

今週のメニュー

■ [トピックス](#)

◇塩素循環検討会（その5）

■ [随想](#)

◇「熱中症特別警戒アラート」運用開始

気象予報士・防災士 水越 祐一

■ [トピックス](#)

◇塩素循環検討会（その5）

2022年11月、東北大学教授吉岡敏明先生を委員長とし、塩ビ工業・環境協会（VEC）を事務局として産学連携の塩素循環検討会が発足しました（メルマガ No742）。今回は第5回塩素循環検討会（2024年3月）の様子をご紹介します。第5回検討会では、「放射性セシウム汚染廃棄物の熔融減容化における廃塩ビのケミカルリサイクル利用」と題して、株式会社クボタから、廃塩ビ製品を塩素源とした塩化揮発法の実用事例について情報をご提供いただきました。

株式会社クボタ（以降、クボタ）は、大阪市に本社を置く産業機械（農業機械、建設機械等）、建築材料、パイプ、産業用ディーゼルエンジン等を製造する大手メーカーであり、農機メーカーとしては、シェア・売上高ともに国内首位（2023年度現在）です。また、120か国以上に海外展開するグローバル企業としても有名です。「壁がある。だから、行く。クボタ」というキャッチフレーズや、女優の長澤まさみさんのテレビコマーシャルもみなさんご存じではないでしょうか。クボタといえば、農業機械や建設機械が有名ですが、水インフラ（パイプシステム、水処理システムなど）やゴミ処理プラント（熔融、焼却）などの環境関連の事業も行っております。同社が長年に渡って培ってきた環境関連技術が今回の塩素循環検討会のテーマである塩化揮発法に活かされております。

For Earth, For Life
Kubota

クボタのHPから抜粋

塩化揮発法とは、製錬技術のハロゲン化焙焼法の一つであり、有価金属を塩化物にして沸点を下げて揮発させ、飛灰に濃縮・回収する方法です。塩化揮発法はもともと焼鉱（硫化鉄鉱から硫黄分を回収したもの、主成分は酸化鉄）から製鉄用原料を製造する際に、併せて焼鉱中に含まれる有価金属を回収する目的で開発されたものですが、現在では、都市ゴミからの重金属分離、精錬所にて金属に還元・再生利用されている事例が多いです。塩化剤としては、一般的には塩化カルシウム（CaCl₂）などの無機塩が用いられます。

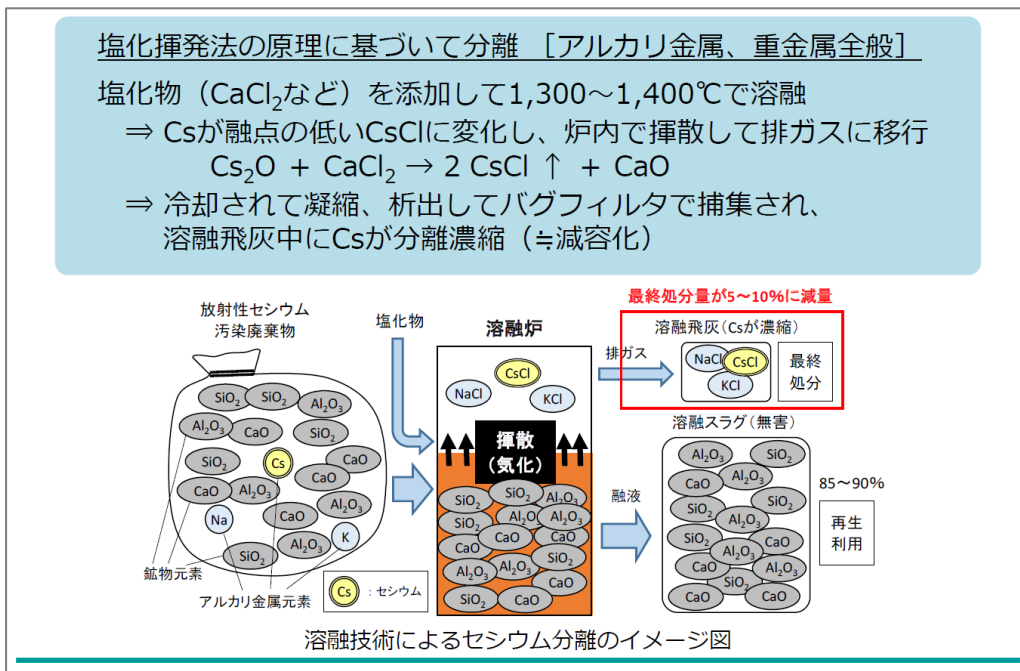


図1. 塩化揮発によるセシウム分離の概念図 (クボタご提供資料から抜粋)

