



생명공학 발전과 과학대중화

양 규 환 | 한국생명공학연구원 원장

1. 인류 최대의 기술혁명 '바이오테크 혁명'

21세기 지식정보화의 물결은 생명공학이라는 또 다른 거대한 물결로 이어지고 있다. 정보기술(IT)과 분자생물학의 발전에 힘입어 생명공학기술(BT)에 의한 생명산업이 가장 유망한 성장산업으로 부각되고 있다.

1953년 왓슨과 클릭에 의해 DNA 구조가 밝혀진 지 50년이 되는 올해 4월 14일에 드디어 '생명의 설계도'라고 하는 인간게놈지도가 100% 완성되었다는 발표가 있었다. 과학자들은 생명의 비밀이 담겨 있는 인간 DNA상에서 32억 쌍의 염기가 어떤 배열을 하고 있는지를 모두 밝히기 위한 '인간게놈프로젝트'를 추진해 왔으며, 예상보다 2년 정도 앞당겨 인간게놈지도를 완성함으로써 바이오혁명을 가속화하고 있다.

이에 따라 암, 심장병, 비만, 천식, 파킨슨병, 알츠하이머, 에이즈 등을 유발하는 유전자들의 정체를

도 더욱 쉽게 파악할 수 있게 될 것이다. 또한 인간의 개별 유전자의 기능이 속속 밝혀지면서 개인이 가진 유전자의 특성에 따라 효능을 달리하는 맞춤형 의약이 개발되고, 동물복제기술, 인간 배아세포 연구 등의 진전에 따라 장기이식, 불임치료, 난치병 퇴치의 새로운 가능성이 열리고 있다.

생명공학작물(Genetically Modified Organism)¹⁾은 이미 우리 주변 가까이에 와 있다. 2000년에 우리가 수입한 농산물 중에 생명공학 작물이 차지하는 비율을 보면 제초제 저항성 콩이 32%, 해충 저항성 옥수수 8.8%, 제초제 저항성 유채는 60%를 차지하고 있다.

또한, 각종 어족자원의 대량생산과 사육방법을 개발함으로써 장차 원양어선을 타고 고기 떼를 좇아 다닐 필요가 없는 해양목축업의 시대가 본격화될 전망이다. 생명공학을 이용한 바이오 신소재의 개발은 물질계의 본질을 바꿔놓을 정도로 발전하고 있다. 화학물질, 펄프, 섬유, 연료, 금속, 광물, 에너지 생산에 있어서 폐기물이 적게 나오고 에너지 소

1) 유전자변형 생물체(Living or Genetically Modified Organisms : LMOs or GMOs)는 이미 우리 주변에 가까이 와 있다. 2001. 7. 13부터 2002. 5. 31까지 우리나라의 GMOs 표시대상식품 및 농산물 수입 총량 중 45%를 GMO(수입 건 수의 16%)가 차지하고 있다(수입된 주요 GMO는 콩, 옥수수 및 소량의 가공식품이었음).

모가 적은 공정들이 개발되고 있다. 미래의 바이오 농장에서는 폐기물 처리에 유전적으로 변형된 박테리아를 사용하여 많은 종류의 폐기물과 토양오염물을 분해시켜 환경을 정화할 수 있게 될 것이다.

몇 가지 예에 불과하지만 생명공학은 이러한 혁신적인 방법으로 의료, 농업, 신소재, 환경, 에너지 등 인류의 생활과 문화 전 분야에서 거대한 변화를 일으키고 있다. 그러나 이러한 생명공학의 눈부신 발전과 함께 생명윤리와 안전성에 대한 관심이 더욱 높아지고 있으며, 이러한 문제를 어떻게 해결하느냐에 따라 생명공학의 건전한 발전과 지속가능여부가 달려 있다고 하겠다.

II. 생명체 복제연구, 어디까지 왔나

인간은 전통적으로 생명에 대한 신비로움과 의 경심을 갖고 있었으며, 생명 창조에 인간의 인위적인 작용이 어떤 형태로든 간여하는 것에 본능적인 거부감을 느끼고 있었던 것 같다. 그럼에도 불구하고 인류는 과학이 없었던 오랜 옛날부터 식물, 동물, 미생물 등을 재배, 육종, 발효 등을 통하여 생활에 이용해 왔으며, 이러한 결과는 모두 생명의 신비에 대한 탐구와 도전의 산물이었다.

