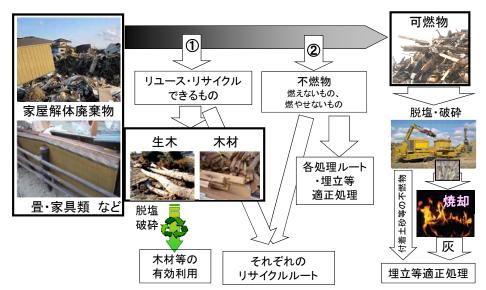
【手引 8-1】混合可燃物 (焼却)

- リユース・リサイクルできるものや不燃物を取り出し、焼却(燃料利用を含む)する
- 適切な燃焼条件や排ガス処理を伴う焼却以外に、セメント、ボイラー、高炉 への利用などが考えられるが、塩素濃度(海水等の影響)や異物混入などの 制約がある場合もある
- 保管が中長期にわたる場合、発火・火災への注意が必要
- 野焼きは、健康や環境保全等の観点から、原則として禁止されている



■基本事項

- ・ 家屋系大型木材、混合可燃物、畳類、家具類等から、 ①リユース・リサイクルできるものや②不燃物を取り出し、焼却により減容・安定化させ、焼却後の灰を埋立処理する。
- 処理時の有害物質(ダイオキシン類等)の発生を抑えるためには、保管時にできるだけ塩分を抜いたり(【手引 8-2】参照)、泥を



【図 8-1-1】可燃物の基本的な処理フロー

落としたり、処理方法に応じた一定の前処理を行った上で、十分な排ガス処理機能を有する高温焼却(800^{\circ}C以上)を行うことが理想的である。

- ・ 焼却施設としては、適切な燃焼管理や排ガス処理設備を有する炉が必要であり、まず、既存の適切 な施設の利用可能性を検討する。それらの被災地内外における能力が不足する場合は、仮設焼却炉 を設置する場合もある。
- ・ セメント工場やボイラー、高炉等への利用の可能性もあるが、塩素濃度や異物混入等の制約がある場合がある。例えば、セメントについては、塩素濃度 0.1%をクリアする必要がある。これらについては【手引 8-3】にて述べる。いずれにしても、処理能力等を鑑みて計画を立てる必要がある。
- 可燃物であるため、保管時には、発火・火災防止への配慮が重要である。
- 野焼きは、健康や環境保全の観点から、原則として、法律等でも禁止されている。

■分別·除去

- (1) 海水や泥等の付着、釘や土壁、外壁のボード等の不燃物が多く混ざっていることが予想される。 混ぜてしまうと、低品位の可燃物が増えてしまうため、可能な限り次のような分別努力を行う。
- リユース・リサイクルできるもの(【図 5-2】参照)は、できるだけ早い段階で分別する
- ・ 汚れや異物混入のレベルにより保管場所を変える
- ・ 不燃物を分ける(除去する)
- (2) 不燃物の分別・除去:混合可燃物に混じりやすい不燃物としては、土砂、コンクリートがら、瓦、

石膏ボード、グラスウール、ガラス、金属類、電装品、電線類、家電リサイクル法対象製品が考えられる。手選別や重機等での分別・除去を行うほか、処理条件にあわせて、篩分けする(後述)。

(3) 分別/除去が望ましい物:焼却から除く/分けることが望ましい物として、PVC(塩化ビニル) (【図 8-1-2】 参照)、爆発物などがある。

■保管・前処理

- (1) 塩分除去:海水を被った木材等については、塩分除去(【手引 8-2】参照)を行う。
- (2) 破砕·選別
- ・ 一般的に、家具類、畳やマットレス等は、破砕機や裁断機により小型化することが望ましい。小型 化により燃焼炉に投入できるようになるほか、積載密度を上げることで搬送効率を上げることがで きる。破砕の前に、不燃物や異物を十分除去しておく。
- ・ 破砕・裁断には、既存/仮設の大型破砕施設を利用するほか、処理 量が少なくてもよい場合等は、油圧ショベル(ミニユンボやバック ホー:写真)、可動式の破砕機(チッパー、タブグラインダー)等を 利用することもできる。
- ・ 分別では除去できない付着土砂や堆積物、金属粒子等の不燃物は、 乾式/湿式比重分離 (プールへの投入等) や磁選別、あるいはサイ



ズによる篩選別(トロンメル等)により除去することもできる。除去された不燃物は当該許可を持つ埋立処分場で処理等する。通常は少量の木材等の可燃物や有機物を含むと考えられるため、管理型立処分場が望ましい。

- (3) 発火・火災防止:【手引 6-3】集積所の運用(主に環境リスク対策)で述べた対策が肝要である。 特に、畳については、畳ばかりを重ねて置いておくと、カビやキノコが生えるだけでなく、夏季等 には発火の可能性もある。そこで、できるだけ早期に処理したり、他の物と一緒に混ぜながら保管 するようにしたりするなど、保管時の配慮が必要である。
- (4) 処理の優先順位:濡れて腐った畳など、臭気や衛生上の問題が発生する可能性のあるものを優先して処理する。

■焼却・燃焼(有効利用設備併設を含む)

- (1) 性状によっては、セメント製造工場等で原燃料として受け入れられる可能性もあるので、検討することが望ましい。ただし、塩素濃度や異物混入等の制約がある場合がある。例えば、セメントについては、塩素濃度 0.1%をクリアする必要がある。これらについては【手引 8-3】にて述べる。
- (2) 焼却の場合は、十分な排ガス処理機能を有する高温焼却(800℃以上)を行う。熱回収設備等を有することが望ましいが、処理能力や輸送手段・効率も重要であり、こだわるものではない。
- (3) 焼却炉については、まず、被災地域内の都市ごみ用の既存焼却炉の利用から検討を始めるが、いくつかの選択肢も考えられる。
- 現地で稼動している施設は、関連ホームページ(全国都市清掃会議:http://www.jwma-tokyo.or.jp/ /環境省「東日本大震災について」: http://www.env.go.jp/jishin/index.html) などで確認できる。
- 漂着ごみの焼却事例は沿岸自治体で数多く、対象物によっては、そこで用いられる漁業廃棄物の焼却炉を利用することも考えられる。
- ・ 量が多かったり、被災地内の焼却施設が十分に稼働しておらず処理能力が不足したりする場合、「仮 設焼却炉」の設置や「域外焼却炉」での処理なども考えられる。

(4) 仮設焼却炉

- ・ 十分な燃焼温度管理 (800℃以上) と排ガス処理機能を有する必要があり、【表 8-1】のような選択 肢が考えられる。設置時間が重要となるため、数カ月で設置可能な物とした(規模によっても異な る)。なお、この 2 つは、一般的に、処理規模が同程度であれば、ごみ 1 トンあたりのプラント設置 のコストには大きな差はない。
- ・ 被災地内に設置する場合は、広域的に、複数の施設を組み合わせて運用することも有効である。例 えばロータリーキルン式炉やストーカ炉(固定床炉含む)を早期に設置し、その機種に適したごみ や処理が急がれるごみを処理することで集積されたごみの削減化を図り、その後、熱回収可能なス トーカ式炉を整備、あるいは既存設備への移送を行い、残存した処理できなかった廃棄物等を処理 するなどが考えられる。
- ・ 仮設焼却の場合でも、焼却施設の煙突から排出される排ガスによる生活環境保全上の支障が生じないようにするため、ばいじんや塩化水素などを除去する機能を有する排ガス処理設備は必要である。
- ・ 集じん器に流入する燃焼ガスの温度をおおむね 200℃以下に冷却することができる冷却設備が設けられており、その温度を測定、記録するための装置が設けられていることが望ましい。併せて、燃 焼室中の燃焼ガスの温度を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていることが求められる。
- ・ なお、「仮設焼却炉」のため、屋外設置が前提となり、熱回収等は難しいと考えられるが、検討の余 地はあるだろう。また、溶融炉という選択肢もあるが、設置年数が相当かかること(2~3年程度)、 燃料確保に課題があることなどから、現実的には困難と考えられる。
- ・ 震災ごみは、分別・除去後も通常の都市ごみに比べて様々なごみが混入する可能性が高く、火格子 や焼却炉の汚れや損傷が多くなると予想され、清掃やメンテナンスを行いやすい焼却炉であること も重要である。
- (5) 域外焼却炉:自治体等の都市ごみ焼却炉で焼却する場合、その地域の家庭ごみ処理に支障をきたさないためにも、受け入れ品目を選択し、災害廃棄物の混合比率を抑えて慎重に行う必要がある。例えば、津波倒壊家屋を含む混合物等の場合、不安定な発熱量による燃焼の不安定化、これによる排ガス処理の不安定化、クリンカの付着、残渣率の増大等による灰出しの障害等により、トラブルとなる可能性もあり、できるだけ分別済みの廃棄物を受け入れ、希釈焼却することが望ましい。
- (6) 焼却物の調整:通常の焼却時と同様、処理の優先順位付けに加えて、プラスチックと湿った廃棄物との混合比率を工夫するなどしてカロリーコントロールしながら焼却を進める。

【表 8-1】仮設焼却炉の選択肢とそれぞれの特徴

方式	焼却時の特徴
	・ 廃プラスチック等の高発熱量の廃棄物や燃焼により流動性が出る廃棄物の焼却に適してい
	るが、燃焼空気の供給がごみ表層から行われるため、ごみの攪拌性能によっては、廃木材
	や湿った紙くず等の焼却時には炭化物が燃え残ったり、クリンカ(無機態の焼結物)が発
ロータ	生して燃焼を阻害したりする場合があるので注意を要する。
リーキ	・ 投入サイズ(※)については、前面部にバーナーや燃焼空気の挿入口が供給装置と共に配
ルン式	置される場合、構造的に開口部は小さくなるため、破砕機を併用する必要がある。
炉	・ 現場でのオペレーションは比較的容易であるが、ごみの攪拌性能や燃焼空気制御による排
	ガス量や排ガス温度、排ガス性状の変動には注意が必要である。
	・ 災害廃棄物を想定した規模については、クリンカ対策等の制限から直径が 2m以上必要とな
	ることより、1 炉当たりの焼却規模は 100 トン/日程度が適当と考えられるが、燃焼ガス

