未利用間伐材のパウダー燃料化による環境面及び経済面の効果

鷲巻 峰夫[1]・吉田 登[2]・中田 泰輔[3]・吉原 哲[3]

[1]正会員　和歌山工業高等専門学校　環境都市工学科（〒644−0023 和歌山県御坊市名田町野島 77）
E-mail: tsurumaki@wakayama-nct.ac.jp
[2]正会員　和歌山大学システム工学部環境システム学科（〒640−8441 和歌山市栄谷 900）
E-mail: yoshida@sys.wakayama-u.ac.jp
[3]正会員　八千代エンジニヤリング株式会社総合事業本部（〒161−8575 東京都新宿区西落合 2−18−12）

和歌山県にとって林業は基幹産業の一つであり，その振興は県にとって重要な課題である．また，木材はカーボンニュートラルな資源であり，地球温暖化対策として活用が必要とされている．林業振興と地球温暖化対策の双方の対策として，未利用間伐材のエネルギー利用が各所で進められている．本稿では，和歌山県中部の日高川町を対象として，未利用間伐材を木質パウダー燃料として利用することで可能となる温室効果ガス削減量と経済的効果の検討を行った．活用を図る対象としては，和歌山県では，ほとんどが林地に放置されている植林後 25 年後の間伐材とした．木質パウダー燃料化の評価は，先行的に導入された施設での調査を行い，その結果を利用した．経済効果は，対象の日高川町の産業連関表を作成して検討を行った．検討の結果，温室効果削減可能量約 550 t−CO_2/ 年，波及的経済効果 62 百万円，雇用効果 3 人程度の環境保全や経済的効果を定量的に明らかにした．

Key Words: *Biomass energy, Thinning wood, Powder fuel, LCA, GIS, Input-Output Analysis*

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

和歌山県は土地利用の約 77%が森林[1)]であり，森林を基盤とする林業は同県にとって重要な産業である．しかし，林業は需要の減少や安価な輸入材等の影響により長期的に低調な状態が継続している．森林には自然環境保全や水源かん養，人と自然との触れあいの場の提供など経済性以外にも重要な機能があり，その衰退は人の生活基盤全体の弱体化を招くことも想定される．

一方，バイオマス活用による地球温暖化対策が国レベルの施策として制定されている[2)]．そのため，未利用間伐材の燃料利用による温室効果ガス削減の取り組みが各所で行われている[3)]．本論文作成に当たって筆者等は和歌山県森林組合連合会（以下，「県森連」）にヒアリングを行ったが，和歌山県では，一般に用材利用が可能とされる林齢 25 年での間伐材も林地残材として多くが未利用な状況であるなど改善の余地が多い状況である．

和歌山県日高川町では，間伐材等を活用するための事業として間伐材を数 μm〜数十 μm サイズのパウダー状の燃料（以下，「パウダー燃料」と記載する）に加工する施設を全国で初めて導入して町内温泉施設での給湯用熱源とし利用している．パウダー燃料の特徴としては，ペレットやチップといった従来の固体燃料における固定床燃焼ではなく液体燃料のような噴霧燃焼が可能になるため，燃焼コントロールがペレットやチップ燃料に比べて容易であり幅広い用途に対応しやすく，燃焼ボイラーが液体燃料同等にコンパクトになり設置場所の制約等が軽減される．微細固形分とする技術の適用によって含水率を 5% 未満に下げることができるため低位発熱量が高いという長所も持っている[4)]．加えて，エネルギー利用の他，蚊取線香やプラスチックの増量剤など素材としての有用性もある．欠点としてはパウダー状で飛散しやすいこと，保存に際して湿気に対する配慮が必要なこと等が挙げられる．また，微細粒径及び低含水率を実現するためには，一般論として多量のエネルギーの投入が考えられるため，その優位性には検証が必要である．

木質バイオマスのエネルギー利用は各地で取り組

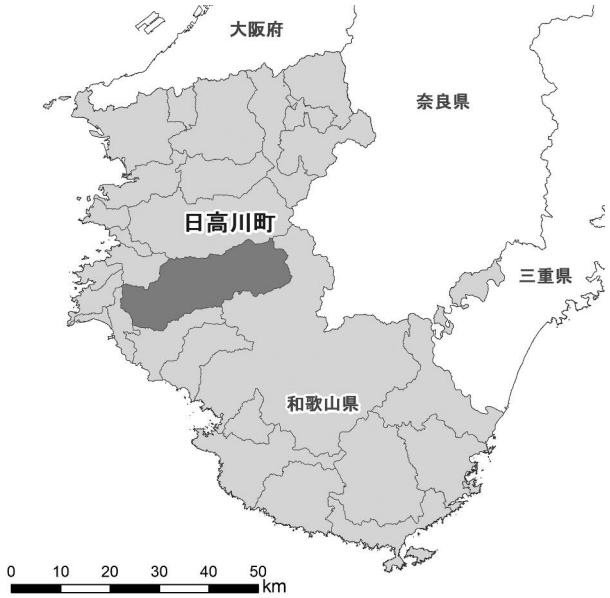


図-1　研究対象とした日高川町の位置

みが行われており，NEDO では，導入に向けて技術や事例をまとめたガイドブック[5]やバイオマス賦存量の推計[6]などの情報を提供している．このようにチップやペレットによるエネルギー利用は普及段階に入っていると考えられる．

各種のエネルギーの効率の評価手法は，エネルギー収支比 EPR（Energy profit ratio）を利用する方法を発電方式の比較として天野等が紹介[7]しており，木質バイオマスについても検討を行っている[8]．

また，木質バイオマスの燃料利用による温室効果ガス（GHG） 削減の検討はいくつかあり，和歌山県内を対象とした研究でも，妙中等[9]や田畑等の研究[10]がある．

経済分析では，地域産業連関表の作成は都道府県レベルでは進んでおり，すべては確認していないものの都道府県レベルでは地域産業連関表は整備されているものと考えられる．その活用をすすめるため，県によっては利用のための手引き書も用意されている[11]．都道府県レベルより小範囲では，都道府県産業連関表を参考として作成する方法として中澤等[12]，本田等[13]，大久保等[14]が検討を行っている．

類似した研究事例としては，町の産業連関表を作成して木質バイオマス燃料活用による CO_2削減と経済効果を分析した中村等の事例[15]があるが，CO_2削減については詳細な検討は行われていない．また，薪ストーブの GHG 削減効果と経済効果を分析した國井等の岩手県下での事例[16]がある．ここでは，岩手県が作成した県下を 5 地域に区分した産業連関表を用いた経済効果分析が行われている．

本研究では，これまで扱われていない木質バイオマス燃料の革新技術であるパウダー燃料に関する検討を行う．その評価方法として，環境面では LCA を用いた GHG 削減量評価，経済面では，これまでほとんど作成されていない町単位の産業連関表を作成して検討を行うことで，環境・経済両面からの詳細分析を試みる．検討対象地域を和歌山県日高川町として，全国的には用材出荷が可能にもかかわらず，和歌山県ではほとんど未利用になっている植林後 25 年の間伐材を用いたパウダー燃料化について，GHG 削減量と地域経済への波及効果の潜在量を明らかにすることを目的とする．

(2) 対象地域の概要[1, 17, 18]

