

지구촌 생태위기

이 덕 길

한국시니어과학기술인협회 연구위원

(전)국립환경연구원장

(전)수원대/금오공대 겸임/초빙교수

I. 우리가 살고 있는 행성 지구

지구는 태양계의 3번째 행성이며 지금까지 알려진 바로는 우주에서 생명체가 사는 유일한 행성이고, 외계에서 보면 푸른색을 띠고 있다. 지구는 생겨난지 45억 년이 지났고, 생물종이 태어나 오랜 시간 동안 진화와 성장을 거쳐 현재에 이르러 있으며, 어쩌다 인류라는 생물종이 나타나 크게 번창하여 생태계의 최정점을 차지하고 모든 다른 생물종을 압도하고 있다.

생태계를 자연생태계와 인공생태계로 구분했을 때, 자연생태계는 태양에서 나오는 빛 에너지로 광합성을 하여 유기물을 생산해 내고 생명활동을 지속하는 독립적 생물사회를 구축하여 지탱하고 있으며, 인공생태계를 대표하는 도시는 사람의 생활에 필요한 물질과 에너지를 외부에서 공급받고 폐기물을 외부로 배출하는 종속적 생활을 이어간다. 지구촌 생태계는 수십억 년간 진화와 변이의 과정을 거쳐 현재에 이르렀고, 수백만 종의 생물이 서로 이웃하고 살아가며 생태계 변영의 정점에 와 있는데, 이러한 생태적 조화와 균형이 인간활동에 의한 환경 훼손, 산림의 파괴, 기후변화, 해양의 기능 저하 등이 생기면서 생태계 고유의 항상성(homeostasis)과 복원력(resilience)이 무너져서 자칫 지구 생태계가 붕괴의 나락으로 떨어지는게 아닌가 하는 우려가 대두되고 있다.

1. 생명의 탄생과 진화

지구가 생겨난지 7억년 후에 최초의 생물이 바다에서 탄생하였고, 단세포 생물로서 매우 느리게

1) The Global Ecological Crisis

2) RHEE, Deok-Gil, Senior Researcher, the Korean Association of Senior Scientists and Engineers, E-mail: rheedg137@naver.com

진화하였으며 21억년 전에 이르러서야 남세균(Cyanobacteria)이 출현하여 광합성으로 산소를 생산하여 대기로 방출한 후 바다에서 살던 동식물이 육지로 진출할 수 있었다. 10억년 전에 박테리아에서 진핵생물로 진화하였고 6억년 전에 와서는 다수의 다세포생물이 나타났다. 가장 획기적인 생태적 사건은 5억 4천만년 전에 일어난 캄브리아 대폭발(Cambrian explosion)로 그때까지 조성되었던 환경과 생명체의 진화욕구가 분출하여 일시에 수많은 생물종이 탄생하는 시기를 맞았다. 4억년 전에 곤충이 출현하였고, 공룡 무리 3억년 전부터 지구의 생태계에서 최강자로 군림하여 6천 6백만년 전 소행성과의 충돌로 멸종의 참극을 맞을 때까지 지구 생태계의 정점에서 다른 생물들을 압도하며 살았다.

지구 생물권에는 38억년 전 생명이 탄생한 이래 10억 이상의 생물종이 나타났었고, 99% 이상의 생물종이 절멸하였으며, 캄브리아기의 폭발적 생물종 증가로 생물다양성이 커진 이후, 5차례의 대량 생물종 절멸사건이 일어났다. 이러한 대량멸종은 주로 화산의 폭발에 의한 기상이변, 소행성 또는 운석과의 충돌 등에 따른 환경의 변화에 기인하였다. 작은 규모의 생태계 또는 생물종의 절멸은 수시로 일어났으며, 이러한 사건들은 새로운 생물종의 탄생과 변화하는 환경에 적응하는 새로운 생태계의 발현을 촉진하는 계기가 되기도 하였다.

2. 인류의 탄생과 인류문명

1) 인류의 탄생과 진화

인류의 조상은 대략 600만년 전 최초의 인류 조상(hominin, 분류학적으로 사람 family 과)이 사람과 원숭이의 공통 조상에서 분리되어 등장하였고, 400만년 전에 나타났던 Australopithecus는 원시 인류의 초기 모양새를 갖추었으며, 당시의 동부 아프리카 기후가 변하여 강수량이 줄어들면서 열대우림이 열대 사바나로 바뀌어 가는 시기에 유인원은 더 이상 나무 위의 생활을 할 필요가 없어 땅으로 내려와 두 발로 걷게 되었다. 비록 당시의 원시 인간은 직립보행을 하였지만, 뇌의 용적은 450cc로 침팬지와 유사하였고, 170만년 전에 절멸하였다. 사람(Homo) 과(family)의 첫번째인 *Homo habilis*가 240만년 전에 나타났고 뇌의 용적은 700cc, 1m의 작은 체구였고 도구를 사용하였다. 180만년 전에 *Homo erectus*가 출현하였는데 키 160cm. 뇌 용적이 1,000cc 정도였고 불을 사용하였다. 그 무리가 150만년 전에 아프리카에서 유럽, 중동, 아시아로 이동하여 하이델베르크인, 북경인, 자바인 등으로 존재의 유적을 남겼다. 이들은 현생인류인 *Homo sapiens*가 등장하여 널리

퍼져나가면서 자연스럽게 도태되었다.

