

제 40회 과학리딩 생물의 진화

(박문호 박사님의 강의를 요약 정리한 내용입니다.)

오늘 강의의 키워드는 “점진적 변이”이다.

아프리카 에디오피아가 신생대에 와서 육지가 1년에 0.25mm씩 융기한다고 한다. 0.25mm는 자세히 보지 않으면 인지하기 어렵다. 더구나 1년에 0.25mm는 사람들은 거의 인식하지 못한다. 그런데 이것이 800만년 동안 지속된 결과 2000m가 솟았다. 산맥이 만들어진 것이다. 1억년 지속된다면 높이가 20km가 될 수 있다.

사람은 인식공간이 왜곡되는 경우가 많다. 가까이 있고 중요한 것에 초점을 확대한다. 그래서 자연의 실상을 보기가 어렵다. 긴 시간 동안 지속되는 일을 인지하지 못한다. 시간을 놓친다. 100만년, 1천만년 이란 개념이 없다. 신생대만 하더라도 6천만년이란 긴 시간이다. 동물의 경우를 보더라도 말, 소, 새, 들이 신생대에 와서 지금의 모습이 갖추어 졌다. 그러나 그 뿌리는 5억년이 넘는다. 우리는 그것을 보지 못한다. 왜곡되게 자연을 보고 있다. 인지 왜곡을 극복해야 한다. 어쩌면 왜곡되게 보기 때문에 우리가 생존할 수 있게 되었는지도 모른다.

초점강화는 들어오는 감각 중에서 선택해서 집중하는 것이다. 편도체가 감정을 증폭 시킨다. 그러려면 초점을 맞추어야 한다. 초점을 맞추려면 감각이 들어오는 쪽으로 향해야 한다. 물고기는 목이 없다. 눈을 맞추려면 몸을 틀어야 한다. 그만큼 시간이 걸린다. 3억 6천만년 경 양서류에 와서 두개골과 어깨뼈가 분리되고 사이에 목이 출현했다. 파충류는 목을 자유자재로 돌린다. 특히 공룡은 목이 길면서도 자유롭게 움직였다. 뿐만 아니라 척추도 interlocking 되면서 유연하게 되었다. 목이 출현하면서 쉽게 목표를 향할 수 있게 되었다.

인간에 와서는 초점을 맞추는 일이 극대화 되었다. 목을 고정하고서도 눈동자를 돌리게 된 것이다. 빠르고 정확하게 초점을 맞출 수 있게 된 것이다. AI나 가상세계를 제대로 하려면 고생물학을 공부해야 한다. 생명이 40억년 동안 해 왔던 일이다. 사랑에 빠지는 일(Falling in love)도 눈을 맞추어야 한다. 초점을 맞추면 감정이 증폭되고 의미가 강화된다. 그래서 헤어나지를 못한다.

틱타알릭(Tiktaalic)이 육지에 상륙하는 일은 인간이 달에 간 것보다 100배 더 위대한 사건이다.

4차 산업혁명은 농업혁명의 1/10도 안 되는 찻잔 속의 파도 같은 현상이다.

농업 혁명도 틱타알릭이 육지로 올라온 일에 비하면 아무것도 아니다. 초점이 강화되어 감정이 증폭하면 의미가 강화된다. 그러면 더 이상 논리 공간이 아니다. 헤어나지 못한다. 그래서 가족을 이루고 문화가 만들어 졌다. 물고기에서 머리가 출현하고 이어서 목이 출현하고 몸을 움직였다. 자연에는 항상 음영이 있다. 장점과 단점이 공존한다.

발견의 즐거움. 발견은 시선을 어디로 두느냐에 달려 있다.

“관점 이동 훈련”이 필요하다. 초점강화의 구체적 생리적 실체는 시선의 방향이다.

시선을 어떻게 움직이는가는 인간의 놀라운 능력이다. 물고기는 몸을 움직였고 파충류에 와서 목을 움직였다. 인간은 목과 눈동자를 같이 움직인다. 목을 움직이려면 목이 출현해야 한다. 머리의 출현, 목의 출현, 부속지의 출현 그래서 가상 공간으로 나갈 수 있게 되었다.

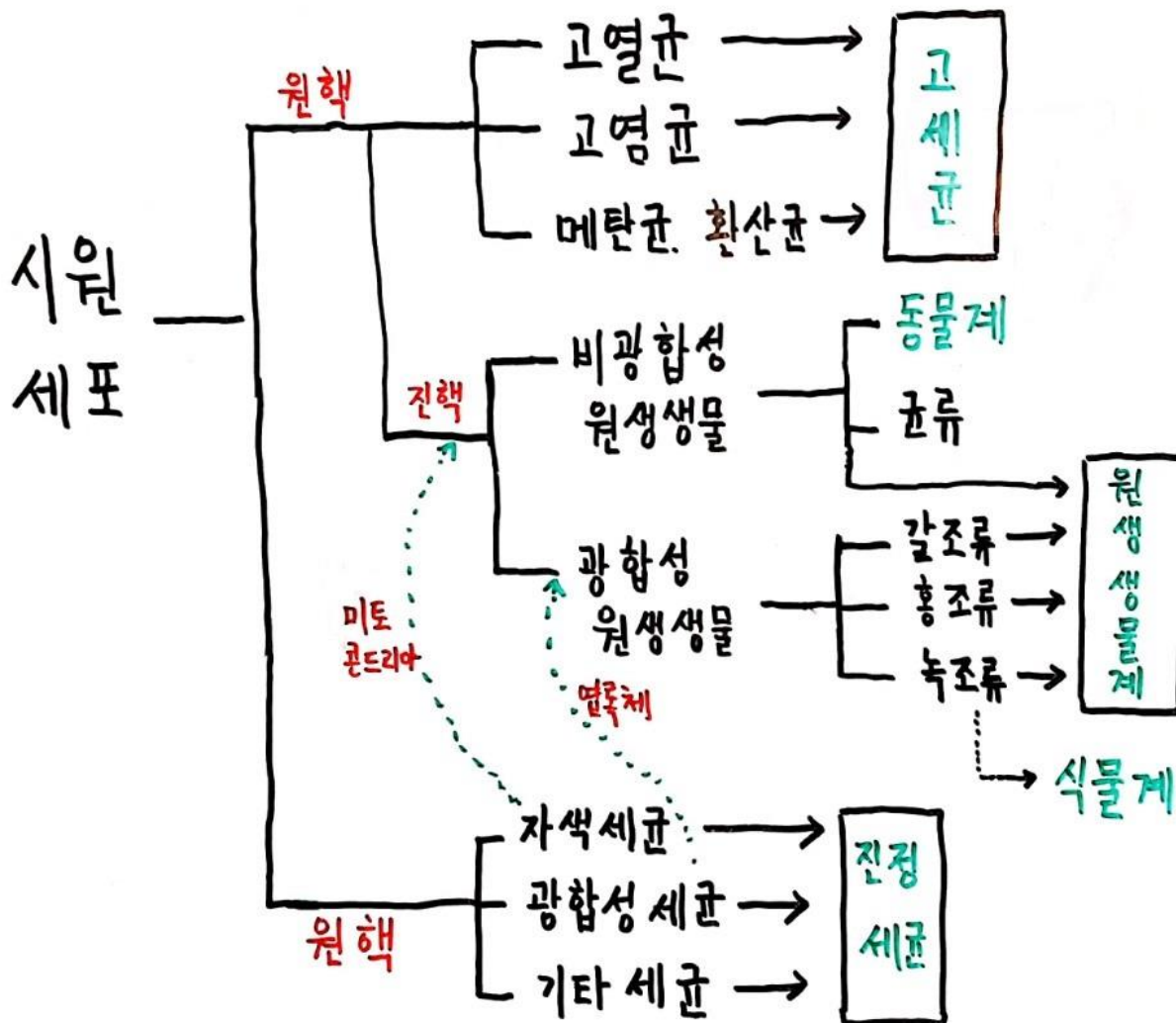
우리 공부의 목적은 우리의 현 존재, AI 혁명, 그리고 인류가 앞으로 나아갈 방향까지를 35억년 생명의 진화 그 전체에서 답을 얻고자 하는 것이다. 우리는 그 모든 단계를 거치면서 정답을 찾은 중이다.

