

# サーマルリサイクル

塩ビの分別回収が経済的または物理的に困難な場合は、サーマルリサイクル・焼却処理が環境負荷を低減し、さらに資源を節約する最も合理的な方法となる。

サーマルリサイクル(エネルギー回収)は、廃棄物を燃料として発電や蒸気利用またセメントキルンに利用する方法で、塩ビも貴重なエネルギー源として利用されている。なお適正な焼却処理でエネルギー回収を伴わない場合も、基本技術が同じであることから、ここではサーマルリサイクル(TR)に併せて記載する。

最近の状況を調査した結果を以下にまとめる。

- 産廃のTR・焼却処理施設は、ダイオキシン類対策特別措置法の施行後大幅に整備され処理能力も増加した。
- 塩ビ廃棄物または塩ビ混合廃棄物をTR・焼却処理できる施設は全国に数多く存在し、そのうち70施設は塩ビ受入を開示している。70施設での塩ビ処理量合計は約10万tで、7万tはサーマルリサイクルと見積もられる。
- 塩ビを含む廃棄物の焼却は、設備技術等の進歩により安全に実施できる。塩ビ工業・環境協会は関係先の協力を得て、塩ビを約10%含む建設混合廃棄物の長期焼却試験で、支障なくサーマルリサイクルできることを実証した。
- セメントキルンでのサーマルリサイクルは、“高塩素バイパスシステム”の実用化もあり今後の期待は大きい。塩ビ処理可能とするセメント工場はセメントの品質規格(塩素:350ppm未満)もあり現時点では少数だが、今後の増加が期待される。

## 1. 塩ビ廃棄物または塩ビ混合廃棄物をTR・焼却処理できる施設

塩化ビニル環境対策協議会と塩ビ工業・環境協会が(株)クリエイト日報に委託した調査(2007年1月～3月実施)によれば、塩ビを含んだ廃棄物をTR・焼却処理できる施設は、社名開示に応じて頂いた施設だけでも70施設に上る(図1)。

図1. 塩ビを含んだ廃棄物の受入可能なTR・焼却施設の全国マップ

- ☆ …塩ビ製品を単独で受け入れても、他の産廃と混合してTR・焼却処理できる施設(表1)
- ★ …塩ビ製品が少量混在している程度であれば、受け入れられる施設(表2)

①これらの施設はダイオキシン類対策特別措置法に基づくダイオキシン排出基準、また煤塵、SOx、NOx、塩化水素等の排ガス規制を遵守している。

②塩ビの処理能力は、基本的には発生する塩化水素やSOxなどの酸性ガスの中和処理能力に依存する。また施設ごとに固有の事情をもち、塩ビ廃棄物の受入可能な数量、種類なども違ってくる。また排ガス処理設備を拡充整備して塩化水素処理能力が大幅にアップした施設もある。



## 2. 塩ビを含んだ廃棄物のTR・焼却処理の実態について

都市ごみ中に塩素は少なくとも1~2%程度含まれるが、TR・焼却処理が行われている。一方、産廃焼却施設も設備の大型化とともに発電や蒸気利用などのエネルギー回収が着実に進んでいる。またセメントキルンでは高塩素バイパスシステムの導入によって塩ビ廃棄物もしくは塩ビの混合した廃棄物も利用できる状況が生まれてきた。

### (1) 国内の産廃焼却施設の設備充実

環境省の発表(H18.9.19)によれば、国内で稼働中の産廃焼却炉は1,882炉あり、そのうち874炉が廃プラスチックを焼却できる。

また年間総焼却能力(休止中の329炉を含む)は3,012万tとなっている(図2)。ダイオキシン類対策特別措置法の施行を境に、国内の産廃焼却施設は大幅に整備され、焼却炉数の大幅な減少にも係わらず、年間焼却能力は増加している。

このような産廃焼却施設の充実を勘案すれば、塩ビ焼却を受け入れる設備的基盤は着実にできつつある。

### (2) 塩ビ処理実績の推計について

廃プラスチックを焼却できる産廃焼却施設の調査((株)クリエイティブに委託)によれば、焼却物中の塩ビの比率(加重平均)は3.0%であり、これらの施設のうち塩ビの比率が5%以上(加重平均8.6%)である焼却施設は26%を占めた。TR・焼却処理施設の4分の1は、塩ビを10%近く含んだ廃棄物を処理していることが確認された(図3)。

