

小学校「理科」観察・実験ハンドブック

観察・実験を円滑に進めるために(Ⅱ)

(薬品の調製と廃棄について)

Ⅲ 薬品の調製方法と取扱い上の留意点

Ⅳ 実験で使用した薬品の廃棄について

平成 30 年 5 月
大阪府教育センター

目 次

Ⅲ 薬品の調製方法と取扱い上の留意点

(1) 塩酸 (HCl)	1
(2) 水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液	2
(3) 石灰水 (水酸化カルシウム水溶液) ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	3
(4) ヨウ素溶液 (ヨウ素-ヨウ化カリウム水溶液)	3
(5) アンモニア水 (NH_3)	4
(6) 過酸化水素水 (H_2O_2)	4

Ⅳ 実験で使用した薬品の廃棄について

(1) 酸廃液・アルカリ廃液	5
(2) 有機廃液	6
(3) 重金属のイオンを含む廃液	6
(4) その他の金属のイオンを含む廃液	7
(5) ヨウ素溶液 (ヨウ素-ヨウ化カリウム溶液)	7

Ⅲ 薬品の調製方法と取扱い上の留意点

小学校でよく使われる薬品について、まとめています。

試薬の調製は、児童に行わせず、教員が行いましょう。また、調製前の濃塩酸や水酸化ナトリウムなどに、児童が触れることのないよう、注意しましょう。

(1) 塩酸 (HCl)

塩酸は、毒性（医薬用外劇物）のある塩化水素（気体 HCl）を水に溶かしたものであり、濃度が10%を超えるものが「医薬用外劇物」に指定されています（毒物及び劇物取締法）。

【濃塩酸の希釈の仕方や取扱い上の留意点】

- ① 濃塩酸は風通しの良いところで扱きましょう。濃塩酸からは塩化水素ガスが出てきます。吸い込まないように注意しましょう。

・ 一般に市販されている「塩酸」は濃度が約35～37%ある。濃塩酸の蓋をあけると刺激のある白い煙が出てくるが、これは溶けている塩化水素が出てきたものである。有毒なので、取り扱うときは換気をし、吸引しないよう気をつけること。

- ② うすい塩酸をつくるには、あらかじめ水と濃塩酸をそれぞれ計量しておき、時々かき混ぜながら、濃塩酸をガラス棒に伝わらせて水に濃塩酸を少しずつ加えていきましょう。

・ 濃塩酸と水とをとり間違えて濃塩酸に水を加えると、激しく発熱し、塩化水素の気体が出てくる。
・ 水で薄めるときは、取り間違えないよう注意し、水温を確かめながら、水に濃塩酸を少しずつ加えていくこと。



【用途に応じた濃度】

- *アルミニウム板との反応…約20%（およそ2倍に希釈、濃塩酸：水＝1：1）
 - *アルミニウム箔との反応…約7%（およそ5倍に希釈、濃塩酸：水＝1：4）
 - *二酸化炭素の発生 …約13%（およそ3倍に希釈、濃塩酸：水＝1：2）
- ※大理石（炭酸カルシウム）に塩酸を加えると、二酸化炭素が発生します。

<アルミニウムと塩酸の反応>

うすめた塩酸に、アルミニウム板（箔）を入れてもすぐには気体は発生せず、反応がおこっていないように見えます。これは、アルミニウムの表面には酸化被膜があり、これが溶けるのに時間がかかるからです。しかし、いったん被膜が溶けると一気に反応が始まります。

反応が起こらないからと言って、塩酸の濃度を高くしたり、加熱したりせずに、しばらく様子を見ながら待つようにしましょう。

(2) 水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液

白色、粒状の固体で「医薬用外劇物」です。5%を超える濃度の水溶液も「医薬用外劇物」です（毒物及び劇物取締法）。

【水酸化ナトリウム水溶液のつくり方や取扱い上の留意点】

- ① ビーカーに固体の水酸化ナトリウムを入れ、水を加え、ガラス棒でかき混ぜて溶かします。**溶けるときには激しく発熱します。必ず安全メガネをかけて作業しましょう。**

※ビーカーの底に水酸化ナトリウムが付着してしまうことがあります。無理にこすりとり、つついたりしないこと。ビーカーやガラス棒が破損してしまう恐れがあります。混ぜていれば必ず溶けます。

