

석사학위논문

## 21세기 미래의 삶

- Vision 21, Our Life in the Future번역논문 -



제주대학교 통역대학원

한영과

채 수 선

2004년 5월

# 21세기 미래의 삶

지도교수 김 원 보

채 수 선

이 논문을 통역번역학 석사학위 논문으로 제출함

2004년 5월



채수선의 통역번역학 석사학위 논문을 추인함

심사위원장 \_\_\_\_\_(인)

심사 위원 \_\_\_\_\_(인)

심사 위원 \_\_\_\_\_(인)

제주대학교 통역대학원

2004년 5월

# Vision 21, Our Life in the Future

Su-Seon, Chea

(Supervised by Professor Won-Bo Kim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of  
Master of Translation and Interpretation



Department of Korean-English  
GRADUATE SCHOOL OF INTERPRETATION  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

May. 2004

# 목 차

I. 미래의 기술 .....	1
1. 미래에도 여전히 게임에 중독되어 있을까? .....	1
2. 프랑켄푸드가 미래의 식량이 될 것인가? .....	5
3. 미래는 완전한 디지털사회? .....	9
4. 무엇이 실리콘을 대체하게 될 것인가? .....	14
II. 미래의 직업과 세계 .....	19
1. 미래에는 빈민들에게도 희망이 있을까? .....	19
2. 무엇이 기술경제를 대체할 것인가? .....	22
3. 미래에 가장 인기 있을 10가지 직업들은? .....	26
4. 미래에 사라지게 될 직업들은? .....	29
III. 미래의 지구와 인간의 건강 .....	33
1. 125세까지 사는 게 가능할 것인가? .....	33
2. 암은 언제 완치 될 수 있을 것인가? .....	37
3. 에이즈 치료는 가능한 일인가? .....	41
4. 미래의 지구는 얼마나 뜨거워질 것인가? .....	43
5. 미래의 지구는 얼마나 추워질 것인가? .....	47
6. 미래에도 우리는 고기를 먹을까? .....	48

IV. 미래의 우주 .....	52
1. 인간은 화성에서 살수 있을 것인가? .....	52
2. 우주 정거장은 세워질 것인가? .....	56
3. 미래에는 우주로 휴가를 갈 수 있을까? .....	57
4. 인간의 별 여행은 가능한 일인가? .....	59
5. 소행성과 지구는 충돌하게 될 것인가? .....	61
참 고 문 헌 .....	66



# I. 미래의 기술

## 1. 미래에도 여전히 비디오 게임에 중독되어 있을까?

By Chris Taylor

기술이 점점 발달되어 가면서, 우리의 여가 생활도 점점 나아져 가고 있다. 바이오포트(bioport)에 플러그를 꽂고, 실제 생활 보다 더 나은 세계로 들어갈 준비를 하자.

Jeff Bridges는 '1) 트론(TRON)'에서 그 곳을 향해 재빨리 움직인다. Keanu Reeves는 영화 '매트릭스(The Matrix)'에서 붉은 알약을 먹고 그 곳에 도착한다. Neal Stephenson의 소설 '2) Snow Crash(실리콘 벨리의 컬트 클래식)'에서 주인공 Hiro Protagonist는 보호안경과 가상현실의 장갑을 끼고 그 곳으로 간다. 그 곳은 편안하게 소파에 앉아 내 인생의 황혼기에 오후 시간을 보낼 곳이다. 누가 알겠는가? 당신과 내가 거기서 만나게 될 지.

그 곳은 어떤 곳일까? 그 곳은 컴퓨터에 의해서 만들어져 있기는 하나, 깨끗하고 환하게 빛나는 자기만의 세계로서, 우리가 최대한의 감각을 동원하여 경험할 수 있는 곳이다. 그 곳이야말로 Timothy Leary의 최고의 여행과도 대적할 수 있는 완벽하게 합법적이면서도 충격적인 경험을 맛보게 해줄 곳이다. 그 곳은 오늘날 플레이스테이션(Playstations)과 같은 유명한 게임기를 물에 동동 뜬 사과를 입으로 무는

---

1) <TRON>은 1982년에 제작된 제프 브리지스(Jeff Bridges) 주연의 영화로, 영화속에서 천재 프로그래머인 플린역을 맡아서, 컴퓨터 세계로 들어가 전쟁을 벌인다.

2) 닐 스티븐슨의 공상 과학 소설.

옛날 놀이와 같은 원시적인 것으로 보이게 만든다.

당신은 그것을 게임이라 부를 수도 있다. 비록 그 대체 세상이 야구 리그전을 열고 아이들이 거리에서 돌차기 놀이를 할 정도로 복잡하다면, 게임이라고 부르기에는 턱없이 부족할 것이다. 그 세계에서 만나는 사람들은 우리가 깨어 숨쉬는 동안에 만나게 되는 거의 모든 것들을 보고 느낄 것이다. 만일 당신이 멀티플레이어 세계를 선택한다면, 그 속의 사람들은 심지어 실제 직장의 동료들과 같아 보일지도 모른다. 다만, 그들이 실제로 속해있는 일터보다도 훨씬 더 흥미로운 직장에서 일을 하게 될 것이라는 점이 다르다. 우리의 임무나 목표는 우리 스스로가 선택하게 될 것이고, 그것들은 분명히 회사의 업무보고서 작성이나, 상사의 업무 일정 따위는 아닐 것이다. 바로 우리의 존재가 가장 중요하고, 그 세계는 실제로 우리를 둘러싸게 된다.

터무니없는 소리라고? 아니다. 이것은 필연적인 미래의 현실이다. 현재는 세 가지의 중요한 추세들이 서로 충돌하는 과정에 놓여있다. 날로 성장하는 게임산업의 힘과 재력(헐리우드에 대한 21세기의 해답), 실리콘과 생물 공학의 급격한 진보, 인구계층 변동 등이 그러한 추세에 속한다. 이런 추세들은 비디오 게임을 즐기며 자라나고 게임 없이는 견딜 수 없다고 느끼는 세대들의 손에 구매력을 안겨다 줄 것이다. 이미 PC 게임과 비디오 게임을 즐기는 대부분의 사람들의 연령은 18세 이상인 것으로 나타나 있다. 수 백억 달러의 자금이 마이크로소프트(Microsoft)와 소니(Sony)와 같은 대기업에 의해 투자되고 있다. 이들 기업들은 게임을 즐기는 그들이 81세가 되어서도 여전히 그들의 고객이 될 것이라고 믿어 의심치 않는다. 심지어는 '빅 토바코(Big Tobacco)'사도 이 만큼 중독성 강한 상품을 만들 수는 없다.

우리는 어떻게 이런 대체 세상 속을 여행할 수 있을까? 가장 흥미로운 가능성은 우리의 두뇌와 직접 연결되는 생물학적으로 설계된 컴퓨터와 같은 어떤 형태-이전보다 더욱 정확하게 정교한 상상을 제공하도록 프로그램된 외부두뇌(exobrain)-를 사용하는 것이다. David Cronenberg의 최신 영화 '3)엑시스턴즈(eXistenZ)'에서는,

---

3) <엑시스턴즈>는 데이빗 크로넨버그 감독이 1999년에 제작한 영화로, 영화 속에서 '엑시스턴즈'는 생체 컴퓨터 게임으로서, 인간의 신경계와 직접 연결되어 가상 현실을 체험하게 만드는 시뮬레이션 게임이다.

바이오포트(bioport)라고 불리는 끈적끈적한 핑크색 패키지가 게이머의 척추 하부에 있는 특수 잭에 곧바로 연결이 된다. 그 결과는 텔레비전을 VCR에 연결하고 재생 버튼을 눌렀을 때, 텔레비전에서 일어나는 현상과 비슷하다. 실제 세계로부터의 시각과 청각 정보는 이때 사라지게 되고, 그 대신 게이머가 착용한 바이오포트가 우리가 요구하는 모든 감각적 자극을 제공하게 된다. 기술적인 관점에서 볼 때, 이것은 단지 제대로 접속이 되는가 안되는가의 문제가 될 뿐이다. 만일 우리가 게임을 하면서 이미 알게된 것들이 있다면, 그것은 우리의 뇌가 스크린 상에 나오는 행동에 우리의 신체적 반응을 적응시키려고 애를 쓰고 있다는 것이다. 당신의 여섯 살 박이 아이가 겜보이(Game Boy)에서 ‘포켓몬(Pokemon)’ 게임을 하거나, 십대 자녀들이 ‘퀘이크(Quake)’ 게임을 친구들과 즐기고 있을 때, 그들의 호흡이나 눈 깜빡임 정도를 유심히 살펴보자. 한쪽에서는 점차 증가하나, 다른 쪽에서는 점차 감소하여 사라지게 된다. 그들의 신체는 싸우러 나갈 준비를 하고 있는 것이다.

사실 여기에 특별한 점은 없다. 놀이 활동이란 우리의 가장 자연스러운 행위 중의 하나이기 때문이다. 꿈과 같이, 게임은 우리가 실제 삶 속에서 부딪히게 되는 상황을 대비하는데 있어서 도움을 준다(실제로 미 육군은 이미 ‘퀘이크(Quake)’ 게임과 같은 전투형 게임을 이용하여 자국 군대의 무기 발포적응력을 높이는 훈련을 하고 있다). 어떻게 당신과 또는 당신의 사업이 실제 세계를 극히 세세한 부분까지 모방한 또 다른 세계를 이용할 수 있을 지 상상해보자. 일단 당신의 상사에게 봉급인상을 어떻게 요구할까를 걱정하고 있다면, 바이오포트에 연결하여, 상사와 같은 게임 속 캐릭터가 어떻게 반응을 보이는 지를 미리 알 수 있다. 당신의 집에 무단 침입한 무장 강도와 어떻게 잘 맞서 싸울 수 있을지를 알고 싶은가? 그렇다면 가상안경을 쓰고 한번 시도해 보자. 당신의 십대 자녀에게 자동차 열쇠를 맡기는 게 염려되는가? 그렇다면 일단 가상 현실의 마을 속에서 차를 몰아보도록 해 보는 것이다.

“점점 게임속에서 게이머가 이야기를 이끌어가고 있는 추세입니다”라고 올해 최고의 대박 PC게임인 ‘4)심스(The Sims)’의 개발자인 Will Wright는 말한다. 그는

---

4) MAXIS사에서 만든 게임으로서, 플레이어가 사람들의 행동양식을 결정하고, 환경을 조성하여 마치 자신들이 신이 된 듯한 느낌을 주는 게임이다.



“게임을 개발하는 사람들은 풍부하고 자유롭게 게이머가 참여할 수 있는 환경을 게임 속에 제공하는 역할을 하고 있다.”라고 덧붙인다. ‘The Sims’는 무엇이든지 게이머가 자유롭게 구성할 수 있는 특성을 지닌 게임이다. 말하자면, 교외 주택에서의 행복한 생활에서부터 주택의 지붕 타일 색과 화장실을 드나드는 횟수에 이르기까지 미세한 조작을 게이머가 풀어나가는게 임무이다. 미래에는 이와같은 집을 쉽게 방문하고, 몇 시간 동안 그들과 함께 보내게 될 날이 올지도 모른다. 이는 일상적 삶에서 벗어난 또 다른 새로운 삶이고, 살고 있는 가정을 떠난 또 다른 가정이 되는 것이다. 도시인들은 게임 속 전원공간에 Sims맨션을 넓직하게 지어서, 그들의 갑갑한 도시 생활에서 탈출할 수도 있을 것이다. 반면에 시골에 사는 사람들은 게임 속에서 직접 자신들만의 도시를 건설함으로써, 도시 생활에 대한 동경을 잊어버릴 수 있을 것이다.

이런 시나리오가 실현될 수 있는 여부는 Sims게임 자체에서 보여지는 인공지능의 수준에 달려있다. 우리의 뇌는 단순히 우리의 적을 죽이는 것 보다는 사회적 상호작용의 과정들을 즐기도록 구성되어 있다. 우리는 사람들과 대화하고자 하고, 이런저런 얘기를 하고자 하고, 계획을 세워 무엇인가를 하려고 하고, 몰래 어떤 일을 꾀하고자 한다. 한 개인의 튜링테스트(Turing tests)를 통과할 수 있는 컴퓨터 캐릭터를 만든다는 것이 쉬운 일은 아니다. 그러나 만일 누구든지 자금력이 있고, 신경조직연구에 투자할 의향을 지니고 있다면, 그것은 게임 산업으로 가게 될 것임에 분명하다. “진정한 의미에서의 인공지능은 게임 산업에서 최초로 등장하게 될 것입니다.”라고, 전문디자이너인 Peter Molyneux는 말한다. 그의 최근의 작품(장편시)인 ‘Black and White’는 올해(2000년) 말에 출간 될 예정인데, 그 속에서는 고도의 지능을 가진 사람들이 등장하며, 자신들의 자유의지대로 웹사이트를 만들 수 있다.

개인적으로, 나는 누군가가 고전적 제국건설 게임인 ‘제국건설(Civilization)’을 인간의 완전한 감각을 이용한 버전으로 고안해 낸다면 나의 바이오포트를 가동시킬 계획이다. 인류 발달의 전 단계를 감독하는 일, 예를들면, 피라미드를 건설하면서 노예들에게 채찍질을 하는 것에서부터 우주 식민지화에 선봉을 맡는 일에 이르기까지의 모든 일이 81세가 될 때까지 나를 게임이라는 공간 속에 흠뻑 빠져들도록 만들

것이기 때문이다. Molyneux는 “우리가 논하고 있는 것은 극단의 마약과 같은 것입니다. 만일 제가 당신이 장미 향기를 맡을 수 있고, 신이 될 수도 있는 세계를 만들 수 있다면, 당신은 다시 과거로 되돌아 가고 싶은가요?”라고 물은 바 있다. 나는 그러고 싶지 않다. 21세기가 척추에 핑크색의 물렁거리는 것을 매달아야 하는 마약소굴과 같은 지라도 나의 노년기를 기꺼히 맡길 것이다. Jeff, Keanu, 그리고, Hiro씨! 자자 내가 들어갈 테니 자리 좀 비켜 주게나!

## 2. 프랑켄푸드가 미래의 식량이 될 것인가?

By <sup>5)</sup>Bill Gates

최근 유전자변형 식품(Genetically Modified food: GM food)이 부유한 유럽인들 사이에서 강한 반대에 부딪히고 있다. 그러나, 가난하고 굶주린 사람들은 그것을 가장 절실히 필요로 하고 있다.



만일 저녁 파티에서 열띤 논쟁을 벌이고 싶다면, GM식품에 관해서 해보도록 하라. 첨단기술을 이용하여 유전자를 변형시킨 농작물을 생산한다는 개념은 많은 사람들 사이에서 환경 문제를 비롯하여 건강, 안전, 그리고 윤리적 문제에 이르는 온갖 다양한 종류의 회의적 시각을 불러일으키고 있다. 특히 오랫동안 농업을 기반으로 하는 나라에서는 - 그리고 목소리 높은 환경단체들은 - 그러한 생각이 자연성에 위배되는 것이라고 보고 있다.

실제로 미국에서는 유전자변형 식품들이 이미 식생활의 많은 부분을 차지하고 있다. 미 농무부 조사에 의하면, 작년 미국에서 재배된 옥수수의 3분의 1과, 콩과면류의 2분의 1이상이 생명공학기술의 산물이라고 한다. 올해만 해도 2천 6백만 헥타

---

5) 마이크로 소프트(Microsoft)사의 회장이자, 최고 소프트웨어 기술자. Bill & Melinda Gates재단의 공동창업자.

르 이상의 유전자변형 농산물이 미국에서 재배될 것이라고 한다. 유전공학적인 관점에서 볼 때, 요정 지니(genie)가 요술램프에서 나오는 것과 다를 바 없다.

그러나, 여기에는 해결해야되는 분명한 문제점들이 몇 가지 있다. 먹이 연쇄로 구조로 들어가게 되는 다른 새로운 농산물과 마찬가지로, 유전자 변형된 농산물도 반드시 엄격한 테스트를 거쳐야 한다. 부유한 나라에서는, 생명공학기술에 관한 논쟁이 선택할 수 있는 식품의 종류가 다양해지고, 소비자들의 수요를 충족시키고도 남을 만큼의 공급을 할 수 있다는 사실에 의해서 조율되고 있다. 한편, 급속히 증가하는 인구와 충분한 영양공급을 받지 못하고 있는 자국민들을 먹여 살리는데 필사적인 개발국가들에는 이러한 문제가 선진국에서보다는 단순하면서도 훨씬 더 다급한데, 공학기술이 가져다주는 이득이 그에 따른 위험부담보다 더 클 것인가라는 것이다.

인구 성장과 기아에 관한 통계들을 보면 미래는 매우 불안하다. 지난 1999년의 세계 인구는 60억에 달했다. UN의 예상에 따르면, 2050년까지 세계인구는 거의 90억에 이를 것이고, 이러한 인구 성장은 개발도상국가들에서 일어날 것이라고 한다. 이와 동시에, 전 세계 인구 당 경작 가능한 토지 면적은 감소하고 있는 추세다. <sup>6)</sup> 국제농업.바이오테크응용서비스(ISAAA)에 따르면, 1960년 이래로 경작지는 꾸준히 감소해 오고 있고, 향후 50년간 절반으로 감소할 것으로 보고 있다.

UN은 전세계 인구 중 8억의 인구가 영양실조의 상태에 있다고 보고 있다. 그에 따른 결과는 심각하다. 임신 가능한 약 4억 명의 여성들이 철분 결핍에 시달리고 있는데, 이로 인해 그들의 아이들은 각종 선천성 질환에 노출되고 있는 실정이다. 또한 1억에 이르는 아이들이 실명의 주요 원인인 비타민A 결핍증을 앓고 있다. 수억 명의 사람들이 식량 부족으로 인해서 야기되는 다른 여러 주요한 질병과 영양 실조로 허덕이고 있다.

그렇다면 이러한 현실에 바이오테크(bio-tech)는 어떻게 도움을 줄 수 있을까? 그동안 생명공학자들은 철분을 첨가하고 베타 카로틴-우리 체내에서 비타민 A로 전

---

6) ISAAA는 개발 도상국에 유전자변형 농산물을 보급하기 위해 미국을 중심으로 만들어진 국제 조직이다.

환되는 물질-을 강화한 유전자 변형된 쌀과 영양가를 높인 여러 다른 작물들도 계속해서 개발하고 있는 중이다. 또한 생명공학기술은 해충, 가뭄, 메마른 토지, 각종 작물 바이러스, 박테리아나 곰팡이들로 인한 농작물피해로 식량부족 현상이 발생하는 곳에 농업 생산성을 높일 수도 있다.

해충으로 인한 농작물 피해는 이루 말할 수 없을 정도다. 예를 들어, 유럽의 옥수수 좀벌레는 해마다 전세계 옥수수 생산량의 4천만 톤 가량에 해를 끼치고 있는데, 이는 전체 옥수수 생산의 거의 7퍼센트에 해당되는 양이다. 유전공학기술을 이용하여, 농작물 종자에다가 해충에 강한 유전자를 혼합하게 되면, 농작물 생산의 균형을 복구하는데 도움을 줄 수 있다. 실례로, 아프리카에서 해충에 강한 면(cotton)을 생산해 온 결과, 면 수확량이 크게 증가해 오고 있다. 여태껏, 유전자 변형된 해충에 강한 유전자 변형된 농작물이 해충 뿐만 아니라 이로운 곤충도 죽일 수도 있다는 우려는 나타나지 않고 있다.

개발 도상국가에서 바이러스는 종종 주요 작물 생산에 막대한 피해를 끼친다. 2년 전만 해도, 아프리카에서는 주요 식량자원인 '카사아버(cassava)'작물이 7)모자이크 바이러스로 인해 반 이상의 피해를 본 적이 있다. 바이오테크를 이용하여, 바이러스에 강한 유전자 변형된 농작물은 그러한 피해를 줄일 수 있다. 이와 마찬가지로 물 부족으로 인해 경작 면적이 제한되는 지역에서는 가뭄에 잘 견디는 품종의 씨앗이 농작물 생산을 높이는데 도움을 줄 수 있다. 바이오테크는 또한 지나치게 알루미늄을 함유한 토양에서 야기되는 문제들을 해결하는 데에도 도움을 줄 수 있는데, 알루미늄은 식물의 뿌리에 해를 끼치고, 여러 가지 주요 작물들이 성장하는데 방해 요인이 되고 있는 바, 그 동안의 연구로, 쌀 속에 알루미늄 독성분을 중화시키는데 도움을 주는 유전자가 밝혀졌다.

많은 과학자들은 생명공학기술이 개발도상국가에서 전반적인 농작물 생산성을 많게는 25퍼센트까지 끌어올릴 수 있고, 경작된 후에도 그러한 작물들의 손실을 막

---

7) 식물의 잎, 특히 새 잎에 농록색 부분과 담록색 또는 황록색 부분이 모자이크 모양으로 나타나는 병의 형태. 이러한 증상은 바이러스병의 큰 특징으로서, 식물에 나타날 경우, 모자이크병이라고 한다.

는데에 일조를 할 수 있다고 믿고 있다.

