

〔地域シンポジウム特集〕

持続可能で自立的な地域経営による 地産地消・分散型エネルギー社会の実現

高知工科大学 古沢 浩，那須清吾，端野典平，百田佐多生

1. 全体概要

日本環境共生学会・第25回（2022年度）地域シンポジウムを、2022年5月28日（土）に高知県香美市にて開催した。本シンポジウムのテーマは、「持続可能で自立的な地域経営による地産地消・分散型エネルギー社会の実現」である。三原村が後援に入り、三原村の村長（パネラーとして登壇）、村役場担当者、ならびに他の登壇者2名（後述）と会合を重ねながら、シンポジウム内容を詰めていった。このため、実行委員会サイドにとっては、シンポジウムの開催に加えて事前の諸準備自体が、本シンポジウムテーマの実現に向けた活動の契機と位置付けられることとなった。

3部構成で実施した。第2部と3部は、ライブ配信された（現地参加者数34名、オンライン参加者数28名）。当日の流れは以下の通りである：

第1部：エクスカージョン（10時から11時半）

エクスカージョンのメインは、高知工科大学隣接の休耕田に設置された熱電併給設備（燃料は木質チップ）を用いたハウスの見学である。その後、メイン会場より眺望できる一級河川・物部川での見学・昼食を経て、午後の会場へと移動した。

第2部：基調講演（14時半から15時半）

地場材を用いたバイオマス発電所の取り組み（高知県宿毛市、2021年度環境共生学会・活動賞を授賞）の詳細に関する解説が行われた。

第3部：パネルディスカッション（15時半から17時）

パネラー2名より林業・製材業の現況について、エネルギー材流通の観点から問題提起がなされた。その後、基調講演者を加えたパネラー3名との質疑応答を通して、本シンポジウムテーマについて掘り



図1 パネルディスカッション終了後に登壇者を囲んで行なった記念撮影の様子。

下げる機会を設けた。

実行委員，基調講演者，およびパネリストの氏名・所属は以下の通りである：

実行委員

古沢 浩，那須清吾，端野典平，百田佐多生（高知工科大学）

基調講演者

永野正朗（株式会社グリーン・エネルギー研究所 代表取締役社長，バイオマス発電事業者協会 理事）

パネリスト

田野正利（三原村 村長），中上健介（株式会社中成 代表取締役社長），永野正朗（基調講演者）。

以下では各部の要約を行なう。

2. エクスカーション

2-1 構成

熱電併給型複合園芸施設の設置場所は，図2が示す通り，赤レンガ塔が目印の高知工科大に隣接している。ここでのエクスカーションの流れは以下の通りである：施設内容の解説，ハウス内見学，熱供給設備の見学，発電設備の見学，そして木材供給・灰排出状況の見学である。各内容は2-2で触れる。なお，冷房下で水耕栽培しているキュウリの収穫期であったため，現地参加者に「朝どれキュウリ」を1袋ずつ持ち帰って頂いた。

その後，5月中旬に解禁された鮎釣りの様子を遠目に確認しつつ，物部川沿いの広場（高知県香南市野市ふ



図3 物部川沿いの広場にて，パネル資料により流域圏の説明を聞いている様子。

れあい広場）まで移動した。物部川流域圏の説明（図3参照）を受けた後に，木陰での昼食タイムとなった。

2-2 熱電併給型複合園芸施設について

（1）本施設の概要・目的

高知県は，日本一の日照時間という恵まれた条件を活かして，高い収益性を誇る施設園芸を実現してきた。さらなる発展を目指すなか，内閣府地方大学・地域産業創生交付金の助成を受けて，2018年より「IoP（Internet of Plants）が導くNext次世代型施設園芸農業への進化プロジェクト」が始動した。本プロジェクトにおいて高知工科大学チームは，熱電併給設備を用いた施設園芸の実践，ならびにそのデータを統合管理するシステムを構築することに注力してきた。特に統合管理システムにおいては，単にデータを集めるだけで



図2 熱電併給型複合園芸施設の全体像。



図4 チップヤード, 熱電併給設備の設置されているコンテナ入り口での見学風景.

