

WEC 에너지 시나리오 2050

- 지속가능발전을 위한 정책옵션 제시 목적 -

WEC는 지금까지 세계적으로 발표된 수많은 장기에너지시나리오와는 전혀 개념이 다른 정책 지향적 에너지시나리오를 개발하여 정책 결정자, 정치인, 언론, 소비자 등 에너지관련 모든 이해당사자들에게 에너지정책이 어떤 길로 가야할 것인지에 대한 분명한 메시지를 던지 고자이 프로젝트에 착수했다. WEC가 2005-07 기간 의욕적으로 추진하고 있는 이 프로젝트 의 구상방향과 현재까지의 연구 성과를 소개

1. 새로운 개념의 시나리오

WEC의 新시나리오 개발은 향후 에너지수급이 어떻게 될 것이라는 단순한 수량적 전망이 아니라 현실적으로 일어날 수 있는 상황을 적시하고 적극적인 정책옵션을 제시하는데 목적이 있다.

현재 세계적으로 에너지부문에서는 협조적인 정책적 전략적 조치가 없고, 지난 30년간 지속되어 온 에너지소비 증가를 감소가 앞으로도 계속될 것이라는 전제조건에서 이 프로젝트는 출발한다.

이 조건은 19세기 중반부터 73년 제1차 오일 쇼크 때까지 보여주었던 가속적인 에너지소비증가율의 대반전을 의미하는 것으로 기존에 발표된 여러 시나리오와는 완전히 다른 것이다.

이 연구에서 제시하고자 하는 '정책시나리오' (policy scenarios)는 인구증가율, 에너지서비스의 분류방식(정지용, 수송용, 전력용), 기존 에너지인프라의 경제수명까지 최대한 이용, GHG

배출감축 노력, 에너지절약 노력, 도시화의 지속, 최소한 향후 50년까지는 에너지공급의 물리적 부족은 없고, 에너지부문의 기본모습을 바꿀 파국적인 상황도 없다는 공동의 가정 하에서 시작한다.

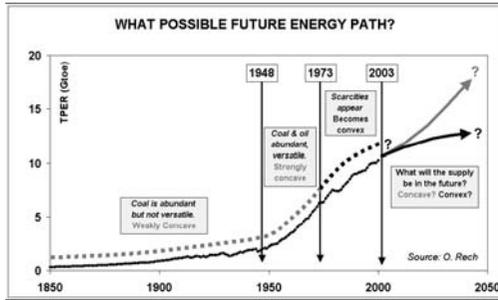
2. 배경—'convex'형 에너지 세계

90년대 WEC의 시나리오 연구에서 연간 에너지소비 증가율은 시간이 흐르면서 높아져 최소한 2050년까지는 그럴 것으로 나타났으며, 결국 1차에너지총소요량(TPER)에 대한 'concave'형 궤적을 만들었다. 그러나 2004년 연구를 통해 세계에너지소비의 전개상황이 73년을 전환점으로 변했다는 것을 알게 되었다. 산업혁명 초기부터 제2차 세계대전까지는 약한 'concave' 형태를 보여주다가 2차대전 말부터는 황금기였던 50-60년대의 급속한 성장으로 73년 제1차 오일쇼크까지는 보다 확실한 'concave' 형태를 띠게 되었다. 이 당시 세계에너지소비는 구매력지수로 표시한 세계전체 GDP와 비례하였으며, 에너지소비증가는 GDP의 급속한 성장을 그대로 반영했다.

그동안 석탄보다 훨씬 싸고 석탄소비를 대신하여 증가했던 석유가 73년부터는 가장 비싼 에너지가 되어 '한계' (marginal) 연료가 되었다. 그리고 GDP와 에너지수요 간의 비례성이 분리되고, GDP 증가도 낮아지기 시작하였다. 세계

GDP 성장의 감소와 동시에 에너지원단위 감소는 이전의 'concave' 궤적이 'convex' 궤적의 형태로 변화된 이유를 설명해준다.

미래의 예상 가능한 에너지 경로는?



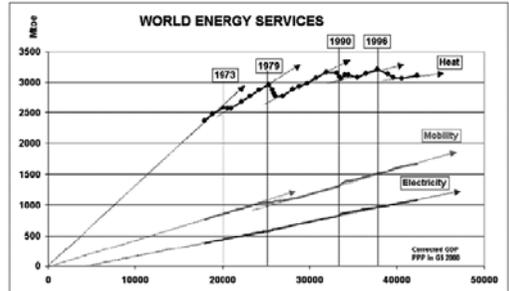
그러면 미래의 TPER 궤적이 73년 이전의 'concave' 형태로 되돌아갈 것인가, 아니면 'convex' 형태를 계속 유지할 것인가? 이 의문을 좀더 자세히 조사하기 위해서는 앞에서 언급한 에너지수요의 두 가지 변동요인(drivers) 즉, 에너지원단위와 경제성장에 대해 좀더 자세히 검토할 필요가 있다.

