

(論文内容の要旨)

本論文は、持続可能な水資源利用・管理において流域を単位とした総合的流域診断が重要であることに鑑み、「GIS とモデリング」、「流域指標」、「総合的評価」を基軸とした流域診断のツールの開発とその適用を目的として行った三つの事例研究の成果をとりまとめたものであり、以下の7章より構成されている。

第1章では、論文の背景、構成、目的を述べている。

第2章では、流域診断をとり巻く環境に関してこれまでの経緯と事例研究に共通となる手法についてとりまとめている。とくに、流域を単位とした河川流域の診断の必要性と課題を整理し、地理情報システム (GIS) や各種の流域診断のためのモデリングの有用性を論じている。

第3章では、日本の一級河川水系109流域に対する流域水循環指標を開発するために、まず流域を診断するための指標研究をレビューし、課題の整理と新しい流域水循環指標の構築を提案している。米国では、"surf your watershed"のように全米を2,262の流域に区分し、分割された流域単位に環境の現状と脆弱性の評価を行っている事例が有名であるが、日本109流域全体を視野にいたした指標開発は、まだ事例としてほとんどない。本章での事例では、国が管理する109の一級河川水系を対象として、治水、利水、環境の分野に区分し、個別指標によって流域診断を実施した。次いで、これらの複数の流域の個別指標の合算による総合化、流域に関するP (圧力)、S (状態)、R (対策) の3要素に注目した治水指標の総合化について検討し、最後に主成分分析により日本109流域全体を特徴づける新しい指標軸を抽出した。

第4章の世界114流域の水害脆弱性指標の開発では、地球温暖化がもたらす異常気象の多発による水害リスクについて検討している。これまで雨の降らなかった地域への集中的な豪雨や、逆に穀倉地域での干ばつなどが繰り返され、水害による直接的な被害と食料供給の不安定化という間接的な被害が住民に深刻な影響を及ぼしてきている。水害による被害は、豪雨などの気候的要因によるものだけでなく、その他の地形的要因や社会経済的な要因も複雑に絡んできていて、複合的な要因が重なった結果として水害が顕在化するものと理解することができる。潜在的に水害のリスクが高い地域に最終的な引き金として豪雨が発生することによって水害被害が広がる。この潜在的なリスクの大きさを流域単位に明らかにし、水害対策の優先順位や流域内の地域住民への啓蒙などに役立てることが可能である。

第5章のメコン川流域の流域開発評価手法の開発では、開発に係る将来の環境を予測するための条件であるシナリオとそれに基づく地域発展についてのモデリングに関して検討している。開発事業の実施が周辺環境に影響を及ぼす内容について事前に調査予測し、適切な保全対策を講じるプロセスとして環境アセスメン

トが知られているが、開発事業の在り方をより広い枠組みで検討するためには、環境アセスメントが対象としている「環境」という側面以外に「経済」と「社会」に関しても合わせて検討を加え、総合的なバランスのとり方を戦略的環境アセスメント（SEA）の中で議論することが求められる。本章では、メコン川支川のナムカム川流域（タイ東北部）を調査対象流域とし、開発事業の影響を総合的に検討するために、複数のシナリオを設定し、現実起こったシナリオと仮に開発事業がなかった場合、開発事業が別の内容であった場合のそれぞれのシナリオについて、その後の影響を環境と経済の双方の視点から総合的に評価を行っている。

第6章では、第3章から第5章で示した事例研究を通じて、これからの流域診断をより有効に行う方策として、新しい指標の構築、GISとモデルの活用、学術と政策の融合を目指した政策支援や文理連携のありかたについての提言をとりまとめている。

第7章では、論文を総括して結論を述べている。

(論文審査の結果の要旨)

持続可能な水資源の利用・管理には、河川流域の適切な総合的診断が不可欠である。流域診断に必要なデータは、自然・社会・経済・文化条件等、多岐にわたるが、こうした各種データは流域を単位として集計されているものは少なく、自然境界や行政界を基本としたものがほとんどであり、流域の総合的診断の障害となってきた。

本論文は、GISを用いて流域単位のデータベースを作成し、モデリングや各種の流域指標を用いた河川流域の総合的評価・診断手法を提案し、今後の河川管理政策への有用性について、マクロ（世界）・メソ（日本）・ミクロ（メコン川1支流）の各レベルの河川水系を対象として考究したもので、得られた主な研究成果は以下の通りである。

第一に、各種の空間データを流域単位の集計・整理するための「バランスツールボックス」を独自に開発し、流域GISモデリング、流域指標構築、流域総合評価を行うための基本的ツールとして有用であることを示した。

第二に、治水、利水、環境に関する個別診断指標を総合化した指標による河川流域の総合診断手法、OECDが採用している総合的治水診断手法、各種統計データの主成分分析による流域の総合診断手法を具体的に提示し、日本の一級河川水系109流域に適用してそれぞれの有用性を明らかにした。

第三に、世界の主要な河川水系の水害脆弱性を評価することを目的として、気候的要因、水文地理的要因、社会経済的要因、対策的要因として考えられる合計11個の説明変数を選定し、水害被害者数を目的変数とする重回帰分析結果に基づき、豪雨の発生日数、流域の平均傾斜、流域の都市化率の3変数から成る水害脆弱性指標（Flood Vulnerability Index：FVI）を構築してその実用性を示した。

第四に、開発事業が及ぼす環境影響と経済効果について流域を単位として総合的に評価し開発事業のあり方を探る方法論を提案し、その有用性を示した。タイ東北部に位置するメコン川支流のナムカム川流域のダム開発を事例として、土地利用経済モデル、水文環境モデル、土壌保全モデルの三つのモデルを構築し、メコン川水系で整備された地球地図データ及び各種の自然、社会経済データ等、開発途上地域でも容易に利用できるデータに基づいたシミュレーション及びモデル分析を通じて想定される開発シナリオを科学的に評価する手法は、流域の持続可能な開発にとって有用なツールとして位置づけられる。

第五に、今後の流域診断の方向性として、河川流域の水資源利用・管理において流域単位で「総合性」と「不確実性」を重視することの必要性を唱え、その具体的実践に向けて、より総合化された指標の開発、段階的な流域診断のとり組み、流域診断における時間軸の考慮、流域に展開する事象間の関連性についての理解の深化、GISデータの共有化と政策支援のためのモデル開発を踏まえた、新たな流域診断のあり方とについて提言を行った。

以上のように、本論文は申請者の永年に渡る実務的研究をとりまとめ、水資源の持続的利用・管理に有用となる新たな総合的流域診断手法を提示したものであり、地球環境学の発展に大きく貢献した。

よって、本論文は博士（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 20 年 11 月 17 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。