

リサイクル問題の経緯と今後の方向

History and Future Trend of Recycling

本多 淳 裕*

Atsuhiko Honda

はじめに

学問の世界には、古くから体系を踏襲して発展させようとする研究者と、社会の流れをくみ取ってそれを促すために自分のテリトリーから多少はみ出しても協力しようという研究者とがいるが、工学はもともと社会に役立つための応用学であるから、後者がもっと重視されてよいはずである。著者は1950年から大阪市立環境科学研究所で廃棄物の研究に従事してきたが、環境工学の体系が全く確立されておらず、問題ごとの専門分野の研究者に協力してもらいにくかったので、社会需要されれば何学の分野であろうが、アプローチせざるをえなかった。最近、廃棄物処理やリサイクルの研究をする人々が増えてきたことは喜ばしいが、処理やリサイクルの分野でも、それぞれ歴史的な経緯があり、まずそれらを見直すことによって問題の本質も明らかにすることができるし、類似の研究や失敗を繰り返すことも避けられるとみられる。

最近、地球環境問題の一環としてクローズアップしてきたといっても、この種の研究は机上やコンピュータでのシステム構築のようなきれいなことでは役立たず、著者が最初にごみ集めの肩曳き車を引いて作業を体験したように、現場と密着した取り組み、ハード優先型の研究が不可欠である。さらに、複雑な社会経済システムの中で生かせる研究にするためにはグローバルな視点も忘れてはならない。本文がこれからリサイクルに取組もうと研究者の道標になれば幸いである。

1. 昔はごみを出さなかった

人間も地球上で生存していこうとすると、他の動植物と同じように、生態系のバランスが保たれた中に身を置かなければならない。ところが人は手足があって移動し、物を持ち運び、火を使うことを特徴とし、その上、物欲というやっかいな欲望を持った動物であるために、欲しいものを捜し出したり、作ったり、動かしたりして、自分の生活環境に持ち込んできた。しか

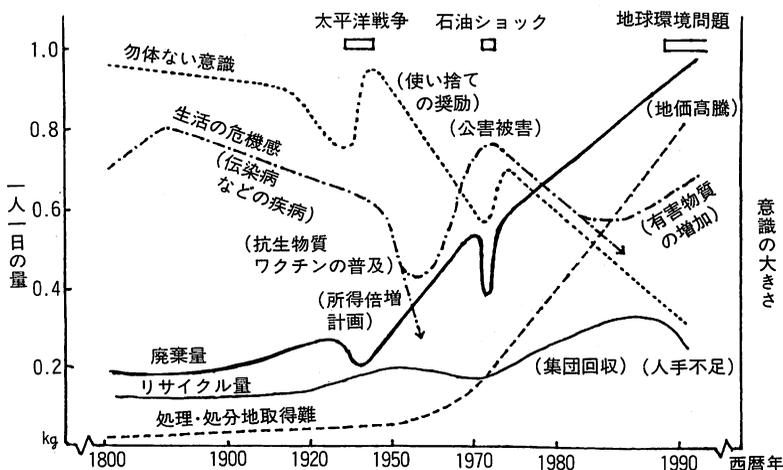


図-1 廃棄物の廃棄・リサイクルと住民意識

* (財)クリーン・ジャパン・センター 参与
〒536 大阪市城東区森之宮 2-1-101-103

し、それは自然界から人力や畜力を使うだけで行ってきたので、物量的に少なく、自然循環サイクルで容易に元の大自然に還っていた。人口が集中した都市生活ではヨーロッパでも、日本でもごみ問題はあったが、平素は物を数世代にわたって使用し、消費財も徹底利用して、ほとんど廃棄することはなかった。

