

# 木質バイオマスを活用した GHG 削減と地域経済効果

## 地域産業連関モデルの構築と新たな適用

岡山大学：中村良平\* 高知大学：中澤純二 エックス都市研究所：松本 明

### 1. はじめに

温室ガスの排出を減らすために、バイオマスや風車、太陽光発電などへの関心が高まっている。地域経済の観点からすれば、少なからずの地方自治体(都道府県、市町村)が、森林や風力、太陽光など地域の環境資源を活用してCO<sub>2</sub>の削減に向けて努力している。これらの環境資源から生み出された再生可能エネルギーは自地域内で石油エネルギーに代わって使われるだけでなく、他地域へもしばしば移出される。こうしたことによって、CO<sub>2</sub>がどの程度削減されるかは比較的多く推計されているが、地域経済にとってこういった行動(事業)でどの程度の経済効果があるかはほとんど調べられていないのが実情である。

これまで我が国において地域間格差を是正する政策とは、地方への工場分散、公共投資の傾斜配分といったことが中心であった。これは、地域経済にとっては他力的であるという意味で外生的なものであったと言える。これらは一定の成果も上げたものの、それでも大都市圏と地方圏の人口割合は拡大を続け、多くの地方は大都市圏への人口流出に今なお悩んでいる。このことは、地域にとっては、外生的な移転政策よりも、むしろ首都圏と地方圏の間での比較優位性のやりとりによる内生的な格差解決策が望ましいということになる。その1つとして、近年の二酸化炭素削減を目指した環境政策は、結果的に地域格差の内生的な解消をもたらす可能性を秘めている。二酸化炭素を削減できる環境資源の賦存量において、地方圏は首都圏よりも比較優位にあるからである。

たとえば、森林資源の豊富な地方では二酸化炭素の吸収源という資源を持っている。また、バイオマスを使ったエネルギーを生産できる環境にもある。しかしながら、地方圏で産業振興をしようとしても、しばしば民間資金が不足がちであり、また収益性のある投資機会も少ない。したがって、たとえ域外マネーが入ってきても十分に循環されずに域外に還流してしまうことが多い。それは多くの地方圏で投資不足の結果、貯蓄超過となっている状況からも明らかである。他方、大都市では域際収支は黒字で、かつ投資機会はあるものの、企業集積とそのオフィス活動から排出される大量の二酸化炭素を、活動水準を維持しつつ大きく削減することは容易ではない。こういった場合に、大都市は地方から二酸化炭素のオフセット・クレジット(排出権)を購入することによって削減目標を実現可能なものとし、また地方は豊富な自然資源を背景に削減した二酸化炭素から創出されるクレジットを売却する(すなわち資源をインプリシットに移出する)ことによって資金を獲得できる。これはまさに地方が地域の資源を生かした他力依存ではない内生的な格差是正といえよう。

本研究の目的は、「地方と大都市域の間に様々な地域間格差が存在する中で、地方自らが有している環境資源を活用することで環境改善に貢献すると同時に、それが地域の経済振興に結びついて地域間所得格差の縮小に多少ともつながる」ということを実証的(定量的)に示すことにある。

### 2. 基本的な考え方

地方圏の多くは移出に対して移入が超過しているといった域際収支が赤字の状態であり、その赤字分を公的な支出で賄っているのが現状である。これを打破するには比較優位な地域資源を生かして基盤産業(域外市場産業)を生み出して域外マネーを獲得することと、それを域内で循環させるのが必要である。

こういった環境資源を活用するためには投資が必要である。そのための費用を地方自らが捻出するのか、大都市圏からの投資を呼び込むのかによって地域経済への効果は異なってくる。前者の場合は、域内で資金が循環

