

빛이 새겨진 DNA 필라멘트와 형태공명, 그리고 양자생물학(1부)

| 윌리엄 브라운 | 박병오 옮김 |

뇌는 의식이 만들어지는 곳이 아니라 '의식'을 인간이 알아채게 하는 '기관'임을
설명해줍니다(편집자 주).



생명이란 무엇인가? 이것은 우리들 대부분이 궁금해 하는 질문이다. 특히나 과학자들에게는 근본적인 질문이었고, 실제로 에르빈 슈뢰딩거(Erwin Schrödinger)는 1944년에 쓴 책에 이 질문(What is Life?)을 제목으로 썼다. 슈뢰딩거는 양자역학의 시조가 된 물리학자들 가운데 한 사람이었고, 그의 책은 처음으로 생물학에서의 양자물리학을 다룬 출판된 논문으로 꼽히면서 양자생물학이라는 주제의 기초를 마련했다. 지금껏 주류과학은 거의 고전역학에만 의지해서 생물체계를 기술할 뿐 현상학에 대한 기술을 회피해왔으나, 여기서는 양자물리학의 관점에서 본 생물학적 과정과 관련해서 현상학을 설명하겠다.

형성인과율 – 형태발생장

생물학은 지금의 이론 모델들만으로는 한계에 부딪치고 있다. 생물학을 기술하는 데 양자역학과 장(場) 이론들이 필요한 수준까지 접근하고 있기 때문이다. 현실의 더 깊은 수준을 연구하기 위해서는 새로운 사고방식의 과학이 필요하다. 지금껏 학자들이 과학적으로 충분히 서술하지 못한 많은 현상들을 멋지게 설명해주는 그런 이론 중의 하나는 루퍼트 쉘드레이크(Rupert Sheldrake)의 형태공명 이론, 곧 형성인과율(Formative Causation) 이론이다. 이 이론은 형태발생장(the Morphogenetic Field)으로부터 나오는 비물질적인 힘에 의한 형태발생과정을 설명해준다.

이것은 형태(conformation)에 관한 과학이다 — 그리고 장(場, 진공, 에테르, 접힌 질서, 코스믹 플리넘, 초공간, 아카샤 등으로도 부르는데)에 있는 정보에 어떻게 접근하는지에 대한 이해가 대단히 중요하

다. 형태에 관한 과학은 과연 얼마나 중요할까? 슈뢰딩거는 이것을 다음처럼 놀라운 통찰력이 담긴 말로 설명했다. “우리가 물질 육체와 힘(force)으로 여기는 것들은 공간의 구조 속에 들어 있는 형태와 그 변형들에 지나지 않는다.” 고전적으로는 공간을 비어 있는 무엇으로 기술하기 때문에, 여기에는 더 많은 설명이 필요할 테지만, 많은 과학자들에게 기술적 용어인 공간은 — 심지어 진공마저도 — 텅 빈 매질(媒質)과는 거리가 먼 것으로 본다.

모든 형태의 에너지가 사라져야 하는 절대 0도의 온도에서도, 공간의 모든 지점(플랑크 길이에 기초한 용적을 갖는 최소량의 공간)에는 장의 기저상태에서의 영점에너지와 함께 진동하는 양자조화진동자(quantum harmonic oscillator)가 들어 있다. 물리학자 나심 하라메인(Nassim Haramein)은 양성자 크기만 한 진공 용적의 에너지 밀도는 우주의 모든 질량과 맞먹는다고 기술한 적이 있다. 이것은 우주가 홀로프랙털 구조임을 말해주는 예인데, 여기서 아원자입자 한 개에는 잠재적으로 우주 전체가 각인되어 있고, 우주의 많은 차원 층들이 겹쳐져 있으며, 이 층들에 무한한 에너지가 균일하게 퍼져 있다.

