

| 활동 개요 |

06
page[illegible]



| 활동 내용 및 방법 |

1. 도입(30분)

(1) 태양에 대한 명언을 알아본다.

① 다음 명언에 들어갈 단어를 맞추어 본다.

- ▶ ____ 으로는 결코 담뱃불을 붙일 수가 없다. 그러나 그것이 결코 ____ 의 결점은 아니다.
- ▶ ____ 을 향해 쏜다면, 별을 맞출 수도 있다.
- ▶ ____ 이 아무리 찬란하게 빛나도 지기 마련이다.
- ▶ ____ 은 불타는 쇠의 신이다.
- ▶ ____ 과 죽음은 가만히 바라볼 수 없다.
- ▶ ____ 은 도덕적이거나 부도덕하지 않다. 그는 있는 그대로다. 그는 암흑을 정복한다. 예술도 또한 그와 마찬가지로.
- ▶ ____ 은 다시 떠오른다.
- ▶ ____ 이 지면 만나러 갈게.
- ▶ ____ 을 보고 살아라. 너의 그림자를 못 보리라.

② 명언에서 말하는 태양의 의미를 이야기해 본다.

[유의사항] 정답없이 각자 생각하는 태양의 의미를 말하게 한다.

* 명언 설명

- 태양으로는 결코 담뱃불을 붙일 수가 없다. - 이외수 '하악하악' 중
- 태양을 향해 쏜다면, 별을 맞출 수도 있다. - P.T. 바넘
- 태양이 아무리 찬란하게 빛나도 지기 마련이다 - 페르디난트 레이먼드
- 태양은 불타는 쇠의 신이다. - 아르키메데스
- 태양과 죽음은 가만히 바라볼 수 없다. - 라로슈푸코
- 태양은 도덕적이거나 부도덕하지 않다. 그는 있는 그대로다. 그는 암흑을 정복한다. 예술도 또한 그와 마찬가지로. - R. 롤랑
- 태양은 다시 떠오른다. - 영화 '미라클 워커' 중
- 태양이 지면 만나러 갈게. - 영화 '태양의 노래' 중
- 태양을 보고 살아라. 너의 그림자를 못 보리라. - 헬렌 켈러

(2) 태양계의 특징을 알아본다. [참고자료 1]

[유의사항] 전문적인 지식은 학습자의 수준을 고려하여 생략하거나 간략히 설명한다.

2. 전개(70분)

(1) 계절의 변화가 생기는 원리를 알아본다. [참고자료 2]

[준비물] 지구본

[유의사항] 지구의 자전축은 23.5° 기울어져 계절의 변화가 일어남을 직접 지구본을 보여주며 설명한다.
[활동자료 2]

(2) 기후시스템에 대해 설명한다.

[유의사항] 지구의 기후시스템은 기권, 수권, 빙권, 생물권, 암석권으로 구성되어 있으며, 각 권역의 내부 혹은 권역간 복잡한 물리과정이 서로 얽혀 현재의 기상상태 또는 기후를 유지함을 설명한다. [참고자료 4]

(3) 기후시스템을 활동지에 그려본다. [활동자료 1]

[유의사항] 학습자는 [참고자료 4]에 있는 그림을 참고하여 보지 않고, 그려보도록 한다. 지도자는 “태양, 기권, 수권, 빙권”의 요소가 그림에 꼭 들어가도록 학습자에게 언급하여 준다.

3. 마무리(20분)

(1) 태양에 대한 명언을 만들어 본다.

[예시] 태양이 하나인 게 다행이다. 태양은 사랑스럽지만, 안을 수 없다.

(2) 자신이 만든 명언과 그 이유를 발표하게 하고, 우수한 명언을 선정한다. [활동자료 1]



| 활동자료 |

[활동자료 1] 태양의 의미

1. 기후시스템을 그려봅시다.