현생인류 *Homo sapiens*는 20만년 전에 동아프리카에서 출현하여 7만년 전에 유럽과 아시아 등 전 세계로 퍼져나갔다. 당시는 빙기이어서 해수면이 현재보다 100m 정도 낮았고, 또한 베링해도 얼음에 덮혀 있어서 고대 인류는 얼음 위를 걸어서 쉽게 북미 대륙에 도달하였고, 남미의 끝까지 도달하는데 1만년이 걸렸다.

1만년 전에 지구의 빙기가 끝나고 간빙기가 와서 따뜻한 기후 속에서 인류는 농업을 시작하고 경제를 일구면서 문명을 시작하였다. 인류문명의 초기와 중세시대에서 자연은 경외의 대상이었으며 사람들은 자연 속에 작은 정주공간을 마련하고 생존하였으며 야생의 맹수들은 사람이 상대하기 어려운 경계의 대상이었다. 그만치 19세기까지 사람들은 거친 환경과 싸우고 자연에 적응하고 타협하여 살아왔다.

2) 산업혁명

18세기 중반에 시작된 산업혁명은 인간사회와 생활을 송두리째 바꾸어 놓았다. 제1차 산업혁명은 석탄을 연료로 쓰는 증기기관을 기반으로 하는 기계화 혁명으로 기계가 사람의 노동력을 대체하였고, 그 뒤를 이은 2차~4차의 산업혁명을 통해 전기에너지를 이용한 대량생산, 컴퓨터와 인터넷 기반의 지식정보혁명, 오늘날에 와서는 인공지능을 기반으로 하는 초지능 혁명이 진행되고 있다. 산업혁명의 결과로 경제와 산업이 발전하고 인구가 78억 명으로 증가하였으며, 사람의 행위로 인해 지구의 모습이 바뀌고 있다. 이제는 인류가 자연질서에 순응하여 사는 게 아니라, 자연을 조작하고 자연 시스템을 바꾸어 풍요를 누리고 있으나, 그로 인한 역작용이 나타나면서 지구촌의 안위와 인류의 존립이 위협받고 있다. 우리가 사는 터전인 환경이 훼손되어 그 본래의 기능이 손상되고 있으며, 온화했던 기후는 거칠어졌고, 지구 생태계의 기반이 뿌리째 흔들리고 있다. 이러다가는 환경의 훼손정도가 돌이킬 수 없는 수준으로 악화되고 과거에 있었던 대량의 생물종 절멸 사건이 되풀이되어 인류의 존립이 위태로워지는게 아닌가 하는 우려가 나오고 있다.

II. 지구촌 생태계

1. 생태계와 생물종

생태계는 특정 지역에 사는 생물종과 주변의 무기환경의 통합체로서 물질과 에너지의 흐름이 이어



〈그림 1〉 제1~4차 산업혁명 (Davos Forum, 2016)

지고, 식물이 태양 에너지를 받아들여 광합성으로 유기물을 생산하고 이를 이용하여 생태계의 모든 동식물과 미생물이 삶을 이어간다. 생태계는 생명활동의 기본 단위체이고 살아 움직이는, 외부의 침입에 저항하고 손상되면 회복하여 항상성을 유지하는 생명활동을 지속하고 있다. 생태계는 살아 움직이는 생명체이며 물질과 에너지의 유입을 통해 성장하고 발달의 최고점인 극상(climax)의 형태에 도달하게 된다.

지구상의 자연생태계는 크게 육상생태계와 수생생태계로 나누어지며, 다른 한편으로는 자연생태계와 인공생태계로 구분하기도 한다. 도시는 대표적 인공생태계이며 농경지는 인공생태계에 가깝고, 산림은 관리되고 있는 자연생태계이다.

지구상의 현존 생물종은 200만 종에서 수천만 종으로 추정되고 있지만 현재까지 학술적으로 분류되어 기록된 생물종은 약 174만 종 정도이고 80% 이상의 생물종이 아직 학술적으로 기술되지 못하고 있다고 한다. 지구상의 총 생물량은 4조 톤으로 추정된다.

지구상의 생물들은 끊임없이 생겨나고 변이하고 멸종한다. 자연적으로 생물종은 1년에 1만종 당 하나의 생물종이 멸종하며, 평균적으로 1백만 년을 생존하는 것으로 알려졌다지만, 근래에 와서 이러한 일반적인 자연적 원칙이 무너지고 있다. 지구촌의 자연생태계는 환경오염과 서식지 파괴 등으로 인해 크게 훼손되고 멸종위기의 생물종이 늘어나고 있으며, 현재 지구상의 생물 종은 평소보다 1,000배 이상의 속도로 멸종하고 있으며, 21세기 중반에 가면 지구상의 생물종의 40%가 사라질 것으로 예측하며 이는 제6차의 대량 생물종 멸종으로 나타날 수 있다. 국제자연보존연맹(IUCN)은 야생생물을 조사하여 멸종위기종 목록(IUCN Red List)에 등재하고 있는데 현재 37,400여종의 포유

류, 조류, 양서류, 어류, 식물들을 멸종위기 생물종으로 제시하고 있다.

