

第1回 水資源

工場排水対策・汚泥に係わる資源回収

エコビジネスネットワーク 安藤 眞・安達 剛

各国で飲料水はもちろん、農業用水や工業用水の不足が深刻化している。製造業を主要産業とする日本では、国内での工場用水の確保はもちろん、世界的な資源インフレの中、排水・廃液処理にあわせて、それらに含まれる有用資源の回収が重要なテーマになっている。近年、各社の排水・廃液の利活用は高度化し、それに伴う新しいビジネスが多様に開発されている。

排水の使い道で高度化進む生産現場の対策

世界中で水不足が深刻化する中、飲料水不足と同様に、工業用水の不足が顕在化している。日本では工場が発生した排水を回収し、中水として再利用する取り組みが70年代から始まり、業種平均の回収率は78～79%まで向上してきた。地下水の汲み上げを原因とする地盤沈下や、水質汚濁防止法などによる排水規制のほか、排水の再利用化が、その背景にある。

近年、製造業における水管理の手法や再利用技術の高度化は著しい。従来の法規制による水質管理に伴う排水処理、節水や処理水の循環利用に加え、それらの工程などで発生する排水・廃液などの有効活用など、ポジティブな取り組みが活発化している。

たとえば、家電や半導体メーカー各社は、洗浄工程で大量の純水を必要とするため、排水の回収率を高めて再利用する技術を独自開発している(図表1参照)。その中で、製造工程

図表1・代表的な各業種工場の排水利活用の取り組み

業種	企業	取り組み内容
O A 機器・ 電子部 品	キヤノン	レンズ加工の各工程で使用する研磨用の水を、従来の凝集剤や粉末活性炭による処理ではなく、有機膜法のろ過装置を用いて連続処理・再利用するクローズドシステムを導入し、膜の逆洗や薬品洗浄も不要とした(宇都宮工場)
	京セラ	メッキ工程ラインのシアン排水をイオン交換樹脂や逆浸透膜装置などで処理し、製造工程で再利用(上海京セラ電子有限公司)、工程から発生するフッ硝酸廃液を、これまで産廃として外部処理委託していたが、フッ硝酸廃液処理設備を導入して処理コスト削減(鹿児島川内工場)
	セイコーエプソン	半導体製造時のシリコン酸化膜エッチング(除去)工程で使用するフッ酸廃液から、高純度の蛍石(フッ化カルシウム)を生成。純度98%の蛍石への再生を06年に実用化。
部 車 自 動	デンソー	工場排水の落差を利用した小型水力発電装置(4kW)を設置し、昼間は工場内のリサイクルセンターの照明、夜間は従業員用通勤路や駐車場の照明に活用(西尾製作所)
ミ ツ セ ラ ク	日本ガイシ	ベリリウム銅展伸材の連続酸洗工程で発生した廃液をパッチ酸洗工程で再利用し、すべての廃液の再資源化を実施。また水洗工程の液切りの改善などにより、洗浄液投入量と酸液の劣化を抑制。酸液使用量の削減と廃液の発生抑制を達成した(知多事業所)

に使われる水を 100%リサイクルする工場として、一躍名を馳せたのがシャープの亀山工場だ。液晶パネルの製造工程においてマザーガラスの洗浄のために、第 1 工場で使用する日量最大 1 万 5300 トン、さらに 06 年 8 月に稼動開始した第 2 工場で使用する同 1 万 3000 トンの排水をすべて回収・再利用できるシステムが導入されている。設計及び管理は栗田工業が手掛けている。

大規模ビルや公共施設などで導入が進む雨水利用も、工業用水の不足を補充する上で大きな役割を果たす。本田技研工業の熊本工場は用水の 97%を循環利用しているが、今後は雨水利用の割合をより高める方針だ。雨水は地下水に比べてミネラル分が少ない点で同社工場の用水に適しており、繰り返し再利用してもミネラル分が濃縮されにくいメリットがあるという。

