

第 6 章 生ごみリサイクルの方法

梅原 沙弥香

6.1 生ごみ処理の現状

生ごみは、法律上は食品廃棄物として分類され、第 5 章でみたように、産業廃棄物と一般廃棄物に分類される。産業廃棄物は、食品の製造段階に発生する動植物性残渣である。一般廃棄物は、事業系のものとしては、流通段階で発生する売れ残り食品廃棄物や外食産業などで発生する調理くずや食べ残しなどであり、家庭から排出される調理くずや食べ残しもこれに相当する。

家庭、事業所などから排出される生ごみは、約 2000 万 t であるが、この大半は焼却処分されており、リサイクル率はわずかでしかない。特に、第 5 章でみたように、家庭から排出される生ごみのほとんどはリサイクルされることなく処分されているのが現状である。これには、生ごみの持つ固有の性質が関連している。すなわち、生ごみは腐敗しやすく、非衛生的なことから、運搬がしにくいということ、処理に手間がかかるというような問題である。特に、家庭から排出される生ごみは異物および不適物混入の可能性がきわめて高く、実施にあたっては相当の配慮が必要となることが予想される。その他にも、処理費用の問題、二次廃棄物（処理残渣・廃液・臭気・タールなど）発生の問題などがあげられる。多くの地域で人による土地利用が進み、かつてのような素朴な堆肥作り等が難しくなっている状況で、最終的には生ごみ処理は機械頼みになる部分が増えざるを得ないが、技術的に発展段階にある上に設備が高価になることが多く、ランニングコストも無視することができない。今後の生ごみ処理技術の水準の向上によって解決されるべき問題である。

他方、産業廃棄物を含めた事業系食品廃棄物では、2000 年に食品リサイクル法が制定され、再生利用の実施率は着実に上昇している。表 6-1 は、環境省がまとめた、食品産業における食品廃棄物の発生量および処理状況をまとめたものであるが、上流に行くほどに再生利用等の実施率が高くなっているのがわかる。最も低い外食産業ですら 19% に達しており、実施率 20% を課した食品リサイクル法の目的は、数値的には達成されている。しかし、20% という数値はあくまでも「当面の目標」であり、業界のさらなる努力を期待したいところである。特に、下流にあたる小売や外食産業においてはまだまだ改善の余地があるだろう。また、再生利用等の実施の多くは肥料化・飼料化であり、実質的にも再生利用が進展していることがわかる。発生抑制や減量化を「再生利用等」と認めた食品リサイクル法であったが、食品業界全体でみても、その割合は 2 割未満の範囲となっている。

また、最近では、生ごみ処理のための技術開発も盛んであり、肥料化・飼料化に代わるさまざまな技術が商業的に利用されている。

表 6-1 食品廃棄物の発生量および処理状況（2003 年）									
	年間発生量 (万トン)	再生利用等の 実施率	発生 抑制	減量 化	再生 利用				
					肥料化	飼料化	メタン	油脂化	
食品製造業	487	71	10	3	58	52	45	0	3
食品卸売業	74	46	6	1	39	61	35	—	4
食品小売業	262	26	7	2	17	49	42	—	9
外食産業	312	19	6	2	10	40	47	—	13
食品産業合計	1135	45	8	2	35	51	44	0	4

出典：環境省 HP

6.2 生ごみリサイクルのさまざまな方法

生ごみリサイクルの具体的な方法としては、肥料化（堆肥化を含む）・飼料化・バイオガス化（メタン発酵）・固形燃料化（RDF 化）・炭化・油脂化などがある。ここでは、それらについて、方法や特徴、問題点などを整理したい。

6.2.1 堆肥化

堆肥化¹は、古くから行われている生ごみリサイクル方法であったが、堆肥を作る場所、製造にかかる時間、製造時の臭いの問題、労力、堆肥化で得られる堆肥の質が一定でない、労力も時間もかからない化学肥料の充実、などの理由から行われなくなってきた。他の処理方法とも比べて、一番手っ取り早く、実地的であり、また、近年農薬や化学肥料に依存した農業の反省からも重要性が増している。

