

제 10 회 137 억년 우주의 진화 12 강 암석학

(박문호 박사님 강의를 초록한 내용입니다)

10 년째 하니까 공부에 무엇이 중요한지 떠오른다.

대충 아는 것과 공부하기 위하여 아는 것은 다르다는 것을 느낀다.

대화 속에서 안다는 것과 학문하면서 안다는 것은 다르다.

집을 짓는 토대이므로 대충하면 안 된다. 그 점이 미묘하다.

예를 들어 우리나라 지도를 그린다고 생각해 보자.

학문의 관점에서 보면 만만치 않다.

세계지도는 3 년 전에 시도 했었다. 10 번 이상 그려서 어느 정도 익숙해 졌다.

우리나라 지도도 세계지도만큼이나 어렵다.

우리나라 지도를 기억하기가 무지하게 어렵다.

10 시간을 투자하여 우리나라 지도를 50 번 그려도 머리 속에 남느냐 하면 그렇지 않다.

30 번을 그렸는데도 잘 안 된다. 한번 그리고 2 번째 그리면 또 다르다.

동해안 장기 곳은 뚜렷하지만 서해안과 남해안은 정보량이 무한대에 가깝다.

올해 우리가 그렸던 바이러스 그림은 복잡하긴 하지만 3 번 정도 그리면 그대로 그릴 수 있다.

한국 지도는 다르다. 대부분의 사람들이 지식을 이런 식으로 갖고 있다. 반복이 안 된다.

언제든지 그릴 수 있는 것이 아니다. 전날 10 번 그렸는데도 다음 날 리셋 된다.

30 번 그려봐도 매번 이상하고 안 된다. 다른 방식이 필요하다.

우리는 무엇을 기억하는가?

관계를 기억한다. 우리나라 지도에서 관계를 설정해 주어야 한다.

곡선은 관계가 무한대에 가깝다. 관계 설정이 안 된다.

지금부터 내가 그리는 데로 따라 하면 한 번만 그려도 그 다음부터는 실력이 back 되지 않고 계속 improve 될 수 있다.

30 분 만에 한반도 지도 그리는 방법을 가르쳐 주겠다.

신의주 쪽에서 백두산으로 가파르게 오르다 백두산에서 한번 각을 꺾고 거의 수직으로 내려온다

그리고 놀랍게도 수평이다. 다음은 다시 정확하게 수직으로 올라간다. 한 포인트 한 포인트 관계를 기억해야 한다.

백두산 보다 조금 높게 올린다. 그리고 빗금으로 내려 오다가 수평선을 그린다.

다음은 살짝 삼각형 모양의 범프를 그리고 삼각형 끝나는 점에서 70 도 이상 가파르게 올라간다.

두만강은 사각형 모양으로 그리고 그 선을 따라 직선으로 내려온다.

길주 명천에서 한번 꺾고 바로 왼쪽으로 수평으로 가는데 백두산과 개마고원 사이까지 가서 원산 쪽으로 수직으로 내려온다.

서해안은 신의주에서 삼각형으로 평양 쪽으로 와서 동해안 원산 쪽보다는 약간 높은 곳에서 수직으로 내려온다.

장산 곳은 신의주 보다 안 쪽으로 그려야 된다. 장산 곳이 끝나는 지점에서 수직으로 경기만을 그린다.

평남분지, 경상분지는 퇴적층이다.

경주에서 추풍령까지 가면서 도로 절개지를 보면 판상 구조로 되어 있다.
추풍령을 지나면 느낌이 다르다.

"보이지 않는 것은 보여 주어도 보이지 않는다"

평소에 관심이 없던 사람에게는 보여 주어도 보이지 않는다.
창 밖을 보면서 저것이 왜 저럴까? 라고 고민 했던 사람에게만 보인다.
창 밖을 보지 않는 사람에게는 보여 주어도 보이지 않는다.

창 밖을 보면 논이 있고, 산이 있고 구릉이 있다. 차를 타면 항상 창 밖을 본다.
수십 년을 봐 왔으므로 이제는 이런 질문이 가능하다."산이 뭘니까?"
일반 사람은 평생 산을 보지만은 산을 본 것이 아니다.
진짜 산을 본다는 것이 무슨 의미인가.

흙이 돌이 된다. 흙이 어떻게 해서 돌이 되는가?
모래가 사암이 되지만 사암은 만져보아도 모래를 느끼지 못한다.
비석 만드는 돌(오석)이 사암이다. 비석을 아무리 문질러도 모래가 나오지 않는다.
모래가 얼마나 지나야 사암이 되는가? 이런 질문이 나와야 보이기 시작한다.
그것이 본다는 것이다.
그것이 되지 않은 상태에서 아무리 공부를 해도 자기 지식이 아니다.

결정적 지식

화강암(북한산 인수봉)이 1 년에 몇 mm 나 풍화되는가. 이런 질문이 가장 어려운 질문이다.
유럽에서 모의 실험한 결과가 나왔는데
연구 결과에 의하면 1 세제곱 미터의 화강암이 아무런 인위적 작용 없이 야외에서 1 년에
대략 31g 풍화된다고 한다.
화강암 1m 가 풍화되어 흙이 되는 데 10 만년이 걸린다. 이런 것이 결정적 지식이다.
암석의 평균 비중이 약 3 이므로 1 세제곱 m 는 3 톤이다.
3 톤을 g 으로 바꾸고 매년 30g 으로 나누면 $3 \times 1000 \times 1000 / 30 = 100,000$ 년이 나온다.
지질학 책 1 권보다 더 중요한 지식이다.

인수봉은 1.6 억년 전에 형성되었다. 지하 1km 보다 더 깊은 곳에서 형성되었다.
인수봉 위에 있던 1km 이상의 암석이 풍화되고 인수봉이 나온 것이다.
한반도 지형이 언제 결합되었는지도 이 지식 하나로 유추할 수 있다.

1m 풍화되는데 10 만년 걸리면 1 억년이면 1km 풍화된다.
인수봉은 형성 된지 1.6 억년 되었다.
그래서 분지라는 지형이 나온다.

한반도의 평균 해발 고도는 433m 이다. 아시아 전체 평균이 960m 이다.
우리나라가 산악지형이지만 아시아 전체와 비교하면 고도가 낮은 편이다.

결정적 지식을 찾아야 한다.

우리나라 땅은 크게 3 개로 나눈다.
북부지괴, 중부지괴, 남부지괴이다.

한반도 형성 이론은 3 가지가 있다.
만입 썩기 모델, 지각 분리 모델, 그리고 충돌대 모델이다.

충돌대 모델의 충돌 접점은 홍성과 오대산을 연결하는 벨트이다.
이곳에서 고압 변성대 암석들이 나온다.
1990 년대에 홍성에서 에클로자이트(eclogite)가 발견되었다.
한반도에서 발견된 암석 중 가장 중요한 암석이다.

에클로자이트는 지하 50-300km 지하에서 온도 650 도 정도에서 형성되는 암석이다.
에클로자이트가 나오면 다이아몬드도 나올 가능성이 있다. 중국에서는 나왔다.
대륙이 충돌 했다는 증거는 다이아몬드나 에클로자이트가 나와야 한다.
대륙이 대륙 밑으로 섭입해 들어갈 때 만들어 진다.

이 이론에서는 한반도 땅이 2 개로 되어 있고, 홍성 이남에 있는 땅은 남중국랜드에서 왔고,
북 쪽은 중한랜드에 붙어 있던 땅이라는 것이다.
만입 썩기모델과 충돌대 모델 모두 동일하게 중한랜드와 남중국랜드가 트라이아스기에 충돌한
것으로 본다.

