

해저드리터러시 융합교육연구소

해저드리터러시 교육 프로그램

해저드 리터러시
융합 교육 연구소

왜? 도시의 밤은 더 더울까 : 복사와 열평형으로 이해하는 열섬 현상



1. 수업 프로그램 설명

본 프로그램은 2022 개정 교육과정 중학교 3학년 과학 「재해·재난과 안전」 영역을 기반으로, 폭염을 단순히 기온이 높은 날씨가 아니라 도시의 구조와 물리적 특성에 의해 심화되는 기후재난으로 이해하도록 구성한 해저드 리터러시 기반 교육 프로그램이다. 최근 기후변화로 폭염의 발생 빈도와 지속 기간이 증가하고 있으며, 도시에서는 아스팔트와 콘크리트 등의 인공 구조물이 열을 흡수·저장한 뒤 밤에도 방출하여 주변보다 높은 기온이 지속되는 도시 열섬 현상이 나타난다. 이에 본 프로그램은 학생들이 도시와 교외의 온도 차이가 발생하는 원인을 과학적으로 탐구하고, 측정 자료를 바탕으로 도시 열섬 현상을 설명할 수 있도록 설계하였다. 이를 위해 "왜 도시의 밤은 더 더울까?"라는 질문을 중심으로 POE 수업모형을 적용하였다. 학생들은 먼저 도시와 교외 중 어느 곳이 더 빨리 가열되고 늦게 냉각될지를 예측한 뒤, 도시와 교외를 모형화한 실험 장치를 이용해 시간에 따른 온도 변화를 측정하고 그래프로 나타낸다. 이후 측정 결과를 비교·분석하며 복사에 의한 열의 흡수와 방출, 열저장, 증발냉각, 공간 구조가 도시 열섬 형성에 미치는 영향을 과학적으로 설명한다. 마지막으로 학생들은 실험 결과와 지역 자료를 함께 분석하여 도시 내에서도 녹지 분포, 건물 밀집도, 토지 이용 특성에 따라 폭염 위험이 달라질 수 있음을 이해한다. 이를 통해 측정 자료를 근거로 재난 위험을 판단하고 과학적으로 설명하는 능력을 기르며, 다음 차시인 폭염 대응 캠페인(PBL) 활동을 위한 과학적 기초를 마련하도록 구성하였다.

수업 대상	중학교 3학년	교육 방법	POE 수업 모형
운영 장소	과학실	수업 시간	총 90분 (45분 × 2차시)
준비물	온도 센서, 열원, 동일 용기, 모형 벽, 모래, 물, 타이머, 활동지		

2. 교육 프로그램 목표(해저드리터러시 연계)

① 도시와 교외 지역의 온도 차이를 비교하고, 도시 열섬 현상의 발생 원인을 과학적으로 설명할 수 있다.

② 도시와 교외를 모형화한 실험을 통해 시간에 따른 온도 변화를 측정하고, 측정 결과를 그래프로 나타내어 도시 열섬 현상을 과학적 근거를 바탕으로 해석할 수 있다.

③ 실험 결과와 지역 자료를 종합하여 폭염 위험이 지역에 다라 다르게 나타나는 이유를 분석하고, 과학적 자료를 근거로 폭염 위험을 판단하고 설명할 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	O	O												
목표②				O	O		O									
목표③								O	O		O					

3. 핵심 개념

· 폭염

· 도시 열섬 현상

· 복사, 열평형, 열의 흡수와 방출

· 열 저장

· 시간 온도 그래프 해석

4. 프로그램 전개

활동의 전개	
도입	·도시 열섬 현상을 소개하는 뉴스 또는 영상 시청 https://youtu.be/wtT7X5pYEmA?si=b0nskrZKWzhQzt8h ·"왜 도시의 밤은 교외보다 더 더울까?" 질문 제시하기 ·폭염 시 도시와 교외의 기온 차이 자료를 살펴보며 학습 문제 인식하기
전개1	·도시 모형과 교외 모형의 온도 변화 예측하기 ·어느 모형이 더 빨리 가열되고, 어느 모형이 더 늦게 냉각될지 예상하기 ·예측의 근거를 복사, 열의 흡수, 표면 특성과 연결지어 설명하기
전개2	·도시와 교외를 모형화한 실험 장치를 동일한 조건에서 가열하기 ·시간에 따른 온도 변화를 기록하고 그래프로 나타내기
전개3	·실험 결과를 바탕으로 도시 열섬 현상이 발생하는 원인 설명하기 ·복사에 의한 열의 흡수와 방출, 열 저장의 차이를 도시 열섬 현상과 연결하기 ·지역 자료를 분석하며 폭염 위험이 높은 지역의 특성 토의해보기
정리	·도시와 교외 온도 차이가 발생하는 이유를 과학적으로 정리하기 ·폭염 취약 지역이 발생하는 원인을 발표하고 공유하기