2. 육상생태계

육상생태계는 지구의 육지 생태계로서 온대낙엽수림, 열대우림, 열대 사반나초원, 한대 상록침엽수림, 극지 툰드라, 초원지대, 사막지대 등 여섯가지 형태의 생태계를 포함한다. 육상생태계는 기온과 강수량과 토양에 따라 생태계의 생물다양성이 달라지면서, 극지에는 생물상이 빈약하고 열대지방으로 갈수록 풍부한 모습을 보인다. 육상생태계는 그 크기가 144백만 km²로서 지구 표면적의 28%를 차지하고 대부분 북반구에 있다. 육상생태계에는 27만여종의 꽃식물과 90만종의 곤충, 8,500여종의 조류, 4,100여종의 포유류가 분포하여 생존하고 있다.

육상생태계는 열대와 온대지역을 중심으로 인류문명의 발상지이며 현재에도 대부분의 경제활동이 이곳에서 이루어지면서 인류는 생태계가 제공하는 서비스를 받아 생활을 영위하고 문명을 꽃피우고 있다. 그러나 과도한 인간행위는 자연생태계에 훼손을 가져왔고, 환경오염과 기후변화 등으로 인해 많은 지역의 생태계가 크게 손상되고 있다.

3. 수생생태계

1) 담수생태계

지구상의 모든 생물은 생존에 물이 필요하고, 사람을 포함한 동식물은 살고 있는 곳에서 물을 확보할 수 있어야 한다. 담수생태계는 육지를 흐르는 하천과 호소, 습지 등을 포함하고 우리의 주변에 위치하고 있어 사람의 일상생활과 밀접한 관련을 맺고 있다. 담수생태계는 어류와 수생 곤충, 식물 등 수생생물의 서식처이고, 사람이 일상생활에서 요구하는 물의 공급원일 뿐만 아니라, 생활하수와 산업폐수를 받아들여 정화하는 기능을 하기도 한다. 이처럼 수생생태계는 생물다양성의 유지, 기후 조절, 자연재해의 완충 등의 공익적 기능을 수행한다.

담수생태계 지역은 지구 전체 면적의 1%에 불과하지만, 1차 생산량의 3%를 감당하고, 지구상 어종의 41%가 민물에서 살고 있다. 담수생태계는 어류뿐만 아니라 많은 수서 곤충과 수생식물의 서식처로서 자연생태계의 다양성이 유지되는데 기여하고 있다. 담수생태계는 각종 개발사업과 오염물질 유입으로 위해에 노출되어 있으며, 수질오염, 하천정비 및 댐 건설, 수자원의 채취, 어업행위, 외래 생물종의 유입 등으로 수생생태계의 교란이 생겨서 많은 수서생물이 생존을 위협받고 있다.

2) 해양생태계

해양은 지구면적의 71%를 차지하고 지구가 보유하는 물의 97%가 해수이며, 용적으로 지구 생물권의 95%가 해양이다. 해양은 지구촌에서 생명이 탄생하고 생물의 영역을 넓혀나간 출발지이며, 지구라는 하나의 시스템이 작동하게 하는 요소로서 지구 기후를 조정하고, 물질과 에너지의 순환에서 중요한 역할을 한다. 해양에는 다양한 해양식물과 어류, 고래와 같은 대형동물과 갑각류, 산호 등이 분포하여 풍부하고 고유의 생물다양성을 보여주고 있다. 해양생물 종수는 대략 50만 종이 훨씬 넘는 것으로 추정하지만 사람이 접근하기 어려운 심해에서 조사가 어려워 지금까지 밝혀진 해양생물종은 많지 않다. 해양생태계는 육지에 버금가는 생물다양성을 간직하고 있는 바, 심해는 아직 밝혀지지 않은 생태계의 보고이며, 산호초와 해양수초대는 다양한 어류의 서식처이고, 맹그로브 숲은 육지와 해양을 연결하는 완충지대이자 중요한 야생생물의 서식처로서 육상과 해양 생태계가 공존하는데 크게 기여하고 있다.

해양의 식물은 조류(algae)가 주축이 되어 광합성을 하여 지구 전체가 생산하는 유기물의 절반 정도인 500억 톤을 매년 생산해 내고 있다. 또한 해양은 화석연료의 연소 등 인간활동에 의해 배출되는 전지구적 이산화탄소 배출량의 50%를 흡수하고, 지구 최대의 탄소저장고로서 육지와 육상생태계가 가진 이산화탄소 저장량의 15배에 달하는 탄소를 해수와 심해 퇴적물로 간직하고 있어 기후변화의 완충에 매우 중요한 역할을 한다.

