

## 岡山県真庭市のバイオマス発電事業のコスト分析

鈴木 伸\*

### はじめに

本研究では、岡山県真庭市の木質バイオマス発電事業に関するコスト分析を行う。木質バイオマス発電は再生可能エネルギーの一種であるが、地域主導型の再生可能エネルギーは地域内経済循環にとって望ましいものであると指摘されている。分散型電源である再生可能エネルギーは資金の地元調達によって地域内で資金循環を生み出すだけでなく、売電収益が地域に再投資されることで地域の持続可能な発展を可能にするポテンシャルを持っていることを諸富 [2015] は指摘している。同書ではそのために地域で再生可能エネルギー事業を立ち上げ、経営やガバナンスの仕組みを構築する必要性を唱えている。

現在日本全国で地域主導型の再生可能エネルギー事業が勃興している。木質バイオマス発電についても例外ではなく、地域の森林資源を活用した地域主導型木質バイオマス発電事業が数多く展開されている。本研究で扱う岡山県真庭市もその一例である。真庭市は「バイオマス杜市」という標語を掲げ、民間と行政が協力しながら市の林業・材木業を活かしバイオマス利用に取り組んでいる。木質バイオマス発電に関しては真庭バイオマス発電所株式会社による真庭バイオマス発電所が存在し、燃料は真庭バイオマス集積基地から供給される。この真庭バイオマス集積基地は真庭市内外の製材所・原木市場、または市民によって供給される丸太や樹皮が集められるが、一連のシステムは真庭市独自のものと言える。真庭市の木質バイオマス発電事業に関しては様々な先行研究が存在する。中村ほか [2013] や、中村ほか [2013]、伊佐ほか [2013]、伊藤 [2016] は真庭のバイオマス事業全体の地域経済構造の分析やその経済効果などを分析している。中村 [2016] や平岡ほか [2018] は真庭のバイオマス事業の発展の過程を分析している。小堂 [2019] では林業経営をモデル化し、真庭市をマネージャー条件によるセンター機能モデルに分類し分析を行っている。一方で真庭バイオマス発電所のコスト分析をしているものは存在しない。本研究では真庭バイオマス発電所のコスト分析をすることにより、真庭市におけるバイオマス発電事業の成功要因を探る研究の一端を担うとともに、バイオマス事業今後を考える参考材料を提供したい。

真庭市のように持続可能な形で木質バイオマス発電事業に取り組んでいる地域もあるが、その一方で数多くのバイオマス発電事業取り組みが途中で頓挫していることが指摘されている。坂本 [2018] によると 2018 年に政府が FIT で認定したもののうち 8 割が稼働していないことを指摘している。木質バイオマス発電はチップなどの燃料の安定調達や発電ノウハウなどに様々な問題が存在する。本研究では真庭市のバイオマス発電事業のコスト分析をすることを通じて持続可能な木質

---

\* 京都大学経済学部 4 回生

バイオマス発電事業，強いては持続可能な地域主導型発電事業の条件を導く研究への一途を開くことを目指す。本研究が担う持続可能な地域主導型持続可能な地域主導型発電事業の条件を探る研究は地域経済循環型経済のあり方を提示することにつながるだろう。本研究がその一助となれば幸いである。

## I 真庭バイオマス発電の事業の分析

### 1 岡山県真庭市と林業について

岡山県真庭市は図1のように岡山県北部に位置する人口45,029人の市である。中国山地のほぼ中央部に位置し，北は鳥取県に接する。2015年3月31日に当時の真庭郡勝山町，落合町，湯原町，久世町，美甘村，川上村，八束村，中和村及び上房郡北房町の9町村が合併してできた市で，総面積は岡山県の面積の約12%にあたる828km<sup>2</sup>で，東西に約30km，南北に約50kmに広がっている岡山県最大の自治体である。市の中央に岡山県三大河川の旭川が流れ，その水源地にもなっている。市の北部は中国山地の1,000m級の山々が連なる高原地帯，中南部は平たん地で市街地を形成している。気候は年間を通じて比較的穏やかで，台風や地震などによる災害も総じて少ない地域である（岡山県真庭市〔日付不明〕より）。岡山県北部はヒノキ主体の林業地であり，主にヒノキや杉といった針葉樹の人工林が広がっている。岡山県北部のヒノキは「美作松」のブランドを確立している（石井〔2016〕より）。