세번째 모델은 지각 분리 모델이다.
외국 학자들의 주장을 국내 학자들이 받아 들인 이론이다.
양쯔지괴(yangtze block)와 카타이시아 지괴(cathaysia block)가 10 억년전 결합하여
남중국랜드(south china craton)가 되었다.
Qinling- Dabie-Sulu 가 중한랜드와 남중국랜드의 충돌 봉합대인데, 이것이 임진강대와
연결되었다고 주장하고 있다.
많은 국내 학자들도 동의하고 있다.

만입 썩기모델은 한반도는 3 개의 지괴로 구성되어 있으며 북부지괴와 남부지괴는 중한랜드에
속해 있었는데,
남중국랜드가 중한랜드의 중앙을 썩기처럼 들어와 중부지괴가 되었다는 이론이다.
중부지괴에는 경기육괴와 충청분지가 포함되어 있다.
옥천지향사에 속한 충청분지와 태백분지를 나누고 있다.
이 모델에서는 두 지역을 완전히 다르게 보고 있다.
충청분지는 남중국랜드에서 왔고, 태백분지는 중한랜드에 속했던 것으로 본다.
썩기모델의 핵심은 세계 지질사적으로 중요한 snowball earth 이론과 연결되어 있다는 것이다.

이러한 내용을 음미하려면 시생대부터 모든 지질연도를 완전히 알아야 한다.

그냥 아는 것과 학문을 위해 진짜 필요해 아는 것은 완전히 다르다는 것을 빨리 자각해야
한다

지구 연대표를 확실히 알지 못하면 지식이 갖다 붙을 곳이 없다. 봐도 보이지 않는다. 느낌이 없다.

데본기를 물으면 4.2 억-3.6 억년이 바로 나와야 한다.

생각하고 나오면 안 된다. 이렇게 되지 않으면 이 세계가 원지 모른다.

이렇게 되려면 다른 것 전폐하고 1 주일 이상 투자해야 한다.

이것 통과하고 나면 다 보인다.

언제든지 중간을 물어도 답할 수 있어야 한다.

아는 것과 정확하게 아는 것은 완전히 다르다.

아는 것으로는 써 먹을 수 없다.

아는 것에 투자한 것의 3 배 이상 시간을 투자해야 정확하게 알 수 있다.

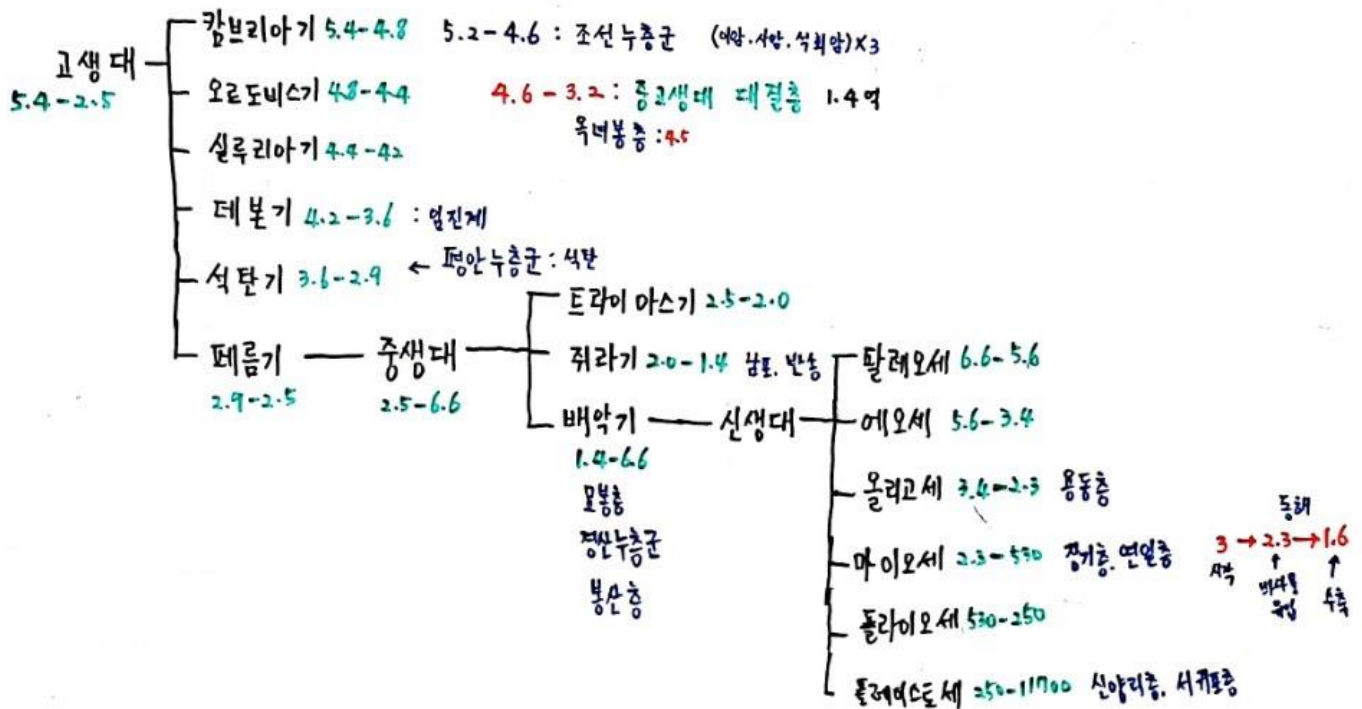
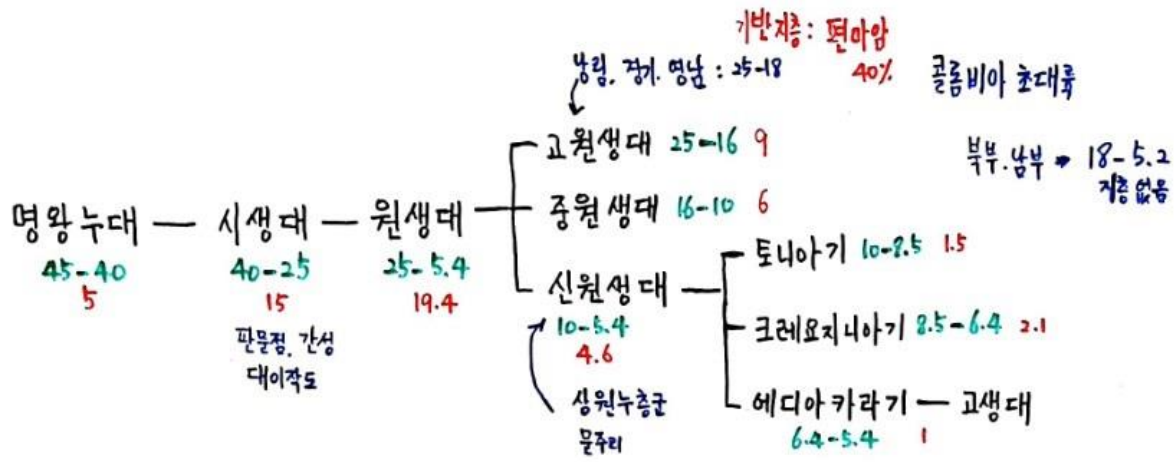
지질학 공부를 하지 않아도 1 달을 투자하여 정확하게 아는 사람은 그 때부터 전문가로 들어 갈 수 있다.

온갖 잡다한 것 알고 있어도, 뿌리가 되어 있지 않으면 방법이 없다.

1 년 공부하지 말고 이 연대표 외우면, 그러면 다 보일 것이다.

45 억년 지구 전체에서 일어 났던 것을 이해해야 연결이 된다.

도표보다 가로 쓰기 하면 쉽고 편하다.



전체 긴 시간을 느껴보아야 한다. 원생대가 19.4 억년이다. 지구 전체의 40%가 원생대이다. 년도와 기간을 함께 기억해야 한다.

에디아카라기에 최초의 다세포 동물화석이 나왔다.

신생대는 기(period)가 아니고 세(epoch)다.

에오세는 새벽이라는 뜻이다.