세계인구의 40%가 바다에서 100km 이내의 해안지역에 거주하고 있고 여기에서 나오는 생활하수와 산업폐수, 폐기물이 바다로 흘러 들어가 해양환경과 생태계에 직접적인 악영향을 준다. 육상에서 나오는 폐수와 폐기물의 종착지는 해양이고, 생활하수와 공장폐수는 바다에 유입되어 해수를 오염시키고 적조를 유발한다. 해양은 대기중의 이산화탄소를 대량으로 흡수하는데, 해수에 이산화탄소가 용해되어 탄산을 형성하고 그로 인해 해수의 산도가 높아져 해양생물의 생존을 어렵게 하고 수산업에 피해를 준다. 해수의 산성화 때문에 세계의 주요 해역에서 산호초가 줄어들고 있고, 우리나라의 바다에서도 백화현상(bleaching)이 나타나고 있다. 사람들이 버린 쓰레기는 직접 또는 강물을 따라 바다로 유입되고, 이것이 분해되지 않은 채 대양에서 해류를 따라 이동하여 거대한 쓰레기 섬을 북태평양과 대서양에 만들고 있다. 매년 1천만 톤이 넘는 플라스틱 폐기물이 바다에 흘러 들어가 작은 미세 플라스틱으로 부서져서 세계 어느 바다에서나 미세 플라스틱이 나타나고 있고, 이것이 먹이사슬을 통해 생선과 같은 수산물을 섭취하는 사람의 몸속으로 들어오고 있어 건강상 피해가 우려되고 있다.

III. 생태위기의 대두

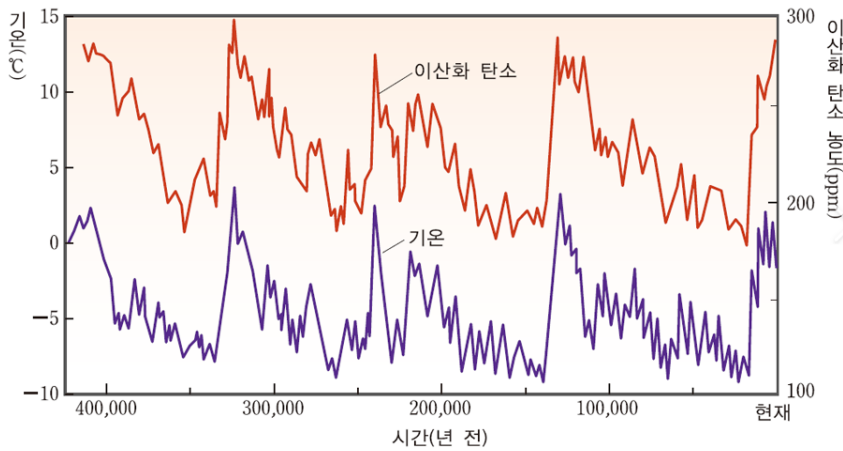
1. 환경오염과 생태계

지구 환경은 인류문명이 시작된 이래 계속 인간활동의 영향을 받아 왔고, 특히 20세기 후반에 들어와 제2차 세계대전이 끝나고 평화로운 분위기 속에서 급속한 경제성장과 산업화가 이루어지면서 생산과 소비의 규모가 커지고 환경오염이 심화되어 그 정도가 자연이 감내하기 어려운 한계를 넘어서기에 이르렀다. 인간생활이 만들어내는 대기오염물질이 사람들의 건강을 해치고 있으며, 주택과 공장에서 배출되는 오·폐수와 쓰레기는 지구촌 환경에 심각한 손상을 주고 사람의 건강을 위협하고 있다. 모든 생명체의 구성요소이고 지구촌 생태계의 핵심 매체인 물이 오늘날에는 오염과 양적 부족으로 많은 사람이 어려움을 겪고 있고, 바다는 육지에서 밀려드는 오·폐수와 쓰레기로 몸살을 앓는 등, 환경오염의 피해가 갈수록 커지고 있다. 사람이 만들어내는 수십만 종의 화학물질은 자연생태계를 교란하고 내분비계의 기능에 문제를 일으키기도 한다. 이러한 매질별 오염문제는 서로 깊이 연결되어 있고 지구 환경에 총체적 위협으로 서서히 다가오고 있다.

2. 기후변화와 생태계

지구온난화 또는 기후변화는 대기의 평균기온이 상승하고 기후 시스템이 변화하는 것인데, 그 원인으로서는 지구 지축의 경사나 지구 공전궤도의 변화에 따라 발생하는 경우, 태양활동의 변화에 따라 일사량이 변하여 발생하는 기후변화가 있지만, 현재에는 인간 활동으로 온실가스가 다량 배출되어 기후변화가 일어나고 있다.