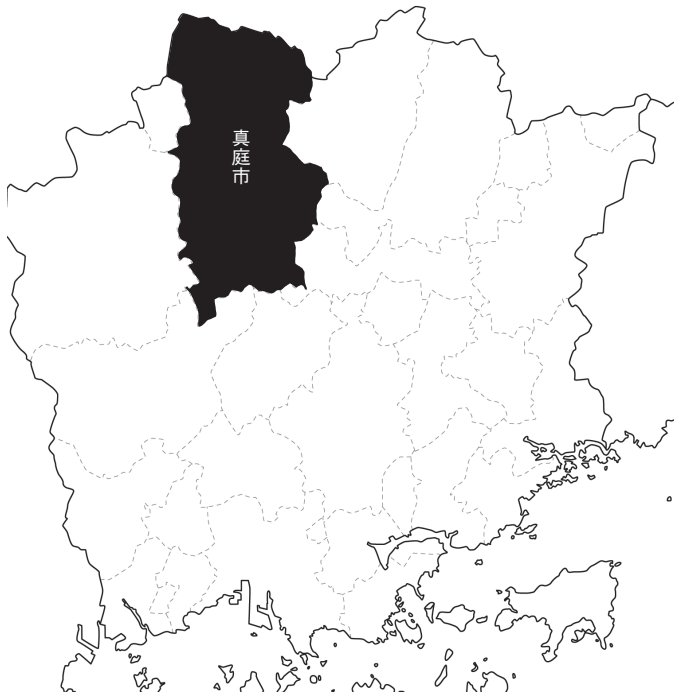


図1 岡山県真庭市の位置

出所：筆者作成

真庭市もその岡山県北部の林業地帯の一角をなしており，真庭市に関しては面積の約8割である

65,854haを森林が占める。地域森林計画の対象となる民有林は58,882ha、人工林が34,735haで人工林率は岡山県平均の40.5%を大きく上回る58.9%である。真庭市に該当する地域は古代から中世にかけて、豊富な森林資源を背景としたたたら製鉄で栄え、明治から昭和にかけては製材業が発展した（平岡ほか〔2018〕より）。現在市内には3か所の原木市場と30社の製材所、1か所の製品市場があり、加工・流通まで一貫した体制が整っており、木材の集散地としては西日本有数の規模である（岡山県真庭市〔2019〕より）。

## 2 バイオマス産業と真庭バイオマス発電所設立までの展開

真庭市のバイオマス産業の展開は官民相互の取り組みによって推進されてきた。真庭市のバイオマス産業創出の取り組みのはじまりは真庭市合併前の1993年に発足した「21世紀の真庭塾」にある。中国自動車道開通のストロー効果による地域衰退に危惧した旧久世町の職員仁枝章氏が銘建工業の中島浩一郎氏などの若手経営者を中心に声をかけ、地元有志24人で「21世紀の真庭塾」を立ち上げた。構成メンバーは当時の自治体区分では別の町村の人ではあるが、真庭郡を中心とする真庭青年会議所のつながりもあり、合併以前から町村を超えての議論の場があった。「21世紀の真庭塾」では中央省庁職員や大学、シンクタンクの研究者などを招きながら4年間で80回の勉強会を行ってきた。この勉強会を通じた議論は1997年の「21世紀の真庭塾」主催の「環境まちづくりシンポジウム～環境と産業の共感ステーション～」において「2010年の真庭人の1日」というストーリー形式の主催者憲章として結実した。これは2010年の真庭地域の姿を全8ページにわたって描いたものであるが、廃棄木材を燃料にした発電などをはじめとした後に実現したプランがあるのであった。シンポジウムの後、「21世紀の真庭塾」は「ゼロエミッション部会」と「町並み再生部会」の2つに分化した。「ゼロエミッション部会」は「マーケティング研究会」を立ち上げ、製材廃材の活用法についてのマーケティング調査を行い、木質ペレットなどの木質資源の産業化の可能性を明らかにした。2001年には「マーケティング研究会」を「木質資源産業化研究会」に改組し、地元企業や中国活性化センターやNEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）、岡山県などの協力をもとに「地域特産品に係るマーケティング調査」や「真庭地域における木質資源産業化検討調査」を行い、木材リサイクルの事業化を進めた。「木質資源活用型産業クラスター構想」を公表した。2002年に「木質資源産業化研究会」を異業種交流組織「資源循環型事業連携協議会」に改組、さらに岡山県、久世町、勝山町、落合町、森林組合、地元企業、外部企業と共同で「プラットフォームまにわ」を立ち上げ、木質ペレット燃料などの事業化や原料安定供給システム化に向けた調査を実施し、その後の事業化とシステムづくりの礎を築いた。2004年には「プラットフォームまにわ」のメンバーを中心に「真庭バイオマスエネルギー株式会社」と「真庭バイオマスマテリアル株式会社」の2社が設立された。

2005年の真庭市合併を経て、真庭市は「真庭市バイオマスタウン構想」と「真庭市バイオマス利活用計画」を策定。同年真庭市と民間事業者がNEDOとの共同事業である5年間にわたる「真庭市木質バイオマス活用地域エネルギー循環システム化実験事業」がスタートした。この事業により現在の真庭システムと言われるバイオマス流通システムの基盤が地域関係者間で合意形成された。その間の2006年に真庭市は国から「バイオマスタウン」の認定を受けた。5年間の「真庭市木質バイオマス活用地域エネルギー循環システム化実験事業」を通じて木質バイオマスのエネルギー活用が本格化するとともに、林地残材の原料供給安定化への希求が高まった。そのため真庭木

材事業協同組合が主体となり「真庭バイオマス集積基地」の設立をはじめとした集積システムの形成がなされた。

2012年の固定価格買取制度をきっかけに真庭市は木質バイオマス発電事業の実現可能性を調査、検討を行い、関係者と連携して「真庭バイオマス発電事業者推進協議会」を設立した。2013年に銘建工業を中心に真庭市、真庭地域の林業・木材産業関係の9団体の出資により「真庭バイオマス発電株式会社」が設立された。2015年に事業費約41億円をかけて発電容量10,000kWの「真庭バイオマス発電所」を建設した。

