

長野県伊那市における薪による小規模バイオマスエネルギー利用の実態

Current status of the small-scale firewood utilization in Ina City, Nagano, Japan

原島 義明* 寺田 徹* 山本 博一* 木平 英一**

Yoshiaki HARASHIMA Toru TERADA Hirokazu YAMAMOTO Eiichi KONOHIRA

Abstract: Satoyama was maintained historically to obtain firewood or other organic materials. However it has been abandoned since 1960s mainly due to the introduction of fossil fuels. Currently, firewood is reevaluated as a renewable energy in response to increasing number of woodstove users. If significant number of people would use woodstoves, and they would obtain firewood from satoyama, it may contribute to both satoyama restoration and reduction of a dependence on fossil fuels. The purpose of this study is to identify the current status of a leading example of firewood utilization in Ina City, Nagano, Japan. Through field survey, questionnaire, and interviews to stakeholders, we obtained following outcomes: 1) the amount of annual firewood consumption, 2) the area from which firewood are collected, 3) the area of satoyama that may achieve the incentive for the maintenance by firewood demand, and 4) the scheme that supports woodstove users to obtain firewood from satoyama. Based on these outcomes, we finally discussed the lessons we learned from the case, in order to revitalize an interaction between satoyama and people through firewood utilization as a classic yet new way of energy use.

Keywords: *Satoyama, woodstove, woody biomass, renewable energy*

キーワード: 里山, 薪ストーブ, 木質バイオマス, 再生可能エネルギー

1. はじめに

(1) 背景と目的

東日本大震災を起因とする一時的な電力供給の停止により、大規模集約型のエネルギー供給にすべてを依存することのリスクが顕在化した。新妻 (2011) は地域のエネルギーを可能な限り利用するシステムとして EIMY (Energy In My Yard) という概念を提案し、地域内でエネルギーを自給する必要性を唱えている¹⁾。

国土の約7割を森林が占める日本において、エネルギー自給に資する再生可能エネルギーのひとつに、木質バイオマスエネルギーがある。2002年のバイオマス・ニッポン総合戦略以降、大規模なバイオマス発電や、チップボイラ、ペレットボイラによる熱供給等の事例が各所でみられるようになってきたが、中でも近年着目されている利用に、薪ストーブによる熱供給がある²⁾。薪は旧薪炭林である里山で日常的に調達されていた資源であり、生産に高度な技術や機械を必要としないため、木質バイオマスの中では最も生産が容易である。従って、薪ストーブ利用者自らが薪を生産することも可能であり、自宅近隣の森林資源が活用できれば、オンサイトで自給可能な身近なバイオマスエネルギーとなる。一方、薪ストーブについても、近年は燃焼効率が上昇するなど高性能化が顕著であり²⁾、その導入数も増加傾向にある³⁾。

このような状況から、薪による熱供給は、前時代的なエネルギー利用ではなく、小規模な範囲における地域内エネルギー自給の手段として再評価すべき段階にきていると考えられる。薪の供給を目的に身近な里山が管理されるのであれば、それは里山の管理再生の方法としても最も正攻法であるとも言える。

木質バイオマスのエネルギー利用については、発電やボイラによる熱供給について多くの研究蓄積がある⁴⁾。その一方で薪については、大方の使用量とCO₂削減効果の推定⁵⁾、集落を対象とした生産システムの実態解明⁶⁾等が行われているが、事例も少なく、異なる知見の蓄積が必要である。特に、エネルギー利用の観点から、特定の地域を対象として精緻に実態解明を行った研究はない。

一方、里山の管理再生の観点から、地域に賦存する木質バイオマスの評価を行った研究は存在するが^{7,8,9)}、ポテンシャルの推定に留まっており、実態に基づく議論が不足している。

以上より、本研究では、薪によるエネルギー利用が活発に行われている長野県伊那市を対象に、その実態を精緻に解明し、得られた知見に基づき、地域のエネルギー自給と里山管理再生の可能性を議論することを目的とする。

