

# 藍染めを利用した酸化・還元の授業プランの検討

- 質問形式で進める実験を通して -

西出 雅成

藍の葉を発酵させてつくる「すくも」を用いて、楽しみながら染色の化学変化（酸化還元反応）を考察させる高校化学の授業プランを検討した。本プランでは、実験操作の間に質問や問題を組み込み、グループ討論、発表を取り入れながら、実験結果から推理し、理詰めで考えていく過程を重視し、論理的な思考力の育成をねらいとした。また、授業プランの検討は北海道立高等学校普通科2校の授業実践及び北海道立理科教育センター理科教育研修講座での感想をもとに行った。

[キーワード] 高等学校化学 藍染め 酸化還元反応 論理的な思考力 授業プラン

はじめに

これからの学校教育では、確かな学力向上のため、きめ細やかな指導で、基礎・基本や自ら学び自ら考える力を身に付けさせ、発展的な学習で、一人一人の個性等に応じて子どもの力をより伸ばし、学ぶことの楽しさを体験させ、学習意欲を高めることが肝要である。そのためには、授業の基調を変え、創造性や思考力、表現力の育成に配慮した創意工夫のある授業づくりが重視され、そのための具体的な授業プランが必要とされる。

## 1 授業プランをつくる上での基本姿勢

すべての生徒が授業に参加し、生き生きと活躍し、楽しく学べる場をつくるのが大切である。そこで、自らが実験で得た結果や情報などをと、無理なく考え、自信をもって答えることができる比較的容易な質問の提示が必要である。また、表現力の育成は他人の意見をよく聞くとともに自分の意見を相手にわかりやすく伝達する訓練を通して養われることから、討論する機会の設定も必要である。そして、論理的な思考力は、一つ一つの結果をもとに試行錯誤をしながら身に付いていく力であり、その力の育成には、それまでの授業の展開から獲得したいいくつかの質問の答えをもとに、推理して、理

詰めで答えられる学習内容の本質に迫る質問（問題）の提示が必要と考える。さらに必要なことは、発展的な内容へ進むことができる糸口が学習内容に隠されていることであり、その奥深さが生徒の興味・関心をそそり、自ら学び自ら考える力の育成に繋がるものと考え。また、このような基本姿勢で構築された授業プランは、生徒の確かな学力の向上に繋がるものと考え。

## 2 染色について

藍草と呼ばれる植物を発酵させたものが「すくも（藍玉）」である。これは、図1に示すように藍草の生葉に含まれるインジカン（生葉）を微生物のはたらきでインジゴに変化させたものである（図1）。



図1 染色の化学変化（酸化還元反応）

このインジゴ（すくも）は、水に溶けない不溶性の藍色の物質で、アルカリ性水溶液で還元されると水溶性のロイコ体と呼ばれる黄色の物質に変化する。本プランでの染色法は、図1に示すように、水に溶けない不溶性のインジゴ（すくも）を水酸化ナトリウムとヒドロサル

ファイトを加えたアルカリ性水溶液中で、還元させ（ハイドロサルファイト $\text{NaSO}_2$ の還元作用： $\text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ ）、水溶性のロイコ体に変化させる。そして、水溶性のロイコ体を布にしみ込ませ、空気中の酸素で酸化させて、水に溶けない不溶性のインジゴにもどし、藍色に染める薬品<sup>だ</sup>建てと呼ばれる方法を用いる。

### 3 授業プランの概要

授業プランは、次に示す実験と質問、問題によって展開される。

#### 導入

操作の合間に、いくつか簡単な質問と、少し考えてもらう問題を用意しました。質問や問題は、グループで話し合って答えてもらいますので、発表する順番や代表者をあらかじめ決めておいてください。

#### 準備

すくも（藍玉）、水酸化ナトリウム、ハイドロサルファイト、イソジン希釈液（うがい薬）、万能試験紙、ピーカー200ml（2個）、試験管（2本）、駒込めピペット、ガラス棒、薬さじ、ピンセット、薬包紙、プラスチックケース、木綿布（4枚）、台紙、手回し発電機または9V電池、鉛筆

