

## 2 - 8 Total Dissolved Solids (TDS)

① S.S를 제거한 다음 증발시켜 구한다.

i) filtrable solid  $\approx$  dissolved solid

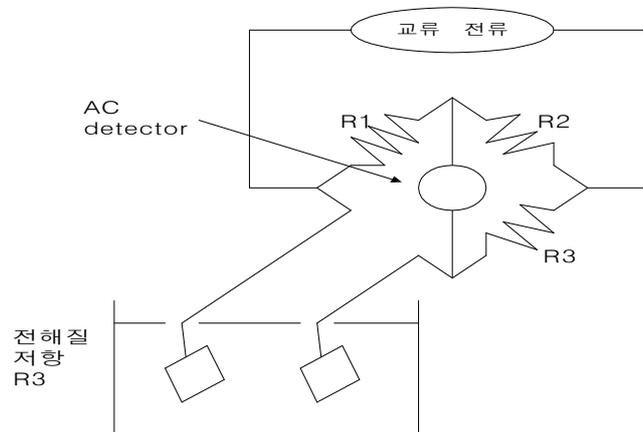
ii) non-filtrable solid = suspended solid

iii) TDS  $\begin{cases} \text{Organic} \cdots 600^\circ\text{C에서 volatile} \\ \text{Inorganic} \cdots 600^\circ\text{C에서 residual} \end{cases}$

② Specific conductance로 구한다.  $\cdots$  ion 化 되지 않은 DS는 측정 불가능

i) wheatstone bridge

$\rightarrow$  전기 저항으로 전기 전도도를 求.



㉠  $R_2$  는 변화시켜 AC(Alternating Current) detector 에 전류가 흐르지 않는 equilibrium에서

$$\text{㉡} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$R_3 = R_4 \cdot \frac{R_1}{R_2} \quad \text{-----㉠}$$

㉢ Specific resistance

$$[\rho] = \frac{1}{K(\text{conductivity})} \quad \text{-----㉡}$$

㉣ 전도체의 resistance  $R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$  -----㉢

㉤ from ㉡, ㉢

$$K = \frac{1}{\rho} = \frac{\ell}{RA} [\Omega^{-1} m^{-1}] \text{ or } [S m^{-1}] \quad (S : \text{Siemen})$$

## 2 - 9 Alkalinity ~ [H<sup>+</sup>]를 중화시킬 수 있는 ion의 양

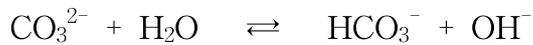
① most common constituent

i) HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (bicarbonate)

ii) CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (carbonate)

iii) OH<sup>-</sup> (hydroxide)

② Reaction



③ [H<sup>+</sup>] 에 의한 알칼리도의 반응



i) high alkalinity 물을 acid titration 시켜 pH 변화에 따른 변곡점을 求.

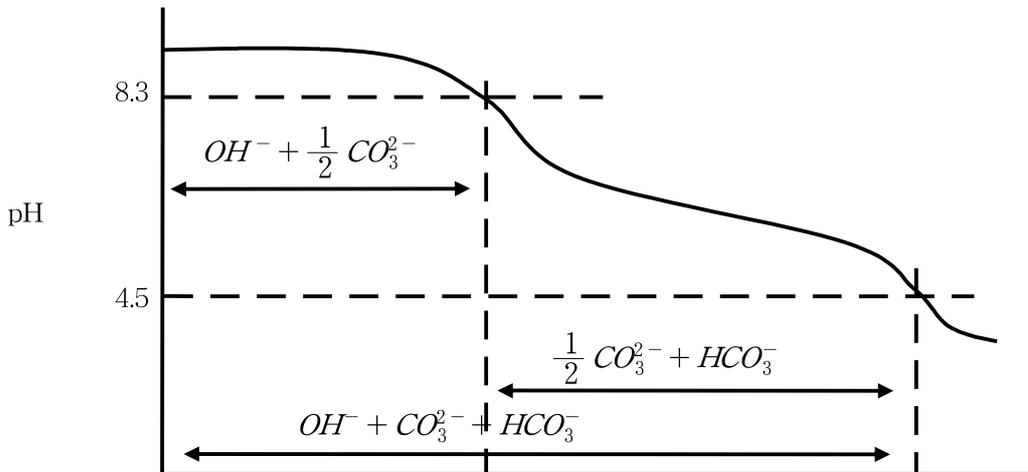
ii) if 1st 변곡점이 pH 8.3 일 때

OH<sup>-</sup> 는 모두 중화 (eq ①)

CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 는 모두 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (eq ②)

iii) eq ② 의 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 와 기존의 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 가 [H<sup>+</sup>]를 소비 한다. → eq ③

↑ 2nd 변곡점 pH 4.5



iv) P : pH 8.3 에 도달하는 산의 양 (phenolphthalin alkalinity)  
 m : 처음부터 pH 4.5 에 도달하는 산의 양 (total alkalinity)

- ㉠ P=M 모든 alkalinity는  $\text{OH}^-$  에 의한다.
- ㉡  $P=M/2$  모든 alkalinity는  $\text{CO}_3^{2-}$  에 의한다.
- ㉢  $P=0$  (initial pH<8.3) 모든 alkalinity는  $\text{HCO}_3^-$  에 의존
- ㉣  $P<M/2$  알카리도 구성 ion중  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  가 많다.
- ㉤  $P>M/2$  알카리도 구성 ion중  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  가 많다.

v) 0.02N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  로 적정하는 理由.

- ㉠  $\text{H}_2\text{SO}_4$  의 equivalent = 49.04 g/equiv  
 $\text{CaCO}_3$  의 equivalent = 50.05 g/equiv

- ㉡  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.02N 1ml에 함유된  $\text{H}_2\text{SO}_4$  양  

$$= 0.02 \left[ \frac{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 1당량}}{1L} \right] \times 1\text{ml} = 0.9809\text{mg}$$

- ㉢  $\text{H}_2\text{SO}_4$  당량 :  $\text{CaCO}_3$  당량 = 0.9808mg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  :  $x$ mg  $\text{CaCO}_3$   
 $x=1\text{mg}$  (0.02N 1ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  는 1mg의  $\text{CaCO}_3$  의 알카리도를 중화)

ex) sample 1L에 13.8ml, 0.02N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  가 소모  $\rightarrow$  Alkalinity = 13.8ppm

ex) sample 200ml, initial pH=10

0.02N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 11ml 첨가 → pH 8.3

0.02N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 30ml 첨가 → pH 4.5

Determine alkalinity species and the quantity ?

<sol>

i) pH 10 에서의 [OH<sup>-</sup>]의 농도

$$[OH^-] = \frac{10^{-4} \text{ mol OH}^-}{L} \cdot \left[ \frac{OH^- 1 \text{ 당량}}{1 \text{ mol OH}^-} \right] \left[ \frac{50,000 \text{ mg CaCO}_3}{\text{CaCO}_3 1 \text{ 당량}} \right]$$
$$= 5 \text{ mg/L as CaCO}_3$$

ii) Sample 200ml 에는 1mg 의 CaCO<sub>3</sub> 가 [OH<sup>-</sup>]에 해당

→ [OH<sup>-</sup>] 중화시키는데 0.02N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1ml 소비

iii) CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> + H<sup>+</sup> → HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 에 10ml 소비

$$[CO_3^{2-}] = \frac{20 \text{ mg}}{20 \text{ ml}} \times \frac{1000 \text{ ml}}{L} = 100 \text{ mg/L as CaCO}_3$$

iv) 본래의 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

$$= 30 - (1 + 10 + 10) = 9$$

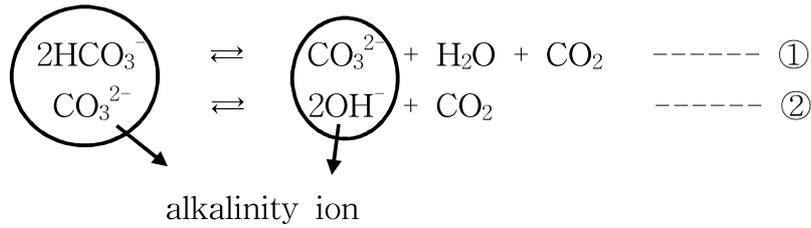
$$[HCO_3^-] = \frac{9 \text{ mg}}{200 \text{ ml}} \times \frac{1000}{L} = 45 \text{ mg/L as CaCO}_3$$

