

再生利用の実態と将来

堀江 秀夫

キーワード：廃材利用，木材産業廃棄物，廃棄物処理，リサイクリング

再生チップ

再生チップは、木質廃棄物から大きな異物を除去、粉碎、金属などの異物除去、分級という工程で得られます。再生チップの三大需要は、燃料用、製紙用、ボード用といわれており、利用拡大が有望視されている用途に家畜敷料用があります。その他には、炭化処理による土壌改良材用、主に抜根処理としての法面緑化用、木粉状のものは廃プラスチックとの混合成形用、研究中のものに舗装板用、海藻礁用などがあります。

これらの用途は、樹種や形状がどの程度そろっているか、合板やボードがどの程度混じっているか、異物がどの程度除去されているかによって決まり、一般に5段階の品質に区分されています。

分別解体材の柱・梁のみを原料としたもので、樹種と形状がそろい異物のまったくないものをAチップ、樹種と形状はそろっていないものの、異物のないものを

Bチップと呼び、主に製紙用原料となります。また、分別解体材や廃流通資材など雑多な廃棄物を原料としたもので、合板も混じっていて異物の少しあるものをCチップ（主にボード用）、合板やボードやバークも混じっていて異物の多くあるものをDチップ（主に燃料用）と呼んでいます。最後に、異物除去が不完全なものは格外チップ（焼却または埋立処分用）です。

これら5種類の再生チップの外観は、写真1のようになっています。なお、再生チップのダスト（主に敷料用）はおが粉と比べると針状で、抜根の再生チップ（主に堆肥、暗渠用疎水材用）はひげ状となる特徴があります。

ここでは、再生チップがどのような産業の資源に生まれ変わっているかを紹介します。

（林産試験場 再生利用科）



写真1 各種の再生チップ
注：写真の縮尺は共通
再生チップダストは篩目1mm下の分級品

製紙・ボード工業用途

製紙

最高級品のAチップは洋紙，新聞紙用の，その次の品質のBチップは板紙，ダンボール用の原料チップとして利用されています。

北海道内では，ダンボール専門の製紙工場がないため，札幌市近郊の1社のみがAチップを生産し，苫小牧市の製紙工場に納入しています。

製紙用チップは最も異物の混入を嫌う用途のため，紙の種類にあった樹種選別，非鉄金属と塗料・プラスチック等の完全除去が行える装置開発が今後の課題です。

外国からのバージンチップよりも安価なチップとして再生チップに製紙業界が着目すれば，需要拡大が期待できます。道内には，表1のとおり4社8工場があります。現在は，各社とも古紙の利用率を上げるべく努力中ですが，この努力を再生チップの利用率を上げることに用いれば，膨大な量の需要が生まれます。間伐木等からのバージンチップ，古紙，再生チップがバランスよく利用される社会こそが，これからの資源循環型社会と思われる。

MDF（中質繊維板；Medium Density Fiberboard）

製紙用と同程度の品質を要求されるものにMDF用がありますが，日本では木質廃棄物100%を原料としたMDFは製造されていません。しかし，装置メーカーの広報誌（PANELBOARD HIGHLIGHTS，No.1/99）によると，米国カリフォルニア州の廃棄物の埋立処理規制と連動してロスアンジェルス近郊の都市型木質廃棄物（家具・建具工場廃材，建築解体材，新築廃材，廃パレットなど）を収集し，これら100%を原料としてファイバー化し，MDFを製造する工場が平成11年に同州で稼働したと報告されています。また，同工場のファイバーの品質は，高級家具用MDFに要求される品質と同等またはそれ以上であるとのこと。

近年のMDF需要の増大から，将来，本道にMDF工場が立地した場合には，AまたはBチップの需要先となることが期待されます。

その他のボード

分別の程度が製紙用ほどではない木質廃棄物からのCチップのほか木工場からのおが粉などは，パーティクルボードやセメントボードやインシュレーションボード（軟質繊維板）の原料用チップとなります。ただし，セメントボード用の場合，セメントの硬化阻害を起こしにくい樹種に限られます。

