

우리는 무엇을 보는가

부제 : 뇌 속에 존재하는 신비스러운 시각의 오솔길

지은이 : 공빈배

글에 대한 저작권은 공 빈배에게 있으며 비영리적인 목적이라면 저자의 허락 없이 자유롭게 배포해도 좋다.

들어가는 글

히말라야 트래킹은 힘든 것도 있지만, 그보다는 설레임에 가득 찬 여행이다. 하얀 설산 사이로 하루 종일 걸으며 나는 미지의 세계를 넘나들었다. 가끔 평화로운 푸른 벌판과 한가로이 풀을 뜯는 소들이 멀리 보였다. 그럴 땐 가슴이 탁 트이며 강렬한 자유가 느껴졌다. 깊은 사색에 잠기기도 하지만 주로 하얀 산과 푸른 하늘, 삭막한 초원들에 나의 영혼이 송두리째 빼앗겨 버리는 경우가 많았다. 특히 아침저녁으로 몇 시간씩 황금빛 노을이 일어나는 경우엔 더 했다. 그곳은 신들이 사는 땅이었다.

이곳 히말라야를 걷다보면 단순해진다. 너무 단순해져서 일상 속에서는 자명한 것들도 여기서는 강렬한 의문으로 떠오른다. 이곳에 올 때마다 그런 생각이 들었다. 나는 왜 이러한 육체로 태어났는가. 나는 어디로 가고 있는 것일까. 죽음이란 무엇인가. 그 너머에는 무엇이 있을까.



황혼에 물든 안나푸르나

고된 트래킹에 지쳐갈 무렵 우리는 아름다운 저녁놀을 만났다. 신비롭고도 장엄한 황금빛 오라가 주위에 넘실거렸다. 두뇌는 그 엄청난 충격에 재잘거림을 멈추었다. 주변에 깊은 고요가 느껴졌다. 그곳에 영원함이 배어있었다.

그 때 내 머릿속에 어떤 의문이 스치듯 지나갔다.
'이 아름다움은 어디서 온 것인가. 영원불멸의 존재가 내뿜는 향기인가. 아니면 우리 인간의 오감이 만들어 내는 환상인가.'

2011년 봄 LA에서

1. 사물을 볼 때 우리의 두뇌에서는 어떤 일이 일어나고 있는가

나는 산행을 시작할 때면 본능적으로 일찍 일어났다. 어둠에 잠긴 새벽을 배회하며 만물이 깨어나는 모습을 지켜보는 것은 매우 아름답다. 이곳 오지에서는 새벽의 신선함이 더욱 충격적이다. 새벽이 몰고 오는 희미한 여명에 나의 눈은 무의식적으로 떠졌다. 따듯한 침낭속이 자꾸 잡아끌었지만 나는 그 유혹을 뿌리치고 밖으로 나왔다. 상큼하고 싹싹한 공기가 코를 찔렀다. 주위에는 아직도 어두움이 펼쳐져 있었다. 나는 새벽 한기에 몸을 웅크리며 천천히 걸었다. 그 때 어둠 저쪽에도 누군가가 거닐고 있는 것이 보였다. 내 친구 조안이었다. 그녀는 우리의 건강을 책임져줄 의사이자 신경학 전문가였다. 또한 지구상에 몇 명밖에 없는 고소등반 의학의 대가였다.

그녀는 나의 오랜 친구이자 생명의 은인이기도 하다. 지난번 낭가파르밧에서 그녀는 나의 목숨을 구해주었다. 나는 정상을 눈앞에 두고 혹독한 눈보라를 만났다. 일주일을 혼자서 그곳에 갇혀있었으며, 거의 물 한 모금 제대로 마시지도 못했다. 온 천지를 찢는 듯한 바람소리 속에서 나는 심한 환청과 환각에 사로잡혀 하루하루를 보냈다. 악몽과 같은 하산이 그 뒤를 이었다. 어떻게 내려왔는지조차 기억이 없다. 희미한 의식 속에서 나는 줄 곳 누군가가 나와 동행하고 있다는 환각에 사로잡혀 있었다. 그리고 제2캠프에 돌아오자마자 나는 의식을 잃었던 것 같다. 그 때 그녀가 그곳에 없었다면 나는 아마 거기서 죽었을 것이다. 그때의 분위기가 너무 참혹했는지 그녀는 다시는 히말라야에 오지 않으려 했다. 하지만 나의 간절한 부탁에 그녀는 이번에도 여쩍 수 없이 따라왔다. 그 우정에 나는 감사한다. 표현은 하지 않았지만 그녀도 아마 나의 이런 마음을 알고 있으리라.

우리는 함께 걸었다. 저 멀리 희끄무레하게 보이는 안나푸르나의 고봉들이 우리를 둘러싸고 있었다.

“이곳에 와서 저 장엄한 산들을 바라보고 있으면 나는 항상 어떤 의문에 사로잡히곤 해. 삶이란 과연 무엇일까. 죽으면 우리는 어떻게 되는 걸까. 영원한 삶이란 과연 있는 걸까. 이런 것 말야.” 나는 저 멀리 병풍처럼 펼쳐진 봉우리들을 바라보며 중얼거릿듯 말했다.

“이곳은 너무 아름다워. 이 분위기가 아마 우리에게 그러한 것을 생각나게 하는 건 아닐까.” 조안은 역시 신경학자답게 말하고 있었다.

“사실 나는 요즘 인간의 두뇌에 대하여 궁금한 것이 많아. 지난번 낭가파르밧에서의 사고 이후로 정신세계에 대하여 조금 눈을 뜨게 된 것 같아. 무언가 우리가 모르는 광대무변한 세계가 존재한다는 느낌을 받았거든. 그래서 많은 사람에게 물어 보기도 했어. 하지만 대부분의 과학자들은 인간의 정신활동을 단순히 뉴런의 덩어리만을 가지고 설명하려는 본능을 가지고 있는 것 같았어.”

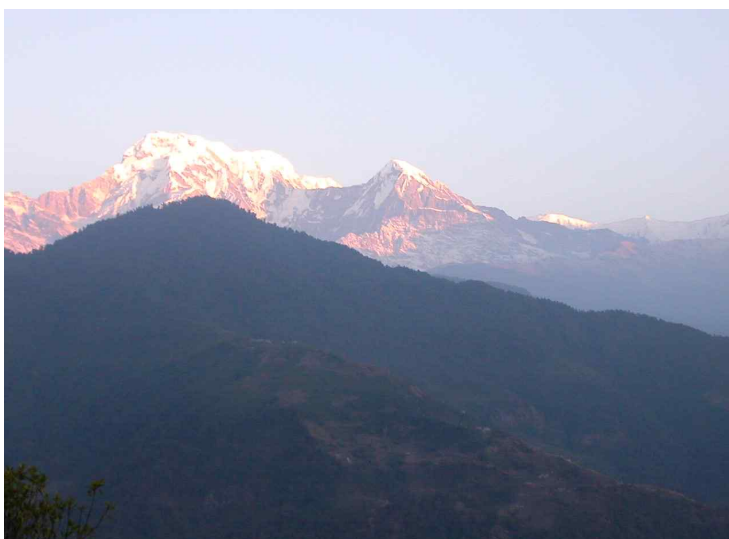
“글쎄 나도 잘 모르겠다. 어째든 네가 두뇌에 관심을 가지고 있다니 반갑다. 두뇌라는 것이 마음에 의하여 제어되는 하드웨어라고 믿고 있는 과학자도 있지만, 마음이라는 것이 다른 것이 아니라 두뇌라는 하드웨어의 동작자체라고 믿고 있는 과학자들도 있어. 그들은 서로 자신이 옳다고 다투고 있지만, 아직까지는 그 두 진영 모두 유치한 수준에 머물고 있는 실정이야. 어떤 믿음을 택했는가는 중요한 것은 아닌 것 같아. 오히려 육체 없이 존재하는 마음 즉, 영혼과 같은 존재를 가정한다는 것 자체가 인간에 대한 이해를 더 어렵게 하는 수도 있어. 예를 들어 우리의 내면에 영혼이 있다고 한다면 그것은 우리 몸과 어떻게 작용하며 또 영혼은 어떻게 이 세상을 인식하는가하는 복잡한 문제를 풀어야 하거든. 우리는 아직 몸도 제대로 이해하지 못했는데 말야. 그리고 모순적이긴 하지만 학문적으로 영혼을 부정한

사람들조차 그들의 삶을 들여다보면 그런 것 같지 않거든. 인생이란 이렇게 모순으로 둘러싸인 것이 아닐까.”

“그렇다면 우리는 과학을 통하여 인간의 정신적인 것들을 과연 이해할 수 있을까.”

“이제 과학은 겨우 뉴런을 이해하는 수준에 와 있어. 언제일지 모르지만 복잡한 뉴런의 네트워크를 완전히 파악하는 날이 온다면 그 때 비로소 우리는 정신적인 것들을 조금 이해할 수 있을 거야. 하지만 요즘 인간의 정신에 대한 약간의 돌파구들이 열린 것 같아. 인간의 모든 행동을 제어하는 관찰자로서의 자아나 의식과 같은 현상을 이해하려는 작업들이 시도되고 있어.” 그녀는 매우 진지해 보였다. 나는 그녀를 설득하여 틈나는 대로 인간 정신의 발자취를 추적하기로 했다. 그녀도 그런 나의 제안에 매우 호의적이었다.

어느덧 날은 밝아오고 있었다. 이곳에서 솟아오르는 태양은 공해에 찌든 도심에서 보는 것과 같이 그렇게 시시한 태양이 아니다. 마치 지극히 존귀한 제왕과도 같았다. 온 만물이 그의 영광을 찬양했다. 우리도 조용히 그 순간을 기다리고 있었다. 처음에는 회색빛으로 희미하게 보이던 경치들이 서서히 함께 황금빛으로 물들어갔다. 차츰차츰 주변의 경치들이 선명하게 드러나기 시작했다. 온 우주가 회색의 세계에서 컬러로 가득 찬 세계로 바뀌어 갔다.





그날 저녁 우리는 오랜만에 모닥불에 둘러 앉아 담소했다. 베이스캠프에 가까이 가면서 친구들은 약간 흥분해 있었다. 나 역시 어느 정도 들뜨기도 했지만 안나푸르나가 전해주는 위압적인 긴장감을 동물적으로 느끼고 있었다. 하지만 은은하게 풍겨오는 커피의 향기에 나는 모든 것을 잊었다. 깊은 어둠사이로 무수한 별들이 반짝이고 있었다. 환상적이고 신비스러운 밤이었다. 많은 대화가 오고 갔다.

우리는 두뇌를 이해하는 가장 쉬운 길이 바로 ‘본다는 행위’에서 출발하는 것이라는 결론에 도달했다. ‘몸이 만 냥이면 눈은 구천 냥’이라는 속담도 있듯이, 우리에게 눈은 매우 특별한 가치를 갖고 있다. 아무리 믿지 않는 사람도 일단 그것을 눈으로 본 이후에는 모든 것이 달라진다. 우리에게 있어서 ‘눈으로 보았다는 것’은 진실 그 자체를 의미한다. 뿐만 아니

라 이곳 히말라야에 오면 누구나 볼 수 있다는 사실에 경이로움을 느끼지 않는가.

나는 그날의 대화를 하나의 상상여행을 통하여 정리하여 보았다. 태양의 내부에서 출발하여 우리의 눈을 거쳐 뇌의 신비한 계곡에 펼쳐져 있는 작은 오솔길을 올라가는 여행이었다. 친구들은 기꺼이 나의 여행에 동행해 주었다.

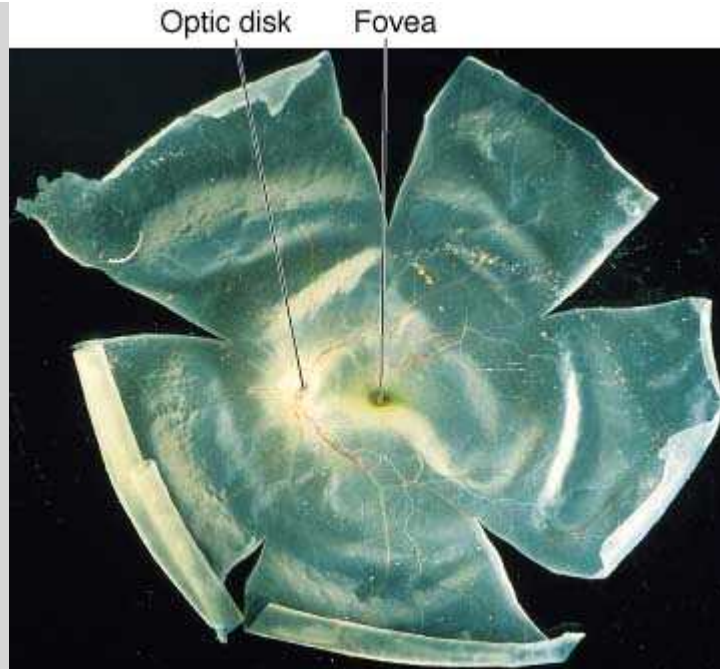
우리는 먼저 이글거리는 태양의 내부로 깊숙이 날아 들어갔다. 주위는 너무 뜨거워 온도라는 말이 무의미할 지경이었다. 물리학자들의 계산에 의하면 아마 천오백만도 쯤 된다고 한다. 맹렬하게 날아다니는 수소 원자핵들이 서로 부딪히면서 중수소와 삼중수소가 되고 또 이들이 부딪혀 헬륨 원자핵이 되는 모습이 여기저기서 보였다. 그것은 바로 수소폭탄의 폭발 같은 것이었다. 그 때마다 엄청난 에너지와 함께 감마선들이 무시무시하게 뿜어져 나왔다. 우리는 이때 만들어지는 감마선의 한 무리를 따라가 보았다. 그들은 빛의 속도로 우리의 눈앞에서 순식간에 사라지고 있었다.

하지만 내부에서 만들어진 감마선은 단숨에 태양을 벗어나지 못하고 전자와 원자핵들에 부딪혀 이리저리 표류하고 있었다. 계산에 의하면 놀랍게도 감마선이 태양을 벗어나는 데에 무려 이만 년의 세월이 걸린다고 한다. 또한 이 과정에서 대다수 감마선은 파장이 길어져 자외선과 가시광선으로 변한다. 우리는 이만 년의 세월을 단숨에 건너 뛰어 태양의 표면으로 뒤흔쳐나왔다.

그곳에서는 수많은 광자들이 우주로 방출되고 있었다. 그 광자들은 자신의 파장을 갖고 진동하고 있었다. 우리 눈에 보이는 가시광선은 그중의 극히 일부에 불과했다. 왜 인간은 특별히 가시광선을 이용하여 사물을 보고 있는 것일까? 여러 가지 이유가 있겠지만 그 중에서 우리의 흥미를 끄는 것이 하나 있다. 과학자들은 가시광선이 물속에서 매우 특수한 가치를 지니고 있다는 사실을 발견했다. 대부분의 전자기파는 물에 들어가자마자 흡수되어 사라져 버리지만 오직 가시광선만은 물속 멀리까지 들어갈 수 있는 특권을 가진 존재였다. 이런 이유로 물속에 사는 물고기의 눈은 가시광선을 사용하여 사물을 보기 시작했다. 우리의 눈도 물고기처럼 가시광선을 사용한다. 그것은 어쩌면 먼 옛날 우리 조상들이 바다에 살았다는 흔적이 아닐까.

우리는 태양에서 방출되는 광자의 무리를 쫓아 우리의 고향인 지구로 날아왔다. 줄지어 날아가던 광자들은 지구의 대기권에 부딪히면서 사방으로 흩어졌다. 19세기의 위대한 물리학자중 한사람인 레일리는 파장이 긴 빨간빛보다 짧은 보라빛이 훨씬 잘 산란된다는 사실을 발견하였다. 이 이론에 의하면 파장이 짧은 보라빛과 푸른빛은 급속히 산란되어 하늘 전체에 퍼지게 된다. 하지만 우리의 눈은 보라빛보다 푸른빛에 더 민감하므로 하늘은 푸르게 보이는 것이다.

대략적인 계산에 의하면 일초에 수백만 개의 광자가 우리의 동공 속으로 들어온다고 한다. 그 중의 일부가 우리의 동공내부에 있는 센서에 감지되어 두뇌에 신호를 보내는 것이다. 저기 한 무리의 광자들이 동공을 지나 눈으로 들어가는 모습이 보였다. 우리도 그 광자들을 쫓아 동공 안으로 들어갔다. 우리의 앞에는 사방을 둘러싸고 있는 어두운 스크린이 펼쳐져 있었다.



그 스크린을 자세히 살펴보니, 광자들이 각막과 수정체에 굴절되어 스크린의 폭파인 웅덩이에 모이고 있었다. 그곳이 바로 중심웅덩이fovea라고 부르는 곳이었다. 우리가 사물을 자세히 살펴보기 위하여 응시할 때 그 물체의 영상은 바로 이곳에 맺혀져서 두뇌로 전송되고 있었다.

하지만 우리는 망막에 비치는 풍경을 보고 약간 놀랐다. 그 영상은 상하좌우가 뒤집혀 있었으며, 더욱이 끊임없이 움직이거나 흔들리고 있었다. 어지럽고 혼란스러운 이런 영상을 통하여 우리가 이 세계를 파악하고 있다. 하지만 조안의 설명을 들으니 더욱 놀라왔다.

우리는 새로운 것에는 강렬하게 반응하지만 그것이 계속 지속되면 곧 실증을 느끼는 경향이 있다. 감각기관도 이와 유사하다. 대부분의 감각기관들이 외부 세계의 변화에는 민감하게 반응을 보이지만 그것이 지속되면 더 이상 반응을 하지 않는다. 강한 약취도 처음에는 참을 수 없지만 우리의 코는 금방 실증을 느껴 그것을 느끼지 못하게 된다.

우리의 눈도 이와 비슷하다. 망막의 영상이 변하지 않고 그대로 지속된다면 불과 몇 십 초도 지나지 않아 시야가 증발해 버린다는 것이다. 이러한 사실은 아마 사물을 배경에서 분리하기 위해 우리의 두뇌가 개발한 최선의 방식일 것이다. 무언가 가까이 있는 숲에 사물이 숨어 있을 경우 여러분이 눈을 이리저리 움직여 본다면 한곳을 응시하는 경우보다 더 쉽게 그 물체를 찾을 수 있는 사실을 생각해 본다면 쉽게 이해가 될 것이다.

이처럼 눈동자를 움직이지 않는다면 시야가 증발한다는 사실은 깊은 명상을 수행하던 요기들에게나 알려져 있었으나 최근에는 과학의 힘을 빌려 이를 확인하는데 성공하였다고 한다. 정밀과학의 힘을 빌려 심리학자들은 작은 환등기가 부착된 콘택트렌즈를 만들었다. 그리고 그것을 착용한 후에 그 환등기로 하나의 영상을 망막에 비추었다. 그러면 안구가 움직이더라도 콘택트렌즈도 함께 움직이므로 망막의 영상은 완벽한 정적상태를 유지할 것이다. 이 실험에 참여한 대다수의 지원자들은 길어야 2분 안에 시야가 증발하는 놀라운 경험을 했다고 한다. 절에 가면 반쯤 열린 눈으로 깊은 선정에 잠긴 불상을 볼 수 있다. 깊은 명상 속에서는 눈의 움직임이 정지한다고 한다. 저 부처는 지금 무엇을 보고 있을까...

그날 저녁 나는 생명이라는 것이 신비롭고 경이롭다는 느낌을 받았다. 망막에 비치는 상을 바라보며 나는 어떤 의문이 떠올랐다. 우리의 눈에 비치는 외부 세계는 평면이 아니라 공간 구조 속에서 전개되고 있지 않은가. 하지만 망막 어디를 살펴봐도 영화 스크린같은 것만

보였지 입체적인 공간구조는 보이지 않았다. 그래서 나는 조안에게 이 사실을 물어 보았다.

