

農学における有機合成化学 ~ものづくりの発想・展開・応用~ 農学部 滝川 広郷 先生

自然界に微量しか存在しないものを有機合成化学の技術で大量生産することが出来る！

農学部・生物機能化学科・生物機能分子化学という大講座に所属している滝川先生による講義は、農学部の組織説明から始まった。農学部には応用動物学科、植物資源学科、生物環境制御学科、生物機能化学科、食料生産環境工学科の5学科があり、付属職資源教育研究センターがそれに付け加わる(詳しくは農学部ホームページにありますので、省略します)。

尿素の人工合成から有機合成化学が始まり、今ではどのようなものも出来るまでになった！

2年生ではまだ詳しく習っていない「有機化合物」の話が当然出てきた。生物由来の炭素化合物を「有機化合物」というのだが、現在の化学技術では、生物を使わなくても「有機化合物」を作り出すことが出来る。それは1828年ドイツのF. Woehlerによる革命的な研究(尿素を人工合成)で始まった。無機物から有機物を人工合成した初めてのものだった。その後の研究の進歩は著しく、有機化合物の合成技術は複雑で巨大な有機化合物まで合成することが出来るようになったのだ。

現在の技術で出来るものとして、身の回りの化成品(ナイロン、ポリエチレンなどのプラスチック類)、合成医薬品・農薬などの薬品、機能性材料(液晶、有機伝導物質¹など)、香料²、染料・色素など多くの有機化合物の合成に成功している。現在までに人間が合成した有機化合物は3000万種類(?)以上も存在するといわれている。「どんなものでも合成できる！」とまで言うくらいだ。しかし、合成された化合物による環境汚染の問題も大きくなっていることも事実だ。

有機合成化学の研究は天然物を収集し、分子構造を確定することから始まる！

天然物質を有機化学合成するための第一段階は、「天然物を収集し、分子構造を確定すること」から始まる。分子構造を調べるにはその化合物の結晶を作る。その結晶にX線を当てて、化合物の分子構造(各原子の結合の仕方)を調べる(X線回折による分子構造決定)。自然界に極微量しか存在しない物質(数トンの原料から数ミリグラム以下しか含まない微量レベル)を集めなければ結晶が作れない。しかし、その物質の分子構造を確定して、その物質の有機化学合成方法を見つけることが出来れば、その物質を大量生産することが出来て、十分に供給できるようになるのだ。

この有機合成化学を農学部の立場から考えてみよう。人口増加に伴う食料増産は人類の必須(農学部)の目標なのだ。害虫駆除や雑草除去のため食料増産に農薬が欠かせない。しかし、環境問題として農薬使用に対する批判が強い。無農薬・有機農法には害虫・天候に対するリスクが非常に大きい。それではどうするのか? 環境に優しい農薬は作れないのか? そのような疑問に答えることが出来る方法は「天然に存在する物質³で効率よく害虫を駆除できる農薬」を作ることだ。

昆虫フェロモンの働きは絶大だが余りに微量 ~フェロモンの有機合成技術とは~

それには、昆虫フェロモンの働きに大きなヒントが隠されている。フェロモンとは「固有の昆虫内で仲間との情報伝達に關与する化学信号物質」だ。フェロモンは昆虫にとって「言語」に等しいくらい重要なものである。雌雄間で互いに相手を呼び寄せる信号である「性フェロモン」、蟻を餌の場所まで導く道しるべとなる「集合フェロモン」など、極微量でも効果的に、かつ、その昆虫だけ(他の昆虫には作用しない)に作用することが出来る。しかし、このフェロモンは天然に存在する量が非常に微量で、分子構造を分析できる量を集めることは非常に難しい。1例をあげれば、その昆虫を50万匹集めて抽出しても、たった12mgしか採れないフェロモンもあるのだ。

