



내 속엔 미생물이 너무도 많아

I CONTAIN MULTITUDES

: 기상천외한 공생의 세계로 떠나는 그랜드 투어

에드 용 지음 | 양병찬 옮김

2017년 8월 9일 출간 | 판형 152*225 | 504쪽 | 19,800원 | 분야 교양과학 | ISBN 979-11-6056-025-1 03470

(주조) 과학 > 교양과학 > 과학이야기 | (부조) 과학 > 생물학 > 미생물학

책 소개

“우리의 숨겨진 동반자들을 발견할 때, 세계는 완전히 새롭게 다가온다”

빌 게이츠, 빌 브라이슨을 사로잡은 짧은 과학 저널리스트

에드 용이 제시하는 인간과 자연을 바라보는 혁명적 관점

경이로운 공생의 자연사를 능수능란하게 그려낸 역작의 탄생

- ★ 빌 게이츠, 빌 브라이슨 추천 도서
- ★ 뉴욕 타임스 베스트셀러
- ★ 가디언.이코노미스트.커커스리뷰 선정 최고의 책(2016)
- ★ 영국 과학저술가협회상 수상 작가

짧은꼬리오징어를 포식자로부터 숨겨준 야광 망토는 어디서 왔을까? 몸이 잘려도 되살아나는 파라카테놀라의 부활의 비밀은 무엇일까? 모하비사막 숲쥐가 치명적인 독성 먹이를 마음껏 먹을 수 있는 까닭은? 입도 항문도 없는 민고뺨수염벌레가 빛 한 줄기 들지 않는 심해에서 살아갈 수 있는 비결은 무엇일까? 자연계의 경이로운 생명 현상들, 그 비밀의 중심에는 ‘미생물’이 자리하고 있다. 이 책 《내 속엔 미생물이 너무도 많아》는 인간을 비롯한 동물의 생애사 곳곳에서 활약하며 숙주에게 놀라운 능력을 제공하는 이 ‘숨은 주인공들’의 세계에 관한 안내서다.

안내자로 나선 저자 에드 용은 세계가 주목하는 짧은 과학 저널리스트로, 이 책에서 수백편의 논문과 연구 결과들을 종합하여 미생물 세계의 지도를 그려냈다. 미생물과 동물 간의 놀라운 공생의 사례들부터 미생물과 인간이 화기애애한 동반자관계를 확립할 수 있는 방법들까지, 또 공생의 질서가 파괴되어 인간의 건강이나 생태계가 위태로워지는 과정과 이를 되돌리기 위한 과학자들의 처방전까지 두루 살피며 독자들에게 흥미진진한 가이드를 제공한다.

아기 대신 모유 속 당분을 먹으며 아기의 면역계를 교육하는 인판티스(B. infantis), ‘공생 파트너’와 생식을 교란하는 ‘기생충’을 오가는 볼바키아(Wolbachia), 아슬아슬한 삼각관계를 유지하며 숙주와 역할을 분담하는 트렘블라야(Tremblaya) 등, 미생물이 빚어낸 기묘한 공생의 드라마를 한편씩 즐기다보면 인간과 자연을 바라보는 새로운 시야를 얻게 될 것이다.

“우리 자신, 그리고 세상의 진짜 모습이 여기에 있다”

자연관을 뒤집어놓을 아찔한 발견들, 눈부시게 아름다운 공생의 자연사를 만나다

우리는 약 30조 개의 인간 세포와 39조 마리의 미생물로 이루어져 있다. 우리의 세포들은 2만 개에서 2만 5000개의 유전자를 갖고 있지만, 우리 몸속 미생물들은 그보다 500배나 많은 유전자를 갖는다. 더 가까운 값으로 말하자면, 우리는 ‘미생물’이다. 우리의 삶은 체내에 주둔하는 수십 조 마리의 미생물 파트너의 영향력하에 놓여 있다. 미생물은 단순히 우리의 몸에 탑승한 무임승차자가 아니라 눈이나 위장 같은 인체의 귀중한 장기처럼 행동하며, 끊임없는 대화와 타협을 통해 생명활동의 중대사를 처리해낸다. 그들은 우리의 몸을 빚어내고, 우리를 독소와 질병에서 보호하고, 음식을 분해하고, 면역계를 조절해 주고, 행동을 안내할 뿐 아니라 심지어 우리의 유전체에 자신의 유전자를 쓴

아빯는다. 인간을 포함한 모든 동물은 ‘외로운 섬’으로 존재하는 것이 아니라 몸속에서 뇌와 유전체의 지휘 아래 ‘하나의 팀’을 이루어 삶을 영위한다. 발생부터 성장, 번식, 진화까지 자연계의 모든 생명 활동은 동물과 미생물의 환상적인 팀플레이 속에서 이루어진다.

