

平成 22 年 5 月 24 日現在

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19360236

研究課題名（和文） 地域スケールでのカーボンフローの解析と将来シナリオの評価

研究課題名（英文） Analysis of carbon flows by biomass use in a regional scale

研究代表者

荒巻 俊也 (ARAMAKI TOSHIYA)

東洋大学・国際地域学部・教授

研究者番号：90282673

研究成果の概要(和文): バイオマス資源のフローの解析を行い、適切な利用シナリオの検討を行った。木質系バイオマスについては国内を対象として、森林へ炭素蓄積を考慮に入れたフローとストックのモデルを用いた評価を行った。農業系バイオマスについては関東圏の食品廃棄物やベトナム南部における農業残渣の有効利用についてフローの解析や多面的な評価を実施した。また、バイオ燃料による環境影響や社会的な影響を総合的に評価する枠組みを検討し、持続可能性の観点からバイオ燃料の利用に関わる基準を提案した。

研究成果の概要(英文): In order to discuss an appropriate scenario for biomass use, material flows of biomass resources were analyzed. For wooden biomass, a simulation model which includes carbon stock in forest was developed, then CO₂ reduction potential in several policy options were analyzed in Japan. For agricultural biomass, several technological options of its effective use were evaluated in Kanto area, and southern Vietnam. Furthermore, environmental and social impacts in bio-fuel production and utilization were discussed, and a set of criteria for sustainable bio-fuel utilization were proposed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2008年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
総計	11,300,000	3,390,000	14,690,000

研究分野：環境工学

科研費の分科・細目：土木環境システム

キーワード：バイオマス、木質資源、バイオ燃料、農業廃棄物、二酸化炭素削減効果、炭素蓄積、持続可能性基準

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化への抜本的な対応の必要性から地球上でのカーボンサイクル（炭素循環）に注目し、これを適正に管理することの重要性が認識されている。バイオマス資源の有効

利用はカーボンサイクルのマネジメントにおいて重要なコンポーネントであると考えられる。バイオマス資源と言われるものは、製品として生産される農作物や木材、その過程で排出される農作物や木材の残さ、これら

が消費された結果排出される下水汚泥や厨芥、建築廃材など多様であり、その性状や有効利用の可能性は大きく異なる。これらがどれくらい生産され、どのような用途にどの程度利用されるかといったポテンシャルはまた地域の特性によっても異なる。

バイオマスも含めたさまざまな炭素に関わる物質の動きを地域スケールで捉え、どのようにバイオマス資源を利用していくことが長期的に見て地球温暖化や廃棄物対策に有効であるかを検討する必要がある、そのためには地域スケールで精度よくカーボンフローを推計するとともに、将来の社会・経済情勢の変化に伴ってそれがどのように変わっていくかを検討する必要がある。

2. 研究の目的

バイオマス資源を含めたカーボンフローを地域スケールで推定し、将来シナリオに基づいて適切なカーボンマネジメントのあり方を検討することを目的とする。ここでのカーボンフローは、農業由来、森林由来、廃棄物由来などさまざまなバイオマスを対象にする。また、さまざまなバイオマス資源の利用技術について、その導入による効果や環境影響、コストなどを解析し、将来の導入シナリオとそのシナリオによる二酸化炭素排出量や最終処分量などの環境影響を提示し、カーボンマネジメントのあり方を検討するための情報を提供する。

3. 研究の方法

バイオマス資源のうち賦存量が多く有効活用が求められる木質系と農業系のバイオマスに焦点をあてて、対象地域を設定してそれらのフローを解析し、適切な管理のあり方を検討する。

木質系バイオマスについては、日本全国を対象として、森林への炭素蓄積量も含めたフローやストックを解析するフレームを構築し、2050年までの将来における木質資源利用に関わる政策シナリオを設定して、炭素蓄積量の変化や化石燃料の代替効果からCO₂削減効果を推定する。

農業系バイオマスについては、関東圏の各都県を対象として食品廃棄物に対してその物質フローを解析しながら有効利用する戦略について検討を行う。さらに、ベトナム南部地域を対象に、農業廃棄物の有効利用方策について多面的な評価を行う。

