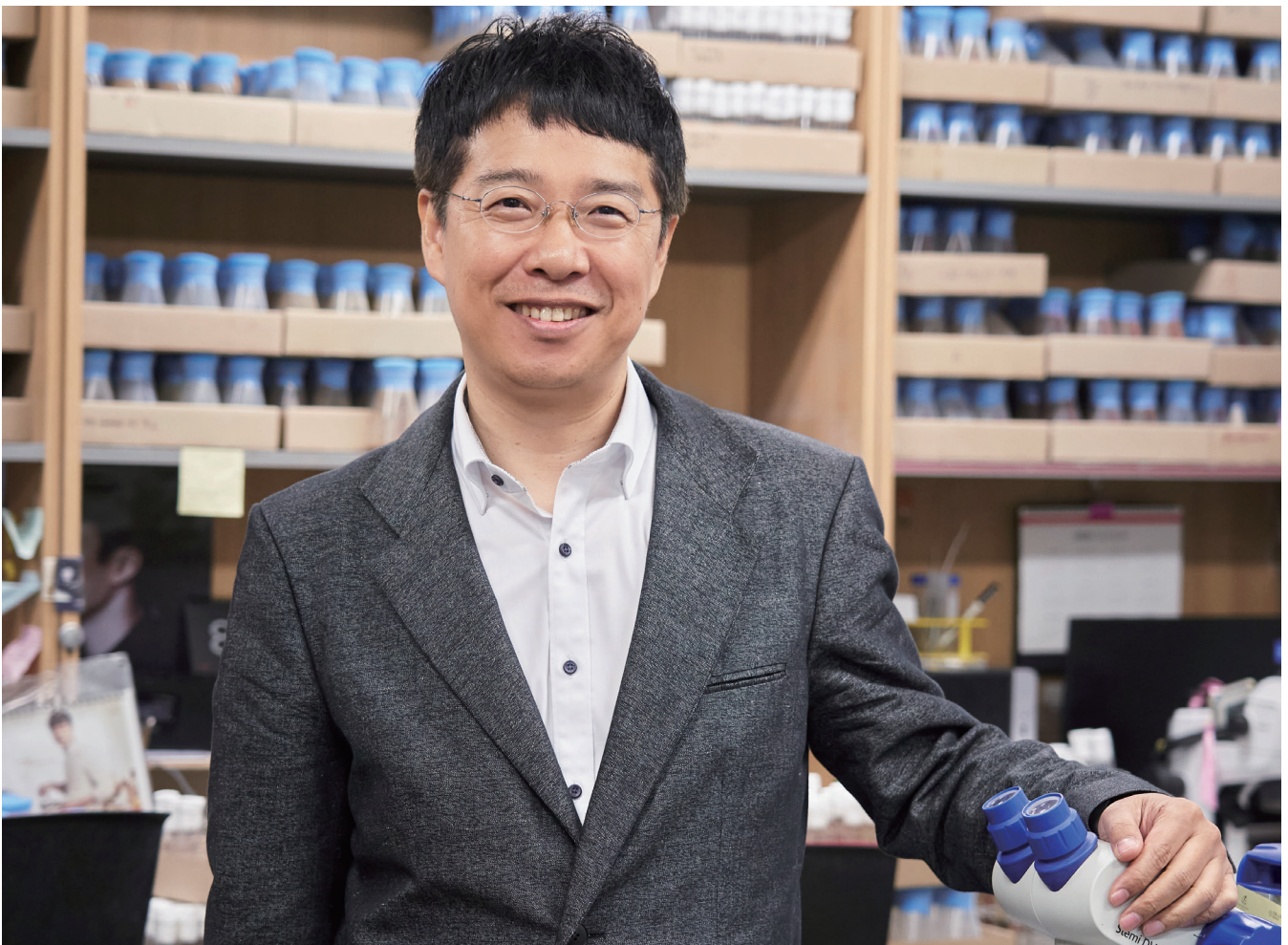


# 장내 미생물 생태계의 비밀을 밝히다

글 정재학 작가 / 사진 민영주 조단스튜디오



이원재 교수는 <셀>(Cell)과 <사이언스>(Science) 등 유명 학술지에 90여 편의 논문을 발표하면서 세계의 주목을 받고 있다.

※ **이원재 교수** : 1967년 대구에서 2남2녀의 맏이로 출생. 청구고, 경북대 미생물학과, 파리 6대학 졸업(이학석·박사). 프랑스 파스퇴르연구소 연구원, 연세대 의대·이화여대 분자생명과학부 교수 등 역임. 현재 한국연구재단 Hologenomics 창의연구단 단장, 서울대 생명과학부 교수. 동헌학술상, 경암학술상, 한국분자세포생물학회 학술상, 이달의 과학자상, 마크로젠 학술상 등 수상. 인테리어디자이너인 부인(정은진·1968년생)과의 사이에 2남.