図2はバイオマス産業の展開の経緯を図表化している。同市では様々なバイオマス産業の取り組みがなされているが、本研究はバイオマス発電に注目する。

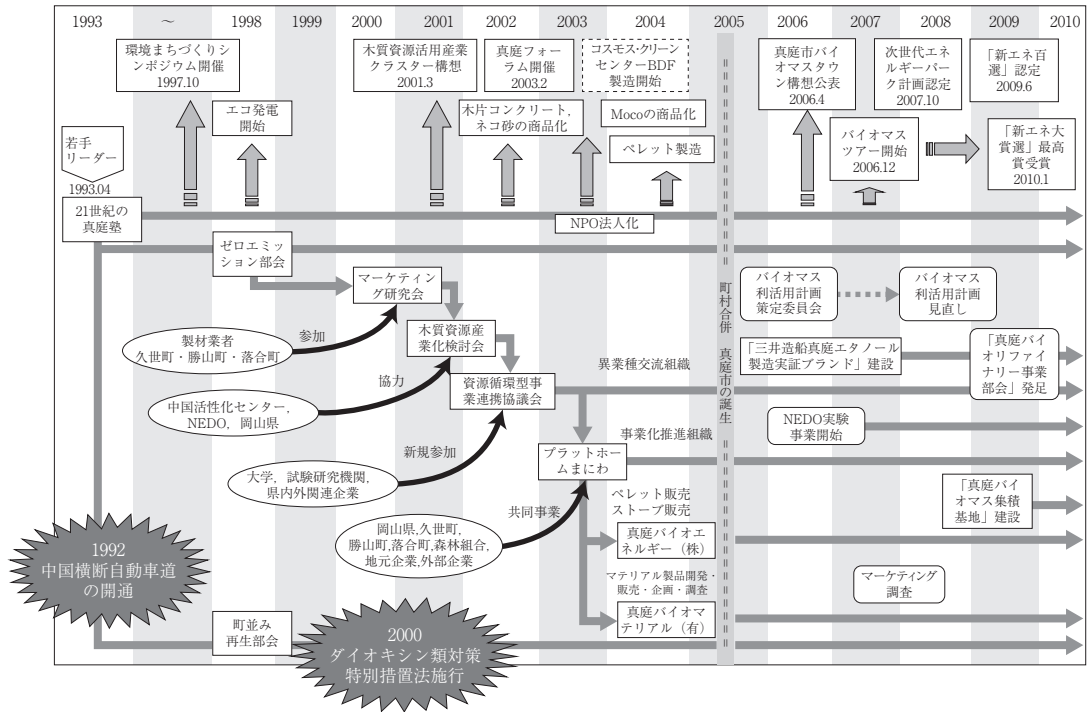


図2 真庭市のバイオマス産業の展開

出所：真庭市 [2013] より引用。

### 3 真庭市システムについて<sup>1)</sup>

木質バイオマス発電においては燃料である木質バイオマスが安定して供給される必要がある。真庭市では木質バイオマスを安定的に供給するための木質バイオマス流通システムである真庭システムが存在する。これは山林の間伐などで発生した林地残材や製材所から出る端材・木屑などがバイオマス集積基地に集められ、木製チップ化などを通じて燃料化し真庭バイオマス発電所に運び込まれる、という一連の流通フローである。このシステムを支えるために2013年に木材資源安定供給協議会が設立され、システム管理、発電燃料の供給調整、代金などの精算を行っている。真庭バイ

1) 本節は石田 [2017] および平岡ほか [2018], 岡山県真庭市 [2013] を参照し執筆。

オマス集積基地と真庭バイオマス発電所は同じ真庭産業団地の北地区にあり、それぞれ半径500m<sup>2)</sup>以内に存在する。未利用材のフローでは山林から運び出された未利用材が一度ストックヤードを経て真庭バイオマス集積基地運び込まれる。ここで重量の測定と出所証明が行われる。一般木材のフローではまず製材所において原材料の出所証明を行い、端材を真庭バイオマス集積基地に運び込まれる。それぞれ真庭バイオマス集積基地において持ち込まれた木材は樹木の種別、未利用材、一般木材の区別を踏まえて買い取られる。真庭バイオマス集積基地においてチップパーでチップ化された木材はバイオマス発電所に運び込まれる。真庭バイオマス発電所でチップの重量と水分量が測られチップの価格が確定する。真庭バイオマス発電所はまず木材資源安定供給協議会にチップ代を払う。そのうち500円/tが木材資源安定供給協議会に対する手数料、残りの500円/tが立木所有者に還元される。残りの費用がチップ工場に支払われる。こうして真庭市では山林の所有者にも利益が還元され、また燃料となる木材が安定的に供給されるシステムが構築されている。

## Ⅱ 真庭バイオマス発電所のコスト現状分析

### 1 発電コストの内訳

真庭バイオマス発電所の2018年7月から2019年6月までの発電量は約700万kWhで、売上は約23億円であった<sup>3)</sup>。1kWhあたりの単価は31.3円となる。一方で同期の発電コストは約19億円<sup>4)</sup>であり、1kWhあたりのコストは26.4円である。また営業利益は約4億円となる。以下の図3は真庭バイオマス発電所の収支表<sup>5)</sup>を基にコスト内訳に関するグラフを作成したものである<sup>6)</sup>。

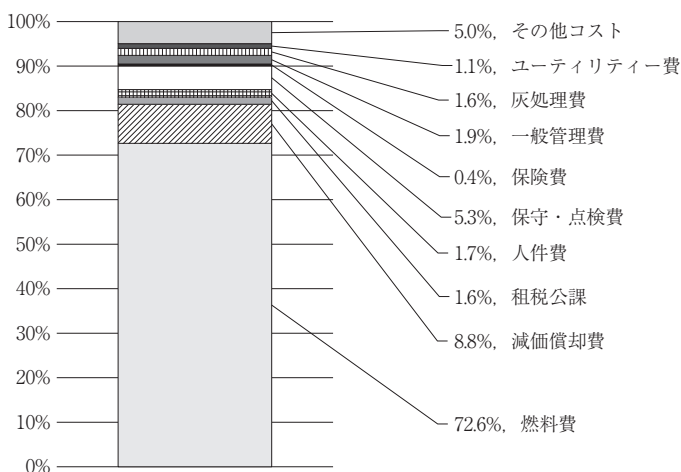


図3<sup>7)</sup> 発電コストの内訳と比率

2) 筆者が google マップを基に調べた。

3) 真庭バイオマス発電株式会社提供の真庭バイオマス発電収支表より。

4) 人件費等管理費含む。営業外費用は除く。

5) 2018年6月～2019年7月までのものを使用。

6) 真庭バイオマス発電株式会社提供。

7) 単位：千円

コストの分類は柳田ほか [2014] のコスト分類を参考に行った<sup>8)</sup>。コストの中で最も比重が高いのは燃料費であり、全体の72.64%を占める。柳田ほか [2014] では一般的に木質バイオマス発電のコストとして大きいものから順に燃料費、減価償却費、修繕費、人件費、ユーティリティフィー費となることを示唆しているが、真庭バイオマス発電所は燃料費、減価償却費、修繕費（保守・点検費）、一般管理費、人件費、灰処理費、ユーティリティフィー費の順に大きい。