우리나라 포항 장기 곳 쪽에 마이오세 지층이 있다.

이 표를 언제든지 중간에 물어도 대답할 수 있어야 한다.

그렇게 되면 모든 지식을 여기에 붙일 수 있다.

지질학 공부 하나도 하지 않고 이 표만 외운 사람이, 1년 공부한 것보다 더 빠를 수 있다

하루 아침에 되지 않는다.

"1 년 공부하지 말고 이 도표 외우자"

우리 나라의 시생대 지층은 판문점 부근과 강원도 간성 그리고 대 이작도에 있다.
낭림육괴, 경기육괴, 영남 육괴는 고원생대 25 억-18 억년 사이에 생겼다.

중 원생대는 지루한 10 억년에 해당한다.
황 박테리아가 바다를 지배하던 시대이다.

신 원생대에 해당하는 우리나라 지층은 상원 누층군과 문주리 층이 있다.

양쯔지괴와 캐타이시아 지괴 사이의 충돌(10 억-5 억년 사이)로 생겨난 난후아 분지의 동쪽 끝이 충청분지로 보고 있다.
우리나라 옥천누층군 충청분지의 계명산층(8.7 억년)과 수안보 문주리층(7.5 억년)이 연결된다.
계명산 층이 8.7 억년 전, 문주리 층이 7.5 억년 전에 화산이 폭발해서 생긴 것이다.
모두 크레요지니아기이다. 눈덩이 지구 시기이다. 황강리층에서 diamictite 가 발견된다.
한반도에서 빙하와 관련된 지층이 발견된 것이다. 그리고 그 연대가 전지구적인 사건인 눈덩이 지구와 연결되고 있다.

snowball earth theory, 눈덩이 지구 이론

지질학은 100 여년 전 베게너의 대륙이동설이 나오고 뒤이어 판구조론으로 진화하면서 획기적으로 발전한다. 지금 지구과학은 판 구조론으로 모두 설명한다.
지질학은 판 구조론이 나오기 전에는 경험적 학문에 불과했다.
판 구조론이 나오면서 지구 과학이 점프하여 거의 모든 것을 설명할 수 있게 되었다.
여기에 풀럼 이론이 나와 판 구조론을 보강하였다.
베게너의 대륙이동설이 나온 지 100 년이 지났는데 100 년동안 지구과학에서 가장 분출적인 이론은, 20 년 전에 나와 점점 모든 사람이 동의하고 있는 눈덩이 지구 이론이다.
지구를 보는 관점 전체가 바뀌고 있다. 관련 논문과 증거들이 쏟아져 나오고 있다.

눈덩이 지구 이론을 제대로 이해해야 호모사피엔스의 출현을 이해할 수 있다.
이것을 이해 못하면 생명의 대폭발을 이해할 수 없다.
에디아카라기 이후 캄브리아기에 생명의 대폭발이 일어난다. 분기점이 된다.
지금 이 세상의 모든 동물 문이 바로 이때 시작한다.
강장동물, 편형동물, 극피동물, 절지동물, 환형동물 등 모든 동물들이 캄브리아기에 시작한다.

갑자기 이렇게 생명이 폭발한 것과 눈덩이 지구 이론이 연결된다.
10 억년전 다세포 생물이 출현 했으나 진화가 미미하다가 6 억년 전에 처음으로 다세포 동물의 화석이 나온다.
다세포동물의 화석은 에디아카라기에 나온다. 호주에서 나왔다.
그러나 에디아카라 동물군은 모두 멸종하였다.
지구 상의 모든 동물의 선조는 5.4 억년캄브리아기부터 시작했다.

지구 전체가 1km 빙하로 덮혔었다. 적도 일부 제외하고 전부 빙하에 덮혔었다.
크레요지니아기 때다. 이때 3 번의 대 빙하기가 있었다.
그 증거가 전 지구적으로 나오고 있으며, 한반도에서도 황강리 지층에서 발견되었다.

지구 전체가 빙하로 덮히면 생명활동이 지구전체에서 거의 없어 진다.
유일하게 화산 지역이나 온천지역에는 생명활동이 존재한다.
화산은 빙하가 1km 아닌 10km 밑에서도 올라올 수 있다.

화산 활동에서는 이산화탄소가 나온다.
바다가 얼어 붙었으므로 이산화탄소가 물에 흡수되지 못하고 전부 대기 속에서 농축되어 온실효과가 나타난다.
수 천년 사이에 온도가 10 도씩 올라간다. 그러면 빙하가 녹는다.
온도가 50 도에 이르면 빙하가 급격히 녹는다.
빙하가 녹으면 뜨거운 대기와 차가운 빙하 사이의 온도 차에 의해 지금보다 10 배 이상 강한 태풍이 몰아친다.
빙하가 녹은 대륙에서 태풍에 의한 풍화작용이 급격히 일어난다.
엄청난 양의 탄산염, 인산염이 바다로 흘러 들어간다.
생명 활동의 원료가 된다. 그래서 지구상에 대규모 생명활동이 폭발적으로 일어난다.
시아노박테리아에 의한 광합성도 폭발적으로 일어난다.
2 억년 동안 무슨 일이든 일어날 수 있다. 지구가 세 번 열고 세 번 녹았다.
그리고 바로 고생대 캄브리아기와 연결되었다.

생명이 다 정리되고 난 다음 풀밭에 새롭게 풀이 자라듯, 생명의 방산확산이 일어난다.
세 번의 빙하가 끝나고 난 다음 곧장 캄브리아 생명의 대 폭발이 일어났다.
전쟁 후 출산율 올라 가듯이, 몇 개의 종이 우점하여, 방산확산이 일어난다.
신생대에서도 되풀이 해서 일어났다.
중생대 말 운석으로 인해 공룡이 멸종한 후 신생대에 포유류가 번성했다.
빙하가 녹고, 풍화가 일어나면 석회암층이 생긴다. 이 층을 cap carbonate 라 한다.
그리고 세일 층도 생긴다.

빙하시대가 끝나면 대규모 생명활동이 일어난다.
그러면 생명활동에 의한 탄산염 층이 생긴다.
그 탄산칼슘 층이 우리나라 명오리 층 금강석회층에서 나타난다. 금강휴게소 근처에 있다.
빙하가 흘러 내리면서 진 흙이 생기고 그 진흙이 이암 층이 되고 그 이암 층 속으로 빙퇴석이 들어가면 diamictite 가 된다.
diamictite 가 황강리 층에서 발견되었고, cap carbonate 에 해당하는 것이 금강석회암층으로 보고 있다.
한반도에도 대 빙하시대가 있었다는 증거이다.

빙하시대 탄산염 층은 생명활동의 부산물이다.
빙하가 녹으면 온도 차에 의해서 강한 태풍이 불고 대륙의 풍화가 대규모로 발생한다.
풍화에 의한 엄청난 양의 인산염, 탄산염, 질산염이 해양으로 유입된다.
생명활동이 폭발적으로 늘어난다. 탄산칼슘 층은 생명활동의 부산물이다..

서해바다 평균 수심이 100m 도 안 되는데 서해 바다 퇴적층이 7000m 쌓여 있다.
그 퇴적층이 지 구조 운동에 의해 올라와서 산맥이 된다.
미국 동부 애팔래치아 산맥이 지금은 1000m 도 되지 않지만, 그 것이 처음 만들어 질 때는 히말라야산보다 높았다.
그것이 풍화되어 지금은 거의 맛있는 산으로 바뀌어져 있다.

지각 분리모델은 남중랜드의 지각 일부가 충돌기에 한반도로 이동했다는 것이다.
많은 지지를 받지 못하고 있다.

5.4 억 전 판게아를 봐야 한다.

중한랜드에 바다 물이 들어온 것이 5.2 억년 전이다. 캄브리아기이다.

5.2 억-4.6 억 사이에 우리나라에 조선 누층군이 발견된다. 조선 누층군은 석회암 층이다.