이원재 교수의 연구는 장내 세균의 특성을 규명하여 비만, 당뇨 등 대사질환의 치료제 개발에 중요한 기초개념을 제공했다.

“인류가 미생물, 즉 세균이 사람들의 질병을 일으키는 원인이 된다는 것을 알게 된 지 불과 130년 정도밖에 되지 않았습니다. 미생물의 존재를 모를 때는 왜 아픈지 그 이유를 알 수 없었죠. 그러다보니 아프다고 고통을 하는 일도 있었습니다.”

세균이 질병을 일으키는 원인이라는 사실의 발견은 근대 의학의 기초가 됐다. 병원균을 알아내고 이것을 없애기 위해 항생제를 만들어냄으로써 인간은 나쁜 세균들과 치열한 전쟁을 펼쳐왔다. 하지만 요즘 그 전쟁의 양상이 조금 바뀌고 있다. 몸속 세균은 무조건 나빠서 없애야 하는 존재라는 개념에서 벗어나 인간과 공생하는 존재로 새롭게 인식하게 됐다.

사람의 몸속에서 미생물들이 이루고 있는 생태계를 잘 유지하고 조정함으로써 사람의 질병을 치료하고 개선할 수 있다는 믿음이 확산되면서 그 근본 원인을 밝히기 위한 활발한 연구가 이루어지고 있다. 서울대학교 생명과학부 이원재(53) 교수는

‘유익한 장내 세균이 생명체의 성장을 촉진할 수 있다’는 것과 ‘장내 세포가 나쁜 세균을 제거하고 유익한 세균을 보호하는 기전’을 최초로 규명하는 등 장내 세균 분야에서 전 세계적으로 선두에 서 있는 과학자 중 한 사람이다.

이 교수는 세균, 특히 그 중에서도 장내 세균에 대해서 연구한다.

“세균이 병을 일으키는 원인이 된다는 것을 알았을 때부터 세균이 우리에게 유익할 수도 있지 않겠느냐는 개념이 있었습니다. 1908년 노벨생리의학상 수상자이며 요구르트 브랜드로 더 잘 알려진 메치니코프처럼 유익한 미생물로 나쁜 균을 다스리는 방법에 대한 연구를 해온 사람도 있었죠. 하지만 어느 날부터 과학계가 그런 연구를 하지 않게 됐습니다. 항생제가 등장하면서 좋은 균으로 나쁜 균을 다스린다는 개념이 설 자리가 없어졌죠. 나쁜 균은 항생제로 죽이면 되니까요.”

## 장내 세균들의 생태계…마이크로바이옴

인간의 장 속에는 수조 개가 넘는 세균들이 존재하고, 그 종류만도 최대 1천 종에 달한다. 어떻게 보면 장은 세균의 온상이자, 세균 덩어리의 집합소라고도 할 수 있다. 장에 구멍이 뚫려 장내 세균들이 장 바깥으로 나올 경우 우리 몸은 세균 감염으로 인해 치명적인 위험에 빠진다. 이토록 우리 몸에 치명적인 영향을 미치는 세균들이 득실거리는 장 속은 어떻게 평온하게 유지될 수 있을까? 장은 배설물을 배출하는 기관으로 우리 몸에서 가장 천시 받고 저평가된 기관 중 하나지만 생명체의 탄생을 거슬러 올라가면 그런 대접을 받을 기관이 아니다.

“미생물만 존재하던 지구상에서 가장 먼저 등장한 원시 생명체들은 뇌나 심장 같은 복잡한 기관이 아니라 간단한 신경망과 장 하나만 달랑 갖고 있는 생명체였습니다. 복잡한 생명체들도 알고 보면 장 하나에서 출발했죠. 장만을 갖고 있던 원시 생명체들은 무수한 미생물로 둘러싸인 환경에서 생존해왔을 것입니다. 그런 배경이 바로 지금 생물의 독특한 장 내부 환경을 형성하는 기반이 됐을 것으로 많은 과학자들은 추정하고 있습니다.”

사람의 장 속은 다양한 세균들이 특별한 생태계를 만들어낸다. 이러한 장내 세균들이 만들어내는 생태계를 마이크로바이옴(Microbiome)이라고 부른다. 마이크로바이옴은 미생물(microbe)과 생태계(biome)를 합친 말로 인간의 다양한 생리활성 조절에 중추적인 역할을 한다. 장내 미생물이 만드는 생태계



의 불균형은 비만, 당뇨, 아토피, 천식 등과 같은 질환을 발생시키는 새로운 원인으로 부각되고 있다. 이를 뒤집어서 설명하면 균형 잡힌 마이크로바이옴을 갖게 함으로써 질병을 고칠 수도 있다는 것을 의미한다.