なく、誰でも簡単に理解できる“見える化”に重点をおいた仕組みづくりを検討してきた。具体的には、温度、湿度、日射といった環境データだけでなく、熱電併給設備の発電量や施設園芸設備に供給する熱量なども可視化することにより、圃場全体の最適化を目指してきた。

熱電併給設備を用いた施設園芸のゴールは2つある。1つは、「燃料費ゼロ農業の実現」「冷房を活用した気候変動への対応」「二酸化炭素排出量ゼロの農業を実現し気候変動の緩和に貢献」を実現するなかで、新しい脱炭素型施設園芸のPoCを行うことである。更には、重油を用いない農業により燃料経費を削減するだけでなく、排熱を用いた冷房下施設園芸により出荷期間を最大化して、若者にとって魅力のある“儲かる農家”を実現するという大目標もある。

(2) 施設園芸から見た熱電併給設備導入の背景

施設園芸栽培では、秋から春先にかけて気温の下がる時期にハウス内を加温することで作物の成長を促進させる促成栽培が行われている。しかし、経営コストに占める燃料費の割合が高いことが、近年のグリーンフレーションにより、持続可能な施設園芸実現におけるマイナス要因として浮かび上がってきた。すなわち、最近の重油価格の上昇傾向の継続が利益率の減少へと

直結してしまっている。この解決に、重油から木質ペレットなどへの燃料転換が有効である。燃料転換に加えて、木質ペレットボイラーの代わりに木質チップを用いた熱電併給設備を導入すると、発電事業を農業と並行して実施できるため、売電事業収入により設備導入費用や木質バイオマスの原料コストを相殺できるものと期待される。

(3) 熱供給の観点から見た本施設のメリット

熱エネルギー供給の観点から、熱電併給設備の利点を3つ挙げる。第1の利点は、重油を用いない暖房を実現できるため、脱炭素型農業が実現できる点にある。農水省がみどりの食料システム戦略を提示して以来、農業の脱炭素化への動きが加速している中、時代に即した方向性と言える。2つ目の利点は、発電事業という別事業の排熱を有効利用できる点にある。例えば、本圃場で導入した50kWの発電能力を有する熱電設備においては、その倍となる100kWの排熱が出る。この有効利用は、エネルギー利用の効率化と事業スキームの洗練の両観点から重要である。最後の利点は、施設園芸の観点からは、特に重要である。排熱は年間を通じて供給されるため、施設園芸においても冬場以外に熱利用する機会が得られる。実際、好天に恵まれたエクスカージョンだったため、戸外では汗ばむほどに



図5 冷房下のハウス内で水耕キュウリを見学する風景。

気温上昇していたが、ハウス内は冷風が循環していてその快適さを体感できることとなった。具体的には、ハウス内を、真夏日においても昼間は 28℃、夜間は 18℃から 20℃に保つことができることを 2021 年夏に実証している。冷房は、熱電併給設備から供給される 80℃の温水により実現される。この熱源を用いた吸収冷温水機により、10℃の冷水をハウス内へ供給し、ファンコイルユニット（水熱源の熱交換器を用いた送風機）経由で冷風を循環させるのだ。この冷房のお陰で、ハウス栽培が非常に困難とされている 8 月も栽培を続けることができ、8 月末から 9 月上旬に水耕栽培のキュウリを出荷することに成功した（先述の通り、現地参加者に当該キュウリを配布した）。更に 2022 年は、夏場にトマトを栽培し市場へフルーツトマト（糖度 8 以上のトマト）を早期出荷することを目指している。

（4）熱電併給設備の運用上の諸問題

熱電併給設備の運用は、日本では苦戦している。主な理由は、国産チップが、発電用エンジン稼働のための可燃性ガス抽出に不向きなことにある。2020 年 4 月より稼働した本設備においても、同様の問題に直面して連続運転が難しい状態が続いていた。そのなかで、運用ノウハウを獲得し、エクスカージョンを実施した 5 月の稼働率はほぼ 100%であった。しかし依然として、欧州製の熱電併給設備（本設備は独国リプロ社製）を用いる場合には、日本の気候風土に合わせるなど日本向け仕様へと改変していくことが必要と思われる。また、エネルギー用チップの供給体制も整っていない。

