5장

인구/기후/환경/자원/ 에너지분야 미래전략

1. 인구전략

2. 기후전략

3. 환경전략

4. 자원전략

5. 에너지전략

1 인구전략

저출산과 고령화로 대표되는 인구구조변화는 미래 한국의 정치, 경제, 사회, 문화 등 거의 모든 분야에서 중대한 영향을 미칠 것이다. 저출산과 고령화는 선진국에서 공통적으로 나타나는 피할 수 없는 현상이라는 견해도 있으나, 우리나라의 인구구조변화는 세계에서 그 유례를 찾아볼 수 없을 정도로 빠른 속도로 진행되고 있다는 데 문제가 있다. 인구구조변화의 또하나의 중요한 요인으로 지적되는 외국인 유입도 저출산, 고령화의 진전과 맞물리면서 빠른 속도로 증가하고 있다.

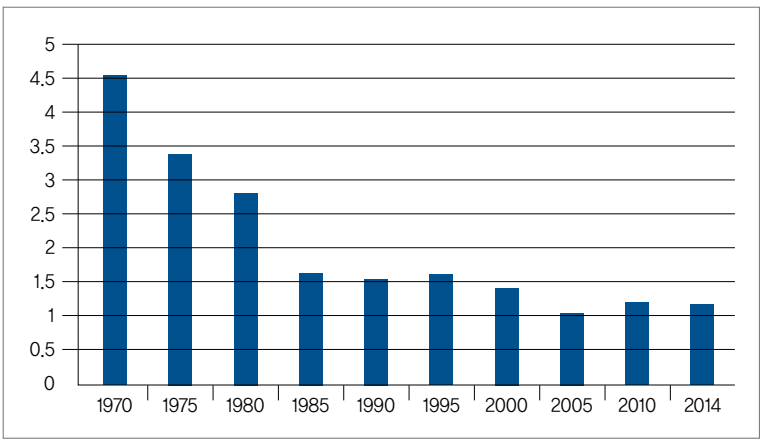
급격한 인구구조변화는 미래 한국사회의 지속가능성 기반을 흔들 수 있는 매우 중대한 도전이다. 지금까지 인구구조변화에 따른 많은 미래의 위협요인들이 지적되었고, 이에 대한 여러 대응방안들이 검토되었으며, 관련 정책들이 실행되었다. 그럼에도 불구하고 출산율은 회복되지 않고 있으며, 인구는 더욱 빠른 속도로 고령화되고 있다. 이는 저출산, 고령화가 단순한 인구구조변화의 문제가 아니라 경제, 산업, 고용, 노동, 교육, 복지 등 우리사회의 거의 모든 분야와 상호밀접한 관

계로 얽혀 있기 때문이다. 따라서 저출산, 고령화에 국한된 분절적인 전략과 정책으로 인구구조변화에 대응하는 데에는 한계가 있다. 이 장에서는 인구문제를 국가 전반의 문제와 포괄적으로 연계한 미래전략을 제시하고자 한다. 즉 국가 전체의 미래전략을 인구구조변화와 연계해 탄력적으로 구상하는 것이다.

한국의 인구문제

본격적인 산업화와 도시화로 접어들기 시작하던 1970년대부터 지난 45년간 출산율은 지속적으로 감소하고 있다. 1970년 4.53이었던 합계출산율은 1980년 2.82까지 떨어졌으며, 급기야 1985년에는 인구대체율[1] 이하인 1.66까지 하락하였다. 그럼에도 불구하고 정부는 1980년대 후반까지 '둘만 낳아 잘 기르자'로 대표되는 산아제한정책

〈표 5-1〉 우리나라의 합계출산율 추이(1970-2014)



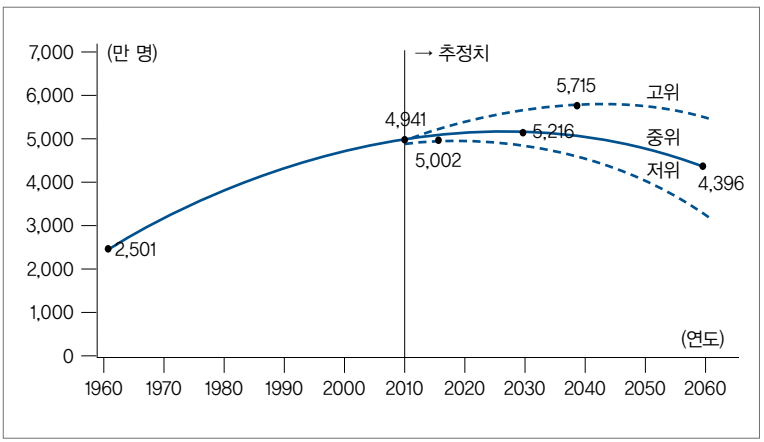
자료: 통계청(2014). 인구동향조사 재구성

을 고수했다. 그 결과 2000년대 들어서면서 대한민국은 OECD회원국들 가운데 가장 낮은 출산율을 보이고 있으며, 정부의 많은 노력에도 불구하고 회복 기미가 보이지 않는다. 서구의 경험에서 목격한 바와 같이 한국사회도 이상적인 가족 크기의 감소, 인구의 고령화, 노동시장의 영향 등으로 계속해서 아이를 낳기가 어려워지는 소위 '저출산의 덫'에 발목을 잡힌 것이다.

현재 우리사회에서 진행되고 있는 급격한 저출산의 배경에는 핵가족화와 도시화에 의한 가정, 지역사회의 양육능력 저하, 육아 및 교육부담 증가, 결혼과 가족에 대한 인식 변화, 청년실업 등이 있다.

이러한 저출산의 추세가 지속된다면 미래의 인구감소는 피할 수 없을 전망이다. 2011년도 통계청 장래인구추계에 따르면, 우리나라의 총인구는 중위가정으로 상정했을 경우 2030년부터 인구가 감소하기 시작하여 2060년에는 4,396만 명까지 줄어들 것으로 추정하고 있다. 인

〈그림 5-1〉 인구성장 가정별 총인구(1960-2060)



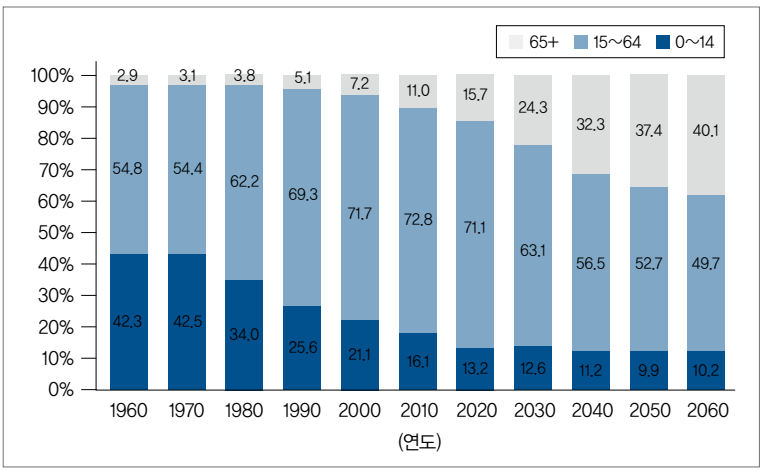
자료: 통계청(2011), 장래인구추계 2010-2060, 보도자료

구증감을 저위가정으로 상정할 경우 우리나라의 총인구는 2060년에는 3,447만 명까지 축소될 것으로 전망된다.

급격한 출산율 저하는 고령화문제와 필연적으로 직결된다. 평균 기대수명은 지속적으로 증가하고 있는 반면, 출산율 저하로 인해 아동 및 청장년층의 인구가 감소할 경우 그 사회의 인구구성은 자연적으로 고령화될 수밖에 없다. 1975년 우리나라의 65세 이상 노인인구 비율은 3.5%였으나, 2000년엔 그 비율이 7.2%로 2배 이상 증가했으며, 2045년에는 노인인구 비중이 35.1%까지 증가할 것으로 추계되고 있다. 현행 추세가 지속될 경우, 머지않은 미래에 생산가능인구 감소, 고령사회 진입, 총인구 감소 등 본격적인 인구구조변화가 나타날 것으로 전망된다.

저출산, 고령화와 더불어 외국인구의 국내 유입 증가는 한국사회의

〈그림 5-2〉 65세 이상 고령인구 비중 추이(%)(1975-2045)



자료: 통계청(2011), 장래인구추계 2010~2060, 보도자료 재수정

인구구조변화에 또하나의 중요한 원인이다. 이는 국내 인건비 상승과 국제적 인구이동 증가에 따른 외국인 근로자 유입이 가장 큰 원인이겠으나, 국제결혼 증가, 외국유학생 증가, 해외동포에 대한 입국문호 확대도 주요원인으로 작용하고 있다. 법무부의 체류외국인 통계에 따르면 2003년 67만 9천 명 수준이었던 국내 체류외국인은 2013년 157만 6천여 명으로 거의 2배 이상 증가한 것으로 나타났다. 한국사회의 저출산, 고령화 추세와 맞물려 외국인 유입은 더욱 가속화 될 전망이다. 법무부 추계에 따르면 국내 체류외국인은 2020년 254만 명으로 증가한 후, 2050년에는 409만 명을 기록하여 전체 인구의 9.2%를 차지할 전망이다.

〈표 5-2〉 우리나라의 외국인 등록 인구(2004~2013)

(단위: 천 명)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
체류 외국인	679	751	747	910	1,066	1,159	1,168	1,261	1,395	1,445	1,576
불법 체류자	154	210	204	212	223	200	178	168	168	178	183

* 천 명 이하 숫자는 반올림 처리

자료: 법무부(2014). 출입국관리소 외국인정책 통계연보. www.index.go.kr

인구구조변화에 따른 미래전망

현재 인구구조변화는 우리사회의 심각한 사회문제로 인식되고 있으며, 대한민국의 미래를 불안하게 만드는 심각한 도전과 위기로 인식되고 있다. 저출산, 고령화, 외국인구 유입 등 인구구조변화가 미래

한국사회의 위기로 작용할 것이라고 지적되는 사항을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 인구감소, 고령화로 인한 경제성장의 정체 및 하락이다. 저출산, 고령화가 경제에 미치는 영향은 경제 그 자체의 정체 및 축소로, 이는 생산가능인구의 저하가 최대요인이라고 할 수 있다. 생산가능인구의 감소는 생산활동을 위축시킬 뿐만 아니라, 시장의 총수요도 함께 저하시켜 세수 감소와 자본시장의 위축 등 경제성장의 정체 또는 하락으로 이어질 수 있다. 결국 저출산, 고령화의 심화는 성장의 정체 또는 하락으로 이어지면서 일시적 경기불황이 아닌, 장기간에 걸친 경제의 축소를 가져오는 것이다.

둘째, 고령자의 증가는 연금이나 의료비 지출 등 노인부양비의 증가를 필연적으로 수반한다. 문제는 출산율 저하로 인해 소수의 청장년층이 다수의 노년층을 부양해야 한다는 것이다. OECD에 따르면 한국의 노인 1명당 부양 생산인구는 2014년 5.26명에서 2022년 3.81명으로 줄어들 것이며, 2036년에는 1.96명까지 하락할 것으로 보인다. 이에 따른 노년부양비도 2011년 15.6%에서 2017년 19.2%, 2020년 22.1%, 2040년 57.2% 등으로 계속 증가할 전망이다. 그만큼 미래의 현역세대가 져야 할 부담이 늘어나는 것이다. 결국 세수는 감소하는데 반해, 연금, 보험, 의료 및 기타 사회보장비용의 지출 증가로 인해 국가재정의 부담은 가중될 수밖에 없다.[2]

셋째, 고령인구의 증가에 따른 사회활력의 저하, 청년층과 노년층 간 세대갈등의 심화이다. '다수의 노령인구와 소수의 청장년인구'라는 전대미답의 인구구조 역逆피라미드 상황을 초래하면서 사회는 보수화되고, 덜 혁신적으로 변할 것이라는 우려이다. 특히 복지, 연금, 일자리

를 둘러싼 세대갈등의 문제가 전면으로 부상할 수 있다. 세대갈등의 조짐들은 이미 우리사회 곳곳에서 나타나고 있다. 2012년 대선 직후 '지하철 노인 무임승차 폐지' '기초노령연금 폐지' '경로석 폐지' 등과 관련한 글들이 인터넷에 무차별적으로 게시된 것은 세대갈등이 사회적, 경제적 문제로 진화되고 있는 양상을 보여준다. 또한 초고령화 사회로의 진전에 따른 노인집단의 과도한 정치세력화 및 사회 전반의 보수화도 예견된다. 아울러 노인빈곤, 노인자살, 노인범죄 등에 대한 사회문제도 크게 대두될 수 있다.

마지막으로 생산가능인구의 부족을 해소하고 일정 수준의 생산활동과 경제규모를 유지하기 위해 해외인력의 국내 유입이 불가피할 것으로 전망된다. 삼성경제연구소에 따르면 우리나라의 생산가능인구는 2016년 3,700만 명으로 정점에 이른 후, 2050년에는 1,300만 명 수준까지 감소할 전망이라고 한다. 이를 해결하기 위해서 삼성경제연구소는 2050년까지 1,159만 명의 이민자를 받아들여야 한다고 제안한다. 출산율 제고, 여성, 노인 등 유휴인력 활용 등이 이루어진다 하더라도 내국인만으로는 인력수급 불일치를 완전히 해소하기 어려울 전망이기 때문이다. 그러나 외국인구의 증가는 우리사회에 인종, 민족, 문화 간 갈등이라는 새로운 차원의 갈등원인을 제공할 수 있다. 저숙련, 저임금 인력이 대부분인 현재의 외국인력 유입구조는 새로운 하층계급을 우리사회에 형성할 수 있으며, 도시의 슬럼화, 게토화, 치안문제 등의 사회문제를 가져올 수 있다. 내국인과 외국인과의 일자리 경쟁, 다문화사회로의 이동으로 인한 민족 간, 문화 간 이질감 확대는 사회갈등의 새로운 증폭요소로 작용할 수 있다.[3]

미래의 위기를 기회로 바꾸기 위한 전략

저출산, 고령화를 향한 흐름이 꾸준히 진행되고 경제성장이 둔화되고 있는 상황을 반전시키기 위해서는 인구문제를 경제, 산업, 고용, 노동, 복지, 교육 등의 문제와 포괄적으로 연계한 전략을 강구할 필요가 있다. 즉 국가 전체의 미래전략을 인구구조변화와 연계해 탄력적으로 구상하는 것이다. 이들 각 분야의 전략이나 정책이 바람직한 미래상을 공유하고 같은 방향성을 지향한다면 시너지효과를 기대해볼 수 있기 때문이다. 여기서 염두에 두어야 할 것은 현세대는 물론 미래세대도 함께 살아갈 수 있는 미래를 구상해야 한다는 점이다. 미래세대의 행복을 극대화하고, 미래세대가 현세대보다 더 높은 삶의 질을 구가할 수 있는 사회를 만들어가는 것을 합리적인 투자로 인식할 필요가 있다. 이와 같은 기조에 의한 개혁, 변혁을 향한 노력이 시너지효과를 창출할 수 있다면, 인구구조변화가 가져올 미래의 '위기'를 '기회'로 바꿀 수 있는 가능성은 충분하다.

이 장에서는 인구구조변화에 탄력적으로 적응하기 위한 포괄적 연계전략으로 다음의 3개 전략방향을 제시하고자 한다.

먼저 인구감소, 고령사회라는 시대적 변화에 탄력적으로 적응하기 위해서는 자율적이며 순환적인 고부가가치의 경제구조로의 전환이 필요하다. 정부뿐만 아니라 기업과 개인도 발상의 전환과 함께 시스템 전반에 걸친 대폭적인 변혁이 필요하다. 먼저 정부 차원에서는 행정의 효율성과 생산성 향상을 위해 슬림하면서도 효과적인 정부조직으로의 변환이 필요하며, 중앙과 지방정부 간의 상호협력을 통해 정부예산의 중복 및 낭비 등을 최소화해야 할 것이다. 기업들도 다양한 분야에서의 혁신을 도모해야 한다. 혁신은 새로운 기술에 의한 제품 개발에

만 국한되는 것이 아니라, 새로운 비즈니스모델의 구축도 포함하는 광범위한 의미를 지닌다. 이러한 혁신을 통해 기존의 외연 확대의 '양적 경영'에서 수익 극대화의 '고부가가치 경영'으로의 체질적 전환을 시도해야 한다. 개인들도 보다 적극적이고 과감하게 새로운 영역에 도전할 수 있는 '헝그리 정신'을 되찾는 것이 중요하다. 자율적이고 순환적인 경제로의 전환을 위해서는 정부, 민간, 시민 간의 적극적인 협력이 필요하다. 자율적이고 순환적인 저비용, 고효율사회의 구축은 정부, 민간기업, 시민사회의 적극적인 역할 분담과 책임성 강화로 구현될 수 있을 것이다.

두번째로 저출산, 초고령화의 완화가 일정 부분 실현된다 하더라도 사회보장지출은 지속적으로 증가할 것이며, 복지재정의 지속가능성 문제는 여전히 숙제로 남을 것이다. 따라서 미래세대에게 현세대의 부담을 전가하지 않도록 꾸준히 재정건전화를 추진할 필요가 있으며, 복지의 수익과 부담의 균형 재검토 등 세대 간 형평성 제고를 위한 일련의 개혁이 필요하다. 이 개혁이 추진되기 위해서는 국민적 공감대 형성과 사회적 합의를 이루기 위한 노력이 병행되어야 한다. 이러한 관점에서 인구, 고용, 노동, 연금, 복지 등을 둘러싼 여러 문제에 대한 포괄적이고 일괄적인 전략과 정책추진이 필요하다.

마지막으로 우리사회에는 다양한 특성을 가진 인재들이 존재한다. 인구구조변화에 대응한 탄력적이고 역동적인 사회를 도모하기 위해서는 이들 다양한 인재들의 새로운 관점을 도입하면서 연계해나가는 것이 필요하다. 개개인의 개성과 능력이 느긋하게 발휘될 수 있는 다양성이 용인되는 사회는 국가 전체의 활력으로 이어진다. 결국 개인들의 개성을 어떻게 연계하고 잘 조화시키느냐에 따라 국가경쟁력이 결

정된다는 것이다. 개별 인재들의 새롭고 다양한 관점을 연계한다는 측면에서 '개방'도 매우 중요하다. 생산성 향상의 수단이 되는 혁신은 개인의 발상뿐만 아니라 다양한 아이디어를 가진 사람들의 교류 속에서 실현될 수 있다. 세계 속의 다양한 인재, 기술, 자원을 연계하기 위해서는 개방적 자세가 필요하며, 이때 '정보'는 중요한 매개가 될 수 있다. 정보에 대한 기술혁신을 더욱 촉진시켜 경제사회 구석구석에 이를 침투시킬 수 있다면 개방과 연계의 힘은 훨씬 더 강화될 것이다.

고부가가치 경제로의 전환을 위한 방안

우선 자율적이며 순환적인 고부가가치의 경제구조로의 전환을 어떻게 이루어낼 것인가에 대한 대안이 필요하다. 그 대안을 모색해보면 다음과 같다.

정부, 기업, 시민 간의 협력을 통한 풍부한 공공영역의 창출

지금까지 '공공public'이란 정부가 담당하는 영역을 의미하며, 공공서비스는 행정을 통해 정부가 제공하는 것이 일반적인 현상이었다. 그러나 인구구조변화를 포함하여 저성장기조의 고착화, 복지수요의 증가, 국가채무 증가 등 급변하는 행정환경에 적응하고, 보다 다양화되고 고도화되어가는 시민들의 행정수요를 충족시키기에는 정부가 제공하는 공공서비스만으로는 한계가 있다. 따라서 정부가 단독으로 담당해온 공공서비스를 기업, 비영리단체, 시민들과 분담하고 정부가 이를 지원하는 형태로 전환해나갈 필요가 있다. 이는 정부가 독점하고 있는 공공서비스 분야에 민간과 시민사회가 참여하여 자율적이고 순환적인

경제사회구조로의 전환을 도모하는 것이다. 예를 들어 치안, 보육/돌봄, 환경보호 등 지금까지 공공행정의 영역이라고 생각되었던 분야에 민간의 적극적인 참여를 독려해 협력적 거버넌스를 구상해볼 수 있다. 시민들은 자발적인 참여를 통해 마을 또는 커뮤니티 차원에서의 역할 분담이 가능하다. 이윤을 추구하는 민간기업의 경우는 정부의 아웃소싱과 사회적 기업의 형태로 공공서비스의 역할 분담에 참여할 수 있을 것이다. 이를 통해 보다 풍부한 공공영역을 창출할 수 있으며, 경제, 사회 전반에 활력을 불어넣을 수 있다.