“망막 속에는 평면영상만 있는데, 우리는 어떻게 깊이를 갖고 있는 공간구조로 이 세상을 파악하고 있는 걸까.”

“우리는 이 세계를 공간구조로 파악하여 그 속에서 삶을 살고 있어. 이것은 두뇌의 가장 탁월한 능력중의 하나야. 두뇌는 양 눈에서 들어오는 시각정보를 이용하여 지금 우리가 삶을 영위하는 이러한 공간을 창조하고는 그 공간이 마치 나의 외부에 존재하는 것처럼 우리에게 보여주는 것이야. 연구에 따르면 이 능력은 학습에 의하여 배운 것이 아니라 태어날 때부터 가지고 있는 선천적인 것이라고 해. 또한 거의 모든 동물들이 이 능력을 가지고 있어. 인간이라고 해서 특별한 것은 아니야. 어쩌면 다른 생명들도 우리 인간만큼이나 소중한 존재들인지도 몰라.” 조안의 말은 약간 어려웠다. 하지만 그녀의 이야기를 듣고 있다 보니 나의 두뇌가 생각보다 놀랍다는 느낌이 들었다. 내가 지금까지 외부에 있다고 생각했던 저 광대한 공간이 사실 내가 창조한 세계라니.

“그것은 어쩌면 우리가 살아남기 위하여 세상에 적응해온 진화의 산물이겠 같아. 사자나 호랑이가 우리를 공격하는데, 인간이 깊이가 없는 평면의 세계만을 지각하고 있다고 한다면 사자가 우리에게서 얼마나 멀리 있는지 모르므로 도망치기 어려워질 거야. 그리고 어디로 도망해야 할지도 모를 거야. 뿐만 아니라 절벽이 우리 앞에 나타나도 그 깊이를 모르므로 아마 떨어져 죽을 가능성이 높겠지. 이처럼 외부세계를 공간구조 내에서 인식한다는 것은 생존과 직결되는 중요한 문제야.

하지만 너의 지적대로 망막에는 삼차원을 만드는 장치가 없어. 삼차원의 실제세계가 우리의 망막에 평면의 상을 만들고 이 평면의 상을 조합하여 다시 삼차원의 공간으로 재구성하는 것은 완벽한 두뇌의 작품이야. 진화의 도상에서 생명체는 이 능력을 획득했다고 보여. 그 능력은 매우 신비해. 요즈음에 와서야 우리는 그 비밀을 깨닫기 시작했거든.” 조안의 눈은 불빛 속에 아름답게 빛났다.

“두뇌가 두 눈에서 들어온 정보를 토대로 평면에 깊이를 생성해낸다는 사실을 보여주는 재미있는 예가 있어. 매직아이magic eye라는 책을 본적이 있을 거야. 그 책에는 무질서한 점으로 구성된 그림들이 많이 실려 있어. 그 그림을 보려면 눈의 긴장을 풀고 시선을 책 너머 먼 곳으로 이동시키면 돼. 그러면 어느 순간 갑자기 마술 같은 기적이 발생해. 그 무질서한 점들 사이로 삼차원 영상이 나타나거든.”

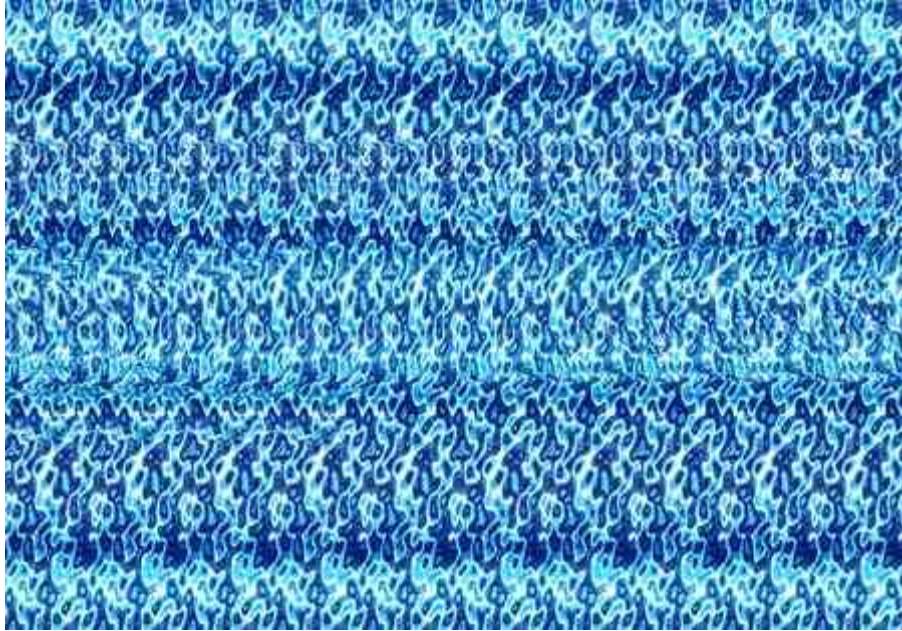
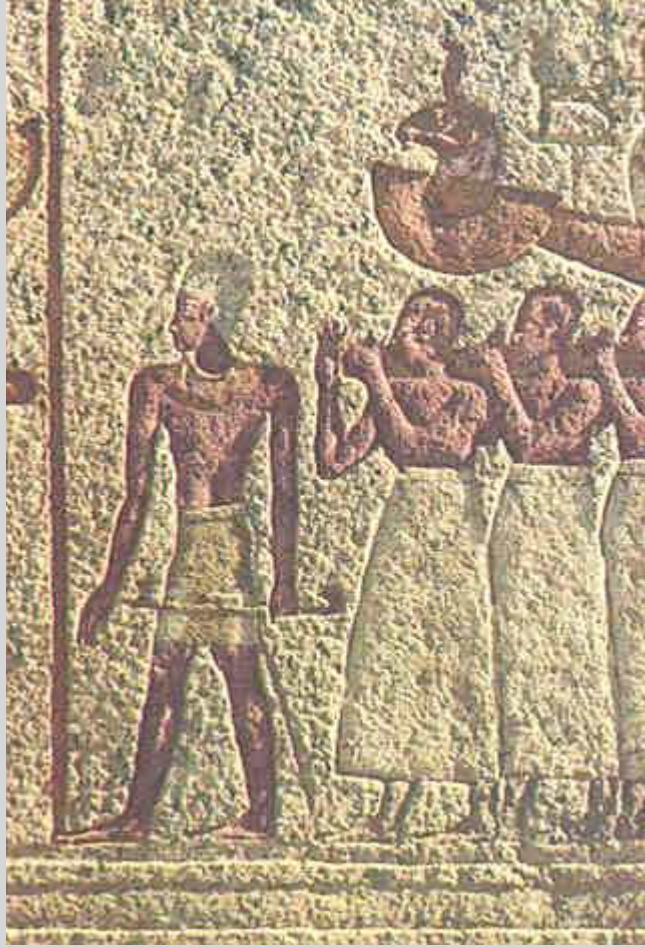


그림 뒤를 투시하다 보면 무질서한 점들 사이에 상어 모습이 드러난다.

그래 ‘매직아이’ 기억이 난다. 그 책은 한때 인기 있는 책 중의 하나였다. 그 속에서 보았던 선명한 입체 영상이 아직도 생생하다. 어떻게 그것을 만들었을까 골똘이 궁금해 하다가 마침내 그 원리를 터득했을 때의 기쁨을 나는 아직도 기억한다. 매직아이의 그림을 보는데에는 두 가지 방법이 있었다. 하나는 우리의 시선을 그림 뒤쪽 두 배 정도의 거리에 위치시키는 방법이다. 또 하나는 우리의 시선을 그림과 눈 사이의 중간지점에 위치시키는 방법이다. 이 두 방법을 모두 사용하면서 입체그림을 보는 노력을 하루에 오 분 정도 지속하면 시력이 좋아진다는 보고도 있다고 한다.

매직아이 속에 우리가 바라보는 이 세계의 비밀이 숨어있었다니. 우리는 평면에 입체적 구조를 구현하려고 노력해온 위대한 미술가들의 발자취를 생각하면서 매직아이의 제작과정도 추적해 보았다.

아주 오래전부터 동양과 서양의 미술가들은 이용하여 그림 속에 원근을 표현하는 여러 가지 기법을 발견해냈다. 멀리 있는 물체는 작고 불명료하게 그리고 가까이 있는 물체는 크고 선명하게 그린다는 지, 멀리 있는 물체는 푸른색을, 가까이 있는 부분은 붉은색을 띠게 그리는 등의 여러 기법들이 알려져 있었다. 하지만 르네상스 시대의 미술가들은 여기서 한걸음 더 나아가 현실과 똑같은 거리감을 주는 그림을 그리려고 노력하였다. 그래서 그들은 투시적인 기법을 이용하여 그림에 보다 사실적이 깊이를 표현할 수 있다는 사실을 발견하였다. 수렴하는 선이나 멀리보이는 배경색의 변화를 이용하여 그들은 평면에 삼차원 공간을 그리는데 성공하였다.



원근법을 무시한 고대 이집트 벽화



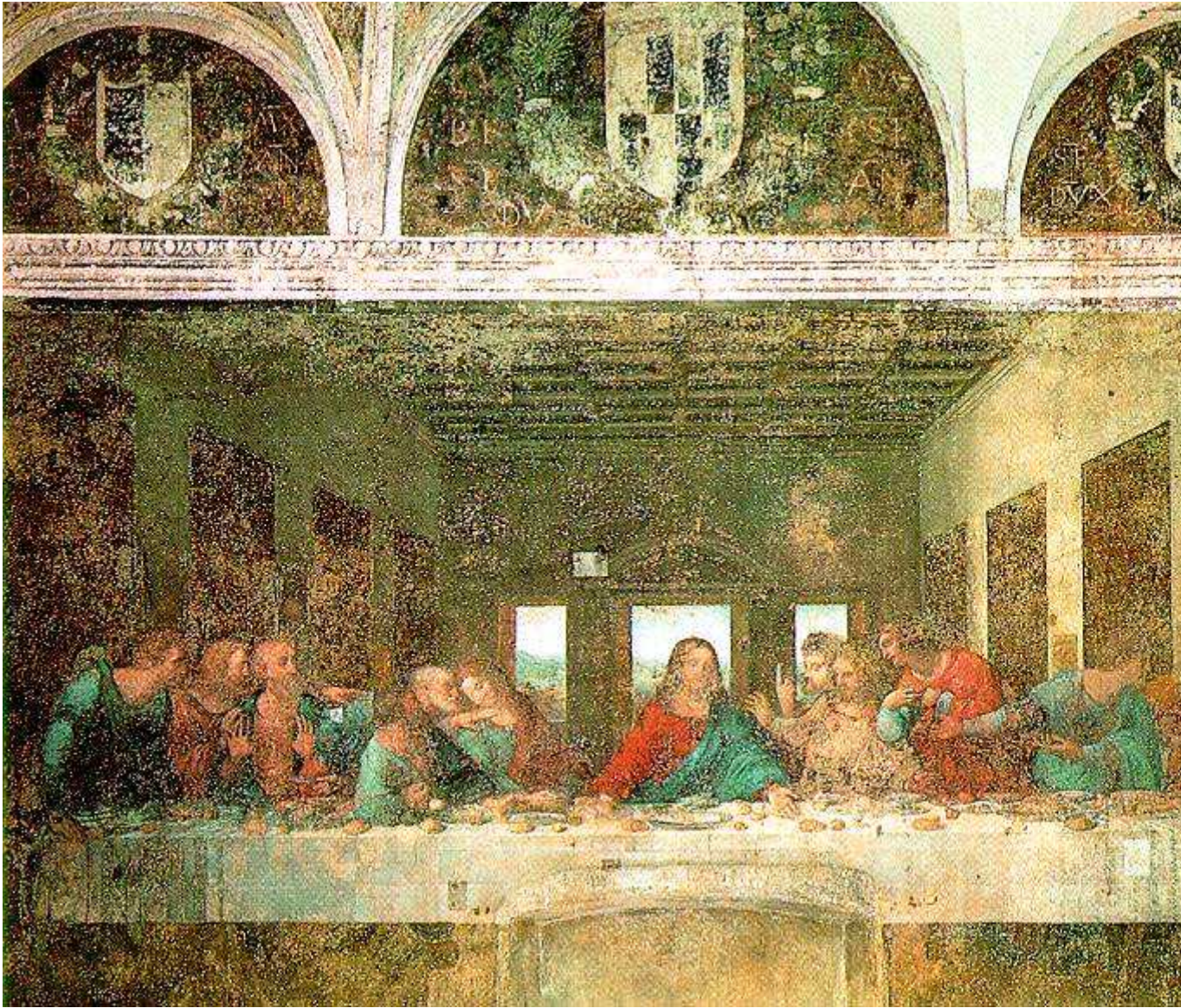
초보적인 원근법처리를 시도한 중세의 동양화



원근법을 무시한 중세유럽의 그림

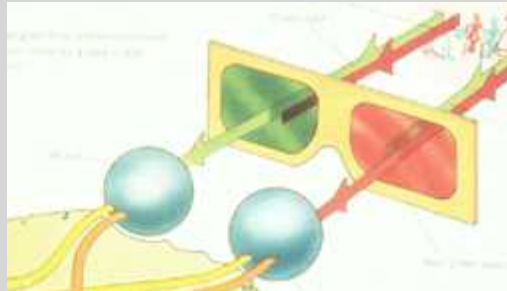


세련된 원근법처리를 시도한 근대의 서양화(Francois Boucher의 물방아간의 풍경)



투시원근법을 이용하여 현실세계를 완벽하게 모방한 레오나르도 다빈치의最後の 만찬

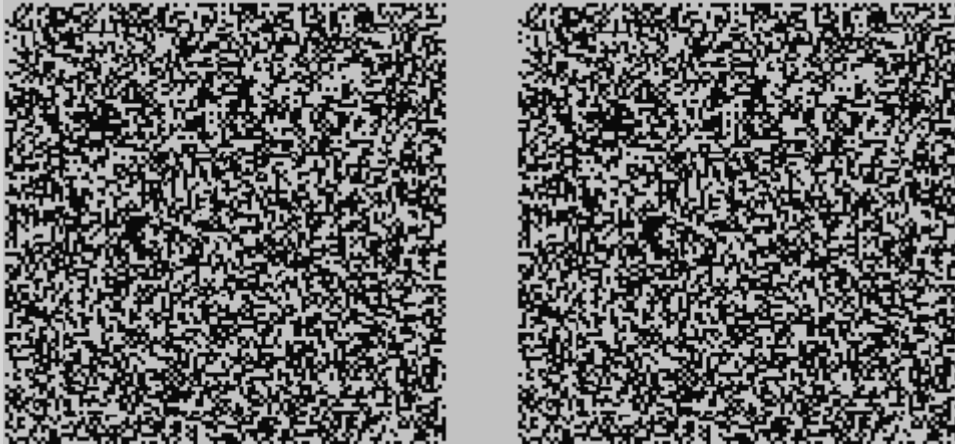
더 나아가 과학자들은 두 눈의 망막에 비치는 영상의 차이를 이용하여 두뇌가 입체공간을 만들어낸다는 사실을 발견하였다. 그리고 이 원리를 이용하여 입체사진을 만들어내는데 성공하였다. 그것은 매우 간단했다. 우리의 두 눈이 사물을 보듯이, 두 대의 카메라로 두 장의 사진을 찍는다. 이때 두 사진은 각 카메라를 우리의 두 눈 간격 정도로 벌리고 찍어야 한다. 그 다음에 왼쪽 카메라의 영상은 왼쪽 눈에, 오른쪽 카메라의 영상은 오른쪽 눈에 비춰주면 우리는 입체적인 영상을 볼 수 있다. 각 눈에 들어가는 영상을 조절하기 위하여 흔히 컬러필터를 이용한다. 그림처럼 초록색은 왼쪽으로 빨강색은 오른쪽 눈으로 입사하도록 필터를 설정한 후 각 눈에 들어가는 빛을 제어하는 것이다.



일례로 다음 사진을 보기 바란다. 이 사진은 약간 떨어진 두 지점에서 촬영된 것이다. 따라서 이 두 사진은 거의 비슷해 보이지만 약간 다른 모습을 하고 있다. 이 두 영상이 각각의 눈에 들어간다면 입체그림이 우리에게 지각될 것이다.

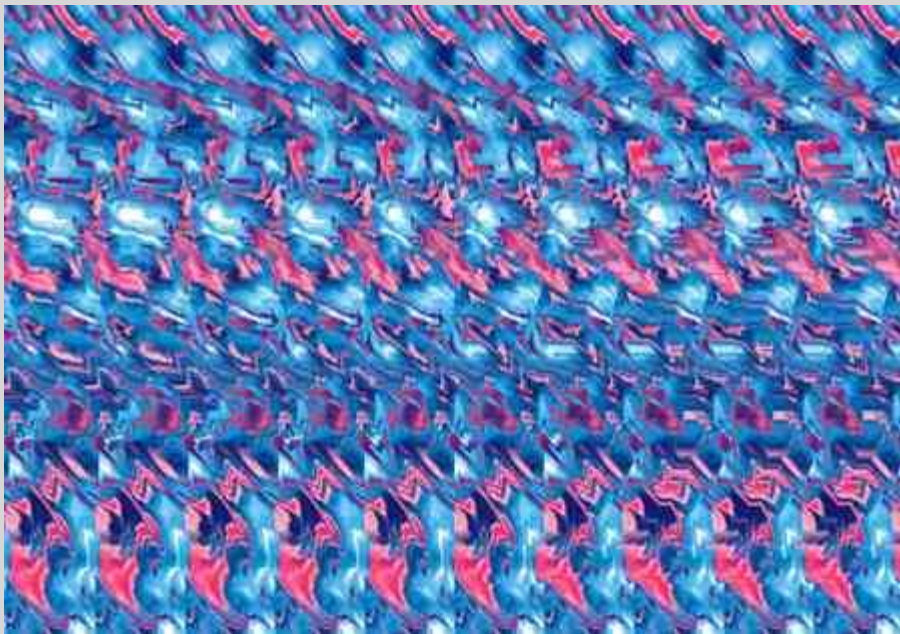
이 사진을 보기 위해서는 약간의 훈련이 필요하다. 먼저 연필 한 자루를 여러분의 눈과 그림 사이에 가지고 온다. 그리고 연필의 끝을 바라보면서 시야에 비치는 꽃들을 살펴본다. 연필을 가깝게 또는 멀리 서서히 이동시키다 보면 세 개의 사진이 보일 것이다. 이때 그 가운데 사진에 주의를 집중하고 있으면 어느 순간 꽃이 입체로 보일 것이다. 물론 이때 시선은 연필 끝에 고정하고 있어야 한다.

사실 위의 꽃그림 속에는 원근법적인 입체정보가 드러나 있다. 하나의 그림만 보아도 그 속에는 어느 정도의 입체감이 나타나고 있다. 하지만 1959년에 벨연구소에 근무하던 Bela Julesz는 입체적인 정보를 전혀 가지고 있지 않는 듯이 보이는 두 장의 사진을 이용하여 입체를 생성해 내는데 성공하였다.



위에 보이는 그림은 매우 무질서한 점으로 이루어진 비슷한 두 장의 사진이다. 그 속에 입체에 대한 정보는 전혀 보이지 않는다. 하지만 두 그림은 비슷해 보이지만 자세히 살펴보면 작은 차이가 숨겨져 있다. 우리의 두뇌는 이 차이를 감지하여 우리의 눈앞에 입체적인 공간을 만들어내는 놀라운 능력을 가지고 있다. 그 속에 무엇이 나타나는지 여러분도 한번 찾아보기 바란다.

여기서 한걸음 더 나아가 1979년에 Tyler 와 Clarke는 한 장의 무질서한 그림만으로도 위와 동일한 효과를 줄 수 있다는 사실을 발견했다. 하나의 예로 아래의 그림을 감상해 보자.



