

一般廃棄物プラスチックの地域循環圏の構築

Study on Recycling System for Converting Plastic Waste to Oil

－福岡県筑後地域4自治体1事業者による油化事業について－

木村 眞実*

分野：会計学（環境会計）

キーワード：油化、リサイクル、廃プラスチック、地方自治体

I はじめに

京都議定書における温室効果ガス6%削減の約束を達成するために、「京都議定書目標達成計画（平成20年3月全部改定）」では、廃棄物処理に関する取組として、廃棄物処理施設における廃棄物発電等エネルギー利用を更に進めることとしている¹⁾。また、「平成21年版 環境・循環型社会・生物多様性白書」では、循環型社会の形成に必要な各主体の連携・協働を図る上で基礎となるのが、資源循環の性質と地域の特質に応じた「地域循環圏」の構築であるとし、地域の特性や資源循環の性質に応じた地域循環圏の構築を推奨している²⁾。

そこで、本稿では、廃棄物のエネルギー利用と、地域循環圏の構築の可能性について、自治体と事業者による、一般廃棄物における廃棄プラスチックの油化事業を対象として、検証を行う。具体的には、福岡県筑後地域の4自治体（大木町・柳川市・みやま市・筑後市）と事業者（柳川商事）が、油化事業を本格実施するまでに、どのような課題に対して、どのように解決したのかということを検討したい。本稿での考察が、一般廃棄物の再資源化をどのように行えばよいのか、特に、仕組み作り（地域循環圏の構築）に苦慮する自治体に対して、ヒントとなればと考えている。なお、本稿では本格実施までの過程を対象とし、本格実施後の評価については別稿にて述べる。

* 徳山大学経済学部准教授 〒745-8566 山口県周南市学園台 kimura29831@yahoo.co.jp

1) 環境省 [2008] p.40。

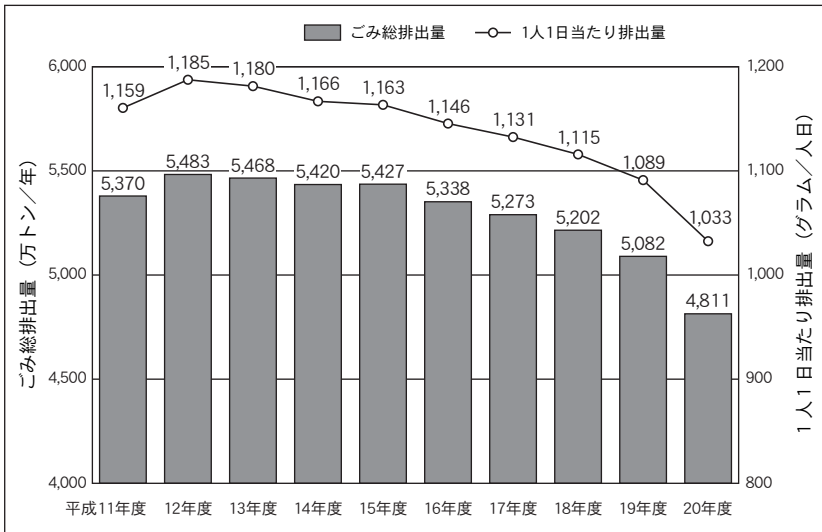
2) 環境省 [2010a] pp.164-166 参照。

Ⅱ 一般廃棄物処理の現状

平成22年4月に、環境省から一般廃棄物の排出及び処理状況等（平成20年度）の調査結果が公表された。それによれば、ごみ総排出量は4,811万トンとなり、国民（1億2,753万人）1人1日当たりのごみ排出量は1,033グラムである³⁾（図表1参照）。

このうち、ごみの総処理量は4,514万トンであり、そのうち、焼却、破碎・選別等により中間処理された量（中間処理量）は4,197万トン、再生業者等へ直接搬入された量（直接資源化量）は234万トンである。中間処理量のうち、中間処理後に再生利用された量（処理後再生利用量）は451万トンで、これに直接資源化量と集団回収量の293万トンを合計した総資源化量は978万トンである。また、中間処理により減量化された量は3,275万トンである。そして、中間処理されずに直接最終処分された量の82万トンと、中間処理後に最終処分された量の471万トンを合計した最終処分量は553万トンである⁴⁾（図表2参照）。

