

総合技術開発プロジェクト

「自然共生型国土基盤整備技術の開発」

国土技術政策総合研究所 環境研究部長 福田 晴耕

1. 研究の目的

人間が生活を営む都市は、その都市を含む流域圏における水循環・物質循環系や生態系といった自然のシステムに依存し、これら自然システムから多大な恩恵を受けてきた。しかし、20世紀後半に生じた急激な都市化、経済発展、大量消費型等へのライフスタイルの変化等は、水循環・物質循環系や生態系等に対する多大なインパクトとなり、自然のシステムは変調を来し、これにより河川や湖沼等の水環境の悪化、動植物の減少、ヒートアイランド現象等様々な問題が生じるに至っている。このような問題を根本的に解決し、持続可能な社会を構築するためには、流域圏の視野から水循環・物質循環等の自然システムを再生し、人が自然の恩恵を享受できる自然共生型の都市・国土を形成する必要がある。

総合科学技術会議の重点分野である環境分野では、「自然共生型流域圏・都市再生技術研究イニシアティブ」(H13～17)が定められ、関係省庁が連携して研究を進めている。本プロジェクト研究は、同イニシアティブと緊密な連携を持ち、その推進にも貢献するものである。

2. 研究内容

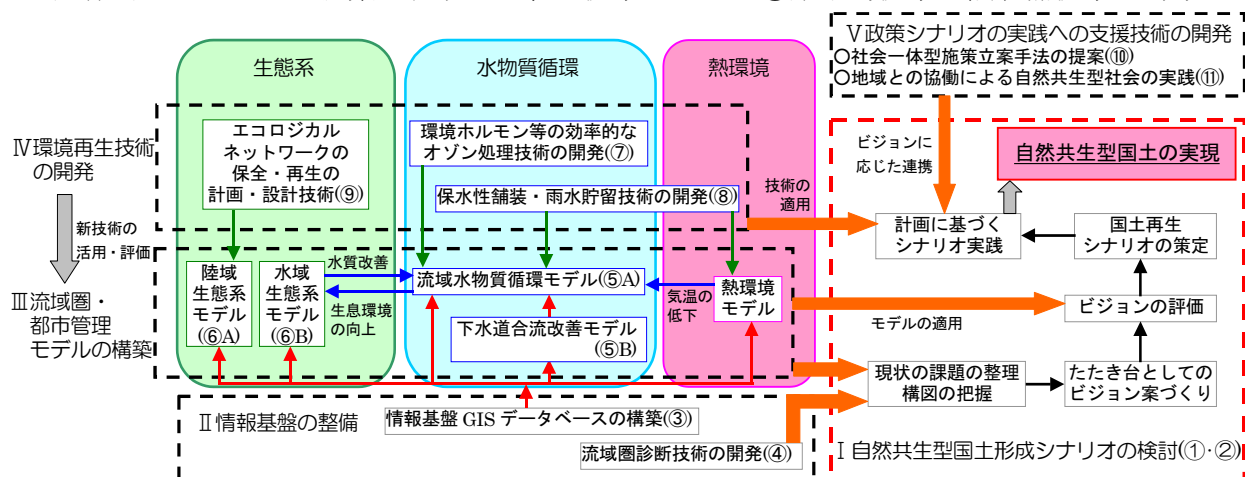
2. 1 研究全体の枠組み

本研究の全体構成を図-1に示す。

I. 自然共生型国土形成シナリオの検討

シナリオの検討プロセスは図-1の右下の部分である。人の生活という視点から、できる限り実感しやすい将来ビジョン案を複数作成し、関係主体が現在の生活とも比較しながら、国土・社会のあり方を模索するという過程を中心に置く。この中で特に、様々な施策の効果をモデルの活用により極力定量的かつ具体的に表現し、シナリオの策定につなげる。

