

# RDF を利用したごみ処理の評価分析

宇都宮大学国際学部中村祐司ゼミ

発表者： 板倉世典、岩佐真樹

## 問題意識

日本のごみ処理政策は現在転換期を迎えていると同時に行き詰まりにも直面している。現在日本は環境問題と資源の枯渇、二酸化炭素排出抑制などの観点から循環型社会の構築をめざしている。一方でリサイクルシステム構築、ごみ減量、リサイクルの経済性、焼却時のダイオキシン発生など難問が山積みである。

こういった状況の中、ダイオキシン対策とサーマルリサイクル、経済的効果から、ごみを固形化し燃料にする技術いわゆる RDF (Refuse Derived Fuel) が注目されるようになった。しかしこの技術はごみ処理に革新的影響をもたらす一方、負の効果も多くある。発表者の身近な事例として、栃木県企業庁が栃木県内のほぼすべての可燃ごみを RDF 化し、宇都宮市で焼却、発電するという試みがあった。ところがこの試みは根強い住民の反対運動によって頓挫し、昨年白紙撤回に追い込まれた。

果たして RDF 化政策は押し進めるべきものなのだろうか。今回の研究はこの問題に一定の答えを出し、政策を提言することを目的とする。

## 1. RDF が注目される背景

### 日本のごみ処理の現状

日本は高度経済成長期以降ごみの増加が著しかったが、1991 年以降、消費の落ち込みなどによってごみ排出量は横ばいになっており、1999 年度で 1 人当たり約 1.1kg の排出である<sup>1</sup>。

もともと日本のごみ処理行政は減量化、無害化、無臭化の観点から焼却することが主であった。1999 年度で直接焼却率は 78.1% で、焼却施設は 1,717 ヲ所であり、世界の焼却施設の約 7 割が日本に存在している。

1990 年代以降からは世界規模で環境に関する意識が急速に高まり始め、日本においても大量生産と大量廃棄というシステムへの疑問が生じ、リサイクルへ関心が向くこととなった。この背景には最終処分場用地のひっ迫化も影響している。1999 年段階での全国における一般廃棄物最終処分場の残余年数は 12.3 年となっている。

リサイクルと一言で言われているが、日本におけるリサイクルの概念は Reduce, Reuse, Recycle つまり、まずごみを減量し、次いで再利用、そして最後に再資源化するという流れがセットになっている。リサイクルも物質再資源化のマテリアルリサイクルと、熱回収のサーマルリサイクルとに分かれる。サーマルリサイクルはマテリアルリサイクルが技術的に困難であるときにやむをえない措置として用いられる。

### ダイオキシン問題の浮上とごみ処理広域化

1995 年ごろから各地で焼却施設によるダイオキシン汚染が指摘され始め、日本のダイオキシン総排

---

<sup>1</sup> ごみ排出量 = 「収集ごみ量+直接搬入ごみ量+自家処理量」

出量の 80～90%は廃棄物焼却施設から排出されているという推計がなされている。ごみの焼却比率が多い日本ではダイオキシン排出量が世界各国に比べ格段に多く、早急な削減が必要である。

### ダイオキシンの性質

ダイオキシンは有機塩素化合物の合成過程や廃棄物の焼却過程などで生成される極めて毒性が強い化学物質である。動物実験などによる報告では、肝機能障害、皮膚発疹、黒皮病、神経毒性血液の病理変化、催奇形性、受胎率の低下などが影響として挙げられており、微量でも致死性があるとされている。最近では代表的な外因性内分泌攪乱化学物質、いわゆる「環境ホルモン」として認識されている。しかしながらダイオキシンはまだ研究途上の段階であり、環境中における科学的知見は十分ではない。毒性についての状況も流動的であり、生成過程も複雑でよく分かっていないところが多い。

焼却炉内での生成は、塩素と有機物の化合物が金属を触媒とすることで生成されると言われており、300 付近の温度で最も発生しやすい。1990 年 12 月に厚生省によって「ダイオキシン類発生防止などガイドライン」が公表され、現在は 2000 年 1 月 15 日に施行された「ダイオキシン類対策特別措置法」によって排出基準が定められている。この排出基準は 2002 年 12 月 1 日から適用される。

ダイオキシン特措法では 2002 年度末までに全国のダイオキシン類の総排出量を 1997 年比約 9 割削減することとし、一般廃棄物焼却施設については 94%削減することを目標としている。2001 年の一般廃棄物焼却施設の年間ダイオキシン類排出量は 1997 年比で 84%削減された。

### ダイオキシン発生の抑制方法

ダイオキシンは有機物と塩素の化合物であるので、その発生を最も抑えるにはダイオキシンを発生させるものを燃やさないこと、つまり有機物である生ごみと塩素が含まれるプラスチックの焼却を避ければよい。埼玉県久喜宮代衛生組合が行った計測によれば、プラスチックを徹底して分別して焼却しないようにしたところ、回収袋の分 4%と分別不徹底分の 4%を含めて、ダイオキシンの排出が 80～90%削減された。神奈川県大磯町の計測でも同様の結果が得られた<sup>2</sup>。確固たる証拠はないが、プラスチックの燃焼を避ければ、ダイオキシンの多くは抑制できるようなうであると言ってよいだろう。

しかし、現実問題として分別の徹底などの点から生ごみとプラスチックの焼却を避けるという方法をとることは難しく、ダイオキシン削減対策として高温での完全燃焼という方法がとられてきた。

ダイオキシンは高温で燃焼すると分解される物質で、850 以上で完全燃焼させればその大部分を分解することができ、人体に影響がない程度までは抑制することができる。よってごみ焼却は 850 以上、できれば 900 以上で 24 時間連続燃焼することが最低条件となる。そしてダイオキシンをより確実に処理するために残渣処理などの最新技術を備えた焼却炉でなければならない<sup>3</sup>。