堆肥化は、家庭で行う方法と大型堆肥化施設で自治体や業者が行う方法の二つに大別できる。以下では、いくつかの方法についてみていこう。

コンポスター

コンポスターとは、図 6-1 のようなプラスチック製の容器であり、生ごみを土に接触させて土の中の微生物やミミズなどの働きによって堆肥化する。

図 6-1 コンポスター



台所の生ごみの他、枯葉、枯草、小枝などを堆肥にできる。また、容器の大きさも様々なものがあり比較的生ごみが多く出る家庭にも対応可能である。この方法は、現在最も普及している方法だが、微生物の働きに頼るために気象条件にその働きが左右されやすく、特に北海道のような寒冷地では、冬は使用できない。また、使用に

¹ 食品廃棄物の肥料化には、堆肥化の他に、油粕など、特定の廃棄物を肥料（有機物資材）として利用する方法もある。

際してはある程度の熟練が必要となり、方法を誤ると、悪臭の発生や腐敗などによる失敗なども起こる。これらの欠点のある程度補ったものとして、地中に埋設するタイプのコンポスターも開発された。

また、EM ぼかし菌²を利用した室内型の堆肥化容器も開発され、庭がない家庭でも堆肥化が可能となっている。

大型堆肥化施設

家畜排せつ物管理・利用法や食品リサイクル法の施行を受けて、従来の野積みや素掘りによる穴埋めができなくなった家畜糞尿や、再生利用が義務づけられる食品循環資源をある程度まとまった量でリサイクルできる受け皿として、自治体や廃棄物処理業者などが設置する大型の堆肥化施設が今後、重要な役割を担うことになる。2005 年現在でも、各地に大型の堆肥化施設があり、多くの施設でさまざまな工夫がこらされている。

堆肥化処理を行う生産方法としては、屋根の無い施設に原料を堆積して適宜機械力で攪拌を行う「堆肥盤」方式、屋根付きの施設に原料を堆積して適宜、機械力で攪拌を行う「堆肥舎」方式、原料を底から掬いながら攪拌して移動させる「スクープ式」、原料を表面から適度の深さで回転攪拌しながら移動させる「ロータリー式」、密閉状態で空気を送り込み、同時に排気を行う強制発酵方式「密閉式」などがあり、堆肥舎方式が、ランニングコストの上でも技術的にもリーズナブルなため、主流である。反面、堆肥舎方式では、臭気の発生や堆肥製造に要する期間が長いなどの難点もあり、最近ではその他の方式を採用した堆肥化プラントも増える傾向にある。

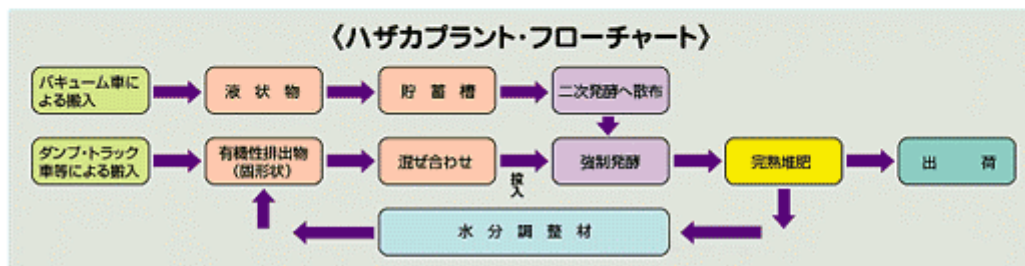
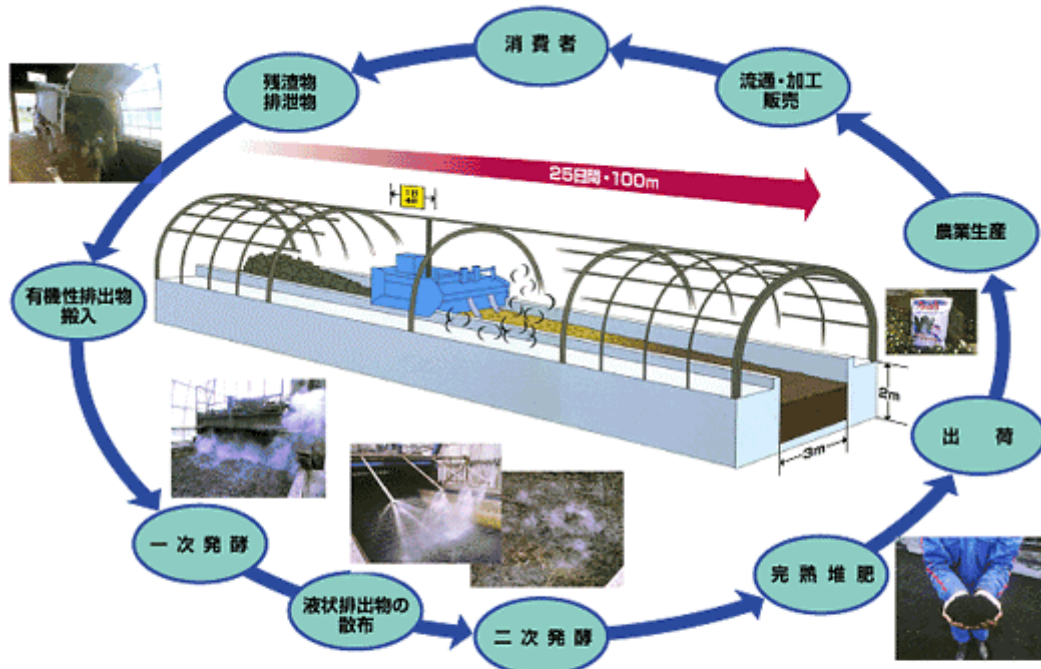
例えば、盛岡市・紫波町・矢巾町の 1 市 2 町で構成される盛岡・紫波地区環境施設組合では、この地区の家庭系一般ごみと事業系一般ごみを収集し、年間約 3.4 万トンのうち約 4800 トンの生ごみを堆肥化している。生ごみの堆肥化は 1979 年に高速堆肥化施設を設置してはじめられたが、1993 年にスクープ方式を採用した新しい堆肥化プラントが稼動し、一日に 20 トンを処理することが可能になった。パークチップを混ぜるのがこの取組みの特徴である。粉碎パークは生ごみの水分を調整するだけでなく、微生物の住処となり発酵を促す。総事業費は約 4.7 億万円、年間維持費は約 7 千万円である。

