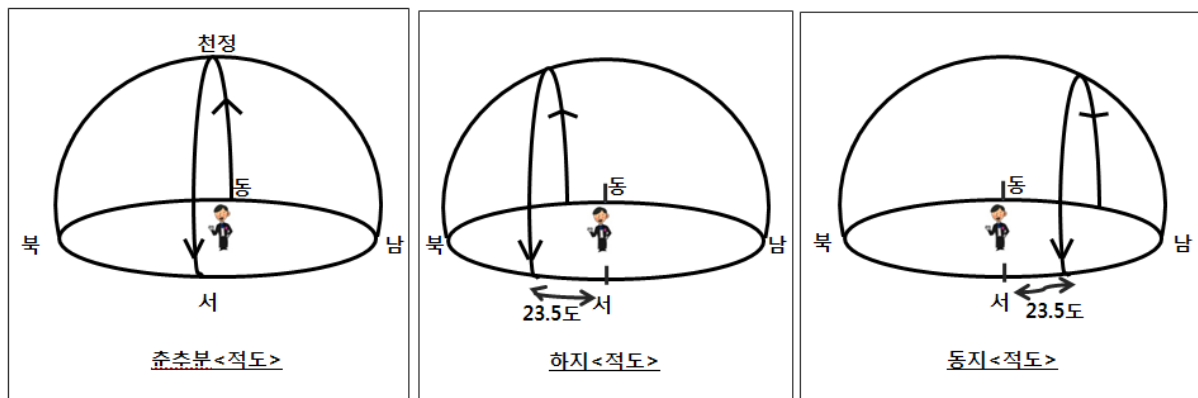


## 과학사 03주차(03강). 헬레니즘문화 [1]: 에라토스테네스의 지구 둘레 측정

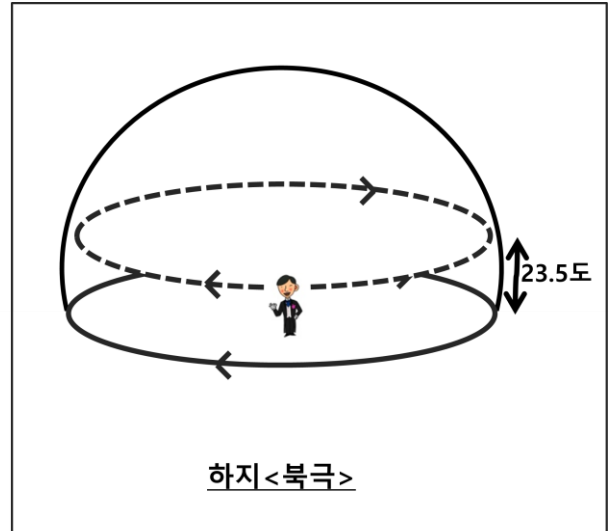
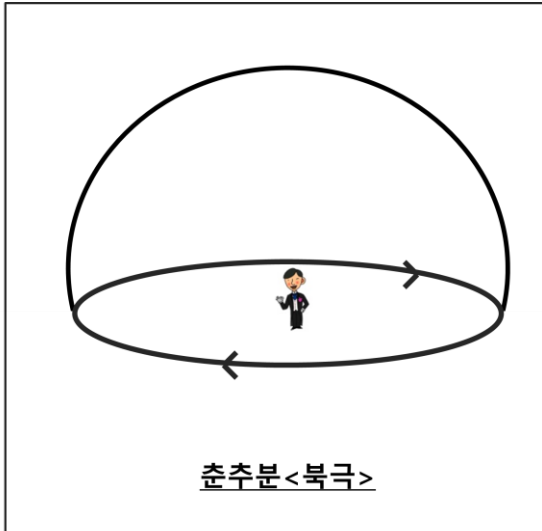
**학습목표** 에라토스테네스의 지구둘레 측정을 통해 헬레니즘 문화를 심층적으로 이해하고 이를 바탕으로 세종의 양부일구를 알아본다.