していることを意味しており、後者は域外からのマネーを呼び込んでいることを意味している。風力発電など巨額の投資を必要とする場合には往々にしてそのリスク評価の面から、地方の資金が投資されるよりも、大都市圏のメガバンク系の資金が投入されることになる。このような場合、地方にとってみれば、収益が大都市圏に還流してしまうことになるが、地域のもつ技術水準から大都市部の企業の援助を必要とする場合は国内 CDM 的な手法に結びつくことになる。投資によって生み出された環境補助財で CO<sub>2</sub> を削減して、それを排出権オフセット・クレジットとして大都市圏に販売すれば、それは正に国内版の CDM ということになる。

地方圏では設定された削減目標以上の CO<sub>2</sub> を削減・吸収できる分、排出権として大都市圏に環境クレジットの形で売却する、つまり大都市圏がクレジットを購入する。これは、キャップ・アンド・トレード型の連携であるといえる。他方、当該プロジェクトを実施しなかった場合と比較して、追加的な排出削減があった場合、その排出削減量に対してさらにクレジットを発行する。この場合は、ベースライン・アンド・クレジット型（オフセット型）の連携であるといえよう。このプロジェクトの実施によって得られたクレジット（温室ガス排出権）を大都市圏の排出削減目標達成に用いることによって、地方に所得が大都市圏から流入する。他方、大都市圏は排出権を購入することで経済活動水準を維持できる。このような大都市と地方との間での内生的な格差是正のイメージを描いたのが図1である。

これには課題もある。東京のように大量の CO<sub>2</sub> を削減すべきところに対して、一地方（単一の県）で対応できるものではない。中国山地や四国山地といった CO<sub>2</sub> 吸収源であり、バイオマス供給源でもある山林資源を広域に活用して意味をなすので、複数県にまたがる広域連携の施策となる。排出権クレジットの価格をどのように設定するのか、あるいは市場メカニズムゆだねるか、という問題もある。

重要なことは、地方は得られたマネーを域内で循環させることである。循環という言葉には、資源循環という環境の側面に加えて地域経済における資金循環の意味も併せ持っている。せっかく獲得したマネーが域内を循環しないで、域外に還流していくことも少なからずある。それは域内で発生した需要を地域内で賄うことができずに域外に漏出して行くことを意味する。たとえば、域内に投資先がない場合とか、消費が域外に流出する場合、あるいは、中間投入の供給が域外に求められる場合である。

地方にとっては、地域の環境資源を使って CO<sub>2</sub> を削減し、その削減分をクレジットとして大都市の企業に販売することで域外マネーを獲得することができるのである。また環境補助財を生産して、それを域外に出荷する（移出する）ことでの域外マネーの獲得や自地域内でそれを利用することで石油資源からの移入代替を生み出し、所得循環効果を生み出すこともできるのである。

このような経済活動の効果をとらえるに当たって、我々は3つの地域範囲を考える。1つ目は中国・四国、近畿といった広域ブロック単位、2つ目は都道府県単位、そしてより細かな市町村単位である。その理由は、次のように示される。

広域ブロック単位でとらえる理由としては、環境資源はしばしば県や市町村の境界をまたいでいること、そして大都市圏の CO<sub>2</sub> 削減には単独の地方自治体では限界があることから、広域連携の形として大都市圏とのやりとりを考える必要があげられる。しかしながら、多くの環境資源というものは地域的に偏在していることから広域的な観点では、地方経済、言い換えると県や市町村の経済といったスケールで効果を把握しにくいことがあげられる。そういった理由で、環境投資の効果を県レベルと市町村レベルの2つの範囲でとらえることにする。

我々のとるアプローチは地域（間）産業連関表によるモデル分析である。産業連関分析は、基本的には需要側に力点を置いたアプローチである。中期的に見れば供給能力も変化するであろうし、価格変化も生じるであろう。そういった意味では、計量経済モデルもしくは CGE モデルとリンクする必要が出てくる。しかしながら、環境投資の最大の効果は、地域の産業連関構造を変革することにあると考えている。これまで経済波及効果分

