

# KEEI

## 2016 장기 에너지 전망



에너지경제연구원  
Korea Energy Economics Institute

# KEEI

## 2016 장기 에너지 전망



에너지경제연구원  
Korea Energy Economics Institute

『KEEI 2016 장기 에너지 전망』은 에너지경제연구원의 에너지 온실가스 전망 시스템(KEEI-EGMS)을 이용한 국제 및 국내 에너지 수급 동향 분석과 2040년까지의 장기 에너지 전망을 수록한 보고서입니다. 이 보고서는 최근의 에너지 수급 변화를 심도 있게 분석하여 각종 에너지 수급 지표 전망과 정책적 시사점을 제공함으로써 국가의 에너지 수급 정책 방향 설정 및 조정에 기여하고자 작성되었습니다.

에너지온실가스 전망 시스템은 현실의 복잡한 에너지 수급 구조를 단순화한 전망 시스템으로, 전망 결과는 시스템이 사용하고 있는 자료, 방법론, 모형 구조, 전망 전제 등에 따라 민감하게 변할 수 있습니다. 에너지경제연구원은 보다 객관적이고 신뢰성 있는 전망 결과를 제공하고자 자료와 시스템을 지속적으로 보완·개선하고 다양한 시나리오 분석을 수행하고 있으나 전망 결과가 미래에 대한 완전한 정보를 제공하는 것은 아니므로 보고서의 활용은 관련 정책 수립 및 의사결정을 위한 참고 자료로 한정할 필요가 있습니다.

『KEEI 2016 장기 에너지 전망』의 기준 시나리오는 우리나라 인구·경제·사회의 변화에 대한 기본 전제를 바탕으로 현행 정책, 지침 및 규제가 유지되며 과거의 에너지 기술과 소비 행태의 변화 추세가 미래에도 지속된다는 가정 하에 에너지 수요를 분석합니다. 또한 시스템의 불완전성과 미래 예측의 불확실성을 보완하기 위해 다양한 경제 성장 시나리오 및 기술, 정책 시나리오를 이용하여 에너지 수요 및 온실가스 배출 전망을 수행합니다.

이 보고서는 에너지경제연구원 에너지통계연구실 및 기타 관련 연구 부서와 협력하여 에너지수급연구실에서 작성합니다. 김수일 선임연구위원이 작성 책임을 맡고, 김성균 연구위원(산업, 온실가스), 김철현 연구위원(가정, 석탄), 이승문 연구위원(수송, 석유), 강병욱 부연구위원(서비스, 가스), 이성재 전문연구위원(경제)이 작성에 참여했으며, 남보라 위촉연구위원, 김성은 위촉연구위원이 연구를 지원하였습니다. 또한, 박광수 선임연구위원, 강윤영 위촉연구위원이 보고서를 검토하였습니다.

이 보고서에 대한 의견과 질문은 EnergyOutlook@keei.re.kr(으)로 보내주시기 바랍니다.

# 제 목 차 례

요약 및 특징 .....	9
<b>제1장      에너지·환경 관련 주요 정책 및 이슈 .....</b>	<b>13</b>
1.    산업 구조조정과 경기 변동성의 확대.....	15
2.    인구 및 가구 구조의 변화.....	20
3.    전력 시장의 불확실성.....	24
4.    친환경 자동차 보급 계획.....	28
<b>제2장      2016~2040 에너지 전망 .....</b>	<b>33</b>
1.    경제 및 산업 전망.....	35
2.    에너지 전망 개요.....	42
3.    산업 부문.....	55
4.    수송 부문.....	60
5.    가정 부문.....	68
6.    서비스 부문.....	73
7.    발전 부문.....	77
8.    석탄.....	87
9.    석유.....	92
10.    가스.....	97
11.    에너지 부문 온실가스 배출 .....	105
<b>부 록      .....</b>	<b>109</b>
1.    주요 지표 및 에너지 전망 결과.....	111
2.    에너지·온실가스 전망 방법론.....	153
3.    참고문헌.....	155

# 표 차례

표 1.1	친환경 자동차 구매 보조금 및 세제 혜택 (만원) .....	31
표 1.2	국내 친환경 자동차 및 충전 인프라 확대 계획 (만원).....	31
표 2.1	총에너지 및 최종에너지 소비 추이 및 전망 (백만 toe).....	46
표 2.2	제4차 중기교통시설 투자계획 완료 후의 교통 미래상 .....	63
표 2.3	부문별 전력 소비 추이 (TWh) .....	80
표 2.4	국내 천연가스 생산기지 현황 (2015년 12월 기준) .....	98

# 그림 차례

그림 1.1	세계 및 국내 경제성장률 추이 .....	15
그림 1.2	국내 조선 3사 영업이익률 추이 .....	16
그림 1.3	전세계 및 중국의 철강 공급 과잉 .....	17
그림 1.4	저유가 및 고유가시 NCC와 ECC의 생산 원가 비교 .....	18
그림 1.5	2015년 부문별 최종에너지 소비 비중 및 산업 부문 업종별 소비 비중 .....	19
그림 1.6	연령계층별 인구 구성비, 노령화 지수, 노년부양비 지수 .....	20
그림 1.7	가구 구성원수별 비중 변화 .....	21
그림 1.8	가구 특성에 따른 에너지 소비량 .....	23
그림 1.9	최근 주요 에너지원별 발전 설비 이용률의 전년 대비 변화 .....	24
그림 1.10	주택용 누진제 개편에 따른 전력량 요금 변화 .....	26
그림 1.11	2015년 계절별 시간대별 주택용 부하 패턴 .....	27
그림 1.12	분기별 세계 PHEV, BEV 신차 판매 대수 추이 .....	29
그림 1.13	국내 친환경 자동차 보급 대수 추이 .....	30
그림 1.14	자동차 종류별 대당 이산화탄소 배출량 (gCO <sub>2</sub> /km) .....	32
그림 2.1	GDP 성장률과 생산가능 인구 성장률 추세 .....	35
그림 2.2	인구 구조 변화 및 피부양인구 비율 추이 .....	36
그림 2.3	국민처분가능소득 대비 가계부채 추이 .....	37
그림 2.4	시나리오별 GDP 추이 .....	38
그림 2.5	주요 업종별 2015년 부가가치 및 전망 기간 부가가치 증가율 .....	39
그림 2.6	서비스업 부가가치 변화 및 업종별 비중 .....	40
그림 2.7	2015년과 2040년 업종별 부가가치 비중 .....	40
그림 2.8	국제 유가(두바이유 기준) 추이 및 전망 .....	41
그림 2.9	총에너지 및 최종에너지 소비 증가율과 경제성장률, 1990~2015 .....	42
그림 2.10	시나리오별 총에너지 수요 및 온실가스 배출 전망 .....	43
그림 2.11	기준 시나리오의 총에너지 수요와 에너지원단위 그리고 GDP 변화, 1990~2040 .....	45
그림 2.12	에너지원별 총에너지 수요의 증가 (백만 toe) .....	46
그림 2.13	총에너지 및 부문별 최종에너지의 에너지원별 구성 변화 .....	48
그림 2.14	2015년에서 2040년 사이 최종소비 부문의 에너지원별 수요 변화 .....	50
그림 2.15	기간별 에너지 수요의 변화 .....	51
그림 2.16	발전용 가스 및 석탄의 기간별 수요 변화 .....	52

그림 2.17	온실가스 배출 집약도와 화석 연료별 온실가스 배출 .....	54
그림 2.18	산업 부문의 에너지 수요, 부가가치 및 에너지원단위, 1990~2040.....	55
그림 2.19	주요 업종별 에너지 수요 비중 변화 .....	56
그림 2.20	2015~2040년 업종별 에너지 수요 및 산출액의 연평균 증가율 비교 .....	57
그림 2.21	에너지다소비 업종의 주요 제품 생산량 전망 (백만톤).....	58
그림 2.22	에너지원별 산업용 에너지 수요 비중.....	59
그림 2.23	수송 부문 에너지 소비 및 증가율 추이 .....	60
그림 2.24	자동차 보급대수 및 대당 인구수 추이 .....	61
그림 2.25	수송 수단별 사업용 여객 및 화물 수송 수요 .....	62
그림 2.26	2015~2040년 수송 부문 에너지 수요 변화 .....	64
그림 2.27	수송 수단별 에너지 수요 비중 변화.....	65
그림 2.28	수송 연료별 비중 변화.....	67
그림 2.29	가정 부문 에너지 수요 및 가구당 에너지 수요.....	68
그림 2.30	일인당 및 GDP(천만원)당 가정 부문 에너지 수요.....	69
그림 2.31	가정 부문 에너지원별 수요 추이 및 전망.....	70
그림 2.32	가정 부문의 에너지원별 비중 .....	71
그림 2.33	2015~2040년 가정 부문 용도별 에너지 수요 증감 .....	71
그림 2.34	서비스 부문 에너지 수요 및 부가가치 추이 .....	73
그림 2.35	서비스업 업종별 2015년 에너지 소비 및 전망 기간 연평균 증가율 .....	75
그림 2.36	2015년과 2040년 서비스 부문 용도별 에너지 수요 변화.....	75
그림 2.37	전력 생산 및 전력 수요 (TWh).....	78
그림 2.38	GDP 및 전력 수요 추이, 1990~2040 .....	79
그림 2.39	주요 부문별 전력 수요의 비중 .....	80
그림 2.40	‘제7차 전력수급기본계획’의 기준 및 목표 수요와 2016 에너지 전망의 기준 시나리오 전력 수요 비교.....	81
그림 2.41	사용 연료별 발전 설비의 변화 (GW).....	82
그림 2.42	설비 예비율(피크기여도 기준) 추이 및 전망 .....	83
그림 2.43	에너지원별 발전량 추이 및 전망 (TWh).....	85
그림 2.44	2015년 발전 비중 고정 대비 2016 에너지 전망의 온실가스 배출의 차이 (백만 tCO <sub>2</sub> eq).....	86
그림 2.45	2015년 석탄 공급 현황 (백만톤) .....	87
그림 2.46	석탄 수요 추이 및 전망 .....	89
그림 2.47	용도별 석탄 수요 전망.....	90
그림 2.48	2015~2040년 주요 용도별 석탄 수요 증감률 .....	91
그림 2.49	석유제품 수요 및 증가율 추이 .....	92
그림 2.50	1990년과 2015년 국내 석유 공급 현황 (백만 bbl) .....	93