(2) 対象地

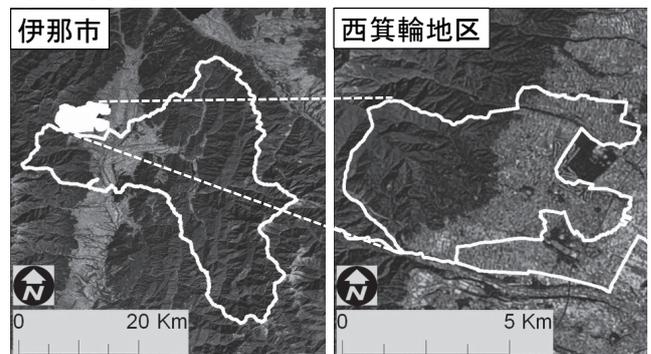


図-1 長野県伊那市と西箕輪地区の概況 (背景: Bing Map)

長野県伊那市は県南部、天竜川沿いの盆地に開けた中小都市である (図-1)。2006年に近隣の高遠町、長谷村と合併し、人口は2013年4月現在で70,579人、世帯数は26,714世帯、面積は667.81 km²である¹⁰⁾。2010年農林業センサスによると、林野面積は523.2 km²であり¹¹⁾、市域の78%を占める。標高は最高地点で3052 m、最低地点で590 mであり¹⁰⁾、冬季 (12月~3月) の平均気温は1.1℃と寒冷である¹²⁾。伊那市を含む上伊那地方では、古くから薪ストーブが暖房用に用いられてきたが、近年では戸建住宅の新築時に外国産の高級薪ストーブを導入する事例が増え、ストーブの販売代理店や専用設計を得意とする工務店も多

*東京大学大学院新領域創成科学研究科

**株式会社ディーエルディー

く立地している。

本研究では実態把握のためアンケート調査を行うが、その対象地区を伊那市西箕輪地区に設定した。西箕輪地区は農地や果樹園を主な土地利用とする田園地帯であり、市北西部の段丘面上方の扇状地部分に位置している(図-1)。2010年4月時点の人口は6,455人、世帯数が2,500世帯である¹³⁾。市内の他の地区と比較しても、同地区では薪ストーブが多く導入されており、近隣に薪の供給源となりうる里山(平地林)も分布しているため、実態調査を行うにあたり適切だと判断した。

2. 方法

(1) アンケート調査の概要

本研究のデータは主にアンケート調査により取得し、補足的にヒアリング調査を行った。アンケート調査の主項目は、①薪の使用量、②薪の調達方法、③薪の調達範囲の3つである。薪の調達範囲は、事前に数名の薪ストーブ利用者にヒアリングを行い、概ねの範囲を確かめた後、その範囲が含まれる地図(1/25000地形図を基礎とした)を作成してアンケート調査票に同封し、地図上に調達場所の記入を求めた。配布先は、西箕輪地区をくまなく踏査し、同地区における薪ストーブ導入家屋を家屋外観の煙突の有無および形状により目視で確認することにより決定し¹⁴⁾、総計178戸とした。配布は2013年7月30日～8月5日に現地にて直接訪問して行い、2度訪問して不在の場合は自宅のポストへ依頼状とともに投函した。回答期限を8月12日、回収期限を8月31日とし、回収数は100、回収率は56%であった。

(2) 薪の使用量

薪の使用量に関しては、精緻に量を把握するため、薪ストーブを使い始める月、最も使う期間、使い終わりの月の3時期に区分し、さらに休日、平日の別に、一日の薪の使用本数、薪ストーブ利用日数をアンケート調査で尋ねた。薪については、広葉樹、針葉樹の割合および主要な樹種も尋ねた。得られた値から、薪使用本数を年間、月別に集計した。

(3) エネルギー自給、里山管理再生からの評価

次に、エネルギー自給の観点から、薪の使用量を評価するため、本数で得られた値を、乾燥重量、材積、熱量に単位変換した。得られた値をもとに、薪によるエネルギー自給の経済性の検討、一般的な暖房との熱量比較、灯油代替率の推定を行った。さらに、バイオマス成長量を薪の年間供給可能量とした上で、薪の需要に対して必要とされる里山の面積を推定した。これより、薪の調達という観点から、里山管理の再生について検討した。