스마트기계와의 협업을 통한 생산성 향상

기술의 발전, 특히 ICT와 타 기술과의 융복합적 발전은 지금까지 인간들이 해왔던 일들을 급속히 대체해나가고 있다. 지금도 빠르고 저렴해진 다양한 유형의 '스마트기기들'과 똑똑해지는 '소프트웨어들'이 인간의 영역으로만 여겨졌던 여러 능력들을 제공하고 있다. 따라서 미래에는 스마트한 기계와의 효율적인 협업 여부가 기업의 생산성과 경쟁력을 좌우할 것이다. 문제는 기술의 발전속도에 비해 관련 기술을 이해하고 습득하는 숙련도와 이를 뒷받침할 수 있는 교육시스템이 뒤처져 있다는 것이다. 지금도 기술발전에 상응하는 기술습득에 실패한 많은 인력들이 낙오되고 있으며, 소득이 뒤처지고 있다. 실제로 인터넷, 모바일, 클라우드컴퓨팅 등의 새로운 도구를 완벽히 사용할 줄 아는 사람은 그리 많지 않다. 이러한 이유로 기업들은 원하는 충분한 인재를 확보하지 못하고 있으며, 정부는 만성적인 실업문제에 허덕이고 있다. 따라서 새로운 시대에 맞는 벤처기업 육성과 새로운 기술을 효율적으로 사람들에게 습득시키는 교육개혁이 이루어져야 한다. 특히,

새롭게 부상하고 있는 스마트기계와 협업할 수 있는 역량을 배양하는 것이 중요하다. 스마트기계와의 협업은 저출산, 고령화로 인한 노동력 부족을 해결해줄 수 있을 뿐만 아니라, 생산성 향상에도 크게 이바지할 수 있을 것이다.

기업의 부가가치 창조역량 강화

고부가가치 경제로의 전환을 위해서는 무엇보다도 기업의 부가가치 창조력을 한층 강화할 필요가 있다. 기업들은 연구개발을 포함하여 브랜딩 및 마케팅역량의 강화, 다양한 인재 확보, 개방적 혁신과 외부와의 관계 확대 등을 통해 혁신역량을 강화해야 한다. 또한 혁신을 촉진할 수 있는 사회 전반의 환경 정비도 중요하며, 다양한 인재의 육성과 대학의 역할 강화, 시대의 변화에 부응한 규제개혁 등이 요구된다. 아울러, 생산성이 낮은 기업은 도태되고 생산성이 높은 기업이 살아남을 수 있도록 기업생태계 전반에 역동성을 제고할 필요가 있다. 더불어, 건전한 자본시장의 형성, 행정절차의 간소화, 신속화와 함께 비즈니스에 실패한 사람이 다시 재기할 수 있는 패자부활의 환경 조성도 매우 중요하다. 또한 적절한 시기에 비효율적인 사업 철수와 수익성 사업의 양도 등에 의한 사업 재편도 고려되어야 한다.

세대 간 형평성 도모와 사회적 합의 형성

사회보장지출이 늘어나는 상황에서 복지재정의 지속가능성 문제는 여전히 숙제로 남아 있다. 지속가능한 복지체계를 만들기 위해서는 제도적 장치를 마련하고 이에 대한 사회적 합의를 이루어내야 한다. 또

한 교육과 외국인력의 유입에 대한 고민이 필요한 상황이다.

세대 간 형평성 확보를 위한 제도적 장치 마련

최근의 공무원연금 개혁 논란에서 볼 수 있듯이 연금, 보험, 의료, 복지 등 사회보장비용 지출 확대로 인한 재정적자는 특정 세대에 과중한 부담을 강요할 가능성이 높다. 따라서 세대 간의 형평성을 보장하기 위해서는 재정건전성을 유지하고, 공공부채를 확대하지 않는 것이 중요하다. 하지만 정권의 획득, 유지를 주된 목적으로 하는 각 정당과 현재의 정치구조는 투표권을 가진 현세대에 유리한 정책을 제시하는 유인을 가질 수밖에 없다. 민주주의라는 현재의 정치체제 안에서 선거권이 없는 미래세대는 재정적자에 따른 재정부담의 세대 전가로 인해 선거권을 갖고 정치력이 강한 세대에게 착취당할 가능성을 가진다.

보스턴 대학 로런스 코틀리코프 교수는 현재 많은 선진국에서 세대 간 격차가 무시할 수 없는 정도로 커지고 있다고 말한다. 우리나라도 재정수지 불균형과 세대 간 격차가 매우 심각한 수준인 것으로 나타나고 있다. 특히 고령화로 인해 무상의료 수급자가 급격히 증가하여 이로 인한 세대 간 격차는 더욱 확대될 전망이다. 물론 이러한 문제를 해결하기 위해 현재의 정치시스템 안에서도 다양한 검토와 논의가 진행되고 있으나, 이해당사자들 간의 집단적 이기주의로 문제해결을 위한 정치적 합의는 매우 어려운 상황이다. 근본적 개혁은 좀처럼 진전되지 못하고 있으며, 선거권을 갖고 정치력이 강한 현세대는 재정적자에 의해 발생하는 부담을 미래세대에게 미루는 상황이 지속되고 있다.

이러한 구조적 결함을 보완하고 미래세대의 권익보호와 세대 간 형

평성을 확보하기 위해 '미래세대기본법(가칭)'을 제정할 필요가 있다. 미래세대기본법은 현재의 체제에서 충분히 대표되지 못하고 있는 미래세대의 관점을 현재의 정책결정과정에 반영할 수 있는 조직과 절차를 마련하는 것을 목적으로 한다. 여기서 기본법은 '정책입법의 기능과 성격을 가지는 독특한 입법형식으로 정책의 이념이나 기본이 되는 사항을 정하고 그에 의거하여 시책을 추진하거나 제도의 정비를 도모하는 입법유형'을 말한다.

미래세대기본법과 더불어 세대 간 형평성을 확보하는 관점에서 정치적으로 독립된 행정위원회(미래세대 옴부즈맨 또는 미래세대위원회)의 설치도 고려해볼 필요가 있다. 위원회의 주요역할과 기능은 사회보장(연금/보험/의료)의 세대별 수혜와 부담의 전문적인 조정이다. 물가안정과 금융정책의 전문성을 감안하여 각국이 정치적으로 독립된 중앙은행을 설치해서 운영하고 있는 것과 같은 맥락이다. 금융정책과 마찬가지로 사회보장의 세대별 수혜와 부담의 조정 또한 고도의 전문성을 필요로 한다. 따라서 이를 정치에서 분리해 세대 간 형평성 실현을 도모해볼 수 있다. 위원회에서 사회보장의 수혜수준을 결정하면 자동적으로 세대 간 공평성 확보에 필요한 부담수준이 결정된다. 그리고 정부는 이에 따라 중장기 재정 및 사회보장에 관한 거시적인 예산정책의 틀을 수립하는 것이다.

세대 간 절차적 합의모델 개발을 통한 사회적 합의 형성

인구구조변화는 세대 간 불균형을 초래하여 미래 한국사회의 세대갈등을 증폭하는 핵심기재로 작용할 수 있다. 이 세대갈등 해소를 위한 주요현안에 대한 세대 간 소통, 이해, 공감, 상호부조 등을 근간으로

한 세대 간 '합의형성과정consensus building process'에 대한 모델을 개발할 필요가 있다. 이를 위해서는 미래세대에 대한 배려와 세대 간 형평성에 대한 국민적 이해와 여론의 지지가 있어야 한다. 따라서 정부는 국민들에게 정확하고 알기 쉬운 정보를 제공할 필요가 있다.

예를 들어 세대 간 회계를 활용해 현세대와 미래세대간의 격차상황, 주요정책에 따른 각 세대별 수익과 부담이 미치는 영향 등을 매년 정부가 정기적으로 발표하는 것이다. 아울러, 세대 간 회계결과로 도출된 미래세대 간의 수익과 부담비율 및 세대 간 격차의 상황을 시각화해서 보여주는 것도 효과적일 것이다. 특히, 세대 간 형평성 제고가 미래세대뿐만 아니라 현세대에게도 중요한, 미래에 대한 투자라는 점을 국민들에게 이해시키려는 노력을 게을리해서는 안 된다. 정부뿐만 아니라 기업과 시민사회의 차원에서도 자발적이고 자생적인 노력을 통해 미래세대의 행복과 세대 간 형평성 제고를 위한 국민적 관심을 고취할 필요가 있다.

다양성의 연계와 개방을 통한 생산성 향상과 경제적 역동성 제고

개성 있고 창의성 있는 인재는 획일적인 교육과 인사시스템 안에서는 자라나기 어렵다. 아쉽게도 우리나라의 교육제도는 물론 기업의 인사시스템에서도 창의적 인재를 양성하기 어려운 구조이다. 우리나라의 교육제도, 특히 입시제도는 지난 반세기 동안 가장 많은 부침을 겪었던 분야이기도 하다. 창의적 교육과 인재 양성을 위해 교과과정이 개편되고, 많은 교육프로그램이 만들어지고, 특성화학교 등이 설립되었으나 기대한 만큼의 효과는 나타나지 않고 있다. 그만큼 교육제도와 과정의 혁신을 통한 교육의 다양화, 개성화를 이룬다는 것은 쉽지 않

다. 따라서 교육제도와 과정에 대한 변혁보다는 교육 커리큘럼 내용의 수정과 보완을 통해 창의적 인재를 길러내는 방법이 현실적일 수 있다.

한 가지 대안으로 제시할 수 있는 것이 초중고 교육 커리큘럼 내용에 '미래학'분야를 추가하는 것이다. 미래학은 그 자체가 다양한 상상력과 창의성에 기반을 둔 학문이다. 아울러, 다양한 분야와의 연계를 강조하는 학제간 성격이 매우 강한 분야이기도 하다. 따라서 미래학 분야를 역사나 사회 과목의 일부로 편입시키고, 장기적으로는 정규 교과목으로 전환하는 방안을 고려해볼 필요가 있다. 학생들은 미래학을 통해 다양한 분야와 연계하는 방법을 배우고 창의적인 역량을 키울 수 있을 것이다.

외국인구의 유입은 부족한 노동력을 채우고, 지속적인 경제성장을 가능하게 할 수 있다. 특히 20~30대의 젊은 연령으로 구성된 외국인구의 국내 유입은 급속히 진행되고 있는 고령화추세를 완화시킬 수 있을 뿐만 아니라, 인구감소로 인한 조세 기반과 내수시장 축소를 방지하는 순기능을 발휘할 수 있다. 아울러 다른 문화 간의 융합으로 인한 창발력과 시너지효과 향상을 기대해볼 수 있다. 그러나 단순히 양적인 인력 부족에 대한 대응으로 안이하게 외국인 노동자의 수용을 생각하는 것은 바람직하지 않다. 또한 외국인 노동자들이 국내 노동시장에 미치는 영향과 사회적 비용 등을 감안할 때 보다 신중한 대처가 필요하다.

따라서 전문직, 기술직 분야를 중심으로 선별적으로 외국인력의 수용을 추진해나갈 필요가 있다. 특히 한국에 유학하여 이공계 박사학위를 받은 고급인재에게 영주권이나 국적을 부여하는 방법을 적극 고려해야 한다. 이는 전문인력 확보뿐만 아니라 산업현장의 인력난을 해

소하는 데 도움이 되고, 이공계 기피로 위축되고 있는 대학연구를 활성화할 수 있는 장점이 있다. 과학기술분야는 국제적인 인재획득경쟁이 격화되고 있으며, 우수한 인재들은 국적을 불문하고 전 세계적으로 활약하고 있다. 따라서 고급인재의 유치를 위해 특정 지역에 인적 교류를 위한 전략적 거점, 즉 '글로벌 인재 허브' 육성을 전략적으로 추진할 필요가 있다. 이를 위해서는 세계의 수많은 인재들이 국내의 인재 허브에 모여 활약할 수 있도록 연구환경이나 수용 체제의 정비와 마련이 선행되어야 한다.

미래의 위기를 기회로

현재 급격히 진행중인 인구구조변화는 우리사회가 정면으로 마주하지 않으면 안 될 중요한 도전과제이다. 저출산, 고령화정책에 국한된 분절적 전략과 정책으로는 인구구조변화라는 거대한 변화에 대응할 수 없다. 경제, 고용, 노동, 교육, 복지 등 국가 전반의 문제와 포괄적으로 연계한 전략기조가 필요하다.

이에 자율적이고 순환적인 고부가가치 경제로의 전환, 지속가능한 복지체계를 위한 세대 간 형평성 도모와 사회적 합의 형성, 다양성의 연계와 개방을 통한 생산성 향상과 경제적 역동성 제고라는 세 가지 전략을 제시했다.

앞서 제안한 미래전략과 관련 정책들이 원활히 실행되고, 또 시너지 효과를 창출하기 위해서는 정부뿐만 아니라, 기업과 시민사회도 자발적이고 자생적인 노력을 통한 상호협력이 필수적이다. 무엇보다도, 미래세대의 입장에서 미래를 구상하는 관점이 요구된다. 이를 위해서는

미래세대에 대한 배려와 세대 간 형평성 제고에 대한 국민적 관심과 환기가 중요하다. 이러한 기조에 의한 개혁과 변혁을 향한 노력이 시너지효과를 창출할 수 있다면, 인구구조변화가 가져올 미래의 '위기'를 '기회'로 바꿀 수 있는 가능성은 충분하다.

2 기후전략

'기후변화'가 국제사회의 화두가 된 지 수십 년, 그러나 해결기미는 보이지 않고 온난화는 더욱 빠른 속도로 진행되고 있다. 2015년 3월에는 대기 중 이산화탄소 농도가 관측사상 처음으로 400ppm을 넘었다. 미국 국립해양대기국은 심리적 저지선이 무너졌다는 표현을 사용하기도 했다. '2030년이면 식량 부족, 물 부족, 석유값 폭등이라는 최악의 폭풍perfect storm에 직면하고, 기후변화와 대량 난민이주가 복합돼 대규모 격변이 일어날 것'이란 경고가 나오기도 했다.[4]

아시아지역은 더 취약하다. 한국의 평균기온과 해수면 상승은 지구 평균치의 두 배다. 생태용량bio-capacity이 열악한 조건에서 생태적으로 비효율적인 급격한 산업화, 도시화를 거쳐왔기 때문이다.[5]

이 장에서는 기후변화의 실체, 온실가스 감축 등 국제사회의 대응과 전망, 우리나라의 기후변화 대응정책과 거버넌스 등을 다루고자 한다.[6]

기후변화가 가져올 위험

세계경제포럼World Economic Forum의 『2015 글로벌리스크』 보고서 Global Risks 2015 Report는 경제/환경/지정학/사회/기술 5개 부문의 10대 리스크요인을 선정하며 기후변화 관련 요소를 최대 리스크로 꼽았다. 또 리스크 요인 사이의 연계성과 최근 변화추이를 분석한 결과에서도 기후변화 적응 실패가 가장 연계성이 높고 위험한 것으로 나타났다. 극단기후변화를 경고하고 있는 것이다. 동아시아만 놓고 보더라도 자연재해 피해규모는 과거 연간 100억 달러 미만이었으나 최근 10년 사이에는 200~500억 달러로 급증했다.

IPCCIntergovernmental Panel on Climate Change의 평가보고서도 기후변화를 말한다. 1990년 제1차 보고서를 낼 때만 해도 기후변화의 인과관계를 설명하는 것은 시기상조라 했다. 그러나 2014년 제5차 보고서는 화석연료 사용 등 인간 활동이 주된 원인일 가능성이 95% 이상이라 밝혔다. 이 보고서의 주요내용은 다음과 같다.[7]

- 지구 평균기온 상승, 해양 산성화, 해수면 상승 등이 빠르게 진행 중이다. 평균기온은 지난 133년간(1880~2012년) 0.85℃, 해수면은 110년간(1901~2010년) 19cm 상승했다.
- 기후변화의 원인은 인위적 온실가스 배출이다. 산업화 이후(1750년~) 온실가스 농도는 40% 증가, 지난 80만 년 동안 유례없이 증가했다. 최근 10년간(2000~2010년)은 매년 2.2% 증가, 과거(1970~2000년 매년 1.3% 증가)보다 가속화됐다.
- 기후변화가 모든 대륙과 해양에서 자연시스템(해수면 상승, 홍수, 가뭄, 생태계 훼손)과 인간시스템(식량 생산, 생계, 건강, 경제)에 지대한

영향을 미치고 있다. 폭염, 가뭄, 산불, 홍수, 사이클론 등의 극한현상extreme events을 유발하고 있다.

- 온실가스 배출 증가로 비가역적인 충격irreversible impact 가능성이 커지고 있다.
- 이산화탄소 누적배출량은 21세기 후반 이후까지 계속 온난화를 일으킬 것이다. 기온 상승을 2℃ 이하로 억제하려면 산업화(1861~1880년) 이후의 누적배출량이 2,900GtCO2 이하가 돼야 한다. 그러나 2011년까지 그 2/3에 해당하는 1,900GtCO2가 이미 배출됐다.
- 강력한 온실가스 감축이 실현된다면 21세기 말 기준 현재(1986~2005년)보다 기온은 1.0℃ 상승, 해수면은 40cm 상승할 것이다. 그러나 현 추세대로 배출된다면 기온 3.7℃ 상승, 해수면 63cm 상승이 예상된다.
- 이대로 간다면 생물종 멸종, 식량생산 악화, 질병 증가, 사회적 갈등이 심각해질 것이다. 인위적 온실가스 배출을 멈춰도, 이미 배출된 온실가스로 인해 기후변화는 지속될 것이다.
- 온실가스 감축 등 완화정책은 기후변화 적응의 효과성을 높이는 데 필수다. 적응Adaptation은 현재의 위험과 단기 위험을 줄이고, 완화는 장기적 영향을 줄일 수 있다. 따라서 적응과 감축은 상호보완적 전략이다.
- 기후변화 완화를 미루는 것은 현재의 부담을 미래로 미루는 것이다. 일부 지역에서는 적응을 잘못해 이미 지속가능 개발의 기반이 무너지고 있다.
- 기후변화 대응정책에 따른 부담과 공통편익co-benefit을 함께 고려

하여 적응과 완화의 정책수단을 모색해야 한다. 효과적인 적응과 완화를 위해서는 국제적 협조가 필수다.

- 2030년까지 추가적인 완화 노력이 없다면 2100년까지 2℃ 이내로 기온 상승의 제어는 불가능하다. 향후 수십 년 동안의 감축이 기후변화 충격정도를 좌우할 것이므로 배출량 대폭감축으로 금세기 말 순배출량을 0으로 줄여야 한다.

환경부와 기상청이 발간한 2015년 평가보고서에 의하면, 현 추세대로 가는 경우[8] 2100년까지 기온은 5.9℃, 해수면은 63cm 상승할 것으로 예측된다.[9] 이는 전 세계 평균기온 상승(0.85℃)과 해수면 상승(1.4mm/년)보다 훨씬 높은 수치다. 한반도를 포함한 동북아지역에서는 아열대화 진행으로 홍수, 폭염, 가뭄, 수자원, 식량부족 등 피해가 심해질 것이다.[10]

〈표 5-3〉 RCP 시나리오별 기후변화전망(21세기 말 기준)

RCP	CO2 (ppm)	온도(℃)		해수면(cm)		강수량(%)	
		(ppm)전지구	우리나라	전지구	우리나라	동아시아	우리나라
RCP 8.5	936	3.7	5.9	63	65(남/서해안) 99(동해안)	–	18
RCP 6.0	670	2.2	–	48	–	–	–
RCP 4.5	538	1.8	3.0	47	53(남/서해안) 74(동해안)	7	16
RCP 2.6	421	1.0	–	40	–	–	–

자료: IPCC, 제5차 평가보고서

기후변화의 경제적 파급효과와 손실에 대한 분석결과는 미래상황

의 심각성을 여실히 보여준다. 한국환경정책평가연구원은 한국의 기후변화 취약성을 감안할 때 21세기 말까지 2,800조원의 경제적 손실이 누적될 것이라 전망했다.

기후변화에 대응하기 위한 세계 각국의 노력

국제사회는 기후변화 대응을 위해 오랫동안 협상을 벌여왔다. 1992년 UN기후변화협약United Nation Framework Convention on Climate Change, UNFCCC이 채택된 이후, 2005년에는 교토의정서 발효로 선진국에 감축의무가 부여됐다. 1기(2008~2012년) 동안 1990년 배출량 대비 5.2% 감축목표를 세우고 추진한 것은 그나마 성과다. 우리나라는 교토의정서 채택 당시 선진국 그룹으로의 편입을 요구받았으나, 개발도상국 지위를 유지하는 조건으로 OECD에 가입하는 등 기후변화에서 개도국 지위를 유지해왔다.[11]

최근 들어 중국 등 신흥경제국의 온실가스 배출이 급증하면서, 선진국은 개발도상국의 참여 없이는 무의미하다는 점을 강조하며 신기후변화체제 구축에 나섰다. 그러나 2009년 코펜하겐 총회에서 타결되리란 기대를 모았던 합의문은 선진국과 개발도상국의 의견차이로 무산됐다. 이후 한국이 사무국을 유치한 녹색기후기금GCF 설립 등에 이어 2014년 리마 20차 총회에서는 2020년 이후부터 선진국과 개발도상국이 동참하는 신기후체제New Climate Regime를 출범시키기로 의결했다. 그 시한은 2015년 말 파리 COP21이다.

