**비색법(Colorimetric Method) 개념 정리**

1. **원리(Beer-Lambert Law)**
   * **시료 속 특정 물질(분석물질)과 시약이 반응하여 생성된 착색물의 빛 흡수 정도(흡광도)를 측정하는 방식입니다.**
   * **Beer-Lambert Law(비어-람베르트 법칙)에 따르면, 흡광도(Absorbance, A)는 물질의 농도(C)와 빛이 지나는 경로 길이(l)에 비례합니다. A=ϵ×l×C A = \epsilon \times l \times CA=ϵ×l×C 여기서**
     + **AAA : 흡광도(Absorbance)**
     + **ϵ\epsilonϵ : 물질(착색물)의 몰 흡광 계수(Molar Absorptivity)**
     + **lll : 광로 길이(Path Length)**
     + **CCC : 농도(Concentration)**
2. **측정 방법**
   * **시료 전처리 → 시약 첨가/반응 → 발색(착색) → 흡광도 측정**
   * **발색이 일어난 용액의 색상 농도를 분광광도계(Spectrophotometer)나 컬러리미터(Colorimeter)로 측정하여, 제조사나 실험실에서 제공하는 \*\*캘리브레이션 곡선(검량선)\*\*을 이용해 농도를 산출합니다.**
3. **장단점**
   * **장점:**
     + **시약을 간단히 첨가해 색상 변화를 관찰함으로써 쉽게 농도를 추정할 수 있습니다.**
     + **현장용 키트로 간단히 측정이 가능하고, 고가의 장비가 없어도 컬러 매칭(색 비교표)만으로 대략적인 농도를 알 수 있습니다.**
   * **단점:**
     + **시료 중 색이 탁하거나 여러 물질이 섞여 있어 배경색이 강하면, 분석물질로 인한 발색 효과가 왜곡될 수 있습니다.**
     + **정량적인 결과를 얻으려면 분광광도계 등 비교적 정밀한 기기와 적절한 검량선이 필요합니다.**

**1. 암모니아성 질소 (NH₃-N)**

1. **측정 범위:** 0.0 ~ 5.0 ppm (키트 사양에 따라 다름)
2. **일반적 원리:**
   * **Nessler 반응** 또는 **페네이트(Phenate) 반응**을 사용해 암모니아가 시약과 반응, **착색**됨.
   * 예) 네슬러 시약(K₂HgI₄ + KOH) → 시료 중 NH₃-N과 결합하여 **황갈색** 착색
   * 예) 페네이트 시약(페놀, 차아염소산나트륨, 나이트로프루시드나트륨 등) → **청색** 착색
   * 착색 농도를 컬러 비교표 혹은 분광광도계로 측정 → 농도 환산

**2. 질산성 질소 (NO₃–N)**

1. **측정 범위:** 0.0 ~ 1.5 ppm
2. **일반적 원리:**
   * **카드뮴(Cd) 환원법**이 가장 널리 쓰임. 시료 속 질산(NO₃–)을 \*\*아질산(NO₂–)\*\*으로 환원 → 설파닐아미드 + NED(1-naphthylethylenediamine) 반응 → **적자색** 착색
   * 착색 농도를 통해 질산성 질소 농도 측정

**3. 인산성 인 (PO₄³–P)**

1. **측정 범위:** 0.0 ~ 3.0 ppm
2. **일반적 원리:**
   * **몰리브데넘 블루(Molybdenum Blue)법**: PO₄³– + 몰리브데이트 + 안티모니/아스코르브산 등 → **청색** 착색
   * 발색된 청색의 흡광도(또는 색 농도)를 이용해 인 농도 결정

**4. 철 (Fe2+/Fe3+)**

1. **측정 범위**: (이미지상 정확한 범위는 확인 어려우나 010 mg/L 등 다양한 키트 존재)
2. **일반적 원리:**
   * **비색법**으로 측정하는 경우가 많으며, 흔히 **o-페난트롤린(1,10-Phenanthroline)** 반응을 이용(Fe2+가 주 반응). Fe3+ 측정 시는 **하이드록실아민 등**으로 Fe3+를 Fe2+로 환원 후 총철을 측정.
   * 반응 후 **주황~붉은색** 착색 정도를 통해 농도 확인

