



建設業から林業への人材移転による切捨間伐材のエネルギー利用促進可能性の評価

辻, 佑機
坂口, 卓司
田畑, 智博

(Citation)

土木学会論文集G (環境), 69(6):II_167-II_173

(Issue Date)

2013

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

©2013 公益社団法人 土木学会

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90002807>



建設業から林業への人材移転による 切捨間伐材のエネルギー利用促進可能性の評価

辻 佑機¹・坂口 卓司²・田畑 智博³

¹非会員 日本電気株式会社 (〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号)

²学生会員 神戸大学 大学院人間発達環境学研究科 (〒657-8501 神戸市灘区鶴甲3-11)

³正会員 神戸大学 大学院人間発達環境学研究科 (〒657-8501 神戸市灘区鶴甲3-11)

E-mail: tabata@people.kobe-u.ac.jp

切捨間伐材のエネルギー利用は地球温暖化対策やエネルギー安全保障の観点から重要であるが、現状では殆ど有効利用されていない。本研究では労働力確保の観点に着目し、建設業から林業への人材移転を想定したエネルギー利用促進の可能性及び人材移転の実現による切捨間伐材の集材・搬出可能量、エネルギー利用に伴うGHG削減効果と経済性を試算した。まず、林業に類似するスキルを持つ建設業を移転元として検討するとともに、アンケート調査により林業に必要なスキルや資格を明らかにした。次に、人材移転に伴う集材・搬出作業の必要雇用労働者数と人材移転可能人員数を推計した。その結果、人材移転によりわが国の年間の切捨間伐材発生量の80%が集材・搬出可能となり、このときのGHG削減量は約2,430千t/年と試算された。

Key Words : *untutilized thinned wood, energy utilization, job development, human resource transfer, business skills*

1. はじめに

地球温暖化対策及びエネルギー安全保障の観点から、再生可能エネルギーが注目されている。このうち木質系バイオマスに着目すると、わが国の国土面積の約 66% は森林であり、十分なエネルギー賦存量を有している。しかし、労働力不足や経済性等の問題から、森林資源を十分に利用できていない。そのため、間伐材の多くは、切捨間伐材として林地に放置されているのが現状である。木質バイオマスの有効利用割合をみると、工場残材はその95%が、建設発生木材はその90%がエネルギー利用等に利用されている¹⁾。その一方で、切捨間伐材に代表される未利用間伐材はほぼ未利用である。

未利用間伐材の集材・搬出が行われていない理由としてしばしば経済性が挙げられる。また、林業の担い手不足もその一因であると考えられる。例えば全国森林組合連合会²⁾は、雇用労働力の確保が困難になっていること、森林管理から素材生産に至る担い手の確保と強化が重要な課題であることを挙げている。

労働力確保には、新規雇用はもちろん重要である。しかし新規雇用労働者は一人前になるまで相応の期間を要

するが、エネルギー問題は極めて早期の対応が求められている。これに対し、転職のように、他産業からの人材移転も1つの方法と考えられる。例えば、林業と類似したスキルを有している場合、新規雇用に比べ、比較的短期間の訓練で、林業に十分従事できる可能性がある。

そこで本研究では、他産業から林業への人材移転による、木質系バイオマスエネルギーの利用促進の可能性を定量的に評価することを研究の目的とする。なお、本稿では、人材移転元の産業として建設業を取り上げる。その理由は、建設業は長期的にみて労働需要超過の傾向がみられること、そして実際に建設会社が林業へ参入する事例がみられる³⁾ためである。これを踏まえ、本稿では、建設業から林業への人材移転の可能性を検討するための方法論を構築する。また、切捨間伐材の集材・搬出を対象としたケーススタディを通じて、人材移転が実現することによる環境的・経済的な効果の評価を行う。

これまでに、木質系バイオマスのエネルギー利用を対象とした研究は数多くなされている。例えば、環境負荷削減効果からみた研究として、田畑ら⁴⁾、佐無田ら⁵⁾、久保ら⁶⁾、経済性を評価・検討した研究として山本ら⁷⁾、金沢ら⁸⁾、久保山ら⁹⁾が挙げられる。また、雇用創出方

法を評価・検討した研究として、池上ら¹⁰⁾は福島県天栄村を事例として評価しており、米田³⁾は岐阜県における建設業の林業参入の可能性を調査している。しかし、これらの研究の殆どは、木質系バイオマスの環境評価や経済評価に留まっている。また、雇用の評価も、その多くが雇用創出効果の算出に留まっている。これに対し、本研究では、人材移転の観点から、木質系バイオマスのエネルギー利用促進の可能性を定量的に評価することを研究のアプローチとしており、独自性は極めて高い。

