

# 탐구수업 지도자료

- 학 년      중학교 3학년
- 단 원      물의 순환과 날씨의 변화
- 소 제 목    6장 기압과 바람
- 제 목      도입
- 대표 저자   오필석(이화여자대학교)
- 공동 저자   김세연(서울 한성여자고등학교)  
                  박경민(서울 서일중학교)  
                  소영무(고려대학교 부속고등학교)  
                  유정문(이화여자학교)  
                  이지은(서울 경기고등학교)  
                  황석규(서울 원촌중학교)

이 자료는 서울대학교 과학교육연구소가 교육인적자원부의 과학교육연구기관으로 지정받아 수행하고 있는 「탐구·실험 중심의 과학교육 활성화를 위한 연구개발 사업」의 일환으로 개발되었습니다.



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center



# 제 6 장

## 기압과 바람



### 배경지식 넓히기



서울대학교  
과학교육연구소

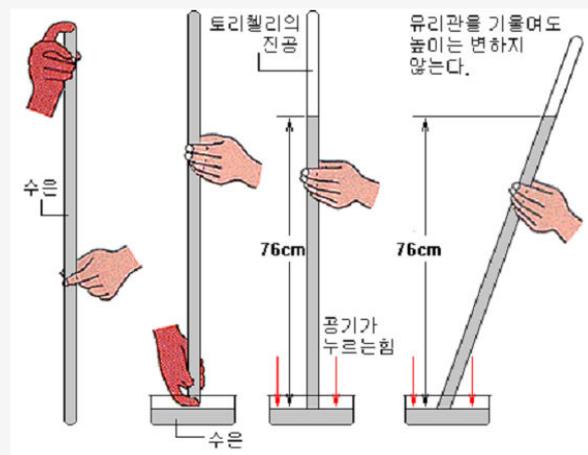
### 1. 기압의 크기와 측정

#### (1) 기압이란?

지구를 둘러싸고 있는 기체를 대기라고 하며, 이 대기의 압력을 대기압 혹은 기압이라고 한다. 대기를 구성하는 눈에 보이지 않는 작은 공기 분자들은 끊임없이 운동하고 있다. 압력이 단위 면적에 수직으로 작용하는 힘의 크기를 의미하므로 기압은 단위 면적에 공기 분자가 끊임없이 부딪치며 만들어내는 수직 성분의 힘의 크기를 의미한다. 따라서 기압은 표면에 부딪치는 기체 분자의 개수와 속도에 의해 결정된다. 지구의 대기는 지구 중력장에 의해 지면에 가까울수록 많은 공기 분자가 존재하게 되므로 결국 고도가 낮을수록 기압은 커지게 된다.

#### (2) 기압의 측정

기압의 크기를 정량적인 방법으로 맨처음 측정한 사람은 토리첼리(Torricelli, 이탈리아)였다. 토리첼리는 1m의 유리관에 수은을 가득 채우고 그 끝을 막아 수은이 담긴 수조에 넣고 손을 떼었을 때 수은 기둥이 76cm 높이가 되는 곳에서 멈추고 더 이상 내려오지 않음을 알게 되었다. 이 실험에서 수은이 76cm까지 밀려 내려오면서 유리관 속에서 만들어진 진공은 사람이 만든 최초의 진공으로 '토리첼리의 진공'이라고 부른다. 수은 기둥이 높이 76cm를 유지하는 것은 공기가 만들어낸



토리첼리의 실험

기압이 수은 표면을 눌러 수은 기둥이 더 이상 내려오지 못하도록 받쳐주기 때문이다. 즉, 1기압은 수은 기둥 76cm가 단위 면적에 작용하는 압력과 같다.

토리첼리의 실험을 흥미롭게 생각했던 파스칼은 물을 사용하여 같은 방법으로 실험을 하여 76cm의 수은 기둥은 약 10m의 물기둥과 동일하다는 사실을 밝혔다. 이로써 진공 펌프를 사용하여 물을 끌어올릴 때 10m 이상은 끌어올릴 수 없다는 경험적으로 널리 알려진 사실에 대한 과학적 이해가 가능하게 되었다. 또한 파스칼은 기압이 변하면 수은 기둥의 높



