

# 廃プラの粉体燃料化技術

三井造船 千葉研究所 部長・工博  
村田 勝英

産業廃棄物や一般廃棄物として捨てられるわが国の廃プラスチックは、年間600万トンを超えるといわれるが、平成7年6月に成立した容器包装リサイクル法の適用により、これら廃プラスチックは何らかの手段で再商品化(リサイクル)せざるを得なくなる。

容器包装リサイクル法が本格的に施行されるのは平成9年度からであるが、ペットボトル以外のプラスチック容器などは、現状で有効なリサイクル施設が整備されておらず、その適用は平成12年度まで猶予されている。

廃プラスチックのリサイクルプロセスとしてよく知られている方法に、熱分解油化と固形燃料化があるが、ここで紹介する粉体燃料化も、そのような廃プラスチックのリサイクルを図るプロセスの一つとして開発されたもので、プラスチックを微粉砕して粉体状の燃料とし、これを既設のボイラや工業用燃焼炉に適用してエネルギー回収を図る(サーマルリサイクル)システムである。

本システムは、(社)プラスチック処理促進協会と三井造船が共同開発したもので、既設ボイラや一般の焼却炉への導入が容易であるなど、優れた特徴を有する廃プラ処理法であるので、容器包装リサイクル法が本格的に施行された際、その要求に対応できる実効技術としての活躍が期待される。

## システムの概要

「廃プラの粉体燃料化システム」は、廃プラスチックを微粉砕して粉体燃料化し、これをボイラや工業炉で燃焼

して蒸気を生じさせ、エネルギー回収を図るシステムである。このプロセスを模式的に示すと図1のようになる。

形の大きいインゴット状の廃プラスチックは中砕後に微粉砕され、形の小さいペレット状の廃プラスチックは直接微粉砕される。廃プラスチックは微粉砕工程で1,000 $\mu$ アンダー程度に微粉砕される。微粉砕された廃プラスチックは貯蔵ホップを經由して工業炉の粉体燃料バーナに空気輸送される。

燃焼炉に供給された粉状の廃プラスチックは、燃焼用空気と混合して完全燃焼し、蒸気が回収される。蒸気発生量を一定に維持するためには、廃プラスチックの供給量を一定に保ち、負荷変動への追従は重油の燃焼で対応する。

