

중단원 도입부

중단원 도입은 처마 밑에 매달린 고드름이 녹고 있는 모습의 사진을 제시하였다. 물과 얼음의 상태 변화를 구체적으로 관찰하기 이전에 녹고 있는 고드름을 통하여 물과 얼음의 상태 변화를 인식시키고자 하였다. 물과 얼음의 상태 변화는 학생들이 일상생활에서 쉽게 경험할 수 있는 현상이지만, 상태 변화 과정을 직접 관찰하기는 쉽지 않다. 고드름이 녹고 있는 사진은 물과 얼음의 상태 변화의 원인과 상태 변화에서의 물의 모습 변화를 인식시키기에 적절한 자료라고 생각된다.

핵심 질문

★ 고드름은 어떻게 만들어질까요?

고드름은 지붕의 눈이 햇빛에 녹아 흐르다가 차가운 날씨에 다시 얼어 만들어진다.

★ 물이 얼면 무엇이 달라질까요?

고드름의 변화를 통하여 물과 얼음의 상태 변화에 따른 모습 변화를 알게 하고, 무게와 부피는 어떻게 될지 생각해 보게 한다. 물이 얼면 일정한 모양을 갖게 되고 단단해지며 부피는 증가한다.

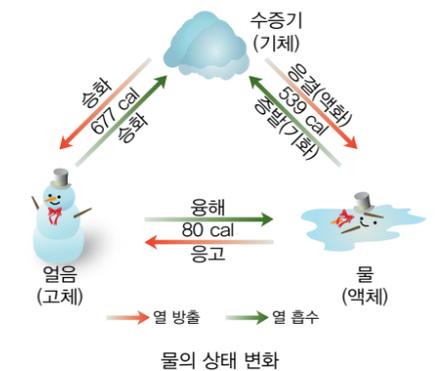
학습 용어

- ▣ 언다: 액체나 물기가 있는 물체가 찬 기운 때문에 고체 상태로 굳어지는 것
 - ▣ 녹는다: 얼음이나 얼음같이 차가운 고체가 온도가 높아져(열에너지를 얻어) 액체로 되는 것
- * 액체와 고체의 상태 변화를 나타내는 과학적 용어는 응고와 용해이지만, 이 단원은 물의 경우에만 한정하고 학생의 발달 단계와 경험 수준을 고려하여 '언다'와 '녹는다'라는 용어를 사용한다.

배경 지식

1. 상태 변화

얼음을 책상 위에 가만히 두면 물이 되고, 물을 가열하면 수증기로 변한다. 이와 같이 대부분의 물질은 온도에 따라서 고체, 액체, 기체의 세 가지 상태로 변한다. 물질 자체는 변하지 않고, 그 상태만 변하는 것을 상태 변화라고 한다. 물도 온도에 따라 상태가 변하는데, 물의 고체 상태를 얼음이라 하고 물의 기체 상태를 수증기라고 부른다.

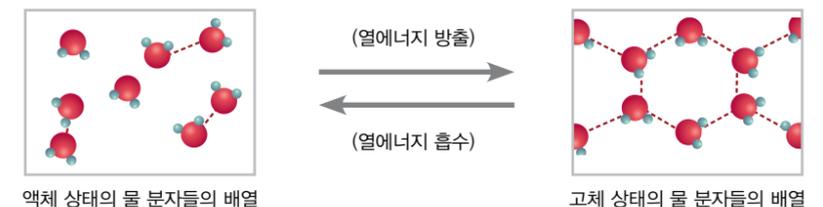


- (1) 기화와 액화: 액체가 기체로 변하는 현상을 기화, 기체가 액체로 변하는 현상을 액화라고 한다.
- 예 수증기 ⇄ 물
- (2) 용해와 응고: 고체가 액체로 변하는 현상을 용해, 액체가 고체로 변하는 현상을 응고라고 한다.
- 예 얼음 ⇄ 물
- (3) 승화: 고체가 액체 상태를 거치지 않고 직접 기체로 변하거나, 반대로 기체가 고체로 변하는 현상을 승화라고 한다.
- 예 얼음 ⇄ 수증기, 나프탈렌이나 드라이아이스가 공기 중에서 곧바로 기체가 될 때

2. 물과 얼음의 상태 변화

(1) 상태 변화와 열에너지의 출입

얼음은 고체이고 물은 액체이다. 물과 얼음은 수소 결합의 수에 차이가 있다. 이러한 수소 결합의 차이는 분자 간의 인력에 차이를 주어 서로 다른 규칙성을 가지며 분자들이 움직이는 정도가 다르다. 이러한 움직임의 차이는 얼음과 물이 가지고 있는 에너지의 차이에 의한 것으로 물과 얼음의 모습 차이를 나타낸다. 물은 얼음보다 더 많은 에너지를 가지고 있어 물과 얼음이 상태 변화할 때는 열에너지를 흡수 또는 방출한다.





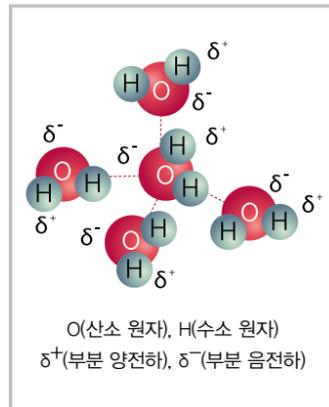
이러한 원리 때문에 얼음 조각 전시회에서 얼음 조각 근처에 있으면 차가움을 느낀다. 반면 이누이트들은 얼음집 안의 온도를 높이기 위하여 바닥에 물을 뿌려 주고, 제주도에서는 겨울철에 감귤의 냉해를 막기 위하여 물을 뿌려 준다. 이는 액체인 물이 얼음이 되면서 에너지를 방출하기 때문이다.

(2) 상태 변화에 따른 질량과 부피의 변화

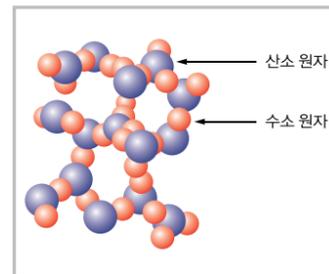
물과 얼음은 상태 변화가 일어나도 물질의 질량은 변하지 않지만 부피는 변한다. 고체가 열을 받으면 부피와 길이가 늘어나는데 이것은 고체를 이루고 있는 작은 알갱이, 즉 원자나 분자들이 열을 받으면서 에너지를 얻어서 보다 활발하게 운동을 하면서 알갱이 사이의 간격이 넓어지기 때문이다. 그래서 고체에서 액체로 상태가 변하면 부피가 증가하고, 반대로 액체에서 고체로 상태가 변하면 부피가 감소하는 것이 일반적이다. 예를 들어 초콜릿, 버터, 양초 등이 녹아 액체가 되면 부피가 증가하고, 다시 굳어 고체가 되면 부피는 감소한다.