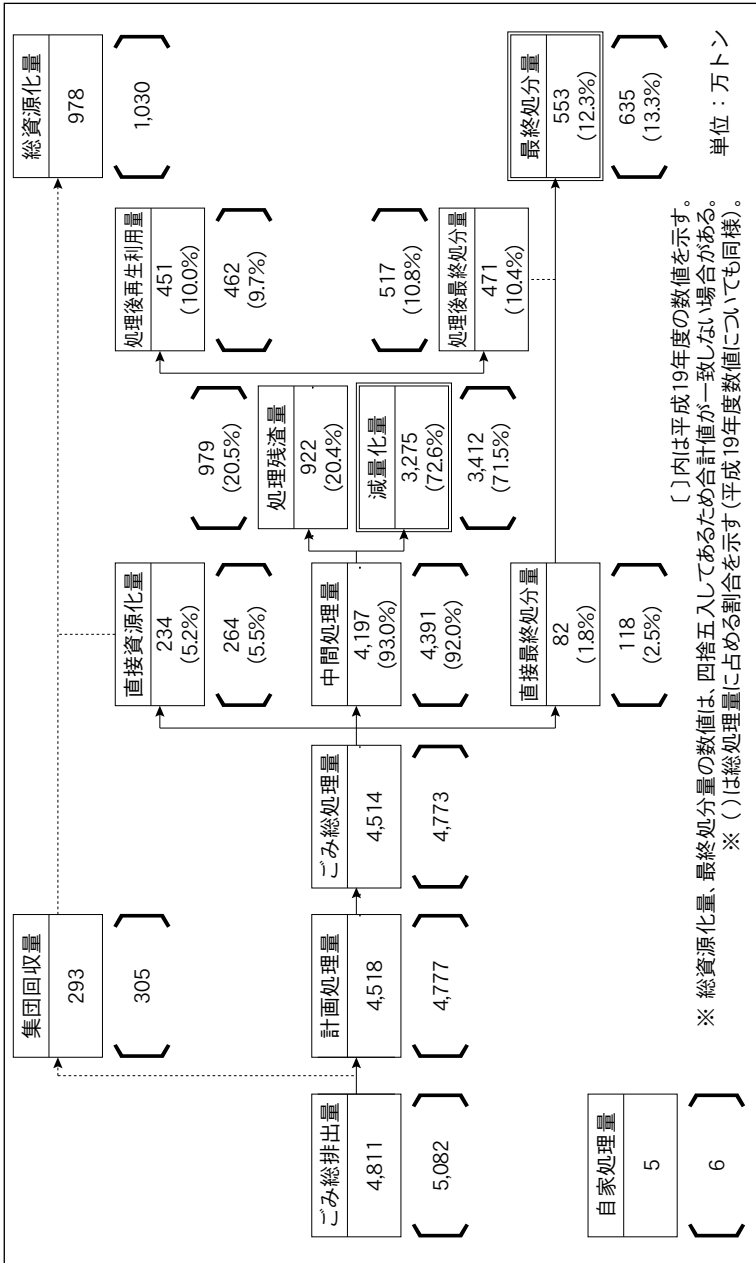
図表1 ごみ総排出量の推移



出所：環境省〔2010b〕p.3。

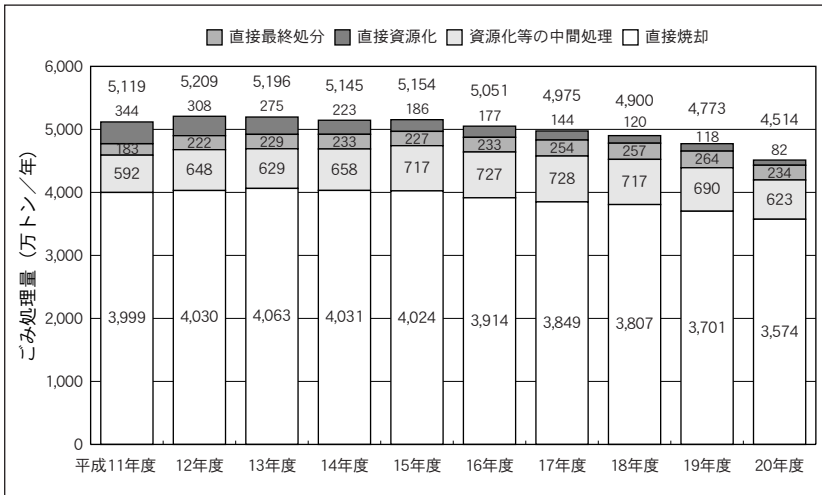
3) 環境省〔2010b〕p.3。

図表2 全国のごみ処理フロー



ここで注目したい点は直接焼却の量である。全国のごみ処理フローの中間処理における直接焼却量は3,574万トンであり、ごみ総処理量4,514万トンに対する直接焼却率は79.2%となる（図表3参照）。

図表3 ごみの総処理量の推移



出所：環境省[2010b]p.5.

直接焼却率を県別で見てもよい。例えば、山口県および福岡県においても全国平均率（79.2%）に近い70%台である（図表4参照）。しかし、市町村別で見ると、とりわけ福岡県では、全国平均率よりも高い直接焼却率が見られる。例えば、福岡市と筑後市では約90%、柳川市では約80%、みやま市では約85%である（図表5参照）。

4) 環境省 [2010b] p.4. なお、環境省 [2010b] によれば、ごみの総処理量（4,514万トン）＝中間処理量＋直接最終処分量＋直接資源化量であり、総処理量と計画処理量（4,518万トン）とは、計量誤差等により一致しないとのことである。

図表4 各県の直接焼却率等

都道府県名	総人口 (人)	ごみ総排出量 (t)	1人1日当 たりの排出 量 (ごみ総排出 量) *106/総人口/365 (g/人/日)	ごみ処理量					合 計 (t)
				直接焼却量 (t)	直接焼却率 (直接焼却量/ ごみ処理量 合計*100) (%)	直接最終 処分量 (t)	焼却以外の 中間処理量 (t)	直接 資源化量 (t)	
山口県	1,482,543	589,433	1,089	412,481	72.2	28,623	92,437	37,541	571,082
福岡県	5,037,636	1,943,889	1,057	1,472,915	77.5	20,450	284,776	121,640	1,899,781
