

プラスチック廃棄物における有害化学物質の定量法と 溶出防止対策の確立

研究期間（平成12年度～14年度）

永瀬 誠*, 土田大輔*, 高橋浩司*, 鳥羽峰樹*, 宇都宮彬*, 徳永隆司**

要 旨

廃棄物埋立処分場からの浸透水中には、種々の有害化学物質が検出されることが報告されている。中でも、高い頻度で検出される1,4-ジオキサンは、発がん性の可能性を有する有害化学物質であるにもかかわらず、その溶出原因が明らかにされていない。著者らは、1,4-ジオキサンの溶出原因がプラスチック廃棄物に起因するのではないかと考え、ポリスチレン、軟質ポリウレタンフォーム等のプラスチック中の1,4-ジオキサンの定量法を開発した。その結果、プラスチック中のその含有量を明らかにすることにより、溶出原因の一部を明らかにできた。また、浸透水中の1,4-ジオキサンの分解についての検討を行い、有効な分解法を見いだした。

〔キーワード：埋立処分場、浸透水、1,4-ジオキサン、プラスチック、溶出防止対策〕

1 はじめに

廃棄物埋立処分場からの浸透水には、1,4-ジオキサン、有機リン酸トリエステル類、ホウ素などの有害化学物質が数多く含まれる¹⁾。中でも、検出頻度が高く、発がん性の可能性を有する1,4-ジオキサンは、その溶出原因が明らかでなく、将来、問題となることが危惧される。従って、早急にその溶出原因を解明し、防止対策を講じることが求められている。

著者らは、浸透水中の1,4-ジオキサンがプラスチック廃棄物に起因するのではないかと考え、ポリスチレン、軟質ポリウレタンフォーム等のプラスチック中の1,4-ジオキサンの定量法を開発し、それらのプラスチックに含有される1,4-ジオキサン量を調査した。さらに、1,4-ジオキサンの分解についての検討を行った。

2 研究方法

2・1 ポリスチレン中の1,4-ジオキサンの定量

ポリスチレン試料1gを採り、ジクロロメタン10mlに溶解する。1,4-ジオキサン-d₈を内部標準物質として添加後、水20mlを加え、1,4-ジオキサンを振とう抽出する。この抽出を3回繰り返す。水層を遠心分離後、分液ロートに移し、塩化ナトリウム20gを加えた後、

ジクロロメタン35mlを用い、1,4-ジオキサンを振とう抽出する。ジクロロメタン層を硫酸ナトリウムで乾燥後、0.5mlに濃縮し、GC-MSを用いて1,4-ジオキサンの定量を行う。

2・2 軟質ポリウレタンフォーム中の1,4-ジオキサンの定量

軟質ポリウレタンフォーム試料0.3～0.5mgを採り、ジクロロメタン8mlを加え、遊星型微粒粉碎器を用い、ポリウレタンフォームの粉碎と1,4-ジオキサンの同時抽出を行う。ジクロロメタン層を50mlの遠心分離管に移し、1,4-ジオキサン-d₈を内部標準物質として添加後、水20mlを加え、1,4-ジオキサンを振とう抽出する。水層を遠心分離後、分液ロートに移し、塩化ナトリウムを加えた後、ジクロロメタンを用い、1,4-ジオキサンを振とう抽出する。ジクロロメタン層を硫酸ナトリウムで乾燥後、0.1mlに濃縮し、GC-MSを用いて1,4-ジオキサンの定量を行う。

2・3 水中の1,4-ジオキサンの酸化分解

1,4-ジオキサンは水への溶解度が非常に高く、その除去には吸着等を用いる方法より分解法が適していること

*福岡県保健環境研究所

(〒818-0135 福岡県太宰府市大字向佐野39)

**福岡県リサイクル総合研究センター

(〒808-0135 福岡県北九州市若松区ひびきの2番1号)

から、分解法を用いた除去について検討した。水試料50 ml を三角フラスコに採り、1,4-ジオキサンを添加後、硫酸鉄(II) 及び過酸化水素を加え、1,4-ジオキサンの酸化分解を行う。分解後、試料液を 100 ml の分液ロートに移し、1,4-ジオキサン- d_8 を内部標準物質として添加し、塩化ナトリウムを加えた後、1,4-ジオキサンをジクロロメタンを用いて抽出する。ジクロロメタン層を硫酸ナトリウムで乾燥後、濃縮し、GC-MS を用いて1,4-ジオキサンの定量を行い、分解率を測定する。