クボタが長年に渡って開発してきた熔融技術とは、固形物を熔融炉で融点以上の温度 (1,300℃以上) で溶かし、冷却してガラス状のスラグに変換する熱処理技術です。1970年代から開発され、廃棄物や下水汚泥処理向けに導入されてきました。熔融技術の主たる効果としては、大幅な減容化、PCB等の有害物質の高温分解による無害化、重金属の封じ込め、そして低沸点金属化合物の分離 (塩化揮発) があります。クボタでは、回転式表面熔融炉 (以降、表面熔融炉) を用いて熔融技術を蓄積して参りました。表面熔融炉は、二重構造になった炉の外側の筒が1時間に1回ぐらいのゆっくりとした速度で回転します。外筒と内筒の間に投入された廃棄物が 1,300℃に保たれた炉の表面で溶け、液状となって中央の穴から下のピットへと落ちていきます。香川県豊島に不法投棄された廃棄物を隣の直島に運んで熔融処理し、全量資源化 (埋立処分ゼロ) した事業実績があります (2003年9月~

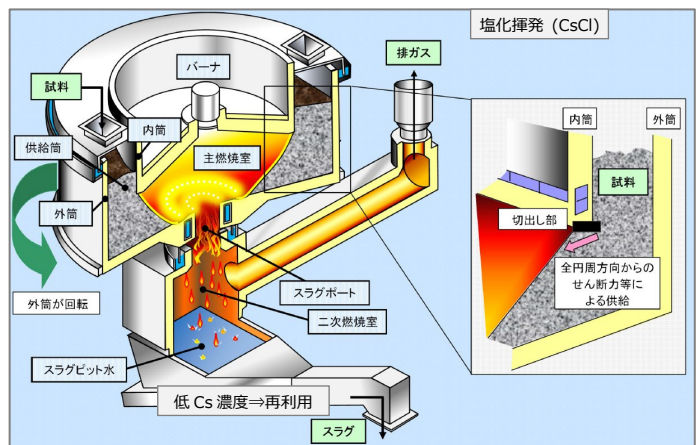


図2. 回転式表面熔融炉の概要 (クボタご提供資料から抜粋) (揮発したCsClは排ガスとして、スラグは再利用される)

2017年6月)。クボタの熔融炉は安定処理や元素濃縮機能という点では高い評価を得ていますが、これら技術が、福島第一原子力発電所事故後の除染に伴う放射性セシウム汚染廃棄物 (以降、汚染廃棄物) の減容・再生利用という事業に繋がっていきました。

汚染廃棄物は焼却処理された後、塩化剤と共に熔融する事によって、焼却灰に含まれる放射性セシウムを低沸点の塩化セシウム (CsCl) に化学変化させて高効率で気化分離し、熔融飛灰中に濃縮させます。塩化剤として無機塩化物 (塩化カルシウム (CaCl₂) な

ど)に加えて、廃塩ビ製品が併用されます。今回の検討会では、クボタ社内のラボおよびプラント検討の結果、更に2020年に福島県の大葉町エリアで開始した事業実績などについて情報を提供いただきました。なお、本技術は(公社)発明協会の2022年度全国発明表彰において発明賞を、また(一社)大阪発明協会の2020年度大阪優秀発明大賞、などを受賞しました。

●ラボ検討結果

廃塩ビ製品の塩化揮発効果はCaCl₂と同程度であることが判りました。廃塩ビ製品としては硬質塩ビ(パイプ、樹脂窓)、軟質塩ビ(タイルカーペット)、ラップ(塩化ビニリデン製)など、様々な製品を評価しましたが、製品間による塩化揮発効果に大きな差異は見られませんでした。