特に地方ではごみの総量が少ないため 24 時間連続燃焼しているところは少なく、8 時間から 16 時間稼働させる燃焼炉が中心である。したがってダイオキシンの発生もこういった中小規模焼却施設に多い。完全燃焼には燃焼温度、滞留時間、酸素との混合が必要で、これを満たすためにごみの定量供給が必要となるが、中小規模施設でごみを確保することは難しい。また、財政的にも最新の技術を備

<sup>2</sup> 分別されたプラスチックは、別のリサーチによって、RDF 化されて福島県大熊町の民間施設に売却され、燃焼されていることが分かった。

<sup>3</sup> 現在最も有力視されている技術に「ごみの溶融化」がある。焼却灰などを過熱し、1,200～1,400 の高温下で燃焼、ガス化させることにより残渣容積を焼却灰の 2 分の 1～3 分の 1 に減容化することができる。但し溶融化に化石燃料が使われる、低カロリーごみには不適、高価な設備のため大規模都市でしか建設できないなどの問題点が挙げられている。

えた炉を建設することも容易ではない。

## ごみ処理広域化と RDF

ごみ焼却時のダイオキシン発生に対する有力なひとつの対策はごみ処理の広域化である。広域化によってごみの量を確保し、大規模な焼却施設を建設して高温 24 時間連続燃焼を達成するという考えである。1997 年に厚生省生活衛生局から出された広域化計画によれば、ダイオキシン削減対策、焼却残渣の高度処理対策、マテリアルリサイクルの推進、サーマルリサイクルの推進、最終処分場の確保対策、公共事業のコスト縮減がその目的だったようである。サーマルリサイクルの観点から可能な限り焼却能力 300t/日、最低でも 100t/日以上全連続式ごみ焼却施設を建設できるよう広域化の区割りをするのが求められた。最終的にはすべて 300t/日以上にすることが目標である。

現在も厚生労働省はごみの広域処理を進めており、複数の自治体が共同で大規模な焼却施設を運営して処理を行うことが増えている。建設費や維持管理費も節約になる上、自治体によってはダイオキシンの規制値のために使用不可能になった焼却施設もあるからだ。

しかし、広域化には限界があり、一定以上の規模の広域化には無理が生じる。例えば生ごみはあまり広域化すると衛生面に問題がある。またごみを一カ所に集めるにはそれだけ輸送費がかかる。収集車が集めたごみを長距離輸送するとなると、相当の燃料が必要になり、車の台数も確保が大変である。

そこで RDF がその解決策として挙げられるようになった。RDF 化は小規模の自治体でもでき、固形燃料化してから運搬して大規模の焼却施設に持ち込めば広域化が容易になるなど、数多くの利点がある。ごみ処理政策の選択の現状は処理広域化か、RDF を選択するかのどちらかである<sup>4</sup>。

## ごみ処理広域化の問題点

ごみ処理広域化はダイオキシン対策の点から有効である。しかし、広域化することへの問題点も多く指摘されている。

ごみ減量への意識を衰退させる。ごみが他地域に行くのであれば、地域の環境には何の悪影響もないため自己責任の原則が貫徹されず、ごみへの意識低下は当然のなりゆきである。また範囲が広すぎるので住民参加のシステムが採用しにくい。行政に処理を任せきりになるということが増えていくだろう。広域化でさらに熱回収を進めることはサーマルリサイクルをマテリアルリサイクルよりも優先させることになる。つまり焼却主義からの脱却が見られない。焼却によって発生する毒物はダイオキシンだけではない上、未発見の毒物がある可能性もあり、焼却に大きく頼ることは問題がある。

輸送コストがかかる。ごみの運搬は毎日必要であり、しかも大量であるので、輸送費は相当額になることを覚悟しなければならない。

これは政治的問題であるが、他地区からのごみ搬送に市民が反対し施設立地が困難になることがある。自治体間の足並みの乱れによって必要経費の投入がなされないことも予想される。

自地域内でのごみ処理はこれまでのごみ処理の原則であった。ダイオキシンがいかに大きな問題であるとは言え、そう簡単にこの原則を崩すのは危険である。ごみ処理上の最重要点のひとつは地域レベルでのごみ処理ではないだろうか。技術の進歩はめざましく、ごみ 100t 以下でも安全に処理ができ

<sup>4</sup> RDF 化施設を建設する場合は補助金が建設費の 25% 出る。

るという日も遠くないと思われる。

## 2. RDF

### RDF 化技術の概要

RDF は「ごみから引き出された燃料」という意味の略語である。ごみを粉砕して乾燥させてから、金属類や石など不燃物を取り除き、その後でさらに細かく砕いて石灰を加えて加熱、圧縮成形し、固形化して作る。形状は暗褐色のクレヨン状のもので直径 1.5cm×長さ 5cm から直径 5cm×長さ 15cm の範囲のものが多い。重量はごみの約半分、体積はごみの 5 分の 1 から 8 分の 1 程度になる。発熱量は平均 4,000～5,000kcal/kg 程度見込まれる。通常ごみは 1,000～3,000kcal/kg 程度である。

RDF の作り方には RMJ 方式<sup>5</sup>と J-カトレル方式<sup>6</sup>の 2 種類がある。前者は化石燃料を用いて約 600 で乾燥させた後消石灰を 1～2%加えて成形する。化石燃料を必要とする反面、約 30 分と比較的短時間で大量に作ることができ、強固な RDF になる。後者はスイスから技術導入されたもので、5%生石灰を加え、その化学反応熱によってゆっくりと水分を除去する。乾燥は 100 程度でゆっくり乾燥させる。3 時間程度かかるので大量生産には向かないが安全性は高まる。石灰の添加量が多いので白く、崩れやすく、残渣の発生量が多いという欠点もある。日本では RMJ 方式のほうが普及している。

