

寄稿「見直されるバイオマス燃料 ～RDFの最近の動向と展望～」

環境計画センター 鍵谷 司

平成5年頃に始まったRDF化方式は、従来のごみを焼却して埋め立てる方式からごみの持つエネルギーを有効に活用する主旨で導入が始まり、循環型社会の一翼を担うと期待されて登場したものである。石油の枯渇が予測される中、いずれ燃料の高騰は必然であることから当然の選択肢の一つであった。

ごみ処理の切り札として脚光をあびたRDF方式が、RDF発電所以外に有効利用先が少ないこと、国の施策として、広域化が推奨され大型焼却炉が推進されたこと、更に平成15年8月の三重県RDF発電所貯蔵サイロの爆発炎上事故の発生を境にその普及は急停止した。事故を契機に評論家的な専門家や学識者などが“劣悪で危険な燃料”として短所のみを取り上げて批判し、また、全国紙などがRDF施設の失敗事例を取り上げて偏った報道を繰り返したため、RDF化施設の建設事例が激減し、多くのプラントメーカーがRDF化技術から撤退あるいは事業を縮小している。

ところが、平成15年頃からエネルギーの高騰が始まり、とくに原油は数倍に高騰し、その確保さえも懸念される状況になった。が、世界的な金融危機が発生すると、急激に価格が低下するなど激しく乱高下し、非常に不安定な状況に陥っている。一方、平成17年2月に批准された京都議定書で約束したCO₂削減量の達成が困難な状況に陥っている。CO₂排出量はほとんどがエネルギー消費に伴う排出である。この排出量を短期間で抑制するためにはエネルギー消費を抑えることで対応できるが、エネルギー消費は経済活動に直結することから対応が非常に難しい。

このようにエネルギー源の不安定さとCO₂削減の国際的な約束を背景として、安価なエネルギー源であり、かつCO₂排出係数の小さなバイオマスがクローズアップされている。とくに、安定的に供給が可能である下水汚泥や一般廃棄物がターゲットになっており、家庭ごみを原料とするRDFは、需要の拡大するにつれ販売価格も上昇しており、この1年でRDFを巡る状況が大きく変わる兆しが見られる。

以下にバイオマスを巡る社会的な背景を紹介するとともに、今後の展望について緊急に紹介したい。

1. RDFを巡る最近の動向について
2. 長期エネルギー需給見通しと新エネルギーの導入目標
3. CO₂排出量の削減の見通し
4. 見直されるバイオ燃料（RDF等）の需要拡大と今後の展開について

1. RDFを巡る最近の動向について

＜ごみ処理方式の現状と課題について＞

平成9年にダイオキシン対策の一環として図-1に示したごみ処理体系が示された。国は広域化による大型焼却方式（ガス化溶融方式や灰溶融方式を含む。）を推奨し、100トン以上のごみ焼却を24時間連続で操業することにより、ダイオキシン発生を抑制するとともに有効な熱利用（発電等）を図るとされている。この処理規模は、おおよそ人口7～8万人の都市から排出されるごみ処理量に相

当する。併せて余熱の有効利用としてごみ発電方式が推奨されたが、発電効率が11%弱と低く、かつごみ量や質が変動するので、売電価格は他の安定電源と比較してかなり安価である。また、ばいじんや焼却灰のダイオキシン類対策として溶融方式が示されたため、灰溶融やガス化溶融技術などの直接溶融方式が実用化されてきた。

一方、中小自治体のごみ処理方式としてRDF化方式が推奨されたが、製造したRDFの確実な利用先の確保が難しかった。このため、中小自治体の多い県が主導し、RDFの安定利用先としてRDF発電方式が実用化された。しかしながら、平成15年8月に先行していた三重県RDF発電所貯蔵槽において爆発・炎上事故が発生し、あわせて各地のRDF発電所貯蔵槽で発熱や発煙事故が頻発した。火災事故を契機にRDF化によるごみ処理方式は頓挫し、エネルギーリサイクルが困難な処理規模が日量100トンに満たない中

小自治体においてもごみ焼却方式が採用される事態に陥っている。

ところで、平成12年6月に施行された循環型社会推進基本法では、ごみを「循環資源」と定義し、排出抑制、物質リサイクル、エネルギーリサイクルの推進を促している。

また、基本法に併せて個別のリサイクル法が整備され、着々と実行されている。リサイクルの推進は、焼却対象となるごみの組成や質が大きく変わることになる。とくに、紙ごみや廃プラスチックの分別回収により焼却対象ごみの発熱量が低下し、ごみ発電効率の低下あるいは溶融方式では熱量が不足して補助燃料を必要となることは必然である。

以上のように、循環型社会推進基本法に基づいて廃棄物の分別回収が進み、物質リサイクルが進むことは確実であり、これによりごみの発熱量は低下する。したがって、ガイドラインで推奨する大型焼却炉における発電方式では、発電量は低下し、さらに大量のエネ

