

廃棄物問題を考える



講師：神鋼パンテック(株)
廃棄物水環境室
室長 牛越 健一
技術士（水道部門）

はじめに

廃棄物水環境室の牛越です。よろしくお願ひします。本日は「廃棄物問題を考える」と題して、廃棄物問題の概要、わが国におけるリサイクルの現状、廃棄物の焼却とダイオキシンの発生、最終処分場の状況、膜分離技術と浸出水処理、まとめという6つの切り口でお話ししたいと思います。

廃棄物問題というのはここ数年大きな社会問題として取り上げられています。少し古いですが95年から97年にかけての3年間の新聞記事で環境関連のキーワードを検索してみると、「産業廃棄物」が1049件、「リサイクル」が1012件、「回収」が874件、「処分場」が552件、そして「ダイオキシン」が358件とたいへん多く探すことができます。日々の生活の中で「廃棄物」という言葉を聞いたり目にしない日はないといえるほど関心の高いテーマであることがおわかり頂けるとと思います。とくにここ最近、産業の発展に付随して発生してきた水質汚濁や大気汚染といういわゆる一般的な「公害」という側面だけではなく、一般市民の生活が直接かわる「ごみ」に関する問題、つまり焼却や最終処分場を含めた廃棄物問題がクローズアップされています。

こうした問題についてわが国の産業発展の状況と当社の事業内容の推移も含めて考察してみ

ることにしましょう。

当社はみなさんがご存じの通り、株式会社神戸製鋼所の珐瑯部と世界的なグラスライニングメーカーであった米国ファウドラ社との提携のもと、1954年に設立されました。私が入社した1966年当時は、まさに日本の高度成長期がスタートした頃であり、人々の生活向上を目的に化学工業製品が爆発的に生産されそれが貪欲に消費されていました。こうした化学工業製品の需要拡大に伴い、石油化学メーカー各社は積極的に設備投資を行い生産設備を拡張していました。このような背景のもと、当社では化学工業製品の生産には欠かすことのできない反応機を主として生産する化工機事業部において、まさに「作ってはどんどん売れる」という時代でした。

こうした高度成長時代の中では、環境問題に対する関心が持たれ始めたものの、現在のように大きく取り上げられることはなく、生産設備に付随する「公害防止装置」としての排水処理設備や排ガス処理設備として扱われていたといえます。

当社が「水処理」の分野に参入したのは1959年ですが、高度成長期に突入した中で、生産や消費に欠かすことができない「水」を安定的にかつ大量に供給することが国民の生活と産業活動の拡大に欠かせないニーズとしてあったのです。

当社の環境ビジネスもこうした需要に後押しされ、上水道・工業用水の需要に対する水処理

設備と生産ラインにおける排水による公害防止という観点からの排水処理から始まったといえます。その後都市部への人口集中に伴う衛生面の向上に向けた下水道のインフラ整備へと事業が展開してきました。

しかし高度成長を突き進めてきた結果、水質汚濁や大気汚染に代表されるの公害の問題がクローズアップされるようになりました。人々は、生産を追い求めるだけでは、せっかく豊かになった自分達の生活が維持できないことによりやく気が付きはじめたのです。こうした中、水質汚濁防止や大気汚染防止への法規制などが施行されてきました。

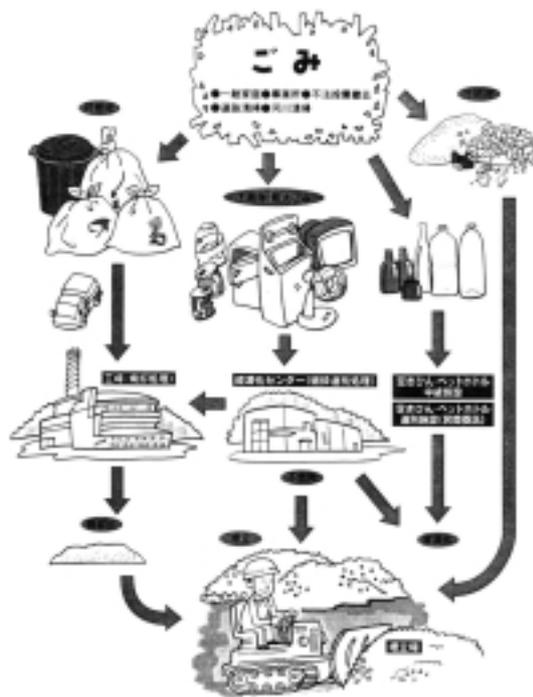
また産業が発達するにしたがい、これまでのように単に汚れた水や空気をきれいにするというだけではなく、半導体事業などに向けたこれまで以上に純度の高い超純水製造設備やクリーンルームへの対応、また「美味しい水」を求めるといった世間のニーズに対応するための高度浄水処理などの技術が注目されてきました。

このような背景のもと当社の事業構造も、日本の急速な工業化と高度成長が終わりを迎えることにしがつて「化工機」を中心とした生産設備投資に軸足を置いたビジネスから「環境ビジネス」へと大きくシフトしてきました。そして現在では、PCB処理技術や汚泥の減量化技術などに代表されるように、従来型の水処理事業だけではなく廃棄物処理事業・リサイクル事業に事業展開を行い、循環型社会への対応に取り組んでいるところです。

こうした背景からわが国の状況を見ると、まずは高度成長期における生産設備への投資、次に公害問題の対応への投資、そして環境浄化あるいは地球環境問題の対応への投資と変化していることが分かります。たとえば国内外の大手自動車メーカーは排ガスの発生しない新しい燃料による自動車の開発に取り組んでおり、さまざまな製造工場はごみを排出しないゼロエミッションの取り組みを展開していることが、その例と言えるでしょう。

廃棄物問題の概要

それでは「廃棄物」いわゆる「ごみ」について、いったいどのような問題があるのでしょうか。「ごみ」は一般に、可燃物（生ごみ、紙など）、不燃物（残土、コンクリート片など）、リサイクル品（空き瓶、空き缶など）、粗大ごみ（家電製品など）に分類されます。可燃物は焼却処理を行った後に焼却灰として埋め立てられます。不燃物は直接埋め立てられ、リサイクル品は分別・洗浄後に再利用あるいは原料として再利用されます。粗大ごみは資源化センターなどで分別され一部は再利用、一部は焼却、そして残りは埋め立てられることとなります。



