

指導資料

理科 第311号

 鹿児島県総合教育センター
平成29年4月発行

対象
校種

幼稚園 小学校 中学校

高等学校 特別支援学校

環境に配慮した実験廃液処理の必要性と方法 — 高等学校化学で使用する薬品を中心に —

持続可能な社会の構築が求められている今日、観察、実験を行うに当たっては、環境教育の視点を踏まえた指導を行う必要がある。そこで、実験廃液処理の必要性や方法、注意点等について、高等学校化学の実験で使用する薬品を中心に紹介する。

1 観察、実験の充実と適切な実験廃液処理

平成28年12月の中央教育審議会答申においては、現在の課題として、「高等学校については、観察・実験や探究的な活動が十分に取り入れられておらず、知識・理解を偏重した指導となっている」ことが指摘され、「生徒自身が観察・実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験を可能な限り増加させていくことが重要」と示されている。

なお、『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』（以下、「解説」という。）には、「生徒には観察、実験による廃棄物の処理や回収の方法について常に意識させておくことが重要」であり、「生徒に環境への影響や環境保全の大切さを考えさせるよい機会となる」と示されていることを踏まえ、観察、実験の指導の充実を図りたい。

2 実験で使用する主な薬品

高等学校化学の実験で使用する薬品には、重金属を含む化合物や有機化合物、酸性化合物、塩基性化合物などがある。その主なものを表1に示す。

表1 化学実験で取り扱う主な薬品

分類	化合物名	主な実験内容
重金属を含む化合物	塩化鉄(Ⅲ)	コロイド溶液
	硫酸鉄(Ⅱ)	金属イオンの反応
	硝酸銀	コロイド溶液, 電気分解, 銀鏡反応
	塩化マンガン(Ⅱ)	溶存酸素量測定
	酸化マンガン(Ⅳ)	反応速度, 気体の発生
	過マンガン酸カリウム	酸化・還元反応
	硫酸銅(Ⅱ)	電池, 電気分解
	塩化銅(Ⅱ)	電気分解
有機化合物	硫酸亜鉛	電池
	ヘキサン	分子量測定
	ベンゼン	合成
	サリチル酸	合成
酸性化合物	フェノール	合成, 性質の確認
	塩酸	中和反応, 分離
	硫酸	電池, 電気分解
塩基性化合物	硝酸	気体の発生
	水酸化ナトリウム	熱化学, 中和反応, 金属イオンの反応, 分離
	アンモニア	分離, 合成

3 実験廃液の量を減らす工夫

実験を行う前には、その計画を立て、廃液をできるだけ出さない工夫を行うことが重要である。そこで、生徒に必要以上に薬品を使用させないために、教師は、必ず予備実験を行い、反応に必要な物質の最少の量を把握しておくことが必要である。また、以下のようなマイクロスケールでの実験ができないか、使用後の薬品は再利用できないかといった視点からの検討も必要である。

(1) マイクロスケールでの実験

ディスポ反応板（写真1）などのセルプレートや、点眼ボトル（写真2）などのプチボトルを用いてマイクロスケールでの実験を行うと、ビーカーや試験管を用いる場合と比べ、使用する薬品は少量で済む。そのため、実験後の廃液量も減らすことができる。



写真1 ディスポ反応板



写真2 点眼ボトル

マイクロスケールでの実験を行う場面として、高等学校化学では、無機分野の金属イオンの定性分析や中和滴定などの実験が考えられる。また、小学校では水溶液の性質（リトマス紙での液性の確認、金属との反応）、中学校では中和による電気伝導性の測定や物質どうしの反応実験などでの活用が考えられる。

(2) 使用した薬品を再利用する実験

一度実験で使用した薬品でも、他の学

級で繰り返し利用したり、適切な処理を施すことで他の実験で再利用したりすることができるものもある。例えば、溶解度や水溶液の性質を調べる際に使用した塩化ナトリウム（食塩）やミョウバンは結晶づくりに再利用することが考えられる。また、特に塩化ナトリウムは、濃度を上げることで寒剤として再利用することも考えられる。ほかにも、電気分解で使用した硫酸銅（Ⅱ）水溶液の再利用や有機化合物の廃液を分留によって回収し、再利用することも考えられる。

4 実験廃液の処理方法及び注意点

排水については、水質汚濁防止法や下水道法などの規制を受けている。実験で使用した器具等は、実験室の流しで洗浄することになるが、生徒に指導する際は、実験廃液は安易に流させず、処理方法について説明したり、確実に回収したりする必要がある。そのことが、生徒に環境への影響や環境保全の大切さを考えさせるよい機会となる。

実験廃液については、種類ごとに分類し、回収することが望まれるが、種類が多いため、のように分類し、回収してもよい。ただし、は、高等学校化学の実験で使用する薬品の分類であるため、シアン系廃液や水銀系廃液、その他有機系の廃液などの細かな分類は示していない。最終的には、廃液処理業者に依頼することになるので、業者が指示する種類に分類することが大切である。また、実験で使用したビーカーなどの容器のすすぎ水は2回までは回収する

