

## 生ごみ、剪定枝のリサイクルについて

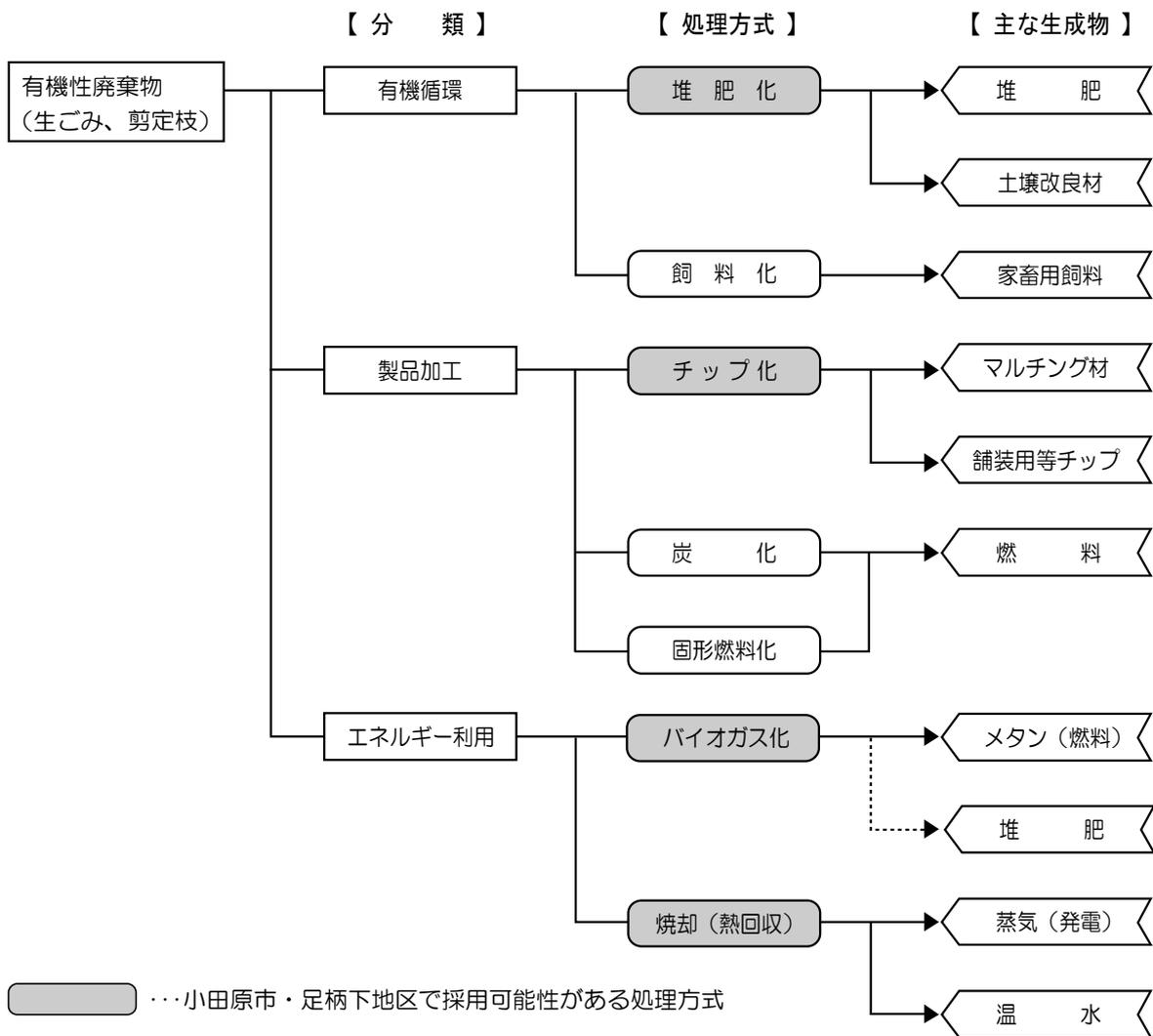
### 1 生ごみ、剪定枝のリサイクル技術

#### 1. 1 生ごみ、剪定枝のリサイクル技術の分類

生ごみ、剪定枝のリサイクルには、古くから行われている堆肥化のほかに、焼却で発生する熱エネルギーを利用する技術、生ごみを発酵させメタンガスを回収する技術などがあります。