서울대학교  
과학교육연구소



서울대학교  
과학교육연구소

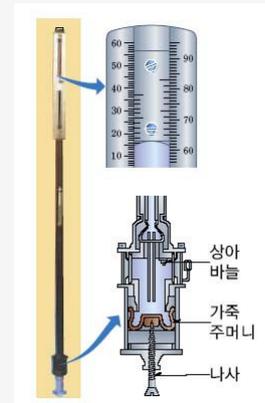
이가 달라질 수 있다는 생각으로 토리첼리 실험 원리를 이용한 두 개의 수은 기압계를 만들어 처제인 페리에와 함께 자신이 살고 있는 르몽 근처의 산기슭과 산꼭대기에서 수은 기둥의 높이를 측정하여 산꼭대기가 산기슭의 수은 기둥에 비해 10분의 1이나 낮음을 확인하였다. 이는 고도가 높아질수록 기압이 낮아진다는 사실을 확인함과 더불어 기압의 변화를 측정하여 날씨 예보의 자료로 사용할 수 있는 가능성을 열어주었다. 일반적으로 기압이 낮아지기 시작할 때는 저기압이 다가오는 경우이므로 날씨가 흐려지는 경우가 많다. 실제로 마그테부르크의 반구 실험으로 유명한 독일의 마그테부르크의 시장 괴리케는 10m가 넘는 관에 물을 넣어 만든 기압계로 기압의 변화를 살핌으로써 폭풍을 예견하였다. 오늘날 흔히 사용되는 기압계를 살펴보면 다음과 같다.



서울대학교  
과학교육연구소

### ① 수은 기압계

토리첼리의 실험을 그대로 이용한 기압계로, 기압에 따라 수은 주(수은 기둥)의 높이가 달라지는 것을 이용한다. 수은을 사용하는 것은 상온에서 액체로 존재하는 물질 중에 가장 밀도가 높기 때문이다. 물과 같이 수은보다 밀도가 낮은 물질을 사용할 경우 기둥의 높이를 훨씬 높게 만들어야만 한다. 수은 기압계는 크기가 크고, 사용하기에 다소 불편한 면은 있으나 정밀하게 기압을 측정할 수 있는 장점이 있다.

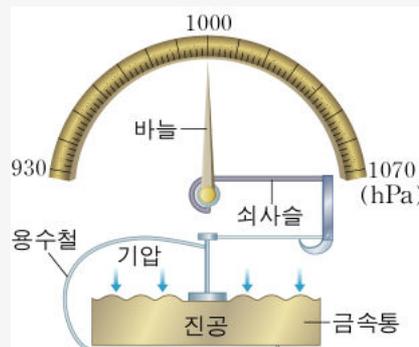


### ② 아네로이드 기압계

진공으로 된 얇은 금속통이 기압의 변화에 따라 압축 팽창되는 원리를 이용한 기압계이다. 기압이 높아지면 금속통은 눌려져 납작해지면서 바늘이 기압이 높은 값을 가리키도록 설계되어 있다. 정밀한 기압을 측정하기에는 좋지 못하나 휴대가 간편한 장점이 있다.



서울대학교  
과학교육연구소

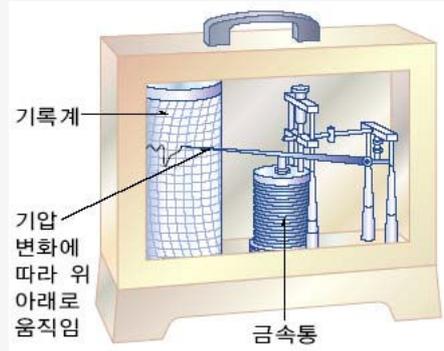
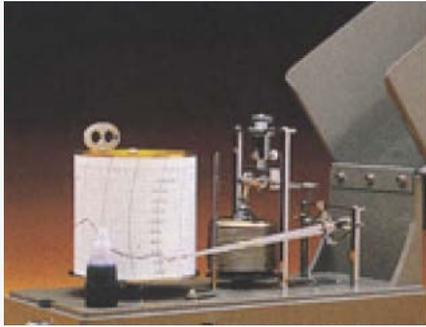


### ③ 자기 기압계

아네로이드 기압계의 원리를 그대로 이용한 것으로 기압을 표시하는 바늘이 시계 장치로 일정하게 회전하고 있는 원통에 감겨 있는 기록 용지에 닿아 기압의 변화가 연속적으로 기록되는 기압계이다.



