

03 인구 변동과 과학기술 발전



글_김두환

미래변화예측연구소 소장,
인하대학교 물리학과 연구 교수
dookimm@hanmail.net

인하대학교 물리학과 졸업후 이론핵물리 전공으로 동대학원에서 박사학위를 받았다. 한국원자력연구원, 인천대학교 객원 교수로 근무했으며, 인천대학교 경제학과 박사과정 수료했다. 현재 인천환경공단 비상임이사, 민주평통 자문위원, 미래학회 이사로도 활동하고 있다

인구 규모와 밀도 높아질수록 지속가능한 시스템 필요 인구 늘어날수록 과학기술 통한 창발 현상 나타날 것

인류문명을 결정하는 가장 중요한 요소 중 하나는 인구이다. 인구는 단순히 사람의 숫자만을 의미하는 것이 아니다. 여러 사람이 모이면 규칙이 만들어지고, 이들이 한 부락을 이루며 규범이 만들어진다. 부락이 모여 한 민족을 만들면 그 구성원들의 독특한 문화가 만들어지고, 이러한 문화가 모여 인류 문명을 만들었다. 식량 생산은 기원전 9000년이 되어서야 가능하게 되었으며, 식량 생산이 가능해지면서 인류는 대규모 집단을 이루며 살게 되었고, 이로 인해 인구가 급속도로 증가하게 되었다. 기원전 3400년경 비옥한 초승달 지역에서 최초의 국가가 탄생하였고, 그 후 중국, 멕시코, 안데스 지역 등에서 국가가 형성되었다. 인간들은 나름대로 독특한 문화 패턴을 가지

고 있으며, 네 가지 정도의 구분이 그 패턴을 결정한다. 이는 인구 규모, 생존 방법, 정치의 집중화, 사회의 계층화 등이며, 이들 간의 일정한 상관관계를 통해 문화 패턴을 구분하고 일반화한다(어제까지의 세계, 재레미 다이아몬드, 2012). 그중에서 가장 중요한 것은 인구 규모이다. 인구 규모와 인구밀도가 높아지면 식량을 포함한 생필품을 지속가능하게 공급해야 하는 시스템을 갖추어야 할 것이다. 이는 수렵 사회에서 농경 사회로 옮겨가게 하는 계기를 제공한다.

인류 문명의 발달은 곧 과학기술의 발달과정

통상 인류는 수렵 원시 시대를 거쳐 약 6천 년의 농경 사회를 이루었다. 농경 사회에서 변화의 핵심 기술은 곡물 경작기술이며, 에너지 동력 장치로 직접 사람이 힘을 쓰거나, 동물의 힘, 자연의 힘을 이용하였다. 이러한 농경 사회를 구성하는 핵심적인 변화는 인구 증가와 식량 증가이며, 이로 인해 초기 도시 국가들이 등장했다. 글과 숫자들이 발명되고, 학문과 과학이 출현하게 된다. 또한 기술이 발달해 도로 건설, 운송 수단 제작 등 이동성을 확보하게 됨으로써 개별 문화들이 교류하게 되고, 인류 문명이 탄생하게 되었다.

인류 문명의 발달과정은 곧 과학기술의 발달과정을 따른다. 인류 최초의 문명은 이집트와 바빌로니아에서 발생하였으며, 이들은 실용적인 목적으로 과학기술을 이용하여 문명을 이루었다. 농경 사회의 성공 조건은 많은 토지를 기반으로 한 곡물의 대량 생산 능력이다. 사람을 먹여 살릴 수 있는 능력을 갖춘 자들이 지배자(지도자)가 되는데, 그 권력이 부족 공동체에서 국가 중심으로 이동하게 된다.

산업화 사회의 성공 조건은 상품의 대량생산 능력

인류는 농경 사회를 거쳐 200여 년의 산업화 사회를 거치게 된다. 산업화 사회의 변화를 이끄는 핵심적 기술은 증기기관이다. 농경 사회에서는 기존에 존재하고 있는 에너지를 활용하는 것이라면, 산업화 사회에서는 과학기술을 이용하여 새로운 에너지를 창조하는 것이다. 인구가 증가하면 증가할수록 식량을 포