눈의 긴장을 풀고 그림의 뒤에 시선을 집중하고 먼 곳을 바라보는 느낌을 갖고 기다리면 서서히 입체의 상이 나타날 것이다. 제대로 보면 세 개의 고리가 입체적으로 묶여 있는 모습이 보일 것이다.

이 그림의 원리를 살펴보기 위하여 우리는 단순한 모델을 만들어 보았다.
먼저 A~H까지의 8문자를 규칙적으로 배열하여 배경을 만든다.

```
ABCDEFGHABCDEFGHABCDEFGHABCDEFGH
ABCDEFGHABCDEFGHABCDEFGHABCDEFGH
ABCDEFGHABCDEFGHABCDEFGHABCDEFGH
ABCDEFGHABCDEFGHABCDEFGHABCDEFGH
```

위의 규칙적으로 반복되는 그 문자열중에서 한 문자를 빼고 그 그림을 위에서 말한 방법으로 쳐다보면 아마 어떤 영역이 앞으로 튀어나온 입체감을 보게 될 것이다.

하나의 예로써 제일 위와 제일 아래 줄은 그대로 놔두고 가운데의 두 줄에서 문자 F를 빼고 몇 글자 뒤에 F를 다시 첨가하여 다음과 같은 그림을 얻었다.

```
ABCDEFHABCDEFHABCDEFHABCDEFH
ABCDEFHABCDEFHABCDEFHABCDEFH
ABCDEFHABCDEFHABCDEFHABCDEFH
ABCDEFHABCDEFHABCDEFHABCDEFH
```

이제 이 문자들을 위에서와 같은 방법으로 입체적으로 보려고 노력한다. 여러분이 성공한다면 가운데 두 줄에서 F를 빼고 난후부터 F를 다시 첨가한 부분 즉, GHABCDE가 모두 앞으로 튀어나오도록 보일 것이다.

반대로 문자 K를 삽입하고 이를 뺀 경우에는 그 사이에 있는 GHABCDE의 문자들이 안으로 들어간 듯이 보이게 된다.

```
ABCDEFHABCDEFHABCDEFHABCDEFH
ABCDEFHABCDEFKGHABCDEFHABCDEFH
ABCDEFHABCDEFKGHABCDEFHABCDEFH
ABCDEFHABCDEFHABCDEFHABCDEFH
```

우리는 이 사실로부터 규칙적으로 반복되는 도형사이에 무언가를 삽입하면 그 부분이 안으로 들어가고, 제거하면 그 부분이 밖으로 튀어나와 보인다는 사실을 알 수 있다.

이번에는 여러 개의 문자를 넣거나 빼면서 위의 실험을 되풀이 해보자. 이 경우 입체감이 심해진다는 사실을 알 수 있다. 따라서 반복적인 성질을 갖는 배경을 만들고 그 배경을 조금씩 조작하여 생동감 있는 입체도형을 만들 수 있는 것이다. 이 작업은 단순한 반복 작업이기 때문에 요즘에는 컴퓨터를 이용하여 쉽게 만들 수 있다.

다음을 감상해 보기 바란다.

```
Co6&`R(D(v"i`<$$Co6&`R(D(v"i`<$$Co6&`R(D(v"i`<$$Co6&`R(D(v"i`<$$Co6&`R
mwBy>`,`QFdZ<$wamwBy>`,`QFdZ<$wamwBy>`,`QFdZ<$wamwBy>`,`QFdZ<$wamwBy>
7Z,o:.sw5[rHt&{:7Z,osw5[rHt&{:7Z,osw505[rHt&{:7Zosw505[rHt&{:7Zosw505[
g"EzQy{1W_3C&B[8g"Ez{1W_3C&B[8g"Ez{1W_3S3C&B[8g"z{1W_3S3C&B[8g"z{1W_3S
yiQ?fiVF!G{TAttrJyiQ?VF!G{TAttrJyiQ?VF!G{T}TAttrJyi?VF!G{T}TAttrJyi?VF!G{T
1`I|r?FLoB#<sf!Q1`I|FLoB#T#<sf!Q1`ILoB#TaT#<sf!Q1`ILoB#Ta#<sf!#Q1`ILoB
m$LuSD0hh7\qy5:nm$Lu0hh7\x\qy5:nm$Lhh7\x"x\qy5:nm$Lhh7\x"\qy5:-nm$Lhh7
[#7hrqKUm`/<bic$[#7hKUm`/7/<bic$[#7Um`/7r7/<bic$[#7Um`/7r/<bick$[#7Um`
L,'O)X\L&Xu)ZUw(L,'O\L&Xu|u)ZUw(L,'L&Xu|y|u)ZUw(L,'L&Xu|yu)ZUwy(L,'L&X
3`#YPTdg:,;rmy9`3`#Ydg:,;(;rmy9`3`#g:,;(7(;rmy9`3`#g:,;(7;rmy94`3`#g:,
1w^N7d;f964U,ym11w^N;f964&4U,ym11w^f964&;&4U,ym11w^f964&;4U,ym{11w^f96
<>Y8igID(]"A0+;<>Y8ID(]"A0+;<>Y8ID(]"?"A0+;<>Y8ID(]"?"A0+;<O>Y8ID(]
eRl5hfJx.cD0tscheRl5Jx.cD0tscheRl5Jx.cDeD0tscheRl5Jx.cDeDtscheiRl5Jx.c
v,r7f6%<)R-AaV^hv,r7%<)R-AaV^hv,r7%<)p)R-AaV^hv,r7%<)p)R-aV^hv,>r7%<)p
VbWqd^]qi(IRW)ytVbWqd^]qi(IRW)ytVbWqd^]qi(IRW)ytVbWqd^]qi(IRW)ytVbWqd^
`^Y-z8v=[gBX(Aqq`^Y-z8v=[gBX(Aqq`^Y-z8v=[gBX(Aqq`^Y-z8v=[gBX(Aqq`^Y-z8
```

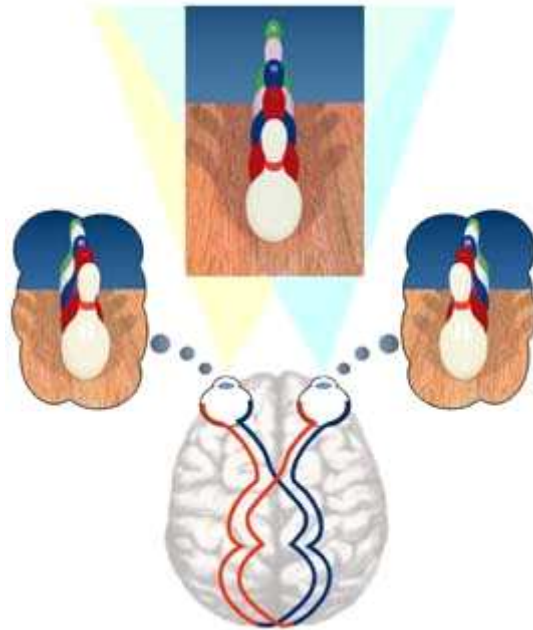
이 그림 속에서 D T 라는 글자를 보았다면 성공한 것이다.

“두뇌가 삼차원 공간을 표상하려면 두 눈의 정보를 통합해야 하는데 그러한 일은 어디서

어떻게 일어나는지 궁금하다.” 나는 조안의 설명을 들으면서 두 눈의 영상정보가 어떻게 통합되는지 물어 보았다.

“우리의 두뇌는 마치 호두알처럼 왼쪽과 오른쪽 두 개의 반구로 분리되어 있어. 특이한 것은 몸의 왼쪽부분은 오른쪽 뇌가, 오른쪽부분은 왼쪽뇌가 지배하고 있다는 점이야. 이렇게 서로 반대쪽을 지배하고 있거든. 시각정보도 이와 비슷해. 각 눈에서 들어오는 영상정보는 일단 시신경교차지점에 모인 후, 코를 기준으로 왼쪽의 경치는 오른쪽에 두뇌로, 오른쪽의 경치는 왼쪽의 두뇌로 전달되게 되어 있어. 이 정보들은 일차시각피질(V1)이라는 곳에 질서 정연하게 배치돼. 이때 두뇌는 좌우의 시각정보의 차이를 계산하기 위해서 각 눈에서 들어온 정보들을 지정된 위치에 배치하고 있어.

멀리 있는 물체일수록 두 눈의 시각차이는 거의 없지만 가까울수록 그 차이는 커지거든. 이 차이를 계산한 후 이를 깊이정보로 바꾸어 두뇌는 입체를 생성해낸 후 우리에게 보여주는 것이지. 매직아이에서 보듯이 두뇌의 계산속도는 매우 빨라. 우리의 두뇌는 감추어져 있던 입체구조를 순식간에 찾아내거든. 현재까지 그 어떤 슈퍼컴퓨터도 이를 흉내 내지 못할 정도로 우리의 두뇌는 우수해.”



다음날 우리는 캐러밴을 다시 시작했다. 얼마 지나지 않아 우리의 앞에 조그만 산간마을이 나타났다. 가파른 산등성이에 몇 채의 집이 위태롭게 있었다. 그 옆에는 밀이 보이지 않는 깊은 계곡이 입을 벌리고 있었다. 이곳에서 우리는 깊이라는 것이 무엇인지 실감나게 느낄 수 있었다. 마을의 한 노인이 쉬고 있는 우리에게로 왔다. 노인의 얼굴엔 잔잔한 세상의 슬픔이 서려 있었다. 그러면서도 이런 척박한 환경에서도 버텨왔다는 강한 자부심이 새겨져 있었다. 서로 대화는 통하지 않았지만 그녀는 우리들이 버리고 온 그 세상에 대한 동경이 있는 것 같았다. 내세에 그녀는 그곳에 태어나리라는 희망을 가지고 있었다.



우리는 계속 앞으로 나아갔다. 깊은 계곡과 가파른 계단 길을 하루 종일 오르내리며 힘들게 전진했다. 그리고 거처른 황야도 지나갔다. 우리는 비로소 안나푸르나의 턱말까지 간 것 같았다. 이제 봉우리를 돌때마다 거대한 설산들이 번갈아가며 나타나 우리를 반겼다. 베이 스캠프로 가는 아름다운 길들이 끝나가고 있었다. 이곳을 벗어나면 위험한 빙하의 협곡을 지나가야 한다. 그곳은 트래커들의 발길이 닿지 않은 미지의 땅이었다. 우리는 이곳에서 야영하기로 했다.

히말라야의 날씨는 도무지 예측하기 힘들다. 맑은 하늘에 갑자기 어두운 구름이 몰려와 앞이 보이지 않는 눈보라를 뿌리다가도 언제 그랬냐는 듯이 파아란 하늘이 나타난다. 친구들은 서둘러 야영 준비를 하느라 분주했다. 나는 그들을 보면서 우리의 미래를 생각해 보았다. 거대한 설산이 벽처럼 가로막고 있는 저 앞에 우리의 미래가 있었다. 나는 그곳 성스러운 거처에 우리가 무사히 들어갈 수 있도록 간절히 기도했다.

“오, 주님, 당신의 가슴을 여시어 우리를 받아주시옵소서!”



야영지 주변에는 이름 모를 야생화들이 피어있었다. 초원위에 노란색 꽃과 빨간 꽃들이 영롱하게 빛났다. 우리는 그곳에 앉아서 토론을 계속했다. 밝은 대낮에 이런 이야기를 시작한다는 것이 약간 낯 설었다. 하지만 조안은 얼굴에는 편안함이 감돌고 있었다.

“야생화를 보고 있으니 컬러라는 것이 도대체 무엇인가 하는 의문이 든다. 저토록 영롱한 야생화의 색깔도 결국 우리 인간이 자연을 인식하기 위하여 두뇌가 창조해낸 표현방식에 불과한 것은 아닐까.” 나는 서두를 어렵게 꺼냈다.

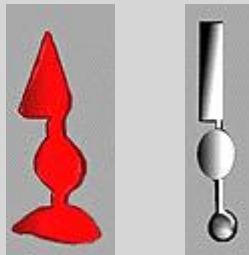
“색에 대한 경험은 완전히 주관적이야. 색을 한 번도 경험하지 못한 사람과 대화해 본다면 이를 절실하게 깨닫게 되거든. 이러한 주관성 때문에 비교적 최근에 와서야 인류는 색에 대해 조금 이해하게 된 것 같아.” 조안은 천천히 머릿속으로 자신의 생각을 정리하는 듯 했다.

“미술가들은 몇 개의 물감을 섞어서 다양한 색을 표현할 수 있다는 사실을 아주 오랜 옛날부터 알고 있었어. 하지만 근대에 와서야 과학자들은 비로소 삼라만상의 모든 색을 표현하

는 데 최소한 몇 개의 색이 필요한가를 찾고자 시도했어. 그리고 19세기에 들어와서야 인류는 삼원색을 발견했지. 이것은 원자론에 버금가는 놀라운 발견이야. 보이는 모든 색을 표현하는 데에는 빨강, 초록, 파랑이라는 세 개의 색만 있으면 되었거든. 왜 겨우 세 개뿐일까에 대해 고민하다가 과학자들은 그것이 인간의 망막 속에 있는 센서와 연관되어 있을 것이라는 결론에 도달했어. 그것은 놀라운 직관이었어. 20세기 중반에 와서 드디어 인간은 망막 속에서 세 종류의 센서를 발견했거든.”

조안의 설명을 듣고 우리는 그 센서를 찾으러 망막 속으로 여행을 계속하기로 했다.

우리는 동공 속으로 들어갔다. 그리고 망막의 내부를 자세하게 들여다보았다. 전자 현미경에 버금가는 상상의 시력을 이용하여 망막의 깊숙한 바닥을 투시했다. 그곳에는 막대모양과 원뿔모양의 머리를 갖고 있는 두 종류의 세포들로 채워져 있었다.



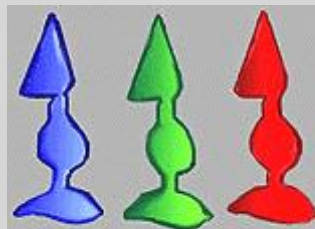
막대처럼 길쭉한 머리를 갖고 있는 세포가 바로 명암의 구별을 감지하는 막대세포rod cell이다. 이 세포는 예민한 센서를 갖고 있어서 희미한 사물을 볼 수 있는 능력을 우리에게 제공하고 있었다. 어두운 밤에 사물이 흑백 TV와 같은 영상으로 보이는 것은 바로 막대세포의 작용에 의한 것이었다.

또한 원뿔모양의 머리를 갖고 있는 세포가 바로 색을 감지하는 원뿔세포이다. 이 세포들은 둔한 센서를 가지고 있어서 환한 대낮에만 동작한다. 낮에 보이는 컬러풀한 선명한 영상은 이 원뿔세포가 제공한 것이었다. 이처럼 우리의 눈은 낮에는 원추세포, 밤에는 막대세포로 사물을 보는 이원화된 구조로 되어 있었다.

우리가 밝은 곳에서 어두운 곳으로 들어간다거나 반대로 어두운 곳에서 밝은 곳으로 나가는 경우, 두 세포가 임무를 교대하는데 시간이 필요하다. 그래서 그 기간 동안 우리는 시각장애를 겪는 것이다.

밝은 곳에서 어두운 곳으로 들어가면, 적응하는데 대략 20분에서 한 시간 정도의 시간이 필요하다. 이것을 암순응이라고 한다. 이처럼 암순응이 길다는 사실은 제트기 조종사들에게 매우 치명적이다. 그래서 그들은 붉은색 고글을 낀다고 한다. 그 이유는 붉은 빛이 다른 빛보다 막대세포를 덜 손상시키기 때문이다. 따라서 붉은 고글을 끼면 어두운 곳에 들어가더라도 손상되지 않은 막대세포가 남아있으므로 암순응이 매우 빠르게 진행될 것이다.

반대로 어두운 곳에서 밝은 곳으로 나아가는 경우에는 적응시간이 매우 짧다. 잠깐 눈부심을 느끼지만 잠시 후 원추세포의 기능이 회복되면 눈부심은 사라진다. 이를 명순응이라 한다.



파랑콘 초록콘 빨강콘

우리는 색을 감지하기 위하여 최전방에서 임무를 수행하고 있는 원뿔세포를 주시했다. 그들은 세 종류가 있었으며, 파장에 따라 각기 다른 민감도를 보여주었다. 대략 파랑콘은 파랑색, 초록콘은 초록색, 빨강콘은 빨강색에 예민하게 반응했다.

그들이 바로 삼원색의 센서였다. 이 삼원색의 센서가 감지하는 반응패턴에 따라 우리는 여러 종류의

색을 지각한다고 한다(패턴부호화이론). 그것은 마치 삼원색을 혼합하여 모든 색을 만들어내는 컬러 TV의 원리와 매우 유사했다.

또한 동물마다 삼원색의 수용기는 모두 달랐다. 올빼미에게는 색을 구별하는 원뿔세포가 아예 없어서 올빼미는 이 세계를 흑백의 영상으로 보고 있었다. 그리고 원숭이에게는 빨강색을 감지하는 원뿔 세포가 없어서 원숭이들은 빨강색이 갈색으로 바뀐 세계를 보고 있었다.



올빼미가 보는 색



원숭이가 보는 색



인간이 보는 색

만약 위의 세 가지 센서중의 일부가 없거나 손상당했다면 색을 구별하는 데 심각한 장애가 발생한다. 인류에게 가장 흔한 케이스는 적색과 녹색을 구별하기 어려운 경우이다(적록색맹). 이 경우는 적색센서나 녹색센서에 장애가 있었다. 이 질병은 여자보다는 남자에게서 많이 발견되었다. 그 이유는 이 병이 X염색체의 손상에 의해 생기기 때문이었다. 여자의 경우 X염색체가 2개이고 남자는 하나의 X염색체만이 존재하므로 여성에게 건강한 X염색체가 있을 확률이 높다. 이런 이유로 지구상의 많은 남자들이 이질병을 갖고 있었다.



정상인이 보는 사과의 색



적록색맹인 사람이 보는 사과의 색

삼원색이론의 성공에도 불구하고 무언가 부족한 부분들이 있었다.

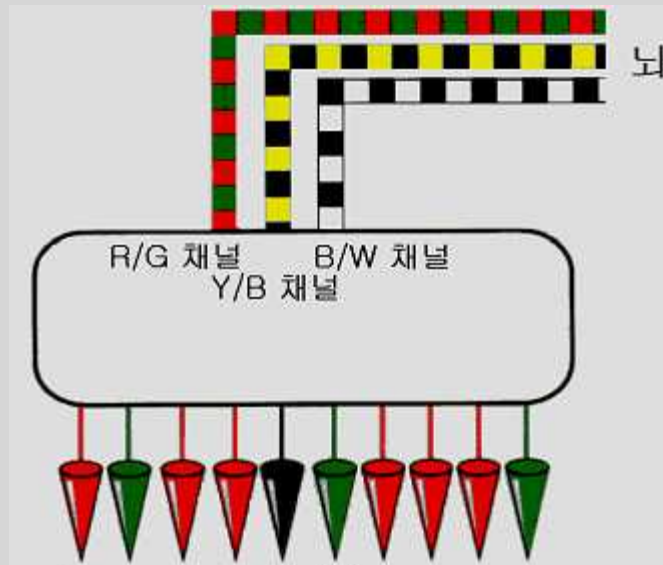


색이 삼원색론에서 말하는 것처럼 고정된 것이 아니라 그 주위에 있는 배경색에 따라서 우리에게 다르게 지각된다는 사실이 밝혀졌다. 그림에서 노란색의 X모양은 둘 다 같은 색이지만 우리에게서 어두운 배경의 경우가 더 선명하게 지각된다.

