

해저드리터러시
융합교육연구소

해저드리터러시
교육 프로그램



해저드 리터러시
융합 교육 연구소

지권의 비밀?

싱크홀의 원리 탐험하기



1. 수업 프로그램 설명

본 프로그램은 ‘땅이 갑자기 꺼지는 이유는 무엇일까?’라는 질문을 중심으로 싱크홀 발생 원리를 탐구하는 체험형 과학 프로그램이다. 학습자는 물, 모래, 솜사탕, 설탕, 주름 빨대 등 다양한 재료를 활용하여 지층 모형을 직접 구성하고, 물의 흐름과 지층 및 지반의 변화 과정을 관찰함으로써 싱크홀 형성 과정을 이해한다. 특히 단순한 이론 학습을 넘어 조건을 변화시키는 탐구 활동을 통해 싱크홀의 발생 원인을 과학적으로 분석하도록 설계하였다. 활동은 싱크홀 사례 및 전조증상 이해, 상·하수관 누수 상황 재현, 재료 특성에 따른 싱크홀 발생 크기와 시간 비교, 예방 방법 탐색 및 관련 정보 검색의 단계로 구성되며, 학생들은 탐구 과정 속에서 원인, 과정, 결과의 관계를 이해하고 실제 사회 문제와 과학적 개념을 연결할 수 있다. 본 프로그램은 실험 중심 활동으로 구성되어 있으며, 학생 스스로 가설을 세우고 서로의 결과를 비교하는 과정에서 과학적 탐구 역량과 문제 해결 능력의 신장을 목표로 한다.

수업 대상	초등학교 4~6학년	교육 방법	강의, 토론, 실험
운영 장소	실내 교실 또는 실험 활동이 가능한 교육실(물 사용 가능 공간 권장)	수업 시간	총 110분 (55분 × 2차시)
준비물	물, 색깔 모래, 구멍을 뚫은 투명 사각 용기, 설탕, 솜사탕, 주름 빨대, 일회용 스포이드, 색깔 펜, 가위, 꾸미기 재료		

2. 교육 프로그램 목표(해저드리터러시 연계)

- ① 지층 내부에서 물의 이동에 따라 공동이 형성되는 과정을 설명할 수 있다.
- ② 싱크홀 발생을 단일 원인이 아닌 지반 조건, 수분 변화, 구조물 영향이 결합된 현상으로 이해한다.
- ③ 생활 주변에서 발생 가능한 위험 상황을 과학적 근거를 바탕으로 판단하고 예방 방법을 제안할 수 있다.

목표	지식·이해		사고·기능					가치·태도			심리·정서			행동·실천		
	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3
목표①	O		O													
목표②		O	O						O							
목표③					O				O					O		

3. 핵심 개념

- 지층 구조와 지반 안정성
- 지하수 흐름과 공동 형성
- 하중과 붕괴 조건
- 재난의 원인-과정-결과 관계

4. 프로그램 전개

활동의 전개	
도입	· 싱크홀 사례 및 전조증상 영상 제시 후 경험 나누기 · ‘땅이 갑자기 꺼지는 이유’에 대한 개인 가설 작성 · 지층 구조 그림을 활용하여 싱크홀 발생 과정을 예측하도록 안내
탐구 1	· 투명 용기 안에 지층 모형 제작 · 솜사탕 또는 설탕을 이용하여 물에 녹는 지층, 색깔 모래를 이용하여 서로 다른 지층을 표현 · 스포이드로 물을 흘려보내며 내부 변화를 관찰 · 지반이 무너지는 과정 기록 및 원인 설명
탐구 2	· 물의 양, 재료 종류, 쌓는 방법 등 변인을 인식 · 한 가지 변인만 변화하고 나머지 변인은 동일한 조건을 유지하여 변인 통제하기 · 싱크홀의 크기와 발생 속도 비교 후 결과 분석
정리	· 싱크홀 증가 요인 토의 · 실제 도시 관리 사례 소개 · 학생들의 생활 환경의 싱크홀 관련 정보를 직접 탐색 · 학생들이 제안하는 예방 아이디어 정리