本研究では和歌山県のほぼ中央部に位置する日高川町（図-1 参照）を対象に検討を行う．同町は，人口 10, 891 人（平成 23. 3. 31 現在），総面積は 331. 65 km^2で約 9 割が林野である．林野の主要樹種はスギ・ヒノキ等の植林である．主な産品としては「温州みかん」などの柑橘類，ウスイエンドウ，ブロッコリーやゴーヤなどの野菜類等があるほか紀州備長炭の生産量は日本一である．また，御坊市，印南町等を含めて花卉やミニトマト等の熱需要を伴うハウス栽培が盛んである．

同町における林業従事者は平成 22 年度の統計で約 140 人であり，町の構成比として 2. 9% で，県下の林業従事者の 11%（人口構成比 1. 1%）に当たり，県下でも林業が盛んな地域である．

林業の概要として和歌山県全体について述べる．平成 25 年統計年鑑のデータで和歌山県の森林面積は県土の約 77%に当たる 363 千 ha で，そのうち森林の 95%を占める民有林は 345 千 ha で蓄積量が 99, 043 千 m^3，年間成長量が 986 千 m^3である．間伐の実施面積は平成 18～23 年度において 7. 9 千 ha で森林面積の 0. 2% にあたる．素材生産量は平成 19 年度以降 160～164 千 m^3/ 年であり，民有林での成長量の約 17 %，蓄積量に対して 0. 17 % となる．

(3) 研究の概要

a) 間伐材量の検討

燃料化の対象となる間伐材搬出対象地域抽出は GIS 解析により行う．基本データは和歌山県森林簿[19]（以下「森林 GIS」という）を利用して対象地区の材積までを予測する．その後，近隣森林組合の間伐実績値にもとづき搬出可能な潜在的な間伐材量を予測する．

b) パウダー燃料の検討

パウダー燃料の製造時 GHG 排出量検討用基礎数値や燃料としての性状は，既存の製造設備のある県森連・御坊共販所で 2010 年 7 月に行った調査データ

表-1　GHG 排出量削減検討の範囲

区分	要因	主なGHG排出要因の細目
増加要因	作業道建設	資材消費，機械稼動
	伐採作業	機械稼動
	集材作業	機械稼動
	間伐材運搬	運搬車両
	燃料製造	機械稼動
削減要因	燃料利用	A重油代替

表-2　間伐材搬出対象区域の抽出結果

林齢区分	項目	単位	数値
林齢16～25年	小班数	箇所	379
	面積	ha	563.6
	材積	m^3	90,125
林齢25年	面積当たり材積	m^3/ha	185.7

にもとづいて設定する．

c） GHG 排出量削減効果の検討

GHG 排出量予測の範囲は表-1 に示す要因とする．本検討ではライフサイクルでの GHG 排出量を評価できる原単位を用いて検討を行う．

d） 経済性の検討

経済性の検討では，日高川町の産業連関表を作成して，町内での経済波及効果の検討を行う．対象の活動は燃料製造とその売却による効果であるが，間伐に対する補助も考慮する．比較対象として燃料を A 重油購入で代替する場合を想定する．

2. 間伐材量の検討

(1) GIS 解析による間伐材搬出区域の検討

パウダー燃料の原料となる間伐材の搬出可能区域の検討は GIS 解析で行う．本検討では GIS ソフトとして ESRI 社の ArcGIS 10. 1 を用いた．

a）間伐対象のスギ・ヒノキ林の抽出

和歌山県の森林 GIS は最小区域が数 ha 程度の小班単位での位置，面積，樹種，林齢，材積等のデータ及び林道データが収録された GIS データベースである．ここでは，樹種がスギまたはヒノキの小班を抽出する．

b）作業効率が低下する急傾斜区域の除外

間伐材搬出の作業効率を考慮して急傾斜区域を除外する．ここでは切土の安定性を保ちつつ盛土を行わずに作業道が建設できるとされる 30° を基準[20]として，それ以上の傾斜区域を除外する．傾斜角度は国土地理院の数値地図-50m メッシュ（標高）[21]で得られるポイントでの標高値（正確には 50m 内外での間隔データ）を用いて 75 m メッシュに標高値を与えた後，GIS ソフトの傾斜測定機能で傾斜角を算定し，そのメッシュ毎に除外の判断を行う．

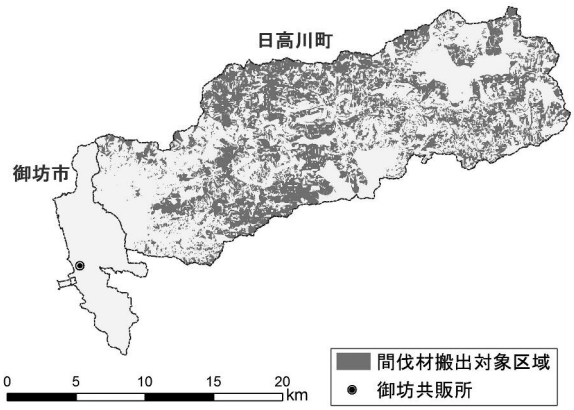


図-2　間伐材搬出対象区域（全林齢）の抽出結果

c）搬出効率が低下する道路遠方範囲の除外

急傾斜区域と同様の配慮で既設道路から遠方の区域を削除する．ここでは，架線系の集材が可能とされる 400 m[22]に多少の専用作業道の新設を考慮して 500 m を基準とすることとした．この範囲であれば作業道新設と集材方法の組み合わせで経済的な集材の検討が可能と考えられる．既設道路とは国土地理院の数値地図-25000（空間データ基盤）[23]に記載された道路及び森林 GIS に記載のある 3 等級の林道とする．

d）開発規制区域の除外

土地利用規制により伐採が規制される保安林（土砂流出防備保安林），自然公園特別地域を除外する．ここでは，国土交通省国土政策局の国土数値情報ダウンロードサービス[24]のデータを利用する．

以上の a）～d）の検討によって抽出した間伐材搬出可能な林齢を問わない植林地は図-2 に示すとおりである．

e）計算対象の林齢植林地の抽出と面積

本研究では，林齢 25 年の植林地からの間伐材の搬出を想定するが，年次毎の特殊要因による変動を除去するために林齢 16～25 年の小班を抽出し，面積は 10 年間の平均値を用いる．これらの区域に関しては，ほとんどが今後に間伐が行われるものと考えられるため，検討では潜在能力としての GHG 削減量及び経済効果の検討を行う．林齢 16～25 年の概要は表-2 のとおりであるが，面積としては日高川町の植林地の 4%，材積で 2% ほどであり，圧倒的に多いのは齢級 8～12 の樹林である．

(2) 搬出間伐材量の予測

間伐材量は森林 GIS のデータ中の材積量を用いて次式により計算する．

表-3　パウダー燃料化設備の現地調査結果

物質収支データ				
	全重量 (kg)	水分量 (kg)	含水量 (%)	備考
乾燥木	170	56	49.1	現場計測
チップ	150	36	31.6	同上
パウダー燃料	120	6	5.3	同上
稼動時間・電力消費量データ				
機器名称			電力量 (kWh)	備考
チップ製造器			0.45	上記の物質収支での計測値
パウダー燃料製造器			54.0	