그러나 물은 예외로 액체인 물이 고체인 얼음이 되면 부피가 증가하고, 얼음이 녹아 물이 되면 감소한다. 그 이유는 물의 분자 구조에서 찾을 수 있다. 물(H₂O)은 산소 원자 한 개에 수소 원자 두 개가 결합되어 있는 굽은 모양으로 그 꼭짓점에 산소 원자가 위치하고, 양 끝에 수소 원자 두 개가 위치한 모양을 하고 있다. 그런데 산소 원자가 수소 원자에 비해 공유 전자쌍을 끌어당기는 힘이 강해, 부분적으로 산소 원자는 부분적으로 음전하를 띠고 수소 원자는 부분적으로 양전하를 띤다. 그래서 분자들 사이에 인력이 작용하게 되는데, 이러한 분자 간의 결합을 수소 결합이라고 한다.

물이 얼면서 부피가 증가하는 것은 바로 이 수소 결합 때문이다. 굽은 모양의 꼭짓점에 있는 산소 원자는 2쌍의 비공유 전자쌍을 가지고 있어 다른 물 분자의 수소 원자와 2개의 수소 결합을 만들 수 있고, 또한 굽은 모양의 양 끝에 있는 2개의 수소 원자도 각각 다른 물 분자의 산소 원자와 수소 결합을 만들 수 있다. 그래서 한 개의 물 분자를 중심으로 4개의 물 분자가 정사면체 모양으로 배치하게 된다. 물이 냉각되면 물 분자들이 계속해서 3차원적 수소 결합을 형성하여 물 분자의 구조는 가운데가 빈 육각 모양을 하게 된다. 따라서 물이 액체로 있을 때보다 얼음으로 될 때 부피가 더 커지는 것이다. 반대로 다시 물이 되며 수소 결합이 깨져 자유로워진 물 분자들이 육각 구조의 빈 공간으로 들어갈 수 있게 되어 고체인 얼음일 때보다 부피가 감소하게 된다.



물의 분자 구조



물이 냉각되었을 때 물 분자 구조

3 / 11
차시

교과서 130~133쪽
실험 관찰 53~54쪽

물과 얼음을 관찰하여 봅시다

- | 학습 목표 | 1. 물과 얼음을 관찰하여 다른 점을 설명할 수 있다.
2. 물과 얼음의 상태 변화 원인을 설명할 수 있다.



수업의 흐름

- 1 냉동실 안의 물체 관찰하기** 냉동실 안의 여러 가지 물체들을 관찰하여 특징을 이야기한다.
- 2 물과 얼음 관찰하기** 물과 얼음을 관찰하여 특징을 알아본다.
- 3 손바닥 위에 올려놓은 얼음 관찰하기** 손바닥 위에 올려놓은 얼음의 변화를 관찰하고 이유를 이야기한다.

준비물

- 모둠(개인):** 페트리 접시, 돋보기, 얼음, 물
- 유의점**
- * 얼음 그릇의 얼음이 녹지 않도록 한다.
 - * 관찰 직전에 냉동실에서 꺼내거나 스티로폼 상자에 얼음 그릇을 넣어 보관한다.



냉동실에서 꺼낸 얼음

학습 내용 및 활동

- | 수업을 위한 동기 유발 |**
- 물과 얼음 정의하는 놀이하기
 - 물과 얼음의 특징을 생각하여 정의하고 발표한다.
 - 물은 미꾸라지다. 왜? 흐물흐물하니까.
 - 얼음은 병사다. 왜? 움직이지 않으니까.
 - ※ 학생들의 다양한 창의적 사고가 유발될 수 있도록 유도한다.

1 냉동실 안의 물체 관찰하기

- 1 냉동실 안의 물체를 관찰한다.**
- 냉동실 안에 어떤 물건이 들어 있는지 이야기한다.
 - 아이스크림, 얼음, 고기, 생선 등
 - 냉동실 안의 여러 가지 물체들을 관찰해 본다.
 - ※ 직접 관찰이 어려울 경우에는 생각해 보게 한다.
 - 냉동실 안에 있는 물체들의 공통적인 특징을 이야기한다.
 - 단단하다, 딱딱하다, 차갑다 등
 - 냉동실 안에 있는 물체가 변한 이유에 대하여 이야기한다.
 - 냉동실의 낮은 온도 때문이다.

2 물과 얼음 관찰하기

- 1 물과 얼음을 자유롭게 관찰한다.**
- ※ 물과 얼음의 특징을 정성적으로 다양하게 관찰한다.



얼음 그릇 안의 얼음 관찰하기

- 관찰을 통하여 알게 된 내용을 이야기한다.

2 물과 얼음의 다른 점을 알아본다.



얼음 관찰하기



물 관찰하기

- 물과 얼음의 모양, 색깔, 단단하기 등을 관찰하고 특징을 이야기한다.
- 물과 얼음의 다른 점을 생각하여 적어 본다.
 - 물은 일정한 모양이 없지만, 얼음은 일정한 모양이 있다.
 - 물은 투명하고 색깔이 없지만, 얼음은 불투명하고 흰색인 부분이 있다.
 - 얼음은 단단하다. 등
- 물과 얼음의 다른 점을 발표한다.
- 물과 얼음의 다른 성질 때문에 우리 생활에서 다르게 이용되는 경우를 찾아본다.

3 손바닥 위에 올려놓은 얼음 관찰하기

1 손바닥 위에 올려놓은 얼음의 변화를 관찰한다.

- 얼음 조각을 손바닥 위에 올려놓고 변화를 관찰하게 한다.
- ※ 일회용 장갑을 끼고 관찰해도 좋지만 가급적 맨손 위에 얼음을 놓고 관찰한다.



손바닥 위에 놓은 얼음 모습



손바닥 위에서 녹은 얼음 모습

- 손바닥 위에 올려놓은 얼음의 변화를 이야기하게 한다.
 - 얼음 주위에 물이 생긴다.
 - 얼음의 크기가 작아진다.
- 물이 어떻게 얼음이 되는지 이야기하게 한다.
 - 물이 온도가 낮은 냉동실에 있었기 때문이다.
- 얼음이 어떻게 물이 되는지 이야기하게 한다.
 - 얼음이 체온 때문에 녹는 것이다.
- 물과 얼음의 상태가 변하는 원인을 설명하도록 한다.
 - 온도가 높아지면 물이 되고, 온도가 낮아지면 얼음이 된다.
- '언다, 녹는다'는 용어에 대하여 설명한다.

평가 문항

1 다음중 물과 얼음의 상태가 변화하는 가장 큰 원인은 무엇인가요? (③)

① 바람 ② 습도 ③ 온도
④ 물의 양 ⑤ 물의 색깔

2 손바닥 위에 올려놓은 얼음의 크기가 작아지는 이유를 써 보시오.
(우리 몸의 체온 때문에 얼음이 녹아 크기가 작아졌다.)



1 얼음이 뿌옇게 보이는 이유는 무엇인가요?