現在、実用化されている生ごみ、剪定枝のリサイクル技術は、図1のようになっています。

このうち、当検討会の対象となる生ごみは、①種類が雑多で、腐敗物も含まれる一般家庭、飲食店及び小売店等から出る生ごみであること、②リサイクルによる生成物の利用先の確保ができないといった理由から、小田原市・足柄下地区での検討対象となる処理方式は、「堆肥化」、「チップ化」、「バイオガス化」及び「焼却（熱回収）」の4方式となります。



出典) 生ごみ等の処理及び有効利用に関する調査報告書 (一部修正) 七都県市廃棄物問題検討委員会 平成 12 年 11 月

図1 生ごみ、剪定枝のリサイクル技術

## 1. 2 生ごみ、剪定枝のリサイクル技術

### (1) 堆肥化（コンポスト化）

堆肥化とは、生ごみ、剪定枝などの有機性廃棄物を自然に存在する微生物によって、取り扱い易く、環境に害を及ぼすことなく、土壌還元可能な状態まで分解（発酵）して堆肥を作る方法のことで、コンポスト化とも呼ばれ、古くから生ごみ、剪定枝などのリサイクル方法として用いられています（図2）。

堆肥化には、処理する生ごみの量によって、①家庭用生ごみ処理機器（個々の家庭で実施）（写真1）、②業務用生ごみ処理機、堆肥場（事業所、学校、地域単位で実施）（写真2-1、2-2）、③堆肥化プラント（ある一定規模以上の地域、もしくは全地域で実施）（写真3）の3つに分類できます（表1）。

堆肥化には、ごみの資源化・減量化だけでなく、不安定有機物の分解、土壌への肥効成分の供給、汚物感の解消、細菌、害虫、雑草種子等の不活性化などの効果がありますが、一方で、良質な堆肥を生成するためには、生ごみや剪定枝中に含まれる異物を少なくすることが必要であることや、生成された堆肥の利用先の確保、周辺への臭気対策などが必要となります。

また、堆肥を生成し、販売する場合は、「肥料取締法」などの規定を満たす必要があり、農林水産大臣、または都道府県知事に登録や届出をする必要があります。

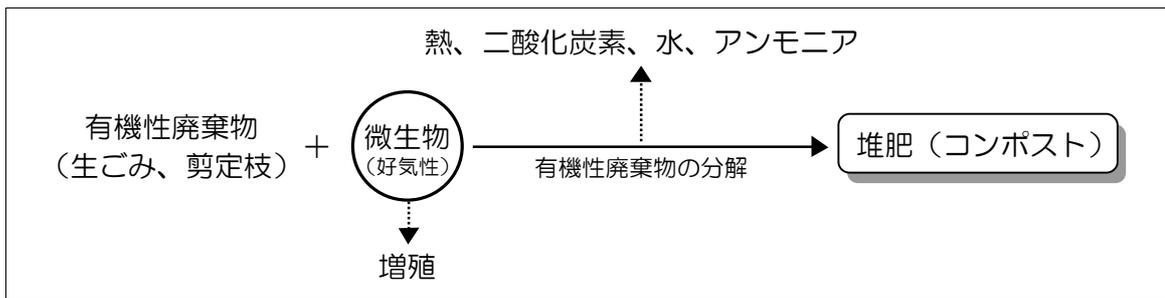


図2 堆肥化の原理

表1 堆肥化の分類

	①家庭用生ごみ処理機器	②業務用生ごみ処理機 堆肥場	③堆肥化プラント
処理範囲	家庭 小	事業所、学校、地域 小～中	地域、自治体等 中～大
処理対象	生ごみ	生ごみ（剪定枝）	生ごみ、剪定枝
概要等	家庭用生ごみ処理機器は、コンポスト容器（生ごみ処理容器）と電動式生ごみ処理機に分類されます。現在も、生ごみの減量化・資源化を目的として、多くの自治体において購入助成などが行われています。	環境教育の一環として学校などに設置されていましたが、食品リサイクル法の施行などに伴い、事業所などへの設置が増加しています。最近では、生ごみのリサイクルに関心のある人が集まって、農家などと協力して、地域単位でのリサイクルに取り組む事例も増加しています。	ある一定以上の地域、もしくは全地域を対象として、生ごみや剪定枝を分別収集し、比較的大規模に堆肥化を行います。生成された堆肥の利用先などの確保が必要です。