図4では真庭バイオマス発電と柳田ほか [2014] の発電コストの各項目の最小値—最大値を比較した。真庭バイオマス発電所の燃料費、一般管理費、灰処理費の比率は相対的に高く、減価償却費、修繕費（保守・点検費）、人件費、ユーティリティフィー費、保険費は相対的に低い。特に一般管理費、灰処理費に関して柳田ほか [2014] で示されている最大値を超えており、ユーティリティフィー費、保険費に関しては最小値を下回っている。以上コストの内訳に関する分析であるが、次の節ではコストの約4分の3を占める燃料費についての分析を行う。真庭バイオマス発電所は主に木質チップを燃料にしている。木質チップの素材、および含水率について次の節で分析する。

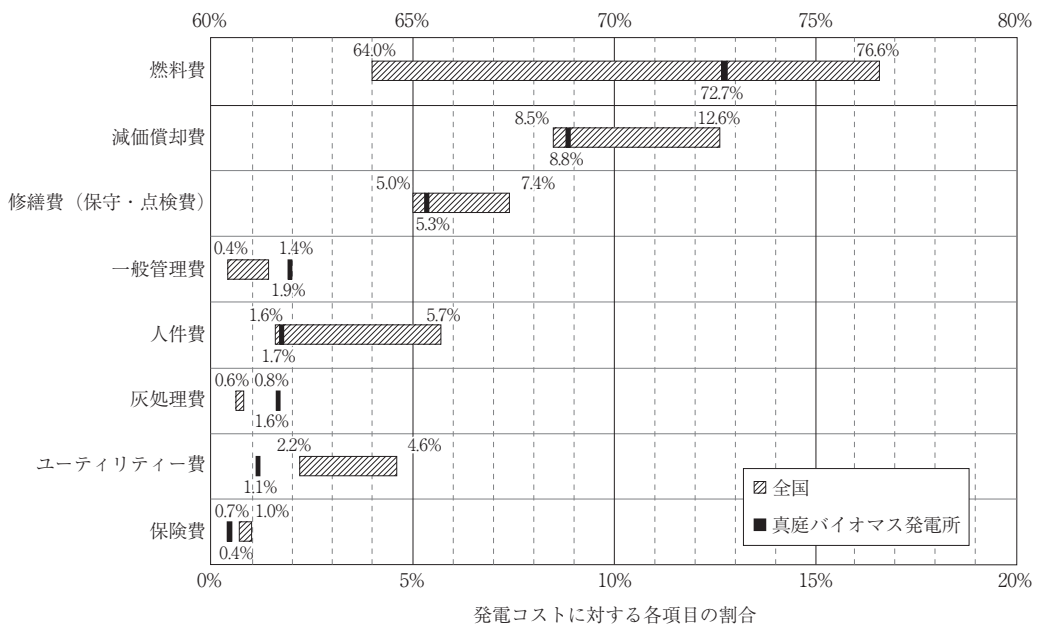


図4 真庭バイオマス発電所と他の木質バイオマス発電所のコスト比較

出所：柳田ほか [2014] と真庭バイオマス発電所の財務諸表を基に筆者が作成

## 2 燃料について

木質バイオマスは発生形態の違いで見ると主に未利用間伐材、製材工場残材、建築発生木材の3つに分かれる<sup>9)</sup>。1つ目の未利用間伐材は間伐で切り倒され使われずに山林に放置されている材木や製材用丸太や合板用丸太を切り出した際に発生する小径材や枝条などである。2つ目の製材工場

8) 柳田ほか [2014] の分類では項目として固定資産税があったが、収支表より固定資産税を算出することができなかったため、租税公課で代替した。

9) 林野庁 [2014] を参照。

残材は製材所で加工された木材の端材などを指す。3つ目の建築発生木材は木造建築物を解体したときに発生する木材である。

木質バイオマスに関して固定価格買取制度においては「間伐材等由来の木質バイオマス」、「一般木質バイオマス・農産物の収穫に伴って生じるバイオマス固体燃料」、「建設資材廃棄物」の3つに分類され、それぞれ発電規模の相違も含め買取価格が異なる。まず「間伐材等由来の木質バイオマス」は2,000kW以上が32円/kWh、2,000kW未満が40円/kWhである。次に「一般木質バイオマス・農産物の収穫に伴って生じるバイオマス固体燃料」は2017年10月と2018年4月を境目に買取価格が変化している。2017年10月以前は発電容量に関わりなく24円/kWhであったが、以降は20,000kWを基準にそれ以上が21円/kWh、未満が24円/kWhとなった。2018年4月以降は入札制度の導入で10,000kW以上が入札制度による価格決定、それ未満は24円/kWhとなった。残りの「建設資材廃棄物」は13円/kWhである。固定価格買取制度の調達期間は20年である。「間伐材等由来の木質バイオマス」と「一般木質バイオマス・農産物の収穫に伴って生じるバイオマス固体燃料」は林野庁の「発電利用に供する木質バイオマスの証明のためのガイドライン」に基づく由来証明が必要で、それがないものは「建設資材廃棄物」として扱われる<sup>10)</sup>。

