

実録・化学の力！！

～Research of Iodoform Reaction～

理数科2年・武居 信行 ・幸田 和也

・野見山 真衣 ・高木 沙弥

1. 主題設定の理由

ヨードホルム反応は入試問題として頻出であり、高校化学の有機分野の検出反応として有名な反応である。しかし、授業では有機物の検出の方法のひとつであると教えられるだけで、実験でその結果を確かめることはほとんどない。また、教科書によって加える試薬の量や操作の順番にもその記述に差がある。

そこで、この反応に関して、正しい理解をしたいと思いこのテーマを選択した。

2. 目的

(1) ヨードホルム反応に関する基本理解

ヨードホルム反応とは何か、その反応が起こることは何を意味するのか、などを教科書や参考書で確認して、理解を確実にする。

(2) ヨードホルム反応の実験方法の調査と、その反応結果の比較

教科書や実験書に記載されているヨードホルム反応の実験操作法を調べ、方法の違いを確認する。次にヨードホルム反応を示すいくつかの典型的な化合物について、実験方法の違いとその結果の違いをまとめる。

(3) 最も確実にヨードホルム反応が起きる実験条件の追求

ヨードホルム反応が確認しにくい化合物についても、最もよく反応結果が確認できる実験方法を見つけ出す。

(4) 様々な化合物におけるヨードホルム反応の反応性の比較

最もよい反応結果を与える方法で、様々な化合物のヨードホルム反応を調べ、その反応性の差を比較する。

3. 研究方法

(1) 実験方法の調査

教科書や実験書に記載されているヨードホルム反応の実験方法をできる限る調べ、すべての方法で実験を行ってみる。

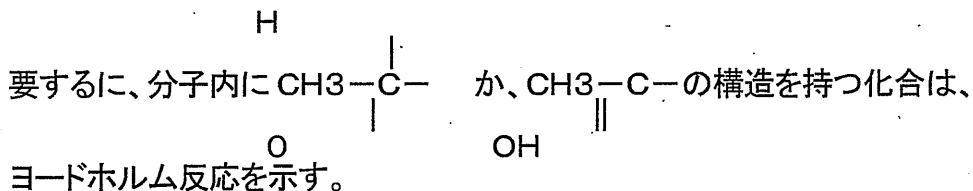
(2) 反応性の比較

同じ化合物に関して異なる実験方法を試したり、同じ実験方法で化合物の種類を変えたりし

て、反応結果の違いを比較して、その理由を考察する。

4. ヨードホルム反応とは

CH₃CO-RやCH₃CHOH-Rのような構造式を分子が持つとき、次のような反応機構によってヨードホルムが生成する化合物の検出に使われる反応である。

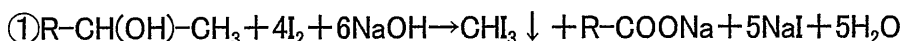


5. 実験

ヨードホルム反応は、教科書等によって試薬の加え方(固体のヨウ素を加えるか、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えるかなど)や、加える順番に記述の差がある。そこで様々な教科書などを調べ、4種類の試薬(アセトアルデヒド、アセトン、エタノール、2-プロパノール)に対するヨードホルム反応を行って、その結果を比較した。

まず、ヨウ素ヨウ化カリウムにアセトンを加える方法で実験をすることにし、記述の差は反応にどう影響するのか、ヨードホルム反応が確認しにくい化合物についても、最もよく反応結果が確認できる方法を実験で探すことにした。

ヨードホルム反応の反応式



上記の構造式をもつ化合物に、ヨウ素ヨウ化カリウム10mlを加え、10%水酸化ナトリウム水溶液を色が変わるまで加える。

どちらにしてもカルボン酸塩を生成するということがわかる。

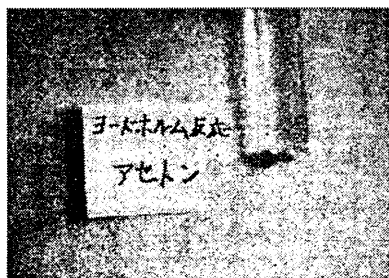
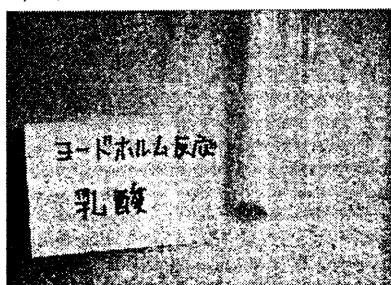
6. 結果

(1) 実験結果

(ア) 教科書通りの反応を示したもの

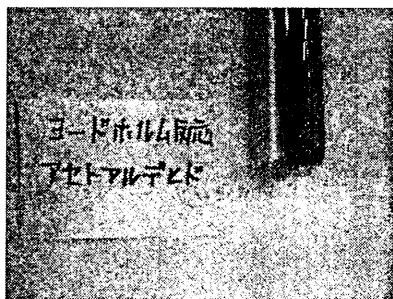
アセトン、乳酸、2-プロパノールは記載の反応を示した。

特にアセトンはかなり大量の黄色い沈殿を得ることができた。

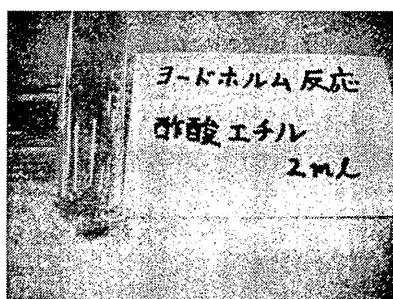


(イ)教科書に記載されていなかった反応を示したもの

唯一のアルデヒドであるアセトアルデヒドに対するヨードホルム反応では、どのような方法をとっても沈殿生成はよく起る。ただし、沈殿が生成した上澄みの溶液の色が褐色から黄色のまま、色が消えない場合が多いことがわかった。