ところが蒸気機関の発明は化石燃料のエネルギーを目的に合わせて使えるようにしたために、人の物欲にも火をつけることになり、経済活動を活発にしたり、不要物をごみとして排出したり、戦争を引き起こすことにもなってしまった。物欲を満たすために自然界のバランスを崩すことに対して全く後ろめたさを感じず、むしろ自然を征服したと奢り高ぶってきたのである。物を消費するというのは、自分のテリトリーに持ち込んだ物をごみにする行為、消費者というはごみ生産者に外ならないのである。それを廃棄した後のことは一応欲望や経済と無関係であるので、全く留意してこなかったのである。そのため、図-1に示すように、普通の市民生活でもこの僅か50年ほどの間にゼロに近かったごみ排出量が、一人一日1kg以上に達して、大きい社会問題になってしまっている。人類の歴史が始まって約5,000年とみられ、その間に消費した物資の総量を試算した学者がいるが、その50%以上をこの僅か50年で消費しているという。

東洋の仏教や儒教の思想には、唯物論や唯心論の区別はなく、物は自然界から与えられた大切なもので、まだ何かに使える間は「いのち」があって、それを生かし切らずに廃棄するのは一種の罪悪であるとして、「勿体ない」と戒めてきた。だから昔は物を容易に捨てない生活、家庭や人の管理社会の中でリサイクルする生活が当然のものとして受け入れられていた。経済活動というは勿体ないでは成り立たないので、その思想を教育者を巻き込んですたれさせ、物欲を煽って使い捨てを奨励し、資源浪費型社会、自然破壊型社会を形成してきたのである。最近アメリカなどから突き付けられている「内需拡大」は、海外の物資を日本国内で消費させて一層ごみを増やさせようという政策である（ごみの輸出はバーゼル条約で規制されている）。人間だけが物を独占し、そのカスで自然を破壊し、生態系の生存を危うくするのである。

そのような事態になるまでワンウェイの物流システムが長年にわたって続いてきた状況については、2で詳しく検討するが、それにブレーキすらかけなかった廃棄物行政に重大な責任があることは確かである。世界

的に1900年頃までは消化器系伝染病などが流行し、その原因の一つとしてごみにたかるハエ、ネズミ、ゴキブリなどが上げられていた。伝染病予防というと経済性や個人のプライバシーすら無視して進めなければならなくなり、ごみもそのために排出先から速やかに収集し、高温で焼却し、灰だけを速くで埋立処分することが最善とされてきた。廃棄物は本来物流行政が主担して当然であるが、公衆衛生という錦の御旗のもとで、抗生物質やワクチンの開発で根絶しても、厚生行政が所管してきたのである。

今後は物流政策の一環として、ごみになるものを供給しない、ごみを出さないでリサイクルする技術を確立し、その行政を進めなければならないのである。

2. 処理とリサイクルの歴史を振り返る

人が集団で生活すると、多少の衣食住の不要物の排出は避けられなかった。ヨーロッパの市街地では現在での不法投棄が起こるために問題になった記述が残っており、それを自治体が規制し、罰則を課して快適環境の確保に努めたという（アメニティの語源）。日本でも廃棄物行政の始まりと経緯は表1のとおりである。しかし、昔は排出量が極めて少なかったこと、自然に分解したり、土に還りにくいごみがなかったこと、勿体ない思想が健全であったこと、地域社会での規制や約束ごとが守られていたことなどのために、大きい問題に発展しなかった。その中で、不要物という安い材料を生かした庶民の知恵的なリサイクルが盛んに行われ、一層ごみを減量してきた。

日本の都市でも1890年代には大掃除のごみを中心に、後始末が問題になり始め、それらを焼いて処理、処分するか、肥料や飼料などに利用するかを模索するようになった。当時から日本人には古鉄、古銅、古紙などは不要物という観念はなく、ためておいて回収業者に払い出す物として扱われてきた。しかし、前記の伝染病予防のための取締り対象としてのごみの取扱いが行政的に優先するようになって、次第に焼却処理が普及することになった。その方向の研究は大阪市の岩橋元亮博士によって強力に進められ、1920年代には同氏がごみ処理に困っていた東京に転属して進められた。（一方で大阪府は回収対象となる古物からの伝染病流行を防ぐと称して、古物取扱条例を制定して衛生教育を受けた許可業者しか回収売買できないようにしたが、全国で大阪だけが未だにその制度を死守して、それらを自由競争市場から締め出している。）

