原単位法)])

3) ダム貯水池と河道汽水域区間の物質動態特性の把握

上記 2) を検討する上で、河川水系において特に重要な役割を持つ可能性が指摘されているダム貯水池と河川の汽水域区間の物質トラップ・貯留・変質・放出機能について、個別の検討を行う。

(3) 流域・河川のインパクトと水域生態系のレスポンスに関する分析

1) 水域に関するレスポンスの把握

既往の文献・データの整理とヒアリング等を通じて、主研究フィールドの水質変化、ハビタットの変化、生物生態系の変化、水域の物理環境変化をとりまとめる。

2) インパクト→レスポンス分析

上記 1) と (2) で得られた知見を重ね合わせて、水域に作用した様々なインパクトの中で、陸域からの物質供給形態の変化というインパクトが作用した結果として生じたと考えられる水域生態系のレスポンスについて分析を行う。なお、本検討に際して、既往研究成果等から、陸域からのインパクトに対する水域生態系の応答に関する仮説を整理し、上記の検討に役立てるとともに、有力な仮説を絞り込む。

(4) モニタリング・調査手法の検討

水域環境への影響という観点から、河川水系において行うべきモニタリング・調査手法を提示する。

(5) 研究プラットフォームの検討

次に続くべき施策・対策立案に直接つながる研究開発を行うために必要な研究開発のプラットフォーム(研究開発の戦略、研究体制の要件、情報蓄積と共有化の方法)を提案する。

5. 年度計画

	平成18年度	平成19年度
(1) 水域の生物生態系の視点から着目すべき物質の抽出とその特性把握	←————→	
(2) 陸域（流域）の改変に伴う物質動態と水域への供給量・供給形態の変化に関する検討	←————→	←————→
(3) 流域・河川のインパクトと水域生態系のレスポンスに関する分析		←————→
(4) モニタリング・調査手法の検討		←————→
(5) 研究プラットフォームの検討		←————→

6. 研究実施体制

(1) 国総研の体制

- ・ 環境研究部：全体統括，とりまとめ
- ・ 河川研究部：河道の汽水域区間の物質動態に果たす役割と人為的改変の影響の把握

(2) 他機関との連携予定：研究実施ベース

- ・ (独)土木研究所水循環研究グループおよび水工研究グループ：河川水系の物質動態におけるダム貯水池の機能と影響の把握，都市化に伴う物質動態の変化の把握。
- ・ (独)港湾空港技術研究所海洋水工部：水域物質動態における干潟の機能評価

(3) 学識者等との連携

- ・ 京都大学環境質制御センター 田中宏明教授をはじめとする外部学識者からなる研究実施戦略 WG を組織し，専門的な立場からの緊密なご指導をいただく体制とする予定。

(4) 行政機関等との連携

- ・ 本省河川局および都市・地域整備局下水道部と緊密に連携していく。
- ・ 本省河川局および都市・地域整備局下水道部は，林野庁，水産庁とともに，過去二年間，共同で陸域と水域をつなぐ物質管理に関する基礎的・概括的検討を行ってきた（7. で説明）。国総研は，H16年度の科学技術振興調整費の共同申請に際し，森林総合研究所，農業工学研究所，水産総合研究センターなどと情報交換を行った。本研究プロジェクトの遂行過程では，これらのネットワークを活かした情報交換を行っていく予定。

7. 関連研究の状況

陸域から海域への Si 供給量低下、N、P 供給量増加に伴う Si:P 及び Si:N 低下と赤潮藻類増加等の沿岸生態系への影響との関連性については、1999 年に開かれた SCOPE（環境問題科学委員会）と LOICZ（沿岸海域における陸海相互作用研究計画）の共同ワークショップを

機に、種々のデータベース化が図られている他、現象解明、対策立案が試みられている。鉄に関しては、海洋において鉄が基礎生産を規定しているとする Martin の鉄仮説が唱えられ、これを実証する大規模海洋実験が既に行われている。

Si が沿岸域の生態系にとって重要であることは、我が国でも従前より指摘されてきていたが、陸域、河川、沿岸域という水域の連続性に注目した系統だった情報は極めて限られているのが現状であり、科学的評価は遅れている。鉄については、上記の海洋実験と同様のものが始まっているが、陸域、河川、沿岸域という観点からの研究は進んでいない。

調査調整費テーマとして、H15 年度には、3 省庁（水産、河川、林野）連携で「森川海」の関わり合いについて「海域の生産にどのように寄与しているか」という視点から調査検討が行われている。H16 年度には、土砂と挙動を共にする栄養塩類に着目した新たなバージョンとして、下水道部を加えて、豊川流域をモデルケースとして調査検討が行われている。これらは、本分野の研究戦略の方向性を検討する上で意義のある成果となっているが、検討は概括的なものであり、これらの取り組みを発展させることが求められる状況である。

東京湾に関しては、国総研の沿岸海洋研究部がリーダーとなって、環境の変質と要因について詳細な研究を行っている（プロジェクト研究「快適に憩える美しい東京湾の形成に関する研究」）。海域の生態系等のレスポンスに関して具体的かつ有用な知見を提供しており、本研究プロジェクトに活用していく。また、港湾空港技研が東京湾の干潟の機能について詳細な研究を行っている。

「流域における物質循環の動態と 水域環境への影響に関する研究」研究マップ

- (1) 水域の生物生態系の視点から着目すべき物質の抽出とその特性把握
- (2) 陸域（流域）の改変に伴う物質動態と水域への供給量・供給形態の変化に関する検討
- (3) 流域・河川のインパクトと水域生態系のレスポンスに関する分析
- (4) モニタリング・調査手法の検討
- (5) 研究プラットフォームの検討

各エリア の物質 動態	基礎的 な現象 把握	課題解決指向			
		実態把 握・診断	予測技 術	対策技 術	政策化
森林域	黄色	青	白	白	白
都市域	黄色	赤	赤	赤	赤
農地	黄色	黄色	黄色	青	青
河川	点線	点線	黄色	青	青
水域	黄色	赤	赤	赤	赤
流域(陸 域)~水 域のつな がり	黄色	赤	青	青	点線

- かなり研究が進んでいる領域
- いくらか研究が進んでいる領域
- ほとんど研究が進んでいない領域
- 国総研で過去に取り組んできた領域