얼음이 뿌옇게 보이는 이유는 물속의 공기 때문이다. 물속에는 우리 눈에 보이지는 않지만 공기가 녹아 있다. 이러한 공기는 물이 어는 동안 빠져나가지 못하고 조그만 공간을 이룬다. 이러한 공간에 빛이 통과할 때 난반사를 일으켜 얼음이 뿌옇게 보이게 된다. 특히 얼음의 가운데 부분이 더 뿌옇게 보이는데, 이는 물이 바깥쪽부터 얼면서 공기가 가운데에 몰리기 때문이다.

따라서 맑고 투명한 얼음을 얼리기 위해서는 얼리기 전에 물을 끓여 물속에 녹아 있는 공기를 제거해 주거나 물을 천천히 얼려 주어 공기가 날아갈 수 있도록 시간을 주면 물속에 녹아 있는 공기가 제거되어 투명한 얼음을 만들 수 있다.



투명한 얼음

2 냉동실의 얼음 그릇은 어떻게 사용해야 하나요?

시판되는 얼음 그릇은 물이 얼어 부피가 늘어나는 점을 감안하여 잘 깨지지 않도록 플라스틱 종류로 되어 있다 하지만 여기에 물을 100% 채우지 말고 90% 정도 채워 사용하여야 하고, 특히 유리나 사기질 재료의 그릇은 사용하지 말아야 한다. 겨울철 두께가 10mm 이상 되는 수도 파이프도 동파되어 깨지는 경우가 있다.



플라스틱 얼음 그릇

3 얼음이 쇠보다 단단해질 수 있나요?

세계 2차 대전 당시 영국의 과학자인 파이크는 톱밥과 얼음을 함께 얼리면 강도가 아주 세지는 것을 이용하여 항공 모함을 만들려고 하였다. 과학자 파이크의 이름을 따온 이 물질은 톱밥 14%와 물 86%로 이루어진 얼음 블럭이다. 이것은 기존의 얼음에 비해 강도도 뛰어나고 쉽게 녹지 않는다. 따라서 적은 냉동 시설만 갖추어도 충분히 가능하다는 것이었다.

그런데 이 계획은 아주 간단한 '발견' 하나로 흐지부지 무산되었는데, 그것은 바로 '고위도 지방에서 얼음은 녹지 않지만 증발을 한다.'라는 것이다. 이전까지 "반드시 될 것이다."라고 말하던 열성적인 지지자도 사라지고, 프로젝트도 어떻게 될 것이라는 이야기도 없이 사라졌다.

4 큰 덩어리의 얼음을 밖에 내놓으면 왜 흰 연기가 날까요?

큰 덩어리의 얼음을 밖에 내놓으면 얼음에서 흰 연기가 난다. 이것은 어떤 다른 기체가 아니라 얼음 주변의 차가운 공기가 응결된 수증기이다. 얼음 주변의 공기는 매우 차가우므로 공기 중의 수증기가 아주 작은 물방울

로 응결되는 것이다. 응결된 물방울이 된 상태에서 대류에 의해 오르락내리락하게 되면 우리 눈에는 마치 흰 연기처럼 보이는 것이다.

4~5
11
차시

물이 얼 때의 무게와 부피 변화를 알아봅시다

교과서 134~137쪽
실험 관찰 55~56쪽

- | 학습 목표 |**
1. 물이 얼 때의 무게와 부피 변화를 관찰할 수 있다.
 2. 우리 주변에서 물이 얼 때의 변화에 대한 예를 찾을 수 있다.



물이 얼 때의 무게와 부피 변화를 알아봅시다

물이 가라 든 유리병을 냉동실에 오랫동안 놓아두면 병이 깨지기도 합니다. 또 추운 겨울날 물을 가득 담은 두꺼비 양동이 깨지기도 하고, 수도관 속의 물이 얼면서 수도관이 터지기도 합니다. 왜 이런 현상이 나타날까요?
물이 얼 때 무게와 부피가 어떻게 변하는지 알아봅시다.

물이 얼 때의 무게와 부피 변화 관찰하기

무엇이 필요할까요?
유리 시험관, 고무마개, 유성 펜, 전자저울, 비커, 얼음, 소금, 유리 막대, 약순가락, 페트리 접시

어떻게 할까요?

1. 물이 얼면 무게와 부피가 어떻게 달라지는지 예상하고 봅시다.
2. 시험관에 물을 반 정도 넣고 물이 얼기를 표시한 다음, 시험관 입구를 고무마개로 막은 후 전자저울을 이용하여 무게를 측정합니다.
3. 얼음과 소금을 넣은 비커에 물이 든 시험관을 넣고 변화를 관찰합니다.
4. 시험관의 물이 얼면 시험관을 꺼내어 무게와 부피를 측정합니다.
5. 우리 주변에서 물이 얼 때의 부피 변화에 대한 예를 찾아봅시다.

물은 얼 때 한순간에 얼음이 되는 것이 아니라 서서히 가라앉아 얼기 시작합니다. 물이 얼면 무게는 변하지 않지만 부피는 커집니다. 얼음 그릇에 물을 넣어 얼릴 때 얼음 그릇 위로 얼음이 올라가게 올라오는 것도 부피가 늘어나기 때문입니다.



• 물이 얼면 무게는 변하지 않지만 부피는 커진다는 것을 알아봅시다.

• 물이 얼면 무게는 변하지 않지만 부피는 커진다는 것을 알아봅시다.

< 물에 의해 터지는 파이프의 과정 >



자연에서는 물이 얼 때 부피가 커지는 현상 때문에 자연적으로 커다란 배워가 부서져 넘쳐서 발생하기도 합니다. 겨울철에 배워의 틈새에 스며든 물이 얼어 부피가 커지면서, 배워의 배워가 벌어지는 과정이 반복되어 배워가 부서져 떨어지는 것입니다.

134~137 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 관찰하기

1 물이 얼면 무게와 부피가 어떻게 달라지는지 예상하여 봅시다.

	예상한 내용
무게	물이 얼어도 무게는 달라지지 않는다.
부피	물이 얼면 부피가 증가한다.

2 물이 얼 때의 변화를 관찰하여 봅시다.

• 무게 변화

얼기 전의 무게(g)	완전히 얼 후의 무게(g)
24	24

• 부피 변화

물이 얼기 전의 높이	물이 완전히 얼 후의 높이

• 물이 얼 때의 모습 변화

물이 얼 때	관찰한 내용
물이 얼기 전의 모습	일정한 모양이 없고 흐르는 성질이 있다. 투명하다.
물이 얼는 중간의 모습	물과 얼음이 섞여 있다. 시험관 끝 표면부터 얼기 시작하여 점차 가운데 부분으로 얼어 들어간다. 색깔이 불투명해진다.
물이 완전히 얼 후의 모습	일정한 모양이 있고 단단하다. 물투명해 속이 보이지 않는다.

• 기질 먼저 깨는 공은 어디인가?
물의 가라앉아 얼기 시작한다.