表1 日本における廃棄物処理とリサイクルの歴史

西暦	年代	歴史的事項	背景
1655	紀元前 江戸中期 明暦元年	一般市民生活ではごみ排出なし。貝殻等集落ごとに排出ごみを指定処分地に投棄 奉行が江戸永代橋わきにごみ捨て場指定	経済活動は極めて小、産業革命。
1800	江戸末期	大阪所司代が街路へのごみ投棄禁止布令。 都市では民間のごみ屋による収集、それを選別、可燃物は湯屋燃料、他は肥料に売却。	黒船来航、明治維新。
	明治初期	木屑、履古した草鞋までタキツケに利用。 ロウソクの残蠟も集めて再生。(ロンドンでごみ焼却廃熱での熱水回収)	経済活動がやや活発化。伝染病流行。
1893	明治30年	敦賀市で周囲レンガ積みごみ焼却炉設置。一般都市でごみの露天焼きを実施。 西が原農事試験場でごみの肥料分析。ごみ処理市町村事務化(実質民間委託)	汚物掃除法(明治33年)
1899	明治36年	大阪市福崎に26トン/日のバッチ炉を建設。	日清戦争
1906	明治43年	東京市深川に露天ごみ焼却場を開設。 紙くずでの古紙再生工場が本格操業開始	日露戦争
1920	大正中期	大阪市立衛生試験所で処理技術研究開始。	経済活動がやや加速
	大正末期	松本市で厨芥養豚、東京、大阪も追随、八幡製鉄稼働、鉍滓を排出し、埋立処分(土地造成材料として歓迎された)	伝染病大流行
1929	昭和4年	東京深川に本格的焼却炉(バッチ炉)完成。	
1933	昭和8年	深川で煤煙、ハエ、悪臭の反対運動活発化。	
1937	昭和12年	戦争で物資が欠乏し、全国的なごみ減量運動、一部で分別収集実施。ビール瓶、一升瓶、牛乳瓶などのリターナブル化規定	日中戦争
1945	昭和20年	鋸くず固形燃料オガライト各地に普及、都市尿尿の農村還元困難化、大阪市立衛生研で	大平洋戦争敗戦
1950	昭和25年	廃棄物処理研究を再開。	
1951	昭和26年	KPパルプの黒液回収技術の普及	物資不足
1954	昭和29年	廃棄物対策全国協議会発足(京都大学)	清掃法制定
1955	昭和32年	大阪市でごみのカロリー等連続調査開始、低位発熱量600~800kcal/kg程度	水俣病発生、イタイイタイ病発生、各種公害全国多発、工業生産活発化。ごみの研究者増え始める。
1963	昭和38年	大阪市住吉で初めて連続機械炉完成(タクマ)、廃熱で自家用電力発電、ごみ埋立処分地で公害多発(大阪市衛研初めて調査)、大阪で電気炉ダスト処理が問題化	
1965	昭和40年	大阪市西淀川で日本最初のごみ発電(日立造船、スイス・デロール)、売買2円/kwh、田子ノ浦へドロ問題発生	
1966	昭和41年	(財)資源化技術協会発足(加藤弁三郎)	
1968	昭和43年	家電製品等のPCB使用廃棄物処理が問題化	ごみ内容が多様化
1969	昭和44年	科学技術庁資源調査会がリサイクルの必要性を勧告、大阪市森ノ宮で蒸気回収開始	
1970	昭和45年	廃棄物処理法制定(リサイクルについては集参院の付帯決議、実質的には無視)	
1971	昭和46年	廃木材の燃料チップ化工場稼働(大阪木材開発)、チップ焚きボイラ開発(タクマ)、	
1972	昭和47年	東京ごみ戦争宣言、産業廃棄物のトラブル多発、焼却炉排ガスのHCl等問題化	石油ショック発生
1975	昭和50年	日本化学工業のクロム鉍滓事件が発生	
1975	昭和50年	沼津、草津等で資源ごみの分別収集開始、ごみ排出量の増大が顕著になってきた、缶飲料の増大(リターナブル瓶減少)、働クリーン・ジャパン・センター発足、粗大ごみ問題が表面化	省エネルギー要請、高度成長、自動販売機
1977	昭和52年	東京都を始め全国主要都市の300トン/日以上焼却炉でごみ発電開始、売電価格6~10円/kwh、工業技術院がごみのリサイクル技術開発(混合ごみ対象)	スーパー全国進出開始
1978	昭和53年	京都市で空き缶散乱が社会問題化、デポジット制の提唱が業界反対で頓挫、鉄鋼スラグ協会で高炉滓、転炉滓の再利用技術開発に成功(骨材、セメント原料化)	廃棄物処理関連の訴訟続発
1979	昭和54年	工業技術院スターダスト'80プランの試験、大阪市リサイクル委員会実証プラント	処分地取得困難化
1981	昭和56年	札幌市がごみ焼却で地域暖房を開始	
1982	昭和57年	廃乾電池(アルカリマンガン、水銀)中に水銀の多いことが問題化	
1983	昭和58年	ごみ焼却炉排ガス中のダイオキシン含有が問題化(塩化ビニル元凶視される)	バブル経済進展
1985	昭和60年	ごみのカロリー向上2000kcal/kg突破、適性処理困難物対策委員会(通産、厚生省)	
1988	昭和63年	無水銀電池開発に成功(松下電池工業)	
1991	平成2年	廃棄物学会発足 東京都粗大ごみ収集の有料化、リサイクル促進法制定、 廃棄物処理法改正	バブル経済崩壊

