

Ⅱ バイオマスの利用の現状と課題

1 バイオマス利用の全体像

廃棄物系バイオマスは、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」や「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」(食品リサイクル法)など、適正利用を促進する関連法令の施行により、排出量の減少と再生利用量の増加が進んできています。

一方、未利用バイオマスは、林地残材や竹などのように、地域住民の方々や NPO 等の地道な活動により活用が進んできているものの、利用の余地があるバイオマスが存在します。

表2 対象バイオマスの年間の発生量・賦存量、利用量及び利用率
(令和2年度(2020年度))

分類	バイオマス名	発生量 賦存量	利用量	利用率	備 考
未利用	林地残材	11,774t	4,663t	40%	乾燥重量
	竹	28,892t	1,417t	5%	乾燥重量
	もみ殻	18,720t	14,682t	78%	乾燥重量
	稲わら	69,120t	67,738t	98%	乾燥重量
廃棄物系	生ごみ	248,788t	206,716t	83%	湿潤重量
	廃食用油	6,332t	2,287t	36%	湿潤重量
	食品加工残さ	40,568t	39,849t	98%	湿潤重量
	下水汚泥	51,237t	27,456t	54%	乾燥重量
	建設廃材	31,660t	27,989t	88%	湿潤重量
	製材工場廃材	15,000t	14,415t	96%	乾燥重量
	家畜排せつ物	236,000t	236,600t	100%	湿潤重量

※各バイオマスの発生量・賦存量・利用量の算定方法等は資料編を参照のこと。
なお、生ごみの利用率には「ごみ発電」での利用を含む。

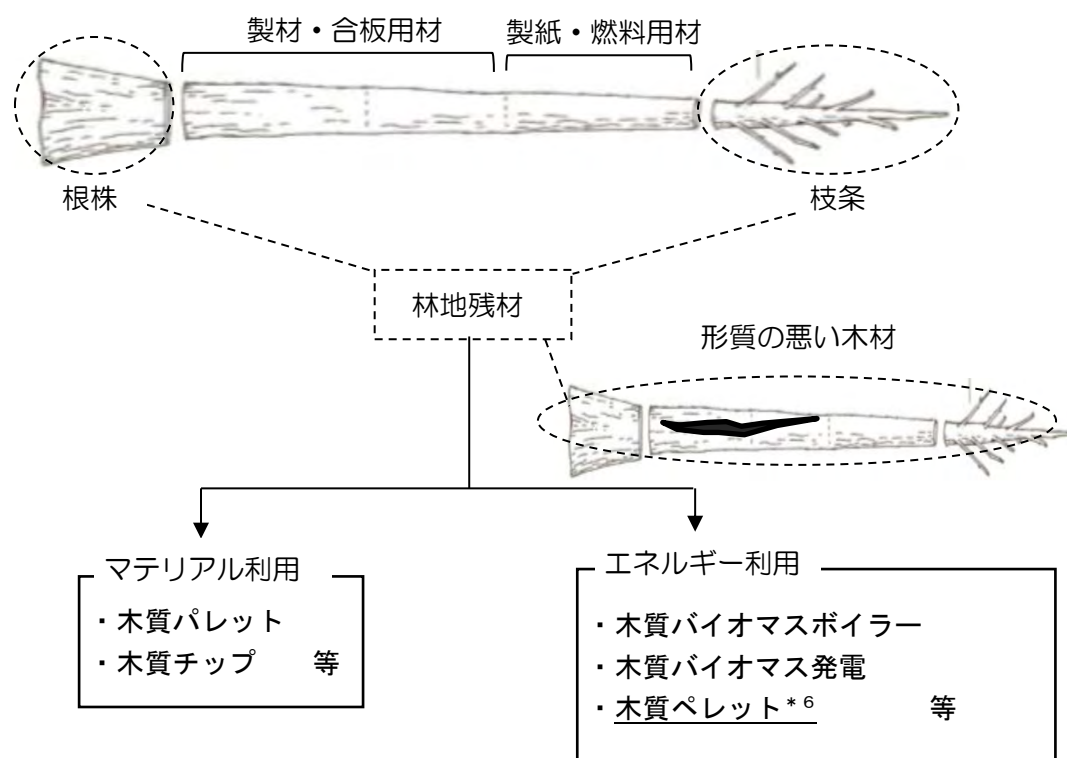
2 未利用バイオマス

(1) 林地残材

〈現状〉

林地残材は、立木の伐採後に、製材や合板用材等として利用されなかった端材や枝条、梢端部分、形質の悪い木材等のことで、主に木質チップ等によるマテリアルとしての利用と木質バイオマスボイラー等によるエネルギーとしての利用で用いられています。

また、再生可能エネルギーの固定価格買取制度^{*5}の制定等を背景とし、林地残材等を木質バイオマス発電の燃料とする、エネルギー利用の取組が行われており、令和2年度(2020年度)からは、府内初となる木質バイオマス発電が稼働し、燃料としてのエネルギー利用が増加しています。



〈課題〉

林地残材については、流通システムや製材品で優位に立つ外材等の影響で木材価格が低迷する中、製材や合板用材と比べ、採算性が低いことなどが、利用が進まない大きな原因となっています。