一般的なごみ焼却方式であるストーカ式ごみ焼却は乾燥過程、燃焼過程に分けることができるが、このうちの燃焼過程をなくして固めたのが RDF である。ごみには一般に生ごみと呼ばれる厨芥類を中心に、水分が大量に含まれている。ごみの半分は水分であると言われ、とりわけ夏はその割合が激増する。ごみの内容物には地域差があり、その内容によっても焼却は大きく左右される。プラスチックや紙類が多いと発熱量が高く、高温で焼却できるが、厨芥類が多いとごみだけでは着火せず、低温で燃やすことになる。時代とともにごみの発熱量は増加している。

現在は全国で 30 以上の RDF 化施設が稼働している。

### 固形化することによって得られる利点

#### 燃焼についての利点

- ・ 発熱量が普通のごみに比べて高く、水分が少ない。よって燃焼効率が良くなる。
- ・ 内容も均質化されており、安定した燃焼が得られる。
- ・ RDF の熱量は石炭にも匹敵し、ごみが燃料、つまり資源となる。高いエネルギーのため、発電ができ、発電効率も 20～30%と高い。もし全国すべての可燃ごみを RDF 化すると石油換算で約 1300 万 kl、1500 万世帯分を発電できる。平日昼間に最大能力で発電できるなど運転管理も可能。

#### 環境対策の面での利点

- ・ 燃焼が安定しているので排ガス処理が容易であり、添加されている石灰は燃焼時の塩素系ガスの発生を抑制する。加工段階での有害物質の除去も可能になる。
- ・ 日本は京都議定書に批准したため、CO<sub>2</sub> 排出を抑制しなければならないが、既に省エネが進んでいるのでこれ以上の削減はかなり難しい。RDF によるサーマルリサイクルは CO<sub>2</sub> 削減に大きく寄与する。

<sup>5</sup> 日本リサイクルマネジメント社で開発したもので、RMJ はその社名から。

<sup>6</sup> 荏原製作所、石川島播磨重工業、フジタ、三菱商事が共同で技術導入。

## 貯蔵、運搬面での利点

- ・ 水分 10%以下に乾燥されており、石灰が添加されていることで腐敗性がほとんどなく、雨にさらされないよう室内で保存すれば 1 年以上の長期保存が可能。
- ・ 性状が安定しており悪臭もない。
- ・ 体積が大幅に減っている上、固形化により形が均一化されているため運搬、取り扱いが容易。広域化には最適の素材。

## その他の利点

- ・ 残渣が普通の焼却よりも少なく、残った灰は高温熔融法によってスラグ化して道路舗装材などの建設資材にもできる<sup>7</sup>。新しい RDF の技術では RDF を炭化させる燃焼法によって炭にし、土壌改良剤として用いることもできる。

## RDF の問題点

- ・ 利用先がない。

不法投棄も報告されている。その理由は RDF が専用の特種なボイラーでしか燃焼できないことにある。RDF はごみを固めただけのものなので塩素濃度が高く、通常のボイラーで燃焼させると腐食がおきる。ダイオキシンも生成されるため、高度な分解設備を持つボイラーでないと燃やすことはできない。危険な焼却灰も発生する。

- ・ コストに見合わない。

RDF には製造コストと輸送コストがかかる。製造のためのエネルギー、特に乾燥工程は化石燃料を使用するため通常焼却の 2 倍から 3 倍かかる。輸送距離も結局はこれまでより延びるため、輸送費が多くかかる。それらのコストのため RDF は発電所が欲しがらざるほど安くはない。さらに、現在は良質な石油や石炭が極めて安価であり、RDF はその数倍するという状況である。石炭価格を考慮すると RDF1kg 当たり 4 円の評価が限界である。したがって発電・熱源供給は、採算的に必ずしもよいものではない。しかも、焼却灰処分のため、この処理費用もコストに加わる。また、RDF 発電はごみ焼却発電よりも優位性がない。

- ・ 安全性の面からも完全とは言えず不安が多く残る。

まずダイオキシンや塩化水素の生成はある程度避けられない。製造前の乾燥工程でもダイオキシンの発生が認められ、十分な制御を行う必要がある。通常のごみ焼却との混合も検討されているが、単純にそうすると燃焼カロリーのバランスの問題から空気不足で不完全燃焼を起こし、ダイオキシンが生成されやすくなる。2000 年 12 月 27 日に官報で出された RDF のダイオキシン類規制値は新設焼却炉に課された最も厳しい値と同値である。

ごみは一度 RDF 化されるともともと何だったか分からなくなってしまうため、医療系廃棄物などが混入していた場合は危険である。生成過程で不適物は取り除くとしているが、紙おむつや動物の死骸など、実際はあらゆるものが混入している。また、悪臭はないとされるが、実際はやや悪臭がある。

- ・ 環境意識の低下を招く。

すべての可燃ごみを固形燃料化することはリサイクル社会を遠のかせ、時代に逆行する。サーマ

<sup>7</sup> これに対する反論として、大量のエネルギーが必要で無駄、ロスが多い、装置の耐久性が問題でメンテナンスも難しい、二酸化炭素の排出量が多い、有害金属の処理の問題が残る、スラグが資材としての質において優れているとは言えないなどが挙げられている。

ルリサイクルを肯定してしまうことにもなり、士気の低下をもたらす。まずごみの減量を進めるべきである。また、RDF 発電は一定の出力を保たなければならず、大量のごみが常に必要となる。