宮城県の高ザカプラントは県南衛生工業の施設で、これもスクープ方式の高速発酵堆肥化施設である（図 6-2 参照）。この施設の特徴は、固形・液体の有機物を発酵原料にすることができ、25 日間という短い期間で完熟に近い高品質の堆肥ができることである。脱臭装置を完備している上に排水も出ないため、低コストの運転ができる。この施設でできた堆肥は無償で農家に提供している。安全で、安心して使える堆肥をつくるために、施設内には専門の研究員がいる。

² EMとは、Effective Microorganisms（有効微生物群）の頭文字をとったもので、光合成細菌群・乳酸菌群・酵母菌群・放線菌群・糸状菌群などの、10 属 80 種以上の細菌群により構成されている。

図 6-2 ハザカプラント概念図

資源循環の原点、伝統の堆肥づくりを現代的にシステム化。



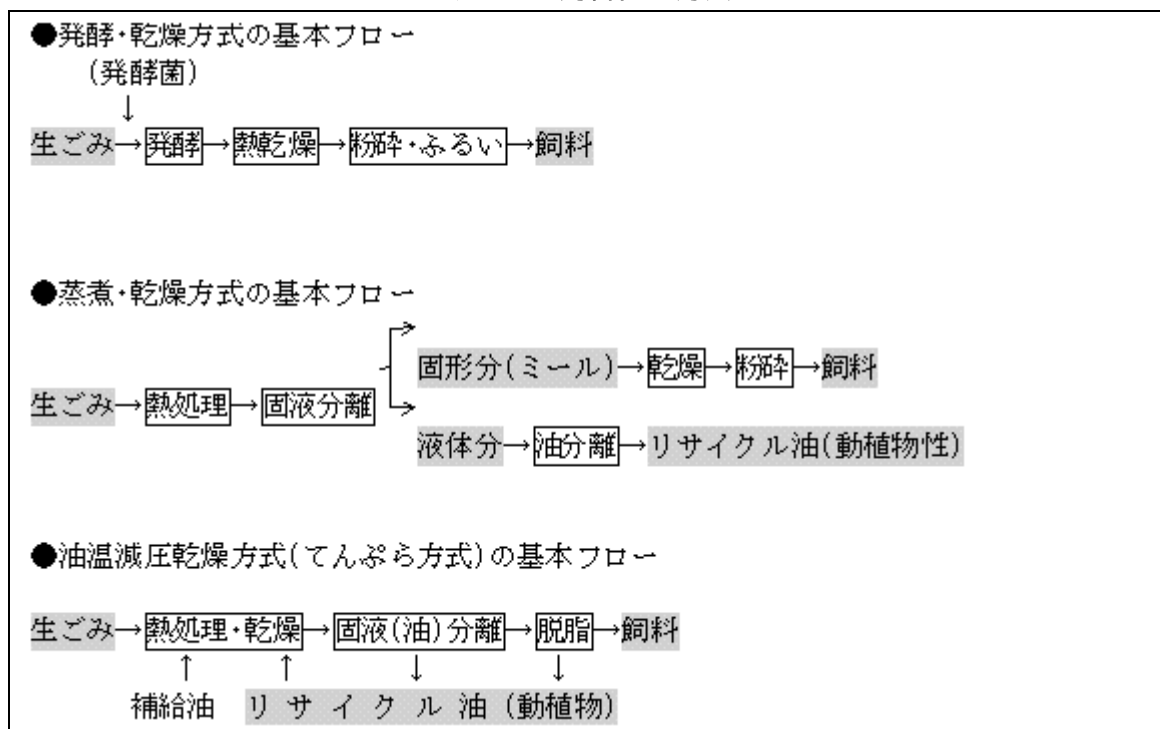
出典：富士食品工業 HP

6.2.2 飼料化

飼料化は、生ごみから家畜のえさとなる飼料を製造することである。堆肥化と同様、飼料化も古くから一般的に行われてきた食品リサイクルであったが、外国からの低価格の濃厚飼料が供給されたことや、宅地化が進むことによって養豚業者などが郊外へ移転するなどの事情から、飼料化も衰退していった。しかし、濃厚飼料に依存した養豚などにおいては、家畜の病気などが問題化している。また、糞の量が増加するなどのデメリットも指摘されるようになり、食品廃棄物を原料とする飼料に対する注目も高まりつつある。

