

解熱鎮痛剤として利用される芳香族化合物の性質を知る事後探求型実験 身近な医薬品について化学的性質を実験してみよう

The exploratory student experiment themed on properties of aromatic compounds used for antipyretic analgesic Investigation of chemical properties of familiar medicine

○井上 みどり

Inoue Midori

Abstract: In "Properties and Usages of Organic Compounds" section of high school chemistry, students are required to understand the structure of organic compounds and its reaction related to our daily lives, especially medicines, dyes, detergents and so on.

Although conventional student experiment has difficulty to offer proactive learning, the exploratory student experiment improves students' problem-solving and logical thinking skills through independent and collaborative learning.

In this paper, I report the development of exploratory student experiment material using variety of antipyretic analgesic in which students will combine their knowledges and choose analysis methods to investigate the compounds.

I am confident that this student experiment material helps them to realize chemistry is vital in real life, attracts their interests for it and motivates them to study.

1. はじめに

高等学校化学「有機化合物の性質と利用」の単元では日常生活に関わる有機化合物,特に身の回りの医薬品,染料,洗剤の構造・反応を理解することが求められる。薬品の性質や反応はインターネットや書籍で容易に調べることができるが,正しいかどうかを確かめることが重要である。複雑な現代社会において物事の真偽を見極める力,科学的に探究する力を習得する一つの手段として実験は有用である。

従来の知識伝達型の実験では主体的・共同的な学習を得にくかったが,事後探求型の実験は生徒が実験を立案するために問題解決能力や論理的思考を高める教育効果が高い。

教科書には実生活と結びついた化学製品の記載が多数あるが多くが事例紹介にとどまり,化学製品とその単元で学んだ化学知識を関連付けにくい。ここで取り上げる解熱鎮痛剤を用いた実験教材は,芳香族化合物の学びが医薬品の製造に使われ化学が実生活に役立つことを実感し,生徒の興味関心を高め,学習意欲を引き出せると確信する。

2. 実験準備

試薬: 0.1 mol/L 塩化鉄(III)水溶液・さらし粉・炭酸水素ナトリウム・アセチルサリチル酸(アスピリン)・サリチル酸メチル(消炎鎮痛剤)・アセトアミノフェン(解熱鎮痛剤)・イブプロフェン(解熱鎮痛剤)・スルファニルアミド(サルファ剤)

化成品: 消炎鎮痛剤(湿布薬), 解熱剤(バファリンA・タイレノール・イブA)

器具: 試験管・薬さじ・駒込ピペット

日大・習高・教諭

3. 実験方法

はじめに試薬を用いて呈色反応を確認し,その後実験結果と市販の解熱鎮痛剤の反応を照らし合わせその成分を考察する実験とした。

3-1 試薬を使った呈色反応の確認実験

(1)それぞれの試薬(アセチルサリチル酸・サリチル酸メチル・アセトアミノフェン・イブプロフェン・スルファニルアミド)を水で薄めて約0.05 mol/Lにする。試験管3本ずつに上記5種類の水溶液を採る。

(2)1本目の試験管には0.05 mol/L 塩化鉄水溶液0.1 mLを加え呈色を観察する。

(3)2本目の試験管にはさらし粉水溶液を加え呈色を観察する。

(4)3本目にはスパチュラで1杯分の炭酸水素ナトリウムを加え,気体発生の有無を確認する。

3-2 解熱鎮痛剤(バファリンA・タイレノール・イブA)の成分を考察する実験

錠剤の商品名がわからないように生徒に配布する。薬包紙に挟んで薬さじで押しつぶし粉末にする。

試験管に3種類の解熱剤を3本ずつ,スパチュラ1杯分を取り,純水で溶解する。

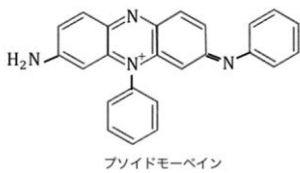
塩化鉄水溶液・スパチュラで1杯分のさらし粉・スパチュラで1杯分の炭酸水素ナトリウムをそれぞれに加えて,3-1の実験同様に色の変化や気体の発生を確認する。追加実験としてトクホン(サリチル酸メチル)を使い,湿布薬の上に塩化鉄水溶液・さらし粉水溶液・炭酸水素ナトリウム水溶液を垂らして,色の変化や気体の発生を確認する。実験結果からバファリンA・タイレノール・イブA・トクホンの成分がアセチルサリ

