

# 循環資源市場実態レポート

適正処理推進協議会  
再生処分部会



## 目次

緒言	1
第1章 古紙	2
第2章 くず鉄等	11
コラム 廃自動車	28
第3章 木くず	30
コラム 事業系一廃	40
第4章 廃石膏ボード	44
第5章 コンクリートがら・アスファルトがら	56
第6章 建設汚泥	68
第7章 廃プラスチック	80
コラム 廃遊戯機	96
第8章 RPF	99
第9章 廃油	113
第10章 焼却（熱回収）	128

社団法人大阪府産業廃棄物協会 適正処理推進協議会

# 再生処分部会

部会長	塩見頼彦	(株式会社マルサン専務取締役)
副部会長	大林正	(株式会社大林専務取締役)
副部会長	星山健	(株式会社ダイトク代表取締役)
部会員	天野泰信	(株式会社エコフレンドリー生産管理部長)
部会員	石川光一	(大栄環境株式会社営業部部長)
部会員※1	今中英喜	(大栄環境株式会社取締役)
部会員	小野博之	(合同衛生株式会社)
部会員※2	高好健二	(阪南産業株式会社専務取締役)
部会員※3	中真一郎	(大幸工業株式会社主任)
部会員	中村昌延	(株式会社ケーアールシー取締役 営業部次長)
部会員※2	久永勇	(リマテック株式会社チーフマネージャー)
部会員	吉村太郎	(株式会社ダイカン代表取締役)
オブザーバー	馬場孝至	(株式会社東栄大和クリーンセンター代表取締役社長)
相談役	河野俊二	(有限会社ピージーエム代表取締役)
協力	森俊雄	(法政策調査委員会オブザーバー・株式会社浜田CSR推進室長)
	矢野裕二	(危機管理委員会委員・株式会社植田建設工事管理部部长)
事務局	龍野浩一	(社団法人大阪府産業廃棄物協会 次長)
事務局	辻岡昌子	(社団法人大阪府産業廃棄物協会 調査担当)

※1 2009年度まで在任

※2 2010年度まで在任

※3 2008年度まで在任・所属企業は在任当時のものです

## 緒 言 「循環資源」としての廃棄物

「循環型社会元年」と位置付けられた 2000 年から早や 10 年以上が経過した。この間、そのような社会を構築すべく、『循環型社会形成推進基本法』を文字どおりの基本法に据え、また数次にわたる『廃棄物処理法』の改正も経ながら、『資源有効利用促進法』及び各種個別リサイクル法等の整備が図られてきた。これらの法令においては、廃棄物等に関する取扱い上の優先順位を「①発生抑制→②再使用→③再生利用→④熱回収→⑤適正処理」と規定している。つまり発生してしまった廃棄物等は、まず「循環資源」としてとらえられなければならないということである。

以上の考え方は、当然のことながら、産業廃棄物処理業界に対しても多様な影響を与えることとなり、今日、少なくとも「純然たる処理」だけを「業」としているような産業廃棄物処理業者は皆無に等しい状況となった。それどころか、より多角的に排出事業者とビジネス上の接点を有するため、従前は対象としていなかった廃棄物等までを循環資源として取り扱っていかうとする産業廃棄物処理業者が散見されるほどである。その一方で、単に「廃棄物等に由来する循環資源」といっても、その分野によって市場に関する歴史的経緯、商慣習、法・経済的規制、リサイクル技術、利害関係（ステークホルダー）等は全く異質であり、従って「情報収集の困難性」という観点からしても、新たな分野へ参入することは決して容易でないものと思われる

このような事情を踏まえ、循環資源として既に市場が確立されている、又は確立されつつある分野や今後市場が確立されていくべきものとして注目されている分野の実態について、異分野の取扱従事者でも包括的に理解できるような「基礎情報源」として本資料を取りまとめた。質・量ともにより高度なリサイクルを志向する排出事業者にとっては自社の廃棄物等の引渡先を見直そうとする際に参考となるであろうし、また新たな事業戦略を模索している産業廃棄物処理業者等にとってはその立案に有用となるであろう。是非、ご一読いただきたい。

平成 24 年 3 月

中央谷町ビル 5 階会議室において

適正処理推進協議会再生処分部会  
部 会 長 塩 見 頼 彦

# 第1章 古紙

## 1. 「古紙」とは？

### (1) 定義

古紙とは、通常、製紙原料として回収されたものを指す。

法令上は、「資源有効利用促進法」(平成3年10月25日施行)運用通達(3生局第343号平成3年12月24日通達)で、次のように定義されている。

- ・ 紙、紙製品、書籍等その全部又は一部が紙である物品であって、一度使用され、又は使用されずに収集されたもの、又は廃棄されたもののうち、有用なものであって、紙の原料として利用することができるもの(収集された後に輸入されたものも含む。)又はその可能性があるもの
- ・ ただし、「紙製造事業者の工場又は事業場(以下「工場等」という。)」における製紙工程で生じるもの及び紙製造事業者の工場等において加工等を行う場合(当該製紙業者が、製品を出荷する前に委託により他の事業者加工を行わせる場合を含む)に生じるものであって、商品として出荷されずに当該紙製造事業者により紙の原材料として利用されているものは除く。
- ・ 古紙の定義から、紙ごみと古紙は区別され、欧米でも、製紙業界・古紙業界では waste paper(紙ごみ)と recovered paper(古紙)と区別している。

(参考文献 財団法人古紙再生促進センター「古紙ハンドブック 2008」)

## (2) 種類と特性

① 種類 経済産業省の統計分類で用いられている9分類が品種区分となっているが(古紙の統計分類をさらに細分類した主要銘柄では29分類)、実際の取引の現場では、印刷・製本工場などから発生する古紙でさらに細分類されている。(図表 1-1)

統計分類	主要銘柄		内 容
	No.		
上白 カード	1	上白	製本・印刷工場、断裁所等より発生する印刷のない白色上質紙の截落及び損紙
	2	クリーム上白	製本・印刷工場、断裁所等より発生する印刷のない白色上質紙の截落及び損紙
	3	罨白	製本・印刷工場、断裁所等より発生する白色又はクリーム色上質紙の青野・トンボのある截落及び損紙
特白・中白 白マニラ	4	特白	製本・印刷工場、新聞社等より発生する印刷のない中質紙の截落及び損紙
	5	中白	製本・印刷工場、新聞社等より発生する印刷のない更紙の截落及び損紙
模造 色上 (アート古紙 を含む)	6	模造	墨印刷のある上質紙
	7	色上	色刷りのある上質紙でアート紙も含む
	8	ケント	製本・印刷工場等より発生する一部色刷りのある上質及びアート紙の截落
	9	白アート	製本・印刷工場等より発生する印刷のないアート紙の截落及び損紙
	10	チラシ	色刷りのある中質系コート紙等
	11	飲料用パック	家庭等より発生する飲料用紙パック並びに紙パックの印刷・加工段階で発生する截落及び損紙(アルミ付き紙パックを除く)
	12	オフィスペーパー	オフィスより発生する紙及び紙製品で、主として製本していないバラの墨印刷・色刷りのある印刷物、使用済みのコピー用紙を含んでいるもの
切付 中更反古	13	特上切	製本・印刷工場等より発生する色刷りのある中質紙の截落
	14	別上切 (マンガサイラク)	製本・印刷工場等より発生する色刷りのある更紙の截落
	15	中質反古	製本・印刷工場等より発生する印刷・色刷りのある中質紙、更紙の損紙
新聞	16	新聞	家庭、会社及び官公庁等より発生する新聞(折込チラシを含む)及び残紙
雑誌	17	雑誌	家庭、会社及び官公庁等より発生する雑誌、書籍及び返本・残本(印刷冊子を含む)
茶模造紙 (洋段を含む)	18	切茶・無地茶	製袋工場等より発生する印刷・色刷りのない製袋及び封筒のクラフト紙の截落(切茶)及び損紙(無地茶)
	19	雑袋	米麦袋等のクラフト紙の空袋
	20	クラフト段ボール	クラフト段ボールの截落及び回収されたクラフト段ボール箱(主に輸入品)
段ボール	21	段ボール	段ボール・紙器工場、市中等より発生する段ボール
	22	新段ボール	製函工場より発生する段ボールの截落及び損紙
台紙 地券 ボール 込新	23	ワンプ	紙・板紙の包装紙
	24	上台紙(地券)	紙器工場等より発生する白板紙、チップボール等の截落及び打抜き
	25	台紙(ボール)	事業所等より発生する使用済み紙箱
	26	雑がみ	家庭より発生する紙・板紙及びその製品で、新聞・雑誌・段ボール・飲料用パック以外の区分で回収されたもの

図表 1-1 古紙の統計分類と主要銘柄

- ② **特 性** 古紙は、様々な場所で様々な用途で使用された紙・板紙製品が回収され、選別などの商品化のための作業を経て、はじめて製紙原料として利用可能な「資源」となる。古紙は発生場所・発生量・品質が一定でない「発生物」であるために、発生するところで分別する必要がある。また、資源という観点からみると、供給、品質の面で「生産物」である木材パルプと比べて安定性に欠ける部分があり、資源として扱うには、次の条件を満たす事が重要である。

条件としては・・・

- ・ 古紙が回収に応じられる量にまとまること。
- ・ まとめた古紙の品質が一定（同じ種類）であること。
- ・ このようにまとめた古紙を継続的に排出できること。

【参考】品種別に選別された古紙は、輸送に適するよう「高さ 1 メートル×幅 1 メートル×長さ 1.8 メートル」程度の大きさに直納業者によって圧縮プレスされ、製紙工場に運ばれる。ちなみに、この梱包の 1 個当たりの重量は約 1 トン程度となっている。

古紙の特性	
供給の特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 古紙の発生量や需要量の変動するため、需給バランスが崩れやすい。</li> <li>・ 発生量が多い時季(12月)と少ない時季(1-2月)がある。</li> <li>・ 需要量は、紙・板紙製品の生産量に影響される。</li> </ul>
品質の特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 回収段階での異物等の初期分別が重要で、製紙原料としての品質に大きく影響する。</li> <li>・ 分別排出された古紙を流通過程でさらに品種別に選別することで、製紙原料として必要な品質が得られる。</li> </ul>



図表 1-2 古紙圧縮プレス機



図表 1-3 古紙プレス在庫

## 2. 回収業

回収業については統計データ等も少なく、個人商店等がほとんどであるため、詳細にわたる分析はできないが、古紙問屋からの視点で触れて見たいと思う。

回収については大きく分けて、行政・専門業者・古紙問屋の3ルートがある。

行政回収については、回収を民間委託する行政が増えているが、回収された古紙はそのほとんどが入札により売却されている。行政としては1円でも多く収入を得たいため、近年では市場価格を大きく上回る価格帯の入札が横行しているのが実情だ。

専門業者による回収とは、段ボール回収専門やちり紙交換グループによるもので、一般家庭から、あるいは小売店、企業など、回収のパターンは様々である。

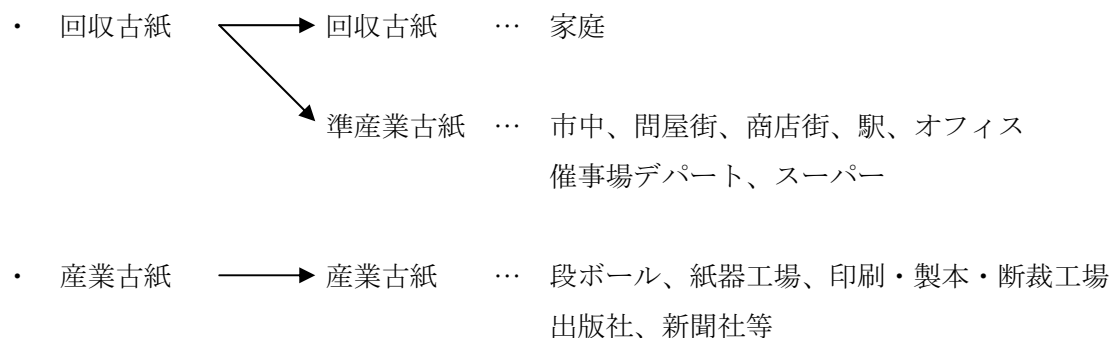
関西には、まだ「ちり紙交換」という回収形態が根強く残っており、地域によってその形態もさまざまである。また、行政が、環境保全活動を推進するために、回収を実施している団体（自治会・子供会等）や回収業者に補助金・助成金を出す制度も全国的によく見受けられる傾向である。

専門業者は年々その数は減少傾向にある。これは古紙相場の急落等安定性がないため、高齢化した業者の後継者がなく、廃業になるケースが多いためである。

古紙問屋の回収については、近年パッカー車を導入したり、紙以外の廃プラスチック類や発泡スチロール、アルミ缶などを紙といっしょに買取ったりと、よりいっそうの顧客サービスが求められ、業者間の過当競争が激化している。また、ビン・カン・PET回収業者や、産業廃棄物の中間処理あるいはリサイクル業者などが古紙圧縮プレスを導入して業界へ参入するケースも近年よく見受けられるところである。

## 3. 引取先

発生源からみると、古紙は、家庭・商店街等から回収した「回収古紙」と紙加工工場等から回収した「産業古紙」に分類される。この「回収古紙」のうち、デパート・スーパーなどから大量に出る段ボールの空箱などの古紙を「準産業古紙」と呼ぶこともある。





#### 4. 市場

次に古紙の回収と消費状況について、図表 1-4 に示す。

年	製紙メーカー払出実績			紙・板紙輸入 (B)	紙・板紙輸出 (C)	紙・板紙国内消費量 (A)+(B)-(C)=(D)
	紙	板紙	合計(A)			
1998	17,828,067	12,040,633	29,868,700	1,231,767	1,117,389	29,983,078
1999	18,551,600	12,317,303	30,868,903	1,168,816	1,415,004	30,622,715
2000	18,991,058	12,729,981	31,721,039	1,469,864	1,432,410	31,758,493
2001	18,388,774	12,389,807	30,778,581	1,583,069	1,289,712	31,071,938
2002	18,524,697	12,181,986	30,706,683	1,517,486	1,577,728	30,646,441
2003	18,325,529	12,100,448	30,425,977	1,829,880	1,326,277	30,929,580
2004	18,769,844	12,085,458	30,855,302	1,960,862	1,439,018	31,377,146
2005	18,812,510	12,056,384	30,868,894	1,753,714	1,240,119	31,382,489
2006	19,049,649	12,058,945	31,108,594	1,650,790	1,218,383	31,541,001
2007	19,268,247	12,045,997	31,314,244	1,374,672	1,385,119	31,303,797
2008	18,678,924	11,787,351	30,466,275	1,290,700	1,453,764	30,303,211
2009	15,993,253	10,456,771	26,450,024	1,801,284	1,057,181	27,194,127
2010	16,448,739	10,972,399	27,421,138	1,791,429	1,461,565	27,751,002

年	古紙輸入量 (E)	古紙輸出量 (F)	古紙入荷実績 (G)	古紙パルプ 入荷実績(G')	古紙回収量 (H)= (G)+(G')-(E)+(F)	古紙回収率 (H)/(D) (%)
1998	294,054	561,149	16,129,668	168,243	16,565,006	55.2
1999	300,321	288,459	16,893,838	178,589	17,060,565	55.7
2000	278,084	372,182	18,065,898	172,119	18,332,115	57.7
2001	213,628	1,466,182	17,680,393	189,214	19,122,161	61.5
2002	143,621	1,897,116	18,079,468	213,189	20,046,152	65.4
2003	117,680	1,970,607	18,387,288	202,399	20,442,614	66.1
2004	80,548	2,835,392	18,553,381	198,769	21,506,994	68.5
2005	77,445	3,710,482	18,505,253	181,456	22,319,746	71.1
2006	71,722	3,886,905	18,818,833	191,313	22,825,329	72.4
2007	66,537	3,843,931	19,381,046	166,201	23,324,641	74.5
2008	61,480	3,490,786	19,154,236	168,705	22,752,247	75.1
2009	43,958	4,914,123	16,643,548	150,206	21,663,919	79.7
2010	43,870	4,373,578	17,235,698	150,024	21,715,430	78.3

図表 1-4 古紙の回収と消費

資料：紙・パルプ統計年報及び紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計月報、日本貿易月表

注) 古紙入荷実績(G)、古紙パルプ入荷(G')について

イ. 古紙パルプ入荷実績は古紙パルプ用に使用された古紙を80%とし換算した推定値を加えてある。

ロ. 2002年より、紙輸入及び紙輸出にコピー用紙に該当する数量が紙製品の項目から移動して含まれることとなったため、1988年以降の数値も、紙製品の該当するコピー用紙の数量を加えた数値で紙・板紙輸入量及び紙・板紙輸出量とした。

【段ボール日経価格推移（問屋買入価格：東京）】

年/月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2000年	20~25	20~25	20~25	25~30	25~30	25~30	25~30	30	30~35	30~35	30~35	35~40
2001年	35~40	35~40	20~30	20~30	20	20	20	10~20	10~20	00~05	00~05	00~05
2002年	00~05	00~05	00~05	00~05	05~10	05~10	10~15	15~20	15~20	20	20	20
2003年	30	30	30~35	30~35	30~35	30~35	30~35	30~35	35	35	35~40	35~40
2004年	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40
2005年	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	35~40	40~45	40~45
2006年	40~45	40~45	40~50	40~50	45~55	45~55	45~55	45~55	45~55	45~55	50~55	50~55
2007年	50~55	60	60	80	80	80	90~100	110	90~110	100~110	100~110	100~110
2008年	100~110	100~115	100~115	120~125	120~125	120~125	120~130	120~135	120~135	120~135	100~130	100
2009年	70~80	60~65	60~65	60	60	60	60	60~65	60~65	60~65	60~65	60~65
2010年	65~70	65~70	70	70~75	75~80	75~80	75~80	75~80	75~80	80	80	80

【新聞日経価格推移（問屋買入価格：東京）】

年/月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2000年	45~55	45~55	45~55	50~55	50~55	50~55	50~55	45~50	45~50	45~50	45~50	45~50
2001年	45~55	35~40	30~40	30~40	30	30	30	30	15~25	15~25	15~25	15~25
2002年	15~25	15~25	20~25	20~25	25~30	25~30	30~35	30~40	30~40	30~40	40~45	40~45
2003年	50~65	50~65	55~70	55~70	55~70	50~65	50~65	50~65	55~65	55~65	60~65	55~60
2004年	50~60	50~55	50~55	50~55	50~55	50~55	50	50	50	50	50	50
2005年	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	55	55
2006年	55	55	55~60	55~60	55~60	55~60	55~60	55~60	55~60	55~60	60~65	65~70
2007年	75~80	90	90	90	90	90	90~100	120	100~120	110~120	110~120	115~120
2008年	115~130	125~130	125~130	130~135	140~145	140~150	140~155	150~165	150~170	150~170	120~150	120
2009年	80~90	70~75	65~70	65~70	65~70	65~70	65~70	70~75	70~75	70~75	70~75	70~75
2010年	75~80	75~80	75~80	80	80~90	80~90	80~90	80~90	80~90	80~90	80~90	80~90

【雑誌日経価格推移（問屋買入価格：東京）】

年/月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2000年	00~10	00~10	00~10	00~10	00~10	00~10	00~10	00~10	00~10	00~10	00~10	00~10
2001年	00~10	00~10	00~10	00~10	00~05	00~05	00~05	-10~01	-10~01	-10~01	-10~01	-10~01
2002年	-10~01	-10~01	-10~01	-10~01	-10~05	-10~05	05~10	10	10	10	10~15	10~15
2003年	20~25	20~25	25~30	25~30	25~30	25~30	25~30	25~30	30	30	30	30
2004年	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2005年	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	35	35
2006年	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35~40	40~45	40~45
2007年	40~45	40~45	40~50	40~50	60~65	60~65	70~75	90	70~90	80~90	80~90	85~90
2008年	85~90	90~100	90~100	95~105	95~105	95~105	100~110	100~120	100~120	100~120	90~110	80
2009年	40~60	40~45	35~40	30~40	30~40	30~40	30~40	40~45	40~45	40~45	40~45	40~45
2010年	45~50	45~50	50	60~65	60~65	60~65	60~65	60~65	60~65	65~70	65~70	65~70

## 5. 禁忌品

「禁忌品」とは、古紙を選別し製紙会社に納入するにあたり、古紙に基準以上の混入が禁止されている異物のことである

禁忌品は A 類と B 類に区分される。

A 類：製紙原料とは無縁な異物、並びに混入によって重大な障害を生ずるもので、以下のものが該当する。

- ① 医師、ガラス、金モノ、土砂、木片等
- ② プラスチック類
- ③ 樹脂含浸紙、硫酸紙、布類
- ④ ターホリン紙、ロウ紙、石こうボード等の建材
- ⑤ 捺染紙、感熱性発泡紙、合成紙、不織布
- ⑥ 医療関係機関等において感染性廃棄物と接触した紙
- ⑦ その工程或いは製品にいちじるしい障害を与えるもの

B 類：製紙原料に混入することは好ましくないもので、以下のものが該当する。

- ① カーボン紙
- ② ノーカーボン紙
- ③ ビニル及びポリエチレン等の樹脂コーティング紙、ラミネート紙
- ④ 粘着テープ（但し、段ボールの場合 禁忌品としない。）
- ⑤ 感熱紙、芳香紙、臭いのついた紙
- ⑥ その他製紙原料として不適當なもの

古紙の品質は、古紙標準品質規格表の定義によるものとし、例をあげると

### 【例】 段ボール

- ① 禁忌品の混入
  - ・ 禁忌品 A 類……認めない。
  - ・ 禁忌品 B 類……原則として認めないが、やむを得ない場合でも次の率を超えてはならない。 ……………0.3%
- ② 段ボール以外の銘柄品の混入は次の率を超えてはならない……………3%
- ③ 水分の許容水準は次の率を超えてはならない ……………12%

## 6. 課題と展望

全国に古紙圧縮機を設置しているヤード数は近年増加しており約 1800 ヶ所になっている。古紙回収量を比較すると 2010 年の回収量は 2,171 万 t であり、ヤード数で平均すると、1 ヤードの年間取扱量は約 12,000 t になる。

ヤード当たりの取扱量は大きさや設備、場所や周辺人口等によって大きく異なるが採算ラインとしては 18,000 t ～ 20,000 t と一般的目安としてよく言われている。

古紙の発生量は国内で生産される紙の量と、製品として輸入されるものに付随する梱包材などによって増減し、また国内景気の消費量に左右されているのが現状である。

今後の古紙取扱業者の課題としては、一番にあげられるのがいかにして「仕入数量を確保するか」にかかっており、その課題の中で仕入の過当競争が絶えず起きているのが現状である。また、回収された古紙は国内に流通するか、中国を中心とした国外に輸出している。

輸出する古紙の価格は国際相場で動いており、日本国内製紙会社の買値を大きく上回っている時期がここ近年続いていた。しかし、その価格変動は激しく、購入意欲がない時には輸出がストップしたこともある。

産業廃棄物のうち、古紙原料となるのは、主に紙加工業から排出される紙類であったり、建設現場から排出される古紙などである。ただし、産業廃棄物の古紙は、汚れや異物が多く、原料として使用困難なものも多いのが現状である。

今後、古紙を使用するに当たりそういった難古紙も取り扱いができる様に工夫したり、また、焼却処理している古紙を古紙原料として掘り起こしていくことがこれからの課題といえる。機密文書のリサイクル等もこれに該当するが、異業種からの参入が多い分野でもある。

今後はそういった難古紙の利用や古紙以外のサービス拡充を図り、価格だけではない他業者との差別化が必要とされる時代に業界全体が突入していくといえるだろう。

## 7. 古紙に関する用語の整理

### (1) 古紙利用率

資源有効利用促進法の定義（古紙利用率＝紙の原料に占める古紙の重量の割合）により使っている用語である。

$$\text{古紙利用率} = (\text{古紙消費重量} + \text{購入古紙パルプ消費重量}) \div (\text{パルプ消費重量} + \text{古紙消費重量} + \text{購入古紙パルプ消費重量} + \text{その他繊維原料消費数量})$$

### (2) 古紙回収率

国内で消費された紙・板紙重量のうち製紙原料として回収された古紙重量

$$\text{古紙回収率} = \frac{\text{古紙回収重量 (製紙メーカー入荷重量 + 輸出重量 - 輸入重量)}}{\text{紙・板紙消費重量 (製紙メーカー払出重量 - 輸出重量 + 輸入重量)}}$$

一般的に、リサイクル率などの用語が使用されているが、古紙業界では従来から回収利用に係る割合を示す用語としては古紙利用率、古紙回収率を使用している。

## 筆者紹介

中村昌延

株式会社ケーアールシー取締役

住 所 大阪府高槻市唐崎南2-5-1

事業内容 行政資源ゴミ収集運搬業務請負、総合リサイクル、古紙の集荷販売

Website <http://www.kyowashiryo.co.jp>

## 参考文献及びURL

・経済産業省 URL <http://www.meti.go.jp>  
資料「紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計月報」「日本貿易月報」他

・財団法人古紙再生促進センター URL <http://www.prpc.or.jp>  
資料「古紙ハンドブック 2008」「古紙需給統計」他

・日本製紙連合会 URL <http://www.jpa.gr.jp>

・全国製紙原料商工組合連合会 URL <http://www.zengenren.com>

## 第2章 くず鉄等

はじめに

鉄はわれわれの社会のあらゆるところに使われている身近な存在である。しかし、その鉄は、どのように作られ、どんなものに使われているのか。また、その役目が終わった後どのように再生されているのか、知っているようで明確には理解していないと思われる。

そこで、鉄に関する基本的なことがらをまとめた上で産業廃棄物処理業者のスクラップ処理の課題等をまとめた。

### 1. 人類と鉄

人類が初めて手にした鉄は、流れ星に起因する隕鉄や山火事などで偶然できた還元鉄だろうと想像されている。歴史上に初めて登場するのは起源前 2000 年ころに今のトルコ付近にあったといわれるヒッタイトで、製鉄法を独占して鋭利な鉄製武器により強大な勢力を極めたといわれている。その後ローマやマケドニア等、鉄製の武器や器具を使って隆盛を誇った。1754 年に英国でコークスによる高炉から錬鉄の製造を始めたことが、産業革命の端緒といわれており、その後英国は強大な国力を持つことになった。「鉄は国家なり」といわれる由縁である。

日本の鉄起源は縄文・弥生時代（紀元前 400 年ころ）に中国・朝鮮から持ち込まれた舶載品を鍛造して鉄器類が作られ、弥生時代後半（起源 3 世紀ころ）には西日本で鉄精練が始まったといわれている。日本では、古来、明治中期までスタジオジブリ宮崎駿監督製作のアニメーション「もののけ姫」に描かれている「たたら製鉄・砂鉄製鉄」で玉はがね（和鋼）を作っていた。

近代の製鉄は、1901 年（明治 34 年）の八幡製鉄に始まるといわれる。戦争時の鉄くずの国家統制を経て、戦後に「平炉製鋼法」から「純酸素上げ吹き転炉法」への製鋼法の転換や、電炉法の隆盛等を経て高度経済成長期を迎えた。

### 2. 鉄の生産量

日本の 2009 年の粗鋼\*生産量は、8753 万トンで世界全体の生産量 12 億 2370 万トンの 7.2%である。主要国の生産量は図表 2-1 のとおりであり、中国が 5 億 6803 万トンで 46.4%を占める。日本は中国に次いで 2 番目である。次いでインド 6284 万トン（5.1%）ロシア 6001 万トン（4.9%）、アメリカ 5820 万トン（4.8%）、韓国 4857 万トン（4.0%）、ドイツ 3267 万トン（2.7%）、ウクライナ 2986 万トン（2.4%）、ブラジル 2656 万トン（2.2%）と続く。中国、インドは 2006 年から生産量は増加しているが、その他の国は、逆に減少しており、現在の経済状態と連動しているように思われる。

注) 粗鋼とは、転炉や電炉で製造された様々な形や性質の鋼材に加工される前の鋼の半製品のことをいう。

粗鋼生産量は鉄の生産規模を示す代表的な指標として使われる。

年	中国	日本	インド	ロシア	米国	韓国	ドイツ	ウクライナ	ブラジル
2006	419,150	116,226	49,450	70,830	98,188	48,455	47,224	40,891	30,901
2007	489,175	120,203	53,468	72,387	98,101	51,517	48,550	42,830	33,782
2008	500,312	118,739	57,791	68,510	91,895	53,625	45,833	37,279	33,716
2009	568,033	87,534	62,838	60,011	58,196	48,572	32,670	29,855	26,506
2009 年%	46.4%	7.2%	5.1%	4.9%	4.8%	4.0%	2.7%	2.4%	2.2%

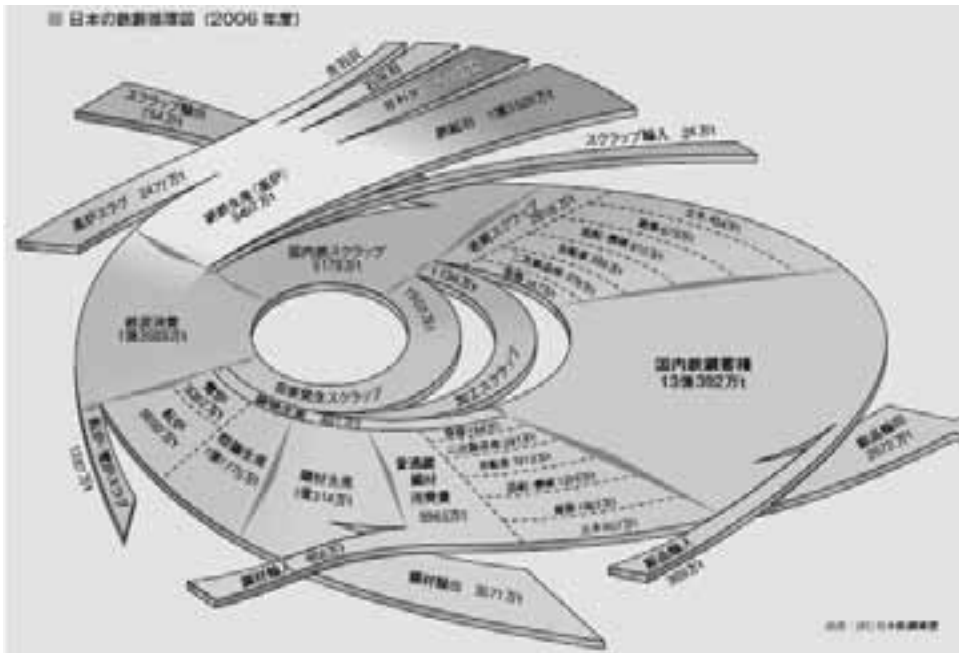
  

年	トルコ	イタリア	台湾	スペイン	メキシコ	フランス	イラン	英国	その他	世界計
2006	23,315	31,624	20,092	18,391	16,447	19,852	9,789	13,871	126,544	1,247,178
2007	25,754	31,553	20,908	18,999	17,573	19,250	10,051	14,317	128,519	1,346,130
2008	26,806	30,590	19,882	18,640	17,209	17,879	9,964	13,521	120,673	1,329,055
2009	25,304	19,848	15,811	14,362	13,957	12,840	10,908	10,079	88,617	1,223,735
2009 年%	2.1%	1.6%	1.3%	1.2%	1.1%	1.0%	0.9%	0.8%	7.2%	100.0%

図表 2-1 主要国の粗鋼生産量 単位 1000 トン (出典：日本鉄鋼連盟「統計・分析」を加工)

### 3. わが国における鉄の循環

鉄は日本の社会全体で大きな循環系を構成しており、製品や社会資本として国内に蓄積されている鉄は 13 億トン<sup>1)</sup>にものぼり、日本の貴重な資源になっている。(図表 2-2 参照)粗鋼<sup>2)</sup>は銑鉄を主体に使用する転炉および鉄スクラップを主原料とする電炉で生産される。銑鉄と鉄スクラップを併せて鉄源と呼んでいる。2006 年は鉄源の 38%<sup>3)</sup>が鉄スクラップによりまかなわれ、粗鋼の 26%が電炉<sup>4)</sup>で生産された。この二つの製造法の連携<sup>5)</sup>によって鉄の循環が支えられている。即ち<sup>6)</sup>、電炉法のみで鋼材を繰返し製造した場合、鋼材性能上有害な Cu、Sn が濃縮するため、高炉法のバージンでの希釈が必要となる事や、建設用鋼材の国内需要量は、高炉法および電炉法併せた供給能力によりバランスしている事などから、両者は補完関係にあるといえる。



図表 2-2 日本の鉄鋼循環図 (2006年) (出典：日本鉄鋼連盟「鉄の輪がつなぐ人と地球」)

4. スクラップ流通量

国内の製鋼法別スクラップ消費量を図表 2-3 に示す。

転炉では、2008 年の鉄源消費量(銑鉄+スクラップ)は対前年 60.9 万トン(前年比 0.6%)増の 9,881.9 万トン、スクラップ消費量は同 174.2 万トン (同 14.1%) 増の 1,413.3 万トンと 4 年連続で 1,000 万トンを超えて増加を続けており、スクラップ配合率は 14.3%と 1974 年の 15.9%以来の最高値となった。

電炉では、2008 年鉄源消費量が対前年 146.6 万トン (前年比 4.4%) 減の 3,149.4 万トン、スクラップ使用量は同 128.7 万トン(同 4.0%) 減の 3,070.4 万トンと、粗鋼生産量と同様に減少したが、スクラップ配合率は 97.5%と対前年 0.4 ポイント上昇した。このことから 2008 年では、転炉と電炉を併せてスクラップの使用料は 4,483.7 万トンであり、2004 年に比べると 373.5 万トン増加していることが分かる。

単位:1,000M.T, %

	電炉				転炉			
	粗鋼 生産量	鉄源 消費量	スクラップ 消費量	スクラップ 配合率	粗鋼 生産量	鉄源 消費量	スクラップ 消費量	スクラップ 配合率
2004年	29,762	31,275	30,527	97.6%	82,956	91,064	9,827	10.8%
2005年	28,844	30,373	29,629	97.6%	83,627	91,918	10,485	11.4%
2006年	30,261	32,019	31,086	97.1%	85,965	94,309	11,162	11.8%
2007年	30,961	32,961	31,991	97.1%	89,242	98,210	12,391	12.6%
2008年	29,505	31,494	30,704	97.5%	89,238	98,819	14,133	14.3%
対前年(増減)	▲ 1,455	▲ 1,466	▲ 1,287	0.4%	▲ 4	609	1,742	1.7%
(%)	-4.7%	-4.4%	-4.0%		0.0%	0.6%	14.1%	

図表 2-3 製鋼法別スクラップ消費量



## 5. 鉄の製造法

それでは鉄はどうやって作られるのか、基本的なところを調べてみる。

### (1) 鉄鋼の原料

○主原料は鉄鉱石

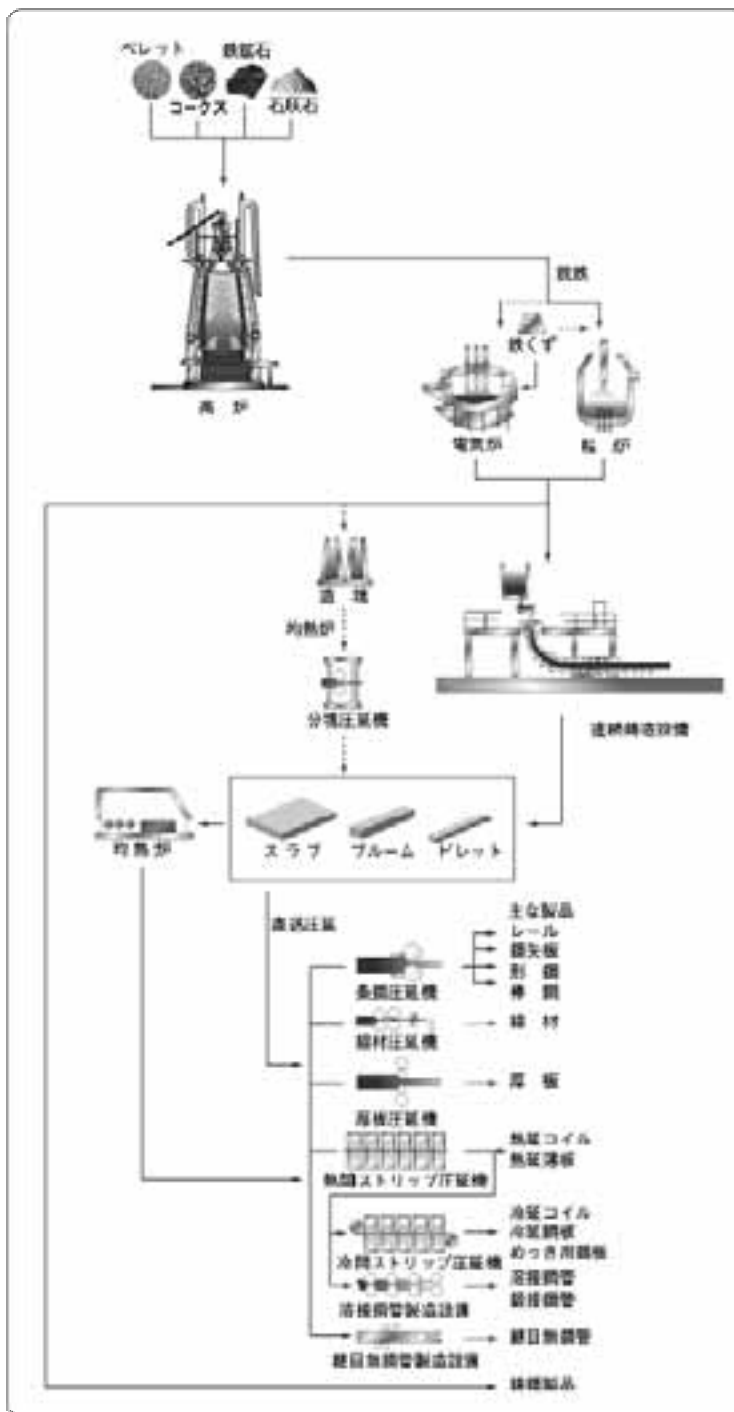
日本で使われているのは鉄分の含有率 60%前後のもので、これらの鉄鉱石はオーストラリアやブラジル、インドから輸入されている。鉄鉱石はゴロゴロした石の姿を連想するでしょうが、そのような塊鉄石は少なく、5mm以下の粉状の鉄石(粉鉄石)がほとんどである。

○石灰石を混ぜて焼結化粉鉄石をそのまま装入すると、高炉は目づまりを起こしてしまう。そこで粉鉄石に粉コークスと5~15%の石灰石を混ぜ、一定の大きさに焼き固める。

粉鉄石の固め方にはペレットにする方法もある。ペレットは微粉鉄石に水と粘結剤を加えて直径10~30mmの球状にし、焼き固めたものである。

○高炉ではコークスも不可欠な存在

コークスには、鉄鉱石を炭素で還元して鉄分を取り出す、高炉の中で還元ガスや溶けた鉄の通路を確保するといった役割がある。コークスは製鉄所内のコークス炉でつくられる。洗炭し、粉碎・整粒した上で強粘結炭に多少の弱粘結炭を配合し、炉に装入。十数時間かけて蒸し焼きにするとコークスが出来上がる。



図表 2-4 製造工程(出典:日本鉄鋼連盟「鉄をつくる」)

## (2) 高炉の中では

鉄鉱石から鉄分を取り出すには酸素を除去（還元）する必要がある。そのための還元材として使われるのがコークスである。高炉の真ん中に炉心コークスと呼ばれるコークスの山があり、周囲には炉頂から装入された鉄鉱石とコークスが交互に積み重なっている。

コークスは炉の下から吹き込まれる熱風や酸素と反応して一酸化炭素や水素などのガス（還元ガス）を発生する。この熱いガスは激しい上昇気流となって炉内を吹きのぼり、鉄鉱石を溶かしながら酸素を奪う（間接還元）。溶けた鉄は豪雨のように流れ落ち、コークスの炭素と接触することでさらに還元（直接還元）され、炉底の湯溜り部にたまる。

### ○銑鉄を運ぶトーピードカー

大型高炉の底部には4～5か所の出銑口があり、そこから火の河のように銑鉄が流れ出る。高炉から出た銑鉄は、溶けたままラグビーボールのような形の貨車（トーピードカー）などに積み、けい素やりん、硫黄を除去する溶銑予備処理という工程を経て製鋼工場に運ばれる。



## (3) 鋼をつくる

銑鉄は炭素分を多く（4～5%）含んでいるため、硬く、もろいので、これをねばりのある強靱な鋼（はがね）にするには炭素を徹底的に減らし、溶銑予備処理でとりきれなかった硫黄、りん、けい素など不純物を除去する必要がある。これが製鋼の目的である。現在、製鋼法の主流となっているのは転炉法である。

### ○転炉

転炉に少量の鉄スクラップを装入し、続けて溶けた銑鉄が入った取鍋から、炉体を傾けた転炉の口に銑鉄を注ぎ込む。再び、炉体を立てて精錬の開始。銑鉄に生石灰などを入れ、酸素を吹き込む。大きな圧力をかけた高純度の酸素は、炭素をはじめけい素、マンガンなどと急速に反応し、高熱（酸化熱）を発生して溶融させる。この時生じた酸化物やりん、硫黄などの不純物は生石灰などと化合して、転炉滓（スラグ）として固定される。仕上げに成分調整や酸素除去のために少量のフェロマンガ、フェロシリコン、アルミニウムなどを加え、装入時とは反対側に炉体を傾け、白熱した鋼を取鍋に流し出す。

### ○電気炉

製鋼の世界には、転炉と並んでもうひとつ、有力な設備である電気炉がある。電気炉は転炉と異なり、原料は溶けた銑鉄でなく鉄スクラップである。アーク式と高周波誘導式があり、アーク式は電極と鉄スクラップとの間にアークを飛ばし、その熱で精錬する方式である。高周波誘導式はルツボの周りにコイルを巻いて高周波の電流を通し、鉄スクラップに誘導電流を発生させてその



抵抗熱で精錬する方式である。

アーク式電気炉はふたのついた鍋のような形で、ふたに黒鉛で出来た太い電極が垂直に差し込まれている。電流を流しアークを発生させるとともに酸素を吹き込み、電弧熱と反応熱で鉄スクラップを溶かした（酸化精錬）のち、酸素や硫黄を取り除く還元精錬を行なう。

○連続鋳造で固体に

溶けた鋼（溶鋼）は連続鋳造設備により鋼片という半製品に固められる。設備の最上階で溶鋼は鋳型へ滝のように注がれる。その鋳型を冷却し、中で固まってきた鋼を鋳型の底から連続的に引き出し、垂直にあるいはカーブさせながら下へ降ろしていく。溶けていた鋼が分厚い固まりになって切れ目なくゆっくり流れ下っていくわけだ。こうして固まった帯状の鋼片は、ガス切断機で所定の長さに切り分けられ、スラブ、ビレット、ブルームなどと呼ばれる半製品になる。



#### （４）鋼材

使用目的に応じて使いやすいかたちにした製品を鋼材と呼ぶ。鋼材をつくる主な方法は上下をロールにはさんでおしのばす圧延である。ほかには目的の形に鋳込む鋳造、鋼塊をたたいて必要な形にする鍛造、熱した鋼片をダイスに通す押し出しなどがあるが、板やロールやパイプなど一般になじみの深い鋼材はほとんど圧延でつくられる。

○熱間圧延と冷間圧延

圧延には鋼片を加熱しておしのばす熱間圧延と、それを常温ですらにのばす冷間圧延がある。

鋼板の圧延を例として、それぞれについて見てみよう。鋼板は厚板



と薄板とに大別されるが、厚板は加熱炉で  $1,000^{\circ}\text{C}$  以上に熱したスラブ（鋼片）を粗圧延機にかけ、一定の厚みにしてから仕上圧延機の間を何度も往復させて目的の厚みにのばす。薄板では複数の粗圧延機と仕上圧延機を一直線上に並べ、一方向に一回だけ走らせ、板の帯におしのばす。板の帯は全ての圧延機を通過すると、終点で巨大なトイレットペーパーのようなコイル状（ホットコイル/熱延コイル）に巻き取られる。これが熱間圧延機（ホット・ストリップミル）である。

冷間圧延は、ホットコイルを常温で圧延し、板厚をさらに薄くするだけでなく、表面を美しく、均一にすることができる。自動車のボディや家電などに使われる鋼板は、ほとんどが冷延鋼板やそれにめっきなどの表面処理を施した鋼板である。