表1、表2に示した70施設の合計焼却能力は10,608t/日で年間処理能力318万tであり、塩ビの焼却比率3.0%をもとにすれば、これら施設での塩ビ処理実績は約10万t/年と推算できる。

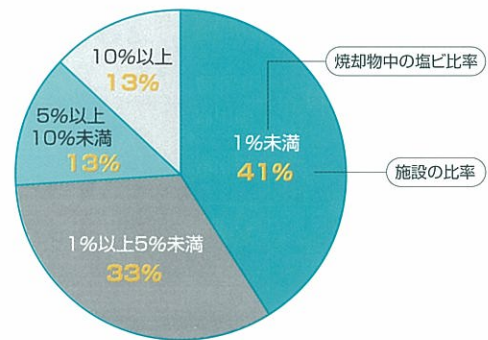
### (3) サーマルリサイクルの現状について

塩ビは4,300kcal/kgの発熱量をもち石炭の5,800kcal/kgに及ばないもののエネルギー源として十分な熱量をもっている。サーマルリサイクル(熱利用や発電によるエネルギー利用)を実施している施設の割合は50%を越える程度であるが、処理数量ベースでは約70%である。上記70施設での塩ビのサーマルリサイクル処理量は概ね7万t/年と見積もられる。

図2.産廃焼却施設の推移



図3.焼却施設における塩ビ比率とその施設の割合



## 3. 塩ビ廃棄物焼却の安全性について

塩ビなどの塩素を含むごみの焼却とダイオキシン類の発生に関しては、燃焼状態が重要で適正に焼却を行えば、廃棄物中の塩素量に関係なくダイオキシンの発生は抑制することができる。

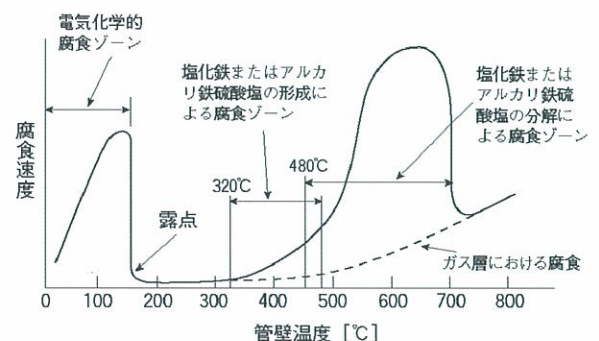
### (1) 廃棄物焼却施設からのダイオキシン類排出量の推移

環境省の発表(H18.9.19)によれば、廃棄物焼却施設からのダイオキシン類の排出量は、平成9年は6,500gであったが平成15年は145gと、約50分の1までに著しく削減された。

### (2) 塩化水素の排ガス対策と焼却管理

塩ビを焼却すると、塩化水素が発生し焼却設備の腐食、排ガス問題や煤塵の増加などの問題が懸念されている。塩化水素による設備の腐食は、腐食速度と温度との関係(図4)から、低温腐食領域や高温腐食領域を避けることによって、設備腐食に対する塩化水素の影響を大きく低減することができる。また耐食材料の開発も進んでいる。塩化水素以外にSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>などの酸性ガスが発生するが、塩化水素やSO<sub>x</sub>は消石灰や苛性ソーダなどのアルカリによる中和処理で除去できる。乾式中和処理は生成した塩化物(主として塩化カルシウム)を集塵装置で回収し、湿式中和処理は水溶液中で行い排水処理する。いずれの方法にても塩化水素の大気への排出基準値である700mg/m<sup>3</sup>N(430ppm)やこれを大幅に下回る各地域の協定値(概ね40~60ppm)をクリアするのはもちろんのこと、20ppm以下で管理されている施設もある。