析といえば産業連関モデルの適用であったが、いくら公共事業や企業誘致を実施しても地域の産業間の連関構造、移入構造が変わらないような状況では、地域経済は浮揚しないのである。そもそも構造自体に問題があるからである。このような視点に立脚した分析は我々の知る限り見当たらない。そこで我々は、環境投資によって地域の産業連関構造が変わるものとして産業連関表を作成し、またそのような政策シミュレーションを実施したのである。

以上の考え方を踏まえ、ここでは、地方部において「環境補助財」を活用し、それで生み出したクレジットを都市部に売却することにより得られる経済効果による格差是正効果の分析を行う。「環境補助財」としては、地方部に豊富に賦存する典型的な地域資源であり、先進的な取り組みも多く見られている木質バイオマス燃料（チップ・ペレット）を念頭におき、地域としては地方部と都市部の2地域を考える。またオフセット・クレジット（J-VER）制度を参考に、地域間連携手法を想定する。具体的には、地方部の事業者や自治体等が自ら資金を投入し環境対策（排出削減・吸収活動プロジェクト）を実施しオフセット・クレジット（J-VER）を取得し、都市部の大企業や自治体等が、カーボン・オフセット等に活用するために、J-VERを購入するといったことを想定する。この様な視点に立った既存研究はほとんど見当たらない。

### 3. 地域経済効果の分類

そもそも環境対策には民間設備投資あるいは公的支出が伴うことから、それら投資に対する乗数効果が生み出されることになるが、それに加えて地域経済にとって持続的な効果として考えられるのは、次の3点である。

まず第一番目は、エネルギー代替による域内循環効果である。例えば、木材バイオマス燃料を暖房用燃料として使う場合を考える。ガソリンスタンドで灯油を購入すると、これはそもそも輸移入品であることから、購入金額のうちガソリンスタンド等での付加価値部分以外は所得の域外流出となるが、バイオマス燃料の場合は域内循環型のエネルギーであるためその購入額が域内所得として循環することになる。また、バイオマス利用のために必要となった原材料・サービス等の購入は、それが域内で調達されたものであれば調達先産業の売上高増加や雇用増をもたらすことになる。すなわち、環境対策実施に伴い化石燃料が自然エネルギーに代替され、石油製品などの移入減少により域外に流出していた所得が域内にとどまるため域内所得が増加する効果（循環効果もしくは代替効果）である。

第2番目は、移出効果である。この効果は、木質バイオマス燃料を域外に販売することで域外からマネーを獲得するといった直接移出効果（財移出効果）と、バイオマス燃料の域内循環によって生じたCO<sub>2</sub>削減量を都市部の大企業や自治体にCO<sub>2</sub>クレジットとして売却することで域外マネーを獲得するといった間接移出効果（クレジット移出効果）に分けることができる。いずれの場合も、当該地域にとっては新たな移出産業を意味し、当該財・サービスの移出は地域所得を増加させることにつながる。

木質バイオマス燃料の直接的な移出に比べて、クレジットの移出は、地域間の距離を問わない点や購入先業種が幅広く想定されること等が有利な点であるが、そのようなクレジットの創出・流通を支える制度や市場の構築・熟成が必要となる点に課題がある。

そして第3番目が、生産費用効果である。これは、環境対策実施に伴いエネルギー消費量全体が削減（省エネ）になる場合には、省エネ分のエネルギーコストが削減されるため、供給費用の低下や実質的に域内所得が増加することにつながるという効果である。ただし、この効果は木質バイオマス燃料の生産コストや機器効率、化石燃料の価格水準等に大きく左右され、将来的な動向も予測しにくいいため、今回は分析の対象外とした。

### 4. 地域産業連関モデル

地方部において、地域資源を活用して木質バイオマス等の環境補助財を生産する「環境産業部門」を想定する。具体的には、木質バイオマス（チップ、ペレット）燃料の製造事業者等を考える。