- ・ その他の問題点

ごみの根本的なことは変わらずごみ総量は減らない。RDF の内容物によって焼却施設の故障や処理能力不足<sup>8</sup>が報告されている。RDF には規格化と適正価格の設定が必要。

## RDF の廃棄物としての位置づけ

ごみ、つまり廃棄物は占有者自ら利用し、または他人に有償で売却できないために不要になったものを言う。したがって値段がつくものは廃棄物ではない。RDF はこの観点から考えると、買い手がつく限りごみではなく廃棄物処理法の規制を受けない。ただし、状況の変化によって逆有償になればその時点で廃棄物と化す。現時点では輸送コストが高くつくことは避けられないので厳密には廃棄物とみなされる。

この有償物が否かという点から廃棄物を捉えることは問題になっており、不法投棄を正当化するときの言い訳にも使われる。この点については多くの人が問題として指摘しているが、RDF をめぐる廃棄物の定義にも問題があり、修正が必要である。

## 事例研究

今回の研究では RDF の現状を知ることが重要であると考え、3つの事例研究を行った。RDF 反対事例として栃木県企業庁の「RDF 発電事業化計画」<sup>9</sup>を取り上げ、稼働事例として廃プラスチック専門の福島県大熊町のエヌ・イー大熊株式会社、行政からゴミ処理を全面委託されている栃木県野木町の野木資源化センターを取り上げ、現地調査を行った。詳細は割愛する。

## RDF 技術の結論

資料調査と現地調査から得られた RDF 技術についての結論を述べる。

利点は次の2点にまとめることができる。

- (1) RDF は水分が少ないので腐敗性がなく、減容化されていて貯蔵に適している。
- (2) 内容が均質であるため安定した燃焼が得られる。安定した燃焼は排ガス処理を容易にし、ダイオキシンの生成をある程度抑制する。加工段階で有害物質が除去でき、添加された石灰によって塩素系ガスが抑制される。残渣も少ない

これに対して問題点は以下の5点にまとめることができる。

- (1) RDF はプラスチックが混入していても大丈夫だという説明がされているが、実際のところ燃料として使えるような高い熱量を発生させる役割を持っており、プラスチックの混入はむしろ好ましく、燃料、あるいはサーマルリサイクルとして RDF を用いるためには混入が不可欠である。また、たとえ利用するとしても輸送費や乾燥のための燃料費などでコストに見合わないことが多い。ごみ発電と比較しても特別優れた発電効果があるわけではないので、ごみ発電ができる都市には RDF は向かない。

<sup>8</sup> 特に低湿ごみに対して処理能力の不足が起りやすい。

<sup>9</sup> 栃木県の「RDF 発電事業化」とは、栃木県企業庁が2001年稼働を目指し、宇都宮市に建設を予定していた、焼却施設・発電施設・灰溶融施設建設計画である。県内の市町村で製造した RDF(日量 350t・栃木県の大部分の可燃ごみ分)を燃料として、22,000kW を発電し東京電力に売電するのが目的である。整備事業費は発電所の 155 億円と地方の RDF 製造工場建設費である。

逆有償となった時点で RDF は廃棄物となる。

(2) 生ごみが含まれているごみを RDF 化することは、水分除去に多くの化石燃料を必要とするなどの理由で好ましくない。

(3) 製造前の乾燥工程でもダイオキシンの発生が認められ、燃焼によってもダイオキシン、塩化水素が発生する。ダイオキシンの発生、塩素分による腐食、ばいじんなどの問題で普通の炉では燃焼させることができない。ところが、利用先は実際のところかなり限られている。臭気や雨対策のため、きちんとした保管場所が必要である。

(4) 発電として用いるには大量の RDF が常に必要となり、ごみ増加を肯定する。RDF によるサーマルリサイクルを肯定することはごみへの意識低下をもたらすので、ごみ減量化を第一に考えるべきである。RDF を採用した自治体のごみ総量は減っていない。

(5) RDF に関する法律の立法化、明確化が必要である。

以上のことを踏まえると自地域ごみの RDF 化はともかく、他地域から引き受けるほどのメリットはないと結論できる。

### 3. 「RDF によるごみ処理」の補完

RDF によるごみ処理の中心をなす広域化政策は、ダイオキシン発生の抑制という要請を受けてのものである。一般ごみ中のダイオキシンを発生させる主な要因として挙げられているのが生ごみとプラスチックである。よってここではこの二つについて現状と展望を述べる。

#### 生ごみの処理方法

東京都目黒区で行われた調査によると、1 ヶ月間に家庭から出るごみのうち、約 35% と最も大きい割合を占めたのが生ごみであった。一般家庭から出される生ごみは「可燃ごみ」として処理される。しかし生ごみを構成するのは食べ物の残りかすなどの有機物であり、850 以下での燃焼においては塩素と結びつき有機塩素化合物、すなわちダイオキシンを発生させる。また生ごみ中には多量の水分が含まれており、その割合は夏場には 90% に達すると言われている。この水分が焼却炉の燃焼温度の低下を招き不完全燃焼を起こす。不完全燃焼でごみがくすぶった状態になると排ガス中の未燃物（ばいじん）の量が増加し、ダイオキシンの発生を容易にしてしまう。

ところで RDF の製造工程において最もエネルギーを必要とするのは乾燥工程であるが、生ごみ中の水分はここに更なる負担をもたらす。RDF の材料である一般可燃ごみ中の生ごみの割合（及び生ごみ中の水分の割合）が増える程エネルギーの消費量は増大し、これはそのまま排出される二酸化炭素の増大に繋がる。

