

今年も1月末から5月半ばにかけて、「PM2.5」がしばしば新聞やテレビで取り上げられました。かつては、中国からやってくるものといえば、春先の「黄砂」でした。さて、「黄砂」と「PM2.5」は、どちらがうのか、どこが同じなのか調べてみました。

教育研修所主催の実習教員研修会で、参加者より出されたご質問にお答えする「昨年度アンケートより」では、特に染色液の種類や保存、購入について取上げました。また、実験室からのレポートは「浮沈子ー沈む不思議、浮く不思議ー」、浮沈子の作製についてです。

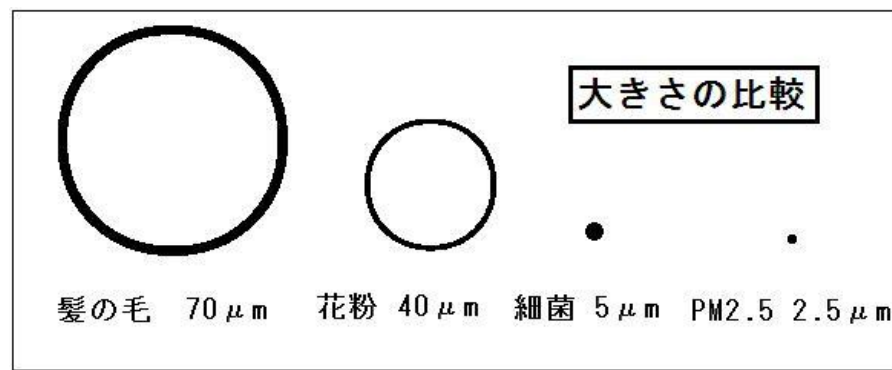
「黄砂 と PM2.5」

黄砂とは、中国大陸内部のタクラマカン砂漠、ゴビ砂漠、黄土地帯などの乾燥地域や半乾燥地域から、強風により大気中に舞い上がった黄砂粒子が浮遊しながら降下する現象を指します。日本における黄砂の現象は春に観測されることが多く、時には空が黄褐色に煙ることもあります。地質調査によると、地層などから少なくとも最終氷河期には黄砂が日本に飛来していたと考えられています。自然災害のひとつであるとされており、紀元前1150年頃には、すでに中国の歴史書の中に「塵雨」という言葉が記載されています。このほか、「雨土」「雨砂」「土霾」「黄霧」など、しばしば黄砂現象と思われる記述があります。韓国の古文書では、新羅アダラ王時代の紀元174年に「雨土」に関する記述が見られて以降、644年頃には黄砂が混ざったと見られる赤い雪が降ったという記録も残っています。日本でも江戸時代頃から、書物に「泥雨」「紅雪」「黄雪」などの黄砂に関する記述が見られるようになり、江戸時代に編纂された「本朝年代記」には文明9年(1477年)に北国で「紅雪」が降ったとの観測記録が残されています。また、俳句の季語として「霾(つちふる・ばい)」、「霾曇(よなぐもり)」、「霾風(ばいふう)」など用いられています。

黄砂が飛来するかどうかや黄砂の量は、発生地域の風の強さの程度に加えて、地表面の状態(植生、積雪の有無、土壌水分量、地表面の土壌粒径など)や上空の風の状態によって大きく左右されます。黄砂粒子はいったん大気中に舞い上がると、比較的大きな粒子は重力によって速やかに落下しますが、小さな粒子は上空の風によって遠くまで運ばれます。日本では飛来する黄砂の粒子の大きさは $4\mu\text{m}$ 付近のものが多く、一部 $2.5\mu\text{m}$ 以下の微小な粒子も含まれています。

一方、PM2.5のPMは、Particulate Matter(粒子状物質)のことで、粒子の大きさが $2.5\mu\text{m}$ (髪の毛の太さは $70\mu\text{m}$)以下の粒子をPM2.5と呼び、中身については何も規定されていませんが、その大きさは人間の肺の奥にまで到達しやすいサイズとされています。PM2.5は最近になって急に発生したものでなく、昔から一定量は地球上のどの大気にも存在して