ごみの流れ

また、「廃棄物」は、家庭から出される一般廃棄物と事業所から出される産業廃棄物に大きく分類されます。主としてみなさんの家庭から出されている一般廃棄物は年間で5,000万トン（'93年）にもものぼり、大部分が焼却処理された後、最終的にその約30%にあたる1,500万トンが焼却灰として減容化され最終処分場にて埋め

立てられます。一方、産業廃棄物は年間で41,500万トンとなり約15%にあたる約6,700万トンが同様に処分場で埋め立てられています。

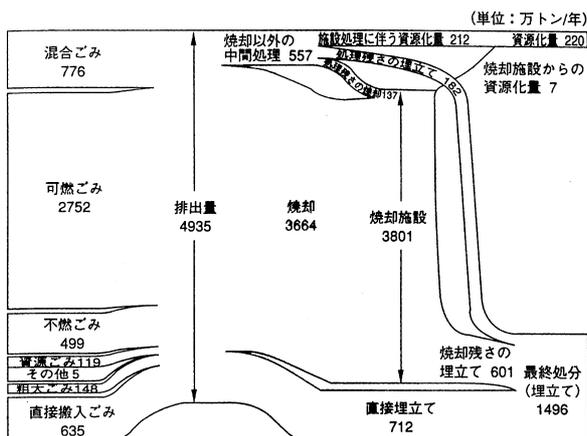
日本は国土が狭いことから、欧米のように廃棄物の埋め立てをする場所が少なく、先ほど説明したとおり結果的に約75%という非常に高い比率で焼却処分を行っています。しかし、このようにごみの減量化を行っても、現在のままではごみを埋め立てる最終処分場が不足してきており、つまり「廃棄物」そのものの発生を減らしていくことが必要な事態となっています。当然、地球環境保全という観点からリサイクルを進め循環型社会を目指す必要があると言えます。

では、私たちはいったい一日どれだけの量の

ごみを出しているのでしょうか？一人あたりの一日のごみの排出量は'87年までは約1kgであり、それ以降バブル期に約1.1kgまで増加し多少の増減はあるものの現在は約1.1kgで推移しています。

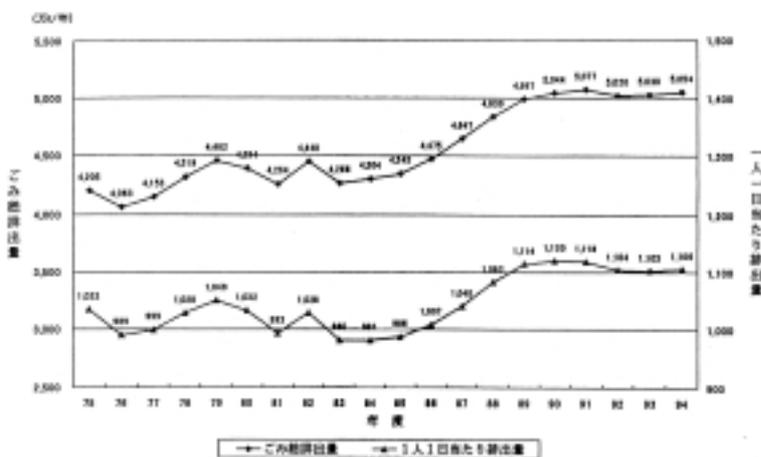
また、焼却処分についてはダイオキシンの発生など、新たな問題がクローズアップされてきており、ダイオキシンの発生しない焼却炉の導入、既に汚染された水や土壌の浄化など、廃棄物にまつわる新たな問題が顕在化しています。

廃棄物問題の歴史を紐解いてみると、戦前ではコレラの大流行から伝染病予防などの衛生的な観点からの法整備が行われ、ごみは焼却することが定められました。戦後は資源枯渇の観点、処分場のスペース不足の観点、地球環境保全の観点、そしてダイオキシン問題への対応の観点から、循環型社会の実現を目指しさまざまな法整備が進められています。



注1：統計上のごみの排出量には、他に自家処理量(96万トン/年)が含まれる。
注2：単位未満は四捨五入してあるため、合計の数字と内訳の計が一致しない場合がある。
(資料) 厚生省資料より環境庁作成

ごみの総排出量と最終処分量の関係



1日1人当たりごみの排出量

わが国におけるリサイクルの現状

経済の高度成長化に伴って大量生産・大量消費の時代があり、このままの状態では環境破壊を推し進め、人類の存続そのものを揺るがしかねない問題であることに人々は気づき始めたことは先ほど述べました。では

私たちが実現を目指している循環型社会への要となる、リサイクルの現状について紹介しましょう。

廃棄物問題の対策は、廃棄物そのものの発生抑制 (Reduce)、廃棄物の再利用 (Reuse)、廃棄物からの物質回収 (Recycle)、廃棄物をもとにしたエネルギー回収 (Recover) の「4つのR」と呼ばれる項目に分類されています。(RecycleとRecoverを1つにまとめRecycleとして3つのRと呼ぶ人もいます)



現在、さまざまな形でリサイクル (Recycle) の取り組みが進められていますが、まだまだ一般的に浸透しているとは言えません。リサイクルの構造的な問題点は、まずはじめに不純物が混入してしまうという点です。このため人手による分別作業が欠かせないものになり、また粉碎などにより余分なエネルギーが多く必要になることなどから、新しい製品を作るのと比べてどうしても高コスト構造になってしまいます。

また不純物の混入から、どうしても品質面において新しい製品と比較すると劣るケースがでてきます。このように高コストと低品質にあわせ、消費者の意識として積極的にリサイクル品を購入しようというムードの盛り上がりにかけていることが、リサイクルの進んでいない状況を生んでいるといえます。