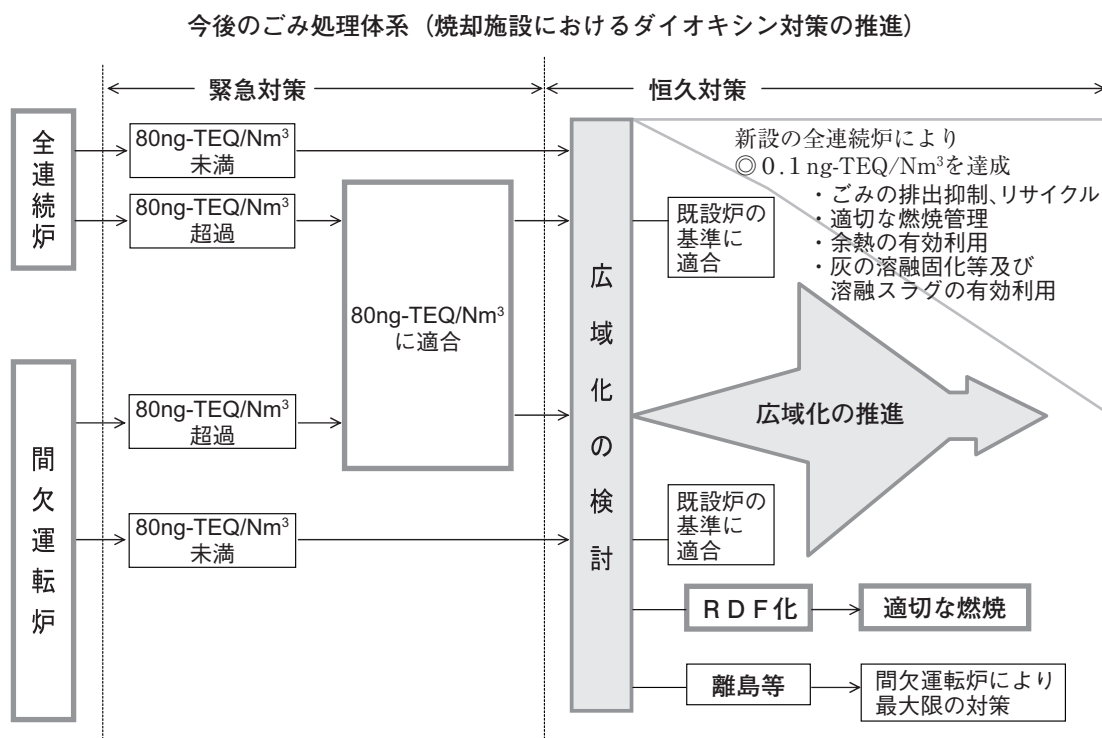


図-1 今後の焼却処理方針とダイオキシン対策

ルギーを消費する溶融方式を採用した場合には補助燃料が必要になることは必然である。

今後、石油系エネルギーはさらに高騰することは避けられないと予測されており、ごみのエネルギーをより有効に利用できる新しい処理システムへ移行する時期に来ていることを示唆している。

< RDF化に関する最近の動向 >

RDF化施設建設が国庫補助対象となった平成7年以降に多くの自治体でRDF化方式による廃棄物処理が検討された。しかし、製造したRDFの需要の確保が難しいことから、RDFに関心が高い、あるいはごみ焼却施設建設が難しい自治体に限られていた。

平成2年11月に家庭ごみの受託処理を目的として本格稼動したRDF化施設（㈱日本リサイクルマネジメント「榛原事業所（奈良県）（8t/7hr）」）が稼動してから18年を経た平成20年12月に操業を停止した。また、平成7年4月に自治体の整備したRDF化施設第一号である「南砺リサイクルセンター（富山県）」（28t/日）が15年の稼動実績を積み重ねている。平成21年6月現在において全国で約60数ヶ所のRDF施設が稼働しており、

その処理能力はおおよそ3,500t/日以上に達している。

しかしながら、RDF利用施設に対して廃棄物処理施設としての法規制が適用されたことから小口需要先が広く増えるまでには至らなかった。また、大口需要先は遠方に位置するため、輸送費が高いために、RDF売却費（収入）が輸送費（支出）を下回り、逆有償になるため、利用が進展しなかった。

また、表-1に示す県が関与してRDF発電所が整備された地域では、県内あるいは近隣で製造したRDFが安定して確実に利用できる体制が確立されたが、燃焼時の灰溶融などに経費がかさみ、売電収入のみでの事業運営は難しく、処理委託料が必要である状況である。現在、5か所のRDF発電所において利用されているRDFの燃焼能力は1,229トン/日、総発電能力は6.2万Kwh、総発熱量に対する発電効率は最大約30%であり、ごみトンあたりの発電電力量は1,000～1,600Kw程度である。なお、蒸気利用等を兼ねた場合は低くなる。

< RDF利用を巡る最近の動向 >

RDFが登場した初期から最近までRDFの

表-1 RDF発電事業の実施状況

主要項目	茨城県	三重県	福岡県	石川県	広島県
事業主体	鹿島共同資源化センター	三重県企業庁	大牟田リサイクル発電㈱	石川県北部RDF広域処理組合	福山リサイクル発電㈱
専焼能力	200t/日 (RDF100、産廃:100)	240t/日 (120t×2炉)	315t/日 (1基)	160t/日 (80t×2炉)	314t/日 (1基)
稼動年月	平成13年4月	平成14年12月	平成14年12月	平成14年12月	平成16年4月
発電能力	3,000Kw	12,050Kw	20,600Kw	7,000Kw	約20000Kw
発電効率	16.1% (蒸気利用有)	約28%	約30%	約21%	28%以上
売電単価 (円/Kw)	7円/Kw	約9.4円/Kw	約8円/Kw	年間加重平均 6.9円/KW	7.69円/Kw