#### 堆肥化

前項で示した通り生ごみの焼却処理にはいくつもの問題が付きまとう。それを解消するために現在推し進められているのが「堆肥化処理」である。動物達から排出された食べ残し・残飯などの生ごみや糞尿はやがて作物の収穫後に残った茎・葉・根や落ち葉などに散布・混入する。微生物によってこれらの有機物が分解・発酵され、元の土の状態に戻されたものが堆肥と呼ばれており、多くの栄養素を含む上に作物に吸収しやすい形に分解されているので、非常に優れた有機肥料となる。生ごみを高速堆肥化施設によって有機肥料として再資源化しようというのが、生ごみの堆肥化処理、すなわち「生ごみの

堆肥化」である。

## 事例研究

生ごみの堆肥化の事例として、RDF 化システムラインも併設する栃木県野木町資源化センターを取り上げ、実地調査を行った。詳細は割愛する。

## 利点

生ごみの堆肥化処理は燃焼・乾燥工程がないためダイオキシン・二酸化炭素の発生が抑制できる。再資源化物の堆肥は生ごみ中の有機物（炭素）を有機肥料として土中に還元することから、エネルギーの再利用に繋がる。ごみ分別の徹底が必要不可欠となることから、野木町の1人当たりごみ排出量が示す通り住民のごみ意識を高めることもできる。

## 問題点

広域化政策下では「ごみ分別の徹底」は難しい。野木町ですら生ごみ中にビニールなどのプラスチック類が混入していた。広域化によって一地域当たり住人数が増えれば当然混入物も増大し、堆肥の品質維持が困難になる。堆肥化効率も悪くなる。

広域化においては堆肥を必要としていない地区（つまり都市部）も含まれてくることが容易に予想されたため、分別をする側全てが堆肥を受け取れるとは限らない。野木町で住民に堆肥が無料で配られているのは「厄介な分別に協力してくれた報奨的性格があるから」であり、メリットが少なく仕事量の多い分別に広域内住人全員が協力的であるとは考え難い。野木町では農家が多く、需要が多かったが、大都市では堆肥の需要は少なく、堆肥化処理導入は難しい。また需要がある地域でも季節によって堆肥が必要とされる時期が限られるため、常に一定量生産される堆肥が余る可能性がある。

全国にある堆肥化施設のうち生ごみを原料とするものは6施設、僅か0.3%に過ぎない。これは堆肥化処理導入の困難さを表していると言えるだろう。

## 今後の展望

堆肥化処理導入が進まない理由のひとつとして焼却処理に比べて処理時間がかかること、焼却灰に比べて10倍近くの量が出てしまうことを挙げる見解もある。しかし二酸化炭素を排出しダイオキシン発生のある焼却処理は生ごみ処理政策として適切ではない。一般家庭ごみ排出量の3分の1以上を占める生ごみ処理は、可能な限り堆肥化処理すべきだ。全ての生ごみの堆肥化処理が実現すれば最終的に埋め立てられる廃棄物の量は激減する。

生ごみの堆肥化処理が普及するためには、堆肥の需要向上、ごみ分別の徹底が鍵となる。堆肥の需要については、今後堆肥の使用が一般的になるにつれて高まっていくものと思われる。栃木県では県内農家の農薬使用量が10年間で約3割減少した。これは「安全な作物でない」と受け入れられない」という農家の考えの反映である。良質な有機肥料である堆肥は、作物の安全性を求める消費者にも訴えかけるだろう。

また都市部には堆肥の需要がないとは言い切れない。無農薬・有機作物志向は家庭菜園での有機栽培を助長するだろう。家庭菜園とまではいかないもののガーデニングはマンションのベランダでも可能であり、趣味としてたしなむ人はむしろ都市部の方が多いと思われる。

堆肥の余剰問題対策としては、「堆肥バンク」の設置が考えられる。生成された堆肥を特定の場所に収集して土に還す。豊かな土壌地帯として活用でき、必要に応じてそこから土を運べばよい。

ごみ分別の徹底は住人1人1人の意識に依るところが大きいが、大量消費社会から循環型社会形成への取り組みにおいて人々のごみ意識は格段に向上した。また「容器リサイクル法」の施行に伴いごみ分別への抵抗感は減少していると思われる。

堆肥化処理施設導入に限らず循環型社会形成には、ごみ意識改革は不可欠である。今後も意識改革を促していくことによって全国規模での細かい分別も可能になるだろう。

## 生分解性プラスチック

### プラスチックの特性と問題点

プラスチックの特性は、一般的に金属などと比べて安価、軽量で加工が容易、丈夫で安定している、腐食・分解しにくいなどである。

対して問題点は、半永久的に分解されることがないので、埋立て処分において土中で分解されず埋立て処分場のひっ迫や土壌汚染などをもたらすことなどである。焼却処理にはダイオキシンが発生する。ダイオキシンの発生源とされる有機物と塩素のうち、塩素の需要量はプラスチック類の一種である塩ビが最も多い。

再資源化も技術的に困難で、3分の2ものプラスチックが再資源化されずに廃棄されている。

## 生分解性プラスチック

前項で触れた廃プラスチック処理の諸問題を解決するために開発・商品化が推進されているのが、微生物が分解を行う生分解性プラスチックである。汎用プラスチックと比較して燃焼熱が2分の1以下、二酸化炭素発生量が3分の2程度となる。

「生分解」とは微生物が自らの体内に樹脂を取り込み低分子分化合物のレベルまで分解することを指す。土中または水中の微生物により分解された生分解性プラスチックは最終的に水と炭酸ガスなどの無機物にまで分解される。「つまり、前項に挙げたプラスチックの特性のうち「分解しにくい」欠点を改良したプラスチックと言えるだろう。

