

タンパク質 [protein]

約 50 個以上の L - α - アミノ酸が酸アミド結合（ペプチド結合）で連結した高分子含窒素化合物の総称。タンパクということばは、ドイツ語の Eiwei の訳語で卵白を意味する。卵白は、身近にある代表的なタンパク質の一つである。

タンパク質は、国際的にはプロテイン protein とよばれている。

スウェーデンのベルツェリウスは「生体の構成単位として、また代謝物質として第一に重要な物質」という意味で、ギリシア語の proteios（主要なもの）にちなみ、プロテインと命名することを提案した。

1839 年にオランダの化学者 ムルダー Gerardus Johannes Mulder（1802—82）により初めてこのことばが用いられた。

タンパク質はこのことばどおり、すべての細胞の原形質の主成分であり、細胞内でおこっているすべての生命現象に直接深く関係している。「タンパク質のない生命はない」といわれている。タンパク質は核酸と並んで生物を支える二つの大きな柱である。

【存在】

細胞の生活機能は物質代謝、エネルギー代謝によって営まれているが、これらの代謝系を構成するたくさんの化学反応を触媒して円滑に進めている酵素は、すべてタンパク質を主体としている。一般に酵素は、特定の物質の特定の反応だけを触媒する特異性をもつため、その種類は非常に多く、すでに 2200 種が知られている。血液の輸送機能をはじめ、ホルモン作用、毒性など酵素以外の生物学的活性を備えたタンパク質や、これらの酵素反応がおこる場を形成する構造タンパク質も細胞には含まれている。また、種子、卵、血液などに含まれるある種のタンパク質や乳汁のタンパク質のように、特別の機能をもたない貯蔵用のタンパク質もある。さらに動物の毛、つめなどのように保護作用をしているタンパク質もある。

【分類】

タンパク質は構造も機能もさまざまなので、系統だてた分類をするのはむずかしい。したがって、次のようないくつかの分類法を適当に組み合わせて使用している。

(1) 分子の形による分類 球状タンパク質と繊維状タンパク質（硬タンパク質）に分けられる。球状タンパク質は、卵白アルブミン、血清アルブミン、ヘモグロビンなどのように、水や塩の希薄溶液に溶けやすく、球に近い形状で結晶化しやすい。繊維状タンパク質は、毛髪やつめをつくっているケラチン、皮膚や腱（けん）をつくっているコラーゲンなどのように、繊維状をしていて水に不溶性、生物学的に不活性で、生物の支持物質や骨格物質として役だっている。

(2) 構成成分による分類 次の三つに大別される。

〔1〕単純タンパク質

α （アルファ）- アミノ酸だけからできているタンパク質で、アルブミン、グロブリン、硬タンパク質などの多くが属している。

〔2〕複合タンパク質

アミノ酸以外に核酸、糖、脂質、リン、色素、金属イオンなどの有機物質や補欠分子族を含むタンパク質で、含まれる成分の種類によって核タンパク質、糖タンパク質、リポタンパク質などとよばれる。

〔3〕誘導タンパク質

天然のタンパク質がなんらかの変化を受けてできたもので、ゼラチン、変性タンパク質などがこれに属する。

(3) 溶解度による分類

可溶性タンパク質と不溶性タンパク質に分けられる。

(4) 電気的性質（等電点）による分類

酸性アミノ酸と塩基性アミノ酸の含量の差によって、酸性タンパク質、中性タンパク質、塩基性タンパク質の三つに分けられる。

(5) 生物学的活性による分類

タンパク質のもつ機能によって、酵素タンパク質、ホルモンタンパク質、毒素タンパク質というように分類される。

(6) 出所や起源による分類

主として栄養学的に用いられる。動物性タンパク質と植物性タンパク質に大別され、さらに卵タンパク質、乳タンパク質、血漿（けつしょう）タンパク質、筋肉タンパク質、種子タンパク質などに細分される。

【構造】

元素組成は炭素 50～55%、水素 6.9～7.3%、窒素 15～16%、酸素 19～24%、硫黄（いおう）1～2%で、そのほかに微量の灰分を含むこともある。

分子量は小さいもので約 5000 から、大きなものは数千万から数億（ウイルスタンパク質）に達する。分子量 5000 以下のものは通常ポリペプチドとされているが、その境界は厳密ではない。また通常、10 万程度以上のタンパク質では複数のポリペプチド鎖（サブユニット）から構成されている場合が多い。

分子量は、超遠心機を用いて沈降定数から算定する沈降速度法や沈降平衡法によって測定される。このほかに、分子量の大きいタンパク質は光散乱から求めることもできる。最近では、ゲル濾過（ろか）法や SDS（sodium dodecyl sulfate）- ゲル電気泳動法によって手軽に測定することができる。