例えば本設備においては、1 日 2 トンのチップが必要である。しかし、供給ルートを準備できない、購入価格が折り合わず事業計画が立たないなどのチップ供給問題が、熱電併給機導入の壁として立ちはだかっている。これらを解決するには、木材供給サイド（林業、製材業など）と連携した事業立ち上げが必要である。このため、パネルディスカッションでは、「地産地消・分散型エネルギー社会の実現」へ向けて関係プレイヤーをお招きして議論を深めた。

3. 永野正朗氏（株式会社グリーン・エネルギー研究所）の基調講演

木質バイオマス発電の規模別特徴と導入状況について、最新情報が要約された。その上で、太陽光発電や風力発電にはない利点を 3 つ挙げた。1 つ目の利点は、計画的なオンオフや出力調整が可能である点にある。2 つ目は、高い設備利用率を実現できるという利点である。木質バイオマス発電機の利用率は、太陽光や風力の利用率の 3、4 倍に相当する 8 割程度に達するのだ。3 つ目の利点としては、地域経済への貢献が大きい点が挙げられる。エネルギー材の地域内流通が創出されると、売電事業収入は地域に還流することとなり、木材産業など諸産業への波及効果が大きい。

以上の一般的解説を踏まえて、基調講演者が経営されているバイオマス発電所を例として、特に 3 つ目の利点（地域経済への貢献）の観点から、現況と課題



図6 永野正朗氏による講演後の質疑応答風景。

について述べられた。高知県宿毛市に位置する当該バイオマス発電所は、発電機出力 6.5 MW であり年間の発電電力量は約 5,000 万 kWh/年の規模である。これにより、年間 9.5 万トン以上の木質バイオマスが消費され、その燃料費が地域に還流されることとなっている。特に、使用しているエネルギー材のうち 4 割が、枝葉・樹皮などの地域の未活用木材資源である点に特徴がある。これにより、製材所が恩恵を受ける点としては、製材過程で発生する樹皮の処理コストが、エネルギー材として収入に代わる点などがある。

しかし、枝葉・樹皮などの利用により、運営上の様々な課題が生じている。本講演では 3 つのリスクについて例示された。1 つ目の問題は、土砂、石のような異物混入のリスクが高くなる点である。これにより生じる設備損傷事例が示された。また、規格外チップの発生リスクが高くなり、搬送機内での目詰まり要因となっている。この対策として、専用の選別機を開発したことなどが紹介された。3 つ目は、燃焼灰に関する課題である。特に枝葉の燃焼灰は、炉内の不具合をもたらす原因となるため、付着灰を落とす装置を追加するなどの諸対策が必要である。

以上のように、枝葉・樹皮など地域の未活用木材資源を有効活用したバイオマス発電事業は、地域経済の波及効果が大きく今後の広がりが期待される方向性と言える。一方で、課題も抱えており、供給サイドの協力と利用サイドの諸対策が必要な現況にある。

4. パネルディスカッション

4-1 話題設定

木質バイオマス発電設備の運用状況について、エクスカージョンでは小型バイオマス発電機 (50kW)、基調講演では中型バイオマス発電機 (6.5MW) に関する詳しい説明が行われた。第 3 部・パネルディスカッションでは、地域実装にあたっての包括的課題を明らかにすることを目指した。このため、パネルディスカッションにおいては、木質バイオマスを用いた地産地消・分散型エネルギー社会を地域で運営していくにあたって、発電事業者 (基調講演者) にプラスして、キープレイヤーとなる林業と製材業関係者 2 名を、パネリストとしてお招きした。まずは、林業 (三原村) および製材業 (株式会社中成) サイドの取り組みを話題提供して頂いた。



