

>>>> 特別寄稿

地域循環共生圏の形成に向けた 未利用廃プラスチックのエネルギー利用

国立研究開発法人国立環境研究所
資源循環・廃棄物研究センター

循環型社会システム研究室 主任研究員 **河井 紘輔**



1. はじめに

持続可能な開発目標（SDGs）やパリ協定といった国際的潮流や、複雑化する環境・経済・社会の課題を踏まえ、地域資源を再認識するとともに最大限活用しながら自立・分散型の社会を形成しつつ、地域の特性に応じて資源を補完し支え合うことにより、地域の活力が最大限に発揮されることを目指す「地域循環共生圏」が第五次環境基本計画（2018年4月閣議決定）で提唱された。^{1), 2)} 地域循環共生圏の概念・考え方は前述の通りであるが、何をもって地域循環共生圏と称するのか、今のところ明確な評価指標や判断基準がある訳ではない。地域循環共生圏の事例として、地域における再生可能エネルギーを活用した取組（福岡県みやま市、鳥取県米子市、長野県飯田市など）や資源循環の取組（福岡県南筑後地域、鳥取県伯耆町、北海道鹿追町など）などが紹介されている³⁾⁻⁶⁾ ように、全国各地で地域循環共生圏形成への取組が進められつつある。今後は様々な地域資源を有効利用した取組が各所で進むことが期待されるが、現状では有効利用されていない地域資源がまだ多く存在する。とりわけ廃プラスチックは世界的にも喫緊の課題として取り上げられて

いるものの、リサイクルやエネルギー回収されずに、単純焼却あるいは埋立処分されている廃プラスチックも少なからずあるのが実情である。まずは発生抑制およびリサイクルが十分行われた上で、環境負荷低減のためにも廃プラスチックのエネルギー資源としての有効利用をさらに促進させるべきである。

そこで本稿では、地域循環共生圏の形成を目指す新たな計画を概説した後、国内外における廃棄物のエネルギー利用や廃プラスチックの動向を振り返る。その上で未利用の廃プラスチックをエネルギー資源として有効利用する事業計画の国内事例を紹介し、新たな価値を創造する地域循環共生圏形成の可能性を示す。

2. 地域循環共生圏の形成を目指す新たな計画

循環型社会形成推進基本計画は、循環型社会形成推進基本法第十五条に基づき、循環型社会の形成に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るために定められるものである。第四次循環型社会形成推進基本計画は2018年6月に閣議決定された。人口減少・少子高齢化の進展によって、地域の担い手の不足、消費の減退などにより地域の経済活動が低下し、社会保障や老

朽化した社会資本の維持管理・更新に要するコストは増大し、衰退していく地域が増えることが懸念されている。このような人口減少・少子高齢化の進展による地域衰退などの課題を踏まえて、第四次循環型社会形成推進基本計画では日本が目指すべき将来像のひとつとして「地域循環共生圏の形成による地域活性化」を掲げている。

時を同じくして、第四次循環型社会形成推進基本計画に掲げられた地域循環共生圏の考え方も視野に入れ、地域の特性や循環型社会資源の性状等に応じて、地域循環共生圏の核となり得る廃棄物処理施設の整備を進めるべく、新たな廃棄物処理施設整備計画も閣議決定された。廃棄物処理施設整備計画は公共または公共関与の廃棄物処理施設整備に関するもの⁷⁾であるが、今後は一般廃棄物焼却施設を地域のエネルギーセンターと位置付け、民間事業者などとの連携のもと、地域に新たな価値を創造し、地域循環共生圏を形成することが求められている。⁸⁾

3. 廃棄物のエネルギー利用

1970年代の石油ショック以降、特に暖房需要の大きい北欧を中心とした欧州では住居などへの地域熱供給が積極的に導入されてきた。⁹⁾ 欧州における焼却施設でのエネルギー効率は高いが、それは電力だけでなく蒸気・熱を有効利用することが主な理由である。EUの焼却施設は、欧州委員会が定める算定式を用いてエネルギー効率が0.65以上であればR1（RはRecoveryの略）、0.65未満であればD10（DはDisposalの略）に分類される。¹⁰⁾ すなわち、焼却施設でも一定以上のエネルギー効率があればEUの廃棄物枠組指令（Directive 2008/98/EC on waste）で提唱されている廃棄物ヒエラルキーでDisposalより上位にあたるRecoveryに認定され、何らかの天然資源（この場合は石炭などの化石燃料）を代替している意義ある廃

