



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

적응

(Adaptation·번역논문)

제주대학교 통역번역대학원

한영과

고혜경

2018年 2月

적응

(Adaptation·번역논문)

지도교수 김 재 원

고 혜 경

이 논문을 통역번역학 석사학위 논문으로 제출함

2018年 2月

고혜경의 통역번역학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 _____ ㉠

위 원 _____ ㉠

위 원 _____ ㉠

제주대학교 통역번역대학원

2018年 2月

Adaptation

적응

Hye-Kyung Ko

(Supervised by Professor Jae-Won Kim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Interpretation and Translation

February, 2018

This thesis has been examined and approved.

Department of Korean-English
GRADUATE SCHOOL OF INTERPRETATION & TRANSLATION
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

제1장 생존을 위한 적응

우리는 덥고 비가 많이 오는 열대지방이든 얼음으로 뒤덮인 북극지역이나 건조한 사막지방에서든 전 세계 도처에서 생물들을 볼 수 있다. 심지어 그 생물들은 빛이 없고 극도로 추운 깊은 바다 밑에서도 살아간다.

지구상의 생물들(유기체)은 아주 다르고 다양하다. 그러나 실제로 생물들은 굉장히 중요한 공통점을 가지고 있다. 모든 생물들은 그들이 살고 있는 곳, 즉 서식지에 완벽하게 잘 맞는 것처럼 보인다. 예를 들어, 북극곰은 하얀 털을 가지고 있어 눈과 얼음으로 뒤덮인 환경에 잘 섞일 수 있다. 북극곰의 두꺼운 모피와 피하지방은 극심하게 추운 환경 속에서도 그들이 따뜻하게 있을 수 있게 체온을 유지시켜 준다.

당신은 대체 어떤 생물이 사막에서 생존할 수 있는지 궁금해 할 것이다. 그러나 많은 생물들은 사막에서 살아갈 수 있다. 그들의 몸이 사막의 건조한 기후에 알맞기 때문이다. 대부분의 식물과 동물은 생존하기 위해서 많은 양의 물을 필요로 한다. 그러나 선인장은 비가 내지리 않아도 한 달 동안 살아남을 수 있다. 선인장들은 그들의 두꺼운 줄기 안에 물을 저장해 놓기 때문이다. 그리고 캥거루 쥐는 다른 대부분의 동물들과 다르게 물을 전혀 마실 필요가 없다. 캥거루 쥐는 그들이 먹는 씨앗으로 부터 필요한 수분을 전부 섭취하기 때문이다.

알고 있나요?

지구상의 모든 곳에서 살 수 있는 동물은 없다. 예를 들어 북극곰은 정글에서는 절대 살아갈 수 없다. 그리고 아프리카 코끼리는 북극에서의 생활을 견뎌 낼 수 없다. 대부분은 생물들은 수천 년 전 그들의 조상이 살았던, 같은 조건의 환경 속에서 살아간다.

선인장과 캥거루 쥐의 조상은 처음에 메마른 기후 조건에 잘 적응하지 못했다. 많은 세대를 거치고 나서야 선인장과 캥거루 쥐들은 기후에 적응했고 그들이 사는 환경의 요구에 부합하도록 변하게 되었다. 수백만 년 동안 지구의 땅과 물, 기후 또한 수차례 변했다. 그리고 생물들은 변하고 있는 지구에 천천히 적응했다. 이런 적응의 결과로, 많고 다양한 종류의 식물, 동물, 그리고 지구에 살고 있는 그 외 다른 생물들이 생겨났다.

과학자들에 따르면 적응은 굉장히 느리게 진행되는 과정이라고 한다. 적응이란 생물 종의 전체 개체군이 수 천 세대를 걸쳐 점차적으로 변한 결과이다. 이러한 작은 변화들로 인해 새로운 세대들은 생존경쟁에서 더 잘 견뎌낼 수 있게 되었다.

변화하는 환경

우리가 살고 있는 환경은 20년 전과 똑같을까? 아마 그렇지 않을 것이다. 어떤 환경에서든지 오래 머무르다 보면 환경이 변하는 것을 볼 수 있다. 우리의 부모님 혹은 조부모님은 동네에서 수년 동안 일어난 많은 변화들을 보았을 것이다. 건축업자들은 아마 새로 짓는 집들의 부지를 조성하기 위해 주변 나무를 잘라냈을 것이다. 그리고 새로운 가족들이 새 집으로 이사를 오고 다른 가족들은 이사를 가기도 할 것이다. 이 동네에 사는 사람들 또한 새로운 이웃과 새로운 환경에 어울릴 수 있도록 그들의 행동에 변화를 줄 것이다.

사람들은 매일매일 그들의 삶에 변화를 주고 적응한다. 다른 생물들 또한 마찬가지이다. 각각의 생물은 각자의 서식지에서 자기가 해야 할 역할을 가지고

생물 군집에서 사자의 역할중 하나는 얼룩말의 개체수를 조절하는 것이다.



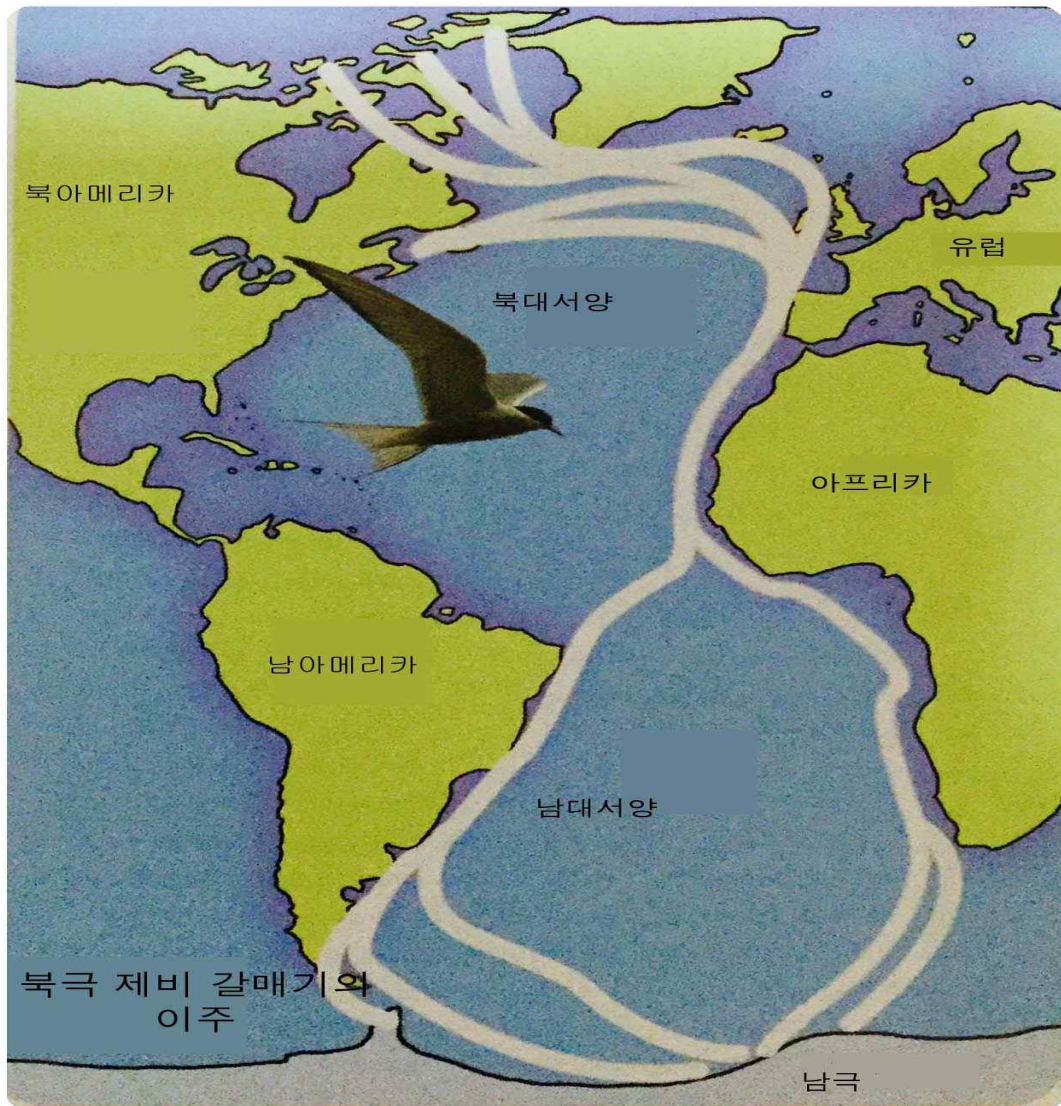
있으며, 조금씩 적응을 하면서 그 역할을 수행해 나가게 되고 군집 생활에 잘 어울릴 수 있게 된다. 과학자들은 생물들이 생태계 내에서의 담당하는 역할을 생태적 지위라고 부르고 있다.

우리가 살고 있는 동네를 한번 생각해 보자. 하나의 생물군집이 그 곳에 있다. 당신이 교외지역에 위치한 잔디가 깔린 마당이 있는 집에 산다고 예를 들어보자. 잔디 사이에 우거져 있는 바랭이는 어떤 역할을 할까? 바랭이들은 잔디 대신 자리를 차지해버리겠지만 그 지역의 솜꼬리 토끼의 먹이가 된다. 그렇다면 토끼의 경우는 어떨까? 토끼는 아주 귀엽지만 당신의 집 마당의 잔디가 보기 좋을 정도로 많은 양의 바랭이를 먹여치우지는 못한다. 토끼들은 또한 마당의 밭에 난 채소들을 계속 먹어버린다. 그러나 토끼들은 동네 밖 숲속에 사는 여우의 먹이가 된다. 그렇다면 여우는 어떤 생태적 지위를 가지고 있을까? 여우들은 근처에 있는 토끼, 쥐, 다람쥐의 개체수를 조절하는 역할을 한다. 이 여우들 덕분에 당신이 살고 있는 집 지하에는 쥐가 없고 다락방에는 다람쥐가 없다. 그리고 마당에는 당신이 먹을 수 있는 채소들이 남아있게 된다.

적응은 생물들의 생존에 필수적인 요소이다. 특히 서식지가 변하는 경우에는 더욱 그렇다. 만일 건축업자가 당신이 살고 있는 동네의 나무들을 잘라내면 어떻게 될까? 여우와 토끼, 바랭이 등 이 지역에 살고 있는 생물들에게는 어떤 일이 벌어질까? 서식지가 변하면 그 곳에 살고 있는 생물들은 변해버린 새로운 환경에 적응 해야만 한다. 그들은 음식과 보금자리를 얻을 수 있는 법, 위험을 피하는 법, 자신과 새끼를 보호하는 법, 폭풍, 가뭄, 더위, 추위에서 살아남는 법 등 새로운 방법들을 찾아나서야 한다. 적응에 실패하거나 자신과 알맞은 환경으로 이주하지 못한 생물들은 죽게 된다. 만약 변화가 너무 급작스럽거나 광범위하게 나타나는 경우 특정 종 혹은 종류의 모든 개체는 사라지게 될 것이다. (그 종은 아마 멸종하게 될 것이다.)

세상에 적응하다

생물들은 서식지에 어떻게 적응할까? 한 가지 방법은 그들의 행동 습성을 바꾸는 것이다. 물개, 제왕나비, 새들을 포함한 다양한 동물들은 이주를 통해 계절의 변화에 적응한다. 겨울이 가까워지면서 그들의 여름 서식지가 점점 추워지면



북극 제비 갈매기는 이동거리가 가장 긴 철새다. 그들은 매년 북극에서 남극으로 날아간 뒤 또다시 북극으로 돌아온다.

알고 있나요?

북극 제비갈매기는 모든 철새 중 가장 먼 거리를 이주 한다. 이 새는 매년 고향인 북극에서 부터 지구 반대 편 끝 남극 까지 20,000마일(32,187km)의 거리를 오간다.

동물들은 먹이가 풍부한 더 따뜻한 장소를 향해 이동한다. 어떤 동물들은 매년수천마일을 여행한다. 또 어떤 동물들은 동면에 들어 겨울을 견뎌낸다. 이 동물들은 체중을 불리거나 먹이를 비축해놓고 깊은 잠에 빠

진다. 신체 대사는 에너지를 보존하기 위해 느린 속도로 진행되고 동물들은 움직이지도 않고 아주 느린 속도로 호흡을 한다. 식물들은 동물들처럼 이동하거나 떠날 수 없지만 휴면기(일시적으로 성장과 발달은 멈추는 것)에 들 수 있다.



딱따구리는 몸 전체가 나무 몸통을 두드리는데 알맞게 적응했다.

생물들이 그들의 서식지에 적응하는 또 다른 방법은 생존에 도움이 되는 신체적 특징을 발달시키는 것이다. 예를 들어 딱따구리는 먹이를 얻고, 대화하고, 둥지를 만들기 위해 계속해서 자신의 부리로 나무 몸통을 두드린다. 딱따구리의 단단한 목 근육은 그들이 나무를 더 세차고 빠르게 두드릴 수 있게 한다. 그들의 쪼는 행동은 뇌손상을 일으키지 않는다. 왜냐하면 딱따구리의 두개골은 두껍고 스펀지 같기 때문이다. 딱따구리의 단단한 부리의 끝은 날카로워서 나무에 구멍을 낼 수 있다. 튼튼한 다리와 단단한 꼬리

깃털은 그들이 나무 기둥에 안정적으로 서 있을 수 있게 한다. 그리고 그들은 가시가 달린 긴 혀를 이용해 나무 틈 속의 벌레를 꺼내먹는다.

상호적응

서식지에 적응 한다는 것은 단순히 서식지의 물리적 환경(열과 추위, 담수와 염수)에 적응하는 것 그 이상을 의미한다. 생물들은 반드시 그들의 서식지에 살고 있는 다른 생물에게도 적응 해야만 한다. 이러한 적응은 식량을 얻거나 포식자를 피하는 것과 관련된 것이 대부분이다. 예를 들어 딱따구리의 특화된 머리와 부리, 혀는 나무껍질 속에 있는 벌레를 잡아먹을 수 있도록 적응한 것이다. 캥거루 쥐의 볼 주머니는 굴에 자주 들락날락 하지 않아도 넓은 지역에 흩뿌려진 식물의 씨앗을 모아 담을 수 있도록 만들어졌다. 또한 그들은 튼튼한 다리를 이용해 굴주린 여우나 뱀들로부터 높이 뛰어오르며 달아 날 수 있다. 많은 동물과 식물들은 포식자들로부터 자신을 보호하기 위해 독을 만든다. 독을

가지고 있는 개체들은 종종 밝은 피부색이나 선명한 표시를 가지고 자신을 공격하려는 생물들이 접근하지 못하도록 경고를 준다.

어떤 생물들은 다른 생물들과의 협력을 통해 살아남기도 한다. 악어, 코뿔소, 버팔로 등 몇몇의 몸집이 큰 동물들은 작은 새들의 도움을 받아 몸에 붙어있는 진드기와 같은 해충을 제거한다. 이 새들은 해충을 잡아먹으며 살면서 파트너의 건강을 지켜준다. 아카시아와 같은 식물들에게는 아카시아 잎을 먹는 동물들로부터 자신을 보호하기 해주는 보디가드 개미가 있다. 개미들은 잎을 베어 먹는 동물들의 코를 물고 성가시게 만들어서 그들을 쫓아버린다. 그 보답으로 아카시아는 개미들에게 먹이와 보금자리를 제공해 준다. 개미들은 아카시아나무 가지 안에 집을 짓고 그들의 달콤한 꿀을 마시면서 살아간다.

다음 장에서는 어떻게 생물들이 다르게 적응하여 그들의 서식환경에서 살아남을 수 있는지 자세히 살펴보자.

제2장 적응과 진화

우리가 살고 있는 세상은 끊임없이 변한다. 사실, 대부분의 과학자들은 지구가 수십억 년 동안 계속해서 변해왔다고 믿는다. 그리고 지구상의 생물들도 지구의 변화에 적응하기 위해 계속해서 변해왔다고 생각한다. 이러한 과정을 우리는 진화라고 부른다. 진화론은 지구와 지구에 사는 생물들이 생명의 기원에서부터 현재까지, 수 세대에 걸쳐 어떻게 만들어지고 변했는지를 설명한다. 과학자들은 이 이론을 뒷받침 할 많은 증거들을 모아왔다.

진화론에 따르면, 최초의 생명은 지각이 만들어지고 냉각되면서 약 30~40억 년 전에 출현했다고 한다. 최초의 생명체는 굉장히 단순한 구조를 가진 미세한 화학물질 덩어리였다. 시간이 흐르고 지구가 변하면서 이 단순한 생명체는 그들의 환경에 적합한, 더욱 복잡한 구조를 가진 생명체로 진화 했다. 그리고 다른 생물 군들은 지구의 환경에 적응 하고, 서로에게 적응하면서 다른 형태로 분화했다. 새로운 생물들 중 몇몇은 스스로 양분을 만들어 낼 수 있었고 어떤 생물들은 다른 생물을 잡아먹어서 에너지를 얻고 구성 물질을 만들어 낼 수 있었다. 이런 생물들은 자신들의 특화된 형질을 후세에 전달 해주었고 이로 인해 그들은 더욱 다양한 형태로 진화할 수 있었다. 결과적으로 진화는 지구상에 다양한 종들을 만들어 냈다.

많은 사람들이 생각하는 것처럼 진화는 단순히 과거에 발생한 사건이 아니다. 생물들은 변화하는 환경에 천천히 적응 하고 있다. 적응은 진화에 있어서 매우 중요한 부분이다. 하지만 정확히 어떤 방법으로 생물들이 적응을 하는 것인가? 그들이 환경의 변화를 감지해서 그들의 신체나 행동을 바꾸는 걸까? 아니다. 생물들은 적응이나 진화의 방향을 지시하지 않는다. 그러나 그 누구도 이런 과정들이 어떻게 일어나는지 밝혀낼 수 없었다. 1980년대 젊은 영국인이 세계를 돌

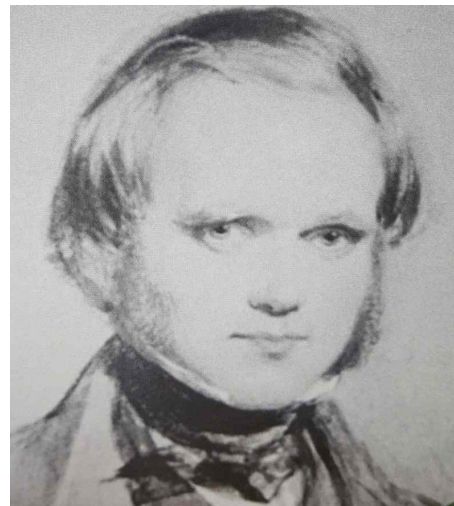
아다니기 전까지는 말이다.

다윈의 여정

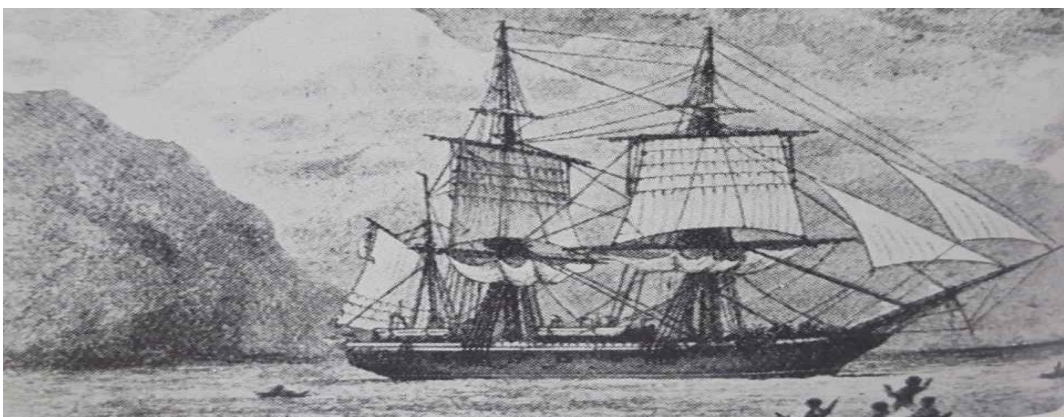
22살의 나이에 찰스 다윈은 매우 흥미로운 일자리 제안을 받아 들였다. 그건 바로 '비글'이라는 배를 타고 동식물 연구가로서 5년간의 과학 탐험을 떠나는 것이었다. '비글'은 1831년 영국의 플리머스 항에서 출발해 유럽과 아프리카의 서해안을 따라 남쪽으로 항해했다. 그리고 대서양을 지나 브라질을 거쳐 일 년 이상 남아메리카를 여행했다. 비글호는 태평양을 지나 서쪽으로 항해하면서 뉴질랜드, 호주, 아프리카의 남부 끝을 거쳐 지구를 한 바퀴 돌았다.

그리고 마침내 다시 브라질로 돌아왔고 그 후, 1836년에 고향인 영국으로 돌아갔다. 비글호의 항해는 다윈에게 그 어떤 유럽의 과학자들도 연구해본 적 없는 식물, 동물, 화석, 지질의 형성을 연구할 수 있는 기회를 제공했다. 다윈은 내륙과 해안지역의 많은 식물과 동물들의 표본을 수집하고 분류했다. 또한 그는 자신

찰스 다윈은 1831년에 5년간의 과학 탐사 항해를 시작했다.



다윈은 그림의 배, '비글'호를 타고 세계를 항해했다. 그가 여행을 하는 동안 보았던 식물과 동물들은 진화에 관련된 그의 이론을 정립하는데 도움이 되었다.