그러나, 그러한 전망에도 불구하고 바이오테크가 모든 문제를 해결해 줄 만병 통치약이라고 보기는 어렵다. 여러 개발도상국가에서는 농산물 손실이 단지 기근의 한 원인이 되고 있을 뿐이며, 경제적 빈곤이야말로 가장 큰 원인이라고 본다. 오늘날 전세계 10억 이상의 인구가 하루 1달러 미만으로 끼니를 연명하고 있다. 유전자변형 농산물이 현실화되더라도, 농부들이 그러한 작물들을 재배할 경제력이 없거나, 재배를 한다고 하더라도 지역 주민들이 그것을 구입해서 먹을 경제적 여유가 없다면, 기근을 감소시킬 수는 없을 것이기 때문이다.

뿐만 아니라, 바이오테크는 개발 도상국가에서 식량 배급의 어려움을 해결할 수도 없다. 전체적으로 볼 때, 세계는 모든 사람들을 먹일 만큼 충분한 식량을 생산하고 있으나, 그 식량의 많은 부분이 절실하게 필요로 하는 지역으로 배급이 제대로 이루어지지 않고 있다. 특히 운송체계가 낙후된 나라인 경우, 그 나라의 지형은 유전학의 발달로 식량 공급이 증가하더라도 식량을 제대로 공급하지 못하게 하고 있다.

따라서 바이오테크는 “배급(distribution)”이라는 문제를 지니고 있다. 부유한 국가의 민간 생명공학 기업들은 유전자 변형 농산물에 대한 선도적인 연구의 많은 부분을 담당하고 있다. 하지만 그들이 개발한 농산물은 종종 개발도상국가의 가난한 농민들이 구입하기에는 터무니없이 비쌀 뿐만 아니라, 대부분이 그것을 가장 필요로 하는 지역에 공급되지 못할 것이다. 생명공학 기업들은 값비싼 제품개발의 비용을 충당하기 위해서 수익이 높은 고급시장을 우선적으로 공략해야만 한다는 당면한 재정적 요인을 가지고 있다. 그러나 일부 기업인 경우, 빈곤 국가들의 요구에 부응하는 곳도 있는데, 그 예로, 영국 런던에 본부를 둔 한 기업은 개발 도상국들과 비타민 함유량이 풍부한 “황금쌀(golden rice)”을 생산하는데 필요한 기술을 함께 공유하겠다고 밝힌 바 있다.

개발 도상국가에서도 생명공학 연구가 더욱 많이 이뤄지고 있다. 그러나 그러한 국가들의 식량 생산에 대한 유전공학적 연구의 효과를 증대시키기 위해서는, 미국과 다른 선진국들의 정부 기관들과 민간 생명공학 기업들간에 더 활발한 공동 협력이 필요하다. 실제로, ISAAA기구는 개발도상국가들의 농부들을 위한 생명공학적 해결방안

을 모색하고 전달하는데 있어서, ‘미국국제개발협회(the U.S. Agency of International Development)’와 국내 연구진, 그리고 민간 생명공학 기업들과 성공적으로 협력해 나가고 있다.

“프랑켄푸드(Frankenfoods)”가 미래의 식량이 될 것인가? 바이오테크가 만병통치약이 아닌 건 분명하다. 그러나 이것은 많은 개발도상국가에서 농업을 변화시켜 줄 것이라고 분명하게 약속해주고 있다. 만일 이러한 희망이 실현되지 못한다면, 그로 인한 실제적 피해자는 앞으로도 오랫동안 기근으로 허덕일 바로 그 나라 국민들이 될 것이다.

### 3. 미래는 완전한 디지털 사회?

By <sup>8)</sup>Nicholas Negroponte

원자가 비트로 바뀌어진다면 세상에는 어떤 일이 벌어질까? 유선으로 이뤄진 모든 것들이 무선화가 될까? 아니면 그 반대일까?

우리가 기억해야 할 중요한 사실은 비트는 비트라는 것이다. 디지털 세상에서는 영화나 잡지, 또는 음악은 존재하지 않는다. 오로지 1과 0의 숫자들만이 존재한다. 1946년에 프린스턴 대학의 통계학자인 John Tukey가 binary(이원체)와 digit(아라비아 숫자)를 ‘<sup>9)</sup>bit(비트)’라는 용어로 합친 이후에 그 단어가 세상에 나오게 된다.

그 후 25년간, 비트는 단지 학계의 일부 전문가들에게만 관심의 대상이었지만, 최근들어 비트는 누구에게나 중요한 개념이 되고 있다. 왜냐하면 우리는 어떤 것이

---

8) Nicholas Negroponte는 MIT공대 미디어 연구소의 공동 창업자이자 소장이며, “Being Digital”의 저자.

9) 수학이나 컴퓨터의 분야에서 2진수 1자리. binary digit의 약칭. 컴퓨터의 기억장치는 모든 신호를 2진수로 고쳐서 기억하며, 2진수에서의 숫자 0,1과 같이 신호를 나타내는 최소의 단위를 말한다.

든지 비트로 나타낼 수 있고, 머지 않은 미래에는 비트로 인체를 그려내고, 살아있는 사람 대신에, 그 비트로 그려진 인체에 새로운 의약품을 실험해 볼 수 있는 날이 올 것이기 때문이다.

책과 잡지, 그리고 신문은 더 이상 의미있는 요소가 되지 못한다. 중요한 것은 바로 단어이다. 단어는 사라지지 않는다. 단어는 인간들의 의사소통을 하는데 있어서 가장 강력하고 효과적인 수단중의 하나다. 몇 개의 단어들이-몇 개의 비트들이-종교를 생겨나게 할 수도 있고, 전쟁을 일으키거나 평화를 불러올 수도 있게 된다. 이러한 단어들이 눈에 나타날 때는 텍스트라는 형태로 제시된다. 과거 우리는 종이에 인쇄를 하거나, 돌에 새겨서, 또는 연기(smoke)등으로 표현하면서 텍스트를 구현하였다.

그러나 오늘날, 우리는 새로운 방식으로 텍스트를 구현할 수 있게 되었다. 우리는 텍스트를 비트(우리는 이것을 보거나 들을 수는 없다)로 축소시킬 수 있고, 그러한 새로운 표현형태를 전송받아, 저장하고 조작한 후, 나중에 컴퓨터 모니터나 한 장의 종이 위에 나타낼 수 있게 되었다. 음악이나 영화, 정지사진인 경우에도 위와 같은 방식이 실제로 사용되고 있다. 하지만 이러한 방식은 널리 인식되고 있기는 하나, 표현 방식에 따라 필요로 하는 비트의 양에 대해서 알고 있는 사람들은 많지 않다. 예를 들면, 우리는 독서를 할 때(필자와 읽는 속도가 같다고 한다면), 대략 시간당 300만 비트를 소비하며, 텔레비전을 볼 때는 초당 300만 비트를 소비하게 된다. 모든 비트가 똑같이 만들어지지 않는기 때문이다.

## 1) 대역폭(bandwidth) 이해하기

10)대역폭(bandwidth)은 비트를 움직이는 능력을 의미하고, 11)광대역(broadband)은

---

10) bandwidth(대역폭)이란, 일정한 시간 동안 주어진 전송 라인을 통해 전달 할 수 있는 정보의 양을 의미하며, 보통 단위는 bps로 표기한다.

11) broadband(광대역)은 주파수 분할 다중화 기법을 이용해 하나의 전송매체에 여러 개의 데이터 채널을 제공하는 정보통신용어. 기존의네로우밴드(narrowband)와 반대되는 개념으로, 크게 브로드밴드 네트워크와 브로드밴드 웹으로 구분되는데, 전자의 경우 전송할 때 아날로그 신호를 사용하기 때문에 동시에 비디오·음성·데이터를 다중의 전송 채널

초당 많은 비트를 움직일 수 있는 능력을 말한다. 대역폭을 파이프의 직경으로 비유하는 것은 잘못된 것이다. 왜냐하면, 우리가 비트를 사용하는 방식은 정원용 호수나 소방용 호스에서 물을 공급받는 것과는 다르기 때문이다. 우리는 비트를 반드시 연속적인 방식(마치 물의 흐름처럼)으로만 사용하지는 않는다. 설사 그렇다 하더라도, 우리가 사용하는 컴퓨터가 그러한 방식으로 비트를 수용해야한다는 것을 의미하는 것만은 아니다.

디지털 세상이 불러 올 가장 큰 변화들 가운데 하나는 가장 좁은 시간대와 가장 넓은 시간대에서 비동시적일 수 있는 능력이다. 가장 좁은 시간대의 관점에서 보면, 디지털 세상에서 우리는 효율적으로 통신 채널들을 사용할 수 있다. 예를 들면, 사람들의 대화를 분리하여-종류별로 보관하고-많은 사람들이 같은 대화방을 공유할 수 있게 해준다. 더 넓은 관점에서 보면, 우리는 새로운 방식을 사용하여 상호 편의에 맞게 메시지를 송수신할 수 있어서, 각각 개인의 시간을 나름대로 확장하고 축소하거나 바꿀 수 있게 된다. 또한, 한층 더 넓은 범위에서 보면, 우리는 오늘날에 비해서 훨씬 덜 밀집된 방식으로, 보다 개개인의 활동 리듬에 따라 행동할 수 있게 됨으로서, 사회적 행동은 더욱 비동시적이게 될 것이다. 그리하여 우리의 증손주 될 후손들은 우리가 자동차로 통근하고, 특정 시간대에 텔레비전 주위에 몰려들었다는 사실에 대해 굉장히 이상하다고 생각하게 될 것이다.

그러나 이러한 새로운 세상에서, 대역폭이 더욱 커지는 것은 반드시 좋은 것만도 아니며, 심지어는 우리가 원하는 바가 아니라고 볼 수도 있을 것이다. 게다가, 우리가 그것을 원할 때도, 기계 앞에 앉아 시간당 몇 억 개의 비트를 사용하기 위해서도 반드시 필요한 것은 아니라는 것이다. 오히려, 우리가 잠깐의 휴식을 취하면서 백만개의 비트를 단 1초라는 작은 시간 동안에도 사용하기를 원하게 될 수 있을 것이라고 보는 게 훨씬 더 일리가 있다. 이처럼, 우리는 매우 대화적이고, 돌발적인 방식으로 비트를 사용하게 될 것이다.

더구나, 미래에는 통신(the Net)의 지배적 사용자가 인간은 아닐 것이다. 미래에

---

을 통해 보내는 것이 가능하다.



는 기계가 우리가 상상할 수 없을 방식으로 서로 의사소통을 하게 될 것이다. 기계에게는, 정보를 조금씩 유입시킬 것인가 혹은 초당 수억 개의 비트를 쏟아 낼 것인가와 같은 문제가 우리에게 직접적으로 중요하지 않은 선택 사항일 뿐이다. 이러한 비트들은 점점 더 무선의 형태로 등장하게 될 것이다.

## 2) 무선화

플러그는 이제 낡은 것이다. 향상된 배터리 기술(그리고 전력소모를 줄이는 장치)과 'RFs'라고 불리는 12)무선주파수의 기술 발달로 인해, 플러그를 사용할 필요가 없게 되었다. 결국, 모든 전기 제품들은 아주 정교하게 내장된 무선 통신 수단을 이용하여 서로 대화를 하게 될 것이다. 궁극적으로, 모든 장거리 교통이 섬유조직화 될 것이고, 모든 단거리 교통은 무선주파로 이뤄질 것이다.

오늘날 우리는 여러가지 무선기기들(라디오, 휴대폰, 텔레비전, 무선통신기, 자동차 열쇠, 여기저기 두루 사용되는 무선 리모컨)을 사용하고 있는 바, 미래에는 아마도 수 천 가지의 무선기기들을 갖게 될 것이다.

슈퍼마켓의 스캐너에 의해서 읽혀지는 작은 수직 막대 표시인 '만국제품코드(the universal product code)'를 대신해서 무선 주파수 식별 태그(RF identification tags)가 등장하게 되면, 우리는 상품을 포장하는 계산대 위에서 소형 무선기기들을 볼 수 있게 될 것이다. 새롭게 등장하는 인쇄기술을 통해서, 실제정가표들을 곧바로 컨테이너로 인쇄하는 게 가능해질 것이다. 이 컨테이너는 소형 컴퓨터로서, 상품의 아이디(ID)나 가격, 그 외 다른 물품정보(상품의 유통기한)들을 전송하는 역할을 한다. 따라서 냉장고나 약 진열장은 그것들 안에 무엇이 들어있는 지를 알 수 있게 되며, 컨테이너는 각각의 알약 속에 어떤 성분이 들어있는지의 여부도 알려줄 수 있게 된다. 미래에는 이와 같이 모든 기계들이 서로 대화를 할 수 있게 될 것이고, 메시지

---

12) radio frequency(무선주파수)는 가청주파수보다 높은 수만 Hz 이상의 주파수. 공중을 전파(傳播)하는 전기 에너지의 모든 주파를 무선주파라 하며, 무선주파수에는 ① 지구표면을 따르는 것, ② 거의 직선으로 공간을 향하다가 전리층에서 반사 또는 굴절되어 다시 지구로 되돌아오는 것, ③ 공중에서 흡수되거나 소실될 때까지 거의 직선으로 공간을 향하여 계속 진행하는 것 등이 있다. ①, ②는 장거리에 사용되고, ③은 가시거리에 사용된다.

도 교환 할 수 있게 될 것이다.

컴퓨터는 이미 구시대의 유물이 되어가고 있다. 오늘날 우리가 아이스박스를 별스러운 물건처럼 여기듯이, 미래에는 우리의 후손들이 개인용 컴퓨터를 그렇게 보는 일이 흔해 질 것이다.

### 3) 디지털 격차

기술 예측가들이 10억만의 사용자가 인터넷(the Internet)에 접속하고, 일년 안에 1조 달러의 전자상거래 가치를 창출해 낼 것이라는 점을 알게 되기까지 너무 오랜 시간이 걸렸다. 오늘날 그들은 그 사실을 받아들이고 있는 듯 하지만, 또 하나의 실수를 저지르고 있다. 부유층들은 이 획기적인 통신수단인 인터넷을 맘껏 누리고 있지만, 그러한 인터넷사용의 분배가 고르게 이루어지지 않고 있기 때문이다.

일반적으로, 인터넷의 미래를 예상할 때 50%가 미국에서, 40%가 유럽, 5%가 일본과 한국, 그리고 나머지 5%를 그 외 다른 나라에서 점유하게 될 것으로 추측되어 왔다. 그러나 이것은 아주 잘못된 예측이었다. 아마도 우리는 그 나머지 5%의 나라들의 인터넷 점유율에 놀라움을 금치 못하게 될 것이다. 3년 이내에 개발도상국들은 인터넷의 50%이상을 점유하게 될 것이고, 이후 3년 안에 인터넷에서 가장 널리 사용되는 언어는 중국어가 될 것으로 예상되기 때문이다.

우리가 인터넷의 힘을 좌지우지 할 수 있는 개발도상국들의 능력을 잘못 평가했던 이유중의 하나는 필요성의 힘이라는 것을 과소평가했기 때문이다. 단 한번의 인터넷 접속으로, 많은 사람들이 함께 할 수 있고, 전에 책이 없었던 학교도 인터넷을 통해 전세계의 도서관을 이용할 수 있게 된 것이다. 미국인들이 즐기는 일대일 방식의 컴퓨터 사용은 유일한 접속 형태가 아니다. 그런 이유로 우리는 규모가 작고 자금력이 없는 회사가 어느 때든지 거대한 자본의 기업과도 경쟁할 수 있다는 점을 알면서도, 작고 가난한 나라 역시 세계 시장에서 크고 부유한 나라와 경쟁할 수 있다는 사실은 전혀 깨닫지 못하고 있다. 미래에는 그들이 우리 모두를 놀라게 만들 것이다. 한번 주목해 보도록 하라!

#### 4. 무엇이 실리콘을 대체하게 될 것인가?

By 13) Michio Kaku

정보화 시대를 이끌어 온 컴퓨터의 힘이 두배로, 다시 두배로 증가하는 것은 결국 멈추게 될 것이다. 그렇다면, 그 이후엔 무엇이 그것을 대체할 것인가?

모든 나라의 경제적 운명과 번영이 한가지 문제 즉, 실리콘 기반의 컴퓨터 기술이 2020년 이후에도 14) 무어의 법칙(Moore's law)을 지속시킬 수 있을 것인가라는 문제에 달려 있는 듯 하다. 무어의 법칙은 1조 달러를 벌어들이는 산업을 이끄는 원동력이다. 이것은 아이들이 크리스마스 때가 되면, 작년에 받았던 비디오 게임기 보다 거의 두 배나 성능이 좋은 것을 받는 게 당연하다고 생각하는 이유다. 그리고 이것은 우리가 2차 세계대전 당시 연합군들이 사용하던 모든 컴퓨터를 합친 것 보다 더 많은 처리 능력을 지닌 음악이 흘러나오는 생일 카드(나중엔 내다 버리겠지만)를 받을 수 있는 이유이기도 하다.

무어의 법칙 이면에 숨겨진 비밀은 반도체 업체들이 대략 18개월마다 손톱만한 크기로 실리콘 웨이퍼에 채워질 수 있는 트랜지스터의 수를 두 배로 늘린다는 것이다. 반도체 회사들은 자외선 방사선의 빛을 이용하여 결정질의 실리콘 위에 미세한 홈을 새겨 넣고, 트랜지스터의 수를 늘린다. 현재 한 개의 펜티엄 칩 안에 들어 있는 일반적인 전선의 너비는 사람 머리카락 한 개 너비의 500분의 1이고, 그것의 절연층은 불과 25원자 두께에 지나지 않는다.

---

13) 뉴욕 시립 대학의 물리학 교수이며, <Visions: How Science Will Revolutionize the 21st Century>의 저자이다.

14) 인터넷 경제3원칙의 하나로, 마이크로칩의 처리 능력은 18개월마다 2배로 늘어난다는 법칙. 마이크로칩 기술의 발전 속도에 관한 것으로 마이크로칩에 저장할 수 있는 데이터의 양이 18개월마다 2배씩 증가한다는 법칙이다. '인터넷은 적은 노력으로도 커다란 결과를 얻을 수 있다'는 메트칼프의 법칙, '조직은 계속적으로 거래 비용이 적게 드는 쪽으로 변화한다'는 가치사슬을 지배하는 법칙과 함께 인터넷 경제3원칙으로 불린다. 또한 컴퓨터의 성능은 거의 5년마다 10배, 10년마다 100배씩 개선된다는 내용도 포함된다.

그러나 물리법칙의 관점에서 보자면 이러한 두 배의 성능 증가가 영원히 지속될 수는 없다. 결국 트랜지스터는 너무 작아져서, 그것의 실리콘 부품들은 분자 크기에 가까워 질 것이다. 이처럼 놀라울 만큼 작은 공간에서는 양자역학(quantum mechanics)의 기이한 법칙들이 적용되어, 전자들이 그 사이에 놓인 공간을 통해 지나가지 못하고, 한쪽에서 다른 쪽으로 뛰어 넘어가게 된다. 구멍난 소방 호스에서 나오는 물처럼, 전자들은 원자 크기의 전선과 절연체로부터 뿔어져 나오게 되고, 그 결과 치명적인 누전을 일으키게 되는 것이다.

물론, 수십 년 동안 사이버 흥사 예언가들(cyber <sup>15</sup>Cassandras)은 무어의 법칙의 종말을 예시하여왔다. 물리학자인 Carver Mead는 “<sup>16</sup>The Chicken little sky is falling articles”과 같은 이야기들이 주는 교훈이 다시 떠오른다고 말한다. 그러나 Mead가 인정하고 있듯이, 2014년에 이르면 물리적 법칙에 의거하는 최종적 재앙이 나타나게 될 지도 모른다. 트랜지스터 부품은 이러한 우려를 불러일으키는 0.1 한도에 빠르게 접근해가고 있다. 즉, 그것의 너비가 0.1미크론이 되고, 그 절연층이 불과 몇 개의 원자 두께에 이르게 된다. 지난 해 인텔(Intel)사 기술자인 Paul Packan은 ‘사이언스(Science)’잡지를 통하여, 무어의 법칙이 붕괴될 수도 있다고 공개적으로 경고한 바 있다. 그는 “현재 이러한 문제에 대처할 어떤 해결책이 나오지 않고 있는 상태입니다.”라고 글에서 밝히다.

그 해결의 열쇠는 이미 제시되어 있다. 실리콘을 이어갈 차세대 물질을 찾는 일이 일종의 십자군 운동처럼 되어버린 것이다. 그것이야말로, 컴퓨터 연산의 성배(Holy Grail)가 될 것이기 때문이다. 물리학자들 사이에서는 다음 세기의 실리콘 벨리(the Silicon Valley)를 세우기 위한 경쟁이 이미 시작되고 있다. 현재 연구 중에 있는 몇 가지 이론상의 대체 컴퓨터들은 다음과 같다.

---

15) Cassandra(카산드라)는 저주를 뱌으며 미래를 예언하는 그리스 신화의 흥사예언자로, 주로 재앙을 예언하고 사람들이 믿어주진 않지만 정확히 예언했다.