※売電単価は当初、処理費などは年度ごとに見直されることがある。

取引価格はトン当たり500円から1,000円程度であり、運搬費を含めると逆有償になるケースが多い。また、RDF発電所搬入圏内においても処理費用がトンあたり数千～1万円程度必要である。

RDF取扱い事例によると、平成18年度までは運搬費が高いために、RDFトン当たり1,000円～1,700円の赤字経営であった。しかしながら、平成19年度には収支が均衡し、平成20年度には石油系エネルギーが高騰するとともに、木くずなどのバイオマス燃料の需給が逼迫したことにより、RDFの販売価格も上昇し、運搬費を含めても2,000～3,000円/トン程度の黒字経営に移行している。

最近では、RDFの需要が増加しているものの、RDF施設の新設がないために、供給できない状況であるといわれている。需要を満たすためには、安定したRDF製造施設が必要であり、近隣に置ける利用を推進し、運搬のためのエネルギー消費を抑えるとともに、RDF需要と供給にミスマッチが生じないような綿密な対応が求められる。

今後の課題は、安定利用先の確保であるが、製造側にあつては、要求品質を確保する必要がある。とくに、RDFのJIS規格に準拠した受入基準が設定されているが、ほぼすべての項目は満たしているが、より塩素濃度の低いRDFの供給が要請されている。塩素を低下するためには、いくつかの対応が試行されている。塩素濃度が0.3%以下を達成できるとRDFの需要は大きく拡大する可能性がある。なお、平均的な濃度は0.5～0.8%程度である。

また、RDF化方式は、ごみ処理を兼ねているので、製造したRDFを確実に消費することが必須条件である。常に安定した利用が確保されるためには、RDF使用を特定の企業に依存しないことが重要であり、様々な分野の企業において分散したRDF利用を推進する必要がある。

ところで、平成20年には世界的な経済発展に伴い資源の争奪戦が起こり、一次エネ

ギーや資源の価格が大きく変動し、とくに石油系燃料が高騰し、大量の補助燃料を使うごみ処理方式は操業が厳しくなった。また、CO₂削減に関する社会的な背景が、安価なエネルギー源であり、かつCO₂排出係数の小さなバイオマスの使用が注目され、火力発電所をはじめ多くのボイラ施設は、石油系から廃棄物等のバイオマスの有効利用へと移行している。前述したように、平成20年度に家庭ごみから製造したRDFの販売価格が上昇したことは、このような社会的な背景のもとで、バイオ燃料の利用が大きく拡大する前兆であるとみている。

2. 長期エネルギー需給見通しと新エネルギーの導入目標

<長期エネルギー需給見通し>^{*1)}

平成20年5月に「長期エネルギー需給見通し」が公表された(表-2)。エネルギー価格が比較的高位に推移する中、経済が順調に推移するという前提の下、エネルギー技術の進展と導入のレベルについて下記の3ケースを設定し、2005年度を基準年として2030年までに「新・国家エネルギー戦略」に掲げられた目標の達成度合いが検討された。なお、試算では、一定の前提の下に推計されたものであり、ある程度の幅を持っていることに留意する必要がある。

- ① 現状固定ケース；現状(2005)を基準とし、今後新たなエネルギー技術が導入されず、機器の効率が一定のまま推移した場合を想定。耐用年数に応じた古い機器が現状(2005年度)レベルの機器を入れ替える効果のみ反映したケース
- ② 努力継続ケース；これまで効率改善に取り組んできた機器、設備について、既存技術の延長線上で今後とも継続して効率改善の努力を行い、耐用年数を迎える機器を順次入れ替えていく効果を反映したケース

- ③ 最大導入ケース；実用段階にある最先端の技術で、高コストであるが、省エネ性能の格段の向上が見込まれる機器・設備について、国民や企業に対して更新を法

的に強制する一歩手前のギリギリの政策を講じ、最大限普及させることにより劇的に改善を実現するケース

「長期エネルギー需給見通し」によると、一次エネルギーの国内供給に占める石油の割合を大きく低減し、代わって原子力を主体とした水力・地熱・新エネルギーの再生可能エネルギーを増加させる方向が示された。その内訳は、2020年度には、原子力を12%から最大18%に、石油系エネルギー（原油、LPG、天然ガス）は61%から55%に低下、石炭は21%から20%とほぼ横ばい、再生可能エネルギー（水力・地熱・新エネルギー）を6%から9%に、2030年には11%に増加する方向が示されている。

表-2 一次エネルギー国内供給見通し

単位：原油換算：百万KI

	2005年度		2020年度					
			現状固定ケース		努力継続ケース		最大導入ケース	
一次エネルギー国内供給	587		651		601		561	
エネルギー別区分	実数	構成比	実数	構成比	実数	構成比	実数	構成比
石油・LPG・天然ガス	361	61%	374	57%	337	56%	306	55%
石炭	123	21%	136	21%	121	20%	110	20%
原子力	69	12%	99	15%	99	16%	99	18%
水力・地熱	18	3%	20	3%	20	3%	20	4%
新エネルギー	16	3%	22	3%	22	4%	26	5%

