

(개요)

# 아시아/세계 에너지 전망 2014

- 중국·인도의 저성장 시나리오 및 기후변화 문제 분석 -

(Translated by Hwang In-Ha)

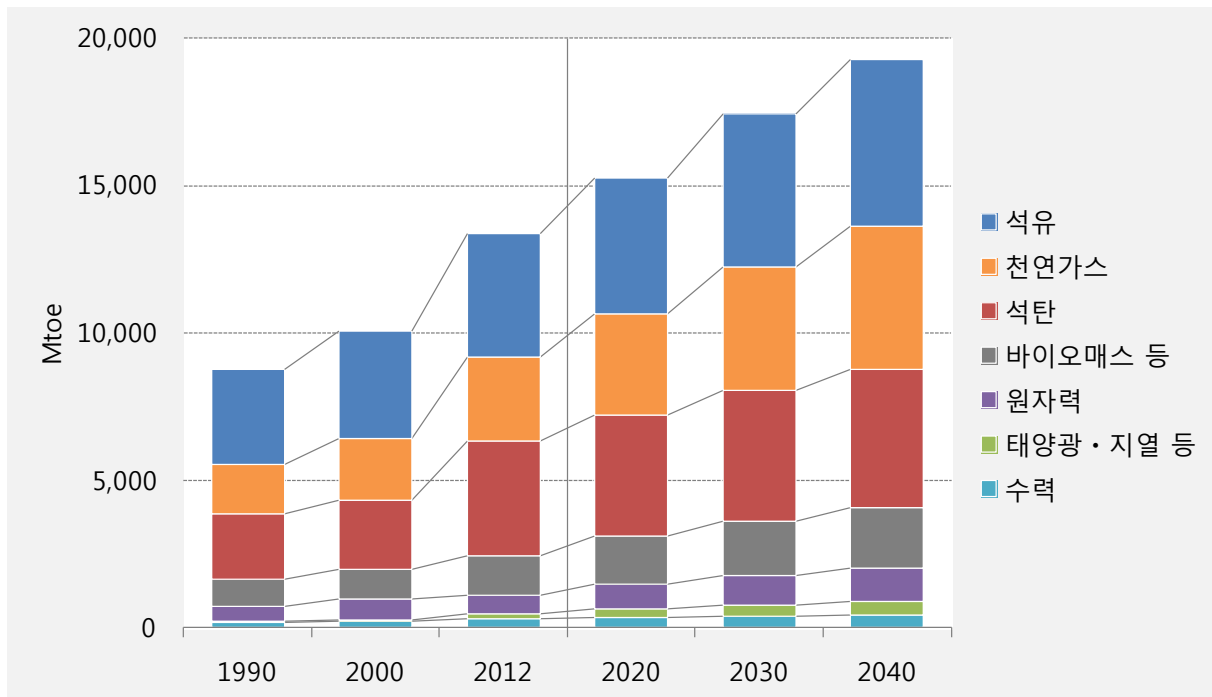
# 개요

## 세계와 아시아의 에너지 수급전망 —레퍼런스 케이스—

에너지 소비는 28 년간 1.4 배로. 천연가스가 석탄을 밀어내 제 2 의 에너지 자리를 차지 인류가 소비하는 에너지량은 앞으로도 계속 증가된다.

세계의 1 차 에너지 소비는 2012 년의 석유 환산 13,371 백만 t (Mtoe)에서 "레퍼런스 케이스"에서는 2040 년 19,276 Mtoe 에 달한다. 이는 매년 영국·아일랜드 두 나라의 소비량을 웃도는 새로운 수요가 새로 추가되는 것과 같다. 에너지 절약이 진전되면서 에너지 소비의 증가 속도는 경제의 확대 정도는 아니지만, 그래도 앞으로 28 년의 전망 기간 동안 44% 증가한다.

그림1 세계 에너지소비[레퍼런스 케이스]



현재 1 차 에너지 소비의 82%는 화석 연료 (석유, 석탄, 천연가스)이지만, 앞으로도 증가분의 70% 이상이 화석 연료에 의해 충당된다. 따라서 화석 연료에 크게 의존하는 세계 구도는 변하지 않는다.

2012 년 하루 평균 88.6 백만 bbl (Mb/d)이었던 석유 소비는 앞으로 10 년 사이에 100 Mb/d 를 돌파하며 2040 년에는 116.5 Mb/d 까지 증가한다. 그 증가분 27.9 Mb/d 는 OPEC 의 현재 원유 생산량의 9 할 이상에 해당한다. 그 중 3 분의 2 인 18.9 Mb/d 까지가

자동차를 중심으로 하는 수송부문에 의한 것이다. 2040년에는 석유의 57%가 수송부문에서, 15%가 석유화학 원료 등으로 소비되고, 제품 수요는 휘발유, 경유, 나프타로 전환이 진행된다.

