

NSL 講座(1日目)参加レポート

4年A組 西口真悠子

1. 概要

2008年8月22日(金)、NSL 講座「タンパク質とは」(講師:奈良女子大学附属中等教育学校教諭 藤澤育子先生)に参加し、タンパク質について学んだので、以下に報告する。

講義:タンパク質やそのタンパク質を構成している α -アミノ酸の構造や性質などについて、様々な角度から学んだ。

実験:卵白を用いて、構成元素の検出方法や呈色反応、変性の実験を行うことでタンパク質の性質を確認した。

キーワード タンパク質、アミノ酸、ペプチド結合

2. 講義内容

(1)タンパク質とはどんなものか

α -アミノ酸がペプチド結合した形の生体高分子化合物である。核酸(DNA)とともに生命の根源をなす重要な物質で炭素、水素、酸素、窒素、硫黄などの元素を含んでおり、身体の大部分や酵素、ホルモン、抗体等もタンパク質でできている。

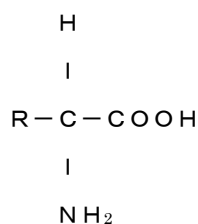
(2) α -アミノ酸とは何か

分子内にアミノ基(-NH₂)とカルボキシ基(-COOH)をもつ化合物をアミノ酸という。アミノ酸の一般式は次のように示される。



(R-:炭化水素, 水素など)

同じ炭素原子に2つの官能基が結合しているアミノ酸を α -アミノ酸という。 α -アミノ酸の構造式は右のように表さ



れる(ただし、Rはいろいろな原子団である)。

①アミノ酸の性質について

- グリシン(R-がH)以外の α -アミノ酸には、不斉炭素原子があるため、光学異性体がある。天然のタンパク質中の α -アミノ酸はほぼ一方のL体に限定されている。

※光学異性体:図1のような、互いに鏡像の関係にあり、重ね合わせることでできない構造をもつ鏡像体。

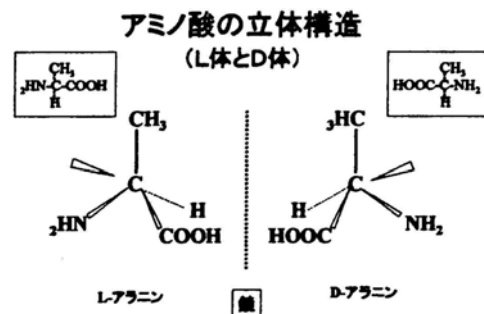


図1

また、鏡像体は、融点・沸点、密度、溶解性、化学的性質も等しいが、旋光性

(光の偏光面を回転させる性質)のみが異なり、生物体に対する作用が異なるのが一般的である。

- ・ アミノ酸は、極性溶媒の水には溶けやすいが、無極性の有機溶媒には溶けにくい。
- ・ 分子内に酸性のカルボキシ基と塩基性のアミノ基をもつため、塩基とも酸とも塩をつくる両性化合物である。

②アミノ酸の検出方法：ニンヒドリン反応
アミノ酸にニンヒドリンの水溶液を反応させると、青紫～赤紫に呈する。遊離したアミノ基をもつアミノ酸やタンパク質の検出に利用される。

(3) ペプチド結合とは

アミノ酸のカルボキシ基が別のアミノ基と脱水縮合して、アミド結合($-\text{CO}-\text{NH}-$)を形成することによって、アミノ酸がポリマー(高分子化合物)となり、タンパク質を形成する。このアミド結合をペプチド結合とよぶ。2分子のアミノ酸が縮合してできたものをジペプチド、3分子でできたものをトリペプチド、10個以上でできたものをポリペプチドという。

(4) タンパク質の構造

タンパク質はアミノ酸の重合体(ポリマー)ある。

- ・ 1次構造：タンパク質を構成しているアミノ酸の配列順序。同じ種類のタンパク質では、構成するアミノ酸の種類、配列が決まっている。
- ・ 2次構造：分子のポリペプチドの鎖はペプチド結合している1つのアミノ酸の $-\text{CO}-$ 基とそのアミノ酸から4番目のアミノ酸の $-\text{NH}-$ 基との間の水素結合に

よって固定されているので、らせん構造である α -ヘリックス構造をとる。また、分子間の水素結合により形成された構造は β -シート構造と呼ばれる平面状の構造となる。

- ・ 3次構造：ポリペプチドの鎖はその側鎖に働く作用やジスルフィド結合などの影響で複雑な立体構造をもつ。

(5) タンパク質の性質

①塩析：水に溶けると親水コロイド溶液となり、多量の塩類を加えると塩析する。

②変性：加熱や酸によって凝固する性質。これは、ペプチド鎖間の水素結合や相互作用が変化し、タンパク質の構造が変化するために起こる。

③ビウレット反応：タンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加えると、紫色になる反応。これはペプチド結合が2つ以上あるトリペプチド以上に起こる反応でタンパク質の検出に用いられる。

④キサンプロテイン反応：タンパク質水溶液に濃硝酸を加え加熱すると黄色になり、水酸化ナトリウムを加え、塩基性になると橙色になる反応。これは、ベンゼン環をもつタンパク質にみられる反応で、ベンゼン環がニトロ化するために起こる現象である。

⑤窒素原子の確認方法：タンパク質に濃水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱させ、アンモニアを発生させることで、タンパク質中の窒素原子の存在が確認できる。

⑥硫黄原子の確認方法：⑤の反応後に酢酸鉛(II)水溶液を加え、黒色沈殿である硫化鉛(II)が生じれば、タンパク質中に硫黄原子が含まれていることがわかる。

(6) タンパク質の分類

- ・単純タンパク質：加水分解で α -アミノ酸が得られるもの。アルブミン(卵白)、ケラチン(髪、爪)、フィブロイン(絹糸)など。
- ・複合タンパク質：加水分解で α -アミノ酸、糖、リン酸、色素なども得られるもの。ムチン(唾液)、カゼイン(牛乳)、ヘモグロビン(血液)など。

