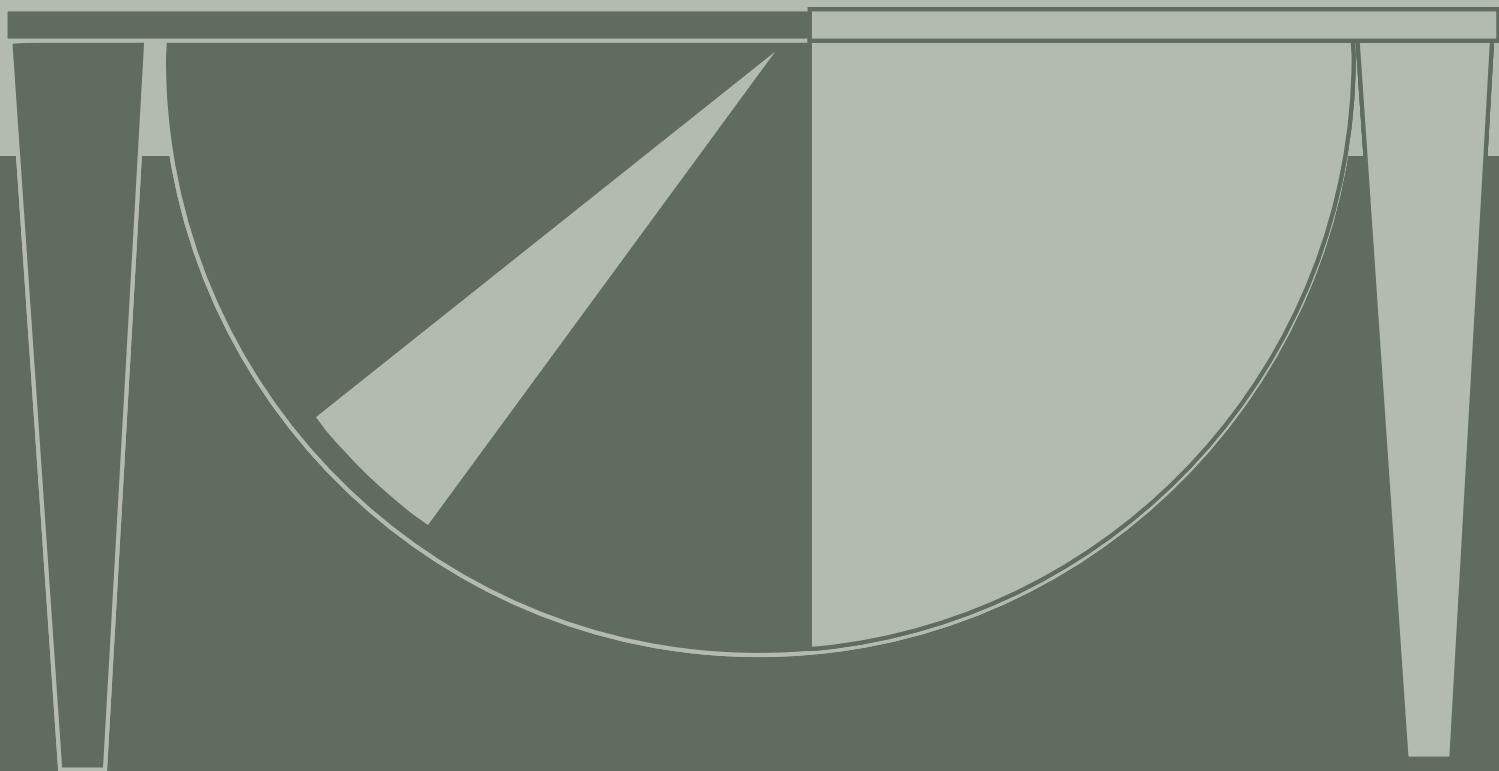


<교사용>

양부일구의 원리 탐구



교과 연계 단위 - 우주의 탐구 中 해시계의 원리 탐구

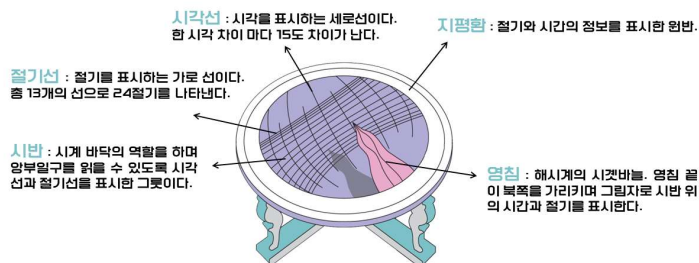
1. 양부일구의 각 구조에 대하여 그 기능과 원리를 설명할 수 있다.
2. 위도에 맞는 양부일구 모형을 제작하여 시간을 읽을 수 있다.
3. 일주권과 시간과 역법에 대해 이해하고 말할 수 있다.