루퍼트 쉘드레이크가 설명했던 형태공명 이론은 모든 수준에서의 형태발생을 추동하는 실제 과정들을 모형화했으므로 충분히 이해하기만 하면 자명한 사실로 드러난다. 생물체계에 대해서 이 이론은 진화, 배아발달, 생각, 행동의 형성인과율과, 많은 형이상학적 현상들의 형성인과율까지도 설명해준다. 특히 생각이 어떻게 작용하는지를 설명한다는 점에서 이 이론의 통찰력이 돋보인다고 나는 생각한다.

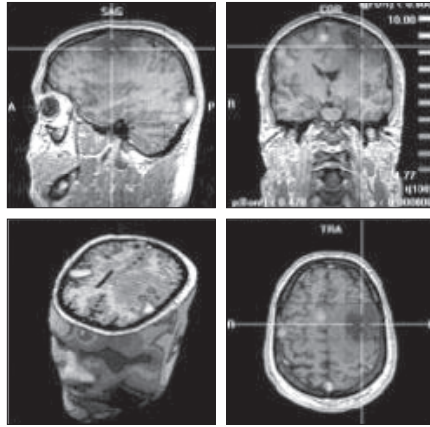


그림 1. 생체분자의 양자적 정보교환

기능성자기공명영상(fMRI)과 뇌파검사(EEG)를 이용해 뇌의 활동을 영상화하면 수십억 개 뉴런들의 활동전위(action potentials)가 만들어내는 전기적 활동의 4차원 시공간 패턴을 눈으로 확인하게 된다. 이 신경망의 다양한 경로를 따라 전파되는 전기적 전도는 육체상태 및 지각상태와 뚜렷한 상관관계를 나타내는 특별한 활동패턴을 보여 준다. 그러나 신경생물학에 있어서 가장 설명하기 어려운 질문 가운데 하나는 이 전기적 활동이 우리가 생각, 행동과 기억으로 경험하는 것들을 어떻게 만들어내는가이다. 신경생물학자들이 이 질문을 다루기 어려운 이유는, 과학자들이 ‘자연’을 연구할 때 순전히 물질적인 관점으로 국한하는 경향이 있는데 그런 관점에서는 이것이 그야말로 당혹스런 질문이기 때문이다. 정말이지 지각(sentience, 知覺)이라는 것은 비물질적인 현상이기 때문에 두뇌활동을 물질적으로 기술해서는 절대로 설명하지 못할 것이다 — 두뇌는 지각활동의 순전히 에너지적인 속성들이 물리적인 경험으로 변환되는 데 있어서 하나의 인터페이스로서만 작용할 뿐이다.

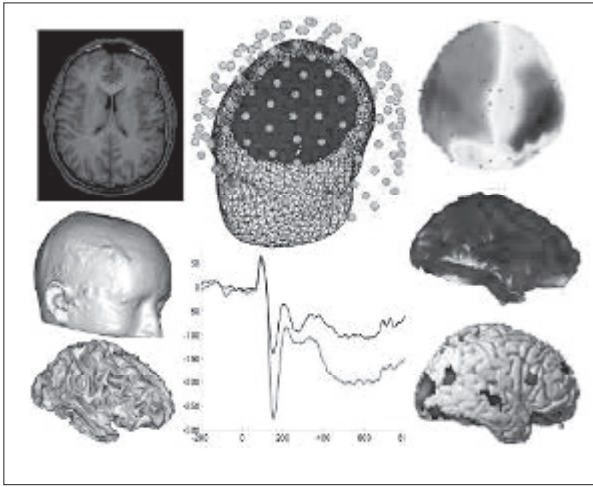


그림 2

이 말은 두뇌가 결코 생각을 만들어내지 않는다는 의미인데, 그 이유는 이것이 두뇌가 하는 일이 아니기 때문이다. 생각은 형태발생장 안에서 발상(ideas)으로 존재하며 — 생각의 구체적인 프로그램이 형태발생장 안에서 하나의 행동이다 — 따라서 행동은 정보가 한 단계 더 추가된 생각의 형태구조로 보면 된다. 형태발생장은 단순히 말해 통일장(Unified Field)의 일부분인 정보장(Information field)을 하나로 범주화한 것임을 기억하기 바란다. 그러므로 이것은 비물질적인 정보장에 접속하는 마음의 비물질적인 구성요소이며, 이 정보장을 ‘고차의 마음’이라 일컬을 수 있다.

