

11) 질소화합물(Nitrogen: N)

1. T-N(Total Nitrogen)

- 물속에 존재하는 질소화합물은 유기질소(단백질, 아미노산, 핵산 등)와 무기질소(암모니아성 질소, 아질산성질소, 질산성질소) 형태로 존재하며 물속에 존재하는 여러가지 형태의 질소를 모두 합한 질소를 말한다.

암모니아성질소($\text{NH}_3\text{-N}$) + 아질산성질소($\text{NO}_2\text{-N}$) + 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$) + 유기질소 (Org.-N)

- 수질오염 및 음용수 등 위생학적 지표
- 발생원 : 생활하수, 분뇨, 축산, 산업폐수 등
- 단백질,아미노산,요소,요산 등 유기질소 → 생물학적 분해 → 무기질 소화
- 질소분석
 - TKN(Total Kjeldhal Nitrogen) : 암모니아성 질소 + 유기질소
 - $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$: 개별시험법 적용(적정법, 기기분석)
 - TN : 직접분석, 합산법

가) 유기질소

질소가 탄소와 함께 결합된 물질로서 단백질, 아미노산 및 핵산 등이 해당되며 유기 질소는 분자량이 커서 세균의 세포막으로 이동되지 못하여 직접 세균의 먹이가 될 수 없고 가수분해되어 섭취된다.

나) 총킬달질소(TKN, Total Kjeldahl Nitrogen)

유기물질이 분해되어 암모니아 형태로 발생한 질소와 원래 존재하던 암모니아 질소와의 합을 킬달질소라고 한다. 즉 유기질소와 암모니아성 질소의 합을 의미한다.

다) 암모니아성 질소

유기질소가 가수분해되어 생성된다. $\text{NH}_4\text{-N}$ 으로 표시되며 미생물의 동화작용으로 세포질의 성분이 되며 이화작용으로 질산성 질소로 질산화되고 탈질반응에 의해 질소가 스로 전환되어 최종 제거된다.

라) 질산성 질소

암모니아성 질소가 독립영양미생물의 이화작용으로 질산화 되어 생성된다. $\text{NO}_3\text{-N}$ 으로 표시되며 이는 종속영양미생물에 의해 탈질되어 최종 제거된다.

12) 알칼리도(Alkalinity)

- 수계에 산이 유입 될때 이를 중화할 수 있는 능력의 척도로 표시
 - ➔ 알칼리성 상태에서 산을 주입시켜 일정 pH까지 낮출 때의 정도
 - ➔ 양성자를 수용할 수 있는 능력
 - 알칼리도 유발물질 : 수산화물(OH⁻), 탄산염(CO₃²⁻), 중탄산염(HCO₃⁻)
-
- ➔ **P-알칼리도(Phenolphthalein alkalinity)**

알칼리상태의 물에 산(0.02N H₂SO₄, HCl 등)을 가하여 pH 8.3까지 낮추는데 소모된 산의 양을 CaCO₃로 환산한 값
 - ➔ **M-알칼리도(methylorange alkalinity) or 총알칼리도**

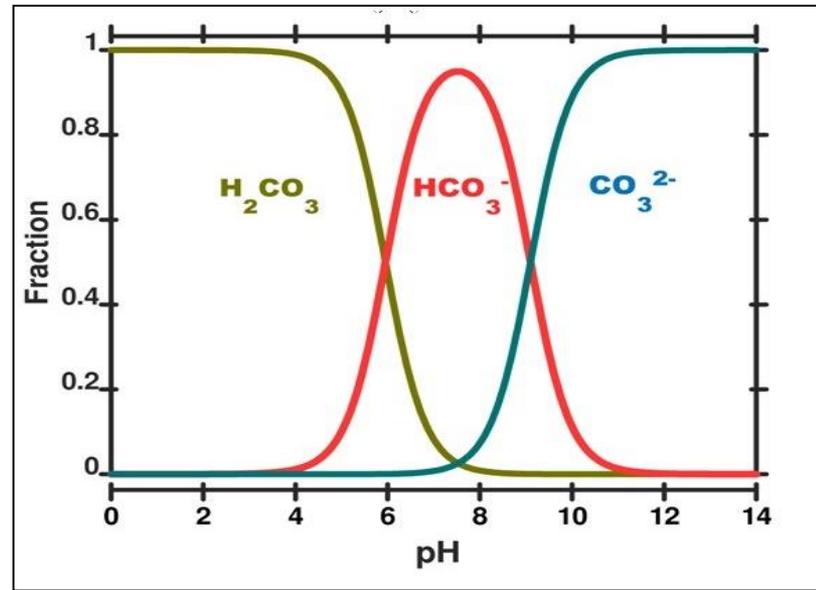
P-알칼리도의 pH 8.3에서 pH 4.5까지 낮추는데 주입되는 산의 양을 CaCO₃로 환산한 값
 - ➔ 알칼리도 계산