写真1 家庭用生ごみ処理機



写真2-1 業務用生ごみ処理機(町田市)



写真2-2 堆肥場(川崎市多摩区)



写真3 堆肥化プラント(町田市)

(2) チップ化

剪定枝、刈り草、落ち葉等を、破砕機を用いて、チップ(細かい切れ端)にする技術です。この技術の対象となるものは、剪定枝に限定されます。

生成されたチップは、土壌改良材、マルチング材、舗装材、クッション材、敷料、炭化材、製紙材料、ボイラー燃料として利用することができます。また、堆肥化プラントなどで、生ごみ等と一緒に堆肥をつくる場合もあります。

チップ化には、家庭で剪定枝チップ機を用いて行う方法や、公園などにチップ化施設を設置し、公園、街路樹などから出る剪定枝をチップ化する方法などがあります。



写真4 剪定枝チップ機

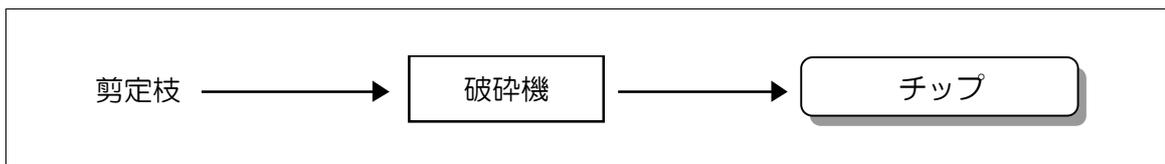


図3 チップ化のフロー

### (3) バイオガス化

生ごみ等を酸素がない状態で発酵させ、メタン菌などの嫌気性微生物の働きで、メタンと二酸化炭素が主成分のバイオガスを生成する技術で、メタン化、メタン発酵とも呼ばれています。

生成されたバイオガスは、ガスエンジン、マイクロガスタービンおよび燃料電池による発電とその廃熱利用のほか、バイオガスからメタンを精製後、天然ガス自動車の燃料などとして利用することができます。発酵処理後の残さは、固体と液体に分離され、それぞれ堆肥、液肥として利用することもできます（液肥の利用事例は少ない）。

バイオガス化は、これまで下水道汚泥などの処理に使用されていましたが、近年の家畜排せつ物法と食品リサイクル法の施行に伴って、家畜ふん尿や生ごみの処理方法として注目されています。

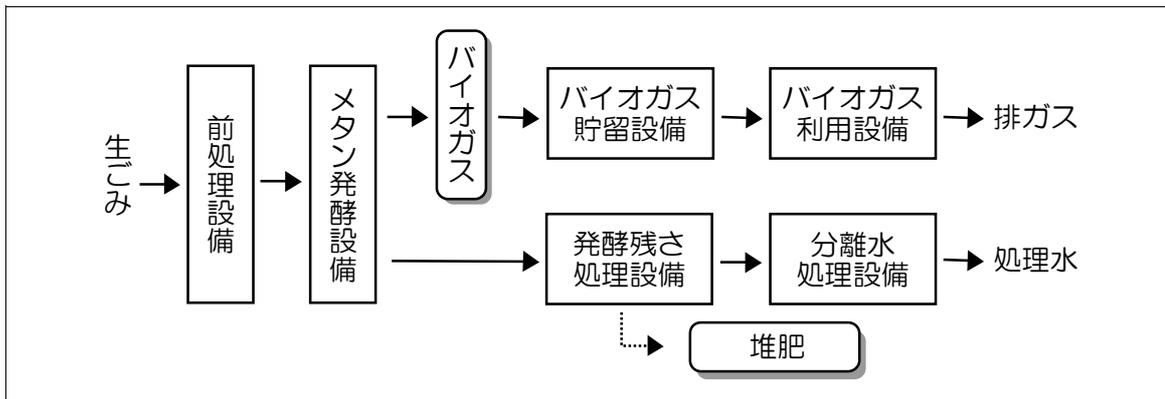


図4 バイオガス化のフロー



写真5 バイオガス化施設 全景  
(中空知衛生施設組合)



