

5

木くずのリサイクル

5-1 木くずの概要

木くずの排出由来は図 5-1 に示すとおりであり、主に製造工場や造園業者等から排出される一般廃棄物と、解体業や製材工場等から排出される産業廃棄物があります。

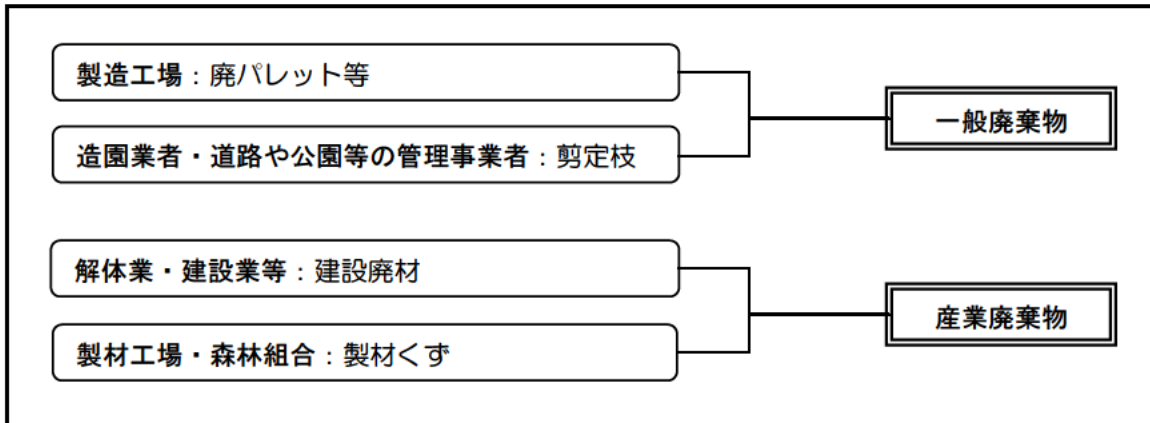


図 5-1 木くずの主な排出由来

一般廃棄物

・排出状況

製造工場等が排出する廃パレット等は比較的定期的に一定量が排出されています。

道路や公園の管理事業等に伴い、発生する剪定枝については、毎年多量に排出し、事業が夏季に集中しているため、偏った時期に多量に排出されます。

排出された木くずの一部はチップ化されて堆肥化の副資材やボイラーの燃料として利用されています。

・性状

製造工場から排出する廃パレットは比較的性状が一定ですが、剪定枝については大木のものから細かい枝葉まで含み、形態は一定ではありません。

産業廃棄物

・排出状況

建築廃材については、平成 13 年度建設副産物実態調査（三重県建設部）によると、平成 13 年度中に三重県内で土木工事及び建築工事等から建設廃棄物として発生した建設廃材の量は 13,716 t であり、このうちリサイクルされているものは 87.7%でした。

製材工場等においては、三重県の平成13年度木材産業データベース作成事業のアンケート結果によると、年間約35.8万m³の端材が排出されており、そのうち約8割が販売や引き取りにより、堆肥や燃料、製紙用パルプ等に再生利用されており、約4%が自社工場での焼却処理されています。

・性 状

建築廃材については釘やビニール、プラスチック等の異物が混入している場合が多く、再生化にあたっては前処理の分別作業に注意が必要となります。また、有害物質を含む防腐剤や塗料が塗布されている場合があります。

製材工場等から排出する製材くずは、樹皮やおがくず、端材等があり、形態は一定ではありません。

木くずのリサイクル方法として、

- ① 炭化
- ② 堆肥化
- ③ 燃料化
- ④ その他（マルチング材、再生紙化、家畜用敷き材、エタノール化等）

が現在実用化されていますが、これらリサイクル技術の概要について以下に記載します。

① 炭化

酸素がある状態で有機物を燃焼させると無機物の灰分となりますが、空気の供給を制限し、有機物を加熱、燃焼させると蒸し焼き状態になり、熱分解により炭化物となります。

木材を炭化した木炭は、燃料や製鉄に利用されており、原料、製法などにより、品質性能が大きく異なることが知られています。最近ではクリーンなエネルギー源や、環境浄化資材などとして半永久的に炭素を固定できるバイオマスの炭化技術が注目されています。