- 기계식 시계가 없던 과거에는 어떤 방식으로 시간을 측정했을까?
- 조선시대에 만들어진 앙부일구라는 해시계는 어떻게 기능할까요?
- 앙부일구의 특징은 무엇일까?
- 아침에 눈을 뜬 당신, 당신에게 나무 그루터기 하나와 조각칼 하나가 주어진다면 그 때의 시각을 유추할 수 있겠는가?

사람들은 옛날부터 시간을 측정하기 위해 물시계, 모래시계 등을 제작하여 사용하였으나, 이들은 모두 시간의 흐름이 일정하지 않다는 단점을 갖고 있다. 옛날 사람들이 보기에 가장 일정한 운동은 천체의 운동 뿐이었고, 특히 일정한 움직임을 보이는 태양은 시간을 측정하기에 좋은 관측대상이었다.

양부일구(仰釜日晷)는 세종 16년(1434)에 장영실, 이천, 김조 등이 제작하였다. 생김새가 시계판이 가마솥 같이 오목하고, 이 솥이 하늘을 우러르고 있다고 하여 붙여진 이름이다. 양부일구는 다음과 같은 생김새를 하고 있다.

둥근 형태의 시계 바닥 역할을 하는 시반에는 총 7줄의 세로선과 13줄의 가로선이 그어져 있다. 7줄의 세로선은 시간선으로, 하루 중 그림자의 위치에 따라 시간을 표시한다. 한 시간 차이마다 구의 중심 기준으로 15도 차이가 나게 그려져 있다. 절기선은 24절기를 표시하는 선으로, 13개의 선 중 위 끝 선은 동지, 아래 끝 선은 하지 را 나타낸다. 양부일구의 시반 위에는 절기선을 연장한 부분에 각 절기선이 나 있다. 영침은 시반면에 그림자가 지게 하는 9 주변의 절기선과 시간선을 읽으면 절기(날

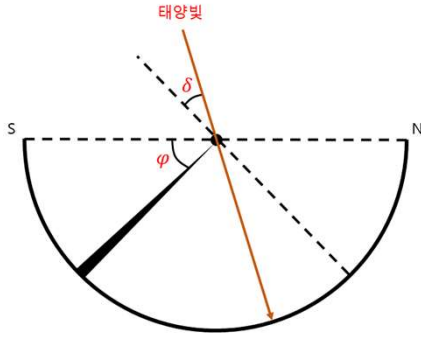


왕부일구의 구조

는 절기선을 연장한 부분에 각 절기선이 나타내는 절기와, 양부일구가 사용될 수 있는 위도가 쓰여진 지평환이 있다. 영침은 시반면에 그림자가 지게 하는 역할로, 태양 빛을 가려 영침으로 인해 생기는 그림자의 끝이 위치한 곳의 주변의 절기선과 시간선을 읽으면 절기(날짜)와 시간을 알 수 있도록 하였다.



영침 자세히 살펴보기



양부일구의 영침은 천구의 북극을 가리키게 제작되었다. 따라서 영침을 연장하였을 때, 지평면과 이루는 각의 크기가 위도(φ)와 같다. 태양빛이 입사를 할 때, 영침과 수직인 평면에 대하여 δ 의 각 크기로 입사한다. 따라서 절기선은 태양의 24절기 각 일별 적위값만큼 영침과 수직인 평면에 대해서 기울어져 그어진다.

III. 준비물

- 3D 프린터
- 나침반
- 수평계

IV. 과정

(1) 양부일구 출력

위도에 맞는 양부일구를 출력한다. 사이트에서 원하는 위치를 입력한 후, 모델을 생성하여 18cm 정도의 크기로 양부일구를 출력한다.

(2) 양부일구 설치

경사가 없는 평평한 바닥에 양부일구를 놓는다. 지면이 평평하지 않은 경우에는 필요에 따라 책상이나 삼각대를 이용하여 양부일구의 수평을 조절한다. 주변에 태양을 가리는 건물이 없도록 넓고 트인 공간에서 실험을 진행한다.

(3) 진북 정렬

나침반을 이용하여 지자기 북극점의 방향을 찾는다. 양부일구에 표시된 편각 보정선(N이 쓰인 선이 아닌 지평한 끝까지 그려진 긴 선)을 나침반이 가리키는 북쪽에 맞춰 편각이 보정된 진북 쪽으로 양부일구를 정렬한다. 영침이 천구의 북극을 가리키도록 한다.

(4) 기록하기

영침에 의해 태양빛이 가려져 생긴 그림자의 끝이 가리키는 시반 상의 점의 위치를 통해 시간을 확인하고 기록한다. 양부일구가 아닌 위성시계(스마트폰 시계)로 확인한 시간도 같이 기록한다. 약 3회 정도 일정 간격을 두고 측정한다.