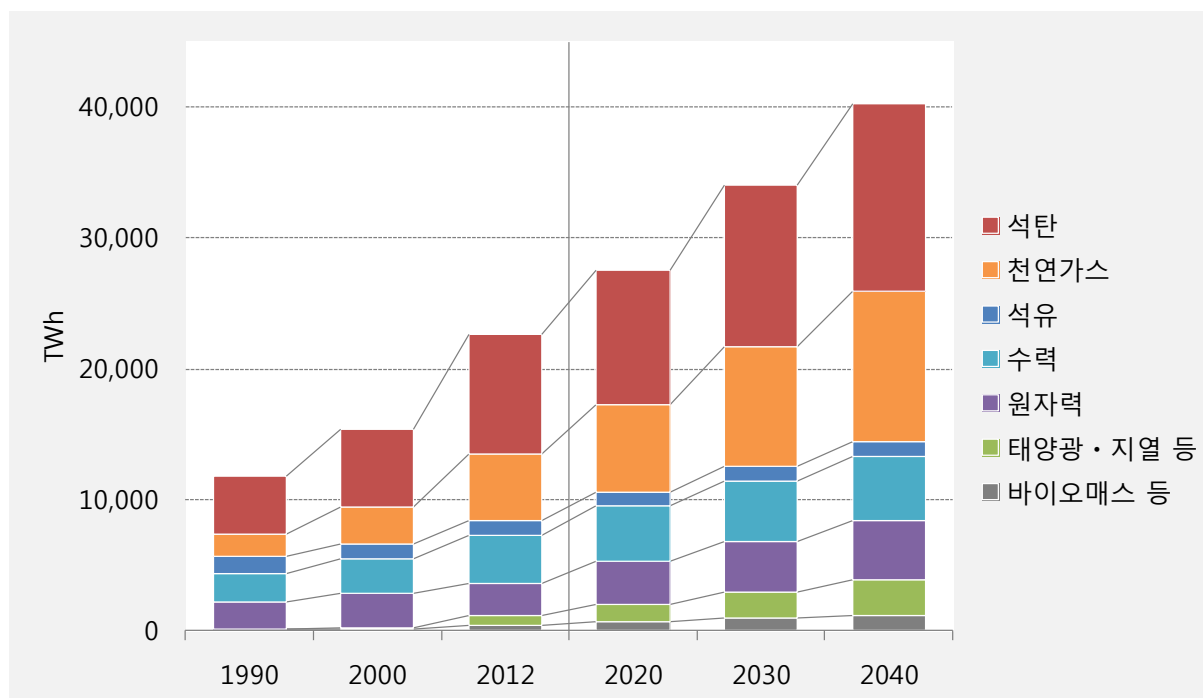
천연 가스는 2040년까지 다른 어떤 에너지 원보다 소비가 확대되고, 석유에 이어 제 2의 에너지로 떠오른다. 그 양은 2012년 3.44 조  $m^3$  (Tcm)에서 2040년에는 1.7 배의 5.88 Tcm에 달하고 특히 액화 천연가스(LNG) 수요는 237 Mt에서 548 Mt까지 증가한다. 수요 확대의 최대 요인은 발전이지만, 산업 및 민생의 증가도 현저하다. 지역적인 확산도 특징으로, 2012년에는 OECD와 비 OECD 유럽에서만 세계 천연가스의 3분의 2 이상을 소비하고 있었지만, 2040년에는 그 이외의 지역이 전체의 절반 이상을 소비하게 된다. 미국에서는 2030년까지 천연가스 소비가 석유를 능가해 최대 에너지가 된다.

같은 화석 연료에서도 석탄은 석유와 천연가스와는 약간 다른 양상을 보인다. 중국 공업생산 동향의 변화, 이용의 효율화, 에너지 대체 등에 의해 21세기 초와 같은 소비의 급속한 증가는 자취를 감춘다. 2040년 소비량은 석탄 환산 6,722 백만 t (Mtce, 1 Mtce = 0.7 Mtoe)과 전망 기간 28년의 증가량 1,181 Mtce는 과거 10년 증가량 2,054 Mtce을 크게 밀돈다. 증가분의 대부분은 발전용 일반재이며 반면에 코크스 제조용 원료 탄은 조금 줄어든다.

### 꾸준히 증가 하는 재생가능 에너지와 원자력

수력에서 바이오매스까지 재생가능 에너지를 모두 합하면 2040년까지의 증가는 천연 가스, 석유에 이어 1,120 Mtoe가 된다. 도입이 진행되는 태양광·풍력 등은 2012년의 3.4 배까지 확대한다. 세계 발전량은 2040년 40,000 TWh에 달하지만 재생 에너지 발전이 그 22%를 담당하게 된다. 무엇보다 신재생 에너지의 전체 증가 중 4분의 1 이상은 개발 도상국의 장작, 배설물 등으로 대표되는 저가의 바이오매스 폐기물의 직접 소비이다.

그림2 세계 발전 구성[레퍼런스 케이스]