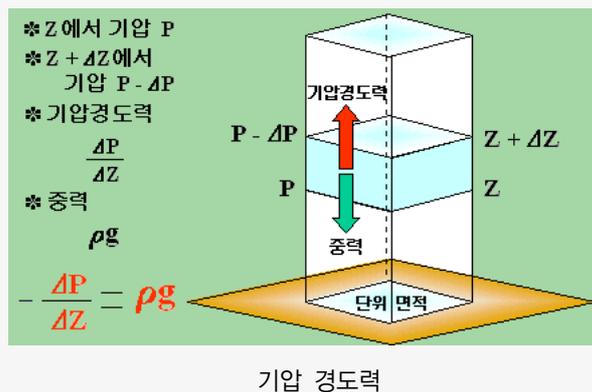
서울대학교  
과학교육연구소



서울대학교  
과학교육연구소

### (3) 기압의 크기와 방향

끊임없이 움직이고 있는 공기 분자도 질량을 가지고 있으므로 지구 중력장의 영향을 받아 지구 중심을 향하는 가속도를 가진다. 이러한 공기 분자에 작용하는 중력 가속도는 공기 분자가 지표면 가까이에 몰리도록 만들지만, 공기가 모여들수록 기압이 높아지므로 공기 분자의 수가 적어 기압이 낮은 위쪽 방향으로 공기 분자를 밀어내는 기압 차이에 의한 힘(기압 경도력)이 나타나게 된다. 결과적으로 공기 분자는 이 중력 가속도와 기압 경도력이 균형을 이루는 평형 상태를 이룬다. 이러한 평형 상태를 정역학적 평형 상태라고 부른다. 실제 공기 분자는 끊임없이 운동하므로 정역학적인 상태라고 볼 수는 없으나 결과적으로 오르내리는 공기 분자의 개수가 비슷한 상태이므로 정역학적인 평형 상태라고 보아도 크게 문제는 없다. 이 경우 결국 기압은 단위 면적에 작용하는 공기 기둥의 무게와 같게 된다. 따라서 고도가 높아질수록 기압이 낮아지는 이유를 높이 올라갈수록 지면을 눌러주는 공기 기둥의 길이가 짧아지기 때문이라고 설명할 수도 있다.



서울대학교  
과학교육연구소

결과적으로 76cm의 수은 기둥이 단위 면적당 작용하는 힘의 크기는 지표면에서 대기의 끝까지 단위 면적에 놓여 있는 공기 기둥의 무게와 같다. 이 기압의 크기를 1기압이라고 한다. 수은의 밀도가 13.6g/cm<sup>3</sup>임을 고려하여 기압의 크기를 계산하면 다음과 같다.

$$1\text{기압} = 76\text{cmHg} \approx 101300\text{N/m}^2 = 1013\text{hPa}$$

여기서 1hPa(헥토파스칼) = 100Pa = 100N/m<sup>2</sup>의 관계가 있다. 수은 밀도의 1/13.6에 해당하는 물을 사용하면 물기둥의 높이가 76cm × 13.6 = 1033.6cm, 즉 약 10m에 해당한다. 지표 부근에 살고 있는 우리의 몸은 이 정도 크기의 기압을 항상 견디며 살아가고 있는 셈이다.

근본적으로 기압은 공기 분자가 끊임없이 부딪치며 만들어내는 효과이므로 기압은 사방으로 균일하게 작용한다. 이것은 공기 분자들이 서로 활발하게 움직이며 충돌하여 운동량을 서로 주고받아 공기 분자의 움직임이 사방으로 거의 균일하게 이루어지기 때문이다. 그러나 대부분의 교과서에서 기압의 크기를 단순히 공기 기둥의 무게로만 설명하기 때문에 많은 학



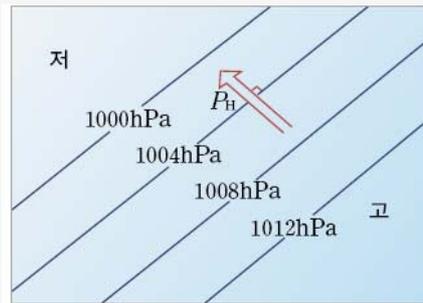
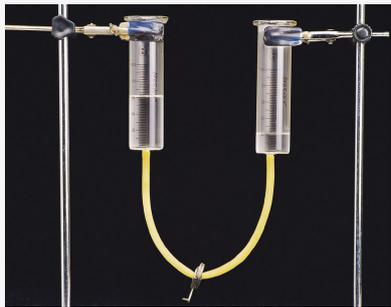
서울대학교  
과학교육연구소

생들이 ‘기압은 아래로만 작용한다.’라고 잘못 생각하는 경향이 있다. 기압이 사방으로 작용한다는 사실은 우리 주변에서 쉽게 확인할 수 있다. 풍선을 불거나 고무공에 바람을 넣을 때 사방으로 균일하게 부푸는 것은 기압이 사방으로 균일하게 작용하고 있음을 보여주는 좋은 예이다.

