

氏名(本籍)	チヨンミョン チャイウボン (タイ)			
学位の種類	博士(学術)			
学位記番号	博甲第5586号			
学位授与年月日	平成23年2月28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	Study on Biomass Utilization and Its Impact on Water Environment in the Huai Luang Basin, Udonthani Province, Northeast Thailand (タイ東北部ウドンタニ州ファイ・ルアン流域におけるバイオマスの利活用とその水環境に及ぼす影響の研究)			
主査	筑波大学教授	学術博士	氷 鮑 揚 四 郎	
副査	筑波大学教授	農学博士	杉 浦 則 夫	
副査	筑波大学教授	博士(農学)	張 振 亜	
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

本論文は、タイ国東北部ウドンタニ州のファイルアン流域に焦点を当てて、当該流域における未利用バイオマス資源の実態を明らかにし、その適切な処理や有効利用による当該流域の環境改善、特に水環境改善効果を明らかにすること、またそのためのバイオマス利用技術の導入や下水道の建設等を中心とする統合的流域管理政策の在り方を解明することを目的としている。ウドンタニ州は、基本的には、農業で生計を支える農村地帯であり、農業残差や畜産廃棄物が余剰で放置され、その不適切な処理が環境悪化を招いている。また、都市部では、住民の環境意識は低く、環境規制も適切に行われていない中、下水道は未整備で、ほとんど未処理の形で排水が直接河川等に放流されている。本研究は、バイオマス利活用新技術の導入により不適切に処理されている農業残差やバイオマス廃棄物のエネルギー利用有効活用と都市部における生活排水対策として下水道建設により、当該流域の環境改善、特に水環境改善と経済発展の両立を図るための統合的な流域管理政策の在り方を、流域管理政策総合評価のための数学的モデルを構築し、このモデルを用いたコンピュータシミュレーションによって解明した。本論文は、以下の六つの章により構成される。

第1章では、本研究の背景、目的、手法を述べ、研究手法に関連する先行研究についてサーベイを行い、またタイ国東北地方の地理的、社会的特徴および環境の現況についてまとめた。第2章では、ファイルアン流域について、より詳細に、地理的、社会経済的特徴をサーベイした後、ファイルアン流域の水環境の現況を詳細に推定した。主な汚染源は、州都ウドンタニ市において発生している家庭排水などの有機系の廃棄物の未処理投棄、バン・ノブンミー村等の農業地帯からの栄養塩の流出等であることを明らかにした。また、畜産廃棄物の不適切な処理により流域で発生しているメタンガスの量を二酸化炭素換算で約82,000トン(2006年)と推定し、水環境ばかりでなく、地球温暖化の観点からもバイオマスの有効利活用が必要であることを明らかにした。後半では、タイ国において現在行われている水環境改善プロジェクトについて概観し、住民の環境意識の低さと行政が行う環境政策の実効性が厳格な法の執行によって担保されていないことが大きな問題であることを明らかにした。

第3章では、ウドンタニ州におけるバイオマス資源の現況と有効利活用の状況およびその技術についてまとめ、フアイルアン流域において有効利活用が可能な未利用バイオマス資源について分析を行い、その潜在力を明らかにした。

第4章では、フアイルアン流域での効果的な流域管理政策の在り方を統合的に同定し、分析するための手法として数学的モデルの定式化を行っている。数学モデルは、流域内の社会経済活動の相互依存関係やこれと水質汚濁物質の発生、輸送との関係を記述する構造方程式を制約式群とし、最終的にフアイルアン川に流入するBOD水質汚濁物質の総量の上限値をケース分けして与え、流域の総生産額（GRP）を最大化する最適化モデルである。後半では、動学シミュレーションの初期値となるべき流域の水質汚濁物質発生フレーム等の推定を行っている。

第5章では、前章で特定化した数学モデルを用いて、2006年のデータに基づいてパラメータ設定を行い、2007年を初期年として2016年を終期年とする、シミュレーションを行った。まず、現行の政策のみでは、2006年（基準年）のBOD排出量20,600トンから全く削減できないこと、家庭排水対策としての下水道の建設を政策の選択肢に入れるならば、初めて基準年の排出量を維持可能なこと、そしてバイオガスプラントの設置を選択肢に入れると、技術としては、UASBのみが有効な技術として選択されてこれに予算配分され、2017年時点で基準年の排出量より10%削減可能であることを明らかにした。その時のBOD総削減量は、約20,000トンで、流域の1年間の排出量の70%に相当する。また、基準年排出量維持のケースと比較して、10年間累積でみた流域のGRPの減少額は、3%程度（7,000パーツ）である。予算としては、生産調整補助金に最も多く、全体予算の46%が配分され、その便益-費用比率が5前後であるのに対して、バイオガスプラントへの予算配分額は少なく、全体の13%であるが、その便益-費用比率は（シミュレーション期間の20年間で費用を回収することを前提として）11.8程度であり、バイオガス技術プラントの投資効果は非常に高いこと等を明らかにした。

第6章では、本論文の得られた結果をまとめている。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、タイ国東北部ウドンタニ州フアイルアン流域における水環境改善のための統合的流域管理モデルを構築し、当該流域におけるバイオマス資源の活用状況、処理状況に焦点を当てて、現在タイ国で実施を検討されているバイオマス有効利活用、適切処理のための新技術やこれを内包する統合的流域水環境管理政策を明らかにし、その効果を分析したものである。まず、現在、畜産廃棄物処理の効果的な技術としてタイ国で提案されているUASBやMCLSを選択技術に組み込み、家庭排水対策下水道建設等の他の技術対策と合わせて総合的で最適な水環境対策を流域全体で評価し、同定する点にモデルの新規性と特徴がある。当該流域についてこのような定量的な分析を行ったのは初めてであり、高く評価した。分析の焦点を未利用、不適切処理バイオマスの有効活用に置くための、当該流域における詳細な地理的、社会的そしてバイオマス資源論的考察も適切であり、これに基づく数学モデルの定式化も適切になされており、特徴のあるものとなっている。タイは発展途上国であり、特に東北部のウドンタニは開発が急がれる半面、環境が急激に悪化し、国レベルでも特に懸念されている地域である。バイオガス技術としてはUASBのみが流域では選択され、これによるバイオガスプラントの建設は投資効果が非常に高く、比較的少ない投資費用で大きな効果が得られるが、下水道建設は政策として必須であること、また生産調整補助金も、より大きなBOD削減を達成するためには効果的であること等の当該流域の統合的流域管理政策を考察するうえで、有益な結果が示されている。シミュレーション分析は、利用可能なデータの制約から、基本的な分析にとどまっている点、水質の制御対象としてBODのみに焦点を当てている点は今後の課題である。しかし、モデルの構造そのものはタイ国の

特徴を踏まえた汎用性のあるものであり、今後の当該流域やウドンタニ州あるいは他の地域の水環境問題と経済発展の両立、あるいはバイオマス利活用による地球温暖化対策と持続可能な経済発展の両立などの課題を考察するうえで有用な手法を提示している。

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。