“요즘 두 집 건너 한 집은 아이들이 아토피, 알레르기, 천식 등으로 고생합니다. 하지만 아직도 정확한 원인을 못 찾았죠. 많은 의사들이 그 원인을 다양한 환경적인 요소로 생각해왔지만 최근에는 마이크로바이옴의 변화에서 그 원인을 찾고 있습니다. 먹는 것이 변하면서 마이크로바이옴이 변했고, 그로 인해 몸이 바뀌었다는 것이죠. 아토피나 알레르기의 치료를 위해 장내 세균을 바꾸는 것이 미래의 혁신적인 치료법으로 주목받고 있습니다.”

우리 몸의 질병과 장내 세균의 관계는 아토피나 알레르기뿐만 아니라 비만, 당뇨, 심혈관 질환 심지어 정신질환까지 관련돼 있다. 종합병원의 모든 진료과가 마이크로바이옴과 관련이 있고 또 관심을 갖고 있다고 해도 과언이 아니다.

“질병의 원인이 마이크로바이옴의 불균형 때문이라면 마이크로바이옴을 균형 있게 바꾸는 것은 상대적으로 쉬운 치료법이 될 수 있죠. 먹는 것만 바꾸어도 마이크로바이옴은 확 바뀔 수 있습니다.”

이러한 관심에도 불구하고 장내 마이크로바이옴에 대한 연구는 아직 걸음마 단계에 머물고 있다. ‘장 세포는 세균에 어떻게 반응하는지?’ ‘장은 좋은 세균과 나쁜 세균을 어떻게 구별하는지?’ ‘좋은 미생물들은 우리 몸에 어떤 영향을 미치는지?’와 같은 질문에 아직도 구체적으로 대답하지 못하는 실정이다.

이 교수는 장내 세균 및 마이크로바이옴 분야가 크게 주목받지 못하던 2000년 초반부터 이 분야의 기초연구에 집중하면서 장 세포와 장내 세균과의 상호작용을 연구해왔다. 면역학 개념으로 보면 우리 몸은 미생물만이 가진 특정 구조물을 통해 미생물을 인지하고 반응한다. 병원에서 혈액검사를 통해 염증이 있다는 반응이 나타나는 것은 바로 우리 몸이 미생물의 구조를 인지하고 반응했다는 것을 의미한다. 하지만 장은 우리 몸의 면역 시스템과는 다르게 특이한 구조물을 인지한다. 우리 몸과는 다른, 장만이 가지고 있는 미생물을 바라보는 접근법이 있는 것이다.

## 장내 세균이 성장에 직접 관여

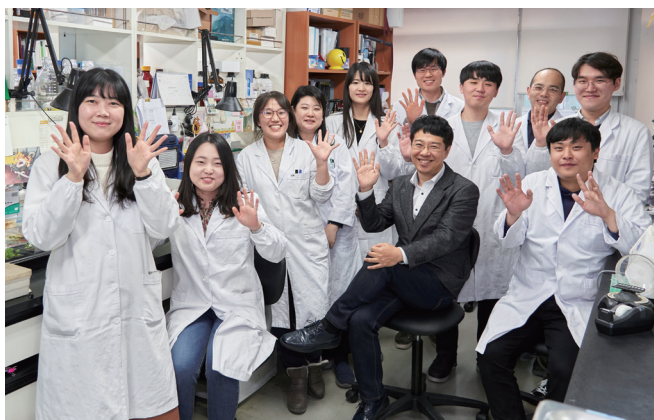
이 교수는 2005년 <사이언스>(Science) 발표를 통해 장 세포



이 교수의 연구실은 어느 곳과 달리 카페 분위기가 난다. 인테리어디자이너인 이 교수의 부인이 공들인 '작품'이다.

가 나쁜 세균을 어떻게 제거하는지 처음으로 규명했다. 장 세포는 장내의 나쁜 세균을 없애기 위해 효소를 이용해 활성산소를 만드는데, 이 활성산소를 통해 세균의 DNA를 손상시켜 세균을 죽인다는 것을 밝혀냈다. 그밖에도 ‘장 세포가 유익한 세균을 보호하는 분자적 기전’을 최초로 규명하고(2008년 <사이언스>), 유익한 장내 세균이 생명체의 성장을 촉진하는 분자적 기전을 최초로 규명했으며(2011년 <사이언스>), 장세포가 유익한 세균과 나쁜 세균을 구별하는 분자적 기전을 최초로 규명했다(2013년 <셀>(Cell) 발표).