“정답은 있을 것이다”라는 위대한 가설이 있다.

35억년 생명의 진화에 답이 있다. 인류는 정답을 찾은 중이다. 그렇게 급격한 환경 변화 속에서 어떻게 인류까지 오게 되었는가를 이해하면 다음 어려운 문제도 답을 찾을 수 있을 것이다.

주기율표가 첫 번째, 대륙이동이 두 번째 다음 생명의 진화가 세 번째 플랫폼이다.

아직 완전하지 않다. 특히 양서류에서 파충류로 진화하는 부분은 학자들 사이에서도 아직 메인 도그마가 형성되어 있지 않다.



최초의 세포를 시원세포라고 한다.

시원세포가 있기 까지를 연구하는 분야가 우주생물학이다.

성간 물질 속에서 생명과 관련된 화학물질을 많이 발견하였다. SF 같은 이야기가 아니라 정상 과학으로 들어와 있다.

오늘 강의는 학문적 관점에서는 분류학이다.

세포는 원핵세포와 진핵세포 2가지가 있다. 원핵세포는 단세포이다.

진핵 생물은 대부분 다세포이지만 단세포도 일부 있다.

원핵세포에는 고세균과 진정세균이 있다. 우스가 리보솜 SSB(small sub unit) 16S r RNA를 연구하여 박테리아 계보를 만들면서 완전히 분리된 박테리아 그룹을 발견하면서부터 1990년대 이후로 전 세계 생물학 교과서가 바뀌었다. 생물을 보는 전체 관점을 바꾸었다. 칼 우즈(Carl Woese)는 16S(또는 18S) 리보솜 RNA(ribosomal RNA)의 정보에 기초를 두고 생물계를 세균, 고세균 그리고 진핵생물 세 그룹으로 대별하였다.

진핵생물은 고세균 계열에서 파생되어 나왔다.

고세균에는 고열균, 고염균, 그리고 메탄생성 고세균, 황산염 환원세균이 있다. 고열균은 높은 온도에서 살아가는 세균이고 고염세균은 염도가 높은 곳에서 사는 세균이다.

진정세균은 자색세균, 광합성 세균, 기타 세균으로 나누어 진다.

수천 종이 넘는 박테리아 중 딱 1종 시아노 박테리아 만이 물 분해 형 광합성을 발명하였다.

진정 세균 중 병원성 세균은 극히 일부이다.

진핵 생물은 비 광합성 원생생물(Protista)과 광합성 원생생물로 나누어 진다.

원생생물이란 개념은 어렵다. 대표적 원생생물이 프랑크톤이다.

비 광합성 원생생물은 동물계와 균류로 나누어 진다. 균류는 분해자이다.

멀리서 보면 실과 같고, 가까이서 보면 필름 같다.

광합성 원생생물은 갈조류, 홍조류, 녹조류로 나누어 진다. 조류는 관다발이 없다. 미역이 뿌리는 있지만 물을 흡수하는 것이 아니라 바위에 부착만 하는 헛뿌리이다. 식물이 아니다. 식물은 기본적으로 관다발이 있어야 한다. 그러나 광합성을 한다. 색깔은 바다 깊이와 관련이 있다.

광합성 원생생물과 동물과 균류를 제외한 비광합성 원생생물을 합하여 원생생물계라한다.

식물은 녹조류에서 파생되어 나온다.

진정세균과 비 광합성 원생생물이 유전자를 수평으로 주고 받았다. 수평 유전자 교환이다.

자연에서는 유전자의 수평 교환이 많다.

자색 세균에서 미토콘드리아가 진핵 생물로 이동하였고, 광합성 세균에서 엽록체가 광합성 원생생물로 이동하였다.

인공과 자연으로 이분하여 자연은 좋고 인공은 나쁘다는 이분법은 잘못된 것이다.

인공이라고 하지만 사실 그것도 모두 자연의 일부이다. 우리 자신이 유전자 조작의 결과이다.

생식 그 자체가 유전자 조작이다. 유전자 조작을 나쁘게 보는 것은 잘못된 생각이다.

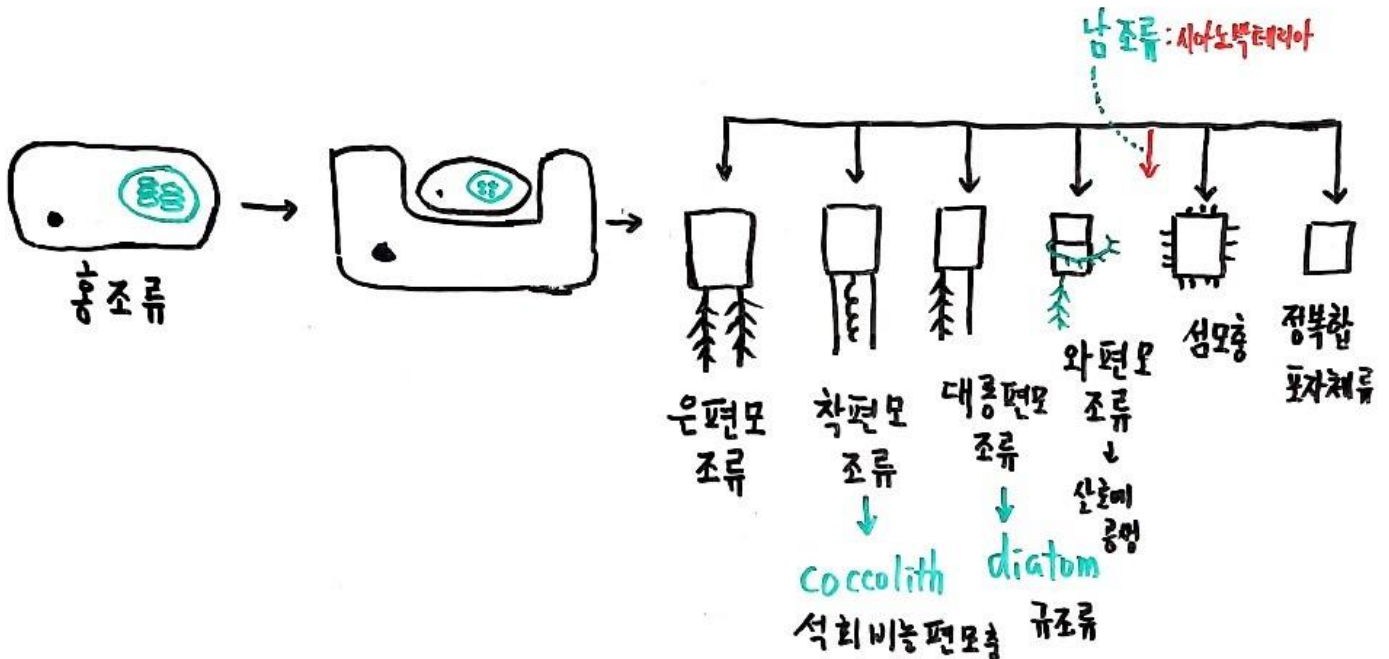
거의 대부분의 식물과 동물의 유전자가 바뀌었다. 질병에 대항하기 위해서, 더 많은 생산을 위해서 유전자 변화가 이루어 졌다. 살아 있는 생명은 유전자 변이를 해온 결과이다.

생명의 분류는 3개의 도메인이 있다. 고세균(archaea), 진정세균(eubacteria), 진핵생명(eukaryota)이다.

식물을 이해 하려면 조류부터 이해해야 한다.

플랑크톤의 진화

플랑크톤은 단세포이다.



최초로 홍조류가 있었다 홍조류 세포 속에 엽록체가 있다. 이 홍조류가 가상적 조류와 세포 공생을 한다.

공생 후 6개 생명체가 출현하였다 이 6개를 이해하는 것이 핵심이다..

몸체는 사각형으로 표시한다. 중요한 것은 꼬리인 편모이다.

편모가 2개 이고 각 편모에 털이 나 있다. 이것을 은편모 조류라 한다. 은 은 숨겼다는 뜻이다.

다음은 털이 없고 코르크 따개 같은 것이 있다. 착 편모 조류라고 한다. 부착한다는 뜻이다

착편모 조류는 1만 종 가까이 되고 코코리스(coccolith: 석회비늘 편모충)도 착편모 조류의 일종이다.