5. 재해·재난 이해를 위한 이론적 배경과 활동 사례

최근 지반침하(싱크홀) 사고는 꾸준히 증가하고 있으며, 특히 지하수 유출이 주요 원인 중 하나로 지목되고 있다. 기후에너지환경부 자료에 따르면 최근 3년간 전국 지하수 유출량은 2020년 35만 206톤에서 2023년 54만 1362톤으로 약 54.6% 증가했으며, 서울시는 같은 기간 15만 9094톤에서 30만 479톤으로 약 88.9% 증가한 것으로 나타났다. 지하수가 빠져나가면 토양 입자가 함께 이동하거나 유실된다. 이 때문에 지층 내부에 빈 공간(공동)이 생기고, 시간이 지나면서 콘크리트가 상부 하중을 지탱하지 못해 갑작스럽게 땅이 꺼지게 된다. 또한 노후로 인한 하수관 손상이나 굴착 공사와 같은 지하의 도시 기반 시설 개발 사업도 지반침하의 주요 원인으로 보고된다. 이러한 특징 때문에 지반침하는 단순한 자연현상이 아니라 물의 흐름, 지층 구조, 인간 활동이 복합적으로 작용하여 발생하는 현상으로 이해할 필요가 있다.



그림 1. 지하수 유출에 따른 공동 형성과 붕괴 과정을 재현한 지층 모형 실험

본 프로그램의 모형 실험(그림 1)은 이러한 과정을 단순화하여 재현한 것이다. 투명 용기 속 모래층은 실제 토양과 지층을, 중앙에 배치된 구조물과 관로 모형은 도시 기반 시설을 상징한다. 측면의 관을 통해 물을 주입하면 지하수 유출 상황이 모형화되며, 물의 흐름에 따라 내부 지층이 변형되고 공동이 형성되는 과정을 관찰할 수 있다. 이 활동을 통해 학생들은 눈에 보이지 않는 지층 내부 변화가 시간의 경과에 따라 어떻게 붕괴로 이어지는지를 이해하게 되며, 싱크홀을 '갑작스러운 사건'이 아니라 원인-과정-결과가 연결된 현상으로 해석하게 된다.

6. 지도상 유의점

지도 시에는 싱크홀의 발생 원인을 단일 요인으로 단정하지 않도록 하여 지하수 흐름, 토양 특성, 상하수관의 노후화 정도 등 다양한 요인의 상호작용 속에서 이해하도록 안내하여야 한다. 학생들이 '물이 많아서 생긴다'와 같은 단편적 설명에 머물지 않도록 주의하여야 한다. 또한 물을 사용하는 실험 특성을 고려하여 미끄러짐에 대한 안전 지도를 사전에 실시하고, 가위 사용 시 역할을 분담하는 등 교사가 순회하며 활동을 관리한다. 탐구 과정에서는 결과 확인에 그치지 않고 "왜 솜사탕을 빨대 주변에 쌓으면 더 깊이 무너질까?", "지층 사이에 빈 공간은 어떻게 형성되었나요?"와 같은 개방형 질문을 활용하여 관찰 중심의 사고 확장을 유도하며, 활동 후반부에는 실제 도시 기반 시설 관리 사례와 연결하여 과학적 지식이 사회 안전과 어떻게 연관되는지 논의하도록 지도한다.