表-5　検討に用いる間伐材・燃料収支

状態	単位	数値
搬出材積	m^3/年	1,570
間伐材	t/年	1,413
間伐材・乾燥後		899
チップ		794
パウダー燃料		635

$$Vth = Vw \times re \quad (1)$$

Vth：搬出間伐材量（m^3）

Vw：搬出対象植林地における間伐前の材積（m^3）

re：間伐前の材積に対する用材の搬出率

reは，林齢は相違するが，近隣の清水森林組合（有田川町の旧清水町内）から提供された実績値では用材搬出量が伐採前の材積の 15%に相当したため，その数値で設定した．Vw については，GIS 解析による間伐対象区域の平均面積当たり材積（表-2 参照）を用いる．

3. パウダー燃料の検討

(1) 燃料製造過程での物質収支・電力消費等

GHG 排出量検討の基礎資料となるパウダー燃料の重量収支や稼動機械の電力消費量は，既設の燃料製造設備のある御坊共販所において平成 22 年 7 月に実施した調査結果による．その結果は表-3 に示すとおりである．

なお，各項目の測定方法は以下のとおりである．

・全重量：トラックスケール．

・水分量：簡易水分計によって現場測定．

・電力量：現場での稼動中の機器の電流計を目視し，電流計の指示値毎の継続時間を記録した．その後，記録値と受電圧（200 V）を用いて電力量に換算した．

電力消費量では，パウダー製造工程ではチップ製造器の 100 倍以上の消費量となった．パウダー製造工程では製造器の他，集じん機も大きな負荷要因となっている．これは，木材を微細な粒子にするには植物繊維質を破壊する必要があることや，低含水率にする場合に自然的要因が期待できないことによるものと考えられる．この点からもパウダー燃料化に対する GHG 排出量の検証が必要であることがわかる．

表-4　パウダー燃料の発熱量試験結果

項目	単位	数値	分析法
含水率	%	4.57	JISM8812
灰分	%	2.96	JISM8812
発熱量	MJ/kg	19.57	ボンベカロリーメータ

表-6　ライフサイクル分析に用いた主要な原単位

(単位:kg-CO_2)

項目	機能単位	数値	出典
作業道建設	m	36.5	独自インベントリ（3EID)
建設機械	機械重量kg	3.925	3EID　鋳鉄品及び鍛工品
間伐・集材作業	m^3-搬出材	11.6	出典10)におけるインベントリ
燃料製造	t-燃料	207	現地調査時の電力量を計上
電力	kWh	0.455	3EID
軽油	L	3.186	3EID，環境省HP
A重油	L	3.032	3EID，環境省HP

(2) パウダー燃料の発熱量

パウダー燃料の発熱量は現地調査時に採取したサンプルを分析して表-4 のような結果を得た．含水率等を考慮して湿基準低位発熱量に換算すると 17.3 MJ/kg となり，パウダー燃料製造器メーカーの情報[4]より小さめであるが，近似する結果となった．本検討では安全側の設定として分析結果を採用する．

(3) 燃料製造量と潜在需要について

搬出可能間伐材量の検討結果と燃料製造設備の調査結果での間伐材・パウダー燃料の収支結果から表-5 に示す数値が設定できる．その結果，前述の発熱量と併せて推定できる熱供給量は約 11 千 TJ/年となる．本研究では地域内熱需給とのバランスについては検討しないが，妙中らの検討[9]によれば隣接する印南町でのハウス栽培での熱需要が約 75 千 TJ/年と推定されており，季節的要素を考慮しなければ近隣の御坊市も含めた 1 市 2 町範囲だけでも供給に対して十分な熱需要が見込まれる．

ただし，パウダー燃料の特長は単位発熱量が高いことと，燃焼コントロールが容易であることが挙げられるが，ハウス栽培や現状で利用している温泉施設の給湯では，単なる熱の供給であり，その特長を活かしたものになっていない問題がある．

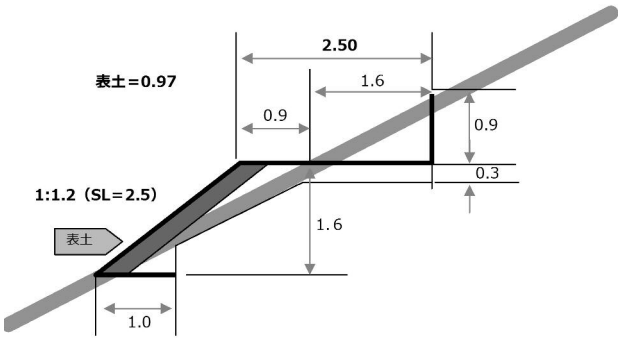


図-3　インベントリ分析に用いた作業道断面

4. GHG 排出量削減効果の検討

(1) 検討領域と GHG 削減量の算定方法

間伐材･燃料の収支は**表-5** に示す数値を採用する．

GHG 排出原単位は 3EID[25] を基本データベースとして利用し，物量単位の原単位への変換は平成 17 年産業連関表部門別品目別生産額表[26] を用いる．燃料の直接排出量は環境省・温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度の原単位[27] とした．検討に用いた主な原単位を**表-6** にまとめる．なお，本稿では GHG 排出量単位として kg-CO_{2eq}の意味で kg-CO_2を利用する．

検討対象の GHG 発生要因毎の具体的計算内容は以下のとおりである．

a）作業道建設

作業道は，間伐が行われる区域にその都度建設すると仮定して検討を行う．構造は作業道の一般的な建設方法が示された文献に記載されている斜面傾斜角 30° の断面図例[28] にもとづいて工事数量を算定する（**図-3** 参照）．算出した工事数量に対する機械稼動時間及び燃料消費量は，積算歩掛[29] 及び建設機械損料算定表[30] を用いて計算する．建設機械の製造時排出量は，機械重量に対して原単位を設定して計算する．

作業道の路網密度は和歌山県低コスト林業 HP で紹介されている事例[22] や県森連へのヒアリング結果を参考として 60 m/ ha とする．

b）伐採作業・集材作業

伐採作業及び集材作業は，既存研究での機械稼動等の調査[31] での稼動時間データ等にもとづいて積算を行う．

c）間伐材の運搬

間伐材の運搬距離は，GIS ソフトで搬出対象の全小班の幾何重心点を作成した後，経路検索機能を用いて全重心点と御坊共販所までの路線距離を計算し平均値を採用する．GHG 排出量の計算条件は 2. 0 t 車で積載率 75%，燃費 5. 0 km/ L-軽油とする．

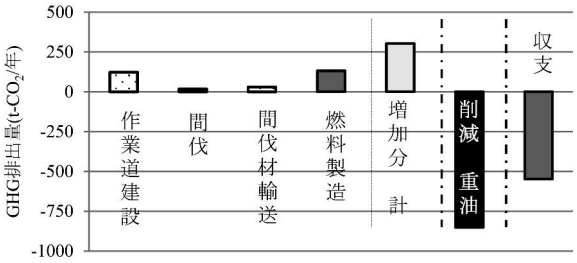


図-4　GHG 排出量の収支

d）燃料製造

燃料製造過程は機器稼動時の電力消費を対象として**表-3** に示した数値をもとに GHG 排出量を算定する．

e）燃料輸送・燃焼ボイラー

本検討では，比較対象として A 重油を用いた場合を考慮する．その場合，燃料輸送は A 重油では製油所の位置からで，パウダー燃料より距離が長いことは確実であるが，確定が難しいこと，ボイラー製造や稼動については，ほぼ同条件と考えられることから検討対象外とする．

f）燃料利用

代替の A 重油量を発熱量換算で計算し，燃焼した場合の GHG 排出量を削減量として計上する．

(2) GHG 排出量検討結果

GHG 排出量の収支は**図-4** に示すとおりである．

増加要因としては作業道建設と燃料製造が大きい．全体削減量は，燃料利用での削減量に対して約 70%で年間約 550 t-CO_2となる．この数値は，やや古いデータになるが検討対象である日高川町の平成 19 年度の町役場における公務による GHG 排出量の 1/ 4 程度に当たる[32]．