조선 누층군에는 이암, 사암, 석회암이 교대로 3 번 반복된다.

조선누층군은 평안도에서 발견되었는데 강원도 태백에도 있다.

지금 평안도는 고생대 캄브리아기에 바다 밑이었다. 5.2 억년 전 중한랜드 해침과 연결된다.

중한랜드는 4.5 억년을 기점으로 곤도와나 대륙과 분리되기 시작한다.

4.5 억년도에 분리되었다는 증거를 학자들은 한반도 옥녀봉층에서 4.5 억년 경 화산활동이
있었던 것과 연결 시킨다.

대륙이동과 화산활동은 연결되어 있다.

남중랜드는 3.8 억년에 곤도와나와 분리되기 시작한다.

4.6 억년에서 3.2 억년까지 1.4 억년 동안 한반도 북부지괴와 남부지괴에 일체의 지층이
만들어 지지 않았다.

이것을 중. 고생대 대 결층이라 한다. 한반도 지괴의 최대 미스터리이다.

지층이 만들어 지지 않은 이유는 중한랜드가 바다를 이동 하면서 씻겨 나갔다고 보고 있다.

이동 중에 화산 등 지각 변동이 없었다는 것이다.

그래서 만입 빼기 모델을 주장하는 사람들은 옥천지향사의 태백분지와 충청분지가 다르다는
것이다. 태백분지는 중한랜드에서 온 것이고 충청분지는 남중랜드에서 온 것이라고 주장한다.

중부지괴의 옥녀봉층에 쌍봉식 화산활동이 있었다는 것이다.

이것은 중부지괴에는 중. 고생대 대 결층 시대에도 화산 활동이 있었다는 것이다.

북부지괴와 남부지괴는 역사가 같지만 중부지괴는 역사가 다르다.

중부지괴는 남중랜드에서, 북부지괴와 남부지괴는 중한랜드에서 왔다.

고생대에 한반도에서 생기는 지층이 석탄기 중기 에서 페름기에 평안누층이 생긴다.

이층에서 석탄이 나온다. 강원도에도 나온다.

데본기에는 임진강대가 있고 중생대 쥐라기 때에 김포, 남포, 반송 층이 있다.

백악기에 한반도에 있는 지층이 묘봉층, 경산누층군, 그리고 봉산층이 있다.

봉산층은 에오세까지 연결되고 올리고세에 오면 동해 바다가 생기기 시작한다.

이때 용동층이 생긴다.

마이오세 때 생기는 지층은 영일만이 해당된다. 장기층과 영일층이다.

플라이스토세 맨 마지막에서 250 만년 사이에 형성된 것이 제주도이다.

제주도는 120 만년 전에 바다 밑에 있었다. 100 만년 전에 생겼다.

가장 최근에 백두산, 독도, 울릉도가 생겼다. 전부 플라이스토세 때이다.

신양리 층과 우리나라 지층 중 맨 마지막 층이 서귀포 층이다.

요약하면 태백분지와 충청분지가 다르다는 것이다.
충청분지는 경기 육괴에 속하고 남중랜드에서 왔다.
태백분지는 남부지괴에 속하고 중한랜드에서 왔다.

충청분지와 수안보를 합해서 옥천누층군이라 한다.

한반도는 트라이아스기에 충돌했다. 이때 사건을 송림조산운동이라 한다.

한반도에 송림조산(트라이아스기), 대보조산(쥬라기), 그리고 불국사조산운동(백악기)이 있었다.
한반도 화강암은 이 3 가지 사건에서 형성되었다.

대보조산운동은 쥬라기때 일어 났으며 남포, 반포, 대동층과 관련이 있다.
우리나라의 산맥 형태나 방향 등에 결정적 영향을 미친 것이 대보조산운동이다.
트라이아스기 충돌은 쥬라기까지 영향을 미쳤다.
엄청나게 많은 화산활동이 쥬라기때 일어났다.
한반도의 가장 많은 마그마 범람이 쥬라기 때, 즉 1.6 억년 전에 있었고, 북한산, 도봉산 등이 그때 생겼다.

경상남도 일대 화강암은 모두 비슷하다. 불국사 조산 운동 때 형성되었다. 오대산, 속리산모두 같다. 경상남도는 중생대 백악기 때 화산분출이 많았다.

한반도 기반층은 25 억년에서 18 억년 사이에 형성된 편마암이다.
우리나라 암석의 40%가 편마암이다. 그래서 조경석에 편마암이 그렇게 많다.
한강 이남은 관악산 제외하고 모두 편마암 산이다. 지리산, 소백산 모두 편마암이다.
그렇다고 화강암이 없는게 아니다. 화강암도 무지하게 많다.

한반도 모든 지괴는 25 억년 전 콜롬비아 초대륙에서 왔다. 모두 편마암으로 되어 있었다.
트라이아스기 송림조산 운동 때 편마암 판을 뚫고 마그마가 올라 왔다.
쥬라기 대보조산 운동 때는 화강암이 일부는 편마암을 뚫고 나왔으나, 대부분은 편마암 밑에 위치했다.
화강암 위 편마암의 두께가 10km 였다. 그 편마암이 모두 풍화되고 난 후 나온 것이 인수봉이다.

화강암은 편마암보다 풍화 속도가 빠르다.
서울시는 화강암이 풍화된 자리에 위치하고 있다. 서울 바깥의 기반암은 편마암이다.
우리가 아침에 산책하면서 마주하는 뒷산의 암석이 20 억년 전 암석인 것이다.

고생대 오르도비스기 때 화산 활동으로 형성된 옥녀봉층은 중부지괴에 있다.
즉 중부지괴에는 중. 고생대 대 결층에 해당되지 않는다.
남중랜드를 조사 했더니 10 억-5 억년 사이에 엄청난 조산 활동이 있다.
중부지괴 계명산층과, 문주리층의 화산활동과 시기가 링크된다.

그래서 만입썰기모델을 주장하는 학자들은트라이아스기에 남중랜드와 중한랜드가 충돌할 때,

남중랜드에 속했던 중부지괴가 중한랜드의 북부지괴와 남부지괴사이를 섭입했다고 보는 것이다.

만입썰기모델의 장점은 눈덩이 지구 이론과 연결되어 있다는 것이다.

눈덩이 지구 현상이 중부지괴에서도 일어난 것이다.

황강리층(diamictite)과 금강석회층(cap carbonate)이 모두 충청분지에 속한 옥천누층군이며, 중부지괴에 속해 있는 층이다.

양쯔지괴와 캐사이시아 지괴 사이의 만후아 분지의 끝자락이 충청분지라는 것이다.

일본 학자들은 중국대륙의 삼엽충 분포 지역을

항하 동물구, 천정동물구, 강남 동물구로 나누었다.

항하동물구에서는 천해에 사는 삼엽충 화석이 나오고, 강남 동물구에서는 심해에 살던 삼엽충 화석이 나왔다.

삼엽충은 고생대 캄브리아기의 표준화석이다.

그런데 항하동물구 화석(천해)이 태백지역 화석과 동일하고, 강남동물구 화석(심해)이 영월지역과 동일 했다.

영월과 태백의 삼엽충이 다르다.

지금은 영월과 태백의 거리가 50km 에 불과하지만 당시에는 1000km 이상 떨어져 있었다.

실루아기 때 식물이 육지로 진출하고, 데본기 대 양서류가 육지로 올라온다.

석탄기에 양치식물이 번성했고 페름기 말에 시베리아 현무암 범람으로 대멸종이 일어난다.

이 백본 구조가 있으면 지난 10 년동안 강의한 모든 지식을 여기에 실을 수 있다.

이 것을 암기 하고 있지 않으면 아무리 던져 주어도 지식을 하역할 수가 없다. 이 연대표는 항만 시설과 같은 것이다.