そのため、まとまった量を、低コストで安定供給できる体制整備が必要となっています。

* 5 再生可能エネルギーの固定価格買取制度

再生可能エネルギー（太陽光、風力、水力（3万kw未満）、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、一定価格で電気事業者が買い取ることを義務付けた制度。平成24年（2012年）7月1日から、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」に基づき適用が開始されました。

（参考リンク：資源エネルギー庁 web サイト

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/surcharge.html）

* 6 木質ペレット

バイオマスエネルギー源のひとつ。おがくずや木くず、製材廃材などの破砕物に圧力を加えて直径6～8mm程度の円筒状に成形固化して取り扱いや輸送性を高めた固形燃料のこと。専用の「ペレットストーブ」の燃料として、暖房や給湯などに利用します。「ペレット」は、かたまり・小粒を意味します。

京都府内には、補助事業等により、薪ストーブやペレットストーブの導入を推進している市町村（亀岡市、京丹波町、京丹後市他）があります。



（図は一般社団法人日本木質ペレット協会ホームページより引用

<https://w-pellet.org/pellet-2/>）

（2）竹

〈現状〉

竹資源は、日常雑貨等の原材料として、また、幼竹はタケノコとして食用になるなど広く使用されてきました。しかし、竹材の輸入量の増加やプラスチック製品の普及により竹材の生産量は減少し、竹材の生産を担ってきた技術者（伐り子）の不足、放置竹林の増加、竹林と隣接する樹林や耕作放棄地への侵入等による景観や環境保全への影響等の問題が生じています。

現在、タケノコや竹材の生産が行われている竹林では、適正な維持・管理のための親竹の本数密度調整による間伐竹が発生しています。また、府内各地において、放置竹林の解消のための整備に地域住民やNPO、行政などが連携し取り組んでいますが、整備の過程で発生する竹（地上部）や幼竹の利用は進んでいません。一方で、間伐竹や竹林整備で伐採された竹を、竹粉にして養鶏飼料の材料として活用したり、炭にして農地に土壌改良材としての施用も取り組まれています。

〈課題〉

竹林の継続的な管理を通じて放置竹林を解消していくためには、竹材業の振興や竹を地域で利用する仕組みづくり、新たな用途開発などを進めていく必要があります。

全国的には、竹パルプとしての利用や竹の抽出成分を利用した薬品、竹を炭化した調湿材、竹の繊維化、繊維を樹脂化したバイオプラスチック^{*7}などに活用する事例も出てきていますが、搬出コストの問題等から京都府内での利用は一部にとどまっています。まとまった量の竹を低コストで、安定供給できる体制整備が必要となります。

また、発電への燃料等エネルギー利用については、カリウムやケイ素を多く含む竹を燃焼させるとクリンカと呼ばれる灰の塊が発生し、ボイラー内壁の脆化をまねくという性質から活用が難しく、実用化に向けた研究が進められています。

