

地域資源の利用促進政策のための多角的影響評価：

岩手県西和賀町の小規模木質バイオマス利用を事例に

農林水産政策研究所 國井大輔*

農林水産政策研究所 澤内大輔

農林水産政策研究所 林岳

1. はじめに

バイオマスは化石資源とは異なる再生可能な資源であり、かつ燃やしても温室効果ガス(GHG)を増加させないカーボンニュートラルな資源である。また、バイオマスは我が国の農山漁村に豊富に存在しているために、その利用は地域経済の活性化という意味でも重要である。しかし、バイオマスは薄く・広く分布しているために、収集・運搬コストが高く、現在十分に利用されていない状況である。特に、木質バイオマスについては、製材工場等の残材は9割近くがエネルギーや堆肥の原料として利用されているものの、間伐などで発生する林地残材についてはほとんど利用されていない。林地残材のように未利用となっている木質バイオマスの利用促進は、地域振興やGHG排出削減効果等が期待されている。

木質バイオマス利用促進に関しては2つの問題が存在すると考える。1つは木質バイオマスの小規模利用の評価がほとんど行われていないという点である。木質バイオマスのエネルギー利用は、歴史的にみると地域の資源を家庭で薪や木炭として利用する小規模分散型の利用が原点である。統計による正確な情報はないものの、現在も相当量のバイオマスが薪・木炭として家庭で利用されていると思われる。さらに、このような小規模分散型の利用はより地域に根差した持続可能なエネルギー利用形態であると考えられることから、木質バイオマスの評価には、大規模プラントなどによる木質バイオマス利用とともに家庭における薪・木炭利用といった小規模木質バイオマス利用の評価が不可欠である。

もう1つの問題は、木質バイオマスの利用に関して考慮すべき様々な要素のうち、単一または少数のみを取り上げた評価が多いことである。自治体などによる木質バイオマス利用の取組を見ると、計画の実行を優先するあまり経済性のみを重視し、資源入手可能量を適正に推計していない事例が散見される。このような事例では、計画を実行に移しても原料確保に大きな問題を抱え、結果として計画通りの稼働率を確保できず、採算性やGHGの削減といった環境面への効果が当初の計画通り達成できない場合もある。このことから、木質バイオマス利用を評価する場合、将来も含めた資源の賦存量、環境への影響、経済への影響などの要素を組み合わせた多角的評価が重要となる。

木質バイオマスの利用の効果に関する既存研究としては、例えば、佐無田ら[8]、寺田ら[10]、山口ら[12]など、主として工場などでの比較的大規模な取り組みを対象としており、家庭における薪利用を対象とした研究ではない。家庭での薪利用に焦点を当てた研究としては畑中ら[2]および安村[11]等があるが、これらは薪ストーブの利用実態やGHG削減量を指標とした評価を行ったもので、複数の要素を取り上げた多角的評価とはなっていない。木質バイオマスの利用だけでなく、生産から廃棄までの木質バイオマス利用システムの評価を実施した研究としては、吉原・土屋[13]や永野ら[5]、森本ら[3]等があげられるが、これらは事業の経済性やGHG排出削減量を指標としたものが多く、資源の賦存量や将来的な持続的利用の観点からの評価・研究は行っていない。環境産業部門を新たに組み込んだ産業連関表を推計し、よりマクロ的な観点から木質バイオマス利用の経済効果の計測とGHG排出量の推計を行った研究として中村ら[4]

が挙げられるが、やはりどのくらいの木質バイオマスが利用可能かといった資源賦存量については推計されていない。このように、木質バイオマスのエネルギー利用による効果計測に関する研究は数多く存在するものの、家庭での薪ストーブ利用という小規模分散型の木質バイオマス利用に焦点を当て、かつ資源・環境・経済といった多角的な側面から定量的な評価を行った研究は見られない。

そこで本研究では、岩手県西和賀町における家庭での薪ストーブ利用を事例に、木質バイオマスのエネルギー利用を資源・環境・経済という多角的側面から評価する。具体的には、以下の3つの課題を設定する。

- ・西和賀町内の未利用間伐材によって、町内の薪需要を満たせるかという資源賦存量の評価
- ・GHG をどれほど削減できるかという環境面の評価
- ・家庭の暖房費をどれほど節約できるか、及び町内の資金循環へどれほどの影響があるか、という経済面の評価

本研究では、まず資源賦存量の解析及び最適なバイオマス利用のシミュレーションを、地理情報システム(GIS)と線形計画法を用いて行い、その結果から環境への影響として、GHG 排出削減量を計算する。最後に、先の分析結果から家計への経済的影響を評価し、産業連関分析を用いて地域経済への影響を推計する。