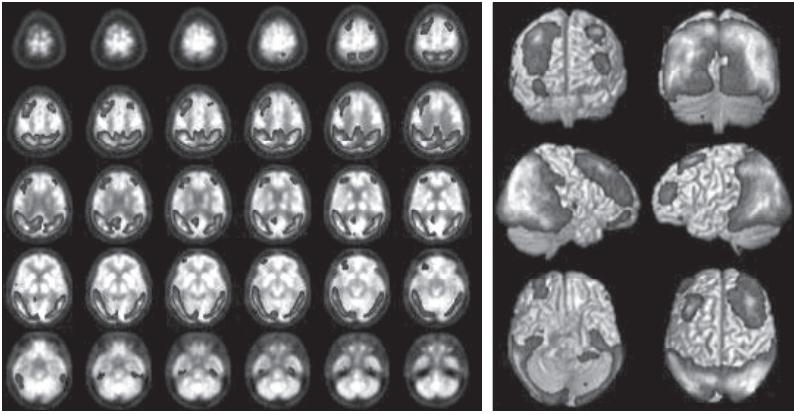


그림 3. 실시간 fMRI 영상으로 나타난 두뇌 전기적 활동의 패턴

모든 발상을 추진하는 힘은 고차의 마음에서 떠올라 변환되어 두뇌로 들어가, 전기적 활동의 구체적인 4차원 패턴들을 만드는 활동전위를 이끌어낸다. 이 시공간 패턴들이 형태발생장에서 공명을 통해, 하나의 발상 프로그램에 동조하면, 비로소 우리의 육체적 마음이 그 발상들을 생각으로 여기게 된다.

이와 비슷하게, 기억 또한 전위활동의 4차원적 패턴들로 만들어진다. 신경활동의 특정 패턴들은 과거 사건에 해당하는 영상들을 생성하는 정보를 담은 별도의 형태장들에 동조한다. 이것은 기억이 우리가 생각하는 식으로 어딘가에 저장되어 있는 것이 아님을 뜻한다. 대신 기억은 지금 이 순간에 매번 새로 만들어진다. 정보장의 다른 영역에 동조하는 전기적 패턴을 전도하기 위한 새로운 신경경로의 발생은 스파인(spine)이라고 하는 물리적인 시냅스하 구조들이 형성되면서 빠르게 일어나는 모습이 관찰된다.

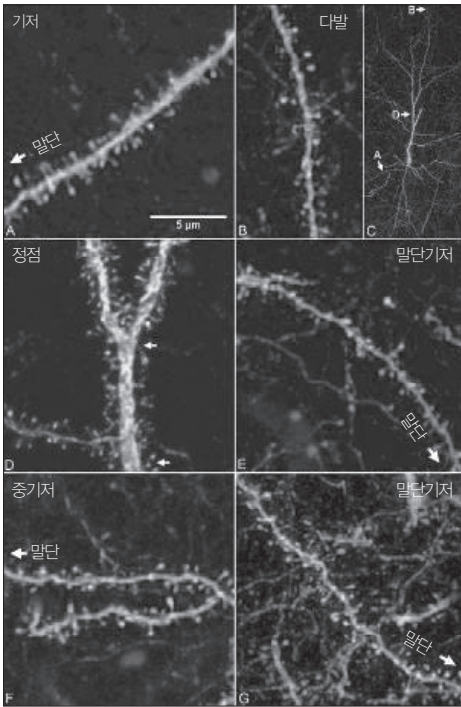


그림 4-1.