全 国	127,529,841	48,106,447	1,033	35,742,280	79.2	821,347	6,231,609	2,340,634	45,135,870

出所：環境省一般廃棄物処理事業実態調査平成20年度より作成。

図表5 各市町村の直接焼却率等

都道府県名	総人口 (人)	ごみ総排出量 (t)	1人1日当 たりの排出 量 (ごみ総排出 量) *106/総人口/365 (g/人/日)	ごみ処理量					合 計 (t)
				直接焼却量 (t)	直接焼却率 (直接焼却量/ ごみ処理量 合計*100) (%)	直接最終 処分量 (t)	焼却以外の 中間処理量 (t)	直接 資源化量 (t)	
周南市	152,914	62,235	1,115	28,913	47.1	13,580	14,472	4,433	61,398
宇部市	176,199	72,336	1,125	51,199	74.6	4,903	8,754	3,766	68,622
山口市	188,289	80,880	1,177	62,737	80.4	1,641	7,961	5,674	78,013
防府市	119,743	49,653	1,136	42,758	88.6	516	3,233	1,770	48,277
岩国市	149,781	50,801	929	36,428	72.4	286	8,692	4,889	50,295
福岡市	1,382,563	622,487	1,234	527,911	90.8	13,237	39,952	485	581,585
大木町	14,559	3,591	676	1,689	50.4	0	1,562	100	3,351
柳川市	73,637	22,121	823	17,692	80.4	322	3,454	24	21,992
みやま市	42,737	12,870	825	10,908	84.8	0	146	1,816	12,870
筑後市	48,543	17,025	961	14,695	90.3	0	1,575	0	16,270