한쪽은 털이 있고 한 쪽은 없는 것이 대롱편모조류이다. 이것도 1만종 정도 된다. 대롱 편모 조류에 diatom(규조류)이 있다. 광합성을 한다. 다이너마이트를 만드는 원료로 쓰인다.

와 편모 조류는 몸통이 두 개 인데 편모 중 하나가 몸통을 감고 있는 모양이다. 몸통을 감은 편모는 깃털이 한쪽 방향에만 있다. 적조현상의 주범이다. 산호와 공생한다. 산호 백화 현상의 경우 와 편모조류가 산호에서 떠난다. 광합성을 한다.

섬모충은 편모가 몸통을 둘러 싸고 있다.

섬모가 없는 것이 정복합 포자체류이다.

자주색 조류가 남 조류이다. 남조류는 시아노박테리아의 한 종이다. 남조류가 모세의 기적에 나오는 붉은 홍해를 만들었다.

이 전부를 부르는 이름이 플랑크톤이다. 플랑크톤은 단세포이다. 동물성도 있고 식물성도 있다.



육지에 있는 모든 식물의 잎을 화학 처리하여 세포 단위로 분해하고, 육지의 모든 동물도 분해한 후 공기를 바닷물로 바꾸면 그것이 바다이다. 세포 단위로 분해되어 떠 다니는 것이 플랑크톤이다.

바다는 식물성, 동물성 플랑크톤이 가득하다.,

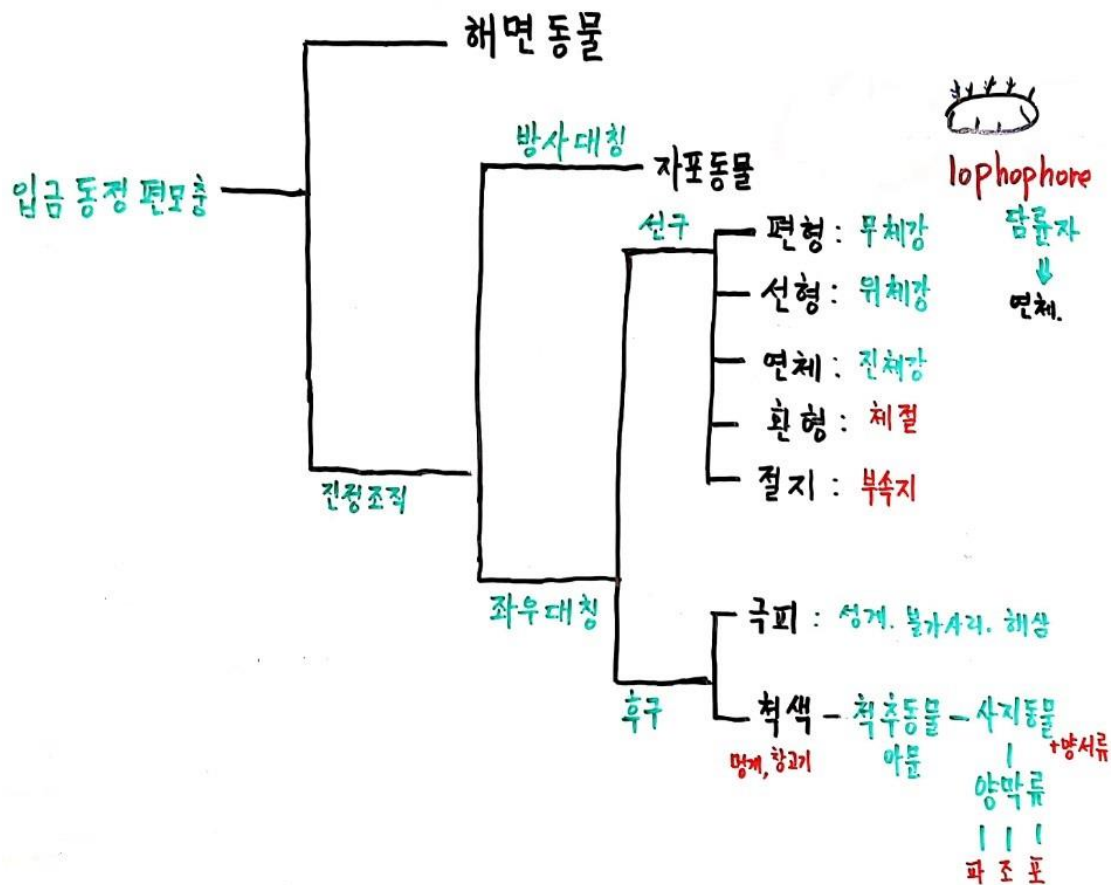
물고기 알, 새우 새끼 등 세포 성 부유물질뿐만 아니라 심지어 바다 바이러스 까지도 플랑크톤으로 본다.

바다는 생물로 가득 차 있다. 지구 산소의 50%는 바다의 식물성 프랑크톤이 만든다.

1;01

다음은 동물의 분류이다.

모든 동물의 출발점은 입금동정편모충이다.



동물은 조직(Tissue)으로 구성 되어 있다. 조직에는 호흡계, 소화계, 순환계 등이 있다.

그러나 동물 중에서 조직이 없는 동물이 있다. 해면동물이다. 해면은 주위 환경이 좋지 않을 때는 군체를 형성하

여 생활하다가 환경이 좋아지면 분리되어 개별적으로 살아간다. 즉 분리되어도 죽지 않는다.
군체로 된 해면은 큰 것은 1m가 되고 석회질로 되어 있다. 산호섬의 구성 요소이다.

반면 대부분의 동물은 조직을 이루어 살고 있다(진정조직). 분리되면 죽는다.

다음 동물의 분류 기준은 몸의 대칭 패턴이다. 대칭에는 방사 대칭과 좌우 대칭이 있다.

방사대칭에는 자포 동물이 있다. 산호, 말미잘, 해파리 등이다. 가시로 된 대포(작살) 같은 것이 있어 공격한다.

좌우 대칭 동물은 다시 선구동물과 후구 동물로 나눈다.

발생 시 입이 먼저 생기면 선구 동물, 항문이 먼저 생기면 후구 동물이라고 한다.

선구 동물은 체강의 유무에 따라 편형 동물, 선형 동물, 연체 동물로 나눈다. 편형동물은 체강이 없다(무체강)

선형동물(예, 회충)은 가짜 체강(위 체강)이며 연체 동물부터 체강이 있다(진 체강). 체강의 유무는 이동과 관련이 있다.

환형 동물(예, 거머리)은 체절이 있다. 모듈화 된다. 절지 동물은 부속지가 붙는다. 곤충이 대표적 절지 동물이다.

후구 동물은 극피 동물과 척색 동물로 나눈다. 극피 동물에는 성게, 해삼, 불가사리가 있다.

척색 동물에는 창고기와 멍게가 있다. 창고기는 머리가 없다. 주둥이에 편모가 있고 머리가 없으므로 입도 없고 당연히 턱도 없다.

턱은 두개골 뼈에서 분리되어 있다. 독립적이다. 턱이 먼저 출현했다. 턱으로 먹이 감을 물었을 때 빠져 나가지 못하도록 생긴 홈이 이빨로 진화했다.

척색동물이 척추동물이다. 척추동물에서 사지동물→ 양막류→ 태반류가 나온다

양막류에는 파충류, 조류, 포유류가 있으며 사지동물은 여기에 양서류를 더하면 된다.

척추 동물은 물고기에서 파생된 모든 종이다.

척추가 중요하다. 물고기의 지느러미가 앞다리로 바뀐다.

양서류는 어기적 어기적 걷는다. 조류는 앞다리가 날개가 되었다.

파충류는 먹이를 기다린다. 파충류는 변온동물이므로 일부 시간에서만 급 발진이 가능하다.

포유류는 먹이를 찾아 돌아다닌다. 에너지를 많이 쓴다. 항상 급 발진해야 하므로 항온 동물이다.

포유 동물은 항상 이동해야 한다. 어렸을 때부터 우유를 먹는다.

인도 유럽인들이 먼저 유목을 시작하여 우유와 고기를 먹었다.