次に、環境産業部門から生産された環境補助財を需要することにより CO<sub>2</sub>削減対策を実施する事業者、例えば、木質バイオマス燃料を栽培施設で利用する農業者等が考えられる。このような環境補助財を需要する事業者は各産業において想定される。この際、環境補助財の活用に伴い「CO<sub>2</sub>クレジット」が創出される。このCO<sub>2</sub>クレジットは、環境補助財を需要する事業者が本来生産する財とは別の「新たなサービス財」として捉えることができる。このように捉えると、CO<sub>2</sub>クレジットを創出する活動については、産業連関表のルール（アクティビティ・ベースの原則）に従い、独立部門として取り扱うことが必要となる。そのため新たな独立部門として「クレジット創出部門」を想定する。

CO<sub>2</sub>クレジット創出部門で産出されたCO<sub>2</sub>クレジットが公的に認められるためには、その生産過程や算定方法が妥当かどうかの検証を受け認証される必要がある。そのためCO<sub>2</sub>クレジット創出部門は、CO<sub>2</sub>クレジットを創出するために国等から認定された第三者機関から検証および認証を受ける。またクレジット創出におけるプロジェクトの企画・実施・管理（CO<sub>2</sub>排出量算定や申請書類作成等）、あるいは営業・販売（広報、売却先の確保等）といった各種支援を実施するオフセット・プロバイダー等のようなサービスも考えられる。このようなサービスを提供する部門を「クレジット・サービス部門」として想定する。つまり、「クレジット創出部門」は、「クレジット・サービス部門」からCO<sub>2</sub>クレジットを創出するための各種サービス（CO<sub>2</sub>削減・吸収プロジェクトの企画・実施・管理・営業・販売、クレジットの検証等）を投入（購入）し、CO<sub>2</sub>クレジットという新たなサービス財を生産する産業部門と考える。

上記より創出されたCO<sub>2</sub>クレジットは、国等の公的な認証・登録システムを通じて、域外の都市部に売却（移出）される。これにより域外から資金が流入し、地域活性化や格差是正に資することとなる。

## 5. モデル分析

### 5. 1 対象地域

地方圏域における広範な環境投資によって内生的な格差是正効果をみるには、地方圏と大都市圏という形で地域間連関表での分析が望ましいであろう。ここでは、木質バイオマス（燃料）生産によるCO<sub>2</sub>削減効果と地域経済効果をみることから、特定の地域に焦点を当てる。木質バイオマスのような環境資源はその賦存量が地域により偏りがあり、その活用から得られる経済的利益も賦存量が多い地域に主として還元される部分が多いと考えられる。このことは近畿圏と中四国といった広域圏を対象としたper capitaの指標に換算すると、平準化によって広域圏での分析の方が、効果が小さく表示される傾向があることを意味している。したがって、経済波及効果の帰着をより明確化するために、中小地域を対象とした分析を実施することとした。具体的には、地域資源としての木質バイオマス資源の賦存量が多く、その利活用に積極的な「高知県」および「高知県梶原町」を対象とした。高知県は、森林面積が県土の84%を占めており、我が国の都道府県で最も高い割合である。

### 5. 2 環境部門を入れた地域産業連関表の作成

高知県については既に整備されていた2005年地域内産業連関表をベースに期間を2007年にまで延長し、また環境補助財やクレジット部門を取り扱える形に拡張整備した。梶原町については、地域へのヒアリング調査を実施したサーベイ法を用いた小地域産業連関表を作成の上、同様に環境補助財およびクレジット創出等の分析が出来る形式に整備した。こういった形での産業連関モデルのエクステンションは、これまでに例のないことである。特に、梶原町の分析では、より具体的な地域効果のイメージが湧くように後で考察を加えている。

作成した高知県環境産業分析用産業連関表の推計過程は、公表されている最新の2005年高知県産業連関表と各種統計を利用し、2007年高知県産業連関表を延長推計する作業と延長推計した産業連関表に分析の対象となる環境関連部門を組み込む2つのステップからなる。

