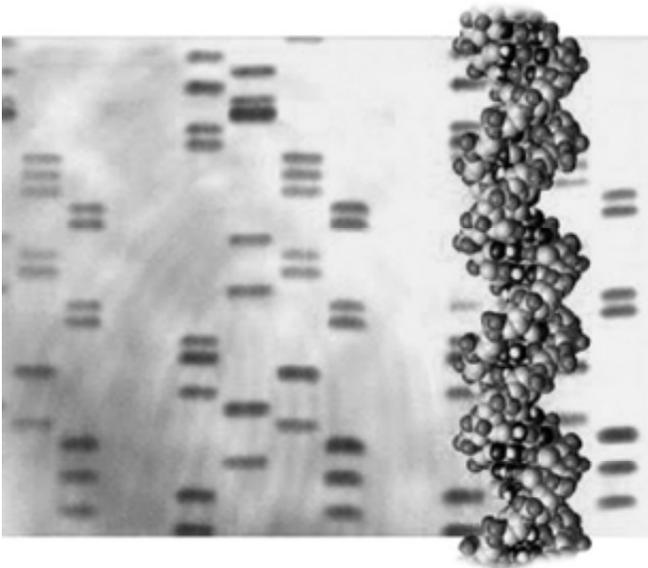


# 빛이 새겨진 DNA 필라멘트와 형태공명, 그리고 양자 생물학 (2부)

| 윌리엄 브라운 | 박병오 옮김 |

신비학에서 빛의 몸(light body)이라는 말을 하는데, 그것이 어떻게 현대 생물학과 조우할 수 있는지 보여줍니다. 실제 종간(種間) 차이를 결정 짓는 것은 바로 이 빛의 몸인, DNA 구조가 이루는 전자기적 형태공명장에 있음을 이야기합니다(편집자 주).



(지난 호에 이어서 2부)

전기 쌍극자(크기가 같은 양·음 전하가 가까운 거리에서 마주하고 있는 것: 편집자 주)에서의 전자 밀도가 변화하면서 미세소관 또는 DNA 중심에 있는 파이( $\pi$ )-전자들이 조화진동하게 된다. 이것으로 이 고분자들의 중심에 전자기적 필라멘트가 가득 차게 되는데, 그 이유는 전하들이 진동하면서 자기장이 생기고 다시 진동하는 자기장은 전기장을 만들어내며, 이 전기장은 전자기파, 다시 말해 빛을 만들기 때문이다. 이것이 바로 빛이 새겨진 필라멘트로, 정보를 나르는 DNA 가닥이다! 많은 과학실험들을 통해 이 빛의 가닥들, 곧 생물학적 유기체의 빛 몸(light body)이 존재한다는 사실이 밝혀졌다.

빛 몸의 실증적인 예는 러시아 과학자 알렉산더 구르비치(Alexander Gurwitsch)가 1920년대에 했던 실험들로 거슬러 올라가는데, 유기체가 극히 미세한 전자기파를 방사한다는 사실을 형태형성장(morphogenetic field)의 발달과정과 연관 지었던 점은 놀라운 일이다! 구르비치는 이것을 분열촉진광선(mitogenic rays)이라 불렀지만, 과학계는 이 주제에 대한 실증적인 연구도 하지 않고서 이 개념이 유물론적 패러다임에서 벗어난다는 이유로 거부해버렸다. 이 주제를 탐구하는 실험들이 이루어지고 전자기파 방사를 통해 세포 안에서와 세포들 사이에서 소통이 이뤄진다는 사실을 확인한 것은 비교적 최근의 일이다.

## DNA의 전자기적 변형

빛이 새겨진 DNA 필라멘트의 주된 역할을 밝히기 위해 지금껏 이

뤄져 왔던 실험들 가운데 가장 결정적인 성과를 이룬 사람은 뤽 몽타니에(Luc Montagnier)인데, 그는 에이즈를 일으키는 HIV를 규명한 연구로 노벨상을 받았다. 이 실험에서 병원성 박테리아 배양균이 내뿜는 특정 전자기 신호가 검출되었는데 이 신호는 배양액에서 모든 생물요소들을 제거해버린 뒤에도 여전히 남아 있었다.

