

高校化学教科書の変遷 —昭和30年代と平成20年代の比較—

川井 正雄 *

概要

化学の進歩、発展とともに化学教育の内容も変わり、その変化は教科書に反映される。昭和31年(1956年)より施行された学習指導要領に基づく高等学校の化学の教科書と、平成14年(2002年)に改訂された学習指導要領に準拠した教科書との比較検討を行った。教科書に記述される内容は両者で顕著に異なり、新しい教科書に含まれる事項は大幅に増加したが、時代に合わずに消えていったものもある。化合物の名称、化学用語、単位なども、半世紀の間に大きな変化が見られる。

1. はじめに

我が国における戦後の化学・技術の発展は目覚ましく、衣食住をはじめ私たちの生活、環境、社会は顕著な変化を遂げてきた。科学の進歩は理科教育にも大きな変化をもたらし、化学の教科書の内容はそれらの変化を反映して、その時代を示す一つの標準的な指標を提供すると考えられる。

2. 学習指導要領

文部省(省庁再編により平成13年より文部科学省)が各教科で教える内容を定めたものが学習指導要領である。第二次世界大戦以前の教育内容があらためられ、小学校教科の修身等が廃止され家庭科が男女共修となるなど新しい教育課程が定められた。最初の施行が昭和22年(1947年)であり、その後、昭和26年(1951年)、昭和31年(1956年)、昭和36年(1961年)、昭和46年(1971年)、昭和55年(1980年)、平成4年(1992年)、平成14年(2002年)、平成23年(2011年)の8度の改訂を経て現行の学習指導要領に至っている。改訂された学習指導要領は学年進行で実施されるため改訂の直後は新旧の教育課程が混在することになるが、新規教育課程に先立って移行措置が導入される場合もある。上記は、小学校において本格的に開始された年度を示している。

3. 高等学校の化学の教科書

教科書の内容は学習指導要領(および、より詳細な記載のある学習指導要領解説:文部科学省発行)に準拠しており、学習指導要領の改訂に伴い、教科書も改訂されている。本稿では、高等学校の化学の教科書について、主として、2度目および7度目の学習指導要領の改訂にともなって発行された昭和31年度以降および平成14年以降の高等学校の化学の教科書の比較を行うこととする。

昭和31~40年に使用された「化学」の教科書には5単位用と3単位用が存在し、前者の方がページ数も多く記述内容も豊富となっている。5単位用の計10種類(参考文献1)を比較検討の対象とすることとし、昭和版と総称する。この「化学」から5回の指導要領の改訂を経た平成15~26年度では教科書は「化学Ⅰ」「化学Ⅱ」の2冊に分かれていて、「化学Ⅰ」の後に「化学Ⅱ」を学ぶので、この両者を合わせた内容を、5単位用の昭和版と比較する。「化学Ⅰ」「化学Ⅱ」の教科書は7社より出版されており(参考文献2)、これらを平成版と総称する。なお、現行教科書は平成23年年度より施行された学習指導要領に対応するもので、「化学基礎」「化学」の二本立てとなっている。

4. 周期表と族

昭和版、平成版を問わず、表紙あるいは裏表紙を開いたところに元素の周期表が示されている。ただし、昭和版のほとんどは「律」の字が入っていて「周期律表」と記されている。平成版の周期表は1族から18族までの18列よりなる長周期型の教科書であるのに対し、昭

*中之島科学研究所 研究員、奈良県立医科大学医学部 非常勤講師

kawai88@crux.ocn.ne.jp

和版では長周期型の教科書と9列よりなる短周期型の教科書とが混在している。両方の表が載せられている例も見られて、この時期が短周期型から長周期型への移行期にあたるようである。

平成版の長周期表では、縦の列は整然と1から18まで番号が振られているのに対し、昭和版の長周期表では左端から順に列の上部にI A、II A、III B、IV B、V B、VI B、VII B、(3列まとめて)VIII、I B、II B、III A、IV A、V A、VI A、VII A、0と記されている。I から VII までそれぞれ A と B があって、A は典型元素で B が遷移元素となっている。一方、短周期表の方は、元素の原子価が族の番号になっていて、0族以外は1つの欄に複数の元素が含まれている。上記の A と B が1つの族にまとめられている形で、例えばアルカリ金属と銅族は共に1価なので同じI族の列に入れている。VIII族は1つの欄に3元素が入っていて、例えば、第4周期はFe、Co、Niの3元素よりなっている。なお、表の形や書き方は統一されておらず、教科書によってA、Bが小文字のa、bのものや、左右の配置が異なるものもある。さらに、典型元素と遷移元素での分類にはなっていないものも見られる。