그림 2.51	석유화학산업의 석유 소비와 총석유 소비에서 차지하는 비중.....	94
그림 2.52	기간별 부문별 석유제품 수요 변화 .....	95
그림 2.53	석유제품별 수요 비중 .....	96
그림 2.54	2015년 천연가스 수입 및 공급 흐름 (천톤) .....	97
그림 2.55	용도별 가스 소비 추이 및 전망 .....	99
그림 2.56	기저 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망 .....	100
그림 2.57	부문별 도시가스 소비 추이 및 전망 .....	101
그림 2.58	산업 부문 업종별 도시가스 소비 추이 .....	102
그림 2.59	도시가스 수요 변화 및 부문별 비중 .....	103
그림 2.60	에너지 부문 온실가스 배출 정점 (백만 tCO <sub>2</sub> eq) .....	105
그림 2.61	부문 및 에너지원별 온실가스 배출 (백만 tCO <sub>2</sub> eq) .....	108



# 글상자 차례

글상자 1.1 주택용 누진제 완화가 전력 수급에 미치는 영향 .....	26
글상자 2.1 우리나라 경제의 단기적 위험 요인 .....	37
글상자 2.2 총에너지 구성의 다변화 .....	47
글상자 2.3 제4차 중기교통시설투자계획(2016~2020) .....	63
글상자 2.4 '제7차 전력수급기본계획' 전력 수요와의 비교 .....	81
글상자 2.5 지진 및 미세먼지 문제 대두에 따른 원자력 및 석탄화력 발전 설비의 정책적 불확실성 .....	84
글상자 2.6 정부의 석탄발전 비중 축소 방안 검토 .....	89
글상자 2.7 석유화학 산업의 발전과 석유 소비의 증가 .....	94
글상자 2.8 최근 산업 부문 도시가스 소비의 변동성 확대 요인 .....	101
글상자 2.9 온실가스 배출 정점 .....	106

# 요약 및 특징

## □ 경제 성장 둔화 지속으로 장기 에너지 수요 증가는 과거에 비해 크게 하락

- 최근 우리 경제는 저유가 지속, 세계 경제의 완만한 회복 등 긍정적인 외부 요인에도 불구하고 가계 부채의 급격한 증가, 철강, 석유화학, 조선 등 주요 업종의 기업 구조조정, 최순실 국정 농단으로 비롯된 정치 불안정 등 내부적인 불안 요인과 미국의 트럼프 대통령 당선, 중국 등 후발 주자와의 경쟁 심화 등 외부적인 위협 요인이 겹치면서 단기적으로 경제 성장 불확실성이 커지고 있음
- 기준 시나리오에서 국내총생산(GDP)은 2015~2040년 연평균 2.4% 성장할 것으로 예상되지만, 저탄소 경제로의 체질 개선과 지속적인 에너지 효율 향상 그리고 미세먼지 대응과 관련된 노후 석탄화력 발전소의 폐지 등으로 총에너지 수요는 2015년 287.5백만 toe에서 연평균 0.9% 증가하여 2040년 363백만 toe에 도달할 것으로 전망됨. 이에 따라 GDP 한 단위당 소비되는 에너지는 향후 25년간 약 30% 감소하여 과거 25여 년간 11.6% 감소한 것에 비해 전망 기간 에너지원단위 개선이 더 클 것으로 예상됨
- 한편, 총에너지 수요 증가 둔화와 저탄소형 에너지 구조로의 변화로 에너지 부문 온실가스 배출은 2015년 607.5백만 톤에서 2030년대 초반 약 690백만 톤까지 증가한 이후 점차 감소할 것으로 분석됨. 2030년대의 온실가스 배출 감소는 원자력 및 신재생의 빠른 증가, 노후 석탄화력 발전소의 폐지 및 가스 발전의 증가가 원인임
- 전 세계적으로 나타나고 있는 경제 성장과 에너지 소비 또는 온실가스 배출 간의 탈동조화 현상이 우리나라에서도 일부 관찰되고 있으며, 경제 성장 대비 에너지 수요 또는 온실가스 배출 증가율의 격차가 벌어지는 현상이 향후에도 지속되어 에너지원단위나 배출집약도가 꾸준히 하락할 것으로 전망됨
- 하지만 여러 전문 기관에서 우려하는 것처럼 노동 공급 정체 및 투자 부진으로 인한 장기 잠재성장률 하락이 현실화될 가능성이 높아지면서 에너지 수요와 온실가스 배출이 예상보다 더욱 낮아질 가능성도 있음. 즉, 경제 성장 둔화로 인해 에너지 저감 정책 및 효율 관련 투자가 약화될 수 있지만 생산 활동 둔화로 인한 에너지 수요의 정체가 지배적으로 나타날 수 있음. 이는 에너지 수요 저감 또는 국가 온실가스 감축 목표 달성의 상당 부분이 에너지 효율 개선과 절약을 통한 에너지 수요 절감이 아니라 성장을 하락으로 인한 에너지 수요 증가의 둔화로 발생한다는 것을 의미함

## □ 발전 설비 관련 정책 및 계획이 미래의 에너지 수요 구조와 온실가스 배출의 변화를 주도

- 정부의 에너지 관련 주요 계획들이 에너지 공급 및 소비 구조의 변화에 영향을 미치지만, 특히 전력수급 기본계획에서 수립하는 발전 설비 신증설과 이용 계획은 발전 부문이 총에너지 수요에서 차지하는 비중이나 최종에너지원에서 전력 수요의 지위를 고려할 때 향후 우리나라의 에너지 수요 구조나 온실가스 배출 추이를 결정하는 중요한 역할을 담당함

- 한편, 2016년 봄 미세먼지 문제가 사회적 이슈로 급부상하면서 미세먼지에 대응하기 위해 발표된 노후 석탄화력 발전소의 폐지 및 신규 석탄화력 발전소의 진입 금지 방침으로 '제7차 전력수급기본계획'에 이미 반영된 2기를 포함하여 총 10기, 3.3 GW의 석탄화력 발전소가 폐지되거나 연료를 전환할 예정임. 석탄화력 발전소의 폐지 방침이 정책 기조로 이어질 경우 2030년 이후 24기, 11.7 GW의 석탄화력 설비가 추가로 폐지될 것으로 예상되며 석탄화력의 설비 비중은 2015년 26.9%에서 2040년 22% 수준으로 감소하게 됨. 따라서 노후 석탄화력 발전소가 폐지되고 원자력 발전소 건설이 예정대로 진행된다면 2030년대 중반 원자력 설비가 석탄화력 발전소를 제치고 다시 가장 큰 발전 설비의 지위로 올라서게 되며, 에너지 수요 정체와 온실가스 배출 정점이 발생할 수 있음
- 발전용 가스 수요는 단기적으로는 석탄화력 발전의 비중이 증가하면서 감소하겠지만 2030년 이후 석탄화력 발전의 감소의 영향으로 다시 증가하며 2040년에는 과거 최고 수준에 도달할 것으로 예상됨. 석탄 발전이 감소하고 이를 효율이 높은 가스 및 원자력 등이 대체하면서 2030년 이후의 발전 연료 수요 증가는 연평균 0.2%로 정체되며, 발전 부문의 온실가스 배출은 연평균 0.9% 감소할 전망이다. 발전 설비에 관한 정책 변화로 인해 발전 부문의 총 배출량은 2015년 발전 비중이 고정된 경우 대비 36% 감소하는 것으로 분석됨

#### □ 원자력 발전 설비의 계속 운전 여부에 따라 정부의 계획 기간 이전 또는 이후에 대규모 변화 발생 가능

- 2015년 현재 가동 중인 원자력 발전 설비 중에서 2030년 이전 계속 운전 여부를 결정해야 하는 대상 설비가 총 10기, 8.5 GW 수준에 이르며, 대상 설비가 모두 한 차례에 한해 10년간의 계속 운전 허가를 받더라도 2030년에서 2040년 사이 가동 중지 시점이 도래하게 됨
- 원자력 발전소의 신규 건설을 비롯하여 40년 이상 된 노후 설비에 대한 제한적 대체 건설 및 해체 등을 감안하면 2020년 또는 2030년 이후 발전 부문의 설비 관련 투자는 기존 '제7차 전력수급기본계획'의 설비 투자 추정액 60조원을 훨씬 넘어설 가능성이 있음
- 고리 1호기 및 월성 1호기의 가동 중지 또는 계속 운전 결정 과정에서 발생했던 사회적 갈등과 비용을 고려할 때 2020년 또는 2030년대에 대규모로 발생할 원자력 설비의 계속 운전 여부 문제를 합리적으로 결정하기 위한 제도적 준비와 사회적 합의를 미리 강화해야 할 필요성이 있음