飼料化のメリットとして、悪臭による周辺環境の影響が少ないこと、処理時間が短くてすむこと、市場価値が高いことがあげられる。一方、生ごみを飼料にするためには、鮮度の保持と栄養分のバランスを保つことが課題となる。また、堆肥化と同様、異物の混入も避けなければならない。

表 6-2 飼料化の方法



出典：八都県市リサイクルスクエア HP

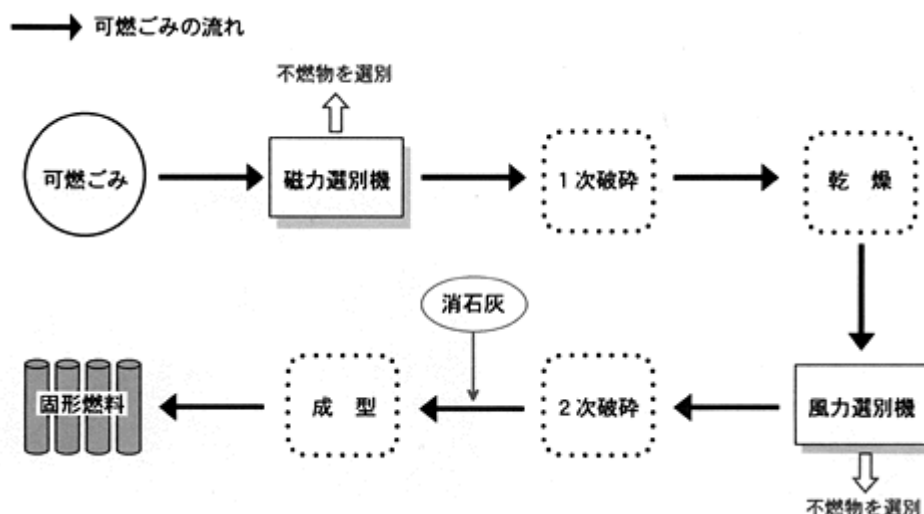
表 6-2 は、飼料化の主な方法の流れを示したものである。発酵・蒸煮・油温減圧などさまざまであるが、飼料化にあたっては、基本的に乾燥が主流となっている。乾燥させることによって腐敗が防止できる上に、水分を除去することで輸送コストも低下するなどのメリットがあるためであると思われる。また、最近では、生ごみを発酵させたものを液状のまま飼料として供給するリキッドフィーディングも取り組まれている。リキッドフィーディングは 1980 年頃から北欧で開始された方式で、種々の飼料素材を水と混合してパイプ圧送により飼槽に液状飼料をコンピュータで制御しながら定量的に供給するシステムであり、現在、日本でも数カ所で行われている。