3 물이 얼 때의 부피 변화에 대한 예를 우리 주변에서 찾아봅시다.

물을 가득 채운 유리병을 냉동실에 넣으면 유리병이 깨진다.
추운 겨울날 창틀에 물을 가득 채워 놓으면 창틀이 깨진다.
냉동실에 넣으면 흘러내릴 수도 있다.

수업의 흐름

- 1 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 예상하기** 물이 얼 때의 무게와 부피의 변화를 예상해 본다.
- 2 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 관찰하기** 물이 얼 때의 무게의 변화를 비교해 본다.
물이 얼 때의 부피를 비교해 본다.
- 3 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 설명하기** 물이 얼 때의 무게와 부피의 변화를 설명해 본다.
- 4 우리 주변에서의 예 찾아보기** 우리 주변에서 물이 얼 때 부피가 변한 예를 찾아본다.

준비물

모둠(개인): 유리 시험관(10mL 정도), 고무마개, 유성 펜, 전자저울, 250mL 비커, 얼음, 소금, 물, 유리 막대, 약순가락, 페트리 접시

▲ 유의점

- * 얼음은 가급적 작은 것을 사용한다.
- * 마개가 있는 플라스틱 시험관을 사용하면 편리하지만 어느 시간이 좀 더 걸린다.
- * 전자저울은 1g 단위의 저울을 사용하는 것이 효과적이다.
- * 시험관은 좁고 긴 것을 사용하는 것이 부피 변화를 쉽게 관찰할 수 있다. 마개가 있는 플라스틱 시험관



학습 내용 및 활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

- 겨울철 수도관이 터지는 이유 생각해 보기
- 겨울철 날씨가 추워지면 수도관이 터지는 현상이 생기는 이유를 이야기한다.
 - 물이 얼어 부피가 커지기 때문이다.

1 물이 얼 때의 무게와 부피 변화 예상하기

1 물이 얼 때의 무게와 부피의 변화를 예상하여 발표한다.

- 무게의 변화: 무게가 증가한다. 변화 없다. 등
- 부피의 변화: 변화 없다. 증가한다. 등

2 그렇게 예상한 이유를 이야기해 본다.

- 얼음 그릇의 얼음이 볼록해지는 것을 보면 알 수 있다.

2 물이 얼 때의 무게와 부피의 변화 관찰하기

1 물이 얼기 전의 모습을 관찰한다.

- 시험관에 물을 넣고 마개를 막은 후 물의 전자저울을 이용하여 무게를 측정한다.
 - 물을 넣고 마개를 덮은 시험관의 무게를 측정한다.
- ※ 10mL 정도의 작은 시험관을 사용하여 반 정도 물을 채운다.
- ※ 전자저울은 1g 단위의 저울을 사용한다. 0.1g 단위의 저울은 얼기 전 후의 무게 비교 시 오차가 발생할 수 있다.



얼기 전 물의 모습 관찰

- 유성 펜으로 시험관에 물의 높이를 표시한다.
 - ※ 시험관 외벽에 셀로판테이프를 붙이면 물의 높이를 쉽게 표시할 수 있다.
- 물을 얼리기 전에 모습을 관찰한다.
 - 흐르는 성질이 있다. 투명하다. 등



얼기 전 물의 높이 표시

2 물이 얼 때의 변화를 관찰한다.

- 250mL 비커에 얼음과 소금을 넣고, 유리 막대로 잘 저어 섞는다.
 - ※ 이 실험에서 사용하는 얼음은 작은 것이 좋다.
 - ※ 소금은 굵은 소금을 사용하고 얼음과 소금의 비율을 3:1 정도로 하면 빨리 얼릴 수 있다.
 - ※ 영하 21℃ 정도에서 10mL의 물이 완전히 얼 때까지 5~6분 정도 걸린다.
- 이 비커에 시험관을 넣고 물이 얼 때의 변화를 관찰한다.
 - 일정한 시간 간격으로 시험관을 꺼내어 물의 변화를 관찰하여 기록한다.
- ※ 주위의 온도가 높아 잘 얼지 않을 경우 스티로폼 상자를 이용하면 도움이 된다.
- ※ 과냉각을 방지하기 위해 시험관을 흔들어 주는 것이 좋다.



소금과 얼음이 담긴 비커에 꽂아 놓은 시험관

3 물이 완전히 언 후의 변화를 관찰한다.

- 물이 완전히 얼었을 때 전자저울을 이용하여 무게를 측정한다.
 - ※ 무게를 측정하기 전에 시험관 표면의 물을 완전히 제거한 후 무게를 측정한다.



물을 얼리기 전 무게 측정



물을 얼린 후 무게 측정



얼기 전의 물의 높이



완전히 언 뒤의 물의 높이

3 물이 얼 때의 무게와 부피의 변화 설명하기

1 물이 얼 때의 변화를 발표한다.

- 물이 얼 때 생기는 모습의 변화를 발표한다.
 - 물이 얼기 전의 모습: 색이 투명하고, 시험관을 기울이면 흐르면서 모양이 변한다. 등
 - 물이 얼 때의 변화: 시험관의 겉표면부터 물이 얼기 시작하여 점차 가운데 부분으로 얼어 들어가기 시작한다. 물과 얼음이 섞여 있고 얼음은 투명하지 않다. 등
- ※ 물은 위에서부터 어는 것이 일반적인 현상이다. 그러나 실험에서는 물이 위에서부터 얼지 않고 윗부분이 맨 나중에 언다. 그 이유는 윗부분은 외부로부터 계속 열이 전달되기 때문이다.
 - 물이 완전히 언 후의 모습: 시험관의 가운데 부분까지 완전히 언다. 시험관의 속이 보이지 않는다. 기울여도 모양의 변화가 없다.



얼기 전의 모습



얼 때의 모습



언 뒤의 모습

- ※ 가정에서 투명한 얼음이 만들어지는 것은 끓인 물을 사용하기 때문이다.
- 물이 얼 때 생기는 무게의 변화를 발표한다.
 - 물이 얼기 전후의 무게 변화는 나타나지 않는다.
- ※ 얼음이 물에 뜬다는 선 경험 때문에 얼음이 가볍다고 생각하는 경우가 있다.
- ※ 물이 얼면서 부피가 증가하여 무게가 무거워졌다고 생각하는 경우가 있다. 이런 경우는 무게와 부피가 반드시 정비례 관계가 아님을 간단한 예를 들어 설명한다.
 - ☞ 같은 크기의 나무토막과 스티로폼 등
- 물이 얼 때의 부피 변화를 발표한다.
 - 물이 완전히 얼었을 때 물의 높이가 올라간 것을 통하여 물의 부피가 증가한다는 것을 알 수 있다.

4 우리 주변에서의 예 찾아보기

1 우리 주위에서 물이 얼 때 부피가 변한 예를 찾아본다.