図7 田野正利氏からの話題提供の様子。

(1) 田野正利氏 (三原村) からの話題提供

高知県の南西部に位置する三原村の森林面積率は、高知県の森林面積率 84% (都道府県ランキング 1 位) を上回る 88% である。樹種別面積割合で見たとき、ヒノキが 6 割近くと最も多いこと、広葉樹が 3 割を占めている点などの特徴がある。近年では、平成 31 年 4 月に林野庁四万十森林管理署と「三原米の里多様な森林づくり協定」を締結し、森林の林冠層で針葉樹と広葉樹とが混じる針広混交林等の育成複層林への本格移行がスタートした。この協定締結を契機に、保水力のある森づくりをもとに豊かな土から美味しい農林水産物を生み出し、三原村特産品の 1 つである三原村米のブランド価値を高めることを目指している。

また、令和 4 年度からスタートした木質資源循環促進事業では、林地残材を再生可能エネルギー事業者

供給した場合に、3,000 円/トンの補助を行っている（上限 100 トン）。本施策により、宿毛バイオマス発電所等へのエネルギー材の供給体制を強化したいと考えている。林業経営に資する林地残材の利用支援は、四万十、宿毛、土佐清水の 3 市に囲まれた源流村として、大雨時における流木対策や再生林の推進などの責を果たす上で重要なだけでなく、脱炭素化を通じた産業振興の実現に繋がるものと期待される。



図7 中上健介氏からの話題提供の様子。

（2）中上健介氏（株式会社中成）からの話題提供

高知市から車で約 1 時間半の高知県津野町に位置する株式会社中成は、集成材用原板やチップを製造する製材業と新築注文住宅等の建築業を営んでいる。B材・C材のヒノキ丸太を扱う製材業においては、年間に 35,000 m³ を製材して製品として 16,000 m³ を出荷している。5 年程前から、製紙用チップに加えて、年間 12,000 トンの木質バイオマス用チップを製造している。製紙用チップは、規格サイズが細かく決められており切削刃物を用いて製造しなければならない。一方、サイズに関する規格が緩い木質バイオマス用チップの場合は、メンテナンスが少なく済むハンマー式チップパーを用いることができる点に特徴がある。

木質バイオマス用チップの製造をスタートした背景として、東日本大震災後の製材業界の変化がある。2011 年以降、木質バイオマスの利用が活発化して、副産物（おがくず・背板・チップ）の取引が行われるようになったのだ。特に 2020 年は、コロナ禍で住宅着工数が減少し、製材可能な丸太までがチップ用材となった時期であった。ただ 2021 年以降は、ウッドショックにより、チップ用丸太も製材用として扱われている現

況である。なお同じ丸太であっても、チップ用丸太と扱われるときのみ、未利用材として売電価格が高くなる。構造用製材の残部をチップ化したものは、未利用材と見なされないため、エネルギー材としての価値は下がるというジレンマを抱えているのだ。

4-2 議論

基調講演者およびパネラー 2 名による話題提供の陰で、地産地消で木質バイオマスを有効活用し発電事業へと繋げる上での諸課題が、参加者に対してリアリティを持って伝えられた。その現実認識に基づいて、枝葉・樹皮利用に伴う困難の乗り越え方に関する議論が行われた。例えば、提供サイドの仕組み作りの必要性、あるいは AI 導入等の工学的ソリューションの有効性が指摘された。また、エネルギー材においても、林業と製材業の連携・統合による 6 次産業化を推進できないかとの提言があった。

5. おわりに

第 1 部（エクスカージョン）のメインテーマだった木質チップによる小型バイオマス発電機を用いた熱電供給機能を、地産地消でかつ分散型のエネルギー社会へとどう繋げていくべきなのか。そのグランドデザインを描くにあたっては、発電設備を起点とした事業スキームの構築だけでは片手落ちである。木質バイオマスのサプライチェーンマネジメントを根本的にアップデートさせる必要がある。第 2・3 部（基調講演・パネルディスカッション）を通して、このことが頭わとなった。

著者連絡先

古沢 浩

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

高知工科大学環境理工学群

E-mail: frusawa.hiroshi@kochi-tech.ac.jp