알칼리도(mg/L as CaCO₃)

= 주입 산의 부피(ml) x 주입 산의 농도(N) x 50,000/시료부피(ml)

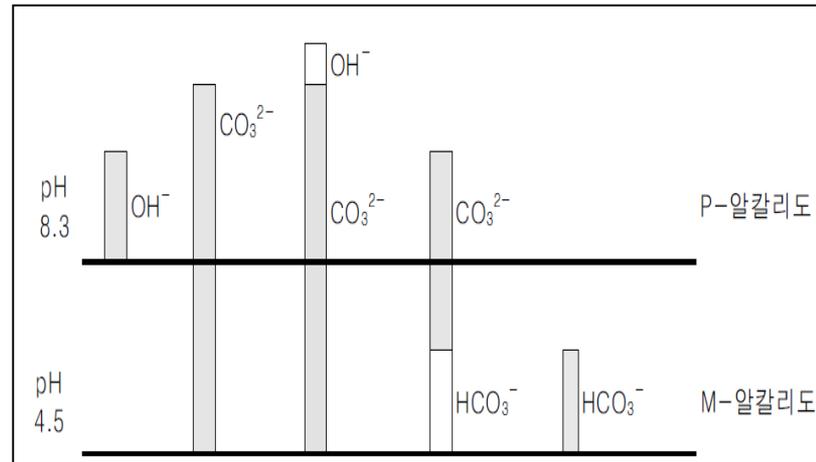
1. 알칼리도 개요

- 1) 알칼리성 또는 알칼리와는 달리 어떤 수계에 산이 유입될 때 이를 중화시킬 수 있는 능력의 척도로 표시하며, 유발물질로는 수산화물(OH⁻), 중탄산염(HCO₃⁻), 탄산염(CO₃²⁻) 등이다
- 2) 알칼리성 상태에 있는 물(시료)에 염산이나 황산 등을 주입하여, pH 8.3까지 낮추는데 소모된 산의 양을 탄산칼슘(CaCO₃ ppm)으로 환산한 값을 P-알칼리도(페놀프탈레인 알칼리도)라고 한다.
- 3) 그리고, pH 4.5까지 메틸오렌지 지시약을 사용하여, pH를 낮추는데 주입된 산의 양을 탄산칼슘으로 환산한 값을 M-알칼리도 또는 총 알칼리도라고 한다.
- 4) 알칼리도는 화학적 응집처리시의 적정 pH 유지 및 응집효과 촉진과 물의 연수화시 석회와 소다회의 소요량 계산 등 산업폐수의 pH는 물론 생물학적 폐수처리의 순응 여부를 결정하기 위하여 이용된다



<그림> pH에 따른 알칼리도

<http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId>



<그림> 알칼리도 유발 이온을 함유한 물의 적정에 대한 도식적 표시

2. 알카리도 자료 이용

- ✓ 폐수처리시 적정 pH 조건 유지
- ✓ 물의 연수화 과정에서 석회, 소다회 주입량 계산
- ✓ 응집과정에서 응집제 주입시 적정 pH 유지 및 응집 효과
- ✓ 부식제어 변수인 Langelier 포화지수 계산시 이용
- ✓ 생물학적 폐수처리를 위한 적정 pH

(1) 수질관리

- 용수 및 폐수의 응집을 효과적으로 행하려면, 응집제를 완전히 가수분해시키고, 금속수산화물의 floc을 생성하는데 충분한 알칼리도가 필요하다
- 일반적으로 Al^{3+} , Fe^{3+} 등의 응집제를 첨가하면 알칼리도와 반응하여 수산화물이 되고 pH를 저하시키려고 하나, 충분한 알칼리도가 존재하면 완충작용에 의하여 pH 저하는 급격히 일어나지 않는다.
- 알칼리도가 부족할 때는, 인위적인 첨가가 필요하며, 과대할 때는 응집제 소비량 증가로 비경제적
- 침전법에 의한 물의 연수화 과정에 소요되는 석회 또는 석회-소다회의 양을 계산하는데 반드시 고려
- 수산화물 알칼리도를 나타내는 대부분의 산업폐수는 방류하기전에 반드시 중화
- 약품의 양, 저장 장소 및 비용 등은 알칼리도에 대한 실험데이터에 의해 결정된다.