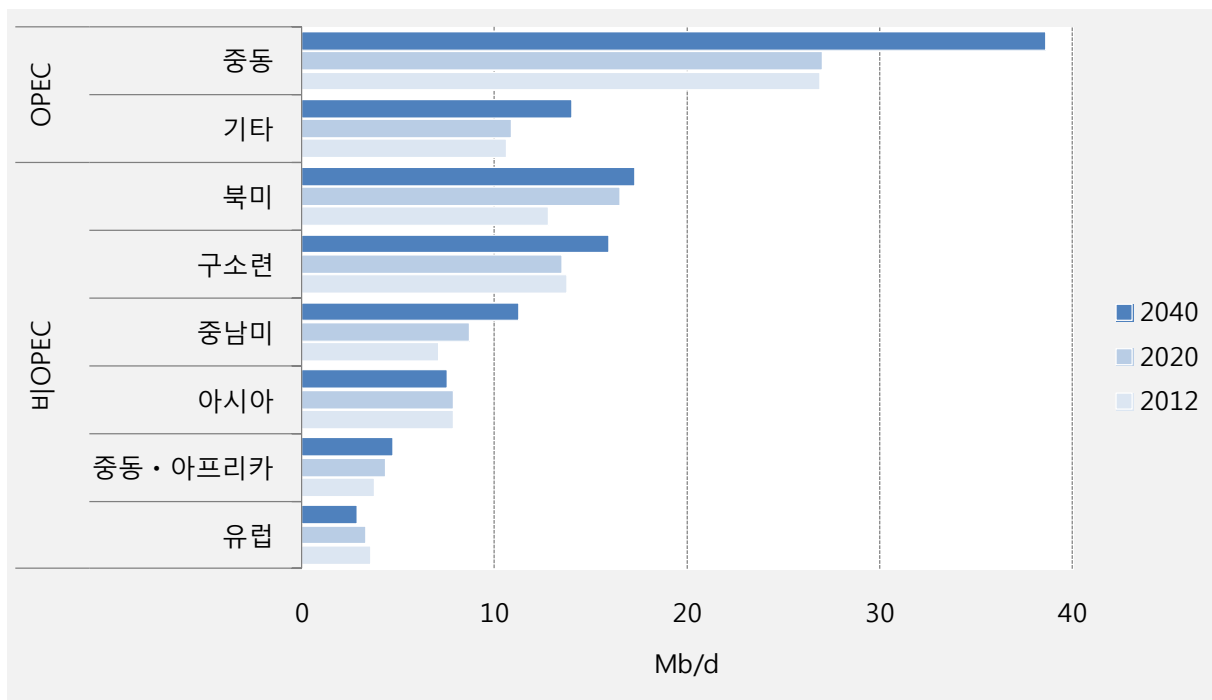


원자력도 각 지역에서 증가하고, 원자력 발전소는 2013 년 31 개국 · 지역 389 GW 에서 2040 년에는 39 개국 · 지역, 618 GW 까지 확대된다. 러시아, 한국, 중동 등에서도 적극적인 도입이 추진되겠지만, 특히 확대가 현저한 곳은 전력 수요가 크게 증가하는 중국과 인도 등의 신흥국이다.

### 새로운 석유와 천연 가스 공급자의 부흥은 전통적 공급자의 중요성을 실추시키는 것은 아니다

셰일 혁명으로 상징되는 비재래형 자원과 대수심 등의 극지 개발을 배경으로 여러 지역이 새롭게, 혹은 다시 석유와 천연 가스의 중요한 공급자로서 나서려고 한다. 북남미 대륙의 2020 년까지의 원유 증산량은 OPEC 회원국 베네수엘라와 에콰도르를 제외하고도 5.3 Mb/d 에 달해 세계의 순증산분의 93%를 차지할 정도로 막대하다. 그러나 그러한 공급자의 활약이 중동과 북아프리카를 중심으로 하는 OPEC 와 구소련 같은 전통적인 공급자를 세계 에너지시장의 뒷전으로 몰아낼 것은 아니다. 기존 유전의 감퇴를 보충하면서 계속 증대하는 수요를 충족시키려면, 전통적인 공급자의 역할은 오히려 현재 이상으로 중요하다. 이것은 특히 전망기간 후반에서 현저하며 2020 년 이후 순증산분 20.4 Mb/d 중 84%까지가 OPEC 와 소련에 의한 것이 된다.

그림3 주요 지역의 원유 생산[레퍼런스 케이스]



### 향후 더욱 중요성이 높아지는 에너지 무역

에너지 소비를 앞으로 크게 확대시켜 가는 지역과 화석연료 자원이 풍부하게 부존하는 지역은 반드시 일치하지 않는다. 따라서 에너지 무역은 날로 늘어간다. 그러나 원유 무역은 지역화가 진행되기 때문에 2040 년에 주요 지역간의 무역으로 둘러지는 원유의 비율은 40%로 현재 상황과 큰 차이가 없다. 한편 석유처럼 국제 거래가 활발하지 않은 천연가스는 주요 지역 간 무역의 비율이 14%에서 22%까지 상승한다. 에너지는 현재에도 최대 무역 제품이지만, 많은

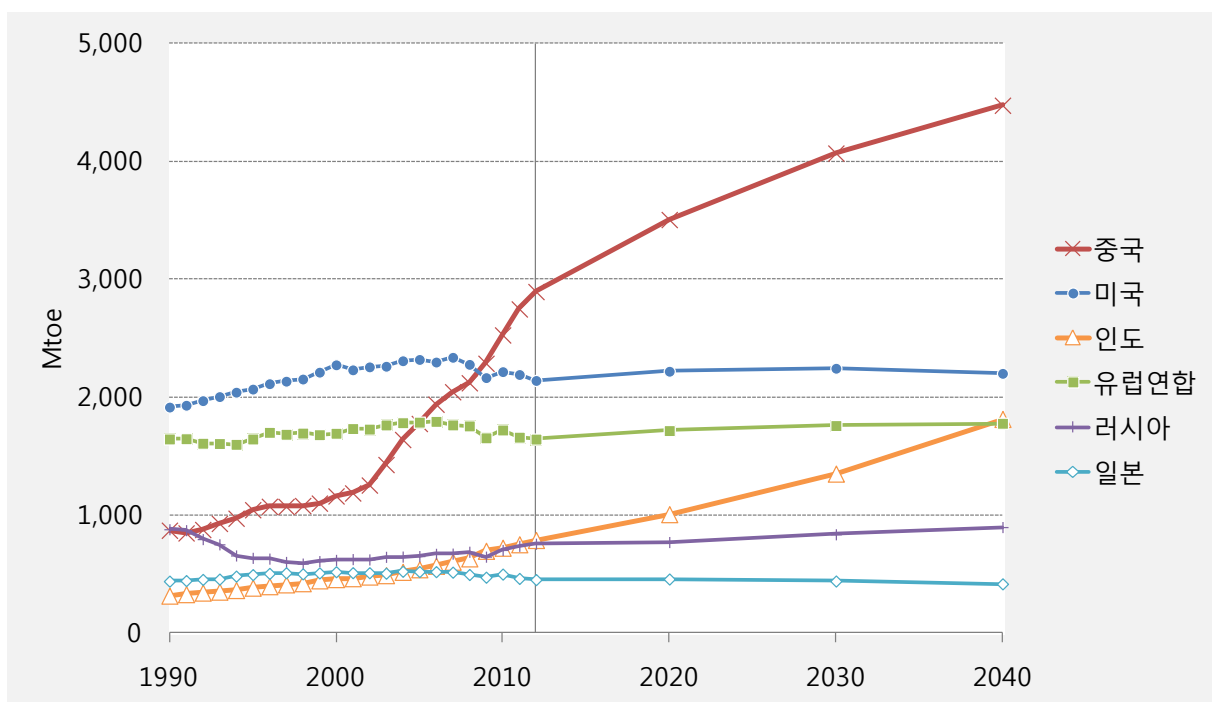
국가 - 소비국, 생산국 모두 - 에게 앞으로도 계속 정치·경제 양쪽에서 큰 의미를 가지게 된다. 예외는, 연비 개선과 셰일오일 증산 등으로 국내의 수급 밸런스가 대체로 균형을 잡게 되는 미국의 경우이며, 2040년에는 중동으로부터의 원유 수입이 없어진다.