지구온난화 또는 기후변화는 인류가 현재 당면하고 있는 최대의 위협이며 인류의 생존이 걸린 문제가 되었다. 기후변화의 주범인 대기 중의 이산화탄소는 산업혁명 이전에 280ppm이었다가 근래에 와서는 세계의 경제와 산업이 활발해지면서 매년 117억 톤의 화석연료를 연소시켜 350억 톤의 이산화탄소가 대기중에 배출됨으로써 이제는 410ppm을 넘어섰다. <그림 2>에서 보는 바와 같이 과거 40만년 간의 지구 기온 변화를 보면, 대기중의 이산화탄소 농도와 기온과는 정확히 비례하고 있다. 지난 100년 동안 대기중의 이산화탄소 농도는 100ppm 이상 증가하였고 그에 의해 지구의 평균기온은 1℃ 상승하였으며, 해수면도 17cm 이상 높아진 것으로 관측되었다. 이러한 기후변화는 자연생태계의 정상적 유지를 위협하고 있는바, 온대지역 기온이 아열대로 바뀌면 토착 생물종은 새로운 기온에 적응하거나 도태될 수 있고, 일부 동물은 북으로 이동할 수도 있지만, 변화하는 환경에 적



〈그림 2〉 과거 40만년간의 지구 기온과 이산화탄소 농도

응하기에는 어려울 수 있고, 한대 또는 아한대 지역의 생태계는 생존에 큰 어려움을 겪을 수 있다.

국제사회는 UN 주관으로 기후변화협약과 이를 강제하기 위한 의정서 등을 채택하고 온실가스 배출을 규제하고자 2015년 파리협약을 통해 지구기온 상승을 2°C 이하, 가능하면 1.5°C 이내로 억제하기로 하였지만, 대부분 국가는 자국의 이익에 몰두하여 모양새만의 기후변화대책을 내세우고 있는바, 많은 나라들은 기후변화 협약을 이행하는 모습을 보이고자 할 뿐, 다가오는 기후변화의 재앙을 두려워하지 않고 경제성장에 몰두해 있다. 지구기온 상승을 1.5°C로 억제하여 최악의 기후 악화를 막으려면 2030년 탄소배출량을 2010년 대비로 45% 줄이고 2050년에는 탄소 제로'를 달성해야 하는데, 각국의 온실가스 감축 노력은, 유럽 선진국들이 과감한 탄소중립정책을 떠나가고 있지만, 많은 나라가 경제성장과 국민 편익에 우선순위를 두기 때문에 그 성과는 비관적이다.

만약 그 목표 달성을 실패한 채 2050년 대기중 이산화탄소가 550ppm을 넘어서고 지구 기온이 4°C 이상으로 상승하면 지구촌의 많은 지역이 사람이 살 수 없게 될 것으로 예상된다(D. Wallace-Wells). 40°C가 넘는 살인적인 더위가 지구촌을 달구고, 해안 도시는 물에 잠기며, 태풍과 홍수와 가뭄이 일상화되고, 농업이 붕괴되어 사람들은 빈곤과 굶주림에 시달리고, COVID-19와 같은 신종 질병이 창궐하며, 사회 시스템이 붕괴되고 범죄와 전쟁이 빈발하여 사람들이 일상적 안위를 보장받을 수 없다. 우리는 이미 이러한 예측의 초기적 징후를 유럽의 홍수와 무더위, 미국 동남부의 허리케인, 미국 서부지역과 호주, 남부 유럽지역의 산불, 우리나라를 포함한 세계 여러 곳에서 발생하는 극한기후 등으로 목격하고 있다.

3. 해양과 생태계

바다는 지구 표면의 71%를 차지하며, 13.5억km³의 바닷물은 높은 잠열로 지구기온을 조절하고, 해양생태계는 육지에 버금가는 생물다양성을 유지하며, 사람에게 중요한 자원과 식량을 제공하고 있다. 해양은 조류의 광합성 등을 통해 대기 중의 이산화탄소의 절반을 흡수하고 있고, 지구가 필요로 하는 산소의 50% 이상을 공급한다. 해양은 지구에서 가장 많은 태양열을 흡수하고 있으며, 이로 인한 해수 온도의 변화는 지구 기상과 해양생물의 생존과 성장에 큰 영향을 미친다.

광대한 바다는 무한대의 포용력을 가지고 인류에게 어업과 해로 등 편익을 제공하는 것으로 인식했지만, 인간의 무분별한 행위로 인해 바다가 오염되고, 맹그로브와 산호초가 줄어들고, 근래에 와서는 기후 시스템에 영향을 주어 해수의 온도가 상승하면서 태풍과 한발이 자주 일어나고 있다. 기후변화로 해수의 온도가 상승하면 어류의 서식처가 바뀌고, 해수의 산성화로 인해 백화현상이 나타나고 있으며, 산호가 죽어가며, 맹그로브 숲도 영향을 받아 해양생태계에 심대한 악영향을 주게 된다.

어느 틈에 바다는 사람들이 버려서 흘러들어온 쓰레기와 오염물질로 서서히 그 기능을 잃어가고 있다. 육지에서 바다로 버려지는 쓰레기는 바다를 더럽히고, 해류를 따라 이동하여 북태평양에 한반도의 절반 크기의 쓰레기 섬이 만들기도 한다. 매년 1천만 톤이 넘는 플라스틱 쓰레기가 바다를 오염시키는 가운데 플라스틱이 매우 작은 미세 플라스틱으로 부서져서 세계 어느 바다에서나 나타나고 있고, 먹이사슬을 통해 사람의 몸 안으로 들어오고 있다.