석탄기는 3,6 억-2.9 억이다. 기간이 7 천만년간이다.

석탄기 년도뿐만 아니라 7 천만년이 얼마나 긴 시간인가를 느껴야 한다.

신생대 전체 6 천 6 백만년보다도 긴 시간이다.

중생대 백악기 초에 현화식물이 출현했다 하면 그것을 년도로 바꾸어 생각할 수 있어야 한다. 대략 1.4 억년 전이다.

동해바다는 마이오세에 형성되었다.

동해는 3 천만년전에 일본 열도와 갈라지기 시작하여, 바닷물 유입이 2 천 3 백만년 전이며, 최대로 벌어진 시점이 1600 만년 전이다.

1600 만년 전부터는 동해바다가 수축하기 시작한다. 앞으로 5000 만년 이내에 동해 바다는 사라진다.

한반도가 지금의 모양을 갖춘 것은 대략 2000 만년 전이다.

한반도 지층 중 가장 유니크한 것이 중, 고생대 대결층은 북부와 남부지괴에만 있다.

북부지괴와 남부지괴에는 18 억년과 5.2 억년 사이에 13 억년 동안 지층이 없다.

중부지괴는 다르다. 중부지괴는 남중랜드에 속해 있었기 때문이다.

공부는 결정적 지식 몇 가지로 1 주일 이상 계속 생각해야 한다.

년도 모두 암기하고 나서, 중 고생대 대결층을 품고 있어야 한다.

북부지괴와 남부지괴는 1.4 억년 동안의 지층이 없다. 그것을 계속 물고 늘어지면 이 그림이 이해된다.

그리고 중한랜드와 남중랜드가 충돌하고
그때에 송림조산운동, 연장해서 쥬라기 때 대보조산운동과 백악기에 불국사 조산운동이 일어났다.

우리나라는 화강암 산을 제외하고는 편마암이 풍화된 지역이다.
우리나라에 가장 많은 지층은 편마암이다.
한강 이남 모든 땅이 편마암이다. 군데 군데 화강암이 섞여 있다.

대구분지, 대전분지, 도시는 모두 분지에 있다.
화강암이 풍화된 자리에 도시가 앉았다.
평야와 논도 모두 화강암이 풍화된 자리이다.

산은 화강암이 올라온 곳이다.
마이오세때 경동 요격사건이 생겨 동쪽이 높고 서쪽이 낮다.

서해바다에 퇴적 층이 7000m 나 된다. 서해 바다가 퇴적 된지 1 만년 되었다.
언제부터 바위가 되는가? 퇴적지질학이란 분야가 있다.

우리나라 섬이나 바닷가 부근의 붉은 황토 흙은 2 만년 전 빙하기 때 생겼다.
지금 기후에서는 생기기 어렵다.
우리나라에도 "뢰스(loess)층"이 나온다. 2 만년전 빙하기와 연결된다. 빙하의 증거이다.
뉴질랜드 서든 알프스 황토가 수천 km 를 날려가서 바닷가 현무암에 황토층이 박혀 있다.
빙하의 증거이다.

우리나라 표층이 10-20m 정도 된다.
흙 1m 되는데 10 만년 걸린다고 하면 100 만년이 넘었다.
100 만년 전이면 빙하기에 해당한다.

1 년 지질학 공부하는 것 보다 이 연대표 암기하는 것이 더 빠르다.
연대표를 익숙하게 자유자재로 사용할 수 있어야 한다.
수 많은 책을 보아도 정확하게 연대를 기억하지 않으면 자기 지식이 되지 않는다.

여기 있는 사람들도 우리나라 지질에 대하여 오늘 처음 듣는 사람이 많을 것이다.
왜 이런 일이 생기느냐. 대부분 풍수, 기 등에 현혹 되어 있다.
일본 오옴진리교 범죄자들을 사형 집행 했다. 문제는 왜 그 많은 엘리트 지식인들이 현혹 되었느냐에 있다.
정상과학이 보급되기 정말 어렵다. 아직도 우리 사회에 풍수, 기 등이 팽배하여 정상 과학이 들어갈 틈이 없다.

Shrimp

연대측정 기구이다. 지르콘으로 지질의 연대를 측정한다.

전 세계 몇 군데 없다. 지금 생각해도 가슴이 뵈다. 마블바를 보러가서 4km 앞에 두고 보지 못했다.

마블바와 그린스톤 벨트에 대한 개념이 없어 놓치고 왔다. 호주 지질을 보러 갔다가 마블바를 보지 않고 온 것이다.

보이지 않는 사람은 보여주어도 보지 못한다.

그린스톤벨트를 이해하려면 지질학과 석사 수준 이상의 지식을 가져야 한다.

38 억년전 전 지층 위에 35 억년 전에 마그마가 올라 왔다.

높이 10km 폭이 60km 인데 지금은 모두 침식되었다.

직경 60km 가 아무 것도 보이지 않는 평지이다.

가장자리에 약 100m 정도의 둔덕이 있을 뿐이다.

가운데서 쳐다보면 가물가물 보이지도 않는다. 그 얇은 둔덕이 직경 60km 평지를 360 도 빙둘러 싸고 있다.

높이 10km, 폭 60km 의 화강암이 수십 억 년 동안 침식되어 완전한 평지가 되어 있다. 그 현장을 보고 전율했다.

화강암 지반이 단단하므로 아스팔트도 깔지 않고 2 차 세계대전 때 전략 폭격기 활주로로 이용했다.

화강암 1m 마모되는데 100,000 년 걸린다는 것이 얼마나 결정적 지식인지 이해가 될 것이다.

높이 10km 화강암이 침식되어 평지가 되어 있는 것이다.

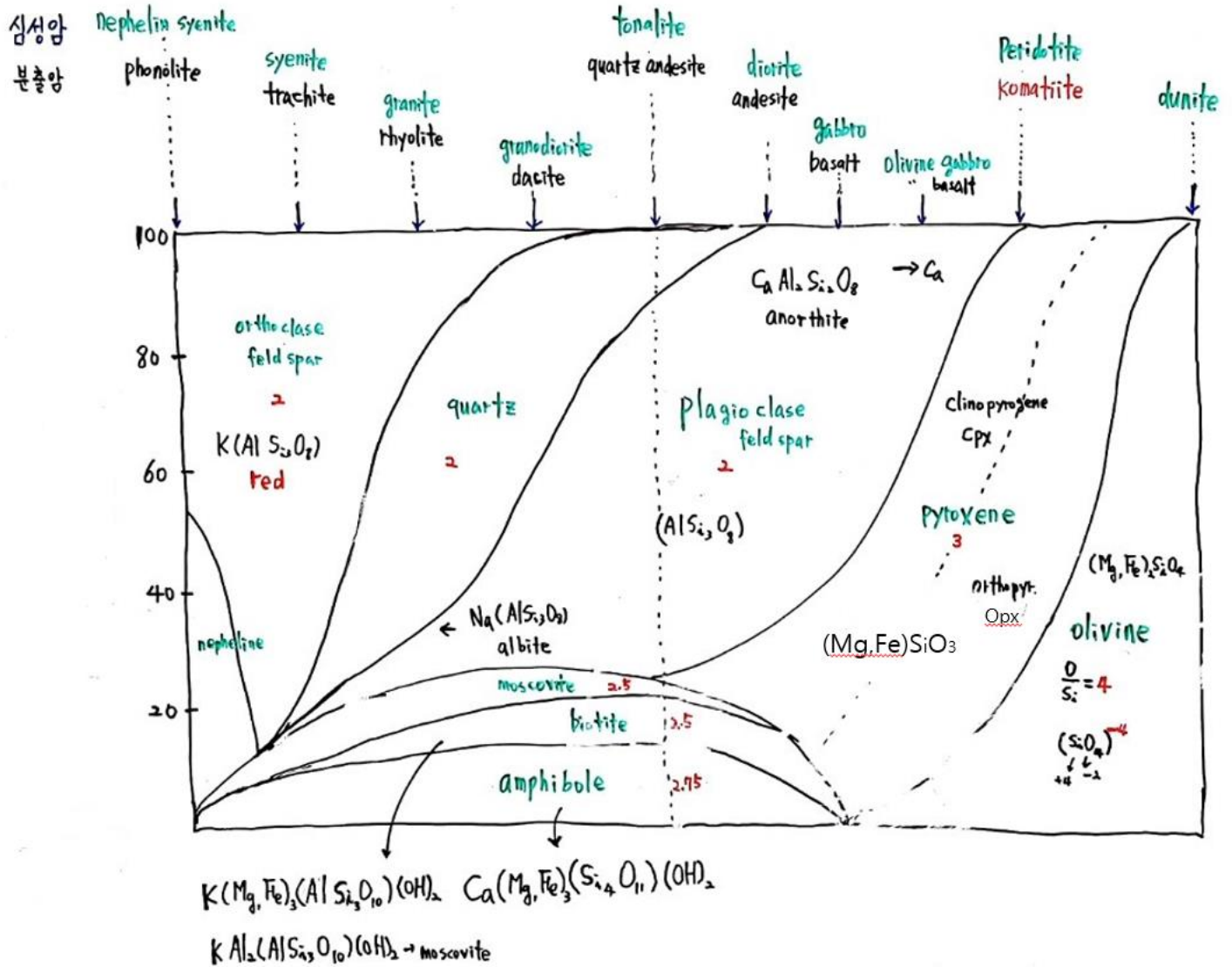
인간이 정말 하기 어려운 공부는 우주라든지 자기가 본적이 없는 방대한 시간상에 일어나고 있는 것을 유추하는 일이다.