#### □ 중단기적으로 감소세를 보이는 천연가스는 장기적으로 다시 증가

- 저유가 지속으로 인한 가격 경쟁력 약화와 건물 부문의 가스 설비 보급 포화로 최종소비 부문의 가스 수요 증가가 현저하게 둔화되고 석탄과 원자력 등 기저 발전 설비의 대규모 확충으로 발전 부문의 가스 수요도 중단기에 걸쳐 급격하게 하락할 것으로 예상되었으나, 최근 노후 석탄화력 발전소 폐지 및 최대 발전 용량 하향 조정 등 석탄 설비의 변화가 발생하면서 과거의 우려보다는 하락폭이 둔화될 전망이다. 하지만 전망 기간 천연가스 수요는 연평균 1.0%의 증가에 그쳐 1990~2013년 사이 기록한 연평균 13.2%의 증가와 비교하여 증가율이 크게 하락할 것으로 예상됨

- 기간별 천연가스 수요의 변화 경로를 보면 1990년부터 연평균 13.2%의 빠른 증가를 보이며 2013년 소비 정점을 기록하였던 천연가스 수요가 2014년과 2015년, 두 해에 걸쳐 17% 가량 대폭적인 감소를 기록하였고, 이후 2020년대 초반까지 약 2% 가량 추가적으로 감소할 것으로 예상됨. 하지만 석탄화력 발전 설비의 신규 증설이 중단되고 노후 석탄화력 발전소가 폐지되면서 천연가스 수요가 다시 빠르게 증가하여 2040년에는 과거 최고 수준을 넘어서 약 56백만 toe까지 증가할 것으로 전망됨
- 주지하다시피 천연가스 수요의 변화는 가스 자체의 성장 동력보다는 전력 수요와 석탄 및 원자력 발전의 정책 방향에 의해 결정되는 모습임. 정부는 ‘제12차 장기천연가스수급계획’을 통해 새로운 수요처를 발굴하고 계약 방법의 유연화 등 공급 측면의 탄력성을 높이는 대응책을 제시하고 있지만, 전력 계획과의 밀접한 연관성, 전력 수요의 불확실성, 저유가로 인한 경쟁력 악화, 신규 가스 수요 발굴의 한계 등으로 인해 정책 당국 및 가스 업계의 어려움은 한동안 지속될 것으로 보임. 따라서 장기적인 안목을 바탕으로 저장 설비 및 가스관 등 공급 설비에 대한 탄력적인 투자와 운영이 필요함

#### □ 에너지 부문 온실가스 배출 정점이 예상되지만 그 수준 및 의미에 대해서는 논란의 여지 존재

- ‘2016 장기 에너지 전망’의 에너지 수요 전망 결과를 이용하여 추산한 에너지 부문 온실가스 배출은 2015년 608백만 톤(tCO<sub>2</sub>eq)에서 10% 가량 증가하여 2040년 671백만 톤에 도달할 것으로 예상됨. 이는 연평균 0.4%의 증가 속도로 같은 기간 연평균 2.4% 성장하는 경제나 연평균 0.9% 증가하는 총에너지에 비해 많이 낮은 편임
- ‘2016 장기 에너지 전망’에서 2030년대 초반 온실가스 배출 정점이 발생하는 것은 최근의 에너지 소비 추이와 미래 경제 성장률의 둔화 그리고 ‘제7차 전력수급기본계획’뿐만 아니라 최근 미세먼지 대응으로 인한 정책 변화를 반영했기 때문이며, 특히 노후 석탄화력 발전소의 폐지 방침이 향후에도 유지될 경우 에너지 연소로 인한 온실가스 배출은 2030년대 초반 약 690백만 톤의 정점을 기록한 후 감소할 것으로 보이며, 특히 전환 부문은 2020년대 중반 배출 정점에 도달하고 전망 기간 말에는 산업 부문과 전환 부문의 배출이 비슷하거나 역전될 수도 있을 것으로 예상됨
- 에너지 부문의 온실가스 배출 증가 속도 하락은 노후 석탄화력 발전소의 폐지와 원자력 및 신재생에너지 보급 확대가 주요 원인이지만, 2030년대 노후 화력 발전소의 폐지 정책을 유지할 지의 여부는 아직 불확실한 상황이며 국제 기구의 세계 에너지 전망과 달리 국내 천연가스 사용 확대는 저조하고 신재생에너지 보급보다는 원자력 보급 확대에 더 집중하는 측면이 있기 때문에 온실가스 배출 감축 가능성과 수단에 대한 사회적 논란의 여지가 있을 것으로 판단됨



## 제1장 에너지·환경 관련 주요 정책 및 이슈

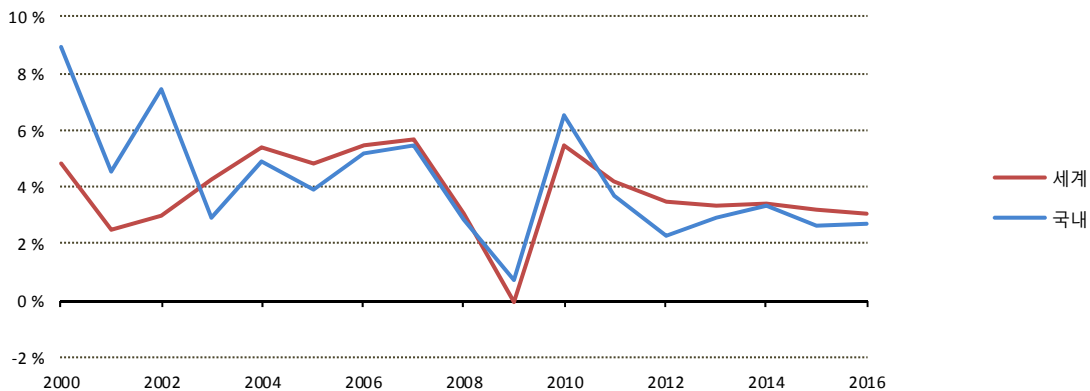


## 1. 산업 구조조정과 경기 변동성의 확대

□ 세계 경제 침체, 글로벌 공급 과잉, 후발국과의 경쟁 심화 등 시장 환경이 급변하면서 우리 경제의 주력 산업을 중심으로 산업 구조조정의 필요성이 증대

- 2000년대 5%를 넘나들던 세계 경제성장률이 2010년대 하락세로 접어들어 최근 3% 초반까지 떨어짐
  - 2008년 글로벌 금융위기 이후 선진국들의 경제 회복은 부진하고, 빠르게 성장하던 신흥국의 경제성장도 둔화됨에 따라 세계 경기는 침체 국면으로 전환됨
  - 특히, 미국 다음으로 경제 규모가 큰 중국은 1978년 개혁·개방 이후 연평균 9.9%의 고속 성장을 이어왔으나 성장의 구조 및 동력이 변화하는 뉴노멀(new normal) 시대에 진입하면서 2015년에는 소비 및 투자 증가세 둔화와 수출 감소로 성장률이 7% 미만으로 떨어짐

그림 1.1 세계 및 국내 경제성장률 추이



주: 2016년은 전망치

자료: IMF, World Economic Outlook database, 2016년 10월

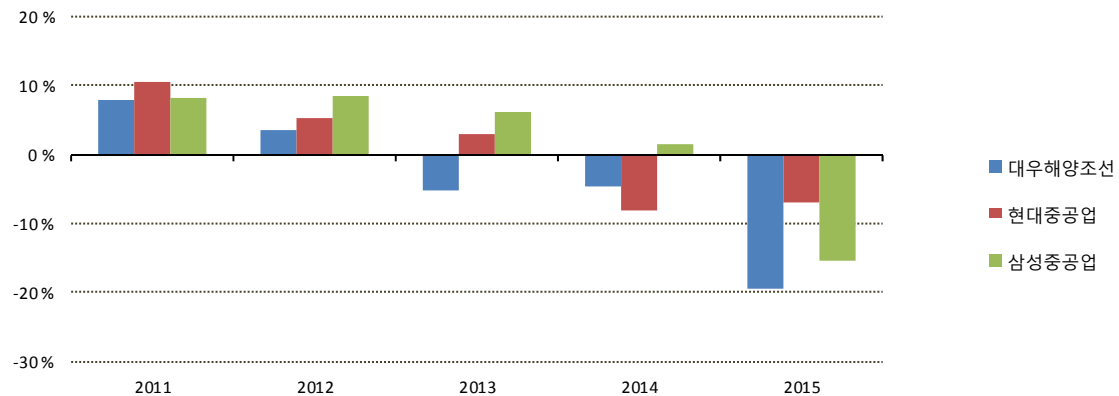
- 세계 경제가 빠르게 성장하던 2000년대 늘어난 투자로 생산 규모는 확대된 반면 2010년대에는 경기가 침체되며 수요가 축소되어 글로벌 공급 과잉이 심화됨
  - 중국의 경우, 철강, 석유화학 등을 중심으로 공급 과잉 문제가 대두되고 있는데, 2015년 기준 철강업은 조강 생산 능력이 12억 톤인데 반해 생산량은 8억 톤에 그쳤고, 석유화학업 중 공급과잉이 심각한 폴리염화비닐(PVC)은 생산 능력은 26백만 톤인 반면 실제 생산량은 16백만 톤에 그침 (대외경제정책연구원, 2016)
- 이러한 세계 경기의 불황 속에서 조선, 철강, 석유화학 등 우리 경제의 주력 산업은 중국을 필두로 한 후발국과의 경쟁 심화로 수출이 큰 폭으로 감소하여 한계기업이 속출하고 있고, 이로 인해 국가 차원의 산업 구조조정의 필요성이 대두됨