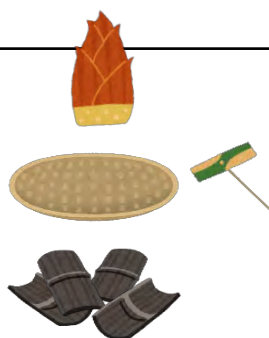
竹の用途

●主な用途

タケノコ

竹材（竹製品等）

竹炭（土壌改良・調湿等）



●その他の用途

畜産利用（養鶏飼料等）

園芸利用（堆肥・マルチ）

穂先タケノコ（メンマ）

バイオプラスチック等



●今後、期待される用途

竹繊維

燃料等（発電用含む）

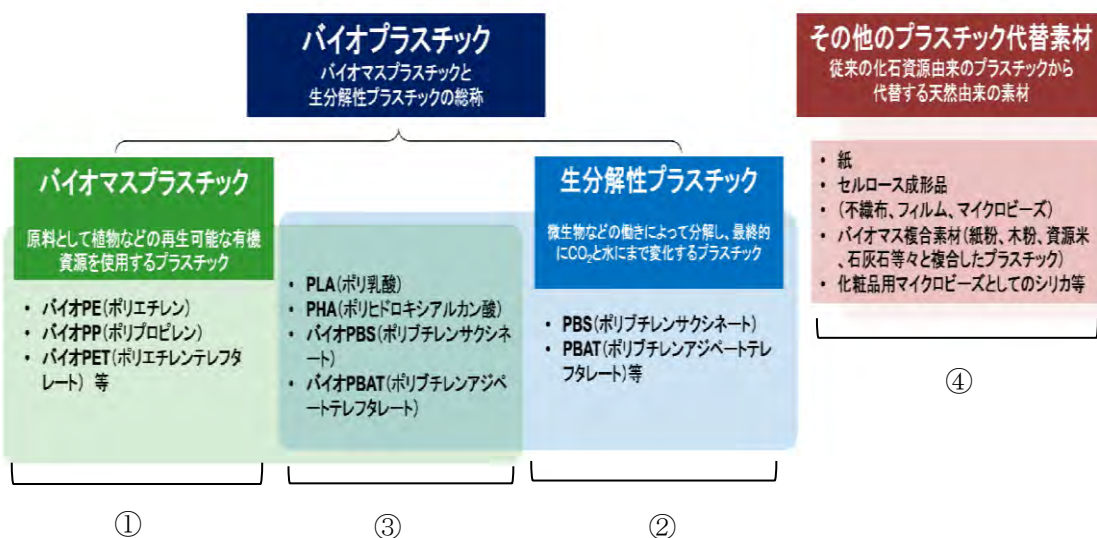


* 7 バイオプラスチック

バイオプラスチックとは、植物などの再生可能な有機資源を原料とするバイオマスプラスチックと、微生物等の働きで最終的に二酸化炭素と水にまで分解する生分解性プラスチックの総称であり、以下の図のとおり分類されます。

- ① バイオマスプラスチック（非生分解性）、
- ② 生分解性プラスチック（化石資源由来）
- ③ バイオマスプラスチックかつ生分解性プラスチック

原料、製法、化学構造や機能は様々であり、それぞれの特徴を正しく理解して目的や解決したい環境問題に応じて適切な用途で使うことが重要となっています。



(出典：「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」の普及啓発ページ
<https://plastic-circulation.env.go.jp/shien/bio/bio>)

京丹後市の株式会社白石バイオマスにおいては、木、竹、米、デンプンなどのバイオマス素材をプラスチックに配合した「バイオマスプラスチック」複合材料（上図の④のバイオマス複合素材に該当）の研究開発・製造販売が行われており、平成 28 年度（2016 年度）に京都府から、優良事業者として表彰されています。（京都バイオマス活用優良表彰）。製品は、一般社団法人日本有機資源協会のバイオオマスマーク*⁸認定を取得しています。

* 8 バイオオマスマーク

植物等のバイオマスを 10%以上含む製品で、プラスチック類をはじめとし印刷インキ、洗剤、繊維製品、バイオ燃料等多岐に渡ります。

(出典：農林水産省 web サイト

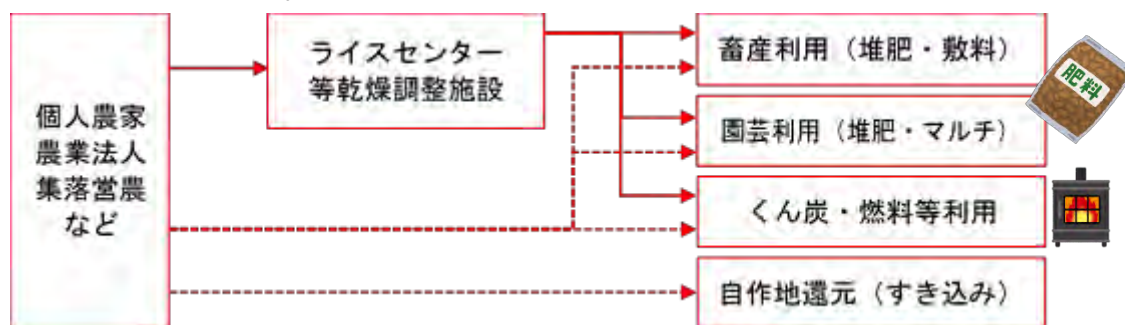
<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-9.pdf>)



(3) もみ殻

〈現状〉

農林水産省の統計部資料(令和元年度(2019年度))から推測した府内で発生するもみ殻は約 18,720 トンで、堆肥やマルチ、くん炭などとして8割近くが利用されています。また、2割程度は栽培ほ場にすき込まれており、これらを合わせるとほぼ全量が利用されています。



〈課題〉

もみ殻のすき込みには、ほ場の土壌改良、ケイ酸や有機質の供給などの効果があり、翌年度の水稲生産にとって重要です。しかし、収穫時にその場で破碎・散布する稲わらとは異なり、もみ殻は乾燥調整施設からほ場への運搬・散布が必要なため、すき込むまでに手間を要します。より効率的な運搬・散布方法の研究・開発が望まれるとともに、すき込み以外の利用を促進する必要があります。

(4) 稲わら

〈現状〉

大半は土づくりのため稲わらのままですき込まれており、一部が堆肥や畜産敷料、飼料などとして利用されています。

〈課題〉

大半が有効利用されていることから、現在の利用水準を確保します。すき込みされないものは、出来る限り堆肥や飼料の原料として利用を進める必要があります。

3 廃棄物系バイオマス

(1) 生ごみ

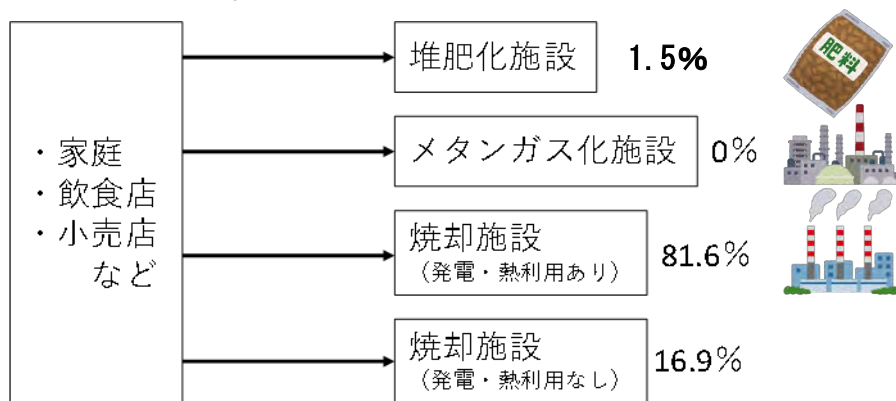
〈現状〉

家庭から排出される生ごみ(家庭系一般廃棄物)や、食料品小売業などの事業所から排出される生ごみ(事業系一般廃棄物)は、肥料等に利用可能な分別が行われているかどうかは市町村によって様々です。