산맥이 생기고 분지가 형성되고 인간이 모여 사는 취락구조가 생기는 이런 것들을 꿰뚫어 볼 수 있는 안목들은 시간이 오래 걸린다.

그 공부 방법을 설명하면 이 연대표를 그대로 암기하는 것이다. 이것이 암기가 되지 않으면 진도를 나갈 수가 없다.

암석학에 들어간다.

이 도표 하나면 거의 50%가 끝난다. 결정적 지식이다.



지구에 광물이 4500 여 종이 있다. 그 중에서 1500 종이 실리케이트이다.

이 도표를 완벽하게 안다는 것은, 광물의 분자식을 언제든지 말할 수 있도록 외워야 한다. 암석의 분자식을 외우면 중간 단계 없이 바로 생물학과 광합성을 만날 수 있다. 감람암과, 석면, 옥이 같은 분자식이다.

이 강의가 박문호 박사의 10 번째 강의의 마지막 강의이다. 마지막 강의에 무엇을 강의하는가?

"다시 암석으로"

빅뱅 우주론으로부터 전부 다 해 왔으나 인간 세계에서 가장 중요한 것이 암석학이다. 지구의 어느 곳을 가도 피할 수 없이 마주치는 것은 돌이다. 돌 없는 곳은 없다. 달나라에도 화성에도 돌은 있다.

무엇을 공부해야 하는가를 찾을 때에는 하나하나 제거를 한다. 생명에서 가장 중요한 것은 무엇인가? 밥은 먹지 않아도 1 달은 살 수 있다. 물 마시지 않아도 1 주일은 버틴다. 그러나 숨은 5 분간 쉬지 않으면 죽는다. 그러면 무엇부터 공부해야 하는가? 숨쉬는 것 공부해야 한다.

자연을 공부할 때 가장 중요한 것은 동물학, 식물학이 아니고 암석학이다.
 어디를 가도 돌은 있다. 사막에도 모래와 암석이 있다.
 피할 수 없다. 피할 수 없는 것을 찾아 공부해야 한다.
 피할 수 없는 것은 항상 옆에 있고, 내가 바로 그것이라는 것을 알게 된다.
 그런데 사람들은 자기에게 좋은 것 자극적인 것, 호기심 불러 일으키는 것, 즉 특별한 것에 관심을 갖는다.
 특별한 것은 항상 있는 것이 아니다. 항상 있으면 우리는 주의를 주지 않는다.
 그래서 공부할 때는 항상 있는 것부터 빨리 찾아야 한다. 아무리 제거해도 존재하는 것이 있다.
 그것이 우주론에서는 vacuum, 진공에너지이다.
 지구에서는 아무리 제거해도 있는 것이 암석이다. 반드시 암석학을 해야 한다.
 이도표 하나면 암석학에 관한 모든 것이 끝난다.

암석은 3 종류가 있다.
 화성암, 퇴적암, 변성암이다. 이 3 가지가 순환한다. 순서가 있다.

지구상에 있는 모든 돌, 모래, 흙, 진흙의 기원은 마그마이다.
 마그마가 만든 암석이 화성암이다. 그 화성암들이 풍화되어 쌓인 암석이 퇴적암이다.
 그 퇴적암이 쌓여 압력을 받으면 온도가 올라간다. 그러면 변성이 된다. 그것이 변성암이다.
 변성암이 600 도 이상이 되면 녹아서 마그마가 된다. 이렇게 순환한다.
 결국은 마그마의 성분으로 돌아온다.

그 마그마의 성분 비율로 암석이 형성되는 도표가 이 도표이다.
 세로 축은 부피 비율이다. 가로축 세로보다 약 50% 길게 그린다.

암석학에서 무조건 50 점 받는법

바깥에서 보거나, 만지거나, 발에 차이는 돌의 60%는 장석이다. That's all!
 손으로 잡은 돌의 60%가 장석으로 보면 된다. 장석이 가장 많다. 이 도표를 보면 명확해진다.
 장석이 제일 많고 2 번째 많은 것이 석영이다.
 녹색으로 적은 이름은 심성암이다. 지하 수 km 밑에서 형성된 암석이다.
 검은 색은 분출암이다. 화산 활동 시 마그마가 지표 밖으로 흘러나와서 형성된 암석이다.
 심성암과 분출암의 분자 구조는 동일하다.

komatiite 는 25 억년 이전 초기 지구를 연구하는 사람들이 연구하는 암석이다. 지금은 나타나지 않는 암석이다
 dunite 는 아예 분출암이 없다. dunite 와 석면, 연옥이 연결되어 있다.
 dunite 가 처음 나온 곳이 뉴질랜드 남섬에 있는 dun mountai 이다.

tonalite 와 석영 안산암의 광물 구성은
 이 도표에서 밑으로 점선을 그어 보면 80%가 장석이고., 석영, 백운모, 흑운모가 다 있다.
 이 도표만 기억하고 있으면 어떤 암석이라도 광물 구성을 알 수 있다.

분자식을 알아야 한다.

먼저 Si 와 O 의 비율이 중요하다

olivine 은 $O/Si=4$ 이다. SiO_4 는 전기량은 산소가 -2, 실리콘이 +4 이므로, SiO_4 는 -4 이다. 따라서 전기를 중화 시킬 수 있는 양이온이 와야 한다. 그것이 Mg 와 Fe 이다.

Mg 와 Fe 의 전하는 각각 +2 이므로 Mg 또는 Fe 2 개가 오면 된다. 그래서 분자식은 $(Mg, Fe)_2SiO_4$ 이다.

Mg 와 Fe 가 여러 조합으로 올 수 있다.

이런 관계를 고용체라 한다.

pyroxene(휘석)은 실리콘과 산소의 비율이 3 이다. 그러므로 SiO_3 가 되고 전기량은 -2 이다. 그러면 Mg 또는 Fe 가 1 개만 오면 된다.

그래서 분자식은 $(Mg, Fe)SiO_3$ 가 된다.

amphibole(각섬석)은 실리콘과 산소의 비율이 2.75 이다. 그러면 Si_4O_{11} 이 된다.