## □ 조선업은 설비 및 인력 감축을 통해 생산 규모를 축소하고 정부의 공공 선박 조기 발주 등으로 수요 창출

- 조선업은 2008년 글로벌 금융위기 이후 수요 산업인 해운업의 침체로 선박 건조 실적이 부진하였고 돌파구로 선택한 해양플랜트 사업마저 큰 손실을 기록하면서 대우해양조선, 현대중공업, 삼성중공업 등 대형 조선소를 포함한 조선업 전체가 구조조정 대상이 됨
  - 1998~2007년 연평균 6.8% 증가한 세계 교역량이 금융위기 이후 2015년까지 연평균 2.9% 성장으로 둔화되는 등 해운업이 크게 침체하였고 (IMF, 2016), 2016년 세계 선박 발주량은 2011~2015년 연평균 발주량 대비 37%에 불과한 상황에서 2020년까지의 연평균 발주량도 과거 5년 평균 발주량의 60% 수준에 그칠 전망이어서 (Clarkson, 2016) 세계 조선업 시장은 당분간 불황을 지속할 전망이다
  - 이러한 가운데, 국내 조선업은 배럴당 100달러를 넘나드는 고유가를 바탕으로 높은 성장세를 기록하던 해양플랜트 사업에 뛰어들어 수요 부진 위기를 타개하려 했으나, 설계 부문의 엔지니어링 역량 부족, 국제 유가 급락에 따른 발주처의 인도 취소·지연, 국내 조선 3사 간의 과당 경쟁으로 인한 저가 수주 등으로 대규모 손실이 발생함

그림 1.2      국내 조선 3사 영업이익률 추이



주: 영업이익률=100×영업이익/매출액

자료: 각 사 인터넷 홈페이지

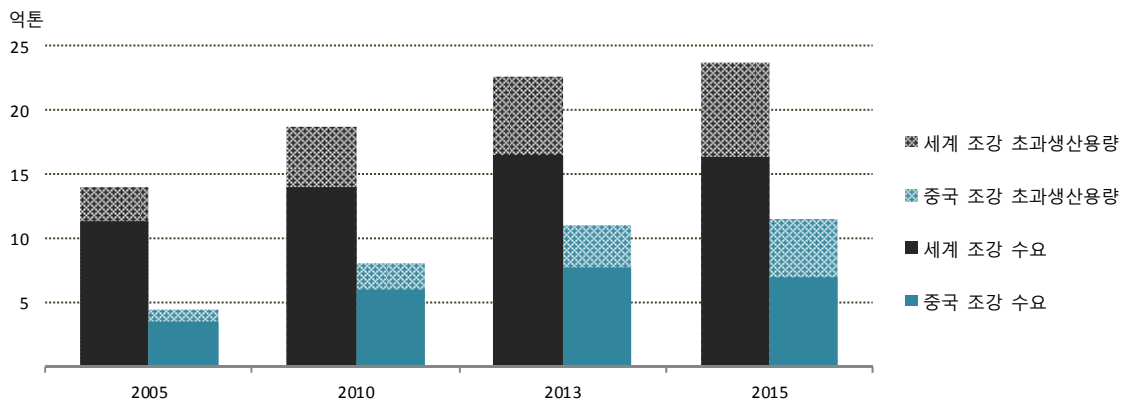
- 조선업은 조선 3사를 중심으로 설비 및 인력 감축, 비핵심사업 및 비생산자산 매각을 통한 유동성 확보 등 자구계획을 마련하고 정부는 공적 자금을 투입하여 공공선박 조기 발주 등으로 수주 절벽에 대응하고 있으나 과거 조선업의 호황은 대내외 여건상 재현이 어려울 것으로 예상됨
  - 조선 3사는 자구계획으로 2015~2018년 직영 인력을 6.2만 명에서 4.2만 명으로 32% 정도 감축하고 선박 건조 도크 수를 31개에서 24개로 23% 축소하며, 또한 대규모 손실의 주범으로 지목되고 있는 해양플랜트 사업 규모를 축소하고 수익성 평가를 대폭 강화할 계획임

- 정부에서도 2020년까지 7.5조원을 투입하여 군함, 경비정, 기타 관공선 등 공공선박을 63척 이상 조기 발주하는 한편 3.7조원 규모의 선박펀드를 조성하여 75척 이상의 발주를 지원할 예정임

#### □ 철강업은 제품별 경쟁력과 수급 상황을 고려하여 생산 능력을 조절하고 철강재의 고부가가치화 추진

- 철강업은 대외적으로는 글로벌 공급 과잉이 심화되는 가운데 자국 철강 산업 보호를 위한 수입 규제 강화로 세계 시장에서 중국의 저가 철강재와 경쟁이 치열한 상황이고, 대내적으로는 조선업을 비롯한 수요 산업이 부진에 빠지면서 수익성이 저하되고 있음
- 중국은 2000년대 빠른 경제성장과 함께 급증한 철강 수요를 바탕으로 철강 생산 규모를 큰 폭으로 확대했으나 2010년대 들어서며 경제 성장 둔화로 철강 수요도 정체되어 심각한 철강 공급 과잉 문제에 직면하고 있는데, 2015년 현재 전세계 철강 공급 과잉 규모는 7.5억 톤 수준에 달하고 이 중에서 중국의 공급 과잉이 4.5억 톤을 차지하고 있음
- 중국의 잉여 물량은 철강재 수출 급증으로 이어졌고, 이에 따라 세계 각국은 자국의 철강 산업 보호를 위해 철강재 수입 규제 조치를 강화하고 있음
- 국내 철강업은 품목별로 공급 과잉의 정도 및 경쟁력 수준에서 차이가 있는데, 중국산과 품질에서 큰 차이가 없으면서 가격경쟁력은 떨어지는 후판이 조선업 침체로 인한 수요 부진과 맞물려 주요 구조조정 대상이 됨

그림 1.3      전세계 및 중국의 철강 공급 과잉



자료: World Steel Association

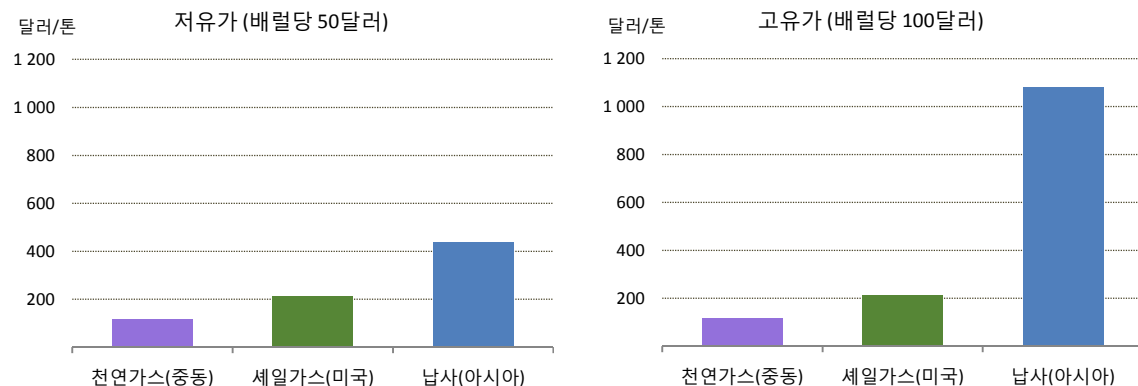
- 철강업의 사업 재편은 후판, 강관 등 경쟁력 취약 품목의 생산 규모를 단계적으로 감축하는 대신 고부가가치 품목에 대한 투자를 확대하는 방향을 추진됨
- 동국제강은 2015년 8월 가동 중단한 연산 180만 톤 규모의 포항 2후판공장 매각에 속도를 내는 반면 고부가 품목인 컬러 강판 설비 증설(연산 10만 톤 규모)을 추진하고 있고, 포스코도 총 네 곳의 후판공장 중 한 곳의 가동 중단을 고려하고 있음

- 현대제철은 에너지 비용 상승 등으로 수익성이 떨어지는 연산 20만 톤 규모의 전기로를 매각하고 대신 고부가 단조 제품 설비 투자를 진행함

□ 석유화학은 공급 과잉 품목에 대해 생산 규모 감축, 경쟁국의 저원가 설비 증설에 대응하기 위해 설비의 대형화 및 연계성 강화를 추진

- 우리나라 전체 석유화학제품 생산의 12.3%를 차지하는 테레프탈산(TPA), 폴리스티렌(PS), 합성고무(BR, SBR), 폴리염화비닐(PVC)이 중국 등 주요 수출 시장의 자급률이 높아지며 공급과잉에 직면함
  - 중국은 석유화학제품 자급률 제고 정책에 따라 생산 능력을 대폭 확대하였으나 경제성장 둔화로 수요가 감소하면서 석유화학제품의 순수출국으로 전환되었고, 이로 인해 우리나라의 대중국 수출이 급감하고 세계 시장에서도 저가 중국 제품과의 경쟁으로 어려움을 겪고 있음
  - 또한, 미국은 셰일가스 개발로 2020년까지 ECC(Ethan Cracking Center) 설비를 2014년 대비 50% 증설할 계획이고 중동도 2020년까지 천연가스 기반 설비를 전세계 에틸렌 생산 설비 증설 규모의 14%에 해당하는 520만 톤 늘릴 예정이어서, 미국과 중동을 중심으로 생산 원가가 낮은 가스 기반 설비의 대규모 증설로 인해 납사를 원료로 하는 국내 석유화학제품의 가격경쟁력이 국제 유가가 상승할 경우 크게 떨어질 것으로 우려됨

그림 1.4 저유가 및 고유가시 NCC와 ECC의 생산 원가 비교



자료: 석유화학협회

- 우리나라 석유화학 업계에서는 공급 과잉 품목에 대해서는 설비 감축 및 고부가가치 분야로의 전환, 가스 기반 제품과의 경쟁을 위해서는 설비 대형화 및 연계성 강화를 통해 운영 효율 추구하고 원료비 절감을 추진하고 있음
  - NCC(Naphtha Cracking Center)는 에틸렌(31%) 외에 프로필렌(16%), BTX(23%), 부타디엔(10%) 등 다양한 품목을 생산하는 반면 ECC는 에틸렌 외 다른 품목은 10% 미만으로 생산되기 때문에 가스 기반 설비가 크게 늘더라도 NCC의 생산이 필요하며, 단지별로 에틸렌 기준 200만 톤 이상의 생산

