



随筆

タンパク質とは

高木 俊夫*

1. 卵の白身

〈タンパク質らしいタンパク質〉とは、どのようなものでしょうか。現在、〈タンパク質〉または〈たんぱく質〉と書きます。以前は、〈蛋白質〉と書きました。今でも、後者でないと、どうも感じが出ないと考える人が少なくありません。私達の研究所の正式名称は、たんぱく質研究所ですが、蛋白質研究所と書くのが習慣になっております。

〈蛋白〉とは、〈卵白〉つまり卵の白身を意味する言葉です。ヨーロッパ系の言語においても、化学者が〈Protein〉という名称を作り、それが普及する以前には、やはり〈蛋白質〉に相当する表現が使われていました。

大抵の物質の溶解度は、温度とともに高くなるのが普通です。ところが、卵白は温度が60℃を越えると白く濁り、やがて沈殿を生じます。きわめて日常的な物質である卵の白身に見られる普通でない挙動は、もしかしたら原始の時代から人々の興味をひいていたのではないのでしょうか。卵白は元来は透明なものですから、色々の言語において〈卵白〉という表現が共通して生まれたことは、人々が上記の白濁現象に強い関心を持ったことを示唆しています。

卵白の12%が固形物であって、そのほとんどがタンパク質です。そして、その60%が卵白アルブミンと呼ばれるタンパク質で占められています。加熱によって白濁するものの大部分は、実はこのタンパク質です。

さて、人々は卵白のみならず、血液・牛乳など生物に関連した色々の液体中に、卵白の中に存在して濁りの原因になる物質とよく似たもの

が含まれていることに気がきました。卵白中に存在する物質そしてそれとよく似た物質の総称として、〈たんぱく質〉という名称が使われるようになりました。卵白アルブミンこそ人々によって存在の知られた最初のタンパク質と言えましょう。

2. 変性——それはタンパク質の特徴か——

卵白アルブミンのようなタンパク質が、このように白濁するのは、次のような順序でタンパク質分子の状態が変化するからです：1) コンパクトに折りたたまって特有の立体構造を形造っていたポリペプチド鎖が温度の上昇にともなってほどけて、より不規則な状態をとるようになる：2) 別々のポリペプチド鎖が数多くお互いからまりあって、会合体を形成する。さらに色々の反応が続発しますが、それらは省略しましょう。

タンパク質を形成しているポリペプチドが、上の1)で述べたように変化をすることを、そのタンパク質の〈変性〉と呼んでいます。変性は、タンパク質を特徴づけるものと考えられるようになりました。辞典を開けて、タンパク質の項を見ますと、変性の現象を示すものがタンパク質であるとの記述にしばしば出会います。

変性をタンパク質の特徴と考えるのは、実は間違いです。変性の現象を示すのは、卵白アルブミンによって代表される球状タンパク質と繊維状のタンパク質の大部分にかぎられていると考えてよいようです。これらのタンパク質は、これ迄の研究で常に日の当る場所に居続けてきました。そのため、ついつい、それらが示す現象がタンパク質に共通であるかのように受けとられるようになったのです。

*高木俊夫 (Toshio TAKAGI), 大阪大学, 蛋白質研究所, 蛋白質溶液学部門, 教授, 理博, 蛋白質物理化学

3. 変性しないタンパク質

変性しないタンパク質には色々なタイプがあります。タンパク質を変性させる強力な試薬に、尿素と塩酸グアニジンがあります。それらの濃厚な水溶液中におかれると、多くのタンパク質は変性します。私は一匹のフナを6Mの塩酸グアニジン水溶液に、二カ月間ほど浸しておいたことがあります。この溶液は、微生物の繁殖を許しませんので、こんなに長期間にわたって放置しても、わずかに醤油のような芳香がするのみです。これは、タンパク質が変性し、さらに加水分解その他の化学変化が起ったことを示しています。フナの外形は、意外なほど保たれていましたが、内部のタンパク質は大部分溶け去ってしまっていたようです。ガラス棒で攪きまわすと、バラバラになった骨と鱗が底に沈みました。もう一つ、驚いたことに白い浮袋が原形を保ち、しかも空気を中心に封じ込んだまま浮上ってきました。骨、鱗そして浮袋、これらの主体はコラーゲンというタンパク質です。

生体内で合成された時には、コラーゲンは三本のポリペプチド鎖が、それぞれ〈らせん〉をまいてからみ合った状態にあります。この状態では、上記のような頑丈さは、とても期待できません。コラーゲンは、生物の生長にともなって数多くの共有結合による架橋が形成されて、頑丈さを獲得するのです。このように強化されるとタンパク質は、大変に安定になるのです。

