

中学生の理解度調査 (4)

—水は化合物か混合物か (Ⅲ)—

宮 城 陽*, 米 田 茂, 浜 坂 昌 明, 木 戸 実

(2004 年 8 月 6 日受理)

1 はじめに

われわれは中学生の基礎的知識について調査して、「水が混合物でもあり化合物でもある」とする中学生が多いこと、これが地域によらないものであり、約10年前と現在とで違いがないことを報告してきた^{1, 2)}。また【「アンモニア水は H_2O と NH_3 の混ざり合ったもの」および「炭酸水は H_2O と CO_2 の混ざり合ったもの」が必ずしもよく理解されていない】ことも明らかにした³⁾。

多くの生徒が「水が混合物でもあり化合物でもある」とする要因として、次の二つが考えられる。

- A. 「化合物」は教科書の見出し項目であるので、化合物についての学習は時間を割いて行われる。しかし「混合物」は教科書の見出し項目とはなっておらず、特に時間を割いて学習されない。したがって、生徒は「混合物」という言葉の意味を理解していないために上記のような誤回答を与えた。いわば回答上の誤りである。
- B. 生徒は【「 H_2O に H_2 や O_2 が混ざり合ったもの」が水である】と考えている。回答上の誤りではなく、理解の誤りである。

誤回答を与える要因がいずれであるかを明らかにするために、下記の項目4～6を含んだ調査を行った*1。さらに、これらに対応するアンモニアに関する項目7～9についても調査した。

2 調査方法など

つぎの9項目をふくんだ計15項目※の質問文を記した質問紙を生徒に配り、【正しい (○)・間違い (×)・分からない (△)】の回答を求めた。調査校および調査学年は石川県X市 (人口約10万) の公立中学校の第3学年 (206名5クラス)。調査時期は平成15年度3学期末*2。

項目1: 分子をバラバラにすると原子になる。

- 項目2: 原子の方が分子より大きい。
 項目3: 原子をバラバラにすると分子になる。
 項目4: 水は H_2O で表される分子の集まりである。
 項目5: それぞれ H_2 および O_2 で表される分子が混ざりあったものが水である。
 項目6: それぞれ H_2 , O_2 および H_2O で表される分子が混ざりあったものが水である。
 項目7: アンモニアは NH_3 で表される分子の集まりである。
 項目8: それぞれ N_2 および H_2 で表される分子が混ざりあったものがアンモニアである。
 項目9: それぞれ N_2 , H_2 および NH_3 で表される分子が混ざりあったものがアンモニアである。

3 調査結果

3.1 原子・分子に関する項目1～3の調査結果

従来の調査と同様に、原子・分子に関する項目1～3について調査した。これら3項目のいずれについても正答を与えた者の比率は55%であり、従来と同じような値であった^{1~3)}。この正答者は、原子・分子の概念を持っていると考えられる。下記の項目4～9についての集計は、この正答者集団について行った。

3.2 水に関する項目4～6の調査結果

「項目1～3のいずれについても正答者集団」の中での項目4に対する正答率は84%であった。この正答者集団 (全体に対する比率 = $0.55 \times 0.84 = 46\%$) 中での、項目5および6のクロス集計をとると表1ようになった。回答分布はかなり分散しているが、その中では両項目とも○とする回答 (誤答) がもっとも多い (37%)。また原子・分子の概念を持っていて、さらに水の化学式を知っているにも拘らず、正答 (両項目とも×) は19%であった。

An Investigation on Understanding of Junior High School Students (4)

—Is Water a Compound or a Mixture (Ⅲ)?

MIYAGI Yo 金沢大学教育学部 名誉教授 理学博士。

YONEDA Shigeru 金沢市立中学校。

HAMASAKA Masaaki 金沢市立中学校。

KIDO Minoru 小松市立中学校。

[連絡先] 920-0902 石川県金沢市尾張町1-2-36-301 (自宅)。

*1 前年度までに数校において「ビーカーの中に入っている水の様子を、原子・分子のモデルで描いて下さい」という予備調査を行った。その結果、 H_2O の粒だけでなく、 H_2 や O_2 の粒も混ざった図を描く生徒がかなり存在することが分かった。それに基づいて項目5および6の質問文を作った。

*2 従来と同様に今回も、「水は酸素と水素の化合物である」および「水は酸素の分子と水素の分子との混合物である」について調査した。調査対象者全員中でのクロス集計を取ると、回答は「前項○、後項○ (誤答)」と「前項○、後項× (正答)」とに集中し、前者の回答率 (50%) の方が後者の回答率 (38%) よりも多かった。これは従来の調査と同様である。

表1 水に関する項目5および6のクロス集計。

項目5		○	×	△
項目6	○	37	22	1
	×	14	19	1
	△	3	3	0

(数値は百分率)

表2 アンモニアに関する項目8および9のクロス集計。

項目8		○	×	△
項目9	○	20	16	3
	×	10	42	0
	△	1	3	5

(数値は百分率)