タンパク質の構造は、一次、二次、三次、四次構造の四つの観点から考察されている。このうち、一次構造は化学的方法により、二次以上の高次構造はおもに物理的あるいは物理化学的方法によって解明されている。

〔一次構造〕

約 20 種のアミノ酸がペプチド結合（酸アミド結合）で結合し、1 本のポリペプチド鎖を形成する。タンパク質により構成アミノ酸の残基数、組成、結合順序がまったく異なっている。タンパク質分子中のアミノ酸の結合順序（配列）は、その合成を支配している DNA 鋳型により遺伝的に定められている。このアミノ酸の配列順序を一次構造という。

一次構造の決定法は、1954 年イギリスのサンガー Frederick Sanger（1918— ）が 51 個のアミノ酸からなるホルモン、インスリンの配列決定に成功してほぼ確立された。その後、59 年にウシの膵臓（すいぞう）のリボヌクレアーゼ（124 個）、61 年にタバコモザイクウイルスのタンパク質（158 個）、ヘモグロビン（574 個）などの一次構造が相次いで決定され、

78 年までに 250 種類に近いタンパク質について、また起源を異にする同種タンパク質を含めると 1100 個を超える数の完全一次構造が決定された。最近では DNA の塩基配列が比較的容易に決定されるようになり、その結果からタンパク質の一次構造が決められるので、一次構造既知のタンパク質の数は急激に増加している (1984 年現在、約 2800)。

〔二次構造〕

- 1 本のポリペプチド鎖の立体構造は、まったく無秩序な糸玉状の構造 (ランダムコイル) か、あるいは規則的な構造であるかもしれない。このような立体的構造を二次構造という。

ペプチド鎖を形成するためには、

- 〔1〕 構成アミノ酸は L 型の立体配置をとり、各アミノ酸の側鎖は二次構造に影響しない (プロリンは例外)。
- 〔2〕 主鎖を形成する原子の結合角や結合距離は一定である。
- 〔3〕 ペプチド結合は自由な回転ができないので、含まれる原子は同一平面上にある、という条件を満たさなければならない。すなわち、ペプチド結合を挟む二つの α -炭素はより安定なトランス構造をとり、2 枚のペプチド結合平面相互の回転角も安定化のためには、ある程度制限される。さらにペプチド結合のカルボニル基とイミノ基の間に、できるだけ多数の水素結合を形成して安定化するように主鎖を折り畳むとすると、存在しうる二次構造はわずかな種類しかない。

1951 年アメリカのポーリングらは、模型を用いた理論的考察から、

- 〔1〕 同一ペプチド鎖内で水素結合が飽和された右巻き α -らせん構造と、
- 〔2〕 互いに逆行または平行する 2 本のポリペプチド鎖間で水素結合をつくった β (ベータ)-構造 (ひだ付きシート状構造) の二つの二次構造を提案した。その後、各種の精製タンパク質の X 線結晶解析が進むにつれ、この二つの二次構造は部分的ではあるがほとんどの天然タンパク質分子中に存在することが実証された。

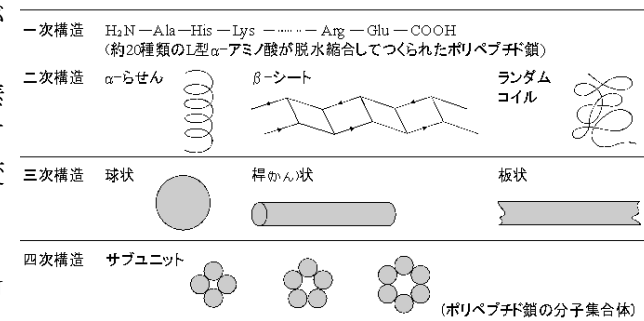
赤外吸収、旋光度、円二色性などの解析からもこれらの規則構造の存在は支持されている。また繊維状タンパク質である絹フィブロインは、平行型 β -構造をとる代表的なものとして知られている。なお、アミノ酸残基によって、これらの二次構造は、安定化されたり不安定化されたりする。この各アミノ酸の安定化・不安定化の傾向から、 β -構造と α -らせん構造の形成を予測する方法が提案されている。