なお、本稿では、全国を対象としたマクロな人材移転に関する分析を行う。当然ながら、切捨間伐材の発生状況、林業や建設業の雇用状況は地域によって異なる。しかし、地域では全国に比べて十分なデータが得られない可能性があるため、まずは全国を対象とした分析を実施した。但し、地域単位での分析は必要不可欠であることから、今後の課題とする。

2. 研究の方法

(1) 林業に対するアンケート調査

林業の現況と人材移転の可能性を検討するため、全国の森林組合を対象としたアンケート調査を実施した。調査期間は、2012年10月21日～11月16日である。調査票は、郵送にて配布した。送付数は681組合で、有効回答数は158組合(有効回答率:23.2%)であった。

主な質問項目は、①森林組合の運営状況に関するもの、②林業の集材・搬出作業において必要とされるスキル・資格に関するものである。①は、森林組合統計を参考にして作成した。主な設問は、伐出・造林事業等における就業日数、主伐・間伐面積と労働投下日数、林業用機械の使用状況である。②について、表-1に提示したスキル・資格(全28項目)を示す。各項目は、林業組合関係者への聞き取り調査やウェブサイト等の情報をもとに抽出した。また、第3章(1)節で述べるが、各項目は集材・搬出作業、玉切り・枝払い等作業、その他作業に分類した。本質問では、集材・搬出作業において、全28項目のうちどのスキル・資格を有しているのが望ましいかを必要度として挙げてもらった。ここでは、各項目の優先順位を決めるため、各項目の必要度をパーセント単位で答えてもらった。なお、各項目の必要度の合計は、100%になるように答えてもらった。これにより得られた結果を、集材・搬出における各々のスキル・資格の必要度とした。

(2) 人材移転元となる建設業の検討

日本標準産業分類¹¹⁾では、建設業は大きく総合工事業、職別工事業、設備工事業に分類される。ここでは、林業

表-1 提示したスキル・資格

集材・搬出作業	中型自動車免許、大型自動車免許、大型特殊免許、建設機械操縦士免許、林業架線作業主任者、はい作業主任者、玉掛け技能、フォークリフト運転技能、小型移動式クレーン運転技能、林業機械、林内作業車、不整地運搬車運転、高作業車運転、車両系建設機械、集材機運転
玉切り・枝払い等作業	立木の伐木作業、チェーンソー作業
その他作業	木材加工用機械作業主任者、ピトーブ管理士、林業普及指導員、樹木医、乾燥設備作業主任者、建築士免許、測量士、廃棄物処理施設技術管理者、甲種危険物取扱者、技術士(林業部門)、林業技士

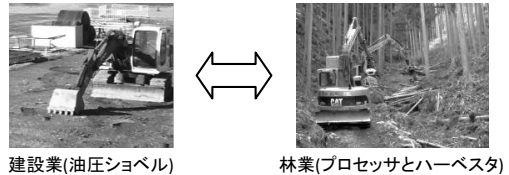


図-1 林業と土木業との類似点の例(著者撮影)

への人材移転元の産業として、総合工事業より一般土木建築工事業、土木工事業、舗装工事業の3業種(以下、土木業)、職別工事業より型枠大工工事業、とび工事業の2業種(以下、大工・とび業)を抽出した。この理由として、土木業は、土木業が林業に従事している事例がある³⁾こと、土木工事業用の重機と林業機械は類似の点が多いことから、人材移転は容易と判断した(図-1)。大工・とび業は、高所等の危険箇所で作業することが多く、同じく高所で作業を行う林業と関連性が深いと判断した。

(3) 人材移転可能人員数の推計

建設業から林業への人材移転可能人員数を推計するためのステップを、順番に説明する。なお、推計では、林内路網の整備は考慮しない。また、高性能林業機械の稼働率を向上させることは考えず、雇用労働者の増加により切捨間伐材の集材・搬出を実施するものとする。但し、高性能林業機械の稼働率と人材移転可能人員数との関係については、本稿最後に分析を加える。

a) 切捨間伐材の集材・搬出に係る必要雇用労働者数

林業における切捨間伐材の集材・搬出に係る必要雇用労働者数は、次式より推計する。

$$L^{dem} = \{(P \times A) - I\} / D \quad (1)$$

但し、 L^{dem} : 集材・搬出時の必要雇用労働者数[人/年]、 P : 間伐材の素材生産時の単位面積当たり労働投下日数[(人・日)/ha]、 A : 切捨間伐面積[ha/年]、 I : 切捨間伐時労働投下日数[(人・日)/年]、 D : 平均労働日数(常勤)[日]。ここでは、間伐材の素材生産に係る雇用労働者数から、現状での切捨間伐に係る雇用労働者数を引いた分が、切捨間伐の集材・搬出を担当できる雇用労働者数となると仮定する。なお、素材生産と切捨間伐では、集材・搬出