(3) パウダー燃料に関する比較評価

木質バイオマスエネルギーに関する効率性評価についてはエネルギー収支比（ERP）による土屋等の事例[8] がある．ERP は下式（2）により計算される．

$$ERP = \frac{E_O}{E_I} \qquad (2)$$

E_O：出力エネルギー（回収燃料の発熱量）

E_I：総入力エネルギー（間伐，輸送，燃料製造等）

ここでは，次の方法で参照文献[8] に記載されているペレット及びチップ燃料と擬似的な ERP で比較を行う．

・入力エネルギーの算定範囲は，製造設備とする．参照文献[8] での構成比を見ると製造設備で 75%前後

表-7　日高川町産業連関表・各項目の計算方法

部門区分			計算方法
内生部門	町内生産額(CT)	農林水産業	産出額の比. 利用できない場合は関連面積の比等
		鉱業	町内産出0
		製造業	関連する製造業32部門別製造品出荷額の比
		商業・金融・サービ	関連産業部門の従業員数の比
		取引額配分	県産連表・投入係数により配分
粗付加価値部門		県産連表・粗付加価値部門の投入係数で配分	
最終需要部門	家計外消費支出		粗付加価値部門の行和を列和とする. 県産連表・列部門構成比により
	民間消費支出		県産連表の額を人口比で配分
	一般会計消費支出		県産連表の額を普通会計決算額の比で配分
	町内総固定資本形成(公的)		土木部門生産額を県産連表の構成比で該当部門に全額配分
	町内総固定資本形成(民間)		建築部門生産額を県産連表の構成比で当該部門に配分. 残額を公的部門に配分
	移輸出	県外分	県産連表・移輸出率
	移輸入	県外分	県産連表・移輸入率
	移輸出	県内分	全体の差分　プラスの場合　移出, マイナスの場合　移入
	移輸入	県内分	

となっていて概略としてはERP値を押さえられるうえ，本研究では新しい燃料形態（製造法）を検証しており，他の要素は検討条件によって異なることから，むしろ製造設備のみの比較が適している．

・出力エネルギーの計算には湿基準低位発熱量を用いる．一般に利用可能熱量は低位発熱量で表される．また，パウダー燃料の特長として湿基準発熱量が高いことが挙げられるが，高位発熱量を使ってしまっては，その特長を反映できない．ペレット及びチップの発熱量は一般値と考えられる値[33]である15. 5 MJ/ kg，7. 5 MJ/ kg を用いる．

・パウダー燃料の入力エネルギーは，電力消費に対して9. 42 MJ/ kWh，設備製造は3EIDの「その他の特殊用機械」部門の価格原単位43. 5MJ/ 百万円[25]を利用する．設備製造価格は県森連へのヒアリング結果から既存設備建設費を参考に設定する．

参照文献[8]でのペレットの擬似的ERPは4. 6〜6. 6の範囲でチップでは6. 5となった．パウダー燃料では3. 7という値なり，事例に劣る結果となった．ただし，以下の理由により改善の余地があり，同等さらに優位性を発揮できる可能性を持っているとも考えられる．

・調査は物質収支を計測しやすいようにするためバッチ処理としたため，立ち上げ，立ち下げ時に効率が低下している．県森連へのヒアリングによると県森連が把握している連続運転での時間効率（単位時間当たり製造量）は，調査で得た値の約1. 5倍であった．

・設置前に製造工場で行った試験運転では，ほぼ2倍の時間効率であった．

・昨年度から稼働している新宮市では事前試験に近い時間効率となっている．

・事前試験，新宮市の施設との相違を検討して，原因を燃料製造設備に投入する含水率と一次破砕（チップ化）後の粒径であると，ほぼ特定している．

また，GHG排出量についても（2）式に準じた検討を行った．参照文献からの計算値は6. 5〜8. 1の範囲であり，パウダー燃料では6. 5となり，低い数値であるが近い数値となった．

5. 経済性の検討

パウダー燃料事業の年間収支額にもとづいて地域における経済波及効果を日高川町の地域産業連関表を作成して検討を行う．また，和歌山県の産業連関表から得られた雇用表から就業者人口，雇用者人口を予測する．

(1) 日高川町産業連関表の作成

a) 日高川町産業連関表の作成方針

近年，地域産業連関表を用いた経済効果の検討事例が増えている．本検討では既存文献[12–14]に示されている検討方法を用いて日高川町の産業連関表を作成する．基本構成としては和歌山県産業連関表-108部門表[34]（以下「県産連表」という）にならい108部門表を作成する．各項目の計算方法の概要は表-7に示すとおりである．

b) 町内生産額，内生部門，粗付加価値部門の作成

県内生産額をもとにコントロールトータル（CT）として部門別の日高川町内生産額を計算する．補正データは和歌山県統計年鑑（2005年データ）[35]に記載された数値を用いる．

内生部門及び粗付加価値部門への配分は県産連表の投入係数を用いる．

c) 最終需要部門の作成

最終需要部門は項目毎に以下のとおりである．

家計外消費支出は，粗付加価値部門でも計上されており，行和として合計が計算できる．行和を最終需要部門の列和として県産連表の最終需要部門・家計外消費支出構成比で配分する．

民間消費支出は県・町の人口比で各部門に配分する．

一般政府消費支出及び同・社会資本減耗分は普通会計決算額の比で列和を計算し，配分は県産連表の構成比で各部門に配分する．土木部門及び建築部門は，産出が固定資本形成部門のみである．公共事業

