

浸出水の排水処理によるダイオキシン類の除去

環境工学部 ○ 吉野秀吉、福井博、斎藤邦彦、
代田寧（神奈川県温泉地学研究所）

1 はじめに

家庭から出る可燃ごみのほとんどは、焼却されている。発生する焼却灰は、埋立処分されるため、焼却灰中のダイオキシン類（DXNs）が浸出水に混入してくる可能性が高い。浸出水に入ってくる有害化学物質は、廃棄物処理法等で定められている規制項目を対象にして管理されている。今回の実験は、平成12年に新しく規制項目に加えられたDXNsが稼働中の施設で規制基準値をクリアできる処理性能を備えているかどうか把握する必要があった。

2 目的

焼却灰が埋立てられている処分場の浸出水処理施設において、処理される工程にしたがって順番に試料を採取し、ポリ塩素化ジベンゾジオキシン（PCDDs）やポリ塩素化ジベンゾフラン（PCDFs）、コプラナーPCB（Co-PCBs）のDXNsおよびDXNsを含むトータルの有機化合物濃度を調べるための全有機性炭素（TOC）、水の混濁の程度を調べるための浮遊物質（SS）、酸性、アルカリ性を判定するための水素イオン濃度指数（pH）、焼却灰から高濃度に溶出してくる塩素イオン濃度（ Cl^- ）を測定する。これらの物質の挙動は、DXNsと関係を持つことが予想されるため、浸出水の処理工程において、これらの物質とともにDXNs濃度が変化していく状況を明らかにする。

3 実験方法

3.1 試料

試料採取は、家庭から出る可燃性のごみの焼却灰を埋立てしている一カ所の処分場浸出水処理施設で行った。浸出水の処理は、生物処理、凝集沈澱処理、砂ろ過処理、活性炭処理、塩素滅菌処理の順に行われており、試料は、処理対象の原水とその各処理工程における処理水の合計6種類である。なお、原水は、浸出水そのものではなく、沈砂池で固液分離されたオーバーフロー水に活性炭吸着塔や砂ろ過装置からの逆洗水が混入したものである。

原水は、最初に中和槽でpH約7に調整され、回転円盤法の生物処理で好気、嫌気、好気の順に連続処理される。ここでの試料は、生物沈殿槽で固液分離されたオーバーフロー水である。次の凝集沈殿処理では、混和槽で、このオーバ

オーバーフロー水に苛性ソーダ添加後、凝集剤（8%硫酸アルミニウム）および凝集助剤（0.1%アクリルアミド・アクリル酸ソーダ）が加えられ、凝集処理される。ここでの試料は、沈殿槽で固液分離されたオーバーフロー水である。このオーバーフロー水は、硫酸で中和された後、砂ろ過装置で混濁物が除去され、さらに次の段階では、活性炭吸着塔で水中に溶けている化学物質が除去される。これらの砂ろ過処理水、活性炭処理水をそれぞれ試料とした。最終的には殺菌剤ハイクロンで処理した後、放流される。この塩素滅菌処理水を最終処理水試料として採取した。処理工程で排出する沈殿物や活性炭に含まれるDXNsについては、原水の処理工程でDXNsが水中から沈殿物や活性炭に移行したものと見なし、分析を行っていない。

3.2 分析

分析項目は、DXNs、pH、SS、TOC、Cl⁻である。pH、DXNs、TOCは、機器分析により、Cl⁻、SSは、手分析により濃度を求めた。いずれの分析もJISや下水試験方法、衛生試験法などにしたがった。

なお、DXNsのTEQ換算では、測定したすべてのDXNsの内、最も毒性が高い2,3,7,8-TCDDの係数を1としているため、その他のDXNsの係数は1未満となる。これらの係数が測定された各DXN濃度に掛けられるため、測定されたDXNs濃度は、TEQ換算したときには必ず実際の測定値より低い値となる。

