

社会と科学との関係を考慮した化学教育

—化学指導法の改善（V）—

柏原 林造

社会と科学との関係を考慮した理科教育を考えると、高等学校化学では、身の回りの物質や、環境問題、科学の歴史などを教材として扱うことができる。このような化学カリキュラムとして開発された「ナフィールド整合理科 化学」（イギリス）と「ケムコム」（アメリカ合衆国）を我が国の化学の教科書とアルミニウムの取り扱いについて比較した。

化学の知識を学習しながら、かつ科学に関する社会現象について学習することは時間的制約が大きい。基礎的知識の学習を中心にしてアルミニウムを教材にして扱うと、多くの場面でこの目的に沿った教材を編成できることを述べた。

1. はじめに

ますます複雑になっていく現代社会の中で、理科教育の場においても科学と社会との関係を考えることが必要になってきている。そのための科学に対する考え方を前報において示した。¹⁾ 科学と社会について学習する場合、具体的な教材として、身の回りの物質、環境問題、科学の歴史などを利用することができる。

本稿では、アルミニウムを高校化学で活用することを考えた。そのためにまず、我が国の教科書でアルミニウムの取り扱いについて調べるとともに、身の回りの物質や科学と社会との関わりにも配慮してあるイギリスとアメリカ合衆国の化学カリキュラムをも参考にした。これらの取り扱いを比較することによって、高校化学でのアルミニウムの活用のし方を考察した。

2. 我が国の教科書での取り扱い

1994年度から実施されている新しい教育課程で化学は身の回りの物質にを中心に扱う「化学ⅠA」と、化学の知識を体系的に扱う「化学ⅠB」「化学Ⅱ」に分かれた。²⁾ 「化学ⅠB」と「化学Ⅱ」は独立しているものの、継続して履修される場合が多い。しかし、「化学ⅠA」と「化学ⅠB」「化学Ⅱ」をともに履修することはほとんどない。また、新教育課程においては、環境問題やエネルギー問題にも配慮した、「総合理科」がある。しかし、「総合理科」では個々の物質について詳しく扱うわけではないので、ここでは「化学ⅠA」「化学ⅠB」「化学Ⅱ」の教科書におけるアルミニウムの扱いについて述べる。

「図解化学ⅠA」³⁾

元素と元素記号（表）（p.12）

身近な金属 アルミの説明（p.73）

金属の製錬（p.96）

アルミニウムの用途（p.99）

アルミニウムの化合物、ミヨウバン（p.101）

「化学ⅠB」⁴⁾

両性元素 (p.33)

金属結晶 (p.50)

融点と融解熱 (表) (p.77)

アルミニウムの製錬、融解塩電解 (p.165)

単体と化合物の性質 (p.209、210)

参考 アルミニウムは電気の塊 (p.212)

「化学Ⅱ」⁵⁾

アルミン酸イオン (p.94-95)

「化学ⅠA」は身近な物質について扱うことを主要テーマとしているが、この比較からもわかるように、アルミニウムの記述に関しては、「化学ⅠB」の取り扱いを大きく越えるものではない。項目の立て方等に工夫がみられ、「化学ⅠA」は多様な物質について扱っているが、個々の物質については深入りしてない。特に化学的性質として整理しやすいはずの、化学式を用いたまとめは「化学ⅠB」の記述ほど徹底しておらず、かえって理解が中途半端に終わっている。

3. 「ナフィールド整合理科 化学」での取り扱い

「ナフィールド整合理科 化学」はイギリスで行われている化学カリキュラムで、その特徴は、化学物質と生活との関わりを学習するとともに、化学の体系的な学習をも意図したものである。さらに、個々の知識のうち、互いに関連する領域がある場合は、化学内はもちろんのこと他の物理、生物、地学などの科目とも、そのことごとを考慮して学習するように計画されている。⁶⁾

「ナフィールド整合理科 化学」での扱いは以下のようになっている。⁷⁾

「C4章化学物質と岩石」において、イギリスでのアルミ製法の歴史を学ぶ。

ボーキサイトが酸化アルミニウムを主成分とすること。(p.59)

「アルミニウムはどのようにして鉱石から作られるか」C4.2 (p.61)

ピータ・スペンス法による、アルミの製法 (p.65)

アルミの精錬と利用 (p.78-81)