表-8　日高川町産業連関表（13 部門表）

（単位：百万円）

	1 農林水産業	2 鉱業	3 製造業	4 建設	5 電力・ガス・水	6 商業	7 金融・保険	8 不動産	9 運輸	10 情報通信	11 公務	12 サービス	13 分類不明	14 内生部門計
01 農林水産業	591	0	1,735	17	0	0	0	0	0	0	0	71	0	2,414
02 鉱業	1	0	9,939	98	117	0	0	0	0	0	0	0	3	10,158
03 製造業	760	0	7,777	2,439	81	58	3	6	16	372	372	1,422	235	13,542
04 建設	38	0	78	23	20	7	0	47	4	4	45	61	0	328
05 電力･ｶﾞｽ･水道	29	0	466	64	80	51	1	2	8	14	236	306	19	1,276
06 商業	194	0	1,786	565	23	27	1	4	4	121	89	493	11	3,321
07 金融・保険	89	0	352	155	27	95	12	224	9	81	22	178	23	1,267
08 不動産	2	0	50	22	7	45	2	14	8	11	5	88	4	258
09 運輸	248	0	1,255	652	33	132	2	6	11	168	227	258	30	3,023
10 情報通信	14	0	168	105	27	73	7	4	67	12	219	270	19	986
11 公務	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	22
12 サービス	65	0	1,407	820	119	121	14	49	66	453	355	775	53	4,298
13 分類不明	167	0	121	77	5	8	0	12	8	4	2	55	0	460
14 内生部門計	2,198	0	25,134	5,038	542	619	42	368	202	1,240	1,572	3,979	420	41,353
15 家計外消費支出	19	0	437	136	20	37	3	7	42	15	87	185	0	989
16 雇用者所得	779	0	4,114	2,595	193	898	34	45	114	274	2,705	5,270	0	17,020
17 営業余剰	1,502	0	2,851	514	150	118	22	1,991	56	66	0	716	0	7,988
18 資本減耗引当	504	0	1,237	548	186	101	13	1,412	107	37	2,194	979	0	7,318
19 間接税（除関税等）	229	0	4,765	319	67	82	5	204	18	38	12	292	0	6,030
20 ［控除］補助金	-63	0	-84	-48	-13	-1	-3	-5	0	-2	0	-72	0	-292
21 粗付加価値部門計	2,970	0	13,320	4,065	603	1,235	74	3,653	336	428	4,999	7,370	0	39,053
22 町内生産額	5,168	0	38,454	9,102	1,145	1,854	116	4,021	537	1,668	6,571	11,349	420	80,405

	15 家計外消費	16 民間消費	17 一般政府消費	18 町内総固定資本（公的）	19 町内総固定資本（民間）	20 在庫純増	21 町内最終	22 町内需要	23 移輸出	24 最終需要計	25 需要合計	26 移輸入	27 最終需要	28 町内生産額
01 農林水産業	5	275	0	0	44	87	410	2,825	3,775	4,185	6,600	-1,431	2,754	5,168
02 鉱業	0	-1	0	0	0	-117	-118	10,040	0	-118	10,040	-10,040	-10,158	0
03 製造業	181	4,941	66	188	3,925	86	9,387	22,929	34,413	43,800	57,341	-18,887	24,913	38,454
04 建設	0	0	0	4,105	4,669	0	8,774	9,102	0	8,774	9,102	0	8,774	9,102
05 電力･ｶﾞｽ･水道	0	792	73	0	0	0	866	2,141	102	968	2,243	-1,099	-131	1,145
06 商業	94	4,105	2	34	1,293	9	5,538	8,859	246	5,784	9,105	-7,250	-1,467	1,854
07 金融・保険	0	969	0	0	0	0	969	2,235	10	979	2,246	-2,130	-1,151	116
08 不動産	0	3,996	17	0	0	0	4,013	4,271	0	4,013	4,271	-250	3,763	4,021
09 運輸	29	979	-3	2	81	3	1,092	4,114	141	1,232	4,255	-2,587	-1,354	1,668
10 情報通信	13	962	8	88	767	-1	1,838	2,824	120	1,958	2,944	-2,407	-449	537
11 公務	0	70	6,479	0	0	0	6,549	6,571	0	6,549	6,571	0	6,549	6,571
12 サービス	668	5,122	10,466	46	235	0	16,537	20,836	750	17,288	21,586	-10,237	7,051	11,349
13 分類不明	0	2	0	0	0	0	2	462	138	140	600	-181	-40	420
14 内生部門計	989	22,211	17,109	4,464	11,015	69	55,857	97,210	39,695	95,552	136,904	-56,499	39,053	80,405

部門の生産額を公的部門に全額割り当てる．建築部門の生産額は，民間に割り当てた後，残額を公的部門に割り当てる．

移輸出と移輸入は，既存検討事例[14)]では県外分と県内分とに区分して検討が行われている．県外分については，県産連表より計算できる部門別移輸入率，移輸出率より計算する．

県内分の移輸出入は，最後に残された計算となるので，行和の町内生産額と他部門の総和の差額として計上する．このとき，正の値の場合移輸出額に，負の値の場合移輸入額に加算する．

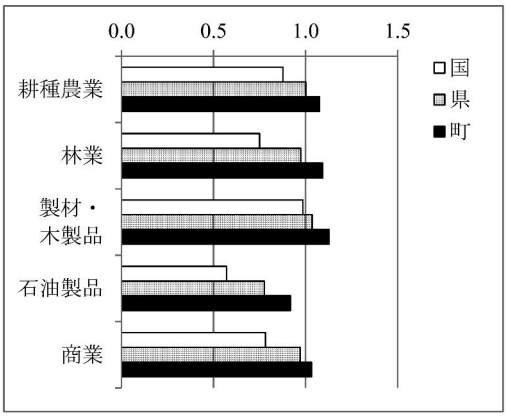
d）作成した産業連関表

上記の方法で作成した産業連関表を 13 部門表に統合して表-8 に示す．また，本検討での関連の林業，製材・木製品等の 5 部門の影響力係数，感応度係数を国，県，町との比較として図-5 に示す．

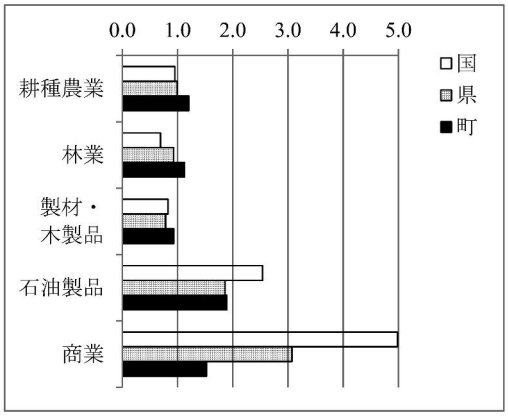
影響度係数は，逆行列表のある部門の列和を列和全体の平均値で除した係数で，注目した産業部門が産業全体に対して相対的に影響力を持つかどうかを示す指標となるものである．いずれも町の値が県，国の値を上回っている．ただし，いずれも絶対値としては大きなものではないが，林業や燃料製造による誘発効果は国や県より割合として大きいことが期待される．

感応度係数は，ある部門の行和を行和全体の平均値で除した係数で，注目した産業部門が他の産業部門の影響を相対的に受けやすいかどうかを示す指標である．日高町では，特に商業が国，県に比して小さく，町内での物品の購入が必ずしも町内に循環せず，副次的波及の弱さが想定される．

なお，作成した産業連関表では，CT を算定の後，県産連表の投入係数等を用いて配分していることから，日高川町の県内での特異な状況がある場合は，その状況が反映されないという欠点がある．特に本研究で対象としている林業分野については町内での生産比率が高く移輸出入や投入係数の誤差が出ていると考えられる．結果への定量的な影響は算定できないが，林業の移輸入の誤差については，町内での生産が小さめに算定されて波及効果を小さく見積もる方向と考えられる．



影響度係数



感応度係数

図-5　関連産業の影響力係数と感応度係数の比較

(2) 波及効果の検討方法

a) 検討の基本的考え方

作成した日高川町産業連関表を用いて地域への経済的波及効果を検討する.