利用用途としては、エネルギー利用の他に、脱臭能力があることは以前から知られていましたが、近年、住宅の床下調湿、土壌改良、水質浄化、排ガス吸着、シックハウス原因物質吸着など様々な物質を吸着する吸着剤としての機能性木炭としての利用が進んでいます。

② 堆肥化

木くずの堆肥化技術としては、木くずを破砕（チップ化）し、有機系廃棄物（生ごみ、家畜糞尿等）を堆肥化する際の水分調整剤として利用する方法があります。この方法では、民間事業者や自治体を中心になって行っている大規模な堆肥化から、家庭用の生ごみ処理機の副資材としての利用が可能です。また、樹皮に家畜糞尿や食品廃棄物等を加え、堆積し、発酵させたバーク堆肥等があります。

column (1)

■ 建築廃材等を利用したリサイクルシステム

平成14年5月に建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）が施行されたことから、一定規模以上の建設工事において分別解体等と建築廃材の再資源化が義務付けられました。しかし、建築廃材は有害物質を含む接着剤や塗料等が塗布されている可能性があることから、堆肥化等には不向きであり、あまり再利用されていないのが現状です。そこで、アイオーティカーボン株式会社（富山市エコタウン内）では、環境省及び富山市の補助を受け、建築廃材やダム流木を利用して炭化物を生成しています。

搬入された建築廃材は、プラスチックやビニール、電線等が混入していることが多いため、手選別により丁寧に分別し、チップ化して700～800℃の高温で直接燃焼方式の炭化を行います。高温で処理するために有害な有機物質は遊離、分解し、多孔質な活性炭に近い木炭となり、高いガス吸着性能と調湿性能を持ちます。このため、シックハウス症候群の原因となる室内のホルムアルデヒドやトルエン、ベンゼン等の有害なガスを吸着するのに有効であり、生成した木炭を主原料とし、古紙と牛革くずが原料のバインダーを使って木炭ボードに製品化され、建築用の壁材や天井材に利用されています。また、木炭ボードは100%リサイクル製品であることから、富山県において「富山県認定リサイクル製品」として認定されています。



ストックヤード



床下に敷き詰めることで、シロアリの発生とカビを防止します。



畳や衝立に組み込んで、様々な調湿品にも利用が可能です。

燃料化

木質バイオマスを熱化学的に変換しエネルギーを得る方法として、原料をチップ化し、燃料として利用する直接燃焼と圧縮等の前処理を行った固形燃料（ペレット）化が挙げられます。

直接燃焼は、廃棄物の焼却処理やボイラー等に広く用いられている方法です。また、木くずを直接燃焼する燃焼炉の歴史は長く、既に成熟した技術であり、近年は熱効率の向上等に向けた技術改良が続けられています。

固形燃料は木くずやチップに比べてエネルギー密度が高いため、燃焼が安定し、ボイラーやストーブ等に利用されています。

その他

現在、一部の製材工場から排出される廃材や建築廃材等については、チップ化されてマルチング材や製紙原料、木質ボード、家畜の敷き材等に利用されています。

また、木質バイオマスからエタノールを製造する技術について開発が進められており、得られたバイオマスエタノールは再生燃料として自動車燃料、ボイラー燃料等に混合利用する方法が検討されています。特に自動車燃料に関しては「揮発油等の品質の確保等に関する法律（品確法）」の改正（平成 15 年 8 月）により、3%までエタノール混合が認められるなど、本格運用に向けた法整備も進められています。

column (2)

■ 剪定枝を利用した生ごみの都市型リサイクルシステム

家庭用生ごみ処理機の副資材として、原料が安価である等の理由からヤシの繊維等を利用したものが主流に販売されており、使用機種によりますが、副資材の費用として概ね1ヶ月あたり300~2,000円の維持コストがかかります。三重県津地方県民局が実施した生ごみ処理機利用者に対するアンケートによると、副資材等にかかる維持コストの負担が大きいという意見が多く聞かれます。こうした維持費の負担は生ごみ処理機の利用数が伸び悩んでいる原因の一つとしても挙げられます。

三重県科学技術振興センターでは県内の街路樹や公園から発生する剪定枝を蒸煮・爆砕^{じょうしゅ ばくさい}処理（高温・高圧化処理）し、保水性、通気性、通水性に富んだ家庭用生ごみ処理機の副資材に変換することで、木質系廃棄物を再資源化すると同時に、生ごみ処理機利用家庭へ副資材を安価に供給するシステムについて研究しています。