바다는 육지와 대기보다도 큰 이산화탄소 저장고로서 40 테라톤이 심해에 수화물 또는 퇴적물로 저장되어 있다. 지구기온이 상승하고 해수의 온도가 높아지면 엄청난 양의 이산화탄소가 대기로 방출되어 기후변화를 가속하고 태풍이 빈발하며, 해양생태계가 파괴되어 어업이 크게 위축될 우려가 크다.

4. 다가오는 생태위기

1) 제6차 생물종 대량절멸

지구상의 생물종은 현재 인류문명 이전보다 수백 배나 빠른 속도로 멸종하고 있고, 자연생태계의 위기에 경종을 울리고 있다고 학자들은 경고하고 있다. 이러한 위기의 배경에는 환경질의 악화, 기후변화, 서식처 파괴, 난개발 등이 있고, 결국 자연생태계의 항상성과 복원력이 무너진 결과라 할 수 있다. 지구촌의 생태계는 과거 수억년 동안 혹독한 환경의 변화를 이겨내고 종간의 치열한 경쟁을 견디

어 현재의 풍부하고 안정된 자연생태계와 생물다양성을 유지할 수 있었다. 그런데 지구촌의 생태계는 환경오염과 기후변화 등 비생물적 요인으로 하루 10여 종이 멸종하고 있고, 21세기 중반에 가면 지구상의 생물종 40%가 사라질 것이라는, 이대로 가면 100년 안에 세계 생물종의 절반이 사라질 것으로 우려하는 상황이 예측되고 있다. 이는 이제까지 지구 생태계가 겪었던 다섯 차례의 대량 생물종 멸종사건에 이어 여섯 번째의 대량절멸이 일어나는 게 아닌가 하는 우려이며, 이러한 우려가 현실로 다가오면 인류가 문명을 계속 지탱할 수 있을지, 인류가 살아남을 수 있을지, 매우 걱정스러운 일이 벌어질 수 있다.

2) 지구생태 시스템의 취약; COVID-19 Pandemic의 교훈

지구상에 처음으로 생겨난 생물은 화학물질에 가까운 RNA 모양의 미생물이었으며, 수십억 년의 진화과정을 거쳐 현재의 동식물상을 이루고 있지만, 태초의 미생물 무리는 현재에도 존재하고 자연계에서 또는 숙주 안에서 변이과정을 거쳐 사람들에게 치명적인 질병을 유발하여 범세계적(Pandemic) 재앙을 가져오기도 한다. 그 대표적 사례가 15세기에 유럽과 중앙아시아에서 유행했던 흑사병(Pest)이 있으며 당시 유럽 인구의 1/3에 가까운 사람들을 죽음으로 몰아갔다. 지금 벌어지고 있는 코로나바이러스 감염사태는 넓은 의미에서 생태계의 교란 행위이며, 천상갑 같은 특이한 동물에 기생하던 바이러스가 사람으로 옮겨온 것으로 추정하지만 근본적으로 이는 생물종의 변이이며, 특히 미생물일수록 유전자가 간단하면서 그만큼 쉽게 변이하여 자신의 영역을 확대해 나가려 한다. 현재 지구환경이 더워지고 열악해질수록 세계 모든 나라의 사람들을 공포로 몰아가고 있는 COVID-19 같은 바이러스 또는 다른 병원 미생물이 앞으로 언제 어디서 나타나서 인류의 안위를 위협하고 자연생태계의 질서를 교란하게 될지 알 수 없다.

3) 빙하기 도래

지구는 10만년을 주기로 지구의 공전궤도, 자전축의 기울기 등으로 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지가 변하면서 빙기와 간빙기가 교차하고 있었다. 지난 80만 년간의 지구기온 변동을 보면 기온은 이산화탄소 농도와 일치하는 그래프를 보이고 있고, 빙기와 간빙기의 이산화탄소 농도는 100ppm 정도의 차이가 있으며, 온도차가 대개 4℃이다. 현재 인류문명과 산업이 급격히 성장하면서 온실가스 배출량이 많이 늘어났고, 그로 인해 빙하기의 도래가 억제되고 있다고 전문가들은 분석하고 있다. 그런데도 앞으로 언젠가 지나갔던 빙기가 태양계의 자연현상으로 돌아올 수도 있다는 것

을 잊지 말아야 한다. 물론 인류가 기후변화를 성공적으로 극복하여 지구환경을 되살리면 그것이 불씨가 되어 빙기가 다시 돌아올 수도 있다. 빙기가 돌아오면 현재의 온대 생태계는 살 자리를 잃고 인류는 적도 지역의 좁은 땅에 모여 구차한 삶을 이어나갈 수도 있다.

