

[29]

氏 名 (本籍)	えん 閔	しょう しょう 晶 晶 (中 国)
学 位 の 種 類	博	士 (環 境 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 5550 号	
学位授与年月日	平成 22 年 7 月 23 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	<b>Comprehensive Evaluation of Effective Biomass Resource Utilization and Optimal Environmental Policies in Rural Areas around Big Cities in China : Case Study of Miyun County in Beijing</b> (中国大都市周辺の農村地域におけるバイオマス資源の有効利用および最適環境政策に関する総合評価－北京市密雲県を事例として－)	
主 査	筑波大学教授	学術博士 水 鉋 揚 四 郎
副 査	筑波大学教授	博士 (農学) 張 振 亜
副 査	筑波大学教授	農学博士 杉 浦 則 夫
副 査	筑波大学教授	Ph. D. (地域科学) 徳 永 澄 憲

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

この論文は、中国北京市の上水の 60% 以上を依存している重要な水源であり、近年、養豚業から排出される畜産廃棄物の不適切な処理に起因して水質悪化が問題となっている密雲貯水池の流域である北京市密雲県をフィールドとして、同貯水池における水質改善と流域から排出される温室効果ガス (GHG) 排出削減のための総合的流域環境政策について、2007 年から 2016 年までの動学的シミュレーション分析に基づく総合評価を行い、流域が今後実施すべき環境政策について提言を行ったものである。本論文は 7 章で構成される。第 1 章は、序論であり、研究の背景、目的、手法、先行研究のサーベイについてまとめている。第 2 章は、研究対象地域の社会経済および環境の現状について分析し、化学的酸素要求量 (COD)、全窒素 (T-N) および全リン (T-P) で測った水質汚濁やメタン (CH<sub>4</sub>) および亜酸化窒素 (N<sub>2</sub>O) 等の GHG 排出フレーム (排出量、排出原単位) を、養豚業を含めて産業および二つの水系ごとに特定化した。第 3 章では、流域の社会経済活動とこれにより排出される水質汚濁の発生、輸送構造を記述する数学的シミュレーションモデルを構築し、これに生産調整補助金、湿式メタン発酵プラント技術、下水道設置補助金、有機肥料補助金、森林保全補助金などの現在実施されている環境政策を組み込み、流域経済のプラス成長を下限制約として与えて密雲貯水池に 10 年間で流れ込む T-N を最小化するシミュレーションを行い、現行の環境政策の有効性を分析した。流域の地域総生産額 (GRP) の最大成長率は 1.1% / 年、そのときの 10 年間での T-N の最大削減率は 10.7% でこのときの養豚業の生産額は 30% ほど減少しなければならないことが明らかとなった。このことは、現行の環境政策では、水質改善と流域の経済発展を両立させることが不可能であることを意味する。

第 4 章では、第 3 章の結果を受けて、環境政策として新たに、T-N の処理に優れた高度処理バイオマス・リサイクルプラントおよび大型のバイオディーゼル・エネルギープラントを導入することを検討し、第 5 章ではこれらの新技術を導入した総合的な流域環境政策をシミュレーションモデルに組み込み、最適な総合的流域環境政策の導出を行った。二つの新技術は非常に有効で、水質改善と GHG 削減の双方において非常に

優れていることが明らかとなった。例えば、流域の GRP 成長率を平均 1.4% / 年に維持したまま T-N、T-PCOD を、10 年間で現状と比較して、それぞれ 20%、35%、30% 以上削減可能なこと、養豚業の生産額は 10 年間で 30% 以上成長できること等を明らかにした。また、養豚業から排出される GHG は、10 年間で約 16 万トン削減可能であり、新技術の導入は水質改善ばかりでなく、地球温暖化対策としても貢献することが明らかとなった。第 6 章は、新技術プラントの社会的費用便益分析を行っている。流域の GRP 成長率を平均 1.9%/ 年に維持すると、151 機のバイオマス・リサイクルプラントと新エネルギープラントが 14 機必要で、その投資費用は約 10 億元（約 140 億円）であるが、その社会的便益は 450 億元であり、対費用効果の大きなプラントになることを明らかにした。各プラントの私的収支の分析では、新エネルギープラントについては、各養豚業は電力売上等でその費用を賄うことが出来るが、他方、バイオマス・リサイクルプラントについては、その費用を収入で賄うことはできないことが明らかとなった。また、その場合でも、プラント設置費用補助金率を 30% から 47% に引き上げると、私的収支がプラスに改善することを明らかにした。また、二つの水系の各行政単位ごとにシミュレーション結果を分析した結果、財政規模の小さな行政単位では、中央政府から多額の補助金を投入して新エネルギープラント設置を促し、下水道整備が経済発展に追い付かない財政事情の問題を解決すべきであること等を明らかにした。第 7 章は、本論文の結論をまとめ、総合的流域管理政策について提言を行っている。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、中国における大都市周辺の農村地域における環境汚染とバイオマスの利活用に関連する諸問題を、数量的、科学的、整合的に分析した初めての試みであり、大変高く評価できる。新しく構築されたシミュレーションモデルの汎用性は高く、モデルの詳細な数学的定式化とその背景にある仮定や考え方、またパラメータや基礎統計量の集計の仕方も詳細に述べられている。これは、環境問題とその解決のための環境政策の統一的、整合的な分析を可能にするものであり、今後の環境修復技術の評価や政策分析を行う場合のベンチマークともいえるものである。シミュレーション分析は、流域レベルのマクロ数値から、各水系の行政担あるいは企業レベルのミクロレベルのそれに基づく詳細な分析が可能である。また、総合的な社会的便益費用分析が可能であり、特に環境と経済の間の必然的なトレードオフの同定し、その改善について、財政的な効率性に言及しながら、環境修復技術選択の問題を含む、様々な環境政策の効果、優位性明らかにした点は、今後の中国の都市部周辺における環境改善と経済発展のための環境政策を立案するうえで有益な結果を得ている。

よって、著者は博士（環境学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。