

アフタヌーンレクチャー「プラスチック 100 年－化学とライフスタイル－」実施報告

岳川 有紀子*

概要

2006 年 10～12 月、2007 年が「プラスチック 100 年」となることに合わせ、アフタヌーンレクチャー第 6 シリーズにおいて「プラスチック 100 年－化学とライフスタイル－」と題した講義を実施した。身近な素材プラスチックについて、一般市民の理解を深め、考えていただくことを目的として、プラスチックの化学、歴史について、資料、実験を交えながら、時には化学反応式を使うなど、普段の教育普及活動から一步踏み込んだレクチャーを行った。また、プラスチックに対する意識調査、レクチャーの教育効果と意識の変化についても調べたので、合わせて報告する。

1. はじめに

アフタヌーンレクチャーは、2005 年度から始めた事業で、主に当館の学芸員が自らの専門分野を、高校生以上の大人を対象に、1 回あたり 1 時間 30 分の講義を 4 回連続で行うものである。

2007 年は、実用的な合成プラスチックが誕生して 100 周年となる。筆者は、2007 年を「プラスチック 100 年」と銘打ち、調査、資料収集活動に加え¹⁾²⁾、この記念すべき年をプラスチックの普及教育のチャンスとして、いくつかの活動を行っている。その中のひとつが、アフタヌーンレクチャー「プラスチック 100 年－化学とライフスタイル－」である。レクチャーでは、①プラスチックが誕生する前から現在に至るまでの歴史、②プラスチックの分子構造や合成方法を含めた化学的性質、③プラスチックの現状と課題、の 3 点を主なテーマとして、概論を講義した。これらの概論を理解することで、プラスチックが持つメリットデメリットを科学的に理解し、消費者のひとりである自らが、プラスチックの将来について考え、判断する力を持つことを期待した。

また、聴講者に対してアンケートを行い、第 1 回目のレクチャーではプラスチックに対する意識、最終回第 4 回目には、レクチャーによる教育効果や意識の変化について調査した。

2. 講義の概要

2-1. 目次

レクチャーでは、筆者が作成したレジユメを適宜配布し、講義はパワーポイントで作成した画像等を使いながら行った。また、講義の内容に応じて、簡単な演習実験を導入し、聴講者の理解を助け、講義だけでは単調となりがちに刺激を加える役割も期待した。

講義は、歴史の流れに沿って組み立て、随時必要と内容に応じて、科学的な解説を加えた。目次は、以下のとおりである。

1. はじめに
2. プラスチックとは？
 - 2-1. 語源
 - 2-2. 熱可塑性と熱硬化性
 - 2-3. 高分子・ポリマー
3. プラスチックが誕生するまでの素材：天然プラスチック
4. 化学のはじまり
 - 4-1. 錬金術
 - 4-2. 石炭・石油化学
5. 半合成プラスチック
 - 5-1. エボナイト
 - 5-2. セルロイド
 - 5-3. カゼイン樹脂
6. プラスチック 100 年－1907 年に誕生した合成プラスチック
7. ベークランド博士：その生涯と才能
8. ベークライト
9. プラスチックブームと電気の実用化

*1 大阪市立科学館 学芸課
E-mail: takegawa@sci-museum.jp
<http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~takegawa/>

10. ベークランドと高峰譲吉
11. その後のプラスチック
 - 11-1. 4大汎用プラスチック
 - 11-2. 身近なプラスチック(PET, アクリル樹脂…)
 - 11-3. 成型方法
 - 11-4. プラスチック生産量の変化
12. これからのプラスチック
 - 12-1. 機能を持ったプラスチック
 - 12-2. リサイクル
 - 12-3. 生分解性プラスチック
13. プラスチックの将来に私たちができることは
14. おわりに

2-2. 第1回レクチャー

第1回は目次1～5の解説を行い、「プラスチックとは」においては、当たり前のように使う「プラスチック」という言葉が、歴史的にどのような言葉に由来しているのか、化学的にはどのような定義であるかを押さえ、「高分子」についての解説も含めて、その分子構造にも触れた。これらは後の4回のレクチャーでも基本となる概念であるため、最終回まで頭に入れておいてもらうこととした。