図4.ごみ焼却における缶体温度と腐食の関係



(引用資料: Von K.Fäßler, H.Leib und H.Spahn, Ludwigshafen/ Rhein, Korrosionen an MüllverbrennungsKesseln, MITTEILUNGEN DER VGB48 Heft 2 April(1968)/志垣政信編著:絵とき廃棄物の焼却技術(改訂3版)、P.62、図3-1、平成12年10月20日、オーム社)

## 4.塩ビを含む建設系混合廃プラスチックのTR実証試験

塩ビの約60%は土木・建材用途向けで長期間にわたって使用され、最終的には建築物の解体等に伴って排出される。この際に他の廃材とともに混合物として排出されることが多く、このTR・焼却処理が課題であった。そこで関東建設廃棄物協同組合（関東建廃協）、DOWAエコシステム（株）（旧同和鉱業）及び塩ビ工業・環境協会（VEC）の3者は塩ビ混合廃プラスチックのサーマルリサイクルの実証試験に取り組んだ。

### 試験内容

中間処理会社6社の協力の下、塩素濃度3～7%（塩ビ換算5～12%）の建設系混合廃プラスチック（総量約1,100トン）の焼却・発電の実証試験を、エコシステム岡山（株）・流動床式焼却炉で1年半にわたって行った（図5、図6）。

### 試験結果

- 塩化水素による設備腐食への影響は認められなかった
- 排ガスのダイオキシン・塩化水素は基準を大幅に下回った
- 安定した運転ができた（選別、破碎等の前処理が重要）

図5.建設系混合廃プラスチックのTR処理試験フロー

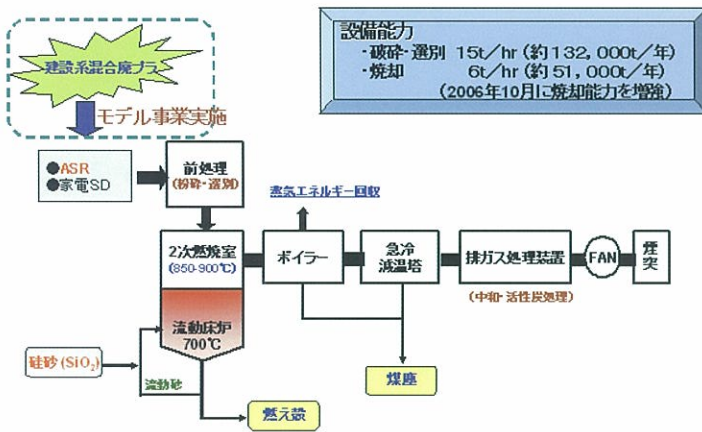


図6.エコシステム岡山・TR処理施設



### DOWAエコシステム関係者の話:

塩ビを含む混合建設廃棄物を、NO<sub>x</sub>、COやダイオキシンの発生を抑えつつ継続・安定処理できたことは画期的なことと考えます。加えて、今回は破碎困難な金属塊、コンクリートガラ等の異物の混入が多く前処理設備での処理に非常に苦労しましたが、予め異物の選別・破碎が出来ていれば、建設系混合廃棄物をそのまま全て焼却炉に投入することも可能であることが判りました。これは十分に選別したものであれば、最近稼動を始めた大型施設（東京都）で、建設廃棄物の焼却が進んでいるとのことから証明されております。全国にはこのようなプラントが数多くあることは周知の通りであり、今後は塩ビ含みの廃プラのサーマルリサイクルが進むことを願ってやみません。