の性質が異なることが予想される。そのため、実際に切捨間伐を集材・搬出した場合にどれだけの人員が必要になるかを検討することが必要であるが、これは今後の課題である。式(1)のうち、 P と D は、アンケート調査結果を用いる。 A と I は、2010年度森林組合統計¹²⁾の数値(A : 178,977ha/年, I : 1,150,718(人・日)/年)を用いる。なお、式(1)では森林組合を対象とした必要雇用労働者数が算出される。しかし、林業経営を行なっている林業組織は、森林組合以外に会社、農協等と様々である。そのため、森林組合以外の森林組織における雇用労働者1人当りの切捨間伐材面積は森林組合のそれと同等であると仮定し、森林組合の必要雇用労働者数、各組織の切捨間伐実施割合(森林組合:59%, 会社:26%, その他:15%)¹³⁾をもとに、林業組織全体でみた必要雇用労働者数を算出した。

b) 建設業の余剰雇用労働者数

土木業は、次式より推計する。

$$L_C^{sup} = L_C^0 - aL_C^0 \quad (2)$$

$$a = \max(L_C^1/L_C^0, L_C^4/L_C^0, L_C^6/L_C^0, L_C^9/L_C^0) \quad (3)$$

但し、 L_C^{sup} : 土木業の余剰雇用労働者数[人/年], L_C : 土木業の雇用労働者数[人/年], L_C : 土木業の建設投資額[円/年], a : 雇用労働者1人当り建設投資額[円/人]。各変数の上付きの添字は、年度を表している。

式(3)について説明する。本研究では、2000年度以降の事業所・企業統計調査¹⁴⁾及び経済センサス基礎調査¹⁵⁾の公表年度(01:2001年度, 04:2004年度, 06:2006年度, 09:2009年度)をもとに、各年度の雇用労働者1人当り建設投資額を算出する。本数値は高いほど雇用労働者1人当りの生産性が高いと仮定し、最も高い数値となった年度の雇用労働者数を、適正と考えられる雇用労働者数とする。これを踏まえて算出した2009年度において適正と考えられる雇用労働者数を2009年度の雇用労働者数から引くことで、余剰雇用労働者数を算出する。

式(3)について、雇用労働者数は上記調査¹⁴⁾¹⁵⁾を、建設投資額は国土交通省¹⁶⁾を用いる。雇用労働者1人当り建設投資額式(3)を用いて算出した結果、2001年度の数値(18.4百万円/人)を採用した。なお、2009年度における雇用労働者数は一般土木建築工事業(307,613人)、土木工事業(708,019人)、舗装工事業(99,096人)であり、建設投資額は202,747億円である。

大工・とび業の場合は、次式より推計する。

$$L_S^{sup} = L_S^0 \times d^0 \quad (4)$$

但し、 L_S^{sup} : 大工・とび業の余剰雇用労働者数[人/年], L_S : 大工・とび業の雇用労働者数[人/年], d : 建設業雇用労働者不足率の平均過不足率[-]。

雇用労働者は上記調査¹⁵⁾より算出した数値(279,311人)、建設業雇用労働者不足率の平均過不足率は建設労働需給調査¹⁷⁾より算出した数値(1.5%余剰)を用いる。

表-2 GHG排出原単位⁴⁾

	製造段階	使用段階
間伐・チップ化	1.8×10^{-5}	2.1×10^{-3}
陸上輸送(チップ)	2.1×10^{-6}	7.4×10^{-4}
燃料化	2.2×10^{-4}	8.0×10^{-3}
陸上輸送(燃料)	1.1×10^{-5}	6.1×10^{-5}
海上輸送(燃料)	2.1×10^{-4}	2.0×10^{-3}
混焼	0	-8.8×10^{-2}
合計	4.5×10^{-4}	-7.5×10^{-2}

単位: kg-CO_{2eq}/MJ

c) 人材移転可能人員数

人材移転可能人員数(L [人/年])は、必要雇用労働者数と余剰雇用労働者数のいずれか小さい値とする。例えば、余剰雇用労働者数の方が必要雇用労働者数よりも多い場合は、必要雇用労働者数以上の人材移転は行わない。