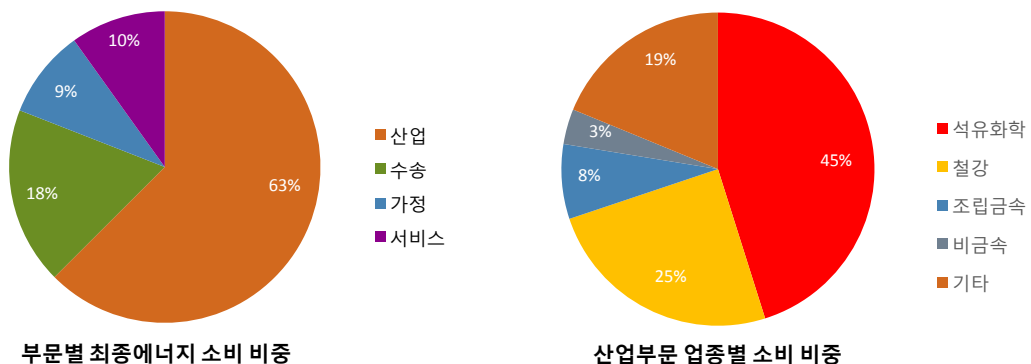
규모이면 글로벌 경쟁력을 유지할 수 있기 때문에 국내 업체들의 규모 대형화와 업체 간 연계성 강화, 전·후방업체와의 수직계열화가 필요한 상황임

- 단기간 설비 축소가 시급한 TPA와 PS는 업계 자체적으로 감축을 진행 중이고 합성고무와 PVC는 추가 증설 없이 고부가가치화를 위해 노력하고 있으며, 정부에서도 석유화학업종의 구조조정 필요성을 인식하고 해당 업종의 구조조정을 추진하고 있음

#### □ 고강도 구조조정과 경기침체로 주요 업종의 생산 설비 감축과 생산 활동 위축이 예상

- 철강업과 석유화학업은 대표적인 에너지다소비 업종으로 이들 업종에서 구조조정을 통한 생산 설비 감축과 생산 활동 둔화 가능성은 장기적인 산업 구조의 변화는 물론 산업 부문 에너지 수요의 불확실성을 증가시키는 요인으로 작용함
  - 2015년 기준 철강업과 석유화학업이 산업 부문 전체 에너지 소비에서 차지하는 비중은 69.9%, 최종에너지 전체에서는 43.7% 수준을 차지하고 있음
  - 철강업의 경우 구조조정이 주로 전기로와 후판 공장 설비의 감축을 중심으로 진행되고 있는데, 이는 전력 소비에 상당한 영향을 미치기 때문에 철강업 구조조정이 산업 부문 에너지 수요뿐 아니라 발전 부문의 구조에도 파급을 미칠 것으로 예상됨
  - 그러나 조선업을 제외한 철강업과 석유화학업의 구조조정이 특정 품목의 생산 설비 감축 계획에 국한되어 있어 산업 부문 에너지 수요에 미치는 영향은 제한적일 수 있고, 구조조정이 업계의 자율에 맡겨져 있어 구조조정이 얼마나 그리고 어떤 식으로 진행될지에 대해서도 불확실성이 존재함

그림 1.5 2015년 부문별 최종에너지 소비 비중 및 산업 부문 업종별 소비 비중

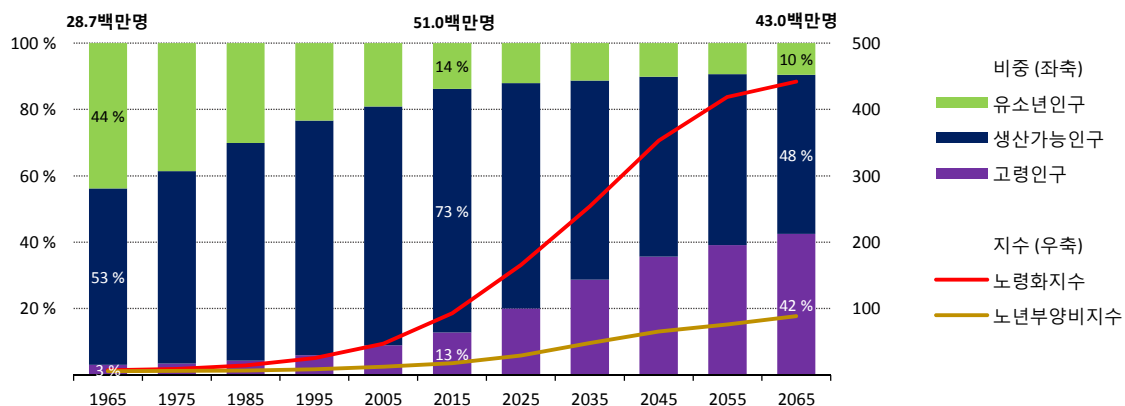


## 2. 인구 및 가구 구조의 변화<sup>1</sup>

### □ 우리나라 인구는 2030년대 초반 53백만 명을 정점으로 감소세로 전환되며 빠르게 고령화가 진행

- 1990~2015년 총인구는 연평균 0.7% 증가하여 2015년 현재 약 51.0백만 명으로 추산되며, 2030년대 초반 53백만 명까지 증가한 후 점차 감소할 것으로 전망됨
  - 생활 수준 향상 및 의료 기술의 발전으로 인한 수명 연장에도 불구하고 출생아를 비롯한 신규 인구 유입이 지속적으로 감소하면서 총인구 증가가 둔화되고 있으며, 특히 출생아 수가 2015년 43만 명에서 2030년 이후 40만 명 이하, 2050년에는 30만 명 이하로 감소하면서 우리나라 인구는 2030년대 정점에 도달한 후 감소할 것으로 예상됨
  - 출산율 하락으로 우리나라 인구 구조는 생산가능 인가와 유소년 인구 비중이 감소하는 반면 고령 인구 비중은 증가하는데, 14세 이하의 유소년 인구가 1972년 14백만 명을 정점으로 지속적으로 감소하였으며 65세 이상 고령 인구는 2017년부터 14세 미만 유소년 인구를 추월할 것으로 전망됨
- 생산가능 인구는 2016년 38백만 명으로 정점을 기록한 후 저출산 및 인구 고령화로 빠르게 감소할 것으로 전망됨
  - 2015년 기준 15~64세의 생산가능 인구는 37백만 명으로 전체 인구의 73.4%를 차지하고, 65세 이상 고령 인구는 12.8%, 14세 이하 유소년 인구는 13.8%이었으나, 2065년에는 각각 47.9%(21백만 명), 42.5%(18백만 명), 9.6%(4백만 명)으로 생산가능 인구의 비중이 급격히 축소되는 반면 고령 인구의 비중이 생산가능 인구의 비중과 비슷한 수준으로 확대됨

그림 1.6 연령계층별 인구 구성비, 노령화 지수, 노년부양비 지수



주: 노령화 지수 = 65세 이상 노령인구/15세 미만 유소년 인구\*100, 노년부양비 지수 = 65세 이상 노령인구/생산가능인구(15~64세)\*100

자료: 통계청

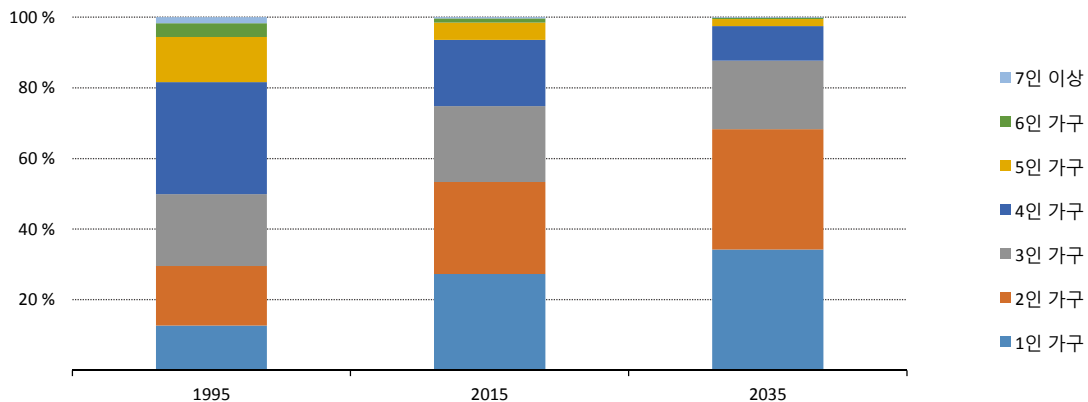
<sup>1</sup> 인구 및 가구 구조 변화는 에너지 전망 모형 작업에 전제로 사용된 통계청의 2010~2060년 장래인구추계 (통계청, 2011b)에 대한 분석이며, 2016년 12월 통계청은 새로운 2015~2065년 장래인구추계를 발표하였음

- 우리나라는 2000년부터 이미 고령화 사회에 진입하였으며, 2018년에는 고령 사회, 2026년에는 초고령 사회에 진입할 것으로 추정됨
  - 총인구 중 65세 이상의 인구가 차지하는 비중이 7% 이상인 사회를 고령화 사회(aging society), 14% 이상인 경우 고령 사회(aged society), 20% 이상일 때 초고령 사회(post-aged society)로 정의됨
  - 노령화 지수는 노령 인구 수가 유소년 인구 수를 역전하는 2017년부터 100을 초과하여 2050년까지 가파르게 성장하며, 노년부양비 지수는 2015년 생산가능 인구 5명이 1명의 노인을 부양하던 것에서 2030년대 중반부터는 생산가능 인구 2명이 1명의 노인을 부양하게 될 것으로 나타남

