

化学の枝折り

pH指示薬

ひところ、高騰が報じられていたキャベツだが、すっかり求めやすい価格になった。一般的なキャベツの旬は冬。入手しやすいだけでなく味もよい。ロールキャベツ、お好み焼き、ホイコーロー……。どれもウマそう。どう料理してくれよう。

キャベツには、紫キャベツという品種がある。葉が独特の紫色をしているのが特徴である。水溶液が酸性かアルカリ性が判断するためのpH指示薬として、紫キャベツの絞り汁を利用した人もいるのではないだろうか。なぜ、紫キャベツの絞り汁は指示薬として使えるのだろうか。



紫キャベツに含まれている、紫色の色素をアントシアニンという。他の、紫色の植物にも含まれていることが多い。ブルーベリーやブドウ、ナスにも含まれている。

さて、なぜアントシアニンは水溶液の液性によって色を変えるのだろうか。実はアントシアニン自体が「酸」として働くからである。つまり、中和反応をすることができる物質なのである。酸はアルカリと中和反応する際に水素イオン H^+ を与える。つまりアントシアニンにアルカリを加えていくと、アントシアニンは水素イオン H^+ を失っていく。この時に色が変化する。もとの、まだ水素イオン H^+ を失っていないアントシアニンは赤い。アルカリが加えられ、水素イオン H^+ をすっかり失った状態のアントシアニンは青い。そして、その途中の状態のアントシアニンは紫色である。したがって、酸性で赤、中性付近で紫、アルカリ性で青となる。これはリトマスやBTBなどの、他のpH指示薬も同様である。いずれも酸として働く際に色を変える。

大学入試出題例

フェノールフタレインなどのpH指示薬(HA)の多くは弱酸であり、電離定数 K_a は式(1)で表すことができる。

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \quad (1)$$

フェノールフタレインを含む水溶液は、HAと A^- の濃度の比 $\frac{[HA]}{[A^-]}$ が0.1付近にて色変化が確認できる。濃度の比が0.100のときのpHを有効数字3桁で求めよ。ただし、フェノールフタレインの K_a を 4.00×10^{-10} mol/L, $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。(2013年 北海道大)

[答] 10.4
(与式の K_a に 4.00×10^{-10} , $\frac{[A^-]}{[HA]}$ に10を代入することで $[H^+]$ が求まる。これを用いpHを求める。)