の冷却設備として水噴射式を採用するため、煙突から排出される排ガス量が多くなること を認識しておく必要がある。。

- ・ ストーカ式炉は、効率的な燃焼空気の供給やごみの攪拌性能が高く、比較的高発熱量の廃棄物から灰分の多い低発熱量の廃棄物まで、幅広い性状の廃棄物に対して安定した焼却処理が可能であるが、クリンカの生成を抑えるため、より残渣率が低い物の焼却が望ましい。
- ・ 固定床式の場合にはごみの攪拌効果が望めないため、前処理として破砕機を併用し、供給物をおおむね 150mm 以下程度のサイズに破砕して火格子上に散布する必要がある。また、供給物の性状変動に考慮して、助燃装置を設ける必要がある。
- ・ 火格子間へのごみの噛み込みや火格子の磨耗、損傷及び脱落について留意する必要がある。
- ・ ストーカ式炉の場合、投入サイズ (※) については、大きなサイズの物でも投入可能であるが、廃棄物によるシール構造 (炉内への供給口をごみ自身で充満) のため、破砕機を併用することが望ましい。
- ・ 固定床式の場合、連続運転のために、ごみ供給側でのシール機構に配慮するとともに、火 格子上の灰を自動的に排出する機構を有する必要がある。
- ・ 災害廃棄物を想定した規模については、熱回収を行わない場合、燃焼ガスの冷却設備として水噴射式を採用する。そのため、排ガス量が多くなるため、1 炉当たり 50 トン/日以下のストーカ炉を複数基設置することも検討する。

※投入サイズ:焼却可能な廃棄物の大きさは炉への投入方法や炉内シール構造によって変わる。

■注意点:野焼きについて(原則禁止)

ストー

力式炉

(固定

床式含

む)

- (1) 法律 (廃棄物の処理及び清掃に関する法律・第 16 条) では、次の点などを理由に、野焼きを禁止している。
- ・ 煙・ばいじん等による呼吸器疾患の増加、視界の悪化が懸念される
- ダイオキシン類などの有害化学物質の発生・拡散・汚染を制御することが不可能である
- ・ 飛び火による延焼の危険性が増大する

【参考】廃掃法第16条(焼却禁止)

第十六条の二 何人も、次に掲げる方法による場合を除き、廃棄物を焼却してはならない。

- 一 一般廃棄物処理基準、特別管理一般廃棄物処理基準、産業廃棄物処理基準又は特別管理産業 廃棄物処理基準に従つて行う廃棄物の焼却
- 二 他の法令又はこれに基づく処分により行う廃棄物の焼却
- 三 <u>公益上若しくは社会の慣習上やむを得ない廃棄物の焼却又は周辺地域の生活環境に与える影</u>響が軽微である廃棄物の焼却として政令で定めるもの
- (2) 一方、同法施行令第14条においては例外への言及もあり、東日本大震災の復旧・復興期に当てはまる理由として、次のような点が挙げられる。
- ・ たき火その他日常生活を営む上で通常行われる廃棄物の焼却であって軽微なもの
- ・ 感染症の拡大などの公衆衛生上の重大な支障が生じており該当廃棄物を緊急かつ現場で燃焼/焼却する必要があるが震災/津波被害により近傍の「焼却施設等」が停止している場合

【参考】廃掃法施行令第14条 (焼却禁止の例外となる廃棄物の焼却)

第十四条 法第十六条の二第三号 の政令で定める廃棄物の焼却は、次のとおりとする。

- 一 国又は地方公共団体がその施設の管理を行うために必要な廃棄物の焼却
- 二 <u>震災、風水害、火災、凍霜害その他の災害の予防、応急対策又は復旧のために必要な廃棄物</u> の焼却
- 三 風俗慣習上又は宗教上の行事を行うために必要な廃棄物の焼却
- 四 農業、林業又は漁業を営むためにやむを得ないものとして行われる廃棄物の焼却
- 五 たき火その他日常生活を営む上で通常行われる廃棄物の焼却であつて軽微なもの
- (3) ただし、(2) に当てはまる例外として野焼きを行う場合でも、次の点は確実に対策を行う。
- ・ 延焼対策等は行う
- ・ PVC (塩化ビニル) や CCA 処理された木材は除去し、有害化学物質の発生を回避する (【図 8-1-2、8-1-3】; いずれも、ダイオキシン類等の有害物質の発生に寄与する可能性がある)
- ◆よく使われている製品:壁紙、電線被 覆(絶縁材)、サッシ、ビニルフィルム (多くは農業用)・シート、水道パイプ (多くは灰色)
- ◆見分け方:赤外線分析を利用したハン ディタイプ等の分析機器の他、右のよう な方法もある。

◆プラスチック中のPVCを見分ける簡易法



※PVCのみを分別できればリサイクルできる可能性もある

【図 8-1-2】塩化ビニル等の塩素化合物の見分け方

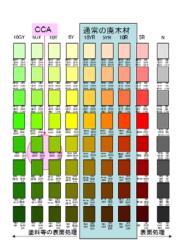
(図は http://homepage3.nifty.com/asanoyayoi/より)

- ◆CCA: 重金属類 (クロム・ヒ素・銅) を多分に含む木材防腐剤。家屋の柱等の処理に使われている可能性がある。加圧注入しているので、表面から 10mm くらいまでは薬液がしみ込んでいる。
- ◆見分け方: 試薬、近赤外線分析を利用したハンディタイプ等の分析機器の他、右のような方法もある。

◆目視判定

①削るか切断して、きれい な表面/断面を出す。

②表面部分を中心に、色を 判別する。緑がかった特徴 的な色(色見本を参照)を している。類似した色で CCAでない処理木材もあ る(Cu は含んでいる)。



【図 8-1-2】CCA 処理木材の見分け方

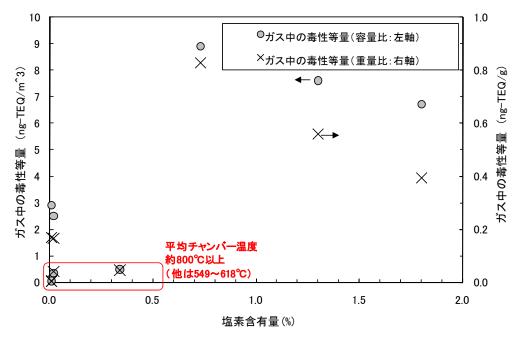
【手引 8-2】海水被り木材等(塩分除去)

- 東日本大震災では、津波廃棄物への対処が必須で、特に、海水を被った 木材が相当量ある。
- 基本的には、できるだけ自然の降雨を利用して塩分を抜いた上で、高温 焼却・排ガス処理を施すことが求められる。



■基本事項

- ・ 東日本大震災では、津波廃棄物への対処が必須である。中でも海水を被っているが故に、対応に注 意が必要なものがあり、海水被り木材等の処理例について取り上げる。
- ・ 処理時の有害物質(ダイオキシン類等)の懸念を抑えるためには、保管時にできるだけ塩分を抜いたり、泥を落としたりした上で、十分な排ガス処理機能を有する高温焼却(800℃以上)を行うことが理想的である。
- ・ 基本的に塩分とダイオキシン類発生の関係は明確でないが、台風後の都市ごみ焼却炉からのダイオキシン類の濃度が2倍になったという報告(その原因として海水が含まれたためとの考察)もある。また、【図8-2】の通り、高温燃焼に加えて、塩分濃度を下げることにより、ダイオキシン類の発生量を抑えることができるという実証例もあり、できる限り塩分濃度を下げる努力は必要と考える。



【図 8-2】焼却における塩素含有量とダイオキシン類発生量の関係

(Yasuhara 他、Environ. Sci. Technol. 2003, 37, 1563-1567 より作図)

【各種の材料を小型燃焼炉で燃焼】

×:焼却した木材 1g あたりのダイオキシン類発生量

○:排ガス 1m³ あたりのダイオキシン類発生量

※排ガスダイオキシン 1ng 以下の 4 点は燃焼温度が 900~1000℃(他は 500~600℃程度)

※塩素含有量 0.01%以下は 0.01 で作図

※毒性等量は「total PCDDs + total PCDFs + total coplanar PCBs」

※燃焼時間は約1~2時間

・ なお、一定、塩分が抜けたと判断される木材や一般的な漂着ごみ、内陸部の家屋解体物については、 再利用などの可能性もある。それらについては【手引 8·3】を参照されたい。

■一時集積・保管時

- ・ 降雨にさらす(可能であれば、川水や農業用水・流水にさらす)ことによって、塩分を抜く必要がある。
- ・ 木材の場合、樹皮から 1cm 以内にほとんどの塩分が存在しており、累積 80mm 程度の降雨で 2-3% から 1%以下に低減させることが可能とのことである。従って、今回の震災を考えると、概ね梅雨前後には塩抜きが終わるということになる。
- ・ 利用可能となるまで(自然)発火の防止に留意して保管する。野積みの場合、高さ 5m 以下、面積 200m²以下、山と山の間 2m 以上に保つ。
- ・ 塩分が低下し、気温が上昇するにつれ、カビが繁殖したり、キノコが生えたりするため、消石灰散布や、塩分低下後の速やかな焼却等の措置を講ずる。
- ※なお、遮水シートを引くのが難しい場合、土壌への塩分負荷は避けられず、跡地利用を検討した上で、場所を設定する必要がある。また、河川脇や海岸脇に保管し、塩分を海に戻すという考え方もあるが、今回の沿岸部の状況では難しいかもしれない。