3 結果及び考察

3・1 ポリスチレン中の1,4-ジオキサンの定量

ポリスチレンを溶解したジクロロメタン溶液から1,4-ジオキサンを抽出する際に使用する水の量が抽出率に及ぼす影響を調べた。その結果、水の量が 15~20 ml の範囲で、抽出率は約 35% であり、ほぼ一定の値を示した。従って、抽出に使用する水の量を 20 ml とした。しかし、抽出率が低かったことから、抽出は 3 回行うこととした。

次に、1,4-ジオキサンを水からジクロロメタンに抽出する際に、水中に塩化ナトリウムが存在することが必要であったため、塩化ナトリウム量が抽出率に及ぼす影響を調べた。その結果、塩化ナトリウム量が 17~20 g の範囲において抽出率は約 90% となり、ほぼ一定の値を示した。従って、塩化ナトリウム量を 20 g とした。

この方法を用い、ポリスチレン中の 1,4-ジオキサン量を調べたところ 8 検体中 1 検体に、1,4-ジオキサンが検出され、その値は $0.46 \mu\text{g g}^{-1}$ であった。

3・2 軟質ポリウレタンフォーム中の 1,4-ジオキサンの定量

1,4-ジオキサンを含む試料を用い、粉碎・抽出時間が1,4-ジオキサンの定量に及ぼす影響を調べた。その結果、定量値は、粉碎・抽出時間が 3~5 時間の範囲で、ほぼ一定の値を示した。従って、粉碎・抽出時間を 4 時間とした。

次に、試料量が 1,4-ジオキサンの定量に及ぼす影響を調べた。その結果、定量値は、試料量が $0.17 \sim 0.5 \text{ mg}$ の範囲においてほぼ一定の値を示したが、試料量の増加にともない、定量値は減少した。従って、試料量を 0.5 mg 以下とした。

この方法を用い、軟質ポリウレタンフォーム中の1,4-ジオキサン量を調べたところ 7 検体中 3 検体に、1,4-ジオキサンが検出され、その値は $16, 27, 30 \mu\text{g g}^{-1}$ であった。

3・3 水中の1,4-ジオキサンの酸化分解

1,4-ジオキサンを $1 \mu\text{g}$ 含む試料 ($0.02 \mu\text{g ml}^{-1}$) を調製し、硫酸鉄(II) 及び過酸化水素をそれぞれ 0.1 mmol 加え、酸化分解を行った。その結果は、図1に示すとおりで、1,4-ジオキサンは、反応開始後、ただちに分解され、60 秒間でほぼ 100% が分解した。

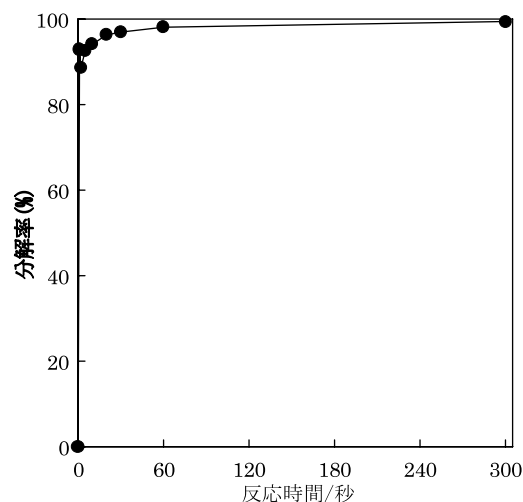


図1 反応時間が分解率に及ぼす影響

4 まとめ

ポリスチレン及び軟質ポリウレタンフォーム中の1,4-ジオキサンの定量法を開発し、その分析を行ったところ、前者から $0.46 \mu\text{g g}^{-1}$ 、後者から $16 \sim 30 \mu\text{g g}^{-1}$ の1,4-ジオキサンが検出された。このことから、浸透水への1,4-ジオキサンの溶出は、これらのプラスチック類がその一因となっている可能性があることが明らかとなった。

また、浸透水中の 1,4-ジオキサン除去のため、酸化分解について検討したところ、有効な結果が得られた。

5 行政的意義、貢献

浸透水中に高い頻度で検出される 1,4-ジオキサンの起源を一部明らかにすることができた。

また、浸透水中の 1,4-ジオキサンの分解法を見いだしたことは、1,4-ジオキサン対策を実施する際に役立つものと考えられる。

文献

- 1) 廃棄物埋立処分に起因する有害物質暴露量の評価手法に関する研究、国立環境研究所特別報告、2000。