## 중국·인도의 에너지수급과 세계에 미치는 영향

### 세계 에너지 수요를 견인하는 중국·인도

중국은 다른 어떤 나라보다 더 많은 에너지를 소비하고 있지만 그 양은 앞으로도 계속 증가해 간다. 2040년에는 제 2 위 미국의 2 배 이상인 4,474 Mtoe 에 이르러 타의 추종을 불허한다. 1 인당 소비량도 이미 세계 평균을 초과하고 있지만, 2040년에는 유럽 연합 (EU)에 육박하게 된다. 또한 아시아의 다른 대국 인도의 신장도 주목할 만하다. 그 소비량은 현재 EU 의 절반에 못 미치지만, 2030 년대 말에는 그 EU 를 웃돈다. 2040 년대에는 미국을 제치고 제 2 의 소비국이 될 기세이다. 중국·인도는 급속하게 증가하는 에너지 수요를 충당함에 있어 수입에 더욱 더 의존하게 된다. 2040년에는 세계 주요 지역간에 거래되는 원유 중 45%, 천연가스의 40%가 이 두 국가에서 소비된다.

그림4 주요 국·지역의 에너지 소비[레퍼런스 케이스]



### 세계 에너지시장을 흔드는 중국·인도의 저성장

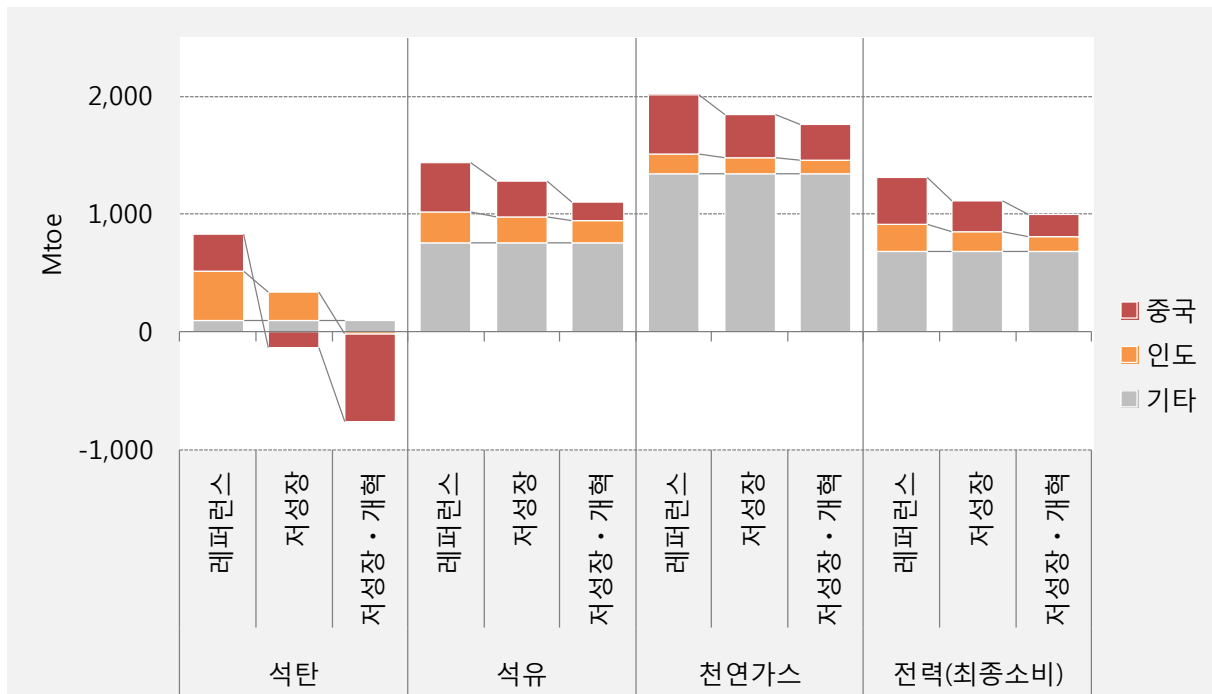
현재 중국은 제반 과제를 안고 있다. 만일 그들이 큰 문제로 표면화 될 경우 2020 년까지의 경제 성장률이 레퍼런스 케이스에서 전망하는 연율 7.2%에서 6.0%까지 떨어지고 전망기간 동안도 레퍼런스 케이스 대비 1.6% 포인트 낮은 3.9% 성장에 머무르는 상황도 상정할 수 있다. 레퍼런스 케이스에서는 2030 년대 후반에 미국을 넘어 설 것으로 예상되고 있는 경제 규모(실질 GDP)는 이런 "저성장 케이스"의 경우 2040 년에도 미국의 70% 미만에 머물 것이다.

경제 성장 둔화에 따라 에너지 소비의 증가는 압축돼 국제 에너지 수급에 대해서는 완화 요인이 된다. 그러나 사회 개혁의 정체, 투자·수출 편중 경제 구조를 유지한 채 성장이 둔화되면 격차의 확대, 고용 기회의 부족, 에너지·환경 문제 해결의 지연 등으로 이어질 수 있다. 구조 개혁의 추진으로 고용 흡수력이 높고 에너지 소비가 적은 서비스업이 신장해, 소비 주도 경제로의 전환도 진행되고, 에너지 시스템에서 에너지 절약 저탄소 기술의 철저한 도입이 이루어진다면 똑 같은 낮은 성장률 하에서도 보다 높은 사회적 후생 상황을 전망할 수 있게 된다.

