

SSH 化学プログラム 参加レポート

5年C組 青木沙羅

1. 要約

2007年8月24日(金)、SSH化学プログラム「右手分子と左手分子の世界 ―生命活動の源一」(講師:奈良女子大学理学部長 池原健二教授)に参加し、光学異性体について学んだので、以下に報告する。

(午前) 講義: 人間をはじめとするこの地球上の生物は、アミノ酸や糖などで一对の光学異性体(L体・D体)のうち的一方(アミノ酸ではL体、糖ではD体)から構成されている。生物が光学異性体的一方のみを使う理由は何なのか、また、通常の方法で人工合成した時には一对の光学異性体が等量生成されるのに、なぜ生物は一方のみを合成できるのかを考えた。

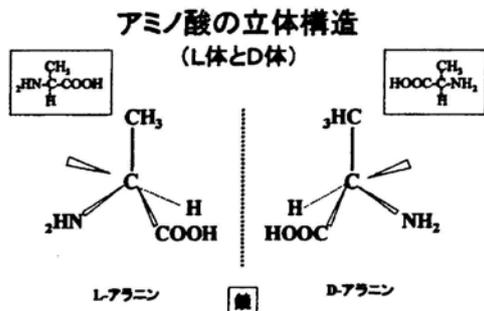
(午後) 実験: 平面偏光が光学活性な有機化合物の溶液中を通過する際、偏光面が回転する性質『旋光性』について学習した。その後、平面偏光が通過するスクロース水溶液の条件を変えることで旋光度がどのように変化するかを実際に測定した。

キーワード 光学異性体、アミノ酸、タンパク質、糖、平面偏光、旋光性

2. 講義

(1) 光学異性体とは

分子式が同じ、原子同士のつながり方も同じであるが、ぴったり重ねようとすると重ならない、右手左手の関係をもつ物質のことを光学異性体と呼んでいる。これは鏡に映したときの実体と鏡像の関係と同じといえる。



例えば、上図に示すように、アラニンにはD-アラニン、L-アラニンの2種類の光学異性体がある。グリシンは上図のメチル基

が水素に置き換わった分子なので、不斉炭素原子をもたず光学異性体がないが、それ以外のアミノ酸には全て光学異性体がある。

(2) タンパク質の構成成分がα-アミノ酸である理由

タンパク質はアミノ酸からできている。アミノ酸はアミノ基とカルボキシ基をもつためペプチド結合でタンパク質を構成していく。ペプチド結合には、水素給与性と水素受容性の性質をもつ部分があるので、長い一本鎖が螺旋状に巻いたときに水素結合で鎖をとめることができ、頑丈な螺旋構造をつくることできる。

また、タンパク質はα-アミノ酸のみからつくられている。α-アミノ酸はα-炭素にアミノ基を有しているので、複数のアミノ酸がペプチド結合でつながった際に、ペプチド結合の平面部分と、単結合の回転可能

な部分とを適度にもつことができる。この適度な硬さと軟らかさが色々なタンパク質をつくるのに必要となる。

(3) 光学異性体がなぜ重要か[1]

私たちの体は光学異性体の一方を主に使っている。例えば、タンパク質を構成しているアミノ酸は、不斉炭素原子をもたないグリシン以外はすべてL体である。このことは、右巻き的一本鎖螺旋構造をつくるのに好都合であり、さらに球状構造になって出来上がるタンパク質表面の基本的な非対称の構造にも好都合となる。この非対称な表面をもつタンパク質（酵素）によって化学変化が促進されるため、生成される物質もすべて非対称な分子となる。また、酵素表面の上側からしか反応しないので、L体みの物質を生成することも可能となる。

(4) 光学異性体がなぜ重要か[2]

光学異性体の物質をタンパク質表面に結合させることで、私たちは味やにおいを感じることができる。例えば、L-グルタミン酸は、旨味を感じるタンパク質表面に結合するので旨味を感じることができる。しかし、D-グルタミン酸はこの旨味を感じるタンパク質表面には結合せず、苦味を感じるタンパク質に結合してしまうため、D-グルタミン酸を摂取すると苦く感じてしまう。

また、1960年前後に国際的な問題となったサリドマイド剤にも下図のような光学異

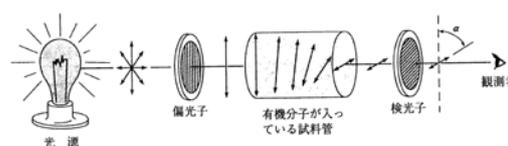
性体がある。R体には睡眠・鎮静作用がありS体には催奇性があるために起こった薬害事件もあった。

このように、2つの光学異性体の生体内での作用が異なることから起こる副作用の危険性など、私たちは光学異性体のことを理解した上で使い分ける必要がある。

3. 実験「旋光度の測定」

(1) 『旋光性』とはどのようなものか

2枚の偏光板を重ね、光源を見ながら片方の偏光板を回転させると、あるところで真っ暗になる。これは、光はあらゆる方向に振動しているが、偏光板を通したとき偏光板の軸と平行な方向の振動のみになり、この平面偏光がさらにもう1枚の偏光板によって遮断されるために起こる現象である。この状態で2枚の偏光板の間に光学活性な有機化合物の溶液をはさみ、光を通過させると偏光面が回転し、わずかな光が通過できるようになる。このように偏光面を回転させる性質が旋光性である。



(2) スクロースが示す『旋光度』を測る

スクロース水溶液の濃度・高さによって旋光度が変化することを確認する2つの実験を行った。

実験1「濃度と旋光度の関係」

[実験器具]

