

# 触媒懇談会ニュース

触媒学会シニア懇談会

## 続編 塩ビポリマー混入廃プラ処理の深刻な問題

中條哲夫

### 1、1枚目に全体像を示した

「“廃プラ”処理の深刻な問題、塩ビを考える」触媒懇談会ニュース No,189(August 1 2024)に続き課題解決策を考えた。更に1枚目に全体像を示した。関心を持って頂きたい。ポイントは「ゴミは有価物」。

- 1) 何が問題か？
- 2) 塩ビポリマー廃棄物とは？
- 3) 推定原因と可能性ある対処法
- 4) 問題の深刻さ

#### 1) 何が問題か？

廃棄プラスチックもゴミ焼却炉でサーマルリサイクル(燃焼熱で電気に変える)する。ポリ塩化ビニールが混入すると設備腐食を避ける効率の悪い発電になってしまう。

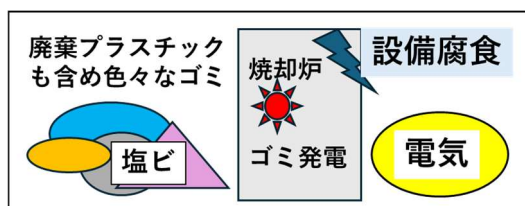


図1 塩ビ混入で発電量が僅か

#### 2) 塩ビポリマー廃棄物とは？

業界のホームページでは「塩ビは建材を中心に長期使用する用途に約7割が使用」「内需は90-100万トン/2023年」が公表されている。硬質塩ビと軟質塩ビがあり後者

には添加物が入っている。



図2 塩ビ製品

#### 3) 推定原因と可能性ある対処法

腐食推定原因は不明である。具体的対処法にはボールミルや溶媒法が考えられる。廃棄される大元で分別し専用ルートにする。

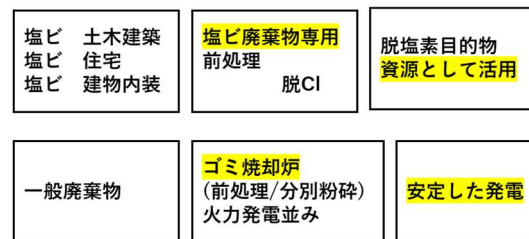


図3 塩ビがないゴミ発電へ

#### 4) 問題の深刻さ

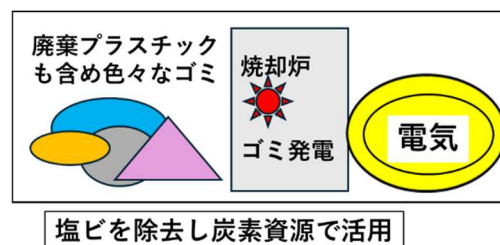


図4 ゴミ発電は潜在能力がある。

廃棄物は有価物である。

## 2. 詳細

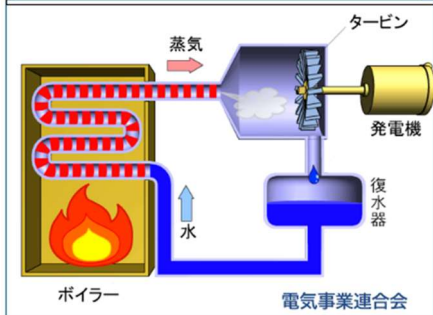
### 2-1 何が問題か？

あらためて「塩化ビニール樹脂(PVC)」が混入したゴミの問題を取り上げる。ごみ焼却炉でゴミを燃やし、その熱で電気を起こしている。ゴミを燃料に発電出来る割合を発電効率と言う。火力発電は石油原料なら40%だがごみ発電だと14%(2020年)と極めて低い。これは塩ビ(PVC)製品がゴミに混入すると焼却炉の材質が腐食する為高温に上げられない。火力発電並みの40%発電効率に高めるには塩ビをゴミに混入させないか、除去する必要がある。