また、バイオマス資源の利用方法として近年注目されているバイオ燃料について、その環境影響や社会的な影響を総合的に評価する枠組みを検討し、持続可能性という観点からのバイオ燃料の利用に関わるガイドラインの提案を試みる。

4. 研究成果

(1) 木質バイオマスの解析

将来の日本社会の変化を想定しながら木質資源フローに関わる政策シナリオを評価するフレームを図1のように構築した。ここでは、まず住宅および製紙分における需要を推計し、国内の森林における他の用途への木質バイオマスの有効利用可能量を推定している。

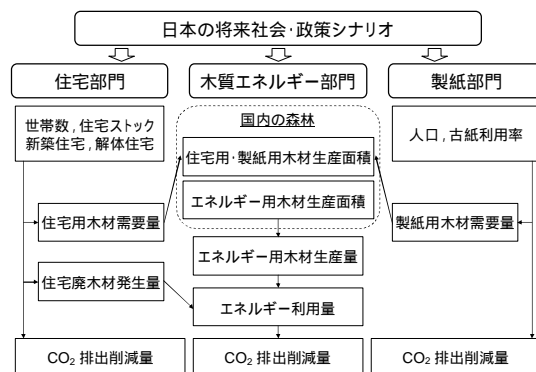


図1 木質資源フローに関わる政策シナリオの評価フレーム

この評価フレームを用いて、住宅の耐用年数延長、木造住宅の増加あるいは減少、古紙利用率の向上、バイオエタノール利用の推進といった複数の政策シナリオによる住宅部門、製紙部門、木質エネルギー部門における木質資源フローの変化およびライフサイクル的なCO₂排出削減効果を評価した。図2に示すように、住宅の耐用年数延長と同時にバイオエタノールの利用を推進する政策シナリオは、住宅部門、木質エネルギー部門双方においてCO₂排出削減効果が大きくなり、政策を実施しない場合と比較した2050年のCO₂排出削減量は、1990年の日本全国CO₂排出量の約4%に相当した。

次に、森林や住宅における炭素ストック変化を推計し、上記のフレームに追加し、実質的なCO₂削減効果を推定した。2050年までの推計を行った結果、エネルギー用木材の植林と伐採によって炭素ストック量は長期に渡って大幅に減少することが分かった。図3はエネルギー利用の各シナリオと、エネルギー利用を行わずに森林保全のみを行うシナリオのそれぞれにおいて2050年の炭素ストック量を示したものであるが、資源として有効に利用すると仮定した森林において、エネルギーへの効果的な活用を考えた場合、蓄積量は3分の2程度まで減少することが示されている。これらのことから、木質系バイオマスの有効利用を考えると、森林への蓄積量の変化を考慮することの重要性が示された。

