

2011. 6. 23 理科実習教員研修会

去る3月11日14時46分、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0という未曾有の巨大地震が発生しました。さらに、ところによっては、30メートルにも達する大津波が三陸海岸を襲いました。また、福島第一原発の放射能漏れ事故と復旧作業の様子が連日、報道されています。被災された皆様には、心よりお見舞い申し上げます。それとともに16年前のあの阪神大震災を思い出さずにはられません。ここで、今一度実験室を見渡して、危険なところを見直してみませんか。

また、昨年の研修会でのアンケートに書かれた質問に答えて、「クロマトグラフィーについて」「自然科学部・公開授業などでの実験」について情報を掲載します。

「天災は忘れた頃にやってくる…」

もし、今、東南海・南海地震がおこったら…どうしますか？大地震、大津波？しかし、予想もしなかった、あるいは、想定外だったで、すまされることでしょうか？私の学校でも、先日から、耐震工事が始まりました。

全くご存じない方もおられるかもしれませんが、16年前の阪神大震災のあの日、実験室、準備室、薬品庫の中で何が起こっていたか思い出してみてください。校舎が壊れ、窓ガラスが割れ、部屋中のものが倒れ、物が散乱していたこと、落下した瓶が割れ流出した薬品同士が反応してガスが発生していたこと、戸棚から備品やガラス器具が落下し破損してしまったこと、水槽が破損して飼育生物に影響が出たこと…を。

次にあげる注意事項は、ふだん、私たちが実験室、準備室において何をしておけばよいかを、岩手医科大学の資料を参考に「Network」4号に掲載したものです。

阪神大震災を経験された先生方には、よくわかっていると言われそうですが、もう一度あの様子を教訓に振り返ってみてください。

また、理科実習教員の有志が各校の被災状況を編集した「兵庫県南部地震に関する現場からの報告」も兵庫県理化学会のホームページでみることができます。当時被災した学校の様子や、反省点、対策、工夫などアップされており参考になると思います。

〈平常時の注意事項〉

1) 予測できない地震に備えてその対策を講じ、日頃から防災訓練を重ねておくと、被害を軽くすることができる。強地震の場合には、床の上に薬品が流出したり、落下物が散乱して消火や退避の妨げになる。ふだんから、適切な整理整頓に心がけなければならない。

2) 薬品棚、キャビネット、ロッカーなどは、壁に固定するなど転倒防止や落下防止の対策を行う。二段重ねの戸棚は上下を連結する(ビスで留めるなど)。棚に木の枠などを付け、戸が開いた時、薬品・ガラス器具などが、転倒、転落しないようにする。特に薬品棚は、観音開きのものより引き戸式の方が安全である。混合すると危険な薬品(薬品の管理・整理を参照)もあるので、ビン類は倒れないように固定金具や突っ張り棒で止めておき、整理の仕方に注意する。スライド式の耐震性薬品庫も棚が一つずつロックできて便利である。

3) 測定機器など機器類は滑りやすいコンクリートの台上に置かず、ゴムマットを敷くか、支持部の足にゴムをかぶせる。滑落防止具をつける。

4) ボンベは、転倒すると減圧弁や元栓が破損して内部のガスが噴出し、ロケット効果をひきおこす危険がある。ボンベ固定用鎖が根元から抜けたり支持台ごと転倒する恐れがあるので、固定する場合には1カ所だけでなく2カ所、3カ所を固定する。

自然災害は、地震だけでありません。大雨、洪水、山崩れ、地滑り、津波、高潮、・・・

その他人為的災害もあります。 火災、実験中の事故、バイオハザード(生物災害)など・・・

今回の東日本大震災のように、どれだけ注意してもどうにもならないこともあります。しかし、あらかじめ対策を講じておくことや、ちょっとした工夫をすることで、被害が少しでも小さくなるように日頃から心がけておくことが大切だと思います。