5. 재해·재난 이해를 위한 이론적 배경과 활동 사례

폭염은 기후변화의 영향으로 발생 빈도와 지속 기간이 증가하고 있는 대표적인 기후재난이다. 특히 도시에서는 아스팔트와 콘크리트 등의 인공 구조물이 태양복사에너지를 많이 흡수한 뒤 밤에도 천천히 방출하고, 건물이 밀집된 공간에서는 열이 쉽게 빠져나가지 못하여 주변 지역보다 높은 기온이 지속되는 도시 열섬 현상이 나타난다. 또한 녹지의 감소는 증발냉각 효과를 감소시켜 도시와 교외의 온도 차이를 더욱 크게 만든다. 이러한 도시 열섬 현상은 야간에도 충분한 냉각이 이루어지지 않게 하여 온열질환 위험을 증가시키는 중요한 원인 중 하나이다.

본 프로그램에서는 학생들이 도시 열섬 현상을 단순히 이론으로 학습하는 것이 아니라 직접 측정하고 분석하도록 POE(Predict-Observe-Explain) 수업모형을 적용하였다. 학생들은 도시와 교외를 모형화한 실험 장치를 이용하여 가열 및 냉각 과정에서의 온도 변화를 측정하고 시간-온도 그래프를 작성한다. 이를 통해 복사에 의한 열의 흡수와 방출, 열저장, 증발냉각이 도시와 교외의 온도 차이에 어떤 영향을 미치는지를 과학적으로 탐구한다.

또한 실험 결과를 교육용 지역 자료와 연결하여 도시 내에서도 폭염 위험이 지역에 따라 다르게 나타날 수 있음을 분석하도록 구성하였다. 학생들은 단순히 도시가 덥다는 사실을 이해하는 데 그치지 않고, 측정 자료와 지역 자료를 근거로 폭염 위험을 과학적으로 설명하고 재난 위험을 판단하는 경험을 하게 된다. 이를 통해 학생들은 폭염을 자연현상이 아닌 도시 환경과 인간 활동이 함께 영향을 미치는 재난으로 이해하고, 과학적 증거를 활용하여 위험을 분석하는 해저드 리터러시를 함양할 수 있다.

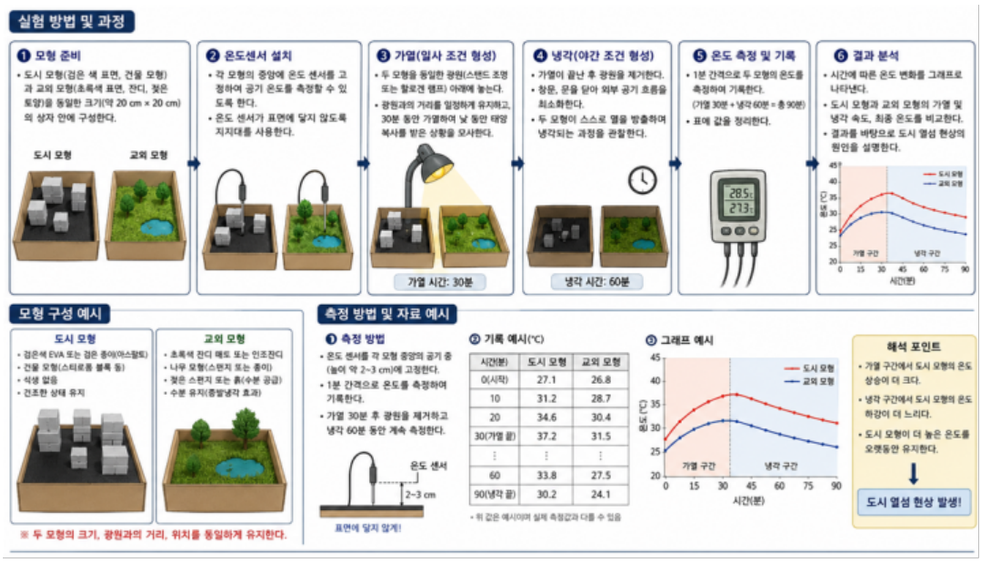

그림1. 실험과정 예시 자료

6. 지도상 유의점

학생들은 도시 열섬 현상을 단순히 "도시는 건물이 많아서 덥다", "아스팔트가 검은색이라 더 덥다"와 같이 하나의 원인으로만 이해하는 경우가 많다. 따라서 교사는 도시 열섬이 복사에 의한 열의 흡수와 방출뿐 아니라 열저장, 녹지의 부족, 증발냉각 감소, 건물의 밀집 등 다양한 요인이 복합적으로 작용하여 나타나는 현상임을 지도하여야 한다. 또한 실험에서 사용하는 도시와 교외 모형은 실제 도시 환경을 단순화한 모형임을 안내하고, 실제 도시에서는 건물 높이, 바람, 토지 이용 등 여러 요인이 함께 영향을 미친다는 점을 함께 설명하도록 한다.