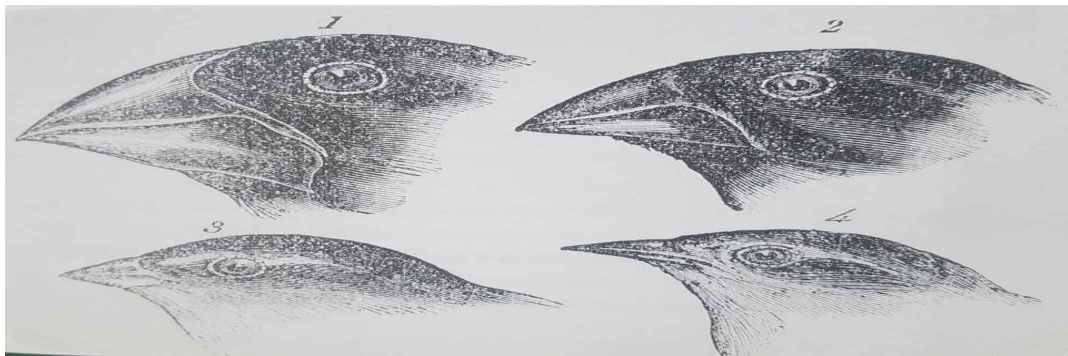


의 일기에 자세한 내용을 메모했다.

비글호의 정박지 중 한 곳은 에콰도르 해안에서 약 600마일(966km) 떨어져 있는 갈라파고스 군도였다. 이 섬은 남아메리카 대륙 형성 이후 화산분출에 의해 형성된 군도이다. 이 섬에 살고 있는 생물들은 대륙에서 바람 혹은 해류를 타고 건너 왔다. 다윈은 유럽의 생물들과 비교해봤을 때 이 섬에 살고 있는 종들의 다양함에 놀라움을 느꼈다. 그는 갈라파고스 군도에서, 지구 어느 곳에서도 그 누구도 본 적 없던 동물 종들을 보았다.

다윈은 섬 속 다양한 생물들 가운데 매우 흔한 작은 새인 핀치새 몇 종을 연구했다. 영국으로 돌아왔을 때, 그는 갈라파고스의 핀치새는 종끼리 밀접한 관련이 있고 그가 남아메리카의 서쪽 해안에서 발견했던 핀치새 종들과도 관계가 있다는 것을 알게 되었다. 모든 핀치새들은 유사한 생김새를 가졌지만 각 종마다 그들의 특화된 식습관을 반영하는 독특한 신체적 특징을 가지고 있었다. 예를 들어, 핀치새의 부리는 그들이 씨앗이나 선인장을 먹는지, 열매 혹은 나무 속 벌레를 잡아먹는지에 따라 모양이 달랐다.

이 스케치는 찰스 다윈이 갈라파고스 군도에서 발견한 4종류의 다른 핀치새들이다. 각각의 새들은 그들이 살고 있는 환경에 특별하게 적응했다.



다윈은 갈라파고스 군도의 다양한 핀치새들이 대륙에 서식하는 핀치새 종의 후손이라고 결론 내렸다. 핀치새들은 그들이 자리 잡은 여러 개의 섬들에서 먹을 수 있는 음식의 종류에 따라 적응 했다고 생각했다. 각 세대마다 새들은 살짝 다른 모양의 부리를 가지고 태어났다. 어떤 변화들은 특정한 먹이를 먹는데 더 적합했다. 먹이를 잘 먹은 새들은 더 건강하고 튼튼했고 더 많은 알을 낳았다. 이는 마치 핀치새들의 섬 생태계 내 생태지위에 따라 자연이 특정한 종류의 핀치새를 선택한 것처럼 보인다. 많은 세대를 거치면서 분화된 핀치새 개체군은

발동(發動)중인 진화

1800년대 이전에는 지구상 생물들의 진화가 서서히 진행되었다. 일반적으로 사람들은 짧은 기간 동안 발생하는 생물학적 적응을 관찰할 수 없다. 그러나 1800년대의 환경은 훨씬 더 빠른 속도로 변하기 시작했다. 인구수는 급증했고 사람들은 많은 일을 처리하기 위해 기계를 이용하기 시작했다. 이런 산업 혁명은 많은 생물들의 자연 서식지를 급격하게 변화시키거나 파괴했다. 이런 갑작스러운 변화를 겪은 서식지는 놀라운 적응을 이끌어냈다.

회색가지나방은 환경변화에 빠르게 적응한 종의 한 예이다. 산업 혁명 전 영국에 살고 있는 대부분의 회색가지나방은 하얀 바탕에 검은 점들을 가지고 있었다. 아주 소수의 나방들만 몸 전체가 검은색을 띠고 있었다. 낮 동안 나무에서 쉴 때 밝은 색을 띠는 나방들은 나무껍질 색과 잘 섞여 구분이 잘 되지 않았지만 검은 색을 띠는 나방은 그들을 잡아먹는 새들의 눈에 쉽게 포착되었다. 검은색의 나방들은 번식할 수 있을 만큼 충분히 오래 생존하기 어려웠고, 이로 인해 그들의 개체 수는 적을 수밖에 없었다. 그러나 1800년대 중반, 영국에 새로 지어진 많은 공장에서 나온 그을음은 나무껍질을 까맣게 만들기 시작했다. 따라서 밝은 색의 나방들은 검은색의 나방보다 더 쉽게 눈에 띄게 되었다. 새들은 주로 밝은 나방들을 잡아먹었고 그들의 개체 수는 급격히 줄어들었다. 반면 검은색의 나방들은 이제 이점을 갖게 되었다. 새들은 거무스름한 나무위에서 검은 나방들을 발견하기가 어려웠다. 따라서 검은 나방들은 빠르게 증식했고 밝은 색의 나방보다 흔해졌다.

영국이 1970년대 청정 대기 법을 통과 시키자 대기 오염은 감소했다. 나무껍질이 덜 거무스름해지자 나방의 개체 수는 다시 변하기 시작했다. 밝은 색의 나방의 수는 증가하고 검은 색의 나방은 덜 흔해졌다.

진화하여 결과적으로 분리된 다른 종이 되었다.

1859년에 다윈은 '종의 기원'이라는 책에서 진화론을 소개 했다. 그는 이 책에서 지구상 끊임없이 변화하는 서식지에 잘 적응하는 생물들이 적응하지 못하는 생물들 보다 생존과 번식 가능성이 높다고 주장했다. 이 과정을 '자연선택설' 혹은 '적자생존'이라고 부른다.

다윈의 이론은 다음과 같다.

1. 각각의 개체는 그들의 환경이 수용가능한 수 이상의 자손을 생산하는 경향이 있다. 특정한 서식지에 살고 있는 한 종의 개체군 내 생물들은 한정된 자원을 차지하기 위해 경쟁해야만 한다.

2. 같은 종을 구성하는 개체들이라도 다른 형질을 갖는다. 자연은 그 개체군 내에 존재하는 형질을 '선택'한다. 그들의 서식지에 가장 적합한 형질을 가진 개체는 살아남고 번식할 것이다.

3. 살아남은 생물들은 그들의 유리한 형질을 자손에게 전달한다. 시간이 지나면서 서식지는 변하고 다른 형질을 유리하게 만든다. 자연이 새로운 형질을 선택하면 개체군은 기존의 개체군과 달라진다. 그리고 결과적으로 그 생물 집단은 본래의 집단과 너무 달라져 새로운 종으로 발달하게 된다.

종(種)이란 무엇일까?

생물종(*species*)이라는 용어는 라틴어의 '모습' 혹은 '종류'를 의미하는 단어에서 유래되었다. 한 종에 속하는 생물들은 일반적으로 비슷하게 생겼기 때문에 과학자들은 처음에 종들을 그들의 모습으로 구분한다. 그러나 아프리카 코끼리와 인도코끼리처럼 다른 종인데도 겉모습이 비슷한 종들이 있다. 현대의 과학자들은 많은 증거를 바탕으로 종을 분류한다. 그들은 개체의 내부구조가 어떻게 생겼는지, 무엇을 먹는지, 어떻게 번식하는지를 관찰한다. 또한 생물의 세포 내 화학물질도 중요한 단서가 된다.

한 종을 구성하는 개체들은 같은 종의 다른 개체들과 교배할 수 있고 건강한 자손을 생산할 수 있다. 일반적으로 종이 다른 개체들은 교배할 수 없다. 예를 들어, 개와 고양이는 짝짓기를 할 수 없고 새끼 고양이 혹은 냥아치는 만들어지지 않는다. 반면 당나귀와 말은 짝짓기를 할 수 있고 노새라는 자손을 만들어 낼 수 있다. 하지만 노새는 자신의 새끼를 생산해 낼 수 없다.

변이는 어떻게 생겨날까?

가족사진을 보면 당신은 아마 자신과 부모님, 형제, 자매, 사촌들, 그리고 다른 친척들이 상당히 닮았다는 사실을 알아차릴 것이다. 가족들 중 많은 사람들이 같은 색의 머리카락, 같은 모양의 코를 가지고 있고 웃는 모습 또한 같을 지도 모른다. 하지만 당신은 사진 속에서 차이점들 또한 발견할 것이다. 삼촌이 아빠보다 키가 훨씬 클 수도 있고, 당신의 눈동자 색은 형제자매의 눈동자 색과 다를 수 있을 것이다. 유전(부모가 가지고 있는 특성이 자식에게 전해지는 현상)이 이러한 유사성과 차이점을 결정짓는 요소이다. 당신의 가족사진은 같은 종을 구성하는 개체라도 저마다 다른 형질을 갖는다는 다윈의 이론을 잘 설명해준다. 개들 사이의 다양한 신체적 특징을 생각해 보자. 치와와, 푸들, 불도그, 그레이트 데인은 모두 같은 종에 속하지만 그들의 몸은 매우 다르다.

이 개들의 생김새는 서로 매우 다르지만 그들 모두 같은 종에 속한다.

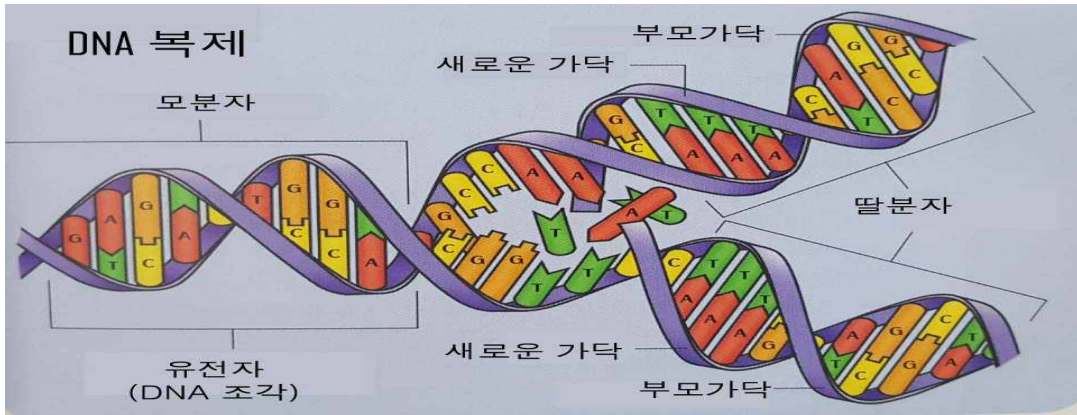


다윈은 유전과 변이가 진화에 있어서 얼마나 중요한지는 알아냈지만 어떻게 유전이 일어나는지, 왜 변이가 일어나는지 알지 못했다. 오스트리아의 수도사이자 선생님이자 과학자였던 그레고리 멘델은 1865부터 이 미스터리를 풀려고 노력 하였는데 1900년까지는 누구도 이에 대해 관심을 두지 않았다. 그 후 과학자들이 전체 유전 과정을 밝히는 데에는 50여년이 걸렸다.

각각의 개체는 체세포 안에 충분한 정보가 담겨져 있다. 이 ‘개체 설명서’에는 각 세포들의 행동에 관한 모든 내용이 들어있다. 부모는 번식 과정에서 자식에게 이 설명서를 넘겨줍니다. 이 설명서는 DNA(디옥시리보핵산)라고 부르는 화학물질로 암호화되어 있다. DNA는 유전자라고 불리는 물질로 구성되어 있다. 그리고 유전자는 모든 생명체의 유전 형질을 결정한다. 일반적으로 세포들은 DNA를 복제한 뒤 반으로 나누어지면서 증식한다. 세포가 나뉘지면 각각의 새로운 딸세포는 모세포의 모든 유전자들을 가지고 있는 완전한 한 세트의 DNA를 가지게 된다.

세포가 나누어질 때는 두 가지 방법으로 변이가 일어나게 된다. 첫 번째는, 복제과정에서 생긴 오류가 딸DNA를 모DNA와 살짝 다르게 만들 수 있다. 이런 DNA상의 변화를 돌연변이라고 부른다. 대부분의 돌연변이는 유익하지도, 해롭지도 않다. 그러나 어떤 돌연변이는 생물체의 생존에 적합하지 않은 형질을 만든다. 상당수는 실제로 생존에 도움이 되는 형질을 만들어 낸다. 돌연변이는 번식 과정에서 부모로부터 자손에게 전달 될 수 있다. 세대를 거쳐 갈수록 특정한 돌연변이를 가지고 있는 개체 수는 늘어날 수 있다. 시간이 흐른 뒤, 생활환경이 바뀐다면 살아가는데 쓸모없어 보였던 돌연변이들이 굉장히 중요해 질 수 있다. 이런 변화를 겪는 유전자를 지닌 생물체들은 같은 종의 다른 개체들 보다 생존에 유리하게 만드는 새로운 능력을 가지게 될 것이다.

변이는 생물체의 생식 과정에서도 일어날 수 있다. 생식과정에서, 세포는 생식 세포를 만들기 위해 특별한 방법으로 나뉜다. 대부분의 체세포는 부모 각각의 유전자 사본을 2개씩 가지고 있는 완전한 세트의 DNA를 가지고 있다. 그러나 생식 세포는 반 세트의 DNA만을 갖는다.(그들은 각 유전자의 사본 하나만을 가지고 있다.) 정자 세포와 난자 세포가 만나 하나의 새로운 개체를 만든다. 자손은 정자로부터 하나의 유전자를 받고 난자로부터 또 다른 하나의 유전자를



하나의 세포가 두 개의 세포로 나누어지기 전에 세포는 자신의 DNA를 복제한다. DNA 안에는 4개의 글자로 암호화된, 모든 세포의 유전 정보가 담겨져 있다. 새로 생긴 두 개의 세포는 완전한 세트의 DNA를 갖는다.

받는다. 이 특별하게 짝지어진 두 개의 유전자는 서로 상당히 다를 수도 있다. 예를 들어, 자식은 부모 중 한 명으로부터 파란 눈 유전자를 받고 다른 한명으로부터 갈색 눈 유전자를 받을 수 있다. 생식 과정에서 유전이란, 카드를 잘 섞어서 한 장 한 장 나누어 주는 것과 같다. 자손은 짝을 이룬 완전한 유전자 세트를 받지만 부모님 중 누구에게서 어떤 유전자가 오는지는 우연에 의해 결정 된다.

기린은 어떻게 긴 목을 가지게 됐을까?

한때 과학자들은 기린들이 나무 높이 달려있는 잎을 먹기 위해 목을 늘려다 보니 긴 목을 가지게 됐다고 믿었다. 다윈의 진화론은 이와는 다르게 설명한다. 인간들과 마찬가지로 기린들의 키를 저마다 다른 것으로 본다. 목 길이 또한 그렇게 생각한다. 오늘날의 기린들의 고대 조상들의 목은 말이나 영양의 목 길이와 큰 차이가 없었다. 그러나 옛날의 기린들 중 일부는 평균보다 약간 더 긴 목을 가지고 있었다. 목이 긴 기린들은 짧은 목을 가진 기린보다 나무 위에 달려있는 잎을 더 잘 먹을 수 있었다. 특히 식량이 부족해졌을 때 긴 목을 가진 기린들은 더 많은 식량을 확보할 수 있었다. 그들은 더 건강해지고 튼튼해졌고 더 생존하고 번식할 수 있었다. 많은 자손들이 그들로부터 긴 목 유전자를 물려받았다. 목 길이 변이 형질

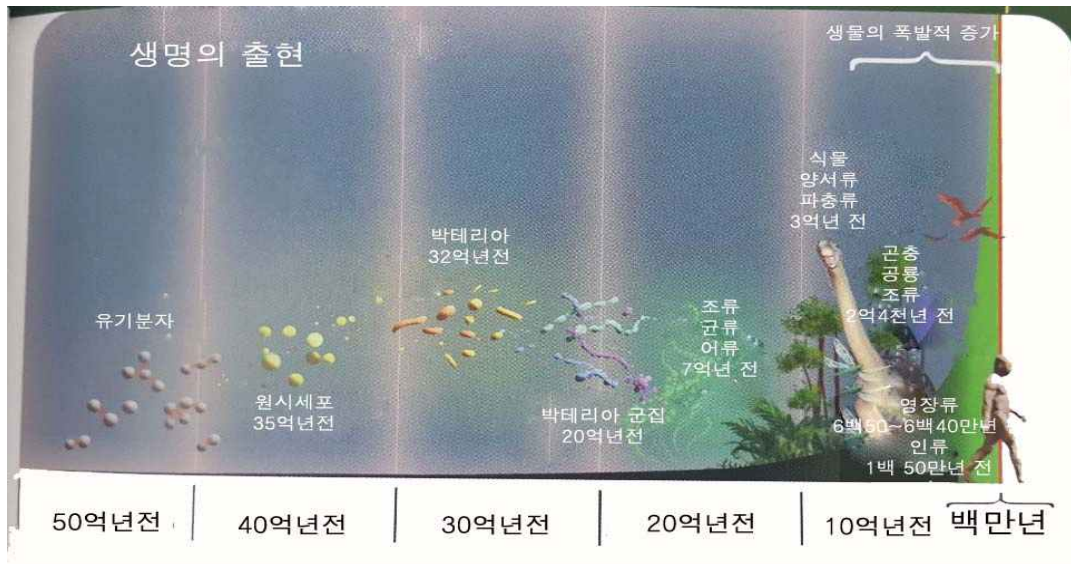
이 계속해서 나타남에 따라 점점 더 긴 목을 가진 기린들만이 살아남게 되었다.

두 개의 유전자 중 하나는 우성일 수 있다. 우성 유전자가 만들어내는 형질은 어떤 유전자와 짝을 이루든 항상 나타나게 된다. 다른 하나의 유전자는 열성일 수 있다. 열성 유전자가 만들어내는 형질은 자손이 부모로부터 각각의 열성 유전자를 받지 않는 한 나타나지 않는다. 갈색 눈 유전자가 우성이고 파란 눈 유전자가 열성이라고 예를 들어 보자. 갈색 눈을 가진 사람은 아마 두 개의 갈색 눈 유전자를 가지고 있거나 갈색 눈 유전자 하나와 파란색 눈 유전자 하나를 가지고 있을 것이다. 그러나 파란 눈을 가진 사람은 두 개의 파란 눈 유전자만을 가지고 있다. 열성 형질이 나타나기 위해서는 반드시 두 개의 열성 유전자를 가지고 있어야 한다. (눈 색 유전은 사실 이보다 더 복잡한 과정을 거친다. 다른 유전자 쌍들도 이에 관여하기 때문이다. 그것이 바로 사람들이 갈색 눈이나 파란색 눈만 가지는 게 아니라 다양하고 미묘하게 다른 회색, 녹색, 적갈색의 눈을 갖는 이유이다. 그리고 드물게는 부모 모두가 파란 눈을 가졌을지라도 갈색 눈을 가진 아이가 태어날 수 있다.)

생명은 어떻게 진화 했는가

과학자들은 지구 최초의 생명체가 3-40억 년 전에 등장했다고 생각한다. 이 최초의 생명체는 단 하나의 세포로 이루어진 매우 단순한 구조를 가지고 있었다. 이들은 대부분의 지구를 덮고 있는 바다 속에서 살았다. 물에서 에너지를 얻고 화학반응을 통해 스스로 양분을 만들어 냈다.

수백만 년에 걸쳐 서서히 돌연변이가 일어났다. 어떤 생물은 다른 살아있는 생물을 먹음으로써 양분을 얻기 시작했다. 하나의 단세포는 세포 군집을 이루기 위해 합쳐져 분리되지 않고 뭉쳐 있게 되었다. 이것이 최초의 다세포 생물이다. 점차적으로, 다세포생물의 각기 다른 세포들은 양분을 흡수한다거나, 빛이나 열을 감지한다거나, 위험으로부터 피하거나 번식을 하는 것과 같은 각각의 목적에 따라 분화되었다. 세포의 구조 또한 변했다. 마침내 어떤 생물은 광합성(태양



초기에 지구의 생물들은 매우 단순했다. 수십억 년이 흐르고 나서야 생물들은 더 다양해지고 복잡해 졌다.

에너지를 이용해 물과 이산화탄소로부터 당의 한 종류인 포도당을 생산하는 것을 통해 스스로 양분을 얻는 식물로 진화 했다.

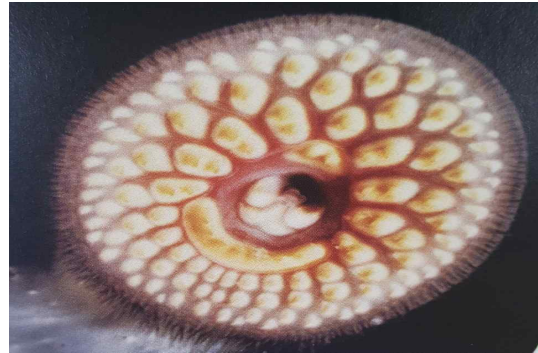
일부 초기 생물은 동물로 진화했다. 동물은 스스로 양분을 합성하지 못한다. 어떤 동물들은 식물을 먹었고 어떤 동물들은 다른 동물을 잡아먹었다. 그리고 어떤 동물은 배설물이나 식물과 동물의 사체 일부를 먹었다. 몇몇 초기 동물은 포식자로부터 자신을 보호해 줄 수 있는 단단한 껍데기를 가지게 되었다. 이 껍데기는 동물들이 움직이는데 도움을 주는 근육을 단단히 붙잡고 있다. 수백만 년이 더 흐르고, 자연적으로 일어나는 변이는 척추동물을 탄생시켰다. 척추동물이란 몸 내부에 뼈대(척추를 포함한)를 가지고 있는 동물이다. 척추동물은 무척추 동물(척추가 없는 동물)에 비해 큰 이점을 가지고 있었다. 척추동물은 몸이 훨씬 가볍고 빨라서 먹이를 잘 잡을 수 있고 적으로부터 쉽게 도망칠 수 있었다.