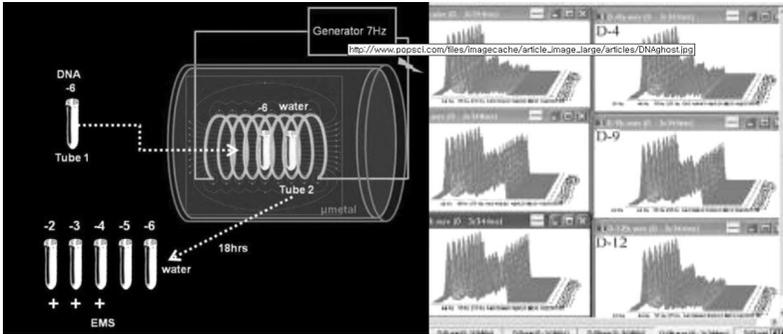


그림 1.

같은 균종의 비병원성 박테리아를 그 전자기 주파수를 가진 배양액에 넣었을 때, 이것은 병원성 박테리아로 바뀌면서 앞의 종과 같은 특성의 신호를 내뿜기 시작했다. 이 종은 전자기 주파수에 의해 본질적으로 변형된 것인데, 이것은 그 주파수가 비병원성 박테리아의 DNA 분자에 특이적으로 작용하여 “재암호화”했다는 의미다.

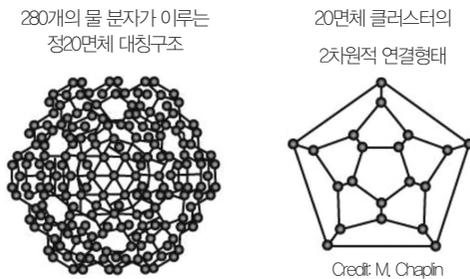


그림 2.

모든 생체분자들은 본래 물과 복잡한 관계를 맺고 있고, 물은 정말로 살아있는 모든 분자들이 기능하는 데 핵심적인 역할을 한다. 이 때문에 생명에게 물은 필수적이며, 단지 생화학적 반응을 일으키는 비활성의 매질에 그치지 않는다. 따라서 몽타니에는 물을 가진 나노구조들, 곧 거대분자 속의 물이 갖는 복잡한 구조적 배열에서 전자기 주파수들이 유지된다는 가설을 세웠다. 물은 생체분자가 형성되는데 독특한 형태를 채택할 뿐만 아니라(생체분자들의 형성과정에서 정확한 3차원 형태에 직접 영향을 미치는 것은 물론), 그 쌍극자 모멘트(dipole moment)의 상호작용 때문에 생체분자들의 많은 전기활동에도 관여한다.

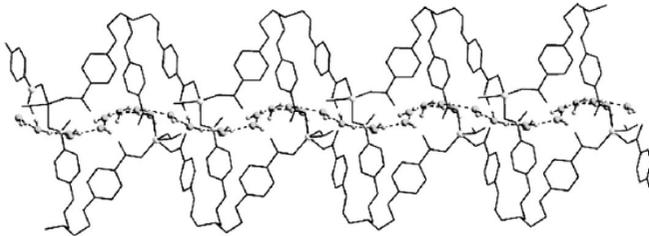


그림 3.

물은 생체분자들의 전자기 속성들과도 밀접한 관련이 있다. 당코 디미체프(Danko Dimchev)는 미세소관(세포골격을 구성하는 세포 구조의 하나: 편집자 주)과 복잡한 관계를 맺는 물에 의한 빛의 양자 결맞음(quantum coherent) 방출에 대해 논하면서 다음과 같은 말을 했다. “간단히 말하자면 미세소관 외피에서 4~5나노미터 안쪽에 있는 물이 결맞음 광자 파동(coherent photon pulse)을 내뿜는데 필요한 에너지는 튜블린(tubulin, 미세소관의 구성 단백질-역자 주) 전기 쌍극자 진동과(또는) 미세소관 벽의 진동으로부터 얻게 된다.” 여기서

그는 물에 의한 레이저 같은 양자화된 전자기파의 방출이 어떻게 상호작용해서 튜블린의 말단(tail)을 활성화시키는지에 대해 설명하고 있다.