동양인은 서양인들에게 체력 싸움에서 졌다. 동양은 전쟁에서 활이 주 무기이다.

그러나 서양에서는 싸움은 face to face이다. 올림픽 때부터 몸을 숭상하고 훈련을 철저히 한다.

지금도 미국 군인의 제식훈련 강도는 무척 강하다. 미국의 국방력을 이해하는 출발점이다.

공부하는 것을 봐도 학부과정은 동양계 학생들이 앞서지만 석사과정, 박사 과정에 가면 추월 당한다.

노벨 상 받는 사람들은 대부분 서양인이다. 동양에서는 기본보다 기교를 가르친다. 그래서 뒷심이 없다.

처음에는 앞서는 듯 보이지만 기초가 충실하지 못하여 뒤에 가면 뒤지게 된다.

동양인이 서양에는 없는 추상적이고 고유한 무엇을 갖고 있다고 하는데 사실은 실체가 없다.

추상적이고 철학적인 것도 서양이 더 정밀하고 정서의 표현과 교환도 더 정확하다.

모든 분류체계가 서양에서 나왔다. 분류체계에 답이 있다.

“사물은 분류되고, 생명은 분화한다.”

분류가 핵심이다. 분류가 의미를 만든다.

분류를 할 수 있으면 뭐든지 다 알게 된다. 예외가 없다. 모듈성이다.

본질은 척추이다. 그것 밖에 없다.

척추에 붙은 부속지를 컨트롤한다. 신경 시스템이 부속지를 컨트롤하는 운동성이 척추를 통해 대뇌로 올라가기 시작했다. 그것이 감각입력이 된다. 섬세한 감각이 되니까 정교한 운동이 내려 온다. 섬세한 감각과 정교한 운동의 바탕이 모두 부속지의 분화이다.

중추 신경계가 부속지 컨트롤에 부하가 걸리니까 한 쪽에 정보 센터가 생겼다. 그것이 브레인이다.

그 정보 센터에서 대규모로 움직임을 컨트롤하기 위해 생긴 것이 생각(thinking)이고 언어(language)이다.

전체 이야기는 부속지 이야기이다.

네 가지 부속지로 물고기는 대양을 헤엄치고, 파충류는 대륙을 어슬렁거렸고, 조류는 대기를 정복하였다.

호모 사피엔스는 부속지의 움직임을 중추 신경계를 통해 내면화하였다. 그래서 사이언스가 출현했다.

논리 구조가 출현했다. 가상 공간의 혁명이 일어나고 AI 시대를 만들었다. 가상공간에서 수학과 논리학을 통해 우주까지 나가게 된다. 어떤 새보다 멀리 달까지 날아간다. 중추 신경계의 집적을 통해 물고기보다 더 깊이 북극 바다 밑도 잠수함을 통해 가게 된다. 잠수함이나 인공위성의 메커니즘은 중추신경계의 집적화의 승리이다.

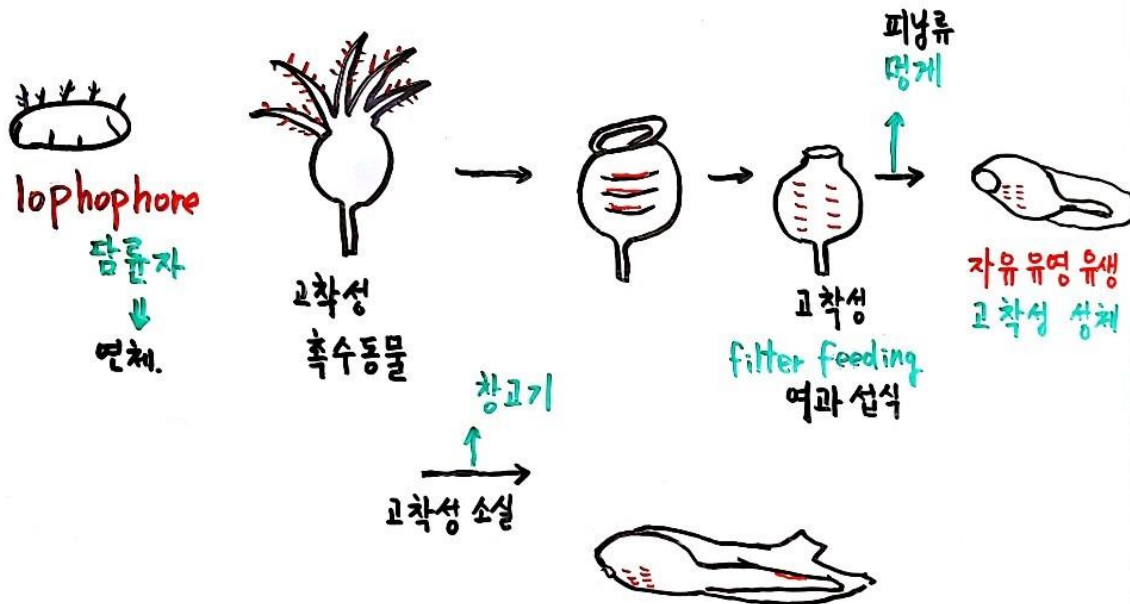
중추신경계는 부속지를 컨트롤하기 위해 발달하였다.

물고기, 조류, 파충류 포유류 모두 본질은 척추이다.

물고기를 알면 AI 혁명을 이해할 수 있다.

인간 비밀의 80%는 물고기에 있다. 물고기에서 파생된 모든 종을 척추동물이라 한다.

그러면 어떻게 물고기가 출현했는가?



초기에 고착성 촉수 동물이 있었다. 핵심은 깃털이다. 깃털을 통해서 물 속의 플랑크톤을 잡아 먹는다. 깃털이 구멍 안으로 들어가 아가미 전 단계인 새열이 된다. 멍게 초기 형태가 된다. 한 단계 더 진화하여 고착성 여과 섭식(filter feeding)동물이 된다. 여기에서 한 종류가 피낭류(멍게)가 된다. 멍게는 50% 정도가 아가미 덩어리이다. 고착성 여과 섭식동물이 자유유영 유생 형태로 진화한다. 멍게도 어릴 때는 자유 유영 유생인데 성체가 되면 고착성이 된다. 고착 후 48시간 내에 중추 신경계를 소화 해 버린다. 움직일 필요가 없기 때문이다. 자유유영 유생에서 나온 결가지가 참고기이다. 참고기도 일부 모래에 꽃히어 있다. 일부 고착성을 유지하고 있다. 참고기에는 꼬리 부분에 척색이 남아 있다.

자유유영 유생이 물고기가 되는 길은 늙지 않는 데 있다. 고착성을 소실하여 물고기가 출현한다..

멍게와 참고기는 성체가 되어도 척색(notocord)가 사라지지 않는다.

물고기는 성체가 되지 않아서 고착성을 소실한 멍게이다.

새끼 침팬지는 인간과 많이 닮았다. 인간은 어른이 되기를 포기한 침팬지 같다. 이것을 유체성숙이라 한다. 인간은 어른이 되는 것을 보류한 영장류이다. 물고기의 출현은 멍게가 어른이 되지 않고 영원히 어린으로 남는 것이다.

고착되면 어른이 된다. 어른 되기를 포기하여 물고기가 되었다.

창의적인 사람은 나이가 들어도 어린애 같은 속성을 갖는다. 논리와 감성, 남성과 여성, 어른과 아이의 중간자적 위치에 있을 때 더 창의적이다. 한 쪽으로 고착되면 어른이 된다. 그러면 영원히 멍게가 된다.