기후변화 협상은 3개 국가군을 축으로 한다. 기후변화 대응강화를 주장해온 유럽국가(EU 등), 교토의정서를 채택하지 않은 미국 등

의 선진국 그룹, 중국을 중심으로 하는 개발도상국 그룹이다. EU는 '2030년 기후 에너지 패키지triple 2030'에서 1990년 대비 40% 감축 계획을 발표하며 선도적 위상을 지키고 있으며, 다른 두 그룹도 2014년부터 적극적인 입장으로 선회하고 있다.

미국은 기후행동계획(Climate Action Plan, 2013. 6월), 청정발전계획(Clean Power Plan, 2014. 6월) 등의 발표로 전향적으로 나서고 있다. 중국은 대기오염 등으로 매일 200건 이상 시위가 벌어지는 터라 다급하다. 2013년부터 선전지역에서 온실가스 배출권거래제 시범사업을 시작해 7개 성시에서 시행, 전국으로 확대하고 있다. 지금까지 기후협상에서는 줄곧 선진국 책임을 역설해왔으나 2015, 2016년 자국의 누적 배출량이 미국을 앞지를 것으로 전망되자 태도를 바꾼 것이다. 2014년 11월 APEC 정상회의를 계기로 미중 정상이 기후변화 감축목표를 발표한 것도 그런 배경에서다.

기후변화에 대한 한국의 대응

한국은 GDP 세계 13위, OECD 회원국, G-20회원국이다. 1990년부터 2012년까지 온실가스 배출증가율(33%)은 OECD국가 중 1위, 세계 최고 수준이며, 이산화탄소 배출량은 세계 7위다. 짧은 산업화에도 불구하고 누적배출량 세계 16위(1880~2012)다. 경제선진국에 들면서 기후변화 대응에서만 개발도상국 지위를 주장하기도 궁색하다.[12]

이명박 정부는 2008년 녹색성장을 국정 아젠다로 선정하면서 국제사회의 주목을 받았다. 기후변화 대응정책도 중시해 2009년 코펜하겐 총회에서 2020년 BAU 대비 30% 감축목표를 선언했다. 선진국과 개발도상국의 가교 역할을 하면서 녹색기후기금Green Climate Fund 사무

국 유치에도 성공했다.[13] 법적 기반과 정책 수단을 갖추는 제도화에도 적극적이었다. 그 결과 2010년 저탄소녹색성장기본법 제정, 온실가스 종합정보센터 설립, 2012년 온실가스 목표관리제 도입, 2014년 국가 온실가스 감축 로드맵 수립, 2015년 아시아지역 최초의 국가단위 온실가스 배출권거래제를 시행하게 되었다.

그러나 실적은 기대와 거리가 있다. 1인당 온실가스 배출량은 OECD 평균치를 상회하고, 총배출량도 2010년 증가율이 전년 대비 9.8%를 기록했다. 법 제정에 의한 제도화 시행에서도 차질을 빚고 있다. 저탄소차 협력금제도는 도입되지 못했고, 배출권거래제도 할당량을 일괄적으로 10% 완화했다. 앞으로도 온실가스 배출권 거래제가 시장기능을 활용해 효과적인 감축 실적을 거둘 수 있을지는 불확실하다.

2015년 6월, 네 가지 온실가스 감축 시나리오[14]를 검토한 결과 정부는 2030년 국가 온실가스 감축목표를 배출전망치BAU 대비 37% 감축하는 것으로 최종 결정했다. 이로써 당사국 가운데 40번째로 온실가스 감축공약Intended Nationally Determined Contribution, INDC을 제출한 국가가 됐다.

정부는 BAU방식의 산정에서 경제성장률, 유가, 산업구조, 에너지 수요공급 전망 등을 반영했고, 감축여력, GDP 등 거시경제에의 영향과 국제적 요구수준 등을 고려했다는 설명이다. 감축수단은 석탄화력 축소와 원전 확대 등이다. 이들 시나리오를 놓고 산업계와 환경단체 전문가는 현격한 시각차이를 드러냈다.

감축 시나리오의 목표를 보면, 2030년 온실가스 배출량은 BAU 8억 5,060만 톤CO_2-e 대비 37% 감축한 5억 3,587만 톤CO_2-e이 된다. 목표치 37% 중 국내에서의 온실가스 실제 감축률은 25.7%이고

나머지 11.3%는 이미 INDC를 제출한 스위스, 캐나다, 멕시코(조건부) 등과 같이 국제탄소시장 메커니즘International Market Mechanism, IMM을 활용할 계획이다.

국내 감축률을 달성하기 위해 산업부문 감축률(산업공정 포함)은 해당 부문 BAU의 12% 수준으로 하고, 온실가스 배출권거래제 등의 법과 제도를 개선한다는 방침이다. 탄소 배출을 줄이면서 일자리를 창출하는 신에너지산업을 진흥하고, 2017년에는 세계 에너지 신산업 시장(4.6조 달러)을 선점하겠다는 계획도 마련했으며, 이를 위해 에너지 신산업 육성 특별법 제정 등을 추진할 예정이다.

기업에 대한 직접 규제보다 시장, 기술을 통해 산업계가 자발적으로 감축할 수 있도록 지원제도를 개선하고, 과도한 규제는 정비할 예정이며, 발전(원전 추가 고려), 수송, 건물 등 부문에서 추가적 감축 여력을 확보하고 온실가스 감축기술 개발 등을 중점지원한다는 계획이다.

경제성장과 온실가스 배출 감축은 양립할 수 있는가

한국의 산업화는 70년대 중화학공업 진흥을 근간으로 했다. 수출주도의 경제구조 속에서 에너지부문 수입은 세계 4위(97%)다. 그 규모는 자동차, 철강, 조선을 합친 수출규모를 훨씬 초과한다. 그러니 경제성장과 온실가스 배출 감축을 동시에 만족시키는 탈동조화decoupling는 쉽지 않다. 한국은 2008년부터 시행된 녹색성장정책에도 불구하고 2007~2011년 사이 온실가스 배출증가율이 GDP 성장률을 상회하고 있다. 정책 수단의 도입과 실적에 차질을 빚으며, 글로벌 금융위기 회복기인 2010년에도 배출량이 10% 증가하는 등 한계를 드러냈다.

국가 배출량의 61%를 차지하는 온실가스 다량 배출업체를 대상으로 2012년에 만든 목표관리제는 일시적으로 탈동조화의 가능성을 보이기도 했다. 2007년 이래 최초로 대상업체 배출량증가율(1.13%)이 GDP성장률(2.00%)보다 낮아졌기 때문이다. 2014년 경제성장률에 비해 온실가스 배출이 줄어들었다는 보도도 있었으나 탈동조화인지는 확실하지 않다. 감축수단으로 제시된 이산화탄소포집기술CCS, 신재생에너지원 확대 등이 앞으로 어떻게 진전될지도 변수이다.

이대로 간다면 국가 온실가스 감축목표의 실현이나 감축수단 추진 이행과 관리가 어찌 될지 불확실하다. 조기에 온실가스 배출 정점에 도달하고 이후 절대 배출량이 감소할 수 있도록 추진됐어야 하는데 이미 늦은 감이 있다. 산업계는 신재생에너지, 친환경차, CCS기술 등에 대한 실효성 있는 국가전략과 에너지효율 향상, 친환경 설비 투자 활성화 컨설팅과 세제지원 확대를 요구하고 있다. 이런 지적대로 현장 중심의 장애요인을 파악하고 치밀한 보완책을 마련해야 경제발전과 기후변화 사이의 탈동조화 경로를 만들 수 있을 것이다.

에너지 공급보다 수요관리에 중심을 둬야

지속가능한 경제성장을 위해서는 국가 에너지효율을 높여야 한다. 제2차 에너지 기본계획에 따르면 에너지 소비는 연평균 0.9% 증가해 이전(연평균 1.4%)에 비해 둔화하는 것으로 돼 있다. 그러나 전력수요는 연평균 2.5%의 빠른 증가세로 예측 된다.

기존의 에너지정책은 공급 중심이었다. 전력가격이 낮아 전력수요가 늘고 에너지수요가 증가한 측면이 있다. 기후변화 대응에서는 수요관리 정책이 불가피하다. 글로벌 차원의 온실가스 규제, 원전에 대한

사회적 수용성, 밀양 송전탑 사례 등 국내외 압박요인이 심각하다. 이런 상황에서 에너지효율이 OECD국가 평균치의 절반, 일본의 1/3 수준인 상황을 타개할 수 있을지가 고비다.

제2차 에너지 기본계획은 석유와 석탄의 비중은 줄이고 전력의 비중을 늘려, 최종에너지를 2035년까지 13% 감축하는 것이다. 에너지 가격체계 개편과 함께 스마트그리드 등 ICT 기반의 수요관리시장을 활성화하고 에너지저장시스템ESS, 에너지관리시스템EMS 등을 확대 보급한다는 계획을 가지고 있다. 입지와 환경문제 등으로 벽에 부딪치는 대규모 발전설비에서 탈피, 자가용 발전기, 집단에너지 등 분산형 전원 공급을 5%에서 15%로 늘린다는 계획도 포함되어 있다. 이를 통한 신산업 육성과 고용 창출도 예상된다.

도시가스와 신재생에너지 비중도 늘리는 것으로 돼 있다. 그러나 재생에너지를 2030년까지 11%로 늘린다는 제1차 에너지 기본계획 목표치는 제2차 에너지 기본계획의 마감연도인 2035년으로 늦춰졌다. 정책 추진에 있어 모니터링에 의한 피드백이 제대로 작동하고 있는지, 한국의 재생에너지 자원 보유에 대한 정확한 평가와 기술혁신에 대해 치밀히 검토했는지 의문이다.[15]

미래부를 중심으로 추진중인 X프로젝트 위원회는 연구개발 패러다임을 바꾸어 지금까지와는 달리 성공률이 낮은 과학기술 연구개발에도 과감하게 도전할 수 있도록 200억원의 예산을 별도로 책정했다. 이는 세계를 선도할 수 있는 혁신기술의 개발 가능성에 대한 범국민적인 공감과 기대가 커지고 있음을 시사한다.

제2차 에너지 기본계획은 우리 에너지정책 사상 최초로 수요관리에 초점을 두었다는 점에서 의미가 있다. 이들 수요관리정책이 실질적인

성과를 거두기 위해서는 전력수급기본계획, 신재생에너지기본계획 등 에너지기본계획의 하위계획을 정책방향에 맞게 짜고 추진해야 한다.

온실가스 배출이 야기하는 이상기후 적응문제도 시급하다. 특히 노약자와 저소득자 등 취약계층에 대한 안전도 소홀히 할 수 없다. 저탄소녹색성장기본법에 따르면 2015년까지 향후 5년간의 적응정책을 총괄하는 제2차 대책이 수립돼야 하고, 2016년까지 기초, 광역지자체 단위에서 적응대책이 수립돼야 한다. 그러나 이들 정책은 보건, 재해방지, 생태계보호 등과 겹치면서 우선순위가 뒤로 밀리고, 자료 축적에 대한 노력 부족으로 체계화되어 있지 않다. 기후변화 적응이 정책의 주요 판단기준이 되려면 좀더 많은 관심이 필요하다.

기후변화 대응 미래전략이 필요하다

최근 배출권 거래제와 Post2020 온실가스 감축목표 등 주요정책이 수립되는 과정에서 이해관계 그룹 사이의 갈등이 컸다. 기후변화 대응 정책이 별로 국민적 관심사가 되지 못하는 상황에서 산업계와 환경단체의 주장이 충돌했다. 정부는 경제계 주장에 기울기 쉽다. 하지만 기후변화 이슈는 국제협상이므로 국제적 평가를 고려해야 한다. 선진국과 개발도상국이 함께하는 신기후체제하에, 경제선진국에 들어섰지만 온실가스 배출 7위인 한국의 위상도 재고해보아야 할 것이다. 장기비전을 적절히 설정하고 정책방향을 분명히 해야 한다. 그에 못지않게 감축 추진체계 구축이 중요하며, 이들 제도화에는 실행 의지가 따라야 한다.

기후변화에 효과적으로 대응하기 위해서는 기후변화정책과 에너지

정책을 통합적 관점에서 다루어야 한다. 체제를 통합형으로 갖추지 못했다면 둘 사이를 총괄조정하는 기능이 작동돼야 한다. 현 체제에서는 기후변화 대응과 온실가스 감축정책의 관계가 명확하지 않으며, 에너지기본계획, 전력수급기본계획, 국가온실가스감축로드맵 등의 기조와 내용이 서로 긴밀하게 연관되지 못하고 있다. 기후변화정책과 에너지정책의 통합적 접근을 할 수 있는 거버넌스 체제가 중요하다.

그동안 기후변화 대응은 주로 온실가스 감축 위주였다. 그러나 IPCC 제5차 보고서는 감축과 적응의 공통편익을 고려하고 통합적으로 접근해야 한다고 강조한다. 우리나라의 경우 기후변화 적응정책은 환경부 내 '기후변화 협력과'가 담당하고, 감축정책은 '기후변화 대응과'가 담당하고 있는데, 이것도 통합적으로 다룰 필요가 있다. 온실가스가 배출되면 대기 중에서 계속 온실효과를 일으키므로 조속한 감축이 필요하다. 우선 에너지비용 절감 등 직접적인 이익이 발생하는 정책부터 추진하고는 것이 효과적일 것이다. 온실가스 감축의 또다른 효과는 재난과 건강의 피해 감소 등 직간접적인 편익으로 돌아온다.

기후전략의 정책추진방안과 그 효과

가장 중요한 것은 정책기조를 확립하는 것이다. 그리고 이를 관리할 수 있는 체계를 만들고, 지역사회를 비롯하여 사회구성원의 의식변화를 이끌어내야 한다.

기후와 에너지전략의 상생을 위한 경제정책 기조 확립

기후변화의 경제적 영향은 실로 크다. 외부효과를 내부화하는 신기

후경제학New Climate Economics이 등장한 것도 이런 문제의식에 기인한다. 최근에는 경제성장을 이루면서 온실가스 배출 저감기회를 창출하는 경제경로economic pathway 설정이 기후변화 대응의 핵심이라는 주장이 주목받고 있다.[16] 기후변화에 대한 경제계의 관심이 부쩍 높아지는 이유에서다. UNFCCC 주관의 기후협상에는 이전과는 달리 재정, 에너지, 산업 담당 부처의 참여가 크게 늘었다. 기후변화 대응이 경제정책의 속성을 지녔음을 보여주는 변화다.[17]

경제성장 정책기조에서 온실가스 감축과 기후변화 적응 등의 대응조치를 정립하기 위해서는 성장과 고용, 주요 거시경제지표에 미치는 영향에 대한 연구가 선행돼야 한다. 화석연료 의존도를 줄이고 21세기형 지속가능 에너지체계를 확충하려면 비용 분석과 금융조달 방안도 나와야 한다. 기후변화 대응정책에서 단순히 기술과 산업, 일자리 등을 신성장동력으로 만들 수 있다고 역설하는 것만으로는 구체적이지도 않고 실현 가능성도 떨어진다. 기후변화 대응과 경제성장을 윈윈관계로 만드는 일은 단순한 작업이 아니기 때문이다. 민관 협력의 시너지를 의한 역량 제고도 필요하다. 녹색기술과 신산업 진흥에 대한 정부의 확고한 의지와 지원, 지속적인 투자는 기본이다.[18]

기후, 에너지 산업기술의 인프라 구축은 단기간에 순조롭게 진행되기가 어렵다. 지속적인 모니터링에 의해 피드백하고 보완해야 한다. 세계적 경쟁력을 갖춘 ICT를 기반으로 스마트그리드 발전전략도 한때 활발한 듯했다. 그러나 시장에서의 실질적 성과는 미흡하다. 에너지저장시스템ESS과 전기자동차, 재생에너지를 연계하는 시너지전략이 구사돼야 하는 데 통합적 접근이 미흡했기 때문이다.[19] 일관성 있는 정책으로 시장에 정확한 시그널을 주어 정부정책의 신뢰를 쌓아야 한다.[20]

궁극적으로는 경제, 사회, 정치, 기술, 문화, 생활 전반의 재설계가 이루어져야 한다.

기후변화 거버넌스

기후변화 미래전략을 구현하기 위해서는 체계적, 통합적, 안정적인 접근이 가능한 거버넌스 체제가 필요하다. 이런 맥락에서 기후변화와 에너지정책을 통합적으로 다루는 부처(가칭 기후에너지환경부) 신설을 검토해야 할 것이다. 현재처럼 기후는 환경부, 에너지는 산업부로 나뉘어 통합조정이 이루어지지 못하면 앞으로 국제적인 INDC 후속조치에도 한계가 있을 것이다.[21]

최근 기후변화 대응 때문에 독일, 영국, 프랑스 등 주요 선진국은 관련 조직을 통합하는 경향이다. 우리 역시 기후, 에너지, 환경을 통합적으로 다루는 체제를 만들어 에너지 세제 개편, 전력가격 합리화, 전력부문의 시장원리 도입, 취약계층 에너지 복지정책 등 시대적 요구에 부응하는 정책을 추진하고 산업경쟁력 강화를 지원할 수 있도록 해야 한다.

온실가스 감축과 적응을 통합적으로 운영하고 시민의 동참을 이끌어내기 위해서는 지방자치단체도 나서야 한다. 지자체는 교통, 에너지, 폐기물분야에서 온실가스를 감축하는 시행주체이자 정책수단을 갖고 있으며, 기후변화 취약계층에 대한 접근성도 높다. 2013년 11월 바르샤바 총회 이후 국제적 논의에서도 지자체의 역할이 강조되고 있다. 2015년 파리 총회에서도 지자체의 온실가스 감축 노력에 대한 구체적 결과물이 도출될 것이다. 중앙정부가 지자체의 기후변화 대응기반을 제공하고 지자체가 시민의 참여를 활성화하는 것이 중요하다. 현재도

서울, 인천, 수원, 광주 등 지자체는 국제기후변화지자체협의회ICLEI 등을 통해 국제적 논의에 참여하고 있다.

기후변화에 대한 사회적 공론화와 의식 전환

기후변화에 제대로 대응하기 위해서는 모든 경제주체의 적극적인 참여가 필요하다. 현재 온실가스 총 감축량에서 산업부문의 비중은 34%, 전환부문 28%, 건물 20%, 수송 15%로, 산업계의 감축비용 부담이 가장 크지만 산업계에게 모든 책임을 떠넘기는 논의구조는 바람직하지 않다. 공통의 책임에 바탕한 감축이 필요하다는 말이다. 경제와 기후 사이의 탈동조화는 전력, 수송, 건물, 상업, 공공, 가정 등 모든 부문에서 국민이 동참할 때 달성될 수 있다.

기후변화 아젠다를 대중이 체감할 수 있는 세심한 추진전략이 있어야 한다. 오바마 행정부는 조지타운 대학에서 기후행동계획Climate Action Plan을 발표하면서 기후변화가 미래세대의 핵심 아젠다임을 언급했다. 아동천식센터에서 클린파워계획Clean Power Plan을 발표하면서 어린이 건강과 연관시킨 것도 좋은 사례이다. 이를 통해 기후변화라는 거시적 아젠다를 당장 오늘의 나와 내 아이의 관심사로 부각시켰다.[22]

장기비전 구현을 위한 지속가능발전과 기후전략

기후변화로 대표되는 글로벌리스크를 줄이려면 지속가능발전Sustainable Development 패러다임으로의 전환이 불가피하다. 국가정책 기조에서 경제, 사회, 환경의 균형과 조화를 찾고, 지속성, 형평성, 효율성을 살려야 한다. 2015년 INDC 국내 공론화에서 나타난 것 같은 경

제와 환경 충돌의 갈등을 극복하고 균형 있는 통합을 이룰 수 있어야 한다.

그러나 국정운영에서 지속가능발전이라는 문명사적 비전을 구현하는 일은 결코 쉽지 않다. 공공정책 추진에서 아직 오지 않은 미래에 대비해 경제성장을 볼모로 잡을지도 모르는 정책에 일반대중이 호응하기가 쉽지 않기 때문이다. 때문에 관련 지수indicator와 정량적인 시스템 등 법적, 제도적, 기술적 실행 기반의 구축이 더욱 중요하다.

기본적으로 기후변화정책과 에너지정책의 융합을 이룰 있는 거버넌스가 작동돼야 한다.[23] 범부처 차원의 통합적 조율을 통해 제도와 규제의 합리화가 이루어져야 한다. 온실가스 감축목표 못지않게 중요한 것은 감축정책과 기술수단이다. 산업여건을 고려하면서도 국제적인 동향에 부응하는 감축목표와 정책수단을 설계해야 한다. 산업과 생활현장 중심으로 기후변화 대응의 장애요인을 파악하고 치밀한 보완책을 마련해야 한다. 특히 부담을 많이 지게 될 산업계에 대해서는 그것을 상쇄할 만한 인센티브 발굴이 필요하다.