#### 展開1

すくもを近づけて、においなどを調べてみる。

#### 質問1

においから判断して、このすくもは植物の藍（あい）をどのようにさせてつくったものでしょうか？

#### 展開2

ピーカーに100mlほど、ぬるま湯を入れ、その中にすくもを薬さじ3～4杯ほど入れる。次に、ガラス棒でよくかき混ぜ、布にすくも液をしみ込ませて、軽く水洗い

し、台紙の上で観察する。

#### 展開3

プラスチックケースからピンセットを使って、水酸化ナトリウムの2粒を取り出し、時計皿の上に置いてしばらく観察する。

#### 質問2

水酸化ナトリウムは、どうなりましたか？また、そうなった理由をあげてください。

#### 展開4

薬包紙の上の水酸化ナトリウムの2粒をすくも液の中に入れる。操作2と同様にガラス棒でよくかき混ぜ、布にすくも液をしみ込ませて、軽く水洗いし、台紙の上で観察する。

#### 質問3

このすくも液は、酸性、中性、塩基性のどれになっていますか？

#### 展開5

すくも液のpHを万能試験紙で調べる。

#### 展開6

ハイドロサルファイトを薬さじ2～3杯ほどすくも液の中に入れて、ガラス棒で、しばらくかき混ぜる。

#### 質問4

しばらくすると、すくも液にどんな変化がありましたか？

#### 展開7

布に変化のあったすくも液をしみ込ませて、軽く水洗いし、台紙の上で観察する。

#### 問題1

すくもに含まれる藍色の色素のことをインジゴと呼びます。さて、このインジゴは水に溶ける水溶性、それとも水に溶けない不溶性のどちらでしょうか。また、そう考えた理由も答えてください。

（活動：グループで数分間、話し合いをさせ、その結果を代表者に板書させる。）

問題の解答を次の展開8で調べてみましょう。

展開8

すくも液を少量(0.5mlほど)駒込ピペットで試験管に取り,脱イオン水を試験管の3分の2程度まで加えて,しばらく放置して観察する。



図2 藍の生葉とすくも

質問1の回答例(土のおいがする。腐らせたもの。発酵させたもの。)

展開2の結果(泥がついたような色になり,藍色にはならない。)

質問2の回答例(表面が光ってくる。理由:溶けたから。)

展開3の結果(表面が光り潮解性を示す。)

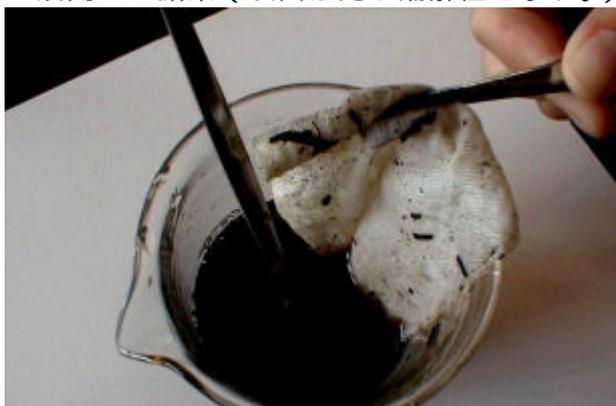


図3 展開2, 4の結果

質問3の回答例(塩基性)

展開5の結果(pH=11)

質問4の回答例(泡が出てきた。液の表面が青くなってきた。表面に何か油みたいなものが

浮いてきた。)



図4 展開6の結果  
(液の表面が青くなり,膜ができる)



図5 展開7による布の色の变化

展開7の結果(布の色が黄色から黄緑,青,藍色へと変化する。)

問題1の回答例(ほとんどのグループが水に溶けない不溶性を板書する。理由:膜ができて油のように表面に浮いているから。水に溶けたら染色にならないから。)



図6 展開8の結果

(試験管の上部に藍色の層ができ、下層は黄緑、黄色になる。)

質問5

では、展開7で布にしみ込ませたすくも液は、酸化されて藍色に変化したのでしょうか、それとも還元されて変化したのでしょうか？

-----

さて、ここで薬品として加えたヒドロサルファイトのはたらきについて考えてみましょう。

展開9

うがい薬(ヨウ素を含む)を少量試験管に取り、脱イオン水でうすめる。その中にヒドロサルファイトを少量加えて観察する。

展開10

変化のあった水溶液を電気分解する。

既習事項の確認

今までの学習から電気分解では、陽極は電子を失う酸化反応、陰極は逆の還元反応が行われています。

質問6

展開9, 10の結果とあわせて考えると、ヒドロサルファイトは、すくも液を酸化させたのでしょうか、それとも還元させたのでしょうか？

(活動：少し考えを整理させる時間をとる。)

