

## ブドウ糖の重合体

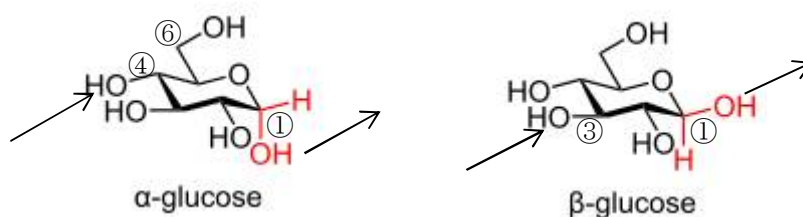
最近の学習会資料を作成している時やある質問を受けた時に調べた際に、ブドウ糖の重合体が意外なところで関与しているのだなあと思ったので、ここに書きとめておきたいと思います。

ブドウ糖の重合体というと普通は、食品としての炭水化物「デンプン」を思い浮かべます。人が食物として摂取して消化吸収できる炭水化物は「デンプン」のみとも言われています。まず手始めに「デンプン」から解説してみます。

### 1) デンプン

ブドウ糖には立体配置の異なる二種類が知られています。デンプンを構成するブドウ糖は $\alpha$ 型と呼ばれ、通常「 $\alpha$  グルコース」と呼ばれています。具体的なブドウ糖の構造を書くと、下記のようにブドウ糖を配置させた際に 1 位の炭素に結合する水酸基が下側にあるブドウ糖を $\alpha$  グルコース(左図)、上側にあるブドウ糖を $\beta$  グルコース(右図)と呼んでいます。

さらに言えば光学異性体上の D 型になりますが、ここではその文字は略しておきます。



$\alpha$  グルコースの 1 位の OH 基と 4 位の OH 基がグルコシド結合(C①-O-C④)して長く連なるとデンプンとなります。この結合を $\alpha$ 位での結合という意味で $\alpha$ -1, 4 結合とも呼びます。

なお、食品中に含まれるデンプンは唾液や膵液に含まれる $\alpha$ アミラーゼによって、上記のグルコシド結合がランダムに切断されます。生じた種々の低分子のブドウ糖重合体を総称してデキストリンと呼びます。さらにブドウ糖が二分子になるまで分解されたものがマルトース(和名；麦芽糖)と呼ばれます。このマルトースを分解する酵素がマルターゼで $\alpha$ -1, 4 結合を切断して二分子のブドウ糖が生まれてきます。

ちなみにデンプン構造のブドウ糖の 6 位 OH 基とブドウ糖が $\alpha$ -1, 6 結合すると枝分かれを生じてきます。「グリコーゲン」はこの枝分かれが多いブドウ糖の重合体になります。

### 2) $\beta$ グルカン

「真菌と薬」の勉強会を開催していた時に出てきたのが $\beta$  グルカンでした。真菌は人の細胞と同様に遺伝子を収納する「核」を細胞内に持っていますが、細菌と同様に細胞の周囲を「細胞壁」で囲っています。その細胞壁の成分の一つに $\beta$  グルカンがあります。

こちらは名前から推測できるように上の図の右側にある $\beta$  グルコースの重合体になります。1 位の OH 基と 3 位の OH がグルコシド結合(C①-O-C③)して長く連なると $\beta$  グルカンとなります。この結合はデンプンの時と同じ要領で、 $\beta$ -1, 3 結合と呼びます。

最近でてきたキャンディン系抗真菌薬は $\beta$  グルカン合成酵素の阻害薬ですが、真菌の細胞壁の構

成要素の一つであるβグルカン量を減らすことで、抗真菌作用を発揮する薬でした。

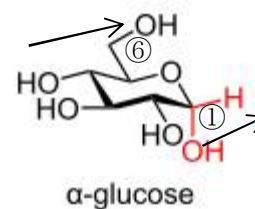
現在のところ、注射薬が二種類（カスポファンギン、ミカファンギン）あります。

### 3) デキストラン

デンプンのαアミラーゼの分解産物である「デキストリン」に名前が良く似ています。病院に勤務された経験のある薬剤師なら聞きなれた名前だと思いますが、商品としては「低分子デキストランL注」があります。代用血漿剤として急性期出血の治療、特に急性大量出血の際の初期治療に有効とされ、さらに外傷、熱傷、出血に基づく外科的ショックの予防や治療に利用されます。

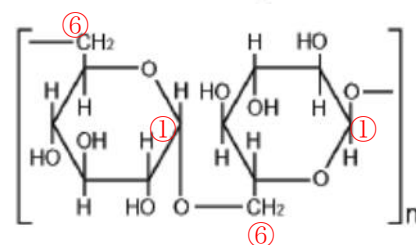
10%デキストランの液体は、血漿に近い粘稠度、浸透圧および比重をもっているために代用血漿剤として有用とされています。

ブドウ糖との関係ですが、まずは再びαグルコースの構造を示しておきます(右図)。「デンプン」やその中間分解物「デキストリン」はα-1, 4結合でしたが、「デキストラン」はα-1, 6結合の重合体になります。1位の炭素のOH基と6位の炭素のOH基がグルコシド結合した構造となります。



右図下のような構造がn回繰り返されるわけです。

そして平均の分子量が約40,000となったものが低分子デキストランL注の主成分デキストラン40になります。



血液中に投与されたデキストランは主に肝臓にある代謝酵素によって徐々に代謝されてブドウ糖に分解されていきます。

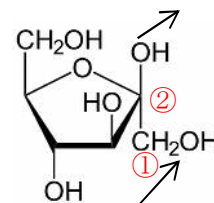
徐々に分解されていく所が肝心なところで、血液中に長い時間、高分子化合物としてとどまるため、アルブミンと同じように膠質浸透圧を維持する効果を発揮します。

さて、今回用意したブドウ糖重合体は以上なのですが、余白があるので果糖の重合体についても紹介しておきます。

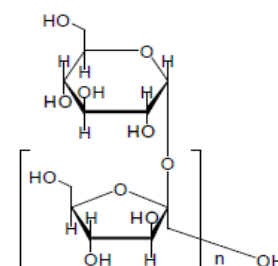
### 4) イヌリン

イヌリンは植物によって作られる多糖類の一群ですが、医療分野で知られるイヌリンは糸球体ろ過量を測定する際に利用されるイヌリンでしょう。イヌリンは尿細管で分泌や再吸収されない性質を持っているため、糸球体でのろ過量をうまく反映することができます。実際にはイヌリンを使った測定は煩雑であるため簡便法として血清クレアチニン値と年齢から算出した推定値である推算糸球体ろ過量(eGFR)を用いることが多いようです。

このイヌリンが実は果糖の重合体になります。果糖とは二糖類のショ糖(いわゆる砂糖)を構成する単糖の一つです。もう一つの単糖はご存知の通りのブドウ糖です。また果糖はフルクトースとも呼ばれ、単糖としても蜂蜜や果実などに多く含まれている糖分でもあります。ブドウ糖と同様に六個の炭素からなる多価アルコールの形をしているのですが、ブドウ糖が環状構造を取った時に六角形になるのに対して果糖は五角形になります(右図上; β-D-フルクトフラノース)。ところがこの果糖は時に六角形にもなるので理解に苦しむのですが、単糖として存在している時は、なんやかんやで五つの構造体を取ってしまいます。



イヌリンはこの果糖の重合体になるのですが、β-1, 2結合をした形をしています。自然界では末端にブドウ糖が一分子結合した形が普通だそうです(右図下)。



以上