- ② 固体の水酸化ナトリウムを保存するときは、蓋をしっかりと閉じること。また、水酸化ナトリウム水溶液をガラス瓶に保存するビンにはガラス栓をせず、**ゴム栓をする**こと。



- ・水酸化ナトリウムには、空気中の水（水蒸気）をとりこんで自発的に水溶液となる潮解性があります。固体の水酸化ナトリウムは、密閉した容器で保管しましょう。
- ・また、アルカリである水酸化ナトリウムは、酸である二酸化炭素と反応して炭酸ナトリウムとなります。ガラス栓をしていると、ガラス瓶に付着した水酸化ナトリウムが空気中の二酸化炭素と反応して炭酸ナトリウムとなり、ガラス栓との間に付着して固まり、栓を開けることが困難になります。

【用途に応じた濃度】

*アルミニウム箔を溶かす …約12%（12gを水88mLに溶かす）

*塩酸との中和実験に用いる…約4%（4gを水96mLに溶かす）

- ・水酸化ナトリウムのような強いアルカリ物質はタンパク質を分解する働きがあるので、固体・水溶液にかかわらず直接手で触れては危険です。濃度が低くても取扱いには注意しましょう。
- ・**誤って触れた場合は、直ちに多量の水で洗いましょう**。途中で薄めた食酢（うすい酢酸）で中和するとよいでしょう。特に、目に入ると角膜を傷めてしまい、非常に危険です。**特に、児童が扱うときには、安全メガネをかけているか注意しましょう（誤って目に入ったときは、応急措置の後、必ず専門医に診てもらいましょう）**。
- ・水酸化ナトリウム水溶液のような強いアルカリ性の薬品でぬれた衣服や靴は、速やかに脱がせましょう。脱がした後、水でしっかり洗い、薄めた食酢で洗います。

（V 観察・実験を行うには p2 参照）

(3) 石灰水（水酸化カルシウム水溶液）（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）

- ・水酸化カルシウムは、白色、粉末の固体で、消石灰とも言います。
- ・水酸化カルシウムの水溶液が「石灰水」です。

石灰（水酸化カルシウム）は劇物指定を受けていませんが、強いアルカリ性の物質であることには変わりありません。目に入ると失明するおそれがあります。

【石灰水のつくり方と取扱い上の留意点】

水1Lに、葉さじで1～2杯の水酸化カルシウムを入れてかき混ぜます（わずかししか溶けません）。しばらく放置し、上澄み液を使用します。

*保存容器はよく洗ったペットボトルでかまいません。

ビーカーや試験管に入れた石灰水にストローを用いて呼気を吹き込む実験は、液が飛び散って目に入る恐れがあるので危険です。安全メガネをかけるのはもちろんですが、ポリ袋を使用すると安全に実験できます。

- ① ポリ袋に息を吹き込んだ後、少量の石灰水を加える。
- ② 袋の口を確実に閉じて振り、石灰水が変化するかどうかを見る。

水酸化カルシウムは、別名消石灰とも言います。海苔などの乾燥剤として使われている白い粉末は生石灰（酸化カルシウム）で、これを水に加えても石灰水になります（激しく発熱するので注意）。

トラックやテニスコートに白線を引く際に用いる「ラインパウダー」に、昔は水酸化カルシウム（消石灰）が使われていましたが、最近は、より安全な炭酸カルシウムなどが使われるようになりました。

(4) ヨウ素溶液（ヨウ素-ヨウ化カリウム水溶液）

ヨウ素溶液は、ヨウ素-デンプン反応に用います。最近、劇物であるヨウ素にできる限り触れなくても済むよう、「ヨウ素溶液」を購入する学校が増えてきました。一方、自前でつくった方が安価であることから、ヨウ素を購入している学校もあります。

ヨウ素は、《医薬用外劇物》に指定されています（毒物及び劇物取締法）が、消毒薬としてもよく用いられています（ヨウ素とヨウ化カリウムをエタノールに溶かしたものがヨードチンキ）。

【ヨウ素溶液（ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液）のつくり方】

- ① ヨウ化カリウム2gを100mLの水に溶かし、これにヨウ素1gを加えてよく混ぜます。
- ② ヨウ素溶液は褐色のビンに入れて保管しましょう。これは、紫外線があたってヨウ素が遊離するのを防ぐためです。