지난 몇 년 침체 된 인도 경제는 일찌감치 바닥을 치고 회복 궤도에 돌아올 가능성이 높다. 2040년까지의 경제 성장률도 레퍼런스 케이스에서는 주요 국가에서 가장 높은 연율 6.2%를 상정하고 있다. 그러나 해외 투자 자금의 유출, 유럽 경제 부진과 중국 경기 침체의 장기화, 경제·행정 개혁의 정체 등 위험 요인도 존재하고, 이들이 성장률을 약 1% 포인트 낮은 5.3%에 그치게 하는 것도 상정할 수 있다. 인도의 경제 규모는 레퍼런스 케이스에서는 2030년대 중반에 일본을 상회 할 것으로 상정하고 있지만, 이 저성장 케이스의 경우 2040년에도 일본보다 약간 작은 수준이 된다.

중국·인도의 2040년까지의 에너지 소비 증가분은 레퍼런스 케이스 2,606 Mtoe 로, 현재의 미국·일본 양국의 소비량을 넘는 방대한 양이 된다. 그러나 양국이 저성장 하에서도 사회 에너지 소비 구조의 개혁에 적극적으로 임하는 "저성장·개혁 케이스"에서는 증가분은 768 Mtoe 로 71% 압축된다. 소비량의 변화는 양국의 에너지 구성에서 주간을 이루는 석탄이 가장 크지만, 국제 에너지 시장에 미치는 영향이라는 점에서 양국이 수입 의존도를 높여가는 석유와 천연가스의 소비부진이 갖는 의미도 크다.

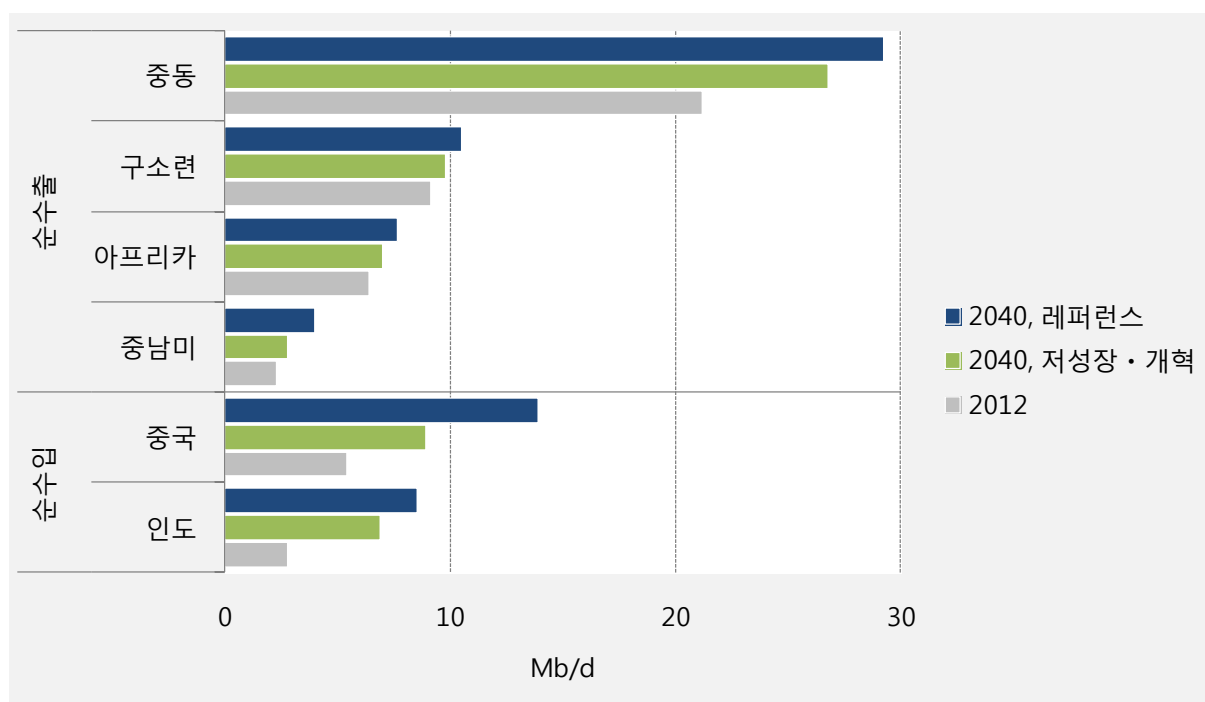
그림5 중국·인도의 에너지소비 증가분[2012-2040년]



중국·인도는 같은 아시아의 일본에 비해 석유 조달처의 다양화가 진행되고 있다. 그림에도 불구하고 양국의 수요 증가의 둔화는 중동에 현저한 변화를 가져온다. 2040년에 석유 소비

증가분이 레퍼런스 케이스 대비 합해서 6.9 Mb/d 억제될 경우 그 중 2.5 Mb/d는 중동의 감산에 의해 조정되어, 이 지역의 순수출 증가의 31%가 사라진다. 구소련의 순수출 증가는 반으로 축소된다. 마찬가지로 천연가스에서도 구소련, 중동의 순수출 증가는 각각 30% 압축된다. 결과, 중동 경제는 레퍼런스 케이스에 비해 5% 정도 하락, 구소련에서는 4% 정도 하락한다. 중국·인도를 미래 유망한 판로로 기대하고 있는 에너지 공급 국가·지역은 리스크 저감책으로 수출시장의 다양화와 경제의 다각화가 불가피하다. - 특히 주요 수출 시장인 유럽에 대한 석유·천연가스 확대를 바라볼 수 없는 세계 제 2의 천연가스 자원 국가들은 더 그렇다.