2.1 에너지원단위

세계의 에너지원단위는 73년 오일쇼크까지는 1.0 수준에서 거의 일정했지만, 그 이후 변화했다. 2003년에는 0.7로 감소했다. 에너지수요를 다음 3가지의 에너지서비스 형태에 따라 분류해서 보면 보다 쉽게 이해된다.

- 열이용 : 화석연료의 정치식(stationary) 최종 이용 부문으로서 건물난방(주거, 상업 및 산업), 산업공정 및 비에너지 이용 부문
- 수송용 : 수송을 위한 액체연료(석유 및 합성연료) 이용 부문
- 전력용 : 발전용 에너지이용 전부문(자체사용 및 손실 포함)

이용 부문별 세계에너지서비스

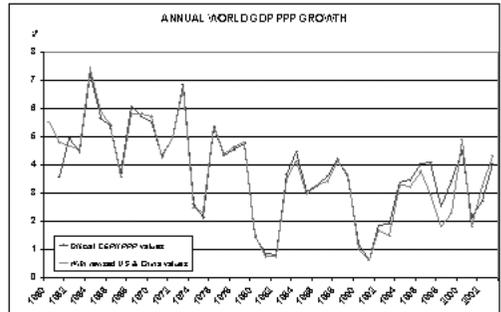


위의 그림을 보면 에너지원단위 감소의 거의 전부가 화석연료의 정치식 열이용 부문에서 발생했는데, 그 이유는 수송용이나 전력용의 경우 최종 이용자 가격에서 1차 연료의 비중이 극히 일부밖에 되지 않기 때문이다. 하지만 정치식 열이용의 경우 에너지수요가 가격급등에 정확히 반응했다.

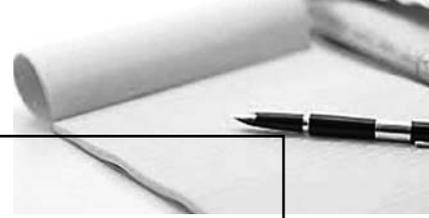
2.2 경제성장

역사적 사실은 세계 경제성장은 일정하게 계속된 것이 아니라 상당한 경기변동은 있었다. 하지만, 60년대 이후로 성장률은 하락하는 추세이다.

세계 연간 GDP 성장률



GDP 성장률 하락은 특히, 중국 등 개도국의 급속한 경제성장을 멈추게 할 수 있다. 최근 세계 GDP 성장률은 2003-04 2년간 성장했다가 2005년에는 다시 감소하는 현상을 보였다. 완전히 감소추세로 돌아선 것으로 판단하기는 선부



르지만, 현 단계에서 과거의 GDP 성장 실적을 그대로 투입해볼 경우 지금부터 2050년까지의 연평균 GDP 성장률은 1.5% 이하가 될 것이다.

역사적 증거는 'GDP가 높아질수록 에너지소비비는 더욱 증가한다'는 점을 확인해줌과 동시에 "GDP-에너지"의 관계는 상호 영향을 미친다는 것을 암시해준다. 즉, GDP 성장이 에너지수요의 핵심요인이면서, 이 두 가지 변수는 상호 영향을 미친다. 따라서 에너지란 GDP에서 차지하는 단순 수치에 비해 GDP의 변동에 훨씬 더 큰 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

현재 발표된 어떠한 시나리오도 GDP 성장이 외생변수가 아니라고 주장하는 경우는 없다. 따라서 에너지 불균형이 위협하지 않는다면 GDP가 통제변수(command variable)로 선택될 수는 없다.

예상 가능한 미래 경제성장 코스를 분석하는데 다음의 두 가지 요소가 추가 검토될 수 있다.

2.3 인구증가 추세

출산을 추세나 연간 인구증가를 가장 간단한 방식으로 통계적으로 외삽해 보면, 세계 인구는 2040-50년경 80억 수준에서 피크에 도달할 것이다. 여기에는 인구노령화, 퇴직자 증가에 따른 재정부담 증가, 전반적인 경제 활력의 감소 등도 포함하고 있다. 다른 요인에 변화가 없을 경우 현재의 연간 인구증가를 1-1.5%가 2040-50년에 0%로 감소한다는 것은 경제성장률도 비슷하게 감소한다는 것을 의미한다. 이러한 하락 추세에다가 퇴직인구의 증가로 인한 노동력의 감소를 더하게 되면, 급세기 중반 세계 GDP 잠재성장률은 현재의 3%에서 2%p 하락하여 1%가 될 것이다.