(4) ケーススタディ

ここでは、切捨間伐材を集材・搬出後、チップ燃料に加工し、石炭火力発電所で混焼すると想定する。これに伴い、人材移転が実現することによる切捨間伐材の集材・搬出可能量、及びエネルギー利用に伴う温室効果ガス(GHG)削減効果と経済性を試算する。なお、評価の単純化のため、林内路網の整備状況、山地の起伏や傾斜等の地理的状況は、全国一律であると仮定した。

切捨間伐材の集材・搬出可能量は、次式より算出する。

$$W_{tra} = W_{unu} \times L/L^{dem} \quad (5)$$

但し、 W_{tra} : 集材・搬出可能な切捨間伐材発生量[t/年], W_{unu} : 切捨間伐材発生量[t/年]。

式(5)において、集材・搬出時の必要雇用労働者数は、発生した切捨間伐材を全て集材・搬出できる人員数と仮定する。集材・搬出可能な切捨間伐材発生量は、人材移転可能人員数と必要雇用労働者数の割合から推計する。切捨間伐材発生量は、まず、森林組合が実施した切捨間伐面積(179千ha/年)²⁾、各組織の切捨間伐実施割合¹³⁾をもとに、林業組織全体の切捨間伐面積(304千ha/年)を推計した。これに、単位面積当たり間伐材発生量(35m³/(ha・年)⁴⁾及び人工林の平均密度(0.42t/m³)を乗じることで推計した。

GHG排出量は、次式により算出する。

$$G = e \times W_{tra} \times H_w \quad (6)$$

但し、 G : GHG排出量[t-CO_{2eq}/年], e : GHG排出原単位[t-CO_{2eq}/MJ], H_w : 切捨間伐材の低位発熱量[MJ/t]。

GHG排出原単位は、田畑⁴⁾が行った間伐材の石炭混焼に関するLCAの結果を用いる。なお、本結果では、和歌山県を対象として、間伐材の間伐・チップ化、輸送、燃料化、石炭火力発電所での混焼の各プロセスにおけるGHG排出原単位を算出している。本研究では、これに記載されている原単位(表-2)を用いた。チップ燃料の低位発熱量は、上記⁴⁾より19,000MJ/t(乾量基準)と設定した。

経済性は、収入と支出を考慮し、次式により推計する。

$$C = c_b \eta g T_{tra} + c_f T_{tra} / H_f - (c_p W_{tra} + c_i L) \quad (7)$$

$$T_{tra} = W_{tra} \times H_w \quad (8)$$

但し、 C ：経済性[円/年]、 c_b ：売電価格[円/kWh]、 η ：発電効率[%]、 g ：1MJ 当たり発電量[kWh/MJ] (=0.28)、 T_{tra} ：集材・搬出可能な切捨間伐材のエネルギー獲得量[MJ/年]、 c_f ：一般炭の価格[円/t]、 H_f ：一般炭の標準発熱量[MJ/t]、 c_p ：資源調達コスト[円/t]、 c_i ：人件費補填[円/人]。なお、ここでいう経済性は切捨間伐材の集材・運搬からエネルギー利用までを実施した場合に発生する社会的な利益を意味している。そのため、収入側と支出側で事業主体は異なる。即ち、収入側は発電事業者に関連するものであり、支出側は林業に関連するものである。故に、経済性の結果は発電事業者の利益と考えることができるが、利益が発生するに伴い林業側も人件費補填を含めた収入を得ることができる。もし利益が発生しない(経済性がマイナス)場合は、林業側も収入を得ることが難しくなるといえる。

収入は、固定価格買取制度を利用した売電収入を実施した場合を想定する。但し、2013 年度時点において、石炭混焼は固定価格買取制度の対象外になっている。しかし、将来的には対象になる可能性があると考え、仮想的な収入として設定した。売電価格は、未利用木材燃焼発電の 33.6 円/kWh(2013 年度)²⁰を用いる。発電効率は 43.6%とした。一般炭の価格は、貿易統計²¹より 2012 年度の価格(10,660 円/t、CIF(保険料・運賃込み価格)価格)を算出したものを用いた。一般炭の標準発熱量は、25,700MJ/(乾量基準)と設定した²²。

