

植物が光合成によって得る炭水化物(糖)はさまざまなかたちで動植物の生命活動を支えている。植物は炭水化物をグルコースのような単糖ではなく、グルコースが縮合重合した多糖，すなわちデンプンのかたちで貯蔵する。(a)グルコースは生体内で酸化されやすいうえ，そのまま細胞内に大量に貯蔵されると(b)細胞質基質の浸透圧が上昇してしまうため貯蔵物質には適さない。デンプンはエネルギー源として生命活動を支えるほか，次世代のために種子に蓄えられる。デンプンからエネルギーを取り出すには，酵素のはたらきによってデンプンを二糖や単糖にまで加水分解する必要がある。例えばオオムギは，胚乳中の貯蔵デンプンを加水分解して得たマルトースやグルコースを栄養源にして発芽する。(c)この現象を利用して麦芽に湯と酵母を加えてエタノール発酵させると，マルトースやグルコースがエタノールと二酸化炭素に変換されて，麦酒(ビール)ができる。デンプンは，直鎖状の(ア) [ ] と枝分かれをもつ(イ) [ ] からなる。植物の細胞壁の主成分として重要な役割を担っている(ウ) [ ] は，(ア) と同じようにグルコースが直鎖状に縮合重合した多糖である。(ウ) のすべてのヒドロキシル基をアセチル化後，アセチル基を部分的に加水分解すると，(エ) [ ] の原料が得られる。(エ) は生分解性で環境負荷が小さく，服地やカーテン地，傘などの素材として利用されている。

- (1) 空欄(ア)～(エ)に適切な語句を記せ。
- (2) 下線部(a)はグルコースのもつどのような官能基によるものか。その官能基の名称を記せ。
- (3) 下線部(b)に関して，同じグルコース単位数で比較すれば，グルコースのかたちよりもデンプンのかたちで貯蔵した方が浸透圧の上昇を抑えられる。その理由を簡潔に述べよ。
- (4) 下線部(c)のエタノール発酵によって，1 molのグルコースから2 molのエタノールと2 molの二酸化炭素ができる。デンプンが完全に加水分解されてグルコースになり，そのすべてがエタノール発酵に利用されると仮定したとき，質量パーセント濃度5%のエタノール水溶液350 gをつくるのに最低限必要なデンプンは何gか。小数点以下第1位を四捨五入して整数値で答えよ。ただし， $n$ 個のグルコース単位からなるデンプンの分子式を $(C_6H_{10}O_5)_n$ とし， $n$ は十分に大きいものとして計算せよ。

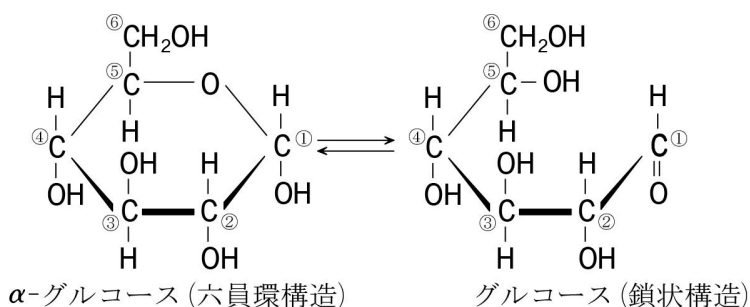
H=1.0, C=12, O=16

## 解答

- (1) (ア) アミロース (イ) アミロペクチン (ウ) セルロース  
 (エ) アセテート繊維 (2) アルデヒド基  
 (3) グルコースを重合して分子量を大きくした方が、同じ質量あたりの物質質量が小さくなり、浸透圧の上昇を抑えられるから。 (4) 31 g

## 解説

- (1) セルロースに無水酢酸(氷酢酸を溶媒, 濃硫酸を触媒)を作用させると, セルロースの酢酸エステルであるトリアセチルセルロースができる。これを部分的に加水分解したものはアセトンに可溶であり, これを原料にアセテート繊維が作られる。  
 (2) グルコースの結晶( $\alpha$ 型または $\beta$ 型)は六員環構造をしているが, 水溶液中ではその一部が開環して, アルデヒド基をもつ鎖状構造となるため, 還元性を示す。



上図の六員環構造のうち, ①位のC原子に結合するOHが下のものが $\alpha$ 型, 上のものが $\beta$ 型。

- (4) 原料のデンプンから, アルコール発酵を利用して, エタノールをつくるとすれば
- $$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \longrightarrow n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \quad \dots \textcircled{1}$$
- $$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 \quad \dots \textcircled{2}$$

①, ②より, 1 molのデンプンから $n$  [mol]のグルコースを生じ, さらに $2n$  [mol]のエタノールが生成する。

分子量は $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n = 162n$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 46$ より, 必要なデンプンを $x$  [g]とおくと,

$$\frac{x}{162n} \times 2n = \frac{350 \times 0.05}{46}$$

よって,  $x = 30.8 \div 31$  (g)