

促進酸化法による最終処分場浸出水中のダイオキシン分解 —光源として低圧水銀ランプと高圧水銀ランプの比較—

岩崎電気株式会社 正会員 ○岩崎達行
同 上 木下 忍

1. はじめに

最終処分場から発生する浸出水中には、そこに埋立処分されている焼却灰等に由来するダイオキシン類が混入されている。これらダイオキシン類は生物学的に難分解性であり、これら有機塩素化合物の除去技術として、紫外線とオゾン・過酸化水素等の酸化剤とを併用した促進酸化法がある。著者らは酸化処理手段の方法として紫外線とオゾンを用い、紫外線光源として低圧水銀ランプと高圧水銀ランプを用いた場合による比較検討を行ったので報告する。

2. 実験

2. 1 実験装置

実験装置は図1に示す回分式の装置を用いた。実験装置は紫外線光源が挿入されている反応容器と循環水槽とを有し、それらをポンプを用いて循環させた。添加するオゾンは純酸素を原料としてオゾンガスを用い、反応容器底部より散気球を通じて注入した。

紫外線光源は65W低圧水銀ランプ（4灯設置）と400W高圧水銀ランプ（1灯設置）を用いた。また、原水は浸出水処理実施施設より採取した砂ろ過処理水に、エタノールを溶媒とする飛灰抽出物を添加して24時間以上混和したものをを用いた。

2. 2 実験方法および実験条件

実験は、ダイオキシンの実験装置に対する吸着の影響を排除するため、原水を実験装置に供給し、2時間循環を行った後に紫外線ランプ点灯とオゾン注入を同時に行い、この時点を実験開始とした。

また、オゾンガスの濃度は60mg/L、オゾン注入率は4.1mg/L/minでそれぞれ一定とした。

ダイオキシンの分析は、ポリ塩化ジベンゾジオキシン類（以下、PCDDsと略記する）およびポリ塩化ジベンゾフラン類（以下、PCDFsと略記する）に関して、塩素数が4以上の異性体を対象とし、測定結果をTEQに換算する際はWHO（1998）のTEFを用いた。なお、本稿においてはPSDDsおよびPCDFsの総和をDXNsと表記した。

3. 実験結果

3. 1 原水の水質

実験に用いた原水の水質は表1および表2に示した。

表1 原水の水質（一般水質項目）

項目	pH	SS	Cl ⁻	M7カリ度	TOC	COD	BOD	Ca	Mg
単位	[-]	[mg/L]							
分析値	8.8	2.7	2300	780	8.9	9.4	1.3	7.6	5.6

表2 原水の水質（ダイオキシン）

項目	PCDDs		PCDFs		DXNs	
	実測値	TEQ	実測値	TEQ	実測値	TEQ
単位	[pg/L]	[pg-TEQ/L]	[pg/L]	[pg-TEQ/L]	[pg/L]	[pg-TEQ/L]
分析値	1300	14	1800	48	3100	62

キーワード：紫外線，促進酸化法，ダイオキシン，最終処分場，浸出水

〒361-8505 埼玉県行田市市杵山町1-1 TEL：048-554-1287 FAX：048-553-2013

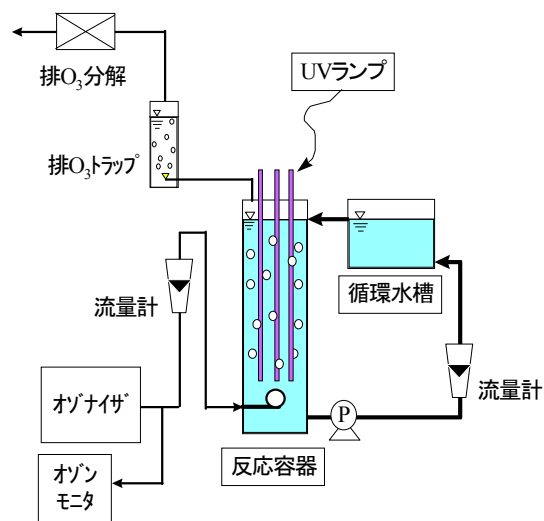


図1 実験装置

一般水質項目（表 1）に関しては、 Cl^- 濃度が 2,300mg/L で M アルカリ度は 780mg/L と無機物の指標濃度が比較的高く、 TOC 、 COD あるいは BOD といった有機物指標の濃度はいずれも 10mg/L 以下で比較的低い値を示した。また、ダイオキシン（表 2）に関しては、実測値および TEQ のいずれで評価した場合にも PCDDs に比べて PCDFs の方が高い値であり、 DXNs の濃度は実測値で 3,100pg/L、 TEQ では 62pg-TEQ/L であった。