에드 용은 우리 모두가 ‘걸어 다니는 생태계’임을, 우리 주변이 거대한 ‘동반자들의 세계’로 이루어져있음을 일깨워주며 독자들이 세상의 경이로움과 장엄한 공생의 자연사를 만끽할 수 있도록 돕는다.

동물과 미생물이 얼마나 유사한지, 또 양자 간 관계가 얼마나 깊어질 수 있는지를 이해하고 나면 우리가 세상을 바라보는 관점은 헤아릴 수 없이 풍부해질 것이다. 나 역시 그렇다. 나는 평생 동안 자연계를 사랑해왔다. 내 선반에는 야생동물 다큐멘터리가 즐비하고 미어캣, 거미, 카멜레온, 해파리, 공룡에 관한 책들이 수북이 쌓여 있다. 그러나 그중에서 미생물이 숙주의 삶을 움직이거나 고양하거나 조종한다고 알려주는 것은 하나도 없다. 한마디로, 불충분하기 짝이 없다. 액자 없는 그림, 크림 없는 케이크, 폴 매카트니 없는 존 레논처럼 말이다. 하지만 이제 나는 모든 동물들이 보이지 않는 미생물들에 의존하고 있음을 안다. 동물은 미생물과 함께 살면서도 전혀 의식하지 못한다. 미생물은 동물보다 훨씬 더 오랫동안 지구 상에 존재해온 선배로서, 동물들의 능력을 도와주고 때로는 전적으로 책임진다. 이것은 한편 아찔하면서도, 다른 한편으로는 눈부시게 아름다운 관점의 변화다. (...) 온갖 생물들이 어울려 사는 세상의 진짜 모습은 이렇다. 육안으로는 보이지 않지만, 나는 이제 모든 것을 바라볼 수 있게 되었다. _1장 「살아 있는 섬」

“건강한 사람의 대변을 삼키면 무슨 일이 일어날까?”

미생물과의 평화 유지를 위한 단서들

미생물과 동물의 파트너십은 영원불변의 계약이 아니며, 공생을 관리하고 안정화시키는 일에는 노력이 필요하다. 공생의 질서가 깨어질 때 숙주는 종종 치명적인 결과를 맞닥뜨린다. 산호초의 집단 폐사나 장내 미생물의 혼란으로 인한 심각한 질병들이 그 예다.

에드 용은 생태계 교란이나 인간의 질병 뒤에 숨은 미생물의 영향력을 규명하고, 그 해법을 모색하고 있는 과학자들의 발견을 소개한다. 미생물이 비만, 염증성 장 질환 같은 질병이나 우울증, 자폐증 같은 정신건강에 끼치는 영향이 이미 그 윤곽을 드러내고 있고, 미생물과의 평화로운 공존을 위한 다양한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 독자들은 질병을 치료하고 예방할 수 있는 유익한 세균 조합(프로바이오틱스)과, 유익한 미생물을 배불리 먹일 수 있는 영양소 패키지(프리바이오틱스), 한 사람의 미생물 균집을 통째로 다른 사람에게 이식하는 방법(대변 미생물총 이식술)까지 미생물학의 최전선을 만날 수 있다.

현미경 속 ‘춤추는 놀라운 생물’에서 질병과 감염의 주범으로,

다시 동물의 생존 파트너이자 건강의 핵심 열쇠로 떠오른 ‘미생물의 그랜드 히스토리’

네덜란드의 호기심 넘치는 렌즈기술자 레이우엔훅이 연못 물 한 방울에서 ‘매우 예쁘게 움직이는 극미동물들’을 발견하기 전까지, 인간은 이 ‘지구의 숨은 지배자들’의 존재조차 알지 못했다. 이후로도 미생물의 존재는 전염병이 드리우는 죽음의 그림자 아래 오랜 시간 가려져 있었으며, ‘이로운 공

생자'로서 새롭게 조명되기까지는 수많은 과학자들의 분투가 필요했다. 이 책 《내 속엔 미생물이 너무도 많아》에는 미생물이 '소독과 박멸'의 대상에서 인간의 건강과 질병을 좌우하는 핵심 열쇠로 떠오르기까지, 미생물학이 생물학의 변방에서 중심부를 차지하기까지의 흥미진진한 역사가 오롯이 담겨 있다.