その的中率は 70 ~ 80 % である。

〔三次構造〕

1 本のポリペプチド主鎖のなかで、 α -らせん構造や β -構造などの二次構造をとった部分が不規則構造部分を介してさらに折り畳まれ、一定の配置をとって形成される立体構造を三次構造という。天然の三次構造を形成するための主要な力は、アミノ酸の側鎖間のさまざまな非共有結合による相互作用である。すなわち、疎水性側鎖間の疎水結合、特殊な側鎖間に生ずる水素結合、静電的引力、シスチン残基間のジスルフィド ($-S-S-$) 結合などによって折り畳まれたペプチド鎖間は相互に結び付けられ、安定化される。なかでも疎水結合の寄与は大きい。とくに多くの球状タンパク質では、分子内部は安定した疎水領域を形成し、分子表面にイオン性側鎖が出て親水性を保持するように進化の過程で一次構造が選ばれてきている。もっとも安定な天然の三次構造は、一次構造に依存してほぼ決まっていると考えられる。もちろん、ほかにいくつかの可能な構造が存在し、それらと

の間には動的、可逆的な平衡関係があり、環境の水素イオン濃度 (pH)、組成、温度などによって、また酵素であれば基質の存在の有無によって変化する。このような三次構造の変化は、チロシン、トリプトファン、フェニルアラニンなどの芳香族アミノ酸残基の特異吸収帯を利用する UV 差スペクトル法、蛍光法、円二色



性スペクトル法などにより追跡することができる。二次、三次構造を含めた立体構造は、そのタンパク質分子が結晶として得られ、一次構造が既知であるならば、X線解析によって非常に正確に決めることができる。1958 年、初めてイギリスのケンドルらによってヘムタンパク質、ミオグロビンの立体構造が明らかにされてから、現在までにヘモグロビン、リゾチーム、リボヌクレアーゼなど 100 種類以上のタンパク質の立体構造が決定されている。また、酵素分子と低分子の基質類縁体との共晶の解析から、活性発現時の立体構造や基質との結合様式を推測することもできる。最近では、核磁気共鳴 (NMR) 法によっても、溶液中でのタンパク質分子の立体構造や基質との相互作用などについて若干の情報を得られるようになった。タンパク質のもつ特異的な生物活性は、その分子に特有な立体構造によるものである。

〔四次構造〕

タンパク質には種々の試薬によって不活性なサブユニットに解離するものがある。分子量が数十万、数百万の巨大な活性タンパク質は多数のサブユニットから構成されているのが普通である。電子顕微鏡で見ると、ウイルスは多数のサブユニットが規則正しく配列して一つの高分子集合体を形成している。このように、サブユニットが相互に特定の空間配置をとることを四次構造という。この小単位を会合させて活性タンパク質をつくる力は個々のペプチド鎖を正しい立体構造に折り畳む力と同じものである。電子顕微鏡による観察は、四次構造研究の主要な手段である。

【性質】

(1) 溶解性

硬タンパク質を除き、タンパク質は一般に水または希塩類溶液に溶ける。通常、単分散溶液となるが、コロイド的性質を示す。生物の運動にかかわる収縮性タンパク質アクチオシンのようにゲル状を呈するものもある。溶解性はタンパク質の種類によって著しく異なり、相互の分離精製に利用される。

(2) 等電点

溶液状態では溶媒の水素イオン濃度 (pH) により酸としても塩基としても存在しうる両性電解質の性質を示し、そのタンパク質固有の等電点を示す。通常、等電点付近でもっとも難溶となる。

(3) 塩析

タンパク質の溶解度は塩類の共存によって変化する。低濃度の電解質では溶解度が上昇し (salting-in)、高濃度では低下して沈殿を生ずる (salting-out すなわち塩析)。塩析による溶解度の変化は、タンパク質の種類、塩 (おもに陰イオン) の種類、pH、温度などに支配される。塩析はタンパク質の除去、精製に利用されてきた。

(4) 有機溶媒

エタノール、アセトンなどの有機溶媒により沈殿する。沈殿を生ずる有機溶媒の濃度はタンパク質によって異なるので、分別に利用される。

(5) 紫外線吸収

タンパク質溶液は分子内の芳香族アミノ酸残基の特異吸収により、280 ナノメートル付近に吸収極大を示す。

(6) 呈色反応

ペプチド結合に基づいて、または構成アミノ酸の側鎖の官能基の反応性に基づいて種々の呈色反応を示す。これらはタンパク質の検出や定量に利用されている。おもな反応としてビュレット反応、キサントプロテイン反応、ミロン反応、ホリン反応、リーベルマン反応、アダムキービッツ反応、パウリ反応、坂口反応、ニンヒドリン反応などが知られている。最近、ダンシルクロリドやフルオレサミンなどの蛍光色素を結合させる高感度検出法も開発されている。