20세기에 들어와서는 분자생물학과 컴퓨터과학의 급속한 발전에 힘입어 생명현상을 분자수준에서 접근하게 됨으로써 생명의 본질에 대한 새로운 시야가 형성되었다. 특히 슈퍼컴퓨터와 첨단분석기기 및 소프트웨어의 발전으로 천문학적인 유전자 정보를 단시간 내에 디지털정보로 바꾸어 그 속에 담긴 비밀을 알아 낼 수 있는 단계로 접어들고 있다.

1978년 영국의 의사들은 시험관 아기(루이스 브라운)를 최초로 탄생시켰다. 당시로서는 충격적인 사건이었으며, 사회일각으로부터 격렬한 비판을 받

았다. 그러나 현재 전세계적으로 30여만 명의 시험관 아기가 태어난 것으로 추정되고 있으며, 이 방법은 현재 불임클리닉의 보편화된 기술로 확립되어 있다.

지난 97년 영국의 과학자들은 복제양(羊) '돌리'를 생산하여 세계의 이목을 집중시켰다. 포유동물을 교배에 의하지 않고 암컷끼리의 체세포와 난자의 핵치환을 통해 복제대상과 똑같은 양을 출생시키는 데 성공하였다. 윌트 박사에 의한 이러한 복제양 실험성공은 분화(分化)가 끝난 성숙한 체세포의 핵을 이용, 대상 동물과 동일한 개체를 만듦으로써 '분화가 끝난 세포는 배(胚)의 상태로 되돌아갈 수 없다'는 세포분화의 비가역성 이론을 뒤집는 것으로, 단순한 기술개발의 차원을 넘어 과학적으로도 획기적인 사건으로 기록되었다.

이러한 기술을 인간에게 적용한다면 어떻게 될까? 인간의 특정부위의 체세포를 난자의 핵과 바꾸어 자궁에 착상시키면 체세포 공여자와 똑같은 복제인간을 만드는 것이 가능할 수 있다. 또한 복제양의 출생 과정대로 한다면 여성은 배우자 없이도 자신과 똑같은 복제아기를 출산할 수 있게 된다. 그러나 성(性)의 본질성을 상실한 성관계 없는 생명출산은 가족관계의 혼란, 인류의 파괴 등에 대한 문제를 야기할 수 있다. 물론 이러한 일이 현실로 일어날 가능성은 희박하다.

'돌리' 복제의 경우 실험과정에서 99.8%가 실패했기 때문에, 0.2%의 성공률을 가지고 인간복제 실험을 시도한다는 것은 기술적인 측면에서도 실현 가능성이 거의 없는 무모한 일이다(높은 실패율로 인해 수많은 난자 제공자와 대리모와 시행착오가 필요하다). 금년 2월 세계 최초의 복제 포유동물인 '돌리'는 수명의 절반을 겨우 넘긴 나이에 폐질환으로 도축되었다는 소식이 전해졌다. '돌리'의 성장과정에서 진작부터 돌리의 몸 세포가 '조기노화'

“

생명공학은 혁신적인 방법으로 의료, 농업, 신소재, 환경, 에너지 등 인류의 생활과 문화 전 분야에서 거대한 변화를 일으키고 있다. 그러나 이러한 생명공학의 눈부신 발전과 함께 생명윤리와 안전성에 대한 관심이 더욱 높아지고 있으며, 이러한 문제를 어떻게 해결하느냐에 따라 생명공학의 건전한 발전과 지속가능 여부가 달려 있다고 하겠다.

”

현상을 보인다는 우려가 있었다. 작년에는 관절염에 걸려 고생해야 했다고 한다.

학계에서는 '돌리'를 탄생시킨 체세포 복제방식이 성체(成體)의 DNA를 사용했기 때문이 아닌가 하는 가설이 나오기도 했다. '돌리'의 유전적 어머니 양은 1996년 복제 당시 이미 6년생이었다. 사람으로 치면 30~40세에 해당된다. 최근 미국의 과학자들은 인간을 포함한 영장류 복제는 현재 기술로는 불가능에 가깝다고 밝혔다. 이들은 '돌리'와 똑같은 방법의 원숭이 복제실험에서 총 724개의 원숭이 난자를 사용했고, 그 중 33개의 배아가 창출되

었지만 단 한 개도 임신에 성공하지는 못했다. 어쨌든 체세포 복제를 통한 복제인간의 탄생은 아직은 기술적으로도 해결하지 못한 많은 문제를 내포하고 있다고 보아야 하겠다.