1 白川先生のノーベル賞受賞の研究として有名。電気を通すプラスチックの合成技術の研究。小型の電池などに有効な技術。

2 野依先生のノーベル賞受賞の研究として有名。メントールの合成技術(光学異性体の選択合成技術の研究)。

3 自然界に存在する物質は、自然界にそれを分解する微生物が存在するので、分解速度が大きいという特徴を持っている。

有機合成された物質を利用するためには生物学の知識が必要！

昆虫フェロモンを利用して実用的な利用方法にどのようなものがあるか？それは、「誘引⁴し大量捕殺する」、「正常な生活を攪乱⁵」、「害虫発生⁶状況調査」、「天敵昆虫⁷の利用」などである。フェロモンを微量散布するだけで効果的に害虫に作用すること、フェロモンは自然に存在する物質だから分解する速度が速く、環境に対して蓄積がなく、自然環境に優しいこと。これが通常の農薬に比べて優れた点となる。また、フェロモンのほかに、植物生長制御物質（アレロパシー活性物質）の利用も環境に優しい農薬となりうる。雑草の生長を抑える物質がこの新しい農薬の働きだ。通常の除草剤は植物一般の生理に作用する。しかし、アレロパシー活性物質は特定の種にのみ効果的に作用する除草剤として利用できるのだ。そのうえ、この物質は天然物質で自然分解も速いのだ。

分子構造を確定から、最終目的化合物までの化学反応の組み合わせを作り上げる！

先生の研究の紹介として、フェロモン合成やアレロパシー活性物質合成の研究結果の紹介があった。これらの有機化学合成過程では、その物質を作り上げるまで、何種類かの中間化合物を経て最終の目的物質まで合成してゆく方法だ。この各反応を「化学反応のステップ」といい、原料から最終目的物質までの「化学反応のステップ」の組み合わせを作る。それぞれの「化学反応ステップ」を行う技術は多くの研究者の努力により確立された技術（その技術でノーベル賞を受賞したものも多い）である。目的に向かってそれぞれの化学反応を一つずつ組み合わせせて全体を完成し、目的の物質を合成する。これが有機合成化学研究なのだ。

理・工・農学部による高大連携特別講義終了となり、全員修了証書を受領！

講義終了後、高大連携閉講式が行われ、2003年度高大連携特別講義の修了証書が受講生1人ずつに手渡された。修了証書授与の後、神戸大学代表の川嶋先生による「連携講義閉講のことば」で閉講式は締めくくられ、理・工・農学部による高大連携特別講義は無事終了した。

受講生の皆さんご苦労様でした。もうすぐになる期末考査をがんばり、楽しい修学旅行です。修学旅行から帰った後にある、12月20日（土）10:30からの医学部堀田先生による「ウイルス学入門」第3回で全ての連携講義は最終回となります。良い年を迎えられるように、がんばってください。（志）

高大連携講義から分かることは？

理科の教科（物理・化学・生物）という区分けは先端の研究現場では通用しないこと

入試科目に含まれるかどうかは入試以外では通用しない。大学の研究、企業の研究全てにおいて研究現場で必要となる知識は「数学や理科（サイエンス）」である。例えばノーベル賞を受賞した島津製作所の田中さんは工学部を出て、生物、化学の知識が必要な医療検査機器の研究に従事しているのだ。田中さんの頃の高校では、文系、理系を問わず全員が理科全て（物理、化学、生物、地学）を学習していたのだ。田中さんも簡単であったとは言わないが、現在の研究に対応できた理由のひとつに理科全部を習っていたことがあるのだ。しかも、物理や化学は現在よりずっと難しい内容を含んでいたのだ（生物は現在のほうがずっと難しいようだが）。最近のバイオ研究は昔流の考えの生物学というより、総合的な生命科学と呼ばれる分野になってきています（分子生物学、生物物理学と呼ぶ大学もあります）。高校の科目という狭い考えを早く脱皮して、総合的な「サイエンス」を学ぶ気持ちを忘れずにがんばってください。筆者は物理学を専攻してきましたが、連携講義の生物分野も良く分かりましたよ（全教科必修の時代の人間だからね）。（志）

※ 高大連携通信の既刊はインターネット（<http://tachiro.hp.infoseek.co.jp/>）で見れます。

4 フェロモンで害虫を集めて、集まったところで農薬を使用して害虫を駆除する。農薬を効果的に使うことが出来る。

5 性フェロモンによりオス、メスを単独で集めて交尾の機会を妨げることで、害虫繁殖を抑えることが出来る。

6 フェロモンは特定の種にのみ作用するので、害虫を集合させることが出来るので、害虫発生初期の少数の段階でも検知可能。

7 天敵昆虫に対する集合フェロモンにより、害虫の天敵の濃度（天敵数）を高めることで害虫を駆除することが出来る。