棄物処理とされる。日本でも例えば札幌市ではRDF（一般廃棄物を固形化した燃料）を燃料としたボイラーで熱源を製造し、暖房・給湯をはじめ、ロードヒーティングや冷房などを供給している事例¹¹⁾がある。しかし、日本の民生部門でのエネルギー需要は夏季を中心とした冷房需要が主であり、排熱を直接活用できる暖房需要に比べ、普及が難しいと思われる。¹²⁾ また、地域熱供給にはボイラーの設置に加えて、熱供給管網のインフラ整備に多大な費用が必要¹³⁾となるため、札幌市と同様の仕組みを数多く国内の他都市に展開できる可能性は低い。

これまでは焼却処理施設とは迷惑施設であり、多くの施設が人里離れた市町村の境界付近に設置され、焼却施設で発生する熱の利用を考慮した立地ではなかった。熱が利用されたとしても、焼却施設周辺の建物や温室などの暖房、温浴施設やプールへの温水供給など、最終的な需要温度が50℃未満の低温の熱供給が主である。¹⁴⁾ 廃棄物処理施設整備計画で提案されている焼却施設のエネルギーセンター化を実現するためには、廃棄物エネルギーの需要の存在が重要となる。例えば、化学工場などにおいては、24時間365日いずれかの生産工程が稼働していることから、焼却施設から供給される熱・電力のベストマッチが期待できる。¹⁵⁾

4. 廃プラスチックに関する動向

EUで2015年12月に発表された、新たな投資・雇用創出などの経済的効果を生み出しつつ資源循環を促進させる、いわゆる循環経済政策パッケージ「Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy」を受けて、2018年1月には循環経済におけるプラスチックのための欧州戦略「A European strategy for plastics in a Circular Economy」が策定された。^{16)、17)} 日本でも2019年5月に「プラスチック資源循環戦略」が策定され、使い捨ての

プラスチック製容器包装の削減やプラスチック製容器包装の再使用あるいはリサイクルを前提としたデザイン変更を求められることとなった。詳細に関しては『JEFMA』第67号での特別寄稿¹⁸⁾を参考にされたい。

国内外でプラスチックに関する中長期的なビジョンが提示される一方、2017年の中国における廃プラスチックの輸入禁止措置によって、これまで廃プラスチックを中国に輸出してきた欧州や日本では緊急的な廃プラスチック対策を迫られることとなった。中国での輸入禁止措置の影響で廃プラスチックが流入したベトナム、タイ、マレーシアなどでも輸入を厳格化し、行き場を失った廃プラスチックは国内での処理処分が求められることとなったが、国内での廃プラスチックの処理能力には限界があり、急に処理能力を増強することはできない。以前はリサイクルあるいはエネルギー回収に利用されていた廃プラスチックが、廃プラスチックの増加によってカスケード的に利用されることとなり、単純焼却や埋立といった未利用の廃プラスチックが増加することとなった。2018年の未利用（単純焼却および埋立）の廃プラスチックは2017年に比べて14万トン増の142万トンと報告されている。¹⁹⁾

5. 未利用廃プラスチックのエネルギー利用の事例

廃プラスチックはこれまでも鉄鋼業、製紙業、セメント業といった基幹産業で利用され、石炭などの化石燃料の利用削減に貢献してきた。ただし、基幹産業での廃プラスチック利用には受入条件があり、設備損傷を最小限に抑えるため、厳しい塩素濃度の基準が設けられている。²⁰⁾例えば、製紙業などで一般的に利用されているRPF（古紙や廃プラスチックなどの産業廃棄物を固形化した燃料）は等級A（JIS Z 7311: 2010）に該当するもので、塩素濃度が

0.3%以下のものである。基幹産業でエネルギー利用されているのは、塩素濃度が比較的低い廃プラスチックであり、塩素濃度が比較的高い廃プラスチックは有効利用されずに単純焼却あるいは埋立処分されることになり、中国などが廃プラスチックの輸入禁止措置を行った以降はその傾向がより強まっている。