초기 동식물들은 증식하고 바다 전체로 퍼져나갔다. 그리고 섬을 가로지르며 흐르는 강과 개울에도 살았다. 약 4억 2천 5백만 년 전까지 생명체는 오직 물속에서만 살 수 있었다. 그러나 식물들은 땅위의 새로운 환경에 적응 하면서 육상으로 진출하기 시작했다. 이 새로운 식물들 중 일부는 뿌리를 땅 속으로 내릴 수 있었다. 뿌리는 식물들을 고정시키고 수분을 흡수하고 바위로부터 화학물질들을

흡수할 수 있게 도와주었다. 어떤 식물은 더 많은 태양 빛을 흡수하기 위해 넓고 위로 길게 뻗은 잎을 가지도록 진화했다.

식물들이 지상에 자리 잡으면서 동물들은 이 새로운 식량 자원을 먹이로 삼기 시작했다. 최초의 육상 동물은 벌레나 거미와 같은 무척추동물 이었다. 이들은 너무 작고 가벼워서 바람에 실려 먼 곳까지 이동할 수 있었다. 최초의 육상 동물은 새로운 환경에서 살아남고 번성하기 위해 적응해야만 했다. 그들은 아가미로 숨을 쉴 수 없었다. 왜냐하면 아가미는 오직 물속에서만 제대로 작동하기 때문이다. 그러나 자연적 변이는 대기의 공기를 이용해 직접 호흡할 수 있는 몇몇의 곤충과 거미를 만들어 냈다. 그리고 육상 동물은 물 밖에서 그들의 몸을 지탱해 줄 수 있는 튼튼한 근육을 가지게 되었다.

바다 칠성장어는 턱뼈가 없는 현생 어류이다. 이들은 둥글고 이빨이 촘촘히 박혀 있는 입을 다른 물고기에 부착시켜 피와 체액을 빨아 먹는다.



반면 바다와 개울가의 척추동물들은 더욱 많아지고 다양해졌다. 당시의 척추동물들은 모두 물고기였다. 최초의 물고기는 턱이 없는 어류로 물질의 찌꺼기들을 빨아들여서 양분을 섭취했다. 그리고 턱과 강한 뼈대를 가진 물고기들이 등장했다. 환경에 적응한 그들은 더 빠르게 수영하고 다른 물고기들을 잡아먹었다. 이 물고기들의 자손 중 일부는 약 4억 년 전 육지로 진출한 최초의 무척추 동물이었다.

턱

‘쥬스’(jaws)라는 단어를 들으면 첫 번째로 무엇이 떠오르는가? 고전 공포 영화 ‘쥬스’ 덕분에 대부분은 아마 상어를 떠올릴 것이다. 상어들의 커다란 입 속에는 이빨이 여러 줄로 나있다. 새로운 이빨은 입안 쪽에서 가장

가까운 위치에서부터 줄지어 나기 시작한다. 그리고 피부세포가 바깥 방향으로 자라나는 것처럼 안에서 이빨이 자라면 빠져버린 앞쪽의 이빨의 빈자리를 채우기 위해서 바깥쪽으로 밀려나오게 된다. 컨베이어 벨트처럼 말이다. 어떤 상어들은 평생 동안 무려 3만 개의 이빨이 빠진다고 한다.

턱이 있는 상어는 살아있는 생물을 사냥해서 먹을 수 없는 무턱의 물고기들에 비해 중요한 이점을 가지게 되었다. 그러나 상어의 뼈는 다소 원시적인 형태를 그대로 유지하고 있다. 즉, 상어의 뼈는 부드러운 연골로 되어 있다. 나중에 등장한 어류들의 뼈는 근육을 더욱 잘 지탱할 수 있는 단단한 골격으로 구성되었다. 그리고 결과적으로 이 새로운 특징덕분에 어류의 후손들이 육상 생활에 적응 할 수 있었다.

어류가 진화하여 턱과 경골을 가지게 되었을 때 즈음, 자연적 변이는 또 다른 흥미로운 구조들을 만들어 냈다. 더 길고 단단한 지느러미, 대기로부터 직접적으로 산소를 가져와 호흡할 수 있는 폐가 그 예이다. 이러한 변이가 물속에서 사는 동물에게 그다지 쓸모 있지는 않았지만 그들의 수중 서식지가 변하자 이런 변이들은 실제로 매우 유용해졌다. 다음과 같이 상상해 보자. 4억 년 전, 고대 어종인 폐어는 지구 어디쯤에 있는 연못 속에서 살고 있었다. 그들은 매일 몇 분 동안 진흙투성이 해안에서 파닥거리다가 다시 따뜻한 물속으로 미끄러져 들어갔다. 이런 운동을 통해 지느러미는 더욱 강화되었다. 날씨가 너무 더워졌고 비는 오랫동안 내리지 않았다. 연못은 마르기 시작했고 연못의 면적이 줄자 그곳에 살고 있던 동물들은 점점 더 좁은 공간에 몰려있게 되었다. 일부 어류들은 죽었지만 폐어는 살아남았다. 그들은 파닥파닥 거리며 연못 밖으로 빠져나갔고 더 큰 연못을 찾을 때까지 연못을 가로 질러 이동했다.

이 고대의 폐어와 매우 유사한 현대의 어종이 있다. 바로 걸어 다니는 메기가 그 예이다. 메기들은 연못에 살지만 연못이 낡고 물이 마르면 새로운 집을 찾아 육상으로 나와 이동한다. 그러나 일부 폐어의 자손들은 육상 생활에 더 적합하도록

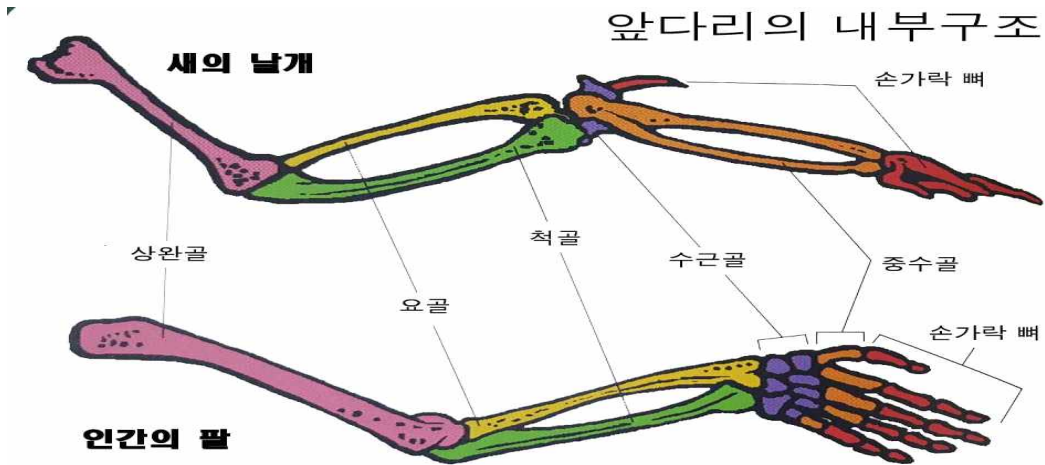
록 변이가 일어났다. 이들은 물속과 땅 위 모두에서 살아갈 수 있는 동물 즉, 양서류로 진화 했다. 그 예로, 오늘날의 개구리와 두꺼비는 폐를 이용해 호흡하고 물고기의 지느러미에서부터 진화된 네 다리를 이용해 땅 위를 걷거나 뛰어 다닌다. 많은 성체 양서류들은 대부분의 시간을 육지에서 보내지만 일반적으로 물가로부터 멀리 벗어난 곳으로는 잘 이동하지 않는다. 그들은 짝짓기를 하거나 알을 낳아야 할 때 물가로 되돌아온다.



물속에 사는 올챙이들의 몸은 육지에서도 살수있는 개구리가 되면서 급격하게 변한다.

양서류와 같이 파충류, 조류, 포유류 또한 최초의 육상 척추동물로부터 진화했습니다. 이들은 많은 새로운 특징을 지니게 되었는데, 이로 인해 육상에서도 살아남을 수 있었다. 이러한 적응의 예로, 피부가 건조해져도 건강을 유지할 수 있는 강한 피부, 더 질긴 다리 근육, 더 튼튼한 심장과 폐를 들 수 있다. 시간이 흐르면서 적응은 아주 다양한 서식지에도 살 수 있는 많은 종류의 육상 동물을 만들어 냈다. 예를 들면, 아주 추운 지역에 사는 동물들은 매서운 추위에도 견딜 수 있는 종으로 진화했고 사막에 사는 동물들은 지속되는 가뭄에도 살아남을 수 있는 종으로 진화했다. 그리고 산악지대에 사는 동물들은 대기층이 얇은 고지에서도 살 수 있는 종으로 진화했다.

각자의 특정 서식지에 적응한 종들, 그리고 생물 군집 내에서 각자의 생태적 지위를 차지고 있는 생물들은 점차적으로 지구상의 모든 땅 위로 퍼져나갔다. 과학자들은 이런 과정을 적응방산 혹은 분기진화라고 부른다. 분기진화는 2개 혹은 그 이상의 종들이 공통의 조상으로부터 진화하여 시간이 흐르면서 완전히



새의 날개와 인간의 팔의 겉모양과 기능은 크게 다르지만 그 안의 뼈의 기본 구조는 같다.

달라지는 것을 말한다. 서로 다른 종의 동물들의 구조를 비교해 보면 우리는 분기진화의 증거를 볼 수 있다. 이제 다양한 척추동물들의 앞다리를 관찰해보자.

- 악어의 앞다리는 상대적으로 짧고 약하다. 그래서 단거리만 달릴 수 있다. 일반적으로 악어들은 땅바닥에 배를 끌면서 기어 다닌다. 몸의 나머지 부분과 마찬가지로 악어의 네 다리의 피부는 단단한 비늘로 덮여 있다. 앞다리의 5개의 발가락 중 3개의 발가락의 끝에는 날카로운 발톱이 달려있다.

- 고양이의 앞 다리의 발가락 5개 중 3개에도 날카로운 발톱이 달려있다. 악어의 다리는 짧은 반면 고양이는 몸에 비해 매우 긴 다리를 가지고 있다. 긴 다리는 고양이들이 달리고 뛰어오르기에 충분히 튼튼하다. 고양이들은 앞발을 이용해 무언가를 치거나 잡을 수 있다. 그러나 무언가를 옮겨야 할 때는 입을 이용한다.

- 인간에게 '앞 다리'는 팔이다. 왜냐하면 우리가 걸거나 뛸 때 팔을 이용하지 않기 때문이다. 우리 손에 달린 다섯 개의 손가락에는 손끝을 보호하기 위해 납작한 손톱이 있다. 엄지손가락은 네 개의 손가락 모두를 단단하고 섬세하게 감싸 질 수 있다. 우리는 팔을 이용해 무언가를 잡거나 옮길 수 있고 음식을 먹고, 도구를 만들거나 사용할 수 있다.

- 말의 길고 단단한 앞다리 끝에 한 개의 발가락은 단단한 발굽으로 덮여 있다. 말은 빠르게 달리는데 아주 적합한 다리를 가지고 있다. 말발굽은 다리

가 땅에 닿을 때 그 충격으로부터 발가락을 보호해주는 완충 역할을 한다.

- 새의 앞 다리는 손가락이나 발가락이 달려있지 않은 날개로 진화했다. 새는 걸거나 무언가를 잡을 때 날개를 이용하지 않는다. 그러나 날개는 하늘을 날거나 활공하는데 완벽한 기관이다. 튼튼한 가슴근육과 날개근육, 가벼운 뼈는 비행을 하기위해 새들이 적응한 것이다. 그리고 깃털도 마찬가지다. 깃털은 가벼우면서도 보온성이 뛰어나고 새들이 공기 중에 뜨고 비행할 수 있게 해준다.

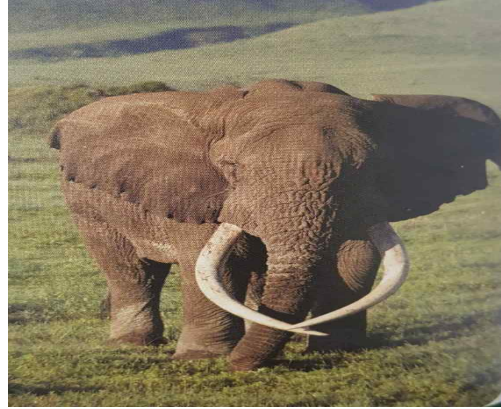
- 돌고래의 앞 다리는 물고기의 지느러미와 비슷하게 생긴 지느러미발이다. 지느러미 발은 수영을 하기위한 적응이다. 돌고래의 조상은 물속에서 살아가기 위해 재적응한 다리가 4개 달린 육상 동물이다.

앞서 말한 동물들의 앞다리의 생김새와 기능은 각기 다르지만 X-ray는 이들이 모두 동일한 기본 뼈 구조를 가지고 있다는 사실을 보여준다. 팔의 윗부분에 있는 한 개의 두꺼운 뼈는 ‘팔꿈치 뼈’에서 두 개의 얇은 뼈와 만난다. 그리고 이 뼈는 조약돌처럼 생긴 뼈들이 푹푹 뭉쳐있는 손목뼈와 연결된다. 손목뼈는 일련의 손가락뼈들로 이어진다. 시간이 지나면서 척추동물들의 손가락뼈들은 각각의 생활 방식에 더욱 알맞게 진화되었다. 어떤 종들은, 손가락뼈가 사라졌고, 또 어떤 종은 손가락들이 하나로 합쳐지거나 더 단단한 지지구조를 가지게 되었다.

이런 앞다리들이 상동기관의 한 예이다. 몸의 상동기관은 동일한 기본 구조를

가까운 사촌

과학자들은 ‘바다소’ 혹은 매너티라는 생물을 발견했는데 이들은 코끼리와 매우 밀접한 관계가 있었다. 이 대형 포유류는 플로리다에서부터 브라질 북부까지 따뜻한 해수에서 살아간다. 그리고 서 아프리카의 강과 남아메리카의 아마존 강 유역에서도 살고 있다. DNA는 매너티의 코끼리와 유사한 조상이 수중 생활에 적응 하여 다리가 지느러미 발로 진화 했다는 사실을 보여준다.



매너티(좌)와 코끼리(우)는 공통의 조상으로부터 진화했다.

가지지만 아주 다른 형태로 발달하고 다른 용도로 사용하도록 진화 된다. 상동 기관은 생물들이 다른 환경 혹은 다른 생활 방식에 적응하면서 적응 방산의 과정에서 나타나게 된다.

나비, 새, 박쥐들의 날개는 서로 다른 조상들로부터 다른 방식으로 진화했다.

날개의 내부 구조



진화는 또한 상사 구조를 만들기도 한다. 상사기관란 다른 종들에서 겉모습과 기능은 비슷하지만 구조는 전혀 다른 기관들을 말한다. 상사기관은 다른 조상들로부터 다른 방식으로 진화한 기관이다. 예를 들어 돌고래와 상어는 비슷한 몸 구조를 가지고 있다. 그들은 부드러운 유선형을 이루는 몸과 물속에서의 이동을 돕는 지느러미 발과 지느러미 그리고 강한 꼬리를 가지고 있다. 이러한 유사성은 수영을 하기위한 적응의 결과이다. 그것이 바로 돌고래가 상어와 더 비슷하고 육지에 살고 있는 그들의 네 발달된 포유류 조상보다 물고기를 더 닮은 이유이다.

어류와 바다 포유류는 수렴진화라고 불리는 과정을 통해 상사기관이 발달했다. 수렴진화는 먼 친척관계의 종들이 시간이 흐르면서 그들의 서식지에 대해 유사

한 적응을 한 것이다. 새, 박쥐, 나비는 수렴진화의 또 다른 예이다. 이들은 모두 날개를 가지고 있지만 각자 모두 다른 조상으로부터 물려받았다. 각각의 조상들은 날기 위해 독립적으로 적응 했고 이에 따라 세 동물의 날개 내부구조는 꽤나 다른 보습을 보인다.

옛날 호주대륙

호주는 마치 시간왜곡 현상에 걸린 듯 보인다. 호주 대륙은 약 1억 년 전 지구의 다른 대륙으로부터 떨어져 나왔다. 그 당시 호주 대륙에 살고 있는 대부분의 포유류는 유대목 동물들이었다. 유대목 동물들의 새끼들은 완전히 발달하지 않은 상태로 태어나 엄마의 배에 있는 주머니에서 성장한다. 그 외 호주에 살고 있는 다른 포유류들은 알을 낳는 종들이다.

반면 호주를 제외한 전 세계의 대부분의 동물들은 태생 포유류이다. 태생 포유류들의 새끼들은 엄마의 몸속에서 완전한 발달 과정을 거치고 태반이라고 부르는 기관에서 영양분을 섭취한다. 대부분의 태생 포유류들은 생존 경쟁에서 살아남았고 주머니쥐를 제외한 모든 유대목 동물들은 멸종했다.

호주의 유대목 동물들은 나머지 세상과 고립되어 있었다. 그래서 그들은 독립적으로 다르게 진화했다. 분기 진화를 통해 호주의 다양한 서식지들은 아주 다양한 포유류들로 채워졌다. 새로운 포유류들은 거의 전부다 유대목 동물들이었다. 왜냐하면 이곳에는 그들과 경쟁할 수 있는 어떠한 태생 포유류도 없었기 때문이다. 이것이 호주에 이렇게나 많은 유대목 동물들이 살고 있는 이유이고 캥거루, 코알라와 같은 호주에만 있는 종들이 다른 나라에서는 살지 않는 이유이다. 그리고 다른 대륙에서 살아가는 대부분의 동물들이 호주에 없는 이유이다.

호주의 다양한 서식지들은 세계의 다른 서식지와도 매우 유사하다. 그래서 수렴 진화는 이곳에서도 일어났다. 많은 호주 포유류들은 나머지 세상에서

살고 있는 태생 포유류와 놀라울 정도로 유사하다. 예를 들어, 호주의 주머니 쥐와 주머니 고양이, 유럽, 아시아, 미국의 쥐와 고양이와 생김새와 행동이 비슷하다. 아프리카의 땅돼지와 열대 아메리카의 개미핥기는 수렴진화의 또 다른 예이다. 이 각각의 종들은 길고 끝으로 갈수록 가늘어지는 코와 개미집 안쪽까지 구석구석 탐색할 수 있는 긴 혀를 독립적으로 발달시켰다.

제3장 극한 서식지

사하라 사막에서 사는 돌고래를 상상할 수 있는가? 아마존 열대우림에서 사는 북극곰 또는 남극에 사는 선인장은 어떤가? 이 생물들이 이런 서식지들에서 살아남을 수 있을까? 물론 살아남지 못한다. 각각의 생물들은 특정한 서식지에 특별하게 적응한다. 위의 상상은 생물들과 서식지가 아주 잘못된 연결된 경우이다.

돌고래는 고온의 건조한 사하라 사막에서 절대로 살아남을 수 없다. 그들의 유선형 몸과 지느러미는 수영을 하기에는 완벽한 구조이지만 사막의 모래위에 서 먹이를 사냥하거나 뜨거운 태양이나 포식자로부터 달아나는 것은 불가능하다. 그리고 북극곰이 지니는 특징들은 고온다습한 열대지역 환경과 잘 맞지 않는다. 두꺼운 털과 단열 효과가 뛰어난 피하 지방층은 더운 기후에서 곰들을 더 덥게 만들 것이다. 선인장 식물들은 남극에서 살 수 없다. 남극은 지독할 정도로 춥고 눈과 얼음으로 뒤덮여 있다. 어떤 선인장은 추운 기후에서도 그들의 줄기 안에 저장되어있는 물이 어는 것을 막기 위한 일종의 부동액과 같은 물질을 만들어 낼 것이다. 그러나 어떻게 선인장이 이곳에서 물을 얻을 수 있을까? 선인장들은 눈을 녹일 수 있는 능력이 없고 남극에는 거의 비가 내리지 않는다.

도시 속 동물들

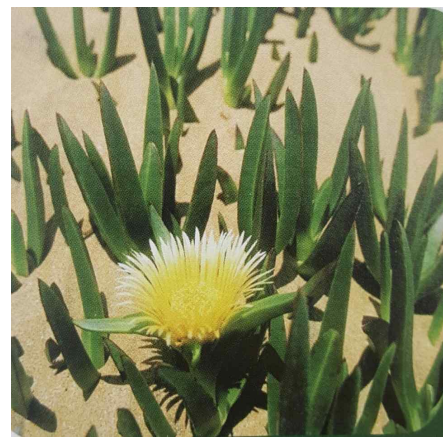
많은 생물들이 그들의 조상들의 서식지와는 아주 다른 도시 서식지에 성공적으로 적응했다. 우리가 흔히 볼 수 있는 도시 속 동물에는 비둘기, 찌르레기, 회색 다람쥐, 생쥐, 들쥐, 모기, 집파리, 바퀴벌레, 나방, 거미, 개미, 딱정벌레, 벼룩 등이 있다.