## 깨우침 – 형태공명과 DNA 구조

DNA의 단백질이 암호화된 부분인 유전자들을 종간(種間) 비교해보면 매우 많은 공통점이 있는데, 이것은 모든 생명이 같은 분자적 도구(tool kit)를 공유한다는 의미로, 그저 유전자들의 상응관계에 있어서의 작은 차이들만 관찰된다. 초파리의 분자와 구조 조직을 만드는 같은 유전자들이 인간에게서도 발견된다. 그러나 이 유전자들은 주로 분자 조직을 만드는데 관여하며, 그들의 높은 상동관계(homology)와 많은 공통점으로 보아 그들이 종들과 개체들의 차이를 만드는 원인이 아닌 것이다. DNA의 특정 부위들이 이런 차이들을 만들어내는 것으로 오랫동안 알려져 왔는데, 이 부위들로 종과 개체들을 구분해왔기 때문이다! 고분자가 절단되고(제한효소에 의한 제한소화)<sup>1)</sup> “DNA 지문(fingerprint)”이라 부르는 것을 만들어낼 때 DNA의 특정 부위들에서 제한효소절편다형성현상(restriction fragment length polymorphism)\*이 생긴다. 이것은 특정 종, 아종(亞種), 계통군(clades)과 개체들까지도 구분하는데 쓰이는 것이다. 어느 종을 다른 종과 다르게 하는 것이 무엇일까 하는 답을 찾는 과정에서 이것이 큰 실마리가 됐어야 했다. 특정 종 또는 개체를 구분해주는 DNA의 특정 부위들을 찾아내는 일은 그 좋은 출발점이었던 것이다!

---

1) DNA를 유전자 절단 제한효소(restriction endonuclease)로 절단했을 때, 절단된 유전자의 길이가 개인에 따라 다양하게 나타나는 현상. (역자 주)

DNA의 이 독특한 부위들은 비-암호화(non-coding)된 부분들이다. 이 부분들을 “정크(junk) DNA”라는 부적절한 이름으로 부르는 일은 중대한 상황인데, 그 이유는 게놈의 이 부위들을 그렇게 부르는 것은 자동차의 엔진을 스페어 타이어

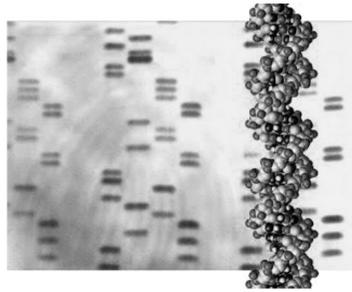


그림 4.

라고 부르는 것과 비슷하기 때문이다. DNA의 이 비-암호화된 부위들이 얼마나 중요한 것일까? 게놈에서 이들이 차지하는 비율을 보면 쉽게 알 수 있다. 인간 게놈의 95~98%가 암호화되어 있지 않다! 이 사실은 일부 다른 종들에서도 비슷하게 나타나지만, 유기체의 복잡성이 증가하면 암호화되지 않은 DNA의 양도 증가한다.

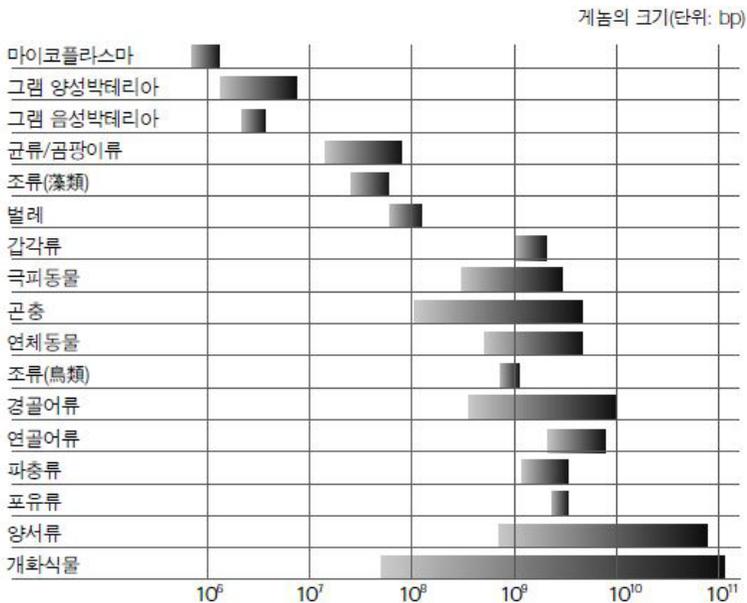


그림 5.