道内ではパーティクルボード工場が苫小牧市に1社のみのため，道央圏の中間処理施設がボード用チップを生産しています。

やはり異物除去が肝心で，分別の悪い混合廃棄物からでも効率良く木チップのみを選別する装置開発が今後の課題です。

一方，木質廃棄物の粉碎工程で出る再生チップダストや木工場からのおが粉，サンダーダストなどの木粉は，木粉率70%を上限に粒状の廃プラスチックと混合させ，プラスチックをバインダーとして成形物を製造することができます。すでに建築・土木・流通・家具資材等に利用され始めています。最近注目を集めている混合溶融プレス成形法では，熱可塑性材料（廃ポリプロピレン等）と木粉を投入したチャンバー内で高速攪拌・混合すると，摩擦溶融した材料はゲル状となり40秒前後で排出され，このゲルをプレス金型に入れ加圧することにより自由な形状の成形品が製造できます。

木質廃棄物の微粉碎品の用途としては有望であり，装置も市販されています。

（堀江 秀夫 林産試験場 再生利用科）

表1 北海道内の製紙工場・ボード工場の生産量（平成8年）

会社名	工場名	パルプまたはボードの生産量（万トン/年）
①王子製紙(株)	江別工場	19
②	苫小牧工場	57
③	釧路工場	31
④日本製紙(株)	旭川工場	22
⑤	勇払工場	20
⑥	釧路工場	27
⑦大昭和製紙(株)	白老工場	46
⑧北陽製紙(株)	名寄本社	4
⑨イワクラ(株)	パーティクルボード工場	約 5

出典：平成8年パルプ統計

エネルギー資源用途

木材は廃棄するに際して燃やさず、埋立てず、カスケード型に利用していくことが理想ですが、最終的には何らかの形で処分しなければなりません。現在の木質廃棄物の最終処分は、焼却または埋立てです。

焼却についてはダイオキシンの発生を抑制するために焼却炉に関する法律がどんどん厳しくなっており、従来のように安易に焼却することは不可能になると考えられます。平成9年8月の廃棄物処理法施行令等の改正により焼却炉は14年12月1日までに新たな構造・維持管理基準に対応しなければならなくなりました。この改正による排ガス中のダイオキシン類濃度の基準値を表1に示します。

新基準値に対応できない施設の中には廃止するところが見られ、10年に行われた調査では休・廃止炉が全体の35%とみられ、14年12月の施行時にはさらに焼却施設は減少すると予想されています。こうして埋められず、燃やさず、行き場を失った木質廃棄物は最終的に不法投棄される恐れも出てきます。

このような現状の中、木材を最低でも燃料として利用するサーマルリサイクルのシステムを確立することが急務であるといえます。

燃料

燃料用、製紙用、パーティクルボード等建材の原料用は木質廃棄物からの再生チップの三大需要といわれています。中でも燃料用のDチップは全チップリサイクル量の70~80%を占めています。なお一般に燃料用としてはチップ含水率が25%以下という基準があります。(財)日本住宅・木材技術センターの5年度の推計値によると燃料チップとしての利用は全国で130万トンとなっています。木材を燃やすことに対して、せっかく固定したCO₂をまた大気中に排出してしまうこ

表1 ダイオキシン濃度の基準値

燃焼室の 処理能力	既存の施設 (ng/m ³)		新設の施設 (ng/m ³)
	現在	平成14年 12月1日以降	
4トン/時以上	80	1	0.1
2~4トン/時	80	5	1
2トン/時未満	80	10	5

とから抵抗を感じるかもしれません。しかし「気候変動に関する政府間パネル」では、エネルギー供給の面でCO₂排出を削減する最も有力な方法が木材のようなバイオマス燃料(再生可能燃料)の利用であることを明らかにしています。

実際海外ではバイオマス燃料の推進に国を挙げて取り組んでいる例が多く見受けられます。特にスウェーデンでは化石燃料消費の削減を図り、木材の生産が盛んなことから木質燃料の利用を積極的に進めています。

