

탐구수업 지도자료

- 수정본 -

- 학 년 중학교 1학년
- 단 원 바다를 느껴보자
- 소 단 원 6장 해류
- 제 목 도입
- 대표 저자 구자옥(서울 용산고등학교)
- 공동 저자 김동영(서울 신림고등학교)
 이기영(서울 신목고등학교)
 박양지(경기 철산중학교)

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

해류



서울대학교
과학교육연구소

배경 지식 넓히기

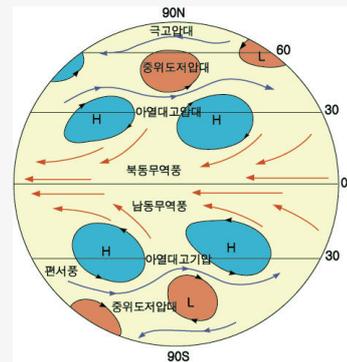
1. 해류 발생의 원인

해류는 해수의 순환으로 설명할 수 있다. 해수를 순환시키는 1차적인 요인은 수평순환의 경우 바람이 중요한 역할을 하고 연직 순환의 경우 해수의 밀도차가 원인이 된다. 그런데 수평 순환의 경우 해류의 흐름은 단순히 바람이 물을 이동시킨다고 설명하기에는 곤란하다. 수평 순환의 경우 바람 이외에도 해수면의 경사에 의해서 나타나는 압력의 차이와 전향력이 해류가 지속되는데 중요한 역할을 하기 때문이다.

(1) 바람에 의한 해류의 발생

바람이 해수면에 일정한 방향으로 계속 불면, 바람과 해수와의 마찰로 수심 200m 부근까지의 표층수가 유동하며 해류를 만드는데, 이와 같은 해류를 취송류라고 한다. 보통 취송류는 풍속의 1~3% 정도의 속도로 흐른다. 만약, 평균 5~8m/s의 바람이 불면, 20cm/s의 유속을 가진 취송류가 생기게 된다. 바람에 의해 해수에 직접운동을 일으키는 것은 해수의 표면에 한정되어 있으나 일정한 방향으로 계속하여 불면 해수에는 점성(끈끈한 성질)이 있어서 그 마찰에 의해 상층의 운동이 하층으로 전달되어 오래 계속 불면(대략 12시간 정도) 상당히 깊은 곳까지 운동이 일어나 해류가 생기는 원인이 된다. 그러나 해수가 움직이게 되면 내부에서 마찰이 발생하기 때문에 움직여지는 해수의 속도는 깊이에 따라 감소하게 된다. 해류의 방향이 바람의 방향과 일치하지 않는 것은 지구의 자전에 의해 흐름의 방향이 휘어지기 때문인데, 이 휘어지게 하는 힘을 코리올리 힘(전향력)이라고 하며 북반구에서는 오른쪽으로 남반구에서는 왼쪽으로 작용한다. 코리올리 힘은 위도가 높아질수록 증가하기 때문에 풍향과 해류 방향과의 차이는 보통 약 15°(수심이 얕은 연안해역의 경우)에서부터 최대 45°(수심이 깊은 심해역의 경우)까지 매우 다양하게 나타난다.

해류는 지구 대기의 대순환과 밀접한 연관이 있다. 대기 대순환에서 위도별 지상풍의 풍향과 해류의 방향이 거의 일치함을 알 수 있다. 이것은 해류를 발생시키는 주된 원인이 바람임을 말해준다.