支出のうち、資源調達コストは、切捨間伐材の集材・搬出や輸送等に係るコストである。ここでは、資源エネルギー庁¹⁹を参考にして 24,400 円/t と設定した。人件費補填は次のように考える。建設業から林業への人材移転が行われる際に、業種間の年収に格差があると移転元産業が拒否反応を示し、円滑な移転が困難であると考えた。例えば、厚生労働省¹⁹の資料や業種別平均年収情報ウェブサイトによると、土木業の平均年収は約 410 万円、大工・とび業は約 370 万円であるに対し、林業は約 300 万円であり、雇用労働者 1 人当たり約 110 万円及び約 70 万円の格差がある。そのため、現時点で切捨間伐を実施している林業従事者を含め、人材移転する雇用労働者の平均年収を土木業と同じにするために、年収の格差分を補填するための費用として人件費補填を設定した。

3. 結果と考察

(1) アンケート調査の結果

アンケート調査結果の一部として、表-3 に雇用実態

表-3 雇用労働者の雇用実態

性別	男性:79%、女性:21%
年齢	29歳以下:11%、30~39歳:17%、40~49歳:16%、50~59歳:23%、60歳以上:32%
労働日数別	59日以下:18%、60~149日:18%、150~209日:17%、210日以上:47%
雇用労働者	日給制:11%、月給制または出来高制:67%、賃金支給制度別
雇用労働者数	その他:22%

N=158

表-4 集材・搬出作業で必要となるスキル・資格

スキル・資格	必要度	人材移転元
集材・運搬作業	52.5%	
建設機械操縦士免許	12.8%	
玉かけ技能	8.5%	土木業
林業架線作業主任者	7.4%	
その他(12分類)	23.8%	
玉切り・枝払い等作業	43.7%	
チェーンソー作業	25.4%	大工・とび業
立木の伐木作業	18.3%	
その他作業	3.8%	
林業技士	1.6%	-
その他(10分類)	2.2%	

に関する結果を示す。年齢は、39 歳未満は 28%程度であったのに対し、60 歳以上は 32%と高く、雇用労働者の高齢化が伺える。労働日数別の雇用労働者の割合で見ると、210 日以上の間々常勤として扱っても差し支えないと考えられる雇用労働者の割合は、全体の約 5 割である。一方で、149 日以下の労働者の割合が 36%を占めている。賃金支給別の割合では、日給制または出来高制の割合は 67%と最も多い。これらのことから、職種としての不安定性の存在や、林業の年収の低さの理由が伺える。

間伐材の素材生産時の単位面積当たり労働投下日数は、アンケート調査結果より得られた 18.6(人・日)/ha を用いた。また、平均労働日数は、210 日以上労働している雇用労働者を常勤と考え、アンケート調査の結果より 244 日と設定した。

表-4 に、集材・搬出作業におけるスキル・資格の必要度を示す。アンケート調査の結果より、建設機械操縦士免許や玉かけ技能等の集材・搬出に関係するスキル・資格の必要度が 52.5%と最も大きくなった。これらの作業を、集材・搬出作業として分類した。同様に、チェーンソー作業や立木の伐木作業の伐採に関係するスキル・資格の必要度は 43.7%となり、集材・搬出作業においても伐採で用いられるようなスキル・資格が伴う業務が必要であることがわかった。これらの作業は、玉切りや枝払い等と考えられることから、玉切り・枝払い等作業として分類した。残りのスキル・資格の必要度は 3.8%と非常に小さかったため、その他作業に分類した。この結果より、現場での実務作業に関連するスキル・資

格が重要視されていることがわかる。本研究ではこれをもとに、土木業は集材・搬出の作業を行い、大工・とび業は集材・搬出時に伴う玉切り・枝払い等の作業を行うものとした。

(2) 人材移転可能人数の推計

アンケート調査結果及び式(1)より、林業の必要雇用労働者数は、森林組合のみでみた場合で約 8,900 人と推計された。これを林業組織全体でみた場合として算出した結果、全体で約 15,140 人となった。これに集材・搬出作業と玉切り・枝払い等作業の必要度を乗じることで、必要雇用労働者数を前者で 7,950 人、後者で 6,620 人にそれぞれ振り分けた。

土木業の余剰雇用労働者数は、式(2)より約 14,390 人となった。その内訳は、一般土木建設工事業が約 3,970 人、土木工事業が約 9,140 人、舗装工事業が約 1,280 人である。また、大工・とび業の余剰雇用労働者数は、式(4)より約 4,190 人となった。土木業は必要雇用労働者数よりも余剰雇用労働者数のほうが多かったため、人材移転可能人員数は 7,950 人とした。同様に、大工・とび職は、必要雇用労働者数よりも余剰雇用労働者数のほうが少なかったため、人材移転可能人員数は 4,190 人とした。

以上より、人材移転可能人員数の合計は、約 12,140 人となった。人材移転可能人員数と必要雇用労働者数の割合は、約 80%である。これを踏まえ、人材移転が実現した場合、80%の切捨間伐材が集材・搬出可能となり、エネルギー利用されるものとした。