또한 잔상효과 역시 삼원색론으로는 설명하기 어려웠다. 빨강색을 30초 정도 주시하다가 하얀 종이로 시선을 옮겨보면 우리는 빨강색의 짙은 초록색 잔상이 나타난다. 빨강색을 보고 있으면 왜 우리의 눈에는 초록의 잔상이 남는 것일까. 이러한 여러 가지 의문을 풀기 위하여 새로운 색의 이론이 필요했다.

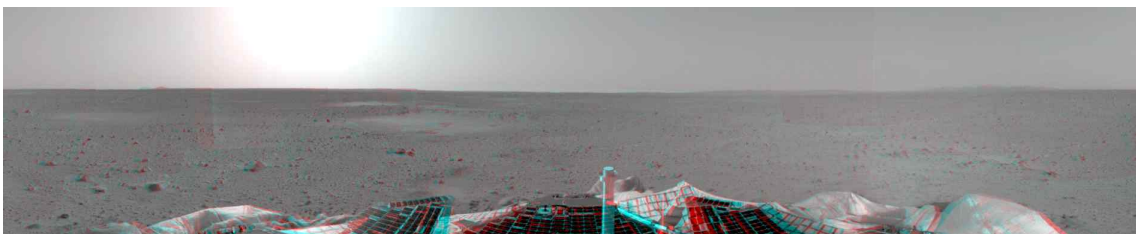
인간은 심리적으로 삼원색보다 빨강, 초록, 파랑에 노랑 색을 첨가한 네 개의 색을 기본으로 대립적

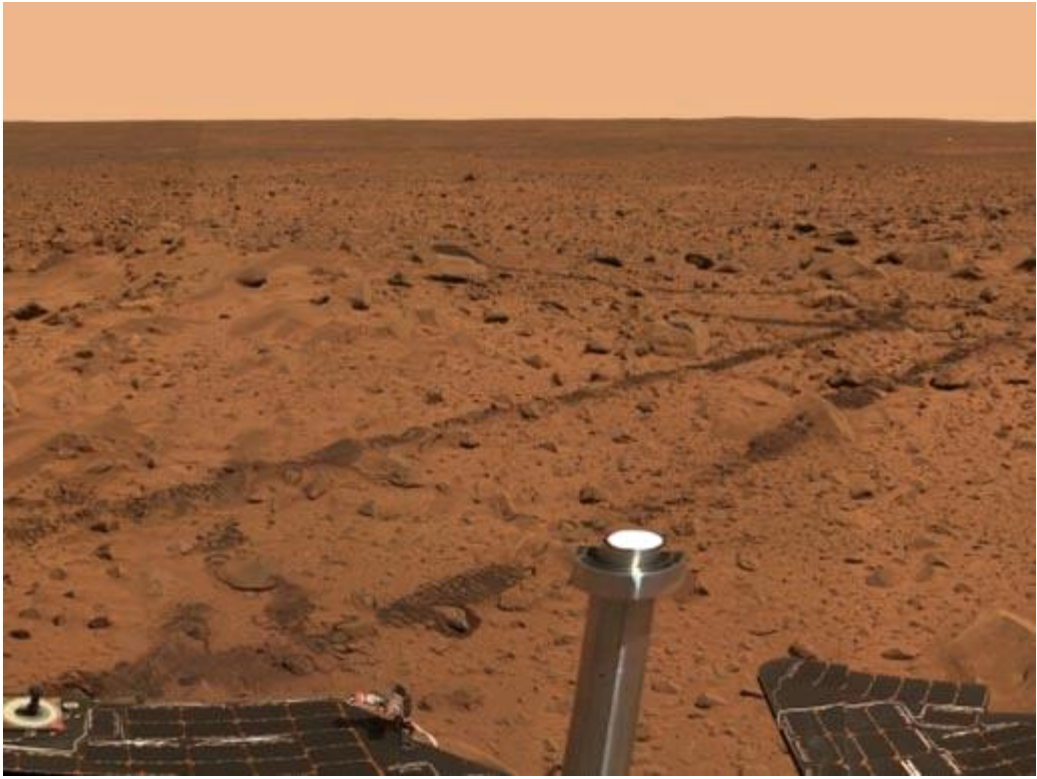
으로 지각한다는 사실이 밝혀졌다. 이 네 개의 색은 서로 짝을 이루어 대립관계에 있는 것 같았다. 빨강색은 초록색과 대립되었으며, 파랑색은 노랑색과 대립관계를 이루고 있었다. 그래서 빨강색을 30초 정도 주시하면 빨강색을 수용하는 세포가 기능을 잃어버리므로 다른 곳을 보면 그 짝인 초록색의 잔상이 우리에게 보이는 것이다. 이와 같은 이론을 대립과정이론이라 한다. 이 이론은 동시대비나 보색 잔상과 같은 현상을 잘 설명했지만, 삼원색이론의 눈부신 활약에 처음에는 찬밥 신세를 면치 못했다. 하지만 1960년에 Russel DeValois가 망막의 신경절 세포와 시상의 외측슬상핵(LGN)에서 대립세포를 발견하면서 상황이 역전되었다. 대립이론은 이제 삼원색설과 대등한 위치로 올라세게 되었다. 최근에 과학자들은 두뇌로 들어가는 세 개의 채널(파랑-노랑채널, 빨강-초록채널, 명암채널)을 밝혔으며, 또한 각 채널이 광수용기와 어떻게 회로로 연결되어 있는지도 찾아냈다.



이처럼 망막의 광수용기(막대세포, 원뿔세포들)에서는 삼원색 센서를 통하여 색을 일차적으로 감지하였지만, 이를 두뇌로 전송하는 경우에는 그들 정보의 합과 차를 생성하는 대립세포를 통하여 전송하고 있었다.

나는 컬러를 감지하는 놀라운 설명을 들으면서 몇 년 전에 화성 탐사선 스피릿이 보내온 영상을 기억해냈다. 스피릿은 과연 화성의 실재의 색을 재현해낼 수 있는가라는 의문이 얼마 전에 제기된 적이 있었다. 영국의 일간지 '데일리 텔레그래프' 인터넷판은 NASA가 화성 탐사 로봇이 보내온 영상을 필터 조작을 통해 일반적인 인식처럼 붉은색으로 보이게 만들었고 심지어 생명체의 존재를 감추려고 초록색으로 된 표면 일부를 없앴다고 주장했다.







드디어 지루한 캐러밴을 끝내고 우리는 베이스캠프에 도착했다. 이제부터 정상을 향한 긴장감 넘치는 작업이 우리를 기다리고 있었다. 베이스캠프에는 많은 팀들이 진을 치고 있었다. 우리는 깊숙이 들어가 한적한 고지대에 캠프를 설치했다. 그 동안 정들었던 포터들과도 작별하였다. 우리는 고소포터(셀파라고도 함)를 고용하지 않았다. 위로 운반할 많은 짐이 있었지만 7천 미터가 넘는 고소까지 그것을 포터에게 운반하도록 요구하고 싶지는 않았다. 우리는 철저한 계획을 세우고 준비해 왔다. 하지만 대자연 속에서 우리는 너무 미미한 존재였다. 어쩌면 살아서 돌아가지 못하는 친구도 있을지 몰랐다. 우리 모두는 말이 없어졌다.

흘가분하고 조용하다. 사방에 설산으로 둘러싸인 이곳에는 깊은 정적과 침묵이 마치 살아 있는 것처럼 흘러 다니고 있었다. 본격적인 등반을 앞두고 친구들은 바싹 긴장하고 있었다. 최상의 컨디션을 유지하기 위해 나름대로 내공을 쌓는 듯이 보였다.

이곳에서는 등반을 시작하기에 앞서 라마제를 지낸다. 설산에 존재하는 신령한 존재에게 입산을 허락해 달라는 기원이 담겨있었다. 우리도 라마제를 지냈다. 드디어 우리의 등반시작 날이 왔다. 아침에 일어나니 날씨가 너무 좋았다. 파란 하늘을 바라보며 우리는 2개조로 나누어 출발했다. 한조는 캠프1을 설치하고 다른 한조는 캠프1에 쌓아둔 식량과 장비들을 운반하기로 했다. 우리는 매일 임무를 교대하며 이렇게 전진했다. 며칠 만에 우리는 신속하게 캠프2를 설치했다. 앞서간 다른 팀들이 설치해 놓은 고정자일을 이용할 수 있어서 등반은 생각보다 수월했다. 하지만 캠프3으로 나아가는 동안 결국 사건이 터지고 말았다. 심한 블리자드가 며칠동안 계속되었다. 우리가 뚫어놓은 길들이 모두 눈 속으로 사라졌다. 우리는 베이스캠프로 내려가 잠시 쉬기로 했다. 눈보라는 일주일이나 계속 날렸다. 4일째 되던 날에는 기다리다 지쳤던지 친구들은 무리하게 출발했다. 그러나 우리는 얼마못가서 화이트아웃을 만났다. 온 세상이 폭설에 가려져 아무것도 보이지 않았으며 5m 앞에 있는 텐트

조차 보이지 않았다. 심한 경우에는 방향각각을 상실하여 헤매다 죽게 되는 무서운 재앙이었다. 우리는 더 이상 모험하지 않기로 했다.

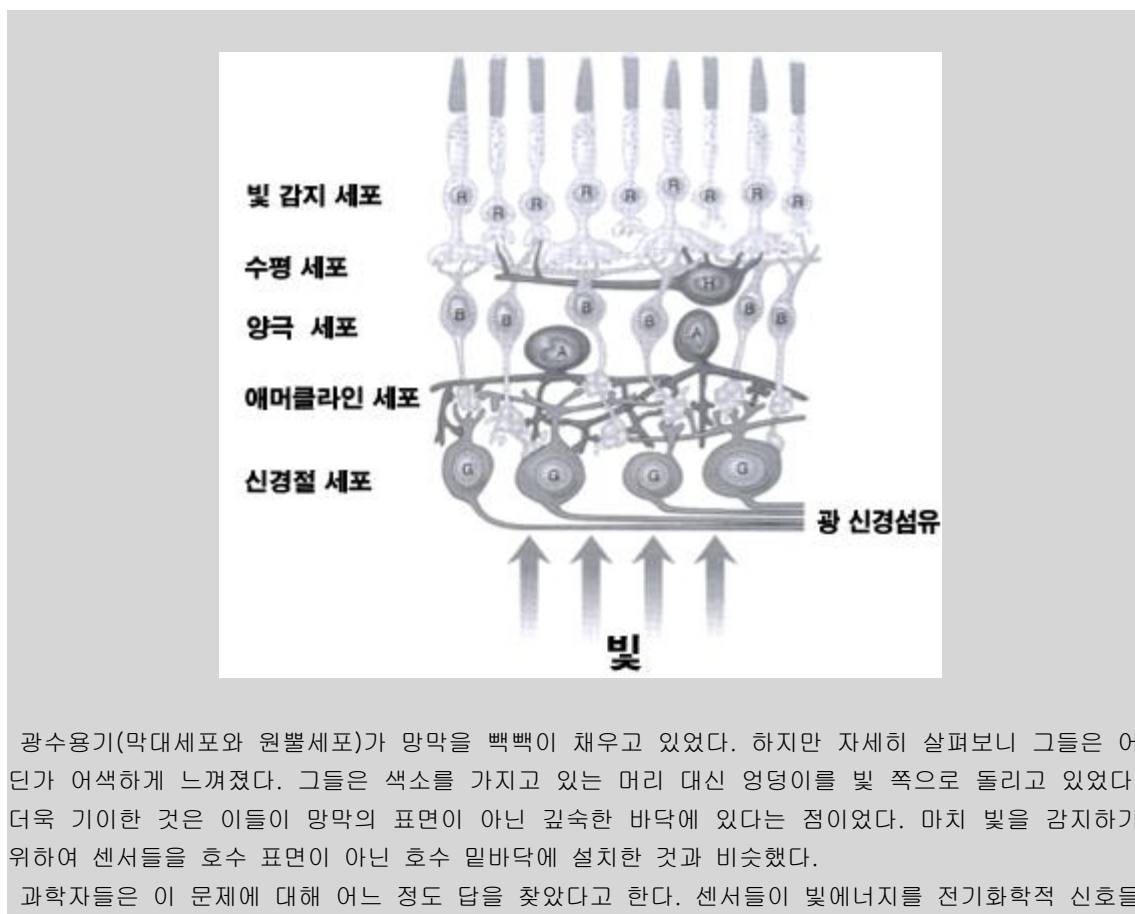
눈보라는 우리에게 두뇌에 대한 탐험을 계속하라고 재촉하는 것 같았다. 나는 쉬면서 조안과 토론할 기회를 붙잡았다. 그녀는 요즘 약간 불안해 보였다. 마치 예전의 악몽이 되살아나기라도 한 듯이. 하지만 토론이 깊어지면서 우리는 바깥 일들을 점차 잊어갔다. 내부로 들어가는 여행은 히말라야보다 더 신비하기만 했다.

“사물을 볼때 자세하게 보이는 부분은 좁은 영역인 것 같아. 책을 읽을 때를 생각해 보면 알 수 있어. 우리는 한 페이지 전체를 한 번에 보는 것이 아니라 눈동자를 움직여 한 줄 한 줄 훑어보아야 하거든. 아무리 연습해도 눈동자를 움직이지 않고 한 페이지 전체를 볼 수는 없어. 이렇게 시야가 협소한 이유는 뭘까.” 나는 조안에게 인간 시야의 특이한 특성에 대하여 물어보았다.

“사실 우리의 시야 중에서 정밀하게 볼 수 있는 영역은 매우 협소해. 간단한 실험으로 이것을 깨달을 수 있어.”

조안은 한 줄의 글을 우리에게 보여 주면서 가운데 있는 문자를 주시하라고 했다. 그리고 눈동자를 움직이지 말고 그 옆에 있는 글자를 읽어 보라고 했다. 우리는 기껏해야 네 개내지 다섯 개의 글자정도를 읽을 수 있었다.

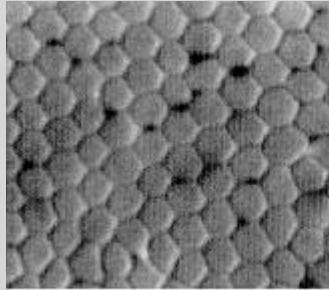
이 문제는 망막과 밀접한 관련이 있음에 분명했다. 우리는 망막의 자세한 모습을 보기 위하여 다시 동공 속으로 들어갔다.



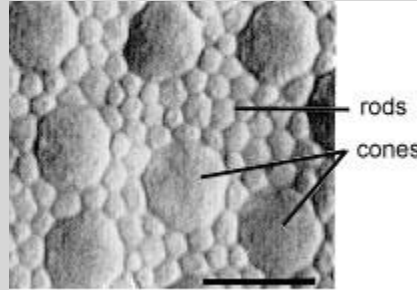
광수용기(막대세포와 원뿔세포)가 망막을 뽀뽀 채우고 있었다. 하지만 자세히 살펴보니 그들은 어딘가 어색하게 느껴졌다. 그들은 색소를 가지고 있는 머리 대신 엉덩이를 빛 쪽으로 돌리고 있었다. 더욱 기이한 것은 이들이 망막의 표면이 아닌 깊숙한 바닥에 있다는 점이었다. 마치 빛을 감지하기 위하여 센서들을 호수 표면이 아닌 호수 밑바닥에 설치한 것과 비슷했다.

과학자들은 이 문제에 대해 어느 정도 답을 찾았다고 한다. 센서들이 빛에너지를 전기화학적 신호들

로 변환하는 일을 하기 위해서는 망막의 밑바닥에 있는 맥락막이라는 곳에서 비타민 A(레티나)를 계속 공급받아야 하는데, 이를 위해서 그런 배치를 하게 된 것이라고 한다.



중심응덩이에서 광수용기의 분포

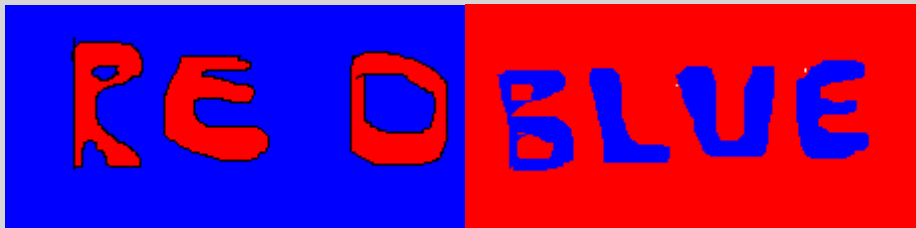


주변에서 광수용기의 분포

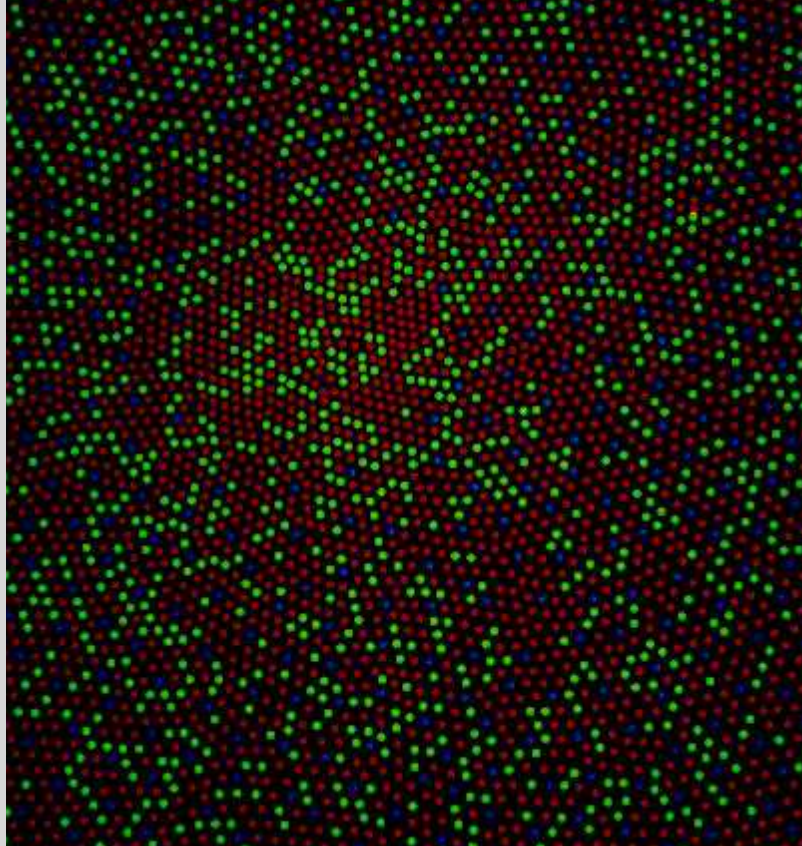
우리는 이번에는 광수용기가 어떻게 분포하고 있는지 살펴보았다. 중심응덩이 부근에는 막대세포는 보이지 않고 원뿔세포만 보였다. 하지만 이 응덩이에서 멀어지면서 원뿔세포의 밀도는 점점 줄어들었으며 대신 막대세포들이 늘어나고 있었다. 세어보지 않았지만 망막 안에는 막대세포가 1억 2천만 개 정도, 원뿔세포가 6백만 개 정도 있다고 한다.

망막스크린의 영상은 초점이 맺히는 중심응덩이에서 가장 또렷했다. 그래서 우리는 중심응덩이 부근에 존재하는 원뿔세포를 한 번 더 살펴보았다. 특히하게도 그곳에는 파랑콘이 거의 존재하지 않았다. 그리고 빨강콘이 초록콘보다 2배가량 많이 있었다.