4 結果および考察

4.1 原水処理工程におけるDXNsとSS、TOC濃度等との関係

pH、Cl⁻濃度は、表1に示したように原水から塩素滅菌処理水までの全工程で、ほとんど変化が見られなかった。しかし、SSやTOC、DXNs（PCDDs、PCDFs、Co-PCBs）は、処理が進むにつれて減少する傾向が認められた。pHは、全体的にややアルカリ性を示しており、これは処理工程でのpH調整によるものであった。SS濃度は、原水の生物処理により低くなった。その後の処理工程での変化は認められなかった。TOCは、主に沈降分離と活性炭吸着により除去されたと考えられた。Cl⁻が全処理工程で変化しなかったことから、処理工程外からの水の流入がなかったことが明らかとなった。

以上の結果から、SSやTOC濃度は、DXNs濃度と比べて非常に高く、1万倍以上の差はあるが、原水の処理によるTOC等の濃度変化は、DXNs濃度の低下にも影

表1 原水の処理による水質の変化

	原水	生物処理水	凝集沈殿処理水	砂ろ過処理水	活性炭処理水	塩素滅菌処理水
pH	8.2	8.4	8.5	7.9	7.8	7.6
DXNs(pg/L)	486.9	67.7	50.8	20.3	11.5	96.2
SS(mg/L)	16	6	2	6	5	1
TOC(mg/L)	22.4	17.2	14.7	16.4	7.9	6.8
Cl ⁻ (mg/L)	1100	1100	1100	1100	1100	1100

響していると考えられた。

4.2 原水処理によるDXNs除去

原水のDXNsは、表2に示したように生物処理工程で86% (TEQ換算では97%) 除去された。さらに、砂ろ過処理工程までで積算除去率が96.7%に上昇した。池口らによると生物処理での除去率39% (TEQ換算で43%)、凝集沈澱処理では、積算除去率99.3% (TEQ換算では100%) という報告¹⁾もあることから、DXNs除去は、生物による分解ではなく、主に沈殿物に移行していると考えられた。このことについては、今後さらに詳しく調査する必要がある。活性炭吸着処理までの積算除去率は、98%となった。なお、沈澱分離された汚泥や使用済みの活性炭は、焼却処理されている。

原水のDXNs濃度は、486.9pg/L (2.09pg-TEQ/L) であり、規制基準値である10pg-TEQ/Lを下回っていた。DXNsの各濃度は、表2に示したように、Co-PCBsが最も高く、PCDDsはPCDFsとほぼ同じ濃度であった。しかし、TEQ換算濃度では、PCDFs濃度が1.58pg-TEQ/Lで最も高く、PCDDsとCo-PCB濃度は、ほぼ同じ濃度であった。この濃度比は、活性炭処理水まで同様の傾向であった。しかし、最後の塩素滅菌処理工程では、PCDFs濃度が生物処理後よりはるかに高くなり、DXNsの濃度は、活性炭処理後より上昇した。このときのPCDFsの異性体比率は、図に示したように6塩素化物が大幅に増加し、そのためにDXNs濃度が増加したことがわかった。6塩素化物のPCDFsが増加していることから、塩素滅菌時に活性な遊離塩素が塩素付加数5以下のPCDFsなどに付加したことが考えられた。塩素付加によるDXNs濃度の上昇が考えられることから、塩素滅菌処理に代わる紫外線処理や紫外線にオゾンを加える (99%以上のDXNs処理が可能)²⁾ 方法、オゾンと過酸化水素を組み合わせた処理方法³⁾ などへの変更を検討する必要がある。

本研究の結果から、DXNsは凝集沈澱や砂ろ過処理、さらに活性炭吸着処理により98%以上、TEQ換算濃度では、ほぼ100%が除去されることが分かった。なお、塩素滅菌処理により再び濃度の上昇があるので、塩素付加によるDXNs合成を防ぐため、滅菌処理前に逆浸透膜⁴⁾ のようなDXNs捕集効率の高い装置を設けてPCDFsを除去しておくことも一つの対策である。しかし、この装置には、機械の維持管理に問題があることから普及していない。