ホット・ストリップミル同様、直線上に配置した 5~6 台の圧延機の間を通すのだが、各圧延機の回転速度が先へ行くほど速くなるので、ロールに押されるのと同時に引っ張られるため、ぐんぐん薄くなっていく。0.05mm といった紙のような薄さにすることも可能である。

## (5) 鉄製品

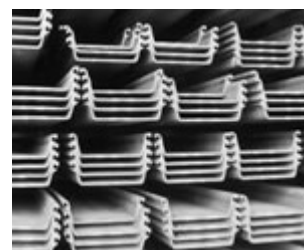
### ○軌条

軌条とは鉄道などのレールのことである。材質はほとんどのものが普通鋼で、普通レールの場合、炭素 0.50~0.75%、鋼材としては高炭素鋼に属する。レールの種類は通常 1m 当たりの重量で表し、30kg 以上を重軌条、30kg 未満を軽軌条と呼ぶ。



### ○鋼矢板 (こうやいた)

護岸、岸壁、防波堤、橋梁、水門の基礎など土木建設の現場で広く使用される。鋼矢板は土中に打ち込む際の圧力や腐食に耐えるものでなくてはならず、材質は炭素 0.32%前後、りん、硫黄各 0.04%以下、防食のために銅 0.3%前後を含む。表面にポリエチレン系、ウレタン系樹脂をコーティングした重防食鋼矢板も生産されている。



### ○形鋼 (かたこう)

代表的な形鋼であるH形鋼は断面が H 字形で、フランジ幅が広く、フランジ内外面が平行な形鋼である。用途は建築や橋梁、船舶などの構造材用と、岸壁、建築物、高速道路などの基礎杭用に分けられる。そのため材質的には高張力、耐候性、耐食性、耐海水性などが求められる。

### ○棒鋼 (ぼうこう)

断面が円形、正方形、多角形などの棒状の鋼材である。その約 8 割が建設現場で使われる鉄筋用で、他は機械の構造部材やボルト、ナット、リベットやチェーンの素材など多分野へ供給される。

### ○異形棒鋼

コンクリートの補強用として開発され、土木・建築用の鉄筋材として使用される。コンクリートの中に埋め込んで使用するため、付着性が高まるように円周の表面に節（軸線に直角または斜めの突起）やリブ（軸線方向の突起）を付けることで表面積を大きくしている。耐食性を高めるため、表面に亜鉛めっきをしたり、エポキシ樹脂を塗装したものもある。

### ○線材 (せんざい)

圧延鋼材の中で最も断面が小さく、細くて長い線状の鋼材である。撚りあわせてワイヤ

ロープにしたり、二次製品の素材として針金や金網、釘、ボルト・ナットなど私たちの身近なところにも使われる製品に姿を変える。炭素含有量 0.09%以上 0.25%以下の軟鋼及び極軟鋼の普通線材と、0.09%以下の低炭素、及び 0.25%以上の高炭素の特殊線材に分けられる。

普通線材は主に鉄線、針金、釘、金網、ねじ類など二次製品の素材になる。一方、特殊線材は強靱性や耐久性などを要求される鋼索、鋼撚り線、線ばね、タイヤ芯などの素材として用いられるほか、被覆アーク溶接棒や心線用に使われる。

#### ○厚中板（あつちゅういた）

最も重量感のあるダイナミックな鋼材である。厚さ 360mm、幅 5,340mm、長さ 30m といった巨大な鋼板の生産も可能である。用途別には、構造用鋼板、ボイラ・圧力容器用鋼板、造船用鋼板、自動車用鋼板、床用鋼板などに分類される。

厚中板は厚みが 3mm 以上のものをいい、3mm 以上 6mm 未満のものを中板、6mm 以上を厚板、150mm 以上を極厚板と呼ぶ。用途は土木・建築・橋梁・産業機械用、石油タンク、海洋構造物などの一般及び溶接構造用の鋼板をはじめ、造船用、ボイラ・圧力容器用、ラインパイプ用などに幅広く使われている。



#### ○薄板（うすいた）

冷延鋼板類…自動車、家電を支え、大きく伸びる。冷間で圧延された切り板（冷延鋼板）、冷延広幅帯鋼及びみがき帯鋼を冷延鋼板類と呼ぶ。熱延薄板類を素材として圧延される。熱延薄板類より薄く、厚さ精度が高く、表面が美しく、加工性にも優れる。用途は自動車、電気機器、鋼製家具などに使用される。



冷延鋼板は広幅帯鋼をシャー（剪断機）にかけて一定寸法に剪断した切り板。冷延広幅帯鋼は熱延広幅帯鋼を冷間圧延した鋼材、幅は 600mm 以上でコイル状をしている。ブリキや亜鉛めっき鋼板の素材としても使われる。みがき帯鋼は、熱延帯鋼をスリットして冷間圧延したもの、あるいはそのまま直接冷間圧延したもので、幅 600mm 未満のコイル状のものをさす。

#### ○表面処理鋼板（ひょうめんしょりこうはん）

亜鉛めっき鋼板…高付加価値製品として多分野で活躍。冷延鋼板などに亜鉛めっき処理をした鋼板。耐食性に優れた表面処理鋼板の代表である。建築をはじめ自動車、家電製品など、各種の構造部材に広く使用されている。



製造方法には溶融めっき法と電気めっき法の 2 種類があり、溶融めっき法の方がめっき層が比較的厚く仕上がる。また、亜鉛のほかにアルミニウム、

クロム、ニッケルといった合金元素を加え、それぞれの特性を発揮させた複合合金めっき鋼板もある。また、近年、環境負荷の高いクロメート（六価クロム）処理に依らないクロメートフリー亜鉛めっき鋼板が開発され、適用が進んでいる。

○ブリキ…歴史に支えられためっき鋼板（提供：スチール缶リサイクル協会）

圧延した薄板や帯鋼に錫（すず）めっきした鋼板。錆びの発生を抑制し、次工程での塗装性、印刷性、はんだづけなどの加工・接合時に優れた特性を発揮。食缶、飲料缶、18L缶など各種容器に幅広く使用されている。また、すずめっきの代わりに電解クロム酸処理を施し、塗装性、印刷性に優れたティン（錫）フリースチールも開発され、各種容器に使われている。



○鋼管（こうかん）

溶鍛接鋼管…需要の大半を賄う溶鍛接鋼管。帯鋼、広幅帯鋼、厚中板などを原材料とし、鋼管のロール成形機、UOプレス（鋼板をまずU字形に曲げ、次にO形の管状に成形する機械）やスパイラル成形機（広幅帯鋼を螺旋状に巻いて管状に成形する機械）で成形した半製品の継ぎ目を、溶接や鍛接方法で仕上げる鋼管。製品には、溶接鋼管、電縫鋼管、電弧溶接鋼管、朝顔形のダイス孔を引き出しながら接合する鍛接鋼管などがある。



## 6. 鉄スクラップの種類

鉄は循環し、鉄スクラップはその循環に大きな役割を果たしていることは理解できた。ところで、日本では上代から金（くがね）、銀（しろがね）、鉄（くろがね）、古鉄（ふるがね）と呼ばれており、「鉄くず」（「鉄スクラップ」）という呼び名は江戸・明治前半までは存在しなかった。

鉄スクラップは、次のように3種類に分けることができる。

### （1） 自家発生スクラップ（リターンくず）

自家発生スクラップは、高炉－転炉、電気炉、鋳物工場等の鉄鋼製造工場の内部で発生する物で、具体的には製品の不要部の切断によって発生するスクラップ等である。その発生量は安定しており、成分、性状も判明していることから、発生工場内でリサイクルされている。

### （2） 加工スクラップ（工場発生スクラップ）

○切板、打ち抜きくず、切削くず、切り粉

製造業の生産段階で発生するスクラップであり、素性が分かり異物が混入する可能性も

少ないため、品位面ではリターンくずと同様に使い勝手がよいスクラップで鋼材成分の調整用に使われている。回収業者により回収された後、新断、鋼ダライ、銑くずと名をかえて、プレス等の加工処理せず製鋼メーカーに搬入される。

### (3) 老廃スクラップ

○建材、自動車、家電等の廃棄物

老廃スクラップは建材、自動車、家電等の廃棄物であり、発生個所は建物解体時、機械類の更新時、使用済み自動車や容器などさまざまであり、発生形状もまちまちのため回収後は製鋼投入効率を上げるため回収業者で次の加工処理が行われる。

#### ① サイジング (ギロチン、ガス切り)

建物解体屑のうち形鋼や鉄筋屑など条鋼類のスクラップに対して受け入れ先製鋼メーカーの炉容に合わせた切断加工であり、ギロチンシャー等が使われる。



#### ② 砕 (シュレッダー)

主に家電類、自動車のボディ、自動販売機などの鋼板製品を減容化し、かつ磁選により鉄のみを選別するために行われる。



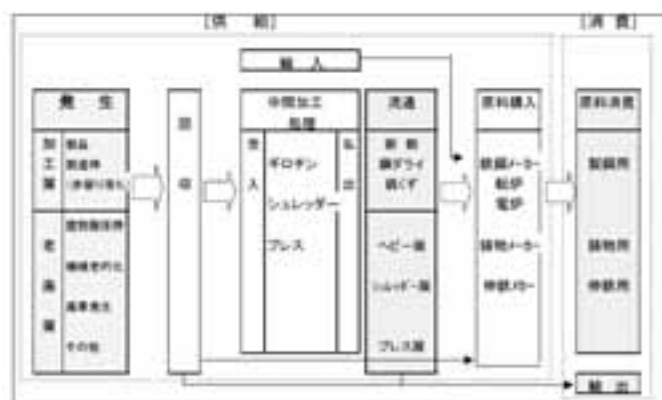
#### ③ 容 (プレス)

空き缶など容積の大きいものを、専用のプレス機によりサイコロ状に固める処理であり、プレス処理後はプレススクラップとして流通している。

老廃スクラップは発生段階、回収段階及び加工処理段階それぞれに製鋼原料としてふさわしくないものが混入する可能性がある。

多くは加工処理段階までに選別除去できるが経済性の範囲以内が実情であり、かつ複合材のように材料そのものに不純物を含む場合は選別しきれない。

スクラップには検収規格により、等級、規格が細かく定められており、規格ごとにそれぞれの用途に応じてリサイクルされている。その概要は図表 2-5 に示すとおりである。



図表 2-5 スクラップ発生～流通フロー図

## 7. 鉄スクラップ規格

わが国の鉄スクラップ規格は、昭和30年にまとめた日本工業規格（JIS）鉄くず分類基準G2401が初めであるが、電気炉メーカー等が独自のローカルルールを作ったため、実際にはほとんど機能しておらず、現在は1996年に（社）日本鉄源協会が制定した鉄スクラップ検収統一規格（2008年改訂）が広く行き渡っている。

鉄スクラップ検収統一規格

(社)日本鉄源協会  
2008年6月改訂

分類	品種	等級	寸法 (mm)		単重 (kg)	注 記
			厚さ	幅又は高さ×長さ		
炭 素 鋼 ス ク ラ ッ プ	ヘビー	ギロチンシヤー、ガス溶断、重機などでサイジングしたもので、厚み、寸法、単重により以下に区分する。				
		H5	6以上	500以下×700以下	600以下	
		H1	6以上	500以下×1200以下	1000以下	
		H2	3以上～6未満	〃	〃	
		H3	1以上～3未満	〃	〃	
		H4	1未満	〃	〃	
	プレス	主として鋼板加工製品を母材にしてプレス機により圧縮成形した直方体状のもので、母材により以下に区分する。				
		A	3辺の総和1800以下、最大辺800以下			主に使用済み自動車をプレスしたもの
		E	〃			Aプレス、Oプレスでないもの
	C	上限寸法は同上、下限は3辺総和600以上			飲料缶をプレスしたもの	
	シュレッダー	主として鋼板加工製品を母材にしてシュレッダー機により破砕したあと磁気選別機で選別された鉄スクラップで、母材により以下に区分する。				
		A				主に使用済み自動車を破砕したもの
	E				上記以外の混合物	
	新 断	鋼板加工製品を製造する際に発生する切りくず及び打ち抜きくずで、形状、酸化の程度により以下に区分する。				
		シュレッダー				新断をシュレッダー処理したもの
		プレスA	3辺の総和1800以下、最大辺800以下			表面処理していない薄鋼板で酸化していないもの
		プレスB	〃			多少酸化している薄鋼板又は鋼材材質に影響を及ぼさない表面処理鋼板
		ハコA	幅又は高さ500以下×長さ1200以下			表面処理していない薄鋼板で酸化していないもの
		ハコB	〃			多少酸化している薄鋼板又は鋼材材質に影響を及ぼさない表面処理鋼板
	鋼 ダ ライ 粉	ネジ、機械部品などを製作する際に発生する切削くず及び切り粉で、形状、酸化の程度により以下に区分する。				
A					普通鋼切削くずで酸化の少ないもの、チップ状のもの	
B					普通鋼切削くずで多少酸化しているもの、パーマ状のもの	
プレス		3辺の総和1800以下、最大辺800以下			普通鋼切削くずで酸化の少ないものをプレスしたもの	
鉄 ス ク ラ ッ プ	故鉄	使用済み鋼物製品を細かく打ち砕いたブロック状のもので、母材により以下に区分する。				
		A	1辺1200以下		1000以下	機械鉄、道具鉄等の上鉄、モーターブロック完全解体
	B	〃		〃	並鉄、モーターブロック未解体(油ぬきもの)	
	鉄 ダ ライ 粉	鋼物製品を生産する際に発生する切削くずで、酸化の程度により以下に区分する。				
		A				鋼物切削くずで酸化の少ないもの
B				多少酸化した鋼物切削くず		



代表的な検収規格を紹介する。

### (1) ヘビー

プラスチックが付着せず、ダスト類が混入していない鋼板、H型鋼、レール、鋼矢板、丸鋼等でHS、H1、H2～H4まで5等級に分類されている。

H2は建物解体から発生した鉄筋やその他の鉄スクラップをシャーリング（せん断）加工した鉄スクラップなどが一般的。電炉メーカーによっては「特級」と呼ぶ場合も多い。鉄スクラップの中で最も流通量が多いことから、H2の取引価格は国内鉄スクラップの指標品種となっている。



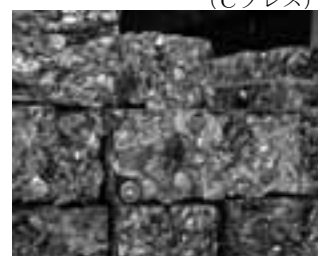
### (2) プレス

○Aプレス：主に自動車の車体等

○Bプレス：Aプレス・Cプレス以外のもの（1997年版を

参考にすると、亜鉛メッキ鋼板等、下級屑、家電製品、バイク、自転車を代表例として掲げている。）

○Cプレス：飲料缶をプレスしたもの（1997年版を参考にすると、食缶、飲料缶、一般缶、18リットル缶を含む各種缶類のMix品で、「CS及びCは単に缶を圧縮したものではなく、複数の缶を圧縮成型し、直方体にしたもので、ハンドリングの際に簡単にばらけないこと」という注記されている。）



## 8. 不純成分の問題

老廃スクラップは建材、自動車、家電等の廃棄物であることから、不純物の混入は発生、回収、加工処理の各段階で起こる可能性がある。混入する可能性のある不純物の形態は、大まかに付着不純物、表層不純物、合金系不純物の3つに分けることが出来る。

付着不純物は、モーターや配電盤に代表される。モーターは電磁鋼板に銅線を巻いたものであるためシュレッダーにかけても磁石に付着し、そのままシュレッダースクラップに混入してしまう。このため、磁選後、風力選別やコンベア上での手選別が一般的だが、手選別は経済性が関与する部分でもある。

表層不純物では、錆び対策として行われる各種の表面処理があるが、亜鉛めっき鋼板は炉に投入後、炉壁や集塵口に付着するなど製鋼操業上の支障をきたす。

鉄スクラップ中 不純物の存在形態は次のとおりである。

分類	不純物の存在形態	具体例（主な金属）
付着不純物	ある程度の質量をもつ非鉄金属の単体が鉄と共存するもの	モーター類（鉄と銅） 自動車エンジン・ブロック（鉄、アルミ）
表層不純物	鉄の表面に薄い非鉄金属層として共存するもの	亜鉛めっき鋼板（鉄と亜鉛） 錫メッキ鋼板（鉄と錫）
合金系不純物	鉄鋼製品の性能を上げるために合金成分として意図的に鉄鋼中に添加された元素に基づくもの	耐候性鋼板（鉄と銅） ステンレス（鉄と Ni、Cr、モリブデン）

### （１） 鋼に影響を及ぼす不純元素

鉄鋼製品を製造する段階で、製品の用途によりさまざまな元素が必要となるが、その中で逆に悪影響をおよぼす元素もある。特に現状の技術水準では精錬しても除去出来ない元素でしかも鉄スクラップ中に含まれているものに Cu と Sn がある。鉄スクラップの需要は電炉メーカーがその 70%を占め、引取基準、価格はこの業界動向により決定される。電炉精錬は酸化精錬であり、この工程で除去できない合金くずや非鉄金属が規定値以上混入した鉄スクラップは引取を拒否される可能性がある。とくに銅、クロム、ニッケル、鉛は製鋼上の禁忌元素とされ、リサイクルプラントでの分離が必要となる。鉄スクラップへのステンレス（鉄、クロム、ニッケルの合金）の混入は品位を低下させる要因となる。なお、亜鉛（メッキ鋼板）は融点が低く製鋼時に蒸発して除去されるため、その混入は障害にならない。次に禁忌元素をまとめる。

元素名	事由と影響値
Cu(銅)	Cu は製鋼時高温でも排除できず、鋼にそのまま介在する。熱間加工時、割れの原因となるため、深絞り用鋼板は 0.001 に制御されており、一般形鋼も 0.3%を上限としている(自動車リサイクル法の ART チームは「0.3%以下」を条件としている)。
Sn(錫)	Cu その他の元素との共存により熱間加工性を悪化させる。また、機械的性質として伸び、絞りが増し強度が低下する。一般的に 0.04%程度で熱間加工に影響し、0.2%程度で冷間加工性や焼き戻し脆性に影響がある。
Cr(クロム)	構造用特殊鋼の合金元素として鋼の機械的性質を改善するほか、ステンレス鋼、耐熱鋼に加えられて耐食性、耐酸化性が高められる。しかし普通炭素鋼では鋼を硬化させるため、0.1%以上は悪影響となる。
Ni(ニッケル)	低温での靱性を増加させ、耐熱鋼の劣化を防ぐ効果がある。Cr と Mo を組み合わせて使用する場合が多い。但し、普通鋼では Ni は少ないほうがよく、0.2%を超えると有害となることがある。
Zn(亜鉛)	融点が 420 °Cと低いため、通常の製造工程で除去されるが、炉壁や集塵口に付着して操業支障をきたすと共に、ダストに介在する。
As(砒素)	0.2%以上は機械的性質として衝撃性、溶接性を悪化させるが、精錬、製鋼工程ではほとんど除去できない。
Sb(アンチモン)	脱炭、湿炭を抑制する効果があるが、衝撃性を減少させるため As と共に有害成分となっている。
Pb(鉛)	被削性(工具寿命、切削スクラップの破砕性、仕上げ面の粗さ)を改善するために快削鋼に添加されるが、0.05~0.3%程度の含有率とされている。
S(硫黄)	特別な鋼以外は、有害な元素として一般的には 0.05%以下、高級鋼では 0.01%以下で規定されている。
P(リン)	鋼の地割れ、焼歪などの主要因となったり、鋼の脆性を著しくするため、一般の鋼では 0.05%以下に抑えられ、低ければ低いほど良い。

図表 2-6 製鋼上の禁忌元素

## 9. 鉄スクラップ処理業の適用法令

鉄スクラップ処理業に係る法令として考えられるのは、次の三つである。

- 廃棄物の処理及び清掃に関する法律
- 古物営業法
- 金属くず営業条例

### (1) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）

スクラップ価格が低下した場合に、当該鉄スクラップは排出事業者が有価で売却できないため不要になった物に該当し、廃棄物となる。

また、「特定家庭用機器産業廃棄物（廃家電）」の中間処理に関しては、「特定家庭用機器産業廃棄物の再生又は処分の方法として環境大臣が定める方法」が示されており、再生の基準が定められている。

#### ● 業廃棄物処理業許可（法第 14 条第 1 項、第 6 項）

他人の廃棄物の処理（収集・運搬、処分）を業とするためには、産業廃棄物処理業の許可が必要となる。ただし、廃棄物処理法では金属くず、古紙等の再生資源業者を保護する目的で、「専ら再生利用の目的となる産業廃棄物のみの収集又は運搬若しくは処分を業として行う者」は許可は不要であると規定している。（法第 14 条）

「専ら再生利用の目的となる産業廃棄物」については、昭和 46 年 10 月 16 日 環整第 43 号通知で、「産業廃棄物の処理業者であっても、もっぱら再生利用の目的となる産業廃棄物、すなわち、古紙、くず鉄(古銅等を含む)、あきびん類、古繊維を専門に取り扱っている既存の回収業者等は許可の対象とならないものであること。」と記載されている。ただし、廃自動車や廃家電・廃オフィス機器などは、金属くずと廃プラスチック類及びガラスくず等の混合物であり、専ら再生利用の目的となる廃棄物とはみなされないため産業廃棄物処理業の許可が必要である。

#### ● 定家庭用機器産業廃棄物の再生又は処分の方法として環境大臣が定める方法

廃家電を再生・処分する基準は、「鉄、アルミニウム及び銅（以下「鉄等」という。）について、当該廃棄物から鉄、アルミニウム若しくは銅を使用する部品を分離し鉄等を回収する方法又は当該方法により得られる量と同程度以上の量の鉄等を回収する方法」とされており、特定家庭用機器再商品化法施行令で定められている再商品化等の基準を例としている。

### (再商品化等の基準)

第3条 法第22条第1項の政令で定める再商品化等を実施すべき量に関する基準は、当該年度において再商品化等をした次の表の上欄に掲げる特定家庭用機器廃棄物について、当該特定家庭用機器廃棄物から分離された部品及び材料のうち再商品化等をされたものの総重量の当該特定家庭用機器廃棄物の総重量に対する割合が、それぞれ同表中欄に掲げる割合以上であり、かつ、当該特定家庭用機器廃棄物から分離された部品及び材料のうち再商品化をされたものの総重量の当該特定家庭用機器廃棄物の総重量に対する割合が、それぞれ同表下欄に掲げる割合以上であることとする。

一 ユニット形エアコンディショナー	100分の70	100分の70
二 テレビジョン受信機	100分の55 液晶式・プラズマ式薄型テレビ) は、100分の50	100分の55 (液晶式・プラズマ式薄型テレビ)は、 100分の50
三 電気冷蔵庫・電気冷凍庫	100分の60	100分の60
四 電気洗濯機・衣類乾燥機	100分の65	100分の65

### (2) 古物営業法

大型機械類（船舶、航空機、工作機械その他これらに類する物をいう。）等の古物の古物を売買し用途する者は営業所がある都道府県の都道府県公安委員会毎に許可を受けなければならないとされている。（法第3条）

### (3) 金属くず営業条例

都道府県条例であり、所管しているのは都道府県の公安委員会である。大阪府条例第1条の目的をみると明らかなように「金属類の盗犯を防止」することを目的としている条例である。そのため、時代に合わないことから廃止している都道府県が多い。ちなみに条例を持っている都道府県は次の15府県である。

（出典：西村行政書士法務事務所のウェブページ）

都道府県名	都道府県名	都道府県名
北海道 12,800円	茨城県 2,000円	福井県 8,500円
長野県 8,500円	静岡県 8,500円	滋賀県 8,700円
大阪府 7,500円	兵庫県 8,500円	奈良県 8,500円
和歌山県 12,000円	島根県 無料	岡山県 無料
広島県 無料	山口県 1,080円	徳島県 無料

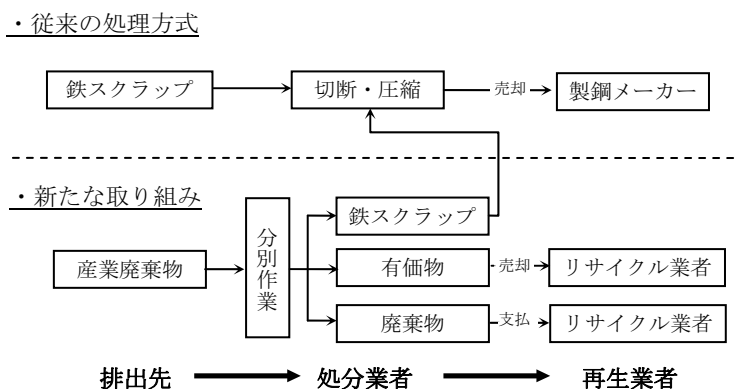
## 10. 産業廃棄物処理業とスクラップ処理の課題と展望

8節で述べたように老廃スクラップは多くの不純物が混入しており、鉄鋼製品に悪影響をおよぼす元素だけでなく金や銀などのレアメタルも含まれている。鉄鋼製品の品質と資

源循環の観点からこの金属を回収することが望まれるが、シュレッダーで破碎する前に分別する必要があり、人件費の関係で経済的に成立させることが難しい。

ここでは、この問題を解決する新たな取り組みを右図にて紹介する。9 節で述べたように、鉄スクラップ処理業は産業廃棄物処理業の許可の対象とならないが、あえて産業廃棄物処理業の許可を取り分別を強化している事例がある。鉄以外のプラスチック等との複合素材物や鉄以外の金属を含む鉄スクラップを積極的に回収し、有価物である銅線、モーター、トランス、電子部品、基盤などのレアメタルを含む部品を回収しリサイクル業者に売却する。同時に産業廃棄物となる電池、蛍光灯、木材、プラスチックなどを回収し、処理費を支払いリサイクル業者で処分する。最後に残る不純物を取り除いた鉄スクラップは、製鋼原料として出荷し売却することが可能となるのである。

鉄をバージンから作る場合、5 項鉄の製造法で述べたとおり、鉄鉱石から鉄分を取り出すためにコークスによる還元過程で大量の CO<sub>2</sub> が排出される。そこで、今後は高炉におけるスクラップの使用量を増やしていこうという研究がなされており、鉄スクラップ業者においては、さらなる高品位な処理技術が求められるだろう。また、少子高齢化や製造業の空洞化によるスクラップの発生量の減少も予想されており、ますます「量から質」へのシフトが進むだろう。



## 筆者紹介

森 俊雄

株式会社浜田

住 所 大阪府高槻市柱本 3-8-6

事業内容 産業廃棄物処理業<中間処理(破碎・圧縮)>

高槻市再生事業者登録(金属くず)

大阪府金属くず業

ゼロエミッションリサイクル(パソコン・廃蛍光管・乾電池・機密書類)

URL <http://www.kkhamada.com/>

## 参考文献

- ・「鉄スクラップ関連資料集 2008年版」 日刊市況通信社発行
- ・「鉄をつくる」 社団法人日本鉄鋼連盟ホームページ
- ・「鉄源流通実態調査 (2008 暦年)」 社団法人日本鉄源協会
- ・「平成 15 年度環境問題対策調査等に関する委託事業報告書」(自動車リサイクルに係る処理技術等の調査) 財団法人金属系材料研究開発センター
- ・「鉄スクラップ検収統一規格」 社団法人日本鉄源協会
- ・「たたらの話」和鋼博物館ホームページ
- ・「枚方家電リサイクルプラントのリサイクル技術」シャープ技報第 79 号・2001 年 4 月

【コラム】

## 廃自動車

### 1. 自動車リサイクル法と廃自動車の循環

日本では年間 360 万台の自動車が廃棄されており、それらは自動車解体業者が処理を行ってきた。本業界においては、処理業との兼業をのぞけば、類似する業界というよりは排出事業者の一つとして考えられることが多い。

そうした廃自動車処理に本業界が注目したのは、約 56 万 t のシュレッダーダストが不法投棄された豊島事件、そして個別リサイクル法として本格施行された 05 年前後といえる。前者については省略するが、後者においては自動車解体業者が認定制となるにあたり、本業界の施設等に準じた周辺環境へ配慮するための各種設備を設置している解体業者が少なかったことから、新たなビジネスチャンスとして捉える事業者も少なくなかった。

自動車リサイクル法は、購入時（移行時期は施行直近の車検時）にリサイクル料金を徴収し、その費用でシュレッダーダスト、エアバッグ類、フロン類の適正処理を行うもの。処理事業は認定を受ける必要があり、認定後も車両毎、工程ごとにインターネットを使った報告義務体制が敷かれている。

こうしてスタートした自動車リサイクルだが、廃自動車の処理事業に携わる事業者には、「逆風」ともいえる厳しい環境が続いている。自動車の保有台数は伸び幅が縮小しつつも統計上は増加しているが、①現実的には若年層を中心にクルマ離れが進んでいること②デフレや性能の向上などにより別途新車や中古車へ乗り換えるスパンが長期化している③将来的にも人口減に伴い市場は縮小する一などの理由があり、今後も慢性的に廃車の品薄感も継続。こうした現況とともに中古車を中心としたオークション業者が介在。廃車 1 台当たりの価格を上昇させた結果、処理台数を上げて利益確保が難しい局面を迎えている。

また近年の燃料高騰を背景に普及が加速する電気自動車、ハイブリッド車については、構造の特殊さゆえにディーラーの扱う領域が拡大、結果的に民間系の解体事業者が携われないという問題も懸念材料として見られている。

### 2. 3・11 被災車両の特別措置

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、地震と巨大津波のため多くの自動車が被災した。その正確な数は不明だが、東北 3 県で 30 万～40 万台と見られている。

問題視されたのは①被災車両の所有者が死亡、また行方不明となっているケース②所有者との連絡が取れたとしても手続できない③処理を行う解体事業者自身が被災しており処理を遂行できない一など。従来通りの処理ができないことから、国と関係省庁は自治体や関係団体と連携し特別措置を取った。

被災車両の処理費用はリサイクル法により徴収していたことから、本来は所有者が行うべき車両の移動や各種手続を自治体が代行することで迅速に対応していった。街中に放置された車両を仮置き場へと収集し環境を汚染しないよう事前処理。そこから所有者への連絡や処理を順次進める体制を取った。

しかし現状として、処理作業もリサイクル費用の支払い等の問題、処理工場の機能回復の遅延もあり、思うように進んでいない地域も少なくない。また今後廃車として順次発生が予測される年式の車両までもが被災したことで、これから数十年にわたる廃車台数減が見込まれると専門紙等では厳しい見方をしている。

## 筆者紹介

馬場孝至

株式会社東栄大和クリーンセンター代表取締役社長

住 所 大阪府柏原市国分東条町 26-15

事業内容 廃棄物・使用済み自動車の収集運搬・処分および再生（リサイクル）

Website : <http://toeyamato.jp/index.html>



## 第3章 木くず

### 1. 「木くず」とは

#### (1) 定義

「木くず」とは一般的には廃棄される木・木製品のことを指すと思われるが、廃棄物の処理及び清掃に関する法律(以下廃棄物処理法)では、特定業種から排出される廃木材を指す。廃棄物処理法では、◆建設業に係るもの(工作物の新築、改築又は除去に伴って生じたものに限る)◆木材又は木製品の製造業(家具の製造業も含む)◆パルプ製造業・輸入木材の卸売業及び物品賃貸業に係るもの・貨物の流通のために使用したパレット(パレットへの貨物の積付けのために使用した梱包用の木材を含む)に係るもの並びにポリ塩化ビフェニル(PCB)が染み込んだものが産業廃棄物であると定められており、それ以外の木くずは、すべて一般廃棄物となる。

#### (2) 種類と特性

木材関連工業から排出される廃木材には、間伐材、製廃材があり、さらにおが屑・木皮・チップダストなどがある。これらは樹種がある程度限定される。建設業から排出される木くずは、建物の解体や建設工事に伴って発生する廃木材や梱包用木材・パレットの廃損品などで、内装建材、不用家具、枕木、電柱、港湾廃材などを含んでいる。貨物の流通のために使用したパレットは主に運輸・倉庫業、製造業等から排出される。

建設リサイクル法平成14年に施行され、特定建設資材廃棄物(木材を含む)の分別解体、再資源化が義務付けられるようになり、従来は最終処分場に混合廃棄物として埋立処分されていたものが、分別が進み一部木材チップ業者にもまわるようになった。

製品チップの種類としては製紙パルプ用・建材ボード用・ボイラー燃料用などと副産物の製品としてのおが屑がある。

製紙パルプ用原料としては、針葉樹のみを受入れ基準にしているところが多い。建材ボード用原料としては、基準の幅が大きい基本的には純粋な木材のみ(合板等は不可)を受入れ基準にしているところが多い。上記以外の木くずはボイラ燃料用原料となる。

	主な用途	木くず(原料)の性状等	備考
Aチップ	製紙原料、エタノール原料、炭	柱、梁等断面図の大きなもの	合板、ペンキ付着物、金属等の異物を含まないこと
Bチップ	製紙原料の、繊維板(MDF)、パーティクルボード、エタノール原	主にパレット、梱包材、解体材で比較的断面積	合板、ペンキ付着物、金属等の異物を含まないこと

	料、炭、マルチング材	あるもの	
Cチップ	パーティクルボード、燃料、敷料、セメント材料、エタノール原料	主にパレット、梱包材、解体材で比較的断面積のあるもの	ペンキ付着物、金属等の異物を含まないこと
Dチップ	燃料	上記以外の木くず、ペンキの付着した木くず	金属等の異物を含まないこと 水分を多く含んでいないこと
おが屑	敷料、固形燃料	チップ製造の際の副産物	有害物、金属を含まないこと

※すべてにおいて、CCA 含有物を含まないこと

■ CCA 防腐剤付材の処理について家屋解体業者が法規制に基づき実施すべき事項

建設リサイクル法第 3 条第 1 項に基づく特定建設資材に係る分別解体等及び特定建設資材廃棄物の再資源化等の促進等に関する基本方針（平成 13.1.17）及び建設副産物適正処理推進要綱（平成 14.5.30 改正）によれば元請業者（家屋解体業者）は、CCA 処理木材について、それ以外の部分と分離・分別し、それが困難な場合には、CCA が注入されている可能性がある部分を含めこれをすべて CCA 処理木材として焼却（※）又は埋立を適正に行わなければならない。

これにより、木材チップの製造を目的とする破砕業者等は CCA 防腐剤付材の受入れはできない。

（※）焼却とは廃棄物処理法に基づく、廃棄物焼却炉での焼却を指し、民間企業等の一般ボイラで焼却することはできない。

## 2. 木材チップ業

### (1) 経緯

製紙会社は、もともとは自社で所有の森林等を伐採してバージンチップを製紙用パルプ原料として使用していたが、高度経済成長時代を迎える頃より、需要が爆発的に増加し自社森林だけでは原料の供給が追いつかなくなった。そのような状況下、製材所で製材の際に残る残材（背板）等を買って切削・チップ化して製紙会社へパルプ原料として販売する木材チップ業が誕生した。

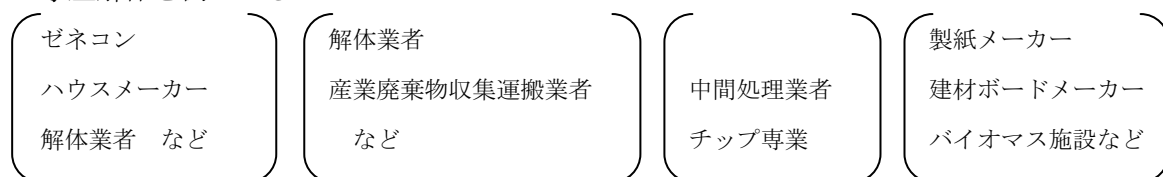
さらに、製紙メーカーが古材チップ（家屋解体の躯体材＝柱・梁材などを原料とする）も使用するようになったため、木材チップ業者はそのような廃木材も回収するようになった。また、建築ボードの材料やボイラ燃料など木材チップの用途も徐々に拡大していった。

そのため、チップ業者は、増える需要に対応するため、大量の木くずの廃材が発生する建設系廃材に目を付け始めた。昭和 45 年に廃棄物の処理及び清掃に関する法律が成立した後は、産業廃棄物処理業の許可が必要になった。

### (2) 業者

排出事業者 → 収集運搬業者 → 中間処理業者 → 売却先業者

家屋解体を例にとると



木くずを扱う業者として基本的には産業廃棄物の中間処理業（木くず）の許可を有しているところとなるが、1日当たり5t以下の破砕施設（届出のみ）で自社分を処理しているところもある。

中間処理業者とは

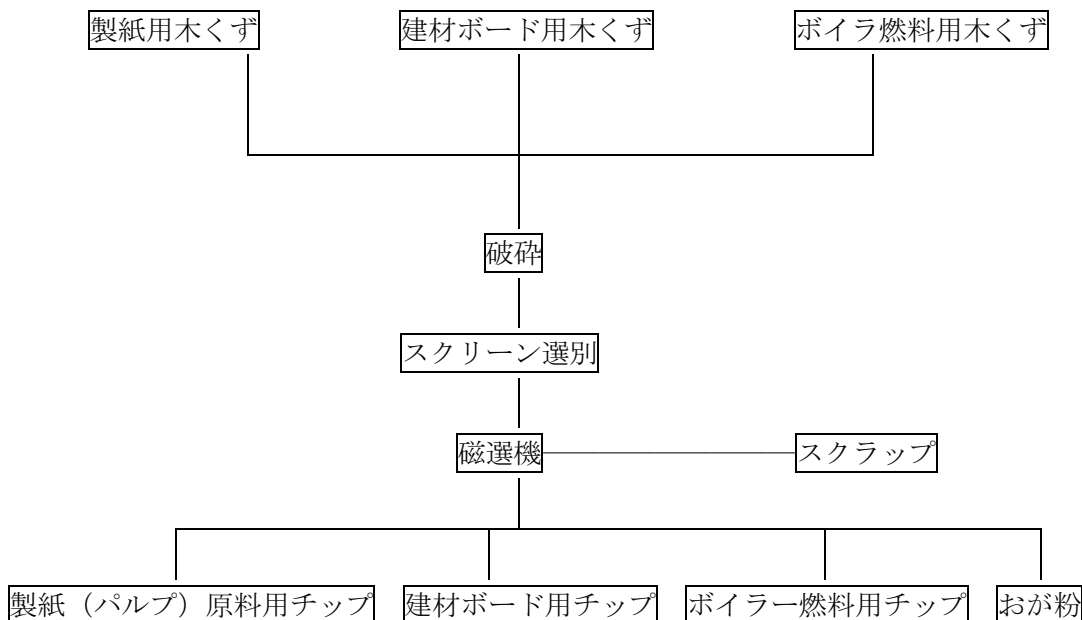
- 産業廃棄物中間処理業者（木くず専門・多品目取り扱い業者）
- 製紙会社 建材ボード会社等の破砕施設
- 建設（解体）業で破砕施設

### (3) 工程

処理方法は破砕と焼却がある。ここでは破砕施設について書く。破砕されたチップ（小木片）は、マテリアル（原料）とサーマル（熱）利用のふたつに分けられる。まず、搬入された木くずは品質により分けられ、異物混入をチェックしながらコンベアラインに投入、破砕機でチップ化され、用途別にスクリーンにて大きさを揃え、磁選機で釘等の金具を除

去する。この工程でチップが製造され、副産物としておが粉と鉄くず（スクラップ）ができる。

（\*おが粉は牛舎の敷き藁やオガライト原料として販売、スクラップも鋼鉄原料として販売する）



### 3. 木くずの引取先

主な排出事業者は家屋解体業で、解体現場で分別して持込まれることが多い。建築業者が新築・改築現場で分別した端材や、コンクリート型枠等もある。また、運輸・倉庫業、製造業等からパレットや梱包材を持ち込まれることもある。

製材所・木材加工業からでる廃材（背板・木端）

家屋解体・・・ シバ、チップ（躯体材）

建築・・・ コンクリート型枠、端材

製材所・・・ 背板、おが屑、バーク

木材加工業・・・ 木片、端材

造園業・・・ 生木（植栽）

その他・・・ パレット、梱包材等

### 4. 木くずの引渡先（売却先）

製紙会社・・・ パルプ原料用、ボイラ燃料（蒸気・発電）用

建材ボードメーカー・・・ 建材ボード原料用、ボイラ燃料（蒸気・発電）用

牧場・・・ 牛舎の敷藁（使用後堆肥化）用

バイオマス施設

## 5. 市場の変化とその要因

### (1) 発生量の経年変化と傾向

建設発生木材の排出量

平成 7 年度	630 万 t (390 万 t)
平成 12 年度	480 万 t (80 万 t)
平成 17 年度	470 万 t (40 万 t)

※ ( ) 内は最終処分量

### (2) 回収量の経年変化と傾向

環境庁が平成 12 年を「循環型社会推進元年」と位置付け、循環型社会形成推進基本法が成立、世間は循環型社会へ大きく舵を切り始めたが、木くずのリサイクル率は上がることもなく、まだまだ埋立・焼却されるケースがほとんどであった。

ところが、平成 14 年に建設リサイクル法が施行され、木くずが特定資材に指定されると、それが追い風となって、木くずのリサイクル率が上昇し始める。木くずのリサイクル工場では、荷降ろしのための車が長蛇の列をつくった。これは、木くずを木質チップにリサイクルして需要があまりなく、それまで木くずのリサイクル工場への新規参入する業者が少なかったからである。

平成 17 年、京都議定書が発効し、環境問題・CO<sub>2</sub>の削減に取り組むことが世界のトレンドになってきたことにより、カーボンニュートラルの考えで有効な手段として木材のサーマルリサイクルが注目され、さらに、NEDO の助成金を受けることができることから、多くの木くずボイラが起ち上がり、燃料用の木くずの需要が急激に伸びた。そのため、需要と供給のバランスが一気に崩れ供給不足の状態となっている。

《木製パレットが、平成 20 年に一般廃棄物から産業廃棄物になる前の処理の実態》

もともと木製パレットは平成 20 年 3 月まで一般廃棄物として処理されてきた。しかし、自治体によって焼却工場の対応はまちまちで、大きさ制限のためカットしなければならない、あるいは月間持込み量の制限があるなど、問題があった。また、前述したように地球環境問題の解決が喫緊の課題となってきた中、不足しているバイオマス資源の木製パレットを焼却処分してしまうことは「如何なものか」といった反対意見も多く、適正にリサイクル処理されるのであれば産業廃棄物として処理してもよいとする自治体もあった。

実際、チップ製造業者も木製パレットを受け入れていた。解体材と違い、異物の付着も少なく、上質のチップを生産する事ができ、持込業者もカットする手間もいらぬとの理由で、廃棄量が多い排出業者は産業廃棄物として処理していた。

ところが、平成 17 年頃、経済通産省から経団連あてに「パレットは一般廃棄物として定められているので、法を遵守し一般廃棄物として処理しなければならない」という主旨

の通達が発出されたため、業界が混乱する。

行政は、当初は民間にも（パレットが処理できるように）一般廃棄物の処理業の許可を出すと言いながら、現場は焼却工場の処理能力の容量が余っているので許可は出せないと態度が変わり、排出事業者はそれらに振り回され対応に苦慮していたが、平成 20 年 4 月から、木製パレットが産業廃棄物として正式に法律で認められ、一連の混乱は収束した。

### （3）再生量の経年変化と傾向

建設発生木材のリサイクル率

平成 12 年	再資源化等率	83%	内訳（再資源化 38% 縮減 45%）
平成 17 年	再資源化等率	89%	内訳（再資源化 61% 縮減 28%）

### （4）各取引価格の経年変化と傾向

平成 19 年ごろからバイオマス燃料の需要が急激に増える一方、「百年に一度の大不況」といわれる経済状況の中で建設工事が減少、それに伴って廃材（特に建設系）の発生量も少なくなり、供給が追いつかない状況が続いている。このため、特にバイオマス燃料用チップは価格が上昇し、押し上げられるかたちで木質ボード用（マテリアルリサイクル）チップの販売価格も上がっている。それと同時に、処分施設の新規参入が増え、処分費用の価格競争が起こり、産廃施設の木くずの受入れ処分価格も下がっているのが現状である。