전 세계 곳곳에는 많고 다양한 종류의 서식지들이 있다. 그중 일부는 아주 뜨겁거나 차갑고, 아주 건조하거나 습한 극단적인 환경을 가지고 있다. 이런 극한 서식지에서 생물들이 살아 갈 수 있다는 게 믿기 어려울지도 모른다. 그러나 생물들은 이런 혹독한 환경에서도 살아남을 수 있도록 적응해왔다.

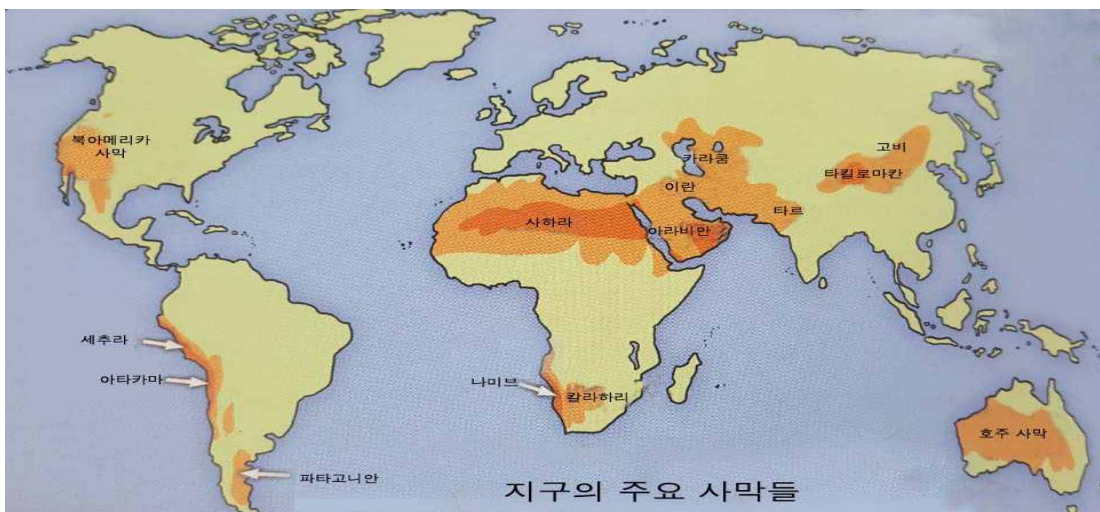
사막에서의 생활

지구상 대부분의 장소에서는 비가 일 년 내내 정기적으로 내리고 건기동안에는 드물게 내린다. 그러나 사막에서는 건조한 기간이 더 길고 비는 아주 조금 내린다. (그러나 비가 한번 오기 시작하면 쏟아져 내린다.) 사막은 일반적으로 연간 10인치(25cm)미만의 비가 오는 지역이다. 사막의 식물들은 보통 비가 내린 직후에 아주 짧은 성장기를 거친다. 비가 내리고 난 뒤 몇몇 식물들은 다채로운 색의 꽃들을 피운다. 그러나 땅이 다시 마르기 시작하면 꽃은 시들고 지게 된다.

사막에서 꽃은 비가 내린 후에 핀다.



오대륙(북아메리카, 남아메리카, 아프리카, 아시아, 호주)에는 주요 사막들이 위치해 있다. 유럽대륙에는 아주 작은 규모의 고온 사막이 있고 남극에 있는 사막은 전부 한랭사막이다.



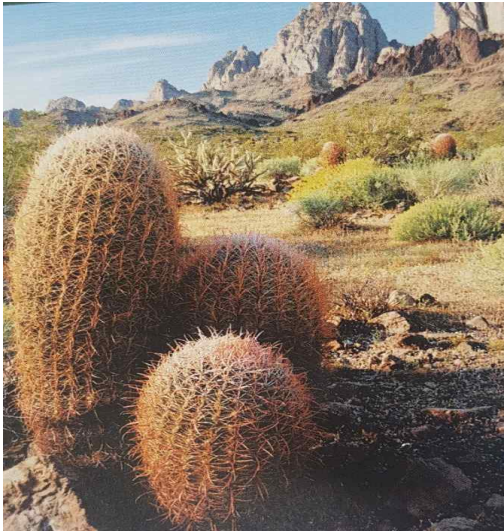
사막은 어디에 있을까?

전 세계의 모든 대륙에는 사막이 존재한다. 지구에서 가장 크고 뜨거운 사막은 사하라 사막으로 북 아프리카대륙의 3백5십만 제곱마일 (9백만 km²)을 덮고 있다. 나미브와 칼라하리 사막은 남아프리카의 대부분을 차지한다. 다른 거대한 사막으로는 아시아의 아라비안 사막, 이란사막, 카라쿰 사막, 고비 사막이 있다. 10개의 사막이 거의 호주대륙의 20%를 차지합니다. 작은 크기의 사막은 미국과 멕시코 서부 그리고 서남아메리카, 남아메리카의 남동부에 존재한다.

사막은 낮에도 매우 뜨거워 질 수 있다. 사실, 낮의 기온은 100°F(38°C)를 웃돈다. 그러나 밤에는 추워지는데 겨울에는 기온이 32°F(0°C)까지 떨어지기도 한다. 왜 밤에는 이렇게 기온이 낮아질까? 사막은 다른 장소와 비교했을 때 습도(공기 중의 수증기가 포함된 정도)가 거의 없는 지역이다. 열대 우림 지역의 경우, 낮에는 공기 중의 풍부한 수증기가 햇빛을 흡수하고 밤에는 수분을 머금은 공기층이 열이 나무들 밖으로 빠져나가지 않게 붙잡아 준다. 그러나 사막에는 조금의 습도도 없고 열을 붙잡는 식물들도 없기 때문에 해가 지고 나면 빠르게 추워진다. 해가 다시 떴을 때 사막이 다시 타듯이 뜨거워지기까지 오랜 시간이 걸리지 않는다.

차가운 사막?

모든 사막이 뜨거운 것은 아니다. 아시아의 고비 사막의 경우 일 년 중 대부분, 낮과 밤이 아주 춥다. 그러나 여름에는 고비 사막의 낮도 더워진다. 기온은 종종 90°F에서 100°F(32°C에서 38°C)사이이며 어떤 날은 113°F(45°C)까지 올라간다. 남극 대륙의 사막은 일 년 내내 춥다. 이런 한랭 사막에서는 비가 눈이 되어 내리는데 보통 일 년에 10인치(25cm)미만으로 내린다.



원통 선인장은 사막은 건조한 환경에 적응한 식물이다.

사막은 식물들에게 있어서 살기 좋은 이상적인 서식지처럼 보이지만 식물들은 이런 사막에서 살아간다. 사실, 식물들은 몇 가지 방법을 통해 아주 적은 강수량에 적응해왔다. 어떤 식물은 잎과 뿌리, 줄기 안에 많은 양의

물을 저장한다. 예를 들자면, 원통 선인장의 줄기 안의 해면조직은 비가 오고 나면 물을 가득 흡수해 부풀어 오르고 물을 사용하면서 점점 줄어들게 된다. 메스 키트 나무는 다른 적응 과정을 거쳤다. 이 나무의 뿌리는 지하 263피트(80m)아래 까지 뻗어나갈 수 있다. 다른 식물의 경우 건기동안 잎을 떨어뜨리거나 잎의 크기를 줄여 수분 손실을 줄이는 방향으로 적응했다. 많은 사막의 식물들은 잎이 전혀 없다. 그래서 이들의 거대한 녹색의 줄기가 잎 대신 광합성을 한다. (대부분의 식물은 잎을 통해 광합성을 한다.)

동물들 또한 사막의 환경에 적응해왔다. 낮의 뜨거운 열을 피하기 위해 대부분의 사막 동물들은 야행성(밤에만 활동)으로 발달했다. 몸집이 작은 사막 동물들은 낮 동안 굴속에서 시간을 보내고 몸집이 큰 동물들은 뜨거운 태양을 피하기 위해 그늘 아래서 시간을 보낸다. 사막에서는 물이 부족하기 때문에 사막 동물들은 물을 아주 조금만 마시거나 아예 마시지 않는다. 그들은 그들이 먹는 음식에서 살아가는데 필요한 수분을 얻는다.

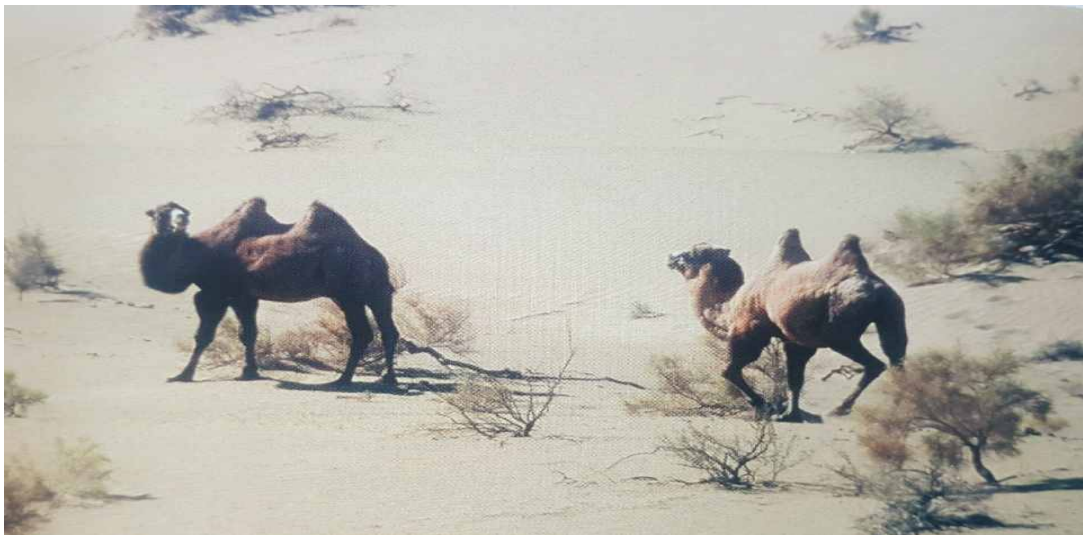
사막을 상상했을 때 제일 처음 머릿속에 떠오르는 동물은 바로 낙타일 것이다. 낙타는 물과 음식이 부족한 사막의 환경에 아주 잘 적응한 동물이다. 낙타는 물을 마시지 않고도 3달 동안 이동할 수 있다. 낙타는 음식을 먹으면 자신의 혹 안에 음식의 지방을 저장해 둔다. 그래서 낙타들은 먹을 음식이 없을 때 저장해둔 지방을 이용해 에너지를 얻는다. 낙타들이 지방을 다 소비하면 혹은 줄어들고 음식을 먹으면 다시 커지게 된다.

낙타는 이밖에도 또 세 가지 적응을 하며 모래에 잘 견딜 수 있게 되었다. 두 겹의 긴 속눈썹은 바람에 날리는 모래가 낙타의 눈에 들어오지 않게 막아준다. 낙타는 콧구멍을 닫을 수 있어서 모래가 콧속에 들어오지 않는다. 그리고 넓은 발은 모래에 발이 빠지지 않고 걸을 수 있도록 해준다.

낙타는 열에도 잘 적응했다. 많은 동물들은 체온을 낮추기 위해 헐떡인다. 그러나 헐떡임은 몸에서 수분이 빠져나가게 만든다. 낙타들은 물을 아껴 써야 하기 때문에 다른 방식으로 사막의 열에 대처한다. 낙타는 낮 동안 체온을 93°F에서 107°F(34°C에서 42°C)까지 아무 문제없이 마음대로 바꿀 수 있다. 낮에는 낙타의 체온이 상승하지만 밤에는 체온이 떨어진다. 대부분의 포유동물들은 몸의 온도를 바꿀 수 없다. 건강을 지키기 위해서는 반드시 체온을 일정하게 유지해야 한다.

대부분의 사막 동물들은 낙타보다 훨씬 크기가 작다. 예를 들어 캥거루 쥐는 사막생활에 완벽하게 적응한 작은 설치류이다. 캥거루 쥐는 물을 마실 필요가 없다. 왜냐하면 필요한 수분은 전부 그들이 먹는 씨앗에서부터 얻을 수 있기 때문이다. 그리고 그들은 몸의 수분을 많이 뺏기지 않도록 특별하게 적응했다. 예들 들자면 캥거루 쥐는 아주 농축된 오줌을 낸다.(오줌에 물이 거의 포함되지 않는다.)

야생 낙타는 중국의 사막에 살고 있다. 낙타는 사막의 모래, 열, 부족한 물과 음식에 잘 적응한 동물이다.





캥거루쥐는 볼 주머니에 씨앗을 가득 담는다. 그들은 필요한 수분은 전부 이 씨앗으로부터 얻는다.

캥거루 쥐는 덥고 햇빛이 강한 낮에 땅 속이나 모래 깊은 굴속에서 잠을 자면서 더위를 피한다. 그들은 입구를 막아 굴 안을 시원하게 유지하고 수분이 빠져나가지 못하게 한다. 시원한 밤이 되면 씨앗을 모으러 밖으로 나간다. 캥거루 쥐는 짧은 앞발을 가지고 있는데 앞발에는 굴을 파기위한 단단한 발톱이 달려있다. 그러나 걷거나 뛰는데 앞발은 사용하지 않는다. 그들은 긴 뒷다리를 이용해 켁췁 뛰며 돌아다닌다.(캥거루 쥐는 캥거루와 아무 관련이 없지만 캥거루처럼 긴 뒷다리와 비슷하게 뛰어오르기 때문에 캥거루의 이름을 따서 붙여졌다.) 뒷발 발바닥에는 털이 나있어서 알알이 흩어지는 모래 위를 잘 움직일 수 있다.

극지방 생명체들의 삶

사막 생활이 매우 고단하다고 느낀다면 북극이나 남극 근처에서의 생활을 생각해 보자. 극지방은 지구상에서 가장 추운 곳이다. 일 년의 대부분동안 이곳은 눈과 얼음으로 뒤덮여있다. 극지방의 바깥쪽 경계에 위치하는 툰드라 지대만이 짧은 여름동안 해빙을 경험한다. 겨울은 믿기 힘들 정도로 추운데, 북극

극지방은 겨울은 24시간 내내 어둡다. 그러나 여름에는 낮이 계속된다.



의 평균 기온은 약 $-22^{\circ}\text{F}(-30^{\circ}\text{C})$ 이다. 남극지역이 지구에서 온도가 가장 낮다. 기온은 $-128.6^{\circ}\text{F}(-89.2^{\circ}\text{C})$ 까지 내려간다. 여름에도 남극은 좀처럼 영하의 온도를 벗어나지 못한다. 그러나 북극의 어떤 지역의 경우 여름 평균 기온은 $50^{\circ}\text{F}(10^{\circ}\text{C})$ 로 따뜻하다.

좋은 환경에서의 생활

일 년 내내 $80^{\circ}\text{F}(27^{\circ}\text{C})$ 의 기온을 유지하며 너무 덥지도 너무 춥지도 않은 날씨를 가진 장소에서 사는 것을 상상해 보자. 이곳은 풍부한 물과 맛있는 음식들로 가득 차있다. 이곳은 상상속의 장소가 아니다. 열대우림이 바로 그 곳입니다. 열대 우림의 환경은 너무 좋아서 전 세계 모든 종들의 3분의 2가 이곳에서 살아간다. 그래서 열대우림에서는 먹이와 서식지를 놓고 서로 경쟁하는 생물들로 붐빈다.

열대 우림은 아시아, 아프리카, 남아메리카, 중앙아메리카, 많은 태평양 연안의 섬들 등 적도 주변에 분포한다. 전 세계의 열대 우림의 절반은 남아메리카에 있다. 열대우림에는 많은 비가 내리는 데 보통 1년에 최소 70인치(178cm)의 비가 내린다. 어떤 열대우림 지역에서는 1년에 200인치(508cm)이상의 비가 내리기도 한다. 열대우림 외의 지역에서는 평균적으로 38인치(91cm)의 비가 내린다.

열대 우림 지역에서는 키가 크고 넓은 잎을 가진 상록수들이 뻗뻗하게 들어서 있다. 열대의 숲은 4개의 층으로 나누어진다. 각각의 층은 다양한 생물들에게 조금씩 다른 서식지를 제공해 준다. 가장 위의 층은 돌출목층이다. 돌출목층은 270피트(82m)까지 자라는 키가 큰 나무들의 꼭대기 층으로, 금강앵무와 같은 새뿐만 아니라 다양한 종류의 벌레들이 이곳에서 살아간다. 대부분의 열대우림 종들은 돌출목층 아래에 위치하는 수관층에 서식한다. 수관층의 나무들의 잎과 가지들은 숲 전체를 덮는 우산모양을 하고 있다. 이 층은 지면에서 멀리 떨어져 있는데, 바닥으로부터 100피트

에서 200피트(30m에서 81m)위에 위치한다.

3번째 층은 하층이다. 하층에는 관목과 양치식물뿐만 아니라 작은 나무, 덩굴식물, 야자나무들이 군락을 이룬다. 이곳에는 뱀, 도마뱀, 딱정벌레, 벌과 같은 곤충들, 그리고 키크주와 같은 작은 포유류들이 살고 있다. 재규어처럼 몸집이 큰 포유류들은 큰 나뭇가지위에서 아래로 지나가는 먹잇감을 기다리며 시간을 보낼 것이다. 수관층에 의해 생긴 그늘로 인해 하층은 어둡고 시원하다. 열대우림의 가장 아래층은 숲 바닥층이다. 이곳에는 초본식물과 이끼식물 그리고 균류가 자란다. 지상에 살고 있는 많은 동물들은 개미에서부터 코끼리까지 다양 하다.

알고 있나요?

남극 본토에서 일년 내내 사는 동물 중 가장 큰 동물은 날개가 없는 작은 곤충인 툭토기이다. 이들은 몸집이 0.2인치(0.5cm)밖에 되지 않는다!

남극은 얼음으로 뒤덮인 대륙이다. 얼음은 남극의 5백4십만 제곱마일(1천4백만km²) 이상을 덮고 있다. 그 크기는 미국보다 크고 얼음판들이 남극 대륙을 둘러싸고 있다. 이곳에는 산, 협곡, 빙하가 있다. 남극의 너무 추운 온도 때문에 이곳에는 눈이 많이 내리지 않는다. 이끼류와 같은 몇몇의 식물들만이 남극에서 생존할 수 있다. 소수의 곤충들과 다른 몸집이 아주 작은 생물들 또한 남극 본토의 혹독한 환경 속에서 살 수 있다. 그러나 대부분의

동물들은 바다와 인접해있는 대륙의 가장자리에서 살아간다. 다양한 종류의 물고기들과 작은 새우같이 생긴 크릴 그리고 물개, 고래, 펭귄, 바다새등이 이곳에서 산다.

펭귄은 가장 잘 알려진 남극 동물이다. 이 새들은 전혀 하늘을 날지 못한다. 그러나 물속에서는 아주 잘 '날아'다닌다. 펭귄의 날개는 아주 단단한 지느러미 발로 발달했기 때문에 물속에서 잘 헤엄칠 수 있다. 그들의 유선형 몸통덕분에



황제펭귄은 남극의 차가운 물속을 빠르게 헤엄칠 수 있다.

물의 저항력을 덜 받아 미끄러지듯이 헤엄을 칠 수 있다. 펭귄의 몸은 특히 빙해에서 살아갈 수 있도록 잘 적응했다. 두껍고 방수효과가 있는 바깥쪽 털은 안쪽의 부드러운 솜털을 덮고 있다. 두 층의 깃털은 공기를 가둬서 펭귄들이 물속에서 뜨고 몸의 열이 빠져나가지 않게 해준다. 펭귄은 또한 두꺼운 피하지방층을 가지고 있어 체온을 유지할 수 있다.



눈 올빼미는 북극 툰드라에서 산다.
이 올빼미는 얼음이 뒤덮인 서식지와
아주 잘 어울린다.

북극은 여름 날씨가 따뜻해서 남극 보다 더 다양한 생물들이 살 수 있다. 북극 지방은 북극해, 수천 개의 섬들 그리고 유럽, 아시아, 북아메리카 3지역의 최북단 부분을 포함한다. 대부분의 북극 생물들은 나무가 없는 습지대인 툰드라 지역

에서 산다. 툰드라 동물로는 눈 올빼미, 뇌조와 같은 새들과 북극곰, 물개, 나그네 쥐, 들쥐, 눈 덧신 토끼, 북극 여우 등과 같은 포유류, 그리고 많은 종류의 물고기들이 있다. 툰드라의 지표면 아래는 영구동토층이라는 절대 녹지 않는 얼어있는 토양층이 존재한다. 어떤 곳의 영구동토층 두께는 4510피트(1375m)에 달하기도 한다. 그래서 몸을 지탱하는데 깊게 뺀 뿌리를 필요로 하는 나무들은 영구동토층 때문에 툰드라에서 자랄 수 없다. 그러나 여름에는 툰드라 표면층의 얼음이 녹아 다양한 작은 식물들이 자랄 수 있어 많고 작은 식물들이形形色색의 꽃을 피운다.

북극의 동식물들은 살을 에는 듯한 추위 속에서 살아남기 위해 많은 적응을 했다. 사초과 식물과 이끼식물은 땅과 가까이 낮게 자라서 휘몰아치는 바람의 영향을 적게 받을 수 있다. 북극의 새와 포유동물들은 두꺼운 털이나 모피, 두꺼운 지방층이 있어 몸을 따뜻하게 유지할 수 있다. 그리고 그들 중 많은 수가 땅굴이나 동굴 속에서 보호받으며 겨울을 지낸다. 물고기는 빙해에서 냉동물고기가 되지 않고 헤엄칠 수 있다. 왜냐하면 대부분의 물고기는 피가 어는 것을 막는 화학 물질을 만들어 내기 때문이다.