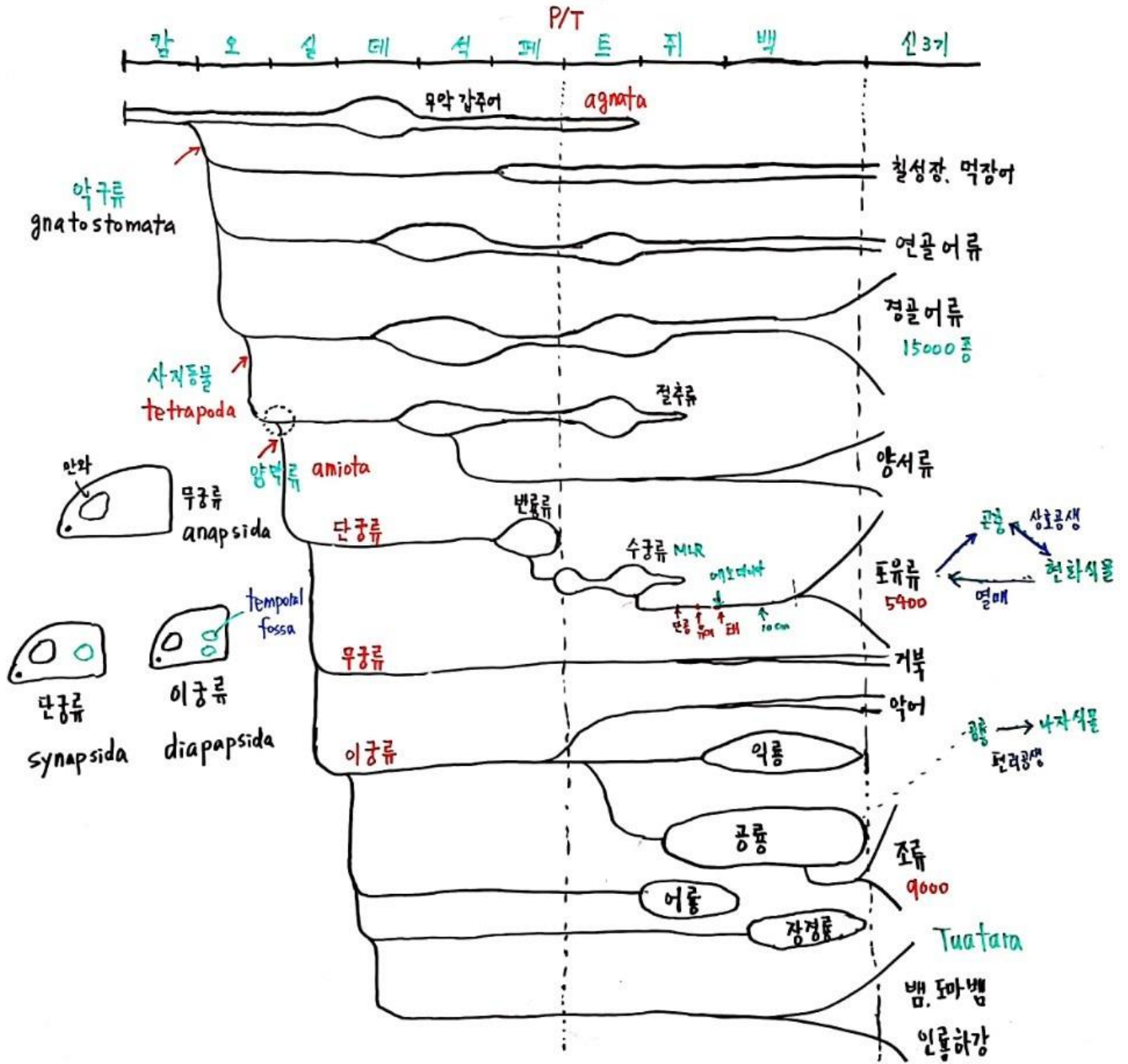
척추동물의 진화

우리 몸에서 척색동물의 흔적은 추간판에 있다. 젤리 형태로 수분을 많이 함유하고 있어 유연성을 갖게 된다.

그러나 나이가 들면 수분이 빠져 나온다. 나이가 들면 키가 줄어든다.
수직으로 압력을 받으면 옆으로 빠져 나오기도 하여 디스크의 원인이 된다.

멍게와 창고기는 성체가 되어도 척색(notocord)이 사라지지 않는다.

지난 5억년의 척추동물의 환경 적응을 통해 행성 지구의 주인공이 되는 눈물 겨운 이야기 이다.



물고기에서 가장 핵심은 아래 턱이다. 먹이를 물기 위해서는 턱이 필요하다. 먹이 섭취의 본능이다.
잘 씹는 훈련만큼 어려운 것은 없다. 먹이 섭취의 본능에 당한다. 식사하면서 신문을 보면 천천히 먹는 데는 도
움이 된다. 음식에 집중하면 항상 빨리 먹는다. 허는 음식이 들어오면 본능적으로 목구멍으로 음식을 보내 버린

다. 그리고 곧장 삼킨다. 맹수들은 뜯고 바로 삼킨다. 먼저 삼키고, 씹는 기능은 나중에 나온다.

맨 처음 물고기는 턱이 없었다. 무악(agnate) 갑주어는 캄브리아기에 출현하여 데본기에 번성하다가 P/T 대 멸종을 통과하고 트라이아스기 말에 멸종하였다.

최초로 턱이 있는 어류인 악구류(gnaptostomata)는 칠성장어와 먹장어이다.

연골어류는 상어, 가오리, 홍어 등이다. 철갑상어는 상어가 아니라 조기 어류이다.

경골어류는 15,000종이며, 물고기 중에서 가장 번성한 종이다. 신생대에서 적응 방산한 어종이다.

절추류는 석탄기에서 번성하다가 P/T 대멸종을 통과하고 트라이아스기에 번성했으나 쥬라기에 멸종한다.

지난 시간에 이야기한 Temnospondyl, lepospondyl이다. 절추류부터 사지동물(tetrapoda)이 된다.

양서류는 절추류에서 걸가지가 나와 백악기부터 적응방산한다. 개구리, 두꺼비, 도롱뇽 등이다.

단궁류부터 양막류(amniota)가 출현하였다. 그래서 물에서 자유로울 수 있었다.

단궁류인 반룡류(펠리코사우루스)는 페름기 파충류의 70%를 점했으나 P/T 대멸종 때 살아남지 못했다.

반룡류의 걸가지가 살아 남아 트라이아스기에 번성하다가 쥬라기 때 멸종한 족이 수궁류(키노돈트)이다.

MLR(mammal like reptile: 포유류형 파충류)이다.

수궁류가 걸가지가 분열하여 포유류가 된다. 신생대를 포유류의 시대로 만든다. 5,400여종이나 된다.

거북은 무궁류이다.

이궁류인 익룡은 백악기 때 번성하다가 멸종하였다.

우리나라에도 경남 고성 지역에 익룡 화석 발자국이 많이 있다.

악어는 백악기에 와서 개체수를 늘리고 지금도 있다.

이궁류의 본대인 공룡은 트라이아스기에 시작하여 쥬라기와 백악기를 우점하다가 백악기 말에 멸종하였다.

어룡은 쥬라기 때 바다를 장악하였으나 백악기 초반 멸종하였다. 어룡의 중요한 먹이감은 오징어였다.

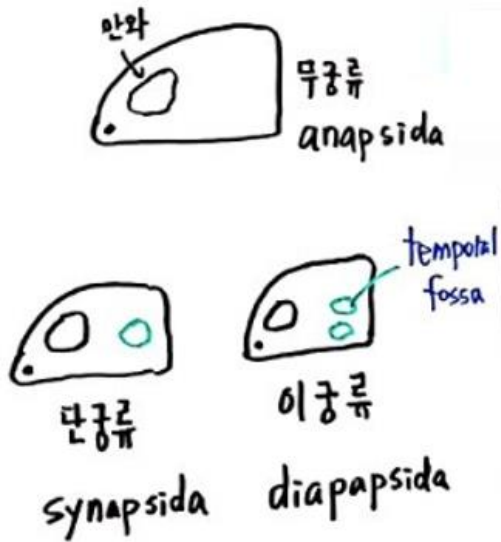
백악기 때까지 번성했던 어룡의 일파는 목이 긴 장경룡이었다.

공룡의 걸가지에서 나온 것이 조류이다. 9000종이나 된다.

공룡은 멸종된 것이 아니다. 매일 아침 공룡의 문안 인사인 노래 소리를 듣고 있다.

마지막은 백악기 말부터 번성하기 시작한 인룡하강이다. 뱀, 도마뱀 등이다.

Tuatara는 인룡하강의 일종이다. 뉴질랜드에만 살고 있다.



무궁류, 단궁류, 이궁류의 구분은 측두에 있는 구멍의 숫자로 구분한다.
각각 anapsida, synapsida, diapapsida라고 한다.