7. 참고문헌

- 김윤승. (2015). 싱크홀 방지를 위한 환경영향평가 개선 방안 연구.
- 김진수. (2025. 5. 29.). 지반침하 예방을 위한 입법 및 정책방안. 국회입법조사처.
- 윤경조, 남부현, & 박상헌. (2025). 도심지 싱크홀 현상의 원인과 대응 방안에 대한 고찰-용어 정립부터 유출지하수, 정책 대응까지. 지반환경, 26(2), 8-11.
- 이기영, & 강상준. (2014). 도시를 삼키는 싱크홀, 원인과 대책. 이슈 & 진단, (156), 1-23.
- 정성윤, 정영훈, & 김동수. (2017). 지반함몰 모형실험 연구동향 및 적용방안 고찰. 한국방재안전학회논문집, 10(1), 1-10.
- 한국지질자원연구원. (2014. 11. 13.). 싱크홀 유형별 원인조사 및 정책 제언 연구. 국토교통부 건설안전과

3차시: 싱크홀 탐험하기

주제	땅이 갑자기 꺼지는 이유는 무엇일까?
무엇을 배울까요?	- 싱크홀이 생기는 다양한 이유를 사례와 함께 학습한다. - 물, 모래, 송사탕을 이용한 실험으로 싱크홀이 생기는 과정을 직접 만들어 보며 그 원리를 탐구한다. - 원리를 바탕으로 싱크홀을 예방할 수 있는 방법을 예측해본 뒤, 실험을 통해 조건에 따른 차이를 비교해본다.

1

생각 열기

- 싱크홀(지반침하)이 일어난 것을 직접 보았거나, 뉴스에서 본 경험 있나요?
땅이 갑자기 꺼지는 이유는 무엇일까요?

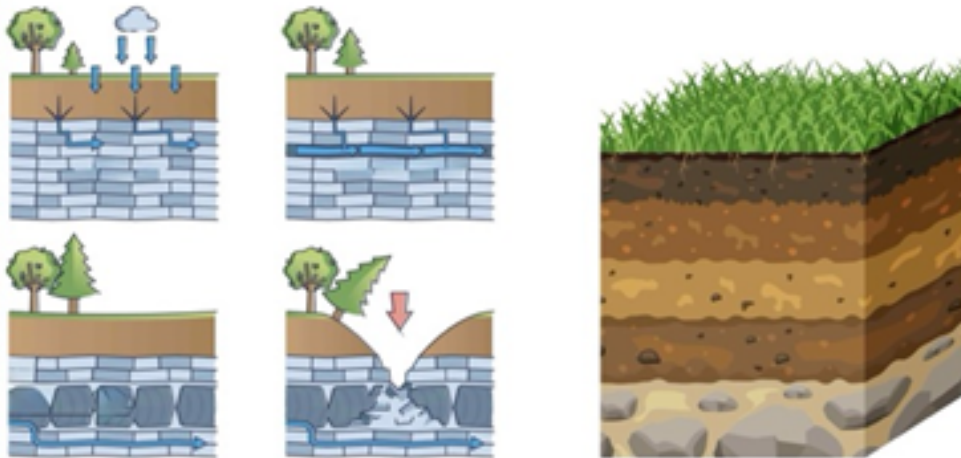


2

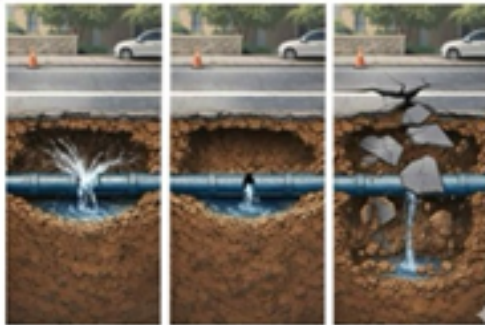
미 리 생 각 하 기

- 싱크홀(지반침하)이 무엇이고, 왜 일어나는 것인지 알아보까요?

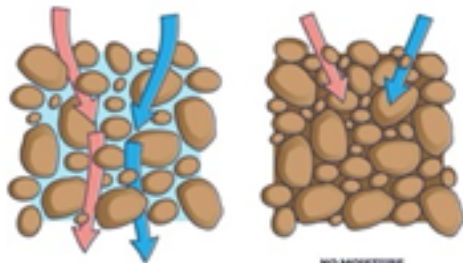
1.



2.