昭和版では原子番号102のNo(ノーベリウム)まででそれ以降は空欄であるのに対し、平成版では原子番号111のRg(レントゲニウム)、あるいは、原子番号112のCn(コペルニシウム)までが記載されている。最近、理化学研究所での合成が国際的に認められた原子番号113の新元素を含めて、周期表に新たに4種の元素が加わることとなった。原子番号118まで埋まって第7周期が完成することになるが、高校の化学の教科書に反映されるのは、少し先のこととなるであろう。

5. 原子量、物質質量、単位系

原子量は昭和版と平成版にほとんど差はないが、昭和版では酸素の原子量は小数点のない整数値の16であるのに対し、平成版では16.00である。かつては、酸素原子の平均質量を16とし、酸素に対する相対質量として他の原子量が定義されていたが、昭和36年(1961年)に原子量の基準が質量数12の炭素に改められた。現在は、酸素の原子量は15.9994であり、有効数字4桁で表せば16.00となる。

昭和版では、原子量、分子量にグラム単位をつけた量、すなわち1モルが、それぞれ1グラム原子、1グラム分子と呼ばれている。この「グラム何々」の用語は過去のものであり、平成版には見られない。アボガドロ定数の粒子の集合体の質量に基づくモルに対して平成版では「物質質量」という用語が用いられている。

昭和版では、酸や塩基の1モルを価数で割ったものが1グラム当量であり、このグラム当量に基づく濃度の

単位として、「規定」(n 規定= n グラム当量/1リットル)が用いられている。平成版では、溶液1リットル中の溶質の物質質量を示すモル濃度が用いられている。なお、リットルは昭和版では斜体の小文字 *l*、平成版では大文字の *L* である。

国際単位系(SI)への移行により、圧力の単位は昭和版のmmHgや気圧から平成版ではPa(パスカル、1気圧=1013 hPa)に、熱量の単位はcalからJ(ジュール、1 cal=4.184 J)に変わっている。また、オングストローム(10^{-10} m)も使われなくなり、分子などの大きさを表す単位はnm(10^{-9} m)になっている。

6. 化学用語

化学用語は時代を超えて変わりなく用いられるものが多いが、中には大きく変化したものもあり、そのいくつかを紹介する。

昭和版では、塩酸を1塩基酸、硫酸を2塩基酸、リン酸を3塩基酸、水酸化ナトリウムを1酸塩基、水酸化カルシウムを2酸塩基などとする現在には使用されていない表現が用いられている。2価の塩基、3価の酸といった現在と同じ表現の教科書も存在したので、1価、2価、3価という素直でわかりやすい用語へ統一される移行期であったようである。

化合物名では、昭和版のフェロシアン化カリウム(黄血塩) $K_4[Fe(CN)_6]$ 、フェリシアン化カリウム(赤血塩) $K_3[Fe(CN)_6]$ が、平成版では、ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム、ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウムとなっている。平成版では見られない無機化合物の名称は黄血塩、赤血塩のほか、ぼう硝(Na_2SO_4)、昇こう($HgCl_2$)など多数ある。

原子価の異なる金属について、昭和版は低原子価を第1、高原子価を第2として、例えば、塩化第1水銀(Hg_2Cl_2)、塩化第2水銀($HgCl_2$)とされていたが、平成版では価数をローマ数字で示して塩化水銀(I)、塩化水銀(II)となっている。イオンについても同様で、例えば2価と3価の鉄イオンは、昭和版では第1鉄イオン、第2鉄イオンと呼ばれ Fe^{2+} 、 Fe^{3+} と表記されていたのが、平成版では鉄(II)イオン、鉄(III)イオンに変わり、イオン式の電荷を示す右肩の添字の書き方も Fe^{2+} 、 Fe^{3+} となった。 Cl^- 、 OH^- も、昭和版の塩素イオン、水酸イオンから、平成版では塩化物イオン、水酸化物イオンとなった。重炭酸ナトリウム、重クロム酸カリウムなどの「重」も使われなくなって、炭酸水素ナトリウム、二クロム酸カリウムとなっている。

その他、不活性気体が希ガスに、同位元素が同位体になど、用語が昭和版から平成版で変わっている例は数多くある。昭和版では、反応性が高い水素や酸素を示す「発生期の」という用語が使われていたが、実

態が不明であり今は使われていない。純度の高い酢酸を表す氷酢酸の語が教科書から消えたが、今では普通に入手する酢酸は水分含量が1%以下のもので室温が低いと「凍る」のは当然である。