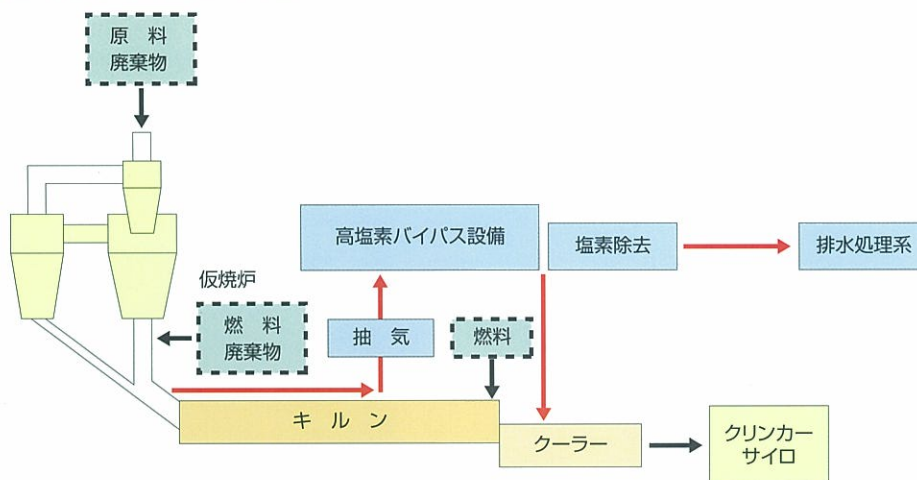
## 5.セメントキルンでの代替燃料としての利用

セメント産業は国内に32のセメント工場をもち、多量の廃棄物・副産物を受け入れてきた。2005年における廃棄物・副産物の利用は3,000万tである。またセメント工場での熱回収効率は80%以上と高く、資源節約に対する貢献は大きい。セメントキルンで代替燃料として利用される廃プラスチックは約30万t(2005年)で、年々増加の傾向にある。このような廃棄物処理の増加にともない塩素分も増加し、その対策が課題となってきた。

### (1) 高塩素バイパスシステムについて

セメントキルンに投入された廃棄物中の塩素、アルカリ、硫黄などの揮発性成分はキルン系内で循環濃縮されて、トラブルの原因となる。そこで塩素成分をキルン外に排出して、塩素濃度を低下させる“塩素バイパスシステム”が導入されている。通常1~2%のバイパス率(発生ガス量に対する抜き出し量の割合)で行われているが、10%程度の高い塩素バイパス率で運転する、いわゆる“高塩素バイパスシステム”(図7)も一部のセメント工場では実用化された。このような塩素処理能力の高い設備では、塩ビを他の廃棄物に混合して処理することも可能となる。

図7.高塩素バイパスシステム



### (2) セメントキルンでの塩ビの利用

セメントの品質規格(塩素基準:350ppm未満)から塩素を含む廃棄物の受入数量は制約され、現時点において塩ビを受入可能とするセメント工場は少数にとどまる。しかしながら、今後の“高塩素バイパスシステム”の普及拡大やセメント産業の極めて大きな廃棄物受入能力を考え合わせると、塩ビのサーマルリサイクル先としてセメント産業への期待は大きい。

## 6.まとめ

塩ビ混合廃棄物のTR・焼却処理は、マテリアルリサイクルやフィードストックリサイクルを補完するもので、これらを組み合わせて資源の節約、環境負荷の低減および経済合理性の追求が塩ビリサイクルトータル目標となる。塩ビ廃棄物のTR・焼却処理は塩素処理という制約があるものの、設備の充実によって想像以上に進んでいる。

このような技術の進捗を背景に、埋立からTR・焼却処理への流れを促進する仕組みづくりが今後の課題と考えられる。

# 塩ビ廃棄物または塩ビ混合廃棄物をTR・焼却処理できる施設(1)

表1.塩ビ製品を単独で受け入れても、他の産廃と混合してTR・焼却処理できる施設

(2007年3月現在)