그리고 백운모, 흑운모, 각섬석에는 (OH)기가 2 개가 들어 간다. $Si_4O_{11}(OH)_2$ 의 전기량은 -8 이 된다.

그러면 양이온으로 Mg 와 Fe 가 3 개가 오고 +2 의 전기량을 가진 Ca 이 추가된다.

그래서 분자식이 $Ca(Mg, Fe)_3Si_4O_{11}(OH)_2$ 가 된다.

biotite(흑운모)는 실리콘과 산소 비율이 2.5 이다. 그러면 $Si_4O_{10}(OH)_2$ 가 된다.

운모는 알루미늄이 들어 있다. 그래서 알루미늄 하나와 실리콘 하나가 치환된다.

알루미늄은 전기량이 +3 이다. 그러면 $AlSi_3O_{10}(OH)_2$ 가 되고 전기량은 -7 이 된다.

흑운모는 검다. 검은 색에는 마그네슘과 철이 들어간다. 그래서 Mg, Fe 가 3 개 들어간다.

그리고 나머지 하나 양이온은 K(칼륨)이 들어가서 분자식은 $K(Mg, Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ 가 된다.

moscovite(백운모)도 실리콘과 산소 비율이 2.5 이다. 백운모이므로 마그네슘과 철을 쓰지 않는다. 대신 알루미늄을 쓴다.

그래서 백운모 분자식은 $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ 가 된다.

(OH)기가 들어간 것을 수화광물이라고 한다.

과학자들은 지구 내부 맨틀 층에 바다를 포함한 지구전체 표면의 80-100 배의 물이 있다고 추정한다.

장석은 비율이 2 이다. 장석에는 물이 없다. 상당히 단단하다. Si_4O_8 이 기본단위이다.

여기서 실리콘 하나를 알루미늄과 치환한다. 그러면 $AlSi_3O_8$ 가 되고 전기량은 -1 이다.

전기량이 +1 인 양이온은 K 과 Na 이다. 그래서 칼륨 장석과 나트륨 장석이 된다.

정장석은 분자식이 $K(AlSi_3O_8)$ 이 되는데 가장 중요한 것은 정장석의 색깔이 붉은 색(red)이라는 것이다.

바깥에서 암석을 볼때 화강암인데 붉은 색을 띠면 정장석이라고 보면 된다.

도표에서 왼쪽은 나트륨이 많다. 오른쪽으로 갈 수록 칼슘이 많다.

나트륨 장석은 $Na(AlSi_3O_8)$ 가 된다. albite(조장석)이다.

바닷물 소금의 기원은 나트륨 장석이다.

EBS 세계테마기행 남미 편에서 소금의 기원을 설명하며 장석을 이야기 했다.

EBS 세계테마기행 4 년동안 방송된 것을 되풀이 해서 3 번만 보면 내가 강의 했던 내용이 다 스며 들어가 있다.

칼슘은 전기량이 +2 이므로 전기량이 맞지 않다. 그래서 이 경우에는 알루미늄을 하나 더 치환해야 한다. 그래서 사장석은 무르다.

달은 약간 회색이다. 달에는 600m 두께의 칼슘장석(월장석)이 덮혀 있다.

그러면 분자식이 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 이 된다. anorthite(사장석)이다.

분자식으로 공부하면 박백에서부터 식물학, 동물학, 암석학, 비료학 모두 연결이 된다. 따로 할 필요가 없다.

이 도표에서 면적 크기가 암석의 양으로 보면 된다. 가장 면적이 넓은 것이 장석이다. 약 40%를 차지한다.

그래서 바깥에서 차고, 만지는 돌의 60%는 장석이라고 하면 된다.

현무암은 거의 60%가 장석이다. 현무암에 박혀 있는 광물은 장석 아니면 휘석이다.

분자식이 얼마나 파워풀한지 보여 주겠다.

석면에서 만들 수 있는 공산품이 3000 개나 된다. 우리나라에도 석면 광산이 수 십 개가 된다.

석면은 규폐증을 유발하고 1 급 발암물질로 규제되고 있다. 규폐증은 15 년 이후에 증상이 드러난다. 매우 위험하다.

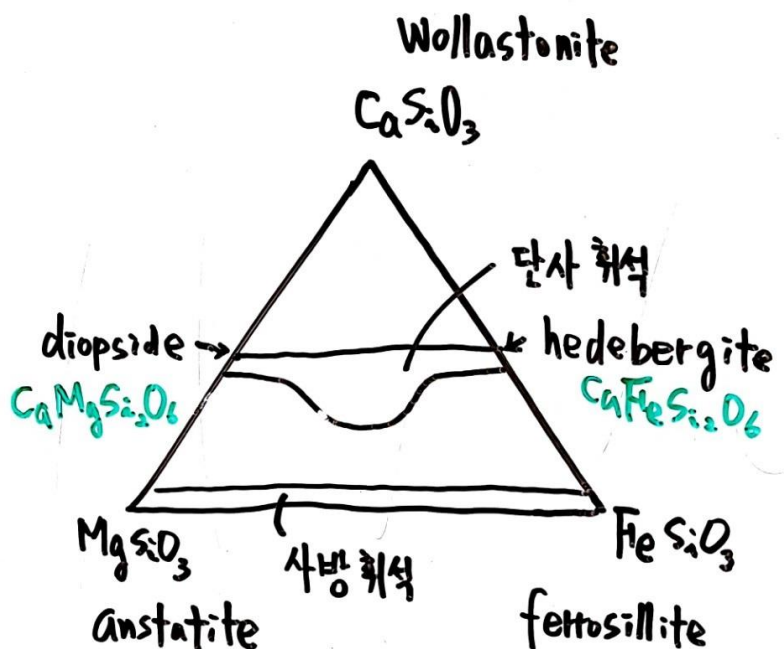
pyroxene(휘석)은 20 가지가 넘는다.

도표 가운데를 점선으로 2 개로 나눈다.

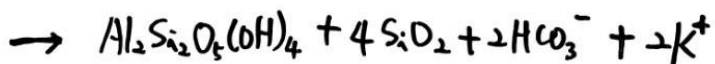
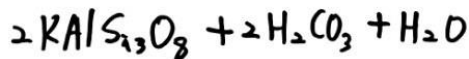
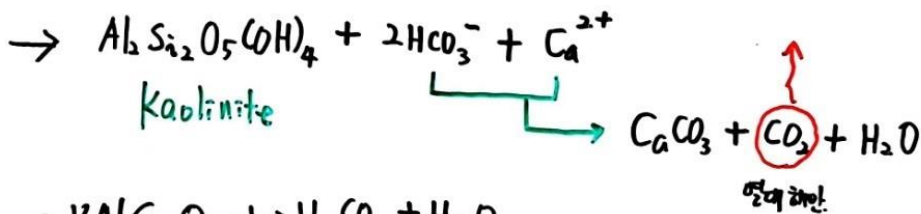
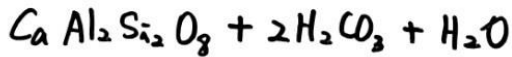
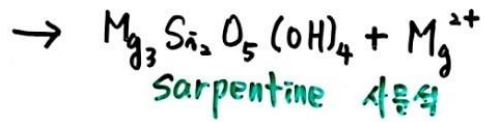
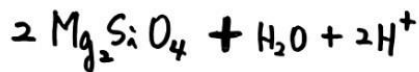
clinopyroxene(단사휘석:CPx)과 orthopyroxene(사방휘석:OPx)으로 나눈다.

분자식은 같으나 결정구조가 다르다.

pyroxene 의 칼슘과 마그네슘, 철의 관계를 알아야 한다.



중요한 분자식



마그네슘 감람암에 물과 산성액체(양성자)가 들어가면 serpentine(사문석)이 만들어 진다. 옥과 석면이 된다. 옥과 석면은 한 형제이다.

회장석에 탄산과 물이 들어가면 고령토가 생긴다.