북극곰 또한 다양하고도 놀라운 방법으로 추운 날씨에 적응했다. 북극곰은 체온을 따뜻하게 잘 유지한다. 두꺼운 모피와 피부 아래 4인치(10cm) 지방층, 그리고 털로 덮인 발바닥 덕분이다. 모피는 관모양의 움푹 파인 털들로 구성되어 있다. 태양빛이 이 관을 지나 북극곰의 검은 피부에 닿으면 검은 피부는 빛을 반사하지 않고 흡수해 곰의 몸을 덥힌다. 동시에 털의 움푹 파인 공간에서 공기를 붙잡아 열이 빠져나가지 않게 한다. 그리고 발바닥 털은 몸을 따뜻하게 하고 북극곰이 얼음 위에서 미끄러지지 않으면서 걸을 수 있게 도와준다.

북극 여우는 가끔 북극곰을 따라갈 때가 있다. 곰이 먹다 남긴 음식을 먹기 위해서 이다. 그러나 이런 경우, 여우는 북극곰의 시야 밖에서 움직여야 한다. 그렇지 않으면 곰이 다음 식사로 여우를 잡아먹을 것이다.

북극곰은 펭귄을 잡아먹을까?

북극곰과 펭귄이 같은 장소에서 산다면 가능한 일이다. 그러나 실제로 그들은 지구 양쪽 끝에 살고 있다! 북극곰은 북극에 살고 펭귄은 남극(그리고 적도 남쪽에 위치한 지역)에 산다.

극지생존

한 연구팀이 멕시코 아카풀코 남서쪽 500마일(805km) 떨어진 곳에서 수심 1.5마일(2.4km) 지점에 지구상 가장 극심한 환경에 적응한 생물군집을 발견했다. 그 곳은 햇빛이 닿지 않는 깊은 바다 속이었다. 그래서 어떤 식물도 자랄 수 없었다. 그러나 열수분출공이라고 하는 해저 지각 틈 주변에서 많은 생물들은 무리를 지어 살아가고 있었다. 열수분출공은 심해의 작은 화산과도 같다. 열수분출공이 ‘폭발’하면, 그 주변 모든 생물을 파괴할 수 있을 정도로 아주 뜨거운 물이 뿜어져 나온다. 심해 온도는 38°F(2°C)지만 열수분출공에서 나오는 물의 온도는 700°F(371°C)가 넘는다. 이렇게 과열된 물은 심해의 높은 압력으로 인해 끓지 않게 된다.

열이 식으면 곧 해저 지각 틈 주변에서 새로운 생명이 출현 한다. 열은 에너지의 한 종류이다. 깊은 바다 속에 사는 박테리아는 열에너지와 물속에 존재하는 황 화합물을 이용해 영양분을 만들 수 있다. 그리고 게, 관벌레, 홍합과 같이 열수분출공 주변에서 군집을 이루며 사는 심해동물들은 이 박테리아를 먹고 산다. 1년 이면 틈 주변에 살고 있는 종들의 수가 2배로 늘어날 수 있다.



북극여우(왼)는 북극의 환경에 적응해왔다. 그들은 아프리카 사막지역에 사는 사막여우(오)와 같은 다른 지역에 살고 있는 여우 종들과 다른 방식으로 적응을 해왔다.

북극 여우는 작은 동물이다. 그 덩치는 큰 집고양이 정도다. 북극여우는 따뜻한 지역에 사는 여우에 보다 다리와 주둥이가 짧고 귀가 작다. 열을 보존하기 위해 적응한 결과 이런 특징들이 나타나게 되었다. 몸집이 작으면 열이 빠져나갈 면적이 적기 때문이다. 다른 북극 동물들과 마찬가지로 발바닥 털과 몸을 감싸는 두꺼운 털이 체온을 유지해주고 눈에 미끄러지는 것을 방지해준다.

제4장 계절의 변화

당신이 사는 곳에 계절이 있는가? 지구 어느 곳에 살든지 그렇다고 대답할 것이다. 전 세계 대부분의 지역에는 봄, 여름, 가을, 겨울이라는 사계절이 존재한다. 계절이 변하면 기온과 다른 기후 조건 또한 변한다. 추운 겨울이 가면 기온은 더운 여름이 올 때까지 점점 올라간다. 여름이 가면 기온은 또다시 겨울이 올 때까지 떨어진다. 이런 계절의 주기는 매해 반복된다. 열대와 아열대 지역의 계절은 일반적으로 건기와 우기, 두 가지로 나뉜다. 이곳의 계절은 다른 지역들의 계절과는 다르게 불규칙 하다.

모든 생물들은 각자의 방법으로 계절의 변화에 적응한다. 예를 들어 어떤 동물은 외피를 두껍게 하고 피부 아래 지방을 저장해서 추운 날씨를 견뎌낸다. 또 어떤 동물들은 땅굴이나 동굴 속에 식량을 저장해놓고 겨울 내내 숨어 지낸다.

단풍나무는 계절이 변하면 그 색도 변한다. 봄과 여름에는 녹색 잎을 가지고 있지만(왼쪽 위) 겨울이 되면 잎이 다 떨어지고 없다(왼쪽 아래). 그리고 가을에는 잎이 노란색이나 빨간색으로 물든다(오른쪽 위와 아래).



그 밖의 다른 동물들은 겨울에 서식지를 떠나 온화한 날씨와 풍부한 먹이가 있는 따뜻한 지역으로 이동한다. 겨울에는 식물들이 아주 느리게 자라거나 아예 자라지 않는다. 대부분의 식물들은 잎이 떨어져서 죽은 것처럼 보이지만 봄이 오면 다시 생기를 되찾는다.

인간들 또한 계절에 적응한다. 사람들은 에어컨을 키고, 얇은 옷을 입고, 수영을 하면서 여름을 시원하게 보낸다. 그리고 겨울이 오면 난방을 하고 외출할 때는 두꺼운 옷을 입어 따뜻하게 지낸다.

겨울 잠

많은 동물들은 잠을 잠으로써 추운 날씨와 식량공급이 제한된 상황 속에서 살아남을 수 있다. 그러나 겨울잠은 잠의 한 형태이기는 하나, 보통의 수면 상태와는 다르다. 이는 에너지를 비축하는 과정으로 동물들은 오랫동안 먹이를 먹지 않아도 굶어 죽지 않는다.



흑곰은 북아메리카에서 추운 겨울 내내 동면에 들어간다.

곰, 마멋과 같이, 겨울잠을 자는 대부분의 동물들은 겨울에 대비하기 위해 가을 동안 음식을 많이 먹는다. 이 동물들의 몸은 먹은 음식을 지방의 형태로 저장해 동물들이 겨울잠을 자는 동안 신체가 기능할 수 있도록 에너지를 공급한다. 다람쥐와 같은 동물은 몸이 아닌 굴속에 식량을 저장해 놓는다. 겨울잠을 자는 다른 동물들과는 다르게, 다람쥐들은 겨울 내내 잠을 잘 필요가 없다. 이들은 깊은 수면과 각성을 번갈아하면서 겨울을 난다. 잠시 잠에서 깨면, 다람쥐는 저장해 놓은 먹이를 먹는다.

겨울잠을 자는 동안 동물들의 신체 대사는 극적으로 변한다. 예를 들어 다람쥐는 겨울잠을 자는 동안 체온이 영하 가까이로 떨어진다. 그리고 분당 150회

정도 뛰던 심장은 분당 5회 정도로 감소한다. 그리고 식사의 필요성을 줄이기 위해 신진대사(생물의 몸 안에서 일어나는 화학 작용)또한 아주 느려진다. 이 모든 대사과정들이 가능한 한 느리게 진행되기 때문에 동물들은 쉽게 잠에서 깨지 않는다.

곰은 진짜로 겨울잠을 잘까?

어떤 과학자들은 곰이 실제로 겨울잠을 자지 않는다고 주장한다. 다른 겨울잠을 자는 동물들에 비해 곰들의 체온은 크게 감소하지 않기 때문이다. 곰의 체온은 평소 87.8°F에서 99°F(31°C에서 37.2°C)사이인데, 여기서 5°F에서 8°F(3°C에서 7°C)정도밖에 떨어지지 않는다. 이는 곰이 위험한 상황이 닥쳤을 때 즉각적으로 잠에서 깨날 수 있다는 것을 의미한다. 또한 겨울에 날씨가 따뜻한 경우 동굴을 벗어나 먹이를 찾으러 나갈 수 있다.

또 다른 과학자들은 곰은 겨울잠을 자기는 하지만 단지 몸집이 작은 동물들 보다 더 효율적으로 잠을 자는 것뿐이라고 말한다. 곰의 몸은 크고 단열 효과가 높아 열이 많이 빠져나가지 않고, 저장해 놓은 지방은 겨울을 지내면서 필요한 신체 활동을 수행하는데 충분한 에너지를 공급한다. 반면, 다람쥐들은 몸이 작아 단지 며칠 동안 활동할 수 있는 정도의 에너지만 저장할 수 있다. 그래서 다람쥐들은 체온을 높여 겨울잠에서 깨고 먹이를 먹는다. 그리고 다시 체온을 낮춰 겨울잠에 들어간다. 이렇게 반복적으로 체온을 올리고 내리는 과정에서 많은 에너지가 소모된다.

여름잠

몇몇 동물들이 겨울잠을 자면서 추운 계절을 견뎌 내듯이 어떤 동물들은 여름잠이라고 하는 또 다른 비활성 상태에 빠져드는 과정을 통해 뜨겁고 건조한 계절을 견뎌낸다. 많은 양서류들과 파충류들은 여름잠을 잔다. 그리고 몇몇 곤충, 달팽이, 물고기, 심지어 일부 여우 원숭이 종들도 여름잠에 빠진다. 겨울잠

과 마찬가지로 여름잠은 에너지를 보존하기 위한 과정이다. 여름잠을 자는 동물들의 호흡은 느리고 심장 또한 천천히 뛰다. 그리고 여름잠을 자는 동안 그들은 움직이지도 성장하지도 먹지도 않는다.



작은 숲 달팽이는 여름의 건조한 기간 동안 에너지를 아끼기 위해 여름잠을 잔다.

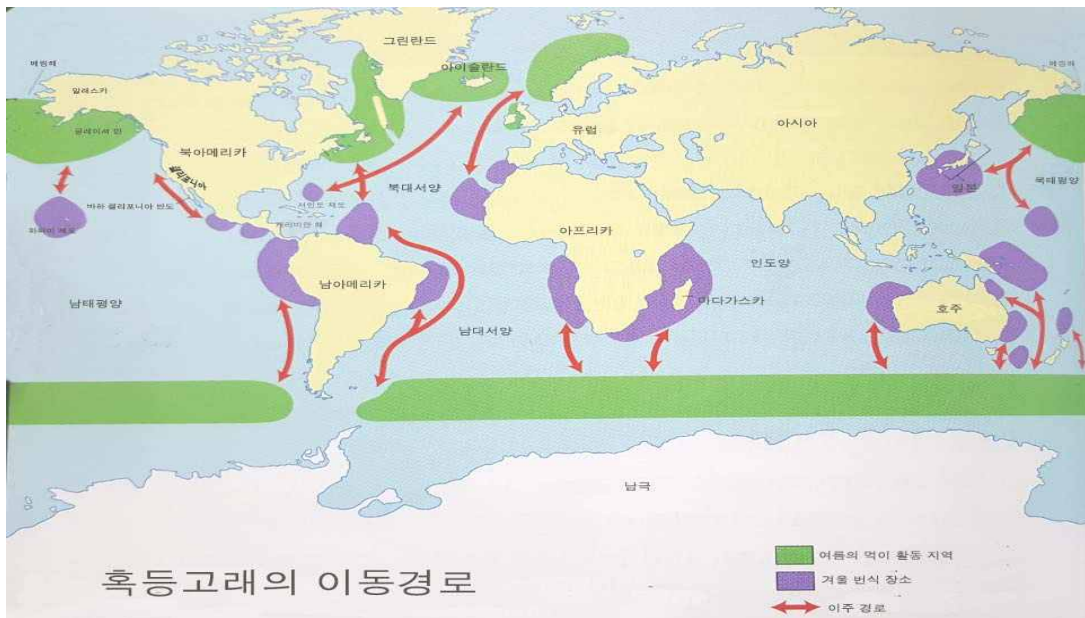
여름 더위에 건조해 지는 것을 피하기 위해 달팽이는 껍질 속으로 들어가 몸의 수분을 보호한다. 더 이상 움직이지도 먹지도 않으면서 점액질의 얇은 층으로 껍질의 입구를 막는다. 말라서 딱딱해진 점액은 수분을 안에 잡아 둘 수 있는 마개가 된다. 달팽이의 모든 신체 기관은 느리게 작동하게 된다. 그리고 건기가 끝나면, 여름잠에서 깨나 마개를 깨고 껍질 밖으로 나온다. 달팽이와 마찬가지로 개구리도 생존을 위해 수분을 필요로 한다. 가뭄이 계속되는 동안 그들은 진흙 속 깊이 몸을 묻고 다시 비가 내릴 때까지 여름잠을 잔다.

이주

동물들이 변하는 계절에 적응하는 또 다른 방법은 이주(한 장소에서 다른 장소로 이동하는 것)이다. 많은 새들과 고래, 물고기, 곤충, 거북이들은 계절이 바뀌면 집을 떠나 다른 서식지로 이동한다. 어떤 동물은 추운 날씨를 피하기 위해 이주하고 또 어떤 동물은 더 풍부한 먹이를 찾아 날씨가 다른 곳으로 이동한다. 그리고 또 어떤 동물은 번식 할 수 있는 장소로 매년 다함께 이주한다. 기온이 쾌적하고 먹이가 풍부한 번식 지역은 새끼 고래들이 성장하기 좋은 환경을 제공해 준다. 만일 부모 고래들이 고향에 머물렀다면 새끼들은 어려운 환경 속에서 자라야 했을 것이다.

흔하지 않은 이주

많은 동물들이 추운 곳에서 따뜻한 곳으로 이동 한다. 그러나 흑등고래의 경우 가장 좋아하는 먹이인 크릴을 먹기 위해 따뜻한 열대해에서 몹시 추운 겨울의 북극해로 이동한다. 여름에 고래들은 크릴이 살지 않는 열대 지역에서 저장해놓은 지방으로 버티면서 살아간다.



다른 이동과는 다르게 흑등고래는 겨울에는 더 추운 서식지로 여름에는 더 따뜻한 서식지로 이동한다.

봄과 여름동안 캐나다 거위는 캐나다 또는 미국 북부에서 지낸다. 가을이 되면 낮이 짧아지기 때문에 대부분의 거위들은 먼 남쪽 멕시코 북부까지, 더 따뜻한 지역으로 이주한다. 장기간의 여행에 대비해 거위들은 곡식, 풀, 곤충, 식물들을 많이 섭취해서 체력을 얻고 체지방을 쌓는다. 이주 하는 동안 거위는 시속 40마일에서 60마일(64km에서 97km)로 날고 약 3,000마일(4,828km)을 이동한다. 거위 무리는 V자 형태를 만들면서 함께 날아간다. 새들은 교대로 V자대열의 가장 앞 모서리로 이동해 나머지 새들이 바람의 저항을 덜 받도록 해준다. 낮이 다시 길어지는 봄이 오면 거위들은 여름서식지인 북쪽을 향해 날아간다.



거위들은 겨울동안 남쪽으로 이주할 때 V자 모양으로 날아갑니다.

제왕나비 또한 놀라운 장거리 여행자이다. 매 가을 마다 검정-오렌지색의 나비들은 캐나다나 미국 북부에서부터 캘리포니아, 플로리다, 멕시코까지 2,000 마일(3,219km)을 이동한다. 대부분의 제왕나비들은 다시 집으로 돌아갈 수 있을 만큼 오래 살지 못한다. 폭풍, 포식자,



멕시코에 있는 이 나무는 북쪽에서 이주해 온 제왕나비로 뒤덮여 있다.

탈진, 인간과 같은 위험들이 많은 제왕 나비들의 목숨을 빼앗는다. (밤사이에 자동차는 주요 고속도로의 따뜻한 포장 길 위에서 쉬고 있는 수천마리의 나비들과 충돌한다.) 제왕 나비들은 지방을 축적하기위해 꽃을 먹는데 지방으로 그들의 여정에 필요한 에너지를 공급한다. 이들은 종종 나뭇가지 위에서 크게 무리지어 휴식을 취하는데 나무에 가만히 머물러 있으면서 서로 체온을 나누고 에너지를 보존한다. 봄이 오면 제왕나비는 북쪽을 향해 날아간다. 그 과정에서 암컷들은 알을 낳고 태어난 새끼들은 날수 있을 만큼 성장하면 북쪽을 향해 날아간다.

‘잠’을 자는 식물들

겨울에는 대부분의 식물들은 죽은 것처럼 보인다. 잔디는 갈색으로 변하고 나뭇잎은 떨어진다. 그러나 이 식물들은 죽은 게 아니다. 그들은 휴면상태에 들어간 것이다. 휴면이란 식물들이 성장을 멈추고 일종의 휴식을 취하는 기간을 말한다. 식물들은 휴면에 들어감으로써 한 해중 너무 춥거나 너무 건조해서 성장을 하기 어려운 기간에도 살아남을 수 있다.

잔디, 민들레, 수선화와 같은 다년생 식물들은 대부분의 성장을 봄에 마친다. 덥고 건조한 여름에는 성장 속도를 늦춘다. 추운 가을, 겨울에는 마치 죽은 것처럼 보이는 다년생 식물들도 있다. 그러나 그들의 뿌리는 휴면 상태로 여전히 살아 있다. 겨울에 추운 지역의 경우, 이곳의 나무들 또한 휴면기에 들어간다. 그리고 일부는 잎을 전부 떨어뜨린다. 소나무, 전나무와 같은 침엽수는 겨울 내내 그들의 뾰족한 잎을 가지고 있지만 성장 하지는 않는다.

일년생 식물은 단 한 번의 성장기만을 거치는 식물이다. 이 식물들은 씨앗을 남긴 뒤 성장을 멈추고 결국 죽는다. 이 씨앗은 휴면상태로 살아있긴 하지만 성장에 적합한 환경이 될 때까지 아무런 활동도 하지 않는다. 씨앗은 겨울과 건기 내내 휴면상태로 있을 수 있다. 다음 성장기에 기온이 알맞고 비가 적당히 내리면 씨앗은 싹을 틔우고 자라며 자신의 씨앗을 맺는다. 오이, 옥수수, 토마토, 콩과 같은 많은 식용작물들은 일년생 작물이다. 그래서 사람들은 이 작물들을 기르기 위해 매년 새로운 씨앗을 심어야만 한다.

계절에 따라 다른 시간표

계절에 따라 변하는 것은 온도나 날씨만이 아니다. 지구가 태양 주위를 돌기 때문에 적도 부근을 제외한 지구상의 모든 곳에서 낮과 밤의 길이가 변한다. 여름은 낮이 길고 밤이 짧다. 가을이 오면 낮은 점점 짧아지기 시작한다. 그래서 겨울에는 낮이 짧고 밤이 긴 날들이 계속된다. 그리고 봄이 오면 낮은 다시 길어진다.

많은 동식물들은 낮과 밤의 길이를 다양한 생명 활동들을 시작하는 신호로 여긴다. 봄이 되면 나무와 다년생 식물들은 새로운 초록색 잎으로 무성해진다. 그리고 꽃들은 피어나고 씨앗을 맺기 시작한다. 동물들의 경우 낮과 밤의 길이는

번식이나 이주와 같은 활동을 하도록 자극한다. 대부분의 동물들은 때에 맞춰 짝짓기를 해서 먹이가 풍부한 시기에 새끼들을 낳는다.

계절 변화의 신호를 이용하면 온도를 이용하는 것보다 낮의 길이를 더 잘 파악할 수 있다. 예를 들어, 날씨가 따뜻해지자마자 식물이 새로운 잎과 꽃을 피운다면 눈이 녹는 1월 동안 성장을 하면서 그동안 모은 에너지를 다 써버릴 것이다. 그 후 다음 한파가 찾아오면 연약한 새싹들을 다 죽어버리고 식물들은 봄이 와도 성장할 수 없게 된다.

낮과 밤

북반구의 하지(일 년 중 낮이 가장 긴 날)는 6월 21또는 22일이다. 그리고 동지(일 년 중 낮이 가장 짧은 날)는 12월 21 또는 22일이다. 춘분과 추분은 북반구에서 낮과 밤의 길이가 거의 같아지는 날로 각각 3월 21과 9월 23일 이다. 남반구에서 이 날짜들은 반대가 된다.

완벽한 시기

천막 벌레의 유충은 북아메리카 검은 체리 나무의 최대의 적이다. 나방은 나뭇가지에 실을 토해 천막을 만들고 그 안에 알을 낳는다. 봄이 오고 첫 번째 잎눈이 틀 때면 수백 마리의 어린 유충들이 부화한다. 애벌레들은 꿈틀거리며 나아가면서 나무위에 피어난 새로운 잎들을 모두 빠르게 먹어 치운다. 그러나 이런 해충과의 싸움에서 나무들은 어린잎에서 나오는 달콤한 즙을 이용해 도움을 청할 수 있다. 개미들은 이 달콤한 간식을 즐기기 위해 나무를 타고 올라간다. 그리고 나무 위에 머물며 애벌레를 잡아먹는다. 몇 주 내로 개미들은 천막벌레 유충 전부를 없애버릴 수 있다. 그러나 소수의 애벌레는 살아남아 개미들이 감당할 수 없을 정도로 거대하게 자란다. 개미들이 더 이상 도움을 줄 수 없게 되면 나무들은 알뜰하게도 더 이상 달콤한 꿀을 만들지 않는다. 그리고 개미들도 더 이상 나무에 찾아가지 않는다.