기후변화 미래전략을 성공적으로 추진하기 위해서는 국제사회에서의 위상도 중요하다. 2015년 말 제21차 파리 기후변화당사국 총회에서 Post2020 신기후체제가 출범한다. UN기후변화협약의 '공통의 그러나 차별화된 책임'을 다 할 수 있도록 세계 속의 한국, 세계시민으로서의 한국인이라는 생각이 필요하다. 개발도상국의 선도국가로서 합리적이고 모범적인 국가 이미지를 갖출 수 있어야 한다.

기후변화 대응에는 정부의 리더십이 가장 중요하다. '모든 경제주체의 참여'라는 프레임에서 국민 모두가 일상생활에서 자원 이용 효율화를 극대화하는 것을 기본전략으로 프로그램을 개발해야 한다. 이런

뜻에서 기후변화 대응 미래전략의 성공적 추진은 모든 경제주체가 참여하는 민관 합동의 거버넌스 리더십에 달려 있다 할 것이다.

3

인구/기후/환경/자원/에너지분야 미래전략

환경전략

지구가 생성된 46억 년 이래, 공룡의 멸종까지 5번의 멸종이 있었다. 이제 인류는 제6의 멸종위기에 놓여 있다. 다만 이전의 멸종이 자연현상으로 인한 것이었다면, 지금은 인간이 스스로 삶의 터전을 파괴하는 것이 제일 큰 원인이라는 점에서 차이를 보인다. 세계 인구는 1970년 40억 명에서, 2015년 72억 명, 2050년에는 96억 명에 달할 것으로 전망된다. 인구의 증가는 도시화로 인한 환경오염, 식량확보를 위한 산림훼손, 자원고갈 등 다양한 문제를 양산한다. 이미 지구는 자정할 수 있는 임계점을 넘어서고 있다. 점차 빈번해지고 있는 자연재해, 급속도로 빨라지는 생물종의 감소가 이를 증명한다.

지구환경 파괴에 대한 국제사회의 경고수준 역시 점점 높아지고 있다. 유엔환경계획UNEP의 지구환경전망에 따르면 지구환경이 생물학적으로 견딜 수 있는 한계에 이르렀으며, 이 한계점을 넘어서면 돌이킬 수 없는 재앙이 발생할 것으로 예측한다. 이미 1972년 로마클럽은 『성장의 한계The Limits To Growth』 보고서를 통해 이러한 상황을 경고한

바 있다.

세계 각국은 20세기 후반에 들어 현재 지구가 처한 상황에 대해 직시하고 협력을 통해 해결하기 위해 적극적인 움직임을 시작했다. 1992년 브라질 리우Rio Summit 회의에서는 세계 175개국 정상들이 모여 환경과 개발의 조화를 모색하기 위해 지속가능한 개발이라는 공동의 합의를 바탕으로 기후변화협약과 생물다양성협약Convention on Biological Diversity, CBD, 사막화방지협약을 체결했다. 이는 단편적으로 진행되던 온난화 등 환경문제에 대한 대응이 전 지구적 차원에서 통합적으로 이루어질 때 성과를 거둘 수 있다는 인식에 기초한 것이었다. 여기서 주목할 것은 '생물다양성'이 지속가능발전과 인간생존의 필수조건으로 부각되었다는 사실이다.

생물다양성은 생태계 내의 생물종 및 생물체의 다양성을 의미하며 종 내 혹은 종 간 생물서식지와 생태계 다양성 정보를 포함한다. 생물자원은 인류를 위해 실질적 또는 잠재적으로 활용되거나 사용될 수 있는 생물체를 의미하며, 유전자원은 실질적 또는 잠재적 가치를 지닌 식물, 동물, 미생물 혹은 그 유전물질(유전의 기능적 단위 포함)을 의미한다.

해마다 지구상에서 살아가는 생물종이 2만 종 이상 없어지고 있는데 사실 지구라는 큰 가족을 구성하려면 사람만 있어서는 안 되고 다양한 생물이 필요하다. 그런데 이 생물들이 하나씩 사라진다면 지구에 큰 위험이 닥치게 된다. 지구에 있는 각각의 생물들은 우리 인체의 각 부분과 마찬가지로 모두 다 필요하기 때문에 존재하는 것이다. 있어야 할 것이 사라지게 되면 그만큼의 부작용이 생기고 그 부작용이 축적되면 결국 인간과 지구는 멸망하게 된다. 생물의 다양성은 이처럼

중요한 문제다.

최근 과학기술계는 바이오분야의 활성화에 주목하고 있다. 예를 들어 OECD는 2030년경 바이오기술이 다른 분야와 융합하여 세계경제를 선도하게 되는 '바이오경제시대Bio-economy'가 열릴 것이라 전망하고 있다. 바이오경제에서는 생물자원의 확보가 더욱 중요하다. 세계적으로 생물자원의 가치는 약 700조원으로 추정되고 있다. 2002~2003년 사이에 새로 발견된 의약물질의 80%는 생물자원에서 유래한 것이다. 대표적 사례로서 주목朱木에서 항암제인 탁솔Bristol-Myers Squib사, 92년 FDA 승인'을 개발하여 연간 1조 4천억원 이상의 매출을 올리고 있으며, 미생물에서 추출한 물질로 고지혈증을 치료하는 크레스토AstraZeneca사, 03년 미국 FDA 승인도 연간 2조 2천억원 이상의 매출을 실현하고 있다. 최근 심각한 우려를 일으켰던 신종플루를 치료할 수 있는 타미플루Roche사, 99년 미국FDA 승인도 중국의 팔각열매에서 추출한 성분으로 만든 약품으로 연간 3조원 이상의 매출을 달성하였다. 생물다양성을 기반으로 하는 바이오기술산업Biotechnology의 세계 시장규모는 2013년 330조원에서, 2020년에는 635조원이 될 것으로 전망된다. 이는 연평균 성장률 9.8%를 뜻한다. 우리나라의 바이오시장 규모는 2013년 7.9조원에서 연평균 11%씩 성장하여 2020년 16조원 규모로 성장할 것으로 전망된다.

환경생태의 미래

생물다양성이 중요한 이유는 생태계가 에너지와 자원을 공급해주는 것은 물론 환경을 정화하고 조절해주고 과학적 연구와 산업의 근

간이 되기 때문이다. 인간은 생물종 다양성을 이용하여 생산품을 만들고 생태계서비스를 받고 있다. 인간이 받고 있는 생태계서비스는 유지, 조정, 공급, 문화의 4가지 서비스가 있다.

유지서비스는 생태계서비스 중에서 모든 것의 기반이 되는 것으로 예를 들어 광합성에 의한 산소의 생산, 토양형성, 영양순환, 물순환 등 모든 생물종이 존재하기 위한 환경을 형성하고 유지시키는 것을 말한다. 조정서비스는 오염과 기후변화, 해충의 급격한 발생 등 변화를 완화하거나, 홍수가 발생하기 어렵게 만드는 것, 물이 정화되는 것 등으로 인간사회에 대한 환경의 영향을 완화시키는 효과를 말한다. 공급서비스는 식량, 목재, 연료, 의복 및 의약품 등 인간이 일상생활을 살아가기 위해서 생태계에서 얻는 다양한 서비스를 의미한다. 문화서비스는 정신적인 충족, 미적인 즐거움, 사회제도의 기반, 레크리에이션, 환경학습의 기회 제공 등 생태계가 만들어내는 문화 및 정신적인 면에서의 생활의 윤택함을 의미한다.

우리나라의 경우 우리 땅에 자생하고 있는 5천여 종의 식물 가운데 20% 정도는 식생활에 이용되고 있다. 그리고 산림자원을 나무, 벽지, 탄화보드 등으로 주거환경에 쓰고 있다. 생물자원에서 추출한 유용한 성분은 의약품과 기능성 화장품 등으로 산업에 기여하고 있다. 최근에는 광합성으로 얻는 바이오매스Biomass로 합성생물학 기법을 사용하여 인간에게 필요한 다양한 자원과 대체에너지를 얻는 바이오정유Biorefinery 연구개발이 활성화되고 있다.

지구상에는 열대에서 북극연안, 해양, 산악까지 다양한 생태계가 존재하고 다양한 생물이 존재하고 있다. 전 세계에 알려진 총 종수는 약 175만 종으로 이중 포유류는 약 6천 종, 조류는 9천 종, 곤충은 95만

종이 있으며, 알려지지 않은 생물을 포함하면 총 3천만 종의 생물이 존재하고 있다. 그런데 1970년부터 2006년까지 지구상에서 살고 있는 생물종의 31%가 사라져버렸다. 이런 추세로 간다면 해마다 2만5천~5만 종의 생물종이 사라지게 된다. 그리고 20~30년 내에 지구 전체 생물종의 25%가 멸종하게 된다.

우리나라의 생물종은 약 10만여 종으로 추산된다. 이중 4만 2,756종(2014년 12월 기준)을 발굴, 관리하고 있다. 그런데 지난 30년간 1인당 녹지면적이 25.2헥타르에서 17.3헥타르로 급격히 감소하고 있다. 또한 전국 산림의 0.8%(1991~2010년), 갯벌의 22.6%(1987~2008년)가 줄어들고 있다. 생물종의 서식지가 빠르게 사라지고 있는 것이다. 산림면적은 2003~2010년 사이에 여의도 면적의 44배인 375km^2가 줄었다. 생물이 살아가면서 이동하는 경로인 생태축이 단절된 곳도 987개소이다. 생물의 이동이 원활하지 못하게 되면 생물종 보존은 어려워진다.

결국 야생생물의 서식지 감소뿐만 아니라 섭식원의 파괴, 이동경로 파괴로 인해 생태계가 위협받고 있다. 멸종위기 야생동식물 지정 수도 2005년 221종에서 2012년 246종으로 늘어났다. 이렇듯 우리나라 생물다양성은 확연히 감소세를 보이고 있다. 개발에 따른 서식지 감소, 야생동식물 남획, 외래종 침입 등의 요인과 환경오염과 기후변화 등으로 인해 생물종 개체 수는 더욱 급격히 감소될 것으로 우려된다. 매년 국내에서만 500종의 생물이 멸종할 것으로 추정되고 있어 생물종의 보호가 시급한 과제로 대두되고 있다.

생물다양성은 보존되어야 한다

OECD는 생물다양성 감소의 주요원인으로 환경오염과 기후변화뿐만 아니라 농업경작을 위한 야생지의 토지이용 변경, 산업적 임업지역의 확장, 사회간접자본의 확대, 인구증가로 인한 자연지역 잠식, 생물의 자연 서식지 파편화 등을 지적하고 있다. 지금까지 육상 생물의 다양성 손실의 원인은 식량, 바이오에너지 작물, 가축 생산을 위해 자연생태계를 바꾸는 토지 이용 변경이었으나, 2050년까지 기후변화가 추가적인 생물다양성 손실의 40%이상을 차지할 것으로 전망된다.

영국의 과학저술가 마크 리나스Mark Lynas는 지구 연평균 기온이 1.5~2.5℃ 상승한다고 가정하는 경우, 그린란드의 얼음층이 녹고 생물종은 최대 30%까지 멸종위기에 처할 것으로 예상했다. 연평균 기온이 3℃ 이상 오르면 전 세계 해안지역 습지대의 30%가 소실될 것으로 추정된다. 만약 5℃가 상승하는 경우에는 해저의 메탄가스가 유출되고 온난화가 더욱 가속되어 남북극의 빙하가 사라지고 지구 도처의 생태계 파괴로 멸종이 심각해질 것이다. 지구 평균기온이 6℃ 상승하는 경우에는 핵폭발에 버금가는 황화수소 가스와 메탄 불덩어리가 지구를 덮쳐 산소 농도가 현재 21%에서 15%로 급감하게 될 것이다. 그렇게 되면 지구 생명체는 거의 다 멸종되고 곰팡이 종류만 살아남아 생물체가 살수 없는 태초의 지구 상태로 돌아가게 된다.

지구온난화로 인한 평균기온 상승은 생물 서식지의 북상을 초래한다. 이때 인간과 달리 생물은 서식지 이동이 어렵기 때문에 해당지역에서 생존하는 토착생물은 사멸하게 된다. 현재 우리나라의 남해지역도 아열대로 바뀌면서 어류와 해조류의 분포가 달라지고 있다. 제주지역에서 잡히던 자리돔은 이미 독도지역에서도 볼 수 있게 됐다. 한

편 남해에서는 볼 수 없던 아열대 어종인 청새치, 귀상어, 노랑가오리를 볼 수 있게 된 것은 온도 상승에 의한 서식지 북상의 예로 들 수 있다. 기후변화는 그 속도가 빨라서 생태계가 적응할 시간적 여유가 부족한 것이 문제인데, 이 경우 생물다양성 감소가 더 심하게 나타나게 된다.

반면 생물다양성을 유지하면서 생태계의 복원력을 높이는 경우에는 기후변화의 속도를 완화시킬 수도 있다. 지구온난화의 원인물질로는 이산화탄소가 56%, 메탄이 18%, 프레온가스가 13%, 오존이 7%, 질소산화물이 6%를 기여하는 것으로 분석된다. 만일 산림생태계를 충분히 복원시켜 이산화탄소를 광합성에 많이 쓰이도록 한다면 기후변화 물질을 줄일 수 있는 방안이 된다. 그리고 산업체 등에서 배출하는 이산화탄소의 양을 줄일 수 있도록 녹색기술을 개발, 보급하면 효과적인 대응방안이 될 것이다. 메탄가스는 이산화탄소에 비해 23배 정도 더 강한 온실효과 물질이다. 소가 내뿜는 방귀에서 발생되는 메탄가스도 단백질 생산을 위한 대단위 목장의 운영으로 인해 온난화의 원인이 된다.

생물다양성 감소는 생물종의 하나가 사라지는 것이 아쉽다는 단순한 문제가 아니다. 국가적 측면에서는 생물자원의 손실이자 인류문명으로서는 생존 기반의 약화를 의미한다. 생물다양성이 훼손되는 것은 생태계서비스와 같은 복합적인 기능의 훼손을 뜻한다. 그리고 생물자원을 이용하여 다양한 가치를 창출해내는 경제산업활동이 심각한 지장을 받게 된다. 의약품, 화장품, 식품, 종자산업 등의 주요분야에서 생명자원은 부가가치를 창출하는 핵심자원이기 때문에 생물다양성의 감소로 타격을 받고 기반을 상실하게 되는 것이다.

생물다양성 감소에 대한 국제적 노력으로 생물다양성협약이 있다. 생물다양성협약은 생물다양성의 보전, 생물다양성 구성요소의 지속가능한 이용, 유전자원 이용 이익의 공정하고 공평한 공유를 목표로 하며 194개 당사국이 가입되어 있다.

이에 기반한 '유전자원의 접근 및 이익 공유Access to genetic resources and Benefit-Sharing, ABS에 관한 나고야 의정서'가 2014년 10월 12일에 발효되었다. 이에 따라 생물유전자원 이용을 위해서 자원 제공국으로부터 사전통보승인Prior Informed Consent, PIC을 얻어야 하며 상호합의조건Mutually Agreed Terms, MAT에 따라 이익을 공유해야 한다. 이는 생명자원을 기반으로 이익이 발생하는 경우 개발국과 자원 제공국이 공유하여 경제적 격차를 완화하고 자원 이용의 투명성을 부여하여 생물다양성 보전과 지속가능한 이용을 촉진하는 데 목적을 두고 있다.

현재 나고야 의정서를 비준한 나라는 59개국으로, 향후 국제적으로 생물주권이 강화되고 자원 확보 경쟁이 심화될 것으로 예상된다. 우리나라는 국내 제약, 화장품, 식품업체가 60% 이상의 원천소재를 해외 생물자원에 의존하고 있는 실정이라 산업계에 연간 3,500~5,000억원의 부담이 발생할 것으로 추정된다. 따라서 국내 생물자원 확보와 더불어 ABS 등 국제협약에 대한 적극적인 대비가 필요하다.

환경은 인류의 존속을 위해 꾸준히 지적되어온 문제이고 확실한 미래비전과 해결방안이 필요한 분야다. 환경생태와 관련되는 문제는 오염물질의 배출에 따른 환경오염과 생태자원의 무분별한 사용에 따른 생태파괴, 두 가지 방향에서 작용한다. 지구는 한정된 생활공간이므로 이 안에서 지속가능한 발전을 이루기 위해서는 자원의 사용을 줄이고 사용되는 자원의 효율성을 증대시키는 방향의 정책 추진이 필요하다.

이를 위해 우선 우리나라의 생물다양성을 발굴하고 보호하고 복원하는 정책이 필요하다. 더불어 국제적 공조를 통해 해외 생물자원을 공동으로 연구개발하고 국제적 생물다양성 감소를 극복할 수 있는 국제협력을 강화해야 한다. 이러한 노력을 통해 생태계를 보전하고 생물자원을 균형 있게 이용하여 지속가능성을 담보해야 한다.

또한 모든 일이 그렇듯이 변화 속에는 동시에 기회가 있다. 환경 변화에 따른 생물자원의 변화는 우리가 어떻게 하느냐에 따라서 우리에게 큰 기회로 만들 수 있다. 환경이 변화하면 없어지는 생물도 있지만 새로 생기는 생물도 있다. 이를 통해 생물자원의 다양성이 확대될 수도 있으므로 변화를 긍정적인 자세로 바라볼 필요도 있다.

환경생태분야 정책수립의 원칙

생물다양성 복원문제는 단일한 정책으로 해결되기에는 매우 복합적인 사안이다. 전 지구적 기후변화로 인해 전반적으로 생물다양성이 위협받는 측면이 있고, 생물다양성 감소로 인해 온실가스 배출이 증가하여 기후변화가 가속화되는 측면도 있기 때문이다. 따라서 정책 수립에 있어서도 이들 양방향의 상관관계에 대한 통찰과 정책 반영을 통해 실효성 있는 접근을 해야 한다.

UN 세계환경 개발위원회World Commission on Environment and Development는 1987년 브룬트란트 보고서Brundtland Report 『우리 공통의 미래Our Common Future』를 통해 인류가 재앙을 피하고 책임 있는 생활양식으로 돌아갈 수 있는 길을 모색하는 데 유용한 개념을 제시했다. 그것이 '지속가능발전'이다. 지속가능한 생물자원의 이용은 장기적

이고 환경적으로 건전한 생물자원의 이용을 뜻한다. 여기서 지속가능발전이란 '미래세대가 그들의 욕구를 충족시킬 수 있는 능력에 위협을 주지 않으면서 현 세대의 욕구를 충족시키는 발전'을 의미한다. 그리고 지속가능발전의 핵심원칙은 지속성, 형평성, 효율성이다. 생물다양성 보존정책의 추진에서도 유의해야 할 개념이자 원칙이다.

미래세대에 물려주어야 할 생태환경의 훼손을 줄이기 위해서는 보다 통합적이고 장기적인 관점이 필요하다. 사후처리보다는 사전예방에 초점을 맞추어야 하며 생태환경시스템 구축과 지속가능한 사회시스템으로 전환하는 것이 필수적이다. 그것이 비용 대비 성과 측면에서 훨씬 더 효과적이기 때문이다.

나아가 생물다양성의 손실을 막기 위해서는 서식지 교란과 파괴로 이어지는 생산과 소비 패턴 등의 근본적인 원인에 대처할 필요가 있다. 실제로 다양한 환경문제를 추적해보면 원인은 하나로 귀결되는 경우가 종종 나타난다. 예를 들어 인구가 증가되면 식량 증산이 요구된다. 이는 농업생산량 확대를 위한 토지의 이용확대를 조장하게 되는데 이로 인해 생물의 서식지 파괴, 농업 관련 오염, 온실가스 배출 등의 다양한 문제가 발생하고 결국 대기오염, 생물다양성 감소, 해양오염을 초래할 수 있다. 따라서 하나의 문제에 대해 근본적인 원인이 무엇인지에 대해 파악하고 이를 해결한다면 연쇄적으로 관련되는 다른 부분에서의 개선이 나타난다. 환경에 걸리는 부하가 환경 안에서 처리가 가능한 수준인지, 천연자원의 채취와 자연계의 배출을 최소화하고 자원을 순환적으로 이용하고 있는지 등에 대한 종합적인 시각과 함께 건전한 생태계가 유지, 회복되어 자연과 인간이 공생할 수 있도록 노력하는 것이 중요하다.

환경생태분야 정책수립의 원칙은 사전예방, 현상 개선, 통합적 접근, 창조적 자세, 공생적 사고관이 중요하다.

첫째, 사전예방이란 위험을 야기할 수 있는 행동을 사전에 차단하도록 하는 전략적인 계획과 행동을 뜻한다. 이를 위해서는 위험한 결과를 방지하기 위해 행동을 변화시킬 수 있어야 한다. 환경생태분야의 경우 문제가 발생하면 그 영향이 크고 되돌리기가 어려운 비가역성의 특성이 있다. 따라서 예방정책이 더욱 중요하다.