具体的なシナリオの提案を行うため、大流域において①東京湾流域・霞ヶ浦流域を対象と



した自然共生型再生シナリオ作成技術の開発、中小流域や都市域において②水と緑のネットワークからの都市再生シナリオ作成技術の開発を行った。シナリオの評価および実践において、下記の個別研究の成果を活用する。

II. 情報基盤の整備

水物質循環モデル、生態系モデルの汎用化には、基盤情報を GIS 化することが不可欠である。また、環境に関する情報基盤を整備するということは、流域圏・都市における実態の把握、診断そのものでもある。このため、③情報基盤 GIS データベースを開発し、この GIS データベースで得られた流域圏の環境情報から、よりわかりやすい現況の生物多様性の評価モデル（ビオトープマップ）を作成する④流域圏診断技術を開発した。

III. 流域圏・都市管理モデルの構築

流域圏の住民等関係主体による環境に係わる問題の把握・理解、問題解決のための施策・取り組みに係わる検討・合意形成等を支援するため、⑤流域水物質循環モデルの開発、⑥生態系予測モデルの開発を行った。開発したモデルを用いてシナリオの検討において現状の把握に用いるほか、施策やビジョンに対する評価を定量化するために活用する。また評価において水物質循環モデルによる水質改善の度合いに応じて、水域生態系モデルによる生息場評価が向上させるなど、モデル間の相乗効果についても考慮した統合モデルを構築している。

IV. 環境再生技術の開発

自然環境を効率的・効果的に再生するため、水環境を改善するための⑦環境ホルモン等の効率的なオゾン処理技術、⑧保水性舗装・雨水貯留技術、⑨エコロジカルネットワークの保全・再生の計画・設計技術の開発を行った。これら新技術は流域圏・都市管理モデルを用いたシナリオの評価に適用されると同時に、シナリオの実践の際に活用される。

V. 政策シナリオの実践への支援技術の開発

具体的な自然共生型国土形成シナリオの実践において、市民・企業やNPOの効果的・持続的な取り組みを提案、支援するため、⑩社会一体型施策立案手法の提案、⑪地域との協働による自然共生型社会の実践について検討した。

