

廃棄物埋立地浸出水中に含まれるビスフェノール A の処理特性

東北大学工学部 学生員○高橋一郎

東北大学大学院 山田一裕

東北大学大学院 正会員 須藤隆一

1. はじめに

現在、廃棄物は年間約 4 億 5000 万トン発生しており、焼却・破碎・資源化等の中間処理を経て最終的に年間約 8000 万トンが埋立処分されている。全国の最終処分場の残余容量・残余年数はともに年々減少しており、最終処分場の新設が必要であることは自明である。しかし、最終処分場は様々な問題を抱えており、処分場立地を困難な状況にしている。

処分場から発生する埋立地浸出水は生物学的に分解困難な有機物や湖沼など閉鎖性水域の富栄養化の制限因子の一つである窒素成分を多量に含有している。また、産業の発展に伴い様々な化学物質が開発・生産されるようになり、埋立地浸出水は、多種多様な微量化学物質を含有している。水銀やカドミウム等の重金属やポリ塩化ビフェニル、トリクロロエチレン等の有機塩素化合物、ダイオキシン類を含む内分泌攪乱化学物質など、その量は微量であっても変異原性や発ガン性、慢性毒性、生殖機能阻害性を有する化学物質による汚染が新たな環境問題となりつつある。特に内分泌攪乱化学物質においては、それが生物生存の基本的条件に関わるものであり、世代を越えた深刻な影響をもたらす恐れがあることから、近年特に問題となっている。しかし、埋立地浸出水中の微量汚染化学物質について解明されていることは極めて少ない。微量汚染化学物質の同定・定量および適切な処理方法を把握することは早急で重要な課題である。

そこで本研究では、微量汚染化学物質の処理特性の把握を目的として、内分泌攪乱物質として注目されているビスフェノール A を対象にし、生物処理、オゾン酸化処理におけるビスフェノール A の処理について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 生物処理（生物膜法）

(1)供試排水：埋立地浸出水（表 1）を約 4 倍希釈したものに、リンを 10mg/L、ビスフェノール A を 5.0mg/L になるよう添加したものを供試排水とした。また、ビスフェノール A は難溶性のため、少量のメタノールで溶解させてから添加した。

(2)実験条件：反応槽は 1.2 L で、接触材としてヒモ状担体を使用した。担体充填率は 55%，連続的に曝気を行い好気条件とした。開始直後は HRT を 24h とし、40 日目から 12h とした。

2.2 オゾン酸化処理

(1)供試排水：埋立地浸出水を約 2 倍希釈し、pH 7 に調整し、ビスフェノール A 5.0mg/L となるように添加した。

(2)実験条件：20℃のもとでオゾン接触濃度を 14g/Nm³ で一定として、オゾン接触時間を 0～15 分と変化させて行った。

2.3 ビスフェノール A 検出方法

ガラスフィルター、0.45 μm メンブレンフィルターでろ過した後、固相抽出し 100 倍濃縮した後、液体クロマトグラフィーにて測定した。

3. 結果および考察

3.1 生物処理

流入水で 4～6mg/L あったビスフェノール A は、HRT24h では、検出限界値（0.05mg/L）以下まで除去された。また、HRT12h では、0.07, 0.14mg/L となり、約 98% の除去率を示した（表 2、図 2）。

ビスフェノール A は、生物処理（生物膜法）で除去されることが分かった。しかし、ビスフェノール A が生物膜に吸着している可能性もあり、汚泥中のビスフェノール A の測定が今後の課題である。また、ビスフェノール A は、ベンゼン環を 2 つ有している環状構造（図 1）であるが、環状構造は生物分解が困難な構造である。したがってビスフェノール A の分解生成物は、ベンゼン環を有したままの構造である可能性があり、それは生物難分解性有機物であると考えられ、分解生成物についても検討が必要であると考えられた。

3.2 オゾン酸化処理

約 4.7mg/L のビスフェノール A は、わずかオゾン接触時間 3 分で 50% 以上除去され、7 分で 90% 近く除去され、15 分では検出限界値以下となった（表 3、図 3）。

ビスフェノール A は、オゾン酸化処理により高度に除去されることが分かった。また、オゾンは、環状構造を壊し鎖状構造へと酸化分解するため、ビスフェノール A が、環状構造を持たない生物易分解性の有機物

へと分解された可能性もあり、オゾン酸化処理は、ビスフェノール A の分解に非常に有効であることが分かった。

4.まとめ

ビスフェノール A は、生物処理で除去可能であり、またオゾン酸化処理による酸化分解も非常にし易いことが分かった。

しかし、生物処理した後のビスフェノール A の分解生成物は生物難分解性有機物である可能性があり、その後の更なる分解が困難に成り得る。また、オゾン酸化処理でも効果的に除去できた。今後は、オゾン酸化処理を生物処理と組み合わせた処理プロセスを検討するなど、高度な処理システムの開発が必要である。

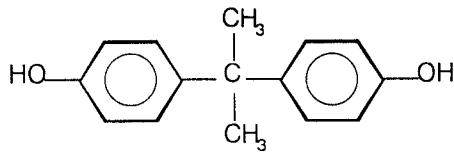


図 1 ビスフェノール A の構造式

表 1 埋立地浸出水の水質

Bisphenol A	3.30 mg/L
pH	8.37
BOD	74 mg/L
COD	474 mg/L
TOC	195 mg/L
T-N	538 mg/L
T-P	1.4 mg/L
NOX-N	1.2 mg/L
NO2-N	0.1 mg/L
NH4-N	461 mg/L

表 2 生物処理によるビスフェノール A の変化

オゾン接触時間	BisuphenolA	除去率 (%)
0 分	4.69 mg/L	-
3 分	2.01 mg/L	57.1
5 分	1.13 mg/L	75.9
7 分	0.50 mg/L	89.4
15 分	-	-

表 3 オゾン接触時間によるビスフェノール A の変化

運転日数 (日)	注入水(mg/L)	処理水(mg/L)
15	4.98	-
25	4.50	-
33	4.23	-
36	5.16	-
39	5.84	-
49	5.18	0.07
56	6.17	0.14

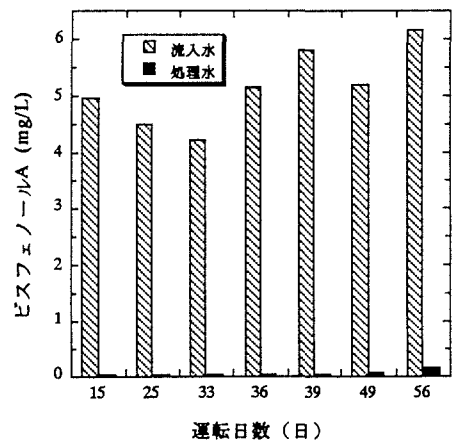


図 2 生物処理によるビスフェノール A の変化

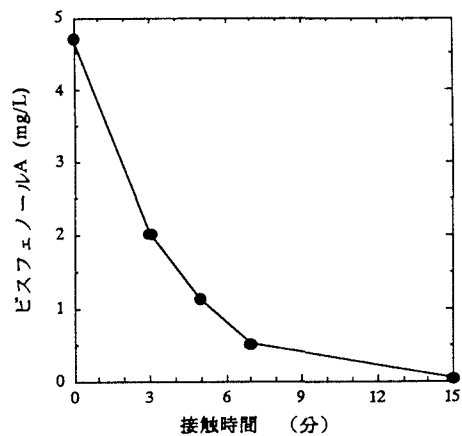


図 3 オゾンの接触時間によるビスフェノール A の変化