出所：環境省一般廃棄物処理事業実態調査平成20年度より作成。

Ⅲ 油化事業の背景

ごみを焼却処理しないで、資源として再利用しようという取組がある。筑後地域の4自治体と1事業者では、平成22年10月（一部地域にて）から一般廃棄物における廃棄プラスチックを回収して油化し、再び燃料として、地域にて使用するという、油化事業を本格開始する。以下では、4自治体と1事業者による油化事業について、背景、油化事業を行う上での課題および課題の解決方法を見ていこう。

1 大木町

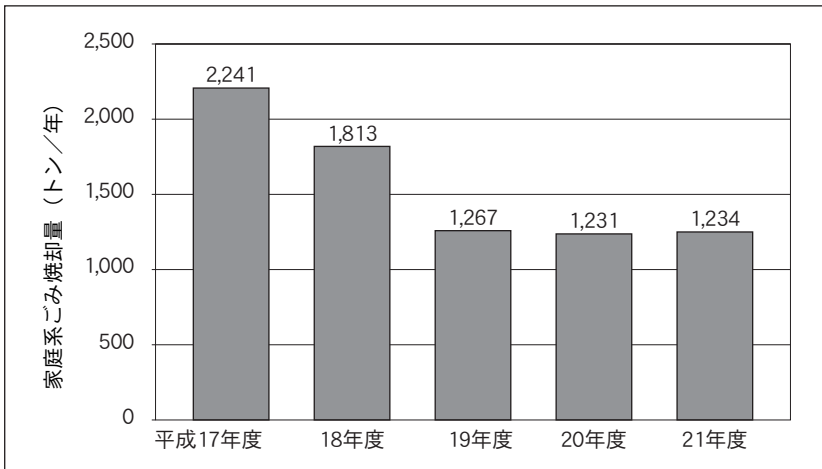
福岡県三潞郡大木町は、北部九州・筑後平野の中央部に位置し、柳川市と筑

後市に隣接した農業の町である。人口は約14,500人、世帯数は約4,300世帯、そして面積は約18.43平方キロである。掘割が町の約14%を占め、農業に利用されている。特産物は、苺・アスパラガス・シメジ・えのき・花ごぎ等である。また、住民活動が盛んであり「あーすくらぶ」等の団体が活動している。

平成13年度から平成15年度の「大木町有機物循環事業」では、焼却処理をしていた「生ごみ」を分別収集し、バイオガスプラントでのメタン発酵の後に、メタンガスと液肥として利用する事業を行った。さらに、平成17年度から平成21年度の「おおき循環センター整備事業」では、「おおき循環センター（くるるん）」を開設して、生ごみ・し尿・浄化槽汚泥を収集し、メタン発酵の後に、メタンガスと液肥として利用する事業を行っている⁵⁾。

平成17年度から平成21年度の家系から排出されたごみの焼却量を見てみよう。平成17年度では2,241トンであったのが、平成21年度では1,234トンまで減少をしている（図表6参照）。つまり、この減少は生ごみ分別による成果と考えられる⁶⁾。

図表6 家庭系ごみの焼却量の推移



出所：大木町提供資料より一部抜粋。

5) 液肥は「くるっ肥」の名称で町内の米作農家に使用され、その結果できた米は環境共生型特別栽培米「環のめぐみ」として「おおき循環センター」内で販売されている。また、その他にも「菜の花プロジェクト」がある。これは、廃食用油から軽油代替燃料

2 生ごみ分別の限界と対策

図表6の家庭系ごみ焼却量の推移を見ると、平成19年度以後はほぼ一定量であることがわかる。大木町によれば、減少が見られない理由は平成19年度に生ごみ分別が徹底されたため、ということである。つまり、生ごみ分別の徹底が行われ、その結果、焼却量を減らすことができたということである。しかし、これ以上、生ごみ分別では、焼却量を減らすことができないということでもある。

平成20年度に、同町では、燃やすごみの組成調査を行っている。その結果を見ると、重量比では、紙類が33.8%と最も重く、次いで、プラスチック類が22.4%であった(図表7参照)。また、容積比では、プラスチック類が51.0%と最大であった(図表8参照)。

