

# 化学

CHEMISTRY 4

APRIL

2025

Vol.80



特集

## 有機金属化学の 20年後

解説

新たな超伝導体  $\text{Fe}_{1-x}\text{Ni}_x\text{Zr}_2$  を発見!

学生実験から始まった新超伝導体開発研究

## 三大栄養素って何？

西村 能一  
駿台予備学校化学科

毎日の食事で健康やダイエットに気を配っている方は少なくないと思います。「炭水化物を抜け」とか、「タンパク質を摂れ」とか、「脂質の制限をしろ」とか……。ただ、実際には炭水化物やタンパク質、脂質が何からできていて、どのような役割をしているかわかっていない人も多いようです。今回は、三大栄養素について化学的視点からお話します。

私たちが生きていくためには、食べ物から栄養を摂ることが大切です。そのなかでも、エネルギーや体の機能を維持するために欠かせない炭水化物(糖質)、脂質(油脂)、タンパク質は「三大栄養素」と呼ばれています。それぞれの働きと、多く含んでいる食品を見ていきましょう。

### 炭水化物(糖質)

炭水化物は体のエネルギー源です。化学式が $C_n(H_2O)_n$ からなり、炭素Cと水 $H_2O$ からできているように見えるため、そう呼ばれています。炭水化物の一つであるブドウ糖(グルコース、 $C_6H_{12}O_6$ )は図1左のような構造をしています。糖としてこれ以上分解されないため、単糖類に分類されます。さらに、この

ブドウ糖のうち $\alpha$ -グルコースと呼ばれる形のが多数結合(重合)するとデンプン(図1右)になります。

食べ物に含まれる炭水化物のなかで最も多いのはデンプンですが、多糖類であるデンプンは小腸で吸収できません。唾液中に含まれるアミラーゼという酵素で麦芽糖(マルトース)まで分解され、さらに小腸でマルターゼという酵素によってブドウ糖に分解されます。ブドウ糖は小腸で吸収されると、血液に溶けて全身の細胞に行き渡ります。ブドウ糖の血液中の濃度(血糖値)は一定になるよう調節されるため、濃度が高くなるとブドウ糖はグリコーゲンとして肝臓や筋肉に貯蔵されます。さらに余った分は中性脂肪に変換され、脂肪として蓄えられ肥満の原因になります。炭水化物の摂りすぎには気をつけましょう。

筋力トレーニングや短距離走などの無酸素運動は、筋肉に蓄えられたグリコーゲンを無酸素状態で使い、乳酸が蓄積されます。筋力をつけたり基礎代謝を高めたりするには効果的ですが、体内の糖質や脂質が酸素と反応しないので大きなエネルギーを得ることはできません。ちなみにこのとき生じた乳酸は、疲労を表現するための「乳酸が溜まった」というフレーズでよく

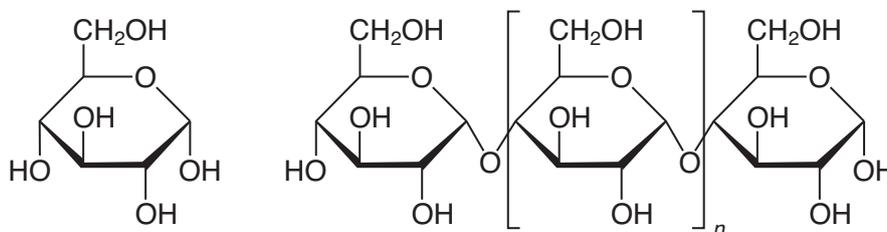


図1 ブドウ糖( $\alpha$ -グルコース、左)とデンプン(右)

使われますが、実際には日常生活レベルにおける疲労の原因にはならないことがわかってきたので、厳密には誤りだといえます<sup>1)</sup>。一方でウォーキングやジョギングなどの有酸素運動は、糖質や脂質が酸素と反応して燃焼するため、大きなエネルギーを生み出すことができ、ダイエットに向いています。

