

排水クローズドによる水資源循環型システムの構築

大分キャノンマテリアル株式会社

1. はじめに

〈企業理念「共生」〉

キャノングループは、企業理念である「共生」のもと、文化、習慣、言語、民族などの違いを問わず、すべての人類が末永く共に生き、共に働き、幸せに暮らしていただける社会をめざしています。真のグローバル企業には、顧客、地域社会に対してはもちろん、国や地域、地球や自然に対してもよい関係をつくり、社会的な責任を全うすることが求められます。キャノングループは、「世界の繁栄と人類の幸福のために貢献していくこと」をめざし、共生の実現に向けて努力を続けていきます。

〈大分キャノンマテリアル株式会社〉

大分キャノンマテリアル株式会社は、キャノングループの生産拠点として1998年に大分県杵築市で創立し、2007年に大分市で大分事業所が操業を開始しています。

杵築事業所では、レーザープリンターの心臓部である「トナーカートリッジ」、大分事業所では、トナーカートリッジに加え、写真と印字の品質を極めたインクジェットプリンターの「インクカートリッジ」、軽快なオフィスワークを実現する複写機・複合機用の「トナーボトル」および主要部品を製造しています。

キャノングループの企業理念である「共生」のもと、自然環境の保護や地域との調和を目指す中で、製造業における環境への負荷低減を一つの義務と捉えています。

杵築事業所においては、豊かな自然に囲まれた別府湾を一望できる高台に立地しています。別府湾では、一村一品に選ばれている特産物である城下かれい（カレイ）や、豊後別府湾ちりめん（カタクチイワシ）が生息しており、また、関さば・関あじで知られる佐賀関に面していることもあり、サバ、アジも漁獲されます。このような資源豊かな別府湾における省資源および水質を守るための取り組みの一つとして、操業当初より排水クローズドシステムを導入しています。

また、近隣の小学生を対象にした環境出前授業や工場見学、海や河川を対象にした清掃活動を通して地域の方々との交流を深め、一緒に水資源のありがたさや大切さについて考えています。



写真1 テラスから望む別府湾



写真2 敷地内に造成したカニの森

2. 排水完全クローズドシステム

〈概要〉

大分キャノンマテリアル株式会社 杵築事業所は、キャノングループで唯一の排水完全クローズドシステムを導入している事業所です。

一般的には、工場で発生した排水（産業排水）は、処理した後、下水道あるいは公共用水域等といった外部へ放流することになりますが、これらの水をすべて工場内で処理し、すべて再利用することを排水クローズド

システムと呼びます。クローズドシステムを導入したことで、排水による水域の汚染防止に貢献しています。また、全量再利用することで新たに使用する水（杵築市からの補給水）を減らすことができ、水の省資源にも繋がっています。

工場で発生する排水においては、生産で使用された排水だけではなく、飲料、厨房、トイレの洗浄水等の生活排水も含まれています。この生活排水については敷地内に設置している浄化槽にて処理した後、全量再利用するために再度クローズドシステムにて処理しています。その為、敷地内に降り込んだ雨水以外の排水は、一滴も外部へ放流することなく、工場内のすべての排水を全量再利用していることから、排水完全クローズドシステムと呼ばれる所以になっています。

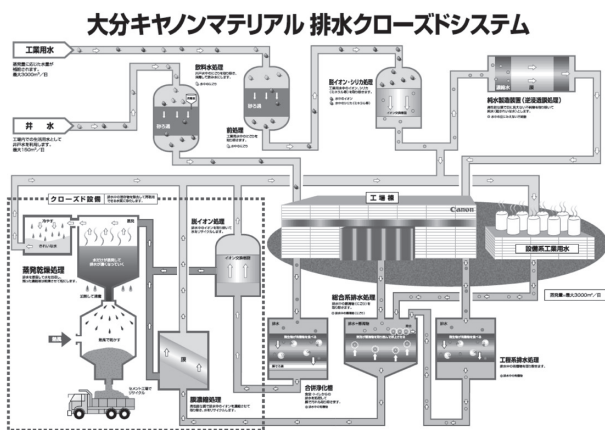


図1 排水処理設備簡易フロー



写真3 排水処理設備

〈活動概要〉

排水を再利用する仕組みとして、排水中から綺麗な水を回収する方法と、綺麗な水に造り替える手法があります。

これらの手法をまとめてクローズド処理と呼んでいます。

- ・ 逆浸透による透過水の回収
- ・ 減圧蒸発濃縮による凝縮水の回収

- ・ イオン交換により排水を精製

上記、三つの手法をもって排水完全クローズドシステムは成り立っています。

〈逆浸透による透過水の回収〉

逆浸透の原理は、海水から飲料水をつくるために発展した技術です。逆浸透膜 (Reverse Osmosis膜: 以下、RO膜) を使用することで、水中の粒子類や溶け込んでいる有機物、イオン類を除去します。現在は、純水の造水用としてRO膜が普及していますが、弊社では回収用として使用することで排水再利用を実現しています。