### ■에라토스테네스Eratosthenes(대략276-194BC)의 지구둘레 측정

[준비] 위도 0도의 적도지역에서는 태양이 늘 지평선에 수직으로 뜨고 진다. 춘분날(3월21일경)과 추분날(9월21일경) 태양은 정동에서 떠서 지평선에 수직으로 상승하여 머리꼭대기 점인 천정점을 정오에 통과한 후 정서에서 지평선에 수직으로 진다. 이 적도지역에서 하지날(6월21일경)이 되면 태양은 정동에서 23.5도 북쪽으로 이동한 지점에서 떠서 수직으로 상승한 후 정서에서 23.5도 북쪽 지점에서 지평선에 수직으로 진다. 동지날(12월21일경)이 되면 정동에서 23.5도 남쪽으로 이동한 지점에서 수직으로 상승한 후 정서에서 23.5도 남쪽지점에서 지평선에 수직으로 진다. [아래 그림 참조]

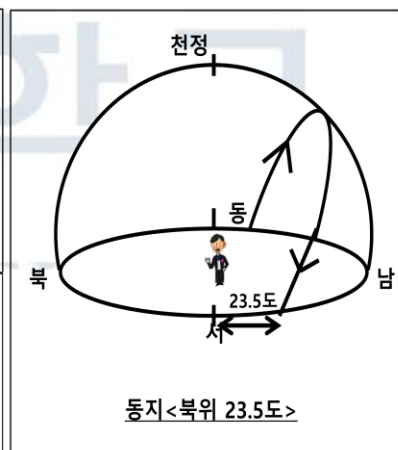
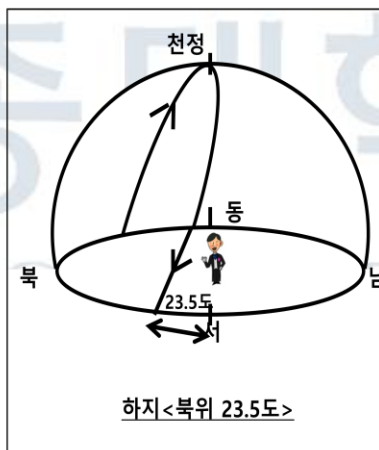
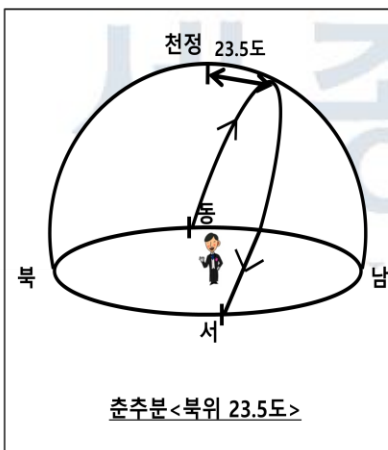


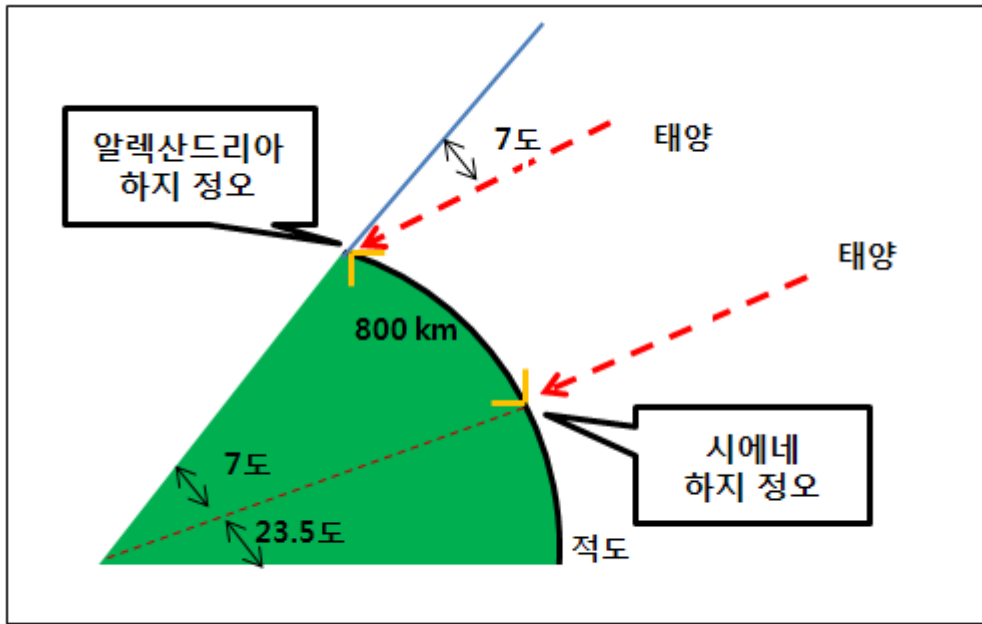
위도 90도의 북극지역에서는 태양이 늘 지평선에 평행하게 움직인다. 즉, 이곳에서는 하루 동안 태양이 뜨거나 지지 않는다. 춘분과 추분날 태양은 지평선상에서 지평선을 따라 움직인다. 이 북극지역에서 하지가 되면 태양은 지평선에서 천정 쪽으로 23.5도 올라간 방향에서 지평선상과 평행하게 움직인다. 동지가 되면 태양은 지평선 아래로 23.5도 내려간 방향에서 지평선과 평행하게 움직이므로 하루 종일 보이지 않게 된다. [아래 그림 참조]