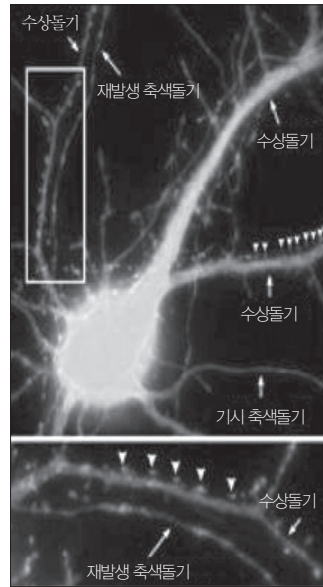


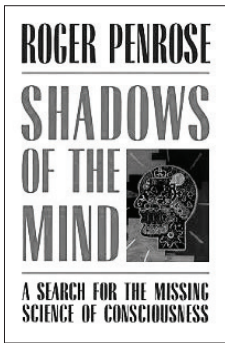
그림 4-2.

그림 4-1~2 뉴런의 수상돌기들과 함께 스파인이라 부르는 무수히 많은 시냅스하 구조들을 보여주는 영상. 이들은 빠르게 성장했다가 수축된다.

스파인들은 신속하게 만들어지고 다시 수축하면서, 뇌에 고도의 가소성(plasticity)을 주고 완전히 새로운 시냅스들을 만들거나 어떤 경우에는 새로운 뉴런들을 만들어내면서 뇌가 필요보다 빠르게 스스로를 재구성한다. 사실 우리가 학습이라 부르는 것이나 새로운 개념이 떠오르는 순간은 생성되는 스파인들이 새로운 시냅스 접촉을 만들어 내기 때문인데, 이 접촉으로 다른 형태공명에 동조하는 다른 패턴의 전기적 활동이 일어나게 된다. 그러나 지각(perception) 자체는 물질적 뇌에서 생기지 않는다. 지각은 뇌가 있어서 가능해질 뿐이다. 왜냐

하면 지각하는 주체가 바로 의식이며 의식은 뇌에서 생기지 않고, 뇌에 의해 제한될 뿐이기 때문이다.

‘의식은 어떻게 생기는가?’라는 질문은 아마도 과학계에서 규명하기 가장 어려운 질문 가운데 하나일 것이다. 낡은 패러다임의 과학으로는 결코 해결할 수 없는 질문이기도 하다. 왜냐하면 의식은 물리적인 현상으로 생겨나지 않으며 모든 존재에게 일차적이고 근본적이기 때문이다. 의식은 존재 자체의 전제조건이다 — 의식적 자각(conscious awareness)이 없다면 그것이 존재한다고 어떻게 말할 것이며, 그것이 전혀 지각하지 못한다면 존재하지 않는 것과 무엇이 다를 것인가? 지각없이 존재하는 무언가를 상상하려는 일은 존재하지 않는 것을 상상하려는 일과 비슷하다 — 이것은 있을 수 없는 일이다.



의식이 만들어진다고 여겨지는 물리적 과정들을 과학적으로 설명하려는 시도는 거의 이루어지지 않았다(우리가 합의하는 사고방식으로는 모든 현상들이 물리적 과정들로 설명되어야 함에도 말이다). 과학계는 의식이 고도로 복잡한 신경망, 특히 인간 두뇌의 신피질을 이루는 신경망이 나타내는 한 특질이라는 추정에 대부분 동의해왔다. 이 의문이 일부 과학자들이 스스로 짐 지워 놓은 한계들을 뛰어넘어 의식의 출현을 설명하는 생물학적 맥락 안에서 양자역학적 과정들에 대한 이론들을 받아들이게 했다는 점에서, 이것은 실제로 몇몇 생산적인 연구 분야로 이끌었다.