Ⅲ. 복제기술의 유용성

동물복제기술은 우량가축의 대량복제 생산을 통한 식량 증산에 이용된다. 특정 유전자로 형질전환된 동물을 통하여 혈우병, 당뇨병, 각종 암 등을 치료할 수 있는 비싼 치료약물을 대량으로 생산할 수

〈표 1〉 인간배아 줄기세포의 의학적 응용 가능성

줄기세포로부터 분화유도 가능한 세포	치료 가능한 질병
인슐린 분비 세포	당뇨병
신경 세포	뇌졸중, 파킨슨병, 알츠하이머
심근 세포	심부전증
간(肝) 세포	간염, 간경화
혈 세포	암, 면역결핍증
골 세포	골다공증
피부 세포	화상, 상처치료
골격근 세포	근육이영양증

있다. 또한 인간에게 이식 가능한 형질전환된 장기를 가진 동물을 복제하여 인공장기의 대량공급을 가능하게 하며, 의학적 실험이나 의료용구 등에 이용할 수 있다. 그 밖에 멸종 또는 희귀동물의 복제 생산에도 이용될 수 있다.

러시아와 일본의 과학자들은 자연적으로 얼어붙어 아직까지 살아남아 있을지도 모르는 공룡의 표본을 찾아 시베리아 초원을 헤매고 있다고 한다. 공룡은 180만년 전부터 빙하의 끝 무렵까지 1만1천년 동안 지구상에 존재했던 동물로, 만약 표본을 채취해 쓸 만한 DNA를 추출해 낼 수만 있다면, 코끼리를 대리모로 해서 공룡을 복제해 낼 수 있다고 생각한다.

며칠 전 외신보도에 의하면 미국 생명공학회사(Advanced Cell Technology)의 과학자들은 23년 전에 동물원에서 죽은 동남아시아산 들소의 냉동세포에서 추출한 DNA를 일반 암소의 난자에 이식시켜 45개의 배아를 생산한 뒤 이를 30마리의 대리모 암소 자궁에 착상시켰다. 이 중 16마리가 임신하여 두 마리가 출산에 성공했다고 한다. 이렇게 생명체 복제 기술은 시행착오를 반복하면서 계속 발전하고 있다.

현재 인간복제 가능성과 관련하여 가장 주목을 받고 있는 분야는 인간배아줄기세포(Human Embryonic Stem Cell)에 관한 연구라고 하겠다. 이른바 '만능세포'로 불리는 '줄기세포'는 각종 장기(臟器)나 신체조직으로 성장(분화)하기 전(前) 단계에 있는 세포인데, 과학자들은 이것을 활용하여 불임치료에 결정적인 공헌을 하고 있음은 물론이고, 장차 알츠하이머, 뇌졸중, 당뇨병, 백혈병 등 난치병 치료와 환자의 손상된 인체 장기나 조직, 골수 등을 거부반응 없이 재생시킬 수 있다고 전망하고 있다.

지금까지의 의학이 약물치료나 수술적 방법에

의한 사후적인 접근방법이었다면 향후의 의학은 질병의 발생원인과 유전자를 규명하여 예방하거나, 줄기세포를 통한 재생의료 방법이 주종을 이루는 방향으로 발전될 것이다.

이러한 가능성 때문에 줄기세포 연구는 미국, 영국 등 주요 선진국에서는 활발한 투자와 연구가 이루어지고 있다. 우리나라도 이 분야의 중요성을 인식하여 과학기술부의 지원을 받는 '세포융연구개발사업단'이 '21세기 프론티어 연구사업'으로 출범하여 산·학·연이 공동으로 참여하여 연구를 추진하고 있다.

IV. 생명윤리 문제, 어떻게 담보할 것인가?

국내에서의 체세포 복제연구나 인간배아연구는 과학적 측면에서 아직은 초보단계로서 여러 가지 한계와 문제점으로 인해 그 기술적 안전성이 확실하지 않은 단계에 있다. 한편, 윤리적 측면에서는 인간배아에서 줄기세포를 분리하는 과정에서 배아 자체는 파괴되기 때문에 이는 낙태와 다를 바 없다는 주장이 대두되고 있다. 특히, 체세포 배이복제는 인간복제의 마지막 단계인 자궁착상만을 남겨둔 단계이기 때문에 복제인간의 가능성이 한결 커진다는 측면에서 배이복제연구 자체를 금지해야 한다는 목소리가 높다.