(7) 加水分解

強酸（六N塩酸）中で加熱すると加水分解され、その構成L- α -アミノ酸になる。この方法はアミノ酸組成の測定に用いられている。

強アルカリや種々のタンパク分解酵素によっても加水分解される。

明確な特異性のタンパク分解酵素による加水分解は、一次構造決定の重要な手段となっている。

(8) 変性

種々の原因で、一次構造は変化せずに高次構造だけが破壊され、天然タンパク質とは異なる物性を示すようになることを変性という。変性の原因としては、極端なアルカリ性または酸性、有機溶媒、重金属塩、尿素や塩酸グアニジンなどの変性剤、界面活性剤、酵素などの化学的因子のほかに、加熱、凍結、攪拌(かくはん)、希釈、吸着、紫外線、X線、高圧、超音波などの物理的因子もあげられる。変性による物性の変化としては、生物活性の減少または喪失が第一にあげられるが、ほかに溶解度の減少、粘性や沈降定数など流体力学的定数の変化、旋光性、吸収スペクトル、側鎖の官能基の反応性、タンパク分解酵素の作用の受けやすさなどがある。つまり、変性すると、タンパク質の二次、三次構造を維持している非共有結合による相互作用が崩れ、折り畳まれた立体構造からランダムコイルに変化する。同時に四次構造も崩れてサブユニットへの解離を伴う。変性をおこす要因、条件によって、この変化は可逆的であることも、非可逆的であることもある。変性に耐える力、すなわちタンパク質の安定性は、タンパク質によって異なり、1個のアミノ酸の置換で大きく変動することもある。界面活性剤(SDS)存在下での変性タンパク質の電気泳動やゲル濾過は、分子量の決定に用いられている。

(9) 免疫

天然タンパク質は抗原性をもっている。異種の動物組織に注入すると、動物は免疫されて、そのタンパク質(抗原)に対する特異的抗体をつくる。抗体もまたタンパク質であり、抗原タンパク質と特異的に結合して不溶性の複合体を形成する(抗原抗体反応)。抗体は抗原以外のタンパク質とは反応しないので、タンパク質の微量検出や同定に利用される。

(10) 特異性

タンパク質の種類は無限であるといってもよい。まったく同じ機能を持ち、同名のタンパク質でも、生物種が異なると、その構造は多少異なる。

これをタンパク質の種属特異性という。生物の種属がかけ離れ、進化の経過年代の長いものほどこの種属差は大きい。最近では、同一タンパク質中のアミノ酸の変換率から、進化の順序や分岐年代を推定することも行われている。高等動物では同一個体でも器官が異なると多少構造の異なることがある。これを器官特異性という。このことは、生物活性を発揮するには、かならずしも分子全体が厳密に一定の構造をとる必要はないことを示している。

まとめ

タンパク質の特徴は、

〔1〕多様性がある。〔2〕特異性を示す。〔3〕生物学的活性をもつ。

〔4〕変性しやすい。〔5〕抗原性をもつ、の5点である。

【分離・精製】

タンパク質の精製には、変性をおこさない条件下で全操作を行うことが必要である。可溶性タンパク質の場合には、細胞の破碎後、水または希薄塩類溶液で抽出した抽出液を出発物質とする。

不溶性タンパク質の場合にも、有機溶媒による脂質の除去、弱い界面活性剤による可溶化、脂質や構造タンパク質の酵素分解などの穏やかな処理で、生物活性をもったまま可溶化されることもある。

まず、タンパク質相互の性質の相違を利用して、塩析、等電点沈殿、溶媒による沈殿などの方法で抽出液を分別し、目的とするタンパク質画分をさらに超遠心沈殿、イオン交換クロマトグラフィー、ゲル濾過、アフィニティクロマトグラフィー、電気泳動、等電点電気泳動などの手段を組み合わせて精製する。

結晶化可能な場合には結晶として得る。

得られたタンパク質の純度は、生物学的活性、超遠心分析、ポリアクリルアミドゲルによる電気泳動、抗原抗体反応などにより検定される。

【化学合成】

一定配列のタンパク質の合成法としては、液相法と固相法の二方法がおもに使われている。

(1) 液相法

カルボキシル基を保護したアミノ酸にアミノ基を保護したアミノ酸を縮合させ、生じたペプチドのアミノ基の保護を外して次のアミノ基保護アミノ酸を縮合させるという方法で、C末端からN末端に向かって一つずつ延長していく。

この方法は確実ではあるが手数がかかり、あまり長いペプチドは合成できない。

(2) 固相法

C末端の保護基として不溶性高分子担体を用い、これにアミノ基を保護したアミノ酸を順次ジシクロヘキシルカルボジイミド(DCC)法で延長させていき、最終的に生じたペプチドをフッ化水素で樹脂から切り離し、得られたペプチドを高速逆相クロマトグラフィーなどで精製する。最近はこの方法に基づくペプチド合成機の開発により迅速に数十残基のペプチドが合成される。液相法や固相法で得られたフラグメントを化学的に結合させてタンパク質を合成することができる。