<システム>

公共が管理する道路等の街路樹の剪定枝や製材工場から排出される樹皮等、これまで焼却処理されていた木質系廃棄物を原料とし、これらを蒸煮・爆砕処理したものを家庭に提供し、家庭用生ごみ処理機の副資材として利用します。家庭で一次発酵させた生ごみの堆肥は、地域の街路樹や公園の花壇等の堆肥やマルチング材として還元利用します。

<今後の展開>

現在、実証段階であり、初期投資費及び維持管理費については検討が進められています。今後、蒸煮・爆砕装置の稼働に向けて、市町村と協働して、実働に向けた研究が行われています。



代表的なリサイクル方法について以下のとおり比較を行いました。

表 5-1(1) 木くずのリサイクル方法の比較

項目	炭化	堆肥化	燃料化
対象廃棄物	建築廃材、開発等に伴う伐採木等	剪定枝、樹皮やおがくず等の製材くず	主に剪定枝や伐採木、製材くず、建築廃材等
生成物	木炭、木炭ボード、木酢、吸着剤、脱臭剤	堆肥	電力、熱エネルギー
生成物利用	有害物質の吸着材、土壤改良材等	農作物や園芸の堆肥	ストーブ、ボイラーの燃料
生成量 (対廃棄物投入量)	15～25% (重量比)	利用廃棄物による	100% (重量比)
処理規模	炭化施設の運転効率を図るためには大量の収集が必要	戸別から大規模まで対応が可能である	チップ化・ペレット化の効率化を図るためには比較的大量の収集が必要
稼働実績	少ない	少ない	多い
施設建設費	処理規模に応じるが、炭化施設の実績は少なく、施設費は高額である	連携する堆肥化施設の規模に応じる	チップ化については、比較的安価であるが、ペレット化については比較的高い
維持管理費	扱う木質により異なる建築廃材等は手選別による分別処理に人件費がかなりかかる	堆肥化に要するエネルギーが少なく、維持管理費は安価である 破碎や乾燥・保存のための場所 (ストックヤード等) の確保が必要	破碎や乾燥・保存のための場所 (ストックヤード等) の確保が必要
分別の必要性	伐採木や剪定枝、建築廃材など広範囲の木質が利用できるが、建築廃材については、ビニール、釘等の不純物を除く必要がある	塗料、接着剤等を塗布した木材やビニール、釘等の混入は生成した堆肥の品質を悪化させる可能性があるため、建築廃材は不適である	伐採木や剪定枝、建築廃材など広範囲の木質が利用できるが、建築廃材については、ビニール、釘等の異物を除く必要がある
収集の効率性	建築廃材を扱うことにより、年間を通して安定した排出量が確保できる	剪定枝の排出は季節によって変動するため、伐採木や製材くずも含めて安定した排出量の確保が必要である	剪定枝の排出は季節によって変動するため、伐採木や製材くずも含めて安定した排出量の確保が必要である
品質	原料が建築廃材由来であっても、炭化工程で塗料・接着剤等に含まれる薬剤は遊離・分解されるので生成物は安全である	汚泥や生ごみの堆肥化において、水分調整等の効果があり、品質の安定化にも有効である	原料が建築廃材由来である場合は、塗料・接着剤等に含まれる薬剤から発生する有害ガスに注意する必要がある
生成物の管理	高温で生産された炭化物の品質は安定しており、長期間の保存が可能となる	品質は比較的安定しているが、長期間にわたる保存は肥効成分の低下の恐れがあるため、熟成後は速やかに利用することが望ましい	生産されたチップ、ペレットの品質は安定しており、長期間の保存が可能となる
需要先の地域性	ない	ある (農村等)	ない

表 5-1(2) 木くずのリサイクル方法の比較

項目	炭化	堆肥化	燃料化
市場性	利用用途は広いが、輸入木材からできた木炭との価格競争となり、今後の製品開発や処理工程の効率化等の動向による	堆肥化の副資材として有用である	ペレットストーブ等の小規模なものから大型ボイラー等の大規模な利用用途がある
利用者との連携	安定した需要先を確保するため、建築業や農家等との連携が必要である	安定した需要先を確保するため、農家等との連携が必要である	木質ボイラー等の設備が必要で地場産業との連携を図ることが効率的である
その他	特になし	主に製材業者から排出される樹皮、おがくず等の利用されにくい部分を用いることができる 発酵に伴う臭気の発生等の配慮が必要である	特になし

