

塩ビリサイクルにおける欧州との連携の試み

2025年2月19日
塩ビ工業・環境協会

塩ビ工業・環境協会は事業目的の一つとして、塩化ビニルの再資源化に係わる諸問題の調査・研究並びに対策及びその推進、を挙げています。活動は国内のアカデミア、企業、塩ビ製品の業界団体などのステークホルダーとの協業が主体ですが、海外のリサイクル動向についても情報を収集しています。特に、欧州の塩ビ製品関連団体(樹脂、安定剤、可塑剤、加工製品)で構成される VinylPlus とは以前から交流を継続しています。近年では、塩ビケミカルリサイクルに関する欧州と日本国内の動向について情報交換を行いました(塩素循環検討会)。また、マテリアルリサイクル関連では、欧州で先行している樹脂窓リサイクルに関して、ドイツの施設見学やリサイクルシステムの運営および品質管理について情報提供をいただきました(樹脂窓リサイクル検討委員会)。

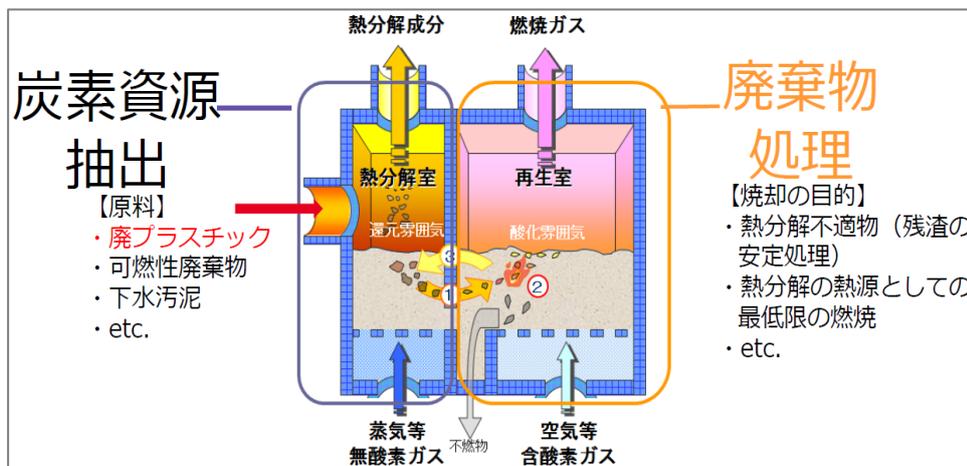
<塩ビケミカルリサイクル>

塩ビケミカルリサイクルは、使用後の塩ビ製品のうち、汚れが酷かったり、混入した異物が除去し難い等のため、マテリアルリサイクルに適さない廃塩ビを化学原料として再利用する取組みです。日本国内では 1990 年代後半から多くの検討がされました。たとえば、塩ビの燃焼時に発生する塩酸を用いて製鉄所内の鋼板酸洗処理工程での再利用や、塩化揮発法によって亜鉛や鉛等の重金属を回収するといった技術が開発されるなど、塩ビの塩素は再利用することができるものであることを示してきました。また、塩ビ中にある元素である炭化水素分は、製鉄所の高炉で鉄鉱石の還元剤(鉄鉱石に含まれる酸素を除去する)などに利用できることがわかっています。

一方、海外に目を向けてみると、ドイツの VinylPlus は、2011 年の発足時に持続可能性についての5つのコミットメントを公表しており、その一つに「塩ビリサイクルの推進と技術革新」があげられています。そして当時より現在に至るまでケミカルリサイクルについても様々なプロジェクトを実施してきています。

このような状況において、2022年11月に当協会も塩素循環検討会(委員長:東北大学大学院 吉岡敏明 教授)を立ち上げました。検討会の目的は、資源循環という環境の面および基幹物質である塩ビ樹脂の製造基盤を永続するべく、世界的にまだ確立されていない塩素循環システムを構築し、塩ビ樹脂のケミカルリサイクルの実現に資することです。この検討会のなかにおいて、2024年6月及び9月にケミカルリサイクルについての VinylPlus との情報交換会を実施いたしましたので、その概要をご紹介します。

今回の検討会における情報交換会で、VinylPlus からは、日本で社会実装されたプロセスに関する情報提供の要請がありました。しかしながら、残念ながら、残念なことに日本においては、過去に確立された技術が今日まで事業として継続されている事例はありません。そこで、今後、実