로저 펜로즈(Roger Penrose)는 스투어트 하메로프(Stuart Hameroff)와 함께 미세소관의 비국소 파이(π)-전자가 환경변동으로

로저 펜로즈(Roger Penrose)는 스투어트 하메로프(Stuart Hameroff)와 함께 미세소관의 비국소 파이(π)-전자가 환경변동으로

부터 충분히 보호받아서 그들의 파동함수의 양자중첩을 유지한다는 이론을 발전시켰다. 미세소관들은 세포 안의 필라멘트(filament)인데 세포골격이라고 알려진 지지망을 형성하고 세포 사이의 신호와 화학물질의 변환에 관여한다. 두 사람은 파이-전자들의 양자파동함수 붕괴가 뉴런하의 정보처리를 이루어지게 하고 뇌에서의 의식의 원천이 된다는 이론을 제시했다.

하나의 파동함수로서 전자들은 보스-아인슈타인 응축(Bose-Einstein condensation)이라 알려진 양자 결맞음 상태(coherent state)를 만들어낸다. 이 상태에서는 전자들이 근본적으로 하나의 단일 입자처럼 행동하거나, 더 정확히 말하면 정보를 거의 즉각적으로 전달하게 하는 비국소적 얽힘 관계를 가진, 하나의 단일한 상관 파동함수처럼 행동한다. 베타진동(beta oscillation)을 보이는 전기활동처럼 뇌의 활동이 정상적으로 이루어지는 동안, 이 상태들은 대단히 빨라진다. 그러나 시각, 청각과 인지적 자극이 최소한으로 줄어드는 명상상태에서처럼 환경의 간섭들로부터 충분히 격리되면, 뇌의 전기활동은 감마진동(the Gamma oscillation)으로 알려진 뇌파패턴으로 들어가게 된다. 감마진동의 특징은 뇌 전체를 초당 40회의 속도로 왔다갔다 휩쓸고 다니는 동기화된 시공간의 활동전위들이다. 이 상태에서 보스-아인슈타인 응축은 유지되고 신체의 사실상 모든 세포에서 발견되는 미세소관 안의 파이-전자와 결맞음 상태로 얽힌다. 신체는 양자적으로 결맞는 하나의 통일체가 되고, 그 사람은 하나임의 느낌을 경험하게 된다. 이 거시적인 생물학적 양자 결맞음 상태는 특히 초공간에 동조하도록 조절되어서 장으로부터 곧바로 정보를 가져오게 해준다. 게다가 미세소관들, 그리고 DNA와 같은 다른 많은 생체고분자들은 포논(phonon)과 보스-아인슈타인 응축과 같은 입자처럼 행

동하는 많은 현상들을 만들어내는 솔리톤파(soliton waves)를 형성한다. 이것 역시 생물체계 안에서 비고전적으로 이루어지는 정보교환과 양자적 기능의 한 형태일 것이다.

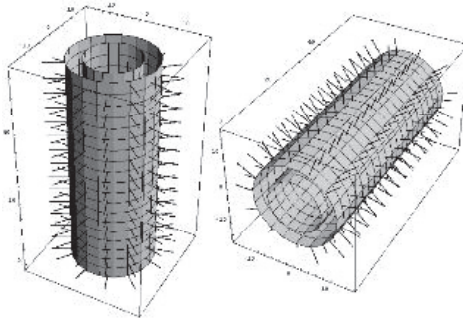
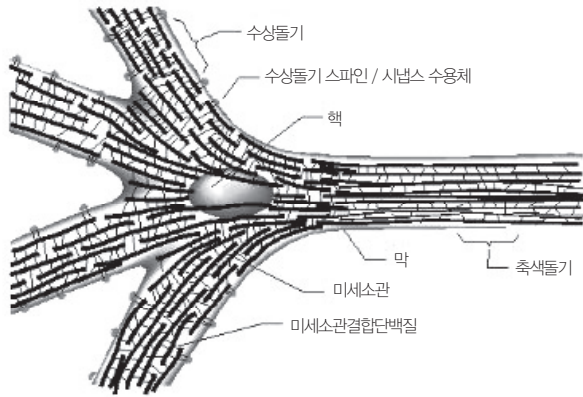


그림 7. 분자의 구조적 구성을 보여주는 미세소관의 그림. 관 속의 빈 공간에 있는 비국소적 파이-전자들은 환경으로부터 충분히 보호받으면 양자 결맞음 상태를 만들어낸다.