参考文献 岩手医科大学資料、

ネットワーク 4 号(実習教員運営委員会 1999 年 11 月)、

兵庫県南部地震に関する現場からの報告(実習助手研修会 1995 年 7 月)、

理化学会HP→実験準備マニュアル→一般編→第 4 章防災

→1 実験中の事故防止と災害対策

2 兵庫県南部地震に関する現場からの報告

アンケート回答に答えて

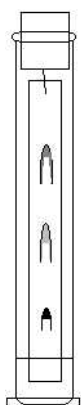
昨年 10 月の教育研修所主催の実習教員のための研修会でおこなったアンケートに次のような質問がありました。

？「ペーパークロマトグラフィーの展開液でベストは？」展開液の種類や割合によって同じ材料でも色素の上がり方が違います。

？「自然科学部の主顧問をしています。知識、経験が無いのでいつもどんな実験をしようかと思います。」化学、生物分野で準備が簡単、安全で 1 時間以内におさまる実験、文化祭での展示、校外活動などへのアイデア、アドバイスを求めています

☆ これに答えて何校かの実習教員の方にアドバイスを伺いました。

クロマトグラフィーについて



ろ紙など(固定相)の端に試料として植物の色素抽出液などを染み込ませ、その一端を適当な溶媒(展開液 移動相)に浸すと試料中の成分が溶出と吸着を繰り返しながら移動していきます。このとき、各成分を移動速度の違いで分離しようというのがクロマトグラフィーです。分離した物質を確認するために発色剤や紫外線照射を使用したり、溶媒に液体でなく気体を用いるガスクロマトグラフィーなどもあります。電位差を利用する電気泳動もクロマトグラフィーの一種です。条件を一定にすると各成分の移動率(Rf 値)は一定の値を示しますが、植物の色素抽出液の分離の場合は試料中の水分の存在や展開液の混合の割合などの影響を受け、資料どおりの Rf 値を示さないこともあります。抽出液と展開液の組合せは実験される先生方によりさまざまです。いくつかの例を次にご紹介します。

抽出液と展開液の組み合わせ(ペーパークロマトの場合)

抽出液 *1	展開液	コメント、備考など
メタノール：アセトン = 3 : 1	石油エーテル：アセトン = 10 : 1	トルエン、キシレンより結果がはっきり出た
	石油エーテル：ベンゼン：アセトン = 4 : 1 : 1	
	石油エーテル：アセトン 10 : 3	葉のすり潰し時にシリカゲルを加える例あり
	石油エーテル：石油ベンゼン：アセトン = 4 : 4 : 1	
	石油エーテル：アセトン 7 : 3	
	キシレン	
ジエチルエーテル *2	トルエン	
メタノール		
使用しない	展開液は上の各種	10 円玉やガラス棒などでろ紙に直接葉の汁をこすり付ける

- ＊1 生の葉からの抽出には基本的には親水性で揮発しやすい溶媒(メタノール、アセトンなど)が適しますが、混合した水に Rf 値が影響を受けたり、色素の分離が妨げられたりする事があります。揮発しにくい溶剤(エタノール、メタノールのみ)を使用すると原点が広がってしまいます。
- ＊2 薄層クロマトグラフィー(Thin Layer Chromatography : TLC)と同時におこなうので、抽出液を薄層と同じにすると回答もあり。ジエチルエーテルで抽出すると水分を含まず、すぐ気化するので、濃く小さいスポットがつけられる利点があります。いったん他の液で抽出しジエチルエーテルに移し変える方法もあります。いずれにしてもできるだけジエチルエーテルの蒸気を吸わないよう、葉を小型のサンプルビンに入れてから液を加えフタをするなどの方法で使用量を少なくし、換気に注意しましょう。

展開液による Rf 値の違い(ペーパークロマトの場合)