●表面溶融炉を用いたプラント検討結果

焼却灰(主灰)と煤塵(飛灰)を溶融させる際に、適宜、スラグ低融点化流動促進剤(※1)を混合して、表面溶融炉での流動性を保つ様に調整しました。廃塩ビ製品を用いた場合の塩化揮発率は97.4%であり、CaCl₂(同97.7%)と同等、ラボ検討と同様の結果が得られました。これら検討を通して、CaCl₂では見られない廃塩ビ製品特有の以下のメリットが得られる事が判りました(図3)。

(※1) バイオマス灰や土壌など、そのままでは溶融処理が困難なものの融点を下げる。

- ・CaCl₂の潮解性が主因で問題となる灰混合養生時の固着抑制
- ・溶融反応炉内での流動性を変えることなく塩素の添加が可能
- ・可燃部の燃焼で酸素分圧が下がる事による塩化揮発反応の促進
- ・可燃部の燃焼発熱による燃料使用量の削減

図3. 塩ビを用いるメリット

●事業実績

図4に灰処理施設の工程の概要を示します。受け入れられた汚染灰は破碎・選別され一旦貯留されます。そこで組成を調べて塩化剤の添加量を決定します。次いで表面溶融炉で1,300℃で溶融、塩化揮発処理されます。廃塩ビやCaCl₂はこの工程で添加されます。排ガスは冷却され、高濃度の放射性物質を含む飛灰として専用容器に充填して処分します。一方で、表面溶融炉の底から払い出した生成スラグは産業用資材として再利用されます。



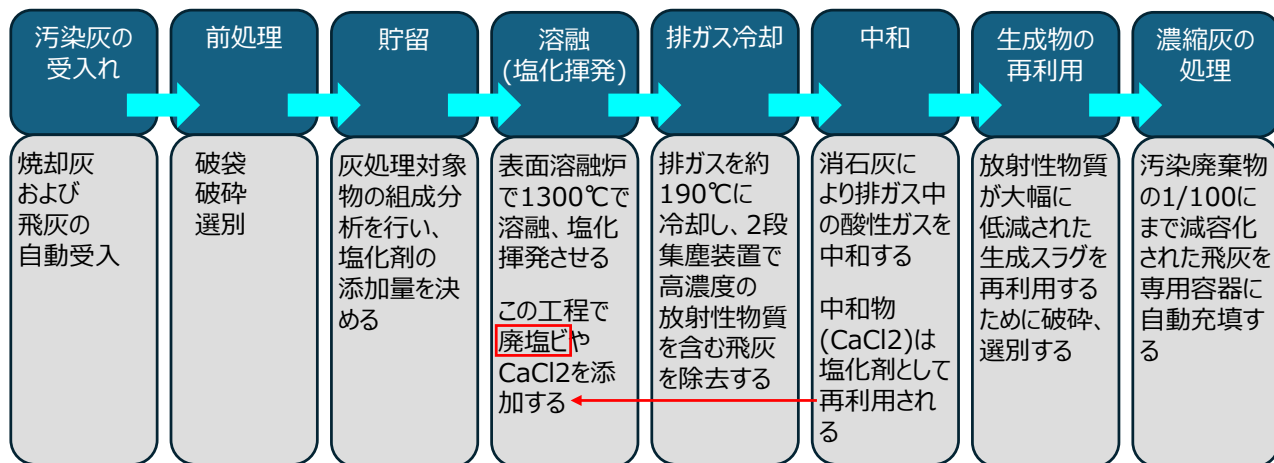


図 4. 灰処理施設の各工程の概略 (クボタご提供資料を参考にして VEC 作成)

2020年4月～2023年12月の処理実績を表1にまとめました。処理量は約104千トン、生成スラグ（約99千トン）は放射性セシウム濃度が大幅に低減されるので、コンクリート骨材、セメント材料、道路舗装材等の産業用資源として再利用されています。一方で、放射性セシウムが濃縮された塩化揮発飛灰（約6千トン）は管理型埋め立て処理されますが、汚染廃棄物に対して塩化揮発後の飛灰は約1/100にまで減容できました。104千トンの処理に対して、約3,800トン（3.7%）の廃塩ビ製品（パイプ、タイルカーペット、壁紙、電線被覆材、ラップ）を活用し、計約390千トンの汚染廃棄物に対して、現時点までで約190千トン进行处理しました。なお、塩化揮発後の余剰塩素は消石灰（水酸化カルシウム（Ca(OH)₂））で中和し、CaCl₂として再利用されている点で、塩素循環が成立しているといえます。