検討は，下式に示す品目ごと（行別）の輸入比率が同一と仮定したときの競争輸入型モデルを利用する[36].

$$X=[I-(I-\widehat{M})A]^{-1}[(I-\widehat{M})Y+E] \qquad (3)$$

X：町内生産額ベクトル

I：単位行列

$\widehat{M}$：対角要素の値が当該部門の輸入係数，非対角要素の値が 0 の対角行列

A： 投入係数行列

Y：最終需要ベクトル

E：移輸出額ベクトル

検討は既存文献[11]に紹介されている直接効果，一次波及効果，二次波及効果の 3 項目の合算の方法による.

また，波及効果としてはパウダー燃料を利用した場合（以下,「燃料化事業」）での波及効果と重油を燃料とした場合（以下,「重油購入」）の波及効果の差分と考える.

また，燃料製造施設である御坊共販所は御坊市内にあるが，本検討分では日高町内との扱いで計算を行う.

検討の流れは以下のとおりである

・需要増加額（＝直接効果）の推計

・直接効果の町内産業部門等への配分

・一次波及効果の推計

・二次波及効果の推計

・就業，雇用者人口の推計

b) 需要増加額（＝直接効果）の推計

需要増加額とは，検討対象事業等の事業者の外部への支払い，賃金，事業者利益等の合計で，収入金額と同額となる．この検討では，燃料製造事業が検討対象事業者となるが，林業事業者による間伐に対する補助金の収入が経済効果を見込むことのできる収入であるので，林業事業者も検討対象事業者となる．この需要増加額が直接効果となる.

c) 直接効果の町内での産業部門等への配分

事業者は事業を行うための得られた資金を原材料費の購入，給与支払い，内部留保等に配分する．このような金額は，町内での波及を検討するためには各配分のうち町外の企業や個人への支払い分を控除した額として（4）式で計算できる．このうち，産業部門への配分を中間投入という.

$$xd_i=a'_{i,j}(1-m'_i)P_j \qquad (4)$$

xd_i：直接効果の一次波及効果算定のための i 部門への中間投入金額（＝配分額）または粗付加価値部門配分額

$a'_{i,j}$：直接効果を見込む産業部門を j 部門とするとき，投入係数行列の i 行 j 列の要素の値

m'_i：産業部門 i の移輸入係数.

P_j：直接効果額．j は需要増加を見込む産業部門を示す.

d) 一次波及効果

一次波及効果は，直接効果額の町内各部門への配

表-9　需要増加と産業部門配分の検討に用いる計算条件

事業種		項目		単位	数値
燃料化事業	燃料製造事業者	収入	燃料売却	単価　円/kg	40
			収入	千円/年	25,398
		支出（設定分）	人件費	千円/年	6,000
			電力量費	千円/年	5,000
			間伐材購入費	単価　千円/m^3	5.7
				千円/年	8,966
	林業事業者	収入	間伐材売却費	千円/年	8,966
			補助金	千円/年	20,891
重油購入		支出	燃料購入費	単価　円/kL	91.2
				千円/年	25,769

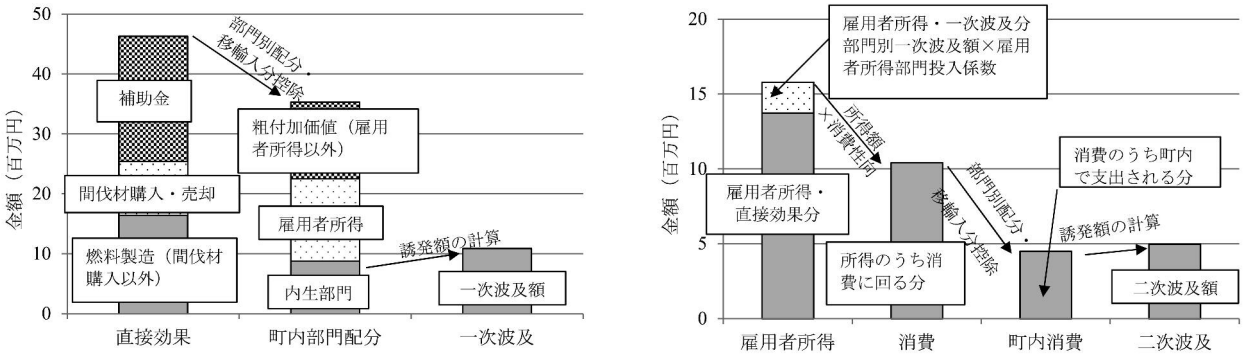


図-6　経済波及効果の計算項目別の計算結果（燃料化事業）

表-10　重油購入ケースの直接効果の町内各部門配分比率

部門名称	配分比率	部門名称	配分比率
石油製品	0.879	対事業所サービス	0.011
住宅賃貸料	0.008	家計外消費支出	0.004
道路輸送	0.011	雇用者所得	0.061
広告	0.002	営業余剰	0.007
自動車・機械修理	0.011	資本減耗引当	0.006

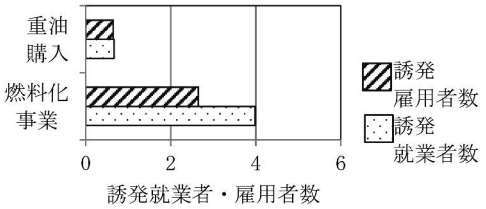


図-8　就業者・雇用者への波及効果

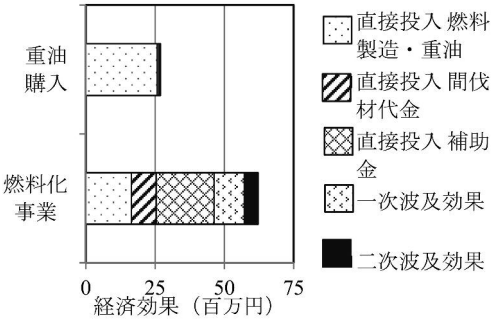


図-7　経済波及効果の検討結果

分によって誘発される部門別町内生産額の合計である．計算は，(4) 式で計算される内生部門の直接効果額を要素とする列ベクトルを最終需要ベクトルとして (3) 式に当てはめて計算する．

e)　二次波及効果

二次波及効果は，直接効果から雇用所得として配分された金額及び一次波及効果によって増加する雇用所得のうち，家計支出として支払われる額によって誘発される経済効果である．計算は算定された雇用者所得から消費性向を乗じて計算される家計支出額 ((5) 式) を民間消費支出構成比で各部門に配分して最終需要ベクトルとして (3) 式に当てはめる．直接効果分は (4) 式により計算されるが，一次波及分は (5) 式で計算する．

$$Tinc = Kpc \cdot (Dinc + Finc) \qquad (5)$$

$$Finc = Kei \cdot X_1 \qquad (6)$$

$Tinc$：二次波及効果計算のため雇用所得総額

Kpc：消費性向（= 0.659：和歌山県統計年鑑[18]による）

$Dinc$：直接効果分の雇用者所得（(4) 式で計算）

$Finc$：一次波及分の雇用者所得（(6) 式で計算）

Kei：雇用者所得率行ベクトル

X_1：一次波及効果生産額列ベクトル

(3) 地域経済への波及効果の検討

a) 需要増加額の内容

燃料化事業では，次の 2 種類の収入額が事業のための需要増加額となり，表-9 にまとめる．

・燃料製造事業者の収入

燃料製造事業者の収入は，燃料売却額になる．価格は A 重油に対して発熱量換算で価格競争力のある単価を設定して計算する．平成 25 年の近畿地区平均価格[37]では，91.2 円/ L として計算できるので，A 重油の発熱量 39.1 GJ/ kL[27]とパウダー燃料の発熱量を利用した換算値として 40 円/ kg（現状では 49.99 円/ kg）を単価として設定する．

・林業事業者の収入

林業事業者は，間伐材の売却額と間伐に対する補助金が収入となる．このうち，売却額は燃料製造事業者の間伐材購入費である．補助金は県森連でのヒアリングから，間伐に対し 68%，路網整備に対しては直接費とする．

比較対象の重油購入では，重油購入代金は単価を

前述の 91.2 円/ L として計算する.

b）直接効果の町内産業部門等への配分

配分方法は先に述べたが，産業連関表の投入係数によらずに設定できるもの，または，実態と乖離が生じる可能性のあるものについては，個別に検討して設定する.