둘째, 생태환경의 위협이 심화되는 상황이므로 현 상태를 진단하고 개선할 수 있는 정책이 추진되어야 한다. 그동안 생물다양성을 비롯한 환경정책이 장기적 비전보다는 단기적 현안 해결에 치중해 부처별로 분산되어 추진되는 과정에서 시너지효과를 거두지 못하고 있는 점은 개선될 필요가 있다.

셋째, 생물다양성 관련 이슈의 근본적 접근에서는 국내와 더불어 국제적 관점과 동향을 고려하는 정책 수립과 추진이 필요하다. 국내의 경우 중앙정부와 지방정부의 협력과 공조가 필요하고, 민간부문과 공공부문의 협력이 중요하다. 국제적으로는 선진국과 기술과 정보를 공유하고 협력하며, 생물자원이 풍부한 개도국과는 자원개발 협력과 이익공유의 윈-윈 관계를 강화하는 것이 필요하다.

넷째, 환경변화는 새로운 기회가 될 수도 있다. 없어지는 생물도 있지만, 새로운 아열대성 생물의 출현 사례도 많이 있다. 새로운 생물을 외래종이라 하여 배척하기만 할 일이 아니다. 생물자원 다양성의 관점에서 보면 긍정적인 측면도 없지 않다. 이를 적극 활용하는 창조적 자세도 필요하다.

마지막으로 인간은 환경을 지배하는 존재가 아니라 생명과 함께 살

아가는 생태계의 일원이라는 것을 잊지 말아야 한다. 생물은 인간에게 많은 이익을 제공하지만, 인간이 이용하기 위한 존재는 아니다. 생명체이자 지금 이 순간 지구를 함께 살아가는 공생적 존재로 환경을 바라볼 때 미래적 가능성도 동반될 수 있을 것이다.

각국의 추진전략

세계 각국은 생물다양성에 대한 보호와 생명연구자원의 확보 및 관리를 위해 적극적으로 전략을 추진하고 있다. 미국의 경우 국가 바이오경제 청사진 실현을 위한 생명연구자원 분야별 연구개발을 강화하고 있다. 국가과학기술위원회는 2014년 식물게놈National Plant Genome Initiative, NPGI 5개년 계획을 발표했다. 이 계획은 1998년 이후 5년마다 수립되고 있는 것으로, 식물게놈의 체계와 기능에 대한 기초지식을 배양하고, 이 지식을 잠재적으로 경제적 가치가 있는 중요한 식물 및 식물공정의 광범위한 이해로 전환시키기 위한 것이다. 식물게놈 계획은 기초연구개발과 식물성과를 연계해, 실제 농업을 향상시키고 환경적인 자원의 수요를 감소시키며, 환경변화에 따른 문제를 해결하기 위한 방법을 찾고 있다.[25]

EU는 2011년에 EU 생물다양성전략 2020EU Biodiversity Strategy to 2020–towards implementation을 수립하여 2050년까지 생태계와 생물다양성이 인간에게 제공하는 생태계서비스를 보존, 평가, 회복한다는 비전을 제시하고 있다. EU의 생물다양성 전략에서는 생물다양성 보호를 위한 EU 자연 관련 법안의 총체적 실현, 생태계 보호 및 녹색 인프라Green Infrastructure의 사용 증대, 지속가능한 농업 및 임업, 어류에 대한 체계적 관리, 외래종에 대한 엄격한 통제, 생물다양성 보전을 위한 국

제활동 기여 강화를 추진한다. 더불어 Horizon 2020의 재조정을 통해 생명연구자원 인프라 구축 및 나고야 의정서 대응방안을 마련하고 있다. 영국은 지난 3월 나고야 의정서 이행을 위한 규칙을 국회에 상정하여 조사관에게 출입, 검색, 압류 권한을 부여하고 의정서를 불이행할 경우 벌금, 중단 명령 등 처벌을 가할 수 있도록 하였다. 프랑스는 EU 규정에 따라 생물자원탐사와 유전자원 및 전통지식의 특허에 관한 국가 법안을 구성하기로 결정했다. 이 법안에는 유전자원과 관련된 전통 지식의 접근 및 이용에 관한 규정, 이익 공유, 나고야 의정서 및 관련 법안 이행 등이 담길 예정이다.

일본은 '국가생물자원프로젝트National BioResource Project, NBRP'와 '생물다양성국가전략(2012~2020)'을 추진하고 있다. 국가생물자원프로젝트는 세계적인 생명과학연구기반 정비, 국제 주도권 확보를 위한 생물자원의 수집, 보존, 제공과 기술개발을 위한 핵심거점, 게놈정보, 기반기술, 정보센터 정비프로그램을 마련하여 각 프로그램 간의 연계를 도모하면서 실시하고 있다. 생물다양성국가전략은 2010년 10월 개최된 생물다양성협약CBD 제10차 당사국총회에서 채택된 아이치목표(Aichi Target: 2020년까지 생물다양성 유지를 위해 국제사회가 이행하기로 한 목표) 달성을 위한 일본의 로드맵과 2011년 동일본 대지진이후 자연과 공생하는 사회A world of Living in harmony with nature를 만들어나가기 위해 2012년 9월에 각의에서 결정하였다. 2020년까지 중점적으로 추진해야 할 시책으로 생물다양성의 주류화, 사람과 자연 관계 재검토/재구축, 숲/마을/강/바다의 연계 확보, 지구적 시야를 바탕으로 행동, 과학적 기반 강화하고 정책으로 연계한다는 5가지 방안을 설정하였다.

생물다양성에 경제적인 개념을 접목한 프로그램도 활발하게 운영되고 있는데 대표적인 예로 생물다양성 오프셋Offsets과 생태계 서비스 지불제도Payments for Ecosystem Services를 들 수 있다.

생물다양성 오프셋이란 어쩔 수 없이 생태계 파괴가 발생할 경우 훼손정도를 정량화하여 이를 다른 곳에서 회복, 창출, 개선, 보전하는 방식으로 파괴를 상쇄Offsets시켜 생물다양성(서식지, 종, 생태학적 상태, 서비스 등)의 손실을 제로로 만드는 것이다. 생물다양성 오프셋의 대상은 생물의 서식지와 생태계 기능 뿐 아니라 사람들의 이용에 의한 가치와 문화적인 가치까지 포함되며, 손실 제로와 더불어 긍정적인 효과를 만들어내는 순수익 달성을 목표로 한다. 생물다양성 오프셋은 개발자가 스스로 오프셋을 실시하는 경우, 기금 등 자금을 지불하고 자금을 관리하는 사람이 실시하는 경우, 뱅킹시스템을 이용하는 경우가 있다. 오프셋의 방법은 새로운 생태계를 창출, 이전 생태계의 복원, 기존 생태계의 기능 강화, 이전에 존재한 생태계의 보전이 있다. 이 제도는 습지보전을 위해 1970년대 미국에서 처음 만들어졌으며, 오늘날 약 56개 국가에서 법과 정책이 정비되어 97개 프로그램이 운영되고 있다. 예를 들어 미국의 습지 손실 완화 보상Compensatory Wetlands Mitigation, 보존 은행Conservation Banking, 캐나다의 물고기 서식지 관리 정책Policy for the Management of Fish Habitat 등이 있다. 가장 규모가 큰 미국의 습지 손실 완화 보상프로그램의 경우 연간 11~18억 달러의 금액이 조성되어, 생물다양성 손실을 저감하고 있는 면적이 1만 헥타르에 이른다.

생태계서비스 지불제도는 자발적인 계약에 근거하여 특정 생태계 서비스의 수혜자가 공급자에게 서비스 이용에 대해 일정액의 대가를

지불하는 다양한 형태의 계약을 총칭하는 말이다. 이때의 계약조건은 생태계서비스의 공급유지 및 개선에 영향을 미치는 관리가 주를 이루며, 보이지 않는 자연의 가치를 시장경제에서 시각화시켰다는 점에서 중요한 면을 지닌다. 생태계서비스가 지불되기 위해서는 서비스 수혜자와 공급자의 자발적인 매매, 서비스의 명확한 정의, 서비스 구매자의 존재, 서비스 공급자의 존재, 지속적인 서비스 공급의 보장이 필요하다. 이 제도는 1990년대 중반부터 도입되어 전 세계적으로 300개 이상의 프로그램이 운영되고 있다.

생태계서비스 지불제도를 정착시킨 대표적인 국가로 코스타리카가 있다. 코스타리카는 토지 소유자들에게 그들이 숲을 보호함으로써 제공하는 야생종 보호, 탄소 저장, 홍수 방지 등의 혜택에 대해 대가를 지불하기 시작했다. 1997년 이후 100만 헥타르에 달하는 숲이 코스타리카의 생태계 서비스 지불제도의 일부가 되었으며, 이를 통해 1980년대 국토의 20%에 불과하던 산림이 전체의 50%로 증가했다.

환경생태전략의 정책추진방안과 그 효과

앞서 말했듯 환경전략은 통합적으로 진행되어야 그 효과를 볼 수 있다. 정책 역시 마찬가지다. 연구, 관리, 활동, 국제적인 대응 등 다양한 방면으로 접근해야 할 것이다.

체계적 생물다양성 모니터링, 관리시스템 구축

우리나라에 서식하는 총 10만여 종의 자생종 가운데 생물정보가 확인된 생물종은 4만여 종 정도다. 앞으로 한반도의 자생 생물종을

적극 발굴하여 국가생물종 DB를 구축하고 체계적으로 관리를 강화해야 한다. 생물종에 대한 DB를 제대로 갖추지 못해 자생종이 외국에 반출되고 거꾸로 고가로 역수입[24]되는 경우가 더이상 없어야 할 것이다. 더불어 생물다양성과 국가 생명연구 자원정보에 대한 통합 DB를 구축하고 국내 DB뿐 아니라 해외 생물자원 DB와의 연계를 통해 ABS에 적극적인 대응방안을 만들어나가야 한다. 구체적으로 한국생명공학연구원의 국가생명연구자원통합정보시스템KOBIS과 국가적 차원에서의 생물다양성 정보공유체계를 연계하여 통합시스템으로 확장해야 한다. 체계적인 관리와 모니터링 시스템은 ICT분야와 생물다양성분야를 접목하는 것이다. 이러한 DB의 구축은 환경 자체에 대한 보전기능은 물론 구축된 빅데이터를 활용하여 산업적인 활용도를 높이고 미래의 먹거리를 만들어낼 수 있는 발판이 될 것이다. 세계 각국이 게놈, 생물자원 등 생명연구자원과 관련된 데이터를 구축하는 데 힘을 기울이고 있다는 점에 주목해야 한다. 향후 산업은 얼마나 많은 연구자원의 정보를 확보했느냐와 그것을 얼마나 빠른 시간 안에 처리할 수 있느냐가 국가경쟁력으로 이어질 수 있다.

또한 생태발자국Ecological Footprint 작성으로 생물다양성 훼손을 모니터링해야 한다. 생태발자국은 인간의 생산, 소비, 여가활동이 생태계에 미치는 영향을 구체적인 수치로 환산한 지표이다. 이 지수를 통해 자연자원의 이용강도를 사전에 파악할 수 있다면 무분별한 자원 남용을 방지하고 지속가능한 자원이용계획을 수립할 수 있다. 우리사회의 생태발자국은 계속 증가하고 있는데, 여기에 제일 큰 부분을 차지하는 것이 바로 도시인구이다. 세계 총인구의 절반 정도가 도시에 살고 있으며 이들이 3/4의 자원을 소비하고 있다. 2050년까지 도시인구가

두 배로 늘어날 것이며, 새로운 도시 기반시설을 위한 자원 수요도 막대하게 증가할 전망이다. 따라서 적극적인 모니터링과 관리 강화를 통해 생태계를 훼손시키지 않고 자원이 순환하는 공생형 도시를 만들어 가야 한다.

생물자원 보전과 변화가 가져오는 생물자원 다양성 활용

우리나라는 개발 위주의 급속한 발전의 결과 무분별한 자연자원의 남용과 환경오염으로 생물다양성이 심각하게 훼손되었다. 백두대간, 비무장지대와 접경지역, 도서 연안지역 등 자연환경이 우수한 지역은 생태계 보전지역으로 지정되어 별도의 정책으로 보전 관리되고 있긴 하지만, 국토면적 대비 보호지역 비율이 10.3%에 그치고 있어, OECD 평균치인 16.4%에 못 미친다. 국제적인 환경성과지수EPI 평가에서도 우리나라는 132개국 가운데 43위인데 그중 생물군보호 부문은 96위다.

보전정책의 실효성이 부족하다. 인구과밀, 열악한 생태용량의 조건에서 산업화와 개발위주의 불도저식 경제발전을 추진한 결과다. 자연환경 보호지역을 더 확대하고 규정을 강화하는 등 더욱 적극적인 정책을 펴야 한다. 지금까지의 정부 정책은 멸종위기종에 대한 복원사업에 주력해, 생물다양성 증진을 위한 서식처 복원사업은 본격화되지 못했다. 생물종과 생태계를 모두 포함하는 생물다양성 사업을 강화해야 한다.

생물다양성 보전을 위해서는 멸종위기 종에 대한 보호 강화, 외래종 유입에 대한 인식 전환도 필요하다. 기후변화에 따라 유입되는 외래종은 궁극적으로 변화된 한반도환경에 적응하여 주인이 될 것이다. 이를 다양성 측면에서 긍정적인 태도로 접근하여, 새로운 활용방안을

찾는 노력을 해야 한다.

생물자원 이용 관련 과학기술 개발과 안전성 강화

환경생태분야는 바이오산업의 발전과 함께 미래 전략산업 분야이다. 따라서 생물자원 이용에 대한 연구개발과 다양한 생산품 제조, 고부가가치화를 위한 기술 개발과 안전성 강화가 요구된다. 특히 생물자원 관련 연구개발에 의한 재조명으로 부가가치를 높이는 전략이 중요하다.

최근 개발된 의약품 중 60%는 생물연구자원에서 유래한 천연물을 이용하고 있다. 나아가 유전자변형생물체Living Modified Organism, LMO 관련 기술개발은 바이오경제시대의 핵심영역으로 경쟁이 치열해지고 있다. 예를 들어 추운 지방에서 자라는 감자를 온대 지방에서도 자랄 수 있게 유전자변형을 시도하는 연구가 진행되고 있다. 온도가 높은 지역에서 키울 수 있는 감자가 나온다면 생산량의 획기적인 변화가 나타날 것이다. 한국생명공학연구원은 건조한 사막지대에서 경작이 가능한 고구마 개발에 성공하여 내몽골 쿠부치 사막에서 시범재배를 하고 있다. 개량된 고구마는 사막화 방지 및 황사피해 감소는 물론 식량문제까지 해결할 수 있을 것으로 기대된다. 또 의약품의 기능을 할 수 있는 식품에 대한 연구도 진행되고 있다. 이미 골든라이스Golden rice의 경우 비타민A를 함유시키는 데 성공했다. 다양한 기능성 작물의 개발은 먹거리를 이용한 건강 증진 및 질병 치유효과를 볼 수 있을 것으로 기대된다.

생물다양성은 기술의 원천이 되기도 한다. 생물체의 특정 기능에 집중한 생체모방Biomimics을 통해 새로운 기술을 만들어낼 수 있는데 거

미줄의 원리를 이용하여 만든 섬유로 탱크를 들어올릴 정도로 강도가 우수한 방탄복을 만들어내는 것이 그 예이다.

더불어 바이오기술에서 발생할 수 있는 잠재적 위험에 대한 대응 체제도 갖추어야 한다. 우리나라는 LMO생산을 하지 않지만 전세계적으로 생산이 추진되고 있으며, 특히 미국이 많은 양을 생산하고 있다. 따라서 유전자변형생물체 관련 제품의 생산, 유통, 소비에 대해서는 안전성이 입증되고 이해될 수 있도록 하는 책임이 필요하다.

통합적 정책 추진과 규제의 적절한 활용

사회시스템을 환경, 지속가능성, 생태자원을 고려하는 방향으로 바꾸기 위해서는 지속가능발전을 가능케 하는 사회시스템으로의 전환이 전제돼야 한다. 생태계는 농업생태계, 해양생물계, 산림생태계 등으로 다양해서 여러 부처가 관리하고 있다. 미래창조과학부, 농림축산식품부, 산업통상자원부, 환경부, 해양수산부, 국토부, 식품의약품안전처 등 부처별 역할에 따라 정책을 수립하여 추진하고 있지만 종합적인 조정기능이 부족한 상황이다. 따라서 각 부처의 생물자원 보전 관리와 활용정책을 통합조정하는 제도적 장치가 필요하다. 중앙과 지방정부간의 업무분담 등을 포함한 효율적인 거버넌스 체제도 구축돼야 한다.

국가 생물자원 관리를 위해 생물자원에 대한 탐사와 발굴, 수집과 평가와 등록, 보존과 권리보호, 이용에 이르기까지 일련의 과정은 생물자원 규제의 다양한 법규를 토대로 정리되어 있다. 따라서 국가 차원의 생물자원 확보, 보존, 관리, 이용을 일관성 있게 체계화하고, 통합적인 생물자원 정책과 계획이 수립돼야 한다. 생물다양성 보전과 복원

시스템 구축은 부처 간 협력은 물론 중앙과 지방정부를 아우르는 포괄적인 시각에서 이루어져야 한다.

나아가서 환경과 생태에 대한 문제는 각계각층과 긴밀하게 연결되어 있는 만큼, 이해관계자들의 참여를 촉구해야 한다. 지방정부뿐 아니라 NGO, 민간기업, 대학 등이 협력하여 생물다양성을 발굴하고 지키는 데 관련된 정보를 공유해야 할 것이다. 또한 경제적인 배상이나 인센티브를 지불하게 하는 규제를 적절하게 사용하여 시민참여를 확대하는 것도 좋은 방법이다. 예를 들어 우리나라에는 신용카드의 포인트제도를 이용하여 친환경제품 구매, 에너지 절약, 대중교통 이용 등 친환경생활을 실천하면 정부와 기업에서 포인트를 지급하는 그린카드 제도가 있다. 직접적인 포인트 혜택을 주면서 국민들이 실제 생활에서 환경을 생각하게 만드는 좋은 예라 할 수 있다. 다만 대국민 홍보나 포인트 적립 제품 수의 부족으로 확산에 한계가 있어 제도적 보완이 필요하다.

공감대 형성을 통한 인간과 자연의 관계 재정립

생태계 건전성에 대한 국민인식과 생물다양성 보전을 위한 사회적 공감대 형성도 매우 중요하다. 2013년 환경보전 국민인식조사에 의하면, '자연환경 및 생태계(27.8%)' 분야를 최우선적으로 개선해야 할 문제로 인식하고 있다. 생물다양성에 대한 국민적 관심이 높아지고 있는 것이다. 생물다양성에 대한 주류화는 아이치 목표의 제일 첫번째로 제시되고 있다. 사람들이 생물다양성의 가치를 인식하고 보전과 지속가능한 이용을 위해 취할 수 있는 조치를 인식하는 등 개인, 사회, 정부 차원의 변화가 일어난다면, 생물다양성 감소의 근본적인 원인에 대한

해결이 가능하다. 예를 들어 벨기에의 경우 '나의 지구는 내가 살린다'라는 캠페인을 통해 개인들로 하여금 긍정적인 영향을 미치는 작은 행동을 하도록 촉구하고 있고, 일본에서도 '나의 선언'이라는 프로그램을 통해 자신과 생물다양성의 관계를 인식하고 일상에서 개선할 수 있는 활동을 하도록 추진하고 있다.

인간이 생태계에 미치는 영향력에 대해 인식하고 이를 최소화하기 위해 노력할 때 생물다양성은 자연스럽게 보전될 수 있다.

국제협력 및 협약 대응체제 구축

생물다양성 손실을 줄이고 복원하기 위해서는 생태네트워크의 개념이 중요하다. 이 개념은 유럽에서 시작되어 2001년부터 유럽지역의 생태네트워크 이니셔티브 42개가 활동을 시작했다. 국제생태네트워크는 국가별로 진행되던 개별 서식처와 생물종의 보전, 복원방식에서 탈피하여 인접국가간와의 연결 측면에서 생물종과 서식처를 어떻게 보전할 것인가를 다루고 있다.

국제사회의 과학기술 협력Bio-Bridge Initiative을 위한 대응도 중요하다. 생물다양성협약의 핵심 내용인 국가생물다양성전략National Biodiversity Strategy&Action Plan, NBSAP 수립과 집행에 필요한 과학기술정보를 구축하고 정보 제공과 수요, 공급 간의 연결을 하는 과학적 접근이 필요하다. 개도국의 NBSAP 수립과 집행에 필요한 과학기술 수요조사를 시행하고, 관련 과학기술 정보의 체계적 관리와 생산, 선진국과 개도국 사이의 과학기술 네트워크 구축도 이루어져야 한다. 개도국들은 생명연구자원을 풍부하게 보유하고 있는 만큼 현지 생명연구자원 관리, 보전시설 구축과 인력양성 지원, 기술교류, 노하우 이전 등 공

적개발원조ODA사업 추진을 통해 개도국 자원 공동발굴, 확보의 발판을 마련해야 한다.