4) 소행성 충돌

우리는 6천 6백만 년 전 소행성이 멕시코 유카탄 지역에 떨어져서 당시 번성하던 공룡을 포함한 생물종의 80%가 멸종하는 참사가 일어났던 것을 알고 있다. 우주에는 수많은 소행성 또는 운석이 떠돌아다니고 있으며 5~10m의 운석은 평균 1년에 1개가 떨어지지만, 이들은 대기권에서 폭발하고, 운석의 파편이 지구 표면에 떨어지기도 한다. 지름 50m 이상의 소행성이 지구와 충돌할 가능성은 1천년에 한번 쯤이다. NASA는 천체 관측과 분석을 통해 앞으로 수십년간 소행성이 지구와 충돌할 가능성을 구체적으로 예측하고 있다. 만약 지구에 다시 상당한 크기의 소행성이 부딪친다면 지구가 다시 한번 참담한 대량 멸종을 경험하게 될 수도 있다.

IV. 인류의 선택 ; 우리는 어디로 가야 하는가?

1. 인류문명의 위기

지구가 탄생하여 지금까지의 역사를 24시간이라고 본다면 인류가 태어나 활동한 시간은 2초에 불과하다. 그만큼 인류는 지구촌에서 제일 늦게 태어난 생물종으로서 짧은 시간 동안에 그 수를 늘리고 자연질서에 순응하여 살다가 이제는 자연을 지배하고 환경을 사람의 필요에 맞추어 변화시키는 데 까지 와 있다. 사람들은 지구가 그들의 것이라고 착각하고 살아가지만, 그러나 인류는 지구촌의 주인이 아니라 지구 생태계의 우점종일 뿐이다. 인류라는 생물종이 78억 종으로 수를 늘리고 활동 영역을 넓혀 다른 생물종을 압도하는 극상(climax)에 이르렀지만 이러한 생태적 지위가 언제까지 유지될지는 알 수 없다. 극상의 생태계는 언젠가는 무너진다.

인간을 포함한 모든 생물은 이기적인 유전자를 가지고 태어났다(R. Dawkins). 사람들은 본태적으로 자신의 이익을 극대화하기 위해 모든 노력을 기울이면서도, 우리의 환경과 미래를 지키려는 의지는 허약하고 오히려 감성적 지배를 받아 현세의 욕망에 집착하여 환경파괴에 무감각한 모습을 보인다. 인류는 이제 지구촌의 파국을 막기 위해 이기심에서 벗어나서 이성애 기초한 새로운 생존전략을 꾸려나가야 한다. 늦기 전에 지구촌 환경에 도움이 되지 않는 행태와 정책을 과감히 버리고 인류의

생존에 필요한 핵심적 요소들을 골라서 이를 바탕으로 지구촌을 지켜내고 인류의 삶을 이어갈수 있는 방안을 마련하고 실천해야 한다. 지금과 같이 국가, 지역사회, 개인이 이기적 행태를 벗어나지 못한다면 인류는 공멸의 길로 빠지기예 십상이다. 인류는 영장류적 지혜와 이성을 살려 지구촌에서 공존하고 공생하여 공영하는 길을 찾아야 할 것이다.

2. 환경혁명

인류문명은 농업혁명부터 시작되었고, 산업혁명으로 꽃피우고 있지만, 그 부작용으로 환경이 훼손되고 생태계가 파괴되면서 인류문명의 존립이 위태로워지고 있다. 현재까지 인류가 성취한 농업혁명과 산업혁명으로 사람들이 물질적 풍요와 생활의 편익을 누렸다면 이제는 환경혁명 또는 생태혁명을 통해 인류가 당면한 환경위기를 극복하고 해결하는 대안을 만들고 실천해야 한다. 인류가 개발한 최첨단의 과학 기술로 당면한 환경오염 문제를 해결하고 기후변화를 막으며, 새로운 환경기술로 환경파괴를 방지하고 훼손된 환경과 생태계를 복원하고 되살려 지구촌의 생존과 안위를 확보해야 한다. 4차 산업혁명으로 도입이 가능한 혁신적 환경관리 시스템, 지구환경공학, 자연환경과 생태계 보전, 대기중 탄소고정 등 지구과학·지구공학적 수단과 방법을 개발하고 활용하여 우리가 당면한 환경위기를 슬기롭게 극복해야 한다. 이것이 인류가 살길이고 인류문명에 주어진 마지막 기회이다.

3. 인류의 선택

지구촌은 지금 여러 면에서 살기 좋은 때이며 물질적 풍요를 누리고 있다. 경제와 산업이 발달하여 지구촌의 사람들이 연평균 소득이 1만 달러가 넘는 넉넉한 생활을 하고 있고, 보건의료 서비스를 받아 세계인의 수명이 71.4세로 늘어났으며, 비유로 말하면 많은 사람들이 과거 왕족들이 사는 수준의 풍요한 생활을 누리고 있다. 그러나 이러한 반대편에는 풍요로운 생활을 위해 과도하게 자연자원을 채취하고 환경을 오염시키며 자연생태계를 파괴하였고, 그 결과로 환경과 생태계의 역습이 다가오고 있다. 지구라는 생태계의 천이과정을 보면 인류문명의 결과가 어떻게 될지를 미루어 짐작할 수 있다. 인류는 20만년 전 자연생태계의 한 종으로서 첫발을 디딘 후 현재에 이르기까지 그 어느 생물도 넘보지 못하게 생태적 영역을 넓혀 왔고, 현재에는 먹이사슬의 최정점에 위치하여 사람이 중심인 생태계 천이의 극상(climax)에서 호령하고 있지만, 이것이 인류의 마지막 만찬이 될 수 있다는 것을 잊지 말아야 한다. 이렇게 최고의 인류문명에 이르기까지 지구가 간직한 자원과 에너지를 거의 소진하였고, 더 많은 식량을 공급할 여력이 없는 가운데 사람의 수는 거침없이 증가하여 현재의 78억 명을