図2に粉砕工程、図3に燃焼工程の例を示す。

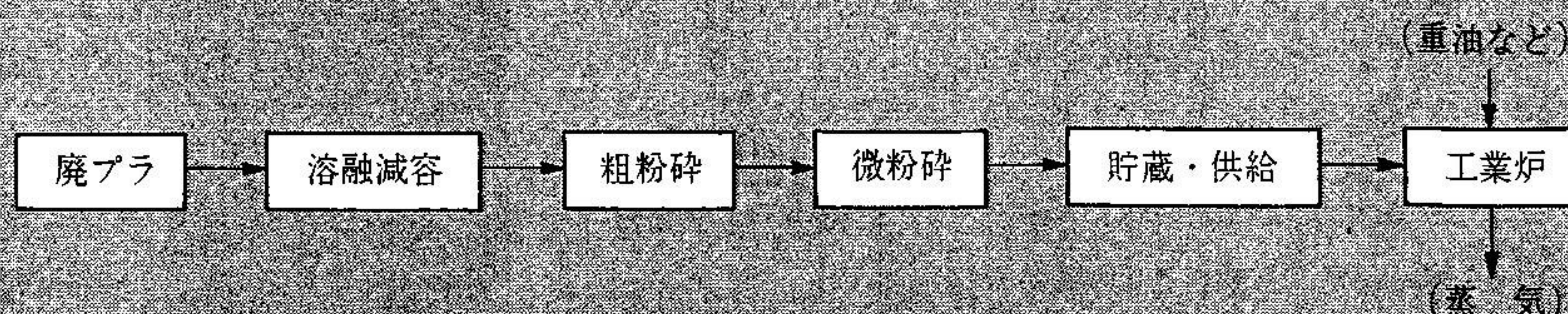
## 廃プラスチックの燃焼試験の結果

一般に、プラスチックは次のような燃料としての特性を有しているので、元来、良質な燃料になりうる素地を持っている。

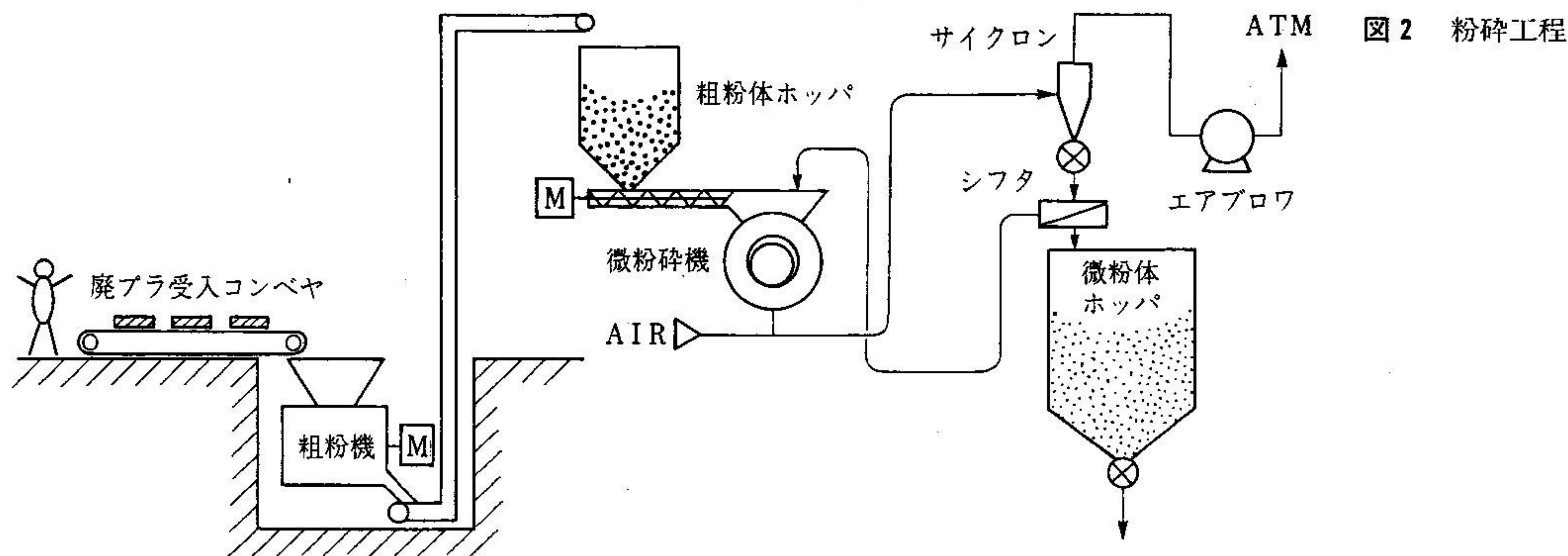
- (1) 石油、石炭と同じように発熱量が高い
- (2) 石油、石炭に比べ硫黄分が含まれていない
- (3) 石炭に比べ灰分が少なく、燃焼速度が早い

表1は廃プラスチック、微粉炭およびC重油を燃焼した試験結果の一例である。廃プラスチックは微粉炭、C重油と同じように燃焼が可能で、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、未燃分が少ない。しかも、廃プラスチックは大量に排出され、かつその多

図1 廃プラ粉体燃料化のエネルギー回収模式図







くが粉体燃料化可能であるので、質、量ともに十分な燃料源になり得ると言える。

### システムの特徴

廃プラスチックを微粉砕してボイラなどの工業炉で燃焼し、高効率な熱回収を可能にする本システムは、サーマルリサイクルの中でも現実的で、有効な資源化方策と位置付けられる。特に産業系廃プラのように比較的素性が明らかで、異物の混入が少ない廃プラスチックに適しており、以下のような特徴を有している。