写真6 バイオガス利用設備 発電機  
(中空知衛生施設組合)

## 【参考】

表2 生ごみ、剪定枝のリサイクル技術の概要

処理方式	概 要
堆肥化 (コンポスト化)	<p>生ごみ、剪定枝などの有機性廃棄物を自然に存在する微生物によって、取り扱い易く、環境に害を及ぼすことなく、土壌還元可能な状態まで分解する技術のことで、コンポスト化とも呼ばれ、古くから有機性廃棄物の処理方法として用いられています。</p> <p>一般家庭からの生ごみ、剪定枝等のみで堆肥化する場合や、し尿処理場の汚泥、糞糞等と混合して堆肥化している事例があります。平成 18 年度には、生ごみ、剪定枝の堆肥化施設として 69 施設が設置されています。(生ごみから堆肥化をしている施設が 54 施設、生ごみ・汚泥等から堆肥化をしている施設が 4 施設、剪定枝等から堆肥化をしている施設が 10 施設、水産系の一般廃棄物から堆肥化をしている施設が 1 施設)</p>
飼料化	<p>生ごみ等を熱加工・乾燥処理等と油分調整して粉末状にした飼料をつくる技術で、種類が一定している新鮮な生ごみを飼料化したものは食品残渣飼料(エコフーズ)とも呼ばれ、利用されています。飼料化は、原料である生ごみ等が変質していないことが非常に重要で、そのため廃棄物の発生場所から近い地点での処理が原則となります。</p> <p>当検討会での検討対象となっている「一般家庭、飲食店及び小売店等から出る生ごみ」は種類が雑多で、腐敗物も含まれるため、飼料化は検討対象外とします。</p>
チップ化	<p>剪定枝、刈り草、落ち葉等を、破砕機を用いて、チップ(細かい切れ端)にする技術です。この技術の対象となるものとしては、剪定枝に限定されます。</p> <p>生成されたチップは、土壌改良材、マルチング材、舗装材、クッション材、敷料、炭化材、製紙材料、ボイラー燃料、バイオガス化原料として利用することができます。また、堆肥化プラントなどで、生ごみ等と一緒に堆肥をつくる場合もあります。</p>
炭化	<p>ごみを低酸素、又は無酸素状態で加熱し、炭化(炭素だけが残る)させる技術です。生成した炭化物は、石炭火力発電所やセメント工場などでの助燃材(石炭代替)や製鉄工場等での還元助剤(コークス代替)に利用されています。</p> <p>炭化は、炭化物の取引先を確保しなければならないことに加え、取引先も限定されることから、検討対象外とします。</p>
固形燃料化	<p>生ごみ、剪定枝等を含めた可燃ごみを加熱圧縮し、固形燃料にしたものである。生成された固形燃料は RDF (Refuse Derived Fuel) とも呼ばれ、廃棄物発電やボイラー燃料として有効活用されています。</p> <p>固形燃料化は、炭化と同様に、固形燃料の取引先を確保しなければならないことに加え、取引先も限定されることから、検討対象外とします。</p>
バイオガス化	<p>生ごみ等を酸素がない状態で発酵させ、メタン菌などの嫌気性微生物の働きで、メタンと二酸化炭素が主成分のバイオガスを生成する技術のことで、メタン化、メタン発酵とも呼ばれています。</p> <p>生成されたバイオガスの利用方法は、ガスエンジン、マイクロガスタービンおよび燃料電池による発電とその廃熱利用のほか、バイオガスからメタンを精製後、車両等の石油代替エネルギーとして利用があります。また、発酵処理後の残さは、固体と液体に分離され、それぞれ堆肥、液肥として利用することもできます(液肥の利用事例は少ない)。</p>
焼却(熱回収)	<p>生ごみ、剪定枝等を含めて、可燃ごみとして排出されたものを、一括して焼却施設で高温燃焼により処理するもので、腐敗防止や安定化と合わせて減量化と減容化を行います。焼却によって発生する熱はボイラーなどで熱回収され、発電や余熱として利用されます。現在、多くの自治体が焼却処理を行っており、平成 18 年度には約 1,300 施設(その他民間施設が 319 施設ある)が設置されています(休止施設を含む)。</p> <p>ガス化溶融方式は、可燃ごみを可燃性ガスと炭化物に分解し、発生したガスと炭化物を溶融炉に投入し 1,300℃以上の高温で燃焼し、溶融スラグを生成します。発生する熱は焼却施設と同様に熱回収して利用します。平成 18 年度には 83 施設(その他民間施設が 19 施設ある)が設置されています。生成したスラグの有効利用方法の確立が求められています。</p>

