

学生実験で生成する実験廃液分類の確認とチェックシステムの構築

物質生命化学科 森村 茂

1. 背景と目的

物質生命化学科では、環境教育の充実を図り環境マネジメント能力を持つ人材を社会に送り出すことを目的とする教育型の環境マネジメントシステム ISO14001 を認証取得している。1年次から3年次にかけて実施する学生実験では、試薬の取り扱いや実験器具・水光熱の使用量削減とともに、廃液や廃棄物の適正な分類と処理について教育を行い、環境負荷の低減に努めてきた。(図1参照)

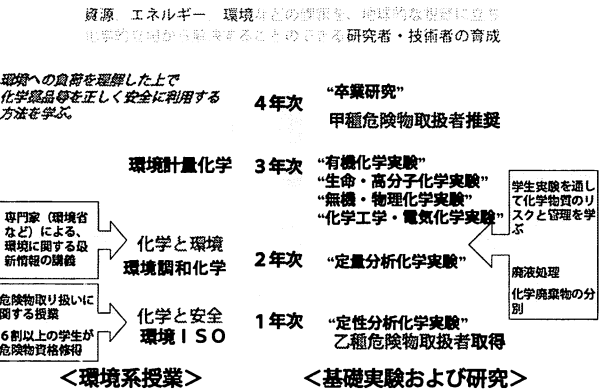


図1 物質生命化学科における環境系授業／基礎実験を通じた実践的環境教育

実験廃液は、「実験・実習における安全の手引き」に記載されているように、有機系・無機系の二種類に大別され、それぞれの廃液区分は成分によってさらに細かく分類されている。(図2参照)

本プロジェクトでは、学生実験で生成する廃液の分類を最初に確認した。次に、万一、同じ実験テーマで使用する分類の異なる廃液が知らない間に誤って混入した場合でも正しく分類できるようにするとともに、異種の成分が混入したかどうかを効率的にチェックできる分析方法・システムを考案することを目標とした。これまでに教育を受けてきた廃液の分類や適正な処理法の確認に加えて、チェックシステムを考案することで基本的な化学的考察力の向上を図り、次に考え出したチェックシステムが適切かどうか、実際に分析を行うことで実験技術の修得・向上を図ることを目的とした。さらに、得られた分析結果に基づいて考案したチェックシステムの改良も試みることで、これまでの学生実験とは異なった構想提案を体感することを目標とした。

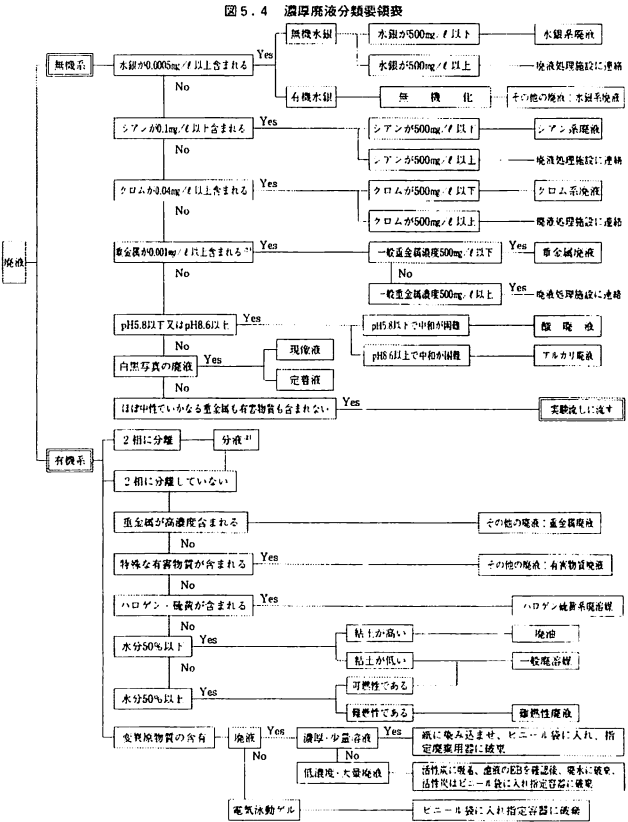


図2 実験廃液の分類基準

2. 実施内容の概要

2.1 授業科目および改善拡充点

学生実験の中でこれまでに実施してきた廃液に関する説明や実験室での指導に加えて、学生自身による分類の確認と、さらに万一その実験テーマの他の試薬が混入した場合を仮想したチェックシステムの構築および確認実験を通して、環境教育に加えてものづくり教育の側面を導入した。

2.2 当該授業科目の学科カリキュラムにおける位置づけ

物質生命化学科では、1年次は化学物質の定性分析を行い、2年次では定量分析を行い、3年次では無機系および有機系の化学に関する実験を行っている。2年次までに修得した技術や知識を用いて、多様化した3年次学生実験の試薬に対応したチェックシステムの構築を試みた。