(2) 보일러 용수

- 보일러 용수는 탄산염 알칼리도와 수산화물 알칼리도를 포함한다. 모두 공급수 중의 탄산수소염으로부터 유도된다.
- 이산화탄소는 보일러용수에 녹지 않으며, 수증기와 함께 제거되기 때문에 pH가 증가하게 되고, 알칼리도의 형태가 탄산수소염 → 탄산염 → 수산화물 형태로 바뀐다.
- 극심한 상태에서는 pH 11.0 넘는 때도 자주 있다.



<그림> 보일러 배관 스케일 형성

13) 경도(Hardness)

- 물 속에 용해되어 있는 Ca^{2+} , Mg^{2+} 이온의 총량을 CaCO_3 로 환산, 표시
 - 물의 세기 정도를 말함
 - 경도 유발물질 : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+}
- 수중 2가 양이온들은 비누 등의 계면활성제와 착물형성
→ 세정작용 방해
 - 음이온과 결합하여 침전 → Scale 형성
→ 결합가능 음이온 : HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , SiO_3^{2-}
- 연 수(단 물) : 0 – 75 mg/L as CaCO_3
 - 약한 경수(약한 센물) : 75 – 150 mg/L as CaCO_3
 - 경 수(센 물) : 150 – 300 mg/L as CaCO_3
 - 고 경 수(아주 센물) : 300 mg/L 이상 as CaCO_3

1. 경도 개요

1) 경도

수중에 용해되어 있는 Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} 등의 2가 이상의 양이온을 석회석 (CaCO_3)으로 환산한 값

2) 경도 구분

(1) 탄산경도(일시경도) : 경도 및 알칼리도 유발물질이 결합된 것으로, 가열하면 침전된다.

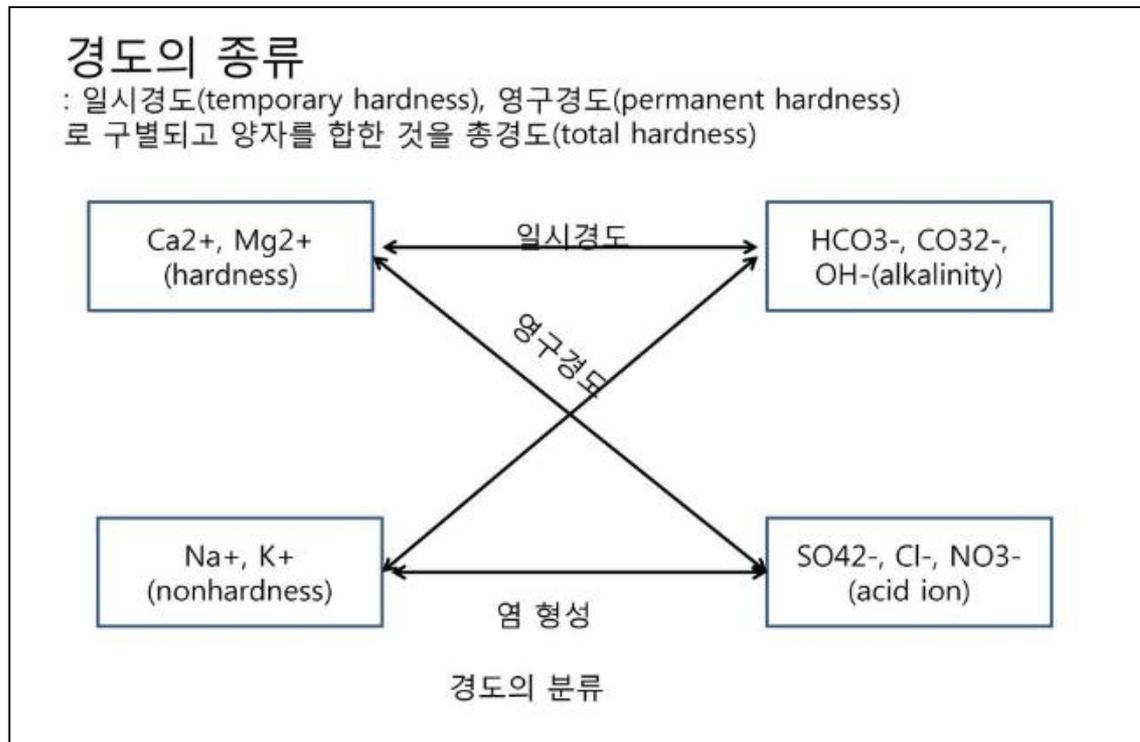
-> 일시경도 물질 : $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$

(2) 비탄산경도(영구경도) : 경도 및 산도유발물질이 결합된 것으로, 가열해도 제거되지 않는다.