おり、自然起源のものと、人間の活動によるものがあります。自然起源のものは、強風で巻き上げられた土ぼこり、海水のしぶきが蒸発して



できた海塩粒子、火山が出す火山灰や火山ガスからの生成物、植物から出る花粉や孢子などです。それぞれの地域では「通常の PM」の量がだいたいどれくらいなのか決っていますが、そこに、突発的な事象（大火事や火山噴火など）があつたり、よそから運ばれてきたものが付け加わって、見過ごせないほどの量になってしまうこともあります。また、人間の活動により発生するものには、燃焼で生じた煤、工場や建設現場で生じる粉塵のほか、排出ガスや石油からの揮発成分が大気中で変質してできる粒子などがあります。今では、主に人間の活動により発生した大気汚染物質を PM2.5 と呼んでいます。

北京で 2013 年1月に非常に高い濃度の PM2.5 が出現しました。近年、中国の大気汚染物質の放出量が増えていることは確かですが、これに加えて、厳しい寒さで地面が低温になったため、大気の大気対流がおこりにくい状態が長期間続いたことがこのケースの大きな要因です。そのうえ、風も弱く、地表近くで発生した汚染物質は拡散されずとどまっていたため、さらに深刻になったと考えられます。中国で日本製のマスクや空気清浄機がたくさん売れたというニュースは耳に新しいものです。

黄砂は、黄河流域及び砂漠等から偏西風によって砂塵が運ばれてくる自然現象であるのに対し、PM2.5 が日本にやってくるのは、移動性の高気圧や低気圧・前線などが日本の南岸を通過するような気象条件のとき、汚染物質の空気塊が大規模に押し出されたり、引っ張り出された場合です。

さらに、黄砂と PM2.5 はその発生源と組成が大きく異なりますが、黄砂が中国の工業地域の大気汚染物質の発生が多い地域を通過したとき、黄砂に PM2.5 がくっついて飛来することもあります。中国大陸内部地域では、急速に広がりつつある過放牧や農地転換による土地の劣化等のため、黄砂も、その頻度と被害が甚大化しています。今後も黄砂や PM2.5 は、発源地域周辺の環境や人体に重大な被害を与えるばかりでなく、大気中に浮遊し、黄砂や PM2.5 等の粒子を核とした雲の発生・降水過程を通して地球全体の環境にも大きな影響を及ぼしていくことになると思われます。

参考・引用資料

環境省ホームページ 黄砂のページ
黄砂のウイペディア
エアロゾル学会ホームページ
NHK ホームページ そなえる防災

昨年度アンケートより

平成 25 年度に教育研修所主催の実習教員研修会で行ったアンケートに、「染色液を購入しようと思ったら、高額で驚いた。粉末を購入して自作しようかと思ったが、粉末もとても高かった。実習費が少ないので困っている。」とご記入がありました。新学習指導要領に基づいて、平成 24 年度から理科の新教育課程が先行実施され、遺伝に関する内容がとても詳細になりました。遺伝情報を伝達する物質の重要性が問われ、新たにタンパク質が合成される部分が強調されるようになりました。旧課程の生物Ⅰには載っていなかった二重染色などが生物基礎の教科書に載り、観察実験でも新たな染色液が必要になってきました。染色について色々と調べてみました。

染色とは

染色は、生物組織の細胞に特殊な色素を用いて色を付ける実験技術であり、顕微鏡での観察をより容易にするため、材料を染色することが多い。組織中の一つの細胞を顕微鏡で観察する場合、あらかじめ細胞質や核を染色すれば、それぞれの観察が容易になる。染色の原理には、観察する標本に含まれている特徴的な生体分子（タンパク質、核酸、脂質、炭化水素など）に対して、特定の色素が強く結合する性質を利用したものや、特定の酵素と反応して発色する基質を用いたものなどがある。用いる色素が蛍光色素の場合、特に蛍光染色と呼ばれる。観察しようとする対象と目的に応じて、さまざまな色素を用いた染色法が考案され、利用されている。