또한, 인간배아 연구를 위해 인간의 정자, 난자, 체세포 및 유전자 등 모든 신체부위가 경제적인 이윤추구를 위해서 상품화될 가능성이 있다는 우려도 있다. 사회·경제적 측면에서 보면 인간배아의 연구결과와 기술을 장악하는 측은 결국에는 과학자가 아닌 기업가들이 될 것이고, 기업가란 자본주의의 원리에 따라 경제적인 이익을 추구하는 사람이기 때문에 과학의 열매가 난치병 치료와 건강증진 등

인류복지를 위한 공동의 자산으로 활용되기보다는 지적재산권을 통한 특정 기업의 이윤극대화를 위해 독점되고 악용할 소지가 있다.

V. 생명윤리 관련 국내외 규제 및 입법 추진 현황 및 제언

이러한 문제에 대응하여 선진국들은 관련 연구에 대한 안전 및 규제 장치를 두거나 가이드라인을 마련하고 있다. 미국은 1997년에 복제양 '돌리' 탄생 이후 대통령 소속의 '국가생명윤리자문위원회'의 건의에 따라서 인간복제 금지법안(Cloning Prohibition Act)을 작성하여 하원을 통과하고 현재 상원에 제출해 놓은 상태이며, 지금으로서는 대통령 행정명령으로 인간복제를 시도하는 연구에 대한 연방정부의 연구비 지원을 금지하고 있다. 한편 부시행정부 출범 이후 낙태 금지론자들의 목소리가 커지고 있으며, 인간배아세포연구는 매우 제한적으로 허용한다는 지침을 발표한 바 있다.

영국은 '인간의 수정과 발생에 관한 법'을 제정하여 불임치료나 선천성 질병의 연구·의료 목적의 경우에는 14일 이내의 수정란에 대한 조작, 사용을 허용하고 있다. 특히, 영국은 2000년 8월 인간배아복제를 허용하는 법안을 제정하여 시행하고

있다.

우리 정부는 그 동안 '생명윤리기본법'의 제정을 추진하여 왔으나 인간배아줄기세포연구 등 윤리적으로 민감한 사안에 대한 찬반 논란으로 많은 시간을 끌다가 아직까지 입법이 완료되지 못하고 있다. 현재 국내 생명공학계는 난치병 치료, 신약개발 등 의료목적을 위한 배아줄기세포연구는 반드시 허용되어야 한다는 입장이다.

그러나 종교계, 시민단체 등과 첨예한 의견차가 맞서고 있는 상황이다. 어쨌든 우선 시급한 것은 현재 학계와 종교계 및 시민단체가 공감하고 있는 인간개체복제의 금지를 명백히 하는 "인간복제금지법"의 제정을 조속히 추진하는 것이다. 2001년 9월 국내의 한 신문사 여론조사에서는 80%에 달하는 응답자가 인간복제를 금지해야 한다고 응답했다. 국제적으로도 인간복제에 대해서는 압도적으로 금지해야 한다는 공감대가 형성되어 있다고 보여진다. 지금 당장 생명윤리와 관련된 모든 문제를 하나의 입법으로 일괄 타결하려는 것은 이상적이기는 하지만, 현실적으로 사회적 합의도출이 쉽지 않고 시간이 많이 걸리기 때문에 인간복제금지법부터 먼저 제정하자는 것이다.

지난 수년간 우리 정부와 관련 분야 인사들이 '생명윤리기본법'에 집착하여 논쟁하고 있는 사이

〈표 2〉 국가별 배아복제 허용 현황

국가별	인간개체복제	인간배아복제	잉여배아연구
영국	금지	허용	허용
일본	금지	허용	허용
한국(법률안)	금지	금지	허용
미국(법률안)	금지	금지	허용
프랑스(법률안)	금지	금지	허용
독일	금지	금지	금지

에 급기야 복제인간의 탄생을 주장하는 단체들이 등장하기에 이르렀다. 이러한 상황에서는 먼저 큰 울타리부터 쳐놓고 다음 사태를 대비하는 것이 옳은 방향이라고 믿는다. 이러한 큰 울타리 안에서 과학자들은 불필요한 오해와 과도한 규제를 받지 않고 질병치료와 신약개발을 위한 복제연구에 전념할 수 있다.