16) Chicken Little는 하늘에서 떨어진 도토리를 머리에 맞고 하늘이 무너진다(the sky is falling)고 생각하여 왕에게 이르러 가는 동화속 주인공이다. 이 것은 별것도 아닌 일에 지나치게 민감한 사람을 말하기도 하는데, 성급한 판단이 일을 그르친다는 교훈을 주고 있다.

### 1) 17) 광 컴퓨터(the Optical Computer)

이 컴퓨터는 전기대신에 레이저 광선을 사용한다. 전선과는 달리, 레이저 빔은 다른 물체를 통과할 수 있어서, 3차원 마이크로프로세서를 실현시킬 수 있다. 광 트랜지스터는 이미 개발되었다. 하지만 그 부품들은 여전히 크기가 꽤 크고, 조잡하다. 데스크 톱 컴퓨터의 크기에 상응하는 광 컴퓨터는 자동차 한 대 크기와 같을 것이다.

### 2) DNA컴퓨터(the DNA Computer)

현재 연구중인 가장 기발한 생각 가운데 하나는 DNA를 이용하여, 이중으로 연결된 분자를 일종의 생물학적인 컴퓨터 테잎(0과 1의 이진법으로 암호화하는 대신 A, T, C, G로 나타나는 4개의 핵산을 이용함)으로 취급하여, 연산을 수행하는 것이다. 이러한 방법은 대용량의 숫자들을 훨씬 더 쉽게 처리해줄 것으로 보고 있으며, 그렇기 때문에 대형 은행과 기관들은 앞으로 이러한 컴퓨터를 사용하게 될 것이다. 그러나 DNA컴퓨터는 유기 액체의 수많은 관들로 이루어진 거대 축소판으로, 가까운 미래에 랩톱 컴퓨터를 대체할 것으로 보이지는 않는다.

### 3) 분자 컴퓨터와 도트 컴퓨터(Molecular and Dot Computers)

또 다른 기발한 고안들로는 분자 컴퓨터와 양자 도트 컴퓨터가 있다(이들 각각은 실리콘 트랜지스터 대신에 한 개의 분자와 한 개의 전자를 사용함). 그러나 이러한 방법은 해결해야만 할 기술적인 문제들과 직면해 있는데, 예를 들면 원자선과 절연체를 대량 생산해야만 가능하다는 것이다. 실현 가능한 이와 같은 컴퓨터는 아직 개발되어 있지 않다.

---

17) 광컴퓨터(optical computer)는 연산 회로에 광집적회로(optical IC)를 사용한 컴퓨터. 빛의 가장 큰 특징인 고속성이나 병렬성을 살려 논리·연산을 하는 초고속·초대용량의 컴퓨터의 실현이 가능할 것으로 예상하고 있다.

#### 4) 양자 컴퓨터(the Quantum Computer)

이러한 미래의 실리콘 밸리 선점 경쟁에서 가장 예상치 못했지만, 가장 유력하게 떠오르는 대안은 양자 컴퓨터인데, 이것은 '최후의 컴퓨터'라고 불려지기도 한다. 이것은 팽이처럼 빙빙 도는 원자핵을 촘촘히 배열시킨 집합에다가 레이저나 라디오 빔을 쏘아대는 방법을 이용한다. 레이저 빔이 원자들과 부딪히면, 그것들 중 몇몇 회전하는 원자핵이 움직이게 된다. 그리하여 그러한 회전체가 어떻게 움직이는지를 분석함으로써 복잡한 연산이 수행될 수 있는 것이다.

미 정보국은 이러한 새로운 형태의 컴퓨터들을 불안한 시선으로 바라보고 있다. 특히 양자 컴퓨터는 너무 강력해져서 CIA가 조합할 수 있는 가장 복잡한 비밀 암호들을 풀어버릴 수도 있다고 보고 있다. 그러나 가까운 시일 내에 양자 컴퓨터가 몇몇 실험실에서 펄쩍 뛰쳐나와 CIA를 마비시키지는 않을 것이다. 아주 미세한 방해 -심지어는 일시적인 방사선 흐름-가 연산을 수행하는 원자들의 본래의 성질을 바꾸어 버릴 수 있고, 결국에는 연산이 이뤄지지 못하게 된다. 현재, 양자 컴퓨터는 대략 다섯 개의 원자에 대해서 매우 미미한 연산만을 수행할 수 있다. 어떤 유용한 일을 해내기 위해서는, 수백만 개의 원자에 대해서 연산을 해낼 수 있어야 한다.

분명한 사실은 위에서 말한 어떤 컴퓨터도 아직 그들의 전성기를 맞이할 준비를 못하고 있다는 것이다. 대부분 여전히 설계 상태에 놓여있고, 심지어 제작 중에 있는 원형들도 아직은 너무 조잡해서 실리콘의 편리함과 효율성과는 견줄 수 없는 상태에 있다.

이러한 상황에도 불구하고 한 가닥 희망은 있다. 만일 무어의 법칙이 계속 약해지지 않고 지속되는 경우, 일부 예측에 따르자면, 2050년에는 우리가 사용하고 있는 컴퓨터가 초당 500조 바이트 이상을 훨씬 넘는 양을 연산해 낼 것이고, 이 정도의 단계에 이르면, Ray Kurzweil이 주장했듯이, 컴퓨터는 우리 인간보다 매우 영리해지게 될 것이라고 보고 있다. 진화론에 의하면, 유기체는 우위의 적응력을 지닌 종에 의해 바뀌어진다고 한다. 인간의 명령을 받는 데에 신물이 나버린 로봇들은, 만일

우리가 운이 좋다면, 우리가 멸종시켰던 종들에게 우리가 보여주었던 것보다 더 많은 동정심을 우리에게 보여줄지도 모른다. 아마도 로봇은 우리를 동물원에 가두어, 땅콩을 던져주면서, 우리(cage)안에서 춤을 추게 할지도 모른다.

그렇게 본다면, 결국 무어의 법칙의 붕괴는 그다지 나쁜 것만은 아니다. 만일 앞에서 제시한 새로운 대안들이 성공하지 못한다면, 컴퓨터의 성능은 매년 크리스마스 때마다 자동적으로 증가하지는 않을 것이다. 그러나 그 역시도 우리의 자유를 위해 희생해야 할 자그마한 대가에 불과한 것일지도 모른다.



## II. 미래의 직업과 세계

### 1. 미래에는 빈민들에게도 희망이 있을까?

By <sup>18)</sup>Amartya Sen

빈곤은 단순히 GDP에 의해서 정의되는 것이 아니다. 빈곤에는 정치적, 교육적 원인들이 있고, 다각적 차원의 구제책이 필요하다.

발전이라는 것은 부유한 자들이 더 부유해지는 것보다는 부족함이 줄어드는 것에 의해서 더욱 실감나게 판단될 수 있다. 우리는 빈민들의 생활이 얼마나 나아질 것인가에 대한 예견을 내놓지 못하면서 미래를 제대로 이해할 수 없다. 그렇다면, 빈민에게도 희망이 올 것인가? 이에 대답을 하기 위해서는, 우리는 먼저 어떤 사람을 빈민으로 보아야 할 지에 대해서 이해를 분명히 해야만 한다. 몇몇 빈곤의 유형은 파악하기가 쉽다. 리어왕(King Lear)이 “혈빛고 굶주린 상황(loop'd and window'd ragedness)”이라고 불렀던 것에 직면했을 때, 즉각적인 판단을 모면할 방법이 없다.

하지만 리어왕 역시 잘 알고 있었듯이, 빈곤은 여러 가지 양상을 지닌다. 경제적 빈곤만이 인간의 생활을 궁핍하게 만드는 유일한 형태는 아닌 것이다.

빈민을 구별함에 있어서, 우리는 정치적 자유와 시민권이 인정되지 않는 수단(Sudan)에서 북한에 이르는 독재국가의 국민들의 빈곤을 주의하여 볼 필요가 있다. 또한 우리는 아시아나 아프리카에서와 같이 남성위주의 사회에서 절대적으로 순종적인 삶을 살아야 하는 억눌린 여성들의 곤경을 이해하려고 노력해야 한다. 아울러, 배

---

18) Amartya Sen은 1998년 노벨 경제학상 수상자이며, 그녀의 최근 저서로는 <Development as Freedom>이 있다.



움의 기회조차 얻지 못해서 글도 모르는 아이들, 다수 집단에 의한 학대가 두려워서 조용히 숨어 살아야 하는 소수집단들, 그리고 ‘법과 질서’라는 구호 하에 수감되고 때론 고문을 당하는 소위 반역자라고 불리는 사람들의 삶을 이해하려고 해야한다.

문제를 직선적이고 좁게 다루려는 사람들은 넓은 관점에서 빈곤에 대한 정의를 내리는 것에 반대하는 경향이 있다. 그들은 단순히 소득을 보고, “하루에 1달러 또는 2달러 이하로 생활하는 사람이 몇 명인가?”라고 물으면 될 것이 아닌가하고 한다. 이러한 협의적인 분석은 단순하게 경향을 예측하고, 빈민의 수를 헤아리면 된다는 식이다. 이는 “빈민의 미래”를 예측하는 간단한 방법일 수는 있지만, 실제로 인간의 생활은 다양한 방식으로 궁핍해질 수 있다. 부자이든지 가난한 자든지 간에 정치적으로 구속받는 국민들은 행복한 삶의 기본적인 요소들을 충족시키지 못한 채 살고 있다. 마찬가지로 문맹, 의료혜택의 부족, 여성들의 기본적 이익에 대한 불공평한 관심과 같은 사회적 빈곤들도 인간의 생활을 궁핍하게 만든다.

우리는 경제적, 정치적, 그리고 사회적 빈곤들간에 서로 관련이 있다는 점을 무시할 수 없다. 독재주의 옹호자들은 “정치적 자유가 경제적 발전에 도움을 주는가?”라고 오해를 일으킬만한 질문을 던지면서, 정치적 자유 그 자체가 국가 발전의 일부라는 사실을 간과한다. 그러한 그릇된 질문에 대해서, 그들은 “GDP의 성장률이 민주주의 국가에서 보다 비민주주의 국가에서 더 높다”라는 잘못된 대답으로 응답한다. 광범위한 경험적 연구에서도 자주 반복되는 이러한 주장에 대한 확실한 증거는 없다. 분명한 점은, 남한의 경우 민주주의를 재정립하기도 전에 빠르게 성장을 해온 반면에, 북한은 그렇지 못했다는 것이다. 게다가 민주국가인 보츠나와도 독재국가인 에디오피아나 가나보다도 훨씬 빨리 성장을 해온 것이 사실이다.

더군다나, GDP의 성장만이 유일한 경제문제가 될 수는 없다. 정치적 빈곤의 해소는 경제적 취약성을 감소시키는 데에 실로 많은 도움이 된다. 그 예로서, 민주주의는 어렵고 소외된 자들에게 정치적 시민적 권리뿐만 아니라 발언권을 줌으로써 경제적 안정을 이루는 데에 도움을 줄 수 있다는 상당한 증거들이 있다. 기근 현상이 독재정권이나 군사 정권 하에서만 발생한다는 사실, 개방적이고 민주적인 국가(심지어는 아주 빈민국인 경우에도)에서는 큰 기근이 발생한 적이 없다는 사실은

정치적 자유의 보호력이 지니고 있는 가장 기본적인 부분을 단적으로 보여준다. 비록 인도의 민주주의는 여러 가지 불완전함을 지니고 있음에도 불구하고, 1947년 독립이 이루어진 직후, 그로 인해 생겨난 정치적 인센티브들은 큰 기근현상을 없애는데 충분한 도움이 되었다(인도의 마지막 기근은 그로부터 4년 전인 1943년이었고, 나는 어릴 적에 목격한 바 있음).

이와 대조적으로, 중국은 기초교육과 의료혜택의 보급과 같이 여러 측면에서 인도보다 훨씬 더 발전되었음에도 불구하고, 1959에서 1962년까지 최대의 기근이 발생했다는 사실이 기록되어있으며, 당시 사망자 수만 해도 3천만 명 정도로 추정되고 있다. 현재는 북한과 에디오피아, 수단이 고질적인 기근에 허덕이고 있는데, 이 세 국가들 역시 독재 군사정권 하에 있는 것이다.

사실, 국민에게 안정을 가져다주는데 있어서 민주주의가 지닌 보호력은 기근방지보다 그 효과가 훨씬 더 광범위하게 나타난다. 급성장하는 남한이나 인도네시아에 사는 빈민들은 누구나 다같이 경제적인 부를 축적하고 있다고 여길 때는, 민주주의에 대해 그다지 중요하게 생각하지 않을지도 모른다. 그러나 경제 위기가 닥칠 때 (빈부격차가 커지면서), 정치적 권리와 시민권은 경제 수단과 생활이 극도로 힘들어진 사람들에게 의해서 너무나도 절실히 요구되었던 것이다. 그래서 현재는 남한, 인도네시아, 태국, 그외 여러 나라에서 민주주의는 중요한 문제가 되고 있다.

민주주의는 그 자체로 가치를 지니고 있기는 하나, 특히 경제적 측면에서 볼 때 항상 효과적인 것이 되지 않을 수도 있다. 하지만, 위기가 닥치고 경제적으로 박탈당한 사람들이 민주주의가 가져다주는 힘을 필요로 할 때가 오면, 그 본래의 힘을 발휘하게 된다. 아시아 경제위기는 사회적 안전망과 민주적 권리, 정치적 발언권의 중요성을 우리에게 일깨워 주었다. 따라서 정치적 박탈은 경제적 빈곤을 증가시킬 수 있는 것이다.

민주주의와 경제적 빈곤간의 상관관계에 대한 여러 가지 유형은 동아시아와 동남아시아에서 있었던 실제적 경험에서 나온 많은 증거들을 통해서 볼 수 있다. 즉 사회적 빈곤을 제거하는 것이 경제 발전이 촉진시키고 그에 따른 이윤을 국민들에게 더욱 균등하게 배분할 수 있게 된다는 것이다.

만일 인도가 제대로 발전하지 못했다하더라도, 그 원인은 시장경제가 실현될 수 있는 기회를 차단했기 때문만이 아니라, 사회적 빈곤(예를 들면, 널리 만연된 문맹)에 대한 관심이 부족했기 때문이다. 인도는 그 동안 과거에서 진일보된 높은 수준의 교육을 실시함으로써, 그 효과적 결실을 거두고 있다(인도의 급 부상하는 소프트웨어 산업은 그 결실중의 한 단면을 보여줌). 그럼에도 불구하고, 거의 절반이상의 인도인들이 문맹이기 때문에, 인도는 그로 인한 값비싼 희생을 치르고 있다. 이와 같이 사회적 빈곤이 경제적 빈곤을 지속시키는데에 일조를 하게 되는 것이다.

필자가 미래를 희망적으로 보고 있다면, 그것은 전 세계적으로 민주주의를 외치는 목소리가 날로 증가하고 있으며, 사회적 정의에 대한 필요성을 점차 많이 인식하고 있다는 사실을 보기 때문이다. 민주주의는 아시아, 라틴 아메리카, 심지어는 아프리카에서도 그 입지를 다시 굳혀가고 있다. 인도나 방글라데시 등지에서는 성 평등과 기초 교육에 대한 관심이 많아지고 있다. 나는 무조건적으로 희망을 갖는 게 아니라, 분명히 어떤 근거를 가지고 미래를 희망적으로 보고 있다. 하지만 우리는 빈민들이 희망을 갖는 게 당연하다는 것을 확신하기 위해서라도, 빈곤에 대해 충분하고도 폭 넓은 관점을 취해야만 할 것이다.



## 2. 무엇이 기술경제를 대체할 것인가?

By <sup>19)</sup>Stan Davis & Christopher Meyer

*정보기술경제를 대체할 생명경제시대를 준비하자. 생명경제에서는 돈에서 풍기는 냄새마저도 새로운 의미를 지니게 될 것이다.*

1950년대 초부터 70년대 초까지 약 20여년간 우리는 산업경제 속에서 더 이상 살

---

19) Stan Davis 와 Christopher Meyer는 <Future Wealth and Blur>의 공동 저자이다. Davis 는 미국 메사추세츠휴주 캠브리지의 기업혁신을 위한 Ernst & Young 센터의 상임연구원 이고, Meyer는 동 센터의 소장을 맡고 있다.

고 있지 않다는 사실을 깨닫지 못했다. 마침내 그 낡은 경제가 사라졌다는 것을 알게 되었을 때도, 우리는 새로 등장한 경제를 무엇이라고 불러야 할지 몰랐다. 후기 산업경제라고 해야하는가? 아니면, 서비스경제라고 해야하나? 쇼핑과 획득경제라고 해야하나? 결국 그 새로운 경제의 타이틀은 정보경제가 거머쥐게 되었다.

자, 다시 한번 “이미 지난 것들(deja vu)”에 대한 새로운 준비를 하자. 다른 것과 마찬가지로, 모든 경제는 시작과 끝이 있었고, 몇 십 년 후에 우리는 정보 경제의 최후도 볼 수 있을 것이다. 이와 같이 모든 경제체제가 사라지는 이유는 서서히 없어지기 때문이 아니라, 다른 경제가 그것을 대체하게 되기 때문이다. 그리고 바로 이것이 지금으로부터 향후 25년간 일어나게 될 일인 것이다.

농업경제의 등장으로 인해 시들어지기 전까지 수십 만년동안 인간의 생활을 지배해 왔던 것은 수렵과 채집 경제였다. 인간은 1만년 동안 농업경제 하에 살았고, 그 다음으로는 산업경제가 등장하였다. 산업경제는 1760년대에 영국에서 시작되었고, 1950년대 초에는 미국에서 점차 쇠퇴의 길을 걷게 된다. 우리는 절반쯤 지난 정보경제의 길 위에 있으며, 앞으로 그 정보경제가 75년에서 80년 가량 지속된다고 본다면, 2020년대 후반에는 그 최후를 보게 될 것이다. 그런 이후에 그 다음 경제를 맞이할 준비를 해야 하는데, 그 것이 바로 ‘생명경제(bioeconomy)’인 것이다.

사람과 식물, 기업과 산업, 경제 그리고 인간이 이룩한 전체 문명의 순환 과정은 잉태, 성장, 성숙, 쇠퇴라는 네 가지의 독특한 과정을 거친다. 인터넷은 정보경제의 성숙단계에서 나타난 주요한 사건이다. 그리고, 그것의 마지막 쇠퇴 단계에서는 값싼 칩과 무선 기술이 널리 사용되어서, 모든 것들이 서로 연결되어질 것이다. 생명의 순환은 서로 중복되기 마련인데, 그런 점에서 볼 때, 정보경제가 향후 성숙기를 거치는 동안 ‘생명경제’는 태동을 하고, 2020년대에 들어서면서 성장기에 접어들게 될 것이다.

생명경제는 1953년에 Francis Crick 와 James Watson이 DNA라고 불리는 이중의 나선형 구조를 발견했을 때부터 시작되었다. 그 이후로 생명경제는 잉태 단계에 들어서게 되었고, 인간 게놈지도를 해독하고 발표함으로써 그 잉태 단계의 종지부를 찍었다. 우리는 현재 순환과정의 두 번째 단계인 성장 단계에 들어서고 있다. 이 시

기에는 정보경제의 두 번째 단계에서 반도체와 소프트웨어가 출현했던 것처럼, 새로운 산업들이 등장하게 될 것이다. 따라서, 생명공학기술은 생명경제 시대의 발판을 마련해 줄 것이다. 향후 20년간, 유기 생명공학기술은 무기 실리콘 정보기술, 무기 합성물질, 나노기술(nanotechnology)들과 서로 연결이 되면서 발전하게 될 것이다.

정보기술과 생명공학기술이 공존하는 시기 동안 많은 생물학적 과정들은 디지털화 될 것이다. 지금까지는 숫자, 단어, 소리, 이미지 등 네 가지 종류의 정보 형태가 지배적으로 사용되어왔다. 그러나 정보는 매우 다양한 형태로 나타나는데, 예를 들면 냄새, 맛, 촉감, 상상, 직관과 같은 것들로서 얻어진다. 그러나 문제는 냄새와 맛, 그리고 다른 새로운 정보 형태들을 위한 기술이 상업적으로 현실화시킬 수 있을 정도로 발전되지 못했다는 점이다. 2020년대쯤이면, 그와 같은 기술이 상업화 될 것이다.

예를 들면, 가장 기본적인 감각인 후각인 경우, 시각과 청각 정보에 사용되었던 방식 그대로 디지털화 되고있다. 냄새를 만드는 기본적인 정보들은 분자적으로 포착될 수 있고, 저렴한 가격으로 하나의 칩 위에 디지털적으로 표현될 수 있다. 캘리포니아주 오클랜드의 Digiscents와 캘리포니아주 라호야의 Ambryx와 같은 기업들은 이미 디지털 향기를 개발했다. 캘리포니아주 파사데나의 Cryano Sciences에서는 질병을 “코로 맡을 수 있는” 의료진단용 기술을 개발하고 있다.