- 물이 들어 있는 페트병을 냉동실에 넣고 얼리면 페트병이 볼록해진다.
- 낙석이 발생한다. 등

1 시험관에 물을 넣고 냉각시키면서 상태 변화를 관찰하면 물은 어느 부분부터 어나요? (①)

- ① 겉 표면부터 언다.
- ② 아랫 부분부터 언다.
- ③ 가운데 부분부터 언다.
- ④ 위와 아래에서 가운데로 언다.
- ⑤ 물 전체가 한꺼번에 언다.

2 다음 실험은 무엇을 알아보기 위한 실험인지 쓰시오.

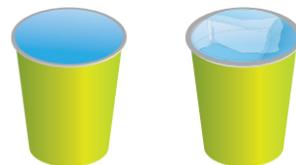
- ㉠ 작은 시험관에 물을 1/3 정도 넣는다.
- ㉡ 비커에 얼음과 소금을 넣은 후 유리 막대로 잘 섞는다.
- ㉢ 그 속에서 물을 넣은 시험관을 세워 놓고, 변화를 관찰한다.

(물이 얼 때 무게와 부피 변화를 알아보기 위한 실험)

3 우리 주변에서 물이 얼기 전과 후의 부피 변화로 나타나는 현상이 아닌 것은 어느 것인가요? (③)

- ① 추운 겨울날 수도관이 터졌다.
- ② 물을 가득 채운 유리병을 냉동실에 넣어 두었더니 유리병이 깨졌다.
- ③ 시험관에 물을 가득 넣고 유리관이 꽂혀 있는 고무마개로 막은 후 따뜻한 물에 넣어 두었더니, 유리관의 물높이가 높아졌다.
- ④ 냉동실에 두었던 물이 든 페트병이 뚱뚱해졌다.
- ⑤ 아주 추운 겨울날 물을 가득 담아 두었던 장독이 깨졌다.

4 다음은 물이 얼기 전과 얼 후의 모습입니다. 이 모습을 보고, 물이 얼기 전과 얼 후의 부피 변화에 대해서 알맞은 말을 () 안에 써 넣으시오.



물이 얼기 전

물이 언 후

물이 얼면 부피가 (증가한다).

5 다음은 물에 의해 낙석이 생기는 과정입니다. 순서가 바른 것은 어느 것인가요? (③)

- ㉠ 바위의 갈라진 틈으로 물이 스며든다. ㉡ 물이 얼어 바위틈이 넓어진다.
- ㉢ 날씨가 추워져 물이 언다. ㉣ 바위 조각이 떨어진다.

- ① ㉠-㉡-㉢-㉣ ② ㉠-㉢-㉡-㉣ ③ ㉠-㉣-㉡-㉢
- ④ ㉡-㉠-㉢-㉣ ⑤ ㉡-㉣-㉠-㉢

자료실



1 물을 냉각시킬 때 냉각제로 얼음에 소금을 넣는 이유는 무엇인가요?

물을 냉각시켜 얼음으로 만들기 위해서는 0℃보다 더 낮은 온도로 물을 냉각시켜야 한다. 이때 냉각제로 얼음을 이용해서는 0℃ 이하로 온도를 낮추기 어렵다. 이를 보완하기 위해 얼음에 소금을 넣어 주는데 이 경우 온도를 -21℃까지 낮출 수 있다.

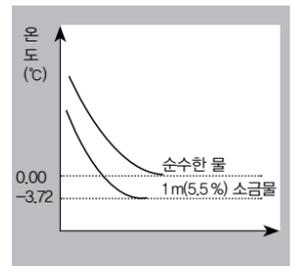
녹는 것(얼음의 용해열)과 소금이 물에 녹는 것(소금의 용해열)이 모두 주변의 열을 흡수하는 흡열 반응이기 때문이다. 이때 소금과 얼음의 비율에 따라 그 효과가 달라지는데 가장 효과적인 비율은 얼음 : 소금 = 3 : 1 일 때이다. 얼음에 첨가하여 온도를 낮추는 데 사용할 수 있는 물질로 염화암모늄, 염화칼슘, 염화아연 등이 있다.

물질	혼합 질량비	최저 온도(℃)
얼음 + 질산암모늄	100 : 77	-16
얼음 + 염화나트륨(소금)	100 : 33	-21.2
눈 + 에탄올	100 : 105	-30
얼음 + 염화칼슘	100 : 70	-54.9
얼음 + 염화나트륨 + 질산나트륨	100 : 38 : 26	-25.5

2 어느점 내림이란?

용매에 비휘발성 용질이 녹은 용액의 어느점은 순수한 용매의 녹는점보다 낮아지게 되는데, 이를 어느점 내림이라고 한다. 바닷물이 겨울철에도 얼지 않는 이유도 바닷물 속에 녹아 있는 염분 때문

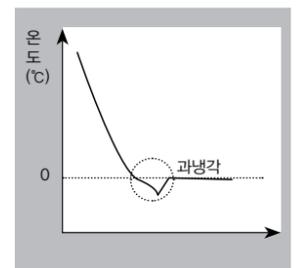
에 물의 어느점이 낮아지기 때문이다. 강물의 경우에도 불순물이 많이 포함되어 있을 경우에 더 낮은 온도에서 얼게 된다.



3 과냉각이란?

물을 얼릴 때 0℃ 이하의 온도가 되어도 얼지 않는 현상이 나타나게 되는데 이를 과냉각 상태라고 한다. 물의 경우 천천히 냉각시키면 약 -12℃까지 액체로 있을 수가 있는데, 이는 과열 상태와 마찬가지로 안정한 상태가 아니므로 외부로부터 자극을 받게 되면 갑자기 얼음이 생기게 된다.

이러한 과냉각 상태를 막기 위해서는 유리 막대로 저어 주어 약간의 충격을 주거나 작은 조각을 넣어 주면 되는데 이때 얼음이 얼기 시작하면 다시 온도가 0℃로 올라가서 평형 상태를 유지하게 된다. 냉동실에 넣어 둔 페트병을 갑자기 내리치면 물이 어는 것도 같은 원리이다.



자료실

4 액체가 응고할 때 부피는 어떻게 변하나요?

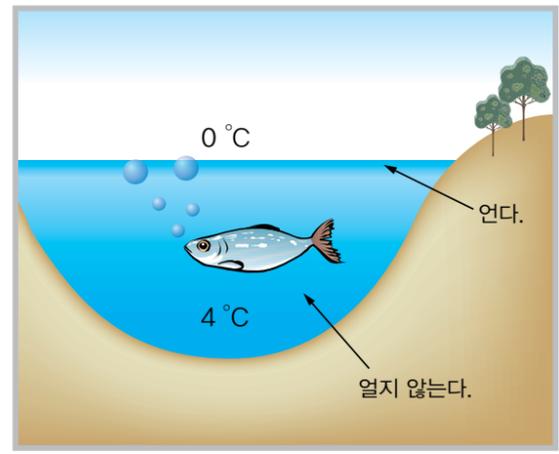
대부분의 물질들은 액체 상태에서 고체 상태로 될 때 부피가 약간 감소하게 된다. 그 까닭은 물질을 이루는 입자들이 액체 상태에서보다 고체 상태에서 더욱 밀집되어 규칙적인 배열을 하게 되어 입자와 입자 사이의 공간이 작아지기 때문이다.