	2005年度		2030年度					
			現状固定ケース		努力継続ケース		最大導入ケース	
一次エネルギー国内供給	587		685		601		526	
エネルギー別区分	実数	構成比	実数	構成比	実数	構成比	実数	構成比
石油・LPG・天然ガス	361	61%	393	57%	333	55%	274	52%
石炭	123	21%	146	21%	123	20%	95	18%
原子力	69	12%	99	14%	99	16%	99	19%
水力・地熱	18	3%	20	3%	20	3%	20	4%
新エネルギー	16	3%	26	4%	26	4%	38	7%

※エネルギー区分を一部まとめて示した。

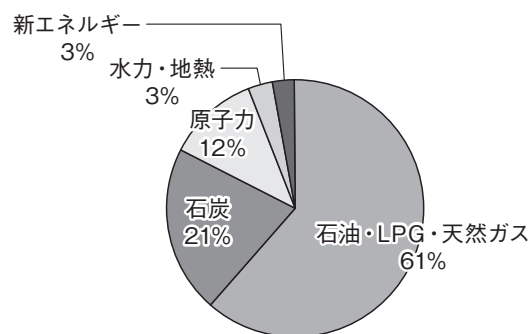


図-2 2005年度における一次エネルギーの国内供給割合

＜石炭消費量の増加＞

ところで、長期エネルギー見通しでは、石炭の使用量はほぼ横ばいであるとしているが、電力業界では、石油系火力から石炭火力での発電量の増強を図っており、石炭使用量が増加している。単に石炭が安価である他に次の理由があげられる。

石油ショックに伴う1978年のIEAの決定をうけ、1980年に「代エネ法」（石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律）で定められた「代エネ指針」（工場または事業場においてエネルギーを使用して事業を行う者に対する石油代替エネルギーの導入の指針）では、「既に計画中のものを除き、原則として石油火力発電所の新たな建設を行わないこと」とされ、石油火力発電所の建設は事実上禁止された。

また、平成15年に従来の石油税が石油石炭税法に改正され、石炭にも課税された。平成19年4月以降の石油石炭税は下記の通りであり、石炭が最も安い。

- 原油及び石油製品 2,040円/Kl
- 石 炭 700円/t

石炭は、石油価格が乱高下する中で価格が比較的安定し、かつ安定提供されることから脱石油エネルギーとして注目されてきた。一般炭の輸入は、図-3に示すように年々増加

し、2006年度には1億8千万トンを超えた。その結果、我が国の一次エネルギー供給に占める石炭エネルギーの割合は約21%を占め、鉄を精製するときに不可欠なコークスの原料としても使用されており、電力、鉄鋼業界での需要が全需要の8割以上を占めている。

最近では、電気事業による一般炭の消費量は鉄鋼業の原料炭消費量を上回る規模にまで拡大し、一般炭の輸入量は1億トンを超えるに至った。これによって、一次エネルギーの中で石炭（一般炭と原料炭合計）が占める比率も上昇し、20%を越えるレベルになっている。

＜新エネルギーの見通しとバイオマスの導入目標＞

また、長期エネルギー需給見通しでは新エネルギーの増加を想定し、一次エネルギーに占める割合を、2020年で最大で5%に、2030年に最大で7%に想定している。

平成6年12月に、新エネルギーに関するわが国最初の国全体の基本方針である「新エネルギー導入大綱」が決定され、新エネルギー導入促進を効果的に実施するため、以下の重点導入を図るべき新エネルギーとしている。

- 再生可能エネルギー
（太陽光、風力、地熱、水力等）

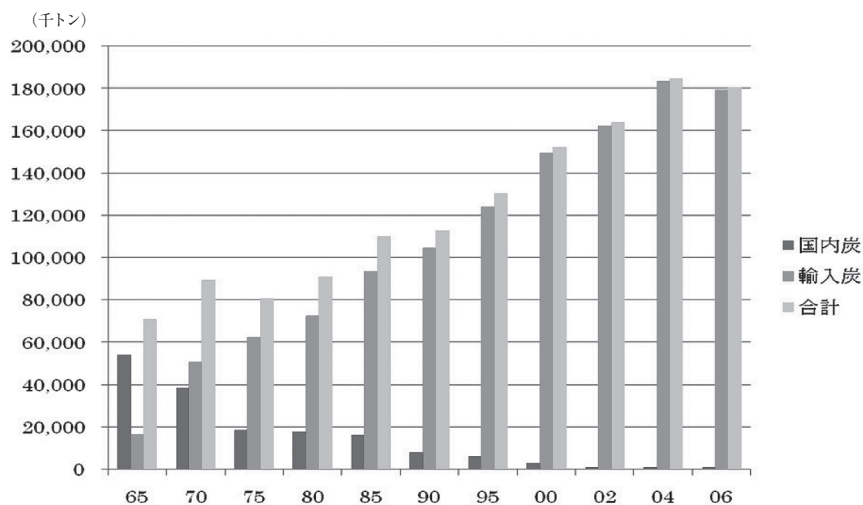


図-3 我が国の石炭消費量の推移

- リサイクル型エネルギー
(廃棄物発電等)
- 従来型エネルギーの新利用形態
(クリーンエネルギー自動車、燃料電池等)