꽃향기를 텍스트와 그래픽 메시지가 함께 결합된 안부엽서를 보내는 것을 상상해 보자. 2020년대에는, 디지털 영화들이 자체의 독특한 향기를 내뿜는 화면을 보여줄 것이다(우리는 ‘The Beach’를 리메이크한 영화에서 Haley Joel Osment를 보고, 코코넛 오일의 냄새를 맡게 됨). 단지 그것 뿐 인가? 은행은 어떻게 냄새를 풍길까? 체이스(Chase)사는 시티그룹(Citigroup)과 어떻게 다른 냄새를 풍길까? 소매업체들은 어떤 냄새가 날까? 이것은 우리가 미래에 보게 될 빙산의 일각에 불과하다.

좀 더 근본적으로 보면, 생명경제시대에 의해서 우선 활기를 띠게 될 네 가지 산업은 제약업, 의료업, 농업과 식품업이 될 것이다. 가장 잘 알려진 것은 이미 시중에 등장한 수십 여 개의 유전자변형 의약품들이다. 대부분의 이러한 약품들은 현재 남아있는 문제점들을 해결함으로써 우리의 생명을 구하게 된다. 향후 수십 년간 이루어질 생명공학을 위한 가장 큰 변화 중 하나는 질병을 치료하는 패러다임에서 질

병을 예측하고 예방하는 패러다임으로 변형시켜 건강관리를 하는 방식이 될 것이다. 오늘날 건강관리는 실제로 병을 치료하는 행위를 말한다. 이러한 질병 치료 (sick-care)차원의 의료 사업은 환자들을 병실에 가득 채워서 돈을 벌어들인다. 최근에 우리는 질병관리 (managed-care)모델 차원에서 의료혜택을 받고 있다. 이것은 과도기에 있고, 앞으로 10년에서 20년 가량 지속될 것이다. 관리 모델 하에서는 병실의 환자들을 줄임으로써 수입을 거둬들인다. 생명경제 시대의 건강관리는 예방적 모델 차원에서 이뤄질 것이고, 이전과는 반대로 사람들이 병원으로 가는 것을 미리 예방함으로써 돈을 벌어들이게 될 것이다.

어느 경제에서나 기본적인 욕구들은 최신 기술을 사용하여 충족된다. 2020년대 생명경제 시대에서의 농장은 단순히 논과 밭을 의미하는 것이 아니라, 수백만 달러의 제조 공장을 지닌 초대형 유전자 공학 작업장이 될 것이다.

오늘날, 유전자 변형된 우유, 고기, 농산물은 이미 슈퍼마켓의 진열장에 놓여있다. 많은 반대에 부딪히면서도, 수많은 옥수수 품종들이 유전자 변형되었다. 한 연구에 따르면, 유전자 변형된 옥수수의 몇몇 변종에서 나온 꽃가루가 왕나비 유충을 죽였다고 한다. 유전자변형 식품에 대한 사람들의 우려는 광분을 불러 일으켰고, 결국 Monsanto사의 생명과학 전략을 방해하여, 그 기업의 최고경영자마저 사퇴하기에 이르렀다. 그러한 사건들은 분명히 앞으로도 증가하게 될 것이다.

2025년 이후에는, 생명경제가 성숙단계에 이르게 되고, 생명공학의 효력과 응용 기술이 겹보기에는 생물학과 관련이 없어 보이는 분야들에게까지도 퍼져나가게 될 것이다. 1950년대와 60년대에는 컴퓨터가 제조업에서부터 호텔, 보험에 이르는 모든 산업을 바꾸게 될 것이라는 점을 이해하기가 어려웠다. 그와 마찬가지로, 현재로서는 어떻게 생명공학기술이 비생물학적 분야를 바꾸게 될 것인가에 대해서 파악하기가 어렵다. 21세기 중반 경에 올 생명경제의 세 번째 단계에서는, 생명공학 응용기술이 우리의 비생물학적 생활의 구석구석 많은 부분들속으로 파고들어 가게 될 것이다.

새로운 혜택들이 생기는 만큼 그에 따른 문제들도 계속 생겨날 것이다. 각 시대마다 어두운 면이 있었던 게 사실이다. 산업경제는 오염과 파괴를 낳았다. 정보경제 시대의 주요 문제는 개인의 사생활 침해이다. 생명경제 시대에는 윤리문제가 도마

위에 오를 것이다. 복제, 유전자변형 식품, 인종 개량학, 유전특허, 유전병에 대한 확산 등은 이미 폭풍을 불러일으키고 있는 많은 발전들 가운데 극히 일부 일 뿐이고 그 폭풍은 미국에서 매우 강력해질 것이다.

이러한 모든 일들은 베이비붐 세대를 매우 독특한 존재로 만들어 줄 것이다. 즉, 그들은 세 가지 각기 다른 경제체제하에 살아간 역사 속 최초의 사람들이 될 것이라는 것이다. 산업경제 시기 말에 태어나, 정보경제 하에서 거의 모든 생애를 보내게 될 것이고, 그들의 손자들이 생명경제를 헤쳐나가는 모습을 지켜보면서 마지막 생애를 보내게 되는 것이다.

그러나 1964년 이후 출생한 X세대들은 그와 조금은 다를 것이다. 그들은 직장생활을 하는 동안에, 두 가지 주요한 경제적 변화를 겪게 될 것이다. 첫째는 정보경제를 헤쳐나가는 것에서 나머지 절반을 연결하는 것으로, 둘째는 마이크로웨이를 기반으로 연결된 세계에서 세포 기반의 생물학적이고 생태학적 세계로의 변화이다. 그리고 Y세대에 속한 당신들이라면, X세대들 보다 하나 더 많은 세 가지 경제적 변화를 겪어야 될지도 모른다.

아무리 오랫동안 생명경제시대 속에서 살게 된다고 하더라도, 그 생명경제는 다음에 생겨날 경제형태이다. 과거, 현재, 미래의 모든 경제들 가운데에서, 생명경제는 가장 큰 영향력을 발휘하여 정보경제를 보잘 것 없게 만들 것이다.

### 3. 미래에 가장 인기있을 10가지 직업은?

By Julie Rawe

직업이 변할 것이라고 생각하는가? 십 년 전, 과연 누가 2000년도 가장 인기있는 직업이 웹디자이너가 될 것이라고 추측할 수 있었겠는가? 미래의 직업에 대한 몇 가지 단서들을 보여주고자 한다.

#### 1) 조직 공학자(tissue engineers)

인공 피부가 이미 시중에 나와 있고, 인공 연골 조직도 곧 등장할 것이라는 점에서 볼 때, 과학자들은 앞으로 25년 이내에 20)페트리접시(a Petri dish)에서 배양해 낼 수 있을 것이라고 기대하고 있다. 그렇지 못하더라도, 적어도 그러한 시도는 하리라고 보고있다. 연구자들은 동물의 복강 내부에서 새로운 장과 담낭을 성공적으로 키워냈고, 간과 심장, 그리고 신장의 조직을 만드는 연구를 이미 시작하였다.

#### 2) 유전자 프로그래머(gene programmers)

디지털 게놈 지도가 만들어진다면, 실험실 기술자들은 일련의 컴퓨터 암호들을 수정하여 개개인의 유전자를 바꾸게 됨으로서, 맞춤형 처방을 할 수 있게 될 것이다. DNA 검사를 통해 유전자 결함을 밝혀내고, 의사들은 특정 암 질환을 포함한 다양한 질병을 예방하기 위해서 유전자 치료와 “스마트(smart)”분자들을 이용하게 될 것이다.

#### 3) 약품 농업가(pharmers)

새 시대의 맥도날드 농장(Old MacDonalds)은 치료효과를 지닌 단백질을 생산하기 위해서 유전자변형 농작물과 가축들을 기르게 될 것이다. 백신이 들어있는 토마토, 약물이 함유된 동물(소, 양, 염소)의 우유에 관한 연구들이 진행 중이다.

#### 4) 유전자변형식품 감시원(frankenfood monitors)

저녁식사로 무엇을 먹어야할지 고민되시나요? 유전자를 약간 변형시켜서 성장이 빠른 물고기와 냉동에서 오래 저장이 가능한 과일들을 생산해 낼 수 있게 되면, 인구 과잉상태의 지구를 먹여 살리는데 도움을 줄 것이다. 그러나, 그러한 변종들은 항상 부지중에 먹이 연쇄를 파괴해 버릴 수도 있다. 그래서 생태계 순찰대는 일명 ‘21)트

20) 페트리접시란 세균 배양에 사용하는 뚜껑 있는 얇은 접시를 말한다.

21) 트로이 효과란, 상대방이 눈치를 채지 못하게 서서히 숨어들어 해를 끼치는 것, 트로이 전쟁시 목마에서 병사들이 나와 트로이를 멸망시킨데서 유래하였다.



로이 유전자 효과(Trojan gene effects)'라는 것을 감시하게 될 것이고, 현상금 사냥꾼들은 미농무성(USDA)이 통제를 벗어난 변종들을 제거하는데 도움을 줄 것이다.

#### 5) 자료 수집가(data miners)

22)에스크 지브스(Ask Jeeves)가 대신해 주지 않는다면, 조사전문가들이 다량의 자료로부터 유용한 정보를 얻기 위해 등장하게 될 것이고, 그들이 매매자들이나 유행병학자들 등에 대한 행동 유형들을 정확하게 꼬집어 줄 것이다.

#### 6) 직통 수리공(hot-line handyman)

아직도 VCR을 재프로그래밍시킬 생각을 하면 겁이 나는가? 새롭게 유행하고 있는 DVD는 그냥 내버려두고 있는가? 그렇다면, 3-D 홀로그래픽 TV가 전원이 켜지지 않을 때까지 또는 말하는 토스터가 당신에게 시끄럽게 불평을 늘어놓을 때까지 그냥 기다려라. 언젠가는 원격 진단으로 대부분의 가전제품이 관리될 것이다. 그러나 여전히 일부 수리공들은 집으로 전화를 걸게 될 것이다... 당신의 비디오폰으로.

#### 7) 가상 현실 배우(virtual reality actors)

23)페이퍼뷰(pay-per-view)는 페이퍼플레이(pay-per-play)가 될 것이고, 이러한 가상현실 배우들이 사이버공간의 드라마에서 당신과 상호작용을 하게 될 것이다. 그렇게 되면 드라마 대본작가들에 대한 수요도 매우 많아질 것이다. 종일 컴퓨터에 앉아있는 사람들이 단조로운 일상에서 탈출하기 위해 참신한 즐거리를 써내라며 부르짖을 것이기 때문이다.

#### 8) 네로우캐스터(narrowcasters)

현재의 방송 산업은 점점 더 개인을 위한 것이 될 것이고, 바로 당신만을 위한

---

22) 에스크지브스(Ask Jeeves)는 심마니나 미스다찾니와 같은 인터넷 검색 엔진의 일종이다.

23) Pay-Per-View(PPV)는 일정한 금액을 내고 시청하는 유료방송이나 프로그램을 말한다.

컨텐츠(읽기: 상품배치)를 제작하기 위해서 광고업자들이 참여하게 될 것이다. 또한 주변의 상업적 광고들도 ‘광고 메시지(buy-me messages)’를 직접 당신의 머리 속에 쏘아 보내려는 최종 목표를 가지고, 미각과 후각을 이용하여 당신의 흥미를 이끌어 낼 것이다.

#### 9) 튜링테스터(Turing testers)

50년 전 영국의 수학자 <sup>24)</sup>알란 튜링(Alan Turing)이 제안했듯이 컴퓨터 기술자들은 당신에게 사람과 기계 중 누구와 얘기를 하는지에 대해서 물음으로서, 인간의 지능을 흉내내기 위한 실험결과들을 계속해서 측정하게 될 것이다. 당신이 그것을 구별을 해 낼 수 없을 때쯤이면, 이러한 인간 모의 실험 장치들은 침착한 고객 서비스 대변인으로서 활용이 될 것이다. 뿐만 아니라, 이것들은 당신의 전자메일을 요약 하기도 하고, 심지어는 “엄마, 저예요. 전화 못 받아서 죄송해요 . . .”라는 식으로 답장을 보낼 수도 있는 인터넷 대변인으로서도 사용될 것이다.

#### 10) 지식 공학자(knowledge engineers)

인공지능 브로커들이 당신이 지닌 전문가적 지식을 번역하여 소프트웨어로 만들 게 되면서, 당신을 하나의 단순한 소형으로 축소시켜버릴 것이다.

### 4. 미래에 사라지게 될 직업들은?

#### 1) 주식 중개업자, 자동차 판매원, 우체부, 보험과 부동산 중개업자

인터넷은 수백만 중개업자들의 일자리를 빼앗아 갈 것이다. 그럼에도 불구하고 인터넷을 모르는 사람들에게 그들이 원하는 바를 제공하고자하는 몇몇 끈질긴 중개업자들도 여전히 남아있을 것이다. 당신은 우리와 계약을 할 것이다, 그렇지 않은가?

---

24) 알란 튜링 (Alan Turing, 1912-1954, 영국)은 영국의 수학자로서, 가상(假想)의 자동기계인 “튜링기계”를 고안하였다.

## 2) 교사

원격 학습은 더욱 많은 인기를 얻고 있고, 획기적인 온라인 수업과 전자 성적 처리를 통해서, 오늘날의 학과실은 미래의 가상 안내 데스크가 될 지도 모른다. 비록 완전히 그렇게 바뀌어질 것이라고 보기는 어려우나, 교육 시스템을 아웃소싱하는 일은 그러한 금속 기기를 설치하는 것보다 비용이 덜 들 수 있다.

## 3) 인쇄업자

신문과 잡지가 디지털로 바뀌게 되면, 오프라(Oprah)사장은 출판회사가 사라지는 것을 막기 위해 그녀의 독서모임을 이용할 지도 모른다. 제록스(Xerox)사와 다른 공상가들은 현재 일반 종이처럼 유연성을 지니면서도, 컴퓨터 스크린처럼 다양하게 변할 수 있는 물질을 만들기 위해 분투하고 있다. 결국 그로 인해 모든 인쇄업체들은 말할 것도 없고, 뉴스를 즐겨보는 사람들을 계속 기쁘게 해 줄 것이라고 생각한다.

## 4) 속기사

앞으로 법원 속기사와 비서, 그리고 행정 보좌관의 업무는 정교한 음성 인식 소프트웨어가 대신해 줄 것이다. 그러나 이점은 명심해야 만 한다. 아직 그들을 아주 쓸모없는 사람들로만 보아서는 안될 것이야! 기술은 속기작업과 같이 힘들고 지루한 일을 대신해 줄 수 는 있겠지만, 당신의 보고서가 준비되지 않았을 때, 또는 보고서가 뒤죽박죽 된 상태에 대한 책임을 물어야 할 때, 누가 당신을 보호해 줄 수 있겠는가?

## 5) 경영최고책임자

하향식 결정방식은 너무 피로운 일이 될 것이고, 24시간 내내 업무에 시달리다보면, 목돈을 안겨주는 사업상의 계약들도 지나치게 불쾌한 일이 될 것이다. 인터넷 시대와 그 이후의 시대에는 전 분야의 발빠른 전문가 팀이 회사를 운영하게 될 것이다.

#### 6) 치열교정의사

금속 치아는 더 이상 쓸모 없게 될 것이다. 삼차원 시뮬레이션 프로그램 덕택으로, 자유롭게 사용할 수 있는 플라스틱으로 된 치아교정기가 당신의 치아를 가지런하게 만들어 줄 것이다. 이미 임상 실험단계에 있는 이 기술은 성인용으로 개발된 것이고, 이가 벌어진 사춘기 이전의 아이들을 위한 기술도 머지않아 그 성과를 보이게 될 것이다.

#### 7) 교도관

미세한 인체 이식 물질은 범인이 범죄행위를 하는 것을 막아줄 것이다. 이 센서는 비록 복잡하고 미세한 조절을 필요로 하지만, 우리는 공격적인 텔레마케터가 재빨리 뉴아체는 것을 원하진 않을 것이다. 그렇지 않은가?

#### 8) 트럭 운수업자

미래에는 각 주마다 “스마트(smart)” 차선이 있어서, 컴퓨터로 작동되는 자동차들은 고속으로 차 사이를 달리게 될 것이다. 차안에 장착된 교통체증 센서들이 막히지 않은 길을 알려 줄 것이고, 도시 외곽지역의 교통이 한산해질 것이다. 한편, 주차 단속 여경관에게 굿바이 키스를 하는 동안, 당신의 가상 데쉬보드에는 교통위반 딱지가 나타나는 걸 보게 될 것이다.

#### 9) 가정주부

만일 오늘날의 냉장고가 우유가 더 필요하다고 판단을 할 수 있게 된다면, 자동으로 작동되는 진공청소기가 집에서 사용되는 게 그리 먼 미래의 일로만 보이지 않는다. 아마도 자동으로 청소되는 가정은 중앙 청소 시스템이나 먼지를 빨아들이는 나노로봇을 사용하게 될 것이다. 어느 것을 쓰든지 간에, 당신이 퇴직 후에 사는 곳에서 그것을 사용하는 사람들이 있을 거라고 장담해도 좋다.

## 10) 아버지

시험관 수정과 복제로 인해, 아버지란 존재가 공룡과 같이 되어버릴 날이 올 수도 있다. 인공 자궁이 생겨날 가능성을 따지고 본다면, 어머니란 존재도 마찬가지로 사라질 수도 있다. 누군가가 George Orwell을 말한 적이 있던가?



### Ⅲ. 미래의 지구와 인간의 건강

#### 1. 125세까지 사는 게 가능할 것인가?

By <sup>25)</sup>Jonathan Weiner

당신이 아니라면, 당신의 아이들은 장수 유전자(longevity genes)를 발견한 과학자들 덕분에, 125세까지 사는 게 가능할 지도 모른다. 그러나 누가 그토록 오래 살기를 원할까?

나는 하루가 다르게 걷고 말하는 것을 어려워하는 어머니에게 전화를 걸어 이 이야기의 헤드라인을 말해주었다. 그 말을 듣고는, 오랫동안 아무 말도 없으시다가 결국 “난 별루다, 얘야.”라며 대답하셨다.

75세인 어머니는 나이든 사람들이 겪고있는 무수한 증후군들 중의 하나와 투병하고 있다. 신경학자들마저도 설명할 수 없는 이유 때문에, 그녀의 많은 뇌 세포들은 루이 물질(Lewy bodies)라고 불리는 조각들로 가득 차 있다. 그녀는 알츠하이머(Alzheimer)환자들과 유사한 증상을 보이고, 그들처럼 상태가 때로는 유전적이다.

우리는 그렇게 서글프게 늙어야만 하는가? 죽기 전에 삶을 살아갈 가치가 있게 해주는 천부적 능력의 대부분을 잃어버려야만 하는가? 우리는 인간 역사상 그러한 문제를 중요하게 생각하는 최초의 사람들이다. 우리의 세대 이전에 모든 세대들에게 있어서, 가장 첫 번째 고민거리는 ‘우리가 과연 늙을 수 있을까?’ 또는 ‘우리 아이가 오래 살 수 있을까?’와 같은 것이었다. 제발 나이 좀 들게 해주세요! 1900년에는 47

---

25) Jonathan Weiner는 <The Beak of the Finch>로 풀리처 상을 받았고, 그의 가장 최근저서는 <Time, Love, Memory>이다.

세였던 미국인의 평균 수명이 1999년에는 76세로 크게 증가해왔다. 다음 세기 동안, 새로운 생물학적 발견들은 훨씬 더 많은 사람들이 늙을 때까지 살게 될 것이라고 확신시켜주어야 하고, 힘들거나 아쉬운 순간에도 우리가 더 이상 늙지 않아도 된다는 희망을 가지도록 복돋아 주어야 한다.

미래에 대해서 낙관적인 희망을 갖고 싶을 때면, 나는 캘리포니아 기술연구소(the California Institute of Technology)의 Seymour Benzer의 실험실에서 진행중인 연구에 대해서 생각한다. Benzer는 최초로 한 유전자 내부의 세부 지도를 만들었고, 그의 제자인 Ronal Konopka와 함께 '26)시계 유전자(clock gene)'라 불리는 것을 최초로 발견하였다. 시간 유전자는 사실상 모든 살아있는 세포 안에서 똑딱거리며 시간을 알려주는 유전자로서, 우리가 아침부터 밤까지 하루일과 중에 어디에 있는지를 알려주는데 도움을 준다. 77세인 Benzer는 시계유전자의 일종의 시간을 알기 위해서 인간의 유전자를 연구하고 있는데, 이 유전자는 우리에게 요람에서 무덤까지 일생 중 우리가 어디에 있는 지를 알려주고, 얼마나 빨리 늙어가고 있는지를 결정한다. 최근에 그는 100일 이상을 사는 변종 과일 파리를 발견하였다. 이 파리는 병 속에서 웅얼거리는 다른 파리들에 비해서 약 3분의 1 가량을 더 오래 살았다. 이러한 차이를 가져온 것은 Benzer가 '27)무드셀라(Methuselah)'라 부르는 단 하나의 유전자이다.