생명의 도약은 턱의 출현, 사지동물, 그리고 양막의 출현이다.

양서류는 사지 동물이고 양막류에는 파충류, 조류, 포유동물이 있다.

(2교시)

동물의 뿌리는 싱글 cell에 편모가 붙은 세포였다.

원형의 형태에 빙 둘러 편모가 붙어 있으면 주변에 먹이가 지나가면 먹이를 모을 수 있다.

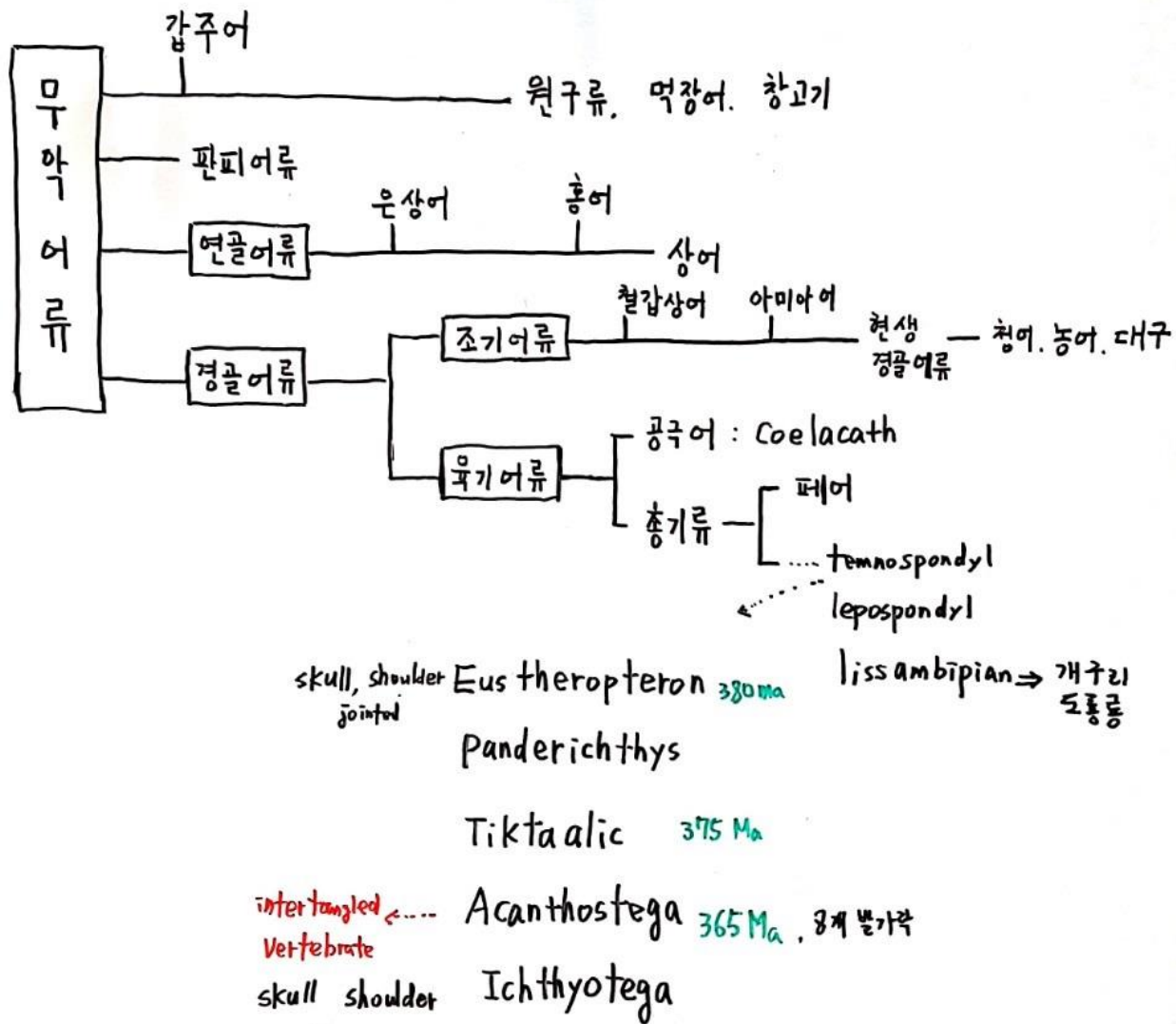
해면의 경우 편모가 운동하여 물을 안으로 모으고 그 속에 있는 먹이를 잡아 먹는다.

편모가 하나 있을 때는 대개 운동의 방향을 잡아주고 앞으로 나아가는 힘을 얻는다.

섬모는 대개 먹이를 안으로 밀어 넣는 역할을 한다. 그 둥근 형태의 cell에 몸통이 붙고, 아가미 형태가 만들어져 바닷물이 통과하면서 산소를 섭취해서 호흡을 하게되면 원시 물고기가 된다.

양서류 중 일부는 유생 때 아가미가 몸 밖에 나와 있는 경우도 있다. 올챙이는 유생 때는 아가미로 호흡을 하다가 성체가 되면 폐로 호흡한다. 아가미란 개념이 매우 중요하다. 인간도 아가미의 흔적이 목에 그대로 남아 있다. 아가미 궁이 감상샘으로 바뀌어져 있다. 기형으로 태어나는 어린이의 경우 아가미 뚜껑처럼 목에 새열이 갈라져 있는 경우도 있다. 인간이 입 주위를 움직이는 근육은 물고기가 아가미 뚜껑을 움직이던 근육을 그대로 사용하고 있다. 미소 짓는 것도 물고기 아가미 뚜껑을 움직이던 근육이다.

어류의 핵심은 무악어류이다.



무악어류에서 갈라져 갑주어가 나온다. 무악어류가 원구류(먹장어 창고기)가 된다.

데본기에 번성하다 곧장 멸종하는 종이 판피어류이다.

어류의 메인은 연골어류와 경골어류이다.

연골어류는 중간에 은상어와 홍어가 나오고 마지막에 상어가 나온다.

경골어류는 15,000종이나 된다. 여기서 파충류 인간까지 나온다.

경골어류는 조기어류와 육기어류로 분화된다.

조기어류에서 철갑상어와 아미아어가 분리되어 나오고 마지막에 현생 경골어류가 나온다. 청어, 농어, 대구 등 15000여종이 된다.

육기어류는 2가지로 나누어 지는데 공극어(coelacanth시라칸스)어 총기류로 나누어 진다. 공극어는 가시에 구멍이 있다하여 공극어라하고 총기어는 지느러미가 모여 있고 근육이 붙었으며 지느러미 가시가 손목 뼈 발목뼈로 바뀐다. 총기류에서 양서류로 바뀐다. 총기류는 페어와 temnospondyl, lepospondyl, lissamphibian으로 나누어 진다. Lissamphibian이 개구리 도롱뇽의 직계 조상이다.

temnospondyl, lepospondyl 계열에서 파충류로 진화한다는 주장이 많다.

이쪽 계열에 나오는 이름이 Eustheropteron, Panderichthys, Tiktaalik, Acanthostega, Ichthyotega 등이다.

이들이 나타난 시기는 Eustheropteron 이 385Ma, Tiktaalik이 375Ma, Ichthyotega이 365Ma이다.

고생대 데본기 때이다.

Acanthostega는 intertangled vertebrate가 출현하여 척추를 유연하게 움직일 수 있게 되었다. 당시에는 발가락이 8개 었다.

Ichthyostega에 와서 두개골(skull)과 어깨(should)가 분리(disjoint)되었다. 물가에서 육지와 물 속을 드나드는 양서류 초기 형태가 되었다.

물고기가 물에서 육지로 올라오는 과정이 2천만년 걸렸다. 아가미가 폐로 바뀌고, 지느러미에 근육이 붙고 지느러미 가시뼈가 골격 구조가 변화되어 앞다리와 뒷다리로 바뀌어야 한다. 이 과정이 모두 화석으로 남아 있다.

생명 진화의 10단계 중 7번째인 육상척추동물이 출현한 것이다.

2천만년이 얼마나 긴 시간이란 것을 생각해 봐야 한다. 점진적 변이이다.

1년에 0.25mm 씩 융기해도 800만년이면 2000m의 산맥을 만들 수 있다.