한반도의 경우 분단이라는 특수 안보상황으로 DMZ라는 천연 생태 자원보존공간을 갖게 됐다. DMZ는 장기간 개발의 손길이 미치지 않아 한반도 특유의 생물다양성이 보전되고 있다. 이러한 미개발의 자연적 공간을 이용하여 생물다양성 증진과 한반도 평화정착을 위한 협력사업을 창출하는 것은 환경적 측면 이외에 여러 가지 의미가 있다. 생태계 보전을 주제로 남북한이 대화하고 협력한다면 새로운 가능성을 열 수 있을 것이다. 예를 들어 DMZ의 생물다양성 정보를 공동수집하고 생물다양성 관련 의제를 발굴하는 등 사업을 전개한다면 환경을 중심으로 하는 남북협력의 장을 열 수 있을 것이다.

앞으로 생물다양성협약에 대한 국제적 압력은 커질 것으로 예상된다. 따라서 이에 대한 경제적 대응체제가 마련되어야 할 것이다. 자원국과의 유기적 협력관계를 통해 신뢰를 쌓고 생물자원을 이용한 산업을 활성화시켜 서로 상생하는 협력모델을 창출하는 지혜가 필요하다.

기대효과

생태계 보전은 경제적 가치를 창출한다. UNEP은 생태계 파괴를 막는 대책을 세우지 않으면 전 세계적으로 2조~4조 5천억 달러의 손실이 발생할 것으로 추산했다. 또한 인류가 자연으로부터 받는 혜택을 돈으로 환산하면 연간 4조 1천억 달러에 달하며, 이중 가장 큰 혜택을 주는 것은 산림으로 연간 4,100조원에 이른다. 국립산림과학원의 우리나라 산림의 생태계서비스 가치평가 결과에 따르면 수자원 함

양서비스 18조 5천억원, 정수서비스 6조 2천억원, 토사 유출방지 서비스 13조 5천억원, 토사 붕괴방지서비스 4조 7천억원, 대기정화 서비스 16조 8천억원, 산림휴양 11조 7천억원, 야생동물 보호 1조 8천억원 등 모두 73조 2천억원에 달한다고 한다. 이는 국내총생산액의 7%에 상당하는 금액이다.

환경과 생태는 훼손되게 되면 복원하는 데 큰 비용이 드는 반면 잘 보전하면 막대한 사회적 편익을 불러올 수 있다. 정책적으로 사전에 생태계를 위협하는 요인을 진단하고 미리 막을 수 있다면 추후에 복구하기 위해 드는 거대한 경제적 손실을 막을 수 있다.

우리나라는 생태용량이 특히 열악하기 때문에 환경생태분야 정책이 더욱 중요하다. 또한 ICT와 접목한 생물다양성기술을 통해 아시아 전역의 미래 환경변화를 예측하고 대응체제를 마련해나간다면 환경문제 해결의 국제적 논의에 기여할 수 있을 것이다. 대한민국이라고 하면 떠오르는 것이 기술이고, 국제사회에서 선진국과 개발도상국의 가교역할이라는 이미지 여론조사 결과처럼 환경생태분야에서도 아시아의 중심국가로 성장할 수 있도록 정책과 전략을 재조망할 필요가 있다.

무엇보다 개발과 환경의 공존을 중심으로 하는 인식 전환이 필요하다. 생물자원을 이용하는 것이 불가피하다면 효율적으로 해야 한다. 그것이 한정적인 생태자원의 사용을 효율적으로 하고, 지구 자체의 자정능력을 강화하는 길이다.

인류문명의 지속을 위하여

인류문명의 지속가능성을 위해서는 에너지자원, 생물자원, 생태계

의 생활터전이 필수요건이다. 그러나 삶의 현장은 그것과는 거리가 멀다. 급격한 인구 증가와 과도한 물질주의로 인한 자원고갈과 오염 가중으로 생태계는 자정능력과 회복능력의 한계치를 벗어나고 있다. 지속가능한 소비와 생산이라는 새로운 패러다임으로 전환되지 못한다면, 생존의 기반이 되는 생태계의 온전성을 상실하고 인류 자체의 존속에 위협을 맞게 될 상황이다.

환경생태분야가 중요한 이유는 인간이 환경의 일부이며, 생태계의 파괴로 인한 피해가 인류사회에 부메랑이 되어 돌아오기 때문이다. 지구온난화로 인한 생태환경 변화가 심화되고 있다. 재래종에게는 위험이 될 수 있고, 또한 새로운 생물의 유입을 가져온다. 우리가 어떠한 대응을 하느냐에 따라서 생물자원의 다양성으로 활용될 수도 있다.

생물다양성협약이 발효된 지 20년이 지났으나, 환경생태 이슈에 대한 국제적 논의의 실천적 결실은 미흡한 형편이다. 그러나 국제사회의 공동대응이 필수불가결하고, 구체적인 행동계획이 수립돼야 한다는 인식은 점차 강화되고 있다.

현재 우리나라의 환경생태분야 위기에 대한 실상을 정확히 파악하고 지속가능성에 기초한 비전과 대비책을 마련해야 한다. 그리고 중앙정부와 지방정부, 공공부문이 기업과 시민사회의 협력과 동참을 이끌어낼 수 있는 협력 기반과 구체적 프로그램을 만들어 실천해야 한다. 관련 주체가 공동체 의식 아래 함께 나설 때 성과를 거둘 수 있는 사안이기 때문이다.

4 자원전략

정부수립 초기인 1950년대만 하더라도 우리나라 전체 수출에서 광물자원이 차지하는 비율은 70%를 상회하며 국가 외화획득 주력상품이었다. 이후 산업구조가 제조업 중심으로 변하고, 자원을 많이 소비하는 석유화학, 조선, 제련산업, 반도체 산업 등이 발달함에 따라 동광 제련 생산 아시아 3위, 아연 생산 2위, 철광석 수입 세계 3위, 원유 순수입량 세계 5위 등 현재는 세계적인 자원 소비국가이자 수입국이 되었다.

그러나 국내에는 석회석, 납석, 고령토 등과 같은 비금속광물들이 생산되고 있을 뿐 금속광물자원 수요의 99%를 해외에 의존하고 있다. 석유와 천연가스도 국내 대륙붕에서 일부 생산되고 있으나 매우 적은 양으로, 거의 전량 수입에 의존하고 있다.

최근에는 자원가격이 하락하면서 자원안보에 대한 경각심이 느슨해진 상황이나, 자원은 산업활동의 필수재로서 국가산업의 뿌리를 지탱해준다. 또한 자원은 당장 사용하고 싶다고 해서 만들 수 있는 재화

가 아니라 조사, 탐사, 개발, 생산에 이르는 과정을 거쳐야 하는 것으로 장기적인 접근이 필요하다. 따라서 자원에 대해서는 장기적인 관점에서, 그리고 전주기적 관점에서 전략을 마련해야 한다.

이 장에서는 광물자원과 더불어 석탄, 석유, 천연가스 등 화석연료 자원을 대상으로 미래전략을 다루고자 한다.

자원분야 미래전망

세계 경제성장에서 개도국이 차지하는 비율이 2010년에는 52%, 2030년에는 70%, 2050년은 79%까지 이를 것이다. 특히 아시아 개도국의 비율은 2050년에 49%를 차지할 것으로 전망되고 있다. 자원의 소비는 경제활동과 직결되는데, 경제성장이 커질수록 1인당 자원소비는 증가한다. 현재 구리, 아연 등 비철금속은 세계 수요의 약 40%를 중국이 차지하고 있는데, 향후 중국, 인도 등의 경제성장 속도를 고려한다면 세계의 자원수요는 급속도로 증가할 것으로 전망된다. 그리고 IEA(2014)의 전망에 따르면 세계 에너지수요에서 석유, 석탄, 천연가스가 차지하는 비중이 2012년 80%에서 2035년 76%로 약간 감소할 것으로 전망되지만, 여전히 화석연료시대는 지속될 것으로 전망된다. 셰일가스와 셰일오일 생산으로 화석에너지 공급력은 증대되었으나, 아시아의 에너지 및 자원 소비 집중은 더욱 커질 것으로 전망되어 아시아 지역의 수급 불균형은 더욱 심화될 것으로 전망된다.

한편 자원보유국에 대한 투자여건이 악화되면서 불확실성은 더욱 커지고 있다. 자원보유 개도국들은 자원을 기반으로 자국의 산업화를 견인하려는 시도[25]를 하고 있어 신규사업 진입장벽이 갈수록 공고화

될 것이다. 북미, 북해 등을 제외한 중동, 아프리카, 남미 등 자원보유국은 이라크 종파/종족갈등, 이란 핵협상, 시리아 내전, 리비아/이집트 유혈사태 등과 같은 정정불안과 지정학적인 리스크를 안고 있다.

그리고 자원개발에서 핵심사항이 과거에는 매장량, 가격, 인프라 현황, 정치적 불안정성 등과 같은 경제적, 정책적 이슈가 중심이었다면 앞으로는 환경, 사회적 요인까지 확대되어 관리가 점차 복잡해지고 CSR의 중요성이 더 심화될 것이다. 환경 및 지역주민과의 조화에 대한 인식이 높아지면서, 자원개발시 환경문제나 지역주민문제를 고려하지 않고는 원활한 광업활동을 진행하기 어렵게 되었다.

자원개발사업은 환경훼손을 유발하는 대표적인 산업으로 취급되며, 개발 단계마다 다양한 환경 및 사회적 리스크가 발생하고, 이해관계자도 다양하며 글로벌화되고 있다. 최근 미국을 필두로 유럽, OECD 국가들에서는 자원개발 자금이 반군활동 자금으로 연결되는 것을 방지하기 위해 '분쟁광물'을 지정하여 이의 사용을 금지하는 법제도[26]까지 시행되고 있다. 이에 따라 자원을 사용하는 기업에게 자원의 공급망 관리까지 요구하고 있으며, 자금투명성 확보를 요구하는 등 관리구조가 복합화되고 있다. 과거 오염방지 중심이던 환경관리는 생태계 및 사회적 약자에 대한 배려와 노동환경에 대한 배려, 투명한 정보공개 등 환경 및 사회 관리로 확대되고 있다.

안정적인 자원확보는 물론 부가가치도 가져와야

우리나라는 세계적인 자원소비 국가지만, 국내 부존자원이 적어 대부분을 해외에 의존하고 있으며, 그 수입 역시 특정국가에 집중되어

있어 세계 자원시장 여건에 많은 영향을 받는 취약한 구조를 가지고 있다. 게다가 우리나라의 에너지, 자원정책이 수요관리 중심으로 추진되어 공급망 확보구조가 점점 취약해지고 있다. 세계에너지 위원회WEC의 2015년 국가별 에너지 안보 평가에 따르면 124개국 중 98위로 하위국에 속하는 등 공급 관리가 필요한 실정이다.

2000년대에 들어서기 전까지는 자원가격은 저평가되고 있었고, 수급에 따라 가격이 변동되어 장기 가격전망이 용이하였다. 그러나 최근에는 저금리, 달러/유로 환율하락 등 금속시장에 투기자본이 유입되고, 거듭되는 금융위기로 가격의 급등과 급락이 발생하는 등 가격 변동성이 확대되고 있다. 수요 면에서도 변동성은 커지고 있다. 첨단기술 기능을 구현하는 희유금속은 기술수명주기가 짧아지면서 새로운 용도가 생겨 신규시장을 만들거나, 다른 기술로 대체되면서 시장에서 사라지기도 한다. 한편, 일본 지진과 대만 홍수 등으로 자원 및 관련 소재, 부품 공급 단절 사례가 발생하기도 하는 등 자연재해 및 환경문제가 자원 공급에 주요한 영향을 미치는 요소로 자리매김하고 있다.

자원개발의 여건도 점차 악화되고 있다. 예전에는 접근성이 좋은 지역을 중심으로 자원개발이 진행되었다면, 최근에는 '높은 곳으로 가거나, 깊은 곳으로 가거나'라는 말이 있을 정도로 고산지대나 심부지역 개발이 증가하고 있으며, 자원의 품위도 낮아지고 있다. 이러한 채굴조건 악화는 광산/인프라 건설, 채광, 광석처리, 운송/판매비용 등의 연쇄 상승으로 이어지고 있다.[27] 즉 낮은 생산단가로 쉽게 개발, 생산하던 육상유전Easy oil의 고갈로 대규모 자본과 첨단기술이 필요한 고위험 지역으로 사업영역이 이동하고 있다는 것이다.

자원을 안정적으로 확보하는 것은 국가 경제활동을 원활히 하기 위

한 전제조건으로 반드시 해결해야 한다. 하지만 자원개발환경 악화, 자원시장 변동성 심화, 환경 및 사회적 관리요인 강화 등 잠재적 리스크가 다양화되고 있어, 이에 대응하기 위한 다각적 노력이 필요하다.

그리고 자원개발은 그 자체로 고부가가치를 산출하는 사업이며, 광산뿐만 아니라 대규모 플랜트와 전력, 도로 등 인프라 건설이 동반되고, 이후의 소재, 제품화 단계에 이르기까지 추가적인 부가가치를 창출하는 복합사업이다. 따라서 자원수급 안정과 더불어 새로운 미래의 성장동력으로 발전시키겠다는 기조와 전략을 설정해야 할 것이다.

미래를 대비하는 자원전략

1900년 이후 산업화 과정을 거치면서 2000년대 초반까지는 노동과 자본에 비해 자원은 상대적으로 가격이 낮았고 언제든지 낮은 가격에 확보할 수 있었다. 생산관리의 핵심은 당연히 자본생산성과 노동생산성을 제고하는 것이었다.

그러나 자원은 무한한 것이 아니다. 자원의 고갈 가능성과 일부 자원의 과점 심화로 인한 자원소비에 대한 제약은 국가 간 충돌 가능성을 높였다. 센카쿠 분쟁, 신자원민족주의 등 자원전쟁이라고 불릴 만큼 치열한 사건들도 실제로 발생하고 있다.

자원으로 인한 제약에서 벗어나기 위해 유럽을 비롯한 세계 각국에서는 '자원생산성을 제고'하여 경제성장과 자원소비간의 연결고리를 끊자는 기조가 생겼고, '자원순환, 지속가능성, 녹색성장' 등이 새로운 패러다임이 되었다. 이러한 변화 속에서 우리는 자원안보의 실현과 새로운 가치 창출의 기회를 찾아야 할 것이다.

이를 위해서는, 안정적으로 자원을 공급할 수 있는 체계를 마련하고, 자원순환형 사회를 만들어 원천적으로 자원소비를 줄이며, 수익성과 시장확대 가능성이 높은 분야에 투자해 새로운 가치를 창출하는 것이 필요하다.

먼저 자원확보의 핵심인 자원개발 분야는 자원전쟁이라 불릴 만큼 국가 간, 기업 간 경쟁이 격화되고 있다. 중국은 막대한 외환보유고를 무기로, 일본은 기술력과 구매력 등을 내세워 우리보다 한발 앞서 자원보유국들을 공략중이다. 우리나라도 해외자원개발을 활성화해 공급원을 확보하고, 남북 신뢰회복을 위한 자원협력을 추진하며, 기술개발을 통해 자원개발사업의 경쟁력을 높이는 것이 필요하다.

자원순환[28]은 수요와 공급의 양측 측면에서 중요한데, 자원순환을 통해 자원공급원을 다양화하고 경제활동을 위한 자원소비량을 감소시켜 경제와 자원소비간의 탈동조화를 이뤄야 할 것이다. 자연에서 채취되는 원광석(1차 자원)뿐만 아니라 재활용을 통해 회수된 자원(2차 자원) 역시 공급원이 될 수 있다. UNEP의 자료에 따르면 철, 구리 등과 같은 베이스메탈은 50% 이상 회수되어 재활용되고 있으며, 수요대비 2차 자원의 공급비중이 20%대에 이를 정도로 주요 공급원으로서 역할을 하고 있다.

자원을 채굴, 생산, 제조, 사용, 폐기/재활용하는 전주기 동안 발생하는 문제와 그에 대한 해결을 경제적, 사회적, 환경적 요소로 인식하고 통합하여 관리하는 것을 통해 자원으로 인한 제약이나, 갈등요인 없이 지속가능한 성장을 이루고자하는 것을 목적으로 하는 지속가능한 자원관리Sustainable Resource Management, SRM[29] 체계 마련이 필요하다.

자원전략의 정책추진방안과 그 효과

자원으로 인해 우리의 산업 및 생활이 제약을 받지 않도록 하기 위해서 우리가 해야 할 전략은 공급, 수요, 성장의 측면에서 바라봐야 할 것이다. 이에 자원안보 확보, 자원순환 사회 구축, 자원산업의 신성장동력화 등을 미래를 대비하는 자원전략으로 제시하고자 한다. 이를 위해서는 해외자원개발활성화, 기술개발 강화, 남북자원협력, 지속가능한 자원관리 체계 구축 등이 필요하다.

해외자원개발 활성화

안정적 자원 확보의 관점에서 가장 우선적으로 그리고 가장 효과적으로 시행할 수 있는 전략은 해외자원개발일 것이다. 우리나라 해외자원개발사업법에 따른 해외자원개발의 목표는 국가 경제성장을 위해 자원의 안정적 확보이며, 가격 불안정성에 대응할 수 있는 경제적 헤징과 공급중단에 대비할 수 있는 안정적 공급력 확보 등을 목적으로 한다.

해외자원개발사업은 안정적 자원확보 뿐만 아니라 고부가가치를 산출하는 사업이다. 우리나라의 업종별 부가가치율을 산정해보면 다른 산업들은 10% 수준인데 반해, 광업은 70%로 가장 높다. 세계 M&A 시장에서도 OIL&GAS 부문은 4위를 차지하고 있으며 그 규모는 연간 3천억 달러에 달한다. 또한 해외자원개발은 광산개발에 그치는 것이 아니라, 대규모 플랜트, 전력, 도로 등의 인프라 건설 등과 연계될 수 있다.

최근에 자원산업의 특성에 대한 부족한 이해와 정치적 이권에 따라 진행된 일부 사업으로 해외자원개발에 대한 부정적인 시각이 사회

전반에 확산되면서 자원개발산업이 흔들리고 있다. 하지만 자원의 안정적 확보뿐만 아니라 고부가가치 산출, 연계산업 동반 진출 등과 같은 경제적 효과가 높은 해외자원개발의 활성화는 우리나라 자원전략의 핵심이다.

자원개발사업은 초기 자원탐사에서 개발, 생산, 회수까지 10~15년이 소요되는 장기간 투자사업이며, 자금뿐만 아니라 기술, 정보 등의 인프라가 뒷받침되어야 하기 때문에 해외자원개발 활성화를 위한 전략은 종합적인 시각에서 장기적인 계획을 세워야 한다.

세계적인 기준에서 우리나라는 아직 제대로 된 체계를 가지고 있지 않다. 자원개발의 역량을 키우기 위해서는 관련 서비스산업 발전과 산업생태계 조성, 효율적인 민간서비스기업 등 관련 요소들이 유기적으로 연계되어야 한다. 그러나 우리나라는 과거 공기업을 자원전문기업화하겠다는 취지로 공기업 중심의 지원책을 펼쳐왔고, 그에 따라 소수 민간투자기업은 영세한 민간 서비스산업체가 되거나, 단순지분투자 형태로 투자할 수밖에 없었다. 당연히 사업운영 노하우 축적이나 전문인력 양성 등에서는 어려움을 겪고 있다. 투자기업, 서비스산업, 지원기관, 기술 및 인력 등 자원산업 생태계를 구성하는 다양한 주체의 역량을 키울 수 있는 지원정책 및 제도를 마련하는 것이 필요하다.

우리나라의 자원개발 투자규모가 과거에 비해서는 확대되었다고는 하나, 세계 메이저 기업과 비교한다면 여전히 적어,[30] 자금력으로 세계의 자원개발시장에서 경쟁우위를 확보하기는 어렵다. 따라서 우리의 자금력과 기술력에 맞는 자원개발프로젝트를 발굴하는 것이 필요하다. 한 예로 과거에는 자원의 대상범주에 속하지 않았던 선광 후 버려지는 광물찌꺼기나 제련과정에서 발생되는 슬래그 등에서도 지금의

기술로는 자원을 회수할 수 있는데, 이 역시 사업대상이 될 수 있어 투자대상에 대한 시각을 넓힐 필요가 있다.[31]

마지막으로 해외자원개발사업에 대한 전문성 있고 투명한 검토 체계가 필요하다. 해외자원개발사업에 있어서 투자 자체에 대한 의사결정은 매우 중요하다. 의사결정은 사업의 수익성, 투자대상 광종의 시장구조, 파트너사에 대한 신뢰성 등을 비롯해 경제, 사회, 기술, 정치 등 다양한 전문지식이 복합적으로 작용해 이루어진다. 자원가격 변동, 해당국의 정치적 안정성, 재해문제 등과 같이 외생적 요소는 제어하기 힘들지만, 매장량 평가, 광산설계, 대상광종의 시장성 등에 대한 전망, 기술적 요소 등은 충분히 검토와 관리가 가능하다. 최근 해외자원개발사업 부실투자 논란의 중심에 있던 사업들은 대부분 전문가의 충분한 검토가 이루어지지 않았거나, 전문가의 의견이 아닌 다른 논리로 의사결정이 이루어진 경우가 많았다.