一方、日本に目を向けてみますと、長期不況と木くず焚きボイラーの老朽化等の理由で、受け入れ能力の高い木くず焚きボイラーが次々に廃止され、燃料用としての需要が低迷しています。このような状況の中、燃料チップの早期需要開拓の鍵になるのはセメント、鉄鋼、製紙の三業種といわれています。セメント工業では全国的にセメント焼成用の燃料で利用しています。製鉄所や製紙工場は大量の石炭等化石燃料をボイラー燃料として利用しており、地球温暖化対策でCO₂の排出削減に寄与させるためには、燃料用再生チップへ切り替えるべきと思われます。実際北海道内のある製紙工場では重油の価格が高騰したのをきっかけに一時停止していたバーク、抜根を再びボイラー燃料として利用しています。不況が長引き、どの業種もコストダウンに懸命な中、あえて燃料に再生チップを利用することは勇気のいることであると思いますが、このような動きが数社にとどまらず全体の大きな流れとなることが期待されます。

RDF(ごみ固形燃料; Refuse Derived Fuel)

一般廃棄物処理施設の広域化が急速に進むのに伴い、廃棄物の減容、腐敗防止加工、移動などが容易になるRDFの製造施設を導入する自治体が増えています。全国の自治体(一部事業団体)で稼働、または計画しているRDF施設の設置状況は現在のところ30近くあります。

札幌市の工場は、2年に設立し、事業系RDFを稼働しました。一日の生産能力は200トンです。同工場では年間40,000~45,000トンの木質廃棄物を受け入れています。その内、Cチップに相当する5,000~6,000トンはボードの原料となり、Dチップに相当する約25,000トンをRDFの原料としています。紙、木、プラスチック(塩ビを除去したもの)の比率を重量比5:4:1を目安に混合圧縮し、この際に発生する



写真1 RDF

約200の圧縮熱で廃プラスチックが溶けてバインダーとなり、押し出し成形機で固形化されます。成形されたRDFは長さ約10cmの円柱状でカロリーは約4,500kcal/kgです(写真1)。製品は主に北海道熱供給公社に搬出され、札幌駅周辺のオフィスビルなどの集中冷暖房やロードヒーティングの熱源に使われています。また江別市、苫小牧市の製紙工場でも自家発電用のボイラー燃料として利用されています。

苫小牧市の中間処理業者は11年RDF製造工場を竣工し、本格稼働を開始しました(日産64トン)。生産したRDFはカロリーが5,000~7,000kcal/kgで、苫小牧の製紙工場等に出荷しています。

また、石狩市内に日産48トンの工場が計画されています。

なお、RDFの問題点として製造時に多くの電気を消費すること、押し出し成形機のスクリー部分の磨耗が激しくメンテナンスコストがかかること、原料入荷の最盛期(夏)とRDFの需要期(冬)に時間差があることなどがあげられます。

バイオオイル

ヨーロッパでは木材チップの急速熱分解による液化技術を利用したバイオオイルの開発が行われています。バイオオイルとは木材などのバイオマスから得られる液体燃料を指し、再生可能な上、硫黄、窒素を含まないクリーンなエネルギーとして注目されています。現在アメリカ、カナダを含む17か国の主要研究機関、民間企業がパイロリシス・ネットワーク(熱分解研究網)を形成しEUプロジェクトとして開発を行っています。コスト的には現在のところ石炭の約6倍、石油の3倍程度ということですが、各国ともエネルギーコストに占める税金の比率は高く、今後の税制を考慮すると量産が可能になれば十分既存のエネルギーと競争できるということです。