橿原町の産業連関表については、2007年の108部門高知県産業連関表延長表の投入係数を用いて橿原町の産業産出額から、また、移出・移入に関しては主要企業に対してのアンケートインタビュー調査や橿原町の実績を踏まえて推計した。ペレット部門は通常、「製材・木製品・家具」部門に含まれるが、2007年時点でペレットの生産は行われていなかったため、ペレット部門をそのまま追加した。列方向の値である販路構成は、橿原町での聞き取り、木材産業課資料等から決定した。行方向の数値である費用構成は、2009年に近畿、中国、四国地方でペレット製造業者を対象に行われたアンケートの数値を用いた。

## 6. シミュレーション分析

### 6. 1 設定

現時点では、高知県内(橿原町内)で生産された木質バイオマス燃料は100%高知県内(橿原町内)で需要されており、域外へは移出されていないと推計されている。そのため、1つは生産増加分のすべてが域外への移出需要になる場合、もう1つはすべてが域内で需要される場合を考え、表-2のような域内需要と移出需要の割合を設定しシミュレーションをおこなうこととする。

表-2 生産額増加分の域内外での需要割合

シナリオ		全量移出 シナリオ i)	現状割合 シナリオ ii)
地域 割合	高知県内(橿原町内)	0%	100%
	域外	100%	0%

注) 現状は Base line とする。

シナリオ i)においては移出割合が変化し、シナリオ ii)においては、地域内各産業の石油製品利用が木質燃料に置き換わるという代替が生まれ、高知県(橿原町)の各産業における投入係数が木質バイオマス燃料および石油製品について変化する。このように各シナリオに応じて再推計された高知県産業連関表(橿原町産業連関表)において、各シナリオの需要分を与えて波及効果を計算する。

またシナリオ ii)については、全量が域内で需要された結果、域内のCO<sub>2</sub>排出量が削減される。このCO<sub>2</sub>削減量をクレジット化し、域外に売却した場合を想定し、そのことにより木質バイオマス生産地域が得られる経済波及効果及び格差是正効果を分析する。つまり、シナリオ i)においては、木質バイオマス燃料という環境補助財そのものを域外へ移出することによる効果(直接移出効果[財移出効果])を、シナリオ ii)においては、環境補助財を活用して創出したクレジットを域外へ移出することによる効果(間接移出効果[クレジット移出効果])を分析することとなる。さらに、域内において木質バイオマス燃料が需要され、これが石油製品に代替されることにより、域外流出から域内循環に転換した額を域際収支改善効果として推計する。具体的には、域内で木質バイオマス燃料が需要されたことによる石油製品の消費減少額を算定する。さらに、生産増加に伴い石油製品から木質バイオマスに代替することによるCO<sub>2</sub>削減効果を算定する。

地域内産業連関表における取り扱い、木質バイオマス燃料の需要増加に伴い燃料として代替される石油製品の産出額が減少し、各産業の移入係数・投入係数が変化するものとする。またCO<sub>2</sub>クレジットの創出・需要によってもクレジット関連産業の投入係数が変化するものとし、これらを反映させた地域内産業連関表を高知県および橿原町についてそれぞれ作成する。そして、オフセット・クレジットに係る各種の設定は、ヒアリング調査結果等を参考に、オフセット・プロバイダーの介入によるマージン率、クレジットの質向上による単価上昇率を想定する。このような想定に基づいて、高知県内(橿原町内)における木質バイオマス燃料の需要(利用)から創出されるCO<sub>2</sub>クレジット額を算定する。

## 6. 2 シミュレーション分析の結果と考察

現状での木質バイオマス燃料に係わる生産額は高知県で211百万円、梶原町で36百万円であり、ともに域内需要のみで移出はされていない。現状の木質バイオマス燃料の生産額が域内での需要額と一致していると仮定すれば、その需要から生じる生産波及額は高知県で349百万円、梶原町で49百万円と、効果倍率は1.6倍強と1.4倍弱である。雇用者所得の誘発額、付加価値の誘発額ともに高知県方で効果が大きい。これは梶原町が小地域であるが故に開放性が高く、移入率が大きいために波及効果により大きな漏出が生じていると考えられる。