(5) アンモニア水 (NH₃)

アンモニア水は、《医薬用外劇物》で刺激臭のある気体のアンモニアを水に溶かしたものです。濃アンモニア水や10%を超える濃度のものは《医薬用外劇物》です（毒物及び劇物取締法）。

濃アンモニア水からは、気体のアンモニアが出てきます。換気の良いところで取り扱いましょう。

- ・市販の濃アンモニア水は、濃度が約28%あり、出てくる気体のアンモニアには刺激臭があるだけでなく、毒性があります。
- ・取り扱うときは換気をし、吸引しないよう気をつけましょう。

【用途に応じた濃度】

*酸性、アルカリ性を調べる実験には3%程度のものを用いましょう。

（濃アンモニア水10mLを水90mLに溶かすと約3%の水溶液になります。）

(6) 過酸化水素水 (H₂O₂)

酸素の発生に使います。最近の実験用酸素ポンペを用いるようになり、過酸化水素水を用いて酸素を発生させる機会が減ってきましたが、実験用酸素ポンペがない場合、これを使って発生させることができることを知っておくと便利です。

6%を超える濃度のものは《医薬用外劇物》です。（毒物及び劇物取締法）
濃度が高いものは皮膚をおかします。

市販の過酸化水素水の濃度は約30%、消毒用のオキシドールは約3%です。

- ・長期保存をしていると少しずつ分解していきませんが、特に、温度が高くなると分解が進むので、ポリエチレン製のビンに入れて薬品用の冷蔵庫に保管することが望まれます。ガラス瓶では、過酸化水素の分解が進んだ時に中の圧力が高まってビンが破裂することがあり、危険です。

【用途に応じた濃度】

*酸素の発生には約5%が適当とされています（市販の過酸化水素水10mLを水50mLに溶かす）。しかし、市販のオキシドールでも十分発生します。

*酸素の発生：

過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を触媒として加えると、過酸化水素が水と酸素に分解します。（また、ニンジンに含まれる酵素も過酸化水素を分解する触媒として働くので、酸化マンガン(IV)のかわりにニンジンをすりつぶしたものを使用することもできます。）

- ・この反応を高い濃度の溶液で行うと激しく反応し、危険です。
- ・過酸化水素水は、常温でもゆっくりと分解していきます。古い過酸化水素水は分解が進んでいると考えられるため、適当な濃度に希釈することが難しいので注意を要します。

IV 実験で使用した薬品の廃棄について

実験を行った後、何気なく流してしまう廃液が、環境に大きな負荷をかけることがあります。特に注意しなくてはならないものは毒物や劇物ですが、それ以外のものでも環境に負荷がかかります。たった一杯の味噌汁でも、風呂桶 4.7 杯の水でうすめないと言われているとされています（平成 19 年版「こども環境白書」(環境省)）。

また、場合によっては廃液を流した後に何かと反応し、有毒気体が発生したりすることもあります。

実験などで生じた廃液については、実験終了後の後かたづけの一環として、すみやかに適切な処理を行いましょう。

廃液を大きく分類すると次のようになります。

- ① 酸廃液（塩酸など）
- ② アルカリ廃液（水酸化ナトリウム水溶液など）
- ③ 有機廃液（アルコール、油類など、ただし、クロロホルムなどのハロゲン元素を含むものを除く）の有機廃液
- ④ 重金属廃液（硫酸銅（Ⅱ）など）
- ⑤ 重金属廃液以外の劇毒物
- ⑥ その他

(1) 酸廃液・アルカリ廃液

重金属などの有害物質が含まれていない場合は、pH が 6~8 程度になるよう調製してから、多量の水で希釈して流します。（pH は試験紙などで確かめてください。）

酸やアルカリ廃液を中和するのに、新しい水酸化ナトリウム水溶液や塩酸を使うのではなく、酸廃液とアルカリ廃液どうしを用いて中和する方法もあります。

写真のように酸、アルカリ別に廃液をポリタンクに入れ、ある程度たまった段階でそれらを中和させて大量の水とともに流すという方法です。中和のために新しい薬品を使う無駄がなくなります。

もし、沈殿物が生じたら、沈殿物を取り除いて上澄みだけを捨てます（沈殿は、ある程度たまったら業者に引き取ってもらいます）。また、濃度が高い場合は中和の際に発熱することもありますので、注意して中和しましょう。