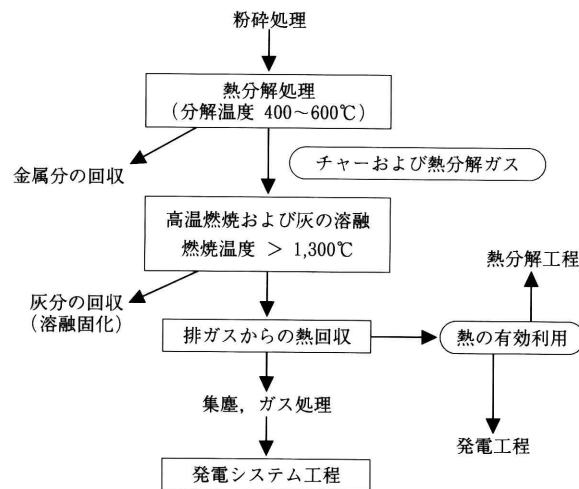


図1 廃棄物ガス化溶融システムの基本的なプロセス概念
出典：化学工学，63(2)，1999年2月

焼却灰

最後に木質廃棄物の焼却に伴い発生する飛灰、焼却灰の処理方法に関する最近の話題を紹介します。

【ガス化溶融炉】

ガス化溶融炉は次世代型の焼却炉として注目されており20社以上が開発を行っています。ガス化溶融炉は廃棄物を無酸素の状態ですし焼きにすることによってガス化させ、これを完全燃焼させることで1,000以上の高温にし、焼却灰をすべて溶融固化します。高温燃焼させることでダイオキシンの発生を抑え、発電も可能です。廃棄物ガス化溶融システムの概要を図1に示します。また、このガス化溶融炉ではCCAや有機塩素化合物等の防腐剤・防蟻剤を含む木質廃棄物の処理が可能であるといわれています。今後解体される木造住宅の土台にはCCA処理材が多く使われていることから、この防腐処理土台の処理に適した焼却炉であり、また、ダイオキシン発生のある混合解体材の処理にも有効な技術です。ガラス固化した焼却灰は道路の路盤材などへの利用が考えられています。

【人工ゼオライト】

ある機械メーカーでは木質焼却灰、石炭灰、溶融スラグなどを、機能性材料として幅広い用途を持つ人工ゼオライトにリサイクルする装置を開発しました。ゼオライトは天然にも産出する鉱物で、吸着剤、脱臭剤、触媒、土壌改良剤など多くの用途を持ちます。

(東 智則 林産試験場 再生利用科)

農 業 用 途

敷料

北海道では農家一戸当たりの家畜の飼育頭数が増加するに伴い、敷料により糞や尿を適切に処理、利用することが困難になってきました。その結果、野積みされた敷料堆肥から流れ出た糞尿による地下水汚染等が問題になっています。一方、平成11年7月、農業環境3法が成立し、「家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」（家畜排泄物法）では従来行われてきた素掘り、野積みが禁止され糞尿の適正管理が義務づけられました。同時に「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」（持続農業法）では、これまでの化学肥料に頼った農業を改め堆肥を使った土作りを進めていく方針が示されました。このような背景の中、敷料の需要は高まることが予想されますが、減反政策による稲わら、^{ほこり}麦稈の不足、製材工場の減少によるおが粉の不足等の事情から畜産農家では敷料がかなり不足しています。このことから木質廃棄物の今後の用途として家畜の敷料は有望であると考えられます（写真1）。

苫小牧市にある中間処理業者では木造住宅解体材から微粉碎チップを製造し、日高地方の競走馬、十勝地方の肉牛の敷料として販売しています。敷料の製造にあたり、同社では鉄、アルミ等の異物の除去、ささくれ、砕き過ぎによる粉末化（呼吸器系に悪影響）の解決に4年を費やしました。6年前の操業年に6千トンだった生産量が今では2万トンに増加しているそうです。

釧路市の中間処理業者は混合解体材から重機、人手で木材を選別し、これを粉碎した再生チップを上土幌町の敷料販売業者に販売しています。そこでさらに再粉碎して細かくしたものを敷料として販売しています。

9年12月から抜根も産業廃棄物扱いになり、以前のように発生現場に放置することができなくなりました。本別町の中間処理業者では抜根を引き取り、モバイルチップパー（写真2）で粉碎した再生チップを、敷料、暗渠用疎水材として販売しています。好まれるのは広葉樹の再生チップで、針葉樹はとげ、ヤニが嫌われるそうです。抜根についた土の除去はまず人手で行った後、水槽で洗浄します。土がついていると敷料にした