用化が期待されている開発技術である荏原環境プラント株式会社(EPP)の内部循環流動床ガス化システム(ICFG)を紹介しました(図1)。

図1. ICFG の概念図 (EPP 提供資料)

ICFG は塩ビの含有率が高い廃プラのガス化を可能にすると期待されています。図1の左側にある熱分解室の温度によって回収される物質が異なります。400～500℃では油分、600～700℃ではエチレンやプロピレンなどの化学原料ガスが回収されます。さらに、900℃～1000℃で合成ガスが得られます。(図2参照)、つまりこのシステムは、目的に応じた温度域で運転できることが特長です。現在は、油およびオレフィン(エチレンやプロピレン等)の収率の向上、品質状況の把握・向上、およびハンドリングの知見取得を目的とした実証実験が計画されています。

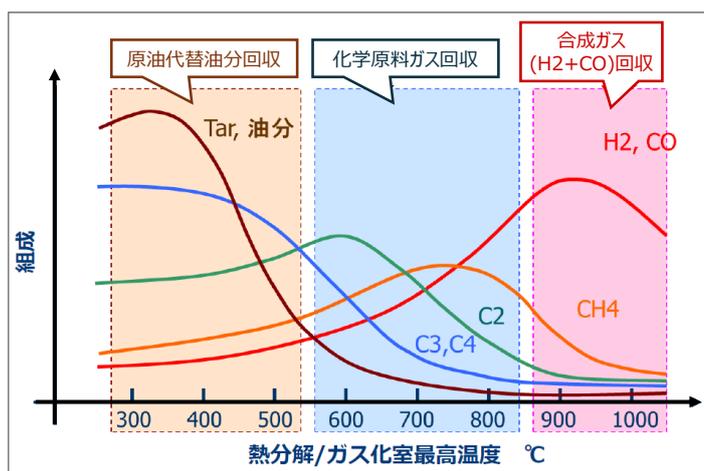


図2. ICFG ガス化温度と生成物組成の概念図 (EPP 提供資料)

日本からは、VinylPlus が毎年公表している Progress Report に掲載されているプロジェクトのうち、RecoSalt と RecoAcid について情報提供を要請し、最新の状況を紹介いただきました(図3)。

RecoSalt は鉄鋼業や火力発電など多くの産業で実績のある焼却排ガス処理システムを活用したプロジェクトです。焼却排ガスに含まれる塩化水素等の酸性ガスを重曹(NaHCO₃)ベースの吸着剤と反応させて塩化ナトリウム(NaCl)とし、後工程のアンモニアソーダ法によるプロセスで炭酸ナトリウムの工業的な生産に用いられ、塩素は塩化カルシウム(CaCl₂)として回収されます。

RecoAcid は焼却排ガス飛灰中に含まれる亜鉛や鉛などの重金属と塩化水素を反応させて金属塩化物とし、後工程の湿式精錬という方法によって高純度の重金属として、塩素はCaCl₂として回収することが可能になります。これによって焼却時に発生する飛灰の重金属が除去されて無毒化されます。RecoAcid も20年以上の実績がある排ガス処理設備を活用

したプロジェクトです。

RecoSalt および RecoAcid は共に、既に社会実装されたプロセス技術を用いて実際に稼働している排ガス処理設備を活用しています。塩素濃度調整のために廃棄 PVC を追加添加するわけですが、まだ実証実験の段階とのことです。日本でも関連する基礎技術がありますので、同様の試みが可能かどうか塩素循環検討会の中で議論・検討をしていきたいと考えております。