그리고 그 부산물이 열대 해안에서는 석회암(탄산칼슘)을 형성하고, 이산화탄소가 대기중으로 배출된다.

열대 해안에 석회암이 형성되는 메카니즘이다.

모래의 기원은 정장석이다. 정장석이 빗물에 녹으면 모래가 된다.

10년 강의를 마무리하면서 해 주고 싶은 이야기다.
경기에 선행지수가 있듯이 학습에도 선행 지수가 있다.

학습선행 지수

1. data

지식 : 결정적 지식

2. 무지의 자각

3. 욕망의 분출

지질학이나 물리학 공부를 하면서 철학 책을 보면 둘 다 망친다.
아예 공부하지 않는 것이 낫다.
의외로 대부분의 사람이 그렇게 하고 있다. 공부는 계획이 있어야 한다.

20년 동안 새벽 4시에 일어나 자료를 모으고 정리해왔다. 믿지 못할 것이다.
지금까지 정리한 자료가 약 1 tera 가까이 된다. 동영상이 아니라 거의 90%가 파워포인트 자료이다.
브레인만해도 파워포인트 날장이 100,000 개가 넘는다. 많을 때는 1 주일에 5000 장도 찾는다.
지난 10년동안 거의 멈추지 않았다.
내가 하는 공부나 연구의 거의 50%의 시간을 자료를 찾는데 투자한다.

학습선행 지수의
첫 번째가 data 이다. 이것 없이는 아무것도 못한다.

두 번째가 무지의 자각이다.

내가 얼마나 모른 다는 것을 빨리 깨달아야 한다.
지식의 양보다는 근본적으로 보는 관점이 달라진다는 것을 알게 된다.
자연과학 분야를 공부해서 어느 정도 지나고 나면 보는 시선이 달라지고,
내가 이 분야를 정말로 몰랐구나 라고 확 드러나게 된다.
대부분 모르는지를 모른다. 관심이 없고 몰라도 괜찮다. 사는데 아무 지장이 없는 상태이다.
편안한 상태이다. 아무 것도 모른다. 그리고 하나도 모르는 표시가 없다.

모르는 것을 자각하는 단계가 되면 공부의 중간쯤 들어와 있는 것이다.
모르는 것을 자각하는 순간 폭발적으로 알고 싶은 욕망이 분출한다.

예를 들어 옥녀봉층이, 중한랜드가 곤도와나 대륙과 분리되는 시기를 추정하는데 결정적 자료가 된다는 것이다.
눈덩이 지구 이론을 몰랐다면 황강리층과 금강석회층 이야기는 할 수 없는 것이다.
공부를 하다 보면 내가 모르는 분야가 선명해 진다.
몇 년 지나다 면 내가 모르는 분야가 선명하게 선이 그어진다.

대부분의 사람들은 무지의 자각 단계까지 진입도 못한다.
무지의 자각이 일어나기 전 상태는 편안함이다.

세번째는 학습욕망의 분출이다.

이 세가지 학습선행지수가 맞물려 내가 드라이빙을 당한 것이다.
그래서 공부하게 된 것이다.
내가 무엇을 모른다는 것을 명확하게 안다.
다음에 무엇을 공부해야 할 것인지가 목에 가시처럼 걸려있다.
그 동안 강의 중 내가 그 자료를 찾았다는 이야기를 많이 했다.
심지어 몇 년을 찾는다. DATA 가 있으면 뭐든 들어갈 수 있다.
그것이 AI 혁명의 본질이다. DATA 가 AI 혁명의 본질이다.

지식은 평등하지 않다.
들어서 이해되는 것은 결정적 지식이 아니다. 결정적 지식은 발굴하는 것이다.
결정적 지식이 사람마다 다를 수 있다.
화강암이 1m 마모되는데 10 만년 걸린다는 것이 결정적 지식이다.
내가 그 동안 10 년동안 찾았던 정보이다.
왜 찾고자 하는 욕망이 생겼을까?
지질학을 공부해 보니 산맥이 생기고 분지가 생기는 모든 것의 관건이 암석이 침식되는
속도인데, 이것의 정확한 실험 data 를 갖고 있으면 그 동안 공부했던 것이 한 줄에 다 엮을
수 있는 것이다.
무지의 자각. 내가 무엇을 모른다는 것을 알고 있었다.
이 data 만 있으면 내가 공부했던 것이 다 풀릴 것 같았다.

대부분의 사람들은 그것이 애초에 없다. 가렵지 않은 것이다. 그것이 편안한 것이다.
편안하기 때문에 어떤 공부도 못한다. 나는 갈증이 생긴다. 빠진 이빨을 정확하게 알기
때문이다.
내가 어떤 지식이 부족하다는 것을 알게 된다. 이제는 대부분의 핵심 지식은 만났다.
그래도 결정적으로 빠진 지식이 있다.

지식은 결정적 지식이 있다. 공부는 이것을 만났느냐 만나지 못했느냐에 달려있다.
그래서 data 를 찾는 것이 중요하다.
10 년동안 500 시간 강의를 했다. 그 동안 결정적 지식을 전달하려 했다.
오늘의 결정적 지식은 이 도표에서 분자식으로 쓴다는 것이 결정적 지식이다.
그리고 실리콘과 산소의 비율이 결정적 지식이다. 이 비율만 기억하면 된다.
또한 장석만 알면 암석학의 60%가 끝난다는 멘트가 결정적 지식이다.

돌을 보면 60%가 장석이라고 했는데 처음에는 잘 보이지 않는다.
그러면 알고 싶은 욕망의 분출이 일어난다.
스스로 그 욕망이 출현해야 한다.

"보이지 않는 사람은 누가 보여 주어도 보이지 않는다."
본인 스스로 보이는 데까지 가야 한다.
본인 스스로 가기 위해서는 에너지와 시간을 투자해야 한다. data 를 스스로 만들어 봐야
한다.

새벽 4 시에 일어나서 data 를 10 년동안 모아 보라. 그러면 세상이 달리 보인다.
그 때 되면 내가 모르는 것이 무엇인지 정확하게 선이 그어진다.
그러면 알고 싶은 욕망이 분출한다.

많은 사람들은 타인에게 질문하고, 다른 사람에게 보여달라고 한다.
그래서는 오래 갈 수 없다.

이 강의를 10 년간 지속할 수 있는 것은 끊임없이 추구하는 것이 있었기 때문이다.
대부분의 사람들은 2-3 년간 공부하다가 힘들어하고 못 견디고 떠난다.
10 년간 강의를 하는 사람과 2-3 년하고 떠나는 사람과의 차이는 스스로 제너레이션 하는 그 무엇이다.

첫째는 스스로 만든 data 가 없기 때문이다.
여러분 집에 서가가 있고 반경 10m 내에 2,000 권의 책이 있으면 여러분은 학자가 된다.
안 될래야 안될 수 가 없다. 빠져 나갈 수가 없다.

1tera 가 넘는 용량의 자료가 있고, 내 책상 위에 지난 10 년간 썼던 150 권의 수첩이 있고,
100 권이 넘는 노트가 있다.
그리고 우리 집에 책이 7,000 권 있다. 그 책을 매일 보고 있다. 도망 갈 곳이 없다.
여러분의 물리적 환경을 그렇게 바꾸지 않고는, 머리 속으로 시뮬레이션해도 되지 않는다.
자기 서가에 적어도 3000 권 정도의 책을 갖춘 사람은 그 길을 벗어날 수 없다.

오늘 배운 결정적 지식은 활용의 단계까지 완전히 암기해야 한다.
다른 사람에게 질문하지 마라. 묻는 것이 습관화 된 사람은 나중에 보여 주어도 보지 못한다.
자기 스스로 암기하고 나면 다 보이기 시작한다. 스스로 깜짝 깜짝 놀란다. 바로 그것이다.
수고 하셨습니다.