燃料化事業での設定項目としては，人件費，役務費として電力量費，間伐材購入費とし，数値を表−9 に示す．その考え方は以下のとおりである．人件費としては，初級〜中級程度の技術者 1 名を見込む．役務費は，GHG 排出量の検討で用いた電力量を見込む．単価は現地調査時の最大需要（kW）と計算された電力量を関西電力 HP[38] の工場向け電力料金計算表から概算して 18 円/ kWh とする． 間伐材購入費は，現状において市場価値のない素材の購入のため必要経費から計算する．別途調査[31] と積算資料[29] を用いて積算される間伐材搬出原価に，諸経費 30％を加えた額から補助金を差し引いた金額とする．補助金は記述のとおりであり，間伐材価格は約 5.7 千円 / m^3−搬出材と計算された.

重油購入では，全量を町内業者よりの購入とする．また，石油小売業は薄利多売の典型的業種であることから，産業連関表・商業部門の投入係数での直接効果額の配分では実態と乖離が大きいので，石油小売業の実態調査結果[39] を用いて表−10 のように配分した．加えて，町内には石油精製業者が 1 社存在するが廃油精製事業であることを確認したため，当該部門への直接効果額配分時には移輸入比率を 1 として計算する.

c）一次波及効果，二次波及効果及び就業者等の推計

直接効果額を使い，前述の手順で計算を行った計算項目別の結果を図−6 に示す．最終結果としての経済波及効果と就業・雇用効果は図−7，8 に示すとおりである.

全体額としては燃料化事業が約 62 百万円，重油購入が約 27 百万円で前者が後者の 2 倍以上の値となった．直接効果では燃料事業は補助金分が加算されており，その差が両者の差の最大要因となっている．また，重油購入では一次・二次波及による効果は 4％程度なのに対して，燃料事業では 26％程度となっているため，波及効果でも明らかな差が出ている．このような結果になったのは，重油等の石油製品に関わる企業等が町内には販売業者程度であるために，重油購入代金のほとんどが町外に移動するためと考えられる.

就業者，雇用者については重油購入では増加が 0.5 人程度とほとんど見込めないのに対して燃料事業では就業者で 4.0 人，雇用者 2.7 人程度の誘発が見込むことができる．この人員は，町の経済状況を大きく変化させるには至らないものの，好影響を見込めることは確実である.

一方で，経済効果の差の最大要因が補助金であり，林業の継続には補助金が重要な要素であるという問題もあらためて認識できる結果となった.

6. まとめ

本研究では，間伐材の燃料化事業について GHG 削減量と併せて地域経済に及ぼす影響についても一連のものとして検討を行い，その流れを示すことができた．本研究では手法の面で以下のような成果を得た.

・本検討では，森林データとして和歌山県が整備した森林簿を活用した．この方法で地域の身近のデータでの木質バイオマス量の精度の高い検討が可能となった.

・経済波及効果の検討のための町単位の産業連関表を作成し，地域経済への波及効果への適用が可能となった．また，ケーススタディによって，和歌山県では現状でほとんど市場価値のない 25 年で行う間伐発生材について，燃料化によって有効活用する意義を明らかにしようと試み，以下のような効果となる結果を得た.

・間伐材の燃料化によって日高川町役場における公務による GHG 排出量の 1/ 4 程度を削減することができる可能性が示唆された.

・間伐材の燃料化事業では，間伐面積の増加による補助金のほか波及効果によって重油購入比して 2 倍以上の経済効果が見込まれる.

・燃料化事業では副次的効果が波及効果の約 26％を占めたが，重油購入ではほとんどなかった.

一方，課題としては以下の事項が残されていると考えられる.

・熱需要としてハウス栽培を考慮しているが，これらは季節的な熱需要であり，製造燃料の保管場所，通年で需要が見込める施設での利用，発電等他の熱需要等に対する技術開発及びマーケットの開拓が重要である.

・擬似的な EPR で評価したエネルギー効率では既存技術であるペレット化やチップ化に劣る結果となり，さらに改良が必要であることがわかった．この点に関しては，室内実験や新設の他施設の状況を勘案し改善を図ることによって，同等または優位性を持つ可能性がある.

・経済波及効果を検討するための日高川町産業連関

表では産業部門毎の合計（CT）を計算した後に県産連表での投入係数等を利用して配分する方法をとったが，この方法では日高川町の特色が反映されない場合がある．本研究の対象である林業もそれに当たる．そのため，産業連関表についても見直しを行い，精度の向上を図ることでさらに利用価値のある地域産業連関表となると考えられる．

・経済波及効果では燃料化事業は効果があるものの，その効果の約 1/3 が補助金によるものであり，林業の厳しさがあらためて認識できた．

・本検討では林齢 25 年の間伐を対象としているが，和歌山県の実態[18]として，該当する齢級 5 の人工林は全体の 2%弱であり，一方，齢級 10～11 で 50%を超えている状況であり，これらの伐採から発生する端材や林地残材などの活用により拡大した事業が期待できる．

謝辞：本研究を行うに当たって和歌山県日高振興局林務課，日高川町役場企画調整課と和歌山県森林組合連合会御坊共販所には種々のデータを提供していただきました．美山森林組合，清水森林組合からはデータ提供と林業経営に関する情報をいただきました．また，日高川町・西晃史氏，和歌山県森林組合連合会・谷関俊男氏，和歌山県産業技術政策課・大澤一岳氏にはパウダー燃料化事業及び林業経営についてご指導いただきました．ここに感謝の意を表します．