3. 2 低圧水銀ランプによる処理効果

図 2 に低圧水銀ランプを用いた場合の紫外線照射量と DXNs 濃度（実測値）の関係を示す。

この時の紫外線とは波長 254nm を指す。

この図より、本処理法における DXNs の分解反応は一次反応であることがわかり、両者の関係は（1）式にて表すことができる。

$$\ln(C_t/C_0) = -k \cdot UV + b \quad (1) \text{式}$$

UV ：紫外線照射量 ($\text{kW}_{\text{UV}} \cdot \text{h} / \text{m}^3$)

また、 PCDDs と PCDFs も同様に表すことができ、

それぞれの反応速度定数 k は下記となる。

DXNs : $k=1.015$, $b=-0.223$

PCDDs : $k=1.023$, $b=-0.239$

PCDFs : $k=1.009$, $b=-0.213$

この結果、本処理法においては、 PCDDs の分解性と PCDFs の分解性に違いがないことがわかった。

また、本処理法における DXNs （実測値）の 90%分解に必要な紫外線照射量は、

$$\ln(10/100) = -1.015 \cdot UV - 0.223$$

$$UV = 2.05 \text{ kW}_{\text{UV}} \cdot \text{h} / \text{m}^3$$

となり、紫外線（254 nm）変換効率 32%の低圧水銀ランプを用いた場合の必要ランプ電力は、

$$2.05 (\text{kW}_{\text{UV}} \cdot \text{h} / \text{m}^3) \div 0.32 = 6.4 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^3$$

となることがわかった。

なお、オゾン単独処理（他の処理条件は紫外線照射量 $1.4 \text{ kW}_{\text{UV}} \cdot \text{h} / \text{m}^3$ と同じ）における処理水の DXNs 濃度は 1,500pg/L で除去率 57%であり、紫外線照射併用の効果は確認できた。

3. 3 低圧水銀ランプと高圧水銀ランプの処理効果の比較

高圧水銀ランプを用いた場合は、紫外線照射量（波長 300 nm以下） $0.448 \text{ kW}_{\text{UV}} \cdot \text{h} / \text{m}^3$ における処理水の DXNs 濃度は 1,080pg/L で除去率 65%であった。これは、紫外線の波長域は違うものの低圧水銀ランプの場合に置き換えると、

$$\ln(C_t/100) = -1.015 \cdot 0.448 - 0.223$$

$$C_t = 50.8 \text{ pg/L}$$

となり、除去率は 49%となることから、高圧水銀ランプを用いることで波長 300 nm以下の紫外線が DXNs の分解に有効であることがわかった。但し、高圧水銀ランプの紫外線変換効率は低圧水銀ランプに比べて低いため、 DXNs の除去率 65%に必要なランプ電力は、 $6.2 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^3$ となり、低圧水銀ランプを用いた場合の $2.6 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^3$ （1式に代入し算出した）と比較して 2.4 倍のエネルギーが必要となる。

4. まとめ

浸出水の砂ろ過水中のダイオキシンに対する促進酸化処理実験の結果より、以下の様にまとめられる。

- (1) 紫外線-オゾン処理による DXNs の分解反応は一次反応式で表すことができる。
- (2) 低圧水銀ランプと高圧水銀ランプでは、高圧水銀ランプの発光スペクトルが 300 nm以下の波長が連続で発光しているため、波長 254 nmのみの発光である低圧水銀ランプに比較して高圧水銀ランプを用いた方が効率的であった。
- (3) ランプ電力での比較では、高圧水銀ランプが低圧水銀ランプに比較して紫外線変換効率が低いため、低圧水銀ランプの方がエネルギーに対する分解効率がよい。
- (4) オゾン単独処理に比べ、紫外線を照射することで分解効率は向上した。

最後に、本研究に当たりご協力頂いた NKK の関係者各位に感謝の意を表します。

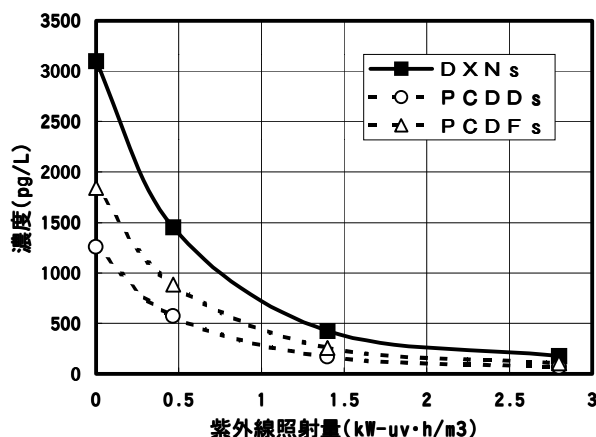


図 2 紫外線照射量と DXNs の分解性