住宅耐用年数延長 & バイオエタノール活用

集合住宅増加 & 住宅耐用年数延長 & バイオエタノール活用

戸建住宅増加 & 住宅耐用年数延長 & バイオエタノール活用

集合住宅増加 & バイオエタノール活用

バイオエタノール活用

古紙利用増加 & バイオエタノール活用

戸建住宅増加 & バイオエタノール活用

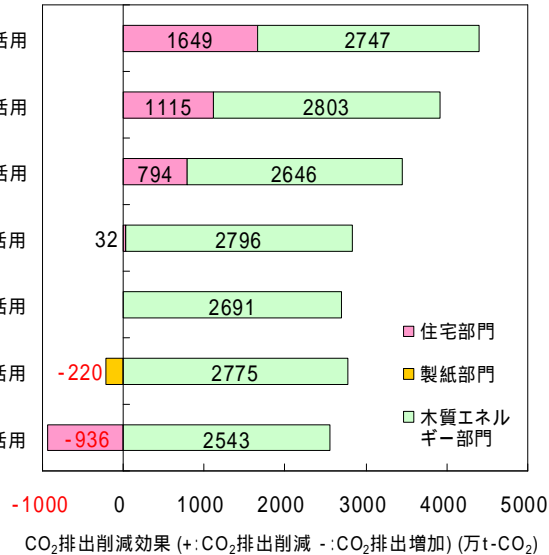


図2 各シナリオにおけるCO₂排出削減効果

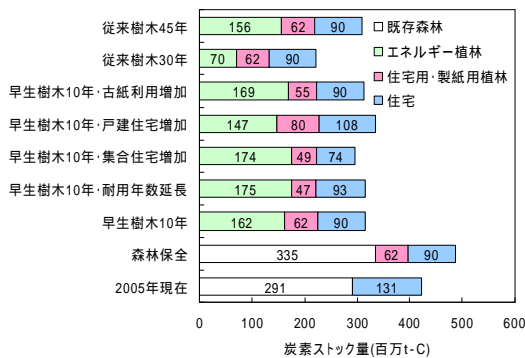


図3 2050年の利用対象森林と住宅の炭素ストック量

(2) 農業系バイオマスの解析

関東圏の食品廃棄物の解析では、再生技術として飼料化、堆肥化、メタン発酵を検討し、需要と供給のバランスから、いくつかの再生利用のシナリオを設定し、それを温室効果ガス排出量により評価を行った。その結果、廃棄物の削減という観点でリサイクルを進めることにより温室効果ガスの排出量が増加する可能性があること、需給バランスをきちんと評価しておくことの重要性が指摘された。

また、ベトナム南部を対象に、農業廃棄物(Rice husk)の有効利用方策について、LCCO₂、コスト、および関係者の選好という観点から検討を行った。有効利用方策については、焼却発電、厨房利用、ガス化発電、熱分解油化について検討を行い、図4にあるようにLCCO₂が低いシナリオではコストが大きくなる傾向があることが確かめられた。また、関係者の視点では、コスト以外に、安全性を重視していることが確認された。

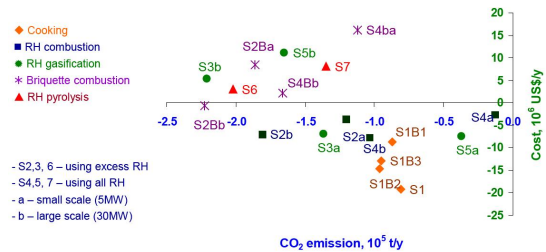


図4 各シナリオにおけるLCCO₂とコスト

(3) バイオ燃料利用における基準の提案

バイオ燃料の急速な利用拡大に伴って顕在化しつつある多方面への影響を網羅的に把握するため、文献調査を行った。その結果、図5に示すように地域から地球規模に渡る影響が抽出され、これらは環境面と社会面に大別された。持続可能なバイオ燃料の利用に際して勘案すべき事項として、二酸化炭素排出削減効果、エネルギー効率、経済的自立性、水、土壌、大気及び生物への影響、食料との競合、既存産業をはじめとする地域社会への影響、文化への影響などの項目が挙げられた。

また、世界で先行する各取り組みについて調査を行った。既存の各基準及び基準作成に係る報告書を収集し検証した結果、バイオ燃料持続可能性基準策定の意義、各国における基準策定の背景、それぞれの課題を明らかにした。さらにこの結果を用いて、GHG 排出量や炭素ストックの考慮、生態系への影響への配慮、水資源の枯渇と汚染・利用競合の回避、土壌の劣化・汚染防止、大気汚染の防止、食糧供給体制の整備・圧迫の回避、産業及び経済への貢献、労働者の権利の尊重、地域の権利の尊重、エネルギー安全保障、文化・教育への配慮、グッドガバナンスの12項目からなる日本型持続可能性基準の提案を行った。