왜 중심응덩이에는 파랑색 센서가 드물게 있는 것일까. 알고 보니 그것은 색수차라는 현상과 관계가 있었다. 파랑색의 빛은 파장이 짧아서 초록이나 빨강보다 굴절이 크게 일어난다. 이때 우리 인간은 주로 초록색을 망막에 또렷이 맺히도록 수정체와 각막의 두께를 조절한다고 한다. 따라서 파랑색은 초점거리가 짧아 망막의 앞에, 빨강색은 초점이 길어져 망막의 뒤에 상이 맺힌다. 따라서 파랑색을 선명하게 보려면 수정체의 두께를 얇게해야 하고, 빨강색의 물체를 선명하게 보려면 수정체를 두텁게 해야 한다. 이런 이유로 같은 거리에 있는 색이라도 파랑색은 멀리 있는 것으로 지각되며 빨강색은 가까이 있는 것으로 깊이가 지각된다.



또한 중심응덩이에 파랑색은 큰 굴절을 때문에 초록색이나 빨강색에 비해 흐릿한 상이 맺히게 된다. 우리의 두뇌는 이 흐릿한 상을 정밀한 상으로 바꾸기 위하여 엄청난 계산을 해야 한다. 진화적 도상에서 이런 문제에 직면한 인간의 두뇌는 현명한 선택을 했다. 아예 이런 흐릿한 상을 보지 말자는 것이다. 그래서 중심응덩이부근에 파랑콘이 없었던 것이다. 놀랍지 않은가. 우리의 두뇌는 귀찮은 것을 딱 무시하기도 한다.



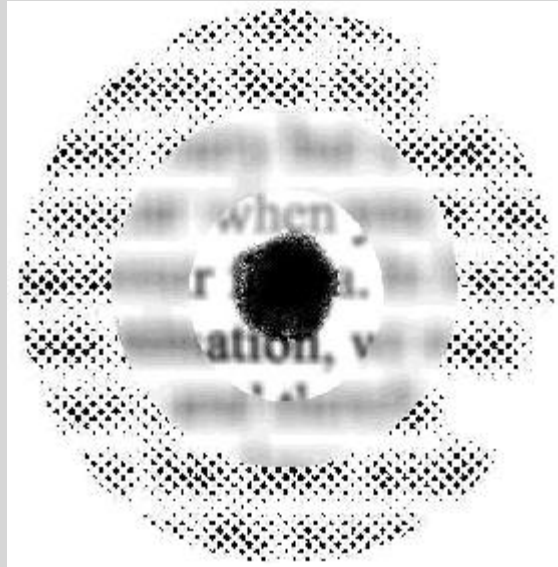
세종류 원뿔세포의 분포를 표시한 그림



낮에 지각되는 독서의 실제 모습

우리는 광수용기의 분포를 참고하여 바깥경치를 볼 때 우리에게 지각되는 순간의 장면을 포착하여 보았다. 이 그림에서 보는 것처럼 중심응당이 부근에 맞힌 상은 선명하게 보이지만 그 외의 부분은 흐릿하게 보인다. 놀랍게도 선명하게 보이는 부분은 시야의 약 2도 정도에 불과하다. 하지만 흐릿하게

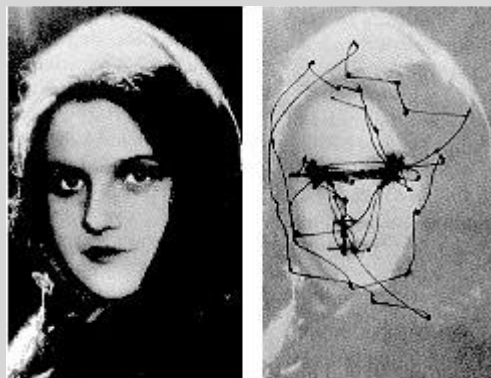
보이는 이 부분도 없어서는 안 된다. 비록 모호하게 보일지라도 물체의 움직임은 민감하게 감지되기 때문이다. 일례로 개구리가 파리를 잡아먹을 때 이 부분의 시야를 사용한다고 한다. 파리가 움직이지 않고 가만히 있으면 개구리는 파리를 보지 못한다. 하지만 파리가 날자마자 개구리는 이를 알아차려 잡아먹을 수 있는 것이다.



어두운 밤에 지각되는 독서의 실제 모습

또한 밤의 시각을 지배하는 막대세포가 중심웅덩이에 존재하지 않으므로 어두운 밤에 사물을 보기 위해서는 약간의 기술이 필요하다. 물체를 정면으로 응시하면 그 상은 중심웅덩이에 있는 원추세포위에 맺히므로 밤에는 오히려 안보이게 된다. 하지만 물체의 옆을 본다면 그 상은 막대세포위에 맺히게 되므로 밤에도 볼 수 있는 것이다. 이런 사실은 하늘을 관찰하던 천문학자들에게 널리 알려져 있었다.

이러한 망막의 구조 때문에 인간은 그림을 감상하는 경우에도 끊임없이 시선을 이동시키며 자신이 흥미 있어 하는 부분을 감상한다는 사실이 밝혀졌다. 위의 그림 중에서 오른쪽은 관찰자의 시선 경로를 추적하여 그려놓은 것이다. 물론 이것은 관찰자 모르게 실험된 것이다. 그림을 보면 우리 인간은 얼굴 중에서 주로 눈, 코, 입과 같은 부분에 흥미를 갖고 있음을 알 수 있다. 그 중에서도 특히 눈은 제일 먼저 관찰하는 대상임을 알 수 있다.



오른쪽그림은 우리 시선의 경로이다.

그리고 화가들은 우리의 시각이 가지고 있는 이러한 특성을 이용하여 중심부분 시야는 상세히 그리고 그 주변은 흐릿하게 그려서 그림에 대한 강한 집중을 유도하는 기법을 사용하기도 했다.



주변은 흐릿하게 처리하고 중심부만 강조한 르노와르의 그림



온통 흐릿하게 그린 모네의 그림

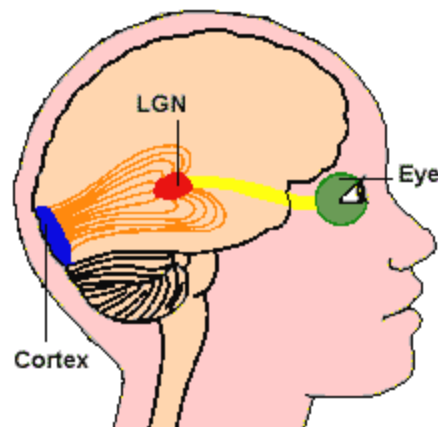
모네의 그림을 언뜻 보면 그림이 매우 생동감 있어 보인다. 하지만 자세히 들여다보면 그림속의 모든 대상이 흐릿하여 잘 알아보기 어렵다. 이처럼 미술가들은 주변시야와 중심시야를 잘 조화시켜 생동감 있는 그림을 그릴 수 있었다.

우리는 아침에 일어나면 그날의 일기부터 살폈다. 그리고 모두들 말없이 자신의 일을 하면서 하루를 보냈다. 밤이 되어야 우리는 머리를 맞대고 다음날 산행을 의논했다. 내일에는 무조건 출발하자는 의견이 분분했지만 조금 신중하자는 의견도 만만치 않았다. 그리고 모두들 좁은 텐트 안에서 말없이 하루를 보냈다. 우리는 모두 신경이 곤두서 있었다. 이것을 잊기 위해서는 무언가 해야 했다. 그래서 우리는 뇌 속으로의 탐험을 계속했다.

나는 조안에게 구체적으로 광수용기에서 우리의 두뇌로 어떤 정보들이 어떻게 전달되는지 알고 싶다고 부탁했다.

“우리는 지금까지 많은 것을 이야기했어. 시각에 대하여 흥미 있는 사실들을 많이 알게 된 것 같아. 하지만 나는 우리의 망막이 빛에 대하여 어떻게 반응하며, 또 이 정보를 어떻게 두뇌로 전달하고, 두뇌는 이 정보를 어떻게 해석하는지 궁금하다. 과연 나의 이런 생각들이 어느 정도 밝혀진 것인지도 모르면서 이런 것을 묻는다는 것이 어리석지만 말야.”

“우리는 겨우 초보적이 수준까지만 밝혀냈을 뿐이야. 두뇌 속으로 깊이 들어가다 보면 길을 잃어버리기가 너무 쉽거든. 대로가 오솔길이 되고 그 오솔길마자 사라지면 우리는 어디로 가는지도 모르게 되거든. 하지만 이제 현대과학은 길을 잃지 않을 준비가 어느 정도 된 것 같아. 시간만 주어진다면 우리는 많은 사실들이 발견하게 될 거야.”



눈에서 뇌로 가는 시각경로

망막에서 생성된 신호는 대략 세단계의 길을 따라가면서 처리된다고 한다.

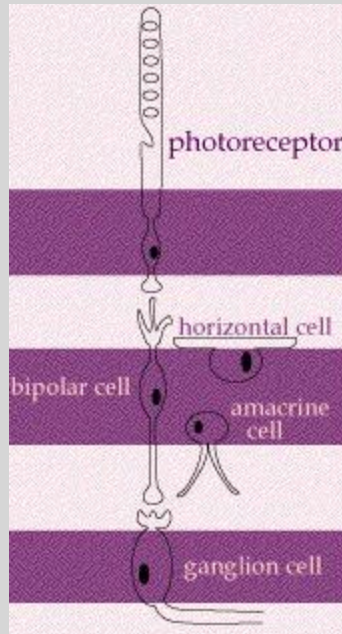
망막에서 외측상핵(lateral geniculate nucleus LGN)로 전달되는 과정

외측무름체에서 일차시각피질로 가는 과정

일차시각피질 넘어 고차의 시각처리 과정

우리는 히말라야를 뒤로하며 다시 또 하나의 비경인 동공 속으로 들어갔다.

몇 번 들어와 봐서 그런지 동공안의 풍경은 그리 낯설지 않았다. 우리는 나무뿌리처럼 얽혀있는 망막의 구조를 자세히 살펴보았다. 한옥의 창틀처럼 망막은 수직적 구조와 수평적구조로 연결되어 있었다. 수직구조는 빛신호를 전기신호로 바꾸어 두뇌로 전달하는 임무를 담당하고 있었으며, 수평구조는 광수용기들 사이의 통신을 담당하고 있었다. 하나의 수용기에서 나온 신호는 수직구조를 따라 뇌로 진행해 가면서 수평구조를 따라 옆에 있는 다른 수용기에 영향을 주고 있었다.

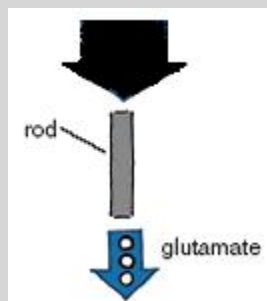


수직구조는 대략 세 개의 층으로 구성되어 있었다.

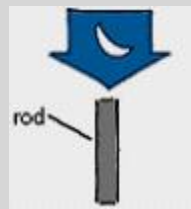
광수용기 -> 양극세포 -> 신경절세포

망막의 제일 깊숙이 있는 일층에는 광수용기photoreceptor들이 보였다. 그리고 이층에는 양극세포 bipolar cell 들이, 제3층에는 신경절세포ganglion cell들이 보였다. 광수용기가 빛의 신호를 전기신호로 번역하면 이것이 양극세포를 거쳐 신경절세포로 전달되고 있었다. 그리고 신경절세포의 기다란 고리(축삭)를 따라 그 신호는 두뇌로 흐르고 있었다. 각 신경절세포에서 나온 축삭들은 모두 한곳에 모여서 눈을 떠나 두뇌로 들어가고 있었는데, 그 출구가 바로 맹점이었다. 그곳에는 광수용기들이 없어서 사물을 볼 수 없었다.

수평구조는 두 개의 세포(수평세포와 아마클레인 세포)로 구성되어 있었다. 수평세포horizontal cell는 일층과 이층사이에서 많은 광수용기들을 연결해주고 있었다. 이 수평세포를 통하여 광수용기들은 친한 친구들끼리는 협력하고, 그렇지 않은 놈들과는 서로 양속처럼 대립하고 있었다. 또한 아마클레인세포amacrine cell는 이층과 삼층사이에서 많은 양극세포를 연결하고 있었다.



어둠속에서



달밤에

우리는 막대세포가 빛에 어떻게 반응하는지 궁금했다. 그래서 우리는 광자를 감지하는 센서가 있는 야구방망이 같은 길쭉한 막대 속을 살펴보았다. 그곳에는 동전과 같은 디스크들이 차곡차곡 쌓여있었

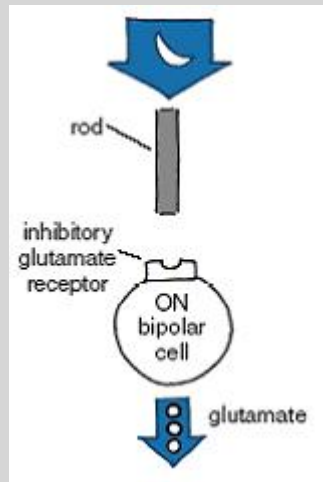
고, 그 디스크 표면에는 붉은색을 띠는 로돕신rhodopsin분자가 다닥다닥 붙어 있었다. 막대세포들은 빛이 전혀 없는 깜깜한 어둠속에서 글루타민산염glutamate이라는 신경전달물질을 활발하게 분비하고 있었다. 그들은 낮보다 깊은 밤에 더 시끄러웠다.

광자 하나가 날아와 로돕신을 때리는 것이 보였다. 자세히 살펴보니 광자에 얻어맞아 흥분한 로돕신은 일련의 연쇄반응을 일으키는 방아쇠를 잡아당겼다. 그 결과 나트륨채널이 닫히면서 막대세포의 막전위가 더 낮아졌다. 그 결과 시냅스(야구 방망이의 손잡이부분)에서는 글루타민산염의 방출이 줄어들고 있었다. 이렇게 막대세포는 어둠속에서 글루타민산염을 방출하느라 분주하였지만 빛을 쬐어주면 오히려 방출이 줄어들면서 조용해졌다.

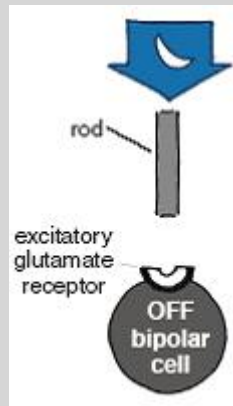
저쪽에 수많은 광자들이 세포 안에 있는 많은 로돕신들을 공격하는 모습도 보였다. 그러자 그 로돕신의 붉은빛이 점점 탈색되어 하얗게 변해갔고, 그 표면에는 아까보다 더큰 전압이 생겼으며, 글루타민산염의 방출은 완전히 정지되었다.

지금 바깥의 세계에는 밤이 오는 것 같았다. 동공 안이 너무 희미하여 원추세포들은 거의 반응하지 않았다. 하지만 밝은 낮에 하얗게 표백되었던 로돕신 분자들이 다시 재생되면서 막대세포는 붉은 기운을 회복하고 있었다. 이때 간혹 손상된 레티날들은 비타민 A로부터 보충되었다. 봄, 여름, 가을, 겨울이 반복되는 것처럼 로돕신도 분해되었다 다시 재생되는 과정을 반복하고 있었다. 반복이란 진정 자연의 위대한 섭리인 것 같다.

양극세포는 광수용기가 방출하는 글루타민산염을 좋아하거나 아니면 싫어했다. ON세포라고 명명된 양극세포는 글루타민산염을 싫어하는 수용기를 가지고 있어서 막대세포와 반대로 행동했다. 빛을 비추면 글루타민산염이 방출되었고 빛이 없는 어둠속에서는 방출이 줄어들었다.



달밤 ON 세포의 동작



달밤 OFF 세포의 동작

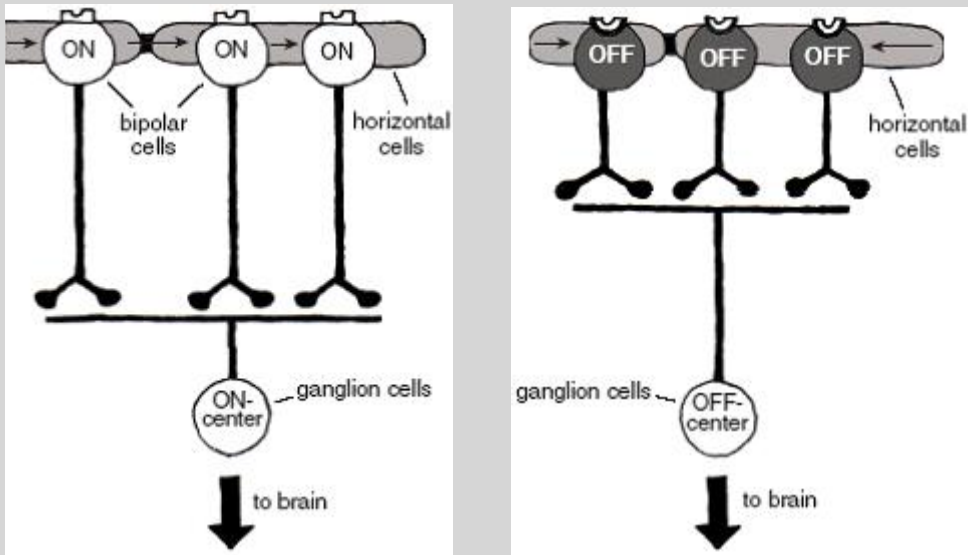
다른 한 종류인 OFF세포에는 글루타민산염에 호의적인 수용기를 가지고 있어서 막대세포와 행동을 통일했다. 그들은 어둠속에서 글루타민산염을 방출하였으며, 빛을 비추면 빛의 세기에 비례하여 방출이 감소하였다.

ON세포는 밝음을 감지하는 임무를 수행하고 있었고, OFF세포는 어둠을 감지하는 역할을 하는 것 같았다. 왜 이렇게 망막에는 두 종류의 세포가 존재해야 하는가하는 의문이 들었다.

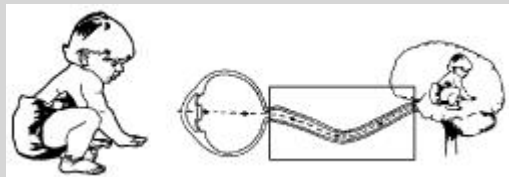
우리 주변의 경치는 밝은 곳도 있지만 어두운 곳도 있다. 이렇게 밝음과 어둠이 혼재해 있는 상황에서 밝음만 감지하는 것보다 밝음과 어두움을 따로 감지하여 처리하는 것이 물체를 인식하는데 훨씬 효율적이다. 일례로 책을 읽는 경우를 생각해 보자. 글씨는 흰 바탕에 검은색으로 쓰여 있으므로 글씨를 읽기위해서는 어둠을 감지하는 OFF 세포가 필요하다. 이처럼 양극세포는 인간이 자연을 파악하기 위하여 최적의 상태로 진화하여온 결과가 아닐까하는 생각이 들었다. 우리의 두뇌는 어둠속에서 빛나는 작은 광점을 지각하는 데에는 ON 세포를 사용하고, 책을 읽을 때 글자를 지각하는 경우에는 OFF

세포를 사용하고 있었다.

하나의 신경절세포ganglion cell는 많은 양극세포의 정보를 모아서 처리하고 있었다. 이때 양극세포들은 매우 배타적으로 뭉쳤다. ON은 ON끼리, OFF는 OFF끼리만 뭉쳤으며, 다른 종류는 철저히 배척했다. 그리고 신경절세포는 양극세포에 매우 호의적(흥분적)이었다. 그래서 양극세포가 흥분하면 신경절세포 또한 흥분하였으며, 양극세포가 위축되면 신경절세포 역시 위축되었다.



신경절세포에는 기다란 꼬리(축삭)가 달려있었으며, 망막에 있는 신경절세포에서 나온 축삭들은 모두 한곳으로 모여 하나의 굵은 섬유다발이 되어 두뇌 속으로 들어가고 있었다. 이 섬유다발을 시신경 optic nerve이라고 부른다. 신경절세포에서 나온 축삭은 외측슬상핵까지 이어져 있으며, 그 길이는 대략 7cm정도였다. 이처럼 신경절세포가 코딩한 빛의 신호는 시신경을 따라 두뇌 깊은 곳으로 직접 들어가고 있었다.