平成14年12月「新エネルギー利用等の促進に関する基本方針」において、2000年度を基準として2010年度の新エネルギー導入目標を一次エネルギーに占める割合を3%程度(石油換算で1910万Kl)に定められた。なお、基準年の一次エネルギーに占める割合は1.2%(722万Kl)であった。

平成20年7月の経済産業省、資源エネルギー庁による平成19年度の新エネルギーである太陽光発電・太陽熱、風力発電、廃棄物発電・熱利用、バイオマス発電等の導入実績は下記のとおりであり、目標達成はほぼ難しい状況である。公表データは、廃棄物発電とバイオマス発電の合計で示されており、設備

容量を表す。

なお、洞爺湖サミットの直前の平成20年6月に日本政府のCO₂削減対策のメニューとして福田ビジョンが発表された。2020年には太陽光発電量を現状の10倍(推定1,400万Kw)、2030年40倍(推定5,600万Kw)を目標として導入量を増やすとしている。

ところで、平成20年5月の「長期エネルギー需給見通し」によると、今後、新エネルギーの目標を、2020年および2030年までに、新エネルギーをそれぞれ現状の約2倍および約3倍に普及するものと想定し、再生可能エネルギー(水力・地熱・新エネルギー)は2030年の最大導入ケースでは、一次エネルギー国内供給の約11%を占める見通しである。なお、従来の新エネルギー大綱で目標とした3%を大きく上回る目標が掲げられている。

新エネルギー供給の目標は、様々な前提条

新エネルギーの種類	実 績 2007	⇒	2010 導入目標
① (廃棄物+バイオマス) 発電	(192万Kw)	⇒	(450万Kw)
② 太陽光発電；	(143万Kw)	⇒	(482万Kw)
③ 風力発電；	(182万Kw)	⇒	(300万Kw)

表-3 新エネルギー供給構成の実績と目標(2005.5)

(原油換算：万Kl)

エネルギー分野	2005(平成17)年度実績	2020(平成32)年度		2030(平成42)年度	
		現状固定ケース 努力継続ケース	最大導入ケース	現状固定ケース 努力継続ケース	最大導入ケース
太陽光発電	35	140	350	669	1300
風力発電	44	164	200	243	269
廃棄物発電+ バイオマス	252	476	393	338	494
バイオマス熱利用	142	290	330	300	423
そ の 他 ^{※)}	687	663	763	596	716
合 計	1160	1733	2,036	2143	3,202

①「その他」には「太陽熱利用」、「廃棄物熱利用」、「未利用エネルギー」が含まれる。

②引用資料；長期エネルギー需給見通し 平成20年5月 総合資源エネルギー調査会 需給部会

件はあるものの、表-3に示すとおりである。とくに、廃棄物発電とバイオマスのエネルギーを平成17年度（2005）の252万Klが2020年度には476～393万Kl、2030年度には338～494万Klを導入すると想定されている。これは、国内の産業界においてバイオマスエネルギーを従来の2倍以上の利用拡大が求められることを意味する。

仮にバイオマスの発熱量を4,000 Kcal/Kgに、原油を10,000 Kcal/Kgに設定すると、バイオマス量は原油換算の2.5倍に相当する。つまり、2020年度に1,190～980万トン、2030年度には845～1,235万トンに相当する。

3. 二酸化炭素排出量の削減の見通し

<我が国の二酸化炭素排出実態について>

温室効果ガス（CO₂、メタン、一酸化二窒素、代替フロン3種類の6種類のガス）について先進国の法的拘束力のある排出量削減目標が定められており、日本については、2008年～2012年の間に基準年（1990年）の6%減が削減目標となっている。

この目標達成のために、国内での温室効果ガスの削減のほかに森林等吸収源や「京都メカニズム」と呼ばれる3つの制度が用意されている。具体的には、①先進国と途上国の間で省エネプロジェクト等を共同で実施し、温室効果ガスの削減量を移転する仕組み（クリーン開発メカニズム；CDM）、②先進国間で省エネプロジェクト等を共同で実施し、温室効果ガスの削減量を移転する仕組み（共同実施）、③先進国間で数値目標の割当量を売買する仕組み（排出量取引）がある。

ところで、我が国の2007年度の温室効果ガス総排出量は、13億7,400万t-CO₂で、基準年比（12億800万トン）で13.8%の増加となっており、削減約束（11億3,600万トン）との差は広がっている。温室効果ガスのうち、CO₂の排出量は94.9%を占め、その部門別内訳を図-4に示した。産業（36.1%）、運輸