令和元年度(2019年度)一般廃棄物処理実態調査(環境省)の結果を用いた推計によると、府内で年間約 24.9 万トンの賦存量があります。このうち約8割の 20.7 万トン余りがごみ処理施設などで焼却され、施設運営のための発電や温水を利用した暖房などに利用されています。

＜課題＞

生ごみは食品ロス(本来食べられるもの)とそれ以外に分類されます。第一には、食品ロスの発生抑制に取り組むことが基本であり、第二には、発生抑制に取り組んだ後も発生するものについては、肥料や飼料、メタンガス化により有効利用することが重要です。地域の状況(肥料需要やメタンガス化施設の有無等)により肥料化等が難しい場合には、衛生管理の面から焼却処理をすることが必要です。この焼却処理時においても可能な限り発電・温水利用等を行うことにより上位の取組を増やしていくことが課題です。



(2) 廃食用油

＜現状＞

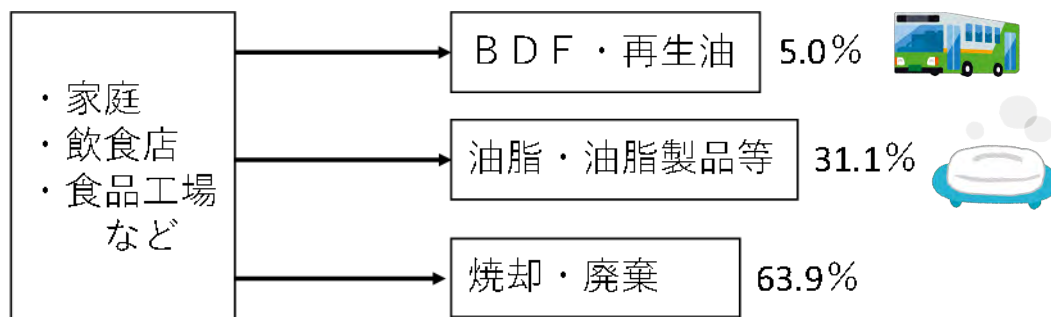
京都府内においては、自治体によって回収が行われている事例と、民間によって回収が行われている事例があります。

回収された廃食用油からは BDF(バイオディーゼル燃料^{*9}) が製造され、自治体の公用車などに利用されています。

食用油消費・出荷量(全国油脂事業協同組合)を用いた推計によると、府内で年間約6.3万トンの賦存量があります。このうち約3割がBDFや油脂・油脂製品に利用されています。

＜課題＞

廃食用油は、家庭から排出されるもの(一般廃棄物)と、飲食店や食品工場等から排出されるもの(産業廃棄物)に分類されます。一般廃棄物は家庭からの回収をいかに促進するかが課題であり、産業廃棄物は焼却処理をせずいかにリサイクル(燃料化、油脂製品化等)するかが課題です。



* 9 BDF（バイオディーゼル燃料）

“菜種油や廃食用油などをメチルエステル化して製造される、ディーゼルエンジン用のバイオ燃料です。地球温暖化対策が緊急の課題となる中、BDFは、バイオエタノールとならんで、化石燃料の代替燃料として期待されています。BDFは硫黄分酸化物をほとんど含まないため、軽油と比較して硫黄酸化物（ SO_x ）の排出を1/2～1/3削減でき、ディーゼル車の排気ガス対策としても有効です。”

（出典：環境展望台 web サイト

https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=7_）

日本では、菜の花を育てて食用の菜種油として使用した後、廃食用油を回収してBDFとして再生利用する住民参加型の取り組みが全国各地で展開されています。

京都市は、京都議定書が採択された平成9年（1997年）から全国に先駆けて、家庭から出る廃食用油からバイオディーゼル燃料を製造する事業を開始しました。その後、NPO法人丹後の自然を守る会の取組や、株式会社レボインターナショナルと南丹市との取組など、府内各地で廃食用油の回収及び利用の取組が広がっています。



京都市の取組（最新の数値は下記リンクから御確認ください。）

（出典：京都市情報館

<https://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/page/0000000008.html>）