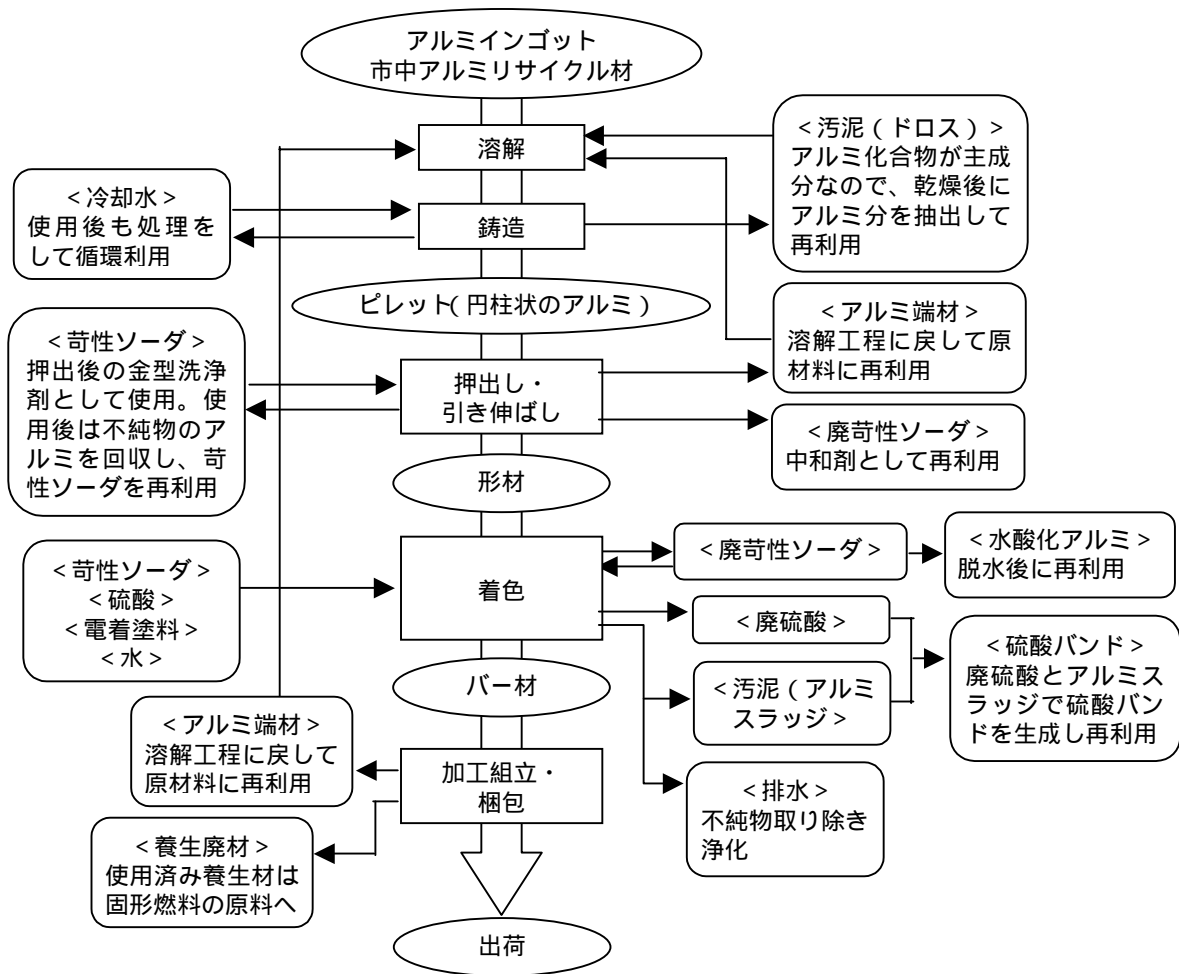
#### 排水処理・廃液活用の徹底化～トステムの例

排水処理や水質浄化の対策の一環として、近年では排水・廃液に含まれる有用資源の回収を念頭においた取り組みが盛んだ。とくに廃液については、最終処分場の逼迫による処分費用のアップ、資源インフレによる原材料のコストアップなどを考えると、従来の単に廃液を脱水・固化して最終処分場で廃棄するという方法は理にかなわないからだ。