### （5）木くずチップの動向

建設系木質チップの処理は、過度期を迎えている。解体系木くずの発生量は年間 500 万トンと言われている。温暖化対策で全国に木質チップを燃料にした大型ボイラや発電施設が相次いで新規に稼動したため、不足する状況が続いていた。しかし、経済の低迷により、ボードメーカーや製紙・パルプをはじめ、ボイラーユーザーが破産する企業が増え、皮肉にも、チップ不足とのバランスをとった形だ。サーマルの需要は、平成 21 年国内で 600 万 t に近づいたが、実際は 480 万 t 程度だったと予測される。

（左：燃料用チップ、右：木くず生木）



平成 21 年度以降は、関東、東北でバイオマスボイラーが相次いで稼動し始めた。一方、急激な景気低迷なども重なり、燃料チップ工場関連の減産が発表されているが、木くずチップの絶対数が不足している。

地域別木質チップ燃料需要施設一覧

(株) 日報アイ・ビー「循環経済新聞調べ」を基に作成 (単位: t)

地域	時 期						合計
	～平成 16 年度	17 年度	18 年度	19 年度	20 年度	21 年度～	
北海道	37000	0	0	0	276000	16000	<b>329000</b>
東北	310000	60000	250000	37000	208000	1200	<b>866200</b>
関東	210000	94000	194000	92000	422400	604800	<b>1617200</b>
北陸	30000	128000	111000	30274	43000	60000	<b>402274</b>
東海	430000	24000	118400	228000	324000	0	<b>1124400</b>
近畿	234000	0	0	122000	0	0	<b>356000</b>
中国	34600	161100	138000	60000	135000	0	<b>528700</b>
四国	138000	39000	0	67000	180000	0	<b>424000</b>
九州	75780	0	171500	0	10000	0	<b>257280</b>
沖縄	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
全国年計	1499380	506100	982900	636274	1598400	682000	<b>5905054</b>
全国累計	1499380	2005480	2988380	3624654	5223054	5905054	

## (6) 木質チップの価格動向

切削チップは、平成 19 年から 20 年にかけて、1 t あたりの単価（需要家の買い取り値）が 3660 円（5 社平均）から 1 万 222 円（9 社平均）となり、7000 円近くアップした。

切削チップ単価（平成 19 年調査）

1 t あたり	ボード会社	製紙会社
1500 円まで	1	0
2000 円まで	0	0
3000 円まで	1	0
3500 円まで	0	0
4000 円まで	2	0
5000 円以上	1	0

\*平成 19 年平均単価 3660 円（5 社平均）

平均単価	1 万 222 円 (9 社平均)	1 万 4000 円 (2 社平均)
------	----------------------	-----------------------

切削チップ単価（平成 20 年調査）

1 t あたり	ボード会社	製紙会社
1500 円まで	0	0
2000 円まで	1	0
3000 円まで	1	0
3500 円まで	1	0
4000 円まで	0	0
5000 円以上	0	0
1 万円まで	3	0
1 万円以上	3	2

シュレッターチップも、平成 19 年から 20 年にかけて、1 t あたりの単価（需要家の買い取り値）が 4422 円（8 社平均）から 7833 円（9 社平均）して 3400 円ほどアップした。

シュレッターチップ単価（平成 19 年調査）

1 t あたり	ボード会社	製紙会社
1000 円まで	0	0
1500 円まで	1	0
2000 円まで	1	0
2500 円まで	0	0
3000 円まで	1	0
3500 円まで	1	0
4000 円以上	2	0
5000 円以上	2	0
平均単価	4422 円 (8 社平均)	回答なし

シュレッターチップ単価（平成 20 年調査）

1 t あたり	ボード会社	製紙会社
1500 円まで	0	0
2000 円まで	1	0
3000 円まで	1	0
3500 円まで	1	0
4000 円まで	0	0
5000 円まで	0	0
1 万円まで	3	0
1 万円以上	3	0
平均単価	7833 円 (9 社平均)	回答なし



## (7) 地域ごとの木くずの中間処理料金

地域ごとの木屑の中間処理料金（単位 1 t 当たり）

地域	最高額	最低額	平均値
北海道	4 万円	4 万円	4 万円
東北	3 万 5000 円	6500 円	1 万 3000 円
北陸・甲信越	4 万円 (1 万 6000 円/m <sup>3</sup> )	1 万 7000 円 (7000 円/m <sup>3</sup> )	2 万 3500 円 (9333 円)
北関東	4 万円	1 万 8000 円	2 万 4000 円
南関東	7000 円 (6000 円/m <sup>3</sup> )	7000 円 (5000 円/m <sup>3</sup> )	8000 円 (6000 円/m <sup>3</sup> )
東海	8000 円 (6000 円/m <sup>3</sup> )	8000 円 (6000 円/m <sup>3</sup> )	8000 円 (6000 円/m <sup>3</sup> )
近畿	4 万円 (2 万円/m <sup>3</sup> )	(5000 円/m <sup>3</sup> )	(9313 円/m <sup>3</sup> )
中国	2 万円 (5000 円/m <sup>3</sup> )	2 万円 (5000 円/m <sup>3</sup> )	2 万円 (5000 円/m <sup>3</sup> )
四国	2 万円 (5000 円/m <sup>3</sup> )	2 万円	2 万円
九州	1 万 6000 円 (1 万 6000 円/m <sup>3</sup> )	6000 円 (1 万 6000 円/m <sup>3</sup> )	1 万 1333 円 (1 万 6000 円/m <sup>3</sup> )

\* 「解体.com」の HP より抜粋

## 6. 課題と展望

- ① マテリアルリサイクルできるものまでが、サーマルリサイクルされている。これは、マテリアルリサイクルするためには、分別するのに手間がかかる上に、バイオマス燃料用のチップ販売価格がマテリアルリサイクルされるものの販売価格の差が少なくなっているためと考えられる。
- ② 建築解体廃木材のリサイクル活用は進んでいるが、今後、着工戸数の減少・木材利用率の減少が予想されることから、将来的に大きく増えるとは思えない。
- ③ パレットも食品関係倉庫を中心に木製パレットから樹脂パレットへ移行しており、こちらも大きく増えることはないだろう。
- ④ 林地残材の問題については、山から降ろす運搬面でのコストが高額になってしまう点があり、自治体の行政・森林組合等と協力していく必要がある。

## 筆者紹介

高好健二

阪南産業株式会社専務取締役

住所 大阪市住之江区平林北 2-8-23

事業内容 木材資源のリサイクル、木材チップ製造

Website <http://www.hannan-sangyo.co.jp/>

## 参考文献

- ・循環経済新聞（平成 21 年 1 月 1 日号、日報アイ・ビー刊）
- ・イーコンテクチャー（平成 21 年 9 月号、同 11 月号、日報アイ・ビー刊）
- ・全国木質リサイクル連合会 平成 20 年度木質バイオマスの需要調査－結果
- ・解体. com ホームページ資料より

## 【コラム】

### 事業系一般廃棄物

#### 1. 廃棄物の定義

廃棄物とは「廃棄物処理及び清掃に関する法律」（以下廃掃法）第2条で、以下の通り、定義されている。

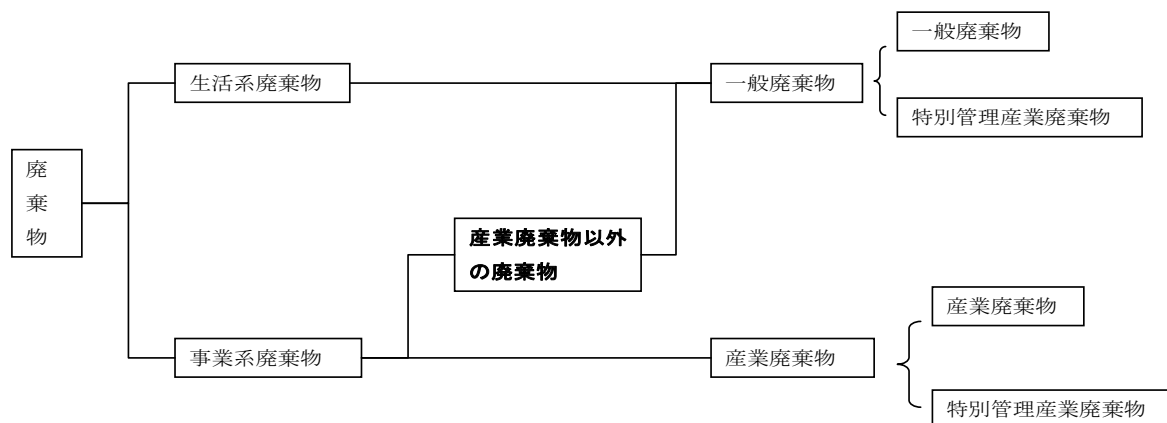
「この法律において「廃棄物」とは、ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であって、固形状又は液状のもの（放射性物質及びこれによって汚染された物を除く。）をいう。」

この条文より、占有者が自ら利用、または有償売却することが出来ないために、不要となったモノが廃棄物であると考えられているが、

- ① 占有者の意思
- ② 取引価値の有無
- ③ モノの性状、取り扱いの形状

などから廃棄物か否かを総合的に判断することが一般的である。

#### 2. 廃棄物の分類



本稿で取り上げる「事業系一般廃棄物」とは、上の図の事業系廃棄物の中の産業廃棄物以外の廃棄物のことである。私たちは「事業系一般廃棄物」と呼んでいるが、実は事業系一般廃棄物ということばは廃掃法上で定義されたことばではなく、家庭から排出される一般廃棄物と区別するために、行政などが慣例的に使用しているものであ

る。

### 3. 「産業廃棄物」と「事業系一般廃棄物」

産業廃棄物とは、「燃え殻」「汚泥」「廃油」「廃酸」「廃アルカリ」「廃プラスチック」「紙くず」「木くず」「繊維くず」「動植物性残さ」「動物系固形不要物」「ゴムくず」「金属くず」「ガラスくず・コンクリートくず・陶磁器くず」「鋳さい」「がれき類」「家畜のふん尿」「家畜の死体」「ばいじん」「産業廃棄物を処分するために処理したもの」「輸入廃棄物」の21種類に分類されている。事業系一般廃棄物で主なものは、「紙くず」で、ダンボール・新聞紙はもちろん、オフィスからはコピー用紙や雑誌・パンフレット類、シュレッダー古紙や封筒・はがきなど様々な古紙が排出されている。事業系一般廃棄物の中でも、一番大きな割合を占めている。そのほかには商店やレストラン、社員食堂などから排出される生ごみ類、茶殻などの「動植物性残さ」や剪定枝、木製品などの「木くず」、制服などの「繊維くず」が挙げられる。

ところで、同じ名前でありながら、一般廃棄物と産業廃棄物のどちらにも分類されている廃棄物がある（下線のついた廃棄物）。廃棄物には業種限定という考え方があり、廃棄物を排出する事業者の事業の内容によって一般廃棄物になったり、産業廃棄物になったりするのである。同じ紙くずでも排出事業者の事業内容によって、一般廃棄物と産業廃棄物のどちらにもなりうる。たとえば、事務所などから排出される紙くずや木くずは一般廃棄物ですが、出版工場から出る紙くずや木工所などから出る木くずは産業廃棄物になる。業種限定に係る廃棄物については下記の表の通り。

業種限定産業廃棄物	業 種
紙くず	建設業、紙製造業、新聞業、出版業、製本業、印刷加工業などから出るもの
木くず	建設業、木材、木製品製造業、パルプ製造業、リース業などから出るもの
繊維くず	建設業、繊維工業から出るもの
動植物性残さ	食料品、飲料製造業、医薬品製造業などにおいて原料として使用した動物又は植物に係る固形状の不要物
動物系固形不要物	と畜場、食鳥処理場
動物のふん尿	畜産農業
動物の死体	畜産農業

※木製パレットについては業種に関わらず、産業廃棄物（平成19年政令第283号）。

#### 4. 「事業系一般廃棄物」の処理方法

一般的な処理方法は、市町村の清掃工場での焼却処理で、焼却後、焼却残さ（焼却灰）を最終処分場へ運搬し、埋め立て処分が行われている。

#### 5. 「事業系一般廃棄物」の処分コスト

処分（焼却）に係るコストは、各自治体により異なる。家庭系一般廃棄物と同額で受入を行う市町村もあれば、家庭系より高い手数料を設定している自治体もある。また排出量により手数料の額が変動する市町村もある。中には重量ではなく、ごみ袋の数で料金を設定している市町村もある。

#### 6. 「事業系一般廃棄物」の処理料金

廃掃法第7条12項には、「当該市町村の定める手数料の額を超える料金を受けてはならない」と規定されている。市町村により条例や規則で手数料の上限が決まっている自治体もあれば、特に決まりがなく、料金設定が許可業者の自由に任されている自治体もある。

#### 7. 「事業系一般廃棄物」と「あわせ産廃」

近年、各自治体で適正処理の名のもと、いわゆる「あわせ産廃」の制度が見直されている。この「あわせ産廃」については廃掃法第11条2項で定められており、各市町村の権限で一般廃棄物と併せて産業廃棄物の処理を行うことが出来るという制度である。この制度は排出量や従業員数などを考慮し、零細企業の負担を軽減するための施策のひとつであった。この制度の見直しにより、排出量や会社の規模を問わず産廃扱いとすることで、零細企業の負担は増大し、場合により経営を圧迫する可能性もある。企業が赤字を計上したり、倒産したりしては税収の増加が見込めず、各自治体にとって、マイナスの結果になることも考えられる。

#### 8. まとめ

今後、排出量の抑制や分別の徹底、またあわせ産廃の見直しなど各自治体の方策により、事業系一般廃棄物の排出量は徐々に減少していくと思われる。一方、自治体の処理コストは上ることはあっても、下がることは考えにくい。あわせ産廃については零細企業の救済という観点から、画一的な対応ではなく、明確にガイドラインを提示したうえで、柔軟に対応することを検討すべきだと考える。こうした事業系一般廃棄物の取り扱いについて、各自治体がどのような対応をするか注目していきたい。

## 筆者紹介

小野博之

合同衛生株式会社

住 所 大阪市浪速区恵美須西 3-16-41

事業内容 一般廃棄物収集運搬及び産業廃棄物収集運搬・中間処理、資源ごみ再資源化

Website <http://www.godo-e.com>

## 第4章 廃石膏ボード

### 1. 「石膏ボード」とは？

#### (1) 概要

1895年にAugustine Sackett（米）により発明された、石膏を芯材として両面をボード用原紙で被覆し板状に成形した内装材料のことであり、1902年には既に工業生産されていた。わが国では1921年から製造が開始され、現在（2009年時点）11社23工場において5.9億m<sup>2</sup>が生産されている。他の建設資材に比べて特筆すべき点に、①防火性が高い<sup>1)</sup>、②遮音性が高い、③断熱性が高い、④施工性が良い<sup>2)</sup>、⑤経済性が高い（生産費用が安い）、⑥環境負荷が小さい<sup>3)</sup>、等が挙げられる。

また単に「石膏ボード」といっても多種にわたっており、それらごとに特性も多様であるがゆえ用途も異なる。これらのうち、主たるものを図表4-1で示す。

#### 〔補足〕

- 1) 無機質の石膏はそもそもが不燃性であるのだが、加えて約21%の結晶水を安定した形で含んでいるため、高温時はそれが熱分解され水蒸気となり周辺温度の上昇を遅らせる役割をも果たす（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O} + 3/2 \text{H}_2\text{O}$ ）。『建築基準法』により防火材料として認められている。
- 2) 温湿変化による影響を受けにくく膨張・収縮してしまうことがほとんどないため、精度の高い施工が可能である。また、切断・加工といった作業が容易である。
- 3) 石膏には火力発電所等において発生する排煙脱硫石膏等が、ボード用原紙には段ボール・新聞紙・雑誌等の回収古紙が、それぞれ利用されており、再生資材としての色彩が強い。

#### (2) 最終処分の基準に基づく位置付け

「ガラスくず、コンクリートくず及び陶磁器くず」（『廃棄物処理法』施行令第2条第7号）に該当するものの、例外的に管理型最終処分場への埋立てを行う産業廃棄物、即ち「管理型産業廃棄物」として取り扱わなければならない。従前は「安定型産業廃棄物」に位置付けられていた廃石膏ボードが、平成10年6月17日における同令の改正施行により、そのような取扱いとされたのである。この一方で、以降においても、廃石膏ボードから付着している紙を取り除いたものについては、安定型最終処分場に埋め立てることが可能であることとされていたところであったが、その後の新たな科学的知見により、紙を除去した後でも、これに含まれる糖類が硫化水素産生に寄与し、安定型最終処分場への埋立てを行った場合、高濃度の硫化水素が発生するおそれがあることが明らかになったことから、廃石膏ボードから紙を除去したものについても、管理型産業廃棄物として取り扱わなければならないこととなった（**参考**：平成10年7月16日付環水企第299号、平成18年6月1

日付環産産発第 060601001 号、国立環境研究所研究報告第 188 号)。

品種	主たる対象建築物	概要と特性	主たる使用部位(仕上げ)
石膏ボード	中高層ビル 住宅全般	石膏ボード製品の中心的材料で、平ボード、普通ボードとも呼ぶ。化粧ボードやラスボード、穴あきボードの原板としても使用される。	内壁及び天井下地・防火構造・準耐火構造用(ペイント・壁紙などで仕上げる)
シーリング石膏ボード(防水石膏ボード)	ホテル 住宅全般 倉庫 など	両面の紙と芯の石膏に防水処理を施したもので、普通石膏ボードが使えない多湿な部位や水廻りの下地に使う。一部に軒天井用製品もある。	外壁・屋根・浴室下地(鉄板・スレート・タイルなどで仕上げる)
強化石膏ボード	中高層ビル 住宅全般	無機質繊維と石膏を芯材とした、耐火性の高い製品。	準耐火構造・耐火構造・遮音構造用(ペイント・壁紙などで仕上げる)
化粧石膏ボード	中高層ビル 一般住宅 建物住宅	普通品(表面紙にあらかじめプリントしたものと)、特殊品(普通ボードに化粧加工した紙やプラスチックシートを貼り合わせたもの)がある。	内壁・間仕切・天井仕上げ(仕上げ処理不要)
石膏ラスボード	住宅 民間アパート	平ボードを切断・加工したままのプラスボードと、凹みをつけた型押しボード(ニューラスボードと呼ぶ)がある。	石膏プラスター塗装下地(砂壁・繊維壁で仕上げる)
不燃積層石膏ボード	中高層ビル 住宅・店舗	表面紙に不燃性ボード用原紙を用いたもので、表面に型押しをした天井材を含む。	内装及び天井仕上げ(仕上げ処理不要)
吸音用穴あき石膏ボード(吸音石膏ボード)	学校・公会堂 など	平ボードに吸音用の穴をほぼ均等に裏面まで貫通して開けたもの。不燃性シートなどで裏貼りしたものと、しないものがある。	天井仕上げ(ペイント塗装など)
化粧石膏吸音ボード	学校・病院 公会堂 など	平ボードに吸音用の穴をランダムに裏面まで貫通して開けたもの。不燃性シートなどで裏貼りしたものと、しないものがある。表面は化粧加工してある。	天井仕上げ(仕上げ処理不要)
特殊石膏吸音ボード	学校・病院 公会堂 など	平ボードに吸音用の穴(13.4mm)を24.0mmピッチほぼ均等に裏面まで貫通して開けたもの。裏面にロックウールフェルト、グラスウールを貼って仕上げる。	天井仕上げ(ペイント塗装など)

図表 4-1 石膏ボードの種類

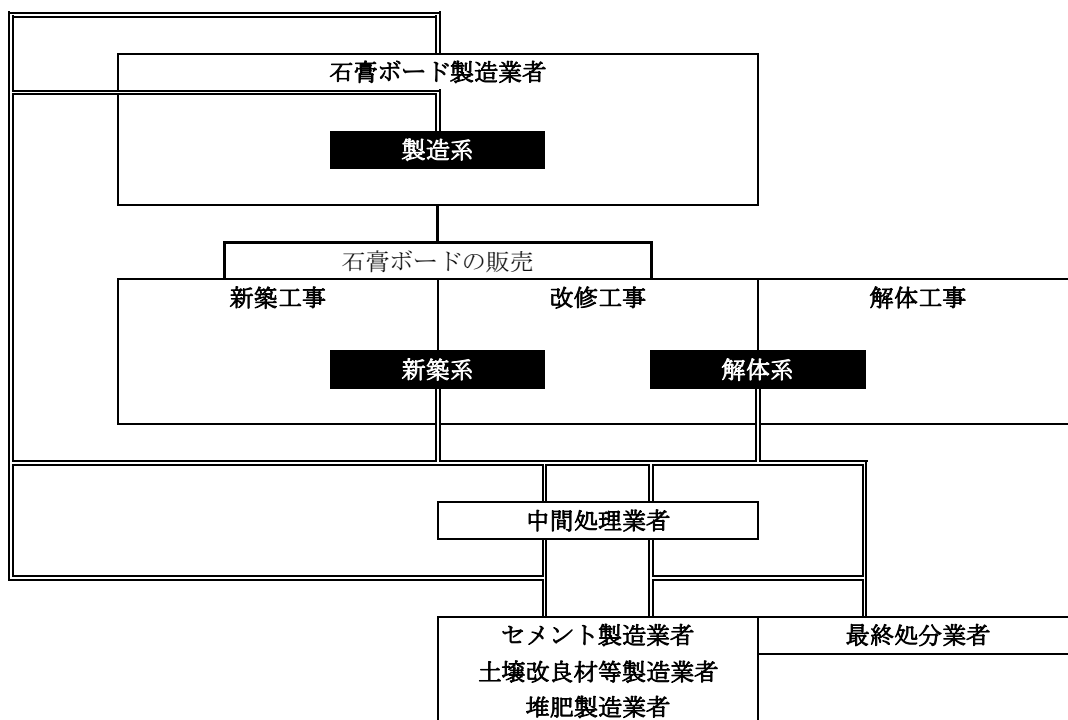
社団法人石膏ボード工業会作成資料から引用

### (3) 排出源別の区分と取扱状況

図表 4-2 のとおり排出工程により、①「製造系」(石膏ボード工場において発生する製造残渣)、②「新築系」(新築・改修現場において発生する石膏ボードの端材や余剰材)、③「解体系」(解体・改修現場において発生する廃石膏ボード)に区分することができる。「製造系」については、石膏と紙に分離された後、前者は石膏ボード原料として全量が工場内で再生利用され、微量の石膏が付着している後者は一部が堆肥等の原料として再生されているが、残りは焼却され、又は管理型最終処分場に埋め立てられている。「新築系」について



は、石膏ボード製造業者が「産業廃棄物の広域的処理に係る特例」（『廃棄物処理法』第 15 条の 4 の 3）<sup>4)</sup>に基づき環境大臣から認定を受けて相当量（発生量の 60～70%）を受け入れ「製造系」と同様に再生利用されている（処理費用；1 万円/t～ [都市部]）が、一部は中間処理業者により地盤改良材等として再生されている（処理費用；1 万 5000 円/t～ [都市部]）。「解体系」については、分別解体や異物除去の困難性（図表 4-3）から、少量（発生量の約 2%）しか再生が進んでいない（処理費用；2 万円/t～）。



図表 4-2 廃石膏ボードの取扱状況

『廃石膏ボードのリサイクルの推進に関する検討調査』表 4-3 を加工

区分	排出形態	再生利用の条件
湿式	石膏ボードに左官材料である石膏プラスター、土塗仕上材、砂壁仕上材が塗られているもの	石膏ボードと左官材料の分離が必要である。
乾式	木材・鋼製の下地材、断熱材などが付着しているもの	石膏ボードと他の材料の分離が必要である。仕上材として広く使用されているビニルクロスをボードから除去する必要がある。
	パーティション、サイディング、パネルなどの芯材・表面材となっているもの	
	壁紙、ペイント、繊維板、吹付材が付着しているもの	

図表 4-3 廃石膏ボード（解体系）に関する施工別の排出形態と再生利用の条件

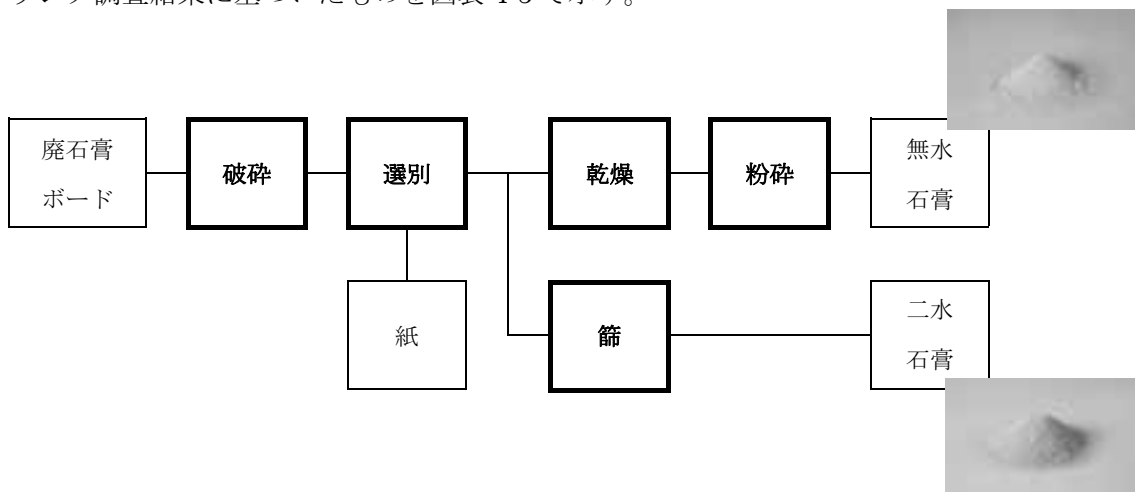
〔補足〕

4) 「拡大生産者責任」(EPR ; Extended Producer Responsibility) に則り、製造業者等自身が自社の製品の再生又は処理の行程に関与することで、効率的な再生利用等を推進するとともに、再生又は処理しやすい製品設計 (DfE ; Design for Environment) への反映を進め、ひいては産業廃棄物の適正な処理を確保することを目的としている。なお環境大臣の認定を受けた者(その委託を受けて当該認定に係る処理を行う者を含む)については、許可権者ごとの産業廃棄物処理業の許可を不要とする。

## 2. 再生・処分の工程

### (1) 再生・処分の方法と基準

一般に、図表 4-4 のような「破碎」「選別」「乾燥」「粉碎」等といった中間処理を経て、再生又は最終処分される。再生については、受入れに際しての基準が重要となってくるが、当然のことながら、これに関する法定基準は存在しないため、各種の調査報告書又はヒアリング調査結果に基づいたものを図表 4-5 で示す。



図表 4-4 廃石膏ボードに関する処理の基本フロー

用途	排出 工程	状況		条件
		実用段階	実証・実験段階	
石膏ボード原料	製造	石膏ボード工場	—	石膏ボード以外の物が混入していないこと。濡れていないこと。
	新築		—	
	解体	←	石膏ボード工場	試行的に順次体制が整った企業より取り組む。
セメント原料	新築	←	セメント工場	金属等の異物混入がないこと。
	解体			塩化ビニルを使用したクロス、金属等の異物混入がないこと。
焼結原料	新築	—	製鉄所	塩化ビニルを使用したクロスの混入が多いと排ガス対策の検討が必要。
	解体			
地盤改良材（石灰系固 化材の添加材）	新築	中間処理施設	—	木、プラスチック等の異物混入がないこと。濡れていないこと。
	解体	←	中間処理施設	紙、クロス、岩綿吸音材、ペイント、石膏プラスターの混入がないこと（ビニルクロスは可）。濡れていないこと。
地盤改良材（セメント 系固着材の添加材）	新築	←	セメント工場	金属等の異物混入がないこと。
	解体			塩化ビニルを使用したクロス、金属等の異物混入がないこと。
土木材料	新築	←	中間処理施設	—
	解体			木と金属を除く、建築解体廃棄物。
堆肥（ファイバー系法 面緑化材）	製造	石膏ボード工場	—	石膏ボード以外の物が混入していないこと。濡れていないこと。
	新築			

廃石膏ボード対策検討委員会作成資料等から引用。

図表 4-5 廃石膏ボードに関する再生利用の状況と条件

## （２）最終処分の基準と問題点

その一方で、最終処分については、前述したように、紙の除去にかかわらず全て管理型最終処分場への埋立てを行わなければならないこととなっているが、「当該埋立てによって

も適正処理を確保できない」という旨の意見<sup>5)</sup>がある。

〔補足〕

5) 関東建設廃棄物協同組合（伊勢文雄副理事長）は、『INDUST』NO.252（社団法人全国産業廃棄物連合会、2008年10月）において「管理型最終処分場は遮水シートを張って浸出水を処理するが、大気中に放出されるガスまでは管理しておらず、安定型最終処分場同様、硫化水素が発生しやすい環境にあることに変わりはない。むしろ管理型最終処分場の方が有機物も多く水もあるため、安定型最終処分場よりも硫化水素が発生しやすい条件が揃っている。そこで現場において何が行われているかといえば、鉄粉をまいて硫化水素の発生を抑制する対策を取っている。この技術を使えば、何も管理型最終処分場である必要はなく、安定型最終処分場において同様の管理をすればよい」と述べている。

### 3. リサイクル製品の引渡先と再資源化率の推進状況

#### （1）石膏ボード製造業者

「製造系」（紙を除去したもの）については、今後も現状どおり石膏ボード原料として全量が再生利用されていくものと思われる。また「新築系」と「解体系」については、石膏ボード製造業界として次の目標がそれぞれ設けられており、その達成を目指しているところである。

- ① 「新築系」：平成12年度（再資源化率 38.3%）→平成22年度（再資源化率 80.0%）
- ② 「解体系」：平成12年度（再資源化率 1.0%）→平成22年度（再資源化率 20.0%）

#### （2）セメント製造業者

セメント原料としての再生利用は、「新築系」と「解体系」の双方とも実験段階にある（図表4-5）。

#### （3）製鉄所

製鉄所における焼結原料としての再生利用は、実際に廃石膏ボードを用いた試験が一部の製鉄所において行われ（図表4-5）、石灰石の代替として有効活用可能なことが確認されている。

#### （4）土壌改良材・堆肥製造業者

地盤改良材には「石灰系固化材の添加材」と「セメント系固化材の添加材」があり、「新築系」について前者は実用段階にあり、後者は実証段階にある（図表4-5）。また「解体系」について双方とも実験段階にある（図表4-5）。

農林用地の改良材には国内での実例が多くない。農林用地の改良は、土壌がアルカリ化した土地を改良するもので、一般に乾燥地域において見られる。わが国は湿潤地域であるため、国内の需要が多く見込めない。

堆肥には「製造系」と「新築系」について実用段階にあり（図表 4-5）、他用途の再生利用の状況を勘案しながら進められている。

#### （5）その他

廃石膏ボードから除去された紙（紙が付着した石膏粉を含む）については、製紙業者や廃棄物代替燃料（RPF ; Refuse Paper & Plastic Fuel）の製造業者等により再生利用されている。

#### 4. リサイクル技術の研究

以上の状況において、目下、図表 4-6 のようなリサイクル技術が研究されている（一部実用段階にあるものもある）。

用途	内容
石膏ボード原料	<p>①石膏ボード原料</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃石膏ボードを 10cm 角程度に粗粉碎、1cm 角以下に微粉碎し、天然石膏及び排煙脱硫石膏等の原料石膏に配合。</li> <li>・ 焼石膏に焼成後、粉碎装置で 1mm 以下とする（ボード焼石膏に混入）。</li> </ul> <p>②「解体系」の結晶粗大化技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 二水石膏⇄半水石膏の可逆反応を利用する湿式プロセスにより結晶を粗大化・改質し、リサイクルルートに乗せる。</li> </ul> <p>③「解体系」の再資源化にかかわる不純物の除去システムの確立のための調査研究</p> <p>④廃石膏ボードを用いたエコ石膏ボード生産技術確立のための調査研究</p> <p>⑤廃石膏ボードの新規用途確立のための調査研究</p>
セメント原料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 化学石膏・天然石膏の代替原料として廃石膏ボードの石膏粉を使用。</li> </ul>
焼結原料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃石膏ボードを焼結原料に混合して利用することにより、焼結原料を焼成する反応上に S 分と CaO 分に熱分解する。</li> <li>・ CaO 分は、粉鉱石を塊成化する際、石灰石の代替として有効活用する。</li> <li>・ 熱分解された石膏中の S 分は排ガス処理工程で脱硫される。</li> </ul>
地盤改良材	<p>①石灰系固化材の添加材（石灰の添加物として利用）</p> <p>②セメント系固化材の添加材</p> <p>③法面緑化材、ファイバー系法面緑化材</p>
農林用地改良材 ・ 堆肥	<p>①アルカリ土壌の改良（排煙脱硫石膏）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Na が卓越するアルカリ土壌に Ca 資材を施用すると、土壌コロイド吸着されて Na は順次 Ca と置換反応を起こし、土壌コロイドの表面は徐々に Ca イオンに置き換わっていく。</li> <li>・ 土壌のイオン吸着座から離れた Na は Ca 資材を構成する陰イオンと結合して塩を形成し、水に溶解していずれは土壌から消失する。</li> <li>・ 土壌のイオン交換座が Na イオンから Ca イオンで置換されると、土壌の Ca コロイドは大きな分散性を示さず、透水性を有するとともに、土壌反応が強いアルカリ性から中性ないし弱アルカリ性に転ずる。</li> </ul> <p>②植物栄養分の供給源（リン酸石膏）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ pH の上昇を伴わない Ca の供給源。</li> <li>・ 硫黄の供給源（S 含量の多い単肥から S 含量の少ない高度化成肥料へ移行）。</li> </ul> <p>③土壌クラストの抑制（リン酸石膏）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土壌粒子の凝集力を高め、団粒構造を促進し、土壌クラストを抑制。</li> <li>※土壌クラスト：降雨により土壌表面が膜状に固化。→発芽障害、土壌の透水性、通気性等の悪化の要因。</li> </ul> <p>④アルミニウム過剰障害土壌の改良（リン酸石膏）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土壌の酸性障害の主たる原因は交換性 Al である。</li> <li>・ 酸性土壌の改良には炭酸カルシウム等が用いられているが、これらの資材は溶解度が低く下層への移動が緩やかで、その改良効果は施用した層に限られる。</li> <li>・ リン酸石膏は溶解度が中庸であるため下層土への移動が比較的速やかで、かつ下層土に留まるので、下層土の酸性改良（交換性 Al の減少、Ca の供給）が可能である。</li> </ul> <p>⑤表層土から下層土へのカリウムの移行促進（石膏）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Ca による表層土の交換性 K の置換（深根性作物への K 供給）。</li> </ul> <p>⑥堆肥等有機物の分解調整（リン酸石膏）</p> <p>⑦（特殊肥料）リン酸石膏の代替原料</p>

『廃石膏ボードのリサイクルの推進に関する検討調査』表 6-1 を加工。

図表 4-6 廃石膏ボードに関するリサイクル技術及び研究

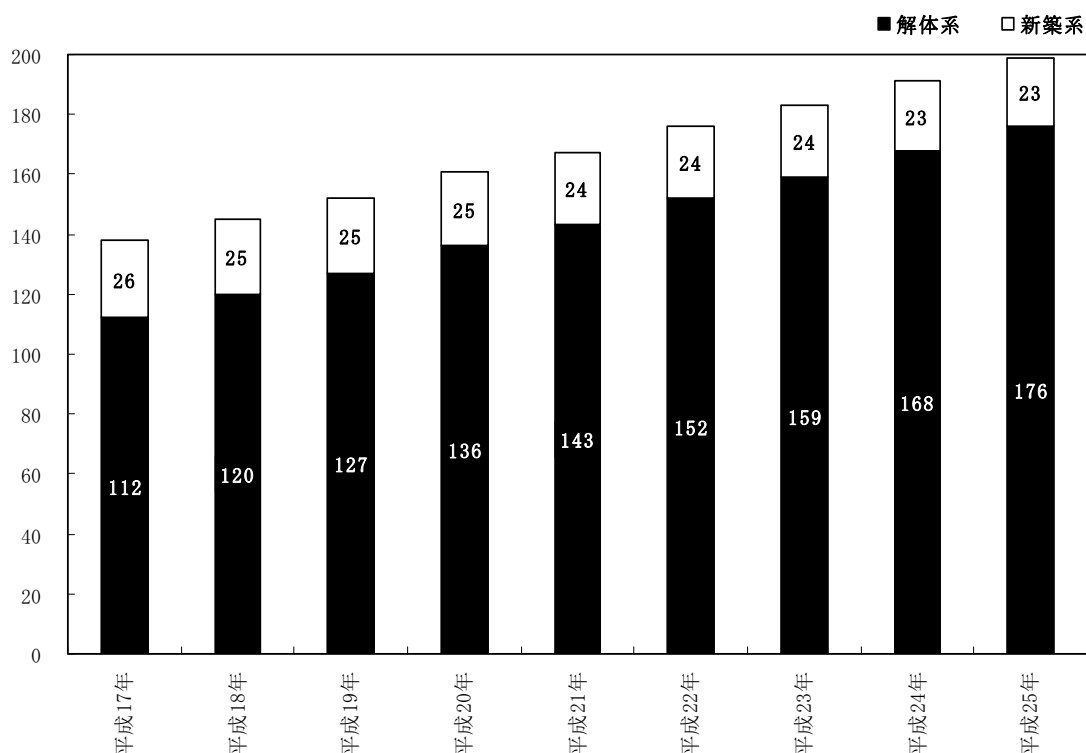
## 5. 統計データに基づく考察

社団法人石膏ボード工業会作成資料から引用。推計は、次の方法による。

年間排出量＝各年次の年初総ストック量＋その年の年間生産量－次年次の年初総ストック量

年初総ストック量は、建物構造・用途別に「各年次使用量×建物現存率」を計算したものの、昭和 26 年以降の総和による。また建物現存率は、『住宅の寿命分布に関する調査研究』（住宅総合研究財団研究年報 No.18）の式を引用。

図表中には示されていないが、平成 16 年から平成 17 年にかけて年間総排出量と解体系の年間排出量がそれぞれ一時的に減少している（年間総排出量；140 万 t→138 万 t・解体系の年間排出量；114 万 t→112 万 t）。これは第 1 次オイルショックの影響によるもの（約 30 年を経て解体時期を迎えるものが多いため）。



図表 4-7 廃石膏ボードに関する排出量（単位：万 t [推計]）の経年変化

### （1）排出量の経年変化と傾向

図表 4-7 によると「新築系」が減少する傾向にあるのに対し、「解体系」は増加する傾向にある。加えて、前述したように、前者については発生量の 60～70% を石膏ボード製造業者が受け入れ再生利用されているが、後者については発生量の約 2% しか再生が進んでいない。従って、とりわけ「解体系」の再生利用の推進が喫緊の課題となっている。

## (2) 展望

廃石膏ボードは、『建設（資材）リサイクル法』により分別解体及び再資源化（再生）が義務付けられているアスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊、建設発生木材を除けば、その排出量が際立っている建設資材廃棄物でもあることから、同法に基づく新たな特定建設資材として指定することについて活発に議論が行われてきた。社会資本整備審議会環境部会建設リサイクル推進施策検討小委員会や中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会建設リサイクル専門委員会の委員からは「再生利用が進んでいる『新築系』に限り特定建設資材として指定してはどうか」という旨の意見が出されたようだが、むしろ再生利用が滞っている「解体系」に焦点を当てていくことこそが講ずべき措置の本質ではないだろうか。各委員会の合同会合において取りまとめられた『建設リサイクル制度の施行状況の評価・検討について（中間とりまとめ）』では、廃石膏ボードの取扱いについて「直ちに特定建設資材に追加できる状況にないが、まずは解体時における現場分別の徹底についての措置を講じるとともに、将来の特定建設資材への追加を念頭において、実態調査等の実施や関係者の協力を得ながら、リサイクル技術の開発、リサイクルルートの拡大、リサイクル製品への需要の育成を図る等、早急に再生利用の推進に向けて必要な取組みを実施すべきであり、その際、廃石膏ボードの現場分別の方法が明確となるよう、『適切な現場分別の方法』について検討すべき」と整理されたところである。また、適正な処理費用の負担について「廃石膏ボードの現場分別は分別解体等による費用上昇を伴うことから、発注元（施主）の理解が得られるよう、十分な情報提供が図られるべき」とされた。

重複するが、廃石膏ボードの再生利用を推進していくためには、「解体系」への対策が重要となってくる。安い費用で生産されている石膏ボードの原料として「解体系」を再生利用していくためには、さらに低廉で効率的なリサイクル技術の確立が不可欠である。併せて「解体系」は特定の事業所から恒常的に発生するような産業廃棄物ではなく、多量排出時期と少量排出時期が明確に区分されるような特性を有しており、そのような特性を踏まえると「小ルート回収」といったような収集体制の整備に関しても検討していかなければならない。これらの点が確立・整備されていくことを期待して本章の結論としたい。

## 筆者紹介

今中英喜

大栄環境株式会社取締役

石川光一

大栄環境株式会社営業部部长

住 所 神戸市東灘区向洋町東 2-2-4.