ここで、国内の廃プラスチック問題解決の一助となり得る事例を紹介したい。従来は単純焼却されている未利用の廃プラスチックを主原料として、RPFを製造し、ボイラー燃料として有効利用する事例である。A県にある石炭火力発電所では、石炭ボイラーで蒸気と電力を製造し、蒸気と一部電力は近隣の工場に供給されている。今後、RPF製造施設とRPFボイラーを石炭火力発電所の近隣に設置する予定である（図1）。製造する蒸気と電力の総量は変更せず、RPFボイラーを稼働させる代わりに石炭ボイラーの出力を抑制することが、この事業の目的である。塩素濃度が比較的高い廃プラスチックや雑古紙など、現状ではマテリアルリサイクルやエネルギー回収が行われていない未利用の産業廃棄物を有効利用して、等級Cに該当するRPFを製造する。RPFをボイラー燃料として利用することによって、石炭火力発電所での石炭消費量を削減しつつ、近隣の工場に蒸気と電力を安定的に供給する。国外から石炭を輸入する代わりに、国内の未利用廃プラスチックを利用し、製造した蒸気と電力を地域に供給するこの事業は、地域循環共生圏の一例と言える。一般的に製紙業などで利用されているRPFと比較して塩素濃度が高いRPFをボイラーで利用するため、ボイラーの設備損傷が激しいと想定されているが、本事業者は設備の更新・修繕も織り込んだ経済性評価を行っている。日本では、ボイラーの設備損傷を懸念して塩素濃度が低い廃プラスチックが優先的に利用されてきたが、塩素濃度が比較的高い廃プラスチック

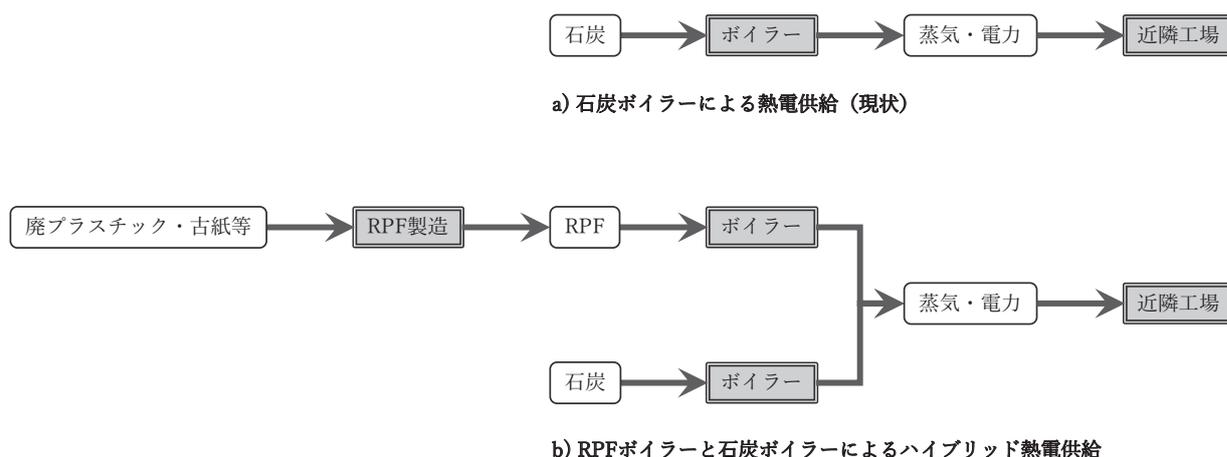


図1 RPFの製造および利用による熱電供給

クに着目、利用する事業は画期的で、新たな価値を創造するものである。

6. おわりに

本稿で紹介した事例は、1) 既存の地域産業インフラを活用した新たな動脈静脈連携システムを構築する、2) 未利用の廃プラスチックなどの産業廃棄物をエネルギー資源として有効利用する、3) 石炭を代替してCO₂排出量を削減する、といった様々な価値を創造するものである。一般廃棄物焼却施設を発電だけでなく熱供給を行う地域のエネルギーセンターと位置付ける場合、まずは地域における熱需要の掘り起こしが不可欠である。また、多くの地域で人口減少・高齢化が進行し、一般廃棄物の発生量が減少することになるが、焼却施設で受け入れる廃棄物の量と質の変化を中長期的に予測した上で焼却施設の熱電供給ポテンシャルを熱需要家に訴える必要がある。