表2 原水の処理工程別処理水に含まれるダイオキシン類濃度と除去率

	浸出水原水	生物処理水	凝集沈澱上澄	砂ろ過処理水	活性炭処理水	塩素滅菌処理水
PCDDs (pg/L)	105.9	16.9(84.1)	13.3(87.5)	0.0(100)	2.4(97.8)	1.6(98.5)
(pg-TEQ/L)	0.25	0.00(100)	0.01(96.0)	0.00(100)	0.00(100)	0.00(100)
PCDFs (pg/L)	110.2	20.8(81.2)	21.4(80.6)	2.8(97.5)	1.8(98.4)	80.2(27.3)
(pg-TEQ/L)	1.58	0.01(99.4)	0.01(99.4)	0.00(100)	0.00(100)	0.00(100)
Co-PCBs (pg/L)	270.8	30.0(89.0)	16.1(94.1)	17.5(93.6)	7.3(97.3)	14.4(94.7)
(pg-TEQ/L)	0.26	0.06(77.0)	0.00(100)	0.08(69.3)	0.00(100)	0.00(100)
DXNs (pg/L)	486.9	67.7(86.1)	50.8(89.6)	20.3(95.9)	11.5(97.6)	96.2(80.3)
(pg-TEQ/L)	2.09	0.07(96.7)	0.02(99.1)	0.08(96.2)	0.00(100)	0.00(100)

() : 原水からの積算除去率 (%)

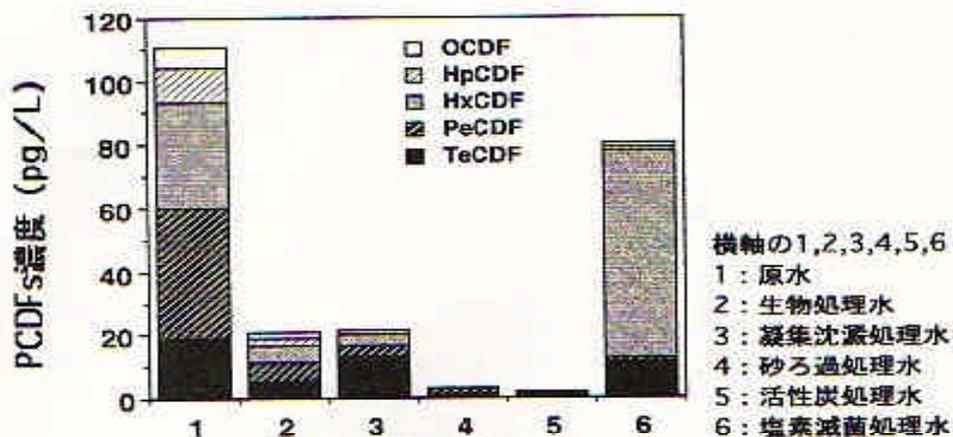


図 原水処理におけるPCDFsの変化

5 まとめ

本研究の結果から、既存の浸出水処理施設でもDXNsは十分に処理できると考えられ、また以下のことが明らかになった。

原水のDXNsのほとんどは、混濁物や活性炭に吸着されて除去されていると考えられた。

滅菌処理後の放流水のDXNs濃度は、ダイオキシン類対策特別措置法の排出基準値である10pg-TEQ/Lを大幅に下回っていた。

DXNsは凝集沈澱や砂ろ過処理、さらに活性炭吸着により98%以上、TEQ換算濃度では、ほぼ100%が除去されることが分かった。

塩素滅菌によってDXNsが増加し、それがPCDFsの増加に起因していることが分かった。とくに、6塩素化物の増加の著しい増加が認められたことから、活性の高い遊離塩素が5塩素化以下のPCDFs等に付加したことが考えられた。

参考文献

- 1) 池口学、中側創太、ごみ埋立地浸出水中のダイオキシン分解除去技術、産業機械、10、40-42 (1999)
- 2) 堀井安雄、長岡英明、最終処分場浸出水のダイオキシン類分解除去技術、用水と廃水、41、66-67 (1999)
- 3) 穴田健一、中西英夫、et.al、オゾン/過酸化水素処理法による浸出水中のダイオキシン類分解除去、環境衛生工学研究、14、176-179 (2000)
- 4) 山本和良、鈴木英晴、田路明宏、児島大、第20回全国都市清掃研究発表会講演論文集、329-331 (1999)