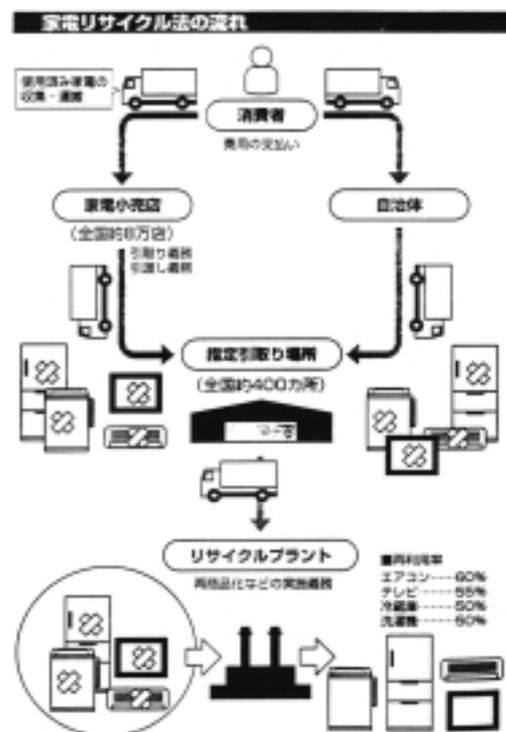
そこで行政としてもリサイクルを推進するために、いわゆる環境関連法と呼ばれる各種のリサイクル法を制定してきました。基本的な枠組みについては循環型社会形成推進法で、基本原則、国・地方公共団体・事業者・国民の責務、国の施策について定めています。具体的な法案としては、2001年4月に実施済の家電リサイクル法とグリーン購入法、2001年5月に施行された食品リサイクル法、2002年6月に施行予定の

建設資材リサイクル法、2009年4月に完全実施を予定している容器包装リサイクル法があります。

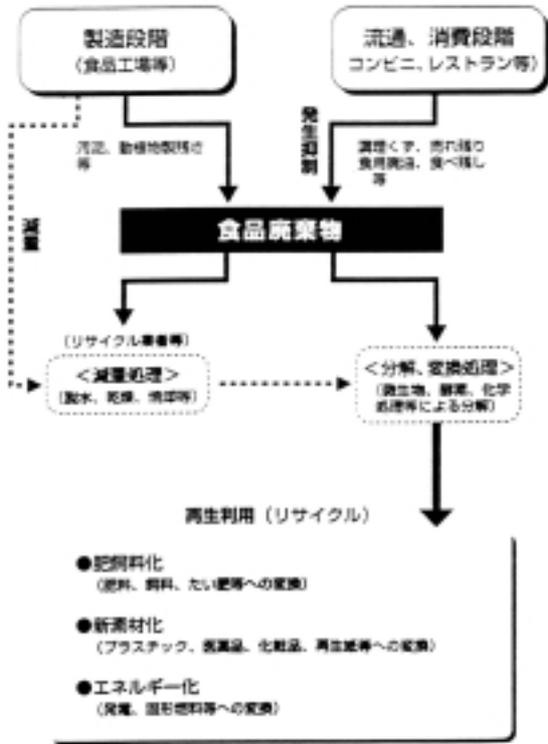
本年4月に施行された家電リサイクル法は、みなさんもお存じのとおり廃却する家電製品は消費者が廃棄・リサイクルの費用を負担するという内容になっています。

廃却する家電製品は小売店や自治体などを通じて全国約400カ所にある指定引取り所に集められ、リサイクルプラントで再商品化を実施するものです。目標とする再利用率は、エアコンが60%、テレビが55%、冷蔵庫が50%、洗濯機が50%となっています。ちなみに冷蔵庫のリサイクル手順を見ると、まずは冷媒となるフロンを回収し無害化した後排ガスとして放出します。ハードについてはコンプレッサとユニット基盤そしてキャビネットに分け、ユニット基盤は「はんだ」を回収し基盤は廃棄へ、コンプレッサとキャビネットは破碎の後、アルミ、銅、鉄に選別回収し、その他のものはダストとして廃棄するという流れになっています。

またこの5月に施行された食品リサイクル法



食品リサイクルの構造はこうなっている！



は、食品工場などの製造段階でごみの減量化を図り、コンビニやレストランなどの流通・消費段階で調理くずや食べ残し売れ残りなどの発生抑制を図ることを目的としています。それでも発生する食品廃棄物は、生物・化学的な方法により分解や変換処理を行い、肥飼料化（肥料、飼料、たい肥などへの変換）、新素材化（プラスチック、医薬品、化粧品、再生紙などへの変換）、エネルギー化（発電、固形燃料などへの変換）という形でリサイクルが計画されています。

こうした中、当社でも食品リサイクル法の施行を視野に入れた対応として、食品廃棄物処理の分野への取り組みを開始したところです。

リサイクルの方法にはEPR(Extended Product Responsibility)とShared Responsibilityの2種類があり、EPRは生産者が費用を含めてリサイクルに責任を持つもので、必要に応じてリサイクル費用を価格に転嫁し、主に欧州で採用されている方法となっています。一方、Shared Responsibilityについては生産者、流通業者、消費者のそれぞれがリサイクルの責任を分担し個別に発生費用を支払うもので、先に述べた家電リサイクル法の考え方であり、主に米国が採用しています。

つぎに、近年技術が発達してきた廃プラスチックによるリサイクルについても触れておきましょう。廃プラスチックのリサイクルについては、再生利用を目的としたマテリアルリサイクルと、燃料あるいは熱として回収することを目的としたサーマルリサイクルの2つに分かれます。マテリアルリサイクルには再生原料（ペレットなど）、再生加工品（板、擬木など）、化学原料（モノマー、高炉還元剤など）があります。一方、サーマルリサイクルは再生燃料としての固形化燃料（発電、産業用など）、燃料油（軽油、灯油、ガソリン相当油など）、燃料ガス（ボイラー燃料など）があり、熱回収としてのごみ発電があります。

比較的リサイクルが進んでいるものの例として、ソフトドリンク類の空き缶回収があげられ



当社関連記事（日経新聞朝刊）

ます。ソフトドリンクの缶にはスチール缶とアルミ缶がありますが、スチール缶のリサイクル率は82.9%、アルミ缶では78.5%となっています。またここ最近では、容器におけるペットボトルの割合が増加しており、98年以降はスチール缶を抜いてペットボトルが1位となっています。しかしながらペットボトルのリサイクル率は、年々増加傾向にあるもののように30%に達したところであり、引き続きリサイクル率アップに向けた取り組みが必要になっています。

リサイクル事業の推進については、行政としてエコタウン事業と名付けた取り組みを展開しています。これはペットボトルやごみ発電施設など、対象となる事業に対して助成金を交付するもので、すでに全国各地に10カ所以上の対象事業が進められています。高度成長期に建設された石油コンビナートが生産を行う産業の「動脈」とすれば、エコタウン事業は廃棄物を再生する産業の「静脈」として活躍が期待されています。