VI. 바이오 안전성 확보 문제

생명윤리문제와 더불어 유전자변형생물체(이는 작물, 동물 및 미생물을 포함함), 즉 바이오안전성에 대한 국민적 관심 또한 중요한 이슈로 떠오르고 있다. UN의 세계 인구 예측에 따르면, 지구상의 인구는 끊임없이 증가하여 2050년에는 90억 명에 이

를 것으로 추정된다. 아직도 매년 수천만 명이 굶어서 죽거나 영양실조를 겪고 있다. 따라서 인구의 증가와 더불어 세계 식량수요는 계속 증가할 수밖에 없다.

지금까지는 식량증산을 위하여 경지면적을 확대하고, 화학비료와 농약을 사용하고, 다수확 품종을 개발 재배하여 왔다. 그러나 급속한 산업화와 산림 파괴로 인한 사막화 등으로 인하여 이용 가능한 농지면적은 계속 줄어들고, 화학비료나 농약의 사용도 환경보존 요구로 제한받고 있다. 또한 소비자의 욕구도 다양해져 식량자원의 품종개량이 필요해지고 있다. 이에 식물생명공학자들은 새로운 품종을 효율적으로 개발하기 위하여 식물의 유용유전자를 이용한 유전자변형작물을 개발하고 있다. 현재 재배중인 대부분의 유전자변형작물은 제초제 혹은 해

〈표 3〉 생명공학작물의 승인 현황

작 물	주요 특성	승인 건 수
옥수수	제초제 저항성/해충 저항성/용성불임	21
카놀라	제초제 저항성/용성불임 및 임성회복/지방산 조성변화	17
콩	제초제 저항성/지방산 조성변화/바이러스성 저항성	7
토마토	제초제 저항성/해충 저항성/숙성 지연/연화 지연	6
감자	제초제 저항성/해충 저항성/바이러스병 저항성	4
카네이션	제초제 저항성/꽃꽂이 수명연장/화색변의(자주 보라색 꽃)	3
사탕무	제초제 저항성	2
호박	바이러스병 저항성	2
담배	제초제 저항성	1
벼	제초제 저항성	1
멜론	숙성 지연	1
아마	제초제 저항성	1
치커리	제초제 저항성/용성불임	1
파파야	바이러스병 저항성	1
밀	제초제 저항성	1
면화		5
합 16종	사용 유전자 36종	74

* 자료 : 한국생명공학연구원 바이오안전성정보센터

“

과학발전과 윤리 및 안전 문제는 두 개의 바퀴처럼
조화롭게 굴러가야 하며, 따라서 아직 기술개발이라는
바퀴가 제대로 움직이기도 전에 윤리, 안전 측면의 바퀴만
너무 앞서서 나가는 것은 국가발전과
인류 복지를 위하여 바람직하지 않다.

”

충저항성 작물들로, 생산원가를 절감하거나 수확량을 증가시킨다.

유전자변형농산물의 개발은 미국, 캐나다 등 선진국이 주도하고 있지만 우리나라의 기술도 선진국과의 격차가 그다지 크지 않아 앞으로 유망산업으로 떠오를 전망이다. 2001년까지 세계적으로 상품화 승인을 얻은 유전자변형작물은 16작물 74품종에 이른다. 다음 세대의 유전자변형작물은 단순한 제초제 및 병충해 저항성을 넘어서 특정 영양소, 의약성분 또는 건강 기능성을 향상시켜 부가가치를 증가시킨 신제품 맞춤형작물이 될 것이다. 2010년쯤이면 전체 농산물의 80%가 유전자변형작물로 대체될 것이라는 전망도 나오고 있다. 우리나라는 대부분의 농산물을 수입에 의존하고 식량자급률이 낮기 때문에 유전자변형작물이 지니고 있는 여러 가지 이점을 간과할 수는 없는 상황이다.

유전자변형생물체의 잠재적인 위해성에 대하여 현재까지의 연구 결과는 대부분 통계적으로 의미 있는 결과로 입증되지는 않고 있다. 반면에 백퍼센트 안전하다는 보장이 없으니 식탁에 올려서는 안된다는 주장과 심리적인 거부감도 만만치 않다. 그럼에도 불구하고 앞서도 보았듯이 날이 갈수록 생명공학작물의 비중은 더 커져갈 것이며 이러한 대세를 거부하기는 어려울 것으로 보여진다. 이에

2000년 1월 29일 유전자변형생물체의 국가 간 이동, 운송, 취급, 사용 등에 있어서 바이오 안전성을 확보하기 위해 '바이오 안전성에 대한 카르타헤나 의정서'가 채택되었다.

