

# 実験排水処理施設での排水分析について

宮崎大学工学部教育研究支援技術センター  
高階 卓哉

## はじめに

実験排水処理施設では、主に実験室の流しから排出された実験希薄洗浄排水について、水質分析及び排水処理を行っている。実験濃厚廃液（2あるいは3回目までの洗浄水を含む）は定期回収の後、外部委託処理している。水質分析は「公共下水道への排除基準」に基づいて行っており、基準値を超過したときのみ排水処理（凝集沈殿処理）を行い下水道へと放流している。しかし、凝集沈殿処理は有機化合物などについては除去できないので、特に注意が必要である。ここでは、実験排水処理施設における実験排水の重金属類の濃度の推移や、流入から下水道放流までの流れなどについて報告する。

キーワード：水質分析、排水処理

## 1. 概要

各実験室の流し等から排出された実験排水は公共下水道へ直接流すことができないので、実験排水処理施設で水質分析を行い、基準値超過の有無を確認してから排水している。これまでは、重金属類のみ分析を行っていたが、2003年から揮発性有機化合物の分析も開始したので、それらのデータも併せて排水処理の方法等を報告する。

## 2. 分析

### 2-1 実験排水の分析項目

表1 宮崎大学における実験排水の分析項目

| 分析項目        | 排水基準 (mg/L) |
|-------------|-------------|
| 水銀          | 0.005       |
| 鉛           | 0.1         |
| 鉄           | 10          |
| カドミウム       | 0.1         |
| 亜鉛          | 5           |
| 銅           | 3           |
| クロム         | 2           |
| マンガン        | 10          |
| ジクロロメタン     | 0.2         |
| 1,2-ジクロロエタン | 0.04        |
| 四塩化炭素       | 0.02        |
| ベンゼン        | 0.1         |

宮崎大学においては特に、水銀、鉛、ジクロロメタンが注意を要する。

### 2-2 分析方法

水銀以外の重金属類

- ・フレイム原子吸光光度法

試料を高温のフレイム中に噴霧して原子を原子化させ、このフレイム中の原子蒸気に特定波長の光を透過させ、その吸光度を測定することにより濃度を測定する。以下の3つの性質を利用している。

- ・基底状態の原子は、特定波長の光を吸収して励起状態になる。
- ・吸収波長は元素によってそれぞれ異なる。
- ・ある濃度範囲で、測定対象元素の濃度と吸光度の間には比例関係が成立する。

水銀

- ・還元気化原子吸光光度法

吸光度を測定して濃度を求める原理は、フレイム原子吸光光度法と同様である。原子化の方法が異なり、フレイムではなく還元剤を用いて、試料中の水銀を金属水銀に還元する。金属水銀は揮発しやすいので、空気を循環通気して水銀蒸気を発生させて測定部に導入し、吸光度を測定する。

揮発性有機化合物

- ・ガスクロマトグラフ分析（ヘッドスペース法）

試料水を一定の空間を残してバイアル瓶に入れ、水に溶解している低沸点有機化合物が気相と液相の間で平衡状態になるのを待ち、上部にできた空間の気体をサンプリングしてガスクロマトグラフで検出する。尚、検出器はベンゼンにはFID（水素炎イオン化検出器）、それ以外にはECD（エレクトロンキャプチャ検出器）を使用している。