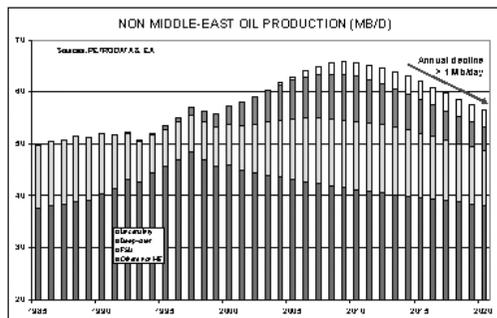
2.4 에너지공급 제약 요인

첫 번째의 명백한 제약요인은 다른 지역의 석

유생산이 피크에 오를 경우 OPEC 중동국가에서도 석유부족을 채울 능력이 없다는 사실이다. 미국의 석유생산 역사를 보면 1970년 피크에 올랐으며, 최근의 기술개발 영향을 무시할 경우 그 규모가 30년 평균 유전발견 수준과 비슷하다.

구소련지역의 서방신기술 도입과 심해유전 생산 증가로 석유생산이 가능해졌지만, 지속기간은 길지 않아 2010년경이면 피크에 도달할 가능성이 있다. 매장량은 커질 수 있지만 중동지역 유전들은 사용연한이 이미 50년을 넘었으며, 2004-05 기간의 경험으로 볼 때 신속한 증산이 어렵다.

비중동지역의 석유생산



두 번째의 중요한 제약요인은 2030년까지는 증산이 계속될 세계 천연가스공급의 부족이다. 천연가스 매장량의 겨우 9%를 차지하는 OECD 국가가 세계 생산량의 42%를 차지하는데, 이들 국가의 생산량이 감소하기 시작했다는 것은 놀라운 사실이 아니다. 천연가스생산 감소와 가스전 발견의 패턴도 석유를 닮고 있다. 그러나 가스매장지의 고갈속도가 빨라 매장발견과 생산의 시간차가 20년으로 짧다.

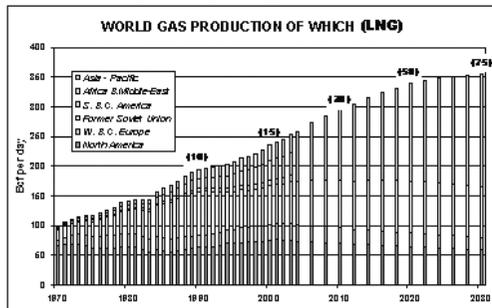
미국의 석유생산 피크시기(1970)가 세계 석유생산의 피크시점(2010)과 다르듯이 OECD 국가의 천연가스생산 피크시점도 세계 전체의 그것과는 다르다. 대규모 가스매장이 중동(세계의 41%)과 구소련(32%)에 있지만, 원격지에 위치하고

WEC 에너지 시나리오 2050

제약요인이 많다. 중동의 경우 호르무즈 해협을 통과해야 하며, 구소련지역의 경우 러시아 대형 가스전의 60G(m³/y) 감소에 대한 대책이 이루어져야 한다. LNG는 2000년에서 2030년간 5배가 증가할 것으로 보여 매장량이 문제가 될 것이다. 수십년간의 신규 매장량 발견 부족과 회수율(통상 70% 수준) 개선의 한계는 전통적인 가스생산의 피크시점이 이 연구의 시계인 2050년 이내에 있음을 암시한다.

비전통적인 가스(탄층가스 또는 tight gas reservoirs)도 역시 제한되어 있다. 추가 세계매장량의 20% 정도, 현재 하이드레이트의 개발 전망이 현실적이지 못하기 때문에 천연가스의 매장량에 대한 분석은 잘 되었다는 것과 천연가스 생산의 피크시점이 2030년이라는 두 가지 전제는 상당히 설득력 있는 것으로 보인다.

세계의 가스 생산량



3. “convex”형 기준시나리오의 평가

3.1 기준시나리오의 가정

위에서 설명한 ‘convex’형 TPER의 기준케이스(reference case)에서 가정하고 있는 핵심 사항을 정리하면 다음과 같다.

- 2010년경 석유공급, 2030년경 가스공급에 제약 발생, 여전히 저가 신재생에너지 공

급은 한계, 따라서 에너지가격은 상승한다.

- 수용성 확보 특히, 효율향상, 석탄의 오염배출 “제로”기술, 원자력 및 비경제적 신재생 에너지의 이용을 통한 대기 GHG 농도의 안정화를 위해서는 GDP의 1%에 해당하는 추가비용이 필요하다.
- 2040~50년경 세계 인구는 80억으로 피크에 도달하며, 여기에는 인구의 노령화 및 은퇴자에 대한 재정부담 가중도 포함되어 있다.
- GDP 성장이 에너지가격에 점차 밀접하게 연계되고 다수가 생각하는 만큼 성장률이 높지 않을 것이다.

