

氏名(国籍)	メルヘム リマー (シリア)		
学位の種類	博士(学術)		
学位記番号	博甲第3753号		
学位授与年月日	平成17年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Environmental Assessment and Comprehensive Policy Measures for Water Pollution Issue in the Barada Basin, Syria : A Mathematical Modeling Approach (シリアバラダ流域の水汚染問題解決のための環境アセスメントおよび総合政策：数学的モデルによる方法を用いて)		
主査	筑波大学教授	学術博士	水 鉤 揚四郎
副査	筑波大学教授	農学博士	佐 藤 政 良
副査	筑波大学教授	工学博士	宮 本 邦 明
副査	筑波大学教授	Ph. D. (地域科学)	徳 永 澄 憲
副査	筑波大学助教授	農学博士	杉 浦 則 夫

論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究は、シリア、バラダ流域における水汚染の環境評価を行い、その水汚染問題解決のための総合的流域管理政策をコンピュータシミュレーションによって提言したものである。バラダ流域には、バラダ川とアワジ川の二つの大きな河川が流れている。近年流域の生産活動および都市生活排水によって有機系水質汚濁物質が環境基準値を超え、また製造業からの重金属の排出負荷が流域住民の健康を脅かし、重大な環境問題となっている。シリア政府および世界銀行も、環境問題では、バラダ流域の水汚染問題解決に第一優先順位を与えている。本研究では、地域経済の発展と両立させながらこのような環境問題の解決を図る環境政策を提言するための総合的な評価システムの開発を行った。

まず、BOD, TN, TP, Cr, CdおよびPbを指標として、バラダ流域における水汚染の実態を分析し、汚染物質の空間的な動態と流域の社会経済活動との関係を明らかにした。次に、十分な処理が行われていない下水を灌漑に利用していることに起因する、重金属による健康被害リスクを評価し、最後にシミュレーションにより、対策がとられなければ2009年までに健康被害リスクが3-5倍に悪化すると予測される水汚染解決のための環境政策を提言した。

シミュレーションモデルは二つのサブモデルで構成されている。第1のモデルは、流域における生産、廃棄物処理、消費などの社会経済活動を記述し、予測するための多部門社会経済モデルと、この社会経済活動に起因する汚染物質の発生、排出、輸送が水質に与える影響を記述し、予測する水汚染物質動態モデルがリンクした動的、空間的モデルである。第2のモデルは、排水の灌漑利用量、流域における農産物の生産量とその自給比率および人体に蓄積される重金属の量との間の関係を記述し、流域住民がCr, Pbなどの重金属汚染に曝される健康被害リスクを推定し、評価するモデルである。これら二つのモデルを最適投資基準に基づいてリンクし、有機系水質汚濁物質および重金属の流域における負荷量を削減するための環境政策を評価した。モデルを特定化するのに使用されたデータは、国勢調査、政府刊行物および先行研究における推計

値などである。モデルの信頼性については、水質汚濁物質および重金属の負荷量を2000年についてシミュレーション予測し、現実のデータと比較し、検証した。

本研究によって得られた知見は、以下のようにまとめることができる。まず、流域全体における水質汚濁物質およびCr、Pbなどの重金属の負荷スキームの現状を数値モデル化し、特徴として、産業活動（特に、重金属汚染については、皮革産業）および都市活動が主な汚染原因であること、また調査研究に基づいた法的規制がなく、適切な排水処理がなされていないこと、人口増加と都市活動の増大により、二つの河川の水量が減少し、水質悪化を増長していること、そしてアドラ下水処理場の処理水を集中的に灌漑利用することによりダマスカス市民が重金属による健康被害リスクに曝されていることを明らかにした。2000年から2009年までのシミュレーション分析では、水質汚濁物質および重金属ごとに、ゾーン別産業別の排出負荷量が予測され、特に、灌漑に使用される水の水質は、現状でもWHOおよびFAOの基準をはるかに下回っているが、環境リスク評価モデルによると、その健康被害リスクは、2009年には3ないし5倍に悪化することを明らかにした。この、リスクを削減するためには、これら河川の水質を全般的に改善することが必要であるが、特に、これら河川の水が灌漑に使用される、ゾーン5(アドラ灌漑プロジェクト地域)、ゾーン6(北ドウマ)、ゾーン10(南ドウマ)への流入水質が、極端に悪化するので、ここでの水質を制御することが必要であることを明らかにした。水質の改善策としては、都市部には、活性汚泥法による高度下水処理施設の建設、農村部では高度処理農業集落排水施設の建設、重金属を排出する製造業に対しては、各種電気化学的処理施設ないしは生物科学的処理施設の設置を提案し、これら流入水質をシリアが定める第Ⅱ類の水質に改善するために必要な投資額を各ゾーンごとに求め、流域全体で、10年間の合計額を約280億円と推定した(流域の総投資額の約1%)。さらに、この投資額を、水利用負担金、地方政府補助金および中央政府補助金でどのように賄うか、またゾーン間でどのように資金の融通を行うかを明らかにした。流域の経済成長率は、これらの政策の実施によって、0.2%程度下がるが、依然として4ないし5%を維持することができること、また課徴金の額は、平均で、所得の1%以下であり、これらの政策は十分実施可能であることを明らかにした。さらに、下水処理水の灌漑などへの再利用を行なうためには、費用はかかるが、処理系等を分けることがもっとも適切であり、バラダ流域の場合には、特に水質汚染の原因となっている製造業が都市部であるゾーン2に集中しており、比較的实施しやすい政策であることも明らかにした。

審査の結果の要旨

本研究は、シリア、ダマスカス市が位置するバラダ流域における有機系水質汚濁物質および重金属による健康被害リスク問題を解決するための最適な環境政策をシミュレーション分析により導出し、あわせてその実施に必要な投資額、その効果および流域経済に与える影響を評価することを目的としている。まず、当該流域における統計データあるいは公表されているデータが少ないという状況の中、BOD、TN、TP、Cd、CrおよびPbについて、排出、輸送の構造および人体への健康被害リスクの曝露構造のフレームを構築したことにより、今後のこの種の研究の基礎データを提供した点を評価した。構築されたシミュレーションモデルは、このような統計資料の入手が困難である発展途上国の同種の問題解決のために援用することが容易な構造となっており、同モデルを特定化するためのデータハンドリングも適切になされており、またその有効性の検証もバラダ流域について適切になされており、汎用性の高いモデルであると評価した。特に、水質を制御するモデルとして構築されており、ある計画視野をもって、水質に関する環境基準値を達成するための財政負担、課徴金などを総合的に評価できる有効な政策支援ツールとして本モデルを高く評価した。申請者は、国際学会および国内学会で数多くの発表を行い、内外の専門家からも高い評価を得ている。

よって、著者は博士(学術)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。