問題2

さて、今日の実験で藍色に染まった布をもとの白い布にもどすには、どうしたらよいでしょうか。ただし、使用する試薬と器具は今日の実験で使ったものとします。

(活動：グループで数分間、話し合いをさせ、その結果を代表者に板書させる。)

展開11

それでは、それぞれグループの考えで、実験をして確かめてみましょう。

まとめ (どちらかの語句を選択)

ヒドロサルファイトは、すくも液を(酸化・還元)させて、(酸化剤・還元剤)としてはたらき、(水溶性・水に溶けない不溶性)の藍色の色素インジゴを(水溶性・水に溶けない不溶性)に変化させた。

質問5の回答例(空気に触れて色が変化していたので、酸化されている。)

展開9の結果(うがい薬に含まれるヨウ素の褐色が消えて無色透明な水溶液になる。)

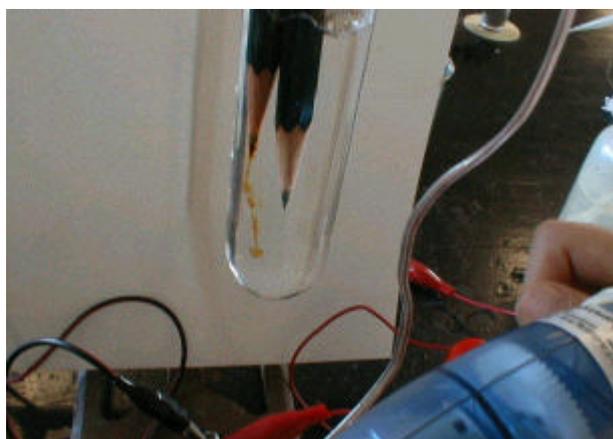


図7 展開10の結果

(無色透明な水溶液の陽極の回りから再び褐色のヨウ素が析出する。)

質問6の回答例(ヒドロサルファイトは、すくも液を還元させたと思う。)

問題2の板書例

例1) ヒドロサルファイトを溶かした水溶液をつくり、それに布をつける。

例2) 水酸化ナトリウムを溶かした水溶液をつくり、それに布をつける。

例3) ヒドロサルファイトを布にふりかける。

例4) 水酸化ナトリウムとヒドロサルファイトの水溶液に布をつける(図8)。

例5) うがい薬とヒドロサルファイトを混ぜたものに布をつけ、電気分解する  
展開11の結果(板書例4の実験が正解)



図8 例4の水溶液で藍色が抜けていく様子

#### 4 授業プランの感想

##### 1) 高等学校普通科A校の生徒の感想より

男子：授業がおもしろいことになる。時々答えがわからなくなることもあるが、教室でやる授業より、だいぶおもしろい、時間のたつのはやく感じる。

男子：今までの授業と違って実験しているため授業の進むスピードがかなり遅くなっているが、そのかわり一つ一つのことがよくわかり、自分で納得して授業を受けることができる。また、退屈しない。

女子：なんとなく気分的に楽しくできてよかった。化学室に移ってこんな風に授業したら、寝ている人がいなくなった。なんとなく遊び感覚で実験とか授業ができてよかった。

男子：実験は簡単だったが内容は濃かった。

女子：中学校のときからの知識で、何気なく「酸化還元」という言葉を口にしてきたけど、やってみると奥が深く感じられた。

男子：藍染めと酸化還元反応が関係していたことは意外だった。でも、藍染めについては、よくわかった。理解して覚えることができうれしかった。

女子：化学は難しくていやなものだと思った。でも、やっていくと、前より好きになった。考える力がついたと自分では思う。

女子：班で話し合う形式はいいと思う。自分の意見を聞いてくれたり、他の人の意見も聞いたり、とても充実した時間だった。質問を出されて、話し合っ、実験して、答えを出してっていうのがとてもスムーズで良かった。

男子：授業はわかりやすいが、テストで点数を上げるのは難しいと思う。

##### 2) 高等学校普通科B校の生徒の感想より

女子：先生の説明は、各自でやってみてからその後ですという方式でしたがすごく良いと思いました。答えをすぐに言うのではなく、実際に体験し自分で考察することが大切だと思います。溶液につける時間によって、色が変わるので楽しかったです。鉛筆と電池だけで電気分解したことに驚きました。