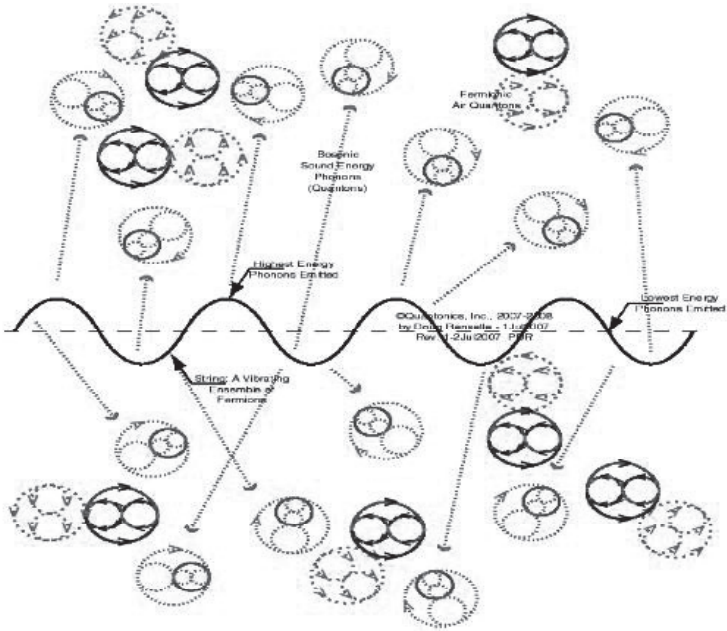


그림 8.

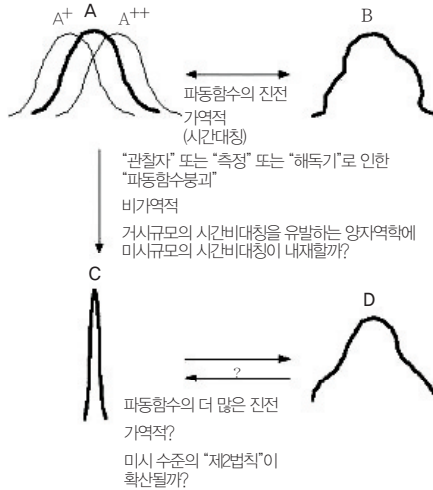


그림 9

보통 하나의 파동함수가 한 물리학자에 의해 탐구되면 그것은 붕괴되어서 그 자릿점 또는 양자의 운동량이 결정된다. 이것은 ‘주관적 환원(subjective reduction)’이라 알려져 있는데, 여기에는 관찰자의 의식이 관여하기 때문에 주관적이라고 불리는 것이다. 로저 펜로즈의 도전은 파동함수의 붕괴를 통해 의식의 발생을 기술하기 위한 일이었지, 의식적인 관찰을 통해 파동함수의 붕괴를 기술하는 일이 아니었다. 그래서 그는 ‘객관적 환원(objective reduction)’이라는 개념을 내놓았는데, 여기에서는 시공간곡률(space-time curvature)의 한계를 초월한 뒤에 파동함수가 붕괴된다. 이것은 양자중력의 영향일 것이며, 그것이 주어진 현상을 설명하는데 양자역학, 특수상대성원리, 그리고 분자생물학을 결합한다는 점에서 정말 놀라운 일일 것이다.

이 이론이 아주 흥미진진하기는 하지만, 만일 의식이 모든 현상들에 근본적이고 일차적이라면 의식의 발생을 설명하는 데 꼭 이 이론이 필요하지는 않을 것이다. 그래서 미세소관에서의 양자파동함수의 붕괴가 의식의 기원을 설명하지는 못하더라도, 다른 많은 생물학적 현상들을 설명하는 데 적용할 수는 있다. 예를 들면 모든 생각, 느낌, 경험이 우리의 개별화된 부분인 의식의 수준에 전해지는 과정은 양자수준에서 일어난다. 이 정보는 두 개의 별개 현실수준들 — 시공간과 초공간 — 사이에 중첩된 양자파동함수를 거쳐 전달되는데, 이 파동함수가 두 수준들 사이에서 정보를 교환하도록 해준다.