그림6 중국·인도의 석유 순수입과 주요 지역의 순수출



「우회함으로써 곧장 가는 것과 같은 효과를 얻고, 불리한 여건을 오히려 기회로 삼으라(以迂為直, 以患為利)」(손무)

중국·인도뿐만 아니라 많은 신흥국에서 높은 경제 성장은, 국민 생활의 향상, 사회 안정, 정권 구심력 강화 등을 위해 강하게 회구되고 있다. 그러나 반면에, 고성장을 우선한 나머지 인권존중, 환경보호, 준법정신 등이 때로는 멸시되고 결과적으로 바람직하지 못한 현상이 유발되는 경우도 더러 있다. 또한 급속한 경제 성장에 인프라 정비가 따라 가지 못해 에너지를 포함한 사회 서비스가 충분히 제공되지 않는 것이 일상화 되어 버릴 수도 있다.

중국 정부가 노리는대로 안정적인 성장 경로로 이행해가기 위해서는 극복해야 할 과제가 적지 않다. 그러나 사회를 양 위주에서 질 위주로 전환시킬 수 있으면, 저성장 속에서도 고용기회를 확보하면서 에너지 소비량을 줄이고 PM<sub>2.5</sub>의 원인이기도 한 황산화물의 발생량을 반감시키는 등 사회 발전·자원·환경 등의 측면에서 보다 지속 가능성이 높은 시스템을 구축하는 첫 걸음이 될 수 있다.



인도에서는 인프라의 미비가 지속적인 문제가 되고 있다. 전력 수요의 10%에 해당하는 공급력 부족은 2012년에는 6 억명 - 국민의 절반 - 에 영향을 미치는 대정전을 야기했다. 수요가 매년 급속히 증대되어, 발전소 증강에 나서도 좀처럼 문제 해소가 되지 않는다. 만일 현재와 같은 경제 성장 둔화가 오래 이어진다면 인도 인프라 확충과 행정 체제 효율화를 견지하며 장래에 대비하는 것은 경제발전 단계를 장기적으로 끌어올려 가는 데 있어 빼놓을 수 없는 일이다.

저성장도 좋은 기회로 삼을 수 있는가가 관건이다.

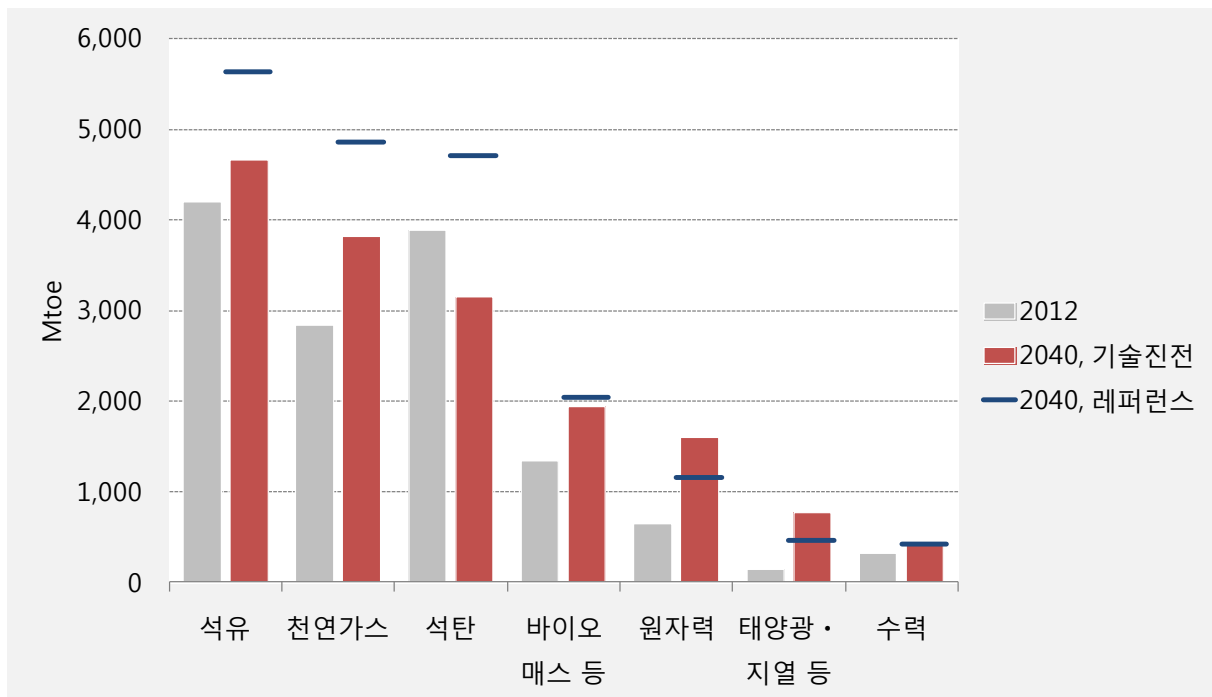
## 저탄소화와 기후변화 대책 —기술진전 케이스—

### 전 세계적인 에너지 사용 효율화로 중국 1 개국분의 절감

에너지 안보 및 기후 변화 대책 강화를 위해 수요·공급 양 측면에서 에너지 기술의 대폭적인 진전과 광범위한 보급을 감안한 "기술 진전 케이스"에서는 2040 년 세계 1 차 에너지 소비는 레퍼런스 케이스 대비 15% 적은 16,374 Mtoe 까지 억제된다. 그 절감량 2,902 Mtoe 는 세계 최대의 소비국인 중국의 현 소비량을 상회한다.

석탄 소비는 초기에 정점에 이른다. 2040 년에는 현재의 19% 밀돌아, 가장 소비가 절감되는 에너지 원이 된다. 석유 소비는 2040 년에 96.2 Mb/d 로 되지만, 그 속도는 116.5 Mb/d 에 도달하는 레퍼런스 케이스와 비교하면 상당히 둔하다. 그 절감량 20.3 Mb/d 는 현재 사우디아라비아와 러시아의 원유 생산량에 맞먹는다. 천연가스의 2040 년의 소비량은 4.62 Tcm 으로, 향후 증가량은 절반으로 압축, 레퍼런스 케이스 대비 절감량 1.26 Tcm 은 현재 러시아와 중동의 생산량을 상회한다.