[질문] 북극에서는 일년의 대략 몇월 몇일부터 몇월 몇일까지 해가 보이지 않는가?

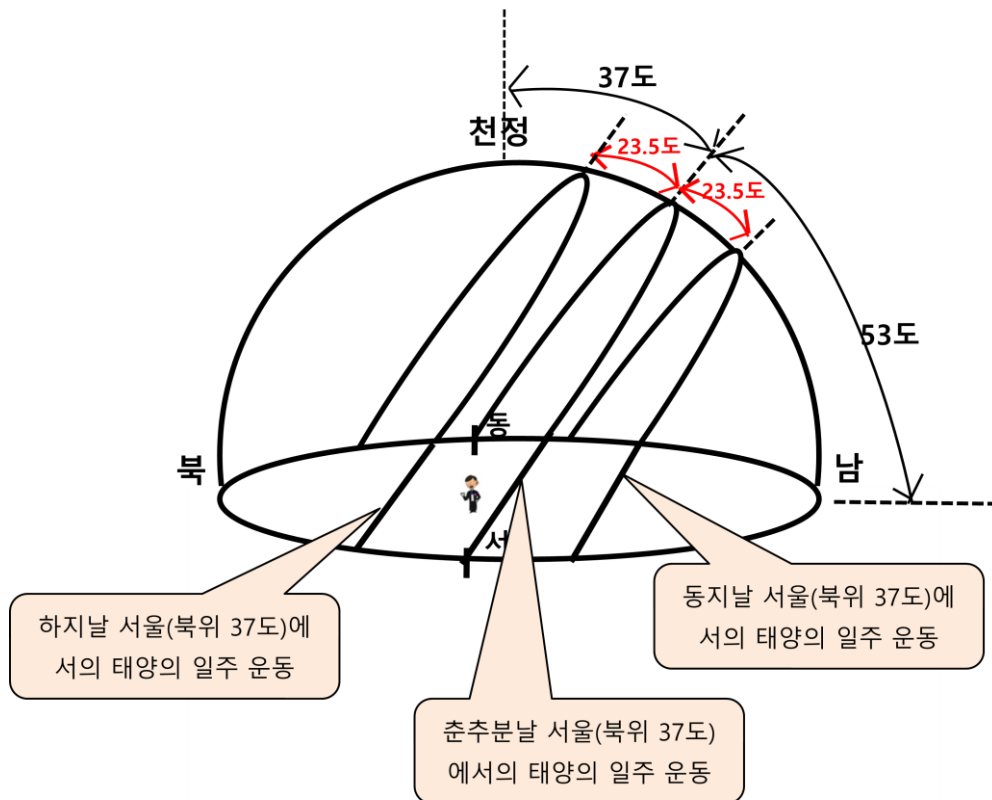
[시에네; 북위 23.5도 지역] 이제 북위 23.5도 지역으로 이동하자. 이 지역에서 태양의 운동은 춘추분날 정동에서 태양이 떠서 남쪽으로 비스듬히 상승하여 천정으로부터 23.5도 남쪽 하늘에 정오에 도달한 후 정서에서 진다. 하지날에 태양은 정동에서 북쪽으로 23.5도 북쪽 지점에서 떠서 남쪽으로 비스듬히 상승하여 정오에 천정점에 도달한다. 이후 정동에서 23.5도 북쪽인 지점에서 진다. 동지날에 태양은 정동에서 남쪽으로 23.5도 남쪽지점에서 떠서 남쪽으로 비스듬히 상승하여 정오에 천정점으로부터 남쪽으로 47도 떨어진 곳에서 최고점에 도달한 후 정동에서 남쪽으로 23.5도 떨어진 곳에서 진다. [아래 그림 참조]