次に木質バイオマス燃料の生産額が2倍になった場合を考える。生産増加分が直接域外への移出される場合（シナリオ i）と、直接は移出されず地域内で循環利用され、その結果、削減CO<sub>2</sub>に対応したクレジットが発生し、さらにそれが（例えば）大阪府等大都市圏に販売されたとするシナリオ ii）の場合と比較すると、高知県と梶原町それぞれにおいて、生産額で1.652倍→2.372倍、1.460倍→1.925倍、雇用者所得で1.639倍→2.516倍、1.353倍→2.257倍、そして付加価値額で1.890倍→3.081倍、1.584倍→2.837倍とより一層大きな経済効果をもたらすことがわかる。いずれの場合についても、梶原町より高知県と言った小地域よりも一定の広がりのある地域の方にオフセット・クレジット効果が大きく出ている。これは、小地域では生産増に伴う波及効果の域外への漏出が大きいことに起因している。これらのことから、CO<sub>2</sub>削減によって創出された削減クレジットの域外販売が制度化されている場合、バイオマス事業関連への所得の増加率自体は決して小さいものではなく、こういった再生エネルギー事業が活発化すればより大きな効果が生まれると考えられる。

生産増分が域内需要に回った場合のシナリオ ii)においては、バイオマス燃料生産増分が全て域外に出た i)の場合と比較すると、その倍増分に相当して循環効果が増加している。域内循環効果は、木質バイオマス燃料の域内消費による効果、裏を返せば石油エネルギーからの移入代替効果とも言える。これによって達成された二酸化炭素の削減に応じたクレジットが創出され、それを域外に販売することで移出効果が生まれている。移出効果については、直接移出の場合が160百万円であるのに対してクレジットによる間接移出効果はその1.25倍の200百万円となる。梶原町では、間接移出の方が1.68倍となっている。その全体の効果額は域内循環効果額とクレジット販売の間接効果を加えた付加価値額で534百万円となり直接移出効果の327百万円の1.63倍となっている。梶原町でみるとクレジット化の効果は1.82倍となっている。ここで、高知県と梶原町でクレジット化の効果倍率が異なるのは、チップ・ペレットの消費割合や代替される化石燃料（重油や石油）の割合が両地域で異なる事情にもよっている。

ところで高知県の雇用者数は、事業所・企業統計調査（2006年）から高知県全体で264,844人であるので、雇用者所得1人当たりでは1,046円の増加となる。高知県における雇用者所得が雇用者1人当たり約420万円であることを考えると、これは0.025%に相当する。あまり大きいとは言えないが、その理由としては、森林資源が多いとは言っても高知県全体で見ると一次産業の所得割合は小さいことや高知県では大手のチップ事業者の生産活動がそれほど活発でないことが考えられる。しかしながら、木質バイオマスの生産額が県内生産額の0.005%に過ぎないことを考えると、数値的にはこの5倍の所得効果を生み出していると言えよう。

他方、梶原町の雇用者数は、2006年の事業所・企業統計調査（総務省）から、梶原町全体で1,222人である。したがって、雇用者所得1人当たりでは35,188円の増加となる。梶原町における雇用者所得が雇用者1人当たり約390万円（梶原町産業連関表の雇用者所得を上記雇用者数で割った数値）であることを考えると、これは約1.2%に相当する。高知県の場合と比較しても、相当程度に高い効果が見られるが、これは梶原町の木質バイオマスの生産額が町全体の総生産額の0.18%と、高知県の場合に比べて割合がかなり高いことにも依っている。そうではあるが、分析結果はバイオマス資源を有する小地域にとって環境補助財及びクレジットを活用することでの地域経済効果のポテンシャルが高いことが十分に示唆されていると言えよう。