これまでにインスリン、リボヌクレアーゼA、リボヌクレアーゼ T1 などが完全合成されている。化学合成は構造の確認、構造と機能の相関関係の解明などに利用されてきた。最近ではタンパク質分子の表面に出ていると思われるペプチドを合成して、それに対する抗体を作製し、その抗体が天然タンパク質と特異的に反応する場合に、m (メッセンジャー) RNAの取得、遺伝子工学で合成されたタンパク質の精製などに使用されている。

【生合成】

細胞内でタンパク質は遊離アミノ酸からDNA中に保存されている遺伝情報を正確に翻訳して生合成される。生合成は膜結合型あるいは遊離型リボゾーム (実際にはポリゾームを形成している) の上で行われる。その反応過程は次に述べる四段階からなっている。

(1) アミノ酸の活性化

20種の遊離アミノ酸は、それぞれのアミノ酸に対するアンチコドンを保有している特異的なt (転移) RNAの3'-末端のリボースに、ATPとMg²⁺存在下で、アミノアシルtRNAシンテターゼの作用により、エステル結合で結合されてアミノアシルtRNAとなる。

(2) ペプチド鎖合成の開始

DNAのもつ遺伝情報をそのまま転写して生じたmRNAと、開始コドン (遺伝暗号単位である塩基配列) に対応するN-ホルミルメチオニンtRNA (原核細胞) またはメチオニンtRNA (真核細胞) が、リボゾームの小サブユニットと結合し、その上にさらにリボゾームの大サブユニットが加わってタンパク合成の開始複合体が形成される。

開始複合体の形成には多くの開始因子とGTP (グアノシン三リン酸) やマグネシウムイオンが関与しており、その機構は原核細胞と真核細胞で多少異なり、後者ではATPも必要とされている。

いずれの場合も、開始コドンに対応するアミノアシルtRNAはリボゾーム上の二つのtRNA結合部位 (P部位、A部位) のうちのP部位に結合されている。

(3) ペプチド鎖の延長

mRNA中の第二のコドンによって決定される第二のアミノ酸のついたアミノアシルtRNA (aa2-tRNA₂) が、ポリペプチド鎖延長因子 (EF-T)、GTP、Mg²⁺の存在下で開始複合体のA部位に結合する。ついでリボゾームの大サブユニット中に存在するペプチジルトランスフェラーゼの作用で、P部位にあるaa1-tRNA₁ についての第一のアミノ酸が第二のアミノ酸 (aa₂) のアミノ基に転移されてペプチド結合を形成する。そのあとで、別のタンパク性因子 (EF-G) とGTP、Mg²⁺の存在下でリボゾームはmRNA上で一コドン分 (三塩基) だけ転座し、その結果、新生ペプチドをもったtRNA (aa1-aa2-tRNA₂) はA部位からP部位に移り、第一のアミノ酸を失ったtRNA₁ はリボゾームから遊離する。次にA部位には第三のコドンに相当するaa3-tRNA₃ が結合され、同じ反応が繰り返される。

すなわち、ポリペプチド鎖はそのカルボキシル末端に一つずつアミノ酸を付加しながら延長していき、できたばかりの新生ペプチド鎖は最後のアミノ酸tRNAに結合してA部位に存在していることになる。

(4) ペプチド鎖合成の終結

リボゾーム上のA部位に終結コドンが出現すると、終結因子がこれを認識して、P部位に結合しているペプチジルtRNAのポリペプチド鎖とtRNAの間のエステル結合がペプチジルトランスフェラーゼによって加水分解され、ポリペプチド鎖が遊離する。終結コドンとしてはUAA、UAG、UGAの三種がある。原核細胞の終結因子には、UAAとUAGを認識するRF-1、UAAとUGAを認識するRF-2、この二つの因子の機能を促進するRF-3の三種がある。真核細胞では、UAA、UAGA、UGAを認識するeRFと、その作用を促進するS因子が知られている。ポリペプチド鎖の遊離後、リボゾームに残ったmRNA、tRNAも遊離され、リボゾームはモノゾーム (run off型) となり、さらに大小のサブユニットに解離して次のポリペプチド鎖合成に利用される。以上のようにして得られた新生ポリペプチド鎖はさらにいろいろな修飾を受け、高次構造を形成して完成されたタンパク質となる。すなわち、S-S結合による分子内架橋をはじめ、リン酸化、メチル化、水酸化、グリコシル化、N末端アミノ酸のブロック、N末端から何個かのアミノ酸の除去、特異的ペプチダーゼによる分解、他のポリペプチド鎖との会合などの操作が、この段階で加えられる。