すなわち、焼却量を減らす方法の一つに、プラスチック類の再資源化が考えられるということである⁷⁾。

IV 油化事業の試行

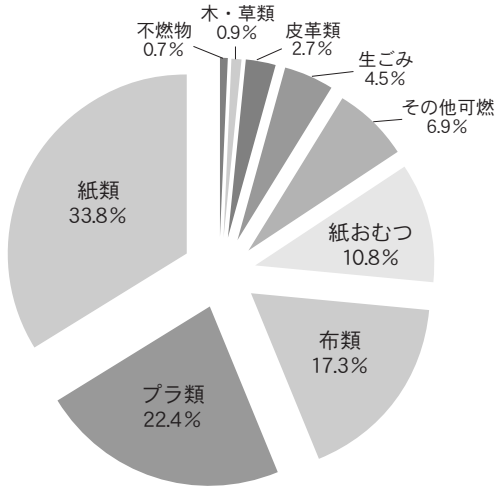
1 萌芽

大木町では、平成19年7月から5つのモデル地区にて、これまで月1回行ってきた資源物の地区分別収集の際に、プラスチック類の分別も開始した。そし

(BDF)を精製し、BDFを使用する耕運機で菜の花畑を耕し、そして菜の花から菜種油・油粕を加工・販売し、使用済み菜種油(廃食用油)を回収するという、消費・再生・生産・加工の循環プロジェクトである。このプロジェクトにて生産される菜種油は完全無添加菜種「環のかおり」として「おおき循環センター」にて販売されている。なお「おおき循環センター」には「道の駅おおき」という町内農産物販売・地産地消レストランを設けており、1つの敷地内で消費・再生・生産・加工という循環を体現している。詳細は<http://kururun.jp/>を参考されたい。

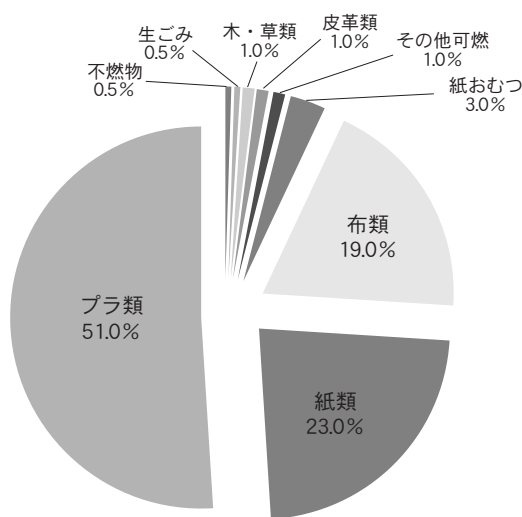
- 6) なお、現在、資源物として22品目を分別収集している。空き缶類(飲食物用)、空きビン類(使い捨てビン)、空きビン類(活きビン)、ペットボトル、トレイ、蛍光管、乾電池、飲料用紙パック、新聞紙、ダンボール、その他紙類、古着・古布、廃食用油、陶器・がれき類、ナベ類、その他金属類、ガラス類、割れものガラス、硬質プラスチック類、軟質プラスチック類、生ゴミ、小型家電である。なお、平成20年度から紙おむつの分別モデル事業を行っている。
- 7) 大木町では2008年3月に「大木町もったいない宣言(ゼロ・ウェイスト宣言)」を行った。この宣言には「2、もともとは貴重な資源である「ごみ」の再資源化を進め、2016年(平成28年)度までには、「ごみ」の焼却・埋立処分をしない町を目指します。」とあるように、同町にとって、プラスチック類の再資源化は対処せねばならない課題である。

図表7 燃やすごみの組成（重量比）



出所：大木町提供資料。なお、各組成の重量は不明。

図表8 燃やすごみの組成（容積比）



出所：大木町提供資料。なお、各組成の体積は不明。

て、福岡県久留米市にある油化事業装置の研究開発を昭和62年から行っている企業(株式会社エクアール)にて軟質系プラスチックの重油化を試行し始めた。

さらに、平成20年4月から3つのモデル地区を追加し、合計8つのモデル地区にて、プラスチック類を分別収集し始めた。8地区による試行では、月1回の地区分別収集だけでなく、町リサイクルセンターへの直接持ち込み(平日15時から17時、毎月第4日曜日)も始めた。

