

퇴적물 입도-2 mm 미만 입자

2025

(Sand, Silt and Clay percent)

1.0 개요

1.1 목적

이 시험기준은 퇴적물 측정량의 2 mm 미만 입자의 입도를 측정하기 위한 방법으로 모래, 실트, 점토의 비율을 측정한다. 우선 퇴적물에 포함된 유기물을 제거하고, 유기물이 제거된 시료를 체질하여(체눈 크기 0.063 mm) 모래 및 실트와 점토의 혼합물로 나눈다. 모래는 건조시켜 무게를 측정하고 실트와 점토는 입자크기분석기를 사용하여 각각의 무게를 구한다. 단, 모래(0.063 mm 이상) 측정이 가능한 분석기를 사용할 경우 체질 과정을 생략하고 입자크기분석기를 이용하면 분석이 가능하다.

1.2 적용범위

1.2.1 하천 및 호소의 퇴적물 시료채취 시 적용한다.

1.3 간섭물질

1.3.1 물리적 간섭

체를 여러 번 사용할 경우에는 퇴적물이 체에 남아 다음 시료를 오염시킬 가능성이 있으므로 반드시 세척용 솔을 이용하여 완전히 세척하고 건조시켜 사용한다.

2.0 용어정의

“내용 없음”

3.0 분석기기 및 기구

3.1 입자크기분석기 (particle size analyzer, PSA)

입도 분석기는 광학적 원리를 이용하여 입자 크기를 측정한다. 입자를 용매에 분산시킨 후 레이저를 쏘아 산란되는 빛의 산란각을 측정하며, 산란각에 따라 입자 크기를 구분하여 알 수 있다. 0.002 mm ~ 0.15 mm 범위의 퇴적물 입자를 동시에 측정할 수 있는 기기를 사용하도록 한다.

3.2 분석용 저울

0.001 g까지 무게를 측정할 수 있는 전자저울을 사용한다.

3.3 건조기

60 °C ~ 150 °C 범위에서 온도조절이 가능한 것으로 한다.

3.4 가열판

500 mL 비커를 올려놓고 가열해야 하므로 가열판이 넓을수록 좋다. 가열판의 온도 조절 범위는 50 °C ~ 120 °C이다.

3.5 원심분리기

3.6 초음파기

3.7 체 (sieve)와 체진탕기

체눈 크기 2 mm인 것과 0.063 mm인 표준체, 체반이와 커버, 체를 걸 수 있는 체진탕기를 사용한다.

3.8 비커

유리 재질의 것으로 용량 3 000 mL, 500 mL, 250 mL, 50 mL를 사용한다.

3.9 깔때기

지름이 25.4 cm로 표준체와 같은 크기의 것을 사용하고, 플라스틱 재질로 된 것을 사용한다.

4.0 시약 및 표준용액

4.1 과산화수소 (hydrogen peroxide, H_2O_2 , 6 %)

4.2 칼곤 용액 (calgon solution, 2 %)

헥사메타인산소듐 (sodium hexametaphosphate, $(NaPO_3)_6$, 분자량 : 611.57) 20 g을 500 mL 유리 비커에 넣고 정제수 300 mL을 붓는다. 그리고 가열판 위에서 헥사메타인산소듐이 다 녹을 때까지 90 °C로 가열한다. 이 때 용액이 끓어 넘치지 않도록 주의한다. 헥사메타인산소듐이 다 녹으면 방냉하여 식히고, 실온으로 식으면 1 000 mL 부피플라스크에 넣고, 정제수로 표선까지 채워 만든다.

5.0 시료채취 및 관리

5.1 시료채취

ES 04160.1 퇴적물 채취 및 분석용 시료조제에 따른다.

5.2 관리

냉장된 시료를 실온으로 하여 철저히 혼합한다.

6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

“내용 없음”

7.0 분석절차

7.1 전처리

7.1.1 유기물 제거

7.1.1.1 입도 분석용 시료를 고루 혼합한 후 모래가 많은 시료는 50 g 정도, 실트와 점토가 많은 시료는 20 g ~ 30 g정도 취하여 500 mL 비커에 담는다.

7.1.1.2 비커에 담긴 시료에 과산화수소를 가해 유기물을 분해시킨다. 유기물이 분해되면서 입자가 분산될 수 있게 과산화수소를 천천히 가한다. 시료에 과산화수소를 가하게 되면 흰 연기와 거품이 발생하며 유기물이 많을수록 거품이 많이 발생한다. 따라서 반응 과정에서 시료가 넘치지 않도록 과산화수소를 조심스럽게 가한다.