예를 들어 대장균과 같은 박테리아는 극도로 적은 인터제닉 (intergenic) DNA<sup>2)</sup>를 갖고 있다. 이들의 게놈은 구조적으로 단순하고, 복잡한 배열을 채택할 것 같지도 않은 단순 가닥이지만 여전히 거의 4,290개의 유전자들을 가진다. 이것은 인간이 가진 거의 21,000개의 1/5에 해당하는 것으로, 현미경적인 박테리아라고 하기에는 놀라운 수준이다! 사실 작은 벌레인 예쁜꼬마선충(Caenorhabditis elegans)은 우리보다 많은 유전자를 가지고 있다. 하지만 게놈의 크기와 비-암호화 DNA 사이의 상관관계에서 보는 것처럼 인간은 비-단백질 암호화 DNA를 더 많이 가지고 있다[식물의 게놈 크기가 큰 것은 거의 대부분이 같은 염색체들의 다중 조합인 배수성(倍數性) 때문으로, 이것은 단백질-암호화 유전자로의 단 한 번의 변화 없이도 종 분화하기에 충분하다]. 비-암호화된 부분의 주요 기능은 지금까지 세 가지가 밝혀졌다.

- 비-암호화 게놈 영역의 거의 절반이 이동 유전요소(mobile genetic elements)로 이뤄져 있는데, 이것은 유전자발현을 조절하고 염색체들을 재배열할 수 있다.
- 나머지 절반은 기술적으로 ‘부수(附隨, Satellite) DNA’로 알려진 VNTR(variable number tandem repeating)<sup>3)</sup> 염기서열로 이뤄져 있다. 특정한 형태상의 배열을 통해 이들은 형태장(the

---

2) 아무런 유전정보도 갖지 않는 DNA로 본문에서는 ‘비-암호화된 DNA’와 혼용하여 ‘정크 DNA’ 대신 쓰고 있다.(역자 주)

3) 인간의 염색체에는 유전자 길이의 다형성에 의해 염기서열이 일정하게 반복되는 구간이 있는데 이 반복단위의 반복횟수는 사람에 따라 차이가 있으며 반복단위의 염기서열이 긴 것을 VNTR, 짧은 것을 STR(short tandem repeating)이라 한다.(역자 주)

Morphic field)과 상호 연결한다.

- 인터제닉 DNA의 이 두 부분들은 게놈 안에서 확장하면서 생체 분자의 정보전달력을 늘리는 기능을 한다.

## 염색체 재배열 – 전이인자(transposons)<sup>4)</sup>와 부수 DNA

이동 유전요소들은 비-암호화 DNA의 고도로 기능적인 부분이다. 이것은 게놈의 부위들을 자리바꿈하고 염색체들을 재배열할 수 있는 전이 가능한 요소들을 활성화시켜서 DNA가 환경조건에 반응하고 게놈을 재배열하게 해준다. 유전자 영역들은 모듈화 되어있으므로 그들이 어떤 식으로 서로 다르게 발현된다 해도 자리를 바꿔가면서 온전한 기능성을 유지한다. 이 과정은 사실상 즉각적인 진화의 한 형태인 단속적이고(punctuated) 신속한 종 분화를 이끌어내는데, 이것은 개별 유기체의 생애과정에 걸쳐 일어난다. 이 DNA 부위들은 고주파 방사에 의해 활성화되므로 우주선(cosmic rays) 등과 같은 에너지 원천들이 증가하면 DNA 요소들의 능동적인 전이의 양도 증가할 것이다.

인간과 침팬지 같은 유인원계로 분류된 종들의 게놈을 비교해보면, 단백질-암호화 유전자 영역이 거의 동일하므로, 종간의 차이는 비-암호화 DNA 때문인 듯하다. 특히 알루 요소(Alu elements)라 부르는 RNA유래전이인자(retrotransposons)는 인간 게놈에서 특별한 역할을 한다는 증거를 보여주는데, 그들은 가장 풍부한 요소들이어서 백만 곳이 넘는 복제개수로 발견된다.