만일 한 개의 유전자가 과일 파리(또는 벌레나 쥐 - 유전 공학은 무드셀라 유전자의 성장소를 만들었다)에게 그 만큼의 효과를 줄 수 있다면, 사람의 유전자는 우리를 위해서 무엇을 해줄 수 있을까? 실제로, 시계 유전자의 시간은 존재하며, 단지 추측일 뿐이지만, 21세기의 생물학자들은 그 시계 바늘을 어떻게 변형하고 다시 맞추는지에 대해서 알게 될 것이다. 그들은 무드셀라 약을 만들거나, 무드셀라 유전자를 수정란에 주입시켜, 죽기 마련인 우리 인간의 몸을 속여서, 우리는 영원히 젊다

---

26) 지구상의 거의 모든 생물은 지구의 자전 주기에 대응하기 때문에 24시간 주기의 리듬(생물시계)을 지니게끔 진화해 왔다. 이것을 '개일 리듬' 또는 '서케이디안 리듬'이라고 한다. 최근 수년간 개일 리듬을 조절하는 메커니즘이 유전자·단백질 수준에서 해명되고 있다. 개일 리듬에 관련하는 유전자는 통합하여 '시계 유전자'라고 불린다. 마우스와 사람에서는 clock이라는 유전자가 발견되었다.

27) 무드셀라는 "대확장"이라는 뜻과 "창을 던지는 사람"이라는 뜻이다. 무드셀라는 예녹의 아들이며 노아의 조부였다. 그는 9백69세를 살아 인류 역사상 최장수자가 되었다.

고 믿게 만들지도 모른다. Benzer는 “아마도 나이가 든다는 것은 시계라기 보다는 우리가 편집하기를 바랄 수 있는 일종의 시나리오와 같다고 보는 게 더 나을지도 모릅니다.”라고 말한다. 만일 우리가 10세에서 15세 사이에 인간의 사망률과 같은 비율로 나이가 들어 죽는다면, 대부분의 미국인들은 1200년 동안 살수 있을 것이다. 말하자면, 우리는 969살까지 살았던 태초의 무드셀라보다 훨씬 더 오래 살 수 있게 된다.

우리는 이미 예방의학 분야와 복부 비만, 동맥경화증, 혈압, 혈당, 백내장 등을 치료하는데 있어서 과거보다 더 잘 해나가고 있다. 미국의 제약회사들은 거의 20여 개의 알츠하이머 치료제들을 연구 중에 있다. 다음 세기에는, 분자생물학자들이 더욱 많은 인간의 유전기계장치들을 수리하게 될 것으로 보인다. 이것은 아마도 21세기의 인류의 가장 어리석은 아니면, 가장 획기적인 소프트웨어적인 업그레이드가 될 것이다. (1.0 버전을 사용할 자여! 그 위험부담은 당신들이 지게 될 것이요.) 지난 달, 생물학자들은 나이가 들면서 우리 인체세포의 배터리와 같은 미토콘드리아에 쌓이는 돌연변이 변종들을 발견했다고 발표했다. 아마도 언젠가는 이 배터리들이 소모되지 않게 하는 방법도 알게 될 것이다. 또한 과학자들은 말단 소립을 고치는 방법을 발견하게 될 지도 모른다. 말단 소립이란, 각각의 염색체 끝에 위치한 작은 매듭들로서, 우리의 유전체를 한데 묶어주는 역할을 하는데, 인간이 나이가 들수록 닳아서 끊어지게 된다. 개인적으로는 약간 의기소침해지는 예측이기는 하나, 연구자들은 심지어 줄기세포들로부터 완전한 개체인 새로운 심장과 간을 배양하는 방법을 알게 될 지도 모른다. 결국에 우리는 정교하게 만들어진 보철물 - 의치, 의안, 가짜미각유두, 그 외 인공으로 만든 모든 것-을 사용하지 않아도 될 것인가?

물론, 노령이라는 문제에 있어서 과학은 여전히 초기단계에 놓여있다. 나이가 들고 죽는다는 것은 세금을 내는 것 만큼이나 불가피한 것이라고 믿는 생물학자들이 많다. 어느 누구도 인간의 수명이 어딘가 있을 불변의 장해에 대항하여 맞서게 될지 또는 소리 장벽처럼 어딘가에 이르면 무너지게 될 것인지에 대해서 장담하지 못한다. 일부 장수학자들에 따르면 인간의 평균 수명은 85세가 한계라고 하고, 다른 학자들은 95세, 100세, 150세, 또는 그 이상으로 보기도 한다. 한편, 어느 누구도 경제



적 장벽을 이해하지 못한다. 버클리의 캘리포니아 대학의 인구 통계학자인 Ronald Lee는 매년 우리가 평균수명을 늘리게 되면, 그에 맞춰서 경제는 1%씩 성장해야만 한다고 말한다.

50년 이상의 실험연구 후에, Benzer박사는 인간 생명의 복잡함에 대해서 지나치게 고려한 나머지 즉각적인 치료법이나 청춘의 샘과 같은 것을 믿지 않았다. 그는 종종 변종 무드셀라에 대해서 밤새 연구를 한다. 그는 노화현상도 일종의 질병으로 연구되어야 한다고 생각하고, 그가 말하는 일종의 “진실 해명하기(unraveling the facts)”를 하면서, 남은 여생을 보내고자 한다. 하지만 그는 장수에 관한 연구가 언론에 의해 지나치게 확대되는 것을 원치 않는다. “저는 언론이 하는 과대 선전이 닉슨 대통령의 암 전면퇴치 운동과 같이 똑같은 환멸로 끝나지 않기를 바랍니다.” 라고 그는 말한다. 비록 인체 내에 중앙 시계가 움직이고 있다고 하더라도, 암에 비해서 통제하기가 더욱 어려울 수도 있다.

우리 세대는 노화방지제과 특효약에 이르는 온갖 것들 - 산화방지제, 성장 호르몬, 비타민D, 마늘, 적포도주, 멜라토닌, 블루 베리 -을 소비하게 될 것이고, 결국 우리 부모 세대들보다 조금 더 오래 살게 될 것이다. 현재 일본에서는 한 의류 회사가 몸에서 냄새가 나기 시작한다는(그 회사의 주장에 의하면) 중년들을 위한 “악취 방지용(antistink)”속옷을 개발하여, 돈을 벌어들이고 있다. 그러나, 우리가 죽을 때 썩에, 또는 그 직후에, 젊음을 유지하며 오래 사는 것은 21세기의 가장 훌륭한 산업의 하나로 부상하게 될 것이다. 진보적 생물학자인 Michael Rose는 “저는 그것을 불가피한 것이라고 봅니다.”라고 말한다. 그는 현재 어빈(Irvine)에 있는 캘리포니아 대학의 실험실에서 장수하는 날파리 변종을 배양하고 있다. “저는 Benzer박사의 연구와 사람에 대한 연구, 그리고 저의 연구 성과가 언젠가는 마이크로소프트사처럼 사람들이 항상 바래왔던 것을 제공함으로써 수십 억 달러를 벌어들일 수 있는 미래의 기업들이 사용하게 될 것이라고 확신합니다.” 라고 말한다.

나는 무드셀라처럼 오래 살고 싶지는 않다. 그러나 나는 늙어서도 생기 있고 기운 넘치게 살고 싶다. 나는 수명과학이 빨리 발달하여, 지금부터 30년 안에 내 아들들이 늙는다는 것에 관한 끝없는 질문을 하기 시작했을 때, 내가 그들을 바라보면

서, “난 마음에 든단다.”라고 말할 수 있게 되기를 바란다.

## 2. 암은 언제 완치 될 수 있을 것인가?

By <sup>28)</sup>Shannon Brownlee

희망적인 생각을 얘기해보자. 미래에는 온갖 전쟁을 종결시킬 전쟁이 발발 할 것인가, 또는 누구든지 잘 생긴 외모를 갖게 해주는 약이 개발될 것인가에 대해서 묻는 게 더 낫다. 종종 인간의 무자비한 적으로 논의되는 질병으로 인해서, 올해 50만명의 미국인들이 목숨을 잃게 될 것이라는 사실을 감안해 본다면, 그러한 질문은 전적으로 이해할 만하다. 19세기에 결핵이 그러했듯이, 20세기에 암은 부지중에 해를 끼치는 병으로서, 당뇨병이나 고혈압과 같은 것 보다 훨씬 더 사람들을 위협하고 있다.

문제는 앞으로 십 년 동안에도 그렇고, 가까운 시일에 암치료제가 개발되지 않을 것이라는 점이다. 사실, 뇌에서부터 유방, 그리고 장에 이르기까지 암의 종류가 다양하다는 점만 보더라도, 모든 암 환자를 다시 건강하고 활기차게 해 줄 단 하나의 치료제가 나오기란 어렵다.

그러나 좋은 소식도 있다. 향후 10년간, 의사들은-몇몇 경우에는 건강한 세포가 극소수에 불과 할지라도-가장 초기 단계에 있는 많은 종류의 암을 발견하여, 악성으로 발전되기 전에 예방할 수 있는 방법을 얻게 될 것이다. 그 외에는 아무도 정확하게 예측할 수는 없지만, 향후 25년 이내에 새로운 암 치료제가 개발되어서, 전부는 아니라 하더라도 대부분의 암을 호전시키고, 심지어 몇몇 암 질환은 치료가 될 지도 모른다는 희망을 가질 이유가 있다. 국립 암 연구소(the National Cancer Institute)의 소장인 Richard Klausner는 “우리는 현재 암 치료제 개발에 있어서 완전하고 철저한 변화의 중심에 서 있습니다.”라고 말한다. 이러한 변화의 주요 결과물은 임상

---

28) 과학 저술가인 Shannon Brownlee의 글은 뉴욕타임즈와 뉴리퍼블릭(the New Republic), 그리고 미 월간지인 ‘애틀랜틱 먼슬리(the Atlantic Monthly)’에 기재되고 있다.

실험가들이 테스트를 다 해낼 수 없을 정도로 너무 많이 개발되고 있는 암 치료제의 숫자이다.

이처럼 반가운 암 치료제의 급증은 현 세기 최대의 과학적 통찰 중 하나에 의해서 시작되었다. 즉, 암은 이전 시대의 사람들이 믿어왔던 대로, 우울증이나 독기 또는 성적 억압 등에 의해서 유발되는 것이 아니라, 불완전한 유전자에 의해서 발생한다는 것이다. 모든 종양은 단 한 개의 불완전한 세포로부터 생기는데, 이 세포는 불행하게도 적어도 두 번, 때로는 여러 번의 유전적 변이과정을 겪게 된다. 그러한 과정을 거치면서 그 세포는 격렬하게 복제가 되고, 새로운 조직의 성장을 정상적으로 유지시키는 통제로부터 벗어나게 된다.

이러한 통찰로 인해서, 거의 10년 동안 전적으로 미스테리한 질병으로 여겨졌던 암은 분자 매커니즘이 대체로 밝혀진 질병으로 탈바꿈하게 되었다. 현재 암 생물학자들은 두 번째 깨달음을 느낄 단계에 놓여있다. 즉 다윈(Darwin)론적 방식으로, 암 세포들이 각각의 세대를 거치면서 유전적 돌연변이를 계속 일으키는 동안, 종양들이 진화한다는 것이다. 시카고 대학의 임상 연구소 부학장인 Richard Schilsky는 “적자 생존법칙이 암세포에도 적용이 됩니다.”라고 말한다. 또한 “우리는 현재 암을 질병이 아니라 일종의 유전적 과정으로 여기고 있습니다.”라며 덧붙여 말한다.

이러한 새로운 관점은 암세포의 유전적 과정을 관리하고, 많은 사람들을 죽음으로부터 예방하는데 있어서 새로운 변화를 불러일으켰다. 캘리포니아의 의사이자, ‘Dr. Susan Love’s Breast Book’의 저자인 Susan Love는 “우리는 진단과 치료에서 예측과 예방이라는 실질적 추이를 보게 될 것입니다”라고 주장한 바 있다. 실제로, 현재 진행중인 임상 실험들이 잘 이뤄진다면, 유방암에 걸릴 위험이 높은 여성들은 머지않아 유두를 통해 유방 세포의 표본을 떼어내는 장치를 이용하여 암 검사를 받게 될 것이다. 만일 어떤 세포든지 암을 유발할 초기 돌연변이 징조를 보이는 경우, 의사들은 환자에게 그러한 전암 세포들을 막아서 유방암 발병위험을 줄인다는 암 치료제인 ‘<sup>29)</sup>타목시펜(tamoxifen)’을 권할 수 있다. 부작용이 적으면서도 유방암을

---

29) 발암억제제로서 특히, 에스트로젠 수용체 양성인 유방암의 치료제로 이용된다.

예방할 수 있는 치료제들은 이미 시중에 유통되고 있다.

5년 안에, 여러 가지 다른 형태의 암에 대해서도 조기 발견이 가능해 질 것이다. 대변 샘플만으로도 종양으로 진행중인 결장암 세포를 찾아낼 수 있고, 진통제를 한 층 강화시킨 새로운 ‘30)COX-2 억제제’와 같은 치료제들은 전암 세포가 더 이상 진행되지 못하도록 막아줄 수 있다. 2010년 말까지, 의사들은 간단한 혈액 테스트로 매우 다양한 종류의 전암 세포들을 발견해 낼 수 있을 지도 모른다.

그러나, 초기 단계를 벗어난 암의 치료에 대해서는 현재로서는 예측하기가 어렵다. 분명한 점은 종양학자들이 AIDS치료로부터 도움을 얻고, 이미 퍼지거나, 다른 기관으로 전이하기 시작한 종양들을 무력화시키기 위해서 여러 다양한 조치들과 더불어 조합제를 사용해야 한다는 것이다.

왜냐하면, 하나의 종양은 다른 유전적 돌연변이들을 포함한 세포 덩어리로 구성되어있고, 각각의 세포들은 종양이 다른 형태의 세포파괴를 일으키도록 만들기 때문이다. 어떤 돌연변이들은 빠른 성장을 부추기고, 다른 돌연변이들은 인접한 혈관을 자극하여, 새로운 모세혈관들을 생기게 한다. 그 외 다른 돌연변이들은 암세포들을 혈류 안으로 보내서, 새로운 종양들을 만들어낸다. 십 년 이내에, 메사추세츠 캠브리지의 화이트헤드 협회(the Whitehead Institute)의 암 생물학자인 Robert Weinberg는 “우리는 변종 유전자들을 분석하고 나서 특정한 종양을 위한 치료법을 만들게 될 것이다.”라고 예측한다.

언젠가는 악성으로 진행되는 각각의 단계의 세포를 끄집어 낼 수 있는 의약품이 개발될 것이다. 예를 들면, 폐암환자는 유전자를 변형시킨 감기 바이러스를 들이마시는 유전자 치료를 받게 될 수도 있다. 이 감기 바이러스는 환자에게 감염되는 것이 아니라, ‘31)p53 유전자’의 복제 유전자들을 전달하는 소형 배달차로서의 역할을

---

30) 급성염증유발인자. 인체에는 통증성 염증과 혈액응고를 관장하는 효소가 분비되는데 이 효소에는COX-1, COX-2 두 가지 형태가 있다. 이러한 통증과 염증을 유발하는 인자를 억제하는 약물(COX-2 inhibitors)들은 현재 많이 개발되고 있다.

31) p53은 세포에 손상이나 스트레스가 발생했을 때 그 반응을 조절함으로써 암 세포 발생을 억제하는 유전자이다. 대표적인 종양억제유전자인 p53은 세포의 비정상적인 분열과 증식을 억제하며 세포 DNA가 손상되었을 때에 이를 정상적으로 복구하는 기능을 수행하고, DNA가 무제한적으로 증폭되는 것을 방지하기도 한다.

한다. 이 유전자의 우량 복제 유전자들은 여러 암 질환에서 돌연변이 되고, 몇몇 암 세포들이 스스로 파괴하게끔 만들 수 있다. p53 유전자의 효과는 항체들에 의해 강력해질 수 있는데, 이 항체들은 암세포의 표면에 부착하여, 종양들이 세포 재생을 촉진시키는 분화된 단백질과 같은 인체의 성장 요인들을 장악하지 못하게 만들어, 암세포의 전이 속도를 늦춘다.

만일 종양이 인체의 다른 부분으로 전이되기 위해서 변이를 일으키고 있다면, 미래의 의사는 ‘모체 메탈로프로테이나아제 억제제(matrix metalloproteinase inhibitors)’를 환자에게 투여할 지도 모른다. 이 억제제는 환자가 입으로 먹을 수 있는 새로운 형태의 약으로서, 종양이 주변 조직 세포를 파괴하고 침투하는 데 필요한 효소들을 차단해 준다. 전체 암세포로부터, 또는 그러한 세포들의 남은 부분들로부터 만들어진 백신들은 인체의 면역체계를 강화시켜, 스스로 종양을 인식하고 죽이도록 해주는 것으로 나타났다. 미 달라스 주의 텍사스 대학 남서부 의료센터의 치료 종양 연구를 위한 하몬(Hamon) 센터의 소장인 John Minna는 “이것은 5년 전만 해도 단지 꿈에 불과했죠.”라고 경탄한다.

또한 비교적 비독성의 합성제로서, 새 모세혈관의 성장을 억제시켜주는 ‘엔티엔지오제닉(antiangiogenic)요소’라 불리는 성분은 현실과 가깝게 다가오고 있다. 이러한 새로운 방식의 치료약을 뒷받침하는 견해는 다음과 같다. 즉, 종양은 그 자체의 혈액공급체계를 성장시키지 않고는 약 수만 개의 세포들 - 대략 후추나무 열매 크기 - 이상으로 더 커질 수 없다는 것이다. 여섯 군데의 생명공학기업들의 주주들은 말 할 것도 없이, 연구원들과 환자들은 ‘엔티엔지오제닉 요소’에 대한 임상 실험 결과들을 학수 고대하고 있다. 이 요소들은 화학 요법과 결합하여, 큰 종양을 없애고, 그런 다음 남아있는 종양들이 더 이상 커져서 인체에 해를 가하지 못하게 하는데 이용될 수 있다.

그와 같은 미래에 대한 여러 시나리오들 이면에는 대부분의 연구자들은 받아들이기 시작하였으나, 많은 환자들은 의심할 여지없이 인정하기가 어려운 가정이 깔려 있다. 즉, 어떤 암은 환자의 남은 여생을 위한 치료를 필요로 하게 될 것이라는 예측이다. 암에 대한 전쟁을 선언하고, 종양에 대처할 유일하게 합당한 방법은 그것을

전멸시키는 것이라고 느끼던 한 세기에서 벗어난다는 것은 상상하기 힘들지도 모른다. 하지만, 암을 통제가능한 상태의 질환으로 바꾸는 것은 고혈압이나 당뇨병을 치료하는 것과 별 반 다를 게 없다. ‘암으로부터의 생존을 위한 연합(The National Coalition for Cancer Survivorship)’의 전무 이사인 Ellen Storall은 “저는 암을 치료하는 게 목표라고 생각하지 않습니다. 그 대신, 사람들이 가능한 한 오래, 가능한 더 건강하게 살 수 있도록 도와주는 것이 목표여야 한다고 봅니다.”라고 말한다.

그렇다. 우리는 아마도 21세기에 모든 형태의 암 질환을 고칠 수는 없을 것이다. 그러나 우리는 암과 살아가는 법을 매우 잘 알게 될지도 모른다.

### 3. 에이즈 치료는 가능한 일인가?

By <sup>32)</sup>Dr. David Ho

백신은 에이즈 치료를 가능케 할 것이다. 그러나 최종적 사망자 수는 아시아가 어떻게 대처하느냐에 달려있다.

미래를 예측하는 일은 과학자에게 위험이 따르는 일이다. 그러나 세계 에이즈 전염상황은 나아진다고 보다는 훨씬 더 악화될 것이라고 말해도 문제될 바가 없다. 안타깝게도, 이 현대 전염병은 위대한 과학적 진보들에도 불구하고, 앞으로도 몇 세대 동안이나 인간과 함께 할 것이다.

2000년 1월까지, 에이즈는 1500만 명의 목숨을 앗아갈 것이고, 서서히 그러면서도 무자비하게 인체의 면역 체계를 파괴하는 바이러스에 감염된 채로 4천만 명의 사람들이 살아갈 것이다. 작년에만 해도 300만 명 이상의 목숨을 앗아갔다는 점에서 볼 때, 에이즈 바이러스는 세계에서 가장 치명적인 세균이 되고 있고, 심지어는 결핵균

---

32) David Ho 박사는 아론 다이아몬드 에이즈연구센터의 소장이고, 1996년 타임이 선정한 올해의 인물이다.

이나 말라리아 보다 더 인간에게 치명적인 병균이 되고 있다. 에이즈 바이러스 전염률이 2%이상인 개발도상국가는 현재 34개국이나 된다. 아프리카에서는 전체 국민의 4분의 1이 에이즈에 감염되어있는 남아프리카 4개국을 포함하여, 거의 십 여 개 국가들이 10%이상의 높은 발병률을 보이고 있다. 또한 이러한 추세는 계속해서 악화되고 있고, 1999년에는 600만 명 이상의 추가 에이즈 감염자가 발생했다. 이는 매일 1만 6천명의 사람들이 느리지만 참혹한 사형선고를 받는 것과 같다고 할 수 있다.

