

高校生を化学にひきつける実験の研究

—身近な鉱石の組成分析実験を通して—

伊勢國男* 武井隆明* 村上 祐*

(1991年11月9日受理)

Kunio ISE, Takaaki TAKEI, and Tasuku MURAKAMI

An Attractive Chemical Experiment for High school Students
Through Compositional Analyses of Some Familiar Ores

はじめに

われわれの日常生活において、身の回りにあるもの、たとえば衣服、住居、食品、薬、いろいろな台所用品および家庭電気製品、あるいは書籍や筆記用具、さらにはわれわれの身体を構成しているものなど、すべて化学物質でできているといっても過言ではない。これらの化学物質の構造や性質、あるいは製造法などを説明するのが「化学」である。したがって、日常生活と切っても切れない関係にある化学はわれわれにとって非常に身近な学問とすることができるであろう。

しかし、最近高校生のあいだではこの化学が敬遠されがちになっているという。その原因のひとつは、受験戦争の激化により、本来「実験および観察」から始まるべき化学教育が単に暗記物としてしかとらえられていないことにある。化学の教育は、実験で示される手品のような奇妙な現象や美しい変化を多角的に観察させ、その規則性あるいは規則から外れる理由を考えさせることに、その原点を置かなければならない。このことをきちんと踏まえた化学教育を行おうとかなりの時間を要するが、昨今の受験事情はこれを許さない状況になっている。また、化学が敬遠される別の原因としては、種々の化学物質による環境汚染があげられるであろう。これが社会的に大きくとりあげられめために、化学物

質とは恐ろしいもの、それを扱う化学は厭な学問あるいは悪玉という印象が流布するのは避けられない。このような一面的で誤った情報のうえに“暗記物の化学”では、高校生に化学に興味を持てといっても無理であろう。

このような化学教育にとって不利な状況のなかで、化学に対する誤った印象を払拭し、化学は“身近な”そして“おもしろい”学問であることを認識させるための教育活動が求められている。¹⁻³⁾ 化学を再認識させるための啓蒙事業のひとつとして、日本化学会では1981年以来、中学生、高校生および化学を専門としない一般社会人向けに「化学への招待」の開催を奨励してきた。岩手県においても、岩手大学を会場に毎年1回開催してきている。今年、著者等が中心になって、身近にある鉱石をとりあげ、その成分を分析する実験を通して化学に親しみをもってもらうことを目的として、「鉱石の主成分を調べてみよう」というテーマで「化学への招待—高校生のための化学実験—」を実施した。

本研究は、高校生に対する今後の啓蒙活動のために、今回の実験および指導体験から「生きた教訓」を得ることを目的として、実験終了後に記入させたアンケートに基づいて高校生の理解度や問題意識などを調査・解析したものである。

1. 実験とアンケート

1-1. 実験課題と目的

実験のテーマを設定するにあたってまず考慮する必要があるのは、参加者が1~3年にわたっており、化学および化学実験の習熟度がかなり違っているということである。このような高校生の興味を引き、内容的にも共通してほぼ理解されるものと考え、次のふたつの実験を実施した。

実験1 鉄鉱石中の第一と第二鉄の同時定量（吸光光度法）

実験2 アラレ石中のカルシウムの定量（キレート滴定）

この実験で使用する鉄鉱石および石灰石は、製鉄の原料としてよく知られている。さらに分析試料とするためのこれら岩石の溶液化は、実験2は当然のこととして実験1の場合でも酸によって比較的容易に行うことができる。したがって、実験を行う者が自ら身近な試料を秤取し、その試料を溶かし、成分の分析を行うという一連の流れを体験することができ、そのなかでいろいろな現象を観察することによって実験者の物質観を豊かにすることができるテーマと考えている。なお、実験1は著者の一人（伊勢）の最近の研究⁴⁾を基礎として、高校生用にアレンジしたものである。

これらの実験を通じて、

(1) 鉱物や岩石を溶かして溶液にするには、どのような方法があるか

(2) 鉄鉱石中には第一鉄と第二鉄がどのような割合で含まれているか

(3) 石灰石にはカルシウムがどのくらい含まれているか

を知ることを直接の目的としている。そして、実験を進めていく中で、化学のおもしろさ・魅力というものを見いだしてもらうこと、および危険な薬品でも取り扱い方さえきちんとすれば怖いものではないということを知ってもらうことがねらいである。準備した鉱石は、鉄鉱石として磁鉄鋼 (Fe_3O_4)、黄鉄鋼 (FeS_2)、および赤鉄鋼 (Fe_2O_3)、石灰石としてアラレ石 (CaCO_3) と方解石 (CaCO_3) である。

これらの詳細な実験内容および実験操作法については、最後に添付した参考資料(当日配布した実験説明書)を参照していただきたい。

1-2. 実験要領

はじめに、地学の先生による講演「鉄鉱石や石灰石はどのようにしてできたのだろうか?」があり、これらの岩石の地球化学的な成因を知った上で成分分析の実験に入った。

実験にとりかかる前に、高校生全員に1時間ほどそれぞれの課題について説明し、今回の実験で「何を、どのように明らかにするのか」ということを理解させた。実験は2人1組で行い、3~4組ごとの班には指導教官および補助員(学部学生)がそれぞれ1名ずつついて、具体的な操作の指導や内容の解説があたった。

鉄鉱石を溶解するのにすこし時間がかかるので、時間節約のため、昼休み前に試料を秤量し、溶解試薬を加えて、昼休み(1時間)の間で完全に溶解するようにした。実際に実験操作を行った時間は、昼休みを除いて約3時間であった。