함한 생필품의 수요가 급증하게 될 뿐 아니라, 인간의 욕구를 충족하기 위한 다양한 물품들의 생산이 필요로 하게 된다. 이러한 산업화 사회의 요구는 공장 기반의 대량생산과 철도, 자동차, 비행기 등을 이용한 이동성의 확대를 가져오게 한다. 대량생산이 가능하기 위해서는 공장의 분업이 필수적이며, 분업 노동자의 교육 수준이 일정 수준 이상이어야 한다. 그러므로 산업화 사회에서 대중교육제도가 발달하게 되었으며, 과학기술도 표준화에 중점을 두게 되었다. 산업화 사회에서의 성공 조건은 상품의 대량생산 능력이다. 대량생산을 통해 부를 축적한 거대 자본가들이 출현하게 되며, 빈익빈 부익부가 심화되면서 중앙 집중관리형 거대 자본이 출현하게 된다. 거대 자본은 한 국가의 정책을 결정하며, 한 국가 권력의 중심에서게 된다.

인구 증가에 따른 재앙 우려한 맬서스의 ‘인구론’

급격한 인구 증가로 인해 인간 사회가 크게 변할 수 있다고 인식한 것은 그리 오래되지 않았다. 영국 경제학자 토머스 맬서스의 저서 <인구론(1798)>에 의하면, 산업발전으로 인해 인구는 자연의 법칙에 의해 기하급수적으로 증가하지만, 식량 생산은 생산할 토지와 생산기술의 한계 때문에 산술급수적으로 증가함으로써, 인구 증가에 따른 인류의 재앙이 도래하리라는 것이다. 그는 인구증가로 인해 식량 공급이 원활하지 않으면 자연 생태계의 적극적 억지력이 작용하여 기아와 전염병이 만연하고, 인간 사회의 적극적 억지력이 작용하여 국가 간 전쟁이 필연적이라 하였다. <인구론>의 개정판에서는 사망률을 높이는 ‘적극적 억지’ 외에 출산율을 줄이는 ‘예방적 억지’, 즉 ‘도덕적 억지’로서 출생억제에 대한 정책들을 제안하였다. 그는 엄격한 산아제한을 통해 출산율을 줄이는데 있어 장애인, 천민 계층에 속한 사람 등 사회적 약자에 대한 비인격적 조치를 주장하였다. 맬서스의 인구론은 다양한 비판의 대상이 되었으나, 다가올 미래에 대한 새로운 자각을 할 수 있었다는 의미에서는 가히 위대한 미래학자로서 견주어도 될 성싶다.

과학기술로 인구 문제 극복하며 창발 현상 일어나

산업화 사회에서 발생했던 다양한 문제들은 비약적인 과학기술의 발전으로 인해 극복될 수 있었다. 맬서스가 우려했던 것처럼 인구는 기하급수적으로 증가하였다. UN 보고에 의하면, 세계 인구는 1804년 처음으로 10억 명을 넘어선 이후 100년이 채 안되어 세계 인구는 30억 명 이상으로 증가하였다. 지금의 추세라면 100년이 지난 2100년에는 약 50억 명이 증가한 100억 명이 넘는 인구를 지구는 갖게 될 것이다. 그러나 맬서스의 우려와 달리 인간은 엄청나게 증가한 인구를 충분히 먹일 수 있을 정도의 식량 생산 능력을 갖추게 되었다. 뿐만 아니라 운송수단의 발달로 재배된 식량을 신속하게 모든 사람에게 전달할 수 있게 되었다. 이로 인해 인구 증가로 인한 막대한 식량 수요 문제를 생산 증대와 물류 발전을 통한 공급 능력의 확대를 통해 해결할 수 있었다. 20세기를 맞이하는 인류의 미래는 무지갯빛이었다. 모든 사람들이 파라다이스를 꿈꾸게 되었다.