이 교수의 연구 결과는 기존의 연구 모델로는 잘 설명할 수 없던 생체의 장내 세균 인지 기전을 규명함으로써 생체가 어떻게 유익한 장내 세균과 나쁜 장내 세균을 구별하는지 이해할 수 있는 과학적 지식을 확립했다. 또한 장내 세균 인지 기전의 이상이 마이크로바이옴 불균형을 야기하면서 질환을 유발할 수 있다는 사실을 실험적 모델로 증명했다.



이 교수는 장과 장내 세균의 관계를 초파리 모델을 통해 연구하고 있다. 실험실에서 연구원과 대화하는 모습. 이 교수가 이끄는 실험실은 분위기가 무척 밝고, 교수와 연구원들의 의사소통에 격의가 없었다(위부터).

최근 들어 장내 세균의 긍정적 영향과 효과에 대한 이야기가 많이 나오고 있지만 어떻게 좋고, 왜 좋은지에 대한 자세한 내용은 거의 알려지지 않은 상태다. 이 교수는 초파리 실험과 생쥐 실험을 통해 장내 세균의 존재가 생명체의 성장에 큰 영향을 미친다는 것을 밝혀냈다.

장을 무균 상태로 만든 생명체와 미생물을 넣은 생명체의 성장을 비교하는 실험을 했더니 장내 미생물이 있는 생명체가 훨씬 크게 성장한 것으로 나타났다. 즉 이 교수는 여러 실험을 통해 장내 세균의 존재가 성장호르몬의 합성을 촉진해서 성장에 크게 관여한다는 사실을 밝혀냈다. 특히 장내 세균은 영양실조 상태일 때 성장에 큰 도움을 주는 것으로 나타났다.

이 교수는 영양실조 상태에서 장내 세균과 생명체의 성장과의 관계에 대해 지속적인 관심을 갖고 연구를 하고 있다. 연구팀은 지금까지 동물 모델에서 얻은 순수 기초과학 연구결과를 인간에게 적용하는 연구를 계획하고 있다. 특정 세균의 존재 여부

에 따라 성장이 10% 이상 차이가 난다는 연구결과를 저개발 국가의 저성장증 아이들을 위해 활용한다는 계획이다.

놀랍게도 21세기인 현재에도 영양실조로 인해 저성장증으로 고통 받는 아이들이 전 세계 71개국에 걸쳐 있다. 더욱 더 놀랍게도 저성장증 아이들의 비율은 전 세계 5세 미만 총 어린이의 23%에 해당한다. 즉 지구상 어린이 4~5명중 한 명꼴이다.

‘성장 촉진효과가 있는 장내 세균을 이용하면 저개발국의 저성장증 아이들의 성장에 큰 도움을 줄 수 있다’는 생각으로 이 교수는 현재 라오스의 저성장증 아동들을 대상으로 라오바이옴(Laobiome) 프로젝트를 추진할 계획을 세우고 있다. 라오스는 아동 저성장증 현상이 매우 심한 국가로서 전체 어린이의 40% 이상이 저성장 증세를 보인다. 빠르면 올해 하반기부터 현지 의료팀과 협력해 4천 명의 저성장증 어린이를 대상으로 효과를 검증할 계획이다.

## 유일한 취미, 산책

장내 세균을 연구하는 과학자는 어떤 음식을 먹고 어떻게 장을 관리하는지 궁금했다. 이 교수는 평소 식습관과 즐겨먹는 음식에 대한 질문에 “평소 고기보다는 야채를 즐겨 먹는 편이며, 장에 좋은 음식을 특별히 챙겨 먹는 것은 없다”고 말했다.

낙천적이어서 연구하는 도중에 크게 스트레스를 받는 성격이 아니며, 특별한 취미나 특기도 없다는 이 교수가 유일하게 즐기는 취미는 산책이다. 특별한 일이 없으면 지하철 2호선 낙성대역에서 서울대 관악캠퍼스의 연구실까지 걸어서 출퇴근한다. 그렇게 걷는 시간만 하루에 1시간 반 정도다. 주말에 학교에 나올 때는 자택인 서초동에서 학교까지 걸어오기도 한다.

이 교수의 연구실을 처음 방문한 사람들은 교수 연구실 같지 않은 인테리어에 깜짝 놀란다. 은은한 조명에 천장 배관이 노출된 인테리어를 보면 카페에 온 듯한 착각을 하게 된다. 이렇게 멋진 연구실을 갖게 된 것은 인테리어 사업을 하면서 갤러리를 운영하는 부인(정은진·52) 덕분이다.

부친(이윤종·81)은 지질학을 연구한 과학자로 대구 경북대 교수를 지냈다. 2남2녀 중 장남이며, 29세와 21세 된 아들 둘이 있다.

이 교수는 “그동안 줄곧 장내 세균에 대한 기초연구에 주력해 왔는데, 앞으로는 그동안의 연구를 바탕으로 실제로 사람에게 도움을 줄 수 있는 일을 하고 싶다”고 말했다. 