従来の廃棄物処理の固定観念に囚われずに、どのような地域資源が未利用なのか、どのようにすれば有効利用できるのか、どのような需要が顕在（あるいは潜在）しているのか、どのような条件であれば需要が増えるのかなどを検討

した先に地域循環共生圏の形成が見えてくる。ただし、地域資源の有効利用に関する需給バランスに留意しなければ持続的な地域循環共生圏は成立せず、社会、経済、政治、自然などの様々な状況が需給バランスに影響を与える。地域循環共生圏とは、そのような状況の変化に応じて、時代とともに常に形態を変化させて形成するものではないだろうか。

【参考文献】

- 1) 川又孝太郎（2019）地域循環共生圏：日本における先進的取組。OECC会報第86号。一般社団法人海外環境協力センター。東京。
- 2) 武内和彦，山田哲也（2018）SDGsを具現化する「地域循環共生圏」の構想—第5次環境基本計画を読み解く。環境管理。54:8-12。
- 3) 環境省（2019）地域循環共生圏事例集—脱炭素化・SDGsの実現に向けた日本のビジョン—。
- 4) 環境省（2019）環境白書・循環型白書・生物多様性白書（令和元年版）。
- 5) 環境省（2018）環境白書・循環型白書・生物多様性白書（平成30年版）。

- 6) 環境省 (2018) 地域循環共生圏 (循環分野) 形成に向けて.
- 7) 環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課 (2019) 廃棄物処理施設整備計画の概要. JEFMA. 67:16-18.
- 8) 大沼康宏 (2019) 環境省の政策—ごみ焼却施設の廃棄物エネルギー利活用による低炭素化—. 廃棄物資源循環学会誌. 30:239-244.
- 9) 松原弘直 (2019) 再生可能エネルギー 100% に向けた第 4 世代地域熱供給の動向と国内への展望. 廃棄物資源循環学会誌. 30:253-263.
- 10) European Commission (2011) Guidelines on the interpretation of the R1 energy efficiency formula for incineration facilities dedicated to the processing of municipal solid waste according to Annex II of Directive 2008/98/EC on waste.
- 11) 下川真史 (2014) ごみ焼却とエネルギー回収の技術動向 RDF・ごみ焼却熱を活用した地域熱供給事例. 都市清掃. 66:572-580.
- 12) 深栖大毅, 三上恒生 (2019) 諸外国の熱供給にかかわる制度とその日本への示唆. 廃棄物資源循環学会誌. 30:245-252.
- 13) 藤井実 (2019) 廃棄物のエネルギー利用の高効率化に向けた展望. 廃棄物資源循環学会誌. 30:233-238.
- 14) 藤井実 (2018) 廃棄物収集・エネルギー回収高度化への情報技術の活用. 廃棄物資源循環学会誌. 29:202-208.
- 15) 宮田治男, 箱崎忍, 大橋輝, 秦三和子, 村上友章 (2019) 廃棄物処理施設からの余熱等を利用した地域低炭素化モデル事業の成果の紹介. 廃棄物資源循環学会誌 30:277-284.
- 16) 山本恭太 (2018) プラスチックを巡る資源循環の動向について. 環境管理. 54:22-27.
- 17) 粟生木千佳, 森田宣典 (2018) EU プラスチック戦略と関連の循環経済国際動向. 廃棄物資源循環学会誌. 29:286-293.
- 18) 富安健一郎 (2019) プラスチックを取り巻く国内外の動向とプラスチック資源循環戦略の検討状況. JEFMA. 67:19-23.
- 19) 一般社団法人プラスチック循環利用協会 (2019) 2018 年プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況.
- 20) 吉田康夫, 野沢健太郎, 松井良行, 船曳哲史, 峯隆夫 (2001) 廃プラスチックの製鉄所利用. 神戸製鋼技報. 51:58-61.