무엇보다도, 황폐화된 산호의 무덤에서부터 심해의 열수 분출공, 동물원의 분노 처리장까지 찾아다니며 미생물학의 새로운 역사를 열어젖힌 과학자들의 열정과 탐험이 생생하게 담겨 있다.

저자 소개

에드 용(Ed Yong) 지음

세계에서 가장 유명한 과학 블로거, 과학 저널리스트. 케임브리지 대학교에서 자연과학을 전공, 분자생물학과 동물행동학 연구로 석사 학위를 받았으며 유니버시티 칼리지 런던에서 생화학 연구로 철학석사(M.Phil) 학위를 받았다.

에드 용은 생물학, 신경과학, 심리학, 동물행동학, 진화생물학을 넘나들며 곰팡이부터 fMRI까지 다양한 주제를 심도 있게 탐사한 블로그('Not Exactly Rocket Science')를 통해 단숨에 가장 주목할 만한 과학 작가로 떠올랐다. 자연계의 경이로움을 만끽할 수 있는 놀라운 연구 결과들, 중요한 과학적 발견들을 발빠르게 소개하는 그의 블로그는 "과학 저널리즘의 미래"(<사이언티픽 아메리칸>)라는 평가를 받았고 이후 <내셔널 지오그래픽>에서 독점 중계되었으며 영국 과학 저술가 협회에서 선정하는 '올해의 저술가상'(2014)을 비롯한 다양한 상을 수상했다.

미생물의 세계를 탐사한 그의 첫 책 《내 속엔 미생물이 너무도 많아》(원제: I CONTAIN MULTITUDES)는 <뉴욕타임스>(Notable Books of 2016), <가디언>(Best Books of 2016), <퍼블리셔스 위클리>(Books of the Year), <이코노미스트>(Best Books of 2016), <커커스리뷰>(Best Book of the Year) 등 언론의 올해의 책 리스트에 선정되었으며, 2017년 웰컴 도서상(Wellcome Book Prize) 숏리스트, LA타임스 도서상 파이널리스트에 오르기도 했다. "최고 수준의 과학 저널리즘"이라는 빌 게이츠의 찬사를 받았고, 마크 저커버그가 침대 밑에 두고 읽는 책으로 알려져 화제를 모으기도 했다.

<네이처>, <뉴욕타임스>, <와이어드>, <뉴 사이언티스트> 등에 칼럼을 기고해왔으며 현재 <더 애틀랜틱>의 필자로 활동하고 있다.

양병찬 옮김

서울대학교 경영학과와 동 대학원을 졸업한 후 기업에서 근무하다 진로를 바꿔 중앙대학교에서 약학을 공부했다. 약사로 일하며 틈틈이 의약학과 생명과학 분야의 글을 번역했다. 포항공과대학교 생물학연구정보센터(BRIC)의 바이오통신원으로, <네이처>와 <사이언스> 등에 실리는 의학 및 생명과학 기사를 실시간으로 번역, 소개하고 있다. 그의 페이스북에 가면 매일 아침 이런 최신 과학 기사를 접할 수 있다. 진화론의 교과서로 불리는 《센스 앤 넌센스》와 알렉산더 폰 훔볼트를 다룬 화제작 《자연의 발명》을 번역해 한국출판문화상 번역부문 후보에 올랐다. 옮긴 책으로는 《핀치의 부

리》, 《물고기는 알고 있다》, 《매혹하는 식물의 뇌》, 《곤충 연대기》 등이 있다.