乾燥重量への単位変換には、薪1本あたりの乾燥重量の平均値が必要である。そこで、薪1本あたりの生重量を、広葉樹、カラマツ、アカマツの別に現地で100本ずつ実測し、各5本のサンプルを持ち帰り乾燥機で乾燥させ(80℃、3日間)、生乾重量比を求めて乗じることにより、1本あたりの乾燥重量を広葉樹、針葉樹(カラマツ、アカマツの平均値)の別で求めた。乾燥重量から材積への変換には、容積密度数の逆数(広葉樹:1.603、針葉樹:2.339)を用い¹⁵⁾、乾燥重量から熱量の変換には、既往研究の値(広葉樹:4,760.5 kcal/kg、針葉樹:5,144.5 kcal/kg)¹⁶⁾を用いた。熱量については、薪ストーブによる熱放射量を求めるため、得られた値に薪ストーブの平均燃焼効率74%¹⁷⁾を乗じた。

(4) 薪の調達方法と範囲

薪の調達方法に関しては、アンケート調査で薪の購入の有無を尋ねたのち、購入している場合は購入先、そうでない場合は調達手段を尋ねた。薪を購入せず自己調達している場合は、地図上に調達場所の記載を求めた。地図上で得られた情報を地理情報システム(ArcGIS10.1)を用いて処理し、調達範囲を視覚的に示した。また、調達の詳細を理解するため、薪の主要な購入先のひとつ

であった薪ストーブ販売店「株式会社DLD(以下DLD)」、および薪調達の支援を行っている伊那市農林部耕地林務課に対して、ヒアリング調査を行った(DLD:2012/10/6, 11/14, 2013/9/11, 計6時間。伊那市:2013/7/11, 9/10, 計3時間)。

3. 結果と考察

(1) 薪の使用量

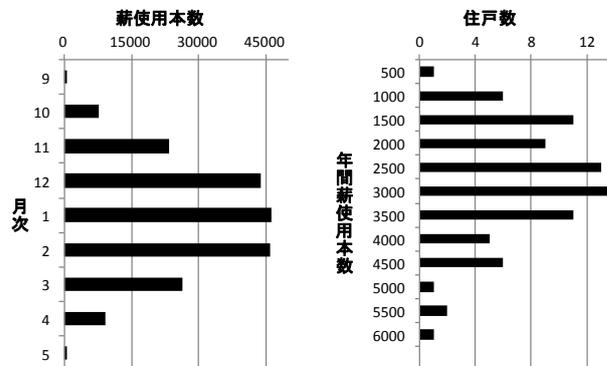


図-2 月別薪使用本数(左)および年間薪使用本数(右)(N=80)

月別薪使用本数の合計値と、住戸別年間薪使用本数のヒストグラムを図-2に示した。回答者100名のうち、20名は本数ではなく「束」や「コンテナ」で回答したため、薪の本数に関わる質問の有効回答数は80となった。薪ストーブの使用は10月に開始され、1月がピークとなり、4月ごろには終了する。一方、住戸別年間薪使用本数のヒストグラムは、概ね正規分布の形状をとった。年間薪使用本数の平均値は2,544本/戸であり、1日当たりの平均にすると、12.1本/日であった。

(2) エネルギー自給、里山管理再生からの評価

表-1 薪使用本数、乾燥重量、材積、およびエネルギー量

項目	西箕輪地区 回答者平均 (N=80)	西箕輪地区 推定値 (N=178)	伊那市 推定値 (N=1,072)
薪使用本数	2,544 本/年	452,800 本/年	2,727,000 本/年
乾燥重量	3,202 dry-kg/年	570,000 dry-kg/年	3,433 dry-t/年
材積	6.31 m ³ /年	1,123 m ³ /年	6,764 m ³ /年
エネルギー量	49,120 MJ/年	8,743 GJ/年	52,660 GJ/年

本数で集計された薪使用量を、乾燥重量、材積、エネルギーに換算した。その際、西箕輪地区回答者平均を原単位として、西箕輪地区全域、伊那市全域の値を推定した(表-1)。伊那市における薪ストーブ導入戸数は、2007年の調査で812戸であった¹⁸⁾。本研究の調査との比較から、西箕輪地区における増加率は32%と算出されるため、伊那市全域も同様の増加率であると仮定し、薪ストーブ導入戸数を1,072戸と見積もった。