망막정보를 두뇌로 전송하는 시신경

7cm가 넘는 긴 거리까지 정보를 이동시키려면 광수용기나 양극세포와는 다른 방식을 사용해야 할 것 같았다. 그래서 우리는 조안의 제안에 따라 신경절세포의 축삭에서 어떤 일이 일어나는지 살펴보기로 했다.

우리는 신경절세포의 내부에 미세한 탐침을 꼽고 전압계를 이용하여 축삭을 흘러가는 전압의 변화를 기록하여 보았다.

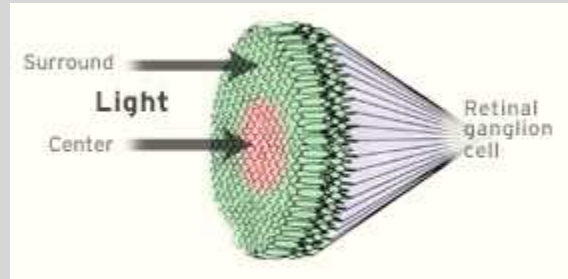


작은 광점을 비춘 경우(a)

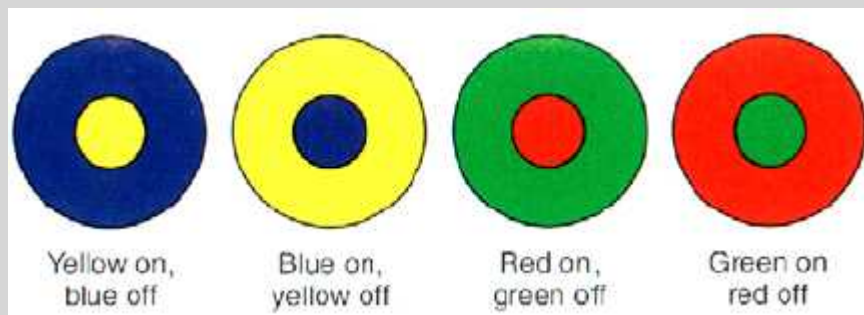


큰 광점을 비춘 경우(b)

신경절세포의 중심에 작은 레이저 광선을 비추었더니 신경절세포는 펄스를 기관총처럼 난사하기 시작했다. 우리는 광점의 크기를 천천히 확대하여 보았다. 그러자 빛이 커지면서 기관총의 발사속도가 놀랍게도 조금씩 줄어들어갔다.

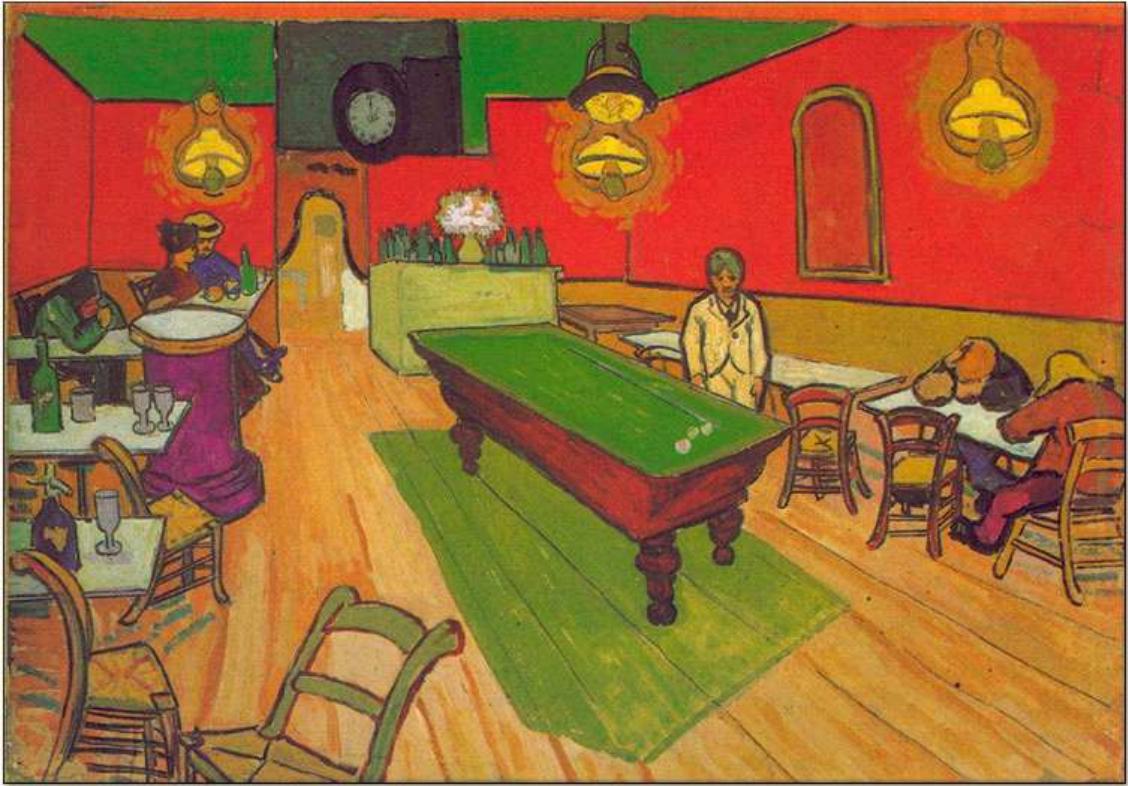


이처럼 신경절세포의 주위에는 그 세포의 세력이 미치는 어떤 영역(receptive field 수용야)이 있었다. 이영역의 중심에는 호의적으로 작용하는 흥분적인 영역이 있고, 그 주위에는 반대로 작용하는 억제적인 영역이 있었다. 빛이 흥분적인 영역을 비추면 세포는 매우 빠르게 발화하지만 빛의 크기가 커져서 억제적 영역을 침범하면 오히려 발화속도가 느려진다. 이처럼 신경절세포는 밝기가 변하는 예리한 경계를 검출하는 탁월한 능력을 가지고 있었다.



명암의 변화를 검출하는 세포외에 색의 대비를 검출하는 신경절세포들도 존재하였다. 이 세포들에 의하여 빨강색과 초록색이 서로 대비를 이루고 있거나, 노랑과 파랑색이 대비를 이루고 있는 경우 신경절세포가 강하게 반응하므로 두 색은 매우 선명하고 강하게 인식되는 것이다.

이러한 사실은 미술가들 사이에서는 오래전부터 알려져 있었다. 그들은 입에서 입으로 그 비밀을 전해온 것 같다. 이러한 원리를 잘 이용한 화가가 바로 빈센트 반고호이다. 다음의 두 그림을 감상하여 보면 우리는 그가 지니고 있는 탁월한 재능이 바로 망막의 대립세포와 깊은 관련이 있음을 알 수 있다.



빨강색과 초록색의 대비가 강렬하게 느껴지는 빈센트 반고흐의 그림



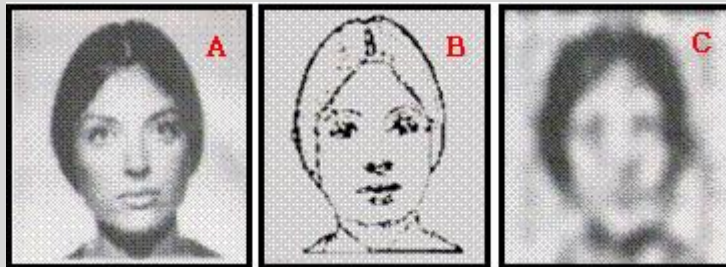
노랑색과 파랑색의 대비가 강렬하게 보이는 빈센트 반 고흐의 그림

신경절 세포는 광수용기가 감지한 망막영상을 그대로 두뇌로 전송하는 것이 아니라, 그것을 압축하여 전송하고 있었다. 영상을 압축할 때 어떤 부분은 압축이 심하여 원래의 상을 알아보기 힘든 부분도 있었고, 어떤 부분은 거의 압축되지 않아서 정교한 상을 그대로 유지하고 있는 부분도 있었다.

수백 개의 광수용기 신호를 종합하는 거대한 뿌리를 가지고 있는 신경절세포는 압축을 많이 하고 있었다. 이들은 주로 중심응덩이에서 멀리 떨어진 망막주변에 있었다. 이세포를 매그노세포(magno cell) 또는 간단히 M세포라고 부른다. M세포는 대략 100:1의 비율로 정보를 압축하고 있었다. 또한, 이 세포는 일정한 세기의 빛의 자극보다는 빛의 밝기변화를 암호화시켜 두뇌로 전송하고 있었다. 그리고 M세포는 망막의 중심보다 주변에 분포하기 때문에 주로 막대세포에서 빛의 정보를 수신하고 있었다. 그 결과 M세포는 흑백의 변화정보, 즉, 흑백의 운동정보를 두뇌로 전송하고 있었다.

그리고 정밀한 영상신호를 생성해내는 신경절세포는 중심응덩이부근에만 있었다. 이들을 파보세포(parvo cell) 또는 간단히 P 세포라고 불렀으며, 압축비율이 거의 1:1이어서 매우 정밀한 영상을 우리에게 제공하고 있었다. P세포는 원뿔세포가 제공하는 정밀한 컬러영상정보를 두뇌로 전송하고 있었다.

사진 A를 본다고 생각했을 때 파보세포로는 그림B와 같이 선명한 윤곽을 얻을 수 있고, 매그노세포로 보는 모습은 그림C와 같이 대체적인 형태만을 알 수 있을 정도이다. 하지만 이 경우 두뇌는 섬세한 모습은 잃어버렸을지라도 물체의 운동 상태에 대한 고차적인 분석을 쉽게 처리할 수 있다는 것이 이점이 생긴다. 심한 압축을 하여 얻은 작은 정보로 두뇌는 빠르게 운동 상태를 분석하는 능력을 획득한 것이다. 돌이 날아올 때 우리는 우물쭈물할 시간이 없는 것이다. 번개처럼 피해야 할 것이다. 이 두 개의 시각정보가 우리의 두뇌 속으로 전달되면, 두뇌는 이를 병렬처리한 후 합성하여 그림A와 같이 보이도록 우리에게 제공하는 것이다. 놀랍지 않은가.

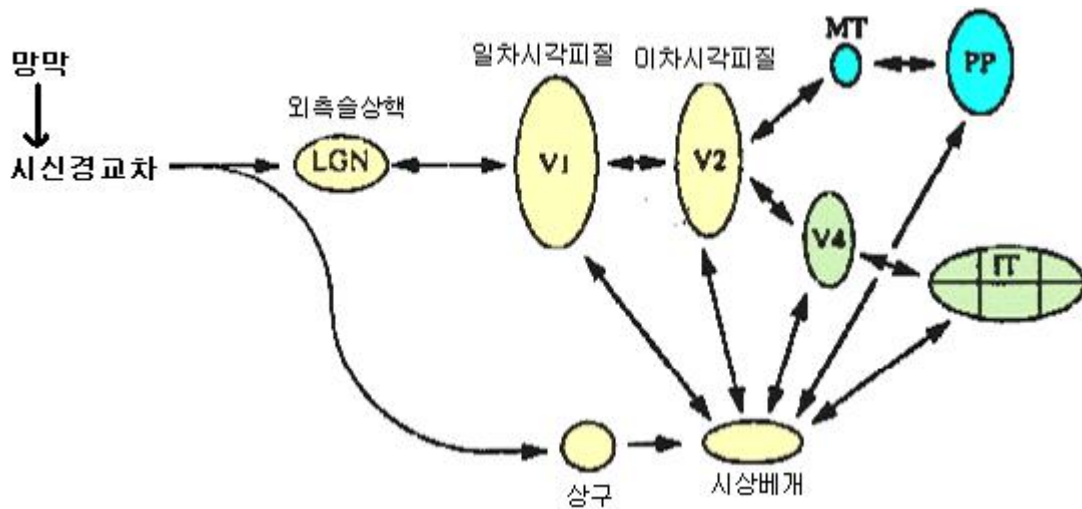


망막을 떠난 시각정보는 신경절세포의 기다란 축삭(대략 7cm정도)을 따라 시신경교차지점을 통과하여 양쪽 뇌의 외측슬상핵(LGN)에 투사되고 있었다. 외측슬상핵은 뇌의 좌우반구에 각각 하나씩 두 개가 있었으며, 좌우에서 들어오는 영상을 두뇌로 보내는 중간기점이었다. 하지만 LGN에서는 좌우의 시각정보를 일정한 규칙으로 통합하여 정보를 두뇌로 보내고 있었다.



저녁이 되면서 그동안 덮고 있던 가스들이 걷히기 시작했다. 모처럼 맑은 하늘이 파랗게 열렸다. 그동안 우리를 짓누르던 스트레스도 함께 풀리는 것 같았다. 우리는 설레는 가슴으로 내일을 기다렸다. 하지만 이곳의 날씨는 언제 바뀔지 아무도 모른다. 우리는 간절히 날씨가 맑아지길 간절히 바랬다. 다행스럽게 밤이 되면서 날은 이제 완전히 개었다. 구름 한 점 없는 밤에 달이 떠올랐다. 벌써 우리가 산행을 시작한지 삼주가 되어가고 있었다. 깊은 밤이었지만 만월은 휘황찬란하게 주위를 가득 채우고 있었다. 너무나 아름답고 위력적이다. 저토록 아름다운 달을 어디서 보았던가. 우리는 한참동안 말없이 달을 쳐다보았다. 문득 여러 가지 생각이 다시 나를 사로잡았다. 이곳 이국땅에서 나는 지금 무엇을 하고 있는가. 왜 나는 저곳에 오르려하는가. 이정도 즐기다 그냥 돌아가는 것도 좋지 않은가. 많은 생각이 나를 사로잡았다. 하지만 거역하기 힘든 힘이 나를 밀어내고 있었다. 저곳으로 오르라고.

우리는 두뇌 속으로의 여행을 계속했다. 이제야 비로소 망막을 벗어나 두뇌 속으로 들어가고 있었다. 어느 정도 흥분되는 것 같았다. 그 속에는 무엇이 우리를 기다리고 있을까 궁금했다. 조안은 우리가 앞으로 여행할 지도를 보여주었다.



이 지도에는 두 개의 중요한 여행경로가 그려져 있었다. 이 중에서 우리는 외측슬상핵을 거쳐 V1, V2로 가는 험난한 계곡을 거쳐 두뇌의 정상에 도전하기로 하였다. 그래서 우리는 완전무장을 하고 두뇌 속으로 다시 탐험의 길을 떠났다.

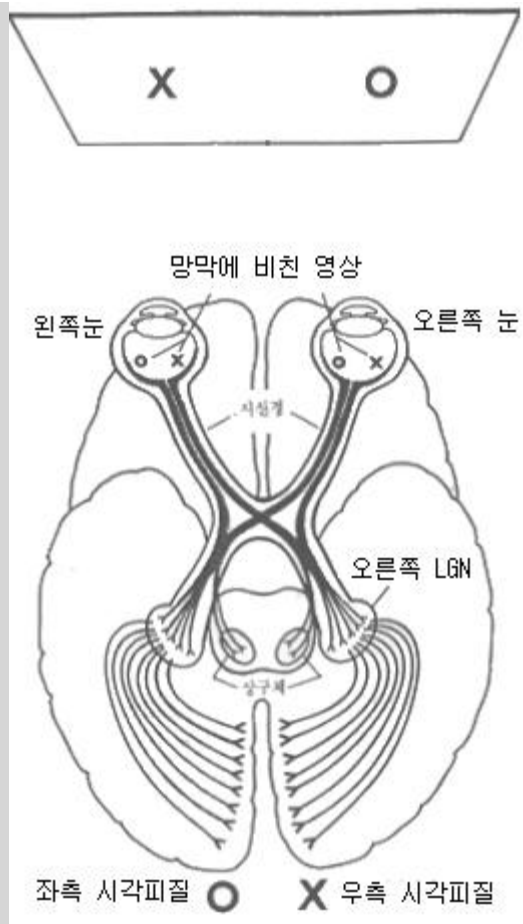
신경절세포의 축색을 따라 두뇌 깊숙이 들어갔다. 왼쪽 눈과 오른쪽 눈의 시신경이 교차하는 네거리가 눈앞에 나타났다. 좌우의 눈에서 나오는 이백만개의 신경섬유들이 서로 엉켜있었다. 교차로 앞에는 시상하부가, 아래로는 호르몬의 저장창고인 뇌하수체가 보였다.

양 눈에서 오는 시각정보들은 이 교차로에서 교차했다가 양쪽의 뇌로 나뉘어 들어가고 있었다. 인간의 경우 시신경섬유의 절반정도는 교차하여 반대쪽 뇌 반구로 들어가며, 나머지 절반은 교차하지 않고 그대로 들어가고 있었다. 이때 코를 기준으로 오른쪽에 있는 풍경들은 왼쪽 뇌로, 왼쪽의 풍경들은 오른쪽 뇌로 나뉘어 들어가고 있었다.

시신경교차로를 지나 우리는 오른쪽 뇌로 가는 길을 따라 걸어갔다. 조금 가니 길은 두 갈래로 나 있었다. 하나는 상구체로 가는 작은 길이었으며, 하나는 외측슬상핵으로 가는 넓은 길이였다. 우리는 큰길을 선택했다. 작은 길에는 깊이를 모르는 히든 크레바스가 널려있었다. 그리고 그곳은 아직도 등정되지 않은 미지의 길이였다. 조안은 우리의 호기심을 아는지 우리가 지나친 그 작은 길에 대해서 설명해 주었다.

“그 오솔길을 따라가면 상구(superior colliculus)에 도달해. 그곳에는 주로 물체의 운동을 지각하는데 필요한 정보들이 전달되거든. 이 정보를 토대로 상구에서는 움직이는 물체를 향하도록 우리의 눈과 목을 운동시키는 일을 하고 있어. 그 물체의 영상을 중심망막에 맞히도록 목과 안구를 정확히 조절하는 것이야. 이 기능은 매우 놀라워. 거의 무의식적으로 진행되거든.” 나는 조안의 설명을 들으면서 대학시절의 어떤 날이 기억났다. 그날따라 나는 수업에 지각하였다. 난처하게도 강의실의 문은 앞쪽에 한 곳 뿐이었다. 그래서 살며시 문을 열고 들어가는데, 교실안의 모든 친구들이 일제히 나를 보는 것이 아닌가. 얼마나 무안했던지 아직도 뇌리에 생생하다. 이것도 상구의 기능에 의하여 저절로 친구들의 시선이 나에게 몰렸다는 사실을 나는 비로소 깨닫게 되었다.

조안의 설명을 들으면서 걷다보니 벌써 우리의 앞에 외측슬상핵LGN이 보이기 시작했다. 망막에서 출발한 신경절세포의 꼬리는 이렇게 먼 곳까지 연결되어 있었다.



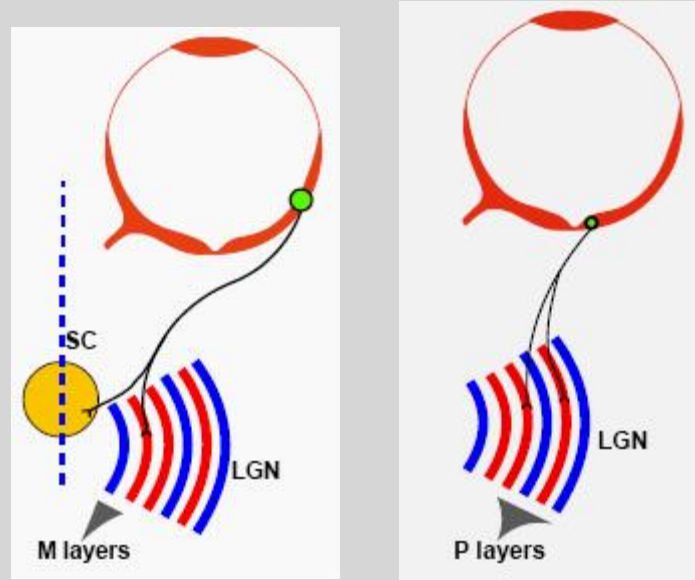
LGN은 자세히 살펴보니 여섯 개의 층으로 되어 있었다. 제일 깊은 곳에서부터 차례로 1, 2, 3, 4, 5, 6 층으로 명명되어 있었다. 망막에서 오는 정보들은 LGN에 매우 규칙적으로 배열되었다. 시신경 교차에서 교차하여 들어온 정보들은 1, 4, 6층으로 투사되며, 교차되지 않은 정보들은 2, 3, 5층으로 투사되고 있었다.