2. 태양과 관련된 명언을 만들어 봅시다.

| 참고자료 |

[참고자료 1] 태양계의 특징

○ 태양계의 기원 : 성운설

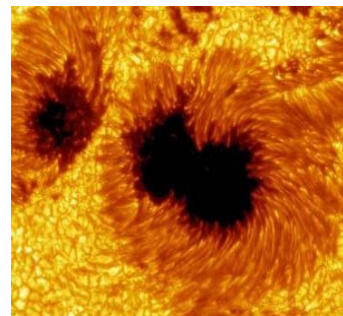
- 우주대폭발
- 수소, 헬륨, 먼지 등으로 구성된 거대 성운 생성
- 스스로의 중력으로 인해 수축, 회전 운동 동반
- 중력 수축시 회전력 증가 → 납작한 원판 모양
- 작은 핵 생성 → 원시태양 형성
- 행성으로 진화 → 태양과의 거리에 따라 조성 결정

○ 태양의 중요성

- 이용가능한 에너지의 주된 근원
- 태양계 전체 질량의 99.9%를 차지
→ 태양의 인력이 태양계 전체 운동을 지배
- 지구와 가장 가까운 항성
→ 다른 항성 연구의 기초가 됨
- 태양의 입자 복사는 지구 주변의 우주 환경에 큰 영향
- 지구의 대기에 영향 → 기상 현상, 해수 운동

○ 태양의 표면

- 표면온도 : 약 5,800K
- 쌀알무늬 : 지름 약 700km, 대류의 증거, 밝은 부분은 대류로 올라오는 고온의 기체, 어두운 부분은 냉각되어 가라앉는 저온의 기체
- 흑점 : 광구면에 나타나는 어두운 무늬, 강한 자기장이 있어 주위보다 온도 낮음(약 3,800K), 흑점수는 약 11.2년 주기로 증감(흑점주기), 흑점수는 동에서 서로 이동하고 있어 이것은 자전의 증거이다.



〈태양의 흑점과 쌀알무늬〉

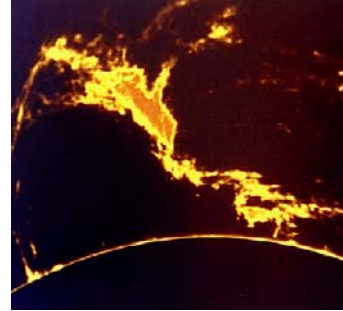
○ 태양의 기본 특징

- 지름 : 140만 km(지구의 109배)
- 질량 : 지구의 33만 배
- 거대한 가스덩어리 : 수소, 헬륨



○ 태양의 표면

- 홍염(prominence) : 수만~수십만 km 높이로 오르내리는 기체 운동, 채층 물질이 코로나로 확장
- 플레어(flare) : 흑점 상공 채층 일부가 갑자기 밝아지는 현상, 수 분~1시간 정도 지속, 축적된 자기장에너지의 폭발적 방출로 추정



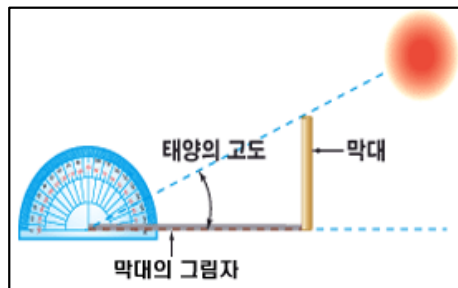
〈태양 표면의 현상들〉

○ 태양풍이 지구에 미치는 영향

- 태양풍 : 코로나가 팽창하여 우주공간을 향해 고속으로 불어 나가는 것, 매우 희박한 플라즈마로, 태양 표면의 자기장을 끌고 나옴(행성간 자기장)
- 오로라(태양풍에 포함된 이온들이 지구 자기장과 상호작용하여 생기는 발광현상), 자기폭풍(지구의 자기장을 교란시켜 무선통신 등에 피해) 등을 일으킴 → 우주일기예보제 실시
- 오로라 : 태양풍이 지구자기장 상층대기와 만남 → 자기권 내에 플라즈마시트라는 영역에 이온이 쌓임 → 대기 중 입자와 플라즈마 입자가 충돌 → 플라즈마 입자가 원래 상태로 돌아가면서 발광 → 주로 녹색(대기 구성에 관계, 녹색 : 산소 원자가 많다는 뜻)
- 2013년 : 태양 폭풍의 위험
 - 태양폭풍은 흑점수와 관련되어, 11년 주기로 활성화 됨
 - 또한 22년마다 태양의 전자기적 에너지가 최고조에 달함
 - 2013년에 이 두 주기가 겹치면서 강력한 태양폭풍이 발생할 것으로 예측하고 있다.
 - 피해 : 위성 고장 → 통신, 안보, 송전 시스템 등 마비, 송유관 같은 거대한 도체에 유도전류 발생, GPS마비 → 교통(자동차, 항공, 선박 등) 마비, 비행기 여행 등에서 다량의 방사능에 피폭 → 인체 피해(특히 뇌졸중)