## 2. 기압과 바람

### (1) 여러 가지 힘과 바람

아래 그림과 같이 물의 높이가 다른 물기둥을 연결하면 물의 높이가 높은 곳에서 낮은 곳으로 물이 이동하게 된다. 물기둥의 높이는 수압의 크기에 해당하므로 결국 수압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 힘이 작용하여 물이 흐르게 되는 것이다. 이와 같은 원리로 공기도 기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 작용하는 힘인 기압 경도력에 의해 공기가 이동하게 되고 이것이 바로 바람이다. 즉, 기압 차이에 의해 나타나는 기압 경도력이 바람을 일으키는 근본적인 힘이 되는 것이다. 기압경도력은 두 지점 사이의 기압 차이가 크고, 거리가 가까울수록 커지게 된다. 동일한 기압 간격으로 등압선을 그린 일기도 상에서는 등압선의 간격이 좁을수록 기압 경도력이 커지므로 바람이 강하게 분다.



기압 경도력의 방향

기압 경도력에 의해 이동하는 공기는 움직이는 동안 지구 자전에 의해 생기는 전향력과 지표면과의 마찰력에 의해 이동 방향에 변화가 생긴다. 마찰력은 공기가 이동하는 반대 방향으로 작용하며 바람의 속력을 줄여준다. 전향력은 코리올리의 힘(Coriolis Force)라고도 부르는 힘으로 지구의 자전에 의해 북반구에서 항상 물체가 이동하는 방향의 오른쪽으로 작용한다. 이는 지구에서 움직이는 물체의 각운동량이 보존되는 과정에서 지구에 붙어사는 우리에게 느껴지는 겉보기 힘(Apparent Force)이다. 다음 그림에서 보듯이 지구가 자전하지 않을 경우(a)에 북극(North Pole)에서 적도(Equator) 방향으로 이동시킨 물체는 그 방향을 그대로 유지하며 이동한다. 그러나 실제와 같이 자전하는 지구에서는 북반구에서 오른쪽 방향으로 휘어지게 된다. 지구의 자전 방향이 반대로 느껴지는 남반구에서는 물체의 이동 방향에 대해 왼쪽으로 전향력이 작용한다. 이와 같이 기압 경도력에 의해 공기가 움직여 바람이 불게 되면 전향력과 마찰력이 작용하여 이 세 힘의 균형에 의해 바람의 방향이 결정된다.