アンダーラインは資源リサイクル関係

日中戦争から始まった第2次世界大戦中は物資不足で、再び明治中期以前に近い耐乏生活が強いられ、ごみも産業廃棄物もほとんど出なくなったが、その節約政策の一環として現在のビール瓶などに残っているリターナブル瓶の方式が開発、実施された。昨年10月にドイツを訪問した際に、それが容器の排出抑制の世界的なモデルであると評価され、それを参考にした方式を採用しようとしているといわれたが、本家の日本では缶や紙パックに押されて衰退しつつある（回収瓶は小売店に買い取られ、ビール会社からその取扱い手数料も含めて瓶代が支払われている）。

1950年に大阪市立衛生研究所（現環境科学研究所）で著者がごみ研究の再開を命じられたが、それが戦後の日本での研究の最初であり、適正な収集、焼却、臭気対策などから入った。1955年から市長命令でごみ焼却の効率化や余剰エネルギー回収の研究を行い、日本で最初の連続機械炉、ごみ発電などの基礎的なデータを提供する仕事ができた。当時の行政上司の進歩性、慧眼には未だに敬意を表している。

著者は1965年から請われて科学技術庁資源調査会専門委員になり、資源論の勉強をさせてもらおうと共に、従来のサーマルリサイクルだけでなく、マテリアルリサイクルの必要性や実現方策なども議論することができた。その成果を国の廃棄物政策に反映させるために、1969年に同調査会から「廃棄物の処理体系に関する報告」を纏めて関係省庁に送った。それはリサイクル社会を指向するためのごみ、産業廃棄物への取組み方の基本理念とアプローチの実例や方法を記述しており、現在でも充分通用するものである。その集約を担当した清水主任調査官には風当たりや嫌がらせが強くて、ついにノイローゼになって自殺に追い込まれる事態になった。先進的提言者は不遇をかこつものであるが、当時それが受け入れられ、翌1970年の廃棄物処理法制定に反映しておれば、日本は世界的モデルになっていたと思うと残念でならない。

3. 近年におけるリサイクルの動き

いずれにしても、ごみや産業廃棄物の問題は市民や企業にとっては、単なる後始末であり、誰かが自分の周辺から持ち去ってくれば、後はどうなってもよい問題でしかなかった。しかし、1972年に江東区のごみ埋立地での反対、世田谷区の焼却炉設置反対などに端を発して、美濃部東京都知事が都民一人一人の問題として提起した「ごみ戦争宣言」によって、社会的にク