#### □ 인구 감소에도 불구하고 가구수는 1인 가구 증가로 2035년까지 연평균 1.9% 증가

- 2015년 현재 2인 가구가 전체 가구의 26.1%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으나 1인 가구수는 2015~2035년 연평균 1.9%로 가장 빠르게 증가하면서 2035년에는 전체 가구의 34.3%를 차지하며 가장 큰 가구 구성을 담당할 것으로 예상됨
  - 2000년대 중반까지만 하더라도 우리나라 가구는 4인 가구가 가장 큰 비중을 차지하고 있었으나 혼인율 및 출산율이 급격히 하락하면서 1인 및 2인 가구가 전체 가구의 절반 이상을 차지하게 되었으며, 그 비중은 향후에도 지속적으로 확대될 전망이다

그림 1.7 가구 구성원수별 비중 변화



자료: 통계청

- 인구 고령화와 맞물려 독거 노인이 급증하면서 1인 가구가 빠르게 증가하고, 이로 인해 전체 가구수는 지속적으로 증가하지만 총인구의 감소로 인해 증가세는 둔화될 것으로 예상됨
  - 1인 가구는 2010년대 연평균 3% 중반 수준에서 2030년대 들어서는 연평균 1% 중반으로 증가율이 둔화되지만 다인 가구 감소에 비해 빠르게 증가하기 때문에, 총가구는 2015~2035년 연평균 0.8% 수준으로 증가할 전망이다

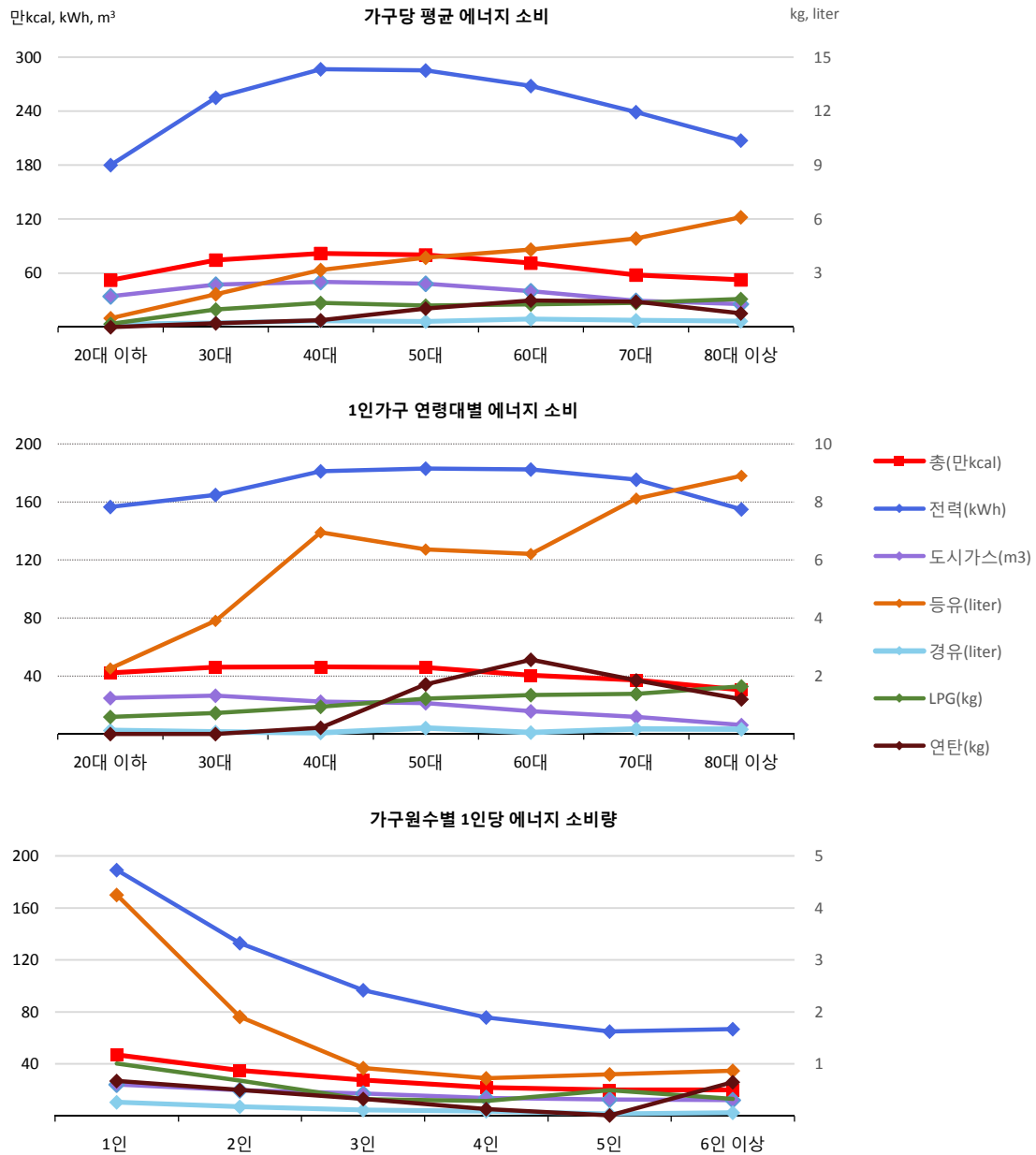
- 1인 가구는 2015년 현재 20대 비율이 19.4%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으나, 인구 고령화, 황혼 이혼 및 저출산 등의 영향으로 2035년에는 70대 이상의 1인 가구가 전체 가구의 1/4 이상을 차지할 것으로 예상됨

#### □ 인구 및 가구 구조 변화는 에너지 소비 행태에 큰 변화를 초래

- 인당 에너지 소비는 가구 구성원이 적을수록 커지는 경향을 보임
  - 전력 소비의 경우 1인 가구는 월평균 189.1 kWh를 사용하는 반면 4인 가구는 월평균 303.4 kWh로 인당 75.8 kWh를 사용하는 것으로 나타났고 도시가스의 경우는 1인 가구가 24.3 m<sup>3</sup>을 사용하여 4인 가구의 인당 소비량 13.8 m<sup>3</sup> 보다 두 배 가까이 사용한 것으로 조사됨 (통계청, 2015)
  - 1인 가구 증가로 원룸 수요도 증가하는데, 에어컨, 냉장고, 세탁기 등 원룸에서 기본 옵션으로 제공되는 가전기기들은 에너지 효율보다는 가격이 저렴한 저효율의 제품을 구입할 가능성이 높으므로 인당 에너지 소비량을 늘리는 요인이 될 가능성이 있음
- 1인 가구의 연령별 에너지 소비를 살펴 보면 청년층보다 노령층의 에너지 소비가 큰 가운데 40대가 가장 에너지를 많이 소비하는 것으로 나타남
  - 전력 사용량은 50대가 183.1 kWh로 가장 높게 나타났으며, 20대 이하와 80대 이상은 150 kWh 중반으로 비슷한 수준임
  - 도시가스는 30대가 가장 많이 소비하며 노령층으로 갈수록 사용량이 급격하게 감소하는데, 노령층이 도시가스 공급이 원활하지 못한 농촌 지역이나 소외 지역에 주로 거주하기 때문에 노령층일수록 도시가스 난방 방식이 아닌 등유 및 연탄의 사용량이 많은 것으로 나타남
  - 전체 가구의 가구주 연령대별 소비량은 1인 가구의 연령별 비교보다 격차가 커지는데 이는 일반적으로 가구주 나이가 40~50대일 때 가구원수 및 소득이 최고 수준이기 때문임
- 향후 인구 및 가구 구조 변화는 1인 가구 증가와 1인 가구의 노령화가 특징이며 이는 1인당 에너지 소비량 증가를 초래할 가능성이 높음
  - 우리보다 인구 노령화가 일찍 시작된 일본의 경우 60세 이상의 노년층이 가정에 머무는 시간이 길고, 노후된 가전제품 사용량이 많으며, 자녀들이 독립을 하여도 자가 소유의 3~4인용 주택에서 계속 거주하기 때문에 청년층보다 전력을 많이 소비하는 것으로 분석됨 (IEEJ, 2016)
  - 하지만, 한 세대의 소비 행태는 출생 시기에 따른 코호트(cohort)적 요인도<sup>2</sup> 크게 작용하므로 미래 세대 노령층의 에너지 사용 행태는 현재 젊은 세대의 에너지 소비 행태를 이어가면서 현재 세대의 노령층 에너지 소비 행태와 크게 달라질 가능성도 있음

<sup>2</sup> 특정의 경험을 공유하는 집단을 말하며, 과거 특정 에너지를 주된 에너지원으로 사용하던 세대가 소멸하면서 해당 에너지 소비도 크게 감소하는 것을 의미함