그림7 세계의 에너지소비[기술진전 케이스]



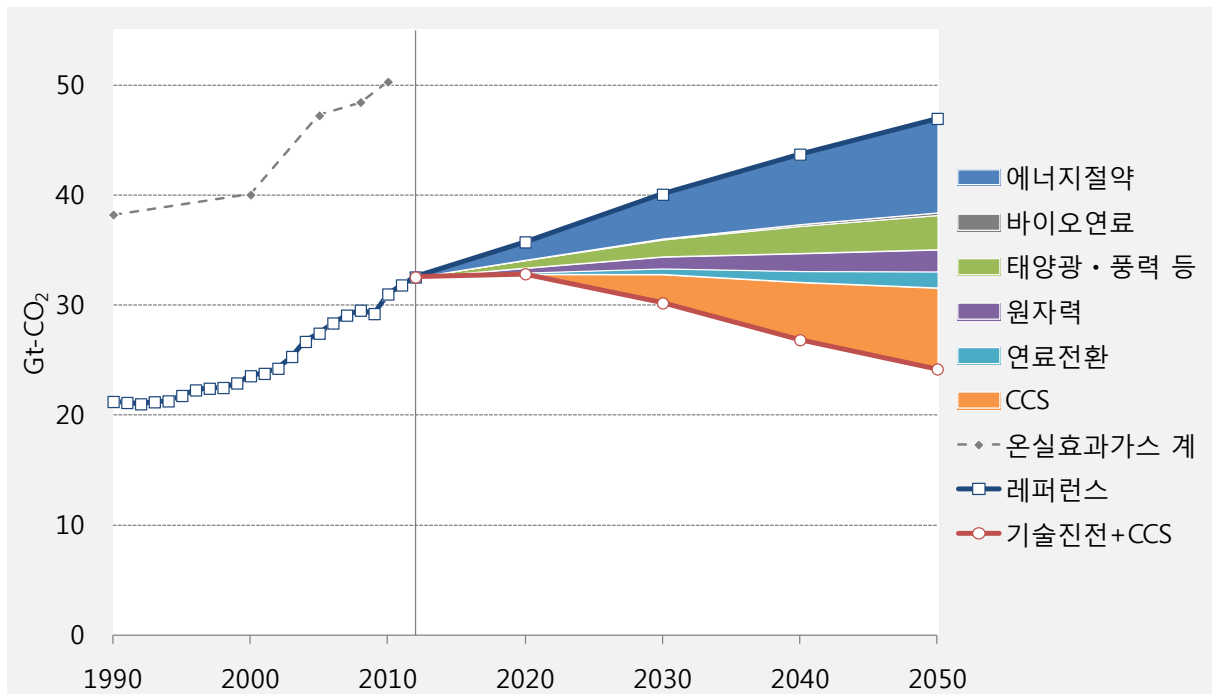
화석 연료가 감소 또는 증가가 억제되는 한편, 비화석 에너지 그 중에서도 원자력, 태양광·풍력 등의 확대는 더욱 가속화된다. 2040년에는 발전량에서 차지하는 무배출(Zero Emission) 전원 구성비는 세계 평균으로도 절반, OECD에는 3분의 2가 된다. 바이오 연료의 이용은 수송부문을 중심으로 증가하고 현재의 아랍에미리트와 카타르의 원유 생산량을 넘어서 243 Mtoe에 이른다. 한편, 개발 도상국의 가정부문에서 많이 볼 수 있는 바이오 매스의 소박한 사용은 레퍼런스 케이스 대비 13% 억제된다.

이러한 거대한 에너지 절약·저탄소화 잠재력을 현실화시키기 위해서는 선진적인 기술을 개발할 뿐 아니라, 저렴화에 의한 경제성 개선, 각 지역의 요구 부응 등을 통한 지구촌 규모의 보급 확대가 필수이다. 에너지가 비효율적으로 사용되는 한편, 경제가 향후 크게 확대되는 비 OECD와 아시아의 에너지 절약 잠재력은 각각 세계 3분의 2, 절반에 이른다. 이 지역은 세계 에너지 시스템 변혁의 열쇠를 쥐고 있다.

### 온실효과 가스배출 반감은, 바라기만 하면 이를 수 있는 목표가 아니다

세계 온실가스(GHG) 배출량의 60%를 차지하는 에너지 기원 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출은 레퍼런스 케이스에서는 한없이 증가를 계속한다. 그 증가량은 2050년에는 2012년 대비 44% 많은 47.0 Gt에 이른다. 반면, 기술진전 케이스에서는 대폭 증가는 없고 답보상태나 소폭 감소가 이어진다. 화력발전 및 산업부문에서의 이산화탄소 포집 및 저장(CCS)기술의 효과를 가미하면 배출량은 2020년 이후 뚜렷한 감소세로 돌아서며 2050년에는 24.2 Gt - 1990년 대비 14% 증가, 2012년 대비 26% 감소 - 까지 억제 된다. 그러나 GHG 배출량을 2050년에 현재 대비 절반까지 줄인다는 목표하고는 거리가 멀다.