그러나 물이 얼어 얼음이 될 때에는 부피가 늘어난다. 추운 겨울철에 유리병에 물을 담아 바깥에 놓아두면 물이 얼면서 유리병이 깨지는 것도 부피가 늘어나기 때문이다.

5 호수의 물 윗부분부터 얼음이 어는 이유는 무엇인가요?

기온이 영하로 내려가도 호수는 완전히 얼지 않고 표면에만 얼음이 어는 것을 볼 수 있다. 이것은 물의 밀도가 4℃에서 최대이며, 얼음이 되면 부피가 커지고 물보다 가벼워 수면에 뜨는 독특한 성질을 가지고 있기 때문이다.

물 이외의 대부분의 물질은 온도가 낮아질수록 밀도가 커지고 고체가 되면 액체보다 밀도가 커진다. 만일 물도 이와 같이 얼음이 될 때 밀도가 커진다면 수면에서 생성된 얼음은 호수 바닥에 가라앉으며 수면의 물은 계속 얼음이 되어 가라앉는 과정이 반복되어 바닥에서부터 얼음이 채워지고 호수 전체가 얼음덩어리가 될 것이다. 그러나 물의 독특한 성질 때문에 심층은 영상의 수온을 유지하고 수면만이 결빙되어 심층의 물고기가 생존할 수 있게 된다.



6 / 11
차시

교과서 138~139쪽
실험 관찰 57~58쪽

얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화를 알아봅시다

| 학습 목표 | 1. 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화를 관찰할 수 있다.
2. 얼음이 녹을 때의 부피 변화를 증거를 들어 설명할 수 있다.

얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화를 알아봅시다

▶ **어떻게 할까요?**

- 눈을 실험대에 물을 넣고 높이를 표시합니다.
- 얼음을 잘라서 용기 용이 용이 있는 눈은 실험대 벽 밑에 뒤 물의 높이를 표시하고, 전자저울을 이용하여 무게를 측정하여 봅시다.
• 눈이 녹은 물의 높이는 무엇일까요?
- 눈을 실험대의 얼음이 녹을 때의 물의 높이 부피는 어떻게 될까요?
- 얼음이 완전히 녹았을 때 물의 높이를 관찰하고, 전자저울을 이용하여 무게를 측정하여 봅시다.
• 물의 높이는 어떻게 되나요?
• 물의 무게는 어떻게 되나요?

▶ **생각해 봅시다?**

• 얼음이 녹기 전과 녹은 후의 물의 높이 변화를 이용하여, 얼음이 녹을 때의 부피 변화를 설명하여 봅시다.

138~139 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화 관찰하기

1. 얼음이 녹을 때의 변화를 예상하여 봅시다.

	예상한 내용
무게	무게는 변하지 않는다.
부피	부피가 커졌던 얼음이 녹으므로 물의 높이가 낮아진다.

2. 얼음이 녹을 때의 변화를 관찰하여 봅시다.

• 무게 변화

녹기 전의 무게(g)	완전히 녹은 후의 무게(g)

• 부피 변화

얼음을 넣기 전 물의 높이	얼음을 넣은 후 물의 높이	얼음이 녹은 후 물의 높이

▶ **생각해 봅시다?**

• 얼음이 녹을 때의 부피 변화

얼음이 녹기 전의 부피	관찰한 내용
얼음이 녹기 전의 부피	일정한 모양이 있고, 단단하며 불투명하다.
얼음이 녹은 동안의 부피	물과 얼음이 같이 있다. 얼음이 가라앉아 녹으면서 크기가 작아진다.
얼음이 완전히 녹은 후의 부피	일정한 모양이 없어지고 흐른다. 투명하다.

▶ 얼음이 녹기 전과 녹은 후의 물의 높이 변화를 이용하여, 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화를 설명하여 봅시다.
 얼음이 녹었을 때 물의 높이가 낮아진 것으로, 얼음이 녹아 물이 될 때 부피가 줄어든다는 것을 알 수 있다. 그러나 얼음이 녹기 전후에 물의 무게 변화가 없는 것으로 보아, 물과 얼음의 상태 변화에서 무게의 변화는 일어나지 않는다는 것을 알 수 있다.

▶ 비닐 표면에 아이스크림을 가득 채우지 않는 이유를 설명하여 봅시다.
 물을 가득 채우면 아이스크림이 얼 때 부피가 증가하여 비닐 표면이 찢어질 수 있기 때문이다.

수업의 흐름

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1 얼음의 무게와 부피 측정하고 녹을 때의 변화 예상하기 | 얼음을 눈금 실린더에 넣고 무게와 부피를 측정해 본다. 얼음이 녹을 때 무게와 부피 변화에 대하여 예상해 본다. |
| 2 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화 관찰하기 | 눈금 실린더 안의 얼음의 변화를 관찰해 본다. 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화를 관찰해 본다. |
| 3 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화 설명하기 | 얼음이 녹아 물이 될 때의 무게와 부피 변화에 대하여 설명해 본다. |

준비물

모둠(개인): 눈금 실린더 100mL, 유성 펜, 가는 철사, 전자저울, 얼음

▲ 유의점

- * 얼음을 눈금 실린더에 들어갈 수 있는 모양으로 준비한다.
- * 얼음이 눈금 실린더에 들어가지 않으면 칼로 작게 잘라 사용한다.
- * 가는 철사는 얼음을 완전히 물속에 가라앉히기 위한 목적으로 사용한다.

학습 내용 및 활동

| 수업을 위한 동기 유발 |

- 튜브형 아이스크림이 녹은 사진을 보면서 가득 채워져 있지 않은 이유에 대하여 이야기한다.
- 물이 얼 때 부피가 커졌다가 녹으면서 다시 원래대로 되었기 때문이다. 등
- * 대부분의 물질들은 액체에서 고체가 될 때 부피가 줄어든다는 것을 인식하도록 한다.

1 얼음의 무게와 부피 측정하고 녹을 때의 변화 예상하기

1 얼음의 무게와 부피를 측정한다.

- 눈금 실린더에 물을 넣고 높이를 표시한다.
 - 표시한 물의 높이는 눈금 실린더에 담긴 물의 양을 나타내는 것임을 이야기한다.



눈금 실린더에 물의 높이 표시하기

- * 눈금 실린더에 셀로판테이프를 붙이고 유성 펜으로 높이를 표시하면 좋다.
- * 물의 높이를 표시할 때 순서별로 다른 색의 유성 펜을 사용하면 구분하기 쉽다.
- * 물의 높이와 부피와의 관계를 인식하도록 한다.