真庭バイオマス発電所の燃料は主に未利用材と一般木材である。また2015年4月運転開始の10,000kWの発電所であるため、売電価格は「間伐材等由来の木質バイオマス」にあたる未利用材が32円/kWh、「一般木質バイオマス・農産物の収穫に伴って生じるバイオマス固体燃料」にあたる一般木材が24円/kWhの買取価格が適用される。真庭バイオマス集積基地において由来証明されたチップが真庭バイオマス発電所に運び込まれる。真庭バイオマス発電所で使用する燃料は年間107,506t<sup>11)</sup>であるが、そのうち48.6%<sup>12)</sup>が未利用材によるもので、残りが一般木材である。

真庭バイオマス発電所が真庭バイオマス集積基地から買い取る木材チップの買取価格は未利用材と一般木材、証明なしチップ、粉碎パークの4つの体系があり、含水率に応じて買取価格が決まる。図5は買取価格の一覧である。

10) 経済産業省エネルギー庁 [2019] による。また税は表記から除いている。

11) 2018年7月～2019年6月の実績値。

12) 真庭バイオマス発電所提供の収支表より。

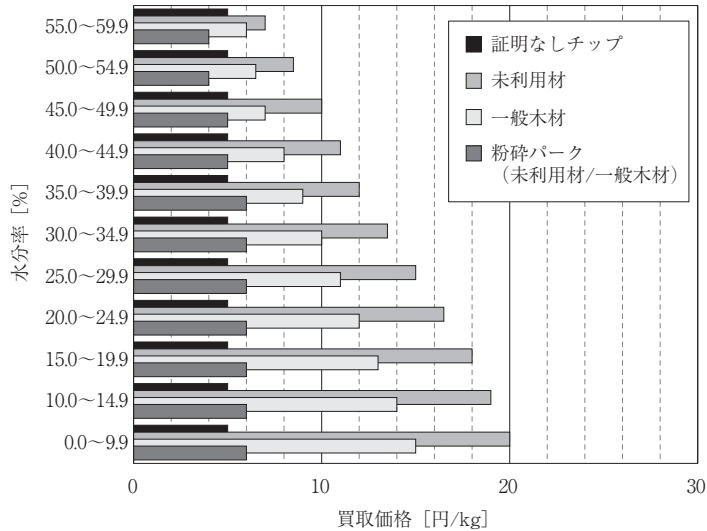


図5 真庭バイオマス発電所の含水率別木質チップ買取価格  
出所：真庭バイオマス発電所提供の収支表より筆者が作成。

図5の含水率別の買取価格のデータを用いて平均的な含水率の推計をする。ここで3つの仮定を置く。まずは燃料の重量は発電量に比例するということである。次に燃料と使用している木材は由来証明された未利用材か一般木材であることである。3つ目に未利用材と一般木材の含水率は同じ水準である。この3つの仮定の下、以下の式をもとに推計を行った。

●未利用材重量  $W_{LU}$  [kg]

$$W_{LU} = W_F \times R_{LU}$$

●一般木材重量  $W_{LG}$  [kg]

$$W_{LG} = W_F \times R_{LG}$$

●燃料費  $C_F$  [円]

$$C_F \doteq W_{LU} \times U_{LU} + W_{LG} \times U_{LG}$$

( $R_{LU}$ : 48.6%,  $R_{LG}$ : 51.4%)

$W_F$  : 燃料総重量 [kg]

$W_{LU}$  : 未利用材重量 [kg]

$W_{LG}$  : 一般木材重量 [kg]

$R_{LU}$  : 未利用材比率 (%)

$R_{LG}$  : 一般木材比率 (%)

$C_F$  : 燃料費 [円]

$U_{LU}$  : 未利用材単価 [円/kg]



$U_{LG}$  : 一般木材単価 [円/kg]

以上の式を基に推計した結果 25.0%~29.9%の含水率の時, 1,446,815,748 円となり燃料費約 14 億円と近似する。以降真庭バイオマス発電の木質チップの含水率は 25.0%~29.9%の中央値の 27.5%であると仮定して議論を進める。真庭バイオマス発電所の燃料 1t あたりのコストは 13,196 円である。柳田ほか [2014] では含水率別の燃料コストと損益分岐点の関係性を調べている。

真庭バイオマス発電所は 10,000kW の発電規模である。このグラフから見ても含水率 27.5%で 13,196 円という燃料価格は大幅に損益分岐点時を下回ることが分かる。また含水率が 40%程度に上昇しても損益分岐点時を下回る可能性を示唆している。

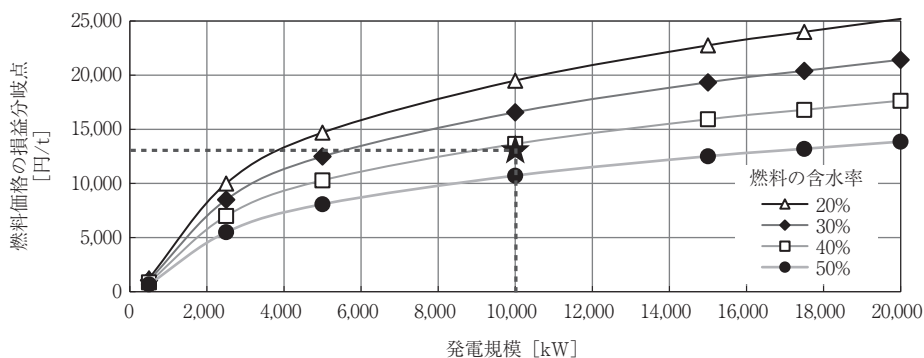


図 6 発電規模による損益分岐点上の含水率と燃料価格

出所：柳田ほか [2014] の図を基に筆者作成。

### Ⅲ コストシミュレーション分析

#### 1 含水率と総費用の変化について

第 2 章第 2 節第 3 項で推計した含水率を基に含水率の変化による総費用の変化をシミュレーションする。含水率による発熱量の違いを基に必要な燃料量を求める。その燃料量に各含水率における燃料単価を掛けて燃料費を求め他の諸費用を足しあわせ総費用を求める。計算式は以下の通りになる。