地域	都道府県	施設・社名	郵便番号	住所	電話番号	備考
北海道	北海道	苫小牧ケミカル株式会社	059-1372	北海道苫小牧市勇払152	0144-56-0231	
		株式会社北海道エコシス	080-2464	北海道帯広市西二十四条北4-5-4	0155-37-3766	
東北	秋田県	エコシステム秋田株式会社	017-0005	秋田県大館市字堤沢42	0186-46-1436	
		エコシステム小坂株式会社	017-0202	秋田県鹿角郡小坂町小坂鉾山尾樽部60-1	0186-29-2962	
	福島県	株式会社クレハ環境	974-8232	福島県いわき市錦町四反田30	0246-63-1231	
		日曹金属化学株式会社	969-3393	福島県耶麻郡磐梯町磐梯1372番地	0242-73-2123	
		株式会社あいづダストセンター	965-0858	福島県会津若松市神指町南四合字才ノ神461	0242-36-5351	
関東・甲信越	茨城県	株式会社住金リサイクル	314-0014	茨城県鹿嶋市光3	0299-84-2063	
		株式会社日昇	305-0877	茨城県つくば市大字片田468	0298-38-1070	
	栃木県	サンエコサーマル株式会社	322-0017	栃木県鹿沼市下石川737-55	0289-72-0371	
	千葉県	エコシステム千葉株式会社	299-0265	千葉県袖ヶ浦市長浦拓1-1-51	0438-62-4097	
	神奈川県	株式会社東光	246-0002	神奈川県横浜市瀬谷区喜多町12-1	045-922-0177	
		株式会社中商	212-0055	神奈川県川崎市幸区南加瀬1-8-6	044-599-2955	
	新潟県	新潟ガービッチ株式会社	949-6100	新潟県南魚沼市宮1713	025-775-3771	
北陸・中部	福井県	日鉦敦賀リサイクル株式会社	914-0027	福井県敦賀市若泉町1	0770-22-5566	
	静岡県	鈴木産業有限会社	421-0302	静岡県榛原郡吉田町川尻3043-1-1	0548-32-0400	
		豊田ケミカルエンジニアリング株式会社	475-0033	愛知県半田市日東町1-30	0569-24-9920	
	愛知県	株式会社マルコー商会	441-8068	愛知県豊橋市神ノ輪町20-2	0532-48-3718	
関西	大阪府	株式会社ダイカン本社工場	538-0037	大阪府大阪市鶴見区焼野3-2-79	06-6913-8666	
		株式会社ダイカン堺事業所	592-8331	大阪府堺市西区築港新町3-31	072-245-1851	
中国	岡山県	水島エコワークス株式会社	712-8074	岡山県倉敷市水島川崎通1-14-5	086-447-3255	注1
		エコシステム岡山株式会社	702-8045	岡山県岡山市海岸通1-3-1	086-262-9020	
	広島県	株式会社カムテックス	721-0956	広島県福山市箕沖町107-5	084-954-6700	
		株式会社山陽レック	731-0202	広島県広島市安佐北区大林町字人甲6-1	082-818-8002	
	山口県	共英製鋼株式会社	756-0817	山口県山陽小野田市小野田6289-18	0836-83-0709	
徳島県	旭鉦石株式会社	756-0811	山口県山陽小野田市稲荷町10-23	0836-83-2830		
四国	徳島県	旭鉦石株式会社	771-4265	徳島県徳島市飯谷町枇杷の久保13-4	088-645-0169	
	福岡県	光和精鉦株式会社	804-0002	福岡県北九州市戸畑区大字中原46番93	093-872-5155	
	佐賀県	株式会社大島産業	842-0031	佐賀県神埼郡吉野ヶ里町吉田2469-1	0952-53-4400	
	大分県	大山商事株式会社	870-0018	大分県大分市豊海2-4-4	097-537-4464	
	宮崎県	九州北清株式会社	886-0007	宮崎県小林市真方251-10	0984-24-1170	

注1 岡山県内に限定

## 塩ビ廃棄物または塩ビ混合廃棄物をTR・焼却処理できる施設(2)

表2. 塩ビ製品が少量混在している程度であれば、受け入れられる施設

(2007年3月現在)

