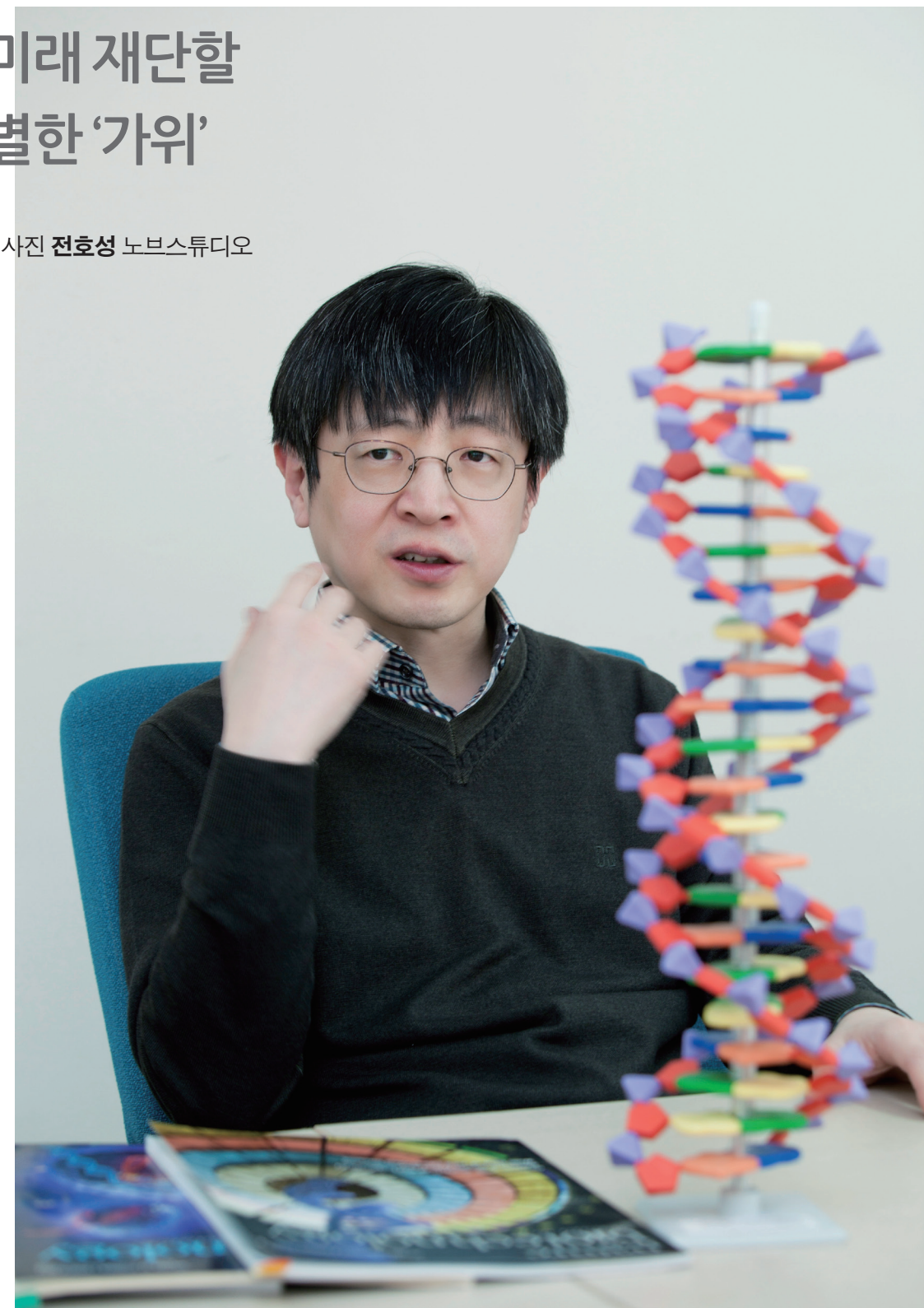


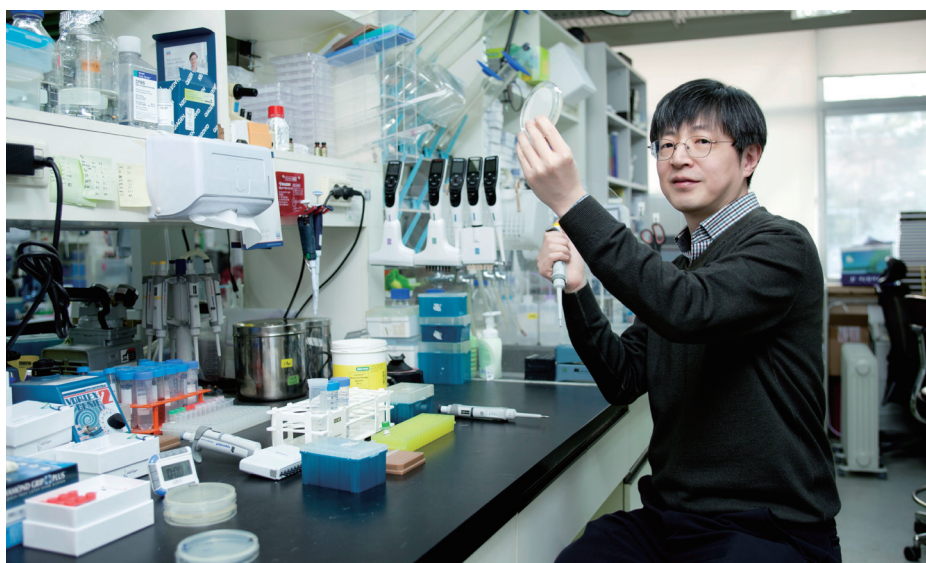
인류의 미래 재단할 아주 특별한 '가위'

글 정재학 작가/ 사진 전호성 노브스튜디오

※ 김진수 단장: 1964년 인천에서 1남1녀의 맏이로 출생. 제물포고, 서울대 화학과, 같은 대학원 화학과 거쳐 미국 위스콘신메디슨대 대학원 졸업(의학 박사). 하워드 휴즈 메디컬 연구소 연구원, 삼성생명 과학연구소 책임연구원, (주)툴젠 CEO 및 CSO, 서울대 자연과학대 화학부 교수 역임. 현재 기초과학연구원 유전체교정연구단장 및 서울대 자연과학대 화학부 겸임교수. 올해의 과학자상(2015년), 박인원 학술상 등 수상. 부인과의 사이에 1녀.



세계적으로 유전자 수술 기술을 선도하고 있는 주요 인물 중 한 명인 김진수 단장이 DNA 모형을 앞에 두고 유전자 가위를 설명하고 있다.



대학원에서 화학과 단백질생화학을 공부한 김 단장은 미국 유학 중에 유전자 가위를 접하고 유전자 가위 연구라는 외길을 걸어왔다.

몸에 이상이 생기면 의료용 ‘메스’나 ‘바늘’을 이용해 피부를 찌거나 꿰매는 방법으로 수술한다. 그렇다면 사람의 유전자에 이상이 생기면 이것을 어떻게 고칠까? 쉽게 믿기지 않지만 그럴 경우 ‘가위’를 사용한다.