ようにしたい。

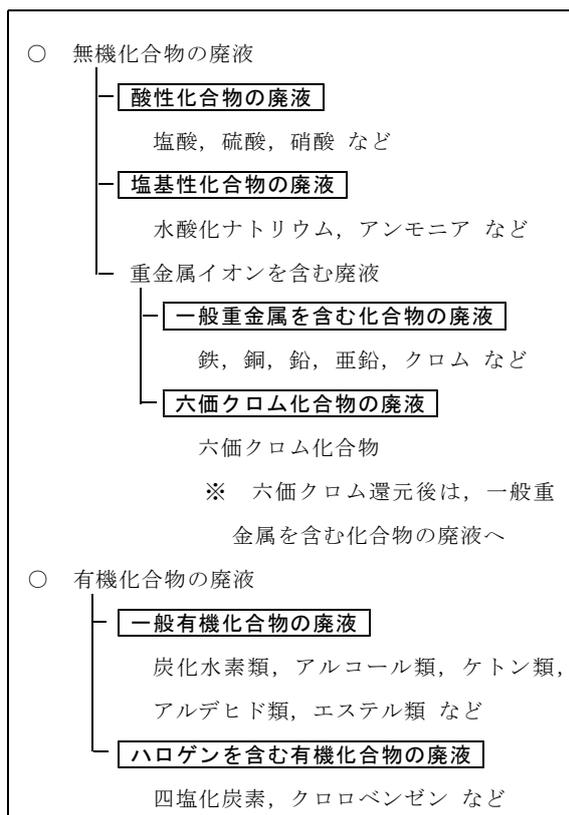


図 実験廃液の分類

図の実験廃液について、主な処理方法と注意点を以下に述べる。

(1) 酸性化合物又は塩基性化合物を含む廃液

ア 処理方法

実験後の酸性化合物の廃液と塩基性化合物の廃液はそれぞれ別の容器に回収した後、中和する。水質汚濁防止法の排水基準では、水素イオン濃度（水素指数）はpHの値で5.8から8.6となっているため、pH計や万能試験紙等で測定しながら中和し、多量の水で薄めながら排出する。

イ 注意点

溶液の濃度が高い時の中和は発熱し、溶液が飛び散ることもあるため危険である。濃度を確認し、濃度が高い場合

には水で希釈した後、中和する。その際も温度上昇に注意しながら、少量ずつ時間をかけて中和する。

また、酸性化合物の廃液に硝酸が含まれていると有害な窒素酸化物が、塩酸が含まれていると塩素が発生する危険性がある。亜硝酸塩が含まれる塩基性化合物の廃液を酸で処理すると窒素酸化物が、写真の現像液など亜硫酸塩を含む塩基性化合物の廃液を酸で処理すると亜硫酸が発生するなど有害な物質が発生することがあるため、十分な注意が必要である。

(2) 重金属イオンを含む廃液

ア 処理方法

重金属を含む化合物の廃液については、水質汚濁防止法に排水基準として表2のような許容限度が定められている。

表2 重金属を含む化合物の排水基準

種類	許容限度 (mg/L)
・ カドミウム及びその化合物	0.03
・ 鉛及びその化合物	0.1
・ 六価クロム化合物	0.5
・ 水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	0.005
・ 銅含有量	3
・ 亜鉛含有量	2
・ 溶解性鉄含有量	10
・ 溶解性マンガン含有量	10
・ クロム含有量	2

解説には、「重金属イオンを含む廃液は金属イオンごとに分別して容器に回収して保管し、最終処分は廃棄物処理業者に委託する」と示されている。

重金属を含む化合物の廃液の処理方法については、多くの学校では、回収した後、そのまま廃棄物処理業者に依頼しているが、以下のアルカリ沈殿法や硫化物法のような高等学校で学ぶ内容を含んだ方法などもある。

(ア) アルカリ沈殿法

少量の鉄(Ⅲ)イオンを加えた後、pHの値を調整しながら水酸化ナトリウム水溶液を加える。生成した水酸化物の沈殿をろ過することにより金属イオンを取り除く。

(イ) 硫化物法

少量の鉄(Ⅲ)イオンを加えた後、pHの値を調整しながら硫化ナトリウム水溶液を加える。生成した硫化物の沈殿をろ過することにより金属イオンを取り除く。

イ 注意点

銀を含む実験廃液を長期間放置すると、アンモニアを含むアルカリ性の廃液中では、爆発性のある物質が生じるため危険である。例えば、銀鏡反応の実験で生じる廃液は、硝酸等の酸で酸性にする必要があることに注意する。

(3) 有機化合物の廃液

ア 処理方法

グルコースやエタノールなどのように水で希釈して処理することができる有機化合物もあるが、多くの有機化合物については、ハロゲンを含む有機化合物の廃液と一般の有機化合物の廃液を分けて回収する。解説には「有機溶媒を含む廃液についても回収・保管し、

最終処分は廃棄物処理業者に委託する」と示されている。

イ 注意点

有機化合物には、消防法の適用対象となっているものもあり、これらは引火性を示す。そのため、実験廃液についても大量の貯蔵・保管は危険である。有機化合物の廃液は、早めに処分するなどの配慮が必要である。

探究活動が増え、実験の機会が増えれば、実験廃液も更に増え、環境への影響も大きくなる。そこで、教師は実験廃液を減らす工夫を行うとともに、実験で生じた廃液の回収や処理についての指導を確実に行うことが求められる。このことにより、生徒も処理の方法を学ぶとともに、これからますます充実が求められる持続可能な社会の構築へ向けた環境教育を念頭にした具体的な学びのよい機会となる。

観察、実験を行わせる上で、実験廃液の処理まで含めた指導の実践を通して、環境保全に主体的に取り組む態度や科学的な見方や考え方を育成したい。

ー引用・参考文献ー

- 文部科学省『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』平成21年、実教出版株式会社
- 鹿児島県総合教育センター『指導資料 通巻第760号 (理科 第140号)』昭和60年11月
- 芝原寛泰・佐藤美子著『マイクロスケール実験－環境にやさしい理科実験』平成23年、株式会社オーム社
- 日本化学会『第5版 実験化学講座 30化学物質の安全管理』平成24年、丸善出版株式会社

(教科教育研修課)