7.1.1.3 유기물의 완전한 분해를 위해 반응이 완전히 끝나 더 이상 시료에서 거품이 올라오지 않을 때까지 반응을 시킨다. 실온에서 실험 시 유기물 분해 반응이 완전히 끝나면, 과산화수소를 가해도 더 이상 반응이 일어나지 않는다.

7.1.1.4 실온에서의 반응이 끝나면, 시료가 담긴 500 mL 비커를 가열판 위에 올리고 시료가 끓지 않을 정도로 가열한다(40 ℃ ~ 90 ℃). 이 과정 또한 유기물을 제거하기 위한 과정이므로 유기물이 완전히 분해되어 반응이 더 이상 일어나지 않을 때까지 가열한다. 거품이 넘치지 않도록 조심스럽게 가열해야 하며 가열 중 시료가 마르지 않도록 주의한다.

7.1.1.5 반응이 끝나면, 시료가 담긴 500 mL 비커를 가열판에서 내려놓고 식힌다. 실온까지 시료의 온도가 내려가면 상층액을 주의해서 따라버리고, 정제수를 이용해

시료가 충분히 잠길 수 있을 정도로 다시 비커를 채운다. 상층액을 따라낼 때는 퇴적물이 부유되어 흘러나가지 않도록 주의해야 한다. 정제수를 채운 후 시료를 가라앉히고 상층액을 따라내는 과정을 3회 반복한다.

7.3 측정법

유기물을 제거한 퇴적물을 우선 두 부분(모래, 실트와 점토 혼합물)으로 나누고 모래의 무게를 측정하기 위하여 습식 체질 또는 건식 체질을 한다. 그 다음 입도 분석기를 사용하여 실트와 점토 혼합물로부터 각각의 무게를 구한다. 건식 체질은 모래가 많은 시료에 적용한다.

7.3.1 습식 체질

7.3.1.1 모래를 체 위에 남기고 실트와 점토 혼합물을 체 아래에 모을 수 있도록, 0.063 mm 눈금의 표준체를 깔때기 위에 끼우고 이를 3 L 비커 위에 걸쳐 놓는다.

7.3.1.2 7.1.1 과정에서 과산화수소 처리를 통해 유기물 제거가 끝난 시료를 표준체 위로 조심스럽게 붓는다. 이 때 비커의 벽면에 붙어 있는 입자를 정제수와 붓으로 모두 씻어 내어 표준체 위로 부어야 한다.

7.3.1.3 붓과 정제수를 이용하여 체에 손상이 가지 않도록 조심하며 체질한다. 체질할 때는 정제수병을 이용하여 정제수를 가하고 붓을 대각선 방향으로 움직이며 부드럽게 표준체 표면을 문지른다. 체질할 때 큰 입자에 의해 표준체가 찢어지지 않도록 조심해야 한다.

7.3.1.4 체질을 하면서 깔때기 밑으로 나오는 물의 혼탁도를 관찰하여, 더 이상 혼탁액이 나오지 않을 정도까지 체질한다. 또한 체질할 때 가능한 물을 적게 사용할 수 있게 한다.

7.3.1.5 체질이 끝나면 표준체와 깔때기를 분리하고 깔때기에 묻은 입자를 정제수로 씻어 3 L 비커에 합친다.

7.3.1.6 물을 이용해서 표준체에 남아있는 0.063 mm 이상의 모래 입자를 한데

모으고 250 mL 비커에 받는다.

7.3.1.7 3 L 비커에 수집된 실트와 점토 혼탁액을 가라앉힌 후 상층액을 따라버린다. 이 과정에서 퇴적물이 부유되어 흘러나가지 않도록 조심한다.

7.3.1.8 3 L 비커 바닥에 남은 실트와 점토를 잘 혼합한 후 적당한 크기의 데시케이터에 옮겨 90 °C 정도에서 하룻밤 이상 건조시킨다. 건조된 시료의 무게를 0.01 g 까지 측정하고 7.3.3 실트와 점토 측정 방법에 따라 각각의 무게를 구한다.

7.3.1.9 모래 입자가 담긴 250 mL 비커를 건조기에 넣고 90 °C 정도에서 하룻밤 이상 건조시킨다.

7.3.1.10 건조시킨 모래 입자 시료의 무게를 0.01 g 까지 측정한다.

7.3.2 건식 체질

7.3.2.1 유기물 제거가 끝난 시료를 전량 건조기에 넣고 90 °C 정도에서 하룻밤 이상 건조시킨다.