2. 2 個別研究成果

2. 2. 1 自然共生型国土形成シナリオの検討

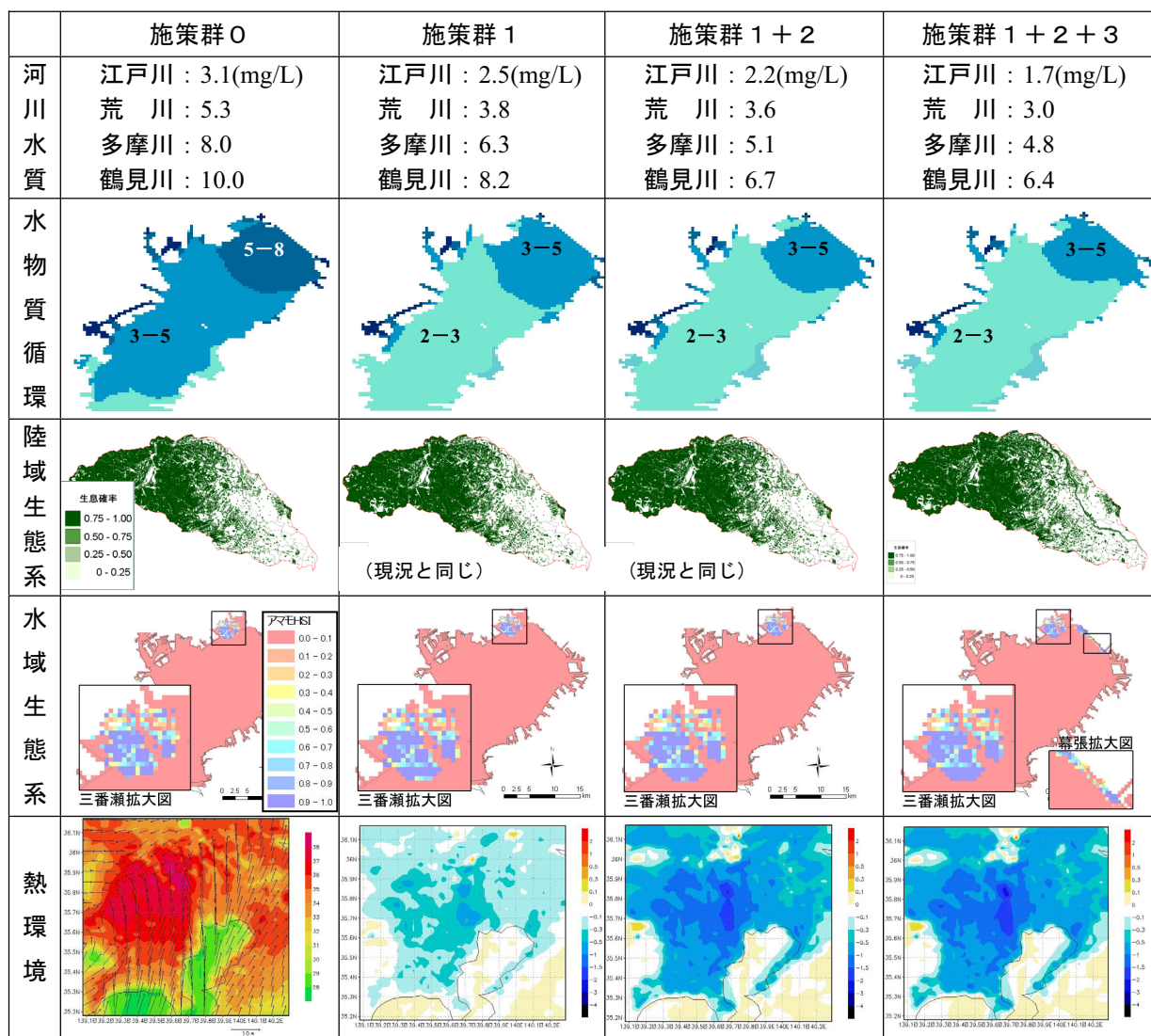
① 東京湾流域・霞ヶ浦流域等を対象とした自然共生型再生シナリオ作成技術の開発

本プロジェクト研究で構築したモデルを活用して、水物質循環、生態系、熱環境の環境改善評価を再生ビジョンに応じて提示することにより、それぞれの環境問題の解決に向けた合意形成に活用する。まず施策の組合せとして表-1に示すとおり、施策群1（インフラ整備主体型）、施策群2（産業・生活スタイル転換型）、施策群3（自然機能回復型）を設定した。

水物質循環、生態系、熱環境の環境改善施策による効果を図-2に示す。生態系の健全化およびヒートアイランド現象の対策などの解決に向けて、個別に課題の解決の方策を検討するよりも、多くの課題を同時に改善する方法を選択することが効率的である。複数の環境問題に対する解決手法を施策パッケージとして提案し、シミュレーションモデルによる効果把握を試みたことは、具体的な政策決定へのプロセスに活用するという点で意味を持つ。例えば、緑地の増加が水物質循環や熱環境の改善、さらには陸域生態系の回復にも資するという複合的効果を持つ。これらを1つの政策シナリオに基づき、それぞれのシミュレーションモデルによって定量的評価が可能となった。