제5장 밤 생활에 적응하기

어지럽혀진 방을 상상해 보자. 의자는 책상 밖으로 나와 있고, 그 위에 책과 종이들이 가득 쌓여있다. 스케이트보드는 방바닥 한가운데 쌓인 옷더미 속에 묻혀 있다. 그리고 베게는 침대 밖에 떨어져 있다. 당신은 화장실이 가고 싶어서동이 트기 전에 잠에서 깬다. 불을 켜면 방의 모든 상태를 분명하게 볼 수 있을 것이다. 눈은 제대로 작동하기 때문에 당신은 침대에서 화장실 문까지 가는데 어지러운 물건들에 걸려 넘어지지 않고 쉽게 걸어갈 수 있다. 그런데 만일 전구가 나가버린다면 어떨까? 당신은 방에 있는 장애물을 통과해서 제대로 길을 찾을 수 있을까? 아마 그러지 못할 것이다.

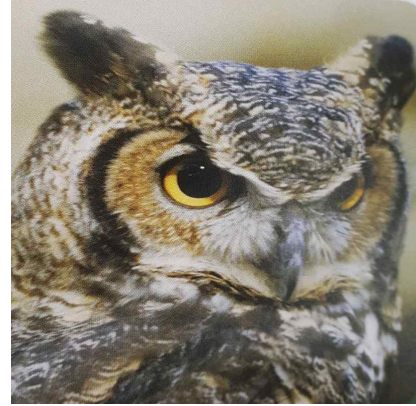
대부분의 동물들(인간을 포함한)은 살고 있는 곳에서 길을 찾는데 빛이 필요하다. 희미한 불빛에서조차 우리는 발을 헛디디거나 무언가에 부딪친다. 그러나 이런 상황은 야행성 동물에게는 해당하지 않는다. 그들은 밤 생활에 특별하게 적응했다. 몇몇의 주행성 동물(낮에 활동하는 동물)들 또한 어둠에 적응했다. 그들은 터널이나 탁한 물과 같이 낮과 밤이 모두 어두운 곳에 살기 때문이다.

동물들은 다양한 방법으로 어둠에 적응해왔다. 어떤 동물들은 굉장히 희미한 불빛 속에서도 볼 수 있는 특별한 눈을 가졌다. 또 어떤 동물들은 귀를 통해 그들이 어디로 가고 있는지를 ‘볼’수 있다. 그리고 또 다른 어떤 동물들은 주변을 감지하기도 하고 그밖에 다른 동물들은 후각과 미각을 이용해 길을 찾는다.

탁월한 눈

부엉! 부엉! 밤에 야외활동을 하고 있는 사람들에게는 익숙한 소리이다. 올빼미는 전 세계 많은 곳에서 흔히 볼 수 있는 야행성 새이다. 다른 야행성 동물과

마찬가지로 그들은 아주 큰 눈을 가지고 있다. 그들의 동공(눈 중앙에 있는 검은색의 빈 공간)은 가능한 한 많은 빛을 받아들이기 위해 특별히 그 크기가 더 크다. 이런 적응은 오직 별과 달, 멀리 떨어져있는 길가의 불빛만이 유일



올빼미들은 밤에도 볼 수 있게 적응한 야행성 동물이다.

한 빛인 야간에 올빼미가 먹이를 발견하고 잡을 수 있게 한다. 올빼미는 빛이 전혀 없는 경우 앞을 보지 못하지만 희미한 빛이 있으면 앞을 꽤 잘 본다. 눈 뒤쪽에는 반사판이라는 세포층이 있는데 눈으로 들어오는 어떤 빛이든 반사하는 역할을 한다. 올빼미는 밤에 인간보다 10배나 더 잘 볼 수 있다.

당신은 고양이에게 불빛을 비추었을 때 그들의 눈이 반짝이는 것을 본적이 있을 것이다. 그것이 바로 반사판이다. 고양이 눈의 반사판도 올빼미의 반사판처럼 희미한 불빛에서도 먹이를 잡을 수 있게 비슷한 방식으로 작동한다. 밤의 사냥꾼들에게는 아주 유용한 능력이다.

소리를 보기

깜깜한 밤에도 박쥐들은 밖에 날아다니고 있는 작은 벌레들을 낚아챌 수 있다. 또한 박쥐들은 칠흑같이 어두운 동굴 속에서 어떤 것에도 부딪히지 않으면서

박쥐들은 길을 찾는데 청각을 이용하는 야행성 동물이다.





박쥐들은 음파탐지를 통해 방향을 잡고 먹이를 찾는다. 그들은 소리를 내고 되돌아오는 메아리를 듣는데 메아리가 주변에 무엇이 있는지를 알려준다.

무리들 사이를 날아다닐 수 있다. ‘박쥐처럼 눈이 멀다’라는 말이 있지만 박쥐들은 전혀 눈이 멀지 않았다. 어떤 박쥐 종들은 아주 잘 보기도 하지만, 박쥐들이라면 모두 어느 정도는 잘 본다. 그러나 대부분의 박쥐들은 눈이 아닌 귀를 이용해 길을 찾는다.

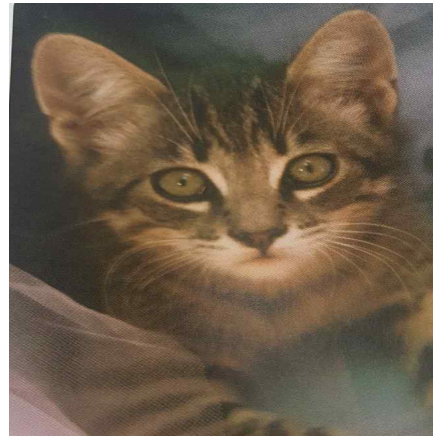
아무 북미 박쥐에게 눈가리개를 씌운다 해도 그들은 완벽하게 길을 찾아갈 것이다. 그러나 그들의 귀나 코 혹은 입을 막는다면 박쥐들은 장애물에 부딪히고 속수무책으로 허둥댈 것이다. 왜냐하면 박쥐들은 방향을 찾기 위해 소리를 내는 것과 듣는 것 모두를 해야 하기 때문이다. 코와 입을 통해 박쥐는 일련의 초음파(인간이 들을 수 있는 소리보다 높은 음)를 내보낸다. 박쥐가 가는 길에 무언가가 있으면 음파는 물체에서 튕겨져 나와 메아리처럼 박쥐에게 되돌아온다. 박쥐의 큰 귀는 이 메아리를 들을 수 있다. 눈 깜짝할 사이에 박쥐는 이 메아리를 이용해 물체의 모양과 얼마나 멀리 떨어져 있는지 어떻게 움직이고 있는지를 파악한다. 박쥐들의 방향 조종 체계는 음파탐지라고 불린다. 박쥐의 음파탐지 체계는 너무나도 효율적이어서 모기처럼 작은 먹이들이 움직이는 위치를 찾을 수도 있고 먹이를 잡을 수 있는 경로를 제시해 준다.

박쥐들만이 음파탐지를 사용하는 유일한 동물이 아니다. 돌고래와 고래들도 어둡고 탁한 물속에서 방향을 찾는데 음파탐지를 이용한다. 이런 해양 동물들은

박쥐와 마찬가지로 장애물과 위험을 피하고 먹이의 위치를 파악하는데 소리를 이용한다. 고래와 돌고래는 딸깍거리는 소리를 낸다. 이 소리 중 일부는 초음파인데 인간은 초음파를 제외한 나머지 소리들을 들을 수 있다.

감지하며 나아가기

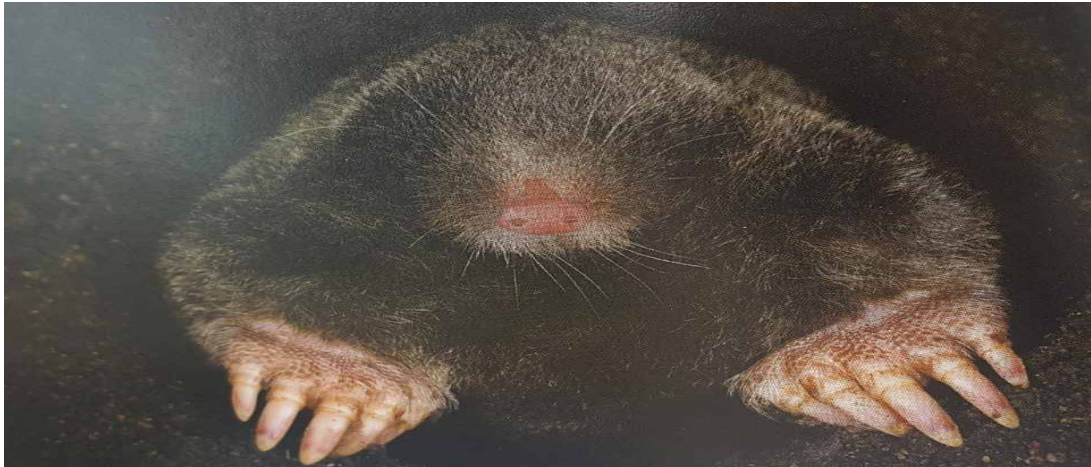
한밤중에 쥐가 부엌을 빠르게 지나갈 때 집고양이는 등불 없이 쥐의 움직임을 쫓을 수 있다. 고양이들은 발바닥에서 느껴지는 진동을 통해 많은 것을 알 수 있기 때문이다. 발바닥에 있는 쿠션 같은 살과 사이사이 나있는 털은 감촉에 민감하다. 즉, 쥐가 오고 가는 것을 감지할 수 있을 정도로 예민하다고 할 수 있다. 또한 고양이는 수염(고양의 윗입술, 턱, 볼, 이마에 있는 길고 딱딱한 털)을 이용해서 근처에 움직이는 모든 물체의 진동을 감지할 수 있다. 고양이가 쥐를 잡으면 수염은 그들을 감싸고 벗어나려고 바둥거리는 움직임을 계속해서 파악한다. 고양이는 또한 어두컴컴한 방에서 수염을 이용해 벽이나 다른 물체에 부딪히는 것을 피하고 자신이 가야할 방향을 감지 할 수 있다.



고양이는 수염을 통해 촉각으로 어둠 속에서 사냥을 하고 움직이는 것을 알 수 있다.

물고기의 수염

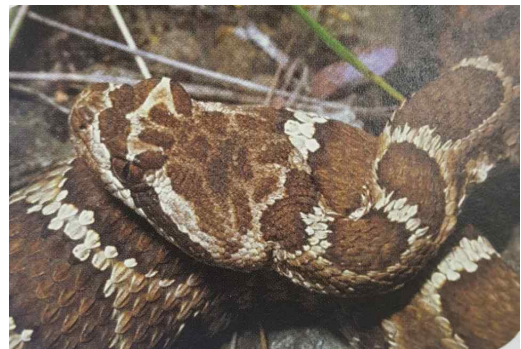
메기가 '캣피시(catfish)'라는 영어 이름을 가지게 된 것은 고양이들의 수염과 많이 닮은 수염이 있기 때문이다. 메기는 수염으로 그들이 사는 흙탕물에서 길을 찾는다. 그러나 그들은 촉각이 아닌 미각을 이용한다. 메기의 수염에는 특별한 세포가 있어 물을 맛을 느끼면서 먹이를 찾는다. 그들은 수염을 좌우로 움직이면서 먹이를 찾는다.



두더지가 어두운 굴속을 떠나고 있다.

두더지는 길을 찾는데 그들의 촉감에 크게 의존한다. 그들은 어두운 굴속에 살고, 땅굴을 파면서 대부분의 시간을 보낸다. 두더지는 장님이나 마찬가지로 털이 없는 분홍색 주둥이에 수천 개의 감각세포가 있어 이 특별한 세포로 움직이는 물체의 진동을 감지한다. 두더지는 진동의 형태에 따라 앞에 맛있는 음식이 있는지 아니면 위험이 도사리고 있는지를 알 수 있다. 두더지의 짧은 꼬리는 예민한 털들로 덮여 있다. 그래서 굴속을 이동할 때 진동을 파악하기 위해 그들은 꼬리로 벽과 천장을 자주 스치며 지나간다.

방울뱀과 같은 대부분의 뱀들은 어둠속에서 먹이들의 체온을 감지해 그들을 찾을 수 있다. 뱀들의 얼굴에는 열을 감지할 수 있는 기관이 있다. 그 기관은 코와 눈 사이에 위치하며 $1/1000^{\circ}$ 만큼의 아주 작은 온도 차이도 감지할 수 있다. 열 감지기관을 통해 뱀의 뇌는 먹이에 대한 흐릿한 이미지를 만들고 그래서 뱀들은 어둠속에서도 먹이들을 찾을 수 있다.



방울뱀은 어둠속에서 먹이를 찾는 게 어렵지 않다. 이들은 밤이고 낮이고 다른 동물들의 열을 감지 할 수 있다.



백상어는 아주 예민한 코를 사용해 먹이를 찾는다.

냄새로 알기

상어는 후각을 이용해 뿌연 바다 속에서 길을 찾을 수 있다. 상어는 주둥이 아래 쪽 두 개의 콧구멍을 통해 냄새를 맡는다. 상어들은 육상 동물들과 달리 콧구멍을 통해 숨을 쉬지 않는다. 상어는 단 하나의 목적을 위해 콧구멍을 사용한다. 바로 먹이를 찾는 일이다.

상어의 후각은 매우 뛰어나서 어린이 풀장을 가득 채울 만큼의 25갤런(95L) 물속에 떨어진 피 한 방울도 알아차릴 수 있다. 그리고 0.25mi(0.4km) 떨어진 거리에 있는 먹잇감의 냄새도 맡을 수 있다.

상어는 주로 그들의 예민한 후각에 의존해서 먹이를 찾는데, 후각은 상어의 다른 감각들과 조화를 이룰 때 최고의 효과를 낸다. 이들은 청각도 예민하고 대부분 시력 또한 좋다. 뿐만 아니라 촉각으로 물속 주위의 움직임을 느끼고 심지어 먹잇감이 내보내는 전기장을 감지하기도 한다.

동굴어류

낮에도 밤에도 칠흑 같은 어둠으로 뒤덮인 동굴에 사는 것을 상상해 보자. 불빛이 없기 때문에 당신의 눈은 아무 쓸모가 없을 것이다. 따라서 물체에 부딪히지 않고 길을 찾기 위해서는 다른 감각들에 의존해야만 한다. 그럼 이제 물속에 이런 동굴이 있다고 생각해 보자.

동굴어류는 미국 남부, 멕시코, 중앙아메리카, 남아메리카의 강과 호수에 있는 수중 동굴에서 산다. 새끼 때는 눈이 달려 있지만 사용하지는 않는다. 왜냐하면 동굴 안은 너무 어두워서 아무것도 보이지 않기 때문이다. 성장을 하면서 그들의 눈은 사라진다. 그래서 성체 동굴어류는 눈이 아예 없다. 그들은 앞을 전혀 볼 수 없지만 길은 꽤 잘 찾는다. 그들은 뛰어난 후각을 이용해 먹이의 위치를 알아낸다. 또한 옆면(측선)에는 진동에 매우 민감한 감각 기관이 있어 진동을 감지해서 물속에서 물체에 부딪히는 것을 피할 수 있다.

과학자들은 동굴어가 새로운 눈을 만들어낼 수 있는지를 알기 위한 실험을 수행했다. 그들은 다른 물고기의 수정체를 동굴어류에게 이식했고 이 눈먼 물고기에서 눈이 만들어지기 시작했다. 과학자들은 이 발견으로 언젠가 의사들이 장님들을 치료할 수 있기를 기대하고 있다.

그림에서 보이는 것과 같이, 성체 동굴어류는 눈이 없다. 이 물고기들은 어두컴컴한 수중 동굴 속에서 살아간다.



제6장 포식자와 피식자

생물 군집에서 각각의 개체들은 다른 개체를 먹거나 다른 개체에게 먹히기도 하는데 어떤 개체들은 먹기도 하고 먹히기도 한다. 식물들은 많은 동물들의 먹이가 된다. 그리고 많은 동물들은 사냥을 하는 동물들(포식자)의 먹이(피식자)가 된다. 이런 관계는 공동체의 건강한 균형을 유지하기 위한 자연의 법칙이다.

만일 포식자가 군집 내의 모든 피식자들을 죽인다면 이것은 단지 피식자들 뿐 아니라 포식자들에게도 나쁜 소식일 것이다. 왜냐하면 미래에 먹을 음식이 하나도 남지 않을 것이기 때문이다. 이런 불균형은 일반적으로 일어나지 않는다. 많은 피식 종들이 그들의 적을 피하는 효과적인 방법을 발전시켜왔기 때문이다. 식물들조차도 굶주린 동물들로부터 자신을 보호하기 위해 특별한 적응을 했다. 그리고 이에 따라 포식자들도 더 나은 사냥꾼 혹은 채집가가 되기 위한 그들만의 적응을 했다.

빠른 동작으로 살아가기

어떤 생물들은 적을 피해 잘 달리거나 잘 뛰거나 수영을 잘하거나 잘 날기 때문에 살아남을 수 있다. 예를 들어 사슴과 영양은 아주 빠른 달리기선수이다.

치타들은 톰슨 가젤보다 빠르게 달릴 수 있다. 그러나 치타들의 추격이 길어지면 가젤들은 치타보다 더 오래 달릴 수 있고 빠르게 코너를 돌 수 있다.



그들은 시속 40마일(64km)로 전력 질주 할 수 있다. 많은 물고기와 새들 또한 빠른 속력으로 날 수 있다.

독수리는 급강하해서 물속의 물고기를 잡는다.

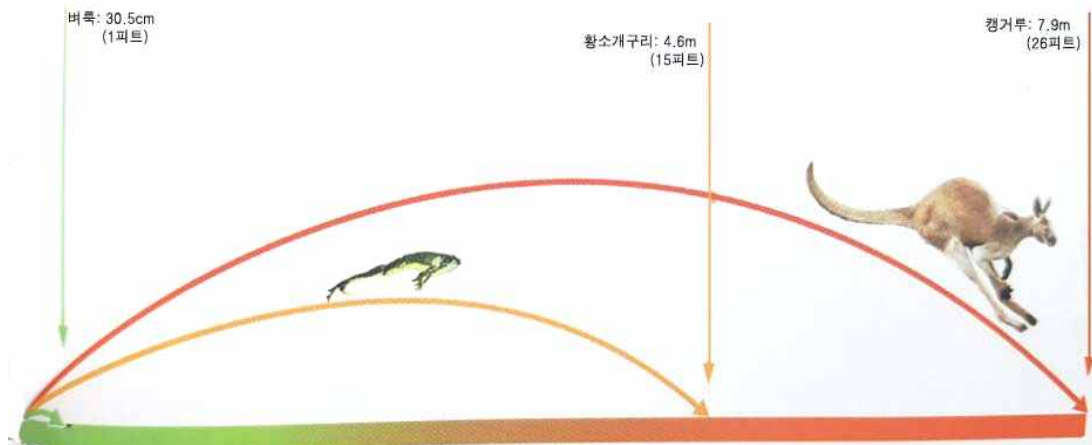


그러나 속력만으로 충분하지 않을 때가 종종 있다. 어떤 포식자들은 날쌔 피식자들보다 훨씬 더 빠르게 달리기도 한다. 과학자들이 치타의 속력을 재본 결과, 시속 70마일(113km)로 측정되었고 이는 영양과 그들이 사냥하는 다른 먹잇감보다 훨씬 빠른 속력이었다. 고래와 상어는 시속 25마일(40km)로 수영할 수 있는데 이는 피라미, 농어, 다른 작은 물고기들보다 2배나 빠른 속력이다. 독수리와 매는 시속 100마일(161km)보다 더 빠르게 날 수 있다.

따라서 포식자로부터 도망쳐 살아남아야 하는 동물들은 속력 그 이상의 것이 필요하다. 어떤 피식 동물들은 빠를 뿐만 아니라 영리하다. 그들은 도망칠 때 재빠르게 몸을 피하고 쏜살같이 달린다. 여우에게 쫓기고 있는 토끼는 여우를 혼란스럽게 하기 위해 지그재그로 달린다. 피라미는 큰 물고기의 턱을 피하기 위해 지그재그로 헤엄친다.

벼룩, 개구리, 캥거루 모두 적들에게서 달아나기 위해 도약 한다.

도약하는 동물들



벼룩, 개구리, 캥거루와 같은 몇몇 동물들은 높고 빠르게 공중으로 뛰어올라 적들을 피할 수 있다. 이런 동물들은 잘 뛰어오르기 위한 특별한 적응을 했다. 그래서 그들은 앞다리 보다 더 길고 튼튼한 뒷다리를 가지게 되었다.

생존을 위해 뛰어오르다

캥거루는 한 번의 도약으로 28피트(7.9m)까지 올라갈 수 있다. 이는 캥거루의 키의 5배나 되는 높이이다. 황소개구리는 약 15피트(4.8m)까지 뛰어 오를 수 있는데 이는 몸길이의 약 3배나 되는 높이이다. 작은 벼룩은 공중으로 1피트(30.5cm)를 뛰어 오를 수 있다. 그렇게 높이 뛰는 것처럼 보이지 않지만 이 높이는 벼룩의 몸길이의 200배에 해당한다.

숨어서 살아가기

어떤 피식자들은 포식자로부터 도망치기 위해 은신처를 이용한다. 토끼나 프레리도그는 땅굴 속에서 안전하게 있을 수 있다. 쥐를 비롯한 다른 작은 설치류들은 키가 큰 풀 속으로 피신한다. 그러나 어떤 포식자들 또한 이와 같은 방법의 속임수를 이용한다. 예를 들어, 퓨마는 먹이가 가까이 다가올 때까지 키가 큰 풀들 속에 몸을 숨긴다. 그리고 눈에 띄지 않게 풀숲을 살금살금 기어가 먹잇감에게 달려들 준비를 한다. 먹잇감들이 무슨 일이 일어나고 있는지 알아차렸을 때는 이미 늦었다.