자원기술력 강화를 통해 신성장동력 마련

자원개발 여건이 악화되고 생산비용이 늘면서 자원개발기업들은 생산성 제고를 자원개발의 가장 중요한 이슈로 여기고 있다.[32] 단순한 비용절감의 차원에서 벗어나 기술을 보유하고 있느냐가 사업권을 확보하고 사업의 지속성을 결정하는 핵심요인으로 작용하고 있다. 또한 기술개발로 인해 개발가능한 자원의 범주가 확대되고 있다. 불과 몇 년 전만 해도 기술적 제약으로 미래자원의 범주에 속하던 셰일가스 및 셰일오일은 수평시추와 수압파쇄라는 혁신적 기술 개발로 인해 현재는 미국을 세계 최대의 원유 생산국으로 탈바꿈시켰다. 환경이나 경제적 문제로 활용하지 않았던 저품위나 복합광의 개발도 시도되고 있

으며, 폐기물로 여겨지던 폐제품, 선광찌꺼기, 슬래그 등도 재처리하여 자원을 회수하고 있어 환경문제도 해결하고 경제적 가치도 산출하고 있다.

자원기술은 자원개발을 위한 기반요소일 뿐만 아니라, 기술 그 자체로 큰 시장을 형성하고 있다. 자원개발에는 수많은 자원서비스기술이 필요로 하며, 이 기술들은 타 분야와의 융합을 통해 높은 수익성을 창출할 수 있는, 창조경제의 대표적인 분야일 것이다.

이렇듯 자원 관련 기술의 중요성이 점점 커지고 있음에도 불구하고 우리나라의 자원기술 R&D는 매우 열악하다. 정부(산업통상자원부)가 지원하는 자원기술개발 R&D예산은 280억에 불과(신재생에너지의 1/9수준)하며, 이 예산으로 화석연료자원 및 광물자원의 조사, 탐사, 개발, 활용의 모든 기술을 개발해야 하는 실정이다.

하지만 다행히 우리나라에겐 세계적인 강점을 가진 ICT, 조선, 플랜트 산업이 있다. 이 기술들과 연계한다면 빠른 기술의 발전이 가능할 것으로 보인다. 그중에서도 '땅속에 있는' 불확실한 자원에 대해 '추정'하는 데 필요한 빅데이터 관리기술이나, 유전의 정보처리 및 관리시스템 등 광범위한 유전통합 관리시스템이 개발이 시급하다. 이들 기술에 대한 수요 또한 점점 확대되고 있다.[33]

환경 및 안전기술에 대한 시장이 확대되고 있는 것도 우리에겐 기회이다. 그 대표적인 기술로는 'CO2-EOR' 기술과 '셰일가스 안전 및 환경관리 기술', '노후화 해상플랜트 해체 기술' 등이 있다.

에너지 자원 메이저 기업들이 리스크로 감지하고 있는 큰 이슈 중 하나가 온실가스인데, 이산화탄소를 주입하여 석유를 회수하는 CO2-EOR은 생산성 증진 기술인 동시에 이산화탄소 저장을 할 수 있는 기

술로 온실가스 저감에 효과가 크다. 미국에서는 이미 대표적인 CCS 기술로 각광받고 있다.[34] 우리나라도 CO2-EOR을 통해 자원개발 사업의 수익성을 제고하고, 동시에 외국의 폐유전에 이산화탄소를 저감하여 국가의 온실가스 감축에 기여할 수 있을 것이다.

셰일가스 개발에 대한 안정성 문제와 수압파쇄에 사용한 물의 처리 문제도 논란이 지속되고 있는데, 이에 대비한 셰일가스 환경 및 안전 기술 연구도 필요하다. 여러 가지 이유로 더이상 사용할 수 없는 해상플랜트를 해체하는 기술은 우리의 우수한 플랜트 기술을 기반으로 충분히 선점할 수 있는 영역일 것이다. 아태지역에만 2011년 기준으로 해체가 필요한 해양플랜트가 600여 개나 되며, 최대 320억 달러에 달하는 시장이 형성될 전망이다.

마지막으로 미래세대를 위한 미래자원확보 기술개발도 수반되어야 할 것이다. 우리나라의 유일한 에너지자원인 일명 불타는 얼음덩어리 가스하이드레이트 관련 기술, 수심 1,500m이하에서 석유가스자원을 개발하는 극심해개발, 해수에서 리튬 등 광물자원을 확보하는 기술 등이 대표적이다. 이런 미래에너지자원 개발기술들은 도전적이고 선도적인 기술로 단기적인 성과를 기대하기 어려우며 기술적인 시행착오도 많을 것이다. 현재 상용되어 주요자원으로 자리매김한 셰일오일 및 셰일가스 역시 20여 년간 누적된 기술개발의 성과라 할 수 있다. 미래자원에 대해서는 단기적인 성과에 치중하지 않는 지속적인 R&D 수행이 더 중요할 것이다.

남북지하자원 개발 및 활용

북한에 대한 정보 접근성에 한계가 있어 북한자원에 대한 평가가

평가기관에 따라 큰 편차를 보이고 있으나, 남한에 비해 북한에는 다양한 광종의 광물자원이 부존하고 있다. '자력갱생'을 경제정책의 기초로 삼았던 북한은 풍부한 자원부존 환경을 기초로 자원개발의 활성화를 위한 다양한 정책을 추진하여 왔다.

북한 자원의 남북 공동개발은, 자원 확보 등 경제적 편익 외에, 남북한 간의 정치적 긴장 해소, 경제개방 유도, 경제협력 활성화, 기술 및 인력 교류 확대, 남북 균형발전 등과 같은 통일 정책적 측면에서 공공의 편익 확대 기회로 활용될 수 있다.

이러한 이유로 90년대에는 남북 간의 정치, 사회적 교류 및 경제협력이 시작되었으며, 그중에서도 자원 교역 및 개발투자 확대를 위한 민간 및 공공부문에서의 노력이 컸다. 자원개발시 유발되는 연계 인프라 투자, 연관산업 진출 가능성, 투자규모 및 사업기간의 장대성, 그리고 사업 성공시 발생하는 막대한 경제적 파급효과 등을 생각하면 남북 모두에게 중요한 사업이었으나, 2010년 5.24조치 이후 자원교역 및 공동진출사업은 모두 중단된 상태이다.

5.24조치 이후 중국의 북한 자원개발 투자 진출, 그리고 러시아의 북한 인프라 투자확대에 따른 자원개발 사업 참여 등 최근 북한지역 자원개발 투자 환경은 큰 변화가 있었으며, 세계 경기침체에 따른 국제 자원가격의 하락 등 북한 자원개발에 영향을 미칠 수 있는 여건 변화도 있었다. 당연히 북한 경제 및 자원개발 여건 변화에 맞춘 진출 전략을 수립해야 한다.

북한 광물자원의 공동개발을 위한 최적의 대상 광산 선정과 남북 공동개발에 따른 긍정적 효과가 확인된다 하여도, 자원개발 측면에서는 리스크를 분산하는 것이 필요하다. 열악한 인프라로 인해 자원개발

〈표 5-4〉 북한 주요 광물자원 부존량 추정자료

광종	한국			북한	내수의 50% 북측 조달시 가용 연한
	보유규모 (억 달러)	내수규모 (억 달러)	자급률 (%)	보유규모 (억 달러)	
금	18	14.1	4	857	122년
아연	3	13.1	0	185	28년
철	7	231.6	1	8,775	76년
동	1	42.5	0	73	3년
몰리브덴	5	4.0	4	11	6년
마그네사이트	–	0.8	0	24,048	60,120년
인상흑연	2	0.2	0	30	300년
인회석	–	1.5	0	270	360년
총계	36	307.8		34,249	

* 주: 보유규모 및 내수규모는 2011년 수입단가 기준

자료: 지식경제부, 한국지질자원연구원, 광산물 수급 현황 2011, 2012. 6

자체보다 인프라 구축비용이 더 많이 소요될 수 있어, 인프라문제 역시 자원개발 의사결정의 주요항목이다. 북한 자원을 개발함에 있어 러시아나 중국과 인프라 구축을 연계하는 전략을 수립할 수도 있을 것이다.

마지막으로 동북아 평화협력구상, 유라시아이니셔티브 등과 한반도 신뢰프로세스를 연계하는 등 한반도 동북아 외교안보 정책과 남북자원협력 전략을 연계하는 것 역시 필요하다.

지속가능한 자원관리체계 구축

다른 재화와 달리 자원은 한정되어 있으며 채굴, 생산, 소비, 폐기에

이르는 전주기 동안에도 다른 자원을 소비하고 환경부담을 발생시킨다. 따라서 어떤 자원을 사용하는 것이 더 에너지 효율적인지, 환경부담이 적은지 알기 위해서는 전주기적 관점에서 접근해야 한다.

지속가능한 자원관리는 경제적으로는 효율성과 경제성장을, 환경적으로는 생태계유지 및 환경영향 저감을, 사회적으로는 세대 간, 지역 간의 공정성과 형평성, 안전성을 유지하는 것으로, 전주기적 사고로 통합적 관점에서 접근한다는 것이 특징이다. 따라서 지속가능한 자원관리는 자원순환뿐만 아니라 폐기물정책 등 환경관리전략, 산업 및 제품정책과 그 이외의 빈곤, 복지문제와 연계되어 있다.

우리나라의 자원순환산업은 폐제품 확보와 순환자원 판매에 있어 모두 불안정한 상태이며, 경제적 및 제도적 한계로 인해 큰 시장이 형성되어 있지 않다. 따라서 규제 정비와 시작확대를 위한 제도 마련이 필요하다.

재활용에 있어서 내구년수를 다한 폐제품은 일명 '도시광석'이라 부르는 원료가 되는데, 환경적 차원에서는 여전히 '폐기물'이다. 환경관리가 자원순환관리보다 더 우선시되어 폐제품을 재활용하는데 보관방법, 보관기한, 재활용의무 등 여러 가지 법적 재제를 받아, 재활용업체들은 제도적 한계에 부딪히기도 한다. 폐제품에서 유가금속을 추출하여 가치를 창출하기 위해서는 환경관리와 자원순환이 충돌하지 않도록 제도적으로 정비해주는 것이 필요하다.

또한 2차자원은 1차자원보다 품질이 낮을 것이라는 인식 때문에 회수된 자원의 판매처를 찾지 못하는 경우가 많다. 국가가 2차자원에 대한 품질을 인증해줄 수 있는 제도를 마련하는 등 안정적 수요처를 마련해주는 것이 필요하다. 자원순환업체에 자금 및 인력을 지원해주

는 정책들은 일시적인 것으로 자원순환업체의 자생력을 키워줄 수 없다. 이들에게는 자원순환 시장을 열어주는 제도 및 정책이 필요한 것이다.

지속가능한 자원 소비와 공급을 위해서는 본질적으로 수요행태 변화가 필요하다. 수요행태의 변화는 단기간에 이루어질 수 없다. 그래서 지속가능성, 자원순환 등의 개념을 정립해야 한다. 가장 앞서 실시하고 있는 국가인 독일에서는 어린이들을 대상으로 환경배낭의 개념에서 기초한 교육을 실시하는데, 본인의 제품 선택에 따라서 환경부담이 달라지는 것을 몸소 체험하여 제품소비와 환경부담을 연결하는 것을 체화시키고 있다. 장기적인 관점에서 교육과 홍보를 통해 소비자들이 자원을 절약하고, 자원순환 제품을 선호하도록 하는 것이 중요하다.

마지막으로 현재뿐만 아니라 미래의 기술 및 산업을 대비하기 위한 중요한 자원을 관리할 필요가 있다. 이러한 관점에서 유럽 및 미국 등지에서는 미래기술 전망에 따라 주기적으로 해당 광종을 선정하고 있다. 선정된 광종에 대해서는 매장량조사, 국제협력을 통한 확보전략 수립, 대체 및 재활용 기술 개발 등을 통해 중장기적으로 확보할 전략을 수립하고 있다. 우리나라와 같이 대부분을 해외에서 자원을 충당해야 하는 국가일수록 미래산업구조 및 공급리스크 등을 반영하여 국가적으로 필요한 자원을 선정하여 관리하는 체계를 마련할 필요가 있다.

자원빈국에서 벗어나자

우리나라와 같이 자원안보가 취약한 국가일 수로 자원안보와 해외

자원개발 전략은 일관성 있고 중장기적 관점에서 접근해야 한다. 그러나 최근 계속된 자원가격 하락과 정치적 이슈로 변해버린 해외자원개발 등 자원외교에 대한 부정적 시각으로 공기업, 민간기업, 대학, R&D 등 모든 자원개발 주체들이 극도로 위축되어 있다. 이러한 국내외 자원산업 분위기가 국가경제에 필수적인 자원 확보의 당위성과 필요성이 훼손되거나 해외자원 개발사업이 후퇴하는 일로까지 이어져서는 안 될 것이다.

자원빈국인 우리나라의 경우 에너지 수급 차원에서라도 해외자원 개발은 필수이다. 또한 자원개발서비스, 엔지니어링, 건설, 정유 등 주변산업에 미치는 파급효과도 감안해야 한다. 자생적인 순환체제를 가진 자원개발산업의 생태계가 조성될 때까지는 정부가 산업 재건과 육성을 도모하겠다는 정책 의지를 시장에 보여주고 10년 혹은 20년 후의 비전이나 방향성을 정부가 제시해 주는 것이 필요할 것이다. 자원개발, 자원안보산업이 국가산업, 국가안보에 얼마나 중요한지 체계적으로 연구해서 사회적 분위기를 확산시켜나가는 것 역시 필요하며, 이를 위한 준비를 지금부터 해나가야 할 것이다.

5 에너지전략

우리나라는 에너지 부존자원 규모에서 최빈국에 해당하지만 에너지 소비는 세계 8위의 고소비국이다. 수출주도형의 국가산업구조에서 에너지 고소비산업이 차지하는 비중도 매우 크다. 동시에 온실가스 배출은 세계 7위권으로 지구온난화 방지책임도 져야 한다.

2013년 우리나라 국가 에너지 수요는 1차 공급에너지 기준, 총 2억 8,030만 TOE (1차 공급에너지)로서 1983년 4,940만 TOE, 1993년 1억 2,690만 TOE, 2003년 2억 1,590만 TOE와 비교할 때 지속적으로 증가하고 있다.

에너지 공급에서 각 에너지원이 차지하는 비율은 2013년 기준으로 석유 38%, 석탄 29%, LNG 19%, 원자력 10%, 수력 0.6%, 신재생 3.2%이다. 화석연료가 총 에너지 공급의 약 86%를 차지한다.

다음의 표는 1983년부터 2013년까지 10년 단위로 에너지원의 비율을 정리한 것이다. 이 표에서 알 수 있듯이 석유의 비중은 줄고 있고, 석탄은 최근 다소 증가하고 있다. LNG의 경우는 지속적으로 증가

추세인데, 최근 낮은 예비율에 따른 전력공급의 애로로 LNG 발전설비가 급증하고 있기 때문이다. 원자력은 2003년까지 계속 증가하다가 2013년 약간 하락한 것을 볼 수 있다. 신재생에너지는 최근 들어 조금씩 증가하는 추세를 보이고 있다. 수력은 조금씩 감소하는 추세이다.

〈표 5-5〉 에너지원의 비율

(단위: %)

	1983	1993	2003	2013
석유	55.9	61.9	47.6	37.8
석탄	33.4	20.4	23.8	29.2
LNG	0	4.5	11.2	18.7
원자력	4.5	11.5	15.1	10.4
신재생에너지	4.8	0.6	1.5	3.2

부문별 소비비중의 변화를 보면 2013년 기준으로 산업분야 62.3%, 가정 및 상업분야 17.7%, 수송분야 17.8%, 및 공공분야 2.2%가 차지한다. 부분별 소비비중의 변화를 살펴보면 산업분야는 1993년 53.5%, 2003년 55.4%, 2013년 62.3%로 전력수요, 원료용 에너지, 도시가스 등의 수요 증가로 인해 지속 증가추세이고, 가정 및 상업분야는 1993년 24.1%, 2003년 21.3%, 2013년 17.8%로 지속 감소하고 있다. 수송분야는 1993년 20.4%, 2003년 21.1%, 2013년 17.8%로 최근 경기둔화로 소비가 정체되는 상황이다. 공공 및 기타분야는 1993년, 2003년, 2013년 모두 2.2%로 비중은 변화가 없으나 에너지 소비는 약간씩 줄어들고 있다.

한편 2012년의 국가 총 전력생산량은 530.6 TWh로 국가 총에너지

소비의 24.5%에 해당한다. 부문별 전력소비율은 산업 53.4%, 가정 상업 40.0%, 공공 6.1%, 수송 0.5%를 차지하고 있다. 총 발전량에 대한 에너지원별 공급비율은 석탄 39.1%, 천연가스 26.5%, 원자력 27.0%, 석유 2.8%, 수력 1.6%, 신재생 3.0% 이다. 선진국의 경우 전력소비량 증가율이 GDP성장률보다 낮았으나, 우리나라의 경우 2000년부터 2012년 사이 GDP성장률은 3.9%, 전력소비 증가율은 5.7%로 GDP 증가에 비해 높은 증가세를 보이고 있다. 현재 우리나라의 총 에너지 소비량은 세계 8위, 총 전기소비량은 세계 9위, 총 유류 및 석탄소비량 세계 10위, 이산화탄소배출량은 세계 7위에 해당한다.

에너지분야의 미래전망

우리나라의 총 에너지 소비는 과거 80년대에 연평균 8.5% 증가하였고 90년대에는 6.7%, 그리고 2000년대 3.1% 증가하였다. 즉 총 에너지소비의 증가율은 계속 감소하고 있는 상황이다. 현재 제2차 에너지기본계획에 의하면 2011년부터 2035년까지 총 에너지수요는 연평균 1.3% 증가할 것으로 예상한다. 이때 총 에너지 중 전력의 비중은 2011년의 19.0%에서 2035년의 27.6%로 증가될 것으로 예상된다. 또한 인구 일인당소비량은 2011년 5.5TOE에서 2035년 7.3TOE로 증가될 것으로 전망된다. 부문별로 볼 때 상업부문이 에너지수요 증가세를 주도할 것으로 보이는데 서비스업의 빠른 성장세가 예상되어, 35년까지 연평균 2.4%의 수요 증가가 예상된다. 산업부문의 경우 조립금속업의 빠른 성장에도 불구, 에너지다소비업종(1차철강, 석유화학, 비금속광물)의 성장둔화 전망으로 연평균 0.7% 증가가 예상되며 석유화학, 시

멘트업의 생산량 감소로 30년 이후에는 산업용 수요가 감소할 것으로 예상된다.

정부는 또한 최근 6월에 7차 전력수급기본계획을 발표한 바 있다. 이 계획에 따르면 2029년 대비 정격용량 기준으로 전원 구성 비율이 석탄(26.7%), 원전(23.7%), LNG(20.5%), 신재생(20.0%)의 순으로 예상되어 있고 피크기여도 반영 기준으로는 석탄(32.2%), 원전(28.5%), LNG(24.7%), 신재생(4.6%)일 것으로 예상된다. 따라서 원전, LNG 등 온실가스 배출량이 적은 전원의 비중이 증가하고, 석탄 발전설비의 비중은 감소할 전망이다. 이 계획에 따르면 2029년 기준 설비 예비율은 22% 수준에 달하게 된다.

현재 우리나라의 온실가스 배출 감축목표는 2030년까지 배출전망치BAU 대비 37% 감축이다. 이중 25.7%는 국내에서 나머지 11.3%는 해외에서 배출권을 사들이거나 개발도상국의 온실가스 감축 지원을 통한 예상 감축량이다.

장기적으로 보면 미래사회는 정보통신기술의 발전으로 에너지인터넷을 구축하여 에너지를 주고받으면서 사회적 이윤을 나눠가지는 공유경제사회가 형성될 것이다. 또 무선기기와 유선기기를 연계하는 통신기술과 사물인터넷 등의 발전으로 인간과 기계, 기계와 기계 등 연결범위가 확대되는 초연결사회로 전기에너지의 사용이 더욱 늘어나게 될 것이다. 따라서 에너지 사용의 효율을 극대화하면서 온실가스를 줄이고 지속가능성을 추구하는 것이 매우 중요하게 될 것이다. 이런 면에서 향후 에너지시스템은 현재의 화석연료 기반 중앙집중형에서 점차 청정에너지 기반의 분산형으로 옮겨갈 것으로 예상된다.