酢酸エチルはヨードホルム反応が起る化合物としては記載されていなかったが黄色い沈殿を得ることができた。



これらの研究の結果、最適な実験方法は

ケトン、アルデヒド、アルコールの化合物に関して
・ヨウ素・ヨウ化カリウム水溶液を10mlとり、化合物0.5gと水の4.5gの混合溶液を加え、10%水酸化ナトリウム水溶液を混合溶液の褐色が消えるまで加えて、60°Cの湯につけて加熱する。

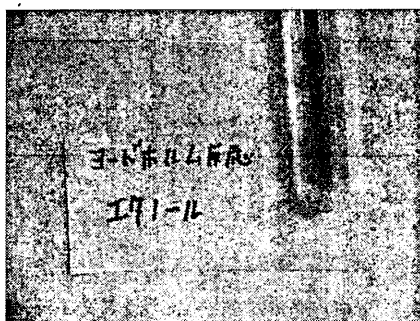
という実験方法が一番明確な沈殿を得ることができた。

(2) エタノールを最も効率よく反応させる方法

ヨウ素ヨウ化カリウム 10ml に対して、50% エタノール 7.0ml を加える方法であることがわかった。実験結果は次の通りである。

ヨウ素・ヨウ化カリウム水溶液の体積	エタノールの濃度	エタノール水溶液の体積			
		4ml	3ml	2ml	1ml
10ml	100%	○	○	○	○
10ml	70%	○	○	○	○
10ml	50%	◎	◎	◎	◎
10ml	20%	○	○	○	○
10ml	1%	×	×	×	×

実験を通して、加熱しなくても沈殿は生成されたが 加熱によって、沈殿がより明確に確認できることが判明した。



7 まとめ

(1) 実験結果

アセトン、乳酸、2-プロパノールなどの化合物は教科書通りの反応を示した。

このことによりアセトンのような炭素原子の数の少ない化合物ほど反応が明確であることがわかった。

アセトアルデヒドに対するヨードホルム反応では、どのような方法をとっても沈殿生成はよく起きる。ただし、沈殿が生成した上澄みの溶液の色が褐色から黄色のままで、色が消えない場合が多かった。

酢酸エチルはヨードホルム反応が起きる化合物としては記載されていなかったが、黄色い沈殿を得ることができた。実験の反応直後では沈殿の確認はしにくいしがしばらく放置すると黄色の沈殿が確認できるようになった。これは酢酸エチルが水酸化ナトリウムによって加水分解されたとも考えられるが、エタノールが加熱しなくても沈殿が生じるということ、アルコール類の中でもヨードホルム反応がしにくいことを考えると、エステルのみで反応したという可能性も考えられる。

さらに、酢酸エチルや水の量を変えることによってより明確な沈殿を得ることができた。

(2) 最適な実験方法

ケトン、アルデヒド、アルコールの化合物に関しては、

- ・ヨウ素・ヨウ化カリウム水溶液を10mlとり、化合物0.5gと水の4.5gの混合溶液を加え、10%水酸化ナトリウム水溶液を混合溶液の褐色が消えるまで加えて、60℃の湯につけて加熱するという実験方法が一番明確な沈殿を得ることができた。

エタノールに関しては、

- ・ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 10ml に対してエタノールの 50%水溶液 7.0ml を加える実験方法が最も良いと考えられる。

また、記述では、試薬を加えた後に加熱するという方法が多かったが、実験の結果、加熱しなくても沈殿は生成された。しかし、加熱によって、沈殿がより明確に確認できるようになることが判明した。さらに、教科書には「特異臭を持つ黄色結晶」と「特異臭を持つ黄色沈殿」の二通りの記述があるが、私たちの行った実験においては、粒子の細かい沈殿の状態が多く得られた。ただし、中には実験終了後しばらく放置すると、沈殿が固まって結晶のように見えるものもあった。

8 感想

武居:私は主に酢酸エチルの反応について調べましたが、この反応は教科書に記載されていない未知の反応で、すべてが手探りの状態で実験を行いました。

地道で退屈な実験でいやになったこともありましたが、実験を重ねるうちに過去に偉大な化学者たちもこの小さなことを積み重ねていくことで大きな発見をしてきたのだということを実感することができるようになりとても有意義な研究だったと思います。

幸田:今回の実験で苦労した点は、ヨードホルム反応を示しにくいエタノールの実験でした。当初は知識も浅はかでスムーズに実験を行うことができませんでした。しかし、先生方のご協力もあり無事に結果を出すことができました。今回学んだ知識を今後大きく生かして生きたいと思えます。

高木:私は試験に出る反応をただ暗記していました。けれどもこの課題研究でヨードホルム反応を教科書や図説等で調べて、多くの製法があることを知りました。実際に実験をして、教科書の記述を自分たちで確認できたことや、授業では知ることができない発見は楽しく、もっと勉強したい、これからもっと多くのことを知りたいと思いました。

野見山:教科書に記載されている化合物の中で、課題研究の初めのころにした、ケトン類(アセトン)、アルデヒド類(アセトアルデヒド)などの実験は、教科書の記述と同じような結果を得ることができましたが、乳酸や2-プロパノールなどはすぐにうまくはいきませんでした。なので、きれいな沈殿ができたときは嬉しく思いました。始める前は何もわからない状態だったのが、研究をしていく中で確かな変化があったと思います。実験は、今まで知らなかった発見をさせてくれて面白かったです。