CHECK!

- 양부일구의 수평이 맞도록 수평계를 이용하여 정확하게 설치한다.
- 양부일구 영침의 방향이 천구의 북극을 가리키도록 올바르게 설치한다.
- 측정 중 양부일구의 설정된 위치가 변경되지 않도록 잘 고정한다.
- 위의 유의점을 잘 지키지 않으면 큰 오차가 발생할 수 있다.

V. 결과 및 토의

(1) 측정 값을 기록해보자. (시각과 함께 절기도 확인하여 기록하자.)

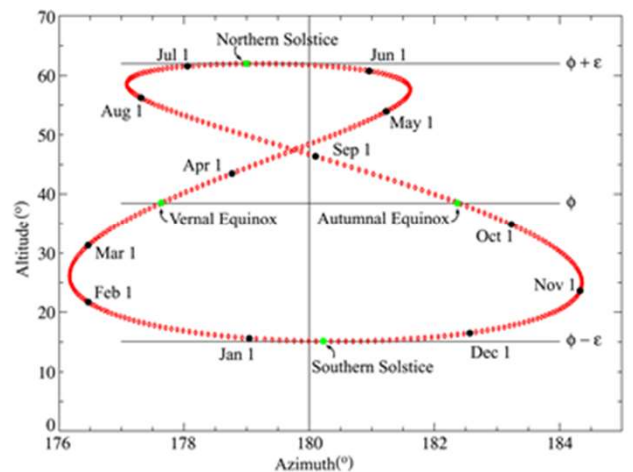
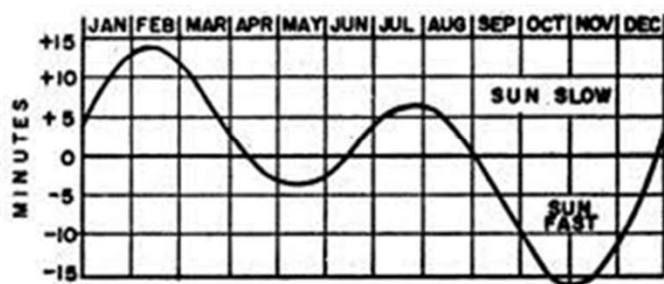
위도		경도		편각	
측정 연도		측정 월		측정 일	
		1회		2회	
양부일구로 확인한 시각					
위성 시계로 확인한 시각					

(2) 위의 측정 값을 기록할 때, 절기가 일정하게 나왔는가? 그렇지 않다면 그 이유를 분석해보자.

절기가 일정한 경우, 즉 절기선과 평행하게 그림자의 끝이 움직인 경우에는 설치가 매우 정확하게 이루어진 경우이다. 만약 절기가 일정하지 않고, 오차가 발생하였다면 그 이유는 설치 과정에서 발생한 오차 때문이다. 설치 과정에서 수평을 정확하게 맞추지 않았거나, 영침의 끝이 천구의 북극을 가리키지 않은 경우(방향이 잘못된 경우)에는 시간 측정에서 큰 오차가 발생할 수 있다. 양부일구는 본래 특정 위치에 고정해서 사용하였기에 방향에 대한 큰 문제가 발생하지 않았으나, 실험 시에는 양부일구를 처음 설치하는 과정에서 오차가 없도록 하고 그 상태를 유지하는 것이 매우 중요하다.

(3) 측정 값에서 양부일구로 확인한 시각이 위성 시계로 확인한 시각과 차이가 발생하는 이유는 무엇인가?

가장 큰 이유 중 하나는 균시차 때문이다. 균시차는 해시계로 읽은 시간인 시태양시와 기계적 시계로 읽은 시간인 평균 태양시의 차이를 의미한다. 양부일구가 쓰이던 17세기 18세기 조선에서는 해시계를 기준으로 시간을 통일하였기에 이를 사용하는데에 문제가 없었지만, 현재는 평균 태양시를 사용하기에 둘 사이의 차이로 인해서 문제가 발생한다. 이 차이는 지축의 경사와 지구 공전궤도의 이심률 때문에 천구의 적도에 투영한 태양의 일운동이 일정하지 않아 생긴다. 우리가 흔히 알고 있는 아날렘마의 수평 성분이 균시차가 된다.



월별 균시차 값을 표시한 그래프(좌)와 아날렘마 곡선(우). 아날렘마 곡선의 수평 성분이 균시차가 된다.