(3) ケーススタディ

切捨間伐面積は 304 千 ha/年であり、人材移転が実現することで、その 80%である 243 千 ha/年が集材・搬出可能となる。これを踏まえると、人材移転により集材・搬出可能な切捨間伐材発生量は 3,630 千 t/年となる。但し、この値は湿潤基準であるため、田畑ら⁹⁾を踏まえて乾量基準に換算した。結果として、エネルギー利用可能な切捨間伐材発生量は 1,710 千 t/年、これに伴うエネルギー獲得量は 32.4×10^9 MJ/年となった。

以上を踏まえて、GHG 排出量を算出した結果を図-2 に示す。結果として、排出側は木材乾燥に伴う燃料化が最も大きく、排出合計は約 430 千 t-CO_{2e}/年となった。その一方で、混焼による削減側が約 2,870 千 t-CO_{2e}/年と大きくなった。これにより、正味の GHG 削減量は、約 2,430 千 t-CO_{2e}/年が見込まれる結果となった。本削減効果は、2010 年度におけるわが国の GHG 排出量(約 1,191 百万 t-CO_{2e})²³⁾の約 0.2%にすぎない。しかし、GHG 削減対策には抜本的な対策が存在せず、粛々と削減を行う必要があること、間伐材の積極利用は山林の整備に繋がること、人材移転に伴い産業全体での労働生産性向上が見込

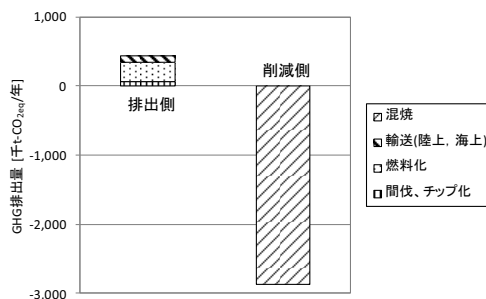


図-2 GHG 排出量の結果

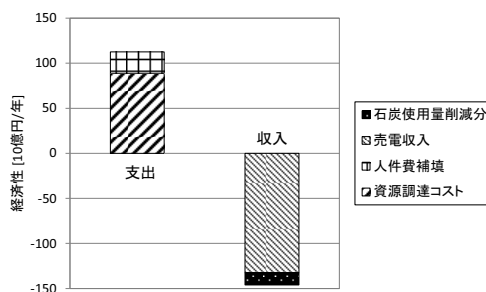


図-3 経済性の結果

めること等から、一定の効果はあると考えられる。

次に、経済性を評価した結果を図-3 に示す。収入は約 1,460 億円/年(売電収入: 約 1,330 億円/年, 石炭使用量削減分: 130 億円/年), 支出は約 1,130 億円/年(資源調達コスト: 約 890 億円/年, 人件費補填: 約 240 億円/年)となった。結果として、合計で約 330 億円/年の黒字となった。なお、この約 330 億円/年を人材移転可能人員数で除すると約 276 万円/人となるが、この値は人材移転された雇用労働者が生み出す収益と考えることができる。これに対し、人件費補填の約 240 億円/年を同様に除すると約 194 万円/人となるが、この値は年取格差を無くすために必要な 1 人あたりの経費と考えることができる。結果として、経費よりも収益の方が大きくなっており、費用対効果の観点からも望ましい結果となっている。

また、上記の試算結果は売電価格を 33.6 円/kWh と高い価格で設定した場合である。もし未利用木材燃焼発電の価格が適用できない場合は売電価格も下がる可能性がある。そのため、黒字と赤字が均衡する売電価格を算出した結果、25.1 円/kWh となった。即ち、切捨間伐材の売電価格が 25.1 円/kWh 以上であれば、黒字は確保できるといえる。

以上の結果から、土木業から林業への人材移転が実現することで、正味の GHG 削減効果や正の経済性が見込めることが示された。

(4) 高性能林業機械の稼働率が結果に及ぼす影響

以上の結果は、いわゆる「労働集約的」に作業を行った場合のものである。これに対し、高性能林業機械の稼働率を向上させて「資本集約的」に作業を行った場合に、人材移転可能人員数がどのように変化するかを分析した。