그림8 세계의 에너지기원CO<sub>2</sub>배출과 대책별 감축 기여[기술진전 케이스+CCS]

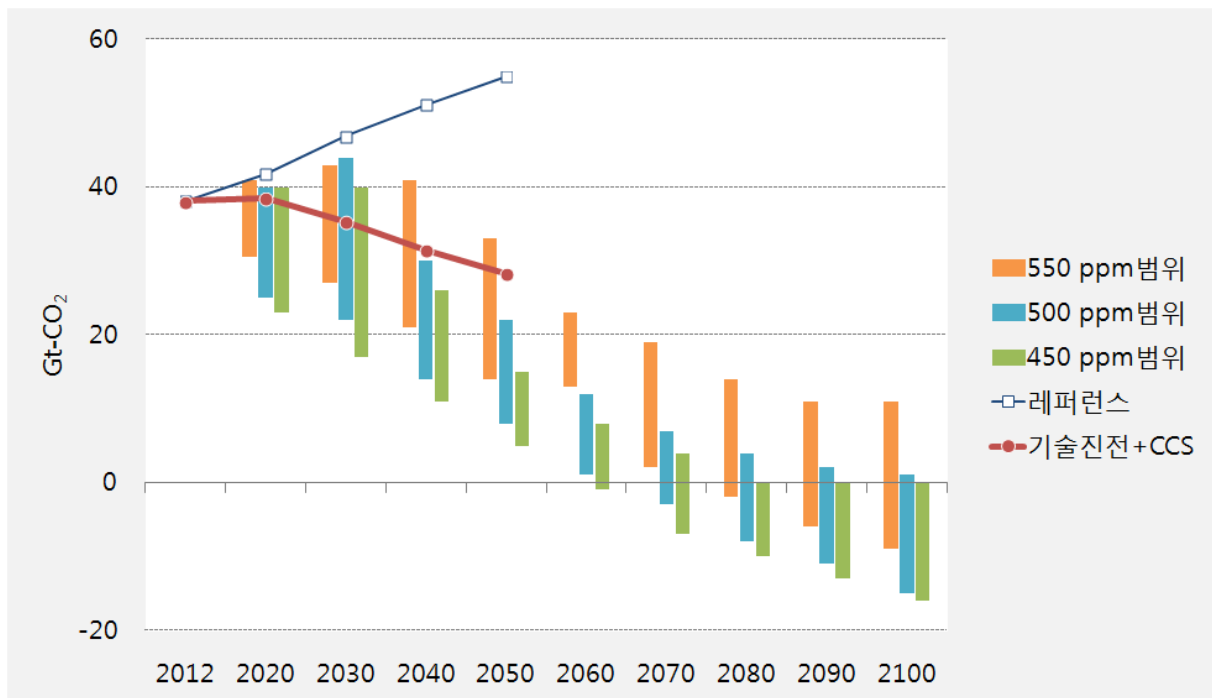


## 「목적이 달성될 때까지 사람은 노력하지 않으면 안 된다. 자신이 세운 목적이 그대로 실현되는 것을 보자」(고타마·싯다루타)

인위적 GHG 배출로 인한 기온 상승을 산업화 이전 대비 2°C 미만으로 유지 수 있는 완화 시나리오로서, 2100 년에 대기 GHG 농도를 CO<sub>2</sub> 환산 약 450 ppm 으로 억제하는 것이 잘 알려져 있다. 그런 450 ppm 시나리오의 전형은 금세기 후반의 CCS 접목 바이오에너지(BECCS) 및 조림의 이용과 광범위한 보급에 의존하고 있다. 그러나 BECCS, 조림, 기타 CO<sub>2</sub> 제거 기술·수단의 이용 가능성과 규모는 확실하지 않고 많은 적든 과제와 리스크를 가지고 있다

2014 년 4 월에 공표 된 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)의 제 5 차 평가보고서 제 3 워킹그룹 보고서는 기온 상승을 2°C 미만으로 억제할 수 있는 방안을 450 ppm 시나리오에 한정하고 있지 않다. 그 가능성이 50% 전후의 것으로, 500 ppm 시나리오가 거론 된 것은 주목할 만하다. 즉 기온 상승이 2°C 미만으로 유지될 가능성은 500 ppm 시나리오에서 "오버 슈트"하지 않더라도 50% ~ 100%의 확률, 오버 슈트하는 경우도 33% ~ 66%의 확률이 있다. 이 밖에 적절한 적응 조치를 전제로 2°C 대신 2.5°C 까지 상승을 허용하면 550 ppm 시나리오(21 세기 동안 2.5°C 를 밀도는 확률: 65 ~ 80%)도 선택 사항에 들어간다. 기술 진전 케이스 + CCS 는 배출 경로로는 550 ppm 카테고리, 누적 배출량으로는 500 ppm 카테고리에 해당한다.

그림9 세계의CO<sub>2</sub>배출과450 ppm、500 ppm 또는 550 ppm 시나리오의 배출 범위



주: 에너지 기원 이외의 CO<sub>2</sub> 를 포함

출처: IPCC 제 5 차 평가보고서(제 3 워킹그룹), UNEP "The Emissions Gap Report 2013"등에서 작성

450 ppm 시나리오를 고집하면 국제간 협상이 언제까지나 합의에 이르기 어렵고, 주요국 간의 조정은 곤란하다. 결과적으로 기온 상승 억제의 실현이 오히려 어려워질 수 있다. 이 딜레마에서 벗어나기 위해 오히려 500 ppm 시나리오 또는 550 ppm 시나리오에서 협상을

조기에 정리하는 것이 상책이다. 현재로서는 방재 시설 강화와 고온에 강한 농작물로의 전환 등으로 대응하며, 동시에 BECCS, 이산화탄소 포집 및 활용(CCU), 우주 태양광 등 기술 개발을 진행, 시간을 들여 2°C 시나리오에 되돌리는 방법도 생각할 수 있다. 현실적인 대응으로는 450 ppm 시나리오 이외의 다양한 시나리오·옵션을 염두에 두고 기후 변화 대책을 강구해갈 필요가 있다.

완화 영향 및 적응은 상호 연관되어 있으며, 동시에 검토되어야 한다. 완화 비용, 기후 변화로 인한 비용, 적응 비용의 최적 균형을 도모하며, 효율적·효과적으로 기후 변화의 피해를 최소화 해가는 것이 바람직하다. 하지만 완화 비용, 기후 변화의 영향, 적응 비용은 그 상관관계가 명확하지 않아 최적 평가가 가능한 단계에 이르지 못하고 있다. 이 3가지 비용 - 특히 적응 비용 - 연구를 서둘러 추진할 필요가 있지만, 아울러 각국이 대응 가능한 일에 최대한의 노력을 기울여야 하는 것은 말할 것도 없다.