(3) 食品加工残さ

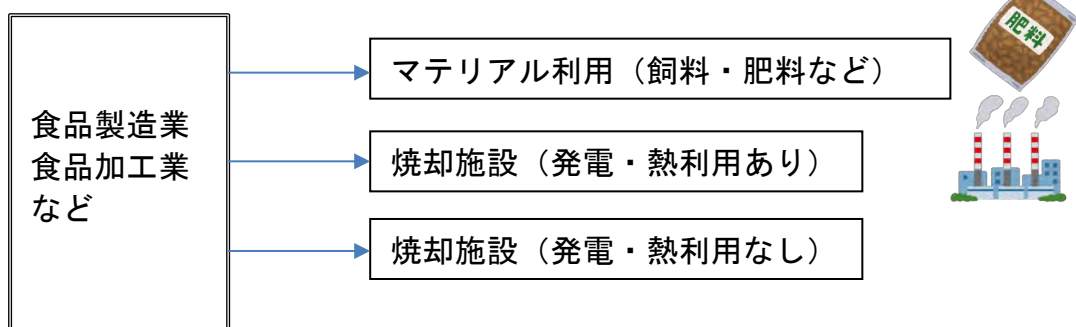
〈現状〉

令和元年度(2019 年度)産業廃棄物多量排出事業者の処理実績報告によると、京都府内では排出量 40,568 トンのうち、肥料や飼料等として再生利用されるものが 38,903 トン、燃焼による熱エネルギー利用されるものが 946 トンあり、利用率は 98%となっています。

豆腐やコーヒの絞りかすなど、食品加工業・食品製造業から排出される廃棄物であり、比較的均質性が高く、マテリアル利用に適したバイオマス資源であるといえます。もともと可食性であることから、他の製品への転用・再生において人への安全性が自明であることが多く、利用しやすい材料です。

〈課題〉

利用率は非常に高く、再生利用が進んでいますので、計画的生産等で食品ロス削減する等により、さらに発生量の抑制の努力を続けることが望まれます。



(4) 下水汚泥

〈現状〉

計画策定時(平成22年度(2010 年度))は下水道等の整備が進み、多数の処理場が稼働し、その処理過程で発生する汚泥も年々増加してきていましたが、近年は横ばいの状況です。

令和2年度(2020 年度)は、年間で約 51,200 トンの発生量のうち、約 27,400 トンは固形燃料や肥料、セメント原料として再利用され、汚泥処理工程で発生するバイオガス^{*10}は消化施設の加温やガス発電の燃料として利用されています。

〈課題〉

現状では、下水汚泥の約半数を埋立処分しており、大・中規模の処理場では場内での資源化が進んできていますが、小規模な処理場では再利用のほとんどが民間事業者依存しています。埋立処分場は容量に限界があり、民間事業者による再利用も需給関係の影響により変動があります。また、肥料の農地還元には、利用者の理解・協力と安定した供給先の確保が必要です。