廃棄物の焼却とダイオキシンの発生

ここで現在問題になっている、廃棄物の焼却とダイオキシンの発生について紹介したいと思います。わが国では国土が狭く処分場用地不足の問題から、廃棄物の大部分を焼却し徹底した減容化を図らなければならないことは冒頭に述べましたが、焼却処理には減容化の他にも、無害化(有害物質の高温分解)、無臭化(臭気成分の熱分解)といった利点があります。これに減容化を加えたものが、廃棄物焼却の3大目的と呼ばれています。しかしながら、近年ダイオ

項目	説明
ダイオキシン類の特性	① 熱、酸やアルカリによって分解されにくい環境中で安定した物質である。 ② 紫外線など光によって製造性も増加しやすく分解される。 ③ 非常に水には溶けにくい(25℃の水1ℓにつき3.2μg程度しか溶けず)。 ④ 有機物類にも溶けにくい。 ⑤ 脂肪中に取り込まれやすいため、体内の脂肪などに蓄積しやすい。 ⑥ どの焼却場の燃費から排出されるダイオキシン類は2.3,7,8-TCDD以外に、ダイオキシン(PCDD), ジベソジフラン(PCDF)などの物質に混ざって含まれており、その量はまちまちで微量であり、高い毒性などではない。
急性毒性	高濃度のダイオキシンに曝露されたら、咳い込んだり、食べ物を食べていて体内に取り込んだ場合起こる顕著な影響をいう。 ・皮膚炎(発赤)など、多量性神経痛、喉痛などあり、呼吸器内など計測が困難。 ・1日に4mg-TEQ程度の濃度が急性毒性をもたらす目安とされている。
慢性毒性	体内に取り込んでしばらくしてから現れる毒性。 ・免疫減少、胸腺萎縮、肝臓の代謝障害、心臓障害、性ホルモンや甲状腺ホルモンの代謝やエストロゲンなどの複製代謝への影響、学習能力の低下、中枢神経症状など
発がん性	遺伝子や染色体の異常を引き起こす性質があると指摘されている。高濃度のダイオキシン類を体内に取り入れた場合、遺伝子変異の頻度が高くなるといわれている。 ダイオキシン類によってがんが発生する濃度は、TEQ=10μg-TEQ/kg/日(厚生省)が目安とされている(急性毒性の約1/10)。
環境ホルモン	内分泌かく乱物質としての作用はまちまちで濃度で生物作用を引き起こすのが特徴。肝臓の障害、成長因子やホルモンを阻害させる、胎児異常、骨質減少、神経異常(アトピー性皮膚炎の多発)、生殖能力不全、精子の減少、不妊症(生殖腺異常、早産・流産、子宮内胎児死)なども報告されている。
慢性毒性	先天性異常の誘発、成長の遅延、行動上の不具合や知能の不足など、胎児や新生児に対する影響も実験動物により確認されている(発ガンの1/100倍、1μg-TEQ程度)。

ダイオキシン類の特性と毒性



ダイオキシンの1人1日摂取量

キシンの発生が発見され、廃棄物の無害化のために行ってた焼却処理が、一方でダイオキシンという非常に毒性の高い物質を再合成していたということが分かってきました。

ではそもそもダイオキシンとはどのような物質なのでしょう。ダイオキシン類は、他の多くの化学物質のように意図的に製造されることはなく、有機塩素化合物の製造工程の副産物として、あるいは廃棄物の燃焼過程で非意図的に生成される化学物質であり、つまり作ろうとしてできた物質ではないのです。ダイオキシンの仲間には200以上の異性体があり、その毒性の強さは異性体によって大きく異なることが分かっています。ダイオキシンの毒性は、ベトナム戦争の枯葉剤で有名となった催奇形性と呼ばれる性質、免疫力が低下する免疫毒性、各種の癌を誘発する発ガン性、ホルモンの分泌に影響をおこす内分泌障害など幅広い毒性があることが知られています。ダイオキシンそのものは無味無臭の個体で、水にはほとんど溶けません。しかし、親油性の物質なため脂肪などには溶けやすい性質を持っています。したがって、食品の中では脂肪分の多い魚、肉、乳製品、卵などに含まれやすいという傾向があり、人間が取り込んだ場合は脂肪組織に蓄積されることとなります。こうしたことからダイオキシンは主に食物を通じて人の体に取り込まれ、食物連鎖の段階が高くなることにしたがって生体濃縮が起こることが懸念されています。つまり、食物連鎖の頂点に位置する人間への蓄積が非常に大きくなる危険があると言えるでしょう。

また、ダイオキシンは化学的に非常に安定した物質であり、いったん合成されると容易に他の化合物とは反応しない性質を持っています。自然界のダイオキシンが分解される方法としては、「太陽光線、特に紫外線による分解」と「土壌細菌による分解」の2つの可能性が指摘されていますが、詳しくは今後の研究を待たなければなりません。したがって、人の体にダイオキシンが取り込まれた場合は、その排出される速

度は非常に遅く、半分の量になるための期間は数年から十年程度はかかるものといわれています。

ではどうして焼却によってダイオキシンが生成されるのでしょうか。簡単にいえば廃棄物の中にダイオキシンを構成する物質が全て含まれていることと、そして温度や雰囲気といった環境が整っていることがあげられます。

焼却炉の中で廃棄物が燃えているところを想像して下さい。当然、燃焼ガスが煙突から流れ出て後には灰が残ります。この灰は普通主灰(ボトムアッシュ)と呼ばれて焼却炉の底にたまりますが、この主灰にはダイオキシンはそれほど多くは含まれてはいません。それではダイオキシンはどこに含まれるのでしょうか。それは燃焼ガスと一緒に煙突に向けて運ばれている目に見えないほどの小さな灰、飛灰(フライアッシュ)と呼ばれているものに含まれているのです。

廃棄物の焼却によりダイオキシン類が発生する過程はいくつかのケースが考えられます。

ひとつは燃焼過程で発生する場合で、いろいろな生成機構が混在していると考えられています。いずれにしても、燃焼部でダイオキシン類が生成するためには、塩素源と炭素源が空気で燃やされることが必要で、塩素源としては食塩のような無機物と塩素系プラスチックのような有機塩素化合物が考えられますが、どちらも燃焼炎の中で塩素原子に変わるため同様な効果になると考えられています。燃焼過程では、ダイオキシン類やその前駆物質の分解を行うために、焼却炉内燃焼ガス温度を850℃以上にし、2秒間以上の対流時間を持つこと、十分な燃焼空気との攪拌混合を行う等のダイオキシン類の生成を低減する対策が取られています。