まず西箕輪地区回答者平均について議論する。年間薪使用本数2,544本は、薪の市場価格を1本34円とすると¹⁹⁾、86,496円相当となる。一方、長野県の戸建住宅における年間暖房消費量の推定値は22,271MJ(1995年～2011年平均。暖房に使用された電気、ガス、灯油の総エネルギー量)²⁰⁾である。各エネルギーの内訳は示されていないため、灯油(単価89円/L²¹⁾)で代表させて試算すると、約54,009円相当となった。薪の調達費用は化石資源と比較して約1.6倍になり、決して低コストではない。

乾燥重量変換値は3,202 dry-kg、材積変換値は6.31 m³、エネ

ルギー変換値は49,120 MJとなった。薪販売業者へのヒアリングによると、伊那市内で薪の加工用に取り立てられている間伐材の幹材積は概ね0.545 m³/本²²⁾であり、材積値の6.31 m³は、間伐材約12本分に相当する。仮にこの材を半分程度無料で調達できれば、燃料調達の経済性は化石資源と比べ優位になる。

薪ストーブ使用時の年間エネルギー量49,120 MJは、長野県の戸建住宅における年間暖房消費量22,271 MJに灯油ストーブの燃焼効率86%²³⁾を乗じた値、19,153 MJに対しおよそ2.56倍であった。薪ストーブは、輻射熱によってゆっくりと家屋全体を暖める暖房器具であり、使用していない部屋にも暖房効果をもたらす。また使用の際は基本的に長時間運転する。これらが豊富な熱の発生要因であり、質の高い暖房につながっていると考えられる。

続いて、伊那市全域の推定値を議論する。伊那市全域では年間で約273万本の薪が使用されていると推定され、乾燥重量換算で3,433 dry-t、材積換算で6,764 m³であった。ここで、里山管理の再生可能性を議論するため、この薪を里山から供給すると仮定した際に必要となる里山の面積を推定する。里山の中でも管理が容易であり、アクセスもよいと考えられる段丘面の平地林を検討の対象とし、土地条件図および現存植生図から抽出を行うと、面積は1,221 ha、樹種はアカマツ(73%)、カラマツ(4%)、スギ・ヒノキ等(2%)、その他広葉樹(21%)となった²⁴⁾。伊那市を含む信州地域においては、マツ林を薪炭林として利用していた歴史があるため²⁵⁾、マツ林も含めてすべての平地林から薪を得ることを仮定し、その年間最大取得可能量を樹種別の年間成長量から予測した結果、年間約2,798 m³(2.3 m³/ha)となった²⁶⁾。一方で薪の需要は年間6,764 m³であるため、これを得るためには平地林が約2,941 ha必要となる。従って、薪の需要は伊那市の平地林(1,221 ha)の管理には既に十分な量であり、集落の裏山等の山麓斜面部の里山に対しても管理を促進しうものだと考えられた。

熱量変換の値は52,660 GJであり、薪ストーブの燃焼効率74%を加味しない、薪そのものの熱量では71,162 GJとなる。これは灯油約1,939 kl分に相当する。一方長野県の1世帯の年間灯油消費量は約893 l(給湯用を含む)²⁷⁾であり、伊那市の総世帯数は26,714世帯であるため、伊那市における一般家庭の灯油消費量を約23,856 klと見積もることができる。これらより、伊那市においては、家庭用に消費されている灯油に対して約8.1%のエネルギーが、薪により代替されていると推定できる。

(3) 薪の調達方法と範囲

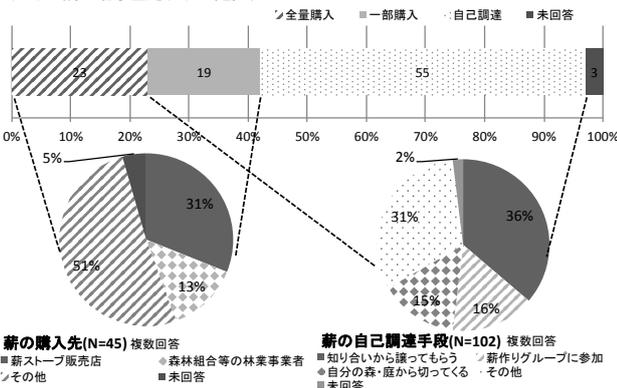


図-3 薪の調達方法

薪の調達方法を図-3にまとめた。全量を購入に拠っているのは回答者の23%にすぎず、55%がすべて自己調達、19%が一部を自己調達していた。先に検討したように薪の燃料費は年間約9万円と高額であるが、薪ストーブ利用者は極力薪の自己調達を行うように努めており、経済的負担が軽減されていると考えられる。