用いる色素には天然色素と合成色素とがあり、性質により塩基性色素と酸性色素に分けられる。使用する色素の組み合わせにより、単一染色と重複染色に分けられる。

○塩基性色素

オルセイン、カーミン、ヘマトキシリン、メチレンブルー、ヤヌスグリーンなど分子中にアミノ基やイミノ基などの塩基をもち、水溶液中で陽イオンとなる。核の染色に適している。

○酸性色素

インジゴカーミン、エオシン、酸性フクシン、コンゴーレッド、スダンⅢなど色素自体が酸の性質をもち、水溶液中で陰イオンとなる。細胞質の染色に適している。羊毛・絹・ナイロンなどのたんぱく質系の繊維や皮革・紙・インク・食用色素などに広く使用されている。

○重複染色

色素を混合して同時に染色する方法と、別々に順次に染色する方法とがある。順次に染める場合、あとの染色を後染色または対照染色という。混合して同時に染色する染色液にはメチルグリーン・ピロニン溶液などがある。別々に順次に染色する方法としては塩基性色素ヘマトキシリンの後染色として、酸性色素エオシンを使う二重染色が広く行われている。また、双子葉植物の茎の切片をサフラニンで染色した後、ライトグリーンを使うと木部は赤く、師部は緑に染色される。

染色液が必要になった時に・・・

新たな染色液が必要となった際に、市販の溶液を購入すると、購入後すぐに使用できてとても便利ですが、粉末を購入し自校で調整する場合と比較すると割高になります。溶液は理科の教材業者に問い合わせたところ、「どの溶液でも、未開封で半年～1年、開封後はできるだけ早く使ってください」とのことでした。（自校で調整した酢酸オルセインなどは、1年ほど経過したものの方がよく染まるように思われますが、使用前に予備実験をして確認する必要があります。）粉末の色素はかなり高価ですが、一回に使用する量はとても少ないので、大量に購入しなくても実験に対応できます。（購入量が多い方が割安です）本校では作り置き of 染色液が無くなれば、薬品戸棚に以前から保存してある（かなりの年数が経っている）粉末を使用して染色液を作成していました。かつては国産のものは染まり具合がよくないと言われていたことがありましたが、先出の業者によると、「含有量さえ同じならば、染まり具合も変わらず、価格も大差ない」とのことです。ただし「色素」なのでメーカーによる色合いの違いはあります。可能であれば実験に適した色合いの試薬を選んでください。また、カタログに掲載されている価格は送料を含んでいて、実際に購入する場合より高価に表示されている場合があります。まず見積もりを取って、（事務手続き上でも相見積もりが必要となります）実際の価格を調べてください。溶液を購入するか自校で作成するか、手間や費用、染色頻度など、さまざまな視点から考えてみられたらいかがでしょうか。

<参考> 生物基礎の教科書に出てくる染色液

酢酸オルセイン溶液・酢酸カーミン溶液

植物や動物細胞の核、染色体、組織の染色に使用する。氷酢酸にオルセイン（カーミン）を加熱しながら溶かした後、水を加えて濾過して使用する。粉末を購入して自分で調整する場合、オルセイン（カーミン）1gで酢酸オルセイン（カーミン）溶液が約100ml作れる。溶液は数年使用可能である（1年ほど経過したほうが、染まりが良いという意見もある）が、保存中に結晶ができて検鏡の妨げになるので、時々ろ過して生じた結晶を取り除くとよい。