‘가위’라고 표현했지만 정확히 말하면 특별한 기능을 가진 효소다. 이 효소가 DNA에서 특정 염기서열을 인식해서 그 부위만을 가위처럼 자르기 때문에 붙인 이름이다. 이 특별한 ‘유전자 가위’(programmable nuclease)를 이용해 유전자의 DNA 구조에서 이상이 있는 부분을 잘라내고, 정상적인 부분으로 바꾸는 기술이 바로 ‘유전자 교정’(genome editing) 기술이다.

세계적으로 유전자 교정 기술을 선도하고 있는 주요 인물 중 한 사람이 바로 김진수(52) 기초과학연구원(IBS) 유전체교정연구단 단장이다. 김 단장은 3세대 유전자 가위로 불리는 크리스퍼(CRISPR/Cas9) 유전자 가위 기술을 개발했으며, 주요 국가에서 원천기술 특허를 보유하고 있다.

2016년에는 새로운 절단 효소를 장착한 신형 크리스퍼 유전자 가위(CRISPR/Cpf1)의 정확성을 처음으로 입증하면서 유전자 가위의 세대교체를 주도하고 있다. 서울대 화학부 겸임교수도 맡고 있는 김 단장은 유전자 수술을 위한 유전자 가위의 정확성 규명과 개선에 힘써온 연구 업적을 인정받아 2017년 아산의학상 기초의학부문 수상자로 선정됐다. 사람의 유전자는 태어날 때 상태로 고정되어 있지 않고 변화한다. 이러한 변화로 인해 생기는 것이 ‘돌연변이’다. 돌연변이는 환경적 요인에 의해 생기기도 하고, 세포가 분열하면서 생기기도 한다. 부모에게서 아이에게로 유전되며, 대부분의 경우 무해하지만 병을 일으키는 경우도 있다. 유전 질환과 암 등이 바로 이렇게 해서 생긴다.