대기 대순환



서울대학교
과학교육연구소



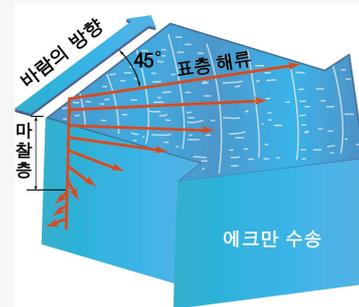
서울대학교
과학교육연구소

(2) 지형류

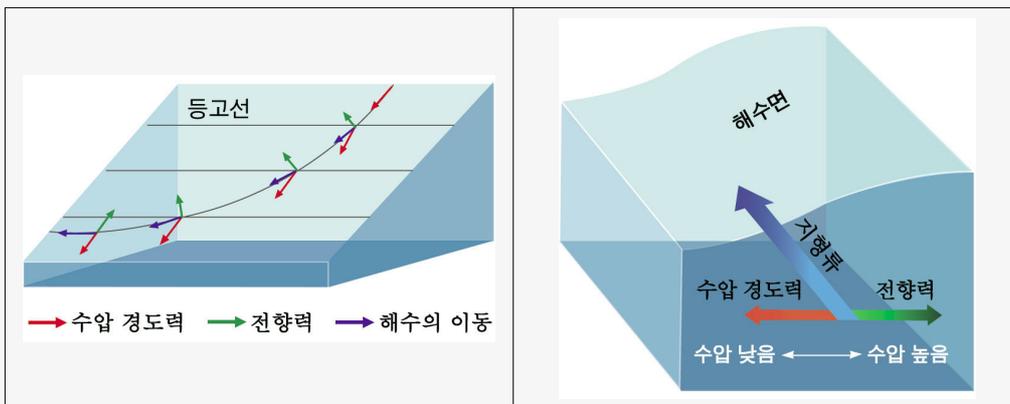
대기 대순환의 자상풍과 해류의 방향이 거의 일치하므로 이 바람이 해류를 일으키고 있다고 설명하는 것은 중학생 수준에서는 적당할 수 있지만 정확한 표현은 아니다. 공기와의 마찰 영향을 받아 물이 이동할 수 있는 깊이는 10m에서 100m 정도까지이다. 우리가 흔히 말하는 표층 순환은 수 백미터 깊이까지도 나타나므로 바람으로 수평순환의 모든 것을 설명할 수는 없다. 오히려 바람의 역할은 해수면의 경사를 만들어 놓는 것이고, 이 해수면의 경사가 해류를 일으키는 주된 원인으로 작용한다. 즉, 대부분의 표층 해류는 해수면의 경사에 의해서 나타나는 수압 경도력이 전향력과 평형을 이루면서 등압면과 나란하게 흐르는 지형류이다.

이를 좀 더 구체적으로 살펴 보면 다음과 같다.

해수면 위에서 일정한 방향의 바람이 오랫동안 불 경우 공기 입자들과 해수면의 마찰에 의해서 해수가 한 방향으로 이끌리면서 해수에 수평방향으로 흐름이 나타난다. 그런데 이 흐름의 방향은 바람과 나란한 방향이 아니라 전향력의 영향을 받아 북반구의 경우 45°오른쪽으로 흐르게 된다. 표층의 물은 다시 아래쪽 물을 이동시키게 되는데 이 때에도 전향력의 영향을 받아 표층의 물에 대해 그 아래쪽 물은 북반구의 경우 더 오른쪽을 향하게 되고 세기는 약해진다. 결국 바람에 의한 마찰에 영향을 받는 층의 물들은 바람의 방향에 대하여 전체적으로 오른쪽으로 이동하게 된다. 이를 에크만 수송이라고 한다.



에크만 수송이 일어나면 물이 이동해 간 쪽의 해수면이 높아지면서 해수면에 경사가 나타난다. 일단 해수면에 경사가 나타나면 같은 높이에서 비교할 때 수면이 높은 쪽에 더 큰 압력이 작용하므로 수면이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 수압 경도력이 작용하여 물이 이동하게 된다. 이 때 전향력의 작용으로 물의 이동 방향이 오른쪽으로 휘게 되는데 결국 수압경도력과 전향력이 평형을 이룬 상태에서 지형류가 흐르게 된다. 이 지형류의 방향은 해수면의 등고선을 따라 나란하게 흐르며 결국 에크만 수송을 일으켰던 바람의 방향과 일치하게 된다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