ダイオキシン類は燃焼過程で生成されるのみならず、排ガス処理工程等において250 - 400℃といった比較的低温域で再合成されることが知られています。デノボ合成と呼ばれるこの反応は、前駆物質などの有機物が、飛灰中の銅、鉄、アルミナなどの金属が触媒として作用すること

によりダイオキシン類を合成するものです。従って排ガス処理においては、この温度領域を急速に通過するよう、スプレーによる急冷処理等のプロセスが重要となります。

こうして生成されたダイオキシン類は、塩素の付く位置、数により毒性の強度が大きく異なります。1 - 3 塩化物は毒性が殆ど無いのに対し、4 塩化物、2, 3, 7, 8 の位置に塩素の付いた 4 塩化物は特に毒性が強く、このダイオキシンの毒性を基準として毒性値 (TEQ) が計算されます。複雑なダイオキシン類の生成過程は、現在研究が各方面より進められており、ダイオキシン類生成の低減化対策技術の開発が行われています。

結論から言えば、つぎの 3 つの複合的な対策が必要となってきます。一つめはできるだけ高温で完全燃焼に近づける燃焼法を採用すること。二つめはダイオキシンが発生する 350 前後の温度域を一気に通過してしまうことのできる冷却設備を設けること。そして三つめはどうしても発生するダイオキシンを、完全に補集し最終的に無害化することです。



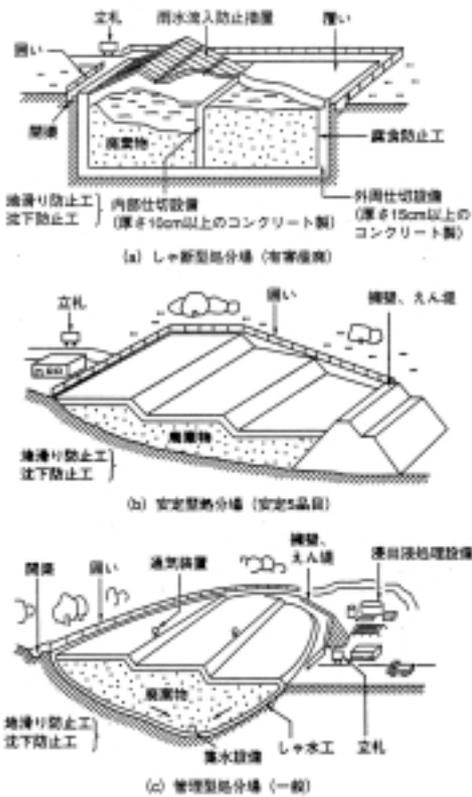
セミナー受講風景

最終処分場の状況

次に、焼却後の廃棄物を埋め立てる最終処分場の状況について紹介したいと思います。廃棄物処理と最終処分場の歴史を見ると、大昔から行われていた方法はオープンタイプと分類される方式で、結局のところ野原に穴を掘って上からごみを捨てていくというもので、昭和の初めまでこのような方式が主流となっていました。続く戦後から高度成長期の時代には、清掃法制定 (1954年)、廃棄物処理法 (1970年) などの法規制が行われ、衛生埋立 (嫌氣的衛生埋立) と呼ばれる方式が主流となってきました。これは大規模に埋立用地を確保してごみを埋め立てた後に上から土をかぶせ、ごみと土のサンドイッチを何層も積み上げる方法です。昔のオープンタイプに比べ、上から土をかぶせるため臭気が抑えられるという利点がありました。その後準好気性と呼ばれる方式が全国の処分場で定着してきました。これは処分場の底に太めのパイプを埋め込み、そこから空気が流れ込むことによって微生物による発酵・分解を促し、安定化を図る方式です。

処分場はこのような歴史を経て現在に至っているわけですが、最近では住民問題により新たな処分場建設が難しい時代になってきています。廃棄物処理施設の設置を巡っては、平成 8 年までで 221 件の地域紛争が発生しており、その内 94 件 (平成 8 年 7 月現在) が紛争継続中となっています。NIMBY (Not In My Back Yard) といいますが、みなさん総論としては処分場の必要性は理解されていますが、どうも自分達の住んでいる近くに処分場が来ることは賛成できないというのが本音のところなのでしょう。

現在の処分場の残余能力をみると、約 8 年で全国の処分場が収容不可能になる計算です。仮に日本の総面積から森林部分や地形的制約を除いた部分を全て処分場にするとしても、現在の埋立量 (一般廃棄物約 1,400 万トン/年、産業



最終処分場の構造



最終処分場の全景 (三木市埋立処分場)

りに汚染物質が広がらないように遮水構造となっており、浸出水の排水処理が必要となっています。遮断型最終処分場では、燃えがら、污泥、ばいじんなどの内、管理型では処理できないような危険度の高い廃棄物を埋め立てるようになっており、厚さ15cm以上のコンクリートで土壌と仕切られ、覆いによって雨水の流入を防ぐ構造になっています。

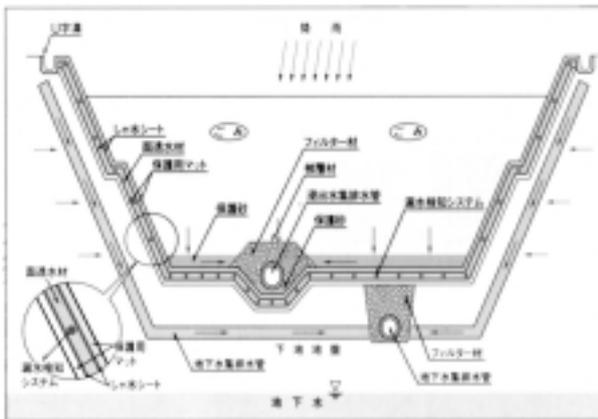
最もわたしたちの生活に関係が深いといわれるのが、管理型最終処分場になるわけですが、日本では準好気性の方式が主として採用されています。この方式では廃棄物の分解を促進するものとして、微生物の成長に必要な空気が入る構造が必要となり、またメタンガス等の回収を行いませんが、浸出してくる水の水质が早く改善されるという利点を持っています。これに対しヨーロッパでは、嫌気性の方式が採用されています。この方式ではメタンガスの回収ができるという利点を持っていますが、浸出水の水质改善に数百年の時間がかかります。しかしながらヨーロッパでは環境保全に対する関心が高く、特に環境保全の先進国であるドイツでは、法の規制も含め環境保全に対し国民が積極的に協力する姿勢があります。結果として、ごみの分別などが徹底されていることから、最終処分量が大幅に減少していると言われています。