- ・既設の炉を使用できる。
- ・重油が節減できる。
- ・イニシャルコストが少ない。
- ・運転が容易である。
- ・設置用地が少ない。

一般に、廃プラスチックの熱分解油化はコスト高といわれている。また固形燃料化(RDF)はそれ用の燃焼装置(専焼ボイラ)を新設する必要がある。これに対し、粉体燃料化システムは既設ボイラに適用することができる点で有利である。

すなわち、粉体燃料化システムは技術的、経済的両面において優れた特徴をもち、廃プラスチックのサーマルリサイクル法の中でも現実的で、実施が容易なシステムと言える。

### システムの適用

産廃系の廃プラスチックは比較的素性が明らかで、粉体燃料化も容易である。廃プラスチックを粉体燃料化して自家用ボイラで燃焼し、蒸気を生じさせれば、灯油や重油を節減でき、廃プラスチックを処理することができるので一挙両得である。

また複数の排出者が共同で廃プラの粉体燃料化システムを採用すれば、設備の大形化が図られ、さらに経済性が向上する。また複数の排出者から廃プラスチックの提供を受けた大形ボイラの所有者が粉体燃料化されたプラ

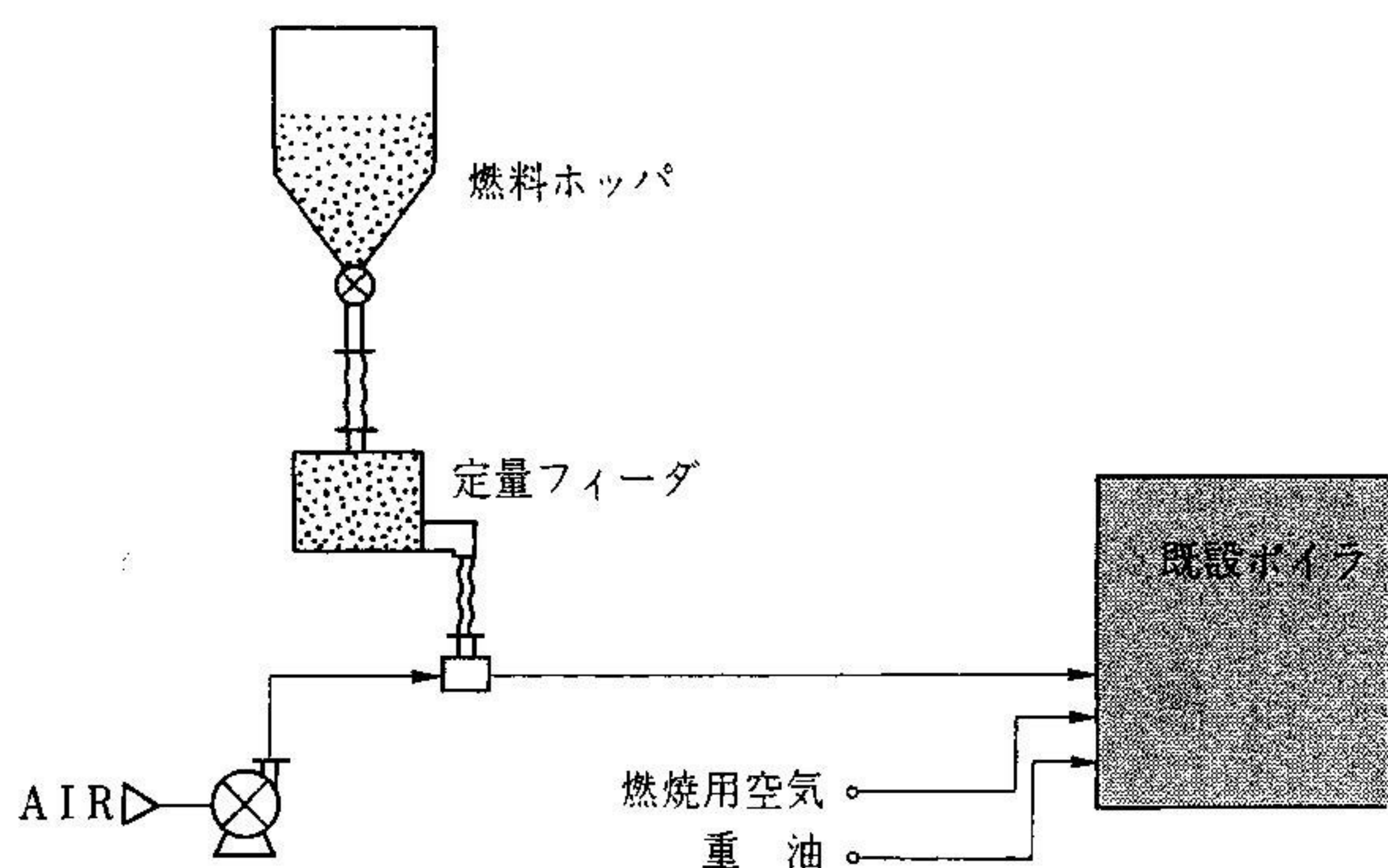


