

# 高校の化学教育—高校教諭の声—

東海林恵子

## Opinion Polymer Science in the High School Curriculum

Keiko SHOJI

**Abstract:** High school students lack many basic experimental skills in the polymer science and biomaterial science fields. The situation must be improved by introducing polymer science and medical science experiments into the high school curriculum.

### 1. はじめに

昨今の高分子材料研究の発展は目覚ましく、その成果はわれわれの日常生活の衣食住や医療の現場などで幅広く利用されている。しかし、高分子材料研究の先端的分野に高校生の興味、関心が十分にひきつけられているとは必ずしも言いがたい。本稿では、高分子学会の会員の方々から次世代の教育内容について関心をもっていたいただきたく、高校の化学教育に携わっている教諭から見た高分子教育の現状と問題点を述べてみたい。

### 2. 現行指導要領における高分子の扱い

指導要領解説理科編に取り上げられている高分子の大項目は、(2) 生活と物質、(3) 生命と物質に大別されており、(2)あるいは(3)のいずれかを選択できる。

#### 生活と物質

##### ア. 食品と衣料の化学

食品：炭水化物、タンパク質の燃焼、加水分解、呈色反応

衣料：綿、絹、羊毛、ビニロン、ナイロン、ポリエステル  
の構造、性質、合成、用途

##### イ. 材料の化学

プラスチック：ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリア

クリロニトリル、フェノール樹脂、単量体の分子構造と関連づけた合成、特徴、用途

ゴム：合成ゴムの構造、性質、天然ゴムとの関連

#### 生命と物質

##### ア. 生命体を構成する物質

タンパク質、炭水化物の構造と性質、核酸の構造とはた  
らき

##### イ. 生命を維持する化学反応

タンパク質、デンプンの分解、酸化反応

### 3. 現行化学 II 教科書の高分子の扱い

前節で述べたように、指導要領では、おもに合成高分子を扱う大項目(2)と、おもに天然高分子を扱う大項目(3)に二分され、いずれかを選択することになる。そのため、化学 II の教科書には、炭水化物、タンパク質が重複して(2)と(3)にそれぞれ記述されている。

指導要領を受けて、各大学では「選抜要領」で(2)と(3)の扱いを公表しているが、大学の自由裁量となっているので、表現はいろいろであり、「範囲とはしないが素材として出題することがある。」という表現も見られる。高校教師として生徒に教える立場では、将来どの方面に進路を取るか未定の状態で化学 II の授業を受ける生徒も多く、また卒業後浪人する生徒の中には、志望が変わる生徒もあり、将来の受験校の出題範囲に心配ないように教えようとするれば無理をしても、(2)、(3)両方の大項目を教えざるをえない。大規模校であれば、2クラス編成し、いずれか選択履修とすることも可能であるが、化学 II を選択する者が少ない筆者が勤務する私立中高一貫校のような小規模校では、2クラス同時展開で選択履修させることが不可能であるため、両大項目を教えざるをえない状況にある。

秀光中等教育学校  
(985-0853 多賀城市高橋 5-6-1)  
教諭  
理学修士  
平成 6 年度日本化学会化学教育有功賞受賞

表 1

生活と生命の区分	出版社 生徒実験項目名	東書	数研	第一学習社	啓林館
生活と物質	ポリエチレンの性質	○	×	×	×
	尿素ホルマリン樹脂	○	○	○	×
	フェノール樹脂	×	○	×	○
	ラテックスからゴムボール	○	×	×	×
	6,6-ナイロンまたは6,10-ナイロンの界面重合	○	○	○	○
	セルロースの希硫酸による加水分解	○	○	○	×
	銅アンモニアレーヨンの合成	×	○	×	×
生命と物質	希硫酸によるデンプンの加水分解	○	○	○	○
	アミノ酸の電気泳動	○	×	×	×
	タンパク質の呈色反応と変性	○	○	○	○
	デンプンの酵素 $\alpha$ -アミラーゼによる加水分解	○	○	×	○
	実験項目数	9	8	5	5

大項目(2),(3)の出題については、国公立大では個別学力検査、私立大では一般入試の出題範囲が、同一大学内でも学部、学科によって異なるため非常に複雑であり、とくに医・歯・薬系では、(2),(3)項目からの出題の難易度が高い。生徒は、国公立大や私立大のいくつかの大学を併願するものが多いので、これらの生徒の受験が不利にならぬよう、全員に(2),(3)の大項目を履修させるよう努めているが、授業時数不足で困っているのが現状である。

#### 4. 現行高校化学II教科書の高分子を扱う生徒実験項目

手近にある数社の現行高校化学II教科書に取り上げられている高分子の生徒実験項目実験は表1のとおりである。

取り上げられている項目は数十年変わっていない。われわれの日常生活の中で、衣と住に関して高分子材料研究の成果が汎用されているにもかかわらず、生徒実験数は5~9項目にすぎず、これを生活と生命に分ければ、それぞれ3項目程度にしかならない。これらの項目は確かに高分子の基本的な実験であるが、昨今の高分子材料研究成果は目覚しく、上記の実験項目だけでは、先端的な分野に高校生に興味、関心をひきつけることはできない。先端材料の化学構造が難しすぎて高校レベルの教材になりにくいものかもしれないが、実験教材開発の場面における専門の研究者の支援があれば、より魅力ある生徒実験を展開することがで