2. 対象地域

本研究は、岩手県西和賀町における薪ストーブ利用を事例に行う。西和賀町は岩手県の南西部に位置しており、平成17年11月に旧沢内村と旧湯田町が合併して誕生した、2,493世帯、人口7,093人(西和賀町[6])の町である。町の面積(約59,000ha)のおよそ9割が森林に覆われており、現在でも町の3割の世帯で薪ストーブが利用され、「薪ストーブ利用世界一」を標語として掲げて、町内の5割の世帯での薪ストーブ利用を目指している(西和賀町[7])。このように西和賀町では町として薪利用を推進しており、町内における薪利用や森林の情報を収集し取りまとめている。そのため、薪の供給可能量や需要量の推計に必要な情報が手に入りやすいことから、当該町を研究対象地域として設定した。

3. 方法

本研究では、町の目標である、町内の5割の世帯(1,237世帯)で薪ストーブが導入され、スギの間伐材の未利用部分を薪として利用した状態を想定して評価を行う¹。具体的には図1に示した6段階の手順で作業を実施する。第1～第4段階までが資源の評価、第5段階が環境面、第6段階が経済面の評価となる。

第1に、GISソフトウェア(ArcGIS10.0)を用い西和賀町の森林簿及び地理情報データをもとに、林小班ごとの薪の供給可能量及び薪1m³あたりの供給コストを推計する。薪の供給コストは、林小班の傾斜角度、林内輸送距離、道路輸送距離を用いて吉岡・小林[14]の方法により推計する。第2に、町内の31地区について、それぞれの薪ストーブ利用世帯数と世帯当たり薪利用量をもとに、地区別の薪需要量を推計する。薪利用世帯の位置情報が入手できなかったため、薪は各地区の建物位置の重心において消費されるものと仮定した。また、現状の薪ストーブ利用世帯数(624世帯)と目標である薪ストーブ利用世帯数

¹ 薪に利用する木材は一般的に広葉樹であるが、西和賀町では間伐材の薪利用を計画しているために、本研究でも薪の原料としてはスギの間伐材を対象とした。また、間伐材の未利用部分とは、現在西和賀町において間伐材の未利用材積率を73%としている(沢内村[9])ため、この未利用材積を未利用部分として扱った。

(1,237 世帯) の差である 613 世帯については、各地区の総世帯数をウェイトとして各地区に按分する。第 3 に、推計した薪の供給可能量、供給コスト、需要量のデータを用い、線形計画法により、町内全体での薪供給コスト総計が最小となるように、各林小班から各地区への薪の搬出量を決定する。第 4 に、薪の供給可能量と薪の搬出量とを比較し、町内全体及び各地区に