[참고자료 2] 태양의 남중 고도와 계절의 변화

지표면이 받는 태양 에너지의 양은 태양 빛과 지표면이 이루는 각에 의해 결정되는데 이 각을 태양의 남중 고도라 한다. 태양의 남중 고도가 높을수록 지표면이 받는 태양 에너지의 양은 많아진다. 그래서 태양의 남중 고도에 따라 지구상의 온도가 변하며 계절이 달라지는 것이다.

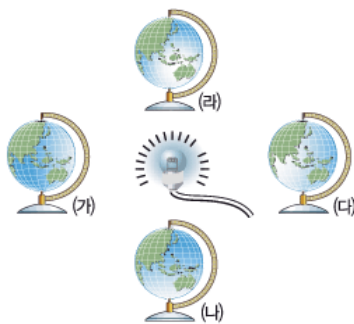


〈태양의 고도 측정〉

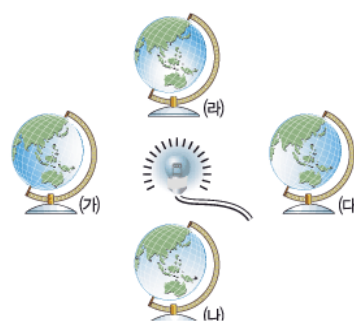
12

page

지구의 자전축은 23.5° 기울어져 있다. 그래서 지구가 공전할 때 기울어진 상태로 태양의 주위를 돌고 있다. 그래서 지구의 위치에 따라 태양의 남중 고도가 달라진다.

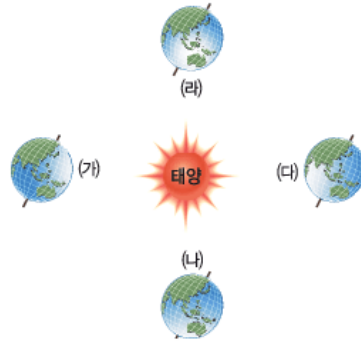


〈지구의 자전축이 기울어지지 않았을 때〉



〈지구의 자전축이 기울어 졌을 때〉

여름에는 기온이 높고 겨울에는 기온이 낮아지는 것은 계절에 따라 태양의 남중 고도가 달라 지구에 들어오는 태양 복사 에너지의 양이 다르기 때문이다.

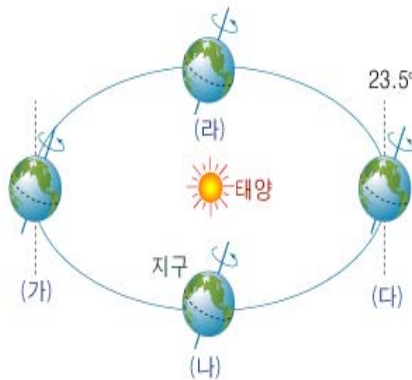


〈계절에 따라 달라지는 태양의 남중 고도〉

그러므로 계절 변화의 중요한 요인은 지구에서 태양까지의 거리가 아니라, 지구 자전축의 기울기이다. 지구의 자전축이 태양을 향해 기울어져 있기 때문에 북반구가 여름이 될 때 남반구는 겨울이 된다. 계절의 주기는 1년마다 되풀이되는데, 이 기간은 지구가 태양을 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간이다.

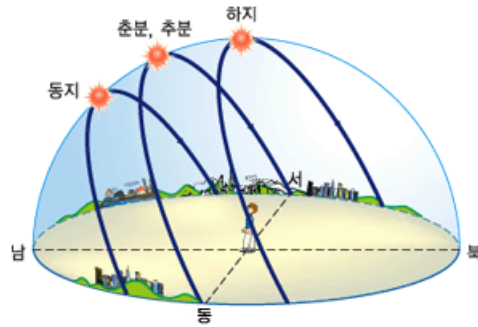
낮의 길이가 가장 긴 하지 때의 태양의 남중 고도(h)= $90^\circ - \text{위도} + 23.5^\circ$ 이며, 낮의 길이가 가장 짧은 동지 때의 태양의 남중 고도(h)= $90^\circ - \text{위도} - 23.5^\circ$, 낮과 밤의 길이가 같은 춘·추분 때의 태양의 남중 고도(h)= $90^\circ - \text{위도}$ 이다.