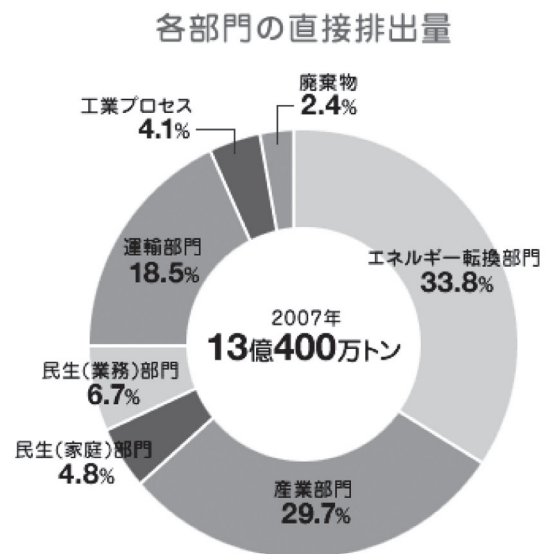


図-4 部門別二酸化炭素排出量の割合（2007）

（19.1%）、民生（18.1%）、家庭（13.8%）の順であるが、とくに、エネルギー部門からの排出割合が33.8%と非常に高い。エネルギー部門のCO₂排出量のうち、94%が事業用発電からの排出であり、産業、業務、家庭部門での電力由来が大きな割合を占める。

<燃料種類別のCO₂排出係数と削減対策について>

電力業界は、わが国のCO₂排出量の33.8%を占めており、一電力会社が3%程度を排出していることになる。2005年度の発電設備容量は、LNGや石油について、石炭が16%であるが、発電電力量は石油の11%を大きく上回る25%であり、フル稼働の状況であることを示している。

石炭の使用量の増加は、石炭のCO₂排出原単位が他の燃料よりも大きいので、CO₂排出量が増えると懸念されており、排出抑制が大きな課題となっている。石炭と他の燃料のCO₂排出原単位を重量あたり及び発熱量あたりに換算して表-4に示す。RDFの排出原単位は石炭の1/3程度である。

なお、RDFのCO₂排出原単位は、RDF中に廃プラスチックが混入している実態に基づ

いて算定したものである。廃プラスチックが混入しない場合にはカーボンニュートラルであり、排出量はほぼゼロとして算定できる。なお、算定マニュアル^{*3)}では、環境省「ごみ固形燃料の適正管理方策について」(2003)における各施設のごみ組成分析結果より設定している。また、一般廃棄物中の廃プラスチックの含有率を18.1%に設定できるとしている。廃プラスチックを完全に分別した場合には、生物由来の燃料になるので、CO₂排出原単位はゼロになる。

ところで、石炭火力発電所におけるCO₂排出原単位を低下させるために、次の対策が検討され、基礎実験や実証試験が行われている。しかしながら、短期的にはいずれの方法も実用化は困難であり、当面、バイオマス利用による排出原単位の低下が実行される見通しである。^{*4)}

- 石炭ガス化複合発電 (IGCC) ;
25万Kw規模(石炭使用量;1,700t/日)の実証プラントで実用試験が行われており、これにより熱効率が現在の微粉炭火力の40%弱から46~48%に向上し、石油火力発電並みの効率上昇により、CO₂排出原単位は大きく低下する。
- 石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) ;
酸素吹き石炭ガス化システムについて2万Kw規模(石炭使用量;150t/日)の実証プラントで実用試験が行われてい

る。ガス化により製造した水素を活用した燃料電池により熱効率55%の発電効率が見込まれている。

- バイオマス利用技術 ;
混焼率3%以下で、すでに微粉炭火力発電所で利用されており、導入を計画する発電所が増えている。利用拡大を進めるためには、バイオマス資源や流通経路の確保などが重要であり、すでに海外からの輸入も行われている、混焼率を向上させるためには使いやすい炭化技術なども検討され、実用化されつつある。
- その他 ;
次世代超々臨界圧発電技術や排ガス中のCO₂を回収して固定する技術などが検討されている。

石炭火力発電所の耐用年数は40年程度であり、直ちに熱効率の良い技術を導入することは難しい。したがって短期的には、カーボンニュートラルである木質チップや下水汚泥、あるいは生物由来の原料を多く含むRDFなどと混焼を進めることにより石炭火力からの排出量を低下させることが現実的である。

例えば、CO₂排出量を減らすためには、バイオマスを石炭に5~10%混焼した場合、石炭火力発電所だけでも500~1,000万トンのバイオマス燃料が必要になる。一般廃棄物は水分が多いので、RDF化が求められるの

表-4 各種燃料の二酸化炭素排出原単位

一般炭	2.40t-CO ₂ /t	0.38g-CO ₂ /Kal	6,360kcal/kg
原油	2.62t-CO ₂ /kl	0.29g-CO ₂ /Kal	9,340kcal/kl
灯油	2.49t-CO ₂ /kl	0.28g-CO ₂ /Kal	8,780kcal/kl
軽油	2.62t-CO ₂ /kl	0.29g-CO ₂ /Kal	9,140kcal/kl
一般廃棄物(廃プラ)	2.49t-CO ₂ /t	0.34g-CO ₂ /Kal	2,000kcal/kg [*]
RPF	1.57t-CO ₂ /t	0.25g-CO ₂ /Kal	6,000kcal/kg [*]
RDF	0.759t-CO ₂ /t	0.17g-CO ₂ /Kal	4,500kcal/kg [*]