-> 영구경도 물질 : CaSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 등

- | | | |
|---|---|----------------------------------|
| • 알칼리도(Alkalinity) : OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- | } | 탄산(일시)경도 |
| • 경도(Hardness) : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} | | carbonate(temporary)hardness |
| • 산도(Acidity) : SO_4^{2-} , SiO_3^{2-} , Cl^- , NO_3^- | } | 비탄산(영구)경도 |
| • 알칼리도 유발물질 + (Na^+ , K^+ ...) → 가(유사)경도(negative hardness) | | non-carbonate(permanent)hardness |
| • 산도 유발물질 + (Na^+ , K^+ ...) → 염분(salts) | | |

- 3) 경도의 원인 물질은 토양과 지각에서 생기는 경우가 많지만 폐수 또는 해수의 혼입에 의해 일어나기도 한다.
- 4) 경도가 높은 물을 보일러 용수로 사용할 경우, 배관에 스케일이 발생하고, 비누와 반응하여 침전물이 생기고 거품이 잘 일어나지 않아 경제적인 손실을 가져온다.
- 5) 경도를 낮추는 법은 침전 제거법, 착염법, 양이온교환수지법 등이 있음.



● 경도 계산

수중에 함유되어 있는 2가 금속이온(경도 유발물질)의 양을 당량수로 환산하여 CaCO_3 1당량에 해당되는 50으로 곱하여 산정한다.

$$\text{경도}(\text{mg/L as CaCO}_3) = M^{2+} \times 50/M^{2+} \text{의 당량}$$

ex) 다음 분석자료의 경도를 계산하시오.

양이온	농도(mg/L)	원자량
Na^+	20	23
Ca^{2+}	15	40
Mg^{2+}	10	24.4
Sr^{2+}	2	87.6
Cl^-	40	35.5

sol) 분석이온 중 Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} 경도 유발

유발물질	당량	경도 계산
Ca^{2+}	20	$(15)(50)/20.0 = 37.5$
Mg^{2+}	12.2	$(10)(50)/12.2 = 41.0$
Sr^{2+}	43.8	$(2)(50)/43.8 = 2.3$
		총 경도 = 80.8

2. 경수와 연수

1) 경수

- 경수에는 석회염, 칼슘, 마그네슘, 철, 구리, 질산염, 염화염, 실리콘, 나트륨 등의 물질들이 포함되어 있는데, 그 중에서도 칼슘과 마그네슘이 가장 많이 용해되어 있다.
- 이들은 독립된 원소로 용해되어 있는 것이 아니라 중탄산염, 황산염, 질산염 그리고 염화물로 녹아 있고, 이처럼 광물질을 함유하고 있는 물을 경수라고 한다.

2) 연수

- 연수는 경수에 함유되어 있는 광물질의 양이 낮은 물로서, 일반적으로 저수지, 호수, 강에서 취수하는 물을 말한다.

경도		ppm
연수	강연수	0-40
	연수	40-80
	약연수	80-120
경수	약경수	120-180
	경수	180-300
	강경수	300ppm 이상

3) 경수가 산업분야에 미치는 영향

- 도금산업에서의 경수의 물은 도금 층의 밀착불량과 피막 변색, 줄무늬와 반점 발생의 문제를 유발함
- 섬유염색공정에서는 정련 및 세정 불량과 염색 방해, 세정공정에서 노즐의 막힘 현상이 발생됨
- 그외 산업분야에 사용되는 가열기, 배관, 열교환기, 냉각시스템에 스케일이 형성되어 열효율이 감소 및 수명 단축의 문제 발생됨

4) 경수가 가정에 미치는 영향

- 경수 속의 이온들이 비누와 먼저 결합 반응하여, 세척효과를 떨어뜨리며, 비누의 거품을 만드는데 다량의 비누가 소비된다.
- 흰색 세탁물의 변색화와 의류의 수명을 감소시키며, 의류에 비누 때 및 세제 침적물이 응결기도 함.
- 보일러, 온수관 등의 설비에 scale을 만들어 각종 장치의 장애를 일으키며 열효율을 떨어뜨린다.
- 경수로 채소, 과일 등을 세척하면, 맛에 텁텁함이 발생하고, 커피나 녹차 등에서 막을 형성하여 맛을 감소
- 칼슘, 마그네슘, 철, 구리 등과 같은 각종 무기성 성분은 체내에서 소화 흡수가 되지 않아, 인체에 축적되어 신장결석, 관절염, 변비 등을 일으키는 원인이 된다.

감사합니다!!!