<以下補足説明>

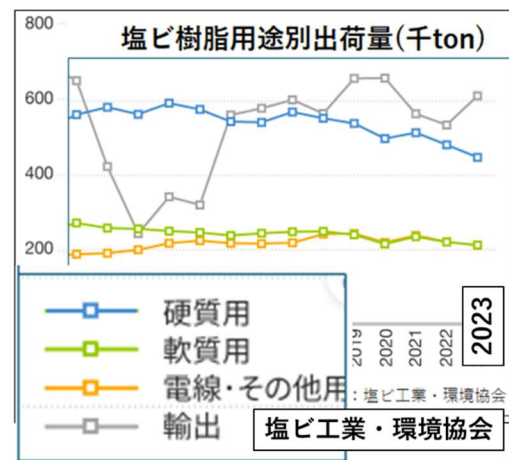
**<塩化水素によるボイラ腐食>**  
熱源となるごみの中の有害成分によって焼却炉ボイラが腐食(飛灰と塩化水素ガスの複合高温腐食)するのを防ぐため蒸気温度を400℃と低めにして蒸気タービンを回す。環境展望台 廃棄物発電

**火力発電の基本**  
燃料(ゴミ)を燃やした熱で高温高压の蒸気をつくる。この蒸気でタービンの羽根車を回し発電機を動かし発電する。タービンを回した後の蒸気は復水器で冷やされ水に戻りボイラーで蒸気になる。



発電効率(%)=総発電量/(ごみ焼却量)(ごみ発熱量)  
2010年 11.6% 毎年向上 2020年 14.05%  
欧州オランダでは33%(蒸気 440℃/130bar)もある。  
再熱サイクルという特殊なシステムを組む。  
ボイラ配管に腐食防止にインコネルで補強(日本も)

用では食品包装用のラップフィルムが身近だ。最大3%程度である。但し塩化ビニリデンである為モノマーとしては塩化ビニールの2倍の塩素を持つ。硬質塩ビと軟質塩ビがある。添加剤の有無の違いである。最近22/11/2023 欧州化学機関がPVCと添加剤に関して健康や環境への影響の報告書を出した。まずは塩ビ製品をピックアップした。  
<以下補足説明>

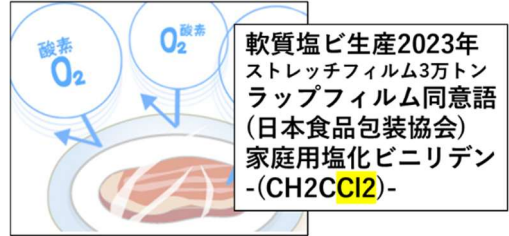


塩ビは建材等の用途に約7割が占める。  
内需2023年90万ton 輸出/50%インド向け

土木・建築分野の製品  
パイプ 硬質平板(看板) 波板・雨樋 電線  
異形押出製品(ユニットバス用開口枠)  
繊維入り軟質シート

住宅に使われる製品  
樹脂サッシ 樹脂サイジング タイルカーペット  
床材

建物内装  
塩ビ鋼材(玄関ドア) 壁紙 軟質フィルム・シート  
ビニルシート



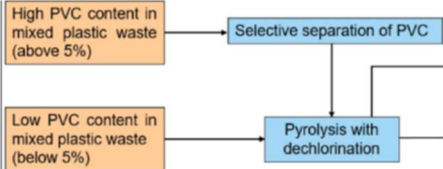
### 2-2 塩ビ製品も何れ廃棄物

塩ビ製品に関して関係する協会等によると最大の用途は建材で70%を占める。家庭

### 2-3 想定製品別処理法

塩ビポリマーを設備腐食しないように処理出来る方法を調べた。一般論が記載されている。これを踏まえ個別製品も考える。

廃プラの中に塩ビが多い場合、選択的分別する。電気電子機器廃棄物(WEEE)の欧州指令がある。電線ケーブル等の銅の分離、塩ビも親油性なので酸化して親水性にし分離し易くする。



