

1.08312.0001

全硬度(総硬度) テスト

1. 定義

水の硬度(全硬度、総硬度)は、アルカリ土類金属であるカルシウム、マグネシウム、ストロンチウムやバリウムの塩(“硬化成分”)の量によりもたらされます。通常、ストロンチウムとバリウムは水中には極微量しか存在しないため、水の硬度は水中のカルシウムイオン(Ca^{2+})およびマグネシウムイオン(Mg^{2+}) (“硬度イオン”)の濃度として定義されます。一般的に、水の硬度はカルシウム濃度として表現され、言い換えればマグネシウムイオン濃度もカルシウム濃度として表示されています。

水の硬度の単位は、カルシウムあるいはその化合物である酸化カルシウム(CaO) ($1^\circ\text{d} = 10 \text{ mg/L CaO}$)あるいは炭酸カルシウム(CaCO_3) ($1^\circ\text{e} = 14.25 \text{ mg/L CaCO}_3$ 、 $1^\circ\text{f} = 10 \text{ mg/L CaCO}_3$)で表示され、マグネシウム量もカルシウム量の中に含まれた形で表されます。

2. 測定原理

滴定ボトルによる滴定分析

カルシウムイオンとマグネシウムイオンは指示薬と反応し、赤色の錯体化合物をまず形成します。エチレンジニトリロ四酢酸二ナトリウム塩・二水和物(チトリプレックスⅢ)の溶液を滴下することにより、化合物から指示薬が遊離、滴定の終点に近づくとき緑色に呈色変化することによって由来しています。

全硬度(総硬度)は、滴定溶液の消費量から測定されます。

3. 測定範囲と測定回数

目盛 ¹⁾	測定回数 ²⁾
1 滴 $\div$ 20 mg/L CaCO_3	100 回 200 mg/L CaCO_3 として

¹⁾ 換算値は 11 章参照

²⁾ 全硬度(総硬度)量が 200 mg/L CaCO_3 以上の場合、最大測定回数は 200 回未満となります(13 章参照)

4. アプリケーション

サンプル:

地下水、地表水、飲料水、ミネラルウォーター、ボイラー水

5. 夾雑物質の影響

サンプル中にカドミウム および コバルト、鉄、銅、ニッケル、水銀、亜鉛が存在する場合は、測定に影響を及ぼします。

6. 保存条件

キットに含まれる試薬類は密閉状態で、以下の条件を守って保存された場合、パッケージに記載された有効期限まで安定してご使用頂けます。

保管温度: +15-+25 °C

7. 包装内容

試薬 H-1 (指示薬溶液)	...1 本
試薬 H-2 (滴定溶液)	...2 本
目盛り付きプラスチックシリンジ(5 mL)	...1 本
反応容器	...2 個

8. その他関連製品

pH インジケーターストリップ pH 0 - 14 ノンブリーディング
ユニバーサル 製品番号 109535
水酸化ナトリウム溶液 $\text{c}(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$ (1 N) チトリピュア™
製品番号 109137

塩酸 $\text{c}(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/l}$ (1 N) チトリピュア™ 製品番号 109057
塩化カルシウム・二水和物 分析用 エンシュア™
製品番号 102382

9. サンプルの前処理

- サンプルの pH は 6-8 の間とすること。必要に応じて、水酸化ナトリウム溶液や塩酸で pH を調整してください。

10. 測定方法

反応容器を前処理を行ったサンプルで数回共洗いし、以下のサンプル等を加える。

サンプル / 試薬	添加量	
1. 前処理を行ったサンプル (15-30°C)	5 mL	付属のプラスチックシリンジを用いて反応容器に正確に採取する。
2. 試薬 H-1	1 さじ(試薬 H-1 のふたに付属の青色マイクロスポーン) ³⁾	試薬添加後、十分に混ぜ合わせる。 硬化成分が含まれている場合、サンプルが赤色に変色する。
3. 試薬 H-2 ボトルを垂直に立て、サンプル溶液を振り混ぜながら、ゆっくりとサンプル溶液の色が赤色から暗紫色(完全に変色する前に短時間変色)を経由し、緑色に変化するまで、試薬 H-2 を滴下する。なお、色の変化が起きるまで滴定溶液を滴下する度に、振り混ぜながら数秒待つこと。		
結果 $\text{mg/L CaCO}_3 = \text{滴下数} \times 20$		

³⁾ 硬度成分が 360 mg/L CaCO_3 を超える硬度の場合、2 さじ加える。

判定(参考):