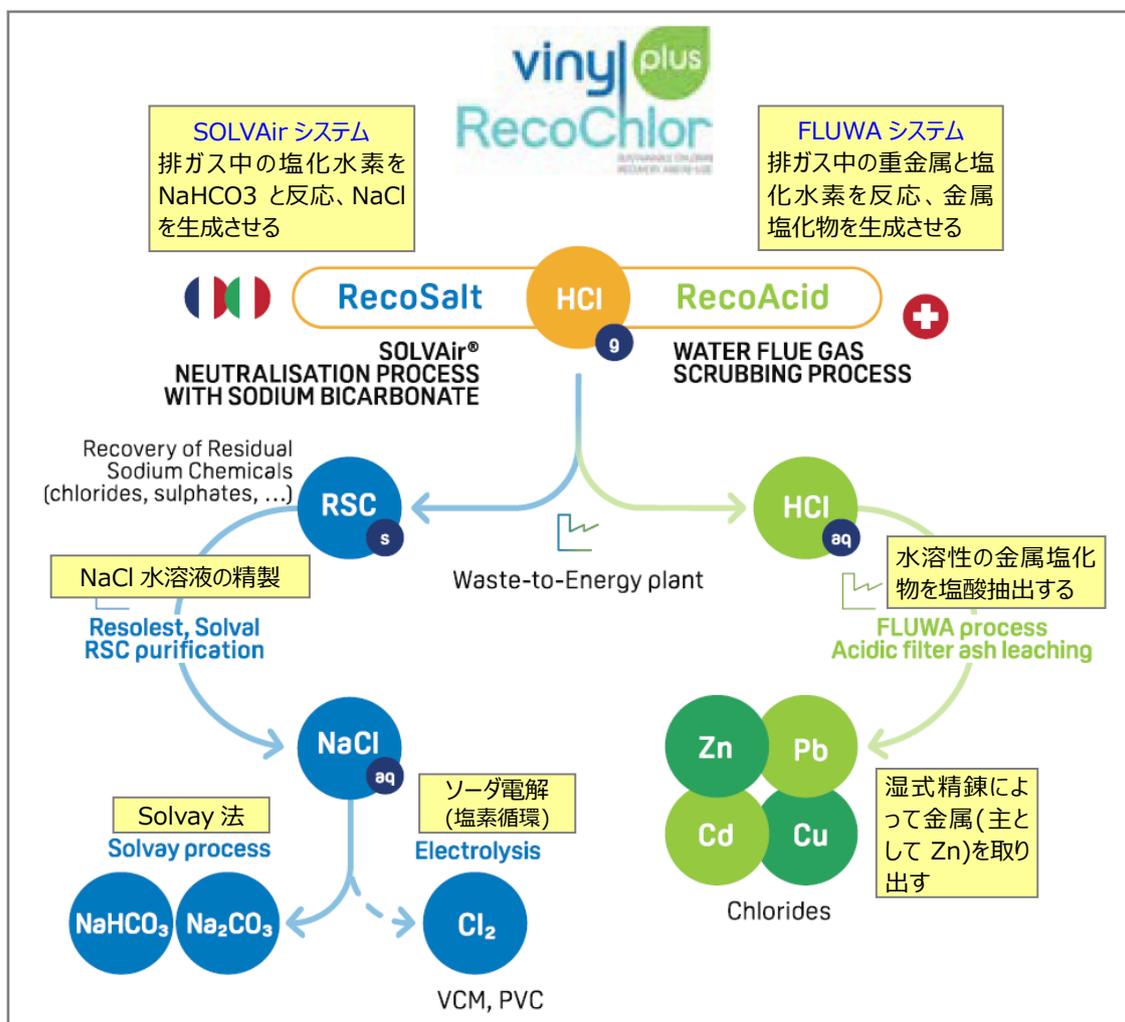


図 3. RecoSalt および RecoAcid の概念図
(VinylPlus Progress Report 2023 から引用し、VEC が日本語追記)

<塩ビマテリアルリサイクル>

日本では 2019 年に樹脂窓リサイクル検討委員会(委員長:東京大学大学院 清家剛 教授)を発足させて、調査・実証実験等を経て、2024 年 1 月に樹脂窓リサイクルビジョンを定めて 2030 年までに 10,000 トン/年の再生材活用を目指し、樹脂窓リサイクルの仕組み作りおよび社会実装に向けて本格的に議論を進めている状況です。一方でドイツでは、1993 年に VEKA 社により樹脂窓(工場端材)のリサイクル事業がスタートされ、2022 年で 44,000 トン以上の実績があります。そのようなドイツの先進的な事例を学び、国内における樹脂窓リサイクル活動における課題と対策を当事者で共有することを目的として現地調査(2023 年 10 月)を実施しておりますので、そこで得られた情報をご紹介します。