## 2 生ごみ、剪定枝のリサイクルシステム（生ごみ、剪定枝のリサイクル技術の組み合わせ）

### 2. 1 生ごみ、剪定枝のリサイクルシステムの検討の必要性

小田原市・足柄下地区では、生ごみ、剪定枝のリサイクルにあたっては、堆肥化（家庭用生ごみ処理機器、業務用生ごみ処理機等、堆肥化プラント）、チップ化、バイオガス化、焼却（熱回収）の4技術6種類のリサイクル技術の採用可能性があります。生ごみ、剪定枝のリサイクルを検討するにあたっては、技術単体だけでなく、「排出→リサイクル→生成物の利用」といったリサイクルシステム全体として検討することが非常に重要です。したがって、生ごみ、剪定枝のリサイクルおよび処理をシステムとして整理しました。

表3 生ごみ、剪定枝のリサイクルシステムの分類

分類	リサイクルシステム名称	概要
生ごみ	(1) 個別処理型堆肥化システム	家庭、事業所による堆肥化とその利用
	(2) 拠点回収型堆肥化システム	ある程度まとまった地域での堆肥化とその利用
	(3) 集合処理型堆肥化システム	比較的大きな地域での堆肥化とその利用
	(4) 集合処理型バイオガス化システム	比較的大きな地域でのバイオガス化とその利用
剪定枝	(1) 個別処理型チップ化システム	家庭、事業所によるチップ化とその利用
	(2) 拠点回収型チップ化システム	ある程度まとまった地域でのチップ化とその利用
	(3) 拠点回収型堆肥化システム	ある程度まとまった地域での堆肥化とその利用
	(4) 集合処理型堆肥化システム	比較的大きな地域での堆肥化とその利用

### 2. 2 生ごみのリサイクルシステム

#### (1) 個別処理型堆肥化システム

生ごみの排出者が自ら堆肥化を行い、自ら堆肥を利用するシステムです（図5）。家庭用生ごみ処理機器で堆肥化し、できた堆肥を家庭菜園や庭などで利用するものや、学校や事業所で業務用生ごみ処理機を使って堆肥化し、できた堆肥を花壇などで利用したりするものが該当します。

個別処理型堆肥化システムは、ごみ処理の観点からは、ごみの「排出抑制」に該当し、集積場所へ出されるごみが減少するため、ごみ処理にかかる費用だけでなく、ごみの収集運搬費などの抑制に繋がります。そのため、多くの自治体で家庭用生ごみ処理機器の購入助成などが行われていますが、現状では、広く普及していないため、個別処理型堆肥化システムの構築にあたっては、購入助成制度の拡充など普及方法を検討していく必要があります。

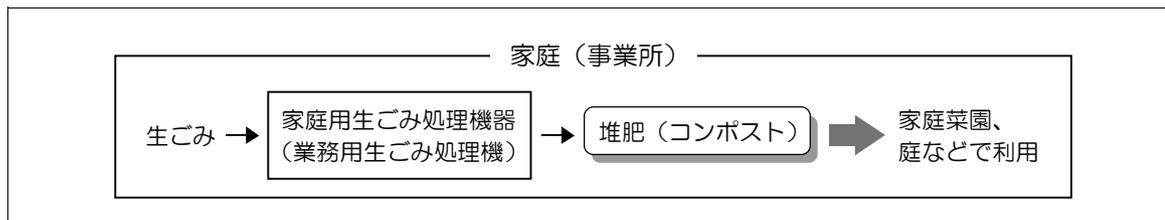


図5 個別処理型堆肥化システム

(2) 拠点回収型堆肥化システム

集合住宅や団地などのある程度まとまった地域や、生ごみのリサイクルに関心のある人々が集まって、業務用生ごみ処理機や堆肥場などで、生ごみを堆肥化し、できた堆肥を各家庭、地域内の農家、公園などで利用するシステムです（図6）。