角砂糖（スクロース）、水、ビーカー、ガラス棒、メスシリンダー、偏光板2枚、光源、スクリーン、分度器

サリドマイド事件

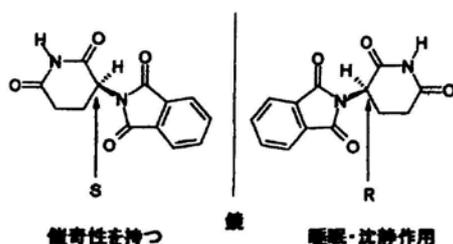




図 旋光度測定装置

[方法]

- ① ビーカーに角砂糖 62.9 g を入れ、水を加えた。よく攪拌して角砂糖を全て溶かした後、溶液をメスシリンダーに移し、全量を 160ml にした。
- ② 容器に①の溶液全てを移した。
- ③ 上写真の装置で、光源から出た光を 1 枚目の偏光板を通過させて平面偏光にし、2 枚目の偏光板を回転させて光を完全に遮断した。このとき、回転させた偏光板の角度を分度器で測定した。
- ④ 2 枚の偏光板の間に②の溶液を置き、③と同様 2 枚目の偏光板を回転させて完全に光が遮断したときの角度を測った。
- ⑤ 次に、容器内の溶液を半分捨てて、そこに同じ量の水を加えることで、2 倍希釈の溶液を調製し、操作③、④を行った。
- ⑥ 操作⑤をもう一度行い、4 倍希釈の溶液についても操作③、④を行った。

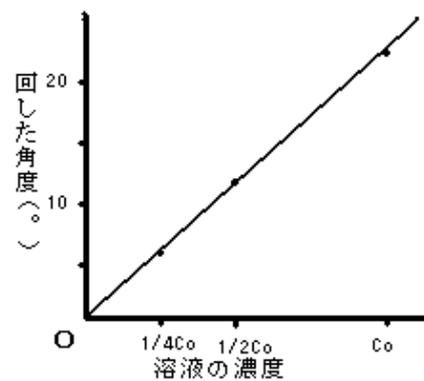
[結果]

偏光板のみの角度は 269° であった。2

枚の偏光板の間に溶液を置き、偏光板を回したときの角度、 269° との差(回した角度)を表にまとめると以下の通りになった。

濃度	角度	回した角度
もとの溶液	247°	22°
2 倍希釈	257°	12°
4 倍希釈	263°	6°

溶液の濃度と回した角度の関係をグラフにすると以下のようになり、これらには比例関係があることが分かった。



実験 2 「溶液の高さと旋光度の関係」

[実験器具] 実験 1 と同様。

[方法]

実験 1 と同じ方法で、⑤のみを以下のような操作に変更した。

- ⑤ 容器内の溶液を半分捨てた後、水を加えることなく溶液の高さを 1/2 にして操作③、④を行い、さらに 1/4 にして同様の操作を行った。

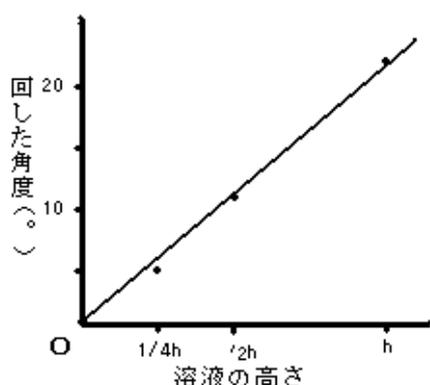
[結果]

偏光板のみの角度は 269° であった。2 枚の偏光板の間に溶液を置き、偏光板を回したときの角度、 269° との差(回した角度)

を表にまとめると以下の通りになった。

溶液の高さ	角度	回した角度
もとの溶液	290°	21°
1/2 の高さ	280°	11°
1/4 の高さ	274°	5°

溶液の高さと回した角度の関係をグラフにすると以下のようになり、これらには比例関係があることが分かった。



[考察]

2つの実験結果から、2枚の偏光板の間にスクロース水溶液を置くと、決まって右回りに平面偏光が回転した。このことから、水に溶けているスクロースには旋光性があり、しかも右旋光性をもつ分子のみの集合であるということが分かった。

さらに、実験1、実験2とも比例関係にあることから、旋光度は濃度と高さに比例することもわかった。これは、偏光板を通った光が次の偏光板を通過するまでに衝突するスクロース分子の粒子数に比例しているからだと思われる。

4. 化学プログラムの参加した感想

今回学んだ光学異性体はまだ学校で学習

していない内容だったが、身近な具体例を取り入れての講義だったので、とても分かりやすく、理解することができた。

本プログラムで特に印象に残った内容は、生体内で一方の光学異性体しか生成されないことに酵素などのタンパク質が深く関わっているということである。また、タンパク質表面でこのような特異的な反応が起こるのも、タンパク質を構成しているアミノ酸がすべて α -アミノ酸であることに起因していることも知った。

講義や実験の中で、池原先生はよく「学ぶことの面白さ」を口にされていた。「試験勉強のための勉強ではなく、『なぜそうなるのか?』を考えながら勉強し、それが分かったときの面白さが研究につながっていく」と話される池原先生のお姿に、研究に対する情熱を垣間みさせていただいた。私も楽しみながら化学の研究を進めてみたいと心から思った。

5. 参考文献・サイト

- [1]「化学大事典」、大木道則、大沢利昭、田中元治、千原秀昭編 東京化学同人 (1989)
- [2]「マクマリー有機化学上 第3版」、JOHN McMURRY 著、児玉三明ら訳、東京化学同人 (1995)
- [3]「高等学校化学 I 改訂版」、齋藤烈、山本隆一編、新興出版社啓林館 (2006)
- [4]「高等学校化学 II」、坪村宏、齋藤烈、山本隆一編、新興出版社啓林館 (2003)
- [5]大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎、岡博昭の HP

<http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/oka/okaindex.html>