下水汚泥を貴重な資源ととらえ、更なる利活用を促進していくためには、経済性、安定性を考慮した持続的な取組のあり方を確立していく必要があります。

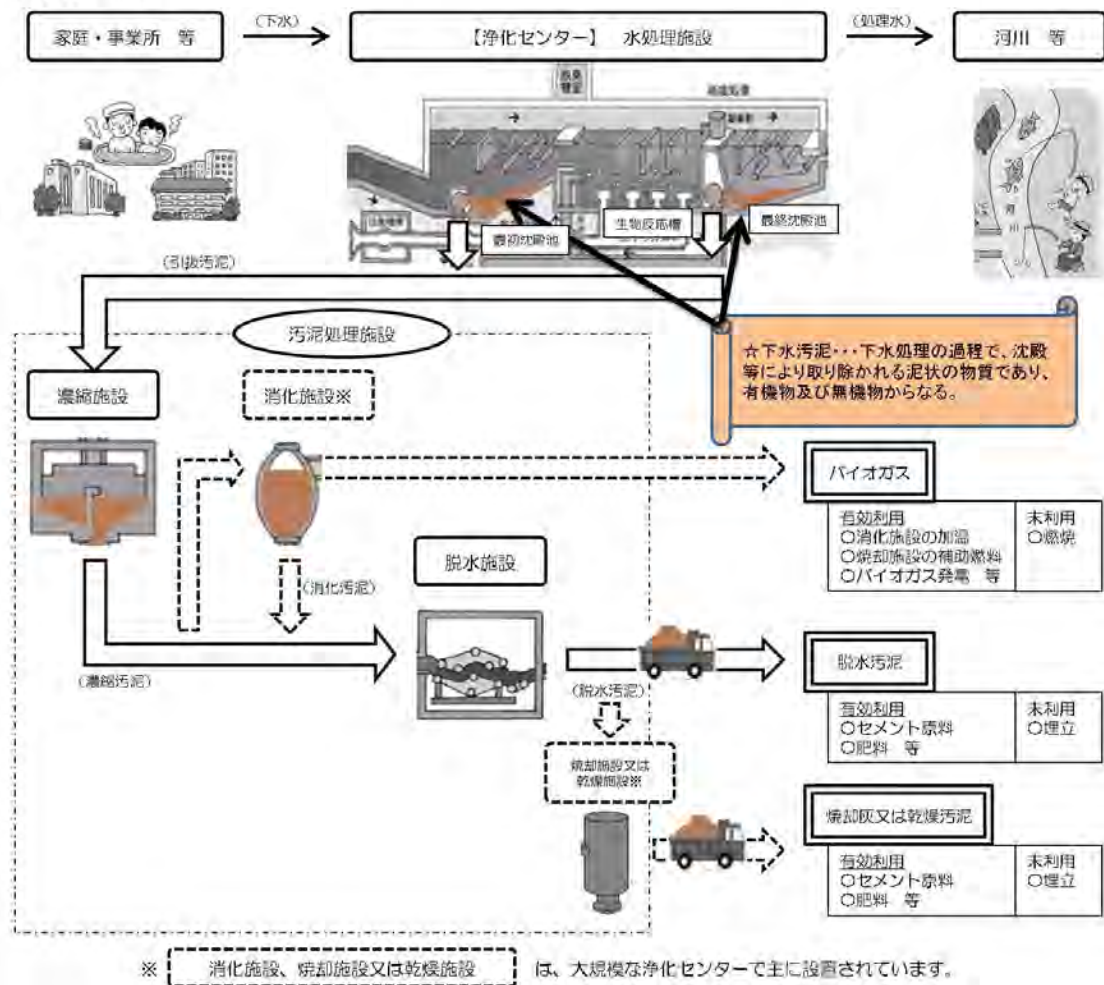
下水汚泥の発生のしくみ

～概要～

家庭や事業所等から発生する下水は、浄化センターの水処理施設で微生物の働き等により処理した後、処理水を河川等の公共用水域に放流します。

水処理施設で発生する下水汚泥は、濃縮施設や脱水施設で水分量を減らし、体積を小さくします。脱水等により処理された汚泥は、埋立処分場で処分されたり、肥料・セメント原料等として有効利用されたりします。

～フロー～



～下水汚泥の発生量等の設定～

▶ 下水汚泥は、その処理過程において、いろんな性状に変化します。本計画に用いる汚泥量は脱水汚泥の乾燥重量で表示しています。

▶ 消化施設や焼却施設では、下水汚泥中の有機分がガス化されます。消化施設で発生するガス化分は、有効利用が可能であることから、バイオガスの発生に利用される汚泥の乾燥重量ベースの総量を有効利用量に加えています。また、固形燃料化に利用される汚泥については固形燃料化設備の乾燥重量ベースの計画処理汚泥量を有効利用量に加えています。

*10 バイオガス

バイオ燃料の一種で、生物の排泄物、有機質肥料、生分解性物質、汚泥などの発酵、嫌気性消化により発生するガス。下水の処理過程において発生する汚泥などを利用して、気密性の高い発酵槽で生産されます。メタン、二酸化炭素が主成分で、発生したメタンガスを燃焼させて電力などのエネルギーを得ることができます。バイオガスは非枯渇性の再生可能資源であり、下水処理場などから発生する未利用ガス等も利用が期待されています。

(参考リンク：一般社団法人日本ガス協会 <https://www.gas.or.jp/gas-life/biomass/>)

(5) 建設廃材

<現状>

令和元年度(2019 年度)産業廃棄物多量排出事業者の処理実績報告によると、京都府内では排出量 31,660 トンのうち、再生利用されるものが 27,989 トンあり、利用率は 88%となっています。

高度経済成長期の建築物が、順次解体の時期を迎え、今後しばらくは排出量の増加傾向が見込まれます。

建設廃材は、通常、家屋の解体等に伴って排出されるため、がれき類や防腐・防蟻のために使用される薬剤の混入したものを分別する必要がありますが、収集運搬等の回収ルートが確立しており、バイオマス利活用は比較的進んでいます。

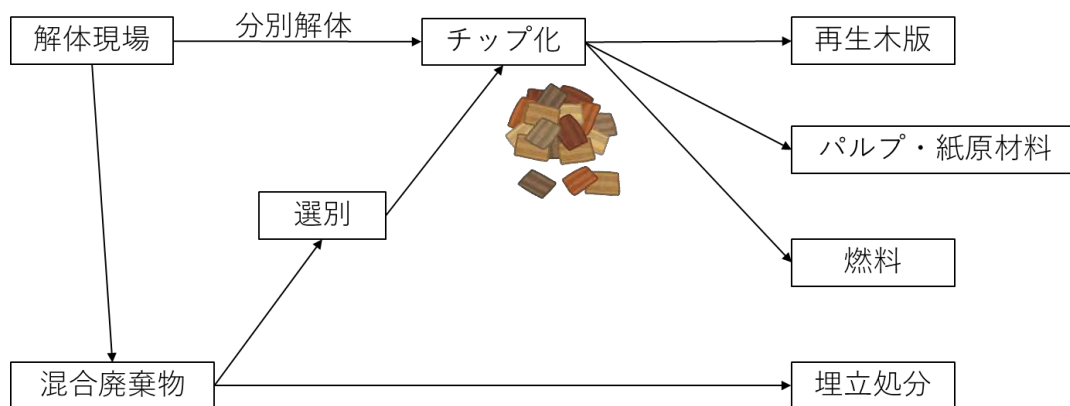
<課題>

建設廃材の再生利用は、破砕によりチップ化した後、ボード等の材料(マテリアル利用)又は燃料等(エネルギー利用)のいずれかの用途で流通することが多くなっています。

利用率は 88%と高く、分別されたものに関しては再生利用されているといえます。しかし、チップ化した木材をできる限りボード等加工したり、製紙原料にするなどマテリアル利用し、最終的に燃料としてエネルギー利用すること(カスケード利用)により、資源効率をさらに高めることができます。