自己調達については、「知り合いから譲ってもらう(36%)」「薪

作りグループに参加(16%)」「自分の森・庭から切ってくる(15%)」等の回答が得られた。31%を占めた「その他」の解答例は、「地元森林組合の手伝い」「建設会社の廃材」等である。調達の実態として、果樹剪定枝や庭木、廃材等を活用する場合も多く、近隣の里山の管理促進に加えて、廃棄物系バイオマスの有効活用にも寄与している側面がある。

16%を占めた「薪作りグループに参加」について補足する。薪作りグループとは、薪ストーブ利用者による組織であり、メンバーは行政の仲介によって確保された伐採場所に定期的に赴き、樹木を伐採し、薪に加工している。伊那市が支援している薪作りグループとして「伊那市フォレスター倶楽部(2009年設立、現会員75名)」があり、月に1回の活動に約15~20名程度が参加し、市が管理するますみヶ丘平地林(68ha)やその他民有林の間伐を行っている²⁸⁾。こうした活動は、薪ストーブ利用者自身が近隣里山の管理を促進し、自伐によるオンサイト型のバイオマスエネルギー利用を実現する有効な取り組みのひとつと評価できる。

下記図-4に示したように、これら薪の自己調達の範囲は、西箕輪地区から概ね4km圏内におさまっており、自宅から自動車ですら10分程度といったような小規模な範囲から薪が調達されていることを確認した。

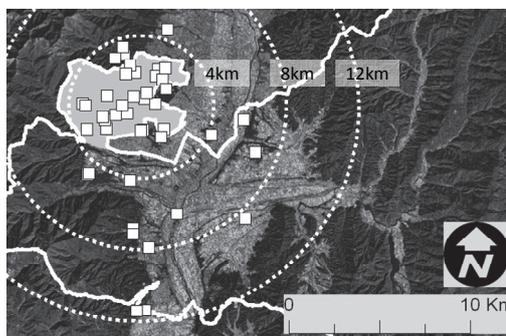


図-4 薪の自己調達の範囲(グレーの範囲が西箕輪地区。白枠は伊那市の行政界。背景にBing Mapを使用)

薪の購入については、「薪ストーブ販売店から購入(31%)」「森林組合等の林業事業者から購入(13%)」等の回答が得られた。伊那市内の薪ストーブ販売店のうち、DLDは全国的にも類を見ない「薪の宅配サービス」を提供している。薪の宅配サービスとは250円/束(約40円/本、樹種はアカマツ、カラマツ)¹⁹⁾で薪の配達を定期的に行うサービスであり、利用者は代金さえ支払えば薪の調達に対して憂慮する必要がない。「薪ストーブ販売店から購入」と答えた回答者14人のうち、5人が同サービスの利用者であった。

DLDに集められている薪加工用の丸太は、年間2,500~3,000 m³¹⁹⁾にもなり、ほぼ全量が伊那市周囲の上伊那地域の森林から伐採されたものである。こうしたサービスは、オンサイト型のバイオマスエネルギー利用というよりはむしろ、伊那市およびその近隣自治体といったローカルな範囲でのエネルギー利用の促進に貢献している。また、ある程度の規模で薪を扱っているため、供給の安定性が確保されており、比較的に不安定だと考えられるオンサイト型の薪調達を補完するものとしても捉えられる。

実態として、薪ストーブ利用者は個々の事情に応じて薪の調達手段を使い分け、その手段が複数確保されている点が、伊那市内で薪ストーブ導入率が高い理由のひとつであるとも考えられる。