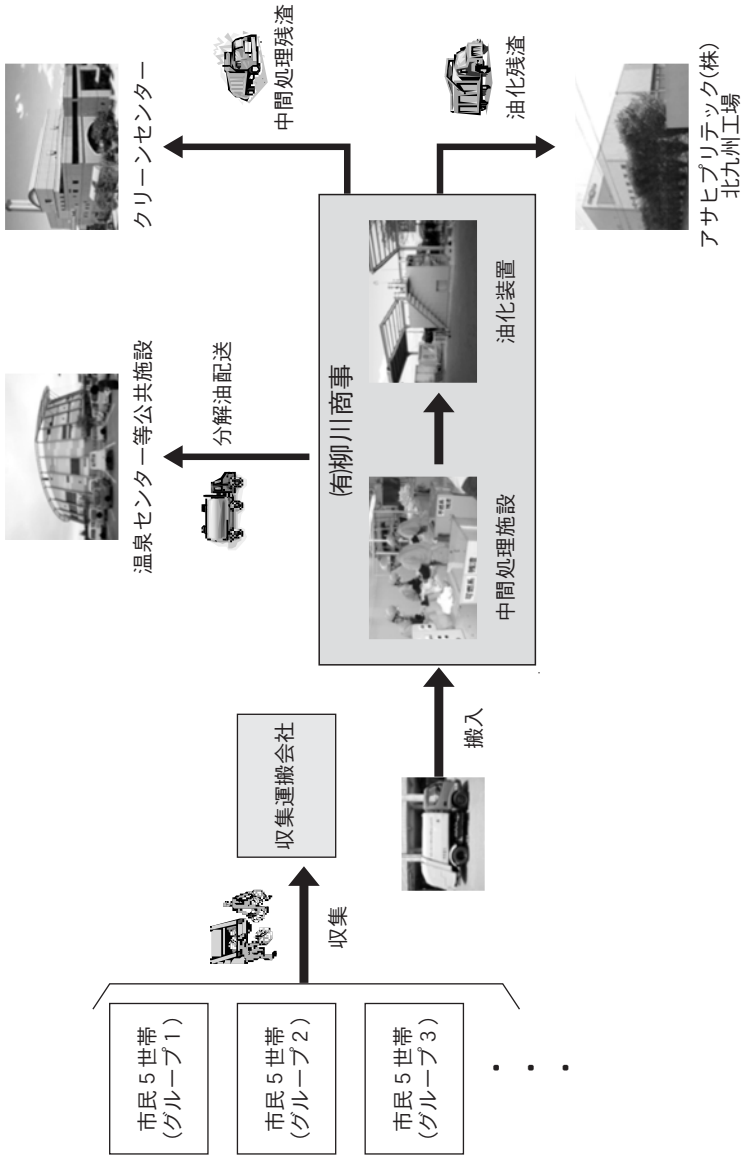
家庭系焼却ごみ量は平成19年度の実績で1,267トン、うちプラスチックが22% (図表7燃やすごみの組成より) とすると、約278トンのプラスチックが予想される。しかし、地区内でのプラスチック回収量は意外に少なく、油化処理した軟質系プラスチックは5.58トン、硬質系は6.03トンであった。というのも、(同町によれば)月に1回の回収であったことと、リサイクルセンターへの持ち込みを認めていたため、かさ張るプラスチックを地区分別数週日まで家庭内にて保管せずに、リサイクルセンターへの持ち込みが行われたからである。

2 契機

大木町によるモデル試行が続く中で、平成21年5月、有限会社柳川商事が大木町を訪れた。同社は、福岡県柳川市にて、一般・事業系ごみの収集業務、発砲スチロールの中間処理等を行っている。同社が大木町へ提案したのは「一般廃棄物中における廃プラケミカルリサイクル」という、これまで同町が試行していたことである。

一般に、廃プラスチックの油化では、油化装置の小型化が課題の一つであった。というのも、大規模な油化装置では、莫大な設備投資資金が必要である。また、投下資金の回収、安定的な設備の稼働、そして経営安定のために、大量な廃プラスチックが必要となる。しかし、装置が小型化すれば、設備投資資金が抑えられ、廃プラスチックを大量に集める必要もない。そのために必要な技術が、「FCC廃触媒接触分解油化」という、北九州市立大学によって開発されたものである⁸⁾。柳川商事では、その技術による小型装置での油化と、市町村という小規模圏内で、市況に左右されない安定的な廃プラスチックの収集⁹⁾を、ビジネスモデルとして提案した(図表9参照)。