木くずの主なリサイクル方法として挙げられる炭化、堆肥化および燃料化の運営条件について前項（p3）に示したリサイクルパターン別に検討したものを以下に示します。

表5-2 木くずのリサイクルパターンにおける検討

技術	パターン	個別対応型	連携型	生産型
炭化		×	△	○
	規模の適応	個別規模ではほぼ不可能	中規模	中規模～大規模
	収集	—	必要	必要
	原料の分別	—	容易	容易
	原料の確保	—	容易	容易
	需要の確保	—	困難	やや困難
	事業主体	—	自治体、民間企業	民間企業
堆肥化		×	○	○
	規模の適応	個別規模ではほぼ不可能	中規模	中規模～大規模
	収集	—	必要	必要
	原料の分別	—	容易	容易
	原料の確保	—	容易	容易
	需要の確保	—	やや困難	容易
	事業主体	—	自治体、民間企業	民間企業
燃料化		△	○	○
	規模の適応	個人規模の燃料利用に留まる	中規模	中規模～大規模
	収集	不要	必要	必要
	原料の分別	容易	容易	容易
	原料の確保	容易	容易	容易
	需要の確保	やや困難	容易	容易
	事業主体	民間企業等	自治体、民間企業等	民間企業

以上の検討条件を基にリサイクルパターン別にモデルケースを提案します。

連携型モデル

① 燃料化：林業地域型

⇒ 林業地域において燃料化を行うことにより、地元の保養施設等に熱供給を行い、地域の活性化を図ります。

生産型モデル

① 炭化：事業者連携型

⇒ 製造工場、製材業、解体業等の複数の事業者が連携を図り、効率的な炭化を行います。

② 燃料化：事業者連携型