그러나 인구가 늘어나면서 인류에게는 전혀 예상치 못한 일들이 발생하기 시작되었다. 10억 명의 인구에서는 일어나지 않았던 사회 현상이 20억 명에 이르면서 새로운 창발 현상으로서 일어나기 시작하였다. 인구가 늘어날수록 인간사회는 복잡계(Complex System)의 특성을 띠게 된다. 복잡계는 많은 구성요소로 이루어져 있으며, 이 구성요소들은 서로 강한 상호작용을 한다. 이러한 강한 상호작용은 각 구성요소가 가진 특성으로서는 예측할 수 없는 새로운 거시적 질서를 갖춘 창발 현상을 발현한다(복잡계 개론, 윤영수·채승병, 2005). 20세기 들어, 비선형적 과학기술 발전이 일어날 수 있었던 이유 중 하나가 급격한 인구 증가 때문일 것이다. 몇몇 과학자와 개발자들에게만 집중되었던 과학 연구와 기술 개발은 집단지성(Collective Intelligence)을 통해 창발적인 연구 결과들을 산출하고 있다. 개인의 천재성에 의지했던 과학적 패러다임 변환은 이제 집단지성이라는 새로운 개념의 지식체계를 통해 어렵지 않게 일어나게 되었다. 이러한 집단지성을 현실적으로 구현하는 데 결정적인 역할을 한 것이 인터넷이다.

정보화 사회로의 변화 이끈 컴퓨터와 인터넷

인류 문명은 200년 산업화 사회를 거쳐 50년 정보화 사회로 이동하게 된다. 정보화 사회의 변화를 이끄는 핵심적 기술은 단연 컴퓨터와 인터넷이다. 정보화 사회에서는 급증한 인구로 인해 발생하는 수많은 정보를 어떻게 처리하는지가 관건이다. 수많은 정보는 컴퓨터와 인터넷을 통해 더더욱 양산되며, 이러한 정보의 가치가 농경 사회의 식량이나 산업화 사회의 제품보다도 인간사회에 더 크게 작용하게 될 것이다. 정보화 사회는 수많은 정보를 통한 창발 현상이 발현되는 곳이다. 그러므로 정보화 사회의 핵심적 변화는 정보처리 능력을 갖춘 자들이 주도하게 될 것이다. 정보처리의 자동화를 통해 기업 관리와 생산성이 향상될 것이며, 컴퓨터와 인터넷 발달로 통신 혁명이 일어나게 되며, 정보 이동 속도와 생산 속도가 빨라짐으로 인해 지식의 폭발적 증가를 가져오게 된다. 정보화 사회의 성공 조건은 단연 정보처리 능력과 정보 연산 능력을 통한 효과적인 지식 창출에 있을 것이다. 산업화 사회에서 권력의 중심에 선 대량생산 능력을 갖춘 자들은 정보화 사회에 와서는 정보 처리 능력을 갖춘 자에게 그 자리를 넘겨주어야 할 것이다. 거대 자본 또한 대량생산 기반 산업에서 정보 처리 기반 산업으로 이동하게 될 것이다. 정보화 사회를 주도했던 나라 중 가장 두드러진 나라 중 하나는 역시 한국이다. 그 이유 중 하나는 바로 높은 인터넷 접속률이다. 한국은 어느 곳에서 누구든지 쉽게 인터넷에 접속할 수 있는 통신 인프라가 구축되어 있다. 이는 깊은 산골짜기에서도 끊임없이 소통되고 있는 거대한 지식의 체계 안에 있을 수 있다는 것이다. 높은 인터넷 접속률을 기반으로 다양한 실험적 시도를 하여, 의미 있는 임상 결과들을 도출하였으며, 높은 인터넷 접속률을 가능하게 하였던 것은 빠른 통신 속도 때문이다.

인구 증가에 대한 인식 없이는 미래문제 풀 수 없어

인간은 인류 문명이 지속가능하기를 원할 것이다. 그렇다면 인류 문명이 지속가능하기 위해서는 인간은 어떻게 해야 하는가? 과학기술로 인해 급속도로 발전

하고 있는 인간 사회는 지속적인 성장 모형보다 지속 가능한 안정 모형을 선호하고 있다. 인구 증가로 인한 우려로부터 출발한 맬서스의 인구론은 현대사회에 다시 한번 우리에게 경각심을 준다. 비약적인 경제 발전에 대한 인간의 두려움은 자연생태계 파괴, 지구 오염, 지하자원 고갈이라는 구체적인 위험 앞에서 급증하고 있다. 1972년, 이러한 지성인의 우려 속에서 출간된 책이 <성장의 한계(The Limits to Growth, 1972)>이다. 저자들은 세상을 구성하는 거대하고 복잡한 인구-경제-환경 체계를 대상으로 지구의 미래를 예측하고자 하였다. '성장의 한계'에서 제안한 12가지 가상 시나리오들은 인구 증가와 천연자원의 사용으로 인한 다양한 한계들과 이들 간의 상호작용에 대해 설명하였다. 결론적으로 인구가 증가하고 물질 자원이 확대되면서 여러 가지 제약 요소들의 상호 작용으로 일어나는 문제들에 대처하기 위해서 인류는 점점 더 많은 자원을 써야 한다는 것이다. 모든 문제의 시작은 인구 증가로부터 시작되었다는 인식을 가져야 한다. 이는 인구 증가에 대한 깊은 인식이 없이는 미래의 어떠한 문제들도 풀 수 없음을 의미한다.