女子：一つ一つ集中して頑張っていたからとても楽しくなり、終わってみると、とても刺激的で化学にまたより深く興味を持ちました。

男子：当初は、ただ浸せば色がつくものと思っていましたが、実際は、何もしないで全然色につかないことに驚きました。

水酸化ナトリウムとハイドロサルファイトを入れた溶液に藍染めした布を入れたら色が落ちるなど驚くことばかりでした。

男子：藍染めのしくみがわかった。昔の人は、反応の因果関係がわからないのに藍染めができたのにはおどろいた。

女子：藍染めにこんな化学が隠れているなんて知らなかった。あたり前で普通のことだと思っても、よく考えると不思議なことでそれを更によく考えてみると化学につながっているんだなあと思いました。昔の人は生活の知恵でことう化学的なことを見つけ使っていたと思うと、とてもすごいなあと思いました。

女子：そまらないじゃないかという気持ちが強かった分、とても感動しました。そして、その色をぬく実験も、自分達をはじめに見つけたという気持ちで、色々なものをまぜて実験しましたが、なかなかみつけることはできませんでしたが、自分たちでみつけ出すということがと

でも楽しかったです。

女子：藍染めという日本の文化で酸化・還元を勉強できるとは思わなかった。スゴイ！！

3) 当センターの理科教育講座に参加された先生方の感想から

男性：生徒達は、化学の教科書の内容を実生活に結び付けることが苦手(とういかしようにしない)という印象を受けますがこのような授業を展開することで解消できるのではないのでしょうか。展開する時間、準備時間がとれないのが今の学校の実態ですが、今後何らかの形でやってみたいと思いました。

男性：「これはなんでしょう？」からはじめると、もっと面白いかも、こんな泥みたいなものから染色できてしまうのだというのが、かなりインパクトがあると思います。

授業プランは化学の内容でしたが、これを理科基礎あたりで使うためには、酸化・還元等の内容は難しいように思います。たとえば「空気」というものに主題をおくなどしてはどうでしょうか・・・

男性：内容も密度が濃いので、考えさせる場面が多いので大変良いものと感じました。(中略)1つのものを様々な見地から科学的にアプローチすることができ、それを簡単に行うことができれば、子どもたちの頭(心)に大きなサジを投げられるということですね。

改良点を敢えて挙げるとすれば、時間がかかるということですね。50分×2で「前半・後半」とするのも1つかなと思います。

## 5 授業プランの評価と今後の検討課題

高等学校普通科での授業実践後の感想では、「授業がおもしろいことになる。退屈しない。なんとなく遊び感覚で実験とか授業ができてよかった。一つ一つ集中して頑張っていたからとても楽しく」など、他にも同様な感想が多く、授業が楽しく受けられていたことが評価できる。授業の内容に関しては、「自分で納得して授業が受けることができる。実験は簡単だったが内

容は濃かった。理解して覚えることができうれしかった。藍染めのしくみがわかった。藍染めという日本の文化で酸化・還元を勉強できるとは思わなかった。スゴイ！」など、学習内容に対して満足感、成就感を表すものが多くあり、一定程度の理解ができたものと判断される。また、「班で話し合う形式はいいと思う。(中略)話し合っ、実験して、答えを出してっていうのがスムーズで良かった。先生の説明は、各自でやってみてからその後ですという方式ですごく良かった。」など、授業の進め方にも肯定的な意見があった。さらに、感想の中には「色をぬく実験も、自分達が始めに発見したいという気持ちで、色々なものをまぜて(中略)自分達でみつけ出すということがとても楽しかったです。藍染めにこんな化学が隠されているなんて知らなかった。あたり前で普通のことだと思っ、よく考えると化学につながっているんだなあと思いました。」など関心・態度・意欲の高まりとともに、学習内容への奥深さを感じ、発展的な学習への自主的な学びが期待できるような感想も見られた。

検討課題としては、「授業の進むスピードがかなり遅くなっている。改良点を敢えて挙げるとすれば、時間がかかる。テストで点数を上げるのが難しい。」など、普段実践されている学習形態との格差を指摘している意見もあり、学習内容の理解度をどう具体的に評価するかという点とあわせて、実践的な面に於いて課題を残している。

おわりに

授業プランを作成し、授業方法を検討する研究は、確かな学力の向上のためにも重要であると考え、多くの実践とそこから抽出される課題の解決に向けて、今後も意欲的に取り組みたい。

## 参考文献

日本化学会 実験で学ぶ化学の世界3 有機・高分子化合物の化学 pp.93-96 丸善 1996  
(にしで まさなり 化学研究室研究員)