↓

Total alkalinity = 150 mg/L as CaCO<sub>3</sub>

\* Algae (조류) 번식에 의한 pH 변화

i) 조류는 광합성으로 CO<sub>2</sub>를 소모하므로 조류가 번성하는 물의 pH 는 8 ~ 10으로 상승



ii) ①② 반응 중 total alkalinity 는 일정

iii) 조류의 禁忌 pH 10 ~ 11 까지 활발한 성장으로 CO<sub>2</sub> 섭취

낮 pH ↑

밤 pH ↓ (CO<sub>2</sub>를 배출)

iv)  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$  ----- ③

약한 반응이나, algae가 탄소원으로 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 를 섭취 → pH ↑

v)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

CO<sub>2</sub> 가 물에 용해하면 산성화

## 2 - 10 hardness

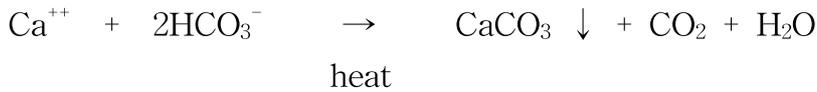
i) 경도는 다가 금속의 양이온으로 정의

ii) 실제 자연수에는  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  가 절대적으로 많다.

iii)  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  는 비누와 반응하여 침전물



iv) boiler scale



v) carbonate hardness . . . 일시적인 경도 (끓여서 제거)

수중의  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$  에 의한 alkalinity 에 대응하는 경도

vi) non - carbonate hardness . . . 영구적인 경도 (끓여도 非 제거)

vii) alkalinity & hardness 는 모두  $\text{CaCO}_3$  로 표현

ex) 수질 분석치  $\rightarrow$  total hardness

$\text{Na}^+$	20 mg/ℓ	$\text{Cl}^-$	40 mg/ℓ
$\text{Ca}^{++}$	15 mg/ℓ	$\text{SO}_4^{-2}$	16 mg/ℓ
$\text{Mg}^{++}$	10 mg/ℓ	$\text{NO}_3^-$	1 mg/ℓ
$\text{Sr}^{++}$	2 mg/ℓ	Alkalinity	50 mg/ℓ

strontium

① 2가 cation  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$

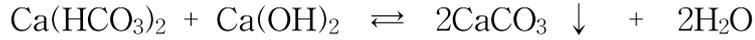
② 2가 양이온 농도 : 경도( $\text{CaCO}_3$ ) = 2가 양이온 당량 :  $\text{CaCO}_3$  당량

2가 Cation	equivalent	hardness, mg/ℓ as $\text{CaCO}_3$
$\text{Ca}^{++}$	20.0 (g/equiv)	(15)(50) / 20.0 = 37.5
$\text{Mg}^{++}$ 10	12.0	(10)(50) / 12.0 = 41.0
$\text{Sr}^{++}$ 2	43.8	(2)(50) / 43.8 = 2.3
		total hardness = 80.3 mg/ℓ

viii) 탄산경도의 Softening

① 석회유 {Ca(OH)<sub>2</sub>}, NaOH 에 의한 침전

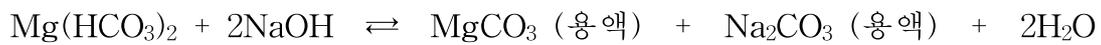
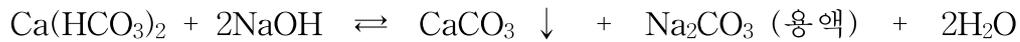
<Ca(OH)<sub>2</sub>>



계속 첨가 ↓



<NaOH>



계속 첨가 ↓



② ion exchange

ix) 영구 경도의 softening (by Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> '소다회')