⇒ 製造工場、製材業、解体業等の複数の事業者が連携を図った効率的な燃料化により熱供給や売電を行います。

③ 堆肥化：複合型

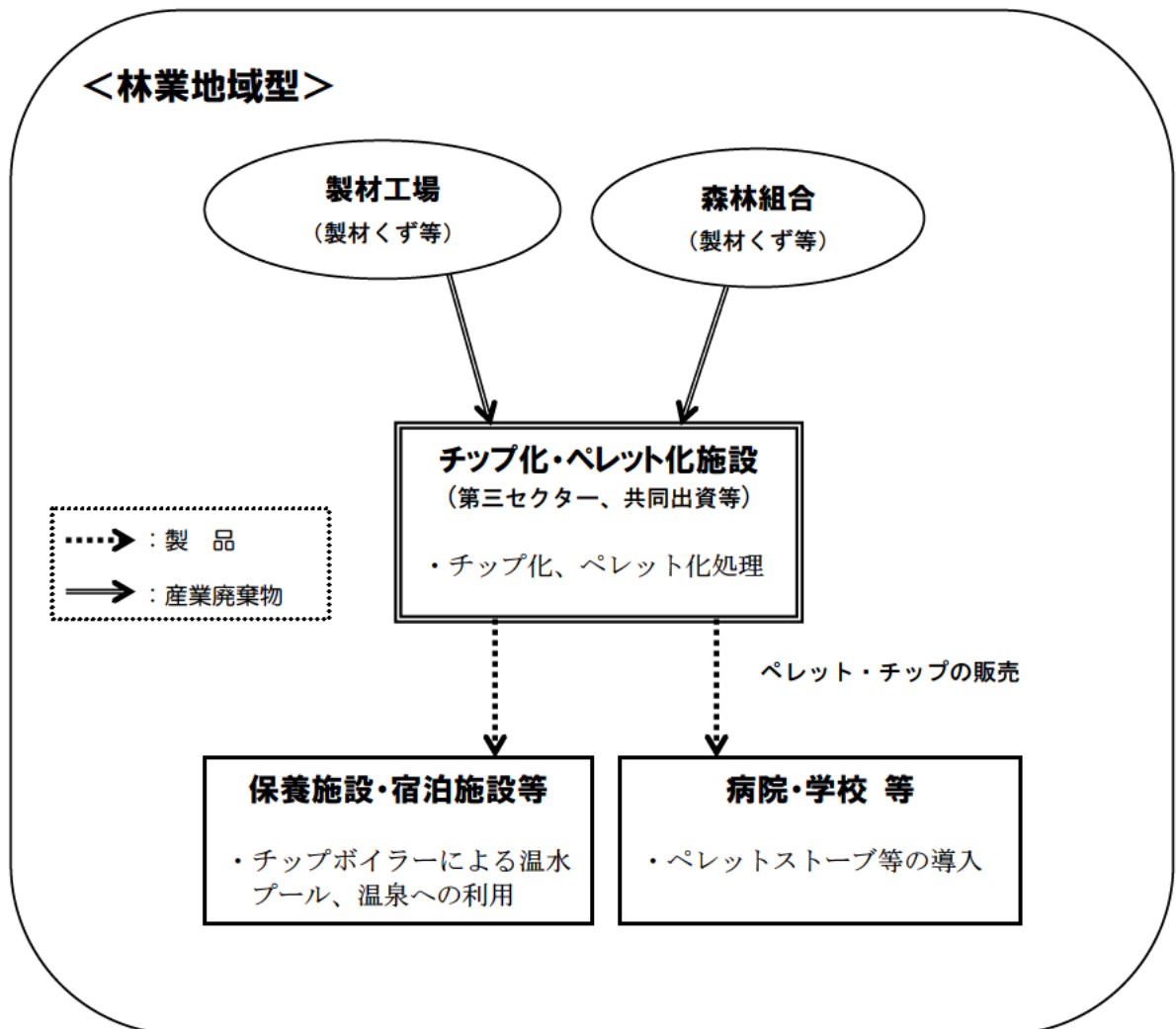
⇒ 生ごみなどの堆肥化において副資材として利用します。

< 林業地域型 >

林業地域においては、製材業からの樹皮、おがくず等の木くず等が発生します。以前までは、野焼きや小型焼却炉で焼却処理されていましたが、平成12年のダイオキシン類対策特別措置法の制定により、排出基準が強化されたことから、自己焼却処理が困難となりました。このため、事業者にとっては、木くずの処理費が大きな負担になっており、一部では野積みや放置されている現状があります。こうした未利用の木くず等の廃棄物を熱エネルギーに変換して利用するとともに、地域の保養施設・宿泊施設・公共施設等で利用を行うことで、環境に配慮したPR効果により地域の活性化が図れると考えられます。

表 5-3 連携型モデル①に関する利点及び問題点について

利 点	問 題 点
<ul style="list-style-type: none"> ・ 排出場所（林業地域）において燃料化を行うことで搬入が容易で運搬コストの低減が図れる。 ・ 比較的簡便な施設であり、安価である。 ・ 排出場所と利用先を統一することで地域内循環が可能になる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 需要側にチップボイラーやペレットストーブ等の設備導入が必要。