※) 原油等の液体燃料の単位は容積あたりの二酸化炭素重量である。※設定値

で、ごみ量に換算すると、1,000～2,000万トンに該当する。大量のバイオマスを安定的に、確実に確保することは至難であることから、安定して排出される都市ごみ並びに下水汚泥中のバイオマスが注目される要因である。

4. 見直されるバイオ燃料 (RDF等) の需要拡大と今後の展開について

< RDFエネルギーの評価と需要について >

RDFの利用性を評価するに当たっては、第一に燃料として有するエネルギーを把握することが基本である。

最近の原油価格は1リットルあたり約42円(1バレルを160リットルとし、単価を70ドル、換算レートを96円/\$に想定)である。石油の有する発熱量を10,000Kcal/lに設定すると、RDFのエネルギーは約半分程度の4,500Kcalであることから、エネルギー的には19円の価値があるので、トン当たり19,000円のエネルギー価値があることになる。RDF利用に当たっては排ガス高度処理及び残さの処分等が必要であり、取扱い性に劣るため、安価で取引されてきたが、CO₂削減に大きな効果があることからこれらのマイナス条件が解消されうる可能性がある。

とくに、電力業界における石炭火力発電所及び石炭ボイラを使用するなどCO₂排出量の算定、報告義務者にあつては、排出量の削減は義務であり、排出権を購入してでも削減が求められることになる。つまり、長期的に安定したCO₂削減に寄与するバイオ燃料を確保することは事業を展開する上で重要な条件であり、バイオ燃料の価格は確実に上昇するものと推測される。なお、バイオ燃料には、都市ごみを原料とした場合には塩素含有問題があることに留意しておく必要がある。これについては改めて寄稿したい。

< バイオマスの利用実態について >

以下にインターネットで検索し、紹介され

ている事例についてまとめた。

①石炭火力発電所におけるバイオマスの利用実態

電力会社のバイオマス火力発電としては、四国電力が先陣をきって、2005年7月から西条発電所(愛媛県西条市)の1、2号機(合計出力40万6千Kw)で初めて本格稼働した。木質ペレットは四国内で調達しており、年間使用量は約1万5千トンである。

また、関西電力は、舞鶴発電所において2008年度から石炭に木質ペレットを混合し、混焼を本格的に開始した。木質ペレットは製材時に発生するおがくずや鉋(かんな)くずを乾燥、粉碎して加工した100%木質の固形燃料(直径は6～8ミリ)で全量を北米から輸入している。石炭との混焼率は約3%(石炭重量比)で、木質ペレットの年間使用量は約6万トン。これにより、年間の石炭消費量を約4万トン、CO₂排出量を約9万2千トン削減できるとしている。このほか、四国電力は国産材で先発、北陸電力、中国電力、J-パワーがそれぞれ実証実験を終え、バイオマス火力発電の本格運用に向けて実施段階にある。

②石炭火力発電所における下水汚泥の炭化物の利用について

日本では、下水処理により下水汚泥が、現在全国で年間約7,500万トン(約200万トン・乾燥汚泥ベース)発生し、全産業廃棄物全体の約18%を占めている。ほとんどの地方公共団体では焼却、溶融、コンポスト化、埋立等の方法で処理しているが、有効利用は全体の約60%にとどまっており、残りは埋立処分されている。

石炭火力発電所向け化石代替燃料(バイオマスエネルギー)としてリサイクルできるようになれば、長期的かつ安定的に下水汚泥を有効利用することが可能となり、循環型社会やCO₂削減に寄与できるものと期待されている。

■東京都「東部スラッジプラント汚泥炭化事業」について

東京都下水道局では、平成19年11月より下水汚泥から製造した炭化物を石炭の代替燃料として火力発電所で利用する事業を開始した。

- 規模（汚泥処理能力）：1日当たり300トン（100トン/日×3系列）
- 処理汚泥量：1年あたり99,000トンの資源化（脱水汚泥ベース）
- 炭化燃料製造量：1年あたり8,700トン
※）従来の汚泥焼却に比べ、年間37,000トンの削減（CO₂換算）

■「広島市西部水資源再生センターにおける下水汚泥燃料化事業」

広島市下水道局が西部水資源再生センターにおいてバイオマス資源である下水汚泥から燃料化物を製造し、有価で火力発電用燃料として供給する事業を開始した。平成24年3月31日までに施設を設計・施工し、平成24年4月より平成44年3月までの20年間にわたり同施設の維持管理・運営及び燃料化物の買取りを行い、燃料化物はJ-パワー竹原火力発電所において石炭と混焼利用する計画である。平成24年から20年間にわたって施設運営や燃料化物の買取を行い、総事業費は92億円である。これは下水汚泥（脱水汚泥）トンあたり16,500円に相当する、と計算される。

- 汚泥処理能力：50t/日×2系列
- 計画汚泥処理量：557,725t/20年（平均27,886t/年；脱水汚泥；含水率78.0%）
- 計画燃料化物生成量：89,794t/20年（平均4,490t/年）
- 下水汚泥炭化物：低温炭化物（250℃～350℃）（含水率；10%、低位発熱量；3,500Kcal/Kg）
- 下水汚泥を炭化することにより焼却処理時に発生する温室効果ガスを年間9,700t（CO₂換算）削減される。
- 竹原火力発電所で石炭との混焼利用する