事業内容 産業廃棄物収集運搬、産業廃棄物中間処理・最終処分

特別管理産業廃棄物収集運搬、特別管理産業廃棄物中間処理・最終処分



汚染土壌処理業、一般廃棄物処理及び処分業、一般建設業  
特定建設業（機械器具設置工事業・清掃施設工事業）  
リサイクルガバナンスのサポートサービス

Website <http://www.dinsgr.co.jp/index.html>

社団法人大阪府産業廃棄物協会事務局

## 参考文献

- ・ 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部『広域認定制度申請の手引き（改訂版）』最終改訂 2009 年
- ・ 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部長『廃石膏ボードから付着している紙を除去したものの取扱いについて』（平成 18 年 6 月 1 日付環廃産発第 060601001 号）2006 年
- ・ 環境庁水質保全局長『廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の一部改正等について』（平成 10 年 7 月 16 日付環水企第 299 号）1998 年
- ・ 独立行政法人国立環境研究所『安定型最終処分場における高濃度硫化水素発生機構の解明ならびにその環境汚染防止対策に関する研究』（国立環境研究所研究報告第 188 号）2005 年
- ・ 社団法人石膏ボード工業会ホームページ（<http://www.gypsumboard-a.or.jp/>）
- ・ 社団法人全国産業廃棄物連合会『INDUST』NO.252（特集／廃石膏ボードー再資源化への道）2008 年
- ・ 廃石膏ボードの再資源化促進方策検討業務検討委員会『廃石膏ボードの再資源化促進方策検討業務調査報告書』2009 年
- ・ 廃石膏ボードのリサイクルの推進に関する検討会『廃石膏ボードのリサイクルの推進に関する検討調査』2002 年

付録Ⅰ 廃石膏ボードに関するリサイクル製品の売却量と売却価格

用途	売却量	売却価格	用途	売却量	売却価格
石膏ボード原料	24000t/年	—	堆肥	1500t/年	3500 円/袋
	3000~5000t/年	—		650t/年	—
	100t/年	~0 円/t		300t/年	1500 円/t
	50t/年	—		100t/年	5 円/t
	9.58t/年	—		50t/年	1500 円/t
セメント原料	—	1000 円/t		20t/年	3000 円/t
	630t/年	15000 円/t		16.46t/年	2500 円/t
地盤改良材	30000t/年	100 円/t		10t/年	2200 円/t
	2800t/年	1 円/t		7t/年	1670 円/t
	2613t/年	15750 円/t		その他(碎石、凝集材、水処理材、猫砂、建材、路盤材、等)	20000t/年
	1200t/年	100 円/t	3000t/年		400 円/t
	1000t/年	100 円/t	2500t/年		1750 円/t
	900t/年	2000 円/t	2000t/年		2000 円/t
	600t/年	—	1800t/年		3000 円/t
	400t/年	2000 円/t	1500t/年		225 円/t
	169t/年	15000 円/t	500t/年		500 円/t
	140t/年	—	200t/年		200 円/t
	105t/年	500 円/t	100t/年		3000 円/t
	100t/年	7000 円/t	0.8t/年		600000 円/t
	92t/年	1670 円/t			
農林用地改良材	800t/年	2000 円/t			
	120.8t/年	2500 円/t			
	10t/年	2200 円/t			

付録Ⅱ 平成 18 年 6 月 1 日付環産発第 060601001 号による  
廃石膏ボードの受入量の変化

	新築系		解体系	
	回答数	割合	回答数	割合
増加した	7	33.3%	<b>14</b>	<b>51.9%</b>
減少した	3	14.3%	5	18.5%
変化なし	<b>11</b>	<b>52.4%</b>	8	29.6%
計	21	100.0%	27	100.0%

いずれも『廃石膏ボードの再資源化促進方策検討業務調査報告書』参考資料から引用。付録Ⅰは廃石膏ボードの再生実績がある中間処理業者 157 社による回答(例示)。付録Ⅱは廃石膏ボードの埋立実績がある管理型最終処分業者 37 社による回答。

## 第5章 コンクリートがら・アスファルトがら

### 1. 「コンクリートがら・アスファルトがら」とは？

#### (1) 定義と特性

「コンクリートがら・アスファルトがら」とは廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令でいう工作物の新築、改築又は除去によって生じたコンクリートの破片その他これに類する不要物となるが、具体的にはコンクリート構造物を取壊したものがコンクリートがらであり、アスファルト舗装を取壊したものがアスファルトがらということである。共に「建設工事に係る資材の再生資源化等に関する法律（建設リサイクル法）」に基づき再生資源化が義務付けられている。

#### (2) 特性

コンクリートがら、アスファルトがら共に「建設業に属する事業を行う者の再生資源の利用に関する判断基準となるべき事項を定める省令」において利用用途が定められている（図表 5-1 及び図表 5-2）。

アスファルトがらの再生利用は、破碎後再加熱してアスファルトを溶解し、再びアスファルト混合物として、表層・基層に利用する場合と、コンクリートがらと共に破碎・粒度調整を行い、再生クラッシュラン、再生粒度調整砕石として路盤材に利用される場合とに大別される。

コンクリートがらの再生利用を行う場合、路盤材としての品質は天然石・砕石に比べ若干比重が軽い事や強度が低い点を考慮すれば、利用用途に見合う破碎・粒度調整等の加工を施すことにより、天然材料と同様に取り扱う事が出来る。

コンクリートがら・アスファルトがらは、建設廃棄物全体の約 8 割を占めるが、これらは、道路分野で 1970 年代から本格的な技術開発がすすめられて再生利用技術の標準化が図られており、再生資源化された再生クラッシュラン、再生粒度調整砕石及び再生加熱アスファルト混合物（図表 5-3 及び 5-4）の市場が形成され、近年の調査結果では図表 5-5 の様に両者とも 98%前後で推移しており高再生資源化率を達成していることから再生利用の技術及び市場がほぼ確立されている廃棄物であるといえる。

区 分	用 途
<b>再生骨材</b>	
再生クラッシュラン	道路舗装及びその他舗装の下層路盤材料 土木構造物の裏込材及び基礎材 建築物の基礎材
再生粒度調整碎石	その他舗装の上層路盤材料
再生セメント安定処理路盤材料	道路舗装及びその他舗装路盤材料
再生石灰安定処理路盤材料	道路舗装及びその他舗装路盤材料
<b>再生加熱アスファルト混合物</b>	
再生加熱アスファルト安定処理混合物	道路舗装及びその他舗装の上層路盤材料
表層基層用アスファルト安定処理混合物	道路舗装及びその他舗装の基層用材料及び表層用材料

図表 5-1 アスファルトがらの利用用途

※1 「その他舗装」とは、駐車場の舗装及び建築物等の敷地内舗装をいう。

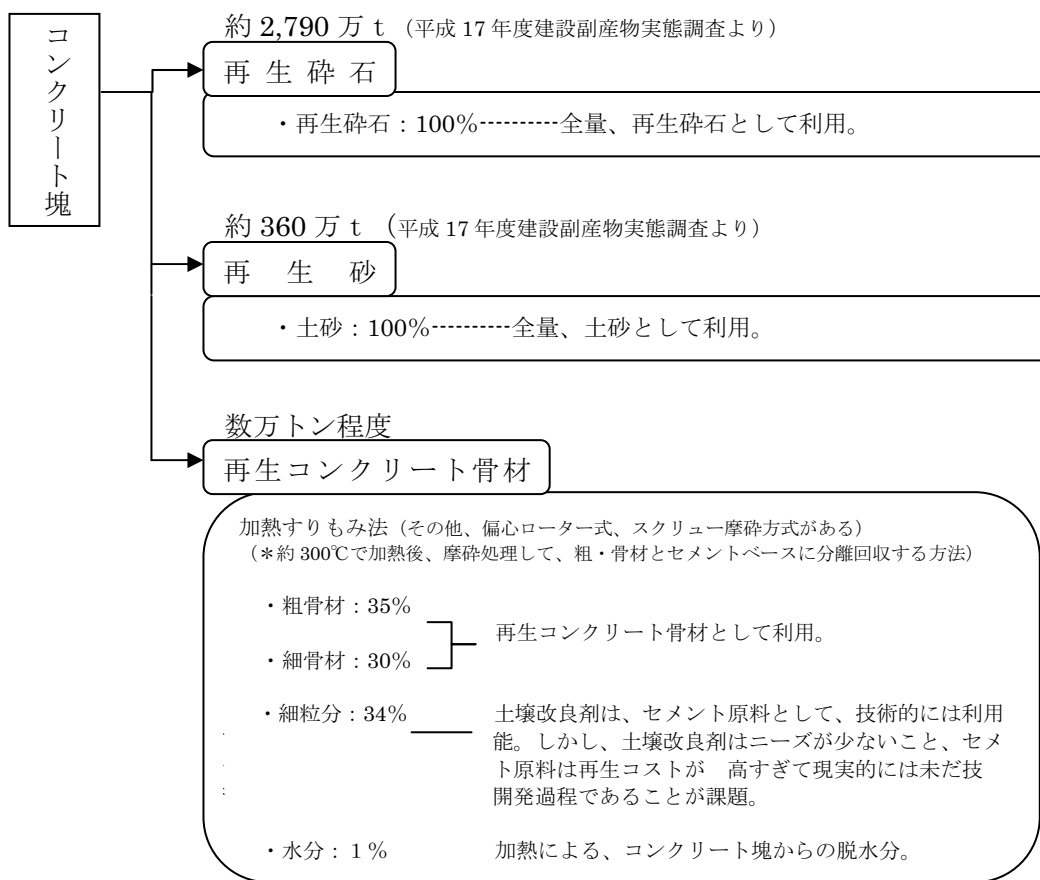
※2 道路舗装に利用する場合においては、再生骨材等の強度、耐久性等の品質を特に確認のうえ利用するものとする。

再生資源（再生資材）	主な利用用途
再生クラッシュラン	道路舗装及びその他舗装の下層路盤材料 土木構造物の裏込材及び基礎材 建築物の基礎材
再生コンクリート砂	工作物の埋戻し材料及び基礎材
再生粒度調整碎石	その他舗装の上層路盤材料
再生セメント安定処理路盤材料	道路舗装及びその他舗装の路盤材料
再生石灰安定処理路盤材料	道路舗装及びその他舗装の路盤材料

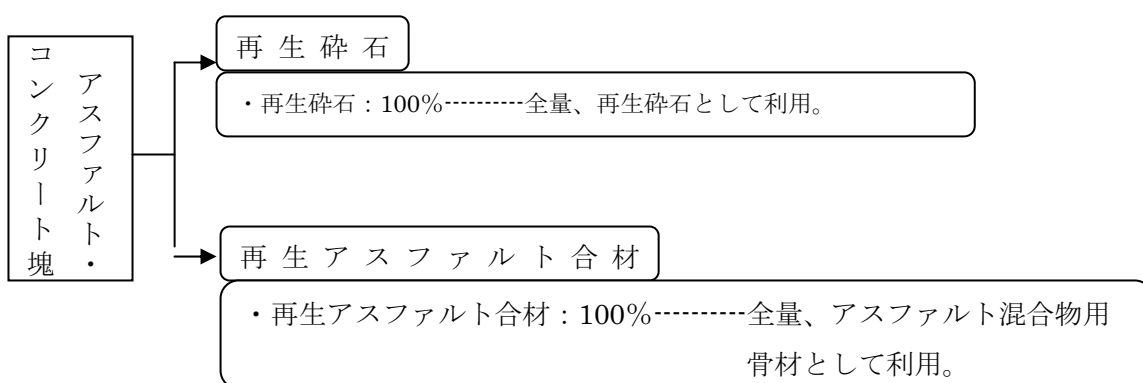
図表 5-2 コンクリートがらの利用用途

※1 「その他舗装」とは、駐車場の舗装及び建築物等の敷地内舗装をいう。

※2 道路舗装に利用する場合においては、再生骨材等の強度、耐久性等の品質を特に確認のうえ利用するものとする。

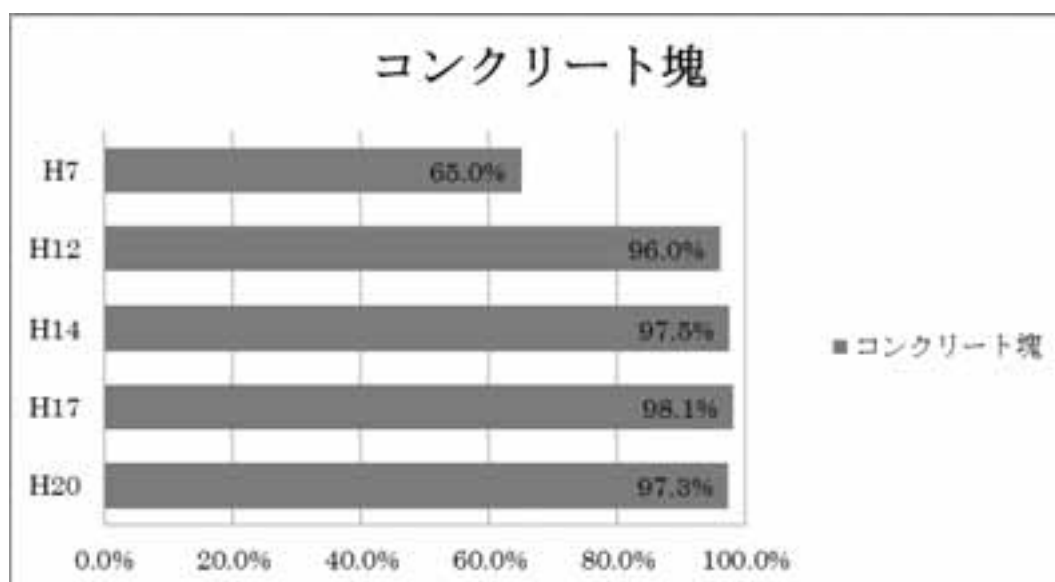
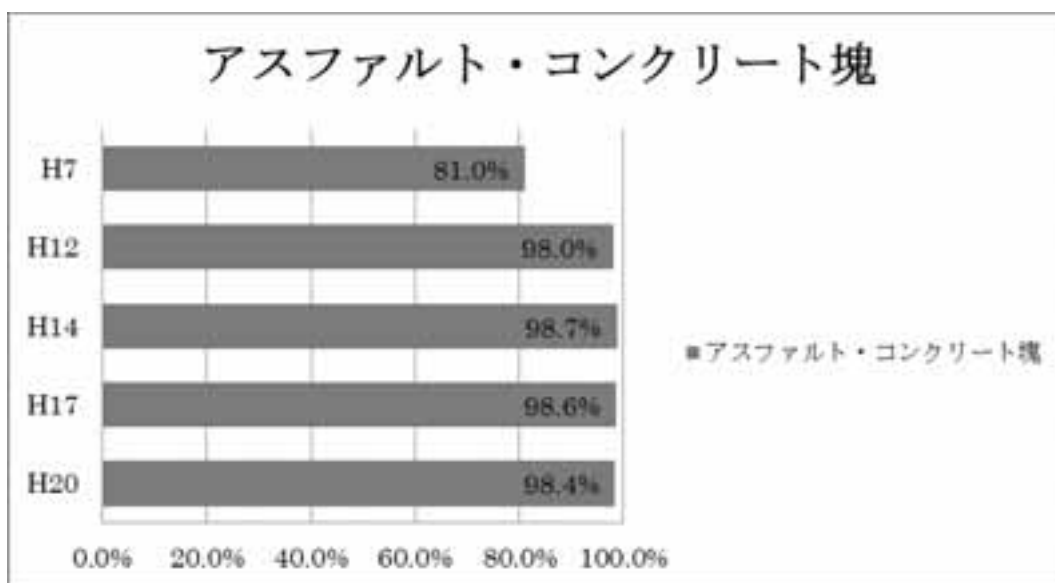


図表 5-3 コンクリート塊の再資源化率 (平成 17 年度)



図表 5-4 アスファルト・コンクリート塊の再資源化率 (平成 17 年度)

\*数値は、平成 17 年度建設副産物実態調査 (国土交通省) より



図表 5-5 アスファルト・コンクリート塊及びコンクリート塊の再生化率の推移

資料出所：平成 20 年度建設副産物実態調査結果参考資料（2010 年 3 月発表）

### （3）石綿含有廃棄物としてのがれき

「石綿含有廃棄物」は、石綿による健康被害防止のため大気汚染防止法が一部改正されたことを受け、廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令（以下「政令」という。）、廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則（以下「省令」という。）が改正され、平成 18 年 10 月 1 日から施行された。この中で「石綿含有廃棄物」の定義は[施工令第 6 条第 1 項第 1 号ロ、規則第 7 条の 2 の 3]工作物（建築物を含む）の新築、改築又は除去に伴って生じる廃棄物であって、石綿をその重量の 0.1%を超えて含有するものを「石綿含有廃棄物」と

して定義している。なお「石綿含有廃棄物」は法令上の廃棄物の種類ではなく「廃プラスチック」、「ガラスくず、コンクリートくず及び陶磁器くず」、「がれき類」などに石綿が含有している場合を示すものである。石綿含有廃棄物としてのがれき類の主なものには石綿スレート板、石綿含有フレキシブルボード、石綿含有セメント成形板がある（図表 5-6 参照）。これらの石綿含有廃棄物としてのがれき類は従来、中間処理として破碎することが認められていたが、法改正に伴い、処分又は再生については破碎又は切断を原則禁止とし人の健康又は生活環境に被害が生じるおそれがない方法（溶融処理、無害化处理）又は埋立処分することとなっているが、現在ほとんどが埋立処分されている状況である。

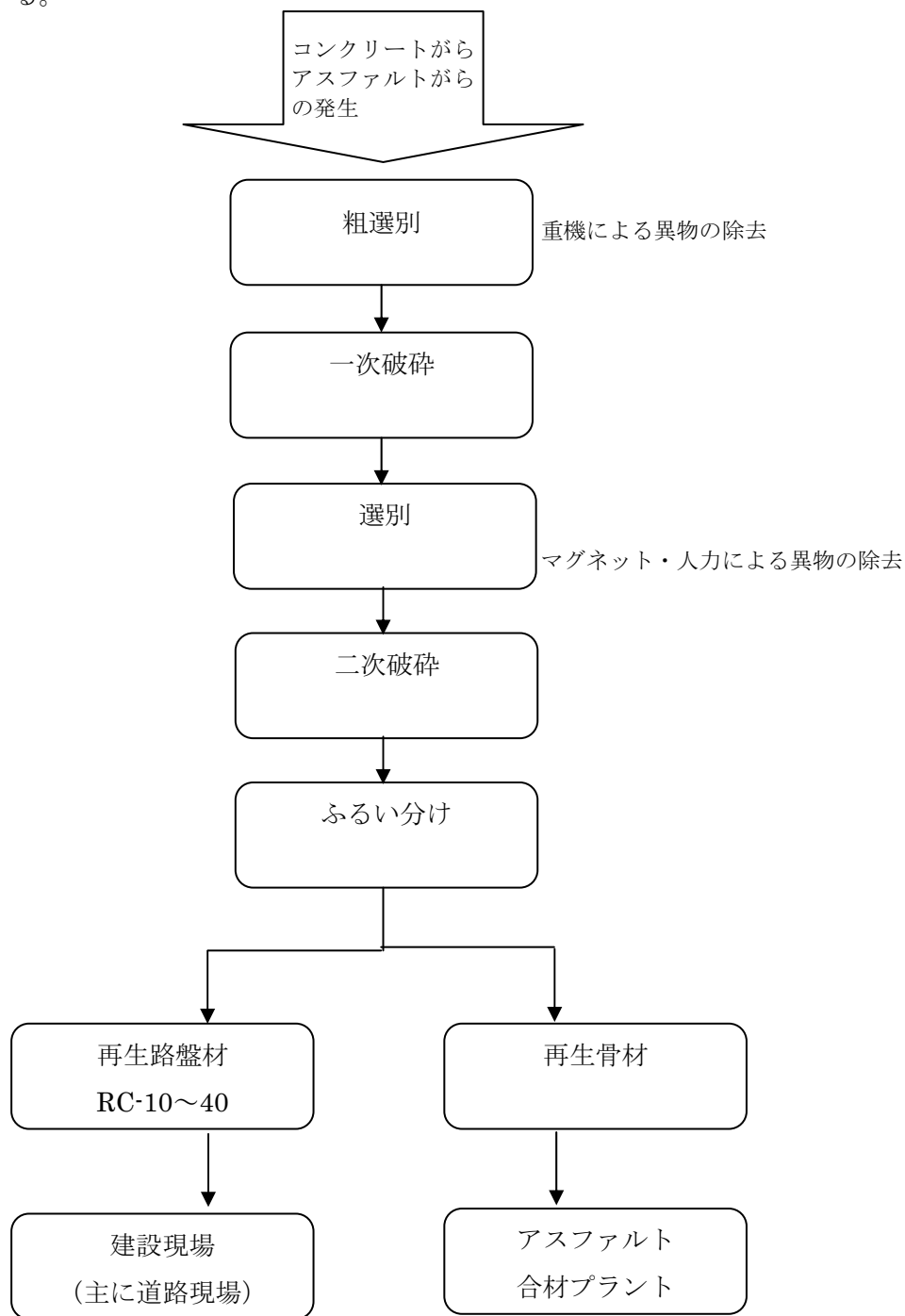
JIS の呼称	製造期間 (西暦)	使用箇所	代替品の 使用開始年
スレート（波板・ボード）	1931～2004	屋根、外壁、内壁	1988～
住宅用屋根用化粧スレート	1961～2004	屋根	—
サイディング	1967～2004	外壁	1973～
石綿セメント板	1931～2004	屋根、外壁、内壁、天井	—
けい酸カルシウム板	1983～2004	内壁、天井	1984～
パルプセメント板	1954～2004	内壁、天井	1987～
スラグせっこう板	1973～2004	外壁、内壁、天井	1993～
耐火被覆板（けい酸カルシウム板第 2 種も含む）	1969～1989	鉄骨	1973～
押出成形品	1970～2004	外壁、内壁、天井、床	2000～
ビニル床タイル	～1986	床（通称 P タイル）	—

図表 5-6 主な石綿含有成形板

出典：(社) 日本石綿協会

## 2. 再生・処分の工程

コンクリートがら・アスファルトがらの再生・処分工程は、ほとんどの場合が図表 5-7 のような工程となっている。また再生利用に関しての品質基準については「プラント舗装便覧;日本道路協会」及び「コンクリート副産物の再利用に関する用途別暫定品質基準(案)」に示されている。



図表 5-7 コンクリートがら・アスファルトがらの再生・処分工程



### 3. 建設リサイクル法の概要

戦後、我が国は大量生産・大量消費・大量廃棄型の経済システムや生活様式を続けてきた結果、廃棄物の排出量が増大し、最終処分場の不足や不法投棄の多発など、廃棄物をめぐる様々な問題が深刻化した。建設工事に伴って廃棄されるコンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊、建設発生木材の建設廃棄物は、産業廃棄物全体の排出量及び最終処分量の約2割を占め（平成13年度）、また不法投棄量の約6割を占めていた（平成14年度）。

さらに、高度経済成長時代の昭和40年代の建築物が更新期を迎え、今後建設廃棄物の排出量の増大が予測されるようになった。こうした状況を背景に、循環型社会の実現に向けた道程を明らかにするために平成12年循環型社会形成推進基本法が制定された。この基本法と一体的に、特に問題となっていた建築系建設廃棄物を中心に、土木系建設廃棄物も含めた建設廃棄物全体のリサイクルを推進するための制度について検討が行われ、平成12年5月31日に建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（平成12年法律第104号。以下、「建設リサイクル法」という。）が制定され、平成14年5月30日に完全施行された。

建設リサイクル法では、特定建設資材（コンクリート（プレキャスト板等を含む。）、アスファルト・コンクリート、木材）を用いた建築物等に係る解体工事、またはその施工に特定建設資材を使用する新築工事等であって、一定規模以上の建設工事（対象建設工事）について、その受注者等に対し、分別解体等及び再資源化等を行うことを義務付けている。

なお、分別解体等及び再資源化等の実施義務の対象となる建設工事の規模に関する基準については、1)建築物の解体工事では床面積80m<sup>2</sup>以上、2)建築物の新築又は増築の工事では床面積500m<sup>2</sup>以上、3)建築物の修繕・模様替え等の工事では請負代金が1億円以上、4)建築物以外の工作物の解体工事又は新築工事等では請負代金が500万円以上と定められている。

また、対象建設工事の実施に当たっては、工事着手の7日前までに発注者から都道府県知事に対して分別解体等の計画等を届け出ることを義務付けたほか、対象建設工事の請負契約の締結に当たっては、解体工事に要する費用や再資源化等に要する費用を明記することを義務付けるなどの手続関係も整備された。

さらに適正な解体工事の実施を確保する観点から解体工事業者の都道府県知事への登録制度が創設された。

この他に、建設廃棄物のリサイクルを促進するため、主務大臣が基本方針を定めることが本法に規定されており、これに基づき平成13年1月17日に基本方針が定められ、特定建設資材に係る分別解体等及び特定建設資材廃棄物の再資源化等の促進に当たっての基本理念、関係者の役割、基本的方向などを定めるとともに、特定建設資材廃棄物の平成22年度の再資源化等率を95%としたり、国の直轄事業における特定建設資材廃棄物の最終処分量を平成17年度までにゼロとするなどの目標を掲げている。

## 4. 市場

### (1) 市場の状況と価格

コンクリートがら、アスファルトがら共に発生源は建設工事現場である。コンクリートガラは解体工事現場から、アスファルトがらは道路工事現場からとなるが、いずれの場合でも排出者は建設業者である。またリサイクルされる製品の主たる利用用途が路盤材、舗装材となることから、引渡先も建設業者（主に道路工事現場）となっている。コンクリートがら、アスファルトがらは、建設リサイクル法で再資源化が義務付けられている廃棄物であり、比較的再資源化が容易で、さらに排出者と引渡先が同じということから、先に見たように再資源化率も非常に高い。

ただし、受入価格については、少し古いデータだが、公表されている価格から見てみると（図表 5-8）大きな格差が見られる。これは、処理施設の立地条件や需給バランスにより受入価格が大きく変動するものと考えられる。

名称		単位	茨城県	栃木県	群馬県
コンクリート塊 (無筋)	30cm 以下	t	下限 平均 上限	下限 平均 上限	下限 平均 上限
	30cm 超	t	1,200~1,500~5,000 1,500~2,200~5,000	1,000~2,000~3,500 1,500~2,500~4,500	1,600~1,900~3,300 1,900~2,600~3,300
コンクリート塊 (有筋)	30cm 以下	t	1,500~2,100~5,000	1,500~3,000~5,000	2,500~2,900~4,400
	30cm 超	t	2,100~2,800~5,000	1,800~3,500~8,500	2,800~3,700~5,500
アスファルト塊	30cm 以下	t	1,200~1,700~5,000	1,100~1,500~4,000	1,200~1,900~3,300
	30cm 超	t	1,500~2,100~5,000	1,200~2,000~7,500	1,500~2,300~3,300
名称		単位	埼玉県	千葉県	東京都
コンクリート塊 (無筋)	30cm 以下	t	1,100~3,500~4,000	2,000~3,000~3,500	1,200~2,900~6,000
	30cm 超	t	1,500~6,200~7,000	3,000~3,600~4,200	2,000~3,800~6,000
コンクリート塊 (有筋)	30cm 以下	t	3,000~4,000~4,500	3,000~3,500~4,500	2,500~4,700~8,000
	30cm 超	t	4,000~5,900~8,000	4,000~5,000~6,000	3,500~5,700~8,500
アスファルト塊	30cm 以下	t	2,500~4,900~7,000	2,500~3,000~3,500	1,200~3,000~7,000
	30cm 超	t	5,000~6,500~8,000	2,800~3,400~3,900	1,800~4,000~7,000
名称		単位	神奈川県	山梨県	
コンクリート塊 (無筋)	30cm 以下	t	1,000~4,100~7,000	800~1,000~1,500	
	30cm 超	t	1,600~6,000~10,000	1,300~1,700~2,500	
コンクリート塊 (有筋)	30cm 以下	t	1,800~4,900~11,000	1,500~2,100~2,500	
	30cm 超	t	3,500~5,900~12,000	1,800~3,100~4,000	
アスファルト塊	30cm 以下	t	1,300~5,100~8,000	800~1,000~1,400	
	30cm 超	t	1,600~5,800~10,000	1,000~1,500~2,500	

図表 5-8 関東地方がら受入価格

(関東地域協議会調査結果 平成 19 年 10 月~11 月)

ちなみに大阪府下での引取価格※は平成 23 年度 10 月現在で、t 当たり ¥600~1,200、和歌山で ¥1,200~¥4,500 神戸で ¥700~¥1,300 程度となっており、ここ数年、都市部で需給バランスが崩れ、再生材の供給過多となり品余り状況に陥っている傾向にあり、結

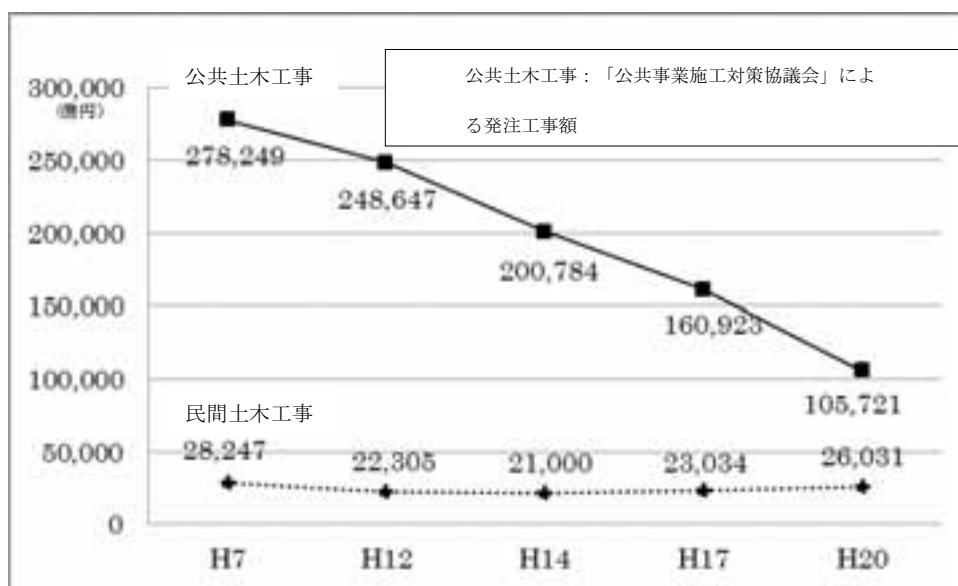
果がれきの引取価格が上昇する状況になっている。

※(株)植田建設取引先による

## (2) 市場の経年変化と傾向

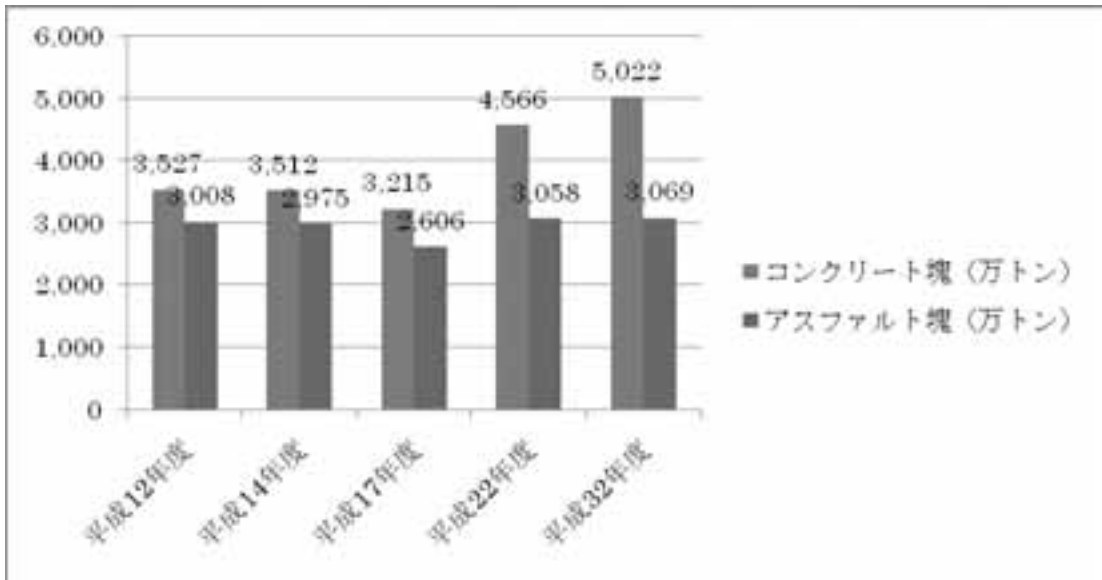
現在のところ、再生砕石及び再生アスファルトは道路工事で用いられ、それはほとんどが公共工事となることから、使用量の推移は公共土木工事契約額の変化(図表 5-9)に比例するものと考えられる。公共土木工事契約額は近年縮小傾向にあり、今後も同様に推移するか横ばいになるものと考えられる。このことから再生砕石及び再生アスファルトの需要も縮小傾向もしくは横ばいで推移するものと思われる。

発生量においても、アスファルトがらに関しては同様に推移すると考えられるが、一方コンクリートがらについては今後高度成長時代の建築物の解体により、排出量が急激に増加する(図表 5-10)と予測されている。



図表 5-9 土木工事契約額変化の動向

資料出所：平成20年度建設副産物実態調査結果参考資料(2010年3月発表)



図表 5-10 建設副産物搬出量の将来予測結果

国土交通省のリサイクルホームページ - 建設副産物の現状より

## 5. 課題と展望

現況ではコンクリートがらは、大半が路盤材としてリサイクルされている状況の中で、前項でも述べたように、今後都市部での発生が急増すると予想されるが、道路事業の増加が期待できなければ、路盤材としてのコンクリート碎石は過剰となると考えられる。実際、道路整備の伸びが鈍化し始めたことで、コンクリート再生路盤材の需要にも陰りが見え、一部地域においてはコンクリートがらが余剰となる問題も発生するに至っている。大阪府は平成 22 年 10 月に「がれき類の自ら利用に関する指導指針」を発表し、「自ら処分」の条件緩和をしているが、再生材の利用用途の制限は何ら変わりのない内容となっており、今後もがらの余剰問題は深刻になると考えられる。代替策として、都市部で発生したコンクリートがらを地方部で利用することも考えられるが、輸送に対する重量コストがあまりにも大きく現在の流通事情では不可能である。

このような背景から、コンクリートがらはコンクリートへ再利用することで資源の有効利用及び廃棄物の削減により環境保全を図るという必要性が認識され、再生コンクリートの利用促進を図るべく JIS 規格化が行われた(図表 5-11)。2005 年には再生骨材の製造において高度な処理を施し、普通骨材と同等な品質基準とした再生骨材 H の JIS 規格化が、2006 年には主として簡易コンクリートとしての再生骨材 L の JIS 化が、さらに 2007 年には高度処理まで至らないまでも、構造用コンクリートに用いる再生骨材 M の JIS 規格化が行われた。実に研究開始から 30 年の長期にわたってやっと JIS 規格化までこぎ着けたところだが、高度処理を施し再生骨材とする場合、破碎や磨砕、加熱すりもみなどの高度な処理が必要であり、コスト、二次廃棄物の発生及び消費エネルギーなどの面で、実用性

にはまだまだ技術開発が必要である。一方、別の利用方法として、再生砕石での土地造成、埋め戻し材としての利用はどうであるかという、最近では再生材の細粒分からの六価クロム溶出が危惧されている。しかしそのメカニズムや挙動のすべては未だ解明されていないことから、埋め戻し材としての利用にもかなりの制限が発生するであろうと考えられる。

また、アスファルトがらについては、今後とも再生アスファルトとしての需要が図られるものと考えられるが、近年の高規格アスファルトには再生材は不向きであることが実証されている。

以上のことから、コンクリートがら、アスファルトがら共に再生材の品質確保が用途拡大の障害となり、中間処理場にて再生処理されたとしても、行き場を失い廃棄物となる可能性が十分に考えられる。今後も効率的なリサイクルを進めるためには、民間の技術開発だけでなく、再生資材の利用拡大を促すための政策面での後押しが一層重要となる。

再生骨材の級	品質		適用部位	特徴
	絶乾密度	吸水率		
H JIS A 5021	粗骨材	3.0%以下	制限なし	普通骨材とほぼ同様の取扱いができ適用範囲は広いが、製造時のエネルギー消費量が大きく、コストも高い。副産物も多く発生する。
	細骨材	3.5%以下		
M JIS 原案	粗骨材	5.0%以下	杭・基礎	HとLの中間の品質で、製造コストはHより安い。適用部位は限定されるが、製造手間の関係で使用料の多い部位でも可能。
	細骨材	7.5%以下		
L JIS A 5023	粗骨材	7.0%以下	無筋構造物・捨てコン	製造時の副産物が少なく製造コストも安い。品質面から構造体には使用できない。
	細骨材	13.0%以下		

図表 5-11 再生骨材の品質

資料出所：コンクリート用再生骨材の JIS 制定 経済産業省

## 筆者紹介

矢野裕二

株式会社植田建設工事管理部部長

住 所 大阪府大東市龍間 996 番地

事業内容 土木・建築・解体工事業、産業廃棄物中間処理業、産業廃棄物収集運搬業  
汚染土壌対策業、宅地建物取引業

Website <http://www.uedakensetu.co.jp>

## 参考文献

- ・ 港湾・空港等整備におけるリサイクル技術指針のとりまとめ（平成16年3月25日港湾・空港等リサイクル推進協議会）
- ・ 建設リサイクル制度の施行状況の評価・検討についてとりまとめ（平成 21 年 3 月 13 日 国土交通省 古市 秀徳）
- ・ 平成 17 年度建設副産物実態調査（国土交通省）
- ・ 平成 20 年度建設副産物実態調査（国土交通省）
- ・ 社団法人 日本建設業団体連合会 建設業ハンドブック 2009
- ・ コンクリートがらおよびアスコンがら再生路盤材の特性 一井秀樹、下平祐司
- ・ 環境省報道発表 平成 20 年 12 月 25 日 「建設リサイクル制度の施行状況の評価・検討についてとりまとめ」
- ・ 「建設発生土等のリサイクルと汚染土」 嘉門雅史
- ・ 建設リサイクル基本方針 国土交通省ホームページ
- ・ 再生骨材と再生コンクリート 吉兼亨（DBJ）
- ・ 都市再生と資源リサイクル 竹ヶ原啓介（DBJ）
- ・ コンクリート用再生骨材の JIS 制定 経済産業省
- ・ がれき類の自ら利用に関する指導指針 平成 22 年 10 月 大阪府・大阪市・堺市・高槻市・東大阪市

## 第6章 建設汚泥

### 1. 「建設汚泥」とは？

#### (1) 定義と特性

『建設廃棄物処理指針（平成22年度版）』（平成23年3月30日付環廃産第110329004号別添）に基づき、「地下鉄工事等の建設工事に係る掘削工事に伴って排出されるものうち、含水率が高く粒子が微細な泥状のもの（無機性のもの）」と定義される（本章においては、特別管理産業廃棄物に該当する建設汚泥を想定しないものとする）。

なお「泥状」とは、標準仕様ダンプトラックに山積みができず、また、その上を人が歩けない状態をいい、この状態を土の強度を示す指標でいえば、コーン指数がおおむね200kN/m<sup>2</sup>以下又は一軸圧縮強度がおおむね50kN/m<sup>2</sup>以下である。しかし、掘削物を標準仕様ダンプトラック等に積み込んだ時には泥状を呈していない掘削物であっても、運搬中の練り返しにより泥状を呈するものもあるので、これらの掘削物は建設汚泥として取り扱う必要がある。

参考までに、『廃棄物処理法』に基づく位置付けについて図表6-1で示す。

汚泥	無機汚泥 (熱灼減量率15%未満)	建設汚泥、生コンクリート残渣、砕石汚泥、浄水汚泥、中和・凝集沈殿汚泥、金属汚泥、活性炭かす、研磨かす、ボンデかす、スライム残渣、等
	有機汚泥 (熱灼減量率15%以上)	下水汚泥、浄化槽汚泥、ビルピット汚泥、活性汚泥処理残渣、消化汚泥、製紙汚泥、食品汚泥、糊かす、等

図表6-1 汚泥の種類

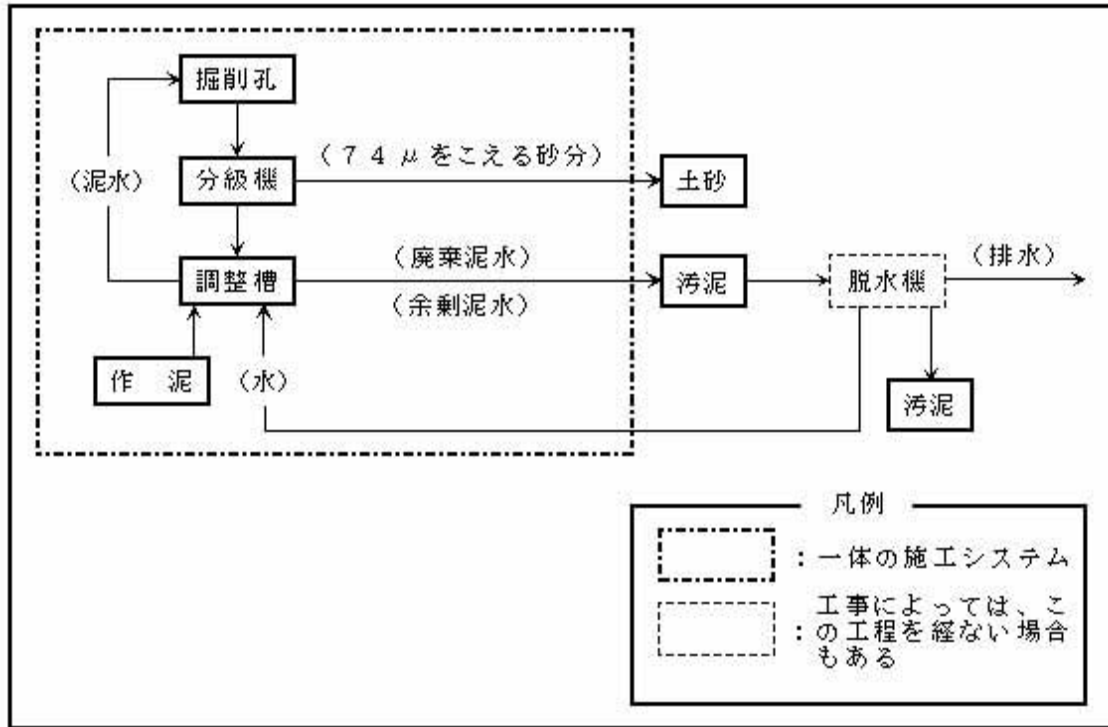
#### (2) 土砂と区分するための判断

粒子が直径74ミクロンを超える粒子をおおむね95%以上含む掘削物にあつては、容易に水分を除去できるので、ずり分離等を行って泥状の状態ではなく流動性を呈さなくなったものであつて、かつ、生活環境の保全上支障のないものは（『廃棄物処理法』の適用を受けない）「土砂」として扱うことができる。

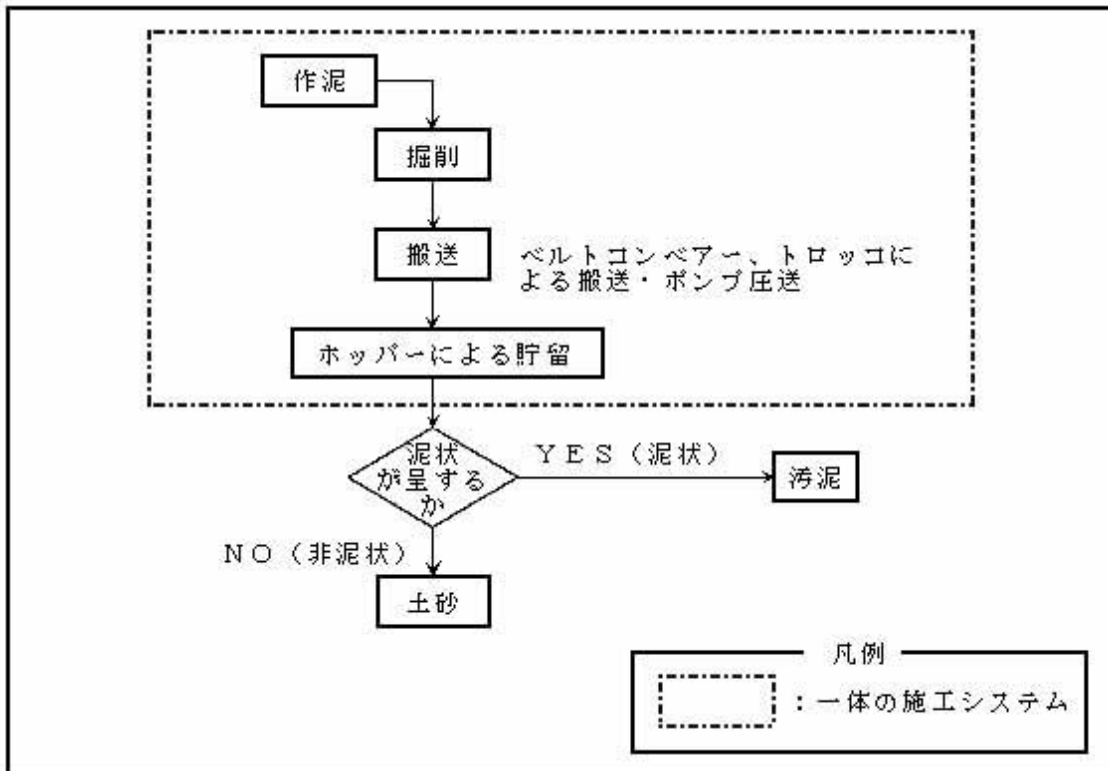
この土砂か汚泥かの判断は、掘削工事に伴って排出される時点で行うものとする。「掘削工事から排出される」とは、水を利用し、地山を掘削する工法においては、発生した掘削物を元の土砂と水に分離する工程までを、掘削工事としてとらえ、この一体となるシステムから排出される時点で判断することとなる。