2.3 期待できる効果

これまでの学生実験においても、試薬および廃液

の取り扱いについては十分な指導を行い、実践してきた。しかし、廃液の分類に際して実際に分析を行って確認したことはない。そこで、これまでの教育の上に立って廃液の分類・確認に加えてチェックシステムを考案し、実際にチェック分析を行うことにより、環境教育とものづくり教育の両面を体感した。考案したシステムに基づいて実際の分析を行うために、赤外分光光度計などの機器を使用した。

## 2.4 プロジェクト実施の組織体制

1つの実験テーマにおいて無機系と有機系の廃液が適度に混在することを考慮して、生命・高分子化学実験を題材とし、分析技術については分析実験担当教員の、模擬廃液の設定等については全教員の参加によって実施した。

## 3. 実施結果

### 3.1 学生実験で排出される廃液の分類

生命・高分子化学実験で実際に生成する廃液の例として、DNA 抽出実験で使用するフェノール／クロロホルム溶液と還元糖の定量で使用するソモギーA液について、個別に質問した。その結果、フェノール／クロロホルム溶液は有機系のハロゲン廃液、ソモギーA液は無機系の重金属廃液と、全員が正しく分類することができた。

### 3.2 誤って異なる廃液を混入させてしまったときの廃液の分類

次に、実際の実験では起こらないはずであるが、誤って異なる廃液が混入した場合にどのように分類すればよいか、レポートとしてたずねた。今回は、下記の3種類の設定について質問した。

[実験廃液に関するレポート]

下記の3つの設定に対して、あなたの考えを、理由も添えて記載してください。

〔設定1〕フェノール／クロロホルム（1：1）溶液が500 ml、クロロホルム：イソアミルアルコール（24：1）溶液が250 ml、DNA 抽出溶液 A が240 ml 入っている廃液タンクに、間違えてソモギーA液を10 ml 捨ててしまった。この廃液はどの廃液として処理すべきか。

〔設定2〕ソモギーA液200 ml、ソモギーB液200 ml、ソモギーC液200 ml、2%デンブレン溶液200 ml 酢酸緩衝液(pH 4.5)190 ml が混ざった実験廃液を捨てたタンクに、間違えてフェノール／クロロホルム（1：1）溶液を10 ml 捨ててしまった。どの廃液として処理すべきか。

〔設定3〕ソモギーB液が100 ml 残ったので処分しようと思う。どのように処理するのが最適と考えるか。

例えば、設定1に対するレポート結果をまとめてみると、図3に示したように、正しい判断である有機系重金属廃液と答えた学生が割合としては最も多かったものの、混乱を生じていることがわかった。廃液の処理法と分類の関係を理解し、正しく分類するための判断基準を明確にすることが重要であることを改めて認識できた。

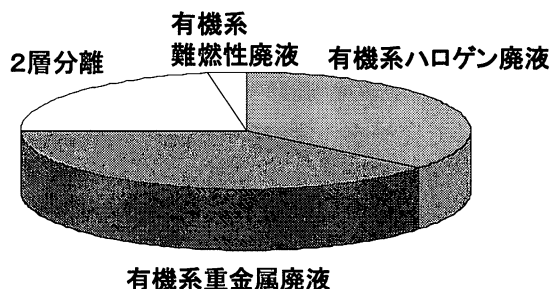


図3 設定1に対する回答のまとめ

### 3.3 混入のチェック方法の考案と評価

さらに、万一異なる廃液が混入した場合のチェック方法について考えてもらった。上記のレポートの追加項目として、次の事項について質問した。

4. ソモギーA液200 ml、ソモギーB液200 ml、ソモギーC液200 ml、2%デンブレン溶液200 ml、酢酸緩衝液(pH 4.5)190 ml が混ざった実験廃液を捨てたタンクに、クロロホルム／イソアミルアルコール（24：1）溶液を10 ml 捨ててしまったかもしれないと心配になった。クロロホルムが混入しているかどうか判断する方法がないか、考えてください。

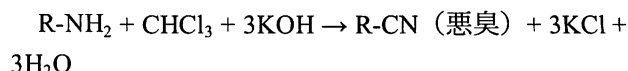
その結果、以下のように多様な方法が提案され、比較検討を行った。

#### 1. 機器分析

H-NMR, IR, MS など

#### 2. 定性分析

##### ①カルビルアミン反応を利用して臭いで判断する



##### ②バイルシュタイン反応によりハロゲン化銅の炎色反応をみる

##### ③ヒドロキシルアミンと反応させ、塩化鉄により発色させる

##### ④α-ナフトールおよび2,7-ジヒドロキシナフタリンによる呈色反応

今後は、他の廃液の場合についてもチェック方法の比較検討を行うとともに、廃液分類の考え方の確認も継続して学生実験の中で実施していきたいと考えている。