Waste Management 166 (2023) 245-258

図5 選択的分別と脱塩素系反応

#### 2-3-1 電線ケーブル

自動車に張り巡らされた wire harnesses である。プラスチックと金属は1:1である。

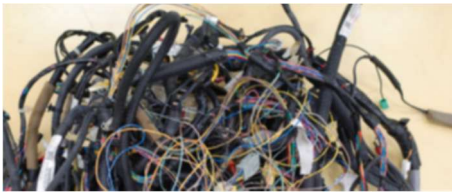


図6 自動車の電線ケーブル

金属の75%は銅(Cu)で、塩化ビニール樹脂の半分は添加剤ある。埋立処理すると添加剤が浸出する。ケーブル処理法はボールミルを使う。これはドライ法である。

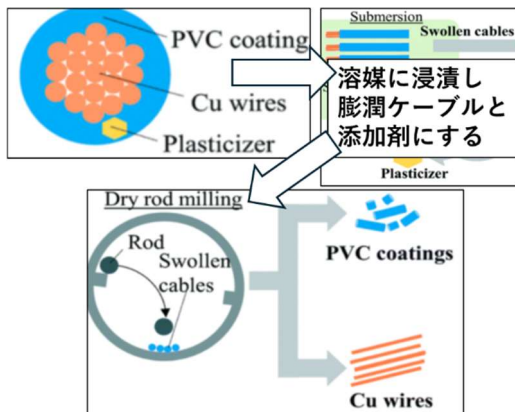


図7 粉碎や溶媒を使うプロセス

実験室レベルで確認済みで、従来の剥ぎ取ったり刻んだりより優れている。

### 2-3-2 塩ビ建材

塩ビ工業・環境協会の熱回収の発表資料を参考にした。2006/11/20 阪内孚史 注目したのは塩ビ建材の廃棄法で 1)ゴミ中の塩素濃度(2-7%)を把握している 2)ブロック図には前処理(粉碎・選別)とあるが脱塩素工程が組み込まれているようだ。3)塩素含有量が低い廃棄物であれば高温で燃焼させ熱回収出来る。更にダイオキシン対策にもなる。モデル試行事業である。

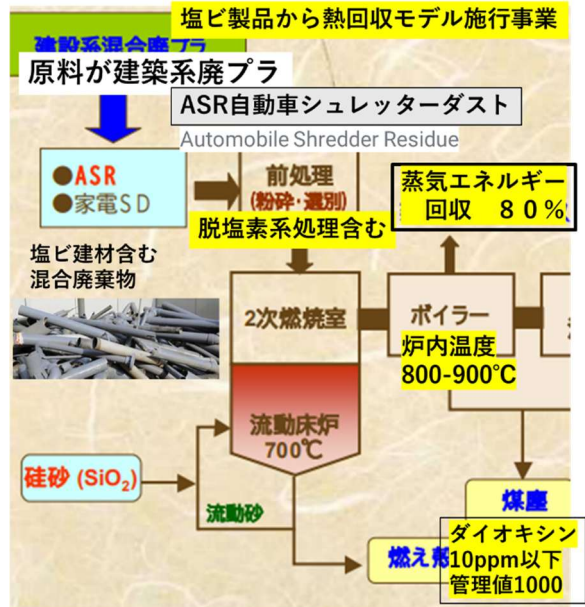


図8 協会の熱回収モデル試行事業

塩ビ製品と分かっていたら前処理で設備腐食を起こさない廃棄物として扱える。

#### 2-3-3 家庭から出る塩ビ製品

塩ビ製品の廃棄は「燃えるゴミ」で良いと自治体ホームページで発信している。ラップフィルムに対しても同様である。

**塩ビパイプの捨て方**

- 少量の場合は、燃えるゴミ入れに捨てる。
- 大量の場合は、産業廃棄物として・・・。

**・塩化ビニール樹脂製の物は「燃えるごみ」**

例：塩ビパイプ（家庭から出る物）、ビニール傘（ビニール部分）、水道ホース、浮き輪、合成皮革製品（靴・カバン・財布等）ビーチボールなど

図9 家庭から出る塩ビ製品

## 2-4 問題の深刻さ

モデル施行事業は2006年の発表である。一方ゴミ発電効率は14%(2020年)である。塩素系を含まない燃料を使う火力発電は40%と格差は大きい。2020年のゴミ発電量は1万GWh/年である。これは発電量として極めて小さい。