高性能林業機械のうち、集材・搬出に用いる機械としてハーベスタ、タワーヤード、スイングヤード、スキッド、フォワーダの5機械を取り上げた。ここでは、森林組合統計¹²⁾より、2010年度以前の過去5年における各機械の年間使用日数を年間労働日数で除することで各機械の年間稼働率を算出するとともに、上記5機械の年間稼働率平均値を算出した。さらに、過去5年の年間稼働率平均値から平均値をとり、これを全高性能林業機械の平均年間稼働率とした。年間労働日数は、アンケート調査結果の数値より244日と用いたところ、機械の平均年間稼働率は、約0.4となった。ここで、切捨間伐に係る雇用労働者が8,000人いることで平均稼働率が0.4になっていると仮定すると、平均稼働率0.4は、雇用労働者8,000人分に相当すると考えることができる。これを踏まえ、稼働率の変化に伴う雇用労働者数の変化を算出し、これを人材移転可能人員数(約12,140人)から差し引くことで、必要労働人員数への影響をみた。

結果を図-4に示す。稼働率0.4を基準として、稼働率が0.1変化する度に5~10%の必要労働人員数が増減する結果となった。今回は評価の単純化のために稼働率と雇用労働者数は線形の関係であると仮定して評価を実施したが、現実はそのような関係になるとは言い難い。しかし、ある程度の傾向は捉えることができるものと考えられる。

4. おわりに

本研究では、建設業から林業への人材移転の可能性を検討するための方法論を構築した。また、建設業から林業への人材移転が実現することを想定し、ケーススタディを通じた環境的・経済的評価を行った。以下に、本研究で得られた知見を示す。

- 1) 切捨間伐材の集材・搬出に必要な必要雇用労働者数は約 15,140 人となった。
- 2) 集材・搬出で必要となるスキル・資格に類似するスキルを有している建設業は、土木業と大工・とび業であると考えた場合、林業への人材移転可能人員数は約 12,140 人となった。
- 3) 人材移転の実現により、切捨間伐材発生量の約 80%が集材・搬出可能となことで、集材・搬出可能な切捨間伐材発生量は 1,710 千 t/年、エネルギー獲得量は 32.4×10^9 MJ/年となった。

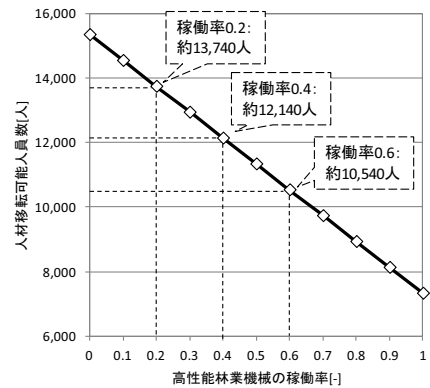


図-4 高性能林業機械の稼働率と人材移転可能人員数の関係

- 4) ケーススタディの結果、正味の GHG 削減量は約 2,430 千 t-CO_{2eq}/年、経済性としては、33.6 円/kWh を売電価格とした場合に約 330 億円/年の黒字が見込まれた。なお、黒字と赤字が均衡するラインは、売電価格が 25.1 円/kWh であった。
- 5) 高性能林業機械の平均年間稼働率を変化させた場合、必要労働人員数は、平均年間稼働率が 0.1 変化する度に 5~10%増減することが示された。

以上の検討より、人材移転が実現することによる環境的・経済的効果は高いという結論が得られた。但し、本研究では、様々な制限が残されている。例えば、経済性は仮想的な評価に留まっているため、結果を現実の世界に当てはめるのは困難である。また、現時点において、切捨間伐材全てをエネルギー利用する環境は整っておらず、人材移転の実現においても課題が山積している。しかし、長期的には、林内路網の整備等による資源調達コストの削減、発電技術向上による収入改善があるものと予想される。また、現時点では人材移転の実例は少ないものの、その潜在能力は非常に高いことから、今後事例が増えてくるものと考えられる。そのとき、人材移転の実現による再生可能エネルギー生産促進の可能性は十分にあると考える。

今後の課題としては、土木業や大工・とび業以外の産業から林業への人材移転可能性を検討すること、将来の本研究で構築した人材移転の方法論を精査し、他の再生可能エネルギー関連産業にも拡張すること等が挙げられる。また、本稿の方法論を用いて地域単位での分析を行うこと、売電価格や人材移転の進展に伴う人件費補填額の変化等の将来の費用構造の変化を考慮した分析を行うことも今後の課題である。

