Osaka University Knowledge Archive

Title	Evaluation and planning of a nation-wide bioenergy potential and utility system from agro-residues in Ecuador
Author(s)	Garcia Montoya, Juan Carlos
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/34474
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

Form 3

Abstract of Thesis

Name: Juan Carlos Garcia Montoya	
Title	Evaluation and planning of a nation-wide bioenergy potential and utility system from agro-residues in Ecuador (エクアドルにおける農業残渣からのバイオエネルギーポテンシャルの国レベル評価と利用システム計画)

Abstract of Thesis

The global warming and a gradually depletion of limited fossil fuels imply to consider bioenergy as an alternative to phasing out fossil fuels, therefore cutting GHG emission. Thus, agro-residues for such as bioethanol and bioelectricity hold potentially significant advantages over other feedstock in the developing countries because of less conflict with food production and carbon-neutral. In the Ph.D. thesis, the aim is to carry out an evaluation and planning of a nation-wide bioenergy utility system from agro-residues for bioethanol production and power generation in a case study in Ecuador.

In Chapter 2, an evaluation of biomass theoretical potential at nation-scale was calculated by using GIS spatial distribution data and national statistics. The findings determined that Ecuador accounts with a vast biomass species, essentially agro-residues from country's primary yield crops. In Chapter 3, an optimization of plant allocation was addressed in which the croplands of rice, banana, sugarcane and corn over the country were classified into groups by the hierarchical cluster analysis, determining that seven plants are the optimum plants number located at the centroid of each group, thus minimizing LC-CO_2 emission through feedstock collection, bio-refinery and product delivery processes. In Chapter 4, a nation-wide plan of agro-residue utility for bioethanol production and power generation in Ecuador was examined. LC-CO_2 and energy profit were assessed, and two cases were proposed to supply E15 and bioelectricity in the country by optimizing feedstock selection and energy provision from plants to provinces. The first experiment is performed under no-restriction by minimizing total CO_2 emission. The second experiment is aimed to enlarge CO_2 reduction as well as to maximize energy supply according to energy sufficiency levels. Thus, selecting high efficiency and easy to derive feedstock and matching demand and supply distribution were found to be the key measures. In Chapter 5, NPP predicted by an ecosystem process model (Biome-BGC), LC-GHG assessment and optimization of biomass energy system was utilized to attain the best feedstock utility in present and under climate change for bioethanol production. Under the most severe climate change scenario, total GHG emission reduction was decreased by 7% of present condition without considering CO_2 fertilization effect and 1% with CO_2 fertilization caused by crop productivity decrease, a longer feedstock transportation as well as less use of efficient crops. In Chapter 6, following all above results, several aspects of nation-wide bioenergy utility plan were discussed in the measures of GHG reduction, energy profit and restrictions under socio-economical and climate changes in future.

In conclusion, the thesis pointed out the importance of a totalized systematic optimization in bioenergy utility not only within energy conversion facilities but also including feedstock use and energy delivery stages. It also figured out the effect of climate change on agro-residue production and the performance of optimum bioenergy system. The remarkable achievements of the thesis should contribute and support building the advanced and sustainable energy policy in developing countries.

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	(Juan Carlos Garcia Montoya)	
	(職)	氏　名
論文審査担当者	主 査　准教授	町村　尚
	副 査　教 授	東海　明宏
	副 査　教 授	近藤　明

論文審査の結果の要旨

提出論文は、途上国における気候変動緩和策として有望な農業残渣のバイオマスエネルギー利用を促進するため、国家レベルのバイオマスエネルギー利用システムを提案し、その効果を評価する枠組みを提案することを目的に、エクアドルにおけるケーススタディを実施したものである。本論文は、７章で構成される。

第１章は、研究の背景および既存研究の整理をおこなった後、本論文の目的と達成目標および構成を提示した。第２章はケーススタディ地域であるエクアドルを対象とし、一次エネルギー生産、最終エネルギー消費、温室効果ガス、エネルギー資源としての農業残渣賦存量を資料に基づいて整理・分析した。その結果、一次エネルギーとして化石燃料への依存が高く、最終エネルギーとして輸送および発電部門の比率が高いことを示した。またバイオマスエネルギーとして多種多様な農業残渣がエネルギー利用可能であり、化石燃料の大半を代替可能なポテンシャルを持つことがわかった。効果的な農業残渣のバイオマスエネルギー利用方法として、バイオエタノールおよびバイオマス発電が有望であることを示した。第３章は４種の農業残渣からのバイオエタノール混合ガソリン生産・利用を想定し、国家レベルで原料収集、製品製造、製品出荷をライフサイクルとするCO_2およびエネルギーのLCAと計画最適化をおこなった。この結果、製品製造段階におけるCO_2排出量が最も大きく、また農業残渣を用いたコジェネレーションによってこの段階への投入エネルギーをまかなうことでCO_2を大幅に削減できることを示した。地理情報システム（GIS）を使用し、農業残渣賦存量とガソリン需要量の空間的分布からバイオエタノール製造プラントの最適な位置を特定した結果、原料輸送によるCO_2排出削減のためにプラントを分散配置することが有効であり、プラント数７個までの削減効果が大きいことも示した。第４章は第３章の手法を応用し、バイオエタノールとバイオマス発電の複合利用によるCO_2削減とエネルギー収支の分析および最適化をおこなった。バイオエタノールとバイオマス発電への原料配分、消費地への出荷・送電量を最適化した。ここで、CO_2総削減量を最大化するシナリオとバイオマス利用率を最大化するシナリオの両者を比較した。結果より、バイオエタノールよりもバイオマス発電の方が資源あたりCO_2削減効果が高いこと、バイオマス利用率を最大化するとCO_2削減量はむしろ低下することを示した。この原因として、バイオマス利用率を高めるためには変換効率が低い原料の使用量が増加し、CO_2削減効果およびエネルギー産出比を大幅に低下させることがわかった。第５章は第３章の手法を応用し、将来の気候変動下におけるバイオエタノール利用によるCO_2削減効果の評価と最適化をおこなった。気候変動による農業残渣生産量を予測するため、生態系モデルによる気候変動下の作物別純一次生産（NPP）を予測し、各生産地の技術的特性を考慮したNPPによる農業残渣生産量の定式化をおこなった。CO_2施肥効果を無視するとエクアドルでは気温上昇と降水量変化によってNPPおよび農業残渣生産量は減少するが、この効果を考慮すると増加することがわかった。しかし農業残渣生産量の変化は地域と作物種による差が大きく、バイオエタノール利用によるCO_2削減効果は農業残渣生産量の変化に対してあまり応答しなかった。これは、効率的原料、気候変動影響、ガソリン消費地の分布のミスマッチが主な原因であることがわかった。第６章は、以上の章の総合考察によって国家レベルでのバイオマスエネルギー利用計画の重要性と考慮すべき論点を示し、第７章は、本論文の結論を述べた。

以上の提出論文を評価すると、途上国における気候変動緩和策として農業残渣のバイオマスエネルギー利用の有効性が客観的に示されたこと、LCA、GIS、生態系モデル、最適化手法の高次元の統合によって、国家レベルでのバイオマスエネルギーシステムの計画提案と評価がなされたことは学術的に高く評価できる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。