参考までに、代表的掘削工法について図表6-2で示す。

① 泥水循環工法の一例（汚水シールド・リバースサーキュレーション工法等）



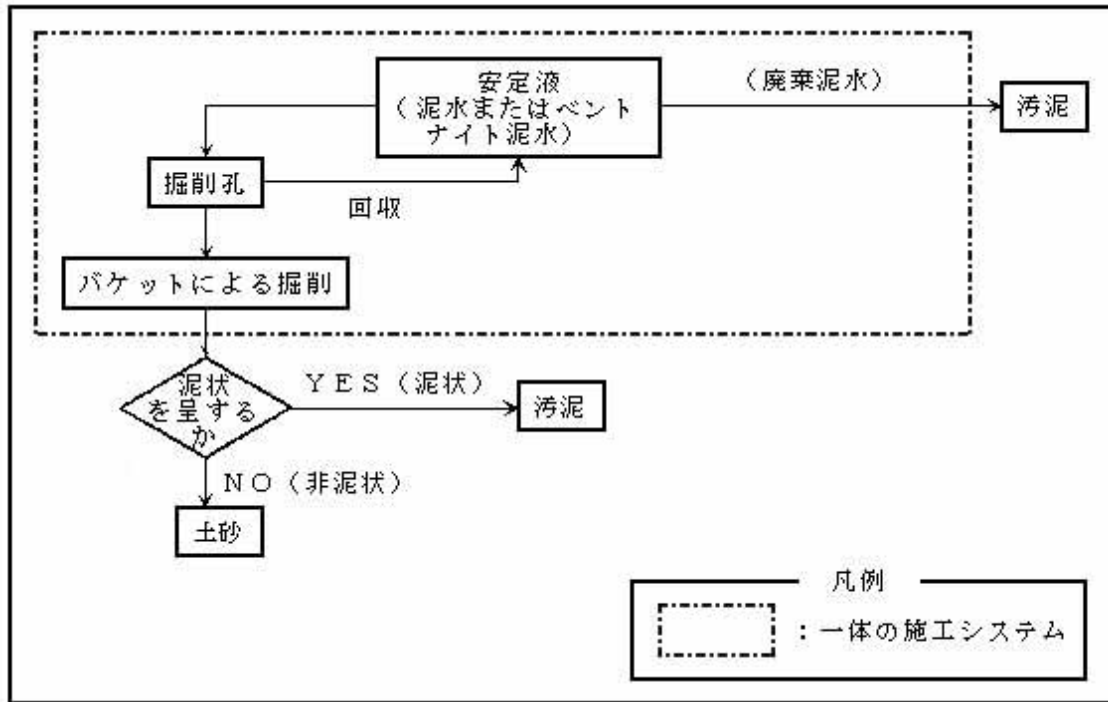
② 泥水非循環工法の一例（泥土圧シールド工法）



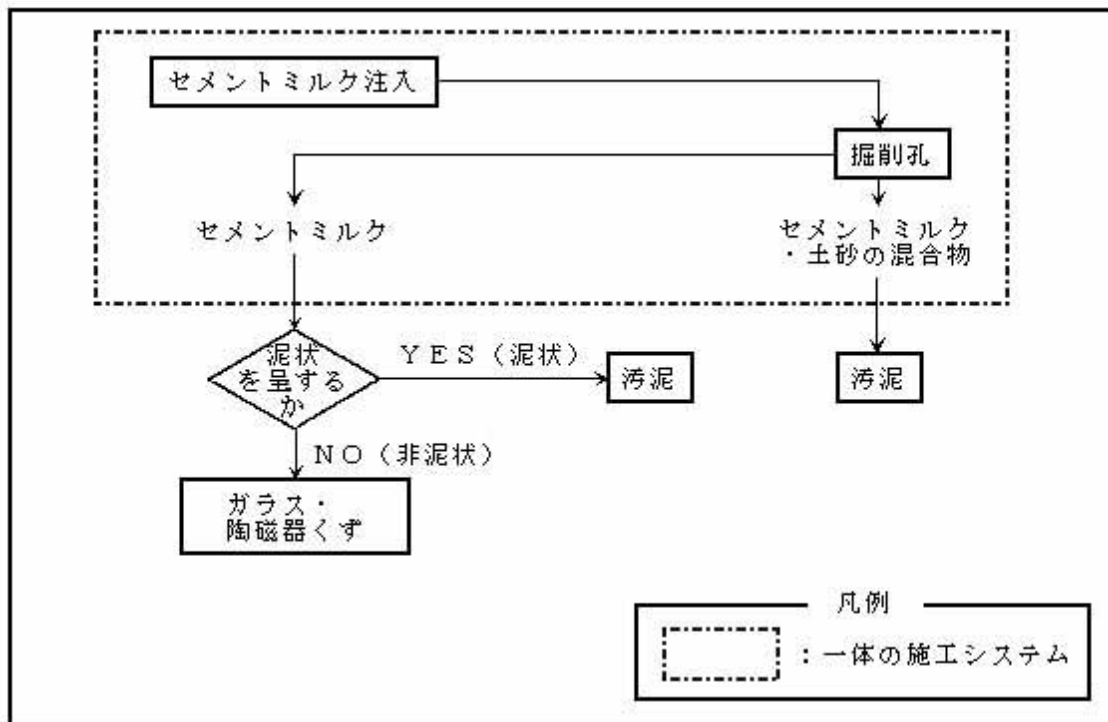
次頁へ



③泥水非循環工法の一例（アースドリル工法等）



④柱列式連続壁工法の一例（SMW工法等）



図表 6-2 代表的掘削工法の一例

また、以上の点について詳細かつ体系的に取りまとめられたものとして、次の資料が有用である。併せて参考にされたい。

『掘削工事に伴う汚泥と土砂の判断区分について』

大阪府、大阪市、堺市、高槻市、東大阪市

平成 15 年 3 月

[http://www.o-sanpai.or.jp/pdf/data/h15\\_kussaku.pdf](http://www.o-sanpai.or.jp/pdf/data/h15_kussaku.pdf)

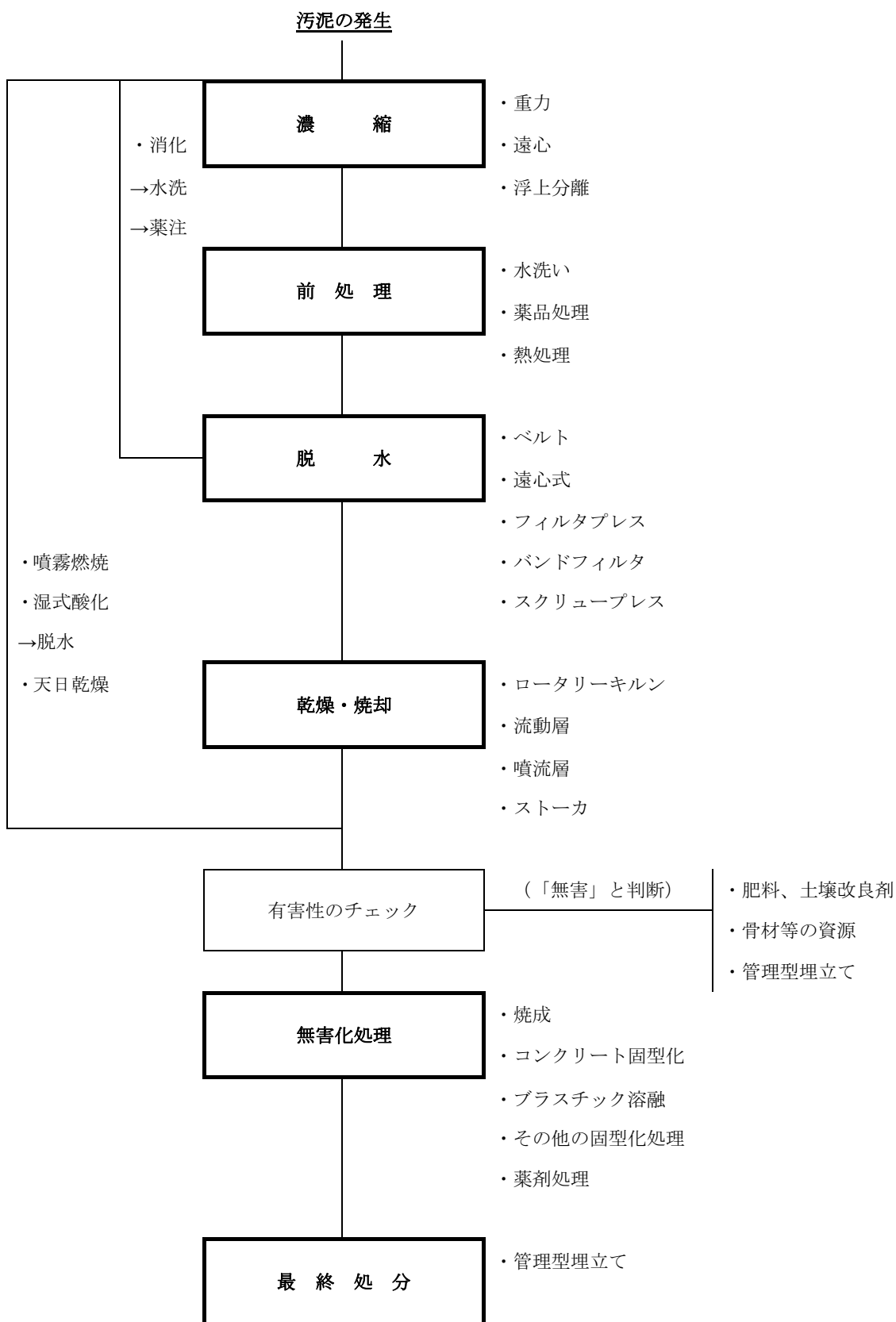
## 2. 再生・処分の工程

### (1) 再生・処分の方法と基準

一般に、図表 6-3 及び図表 6-4 のような「濃縮」「調質」「脱水」「乾燥」「焼却」等といった中間処理を経て、再生又は最終処分される。最終処分に際しては、あらかじめ焼却設備を用いて焼却し、熱分解設備を用いて熱分解し、又は含水率を 85%以下とし、管理型最終処分場において埋め立てなければならない(水面埋立処分を除く)。なお「含水率」には、「湿量基準含水率」(Ww)と「乾量基準含水率」(Wd)の2つの考え方がある。前者は廃棄物に含まれる水分の割合のことであり、その表示は含有水の重量(Sw)とその廃棄物の全重量(Sw+Ss)との比を百分率( $\% : \{Sw / [Sw + Ss]\} \times 100$ )で表したものである。また後者は含水比のことであり、その表示は廃棄物に含まれる水分の重量(Sw)とその廃棄物の乾燥重量(Ss)との比を百分率( $\% : [Sw / Ss] \times 100$ )で表したものである。一般に「含水率」というと、湿量基準含水率を指す。

再生・処分の方法	単 位 操 作	
濃縮	重力式、遠心力式、浮上式、蒸発式	
調質	消化	嫌気性、好気性
	薬品処理	石炭、鉄塩、硫酸バンド、高分子凝集剤
	熱処理	高温高压式、低温低压式、凍結融解式
脱水	加圧式、遠心力式、ベルト式、重力式、真空式	
乾燥	天日式、ロータリーキルン式、気流式、流動層式、真空式	
焼却	ロータリーキルン炉、流動床炉、噴流式焼却炉、湿式酸化炉、熱分解焼却炉、ストーカ炉	
再生	資源化、肥料化	
最終処分	管理型埋立て	

図表 6-3 汚泥に関する再生・処分の方法



図表 6-4 汚泥に関する処理の基本フロー

また再生の工程、即ち「品質管理フロー」については、次の資料において代表的なものが取りまとめられているので、参考にされたい。

『建設汚泥リサイクル製品事例集』

社団法人全国産業廃棄物連合会・建設廃棄物部会建設汚泥分科会

平成 20 年 9 月

[http://www.zensanpairen.or.jp/exhaust/01/kensetsu\\_jireisyu.pdf](http://www.zensanpairen.or.jp/exhaust/01/kensetsu_jireisyu.pdf)

〔紹介されているリサイクル製品〕

用途	事業者	製品名	使用割合
処理土 ・ 改良土 ・ 再生土	株式会社アイシン（新潟県）	ユニ・ソイル	80%～
	青木環境事業株式会社（新潟県）	改良土	80%～
	株式会社エコ・ファクトリー（東京都）	EF ソイル 1	100%
		EF ソイル 2	100%
		EF ソイルスーパー	100%
	協栄興業株式会社（埼玉県）	第 2 種粒状改良土	80～100%
	成友興業株式会社（東京都）	成友スーパーソイル 2	85～95%
	有限会社名島産業建設（福岡県）	N-ライト	100%
	マーセリサイクル株式会社（静岡県）	改良土	10～50%
株式会社リーテック（三重県）	リード	97%	
路盤材	株式会社熊野技建（広島県）	RM-30、RM-40	40%
	大幸工業株式会社（大阪府）	ポリナイト CP、ポリナイト	80～90%
	有限会社名島産業建設（福岡県）	再生クラッシュラン	70～80%
流動化 処理土	大阪ベントナイト事業協同組合（大阪府）	流動化処理土用調整泥水土	100%
	株式会社西日本アチューマツクリーン（岡山県）	流動化処理土	70～90%
	株式会社ヨコハマ全建（神奈川県）	全建ソイル	55～65%
造園資材	大阪ベントナイト事業協同組合（大阪府）	エコパワー	70%
	株式会社熊野技建（広島県）	エコマルチング	60%
	株式会社東立テクノクラシー（愛知県）	トウセラボール	100%
	マーセリサイクル株式会社（静岡県）	かんたん屋上緑化	78%
その他	株式会社リーテック（三重県）	リーサ	100%

## (2) 建設汚泥処理物の取り扱い（平成 17 年 7 月 25 日付環廃産発第 050725002 号）

建設汚泥に中間処理を加えた後の物（建設汚泥処理物）については、土地造成や土壌改良に用いる建設資材と称して不法投棄されたり、「土砂」と偽装されて残土処分場等に持ち込まれる事例が多発している。

建設汚泥処理物については、建設汚泥に人為的に脱水・凝集固化等の中間処理を加えたものであることから、中間処理の内容によっては性状等が必ずしも一定でなく、飛散・流出又は崩落のおそれがあることに加え、有害物質を含有する場合や、高いアルカリ性を有し周辺水域へ影響を与える場合もある等、不要となった際に占有者の自由な処分に任せると不適正に放置等され、生活環境の保全上支障が生ずるおそれがある。そのため、建設汚泥処理物であって不要物に該当するものは廃棄物として適切な管理の下におくことが必要である。その一方で、生活環境の保全上支障が生ずるおそれがない適正な再生利用については、積極的に推進される必要がある（**参考**：平成 18 年 6 月 12 日付国官技第 46 号・国官総第 128 号・国営計第 36 号・国総事第 19 号、平成 18 年 7 月 4 日付環廃産発第 060704001 号、平成 19 年 7 月 1 日施行（平成 22 年 10 月 7 日改定）『大阪府建設汚泥の自ら利用に関する指導指針』[工作物の本体又は工作物と一体的利用に限定・土地造成や埋立処分場での利用の禁止等]）。

〔建設汚泥処理物の例〕①建設汚泥にセメント等の固化剤を混練し、流動性を有する状態で安定化させたもの、②建設汚泥に石炭等の固化剤や添加剤を加え脱水させたもの、③建設汚泥を脱水・乾燥させたもの

## (3) リサイクル製品としての品質基準

建設汚泥が他の廃棄物に比べて再生が遅れている事情は、以上によるものが大きい。従って建設汚泥の再生を推進していく上で重要なことは、既にリサイクル製品としての需要を見込めない土砂の「製造」を無計画に行うのではなく、将来において枯渇が予想される天然資材に代替され得るものの「開発」に着手し事業化していく（採算性のある「業」としていく）ことである。また、そのように再生の用途を限定するだけでなく、リサイクル製品として評価するための基準を設け「品質」の安定化を図っていく必要もある（**参考**：平成 9 年 12 月 26 日付厚生省告示第 261 号）。

以上の趣旨に基づき、産業廃棄物処理業界が自主基準として取りまとめたものが、次の資料である。併せて、前述の『建設汚泥リサイクル製品事例集』において紹介されているリサイクル製品に関する「検査項目」も参考にされたい。

---

### 『建設汚泥リサイクル製品評価のための自主基準』

社団法人全国産業廃棄物連合会・建設廃棄物部会

平成 18 年 11 月

[http://www.zensanpairen.or.jp/disposal/05/kensetsu\\_recycle.pdf](http://www.zensanpairen.or.jp/disposal/05/kensetsu_recycle.pdf)

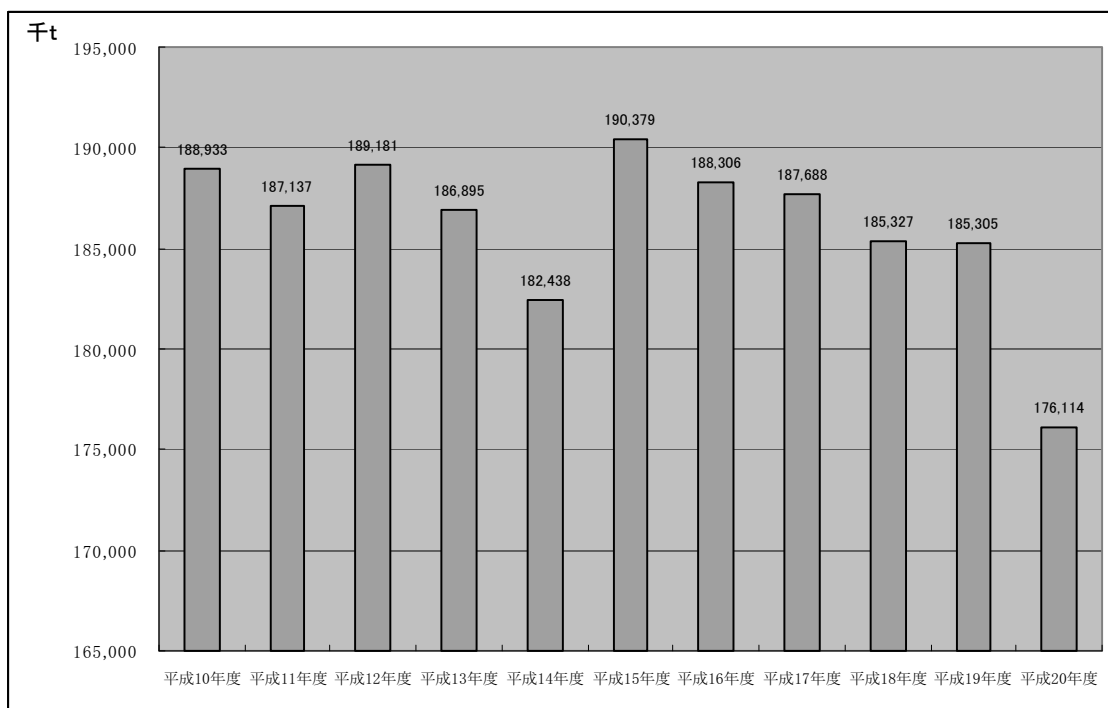
### 3. リサイクル製品の引渡先と売却価格

前述の『建設汚泥リサイクル製品事例集』において紹介されているリサイクル製品の「販売実績」を参考にすると図表 6-5 のとおりであり、建設汚泥の引取先（排出事業者）でもある建設業者等が主たる引渡先となっていることが理解できる。なお建設工事の発注元については、やはり中央官庁、地方公共団体、公益法人等が圧倒的に多く、純然たる民間企業は僅かである。また売却価格（輸送費を含まない）については、処理土・改良土・再生土及び路盤材の場合、 $m^3$  又は  $t$  当たり 1000～2000 円が主のようである。

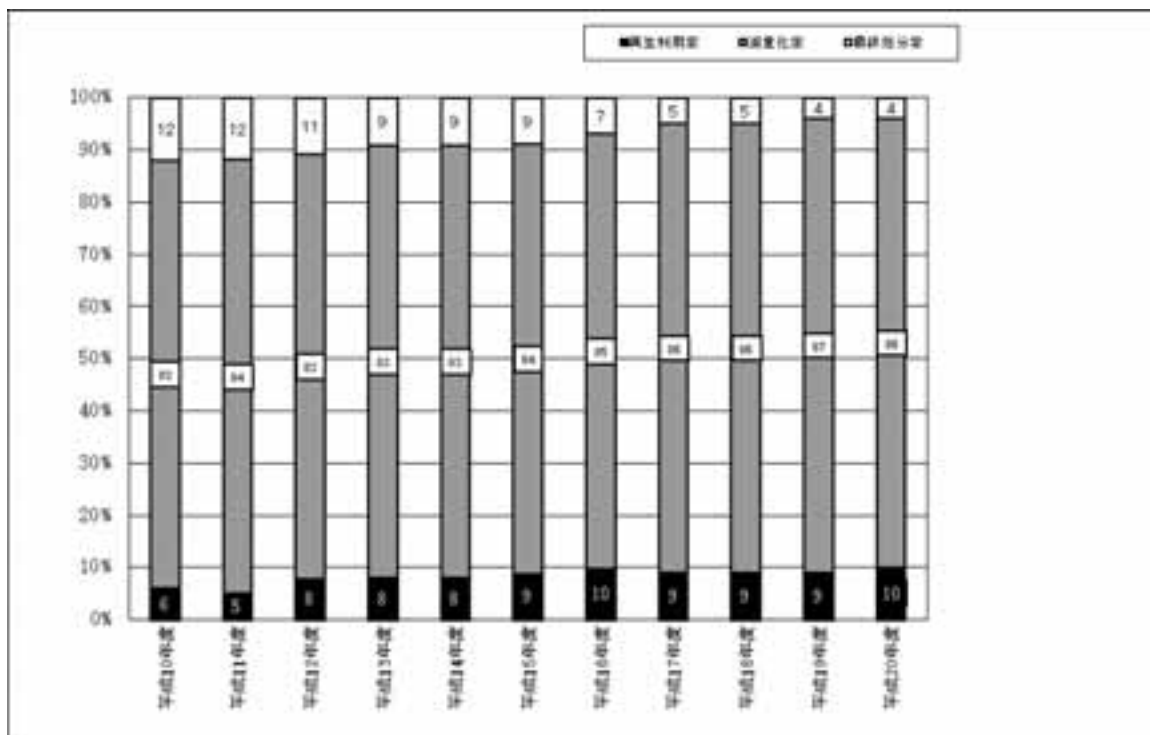
用途	製品名	引渡先	売却価格
処理土 ・ 改良土 ・ 再生土	ユニ・ソイル	丸運建設株式会社、相村建設株式会社	1300 円/ $m^3$
	改良土	新潟市下水道建設課、株式会社福田組	500 円/ $t$
	EF ソイル 1	—	1000 円/ $m^3$
	EF ソイル 2	—	1000 円/ $m^3$
	EF ソイルスーパー	—	2200 円/ $m^3$
	第 2 種粒状改良土	池中建設株式会社	1500 円/ $t$
	成友スーパーソイル 2	成友興業株式会社	1200 円/ $m^3$
	N-ライト	川本建設工業株式会社、清水建設株式会社	1200～1500 円/ $m^3$
	改良土	静和工業株式会社	800 円/ $m^3$
	リード	株式会社サンエイ工務店、株式会社フジタ	600 円/ $t$
路盤材	RM-30、RM-40	株式会社ガイアート T・K	2000 円/ $m^3$
	ポリナイト CP、ポリナイト	東亜建設工業株式会社、 株式会社相建エンジニアリング	1500～2000 円/ $m^3$
	再生クラッシュラン	株式会社博栄建設工業、世紀東急工業株式会社	1200～1500 円/ $m^3$
流動化 処理土	流動化処理土用調整泥水土	鴻池組	2500 円/ $m^3$
	流動化処理土	五洋建設株式会社、新東電気工事株式会社	個別見積
	全建ソイル	フジタ・若築・名工・みらい・白崎建設 JV、 清水建設株式会社	個別見積
造園資材	エコパワー	大幸工業株式会社	8000 円/ $m^3$
	エコマルチング	株式会社熊野技建	4000 円/ $m^3$
	トウセラボール	中部土木株式会社	5000 円/ $t$
	かんたん屋上緑化	—	4000 円/set
その他	リーサ	藪建設株式会社、大成建設株式会社	1200 円/ $t$

図表 6-5 建設汚泥に関するリサイクル製品の引渡先と売却価格

#### 4. 統計データに基づく考察



図表 6-6 汚泥に関する排出量（単位：千 t）の経年変化



図表 6-7 汚泥に関する再生利用率・減量化率・最終処分率の経年変化

### (1) 汚泥に関する排出量の経年変化と傾向

図表 6-6（環境省資料）によると 1 億 8000 万～1 億 9000 万 t の実績となっており、産業廃棄物に関する排出量が例年 4 億 t 前後で推移しているのと並行して極端な増減は見受けられない。『廃棄物処理法』により産業廃棄物の種類が 20（輸入廃棄物を除く）にも分類される中にありながら、「汚泥」1 種のみでその総排出量の約 45%までを占めているわけである。

それゆえ、産業廃棄物の発生抑制や再生利用等の推進に際しては、この領域における改善が急務であると言える。

### (2) 汚泥に関する再生利用率・減量化率・最終処分率の経年変化と傾向

にもかかわらず、「(最終処分率が緩やかに減少していることに相関し、) 再生利用率が増加していく」という傾向にないことは、図表 6-7（環境省資料）からも明らかになっている（**参考**：平成 17 年度建設副産物実態調査〔国土交通省資料、建設汚泥に関する排出量；約 750 万 t・再資源化量；約 360 万 t・縮減量；約 200 万 t・最終処分量；約 190 万 t)。

なお、その理由は第 2 節において解説したとおりである。

### (3) 展望

以上の状況を踏まえ、国土交通省は『建設リサイクル推進計画 2008』の中で、建設汚泥の再資源化・縮減率の目標等を図表 6-8 のとおり設定した。

今後は、この計画に基づいて、建設汚泥の再資源化（再生）等が推進されていくことになるものと思われるが、前述したように、既にリサイクル製品としての需要を見込めない土砂の「製造」を無計画に行うのではなく、将来において枯渇が予想される天然資材に代替され得るものの「開発」に着手し事業化していく（採算性のある「業」としていく）ことが重要である。また、そのように再生の用途を限定するだけでなく、リサイクル製品として評価するための基準を設け「品質」の安定化を図っていく必要もある。

対象品目		平成 17 年度 (実績)	平成 22 年度 (中間目標)	平成 24 年度 (目標)	平成 27 年度 (目標)
アスファルト・ コンクリート塊	再資源化率	98.6%	98%以上	98%以上	98%以上
コンクリート塊		98.1%	98%以上	98%以上	98%以上
建設発生木材	再資源化・ 縮減率	68.2%	75%	77%	80%
建設汚泥		<b>74.5%</b>	<b>80%</b>	<b>82%</b>	<b>85%</b>

図表 6-8 建設リサイクル推進計画 2008 に基づく目標



なお、一定工事規模以上の建設工事においては、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊、建設発生木材については『建設（資材）リサイクル法』に基づいて分別解体及び再資源化（再生）が義務付けられており、さらにこれらに建設発生土を加えたものが『資源有効利用促進法』に基づく指定副産物として規定されている。しかしながら、建設汚泥については、そのような制度が確立されておらず、この点も、他の廃棄物に比べて再生が遅れている要因となっていることは自明である。そのような法制の創設・改正により、建設汚泥の再資源化（再生）が推進されていくことを期待して本章の結論としたい。

〔一定工事規模以上の建設工事〕 ①80m<sup>2</sup>以上の建築物の解体工事、②500m<sup>2</sup>以上の新築・増築工事、③請負金額1億円以上の修繕・模様替工事、④請負金額500万円以上のその他の工作物の工事

## 筆者紹介

中 真一郎

大幸工業株式会社主任

住 所 大阪市住之江区平林南 2-8-37

事業内容 産業廃棄物・特別管理産業廃棄物収集運搬業

リサイクル事業、清掃業、しゅんせつ工事業、土壌汚染対策事業

Website <http://www.daiko-group.com/>

社団法人大阪府産業廃棄物協会事務局

## 参考文献

- ・ 大阪府、大阪市、堺市、高槻市、東大阪市『掘削工事に伴う汚泥と土砂の判断区分について』2003年
- ・ 大阪府『大阪府建設汚泥の自ら利用に関する指導指針』2007年
- ・ 環境省『平成18年度産業廃棄物の排出状況』等
- ・ 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長『建設工事等から生ずる廃棄物の適正処理について』（平成13年6月1日付環廃産第276号）2003年
- ・ 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長『建設汚泥処理物の廃棄物該当性の判断指針について』（平成17年7月25日付環廃産発第050725002号）2005年
- ・ 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長『建設汚泥の再生利用指定

制度の運用における考え方について』(平成 18 年 7 月 4 日付環廃産発第 060704001 号) 2006 年

- ・ 建設汚泥再生利用指針検討委員会『建設汚泥再生利用指針検討委員会報告書』2006 年
- ・ 厚生省『汚泥に係る再生利用の認定の申請書に添付する書類及び図面並びに再生利用の内容等の基準』(平成 9 年 12 月 26 日付厚生省告示第 261 号) 1997 年
- ・ 国土交通省『平成 17 年度建設副産物実態調査』
- ・ 国土交通省『建設リサイクル推進計画 2008』2008 年
- ・ 国土交通省事務次官『建設汚泥の再生利用に関するガイドラインの策定について』(平成 18 年 6 月 12 日付国官技第 46 号・国官総第 128 号・国営計第 36 号・国総事第 19 号) 2006 年
- ・ 財団法人日本産業廃棄物処理振興センター、環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課監修『平成 21 年度産業廃棄物又は特別管理産業廃棄物処理業の許可申請に関する講習会テキスト処分』ぎょうせい、2009 年
- ・ 社団法人全国産業廃棄物連合会・建設廃棄物部会『建設汚泥リサイクル製品評価のための自主基準』2006 年
- ・ 社団法人全国産業廃棄物連合会・建設廃棄物部会建設汚泥分科会『建設汚泥リサイクル製品事例集』2008 年
- ・ 独立行政法人土木研究所『建設汚泥再生利用マニュアル』大成出版社、2008 年

## 第7章 廃プラスチック

### 1. 廃プラスチック

#### (1) 定義

廃プラスチックとは、廃棄物処理法により定められた産業廃棄物 20 品目の 1 つで、具体的には廃ポリウレタン、廃スチロール（発泡スチロールを含む）、廃ベークライト（プリント基盤など）、廃農業用フィルム、各種合成樹脂系包装材料のくず、合成紙くず、廃写真フィルム、廃合成皮革、廃合成建材（タイル、断熱材、合成木材、防音材など）、合成繊維くず（ナイロン、ポリエステル、アクリルなどで混紡も含む）、廃ポリ容器類、電線の被覆くず、廃タイヤ、ライニングくず、廃ポリマー、塗料かす、接着剤かすなどがある。

#### (2) 種類と特性

	JIS 略語	樹脂名		ランク	常用耐熱温度	特 長	主 な 用 途	
					(°C)			
熱可塑性樹脂	PE	ポリエチレン	低密度ポリエチレン	A	70～90	水より軽く（比重<0.94）、電気絶縁性、耐水性、耐薬品性、環境適性に優れるが耐熱性は乏しい。機械的に強靱だが柔らかく低温でももろくならない。	包装材（袋、ラップフィルム、食品チューブ用途）、農業用フィルム、電線被覆	
			高密度ポリエチレン	A	90～110	低密度ポリエチレンよりやや重い（比重>0.94）が水より軽い。電気絶縁性、耐水性、耐薬品性に優れ、低密度ポリエチレンより耐熱性、剛性が高い。白っぽく不透明。	包装材（フィルム、袋、食品容器）、シャンプー・リンス容器、バケツ、ガソリンタンク、灯油缶、コンテナ、パイプ	
		EVA 樹脂	B	70～90	透明で柔軟性があり、ゴムの弾性に優れ低温特性に富んでいる。接着性に優れるものもある。耐熱性は乏しい。	農業用フィルム、ストレッチフィルム		
	汎用プラスチック	EVAC			B	70～90	透明で柔軟性があり、ゴムの弾性に優れ低温特性に富んでいる。接着性に優れるものもある。耐熱性は乏しい。	農業用フィルム、ストレッチフィルム
	PP	ポリプロピレン		A	100～140	最も比重（0.9～0.91）が小さい。耐熱性が比較的高い。機械的強度に優れる。	自動車部品、家電部品、包装フィルム、食品容器、キャップ、トレイ、コンテナ、パレット、衣装函、繊維、医療器具、日用品、ごみ容器	
	PVC	塩化ビニル樹脂（ポリ塩化ビニル）		C	60～80	燃えにくい。軟質と硬質がある。水に沈む（比重 1.4）。表面の艶・光沢が優れ、印刷適性が良い。	上・下水道管、継手、雨樋、波板、サッシ、床材、壁紙、ビニルレザー、ホース、農業用フィルム、ラップフィルム、電線被覆	
	PS	ポリスチレン（スチロール樹脂）	ポリスチレン	A	70～90	透明で剛性がある GP グレードと、乳白色で耐衝撃性をもつ HI グレードがある。着色が容易。電気絶縁性がよい。ベンジン、シンナーに溶ける。	OA・TV のハウジング、CD ケース、食品容器	

熱可塑性樹脂	汎用プラスチック		発泡ポリスチレン	B	70~90	軽くて剛性がある。断熱保温性に優れている。ベンジン、シンナーに溶ける。	梱包緩衝材、魚箱、食品用トレイ、カップ麺容器、畳の芯
		SAN	AS樹脂	A	80~100	透明性、耐熱性に優れている。	食卓用品、使い捨てライター、電気製品（扇風機のはね、ジュース）、食品保存容器、玩具、化粧品容器
		ABS	ABS樹脂	A	70~100	光沢、外観、耐衝撃性に優れている。	OA機器、自動車部品（内外装品）、ゲーム機、建築部材（室内用）、電気製品（エアコン、冷蔵庫）
		PET	ポリエチレンテレフタレート（PET樹脂）	B	延伸フィルム ~200	透明性に優れ、強靱で、ガスバリア性に優れている。	絶縁材料、光学用機能性フィルム、磁気テープ、写真フィルム、包装フィルム
					無延伸シート ~60	透明性に優れ、耐油性、耐薬品性に優れている。	惣菜・佃煮・フルーツ・サラダ・ケーキの容器、飲料カップ、クリアホルダー、各種透明包装（APET）
					耐熱ボトル ~85	透明で、強靱で、ガスバリア性に優れている。	飲料・醤油・酒類・茶類・飲料水などの容器（PETボトル）
		PMMA	メタクリル樹脂（アクリル樹脂）	A	70~90	無色透明で光沢がある。ベンジン、シンナーに侵される。	自動車リアランプレンド、食卓容器、照明板、水槽プレート、コンタクトレンズ
		PVAL	ポリビニルアルコール	C	40~80	水溶性、造膜性、接着性、耐薬品性、酸素バリア性に優れる。	ビニロン繊維、フィルム、紙加工剤、接着、塩ビ懸濁重合安定剤、自動車安全ガラス
	PVDC	塩化ビニリデン樹脂（ポリ塩化ビニリデン）	C	130~150	無色透明で、耐薬品性が良く、ガスバリア性に優れている。	食品用ラップフィルム、ハム・ソーセージケーシング、フィルムコート	
	エンジニアリングプラスチック	PC	ポリカーボネート	A	120~130	無色透明で、酸には強いが、アルカリに弱い。特に耐衝撃性に優れ、耐熱性も優れている。	DVD・CDディスク、電子部品ハウジング（携帯電話他）、自動車ヘッドランプレンド、カメラレンズ・ハウジング、透明屋根材
		PA	ポリアミド（ナイロン）	A	80~140	乳白色で、耐摩耗性、耐寒冷性、耐衝撃性が良い。	自動車部品（吸気管、ラジエータータンク、冷却ファン他）、食品フィルム、魚網・テグス、各種歯車、ファスナー
		POM	アセタール樹脂（ポリアセタール）	B	80~120	白色、不透明で、耐衝撃性に優れ耐摩耗性が良い。	各種歯車（DVD他）、自動車部品（燃料ポンプ他）、各種ファスナー・クリップ
		PBT	ポリブチレンテレフタレート（PBT樹脂）	A	60~140	白色、不透明で、電気特性その他物性のバランスが良い	電気部品、自動車電装部品

		PTFE	ふっ素樹脂	C	260	乳白色で耐熱性、耐薬品性が 高く非粘着性を有する。	フライパン内面コーテ ィング、絶縁材料、軸受、 ガスケット、各種パッキ ン、フィルター、半導体 工業分野、電線被覆
熱 硬 化 性 樹 脂		PF	フェノール樹脂	C	150	電気絶縁性、耐酸性、耐熱性、 耐水性が良い。燃えにくい。	プリント配線基板、アイ ロンハンドル、配電盤ブ レーカー、鍋・やかんの とって・つまみ、合板接 着剤
		MF	メラミン樹脂	C	110~130	耐水性が良い。陶器に似てい る。表面は硬い。	食卓用品、化粧板、合板 接着剤、塗料
		UF	ユリア樹脂	C	90	メラミン樹脂に似ているが、 安価で燃えにくい。	ボタン、キャップ、電気 製品（配線器具）、合板 接着剤
		PUR	ポリウレタン	C	90~130	柔軟～剛直まで広い物性の樹 脂が得られる。接着性・耐摩 耗性に優れ、発泡体としても 多様な物性を示す。	発泡体はクッション、自 動車シート、断熱材が主 用途。非発泡体は工業用 ロール・パッキン・ベル ト、塗料、防水材、スパ ンデックス繊維
		EP	エポキシ樹脂	C	150~200	物理的特性、化学的特性、電 气的特性などに優れている。 炭素繊維で補強したものは強 い。	電気製品（IC 封止材、プ リント配線基板）、塗料、 接着剤、各種積層板
		UP	不飽和ポリエステル 樹脂	C	130-150	電気絶縁性、耐熱性、耐薬品 性が良い。ガラス繊維で補強 したものは強い。	浴槽、波板、クーリング タワー、漁船、ボタン、 ヘルメット、釣り竿、塗 料、浄化槽

図表 7-1 廃プラスチックの種類と特性

(出典 社団法人 プラスチック処理促進協会)

### (3) 再生・処分の工程

廃プラスチックはほとんどが埋立処分される。しかしながら、軽くて丈夫でかさ張ることから、破碎後圧縮しても1トン当たり1.3m<sup>3</sup>の容積を占めるため、再資源化や再利用化を図り、埋立処分量を減らしていく努力が必要である。再資源化（リサイクル）については、下記の方法がある。

#### ① マテリアルリサイクル

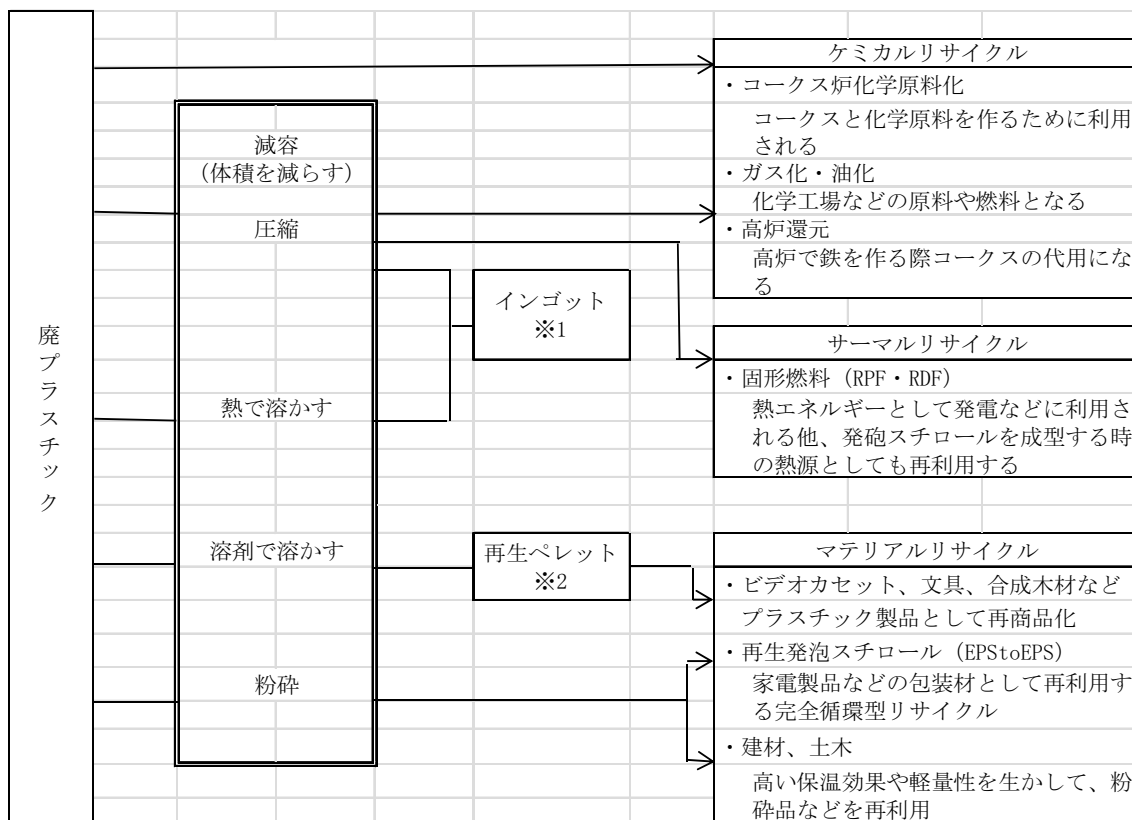
プラスチックの原料として再資源化し、プラスチック製品などに再利用する。

#### ② ケミカルリサイクル

熱や圧力を加え、ガスや油として再資源化し、燃料などに再利用する。

#### ③ サーマルリサイクル

燃焼させることで、高い熱エネルギーを発生させ、発電などに再利用する。



図表 7-2 廃プラスチックの再生・処分の工程

※1 インゴットとは、発泡スチロールを電熱で溶解減容し、プラスチックインゴット(塊)にすること。

※2 再生ペレットとは、洗浄・粉砕して再熔融し、加工しやすいように細かいチップ状にすること。

《インゴット》



《再生ペレット》



(4) 引取先

企業・行政

(5) 引渡先 (売却先)

国内企業・貿易

## 2. 発泡スチロール

### (1) 発生量・回収量の経年変化と傾向

発泡スチロールは、家電製品の梱包材又は魚箱として使われることが多く、これらの用途で全体の80%近くに達する。次いでスチレンペーパー（トレイ用）用途で20%程度となっている。

使用済み製品の発生場所は、魚市場（魚箱）、デパート・スーパー（魚箱、家電パッキング、トレイ）、自治体（パッキング、トレイ）等に集中している。

バージンビーズの国内出荷量がほぼ横這いであることや使用済み発泡スチロールの回収率が限界近くまで上昇していることから、発生量・回収量ともに、ここ数年ほぼ横這いで推移しているが、発泡スチロールの国内需要は減少傾向にあり、その理由としては以下のような点が指摘されている。

#### ① 魚箱需要の減少

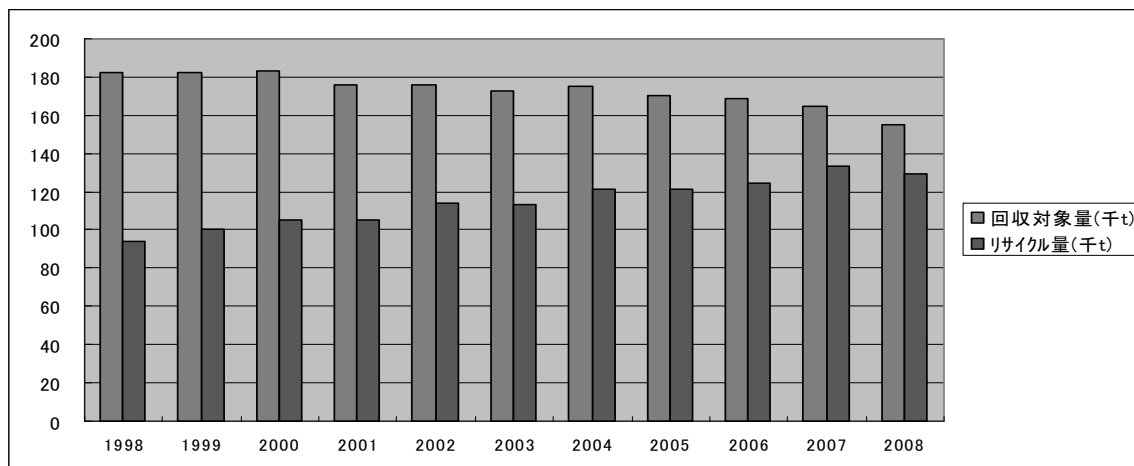
肉に魚が市場を奪われ魚箱の需要が減少する、大手スーパーが商社経由で海外から直接冷凍魚を輸入し魚箱が不要になる。

#### ② 家電製品の緩衝材としての需要の減少

家電の生産拠点の海外移転、環境への配慮からメーカーが使用量を削減、製品デザインの工夫（フラット化等）による使用量の減少。

#### ③ 新規用途開発が困難

年度	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
発生量(千t)	213	212	209	201	197	193	194	187	187	182	168	151	153.6
回収対象量(千t)	182	182	183	176	176	173	175	170	169	165	155	141	147.7
リサイクル量(千t)	93.8	100.0	105.2	105.4	113.8	113.5	121.3	120.9	124.4	133.5	129.5		130.0
リサイクル率	51.5%	54.9%	57.5%	59.9%	64.7%	65.6%	69.3%	71.1%	73.6%	80.9%	83.5%		80.1