先進的な取組みの参考事例

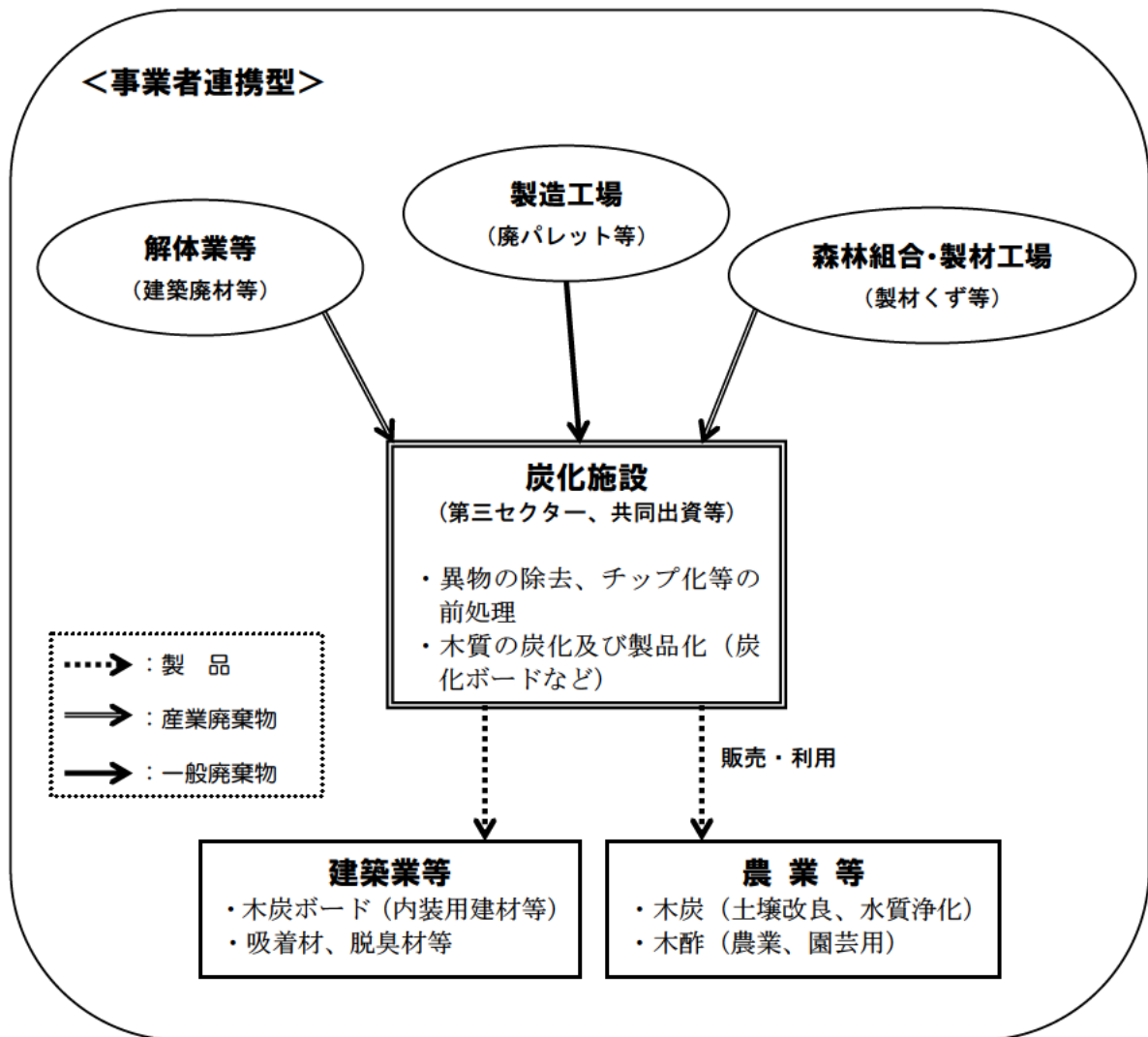
- ・岩手県 ⇒ 岩手県木質バイオマス資源活用計画（平成13年度）を策定し、県内の木質バイオマスの有効利用を図るため、公共施設へのペレットストーブ、ボイラーの導入や地場産業である南部鉄器を利用した、岩手型ペレットストーブの開発と普及等が進められている
- ・葛巻林業（岩手県）⇒ ペレットの製造・販売
- ・世田米保育園（岩手県）⇒ ペレットボイラーによる床暖房の導入
- ・高槻森林観光センター（大阪府）⇒ ペレットの製造、販売および温泉施設への利用等

< 事業者連携型 >

木くずの発生地域は、工業地域と林業地域の両域にまたがることから、双方の収集運搬を考慮し、比較的アクセスの良い「工業団地等」で施設整備を行うケースが考えられます。炭化の原料としては、建築廃材、製材くず、廃パレット等が広く利用できるため、搬入する事業者は建築解体業や森林組合、製材工場等、様々な業種が関わる可能性があります。

表 5-4 生産型モデル①に関する利点及び問題点について

利 点	問 題 点
<ul style="list-style-type: none"> 一般廃棄物及び産業廃棄物を共同で処理することによりスケールメリットが得られる。 	<ul style="list-style-type: none"> 安定的な需要先の確保が必要。