とき牛の足が滑る、敷料を二度使いするために乾燥する際に乾きが遅いとの理由で売れないそうです。抜根と同時に出る表土（ボサ）も産業廃棄物扱いになりましたが、これは黒土として農家に売れるそうです。解体材をチップにする際は二度粉碎機にかけます。これは、解体材は乾燥しているため一度粉碎機に通しただけのものだと仔牛の足に刺さるような形状のものになるためとのことです。

暗渠用疎水材

林産試験場では現在カラマツの抜根、いろんな樹種が混ざった抜根を暗渠用疎水材として用いた試験を行っています。抜根チップの疎水材は従来使われているカラマツのチップと疎水材としての性能は変わりません。

12年1月の北海道農業試験会議で認められて指導参考事項になり、農業改良普及員が公に普及できるものとなったことから今後の需要が期待されます。

堆肥

おが粉は多孔性、保水性、排水性、通気性を持つことから微生物の繁殖の場として非常に優れています。



写真1 麦稈とおが粉の敷料



写真2 モバイルチップパー

このような特徴を生かして堆肥の製造にも利用されています。

音更町にある中間処理業者では混合解体材等から、重機、人手により木材の選別を行っています。柱、梁はハンマークラツシャーで粉碎してチップ化し、鶏糞と混合し堆肥を生産しています。また清涼飲料水の工場が近くにあり、そこから出るコーヒー豆かす、茶かすを購入し堆肥に混合しています。

旭川市にある中間処理業者ではパーク、抜根からの再生チップを購入し、鶏糞と混合し堆肥を生産しています。

生ごみ分解機，糞尿分解機

生ごみ処理機の主流は大きく分けて、温風により生ごみを乾燥・減量化させる温風乾燥式と、微生物により生ごみを分解する方式があります。市場の6割を占める微生物分解方式の生ごみ分解機では、微生物の働きにより生ごみが水、CO₂に分解されます。同システムは微生物の担体としておが粉を使用しています。生ごみを効率よく分解するには処理槽内の空気、水分、温度を微生物が最も活動しやすい条件に保つてやるのが重要で、おが粉（担体）は空気、水分を適当な条件に整えるのに非常に適しています。分解後生ごみは重量・容量で1/8～1/20に減量します。こうして生ごみは「肥料の三大要素」といわれる窒素、リン酸、カリとミネラル分を含む有機肥料となり、2～3か月に一度の割合で生ごみ分解機から取り出し、新しいおが粉を加えていきます。

生ごみ分解機の年間出荷台数は、10年度が18万台、11年度は30万台、12年度には50～60万台に上ると予測されています。このように出荷台数が増加している背景には、ごみの減量化を進める自治体が補助金を出して購入を後押しする動きがあります。このような補助金システムをとる自治体は10年度には650を超え、11年度中には1,000に及ぶと見られています。金額、条件は自治体により異なりますが最近実施する自治体では2～3万円が多いといわれています。

旭川市のある企業では、生ごみ分解機と同様に微生物の働きを利用して、糞尿を無臭状態で完全に分解す

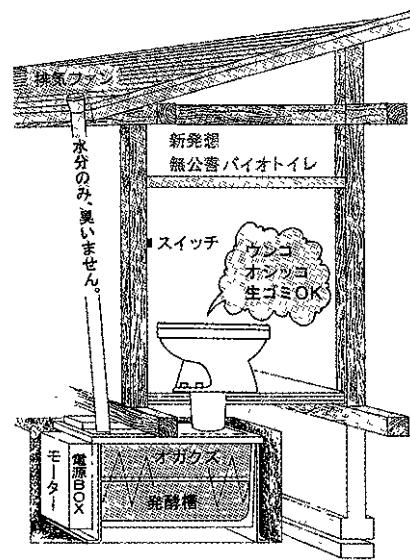


図1 バイオトイレの例
出典・製品カタログより転載

るトイレ（通称：バイオトイレ）を開発しました（図1）。このトイレも微生物の担体としておが粉を使用しています。粒度、樹種等について特に要求される条件はなく、解体材からの再生チップを使用することに関しても問題はないとのことでした。おが粉の交換は使用頻度にもよりますが半年から1年はもつそうです。