■都市ごみ焼却炉等で焼却時

- ・ 十分な温度管理 (800℃以上) と排ガス処理機能を有する施設において焼却処理を行うことを基本と する。なお、土砂が混入する場合はクリンカが形成され炉を傷める可能性がある。
- ・ 運転時の工夫として、発熱量の高いプラスチックなどと混ぜ合わせることにより、高温で完全燃焼 させて、ダイオキシン類を抑制させるなどの工夫も、現実的な策である。
- ・ 焼却の詳細については、【手引 8-1】を参照されたい。

■注意点

・ 沿岸部で焼却処理をしなければならない家屋解体木材については、CCA 処理されたもの(【図 8-1-3】) や堆積物が付着したものもあるため、保管や焼却について、燃焼実験も含めて事前の検討が必要と考えられる。

【手引 8-3】木質系廃棄物(リユース・リサイクル)

- 大型の生木や製材所由来の木材、汚れの少ない家屋系廃木材(主に 解体時に発生する物)等は、リユース・リサイクルできる可能性が あるが、受入量や条件を整理し、分別戦略を立てる必要がある
- これらは、他の廃棄物と混ぜないように抜き出し、分別・保管する
- 生木は製紙原料、汚れの少ない家屋系廃木材はチップ化して各種原料や燃料等にすることが考えられる



■基本事項

- ・ 大型の生木や製材所由来の木材、汚れの少ない家屋系廃木材(主に解体時に発生する物)等は、リ ユース・リサイクルできる可能性があるが、受入量や条件に制限がある可能性があり、それらを整 理し、分別戦略を立てる必要がある。
- ・ 生木等は製紙原料、汚れの少ない家屋系廃木材等はチップ化して各種原料や燃料等にすることが考えられる。その場合、できるだけ早い段階で他の廃棄物と混ぜないように抜き出し、分別・保管することが望ましい。また、チップ化は、腐敗や火災防止等の観点からも、加工の直前に行うことが望ましい。

■活用の選択肢と条件

- ・ 既存のリユース・リサイクルを参考に、考えられるリユース・リサイクルの選択肢と受け入れ条件等を整理したのが【表 8-3-1】である。生木等は製紙原料、混合物はセメント原燃料、汚れの少ない家屋系廃木材等はチップ化して各種原料や燃料等にすることが考えられる。なお、セメント原燃料等の場合、木材だけでなく、がれき類を含む混合物を受け入れられる場合があり、全体の処理計画の中で検討する必要がある。また、他に敷料や堆肥化等の選択肢もあるが、今回は品質的に適さないと考え、対象外とした。
- ・ 燃料としての木質チップの利用は、直接燃焼による利用が主であるが、ガス化、バイオディーゼル 燃料化、メタン発酵、エタノール発酵を介して効率を高める研究や実証試験も進んでいる。
- ・ リユース・リサイクル先の選定は、各施設で要求する基準に幅があるほか、処理可能量に変動があるため、各地域の有効利用施設の稼働状況や受入状況(受け入れ品質も含む)を調査し、発生する木質系廃棄物の状態も勘案して行う。その受け入れ品質を満たすように分別、破砕、選別、洗浄方法を選定し、実行する。なお、災害復旧と地場産業活性化のため、地元での利用を優先とすることが望ましい。

■破砕・選別

・ チップ化して利用する用途の場合、破砕は、①一次 /二次集積所等で破砕(災害復旧用に仮設)してか らリサイクル先に搬入するケース、②利用先にて破 砕するケース、③集積所外の既存施設等で破砕して

利用先に搬入するケース等が考えられる。これは、利用先までのフローを調整後、決定する。なお、①集積所等で破砕する場合、搬送効率を上げられるが、発酵することもあるため、長期に渡る保管

は行わないように設計する必要がある。

- ・ 破砕の前に、特に手選別等できる大きな異物等については、除去を十分行っておくこと、土砂等もできる限り落としておくことが重要である。なお、機器の組み合わせによっては、付着土砂等の不純物は、破砕後に、選別設備(トロンメル等)や洗浄設備を用いて除去する場合もある。
- ・ 破砕には既存の破砕処理(チップ生産)施設を利用するほか、可動式の破砕機(チッパー、木質系 大型破砕機、タブグラインダー等)を利用することが考えられる。

【表 8-3-1】想定される用途例と受け入れ条件の例(受け入れ先によって異なる場合がある)

	用途	塩分条件例※	利用の可能性・他の条件
製紙原料	製紙原料として利用する。	- 0.10/	生木(丸太)が最適腐朽材や土砂混入は不可一定量の受け入れに期待
セメント原燃料	セメント製造時の原料や 燃料として利用する。	0.1%	・ 土砂混入も可(全体の処理計画の中で要検討)・ 一定量の受け入れに期待
高炉	高炉還元剤として利用する。	0.5%	· 要確認
ボイラー等 燃料	木材チップを燃料とする。製紙工場、温水 プール用のボイラー等で利用できる。家庭 用ペレットストーブなど小	0.4%	・ 腐朽材や土砂混入は不可
ペレット燃料	規模な施設でも利用してい る場合がある。異物により 炉を傷める場合もある。	0.05%	・ 腐朽材や土砂混入は不可
緑化資材やマルチング	地表面の飛散・流芒の防止、雑草の生育抑制、保温、保湿による植物生育の促進の為に、地表面をなんらかの方法で覆う資材として利用する。	1%	・ 土砂混入も可
パーティク ルボード原 料	木材チップ (小片) を接着剤と混合し熱圧 成型した木質ボードの一種であるパーティクルボードの原料として利用する	_	汚れの少ない家屋解体木材 が最適腐朽材や土砂混入は不可
そのほか	建築廃材を建材として公共事業(トイレ等)に利用した例、根固めの枠材として利用した例、コンクリート用型枠として利用できる可能性がある。	_	・ サイズ等が重要・ 腐朽材は不可・ 復旧・復興時に適合する可能性あり

※脱塩目標、セメント原燃料や燃料は塩素濃度

■参考:木質リサイクルチップの品質と用途(例)

- ・ 一つの用途として考えられるチップ化後のリサイクルとしての用途には、NPO 法人全国木材資源リ サイクル協会連合会によると【表 $8-3-2\sim8-3-4$ 】のような有効利用とそのための品質が考えられる。 要求される代表的な性状としては、検討中とのことであるが「木質リサイクルチップの品質規格に ついて」に定められており、参考になる。
- ・ 加工別による形状の種類では「切削チップ」「破砕チップ」の種別があり、【表 8-3-2】のような利用 用途、またそれに対応した規格が【表 8-3-3】のように検討されている。
- 各規格のための品質としては、同連合会で【表 8-3-4】のように示されているほか、海岸流木のリサ イクルに向けたシステム提案でも塩分の基準がまとめられている(一部【表 8-3-1】に掲載)。
- ・ 加えて、木材が倒木(生木)由来であるのか、建材由来であるのかといった情報も重要になる場合 があるので、それらの履歴を管理すると良い。

	【表	8-3	3-3-2】 木質リサイクルチップの利用用途標準													
								主	な用	途						
\				7	アリフ	アル ()	原料)	系			サーマ	アル(燃	料)系	その他※3		
		M D F	エタノール	製紙	製紙(板紙)	木炭	コンポスト	マルチング材	ハードボード・	パーティクルボード	燃料	セメント原燃料	高炉還元剤	敷料	水分調整材	培養土
	Aチップ	0	0	0	0	0	△ ※4	0	0	0	0	0	0			
チッ	Bチップ				0	0	∆ ¾4	0	0	0	0	0	0			
プ	Cチップ									0	0	0	0			
区分	D チップ										0	0	0			
	Eチップ					0	∆ * •4				Δ	0	0	0	0	0

- ※3 利用目的に応じた品質の区分けを行う。また、C~D チップの副産物を利用する場合
- は特に注意を払うこと コンポストにおいて利用する資材は、伐木材・除根材などの比較的異物、防腐剤等の 混入の危険性が低いものが望ましい

	木質リサ	1 4 1 1	° ~ □	丘丘 十十二十十
表 以-ソ-ソ	不留 11 サ	· イ // 川ノー	· ^ / / / / L	

チップ区分	チップとなる原料	備考
A チップ (切削チップ含む)	柱、梁材および幹材等の断面積の大 きいもの、無垢材	防腐剤、合板、ペンキ付着物、金属、 プラスチック類、土砂等の全ての異 物、または樹皮を含まないこと。
B チップ (切削チップ含む)	A チップと同様およびパレット、梱 包材、解体材等の無垢材で比較的断 面積の大きいもの	防腐剤、合板、ペンキ付着物、金属、 プラスチック類、土砂等の全ての異 物を含まないこと。
Cチップ	Bチップと同様および合板等	防腐剤、ペンキ付着物、金属、プラスチック類、土砂等の異物を含まないこと。
Dチップ	C チップと同様および繊維板、ペンキ、接着剤等の付着したものなど (襖、障子等を含む。)、または枝、除根材等	CCA 含有物、金属、プラスチック類、 土砂等の異物を基本的に含まないこ と。
Eチップ	チップ製造の際の副産物	有害物質、金属を含まないこと