表 1. 事業実績

項目	2020年～2023年
受入（主灰、飛灰）	110,468トン
処理量	104,608トン
生成スラグ（再利用）	99,174トン
高濃度セシウム含有飛灰（管理型処分）	6,309トン
残渣率	5.7wt%

クボタご提供資料を参考にして VEC 作成

最後に、

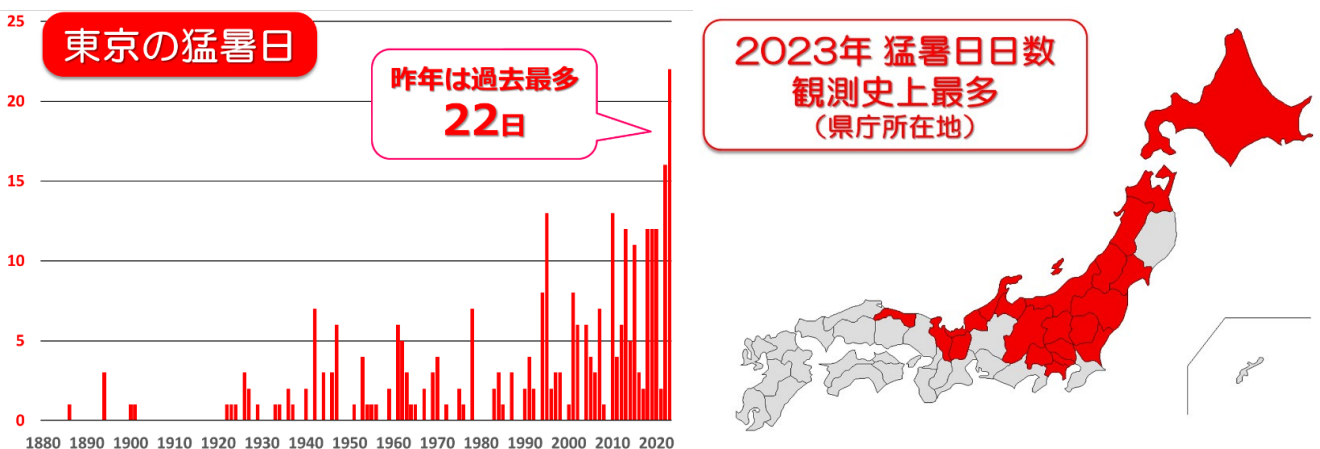
クボタの表面溶融炉は燃料式ですが、廃塩ビに限らず廃プラを燃料として利用することで化石燃料を減らすことも目標の一つとこのことです。都市ゴミの中から有用金属を回収するだけでなく、これまで廃棄物として捨てられていたプラスチックをゴミ処理のための燃料として活かすという、廃プラの燃料利用の開発を目指しているとのことです。クボタの資源循環技術には、これからも注目していきたいと思えます。

■ 随想

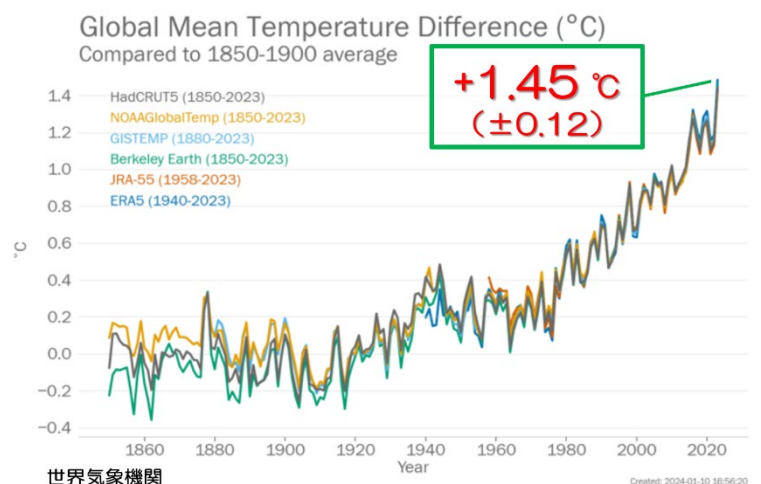
◇ 「熱中症特別警戒アラート」運用開始

気象予報士・防災士 水越 祐一

昨年、2023年の夏がとても暑かったことは、1年前になります皆さんご記憶と思います。昨年の東京の最高気温35℃以上の猛暑日日数は22日で、これまでの観測史上の最多記録を更新しました。猛暑日日数だけではなく、最高気温30℃以上の真夏日、最高気温25℃以上の夏日、最低気温25℃以上の熱帯夜、全て過去最多を記録しました。また猛暑日日数が観測史上最多を記録した都道府県（県庁所在地の観測）は21に及び、北日本・東日本を中心に広い範囲で記録的な暑さになりました。去年の夏は、暑い日が多かった、暑い期間が長かったことが特徴です。