なお、現在の日本においては一般プラスチック使用量に対し僅か0.1%にも満たない。

生分解性プラスチックの事例研究として、株式会社ジェイ・コーポレーションを取り上げ聞き取り調査を行った。詳細は割愛する。

## 利点・問題点

### 利点

資料調査及び聞き取り調査から得られた利点と問題点をまとめる。

最大の利点として挙げられるのは、やはりその「分解性」である。埋立て後は半永久的に土壌に残留し汚染する廃プラスチックと比べて、分解後は酸素やアルカリ質を土中に残す生分解性プラスチックが優れているのは言うまでもない。これは海中に水没した漁網や釣り糸がもたらす海洋汚染の抑制にも役立つ。

焼却するに当たっても、燃焼カロリーの低い生分解性プラスチックは小規模な一般の焼却炉でも炉を傷めることが少なく、酸素消費量も少ない。二酸化炭素発生量が低いため温暖化防止にも繋がる。

主原料には遺伝子操作による大量生産が可能な穀物でんぷんや芋でんぷんを使うことができ、石油を原料とする汎用プラスチックと違い原料枯渇の心配がない。食用には不向きな遺伝子組み換え作物を使用することは有機廃棄物の再資源化という観点からも有効である。

この他に、汎用プラスチック同様に成形加工時に排出される不要物の再利用がその場で可能であり、堆肥化処理も可能なため自治体・町内会・一企業などの比較的小規模な施設でも再利用ができる、といったことが挙げられる。

## 問題点

土中・水中での分解に関しては、微生物がどこにどれほどいるか定量的には分からず、その微生物が生分解性プラスチックに対してどれほど活性を示すものかも分からないという問題性が指摘されている。

焼却処理に関しては、高温燃焼によりダイオキシンなどの発生を抑える焼却炉には不向きかもしれない。多種多様な化学物質が含まれるため燃焼ガスへの不安が残る。

製造コスト高は最大の問題点である。汎用プラスチックに比べて「プラスチックとして使用目的に必要なとされる十分な機能」は保っていても、「安価」という点では遥かに劣っている。

## 今後の展望

生分解性プラスチックを汎用プラスチックの代替物として使用することに異論を唱えるものはいないだろう。生分解性プラスチック普及の最大の障壁となっているコスト高は、製造・商品化・消費の規模を早急に拡大していくことで解決される。政府・企業・消費者それぞれが積極的に生分解性プラスチックを採用していくことが望まれる。

2001年5月にPCB、DDT、ダイオキシンなどのPOPs (Persistent Organic Pollutions、残留性有機汚染物質) に対して「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約<sup>10</sup>」(POPs条約)が採択された。これは環境中での残留性が高いPOPsの製造・使用・排出を規制する最初の国際条約である。締結国が50カ国に達した90日後に発効する。2002年6月現在11カ国が締結手続きを終了しているが、日本では2002年7月に締結が国会で承認された。

汎用プラスチックの主原料である塩ビは規制対象にはなっていない<sup>11</sup>。しかし第5条(c)項によれば、締結国はダイオキシンなどの生成・排出を防止できる代替物の開発・利用を促進する措置をとる必要がある<sup>12</sup>。生分解性プラスチックは十分にこの場合の「代替物」たり得る。締結国である日本は生分解性プラスチック普及に向けた政策を打ち出す必要がある。

企業でも生分解性プラスチックを利用した商品の開発が進んでいる。リサイクルに強い関心を持つ現在の社会では生分解性プラスチックを利用した商品を開発・販売することは企業の環境保全に対する関心の高さをうかがわせ、消費者の企業イメージ向上に繋がるだろう。また消費者がそういった商

<sup>10</sup> 条約全文については 環境省 (2002) <http://www.env.go.jp/chemi/pops/kento/01/mat03-1.pdf> pp.2-36 参照。

<sup>11</sup> 規制対象となっている化学物質はヘキサクロロベンゼン、PCB等(製造・使用の原則禁止)、DDT(同原則制限)、ダイオキシン、PCB等(非意図的生成物質の排出の削減)。

<sup>12</sup> 第5条 意図的でない生成から生ずる排出を削減または廃絶するための措置

締結国は、付属書Cに掲げる個々の化学物質の人為的な発生源から生ずる排出の総量を削減するため、…少なくとも次の措置をとる。

(c) …同付属書に掲げる化学物質の生成及び排出を防止するための代替又は改良された原料、製品及び工程の開発を促進し、並びに適切と認める場合には、このような原料、製品及び工程の利用を要求すること。

付属書C 意図的でない生成

化学物質：ポリ塩化ジベンゾ - パラ - ダイオキシン及びジベンゾフラン、ヘキサクロロベンゼン、ポリ塩化ビフェニル (PCB)

品を優先的に選択することは生分解性プラスチック普及を助ける。

使用後の生分解性プラスチックはリサイクルを基本としながら、廃棄する場合は焼却処理を避け堆肥化処理する。生ごみと違い水分のほとんどない生分解性プラスチックは堆肥化に有効である。また生ごみの収集袋や台所の水きりネットに利用すれば、生ごみ堆肥化処理の障害となっている分別の手間が省ける。

以上のような取り組みによって生分解性プラスチックの普及が広まれば製造コストも下がり、さらなる普及が期待できるだろう。

## 4. 議論の総括

### ごみ処理広域化への反論

日本のごみ処理政策の目標は、大量生産・大量消費・大量廃棄を改め、ごみの減量化を図ることである。よってごみの減量化が推進されるという方向で政策は提言されなくてはならない。