札幌市では、市内のデパート・スーパーマーケット・食品製造工場・学校・病院などから出される生ごみや食品残渣を市内の特定業者が専用車で収集し、同じく市内のリサイクル団地にある中間処理業者で飼料化する。三造有機リサイクルによって開発されたプラントは油温乾燥方式で、一日に 50 トンの生ごみを処理することができる。水分含量が 10%以下の製品を約 10 トン生産する。完成した生ごみ飼料は飼料会社に引き取られ、市内の養豚農家で使われる。

6.2.3 固形燃料 (RDF : Refuse Derive Fuel)

固形燃料とは、可燃ごみ(生ごみ・紙ごみ・廃プラスチック等)を破碎・選別・乾燥・固形化し、利用しやすい性状の固形燃料にしたもののことをさす。石炭と同じくらいの熱エネルギーがあり、ボイラー燃料や乾燥用燃料の他、発電等に利用する市町村もある。

図 6-3 RDF の製造工程



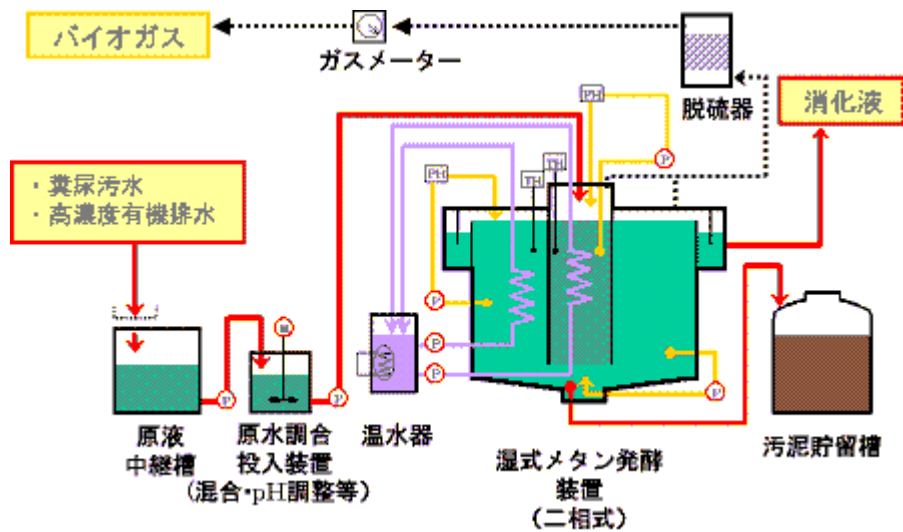
出典：塩化ビニル環境対策協議会 HP

固形燃料の特徴は、多種多様な成分のごみを一括して処理できること、腐敗性が少ないため比較的長期の保存が可能なこと、生ごみに比較して、1/5～1/7に減容化され輸送が容易なこと、乾燥・形成によって、形状・熱量がほぼ一定となるため、安定した燃焼が可能なこと、RDFを作る過程でダイオキシン類がほとんど排出されず、焼却灰を埋め立て処分する必要がないことから、環境への負担を軽減することができること、エネルギー利用の場所的・時間的自由度を広げることができることなどがあげられ、一時は廃棄物問題の「救世主」的存在とされていた。しかし、塩化ビニルなどの混入によってダイオキシンが発生することがわかり、現在では、RDF 焼却施設に対して、清掃工場なみの排出基準を遵守することが求められている。

また、三重県ごみ固形燃料（RDF）焼却発電所事故が発生して以降、RDF 施設の安全性に対して問題が明らかとなった。職員が、発電所内の RDF 貯蔵槽において、2003 年 7 月 27 日に RDF の発熱・発火を確認したため、貯蔵槽内外への注水による消火活動や RDF の取り出し作業を行っていたが、8 月 14 日に下部で小爆発が、19 日には貯蔵槽上部で爆発事故が発生し、7 名が死傷した。9 月 27 日になってようやく鎮火し、11 月中旬には RDF 貯蔵槽を撤去している。発熱・発火に至った要因は、微生物による発酵と化学的酸化によるものと推定されている。乾燥が不十分である場合、もしくは保存が不適切に行われた場合などには、RDF による事故の危険性がある。いずれにしても、生ごみが上記のリスクを高める要因となるため、既存の施設以外で新たに RDF を生ごみリサイクルの有効な手法として活用するということは考えにくい³。