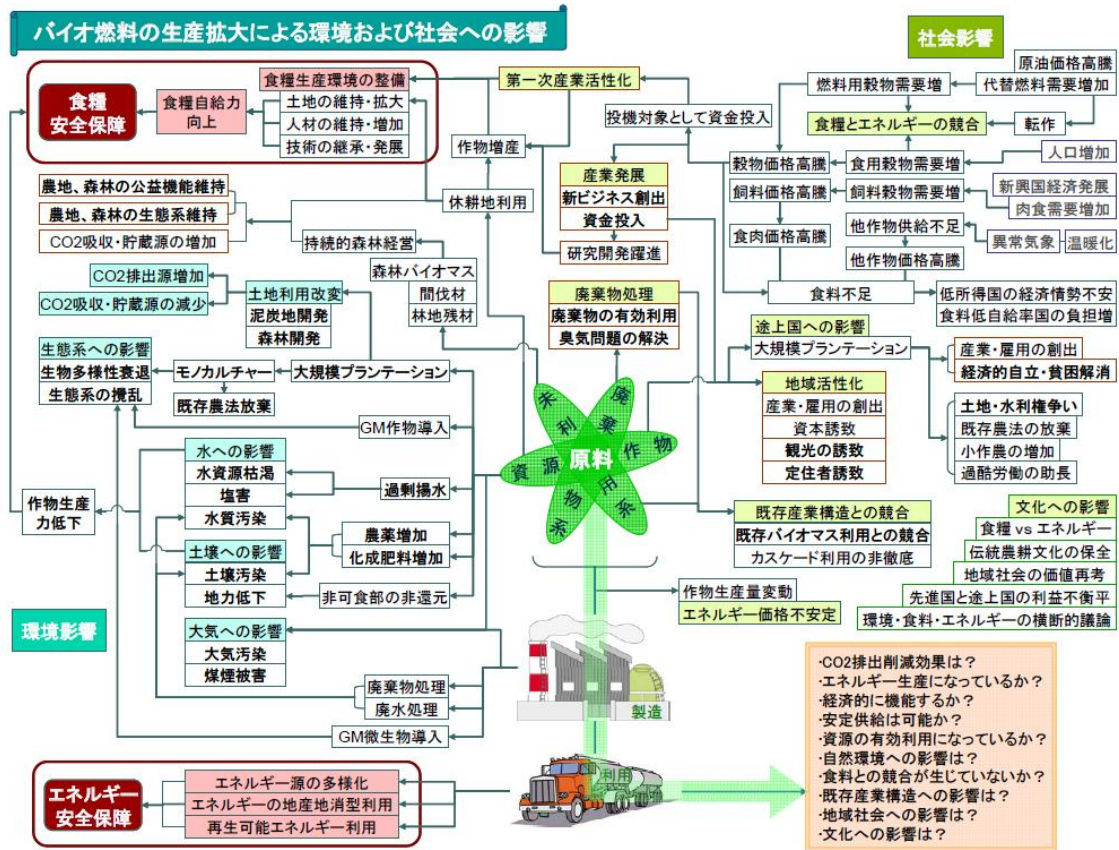


図5 バイオ燃料の生産拡大による環境および社会への影響

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

加用千裕、荒巻俊也、花木啓祐、炭素ストック変化を考慮した森林資源のエネルギー活用による実質 CO2 削減効果の長期予測、土木学会論文集 G、査読有、Vol.64、No.4、2008、pp.336-346

加用千裕、荒巻俊也、花木啓祐、木質資源フローに着目した温室効果ガス排出削減政策シナリオ評価フレームの構築、土木学会論文集 G、査読有、Vol.64、No.3、2008、pp.207-220

〔学会発表〕(計7件)

Sora Yi, Masafumi Inoue, Shinsaku Nakajima, Yasuhiro Nakashima, Perception and Sustainable Action on Environmental Criteria: An Application to Bioethanol Feedstock Production, Renewable Energy 2010, 27 June - 2 July 2010, Yokohama

山口雅博、栗栖(長谷川) 聖、花木啓祐、製品利用と温室効果ガス発生量からみた関東圏の食品系廃棄物リサイクルシステ

ムの評価、土木学会第45回環境工学研究フォーラム、2008年11月29日、大阪
白井瑛里子、井上雅文、バイオ燃料の持続可能な利用実現にむけた課題の抽出、日本木材学会大会、2008年3月10日、つくば

6. 研究組織

(1) 研究代表者

荒巻 俊也 (ARAMAKI TOSHIYA)
東洋大学・国際地域学部・教授
研究者番号：90282673

(2) 研究分担者

栗栖(長谷川) 聖 (KURISU KIYO)
東京大学・先端科学技術研究センター・講師
研究者番号：00323519

井上 雅文 (INOUE MASAFUMI)
東京大学・アジア生物資源環境研究センター・准教授
研究者番号：20263155

花木 啓祐 (HANAKI KEISUKE)
東京大学・大学院工学系研究科・教授
研究者番号：00134015