先進的な取組みの参考事例

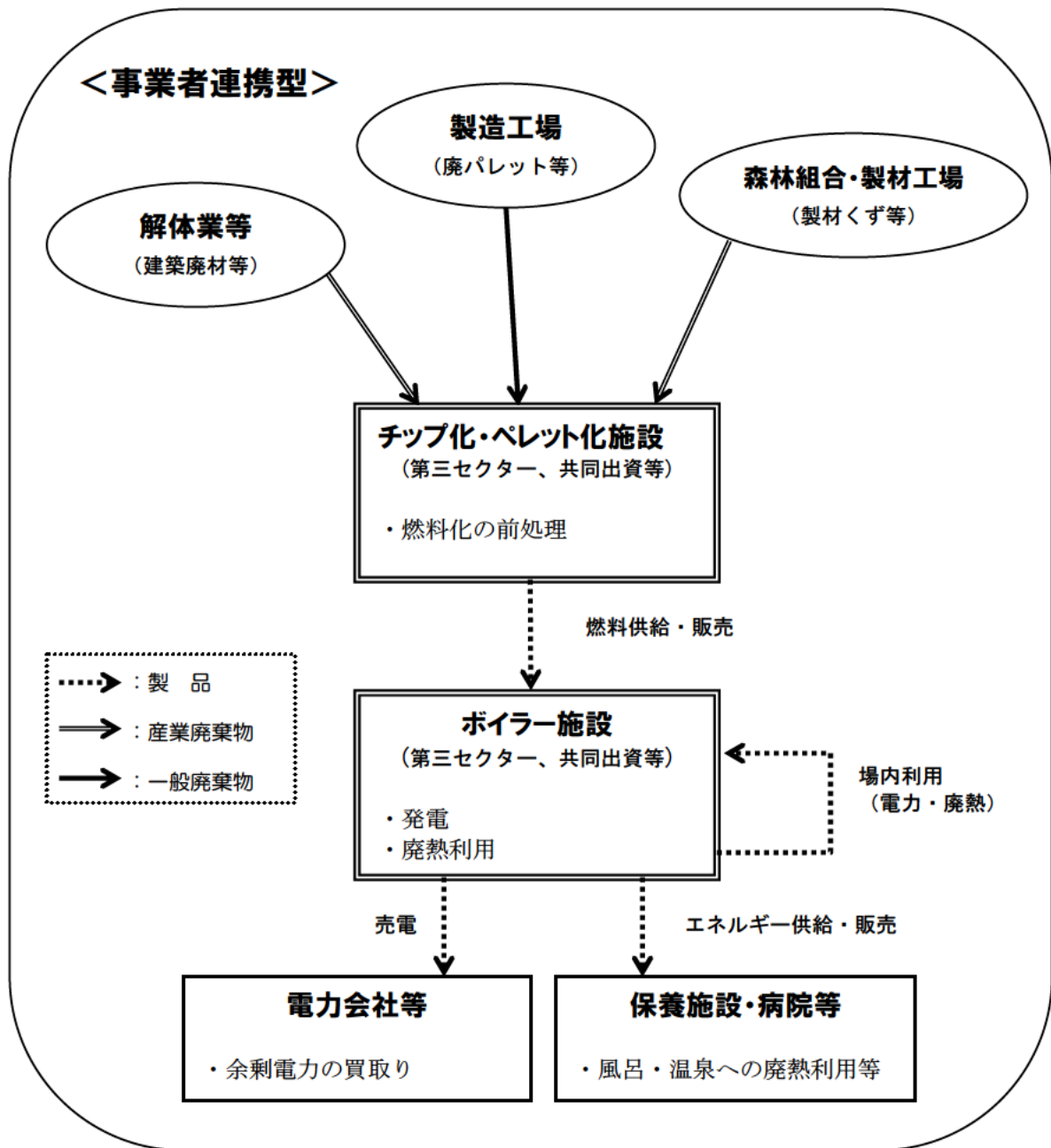
- ・ IOTカーボン (富山市エコタウン) ⇒ 建築廃材、ダム流木等を炭化し、木炭ボード等を製造

< 事業者連携型 >

前項の①炭化の提案と同様、各種事業者が連携して施設整備を行うことによる、チップ、ペレットの安定的な供給が考えられます。生成したチップやペレットを利用してボイラー施設で発電を行うとともに廃熱も利用した効率的なコージェネレーションの構築を図ります。