また、この技術はトイレばかりではなく、畜舎での糞尿問題の解決策として期待されています。つまり、トイレと同じ要領で家畜糞尿の高速分解装置が考案され現在実証試験中です。

木質廃棄物の用途として、最終的に肥料として土に還元する例について述べてきましたが、このような用途で使用するには木造住宅解体材から出てくる防腐・防蟻処理材の混入を避けるため解体現場でそれを分別しておく必要があります。防腐処理土台の使用が一般的となった時代の木造住宅がこれから解体時期を迎えることから、現在検討されている建設工事の特定資材再資源化法案では、防腐処理土台の分別が義務づけられています。

（東 智則 林産試験場 再生利用科）

水産業用途

海藻礁

磯焼けは北海道の日本海沿岸部で発生し大きな問題となっています。磯焼けとは、「主として外洋に面した岩礁地帯で有用海藻がほとんど枯死，流失し，無節サンゴモで覆われた岩盤のみが残り，そのために有用海藻および有用動物の生産が激減する現象をいう」といわれています。

一方，「磯焼けした海域に投石やブロック（コンクリート）の設置を行うと，数年間はコンブの着生が良好であるが，次第に石灰藻が優占し，コンブの個体数の減少が見られることがある。磯焼けの原因は，海域の環境変動（主に水温の上昇）やウニの食害などによるといわれているが，新たな投石の実施や基質表面の清掃によりコンブ魚場が回復することが多い」といわれています。このため，基質表面が自然に清掃または更新するように設計された人工海藻礁を開発できれば，長期間にわたり海藻着生が良好な藻場の造成，すなわち磯焼け解消に貢献することができます。

そこで林産試験場では，セメントの硬化阻害を起こしにくいエゾマツ，トドマツ，ラワン主体の大きめのCチップにセメントを結合材として成型体とした海藻礁（木質・セメント成型体海藻礁）を研究中です。それは泥やプラスチックなどの異物が多少混入しているCチップでも，原料として十分使用可能な用途であるからです。また次の理由から木質・セメント成型体は効果的な海藻礁となる可能性が高いと判断したためです。

木チップとセメントの成型体を海藻礁とすることにより，海藻の着生に影響を及ぼさと思われる表面形状をコントロールすることができます。このことは，表面の凹部に着生したコンブ等の幼芽をウニの食害から守ること（摂食圧の低減）が設計可能であることを示しています。

木材がフナクイムシやキクイムシの食害に弱い欠点を，木材を小片にして無機質のセメントで被覆することにより食害の程度・速度をコントロールすることができます。このことは，セメント配合量や木チップ形状を調整することにより成型体表面の木チップが食

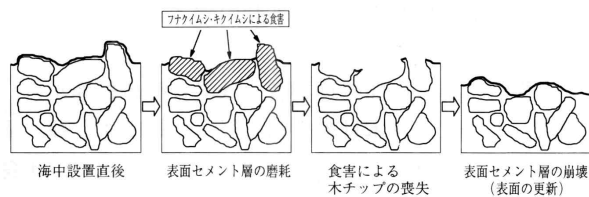


図1 木質・セメント成型体海藻礁の自然表面更新の模式図



写真1 林産試験場が開発中の木質系海藻礁
上ノ国町の試験体

害されて空洞となるとともにセメント部分が波浪で崩壊し，自然に表面更新が行われること（雑海藻の駆除）が設計可能であることを示しています（図1）。

現在，小樽市おしほろ路湾に小型試験体を，日本海の磯焼け地域であるひやま松山郡上ノ国町には実大試験体3体（写真1）を海中設置し，コンクリートと比較した海藻附着量等を測定しています。平成13年度に試験を終了し，木質・セメント成型体の海藻礁としての適性を最終評価する計画です。その結果が良好であれば，Cチップの新たな需要を創出することができます。