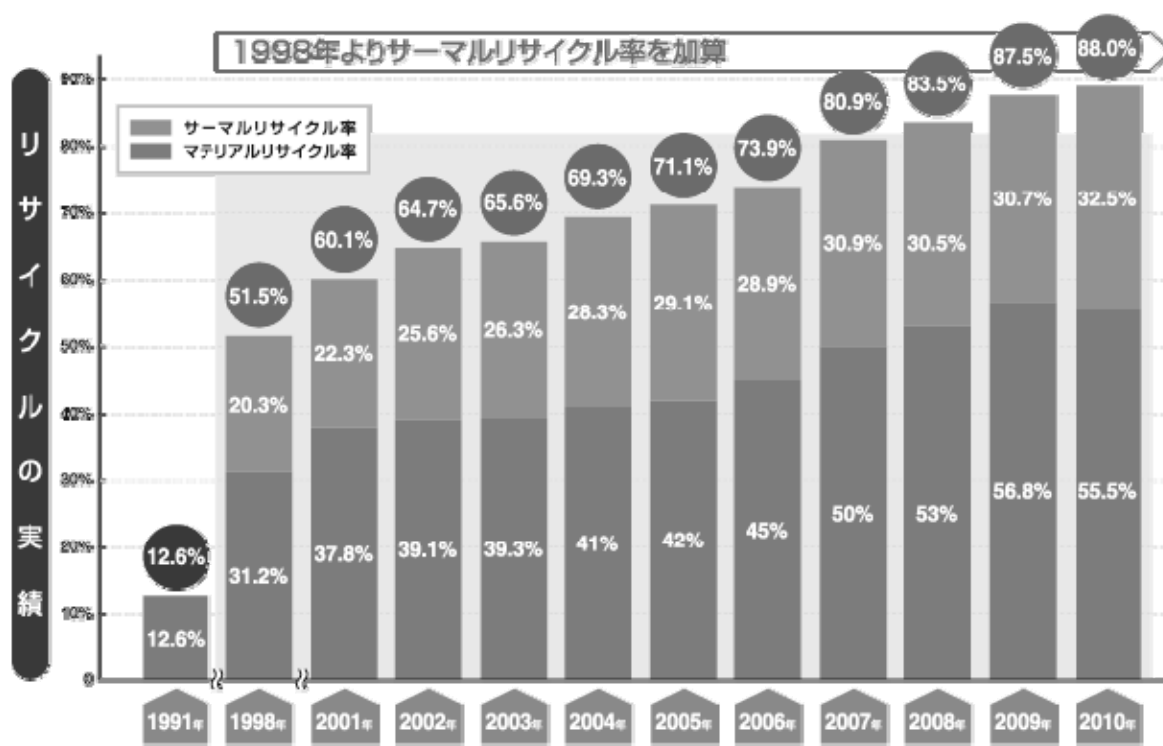
図表 7-3 発泡スチロールの発生量・回収量の経年変化

## (2) 再生量の経年変化と傾向

使用済み発泡スチロールのうち比較的きれいなもの（ゴミが少なく白い再生材となるもの）は、断熱材、建材、畳の芯材等加工されて国内で再利用される。

不純物の含有が多いものは、インゴットに加工されて、ほぼ全量が輸出されている。これは、様々な法規制（食品衛生法、JIS 規格等）のため、国内では使用できないことがその理由である。

年度		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
リ マ テ リ ア ル リ サ イ ク ル	インゴット	360	383	404	399	420	425	460	481	526	598	606	598	608
	ペレット	109	137	144	145	153	148	150	146 5	166	162	156	148	160
	粉砕品	7.3	7.2	6.8	6.9	4.8	5.3	5.4	3.2	2.95	2.2	1.5	1.3	1.1
	その他	2.6	1.2	2.3	4.0	5.5	3.7	3.0	2.9	0.65	0.75	0.80	0.6	0.4
	ケミカルリサイクル	-	-	-	1.0	1.2	1.7	2.4	2.55	3.0	3.55	3.7	3.8	3.9
	小計	568	604	63.9	66.3	68.8	68.0	71.8	71.4	75.8	82.5	82.2	80.1	82.0
サーマルリサイクル	37.0	39.6	41.3	39.1	45.0	45.5	49.5	49.5	48.6	51.0	47.3	43.3	48.0	
合計	93.8	100. 0	105. 2	105. 4	113. 8	113. 5	121. 3	120. 9	124. 4	133. 5	129. 5	123. 4	130. 0	



図表 7-4 発泡スチロールの再生量の経年変化

(出典：発泡スチロール再資源化協会ホームページ)



### (3) 輸出量の経年変化と傾向

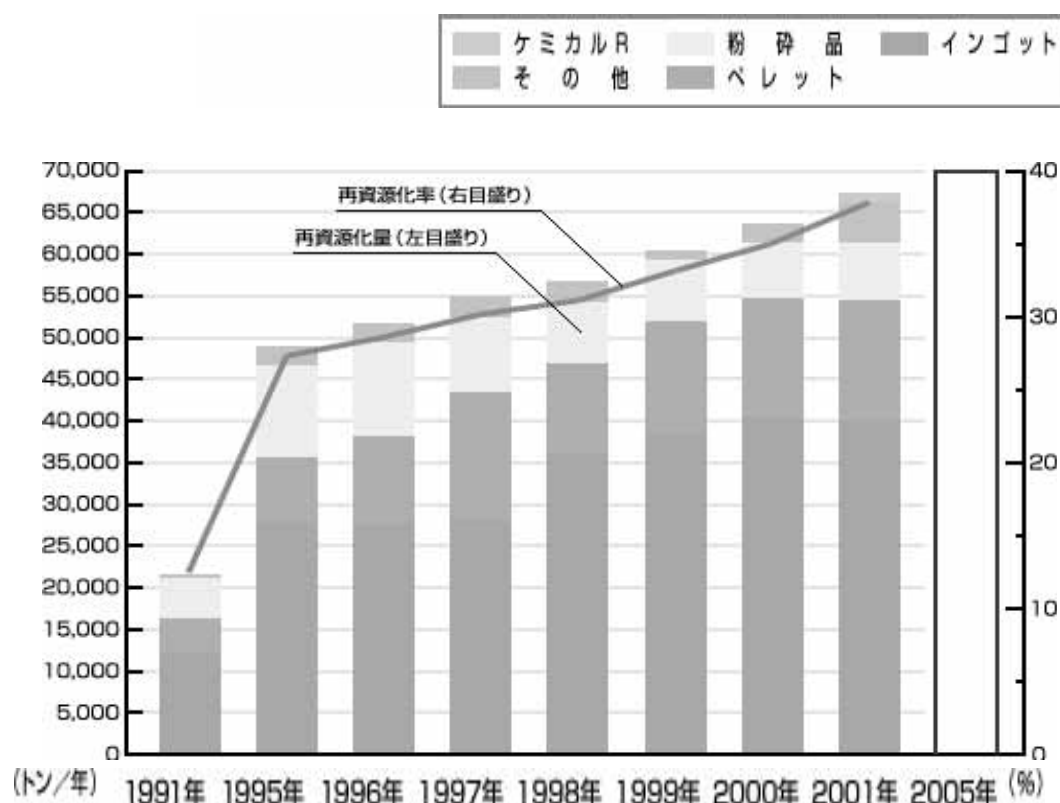
発泡スチロールインゴットの輸出量は、1999年の実績で38,300トンとなっており、これは再資源化量60,400トンの約63%に相当する。

2000年、2001年には、約4万トンの発泡スチロールがインゴット化されており、インゴット化されたものの大半が輸出されるため、輸出量も約4万トンと推定される。

なお、輸出先の中国の受入実績が年間約5万トンであるため、ほぼ限界に近い輸出量であると考えられる。

輸出量の70%~90%程度がビデオカセットケースに加工され、アメリカ、ヨーロッパ、東南アジア等に輸出されている。ビデオカセットケースを製造する際、発泡スチロール原料のPSだけでは割れ易いため、加强材のPS樹脂と4:6の割合で配合して利用される。

ビデオカセットケース以外の用途としては、玩具（プラモデルのキット等）、CDのケース、家庭用品（ハンガー等）がある。



図表 7-5 発泡スチロールの再生インゴットの輸出量

(出典：発泡スチロール再資源化協会ホームページ)

### (4) 取引価格の経年変化と傾向

国内の「置き場価格（大手輸出業者が自治体や産業廃棄物収集運搬業者から買い上げるインゴット価格）」は5~15円/kg程度である。自治体等からの仕入価格は継続取引を条

件になくなっている。

中国向けの輸出価格は 30 円/kg 程度であるが、状況や為替相場によって変動する。現在、香港での日本製バージンビーズの相場が 90~100 円/kg、韓国製や台湾製バージンビーズが 50 円/kg 程度である影響を受けてインゴットの輸出価格は平均して 25~30 円/kg となっている。

例えば、発泡スチロールインゴットを香港まで船で輸出する場合の最近の相場は、40 フィートコンテナ 1 本当り 4 万円程度である。25 年前は、品薄のため、置き場価格も 60 円~70 円/kg であったが、現在は、安価な海外原料の出現等により約 10 分の 1 近くまで下落している。

※価格は 2002 年 3 月現在

## (5) 課題と展望

### ○排出者(集積場所)の課題等

- ・重量が軽く飛散しやすいため、箱などに入れないといけない。また、集積場所に飛散防止措置をとる必要がある。
- ・排出量が少ないと、運搬コスト等が高くなるため一定量保管できる集積場所が必要である上に、嵩があるので、それ相応の広さも必要となってくる。
- ・異物および廃発泡スチロール以外の物が混入している場合、処理費用が割増しされるので、排出側での異物除去・分別して集積することが望ましい。

### ○運搬及びリサイクルに関する課題等

- ・塵芥車に積み込む際、廃発泡スチロールが細かく砕けて、集積場所の周りが汚れる。また、廃発泡スチロール以外の物と混合で積み込んでしまうと、後の選別等が困難となる。
- ・車両で運搬する場合は、体積が大きいため積み込み量が少なく運搬コストが高くなる。
- ・リサイクル施設に保管する際(処理前)、体積が大きいため取扱量に応じた集積場所が必要である。

### ○今後の展望

- ・廃発泡スチロールは、かつては大半がゴミとして処分されていたが、近年は処理技術に対する関心も高まり再資源化量は増加傾向にある。しかし廃発泡スチロール再資源化の国内流通は少なく、海外(中国)へ送られている。今後は取扱量を増やし選別・異物除去作業を徹底し、原材料としての付加価値を高めるとともにケミカル・サーマルリサイクルの再利用も視野に入れ事業展開していく必要があるだろう。
- ・排出する事業者が廃発泡スチロールを資源としてリサイクルする意識が高まると排出量も増え、われわれのほうに回ってくる量が増える。発泡スチロールは重量が軽く扱いやすいので、年齢・男女・障害の有無問わずリサイクル作業に従事できるため取扱量が増

えれば雇用の促進にもつながる。

- 地元自治体が一般家庭を対象（一般廃棄物）として廃発泡スチロール（トレイ別）回収を実施するようなことがあれば再資源化に関するノウハウはあるので協力していく用意はある。

### 3. PET ボトル

#### (1) PET ボトルとは

PET ボトル とは、合成樹脂（プラスチック）の一種であるポリエチレンテレフタレート（PET）を材料として作られている容器。約 9 割が飲料用容器に利用されるほか、調味料・化粧品・医薬品他の容器にも用いられている。欧米諸国では plastic bottle であり、「PET ボトル」の言葉は日本しか通用しない和製英語である（PET ボトルを構成する素材である PET については、そのままピー・イー・ティーと読む事が多い）。

PET ボトルキャップ、ラベルは PP(ポリプロピレン)もしくは、PS(ポリエチレン)が使用されている。

#### (2) PET ボトルリサイクル

<マテリアルリサイクル>

回収した廃 PET ボトルを粉砕・洗浄し金属などの異物を取り除いた後、フレークやペレットの状態にする。この PET 素材を、卵パックのシートやポリエステル繊維として再製品化する。



<処理フロー>

分別・選別→異物除去→粗粉砕→風力選別→異物選別  
→細粉砕→洗浄脱水→比重分離→乾燥→熔融→フレーク、ペレット→繊維



フレーク



ペレット

再生PETフレーク具体的製品例

	製品例
シート	食品用トレイ(卵パック、果物トレイ等)
	食品用中仕切(カップ麺トレイ、中仕切)
	プリスターパック(日用品等プリスター包装用)
	その他(工業部品トレイ、事務用品等)
繊維	自動車関連(天井材や床材等内装材、防音材)
	インテリア・寝装寝具(カーペット類、布団等)
	衣料(ユニフォーム、スポーツウェア等)
	土木・建築資材(遮水、防草、吸音シート)
	家庭用品(水切り袋、ハンドワイパー等)
その他(デント、防球ネット、作業手袋、エプロン)	
：	非食品用ボトル
成形品	一般資材(結束バンド、回収ボックス、搬送ケース)
	土木・建築資材(排水管、排水枳、建築用材等)
	その他(ゴミ袋、文具、衣料関連等)
他	その他(添加剤、塗料用、フィルム等)

(出所) PET ボトルリサイクル推進協議会「PET ボトルリサイクル年次報告書」

### (3) 容器包装リサイクル法

一般廃棄物の容積比で約6割、重量比で約2~3割を占める容器包装廃棄物については、その減量化や資源の有効利用を図ることが急務となっており、これらの問題に対処するため、1995年に「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律(以下「容器包装リサイクル法」という)が制定され、1997年に容器包装リサイクル法(容リ法)が施行されて以来、PETボトルの回収・再商品化は大きく前進した。

回収には、日本容器包装リサイクル協会を通じてリサイクルを行うルート(指定法人ルート)がある。このリサイクルシステムの概要は、市町村が住民から容器包装廃棄物を分別収集する一方で、協会との間で分別基準適合物引取委託契約を行う。そして、市町村は協会において行われた再商品化に関する入札で落札した再商品化事業者は無償で引き渡す。再商品化事業者は再生加工を行った後、再商品化利用事業者に再商品化商品を販売する。

しかしながら、昨今、指定法人ルートへ処理委託を行う市町村が減少し、再商品化事業者と直接契約をして処理委託を行う独自ルートを利用する市町村が増加している。その理由としては、再商品化事業者は使用済みPETボトルを有価で買い取ってくれる上に、その業者へ売却することにより、市町村は収集運搬経費の軽減を図れるからである。独自ルートでは、再商品化事業者に容器包装リサイクル法におけるリサイクルの義務は課されない。国内で再商品化を行う業者と中国など海外へ輸出して再商品化を行う業者がある。(図表7-6)

このような背景の中、使用済みPETボトルの争奪戦が行われている。その結果、再商品化事業者が市町村から購入する価格が上昇してきている。価格は地域や業者によって変動があるが、全体的な相場として上昇している。指定法人ルート・独自ルートいずれのルートにおいても、買い取り価格の上昇により、その経営が圧迫されるという問題を孕みながらも、使用済みPETボトルは有価で取引される対象となっている。



図表 7-6 指定法人引渡し量および独自処理量の推移

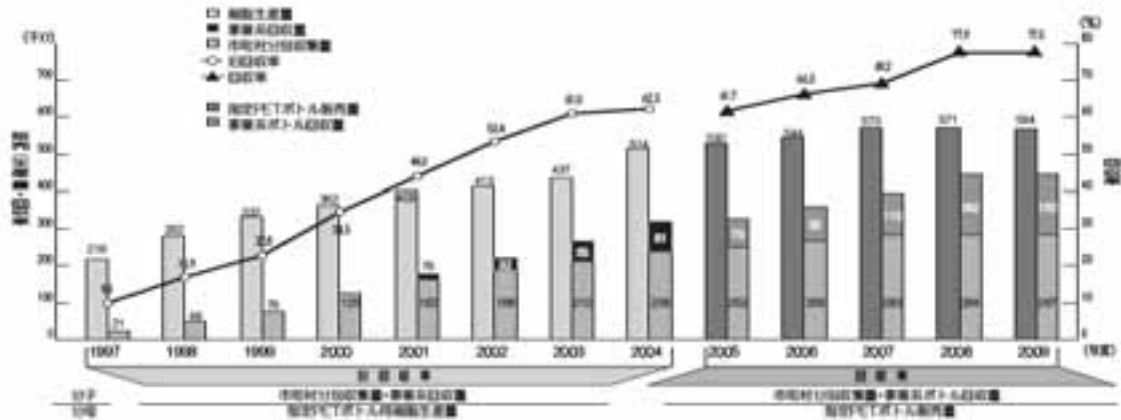
(出所) ○市町村分別収集量：環境省（2010年度は計画量）  
 ○指定法人引渡し量：公益財団法人日本容器包装リサイクル協会（2010年度は落札量）  
 ○独自処理量：[市町村分別収集量－指定法人引き渡し量]  
 （2010年度は独自処理予定量：[分別収集計画量－指定法人落札量]）

#### （4）回収率

PET ボトル回収率は欧米各国と比較しても非常に高いレベルにある。その理由としては、容器包装リサイクル法が施行される前に既に市町村における回収ルートが確立されてきたことが考えられるが、容器包装リサイクル法における分別収集及び分別排出が多く市町村によって行われることで、資源化に対する国民の意識が高まったと言える。

2009年度のPET ボトル販売量は、564千トンでほぼ前年並みとなった。一方、市町村分別収集量と事業系ボトル回収量の合計となるPET ボトル全回収量は437千トンで前年度を若干下回った。回収率は77.5%で、ほぼ前年度並みとなった。（図表 7-7）

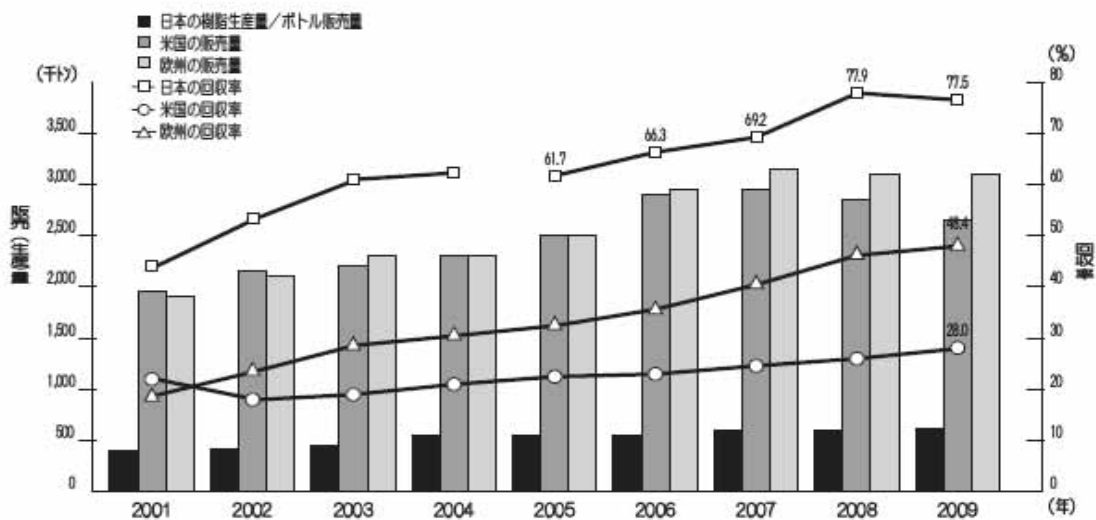
日本の回収率を2009年の欧州回収率48.4%、米国回収率28.0%と比較すると、これまで通り世界最高水準を保持している。（図表 7-8）



図表 7-7 PET ボトル回収率の推移

(出所) PET ボトルリサイクル推進協議機

「PET ボトルリサイクル年次報告書」



(出所) PET ボトルリサイクル推進協議機 「PET ボトルリサイクル年次報告書」

図表 7-8 日米欧のPET ボトルリサイクル状況比較

(出所) 米国：NAPCOUR 欧州：PETCORE

日本：PET ボトルリサイクル推進協議機 「PET ボトルリサイクル年次報告書」

### (5) 国境を越えたりサイクル

中国では、急激な経済成長を遂げる中で資源需要が高まっており、バージン素材よりも安価な再生資源を求める動きが活発化している。使用済みPETボトルの中国等への輸出

拡大である。

日本からの使用済み PET ボトルは汚れが少なく、PET ボトル自体の純度が高いために引き合いが高い。また、使用済み PET ボトルの輸出が拡大している理由としては、中国等での資源需要の拡大に加え、日本のリサイクルシステムが経済的に劣位という点がある。このような要因で、中国における廃プラスチックの輸入量は年々増加してきている。

2009年度のPETくずの輸出量は338千トンであった。輸出調査での2007～2009年度通年における「PETくず中のPETボトルの割合」は、89.3%であった。結果、貿易統計のPETくず輸出量に「PETくず中のPETボトルの割合」を掛けた使用済みPETボトル輸出量は338千トンとなり、これを回収量ベースでの輸出推計量としている。(図表7-9)

バージン素材の価格高騰によって中国等での再生資源需要が増加していくことが予想され、さらに使用済みPETボトルの輸出は増加していくと考えられる。廃プラスチックをサーマルからマテリアル利用にする目安は、原油価格にある。原油が1バレル50ドル以上ならば、マテリアルとしての価値が生まれ、それ以下ならばサーマルや単純焼却の方に流れるケースが多くなる。ペットくずは、原油が1バレル40ドルでも輸出(マテリアル利用)で取引されており、中国の繊維産業ではなくてはならない存在になりつつある。



図表 7-9 使用済み PET ボトル海外輸出量

(出所) PET ボトルリサイクル推進協議会「PET ボトルリサイクル年次報告書」

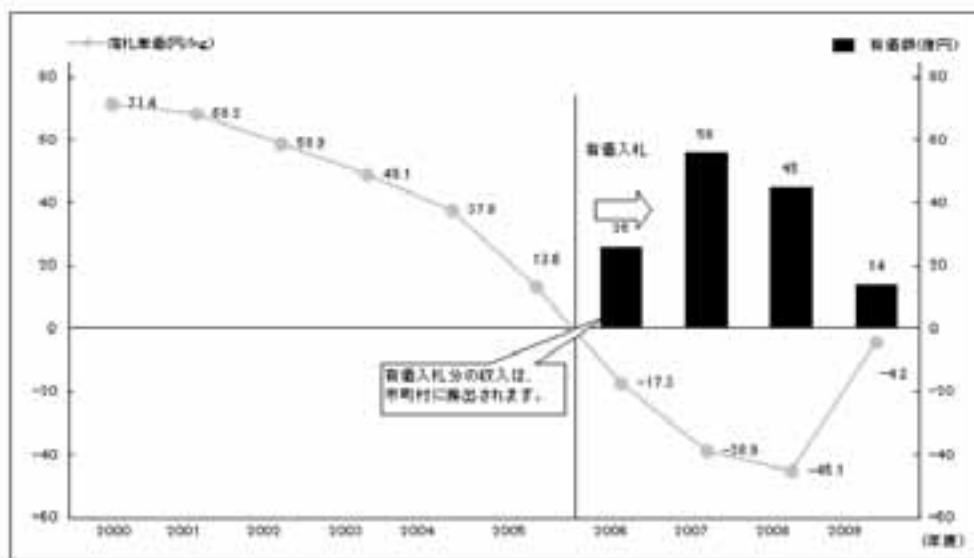
## (6) 取引価格

近年、活発化している中国輸出に端を発した市町村独自処理における PET ボトルの有償化の影響を受け、指定法人において 2006 年度より有償入札が認められた。2007 年度の

指定法人の入札では、平均落札単価は-38.9円/kgとなり、有償総額は契約ベースで約56億円となった。2008年10月以降の世界同時不況のなか、中国等のリサイクル市場が一時混乱し、その影響で一時的に日本からのPETくずの輸出や市町村独自処理での引取りに支障が生じる等の事態が起きた。これは、日本のPET樹脂輸入価格にみられるバージン樹脂価格の暴落に伴い、PETくず輸出価格が暴落しそれまでの使用済みPETボトルの高値引取りができなくなった。PETくずの輸出量については、11月に前年度比34%減と減少したものの、それ以降は前年度並みにまで回復をしている。その影響もあり、2009年度入札では、指定法人への引渡し契約量は204千トンと契約ベースで前年度を約42,000トン上回り史上最高となったが、平均落札単価は-4.2円/kgとなり、再商品化事業者が指定法人に支払う有償総額は契約ベースで約14億円と前年度を大きく下回った。(図表7-10)

2006年後半以降の原油価格高によるPET樹脂原材料の高騰から、PETボトル廃材が高値売却できるようになり、市町村レベルで入札によりリサイクル業者(容器リサイクル法に指定する特定事業者以外の業者)や輸出仲介業者に引き渡されるようになりリサイクル情勢の変化の指摘されている。

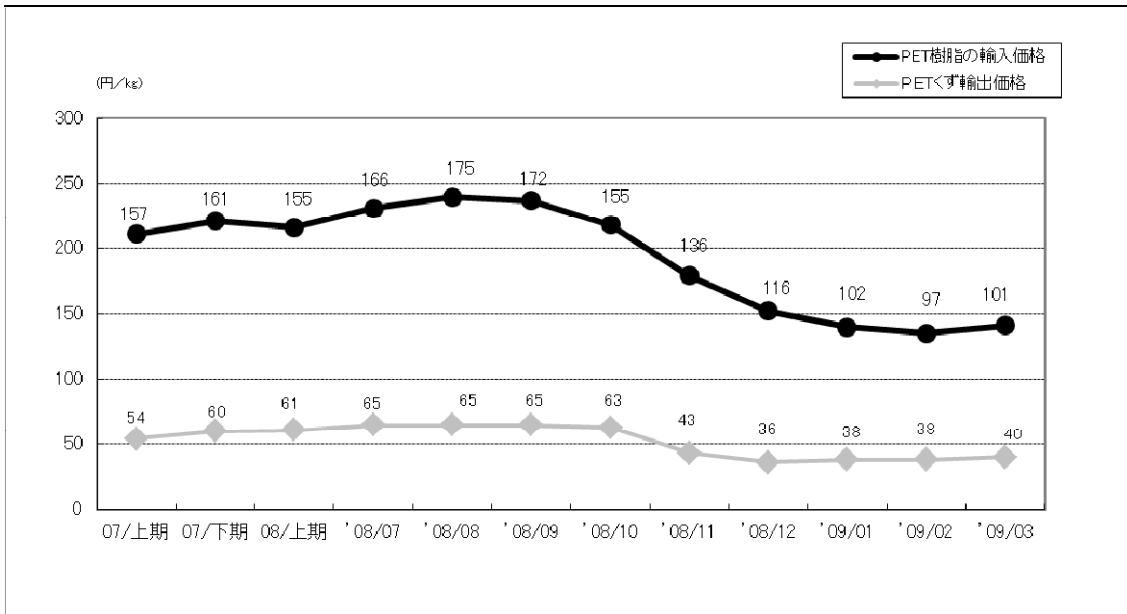
日本から中国に輸出している廃プラの中で最も量が多く貿易の金額が高いものがPETくずである。2007年が35万トン(平均58円/kg)、2008年36万トン(同60円/kg)となっており、ほとんどが繊維原料に使用される。リーマンショック後は、原油暴落と急激な円高のために、2008年末から2009年初めまでストップしていた時期があったが、価格は地域や業者によって変動があるが、全体的な相場として上昇している。(図表7-11)



図表 7-10 指定法人の落札単価と契約ベース有償額

(出所) 公益社団法人日本容器包装リサイクル協会





図表 7-11 PET 樹脂の輸入価格及び PET くずの輸出価格

(出所) 財務省「貿易統計」

### (7) 課題と展望

PET ボトルは最も一般的な容器包装である。しかし、その容器包装のリサイクルシステムが崩壊しかねない状況である。その仕組みが混乱している要因として輸出によるリサイクルとされているが、国内のリサイクルシステムが確立されていない点にもある。当面、中国等の輸出は拡大が予想されるが、バーゼル条約に抵触する事態が生じた場合には、排出者責任が市町村などにも問われる可能性がある。それゆえに、使用済み PET ボトルの輸出におけるトレーサビリティの徹底管理、リスク管理を含めた制度構築を行っておく必要がある。よって、リサイクルシステムの改善を行っていく場合には、市町村や特定事業者などそれぞれの分野での改革も早急に進めていくことが求められている。

昨今、PET ボトルキャップの再資源化に伴い、その売却益を持ってワクチンを発展途上国に提供する動きも活発化されている。環境のみならず、資源の確保の点においても日本の PET ボトル再商品化技術は、「bottle to bottle」の技術をはじめとして世界最高水準にある。また、容器としての需要拡大に伴い、成形技術・充填技術の進展等により、PET ボトルの目覚ましい軽量化が実現されている。このような技術を活用していける持続可能なシステムを構築していく必要がある。

## 筆者紹介

大林 正

株式会社大林 専務取締役

住 所 大阪府堺市日置荘西町 3-22-8

事業内容 大阪リサイクル事業協同組合「家電リサイクル大阪方式」認定工場

星山 健

株式会社ダイトク代表取締役

住 所 大阪府摂津市新在家 2-1-1

事業内容 各種廃棄物のリサイクル処理・使用済み OA 機器関連のリサイクル処理  
産業廃棄物収集運搬及び処理・一般貨物自動車運送業

Website <http://www.daitoku-s.com>

## 参考文献

- ・発泡スチロール再資源化協会ホームページ
- ・日本プラスチック工業連盟
- ・RECYCLE ONE
- ・経済産業省
- ・社団法人 プラスチック処理促進協会
- ・PET ボトルリサイクル推進協議会『PET ボトルリサイクル年次報告書』
- ・財務省『貿易統計』
- ・森岡佳大『論文 PET ボトルリサイクルの構造論的分析』
- ・株式会社日報アイ・ビー『週間循環経済新聞』

## 【コラム】

# 廃遊技機（ぱちんこ・パチスロ）の廃棄処理について

## （1）概要

ぱちんこ・パチスロは、身近で手軽な娯楽として社会に定着をしており、昨年度末現在で遊技場は 12,652 店舗あり、遊技機の生産台数は約 379 万台となっている。しかしながら、娯楽性が重視される遊技機の使用期間は短く、人気機種を除けば、通常 1 年前後で廃棄処分される現状である。

廃棄遊技機にあたっては、処理費を逃れるために不法投棄されたり、廃棄物の輸出を禁じたバーゼル条約違反の恐れのある不適正輸出が行われたり等、度々社会問題となっており、遊技機業界としても、これらの問題を解決すべく、さまざまな取組を強化しているところである。

## （2）取り組み

遊技機ならび遊技関連機器のリサイクルは、廃棄物の発生抑制や環境保全の観点から遊技機の長期利用・中古遊技機としての再使用を重要と考え、遊技機等に用いられているプラスチック・非鉄金属・鉄等に分別し、液晶表示装置等は再生部品や再生資源として利用促進を進めている。

また、遊技機は資源有効利用促進法施行令により、指定省資源化製品と指定再利用促進製品に指定されているので、遊技機等の製造業者は設計・製造の段階から材料・構造・分別などの工夫を考慮した上で再生部品ならびに再生資源としての利用が可能な原材料の使用や構造の統一化に向けて努力中である。

### ①遊技機のリサイクル活動

限りある資源と地球環境を守るために、資源の有効活用と環境の保全ならびに廃棄物の抑制を推進するため、以下のような 3R 活動に取り組んでいる。

- 遊技機の生産段階で副次的に生じる物質（副産物）の発生を抑制すること並び製品が不要となり、寿命を終え廃棄物となることを抑制（長寿命化）するリデュース（廃棄物の発生抑制）
- 一旦使用された製品・部品等を回収し、修理・洗浄など必要に応じた適切な処理を施した上でこれらの製品や部品等に再利用するリユース（再使用）
- 一旦使用された製品や製品の生産に伴い発生した副産物を回収し、原材料として再利用するリサイクル（再生利用）
- ◆ 使用済み遊技機を回収し、使用可能な部品を取り出し、新しい部品と組み合わせ

わせて再製造するパーツ・リサイクル（部品再生）

- ◆ 廃棄物の全部または一部を原材料として利用するマテリアルリサイクル（材料再生）
- ◆ 廃棄物の全部または一部を熱・エネルギー源として利用するサーマルリサイクル（熱・エネルギー利用）

## ②遊技業界の取組み

平成9年に遊技業界6団体で「遊技機リサイクル検討委員会」を設置し、リサイクルの内容や方法について検討してきたが、平成13年から資源有効利用促進法の施行が始まったことから遊技機業界7団体で運用する「遊技機リサイクル推進委員会」に改称し、現在に至る。

委員会の役割は以下のとおり。

- 業界におけるリサイクル問題を検討するための基本資料の作成
- リサイクルガイドラインの策定
- 製品アセスメントマニュアルの作成
- リサイクル業者（遊技機選定処理業者制度）の選定
- リサイクルを容易にするための設計・製造の実施
- リサイクル業者の追加選定と適正処理の視察
- リサイクル率の目標値の早期達成
- 排出台回収システムの整備（広域認定制度認定）

## 遊技機の現状

		平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年
ホール数		14,374	13,585	12,937	12,652	12,479
設置台数	ぱちんこ	2,932,952	2,954,386	3,076,421	3,129,937	3,163,350
	パチスロ	2,003,482	1,635,860	1,448,773	1,336,880	1,390,492
	合計	4,936,434	4,590,246	4,525,194	4,466,817	4,554,142
販売台数	ぱちんこ	4,330,000	3,400,000	3,440,000	3,090,000	2,560,000
	パチスロⅠ	200,000	510,000	230,000	200,000	260,000
	パチスロⅡ	1,595,000	1,055,000	460,000	497,000	635,000
	合計	6,125,000	4,965,000	4,130,000	3,787,000	3,455,000
廃棄台数	ぱちんこ	3,116,000	2,856,000	2,836,000	3,766,100	1,917,000
	パチスロ	1,492,000	1,622,000	564,000	529,526	195,000
	合計	4,608,000	4,478,000	3,400,000	4,296,626	2,112,000

## ③遊技機の構成

基本構成は以下のとおり。

廃プラスチック類（ABS・PP・PE・POM等）→原料化によるリサイクル

基板類→プラスチック類と貴金属類に分別後、原料化によるリサイクル  
液晶→整備後、再生パーツとしてリユースもしくは、リサイクル  
金属類→鉄と非鉄に分別後、原料化によるリサイクル  
照明類→ガラスと蛍光塗料（化学物質）と金属とプラスチックに分別後、原料化によるリサイクル  
木くず類→生木・MDF・パーティクル・合板に分別後、原料化・燃料化によるリサイクル  
ガラス類→板ガラスと合せガラスに分別後、原料化・再利用化によるリサイクル  
紙くず類→原料化・再生化によるリサイクル

### （3）今後の展望

業界全体（機器メーカー・販売会社・遊技場・設備会社・運送会社・処理会社等）として、環境にやさしい遊技機の開発に取り組んでいくことになった。各機器メーカーも機種毎にスペックが異なったために部品の再利用が実施しにくい現状があったが、今後の取り組みとして、機器メーカーも再利用できる部品の使用やリメイク遊技機の開発をスタートさせた。

これにより、これまでは遊技場が個別に不要遊技機の処理を行っていたが、今後は機器メーカーが責任を持って回収・処理するシステムの構築に向けて進めていくこととなった。環境目標として、以下の項目を策定した。

- 「環境にやさしい遊技機」のガイドライン制定
- リサイクル率目標の制定
- エコ遊技機マーク（もしくはリサイクル遊技機マーク）の表示
- 使用済み遊技機の機歴管理システムの導入
- 遊技機の解体・分別作業の容易化の検討
- リサイクル業者（処理業者）の認定制度・育成制度の整備

今後は、法整備・ルール制定・携わる関係者の意識の向上に取り組んでいくことが期待されている。

### 筆者紹介

天野泰信

株式会社エコフレンドリー生産管理部長

住 所 大阪府堺市南区和田 160 番地

事業内容 廃遊技機のリサイクル・リユース、倉庫業

Website <http://www.eco-friendly.co.jp/index.html>

## 第8章 R P F

### 1. 「RPF (Refuse Paper & Plastic Fuel)」とは？

#### (1) 定義

「RPF」とは Refuse Paper & Plastic Fuel の略称であり、主に産業廃棄物の中で、プラスチックを中心に古紙、木くず等を原料として、圧縮又は熱減容して固形化した高カロリーの固形燃料のことである。

#### (2) 特性

そのままではマテリアルリサイクルできないなど比較的使い道の少ない資源を、燃料としてリサイクル（サーマルリサイクル）するために製造される。主に石炭の代替品として廃棄物発電や製紙会社等のボイラ燃料として有効活用されており、現在、日本の RPF 生産施設の許可処理能力は年間約 165 万トン、生産量は約 80 万トンとされている（2009 年度）。同じ固形燃料である RDF と混同されることが多々あるが、RDF（Refuse Derived Fuel）とは、主に一般廃棄物を原料として、家庭から排出される生ゴミやプラスチックゴミなどの廃棄物を固形化したものであり、異物の混入が多いため、性状が安定せず、姿は似ているが RPF とは全く異質の物である。

#### (3) 背景

1990 年代、廃棄物埋立処分場の残余容量の逼迫という問題に直面し、廃棄物の資源化に苦しむ自治体は新しいリサイクル方法として RDF に注目しはじめ、各地の地方自治体が積極的に RDF 設備を導入した。

RDF の製造方法は、一般廃棄物として分別収集した生ゴミ、紙ゴミ、プラスチック類などを破碎後、固化剤や石灰などを加えて固形化したり、圧縮固化や熱減容化してペレット形状にするものであった。ところが、実際のところ、初期段階からメーカーが謳う性能を発揮できる施設が少なく、性状も安定しなかった。また、塩素分が高いことから炉が消耗する、発熱カロリーが低い、均質的ではない、石灰分が多く含まれるなどが問題となり、引取先での RDF 利用量が伸び悩んだ。それにより供給元である自治体が RDF 製品のストックを大量に抱えてしまうことになり、各地で稼働率を落とさざるを得なくなった。また冷却設備や乾燥設備も十分でなく、保管施設の管理不徹底が原因と思われる火災などの事故が続出した（下記《事事故事例》参照）。また、時を同じくして廃棄物焼却炉から排出されるダイオキシンが社会問題となり、RDF を導入した施設の周辺住民から反対運動が起き、稼働できなくなった自治体もあった。これらを受けてごみ固形燃料（RDF）の製造、保管、性状管理に関する廃棄物処理施設の技術上の基準などを見直した改正廃棄物処理法

施行規則が平成 16 年 9 月 27 日に公布された。（「(4) 法規制」参照）

RDF が衰退していく一方、一般廃棄物ではなく、民間企業から分別して排出された産業廃棄物を原料とする RPF (Refuse Paper & Plastic Fuel)が見直され始めた。そのメリットとしては①どういったものが含まれているのかが明確②発熱量がコントロールできる③生ゴミなど腐敗しやすい素材の混入が少ない④ダイオキシンの発生原因とされた PVC を代表とする塩素分の混入を防ぐことができる⑤少量のエネルギーで製造できるため、生産コストが低く抑えられる、などが挙げられる。さらに、近年の化石燃料価格の高騰も手伝い、安定した燃料として製紙会社等の需要も拡大していることから、サーマルリサイクルの代表として、急速に施設数が増加している。

また、容器包装リサイクル法においても、紙製容器包装については、製紙原料ならびに材料リサイクルと組み合わせる場合にのみ、紙と廃プラスチックを原料とした固形燃料 RPF へ再生することが認められている。また、プラスチック製容器包装については、平成 19 年度以降、円滑な再商品化の実施に支障をきたす場合には、固形燃料化等が緊急避難的・補完的に認められることとなった。

#### 《事故事例》

2003 年 9 月 三重県桑名郡多度町（現在の桑名市）の RDF 発電プラントで、燃料をストックするサイロから火災が発生した。消火活動中にさらに爆発が起こり、消防士を含む 7 人が死傷する事故となった。原因は明確に特定されていないが、RDF が何らかの理由で熱を持ち、発酵により生成されたガスに引火したものと考えられている。爆発後もサイロの燃料は、緩やかに燃え続けたためサイロを解体せざるを得ず、結果的に操業中止に追いやられた。火災の原因は発酵説が有力だが、大気水分の吸着による吸着熱が引き金となっているとの説もある。RDF は性状管理が難しく、燃えやすい上に、大量の燃料が一度に燃焼した場合消火が困難であると指摘されている。

その他特に 2003 年から 2008 年にかけて全国各地の RPF 施設において火災が報告されており、その多くが、保管 RPF からの発火が原因となっている。製品となった RPF は熱が下げづらくカロリーが高く燃えやすいため、いかに冷却するかが最大の課題となっている。

#### (4) 法規制

市町村等において固形燃料化施設を整備する事例が増加していることから、平成 12 年 12 月 27 日に「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則の一部を改正する省令（固形燃料化施設に係る構造及び維持管理の技術上の基準の設定）省令第四条及び第四条の五関係」が交付され、固形燃料化施設の構造及び維持管理の技術上の基準を設定した。一部を除き、平成一三年二月一日及び同年四月一日から施行。【環境省 環境省通達 平成 12 年

12月28日交付 衛環96号 参考】

平成16年9月27日には、固形燃料化施設の製造、保管、性状管理に関する廃棄物処理施設の技術上の基準などを見直した、廃棄物処理法施行規則の改正が公布された。

この改正は一般廃棄物処理施設の技術上の基準に、①燃料受け入れ設備に必要な要件、②保管設備に必要な要件、③開放空間と閉鎖空間で7日以上固形燃料を保管する場合の保管設備の要件、④固形燃料化施設の破碎設備、乾燥設備、薬剤添加設備、成形設備、冷却設備の各要件一などの要件を追加するとともに、一般廃棄物処理施設の維持管理基準に、①保管設備への搬入・搬出時に固形燃料が満たすべき性状、②固形燃料の性状測定と記録の実施、③固形燃料保管時に必要な措置、④開放空間と閉鎖空間で7日以上固形燃料を保管する場合に必要な措置、⑤破碎施設での廃棄物連続的監視、⑥固形燃料化施設の要件などを追加するもの。

なお施行は16年11月1日。【環境省ホームページ 報道発表資料 参考】

<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=4606>

#### (5) RPF 利用のメリットと他のプラスチックリサイクル事業との比較

RPF を使用する上での一般的なメリットは図表8-1のとおりである。

1)性状が安定している	発生履歴が明らかな廃棄物を主体に原料として使用しており、品質が安定し、不純物が少ないため、塩素ガス発生によるボイラ腐食や、ダイオキシン発生がほとんどない。
2)熱量が安定している	廃プラスチックと紙や木の配合率を変えることで容易に熱量を調整できる。
3)高カロリー	主に廃プラスチックを使用しているため熱量が高く、化石燃料の代替品として使用できる。
4)経済性がある	石炭と比較して低価格

図表8-1 RPF利用のメリット

※他のプラスチックリサイクル事業

サーマルリサイクル（プラスチックを主な原料とする混合物のプレス物を出荷）

主にセメント工場にて原燃料としての廃棄物や副産物の受入れが活発化しており、セメント製造ラインを廃棄物専用設備に転用する動きも見られる。廃プラスチック類及び紙の混合物の受入単価は処理費用として10円～30円/kg程度であり、塩素分、灰分は一定の基準を求められるが、一般的にRPFほど厳しくはない。

サーマルリサイクル（プラスチック破碎物のプレス物を出荷）

製紙会社を中心に、主に粉碎した軟質プラスチックを「フラフ」として、プレスした荷



姿で受入れている。RPF と比較して設備費が格段に安く、維持管理も容易である。受け入れ側は製品の内容物の検査も容易であり、燃焼効率が良いなどハンドリングに優れるフラフの利用を進めているが、塩素含有率の低いプラスチックが主な原料であり、マテリアルリサイクルに競合することも多く、材料集めが課題となる。

#### マテリアルリサイクル

単一のプラスチックであれば、ほぼ全ての材料が有価原料として取引されており、不純物の少ない物は国内でも流通しているが、大部分が海外に出荷されている。ただし、小ロットあるいは、汚れや不純物の混入がある場合や、比重が極端に軽い場合は通常、選別、洗浄、粉碎、圧縮等の加工処理が必要となり、RPF と競合する。

#### ケミカルリサイクル

ケミカルリサイクルとは、プラスチックが炭素と水素からできていることを利用し、熱や圧力を加えて、元の石油や基礎化学原料に戻してから再生利用することをいう。現在、容器包装リサイクル法が再商品化（リサイクル手法）として認めているケミカルリサイクルには、原料モノマー化、油化、高炉還元剤としての利用、コークス炉化学原料化、ガス化による化学原料化がある。一般的にマテリアルやサーマルと比較して処理費がかかるため、一般的な取引では競合しない。