この拠点回収型堆肥化システムは、後述する集合処理型堆肥化システムと比較すると、生ごみを排出する人がある程度限定されるため、分別精度が高くなるほか、「生ごみの排出者」と「堆肥の利用者」がお互い顔の見える関係となり、地域内で「生ごみ→堆肥→野菜→消費→生ごみ」といった循環の構築や、それに伴う地域コミュニティの活性化などが期待されます。

この拠点回収型堆肥化システムを構築するためには、一地域の世帯数、分別協力率の把握、費用（業務用生ごみ処理機や堆肥場の設置および維持管理費用）、堆肥の品質やできた堆肥の利用先の確保などといった諸事項を検討するために、モデル事業の実施が必要となります。

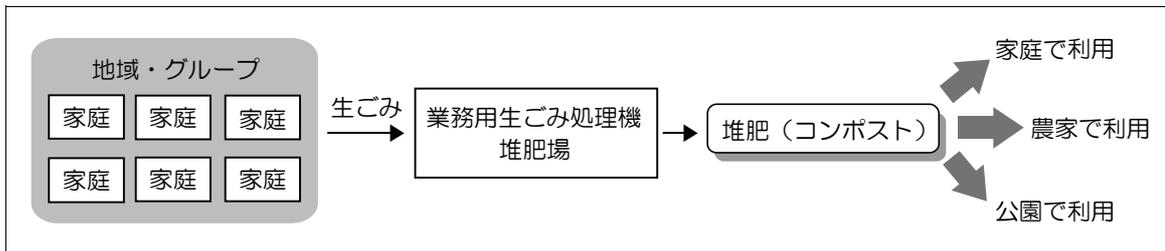


図6 拠点回収型堆肥化システム

(3) 集合処理型堆肥化システム

ある一定以上の地域、もしくは全地域を対象として、家庭や事業所などから出る生ごみを分別収集し、堆肥化プラントで堆肥化し、できた堆肥を家庭、事業者、農家、公園などで利用するシステムです（図7）。比較的大きな規模であること、生ごみの排出者が不特定であることが拠点回収型堆肥化システムとは大きく異なっています。

集合処理型堆肥化システムの構築にあたっては、排出者が多いため、事業実施に向けた収集・運搬も含めたモデル事業等を十分に行うことに加え、できた堆肥の利用先の確保に関する需要動向調査が必要になります。

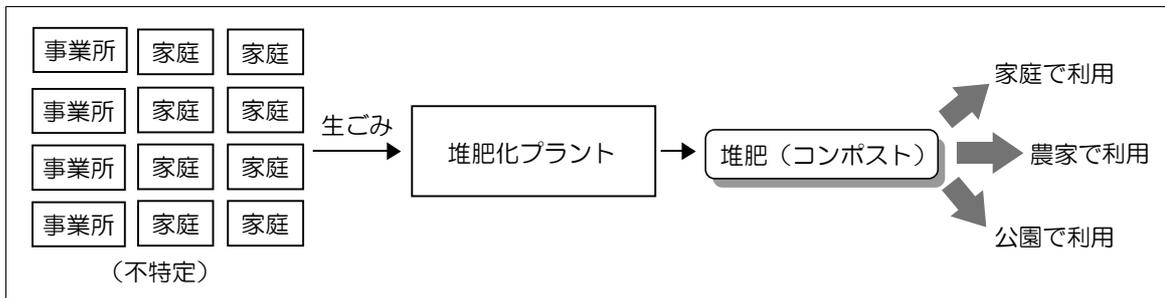


図7 集合処理型堆肥化システム

(4) 集合処理型バイオガス化システム

ある一定以上の地域、もしくは全地域を対象として、家庭や事業所などから出る生ごみをバイオガス化し、得られたバイオガスをエネルギー利用するシステムです（図8）。

バイオガス化は、堆肥化よりも夾雑物に対して柔軟であることや、生成されたバイオガスが発電など、燃料などのエネルギーとして利用できることから、堆肥の利用先が確保できない都市部などの地域でも導入することが可能です。