3.2 기준시나리오의 평가기준

미래의 TPER를 가정할 때 ‘concave’와 ‘convex’ 형태 어느 쪽이 될 것이냐 묻는다면 물론 두 가지 모두 가능하다. 그러나 현실적으로 ‘convex’ 형태가 가능성이 훨씬 높아 기준시나리오, BAU시나리오 또는 “그런대로 괜찮은”(muddling through) 시나리오로 고려되고 있다.

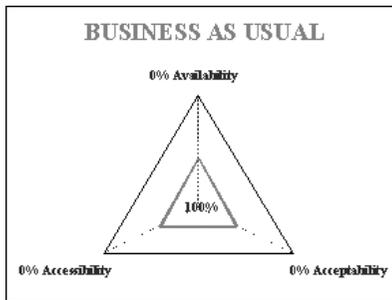
WEC는 2000년 에너지의 지속가능한 발전을 위한 필수요소로 에너지에 대한 접근성(Accessibility) 이용성(Availability) 수용성(Acceptability) 확보를 3대 목표(3A)로 제시한 바 있다.

- 접근성 : 모든 사람이 현대적 에너지서비스에 접근 가능토록 함
- 이용성 : 에너지공급의 신뢰성 및 안정성을 확보하는 것
- 수용성 : 미래의 복지를 저해시키는 환경 손상을 피하는 것

WEC는 2004년 ‘Drivers of the Energy Scene’ 연구를 통하여 기존의 에너지시나리오들이 가정하고 있는 다양한 변수들에 상당한 문제

점이 있음을 제기하였으며, 동시에 기존의 정책으로는 에너지부문의 3대 목표 달성이 불가능하다는 것을 권고하였다.

2004년 보고서의 '기준시나리오' (reference scenario)를 바탕으로 다양한 '정책시나리오' (policy scenarios)를 개발하고, 위에 제시한 3A를 평가기준으로 각 '정책시나리오'의 현실적 타당성을 평가 검토하고자 한다.



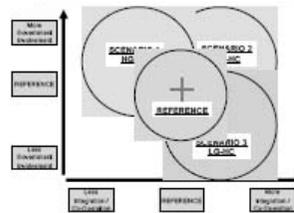
5. 예상 가능한 정책시나리오 형태

기준시나리오는 과거 추세에 연속을 의미한다. 따라서 세계는 시장원리와 자유무역에 어느 정도 계속 의존할 수밖에 없다. 다수의 선진국은 마지못해 구조개혁을 추진하고 실업률을 증가시키고 경제의 역동성을 제한하는 복지정책을 지속한다. 그리고 개도국은 남녀평등, 교육, 통신, 전기, 물, 건강, 도로 등에 대한 평등정책의 부족으로 경제성장의 한계를 경험할 수밖에 없다. 사회적 단결과 기업가정신의 부족은 에너지위기가 경제침체와 같은 외부적 충격에 적절한 대응을 못하게 만들 것이다.

이 같은 다양한 문제를 해결하여 에너지의 지속가능한 발전을 위해서는 수동적인(reactive) 정책이 아니라 적극적인(proactive) 정책과 전략적 선택이 필요하게 된다. 이것을 제시하는 것이 이 프로젝트의 최우선 목적이다.

그러나 이 프로젝트는 시작단계에 있어 개발할 '정책시나리오'의 정의, 명칭, 개수 등 결정된 것은 아직 아무것도 없다. 하지만, 정부개입의 정도와 국제협력의 수준에 따라 세 가지 정도의 정책시나리오를 예상하고 있다.

(예상 가능한 정책시나리오)



- 정책시나리오 1 : 에너지 안보가 정책의 최우선순위 high govt intervention & low cooperation
- 정책시나리오 2 : 정부간 협력강화로 인권문제 및 빈곤타파를 추구 high govt intervention & high cooperation
- 정책시나리오 3 : 경제개발이 정책의 최우선순위 low govt intervention & high cooperation

WEC는 적극적인 '정책시나리오'를 개발하는 과정에서 시나리오가 정치적으로도 현실성이 있어야지 이상적인 것을 추구하지 않기로 방침을 정했다. 그리고 유럽, 아프리카, 아시아, 남북미 등 5개 지역의 지역별 시나리오를 먼저 개발하고 어렵지만 이것을 바탕으로 글로벌 시나리오를 개발할 계획이다.

2005년부터 시작된 이 프로젝트는 2006년 지역별 국가별 피드백을 거쳐 2007년 로마총회에서 글로벌 보고서가 발표된다. 이 연구의 가장 중요한 목적은 이해당사자들에게 에너지부문의 지속가능한 발전을 위해 나아갈 방향타를 제시하여 WEC의 국제적 위상을 높이는데 있다.