POE 활동에서는 학생들의 예측이 맞고 틀리는 것보다 예측의 근거를 설명하는 과정을 중요하게 다룬다. 실험 후에는 시간-온도 그래프를 바탕으로 자신의 생각이 어떻게 변화하였는지 비교하도록 하여 과학적 개념 변화를 경험할 수 있도록 지도한다. 또한 측정 결과를 단순히 도시와 교외의 온도 차이를 확인하는 데 그치지 않고, 지역별 폭염 위험과 연결하여 해석하도록 유도한다. 예를 들어 녹지가 부족하거나 건물이 밀집한 지역, 노인과 어린이 등 폭염 취약계층이 많이 거주하는 지역에서는 폭염 피해가 더 크게 나타날 수 있음을 함께 고려하도록 한다. 이를 통해 학생들이 과학적 자료를 근거로 재난 위험을 분석하고 설명하는 해저드 리터러시를 기를 수 있도록 지도한다.

7. 참고문헌

- 간정현, 남승희, 서윤지, 전은지, 이광춘. (2019). 서울시 열섬현상 완화를 위한 바람길 및 녹지 입지 선정 제안: 클러스터링 및 랜덤포레스트 변수 중요도를 활용한 열섬척도 제안을 중심으로. 『디지털융합논문지』, 6(1), 27-38.
- 교육부. (2022). 2022 개정 과학과 교육과정. 교육부.
- 서지은, 박병용, 김석기, 김태연, 이승복(2009). 도시지역의 열섬현상에 영향을 미치는 요소 분석: 서울시를 중심으로. 『대한건축학회 학술발표대회 논문집-계획계』, 29(1), 581-584.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. IPCC.
- Armson, D., Stringer, P., & Ennos, A. R. (2012). The effect of tree shade and grass on surface and globe temperatures in an urban area. Urban Forestry & Urban Greening, 11(3), 245–255.

왜 도시의 밤은 더 더울까?

복사와 열평형으로 이해하는 열섬 현상

주제	복사와 열평형으로 이해하는 도시 열섬 현상
무엇을 배울까요?	① 도시와 교외의 온도 차이를 비교하고, 복사·열저장·증발냉각 등 열섬 현상의 원인을 설명할 수 있다. ② 도시, 교외 모형 실험으로 시간에 따른 온도 변화를 측정하고 그래프로 해석할 수 있다. ③ 실험 결과와 지역 자료를 종합하여 폭염 위험이 지역마다 다르게 나타나는 이유를 분석할 수 있다.

1 문제 상황 예상하기

"왜 도시의 밤은 교외보다 더 더울까?"

- 도시 열섬 현상을 소개하는 영상과 폭염 시 도시·교외의 기온 차이 자료들을 살펴보고, 도시와 교외 중 어느 곳이 더 빨리 가열되고 더 늦게 냉각될지 예측해봅시다.

- 그렇게 예측한 근거를 복사, 열의 흡수, 표면 특성과 연결지어 설명해보기

예측해보기

	도시 모형 (모래)	교외 모형 (물)
더 빨리 가열될 것 같은 곳		
더 늦게 냉각될 것 같은 곳		

2 도시·교외 모형 온도 변화 실험

실험 목표 도시(모래)·교외(숲) 모형을 동일 조건에서 가열·냉각하며 온도 변화를 측정, 비교한다.
준비물 온도 센서, 열원, 동일 용기 2개, 모래, 물, 타이머

실험 과정

① 한 용기엔 도시 모형, 다른 용기엔 교외 모형을 준비한다.
② 동일한 열원으로 일정 시간 가열하며 온도를 측정한다.
③ 열원을 끄고 냉각되는 동안의 온도 변화를 측정한다.

관찰 기록표 (시간에 따른 온도 변화)

시간	도시 모형 온도(℃)	교외 모형 온도(℃)
가열 0분		
가열 10분		
가열 20분		
냉각 10분		
냉각 20분		

3 실험 결과 설명하기

- 시간–온도 그래프를 통해 도시 모형과 교외 모형의 가열·냉각 속도 차이를 논의해봅시다.

- 복사에 의한 열의 흡수·방출과 열저장 개념으로 도시 열섬 현상이 발생하는 이유를 설명해봅시다.

- 증발냉각 개념을 이용해, 교외(물) 모형이 도시(모래) 모형보다 빨리 식는 이유를 적어봅시다.

4 지역 자료로 폭염 위험 분석하기

- 우리 학교나 동네에서 폭염 위험이 높을 것 같은 곳과 낮을 것 같은 곳을 예상해보고, 녹지·건물 밀집도·토지 이용 등을 근거로 그 이유를 적어보기

- 폭염에 특히 취약할 수 있는 사람들은 누구이며, 그 이유는 무엇인지 적어보기

5 성찰하기

① 실험 전 나의 예측과 실제 실험 결과가 달랐던 부분은 무엇인가?

② 오늘 배운 원리로 도시 열섬 현상을 어떻게 설명할 수 있는가?

③ 폭염 위험을 줄이기 위해 우리 학교나 지역에서 할 수 있는 일은 무엇인가?