図表9 油化事業のフロー



すなわち、大木町にて収集された廃プラスチックを、柳川商事にて油化し、油化されたものは燃料として大木町の施設にて利用する。つまり、大木町では事業委託によって油化装置の建設が不要となり、柳川商事では安定的な原料を得ることができる。また、油化された燃料は、市価よりも低い価格で、柳川商事から大木町へ売却される。大木町では町内施設における燃料費用を抑えることができ、柳川商事では採算が合う油化事業を行うことができる。

3 転機

油化事業のための設備投資額は、油化装置が約8,500万円、破碎装置が約4,500万円、選別機が1億1,000万円¹⁰⁾ 環境対策機器が約3,000万円と総額で約3億円と予想された。柳川商事が大木町に油化事業を提案し、設備投資のための資金調達を検討していた同時期の平成21年5月に、環境省より二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（廃棄物処理施設における温暖化対策事業）実施要領が発表された。この補助金事業では、高効率な廃棄物発電等の廃棄物処理に係るエネルギー利用施設の整備を実施する民間企業等の事業者に対し、事業実施に必要な経費の一部を国が補助することにより、地球環境の保全に資することを目的としている¹¹⁾。柳川商事では、偶然、この補助金事業を知り、急遽、書類の作成・申請を行った。その結果、油化事業費の約3分の1の補助金を受けることができ、同社にとっては負担であった設備投資が大きく軽減されるこ

8) 本技術の発明者は北九州市立大学の藤元薫教授・黎暁紅教授である。油化装置の一般的な従来法は高温熱分解法であり、①設備が複雑で設備コストが高い（溶融・脱塩素などの予備処理が必要）、②油の収率が低く品質が劣る（流動性が高い）、③油中の残留塩素が多い（数100ppm以上）、④エネルギー効率が低い、という問題点があった。しかし、接触分解油化技術によれば、低コストで高収率・高品位の分解油を得ることが可能な、シンプルかつ小型油化装置が可能となるとのことである。<http://www.johofukuoka.or.jp/intellectual/tokkyobiz/pdf/2008-No03.pdf>を参照されたい。

9) 原料の安定供給は、油化装置の小型化とともに、再資源化事業にとって課題である。例えば、容器包装リサイクル法のもと自治体で収集された使用済みPETボトルが、市況に左右されて海外へ流出し、国内のリサイクル事業者が事業を継続できないことがあった。日経BP [2009] pp.34-35 参照。

10) 後に油化用廃プラ自動選別機は手選別が有効であるとの試行により手選別に切り替えている。

11) 環境省 <http://www.env.go.jp/recycle/info/ondanka/kobo.html>。

ととなった。

しかし、事業の採算を見積もると、年間約720トンの廃プラスチックが必要であった。大木町における収集量は理論上で年間146トンと考えられたため、同社では、大木町のみならず筑後地域の自治体へと事業範囲を広げることを考えた。

その結果、柳川市、みやま市、筑後市の3市が事業に賛同し、筑後地域4自治体による廃プラスチック油化事業研究協議会（以後、協議会という）が発足した。そして、2009年12月には協議会の第1回定期勉強会が開かれ、これまで油化装置の研究・開発を行ってきた福岡県久留米市の株式会社エクアール、4自治体、そして柳川商事の担当者等が、油化事業の課題を協議し始めた。

4 課題

協議会にて主に協議されたことは「プラスチック類の分別基準」である。この基準如何で、収集量、接触分解油の成分が大きく左右される。また、住民への広報も課題である。

4自治体のうち大木町が油化事業を先行しているため、同町が他自治体への先導役となっている。同町では、平成22年4月から9月まで、モデル地区（8地区）において専用収集袋によるルート回収を開始した。その間、5月に収集袋の仕様・回収頻度の検証、8月から地区別（49地区）の説明会を行った。そして、10月から全町での本格実施を予定している。