6개의 층으로 된 외측슬상핵

자세히 살펴보니 매그노 신경절세포는 LGN의 1, 2층에 시냅스하고 있었다. 매그노세포는 주로 망막의 주변부에 존재하는 세포로써, 정밀한 시각보다는 운동을 지각하는데 사용되는 세포이다. 그리고 망막의 주변부에는 막대세포가 압도적으로 많이 있으므로 매그노세포는 흑백에 대한 정보를 뇌로 전달

하고 있었다. 또 이 매그노세포의 일부는 상구(SC)로 전달되어 눈과 목의 운동을 제어하는데 이용되고 있었다.

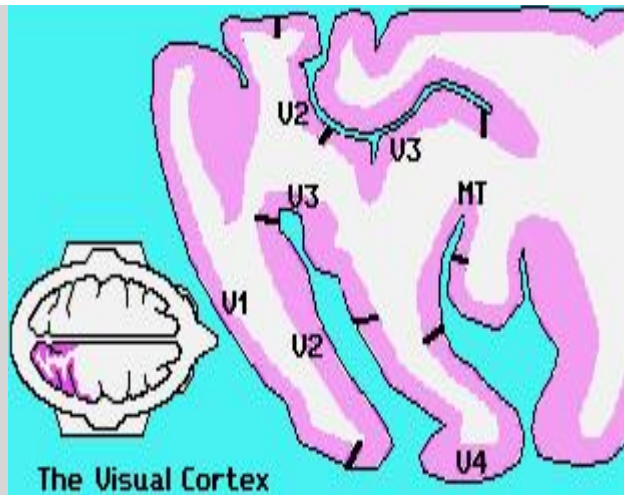


망막의 파보세포는 LGN의 3, 4, 5, 6층에 시냅스하고 있었다. 파보세포는 망막의 중심응덩이에 존재하는 세포로써, 정밀한 시각과 컬러영상을 제공하는 세포였다.

이처럼 우리의 두뇌는 운동에 대한 정보와 컬러에 대한 정보를 확연히 구별하여 처리하는 것 같다. 이런 사실로부터 최근에 과학자들은 두뇌가 직렬처리보다는 병렬처리를 선호한다는 사실을 어느 정도 깨닫기 시작하였다. 즉, 두뇌는 시각정보를 단계적으로 처리하기보다 특수한 필터를 통하여 걸러낸 여러 정보들을 동시에 병렬적으로 처리한 후에 이를 합성하고 있다는 것이다. 이러한 사실은 두뇌의 내부로 들어갈수록 보다 분명하게 드러난다.

우리는 망막영상과 같은 것이 LGN에도 존재하는지 살펴보기로 했다. 그 결과 망막의 인접한 부분에서 오는 정보들은 LGN에서도 서로 인접한 곳에 배치된다는 사실을 발견하였다. 즉, LGN에도 망막영상이 존재하는 것 같았다.

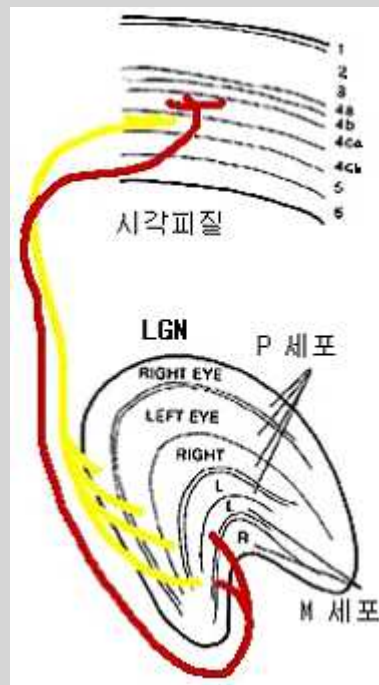
또한 최근에는 신경절세포의 일부가 시신경교차상핵(시신경교차지점의 바로 위에 존재하는 영역)이라는 부분으로 정보를 보내어 우리의 생체리듬을 조절하고 있다는 사실이 밝혀졌다. 아침에 눈을 통하여 인식된 빛의 정보를 토대로 우리 몸은 생체시계를 재 조절한다는 사실도 어느 정도 확인되었다. 외국여행을 할 때 느끼는 시차적응이 바로 이곳에서 조절되고 있는 것이다.



The Visual Cortex

우리는 이제 외측슬상핵을 뒤로하고 두뇌의 가장 후면에 있는 시각피질로 여행을 계속하였다. 걸어가면서 보니 LGN에서 나오는 신경세포의 섬유들은 부채꼴모양으로 펼쳐지면서 시각피질이라 불리는 영역으로 투사되고 있었다. 시각피질은 뒤통수 한가운데 존재하며 시각정보를 집약하여 처리하는 핵심적인 영역이다. 인간의 시각영역은 수십 개로 구분되어 있었으며 V1, V2, V3, V4,,,라는 식으로 번호가 지정되어 있었다. 번호가 높을수록 보다 고차의 정보를 처리하는 것 같았다.

우리는 먼저 일차시각피질(V1)로 다가가 보았다. V1은 브로드만의 뇌 지도에 따르면 영역 17에 해당하는 곳이었기 때문에 브로드만 영역17이라고도 불렀다. LGN에서 나온 신경세포의 축색은 대부분 일차시각피질로 정보를 보내고 있었다. 물론 V2나 V3로 직접 정보를 보내는 것도 있었으나 그것은 극히 작았다.



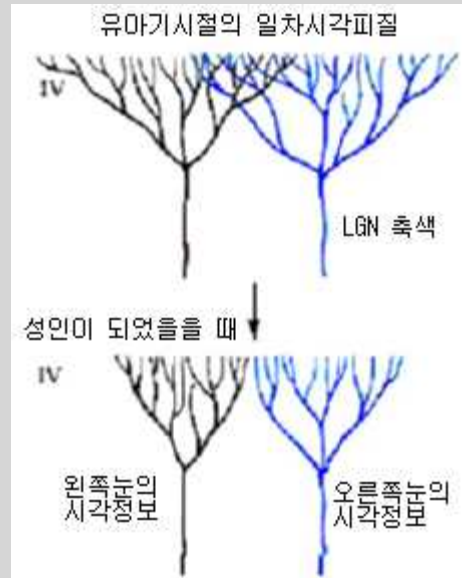
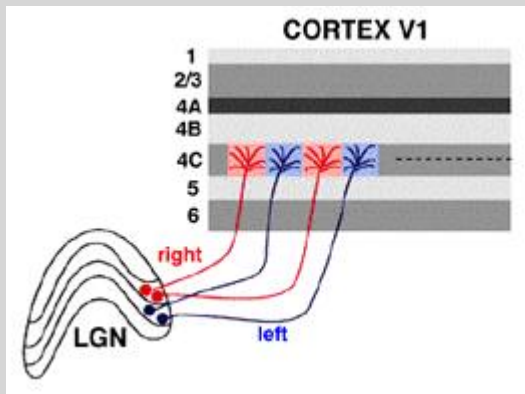
대뇌의 신피질은 여섯 개의 층으로 이루어져 있었으며, V1도 역시 여섯 개의 층으로 이루어져 있었다. 신경학자들은 LGN의 경우와는 반대로 피질의 표면에서부터 1, 2, 3, 4, 5, 6의 번호를 붙였다. 그 중에서 제4층이 특히 두터웠다. 그래서 제4층은 4A, 4B, 4C층으로 구분된다. 그중에서 4C층은 다시 4Ca, 4Cb층으로 구분되어 있었다.

LGN에서 나오는 신경세포의 축색들은 이곳 네번째 층으로 입력되고 있었다. 그중에서 LGN의 1, 2

층에서 오는 축색들은 V1의 4Ca층으로 시냅스하고 있었고, 3, 4, 5, 6층에서 나온 축색들은 4Cb층에 시냅스하고 있었다. 이처럼 일차시각피질에서도 M세포와 P세포의 경로가 구분되어 처리되고 있었다.

우리는 일차시각피질을 여러 가지 방법으로 조사하여 보았다.

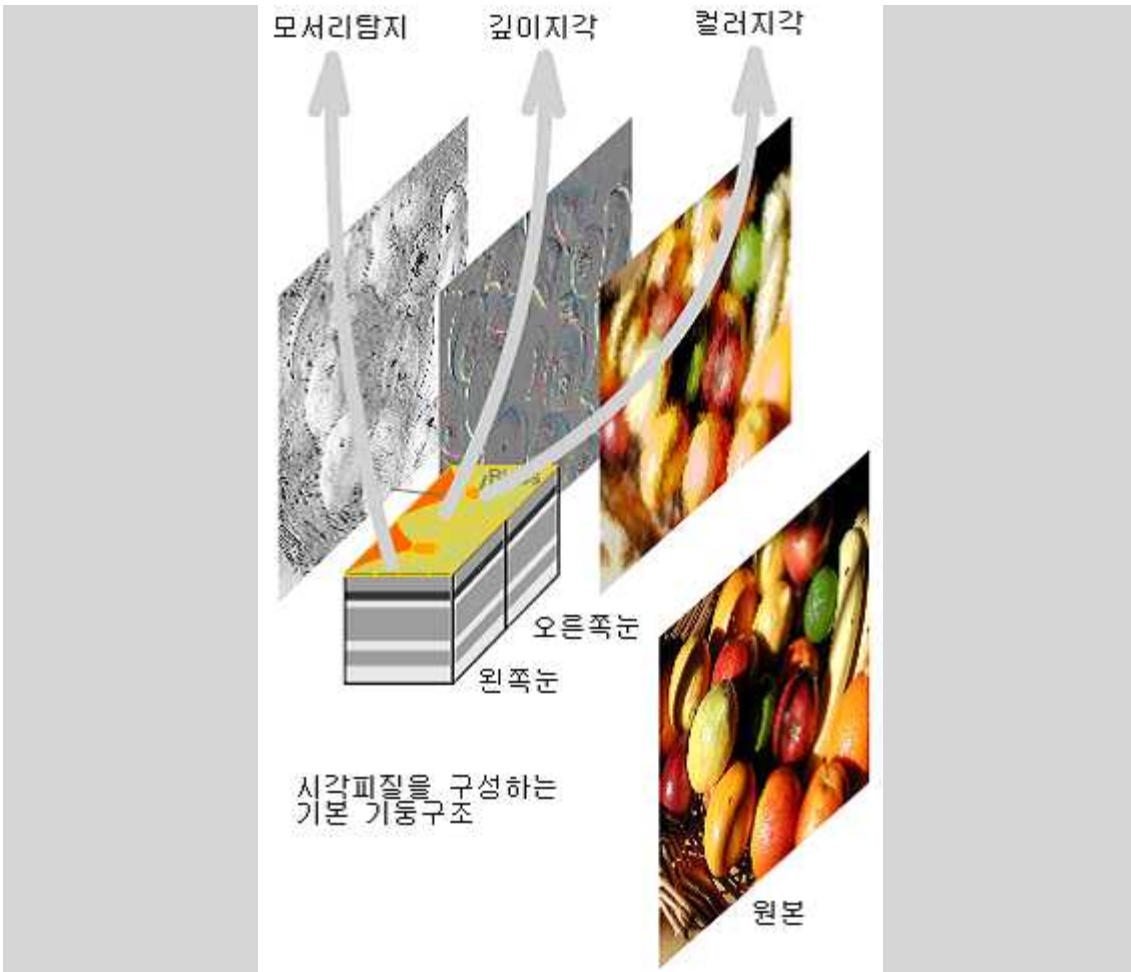
먼저 미세전극을 V1의 4C층에 꼽으면서 V1에서 나오는 펄스를 조사하여 보았다. 그리고 전극을 옆으로 조금씩 이동하면서 위의 실험을 계속 진행하여 보았다. 그 결과는 놀라웠다. 전극이 대략 500 마이크로미터 정도 이동할 때마다 왼쪽 눈과 오른쪽 눈이 번갈아가면서 대응했다.



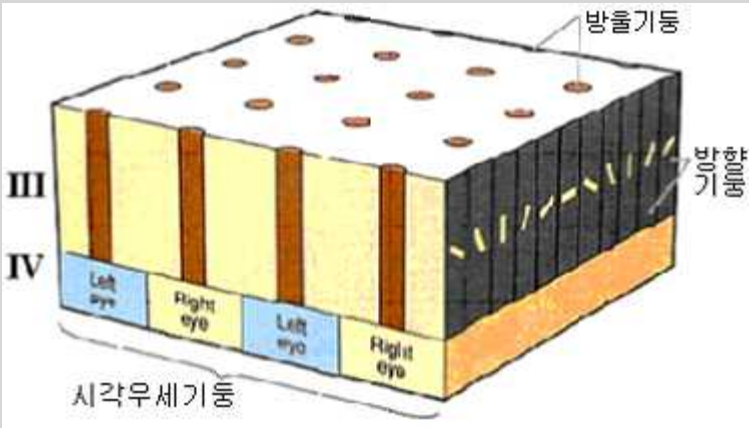
시각피질의 이와 같은 지배구조는 태어날 때부터 결정된 것이 아니라 자라나면서 점차 형성된다는 것이 밝혀졌다. 만일 신생아 시절에 한쪽 눈의 성장을 방해받는 경우에는 두뇌에 이러한 구조가 제대로 성장하지 못하므로 정상적인 시력을 잃어버린다는 연구 결과도 나왔다.

보비는 신생아적에 왼쪽 눈에 다래끼가 생기어 일주일간 왼쪽 눈만 안대를 한 적이 있었다. 일주일 후에 다래끼는 나았으며 보비는 아무 탈 없이 자라는 듯이 보였다. 하지만 초등학교에 진학하자 문제가 발생했다. 학교의 시력검사에서 왼쪽 눈의 시력이 매우 약하게 나왔던 것이다. 그래서 보비의 부모는 그 원인을 찾고자 종합검진을 시켰지만 안과 의사들은 왼쪽 눈이 지극히 정상임에도 시력이 약한 이유를 알 수 없다고 결론을 지었다. 하지만 보비의 시각피질에 문제가 있다는 사실이 밝혀졌다. 왼쪽 눈의 지배영역이 오른쪽에 비하여 매우 작았던 것이다. 신생아의 시각피질에는 오른쪽과 왼쪽 눈이 서로의 영토를 확장하려는 치열한 싸움을 벌이고 있다. 이 싸움은 사이좋게 영토를 반씩 나누는 평화협정을 체결함으로써 끝난다. 하지만 안대를 하여 한쪽 눈의 사용을 억압하는 순간 이 싸움에서 그 눈은 지고 좁은 영토만을 차지하게 되므로 시력은 약해지는 것이다. 보비의 경우 만약 신생아시절 두 눈에 함께 안대를 했더라면 이와 같은 문제는 막을 수 있었을 것이다.

우리는 이번에는 전극을 이동시키지 않고 전극의 깊이를 변경시켜가며 피질세포의 펄스변화를 실험을 해 보았다. 그 결과 놀라운 사실이 드러났다. 각 피질의 층은 매우 유사한 기하학적 방향성을 가지고 있다는 것이었다. 피질의 세포들은 특정방향을 선호하는 경향이 있었으며, 그 방향은 깊이가 깊어 지더라도 변하지 않는다는 사실이었다. 결론적으로, 시각피질은 기둥구조로 채워져 있었으며, 그 기둥의 높이는 시각피질과 같은 6층이었다. 이 기둥내의 세포들은 같은 방향을 선호하는 단순세포와 복합 세포들의 집합으로 이루어져 있었다. 비유하면 마치 컬러 TV의 모니터의 화면이 각점마다 색을 만들어내는 화소로 채워져 있듯이 시각피질도 시각정보를 처리하는 기둥들의 배열로 채워져 있었다. 그리고 하나의 시각기둥은 왼쪽눈과 오른쪽눈이 각각 지배하는 두 개의 시각우세기둥으로 구성되어 있으며, 각 시각우세기둥의 중앙에는 색의 정보를 처리하는 방울blob기둥(컬러처리기둥)이 존재한다. 시각피질은 이러한 기둥들로 꽉 채워져 있었다.



방울기둥에서는 컬러를 처리하고 있으며, 방울과 방울사이에서는 세밀한 형태를 지각하며, 또한 양 눈의 시각정보의 차이를 이용하여 깊이도 지각하는 것 같았다. 그리고 방울주위에는 모서리를 처리하는 복합세포들이 분포하고 있었다. 자전거 바퀴살처럼 방울을 중심으로 퍼져나가는 방향들을 검출하는 세포들이 질서정연하게 배치하고 있었다.



나는 조안의 설명을 들으면서 한 가지 의문이 떠올랐다.
“우리의 눈에 보이는 세상은 연속된 공간이다. 하지만 우리의 망막 속에 있는 광수용기들은

매우 밀집되어 있기는 하지만 연속적이지는 않아. 그렇다면 우리의 두뇌가 불연속적인 점으로 구성된 영상을 연속적인 부드러운 영상으로 바꿔주고 있다는 이야기인데. 그곳은 어디일까.”

“너의 말처럼 우리의 두뇌는 불연속의 점들을 연속적으로 바꾸어주는 작업을 우리 모르게 하고 있어. 이런 두뇌의 원리를 응용하여 그림을 불연속적인 점으로 그리고자 하는 시도도 있었어. 대표적인 그림이 바로 쇠라의 <라 그랑드자트 섬의 일요일 오후>야. 이 그림을 가까이에서 보면 무수히 많은 점들로 보이지만 조금 멀리 떨어져서 보면 매우 훌륭한 부드러운 그림으로 보이거든. 하지만 아직 우리는 두뇌의 어디에서 이런 작업을 처리하는지 잘 모르고 있어.”



쇠라의 <라 그랑드자트 섬의 일요일 오후> 자세히 보면 점으로 그렸음을 알 수 있다.

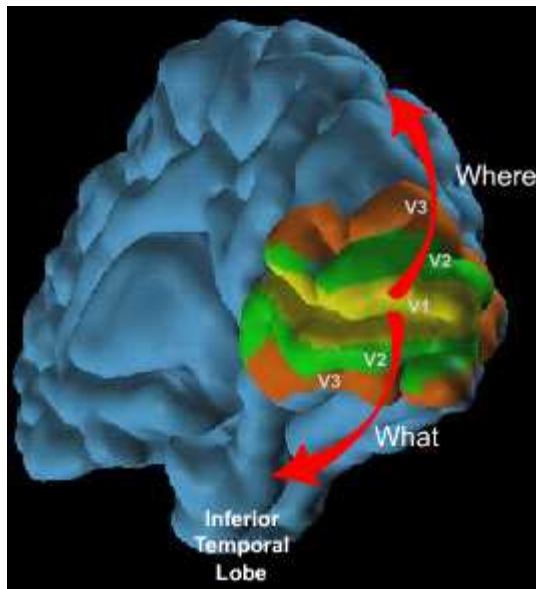


드디어 날이 밝았다. 오래 만에 하늘이 쾌청했다. 우리는 새벽부터 일어나 분주히 움직였다. 그리고 캠프3을 향하여 출발했다. 그동안 우리가 뚫어놓았던 루트는 흔적도 없이 사라졌다. 우리 모두는 혼신의 힘을 다하여 일주일에 걸친 노력 끝에 캠프3과 캠프4를 개척했다. 캠프4은 7300m 높이에 있었다. 우리는 그곳에서 정상등반의 기회를 기다릴 것이다. 이런 날씨가 3~4일만 더 계속된다면 우리는 등반을 끝낼 수 있을 것이다. 하지만 안나푸르나는 질투심 많은 여신과 같았다. 날씨는 날마다 오락가락했다. 그렇지만 그렇게 우려할 만 하지는 않았다.