地域	都道府県	施設・社名	郵便番号	住所	電話番号	備考	
北海道	北海道	空知興産株式会社	073-0033	北海道滝川市新町6-3-20	0125-78-3222		
		株式会社北海道放射線管理センター	001-0022	北海道札幌市北区北22条西9-1-1	011-726-8211		
		株式会社メディカル・セフティ・システム	073-0200	北海道空知郡上砂川町字上砂川45番1	0125-62-6011		
東北	宮城県	有限会社松江興業	981-3225	宮城県仙台市泉区福岡字切沢19-1	022-379-4476		
		株式会社タイワコスミックミリュー	981-3411	宮城県黒川郡大和町鶴巣大平字谷津沢1-34-1	022-343-3084		
		鈴木工業株式会社	984-0002	宮城県仙台市若林区卸町東5-3-28	022-288-9201		
	秋田県	ユナイテッド計画株式会社	018-1414	秋田県潟上市昭和豊川槻木字槻13-1	018-877-3027		
	茨城県	株式会社カツタ	312-0002	茨城県ひたちなか市高野1968-2	029-270-3711		
株式会社昭南クリーン		312-0002	茨城県ひたちなか市高野字内城1976-4	029-285-4601			
関東・甲信越	埼玉県	オリックス資源循環株式会社	330-0063	埼玉県さいたま市浦和区高砂1-1-1	048-833-0411		
		株式会社エコ計画嵐山エコスペース	355-0204	埼玉県比企郡嵐山町花見台12番地	0493-62-0011		
	千葉県	ジャパン・リサイクル株式会社	260-0835	千葉県千葉市中央区川崎町1番地	043-262-4716		
	東京都	東京臨海リサイクルパワー株式会社	136-0072	東京都江東区大島3-4-5	03-6327-3190		
	神奈川県	エヌエス・ユシロ株式会社	210-0867	神奈川県川崎市川崎区扇町6-12	044-366-1781		
		財団法人かながわ廃棄物処理事業団	210-0865	神奈川県川崎市川崎区千鳥町6-1	044-280-3810		
		株式会社トキオ	229-1125	神奈川県相模原市田名塩田1-17-20	042-778-3151		
	新潟県	シモダ産業株式会社	945-0017	新潟県柏崎市荒浜2-12-32	0257-21-1657		
	北陸・中部	富山県	日鉱三日市リサイクル株式会社	938-0042	富山県黒部市天神新8	0765-52-1111	
		福井県	株式会社武生環境保全	915-0801	福井県越前市家久町第2号45-1	0778-22-1044	
愛知県		サンエイ株式会社	448-0004	愛知県刈谷市泉田町西沖ノ河原1	0566-22-2114		
三重県		三重中央開発株式会社三重事業所	518-1152	三重県伊賀市予野字鉢屋4713	0595-20-1119		
		株式会社オー・シー・エス	519-3658	三重県尾鷲市倉ノ谷町1-3	0597-23-3111		
関西	大阪府	株式会社クリーンステージ	594-1144	大阪府和泉市テクノステージ2-3-30	0725-51-3935		
	兵庫県	大栄環境株式会社三木事業所	673-0752	兵庫県三木市口吉川町吉祥寺谷132-8	0794-88-2169		
		大栄環境株式会社西宮事業所	663-8142	兵庫県西宮市鳴尾浜2-17-1	0798-41-2121		
中国	島根県	アースサポート株式会社	690-0025	島根県松江市八幡町882-2	0852-37-2890		
		有限会社浜田浄化センター	697-0017	島根県浜田市原井町957	0855-22-3883		
	岡山県	エコシステム山陽株式会社	708-1523	岡山県久米郡美咲町吉ヶ原1125	0868-62-1346		
	広島県	有限会社比婆西清掃社	727-0015	広島県庄原市実留町1836-8	0824-72-3956		
	山口県	ジェムカ株式会社	758-0211	山口県萩市福井上2773-1	0838-52-0170		
四国	愛媛県	財団法人愛媛県廃棄物処理センター	790-0001	愛媛県松山市一番町4-4-2	089-912-2355	注2	
		株式会社松山パーク	791-8044	愛媛県松山市西垣生町2892番地	089-971-8329		
九州	福岡県	北九州エコエナジー株式会社	808-0021	福岡県北九州市若松区響町1-62-20	093-752-1720		
		高野興産株式会社	807-0806	福岡県北九州市八幡西区御開2-5-1	093-691-2790		
	長崎県	株式会社矢数環境保全	856-0806	長崎県大村市富の原2-921	0957-55-5333		
		有限会社元村金属産業	853-0012	長崎県五島市長手町808番地	0959-72-8040		
	熊本県	株式会社カネムラエコワークス	869-0412	熊本県宇土市岩古曾町2063番地1	0964-22-0715		

注2 愛媛県東予地区に限定