なお，海藻礁研究の詳細については本誌11年11月号をご覧ください。

（堀江 秀夫 林産試験場 再生利用科）

土木産業用途

マルチング，舗装資材

最近，花壇や公園の土壌を木チップやパークで覆ったマルチングを見かけるようになりました。また，これまでの歩道や園路などの舗装にはアスファルトやインターロッキングが主流でしたが，最近は歩きごちが良く景観に調和した舗装資材が求められるようになり，木チップとウレタン系接着剤を現場で混合，転圧した木質系舗装が使われるようになってきました。こうしたマルチング材および舗装資材には，異物を多少含んだCチップが利用可能です。

特に，舗装資材では，既に数社の現場施工型およびブロック状の工場生産型が市販されています。さらに，工場廃材である広葉樹パルプチップダストとカラマツパークを原料とした舗装板（道産品）はグッドデザイン賞に輝いています。

現在，林産試験場では，小さめのCチップの用途として舗装板の研究を行っています。これからの舗装は高齢化社会に対応した安全な舗装でなければならず，この安全性を数値保証した舗装板を開発できれば，Cチップの大きな用途に発展します。

このため，安全で快適な木質系舗装の普及と木造住宅解体材等の有効利用を図ることを目的に，総合的な性能試験を行いながら解体材等を原料とした工場生産型で，ハイヒール歩行も可能な都市型舗装板の開発研究を進めています（写真1）。

なお，木質系舗装板の詳細については本誌平成11年11月号をご覧ください。

法面侵食防止材

道路工事，ダム開発，土地造成等で発生する抜根・枝条の処理のため，土木・建設会社が開発した再資源化工法があります。その一つに，木くずの炭化物とカキ殻，アスコン材，伐木・抜根チップをブレンドして法面保護工での植生工基盤材に利用する工法があります。また，針状に粉碎処理した抜根等に，現地発生土（表土）と種子，肥料，添加剤等を混合して緑化のための生育基盤材料を作り，これを法面に撒きだして緑化する工法もあります（写真2）。

これらは，木チップの抽出成分がどのように植生に



写真1 林産試験場で開発中の木質系舗装板



写真2 法面緑化工法の例
専用アタッチメントによる法面への吹付け
出典：製品カタログより転載

影響を与えるかが未知の点もありますが，現地発生の抜根や土の処分費を削減できるほか，専用機械を用いた能率的な施工により法面緑化コストを低減できる経済的なりサイクル工法であり，また大量に発生する産業廃棄物（抜根・枝条）を現地で資源化できるため，今後の普及が楽しみな工法です。

規制緩和

9年12月の廃棄物処理法の一部改正では，建設工事に伴い発生する木くず（抜根等）はすべて産業廃棄物に該当することになっていますが，厚生省は11年11月10日「森林内で建設工事に伴い発生する根株や伐採木，未木枝条は，自然還元利用や剥ぎ取り表土との一体利用を行うならば産業廃棄物として規制する必要がない」とする産業廃棄物対策室長通知（衛産第81号）を出しました。このため工事現場内において，チップ化した抜根・枝条は堆肥法面侵食防止材，マルチング，作業用歩道の舗装材，根株等が含まれたままの剥ぎ取り表土は盛土材としての利用が生じるものと思われます。

（堀江 秀夫 林産試験場 再生利用科）

炭化物としての用途

日本の木炭生産量は戦後200万トン/年であったのが、昭和50年代には3万トン/年まで減少しました。しかし近年になって生産量が増加し、平成5年には7万トンの炭が生産されました。その後、横ばい傾向にあり、現在では約6万トンが生産されています。また、海外からの輸入炭は現在も増加傾向にあり、10年には国内生産量を上回る6万7千トンが輸入されています。木炭生産量の増加と消費の伸びの要因として原料と用途の多様化、炭化技術の革新があげられます。