7. 時代の変化

本稿では昭和30年代の教科書を昭和版と呼んでいるが、昭和期の代表という意味ではない。敗戦後の復興をほぼ終えて高度成長期を迎える前の昭和期の教科書は、一見ただけで平成版の教科書とは大きく異なる。当時の教科書は紙質も悪く、カラーのページは口絵の1、2枚だけであり、総ページ数は400ページ程度のものである。平成版は全ページがカラー印刷であり、「化学Ⅰ」「化学Ⅱ」を合わせた総ページ数は昭和版の5割増し程度になっている。科学、化学の進歩とともに内容が増加し、高度化しているのは当然のことであるが、ここでは昭和版では記載されていた内容が時代の流れによって消えていったものを何点か紹介する。

昭和版の教科書の特徴として化学工業に関する写真が非常に多い。鉛室法による硫酸の製造、水の電気分解による水素の製造、電解によるアルミニウムの製造、銅の電解精錬、亜鉛メッキ、陶磁器の製造、製紙、硬化油の製造等々である。我が国の成長を支えた工業の発展における化学の重要性を示している。炭焼きがまの写真や塩田の風景も見られるが、平成版では、製造業に関わる写真や図版はずっと少ない。

昭和版では合金の紹介には必ず主成分が鉛で固化時の体積膨張が特徴の活字金(活字合金)が含まれている。最近では、活字を用いる活版印刷がほとんど行われておらず、教科書にも記載はない。写真技術の進歩はめざましく、設計図によく用いられていた青写真もすっかり過去のものとなった。昭和版では、鉄塩を用いて感光により青色の顔料を生じる青写真の説明があるが、平成版にはない。

なお、昭和版には説明のある地球の構造や原子核の変化が平成版には見られないのは、時代の流れとは関係はなく、それぞれ地学や物理に移行したためである。

8. 学習内容の高度化

平成版として参照しているのは現行課程の直前のゆとり教育路線の極みとされるカリキュラム用の教科書である。この改訂は学習内容、学習時間数の減少で学力低下の元凶ともされたが、それでも昭和版と比較するとその記述内容は半世紀の間に著しく高度化している。かつては、大学の教養課程で教えられていた電気陰性度、電子親和力、イオン化エネルギー、水素結

合、遷移元素などが平成版の「化学Ⅰ」の最初の方で説明されている。反応速度や活性化エネルギーなど多くの内容が、昭和版では扱われていない。無機化合物では昭和版にないシランやホスフィンなどが平成版に登場するが、特に有機化学、有機化合物について平成版の方がはるかに詳しい。分子の立体構造について昭和版と平成版の差は著しい。前者では二重結合の平面性や不斉炭素の記述がないのに対して、後者では鏡像異性体をはじめポリペプチド鎖の立体構造やDNAの二重らせん構造も描かれている。

9. 化学と化学工業の進歩

昭和版では炭素の単体はダイヤモンドと黒鉛だけであるが、平成版にはフラーレンが炭素の同素体として併記され、さらにカーボンナノチューブや炭素繊維について触れているものもある。化学の進歩が教科書の内容に反映されている一例である。

敗戦から復興した日本は、高度成長を経た半世紀で、衣食住は見違えるばかりに豊かになった。化学の進歩の恩恵を受けた品々が満ち溢れていて、例えば平成版の教科書に記載されている高吸水性高分子は紙おむつなどに利用されている。しかし、高校化学の教科書の記述は、化学製品や化学技術についての最近の進歩を十分には反映していない。教育指導要領の改訂は10年に1度程度であり、指導要領に準拠して作られる教科書の内容が種々の進歩に即応できていない。しかし、化学の進歩が教科書の内容に取り入れられない最大の理由は、教育を受ける学生側の負担への配慮かもしれない。教科書の記載内容が増加すれば、記憶しなければならない事項が増加し、化学嫌いの高校生を増やしてしまうことにつながる。高校の教科書は十分な吟味を経て作製された標準資料、一級資料ではあろうが、その性質上、化学の進歩を十分に反映できないのは致し方ない面もある。