ことにより、CO₂を年間6,400t削減できる。石炭との混焼率は0.2%である。

■松浦火力発電所における下水汚泥の有効利用

J-パワーは、2003年8月より長崎県にある松浦火力発電所で、下水汚泥を原料として発電するバイオソリッド燃料混焼実機試験を行い、事業用火力発電所で乾燥下水汚泥燃料（以下「バイオソリッド燃料」）を利用する実験を行った。

混焼試験の結果、利用上、燃焼特性・環境特性、設備トラブルや機器類の異常なども発生しておらず、混焼による影響がないとの結論が得られ、実施されている。

■松島火力発電所での取り組み

J-パワーは、長崎県大瀬戸町と共同で、新エネルギー・産業技術総合開発機構技術開発機構）の平成16年度の「バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業・同事業調査」「一般廃棄物の炭化燃料製造実証試験事業」として共同研究が行われ、平成20年度に終了した。大瀬戸町松島島内を中心とした一般廃棄物と松島火力発電所内の廃棄物を使って、炭化燃料を製造する実証試験並びに石炭との混焼試験を行ない、一般廃棄物の炭化物が混焼利用できることが実証されている。

■その他の取り組み

下水汚泥の処理は、下水道事業団の指導の元で乾燥-焼却、溶融処理方式が採用されてきたが、下水汚泥発生量の横ばい状態、燃料費の高騰に伴って操業が困難になっているといわれている。とくに、汚泥焼却—溶融方式の操業が難しくなる中で、施設の耐用年数を迎えて、方式選択が大きな課題になっている。愛知県では、矢作川流域・衣浦東部浄化センターでの下水汚泥の炭化処理方針が決められている。また、燃料化事業を検討する自治体が増えており、秋田県、千葉県、埼玉県、島

根県の流域下水道、名古屋市、静岡市、京都市などの公共下水道でも検討されており、下水汚泥炭化処理・燃料化事業方式に対する関心が高まっている。

<おわりに>

以上、RDF普及の推移と社会的背景、RDF利用の現状と課題、RDFのエネルギー評価とCO₂削減効果、長期エネルギー見通しによる一次エネルギー予測とCO₂排出量の削減目標等について紹介した。

その結果、脱石油を目指した新エネルギーの利用拡大は国家的な取り組みが必須であるが、現状では、石炭の消費量が予測以上に増加している。とくに、電力業界において石炭利用がさらに拡大する様相を示している。石炭はCO₂排出原単位が他の化石エネルギーと比較して最も大きいので、CO₂削減が大きな課題である。CO₂削減対策が講じられていない石炭火力発電所の新設は認可されない社会状況であり、石炭使用者に対するCO₂削減が強く求められている。

このような社会状況を背景にして、RDFや下水汚泥炭化物などのバイオマスは石炭と混焼し、石炭消費量の節減とCO₂削減に取り組む事例が増えつつある。長期エネルギー需給見通しにおいても2030年には原油換算で最大494万klのバイオマスによる発電を想定している。これはバイオマスを年間最大で1,200万トンに相当する量であり、その安定的な確保が難しくなるものと予測される。

RDF利用に当たっては、石油と違って排ガス高度処理及び残さの処分等が必要であり、取扱い性に劣るため、安価で取引されて

きたが、CO₂削減に大きな効果があることからこれらのマイナス条件が解消されうる可能性がある。

とくに、電力業界における石炭火力発電所及び石炭ボイラを使用するなどCO₂排出量の算定、報告義務者にあつては、排出量の削減は義務であり、排出権を購入してでも削減が求められることになる。つまり、長期的に安定したCO₂削減に寄与するバイオ燃料を確保することは事業を展開する上で必須条件であり、バイオ燃料の価格は確実に上昇するものと推測される。

以上の検討結果より化石燃料の節約並びにCO₂削減対策としてバイオマスの利用拡大は必須である。諸外国においても石炭使用量は増えており、CO₂削減が求められることから、当面、バイオマスとの混焼が主たる対応になるので、バイオマスの確保が大きな課題になることは必須である。

都市ごみや下水汚泥は、日常生活から排出されるので、安定したバイオマスの供給源である。発電効率の低いごみ発電あるいはRDF発電を見直し、発電効率の高い石炭火力発電所において混焼することがエネルギー節約およびCO₂削減の視点から最も有効な利用方法であり、国が主導して「ごみ焼却システム」からの脱却をはかる選択枝の一つとすべきであろう。

今後とも、世界的に石炭利用が拡大する傾向にあり、かつCO₂削減が国際的に強く求められることから、バイオマスの利用拡大は必須であり、RDF製造、RDF販売事業は拡大する可能性が大きい。

参考資料

- ※1)「長期エネルギー需給見通し」平成20年5月 総合資源エネルギー調査会需給部会
- ※2)「エネルギー分野の対策と施策について」資料-1 平成21年2月 環境省
- ※3)「地球温暖化対策の推進に関する法律」(温対法)、平成18年4月 第Ⅱ編 温室効果ガス排出量の算定方法
- ※4)「石炭火力発電の将来像を考える研究会 中間とりまとめ(案)」資料-1 平成19年3月 石炭火力発電の将来像を考える研究会