表－1 東京湾流域圏再生にかかわる施策群の設定内容

施策群	施策内容	モデルで設定する内容			
		水物質循環モデル	陸域生態系モデル	水域生態系モデル	熱環境モデル
施策群0	現況	—	—	—	—
施策群1	特に即効性の高いハード的な事業の実施 下水高度処理、合流改善 (既整備地域＋整備予定地域) 高度処理型合併浄化槽の設置 (下水道整備予定外地域) 透水性・保水性舗装	—	—	水質の改善（水物質循環モデルの結果の反映）	保水性舗装
施策群2	循環型社会の構築を目指した産業・生活スタイルの転換 環境保全型ライフスタイルの転換 環境保全型農業 下水処理水の再利用 家畜し尿の農地還元 雨水貯留浸透施設の整備(屋上緑化)	—	—	水質の改善（水物質循環モデルの結果の反映）	環境保全型ライフスタイルの転換 屋上緑化 保水性建材の利用 エコカーの普及
施策群3	面的な土地利用の変更により緑地、干潟の回復 都市部および荒川、多摩川の両岸に緑地の確保 調整池の確保 干潟の造成 (幕張・いなげの浜の再生)	大規模民有地の敷地の20%を緑化 堤外道を両岸に250m拡大 新規高規格道路等にエコブリッジ、樹林帯の整備 公園の整備	水質の改善（水物質循環モデルの結果の反映） 底質、水深	緑地への転換（都市部および荒川、多摩川の両岸）	



図－2 東京湾とその流域における施策群の実施による環境改善効果

(河川水質は河口流入部の年間平均 COD 濃度、水物質循環は7月15日12時のCOD濃度分布、陸域生態系は荒川流域のシジュウカラの生息確率、水域生態系はアマモのHSI(生息地選好指標)、熱環境については、現況は14時の気温の絶対値で、その他は現況との差分で表示)

② 水と緑のネットワークからの都市再生シナリオ作成技術の開発

東京のパレスゾーン（皇居周辺）、ウオーターフロント、横浜市帷子川流域等を対象に、都市再生に向けた具体的な提案と実践プロセスを示すことにより、都市再生シナリオ作成の一助とするものである。例えば帷子川流域においては、現在までの土地利用の変遷を踏まえ、緑地の保全、整備の観点から、具体的な都市再生シナリオを3種類立案、評価を行った。

2. 2. 2 情報基盤の整備

③ 情報基盤 GIS データベースの構築

どのような目的においても共通に利用される、地形図・土地利用図・人口データ等の基礎的な自然条件・社会条件データを「コモンデータ」、モデルの構築や政策の実施等、目的に応じて整備されるデータを「スペシフィックデータ」として整備し、ネットワークを通じたオンライン配信及び閲覧・検索システムを設計した。構築した GIS データベースによる流域診断の一例として、荒川の水質の変遷図や土地利用の変遷図が挙げられる。これらにより流域の水質の状況や水質が改善した河川域、及び土地利用の改変状況を把握することができる。

④ 流域圏診断技術の開発

鎌倉市、各務原市、横浜市帷子川流域を対象に、保全等の必要性の高い緑地環境を抽出し重要度の段階的評価を行うため、基礎的環境情報を用いた生物多様性の評価モデルを構築し、GIS 技術を用いた小流域の設定、地形分類図、植生区分図等から生物多様性評価技術（エクトープマップの作成）を開発し、流域圏の診断技術を提示した。

2. 2. 3 流域圏・都市管理モデルの構築

⑤ 流域水物質循環モデルの開発

A. 流域圏を対象とした水物質循環モデル

流域での水・物質循環を分析する、ユーザーインターフェースの整備された政策ツールとしての汎用型水物質循環モデルを開発した。モデルの活用手法としては、現在や過去の現象を再現し、現象の内部構造や問題の所在の理解、施策の実施による施策効果を評価することができる。

B. 合流式下水道の分布型汚濁負荷解析モデル

健全な水循環に重大な影響を与える合流式下水道の雨天時越流水について、対策とその放流先水質への影響を評価する手法を検討した。従来の集中型モデルでは、貯留施設や浸透ますの設置等の合流式下水道の改善施策の評価が困難であり、また、大腸菌群数、窒素、リンなどの評価項目の増加に対応できないため、新たに分布型汚濁負荷モデルを開発した。

⑥ 生態系予測モデルの開発

A. 陸域生態系モデル

動物種の生態的特性を考慮して指標性を持つ種を選定し、その生息環境のモデル化により、指標種の生息適地を広域的に予測・評価する手法を構築した。事例地は関東地方とし、指標種は、事例地の奥山地域、農村・里山地域、都市地域において、アンブレラ種となる種や生息環境を代表する種、さらに移動能力等も考慮して選定した。