7.3.2.2 건조된 시료를 깨끗한 막자사발이나 나무막대를 이용하여 부드럽게 부수어 입자가 각각 구분 될 수 있게 한다. 이 때 막자사발은 유리, 석영, 마노제 등의 재질로 이루어진 것을 사용한다. 또한 이 과정에서 모래가 부서지지 않도록 주의한다.

7.3.2.3 체진탕기에 체받이와 체(체눈 크기 0.063 mm)를 차례로 끼운 다음 시료를 10분간 체질한다.

7.3.2.4 넓은 정사각형의 종이(30 cm × 30 cm 이상)를 2장 깔고 0.063 mm 이상 ~ 2 mm 미만의 모래(체에 남은 입자)와 0.063 mm 미만의 실트 및 점토(받침통에 모인 입자)를 각각 모은다. 체를 잘 비우기 위해 체의 가장자리를 손바닥으로 두들기거나 솔로 체 눈을 솔질하여 시료가 좀 더 쉽게 분리 될 수 있도록 한다. 체를 비운 후 시료를 모은 각각의 종이에 체의 눈금 크기를 표시한다.

7.3.2.5 모래, 실트와 점토 혼합물의 무게를 각각 0.01 g까지 측정한다.

7.3.2.6 0.063 mm 미만의 실트와 점토 혼합물을 대상으로 7.3.3 실트와 점토 측정 방법에 따라 입도 분석을 실시한다.

7.3.3 실트와 점토 측정

7.3.3.1 입자크기분석기 매뉴얼에서 권장하는 양만큼 시료를 취하여 무게를 0.01 g 까지 정확히 측정한다. 그 후 100 mL 삼각플라스크에 무게를 측정한 시료를 넣고 정제수 95 mL를 가한다. 시료와 정제수가 혼합되어 있는 플라스크에 분산제(2 % 칼콘 용액)를 가하여 100 mL의 부피를 맞춘다. 제작된 100 mL의 시료를 초음파기를 이용하여 1시간 이상 초음파 처리 한다.

7.3.3.2 초음파 처리한 시료를 대상으로 입자크기분석기의 매뉴얼에서 권장하는 방법에 따라 입도 분석을 실시한다. 실트와 점토 혼합물에 포함된 0.004 mm 이상 ~ 0.063 mm 미만의 실트와 0.004 mm 미만의 점토 각각의 무게를 구한다.

7.3.3.3 건식 체질이나 습식 체질 때 얻은 실트와 점토 혼합물 시료 중 일부만 기기에 주입하였을 경우, 실트와 점토 각각의 총 무게를 환산한다. 식 1, 식 2, 식 3에 따라 모래, 실트, 점토의 성분 백분율을 계산한다.

7.3.3.4 입자크기분석기 사용 후 충분히 세척하여 다음 시료 분석 시 영향이 없게 한다.

8.0 결과보고

8.1 계산

$$\text{모래 \%} = \frac{(\text{모래 무게})}{\text{총시료 무게}} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

$$\text{실트 \%} = \frac{(\text{실트 무게})}{\text{총시료 무게}} \times 100 \quad (\text{식 2})$$

$$\text{점토 \%} = \frac{(\text{점토 무게})}{\text{총시료무게}} \times 100 \quad (\text{식 } 3)$$

여기서, 총 시료 무게 = 모래와 0.063 mm 눈금 체를 통과한 시료 무게의 합 (g)

모래 무게 : 0.063 mm 눈금 체에 남은 입자 무게 (g)

실트 무게 : 0.063 mm 눈금 체를 통과한 시료 중 크기 0.004 mm
이상의 입자 무게 (g)

점토 무게 : 0.063 mm 눈금 체를 통과한 시료 중 크기 0.004 mm
미만의 입자 무게 (g)

8.2 결과 보고

소수점 이하 첫째 자리까지 보고한다.

9.0 참고자료

9.1 토양오염공정시험기준, 환경부, (2022)

9.2 해양환경공정시험기준, 국립수산과학원, (2023)

9.3 하천·호소퇴적물 모니터링시범사업(III), 국립환경과학원, 2010

9.4 環境廳水質保全局水質管理課編 改訂版 低質調査方法とその解説, 環境測定分析協會發行. 丸善. 東京. 日本, 1988

10.0 부록

표 1. 입자 크기에 따른 모래, 실트, 점토 구분

입자 구분	입자 크기
모래	0.063 mm 이상 ~ 2 mm 미만
실트	0.004 mm 이상 ~ 0.063 mm 미만
점토	0.004 mm 미만