4. まとめと展望

本研究では、長野県伊那市を対象として、薪による小規模バイオマスエネルギー利用の実態を解明し、地域のエネルギー自給、里山管理再生の可能性を議論した。

薪によるバイオマスエネルギー利用は、前時代的であるか、一部の趣味的な薪ストーブ利用者によるものであるというのが一般的な理解だと考えられる。しかし本研究により、伊那市のような先進地域では、約6,764 m³の薪が1年で消費されていると推定され、家庭用灯油消費量においても、その約8.1%程度が薪により代替されている可能性が示された。日本においては一次エネルギーに占める再生可能エネルギー（水力、風力、太陽光、地熱、バイオマス）の供給率が3.1%であるため²⁹⁾、8.1%という値は評価に値すると考えられる。従来は、大規模にバイオマス発電や熱利用を行うことによってはじめて、意味のある量の化石燃料が代替されるといった考えが通例であったと思われるが、本研究から、小規模分散型の家庭用バイオマスエネルギーであっても、数を積み上げれば化石燃料の代替へ貢献できる可能性が示された。

薪の調達については、自宅から4 km程度の範囲からの自己調達を中心としたオンサイト型の調達と、伊那市およびその近隣自治体といったローカルな範囲からの購入を中心とした集約的な調達とが重なり合っていた。これは自己調達による経済性の向上と、購入による安定的な供給とを両立できる仕組みだと考えられ、他の地域における取組みにも参考になる。

造園学会誌においても第76巻3号にて特集「自然エネルギーとランドスケープ」が編纂されたように、地域のランドスケープと自然エネルギー利用との関係性のデザインは、とりわけ東日本大震災以降、社会に強く求められているものである。本研究で明らかにされた「薪作りグループ」の活動は、エネルギーの利用者自らが地域のランドスケープ管理に関わるプログラムであり、いわば現代版の里山再生とも言え、上記デザインのひとつの例として特筆することができる。その一方で、こうした取り組みを地域のランドスケープの本格的な再生へつなげるためには、例えば地域材の利用推進や、合理的な伐採・収集システム等を基調とした地域の林業再生も併せて行う必要がある。

本研究では、伊那市の事例の成立要因や適用範囲について、十分な議論を行うことができなかつた。他地域への適用可能性を考えるには、これらを丹念に追う必要があるだろう。今後の重要な課題としたい。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金「食料・エネルギーの自産自消費構造を内包した都市郊外ランドスケープの再編に関する研究」（若手B、24780021）および、先導的創造科学技術開発費「明るい低炭素社会の実現に向けた都市変革プログラム」の一環として行われた。また、伊那市耕地林務課の皆様には調査の際に便宜を図って頂いた。記して謝意を示します。

補注及び引用文献

- 1) 新妻弘明(2011):「地産地消のエネルギー」,NTT出版,pp226
- 2) 木平英一(2013):木質燃料の生産,熊崎実・沢田攻(編),「木質資源とことん活用読本 薪、チップ、ペレットで燃料、冷暖房、発電」,農山漁村文化協会,pp67-75
- 3) 京都新聞 HP,経済特集アーカイブ,湖国経済,地産地焼こだわり 県内林の有効活用にも, <http://www.kyoto-np.co.jp/info/keizaitokusyuu_old/shin_kokoku/111127.html>,2013.9.20 参照
- 4) 中西正和・小木 知子(2005):木質系バイオマスを用いた地域分散型小型発電システムの検討:日本森林学会誌 87(1),45-51
- 5) 畑中健一郎・陸奇・井出政次(2012):長野県における薪ストーブの利用実態とCO₂排出削減量の推計:長野県環境保全研究所報告(8),25-30
- 6) 今野夏輝・三浦秀一(2011):集落を単位とした薪の生産システムに関する調査研究:山形県最上町における事例:日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1, 891-892
- 7) 寺田徹・横長真・田中伸彦(2007):バイオマスエネルギーの活用からみた平地林管理シナリオの評価:ランドスケープ研究 70(5),673-676