(4) 한국 천문연구원이 매년 발행하는 역서를 바탕으로 양부일구로 확인한 시각의 균시차를 보정한 후, 위성 시계로 확인한 시각과 비교해보자. (2023년 제작일 기준 https://www.kasi.re.kr/kor/publication/post/publication?clst_cd=pub005 에서 '2023년 역서(pg.96~101)' 균시차 표 확인 가능)

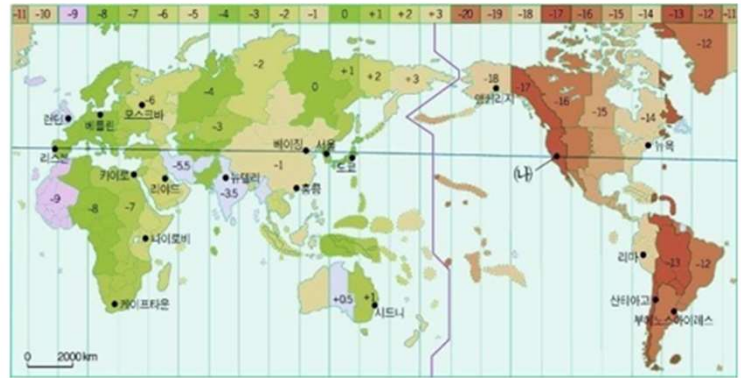
균시차 = (시태양시 - 평균 태양시) 로 계산 가능하다. 따라서 양부일구로 읽은 시태양시에서 균시차를 빼면 평균 태양시 값을 구할 수 있다.

(5) (4)에서 확인한 시각이 여전히 차이가 나는가? 차이가 난다면 이유가 무엇인지 생각해보고, 보정할 수 있는 방법을 생각해보고, 토의해보자.

여전히 차이가 난다. 그 이유는 우리나라는 동경 지방시를 사용하고 있기 때문이다. 지방시는 그리니치 천문대를 기준으로 지구의 경도 15도가 돌아갈 때마다 그 곳의 시간으로 정해 놓은 것인데, 이것을 표준시라고 부른다. 표준시로 정한 곳의 경도와 같은 시권을 가진 지역은 표준시간대라고 부른다. 서울의 경우 동경 126.98도의 경도를 가지고 있어 15도로 나누어 떨어지지 않는다. 우리나라는 법에 따라 동경 135도의 자오선을 표준 자오선으로 정하여 시간을 계산하고 있다. 따라서 지방시를 고려한 추가적인 계산이 필요하다. 15도의 경도 차이마다 1시간이 차이므로, 1도에 4분이 차이난다. 예를 들어 동경 127도에서 시간을 확인했다고 하면, 8도의 차이가 나므로, 32분을 평균 태양시에서 빼줘야 위성 시계와 맞는 시간을 구할 수 있다.

한국 표준시

대한민국 시간대(GMT+9)



한국 표준시(좌)와 세계 표준시와 지역별 표준 시간대를 그린 그림(우).

VI. 내용정리

개관

- 양부일구 : 반구형 해시계로 태양의 움직임을 통해 시간을 유추할 수 있다.
- 시각선 : 시각을 표시하는 선. 15도씩 차이가 나며, 1시간 간격이다.
- 절기선 : 절기를 표시하는 13개의 선
- 시반 : 시계 바닥의 역할을 하며, 시각선과 절기선이 표시된 반구형 껍데기의 안쪽면
- 영침 : 해시계의 시곗바늘. 영침은 천구의 북극을 가리킨다.
- 지평환 : 절기와 시간의 정보를 표시한 원반
- 영침의 상 : 시반면에 생기는 영침의 상은 날짜에 따라 달라지는 태양의 적위값 만큼 기울어져 생긴다.

준비물

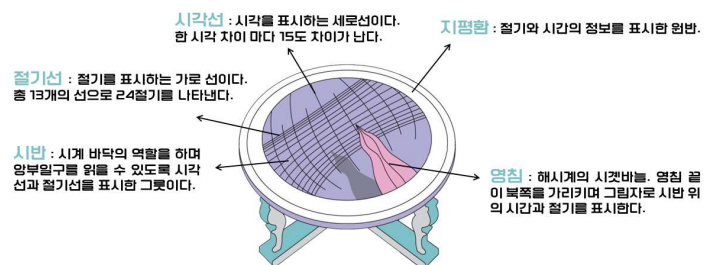
- 3D 프린터
- 나침반
- 수평계

과정

- (1) 양부일구 출력
- (2) 양부일구 설치
- (3) 진북 정렬
- (4) 기록하기

결과 및 토의

- (1) 측정 값을 기록하자.
- (2) 정확한 절기값을 기록하자.
- (3,4) 군시차와 아날렘마 곡선에 대해 연관지어 이해하자.
- (5) 표준시에 대해 이해하자.



양부일구의 구조

본 자료는 서울대학교 박물관에서 2022년 7월 27일에 촬영한 자료입니다. 원본 자료는 서울대학교 박물관에서 촬영한 자료입니다. 원본 자료는 서울대학교 박물관에서 촬영한 자료입니다.