ローズアップすることになった。それは全国的にごみや産業廃棄物の処理、処分のあり方に住民がクレームをつけるきっかけにもなった。その種のトラブルの根源は従来、公衆衛生の保持を標榜しながら、一般的な処理、処分施設には2次公害の危険性のあるものが多く、地域の大半の清潔を守るためには、社会的必要悪として一部の周辺住民は受忍して当然と考えたものであったためである。

その問題に対応するために、通産省などは前記の報告などを重視して、廃棄物のリサイクルを打開策の中心に据えた施策を採ることを決め（産業構造審議会）、その推進役として1975年に(財)クリーン・ジャパン・センターを設立した。さらに工業技術院や(財)日本技術振興協会でごみリサイクルに関するハードやソフトの研究を進めることになり、著者もそれに参画してきた。その研究では、すでに当時アメリカなどで進められていた技術も参考にして、大型ナショナル・プロジェクトとして多様なリサイクル技術の開発に多額の研究投資を行った。それを集約したテストプラントがスターダスト'80 プランとして、横浜市金沢区に建設され、貴重なデータがえられた。

大阪市も並行してリサイクル委員会を作り、ごみと下水汚泥の総合リサイクル計画を立て、実証プラントを設けて多角的な検討を行った。それらの両プロジェクトで各種破碎、分離技術や金属類、紙、堆肥材料、プラスチックの回収技術や熱分解油化、熱分解ガス化、メタンガス化などの燃料化の詳細な条件の解明やデータの蓄積が行われた。最近同様の提案や技術開発投資が如何にも新規技術かのように行われているが、その段階でほとんどトライされて結果が出ているといえる。

しかし、それらの研究は家庭から排出される各種の物の混合ごみ、または不燃と可燃に分けたものを対象にしている。大都市などはさらに細かく構成資源ごとに分別排出することは不可能であろうという前提に立っている。そのために総てを資源としてリサイクルすると、施設が複雑になり、メンテナンスも大変になることも判明したといえる。著者が協力し、その研究成果を活用して、高知県芸西村などにコンポスト化を中心とした施設を建設することができたが、部分技術以外は本格的な実用化はなされていない。

一方で、1972年から始まった石油ショックもこのごみ問題とドッキングして、ごみ発電が全国主要都市に普及し始め、実用的にはサーマルリサイクルが先行するようになった。札幌市では低温期が長いという立地

条件も幸いして、市民に歓迎されるごみ焼却とエネルギー供給事業が行えるようになった。プラスチックなどの排出、水分の低下などでごみの低位発熱量が2,000 kcal/kg以上に上昇してきたこと、売電価格が改善されたことなどがそれに拍車をかけている。

他方、産業廃棄物は同質の物が多量に、定期的に排出される場合が多く、リサイクルの対象になりやすい。日本の産業界を代表する鉄鋼業は大量の高炉鉍滓、転炉鉍滓などを排出し、長年埋立処分してきたが、業界全部でそのリサイクル技術の開発に取り組み、全量を骨材、セメント添加材などとして売却できるようになった。それらは他業界にも刺激になっており、各種の製造業や建設業でも、リサイクルを目標とした技術が進展しつつある。

4. 焼却－エネルギー回収はリサイクルか

廃棄物問題は世界的にその重要性が認識されるようになってきたが、基本的には人間だけが身勝手に自然生態系を乱し、その付けを次世代に残してよいのかという反省に基づいている。ごみや産業廃棄物をゼロにする社会を目ざさなければならないのである。その解決策は① 物を持ち込まないこと、② 持ち込んだ物を自然界に排出しないこと、③ 使用した物は再利用することの3つしかない。しかし、実際的には①は人の物欲を否定し、経済活動を停止させることにもなり、

②は事業所や家庭は倉庫でないのでパンクしてしまうことになる。したがって可能な限り①、②の努力はするとしても、最終的に③のリサイクルに重点を置かねばならなくなる。

ところが有機性資源に関しては、3で検討したサーマルリサイクルはすでにごみ発電などである程度進んでおり、エネルギー資源節約に役立つから、それをさらに合理化（エネルギーの電力転換率が低い）して推進することが最も現実的、効率的であるという主張がある。それは従来の焼却処理の路線を多少軌道修正するだけで適用できる安易さもあり、若干残っている衛生的な不安も解消しやすい。確かに、廃木材→パルプ、古紙→再生紙、廃プラスチック→再生プラスチックなどの既知のマテリアルリサイクルとサーマルリサイクルを経済中心に比較すると、表2のように現時点ではエネルギー価格が高いこと（特に電力）、手数を要すること、回収物の付加価値が低いことなどのために、一般的にはサーマルリサイクルが有利である。