유전자는 한번 바뀌면 원래대로 돌아가는 것이 불가능하다. 그렇기 때문에 유전 질환으로 생기는 병들은 약이나 수술을 통한 치료로 완치되기 어렵다. 하지만 유전자 가위 기술을 이용해서 이상이 있는 유전자를 잘라낸 후 정상 유전자와 교체할 수 있게 됨으로써 그동안 불치병으로 알려졌던 유전 질환이나 암 등을 치료할 수 있는 길이 열리게 됐다.

세상을 바꿀 10대 기술

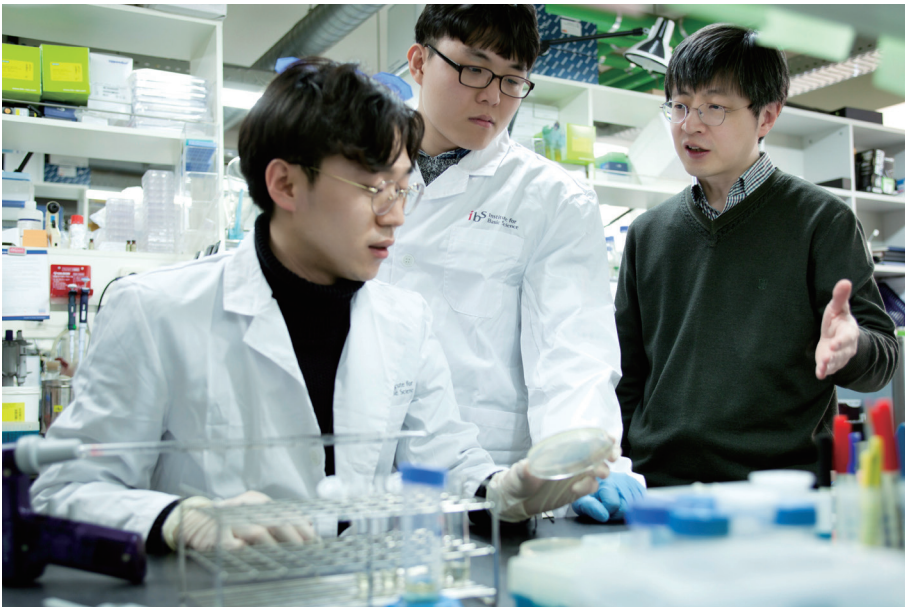
유전자 가위 기술은 20여 년 전 처음 등장했는데 그동안 1세대 징크핑거, 2세대 탈렌이 등장할 때까지만 해도 크게 주목받지 못했다.

“유전자 가위를 만드는 작업이 무척 복잡하고 시간이 많이 걸리는데다가 유전자를 잘라낼 수 있다고 해도 정확히 자를 수 있는 지 측정할 방법이 없었습니다. 안전성에서 문제를 안고 있었죠.”

불과 5년 전까지만 해도 실제로 유전자를 자르고 붙이는 일을 할 수 있는 연구소가 전 세계를 통틀어 5~6곳 밖에 되지 않았을 정도로 이 분야의 연구는 활성화되지 않았다.

그러던 것이 3세대 유전자 가위 기술인 크리스퍼가 등장하면서 상황이 180도 달라졌다. 김진수 교수팀은 크리스퍼 유전자 가위를 이용해 세계 최초로 인간 배양세포의 유전자를 교정하는 데 성공함으로써 다양한 유전질환과 암, 감염성 질환에 대한 원천적 치료의 길을 열었다.

김진수 교수팀을 비롯한 공동연구팀은 유전자 가위를 이용해서 혈우병 환자의 유전자에서 뒤집어진 유전자를 교정해 정상으로 되돌리는 데 성공했으며, 이 연구를 바탕으로 유전자 가위를 이용한 혈우병 치료제가 임상시험 중이다.



김진수 단장이 이끄는 유전체교정연구단에는 50여 명의 연구원들이 함께하고 있다. 김 단장이 연구원들과 이야기를 나누는 모습.