넘어 매년 증가하는 8천만 명을 먹여 살려야 하는 부담을 안고 있다. 환경은 이미 악화되어 기온의 상승과 가뭄과 홍수, 먹을 물의 부족 등이 더욱 심해져서 지구촌의 생명부양능력을 잃어가고 있고, 생활의 질이 나락으로 떨어질 우려가 제기되고 있는 것이다.

지구촌 생태위기를 극복하고 인류가 생존과 번영을 지속하려면, 우선 사람들의 생각을 바꾸고 다가오는 위기에 대응하여야 한다.

첫째, 인류문명의 지속가능성을 확보하려면 경제와 삶의 틀과 개념을 바꾸어야 한다. 현재와 같은 반환경적 경제활동과 일상생활을 계속하면 지구촌이 몰락으로 떨어지는 것을 피할 수 없다. 사람들은 이것을 알면서도 고쳐가지 못하는 것은 이기심 때문이다. 현재 사람들이 집착하고 있는 이기적 사고, 감성보다는 이성에 바탕을 두는 사고와 행동, 우리의 미래 세대를 생각하는 인간정신 등 사람이 생물체로서 몸에 지닌 이기적인 유전자의 본성을 극복해야 우리 후대가 살고 인류가 살아남는다.

둘째, 지구촌 지구환경을 보전하고 훼손된 생태계를 살리는 국가정책에 최우선을 두고 국제적 공조와 협력을 극대화하여야 한다. 사람들이 자신의 안위, 국가와 집단의 이익과 안락함에 집착하고 골몰하면 다가오는 위기를 알기도 어렵고 막을 수도 없다.

셋째, 현재 세계인구는 78억 명이고, 매년 8천만 명 이상의 인구가 늘어나고 있으며, 2057년에 가면 100억 명을 넘게 되는데, 이래서는 더는 늘어나는 인구를 부양할 정주 공간과 물자, 식량을 공급하기 어렵고, 환경오염과 생태계의 손상으로 사람이 살기 어렵게 된다. 인류는 인구재앙을 피하기 위한 대안을 찾아내고 고통이 따르더라도 감내하고 실행해 나가야 한다.

이제는 인류가 앞으로 '어떻게 살아갈까?', '어떤 길을 가야 할까?'를 스스로 결정해야 할 날이 다가왔다. 이제까지 살아왔던 생활방식을 견지하면 앞으로 몇십 년 안에 지구의 환경과 생태계는 붕괴되고 사람의 생활 터전이 무너지면서 인류가 점점 퇴행의 나락으로 떨어질 가능성이 크다. 그러나 인류가 그 지능과 지혜, 발달하는 과학기술을 슬기롭게 이용하여 자연을 살리고 사람과 자연이 공존하는 방안을 찾는다면, 그리고 이러한 지구촌의 위기에 대응하는 방안을 희생을 감내하면서 실천한다면, 인류가 살아남고 문명을 지켜낼 수 있다. 그러므로 모든 것은 인류의 선택에 달려 있다.

참고문헌

- 이일하. 2020. 생물학 산책. 궁리출판사.
- P. 브래넨/김미선. 2019. 대멸종 연대기. 흐름출판.
- R. Dawkins/홍영남. 2018. 이기적인 유전자. 을유문화사.
- 조천호. 2019. 파란하늘 빨간지구. 동아시아출판.
- UN Economic and Social Council (ECOSOC), The Sustainable Development Goals Report 2020.
- UN Climate Change Annual Report 2020.
- UN ECOSOC, 2019, World Population Prospects.
- UNEP, 2019, Global Environment Outlook 6.
- UNEP, 2020, Letter from the Executive Director.
- Ministry of Environment, 2014, the 5th National Biodiversity Report, Republic of Korea.
- UNEP/CBD, 2019, Global Framework for Managing Nature through 2030.
- UNEP, 2020, Building Biodiversity; Natural Resource Management Approach.
- UNEP/IPBES, 2021, Global Assessment Report on Biodiversity.
- IPCC Special Report, 2018, Convention on Climate Change.
- Global Biodiversity Outlook 6. 2020, CBD Convention Secretariat.
- US EPA, 2020, Measuring Ecosystem Health.
- IUCN Annual Report 2019, International Union for Conservation of Nature.
- UN FAO, 2006, Livestock's Long Shadow.
- NASA, 2021, EARTHDATA, Biological Availability Tool.
- Encyclopedia Britannica, 2021, The Earth's History and Mass Extinction.