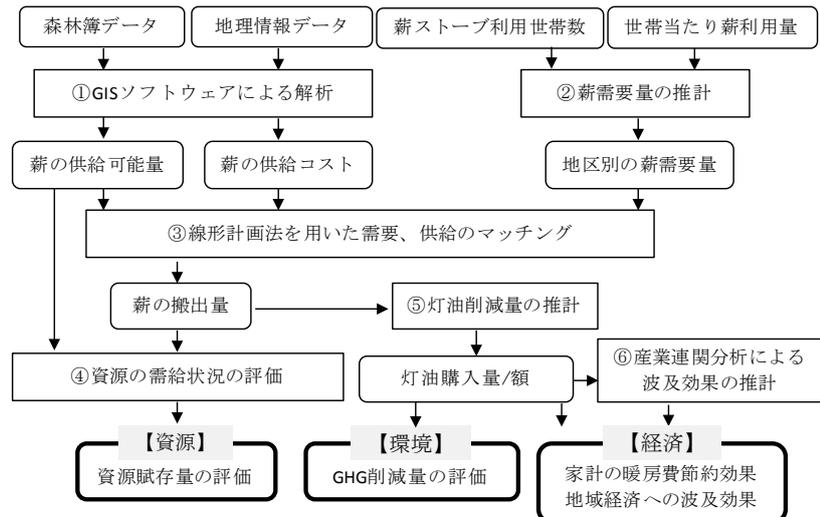


図1 本稿の分析枠組み

における資源の需給状況の評価する。単年のみではなく、薪利用が 10 年続いた場合の状況についてもシミュレーションし、資源賦存量の評価を試みた。第 5 に、薪の搬出量から発熱量が同等となる灯油の量を推計し暖房燃料が灯油から薪に置き換わることで削減される GHG 量を推計する。この環境面での評価及び続く経済面での評価においては、西和賀町の家庭の暖房が全て灯油で賄われていた場合をベースラインとし、町内半数の世帯で薪ストーブが利用された状況と比較し効果を推計した。第 6 に、薪に代替されることによる灯油の購入費の減少額及び薪の購入費を、世帯当たり及び町内全体について推計する。家計の暖房費節約効果として、世帯当たりの灯油購入費減少額から薪購入費を差し引いた金額を推計した。また、地域経済への波及効果としては、町全体の灯油購入費減少額及び薪購入費と、産業連関表(「平成 17 年 岩手県広域振興圏別産業連関表(県南広域振興圏 35 部門表)」)を用い、西和賀町の取り組みが岩手県南地域の経済に及ぼす効果を推計した。

4. 結果と考察

4. 1 資源賦存量の評価

GIS による解析の結果、町全体におけるスギ間伐材の供給可能量は 620,198m³ となり、町全体の年間需要量である 5,407m³ に対して 100 倍以上もの十分な量が存在している点が明らかになった。つまり、単純計算を行うと、町内の薪需要の 100 年分を賄うだけの未利用間伐材が存在することになる。今回の間伐材の供給可能量の推計では、町の農林課へのヒアリング結果より、間伐率 50%で行っており、間伐可能な林小班についても、平均傾斜角度 35 度未満の林小班の全面積を対象とし、林齢や成長量などを加味していないために、多少過大評価になっていると想定される。しかし、その分を考慮したとしても、西和賀町には、当該町の需要を持続的に十分満たすだけの賦存量があると考えられる。

また薪利用が 10 年間続いた場合には、1 年後までに薪供給に利用される林小班、2 年後～5 年後までに利用される林小班、6 年後～10 年後までに利用される林小班を比較すると、需要地(地区内の建物の重心地)に近い場所から利用される傾向がある。また、現時点から 10 年後における各地区の薪自給率を見ると、自給率が 25%以下の地区もあり、町全体としては薪の需要を満たすだけの供給可能なスギの間伐材が存在しているものの、各地区の中だけで薪を自給することは困難であると考えられる(図 2)。つまり、町内で持続的に薪の自給を行う場合には、地区という単位ではなく、町内全体で薪を融通させるシステムが必要

になると考えられる。

4. 2 環境面の評価

西和賀町の5割の世帯が薪ストーブを導入した場合、薪により代替される灯油の量は年間 942KL(1世帯当たり 762L)と推計された。これをもとに、町内全体の GHG 削減量を推計すると、年間 2,345 CO₂-t となり、1世帯当たりでは年間 1.9 CO₂-t の削減量になった。この値は、一般住宅にオール電化と太陽光発電(3kW)を同時に導入した場合の GHG 排出削減推計量である年間 1.4 CO₂-t(環境情報科学センター[1])を上回っている。つまり、灯油に替えて薪を利用することで、GHG の排出が削減され、その効果は一般世帯にオール電化と太陽光発電を導入するよりも大きいと推測された。

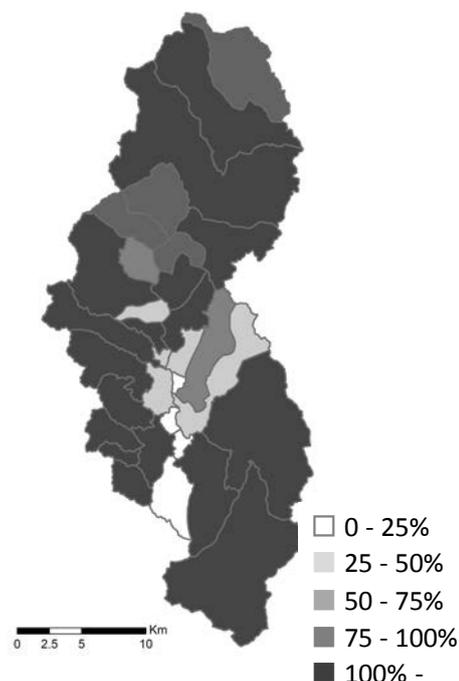


図2. 各地区における10年後の薪自給率

4. 3 経済面の評価

薪利用により町内で削減される灯油(1世帯あたり 762L)を貨幣換算すると、1世帯あたり年間 6.4 万円(灯油価格：84 円/L)～8.3 万円(同 109 円/L)の暖房費節約となり、自分の所有する山から自力で薪を調達する家庭においては、この額が暖房費の節約効果となる。しかし、薪を森林組合等から購入する場合には、1世帯あたり年間約 6.3 万円の支出増となり、暖房費の節約効果は小さくなる。具体的には灯油価格が 82.7 円/L の時、灯油と薪の購入費用(ランニングコスト)がともに 6.3 万円ですり合くなり、家庭では灯油を使っても薪を使っても、支出が変わらないことになる。灯油価格が 82.7 円/L を超える水準であれば、家計にとって薪を利用することにより経済的メリットが生じる。