浸透と逆浸透の原理を図を用いて説明します。水分子以外の有機物やイオン類が通り抜けることが出来ない膜 (半透膜) で仕切られた二つの部屋に、濃い食塩水と薄い食塩水を入れたときに、二つの部屋の食塩濃度を同じにする力が働き、薄い食塩水の部屋から濃い食塩水の部屋に向かい水が移動します。この原理を浸透と呼びます。

その際、濃い食塩水の部屋の水位が、薄い食塩水の部屋の水位よりも高くなります。この水位の差を与える力を浸透圧と呼びます (図2参照)

次に、逆浸透についてです。言葉の通り、浸透の原理とは逆に、濃い食塩水の部屋に人為的に力を加えた際に、浸透圧よりも大きな圧力を加えることで薄い食塩水の部屋に水が移動します。この現象が逆浸透です (図3参照)

この逆浸透の原理を利用し、RO膜に供給された水の浸透圧よりも大きな圧力をかけることで、水以外の成分が除去された水 (以下、透過水) を得ることができます。当社では、この透過水を全量再利用しています。

一方、水成分が取り除かれたことで濃度が高くなった水 (以下、濃縮水) が残ることになりますが、この濃縮水中からさらに再利用できる綺麗な水を回収します。

浸透の原理

濃度差がなくなるように、
薄・食塩水 → 濃・食塩水へ水成分が移動

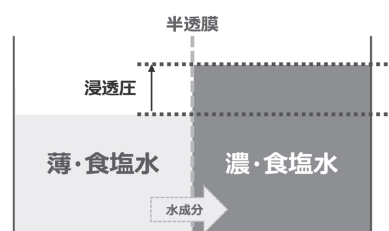


図2 浸透の原理

逆浸透の原理

濃・食塩水に浸透圧以上の圧力を加えると、水成分だけが薄・食塩水に移動する

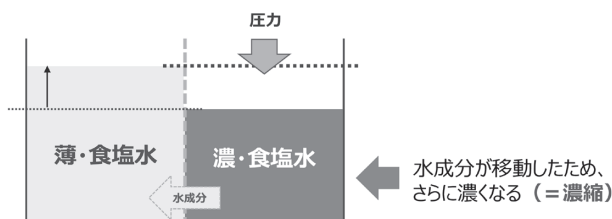


図3 逆浸透の原理

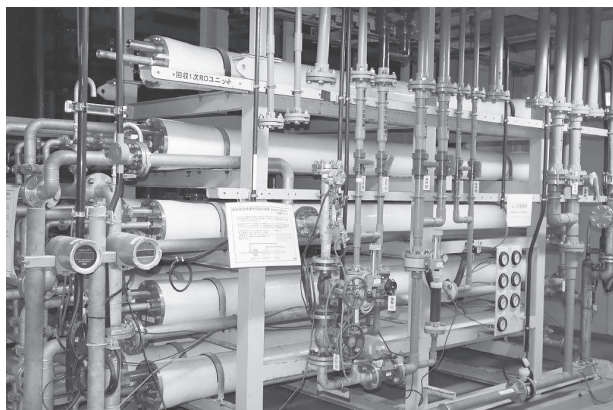


写真4 回収ROユニット

〈減圧蒸発濃縮による凝縮水の回収〉

前述の逆浸透膜による透過水の回収により発生した濃縮水中から、更に再利用できる綺麗な水を回収するために蒸発濃縮装置を導入しています。

蒸発濃縮とは、濃縮水中の水分を沸騰蒸発し気化させることで、さらに濃度の高い濃縮水を得る手法です。この手法を利用し、蒸発濃縮により気化した水分を冷却し、再び液化させることで凝縮水を得ることができます。この凝縮水を全量再利用しています(図4参照)

蒸発濃縮装置の特徴として「気圧が低いと液体の沸点が下がる」という原理を利用し、装置内を真空(減圧)状態にさせ、水の沸点を80℃程度まで下げることで蒸発効率を上げています。また、水分が抜けた濃縮水は減容化されることで、廃棄物量の削減にも貢献しています。