浸出水は主に雨水によってごみの中の汚染物質が溶けだしてくるものであり、雨水の量によ

廃棄物約7,000万トン/年)を続けるならば、約150年しかもたないのです。つまり今のまま何の対策もせずにごみを出し続けると、普通に生活しているだけで約8年後にはごみを捨てる場所がなくなり、仮に捨てる場所を都度開発したとしても、約150年後には日本は廃棄物で埋まってしまうということです。

こうしたことから、人々が現在のライフスタイルを変えて、ごみを出さない循環型社会を作ることが急がれているのです。

ここで少し話の切り口を変えて、現在の処分場の姿について少し触れておきたいと思えます。最終処分場は、安定型、管理型、遮断型の3種類に分類されます。安定型最終処分場は主にガラスやコンクリート金属くずなど腐敗することのない安定した物質を埋め立てています。管理型最終処分場は紙くず、木くず、污泥、燃えがら、ばいじん、廃油など埋め立てた後微生物によって分解が行われる不安定な物質が埋め立てられています。この方式の処分場では、回

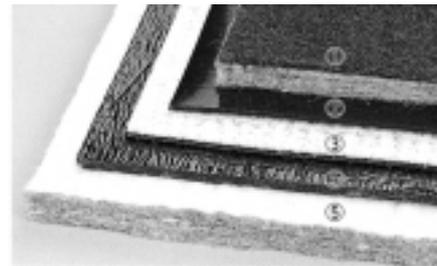


汚染物質の浸出を防ぐ遮水システム

って浸出水の濃度と量が大きく変動するため、浸出水処理の運転管理が重要となってきます。こうしたことから、最近日本では、管理型最終処分場であっても、処分場を屋根で覆うことによって雨水の侵入を防ぎ、浸出水を制御する施設が建設されています。しかしながら雨水を完全にシャットアウトしてしまうと、ごみの中の汚染物質が流れでないため分解が進まないことが分かってきました。このことにより、現在ではスプレーで人工的に散水を行い、人工的に浸出水を発生させることにより汚染物質の分解を促進する試みが行われています。

膜分離技術と浸出水処理

これまで説明してきたように、管理型の最終処分場では排水処理が必要となっていますが、ここ最近では浸出水の中にさまざまな汚染物質が含まれていることから、従来の有機系だけでなく幅広い汚染物質の処理への対応が必要となってきました。これまでは有機物の処理が中心であったため、沈殿、生物処理、活性炭吸着を行った後河川に放流を行っていましたが、しかし、浸出水の中に難分解物質・ダイオキシン類を含んでいること、塩類濃度が高くなっていること、そして有機物濃度が減少していること、この3つの点からこれまでのような微生物の分解による生物処理が困難となってきました。そこで注



① 緑色不織布 ② 高密度ポリエチレンシート
③ 自己修復性シート ④ ゴムシート ⑤ 不織布

5層からなる遮水シート

目を受けているのが膜分離技術による浸出水の処理というわけです。膜分離といっても、分離できる物質の大きさによって、精密ろ過膜、限界ろ過膜、ナノろ過膜、イオン交換膜、多孔質膜、透析膜、そして逆浸透膜などのさまざまな膜に分類されます。

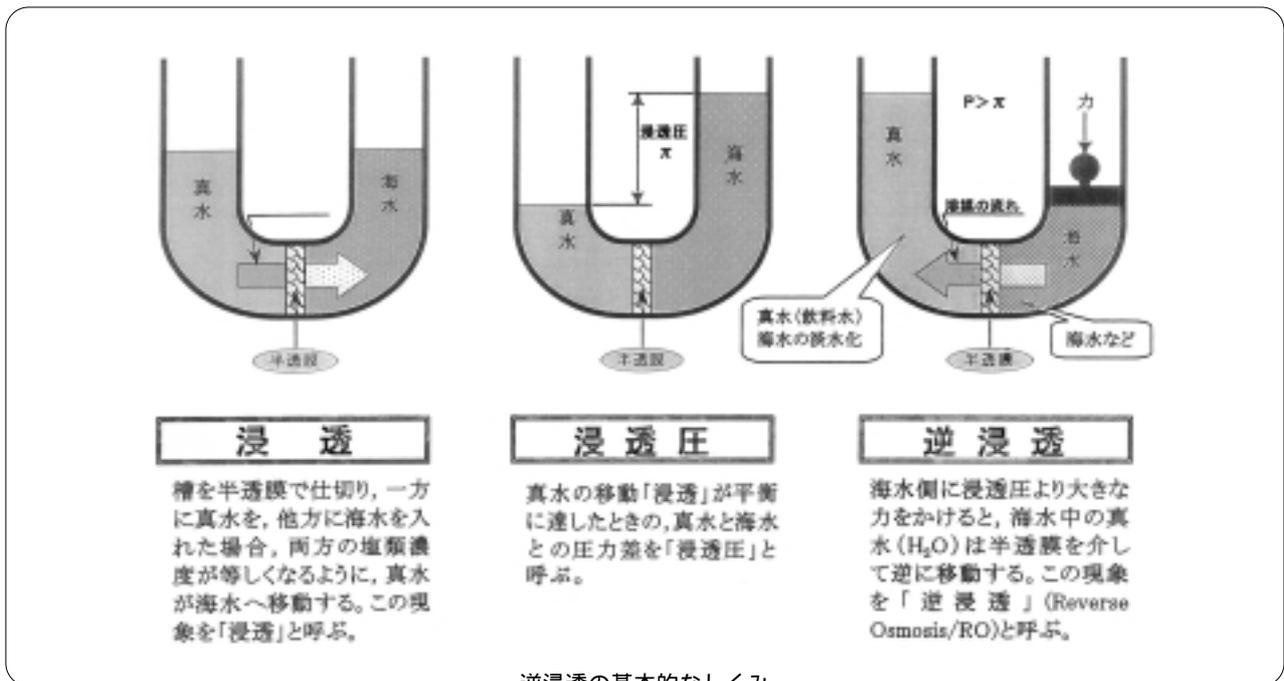
当社では、さまざまな膜の中で逆浸透膜を利用した技術を導入しており、この逆浸透膜をモジュール化し有害物質を分離除去する「DTモジュールシステム」として、いくつかの最終処分場で採用をしていただくことができました。せっかくなので、逆浸透膜で有害物質が除去される仕組みについて簡単に紹介したいと思います。環境分野が専門ではないみなさんも、浸透については学校で習ったかと思います。水槽を半透膜で仕切り一方に海水を他方に真水を入れた場合、両方の塩類濃度が等しくなるように