きると思われる。

高分子化合物は、日常生活の中で、とくに物質として意識されることなしに、便利なモノとしてブラックボックスのまま利用され、廃棄されてきた。石油埋蔵量の限界が指摘され、省資源や資源リサイクルが話題となって久しいが、高分子についてのブラックボックスは、依然として続いているように思われる。材料として人類が手にしてから日の浅い高分子についての知識が市民に行き渡っていないのは、歴史が新しいだけではなく、高分子化合物の成り立ちについて高校までの学校教育の中で取り上げるには、内容が難解過ぎるためである。しかし、高分子といえども、その結合の種類は普通の低分子と同じであることを、構成単位を単離して確認する生徒実験で理解させることができる。構成単位が何千何万も連なると、まったく新しい性質を示すようになることを学習させることにより、リサイクルの中でも原料に分解して再利用するケミカルリサイクルが、従来の製品リサイクルとは違った高品質の高分子を再生できるリサイクルであることを容易に納得させうる。このコンセプトの下に、東北大学の山口勝三教授の指導の下、筆者ら現場教師はセルロース、ポリエステルや6,6-ナイロンを分解し、構成単位を単離、確認する生徒実験教材を開発し報告した。<sup>1)</sup>

#### 5. 筆者が化学IIの授業で実施している高分子生徒実験(平成18年度実績)

毎年、筆者が化学IIの授業で実施している生徒実験を以下に示す。

- (1) デンプンの希硫酸による加水分解(教科書どおり)
- (2) セルロースの希硫酸による加水分解(教科書どおり)
- (3) セルロースからビスコースレーヨンと銅アンモニアレーヨン<sup>2)</sup>
- (4) アミノ酸水溶液の緩衝作用(スモールスケール)<sup>2), 3)</sup>
- (5) タンパク質の呈色反応と変性(スモールスケール)<sup>3)</sup>
- (6) 洗濯用PVA糊を用いるビニロン合成
- (7) ポリエステルのアルカリによる加水分解と構成単位の検出<sup>1), 4)</sup>
- (8) 6,6-ナイロンの界面重合(教科書どおり)<sup>5)</sup>
- (9) 尿素樹脂の合成(教科書どおり)
- (10) フェノール樹脂の合成(教科書どおり)
- (11) 電解質とイオンの概念を理解するための実験(イオン交換樹脂を用いる)<sup>6)</sup>
- (12) 合成ラテックスからゴムボールをつくる(教科書どおり)
- (13) 高吸水性樹脂(淡水用樹脂および塩水用樹脂)
- (14) イオン交換樹脂

1) スチレン系陽・陰イオン交換樹脂

- 2) SP セファデックス・QAE セファデックス (スモールスケール)
- (15) アルギン酸を用いた固定化酵素の調製と酵素反応
- 1)  $\alpha$ -アミラーゼ固定化酵素カラムによる1%デンプン溶液からマルトース生成 ( $I_2$  呈色反応・フェーリング反応による検出)
  - 2) 含糖ペプシンのアルギン酸固定化酵素による加水分解  
ゼラチン溶液→アミノ酸 (ニンヒドリン反応による検出)
  - 3) ドライイーストのアルギン酸固定化酵素によるアルコール発酵  
10%ショ糖溶液→エタノール (ヨードホルム反応による検出)
- (16) 生分解性プラスチック (内田洋行製教材3種類) と発泡ポリスチレンの比較

## 6. スモールスケール・マイクロスケール実験の可能性を拡げたプラスチック製生化学・医療用器具

われわれが開発した各種テーマのスモール・マイクロスケール生徒実験を可能にしたのは、数多くの種類とサイズがそろっている生化学用・医療用のプラスチック製のセルプレート類、バイアル類、注射器、小容量軟質スポイト、透析用セルロースチューブ、二方活栓、三方活栓などである。その意味でマイクロスケール実験は、高分子材料研究から多大の恩恵を受けているといわなければならない。

たとえば、タンパク質の変性実験では、卵白、牛乳、豆乳の3試料と酸、塩基、有機溶媒、重金属イオンの4種の組み合わせで、試験管12本を要する。スモールスケール

では、これらの実験を生化学用12穴セルプレート1枚で行うことができる。タンパク質の試料の量もセルの底面がかけられる程度で十分であるから、レギュラスケールでは各  $3\text{ mL} \times 4 = 12\text{ mL}$  要するところを、各  $1\text{ mL} \times 4 = 4\text{ mL}$  で済む。したがって、試薬が大きく節減でき、実験時間も短縮できる。

## 7. おわりに (高分子学会の研究者への提言)

現行教科書の高分子実験項目をよりバラエティに富んだ魅力的なものにするため、最先端高分子材料の機能を理解できるような生徒実験教材の開発が望まれる。とくに、身近なあるいは一般の目には触れないが医療材料として用いられている高分子の驚くべき性能を高校生の前に展開することが肝要であると考えている。高校化学教育の現状を、大学や企業の専門家の目でみていただき、次世代のための教育支援を実験教材開発の面で強化していただければ、現場の教師としてたいへんありがたく心強く思う。また、アルギン酸の手術用糸や  $O_2$  透過膜など、少量、多品種の高分子新素材を教材として工業界から学校へ提供する道が開けることを期待してやまない。

## 文 献

- 1) 東海林恵子: 化学と教育, 45, 718 (1997)
- 2) 日本化学会編: 実験で学ぶ化学の世界 3. 有機・高分子化合物の化学, 丸善 (1996)
- 3) 萩野・東海林: 化学と教育, 50, 704 (2002)
- 4) M. C. Cam, Connolly: "Real-World Cases in Green Chemistry," American Chemical Society, (2000) 副読資料として
- 5) 山崎幹夫: 現代化学, 1993年8月副読資料として
- 6) 萩野, 熊野: 化学と教育, 50, 584 (1999)