다음 그림에서 북반구를 기준으로 지구가 (라) 위치에 있을 때 태양은 춘분점, (가) 위치에 있을 때 하지점, (나) 위치에 있을 때 추분점, (다) 위치에 있을 때 동지점에 있게 된다.



〈북반구의 계절에 따른 지구 위치〉

춘분과 추분 때 태양 빛이 수직으로 비추는 지역은 적도이다. 그리고 하지 때에는 북위 23.5° 지역, 동지 때에는 남위 23.5° 지역을 수직으로 비춘다. 태양의 남중 고도가 달라지면 밤과 낮의 길이도 같이 변한다. 그래서 하지 때에는 낮의 길이가 가장 길고 동지 때에는 낮의 길이가 가장 짧다.



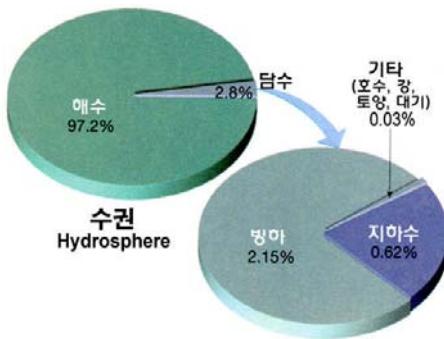
〈절기에 따라 태양이 지나가는 길〉

그러므로 계절의 변화는 지구가 자전축이 기울어진 상태로 태양 주위를 공전하기 때문에 태양의 남중 고도와 밤낮의 길이가 변하면서 생기는 것이다.



[참고자료 3] 기후계(수권, 빙권, 암석권)

기후를 결정하는데 크게 영향을 미치는 5가지 서로 다른 영역이 있어 이들은 서로 상호 작용하는데 이를 5대 기후계(climate system)라 한다. 즉, 기후에 영향을 주는 5대 기후계는 지구를 둘러싸고 있는 기체로 된 기권(atmosphere), 해양과 호수 등의 수권(hydrosphere), 빙하로 덮인 빙권(cryosphere), 지각과 상부 맨틀을 포함한 암석권(lithosphere), 그리고 생물권(biosphere)이다.

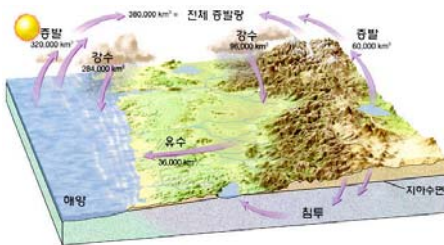


〈수권의 분포〉

○ 수권(Hydrosphere)

지구 표면의 71%가 물로 덮여 있으며 이를 수권(hydrosphere)이라 한다. 지구상의 물의 총량은 약 13억6천만 km^3 로 대부분인 97.2%가 해수이며 담수는 2.8%에 불과하다. 담수도 대부분이 빙하와 얼음으로 2.15%를 차지하고, 0.65%만이 지하수, 호수, 강 등의 물과 대기 중의 수증기이다.

지구 전체로 볼 때, 물은 해양, 대기 및 대륙 상호간에 있어 물의 교환에 의해 분배되고 이러한 과정을 물의 순환이라 부른다.



〈물의 순환〉

물 순환은 근본적으로 태양으로부터 받은 열에 의해 이루어지는데, 해양이나 육상으로부터 증발된 물은 수증기가 되어 대기 중에 머무르거나 바람에 의해 이동되기도 한다. 수증기들은 응결되어 구름으로 변화하였다가 비나 눈의 형태로 다시 해양이나 대륙으로 되돌아온다. 빗물이나 녹은 눈은 지표를 따라 흐르거나 땅속으로 침투하여 지하수를 이루기도 하지만 다시 바다로 흘러가거나 그 사이 증발하여 대기 중으로 되돌아가는 순환을 하게 된다. 일부 눈은 빙하로 성장하여 수십 년 또는 수천 년 간히기도 하지만 결국에는 녹아서 증발하거나 바다로 되돌아간다. 육지에 떨어진 일부의 물은 식물에 의해 수분으로 섭취되지만 발산에 의해 대기 중으로 되돌아간다. 이와 같은 순환 과정을 통해 물은 해양, 대륙 및 대기에 분배되고 이러한

분배는 끊임없이 반복되고 있다. 그리하여 장기간에 걸쳐 지구 전체에서 얻은 물의 양과 잃은 양은 평형을 이루고 있으며 이를 물 수지(water balance)라고 한다.