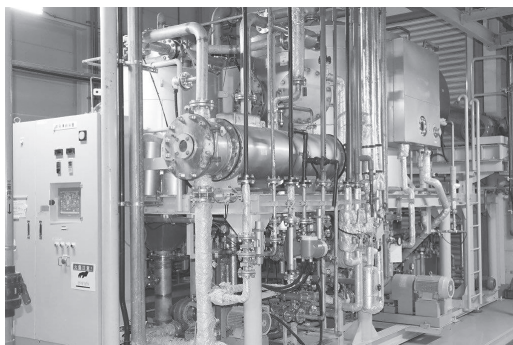


写真5 減圧蒸発濃縮装置

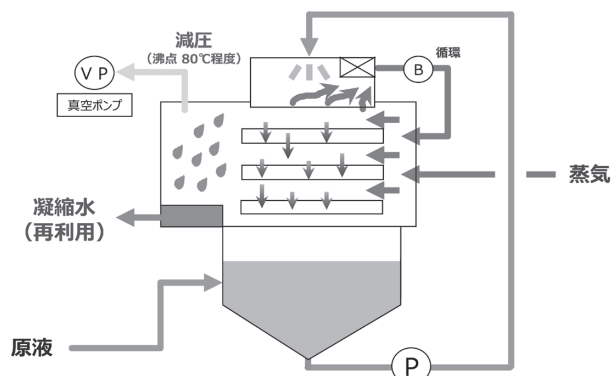


図4 減圧蒸発濃縮の原理

〈イオン交換により排水を精製〉

飲料、厨房、トイレの洗浄水等の生活排水は、一般的に浄化槽設備によるBOD(※1)、COD(※2)、窒素、りん等の除去を経て放流することになりますが、

大分キヤノンマテリアル杵築事業所では、全量再利用するために綺麗な水へと処理を行います。その手法がイオン交換による精製です。

処理水中には、高濃度の陽イオンと陰イオンが含まれているので、陽イオン交換樹脂および陰イオン交換樹脂によるイオン交換を組み合わせることで綺麗な水を精製することができます。

イオン交換は、イオン交換樹脂という0.2mm～1.0mmの大きさの球状のプラスチックにて行われます。このイオン交換樹脂には、イオン交換基と呼ばれるイオンの交換を行うための場所があり、このイオン交換基によって、陽イオンを除去するための陽イオン交換樹脂と、陰イオンを除去する陰イオン交換樹脂の二つに分けられます。

陽イオン交換樹脂には、スルホン基が導入されています。スルホン基は、陽イオン(例:ナトリウムイオン Na^+)が接近してくると、スルホン基の持つ水素イオンを放出して、ナトリウムイオンと結合します。一方、陰イオン交換樹脂にはアミノ基が導入されており、陰イオン(例:塩化物イオン Cl^-)が接近してくると、アミノ基の持つ水酸化物イオンを放出して、塩化物イオンと結合します。

これらの二つの性質を組み合わせ、食塩水(NaCl)を陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂に接触させることで、ナトリウムイオンと塩化物イオンがイオン交換樹脂の中に閉じ込められます。それらに変わってイオン交換樹脂から出てきた水素イオンと水酸化物イオンが反応して水になります。

この原理を利用することで、イオン成分が除去され、

水を精製することが出来ます(図5参照)

※1:BOD (biochemical oxygen demand) :生物化学的酸素要求量 水などに含まれる被酸化性物質(主として有機物)を、酸化剤を用いて一定の条件のもとで酸化するときに消費される酸化剤の量を、酸素の量に換算したもの

※2:COD (Chemical Oxygen Demand) :化学的酸素要求量 採水した水を密閉したガラス瓶に入れ、20℃で5日間暗所で培養したときに、水中の有機物が好気性微生物により分解される過程で消費される水中の酸素量(溶存酸素量)