次いで目次3～5では、合成プラスチック誕生直前までのプラスチック様素材について紹介した³⁾。「天然プラスチック」とは、いわゆる天然樹脂とも呼ばれるものである。人間の長い歴史における、ほとんどの時間を天然の素材を利用してきたことを強調した。19世紀頃、人口が増え、科学・技術が発達したことにより、天然素材に変わる新たなものとして半合成プラスチックが誕生したことについて、実際の資料と合成方法・化学構造を交えながら解説した。ただし、この時代では完全な合成プラスチックを作るには至らず、天然の高分子を化学反応で変化させてプラスチック状の素材を合成していることを押さえ、第2回のレクチャーへの導入とした。

2-3. 第2回レクチャー

第2回は目次6～10の解説を行い、タイトルでもある「プラスチック100年」(目次6)のメインとなる回とした。

まず、1907年に誕生した世界初の合成プラスチック「ベークライト」開発したベークランド博士の人となりを紹介し(目次7)、次いで合成方法、特徴、利用(目次8)について解説した。レクチャーに説得力を持たせるため、ベークライトの特許資料や商標登録、当時の製品などを交えながら解説を行った。

さらに、ベークライトが普及した理由であるベークランド博士の「広報力」と、画期的な素材としての「利用

力」について紹介した(目次9)。また、余談ではあるが、ベークライトと日本との意外な関係を取り上げた(目次10)。アドレナリンの抽出や消化酵素タカジアスターゼの発見で知られる日本人化学者高峰譲吉を紹介し、ベークランドと友人だったことで日本におけるベークライトの工業化に良い影響を与えたことを紹介した³⁾⁴⁾。

この回までに、プラスチックの誕生についての必然性・偶然性を含めた流れ、世間の期待、普及の始まりについて特に強調して示し、次回以降の現代のプラスチックの話題へ入ることとした。



写真1. レクチャーのようす

2-4. 第3回レクチャー

第3回は、目次11の解説を行った。ベークライト以降に誕生したプラスチックの中でも、現在もっともよく利用されている4大汎用プラスチック(ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル)、そして4大汎用プラスチックに含まない身近なプラスチック(PET、アクリル樹脂、ポリ塩化ビニリデン等)の、合成方法、分子構造、特徴、利用例を紹介した。合わせて、代表的な成型方法も解説した。

1907年以降、プラスチックはさまざまな種類が次々誕生し、それぞれの性質を活かして加速度的に大量に利用する結果となっていることを、生産量のグラフや身の回りの利用例で紹介した。この回で、合成プラスチックの種類・生産量・利用例を押さえ、現状を把握しておくことで、次回のテーマであるプラスチックの課題と解決策を考える土台とするものであった。

2-5. 第4回レクチャー

最終回は、目次12～14の解説を行った。

現在は、素材としての特徴だけに留まらず、さらに機能を持たせた高分子が誕生している。その例として、2000年、白川英樹博士のノーベル化学賞受賞の理由でもある導電性高分子、水を吸収し圧力をかけても水が染み出さない吸水性ポリマーを紹介した。後者については実験も行った(目次12-1)。

また誕生から100年を経た現在、大量生産、大量

消費によるいくつかの課題について紹介した。多くの人が関心を持っているリサイクルについては、PETボトル、発泡スチロールを例に挙げ、リサイクル方法、再生量、関連法案などについてデータを基に解説した(目次 12-2)⁵⁾⁶⁾。ここでは、第2回のレクチャーで解説した各プラスチックの種類(化学名)を使いながら主要なプラスチックの略記号についてしっかりと押さえ、種類を見分け、分子レベルでのリサイクルの重要性を伝えた。また、廃棄のひとつの解決策とも言える生分解性プラスチックについて、合成法、利用例、利点と課題について解説した(目次 12-3)。

最後に、環境のためにリサイクル、とよく言われているが、それ以前に不要なものは買わないことや繰り返し使うことなど、消費者レベルで貢献できる対策(3R)を紹介した。今回のレクチャーの内容:プラスチックの歴史、化学、利点弱点を理解した上で、今後 100 年のプラスチックのあり方を一消費者として考え続けてほしいと希望し、締めくくった。

3. プラスチックに対して持つ意識調査

講義を始めるにあたり、一般市民である聴講者が、プラスチックに対して、どのような意識、イメージを抱いているかを知ることが、その後の進め方を左右する重要なことであると考えた。そこで1回目の講義において、何も説明しない最初の段階で意識調査に協力していただいた。設問とその答えは、以下のとおりであった。