## 脂 質

脂質は、炭水化物やタンパク質とともにエネルギー源になるだけでなく、細胞膜や細胞中の核膜などといった生体膜の成分や、ホルモンの材料となります。また、化学構造によって単純脂質、複合脂質、誘導脂質に分けられます。

単純脂質は脂肪酸とグリセリンのみが結びついた構造で、代表的なものが中性脂肪です。中性脂肪は食べ物のなかに最も多く含まれる脂質で、エネルギー源として使われ、余ると脂肪組織に貯蔵されます。脂肪酸であるステアリン酸 ( $C_{17}H_{35}COOH$ ) とグリセリン [ $C_3H_5(OH)_3$ ] からなる中性脂肪は図2のような構造になっています。中性脂肪はその名のとおり中性で、高校課程では油脂と呼ばれています。

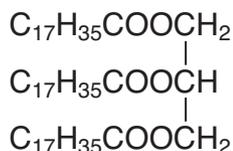


図2 ステアリン酸からなる油脂

牛脂や豚脂のような動物性の油脂は、常温で固体のため「脂(脂肪)」と呼ばれ、菜種油やゴマ油のような植物性の油脂は、常温で液体のため「油(脂肪油)」と呼ばれます。これらの違いは、脂肪酸部分の二重結合の有無や、脂肪酸の分子量の大きさによります。

バターは牛乳の乳脂肪分を攪拌して集めたもので、その融点は比較的高いです。マーガリンは見た目がバターに似ていますが、油脂などの原料を練り合わせた加工食品です。大豆油や菜種油、コーン油など液状の植物油を使いやすい硬さにするために、これまでは不飽和脂肪酸の一部の二重結合が還元された「部分水素添加油脂」が使われていました。ところが、水素添加

反応によって生成されるトランス脂肪酸が体に悪いという議論が欧米を中心に起こり、2018年にはアメリカ食品医薬品局(FDA)が「水素添加油脂の食品への使用規制」を開始しました。そのため現在は、部分水素添加油脂の代わりにアブラヤシの実から採れるパーム油などを用いて、トランス脂肪酸の低減を図っています。

複合脂質は、脂肪酸とグリセリンのほかにリン酸や糖を含む脂質です。また、誘導脂質は単純脂質や複合脂質の加水分解によって生じるものを指します。代表例のコレステロールは、動物細胞の生体膜の必須構成物質であるだけでなく、細胞内のさまざまなプロセスにかかわります。

## タンパク質

タンパク質(プロテイン)は体を構成する成分として欠かせない栄養素であり、ヒトの体重の約15%を占めています。内臓や筋肉のほか、皮膚や髪、爪にいたるまで体全体をつくるもとになっているだけでなく、さまざまな酵素やホルモン、免疫抗体の材料としても働きます。さらに、1gあたり4kcal(16.7kJ)のエネルギーを生じるため、エネルギー源としても重要です。

タンパク質は約20種類の( $\alpha$ -)アミノ酸がペプチド結合( $-NH-CO-$ )で多数つながった構造をしています(図3)。「約」20種類というのは、タンパク質を構成



図3  $\alpha$ -アミノ酸(左)とタンパク質(右)

する20種類のアミノ酸のほかに、セレノシステインとピロリシンという二つのアミノ酸が、特殊な合成機構でタンパク質に組み込まれるからです。 $\alpha$ -アミノ酸の“ $\alpha$ ”というのは、アミノ基( $-NH_2$ )とカルボキシ基( $-COOH$ )が同じ炭素( $\alpha$ 炭素)に結合していることに由来しています。天然のタンパク質を構成するのはすべて $\alpha$ -アミノ酸なので、 $\alpha$ が省略されることもあります。20種類のアミノ酸のうち、9種類はヒトの体内で十分な量を合成できず、栄養分として摂取しなけ

