

생명공학의 방향성과 기술적 측면

생명공학의 혁명은 1952년 왓슨과 클릭이 DNA 이중나선구조를 밝히면서 시작되었다. 78년엔 시험관아기가 영국에서 태어났고 97년엔 복제양 돌리가 태어났으며 올해에는 우리나라에서 복제송아지 영롱이가 탄생했다. 그리고 21세기 초반에 펼쳐질 인간유전자 지도의 완성과 인체용 동물대체장기의 생산으로 또한번의 파란을 예고하고 있다.



鄭邱敏
〈한국생명과학연구소장〉

금세기 3대 연구업적 중의 하나로 평가되는 복제동물의 생산은 전세계인의 초관심사가 되었으며, 전세계인이 생명공학이라는 분야에 눈을 뜨게한 계기가 되었다. 그리고 21세기 초반에 펼쳐질 인간유전자지도의 완성과 인체용 동물대체장기의 생산 및 유전자 치료의 시작은 또 한번의 파란을 예고하고 있다.

여기서 언급할 생명공학이란 '생명체와 생명현상을 연구하는 생명과학분야 중에서 마이크로 단위의 첨단기기를 활용하여 세포와 유전자의 조작으로 새로운 물질 또는 새로운 생명체를 만들어 내는 연구분야'로 정의를 내리면서, 이 분야가 발달되기까지의 양면성과 이 분야가 올바르게 발달되기 위한 우리의 문제점 개선 그리고 기술적 측면을 언급하고자 한다.

생명공학의 태동

이 분야를 연구하고 있는 과학자에게 왜 생명공학을 연구하느냐? 라고 질문한다면 어떤 대답이 나올까. 별난 답변이 많이 나올 수 있겠지만, 하나로 압축하면 인간 복지를 위해서 일 것이다. 인간의 복지라면 무엇인가. 첫째는 먹는 것이며, 둘째는 질병으로부터 해방되는 것이며, 셋째는 행복해지는 것이다. 이 세가지 조건을 충족시키기 위하여 인류는 수천년간 탐구하여 왔다. 생명과학은 우리의 생존과 생활에 불어닥친 위기를 해결하는 구세주처럼 시대별로 거듭 태어난 것이다. 그러나 인구의 폭발적인 증가와 산업화가 촉진되면서 환경의 오염과 변종 세균들의 출현 등 헤아릴 수 없는 부작용이 속출하게 된 것이다.

이러한 상황에서 생명공학이 태어나게 되었으며, 생명공학은 근본적인 해결책을 마련하기 위한 시도로써 유전자 차원까지 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구는 공학기술의 발전에 힘입어 더욱 박차를 가하게 되었다. 그러나 생명공학을 이용한 동식물의 생산과 부작용에 대한 우려의 소리가 점차 높아지고 있다. 반면에 이 시각에도 새로운 것을 만들어 내기 위한 과

학자의 탐구는 계속되고 있다. 과학자들은 탐구 결과가 낳을 부작용에 대한 우려보다는 탐구 그 자체에 심취해 있다. 과학하는 사람들이 꿈꾸는 것은 새로운 것을 찾는 것이다. 그래서 우리의 악순환은 지금도 계속되고 있는지 모른다.

생명공학의 방향성

생명공학을 언급하기 전에 생명체에 대한 우리의 현실을 먼저 살펴보자. 우리나라가 산업화 되기 전에 우리의 상황을 40대 이후의 세대들은 잘 알고 있을 것이다. 우리의 공기와 물 그리고 사람들의 마음은 어느 곳에서나 맑았다. 인구의 증가와 산업화 그리고 도시화가 진행되면서 여러 측면에서 부작용이 속출하기 시작하였다. 지금 상황은 어떠한가? 식량문제와 각종 질병(성인병 포함) 그리고 환경오염이 날이 갈수록 악화되고 있다. 얻는 것에 비해 잃는 것이 너무 많아지고 있는 상황이다. 왜 이렇게 되었을까? 그 주요 원인은 생명체에 대한 인식의 결핍에서 비롯되었다고 보아도 과언은 아닐 것이다. 다시 말하면 사람 뿐만 아니라 하찮은 생물체에 대한 배려가 없는 정책과 교육이 판을 친 것이다. 우리는 생명에 대한 큰 병을 앓고 있다. 정책입안자와 언론인 그리고 교육자와 과학자가 생명을 느끼지 못하고 있으니 이 병은 날이 갈수록 심각해지고 있다. 생명을 알 때 참다운 생명공학의 방향성이 설정될 것이다.