ごみを排出した分のリスクは自分たちに跳ね返ってくるようであれば、ごみ減量もリサイクルも進まないだろう。自分たちのごみは自分たちの責任で処理する。つまり、ごみの自地域内処理の原則がすべてのごみ処理政策の大前提になるべきものとする。したがって、ごみ処理広域化は確実に否定されなければならない。ダイオキシンは重大な問題だが、そのために他のものを一方的に犠牲にしてはならない。

広域化を廃止した場合、一地域内で収集できるごみの総量は当然減少する。また、循環型社会の構築とはそもそもごみ排出量自体の減少を目指すものであり、再資源化の推進は遅かれ早かれごみ減量をもたらす。その一方で、ダイオキシン対策のためにごみ焼却は高温での24時間連続燃焼を行うことが必要である。この矛盾に対応できるものでなければごみ処理政策への現実的な提言とはならない。

### RDF と堆肥化、生分解性プラスチックの関係

生ごみを堆肥化することは、すべての堆肥が市場に流通して商品として出回らなくとも、ごみの安全な処理方法として十分に価値がある。良質な土壌地帯を設けることによって、堆肥の季節的な需要の偏りにもある程度対処できるだろう。

しかし、堆肥は生ごみの質がある程度維持されていなければ、堆肥として使うことができない。調査によれば生成された堆肥をその地方に無料で還元することが生ごみ分別の重要な動機付けであった。つまり、広域化されたごみ処理に堆肥化は向かないのである。また、作ったとしても搬送先、利用先が近くになれば処理に困る。全く不必要なものを作るために住民は大変な生ごみの分別を行おうとはしないであろう。堆肥化は推奨されるべきものであるが、その利用先、最低でも埋め立てるべき土地がある地方に限られる。日本は農産物輸入大国であるので、堆肥化は土壌中の窒素分などを増やし、富栄養化を進める。この解決方法は非常に政治的になると思われ、有効な解決策を検討することが必要である。

生分解性プラスチックは技術の進歩によってほぼ今のプラスチックに代替することができ、価格も下降傾向にあってプラスチックの数割増し程度になると見られ、急速に普及が進むことが予想される。POPs 条約の精神を尊重する上でも、政府は生分解性プラスチックの普及を後押しする義務があるように思われる。

この2つの技術が普及すると、RDFからは生ごみとプラスチックの混入が減少する。生ごみは有機

物そのものよりも、その水分が乾燥工程で化石燃料を大量に消費することが問題視されていたので、RDF から取り除かれることは好ましいことである。対してプラスチックは RDF の高い熱量の源となっていたものであり、取り除かれることは好ましくない。RDF で採算が取れていた施設もプラスチックのみによる RDF の燃焼によるものであった。よって将来的な RDF は発熱量が大幅に低下することが避けられず、サーマルリサイクルに用いる燃料としての価値は失われるものと推測する。逆に RDF をサーマルリサイクルとして利用しようとすることはとりもなおさずプラスチック大量廃棄を認め、推進することになる。

この結果 RDF の利点として次のものが残った。それは、減容性、貯蔵性、均質性（安定燃焼性）である。RDF 化はこれ以外のこと、つまり有害物質排出抑制への十分な対策になる、高い発熱量があり、発電燃料となるなどは利点ではなくなった。ごみ固形化燃料という名称は改められるべきであり、我々は固形化廃棄物という名称に変更することを提案する。

## RDF の現実的な使用方法

大量のごみが必ず出るような大都市では今までのごみ焼却施設で十分である。RDF は都市型の技術ではない。当面はマテリアルリサイクルを強化し、焼却ごみ減量に努力しても大きな問題は起こらないだろう。

ごみが比較的少ない地域が問題となる。今までは処理を広域化、しかし、先述したように広域化は否定されるべきものである。

「RDF はあらゆるごみを固めて燃やすという、リサイクル社会と相反する技術であり、ごみ減量化社会への移行に逆行する技術である」というのが今までの RDF に対する一般的な考え方である。この考え方と逆であるが、RDF はむしろごみの自地域内処理とごみ減量化社会に貢献するのではなからうか。なぜなら RDF は 24 時間連続燃焼という呪縛から開放できるものであると思われるからだ。

研究の結果では、RDF の優れている点は減容性と貯蔵性、及び均質性（安定燃焼性）にある。リサイクルが進み、ごみ減量が成功すると当然 24 時間連続燃焼は困難になる。しかし RDF 化して貯蔵し、集中して連続燃焼すればダイオキシン発生を抑制できる。ただし燃焼カロリーはプラスチックの減少によって低下することが避けられず、また継続燃焼もできないためサーマルリサイクルはあきらめなければならない。

簡単な試算を加えてみる。ごみの自地域処理ということで、人口を仮に 10 万人と設定した。これは政府が主導する自治体合併が進んで全国で 1,000 自治体となったときの 1 自治体分を想定している。野木町は堆肥化分を差し引いて 1 日 14t のごみを RDF として処理しており、野木町の人口が約 27,000 人なので、一人当たりの RDF 化用ごみ排出量は 0.5kg ほどである<sup>13</sup>。すると 10 万人の人口では 1 日当たり 50t のごみになり、このうちの 7 割、つまり 35t が RDF になる。1 ヶ月貯蔵したとして約 1,000t である。貯蔵できる量は自治体によって異なるであろうが、半月だとしても 500t の貯蔵である。栃木県の計画などから類推して、1 日当たり 200t 程度の処理は可能と思われるので、半月分で 2.5 日、1 ヶ月分で 5 日の処理日数がかかる。今後は、紙のリサイクル、プラスチックの減量などで RDF 化分は将来的に減ることが見込まれる。1 年というような長期の保存は考えられないので、簡易型 RDF<sup>14</sup>にし