●総費用  $C_{TOTAL}$  [円]

$$C_{TOTAL} = C_{FIX} + C_F$$

●含水率  $a$  % 時の燃料費  $C_{Fa\%}$  [円]

$$C_{Fa\%} = H_M / H_{a\%}$$

$$= V_{Fa\%} \times R_{LU} \times U_{LUa\%} + V_{Fa\%} \times R_{LG} \times U_{LGa\%}$$

( $R_{LU}$ : 48.6%,  $R_{LG}$ : 51.4%)

●含水率  $a$  % 時の燃料量  $V_{Fa\%}$  [kg]

$$\begin{aligned}
 V_{Fa\%} &= H_M / H_{a\%} \\
 &= (V_F \times H_{27.5\%}) / H_{a\%} \\
 &= (107,506,000 \text{ [kg]} \times 13.35 \text{ [MJ/kg]}) / H_{a\%} \\
 &= 1,435,205,100 \text{ [MJ]} / H_{a\%}
 \end{aligned}$$

$C_{TOTAL}$	: 総費用 [円]
$C_{FIX}$	: 固定費用 (燃料費以外の諸費用) [円]
$C_F$	: 燃料費 [円]
$C_{Fa\%}$	: 含水率 $a$ % 時の燃料費 [円]
$V_F$	: 燃料量 [kg]
$V_{Fa\%}$	: 含水率 $a$ % 時の燃料量 [kg]
$R_{LU}$	: 未利用材比率 (%)
$R_{LG}$	: 一般木材比率 (%)
$U_{Lga\%}$	: 含水率 $a$ % 時の一般木材チップの単価 [円/kg]
$U_{LUa\%}$	: 含水率 $a$ % 時の未利用材チップの単価 [円/kg]
$H_M$	: 発電量を維持するための総発熱量 [MJ]
$H_{a\%}$	: 含水率 $a$ % 時の単位当たりの発熱量 [MJ/kg]
$H_{27.5\%}$	: 含水率 27.5% 時の単位当たりの発熱量 [MJ/kg]
$H_{5.0\%}$	: 含水率 5.0% 時の単位当たりの発熱量 [MJ/kg]

図7は木質バイオマスエネルギー協会より引用した木質チップの水分量と発熱量の関係表したものである。まず含水率の表現方法は乾量基準含水率 (dry base) と湿量基準含水率 (wet base) の2通りの表現方法がある。前者は全乾重量に対する水分重量の比で、後者は水を含めた全体の重量に対する水分重量の比である。また発熱量も高位発熱量と低位発熱量が存在する。[沢辺, 日付不明]によると、前者は測定した燃料が保有している熱量であり、後者は一般的に実際に熱エネルギーとして利用できる熱量であり、燃料中の水素から生成する水および本来含まれている水の蒸発に使われる蒸発潜熱を高位発熱量から差し引いたものであるとしている。今回のシミュレーションでは真庭バイオマス発電所の主たる燃料はヒノキヤスギの針葉樹であること、発電に関するシミュレーションであることを踏まえ、針葉樹木部の低位発熱量に基づいてシミュレーションをした。シミュレーションの結果は以下の通りである。

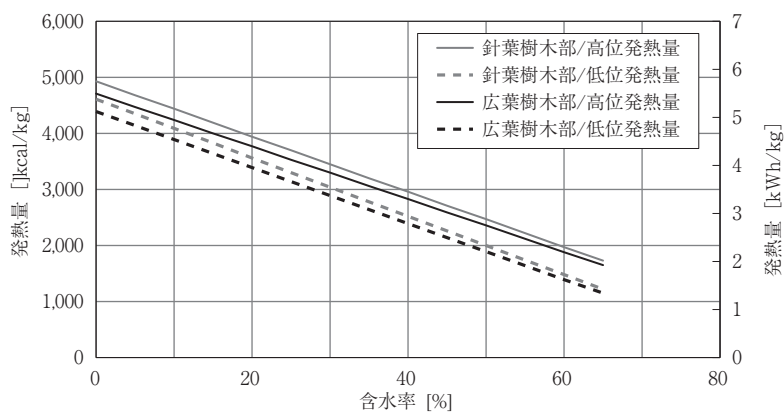


図7 木質チップの含水率と発熱量について

出所：沢辺〔日付不明〕を基に筆者作成

含水率は各階級の中央値をシミュレーションした。0.0%～4.9%の階級から15.0%～19.9%の階級にかけて上昇し、35.0%～39.9%の階級にかけて下降し再び上昇することがわかった。極大値の15.0%～19.9%の階級1,958,606千円は規定値からの1.69%のコスト上昇で損益分岐点の2,321,566千円から見ると微小である。真庭バイオマス発電所の買取価格の体系下においては含水率の変化は収支に大きな影響を与えないことが示唆される。真庭のバイオマス発電所の買取価格の価格体系は事業継続に貢献しているとも言えるだろう。