10. ボルタ電池とダニエル電池

化学の進歩にともなって教科書に取り上げられる内容が変わるのは当然のことであるが、ここではその一例として電池を取り上げる。昭和版の教科書の電池の項では先ずボルタ電池の紹介があり、ダニエル電池については触れられていないものが多い。しかし、平成版で最初に説明されているのは、ほとんどの場合がダニエル電池($\text{Zn}|\text{ZnSO}_4 \text{ aq}|\text{CuSO}_4 \text{ aq}|\text{Cu}$)である。ボルタ電池は参考としてコラムなどで紹介されている例が多く、まったく記述のない教科書もある。イオン化傾向の異なる金属とその金属イオンとを組み合わせて、亜鉛がイオン化して亜鉛イオンとなり、銅イオンが金属銅として析出するダニエル電池は理解しやすい。ボルタ電池

の紹介では、正極で発生する水素が関わる分極により起電力が1.1 V から0.4 V に低下してしまうといった説明が付記されている。科学史の観点からはボルタ電池の方が重要であろうが、その電極では、実際には教科書に示されているより複雑な反応が起こっている。正極の銅板の表面が酸化皮膜で覆われていることも多く、この場合は理論値よりも高い起電力が観察される。電池の本家のボルタ電池を脇役に引きずり下ろしたのは、電気化学の進歩による詳細な電極反応についての解明である。(参考文献3)

なお、時代の進歩を反映して平成版ではアルカリマンガン乾電池、ニッケル・カドミウム電池はじめ各種の電池や燃料電池が取り上げられている。

11. ヨードホルム反応

一般の化学書とは異なり、教科書はその性質上、時代を反映した新しい高度な内容を含むことが制限されることはすでに述べた。ここでは、また逆の形で大学入試が教科書に影響を与えている例としてヨードホルム反応を取り上げる。

メチルケトン類がアルカリ性条件下でヨウ素と反応してヨードホルム CHI_3 を生じるのがヨードホルム反応である。昭和版の教科書ではこの反応が載っていない方が多い。平成版では化学 I の教科書のすべてがヨードホルム反応を扱っており、最近の理系受験生が読む化学の参考書には必ずこの反応が記載されている。かつては実際にメチルケトンの検出手段として本反応は有用であった。しかし、機器分析が発達した現在、化合物の定性試験にヨードホルム反応が使用されることはない。また、その反応機構は高校生が容易に理解できるほど単純ではない。明らかに時代遅れの本反応が教科書に残っているのは、本反応が大学入試によく出題されるからである。確かに、いくつかの情報を与えて分子構造を推定させる入試問題の作製に恰好のアイテムである。大学受験が高校教育の内容をゆがめている一例であろう。

12. おわりに

教科書は学生教育への配慮から、種々の制限を受けてはいるが、標準的な一級資料である。世界および日本の化学の進歩、発展のみならず、広く科学全般や教育、生活、社会の変化が映し出されている。本稿では、断片的な比較にとどまっているところも多いが、さらに総合的、体系的、包括的な視野での検討が期待される。

13. 参考文献

1)「化学」(大原出版)昭和35～39年度、「化学」(開

隆堂)昭和34～40年度、「化学 5単位用」(大日本図書)昭和31～36年度、「化学 5単位用」(中教出版)昭和35～39年度、「高等学校 化学 新版」(好学社)昭和31年度、「高等学校の科学 新制化学 全」(修文館)昭和34～38年度、「新指導要領準拠 化学」(清水書院)昭和35～39年度、「新指導要領準拠 化学 四訂版」(三省堂)昭和31～35年度、「自然の科学 化学」(講談社)昭和31～32年度、「理科の教室 化学」(実教出版)昭和35～39年度

2)「改訂 高等学校 化学 I」「同 化学 II」(第1学習社)平成19～25年度、「改訂版 高等学校 化学 I」「同 化学 II」(数研出版)平成19～26年度、「化学 I」「化学 II」(東京書籍)平成19～26年度、「化学 I 新訂版」「同 化学 II」(実教出版)平成19～26年度、「高等学校 化学 I」「同 化学 II」(三省堂)平成15～25年度、「高等学校 化学 I 改訂版」「同 化学 II」(啓林館)平成19～26年度、「新版 化学 I」「同 化学 II」(大日本図書)平成19～25年度、「精解 化学 I」「同 化学 II」(数研出版)平成19～26年度

3)岡博昭「電池教材に関する一考察-ボルタ電池の問題点を中心に」大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎研究集録 第51集(2009)pp71-86

謝辞

昭和30年代の教科書資料を提供いただいた私市紀代子氏および中之島科学研究所の宮島一彦氏、学習指導要領や教科書の変遷等についての助言をいただいた名古屋工業大学の高木繁教授および梶塾の河村真三氏、ボルタ電池の電極反応等についてご教示いただいた中之島科学研究所の小野昌弘氏、(公財)神奈川科学技術アカデミーの落合剛氏に感謝する。