2천만년이면 물고기의 지느러미가 앞다리 뒷다리가 될 수 있는 충분한 시간인 것이다.

새로운 종(種)이 나오는 데는 100만년이면 된다. 눈(目)이 만들어지는 데는 50만년이면 된다고 한다.

생물은 끊임없이 점진적 변이를 하고 있다. 우리는 100년 밖에 못살기 때문에 실감을 못한다. 그러나 1000년, 10만년, 100만년이면 많이 달라진다.

신생대는 포유류의 적응방산기이다.

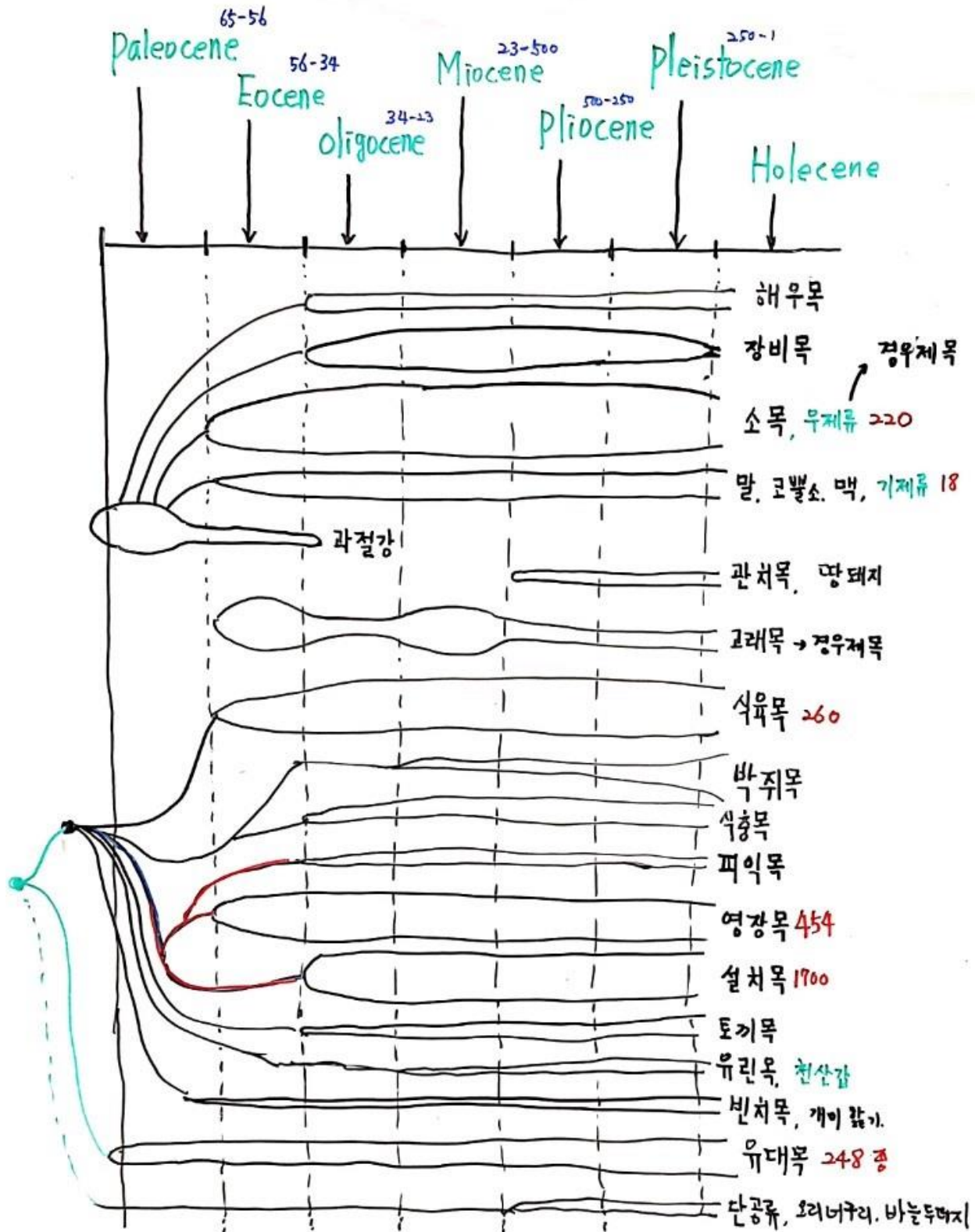
바다에는 경골어류, 하늘에는 조류, 육지에는 포유류가 우점했다.

공룡의 겹가지가 지구의 하늘을 점령하고 있다. 우리는 매일 아침 공룡의 아침인사를 듣고 있다.

공룡 덕분에 저렴하고 품질 좋은 단백질(치킨)을 대량으로 공급 받게 되었다.

무 척추 동물 중에서는 절지 동물(곤충, 개미)이 하늘과 땅을 장악했다. 바다에는 연체동물(오징어, 문어)이 번성하고 있다.

포유 동물의 진화



신생대는 포유류의 시대이다.

신생대 시대 구분을 정확히 알아야 한다. 이름과 연대를 머루지 말고 빨리 암기하는 것이 좋다.

Paleocene(65-56), Eocene(56-34), Oligocene(34-23), Miocene(23-500), Pliocene(500-250), Pleistocene(250-1),

Holocene(1-)

이 도표 속에 포유류 5400종이 배치된다. 이런 지식이 플랫폼이 된다.

지금 보는 대부분의 동물들은 신생대 초에 시작해서 에오세에 40% 늦어도 올리고세 초에는 기본 패턴이 형성된다.

올리고세에 시작하여 지금까지 생존하는 해우목(바다소)이 있다.

다음은 같이 시작하여 한때 번성하였으나 지금은 줄어든 동물이 장비목(코끼리)이다

다음은 주로 가축이며 초식 동물의 전형인 우제류(소, 돼지, 사슴, 양, 염소 등)이다. 220종이 있다.

다음은 기제류(말, 코뿔소, 맥)이다. 18종이 있다.

이상 4가지는 백악기 말에서 시작하여 올리고세에 멸종한 과절강에서 나왔다.

500만년 전에 나온 관치목이 있다. 이빨이 관 대롱처럼 생겨 붙은 이름이다. 1종 땅 돼지만 살아 있다.

다음은 고래목이다. 고래목과 우제류를 합해서 경 우제목이라 한다. 고래는 소의 조상과 연결되어 있다.

다음은 동물을 잡아 먹는 고양이과 식육목이다. 260여 종이 있다.

다음은 뒤에 가서 개체수가 많아진 박쥐목이 있다.

다음은 벌레를 잡아 먹는 식충목이다. 식충목은 몇 가지 안 된다.

박쥐목과 식육목은 같은 뿌리에서 나왔다.

다음은 날아 다니는 원숭이 피익목이다. 피부가 날개가 되었다.

그리고 대단히 중요한 영장목이다. 454종이나 있다.

다음은 포유류 중 가장 많은 쥐목이다. 1700여 종이나 된다. 포유류의 50%가 쥐이다.

피익목, 영장류, 쥐목이 같은 계통이다.

다음은 토끼목(설치류)이다.

다음은 비늘이 있는 유린목이다. 유린목의 대표가 천상갑이다.

다음은 상당히 초기부터 시작된 빈치목이다. 개미핥기가 속해 있다.

토끼목, 유린목, 빈치목은 각각 독립적으로 나왔다.

다음은 신생대 아주 초기부터 시작한 유대목(캥거루)이 있다. 유대목은 248종이 있다.

다음은 호주에만 있는 단공류이다. 오리너구리, 바늘 두더지가 있다.

유대목은 일찍 분기 되어 나왔다. 단공류도 다른 가지이다.

숫자를 좋아하면 숫자가 갖는 관계성을 추출해 낼 수 있다.

유대목 248, 영장류 454 구조가 보인다. 자연이 구조가 있고 그 자연에서 브레인이 진화했기 때문에 우리 브레인이 기억하는 데에도 구조가 있다. 구조를 찾는 것을 패턴의 발견이라 하고, 창의성의 출발은 패턴의 발견이다.

오늘 지금까지 한 것이 플랫폼 #4이다.