続いて、個別の家計ではなく町に留まる資金というマクロ経済的な観点から薪利用と灯油利用を比較したい。前述の通り灯油価格が 82.7 円/L の時、世帯あたりの暖房費は薪でも灯油でも 6.3 万円であった。これを町全体で集計すると 7,793 万円となる。『平成 17 年産業連関表(全国表)』と『平成 17 年岩手県南広域振興圏産業連関表』から自給率、商業マージン率、運輸マージン率を計算し、それぞれの町内に残る資金を推計した。

その結果、灯油の場合、町内での生産は行われていないため、町内に残る資金はガソリンスタンドなどの灯油販売店のマージンとなる小売マージンのみであり、灯油売上 7,793 万円のうち 1,287 万円のみが町内に残ると推計された(表 1)。一方、薪の場合、森林組合からの購入のみが町内での購入と仮定し、西和賀町提供の資料より、需要量の 70.3%が町内生産分とした。この町内生産分に加え、さらに卸売・小売マージン、そして運輸マージンの全額が町内に残ることになり、合計 6,391 万円、灯油の場合のおよそ 5 倍の資金が町内に残ると推計された(表 1)。このように、同じ 7,793 万円が町内で暖房費として支出されたとしても、灯油購入費として支出

表1. 薪と灯油による町内に留まる資金と町外に流出する資金の差 (万円)

	購入価格	町内に留まる資金	町外に流出する資金
灯油購入	7,793	1,287 (16.5%)	6,506 (83.5%)
薪購入	7,793	6,391 (82.0%)	1,402 (18.0%)

されるのと薪購入費として支出されるのでは、町内に留まる資金の大きさに大きな差が生じることが示された。

次に、この結果から地域への経済波及効果を算出する。『平成 17 年岩手県県南広域振興圏産業連関表』を用いて算出するため、経済波及効果は西和賀町のみならず岩手県県南地域全体への効果である。分析シナリオは、灯油から薪への燃料転換により、灯油購入費が 7,793 万円減る一方、薪購入費が 7,793 万円増加する場合である。先の推計結果から、町内における需要が灯油購入削減により 1,287 万円減る一方、薪購入増加により 6,391 万円増加し、差し引き 5,105 万円の需要が増加するとした(図 3)。その結果、県南地域への経済波及効果は 6,571 万円と推計され、誘発係数は 1.29 となった(図 3)。このことから、灯油から薪への燃料転換は町に留まる資金を大幅に増やし、地域内にプラスの経済効果がもたらされることが示された。

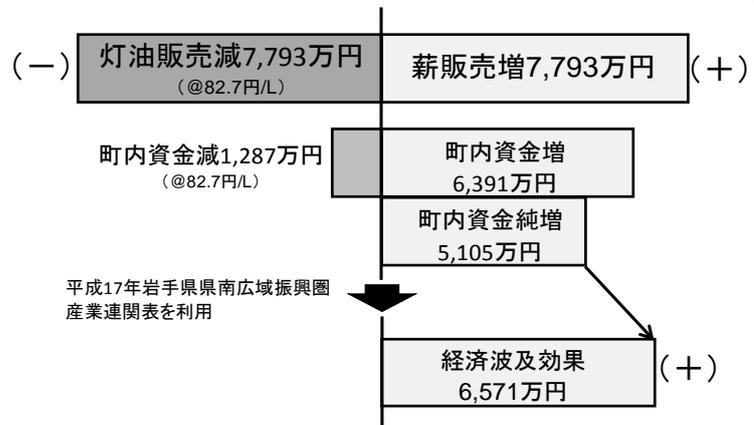


図3. 薪利用による岩手県県南地域での経済波及効果

5. まとめ

本研究では、岩手県西和賀町における木質バイオマス利用を事例に、地域の中での薪利用による効果を資源・環境・経済という3つの側面から評価した。その結果、まず資源の面では、西和賀町が目標とする町内5割の世帯で薪ストーブを導入した場合であっても、スギの間伐材の未利用部分による薪の供給量は需要量に対して十分存在することが示された。ただし、より効率的かつ持続的に薪を利用するには町全体での薪供給システムの構築が必要であると考えられる。また環境面では、灯油に替えて薪を利用することで、GHGの排出が削減され、その効果は一般世帯が太陽光発電を導入するよりも大きくなり得る点を示された。さらに経済面では、灯油から薪への転換は家庭の暖房費節約と町内の資金循環増を同時に達成し、県南地域の経済にプラスの影響を与えることが明らかとなった。