(3) 밀도차에 의한 해류의 발생

해수의 움직임이 표층 해류에만 국한된 것은 아니고 상당량의 심층수의 움직임도 함께 일어나고 있다. 표층이나 수심이 얇은 곳의 해수의 움직임이 바람에 의해 일어난 것과는 달리 심층수에서는 수온과 염분의 변화에 의해 두 수괴(해수 덩어리) 사이에 밀도차가 생겨서 해류가 발생한다. 심층수의 순환을 열염분 순환이라고 한다. 단순히 열순환이라고 하지 않은 것은 해수의 밀도가 온도뿐만 아니라 염분에 의해서도 달라지기 때문이다. 해양 표층의 수온은 태양 복사에 의해 변하지만, 이와 동시에 증발에 의해 염분이 증가하면서 밀도가 높아지기도 하고, 강수에 의하여 염분이 낮아지기도 한다. 또한, 극지방에서는 빙하가 형성될 때 염분이 배제되기 때문에 고염분의 밀도가 큰 해수가 생성되기도 한다. 그러므로 해수의 밀도는 보통 $1.025 \sim 1.028 \text{g/cm}^3$ 의 범위에서 변한다.



1. 우리나라 주변의 해류

우리 나라 주변 해류의 원천은 쿠로시오 해류이다. 제주도 남쪽 동중국해에서 고온, 고염분의 쿠로시오 해류의 일부가 갈라져 북상하여 동해와 황해로 유입된다.

(1) 동해의 해류

쿠로시오 해류에서 갈라져 나와 대한해협을 통과한 쓰시마 난류의 일부는 동해안을 따라 북상하는 동한 난류를 만든다. 동한 난류는 동해안 해역에서 울릉도쪽으로 방향을 바꾸어 동해 중앙을 횡단하여 일본 서안을 따라 태평양과 오호츠크해로 들어간다. 동해 북부에서는 북한 한류가 남하하여 동해 중부해역에서 동한 난류와 만나서 동쪽으로 흘러가면서 극전선을 형성한다.



(2) 황해의 해류

쓰시마 해류의 한 지류로서 제주도 서쪽을 통과하여 황해로 유입되어 황해 난류가 된다. 황해에서는 동중국해로부터 북상한 황해난류가 중앙부로 유입되며, 한국 연안쪽에서는 연안수가 남하한다. 황해 난류는 남하하는 중국대륙연안수와 만나 황해 중부에서 환류를 형성한다.

(3) 쿠로시오(Kuroshio) 해류

쿠로시오는 필리핀의 북동쪽에서 출발하여 타이완 동쪽으로 북상하여 일본 남서 해상을 따라 흐르는 세력이 아주 강한 해류이다. 타이완 남쪽에서는 유속이 $0.5 \sim 1 \text{m/s}$, 깊이 400m 정도이며, 오키나와 부근에서 일본 류슈 남쪽 해상을 거쳐 북동진하여 시오미사기 근처에 오면 폭이 약 200km, 두께 700m에 달하며, 표면에서의 유속은 $0.5 \sim 2.5 \text{m/s}$ 가 된다. 쿠로시오는 일본의 동북 지방의 해사까지 진출하여 남하해오는 오야시오와 접하여 극전선을 형성한다. 쿠로시오의 일부는 류슈 서쪽으로 흘러 쓰시마 해류가 된다. 쿠로시오의 세력은 봄에서 여름



에 걸쳐 가장 강하고 가을에는 쇠약해지며, 겨울에 다소 세력을 회복하다 봄 초에 다시 쇠약해지는 경향이 있다.

학생들은 이런 생각을!

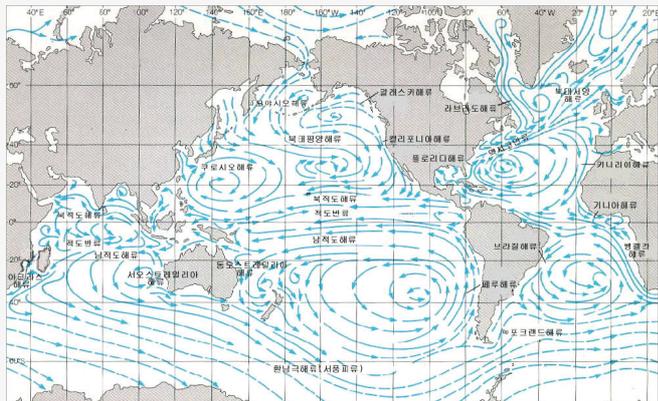
학생들은 일반적으로 바람이 부는 쪽으로 해류가 흐르는 것으로 알고 있으며, 해류가 일정한 방향으로 지속적으로 흐르는 게 아니라 바람이 불 때만 생기는 것으로 생각하는 경향이 있다. 또 해류와 조류의 차이점을 명확히 알고 있지 못하여 조류를 해류의 일부분으로 생각하기도 하며, 해류를 바닷물 전체가 이동하는 것으로 알고 있거나, 깊은 바다에서 해류의 존재를 알고 있지 않거나 없는 것으로 알고 있는 경우가 많다.