また、さらに利用率を上げるためには、分別を徹底することが必要ですが、分別を省力化、低コスト化する処理設備・処理方法の開発普及が望まれるとともに、業界全体での申し合わせにより、リサイクルの徹底と適正処理に必要な関係者間のルールづくりなど、制度整備が望まれます。

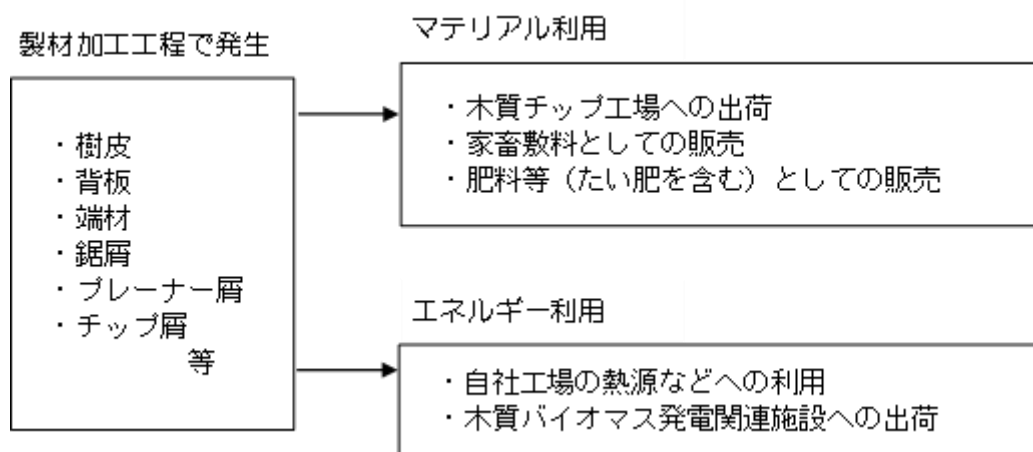
加えて、住宅の設計・建設、建材の企画等、上流側でのリサイクル環境の整備にも目を向ける必要があります。



(6) 製材工場廃材（樹皮・背板・端材・鋸屑・プレーナー屑^{*11}・チップ屑 等）

〈現状〉

令和2年(2020年)に府内の製材工場の製材加工工程で発生した樹皮、背板、端材、鋸屑、プレーナー屑、チップ屑等の製材工場廃材は、約15,000トンと推計され、そのうち約96%は、自社工場の熱源などのエネルギーや肥料、家畜敷料等として利用されています。



背板・端材



鋸屑

＜課題＞

現状ではほぼ回収限界まで利用されており、この利用率を維持していくことが求められます。今後、利用間伐の推進や主伐の増加による製材工場への素材入荷量の増加が見込まれる中、これまで以上のマテリアル利用とエネルギー利用の推進が必要となっています。

＊ 1 1 プレーナー屑

製材工場のプレーナー加工により発生する薄いチップ状の木屑のことです。プレーナー加工とは機械でのカンナ掛けのことで、材の表面を薄く削り取り、板の厚みや反りを調整し、表面を滑らかにします。

（７）家畜排せつ物

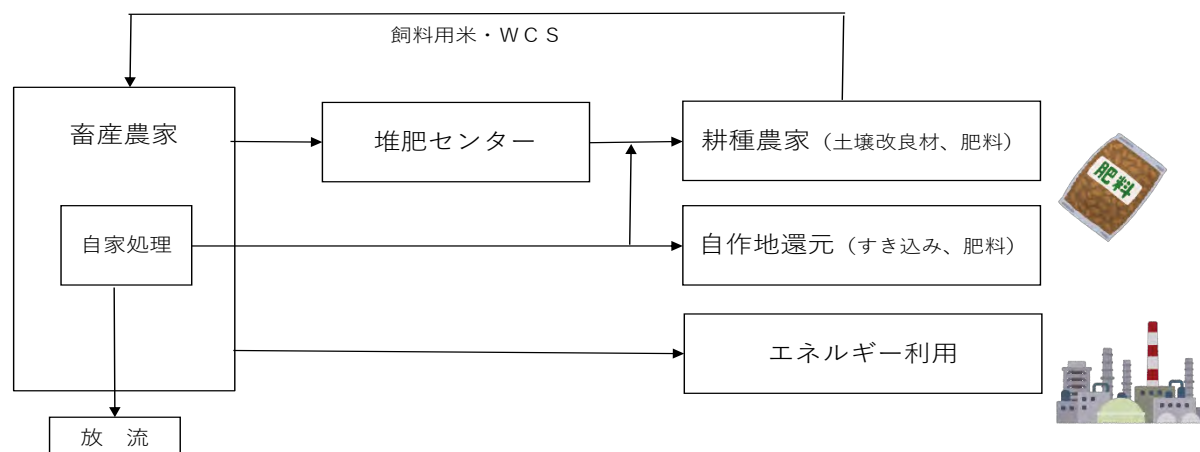
＜現状＞

家畜排せつ物の発生量は、令和元年(2019 年)2月現在、約 236,000 トンと推定され、その畜種別内訳は乳用牛が 27.1%、肉用牛が 22.2%、豚が 9.6%、採卵鶏が 34.5%、ブロイラーが 6.6%となっています。