しかし、論理的には折角の高分子の資源をその成分特性を生かさずに燃焼させた方が有利であることが問題である。さらに、廃棄物は通常低カロリーで、塩素、硫黄、窒素などの大気汚染物質を含んでいて、それらの酸化物やダイオキシンなどの除去施設とその運転経費を要すること、地球温暖化物質のCO₂を排出すること、各種の金属が含まれていて焼却はそれらを濃縮す

表2 マテリアルリサイクルとサーマルリサイクルの経済性

対象廃棄物		可燃性 都市ごみ	廃材 チップ	古紙			廃プラスチック	
				雑誌	新聞	OA紙	PE, PP	混合
現行引受け料金 万円/t		(-) 3.0	(-) 0.3	(+0.1 ~0.2	(+0.12 ~0.16	(+0.20 ~0.28	(+)1.0	(-)6.0
マテリアル リサイクル	問題点	厨介、紙、プラなどを選別しても、汚れていて利用しにくく、ほとんどが要処理	不燃分, CCA処理材, 塗装材, 腐食材が含まれているとパルプ原料に不適	プラスチック, 合成紙, FAX古紙などが含んでいると、再生の邪魔になる。再生紙のような短繊維の多い古紙は収率が低下し、原料としての評価は低下する			溶融再成型での再生では不純物、塩ビが邪魔になる、製品の販路開拓、アスファルト舗装材化は0.3mm以下に破碎を要す	
	原料評価 万円/t	(+)4.0	0 ~ (+)1.5	(+0.2 ~0.25	(+0.25 ~0.35	(+0.40 ~0.60	0 ~ (+)2.5	(+)0.3 ~0.5
発熱量 kcal/kg		2,400 ~2,700	4,000 ~4,500	4,200	4,500	4,500	9,000 ~9,800	6,000 ~8,500
サーマル リサイクル	問題点	バルキーで取扱い不便, Cl, S, Nを含み排ガス処理が必要, 灰処理が必要	バルキーで取扱い不便, CCA処理材混入防止, 燃焼炉新設, 灰処理が必要	バルキーで取扱い不便, マテリアルリサイクルのルートはあるが、燃料化している例は少ない。古紙用燃焼炉新設, 灰処理が必要(排ガスは比較的無難)			バルキーで取扱い不便, 特別燃焼炉新設, 高温になるので炉材が焼損しやすい, Cl混入の対策を要す。(熱回収効率はやい)	
	原料評価 万円/t	0 ~ (+)0.3	(+)0.3 ~0.5	(+0.3 ~0.5	(+0.4 ~0.6	(+0.4 ~0.6	(+)0.8 ~1.2	(-)0.5 ~(+)0.8