(注) D チップは、主に燃料に使用することから防腐剤の内 CCA 処理材のみを対象とする

◆A~D チップは

50mm 以下

◆E チップは

5mm 以下

照

◆CCA の判定は 【図 8-1-3】を参

【表 8-3-4】 必須試験項目

区分	試験項目	引用規格	規格の名称	基準値
共	サイズ	JIS Z 8801-1	試験用ふるい—第1部:金属 製網ふるい	50 mm以下
通	全水分※5	JIS Z 7302 3	廃棄物固形化燃料 — 第3 部:水分試験方法	25%以下
サーマル	発熱量	JIS M 8814	石炭類及びコークス類 ― ボンブ熱量計による総発熱 量の測定方法及び真発熱量 の計算方法	3000kcal/kg以上
に限	灰分	JIS Z 7302 4	廃棄物固形化燃料 — 第4 部:灰分試験方法	2.0%以下
る	塩素分	下水試験方法 2.4.20.1		0.1%以下

※5 ボード類では、パーティクルボードが該当

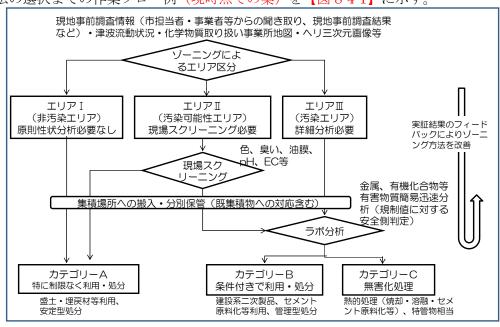
【手引 8-4】津波堆積物

- 津波堆積物の主成分は、海底の土砂のようなものと考えられるが、 津波によって陸地に広がる間に様々なものを巻き込んでいる可能 性があるため、拙速に海洋投棄や埋め戻し等の対策を講ずることは 厳に避けるべきである
 - 今後の制度も含めた枠組みが重要である(現在、環境省からの受託 業務として本タスクチームが適正処理手法を検討中)
- 化学性状等について本タスクチームより報告公表中(今後も継続)



■基本事項

- ・ 津波堆積物(以降、堆積物;汚泥やヘドロ等と呼んでいる地域等もある)の主成分は海底の土砂相 当の質であると考えられるが、津波によって陸地に広がる間に陸上に存在していた様々なものを巻 き込んでいる。したがって、通常の浚渫土砂と見立てて、拙速に海洋投棄や埋め戻し等の対策を講 ずることは厳に避けるべきである。
- ・ ただし、復旧・復興及び公衆衛生環境の確保等の観点から緊急的に除去が必要な場合も考えられる。 市中等の堆積物の状況に関する実態を把握し、緊急的に除去が必要な場合には、重機等あるいはボ ランティア等による人力を活用して除去し、飛散等に留意しながら運搬して、適切な場所に一時的 に集積・保管する。
- ・除去する際には、異臭や色、周辺の状況などから判断して有害物質等を含む可能性がある場合には、 他の堆積物と混じらないように処理できるようにする。また、堆積物を他の廃棄物と混合しないよ うにする。一時集積場所において適切な方法で性状を把握し、性状に応じた適切な処理や再利用の 方法を選定する。処理計画を作成し、必要な機材、設備等を調達し、処理を実施する。
- ・ 農地等に堆積する堆積物など、一定期間そのままの状態で保持が可能な物については、状況の推移 を注意深く見ながら、緊急対策後に適切な対応を検討する。
- ・ 処理方法の選択までの作業フロー例(現時点での案)を【図8-4-1】に示す。



【図 8-4-1】堆積物への対応に向けた作業フローの例(現時点での案)

■想定される環境・健康リスク

- ・ 堆積物に伴い想定される環境・健康リスク:存在自体(生活復旧の妨げ)、臭気、衛生(病原菌等)、 粉じん、油、有害物質の含有などが考えられる。
- ・ リスクや処分方法決定の判断基準:土壌汚染防止法による土壌環境基準、課長通知による建設混合 廃棄物の熱しゃく減量、海洋汚染防止法による水底土砂の廃棄に係る判定基準、陸上で発生する建 設汚泥を海洋投入処分する際の基準などが考えられる。
- ・ 現在のタスクチームにおける検討状況:上記の観点から化学性状分析を行い、2011年4月22日から、分析結果の公表を行っている。また、環境省からの受託業務として、適正処理手法の検討を進めており、近日中に方針を出す予定となっている。

■集積前の応急的対策について(現状の案)

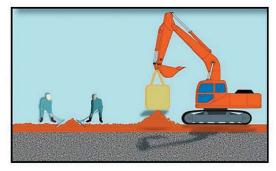
- (1) 堆積物のうち、特にヘドロ状の堆積物は、有機物を含み、粒度が小さいため、放置しておくと腐敗による悪臭や乾燥による粉じん飛散等が生活環境保全上の支障となる恐れがあり、速やかな撤去が望まれる。しかし、大量に広範に分散する堆積物を短期間に全て撤去することは困難であり、撤去の際に流動性が高く、扱いにくい。ここでは、堆積物の集積の前に応急的に腐敗や粉じん飛散を防止し、団粒化により取り扱いやすくする対策について示す。
- (2) 市街地・住宅地における対策
- ・ 【表 8-4-1】の資材を現場での支障に合わせて適宜組み合わせ、人力や重機で散布・混合する。いずれも予備試験を行い、目的が達成できる配合割合を決定することが望ましい。

【表 8-4-1】堆積物(集積前)の応急的対策に使える資材例

	アルカリ化(消毒)	臭気対策	泥状の場合: 団粒化	粉じん発生抑 制、加湿による 団粒化	備考
消石灰	〇過剰散布によるアンモニア臭 の懸念あり		有効、ただし有機物多い場合アンモニア発生に注意		アンモニア大量発生を避けるため予備試験で添加量を決定
倒木をチップ化したもの		0	0		
紙シュレッダーくず		0	有効(吸水)		事務所、大学等で発生
ゼオライト		〇アンモニア 臭除去(重金 属吸着)			秋田、山形、福島、栃 木県で産出(県、ゼオラ イト協会へ要問合)
おがくず		0	有効(吸水)		木材加工場などで発生
石粉			有効(吸水)		採石場などで発生
ペーパースラッジ炭			0		
石膏			0	0	予備試験必要(泥に対し て数%;石炭灰と併用可)
普通セメント、高炉 B 種セメント、セメント系固化剤	〇混合時にアン モニア臭懸念		0	0	予備試験必要(泥 1m³あ たり50-100 kg か)
製鋼スラグ	〇過剰散布でア ンモニア臭懸念		0	0	鉄鋼スラグ協会が用意 可能
石炭灰			0	〇セメントと併用	予備試験必要(泥 1m³あたり 400 kg 程度)

製鋼スラグ適用に関する参考資料:カルシア改質土による海域環境修復技術の概要(中央環境審議会 循環型社会計画部 会説明資料 p.12,http://www.env.go.jp/council/04recycle/y040-57/mat01.pdf)

- ・ 現場での混合方法
 - (ア) いずれの場合もマスク及びゴーグルを着用する。
 - (イ) 予備試験は、バケツやビニル袋等の中で混合し、アンモニア発生や団粒化等の状況を簡易的に 確認する。
 - (ウ) 臭気発生防止と消毒を急ぐ場合、消石灰(とゼオライト) を表面に十分に散布する。
 - (エ) その後、搬出を容易にするために次の要領で十分に資材と混合し団粒化する。
 - ○乾燥により粉じんが発生している場合は加湿しながら行う。
 - ○搬出の目処が不明の場合は、固まりすぎず、混ぜやすい程度にセメント等の資材と混ぜること。
 - ○団粒化処理後、十分固まるまでに数日~1週間程度要するが、途中で搬出しても良い。
 - ○泥状の場合は、上表(泥状の場合:団粒化の欄)に記す資材を散布する。
 - ○配合(水や資材の混合割合)は、熟練者による試験練りを行って決定することが望ましい。
 - ○いずれも重機等の利用可能性によって作業性は大きく異なる。
- ・ 作業の方法: いずれの場合も夾雑ごみ等の除去など人海 戦術的な作業も伴う。
 - (ア) 重機が入れる場所:フレコン詰め資材の小型バック ホーによる散布と混合(【図 8-4-2】)のほか、耕耘機 による混合も有効である。
 - (イ) 重機の入れない狭隘地: 20kg 袋詰め資材の人手散布、 耕耘機による混合 (耕耘機がなければ人手による混 合) を行う(【図 8-4-3】)。



【図 8-4-2】重機による作業イメージ

狭隘地での除去作業フロー例



ヘドロをセメント系固化剤等を活用し、処理する。石炭灰の混合も有効。処理物は都市インフラ整備用資材として再利用する。

広域の堆積場所から処理ヤードに運搬するのではなく、オンサイトで対策処理する。

事前にバケツやビニル袋等の中で混合し、配合を試験することを推奨。配合はある面積に何袋という単位で。セメントは1㎡あたり50~100 kgが目安(あまり固まりすぎず、混ぜやすい程度に)。石炭灰の目安は1㎡あたり400 kg程度か。

マスク・ゴーグルの着用必須。特に難しい技術が求めれる作業ではない。

①コスト: 資材及び運搬費+耕耘機借賃・燃料、 トラック借賃・燃料、人件費等

②手間:分散作業である。夾雑ゴミ等の除去など人海戦術的な作業となる。

③必要な設備: 耕耘機、ダンプトラック ④処理・反応に要する時間: 数日~1週間程度 ⑤処理のための場所: 原則オンサイト。

セメントやセメント系 地盤改良材, 製鋼スラグなど



セメント等で硬化促進を期待。 土砂が乾燥している場合,水を加えて調整する。 土砂が泥状の場合,石炭灰等で吸水させる。

②耕耘機で攪拌混合する。



広い面積の表層改良ではないので専用重機では作業性が悪いと想像される。耕耘機をスタビライザーとして活用する。団粒化を促す。木くず等は作業しながら手作業等で除去する。