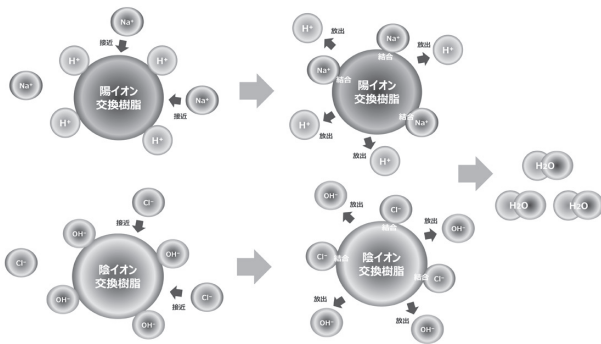


図5 イオン交換の原理

〈保全〉

クローズド処理は、排水処理において最終工程となります。そのため、処理能力の低下が排水処理全体の停滞に繋がります。また、排水に関しては、年間を通して絶えることなく発生するため、排水処理自体も停止することはありません。そのため、安定した稼働を継続させる必要があります、三現主義(現場・現物・現実)の積み重ねから、小さな変化に気づくことが重要になります。

その中で、当社では、下記項目に対して、社員による内製に取り組んでいます。

- ①排水処理設備のオペレーション
- ②日常点検による傾向観察
- ③計測器類の点検・校正
- ④RO膜等の消耗品類の交換

上記項目は、安定稼働を継続させる上で、基本であるとともに最も重要な実務です。

今後も、日々の実務を通して三現に触れることで、安定稼働の継続と知識の向上や技術の習得に努めていきます。

3. 環境出前授業・工場見学

当社では、社会貢献活動の一環で、2003年以降、大分市、別府市、杵築市の小学生を対象にした環境出前授業を実施しています。これまで、延べ34校、約1,700人の生徒を対象に、水資源や地球温暖化、廃棄物の分別をテーマに授業を行ってきました。特に水資源に関する授業においては、排水処理施設の中でも特殊とされる排水完全クローズドシステムを活用した座学と実験を組み合わせた内容になっており、水の循環や汚染の原因、水資源を守る取り組み(身近で出来ることは何か)について伝えています。

また、実験では、排水処理の一つの手法である凝集沈殿の仕組み(水中の不純物をフロック化し沈殿させることで綺麗な水と分離させる方法)について、実験器具や薬品を用いて実際に体験してもらうことで、より分かりやすく伝えています。工場見学では、排水完全クローズドシステムを案内する中で、汚れた水が最終的に全量再利用できるまで綺麗になる工程(変化)を身近で感じてもらうことで、水資源に対する意識の向上を図っています。



写真6 環境出前授業の様子1

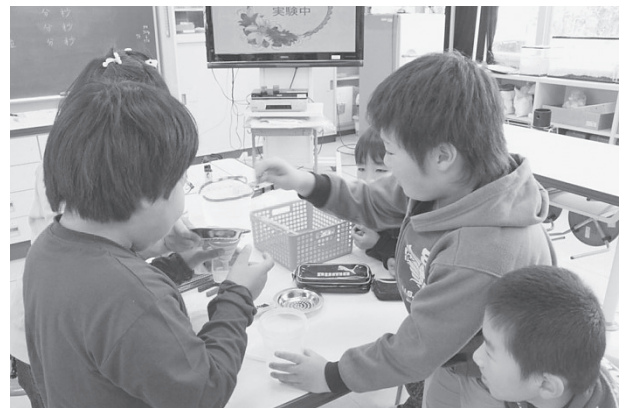


写真7 環境出前授業の様子2



写真8 工場見学の様子1



写真9 工場見学の様子2



写真10 お礼の手紙（杵築市立 八坂小学校）

4. 清掃活動

当社では、創業当初から地域との共生を目的に毎年社員ボランティアによる清掃活動を継続して実施しています。隣接する海岸や河川の他に、近隣の山や街中の清掃にも取り組んでいます。また大分県や杵築市が主催する清掃活動にも積極的に参加することで、地域の環境保全への貢献並びに地域住民の方々との交流

の場にもなっています。新型コロナウイルスにより、清掃活動の中止を余儀なくされている状況にありますが、集合イベントからリモートでも参加できる活動等を立案して、工夫しながら清掃活動を継続しています。



写真11 清掃活動の様子1



写真12 清掃活動の様子2

5. 今後の活動計画

排水完全クローズドシステムによる工場排水の全量再利用の継続はもちろんのこと、今後においては使用する水自体を減らす取り組み（リデュース）に注力していきます。工場見学、環境出前授業に関しては、従来のテーマ、活動内容を継続するとともに、世界共通の目標であるSDGsをテーマに取り入れることで、身近な問題だけではなく世界の問題にも目を向け、より明るい未来を想像できる発想豊かな感性を育ててもらえるよう今後も積極的に取り組んでいきます。

大分キヤノンマテリアル株式会社