그림 1.8 가구 특성에 따른 에너지 소비량



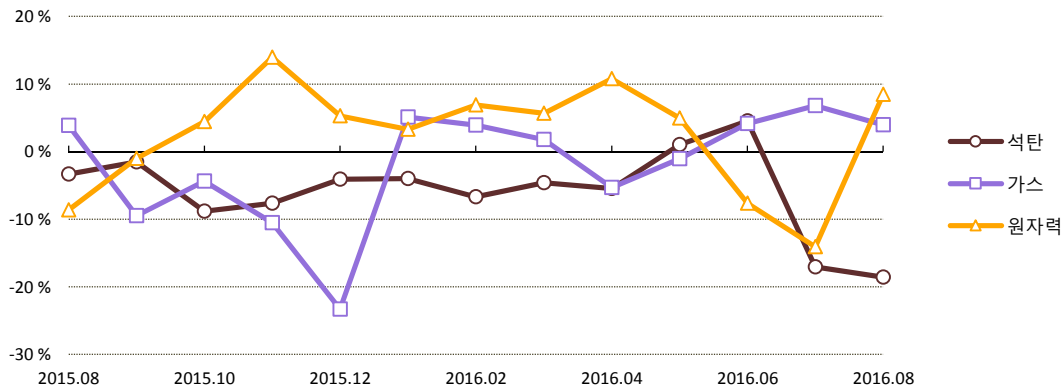


### 3. 전력 시장의 불확실성

#### □ 미세먼지 대책, 송전 설비로 인한 사회적 갈등, 지진 등의 안전 문제는 전원 구성의 불확실성을 확대

- 정부는 석탄화력 발전의 최대 출력 조정과 발전용 유연탄의 개별소비세율 인상은 물론, 2016년 사회적 문제가 된 미세먼지 대응을 위해 노후 석탄화력 발전소를 폐지하기로 하는 등 석탄화력 발전을 제한하는 수단을 확대하고 있음
  - 2016년 1월 이후 기존 석탄화력 발전의 최대 출력 산정 방식이 연속 운전 허용 출력에서 정격 출력으로 조정되면서 석탄발전 설비 이용률이 전년 대비 10% 가량 큰 폭으로 하락함
  - 또한, 2017년 4월부터 발전용 유연탄의 개별소비세의 기본세율(중열량탄 기준)을 기존 kg당 24원에서 30원으로 인상하고, 저열량탄과 고열량탄의 탄력세율을 각각 21원과 27원에서 27원과 33원으로 인상하기로 함<sup>3</sup>
  - 한편, 2016년 6월 미세먼지 특별대책 세부이행 계획을 통해 가동 30년이 넘는 노후 석탄화력 발전소 10기를 순차적으로 폐지하고 중장기적으로 석탄 발전기 발전량을 축소하는 방안도 검토하기로 함

그림 1.9 최근 주요 에너지원별 발전 설비 이용률의 전년 대비 변화



주: 발전 설비 이용률은 설비를 100%로 가동했을 때의 발전량에서 실제 발전한 발전량의 비중

- 이 외에도 급전 순위 평가에 환경 및 안전 등의 요소를 함께 고려하는 환경급전 또는 안전급전을 포함한 전기사업법 개정안이 국회에서 발의되었으며 정부도 경제급전 원칙을 지키는 한도에서 환경 등의 외부 비용을 부담시키는 방안을 고려하고 있어 향후 전력 시장이 전면 개편될 가능성이 커지고 있음

<sup>3</sup> 유연탄의 개별소비세는 kg당 60원 수준인 가스 대비 여전히 크게 낮은 편이고 관세와 수입부과금 면제 혜택이 유지되기 때문에 타 연료와의 발전 단가 차이는 크게 줄어들지 않을 것으로 보임

- 한편, 기존 송전 선로 사용의 포화와 신규 송전 선로 건설 지연으로 발전 설비의 송전 제약은 물론 신규 발전소의 가동 일정이 연기될 가능성이 높은 상황임
  - 발전 설비가 밀집한 충남 당진·태안 지역에서<sup>4</sup> 발전되는 전력은 765 kV의 신서산 (당진)~신안성 송전 선로와 345 kV 아산~화성 송전 선로 등을 통해 수도권으로 전력을 수송하고 있으나 최근 1~2년 사이 5 GW에 가까운 신규 발전소가 진입하면서 기존 송전 선로는 포화 상태이며, 신안성 765 kV 송전 선로에 문제가 발생할 경우 3 GW 규모의 발전 설비가 가동 정지해야 할 만큼 계통이 취약한 상태임
  - 이에 대한 대안으로 765 kV 북당진~고덕 송전 선로와 345 kV 북당진~신탄정 송전 선로 건설을 추진하고 있으나 지역주민의 반대로 지연되고 있음
  - 이 지역은 '제7차 전력수급기본계획'에 따라 향후에도 추가적인 유연탄 발전소 진입이 계획되어 있기 때문에 용량보다 적은 양을 발전해야 하는 발전 제약이 발생하거나 송전 선로 건설 지연에 따라 신규 발전소의 완공 일정을 연기할 가능성이 높아짐
- 2016년 9월 12일 진도 5.1과 5.8의 강력한 지진이 원자력 발전소 밀집 지역과 가까운 경주 부근에서 발생하고 이후 진도 4.5를 포함한 수백 차례의 여진이 이어지면서 원자력 발전소의 안전 문제가 사회적 이슈로 부상함
  - 경주 남남서쪽 8 km 근방에서 발생한 지진으로 인해 고리본부는 위기 경보를 심각 단계로 격상하였고 월성 1~4호기는 순차적으로 발전정지를 하고 안전 점검을 실시하였음
  - 경주 부근의 지진은 부산-울산-경주 부근에 걸쳐있는 동남권 8개 단층 중 하나인 양산단층에서 발생한 것으로, 비록 이 지역 단층의 성질에 대해서는 충분한 연구가 진행되지 않았으나 이 지역에 2016년 현재 총 13기 11.3 GW 규모의 원자력 발전소가 가동되고 있고 3기 4.2 GW가 건설 중이기 때문에 지진 안전 대책에 대한 우려가 높아지고 있음

#### □ 이상 기온 현상의 연례화와 전기 요금 누진제 완화 등으로 전력 수요의 변동성이 확대

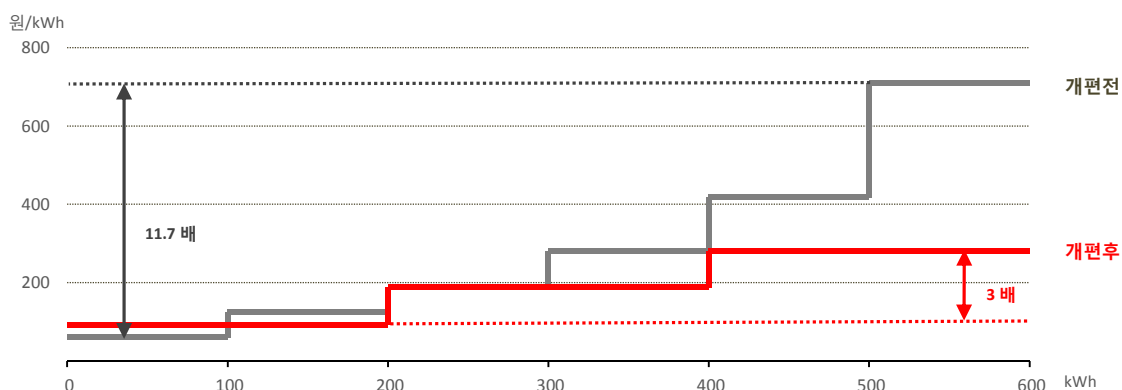
- 우리나라의 여름철 이상 폭염이 꾸준히 증가하는 추세인<sup>5</sup> 상황에서 2016년 8월에는 22년 만의 기록적인 이상 폭염으로 냉방도일이 전년 동월 대비 21.0% 상승함
  - 일반적으로 봄으로 분류되어왔던 5월의 전국 평균기온도 2000년 이후 상승하면서 여름이 빨라지는 경향을 보이고 있으며, 전국 평균기온의 역대 최고 5위가 모두 2000년대에 발생했는데 특히 1~3위는 최근 3년 사이에 발생한 것으로 기록됨

<sup>4</sup> 당진·태안 지역의 발전설비 용량은 15 GW 규모

<sup>5</sup> 최근 연구에 따르면 여름철 혹서 기온의 발생 빈도는 상승하는 추세이며, 겨울철 혹한 기온의 빈도는 감소하는 추세임 (안순일, 외., 2011)

- 2016년 여름 이상 고온으로 가정용 전력 소비가 급증하면서 전기 요금 폭탄이라는 비용 부담이 사회적 문제가 되자 정부와 정치권에서는 그 동안 지지부진 하던 전기 요금 체계 개편을 조속히 추진하기로 함
  - 2016년 12월 13일 정부에서는 마침내 주택용 누진제 완화를 골자로 하는 전기 요금 개편안을 발표하고 12월 1일부터 소급 적용하기로 함
  - 새로운 전기 요금 체계에서는 주택용 누진제의 누진 단계를 기존 1~2 단계, 3~4 단계, 5~6 단계를 각각 하나로 합치면서 6 단계에서 3 단계로 간소화하고 최저 단계와 최고 단계의 전력량 요금 차이도 기존 11.7배에서 3.0배로 축소하였으며, 월 200 kWh 이하를 사용하는 가구는 필수 사용량 보장 공제를<sup>6</sup> 적용함
  - 또한, 초중고교 및 유치원 전기 요금을 20% 할인하는 한편 취약 계층 할인 규모는 두 배로 확대함

**그림 1.10 주택용 누진제 개편에 따른 전력량 요금 변화**



자료: 산업통상자원부

- 주택용 누진제 개편은 가구당 여름·겨울철 14.9% 연평균으로는 11.6%의 전기 요금 인하 효과가 있을 것으로 예상됨
  - 누진제 개편 전과 후의 전기 요금 변화를 살펴보면, 250~300 kWh 구간을 제외한 모든 구간에서 전기 요금이 크게 감소하는데, 월 200 kWh 이하 사용 가구에서는 필수 사용량 보장 공제로 전기 요금 부담이 경감되며, 전기 사용이 많을 수록 개편 전 대비 할인율이 높아져 과거의 징벌적 누진율 구조가 개선되는 것으로 나타남 (김철현, 2016)