그토록 기다리던 정상이 이제 바로 앞에 있었다. 하지만 우리의 앞에는 수직의 직벽이 가로 놓여 있었다. 내일 새벽 1시에 우리는 출발하기로 했다. 나와 조안 그리고 현오 이렇게 셋이 한조가 먼저 출발하기로 했다. 그리고 남은 조는 제3캠프에서 기다리다 내일 제4캠프로 올라와 다음날 등정을 시도하기로 했다. 우리는 피곤한 몸을 이끌고 잠을 청했다. 하지만 칼날 같은 바람소리에 잠이 오지 않는다. 특히 고소에서는 잠이 오지 않는다. 자는동안 등 선장으로 밤새 뒤척이다 우리는 깨어났다. 자정이 넘어 있었다. 우리는 서둘러 캠프4를 출발했다. 무서운 칼바람 사이로 너무나 아름답게 별들이 반짝였다. 얼마를 올라갔는지 모르겠다. 숨이 가빠 이제 한 두 걸음가고 대여섯 번씩 숨을 헐떡거리야만 했다. 몸은 천근 처럼 무거웠지만 마음은 너무 황홀했다. 우리는 천천히 조금씩 올라갔다. 빙벽은 너무 단단해 아이젠도 들어가지 않았다. 새벽을 깨우며 태양이 올라오고 있었다. 찬란한 금빛의 영광이 온 대지를 감쌌다. 우리는 무아의 경지를 헤매고 있었다. 모든 구름과 봉우리들이 우리의 발아래로 까마득히 보였다. 얼마나 올라갔는지 모르겠다. 이제 더 이상 올라갈 곳도 보이지 않았다. 나는 주저앉아서 저 밑에 있는 봉우리들을 하염없이 바라보았다. 아무 생각도 나지 않았다. 깊은 허무가 솟구쳐 올라왔다. 모든 것이 무였다. 하지만 정상에는 태고의 침묵이 감돌고 있었다. 그 속에 뜨거운 환희가 꿈틀거렸다. 텅 빈 진공 속에서 그것은 소용돌이 치고 있었다.



우리는 일차시각피질을 뒤로하며 앞으로 나아갔다. 망막에서 감지된 시각정보들은 V2, V3를 넘어 더욱 고차의 처리과정을 거치고 있었다. 현재까지 밝혀진 바에 의하면 30여개의 피질 영역을 거치면서 망막정보가 처리된다고 한다. 그 처리단계는 복잡하지만 대략 두 개의 경로를 거쳐서 병렬적으로 처리되고 있었다. 우리는 그 경로를 따라 여행을 출발했다.

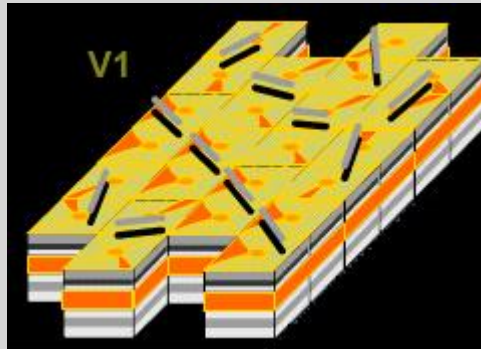


일차시각피질을 뒤로하고 앞으로 나아가니 우리의 앞으로 두 갈래의 갈림길이 나타났다. 하나는 두뇌의 측면을 따라가는 what 경로였으며, 다른 하나는 두뇌의 정수리를 향하는 where 경로였다. 우리는 먼저 물체의 세밀한 모습을 우리에게 제공하는 what 경로를 추적하기로 했다.

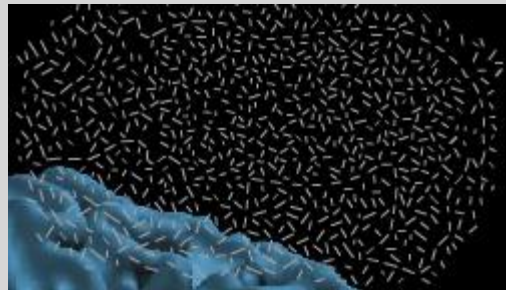
what 경로 : 망막의 파보 신경절세포 -> LGN의 3, 4, 5, 6층 -> V1 -> V2 -> V4 -> LOC -> IT

what 경로의 출발점은 망막의 파보세포였다. 파보세포는 컬러로 가득 찬 세밀한 영상정보를 가지고 있었다. 이 정보가 LGN의 3~6층을 거쳐 V1, V2, V4를 지나면서, 여기서 물체의 색과 경계들이 추출된다. 그리고 LOC(lateral occipital complex)에서 배경영상에서 하나의 대상이라고 생각되는 형태를 분리하여 하측측두엽(Inferior Temporal Lobe 간단히 IT)로 보낸다. IT영역에 오면 이제야 비로소 그 형태가 무엇인지 인식되는 것이다.

일례로 우리의 앞에 코뿔소가 놓고 있는 장면을 상상해보자. 그러면 그 영상이 망막에 맺히고 세밀한 영상정보가 LGN을 거쳐서 일차시각피질(V1)에 들어온다. 이때 V1에서는 단순세포, 복합세포, 초복합세포의 작용을 통하여 영상 속에 존재하는 외곽경계선들이 추출된다.



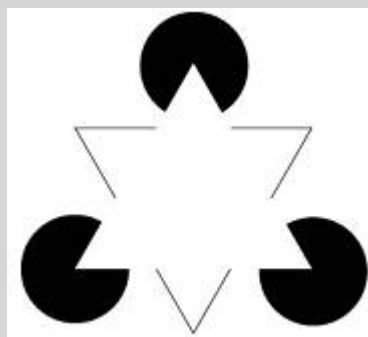
V1에서 특정모서리를 탐지한다



시야에 보이는 모든 모서리를 탐지한다

시야에 보이는 모든 모서리가 탐지되었다면 이제 이들 모서리를 묶어서 하나의 형태를 배경에서 분리해 내어야 한다. 이 문제는 매우 어려운 과정이지만 우리의 두뇌에게는 그렇게 힘들지 않다. 두뇌는 과거의 경험과 기억을 되살려 배경에서 하나의 형태를 추출해낸다. 이때 그 대상이 움직이고 있다면 두뇌는 그 움직임 정보를 이용하여 아주 쉽게 형태를 분리해낸다.

또한 두뇌가 배경에서 형태를 분리하는 경우, 분리되어 있는 선분들을 연결하거나 면을 채워서 하나의 형태를 창조하는 능력이 있음을 보여주는 여러 가지 증거들도 있다.



일례로 위의 그림을 보고 있으면 우리는 마치 하얀 삼각형이 존재하는 듯한 착각을 하게 된다. 하얀 삼각형은 실제로 존재하지 않지만 우리의 두뇌는 배경을 보고 삼각형을 채워서 창조해내는 것이다. 이처럼 두뇌는 무의식적으로 연결과 채움의 과정을 거쳐 형태를 분리해내는 능력이 탁월한 것 같다. 하지만 매우 많은 선분들 속에서 하나의 도형을 찾아내기란 상당히 힘든 작업이다. 이때 움직임에 대한 정보는 상당히 결정적인 역할을 하게 된다.



LOC에서 배경에서 하나의 형태를 분리 한다

이제 두뇌는 아직 무엇인지 모르지만 배경에서 어떤 물체라고 짐작되는 형태를 구별해내었다. 그리고 최종적으로 우리의 기억과 비교하여 이 물체가 코뿔소라는 사실이 지각되는 것이다.



IT에서 그 형태를 코뿔소로 인식한다

시각정보 -> 모서리와 경계분석 -> 배경에서 형태 분리 -> 코뿔소인식

LOC에 손상을 당한 환자들을 관찰해보면 매우 특이한 사실이 드러난다. 그들은 어떤 물체를 보고 그것을 그릴수도 있지만, 그물체가 무엇인지는 잘 알지 못한다. 일례로 그들은 나이프와 포크조차 구별하지 못한다. 하지만 그것을 만져보게 하면 아주 쉽게 구별하기도 한다.

LOC는 정상이지만 IT가 손상당한 사람들은 더욱 특이한 경향을 보인다. 그들은 특정한 종류의 물체를 인식하지 못했다. IT는 물체의 형태에 대한 인식이 최종적으로 수행하는 곳이므로, 특별한 형태를 지각하는 부분이 손상당한 사람들은 그 형태를 인식하지 못하게 되는 것이다. 그중에서 얼굴을 인식하는 영역이 손상당한 환자들은 친한 친구의 사진을 보여주어도 인식하지 못하며, 심지어는 자신의 얼굴을 거울로 비추어주어도 그것이 누구인지 깨닫지 못하는 경우도 있다. 올리버색스의 '아내를 모자로 착각한 남자'라는 논픽션에는 자신의 아내를 모자로 착각한 남자의 실화가 나온다. 그는 아내의 소리를 듣고서야 자신이 쓰려고 노력했던 그 모자가 바로 아내임을 안다. 이 얼마나 비극적인가. 더욱 비극적인 것은 그가 자신의 잘못을 심각하게 깨닫지 못하고 그것을 고치려고도 하지 않는다는 사실이었다. 그의 두뇌는 서서히 죽어가고 있었던 것이다.

하지만 친구의 목소리를 들려주면 즉시 알아차렸다. 또한 그들은 얼굴은 누구인지 몰랐지만 눈썹이나 입술과 같은 세부적인 사항들은 누구 닮았는지 알아차렸다. 세부적인 것은 알지만 전체를 보고 그것

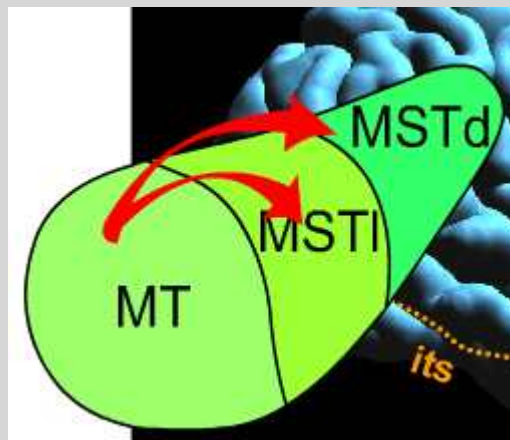
이 누구의 얼굴인지 인식하는데 문제가 생긴 것이다.

이런 사실로 볼 때 우리의 두뇌에는 각 물체의 형태를 인식하는 영역이 IT에 따로 존재하고 있는 것 같다. 얼굴을 인식하는 곳에서는 손에 대해서는 반응하지 않았으며, 손을 인식하는 곳에서는 얼굴에 대해서는 반응하지 않았다. 따라서 IT의 어떤 영역에 손상을 당하면 해당물체를 지각하는데 심각한 장애가 발생하였다. 하지만 과학자들은 아직도 인간이 어떻게 얼굴에 대한 정보를 기억하고 있는지, 또 어떻게 얼굴을 인식하는지 자세히 알지 못한다. 두뇌 곳곳에는 아직도 우리가 모르는 영역이 너무 많았다.

우리는 시각의 또 하나의 중요경로인 정수리 쪽을 향하는 where 경로를 따라가 보기로 했다.

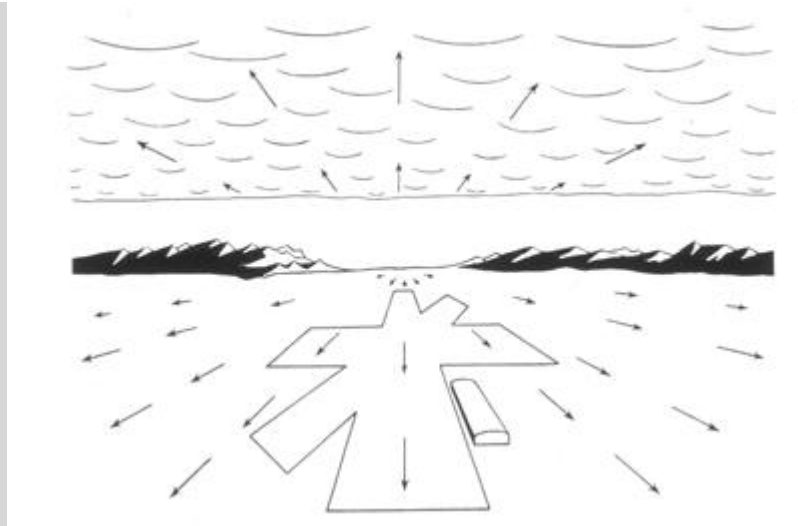
where 경로 : 매그노 신경절세포 → LGN의 1, 2층 → V1 → V2 → V3 → MT → MST

where 경로는 망막의 매그노 세포에서 출발하였다. 이 세포는 사물의 세밀한 정보보다는 고도로 압축된 사물의 희미한 영상정보를 갖고 있었다. 그것도 컬러가 아닌 흑백영상정보였다. 이 정보는 LGN의 제1,2층을 지나, V1에 있는 운동방향을 탐지하는 회로로 입력되었다. 여기서 분석된 정보는 V2와 V3를 거쳐서 중간측두엽 운동영역(Medial temporal motion area 간단히 MT라고 부른다)으로 전달되었다. MT는 운동방향에 민감하게 반응하는 기동구조로 되어 있어서, 물체가 움직임이 더욱 고차적으로 처리되었다. 이 MT에서 처리된 동영상정보는 그 옆에 있는 MST로 전송되었다. MST는 MSTl과 MSTd라는 두 개의 영역으로 분할되어 있었다.



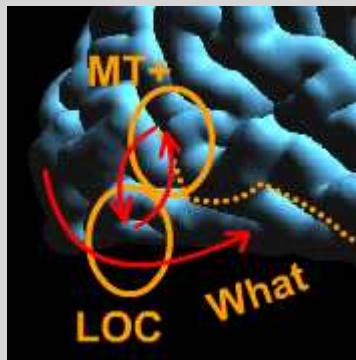
MSTl에서는 물체의 움직임을 처리하고 있었으며, MSTd에서는 보는 자의 움직임을 처리하고 있었다. 물체가 움직이는 경우에는 배경은 움직이지 않는 대신에 물체만이 움직인다. 하지만 보는 자가 눈이나 몸을 움직이는 경우에는 물체는 움직이지 않지만 배경전체가 움직이게 된다. 이 때 배경의 운동은 보는 자가 움직이는 반대방향으로 수렴하는 양상을 띤다. MSTd에서는 이러한 양상을 파악하여 보는 자의 운동을 추출해낼 수 있다. 이렇게 보는 자의 운동을 추출해내면 이 사실로부터 운동시차를 계산해낼 수 있다. 두뇌는 운동시차로부터 공간의 깊이를 생성하고 있었다. 즉, 보는 자 자신의 운동은 이 세상에 대한 삼차원적 구조를 파악하는데 결정적인 공헌을 하고 있는 것이다.

그러면 물체의 운동과 보는 자의 운동을 어떻게 구별하는가하는 의문이 떠오르지만, 우리의 뇌에는 눈과 몸의 운동정보를 기록하는 곳이 있으므로, 이곳의 데이터를 이용한다면 두뇌는 물체만의 순수한 운동을 쉽게 계산할 수 있다.



관찰자가 걷고있을때 망막영상이 움직이는 모습

이처럼 MT에서는 물체가 어디로 움직이는가에 대해서만 신경을 쓰고 있기 때문에 이 경로를 따라가 보면 그 움직이는 물체의 세밀한 영상을 얻을 수 없다. 따라서 그 물체가 무엇인지를 알려주는 what 경로와 정보교류가 필요하다는 것을 절실히 알 수 있다.



실제로 물체의 형태를 파악하는 LOC와 물체의 움직임을 파악하는 MT 사이에서는 부족한 정보를 공유하기 위해서 상호간에 매우 긴밀한 교류가 이루어지고 있다. MT에서 파악한 운동정보는 LOC에서 물체의 형태를 추출할 때 없어서는 안 될 정보이며, LOC에서 파악한 물체의 세밀한 영상은 MT에서 운동을 보다 자세하게 파악할 경우 필요하게 된다. 이처럼 두뇌는 매우 뛰어난 병렬처리 장치였다.

만일 MT가 손상당한다면 물체의 자연스러운 움직임을 지각하지 못하게 된다. 마치 속도가 느린 386 PC로 동영상을 보는 것 같이 외계의 모습이 부자연스러운 일련의 정지영상들로 보이게 된다. 길옆에서 지나가는 자동차를 보아도 매끄러운 움직임 대신 정지영상들만 보게 되므로 자동차는 메뚜기가 뛰는 듯이 보이게 된다. 따라서 그 환자는 자동차의 속력과 방향을 전혀 예측할 수 없게 되므로 일상 생활을 거의 할 수 없게 된다.

이 두 경로는 어디서 통합하는 것일까. 우리는 너무 궁금했지만 그곳은 심한 미로로 덮여 있어서 우리는 더 이상 전진할 수 없었다. 우리는 두뇌로의 등정을 일단 포기하고 베이스캠프로 돌아가서 새로운 구상을 짜기로 했다.

이제 우리는 멀고 긴 여정을 일단 마무리할 때가 된 것 같았다.

“정말 우리는 많은 이야기를 나눴어. 하지만 나는 아직도 우리가 본다는 것이 진실로 무엇

을 의미하는지 잘 모르겠다. 우리가 저 안나푸르나 봉우리를 본다고 할 때 최종적으로 어디서 그러한 지각이 이루어지는 것이며, 그것은 무엇을 의미하는 것일까.” 나는 묻고 싶은 것이 너무 많았다.

“너의 말을 들으면 ‘머릿속에서 TV를 보고 있는 작은 인간’이 떠오른다. 예전에 라디오가 처음 보급될 때 많은 사람들이 그 스피커 통속에 사는 작은 인간이 이야기하고 있는 것이라고 생각했었어. 물론 그 속에 아무도 없음을 알고 다들 매우 놀랐지. 이와 비슷하게 우리의 두뇌 속에 작은 인간이 있어서 두뇌 속 어딘가에 비치는 영상을 관찰하고 있는 것이 아닌가라고 많은 사람들이 생각하고들 있어. 그렇지 않다고 하는 사람들의 주장도 자세히 들어보면 그들도 역시 그런 생각을 암암리에 하고 있거든. 하지만 두뇌의 어디를 보아도 망막에 비치는 것과 같은 영상은 존재하지 않아. 물론 망막영상계이 투사하는 영역들이 있기는 있어. 먼저 LGN에 망막영상과 같은 구조 존재하고 있다는 것이 밝혀졌어. 뿐만 아니라 V1, V2, V3의 세 영역에는 망막과 1:1로 대응하는 점들이 존재하고 있어. 하지만 그곳에는 영화 스크린 같은 그런 영상보다는 필터링 처리한 새로운 개념의 영상들이 존재한다고 생각해야 해. 그렇게 처리된 영상들은 우리가 탐험한 두 개의 길을 따라가다 어딘가에서 통합되고 있어. 그러면 그 통합된 정보를 의식하는 것은 무엇인가. 그 의식이 바로 ‘나’일까. 사실 그 모든 것은 아직 수수께끼야. 어쩌면 영원히 미지로 남을지도 몰라.” 조안은 긴 이야기를 마치고 조용히 어둔 밤하늘을 바라보고 있었다. 우리는 아무도 더 이상 말하지 않았다. 거대한 자연 속에서 살아있다는 모든 것이 신비하고 기이하게 느껴졌다.