図3 粉砕工程

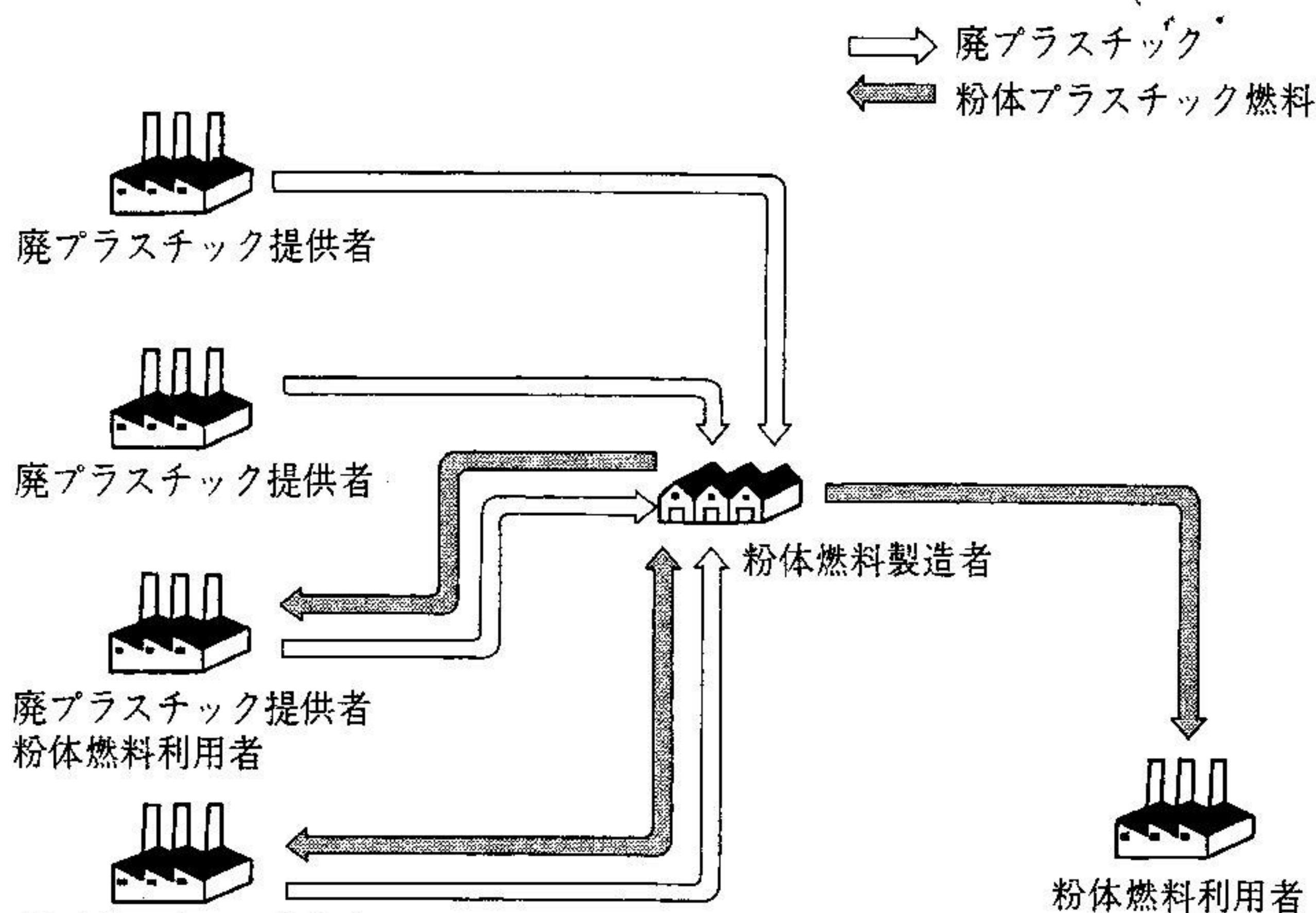


図4 粉体燃焼化のネットワーク

表1 燃焼試験結果

燃料の種類	廃プラ粉体燃焼 PE, PP, PS, PETなど	微粉炭燃焼 歴言炭	石油燃焼 C重油
発熱量 (kcal/kg)	9,700	8,100~8,400	約10,300
燃料中のS分	0	0.5~0.8	0.1~0.2
空気比	約1.2	同左	同左
燃焼状態	良好	同左	同左
排ガス	NO <sub>x</sub> (ppm)	63~79	125
	SO <sub>x</sub> (ppm)	0	400~600
	未燃分 (g/Nm <sup>3</sup> )	0.001以下	36.2
			220
			60~130
			0.05



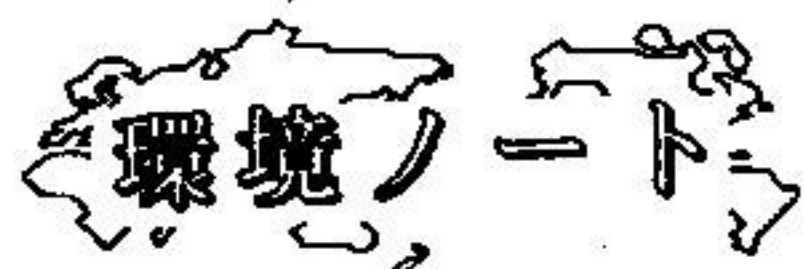
スチックを代替燃料として使用することも可能である。

このような粉体燃料化のネットワーク例を図4に示す。一般系の廃プラスチックは、一部ではあるが、RDF化が実施されている。その際の分別・回収された廃プラスチックを本システムで処理することも可能で、回収された熱エネルギーを工業団地、公共施設、リゾートなどへ供給することができるなどの展開が考えられる。

廃プラの粉体燃料化システムは、廃プラスチックの処

理を行なうとともに、高効率のエネルギー回収を図るといふ観点から開発されたもので、熱回収効率が高いばかりでなく、コンパクトな設備となる、設備ならびに運転コストが安いなどの特徴を有している。

廃プラスチックはサーマルリサイクルすべきであるといふコンセンサスがようやくできつつある昨今、本システムがその実効技術となることが期待される。



## 廃プラスチックのリサイクルの現状とその利用状況

### ●プラスチックリサイクルの現状

広大な土地をもつアメリカでは、排出プラスチックのほとんどは埋め立てられており、また、国がつながっているヨーロッパ各国では燃焼することができないといったように国柄によって処理法を異にしているが、わが国ではそのほとんどが焼却(約70%)をされており、リサイクルされる量はまだまだきわめて少ない。

しかし、世界的にみるとわが国ではいち早く廃プラスチックの再生処理が手掛けられ、すでに昭和40年代にプラスチック処理促進協会が発足し、それ以来、各種の試みがなされ現在に至っている。