(2) 有機廃液

- ・アルコール類（エタノールなど）の廃液は、少量なら大量の水とともに水に流してもそれほど問題はありませんが、蒸発皿などに移して燃焼させる方法もあります。
- ・油類については、牛乳などの紙パックなどに新聞紙や使用済みの紙タオルなどを詰め、油をしみ込ませて、燃えるごみとして捨てましょう。市販されている油凝固剤などを利用する方法もあります。
- ・それ以外の有機廃液（ホルマリンなど）は、ビンに入れて保管し、ある程度たまったら、指定を受けた業者に引き取ってもらいましょう。

(3) 重金属のイオンを含む廃液

<重金属とは>

主な重金属には次のようなものがあります。これらの金属のイオンの化合物の多くは毒物や劇物に指定されています。

鉄(Fe)、鉛(Pb)、金(Au)、白金(Pt)、銀(Ag)、銅(Cu)、クロム(Cr)、カドミウム(Cd)、水銀(Hg)、亜鉛(Zn)、ヒ素(As)、マンガン(Mn)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、錫(Sn)、ビスマス(Bi)、ウラン(U)、プルトニウム(Pu)など。

これらの金属イオンを含む物質すべてが毒物や劇物ではありませんが、それらに指定されていないものであっても、濃度が高ければ水生生物に大きな影響を与えます。毒物や劇物に指定されていないものでも、量が多い場合には、流して捨てることのないように注意しましょう。

重金属のイオンを含む溶液は、小学校では使用しなくなってきました。以前は色が美しい硫酸銅(Ⅱ)などを用いた結晶づくりなどが行われていました。そのようなことから、現在でも硫酸銅(Ⅱ)が保管されている学校があるかもしれません。

<廃棄の方法>

- ・他の薬品と混ざっていない場合は、そのまま蒸発させて固体に戻して再利用しましょう。
- ・他の薬品と混ざっている場合には、水を蒸発させるか、あるいは下記の方法で沈殿させ、できた沈殿物をビンに入れて保管しましょう。最終的には指定を受けた処理業者に処分を依頼します。

※ 沈殿物にして保存しておく、と、体積も小さくなり、保管が楽になります。

(沈殿させる方法)

- ① 廃液を大きめのビーカーに入れ、アルカリ廃液を少しずつ加えてアルカリ性にする、ほとんどの重金属イオンは水酸化物として沈殿します。一晩おいて、上澄み液が透明になれば、さらに少しのアルカリを加えてすべて沈殿になったことを確かめ、上澄み液を多量の水で希釈して捨てます。残った沈殿物を自然蒸発させ、保存します。
- ② アルカリ性が強すぎると、亜鉛イオンや鉛イオンのように再び溶けるものもあります。そのような場合、自然に水を蒸発させて固体に戻しましょう。

(4) その他の金属のイオンを含む廃液

食塩（塩化ナトリウム）などのナトリウムイオンを含むものなどがこれに該当します。これらについては、大量の水とともに流しましょう。

ただ、できるだけ排出しないようにする観点から、再利用できるものは再利用するよう心掛けましょう。

（結晶づくり等に使用する溶液について）

現在、結晶づくりをするときにはミョウバン（硫酸カリウムアルミニウム）がよく使われています。その際、大量のミョウバン水溶液が必要ですが、余った溶液は再度使用することができますので、捨てずに大きなビンなどに保管しておきましょう。

硫酸銅など、重金属を使用している学校があれば、同様にしましょう。そうすることにより廃液は出さずに済みます。

食塩を寒剤として大量に使用した場合も同様にするとよいでしょう。

(5) ヨウ素溶液（ヨウ素－ヨウ化カリウム水溶液）

- ・ ヨウ素は劇物ですが、ヨウ素溶液は劇物指定を受けていません。しかし、毒性が全くないわけではありませぬので、ごく少量の場合を除いてヨウ素溶液をそのまま流すのは控えましょう。チオ硫酸ナトリウム水溶液（ハイポ）を加えると分解されて無色になります。この状態にしてから大量の水とともに流しましょう。
- ・ 多量にある場合は、指定を受けた専門業者に依頼して廃棄しましょう。
（ヨウ素デンプン反応で使ったデンプンは、「燃えるごみ」として処理しましょう。）