酢酸オルセイン（カーミン）の作成方法については「理科実習助手のための実験準備マニュアル改訂版（一般編）」を参照。

メチルグリーン・ピロニン溶液

メチルグリーンとピロニンを混合した溶液、ピロニンは、赤色がベースで黄色みを帯びたY、青みを帯びたB、緑みを帯びたGがあるが、構造上はほぼ同じものである。

アカムシのだ腺染色体の染色に使用すると、メチルグリーンはDNAを青緑色に、ピロニンはRNAを赤く染めるので、見分けが付きやすい。染色する前に酢酸等で固定すると、染色体のシマまで見える。固定した後は水洗した方が染まりやすい。メチルグリーンとピロニンはウンナーパッペンハイム溶媒に容易に溶けるので、実験直前に作成することが可能。混合溶液は冷蔵庫で保存し、一週間程度使用可能。（自校では一年経過したものも使用した

こともあり)一週間以上保存しているものは、使用前に予備実験で確かめておくとよい。

作成方法については、ネットワーク 8号を参照。

ギムザ染色液

血液の染色に使う。血液系の疾患を診断するのに重要な染色方法の一つである。主成分はアズール-II-エオシン。赤血球は桃赤色、核は赤紫色、細胞質は淡青色、好酸性顆粒は赤色、好塩基性顆粒は紫青色に染めることができる。市販の染色液を使用直前にリン酸緩衝液 (PH6.4) で二倍希釈する。

ヤヌスグリーン

ミトコンドリアを青緑色に染色。

TTC 溶液

ミトコンドリアを赤く染色。脱水素酵素の実験にも用いられる。

ニュートラルレッド

液胞などを赤色に染色。酸塩基指示薬としても使用する。

ヨウ素-ヨウ化カリウム溶液

でんぷんの検出に使用する。青色になる。

参考文献

生物小事典 第4版 三省堂
生物基礎
東京書籍 数研出版 実教出版
啓林館 第1学習社
ウィキペディア
デジタル大辞典
世界大百科事典 第2版
MAkasaka's Homepege
知識の泉

その他のご質問に答えて

? 薬品管理・器具洗浄?

研修所でのアンケートには「器具の洗い方、汚れの取り方が知りたい(ピペット、ビュレット、メスフラスコなど)」「薬品台帳の管理はどのようにおこなっているか?」と記入しておられる方もありました。器具洗浄と薬品管理は実習教員の仕事の中で大きな部分を占めますし、特に薬品の扱いは戸惑うことの多い分野です。そのため、この「NETWORK」でも何回か記事として取上げています。「実習教員のための実験準備マニュアル」とともに「NETWORK」バックナンバーも参考にしてください。フラスコ類洗浄の工夫では 17 号「失敗!!」(写真上)、27 号「洗い物あれこれ」(写真下)でフラスコの中にスポンジなどを入れて洗う方法が紹介されています。作り方や使い方のコツは記事でお確かめ下さい。(「…マニュアル」 「NETWORK」バックナンバーは HP より閲覧できます [実験準備マニュアル](#)で検索)。

薬品管理に関するおもな記事

薬品台帳(管理責任者の押印形式): 16 号 調製済み酸・塩基の保管: 19、20 号 薬品管理あれこれ: 23 号 薬品保存の工夫、毒劇物以外薬品の管理: 28 号 など

器具洗浄に関するおもな記事

取れにくい汚れの洗浄、乾燥の工夫など: 22 号、26 号
洗い物あれこれ: 27 号、29 号(超音波洗浄機の使い方)
など

*そのほかの号でも小さな工夫や情報を取上げています。



？ホルモン・免疫に関する実験？

「ホルモン・免疫に関する実験はどのようなものをおこなっているか」というご質問もありました。新教育課程実施により、実験の種類も以前とは変化してきているようです。以前は「ホルモン」の実験といえば植物ホルモンの実験が主でしたが、内分泌腺で作られる動物ホルモンや免疫についても取り上げられる比重が増えてきたようです。しかし、この分野での実験は種類が限られ、複数の実習教員にお聞きしたところでも、免疫の実験をおこなっている学校はありませんでした。ホルモンに関する実験は次のようなものを行ったことがあるとのことでした。今後、新たな実験が増えてくる分野かも知れません。