実験終了後、まとめのために若干の説明を加え、それぞれの含量を計算させるとともにアンケートに記入させた。

1-3. 参加者およびアンケート

参加者は岩手県内の9高校から引率教員を含め約40名であり、そのうち実際に実験をしたのは37名(教員2名含む)であった。高校生の内訳は、1年生9名、2年生10名、3年生16名で、男女別では、男25名、女10名であった。アンケートの提出者は31名(教員1名を含む)で、回収率は高校生だけでは86%になった。ただし、アンケートの各項目ごとに見ると、選択肢のあるものの記入率はほぼ100%であったが、問題点の指摘や感想など自分で語句・文章を記入する必要がある項目で記入率の低いものが多かった。これはアンケート記入のための時間を十分とれなかったことによると思われる。

2. アンケートの結果

2-1. 実験内容の理解度

(1) 実験1の内容が理解できたか(選択)

	全体	1年	2年	3年
よく理解できた	6名	0	2	4
まあまあ理解できた	16名	4	5	7
あまり理解できなかった	7名	2	3	2

(2) どんな点が難しかったか(記入)

「操作の仕方はわかったが、 NH_4VO_3 や H_2SO_4 などはどんな反応なのかよくわからなかった」(3年女)

「どうしてそうなるのかという原理が理解できなかった」(1年女)

「なぜそのような操作をするのか操作と理論が結びつかない」(2年男)

「薬品名とその薬品を使用する理由」(1年男)

「それぞれの薬品の働きがわからなかった」(3年男、1年男、教員)

「いろいろな薬品をつぎつぎに入れていったので、途中で訳がわからなくなった」(3年男)

「全体の流れをつかめなかった」(3年男、1年男)

「計算するときの理論がわからなかった」(3年男、2年男)

(3) 実験2の内容が理解できたか(選択)

	全体	1年	2年	3年
よく理解できた	11名	3	1	7
まあまあ理解できた	15名	2	7	5
あまり理解できなかった	4名	2	1	1

(4) どんな点が難しかったか(記入)

「どうしてそうなるのかという原理が理解できなかった」(1年女)

「薬品名とその薬品を使用する理由」(1年男)

「計算式のたて方、計算の意味」(3年女、2年男、1年男)

2-2. 実験操作について

(1) 容量器具の取り扱いがうまくできたか(選択)

		全体	1年	2年	3年
ホールピペット	うまくできた	15名	5	3	7
	まあまあ	9名	1	4	4
	うまくできなかった	5名	1	2	2
メスフラスコ	うまくできた	18名	4	7	7
	まあまあ	9名	2	3	4
	うまくできなかった	3名	1	0	2
ビュレット	うまくできた	16名	4	3	9
	まあまあ	14名	3	7	4
	うまくできなかった	0名	0	0	0

(2) どんな点が難しかったか(記入)

「メスフラスコの標線に合わせること」(1年女、2年女)

「ホールピペットの扱い方」(3年男)

「見たことのない用具をどのように使ってよいかわからなかった」(2年男)

(3) その他操作について(記入)

「たいへんよくできた」(3年男、3年女、3年女)

「まあまあよくできた」(2年男、1年男、2年男、1年女、2年女)

「特に難しい点はなかった」(3年男)

「教えてもらったので結構うまくできた」(2年男、2年男)

「学校でやったことのあるものもあったのでやりやすかった」(3年男)

「操作の仕方についてよく理解できた」(1年男)

「pH計の意味がよくわからなかった」(1年男)

「何をやっているのかよくわからなかった」(2年男)

「分光光度計の扱い方がうまくいかなかった」(2年男)

2-3. 参加して得た成果・感想など

(1) この実験をすることによって得たものは何か(記入)

「いろいろな器具の使い方を知った」(10名)

「器具の名前を覚えた」(2年女)

「データの処理の仕方、定量の操作がわかった」(教員)

「大学の実験の方法・技術を知った。」(1年男、2年男)

「化学というものが楽しく思えてきた」(3年男)

「実験することの楽しさ」(2年女)

「クラブ活動の水質調査に生かせることができれば良い」(3年男)

「地学の知識も得た」(1年男)

「2人で力を合わせ実験を成功させることのできた満足感」(1年男)

「今まで使用したことのない器具を自分で操作してみることができた。わからないことがたくさんあったが、これから自分がどんなことを勉強していけばいいか、どれだけ勉強しなければならないかわかった」(1年女)

「実験器具の操作の仕方を改めて復習することができて、忘れかけていたことを思い出すことができた」(3年女)

(2) 感想など

「楽しい1日だった。とても良かった」(2年男)

「少し難しかったが、これからの課題が見えた」(2年男)

「はじめは手間取ったが、進むにつれ楽しく実験できた。初めて見る器具(分光計など)がありとても興味深かった。もっと詳しく知りたいと思った」(3年男)

「2年なので、わからない用語が多かった。たいへん難しかった」(2年男)

「化学のことがよくわかり、実験がおもしろかった」(1年男)

「長い時間をかけて今までやったこともない実験をしたけれど、今まで以上に化学が身近に感じた。すごく楽しくて、来て良かった」(2年女)

「ふだんできないような実験ができて良かった」(3年男)

「とても楽しかった。来て本当に良かった」(2年女)

「おもしろかったし、ためになった」(3年男)

「もっともっと勉強して次にもまた参加したい。その時はただ“おもしろいな”と思うだけでなく、具体的な疑問を持てるようになってほしい」(1年女)

「とても勉強になった。疲れたが本当に楽しかった。少し難しかったけれど、まよめの説明ではほぼ理解できた」(3年女)

「親切に指導してくれたので、実験に専念できた」(2年男)