첨단 생명공학 기술

생명공학의 혁명은 1952년에 왓슨과 클릭이 DNA 이중나선구조를 밝히면서 시작되었다고 보아도 과언이 아닐

듯 싶다. 1978년에 루이스 브라운이라고 이름지어진 시험관아기가 영국에서 태어났으며, 전세계가 혼돈의 시대를 맞이하는 듯 했다. 그리고 콩팥이식과 심장이식 등 인체를 재생시키는 연구가 실용화 되고 있다.

1997년에는 복제양 '돌리'가 다시 영국에서 태어났으며, 1999년에 우리나라에서 복제송아지 "보람이(황우석 교수팀 생산)"가 태어남으로써 또 다시 혼돈의 시대가 도래되었다. 이밖에도 생명공학의 분야는 식물과 미생물 등에서 놀랄만한 연구결과가 발표되고 있다. 매우 광범위 하기 때문에 여기서 기술할 수 있는 분야는 필자의 전공분야와 최근 화제가 되고 있는 분야로 국한하고자 한다.

1) 시험관아기 기술 : 이 기술은 정자와 난자를 체외에서 수정시켜 2~4일간 배양한 다음에 여성의 자궁으로 이식하는 기술을 의미한다. 따라서 이 기술의 전문적인 명칭을 '체외수정과 수정란이식'이라 한다. 이 기술은 불임부부에게 새 생명체를 잉태시키는데 필수적인 기술로 발달하여 왔다. 여성의 경우는 배란 상태의 불량과 난관의 폐쇄 및 항정자항체가 있을 때 적용되며, 남성의 경우에는 정자의 수와 활력이 불량한 경우와 원인불명의 불임에도 이 기술이 적용되고 있다. 이 기술은 90년대 중반 이후에 급속도로 발달하여 불임부부의 약 30%가 임신이 가능하도록 한다. 우리나라의 시험관아기 성공률은 세계적인 수준에 도달하여 있다. 이 기술은 생식세포(정자, 난자, 수정란)의 냉동보존(cryopreservation), 난자내 정자미세주입(Intra-cytoplasmic sperm injection ; ICSI), 착상전 수정란 단계에서

유전질환 검색(genetic screening) 등으로 그 응용범위가 확산되고 있다. 앞으로는 유전자 치료(gene therapy)를 위해 기초 기술로 활용될 가능성이 매우 높은 기술이다. 시험관아기 기술의 개선점은 임신율을 증진시키기 위하여 좋은 난자의 생산 및 자궁환경 조건과 내분비계(호르몬)의 개선에 초점을 맞추어 연구를 수행하여야 한다. 한편 이 분야는 최근 논란의 대상이 되고 있는 복제인간의 출현을 가능케 할 수 있다. 우리나라에서도 기술적인 측면에서는 언제든지 복제인간의 탄생을 가능케 할 수 있다. 따라서 이 분야에 종사하고 있는 대학 및 개인 불임 클리닉 종사자들(약 5백명)의 도덕성의 재무장과 자기제어가 절실히 요구되고 있다.