**[지구둘레 측정]** 에라토스테네스는 하지날 정오 북위 23.5도 지역에 있는 도시 시에네에서 태양이 머리 바로위의 천정에 나타나서 모든 물체의 그림자가 사라진다는 사실을 알고 있었다. 그러나 바로 그 하지날 정오에 알렉산드리아에서는 태양이 머리위의 천정으로부터 남쪽으로 7도 아래에 있다는 것도 알고 있었다. 이로부터 에라토스테네스는 지구는 둥글며 시에네와 알렉산드리아간의 위도차이가 바로 7도라고 알아낸다. [위 그림참조] 동시에 그는 사람을 시켜 직접 두 도시간 거리가 약 800km임도 알아낸다. 7도가 800km라면 360도는 7도의 약 50배이므로 지구의 둘레는 800km의 50배인 약 4만km라고 추산하게 된다. 이렇듯 지구가 둥글다는 주장은 이미 기원전 2-3 세기에 확립되었다. 일부 역사서에서 갈릴레오가 지구가 둥글다고 처음으로 주장한것처럼 묘사하고 있으나 갈릴레오 당시의 논쟁은 우주의 중심에관한 논쟁이지 지구의 모양에 대한 논쟁은 전연 아니었다.

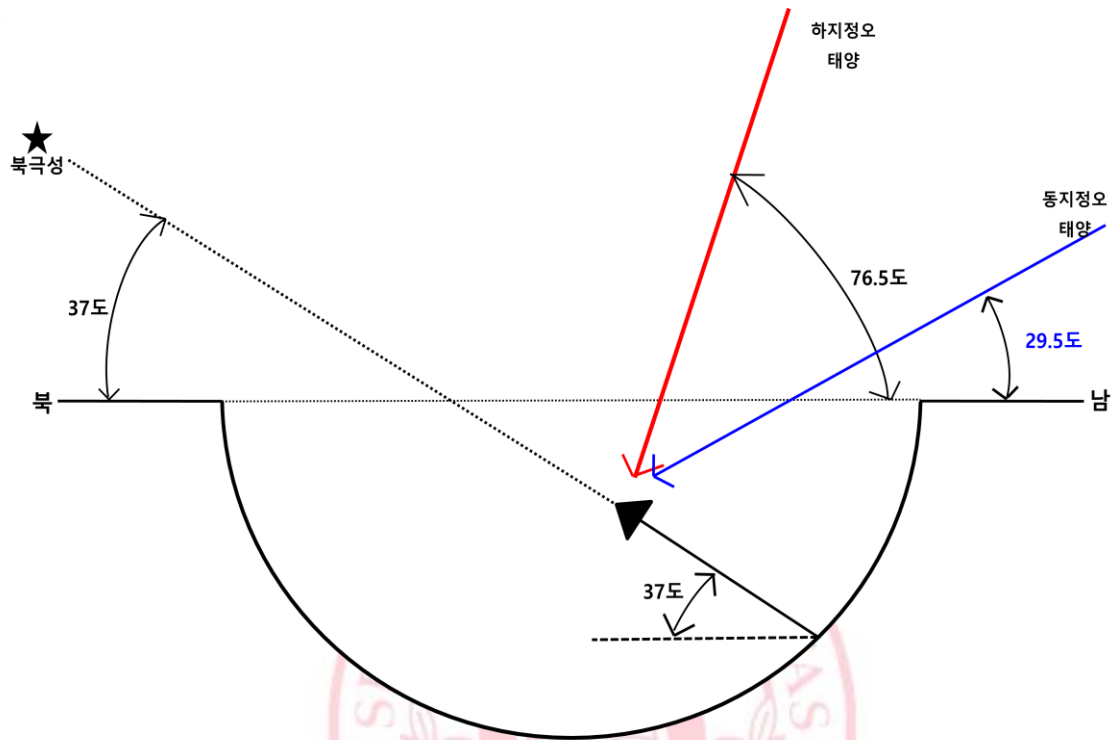
**[응용문제]** 북위 37도 서울에서의 태양의 계절별운동



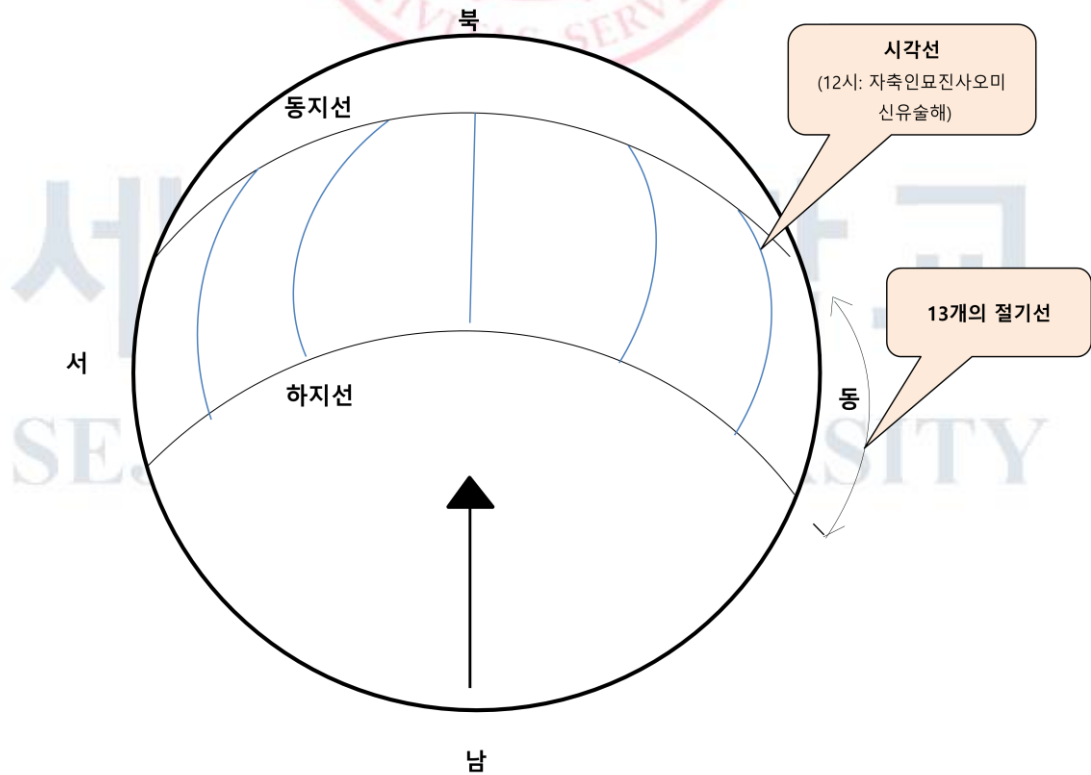
#### [사례] 양부일구

1434년 세종 16년에 이천과 장영실 등에 의해 처음으로 제작되었다고 알려진 해시계로서 원형은 현재 존재하지는 않으나 후대의 것들 중에 18세기경에 다시 만들어진 양부일구가 보물 845호로 지정되어 고궁박물관에 소장 중. 