集合処理型バイオガス化システムの構築にあたっては、排出者が多いため、事業実施に向けた収集・運搬も含めたモデル事業等の実証実験を十分に行うことが必要になります。

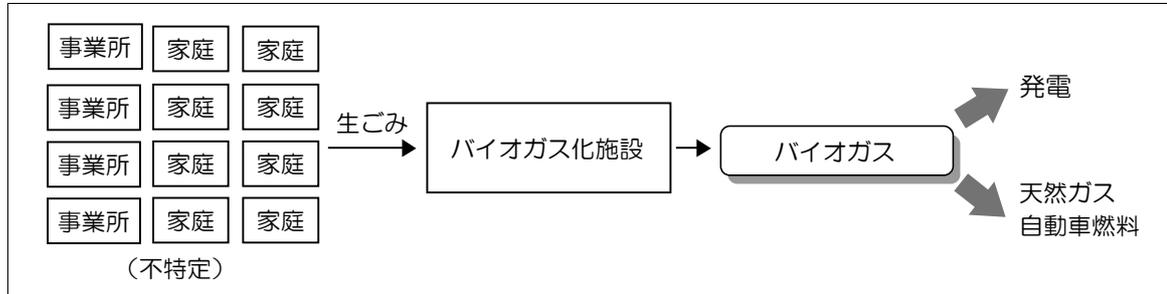


図8 集合処理型バイオガス化システム

## 2. 3 剪定枝のリサイクルシステム

### (1) 個別処理型チップ化システム

家庭や事業所など、剪定枝の排出者が個別にチップ化し、できたチップを土壌改良剤やマルチング材、堆肥などとして利用するシステムです(図9)。

国営公園などでは、樹木の剪定や伐採で生じる剪定枝をチップ化し、舗装材、土壌改良剤、マルチング材として、園内で活用したり、イベントで配布するなどの取り組みが行われていますが、このような取り組みも個別処理型チップ化システムになります。