タンパク質生合成の阻害剤としては、ペプチド転移反応の受容体であるアミノアシルtRNAを拮抗 (きつこう) 的に阻害するピューロマイシン、リボゾームの小サブユニットに結合するストレプトマイシン、アミノアシルtRNAがA部位に入ることを阻止してポリペプチド鎖の延長を阻害するテトラサイクリン、大サブユニットに存在するペプチジルトランスフェラーゼを阻害するクロラムフェニコールやシクロヘキサミド、大サブユニットに結合してリボゾームの転座を阻害するエリスロマイシン、同じく転座を阻害するフシジン酸などが知られている。タンパク質合成の調節機構はたいへん複雑である。原核細胞では、おもにプロモーター部位での転写開始の頻度の調節により制御されている。真核細胞とくに多細胞生物ではさらに複雑で、ホルモンは重要な調節因子である。

【資料】

ゼラチン [gelatin, gelatine]

コラーゲンを水と煮沸して不可逆的に水溶性に変えた一種のタンパク質。この変化はペプチド連鎖間の塩類結合や水素結合の開裂の結果、コラーゲン分子の2次構造がこわれるための変性である。動物の骨、軟骨、皮膚、腱、筋膜などを水と長く煮て抽出し、白粉または透明な薄片として得られる。分子量 10 万以上。アルコール、エーテル、クロロホルムなどのような有機溶媒に不溶、冷水には膨潤するだけであるが、温水には溶けて粘性の高いゾルになり、2～3%またはそれ以上の濃度では室温で弾性のあるゲルになる。ゼラチンの水溶液を長時間煮沸すると、ペプチド鎖が短くなって、冷やしてもゲル化しなくなる。製造法によって等電点は酸性(pH5程度)のものもアルカリ性(pH8程度)のものもある。ゼラチンは製菓など食品に使われ、また抗原性がなくアナフィラキシー(過敏症)をおこさないので止血剤に、さらに写真感光膜、薬用カプセル、細菌類の培地、そのほか墨汁などの保護コロイドとして、また不純なものには'にかわ'として接着剤に用いる。

グリシン [glycine]

グリコロールともいい、Gly または G と略記。

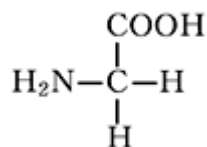
最も簡単なα-アミノ酸でアミノ酢酸にあたる。

無色の単斜晶系結晶。融点 290℃(分解)。

水に可溶、アルコール、エーテルに不溶。

甘味がある。不斉炭素原子をもたないため光学活性がない。

種々のタンパク質、とくにフィブリン、エラスチン、ゼラチンの重要な成分である。モノクロロ酢酸にアンモニアを作用させて合成するか、絹または'にかわ'を希塩酸と煮沸・加水分解して得られる。グリシンのエチルエステル H NCH COOC H は 160℃に熱すると無水物すなわちジケトピペラジンを生じる。



単純タンパク質 [simple protein]

α-アミノ酸だけからなるタンパク質。複合タンパク質に対する語。

複合タンパク質 [conjugated protein]

α-アミノ酸だけからでなく、これに他の成分(補欠分子族)も結合して形成されるタンパク質をいう。糖タンパク質、リポタンパク質、核タンパク質など

アルブミン [albumin]

一群の単純タンパク質の総称。グロブリン類よりも可溶性である。細胞、体液および植物の種子などに含まれる。水に溶けやすく、硫酸アンモニウムを多量に加えれば沈殿または結晶となる。分子量はグロブリンにくらべて小さく、組成アミノ酸にはグルタミン酸、アスパラギン酸、イソロイシン、ロイシンなどが多い。血清アルブミン、オバルブミン、コナルブミン、ラクトアルブミンなどのほかに、植物性アルブミンとしてロイコシン、リシン、レグメリンなどがある。

卵白アルブミン

アルブミンは、タンパク質の分類上の一つのグループ。動物のアルブミンには卵白アルブミン、血清アルブミン、乳汁のラクトアルブミンなどがあり、植物のアルブミンにはムギのロイコシン、エンドウのレグメイン、トウゴマのリシンなどがある。アルブミンの定義は、もともと 1907 年にイギリス生理学会が提案したタンパク質の分類法によっている。これによると、アミノ酸だけで構成される単純タンパク質のうち、水によく溶けるものをアルブミン、水に溶けにくいものをグロブリンと分類した。しかし現在では、アルブミンという分類のなかには、分子量やアミノ酸組成、役割などの異なるさまざまなタンパク質が含まれていることがわかっている。また、代表的なアルブミンの一つである卵白アルブミンは、かつて単純タンパク質と考えられていたが、アミノ酸以外に糖やリン酸を含む複合タンパク質であることも明らかになった。