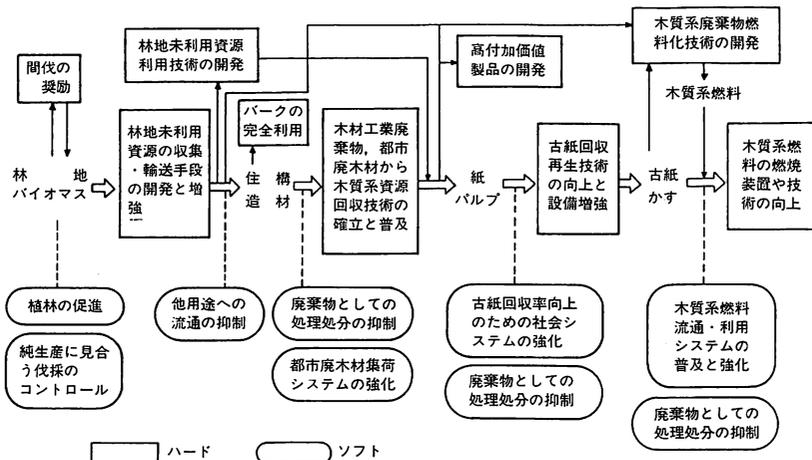


図-2 木質系廃棄物再資源化促進のための方策

ることになり、その灰滓の安全化を図らなければならないこと、灰滓の埋立処分が必要になること、それらの2次公害対策まで含めると膨大な設備投資を要すること（ごみ焼却設備では7,000万円/ton前後）などの問題がある。したがってサーマルリサイクルをマテリアルリサイクルと同列には評価し難いのである。

現に、2次公害対策設備まで備えたごみ焼却施設は日本では約85%の都市に普及しているが、アメリカは約11%、ドイツは約28%に過ぎず、各国とも焼却、エネルギー回収はリサイクルとは認めていないし、それだけの投資には耐えられないという。むしろ、その普及率の低かったことがリサイクルの推進にプラスであると考えている。

しかし、その問題は各資源の物流全体の中で再検討すべきであり、基本的にはマテリアルリサイクルを優先して、その回収物がどうにも使えない形態になった物をサーマルリサイクルの対象にすることが望まれる。著者が木材などの林地バイオマスの利用の流れとリサイクルのあり方を集約し、それを推進するための研究や投資の課題をまとめたものを図-2に示している。理想的には木材はまず住構造材に使い、その解体廃木材で紙を作り、その紙は何度も再生して（1/6は古紙粕）、短繊維ばかりになった古紙粕を燃料として活用することが望まれる。そうすれば輸入木材は1/2以下に削減でき、世界の緑の保全に役立つことになる。都市ごみは、それに含まれている素材を徹底して利用した後で、そのカスも分別不可能な物をサーマルリサイクルすればよく、回収エネルギーは変わらない。

実際にはそのようなシステムに経済性がなければ実

現しないが、技術的、制度的にそれが成り立つような社会に改造するように努めることも必要である。

5. リサイクル社会を築くために

日本は国土面積が世界の1/300しかなく、人口は1/50しかないのに、現在世界で流通している資源約150億tonの1/8の約19億tonを独り占めしている。それらのほとんどが毎年国内に蓄積されており、資源枯渇や環境劣化の影響を最も早く受ける国である。そのため日本は世界にさきがけて完全なリサイクル社会に改造する努力を払うべきである。

「混ぜればごみ、分ければ資源」という標語があるが、確かに消費者がいろいろな不要物を同じごみ袋に入れてしまうと、前述の混合ごみになって、非常にリサイクルしにくい。リサイクルのための社会システムを選ぶに際して、最近の消費物資には複雑な素材の物、粗大な物、有害な物などが多いが、消費者段階でそれらの粗分別が可能とみるか、消費者にそのような素材別の分別排出の協力が仰げるとみるか、そのための仕掛けを実行する努力をどこまで払う気があるかなどの判断で、その後のアプローチが全く違ってくる。

3で紹介した過去の工業技術院や大阪市のプロジェクは混合ごみを前提にしてきたし、ドイツのSFW公社の同様の大規模プラントでの失敗例もみてきたが、農村で小規模に行うコンポスト化中心の方法や一部のサーマルリサイクル以外では混合ごみからのリサイクルは非常に困難であるという結論が出ているとみられる。最近でもイギリス、スイスなどから日本に混合ごみからの繊維回収、コンポスト化などのプラントの売