③団粒化物をオンサイトで養生。



数日で容易にスコップ等で 運搬できる状態となると予 測される。

④ダンプトラックで集積



仮置場に集積。

⑤都市インフラ整備の資材として利用



路盤材、盛土材、堤防埠頭 岸壁材その他資材として利 用

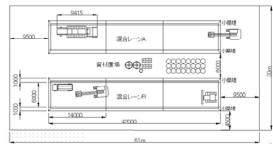
【図 8-4-3】狭隘地での除去作業フロー例

(3) 農地等における対策

- ・ 人命捜査段階では、乾燥による粉じん飛散の対策は水散布にとどめる。臭気対策として、消石灰散 布(入手可能であればゼオライト散布を併用)を行う。
- ・ 大型の廃棄物・夾雑物の撤去後、粉じん飛散対策・消毒用として製鋼スラグ 30-80mm 程度の製鋼 スラグを敷きならす方法が提案されている (撤去後に土木資材化又はセメント原料化が可能)。
- ・ 過去の事例として、堆積土層厚の大きい所では、天地返して堆積土を下にし、表土を上に持ってくる工法が採られたケースもあった。

■集積所での処置

- ・ 堆積物には様々なものが巻き込まれ、混合している可能性があるので、搬出場所によって性状把握しながらの集積が望ましい。少なくとも、油や化学薬品等で汚染の疑われる堆積物は分けて集積する。
- ・ 搬入後直ちには、できる限り搬入量を記録した後、現場処理を行っていない場合には腐敗防止措置(消石灰等散布)ならびに表層改良による飛散防止措置を行う。
- ・ その後、大型機材 (例えば撹拌混合専用機) による混合を行う。混合する資材は、大量調達可能なセメント (普通セメント、高炉 B 種)、石炭灰、製鋼スラグなどが挙げられる。
- ・ 処理後の措置を【表 8-4-2】に記す。有害性が認められず、有機物含量が少ない場合(目安:熱しゃく減量 20%





程度未満)は土木資材利用が望ましい。一方、有機物含有量が多い場合はセメント原料化、又は、キルン炉による焼却処理(土砂中の有機物の処分には適している)が望ましい。有害性が認められた堆積物については無害化処理等を行った後に最終処分する。なお海洋投入処分は性状が判明しない現時点では慎重を期すべきであり、本報では想定していない。

【表 8-4-2】処理(性状に応じた処理・再生利用)

		長所	短所	資源等	コスト
通常底泥程度 →トロンメル 分離した後に	ぎ レ等により異物を こ、海洋投入	・安価で短期間に処理 可能(浚渫土砂に準 ずる)	・投入場所の確保 ・異物の徹底的な除去が必要 ・浚渫土砂としての投棄が許可さ れるか要検討(法的課題)	投入場所、巻 きだし船	作業費、船代
燃物を含むも →焼却処理、	分、化学薬品、可 かの 溶融処理、セメ こよる原燃料化	・完全無害化が可能	・高コスト ・カロリーが低く、助燃が必要 ・大量のために処理が長期化 ・灰分が多い ・施設の寿命に影響あり	焼却等施設, セメントエ 場	処理費
重金属、不燃物を含むもの →管理型埋立、セメント原料 化、溶融処理		・安全な処分・再利用が図れる	・高コスト ・容量に限界がある ・有機物が多く、汚水処理が必要	管理型埋立 地,セメント 工場、溶融施 設	処理費
有害物質を 含まない浚 渫土相当 →土木資材	セメント等の混合 土材 おいまな (土嚢語の) は 大きに 利用 は でいましま (土象 の の の の の の の の の の の の の の の の の の の	・浚渫土砂で実績あり ・可搬型混合装置を利 用可	・石炭灰だけだと自硬性はあまり 期待できない(助剤としてセメントを使用すれば固まる)・pHは、弱酸性から強アルカリ性まで様々である	材料調製の ための設備、 施工のため の重機	セメント 等の材料 費、重機 代
	製鋼スラグと の均一混合に よる土木資材 化(埋立材等)	・100 万トン規模で直ち に供給可能(鐵鋼ス ラグ協会) ・製鋼スラグとヘドロ (浚渫土)を混合す ることにより固結化 し土木資材(埋立材 等)に利用できる(実 証研究済み)	・ヘドロ性状が不明のため固結化 について実証が必要 ・均一混合のための機材搬入や処 理のコスト	材料調製の ための設備、 施工のため の重機	設備費、 重機の が 機綱は無の が 提供の が 能性
	石炭灰との均 一混合による 土木資材化(埋 立材等)	・浚渫土で実績有り。 ・可搬型混合装置を利 用できる	・自硬性はあまり期待できない (助剤としてセメントを使用 すれば固まる) ・アルカリ性は弱い	有効利用先 ヤード、材料 調製のための設備、施工 のための重 機	設備費、 重機代、 石炭灰は 無償提供 の可能性
	そのままで利用(砂質土)	・安価で短期間に処理 可能	・異物の除去が必要・粒度分布に応じて液状化対策を 考慮	有効利用先 ヤード、施工 のための重 機	作業費、 重機代

【注意】

- ・ 事前に選別分離等が必要
- ・ 容量を確保するため復興計画に合わせた、土地の再生(かさ上げ)への利用と海面埋立に関する計画を策定すべき
- ・ 内陸利用では、海水あるいは混合材としてのスラグ由来のフッ素、ホウ素などにより土壌汚染対策基準超過の可能性 (他の資材による表面覆土が必要)

【手引 8-5】水産廃棄物

- 処理前は、速やかに市中から排除するか、腐敗を遅らせる措置をとる
- 緊急度に応じて、し尿処理施設等への投入、焼却、環境水での洗浄、 限定的な海洋投棄等の方法を、関連法令に留意して行う
- 東日本大震災においては、宮城県に対して環境省から、指定された条件下での緊急的な海洋投入処分を認める告知が交付された



■基本事項

- ・ 水産廃棄物には、魚体そのものあるいは水産加工品(容器包装されているもの)の主に2種類が挙げられる。
- ・ 公衆衛生の確保を念頭におき、処理・処分を行う際には、まず腐敗物への対応を優先し、市中と往 来から速やかに排除、もしくは腐敗を遅らせる措置(石灰散布など)をとる。
- ・ 緊急度に応じて、し尿処理施設等への投入、焼却、環境水での洗浄、限定的な海洋投棄などの方法 を、関連法令に留意し、衛生環境を確保しながら行う。
- ・ 東日本大震災においては、宮城県に対して環境省から、指定された条件下での緊急的な海洋投入処分を認める告知(http://www.env.go.jp/jishin/attach/an23_44a.pdf)が交付された。

■処理方法

- ・ 腐敗性のある水産廃棄物への対応について優先順位を付けて挙げれば【表 8-5】のようになる。
- ・ 今回、採られている対応策として、【3】は既に実施されている。また、発生量が大量であり、腐敗が進むことを考えると、緊急的な対応としては【5】及び【6】が現実的と考えられる。実際に、宮城県は海洋汚染防止法の特例で緊急的な投入を認め、土砂の運搬船に水産物を積み、沖合で捨てる対策を実施した。腐敗性のある廃棄物が付着した紙製容器の量が多い場合には、【7】も検討する。岩手県では、山間部に処分場をつくり、魚介類とがれき類を分けた上で、石灰を混ぜながら埋め立てる方針が検討されている。

【表 8-5】水産廃棄物への対応策

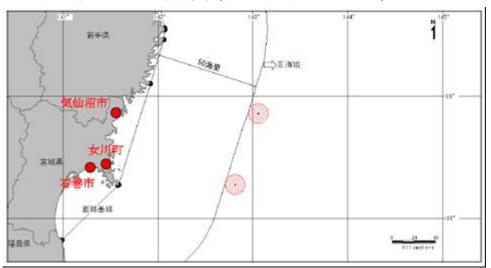
最優先	【0】利用可能な焼却施設や最終処分場まで輸送して処分する。
Best	
次善	【1】腐敗物のみ:なるべく細かく砕いてし尿処理施設等(下水管が沈下して水が流
Better	れないので下水道投入は不可)に投入する。
	【2】汚れたがれき類など:海中や池で洗浄する。
緊急時	【3】石灰(消石灰)を散布する。段ボールなどを下に敷いて水分を吸収させる。
Emergency	【4】ドラム缶などに密閉する。
	【5】海洋投棄する(漁網等に包んで外洋に置いておく)。
	【6】粘土質の土地、または底部をビニールシートで覆った穴に処分(一時保管)す
	る。
	【7】市中から離れた場所で野焼きする。

■海洋投棄の具体的な方法

・ プラスチックや紙等の容器をできるだけ分離した当該廃棄物を、輸送途中で流出しにくく、かつ外 洋で海水が入るようにするため、漁網等の用具を用いて海洋投棄する。具体的な例としては、防波 堤の外(外海)に内にトロール網や底引き網のような大きな網で囲んだスペースをつくり、その中 に重機で踏んで破袋した廃棄物を、分別せずに当該廃棄物をショベルローダーなどで投入し、網ご と外洋にもっていき定置網のようにしておくなどが考えられる。