従来炭の原料といえばコナラ、クヌギ、カシ、ウバメガシ、マツといったものでしたが、最近ではスギ、ヒノキ、カラマツ等の間伐材、枯損木、風倒木、剪定枝、おが粉、パーク、モミガラ、竹、ダム流木、家具工場端材、木造住宅解体材等、以前なら廃棄物扱いされていたようなものまで炭の原料として利用されています。現在、北海道内には中間処理工場としての炭化物製造工場が4工場あります（P.4、表3参照）。

木炭の用途も多岐に渡り、土壌改良用、水質浄化用、調湿用、油吸着用、鮮度保持用、電磁波遮へい用、融雪用、金属汚染等環境汚染の浄化用などに用いられています。多孔性である木炭の優れた吸着性、透過性、有用微生物担体としての働きがこのような新しい用途の開発につながっています。

木炭の用途が多様化するにつれ、新しいタイプの炭化炉も開発されました。機械炉として普及しているものにロータリーキルンがあり、その改良型として反復揺動式炭化炉が開発されました。セラミック炭用の炭化炉は、木材、剪定枝、残飯等有機物を粉碎後、土を主とした粘結剤を混ぜ合わせたものを、ロータリーキルン状の炭化炉に投入し、炭化するものです。この他に、移動車を使用した連続炭化炉、乾留方式の炭化炉、一般家庭から出る割り箸等を炭化できる小型炭化炉等が開発されています。

旭川市にある中間処理業者は9年に炭化炉を導入し、業者から購入したパーク・抜根の再生チップを炭化し、土壌改良材、脱臭剤、床下吸湿材等の商品として販売しています。

また、旭川の機械メーカーでは古紙をあらかじめ織

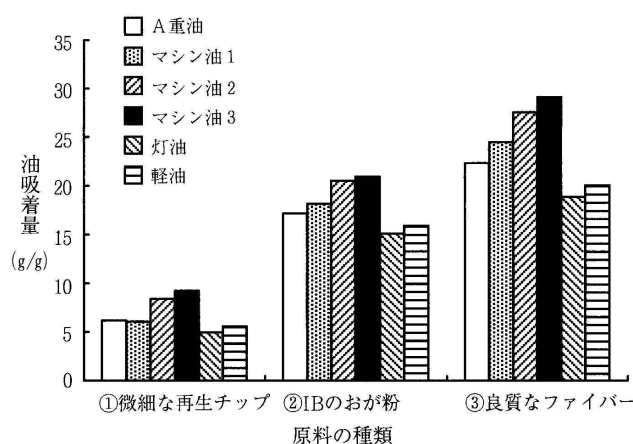


図1 各種の油に対する原料と吸着量の関係

維化し、この繊維化古紙を自己燃焼型連続回転式炭化炉で700 以下の低温により安価に炭化を行う方法を検討しています。さらに同社では、真空下で放電プラズマを発生させることにより、焼結を行う小型放電焼結機を用いて高温領域(1,000~2,700)で短時間で高機能性炭化物を得る方法を検討しています。

林産試験場では木造住宅解体材と工場廃材を原料として付加価値の高い油吸着材の製造を試みました。吸着材原料の製造方法は安価で簡易な装置であるオートクレーブとハンマーミルの組み合わせによる繊維化が有効でした。またインシュレーションボード（IB）工場廃材である繊維状のおが粉を炭化することにより簡単に油吸着材を製造することができました。同吸着材の油吸着量を、再生チップダストの炭化物、比較対象としてエゾマツ、トドマツパルプチップをリファイナーで処理した良質なファイバーの炭化物と比較した結果を図1に示します。

用途を終えた炭を処分する際、最終的に燃やさずに土壌に還元することができれば炭素はそのまま残るわけですから、木質廃棄物を炭化することはCO₂を固定し続ける方法でもあるといえるでしょう。再生チップの三大需要が不況のあおりで落ち込む中、炭化によるリサイクルはその用途の多様性から今後さらに期待できる利用方法ではないでしょうか。今後は炭化の過程で生じる排煙の処理が課題になると考えられることから、炭化炉外に排煙を出さずに処理が可能な炭化炉の開発が期待されます。

（東 智則 林産試験場 再生利用科）