このような地域における資源としての木質バイオマス利用の多角的評価は、当該地域だけでなく他地域の木質バイオマス利用の評価にも有効であり、賦存量の評価方法などを改良することで、他のバイオマス種に関する評価についても適用可能である。したがって種々のバイオマス利用促進に関して、本研究で提案した資源・環境・経済という多角的な評価を行う事で、より実践的な政策立案に資する情報提供が可能となり、本研究は地域資源政策の推進に資すると考える。

ただし、今後の課題としては以下の点などが考えられる。まず、本研究は、薪の供給コストを、既存研究により推計されたパラメータと傾斜角度、輸送距離とを用いて算出したが、パラメータは西和賀町の実態に適合した値とするなどの改良が望まれる。供給量については、森林簿の情報と地理情報から推計したが、スギの成長量や、搬出可能エリアなどについても組み込んだより実践的な推計方法とする必要がある。また、経済波及効果の推計において、本研究では県南広域振興圏の産業連関表を利用したが、よりの確な計算を行うためには、中村ら[4]のように当該地域の産業連関表を構築したり、新たな産業部門を追加したりする必要があると考えられる。これらの課題は、今後取り組んでいきたい。

引用文献

- [1] 環境情報科学センター(2010)「環境負荷削減技術による CO₂削減効果とヒートアイランド緩和効果」『平成 21 年度ヒートアイランド現象による環境影響などに関する調査業務報告書』 p. 31-76.
- [2] 畑中健一郎・陸斉・井出政次 (2012)「長野県における薪ストーブの利用実態と CO₂ 排出量の推計」『長野県環境保全研究所研究報告』 8 号, pp. 25-30.
- [3] 森本英嗣・橋本禅・星野敏・九鬼康彰 (2010)「バイオマスタウンを軸とした木質バイオマスの広域利用に関する評価」『農村計画学会誌』 第 29 卷, pp.191-196.
- [4] 中村良平・中澤純治・松本明 (2012)「木質バイオマスを活用した CO₂削減効果と地域経済効果：地域産業連関モデルの構築と新たな適用」『地域学研究』 第 42 卷 4 号, pp.799-817.
- [5] 永野正展・松村勝喜・高見志津 (2011)「木質エネルギーの地産地消による新たな地域産業モデルの構築」『高知工科大学紀要』 第 8 卷 1 号, pp.187-194.
- [6] 西和賀町 (2010)『西和賀町の統計』.
- [7] 西和賀町 (2011)『「薪」利用最適化システム構築計画書：森林エネルギー利用で切り開く西和賀町の未来推進事業』.
- [8] 佐無田啓・内山洋司・岡島敬一 (2011)「茨城県におけるバイオエネルギー生産と輸送の最適化分析」『エネルギー・資源』 32 卷 2 号, pp. 16-23.
- [9] 沢内村(2004)『沢内村森林バイオマス利用促進行動計画—煙突の見える村 あったか沢内—』
- [10] 寺田徹・横張真・田中伸彦 (2010)「収穫・輸送コストから見た都市近郊部へ一輪の木質バイオマス利用の可能性」『ランドスケープ研究』 73 卷 5 号, pp. 663-666.
- [11] 安村直樹 (2011)「農山村における薪ストーブ利用と普及」『山林』 2011 年 8 月号, pp.11-20.
- [12] 山口鈴子・有賀一広・村上文美・斎藤仁志・伊藤要 (2010)「栃木県佐野市における用材と林地残材収穫の経済性を考慮した林地残材収穫量と収穫費用算定モデルの構築」『日本エネルギー学会誌』 86 卷, pp. 982-995.
- [13] 吉原利一・土屋陽子 (2011)「木質バイオマスのエネルギー利用における貯蔵・輸送行程での温室効果ガス排出量の再評価」『電力中央研究所報告』 電力中央研究所.
- [14] 吉岡拓如・小林洋司 (2006)「中山間地域におけるエネルギー利用が可能な森林バイオマス資源量と収穫・輸送コスト」『第 57 回日本森林学会関東支部大会発表論文集』, pp.335-338.