양자중첩을 형성하는 미세소관에서 발견되는 같은 유형의 비국소화된 전자들이 DNA 분자에서도 발견되며, 온 몸의 모든 세포들의 미세소관과 핵 DNA는 연속적으로 연결되어있다.

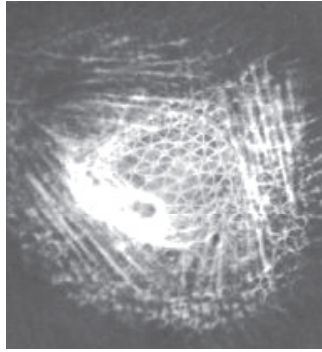


그림 10. 핵 주위에서 측지선(geodesic)의 망을 형성하는 미세소관 세포골격이 전자현미경 사진으로 DNA와 결합되어 있다.

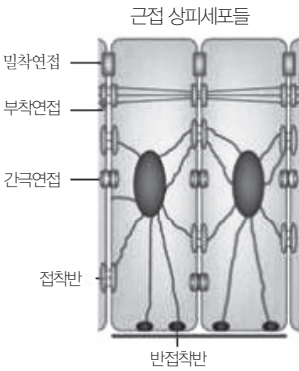
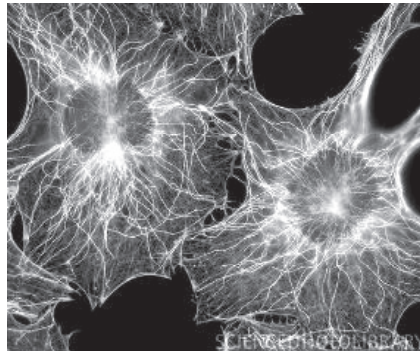



그림 11-1.



11-2.

그림 11-1~2. 왼쪽 그림에서 미세소관이 접착반을 통해 각 세포의 핵과 연결되어 있다. 부착연접은 액틴(actin)으로 알려진 세포골격 필라멘트를 연결하는데, 뇌의 가소성과 같은 많은 중요한 기능들에도 관여한다. 간극연접은 몸의 모든 세포에서 화학적, 전기적 신호를 전달하게 한다.

(다음 호에 계속) 

- 이 글은 『The Light Encoded DNA Filament, Morphic Resonance, and Quantum Biology』에서 발췌하였습니다.
- 이 글은 미내사의 허락 없이 무단 전재나 재배포를 할 수 없습니다.

저자 | **윌리엄 브라운**(William Brown) | 호놀룰루 마노아 하와이 대학교 생물재생연구소의 분자생물학자이다. 그의 스승인 프레데릭 머서는 뇌에 존재하는 세포외 기질 단백질 복합체를 발견하고, 만델브로의 프랙탈 패턴을 본 따 프랙톤(fractone)이라고 명명했다. 그들은 프랙톤과 신경의 유연성, 조직 구조, 생물학적 재생, 줄기세포 분야에서 결합조직 네트워크의 여러 요소들을 집중적으로 연구했다. 연구소는 유기체 내에서 발달과 패턴 형성의 과정, 인간의 손상된 조직과 기관 재생에 응용할 수 있는 방법을 중심으로 연구한다. 브라운은 이상해 보이는 모든 대상에 대해 연구를 지도하며, 자연과 음악, 무한으로 우리를 연결해주는 내적인 자원을 인식하면서 시간을 보내고 있다. 전자메일 wdb225@gmail.com을 통해 브라운에게 연락을 취할 수 있다. 홈페이지: williambrownscienceoflife.com

역자 | **박병오** | 『지금여기』 번역위원