다행히도, 그 동안 에이즈에 관한 얘기는 전적으로 어둡고 절망적인 것만은 아니었다. 에이즈라는 병이 인식되고 난 후, 채 2년도 안돼서, 에이즈 발병 요인인 ‘인간 면역 결핍성 바이러스(HIV or Human Immunodeficiency Virus)가 밝혀졌다. 현재 우리는 다른 바이러스들보다도 HIV에 관해 더 많은 정보를 가지고 있고, 14가지의 에이즈 치료제가 미국과 서유럽에서 개발되었고, 특허를 받았다.

그러나 남아프리카, 동유럽, 사하라 이남 국가에서는 에이즈가 계속해서 맹위를 떨치고 있다. 2025년까지, 에이즈는 아프리카의 젊은이들의 목숨을 앗아가는 주요 원인이 될 것이고, 몇몇 국가에서는 에이즈로 인해 평균수명이 40살로 줄어들게 될 것이며, 지난 50년간 이뤄놓은 공중 보건을 성과들을 쉽사리 앗아가 버리게 될 것이다.

많은 국민들이 감염위험에 처해있는 아시아는 전세계 AIDS 전파에 가장 큰 영향을 미치게 될 것이다. 이 전세계적 유행병의 감염인구는 주로 인도와 중국에서의 상황에 따라 1억에서 10억 명에 이를 수 있다. 이미 400만 명의 사람들이 인도에서 HIV양성반응을 보이고 있고, 전염률도 전체 10억 인구의 상당한 부분을 차지할 것으로 보인다. 현재 50만 명의 중국인들이 현재 감염되었으나, 중국의 전염 상황을 예측하는 것은 다소 불확실한 측면이 있다.

미국인 경우, 에이즈 감염이 폭발적으로 증가할 것 같지는 않다. 대신에 HIV 감염이 전체 인구의 약 0.5 %이내에서 계속적으로 발생할 것으로 보인다. 그러나, 에이즈 감염 양상은 달라질 것이다. 새로운 HIV 감염은 소수집단에 비해 열 배나 높은 비율로 거의 하류층에서 발생하게 될 것이다. 그럼에도 불구하고, 의학연구의 발전들 덕분에 미국의 환자들은 수 십 년 동안은 질 좋은 삶을 살게 될 것이다. 좀 더 강력하고 잘 견디는 수 십 여 개의 에이즈 치료제가 개발될 것이고, 동시에 면역체

계를 되살리는 획기적인 방법들도 개발될 것이다.

2025년까지 에이즈를 치료하는 일은 더 이상 불가능한 것은 아니다. 그러나 경제적 현실을 고려해볼 때, 미국과 서유럽 국가들 이외에 다른 나라들은 그러한 에이즈 치료법상의 진보들 가운데 단지 한정된 혜택만 누리게 될 것이다.

백신은 의학 역사상 전대미문의 불치병을 극복할 수 있는 유일한 희망이다. 3년 전 미국에서는 에이즈 치료법에 관한 연구협력이 시작되었고, 전도 유망한 에이즈 치료법들이 원숭이 실험에서 나타나고 있다. 그러나 에이즈 백신이 2025년 이전에 개발된다 하더라도, 그것을 가장 필요로 하는 사람들에게 보급하기 위해서는 지도자들간에 정치적 의지를 표명하는데 있어서 엄청난 노력을 필요로 할 것이다.

#### 4. 미래의 지구는 얼마나 뜨거워질 것인가?

By <sup>33)</sup>James Trefil



얼마 전 만해도, 사람들은 지구 온난화 현상을 물 속에 가라앉아 턱만 보이는 자유의 여신상과, 오솔로에 들이닥친 열대병 등을 상상하면서 묵시적인 관점에서 논하곤 했다. 하지만 최근에는 기후에 대한 인식이 높아짐에 따라서, 지구 온난화는 단순히 여름철 재난 영화의 주제로서가 아닌 심각하지만 대처해 낼 수 있는 과학적이고 정책적인 문제로 자리잡게 되었다.

우리가 알고 있는 바는 다음과 같다. 태양광선이 항상 지구 표면위로 내리쬐고 있기 때문에, 물리 법칙에 따라, 지구는 온도의 균형을 유지하기 위해서 같은 양의 에너지를 우주 밖으로 다시 방출해야만 한다. 지구는 이러한 작용을 일으키기 위해서 대기를 통해 적외선 복사열을 우주로 내보낸다. 이때 대기에서는 여러 분자들이 모여(가장 잘 알려진 것은 이산화탄소이다)서, 일종의 ‘담요(blanket)’를 형성하는데,

---

33) James Trefil은 조지 메이슨 대학의 물리 교수이며, <101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either>의 저자이다.



이것은 나가는 복사열을 일정기간동안 붙잡아두어 지구 표면을 따뜻하게 만들어 준다. 이 분자들은 온실의 유리벽과 유사한데, 이 때문에 온난화 과정은 온실효과라고 불려지고 있다.

온실 효과는 전혀 새로운 것이 아니다. 지구가 생성된 이래로 계속해서 벌어지는 현상인 것이다. 이 온실 효과가 없다면, 지구의 표면 온도는 영하 20도(화씨 영하 4도)가 되고, 해양도 모두 얼어, 어떤 생명체도 발달하지 못했을 것이다. 그러므로, 새로운 21세기에 우리가 직면한 문제는 미래에 온실 효과가 있을 것인가 없을 것인가의 문제가 아니라, 화석 연료를 사용하면서 대기와 지구의 기후를 상당한 방식으로 변화시킬 만큼, 인간이 대기 중에 이산화탄소를 공급하고 있는가 하는 게 문제이다.

어떤 요인이 온실 효과를 일으키는지를 알면, 다음 세기에 지구가 얼마나 뜨거워질 것인가에 대해 예측하는 일이 쉬울 것이라고 생각할지도 모른다. 불행하게도 문제는 그리 간단하지 않다. 지구라는 존재 자체가 워낙 복잡하고, 기후학자들이 사용하는 연구 방법-컴퓨터 모형-에다가 복잡한 지구를 끼워 맞추는 것은 쉬운 일이 아니다. 지구 온난화에 관한 논쟁에서 나온 거의 대부분의 진술들은 현재 사용하는 컴퓨터 모형 안에 복잡함으로 가득 찬 지구를 제대로 포착하지 못한 상태에서 나온 불확실한 것들이다.

그러나 누구나 동의하는 한가지 사실이 있다. 즉 대기권에 이산화탄소량이 점차 증가하고 있다는 것이다. 오늘날 거의 360<sup>34)</sup>ppm 정도인데, 1958년(현대적 측정방식이 도입된 시기임)에는 315ppm, 산업화 이전(그린랜드 빙상의 공기 방울에 의해 측정됨)에는 270ppm을 기록한 바 있다.

의심할 나위 없이 오점 투성인 기온 기록들을 분석한 결과, 전세계 평균 기온이 지난 세기 동안 0.5도(화씨 1도)가량 올랐고, 90년대가 근대 역사상 최고로 더웠던 해로 나타났다. 학계에서는 이러한 사실이 널리 인용되고 있기는 하나, 연구자들 사이에도 끊임없는 의혹들이 제기되고 있다. 여러 종류의 방법을 사용하여 측정하고

---

34) 피피엠 (ppm)이란, 비율의 단위로서 parts per million의 약칭이다. 100만분율을 나타낸다. 즉 어떤 양이 전체의 100만분의 몇을 차지하는가를 나타낼 때에 사용된다. 미량의 정량분석에 사용하며 주로 부피 비율에 사용한다. 주로 대기오염 치 측정단위로 쓰인다.

있는데도, 최근의 위성자료들은 기온 상승 추세를 제대로 보여주지 못하고 있다.

만일 기온이 점차 상승해 가고 있다는 것을 인정한다면, 우리는 인간이 책임이 있는지, 미래에 지구의 기후에 어떤 일이 벌어질지를 알아보기 위해서 컴퓨터 모형들을 사용하게 된다. 이 컴퓨터 모형들은 복잡한 구조를 지니는데, 왜냐하면 기후가 남극 해의 빙하에서부터 사하라 이남지방의 토양 상태에 이르기까지 수 천 가지의 요소들에 의해 좌우되기 때문이다. 전자 시뮬레이션은 그것들을 고안한 사람들의 능력과 불굴의 노력의 상징물인 반면에, 우리에게는 기껏 해봐야 미래에 대한 흐릿한 모습만을 보여주고 있다. 이러한 모형은 구름과 조류(기후에 영향을 미치는 두 가지 주요 요소)와 같은 요인들을 다루는데 어려움이 있다. 1900년의 기후를 모형에 넣는 다해도, 그 모형은 20세기 전체의 기후학적 역사를 예측해 내지 못한다. 이처럼 그다지 효과 없는 분야에 있는 다른 모든 것들과 마찬가지로, 그러한 모형들의 한계점들로 인해 우리는 불완전한 지식에도 불구하고, 중요한 결정을 내리게 된다.

미래의 온난화 현상에 관한 가장 믿을만한 예측들이 '35)정부간기후변화패널(IPCC or The Intergovernmental Panel on Climate Change)'-2000명 이상의 기후학자들의 전세계적 컨소시엄에서 나왔다. 최근의 예측에 따르면, 2100년까지 지구의 온도는 2도(화씨 4도)상승이 가장 믿을만한 예측이긴 하나, 일반적으로 1도에서 많으면 3.5도까지(화씨 2도에서 7도)오를 것이라고 한다.

위에서 말한 미래의 기온 상승대의 하단에서 볼 때, 그 정도의 기온상승은 기원년 950년에서 1350년 사이에 존재했던 지구의 상태로 돌아가게 만들 수 있다. 당시에 지구 기온은 현재보다 1도(화씨 2도)더 높았다. 이 시기의 기간은 역사상 가장 온화한 기후를 보인 시기 중 하나로 간주되고 있다. 그와 반대로 상단의 기온상승에서 온도변화를 보려면, 지구가 마지막 빙하시대에 있던 만년 전으로 돌아가 봐야만 한다. 빙하시대에 기온은 현재보다 5도(화씨 10도) 낮았고, 지구 온도가 약 수십 년 동안 화씨 10도 만큼의 변화를 보이면서 일련의 사건들이 벌어졌다. 만일 그런 변화가 지금 벌어진다면, 해양이 넓어지면서 해안선을 범람하게되고 이전보다 맹렬

---

35) Inter-Governmental Panel on Climate Change는 정부간 기후변화 패널이다. 기후변화에 관한 정부간 협의회로서, 1987년 제네바에서 열린 제10차 세계기상회의에서 결성되었다.

한 폭풍을 일으킬 수도 있다. 또한 기상 형태들이 변함에 따라, 몇몇 지역들은 더욱 습해지거나 더욱 건조해질 수도 있고, 질병의 범위도 확대될 수 있다. 인류문명은 그러한 변화를 보았고 견뎌왔다. 그러나 그러한 변화들이 현대에는 훨씬 더 급속하게 벌어질 수도 있다고 본다면, 인간이 그러한 급격한 변화를 버티기가 더 어려워질 수도 있다.

IPCC의 예측들이 널리 받아들여지는 주요한 이유는 얼마나 많은 이산화탄소가 인간의 활동에 의해 대기 중으로 공급되어질 것인가에 대한 불확실성 때문이다. 왜냐하면, 기후 온난화의 위협에 인간이 어떻게 반응할 것인가 하는 것은 가장 가늠하기 어려운 문제이기 때문이다. 우리는 과도한 이산화탄소를 처리할 기술들을 개발해 낼 수도 있을 것이다-몇몇 과학자들은 그것을 공장 굴뚝에서 제거하는 것을 논하기도 하고, 지하에 그것을 가둬놓자는 의견을 내놓기도 한다-그러나 대기권에 이산화탄소를 조절하는 가장 직접적인 방법은 우선 대기권에 이산화탄소가 유입되지 않게 하는 것이다. 이것이 바로 1997년 <sup>36)</sup>교토의정서(Kyoto Protocol)-84개국에 의해 조인되었으나 미국 상원에서는 비준 받지 못했다-의 논점이다. 교토 의정서는 선진국들의 자동차와 발전소, 그 외 다른 주요 화석연료 소비로부터 나오는 이산화탄소의 방출을 제한하고 있다.

지구 온난화 현상에 대한 전망에 대해서 지나치게 반응하는 것은 이해하기 힘들지만, 또한 너무 간과하는 것도 이해할 수 없는 일이다. 기후 보전과 대체 에너지원을 강조하는 신중한 정책은 불확실한 시대의 현명한 보증수표로 보인다. 결국, 우리 후손들은 지구 온난화의 미래가 어떻게 되든지 간에, 높은 마일리지의 자동차와 에너지 효율이 높은 가전제품, 값싼 태양 에너지를 개발해준 것에 대해 우리에게 감사해 할 것이다.

---

36) 기후변화협약에 따른 온실가스 감축목표에 관한 의정서로서, 지구온난화의 규제 및 방지를 위한 국제협약인 기후변화협약의 구체적 이행 방안으로, 선진국의 온실가스 감축 목표치를 규정하고 있다. 1997년 12월 일본 교토에서 개최된 기후변화협약 제3차 당사국총회에서 채택되었다.

## 5. 미래의 지구는 얼마나 추워질 것인가?

By Michael D. Lemonick

지구온난화는 해류에 영향을 끼쳐, 빙하시대를 일으킬 수도 있다.

태양열을 더 많이 가뉘두면, 지구가 더 뜨거워 질 것이라는 점은 분명한 것처럼 보인다. 그러나 명백해 보인다고 해서 항상 사실로 나타나는 것은 아니다. 일부 저명한 과학자들에 의하면, 지구 온난화는 우리를 빙하시대로 다시 돌아가게 만들어 버릴 수도 있다고 한다.

그러한 주장이 옳은 지의 여부는 “멕시코 만류(Gulf Streams)”에 달려있다. 이 해류는 미국 연안을 북상한 후 동쪽으로 흘러 따뜻한 지표수를 보내, 유럽을 뜨겁게 해준다. 이 해류가 흐르는 동안, 해수의 일부는 증발하고, 그 외 남은 해수는 염분치가 더 높아지게 되어, 그 농도가 더 짙어지게 된다. 결국 농도가 짙어진 지표수는 바다 밑으로 가라앉게 되고, 다시 남쪽으로 흘러가게 된다. 그런 다음 적도 근처에 이르면, 열대 지방의 강과 비로 인한 따뜻한 담수가 해수의 염분을 다시 한번 희석시켜준다. 결국 그 해수는 다시 해수 표면으로 올라가게 되고, 다시 뜨거워지면서 북쪽으로 흐르게 된다.

그러나, 지구 온난화 현상으로 인해 그린랜드와 북극해의 빙하가 녹게되면, 담수가 북대서양으로 계속 유입될 수 있는데, 그렇게 되면 기온이 상승한 상태에서 북위도 지방에는 강우량이 증가될 것으로 예측해 볼 수 있다. 그렇다면 그 결과는 무엇일까? 멕시코 만류의 해수는 결국 염분농도가 증가되지 않아 쉽게 가라앉지도 않게 될 것이다. 바다 밑으로 해수가 충분하게 공급되지 못하게 되면, 남쪽으로 흐르는 지하해류는 멈추게 되고, 결국 멕시코 만류는 그 흐름을 멈추게 될 것이다.

만일 그와 같은 현상이 벌어진다면, 유럽 대륙은 매우 추워질 것이다. 결국, 로마도 시카고와 같은 위도선상에 있게 되고, 파리도 북데코타 만큼 훨씬 북쪽에 위치하게 되는 현상이 벌어진다. 결국 기온하락으로 눈도 더 많이 내리게 될 것이고, 밝게

빛나는 눈 덮힌 지면은 태양 에너지를 더 많이 우주로 반사시키게 되어, 결국 생명체를 더욱 춥게 만들 것이다. 그 외에도, 멕시코 만류는 다른 해류들과 합쳐지게 되고, 흐름이 중단되면, 전체적인 증발량을 감소시켜, 이전의 모든 상태를 바꿔놓을 수도 있다. 왜냐하면, 대기상의 H<sub>2</sub>O는 중요한 온실 가스인데, 이 가스의 손실은 훨씬 더 급격한 냉각현상-전체적으로 8도(화씨 17도)정도의 기온 하락-을 불러 올 수도 있다.

전문가들이 생각하는 가장 최악의 상황은, 그러한 변화들이 놀라운 속도로-아마도 십 년도 채 안돼서-이뤄질 수 있다는 것이다. 다음 세기 동안에, 2도(화씨 4도) 정도의 기온이 상승하여 그 기후에 적응하는데 우리가 많은 어려움을 겪을 동안, 세기 중반 경에 올 빙하시대는 상상이 불가능할 정도로 파괴적일 것이다. 미래에 가차 없는 온실가스의 생산이 우리 지구를 계속 뜨겁게 만들지, 아니면 결과적으로 춥게 만들지에 대한 여전히 불확실한 상황에서 볼 때, 우리는 지구의 온도 조정 장치가 스스로 작동할 수 있도록, 더 많은 노력을 기울여야 한다는 점을 알 수 있다.

## 6. 미래에도 우리는 고기를 먹을까?

By 37)Ed Ayres

줄리어스 시저가 기원전 45년에 전쟁에 승리하여 로마로 입성할 당시에, 그는 수 천명의 사람들이 가금류, 해산물, 야생조류의 고기를 배불리 먹을 수 있게 잔치를 벌려 승전을 축하했다. 인류가 불을 다루는 법을 알게 된 이래로, 것처럼 엄청난 양의 고기를 섭취하는 것으로 특징지워지는 유사한 축하연들은 전쟁, 스포츠경기, 정치, 그리고 상업에서 인간의 승리들과 함께 해왔다. 오늘날 세계 도처에서 사람들이 기근에서 벗어나기 위해 행하는 가장 첫 번째 일 중의 하나는 주로 곡식과 콩류로

---

37) Ed Ayres는 월드워치협회(the Worldwatch Institute)의 편집국장이고, <God's Last Offer : Negotiating for a Sustainable Future>의 저자이다.

채워진 농업식 식사에서 돼지고기나 소고기로 가득 찬 육류위주의 식사로 바꾸는 것이다. 1950년대 이래로, 일 인당 전세계 육류 소비는 두 배 이상 증가세를 보이고 있다.

인간에게 고기는 단순히 음식일 뿐만 아니라, 일종의 보상으로도 여겨지는 것 같다. 그러나 다가오는 세기에는 그러한 생각은 달라질 것이다. 우리가 담배로 인해 생겨나는 전체 경제적 사회적 비용에 대해 깨닫고 있는 만큼이나, 우리는 계속 증가하는 인구를 먹여 살리기 위해서 소, 가금류, 돼지, 양, 생선을 대량 생산하는데 드는 비용을 더 이상 보조하거나 무시할 수도 없다는 것을 알게 될 것이다. 이런 비용들은 막대한 담수와 토지의 비효율적인 사용, 가축 배설물들로 인한 심각한 오염, 심장 질환과 다른 퇴행성 질환의 증가, 그리고 지구상의 많은 생명체들이 의존하는 산림의 파괴 확산등을 포함하고 있다.

우선, 담수 공급에 미치는 영향을 살펴보자. 도살장의 소를 1킬로그램 살찌우기 위해서는 7킬로그램의 곡식 사료와 7천 킬로그램의 물을 필요로 한다. 햄버거 하나를 먹지 말자. 그러면 우리는 물을 적게 틀어서 40번의 샤워를 했을 때 만큼의 물을 아낄 수 있을 것이다. 여전히 미국은 밀, 옥수수, 그 외 다른 곡식의 총생산의 70%를 가축을 먹여 살리는데 사용하고 있다. 전 세계적으로는, 인간이 직접 소비하는 농작물 생산에 공급되는 물보다, 돼지와 닭을 기르는데 더 많은 물을 사용하고 있으며, 수 백만 개의 물저장소들도 메말라 가고 있다. 인도, 중국, 북아프리카, 그리고 미국 등이 물 부족에 시달리고 있고, 비가 내려서 공급되는 물의 양보다 더 많은 물을 지표의 대수층에서 뽑아내고 있다. 물 부족 지역에서 인구가 계속 증가함에 따라, 정부는 앞으로 불가피하게 가축을 기르는 대신, 식량을 재배하는데 물을 사용함으로써, 이러한 물 부족을 해결하고자하는 조치를 취하게 될 것이다. 향후 나오게 될 새로운 정책들은 육류의 값을 부자들만 사서 먹을 수 있을 정도로 올리게 될 것이다.

이러한 전망은 곡류 섭취만으로는 고기가 공급하는 것과 같은 단백질을 얻을 수 없다는 반발을 분명히 불러일으킬 것이다. 사실, 맞는 말이기도 하다. 그러나 영양학자들은 세계에서 가장 부유한 국가에 사는 대부분의 사람들이 현재 고기로부터 필

요이상의 단백질을 얻고 있고, 현재 가축 사료로 낭비되고 있는 곡식들을 포함하여 우리가 필요로 하는 단백질을 공급할 수 있는 채소류도 상당히 많이 있다고 주장하게 될 것이다.