謝辞：本研究の一部は、科研費若手研究B(23760504)の助成を受けた。ここに記して謝意を表します。アンケート設計にあたり、阿蘇森林組合の藤本茂樹氏に助言頂いた。また、アンケート調査に際して、森林組合担当者に協力頂いた。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 林野庁：木質バイオマスの発生量と利用の状況，http://www.rinya.maff.go.jp/j/mokusan/saisei/pdf/kokusan_shiryoku4-4.pdf.
- 2) 全国森林組合連合会：林業担い手の現状と将来の見通しについて，pp.28-49，2006.
- 3) 米田雅子：過疎地における地方建設業の農業・林業参入に関する研究，土木学会論文集 F4，Vol.68，No.3，pp.193-210，2012.
- 4) 田畑智博，鳥飼 仁，霧巻峰夫，玄地 裕：間伐材の石炭混焼方法の違いによる環境負荷削減効果の評価，環境システム研究論文集，Vol.38，pp.221-228，2010.
- 5) 佐無田 啓，内山洋司，岡島敬一：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，Vol.32，No.2，pp.16-23，2011.
- 6) 久保一雄，中田俊彦：地域特性を考慮したバイオマス利用システムの構築，日本エネルギー学会誌，Vol.85，No.4，pp.1013-1020，2006.
- 7) 山本博巳，福田 桂，井上貴至，山地憲治：中四国の木質バイオマス残さの収集・発電利用のシステム分析，エネルギー・資源，Vol.29，No.5，pp.257-262，2008.
- 8) 金沢 滋：森林から出るバイオマスの現状，産業と環境，Vol.36，No.1，pp.37-40，2007.
- 9) 久保山裕史：林地残材チップのエネルギー利用についてコスト面から見た実現可能性を探る，現代林業，No.522，pp.21-27，2009.
- 10) 池上真紀・新妻弘明：福島県天栄村湯本地区におけ

る持続可能な木質バイオマス利用と雇用の創出，エネルギー・資源学会，Vol.29，No.5，pp.22-28，2008.

- 11) 総務省：日本標準産業分類(平成 19 年 11 月改定)，<http://www.stat.go.jp/index/seido/sangyo/19-3.htm>.
- 12) 農林水産省：平成 22 年度森林組合統計，http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sinrin_kumiai/.
- 13) 林野庁：森林・林業統計要覧 2012，http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/tokei/youran_mokuzi.html.
- 14) 総務省：事業所・企業統計調査，<http://www.stat.go.jp/data/jigyoku/2006/index.htm>.
- 15) 総務省：経済センサス基礎調査，<http://www.stat.go.jp/data/e-census/2009>.
- 16) 国土交通省：平成 24 年度建設投資見通しの公表について，http://www.mlit.go.jp/report/press/joho04_hh_000302.html.
- 17) 国土交通省：建設労働需給調査結果(平成 25 年 1 月調査)，<http://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/chojyou/rodo.htm>.
- 18) 資源エネルギー庁：バイオマスエネルギー利用の現状について，<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90213d03j.pdf>.
- 19) 厚生労働省：平成 22 年行政事業レビュー，http://www.maff.go.jp/j/budget/yosan_kansi/pdf/0601_14.pdf.
- 20) 資源エネルギー庁：平成 25 年度買取価格・期間等，<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/kakaku.html>.
- 21) 税関：財務省貿易統計，<http://www.customs.go.jp/toukei/info/>.
- 22) 資源エネルギー庁：2005 年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改訂値について，<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/jukyuu/resource/pdf/070601.pdf>.
- 23) 温室効果ガスインベントリオフィス：日本の温室効果ガス排出量データ(1990～2010 年度)確定値，<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>.

(2013. 8. 6 受付)

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EVALUATION OF ENERGY UTILIZATION OF WOODY BIOMASS CONSIDERING HUMAN RESOURCE TRANSFER FROM CONSTRUCTION INDUSTRY TO FORESTRY

Yuki TSUJI, Takushi SAKAGUCHI and Tomohiro TABATA

Despite the fact that utilization of biomass is important from the viewpoints of global warming issue and energy security, there are technical, economic, and social issues concerning the collection, transportation, and energy recovery of unutilized thinned trees. This study focused on human resource transfer from construction industry to forestry in terms of job development, and a methodology to investigate a possibility of human resource transfer was proposed. Environmental and economic evaluation of additional energy utilization of unutilized thinned trees due to the supposed human resource transfer was also conducted through a case study. To investigate the possibility of the human resource transfer, the business skills of workers from the forestry and construction industries were extracted using questionnaire and literature surveys. Further, the similarity of their business skills was investigated. If the similarity of their skills was high, human resource transfer was assumed to be possible. As a result of the case study, it was concluded that if a human resource transfer were to occur, 80% of unutilized thinned trees could possibly be harvested for generating energy. This effect corresponds to a GHG reduction of 2.4 million tons.