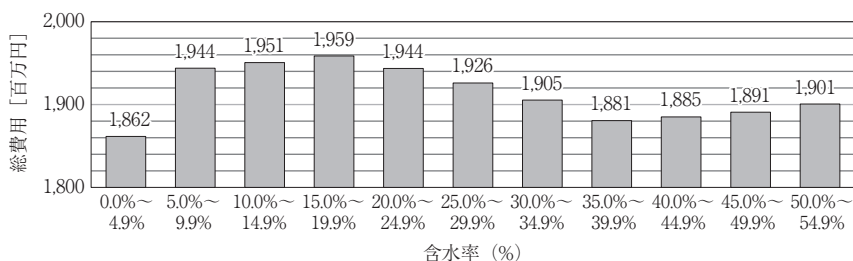


図8 含水率と総費用のシミュレーション分析

出所：シミュレーション結果を基に筆者が作成

## 2 コスト感度分析

図9は総費用に関する感度分析の結果である。±30%の変化幅で各要因を変動させた。最も大きいのは燃料費であり、±20%程度の変化幅を持つ。一方で燃料費以外は概ね±1%以下の変化幅しか持たない。また水分量に関しては負の方向に影響している。以上より燃料費以外の変化は総費用に対しあまり影響を持たないことがわかる。

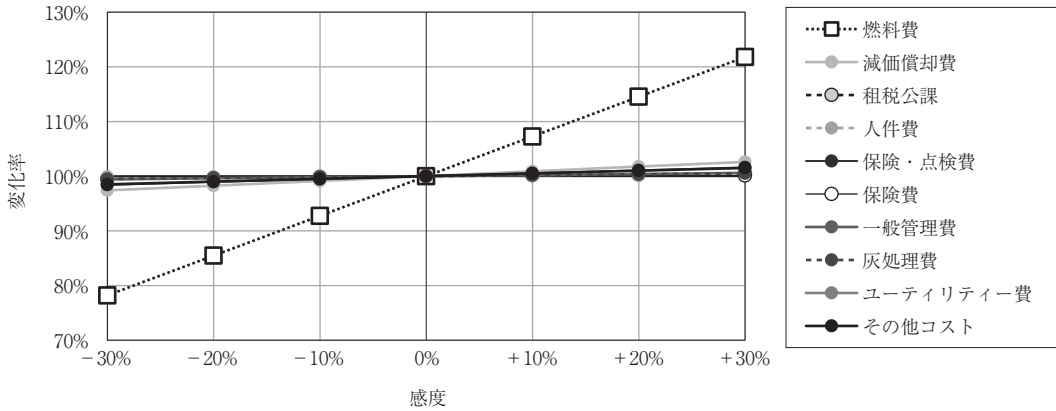


図9 総費用に関する感度分析

出所：分析結果を基に筆者作成。

また営業収益に関しても変化を調べた。燃料費に関しては30%のコスト上昇は赤字になることが分かる。他の費用は30%上昇しても赤字になることはない。

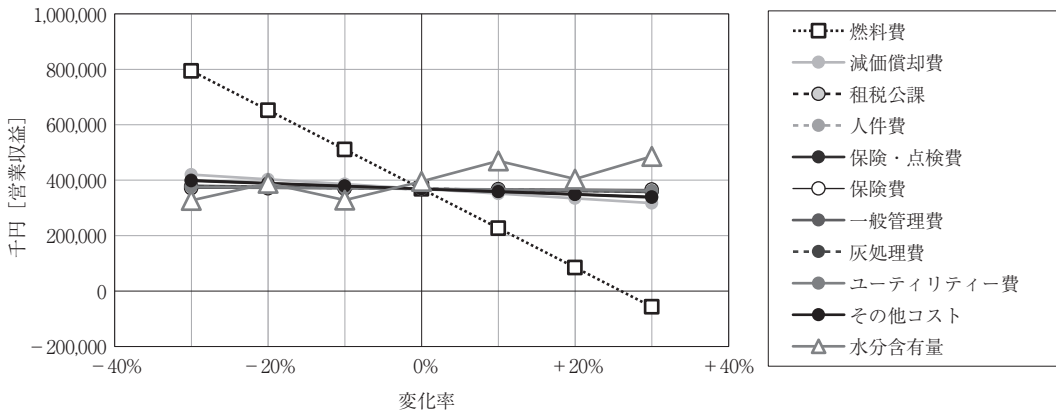


図10 営業収益の変化

出所：分析結果を基に筆者作成

燃料費は25.99%以上すると赤字に転落する。1tあたりの燃料費に換算すると16,920円である。これは柳田ほか [2014] で示された発電容量10,000kWの発電所の損益分岐点と概ね合致する<sup>13)</sup>。