	クロフィル b 黄緑	クロフィル a 青緑	キサントフィル類 黄		カロテン 橙黄	備考
			ヒオキサンチン	ルテイン		
トルエン	0.22	0.39	0.69	0.85	0.95	
キシレン	0.23	0.38	0.70	0.84	0.97	
ベンゼン	0.22	0.34	0.75	0.91	0.99	
メタノール	0.73	0.73	0.89		0.86	上昇遅い
石油エーテル：トル エン＝7:3	0.17	0.29	0.34	0.47	0.98	
石油エーテル	0.12	0.24	0.59		0.99	

☆ ろ紙にしみこむ速度が速く、各色素の Rf 値に差があることで限られた実験時間中にろ紙上の各色素が見分けやすい位置に上がってくるものが展開液に適した溶剤と言えます。数種の溶剤を混合して展開する場合は、混合の割合や水分の含有によって Rf 値が変化する可能性があります。トルエン等一種類の溶剤の場合は水分の混合がなければ翌年であっても再利用できますが、時間が経つと揮発により各溶剤の割合が変化してしまうので数種を混合したものの再利用は避けましょう。火気により着火爆発の危険があるので溶剤を入れた展開槽を冷蔵庫に保管しないでください。

その他

最近では短時間で好結果が得られるので、シリカゲルを塗布したプラスチックやガラスで展開をおこなう薄層クロマトグラフィーでの実験も一般的ですが、この場合は抽出液はジエチルエーテル、展開液は石油エーテル：アセトン＝7：3が使用されます。抽出液に水分が含まれていると展開がうまくいきませんが、例外的にペーパーと同じ抽出液を使用する実験例も報告されています(「NETWORK」12号「実験室からのレポート」参照)。クロマトグラフィーの原理の説明として油性ペンのインクを展開している学校もあるようです。薄層や油性ペンでの実験に関しては次のような注意点・工夫点のコメントがありました。

- ・ スポットをつける際に薄層のシリカゲルが傷つくので、ガラス毛细管の代わりにプラ

スティックのマイクロピペット用チップを使用する。

- ・ 展開液はシリカゲルを塗りつけた向きに平行に上昇するので、薄層を切り分ける場合は切る方向に気をつける。→最近の MERLK 社製品は上昇の方向には縦横の差が無いとのコメントもありました。
- ・ 薄層が湿っていると上手く上昇しない。デシケータで保存したり使用直前によく乾燥させるとよい。→特に乾燥に注意しなくても良い結果を得られたとのコメントもありました。シートやろ紙の状態は結果に影響を与える可能性が大きいので予備実験で確認してください。
- ★ 右の写真では薄層の展開用に培養フラスコ(コニカルバーカーでも可)を、スポットをつけるためにマイクロピペット用チップを使用しています。ジエチルエーテルで抽出をおこなう時はすりつぶした葉を写真のような小さなビンに移し変え、ふたをすれば溶剤の蒸気をあまり吸わずに実験が出来ます。



油性ペンのインクなどを展開する場合

- ・ 展開液はろ紙ではトルエン、薄層は石油エーテル：アセトン＝3：2を使用する。逆にすると全く上がらない。
- ・ いろいろなマジックと展開液で上手く展開できる組み合わせを見つけて購入していたが、同じ商品を購入したのに成分が改良されていて上手く上がらなくなってしまった事があった。予備実験の大切さを感じた。
- ・ サインペン黒(ピンク色が出る)、ラッシュンペン黒(オレンジ色が出る)をアセトンで展開している。同じ黒でも含まれているものが違う事がわかる。

クロマトグラフィーをおこなう際の注意点・工夫点は「実習助手のための実験準備マニュアル 実験編 第3章生物 13 色素の分離」も参考にしてください。(その他の参考資料：平成 11 年度実習教員研修会資料)