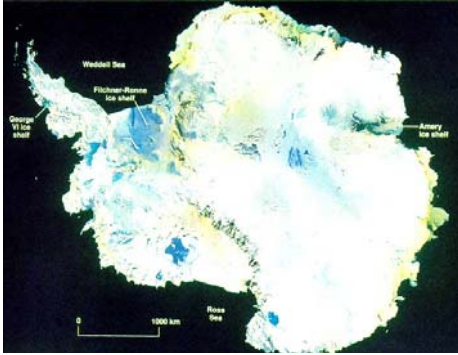
이러한 수권은 태양열을 저장하고 분산시키는 역할을 한다. 물은 열을 매우 효과적으로 저장하는 역할을 하는데 저장된 열은 일정한 비율로 다시 공기 중에 방출된다. 해양은 큰 열용량을 가진 거대한 수괴(water mass)로 낮에 태양으로부터 받은 방대한 양의 에너지를 저장하고 햇빛이 없는 밤에는 방출한다. 또한 겨울에 해양은 그 위를 통과하는 찬 공기를 따뜻하게 해주며 여름에는 해수가 공기보다 차가워 열이 공기로부터 해수로 전달된다.

이와 같이 열의 저장과 대기와의 열교환은 낮과 밤의 기온차(일교차) 및 계절 간의 기온차(연교차)를 적게 하여 생명체가 살기 좋은 기후를 제공하여 준다. 물이 없는 화성이나 사막이 기온의 일교차가 심하며, 해안에 위치한 제주시는 내륙에 위치한 대구시보다 일교차 및 연교차가 적은 것도 그런 이유 때문이다.

한편, 해양은 지구가 차별적으로 흡수하는 태양열을 골고루 분산시키는 역할도 한다. 즉, 태양 에너지는 입사각의 영향으로 적도 지역에 가장 많이 들어오고 극지방에 가장 적게 도달한다. 그리하여 해양은 대량의 열을 따뜻한 열대 지방으로부터 찬 극지방으로 수송하는 수단으로서도 중요하다. 계속 강하게 내리 쬐는 태양에 의해 데워진 적도의 해수를 해류에 의해 고위도로 이동시킴으로써 태양열을 적게 받는 극지방이 계속 추워지는 것을 막아 주게 되는 것이다. 이 열 수송으로 해양은 전체적인 온도차를 감소시키고, 지구 규모의 바람의 원동력도 감소시킨다.

멕시코 만류, 쿠로시오 해류, 브라질 해류와 같은 난류는 열을 극 쪽으로 운반하고, 캘리포니아 해류나 페루 해류와 같은 한류는 찬물을 적도 쪽으로 운반한다. 예를 들어, 스코틀랜드와 모스크바 그리고 북아메리카의 허드슨만은 모두 동일한 위도 상에 있으나, 스코틀랜드가 다른 두 곳보다 겨울철이 훨씬 따뜻하다. 스코틀랜드는 멕시코 만류로 둘러 싸여 있는데 아열대 난류인 이 멕시코 만류는 대서양의 동쪽에서 출발하여 카리브해 서쪽으로 흘러가므로, 미국의 동해안은 매우 추운 반면 유럽의 북서쪽은 훨씬 따뜻하다. 따라서 수권이 기후에 막대한 영향을 미치는 것은 쉽게 상상할 수 있다.

바다는 또 다른 방식으로 열을 수송하는데, 지구 규모의 운동으로 극지방의 차고 밀도가 큰 해수는 밑으로 가라앉아 해저를 따라 적도 쪽으로 흘러간다. 이 물은 대부분 아열대 해역에서 올라오는데, 이곳에서는 무역풍이 표층수를 북서(북반구) 혹은 남서(남반구)쪽으로 이동시켜 심해로부터 차가운 물이 용승하게 된다.