**5. DO (용존산소, Dissolved Oxygen)**

1. **측정 범위:** 0.0 ~ 20.0 ppm
2. **일반적 원리(대표 예시)**
   * **윙클러(Winkler) 적정법**을 간단화하거나, **요오드(Iodometric) 비색법**을 키트화한 사례가 많음.
   * (1) 시료에 MnSO₄, 알칼리성 KI 용액 투여 → 시료 내 O₂가 Mn(II)을 Mn(III) 산화물로 산화
   * (2) 산성화 시 방출되는 I₂(아이오딘)의 양을 **착색 반응**으로 확인 → DO(용존산소) 함량을 추정

**6. COD (화학적 산소 요구량)**

1. **측정 범위:** 0 ~ 120 ppm (종류에 따라 0 ~ 300 ppm 등 다양한 스펙)
2. **일반적 원리:**
   * **중크롬산칼륨(K₂Cr₂O₇) 산화법**이나 **과망간산칼륨(KMnO₄) 법**을 간단화한 형태.
   * 시료 내 유기물이 \*\*산화제(K₂Cr₂O₇ 또는 KMnO₄)\*\*에 의해 산화되면서 시약의 색상 혹은 잔류량 변화를 비색법으로 측정.
   * (예) 중크롬산 사용 시 Cr(VI) → Cr(III) 환원 정도를 확인하여 COD 계산

**7. pH (1 ~ 10 범위)**

1. **측정 범위:** pH 1 ~ 10
2. **일반적 원리:**
   * 대부분 \*\*pH 지시약(Indicator)\*\*을 사용한 **칼라매칭(Color matching)** 방식. (예: 브로모티몰 블루, 페놀프탈레인, 메틸레드 등)
   * 시료에 지시약을 떨어뜨려 생기는 **색 변화**로 pH 추정

**8. 염소(Chlorine, 잔류 염소)**

1. **측정 범위**: (이미지에는 02 mg/L, 0~10 mg/L 등으로 나오기도 함)
2. **일반적 원리:**
   * **DPD(Diethyl-p-phenylenediamine) 발색법**을 가장 널리 사용.
   * 시료 내 잔류 염소(유리 염소, 결합 염소)가 **DPD**와 반응하면 붉은색 계열로 발색 → 색 농도 비교.

**기타 사항**

1. **측정 방식**
   * 대부분 \*\*비색법(Colorimetric method)\*\*을 기반으로 하며, “시료 + 시약 반응 → 발색 → 색 비교표 or 분광광도계” 구조가 공통적입니다.
   * DO 같은 경우는 적정법 기반을 **간이 키트화**한 형태가 많고, 염소∙철∙암모니아∙인∙질산 등은 비색법(착색반응) 측정이 주류입니다.
2. **주의사항**
   * 각 품목별로 **반응 시간**, **온도**, **pH 조건** 등을 반드시 지켜야 재현성 있는 결과를 얻습니다.
   * 탁도가 높은 시료는 색 판정에 오차가 커질 수 있으므로 **여과** 또는 **희석** 후 측정이 권장될 수도 있습니다.
   * COD 측정 시에는 중크롬산 같은 **독성 시약**을 쓰는 경우가 많으므로, **폐수처리** 및 안전 취급에 유의해야 합니다.
3. **제조사별 특성**
   * 세창인스트루먼트(또는 EZMKit)에서도 자체적인 **시약 포장 기술**과 **보조 첨가제**를 사용해 반응 과정을 간소화하거나, 측정 범위를 넓히고 있습니다.
   * 그러나 발색에 의한 “색 농도 → 농도 환산”이라는 **비색법의 근본 원리**는 공통적으로 적용됩니다.

**결론**

* **첨부 자료**(Water Monitoring Kit Set, EZMKit 등)에 나오는 수질 항목(암모니아, 질산, 인, 철, DO, COD, pH, 염소 등)은 기본적으로 **비색법** 혹은 **적정법**을 간소화·키트화한 형태입니다.
* 각 항목마다 대표적인 **착색 반응(시약 + 수질 항목) → 색 비교/흡광 측정**이라는 동일 구조를 가지며, 세부적인 시약 조성이나 절차는 **제조사에서 간편하게 구성**해 놓은 것이 특징입니다.