当初の試みは都市排出プラスチックを分別せずに溶解加工して再生品を製作する方法がとられ、土木・建築・農業・漁業用の資材および公園・産業用資材向けに押出し加工品として製造され、これが現在まで続き、この種の加工業者は全国で100社を超えている。しかしその量はまだ全体的にみると少ない。

リサイクルから眺めた材料の流れは、需要品目によって多少の相違はあるが、これらのプラスチックリサイクル法は次の三つに大別できる。

#### ・企業内生産工程でのリサイクル

将来、成形などのように製品を作るうえで必要となるスプルランナゲートや不良品を粉碎ペレット化し、これを成形材料のバージン材に混入して再利用する方法であり、この方法はすでに一般化している。

#### ・使用済み後の製品リサイクル

流通利用後廃棄されたものを現物のまま選別して再利用する方法(マテリアルリサイクル)、熱分解してガス化または油化し再生利用する方法(ケミカルリサイクル)、そして一般の焼却・埋立て法がある。

発泡プラスチックなどでは容積が大きいので、容積を減らす処理、すなわち減容化もこれらのうちに含まれる。

#### ・光分解・生分解プラスチックを用いる法

直接リサイクルにかかわらないが、材料そのものについて分解しやすいようにしたものを用いる方法であり、実用化が進み、本格的に分解しやすい特性をもつタンパク性高分子などへと進展している。

### ●消却と熱エネルギー利用

プラスチックは主原料が石油であり、エネルギー的ポテンシャルがきわめて高いプラスチックは一般的に約7,000 kcal/kgの発熱量をもっている。したがって焼却によるエネルギー回収も、幾つかの自治体がすでに実施し、得られたエネルギーを福祉設備などに供給したり、発電も行なわれたりしている。

プラスチックのなかでもPVC(塩化ビニール樹脂)は焼却するとHCl(塩化水素)が発生し、人体・環境に害を及ぼす。

PVC混在率が比較的低い都市ゴミの場合には問題が少ないが、プラスチックゴミや廃棄PVCの焼却の場合には、HClの問題を避けて通ることができない。そのため脱塩装置を設置する必要があり、炉材の選定や高性能化、HClの回収効率向上といった諸問題も出てくる。ヨーロッパでは国によってPVCを使用しない方向に向かっている。

古タイヤも燃料として処理される方法が取り組まれており、実用化が進んでいる。またさらに固形燃料としての再利用も試みられている。

### ●ケミカルリサイクル

プラスチックを熱分解し、ガスや油といった低分子物質として回収する法である。これにはさまざまな方式がある。

大別すると、分別廃プラを低温

(450~500℃)で分解する油化プロセス、廃プラ混在ゴミを対象とした高温(700℃)で分解するガス化プロセスがある。これら各種分解法による各種の装置ですでに稼働中のものもある。コストの面でまだ未解決の問題もある。

### ●マテリアルリサイクル

廃プラスチックから再生品を作る方法には単純再生と複合再生とがある。単純再生とは同一種類の材料を熔融成形して再生品とするものであり、企業内再生を含めフィルム(PVCやHDPEなど)、ボトル(PVCやPET)など単一な材料を分別収集して、コンパウンディングにより再生ペレット化し、それを用いて成形加工する。

ものによっては洗浄乾燥も行なわれる。最近では再生による物性低下を防止することから、リサイクル用相溶化剤の開発も行なわれているが、高価となり、経済性から問題視されている。また同一材質を分別する技術にはまだ決定打がないようである。

複合再生は2種以上の材料が混在する廃プラスチックを再生する方法であり、組成には他のプラスチック、金属、塗料、繊維、皮革、ガラス繊維、紙など多種材が含まれる。

再生には材質別に選別されるが、組成に残部が一部混在するため、物性的に低下するのが普通である。

使用済み廃プラスチックの回収は、きわめて注目されているにも関わらずいまのところ、まだあまり進んでいないようである。

法的規制がもっともきびしいドイツでは、法的に、80%を回収し、そのまた80%を再生産化する義務をメーカーに負わせることが云々されており、今後より厳しいものとなると伝えられている。

(出所：リサイクル技術百科、工業調査会)