또한 나이가 들면 눈의 황반 기능이 저하돼 시력이 떨어지거나 심할 경우 시력을 잃는 노인성 황반변성 치료에도 유전자 가위를 활용할 수 있음을 동물 실험을 통해 증명했다. 유전자 가위를 눈에 직접 주사해 노인성 황반변성의 원인이 되는 신생혈관 생성을 억제하는 데 성공한 것이다. 유전 질환이 아니라 퇴행성 질병에도 유전자 가위를 활용하고 몸에 직접 주입해 질병을 치료할 수 있음을 처음으로 증명한 것이다.

현재 김진수 교수팀은 미국 버클리대학, MIT 연구소와 함께 크리스퍼 유전자 가위를 활용한 특허와 관련해 치열한 ‘특허 전쟁’을 펼치고 있다. 김 교수팀이 특허 출원을 먼저 했지만, 미국 측이 이 기술에 대한 발명을 먼저 했다고 주장하면서 논란이 되고 있다. 선출원주의가 적용되는 한국과 호주 등에서는 김 교수팀의 특허를 인정했지만, 선발명주의가 적용되는 미국에서는 특허권이 누구에게 주어질지 불확실한 상황이다. 학계에서는 이 특허의 가치가 1조 원에 달할 것으로 보고 있다.

3세대 크리스퍼 유전자 가위의 등장으로 더욱 간단한 방법으로 유전자 가위를 만들 수 있게 됐고, 이로 인해 활용 가능성도 무궁무진해졌다. 학계에서는 3세대 유전자 가위의 등장을 ‘크리스퍼 혁명’이라고 부르고 있으며, <MIT테크놀로지 리뷰>는 이 기술을 ‘세상을 바꿀 10대 기술’로 꼽기도 했다. 어쩌면 수년 내에 우리의 삶을 완전히 뒤바꿔 놓을 엄청난 변화가 생길지도 모른다.

유전자 가위를 활용한 유전자 수술 기술이 식품 분야에 접목되면서 식탁 위에도 엄청난 변화의 바람이 불고 있다. 유전자 수술을

통해 동물이나 식물의 유전자를 간단하게 바꿔줌으로써 새로운 특성을 갖는 동물이나 식물을 만드는 것이 매우 쉽고 간단하게 이루어질 수 있게 됐기 때문이다.

김 단장은 윤희준 중국 옌벤대 교수팀과 공동으로 유전자 가위를 이용해서 돼지의 근육이 일정 수준 이상 늘어나지 않도록 역할을 하는 유전자를 잘라냄으로써 일반 돼지보다 근육량이 월등히 많은 ‘슈퍼 돼지’를 만들었다.

이렇게 만들어진 돼지는 단백질 함량이 높고 지방은 적다.

최근에는 대두의 특정 유전자를 바꾸어 대두로 짠 콩기름에서 올리브기름과 같은 성분이 나오도록 했다. 감자의 경우 껍질을 벗겼을 때 색깔이 녹색으로 변하면서 독성을 갖게 하는 유전자를 찾아내 잘라냄으로서 껍질을 벗겨도 오랫동안 색깔이 변하지 않고 독성이 생기지 않는 감자를 만들었다.

유전자 수술, 식탁을 요리하다

상추나 콩, 버 등에서 유전자를 수술해 제초제나 병충해, 가뭄 등에 강한 내성을 가진 작물을 만드는 데도 성공했다. 유전자 가위를 이용한 이러한 기술들은 앞으로 인류의 음식 문화에 혁명적인 변화를 가져올 것으로 기대되고 있다.

한편으로는 유전자 수술 기술로 만들어진 작물들이 유전자 조작 작물, 즉 GMO(Genetically Modified Organism)와 비교되면서 논란의 중심에 서 있기도 하다. 김 단장은 “GMO가 외부에서 유전자를 가져온 것이라면 유전자 가위 기술은 기존에 있는 유전자에 약간의 변이를 준 것”이라며 “유전자 수술의 경우 어느 부분을 고치면 될지 알기 때문에 쉽게 만들 수 있고, 자연적으로 일어나는 일종의 돌연변이와 같기 때문에 외부에서 다른 유전자를 가져오는 GMO와는 다르다”고 말했다.

유전자 수술 식물과 GMO에 대한 논란 속에서 미국 농무성은 유전자 가위 기술을 이용한 유전자 수술 작물의 경우 GMO가 아니라고 공식적으로 발표한 상태다. 우리 정부는 유전자 수술 동식물



김 단장은 유전자 가위 연구를 통해 노벨상 수상에 근접한 과학자로 주목받고 있다. 연구실 책상에 놓인 각종 상패들과, 유전체교정연구단 외벽을 장식한 외국 유명 학술지에 발표한 김 단장의 논문들(왼쪽부터).