### 2-4-1 塩ビ製品の分別

廃棄物の分別収集が出来るのが好ましい。塩ビ製品廃棄物を含むゴミ発電はモデル施行事業と同じ様に前処理工程を持つ事で腐食を起こすことなく熱回収もダイオキシンにも対応出来る。

一方、塩素系を含まない廃棄物のゴミ発電には粉碎・選別前処理工程は安定した流動床運転必要だが、低温脱塩素系プロセスは無用であり時間と投資の無駄である。

粉碎後、静電分離を使う方法もある。

Waste Management 174 (2024) 400-410

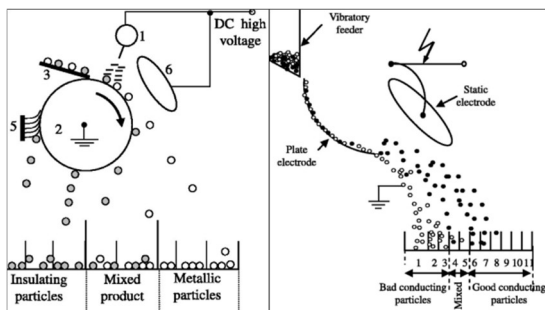


図10 静電分離で流動床で使い易くする

脱塩素系反応機構は前号で触れた。

### 2-4-2 廃棄物が腐食を起こさない為に

全ての廃棄物は塩素系破棄物を含むとして脱塩素系反応前処理工程に通す。これは現実的ではない。簡易分析により塩素系廃棄物か判別する。原理的には可能だが実行できるか？測定はどの段階で行い最終チェックはどうするか。問題は残る。

塩ビ製品の廃棄は遵法で実行するのは当

然として、ISO14000 的な取り組みを推進する事も必須である。

### 2-4-3 廃棄物は有価物

現在ゴミ発電で1万GWh/年の電気を起こしている。ゴミの量は3,800万トンである。

この中に廃棄プラスチック700万トンも含まれる。(実際は燃料として他の用途にも使われる。)ここで発電効率でなくゴミの発電能力で見ると炭化水素だと4,500kWh/トン、バイオ系だと2,000-3,000kWh/トンである。計算上10万GWh以上の発電量になる。

**3800万トンの廃棄物量(2021年)**  
石油並み4,500kWh/トンなら**17万GWh**  
バイオ系2500kWh/トンなら**9.4万GWh**  
**現実には1万GWh**しか発電されていない

火力発電で70万GWh。  
ゴミ、廃棄物から**10-20%の発電**

図11 計算上の脱塩素ゴミ発電

ゴミ発電は塩ビ製品を除去しても様々な廃棄物の集合体なので熱量も違うし、流動床なので粉碎後のこみのサイズ等安定焼却には必要である。砂の同伴で補助する。現実には安定供給が約束出来ず安価売電である。

ゴミ資源 LCA(Life cycle assessment)を意識してエネルギーに活用すべきだ。

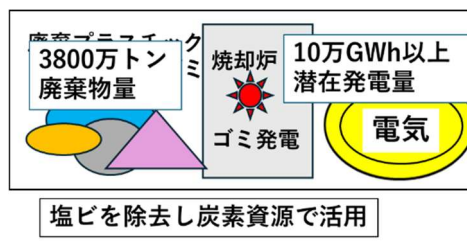


図12 塩ビ製品除去ゴミ発電

(日付) 2024年8月31日