- 얼음을 철사로 묶어 물이 들어 있는 눈금 실린더에 넣은 뒤, 물의 높이를 표시한다.
- 늘어난 물의 높이가 무엇을 나타내는 것인지 이야기한다.
 - 물속에 잠겨 있는 얼음의 부피라고 할 수 있다.
- * 얼음을 가는 철사로 묶어 물이 든 눈금 실린더의 바닥으로 넣은 뒤 물의 높이를 표시한다.
- * 늘어난 부피에서 가는 철사의 부피는 무시한다.
- 전자저울을 이용하여 물과 얼음이 담겨 있는 눈금 실린더의 무게를 측정한다.
- * 고무마개를 이용하여 눈금 실린더의 입구를 막아 주면 증발에 의하여 물의 무게가 줄어든다고 생각하는 경우를 없앨 수 있다.



- * 전자저울은 1g 단위의 저울을 사용한다. 0.1g 단위의 저울은 녹기 전후의 무게 비교 활동 시 오차가 발생할 수 있다.

2 얼음이 녹을 때의 부피 변화를 예상한다.

- 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화를 예상하여 발표한다.
 - 무게는 변하지 않는다. 부피가 감소한다. 등
- 예상한 내용의 이유를 설명한다.
 - 생활 속의 경험 등 다양한 이유를 들어 발표한다.

2 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화 관찰하기

1 얼음이 녹을 때의 부피 변화를 관찰한다.

- 얼음이 녹았을 때 물의 높이가 어떻게 되었는지 이야기한다.
 - 얼음이 녹기 전보다 물의 높이가 낮아졌다.
 - 물만 있을 때의 높이보다는 높고 얼음을 넣었을 때의 높이보다는 낮다. 등

2 얼음이 녹을 때의 무게 변화를 관찰한다.

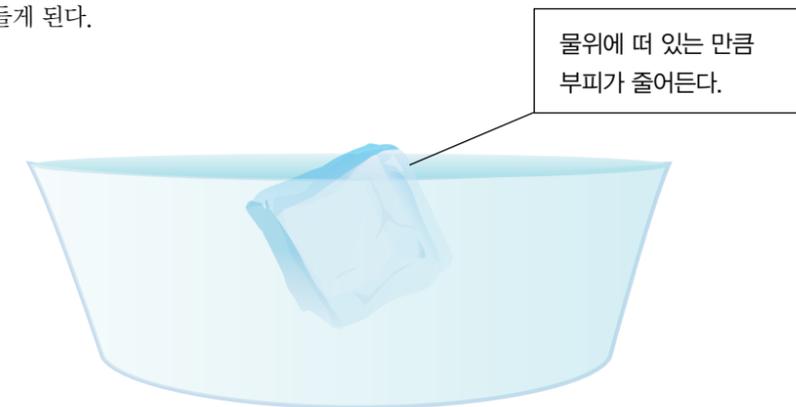
- 얼음이 완전히 녹으면 물이 담긴 눈금 실린더의 무게를 측정한다.
 - 무게는 달라지지 않았다.



1 얼음이 녹아도 물의 높이가 달라지지 않는 이유는 무엇인가요?

물이 얼면서 부피가 증가하는 것은 수소 결합 때문이다. 물이 냉각되면 계속해서 3차원적인 수소 결합을 형성하여 물 분자의 구조는 가운데 빈 육각 모양을 하게 된다. 이러한 이유로 물이 얼면 부피가 증가하는 것이다. 하지만 반대로 얼음이 녹으면서 반대로 육각 기둥 모양이 사라지면서 부피는 다시 줄어들게 된다.

그래서 얼음이 녹아 물이 되었을 때 부피가 줄어들어 물의 높이는 변하지 않게 된다. 즉, 물위로 올라온 얼음만큼의 부피가 줄어들어, 얼음이 완전히 녹아도 물의 높이는 달라지지 않는다.



2 여름에 아이스크림 주위에서 김이 나는 이유는 무엇인가요?

여름날의 온도는 아이스크림의 온도보다 훨씬 높다. 그래서 아이스크림은 공기에 접촉하자마자 녹기 시작하는데, 그것이 녹을 때에는 주위의 공기로부터 많은 양의 열을 빼앗아간다. 물이 수증기로 변할 때 주위의 열을 빼앗듯이 얼음이 녹을 때도 주위의 열을 빼앗는다. 이것을 융해열이라고 하기도 한다. 그래서 얼음과 주위의 공기의

온도가 낮아져 하얗게 보이는 김이 생기는 것이다. 평상시에 공기는 온도에 따라 일정한 양의 수증기를 포함하고 있다. 그런데 온도가 갑자기 내려가면 공기가 포함할 수 있는 수증기 양이 줄어서, 원래 공기 중에 포함하고 있던 수증기로도 포화 상태(더할 수 없는 양에 이른 상태) 혹은 과포화 상태(포화 상태를 넘어선 상태)가 된다.

3 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화 설명하기

1 얼음이 녹을 때의 무게와 부피 변화를 설명한다.

- 얼음이 녹을 때의 무게 변화를 이야기한다.
 - 얼음이 녹기 전과 녹은 후의 무게 변화가 없는 것을 보았을 때 무게는 변하지 않는다.
- 얼음이 녹을 때 달라진 물의 높이 변화를 이용하여 얼음의 부피 변화를 추리하여 발표한다.
 - 물의 높이가 낮아진 것은 얼음이 녹으면서 부피가 줄어들었기 때문이다. 등
- 얼음이 녹기 전과 녹은 후의 무게 변화가 없는 것은 물과 얼음의 상태가 변하더라도 무게의 변화는 없다는 것을 알 수 있다.
- 실험 결과가 예상과 일치하는지 모둠별로 발표한다.

2 튜브형 아이스크림이 녹으면 가득 채워져 있지 않은 이유에 대하여 이야기한다.

- 아이스크림이 얼면서 늘어났던 부피만큼 녹을 때 부피가 줄어들기 때문이다. 등

평가 문항

- 오른쪽 그림처럼 비커에 얼음을 넣고, 물의 높이를 표시합니다. 비커에 들어 있는 얼음이 완전히 녹으면 물의 높이가 어떻게 될지를 쓰고, 그 이유를 설명하십시오. (변함 없다. 얼음이 녹아 물이 될 때 부피가 감소하기 때문에) 
- 튜브형 아이스크림이 녹으면 가득 채워져 있지 않은 이유를 설명하십시오. (물이 얼음이 될 때 부피가 증가하기 때문에 늘어나는 만큼 적게 넣어야 터지지 않기 때문에)
- 물과 얼음의 상태 변화와 우리 생활과의 관계가 아닌 것은 어느 것인가요? (④)
 - ① 봄이 되면 얼음이 녹아 배를 타고 강을 건널 수 있다.
 - ② 겨울이 되면 물이 얼어 냇가에 흐르는 물이 적다.
 - ③ 시베리아 지역에는 봄이 되면 얼음 홍수가 발생한다.
 - ④ 겨울철에는 고드름이 생긴다.
 - ⑤ 얼음을 얼려 스케이트장을 만든다.