■「海洋汚染防止法の特例」としての宮城県への緊急告知

- (1) 海洋汚染防止法第十条 2 項第 7 号において、緊急に処分する必要があると認めて環境大臣が指定する廃棄物の排出であって、排出海域及び排出方法に関し環境大臣が定める基準に従ってするものについては、海洋投入が禁止される廃棄物から除外されている。
- (2) 東日本大震災においては、宮城県に対して環境省から、指定された条件下での緊急的な海洋投入処分を認める告知「緊急的な海洋投入処分に関する告示(海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律第十条第二項第六号の規定に 基づき環境大臣が指定する廃棄物並びに排出海域及び排出方法に関し 環境大臣が定める基準)」(http://www.env.go.jp/jishin/attach/an23_44a.pdf)が、2011年4月7日に交付された。その概要は次の通りである。
- ・ 東日本大震災により、宮城県内で冷凍保存等されていた水産加工用の水産物が腐敗し、このうち約 35,000 トンについて陸上処分が非常に困難であり、海洋投入処分を行いたい旨の要望があった。
- ・ これを受けて環境省において「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」第十条第二項第六号 の規定に基づき、環境大臣が指定する廃棄物並びに排出海域及び排出方法に関し環境大臣が定める 基準を定め、指定された条件の下での緊急的な海洋投入を可能とする告示がされた。
- ・ 今回の告示において指定する廃棄物は、東日本大震災に伴って発生した「廃棄物の処理及び清掃に 関する法律」施行令(昭和四十六年政令第三百号)第六条第一項第四号イ(3)に掲げる廃棄物(動 植物性残さであって、摩砕したもの)であってこの告示の公布の際現に、指定された所在地(上記 水産物が存在する場所)に所在するものである。
- ・ 排出海域及び排出方法については、「海洋汚染防止法」第十条第二項第五号に基づく動植物性残さの 海洋投入処分に関する基準(廃棄物海洋投入処分の許可等に関する省令(平成 17 年環境省令第 28 号)別表第二号)を参考として定められた。
- ・ 本告示において排出海域が広域図及び詳細図(抜粋図;上の赤丸が、気仙沼市からの排出位置。下の赤丸が、石巻市及び女川町からの排出位置。)により指定されている。



【手引8-6】コンクリート、アスファルト類

■ コンクリートがらやアスファルトがら(「がれき類」と総称 されることもある)は、分別しておくことにより、リサイ クルできる可能性が高い

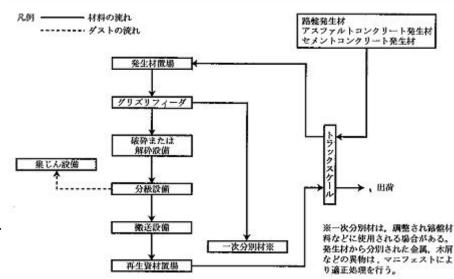




● 復旧・復興のために利用できるものもある

■基本事項

- ・ コンクリートがら(以下コンガラ)やアスファルトがら(以下アスガラ)など(「がれき類」と総称 されることもある)は、他の廃棄物群と分別しておくことにより、リサイクルできる可能性が高い。
- 【図 8-6-1】に一般的なフローを示す通り、破砕分級後、建設材料としる。 サイクル可能であるのいずれも同じ機械設備である。 が可能である。 が可能である。 がである。 がである。 がである。 がである。 がである。 がである。 がである。 がである。 がいまれる。 はいまれる。 はいまれる。



再生骨材を粒径別に分級 【図 8-6-1】再生骨材製造所における製造フローの例(舗装再生便覧) する設備、貯蔵する設備の構成が一般的である。破砕機はジョークラッシャ、ロールクラッシャの 一次破砕機とインパクトクラッシャ、バーマックなどの二次破砕機が備えられている。

・ リサイクルや復旧・復興への活用の観点等より、被災地周辺の既存の中間処理施設を有効に活用することが望ましい。量によっては、一次集積所内に破砕施設を設置することも考えられる。なお、 復旧・復興への活用も念頭に、一次集積所の立地条件やスペース確保(がれき類の供給過剰に対応できる)、動線の設計などに工夫を要する。

■コンガラ

- (1) コンガラは、路盤材 (RC クラッシャラン) や埋戻し材 (再生砂) として再利用することが一般的であるが、災害時は一度に大量の廃棄物が発生することや復興に向けた利用を考慮すると、コンクリート材料等への再利用の検討も必要である。【表 8-6-1】に用途別の中間処理方法を示す。
- (2) 復旧に向けた道路網の整備や整地のため、コンガラは道路用コンクリート製品、コンクリート舗装版および津波により被害を受けて民地に拡がった基礎構造物、などが初期の対象となる(初期コンガラ等と呼ぶ)。さらに、コンクリート住宅、ビル、工場建屋などは倒壊の危険がない限り後期の対象となる(後期コンガラ等と呼ぶ)。
- ・ 初期コンガラには、塩、土砂や陶磁器類、石膏ボード類や木片などの異物が混入している場合が考えられる。これら異物の混入は、土地造成などではほとんど問題は無いものの、破砕・分級して建設資材として再生利用する場合には品質低下が懸念されるため、分別の徹底や、状況に応じて水洗

浄の実施等を行う必要がある。

・ 後期コンガラでは、対象物(建築物)にアスベストが混入しているおそれがあるため、作業員は「全面形取り替え式防じんマスク区分 3」を装着し、散水および局所集塵により粉じん発生を抑制するとともに、アスベスト含有部材はリサイクル対象から外し、埋め立て処分しなければならない。また非飛散性アスベスト(スレート板等)が混入する可能性がある再生骨材は駐車場などの表面利用を避けるべきである。

【表 8-6-1】コンクリートガラの中間処理方法

	利用用途	中間処理方法
道路路盤材	路盤材(再生クラッシャラン)	40 mm以下运动动(更升功工PC-40(0a)
土質改良材	液状化対策材	40 mm以下に破砕(再生砕石RC-40(0~ 40 mm)相当品)
	埋立材	40 mm) 作当品)
	埋め戻し材・裏込め材(再生クラッシ	最大粒径は利用目的に応じて適宜選択する
	ャラン・再生砂)	
コンクリート	再生粗骨材M	5~25mm 二次破砕を複数回行う
	その他	用途に応じて作製

^{※「}再生砕石RC-40」は別途規格に従う。

(3) 再利用 (用途や基準)

・ 路盤材:舗装用再生路盤材料(下層)として使用する場合のコンクリート再生骨材の品質目標値を 【表8-6-2】に示す。

【表8-6-2】下層路盤に用いる再生材の品質

項目	工 〉	修正 CBR	PI	一軸圧縮強さ
適用	工法・材料	(%)	(塑性指数)	材齢 kgf/cm² (MPa)
簡易舗装	再生クラッシャラン	10 以上[20 以上]	9以下	_
アフフっれよ	再生クラッシャラン	20 以上[30 以上]	6以下	_
アスファルト舗装	再生セメント安定処理	_		7 日 10(1.0)
甜袋	再生石灰安定処理	_	_	10 日 7(0.7)
サイン (1 コン/	再生クラッシャラン	20 以上[30 以上]	6以下	_
セメントコン	再生セメント安定処理	_	_	7 日 10(1.0)
クリート舗装	再生石灰安定処理	_	_	10 日 5(0.5)

⁽¹⁾ アスファルトコンクリート再生骨材を含む再生クラッシャランを用いる場合で、上層路盤・基層・表層の合計厚が次《》に示す数値よりも小さい場合には修正 CBR の基準値に[]の数値を適用する。《北海道地方: $20 \, \mathrm{cm}$ 、東北地方: $30 \, \mathrm{cm}$ 、その他の地域: $40 \, \mathrm{cm}$ 》 ※なお、 $40 \, \mathrm{cm}$ で CBR 試験を行う場合は通常の値を満足すればよい。

- (2) 再生クラッシャランに用いるセメントコンクリート再生骨材は、すりへり減量が 50%以下でなければならない。試験方法はロサンゼルスすりへり減量試験[粒度は道路用砕石 S-13(13-5mm)のもの]とする。
- (3) 再生クラッシャランの材料として路盤再生骨材もしくは路盤発生材を用いる場合のみ PI の規定を適用する。
- (4) セメントコンクリート舗装に再生クラッシャランを用いる場合、試験路盤より支持力が確認できるときや過去の例で経験的に耐久性が確認されているときは、 $425\,\mu$ mふるい通過分のPIを10以下としてもよい。また、この場合で $425\,\mu$ mふるい通過量が10%以下の材料ではPIが15のものまで用いることができる。(国土交通省: コンクリート副産物の再生利用に関する用途別暫定品質基準案)
- ・ 埋め戻し材:埋め戻し材への用途は、復興に向けたガス、水道、下水管の被覆材として大量に発生 すると考えられる。これに対する基準はないが、コンクリートに含有する成分に由来する六価クロ

[※]建設発生土利用技術マニュアル第3版(土木研究所編)では、ガラ混じり土については、最大径30cm以下かつ混合率30%以下のものは、土質工学的に礫混じり土と同等に扱える、との記載があるが、利用に先立っては、当該自治体廃棄物部局との協議が必要である。

[※]コンクリートガラは、「がれき類」には分類されるが、再利用にあたってはレンガの破片は除くこと。またガラスくず及び陶磁器くず (タイルなど) も混入しやすいが、レンガの破片同様に、品質低下を招くので、原則混入したものは再利用しない (但し、行政判断により混入量を決めることができる)。

ムの溶出が懸念される(通達:国官技第 181 号)ため、チェックとともに必要な場合は対策を講じなければならない。コストや量を考慮すれば、スラグ還元作用を応用した土木研究所の報告書(「コンクリート再生材からの 6 価クロムの溶出抑制に関する共同研究報告書」、共同研究報告書 第 415 号、2011.3)等が参考となる。また、ストックヤードでは、シート保護等により飛散防止措置を取らなければならない。