유전자변형생물체의 안전성 확보를 위한 국내의 관련 법적·제도적 기반은 '유전자변형생물체(LMO)의 국가 간 이동 등에 관한 법률', '농산물 품질관리법', '수산물 품질관리법', '식품위생법', '유전자변형농산물의 환경 위해성 평가 심사지침', '유전자제조합식품·식품첨가물 안전성 평가자료 심사지침', '유전자제조합식품 등의 표시기준', '유전자변형농산물의 표시 요령', '유전자변형수산물의 표시 요령' 등이 있다. 또한 보다 완벽한 검증을 위한 바이오 안전성 연구 프로그램들과 국제기구들의 노력이 계속되고 있다.

오늘날 우리는 전력, 자동차, 비행기 등과 같은 현대의 새로운 기술들이 인간의 생명을 위협할 수 있음에도 불구하고, 이들 문명이 가져다 주는 편익이 훨씬 크므로 이를 이용하고 적용하여 윤택하고 편리한 생활을 영위해 오고 있다. 이와 같이 우리는 생명공학작물의 안전성을 최우선으로 확보하기 위한 법적·제도적 장치를 구비함과 아울러, 소비자의 선택을 위한 정확한 정보를 제공하는 노력을 병행해야 하겠다.

VII. 맺는 말

생명공학은 IT 기술과의 융합으로 무서운 속도로 발전하고 있다. 그러나 생명공학이 무병장수와 풍요로운 미래를 열어갈 무한한 잠재력을 갖추고 있음에도 불구하고 이의 건전한 발전은 과학의 최종 소비자인 일반대중의 이해와 수용여부에 달려 있으며, 특히 생명윤리와 안전성 문제는 생명공학의 발전에 지대한 영향을 줄 것이다.

이러한 측면에서 앞으로 과학대중화 노력이 더욱 절실하다고 하겠다. 이제는 연구실의 과학자들도 자신의 연구비를 지원하는 국민을 의식해야 하며, 연구결과를 대중에게 잘 납득시키는 노력을 게을리해서는 안 되겠다. 또한 과학기술 정보의 공개, 공유와 더불어 과학교육의 쇄신도 필요하다.

지금까지의 과학교육은 대부분 도구적 이성으로서의 과학을 가르쳐 왔다. 이제는 성찰적 이성으로서의 과학교육이 확대되어야 하겠다. 과학문명이 제어력을 잃고 인류와 생태계, 그리고 과학 자체를 파탄시키는 것을 막기 위해서는 현장의 과학기술인들의 확고한 윤리식과 성찰적 이성이 어느 때보다 필요한 때이다.

지난 연말에는 이상한 종교단체가 사상 최초로 복제아기를 탄생시켰다는 보도가 있었다. 회대의 사기극인지 사실인지는 아직까지 밝혀지지 않고 있지만 매우 충격적이고 혼란스러운 뉴스였다. 특

히, 이러한 일방적인 주장의 보도는 과학적인 검증 을 거치지 않았음에도 불구하고 일반대중에게 생명공학 전반에 대한 부정적인 이미지를 심어주고, 과학의 남용 가능성에 대한 막연한 불안감을 조성하게 된다.

우리 학계와 정부는 국민들의 이러한 불안감을 해소해 줄 책임이 있다. 정확한 지식과 정보를 제공하고 과학의 남용을 방지할 수 있는 확실한 안전장치가 마련되어 있다는 것을 국민에게 보여 주어야 하겠다. 또한 과학발전과 윤리 및 안전 문제는 두 개의 바퀴처럼 조화롭게 굴러가야 하며, 따라서 아직 기술개발이라는 바퀴가 제대로 움직이기도 전에 윤리, 안전 측면의 바퀴만 너무 앞서서 나가는 것은 국가발전과 인류 복지를 위하여 바람직하지 않다는 점도 염두에 두어야 하겠다. **김원**

양규환

서강대 생물학과를 졸업하고, 미국 위스콘신대에서 독성학을 전공하여 박사학위를 취득하였다. 미국 위스콘신대 연구원, 식품의약품안전청 청장, 국립독성연구소 소장, 한국과학기술원 교수 등을 역임하였고, 현재 한국생명공학연구원 원장으로 재직 중이다. "의약품 및 환경오염물질의 생체면역 기능에 대한 영향," "미생물 독소의 구조 및 기작에 대한 연구," "간독성 물질의 독성기작 규명 및 해독제 개발" 등의 연구 분야에 다수의 논문이 있다.