

전과정평가: 지속가능발전을 위한 안내자

은종환

에코시안 아카데미, 한국전과정평가학회

Life Cycle Assessment: A guide in sustainable development

Eun Jonghwan

Ecosian Academy, The Korean Society for Life Cycle Assessment

1. 서론

우리는 현재 지질학적으로 11,700년 전부터 시작된 충적세(Holocene)에 살고 있다. 빙하기가 끝나고 인류가 살기에 적합한 현재의 온난화시기가 지속된 시기이다. 지구의 나이로는 짧은 기간이지만 인류는 이 기간에 역사를 시작하고 문명을 이루었다. 하지만 1980년대부터 몇몇 학자들에 의해 인류세(Anthropocene)라는 용어가 제안된 후 현재 광범위하게 사용되고 있고 공식적인 지질학적 세(世, Epoch)로서의 공인을 앞두고 있다. 인류세의 시작시점에 대해서는 여러 견해가 있지만 대체적으로 산업혁명을 지칭하고 있다. 산업혁명 이후 인구가 크게 증가하고 산업 활동에 따라 지구의 환경이 크게 바뀌었기 때문이다.

산업혁명 이전까지 10억명 수준으로 유지되던 세계 인구는 현재 70억명을 돌파했다. 수탈적인 자연자원의 사용으로 짧은 시간에, 지구의 나이를 고려하면 정말 찰나의 순간에 지구상의 하나의 생물 종이 급격하게 세를 불려 나가고 있는 것이다. 그리고 그 과정에서 다른 생물종의 감소, 삼림의 파괴, 육지와 바다의 오염, 기후변화 등 문제를 야기하고 있다. 인류세의 끝은 어떤 모습일까. 현재의 추세, 인구의 증가와 자연자원 수탈의 증가는 언제까지 지속될 수 있을 것인가.

2. 파국은 올 것인가

산업화 이전까지 280ppm 수준으로 유지되던 대기 중 이산화탄소 농도가 드디어 400ppm을 넘어섰다. 2014년 5월에 400ppm을 넘나들던 이산화탄소가 일 년 만인 2015년 5월에 월 평균치로는 처음으로 400ppm을 넘어섰다. 온난화 이론을 증명이라도 하듯이 2015년 8월 전 지구의 평균온도는 136년의 관측 역사상 최고치를 기록했다. 2006년도에 미국의 전 부통령 엘 고어에게 노벨상을 안겼던 영화 '불편한 진실'에서 예측한 기후변화의 무서운 모습이 안타깝게도 현실화되고 있다. 전세계적으로 기후재난이 늘어나는 가운데 올해(2015년)겨울에는 강력한 엘리뇨 현상이 발생되어 기상이변이 속출할 것으로 예견되고 있다.

1992년 기후변화협약이 체결된 이후 교토프로토콜에 의한 선진국 중심의 온실가스 감축노력이 사실상 실패한 이후 새로운 기후체계의 출범이 지연되고 있는 사이 온실가스는 증가일로에 있다. 기후

변화협약에서 기준으로 삼고 있는 1990년도 온실가스 배출량에 비해 무려 60%나 증가해 버렸다. 자유시장경제라는, 견제 받지 않는 이데올로기에 의해 온실가스 배출은 억제되기는커녕 더욱 가속되고 있는 중이다. 환경보호라는 공공적인 대의에는 동의하면서도 개인이기주의 때문에 망가지게 되는 '공유지의 비극(The Tragedy of the Commons)'이 지구적 차원에서 벌어지고 있다.

지구온난화 또는 기후변화로 대표되는 환경오염 문제는 화석연료의 남용에 그 뿌리를 두고 있다. 산업혁명시기에 증기기관을 발명하면서 사용하기 시작한 화석연료는 인류에게 거의 무제한적으로 에너지를 제공하였고 그 결과 100년 남짓 만에 인류는 어느 한계점에 서게 되었다. 지구라는 하나의 시스템이 오랜 시간 동안 유지해 온 에너지 밸런스를 화석에너지의 과다한 사용이 엇나가게 한 것인데, 그 결과가 어떤 형태로, 언제 우리 앞에 나타나게 될지 모른다. 확실한 것은 지금의 인류문명 발전 방식이 영원히 계속될 수는 없다는 것이다. 인구가 지난 백 년 동안 증가한 것처럼 앞으로도 무한정 증가할 수는 없다. 언젠가, 어느 수준에선가 Peak에 도달할 수 밖에 없다. 기후변화 현상으로 미루어 보건 데 그 Peak는 그리 멀지 않은 시기에 도래할 수 있도록 해야 한다. 이번 세기 어느 시점에서부터는 자원수탈 경제의 탄성이 줄어들도록 하지 않으면 정말 인류는 큰 위험에 처하게 될 지도 모른다.