세종은 양부일구를 종묘 남쪽의 대로변에 설치하여 백성들이 직접 시각을 볼 수 있도록 배려함. 양부일구는 하루의 시간뿐만 아니라 그림자의 길이를 통해 일년 중의 절기도 동시에 알아볼 수 있도록 설계됨. 세계최초로 계절과 시간을 동시에 알 수 있는 해시계 [아래 그림 참조]

세종대학교  
SEJONG UNIVERSITY



양부일구 측면 단면



양부일구를  
위에서 본 모습

과연 정확한 시간과 계절을 알게 하는 것이 양부일구의 제작 목적일까?

양부일구의 정치적 목적은 무엇일까?

과연 양부일구와 같은 과학문화재는 민족의 과학적 우수성과 합리성을 나타내는 것일까?

**[양부일구 제작의 사회적 정치적 배경]** 아버지 태조 이성계를 도와 정몽주를 제거하여 조선 개국에 큰 공을 세운 **이방원**은 다시 정도전과 세자 방석을 제거(왕자의 난)한 후 정종에 이어 **태종**으로 즉위한다. 그러나 즉위 후에도 그는 왕권의 강화를 위해 무력적 정세통제를 강화한다. 이후 다시 태종의 첫째 아들 양녕대군은 세자에서 폐위되었고 결국 우여곡절 끝에 셋째인 충녕대군이 세종(1397-1450)으로서 즉위(재위 1418-1450)한다. 이렇게 세종 때까지도 조선의 왕권은 제대로 확립되지 못하였다. 즉 세종은 어리석은 백성들에게까지 자신의 **배려**와 **은덕**을 해시계를 통해 보임으로서 아버지와는 다르게 무력이 아닌 덕치를 통해 왕권을 확립하고 조선개국의 정당성을 홍보하려는 목적에서 양부일구를 제작했다고 볼 수 있다.