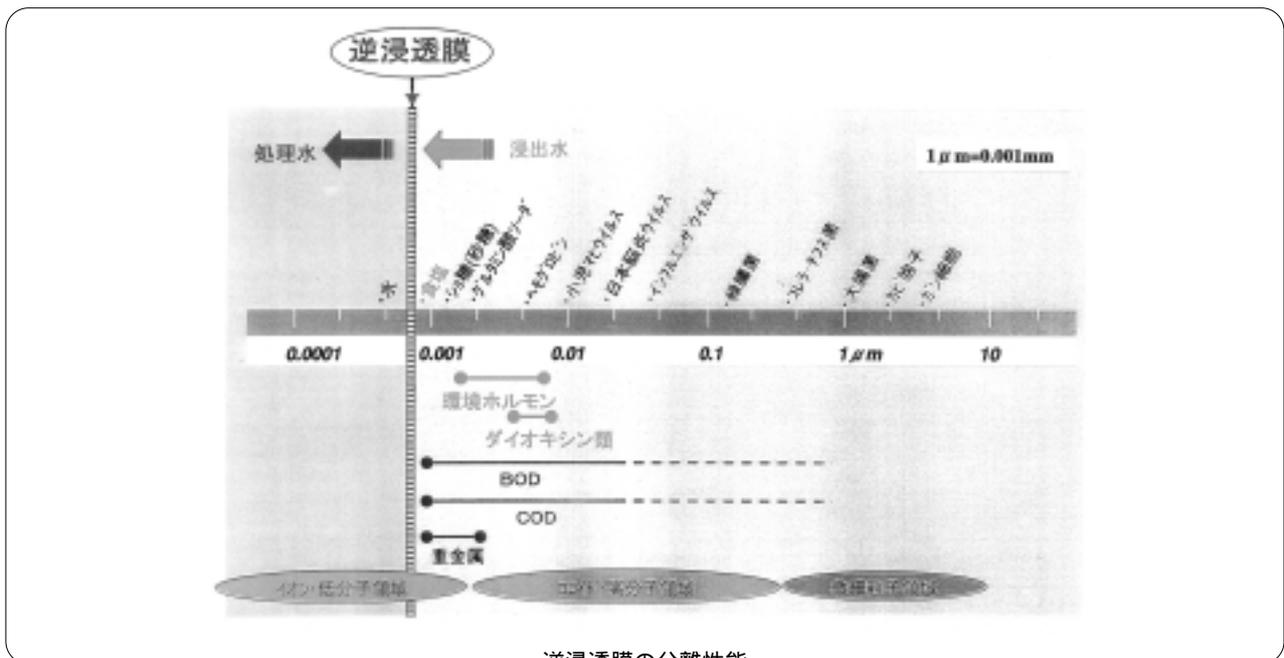
現在の浸出水が抱える問題

真水が海水側へ移動する。これが浸透と呼ばれる現象であり、真水が移動し平衡に達した時の真水と海水の圧力差を浸透圧といいます。簡単に言うとナメクジに塩をかけると縮んでしまう現象がそうですね。では、逆浸透とは何でしょうか？先ほど説明した海水と真水の水槽で、海水側に浸透圧以上の圧力をかけると海水中の真

水は半透膜を介して逆に移動します。これが逆浸透（Reverse Osmosis / RO）と呼ばれる現象です。逆浸透膜技術を利用した浸出水の処理は、原水側に浸透圧以上の圧力をかけることにより、半透膜を介して処理水が膜の反対側に移動し汚染物質が膜のこちら側（原水側）に残るというものです。この時、分子レベルまで除去