에너지의 위기와 우리의 대응

무엇보다도 우리나라는 매우 취약한 에너지안보 구조를 가지고 있다. 2012년 기준 우리나라의 에너지 해외의존도는 96.4%이다. 에너지 가격의 상승에 따라 최근 에너지 수입액도 큰 폭으로 증가해 2012년의 국가 총 에너지 수입액은 1,853억 달러에 달한다. 이는 전체 국가 수출액 중 선박(394억 달러), 자동차(422억 달러), 반도체(510억 달러) 수출 총액을 합한 것(1,326억 달러) 보다도 527억 달러나 더 많은 액수이다. 특히 원유수입의 중동의존도는 85.1%에 달해 취약한 에너지 안보를 드러낸다. 미상공회의소의 2015년도 보고서에 따르면 2010년대 세계 경제규모 25위권 내의 국가들 중 우리나라의 에너지 안보리스크 지수가 두번째로 취약한 것으로 나타난다.

두번째 문제점은 우리나라의 에너지 고소비다. 우리나라는 산업구조가 에너지 고소비업종의 비중이 매우 크고 에너지 사용대비 효율이 낮다. 과거 우리나라의 에너지정책 주요목적이 경제성장, 국민생활과 산업생산에 필요한 에너지를 안정적으로 저렴하게 공급하는 것이었기 때문에 현재도 다른 나라에 비해 에너지가격이 매우 싸다. 지난 2001년 이후 원유 가격은 5배 가까이 오른 반면 전기요금은 16퍼센트 올랐을 뿐이다. 산업용의 경우 2003~2010년 사이 미국, 이탈리아, 영국, 프랑스 등이 두세 배 올리는 동안 우리는 고작 14퍼센트 인상했다. 2011년 우리나라의 주택용 전기요금은 kWh당 0.083달러로 가장 비싼 독일의 0.325달러에 비해 1/4 수준에 불과하다. 산업용은 0.058달러로 0.169달러인 슬로바키아의 1/3 정도에 그친다. 우리나라의 전기요금은 주요국(미국, 영국, 프랑스, 독일, 이태리, 일본) 평균요금의 61%이고 1인당 전력소비량은 미국 다음으로 높다. 2012년 전력생산

총괄원가는 kWh 당 113.9원인데 평균판매단가는 kWh 당 100.7원으로 전기요금이 생산원가에 못 미치고 원가회수율이 88.4%였다. 이 때문에 전기과소비 문화가 생기고 전력소비 증가를 가져왔다. 이러한 수요관리 미흡 등으로 인해 결국 우리나라는 경제규모에 비해 상대적으로 큰 세계 8위의 에너지 고소비국이 되었다.

세번째는 에너지 과소비에 따른 온실가스 배출문제다. 현재 우리나라의 이산화탄소 배출량은 세계 7위에 달한다.

전력생산에서는 석탄 발전의 비중이 아직도 가장 크다. 최근에는 천연가스 발전 위주로 설비를 확충하고 있지만, 생산단가 비용 경쟁력에서 밀려 실제로는 발전에 투입되지 못하고 있는 상황이다. 에너지원별로 볼 때 온실가스의 배출량(kWh 당 그램)은 석탄의 경우 790~1,182, 석유 ~800, 천연가스 390~510, 바이오매스 15~101, 태양열 13~730, 풍력 7~124, 원자력 2~59, 수력 2~48 등으로 온실가스의 배출 감축을 위해서는 신재생과 원자력의 비중이 높아져야 함을 알 수 있다.

현재 신재생의 경우 전기생산의 간헐성으로 인해 설비용량은 증가했지만 실제 발전용량의 증가에는 크게 기여하지 못하고 있고, 신재생 에너지의 국내 보급 목표에도 미달하고 있다. 제3차 신재생에너지 기술개발 및 이용보급 기본계획에 따르면 당초 신재생에너지의 목표 공급비중은 2008년 2.58%, 2011년 3.24%로 잡혀 있으나 실제로는 2.43%, 2.75%로 나타나 목표와의 차이가 점점 확대되고 있어 향후 목표달성 가능성에 의문이 제기된다. 태양광은 목표를 초과달성하였으나 풍력과 조력은 목표에 크게 미달하고 있다. 2009년 기준 우리나라 신재생발전은 주로 폐기물 소각(74.7%)을 통해 이루어지고 있다. 그뒤를 수력(10%), 바이오(9.6%), 풍력(2.4%), 태양광(2.0%)이 차지하고 있어

풍력과 태양광 비율이 매우 낮음을 알 수 있다.

원자력의 경우에는 원전의 추가 건설이 점점 어려워지고 있다는 것도 문제로 지적된다. 이는 안전성에 대한 국민들의 우려와 더불어 사용후핵연료의 관리 및 처분에 대한 어려움으로 인해 국민 수용성이 낮아지면서 추가 부지 확보가 어렵다는 것에 기인한다.

전반적으로 에너지를 소비하는 건물이나 산업계의 에너지소비효율이 낮은 것도 문제점으로 지적된다. 국민의 개인소득 증가에 따른 자동차 보급의 지속적인 확대와 중대형 차량의 소비가 계속 늘고 있음에 따라 수송부문에서의 에너지효율도 낮은 상태이다.

국민들의 환경문제에 대한 관심과 인체에 미치는 영향에 대한 우려가 증가하고 지역이기주의가 연계되어, 에너지시설 및 발전, 송배전 설비의 설치가 점점 더 어려워지고 있다는 것도 주목할 사안이다. 2000년 이후에 전력수요는 2배, 발전용량은 1.6배가 늘었는데 송전선은 1.2배 증가에 그쳤다. 이는 송전탑 부지를 확보하지 못한데다, 적자누적으로 재원조달에 어려움이 있고, 발전소 건설과 송전설비 확충간의 연계가 미흡하기 때문인데, 이러한 상황이 지속되면 발전설비가 충분해도 송전제약으로 인해 정전이 발생할 수 있다.

미래를 위해서는 에너지수요가 계속 늘어나는 상황에 대비해 대체에너지, 친환경에너지 사용과 함께 에너지 사용을 최소화하고 온실가스를 줄이면서 지속가능성을 생각해야 한다. 동시에 안정적인 에너지 공급을 위한 에너지 안보 확보가 국가적으로 더욱 중요시될 것이다. 따라서 우리는 에너지분야 미래전략을 만들면서 에너지 절약과 적극적인 수요 관리, 중앙집중식 발전과 다양한 에너지원을 이용한 분산형 발전의 조화 등 에너지안보와 기후변화 대응을 주요목표로 삼아야

한다.

에너지분야 미래전략

국가의 지속적인 발전과 환경에 대한 높아진 국민의식, 그리고 환경파괴적인 대규모 발전설비에 대한 거부감으로 인해 안전하고 지속적인 에너지 공급체계에 대한 관심과 필요성이 증가하고 있다. 이러한 상황에서 에너지 과소비국인 우리나라가 지속적인 에너지 절약을 위해 에너지 수요관리체제를 갖추면서 동시에 지속가능한 에너지안보를 확립해야 한다. 더불어 국가 위상에 걸맞은 온실가스 감축을 통한 기후변화 대응에 적극 참여해 국제사회에 기여해야 한다.

미래 국가 에너지 시스템의 목표를 달성하기 위해 단기적으로는 에너지 소비 절감과 수요관리, 온실가스 배출 저감을 고려한 전력생산과 에너지안보전략을 추구하고 중장기적으로는 에너지시스템의 변화를 통해 미래형 에너지사회를 구축하는 전략이 필요하다.

에너지 소비 절감

과거 우리나라는 GDP 증가에 비해 높은 전력소비 증가율을 유지해 왔는데 2011년 9월 순환단전 이후 강제 수요관리, 전기요금 상승, 날씨 등의 영향으로 전력소비 증가율이 과거에 비해 낮게 나타나고 있다. 이는 장기적으로 에너지절약 문화를 자리잡게 하는 국가적 기회이다. 전기요금을 원가회수를 넘어 이윤을 포함하여 부과하는 것은 절전과 전기소비 효율화로 이어져서 2035년에는 약 7GW 이상의 수요를 줄이는 효과가 있을 것으로 예상된다.

에너지 소비 설비의 에너지 사용효율을 높이는 것도 중요하다. 현재 에너지를 많이 소비하는 대표적인 설비로 조명설비와 냉방기기를 들 수 있는데 조명의 경우 현재 우리나라 전력 사용량의 약 17%를 차지하는 것으로 나타나며 만일 전체 조명설비의 90%를 에너지 사용효율이 좋은 LED조명으로 대체하면 2035년에는 약 6GW 정도의 전력수요 절감효과를 기대할 수 있다. 냉방기기의 경우 향후 열구동 냉방시스템이 개발되면 2035년에 이르기 전에 2GW 이상의 하절기 피크전력을 줄일 수 있을 것으로 전망된다.

전동기는 국가전력의 60% 이상을 소비하는 에너지 다소비기기로 향후 전동기기술의 고효율화를 통해 에너지 절감을 추구해야 한다. 국가적 차원에서 보면 산업계의 에너지소비가 가장 크다는 점을 감안하여 산업군별 공정단위의 에너지 사용량을 줄이기 위한 빅데이터 분석, 정보통신기술을 활용해 에너지 다소비 설비의 운용 최적화와 효율 향상을 꾀하는 솔루션 개발이 이루어져야 한다.

온실가스배출 감축을 위한 전력생산

우리나라의 에너지 생산에서 화석연료가 차지하는 비중은 85%가 넘는다. 전력생산에서는 68.4%를 차지한다. 전기에너지를 공급하는 면에서 중요한 것은 그리드의 부하 관리인데 전력망의 안정성 및 생산된 전기의 품질 유지와 전기생산의 경제성을 위해 기저부하, 중간부하, 첨두부하를 담당하는 별도의 에너지원들이 사용되고 있다. 일반적으로 기저부하는 원자력이나 석탄과 같이 공급원이 안정적이며 경제성이 좋은 에너지원이 사용된다. 신재생에너지는 전기 생산량을 미리 예측하기 어렵고 생산이 간헐적이기 때문에 주로 중간부하를 담당한다. 기

후변화 대응을 위해 화석연료의 사용을 줄여야 한다는 당위성이 존재하지만 현재 당장 화석연료에 대한 의존을 완전히 배제하기는 어렵다. 그러나 대부분의 석탄화력 설비는 오래된 발전소이기에 설비개선 또는 대체가 시급하다. 이를 위해 발전소의 효율증가를 위한 기술이 속히 접목되어야 한다. 이와 함께 CO_2 포집소재 및 공정기술, CO_2 지중저장기술, 포집된 CO_2를 활용하는 기술들을 적극적으로 개발하고 상용화를 추진하여야 할 것이다.

장기적으로는 온실가스 감축목표달성을 위해서 온실가스를 직접적으로 배출하지 않는 전력원의 사용이 늘어나야만 한다. 즉 원자력과 신재생의 비중을 늘려나가야 한다. 원자력은 현재까지 엄청난 국가예산을 투입하여 기술자립을 이룬 분야이며 대체에너지가 상용화되기 까지 온실가스 배출을 줄이면서 에너지안보를 확보할 수 있는 효과적인 방법이다. 신재생은 미래기술로 지속발전할 수 있는 가능성이 매우 크고, 분산형 전원으로 효과적으로 전력을 공급할 수 있는 장점이 있다.

그러나 원자력은 확실한 안전성을 담보로 국민수용성을 개선해야 한다. 신재생은 현재 전력공급의 안정성이 미흡하고 일부 부지 확보의 문제도 존재하며 에너지 생산의 간헐성을 극복하기 위한 에너지 저장기술 또는 백업기술이 필요하다. 이 경우 풍력, 태양광과 같은 신재생에너지는 용량 대비 실제 약 20%를 생산하므로 저장 또는 백업이 약 80%를 생산해야 한다. 결과적으로 현재의 전력시스템 내에서 신재생에너지가 대형발전기를 대체하기는 어렵고 분산형 발전원으로 활용하는 것이 적합하다. 단기적으로 우리나라의 전력생산은 에너지안보, 온실가스 감축, 경제성 간에 균형을 맞춘 화석연료와 원자력, 신재생의

상호보완적 운영에 근거할 전망이다. 향후 원자력과 신재생의 공생에 의한 전력생산 전략을 추구할 수 있을 것이다.

연료전지에 의한 전력생산도 꾸준히 증가하는 추세인데, 현재 경제성 확보의 어려움과 풍력, 태양광, 2차전지 등의 부상에 밀려 아직까지 대규모로 사용되고 있지는 않으나 향후 자동차용과 분산발전용의 수요가 커지면 연료전지 수요가 늘어날 것으로 예상된다. 지금까지의 연료전지 개발이 순수한 수소에너지의 전환에 집중하는 것이었다면, 향후 연료전지 개발은 연료로부터 수소를 추출하는 수소 인프라 구축을 지원하는 것이어야 한다. 이와 관련하여 원자력시스템을 이용한 수소생산 기술, 석탄가스화 연료전지 복합발전Integrated Gasification Fuel Cell Combined Cycle, IGFC이 고려될 수 있다. 특히 IGFC 기술은 열효율이 높을 뿐 아니라 CCSCarbon Capture&Storage기술을 접목할 경우 석탄을 활용한 고효율 청정 복합발전을 실현할 수 있어서 기력발전을 대체할 수 있는 가장 확실한 발전 방식으로 주목받고 있다.

전력의 공급과 수요를 조절하는 에너지시스템

국가 전력사용의 효율을 극대화시키기 위해서는 전력의 공급과 수요를 지능적으로 조절하는 에너지시스템으로의 변화가 필요하다. 이를 위해 스마트그리드가 현실화되어야 한다. 현재의 전력망은 발전소에서 생산된 전기가 공급자에서 소비자로 한 방향으로만 흐르는 시스템이지만 스마트그리드를 사용하게 되면 대규모 발전소 및 여러 작은 규모의 분산된 발전설비들과 전기저장설비들이 연결되고, 공급자와 소비자 간의 정보교환을 통해 전기가 효율적으로 활용될 것이다. 이러한 스마트그리드가 구축되면 전력수요의 분산 및 제어가 가능해지

고 전력 절감을 이룰 수 있으며, 첨두전력 부하를 낮출 수 있다. 더 나아가 마이크로그리드의 구축이 가능해지면서 수요자 근접형 발전기술의 적용이 가능해져 미래형 발전시스템의 구축을 통한 전력시스템의 혁신을 이룰 수 있다.

또 정보통신기술을 기반으로 스마트그리드와 연계하는 에너지 관리시스템EMS을 도입하여 에너지효율 증진을 꾀할 수 있다. 에너지 관리시스템은 건물, 공장, 가정에너지 관리시스템을 포함하는데 이러한 시스템은 건물 또는 가정 내의 에너지 사용기기(조명, 냉난방설비, 환기설비, 가스, 급탕 등)에 센서와 계측장비를 설치하고 통신망으로 연계하여 에너지원별 사용량을 실시간으로 모니터링하고 분석하면서 실내환경의 쾌적도를 유지함과 동시에 에너지를 효율적으로 관리하도록 자동제어하는 것이다. 특히 국가 전력사용량의 52.3%를 차지하는 산업계에 이 기술이 적용되면 공장에서의 에너지 사용에 대한 분석 및 평가가 자동으로 이루어지면서 산업설비와 공정의 에너지효율을 높아지고 개방형 에너지 관리기술을 통한 공장 부하관리가 가능해진다. 또 공장 내 및 공장 간의 에너지 교환으로 산업단지 에너지 관리의 최적화가 이루어 질 수 있고, 전력수요 관리시장에의 참여로 수익도 창출할 수 있다.

신재생에너지 보급의 확산으로 분산형 공급체계가 증가하게 되면 마이크로그리드에 대한 수요도 증가할 것이다. 에너지 자립섬인 가파도에서는 마이크로그리드가 운영되고 있으며, 한전은 여러 도서지역에서의 상업운전 실적을 바탕으로 북미지역 마이크로그리드 시장에 진출하고 있다. 향후 선로 감시 및 상태 추정, 전압 보상 등 선진국 적용형 고급 기능을 추가한 능동 배전망 관리시스템Distribution Management

System, DMS에 빅데이터 분석, AMIAdvanced Metering Infrastructure 등이 연계되면 다양한 부가서비스를 창출할 수 있을 것이다.

스마트그리드와 마이크로 그리드의 활용과 더불어 필요한 것은 전력저장시스템 기술개발이다. 전력저장은 저비용으로 생산된 전력을 시스템에 저장했다가 전력이 부족하거나 전력의 품질이 불안정한 경우 전력 계통에 공급하여 전력사용의 저비용/고효율/안정화를 증진시키는 기술로, 전력사용량의 증가와 신재생에너지 보급에 따른 전력불안정 문제를 해결하기 위해 향후 10년간 관련시장이 세계적으로 연평균 37% 성장할 것으로 예측된다. 이와 관련하여 고효율 에너지 변환 및 저장기술도 개발되고 있는데, 열에너지 저장기술과 이차전지기술이 이에 포함된다. 열에너지 저장은 상업용 건물의 냉각기능을 제고하는데 있어 매우 효과적으로 사용될 수 있는 기술이다.

에너지 네가와트 시스템의 활성화도 적극 추진할 수 있는 중요한 전략이다. 네가와트란 발전량을 늘리지 않고도 절전이나 에너지 효율 향상 등을 통해 얻어지는 잉여에너지를 의미한다. 에너지 네가와트 시스템이란 이러한 잉여에너지를 공급자원과 대등하게 거래하는 것에 기반하여 전력, 열 수요관리시장 구축과 지역 내 열에너지 수요자원의 클러스터링 및 네트워킹을 하는 것이다. 현재 국내에도 2014년 11월 25일부로 네가와트 시장(소비자들이 아낀 전력을 되팔 수 있는 전력거래시장)이 개설된 바 있다.

수송시스템 혁신

향후 국가 에너지 미래목표를 달성하기 위해서는 수송부문에서 에너지 사용의 변화가 필수적이다. 즉 온실가스 감축 및 대기 환경 보존

을 위해 현재의 화석연료를 기반으로 한 내연기관 자동차들을 전기자동차 또는 연료전지 자동차로 대체하는 것이 필요하다. 현재는 연료전지보다 이온전지를 이용한 전기자동차가 대세를 이루고 있는데, 고객요구를 만족시키기 위해서는 내연기관 자동차 수준의 장거리 주행성능을 제공할 수 있는 차세대 고출력밀도, 고에너지밀도, 장기 내구성, 고안전성 전지시스템의 개발을 필요하다. 또한 전기자동차의 충전을 위한 인프라가 구축 되어야 하는데, 향후 신재생에너지 기반 또는 원자력발전에 의한 충전인프라 요소 및 무선전력에 의한 최적 충전기술이 이를 뒷받침할 수 있을 것이다. 향후 경제성과 기술의 혁신이 이루어지면 연료전지 기반의 자동차 상용화도 가능할 것이다

융복합 비즈니스 기반의 기술혁신

향후 미래사회에서는 타산업의 혁신기술을 에너지산업에 접목하여 에너지의 공급과 전달 및 수요를 결합하고, 에너지 사용의 효율을 향상시키면서, 비용을 저감하고, 사용자의 편의성을 만족시키는 시장으로의 변혁 및 신시장 개척이 이루어질 것이다. 따라서 이러한 미래 동향을 따르는 비즈니스모델의 창출이 필요하다.

에너지안보

현재 우리나라는 해외로부터의 에너지 수입의 비중이 매우 높아 자원 민족주의 확산 및 자원보유국의 불확실성이 증대되는 상황이다. 장기적이면서도 안정적인 국가의 에너지원을 확보하기 위한 대책이 필요하고, 국가 에너지안보를 위한 다양한 국제협력도 필요하다. 미래 지향적인 관점에서는 남북한과 러시아를 연결하는 천연가스 도입, 북한

과 중국을 연결하는 동북아 전력그리드 시스템 구축, 북한 에너지 시스템 개발 참여 등이 적극적으로 고려될 수 있을 것이다. 또, 원자력발전의 비중이 큼에도 불구하고 자력으로 우라늄 공급과 농축을 할 수 없기 때문에 핵연료를 장기적, 안정적으로 공급할 수 있기 위한 전략도 세워야 한다.

에너지에 대한 이해가 필요하다

국가적 차원의 미래 에너지전략의 주요골자는 수요추종 방식의 에너지 정책에서 수요관리 중심으로의 전환, 에너지 공급기반 확충, 분산형 발전 시스템 구축, 계통의 안전성 도모, 집중식 발전시설과 분산형 발전의 균형을 통한 에너지 공급, 에너지산업 국제경쟁력 제고, 기후변화 대응 등이다. 그러나 현실적으로 에너지믹스에 대한 국가정책은 부존자원 상태, 국가가 처한 지정학적 상황, 에너지안보 환경, 국민들의 인식수준에 따른 사회적 수용성과 정치적 상황논리에 따라 영향을 받는다. 이 말은 우리 국민들의 정치사회적 인식의 수준과 상황에 따라 에너지전략과 정책에 상당한 변화가 올 수 있다는 것이다. 에너지전략과 정책의 기본은 결국 국민들의 에너지에 대한 이해와 인식의 수준을 높여나가는 것에서 찾을 수 있다.