2023年は世界平均気温も観測史上最高を記録しました。産業革命前（1850～1900年平均）に比べると1.45℃（±0.12℃）上昇したとみられ、「気温上昇を1.5℃までに抑える」という国際的な目標をすでに超えてしまっている恐れすらあります。去年の7月、グテーレス国連事務総長は「もはや地球温暖化の時代は終わり、地球沸騰化の時代が到来した」と気候変動が加速度的に進んでいることに警鐘を鳴らし、劇的かつ早急な気候変動対策の必要性を訴えました。



2023年の世界平均気温は観測史上最高

地球温暖化が進むと、日本でも極端に暑い日が多くなり、これまでになかったような熱波が起こる恐れもあります。その対策の一つとして今年から始まるのが「熱中症特別警戒アラート」です。これまでも熱中症の危険を呼び掛ける情報として、「熱中症警戒アラート」を気象庁・環境省合同で発表していました。「熱中症特別警戒アラート」は

熱中症警戒アラート	熱中症特別警戒アラート
都道府県内のいずれかの地点で 暑さ指数 (WBGT) 33	都道府県内の全ての地点で 暑さ指数 (WBGT) 35
健康に被害が生ずるおそれ 熱中症搬送者数が大量に発生	過去に例のない危険な暑さ 医療提供に支障が生じる
前日午後5時、当日午前5時発表	前日午後2時発表
運用期間 4月第4水曜日～10月第4水曜日 (今年は4月24日～)	

※暑さ指数 (WBGT) は四捨五入した値

その一段上の情報です。発表の基準になるのは、温度・湿度・日射などをもとに計算される暑さ指数です。「熱中症警戒アラート」は都道府県予報区内のどこかで暑さ指数が33に達すると予測される場合に発表されます。それに対し、「熱中症特別警戒アラート」は都道府県内のすべての地点で暑さ指数が35以上になると予想される場合に発表されます。

実は、これまで2012～2021年のデータでは「熱中症特別警戒アラート」の基準に達したケースは一度もありません。環境省は最も近かった例として、2020年8月11日に埼玉県の全ての地点で暑さ指数が34以上になった事例を挙げています。都道府県内すべての地点で暑さ指数35以上は過去に例のない暑さなのですが、今後はこれまでになかったような危険な暑さが起こる恐れがあり、危険な暑さに備える必要がある、というのがこの新しい情報のメッセージと言えます。

では「熱中症特別警戒アラート」が発表された場合、私たちはどうすればいいのか？法律では、市町村は公民会や図書館、ショッピングモールなど冷房設備のある施設を「クーリングシェルター」に指定して一般開放しなくてはならない、とされています。また、全ての人が熱中症予防行動を徹底すること、高齢者や乳幼児など熱中症にかかりやすい人には家族や周囲の人々による見守りを積極的に行うこと、運動・外出・イベントの中止や延期を検討すること、などが呼びかけられています。

国の熱中症対策実行計画では「2030年に熱中症による死亡者数を現状から半減すること」を目標としています。熱中症による死亡者の多くが高齢者です。自治体によっては、暑くなった日には一人暮らしの高齢者などを巡回し声かけを行うなど、体制を整備している所もあります。今後、このような具体的な対策を多くの地域で実施できるかが、カギになりそうです。

■ 関連リンク

- [メールマガジンバックナンバー](#)
- [メールマガジン登録](#)
- [メールマガジン解除](#)

※本メールマガジン上の文書・画像等の無断使用・転載を禁止します。



■東京都中央区新川 1-4-1

■TEL 03-3297-5601 ■FAX 03-3297-5783

■URL <https://www.vec.gr.jp> ■E-MAIL info@vec.gr.jp