〈빙하가 대부분인 남극의 모습〉

○ 빙권(Cryosphere)

빙권(cryosphere)은 눈과 얼음으로 덮여 있는 부분을 일컫는데 기후계에서 가장 알려지지 않은 부분이다. 대다수의 빙권은 인구 밀집 지역과는 동떨어져 있으며 양극에 한정되어 있어 기후에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 인식되어 왔으나, 빙하기가 알려지면서 빙하의 존재가 기후계에 커다란 영향을 미친다는 것을 알게 되었다. 특히 사막이 확장되는 사막화 현상은 빙하의 분포와 밀접한 관계가 있는 것으로 인식되고 있다.

극지방처럼 눈이나 얼음으로 덮인 넓은 지역은 해수의 열 전달을 철저히 차단하는데 얼어붙은 지역이 해수와 공기 사이의 직접적인 열 전달을 막기 때문이다. 특히, 얼음은 흰색이기 때문에 햇빛을 잘 반사하므로 다른 육지나 해양보다 햇빛을 훨씬 적게 흡수한다. 따라서 얼음은 주변 지역의 기온을 더욱 떨어뜨리는 이중 효과가 있다.

빙하의 분포는 해수의 분포와 밀접한 관계가 있다. 빙하가 두꺼워질수록 해수면은 더욱 낮아지게 된다. 실제로 북극과 남극의 빙하는 주변의 해수를 기원으로 하고 있다. 즉 바닷물이 빙하 주변에 일부 얼어붙기도 하지만, 대부분 해수면에서 증발한 수증기가 눈이나 비가 되어 극빙하에 쌓이게 된다.

기후가 따뜻해지면 빙하 덩어리가 더욱 많이 바다에 떠내려오고 육지에 남아 있던 빙하도 녹아서 해수면이 상승하게 된다. 그러나 이런 일은 급속도로 진행되지는 않는다. 빙하는 대기가 해양보다 더 천천히 기온 상승에 반응하므로 기온이 높아져도 해수면이 상승하려면 수천 년이 걸린다. 하지만 최근 화석 연료의 사용 증가와 열대림 훼손으로 인한 대기 오염으로 나타나는 온실 효과는 결국 빙권의 축소를 초래하고 사막화 현상이 심화될 것이며, 그로 인한 해수면의 상승 등은 기후변화에 심각한 영향을 줄 것이다.

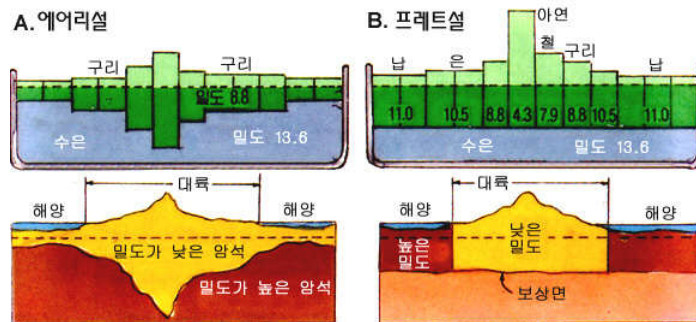
○ 암석권(Lithosphere)

암석권(lithosphere)은 지각과 상부 맨틀을 포함하는 화강암, 현무암 및 감람암으로 이루어진 부분을 말하는데, 암석권 아래를 연약권(asthenosphere)이라 한다.

기후에 있어서 암석권의 영향은 단기간의 변화보다는 수십억 년에 걸친 지구 역사에 있어서의

커다란 변화를 보여 준다. 즉, 대륙의 위치는 대기 순환의 양상에 크게 영향을 미친다. 또한 판구조론에서 말하는 대륙의 이동은 고기후에 있어 장기간에 걸친 기후의 변동에 영향을 주었을 것이다.

오랜 세월을 주기로 하는 또 다른 상호작용이 있다. 빙하기 동안에 지구를 덮고 있었던 수 km 두께에 달하는 빙원은 그 무게로 밑에 있는 대륙들을 가라앉게 했다. 이러한 현상은 ‘지각평형설’로 잘 설명된다. 이러한 지각의 침강은 해저 지형의 높이를 변화시키기에 충분하며 이로 말미암아 따뜻한 해수가 극지방으로 흘러 들어가게 되었다. 만일 해수가 조금씩 극지방으로 흘러 간다면 이것이 얼어붙음으로써 빙하 지역에 갇히게 될 것이다.