3 시베리아 지역에 봄이 되면 얼음 홍수가 발생하는 이유는 무엇인가요?

시베리아 지역은 우랄 산맥의 동쪽 지역으로 예니세이 강과 오브 강 지역에 걸친 저지대를 말한다. 그런데 이곳의 강은 대부분이 남쪽의 중앙아시아의 고원 지대에서 발원해 북극해로 흘러드는 강으로, 시베리아를 가로질러서 남에서 북으로 뻗은 강들이다. 그래서 시베리아 지역에서 겨울 동안 강이 얼어 있다가 봄이 되면서 남쪽 지역, 즉 강의 상류 지역부터 기온이 올라가기 시작하면 얼음이 녹게 된다. 그러나 하류 지역은 아직 추워서 얼음이 녹지 않기 때문에 이 물은 그 주변의 저지대로 흘러들어 홍수를 일으킨다.



겨울 홍수가 발생한 모습

4 조상들은 얼음을 어떻게 보관하고 사용하였을까요?

신라 지증왕 22년에 축조되어 조선 시대에 개축된 돌로 만든 석빙고가 경주에 있다. 조선 시대에 한양에는 동빙고, 서빙고 등의 여러 얼음 창고가 있었다. 당시의 얼음은 겨울철에 한강에서 채취하여 창고에 보관하였다가 주로 궁중에서의 제사나 주요 행사 등에 사용되었으며, 일반 서민들은 구경조차 할 수 없는 귀중한 것이

였다. 그래서 얼음을 보관하는 일이 중요한 일이었기 때문에 얼음을 채취, 보관하는 빙고라는 관청이 있었다. 이에 종사하는 사람을 빙부, 이들에게 녹봉으로 지급된 논밭을 빙전이라 불렀으며, 이 제도는 고종 3년에 폐지되었다.

5 얼음을 물에 넣으면 왜 금이 갈까요?

공기 중에서는 얼음 내부와 외부의 온도차가 작아 얼음이 얼 내부에 전달되어 얼음 안과 밖의 팽창률의 차이로 인해 금이 가게 된다. 에 열 전달이 서서히 일어나므로 금이 가는 현상이 나타나지 않으나, 물에 들어가면 순간적으로 녹으면서 그 온도차

6 지구 상의 얼음이 모두 녹으면 어떻게 될까요?

지구 상의 얼음이 모두 녹아 물이 되면 바다로 흘러가 바닷물의 높이가 50m 이상 높아진다. 그러면 도시나 낮은 평야는 모두 물속에 잠겨 버리고 높은 산들이 여기저기 섬처럼 남을 것이다. 남극 대륙이나 그린란드 같은 곳에서는 땅이 모두 두터운 얼음으로 덮여져 있으

며 그 평균 두께는 2,000~3,000m나 된다. 그리고 곳곳에 빙하나 두터운 얼음이 많이 있다. 이것들이 모두 녹는다면 육지 위의 낮은 곳은 바닷물로 덮이고 높은 곳만 남게 된다.



교과서_140~141쪽

[첨단 과학]

화성에 물이 있을까요?

과학 이야기 활용 방법



과학자들은 오랜 옛날부터 화성에 물이 있는지에 대한 연구를 해 왔다. 화성에 대한 꾸준한 관찰과 연구 그리고 위성이 보내온 자료를 통하여 화성에 물이 있다는 것을 증명하려는 과학자들의 활동을 통하여 과학자들의 탐구에 대한 노력을 이해하게 한다. 또한 지구뿐만 아니라 화성에도 물이 있을 수 있다는 사실을 통하여 태양계에 또 다른 생명체의 존재 가능성에 대한 호기심을 갖도록 한다.

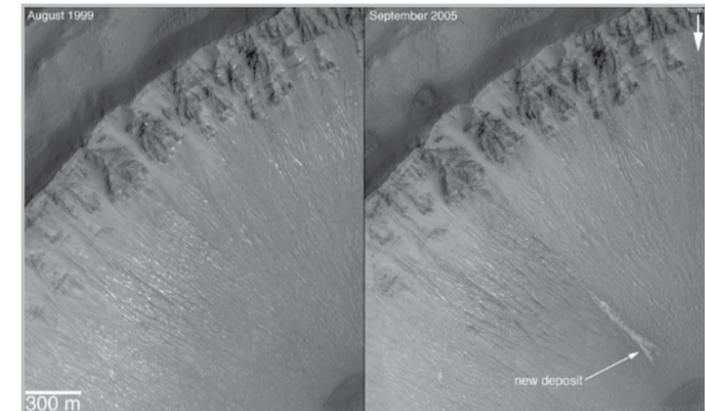
본 과학 이야기는 '물이 얼음이 될 때의 변화'에서의 심화 활동 자료로 활용이 가능하며, 과학자들이 다양하게 수집된 자료를 통하여 물과 생명체의 존재 가능성에 대하여 추리하는 과학 탐구 방법에 중점을 두는 것이 바람직하다.

심화 정보

1. 화성에 물이 있다고 하는 증거

마스 글로벌 서베이어는 1996년 발사된 이후 10년 간 화성 궤도를 돌면서 고해상도 이미지를 전송해 왔다. 이 중 2005년 9월 탐사선이 화성의 센타우리 몬테스(Centauri Montes) 지역 크레이터에서 찍은 사진에서 1999년 8월 같은 곳에서 찍은 사진에서는 보이지 않던 새로운 협곡이 생겼다는 사실이 최근 발견되었다.

이에 대해 NASA 과학자들은 흐르는 액체가 아니고서는 나타날 수 없는 지형 변화라고 설명하고 있다. 6년 사이에 어떤 이유로 지하수가 표면으로 분출한 뒤 경사면을 타고 400~500m 흐르다가 증발되거나 스며들었다는 것이다.



나사에서 촬영한 화성 표면의 지형 변화

또 다른 증거로 화성의 테라 시레눔(Tera Sirenum) 지역에서 2001년 12월 찍은 사진에는 없던 협곡이 2005년 4월 촬영한 사진에는 나타났다.

화성 표면은 온도가 영하 60℃이고 기압은 지구 대기압의 100분의 1로 매우 낮아 액체 상태의 물이 오랫동안 존재하기 힘들다. 곧바로 얼어붙거나 증발해 버리기 때문이다. 따라서 물이 있다면 표면과 가까운 지하에 액체 상태로 존재할 가능성이 크다.

탐사선의 카메라를 제작한 '말린 우주과학시스템스'의 마이클 말린 박사는 "사진에 나타난 흔적은 물이 남긴 침전물이며, 대기압이 낮아 표면에서 물이 곧 말라 버렸을 것"이라고 설명했다. 즉 소금물인지, 산을 함유한 물인지, 진흙탕물인지는 알 수 없지만 분명한 점은 물이 있다는 뜻이다.