- 8) 原科幸爾・武内和彦(2004):長野県佐久市を事例とした地域循環型の生物資源利用システムに関する研究:ランドスケープ研究 67(5),741-744
- 9) 上原三知・重松敏則・朝野景(2005):都市近郊里地・里山林の保全・活用による潜在的生産力とその循環型地域モデル:ランドスケープ研究 68(5), 545-550
- 10) 伊那市HP,伊那市の概要より,<<http://www.inacity.jp/view.rbz?nd=1395&of=1&ik=1&pnp=42&pnp=1395&cd=9614>>,2013.5.4.更新,2013.9.20 参照
- 11) 農林水産省(2010):世界農林業センサス報告書,第1巻 都道府県別統計書,長野県,第2部 農山村地域調査,総土地面積及び林野面積より
- 12) 気象庁 HP,気象統計情報より,<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrm/index.php?prec_no=48&block_no=1445>,2013.9.20 参照
- 13) 総務省統計局HP,平成22年国勢調査,小地域集計結果,長野県,男女別人口及び世帯数一町丁・字等より,<<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001036651&cycode=0>>, 2013.9.20 参照
- 14) 2012/12/25~26,2013/2/10~14,計6日間,西筑輪地区の戸建住宅総数1587戸の住宅の外観から,煙突が確認できる戸建住宅を薪ストーブ導入家屋と同一し,住宅地図上に記すことで数を把握した。
- 15) 地球環境研究センター(2013):「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」,<http://www.gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/2013/NIR-JPN-2013-v3.0-J_web.pdf>, 2013.9.20 参照
- 16) 中川重年・松村正治(2004):神奈川県産樹木15種のバイオマス燃料としての特性評価,神奈川自然環境保全センター報告(1),21-28
- 17) 「2012年版 日本で買える薪ストーブ全アルバム,八洲出版」よりバーモントキャスティング,ダッチウエストの薪ストーブ20種の燃焼効率の平均値
- 18) 2007年ご株式会社DLDにより行われた,伊那市全域を対象とした,住宅外観の目視による薪ストーブ導入家屋数の実態調査(煙突の有無の確認)に基づく。
- 19) 株式会社DLDへのヒアリング結果に基づく
- 20) (株)住環境計画研究所「家庭用エネルギー統計年報2011年版1世帯の暖房消費量(長野県)」の値を基本としているが,これは戸建住宅と集合住宅の合計の平均値であるため,以下の2つの資料を用いて戸建住宅のみの値に変換した。(1)石油情報センター「平成18年度灯油消費事態調査,家庭用灯油家屋(戸建住宅,集合住宅)別1世帯消費量,(2)平成20年住宅土地統計調査「戸建て住宅,集合住宅の数(長野県伊那市)」
- 21) 長野県消費生活情報,石油価格情報より,平成24年時の年間平均価格約1,607円/18Lより,灯油約89円/Lと算出し,灯油の単位発熱量36.7MJ/Lより算出,<<http://www.nagano-shohi.net/oil-kakaku/>>,2013.9.20.参照
- 22) DLDで薪に加工される間伐材の代表としてカラマツが挙げられ,おおよその胸高直径は24cm,樹高が24mであるというヒアリング結果より,長野県林局カラマツ立木材積表調査説明書の二変数材積表より幹材積値を導き出した。
- 23) 環境省,オフセット・クレジット(J-VÉR)の排出削減・吸収量の算定及びモニタリングに関する方法論,薪ストーブにおける薪の使用に関する方法論,p5,石油ストーブの効率デフォルト値より<http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=15173&hou_id=12187>,2013.12.04 参照
- 24) 第5回自然環境保全基礎調査の現存植生図(1/50000)から森林系の植生を抽出し,20万分の1土地分類基礎調査の地形分類図(長野県)における段丘面,低地と重ね合わせて判定し,各ポリゴンデータより樹種別面積を算出した。(アカマツ:886.3ha,カラマツ:45.3ha,スギ・ヒノキ等:29ha,広葉樹:260.1ha)
- 25) 長野県環境保全研究所(2006):「信州の里山の特性把握と環境保全のために」,長野県環境保全研究所,pp165
- 26) 平成24年度長野県林務部森林政策課資料,民有林の現況,市町村別・資源構成表より,成長量(アカマツ:2.41n/ha,カラマツ:3.49n/ha,スギ・ヒノキ等:3.64n/ha,広葉樹:1.53n/ha)を基に推定した,<<http://www.pref.nagano.lg.jp/rinsei/sangyo/ringyo/toukei/minyurin/h24.html>>,2013.12.4 参照
- 27) 財団法人日本エネルギー経済研究所石油情報センター(2007):平成18年度灯油消費実態調査,<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/toyugasu/result/pdf/20080117_1.pdf>,2013.9.20 参照
- 28) 伊那市農林部耕地林務課へのヒアリング結果に基づく。
- 29) 資源エネルギー庁(2011):「自然エネルギー白書2011」,<<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2011energyhtml/index.html>>,2013.12.09 参照