13) 図6を参照。

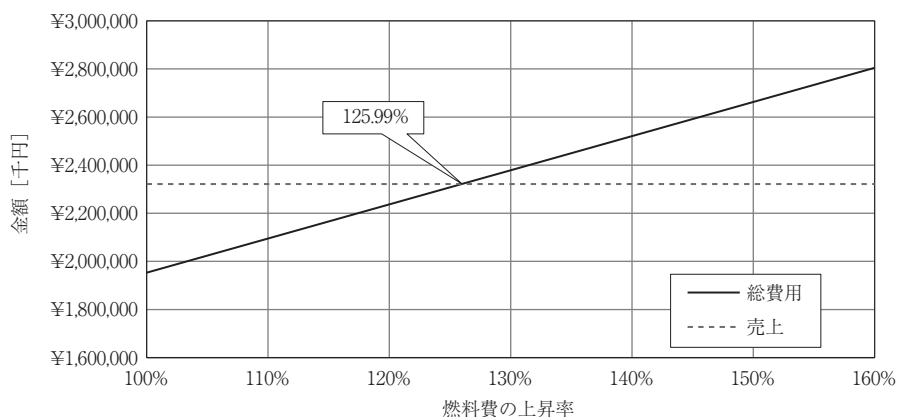


図 11 燃料費の上昇率と損益分岐点

出所：分析結果を基に筆者作成

#### IV 結論と今後の課題

真庭バイオマス発電所のコストに関するコスト分析を通じて様々なことが明らかとなった。真庭バイオマス発電所のコストの特徴は燃料費、一般管理費、灰処理費の比率の相対的に高さと減価償却費、修繕費（保守・点検費）、人件費、ユーティリティー費、保険費の相対的に低さである。燃料費が全体の約4分の3を占め、燃料費が全体の価格に最も影響を与える要因であり、また他の諸費用は全体の費用に対して微弱な影響しか与えないということも感度分析からも明らかとなった。燃料費に関する分析として含水率と総費用の変化についても調べた。一般的に含水率を下げるとエネルギー効率が上昇するため含水率を下げることが費用削減につながるように思えるが、真庭バイオマス発電所の含水率別の買取価格によって必ずしも含水率を下げることがコスト削減につながらない、ということが示唆された。特に±30%程度の変化幅においては含水率と総費用の負の関係性が存在することが明らかとなった。今回の分析は真庭バイオマス発電所の単体の単年度のコスト分析を行った。しかし、今後、真庭バイオマス発電所の単体の分析であっても様々な研究の余地を残しているだろう。まず再生可能エネルギー全般に関して課題となっているのが固定価格買取制度終了後の再生可能エネルギー事業の持続可能性である。固定価格買取制度終了後の入札価格の予想値なども含めた研究も可能になるだろう。他には真庭バイオマス発電所の燃料調達価格体系に関するシミュレーション分析も可能であろう。また真庭バイオマス発電所の持続可能性という点で見れば真庭バイオマス集積基地とはじめとした真庭システムが真庭バイオマス発電所に与えている影響の分析も必要となる。真庭バイオマス発電所への燃料安定供給には真庭バイオマス集積基地の収支の安定が重要になる。真庭バイオマス集積基地のコスト・収益を分析し、また真庭バイオマス発電所との価格効果についても今後調べていく必要がある。また木材の賦存量や流通経路、広葉樹の活用も今後研究する余地があるだろう。以上を今後の研究の課題としたい。里山資本主義の発信の地で、またバイオマス杜市という新しい持続可能な社会のモデルを世の中に提示する真庭市の木質バイオマス発電事業の分析は、真庭市に限らず様々な地域にとっても有用なものだろう。地域の資源を使い、また地域内経済循環を真庭市のバイオマスタウン構想は内発的發展の一つのモデルケー

スであり今後とも真庭の取り組みが持続していくことを願っている。今後も真庭市のバイオマス発電事業に関しては議論を続けていきたい。

## 謝辞

今回の真庭バイオマス発電所のコスト分析にあたって真庭バイオマス発電所株式会社が収支表や真庭バイオマス集積基地の収支計画書などを提供して下さった。研究に関しては諸富先生、白石さんより大変有意義なアドバイスを頂いたり、真庭市とのコネクションを作ってくさったりした。また図表に関しては父によるテクニカルな面でのアドバイスを基に作成をした。ここに謝意を表する。

## 参考文献

- 伊佐亜希子・美濃輪智朗・柳下立夫 [2013] 「バイオマス会計を用いたバイオマスタウン事業の波及効果」『環境科学会誌』2013年26巻1号42-48ページ。
- 伊藤嘉浩 [2016] 「木質ノミオマスと地域内経済循環—岡山県真庭市を事例として—」三重大学大学院 人文社会科学専攻 社会科学専攻 地域経営法務専修修士論文。
- 岡山県真庭市 [2013] 「バイオマス利活用方針」。
- 岡山県真庭市 [2019] 「真庭市森林整備計画」。
- 岡山県真庭市 [日付不明] 「真庭市の概要」岡山県真庭市。(http://www.city.maniwa.lg.jp/webapps/www/outline/index.jsp)
- 経済産業省資源エネルギー庁 [2019] 「固定価格買取制度—なっとく再生可能エネルギー—」 経済産業省資源エネルギー庁。(https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\_and\_new/saiene/kaitori/kakaku.html#h30)
- 坂本佳乃子 [2018年12月11日] 「バイオマス発電8割動かず 林業人手不足、燃料輸入頼み」日本経済新聞。
- 諸富徹 [2015] 『再生可能エネルギーと地域再生』日本評論社。
- 小堂朋美 [2019] 『日本林業再生のための社会経済的条件の分析とモデル化』大阪公立大学共同出版会。
- 石井哲 [2016] 「各都道府県の林業・林産業と遺伝育種の関わり—岡山県—」『森林遺伝育種』第5巻32-36ページ。
- 石田雅也 [2017] 「バイオマス発電を支える地域の木材と運転ノウハウ—岡山県・真庭市で2万2000世帯分の電力を作る—」『自然エネルギー活用レポート』No. 2
- 沢辺攻 [日付不明] 「解説 水分」(一社)木質バイオマスエネルギー協会。(https://www.jwba.or.jp/woodbiomass-chip-quality-standard/%E8%A7%A3%E8%AA%AC/)
- 中村良平 [2016] 「岡山県真庭地域の産業創出過程に関する考察：社会的価値共創の観点から」『資本と地域』第11号44-58ページ。
- 中村良平・柴田浩喜 [2013] 「木質バイオマスの地域循環による経済活性化効果」『岡山大学経済学会雑誌』第45巻1号19-31ページ。
- 中村良平・柴田浩喜・松本明 [2013] 「木質バイオマス資源の地域内経済循環における価格形成と地域経済効果」『地域学研究』43巻4号429-449ページ。
- 平岡和久・岸道雄・石川伊吹・矢野春香・江成稜・山本沙也加・劉慶玲 [2018] 「真庭市のバイオマス産業政策の生成と展開」『政策科学』第25巻3号347-365ページ。
- 柳田高志・吉田貴紘・久保山祐史・陣川雅樹 [2014] 「再生可能エネルギー固定価格買取制度を利用した木質バイオマス発電事業における原料調達価格と損益分岐点の関係」『日本エネルギー学会誌』94巻3号311-320ページ。
- 林野庁 [2012] 「木質バイオマスと固定価格買取制度について」