3.3 アンモニアに関する項目7～9の調査結果

「項目1～3のいずれについても正答者集団」の中での項目7に対する正答率は70%であった。この正答者集団 ($0.55 \times 0.70 = 38\%$) 中での、項目8および9についてのクロス集計をとると表2となった。ここでも回答分布はかなり分散しているが、もっとも多い回答 (42%) は正答 (両項目ともに×) であった。

4 考 察

4.1 表1と2の相異の要因

上記のように、正答は表1で低く (19%)、表2では高い (42%)。もっとも、その差は余り大きいものではなく、これを有意の差であるか否かは、今後さらに調査を重ねないと断定できない。しかし、ここでは一応有意の差とみなして、その要因について考えてみたい。

「H₂Oは水」は一般世間に広く知れわたっている知識である。その影響を受けて、多くの生徒はそれを学習前に予備知識として持ち合わせていて、学習時の印象がそれほど新鮮でないのか、かえって不正確に記憶されるのではないかと思われる。一方NH₃は学校ではじめて習う知識であるため、印象が強く、より正確に記憶されるのではないかと推測される。

また、「H₂Oは予備知識をもって、NH₃は予備知識なしで学習する」ことは、項目4の正答率 (84%) が項目7の正答率 (70%) よりも高いことに反映されている。すなわち、表1と2では調査対象集団が異なり、後者の集団は言わば「より賢い集団」である。このことも「表2の正答値がより高い」ことに影響しているとも推測される*3。

4.2 回答値の分散

表2では「回答の中で正答の回答がもっとも高い」とはいうものの、表1と同様に回答が分散している。

分散しているのは、「理解があやふやである」ことの反映

*3 そのように解釈するには、その差 (84%と70%) は小さ過ぎるともいえる。むしろ、表1にはなにか特別な要因があるようにも推測される。それについては、項を改めて論じたい。

である (良く理解されていれば回答は正答に集中することは、項目1～3について調査ですでに確かめられている⁴⁾)。

4.3 「理解があやふやである」ことの要因

このように「分子の集合体」に関する理解はあやふやである。すでに報告した「アンモニア水や炭酸水などの微視的構成が理解されていないこと」³⁾と機を一にしている。

このようになるのは、教科書の構造に起因するものと思われる。紙数の制約上簡単に記すと、物質に関する教科書の構成は次のようになっている。第1学年で「水溶液」や「物質の状態変化」を学習するが、そこでは「物質が小さな粒の集まりである」ことは明確な学習項目 (教科書の見出し項目) ではない。しかし「水溶液中では、物質は小さな粒になって、水の中に均一に広がっている」とか「沸点の違う物質の混合物を加熱すると、先に沸点の低い物質を多くふくんだ気体が出てくる」のような文章が記されている。すなわち、「物質が小さな粒の集まりである」ことが示唆されている。

第2学年では巨視的見地での「化合物と単体」を学習した後に、「単体を作っている、それ以上分けることの出来ない粒」として原子を導入している。ついで「原子が結びついてできる粒」として分子を導入している。その後に、H₂, O₂, Cl₂, N₂, H₂O, NH₃, CO₂などの分子式や分子モデルを学習する。

しかし残念ながら、原子・分子を学習した後に、たとえば「水はH₂Oだけの集まり」「アンモニアはNH₃だけの集まり」「アンモニア水はH₂OとNH₃の混ざり合ったもの」などというような粒子性概念で「巨視的な意味での物質」を見るという見地は記されていない。そのために、「H₂Oの集りが水」「H₂, およびO₂の集りが水」「H₂, O₂およびH₂Oの集りが水」のいずれをも正しいとする混乱が生じるものと思われる。アンモニアについても同様である。また前回報告した【「アンモニア水はH₂OとNH₃の混ざり合ったもの」がよく理解されていない】ことなども、同じような要因によるものと思われる。

教科書の編集者・著者としては、第1学年で「水に溶質を加えると均一な水溶液が得られる」ことを学習し、第2学年で分子について学習すれば「物質としての水がどのような粒子の集まりであるか」あるいは「水溶液が水分子と溶質分子の集まり」であることは、改めて教えなくても十分に理解されると期待するのであろう。

しかし今回および前回の調査は、それらのこと (微視的事項と巨視的事項の関連性) を改めて教える必要があることを示している。

参考文献

- 1) 宮城 陽, 伊佐公男, 化学と教育, 39, 218 (1991).
- 2) 宮城 陽, 金岡睦美, 米田 茂, 浜坂昌明, 化学と教育, 49, 809 (2001).
- 3) 宮城 陽, 金岡睦美, 米田 茂, 浜坂昌明, 化学と教育, 51, 132 (2003).
- 4) 宮城 陽, 金岡睦美, 米田 茂, 浜坂昌明, 化学と教育, 51, 202 (2003).