이 플랫폼은 구성 요소 한가지도 빠면 안 된다. 허물어 진다. 일주일 이면 암기할 수 있다. 항공모함 같은 것이다. 구조화 되어 있다. 잡다한 것 하지 말고 플랫폼만 심으면 된다. 자연과학 전체로 10여개 플랫폼이면 된다.

수궁류에서 포유류로 가는 사이에 단공류, 유대류, 태반류가 들어 간다.
태반류의 시조가 에오마이아 이다. 새벽이란 뜻이다.

백악기 말부터 포유류가 번성하기 시작 했다. 그 전에는 포유류의 크기가 10cm 정도였다. 설치류와 비슷했다. 그때까지는 야행성이었다.

약 1억년 동안 포유류와 공룡이 같은 생태 환경을 공유했다.

공룡이 포유류를 디자인 했다. 포유류는 공룡을 피해 밤으로 도주했다. 포유류의 원형은 쥐다. 쥐는 야행성이다. 1억년 동안 시각(視覺)은 별 쓸모가 없었다. 대신 후각과 청각이 발달했다. 청각이 진화되는 과정에서 아래턱뼈 2개가 변하여 귀 속 뼈가 되었다.

백악기 말부터 공룡의 쇠퇴가 시작된다. 공룡은 걸쭉 식물을 먹었다.

양치식물은 물가를 벗어날 수 없다. 양치식물은 포자 번식을 하는데 포자는 물을 매개로 이동한다.

걸쭉 식물(침엽수)은 대부분 풍매화이다. 같은 종이 모여 있어야 수정에 유리하다. 그래서 1ha에 300종류를 넘지 못한다. 침엽수가 육지 깊이 들어가 숲을 이루었다. 공룡이 하루에 600-1000kg의 잎을 먹어 치웠다. 소화하기 위해 위석을 넣고 다녔다. 그 흔적이 닭의 모래 주머니이다. 닭이 공룡의 직계 후손이라는 증거가 모래 주머니이다.

공룡과 침엽수와의 관계는 공룡의 일방적 편리공생이었다.
그래서 침엽수림이 적도 부근까지 있었으나 점점 줄어들었다.

백악기에 현화 식물이 출현한다. 곤충이 꿀을 먹기 위해 꽃의 수정을 돕는다. 상호공생이다. 새로운 꽃이 나오면 그것을 전담하는 새로운 곤충이 출현한다. 현화식물이 20만 종이고 곤충은 100만종이나 된다.

곤충과 현화 식물이 공진화한다. 그래서 종이 다양해 졌다.

반면 포유류는 단백질이 풍부한 곤충을 먹었다. 밤에 활동하는 곤충을 잡기 위해 곤충이 내는 높은 주파수의 소리를 듣기 시작했다. 우리가 바삭바삭한 감자 칩을 좋아하는 이유도 곤충의 껍질을 씹을 때 나는 바삭바삭한 소리의 추억 때문이다. 1억년이나 된 추억이다.

곤충이 적어지면 현화 식물이 수정을 하기가 힘들어 진다. 그래서 현화 식물이 포유류가 먹을 수 있는 열매를 생산하기 시작했다. 그래서 포유류, 곤충, 현화식물이 상호 공생할 수 있게 되었다.

단백질과 과일을 섭취하면서 포유류의 덩치도 1m까지 커 졌다. 이제는 낮으로 나와야 했다.

공룡의 새끼를 먹은 포유류 화석이 발견되기도 했다..

그러면서 백악기 후기에는 서서히 공룡의 개체 수는 줄어들고 있었다.

고생물학은 영원한 현재이다. 일방적 이용은 결국 모두 망한다. 상호 공생하여야 한다.

관점의 이동이 중요하다. 그러려면 두개골과 어깨가 분리되어야 한다. 목이 출현해야 한다.
물고기가 육지로 상륙하기 위해서는 폐가 나와야 한다. 유생 때 폐와 아가미를 동시에 갖고 있는 종이 제법 있다.
수륙 양용이다. 양서류이다. 양서류는 어릴 때는 아가미로 호흡을 하고 성체가 되면 폐로 호흡한다.
그러나 물을 벗어날 수 없었다. 알을 물에 낳아야 하기 때문이다. 파충류가 되면서 양막이 출현했다.
양막은 공기는 통하고 물이 빠지는 것을 막는다. 이때부터 물을 떠나 대륙 안으로 동물이 들어갈 수 있게 되었다.

파충류와 포유류는 변온과 항온이다. 파충류와 포유류의 먹이 사냥 양식이 근본적으로 다르다.
파충류는 먹이를 기다리고, 포유류는 찾아 나선다. 파충류는 달리면 앞다리와 뒷다리가 흉곽을 압박한다. 호흡이
가빠진다. 파충류는 호흡을 위해 반드시 쉬어야 한다. 포유류는 체통과 사지가 분리되어 있다. 뛰어도 압박을 받
지 않는다. 에너지를 적게 쓰면서 오래 달릴 수 있다

고착성을 소실함으로써 물고기가 출현했다..
상어는 멈출 수 없다. 상어는 아가미 뚜껑이 없다. 달려야 물이 통과할 수 있고 산소 섭취가 가능하다.
그래서 상어는 멈추면 호흡이 불가하다. 끊임없이 헤엄쳐야 한다.

동물 분류는 아래턱 뼈를 고정시키는 두개골 뼈의 구조로 분류한다.
그 구멍 이름이 temporal fossa이다. 측두와라고 한다.
왜 구멍의 개수로 동물을 분류하는가? 그 모든 것이 턱과 관련이 있다. 몸에서 가장 힘이 센 부분이 아래 턱이다.
아래 턱에 연결된 근육을 지지하는 구멍이 temporal fossa이다.
구멍이 없으면 무궁류, 1개 있으면 단궁류, 2개 있으면 이궁류이다.
거북은 무궁류, 포유동물은 단궁류, 파충류는 이궁류이다.

원형으로 된 곳에 섬모들이 붙어 있는 구조를 담륜자(lophophore)라고 한다.
연체동물과 환형동물의 유생에 담륜자가 공통으로 있다.

진화는 연속 상동기관의 분화과정이다.
갈비뼈, 이빨, 손가락은 모두 연속 상동 기관에서 진화되어 다 기능화(분화) 되었다.

들숨에 산소 비율이 21% 낼 숨에도 산소가 16%나 있다.
공룡이나 조류는 들숨과 낼 숨의 산소 비율이 같다.
공룡은 기낭을 만들었고 포유류는 갈비뼈를 없애고 횡경막을 만들었다.

동물성 플랑크톤이 식물성 플랑크톤을 다 잡아 먹는다. 10일 내에 100% 잡아 먹는다.
다만 육지에서는 초식성 동물이 식물 잎의 10%도 먹지 못한다.
바다의 생명 순환 사이클이 굉장히 빠르다.

부영양화는 무섭다. 녹조 현상은 무섭다.

강에 영양 물질이 유입되면 박테리아가 이 영양물질을 분해 하면서 엄청난 산소를 소모한다.

그러면 일시적으로 무산소 상황이 벌어지고 주위에 있는 물고기 등이 산소를 섭취하지 못하여 죽고 만다.

된장 국 한 그릇을 정화 시키는데 물 4000리터가 든다.

음식물은 반드시 분리 수거해야 한다. 그대로 버리면 엄청난 생태계 파괴가 일어난다.

기후는 대륙의 규모와 위치가 중요하다.

고생대에는 대륙이 남극 쪽으로 치우쳐 있었으나 중생대에는 적도 부근으로 모였었다.

그러다 신생대에는 대륙이 북극에서 남극까지 고르게 배열되어 있다. 극지방 특히 남극 부근에 대륙이 있으면 빙하가 덮힌다. 빙하기가 시작된다.

지금은 대륙의 분열이 극단으로 된 상태이다. 분열이 극단으로 되면 해안선이 길다. 해안선이 길어지면 다습한 기후가 된다. 반면 대륙이 크면 건조 기후가 된다.

한반도는 북 중국지괴와 남 중국 지괴가 충돌하면서 형성되었다.

3월 말경 2박 3일 정도 국내 학습탐사를 갈 예정이다. 플랫폼들을 모두 암기하고 학습탐사를 다녀오면 여러분의 안목이 확 터질 것이다. 그때까지 버텨야 한다. 수고하셨습니다.