### 3. 実験排水の処理方法

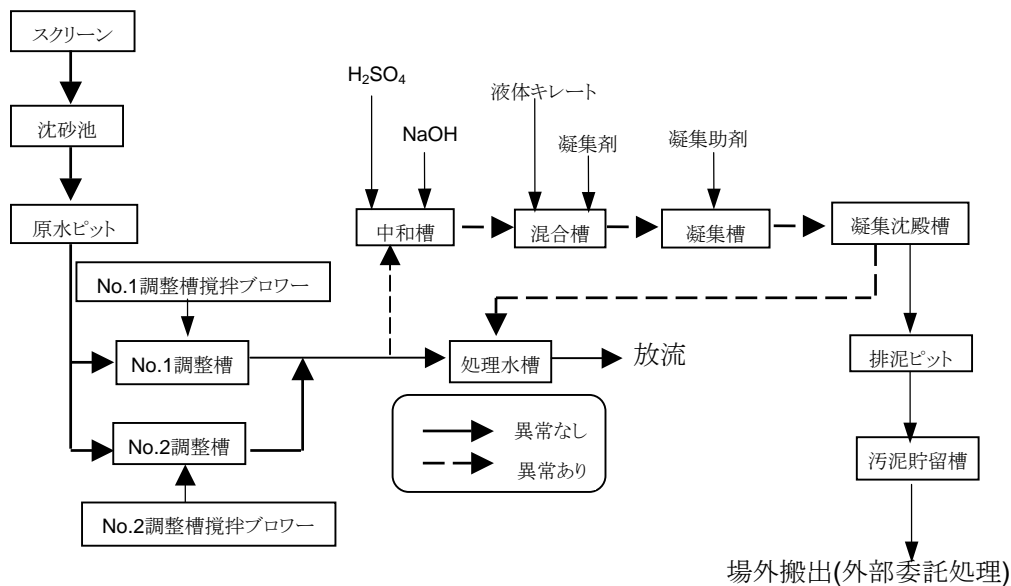


図1 排水処理フロー

実験排水の水質が基準値以下の場合には分析後にそのまま下水道に放流しているが、基準値を超えた場合は凝集沈殿処理を行った後に放流している。

#### 凝集沈殿法・・・懸濁物質と重金属の除去

(基準値を超えたときのみ)

- (1) pHを7付近に調整する。
- (2) キレート剤を添加して重金属を捕集させる。
- (3) 無機凝集剤を添加して懸濁物質を凝集させ、小さなフロックを形成させる。
- (4) 有機高分子凝集剤を添加して、フロックを大きく成長させる。
- (5) 凝集沈殿槽でフロックを沈殿させて固液分離し、上澄み水を排水する。

### 4. 実験排水の水質

#### 4-1 実験排水中の重金属濃度

表2は、本学において特に注意すべき項目の分析結果をまとめたものである。排水中の鉛濃度に関しては、以前と比べて大幅に改善してきている。水銀についてはやや改善してきたかにみられたが、2003年になって再び悪化してしまった。また、水銀、鉛以外の重金属の基準値超過は今のところ起こっていない。

表2 実験排水中の重金属濃度

| 分析項目 | 年     | 最大測定値 (mg/L) | 検出回数      |           |        |
|------|-------|--------------|-----------|-----------|--------|
|      |       |              | 排水基準の5割以上 | 排水基準の8割以上 | 排水基準超過 |
| Hg   | 1995  | 0.0341       | 8         | 5         | 3      |
|      | 1996  | 0.0162       | 15        | 10        | 8      |
|      | 1997  | 0.0258       | 25        | 15        | 10     |
|      | 1998  | 0.0163       | 10        | 2         | 1      |
|      | 1999  | 0.00434      | 2         | 2         | 0      |
|      | 2000  | 0.0700       | 15        | 10        | 9      |
|      | 2001  | 0.00433      | 6         | 1         | 0      |
|      | 2002  | 0.00679      | 3         | 1         | 1      |
|      | 2003  | 0.00946      | 16        | 10        | 7      |
|      | 2004  | 0.00617      | 1         | 1         | 1      |
| Pb   | 1995  | 0.79         | 146       | 31        | 6      |
|      | 1996  | 0.24         | 257       | 66        | 4      |
|      | 1997  | 0.10         | 272       | 97        | 0      |
|      | 1998  | 0.11         | 121       | 16        | 2      |
|      | 1999  | 0.11         | 41        | 9         | 1      |
|      | 2000  | 0.08         | 13        | 1         | 0      |
|      | 2001  | 0.077        | 2         | 0         | 0      |
|      | 2002  | 0.106        | 1         | 1         | 1      |
|      | 2003  | 0.146        | 4         | 1         | 1      |
| 2004 | 0.075 | 1            | 0         | 0         |        |

#### 4-2 実験排水中の揮発性有機化合物濃度

本施設での揮発性有機化合物の分析は2003年から開始され、分析項目はジクロロメタン、1,2-ジクロロエタン、四塩化炭素、ベンゼンの四種類である。ベンゼンとそれ以外では、検出できる検出器の種類が異なるので、同時に分析することができない。分析周期は1~2週に一回である。揮発性有機化合物の基準値超過は現在のところ一度も起こっていない。