Q1. プラスチックできていると思うものを3つ挙げてください。

回答	回答数	割合(%)
ペットボトル	10	12.0
食器類	9	10.8
洗面用具(洗面器・歯ブラシ)	5	6.0
玩具	4	4.8
タッパ、ストロー、ラップ、めがね 塩ビ管、ボールペン、衣類	各 3	3.6
料理用ボール・ざる、弁当箱 トレイ、カード、電話機・携帯 消しゴム、衣装ケース・整理箱 ポリ袋	各 2	2.4
スプーン等の使い捨て食器 卵パック、ゴミ箱、ファイル 発泡スチロール、車のボディ 家具、本立て、定規、下敷 はし、ボタン、フィルムケース フラフープ、ハンガー 色々な生活用品、PP、PVC	各 1	1.2

回答数は、37項目、のべ82点であった。自分の身の回りにあるもの、家庭で実際に使っているものを挙げたようなものが多く、しかし、レクチャーの参加者は素材を見分ける力を持っていることがわかる。なおPP(ポリプロピレン)、PVC(ポリ塩化ビニル)はプラスチック製品でなく種類であるが、ここではそのまま載せた。

この結果を踏まえてレクチャーでは、答え上がらなかった、聴講者としては意外な使われ方の例も積極的に紹介するようにした(海遊館の水槽、医療関係など)。

Q2. プラスチックの悪いところだと思う点を3つ挙げてください。

回答	回答数	割合(%)
燃やすと有毒ガスがでる	14	21.9
腐らない・分解されない・自然にかえせない	11	17.2
熱に弱い	10	15.6
割れやすい・傷つきやすい	7	10.9
廃棄処分に困る	5	7.8
再生できない、薬品に弱い 変形しやすい・元に戻らない 環境汚染、光(紫外線)に弱い	2	3.1
燃やすとくさい、臭いがつく 色が変わる、長年使用できない 原油を材料に使っている とける、もえる	1	1.6

回答数は、17項目、のべ64点であった。他の質問より比較的項目が少なく、集中した印象があることがわかる。最も多い「燃やすと有毒ガスがでる」については、レクチャー以外の来館者と直接会話する機会にも、よく質問される事項であり、経験と一致する。この結果を踏まえてレクチャーでは、「有毒ガスの発生」についての正しい理解のために、プラスチックのさまざまな種類とその分子構造等を説明し、有毒ガス(例えばダイオキシン、塩素系ガス)が発生の条件と実情について解説を行った。

また、「腐らない・分解されない・自然にかえせない」についても、生分解性プラスチックの例を紹介し、課題の解決のために研究・応用が進んでいることを紹介した。ただし生分解を優先するためにリサイクルしにくい、長持ちしにくいなど本来のプラスチックの利点を後回しにしていることも合わせて解説した。

Q3. プラスチックのいいところだと思う点を3つ挙げてください。

回答	回答数	割合 (%)
成型しやすい(可ソ性を含む)	20	21.9
軽い	14	20.3
安い	7	10.1
強度	5	7.2
多量に出来る	4	5.8
水を通さない	2	2.9
手軽、新素材、腐食しにくい 機械的に強い(常温で) 熱を加えれば再利用ができる 熱に強い、透明、カラフル 色々な素材のもとになれる 他の物質と混ざりにくい さびない、弾力性がある あらゆるものに利用できる ガラス(レンズ)の代わりになる 金属(鉄など)の代用にもなる 傷が付きやすい、熱に弱い	各 1	1.4

回答数は、23項目、のべ69点であった。最後の2項目「傷が付きにくい」「熱に弱い」については、ネガティブな性質であり回答者が間違った可能性も考えられるが、ここでは回答をそのまま挙げた。

これらの「いいところ」を残しつつ、Q2の「悪いところ」を解消するための方法を、今後考えみようという課題を聴講者に残すことにした。

4. プラスチックに対する意識変化と考察

最終回の第4回の講義が終了したところで、聴講者へのアンケートを行い、講義の理解度、効果等を調べた。7つの設問のうち、2つについてのコメントは以下のとおりである。

Q. プラスチックに対する考え方が変化したこと

- ・長所短所をよく人間が良識を持ってコントロールしなければ、人類の将来を危険にさらすことになりかねない。そのために、3Rは小さいようで大きな結果に繋がり得るので、各人が日頃心に留めるべきである。
- ・燃やすと有毒ガスがでるという悪いイメージが強かったが、画期的な発明であったということを改めて感じた。
- ・各自治体・メーカー・利用者は分別をするシステムの充実をする必要がある・プラスチックの長所と短所を理解して利用する必要がある
- ・3Rをよく頭に入れてこれから生活していきたい
- ・プラスチックのリサイクルに極力協力していたが、混ざるとリサイクルできないものもあるということ