- ・ 再生粗骨材 M: コストをかけず汎用的な既存の施設で製造できる骨材は再生骨材 M および L である。再生骨材 M は一次破砕に加えて、複数回の二次破砕が必要である。さらに 20mm あるいは 25mm の篩が必要である。再生粗骨材 M の規格値は、密度 2.3 g/cm³以上、吸水率 5%未満である。再生粗骨材 M の利用は、生コンを想定した JIS では地下構造物に限定されているが、プレキャストコンクリート製品(コンクリート二次製品)に限定すれば気象条件の厳しい東北地方の一般製品として利用できる。(社) 日本コンクリート工学協会「プレキャストコンクリー製品の設計と利用委員会」ではガイドライン試案が作成され、また、国土交通省の新技術 NETIS への登録製品もある。プレキャスト製品の利用は工期の大幅な短縮が可能であるため、復興に向けて積極的な活用が望まれる。
- その他:コンクリートガラの防波堤等への利用は施工条件が整った際には可能である。一例として プレパクド工法によるものは、大粒径の再生粗骨材が利用できることから破砕処理の低減が図られ る。しかし、再生骨材は密度がやや小さいので、構造物を大きくするなど、形状工夫が必要である。 また、再生骨材 L を用いた非構造物である捨てコン等に限定した生コンへの利用も可能である。発 注者の了解を得られれば、製造設備を追加することなく再生骨材は製造できる。

■アスガラ

- ・ アスガラについては、既設の道路、 駐車場、建築外構舗装などに使用 されていたものであり、従来の場 合と同様に、中間処理施設を有す る工場で AS 再生骨材や再生路盤 材として再生利用する。
- ・ なお、アスガラには、津波により 土砂等の異物が混入しているケー スが考えられる。このようなアス ガラを AS 再生骨材として利用す る場合には、破砕・分級する前に 必要に応じて水洗浄により泥分を 除去する等の対策を講じる。AS 再 生骨材の品質は【表 8-6-3】に示す。

【表 8-6-3】AS 再生骨材の品質(舗装再生便覧)

旧アスファルトの台	含有量	%	3.8 以上
旧アスファルト	針入度	1/10mm	20以上
の性状	圧裂係数	MPa/mm	1.70以下
骨材の微粒分量		- %	5以下

- [注1]アスファルトコンクリート再生骨材中に含まれるアスファルトを旧アスファルト, 新たに用いる舗装用石油アスファルトを新アスファルトと称する。
- [注2] アスファルトコンクリート再生骨材は、通常20~13mm, 13~5mm, 5~0mm の3 種類の粒度や20~13mm, 13~0mm の2種類の粒度にふるい分けられているが、表 -2.3.1 に示される規格は、13~0mm の粒度区分のものに適用する。
- [注3] アスファルトコンクリート再生骨材の13mm以下が2種類にふるい分けられている場合には、再生骨材の製造時における各粒度区分の比率に応じて合成した試料で試験するか、別々に試験して合成比率に応じて計算により13~0mm相当分を求めてもよい。また、13~0mmあるいは13~5mm、5~0mm以外でふるい分けられている場合には、ふるい分け前の全試料から13~0mmをふるい取ってこれを対象に試験を行う。
- [注4] アスファルトコンクリート再生骨材の相アスファルト含有量および 75µm を通過する量は、アスファルトコンクリート再生骨材の乾燥質量に対する百分率で表す。
- 〔注5〕骨材の微粒分量は「JIS A 1103:2003 骨材の微粒分量試験方法」により求める。
- (注6)アスファルト混合物層の切削材は、その品質が表-2.3.1 に適合するものであれば再生加熱アスファルト混合物に利用できる。ただし、切削材は粒度がばらつきやすいので他のアスファルトコンクリート発生材と調整して使用することが望ましい。
- [注7] 旧アスファルトの性状は、針入度または圧裂係数のどちらかが基準を満足すれば よい。

■廃瓦(セメント瓦は除く)、その他

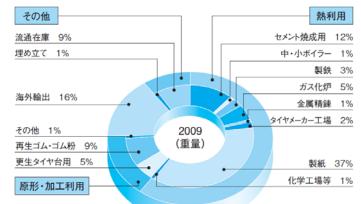
- ・ 廃瓦 (セメント瓦は除く) のリサイクルは、土舗装や埋め戻し材として有効である。土舗装では、 瓦の保水性によるヒートアイランド対策、涵養機能および色あせのない着色剤として貴重な材料で ある。粒径として砂の代替材料として概ね 10mm 以下に破砕整粒が必要である。なおストックヤー ドでは飛散防止措置を取らなければならない。
- ・ 上記以外のがれき類(廃棄物混入土砂、ガラス、レンガ等)については、埋立処分することとする。

【手引 8-7】タイヤ類

- 基本的には安定した製品で、かつリサイクル可能であるが、膨大な量が発生する場合、量を見 積もった上で、処理方法とフローの計画を工夫し、可能な限りリサイクルを進める必要がある
- 中長期的に保管しなければならなくなる場合、安全性や環境保全性の観点からの課題があり、 配慮が必要である

■基本事項

- ・ タイヤおよびホイール自体は、非常に性状の安定した製品であり、人体および環境に対する危険性 は低い。しかし、膨大な量が発生する場合、適切な対応が求められる。特に、積雪地方では、夏タ イヤと冬タイヤの2セットを所有している世帯が多い。
- ・ 通常時に確立している処理・リサイクルプロセスや流通ルートがあるため(【図8-7-1】参照)、被災地域の廃タイヤおよびホイールは基本的にはそのルートに流すことが理想的である。しかし、こうした通常ルートにおいて処理するためには、汚れの少ないものである必要がある。
- 被災地域に散在しているタイヤやホイールが海水をかぶっていたり、土砂に埋むれている・まみれているタイヤが多いと想定されたりする場合、既存の処



【図 8-7-1】2009 年日本における廃タイヤの処理実態 (出典:日本自動車タイヤ協会、日本のタイヤ産業 2010)

理・リサイクルルートに、通常通り流すことは困難であり、【図 8-7-2】を参考に計画を組み立てる必要がある。また、効率的な作業のために、被災地域内において散在しているタイヤおよびホイールを仮置きする場所が必要となるが、タイヤはその中空構造から積み上げ効率は非常に悪く、膨大な数の廃タイヤおよびホイールを仮置きすると広い平坦な土地(スペース)が必要となる。しかし、それが難しい場合、減容化のために破砕処理が重要になるが、その際、タイヤチップの受入会社の要求を十分に考慮することが望ましい。

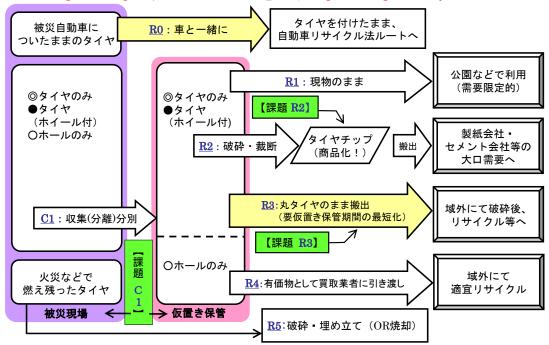
・ なお、我が国の主要なタイヤメーカーが会員企業となっている(社)日本自動車タイヤ協会(JATMA) がある。今回の東日本大震災に対する対応については、「自治体などから問い合わせがあった場合に 対応を検討する」とのことである(2011年5月23日、同本部を往訪)。しかしながら、同協会は少なくとも震災前までは、タイヤのリサイクルについて非常に積極的に対応してきた経緯もあり、タイヤのリサイクル方法や関連する処理業者やタイヤチップの受け入れ先などに関する情報が蓄積されている。必要に応じてコンタクトすることを推奨する。

■タイヤおよびホイールの基礎情報

- ・ タイヤの重量は、自動車用のタイヤで 7~8kg/本、トラック用タイヤで約 50kg/本、重機用タイヤで数百キロ~トン/本であり、トラック用および重機用は人力では持ち上げることはできない。
- ・ ホイールの種類としては、大きく分けて、①アルミホイール(アルミニウム合金、軽量)と②スチールホイール(鉄が主な素材、一般的ホイール)の2種類がある。通常時にはともに有価物としてスクラップ回収業者に買い取られている。マグネシウムを主な素材としたホイールもあるが、その