表3 実験排水中の揮発性有機化合物濃度

| 分析項目        | 年    | 最大測定値 (mg/L)         | 検出回数 |      |        |
|-------------|------|----------------------|------|------|--------|
|             |      |                      | 5割以上 | 8割以上 | 排水基準超過 |
| ジクロロメタン     | 2003 | $9.0 \times 10^{-3}$ | 0    | 0    | 0      |
|             | 2004 | $2.1 \times 10^{-2}$ | 0    | 0    | 0      |
|             | 2005 | $8.4 \times 10^{-2}$ | 0    | 0    | 0      |
| 1,2-ジクロロエタン | 2003 | $3.3 \times 10^{-3}$ | 0    | 0    | 0      |
|             | 2004 | $2.0 \times 10^{-3}$ | 0    | 0    | 0      |
|             | 2005 | N.D                  | 0    | 0    | 0      |
| 四塩化炭素       | 2003 | $2.4 \times 10^{-3}$ | 0    | 0    | 0      |
|             | 2004 | $2.0 \times 10^{-4}$ | 0    | 0    | 0      |
|             | 2005 | $3.2 \times 10^{-5}$ | 0    | 0    | 0      |
| ベンゼン        | 2003 | N.D                  | 0    | 0    | 0      |
|             | 2004 | N.D                  | 0    | 0    | 0      |
|             | 2005 | N.D                  | 0    | 0    | 0      |

N.D:検出限界以下

### 5. 実験廃液量の変化

図2に学部別、図3に全学の実験廃液量の経年変化を示した。近年の傾向では、工学部の有機系廃液量の増加が特徴的であり、全学の有機系廃液量増加の原因となっている。

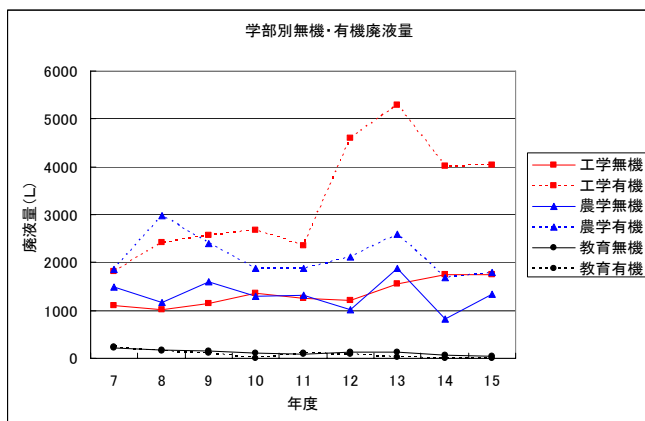


図2 学部別実験廃液量の経年変化

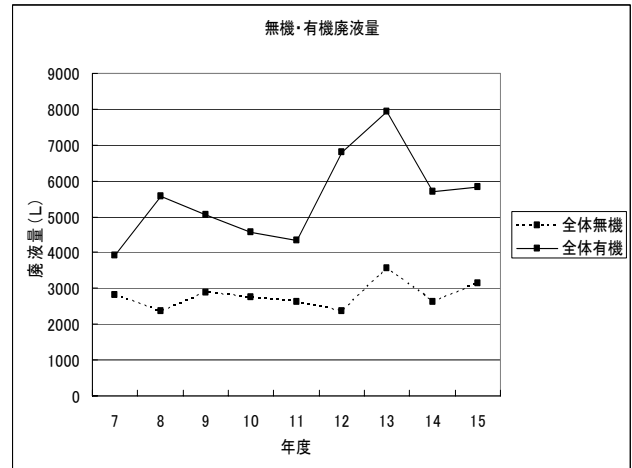


図3 全学部実験廃液量の経年変化

### 6. まとめ

近年、基準値超過の回数は減少してきていたが、2003年の12月に水銀の基準値超過がたびたびみられた。表2を見ても理解できるように、鉛が大幅に改善してきたのに比べて、水銀はほとんど変化が無い。水銀は毒性が強いため、その排水基準も厳しく、排水200 m<sup>3</sup>中に水銀1 gが混入しただけで基準値を超過してしまう。このため、水銀を使用した容器等の洗浄の際には特に注意が必要である。

揮発性有機化合物については本施設で分析を開始してから一度も基準値超過は起こっていない。10年ほど前に下水道管理者から、ジクロロメタンの基準値超過を指摘されたことがあったが、そのころに比べて大幅に改善されたといっていだろう。これは、本学が溶媒回収装置等で積極的に揮発性有機化合物の流しへの排出削減に取り組んできた結果である。

本学では、鉛や水銀及びジクロロメタンの基準値超過がたびたび見られ、過去に下水道管理者から警告され、ジクロロメタンについては改善命令まで受けたことがある。仮に、改善命令を達成できなければ、下水道への実験室の流しからの排除を禁止されるため、実験や研究に重大な支障を来すことになる。従って、実験同様に排水の取り扱いについても細心の注意をもって取り組むべきである。

#### 参考文献

実験廃棄物取り扱いの手引書 宮崎大学