硬度	mg/L CaCO_3	mmol/L CaCO_3 (Ca)	°e
軟らかい	<150	<1.5	<10.5
少し硬い	150-250	1.5-2.5	10.5-17.5
硬い	>250	>2.5	>17.5

11. 換算表

得られた値	必要な値					
	mmol/L CaCO_3 (Ca)	mg/L CaCO_3	mg/L Ca	°e	°f	°d
1 mmol/L CaCO_3 (Ca)	1	100.1	40.08	7.02	10.01	5.61
1 mg/L CaCO_3	0.010	1	0.400	0.070	0.100	0.056
1 mg/L Ca	0.025	2.50	1	0.175	0.250	0.140
1 °e (イギリス硬度)	0.142	14.25	5.71	1	1.43	0.799
1 °f (フランス硬度)	0.100	10.00	4.00	0.702	1	0.560
1 °d (ドイツ硬度)	0.178	17.85	7.15	1.25	1.78	1

12. 精度管理

試薬の品質および操作手順の確認:

3.67 g の塩化カルシウム・二水和物を蒸留水に溶解し、1000 mL になるまで蒸留水でメスアップし攪拌する。

カルシウム量: 1000 mg/L (=2500 mg/L CaCO_3)

上記の溶液をさらに 40 mg/L Ca (=100 mg/L CaCO_3) になるよう蒸留水で希釈し、上記の 10 章の測定方法で測定する。

13. ご注意

- 試薬ボトルはご使用後直ちに蓋をしてください。
- 反応容器、シリンジは使用後に蒸留水ですすいでください。

- 滴定法において滴定溶液の消費量は測定される物質の濃度に依存しています(ここでは硬度イオン)。
試薬ボトル中の指示薬、滴定溶液の量は、200 mg/L CaCO_3 を 200 回分析するために十分な量が計算され充填されています。軟水あるいは硬水の場合は以下をご参照ください。

硬度mg/L CaCO_3	測定回数	指示薬	滴定溶液
20 - 200	200	完全に消費 されます	過剰分が 残ります
> 200	< 200	過剰分が 残ります	200 回の分析の 適当量では ありません

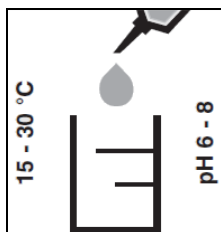
- 幼児の手の届かないところおよび食品から離れたところに保管してください。
- 肌や目に試薬が触れた場合には、直ちに流水で試薬を良く洗い流した後、医療機関に指示を仰いでください。
- 未使用の試薬あるいは測定後の溶液の廃棄につきましては、各都道府県・地域の条例に従って行ってください。



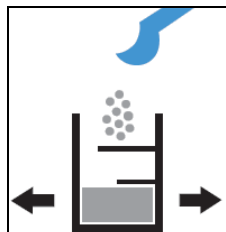
アクアメルク® 全硬度(総硬度) テスト

108312

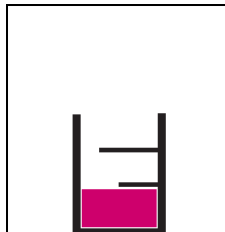
滴定目盛 1 滴 $\doteq$ 20 mg/L CaCO_3 $\doteq$ 1.40 °e $\doteq$ 2 °f $\doteq$ 1.12 °d



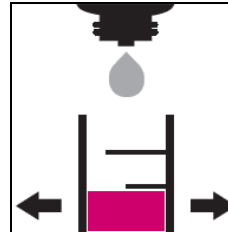
① 反応容器にサンプル 5 mL を付属のプラスチックシリンジを用いて正確に採取する。



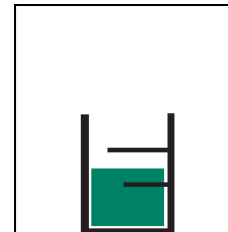
② 試薬H-1を蓋に付属のマイクロスプーンですりきり1さじ加え混ぜる。



③ 溶液が赤色に変化する。



④ 試薬H-2を混ぜながら緑色になるまでゆっく
り滴下する。



⑤ 結果
mg/L CaCO_3 :
滴下数 $\times$ 20

mg/l CaCO_3	°e	°f	°d	
x 1	x 14.25	x 10.00	x 17.85	= mg/l CaCO_3
x 0.070	x 1	x 0.702	x 1.25	= °e
x 0.100	x 1.43	x 1	x 1.78	= °f
x 0.056	x 0.799	x 0.560	x 1	= °d