■回収、収集・仮置き保管、搬出・処理に至る大きな流れ

大きな流れを【図 8-7-2】に、そこにおける注意点等を【表 8-7-1】に示す。



【図 8-7-2】被災地域における廃タイヤおよびホイールに対する想定収集・処理ルートおよび課題

【表 8-7-1】 【図 8-7-2】 における課題・留意事項と解決の考え方

【課題 C-①】一度にすべて集めると、広い平坦な土地が必要となる

- ⇔ 限られた平坦地の用途間の奪い合い
- ⇒地域ごとの**段階的収集(R3ルートの場合は特に、処理する量に応じて収集すること)**と、被災地内における減容化と迅速な域外搬出が不可欠 (長期間保管=土地の占有)
- 【課題 C-2】タイヤにたまる水によって繁殖する蚊の大量発生や汚水による悪臭への備えが必要(特に夏季に保管期間がかかる場合)
- 【課題 C-③】簡単には着火しないが、仮に燃え出すと消火が非常に困難であり、強烈な黒煙を上げ、悪臭が発生する。 ⇒ (仮) 居住地域からは離れていることが望ましい。また、児童たちが遊び目的で近づかないように、周囲にフェンスを設けることが望ましい(火災予防の観点。また崩れると危険。)
- 【課題 C-④】ホイールは比較的高く取引されているため、ホイール付のタイヤであっても引き取ってくれる業者もいるようである。そのため、**手間をかけてタイヤ本体とホイールに積極的に分ける必要は当座なく**、処理業務の進捗に合わせて柔軟に対応すべきである。
- 【課題 R2-①】被災地で破砕機などを設置し、利用する(廃棄物処理)ことに許認可を求める法規制(廃掃法、都市計画法)への対応 ⇔ **雇用の創出**
- 【課題 R2-2】破砕する前、あるいは破砕後、塩分や土砂を落とすための洗浄が必要か(受取拒否の可能性あり)? 破砕時に水をかければ、ある程度塩分が落ちるのではないか、との指摘あり。-方、炎上し焼け残ったタイヤについては、リサイクルの可能性はない(写真7参照)。破砕して埋め立てあるいは、償却か(図1の <math>R5)。
- 【課題 R2-③】陸上輸送か、あるいは船舶輸送か?⇒船舶利用(バラ積み貨物船)の場合には、港湾設備(ヤードなど)の利用可能性も要確認。法規制の観点からすると、被災地(仮置き場)から処理施設までの運搬は、被災タイヤを産廃とするならば、現地(岩手県)と処理を委託する先の廃プラの運搬ライセンスが必要(緊急時対応という観点から、緩和できないものか)。
- 【課題 R2-④】破砕しチップ化したタイヤ材については、受け入れ側(セメント会社や製紙会社など)の厳しい条件を満たさなければ受け入れてもらえない(例:"ヒゲワイヤ"と呼ばれる、切断後のタイヤチップからはみ出るタイヤ内部にあったビードワイヤの長さなど)。単に破砕・減容化するのではなく、どのようなスペックを最終的な受け入れ企業が求めているのか、確認が需要。
- 【課題 R3-①】域外の企業に処理を依頼するまえに、塩分や土砂を落とすための洗浄が必要か(受取拒否の可能性あり)?
- 【課題 R3-②】陸上輸送か、あるいは船舶輸送か?⇒いずれにしても丸タイヤのままでは積載効率が悪い。船舶利用(バラ積み貨物船)の場合には、港湾設備(ヤードなど)の利用可能性も要確認。
- · C1:仮に仮置き保管場所を確保できた場合、そこに被災地域内に散在しているタイヤおよびホイー

ルを集積し、仮置き保管場所において、可能であればタイヤとホイールに分離する。その際、仮置き保管場所の保管容量を踏まえ(おそらくは十分な広さの仮置き保管スペースを確保できないと想定されるので)、1回あたりの搬出(引き取りを依頼できる)容量を踏まえて、段階的に収集を行うべきである。また、土砂やがれきに埋もれているタイヤも多数あると思われるが、これら(特に大型のタイヤ)を掘り出すためにはパワーショベルなどの重機が必要である。

- ・ R0~:回収したタイヤのうち、自動車についたままのタイヤは、自動車を処理するスキームになる と思われる自動者リサイクル法のルートの乗せることを第一に検討する (R0)。被災したガソリン スタンドにあった未使用タイヤ (写真1) や明らかにタイヤのまま使える状態良好品、公園などで 緩衝材として使える用途が確認できた場合にはその用途の実現を目指すが (R1)、その量は限定的 であり、検討の価値は小さい。基本的には上記の R0 以外は、廃タイヤのリサイクル・処理業者に 委託して (効率は悪いが) 丸タイヤのまま、トラックあるいは船舶で域外へ搬出し処理するという 案 (R3) が現実的である。
- ・ R4:ホイールについては、有価物としてスクラップ業者に引き渡す (R4)。ホイールは比較的高価で買い取られるため、ホイール付タイヤの方でも引き取ることがある模様である。よって、無理をしてタイヤとホイールを分離する必要性は当座はない。
- ・ R2: 限られた土地スペースを有効に活用するため、仮置き保管場所において破砕機を設置する場所を確保し、集めた廃タイヤを破砕・裁断し(可能であれば、タイヤチップという「商品」に加工し)、船舶および陸運により地域外に搬出の上、処理・利用、理想的には販売を検討すべきである(R2)。そのためには、被災地における雇用を創出することも念頭に、被災地内で廃タイヤの処理ノウハウをもつタイヤリサイクル・処理専業業者と地元企業との協働体制(JV等)を推奨し、地域内における破砕処理の実施を真剣に検討すべきである。ただし、R2ルートの実現のためには、受け入れが求

めるタイヤチップの条件を満たすこと、港湾設備(ストックヤードなども含む)の利用可能性、機材を稼働させるために必要な電力の確保、環境省をはじめとする当該法規制の監督官庁の迅速な対応等が必要であり簡単ではない。

・ R5: 一部燃えたタイヤのリサイクルは困難であり、破砕後、埋立 あるいは焼却することになるだろう (R5)。



被災地でリユースされている例 (4/22 仙台市)

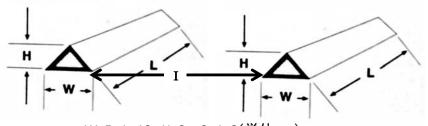
■仮置き保管に関する留意点

- (1) 仮置き保管する場合には、堅固な壁が周囲にあるところが望ましいがそのような条件は被災地に おいて望めないので、いわゆる野積みを行うことになる。注意すべき点は以下の点である。
- ・ 安全性の確保: 乱雑に廃タイヤを積み上げると、その「山」が崩れる可能性があり、仮に付近に人がいれば危険である。また、タイヤはなかなか着火しないが、ひとたび火がつくとその消火は非常に困難なため、野積みした山と山の間にある程度の距離を開ける必要がある。消防法の規定によれば、仮置き場の面積は500m²が上限とのことである。
- ・ 作業容易性の確保:乗用車用のタイヤであれば人力で作業を行うことができるが作業効率が低く、またトラック用および重機用の大型タイヤになるとそれらは重く人力では作業できないため、いずれにしてもパワーショベルなどの重機を利用することになる。また、積み上げたタイヤを搬出する場合、トラック(4/10 トントラック)を仮置き場所につける必要があり、こうした重機およびトラックを利用することを全体として、作業容易性を確保する(山と山の間隔をあける)必要がある。
- ・ 潜在的リスクへの対応:タイヤは容易に着火しないが、ひとたび火がつくとその消化は非常に困難である。米国では子供による火遊びの結果、廃タイヤの大火災に至った事例がある。児童等が遊び

目的で近づかないように、周囲にフェンスを設けることが望ましい。そもそも崩れると危険でもある。また、タイヤの中空部分にたまる水を利用して繁殖する蚊(それによって媒介される感染症の懸念;(デング熱や西ナイル熱を媒介するヒトスジシマカの北限が北へ上がる傾向にあり)、野ネズミやその他の害虫の発生(特に高温になる夏季)、汚水による悪臭が地域問題として懸念される。こうした問題は、国内外を問わず、廃タイヤの不法投棄に関連して常に指摘されている現実的問題である。長時間にわたって廃タイヤの野積みの山を存在させることは望ましくない。処理・搬出できる量に対応した廃タイヤを被災地域内で収集すべきである。

(2) 仮置き保管の形状・配置について: 具体的には、囲い壁があれば、野積みの山の単位は縦・横・高さ= $10 \times 20 \times 5$ m のスケールで、自動車タイヤ換算で約 $7 \sim 8$ 万本を保管できる。しかし、被災地においては、囲い壁を想定できないので、上記の半分のスケールで、野積みの一山は、 $5 \times 10 \times 2$ ~ 3 m のスケールが妥当で、

一般の乗用自動車タイヤ換算で約2~3万本を保管できるとみるのが妥当との知見もある。また、野積みの山の間隔は、最低6m程度開けることが望ましい。



W=5、L=10、H=2~3、I=6(単位:m)

【図8-7-3】仮保管のための野積み廃タイヤ(山)の形状について

■タイヤの運搬トラック、破砕機・カット機

(1) タイヤの運搬トラック:タイヤの運搬に 4 トントラックを利用する場合、丁寧に積めば自動車タイヤで約 $400\sim450$ 本/台、乱暴に積むと約 200 本/台積載できる。10 トントラックを利用すると、積載できる本数はその倍程度となり、丁寧に積むと約 800



~900 本/台、乱雑に積むと約 400 本/台になる。なお、タイヤは比重が軽いため、深枠のトラックが適している。脱着式のトラック「スキップトラック(アームロール車); 右の写真」で積載容量が 25m³の場合、丸タイヤで 4~4.5 トン/台積載が可能となる。

- (2) タイヤの破砕機・カット機
- ・ 大型の破砕機(横 5.7m、幅 1.9m、高さ 4.2、重量 20 トン)になると、440V の電源で 2 機のモーター(225kW)を動かし、1 時間あたり 10 トン程度のタイヤを破砕し、2 インチ程度のチップ(製紙工場やセメント工場で補助燃料として使われるタイヤチップのサイズ)にすることができる。
- ・ 一方、破砕機ほどの能力はないカット機(プレスタイプ)の処理能力は、220Vで駆動し、 $12\sim15$ トン/台・日、一般自動車タイヤ換算で約1,500本/台・日である。



【図 8-7-4】タイヤチップの種類(日本タイヤリサイクル協同組合 HP)

・ また、自走式の破砕機などもあり、処理フローに応じて、適切な機器を選ぶ必要がある。

- ・ タイヤ内部に付着した/入り込んだ土砂が、作業等の妨げになる場合、つかみ付油圧ショベルで外側からつかむことで、ある程度の土砂ははみ出してきて落ちると考えられる。その他、選択肢としては、10m³程度の大きな箱に水を浸し、その中にタイヤを入れて土砂を落とすなども考えられる
- ・ なお、産業廃棄物として破砕機を持ち込み処理する場合には、5 トン/日以上の処理能力のある施設に対して適用される<mark>廃掃法</mark>の15条施設に該当し、許認可が必要であり、また都市計画の審議対象となる(都市計画の51条)。通常の手続きを行うのであれば、被災地で破砕機を持ち込んで作業を行うために必要な許認可を得るためには相応の時間が必要となるとの指摘がある。一方、一般廃棄物とみなすのであれば、リサイクルすることを前提に、メーカーの回収ルートにのせれば、その場合は廃棄物を輸送するために必要な許認可は不要となる。



【図8-7-5】東日本大震災の被災地におけるタイヤの状況について

(タスクチーム撮影; 2011 年 4 月 16 日~18 日)