2) 장기이식 : 장기이식은 현재 실용화 단계에 있으며, 그 성공률도 매우 높다. 이 기술의 문제점은 면역거부반응을 억제시키는 기술의 개발과 장기의 절대적 부족상황에서 대체장기의 개발에 있다. 따라서 인공장기가 일시적으로 또는 보조적으로 활용되고 있으며, 그 기술도 매우 빠른 속도로 발전하고 있다. 또한 사람의 면역거부억제 유전자를 동물의 수정란에 주입하여 만들어 낸 형질전환동물((4)참조)의 장기를 대체장기로 활용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 이 기술은 이종 동물간의 장기이식에서 비교적 성공적인 연구 결과가 보고되고 있다. 예를 들면, 원숭이 유전자가 도입된 돼지의 심장을 원숭이에게 이식하여 1년 이상 원숭이가 건강하게 생존하고 있으며, 급기야 형질전환돼지의 장기를 이식받은 1백60명의 사람들이 바이러스의 감염을 극복할 수 있

다는 충격적인 뉴스가 보도되고 있다(조선일보, 99. 8. 21). 그러므로 향후 수년 안에 동물장기의 인체내 이식이 가능하다고 보고 있다.

3) 복제동물 : 복제인간의 출현가능성 때문에 복제동물의 생산은 큰 관심을 끌고 있다. 동물복제의 기술적인 측면은 매우 간단하다. 핵을 제거한 난자에 체세포(몸에 있는 세포; 예를 들면 혈구세포 또는 귀세포)를 넣어서 발생을 유도하여 자궁내 이식하면 복제동물의 생산이 가능하다. 이때 탈핵한 여러개의 난자를 준비하고 동일인의 체세포를 각각 난자 내에 한개씩 주입할 경우에 각각의 난자는 유전적으로 동일하게 되며, 이들 난자가 각각 태아로 발달하여 태어나면 유전적으로 똑같은 복제동물이 생산되는 것이다. 그러나 이 기술은 이제 겨우 개발단계이며, 그 효율성이 낮은 문제점을 지니고 있다. 즉, 복제된 난자를 모체내로 이식할 경우에 유산율이 높고, 비정상적인 신생자의 출현이 높은 점등이 문제점으로 지적되고 있다. 앞으로 연구는 이러한 문제점을 해결하는데 초점이 맞추어지리라 예상된다. 사람에게 이 기술의 응용에 대해서도 관심이 높다. 기술적인 측면에서 사람에서도 충분히 가능하다고 본다. 그러나 이 기술은 복제인간의 생산 차원이 아니라 질병치료 수단으로 엄청난 활용 잠재력이 예상되고 있다.

4) 형질전환동물 : 형질전환동물이라면 유전자 변형동물을 의미한다. 즉, 특정 유전자를 잘라서 재조합유전자(recombinant DNA)를 만든 다음에 발생과정에 있는 수정란에 이식을 하면 외부에서 새로운 유전자가 도입된 동물(형질전환동물)의 생산이 가능하

다. 이러한 기술을 이용할 경우에 동물의 몸이 곧 제약 공장이 되는 것이다. 동물의 몸을 이용하거나 그 생산물(우유, 계란 등)을 이용할 경우에 공장에서 생산되는 비용보다 현저히 싼 가격에 약품 또는 생물활성물질의 생산이 가능하게 된다. 앞서 언급한 바와 같이 동물장기를 인체 내로 이식할 경우에도 면역억제유전자를 이용한 형질동물의 생산이 필요하게 된다. 앞으로 이 분야는 무한한 잠재력을 가지고 있으며, 현재까지 수많은 형질동물이 생산되고 있다.

또 다른 예를 들면 사람의 암을 유발하는 유전자를 이용하여 형질전환 실험동물을 만들면 이 동물은 성장하면서 사람의 암세포 유전자에 의해 암이 일어나게 된다. 이때 암치료 신약의 효용성을 테스트하는데 이 동물이 이용될 수 있다. 또한 어머니의 젖(모유)과 성분이 비슷한 우유를 생산하기 위하여 락토페린 유전자를 젖소 수정란에 도입하여 형질전환젖소(이경광박사팀, 1998) 및 흰쥐의 성장호르몬 유전자를 토끼 난자에 주입하여 만든 형질전환토끼(임경순박사팀, 1998)를 만들어 내는데 성공한 바 있다. 이 기술의 개선점은 역시 형질전환된 수정란에 의한 임신율이 낮은 점과 외래유전자가 수정란 내에 부착 가능성이 낮은 점 등이 지적되고 있다.