어떤 동물들은 몸에 은신처를 가지고 있다. 예를 들어 거북이는 두 개의 딱딱한 껍질이 갑옷처럼 몸을 감싸고 있다. 보통 머리, 다리, 꼬리는 등껍질과 배껍질 사이에 튀어나와 있다. 그러나 위험을 느끼면 머리 다리 꼬리 모두 껍질 안으로 집어넣는다. 그래서 대부분의 포식자들은 잡아먹는 것을 포기하고 가버린다. 고슴도치는 불안하거나 무서우면 몸을 작은 공 모양으로 만든다. 그러면 고슴도치의 날카로운 가시가 모든 방향으로 서게 된다. 이 자세를 하고 있는 고슴도치는 만지면 매우 아프기 때문에 많은 포식자들은 그들을 건드리지 않는다.

갑옷을 입고 있는 다른 동물들은 조개, 굴, 가리비와 같은 쌍각류이다. 쌍각류

는 매우 단단한 근육으로 연결되어 있는 두 개의 껍데기를 가지고 있다. 이들은 껍데기를 '탁'달고 입을 꼭 다물고 있어서 아무리 힘센 사람도 잡아 열수 없다.

공격을 받는 조개류

어떤 포식자들은 어떻게 해서든지 쌍각류 조개들을 먹으려고 한다. 불가사리는 팔 아래 있는 빨판을 이용해 쌍각류 조개의 껍데기를 연다. 두 껍데기 사이에 작은 틈이 생기면 곧바로 위를 꺼내 틈사이로 밀어 넣는다. 껍데기 속에서 바로 조개를 소화시키고 나면 다시 위를 몸속으로 집어넣는다.

검은머리물떼새는 부리가 길고 날씬하다. 굴 껍데기를 깔 때 이들은 부리를 껍데기 사이로 집어넣는다. 그리고 가위처럼 생긴 부리를 이용해 빠르게 굴의 근육을 잘라 굴이 껍데기를 닫을 수 없게 만든다.

해달 또한 쌍각류 조개를 먹는다. 이 포유류는 평평한 돌과 같은 도구를 이용해 굴이나 조개를 연다. 수달은 등을 대고 물위를 떠다니는데 배위에는 돌을 올려놓는다. 그리고 그 돌로 조개를 쳐서 껍데기를 깬다.

묻혀서 살아가기

많은 동물들은 위장이라는 적응을 통해 포식자로부터 숨거나 먹잇감을 더 효과적으로 사냥한다. 위장을 하는 동물들의 모피, 깃털, 피부색은 서식지 환경과 잘 어우러진다. 예를 들어 사막 동물들은 연갈색이나 황갈색을 띤다. 그래서 그들은 모래나 돌로 뒤덮인 풍경과 잘 섞일 수 있다. 얼룩말이나 호랑이의 줄무늬는 높게 자란 풀 숲 속에서 그들을 발견하기 어렵게 만든다. 어린 사슴이나 표범의 점은 잎이 무성한 나무 틈 사이로 들어오는 햇빛이 만드는 양지와 음지의 얼룩무늬와 구분하기 어렵다.

북극에 사는 많은 동물들은 계절에 따라 서식지의 색이 변할 때 그들의 몸 색 또한 바꾼다. 예를 들어, 뇌조라는 새는 여름에는 갈색 또는 황토색 깃털을 가지



이 사자는 풀 속에 섞여 얼룩말에게 달려들 때를 기다리고 있다.

지만 겨울이 되면 깃털이 하얀색으로 변해 포식자의 눈에 띄지 않고 눈 속에 숨어 있을 수 있다. 북극 여우 또한 계절마다 색을 바꾼다. 여름에 여우의 외피는 회갈색이지만 겨울이 되면 흰색으로 변한다. 눈 덮인 환경에서 여우의 하얀색 털은 그들이 먹잇감에게 몰래 다가갈 수 있게 한다.

많은 곤충과 거미들도 위장술을 사용한다. 대벌레는 나뭇가지처럼 생겼다. 그리고 가랑잎 벌레는 나뭇잎처럼 생겼다. 나무위에 앉아있는 나방과 나비는 나무껍질이나 오래된 잎처럼 보인다. 게거미는 자신이 앉을 꽃들의 색과 같은 색으로 몸의 색을 바꿀 수 있다. 만일 꽃이 노란색이면 거미 또한 노란색이 된다. 그렇게 거미는 포식자이자 피식자로서 위장 기술을 사용한다.

이 게거미는 자신이 앉아 있는 꽃잎의 색깔로 몸의 색을 바꿨다. 거미의 위장은 포식자로부터 몸을 보호할 뿐만 아니라 우연히 날아드는 맛있는 곤충을 기다리는 동안 눈에 띄지 않게 숨겨준다.



위장을 하는 동물들의 행동은 이런 동물들의 적응을 더욱 효과적이게 만들었다. 위장을 하는 동물들은 보통 가만히 같은 자리에서 많은 시간을 보낸다. 예를 들어 녹색 메뚜기는 뛰기 전까지는 녹색 풀잎들 사이에서 발견하기가 아주 어렵다. 새끼사슴은 어미 사슴이 풀이나 관목을 먹으러 나가있는 동안 그늘진 곳에서 몸을 동그랗게 말고 “얼어붙어있다.”

변신의 귀재

카멜레온은 위장술의 대가이다. 이들은 연두색, 밝은 녹색, 노란색, 오렌지색, 빨간색, 검정색, 때로는 파란색으로까지 다양한 색으로 변할 수 있다. 몸 색의 변화는 그들이 주변 환경과 잘 섞일 수 있게 한다. 그러나 그들은 종종 체온을 조절하고, 빛과 어둠에 반응하고, 마음상태를 나타내고, 짝을 유혹할 때도 몸 색을 바꾼다.



그림의 카멜레온은 잎의 색과 같게 몸의 색을 바꿨다. 카멜레온은 주변 환경에 맞게 다양한 색으로 변할 수 있다.

독이든 식사

남아메리카와 중앙아메리카 열대우림에 사는 화려한 빛깔의 개구리는 뛰어다니는 광고판이다. 그들의 색은 말한다. “날 먹지마세요, 난 독이 들어 있어요!” 콜롬비아의 독화살 개구리와 같은 종들은 치명적인 독을 만든다. 그러나 그 외에 다른 열대 개구리들은 부끄러움이 많고 방어력이 없는 생

물들이었다. 그들은 개미들을 먹으면서 화학 무기를 얻게 되었다. 개미는 알칼로이드라는 독을 이용해 자신을 보호하고 먹이를 사냥한다. 개구리는 특별한 피부샘에 개미의 알칼로이드를 저장해 놓는다. 이곳에 저장된 독은 개구리를 영향을 끼치지 못한다. 개구리가 더 많은 개미를 잡아먹을 수록 개구리들은 더욱 독성이 강해진다. 과학자들은 개미가 개구리 먹이의 약 3/4를 차지한다는 사실을 알아냈다. 즉. 개구리들은 매일 수백 마리의 개미들을 먹는다.

화학무기

어떤 벌레들은 자신을 보호하기 위해 화학무기를 사용한다. 이런 벌레들은 종종 밝은 색을 띄거나, 선명한 무늬를 가지거나, 또는 독한 냄새를 풍긴다. 불나방, 황제 나비, 무당벌레들은 독을 가지고 있다는 사실을 알리기 위해 위의 세 가지 방법을 모두 사용한다. 이들의 몸은 아주 맛이 없는 화학물질로 덮여 있는데 이 물질은 포식자를 병들게 하거나 심지어 죽음에 까지 이르게 할 수 있다. 동물들은 이런 색과 무늬를 가지고 냄새를 풍기는 종들을 먹으면 안 되는 것을 빠르게 학습한다.

노래기는 그들의 독성을 알리지는 않지만 그들이 독을 사용한다는 사실은 분명하다. 다양한 종류의 노래기는 저마다의 화학물질들을 만들어 적들에게 사용한다. 어떤 노래기는 장뇌를 만든다. 장뇌는 쯤약과 방충제로 사용하는 물질과 동일한 화학물질이다. 또 어떤 노래기는 자신을 공격하는 동물들이 그것을 먹었을 때 잠들게 만드는 물질을 생산한다. 이런 적응은 그들의 목숨을 살려줄 수는 없지만 이웃의 생존을 돕는다. 그 외 다른 노래기들은 아주 적은 양의 독가스를 만든다. 이 독가스는 불개미와 같은 작은 포식자들이 다가오지 못하게 한다. 어떤 열대 노래기는 냄새 나는 화학물질을 새, 포유류, 도마뱀과 같이 몸집이 큰 동물들을 향해 5피트(1.5m) 떨어진 곳까지 뿌릴 수 있다.

스컹크는 화학무기를 사용하는 것으로 유명한 동물이다. 스킨크의 검정과 흰색 털은 일반적으로 포식자들에게 떨어져 있으라는 경고 역할을 한다. 그러나 어떤

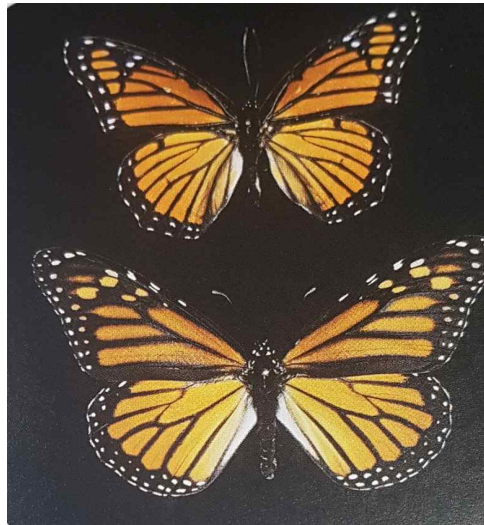
동물이 그들을 위협한다 해도 달아날 필요가 없다. 대신 꼬리를 들어 올리고



영덩이를 포식자를 향해 놓고 지독한 냄새를 풍기는 화학물질을 분사한다. 이 물질은 스컹크가 떠난 이후에도 오랫동안 남아있다. 그들은 단 한 번의 마주침만으로도 스컹크를 건드리면 안 된다는 사실을 배울 수 있다.

이 스컹크는 지독한 냄새를 풍기는 화학물질을 적에게 뿌리기 위해 꼬리를 들어 올렸다.

어떤 생물은 적들을 속이기 위해 의태를 사용한다. 의태동물들은 위험하지 않은 동물들로, 포식자들이 위험하다고 느끼는 생물과 비슷한 생김새를 가졌다. 예를 들어 오렌지색과 검은색의 날개 무늬를 가진 두 종류의 나비들은 맛이 너무 없어서 어떤 새들도 먹으려 하지 않는다. 그러나 오렌지와 검은색 무늬를 가진 다른 나비들은 맛이 나쁘지 않다. 새들은 보통 오렌지와 검은색 무늬를 갖는 모든 나비들을 내버려 둔다. 그들은 맛있는 나비와 맛없는 나비를 구분할 수 없기 때문이다. 호랑나비 유충 또한 살아 남기 위해 의태를 사용하는데, 이들은 독을 가진 뱀을 흉내 낸다. 애벌레의 머리 뒷부분에 있는 두 개의 눈알 무늬는 마치 뱀의 머리처럼 보인다. 뱀이 공격을 시도하듯이 그들은 이 “머리”를 앞뒤로 흔들어서 포식자들을 겁주어 쫓아버린다.



이 바이스로이나비(위)는 맛이 없는 제왕나비(아래)의 색을 흉내 낸다. 제왕나비가 많이 서식하지 않는 지역에서 바이스로이나비는 여왕얼룩나비와 같은 맛이 없는 다른 종의 나비와 유사한 모습을 하고 있다.

식물들의 방어

많은 동물들과 달리, 식물들은 적들로부터 달아나거나 숨지 못하지만, 그렇다고 해서 방어능력이 없는 것은 아니다. 예를 들어 장미 줄기의 뾰족한 가시와 선인장의 가시 털은 식물들을 잘 지켜준다. 전나무, 소나무와 같이 많은 침엽수들은 바늘처럼 생긴 잎을 가지고 있어 대부분의 동물들은 이런 나무들을 먹고 싶어 하지 않는다. 썩기풀 식물의 잎은 주사기 같은 털들로 덮여 있다. 동물이 잎을 건들면 이 털은 부러지면서 피부 속으로 화학물질을 주입시키고 염증과 부종을 일으킨다.

많은 식물들은 그들을 먹으려는 굶주린 동물들을 단념시킬 수 있는 아주 맛있는 화학물질을 만든다. 예를 들어 미나리아재비는 초식동물들이 아주 맛있어 할 태양빛처럼 빛나는 노란색 꽃을 피운다. 그러나 소와 말은 미나리아재비를 잘 먹지 않는다. 왜냐하면 이들은 미나리아재비가 전혀 맛이 없다는 사실을 경험을 통해 알고 있기 때문이다. 미나리아재비는 아주 쓴 즙이 나오고 많은 양을 섭취할 경우 중독될 수 있다.

건드리지 말라

만일 여러분이 덩굴 옷나무 또는 포이즌오크와 같은 염증을 일으키는 식물을 피하고 싶다면 *세잎식물은 건드리 마라*라는 속담을 따르면 좋다. 잎자루에 세 개의 잎이 달린 이 식물은 알레르기가 있는 사람들이 식물을 만졌을 때 가려움, 피부통증, 발진등을 일으킬 수 있는 화학물질을 포함하고 있다. 포이즌 수마크는 줄기하나에 7~13개의 작은 잎이 달려 있고 덩굴옷나무와 포이즌 오크와 마찬가지로 가려움증을 일으킨다. 대부분의 사람들은 이와 같은 식물들에 알레르기 반응을 보인다. 그러나 많은 동물들은 염증반응을 일으키지 않는데 털, 깃털, 비늘이 그들의 피부를 보호해주고 있기 때문이다. 사람들은 덩굴 옷나무, 포이즌 오크, 수마크에 닿았던 동물들을 만지고 나면 피부자극성 물질을 느끼고 반응할 수 있다.

빨간 잎의 포인세티아는 많은 사람들이 크리스마스 장식으로 사용하는 식물이다. 이 식물은 예쁘지만 섭취할 경우 그 어떤 생물이라도 병들게 만들 수 있는 쓴 화학물질을 가지고 있다. 다행이도 포인세티아 잎은 너무 맛이 없어서 소수의 동물들만 한입 이상 베어 문다.

금낭화는 긴 꽃줄기와 양치류 비슷한 잎을 가지고 있다. 금낭화는 분홍빛이 도는 보라색 심장모양의 꽃을 피운다. 이 아름다운 식물은 식물을 잡아먹는 동물들로부터 스스로를 방어할 수 있기 때문에 정원에 심기 아주 좋다.

어떤 식물은 포식자이기도 하다. 이들은 함정을 설치해 벌레들과 작은 동물들을 잡아먹는다. 예를 들어 파리지옥은 두 개의 잎이 경첩모양으로 달려있다. 각각의 잎에는 곤충들이 닿으면 뺨뺨해지는 감각모가 있다. 곤충이 2개의 감각모를 건드리면 (혹은 하나를 2번 이상 건드리면) 두 갈래의 잎은 닫히고 그들은 갇히게 된다. 식물이 먹잇감을 완전히 소화할 때까지 두 잎은 단단히 닫혀 있다.

제7장 인간의 적응

인간은 지구상의 거의 모든 장소에서 살 수 있다. 심지어 남극에서도 살 수 있다. 그러나 실제로 그 누구도 남극에서 영원토록 살수는 없다. 그렇다 할지라도 남극의 여름 평균 인구수는 약 3,500명이고 겨울 평균 인구수는 1,500명이나 된다. 이곳에 사는 대부분의 사람들은 연구를 하는 과학자들이다. 그들은 음식, 쉴 수 있는 곳, 따뜻한 옷, 남극의 추위와 가혹한 환경에서 살아남는데 필요한 모든 것들이 갖춰진 기지에서 산다. 그리고 그 수는 40개나 된다.

한두 군데의 서식지에서만 생존할 수 있는 대부분의 동물과는 달리 인간은 다양한 조건에서 살아갈 수 있다. 인간의 몸은 다양하고 많은 서식지에서 생존할 수 있도록 매우 유용한 적응을 했다. 일련의 조정과정을 통해 우리의 뇌는 인간이 특정한 환경에서 어떻게 편안하게 살 수 있을지를 알아낸다. 또한 우리의 몸은 대사과정을 살짝 바꿔 새로운 환경에서 효율적으로 작동할 수 있도록 나머지 작업을 수행한다. 예를 들어 차가운 북 알래스카지역에서 살고 있는 가족이 고온다습한 플로리다로 이사하기로 결정한다면, 그들의 몸은 시간이 흐르면서 점점 새로운 환경에 적응할 것이다. 기온이 60°F(16°C)까지 내려간 플로리다에서 처음에 그들은 반바지와 티셔츠를 입고 돌아다닐 것이다. 두꺼운 재킷을 입은 이웃사람은 그들을 이상하게 쳐다볼지도 모른다. 그러나 결국 몸은 플로리다 기후에 적응 할 것이고 아무리 알래스카 토박이라 할지라도 기온에 따라 몸이 반응하게 될 것이다.

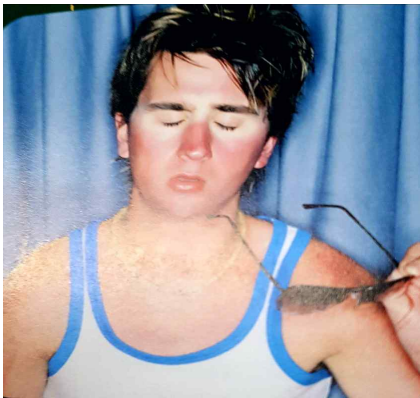
몇몇 인간 집단은 환경에 따른 독특한 신체 적응을 했다. 이들은 강한 햇빛, 혹한과 폭염, 높은 고도에서 살아남을 수 있는 각각의 유전 형질을 가지고 있다. 그러면서도 공통적으로 모든 인간은 음식을 다양하게 섭취할 수 있게 적응했다.

햇빛과 피부

지구상 비슷한 지역에 사는 사람들은 비슷한 피부색을 가지고 있는 경우가 많다. 예를 들어, 적도 근방의 나라(아프리카의 케냐, 남아메리카의 에콰도르, 아시아의 인도네시아)의 토착민들은 일반적으로 피부색이 어둡다. 노르웨이, 스웨덴, 아이슬란드, 그 외 최북단에 위치한 나라의 토착민들은 피부색이 밝다.

알고 있나요?

주근깨는 주변세포보다 더 많은 멜라닌을 가지고 있는 피부 세포들이 집중적으로 모여 있어 나타난다. 주근깨가 생기기 쉬운 사람의 경우, 피부가 햇빛에 노출되면 주근깨가 더 많이 생기고 기존에 있던 주근깨는 더 검게 변한다.



이 젊은 청년은 너무 오랫동안 햇빛 아래 있어서 얼굴과 팔에 화상을 입었다.

열대지역에 사는 사람들이 피부색이 어두운 이유는 멜라닌이라는 어두운 색을 띠는 색소 때문이다. 어두운 피부는 밝은 피부보다 더 많은 양의 멜라닌을 포함하고 있다. 멜라닌은 화상 및 피부암을 일으킬 수 있는 햇빛 속 유해한 광선으로부터 피부를 보호한다. 햇빛은 적도근처에서 더 밝고 뜨겁다. 어두운 피부는 이와 같은 환경에 대한 적응의 결과이다. 과학자들은 인류가 적도 아프리카에서 최초로 진화했다고 생각한다. 유인원과 닮은 조상이 가지고 있던 검은색 털은 사라졌지만 어두운 피부는 그대로 남아 있어 강한 햇빛으로부터 보호해 주었다. 그리고 인류는 점점 세계의 각지로 퍼져나갔다.

피부가 어두운 사람들은 기온이 낮은 최북단과 적도 이남지역에서 불리하다. 비타민D는 뼈를 형성하고 튼튼하게 만드는 매우 중요한 비타민으로, 사람이 햇빛을 받으면 피부에서 합성된다. 적도의 밝은 태양빛 아래에서는 충분한 양의 햇빛이 어두운 피부 속 멜라닌 '방패'층에 닿아 필요한 비타민D를 합성한다. 그러나 열대지역을 제외한 지역에서 햇빛은 그다지 세지 않다. 그래서 사람들은

몸의 대부분을 옷으로 가리고 체온을 높인다. 그러나 이 경우, 어두운 피부색의 사람들은 튼튼한 뼈를 만들기 위한 충분한 양의 비타민D를 합성할 수 없을 것이다. 그래서 그들의 뼈는 휘거나 꺾어지기 쉽다.

기온이 낮은 환경으로 이주한 초기 인류의 후손은 햇빛이 약한 환경에 생존하기 위해 다른 형태의 적응 과정을 거쳤다. 즉, 그들은 밝은 피부를 갖게 되었다. 수세대에 걸쳐서 일어난 돌연변이로 더 적은 양의 멜라닌을 생성하는 피부를 가진 사람들이 등장했고 자연 선택에 의해 그들은 개체군 내로 확산되었다. 과학자들은 이 과정이 약 만년에 걸쳐 일어났다고 생각한다.

위장술의 일종

사람의 피부색을 어둡게 만드는 화학물질인 멜라닌은 카멜레온과 그 외 다른 동물의 피부색 변화에도 영향을 미친다. 초기 인류조상의 어두운 피부는 강한 적도의 햇빛에서 스스로를 보호할 뿐만 아니라 위장에도 도움이 됐다. 어두운 색은 동물들을 발견하기 어렵게 만들어 그들이 생존할 수 있게 도와준다. 따라서 인류가 옷을 입기 전의 시대에는 어두운 피부색이 사자와 같은 거대한 포식자들로부터 인류를 보호해 주었을 뿐만 아니라 사냥을 할 때에도 그들의 모습을 가려 주었을 것이다.