- ・自然にやさしいプラスチックに期待している
- ・種類によって使い方や処理方法が違うこと
- ・急速に広まり便利になった反面、さまざまな問題も生れたが、上手くつきあうさまざまな可能性があることがわかってよかった
- ・これまで自分が有機化学に関わっていたのは人類に本当によかったのかどうか疑問だったが、利用方法を探る思考が必要なんです
- ・もっとリサイクルで資源を大切にしたい
- ・化学式の向こうに存在する真実
- ・これを機会にもう少し勉強したい
- ・いろいろな利用法と問題点を知ることができた
- ・廃棄処分について、分別収集は大変難しいかと思う
- ・プラスチックは便利なものであるが、今後はリサイクルなどで捨てられるものを減少する必要がある。使用後の取り扱いの容易なプラスチックの開発が必須と考える
- ・プラスチックに歴史があるということ
- ・種類が多い(性質)ということ

回答は以上19件で、プラスチックを使った後のリサイクルや3R(循環型社会のキーワードとされる Reduce Reuse Recycleを指す)など環境負荷への対策に関する指摘が多い。これは、もともと関心の高い事項であるとともに、最終回のテーマがリサイクルなどの話題だったことも影響しているのではないかと考える。あるいは、プラスチックの長所短所を理解した上で対応する必要性があることも書かれている。このレクチャーを通して聴講者に期待することとして、メリットデメリットを科学的に理解した上で、消費者自身がプラスチックの将来について考え、判断する力を持つための機会とすることができたと考える。

Q. もう少し詳しく聞きたかったこと

- ・レクチャーの時間が短いと思う
- ・盛りだくさんで、どれもこれももっと聞きたい
- ・講義が早かったので完全には理解できなかった
- ・表をもう少し拡大して見やすくしてほしい
- ・プラスチックを食べたら胃酸と混ざって化学反応があるか知りたかった
- ・化学反応のしくみ
- ・プラスチックの分類(性質上の)がわかりにくかった
- ・プラスチック103種類の全てについて各々の紹介
- ・他の素材との違い(JIS規格など)
- ・それぞれのプラスチックの製造法やリサイクル方法
- ・合成ゴム(タイヤ)の製造工程

ほとんどの普及教育活動では、対象が子どもか一般市民であるため、化学反応や構造式を紹介すること

はないので、今回は様子を伺いながら使い、難しかったのではないかと心配していたが、上記のコメントでは、時間があれば、もっと積極的に反応式を使い、化学的な側面についてももっと詳しく解説してもよかったのかもしれない。また、6時間でのレクチャーだけでは理解のための時間が足りないと思い、適宜参考文献を紹介したりホームワークとしての課題を与えたりしたが、実際にやってくる方は毎回1、2名であった。もっと詳しく知りたい、というコメントが多いが、自分で勉強するというよりは、教えてほしいという受身の気持ちの方が強いのではないかと思われる。

毎回積極的な聴講・質問があり、最終回まで参加者数もほとんど減ることがなく、プラスチックに対する関心の高さを伺わせた。今後もプラスチックの化学と歴史について、一般市民の更なる理解と普及のための、活動を企画し、続けていきたい。

参考資料

- [1]岳川有紀子「『プラスチック100年』に関する調査報告(1)－1907年前後のプラスチックに関係する8つの文献－」大阪市立科学館研究報告 16号(2006)p41
- [2]岳川有紀子「『プラスチック100年』に関する調査報告(2)－1907年前後のプラスチックに関係する16点の資料と利用－」大阪市立科学館研究報告 16号(2006)p49
- [3]高分子学会「日本の高分子科学技術史 補訂版」(2005)p84,p125
- [4]住友ベークライト株式会社「住友ベークライト社史」(昭和61年)p8
- [5]飯沼和正・菅野富夫「高峰讓吉の生涯」朝日新聞社(2000)p274
- [6]PET ボトルリサイクル推進協議会ホームページ <http://www.petbottle-rec.gr.jp/top.html>
- [7]発泡スチロール再資源化協会ホームページ <http://www.jepsra.gr.jp/>