問題 酸化アルミニウム中にアルミニウムは何パーセント含まれているか。(p.83)

リサイクル (回収風景) (p.85)

媒染剤として明礬が扱われる。(p.61、203、205)

硝酸アルミニウム (塩の例) (p.100)

酸化アルミニウム (p.78、79、83)

4. 「ケムコム」での取り扱い

「ケムコム」⁸⁾はアメリカ合衆国で行われている化学カリキュラムの一つで、化学の知識を社会でどう生かすかということ考虑したものである。そのために、「ケムコム」では、様々な問題についてどう思うか、賛成か反対かということを問いかけることによって、学習を進めていく。従って、化学の基礎というよりも、化学や、エネルギーに関係した事柄をより多く学ぶ。アルミニウムにつ

いて学習するのは、「アルミ缶のリサイクル」(p.104)、「化学資源の節約」(p.158)、「電池の原理」(p.575)の3カ所である。

アルミニウムのリサイクルは「A5資源とゴミ」の単元で扱われる。この単元では、「資源とは、人間の要求を満たすために、自然環境から取り出す植物・動物・鉱石・岩石・気体のような簡単な物質をいう」と資源についてまとめたあと、「再生可能な資源」と「再生不可能な資源」について説明する。資源の利用の結果としてゴミ問題があり、ゴミの廃棄と利用を資源の観点から考えたときにリサイクルの必要性がでてくる。リサイクルの例としてアルミ缶があげられている。

次に化学資源の節約の単元で、アルミニウムの米国での使用量が鉄に次いで多いこととその理由としてアルミニウムの性質（特に軽量で強い、また電気伝導性がよい）があげられ、使用量と埋蔵量の関係について考えるようになっている。

「D4工業電気化学」の単元では食塩水の電気分解とともにアルミニウムの融解電解法が取り上げられている。「アルミニウム工場では大量の電流を使うので、水力発電所の近くに工場が建設されることが多い」として工場立地について考える題材を提供する。

5. 比較

アルミニウムの取り扱いについて、わが国の教科書、アメリカ合衆国の教科書、イギリスの教科書の一部について、取り扱われている内容について記した。それぞれの国の教育事情が異なるから、単純に比較するわけにはいかないが、それぞれ特徴がある。わが国の教科書は、従来からの流れに最も近い「化学IB」において、身の回りの物質や環境問題を考慮して簡単ではあるが、触れようとしていることである。これは、明らかに「化学IA」の影響であり、あるいはそれらに影響を与えていると考えられる、諸外国の「ナフィールド整合理科」や「ケムコム」などの影響だと思われる。このような方向は最近の傾向であるが、「化学IB」は戦後のわが国の理科教育の流れであった、系統的学習のラインからはずれたものではない。すなわち、「化学B」、「化学I」+「化学II」、「化学」、「化学IB」+「化学II」という理科系中心の内容である。

一方、「化学IA」は新教育課程において新しく設けられた科目であり、従来の化学の教科書にはなかったものである。ただ、標準単位数が2単位であるということから、「化学B」時代の「化学A」のような関係に置かれていることは明らかである。すなわち、大学進学のための系統的な学習ではないという位置づけである。このような関係のために、現行の化学カリキュラムを一言でいえば、大学進学のためには系統的学習を行い、大学進学に必要としない化学では身の回りの問題や、環境問題を扱う、というのがわが国の化学カリキュラムの構造である。

「ナフィールド整合理科」は身の回りの物質について学習をすすめるながら、化学の基礎的な知識をも学習するようになっている。しかし、体系的な知識よりも身の回りの物質や、化学と社会の関係に多くの内容があり、科学の知識の体系的な理解には展開の工夫が必要であろう。

「ケムコム」では、さらに個々の生徒に、科学的思考を働かせて、様々な問題を考えさせるさせるようになっている。しかし、もとになる基礎的な科学的知識をどのように育成させるのかと考えたとき、「ケムコム」で与えられる知識は十分であろうか。化学の基礎的な知識の乏しいところで、