밝은 피부색을 가진 사람들이 햇빛이 아주 밝고 강한 지역을 방문하거나 그곳으로 이주한다면 어떤 일이 일어날까? 대부분의 사람들은 이런 변화에 어느 정도 적응할 수 있다. 햇빛을 많이 받으면 피부는 더 많은 멜라닌을 만들어내고 피부색은 점점 어두워진다.(그러나 일반적으로 밝은 피부색의 사람들은 원래 어두운 피부를 가진 사람만큼 검어지지 않는다.) 사람들은 햇빛으로 인한 손상으로부터 피부를 보호하기 위해 선크림을 바르거나 밝은 색의 옷을 입는다.

더위와 추위

피부색을 다르게 하는 것만이 다양한 기후에 적응하는 방법은 아니다. 예를 들어, 열대지역에 사는 사람들은 추운기후에 사는 사람들 보다 단위체중 1파운드

(kg)당 더 넓은 체표면적을 갖는다. 생물들이 과도한 열을 없애는 방법 중 하나는 체표면의 열을 외부 환경으로 내보내는 것이다. 땀을 흘리는 것(피부의 미세한 구멍에서 물을 흘려보내는 것)은 몇몇 동물들(인간포함)이 체온을 내리는 방법 중 하나이다. 땀은 증발(공기 중의 수증기가 되는 것)하면서 열을 빼앗아간다. 개와 같이 땀을 흘리지 않는 동물들은 혈떡임을 통해 과도한 열을 없앤다. 그러나 땀 흘리기와 혈떡임 모두 동물들에게서 소중한 수분을 빼앗는다. 더운 기후에 적응한 사람들은 대개 아주 효율적인 냉각체계를 가지고 있다. 상대적으로 넓은 체표면적은 땀을 흘리지 않아도, 더운 날씨에 적응하지 못한 사람들보다 더 많은 열을 밖으로 내보낸다.

추운 지역의 사람들은 열대지역 사람들과는 다르게 적응했다. 예를 들어 알래스카와 캐나다 북부의 이누이트(이전에는 에스키모로 알려졌음)는 따뜻한 기후에서 사는 사람들보다 더 효율적으로 손과 발로 피를 보내는 순환 체계를 갖는다. 이런 적응을 거치지 않은 사람들은 극도의 추위에 노출 되면 손과 발이 얼어버릴 것이다. 이누이트들의 전통적인 식단은 이런 적응의 효과를 더욱 높인다. 식단은 주로 연어, 고등어, 참치, 정어리와 같이 지방이 많은 생선들이 포함된다. 이런 고열량 음식은 몸이 추가적인 열을 생산할 수 있게 연료를 공급해 준다. 또한 생선 기름은 혈액이 잘 순환되게 한다.

이누이트 가족들이 북부 캐나다의 이글루 안에 앉아 있다. 이들의 몸은 추운 기후에 적응했지만 이들도 두꺼운 외투와 털 부츠가 필요하다.



보통의 인간은 더위와 추위에 적응할 수 있는 제한된 능력을 가지고 있을 뿐이다. 그들은 더 혹독한 환경에서도 두꺼운 옷, 전기장판과 같은 인공적인 도구를 이용해 살아남을 수 있다.

충분한 산소를 얻기

지구가 최초로 형성되었을 때 대기 중에 산소는 존재하지 않았다. 초기의 생물은 산소를 이용해 호흡할 필요가 없었다. 대신 그들은 다른 화학 반응을 이용해 에너지를 얻었다. 식물처럼 생긴 생물이 최초로 광합성을 통해 양분과 에너지를 얻으면서 적은 양의 산소를 외부로 방출하기 시작했다. 수백 년이 흐르고, 식물과 유사한 생물이 증식하면서 대기 중의 산소가 늘어났다. 지구에 살고 있는 다른 생물들은 살아남기 위해 변해버린 환경에 적응해야 해야만 했다. 일부 생물들에게 산소는 독이 되었지만 그 외 생물은 산소를 이용하는 방법을 개발했다. 그리고 산소는 지구상 모든 생물들에게 필수적인 물질이 되었다.

산소는 해발 약 60마일(97km)까지 대기의 21%를 차지한다. 이 높이는 지구에서 가장 높은 산보다도 높고 비행기들이 나는 위치보다도 높다. 그러나 고도가 높아지면 높아질수록 공기층은 얇아진다.(전체적으로 공기가 부족하다.) 그래서 더 위로 올라갈수록 숨을 쉴 때 더 적은 양의 산소를 마시게 된다.

오랫동안 고도가 높은 지역에서 살아온 인간 개체군은 적은양의 산소로도 호흡할 수 있게 적응했다. 고산지대 사람들의 가슴은 보통사람보다 넓어 폐활량이 좋고 혈액의 적혈구 농도도 보통사람보다 높아서 더 많은 산소를 운반할 수 있다.

덴버와 콜로라도(해발 5,280피트 또는 1,609m) 또는 보고타와 콜롬비아(8,661피트 또는 2,640m)와 같이 고도가 높은 지역을 방문하는 사람들은 숨이 벅차오를 것이다. 등산가들은 종종 산소탱크를 가져가야만 한다. 그러나 11,975피트(3,650m)에 사는 티베트 라사의 원주민들은 그럴 필요가 없다. 안데스 원주민들은 심지어 더 높은 곳에 산다. 그들은 해발 16,500피트(5,029m)의 지역에서도

알고 있나요?
인간의 뇌세포는 약 4분 동안 산소 공급을 받지 못하면 죽는다.



이 네팔의 셰르파 남성들은 관광객들을 안내하기 위해 산에서 훈련을 받는다. 셰르파족은 높은 고도 환경에 적응한 신체능력 뿐만 아니라 등산을 잘하기로 유명하다.

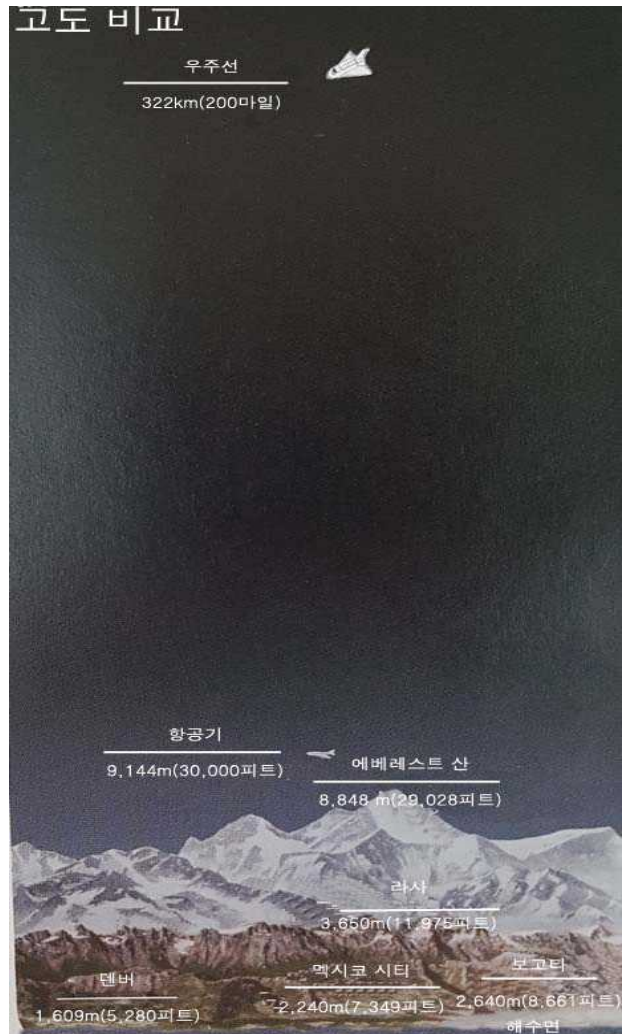
살아간다. 네팔의 셰르파족 가이드는 해발 29,028피트(8,848m)높이의 에베레스트 산꼭대기에 올라가면서도 산소병이 따로 필요 없다.

불공정한 올림픽?

1968년 올림픽은 해발 7,349피트(2,240m)인 멕시코시티에서 열렸다. 해수면과 가까운 국가 출신 선수들은 경기 전에 높은 고도에서 훈련이 허용되지 않았기 때문에 그들이 불이익을 받았다고 불평했다. 높은 고도에서 몇 주가 지나면, 사람 몸속의 산소를 운반하는 적혈구의 수가 거의 두 배로 늘어난다. 그러나 선수들은 멕시코시티에 약 2주 밖에 있지 않았다. 반면 고도가 높은 지역에서 온 선수들은 고향에서 훈련을 할 수 있었고 이들은 평생 동안 낮은 산소 농도에서 적응하며 살아온 사람들이었다.

비행기는 가장 높은 산보다 더 높은 곳에서 날 수 있다. 비행기의 여압실은 날고 있는 장소의 공기 보다 훨씬 더 많은 공기를 압축해서 담고 있다. 비행기에는 산소마스크가 구비되어 있는데 이는 비행기가 손상되어 기압이 떨어질 경우를 대비한 것이다. 이 마스크는 안전에 있어 매우 중요하다. 5,000피트(1,524m) 높이에서 압력을 받지 않는 비행기 안의 조종사는 빠른 결정을 내리기 어려워진다. 그리고 높은 고도에서 조종사는 의식을 잃을 수 있다.

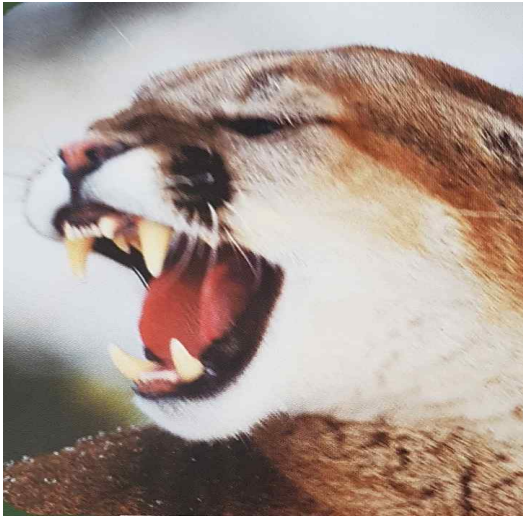
인간은 아주 높은 고도로 올라가거나 날아갈 수 있다. 그러나 일반적으로 사람들은 얇은 공기층에 적응하고 생존에 필요한 산소를 공급해주는 도구를 이용하는데 시간이 필요하다.



우주비행사는 산소가 전혀 없는 지구 대기권 밖을 비행한다. 비행기와 같이 우주선은 여압상태이고 그들만의 공기 공급 장비를 가지고 있다. 우주비행사는 우주선 밖을 수리를 할 때 여압복을 입는다. 우주비행사는 에어록(한쪽은 우주선 밖으로 통하고 다른 한쪽은 우주선 실내로 이어지는 완전히 밀폐된 문이 있는 작은 공간)을 이용해 우주선 내 공기가 빠져나가지 않게 한다.

그 동물이 먹는 것을 보면 그 동물을 알 수 있다

포유동물들의 이빨을 보면 그들이 무엇을 먹고 사는지 알 수 있다. 포유동물 중 일부는 육식동물로 주로 고기를 먹는다. 또 다른 일부는 초식동물로 주로 식물을 먹는다. 그 외는 잡식동물로 고기와 식물 모두를 먹는다. 고양이, 개와



이 푸마와 같은 육식동물들은 날카로운 송곳니가 있어 먹이를 찌르고 물어뜯을 수 있다.

같은 육식동물들은 길고 뾰족한 송곳니를 가지고 있다. 송곳니는 먹잇감을 찌르고 물어뜯는, 칼과 같은 역할을 한다. 그들은 어금니 또한 뾰족해서 먹이를 찢거나 뼈를 씹어 먹을 수 있다. 육식동물은 상대적으로 앞니가 작다. 그들은 음식을 먹을 때 앞니를 사용하지 않기 때문이다. 실제로 육식동물들은 음식을 씹지 않는다. 그들은 음식물을 덩어리째 베어 물고 삼킨다.

말, 토끼 같은 초식동물들은 크고 잘 발달된 앞니(문치)가 있다. 이 이빨은 넓고 평평하며 끝이 날카롭다. 초식 동물들은 앞니를 가위처럼 사용해 식물의 잎이나 줄기를 자르거나 뿌리나 과일을 베어 문다.(양, 소, 염소와 같은 초식동물의 경우 상악문치 대신 딱딱한 판이 있다.) 초식동물의 어금니는 크고 넓어 곡식과 식물을 씹어 으깬 수 있다. 초식동물은 송곳니가 없고 앞니와 어금니 사이에 빈 공간만 있다.

말, 토끼 같은 초식동물들은 크고 잘 발달된 앞니(문치)가 있다. 이 이빨

잡식동물은 모든 종류의 음식을 먹을 수 있게 모든 종류의 이빨을 가지고 있다. 초식동물과 마찬가지로, 이들은 음식을 자를 수 있는 문치와 으깬 수 있는 큰 어금니가 있다. 그들의 송곳니는 육식동물만큼 크지 않지만 뾰족해서 음식을 찢는데 유용하다. 각각의 목적에 맞는 완전한 한 세트의 이빨은 우리에게도 친숙하다. 우리는 매일 거울 속에서 이런 형태의 이빨을 볼 수 있다. 우리는 잡식동물이기 때문이다.

식습관에 따른 적응은 특화된 이빨뿐만이 아니다. 우리의 소화계 또한 우리가 먹는 음식에 맞게 발달했다. 채소는 소화가 잘 되지 않아 초식동물들은 일반적으로 소화시키는데 충분한 시간을 확보하기 위해 긴 장을 가지고 있다. 소와 같은 일부 초식동물들은 음식물을 잘게 부술 수 있게 위를 여러 개 가지고 있다. 그들은 일부 소화된 음식물을 되새김질(트림)해 다시 씹는다. 고기는 채소보다 더 소화가 잘 된다. 그래서 육식동물들은 보통 초식동물보다 장이 더 짧다. 잡식

동물은 고기와 채소 모두를 먹기 때문에 중간 길이의 장을 갖는다.

잡식동물인 우리는 특정 음식만 먹는 동물보다 더 큰 장점을 지닌다. 만일 어떤 종류의 음식이 부족하게 되면 우리는 넉넉하게 있는 다른 음식을 먹고 살아가면 된다. 특정 종류의 식사만 하는 것은 동물들의 생존을 위협할 수 있다. 예를 들어 호주의 코알라는 주로 유칼립투스의 순과 잎을 먹으며 산다. 야생



코알라는 물을 거의 마시지 않는다. 그들은 필요한 수분을 유칼립투스 잎에서부터 얻을 수 있기 때문이다. 만일 재해로 인해 유칼립투스 나무가 사라지면, 코알라는 대부분 죽고 말 것이다.

이 코알라는 유칼립투스 나무 위에 앉아 있다. 코알라는 주로 유칼립투스 잎을 먹는다.

인간은 지금까지 지구역사에 있어서 가장 성공적으로 정착한 생물이다. 환경이 달라도 쉽게 적응할 수 있는 능력이 있었기 때문이다. 또한 인간은 어느 한부분에만 특화되어 있지 않다. 사슴이나 치타처럼 빠르게 달리지도 못하고 호랑이처럼 큰 송곳니가 있지도 않다. 물고기처럼 물속에서 살 수 없다. 그러나 인간이 다른 모든 생물들보다 우위에 있는 것이 하나있다. 바로 뇌를 가지고 있다는 점이다. 음식을 찾는 것부터 시작해서 적으로부터 도망치는 것, 새로운 서식지를 찾아 나서는 것까지 그들이 마주한 모든 문제에서 자신들만의 해결 방법을 생각해 낼 수 있다. 환경의 변화에 신체적으로 적응을 할 수 없다면 인위적으로 장비를 만들고 사용한다. 예를 들어 스쿠버 장비는 인간들이 물속에서 헤엄칠 수 있게 하고 난방이 되는 건물은 추운 날씨에서도 살아갈 수 있게 한다. 그리고 운송은 그들이 살고 있는 지역에서 자라지 않는 음식을 먹을 수 있게 해준다. 언젠가 인간은 그들의 이런 능력을 이용해 다른 행성으로 떠나고 그곳에 새로운 보금자리를 만들 수 있을지도 모른다.

용어 정리

광합성: 생물이 태양 에너지를 이용해 이산화탄소와 물에서부터 당을 생성하는 과정. 부산물로 산소가 생김.

남극: 지구 최남단에 있는 대륙

다년생 식물: 1년보다 더 긴 기간을 사는 식물

돌연변이: 세포 분열과정에서 복제 오류로 인해 DNA가 변하는 것. 돌연변이는 신체 구조나 기능에 변화를 일으킬 수 있다.

돌출목층: 열대우림에서 가장 높은 층으로 수관층 위로 빠져나온 키 큰 나무들의 꼭대기 층.

디옥시리보핵산(DNA): 세포들이 살아가는데 필요한 모든 정보를 암호화된 상태로 담고 있는 분자. 이 정보는 번식과정에서 부모에서 자손으로 전달됨.

멜라닌: 동물들의 피부나 머리카락에 있는 어두운 색을 띠는 색소.

멸종: 종을 구성하는 모든 개체들의 죽음.

무척추동물: 척추가 없는 동물.

반사판: 야행성 동물들의 눈 뒤쪽에 있는 세포들 층. 반사층은 동물들이 희미한 불빛에서도 볼수있게 함.

변이: 종들 사이 하나의 형질(머리색과 같은)내에서 보이는 차이로 번식과정에서 부모에서 자식으로 유전됨.

북극: 지구 북쪽 끝 지역

분기진화: 공통에 조상을 갖는 두 개 이상의 종들이 시간이 흐르면서 완전히 달라지는 과정. 방산적응이라고도 함.

상동기관: 다른 종들에서 형태는 다르지만(다른 목적으로 이용) 기본 구조(기원이 같은)는 같은 기관.

상사 기관: 다른 종들 사이에서 기원은 다르지만 형태와 기능은 비슷한 신체 부위. 상사 기관은 다른 조상에서부터 다른 방법으로 진화됨.

생태지위: 군집 내에서 개체들의 역할

서식지: 생물이 자연적으로 살아가는 환경.

수관층: 잎이 무성한 나무들의 윗가지들이 형성하는 서식지층.

수렴진화: 서로 관계가 없는 종들이 서로 독립적인 방법으로 비슷한 적응을 하는 과정.

습도: 공기 중 수증기 함량

신진대사: 생물의 몸 안에서 일어나는 모든 화학작용

신체적응: 생물들이 환경에서 더 잘 살아남기 위해 신체 구조가 바뀌는 것.(부리나 다리의 변화)

야행성: 밤에 활동하는 성질

양서류: 물과 땅 모두에서 생활 하는 생물. 개, 두꺼비, 도롱뇽, 캐실리언 등이 속함.

여름잠: 덥고 건조한 환경에서 살아남기 위해 일시적으로 비활성 상태에 빠지는 것.

연골: 모든 척추동물과 몇몇 무척추 동물에게 있는 단단하고 신축성이 있는 조직. 상어의 뼈는 모두 연골조직. 성인의 경우 연골은 보통 뼈의 끝 쪽에 있음.

영구 동토층: 항상 얼어있는 땅

유전자: DNA를 구성하는 물질단위. 각각의 유전자는 하나 혹은 그 이상의 유전형질에 영향을 줌.

육식동물: 고기를 주로 먹는 동물.

위장: 개체가 눈에 띄지 않도록 그들의 색, 무늬, 모양을 주위환경과 유사하게 만드는 것.

음파탐지: (박쥐나 돌고래와 같은)동물들이 소리를 내보내고 물체로부터 튕겨져 나오는 음파를 들어 측정하는 일. 동물은 대상의 모양, 거리, 움직임을 파악하는데 메아리를 이용.

의태: 위협이 되지 않는 동물이 포식자가 위협을 느끼는 동물과 닮는 것.

이주: 식량과 물이 풍부하거나 기후가 적합한곳 또는 번식하지 좋은 장소를 찾아 한 장소에서 다른 장소로 이동하는 과정.

일년생 식물: 1년 중에 일생을 마치는 식물.

자연선택: 생물들이 생존을 위해 경쟁하는 과정. 환경에 가장 잘 적응한 동물들이 살아남고 번식하는 것.(적자생존)

잡식동물: 고기와 채소 모두 먹는 동물

적응: 종들이 특정한 조건에서 살아남을 수 있게 환경에 적합한 변화가 일어나는 것.

적응 방산: 공통의 조상에서 진화된 하나 혹은 두 개의 종이 시간이 흐르면서 달라지는 과정. 분기진화라고도 함.

종: 대부분의 유전형질이 같고 서로 교배해 새끼를 낳을 수 있는 개체군

주행성: 낮에 활동하는 성질.

지점: 한해 중 가장 긴 낮 또는 짧은 낮

진화: 종들이 지구 환경에 적응하면서 시간이 흐름에 따라 변하는 과정.

척추동물: 척추가 있는 동물.

초식동물: 식물을 주로 먹고사는 동물.

춘분과 추분: 낮과 밤의 길이가 같은 봄과 가을날

포식자: 다른 동물들을 사냥하고 죽이고 잡아먹는 동물.

피식자: 다른 동물들에게 사냥당하고 먹히는 동물.

피하지방: 체표면 바로 밑에 있는 지방층

툰드라: 북극에 있는 춥고 나무 없는 질퍽한 지대.

하층: 열대우림 수관층과 바닥사이에 있는 층으로 작은 나무들, 덩굴식물, 야자 나무, 관목과 양치류들로 이루어짐.

해수분출공: 700°F 또는 371°C의 뜨거운 물이 뿜어져 나오는 해저지각 틈.

휴면기: 일시적인 비활성상태, 휴식상태