'유엔의 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)'는 2014년에 발간한 제 5차 평가보고서에서 '대표 농도경로(RCP: Representative Concentration Pathways)' 방식의 미래 기후변화 시나리오를 발표하였다. 아무런 온실가스 감축노력 없이 현재의 발전방식을 지속하는 것을 RCP8.5 (8.5W/m²: radiant flux received by a surface per unit area, watt per square meter)시나리오로 정의하고 이 경우 2100년도 대기 중 온실가스 농도는 1,000ppm을 초과하게 되며 산업화 이전에 비하여 4°C이상 기온이 상승할 것으로 전망하였다. 과학자들은 대기 중 온실가스 농도 450ppm, 산업화 이전 대비 기온상승 2°C 이내를 지구가 감당할 수 있는 한계로 보고 있다. 그리고 그렇게 되기 위해서는 2040년경 인류의 온실가스 배출량이 정점을 찍고 감소해야 하며 2050년까지는 현재보다 온실가스를 50% 이상 줄여야 할 것으로 계산하고 있다.

기후변화협약의 포스트교토 논의에서도 지구의 기온상승을 2°C 이내로 억제하는 것을 목표로 하고 있다. 교토프로토콜을 대체하여 2020년부터 적용될 새로운 기후체계는 올해, 2015년 11월말 파리에서 열리는 기후변화당사국총회(COP: Conference Of Parties)에서 합의될 예정으로 있다. 당초 2013년부터 시작될 예정이었던 포스트교토 체제가 지연된 것이다. 강제화 된 감축량 할당의 합의가 여의치 않자 국가별 '자발적 감축목표(INDC, intended nationally determined contributions)'에 기반 하여 모종의 감축방안을 도출할 계획으로 있다. 하지만 RCP2.5시나리오에는 턱없이 부족할 가능성이 높다. 즉, 파국을 막기 위해서는 획기적인 온실가스 배출 감축이 필요하지만 현 상황에서 국제적인 합의에 의해 필요한 만큼의 감축이 달성될 가능성은 크지 않아 보인다. 인류가 달려가는 길 앞에 기후절벽이 있지만 그 앞에서 멈추는 것은 쉽지 않아 보인다.

3. 위기의 근원

환경(Environment)을 ‘인간이나 동식물 따위의 생존이나 생활에 영향을 미치는 자연적 조건이나 상태’라고 정의한다면 현재는 기후변화가 환경문제를 대표하고 있다. 지역적(Local)인 환경이슈도 곳곳에 있으나 어느 순간 오존층파괴, 생물종 다양성훼손, 기후변화와 같은 지구적(Global) 환경문제가 심각하게 대두되었다. 산업화 초기의 환경문제, 즉 오염물질을 적절하게 처리하여 지역적인 환경문제 발생을 억제하는 것에 국한되었던 환경관리 개념만으로는 해결하기 힘든 문제들이다. 종말처리(End-of-pipe)적 해법이 아닌 산업의 변화, 소비와의 연계, 개발방식의 개선과 같은 큰 규모의 논의가 필요해진다. 기후변화의 경우 원인이 이산화탄소의 배출이고 이산화탄소는 인류문명을 지탱하고 있는 화석에너지의 사용에 의한 것이기 때문이다.

사실 환경문제를 포함한 인류의 거의 모든 문제는 자원의 남용에 의한 것이라고 볼 수 있다. 자연 자원의 무분별한 사용은 인구의 급격한 증가와 맞물려 상호 상승작용(Positive Feedback)을 일으켰고 그 과정에서 다양한 환경문제를 야기했다. 현재까지의 경제발전 패러다임으로는 인구가 늘수록, 경제가 발전할수록 자원사용량은 비례해서 늘어날 수 밖에 없다. 그러나 이런 방식이 영원히 지속될 수 없다는 것은 자명한 사실이다. 시기가 언제이냐의 문제일 뿐 인류는 Peak를 지날 수 밖에 없다. 자원고갈이나 기후변화와 같은 현상이 언젠가 제한요인(limiting factor)으로 작용하게 될 가능성이 높다. 기술개발에 의해서, 그리고 지속가능 발전을 위한 노력에 의해서 Peak의 도래시기를 늦출 수는 있겠지만 작금의 기후변화 현상들은 Peak가 의외로 빨리 올 가능성을 경고하고 있다. 무언가 더 과감하고 획기적인 변화가 필요한 시점이다.