植物ホルモン

- ・ジベレリンの存在の違いによるレタスの種子の発芽の違いの観察
- *オーキシンの濃度によるカイワレダイコンの成長の違い(それぞれの濃度により根の伸長が進む場合と茎がよく伸びる場合がある 種子でなくカイワレの茎やデントコーンの子葉鞘の伸びの違いを観察する場合もある)

動物ホルモン

- ・サシムシ(釣餌 サバムシともいう)やカイコの体を縛り、縛った位置によってサナギになる、ならないを観察。変態を促す物質が体のどの付近から分泌されるのかを調べる。
 - *アセチルコリンの心臓への効果(殻つきのカキやアサリ、ハマグリを使用)
 - *アドレナリンによるメダカの心拍数や血流、色素顆粒の変化の観察
- *の実験については「実習助手の…マニュアル」を参考にしてください

研修会等のお知らせ

- ☞ 科学部会実習教員部会 総会・研修会 8月18日(月)
 - ・姫路市の「ものづくり大学校 ものづくり体験館見学」と「あずきミュージアム」を見学し、実験実習に関する様々な事柄について情報交換をおこないます。
 - ・詳細は、学校に届く公文書をご覧ください。
- ☞ 県立教育研修所主催 実習教員のための観察・実験講座」11月5日(水)
 - ・実習教員の職務について、実務に生かせる ICT 講座、「理科室拝見」、「実験紹介(今年度のテーマは分子模型等の作成や化学基礎の実験について)など。
 - ・研修所 HP より要綱をダウンロードし必要事項を記入の上、メールで申し込んでください。市立、私学の方も受講できます(「自由研修依頼書」を提出してください)。
 - ・一斉申込の期限は過ぎていますが、定員に余裕がありますので、個別に申し込みが可能です。
 - ・詳細は各校に届いている「現職教育研修講座受講者募集のしおり」か研修所 HP をご覧ください。

浮沈子 ー沈むふしぎ、浮くふしぎー

魚の形をした醤油入れをペットボトルの水中に浮かべ、ペットボトルを押して魚を沈める、という浮沈子は見たことがあるでしょう。

2013年夏のひとはく（人と自然の博物館）で行われた「教員のための博物館の日」のワークショップで見せて頂いたアクリルパイプと試験管を使った浮沈子を作ってみました。

沈む浮沈子

材料：ペットボトル、魚型醤油入れ、おもり(ナット M6)

- ① 醤油入れに重りを付け（写真1）、しっぽが水面から出るくらいに重さを調節する。（写真2：ビーカーなどで調整）（醤油入れは蓋をしない）
- ② ペットボトルの中に醤油入れと水を入れ、ペットボトルのキャップをしっかりと締める。（写真3）
- ③ ペットボトルを外から押さえると、魚がゆっくりと降下する。（写真4）



写真1



写真2



写真4

- a. ペットボトルを押すことにより、ペットボトル内の空気が圧縮される
- b. ペットボトル内の水は大気圧より大きな圧力を受ける
- c. 魚内の空気にかかる圧力も大きくなり、魚内の空気が縮み水が入り込む
- d. 魚全体の質量が浮力より大きくなり沈み始める