参考文献

1) 和歌山県：平成 25 年度 森林・林業および山村の概況，http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070600/keikaku/gaikyou/documents/gaikyo.pdf（2013.12.閲覧）
2) 日本国政府：バイオマスニッポン総合戦略　平成 18 年 3 月 31 日閣議決定，2006．http://www.maff.go.jp/j/biomass/pdf/h18_senryaku.pdf（2013.12.閲覧）
3) NEDO（(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構）：バイオマスエネルギー導入ガイドブック（第 3 版），pp. 55−60，2010．http://www.nedo.go.jp/content/100079692.pdf（2013.12.閲覧）
4) 西晃史，大澤一岳，熊代夏樹：木質パウダーによる木質バイオマスの利活用，第 40 回環境システム研究論文発表会講演集，pp. 115−120，2011.
5) NEDO：バイオマスエネルギー導入ガイドブック（第 3 版），2010．http://www.nedo.go.jp/content/100079692.pdf（2013.12.閲覧）
6) NEDO：バイオマス賦存量・利用可能量の推計，http://app1.infoc.nedo.go.jp/biomass/（2014.6.覧）
7) 天野治：石油代替エネルギーを EPR から考える，日本原子力学会誌，Vol. 48，No. 10，pp. 759−765，2006.
8) 土屋陽子，天野治：木質ペレット製造のエネルギー収支，電力中央研究所報告 V09014，2010．http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V09014.html（2014.6.閲覧）
9) 妙中佐由理，谷川寛樹：和歌山県における人工林バイオマス資源の持続的なエネルギー利用に関する空間分析　環境情報科学論文集, Vol. 22, pp. 233−238, 2008.
10) 田畑智宏，鳥飼仁，鶴巻峰夫，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－和歌山県中部地域を事例として－，環境システム研究，Vol. 38，pp. 221−228，2010.
11) 茨城県企画部：経済波及効果はどのように推計するの，http:// www. pref. ibaraki. jp/ tokei/ betu/ sangyo/ bunseki/ suikei. pdf（2014. 2. 閲覧）
12) 中澤純治：市町村地域産業連関表の作成とその問題点，政策科学，Vol. 9，No. 2，pp. 113−125，2002．http://www.ps.ritsumei.ac.jp/assoc/policy_science/092/092_09_nakazawa.pdf（2013.12.閲覧）
13) 本田豊，中澤純治：市町村地域産業連関表の作成と応用，立命館経済学，Vol. 49，No. 4，pp. 51−76，2000．http://ritsumeikeizai.koj.jp/koj_pdfs/49404.pdf（2013.12. 閲覧）
14) 大久保優子，石塚孔信：鹿児島市産業連関表の作成と地域経済分析，経済学論集，Vol. 73，鹿児島大学法文学部，pp. 1−39，2009．http://ir.kagoshima-u.ac.jp/handle/10232/10077（2013.12.閲覧）
15) 中村良平，中澤純治，松本明：木質バイオマスを活用した CO_2削減と地域経済効果，地域学研究，Vol. 42，No. 4，pp. 799−817，2012.
16) 國井大輔，澤内大輔，林岳：地域資源の利用促進政策のための多角的影響評価，日本地域学会第 50 回(2013 年)年次大会 学術発表論文集，2013．http://www.jsrsai.jp/index_jap.html（2014.6.閲覧）
17) 日高川町：町の概要，日高川町ホームページ，http://www.town.hidakagawa.lg.jp/outline.html（2014.1.閲覧）
18) 和歌山県：和歌山県統計年鑑　平成 25 年刊，http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/020300/nenkan/2013/h25.html（2014.1.閲覧）
19) 和歌山県：和歌山県森林簿（和歌山県日高振興局管内データ），2012. 10. 和歌山県日高振興局よりデータ提供を受ける．
20) 鈴木秀典，梅田修史，山口智：これからの作業道を考える，研究の”森”から，No. 152，(独)森林総合研究所，2006.　http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/mori/documents/mori-152.pdf（2014.2.閲覧）
21) 国土交通省国土地理院：数値地図 50 m メッシュ（標高），CD−ROM，2003.

22) 和歌山県：和歌山県の「低コスト林業」，http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070600/teicost/what.html（2014.2. 閲覧）
23) 国土交通省国土地理院：数値地図 25000（空間データ基盤），CD−ROM，2004.
24) 国土交通省国土政策局：国土数値情報ダウンロードサービス，http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html（2013.5. 閲覧）
25) (独)国立環境研究所地球環境研究センター：産業連関表による環境負荷原単位データブック 3EID，http://www. cger. nies. go. jp/ publications/ report/ d031/ jpn/ datafile/ index. htm#data2005 （2012. 1. 閲覧）
26) 総務省：平成 17 年（2005 年）産業連関表，http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001019588&cycode=0（2012.1.閲覧）
27) 環境省：算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧，http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran.pdf（2014.1.閲覧）
28) 上浮穴林材業振興会議：災害に強い作業道を開設するための手引，p. 24，2010. http://kumazai.sakura.ne.jp/pdf/sagyoudou_e1.pdf（2014.2.閲覧）
29) (社)日本治山治水協会，日本林道協会：平成 25 年度治山林道必携，pp. 575−598，2013.
30) (社)日本治山治水協会，日本林道協会：平成 25 年度治山林道必携，pp. 979−1298，2013.
31) (財)わかやま産業振興財団：平成 21 年度低炭素社会に向けた技術発掘・社会システム実証モデル事業「バイオマス活用に向けた高発熱量ブリケット製造技術開発と低コスト木チップ化実証試験」事業報告書，2010.
32) 日高川町：日高川町地球温暖化防止実行計画，p. 5，2008. http://www.town.hidakagawa.lg.jp/wp-content/uploads/2013/03/ondankaboushi_H2004.pdf（2014.1.閲覧）
33) (一社)日本ペレット協会：木質ペレットの燃料としての性質，http://www.w-pellet.org/susume/2_02.html（2014.6.閲覧）
34) 和歌山県：平成 17 年度和歌山県産業連関表，http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/020300/sangyo/（2013.12. 閲覧）
35) 和歌山県：和歌山県統計年鑑　平成 22 年刊，http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/020300/nenkan/2008/h20.html（2014.1.閲覧）
36) 総務省統計局：産業連関分析のための各種係数の内容と計算方法，http://www.stat.go.jp/data/io/2005/pdf/io05s701.pdf（2014.2.閲覧）
37) 資源エネルギー庁：産業用価格（軽油・A 重油），石油製品価格調査，https://oil-nfo.ieej.or.jp/price/price.html（2014.2.閲覧）
38) 関西電力：電力料金のご案内，関西電力ホームページ，http://www.kepco.co.jp/business/yakkan/index.html#sec01（2014.2.閲覧）
39) (財)日本エネルギー経済研究所，石油情報センター：平 成 22 年 度給油所経営・構造改善等実態調査報告書，p. 50，2012. https://oil-info.ieej.or.jp/documents/data/20110811_1.pdf

（2014. 8. 2 受付）

STUDY ON THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFECTS OF THE UTILIZATION OF UNUSED THINNING WOOD BY CONVERSION INTO WOOD POWDER FUEL

Mineo TSURUMAKI, Noboru YOSHIDA, Yasusuke NAKATA, Satoru YOSHIHARA

Forestry is one of the key industries in Wakayama Prefecture and its promotion is an important issue for the prefectural government. In addition, wood resources are carbon-neutral and are therefore useful in preventing global warming. The use of unused thinning for energy production has been applied in many places as measure for both forestry promotion and global warming prevention. In this case study, the reduction in GHG and the economic effect of powder fuel made from unused thinning wood are examined in the area of Hidakagawa Town, central Wakayama. Most wood materials produced by thinning of 25-year-old trees are abandoned at the thinning sites in Wakayama. This study is aimed at the utilization of these abandoned wood materials. A field survey was done to get basic data for the evaluation of the performance of the powder fuel, and an input-output table for Hidakagawa Town was developed for economic analysis. As a result, the potential GHG reduction, economic effect, and job creation by the introduction of the wood power fuel were estimated to be about 550 t-CO2/ years, 62 million yen/ year, and 3 employees, respectively.