에 대해 아직까지 어떤 공식 입장도 내놓지 않고 있다.

연구자로서 김 단장의 고민도 여기에 있다. 유전자 수술 기술이 광범위하게 응용되고 상용화되려면 정부의 적극적인 정책이 뒤따라야 하는데, 우리 정부의 대응이 빠르지 않아서 앞으로 이 분야 기술의 상용화에 걸림돌이 될 수도 있다는 생각 때문이다.

국내 연구진이 2014년 세계 최초로 인간세포의 유전자 수술에 성공했지만 유전자 가위를 이용한 질병치료 연구 분야에서는 후발 주자인 유럽, 중국 등에 기술을 추월당할 위기에 처해 있다. 생명윤리법 등 규제가 엄격해서 연구할 수 있는 대상이 좁게 한정돼 있고, 정부의 지원정책은 턱없이 부족한 상황이다.

유전자 수술 식물들을 GMO와 같이 취급하면 앞서 언급했던 콩이나 상추, 감자 등의 작물을 국내에서 생산할 수 없어서 기술의 상용화에도 어려움을 겪을 수밖에 없다. 기술 변화에 걸맞은 법적, 윤리적 문제들이 여전히 남아 있는 상황이다.

평범한 사람의 비범한 도전

크리스퍼 유전자 가위 연구를 통해서 김진수 단장은 무명 과학자에서 일약 노벨상 수상에 근접한 스타 과학자로 급부상했다. 물론 그의 도약이 하루아침에 우연히 이루어진 것은 아니었다. 그는 자신의 좌우명인 'Aim High'(큰 뜻을 품다)처럼 높은 목표를 세우고 꾸준히 전진해왔다.

김 단장은 대학에서 화학을 전공하고 대학원에서 단백질생화학을 공부했으며, 미국 유학 중에 유전자 가위 기술을 접하고 줄곧 유전자 가위 연구라는 외길을 걸어왔다. 고등학교 시절 물리학도를 꿈꿨으나 “물리학의 시대는 끝났다”는 아버지(김충행 · 84 · 전

인천교대 교육학과 교수)의 조언을 듣고 화학으로 진로를 틀었다.

원래 교육자 집안이다. 그의 어머니(장한주 · 80)는 초등학교 교사였고, 여동생(김소라 · 47) 또한 인천의 한 초등학교에서 교편을 잡고 있다. 부인(김화정 · 42)은 연세대 대학원에서 교육인류학과 박사과정을 밟고 있으며, 슬하에 딸(하원 · 5)이 한 명 있다.

영화 감상이 취미라는 김 단장은 “물리학과 수학은 천재가 잘 할 수 있는 비범한 일이지만, 화학이나 생물학은 평범한 사람이 잘 할 수 있는 비범한 일”이라는 믿음을 갖고 있다. 그는 비범하진 않지만 열심히 노력한 과학자, 포기하지 않은 과학자로 기억되고 싶어 했다.

김 단장은 유전자 가위의 연구 초기부터 1세대와 2세대, 3세대 유전자 가위를 모두 섭렵한 이 분야의 선구자로 꼽힌다. 1, 2, 3세대 유전자 가위 기술을 모두 가지고 있는 연구소는 전 세계에서 김 단장팀을 제외하고 찾아보기 힘들다. 한글 명칭인 ‘유전자 가위’도, 영어인 ‘programmable nuclease’도 모두 그가 붙인 이름이다.

1999년에는 유전자 가위 기술을 상용화하고 실용화하는 것을 목표로 벤처기업인 (주)툴젠을 직접 설립, CEO와 CSO를 맡기도 했다. 현재는 전문 경영인에게 회사를 맡기고 기초분야 연구에 전념하고 있다.

김 단장은 자신의 경력 가운데 가장 자랑스러운 일로 조금도 망설임 없이 툴젠 창업을 꼽았다. 한 사람의 연구자로서 기초분야 연구에 공헌하는 부분도 의미가 있지만, 기업을 통해서 사회에 기여할 수 있는 부분이 더 크다는 생각이다. 그가 연구하고 있는 유전자 가위 기술이 앞으로 인류의 미래를 어떻게 ‘재단’해 나갈지 궁금하다. 🍷