地域別の耕地面積 10a 当たりの家畜排せつ物量は、山城地域で 0.09t、南丹地域で 2.71t、中丹地域で 2.05t、丹後地域で 0.30t であり、偏りはあるものの、一部が污水处理後放流されている以外は、ほとんどが農地へ還元・利用されています。

＜課題＞

「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」に基づく管理基準は遵守されていますが、畜産農家の大規模化や地域的な偏在等から相対的に堆肥が過剰な地域があり、今後、良質な堆肥の生産と堆肥の円滑な流通・利用を推進していくことが課題です。



※堆肥（R元年（2019 年） 発生量：236千 t、利用率100％）

主な利用方法：土壌改良材、肥料

4 その他のバイオマス

(1) 剪定枝

〈現状〉

街路樹や果樹等の「剪定枝」は、一部、炭素貯留に効果のある堆肥の原料や薪などに利用されています。

〈課題〉

利用されずに廃棄されているものを堆肥の原料や薪などへ有効利用することが必要です。

(2) カニ殻、カキ殻

〈現状〉

府北部の宿泊施設等から排出されるカニ殻やカキ殻は、一部、肥料の原料やそのまま土壌改良資材として利用されています。

〈課題〉

既存の利用に加えて、新しい活用方法を検討し、さらなる利用につなげていくことが求められます。

(3) 食材となる野生鳥獣肉（ジビエ）

〈現状〉

捕獲された野生鳥獣は、一部、食肉用として利用されていますが、食肉となるのは全部位のうち3割程度で、残りは廃棄されています。未利用部位等の有効利用としてジビエペットフードを製造・販売する処理施設は、府内に4箇所あります。

〈課題〉

需要の動向を踏まえつつ、廃棄物処理費用の低減と収入の増加につながるペットフードを製造・販売する処理施設を増やしていくことが必要です。

(4) 里山資源

〈現状〉

里山は、集落や人里に隣接した森林として、木材や竹材、薪炭、キノコ原木といった住民の生活と深く関わった資源があり、持続的に利用されてきました。現在、化石燃料や化学肥料の普及等により里山資源が使われなくなっています。

〈課題〉

持続可能な社会の実現に向けて里山資源の利用の検討が求められます。

(5) 資源作物

〈現状〉

荒廃農地の活用手段の一つとして、成長が早く、短期間で伐採できる早生樹^{*12}の植林が着目されています。一般の樹木を山の奥から切り出して活用するには、労力とコストがかかりますが、荒廃農地に接続する農道を利用して、植林及び切り出しの労力を低減できると考えられます。早生樹は木質バイオマス発電においても有効活用できることから、新たなバイオマスとして期待されます。

〈課題〉

早生樹の植林、切り出しの労力、コスト低減の度合いについて実証を通した検証が必要です。

＊ 1 2 早生樹

一般的には、スギやヒノキに比べて初期の樹高成長量や伐期までの材積成長量が大きな樹種を指します。10年から25年位の比較的短伐期での収穫が可能で、センダン・コウヨウザン等の種類があります。



コウヨウザン

(出典：近畿中国森林管理局 web サイト

<https://www.rinya.maff.go.jp/kinki/sidou/gijyutukaihatu/souseiju.html>)

5 まとめ

この章でふれた各バイオマスの活用上の課題をまとめると表3のとおりです。

表3 各バイオマスの活用上の課題

分類	バイオマス名	活用上の課題
未利用	林地残材	○まとまった量の林地残材を低コスト安定供給できる体制整備 ○利益還元が見込めるマテリアル、エネルギー利用の促進
	竹	○地域で利用する仕組みづくり ○新たな用途開発
	もみ殻	○農地への搬入の省力化とすき込み以外での利用促進
	稲わら	○現状の堆肥、飼料などの利用水準を維持
廃棄物系	生ごみ	○発生量の抑制(減量化の推進) ○マテリアル利用、カスケード利用の促進
	廃食用油	○一般廃棄物は家庭からの回収の促進、産業廃棄物はリサイクル(燃料化、油脂製品化等)
	食品加工残さ	○発生量の抑制(減量化の推進)
	下水汚泥	○製品利用者の理解・協力と安定した供給先の確保
	建設廃材	○不要物・有害物質等の分別の省力化、省コスト化
	製材工場廃材	○マテリアル利用とエネルギー利用の推進
	家畜排せつ物	○発生地域の偏在
その他	剪定枝	○廃棄物の有効利用
	カニ殻、カキ殻	○新たな活用方法の検討
	食材となる野生獣肉(ジビエ)	○ペットフードを製造・販売する処理施設の増加
	里山資源	○有効利用方法の検討
	資源作物	○実証を通じた検証