

# H型Yゼオライトを用いたエチレンの生成

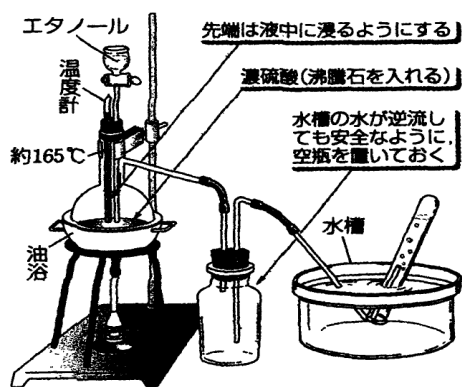
堀川 伸

有機化学の学習において、エチレンを生成することやその性質及び反応性を理解することは重要である。本稿では、H型Yゼオライトを触媒としてエタノールからエチレンを生成する方法を、実際に生徒実験として実施し、その結果について検討した。

[キーワード] エチレン H型Yゼオライト 触媒

## はじめに

高等学校化学Iで、エチレンは有機化合物の不飽和炭化水素の中で最も重要な物質として扱われ、その生成と反応性（付加反応，付加重合）について学習する。教科書でエチレンは、図1のような方法で生成されることが示されており、エタノールと濃硫酸の混合物を160～170℃に加熱することによって得られ、この反応はエタノールの分子内の脱水によって起こることが説明されている。



エチレンの発生

図1 エチレンの製法（「三訂版高等学校化学I 数研出版株式会社」より引用）

しかし、生徒実験としては危険な面もあり、安全で効率的なエチレンの生成方法を探っていた。今回、北海道教育大学函館校の松橋博美教授より、ゼオライトによるエチレンの生成方法についての情報をいただき、触媒学会参照触媒部会より提供していただいたH型Yゼオライト（JRC-Z-HY5.5）を用いて生徒実験を試みた。

生徒実験にあたっては、予備実験を繰り返し、使用するエタノールやH型Yゼオライトの適当量，加熱や装置の組み立て方法の他，安全面や有機物質による体調への影響，その対処方法などについても十分に考慮しながら実験を進めた。

## 1 H型Yゼオライトを用いたエチレンの生成準備

H型Yゼオライト（以下ゼオライト）エタノール，試験管（φ30mm，φ12mm），気体誘導管，ガスバーナー，スタンド，ゴム栓（2号），ケミカルスティック，薬さじ，駒込ピペット，脱脂綿，水槽など

### 方法

- (1) 脱脂綿を適量とり，試験管(大)にケミカルスティックでつまこみ，駒込ピペットでエタノール約4mLをとり，これにしみ込ませる。次に試験管を傾けて，余分のエタノールを捨てた後，試験管をスタンドにほぼ水平（わずかにだけ口を下げる）に固定する。

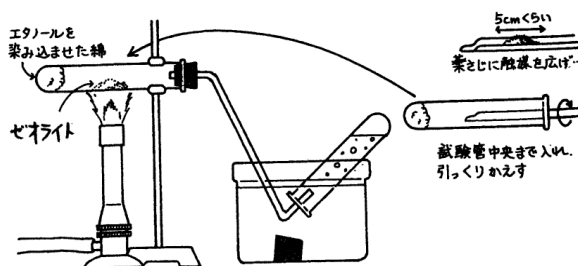


図2 実験装置（「たのしくわかる化学実験事典 東京書籍」より引用）

- (2) 薬包紙に約 2 g のゼオライトをとり、薬さじでケミカルスティックに移す。試験管の中央に均一になるように入れて、気体誘導管を取り付ける。
- (3) 水槽に試験管(小) 4 本とゴム栓を沈めておく。
- (4) ゼオライトの部分を、ガスバーナーの大きくない炎で注意深く加熱し、発生する気体を水上置換で試験管 4 本に捕集し、水中でゴム栓をしっかりとしてから試験管立てに立てる。
- (5) 1 本目の試験管には空気が混入しているので、以下の実験には使わない。(※ 火傷と引火などには十分注意する。)

## 2 エチレンの性質

### 準備

臭素水(約0.01%)、硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液(0.01mol/L)、ガスマッチ、駒込ピペット

### 方法

- (1) エチレンを捕集した 2 本目の試験管に駒込ピペットですばやく臭素水を入れ、ゴム栓をし、振り混ぜて変化の様子を観察する。
- (2) エチレンを捕集した 3 本目の試験管に硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を、(1)と同じように入れ、変化の様子を観察する。
- (3) エチレンを捕集した 4 本目の試験管を水平に手で持ち、ガスマッチの炎を試験管の口に近づけてからゴム栓を外し点火してみる。

## 3 結果と考察

- (1) エチレンの生成の方法については、教科書の記述とは異なるため、生徒が混乱するという意見もあるが、「エタノールに濃硫酸を加えて160~170℃に加熱すると……」については、このゼオライトが「160~170℃の濃硫酸」の役割をしていると説明することで、生徒を納得させることができた。エタノール約 4 mLから、30mLの試験管 6 本分のエチレンが捕集できた。

- (2) ゼオライトにも多少の水分が含まれているようなので、大型の試験管を固定するときは、ほんのわずかだけ傾けて口の方を低くしておいた方が安全である。その傾きの角度は1°に満たない程度で十分である。これ以上傾けると、加熱しているときに、ゼオライトが低い方(試験管の口の方)に滑り落ちてくる。
- (3) 加熱するガスバーナーの炎は大き過ぎず、小さ過ぎず程度が適当であり、気体の発生スピードは1秒間に1~2個の泡が出るように加減し、一定の速さで安定して気体を発生させるようにするのがよい。
- (4) 臭素水との付加反応については、ごく薄い臭素水ではあったがきれいに色が消失した。もう少し濃いものを使いたかったが、教科書や図説に出ている赤褐色の臭素水の扱いは、危険であり難しいと思われる。
- (5) 過マンガン酸カリウムは、ごく薄い濃度(0.01mol/L)のもので十分であった。希硫酸は加えなくてもよいと思われるが、希硫酸を加えても還元されて $Mn^{2+}$ までにはならず、 $MnO_2$ になるとと思われる。この反応については、さらに検討を加えたい。
- (6) エチレンを捕集した試験管を水平にし、ゴム栓をはずしてゆっくりと火を近づけると、橙色の炎を出してゆっくりと燃えた。
- (7) 実験後の生徒の感想に、「ゼオライトという白い粉末の物質が、170℃の濃硫酸の代わりをし、安全に実験室でエチレンの生成できたことはすごいことだと思う。触媒の重要性がわかった。」とあるなど、今まで危険をともなうためできなかった実験を、実際に行えたことへの驚きと感嘆の声が多かった。
- (8) なお、ゼオライトについては、触媒としてではないが、2007年の東京大学の入試問題に「A型ゼオライトの結晶構造とその日常生活での用途」について出題されており、生徒の関心も高い。

(ほりかわ しん 北海道札幌南高等学校)

堀川 伸