② Ca(OH)<sub>2</sub> 와 소오다회의 2단 처리



다음은 다음 ① 와 같음

③ ion exchange

ex) hard water softening에서 석회유, Soda ash (무수탄산나트륨)

침전법으로 평형에 도달했을 때의 hardness를 求.

$$\text{단 } K_{s1} = [\text{Ca}^{++}] [\text{CO}_3^{2-}] = 4.82 \times 10^{-9} \text{ (25}^\circ\text{C)}$$

$$K_{s2} = [\text{Mg}^{++}] [\text{OH}^-]^2 = 9.0 \times 10^{-12} \text{ (25}^\circ\text{C)}$$

<sol>

$$\textcircled{1} \text{ Ca}^{++} = x \text{ mol/} \ell$$

$$K_{s1} = x^2 = 4.82 \times 10^{-9} \rightarrow x = 0.094 \times 10^{-4} \text{ mol/} \ell$$

$\text{Ca}^{++}$  이온농도 : 경도 =  $\text{Ca}^{++}$  이온당량 :  $\text{CaCO}_3$  당량

$$\text{Ca}^{++} \text{ 경도} = 6.9 + \text{CaCO}_3 \text{ mg/} \ell$$

$$\text{Mg}^{++} = y \text{ mol/} \ell \quad [\text{Mg}(\text{OH})_2 = \text{Mg}^{++} + 2(\text{OH}^-)]$$

$\text{Mg}^{++}$  이온농도 : 경도 =  $\text{Mg}^{++}$  당량 :  $\text{CaCO}_3$  당량

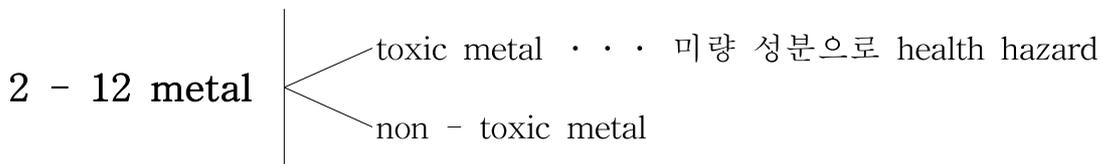
$$1.31 \times 10^{-4} \left[ \frac{\text{mol}}{\ell} \right] \left[ \frac{24 \text{gMg}^{++}}{\text{molMg}^{++}} \right] \left[ \frac{1000 \text{mg}}{\text{g}} \right] : \text{경도} = 12:50$$

$$\text{Mg}^{++} \text{ 경도} = 13.1 \text{ CaCO}_3 \text{ mg/} \ell$$

침전법에 의해 도달할 수 있는 hardness = 6.94 + 13.1 = 20  $\text{CaCO}_3$  mg/  $\ell$

x) Soft water < 50 mg/  $\ell$  as  $\text{CaCO}_3$

hard water 150 ~ 300 mg/  $\ell$



measurement : AA (atom absorption spectrophotometer)

① non - toxic metal

i) 경도 ion . . .  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$

ii) Na . . . 대표적 비독성 금속, 높은 반응성, 금속표면 부식

iii) Fe, Mn . . . color problem

bacteria에 의해 slime 형성

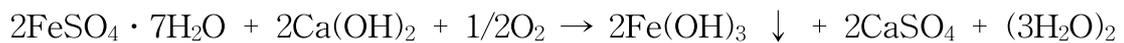
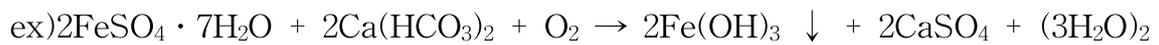
Fe 특히 철분은  $FeCl_2$ ,  $Fe(HCO_3)_2$ ,  $Fe(SO_4)$  로 존재

산화



↓

침전



→ 따라서 Fe는  $O_2$ 가 존재하지 않는 지하수, 심층 등에서 존재

② toxic metal

i) As (arsenic)                      Cu (copper)

    Cd (cadmium)                     Zn (zinc)

    Cr (chromium)

    Pb (lead)

    Hg (mercury)

ii) food chain에 의해 cumulation