チル酸・サリチル酸メチル・アセトアミノフェン・イブプロフェンのいずれであるかを考察する。決定できない場合は生徒がpH測定など必要な実験を追加する。

4. 結果と考察

4-1 芳香族アミンのさらし粉反応：赤紫色を呈色する。

さらし粉 $\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ は、次亜塩素酸由来の塩で ClO^- 次亜塩素酸イオンに酸化力がある。アニリンなど芳香族アミンは酸化されやすい。これはアニリンのNの酸化数が-3であることと、アミド基が非共有電子対を持っているためである。したがって電子を欲しがっている酸化剤さらし粉などの格好的になる。その



結果アニリンが酸化されて左記赤紫色の色素ブソイドモーベインができる。

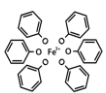


- | | | | | |
|------|------|-----|-----|----|
| ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| アセチル | サリチル | アセト | イブ | スル |
| サリチル | メチル | アミノ | プロ | ファ |
| 酸 | 酸 | フェン | フェン | アニ |
| | | | | ル |

写真1 芳香族アミンのさらし粉の反応

4-2 フェノール類と塩化鉄(Ⅲ)の反応

フェノール類はベンゼン環にヒドロキシ基が結合した物質である。塩化鉄(Ⅲ) FeCl_3 を加えると、青紫～赤紫色に呈色する。下記のようにフェノール類のヒドロキシ基が Fe^{3+} を囲むようにして錯体を形成するために起こる。 Fe^{3+} とフェノキシドイオン $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ が配位結合してできた鉄(Ⅲ)錯体による。ベンゼン環が大きいので6配位とは限らない。



フェノール、クレゾール、ナフトールなどのフェノール類は呈色反応を示すが、ベンジルアルコールのようなヒドロキシ基はあってもフェノール類でないものは呈色しない。またフェノール類でも *p*-ヒドロキシ安息

香酸・*m*-ヒドロキシ安息香酸ピクリン酸・2,4,6-トリブロモフェノールは呈色しない。

フェノール類と塩化鉄(Ⅲ)の錯体→ 青紫から赤紫



- | | | | | |
|------|------|-----|-----|----|
| ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
| アセチル | サリチル | アセト | イブ | スル |
| サリチル | メチル | アミノ | プロ | ファ |
| 酸 | 酸 | フェン | フェン | アニ |

写真2 塩化鉄(Ⅲ)水溶液による呈色

4-3 炭酸水素ナトリウム水溶液で二酸化炭素の発生

弱酸の塩に強酸を加えると強酸が塩になり、弱酸が遊離するため二酸化炭素が生じるとより強い酸とわかる。

酸性の強さ

塩酸・硫酸>カルボン酸>炭酸>フェノール類

アセチルサリチル酸・イブプロフェン>炭酸>サリチル酸メチル・アセトアミノフェン

4-4 その他教材の医薬品

サルファ剤：染料などには細菌を殺す効果があるものがあり、そこから開発された抗菌成分。

抗生物質：カビや細菌などの微生物が、自らが繁殖するために、他のカビや細菌が繁殖するのを妨げる物質を産生し、増加する。微生物由来の抗菌成分。

5. おわりに

本研究は、解熱鎮痛剤の成分同定をテーマにフェノール類、芳香族エステル、芳香族カルボン酸の構造や反応の違いを学習する実験教材である。生徒自らが班員と協力して話し合い、実験の計画を立て、検証を行う事後探求型実験教材とした。

謝辞 令和5(2023)年度科学研究費助成事業(科学研究費補助金)(奨励研究) 23H05168の助成を受けて行いました。御礼を申し上げます。

参考文献

[1]辰巳 敬他：改訂版化学 pp334-359 平成30年。

[2]佐野博敏他：スクエア最新図説化学九訂版, pp249-247, 2021.