自然科学部・公開授業などでの実験

自然科学部での活動

- ・ 化学発光(ルミノール使用) ・ 海藻からヨウ素を分離 ・ 大豆から豆腐を作る
- ・ ケミカルガーデン ・ 試験管による炎色反応(塩素酸カリ使用) ・ 時計反応
- ・ ニトログリセリンの製造 ・ アゾ染料の合成 ・ エステル石鹼作り
- ・ 硝化綿の製法と性質 ・ ホウ砂球反応 ・ 酵素(カタラーゼ デヒドロゲナーゼ)
- ・ 唾腺染色体 ・ 体細胞分裂 ・ DNA 抽出 ・ 水溶液の性質 酸と塩基
- ・ カルメ焼き ・ 炎色反応(スチールウール使用 固形燃料使用) ・ スライム作り
- ・ 葉脈標本 ・ 人口イクラ作り(アルギン酸ナトリウム使用) ・ 尿素ツリー
- ・ 使い捨てカイロ ・ 割れないシャボン玉を作ろう ・ ウニの観察
- ・ オオカナダモ観察 ・ DNA 紙の模型作り ・ ピンホールカメラ作り ・ 空気砲

- ・ 押花の葉作り(ダンボールを使用したオリジナルの道具を使用)
- ・ フィールドワーク「やしろの森の花暦をつくろう(四季の花)」
- ・ 皆既日食の観望(西脇地球科学館)
- ・ 近くのため池の水質調査 ・ 近くの公園でのフィールドワーク(昆虫、池のプランクトン観察等)

オープンハイ、小高連携、科学の祭典など

- ・ ホタライト使用の化学発光(4色くらい、混ぜるだけできれいに光るので原理はわからなくても感動するようです)
- ・ 光合成と色素(乾燥海苔を食塩水を加えてすり潰し、メタノールで抽出後石油ベンジンを加え二層に分離。直視分光器で観察)
- ・ 以前はマジックショー的なことをやっていたが、高校の化学の実験で実際に役に立つものに絞った。中和滴定や実験の基本操作を取り入れた化学反応の観察など
- ・ 植物色素の pH による変化(ぶどうジュースや赤シソで染物をつくり酸・塩基で色を変える 抽出した液を試験管に入れ位置により pH で色を変える)
- ・ 時計反応(ヨウ素液、レモン汁、オキシドール使用)
- ・ 偏向板を使ったおもちゃ作り(プラスチックをはさんで複屈折による着色を観察)
- ・ 電気ペンで絵を書く(ヨウ化カリウムの電気分解を利用) ・ ニッケルめっき
- ・ チリメンモンスター探し ・ ゴムボールを作る。 ・ 微生物の観察
- ・ 走性の演示実験 ・ 簡易気球づくり ・ ガラスに字を書く(フッ化水素使用)
- ・ 色ガラスを作る ・ ナイロンの界面重合 ・ 鏡作り ・ スライム作り
- ・ 試験管による炎色反応(塩素酸カリ使用) ・ 小麦粉とココアによる断層の観察
- ・ 液体窒素 ・ 酵素(カタラーゼ)

最近はこども達対象のサイエンスイベントに携わったり、自然科学系の部活動の指導を主になっておこなっている実習教員もおられるようです。実習教員の中には理科の専門教育を受けていない方も多く、授業と異なる実験や実習では体系的な知識の不足を痛感させられる場面も多くあります。しかし、実験や観察で得られる新しい発見への感動や知ることへの喜びを生徒たちと同じ時に共有できることも専門外の人間でありながら理科教育の一端を担っている実習教員ならではの利点かもしれません。生徒たちの「少し先輩」として彼らの感じた新たな感動を一時の驚きにしてしまうのではなく、客観性や論理性を持つ科学的なものの見方に結び付けられるよう力になりたいと思います。また、不特定多数で高校生より年下のこどもを対象にした実験の場合、器具や薬品の準備にも普段と違う注意が必要になります。いつもにまして実験経過や生徒の行動に対するイメージを膨らませ、予備実験もおこなうようにしましょう。