## 2. 再生・処分の工程

### (1) RPF の製造技術

#### RPF 製造設備（例）

破碎機（一軸）・・・主に軟質プラスチックや紙くずを破碎する。一般的に多く用いられる。

破碎機（二軸）・・・一軸破碎機投入前、又は別のラインとして、木、硬質プラスチック、繊維類等を破碎する為に設置することが多い。

磁力選別機・・・混入したクギ等の鉄くずを取り除く。

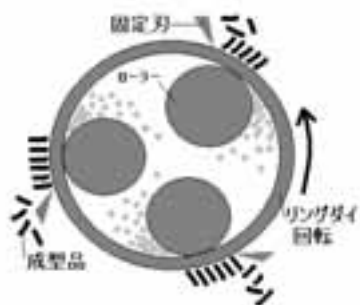
その他選別機・・・金属センサー、風力選別機、赤外線を利用した塩化ビニル自動判別機及び選別機など多様な選別機がある。

攪拌貯留槽・・・材料を攪拌し、破碎後物を貯留するタンク

定量供給機・・・減容機に定量原料を送り込む装置

減容固化機・・・材料を圧縮固化する設備

## リングダイ(Ring Die)方式



リングダイ（リング状のホイールに押し出し用の穴が開いているもの）の中にローラーが入っている。リングダイの中に材料が入り、リングダイが回転し、ローラーで押しつぶされることで、リングダイの穴（筒）からペレット状に成型されて押し出され、固定刃により適切な長さにカットされる構造。

### ◆リングダイの特徴

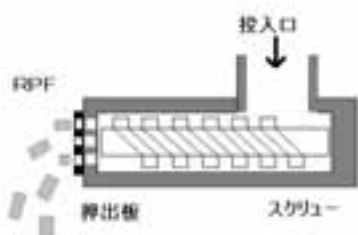
1. 粒度が均一で、均質な材料を作りやすい。
2. 製品の温度が上がりにくく、小さくて冷却しやすい為、安全性が高い。
3. 均一で適正な材料を使用すれば処理能力が大きい。
4. 前処理にもよるが、硬質プラスチックや木材などには不向き。

### ◆成型条件

RPF 径  $\Phi 15\sim 25\text{mm}$

成型温度  $100\sim 150^{\circ}\text{C}$

## スクリー方式 (Screw) 方式



投入口から入った材料はスクリーによって前方に送り・圧縮され、スクリー先端に設けられた押し出し板に押し付けられ、板の穴（筒）から圧縮成形されて、適切な長さにカットされる。スクリーにより材料を介して圧縮成形するため高温になり、筒が大きいいため比較的荒い素材も成型することができる。温度設定のために、ヒーターが使われる場合

もある。

◆スクリー方式の特徴

1. 成形部の温度コントロールやメンテナンスが容易である。
2. 筒穴が比較的大きく、荒い材料（硬質プラや木材）にも対応する。
3. 成型品が比較的大きく、熱がこもりやすいので、冷却方法と保管方法が課題となる。

◆成型条件

RPF 径     Φ 30～40mm  
成形温度 120～170℃

(2) RPF の原料

①プラスチック原料

ポリエチレン(PE)	食品容器、包装用フィルム(包材)、買い物袋、ポリタンク、電線被覆材、通箱、アルミ蒸着紙
ポリプロピレン(PP)	薬品の容器、結束ひも、お菓子の包装袋、DVD・CDケース、通箱、アルミ蒸着紙
ポリスチレン(PS)	家電製品 (TV・パソコンの筐体等)、食品用トレイ、発泡スチロール、プラモデル、DVD・CD ケース
ポリエチレンテレフタレート(PET)	PET ボトル(清涼飲料、酒類の容器)、フィルム、衣料用の繊維
ポリカーボネート(PC)	AV 機器・携帯電話・コピー機等の筐体、旅客機の客室窓
アクリルブタジエンスチレン(ABS)	自動車部品、家具、テレビキャビネット
ナイロン	合成繊維
アクリル	レンズ
ポリウレタン	自動車のシート、クッション材、断熱パネル、防水材

図表 8-2 RPF の原料となる廃プラスチック

塩素が多く含まれる塩化ビニール(PVC)をはじめとする塩素系プラスチックは、通常ボイラを腐食させる為、不適合とされる。FRP などに代表される熱硬化性プラスチック類も灰分が多く原料には適さない。

②その他原料

紙くず	雑紙、ラミネート紙、紙製容器包装等、感熱紙、ラベル、障子、ふすま
木くず	合板、生木、剪定枝
ゴムくず	輪ゴム、手袋
繊維くず	毛織物、綿布、畳

図表 8-3 RPF の原料となる廃プラスチック以外の廃棄物

(3) RPF のカロリー調整

RPF では平均 6000kcal の低位発熱量<sup>※1</sup>が必要とされている。下記の低位発熱量は、あくまで参考の数値である。

実際に配合調整する場合は、取り扱う各廃棄物の低位発熱量を把握することが必要。

種別	品名	低位発熱量
		[kcal/kg]
紙くず	紙類	4,000
廃プラスチック	ポリエチレン(PE)ポリプロピレン(PP)	11,000
	発泡スチロール(PS)	10,000
木くず	生木	3,000
	ベニア・合板	5,000
	集成材・ボード	4,500
繊維くず	ナイロン布	7,400
	綿	3,800
ゴムくず	タイヤ	9,000

図表 8-4 各廃棄物の低位発熱量

※1：低位発熱量(真発熱量)

単位質量(1kg 当り)の燃焼が完全燃焼した時に発生する熱量が「発熱量」であり、燃料には水分が含まれているため、水(液体)から水蒸気(気体)にするための熱エネルギー(潜熱)を除いたものを、低位発熱量(真発熱量)と呼ぶ。逆に水蒸気の蒸発潜熱を含んだものを高位発熱量(総発熱量)と呼ぶ。

#### (4) RPF の品質

品質について、図表 8-5 が仕様条件の一例である。

特に塩素については厳しく規定されることが多い。

項目	値	備考
粒径分布	最大 50mm	含む対角長
微粉末含有率	1mm以下 5%未満	重量比
金属類	検出されないこと	Fe、Al、Cu
土砂、ガラス等	含まれないこと	目視確認
含有水分	10%未満	
高位発熱量	6000 kcal / kg 以上	
全塩素	0.3%未満	重量比
灰分	5%未満	重量比
硫黄分	0.2%未満	重量比
ハロゲン分	0.2%未満	重量比
カルシウム分	2%未満	重量比
ナトリウム分	0.1%未満	重量比
かさ比重	0.45 kg / L 以上	
強度	フレンコン積みで圧壊しない	

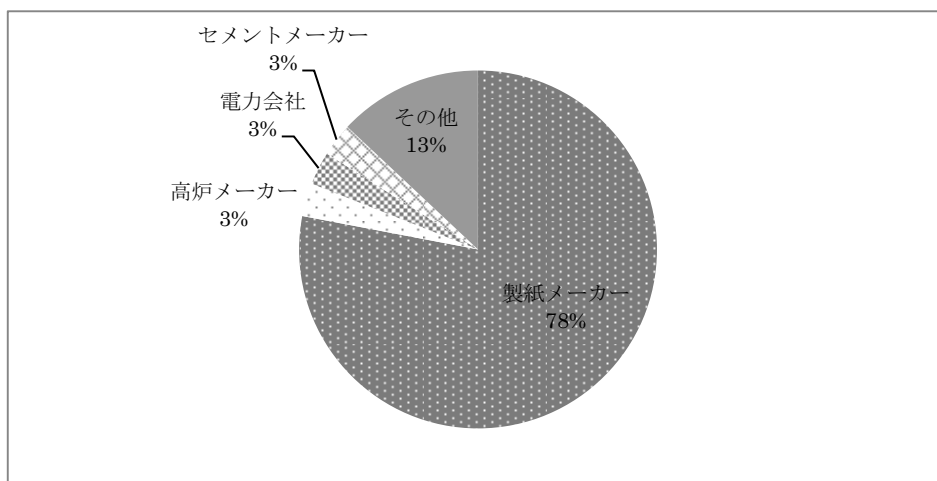
図表 8-5 仕様条件 (例)

その他、塩化ビニルや危険物などの禁忌品が規定される。搬入条件も通常細かく規定される。

### 3. RPF の引取先及び価格

#### (1) 引取先

主な引き取り先は、製紙メーカーであり、製紙工場を代表とするボイラにて石炭や重油の代替燃料として利用されている。昨今は燃料の高騰もあり、発電用の RPF 専焼ボイラも稼働している。

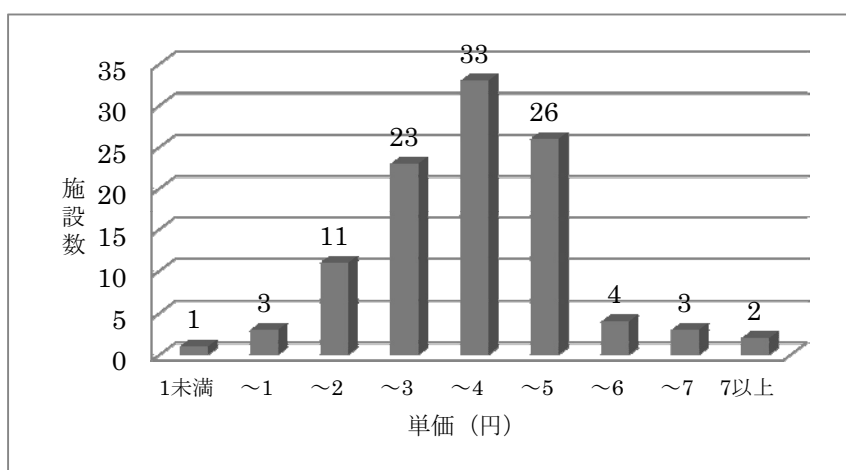


図表 8-6 RPF 主な引取先

【社団法人全国産業廃棄物連合会 リサイクル推進委員会 RPF 製造に係る基礎調査結果報告書 平成 22 年 7 月発行 参考】

#### (2) RPF の売却価格

RPF 売却価格は平均は図表 8-7 によると 3.8 円/kg（置場販売価格 平成 22 年 7 月現在）であり、RPF 運送費を入れてもプラスで出荷できている施設も多い。



図表 8-7 RPF 単価の分布

【社団法人全国産業廃棄物連合会 リサイクル推進委員会 RPF 製造に係る基礎調査結果報告書 平成 22 年 7 月発行 参考】

### (3) RPF を使用する企業

「王子製紙株式会社 環境への取り組み 2011年12月 ホームページ記載文」より

#### **RPF エネルギーへの転換。王子製紙は廃棄物エネルギー使用の先駆けです。**

王子製紙グループでは、化石エネルギー削減の大きな要件として、廃棄物エネルギーや再生可能エネルギーへの転換を推進しています。王子製紙の廃棄物燃料の利用は、1990年頃という実に早い時期から行われており、苫小牧工場が札幌市の製造した固形燃料を使い始めたのがきっかけでした。その後、広範な廃棄物燃料に対応するため、専用ボイラー（循環流動層ボイラー）の導入を業界内でいち早く決定。2004年度に苫小牧と大分、2005年度に米子、2006年度に日南、芝川、2007年度に春日井、2008年度には富岡、日光、で稼働を開始し、RPF、廃タイヤ、木屑などの利用拡大を進めています。

RPFとはRefused Paper & Plastic Fuelの略で、その名の通り再生困難な古紙と廃プラスチックを原料とした固形燃料です。焼却するしかないごみがエネルギーとしてよみがえるだけでなく、化石エネルギーの使用を削減することで、地球温暖化防止に貢献できるという利点を持っています。

#### **廃棄物の有効利用とサーマルリサイクル**

廃棄物対策では、発生抑制（リデュース）、再利用（リユース）、再生利用（リサイクル）の3Rが優先されるべきポイントです。しかし、経済性や技術面で3Rが困難な場合は、衛生面や廃棄物の減量化の観点から、廃棄物をそのまま埋め立てるより焼却処理すべきものと考えます。その際単に焼却だけするとCO<sub>2</sub>を発生しますが、廃棄物の焼却時に発生する熱を回収して利用（サーマルリサイクル）する、つまり廃棄物を化石エネルギーに替わるエネルギーとして利用すれば、化石エネルギーの使用削減につながりCO<sub>2</sub>排出量の削減にもつながります。

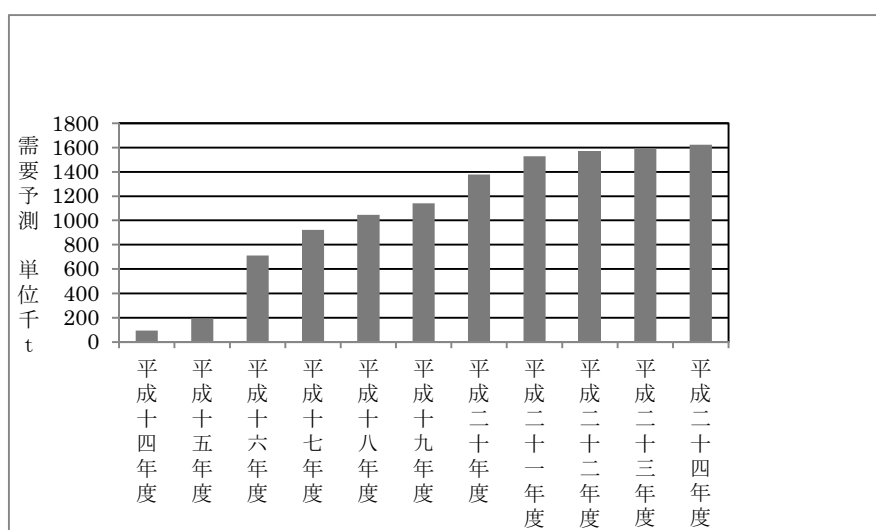
#### **廃棄物燃料の課題とは**

廃棄物エネルギーを使うことのメリットは、ごみの削減、化石燃料の削減ですが、一方で「燃焼灰の増加による灰処理コストの増加」が避けられません。ちなみに焼却灰はセメントメーカーでの委託処理や土壌改良剤への利用、埋め立てなどの処理方法をとっています。また、RPFは広域で小ロット調達のため供給予測が難しいことや、木屑は発電事業者との取り合いが懸念されるなど、廃棄物燃料の安定調達が量的・コスト的に難しくなる可能性があります。

## 4. RPF 需要推移&予測

### (1) 需要推移

図表 8-8 にあるように、2000 年頃から製紙会社を中心として新型ボイラを稼働させる等、RPF の需要が年々増加している。要因として原油価格の高騰もあるが、単純焼却よりも CO<sub>2</sub> 削減効果の高い RPF 注目が集まりつつある。景気により発生量の減少は考えられるが、エネルギー対策としての需要もあり、下記参考資料図表 8-9 にあるように今後も微増すると考える。



図表 8-8 RPF 需要・予測

日本 RPF 工業会調査 (一部推計) 参考 2011 年 4 月現在

### (2) 今後の予測～ RPF 事業開拓のメリット/デメリット

大手製紙工場などを中心として RPF など廃棄物由来燃料の使用率は増加傾向にあり、今後国内製造工場における生産量の減少が多少懸念されるとはいえ、石炭などの化石燃料と比較して廃棄物由来燃料を使用するコストメリットは大きいため、将来的に RPF の需要が大幅に減少する可能性は低いと思われる。また原油に代表されるエネルギー資源価格が将来にわたって上昇することが予想されるため、RPF の価値も極端に下がるとは考えにくい。RPF 製造原料の調達については、マテリアルリサイクルやセメント工場での利用が進むことにより原料の奪い合いが起こる可能性もあるが、リサイクル意識の向上や、これまで一般廃棄物と併せて処理されていた産業廃棄物が厳格に処理されることにより産業廃棄物の発生量の増加も予想され、現状の RPF 生産能力の範囲で考えた場合、材料の確保については特に不安な要素はないと考えられる。

一方、最大のマイナス要因としては、多大な設備投資費用とランニング費用が挙げられる。新規でプラントを設立する場合、一定の規模以上となると施設設置許可を取得する必要があり、許可取得手続き、安全対策、近隣対策を含め、多大な費用と時間を要する。ラ

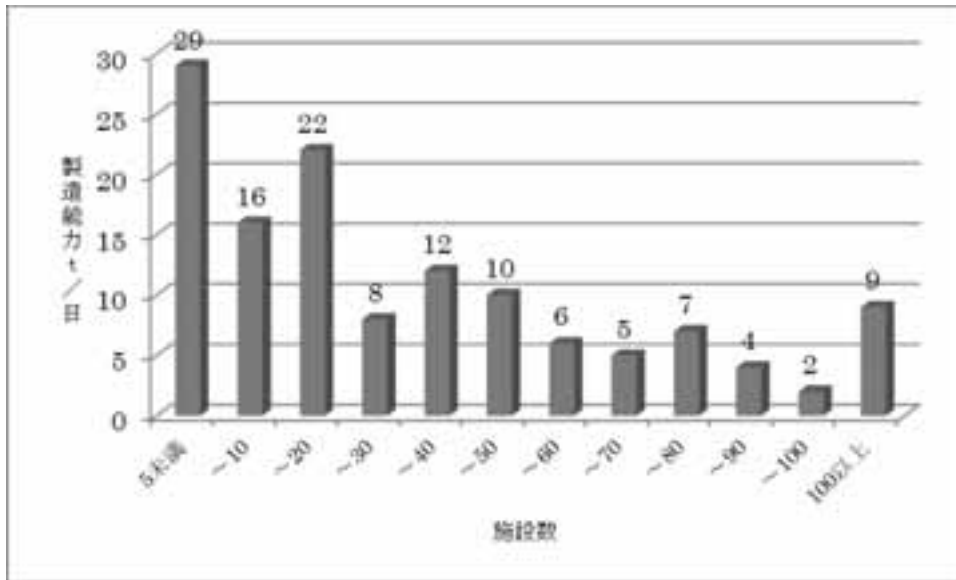


ンニング費用については、他の廃棄物処理業と比較して製品製造の要素が強く、処理設備が複雑なこともあり消耗品、保守管理費用が嵩む。また、RPF の製造及び保管の段階において火災のリスクが非常に高く、防災対策費などリスク管理費用も増加する。

原料調達においては、施設が増加すれば当然のことながら価格競争も激化する。2008年頃より世界的な経済不況も手伝い、廃棄物の排出量が減っていることによる一時的な材料の奪い合いが起こっている。材料が通常の産業廃棄物と比較して軽いため、遠方からの集荷も難しく、都心部や RPF 製造工場が密集する地域では、材料を確保するために製造原価を大幅に割った金額で受入れる会社もあり、今後も激しいダンピング合戦が予想される。

下記図表 8-9 を見ると、処理能力が 5t 未満の施設が最も多く、全施設の約 5 割が 20 t /日未満であることがわかる。これは、処理施設の一部として稼働している複合型の小型施設の方が圧倒的に多いからである。そのような施設は自社で排出される廃棄物や残渣を RPF 材料として利用することができるので、比較的材料確保が容易であり、施設全体の廃棄物最終処理費をコストダウンできるというメリットもある。一方、大型施設ではそのイニシャルコストおよびランニングコストに見合うだけの大量の材料と長時間稼働が必要となる。このような状況において、新しく施設を設置して事業を始めようとする事業者が現状の競争に対抗するのは非常に困難な状況であると考えられる。

また、競争激化による悪循環から材料の品質が悪化しており、製紙工場において RPF を原因とするプラントのトラブルが多発している。トラブルを防ぐために、受入側は塩素含有量を中心とした品質検査を非常に厳しくしており、改善が出来ない場合は受け入れを拒否する事態も発生している。基準を満たさない RPF については有効利用することが難しく、結局、産業廃棄物として処理せざるを得なくなり、莫大な処理費用が発生し、事業に多大なダメージを与える結果となる。受入価格と、品質維持やリスク管理のコストとのバランスが非常に重要であり、これからも、それを高次元で達成しないと事業の維持は難しいのではないかと予想される。



図表 8-9 RPF 製造能力の分布 (RPF 製造事業者 130 業者によるアンケート)

【社団法人全国産業廃棄物連合会 リサイクル推進委員会 RPF 製造に係る基礎調査結報告書 平成 22 年 7 月発行

参考】

## 筆者紹介

塩見頼彦

株式会社マルサン 専務取締役

住 所 大阪府吹田市江坂町3丁目48-51

事業内容 産業廃棄物の資源循環処理 マテリアル・サーマルリサイクル  
リサイクルプランニング、一般廃棄物処理、施設設備解体

Website <http://marusan-g.jp/>

## 参考文献

- ・環境省 環境省通達 平成12年12月28日交付 衛環96号
- ・環境省報道発表資料 <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=4606>
- ・社団法人全国産業廃棄物連合会 リサイクル推進委員会 RPF 製造に係る基礎調査  
結果報告書 平成22年7月発行
- ・王子製紙株式会社 環境への取り組み 2011年12月記載
- ・日本RPF工業会調査（一部推計） 2011年4月記載

## 第9章 廃油

### 1. 「廃油」とは？

#### (1) 定義

廃油の定義は幅広く、原油を原料とした鉱物性油や、油分と水分がエマルジョン化した切削油など、油分を含む廃棄物が廃油と呼ばれ、一般的な形態は液状だが、タンクスラッジ、ワックスなど固形状のものもある。廃棄物の処理及び清掃に関する法律では、産業廃棄物と特別管理産業廃棄物に分類され、特定有害産業廃棄物も含まれる。上記法律に規定される産業廃棄物の分類を、図表 9-1 で示す。

分類	具体例
産業廃棄物	鉱物性油、動植物性油脂、潤滑油、絶縁油、洗浄用油、切削油、溶剤、タールピッチなど
特別管理 産業廃棄物	揮発油類、灯油類、軽油類 (燃焼しやすいもの：おおむね引火点70℃以下)
	特定有害 廃棄物 トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、1,3-ジクロロプロペン、ベンゼン (いずれも廃溶剤に限る。)

図表 9-1 産業廃棄物の分類

#### ① 引火点とは

JISK2265 において「規定条件下で引火源を試料蒸気に近づけたとき、試料蒸気が閃光を発生して瞬間的に燃焼し、かつ、その炎が液面上を伝播する試料の最低温度を 101.3kPa の値に気圧補正した温度」と定義されており、可燃性物質（主に液体）を一定昇温で加熱し、これに火炎を近づけたとき、瞬間的に引火するのに必要な濃度の蒸気を発生する、最低温度を「引火点」という。

#### (2) 特性

##### ① 廃油の種類

廃油の発生場所は、石油製品を生産する石油精製工場や、石油化学製品を使用する製造工場など、多岐にわたり、性状も様々であるため、用途・成分による廃油の種類を、図表 9-2 で示す。

種類	具体例	発生源
燃料系	ガソリン、灯油、軽油、重油、原油等	石油精製業、スタンド等
潤滑油系	エンジンオイル、機械油、油圧油、絶縁油	自動車整備、一般製造工場等
溶剤系	シンナー、アセトン、アルコール	塗料関係、半導体工場等
動植物系	ラード、ヘット、天ぷら油、胡麻油、油滓	食品加工工場、食堂等
水系	切削油、含油廃水、機械洗浄水	一般製造工場、ビル等
塗料系	廃塗料、廃インク、廃ワニス	塗装業、印刷出版業等
その他	タール、ワックス、タンクスラッジ、グリス	石油化学業、石油精製業等

図表 9-2 廃油の種類（出典：廃棄物学会 引用※1）

## ② 廃油の性質

廃油の一般的な性質を下記に示す。

- ・ 「水に溶けないもの」が多いが、油同士は、よく混合するものが多い。ただし、アルコール、アセトン等、水に可溶なものもある。
- ・ 「水より比重が小さい」が、ハロゲン系などは大きいものもある。
- ・ 「引火性がありよく燃えるもの」が多い。ただし、ハロゲン系などは燃えないものがある。また、火源がなくても発火する、発火点の低いもの（特殊引火物）もある。
- ・ 「有機溶剤を吸収すると中毒症状」になり、体内に蓄積すると神経障害を起こすことがある。

特に、細心の注意をはらい取り扱わなければならない廃油として「引火性廃油」および「有機溶剤」があげられることから、外観から油の種類を特定するための、主な油種の性状と外観を、図表 9-3 で、主な危険物第四類引火性液体の性状を、図表 9-4 で、有機溶剤 55 品目を、主な有機溶剤の種類として、図表 9-5 で示す。

<b>ガソリン</b>
原油から得られる常温で液状の最低沸点留分（30～220℃程度）の石油製品をガソリンといい、工業用と燃料用とに分けられ、前者には工業ガソリン、後者には自動車ガソリン及び航空ガソリンがある。外観は無色であるがオレンジ系色に着色されている
<b>灯油</b>
ガソリンと軽油との間に留出する留分で、主として水素化精製により硫黄分などの不純物を除去・精製した無色又は淡黄色、透明のケロシン臭を持った製品である
<b>軽油</b>
灯油留分の次に留出する無色ないし蛍光色を帯びた薄黄色の油で、ケロシン臭を有する
<b>重油</b>
褐色又は黒褐色の重質油で、便宜上、粘度によってA 重油（50℃において20cSt以下）、B 重油（20 を超え50cSt 以下）及びC 重油（50 を超え250cSt 以下）の3 種に分類使用されている。A 重油は黒褐色、C 重油は暗褐色である
<b>潤滑油</b>
機械やエンジンの摩擦部分の潤滑剤として使用される油を広く潤滑油といい、大部分は石油系炭化水素から作られる。外観は淡黄色である
<b>エンジンオイル</b>
エンジンオイルには、大きく分けてガソリンエンジン油とディーゼルエンジン油があり、ベースオイルに種々の添加剤を混ぜて作られて、色相は淡赤色等多様である
<b>植物油脂</b>
食用植物油脂のJAS規格において、大豆、菜種、ひまわりなど採取する原料名を付して、食用大豆油、食用なたね油、食用ひまわり油としている。色相は多様であるが、黄色をベースにしている
<b>動物油脂</b>
動物に由来する「油脂」で、食用に用いられる「油脂」は、化学的には「グリセリン」と「3つの脂肪酸」がエステル結合と呼ばれる結合で結びついたもので、この脂肪酸は原料の種類によって異なり、各々の油脂の特長となっている。外観は白濁または乳色である

図表 9-3 主な油種の性状と外観（出典：東北技術事務所 引用※2）

引火性廃油とは、一般的に消防法第二条第七項別表第一に定義された「第四類引火性液体」で、液体（第三石油類、第四石油類及び動植物油類にあつては、一気圧において、温度 20 度で液状であるものに限る。）であつて、引火の危険性を判断するための政令で定める試験において引火性を示すものである。また、GHS（化学品の分類および表示に関する世界調和システム）では、引火点 93 度以下の液体を引火性液体と定義し、危険物有害性を引火性に応じ 4 段階に区分している。下記は、主な第四類引火性液体（第四石油類、動植物油類を除く）の性状である。

品名	種類	液体色	水溶性	引火点	発火点	比重	沸点℃	燃焼範囲	
特殊引火物	ジエチルエーテル	無色	△	-45	160	0.71	35	1.9 ~ 36.0	
	二硫化炭素	無色	×	30	90	1.26	46	1.0 ~ 50.0	
	アセトアルデヒド	無色	○	-39	175	0.78	20	4.0 ~ 60.0	
	酸化プロピレン	無色	○	-37	449	0.83	35	2.8 ~ 37.0	
第一石油類	非水溶	ガソリン	オレンジ色(着色)	×	-40	300	※0.65	※40	1.4 ~ 7.6
		ベンゼン	無色	×	10	498	0.88	80	1.3 ~ 7.1
		トルエン	無色	×	5	480	0.87	111	1.2 ~ 7.1
	水溶	アセトン	無色	○	20	465	0.79	57	2.15 ~ 13.0
アルコール類	メチルアルコール	無色	○	U	385	0.79	65	6.0 ~ 36.0	
	エチルアルコール	無色	○	13	363	0.79	78	3.3 ~ 19.0	
	n-プロピルアルコール	無色	○	23	412	0.8	97	2.1 ~ 13.7	
	イソプロピルアルコール	無色	○	15	399	0.79	82	2.0 ~ 12.7	
第二石油類	非水溶	灯油	無色、淡紫黄	×	40	220	0.8	※145	1.1 ~ 6.0
		軽油	淡黄色、淡褐	×	45	220	0.85	※170	1.0 ~ 6.0
		キシレン(0-)	無色	×	33	463	0.88	144	1.0 ~ 6.0
	水溶	酢酸	無色	○	41	463	1.05	118	4.0 ~ 19.9
第三石油類	非水溶	重油	褐色、暗褐色	×	※60	※250	※0.90	300	—
		クルオート油	黄色、暗褐色	×	73	336	1.00	200	—
		ニトロベンゼン	淡黄色、暗黄	×	88	482	1.20	211	—
	水溶	グリセリン	無色	○	177	370	1.26	290	—

・水溶性の欄の、○は溶、△易、×は不溶を示す

・引火点、発火点、比重、沸点で数値に幅があるものは最小限を通用してあり「※」で示す

図表 9-4 主な危険物第四類引火性液体の性状

有機溶剤とは、油、樹脂、塗料などの固体、液体あるいは気体を溶かす液体の有機化合物である。

製造工場や現場作業員の安全などに留意する物質として法的には、有機溶剤中毒要望規則、特定化学物質等障害予防規則等で特に有害なものについての規則が定められている。労働安全衛生法施行令別表第六の二で定められた有機溶剤 55 品目を、主な有機溶剤の種類として示す。

第1種有機溶剤	第3種有機溶剤
クロロホルム	ガソリン
四塩化炭素	コールタールナフサ
1,2-ジクロロエタン	石油エーテル
1,2-ジクロロエチレン	石油ナフサ
1,1,2,2-テトラクロロエタン	石油ベンジン
トリクロロエチレン	テレピン油
二硫化炭素	ミネラルスピリット
第2種有機溶剤	
アセトン	シクロヘキサノール
イソブチルアルコール	シクロヘキサノン
イソプロピルアルコール	1,4-ジオキサン
イソペンチルアルコール	ジクロルメタン
ジエチルエーテル	N,N-ジメチルホルムアミド
エチレングリコールモノエチルエーテル	スチレン
エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート	テトラクロロエチレン
エチレングリコールモノノルマルブチルエーテル	テトラヒドロフラン
エチレングリコールモノメチルエーテル	1,1,1-トリクロロエタン
o-ジクロルベンゼン	トルエン
キシレン	ノルマルヘキサン
クレゾール	1-ブタノール
クロルベンゼン	2-ブタノール
酢酸イソブチル	メタノール
酢酸イソプロピル	メチルイソブチルケトン
酢酸イソペンチル	メチルエチルケトン
酢酸エチル	メチルシクロヘキサノール
酢酸ノルマルブチル	メチルシクロヘキサノン
酢酸ノルマルプロピル	メチルノルマルブチルケトン
酢酸ノルマルペンチル	その他
酢酸メチル	前各号に掲げる物のみから成る混合物

図表 9-5 主な有機溶剤の種類

## 2. 資源循環用途

資源循環用途を大別すると、再生利用、エネルギー利用、飼料利用となる。地球温暖化対策として、再生可能エネルギーの導入・普及が促進されており、廃食用油等の動植物性廃油のバイオ燃料としてのエネルギー利用が活発である。また、再生等された循環資源は、バージン製品の代替として利用され、バージン製品価格よりも廉価で流通しており、顧客にとって大きな経済的メリットがある。ただし、バイオ燃料は、バイオエタノールやバイオディーゼル等で、主に化石燃料代替輸送用燃料として普及促進がなされており「揮発油等の品質確保に関する法律」等により、品質の規格化が行われ、品質の安定化による使用量拡大は図られているが、製造コストは高いことから、適正販売価格の維持が望まれる。

代表的な廃油の資源循環用途を、図表 9-6 で示す。

品名	用途	使用する廃油
再生重油	ボイラー燃料	燃料系、潤滑油系
再生潤滑油	工業用潤滑油	潤滑油系
再生離型剤	コンクリート離型剤等	潤滑油系
再生燃料	ボイラー燃料、燃焼炉用燃料、セメント焼成炉用燃料	燃料系、潤滑油系、溶剤系、動植物系、水系、廃塗料系など
再生溶剤	工業用溶剤	溶剤系
バイオ燃料	輸送用燃料	動植物系

図表 9-6 廃油の資源循環用途

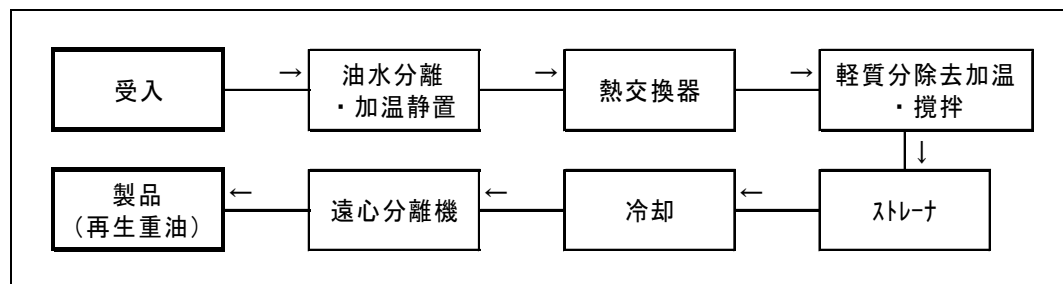
## 3. 再生・処分の工程

### (1) 再生重油

主に機械設備や自動車整備工場から排出される潤滑油系廃油を原料とし、再生したものを再生重油と呼び、再生する企業が全国に数十社ある。

重油等の代替燃料としてボイラや工業用燃焼炉で使用され、価格は重油等と比較し廉価であるために、需要は拡大している。再生重油を製造する上で不適なもの、塩素系添加剤を含む潤滑油等であり、不適切な燃焼によるダイオキシン等の有害物質の発生原因ともなることから、受入時の品質確認が重要である。

① 一般的な再生フローを、図表 9-7 で示す。





図表 9-7 再生重油再生フロー

② 再生重油の品質

再生重油の品質は、日本標準調査会の標準仕様書 TS K0010-2005 再生重油で規定されており、図表 9-8 で示す。

項目		1種※ <sup>1</sup>	2種※ <sup>2</sup>
引火点	℃	70以上	70以上
動粘度	50℃ mm <sup>2</sup> /S	50以下	50以下
流動点	℃	-10℃以下	-10℃以下
灰分	質量 %	1.0以下	1.0以下
硫黄分	質量 %	1.0以下	1.0以下
塩素分	質量 ppm	1,000以下	2,000以下
水分	質量 %	1.0以下	1.0以下
総発熱量	J/g	41,800以上	41,800以上

※<sup>1</sup> 1種 排ガス処理設備が設置されていない炉  
 ※<sup>2</sup> 2種 排ガス処理設備が設置されている炉  
 ここでの排ガス処理設備とは、消石灰と活性炭の吹き込み設備やバグフィルター式集塵設備等のダイオキシン類低減のための設備及びその機能を有する設備をいう。

図表 9-8 再生重油の品質 (出典：日本標準調査会標準仕様書 引用※3)

③ 原料となる潤滑油系廃油の分別

原料に適したもの、不適なものを、図表 9-9 で示す。

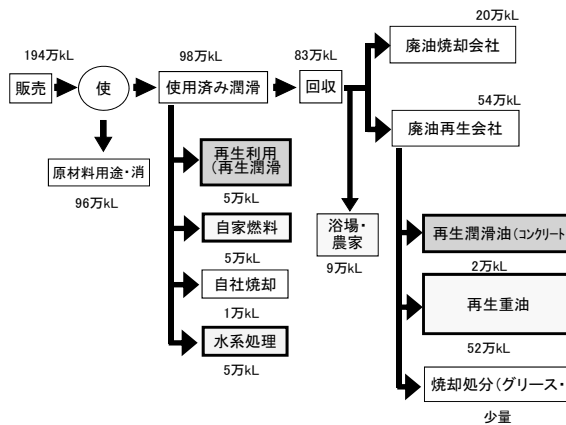
原料に適した油種	エンジン油、油圧作動油、タービン油、スピンドル油、トランス油※ <sup>1</sup> 、コンプレッサー油、ギヤー油、フラッシングオイル、非塩素系金属加工油、熱媒体油※ <sup>2</sup> 等
原料に不適な油種	塩素系・水系・難燃性のもので金属加工油（切削油、プレス油、焼入油）、不凍液、クーラント、ブレーキ液、グリース、ワックス、難燃性作動油（水グリコール、リン酸エステル）、溶剤（シンナー、石油化学製品）、シリコン油、動植物油等
異物混入等により原料に不適な油種	全ての油種において水分、スラッジ、ゴミの多いもの等

※<sup>1</sup>トランス油は、PCBを含有しないものに限る。  
 ※<sup>2</sup>熱媒体油は、第一種監視化学物質を含有しないものに限る。

図表 9-9 潤滑油系廃油の分別 (出典：社団法人潤滑油協会 引用※4)

④ 再生重油生産量

使用済み潤滑油 98 万 KL うち、83 万 KL(85%)は外部企業で回収され、52 万 KL(62%)は再生重油として再生されている。潤滑油マテリアルフロー（平成 19 年度推定値）を、図表 9-10 で示す。

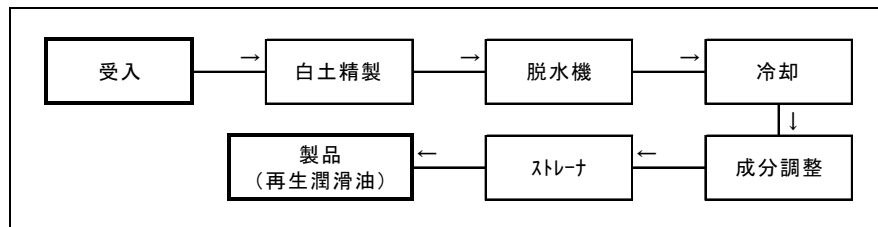


図表 9-10 潤滑油のマテリアルフロー（出典：社団法人潤滑油協会 引用※5）

## （２） 再生潤滑油

現在、使用済み潤滑油を基油に再生することは、再生コスト、品質規格の整備等が課題となり、国内で行われていない。しかし、欧米では再生基油事業が展開されており、業界団体での調査研究が活発である。現状では、潤滑油排出企業が工業用潤滑油の再生加工業務を再生加工企業に委託し、再生した工業用潤滑油をもとの機械に戻し使用する「受託再生」という形態で工業用潤滑油への再生が行われている。

① 一般的な再生フローを、図表 9-11 で示す。



図表 9-11 再生潤滑油再生フロー

② 使用済み潤滑油の性状

再生基油等の高付加価値商品の開発が望まれており、研究開発が必要である。

研究開発のきっかけになるよう、使用済み潤滑油の性状と金属分量を、図表 9-12 で示す。

・一般性状						
性状	試料名	A	B	C	D	E
密度	(15/4 °C)	0.8786	0.8765	0.8727	0.8842	0.8719
引火点	PM °C	96	108	56	88	95
引火点	COC °C	196	199	174	226	196
動粘度	40°C mm <sup>2</sup> /s	53.81	41.35	51.14	66.16	42.11
動粘度	100°C mm <sup>2</sup> /s	8.866	6.970	8.872	10.14	7.511
粘度指数		143	128	154	139	148
全酸価	mgKOH/g	3.47	1.57	4.89	3.86	3.55
全塩基価	mgKOH/g	4.71	2.44	3.39	0.66	1.32
水分	mass%	0.1294	0.0654	0.188	1.54	0.31
流動点	°C	-37.5	-35	-42.5	-35.0	-40
残留炭素分	mass%	1.64	0.85	0.76	0.88	1.55
灰分	mass%	1.12	0.66	0.52	0.47	0.72
塩素分	mass%	0.0325	0.0146	0.0185	0.0286	0.0387
窒素分	mass%	0.1411	0.0795	0.1807	0.086	0.11
硫黄分	mass%	0.3766	0.186	0.542	0.549	0.47

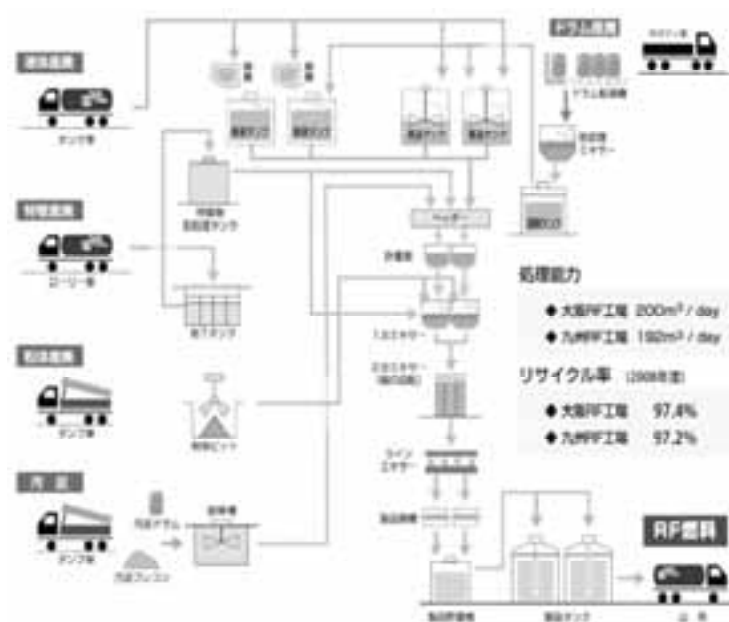
・金属成分量						
金属分 ppm	試料名	A	B	C	D	E
B		311.1	226.0	125.1	14.0	41.0
Ca		1854.3	2010.9	897.2	3435.0	2014.0
Mg		47.4	0.0	0.0	0.0	21.0
Cu		25.1	24.4	12.1	9.0	25.0
Fe		15.5	33.1	3.7	12.0	11.0
Na		37.8	12.4	12.0	2.6	19.5
P		840.6	891.2	560.4	1180.0	813.0
Zn		896.7	1046.4	437.7	1307.0	926.0
Pb		1.9	0.8	0.0	5.8	6.0
Mo		62.6	62.4	27.5	0.0	96.0
Al		0.0	0.0	0.0	0.0	29.0
Si		7.8	10.3	0.0	197.0	25.8
全金属成分量		4100.8	4879.5	2075.7	6162.4	4027.3

図表 9-12 性状と金属成分量（出典：社団法人潤滑油協会 引用※6）

### （3）再生燃料

再生燃料は再生重油とは異なり、再生燃料使用先の使用目的や使用設備に応じて、成分や性状といった品質を調整し製造されるものが多い。再生燃料を製造する企業は、全国に数十社あり、主に産業廃棄物の中間処理施設で製造（処分）され、使用先に再生燃料として販売される。これらは、石炭等の化石燃料の代替品として、セメント焼成炉等の工業用燃焼炉等で使用され、価格は石炭等と比較し廉価であるために、需要は拡大している。ここでは、セメント焼成炉用再生燃料を説明する。

① 製造フローを、図表 9-13 で示す。



図表 9-13 セメント焼成炉用再生燃料製造フロー

② 再生燃料の品質

燃料使用先の利用方法によって、成分、性状の品質規格は様々である。再生燃料には、油中に水を分散させたエマルジョン燃料（分離している液体を、界面活性剤等で乳化されたもの）が多い。

セメント焼成炉用再生燃料の品質規格（例）を、図表 9-14 で示す。

項目	単位	内容
塩素含有量	ppm	≦2,000
総発熱量	kcal/kg	5,000
動粘度 (25℃)	CP	1,800
比重	-	0.9
灰分	%	10
組成	-	<p><u>油分60%</u> 炭化水素・カルボン酸 アルコール類 主体 (鉱物性油・動植物性油・廃塗料 アルコール類・廃溶剤・切削油等)</p> <p><u>水分30%</u> (工程中で含まれる水分・洗浄廃水等)</p> <p><u>固形分10%</u> シリカ・アルミナ カルシウム 主体 (凝集沈殿汚泥・タンクスラッジ ・廃白土等)</p>
性状他	-	液体/中粘性スラリー状