산업화와 함께 시작된 환경문제는 1990년대 이후 자유시장경제의 확산과 전 세계적인 신자유주의의 바람을 타고 가속화되고 있다. ‘평평해진’ 세계에 생태 수탈적인 개발의 바람이 불고 있는 것이다. 경제성장을 위해 소비를 진작시켜야 하는 경제학적 관점의 발전을 지구가 언제까지 감당할 수는 없다. 생산과 소비를 연계하여 사회 전반을 지속가능한 체계로 전환하여 자원사용량이 정점을 찍고 감소하도록 하여야 한다. 반기문 유엔총장의 표현대로 ‘또 하나의 지구(Planet B)’가 없기 때문에 (환경보호를 위한)행동에 나서는 것 말고는 ‘다른 방안(Plan B)’이 있을 수 없다.

4. 지속가능발전을 위한 방안

인류가 자원소모와 오염물질 배출을 줄여갈 수 있는 방법은 세 가지 정도로 생각해 볼 수 있다. 첫째는 인구를 줄이는 것이다. 하지만 이는 정책적으로든 기술적으로든 가능한 옵션이 아니다. 선진국들은 이미 인구의 정점에 와 있거나 오히려 감소추세로 돌아서기도 했지만 제3세계를 중심으로 아직 인구는 증가 일로에 있다. 인구감소 없이는 지속가능발전이 가능하지 않다고 주장하는 학자가 있긴 하지만 인위적 감축은 상상할 수 없는 것이다. 자연적으로 감축된다는 것 역시 기후재앙이나 이에 의해 촉발된 전쟁 등 분쟁에 의한 비극적 방식일 것이기 때문에 인류가 피해야 할 길이다. 최근 시리아 내전으로 인해 많은 사람이 죽거나 난민으로 떠돌게 된 것 역시 2007년부터 2010년까지 지속된 심각한 가뭄과 이에 따른 식량생산 감소로부터 촉발되었다는 과학자들의 분석도 있다. 기후변화가 무력분쟁을 야기하게 될 것이라는 전망을 처음으로 증명한 전쟁이라고 여겨지고 있다.

둘째는 대체자원을 개발하는 것이다. 재생에너지(Renewable Energy)개발이 대표적이다. 자연에너지를 이용하면 자원고갈 속도를 늦추게 되고 온실가스 배출도 없앨 수 있다. 하지만 이 역시 시간이 필요하다. 재생에너지 보급에 가장 적극적인 유럽연합도 2020년까지 20% 달성을 목표로 하고 있다. 우리나라의 경우 2035년까지 11%를 목표로 하고 있는데 현재 4%에도 미치지 못하는 수준에 있음을 감안할 때 달성이 쉽지 않아 보인다. 이 분야의 기술개발 속도를 감안하더라도 재생에너지가 화석에너지를 의미 있는 수준으로 대체하기까지는 많은 시간이 소요될 것이다. 또한 재생에너지가 또 다른 환경문제를 야기할 가능성도 배제할 수 없다. 새로운 기술은 항상 새로운 환경문제를 야기하게 됨을 우리는 역사를 통해 알고 있다. 태양광반사나 풍력발전기에서 발생하는 저주파 소음과 같은 지역적인 문제와 함께 태양광소자나 배터리 등 전기의 저장과 공급에 필요한 장치를 생산하는데 사용되는 희유금속은 또 다른 자연자원의 고갈을 야기할 가능성이 있다.

셋째는 생태효율성(Eco-Efficiency)을 높이는 것이다. 자원투입을 줄이고 생산물의 부가가치는 높이는 것으로 다양한 정책적, 기술적 옵션이 존재한다. 청정생산을 위시하여 'Factor-X', '3R(Reduction, Recycle, Reuse)', '자원순환(Cradle to Cradle Recycling)', '대중소그린파트너십(SCEM: Supply Chain Environmental Management)', 'EIP(Eco Industry Park)', 'IPP(Integrated Product Policy)' 등과 같이 국내외적으로 시행된 수많은 프로그램들이 이 범주에 속한다.