球状のタンパク質のなかにも、架橋もないのに、熱や変性剤に対して大変頑丈なものが見出されています。そのような頑丈さの理由の明らかな説明は、まだ行われていません。

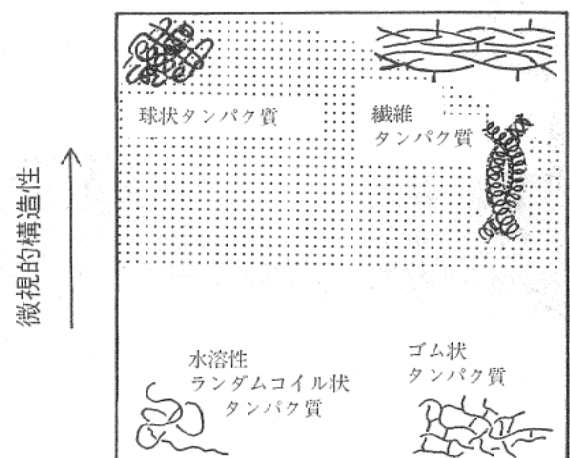
変性しないタンパク質には、全く別のグループがあります。それらは、もともと何ら特定の立体構造を持っていません。つまり、球状タンパク質が変性した状態が、これらのタンパク質の本来の姿なのです。

このような、いわば〈グニャグニャしたタンパク質〉は、生体内に何種類も存在していて、それぞれ地味ではあるが、大変重要な役割を果たしています。卵白の中にも、この種のタンパク質が含まれています。卵白は〈ドロッ〉として

いますが、粘っこくはなく、ある程度の弾性を備えています。この性質は卵黄を保護するために是非必要です。このような性質を卵白に与えているのは、上記のグニャグニャしたタンパク質の一種です。卵白アルブミンだけでは卵白は〈サラサラ〉していて、とても卵黄の安全を保障することはできません。

4. タンパク質の多様性

ここまでの話で、タンパク質には実に様々なものがあることが、判って頂けたと思います。生物、特に動物は身体の構造・機能の両面にわたって、ほぼ全面的にタンパク質に依存しております。その結果、実に様々なタンパク質が存在しています。それらの分類は大変に難しいことですが、図1のようにしては如何でしょうか。横軸には、肉眼あるいは光学顕微鏡レベルで視認できる構造性を目盛りしました。縦軸には普通の意味での分子レベルでの構造性を目盛りしました。左下の隅には先ほど紹介したグニャグニャのタンパク質が位置します。右下の隅のゴム状タンパク質の身近な一例は、二枚貝の殻の継目に存在する〈ちょうつがい（蝶番）〉タンパク質です。黒っぽい構造物ですが、内部には微視的な構造はなく、ゴム状の弾性を示します。上部に位置するのは、いわゆる〈タンパク質らしいタンパク質〉です。それらの多くは変性します。点々でもって、〈変性するタンパク



巨視的構造性

図 1

質」の領域を示しました。

このようなタンパク質の多様性は、まずは基本的構成単位である20種のアミノ酸の並べ方に実に様々な様式が可能であることの反映です。しかし、多くの場合、さらにポリペプチド鎖に様々な化学的変化を付け加えることにより、多様なタンパク質が作り出されています。例えば、〈ドロップ〉とした水溶液を与えるタンパク質を作りあげるには、ポリペプチド鎖の各所に大量の糖鎖を付け加えることが、標準的な仕様のようなのです。

5. タンパク質とは

タンパク質を定義することは、かつては、それほど難しいことではありませんでした。それは、図1の下半分に位置づけられるようなタン

パク質の存在が、それほど意識されていなかったからです。今日では、その多様性を考慮すると、「タンパク質は、20種のL-型の α -アミノ酸を素材として核酸の遺伝情報に依存して合成されたポリペプチドであり、それらの多くは、さらに種々の化学的修飾を受けていく」とごく大雑把に考えておくのが適当ではないでしょうか。

限られた紙数でタンパク質について十分な紹介をすることは不可能です。私たちのタンパク質研究所では、設立25周年を記念して、「タンパク質 生命を担うこの身近で不思議な物質」と題したタンパク質に関してのごく平易な解説書を多くの所員が協力して執筆し出版しました。ご一読下されれば幸いです。



**限りある資源を大切に……
の姿勢を守るDNT**

現在は、“鉄の文明”と評され、今日の世界から鉄を無くしたら、恐らく一切の文化は終息するだろうといわれています。DNTは、創立の礎となった重防食塗料「ズボイド」を通じて既に半世紀近く私たちの大切な鉄を守りつづけてきました。そして、これからもDNTはズボイドを生みだした重防食技術をベースに、独自の技術開発を進め、さらに、海外の優れた技術と協力しあって、より優秀な重防食システムとして結合させ、限りある資源を守りつづけていきます。

●創造と調和をめざす●

DNT
大日本塗料
●大阪市此花区西九条6-1-124
〒554 ●(06)461-5371(大代)
●東京都千代田区丸の内3-3-1
〒100 ●(03)216-1851(大代)