5) 유전자 치료 : 다음으로 유전자치료에 관하여 살펴 보자. 만약 당신에게 유전병이 있다면 당신은 당신 자녀를 출산할 것인가? 당신 자녀에게 그 유전자를 선물하기에는 너무나도 가슴이 아프기 때문에 자녀의 출산을 포기할 수 있다. 한 인간으로서 좌절감과 비애를 느끼게 된다. 이러한 고통을

덜어 주기 위하여 유전자 치료가 개발되고 있다.

유전자 치료방법은 형질전환동물 생산의 기술과 비슷하다. 유전병을 유발하는 유전자의 자리에 정상적인 유전자를 바꿔치기 하는 기술이 이 유전자 치료의 방법이다. 또한 당뇨병 환자의 췌장세포를 떼어내어 이 세포에 인슐린 생산 유전자를 주입하여 다시 췌장으로 이 세포를 주입함으로써 당뇨병을 근본적으로 치료하는 방법도 연구 개발 단계에 있다. 미래의 생명과학으로 간주되는 유전자 치료는 앞으로도 계속 발전할 것으로 예상된다.

생명공학이 발전하는 길

앞서 언급한 바와 같이 생명과학은 식량과 질병 극복을 위하여 직접 관련이 있는 분야이므로 21세기에는 식량의 고갈과 새로운 질병의 출현으로 생명과학은 어느 때보다도 그 중요성이 부각될 것이다.

따라서 무한한 신기술의 개발이 기대된다. 특히, 인간의 유전자암호(GENOME PROJECT)가 밝혀지는 2000년 초부터는 유전자 치료가 본격적으로 시작될 것이며, 유전자변형인간의 출현이 예상된다. 21세기를 대비하기 위해 우리가 해결하여야 할 문제점을 살펴보면 아래와 같다.

첫째, 우리의 연구분야에서 독창성이 결여된 상태가 지속되고 있다. 비과학적 환경에서 교육받은 우리이기 때문에 독창성을 기대하기란 한계가 있는 것 같다. 이를 극복하기 위해서는 지금부터라도 꿈나무들에게 올바른 과학교육(실험중심의 교육)과 생명체에 대한 올바른 인식을 심어 주어야 하며, 소그룹 집단탐구시스템을 활용

하여 서로간에 협력하는 방법도 어릴 때부터 익혀 나가야 한다.

둘째, 우리의 생명과학 연구분야의 현실은 이제 막 중산층이 형성되려고 하는 상황에 있다. 그러나 우리의 여건은 중산층이 될 수 있도록 되어 있지 않은 점이 문제이다. 다시 말하면 새싹이 막 돋아나, 성장기에 접어들고 있지만, 거름이 주어지지 않고 있다. 육성된 과학인재를 효율적으로 활용할 수 있는 획기적인 장치가 필요하다. 반면에 젊은 석학들도 대학지향적인 사고방식에서 진정한 연구에 자신을 투신할 수 있는 자세가 필요하다고 본다. 셋째, 연구 결과의 산업화가 미진하다. 연구의 목적은 원리의 탐구 측면도 있지만 그것을 산업화하여 인간 복지에 기여하여야 한다. 목표 달성을 위해서는 서로간에 양보가 필요하며, 기득권을 이용한 횡포(?)는 종식되어야 한다.

넷째, 대학은 재 몫을 하여야 한다. 자신의 몫을 다하지 못하는 사람들은 대학에서 물러나야 한다. 교수들은 심혈을 다하여 사회가 필요한 인재를 양성하여야 한다. 한 사람이 할 수 있는 역량은 무서울 정도로 위대하므로 각자의 몫을 다할 때 우리는 변화하기 시작한다. 적당주의식 대학교육은 이제 끝내야 한다. 마지막으로 과학의 발전은 전국민의 과학화에 있다. 마치 엘리트 체육의 한계를 극복하기 위하여 사회생활체육이 태어난 것처럼 과학도 국민의 생활에서 실질적인 과학화가 진행되어야 한다. 특히, 생명과학은 우리의 식량과 건강 및 행복추구에 필연적인 분야이므로 생활 속에서 피어날 수 있도록 정책 수립과 실행에서 세심한 주의가 필요하다. ㉮