과학기술의 발전은 새로운 인류 문명의 출현 기대

인류 문명은 인간의 삶의 질을 향상하기 위한 방향으로 발전되는 듯 보인다. 그러나 실제로 인류 문명 발전은 과학기술의 발전이며, 인간은 단지 인류 문명 발전에 활용된 도구에 불과한 것 같다. 인간은 농경 사회에서는 식량 생산자로서, 산업화 사회에서는 분업과 대량생산을 수행하는 노동자로서, 정보화 사회에서는 정보를 생산하고 처리하는 기술자로서 활용된 듯하다. 그러나 인류 문명이 지속가능하기 위해서는 인간 중심의 과학기술이 발달하여야 한다.

정보화 사회의 도래에 대한 예언은 이미 있었다. 앨빈 토플러의 <제3의 물결>에 의하면 제2의 물결인 산업화의 특징으로 꼽은 규격화, 전문화, 동시화, 집중화, 극대화, 집권화가 제3의 물결인 정보화의 특징으로 꼽은 다양화, 탈 전문화, 탈 집중화, 탈 극대화, 분권화로 바뀌는 탈 대량화 현상을 보인다고 하였다.

그는 새로운 부 창출의 원동력으로 정보와 지식을 선정했으며, 창의적 지식을 행동과 결합하는 혁신자들이 주도하는 사회가 되며, 소비자와 생산자가 융합된 '생산소비자(Prosumer)'가 출현하여 새로운 시장을 만들게 될 것이다. 또한 다니엘 벨은 <후기 산업사회의 도래>에서 지식공학 기반의 탈산업사회라는 새로운 패러다임을 주창하였는데, 생산요소는 정보와 지식이고, 경제원칙은 정보 가치다. 그렇다면 정보화 사회 다음에는 어떠한 사회가 펼쳐질까? 통상 후기 정보화 사회, 드림 사회, 환상 사회 등의 다양한 이름으로 불리고 있는데, 후기 정보화 사회가 적격일 것 같다.

후기 정보화 사회의 변화를 이끄는 핵심 기술은 제4차 산업혁명으로 지칭될 수 있는 사물인터넷, 빅데이터, 사이버 물리 시스템, 인공지능이다. 이러한 변화의 중심에는 로봇이 자리 잡고 있다. 인공지능을 탑재한 로봇이 인간과 동등한 사회적 지위를 차지하게 될 것이다. 더 나아가 인간과 로봇의 경계가 허물어질 수도 있다. 로봇은 좀 더 인간처럼 변해갈 것이고, 인간은 장수와 삶의 질을 위해 보다 로봇에 가까워질 것이다. 인간 사회의 중심이었던 기존 노동의 개념은 종말을 고하고 새로운 노동 개념과 형태가 탄생하게 될 것이며, 지능기반의 사회가 되어 초인간이 출현하고, 새롭고 다양한 시공간과 의식이 출현하게 될 것이다.

아이러니하게도 현재 인간 사회는 지금까지 거친 모든 인류 문명이 공존하고 있다. 농경 사회, 산업화 사회, 정보화 사회, 후기 정보화 사회의 인류들은 지구라는 공간에서 존재하고 있다. 농경 사회와 산업화 사회에는 인구 증가의 현상을 직면하고 있으며, 정보화 사회와 후기 정보화 사회는 인구 급감의 현상을 직면하고 있다. 인구 변동과 과학기술 발전의 상관관계는 국가마다 다른 양상을 보일 것이다. 분명한 것은 인구가 증가할수록 인간의 새로운 욕구가 창발 현상을 유도할 것이며, 창발 현상은 과학기술의 발전을 통해 이루어질 것이다. 인간은 계속적으로 과학기술 발전을 이루어 나갈 것이며, 과학기술의 발전은 새로운 인류 문명의 출현을 기대하게 할 것이다. (ST)