(7) 酵素

酵素とは、生体内の種々の化学反応を触媒する機能をもつタンパク質。主成分はタンパク質。

3. 実験「タンパク質の性質」

タンパク質の代表として卵白を用いて、その構成元素や変性、呈色反応などの化学的性質を調べた。

[実験器具]

試験管、試験管はさみ、ビーカー(100ml)、駒込ピペット、ガラス棒、葉さじ、マッチ、沸騰石、ガスバーナー、防護メガネ

[実験薬品]

卵白、塩化ナトリウム、粒状水酸化ナトリウム、0.5mol/l 酢酸鉛(II)水溶液、水酸化ナトリウム水溶液(6 mol/l、0.5mol/l)、0.5mol/l 硫酸銅(II)水溶液、濃硝酸、濃塩酸、エタノール、1%ニンヒドリン水溶液、赤リトマス紙

[実験操作]

- (1) 卵白をビーカーにとり、約6倍の水に加えて激しく攪拌する。これに塩化ナトリウムを少しずつ加えて激しく攪拌し、透明な卵白溶液をつり、この溶液を9本の試験管A~Iにそ

れぞれ3mlずつとった。

(2) 成分元素の検出

- ①卵白水溶液Aに水酸化ナトリウムを2、3粒加え、沸騰石を数粒加えて、2~3分間煮沸させた後、試験管口に水で湿らせたリトマス紙を近づけた。
- ②次いで、濃塩酸をつけたガラス棒を近づけた。
- ③冷却後、酢酸鉛(II)水溶液を水滴加えた。

(3) 呈色反応

①ビウレット反応

卵白水溶液Bに、6 mol/l 水酸化ナトリウム水溶液を1~2滴加えて振り、さらに硫酸銅(II)水溶液を1滴加えて振った。

②キサントプロテイン反応

卵白水溶液Cに、沸騰石を数粒加えて、濃硝酸を0.5ml加え加熱する。冷却後、6 mol/l 水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にした。

③ニンヒドリン反応

卵白水溶液Dに、沸騰石を数粒加え、0.5mol/l 水酸化ナトリウム水溶液を1ml加えて、数分間加熱し、さらにニンヒドリン水溶液を数滴加えて穏やかに加熱し、色の変化を観察した。

(4) タンパク質の変性

- ①卵白水溶液Eを穏やかに加熱した。
- ②卵白水溶液F~Iに酢酸鉛(II)水溶液、硫酸銅(II)水溶液、濃塩酸、エタノールをそれぞれ1~2mlずつ加えて変化を観察した。

[結果]

○操作（２）A. 卵白を NaOH で分解後、

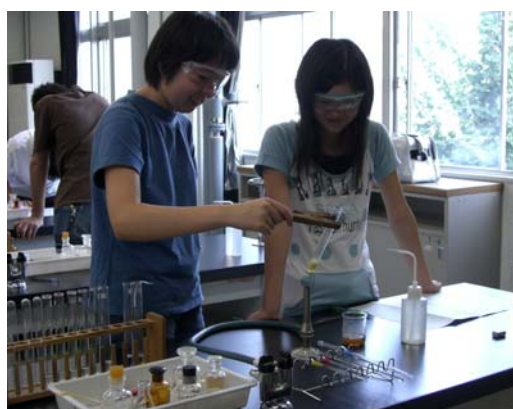
実験操作	結果
① リトマス紙を近づける	青色に変化
② 濃塩酸を近づける	白煙が出る
③ 酢酸鉛(Ⅱ)を加える	黒色沈澱

○操作（３）

	加えた試薬	結果
B. ビウレット反応	NaOH	変化なし
	CuSO ₄	紫色に変化
C. キサントプロテイン反応	HNO ₃	黄色に変化
	NaOH	オレンジ色に変化
D. ニンヒドリン反応	ニンヒドリン水溶液	薄い黄色→黒色→透明な黒色

○操作（４）

操作	結果
E.加熱	白色に凝固
F.酢酸鉛(Ⅱ)	白色に凝固
G.硫酸銅(Ⅱ)	緑色の液体に白色に凝固
H.濃塩酸	白色に凝固
I.エタノール	上が白色に凝固



[考察]

- ・ 操作（２）の結果から、卵白のタンパク質には窒素が含まれており、また②の反応で



という反応が起こったと考えられる。

- ・ 操作（３）でのビウレット反応の結果から卵白のタンパク質中には、トリペプチド以上のペプチド結合があると考えられる。また、キサントプロテイン反応からはこのタンパク質中にベンゼン環があることがわかる。
- ・ 操作（４）の結果からタンパク質の変性は、強い酸やアルコール、重金属イオンや熱が加えられたときに起こると考えられる。

4. この講義に参加した感想

今回、この講義に参加して、今までよく耳にしていたタンパク質というものがどういものであるか、どんな性質があるのか、何に含まれているのかなど、これからタンパク質について学んでいく上で必要となる知識をたくさん学ぶことができた。

今までタンパク質について学習したことのなかったので、次の日からの発展した講義を聴く上での強い味方となってくれる知識を得られ、さらにもっとタンパク質について学んでいきたいと思える充実した内容の講義だった。

特に、タンパク質の性質を実際に確かめる実験は、机上の学習だけでなく、自分の目で反応を見ることができ、タンパク質の面白さ、化学の面白さを実感することができた。

この講義で感じた、もっと学んでいきたいという思いを胸に、これからも化学について、タンパク質について学習を進めたいと思った。