個々の問題を考えても、それで、本当に判断力を身につけることにつながるのかという懸念が残る。

しかし、「ナフィールド整合理科」や「ケムコム」に比べるとわが国の「化学ⅠA」は、中途半端な印象を受ける。

6. アルミニウムの活用

以上の比較により、アルミニウムが、化学と現代生活を考えたときに、有効な教材であるということがわかる。しかし、わが国の教科書で見られるように、その扱いはきわめて中途半端なものとなっている。「ナフィールド整合理科 化学」「ケムコム」がそれぞれ化学そのものを教えるのではなく、化学を通して、我々の生活する社会を教えようとしている。現代社会と科学や技術の問題を考えるためにはすぐれた教材であると考えられるが、個々の化学的知識の学習に支障がないのであろうか。基礎的な知識の習得は体系的に化学を学習することによって最も効果的に身につくのではなかろうか。このような観点から、筆者は現行の「化学ⅠB」のような取り扱いを基本としてなおかつ、「化学ⅠA」や「ナフィールド整合理科 化学」「ケムコム」などが目的としているような内容を付加するのが学習しやすいのではないかと考える。しかし、このようなことは時間的にも大変難しいことであるので、すべての物質について深く扱うわけにはいかない。そこでアルミニウムを例に展開することを考えた。アルミニウムではなく、鉄とか、銅とか、他にも色々な物質をテーマにすることができるが、アルミニウムを選ぶ最大の理由は、アルミニウムが典型元素であるからである。アルミニウムが典型元素であるため、化学の基礎を学ぶ材料として利用しやすい。また、軽金属であり、日常製品から工業製品まで多く製品に利用されているから身の回りの物質の例として適当である。アルミニウムを教材として用いることができる単元として次のようなものが考えられる。

化学の基礎

純物質と混合物、単体と化合物、原子、物質量

金属、金属結晶

電気分解

電気分解の法則

電気分解の応用

塩

ミヨウバン（複塩）など

物質の性質

両性元素、両性酸化物、両性水酸化物

アルミ缶のリサイクル

わが国のアルミニウムの年間消費量の約3分の1が再生地金である。しかし、この場合は工場
で排出される純アルミニウムのくずなどが用いられたりしており、アルミニウム缶のリサイク
ルとは別のものである。現在われわれがアルミ缶のリサイクルと呼んでいるものは、アルミニ
ウム缶のみに特定した回収とアルミニウムの再生である。アルミ缶のふた材と胴材は外観・強

度などからもわかるように、組成の異なるアルミニウム合金である。したがって、これらを配合するとその組成に応じた再生品を得ることができる。

これらを学習することにより、リサイクルについて深く理解することができる。⁹⁾

有機アルミニウム

有機アルミニウム化合物は、有機ケイ酸、有機鉛化合物に次いで大量に合成されている。用途は主として有機反応における触媒（チーグラール型触媒）であるが、ジェット機、ミサイルの燃料や、半導体の製造原料として利用されている。¹⁰⁾

7. おわりに

「ナフィールド整合理科 化学」ではイギリスのアルミ工業、「ケムコム」ではホール法の発明と这样にそれぞれの国の歴史的背景を取り上げている。残念ながら、わが国にはそのような歴史的な事項はないが、それでもかつては、国内でアルミニウムの製錬が行われていたが、電気料金の関係で、現在では、国内で製錬は行われていないというようなことを取り上げることはできる。

なお、本稿では取り上げなかったが、課題研究の例としてもアルミニウムに関する題材は豊富である。課題研究については、題材よりもむしろその実施方法に問題があると思う。今後の課題としたい。

8. 参考文献

- 1) 拙稿「社会と科学との関係を考慮した理科教育」
広島大学附属福山中・高等学校中等教育研究紀要第35号 1995
- 2) 文部省 高等学校学習指導要領解説 総則編 1988
- 3) 佐野博敏他「高等学校 図解化学 I A」第一学習社、1995
- 4) 佐野博敏他「高等学校 化学 I B」第一学習社、1995
- 5) 佐野博敏他「高等学校 化学 II」第一学習社、1995
- 6) Nuffield Co-ordinated Sciences、TEACHER'S GUIDE、Longman Group UK Limited、p.7、1994
- 7) Nuffield Co-ordinated Sciences、CHEMISTRY、Longman Group UK Limited、1993
- 8) アメリカ化学会編 大木道則訳「ケムコム」東京化学同人、1993
- 9) 日本化学会編 化学便覧応用化学編 II (第5版) p.514、1995
- 10) 日本化学会編 化学便覧応用化学編 II (第5版) p.108、1995