불행하게도, 이것은 단순히 생산 능력의 문제만은 아니다. 고기의 대량 생산은 오염을 일으키는 주요한 요인이 되고 있다. 과거에는 소 배설물이 단지 농촌의 농담거리나 되었는지 모르지만, 최근 몇 년간 가축 배설물은 어류의 때죽음과 더불어, 오염된 물에 노출된 사람들에게 기억상실, 정신 착란, 급성 피부염과 같은 증상을 일으키는 ‘피에스테리아(pfiesteria)’와 같은 질병의 발생과 관련되어 왔다. 미국에서 가축은 현재 사람들이 만드는 쓰레기 보다 130배나 더 많은 양을 배출하고 있다. 예를 들어, 미국 유타주에 한 돼지 농장인 경우 LA시가 배출하는 것보다 더 많은 오폐수를 내보내고 있다. 이러한 대형농장들은 급속히 증가하고 있고, 인구가 조밀한 지역에서는 그곳의 오폐수가 식수마저 오염시키고 있는 실정이다. 인도네시아에서 아마존에 이르기까지 좀 더 원시적인 지역에서는, 소를 더 많이 기르기 위해 열대 우림을 태워 공간을 마련하고 있다. 농업은 전 세계 산림황폐화의 가장 큰 원인이고, 육류 소비 증가는 농업을 확산시키는 가장 큰 요인이 되고 있다.

지구의 생명체에게 견딜 수 없는 부담을 주는 것으로 밝혀진 것이 또한 지구상의 가장 지배적인 종, 즉 인간에게도 역시 그렇다는 사실이 증명되고 있다. 중국인 경우, 최근 육류위주의 식생활 변화는 비만, 순환기 질환, 유방암과 직장암의 증가와 관련이 있다. 미국과 세계보건기구(WTO)의 연구자들은 그와 유사한 전 세계 다른 나라의 사례들을 발표했다. 그리고 유전자변형 유기물과 호르몬, 항생제가 잔뜩 채워진 육류를 먹는 사람들이 어떤 피해를 입을 지에 대한 우려들도 점점 커지고 있다.

이러한 우려들은 우리의 직관과는 반대되는 것처럼 보일 수도 있다. 인간은 사냥과 채집생활을 하면서 진화되어 왔고, 현대 이전까지 수십 만년동안 고기를 먹었다. 혹자는 사람들이 고기를 먹는 것은 당연하다고 말할지도 모른다. 하지만 오늘날 공장에서 길러지고, 유전자가 변형되고, 화학물질로 가득 찬 가축들은 우리 조상들이 사냥했던 야생 동물들과는 엄연히 다르다. 인간이 야생에서 사냥하고 채집하던 생활에서 벗어나 체계적인 목축, 농장 체제로 바꾸었을 때, 우리의 의도와는 상관없이

자연적 균형은 변화하게 된다. 그러한 변화로 우리는 잉여 식량을 생산할 수는 있었지만, 그로 인해 인구는 막대하게 증가하게 되었다. 결국, 최고 육식자인 인간이 살기 위해서 필요한 공간, 즉 인간 개개인 당 필요한 넓은 미개척지를 더 이상 확보할 수 없게 되는 것이 단지 시간 문제인 것이 되어버렸다.

지구를 뒤덮는 도시와 농장, 쓰레기의 양이 더욱 더 증가함에 따라, 인간과 마찬가지로 생활 터전이 필요한 다른 포식동물들의 삶이 위태로워지고 있다. 호랑이와 팬더곰은 생활 터전을 잃어가고 있고, 다음 세기에는 멸종될 지도 모른다. 적어도 우리는 적응하는데 필요한 유연성-잡식성의 위와 창의적인 뇌-을 가지고 있다. 우리는 먹이연쇄에서 아래로 이동하여, 물과 토지를 덜 필요로 하고, 소나 돼지가 하는 것보다 환경을 덜 오염시키는 음식을 먹음으로써, 적응해 낼 수 있다. 장기적으로 보면, 우리는 육류를 먹었던 기억을 잊어버리고, 이미 수백 만 명의 사람들이 하고 있듯이, 다양한 채식 위주의 식사를 통해서 내적 만족감을 얻게 될 것이다.

그렇다고 미래에는 육류 소비가 완전히 사라질 것이라고 예측하는 것은 아니다. 향후 수 십 년 후에도, 소 떼들은 여전히 길러질 것이다. 그러나, 아마도 천연 방목장의 조그마한 땅에서, 값비싼 고급 비프스테이크를 먹고 싶어하고, 먹을 만한 능력이 있는 사람들을 위해 길러질 것이다. 반면에 다른 사람들은 우리의 진화적이고 문화적인 과거로 연결시켜주는 '추수감사절'과 같은 특별한 날에, 명절 음식으로만 고기를 먹게 될 것이다. 하지만, 육류의 대량생산 시대와 그로 인한 인간과 환경에 미치는 감당할 수 없는 피해는 다음 세기가 끝나기 전에 반드시 사라져야 할 것이다.



## IV. 미래의 우주

### 1. 인간은 화성에서 살수 있을 것인가?

By Jeffrey Kluger

만일 우리가 적은 비용으로 화성으로 날아가, 그 곳의 자원을 사용하면서 살게 된다면, 우리는 한 시대 안에 두 개의 다른 세계에 사는 인류가 될 것이다.

만일 당신이 2007년 10월에 화성으로 여행갈 수 있는 네 명의 사람들 가운데 한 사람이 아니라면, 그 날을 학수고대할 어떤 특별한 이유는 아마도 없을 것이다. 2007년 10월은 유인 우주선이 화성으로 갈 수 있는 가장 적당한 시기이다. 왜냐하면, 그 때쯤에 지구와 화성은 일직선상에 놓여, 가장 거리가 가까워 지게되고, 8개월도 채 안 걸려 화성에 도착할 수 있기 때문이다. 화성의 어느 지역에 착륙하게 될 지에 대해서는 말하기가 어렵다. 그러나, 아마도 당신은 넓은 화성 적도대 근처 어딘가에 착륙하게 될 것이다. 화성의 적도 이외의 다른 지역인 경우, 기온이 영하 140도라는 살인적인 추위로 떨어지는 반면, 화성의 적도 지역에서는 셔츠 바람으로 다녀도 될 만큼, 기온이 영상 20도 정도로 쾌적하다. 하지만, 화성의 희박하고 독성이 강한 공기 때문에, 셔츠만 입고 다닌다는 것은 과히 불가능한 일 일 것이다.

이와 같이 화성의 임시 정착지가 살기 힘든 곳이라 해도, 당신이 도착한 후 2년 후에는 다른 사람들이 화성으로 오게 될 것이고, 다시 2년이 흐르고 나면, 또 다른 사람들이 나타나게 될 것이다. 그리하여 2017년이 되면-올해 태어난 아이들이 투표권을 가질 나이가 될 쯤에-다른 세상에 인류의 최초의 작은 정착지가 자리를 잡게 될 지도 모른다.

심지어 우주 여행을 하는 사람에게도 화성으로의 여행은 큰 꿈이다. 아폴로 우주 비행사들이 가까운 달 표면을 일상적으로 왕복하던 때만 해도, 화성은 당연히 다음 목표로 보였었다. 그러나 지난 25년간, 우리가 해냈다고 할 만한 최고의 업적은 몇몇 무인 화성 탐사선들에 불과하다. 가장 최근에 폭발한 두 대의 탐사선과 지난주 실패의 책임을 NASA의 실수로 돌리는 신랄한 보도 이후, 화성 여행은 우리의 한계를 넘어서는 것으로 보였다.

그럼에도 불구하고, 화성은 다시 우주 여행 일정에 오르고 있다. NASA와 민간 부문의 과학자들은 은밀히 화성여행계획을 세워왔고, 우주선에 대해서도 대략이나마 설계를 한 상태여서, 그들은 화성 유인 착륙이 가능한 일일 뿐 만 아니라, 경제적으로도 실현 가능하다고 말한다. 그들은 하드웨어적 장비도 대부분 갖추고 있다고 생각하며, 자금도 확보가능한 수준이라고 주장하고 있다. 휴스턴의 존슨 우주 센터의 우주비행 연구 소 소장인 NASA의 Bret Drake는 “25년 이내에, 우리는 인간의 화성 탐사를 일상적으로 가능케 만들 수 있을 것이라고 예상합니다.”라고 말한다.

화성착륙의 성공의 열쇠는 그것을 명석하게 그러면서도 적은 비용으로 해내는 것이다. 1989년에, 아폴로 11호의 달 착륙 20주년 기념일 동안, 부시 미 대통령은 NASA로 하여금 인간의 화성착륙방안을 마련하도록 촉구하였다. 결국 NASA는 대규모의 30년 계획을 다시 시작하게 되었는데, 이 계획은 우주선 구축실과 지구 저궤도의 연료 정거장 설치를 포함하고있고, 실행하는데 드는 비용이 자그마치 입이 짹 벌어질 4천 5백억 달러에 이른다.

이 프로젝트의 비용을 끌어올리는 것은 화성에 도착하는데 필요한 우주선의 크기이고, 우주선의 크기를 크게 만드는 요인은 그와 같은 장기 여행에 필요한 총 연료와 기타 소모품들이다. 그러나 실제로 화성은 멀리 떨어진 곳(가장 멀리 떨어질 때는 달에 비해 1000배나 먼 거리에 위치함)이지만, 달에는 없는 것들을 많이 가지고 있는 행성이다. 가장 눈에 띄는 차이가 대기인데, 이것이 달 착륙과 화성 착륙을 완전히 다르게 만드는 요인이다.

지난 10년간-NASA의 1989년 계획이 나온 이래로-우주 공동체는 ‘<sup>38</sup>화성직행계획(the Mars Direct Plan)’이라 불리는 우주 탐사 시나리오에 대해 흥미를 보여왔

다. NASA의 한 하청업체인 ‘마틴 마리에타사(Martin Marietta Astronautics)’의 기술자들에 의해 개발된 이 계획은 단순히 화성을 방문하는 것 뿐 만 아니라, 그 낮은 땅에서 정착하는 것까지 포함하고 있다.

이르면 2005년에, 지구와 화성은 26개월마다 이뤄지는 일직선상에 놓이게 되는데, 그때 이 계획에 따라 연료탱크와 선실을 비운 채로 4인용 우주선을 화성으로 이륙시키게 된다. 화성 표면에 착륙하면, 우주선은 95%가 이산화탄소인 화성의 대기를 반응실 안으로 주입시키게 될 것이다. 그 안에서 화성대기는 수소와 만나 반응을 일으켜, 메탄, 물, 산소로 분해된다. 메탄과 산소는 우수한 로켓 연료를 만들어내고, 물과 산소는 인간에게 필요한 자원이 된다. 이러한 모든 소모품들은 우주선 내부에 있는 탱크 속에 저장될 수 있다.

2년 후에, 화성과 지구가 다시 일직선상에 놓이게 되면, 다른 우주선-이번에는 승객을 태우고-이 화성으로 보내지게 되고, 화성 표면에 있는 자동으로 조정되는 우주선과 합류하게 될 것이다. 우주비행사들은 18개월 동안 화성에서 탐사활동을 하고, 타고 온 우주선에서 주로 지내다가, 지구로 다시 돌아오게 될 때에는, 화성에 이미 있던 우주선에 올라타 지구로 귀환을 하게 될 것이다. ‘화성의 실태(the Case for Mars)’의 저자이자, 화성계획을 개발한 공학자중의 한 사람인 Robert Zubrin은 “이러한 화성비행을 여러 번 하다보면, 화성 표면에 산발적으로나마 작은 생활 터전들이 생겨나게 되고, 이후에 화성 계획의 전초기지로서의 역할을 해 줄 것입니다.”라고 말한다.

이러한 화성직행계획이 주목을 끄는 이유는 그 계획 이면에 깔린 과학적 이론이 너무도 평범하기 때문이다. 우주 비행사들이 살게 될 우주선은 39)머큐리 프로그램이 실행된 이래로, NASA가 지금까지 만들어온 동일한 가압비행선들(pressurized

---

38) 화성직행플랜(the Mars Direct Plan)은 1990년 8월, 덴버의 마틴 마리에타사의 기술자인 Robert Zubrin과 David Baker가 제안한 것으로서, 이전의 계획보다 간단하고 싸면서도 더 효과적인 유인 비행계획이다.

39) 머큐리 계획은 미국 최초의 유인위성 발사계획이며, 머큐리란 말은 로마신화에서 ‘신들의 사자(使者), 전령의 신’이다. 이 계획은 소련의 유인 우주비행을 1959년으로 예상하고, 가능하면 이를 앞지르기 위해서 시도된 것으로서, 1958년 10월 미국 항공우주국(NASA)의 탄생과 함께 착수되었다.

vessels)의 자형들(descendants)이다. 발사용 로켓들은 그 우주선의 부품을 이용하여 조립한 부품변형엔진들이다. 화성의 대기를 증류하여 빼내는데 필요한 기술은 1학년 화학교과서에 나오는 기본 원리들이다. 이러한 이유로, Zubrin은 이 화성직행계획이 놀라울 만큼 도전해볼만한 계획이라고 믿는다. 실제로, 다섯 번의 화성 탐사에 드는 비용이 약 40억 달러이고, 이는 아폴로 달 착륙 프로그램의 비용을 현재 달러로 환산해 볼 때, 그 것의 절반 이하 정도라고 볼 수 있다.

그러나 적은 비용으로 화성을 여행하는 것이 가장 최선의 길일까? 최근 NASA의 무인 화성 탐사선의 실패들이 보여주듯이, 기존의 부품들로 만들어진 일시적 방편의 장비들은 비용을 절약해주기는 하지만, 화성으로 가는 비행 시간을 감안해보면, 그 기대에 미치지 못하고 있다. 따라서 존슨 우주센터의 기술자들은 다른 화성 탐사 시나리오를 검토하고 있다. 그 계획들은 비용을 절약하는 현지 연료 제조를 포함하면서, 동시에 6인용의 좀 더 큰 우주선과 화성 궤도에 띄울 아폴로호 스타일의 모선(mother-ship)을 포함하고 있다. Drake는 “우리는 최선의 방책들을 받아들여, 그것들을 합리적인 계획으로 만들고자 합니다.”라고 말한다.

어떤 방법이 채택되든지 간에, 공통적인 사실은 그러한 계획들이 수행될 수 있는 속도이다. 초기 아폴로 탐사 계획을 고안한 자들은 그들이 우주 비행사들을 지구와 가까운 우주로 보낼 수 있을지조차 확신하지 못했고, 달로 보내는 것에 대해서는 더욱 불안해했지만, 그들과는 달리, 화성 탐사계획자들은 기본적인 우주여행기술을 보유하고 있는 상태다. 그들이 필요한 것은 화성탐사에 필요한 기계들을 고안하고, 만드는데 정부차원의 허가를 얻는 것이다.

정부로부터 허가를 받을 때까지, 화성 계획 참여자들은 일을 착수 할 수 있는 방법들을 찾아야한다. NASA와 화성협회(the Mars Society-민간 화성탐사 옹호 단체)의 연구자들은 캐나다 북방지대에 있는 데본 아일랜드(Devon Island)에 대한 탐험 원정을 수행하고 있다. 이 곳은 화성의 얼어붙고 건조한 황무지와 거의 유사한 지역으로 여기서 생존기술과 탐사기술을 훈련하고 있다. 존슨 우주 센터의 연구팀은 그들의 탐사 계획을 세밀하게 다시 수정하고 비용을 가능한 한 축소시켜 예산을 줄여나가고 있다. Zubrin은 “현재로써 우리와 화성사이에 있는 유일한 문제는 정치적인

허가를 얻을 수 있는지의 여부입니다.”라고 말한다. 사실, 그러한 장애물은 종종 모든 것들 가운데 가장 어려운 문제가 된다.

## 2. 우주 정거장은 세워질 것인가 ?

By Jeffrey Kluger

*문득 떠오른 묘안인가? 아니면 쓸모 없는 낭비정책인가? 어찌됐든 간에 거대한 우주선이 그 모습을 드러내고 있다.*

부동산 거래가 잘못되는 것만큼 엄청난 손해를 보는 일도 거의 없다지만, 현재 지상 373킬로미터에 엄청나게 큰 물체가 그 형태를 갖추고 있다. 이 지구 궤도를 선회하는 하얀 거대 물체는 ‘국제 우주 정거장(the International Space Station)’으로 알려져 있는데, 이 거대 우주 정거장의 이름이 국제적인 느낌을 줌에도 불구하고, 5백억 달러에서 천억 달러에 이르는 대부분의 건설비용이 미국의 납세자들에 의해 충당되어질 것이라고 한다.

레이건 전 미 대통령이 우주정거장을 건설하겠다는 미국의 새 우주국의 제안을 최초로 거론한 것은 1984년 이였다. 이 우주 정거장은 지구 궤도를 선회하는 전초기지로서, 우주국에 의하면 8년 이내에 80억 달러의 자금을 들여 건설될 것이라고 하였다. 실제로 기술자들이 청사진을 마련하기 시작하자, 상황은 복잡해졌다. 연 이은 수정된 계획들이 발표되었음에도 불구하고, 너무 비용이 많이 들고, 너무 어렵고, 또는 우주 유영하는 비행사들이 건설하기에는 너무 위험하다는 이유들로 계속 반대에 부딪혔다. 1992년까지, 그 계획에 투입된 비용만 해도 이미 100억 달러에 이르게 된다.

현재 16개 국가들이 ISS건설에 참여하고있는데, 원래 계획에는 하드웨어와 노하우를 제공하기로 약속한 러시아도 포함되어있다. 하지만, 약해질 대로 약해진 경제와 말 많은 관료주의로 인해, 러시아는 제공하기로 한 약속을 어겨왔고, 이로 인해 미국은 부족한 많은 부분을 떠맡게 되었다. 상황은 더 악화되어, ISS가 겉으로만 번

듯하다고 보는 많은 우주 과학자들을 비롯해서, 비평가들은 그들은 계획되어진 작업이 로봇 비행선에서 이뤄져야 비행사들이 위험에 처하지 않고도 세밀한 실험을 해내는데 더 수월하다면서 불만을 늘어놓고 있다.

이러한 모든 어려움에도 불구하고, ISS는 완공될 것으로 보인다. 왜냐하면, 정치적 영향력이 강한 많은 미 의회 선거구의 많은 항공산업업체들이 현재 그것을 완성시키기 위한 노력을 하고 있기 때문이다. 1998년에 최초로 두 개의 착륙선들이 궤도로 보내졌고, 세 번째 착륙선은 올해 7월에 뒤따라 쏘아 올리기로 예정되어있다. 2006년까지, 우주 정거장은 운행되어야하고, 시간과 돈을 쏟아 부었던 미국은 그것으로 무엇을 할 것인지 결정해야만 한다.

### 3. 미래에는 우주로 휴가를 갈 수 있을까?

By Dan Cray

두 시간짜리 우주비행에 왜 9만 8천달러가 들까?

Mike Kelly가 처음에 자기 소유의 민간 우주운송사업을 시작하게 되었을 당시만 해도, 그는 자신의 돈벌이를 위한 사업이 지구 궤도 높은 곳으로 위성들을 쏘아 올려야 할 것이라는 점을 알고 있었다. 현재 그는 자신이 잘못 이해했을지도 모른다고 생각을 한다. 캘리포니아의 센 베르나디노 외곽지역에서 'Kelly Space & Technology'를 운영하고 있는 그는 "사람들은 항상 언제 우주에 갈 수 있냐고 물었지요. 그때 저는 진짜 시장은 우주 관광에 있다는 것을 알게 되었습니다."라고 말한다.

예비 시장 조사에 의하면, 만 명의 우주여행희망자들이 우리의 마지막 미개척지인 우주를 방문하는데 각자 백만 달러를 쓸 의향이 있음을 밝히고 있다. 버지니아주 알링턴에 위치한 스페이스 어드벤처(Space Adventures)는 2005년에 예정된 9만 8천 달러라는 잠정적 비용이 소요되는(다소 불분명하지만)2시간 짜리 우주여행에 130명 이상의 희망자들로부터 적립금을 받았다. 스페이스 아일랜드 그룹의 Gene

Meyers는 “우주는 미래의 이국적인 휴양지가 될 것이다.”라고 말한다.

이 모든 것은 굉장하게 보이는 듯 하나, 몇 가지 장애물들이 있다. 단순히 위성 하나-산소, 생명유지장치, 왕복여행을 제외하고-를 궤도에 쏘아 올리는데 만 이미 킬로그램 당 2만 2천 달러라는 천문학적인 비용이 소요된다. 게다가 부자인데다가 특하면 소송을 걸어대는 승객들의 보험료는 포함하지 않은 비용이다. 미 과학자 연맹(the Federation of American Scientist)의 John Pike는 우주 관광 시장을 독점하고자 하는 기업가들 모두가 로켓하나를 폭발시켜도 될 만큼의 충분한 자금을 가지고 있다고 신랄하게 말한다.

