

## 水土環境実験実習

### 重炭酸イオン濃度( $\text{HCO}_3^-$ )の測定

水質指標とは水質を表すもので、水温、電気伝導度(EC)、pH 値、溶存酸素量(DO)、酸化還元電位(ORP)、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、各イオン濃度などがあります。

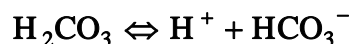
本日は酸塩基滴定という比較的簡単な分析方法を用いて、試料中の炭酸物質(重炭酸イオン  $\text{HCO}_3^-$ )の濃度を測定します。

炭酸物質(特に重炭酸イオン)は、その試料がもつ pH の緩衝能力や、水質形成の過程(炭酸塩鉱物等との反応)を示す物質です。

pH の緩衝 「pH の変化を穏やかにする働き」

緩衝は弱酸(弱塩基)が電離平衡している状態で起こる現象で、濃度を高めるとそれを薄める方向に平衡が移動する、という下記の電離平衡の式によっています。

(炭酸の場合)



水素イオンが加えられると炭酸が生じる方向に平衡が移動します。加えた水素イオンの量から反応した重炭酸イオンの量を測定することができます。

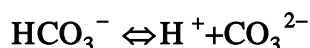
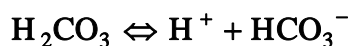
しかし、今回行なうのは中和滴定(pH=7)ではありません。

pHと炭酸物質の関係

水中に溶解している炭酸物質とpH 値との間には密接な関係があります。

炭酸物質の定義:

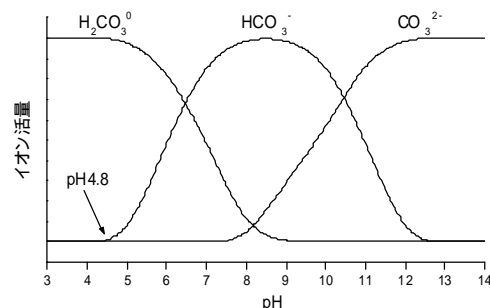
炭酸物質とは、二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )、炭酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )、炭酸水素イオン(重炭酸イオン)( $\text{HCO}_3^-$ )、炭酸イオン( $\text{CO}_3^{2-}$ )の総称です。水中の炭酸は、二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )、炭酸水素イオン(重炭酸イオン)( $\text{HCO}_3^-$ )、炭酸イオン( $\text{CO}_3^{2-}$ )としてそれぞれ存在しています。次式の平衡が水中で成立します。



$\text{HCO}_3^-$ がほぼなくなる点はpH=4.8

そこで、硫酸を用いて、サンプル中に含まれている重炭酸イオン濃度を測定します。

酸塩基滴定



## 用意する物

	メスシリンダー × 1
ビーカー (100 ml、50 ml) × 2	攪拌子 × 1
ビュレット × 1	スターラー × 1
安全ピペッター × 1	硫酸 (0.02 規定) × 1
pH 計 (携帯用計測器) × 1	池で採水したサンプル × 2

## 手順

サンプルをメスシリンダーに少量とり、メスシリンダーを共洗いする  
共洗いは容器にサンプルを馴染ませ真の価に近づけるために行ない、可能な限り少量で何  
度も行なうことが望ましい

メスシリンダーにサンプルを 50 mL 計量する  
サンプル容量は逐次 メモをする

100 mL ビーカーに にとったサンプルを入れる  
携帯用計測器で pH を測定し、メモをとる  
pH 計はサンプルの入ったビーカーに浸したままにする

5 mL のビュレットの上部に安全ピペッター - をとりつけ、安全ピペッターの空気を抜く  
空気を抜く場合は A の摘みながら、ピペッターの腹を押す

$H_2SO_4$  を 0 (ゼロ) の目盛りにあうように吸い上げる  
吸い上げは S の記号のついたところを押す

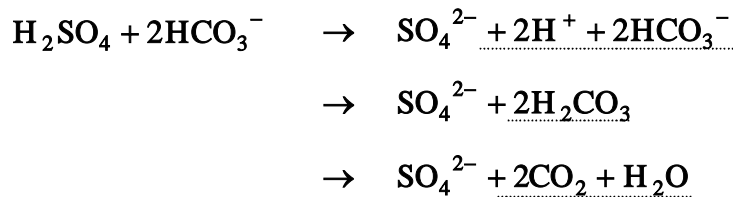
のビーカーに入れたサンプルの中に にとった  $H_2SO_4$  を少量ずつ滴下する  
pH 計の電極に直接  $H_2SO_4$  がかからないように注意する

pH 計の値が 4.8 になるまで滴下し、pH = 4.8 の硫酸の滴下量を記入する  
滴下量を記入せず、pH = 4.8 を超過した場合は再測です  
一度で硫酸が足りないときもあり、その場合再び硫酸を補充し、再度滴下する

すべてのサンプルについて、滴定が終わったら、つぎに重碳酸イオン濃度の計算を行う

### 計算方法

硫酸によって、試料中の重炭酸イオンは次式のように変化します。



pH = 4.8 のとき、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  と  $\text{H}_2\text{CO}_3$  が反応して  $\text{HCO}_3^-$  がすべて反応に使われたこととなります。

加えた硫酸の規定度 N、体積 V、 $\text{HCO}_3^-$  の規定度 n、体積 v のとき

ここで、規定度とはモル濃度 (mol/l) × 価数です。

$$\begin{aligned} \text{加えたH}^+\text{の数} &= \text{HCO}_3^-\text{の数} \\ N \times V &= n \times v \end{aligned}$$

では実際に計算して、重炭酸イオン濃度を求めてみます。

例) あるサンプルを滴定により重炭酸イオン濃度を測定したい。硫酸をサンプル 50 ml に 0.33 ml 滴下したところ、pH が 4.8 になった。この試料に溶存している重炭酸イオン濃度を求めよ。なお、0.02 規定の硫酸を用いて測定を行ったものとする。

$$N \times V (\text{H}^+\text{の数}) = n \times v (\text{HCO}_3^-\text{の数})$$

$$\begin{array}{ccc} 0.02 \times 0.33 \text{ ml} = n \text{ 規定の } \text{HCO}_3^- \times 50 \text{ ml} \\ \downarrow \qquad \qquad \downarrow \\ \text{使用硫酸の規定度 } N & \text{必要だった硫酸 (ml)} \end{array}$$

$$\text{重炭酸イオンの規定度 } n = 0.02 \times 0.33 / 50 = 1.32 \times 10^{-4} \text{ N}$$

ここで、重炭酸イオンの規定度  $n = M(\text{モル濃度}) \times 1(\text{価数})$

$$M(\text{モル濃度}) = \text{重炭酸イオンの規定度 } n / 1(\text{価数})$$

$$M = 1.32 \times 10^{-4} (\text{mol/l})$$

重炭酸イオン ( $\text{HCO}_3^-$ ) 1 mol は 61 g であるので

$$\begin{aligned} 1.32 \times 10^{-4} (\text{mol/l}) \times 61 (\text{g}) &= 8.052 \times 10^{-3} (\text{g/l}) \\ &= 8.1 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

答え 8.1 mg/l

学籍番号

氏名

Q1 上記の計算方法にならって、今回の実験により滴定をおこなって得たデータ(サンプルの量、用いた硫酸の規定度、滴下した硫酸の量)を用いて、重炭酸イオンの濃度を求めよ。(実習終了後に提出)

感想