グロブリン [globulin]

一群の単純タンパク質の総称。

アルブミン類よりは溶解度が低く、水に不溶。

中性の塩類溶液に溶け、飽和硫酸や硫酸アンモニウムの添加によって沈殿する。

塩析しやすく、等電点付近で水に溶けないものを真性グロブリン、塩析されにくく、等電点付近で水に溶けるものを擬性グロブリン(アルブミンに近い)とよぶこともある。

各アミノ酸を大体一様に組成として含む。

血清グロブリンおよびフィブリン、水晶体中にあるクリスタリン、そのほかオボグロブリン、ラクトグロブリンなどがあり、植物性のもとしてはエンドウ中のレグミン、アサ実中のエドスチン、インゲンマメ中のファゼオリン、大豆中のグリシニンなどで種子中に多い。多くの酵素タンパク質もこのグロブリンの性質をもつ。

糖タンパク質 [glycoprotein]

グリコプロテイン。共有結合によって糖を結合した複合タンパク質の総称。ムチンの主体をなすほか、血漿、各種臓器、細胞とくにその膜部分に含まれる。糖鎖はアスパラギンの酸アミドを介する N-グリコシド結合、セリン、トレオニンまたはヒドロキシリシンのヒドロキシ基を介する O-グリコシド結合でタンパク質と結合する。タンパク質に結合する糖鎖の本数、枝分れ、長さや糖の種類は千差万別である。糖タンパク質には分泌タンパク質や膜タンパク質が多く、糖鎖はポリペプチド鎖がリボソームで合成されたのち、ゴルジ体で付加される。糖タンパク質の糖鎖部分の役割は必ずしも明確でないが、細胞表面に存在する細胞膜タンパク質の糖鎖は細胞相互の認識に関係している。血液型物質の糖鎖はこの例である。代表的な糖タンパク質にオバルブミン、顎下腺ムチン、血漿アルブミンなどがある。

リポタンパク質 [lipoprotein]

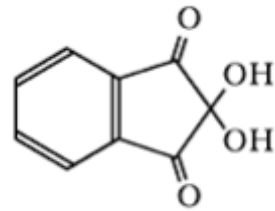
リポプロテイン。脂質とタンパク質とが結合した複合タンパク質の1つ。血漿、卵黄、細胞膜、細胞質などに広く分布している。両者の結合は非共有結合の場合が多い。血漿中のリポタンパク質が最もよく研究されている。

核タンパク質[nucleoprotein]

核酸とタンパク質とが結合した複合タンパク質の総称。核酸が DNA のものをデオキシリボ核タンパク質(DNP と略称),RNA のものをリボ核タンパク質(RNP)とよぶ。タンパク質成分としては塩基性タンパク質が多く、塩基性アミノ酸は核酸のリン酸基とイオン結合を形成する。代表的な DNP としては細胞核に含まれるヌクレオヒストン、ヌクレオプロタミンがあり、RNP としてはリボソーム、タバコモザイクウイルスなどがよく知られている。

ニンヒドリン[ninhydrine]

インダンから誘導される環式トリケトンの水和物。無色の結晶。融点 239 ~ 240 °C(分解)。フタル酸エステルと酢酸エステルとの結合で作ったジオキソインダンカルボン酸エステルを加水分解と脱炭酸して得られるインダン - 1,3 - ジオンを、二酸化セレンで酸化して合成される。アミノ酸の鋭敏で重要な呈色試薬である。



ニンヒドリン反応 [ninhydrine reaction]

アブデルハルデン反応(Abderhalden's reaction)またはアブデルハルデン - シュミット反応ともいう。タンパク質の呈色反応の 1 つ。タンパク質の中性溶液少量(1ml)に、ニンヒドリン 0.1g を 30 ~ 40ml 水に溶かした水溶液を数滴加え、煮沸し冷却すると青紫色となる。この反応を呈するものは遊離したカルボキシ基および遊離したアミノ基を少なくとも 1 個もつアミノ酸、ポリペプチドおよびタンパク質で、非常に鋭敏ではあるが、これらだけに特異的ではなく、アミン類、尿素誘導体そのほかで陽性を示すものもある。プロリン、ヒドロキシプロリンなどのイミノ化合物は黄色となる。アミノ酸やペプチドのペーパークロマトグラフィーまたは濾紙電気泳動に利用し、また比色定量にも使う。

ビウレット[biuret]