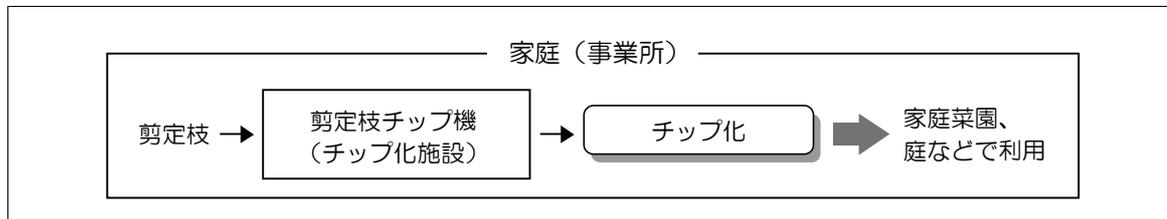


図9 個別処理型チップ化システム

### (2) 拠点回収型チップ化システム

集合住宅や団地などのある程度まとまった地域で、剪定枝をチップ化し、できたチップを各家庭、地域内の農家、公園などで利用するシステムです(図10)。

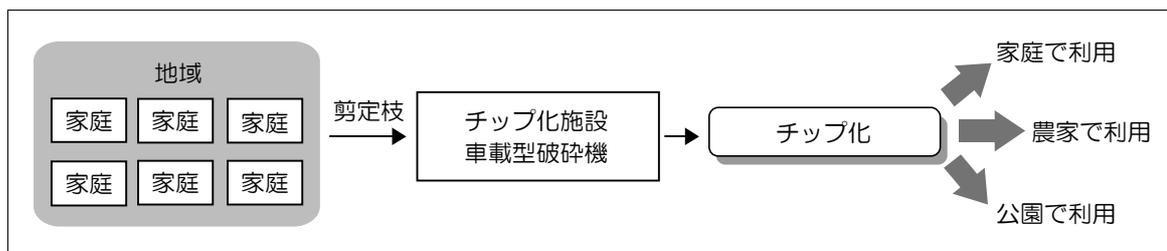


図10 拠点回収型堆肥化システム

この拠点回収型チップ化システムは、公園などにチップ化施設を整備したり、定期的な日程を組んで、公園などの広場で、車載型破砕機を利用して行う方法があります。

### (3) 拠点回収型堆肥化システム

集合住宅や団地などのある程度まとまった地域や、剪定枝のリサイクルに関心のある人々が集まって、堆肥場などで、剪定枝を堆肥化し、できた堆肥を各家庭、地域内の農家、公園などで利用するシステムです（図 11）。

この剪定枝の拠点回収型堆肥化システムは、生ごみの場合と同様に、分別精度が高くなるほか、地域内循環の構築や地域コミュニティの活性化などが期待されます。また、この拠点回収型堆肥化システムを構築にあたっては、一地域の世帯数、分別協力率の把握、費用（堆肥場の設置および維持管理費用）、堆肥の品質やできた堆肥の利用先の確保などといった諸事項を検討するために、モデル事業の実施が必要となります。

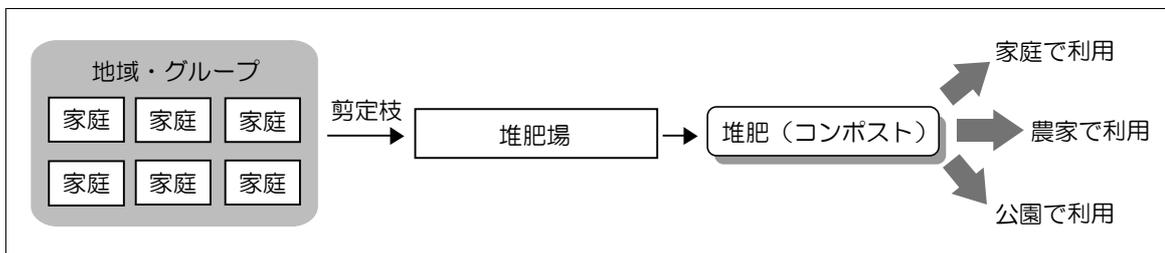


図 11 拠点回収型堆肥化システム

### (4) 集合処理型堆肥化システム

ある一定以上の地域、もしくは全地域を対象として、家庭や事業所などから出る剪定枝を分別収集し、堆肥化プラントで堆肥化し、できた堆肥を家庭、事業者、農家、公園などで利用するシステムです（図 12）。

集合処理型堆肥化システムの構築にあたっては、排出者が多いため、事業実施に向けた収集・運搬も含めたモデル事業等を十分に行うことに加え、できた堆肥の利用先の確保に関する需要動向調査が必要になります。

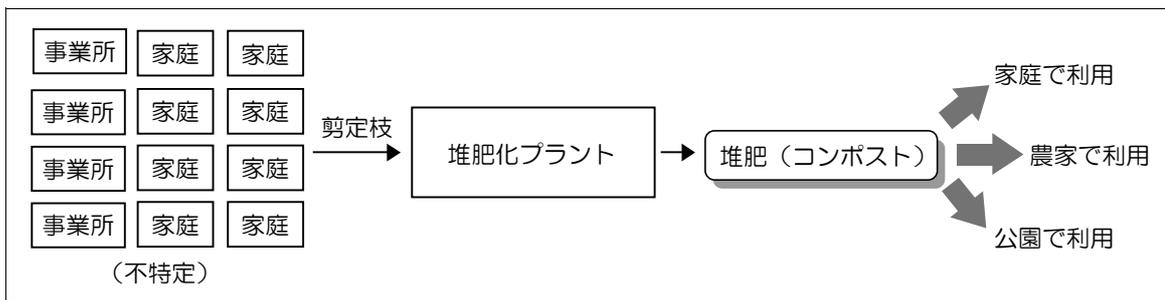


図 12 集合処理型堆肥化システム