浮力：水中にある物体にはたらく上向きの力

物体と同じ体積の水の重さに等しい

重力加速度×水の密度×押しのかけた水の体積



写真3

浮く浮沈子

材料：アクリルパイプ、パイプに入る試験管、ゴム栓、注射器、ゴム管

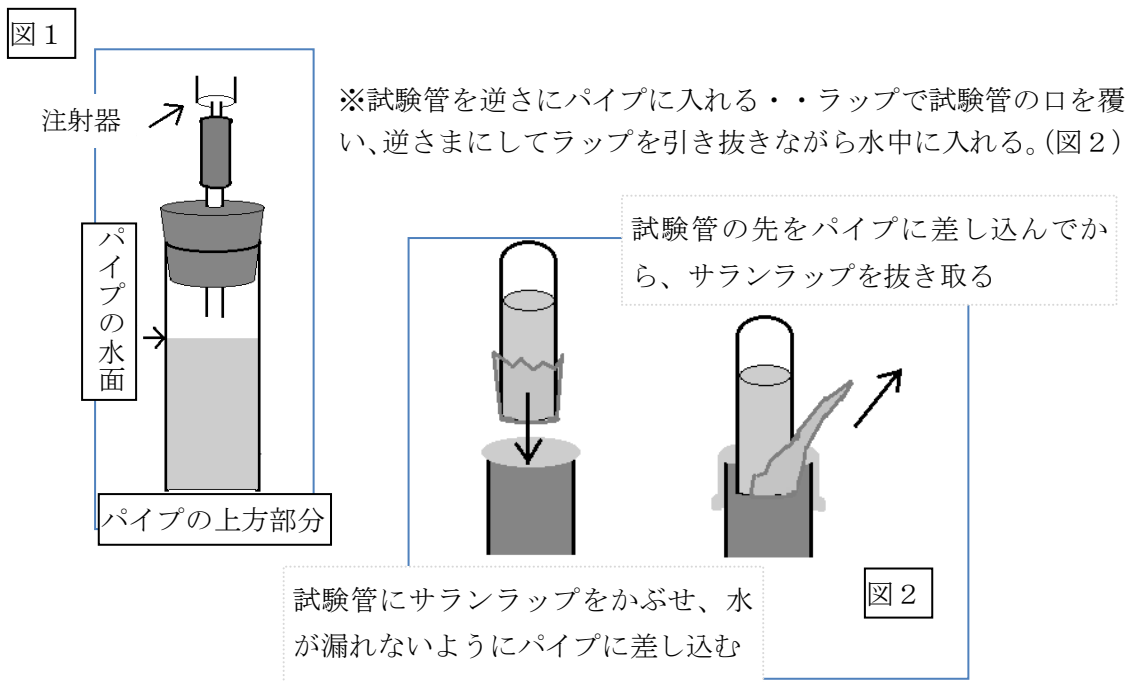
- ① アクリルパイプにゴム栓を付け、水を入れる。
- ② 試験管を逆さまにこれ以上空気を入れたら浮くというギリギリで沈める。（写真5）
- ③ 注射器をつなげたゴム栓でパイプを閉じる。（図1）
- ④ 注射器でゆっくりと水を吸うと試験管がゆっくりと上昇する。

※アクリルパイプはホームセンターで販売している。試験管の入る径のものを選ぶ。

径 18mmの試験管が入るパイプ(内径 21mm)は 東急ハンズで¥1743(2014. 9) 通販ではもっと安いものもある。



写真5



※水に色を付けると、空気の体積の変化が見やすい。

※目盛付き試験管を使うと体積の変化を読み取ることができ、圧力、浮力、ボイルの法則などの定量実験も開発できるのでは。

写真が見えにくいのですが、沈む試験管(パイプ 上方)と浮き上がる試験管(パイプ 下方)を入れてみました。注射器で水(空気)を抜くと下方の試験管が浮き、空気を入れると上方の試験管が沈みます。

🌀 この記事に関する問い合わせ先

県立明石南高等学校 川村淑子



県立須磨友が丘高等学校	笠置 りか	TEL(078)791-7881 FAX(078)791-7882
県立鳴尾高等学校	福井 裕子	TEL(0798)47-1324 FAX(0798)47-1326
県立兵庫高等学校	南出 陽子	TEL(078)691-1135 FAX(078)691-1136