생태효율성 향상은 '후회 없는 정책(No Regret Policy)' 이다. 인구를 줄이는 것과 같은 비극적인 요소도, 재생에너지 개발과 같은 부작용에 대한 우려도 없다. 후회하게 될 가능성이 없으니 가급적 많이, 빠른 속도로 추진하여도 된다. 오염물질 처리와 같은 전통적인 환경관리와는 달리 환경개선과 더불어 이윤도 증가된다. 'Eco'라는 용어 자체가 'Ecology'와 'Economy'의 공통분모이다. 기업차원에서나 국가차원에서 하지 않을 이유가 없는 정책이다. 최근 비물질화(De-materialization), 비동조화(De-coupling)와 같은 용어가 미래사회에 대한 표현으로 자주 언급되고 있는데 생태효율성이 극대화된 사회의 모습이라고 볼 수 있다. 과거 물질 위주의 생산과 소비문화를 비 물질화하고 자원소모량을 줄임에 따라 결과적으로 경제발전이 자원소모의 증가와 더 이상 동조화되지 않는 사회이다. 이미 IT기술의 발전과 이에 따른 공유경제 확산 등 우리사회가 비물질화의 길로 접어들고 있는 중이다.

5. 전과정평가의 역할

이렇듯 지고선(至高善)인 생태효율성을 막상 정확하게 평가하기란 쉽지 않다. 여러 환경적인 요소를 정량적으로 평가하여 대안들(Alternatives) 각각의 생태효율성을 비교 평가하는 것은 여러 방법론적인 접근과 다양한 데이터를 필요로 한다. 현재까지는 전과정평가(LCA: Life Cycle Assessment)가 그 역할을 수행하고 있다.

1992년에 리우에서 개최된 역사적인 환경정상회의에서 기후변화협약체결을 포함하여 지구환경 문제해결을 위한 여러 논의가 시작되었다. 국제표준화기구(ISO: International Organization for Standardization)에서 산업계의 환경개선 노력을 촉진하기 위해 ISO-14000 시리즈 제정작업에 착수한 것도 이때부터였다. 우리나라 산업계는 1995년경부터 환경경영체제(ISO 14001) 도입을 시작하

였고 전과정평가(LCA: Life Cycle Assessment)도 국내에 소개되기 시작했다. 한국전과정평가학회가 1997년에 창립되었으니 이제 어언 성년을 바라보는 나이가 되었다.

전과정평가는 ISO-14040시리즈로 표준화되었다. 유럽을 중심으로 개발되던 전과정평가의 방법론이 표준화를 계기로 전세계로 확산되었다. 전과정평가는 공정 중심에 머물러 있던 환경관리 개념을 제품단위로 전환함으로써 공급망을 따라 환경영향을 종합적으로 평가하고 효율적인 개선이 가능하도록 하는 수단을 제공했다. 다양한 환경영향을 정량화한다는 것의 본질적인 어려움, 그 과정에서 평가결과의 신뢰성이 부족할 수 있다는 점들은 줄곧 지적되어 왔지만 전과정평가는 환경관리 개념이 한 단계 진보할 수 있는 계기를 마련해 주었다. 그리고 그 진보는 지속가능발전에 있어 핵심적인 요소로 작용하고 있다.

전과정평가는 국내외적으로 꾸준히 그 지평을 넓혀가고 있다. 초기 환경관리분야 전문가들을 중심으로 수행되던 전과정평가 작업들이 이제는 다양한 분야에서 다양한 주제에 대해 적용되고 있다. 최근에는 기후변화 대응의 중요성이 높아지는 분위기 때문에 에너지와 온실가스에 관련된 전과정평가 사례가 많이 발표되고 있다. 여러 환경영향(Environmental Impacts) 중에서도 온실가스 또는 물과 같은 하나의 이슈만을 위한 기법(Single-Issue LCA)이 따로 개발되고 있기도 하다. 탄소발자국(Carbon footprint)은 ISO 14067, 물발자국(Water footprint)은 ISO 14046으로 표준화되었다.