³ ダイオキシン対策として、近年国はごみ処理の広域化の方針を出しており、その中で、離島などの僻地において RDF を活用する案を提示している。これは、生ごみリサイクルの推進という観点からというよりは、むしろごみの移送を円滑に行うという観点が強い。また、最近では、ごみ固形燃料の原料をプラスチックと紙に限定した RPF（Refuse Paper &

図 6-4 バイオガス化の基本的な流れ



出典：豊国工業 HP

6.2.4 バイオガス化

バイオガス化は発生ガスの種類からメタン発酵法ともよばれる。動物や植物などの有機物は炭素・酸素の化合物であり、嫌気性な条件（酸素が無いか極めて少ない状態）に置くと、嫌気性の微生物が増殖し、有機物の分解をはじめめる。すると炭化水素であるメタンと炭素と酸素の化合物である二酸化炭素の混合ガスが発生する。この混合ガスをバイオガスと呼ぶ。

空気を絶って行われるので好気性発酵のように空気供給の必要がなく、送風のための機械的動力がほとんどいらないという省エネルギー型の処理法であること、メタンなどが生成するので、エネルギー回収が容易で合理的な処理法であること、汚泥の発生量が少なく、残った消化汚泥はコンポスト化しやすいこと、病原菌・ウイルスなど有害なものが激減し、取り扱い上安全であることなどの利点が挙げられる。バイオガスは発電の燃料などとして使用される他、消化液は液肥として牧草地や畑で利用できる。北海道のように広大な牧場や畑があれば、消化液や消化汚泥などの残渣も、優れた肥料として有効に利用できるが、そうした場所がない場合には逆に環境負荷となる可能性がある。

もともと、メタン発酵技術は家畜糞尿処理のために開発された側面が強いが、家庭系の生ごみについても応用可能である。また、家庭系の生ごみ処理の観点からは、ディスポーザーを使った方法も検討されている。ディスポーザーとは、生ごみを粉碎して排水管へ流す機械で、1927年にアメリカで発明された。ほとんどがシンクの排水口に吊り下げる形で設置され、配水管に接続されるようになっている。投入された生ごみは、排水口内部の粉碎室にて、高速で回転するターンテーブルが投入物を周囲の固定刃に送り、内部のハンマと固定刃とですりつぶす仕組みになっている。ディスポーザーには、「直投型ディスポーザ

plastic Fuel) というものも開発されている。

図 6-6 炭化の基本的な流れ



出典：共立工業 HP

料にメタン発酵・ガス化して熱エネルギーを回収し、併設するガスタービンで熱エネルギーを電力に変え、施設内の動力に利用している。施設の使用電力総量を全量まとめてまかなえる点に加え、安定した発電状況を確認したため、経済産業省・資源エネルギー庁の許可を得て、2001年4月から売電を行っている。国内では、京都市や神戸市などでバイオガス実証プラントが稼働しているが、この施設が国内初の売電事業を開始したことでバイオガス活用における事業化の道を拓いたといえる。

6.2.5 炭化

炭化とは「蒸し焼き」であり、熱分解技術であるが、生ごみを炭化し、大幅に減量化する技術が注目を集めている。炭化方式には大別して、内熱式と外熱式がある。内熱式は原料の一部に着火して蒸し焼きにするもので、木くずや汚泥、家畜ふん尿などを対象にしたロータリーキルン型のプラントが代表的である。外熱式は酸素を遮断した炭化室内に原料を入れ、外部から加熱して熱分解させる装置で、業務用生ごみ処理機としてはこの方式が多く用いられている。

炭化技術の優れた点は、紙ごみや廃プラスチックなどが混入しても炭化物の性状に支障を及ぼさないこと、不適物が混入しても乾燥後の処理工程、あるいは炭化処理後に選別除去が容易であること、減量効果が大いこと、生成品の利用性が燃料・土壌改良剤・飼料など広範であることがあげられる。マイナス面としては、炭化炉内で発生する還元ガスが有害であり、漏れた場合には大きな事故につながる可能性があること、また、逆に、炉内へ空気が侵入した場合には爆発事故が発生する可能性があることである。

炭化技術を応用したプラントの稼働例もあり、北海道では赤平市が炭化技術を利用した生ごみ処理を行っている。