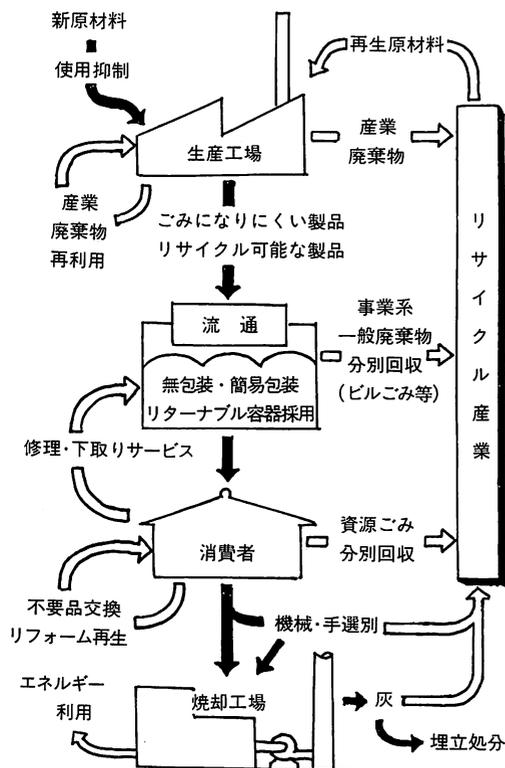


図-3 生産・流通・消費でのリサイクルの努力

り込みがあるが、慎重にならざるをえない。

消費者の協力を前提としたリサイクルシステムを計画しようとする、次のような社会システムを作り上げるようにする必要がある。①従来見かけ上行政サービスとして無料で行ってきたごみ収集を排出量に応じて有料化しなければならない。リサイクルに協力すればその支払いが不要になるようなインセンティブが必要である。②素材別に分別排出したものを確実に回収するシステムを整備しなければならない。その回収は民間業者が行なっても、自治体が行なってもよいが、回収物を再生利用できるようにする施設（リサイクル産業）につなげなければならない。③消費者が排出する不要物量を最小にし、素材別に分けて排出しやすいような製品をメーカーが作り、そのようになる商品を流通企業売るようにしなければならない。④そのシステムを進めることに非協力的な企業、消費者などに対しては、厳しい罰則を含むペナルティをかけなければならない。

廃棄物には乗用車、家具、家電製品などから野菜、果物の残骸まで、いろいろな物があるために消費段階での協力だけに頼ることができないし、成果も期待できない。図-3に示すように、むしろ生産者は危険、有害物をふくまない製品、ごみになりにくい製品、リサイクルしやすい製品、素材別を判別しやすい製品などを提供しなければならなくなり、流通企業は包装の少ない商品、リターナブル容器入りの商品、下取り修理を約束した商品などを売らなければならなくなる。消費者がごみ排出時に高い処理手数料を取られるとなると、そのような製品でないと売れなくなる。

混合ごみを選別するシステムでは、たとえ実現しても大規模施設でないとスケールメリットがないので、大都市以外の自治体では行われない。しかし、分別排出システムは全国の総ての自治体でも成果を上げることができる。ただ、メーカー、商店、消費者の総てがリサイクルにかかわることになり、例えば容器、包装材料の需要低迷が起こるなど、利害も複雑になる。しかし、1991年に制定されたリサイクル促進法は明らかにその方向を指向しており、今後は市場に出る全製品に製品アセスメントが適用されるであろう。それがリサイクル社会への出発点である。

リサイクル関係著書

- 1) ごみ物語－エネルギーを拾え 省エネルギーセンター (1975)
- 2) 続ごみ物語－ごみなし社会の創造 省エネルギーセンター (1978)
- 3) クローズドシステムへの挑戦 省エネルギーセンター (1975)
- 4) 廃棄物メタン発酵 共著 サイエント社 (1980)
- 5) 廃棄物のコンポスト化技術 共編 総合技術情報部 (1981)
- 6) 清掃行政改革 日報 (1983)
- 7) メッキの無公害化技術 共著 日報 (1986)
- 8) バイオマスエネルギー 省エネルギーセンター (1986)
- 9) 建設系廃棄物の処理と再利用 省エネルギーセンター (1990)
- 10) ごみのリサイクル 省エネルギーセンター (1991)
- 11) 産業廃棄物のリサイクル 省エネルギーセンター (1991)
- 12) 産業排水の削減対策 日刊工業新聞社 (1992)
- 13) ごみにならない製品の開発 日刊工業新聞社 (1993)
- 14) 建設副産物・廃棄物のリサイクル 省エネルギーセンター 共著 近刊
- 15) 食品産業の賢い環境対策 日刊工業新聞社 近刊