또한 환경문제에 국한되었던 분석 범위를 비용에 적용하는 '전과정비용평가(Life Cycle Costing)', 경제성과 사회성까지를 포괄하여 분석하는 '전과정 지속가능성평가 (Life Cycle Sustainability Assessment)'가 시도되기도 하며 '에코효율성을 분석 기법 (Eco-efficiency assessment of product systems)'은 ISO 14045로 표준화되었다. 가장 최근에는 제품이나 서비스가 아닌, 조직에 대한 LCA기법이 마련되어 ISO 14072 (LCA-Requirements and guidelines for organizational life cycle assessment)로 표준화가 진행되기도 했다.

Table 2. 전과정평가 관련 ISO 규정 (<http://www.iso.org>)

ISO 14040:2006	Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework
ISO 14044:2006	Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines
ISO 14045:2012	Environmental management -- Eco-efficiency assessment of product systems -- Principles, requirements and guidelines
ISO 14046:2014	Environmental management -- Water footprint -- Principles, requirements and guidelines
ISO/TR 14047:2012	Environmental management -- Life cycle assessment -- Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to impact assessment situations
ISO/TS 14048:2002	Environmental management -- Life cycle assessment -- Data documentation format
ISO/TR 14049:2012	Environmental management -- Life cycle assessment -- Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to goal and scope definition and inventory analysis
ISO/TS 14071:2014	Environmental management -- Life cycle assessment -- Critical review processes and reviewer competencies: Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006
ISO/TS 14072:2014	Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines for organizational life cycle assessment
ISO/AWI TR 14073	Environmental management -- Water footprint -- Illustrative examples on how to apply ISO 14046

6. 결론

인식이 정확하지 않으면 올바른 판단을 내릴 수 없다. 전과정평가는 여러 종류의 환경영향을 정량적이고 합리적으로 분석하여 어떤 의사결정에 정확한 환경적 판단근거, 즉 정확한 인식의 틀을 제공한다. 환경오염의 형태는 다양하고 영향의 범주 역시 지역적인 것에서부터 전 지구적인 것까지 폭넓게 존재한다. 또한 어떤 영향들은 상호 상충(Trade-off)관계에 있기도 하다. 전과정평가가 이런 점들을 정밀하게 평가하여 완벽하게 객관적인 결과를 도출하는 것은 어렵지만 분석의 형식(Frame)을 제공하고 평가의 범위나 목적, 그리고 활용할 수 있는 데이터에 맞춰 최선의 분석이 가능하도록 한다. 무엇보다도 의사결정자들이 전과정적인 시각을 갖도록 해 준다. 환경문제의 고려의 범위를 전과정적(수평적)으로, 여러 층위의 환경영향(수직적)으로 확대할 수 있도록 준다.

국내에서도 전과정평가 관련 사업들이 한동안 활발하게 진행되었다. 한국전과정평가학회가 창립되었고 국가차원의 전과정평가 데이터베이스 구축사업이 이루어졌으며 민간기업과 대학들에서 다양한 목적의 전과정평가 작업이 진행되었다. 환경성적표지제도나 탄소성적표지제도는 전과정평가에 기반

하여 설계되기도 했다. 하지만 최근에는 경제침체의 영향인지, 지난 정부 녹색성장정책의 피로감 때문인지 과거와 같은 활발한 모습을 보여주지 못하고 있다. 전과정평가는 지속가능한 사회구현을 위한 기초 인프라에 해당된다. 우리나라 환경변화에 맞는 환경영향평가지수를 개발하고 보다 많은 데이터베이스를 축적하는데 정책적인 뒷받침이 필요하다. 이를 바탕으로 산학연 각 분야에서 전과정평가가 활발하게 활용되어야 한다. 전문가 풀이 확대되어 보다 많은 분야에서 전과정적인 접근이 이루어지도록 해야 한다.

한국전과정평가학회가 내년이면 20주년을 맞이하게 된다. 이를 계기로 우리나라에서 전과정평가가 새롭게 조명 받는 계기가 되기를 기대해 본다. 구체적으로 다가오고 있는 기후변화의 위험에 대처하고 녹색성장 또는 지속가능발전을 위해 현안에 대한 명확한 인식을 바탕으로 최선의 길을 찾아 가는데 전과정평가가 나침반 역할을 할 수 있게 되길 바란다.