---

4) 염색체에서 다른 부위로 스스로 자리바꿈이 가능한 DNA 부위.(역자 주)

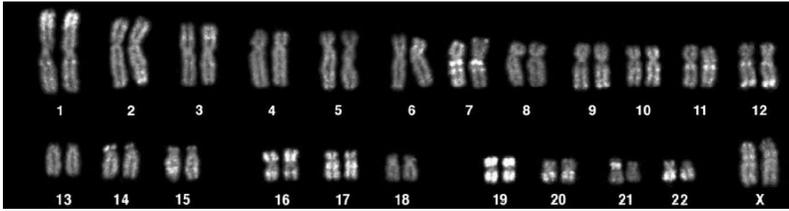


그림 6. 알루 요소 염기서열에 특이적인 항체와 혼성된 염색체들. 항체는 초록색 형광표지자와 결합되어 있다. 비-알루 서열은 빨간색으로 대비염색되어 있다. 초록색의 모든 부위들은 알루 요소가 반복되는 위치를 보여준다. 염색체 16, 17, 19는 대부분이 부수 DNA인 중심립(centromere) 부위를 제외한 거의 모든 부위가 알루 요소의 반복으로 이루어짐에 주목하라.

그러므로 DNA의 모듈구조는 전이가능한 요소들이 염색체들을 재배열한다는 사실이 타당함을 보여준다. 하지만, 부수 DNA는 어떤 기능을 할까? 이들이 수백 번이나 반복할 수 있는 단순 반복서열들이라는 점을 고려할 때 말이다. 형태공명이론에 비추어 반복서열들의 독특한 특징을 들여다보다가 한 가지 깨달은 점이 있었다. 반복서열은 3-가닥(tertiary stranded), 4-가닥(quaternary stranded) DNA와 그 밖의 다양한 특정 구조 요소들을 포함하는 특별한 DNA 구조를 만드는 능력이 있다. 예를 들어, 말단소립(telomere) 영역들은 TTAGGG 서열의 3에서 20,000사이의 어느 수의 염기쌍 반복으로 이뤄져 있다. G가 풍부한 이 영역은 G-쿼드루플렉스(quadruplex)라 부르는 것을 형성하는데 이것은 4-가닥 DNA 복합체를 만든다.



부수 DNA에 의해 만들어지는 다양한 구조들은 형태장과 특유하게 공명하므로 매우 특유한 정보 프로그램들에 동조할 수 있게 된다. 사람들마다 부수 DNA가 아주 특유하다는 점을 고려할 때, 이것은 모든 사람들이 자신에게 고유한 별개의 형태형성 패턴에 동조하고 있음을 말한다. 게다가, DNA 분자를 따라 이들 많은 구조들을 빠르게 가로 지를 수 있는 고분자의 높은 가소성 때문에, 형태패턴들의 변화하는 공명을 통해 세포, 조직과 유기체의 행동을 조절하는데 기여하게 된다. 이에 더해, 반복서열의 수를 확장하는 부수 DNA의 특성은 DNA 분자의 정보전달력을 증가시킨다.

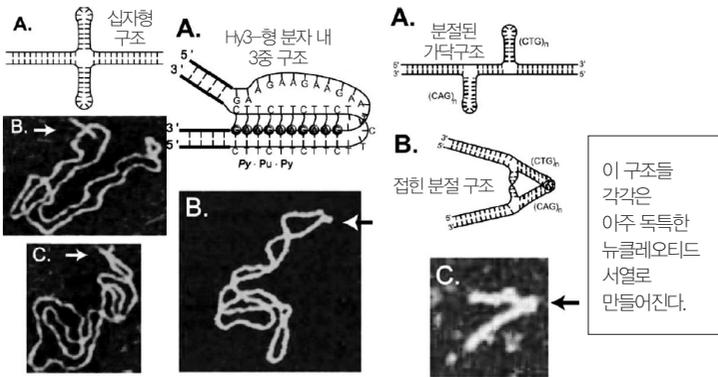


그림 8.

(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 본떠 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 한다. 브라운은 이상해 보이는 모든 대상에 대해 연구를 지도하며, 자연과 음악, 무한으로 우리를 연결해주는 내적인 자원을 인식하면서 시간을 보내고 있다. 전자메일 [wdb225@gmail.com](mailto:wdb225@gmail.com)을 통해 브라운에게 연락을 취할 수 있다.

역자 | **박병오** | 「지금여기」 번역위원