表 1 三大栄養素を含むおもな食品

栄養素	おもな食品	例
炭水化物(糖質)	穀類	白米, 玄米, パン, うどん, そば, パスタ
	イモ類	じゃがいも, さつまいも, 里芋
	豆類	あずき, えんどう豆, 大豆(※糖質も含むがタンパク質も豊富)
	果物	バナナ, りんご, ぶどう
	砂糖類	砂糖, はちみつ, ジャム
脂質	肉類	牛肉や豚肉の脂身, 鶏皮
	魚介類	サーモン, サバ, イワシ(良質な脂)
	乳製品	バター, チーズ, 生クリーム
	油脂類	オリーブオイル, ごま油, ココナッツオイル
	ナッツ類	アーモンド, クルミ, カシューナッツ
タンパク質	肉類	鶏むね肉, 牛赤身肉, 豚ヒレ肉
	魚介類	マグロ, カツオ, サバ, 鮭
	卵	鶏卵(全卵, 卵白)
	乳製品	牛乳, ヨーグルト, チーズ
	大豆製品	豆腐, 納豆, 味噌, おから, 豆乳

ればならないため、必須アミノ酸と呼ばれています。

食べ物から摂取したタンパク質はそのままでは体内に吸収できないため、さまざまな消化酵素によって結合が切れ、アミノ酸が数個つながったオリゴペプチドやアミノ酸まで分解されます。これらは小腸で吸収され、オリゴペプチドは小腸の細胞内にある酵素によってさらに分解されます。吸収されたアミノ酸は肝臓へ運ばれ、タンパク質の合成に使われるほか、非必須アミノ酸にも変換されます。また、血液により各組織へ運ばれて、筋肉、内臓、骨などの材料になったり、ホルモンや抗体などの構成成分になったりして、体のなかでさまざまな機能を果たしています。

アミノ酸は体内で一定量が蓄えられており、アミノ酸プールと呼ばれています。おもにタンパク質合成に利用されていますが、摂取したタンパク質の分解によって得られたアミノ酸が体のタンパク質の合成に必要なものであった場合や、必要量以上のアミノ酸が摂取された場合、また飢餓や糖尿病などのため糖質がエネルギー源として利用できない場合は、タンパク質が分解されエネルギー源として使われます。糖質や脂質は完全に酸化(燃焼)されると水と二酸化炭素になりますが、タンパク質(アミノ酸)中の窒素(N)は有毒なアンモニア(NH<sub>3</sub>)になります。そこで、エネルギーを消費しながら肝臓でアンモニアを尿素〔CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>〕に変換し、無毒化するしくみが備わっています。

表 1 に、三大栄養素を含むおもな食品をまとめました。摂取する三大栄養素の割合は PFC バランス (Protein = タンパク質, Fat = 脂質, Carbohydrate = 炭水化物) と呼ばれます。厚生労働省が『日本人の食事摂取基準 (2025 年版)』<sup>2)</sup> で推奨している生活習慣病の発症予防および重症化予防の目安は、「炭水化物 6 : 脂質 2.5 : タンパク質 1.5」の割合(エネルギー比率)です。この割合を参考に、バランスよく三大栄養素を摂取することが大切です。

参考文献

- 1) 八田秀雄, 体力科学, **63**, 32 (2014).
- 2) 厚生労働省, 『「日本人の食事摂取基準 (2025 年版)」策定検討会報告書』, 2025 年 2 月確認 ([https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_44138.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_44138.html)).
- 3) 記事全体の参考として: 渡邊昌 監修, 『運動・からだ図解 栄養学の基本』, マイナビ出版(2016).



にしむら・よしかず ● 学校法人駿河台学園 駿台予備学校化学科講師, 1996 年明治大学理工学部工業化学科卒業, <研究テーマ> 高等学校化学の教授法の研究とその普及, <趣味> 野球観戦, ランニング