〈지각평형설의 모식도, A : 에어리설, B : 프레트설〉

• 지각평형설(Isostasy)

지각평형설은 빙산이 바다에 떠 있는 것처럼 지각도 맨틀 위에 떠 있어 평형을 유지한다는 학설이다. 고체인 지각이 고체인 맨틀 위에 떠 있는 것은 이해하기 힘들지만, 고체도 오랜 기간(지질학적 시간)에 걸쳐 서서히 작용하는 거대한 힘에 의해 액체처럼 작용한다.

지각평형설에는 에어리설과 프레트설이 있다. 에어리설은 떠 있는 물체의 밀도가 일정하여 물체의 무게에 따라 가라앉는 깊이가 각기 다르다는 것이다. 따라서 해양 지각과 대륙 지각이 밀도가 같으므로 부피가 대륙 지각이 무거우므로 대륙 지각이 맨틀 속으로 훨씬 깊이 자리잡고 있다는 것이다. 한편, 프레트설은 밀도가 다른 물체들이 질량이 같으면 잠긴 부분의 깊이는 일정하는 것이다. 따라서 대륙 지각이 해양 지각보다 가벼우므로 전체적인 질량은 일정하여 맨틀 경계부의 지각의 깊이가 일정하다는 것이다.



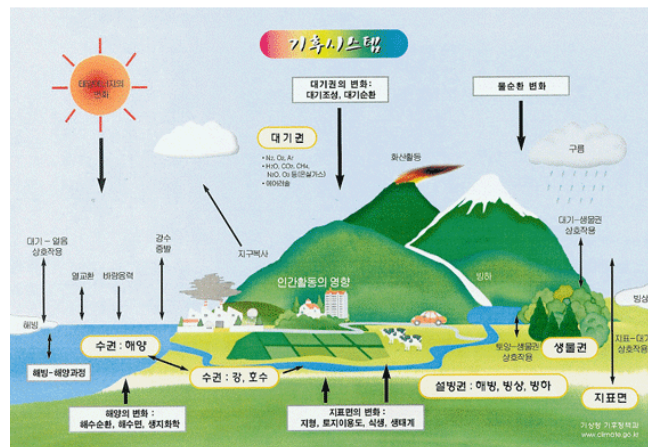
[참고자료 4] 기후시스템

기후시스템을 움직이는 에너지의 대부분(99.98%)은 태양에서 공급되며, 기후시스템 속에서 여러 형태의 에너지로 변하고 최종적으로 지구장파복사 형태로 우주로 방출된다. 지구 내부에서 지표로 공급되는 에너지량은 태양 복사에 비해 대단히 적다. 대기 상부에서 대기층을 통해 내려오는 태양복사에너지는 구름, 오존, 수증기 등에 의해 흡수되나 대부분 지표까지 내려와 흡수된다.

지표면에 흡수되는 태양복사는 지표의 성질(알베도)에 따라 흡수되는율이 달라진다. 지표 역시 자신의 온도에 비례하는 적외 복사(지구 복사)를 대기로 방출하게 되는데, 지표에서 방출된 적외 복사의 일부는 대기의 온실기체에 의해 흡수되어 다시 지표로 되돌아오지만(온실효과) 대부분은 외계로 방출된다. 지표에 흡수된 복사에너지는 열(현열과 잠열)로 전환되어 대기의 난류과정을 통해 대기로 전달된다. 대기권에서 일어나는 공기, 물 그리고 에너지의 이동은 계절, 대륙분포, 대기의 구성에 따라 변한다.

지구가 둥글기 때문에 지표면이 받는 태양복사에너지는 위도에 따라 큰 차이가 있다. 일반적으로 저위도 지표면에서는 흡수되는 태양에너지에 비해 방출되는 지구복사가 적어 지면이 가열되고 고위도에서는 반대로 많이 지면이 냉각된다. 이러한 고위도와 저위도의 기온차는 중위도 상층에 강한 편서풍(제트기류)을 만든다. 만약 남북 방향으로 열의 수송이 없고 국지적인 복사과정에 의해 에너지 평형상태가 이루어지면, 극지방은 현재보다 훨씬 춥고 적도부근은 지금보다 훨씬 더울 것이다.

현재와 같은 기온분포를 유지하고 있는 것은 대기와 해양의 의해 열이 수송되기 때문이다.



〈기후시스템 모식도〉

출처 : 기후변화정보센터, http://www.climate.go.kr/home/02_information/01_2.html