表 5-5 生産型モデル②に関する利点及び問題点について

利 点	問 題 点
<ul style="list-style-type: none"> 一般廃棄物及び産業廃棄物を共同で処理することによりスケールメリットが得られる。 	<ul style="list-style-type: none"> 需要者側に廃熱利用ができるような一定の設備が必要となる。 売電には一定規模以上の安定的な出力が必要である。



先進的な取組みの参考事例

- ・岩手県合板事業協同組合 ⇒ ボイラーへ利用
- ・窪川町B & G海洋センター（高知県）⇒ ボイラーによる温水プールへの利用

< 複合型 >

木くずは刈り草と同様に生ごみの堆肥化を行う際の水分調整剤として利用されるほか、樹皮に家畜糞尿や食品廃棄物等を加えて堆積し、発酵させたバーク堆肥等の利用があります。したがって、前述の生ごみにおける堆肥化の「事業者連携型 (p24)」および「複合型 (p30)」に示すように、複数の事業者が連携して効率的かつ品質の安定した堆肥化を図ります。

5-6 木くずのリサイクルマニュアル

以上のモデルケースを実施するにあたっては、再生方法や実施主体、規模等に応じて様々な検討が必要になると考えられます。

以下に木くずのリサイクル事業に取り組むにあたって、留意すべき事項や関連法令について示します。

◆木くずのリサイクルマニュアル

(1) 排出および収集

収集について

- 建築廃材や製材くず等については、各事業者（排出者）が自ら処理施設に搬入することが考えられますが、公共施設及び公道の剪定管理等は、民間事業者に委託し、発生した剪定枝は市町村の施設で処理およびリサイクルを実施していることから、委託業者による直接搬入が考えられます。

(2) 再生および利用等

運営について

- 施設の設置にあたっては、生成品の販路の確保及び需給バランスの精査が必要となり、地域の産業構造や原料となる木質の種類により処理方法を考慮し、地域活性につなげる事が望ましいと考えられます。
- 炭化や燃料化に建築廃材を原料として用いる場合は、接着剤等の薬剤の影響により、有害ガスが発生する可能性があるため、排ガス対策が必要です。
- 燃料化においては、焼却灰の適正な処理が必要です。

生成品の品質について

- 排出業種により搬入される木くずの形態は様々であり、特に建築廃材等の中には釘等の金属やビニール、プラスチック、電線等が混入している場合が多く、このような異物の混入は生成品に悪影響を及ぼすため、手選別等による前処理が必要となります。
- 建築廃材については塗料・接着剤等の薬剤が付着しており、生成品の品質を悪化させる可能性があるため、堆肥化等には不適となります。これに対して炭化においては、炭化工程で建築廃材に付着した塗料・接着剤等の薬剤は遊離・分解されるため、有害成分は非常に低いと考えられます。

◆木くずのリサイクルマニュアル

(3) 関係法令

木くずの再生化を実施するにあたり、必要と思われる主な関連法令を以下に示します。

なお、実施する方法及び状況によっては、以下に示す関連法令のみでは対応できない場合があります。また、実際の運用にあたっては、関連機関と十分な協議を行うことが望ましいと考えられます。

表 5-6 木くずのリサイクルに係る主な関連法令

関連法令	対 象	再 生 法		
		炭化	燃料化	堆肥化
・廃棄物処理法	廃棄物を原料とする場合には、廃棄物処理施設の許可および廃棄物処理業の許可等が必要となる場合がある。	○	○	○
	施設稼動に伴う環境への影響を事前に予測・評価する生活環境影響調査が必要である。また、焼却炉等の設備を設置する際は広告・縦覧の手続きが必要な場合がある。	○	○	○
・大気汚染防止法	ガスエンジンにて燃料を重油換算 35 t/h 以上利用、あるいはボイラーで電熱面積が 10m ² 以上ある場合は手続きが必要となる。	○	○	
・ダイオキシン類対策特別措置法	排ガス対策が必要となる。	○		
・悪臭防止法	県知事が指定する悪臭規制地域に設置する場合は、手続きが必要となる。			○
・水質汚濁防止法	県知事が指定する悪臭規制地域に設置する場合は、手続きが必要となる。			○
・肥料取締法	堆肥を製造販売する場合は、届出とともに販売する堆肥に関する品質表示が必要となる。また、汚泥肥料については保証書の添付が義務付けられている。			○