추천사

“에드 용은 이 책에서 말 그대로 수백 편의 논문들을 종합해냈다. 그러나 그는 과학적 사실들로 당신을 압도하려 들지 않는다. 그는 그저 놀랍고 매혹적인 통찰을 계속해서 전해줄 뿐이다. 이 책은 최고 수준의 과학 저널리즘이다.” -빌 게이츠

“나는 이 책을 정말로 즐겼고 감탄했다.” -빌 브라이슨

“매혹적인 책을 넘어 놀라운 책이다. 이 책은 세상을 생각하는 방식을, 그리고 자신이 누구인지에 관한 당신의 생각을 바꿔놓을 것이다.” -헬렌 맥도널드(《메이블 이야기》 저자)

“에드 용은 영리하고 통찰력 있는, 능글맞고 재치 있는 과학의 젊은 안내자다. 그리고 이 책은 매혹의 백과사전이다.” -데이비드 콧먼(《도도의 노래》 저자)

“미생물의 세계는 거의 모든 것이 놀랄 만하다. 삶과 죽음, 섹스와 폭력, 당신이 생각지도 못한 모든 일탈이 여기에 있다.” -<가디언>, 팀 라드퍼드

“생생한 이야기와 우아한 설명으로, 에드 용은 우리 주변의 생명체들이 복잡한 공동체를 이루고 있음을 보여준다.” -칼 짐머(《기생충 제국》 저자)

“놀라운 책. 스토리텔링과 정확한 글쓰기에 뛰어난 재능을 발휘한 이 책에서, 에드 용은 보이지 않던 작은 존재들의 전능한 힘을 보여준다.” -제프 밴더미어(《서던 리치》 시리즈 저자)

“에드 용은 사실을 단순화하거나, 확인되지 않은 결론을 내리고픈 유혹을 훌륭하게 피해간다.” -<이코노미스트>

차례

프롤로그 | 동물원에서

1장_ 살아 있는 섬

우리는 미생물에서 진화했다 | 우리 몸속에 존재하는 ‘놀라운 우주’ | 지구 상에 존재하는 미생물들이 한꺼번에 사라진다면 | 인간은 모두 섬이다 | 다윈 이후 가장 의미 있는 혁명 | 미생물이라는 경이로운 렌즈

2장_ 별천지가 열린다

춤추는 미세한 생물과의 첫 만남 | 미생물과의 전쟁 | ‘공생’이라는 낯선 아이디어 | 유전 자본석이 가져온 혁명적 변화 | 미생물을 위한 박물관

3장_ 보디빌더들

오징어의 생존 파트너 | 동물의 발생과 성장을 돕는 외주업체 | 진화의 블랙박스 | 관벌레가 어른이 되는 방법 | 항상성 유지를 위한 끝없는 대화 | 하이에나의 신상명세서 | 미생물이 뇌와 행동에 미치는 영향 | 사이코바이오틱스

4장_ 조건부 계약

숙주의 생식을 교란하는 볼바키아 | 악당도 영웅도 없다 | 부정행위와 배신이 난무하는 세계 | 미생물 농장에는 울타리가 필요하다 | 모유, 포유동물의 혁신적 발명품 | 공생에는 대가가 따른다

5장_ 건강과 질병의 열쇠

산호의 죽음 | 뜻밖의 암살범 | 날씬한 생쥐와 살찐 생쥐 실험 | 영양실조의 주범 | 염증성 장 질환 | '오랜 친구들'이 사라지는 이유 | 항생제의 무차별 살상 | 사라지는 미생물의 경고 | '미생물 불균형' 모델 | 인과관계 확립을 향해서

6장_ 기나긴 진화의 왈츠

진화의 왈츠는 어떻게 시작되었을까 | 미생물 대물림 | 깐깐한 파트너 고르기 | 전유전체, 전생할체 | 공생에 의한 종 분화 가설

7장_ 상호 확증 성공

살아 있는 영양 보충제 | 상호 확증 성공 | 초식동물의 동반자 | 유연한 메뉴 선택 | 독성 먹이 해독 프로그램 | 결과는 자연만이 안다

8장_ 알레그로 E장조

유전자 주고받기 | 동물의 몸속으로 점프하다 | 공생의 마트료시카 | 진딧물의 보디가드 | 새로운 파트너의 공로

9장_ 미생물 맞춤 요리

동반자 관계의 틈새 | 새로운 생태계를 빚어내는 일 | 개구리들을 위한 향균 칵테일 | 요구르트를 마시면 건강해질까 | 프리바이오틱스 | 대변 미생물총 이식술 | 미생물 맞춤 요리 | 텡기열을 몰아낸 획기적인 아이디어 | 스포트라이트를 받다

10장_ 내일의 세계

홈 마이크로바이옴 프로젝트 | 아쿠아리움의 미생물 생태계 | '미생물 프렌들리'한 건축 설계 | 살아 숨 쉬는 도시 | 지구 마이크로바이옴 프로젝트 | 아주 특별한 동반자들