なお、協議会での分別基準を勘案し、大木町では、モデル地区用に以下のような資料を配布した（図表10参照）。

より効果的な分別収集を行うために、モデル地区による分別収集に対して、柳川商事から経過報告と要望が出されている。この報告と要望は、週に1回、大木町に通知される。参考までに、その内容を挙げてみよう。

- 化粧品の容器が混入（特にチューブのモノ）
- 葉のPTPシートが混入
- 金属（針金等）が混入
- ラップ類が混入

V おわりに

本稿では、廃棄物のエネルギー利用と、地域循環圏の構築の可能性について、筑後地域4自治体と1事業者による廃プラスチックの油化事業を対象として考察を行った。その結果、本油化事業とは、各主体が抱えていた課題を解決する事業であることが明らかとなった。

すなわち、大木町では、廃プラスチックの油化を試みていたが、低コスト（設置・ランニング）な油化プラントの建設が課題であった。また、柳川商事では、市況に左右されない安定した原料の確保が課題であった。さらに、柳川市・みやま市・筑後市においても、焼却施設の維持コストの削減が課題であった。これらを解決したのは、本油化事業のもとに揃った3条件、つまり、①北九州市立大学によるFCC廃触媒接触分解技術とエクアールによる長年の油化装置の研究・実績、②環境省による補助金事業、③1自治体ではなく4自治体の参画である。

よって、4自治体1事業者による油化事業と同様に、他地域にて地域循環圏を構築する際には、3条件（技術・資金・資源量）の確保が求められるであろう。

なお、資源量に関して付言すれば、柳川商事の油化装置では1時間に150キログラムの処理能力があり、1日8時間の稼働では年間処理量が360トン、1日10時間の稼働では年間処理量が450トンである。また、柳川商事では図表12のように4自治体の家庭系一般廃棄物中の可燃物における油化対象廃プラスチックの重量を予測している。つまり、他地域において油化事業を行う場合には、油化装置の処理能力、月の収集回数を考慮して、地域循環圏の構築を行うことが要点と思われる¹³⁾。

12) なお、燃えるごみ用袋は1枚60円であり、廃プラスチック専用袋を燃えるごみに比べ割安にすることで、分別収集を促進することを狙っている。しかし、同じくモデル地区にて収集を始めた柳川市では、廃プラスチック専用袋と燃えるごみ用袋を、同額の30リットル1枚20円としている。柳川市によれば「値段が安い袋に、分別をしないで、ごみを出す傾向があるから」ということである。また、柳川市も大木町と同じく10月より全町本格実施を予定している。柳川市では、地区説明会は説明希望がある地区でのみ行っており（8月までに）5地区にて行った。

13) なお、協議会によれば、各自自治体の廃プラ収集回数は月に4回が理想であるため、次年度以降から、柳川市・みやま市・筑後市においても、月4回の収集を実現していく見通しとのことである。

図表12 筑後地域4自治体における試算

自治体名	平成20年度 人口数 (人)	年間1人当 たりの油化 対象廃プラ 重量試算 (kg)	年間油化対 象廃プラ排 出量試算 (t)	年間収集率 試算 (%) (月の収集回数)	年間油化対 象廃プラ収 集量試算 (t)
大木町	14,559	10	146	80(4回)	117
柳川市	73,637	10	736	20(1回)	147
みやま市	42,737	10	427	20(1回)	85
筑後市	48,543	10	485	20(1回)	97
合 計	179,476		1,795		446

出所：柳川商事提供資料より抜粋・一部訂正。

注：柳川商事によれば年間1人当たりの油化対象の廃プラ排出量は10キログラムである。また、年間収集率は月4回の収集で80%と想定される。

参考文献

- 環境省. 2008. 『京都議定書目標達成計画』環境省.
 環境省. 2010a. 『平成21年版 環境・循環型社会・生物多様性白書』環境省.
 環境省. 2010b. 『一般廃棄物の排出及び処理状況等（平成20年度）について』環境省.
 日経BP社. 2009. 『日経エコロジー（2009年1月号）』日経BP社.

謝辞

本稿は、大木町・柳川市・みやま市・筑後市、および有限会社柳川商事・株式会社エクアール等の関係各位のご協力によるものである。