NH₂CONHCONH₂ ふつうに得られるのは一水和物で、無水物の融点は 196 ~ 197 °C(分解)。アロファン酸のアミドに相当し、アロファン酸エステルにアンモニアを作用させるか、または尿素を静かに 160 °C くらいに熱すると生成する。ビウレットをアルカリに溶かして、硫酸銅水溶液を加えると、いわゆるビウレット反応を示す

ビウレット反応[biuret reaction]

タンパク質の呈色反応の 1 つ。水酸化アルカリでアルカリ性にしたタンパク質の溶液に数滴のうすい硫酸銅溶液を加えると、液は青紫から赤紫色を呈する。プロテオース、ペプトン、ペプチドなどのタンパク質分解物もトリペプチド以上のものは同様な反応を示す。ジペプチドは陰性。この反応は -CO-NH- という原子団 2 個が直接に、または 1 個の炭素原子または窒素原子を隔てて結びついている化合物などのほとんどすべてに見られる。ビウレットもこの反応を呈するので、この名でよばれる。この反応はこれら特殊原子団をもつ分子と銅との錯化合物が生じるためにおこるとされる。

キサントプロテイン反応[xanthoprotein reaction]

タンパク質の呈色反応の 1 つ。タンパク質を含む物質の少量に濃硝酸 1ml ほどを加え煮沸すると黄色になる。冷やしてから、アンモニアまたはアルカリを加えると橙黄色に変わる。この反応はベンゼン核をもつチロシン、トリプトファン、フェニルアラニンなどがあるときにおこり、その色はベンゼンのニトロ誘導体の色である。

変性[denaturation]

タンパク質や核酸のような生体高分子にあつて、共有結合の切断を伴うことなく、天然の立体構造を失う現象をいう。一般に変性状態の方が未変性状態より安定であるから、未変性状態を安定化している非共有結合を一度に多数切断するだけの活性化エネルギーを与えてやれば、変性は協同現象的に進行する。このエネルギーが熱でまかなわれる(熱変性)場合のほか、非共有結合を切断する試薬(尿素、塩酸グアニジンなど)による場合や、疎水結合の切断にかかわって、凍結融解のくり返しでもおこる。変性はこのように高次構造の変化なので、旋光度、旋光分散、円二色性の変化で追跡できるほか、濃色効果(淡色効果)を利用することも多い。変性は本来可逆現象であるが、変性物が不溶性になるなどして、事実上不可逆になる場合も多い。

淡色効果[hypochromic effect, hypochromism]

減色効果、ハイポクロミック効果などもよぶ。ある原子団の分子内への導入や立体配置を含む構造の変化によって、吸収帯の位置は大きくはずれないが吸収の強度が減少することをいう。DNA、ポリペプチドなどはヘリックスなどの規則構造になる場合には、いわゆるランダムコイルにくらべていちじるしい淡色効果を示すので、これを用いてヘリックス構造の同定や定量を行なうことができる。逆に吸収強度が増す場合を濃色効果(hyperchromic effect, 増色効果, ハイパークロミック効果ともいう)という。

深色効果[bathochromic effect]

吸収スペクトルを長波長側に移動させるレッドシフト(赤方偏移)が、化学構造の変化にもとづいておこる場合をいう。視覚的には吸収光の補色を感じるので、色は黄→赤→紫→緑の方向に変化する。化学構造的には、共役系が長くなったり、適当な位置に助色団、発色団があつて、π電子が動きやすくなった場合に深色効果が現われる。反対にブルーシフトがおこる場合は浅色効果(hypsochromic effect)という。π電子が動きにくくなった場合に現われ、色の移動方向も深色効果と反対である。なお、色を濃くする、または吸光係数を増加させる効果を濃色効果、その反対の効果を淡色効果というが、これらは深色効果、浅色効果とは別種のものである。

疎水結合[hydrophobic bond]

炭化水素のような疎水性(hydrophobic = 水を恐れる)物質が水に溶けないで、水中で相互に集合して安定化することを一種の結合形成とみなしている。その原因は、水分子との間に反発力が働くためと考えられていた。しかし、実際は疎水性分子と水との間にも分散力による弱い引力が働いており、しかも水分子どうしは分散力以外に、双極子相互作用や水素結合により強く引き合うので、疎水性分子が水分子間に割り込むのを妨げ、結果として弱く相互作用し合う疎水性分子どうしを集合させている。疎水性分子が水と接触するとき、周囲の水が氷状の構造を形成し、エントロピーが大きく減少するので、疎水性分子の溶解のギブズ自由エネルギーが大きな正の値をとることを疎水性相互作用の原因とする考え方もある。疎水結合は、界面活性剤のような両親媒性分子の水中でのミセル形成、球状タンパク質の水中での安定な立体配置構造の形成などに支配的な役割を果たす。また、生体膜など生体系での構造形成に、重要な働きをしている。