そうした中、一部の工場では排水・廃液から有用資源の回収が始まっているが、アルミサッシの製造各工程段階で使用した化学薬品類を生産ラインに戻すなど、徹底した資源回収と活用を図っているトステムの例は刮目に値する（3 ページ図表 2 参照）。とくに廃苛性ソーダ回収ラインは画期的だ。たとえば、表面処理に使ったミスト状の苛性ソーダは、集塵装置で回収され、これまでは汚泥として処理されていた。同社下妻工場は、集めた汚泥を細かく粉砕して苛性液で溶解後、再び表面処理剤として利用している。循環冷却水を利用して水車を粉砕装置の動力源としている。同工場で発生する苛性汚泥数十トンをすべて再利用できるようにした。

また、これまで外部へ処理委託していた金型洗浄後の廃苛性ソーダを、アルミン酸ソーダとしてゼオライトに必要な原料にするため、アルミ以外の不純物を除去する技術を確立。05 年度に同社の前橋工場に設備を導入し、ゼオライトメーカーに廃苛性ソーダを売却している。有用資源の回収の発想は、生産コスト削減から一歩進み、いかに収益の一部に取り込むかという考え方へと進行している。

図表 2・トステムのアルミサッシ製造工程の廃棄物・排水・廃液の再利用



(トステムホームページをもとにエコビジネスネットワーク作成)

### フッ素を取り巻く排水対策事業の新展開

近年、電気・電子産業の振興に伴い、デバイスや半導体製造工程でのフッ素の需要が増大。フッ素は、半導体や液晶パネルの表面処理工程で、フッ酸（蛍石（CaF<sub>2</sub>）と濃硫酸を混合・加熱して生成）が、シリコンウエハの洗浄液やシリコン酸化膜のエッチング（食刻）剤として、年間約1万トンも使われている。また、リチウムイオン電池などで使用されるイオン性液体にも、フッ素化合物は欠かせない。

そうした中、使用済みのフッ素を回収するケースが多くなっているその理由は二つある。ひとつは、フッ素の原料である蛍石は限りある資源であり、価格が右肩上がりになってきているためだ。ましてや100%海外依存している日本では、使用済みフッ素もリッチな資源であり、回収・再利用は必須条件である。もうひとつは排水規制の強化による環境側面から、フッ素を回収せざるを得ないからだ。

したがって、この5、6年、さまざまな高度なフッ素回収技術・事業が開発されている。フッ素を含む污水や廃液の処理方法は従来、消石灰を反応層に注入して生成されるフッ化カルシウムを高分子凝集剤で粗大化し、沈殿槽で固液分離する凝集沈殿処理法が多く用いられてきた。しかし、これではフッ素の低濃度処理が不可能で、沈殿槽の後工程に二段式の凝集沈殿装置や樹脂吸着装置などの設置が必要で、費用もかかる。

フッ素を回収できる新たな処理として注目を集めているのが、化学反応や加熱によってフッ素を結晶化・析出することで除去する晶析法だ。日立プラントは、2004年4月に愛知製鋼から受注したのを皮切りに、晶析法を用いた高度処理装置の導入提案を本格展開している。晶析剤は下関三井化学が2003年に開発した「ノボロック」を使用し、晶析法の使用済み晶析剤のリサイクルも可能となる。下関三井化学自身も、2002年からフッ酸やリン酸などを含む難回収廃棄物の回収・リサイクル事業を実施している。

松下環境空調エンジニアリング(大阪府吹田市)は、凝集沈殿法と晶析法を組み合わせた

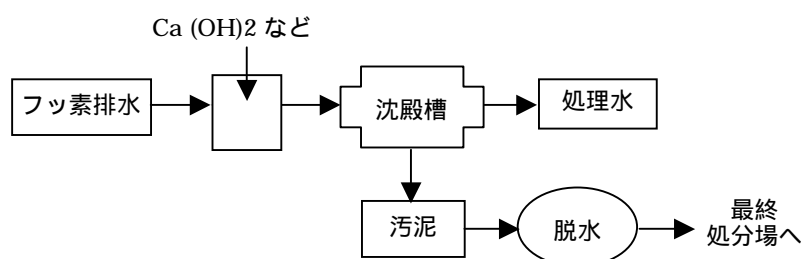
フッ素排水処理システムを開発。フッ化カルシウムだけでなく、リン化合物も回収できる高度処理が特徴だ(図表3参照)。設備費は1億5000万~2億円で、すでに大手太陽電池メーカーに導入されている。