감사의 글
주석
참고 문헌
찾아 보기

책 속으로

“우리는 모두 혼자 태어나, 혼자 살다가, 혼자 죽는다”고 했을 때, 오슨 웰스는 큰 실언을 한 셈이다. 우리는 혼자 있을 때도 결코 혼자가 아니다. (...) 어떤 동물들은 미수정란 상태에서 이미 미생물에게 점령되고, 어떤 동물들은 세상에 태어나는 순간 첫 번째 파트너를 고른다. 우리는 미생물의 면전에서 평생을 살며, 우리가 음식을 먹을 때 미생물도 함께 먹는다. 우리가 여행할 땐 그들도 동행한다. 마지막으로 우리가 죽을 때, 그들은 우리를 분해하여 자연으로 돌려보낸다. 다시 말해서 우리는 모두 일종의 동물원이다. 우리는 하나의 몸으로 둘러싸인 거주지이자 여러 종(種)으로 구성된 집합체이며, 하나의 세계다. 『프롤로그 그 「동물원에서」』

우리의 미생물은 동물들의 미생물과 다르지만, 숙주와 공생 세균 간의 관계에 적용되는 원칙은 다르지 않다. 밤에만 반짝이는 발광세균을 보유한 오징어를 보면서 우리는 우리의 장에서 일어나는 세균들의 흥망 성쇠를 생각한다. 해양오염이나 어류 남획으로 인해 미생물이 날뛰는 산호초를 보면서 우리는 건강에 해로운 식품을 먹거나 항생제를 복용할 때 우리의 장에서 발생하는 혼란을 생각 한다. 미생물에게 장을 장악당해 행동이 변한 쥐를 보면서 우리는 미생물이 우리의 마음에 행사하는 영향력을 생각한다. 개인의 삶은 크게 다르지만, 우리는 미생물을 통해 동료들과 협동한다. 인간의 삶에서 고립적으로 이루어지는 것은 하나도 없다. 인간은 늘 ‘미생물적 맥락(microbial context)’ 에 놓여 있다. 『프롤로그 「동물원에서」』

“우리는 놀랄 만큼 다양한 삶의 측면들을 그들에게 의뢰 해왔다. 마치 외주업체처럼 말이다. 그들은 신체의 형성을 안내하고, 장기의 성장을 조종하는 분자와 신호전달물질을 분비한다. 아균과 적균을 구별할 수 있도록 면역계를 교육시키고, 신경계의 발달에 영향을 미치며, 심지어 우리의 행동에도 영향을 미치는 듯 보인다. 그들은 심오하고 광범위한 방법으로 우리의 삶에 기여하며, 우리의 생물학에서 그들의 영향을 받지 않는 분야는 한 군데도 없다. 만약 그들을 무시한다면 결국 우리는 열쇠 구멍을 통해 삶을 들여다보는 꼴이 될 것이다.” _1장 「살아 있는 섬」

오징어나 그 밖의 동물들의 사례를 보면, 배아 발생 과정이 단순한 자동 실행 프로그램이 아님을 알 수 있다. 동물의 배아 발생은 기본적으로 그 동물의 유전자에 기록된 지시사항에 따라 전개되지만 중간에 수많은 미생물들의 유전자가 끼어들 수 있다. 실제로 성장하는 것은 동물이라도, 그 과정에서 수많은 종들이 대화를 나눈다. 한 동물이 성장하는 동안 생태계 전체의 드라마가 펼쳐지는 것이다. _3장 「보디빌더들」

볼바키아속 세균을 선충류 벌레에서 완전히 제거하려는 수십 년간의 프로젝트에 서부터 어머니의 모유가 아기의 장내 미생물을 배블리 먹이는 메커니즘 을 이해하려는 끈질긴 노력에 이르기까지, 펄펄 끓는 물을 뿜어내는 심해 의 열수 분출공을 탐사하려는 용감무쌍한 모험에서부터 미천한 진딧물 의 공생 세균에 얽힌 비밀을 밝히려는 조용한 시도에 이르기까지, 이 모든 노력을 가능케 했던 원동력은 호기심과 경외감, 그리고 탐험에 대한 샘솟는 기대였다. ‘자연은 무엇이며, 우리는 그곳 어디쯤에 서 있을까?’ _10장 「내일의 세계」