図表 9-14 セメント焼成炉用再生燃料品質規格（例）

#### (4) 再生溶剤

工業製品の生産工程で発生する溶剤（揮発性有機化合物）を、主に蒸留によって溶剤成分と不純物に分離し、新品同様に使用できるようにし、再生溶剤として販売される。再生する企業は、全国に数十社あり、産業廃棄物の中間処理業を営む企業も多い。しかし、新品として1年間に270万トンほど供給されている溶剤のうち50%以上が大気放出・拡散され、それ以外は産業廃棄物として主に焼却処分されており、再生溶剤として活用されているのは、7.5%の20万トンである。

##### ① 蒸留とは

蒸留とは液体または蒸気の混合物を各成分の蒸気圧の差を利用して分離する方法である。例えば、メタノール水溶液を沸騰させると蒸気には沸点の低いメタノールが多く含まれ、それを凝縮させるとメタノールに富んだ液が得られる。また、逆にメタノール蒸気と水蒸気の混合物の一部を凝縮させると、メタノール濃度が低い水溶液が得られる。このように液体混合物を沸騰させたり、蒸気混合物の一部を凝縮させたりし、沸点の違いによって、もとの混合物と異なった混合組成の液を得ることである。主な蒸留の種類、特徴、長所を図表 9-15 で示す。

単蒸留法	水蒸気蒸留法	特徴	使用済溶剤に直接スチームを吹き込み水蒸気とともに溶剤を蒸留回収する
		長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・効率良く不揮発分の分離が出来る</li> <li>・蒸留残材物に水が含まれる為危険性が少ない</li> <li>・低コスト</li> </ul>
	乾式単蒸留法	特徴	使用済溶剤を蒸留缶中の熱交換器で加熱し、溶剤を蒸留回収する方法。熱源は水蒸気による。常圧環境で130℃までの沸点を持つ溶剤に対応可能で、減圧下では理論的に、約180℃～200℃迄対応できる
		長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水蒸気蒸留に比べて、水溶性溶剤の蒸留が出来る</li> <li>・減圧する事で高沸点溶剤の蒸留ができる</li> </ul>
多段蒸留法	精密蒸留法	特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用済み溶剤を熱交換器で加熱し溶剤蒸気を分留塔で気・液接触を行わせることにより、使用済溶剤中の有効成分を回収する方法</li> <li>・減圧環境で高沸点溶剤に対応可能</li> </ul>
		長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単一組成の使用済溶剤から純度アップが計れる</li> <li>・混合溶剤から必要成分の分離回収、脱水、脱色が可能</li> </ul>

図表 9-15 蒸留の種類、特徴、長所（出展：太平化成株式会社 HP 引用※7）

##### ② 再生可能な溶剤

再生可能な溶剤の純度は、原則、80wt%以上であるが、回収率・再生品販売価格により変動する。したがって、70wt%前後のものから検討対象となり、再生品販売価格の高いものは、60wt%のものもある。主な蒸留再生可能な溶剤の種類を、図表 9-16 で示す。

・アルコール類	・エステル・エーテル類
I. P. A	酢酸ブチル
N. P. A	酢酸エチル
エタノール	テトラヒドロフラン (THF)
N-ブタノール	ビシレングリコールモノメチルエーテル (PGME)
・ケトン類	・炭化水素類 (芳香族類)
M. E. K	トルオール
M. I. B. K	キシロール
アセトン	・炭化水素類 (非芳香族類)
・アミン類	N-ヘキサン
N-メチル2-ピロリドン (NMP)	N-ヘプタン
N,N-ジメチルホルムアルデヒド (DMF)	メチルシクロヘキサン (MCH)
・その他	
塩化メチレン	
アブゾール	
ディブゾール	
トリクレン	

図表 9-16 再生可能な溶剤の種類

③ 再生に不適な溶剤の混合物を、図表 9-17 で示す。

主剤	再生に不適な混合物
IPA	トルエン・炭化水素系成分・メタノール・酢酸エチル等
エタノール	トルエン・炭化水素系成分・酢酸エチル等
酢酸エチル	トルエン・MEK・エタノール・IPA等
トルエン	MEK・酢酸エチル等
アセトン	エタノール・IPA・メタノール等

図表 9-17 再生に不適な溶剤の混合物

### (5) バイオ燃料

バイオ燃料とは、バイオマス（生物体）資源を原料とし製造する燃料で、主に、ガソリンの代替燃料または添加利用を目的とするバイオエタノールと、軽油の代替燃料とするバイオディーゼル燃料（BDF）の2種類がある。また、植物由来のバイオマスを原料する場合は、植物が光合成により二酸化炭素を吸収するため、燃料として燃焼させても二酸化炭素は増加しないとみなされ、地球温暖化対策となり、再生可能エネルギー（自然エネルギーかつリサイクルエネルギー）として注目されている。

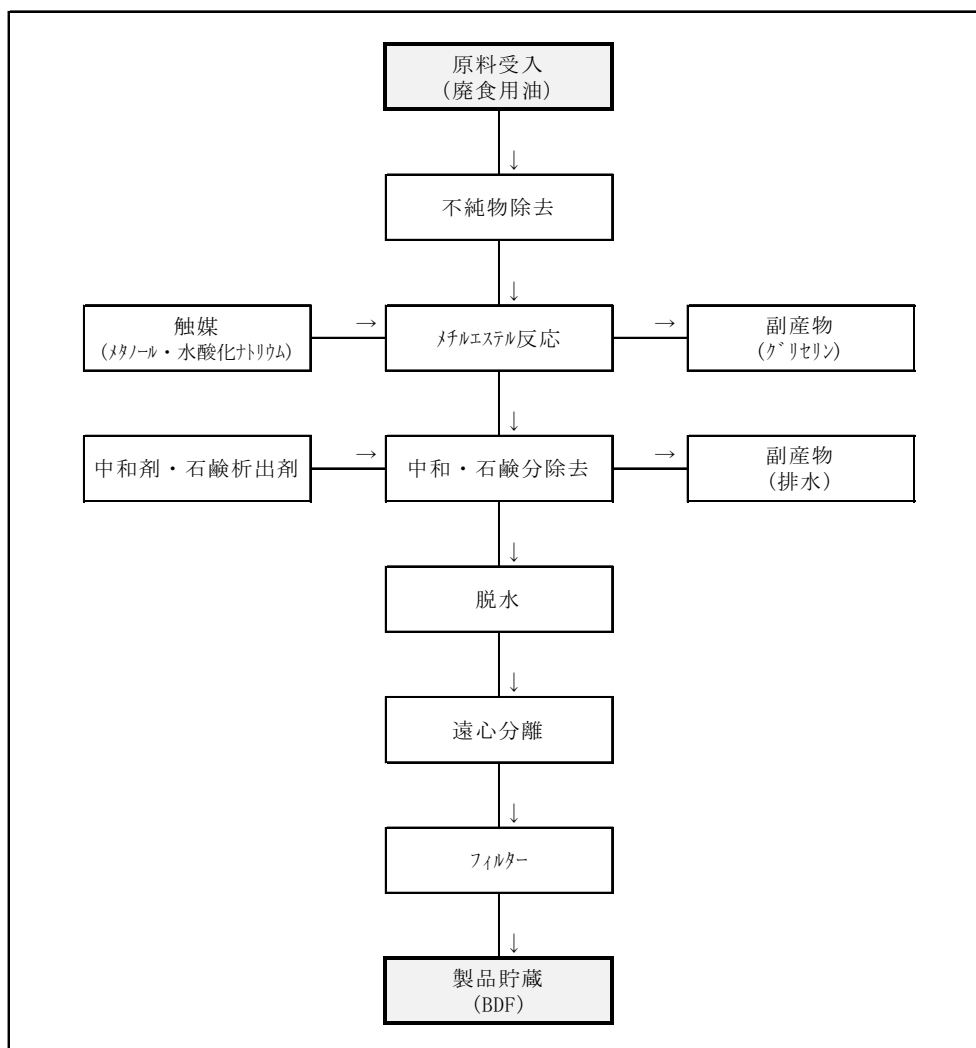
さらに、廃食用油からのバイオディーゼル燃料は、食品リサイクル法の再生利用実施品目の「油脂及び油脂製品」に該当することから、食品関連事業者の再生利用実施率向上に貢献する。

① バイオエタノールとバイオディーゼル燃料 (BDF) の製造方法等の比較を、図表 9-18 で示す。

	バイオエタノール	バイオディーゼル燃料 (BDF)
用途	ガソリンの代替燃料 ガソリンへの添加剤	軽油の代替燃料
製造方法	サトウキビやトウモロコシのでんぷん質や、稲わら等のセルロースを発酵させ蒸留する	植物油（主に廃食用油）をエステル化して抽出する
製造施設	大規模な製造施設が必要	小規模施設で製造可能
販売方法	E3（バイオエタノール3%をガソリンに混合） またはETBE（イソブテンと合成しガソリンに添加）として販売	市販する場合は、B5（BDF5%を軽油に混合）として販売

図表 9-18 製造方法等の比較

② 一般的なバイオディーゼル燃料 (BDF) の製造フローを、図表 9-19 で示す。



図表 9-19 BDF 製造フロー

③ バイオディーゼル燃料（BDF）に混合する脂肪酸メチルエステルの品質規格

一般的にバイオディーゼルは「BX」と表し、Xは脂肪酸メチルエステル（FAME）の濃度を表し、軽油にFAMEを5%混合したバイオディーゼルは「B5」と表す。欧州では菜種油メチルエステル（RME）を混合したB5、B7、米国では大豆油メチルエステルを混合したB10、B20、タイではパーム油メチルエステルを混合したB5、B100がディーゼル燃料として使われている。バイオディーゼル燃料（BDF）の市場導入に伴い、2007年「揮発油等の品質確保に関する法律」（品確法）が改正されFAMEを5%まで混合した軽油の使用が可能となり、それに伴って品質規格も制定された。2009年にはFAMEと軽油を混合する事業者を特定加工業者とし、登録、品質確認の義務が課せられている。軽油に混合する脂肪酸メチルエステルの品質規格は、JIS規格K2390で定められており、図表9-20で示す。

項目	単位	品質	試験方法
エステル分	質量分率 %	96.5以上	EN 14103
密度（15℃）	g/cm <sup>3</sup>	0.860以上 0.900以下	JIS K 2249
動粘度（40℃）	mm <sup>2</sup> /s	3.50以上 5.00以下	JIS K 2283
引火点	℃	120以上	JIS K 2265-3
硫黄分	質量分率 %	0.0010以下	JIS K 2541-1,-2,-6 または-7
10%残油の残留炭素分	質量分率 %	0.3以下	JIS K 2270
セタン価		51.0以上	JIS K 2280
硫酸灰分	質量分率 %	0.02以下	JIS K 2272
水分	mg/kg	500以下	JIS K 2275
固形不純物	mg/kg	24以下	EN 12662
銅板腐食（50℃、3h）		1以下	JIS K 2513
酸化安定性		受渡当事者間の合意による a)	
酸価	mgKOH/g	0.50以下	JIS K 2501 または JIS K 0070
よう素価		120以下	JIS K 0070
リノレン酸メチル	質量分率 %	12.0以下	EN 14103
メタノール	質量分率 %	0.20以下	EN 14110
モノグリセライド	質量分率 %	0.80以下	EN 14105
ジグリセライド	質量分率 %	0.20以下	EN 14105
トリグリセライド	質量分率 %	0.20以下	EN 14105
遊離グリセリン	質量分率 %	0.02以下	EN 14105 または EN 14106
全グリセリン	質量分率 %	0.25以下	EN 14105
金属（Na+K）	mg/kg	5.0以下	Na：EN14108又はEN14538 K：EN14109又はEN14538
金属（Ca+Mg）	mg/kg	5.0以下	EN 14538
りん	mg/kg	10.0以下	EN 14107
低温性能		受渡当事者間の合意によるb)	

図表 9-20 脂肪酸メチルエステルの規格(JIS 規格 K2390)



#### ④ バイオ燃料の問題点

バイオ燃料は、地球温暖化防止と化石燃料の枯渇抑制に貢献する、新たな化石燃料代替エネルギーとして注目を浴びてきたが、様々な問題点もある

原料の一部は穀物を利用することから、バイオ燃料の需要の高まりは「食糧価格の高騰」を招くことが考えられる。世界的に食糧確保が深刻な状況で、不足している食糧（でんぷん質原料）から燃料をつくることよりも、稲わらや廃材等セルロース系の「非食用原料」を利用したバイオ燃料の製造技術の推進、拡大が必要となる。また、ブラジル等では原料作物の農地確保のため、森林の伐採が加速している。バイオ燃料の原料確保には、地球温暖化防止、食糧問題、森林伐採等を含め、地球全体の様々な問題解決に向け均衡のとれた対応が必要で、一国の利害にとらわれず、地球全体を視野に入れ考えていく必要がある。

#### 4. 課題と展望

社会全体が地球温暖化対策として、温室効果ガスの削減にむけた「低炭素社会の実現」を目指すなか、国内製造業企業等において、化石燃料に係る燃料利用や原料とする生産活動に対し、再生可能なエネルギー等「化石燃料代替品」の開発・活用が急速に進むであろう。

したがって、化石燃料にかかわる副産物を「製品として再利用」することや「高付加価値製品へ転換」することの需要は高まり、「新たな副産物を利用した燃料等の市場拡大」が期待できるが、一方で、化石燃料の使用量は減少し、副産物の発生量も減少することから、その獲得競争が激化することも予測される。これらによって、副産物の買取価格が高騰し製造コスト圧迫につながり、品質低下もおこりえる。副産物の循環利用拡大には、対象原料（副産物）の拡大、製造コスト削減、製品用途開発等の製造技術の開発、確立が必要で、副産物の発生元企業、再生させる企業、再生品を利用する企業間の幅広い連携からニーズ、知識、知恵を集約し、サプライチェーン一体となった取り組みが推進されてくるであろう。

## 筆者紹介

久永 勇

リマテック株式会社チーフマネージャー

住 所 大阪府岸和田市地藏浜町 11-1

事業内容

産業廃棄物中間処理、特別管理産業廃棄物中間処理業

再資源化物の販売、廃棄物資源化プラントの設計、制作及び販売

Website <http://www.rematec.co.jp/>

## 参考文献

- ・(※1) 廃棄物学会 廃棄物ハンドブック
- ・(※2) 東北技術事務所 簡易油分判定資料
- ・(※3) 日本標準調査会標準仕様書 TS K0010-2005 再生重油
- ・(※4) 社団法人潤滑油協会 潤滑油リサイクルハンドブック
- ・(※5) 社団法人潤滑油協会 潤滑油リサイクル対策委員会資料
- ・(※6) 社団法人潤滑油協会 潤滑油環境対策補助事業報告
- ・(※7) 太平化成株式会社 ホームページ([http://www.taiheikasei.jp/jigyo\\_6.html](http://www.taiheikasei.jp/jigyo_6.html))

## 第10章 焼却（熱回収）

### 1. 焼却とは

#### （1）概要

焼却とは、廃棄物に含まれる有機物を燃焼（可燃物質と酸素が化合し、発熱と発光を伴う現象）して無機物だけにすることを焼却と呼ぶ。

有機物は無酸素及び低炭素雰囲気中において熱（400～1000℃）を受けると①可燃性ガス（水素・メタン等の炭化水素、一酸化炭素）②タールまたは油（常温で液状の酢酸、アセトン、メタノールのような有機化学薬品を含む）③純炭素の固体（チャー）の3つの成分に物理・化学的及び熱化学的に熱分解される。廃棄物においてはチャーに灰分、ガラス・金属・土砂等の不燃性分を含むこともある。

熱分解をしている廃棄物の中に酸素を供給すると可燃性ガスが炎をあげて燃える。この非常に速度が速い反応を炎燃焼と呼ぶ。その後、純炭素の固体がゆっくりした速度で固定炭素燃焼を行い、はじめて燃焼過程を終える。

一般に有機性廃棄物は、可燃分・灰分・水分より成り立っており、廃棄物中から水分を濃縮・脱水・乾燥により取り除く必要がある。また、有機物は水素、炭素、窒素、酸素、硫黄、塩素等の元素が複雑に繋がり合って巨大分子を形成している。

焼却の目的は、廃棄物の減容化、減量化、無害化、安定化を行うことである。さらに最終処分の埋立時に輸送コストの低減・処分場の延命を図ることが出来る。

焼却に伴い発生した排ガスは、規制値を満足するための処理を行った後、大気に排出される。

#### （2）焼却施設の現状

ごみ焼却施設は中間処理施設の位置づけで、可燃分を対象とした減量化・安定化・無害化を行うと共に必要に応じ熱回収利用を行える等、その果たす役割は大きい。

現在、様々な燃焼方法からいろいろな構造が考案され使用されているが、通常は焼却炉と燃焼ガス冷却、排ガス処理等の設備と組み合わせて運用する。

主な焼却炉の種類としては、火格子炉・固定床炉・回転床炉・回転式炉（ロータリーキルン炉）、流動床炉などがあり、近年は運用面より、火格子炉の機械炉（ストーカー炉）、回転式炉（ロータリーキルン炉）などが多く採用されている。

各プラントメーカーにより炉形態が大きく異なり、付帯設備などにおいては流行等も大きく影響する。また、プラントの改造・オリジナルの設備などを自社でされているところも多くみられる。実際現状の焼却施設が処理側の要望を満たしていないケースも多くみられる。

焼却施設の多くが抱えている問題の一つとして、障害要因となる廃棄物の焼却があげられる。焼却炉の種類により、燃焼しやすい廃棄物、燃焼しにくい廃棄物がある。

例えば、ストーカ炉は、紙くず・繊維くず・木くずなどの比較的発熱量の高い固形廃棄物の燃焼には適しているが、廃プラスチックなどの高発熱量物質が多く含まれすぎると火格子を損傷することがある。また、高含水物質、厨芥類、粉体物なども適さない。多量の不燃物（ガラス、金属）が混入すると燃焼効率を大幅に悪くする。ロータリーキルンは、比較的万能型で高発熱物質及び含水率の高い汚泥等、あらゆる焼却対象廃棄物に対応しやすいが、デメリットとしてアルカリ質・塩素分が多く含まれた廃棄物を投入した場合、クリンカの発生や内部損傷などが起こりやすい。また、広い敷地が必要となり、処理能力が小さくなりやすいなど問題点もある。

さらに、昨今起こってきている問題としては、発熱量が減少傾向にあるため、炉の運用がますます難しくなっている。本来必要である可燃物（廃プラスチック類、紙くず、木くず等）が、リサイクル対象物として減少し、排気ガスに影響を及ぼす可燃物、難燃性の物（ガラスくず等）、残渣率の高い物が増加している。また、有機分の少ない汚泥などの処理困難物も増加傾向にある。汚泥・廃酸・廃アルカリなどは、タンク等に一時保管し、ポンプアップにて炉内に直接噴霧焼却を行うケースも多くみられるが、液状物が多岐にわたる場合、焼却炉ピット内の汚水は質的に非常に高濃度となり、また噴霧による配管の目詰まり、圧力の調整等難しくなる。

投入物の影響は、焼却の運用面だけでなく、燃えがら・ばいじんの残渣率にも大きく影響する。排気ガスに影響が悪いものが投入されれば、消石灰等の薬剤の使用量が増加し、ばいじんの発生量も増加する。コスト面においても薬剤の費用が増加し、経営面に大きな影響を及ぼす。

また、投入物に無機物・難燃性の物が増加すれば燃えがらの量も増加し、最終処分コストも増加する。

平成 18 年度における産業廃棄物の最終処分場の残余容量は 16,286 万 t で前年度より 2,339 万 t 減少しており、改善は図られているものの特に首都圏において残余年数が少なくなってきた。 (全国平均 7.5 年分、首都圏 4.4 年分)

関西圏においても大阪湾臨海環境整備センター（フェニックス）の残余年数が減少しており、受入制限もスタートしている。

焼却施設においては、燃えがら・ばいじんの適正な最終処分はもっとも重要であり、リサイクルも含め重要な課題となっている。

## 2. 焼却処理業許可の取得

焼却処理の業許可を取得することは、大変困難で、実質的に新規参入は難しくなっている。他の処理業許可申請時と同じく、処理業を的確にかつ継続的に行える焼却施設及び能力（知識及び技能・経理的基礎を有すること）を備えていること、及び欠格要件に該当しないことが必要である。

上記の申請内容が基準を満たす場合、行政は許可を認めることとなるが、生活環境の保全上必要な条件を追加することが可能となっており、許可証に追加の上、許可が発行される。上記必要な条件については、各所管行政により判断が異なるため、業許可における格差が生じることもある。

焼却施設においては、排ガスの自主規定値などについて所管行政の影響を受けることが多くある。

### (1) 行政・法律の理解及び矛盾点

すべての基本となる廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下、廃棄物処理法）は数えきれない改正を繰り返した結果、条文の内容を理解するのが非常に困難な法律となっている。そのような条文を理解することに加え、廃棄物業界の物流・支払いの実態、よくある不法投棄のパターン、廃棄物の性状や廃棄物を原因とする生活環境影響の判断方法など関連する情報を知る必要がある。さらに、地域の産業廃棄物排出・流入の現状、廃棄物処理業者の棲み分けなども分かってくれば、より正確な状況の判断ができるようになる。

一方、行政の廃棄物担当においても、法律の理解だけでなく、廃棄物処理ビジネス、物流管理、経理的基礎、犯罪の予防と暴力団対策など、法律と会計その他を組み合わせた思考が必要となるが、行政の担当者がこれだけの知識を得て、総合的に判断できるまでには、最低 2～3 年はかかると思われる。しかし、その担当者もある程度状況が分かったところで、異動になることが多く、知識や経験の蓄積が難しい。

加えて、廃棄物処理法は環境省、家電・容器包装・自動車のリサイクル法は経済産業省、食品リサイクル法は農林水産省とモノによって管轄する行政が違い、当然のことながら処理・リサイクルに対する考え方も違うため、排出事業者・処理会社ともに不可解な現象に遭遇することがたびたび起きる。同じものが資源にも廃棄物にも見え、循環の定義も違うからである。

廃棄物の種類や発生する問題等は多様であり複雑なものとなっている。そのため、ほぼ毎年のように法律の改正が行われているが、新たな問題が顕在化するスピードの方が圧倒的に早く、後手に回る感が否めない状況である。

また、法律の改正が難しいケースにおいては、施行令（政令）の改正、施行規則の改正、通達等の多発により事実上の制度改正を対症的に行っているため、矛盾が生じている部分も多い。さらに、改正後に施行令や施行規則の一部が附則等によって打ち消されてい

ると解釈できる例もあるなど、法の運用上、問題があるという批判も中には見え隠れする。

他にも、下取り、廃品回収、倉庫業や修理業から出る廃棄物など、廃棄物処理法の原則からすればグレーだが、一般的には広く行われている商慣習については、正面から適法ともいえず、適切に処理されていれば違法として摘発することもできず、歯切れのよい回答が難しくなっている。

### 3. 焼却プラント

ごみ焼却施設は中間処理施設の位置づけで、可燃分を対象とした減量化・安定化・無害化を行うと共に必要に応じ、熱回収利用を行えるなどその果たす役割は大きい。

#### (1) プラント建設

産業廃棄物処理施設を新しく設置したり、すでに保有している施設の構造や規模を変更したりする場合には、その地域を管轄する都道府県知事（または市長）の許可を受けなければならない。もちろん廃棄物処理法により施設ごとに定められた技術上の基準に適合しておくことが必要である。

焼却施設は複数の産業廃棄物を処理する場合、処理能力 5t/日以上の場合、設置許可が必要となる。技術上の基準に適合していても自由に設置できるのではなく、都道府県産業廃棄物処理計画を基に産業廃棄物処理計画を作成しなければならない。

この計画は廃棄物処理法において①産業廃棄物の種類毎の発生量及び処理量の見込②産業廃棄物の減量、その他、廃棄物の適正な処理に関する目標及び目標を達成するために必要な措置③産業廃棄物の処理施設確保の為の方策及び処理施設の設置に関し配慮すべき事項④その他廃棄物の処理に関し必要な事項の 4 項目の記載が必要とされている。

その他法律で義務付けられているもの以外の手続きもあり、それらを的確に遂行することが出来なければ、住民の反対運動等で施設の設置・運営上の障害を生み、計画の延期、中止・中断等も考えなければならなくなる。

多くは段階に応じ、構想計画・基本計画・整備計画・実施計画を策定し運用を行う。構想計画を基に地域における処理計画・問題点・解決策をあらかじめ明らかにした上で、廃棄物の種類や施設の規模等の概要とその根拠・将来に向けた課題を示す必要がある。上記計画を地方自治体及び地域住民に対し説明し、処理施設の目的や必要性を訴え、事業の概略を説明する。焼却施設においては近隣に対するエネルギー供給を求められることも多く考えられる。

次に基本計画では廃棄物の種類、能力、施設規模・方式など概要及び事業の運営方法、管理方法、実施体制を検討する。その概要を基に収支、資金計画、経済性の検討を行う。経済的に問題がある場合は稼働後の運営に支障をきたすので、完全にクリアにしてから、関連法案への対処、施設候補地の選定等を行う。

焼却施設にかかわる関連法案は、数多くあり手続きに 1 年近くかかることも多くある。まず、候補地を策定し、施設の概要が明らかになった時点で、環境アセスメントにて地元住民及び関係者に施設の説明を行うのだが、特に焼却施設においては同意を得ることが大変難しくなっているのが現状である。既存施設においても住民が使用差し止めの裁判を起こす例も少なくない。

しかし、行政においては焼却プラント建設時に住民の同意を得ることがプラント建設許可の条件となっているケースが多く、設置場所の確保がプラント建設の最難関となっている。

焼却のプラント建設におけるタイムスケジュールを考えると、初回計画から実際に焼却プラントが建設・実稼働させるまで諸手続及び建設期間を考慮すると約 5 年から 7 年の期間を有するため、計画時と運用時の経済的背景、社会情景、顧客ニーズ、リサイクルニーズ等が多少なりとも変わっている。そのため、稼働時に最適の運用を行うことはなかなか難しい。

費用面においても、焼却施設は他施設より建設費用が多くかかることが多く、数十億の投資を施設更新・建替えごとに求められるため、特に民間施設においては経理面においても負担が大きい。

## (2) 維持管理

前項で述べたプラント建設及び業許可取得に加えて、施設の維持管理も重要となっている。平成 23 年 4 月 1 日の廃棄物処理法改正により、インターネット上での維持管理記録の公開も義務付けられ、行政による 5 年 3 か月ごとの施設の定期検査も義務付けられた。焼却プラントの維持管理は、ますます厳しくなり、柔軟な対応が求められてきている。

下記に主な維持管理項目ごとの対策を記載する。

### ○ダイオキシン（以下 DXN）対策

平成 9 年 12 月より DXN が大気汚染防止法の指定物質となったため、排ガス基準を定め、法律で規制されるようになった。また、平成 12 年 1 月に施行された「DNX 対策特別措置法」により廃棄物焼却施設の構造基準及び維持管理基準が強化された。火床面積 0.5 m<sup>2</sup>以上または焼却能力 50kg/h に該当する廃棄物焼却施設がこの法律の規制対象となる。詳細の条件は炉の種類によって異なるが、①高い燃焼温度の維持②高温で十分な滞留時間の確保③炉内での十分な攪拌・二次空気の混合の確保が必要となる。焼却処理能力 4t/h の施設規模であれば、既存施設で 1ng-TEQ/tN、平成 9 年 12 月 2 日以降の新規設置施設においては 0.1ng-TEQ/tN の DXN 排出基準値を遵守することとなっている。さらに、排出ガス、排水及びばいじん・燃え殻について毎年 1 回以上の DXN 類の測定義務があり、結果を都道府県知事に報告し、知事が報告を受けた測定の結果を公表するとされている。

### ○騒音・振動対策

騒音規制法(昭和43年法律第98号)及び振動規制法(昭和51年法律第64号)により、騒音・振動を防止することにより生活環境を保全すべき指定地域内の工場・事業場・建設作業の騒音・振動を規制している。

焼却炉においては、前処理工程にて、設備・重機等を利用するため、防音壁を設けたり、屋内施設にしたり、使用時間に制限を設け対策を行っている。許可証交付時に条件として搬入時間・破碎機の稼働時間等にも制限があるケースが多くみられる。

### ○悪臭対策

悪臭防止法(昭和46年法律第91号)に基づき、工場・事業所から排出される悪臭原因物の規制等を実施している。

焼却炉においては、基本的に臭気のする物の搬入を拒否しているケースが多い。臭気のする物については、屋内の保管施設、焼却炉の可燃物ピット内に投入し、ピット内の臭気を燃焼用の空気として吸引して外部に臭気が流出しないように遮断しているケースが多い。

大型の焼却施設になれば、動植物性残渣、汚泥など様々な物性の物が搬入されるため、単体では臭気が見られなくても、カロリー調整等の混合時に臭気が発生するケースもある。

### ○安全管理・事故の防止

維持管理を行う上で特に注意しなければならないのが、安全管理体制と事故の防止である。焼却施設においては、爆発・火災事故に対し、特に注意しなければならない。これらの事故は、大事故につながるケースが多く、日々の安全管理が重要となる。

爆発・火災事故を防ぐために、各施設では、搬入物に対し危険物混入防止活動を行っている。対象物として引火性の物、発火源となる可能性のある物(電池類・ライター・エアゾール製品等)、爆発性のある物(ボンベ類・火薬類等)などが該当し、事故防止に努めている。しかし、排出事業者はその危険性が伝わりにくいこともあり、混入する場合も多くみられ、事前の選別による早期発見が必要となっている。

また、有毒ガスの発生等も注意する必要がある。別々の廃棄物に含まれていた物質がカロリー調整、液状物の貯留設備への保管などで混合された時に、化学反応が起こり、有毒ガスが発生することがある。有毒ガスは反応速度が速く瞬時にガスが拡散するため、非難する時間がないまま事故に至ることがある。

こうした事故を防止するためには、特に反応性の高い物質などにおいては、WDS等で排出事業者より正確な情報を取得し、自社にて焼却における安全性などの分析を行い、安全性を確保できる物のみの搬入が必要であり、安全処理・適正処理につながる。



## 4. 焼却物

焼却物といっても時代とともに変化し、経済情勢によって大きく物性・量が変化する。特に大型焼却施設に搬入される廃棄物は、さまざまな物性、種類があり、各業界の経済情勢を示す一つのバロメーターになりえるかもしれない。

### (1) 前処理の重要性

当然のことながら施設に搬入された廃棄物は、さまざまな物性・大きさがありそのまま焼却炉に投入することは運用上難しく前処理が必要となる。前処理とは、焼却炉に投入する前の廃棄物に対し、選別・破碎などの処理を行い、安定した焼却を行えるようにする工程であり、重要な役割を果たす。前処理の内容により燃焼効率や残渣率が変化することも多くみられる。

選別の工程の中では、焼却不適物を除去することに加えて、危険物の除去も重要な作業となる。引火性・爆発性のあるものは、最も注意すべき物性であるため細心の注意を払って取り除くことが必要である。

破碎工程においては、廃棄物のサイズを均等化するとともに次工程で廃棄物のカロリーを均等化するために混合を行う部分にも結び付いてくる。

炉形態によっても異なるが、燃料・資源を使わず廃棄物のカロリーで自燃するためには上記投入物の均等化がプラントの運用を行う上でも重要となる。

なお、上記破碎については、破碎物をすべて焼却炉に投入する場合に限り、許可が不要となる。

### (2) 物性の変化

循環型社会・リサイクルの推進等の影響でここ数年、焼却対象物の物性は毎年のように大きく変わってきている。

従来であれば、カロリーの高い廃プラスチック類、木くず、紙くず等が焼却物に多くみられた。しかし各品目のリサイクルが進むことにより、廃プラスチックであれば、塩ビ系及び塩素値が高いもの、木くずであれば樹脂等がコーティングされているもの、金属等不燃物との複合体の物など処理の難しいもの、焼却しにくいものが増加している。

また、各リサイクル施設からリサイクル過程での残渣なども新たに発生することもあり、上記のような物性の物が、濃縮され、集中する傾向にある。

これからの時代は物性の変化とともに焼却炉も変化する必要があると思われる。

### (3) 残渣の再生

焼却後に発生する燃えがら・ばいじんの残渣については、無害化・安定化処理を行い管理型埋立処分場に埋立するのが一般的である。

しかし、近年のリサイクル志向の増加に伴い、燃えがらを金属原料や路盤材、セメント原料として、ばいじんを金属回収や路盤材原料として循環させ、マテリアルリサイクルを行うことも少なくない。

各リサイクル委託先には、それぞれスペックがありその基準を満たすものを委託しなければならない。しかしながら、前述のとおり産業廃棄物を焼却しているため、投入物が安定せず一定の品質を保つことは大変難しい。

残渣のリサイクル率を 100%にしようとする、投入物の大幅な制限を行う必要が出てくる。採算性とリサイクル率の向上を両立させることは大変難しい問題である。

燃えがら・ばいじんのリサイクルの問題は焼却施設にとって、今後の重要な研究課題となる。

#### (4) 地域性

廃棄物処理においては、商圈を検討するうえで地域性が重要となる。焼却施設においても、他焼却施設・RPF 施設との立地関係、処理能力などにより商圈が大きく変わる。

収集運搬においては、運搬距離が遠くなればなるほど、事故・漏えいなどの時間的リスクが増大する。全国から廃棄物を集めるのはコスト面・温室効果ガス発生量も含めてとても難しいため、施設の規模により異なるが施設を中心とした円の範囲でビジネスが完結する。

廃棄物の物性においても、地域に根付いている産業、及び企業によって発生する廃棄物の物性も異なるため、処理施設・処理内容・単価等に地域色が強く出る。

当社本社工場は全国的にも稀なケースで、市街地に本社焼却炉が存在する。本社工場の周りは住宅が密集しているうえに小学校もあり、近隣との関係には特に気を使っている。周辺住民にはさまざまな活動を通して地元還元を心がけている。今後は、さらに大きな還元として、電力供給、災害拠点としての施設の開放なども取り組んでいきたい。

一方で市街地は交通網が整備されており、高速道路を利用すると関西圏のほとんどの排出場所から 2 時間以内で運搬することが出来るメリットがある。通常の焼却炉は、山間部、海沿いの工業地帯に立地することが多いため、比較すると運搬先としての利便性が高くなっている。

## 5. 焼却と再生エネルギー

### (1) エネルギー拠点としての焼却炉

平成 23 年 3 月 11 日の東北大震災による原発問題の影響もあり、焼却炉の余熱利用の可能性に多くの期待が寄せられている。現在、ごみ焼却施設全体で余熱を温水や蒸気、発電などで有効利用している施設の割合は全国で約 7 割にのぼる。(すべての焼却炉を対象)

余熱利用の多くは、施設内での資源エネルギーとしての利用・地元還元が圧倒的に多い。エネルギー問題が問い直されている昨今においては、外部への余熱利用を推進する体制作りが重要となる。

以下にエネルギー拠点としての焼却炉の可能性・現状について紹介する。

## （２）熱回収施設

### ①様々な熱回収

#### ・廃棄物発電（ごみ発電）

廃棄物発電とは廃棄物焼却時に発生する高温の排出ガスが持つ熱エネルギーをボイラで回収し、蒸気を発生させ、タービンを回すことで発電を行うものである。大規模な処理施設に多くみられ、場内及び近隣地域に利用されているケースが多くみられる。

発電効率は施設により差があるが、現状として多くの熱量が無駄に失われているケースが散見される。ただし、高効率設備の導入が進めば、熱回収率は増加すると思われる。

#### ・民間施設における廃棄物発電

一般廃棄物の行政炉においては、投入物が安定しており、カロリーの計算がしやすく、高い発電効率を維持しやすい部分があるが、一方で産業廃棄物の民間施設においては、高い発電能力・発電効率を得るためには、多くの設備投資費用・投入廃棄物の安定化（搬入物の制限等）が必要となるため、企業経営としては難しい部分があり、廃棄物発電と採算性をうまくバランスさせることが課題となっている。

#### ・余熱供給

余熱より発生した蒸気・温水を直接供給及び間接的に蓄熱設備に一時保管し供給する方法がある。多くの場合は温水プール・社会福祉施設への温水・熱源供給、地域暖房としての供給などで利用されている。

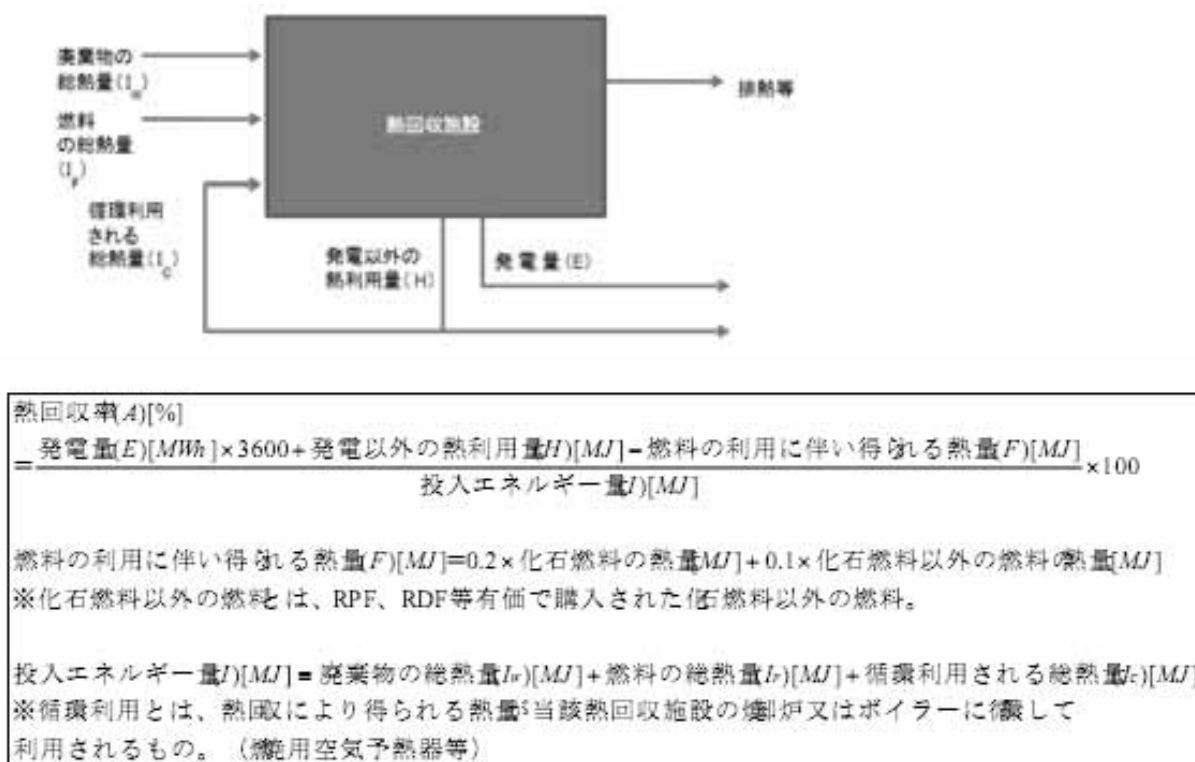
現状の課題として、安定した提供先・供給先の確保・より広範囲への熱源の供給が考えられ、蓄熱設備の技術進歩が期待される。

### ②熱回収施設の認定制度

廃棄物焼却時の熱回収は、循環型社会と低炭素社会を統合的に実現するうえで重要であるが、廃棄物処理業者においてその取り組みが十分には進んでいない。そこで、一般廃棄物処理施設（市町村が設置した一般廃棄物処理施設を除く。）または産業廃棄物処理施設であって熱回収の機能を有するものを設置している者が、環境省令で定める基準に適合していることについて都道府県知事等の認定を受けることができる制度（熱回収施設設置者認定制度）が平成 23 年 4 月 1 日からスタートした。これは、焼却熱によって発電などを行っている焼却炉の設置事業者を特別に認定し、認定された事業者の産業廃棄物保管容量が少し増えるという制度である。

必要な施設の条件は、通常の施設が満たすべき基準に適合しているうえに、①熱回収に必要な設備（ボイラーまたは熱交換器）が設けられていること。②熱回収によって得られる熱量を連続的に測定し、かつ記録するための装置（発電にあつては電力計、熱利用にあつては圧力計、温度計及び蒸気の流量計）が設けられていること。③廃棄物、廃棄物の処理に伴い生ずる排ガス等による腐食を防止するために必要な措置が講じられていること等、廃棄物処理施設の技術上の基準に適合するものであることの3点である。

申請者の能力の基準は図表 10-1 に示す通りとなる。



図表 10-1 熱回収施設設置者認定制度を受けるための基準

この制度の認定を受けることによって増える廃棄物の保管容量は、従来の「14日分」から「21日分」と7日分増える。本制度が出来たことによって、地球温暖化対策が進むとは論理的には思えないが、少しでもその理想に近づくように、焼却炉に何らかの熱回収設備を導入させるための措置と言える。

現実問題としては、申請者の能力基準である熱回収率 10%を以上であることが民間焼却施設としては高い壁となっている。前項でも述べた通り投入物の物性が変化する中で、高い熱回収率を確保することは、大きな資金力、広い敷地等、コスト面で大きな負担となる。さらに熱回収率を意図的に上げることは、焼却効率・処理能力にも大きな影響を及ぼすため、熱回収施設の認定を受ける優遇措置については、行政側で今後十分検討していただきたいと感じる。

## 6. 課題と展望

これまで述べてきたように、焼却施設においてもプラント建設場所・設置にかかる費用と期間・排気ガス等規制の強化・熱利用価値の急速な高揚等様々な課題等があるが、本年度より法律の改正が行われ、東北大震災・原子力発電問題等の社会問題・情勢変化が合わさったこともあり、焼却施設はエネルギー拠点としての転換期に来ている。

社会や市民の焼却炉に対する期待が日に日に大きくなっていることを感じるため、今後は産業廃棄物焼却施設としての位置付けだけではなく、エネルギー施設、地域防災施設としての位置付けも考えた上で、地域と一体となる必要がある。

敷地面積が狭い日本にとって減量化ができる焼却炉は確実に必要な施設であるが、現在主流であるような焼却炉が 10 年先には、特異性の強い物性ごとの専門炉・発電施設に変化していると予想される。

そのためにも、現在一般廃棄物と産業廃棄物に分けて処理されているが、一般廃棄物と産業廃棄物では同じ物性の物が多く、効率の良い焼却・熱源の確保を考えると将来的には 1 つにするべきだと考える。

一般廃棄物と産業廃棄物の処理単価差における税金の負担も還元できれば、様々な環境施設の整備等にも資金を利用できる。

近年リサイクルが進み、廃棄物が年々減少していく中で、焼却施設は、投入物の変化、社会のニーズ、法律の改正など時代の変化とともに柔軟に変化し続ける必要があると強く感じている。

リサイクルの現状もニーズに対して様々な施設があるが、すべて白紙からスタートしていることもありまだまだ不足している。焼却灰についても現在は熔融処理にて路盤材、セメント化、金属回収等があるが、もっと様々な使い道、可能性を秘めていると感じている。

焼却は今後も必要であり、時代に応じて形を変え、これからも社会に貢献し続けて行けるように変化を続けていきたい。

## 筆者紹介

吉村太郎

株式会社ダイカン 代表取締役

住 所 大阪市鶴見区焼野 3-2-79

事業内容 産業廃棄物中間処理（選別・焼却・破碎切断）  
特別管理産業廃棄物中間処理（焼却）、  
産業廃棄物・特別管理産業廃棄物収集運搬。

Website <http://www.daikan-eco.co.jp/>

## 参考文献

- ・「廃棄物処理・リサイクル時事典」産調出版
- ・「平成 22 年度産業廃棄物または特別産業廃棄物処理業の許可申請に関する講習会テキスト」(財)日本産業廃棄物処理振興センター
- ・「平成 22 年度環境白書」環境省
- ・「よくわかる産業廃棄物処理の実務」第一法規
- ・大阪府

## 循環資源市場実態レポート

---

発行日：平成24年 5 月 1 日

〒540-0012 大阪市中央区谷町 3 - 4 - 5 中央谷町ビル 5 F

電話 番号 06-6943-4016

F A X 番号 06-6942-5314

U R L <http://www.o-sanpai.or.jp/>

発行人：会 長 國 中 賢 吉

法政策調査委員長 片 瀨 昭 人

定 価：1,500円

編 集：再生処分委会

複写・転写を禁じます。

**社団法人大阪府産業廃棄物協会**  
*<http://www.o-sanpai.or.jp/>*