미 우주국은 많은 자금을 가지고 있지만, 위와 같은 기업가들을 위해서 우주를 덜 비싼 곳으로 만드는 데에는 전혀 관심이 없다. 그리하여, 그들은 정부가 실패해 왔던 것을 해내는 데에 힘을 쏟고 있다. 즉, 비싸지 않으면서도 안전하고 신뢰할 수 있는 재사용 가능한 발사 시스템을 고안하는 것이다. Kelly Space가 고안한 원형은 로켓 엔진을 만들었던 비행기처럼 보인다. 캘리포니아주, 레드우드시에 위치한 Rotary Rocker는 헬리콥터처럼 지구로 귀환하게 해주는 로우터가 달린 발사용 로켓을 보유하고 있다. 워싱턴주의 커클랜드의 Kistler Aerospace는 자사의 로켓을 구 소련의 엔진, 왕복선 스타일의 상승 온난기류 보호 타일, 그리고 정교한 추락방지 시스템들과 결합시키고 있다. 최초의 우주 여행객들이 우주로 가기까지는 아직 수년의 기간이 남아있다. 그러나 워싱턴의 ‘미연방항공국(the Federal Aviation Administration)’의 관료들은 이미 우주비행규정들에 대해 비공식적으로 논의하고 있다. 결국, 우주여행객들은 너무 멀리, 은하계 멀리로 가는 여행에 대해서는 준비할 수 없을 것이다.

백 마일 상공에 위치한 사교모임에 가입할 의향이 있는 사람들을 위해서 Hilton 과 Budget은 우주 호텔을 건설하는 것을 구상 중에 있고, 한 암스테르담의 여행단체는 러시아의 넓고 닳아빠진 ‘미르(Mir)’ 우주 정거장을 값싼 우주 모텔로 사용하는 방안에 대해서 논의 중에 있다. 비록 당신이 미르에 투숙하기를 고려하고 있다고 하더라도, 스위트룸을 예약하기 전에 ‘미쉐린 등급(Michelin ratings)’를 대조해 보기를 원할지도 모른다.

#### 4. 인간의 별 여행은 가능한 일인가?

By 40)Freeman Dyson

태양계 내 혹성간 여행은 별과 별 사이의 여행과 비교해 볼 때 아주 쉬운 일이다. 그럼에도 불구하고, 우리는 별에 여행을 갈 수 있을 것으로 보인다. 문제는 시일이 오래 걸린다는 것뿐이다.

만일 우리가 별에 여행을 갈 수 있을 지에 대해서 묻는다면, 그에 대한 대답은 아마도 “그렇다”이다. 하지만, 오랜 시일이 걸릴 것이고, 아마도 500년은 족히 걸릴 것이다. 만일 당신이 인간이 21세기 이내에 별 여행을 할 수 있을 지에 대해 묻는다면, 그에 대한 대답은 두말할 나위 없이 “아니다”이다. 가장 가까운 별로의 여행과 우리 태양계 내를 도는 여행의 차이는 대서양을 수영하여 횡단하는 것과 포토막강(the Potomac)을 횡단하는 것의 차이와 거의 동일하다. 대서양을 건너려면, 당신은 보트나 비행기가 필요할 것이다. 가장 가까운 별에 가려면, 당신은 우주 비행선이 필요한데, 문제는 100년 안에 그러한 우주선을 만들어 낼 가망이 없다는 것이다.

태양계를 돌아 몇 년 내에 지구로 돌아오려면, 초당 160킬로미터로 순항하는 우주선이 필요하다. 그 속도라면, 당신은 열흘 안에 화성에 이르고, 16개월 안에 명왕성에 도착하게 될 것이다. 우리는 태양에너지를 모으기 위해 커다란 자기 박막을 장착하고, 초당 160킬로미터로 우주선을 발사할 수 있을 만큼 강력한 엔진 추력을 일으키기 위해서, 이온 제트 엔진을 갖춘 우주선을 상상해 볼 수 있다. 또한 그와 같은 효력을 내기 위해서, 만일 핵 우주선에 대한 정치적 반대가 없다면, 원자력 제트기를 만드는 것도 가능하다. 만일 우리가 자금을 투자하기로 결정만 한다면, 태양광선이나 원자로로부터 얻을 수 있는 에너지 양은 태양계 주변을 도는 여행을 가능케 해줄 만큼 충분히 많다. 100년 이내에 초당 160킬로미터의 우주선을 만드는 것을 결정을 하든 안

---

40) Freeman Dyson 은 ‘the Institute for Advanced Study’의 물리학 교수였으며, <The Sun, the Genome and the Internet>의 저자이다.



하든, 우리는 그것이 기술적으로 가능하다는 것을 안다. 초당 160킬로미터의 우주선을 개발하는 비용이 많이 들지는 모르나 터무니없을 정도는 아닌 것이다.

한편, 지구와 가장 가깝게 위치한 별은 명왕성의 만 배나 멀리 떨어져 있다. 인간의 일생 동안에 별 여행을 하려면, 초당 16,000 킬로미터 이상으로 비행하고, 십년 안에 이 속도로 가속시킬 수 있는 우주선이 필요하다. 엔진은 우주선 무게의 각 파운드 당 약 1메가와트(100만 와트)의 힘을 전달해 주어야 할 것이다. 그 만큼 작으면서도 그 정도로 강한 엔진을 가열되지 않게 해줄 방법은 없다. 비록 태양과 우리들보다 훨씬 더 많은 에너지를 지닌 연료가 기존과 다른 독특한 것이라 해도, 엔진 가열을 막아야 된다는 문제는 여전히 극복하기가 어렵다. 21세기 안에 별 여행은 우리가 만들어 낼 수 있는 엔진을 가지고서는 실현불가능한 일이 될 것이다.

그렇다면, 무인 탐사선이 별에 가는 것은 어떨까? 무인 탐사선은 유인 우주선에 비해서 훨씬 작고 가벼울 수 있다. 그것은 탐사선이 별에 도착하는데 필요한 총 동력이 훨씬 덜 든다는 것을 의미한다. 그러나 무인 탐사선도 여전히 파운드 당 1메가와트의 힘을 전달해주는 엔진이 필요하다. 결국 유인선이든 무인선이든 간에 그 엔진을 냉각시키는 문제는 여전히 남게 되고, 결론도 마찬가지가 된다. 21세기 이내에 무인 탐사선도 별에 가지는 못할 것이다.

Huges Aircraft에 근무한 바 있고 현재는 프리랜서로 일하고 있는 Robert Forward는 21세기 안에는 아니지만 좀 더 시간이 지난 이후에 별에 갈 수 있는 우주 탐사선을 만들어냈다. 그가 개발하고 있는 탐사선은 엔진을 장착하지 않으므로써, 엔진 냉각 문제를 해결하고 있다. 이 탐사선은 기선(a steam ship)이 아니라 범선(a sailing ship)의 일종이다. 그는 그것을 41)스타위스프(Starwisp)라고 한다. 그것은 매우 가느다란 선들로 이루어진 일종의 어망과 같은 것으로, 무게가 30그램도 채 되지 않는다. 그 그물망은 범선과 같은 역할을 하는데, 그것은 거대한 위성에 의해

---

41) 지금까지 제시된 최고의 태양계 밖 무인우주선으로서, 로버트 호워드박사 고안하였다. 이 것은 무게가 30g 정도에 불과하며 지구밖에 설치한 위성이 내뿜는 전파의 힘으로 비행한다. 속도는 초당 6만Km.그러나 전파를 만드는 데 지구전체의 발전소에서 생산하는 전력보다 많은 전력이 필요하다. 기술적인 가능성을 떠나 막대한 비용 때문에 1000년 내에는 실현 불가능할 전망이다.

서 생성되는 전파의 압력에 의해서 추진된다. 그 위성은 우주밖에 설치된 상태로, 우리가 탐사하고자 하는 방향을 전자빔으로 가리켜 주는 역할을 하는데, Starwisp은 그 전파로부터 동력을 얻어 그 전자빔을 따라 항해를 한다. 이 계획은 이론상으로는 아주 훌륭하다. 그러나 실제로는 해결되어야 할 몇 가지 문제들을 지니고 있다. 위성은 크기가 매우 커야하고, 속도가 오르면, 그 전자빔의 에너지를 그 어망에 계속 비추어 주어야 한다. 그 어망은 기화되지 않기 위해서 전파의 아주 극 소수 만을 흡수해야한다. 또한 그것은 정보를 수집하고 신호를 지구로 다시 보내기 위해서 장비들을 실어야하는데, 그러한 장비들은 무게가 반드시 30그램 미만이어야 한다. 이처럼 수세기 동안 우리 기술자들은 계속해서 풀어나가야 할 문제들을 떠맡고 있는 것이다. 그러나 언젠가는 이와 같은 우주선이 우주를 날아다니게 될 것이다.

궁극적으로, 우리는 이 스타위스프를 1백만 계수로 확대하여, 인간을 태우고 별에 갈 수 있을 만큼 커질 것이라고 상상해 볼 수 있다. 그것을 움직이게 하는 위성은 현재 지구상에 있는 모든 발전소가 일으키는 전력보다 훨씬 더 많은 전력을 사용하게 될 지도 모른다. 언젠가 우리는 우주 탐험을 위해 이처럼 많은 동력을 남겨둘 지도 모르지만, 빠른 시일내에는 아닐 것이다. 아마도 3천 년대 중반쯤에나 가능할 일이 되지 않을까.

## 5. 소행성과 지구는 충돌하게 될 것인가?

By Leon Jaroff

결국 소행성은 지구와 충돌할 것이다. 그러나 우리는 그것을 감수할 필요는 없다. 이미 천문학자들은 천체를 자세히 관측하고 있으며, 지구를 지키기 위한 준비를 하고 있다.

지구에 미칠 소행성의 파괴적인 재앙에 관한 한, 실제적인 의문은 이러한 재앙이

일어날 것 인지의 여부가 아니라, 언제 일어날 것인가 하는 것이다. 수십 억 년의 지구의 역사에 걸쳐, 200여 개 이상의 분화구들과 지리학적인 기록들은 다음과 같은 사실의 충분한 증거를 보여주고 있다. 즉 여러 번에 걸쳐서 소행성이나 혜성들에 의한 폭발은 지구의 많은 부분을 황폐화시켰고, 여러 종들을 멸종시켰으며, 지구 생명체 그 존재 자체를 위협하였다. 천문학자들은 우주에 더욱 거대한 물체들이 있고, 우주 속을 날아다니는데, 그 중 일부는 결과적으로 지구와 충돌을 하게 되리라는 사실을 너무도 잘 인식하고 있다.

무시무시한 얘기처럼 들리긴 하나, 재앙은 불가피한 것은 아니다. 지구상에 거의 40억 년 이상을 살아온 생물체들 가운데, 한 종은 진화를 거듭해왔고, 다가올 크나큰 지구의 재앙을 대비할 수 있게 되었다. 만일 그 종이 그렇게 할 의지를 가진다면 말이다. 그 생물 종은 바로 우리 인간이다.

그렇다면, 왜 걱정을 하는 것인가? 지금껏 일어났던 충돌들 가운데 가장 악명 높았던 재앙은 지구상의 공룡을 멸종시킨 것으로, 이것은 6500만년 전에 일어난 사건이다. 말 그대로 정말 고대의 역사란 것이다.

그러나 동시대적 사건을 살펴보고자 한다면-물론 지리학적인 범위에서-불과 4만 9천년 전에 일어난 충돌을 말할 수 있다. 이 충돌은 철로 이루어진 소행성이 애리조나의 4분의 3마일 넓이의 운석 분화구를 폭발시켜, 주변 수백 마일 부근에 사는 거의 모든 살아있는 생명체를 말살시켰다. 최근인 1908년에는 작은 암석 소행성인지 큰 덩어리의 혜성인지는 확실하지 않으나, 이것이 시베리아의 툰구스카 지역의 상공 5마일 지점에서 폭발하여, 나무들을 쓰러뜨리고, 산불을 일으켜, 천 평방 마일 이상의 일대에 살고 있던 야생동물을 죽게 만들었다. 현재 수천만 톤의 폭발력을 지닌 것으로 측정되고 있는 그 충돌이 만일 뉴욕이나 런던 상공에서 일어났더라면, 수십만 명의 목숨을 잃게 만들었을지도 모른다.

그렇다면, 지구를 빗나간 행성들인 경우는 어떤가? 1996에 한 소행성이 지구 궤도의 280,000마일 이내에서 지나간 적이 있었다. 천문학적인 기준에서 볼 때, 이 거리는 별 끝 만한 거리에 불과하다. 그것은 지금껏 관측되어왔던 것들 중에서, 그렇게 가깝게 지나간 것 중 가장 큰 소행성으로서, 만일 지구와 충돌을 했더라면, 그로

인한 폭발력은 5000에서 12000 메가톤 급에 이르렀을 것으로 보고 있다. 이러한 근접통과와 관련해서 특히 우리의 기를 꺾어버리는 것은 그러한 소행성이 지구를 지나가기 불과 4일 전에 발견되었다는 점이다. 결국 우리는 소행성들을 조기에 발견하고, 그것들의 경로를 그래프로 계산하여, 수년 앞서서 그 소행성들이 지구를 위협할지의 여부를 예측해 낼 감시 시스템이 필요하다.

반가운 소식은 그러한 감시 시스템이 부진한 출발에서 벗어나, 급속하게 진전을 보이고 있다는 점이다. 애리조나와 캘리포니아의 열성적인 천문학자들은 네 개의 소규모 단체를 결성하였고, 비록 어느 패스트푸드점의 직원 수 보다 인원이 적고, 그들이 사용하는 천체망원경에도 대부분 일반용 장비를 사용하고 있기는 하나, 계속해서 천체도를 그려왔으며, “지구근접물체(near-Earth objects)”로 알려진 것들을 차츰 더 많이 발견해 내고 있다.

NEOs는 지구궤도를 주기적으로 가로지르거나 가까이 근접하는 소행성들이나 산발적으로 나타나는 혜성들을 말한다. 만일 하나의 NEO가 지구가 우연히 지나가게 되는 궤도를 따라서 동시에 지나가게 된다면, 그 결과는 난데없이 궤도에 들어선 물체의 크기에 따라, 한 대도시나, 한 지역 또는 심지어는 전체 인류문명의 종말을 가져올 수도 있다.

1997년에, 그 소행성 탐사 선구자들은 급속히 성장한 한 신생 단체와 결연을 맺었다. 그 단체는 미 공군-MIT공대 링컨 실험실 공동 단체로서, 미 국방성에 의해 막대한 자금을 지원 받고있다. 그리하여, 뉴멕시코에 있는 미 공군 위성 관측 망원경과 MIT가 고안한 탄약을 연결한 최신 장치를 갖춘 카메라를 이용하여, 완전히 자동화되고, 전산화된 작업이 이뤄지게 되었고, 어느 단체들 보다 가장 많은 수의 크고 작은 소행성과 혜성들을 재빨리 발견하기 시작했다. 좀 더 중요한 것을 얻기 위해서, 두 번째 소행성 탐사 목표를 전개해 온 미 공군은 그와 같은 장비를 천문학자들에게 맡기고, 훨씬 더 나은 소행성 관측을 위해 마이크로 위성들을 발사시키는 것에 관해 비공식적으로 논의 중에 있다.

만일 지구로 향하는 혜성이나 소행성이 발견된다면, 어떻게 해야하는가? 조기 관측해 낸다면, 이왕이면, 수년 앞서서 발견해 낸다면, 우리는 최근에 소행성 <sup>42)</sup>Eros

를 조사했던 우주선 <sup>43)</sup>NEAR와 많이 유사한 탐사 우주선을 보내서, 그 미허가 궤도 진입 물체의 성질을 결정할 수 있게 될지도 모른다. 로스알라모스와 로렌스 리버모어 국립 실험실의 과학자들은 이미 다가오는 소행성에 대비한 여러 훌륭한 방어책들을 고안해내고 있다. 소행성의 질량과 성질에 따라, 과학자들은 작은 소행성인 경우 분쇄시키고, 좀 더 큰 것들은 궤도를 벗어나게 만들기 위해서, 특별 주문해 만든 핵 폭탄을 사용할지도 모른다. 충분한 시간이 주어지고, 상황이 적합하다면, 덜 과격할 방법들이 필요하게 될 지도 모른다. 어떤 계획들은 재래 폭발물만을 사용하고 하고, 또는 지구를 안전하게 비켜갈 수 있도록 궤도를 바꿀 수 있게 소행성에 로켓 모터나 태양 범선을 장착시키자는 주장도 있다.

2000년 초, 직경 10분의 6마일 이상의-지구 대과괴를 일으킬 정도로 충분히 큰-지구에 근접해 있는 500여 개에서 1000여 개에 이르는 소행성들 가운데, 대략 절반 가량만 관측되어지고 있다. 알려지지 않은 소행성들 가운데 어느 하나가 현재 지구와 충돌할 경로에 놓여있을지도 모를 일이다. 보통 소행성에 비해 크기가 크고, 충돌 속도도 두 배 이상이나 더 큰 주기가 긴 혜성들의 갑작스럽게 출현하면, 훨씬 더 큰 피해를 줄 수 있다. 그러한 물체들<sup>44)</sup>Hale-Bopp 혜성이 그러한 것에 속함)은 대

42) 슈메이커가 착륙한 '433 에로스(Eros)' 는 고운 먼지로 뒤덮인 뉴욕 맨해튼 크기의 타원형 소행성이다. 화성과 목성 사이에 있는 '소행성대' 에서 떨어져 나온 지구 근접 소행성 중 하나로, 6,700만년 전 공룡이 멸종한 한 원인으로 추정되는 소행성과의 충돌가능성을 타진할 수 있는 좋은 조건을 갖추고 있다. 길이 33km, 지름 13km로, 기온이 낮에는 영상 100도, 밤에는 영하 150도에 이를 정도로 일교차가 크다. 중력은 지구의 1000분의 1 정도로 매우 약해 지구에서 몸무게가 90kg인 사람이 에로스에서는 50g에 불과하다. 그리스 신화에 나오는 '사랑의 신' 에서 이름을 딴 에로스는 지구에서 3억1천6백km(태양-지구 거리의 약 2.1배) 떨어진 곳에서 태양을 회전하고 있다.

43) '니어 슈메이커(Near Shoemaker)'호는 미국의 소행성 무인 우주탐사선이다. 이 탐사선이 소행성 '에로스'에 착륙함으로써 우주탐사에 새로운 지평이 열렸고, 슈메이커의 에로스 안착은 달, 화성, 금성, 목성에 이어 인간이 만든 우주탐사선이 천체 표면에 내려앉은 5번째이자 소행성으로는 사상 첫 사례이다. 495kg의 무게에 4개의 태양 전지판, 거리측정기, 전자카메라 등을 장착한 대형 금속 쓰레기통 모양의 슈메이커는 1996년 2월 17일 미 플로리다주케이프 커내버럴 우주기지에서 발사됐으며 4년 만인 지난해 2월 목적지인 에로스 에 도착했다.

44) 1995년 7월 22일 토요일 밤에, 앨런 헤일은 밤하늘을 관찰하다가 여름철의 은하수가 드리워져 아름다웠기에 은하 중심부의 몇 개의 성단들과 가스 성운들을 관측하다가 우연히 혜성을 발견하게 되었다. M70이라는 성단쪽으로 망원경을 움직였을 때 희미한 천체가 별

체로 목성 또는 그 보다 가까운 궤도 근처 어딘 가에서 불꽃을 내기 시작하기 전까지는 발견되지 않는다. 이는 지구궤도를 지나가기까지 고작 18개월이라는 시간이 남았다는 의미다. 그렇게 되면 방어책략을 사용할 시간도 부족하게 된다. 그뿐만 아니라, 좀더 수가 많고 크기가 작은 NEOs인 경우, 그 중 일부는 도시를 파괴할 수도 있고, 해일을 일으킬 수도 있는데, 그 중 알려진 것은 극소수에 불과하다.

예측 가능한 미래의 어느 날, 오후 산책을 나온 사람들은 지평선에 갑작스레 나타난 백열을 보게 될지도 모른다. 그런 다음, 곧바로 땅이 흔들리는 것을 느끼게 되고, 천둥과 같은 굉음이 울리다가, 과열된 공기가 돌진해 날아들어 폭발하여, 마침내 불태워 없어지게 될 것이다. 결국 우리는 지구 근처에 위치한 물체들을 하나도 빠짐없이 발견하고, 추적하여, 그와 같이 무시무시한 갑작스런 재난을 예방해야 할 것이다.



---

들 사이로 이동하는 것을 보고 그것이 혜성임을 확신했다. 그리고, 그 시간에 아마추어 천문가인 토마스 밥 역시 M70을 보았고, 이렇게 해서 헤일-밥 혜성이 탄생하였다.

## 참 고 문 헌

### 1. 국내서

- 안정효. 「영어 길들이기(번역편)」. 서울: 현암사, 1997.
- 이근달. 「영문 번역의 노하우」. 서울: 시사영어사, 1998.
- 최정화. 「최정화 교수의 통역 번역 노하우」. 서울: 넥서스, 2001.

### 2. 번역서

- Koller, Werner 저 · 박용삼 역: 「번역학이란 무엇인가」. 서울: 숭실대학교출판부, 1997.
- 마쓰모토 야스히로 마쓰모토 아이린 저 · 김정우 역: 「영어번역을 하려면 꼭 알아야 할 90가지 핵심 포인트」. 서울: 창문사, 1997.

### 3. 국외서

- Katan, David. *Translating Culture*. Manchester: ST. Jerome Publishing, 1999.
- Robinson, Douglas. *Becoming a Translator*. New York: Routledge, 1997.
- Schaffner, Christina. *Translation and Quality*. Bristol: Multilingual Matters Ltd, 1998.