“과학사는 과학을 다르게 보고 다양하게 보게 하는 도구”

**[더 알아보기]** 장영실(대략1390-1442); 기생의 아들로 태어나 노비였으나 세종때 등용되어 각종 천문기구 등을 제작하며 정삼품 벼슬에까지 이름, 그러나 1442년 세종의 가마 다리가 부러져 이를 설계한 장영실은 대역죄로 능지처참도 당할 상황에서 곤장 장100대를 주청받은 후 결국 80대의 곤장을 맞고 역사에서 사라짐 (사망 확실)

**[질문]** 장영실의 처벌과 사망의 배경

장영실은 대신들의 음모로 사망한 것일까?

이 사건이 음모라면 왕의 가마를 잘라놓을 만큼의 대역죄의 음모를 꾸밀 수 있는 사람은 과연 대신들일까? 그들이 아니라면 누구일까? 그는 왜 이런 일을 꾸몄을까?

“역사는 세상을 다르게 보고 다양하게 보게 하는 도구”

## ■ 헬레니즘 시대의 주요 철학자

● **아리스타코스**Aristarchos(310-230BC); 태양중심설

● **아폴로니우스**Appollonios(210BC경); 타원, 포물선, 쌍곡선 연구

● **아르키메데스**Archimedes(287-212BC); 지렛대, 부력, 투석기,  $\pi$ 는  $3\frac{10}{71}$ 에서  $3\frac{1}{7}$ 사이의 값

● **에라토스테네스**Eratosthenes(대략276-194BC); 지구둘레 측정

●**히파르코스**Hipparchos(대략190-120BC); 플라톤의 제자로서 주전원epicycle을 도입하였던 에우독소스Eudoxos(대략 400-350BC)의 영향도 받음, 별들의 목록을 확장하고 세차운동precession의 발견

●**프톨레마이우스**(톨레미Ptolemy)(90-168AD); 에우독소스의 등속원운동, 주전원, 이심원eccentric circle과 아리스토텔레스의 우주론 등을 집대성하여 지구중심설(천동설)을 확립

## ■톨레미의 우주론

### [준비] 당시의 천문학적 사실

[1]**달의 운동** 달은 매일 약 50분 정도 늦게 뜬다. 즉 매일 같은 시간에 달을 관측한다면 달은 조금씩 동쪽으로 이동한다. 예를 들어, 5월 17일 오후 6시보다 5월 18일 오후 6시(같은 시간!)에 달은 더 동쪽 지평선으로 이동하며, 다시 5월 19일 오후 6시에는 더욱 더 동쪽 지평선 쪽으로 이동한다. 이를 달의 동진운동 혹은 **순행운동**이라고 한다. [아래 그림참조]

[2]**수성과 금성의 운동** 행성들의 운동은 조금 더 복잡하다. 우선 수성과 금성은 언제나 태양 근처에서만 관측된다. 즉, 수성과 금성은 태양으로부터 일정각도 이상을 벗어나지 않는다. 이렇게 되면, 태양의 빛이 너무나 밝기 때문에, 수성과 금성은 낮에는 보일 수가 없다. 게다가 밤에는 태양과 함께 수성과 금성도 지평선아래로 같이 지게 되므로 밤에도 보이지 않는다. 이렇게 되면, 결과적으로 수성과 금성은 해뜨기직전이나 해진 직후와 같은 상황에서 태양이 아직 지평선아래에 있고 이들은 지평선 위로 떠올라 있는 상황에서만 관측될 수 있다. 이리하여 이런 행성들은 새벽에만 보인다는 **셋별**이라는 이름을 얻었다.

[3]**행성의 역행운동** 그외 눈에 보이는 행성들(화성 목성 토성)은 달과는 다르게 좀더 복잡한 운동을 한다. 매일 같은 시간에 한 행성의 운동을 관측한다고 하자. 예를 들어, 4월 5일 오후 6시보다 5월 16일 오후 6시에, 이 행성은 동쪽 지평선 쪽으로 운동하는 동진운동 혹은 순행운동을 하고 있다. 그러나 6월 30일 오후 6시에는 동쪽 지평선과는 반대방향인 서쪽으로 운동했음이 관측되었다. 이런 서진운동을 행성의 역행운동이라고 한다. 역행운동을 한 이 행성은 곧 다시 순행운동을 재개하여 8월 7일 오후 6시보다 9월 15일 오후 6시에는 더 동쪽으로 진행한다. 이리하여 행성들은 늘 순행운동만 하는 달과는 다르게 순행운동과 역행운동을 교대로 반복한다. [아래 그림 참조]