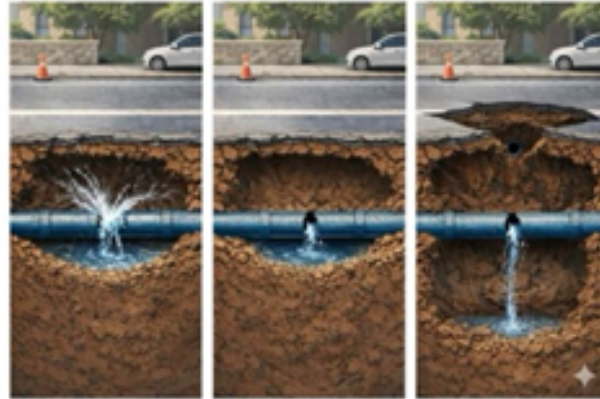
3.



3

탐 구 하 기

· 활동1. 상·하수관의 누수로 인한 싱크홀 과정



□ 준비물

물, 색깔 모래, 투명 사각 용기, 설탕, 숯사탕, 주름 빨대, 일회용 스포이드, 색깔 펜, 가위, 꾸미기 재료

□ 실험 순서

- ① 사각 용기에 색깔 펜으로 눈금을 표시하고, 지층의 종류를 적는다.
 - ② 가위로 빨대의 긴 부분의 중앙에 위로 향하도록 틈을 만들고, 사각 용기에 끼운다.
 - ③ 차례대로 재료를 넣어 지층을 완성한 뒤, 꾸미기 재료로 현실처럼 꾸민다.
 - ④ 일회용 스포이드로 주름 빨대의 짧은 부분에 물을 흘려보내며 변화를 관찰한다.
- 일회용 스포이드로 물을 흘려보냈을 때, 사각 용기 내부에서 일어난 변화를 적어보세요.

- 싱크홀이 생긴 핵심 원인을 빨대의 역할과 연결해 설명해 보세요.

<생각해보기> 실험 재료나 쌓는 방법을 바꾸면 싱크홀에 어떤 변화가 생길까?

· 활동2. 재료의 특성을 고려하여 싱크홀의 크기 줄여보기

□ 준비물

물, 색깔 모래, 투명 사각 용기, 설탕, 솜사탕, 주름 빨대, 일회용 스포이드, 색깔 펜, 가위, 꾸미기 재료

□ 실험 순서

- ① 재료, 쌓는 순서, 쌓는 방법을 어떻게 바꾸면 싱크홀의 크기가 줄어들까요?

무엇을 바꿀까?	어떻게 바꿀까?	예측한 결과

- ② ①에서 적은 조건을 반영하되, 나머지 조건은 모두 같은 지층컵을 제작한다.
- ③ 일회용 스포이드로 주름 빨대에 물을 흘려보내며 변화를 관찰한다.

- 나의 예측과 실제 결과가 일치했나요? 다른 점이 있다면 그 이유는 무엇일까요?

- 내가 바꾼 조건으로 인해 싱크홀의 크기나 발생 속도가 어떻게 달라졌나요?

<생각해보기> 현실에서는 어떻게 하면 싱크홀을 예방할 수 있을까?

· 활동3. 싱크홀을 예방하기 위한 방법 생각해보기

- 싱크홀을 증가시키는 요인은 무엇이 있나요?

- 실제로 싱크홀로 인한 피해를 예방하기 위해 어떤 방법을 실시하고 있을까요?



4

정 리 하 기

- 싱크홀이 생기기 전, 땅속에 생기는 빈 공간을 무엇이라고 하나요?

- 싱크홀은 왜 생길까요? 실험과 수업 내용을 떠올려 보며, ‘공동’이라는 단어를 넣어 정리해 보세요.

- 아래 QR코드를 찍어 우리 동네에 싱크홀이 생겼던 곳을 찾아보고, 싱크홀 발생 징후를 발견하면 어떻게 해야 할지 적어보세요.



- 오늘 수업을 통해 새롭게 알게 된 점이나 느낀 점이 있다면 적어봅시다.