B. 水域生態系モデル

水域生態系モデルの1つである HEP(Habitat Evaluation Procedures)モデルを参考として、閉鎖性水域（東京湾、霞ヶ浦）、河川（多摩川、荒川）を対象として検討した。以上の生態系予測モデルを活用して政策シナリオの評価に反映される。

2. 2. 4 環境再生技術の開発

⑦ 環境ホルモン等の効率的なオゾン処理技術の開発

内分泌かく乱作用を疑われている物質（いわゆる環境ホルモン）が下水道にも流入していることが報告されているが、この環境ホルモンが生態系に与える影響については不明な点が多く、下水処理過程でのより効果的な除去手法に関する知見が求められている。そのためオゾン処理に着目し、除去能力、運転管理手法に関する基礎的な検討を行った。その結果、環境ホルモンは、一般的に用いられている条件よりも低いオゾン注入率・短い接触時間においても殆ど検出下限値未満まで除去されることなど、オゾン処理における経済的かつ適切な運転方法について提案を行うための知見が得られた。

⑧ 保水性舗装・雨水貯留技術の開発

都市のヒートアイランド現象の原因ともなっている地表面の高温の緩和を図るとともに、都市型豪雨災害の軽減に寄与することを目的とし、上層路盤などへ水分を供給する装置のある保水性温度低減舗装を開発し、効果を検証した結果、従来の保水性舗装に比べて、最高表面温度で18℃の低減効果が得られた。また従来の保水性舗装の低減効果の持続期間がおよそ1～2日であるのに対して、給水を行わなくても7日程度、給水を行えば14日以上、温度低減効果が持続することが確かめられた。

⑨ エコロジカルネットワークの保全・再生の計画・設計技術の開発

都市を含む流域圏における生態系の保全・再生等を実現するため、大域、中域、小域の3つのスケールを用い、それぞれのスケールにおいてエコロジカルネットワーク構造の現状を把握するため、コアエリア及びコリドーの抽出を行った。エコロジカルネットワーク計画を作成するにあたり、陸域生態系モデルを用いて生息適地を抽出し、エコロジカルネットワーク構造の現状とエコロジカルネットワーク計画を実現するための費用対効果を踏まえたうえで、エコロジカルネットワーク計画図の素案を作成した。

2. 2. 5 政策シナリオの実践への支援技術の開発

⑩ 社会一体型施策立案手法の提案

これからの環境問題解決のためには、市民・企業と目標を共有し、合意を図り、連携して取り組む社会一体型施策の実施が重要である。また、環境問題の影響・因果関係が不明瞭な状況の中で、いかに市民・企業と一体となって取り組みを行っていくか、そのための実施方針が必要である。このため、ヒートアイランド現象対策を一例として、社会心理学における行動変容プロセスに関する理論を踏まえ、検討した。

環境配慮行動を普及させるには、①行動前の心理的負担感を低下させること、②持続時の心理的負担感を低下させることが重要である（図-3）。

⑪ 地域との協働による自然共生型社会の実践

NPOによる地域活動について事例調査を行い、環境再生に向けての住民の持続的な取り組みを展開するための仕組みについて検討した。例えば、筑後川流域におけるエコツーリズムは、①自然と触れあう機会を通じて、自然の価値や自然と触れ合うことによる恩恵を再認識し、自然を志向する社会への体質改善を図る。②ボランティアにとどまらず、活動から得られる対価を活動に還元する仕組みを構築する等、持続的な取り組みがなされるための有効な仕組みが働いており、有益な示唆が得られた。

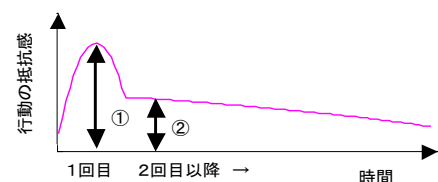


図-3 環境配慮行動の負担感