<sup>13</sup> ただし、野木町はごみへの意識が高く、他の自治体に比べてごみ量がやや少ないことに留意する必要がある。

<sup>14</sup> 中継用に考案された RDF で、設備コストが通常よりも軽減できる。

て費用を抑えることもできるであろう。

小規模ごみ焼却施設でもダイオキシン排出が十分抑制できる確固たる間欠燃焼技術はまだ存在していないので、その技術開発を待つまでの間、RDFをこのような形で用いてはどうだろうか。

ただし、RDF そのものの法整備が不十分であり、安全な処理などを実現するため法律の整備も必要である。

## 政策提言

本政策の基本理念は、大規模な広域化を廃止し、ごみの自地域内処理の原則を徹底させることにある。

本政策において「自地域」とは、約7～10万人規模のものと定義する。

RDF 化施設を各地域にひとつ建設し、各々で製造・焼却を行う。焼却炉の24時間連続燃焼を実現するために、ごみをRDFとして貯蔵しておき一定時期ごとに専焼期間を設ける。焼却炉の立ち上げ回数を減らすことはダイオキシン発生の抑制に有効である。

再資源化による廃プラスチックの減量、生分解性プラスチックの将来的な普及、コストパフォーマンスなどの理由から、RDFによるごみ処理政策からサーマルリサイクル的側面を切り離す。RDFによる発電の要請があった場合は、発電量とダイオキシン発生量が比例するということを住民に認識させた上で発電すべきである。つまり「ごみの自地域内処理」とは、エネルギーを含めた再資源化物の恩恵とコスト・リスクの負担双方を自地域内で受け取るものとして捉える。

国レベルではRDFを「固形化廃棄物」とみなし、RDF施設運用規定などを明記した「固形化廃棄物処理法」などの法整備を進める。

マテリアルリサイクルは大規模処理が効果的であるので、隣接する地域で構成される中地域化で対応する。ただし、下処理までは自地域内で行うことを義務付ける。

生ごみは堆肥化処理を進め、堆肥の需要を高める。余剰分は土壤に還元させる。この際、富栄養土地帯もしくは堆肥バンクを設けることで効果的に需要に対応できる。

ただし、24時間連続燃焼が可能なごみの排出量も持つ大型都市では、RDFは製造しない。マテリアルリサイクルは従来通り都市内のみで行う。堆肥化は大都市では分別の徹底が困難なことから、当面は見送るが堆肥の需要が高まれば導入するのが最良である。

生分解性プラスチックの必要性は明らかなので、コストダウン・商品化を促すような国レベルで普及のための法整備を行う。

## 参考文献

- 石川禎昭著 (1997), 『ごみ焼却排熱のおもしろ科学』, 理工図書
- 鍵谷司 (2000), 「RDF 施設においてダイオキシン類は発生するか!」  
『環境の計画』vol.8 No.4 通巻 No.32, pp.13-17.
- 同上 (2001), 「RDF 化施設の現状について」 『環境の計画』vol.9 No.1 通巻 No.33, pp.28-29.
- 鍵谷司・西村潔共著 (1997), 『ごみ固形燃料化技術と導入事例』, 日報
- 熊本一規著 (1999), 『ごみ行政はどこが間違っているのか?』, 合同出版
- 公共投資総研編 (1999), 『ごみ処理広域化計画 東日本編』, 公共投資総研
- ごみ問題・ごみ発電を考える会編 (2002), 『ちょっと待ってよ! ごみ発電  
「RDF 発電所建設計画」白紙撤回運動の記録』, ごみ問題・ごみ発電を考える会
- 新明和工業株式会社 パンフレット (2000), 「新明和ごみ中継輸送システム」
- 高寄昇三著 (2001), 『ごみ減量再資源化政策』, ぎょうせい
- タクマ環境技術研究会編 (1998), 『ごみ焼却技術絵とき基本用語』, オーム社
- 武末高裕著 (2002), 『環境リサイクル技術のしくみ』, 日本実業出版社
- 直江弘文著、山内文男、中嶋常允監修 (1999), 『生ごみは宝だ!』, 文化創作出版
- 日本ガイシ株式会社パンフレット
- 廃棄物学会編 (1998), 『改訂 ごみ読本』, 中央法規出版
- 本田淳裕著 (1998), 『ごみ対策が危ない』, 財団法人省エネルギーセンター
- 寄本勝美監修、吉野敏行編 (1998), 『最新ごみ事情 Q&A』, 東海大学出版会
- 下野新聞 (2002/10/18)
- しんぶん赤旗 (2002/8/10)

## 《Web 資料》

- 小川東二 (1999), 伊藤忠プラスチック株式会社 <http://www.itc-ps.co.jp/>.
- 環境省 (2002), 環境省 報道発表資料 (2002/1/25), 同 (2002/7/30), 環境省 <http://www.env.go.jp/>.
- 経済産業省 (1999), 経済産業省 <http://www.meti.go.jp/>.
- T. Mineki (1996), The Waste and Garbage Club Home Page <http://www.bekkoame.ne.jp/~mineki/>.
- 農林水産省農業研究センター (1998), AFF Resarch Web Server <http://www.affrc.go.jp/>.
- ノボン・ジャパン株式会社 (?), ノボン・ジャパン株式会社 <http://www004.upp.so-net.ne.jp/novon/>.
- 富士通株式会社 プレスリリース (2002/6/5), 富士通株式会社 <http://jp.fujitsu.com/>.
- 有限会社群馬テクニカルリサーチ (2000), 同 (2001 a), 同 (2001 b),  
GTR Web 生分解性プラスチック (グリーンプラ) サイト <http://www.gtr.co.jp/>.
- 有限会社翠水 (?), 有限会社 翠水 <http://members.jcom.home.ne.jp/suisui52/>.