アルミサッ

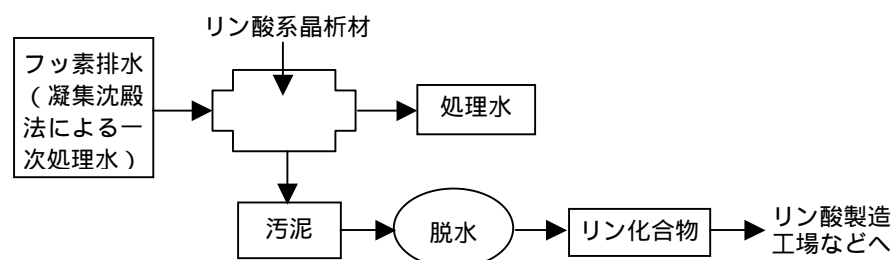
シ表面加工にフッ素使用しているトステムの大生郷工場は、フッ素廃液を含む汚泥の60%を加熱分解し、ガス化したフッ素を回収・再使用することで、フッ素使用量を30%削減した。さらに残りの40%は、フラックス剤(溶接の融剤)原料として同社に供給している化学品メーカーへ有価で売却。メーカーは残渣を原料にフラックス剤を生成し、再びトステムに納入することで、発生廃液を完全に自社の原材料に還元するスキームを05年から稼働している。当初は、廃液含有汚泥をアルカリ溶液と反応させ、アルミ精錬原料を生成するなど数種類の方法が試されたが、自社内で使用するメリットが低いために採用されなかったという。

図表3・凝集沈殿法と晶析法

【凝集沈殿法】



【晶析法(リン化合物析出の場合)】



トシステムの廃苛性ソーダ回収や、松下環境空調エンジや日立プラントのフッ素回収にしても、当初はグループ企業内の環境対策の一環だったが、そこで培った技術やノウハウを他の事業所へ外販する新規事業を立ち上げることも可能になっている。

#### より有効なサービスの提案で水処理市場拓く

一方、排水・廃液処理から有用資源を回収する事業が拡大するにつれ、各装置・プラントメーカーは新規市場として参入するケースが増えている。参入各社はさまざまなビジネスモデルを開発中だ。単に装置・プラント導入するだけでなく、多様なサービスの提案を行なっている。

オルガノは自社の取引先の工場などに対して、水処理に関する業務を一貫して手掛ける受託事業を開始した。取引先の工場に専門員を派遣して水処理設備の運転管理を行ない、設備の総合的なメンテナンスだけでなく、取引先が必要な処理水を供給する水の売買まで、広範囲にわたってフォローする事業だ。設備の包括メンテナンスの場合は5年程度の契約で、設備の保守・点検などを一括委託する。電子産業や製薬など各業界向けに事業提案活動を実施し、数年後の売上高を50億円規模まで成長させる方針だ。

また栗田工業は、ビルの空調設備で発生する排水を再利用するシステムを用いた、節水の新たなビジネスモデルを開発した。すでに同社やオルガノなどの水処理大手企業では、工場排水処理、運転管理、メンテナンスのほかに、これまで培ってきたコア・コンピタンス（事業の核）を応用して、新分野への進出を果たしている。たとえば大規模ビルでは、空調設備の冷却棟で上水を多量に使用し、排水は下水として処理するため、上下水のコストが負担となっている。栗田工業は、大規模ビルの節水に対するニーズへの提案として、既存の半導体工場などの超純水化のひとつとして使う逆浸透膜（RO膜）を応用し、冷却棟からの排水を再利用する「ブロー水回収システム」を開発。ユーザーは初期費用負担なしで設置でき、処理した回収水の料金のみ支払う仕組みだ。同社は10年程度で施設設置費用を回収できるという。年間1億～2億円の売上を見込む。

水処理装置・プラントの設置後に、さまざまなサービスを提供し、売上を計上するというグリーン・サービサイジングや、節水目標達成度に応じた報酬を受け取るESCO的な発想のサービス提供など、さまざまな装置・プラントメーカーにとって、水処理市場には新たなビジネスチャンスが広がるだろう。