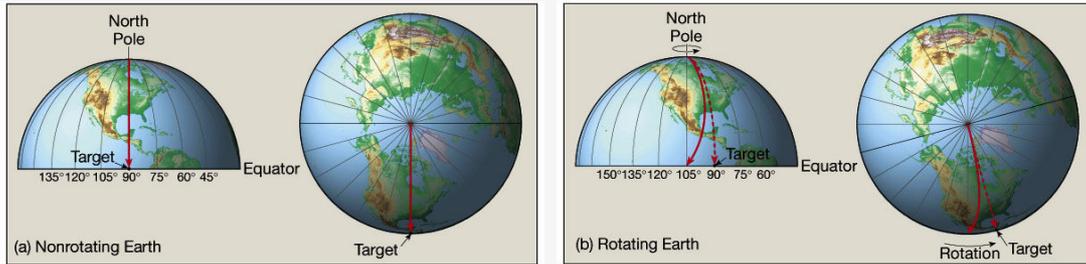
서울대학교  
과학교육연구소



서울대학교  
과학교육연구소



서울대학교  
과학교육연구소



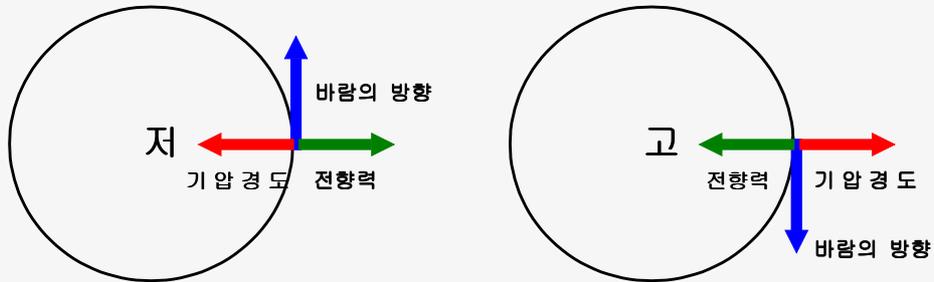
지구의 자전과 전향력



서울대학교  
과학교육연구소

## (2) 고기압과 저기압

기압에 의한 날씨의 변화를 보기 위해서는 관측소에서 측정한 기압을 모두 기준면인 평균 해수면의 값으로 바꾸어 비교해야 한다. 평균 해수면의 값을 비교하였을 때, 주위보다 기압이 높은 곳을 고기압, 주위보다 기압이 낮은 곳을 저기압이라고 한다. 등압선을 등고선처럼 생각한다면 주위보다 기압이 높아 봉우리 형태를 보이는 곳이 고기압, 반대로 웅덩이처럼 낮은 곳이 저기압이다. 물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르듯 바람도 기압이 높은 고기압에서 저기압으로 불게 되는데, 전향력과 마찰력의 영향으로 바람이 직선으로 불지 않고 휘어져서 불게 된다. 북반구에서 저기압 중심에는 공기가 반시계 방향으로 회전하며 모여들고, 고기압 중심에서는 시계 방향으로 회전하며 빠져 나간다. 이것은 아래 그림에서 보듯이 기압 경도력과 전향력이 균형을 이루며 생기는 현상이다. 여기에 마찰력에 의해 바람의 속도가 줄어 전향력이 줄게 되므로 저기압에서는 중심을 향해서, 고기압에서는 중심과는 반대 방향으로 등압선을 가로질러 바람이 불게 된다.



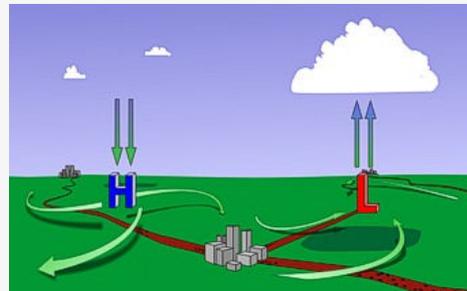
고기압과 저기압에서의 바람(마찰력이 없을 경우)



서울대학교  
과학교육연구소

저기압 주변에서 반시계 방향으로 공기가 모여드는 현상은 대표적인 저기압의 하나인 태풍의 위성사진에서 쉽게 확인할 수 있다. 반시계 방향으로 회전하며 중심 방향으로 향하는 구름의 띠를 뚜렷하게 볼 수 있다.

저기압 중심에 모여든 공기는 상승하면서 기압이 낮아져 팽창하고 냉각하여 구름이 만들어지므로 흐리거나 비가 오는 등 날씨가 껏게 된다. 반면 고기압 중심에서는 빠져나간 공기를 채우기 위해 공기가 하강하게 되므로 주변보다 기온이 높고, 구름이 없는 맑은 날씨가 된다.



서울대학교  
과학교육연구소



## 탐구활동을 위한 안내

### 1. 탐구활동 목록

	제 목	분 류 [성격/ 수준/ 장소]	기 타
활동 1	기압을 느껴보자	탐구/일반/실험실	교과서 탐구
활동 2	하늘로 날아간 고무풍선의 운명은?	탐구/일반/실험실	새 탐구
활동 3	달에서 하는 토리첼리의 실험	탐구/일반/실험실	확장 탐구
활동 4	바람이 부는 까닭은?	탐구/일반/실험실	새 탐구



서울대학교  
과학교육연구소

### 2. 선정 이유

**활동 1.** 기압의 크기를 체험을 통해 느껴보고 실제의 값을 계산하여 본다.

**활동 2.** 고도가 높아졌을 때 생기는 고무풍선의 변화를 통해 기압이 작용하는 방향에 대해 이해한다.

**활동 3.** 진공 압축 용기를 이용하여 공기가 없는 달의 환경에서 토리첼리 실험의 결과를 유추해봄으로써 기압의 효과와 크기를 이해한다.

**활동 4.** 두 개의 구름 발생 장치를 이용하여 바람이 생기는 원인과 바람의 방향, 바람의 세기를 결정하는 요인이 무엇인지를 이해한다.



서울대학교  
과학교육연구소



서울대학교  
과학교육연구소