まず、ドイツの樹脂窓リサイクルにおける仕組みの概念図を図4に示します。全体の仕組みは Recovinyl および REWINDO という組織を中心に成り立っております。Recovinyl とは VinylPlus が 2003 年に設立した組織で、欧州 18 か国、リサイクラー等 150 社以上がネットワークを形成し、廃塩ビの収集、運搬、選別、リサイクルを推進しています。また、REWINDO は、窓フレーム成形メーカー(プロファイラー)、Vinyl Plus、バリューチェーンを構成する各事業者(押出成形機、ガラス、建具、リサイクル関連設備など)が出資して運営され、回収拠点の管理など、樹脂窓リサイクルシステムを推進しています。これら仕組みの下で効率的かつ経済的に自立したシステムが成立しています。

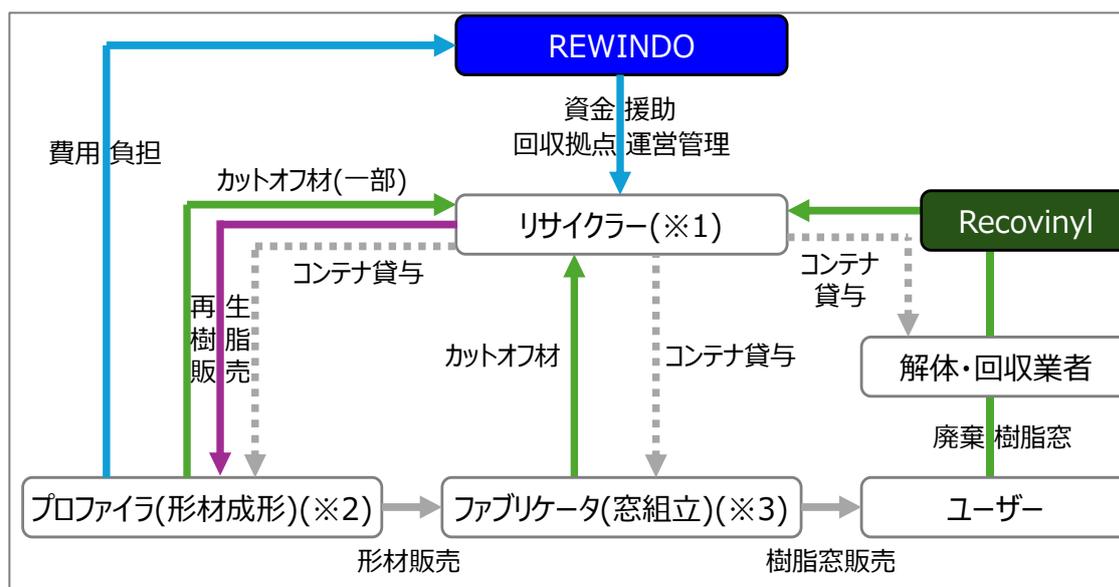


図 4. ドイツ樹脂窓リサイクル 仕組みの概念図 (ヒアリングから VEC 作成)
 (※1)VEKA-UT 他 10 社、(※2)REHAU 他 11 社、(※3)HELMUT=MEETH 他

日本では、窓メーカーにおいて型材成形と窓組立てが一貫されていますので、窓製造過程で発生するフレームのカットオフ材は工場端材としてリサイクルされます。一方でドイツでは、プロファイラーと窓組立て(ファブリケーター)は別の会社であり、ファブリケーターで発生するカットオフ材等は使用済み樹脂窓ではないですが、市中回収材としてリサイクルされます。

VEKA-UT 社(プロファイラの独大手 VEKA 社のリサイクルに特化したグループ会社)で取り扱う再生樹脂製品について、窓用(水平リサイクル)には、押出機のフィルターで異物を除去して高品質なペレット状で供給されます。一方で、例えば路盤材の様な用途であれば、カレット状のガラス小片が多少残っていてもそれ以上の処理は行わない、すなわち、需要家の用途次第で再生樹脂のランクを変え、ほぼ全てが製品化されるということです。また、生産性重視で人手をなるべくかけない、品質を過度に求めず、需要家が使いこなす、等という運営もリサイクルシステムが自立できている要因かもしれません。

日本の消費者は過剰なほどに品質にこだわる傾向がある、とよく言われます。同様に、ものづくりの現場において、需要家側が原料の品質範囲をある程度許容して使いこなす、というケースも少ないと思われれます。リサイクルを推進していくためには、そうした日本特有の文化を改める必要があるかも知れません。

以上