逆浸透の基本的なしくみ

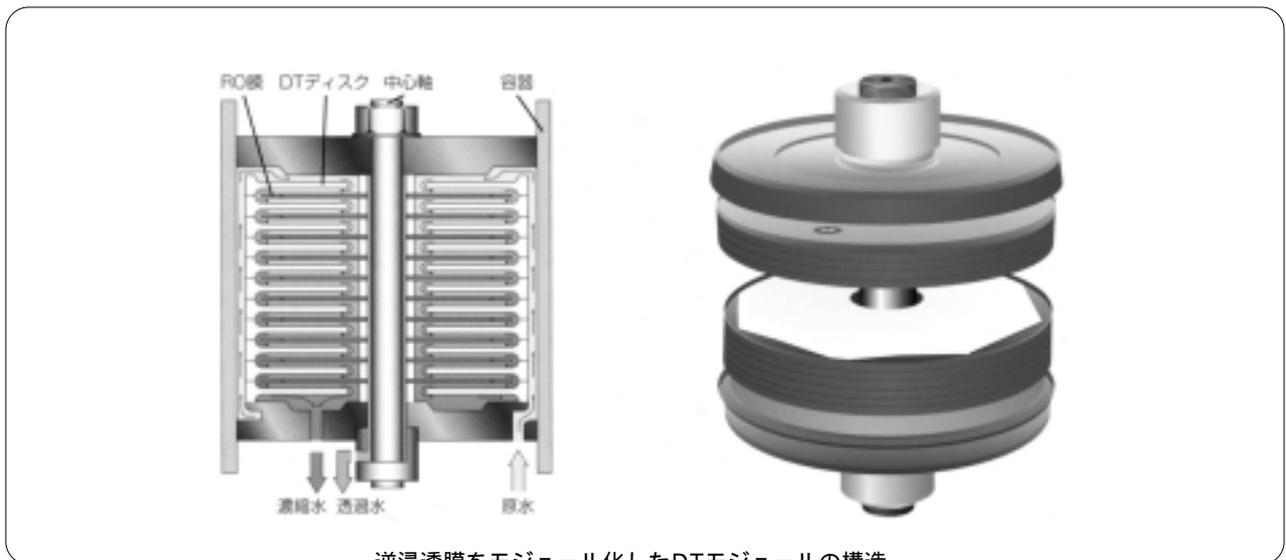


逆浸透膜の分離性能

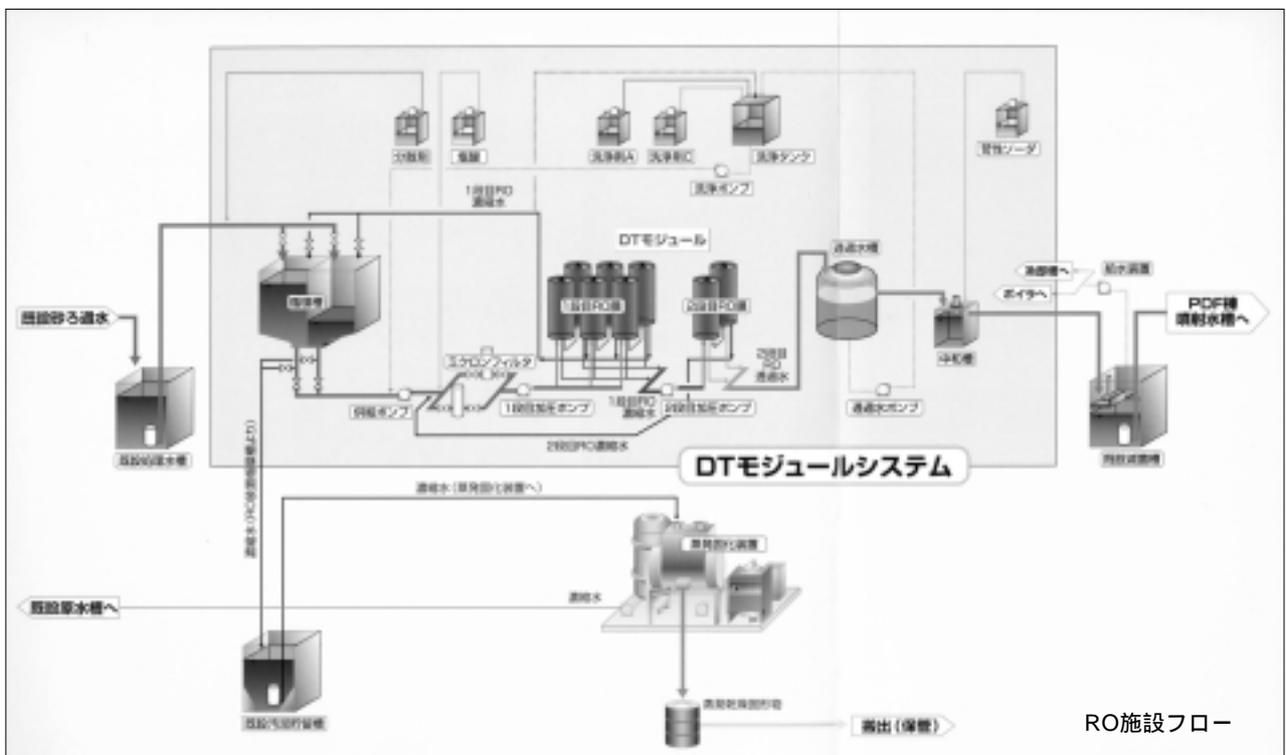
されるため処理水は飲料水に近い水準となります。この技術はこれまで海水の淡水化や半導体洗浄用の超純水製造に用いられてきました。これまではけん濁物質（SS）や汚染物質に強く浸出水処理に適した膜がなく、効率の良いシステムがなかったため利用されていませんでしたが、さまざまな問題点を解決し浸出水処理へ

の適応が可能となったのです。この方式は他社に先駆けて当社が日本の浸出水処理に実用化し、浸出水処理方法の新しい時代が訪れようとしています。

しかしながら、膜技術はあくまでも分離・除去を行うだけで有害物質を無害化するものではありません。したがって分離した後のダイオキ



逆浸透膜をモジュール化したDTモジュールの構造



DTモジュールを用いた浸出水の処理システム



当社納入の浸出水処理システム（茨城県下妻地方広域事務組合：処理水量70m³/日）

シン類を無害化する技術が必要となってきますが、こちらも加熱分解装置を用いて無害化することが可能となってきています。

ま と め

これまでお話ししてきたことをまとめてみましょう。何度も説明しましたが、廃棄物の問題は伝染病の蔓延していた時代の衛生問題、高度成長期に起こった公害問題、資源の枯渇に代表される環境問題、そして現在の地球環境問題へと推移してきました。現在の廃棄物問題をもう少し具体的に言うと、ダイオキシン類への対策の問題、地球温暖化や省資源・省エネルギーの問題、最終処分場の確保の問題などがあげられると思います。これらの問題の解決には特効薬はないのであり、私たち一人ひとりが意識を変えていくことが必要です。環境問題に対する教育をきちんと行うことが今最も大切なことではないかと思えます。

本日ここにお集まりのみなさんは入社3年目という若い方々ですが、このような若い方々が廃棄物を含めた環境問題は自分達の問題であるという意識を持ち、今と同じ生活をもしこのまま続けるとするならば自分たちの生活する環境

の未来はないものとして、少しでも自分達の生活スタイルを変える努力を行ってもらいたいと思います。一人ひとりの意識を変えることこそが循環型社会の実現への第一歩となるのです。

また、先日「神鋼パンテックは技術を通して豊かな環境づくりに貢献します」とした会社の理念が策定されましたが、まさに当社は環境ビジネスを事業の中心に事業展開を行っています。ここでいう環境ビジネスとは、従来の環境装置事業部の水処理事業だけではなく、ここ数年で軌道に乗り始めたHHOGや排ガス処理事業、新しく取り組み始めたPCB処理などの廃棄物処理事業を含め、事業部を越えた全社的な意味を持っています。若いみなさんには限りなく可能性があるのですから、環境浄化の一翼を担っているという意識のもと、どんどん新技術・新製品に取り組んで下さい。そして現在の業務や私生活に、それぞれ励んでいただきたいと思います。本日は長時間ありがとうございました。