읽을거리

해류는 어떻게 측정할까요?

옛날에는 해류를 측정하는데 해류병을 이용하였다고 한다. 해류병은 1900년대 이후 널리 사용되었던 것으로, 내부에 측정기관의 주소와 이름이 적혀있는 통지카드가 있어 해류를 따라 해안에 도착하면 주운 사람이 발견 장소, 날짜, 시간을 기재한 다음 측정 기관에 수송하면 해류병의 이동 경로를 추정할 수 있다. 왕족으로 경제적으로 풍요했던 모



나코의 앨버트는 1885년 모두 1천6백75개의 병과 맥주통에 “이것을 발견한 사람은 몬테카를로의 앨버트 대공에게 발견 당시 정보를 알려달라”라는 10개 국어로 된 인쇄물을 넣고 바다에 던져 2백27개를 회수하여 그 경로를 표시한 결과 북아메리카 대륙 남단의 멕시코만을 출발한 해류가 대서양에서 어떻게 흐르는지 알 수 있었는데, 이것이 해류병의 시초가 되었다.

요즘에는 해류를 측정하는데 다양한 현대화된 기술을 이용한다. 프로펠라 회전수 및 자석을 이용하여 유속 및 해류의 방향을 측정하기도 하고, 초음파를 발사하여 각각의 수심에서 해류와 함께 움직이는 부유물로부터 반사되는 음파를 도플러 효과로 측정하여 해류를 관측하기도 한다. 최근에 널리 사용하는 방법으로는 인공위성 추적 부이(buoy)를 이용하는 것인데, 해양의 표층이나 중층에서 해수의 흐름을 따라 부이를 방류한 후에 그 위치를 시시각각



인공위성을 통해 전송받음으로써 해수의 이동 속도와 방향을 알아내게 된다.



자기유속계



초음파식 유속계



인공위성 추적부이



서울대학교
과학교육연구소

탐구활동을 위한 안내

1. 탐구활동 목록

	제 목	분 류 [성격/ 수준/ 장소]	기 타
활동 1	바람에 의해 해류가 생기는 과정을 알아보자.	실험/일반/실험실	교과서 탐구
활동 2	밀도 차이에 의해 해류가 발생하는 원리를 알아보자.	실험/심화/실험실	확장 탐구

2. 선정 이유

활동 1. 바람에 의해 해류가 발생하는 과정을 실험실에서 재현해 보는 실험이다. 고무찰흙을 이용하여 대륙의 모양도 만들어 본다.

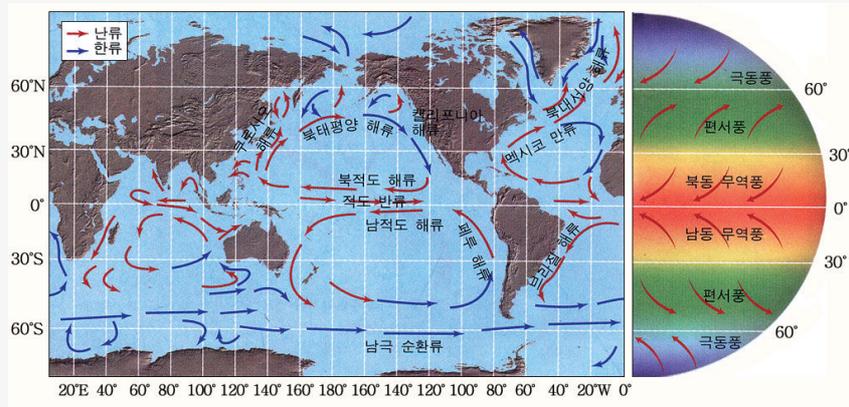
활동 2. 찬물과 더운물, 증류수와 소금물을 혼합했을 때 밀도에 따라 어떤 흐름이 발생하는지 알아보고 이를 해류와 연관시켜 보는 실험이다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소