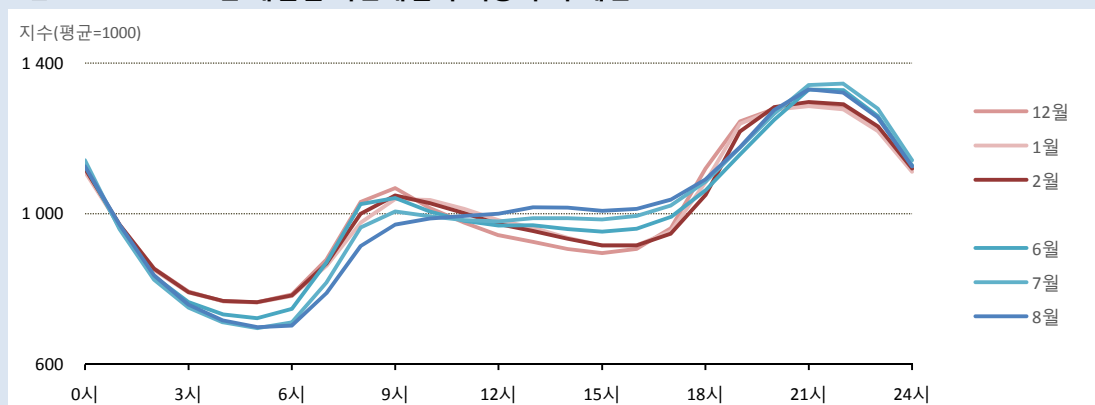
### 글상자 1.1 주택용 누진제 완화가 전력 수급에 미치는 영향

- 주택용 누진제 변경은 2016년 여름 이후 논의가 본격적으로 진행되었으나 12월에 들어서야 최종안이 발표되었기 때문에 '2016 에너지 전망'에는 반영되지 않았음. 본 분석에서는 주택용 누진제 변경이 전력 수급에 미치는 효과에 대한 최근 연구 결과를 (김철현, 2016) 소개하고자 함

<sup>6</sup> 월 4,000원 한도에서 감액을 하며 감액 후 최저요금 1,000원

- 우리나라 전력 소비는 2010년대 들어 농사용을 제외한 모든 용도에서 증가세가 둔화되었는데, 산업용은 2000~2011년 연평균 5.7%에서 2011~2015년 연평균 2.1%, 일반용은 같은 기간 연평균 6.9%에서 연평균 1.0%, 주택용은 연평균 4.7%에서 연평균 0.8%로 증가율이 하락하였음. (김철현 & 박광수, 2015) 하지만 전력 소비 증가세 둔화와 달리 최대전력은 과거의 증가세를 유지하며 빠르게 증가하고 있으며, 하절기는(6~8월) 주로 오후 3시경 동절기는(12~2월) 주로 오전 11시경에 발생함
- 전력 소비 증가세 둔화와 총전력에서 주택용이 차지하는 비중을(2015년 기준 13.6%) 고려하면 주택용 누진제 완화가 전력 수요의 급증을 초래할 가능성은 크지 않을 것으로 예상됨. 또한 퇴근 이후인 오후 8~10시경 가장 높은 소비를 기록하는 주택용 전력의 특징상 누진제 완화가 최대전력에 미치는 영향도 크지 않을 것으로 예상됨. 주택용 전력의 시간대별 부하 패턴을 계절별로 살펴보면, 하절기는 대체로 오전 8시경부터 오후 5시경까지 일평균 수준을 기록하다 퇴근 이후 저녁 8~10시경에 최대를 기록하며, 동절기에는 오후 1~6시 사이 평균 이하를 기록한 후 퇴근 이후 지속 상승하며 오후 9시경에 최대를 기록하는 것으로 나타남

**그림 1.11 2015년 계절별 시간대별 주택용 부하 패턴**



자료: 통계청

- 미국의 경우 주택용 전기 요금의 단기 탄력도가 -0.12~-0.24 수준이며 (EIA, 2014), 미국 이외 대부분의 국가들에서도 단기에서 탄력도가 -0.1~-0.3 정도인 것으로 추정되고 있음. 2008~2015년 동계와 하계의 월간 최대전력 발생 시점을 기준으로 주택용 전기 요금 변화가 최대전력에 미치는 영향을 분석하면, 미국과 한국의 주택용 요금 탄력도가 비슷하다고 가정할 경우 주택용 전기 요금이 1% 인하될 때 최대전력은 평균 0.03~0.05% 정도 증가하기 때문에 주택용 누진제 개편으로 여름·겨울철 전기 요금이 14.9% 인하 하더라도 최대전력에 미치는 영향은 2% 미만 증가에 그칠 것으로 예상됨
- 한편, 발전 설비 증가로 전력 공급 예비율은 2011~2013년 5%대에서 2014년 이후 11%대로 크게 개선되었으며 2016년 여름철의 경우 이상 폭염 지속으로 최대전력이 8월 12일 85.2 GW를 기록하며 '제7차 전력수급기본계획'의 전망치인 80.7 GW를 상회했으나 공급 예비율은 8.5%로 안정적인 수준을 유지하였음
- 주택용 누진제 완화가 최대전력에 대한 영향력은 크지 않을 것으로 보이며, 그 동안 충분한 전력 공급 예비율 확보로 수급 불안을 야기할 가능성은 크지 않을 것으로 예상됨. 하지만, 최근 이상 기온 발생 빈도가 더욱 잦아지고 이상성이 커지면서 전력 수요 전망의 불확실성이 확대되고 있으며, 주택용이 아닌 타 용도의 탄력적 냉난방 수요 변화로 최대수요도 예상치를 벗어날 가능성이 있음

## 4. 친환경 자동차<sup>7</sup> 보급 계획

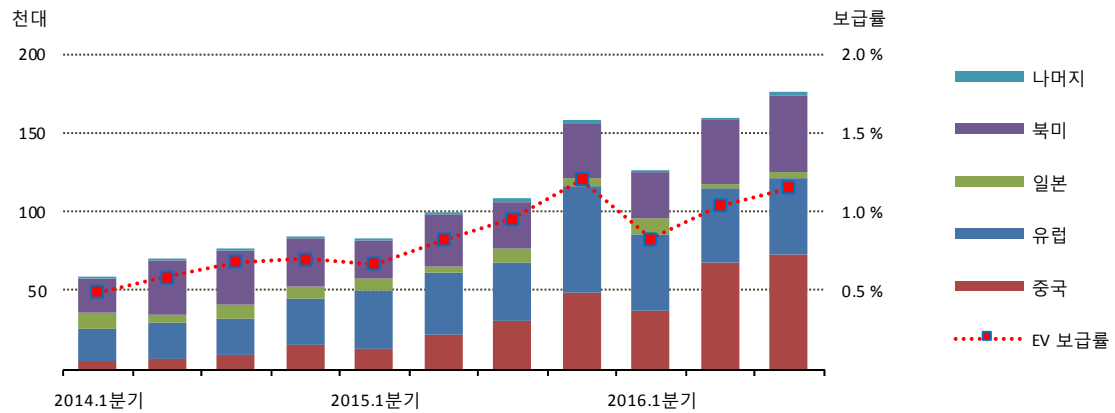
### □ 세계 주요 국가들은 친환경 자동차 보급 확대를 적극적으로 추진

- 세계 주요국은 에너지 안보, 환경 및 산업적 관점에서 친환경 자동차 보급을 적극적으로 지원하고 있는데, 주로 소비자에게 구매 또는 주행 인센티브를 지원하거나 충전소 구축 및 연구 개발에 투자하고 있음
  - 중국은 전기자동차 시장을 선점하기 위하여 전기자동차에 과감한 투자와 보급 정책을 시행하고 있으며, EU는 수송 수단의 전력화를 통해 Mobility를 구축하는 ‘E-Mobility’ 전략을 수립하고 2014년 전력, 수소, LNG, CNG를 포함하는 ‘대체 연료 채택과 관련 인프라 축진을 위한 법률’을 통과시킴
  - 미국은 국가 전반에 걸친 전기 및 수소 충전 인프라 구축을 위하여 많은 연구와 투자를 진행하고 있음
  - 중국과 유럽은 강력한 전기자동차 보급 정책으로 각각 세계 1, 2위의 전기자동차 시장으로 성장하였는데, 2016년 1~3분기 플러그인하이브리드 자동차 (PHEV)와 배터리 전기자동차 (BEV) 신차 판매에서 중국이 38.1%, 유럽 31.4%, 미국이 25.4%를 차지함
- 이러한 세계 각국의 보급 확대 정책에 힘입어 2016년 3분기 현재 전세계 하이브리드 자동차 (HEV), 플러그인하이브리드 자동차 (PHEV) 및 배터리 전기자동차 (BEV)의 보급 대수는 2011년 63.9만 대에서 2016년 3분기 현재 15배에 가까운 938.9만 대로 늘어났음
  - 전세계 친환경 자동차 보급의 대부분은 HEV가 차지하고 있으며 2016년 3분기 현재 총 보급 대수에서 일본과 미국이 차지하는 비중은 각각 75%와 23%로 일본과 미국이 HEV 보급을 이끌고 있는데, HEV가 친환경 자동차 보급에서 차지하는 비중은 2011년 94.1%에서 2016년 3분기 84.0%로 하락하고 있음
  - PHEV는 2016년 3분기 68.2만 대가 보급되어 친환경 자동차(FCEV 제외) 보급 대수에서 차지하는 비중이 2011년 1.4%에서 7.3%로 상승하였으며, 국가별 보급 대수는 미국 24.0만 대, 중국 14.3만 대, 네덜란드 7.6만 대, 일본 5.7만 대임
  - BEV 보급 대수는 동일 기간 2.9만 대에서 81.7만 대로 증가하였으며 비중은 4.5%에서 8.7%로 상승했는데, 주요 국가별로는 미국 26.2만 대, 중국 19.2만 대, 일본 8.5만 대, 노르웨이 7.3만 대, 프랑스 6.3만 대임

<sup>7</sup> 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률은 ‘환경친화적 자동차’를 배터리 전기자동차, 태양광 자동차, 하이브리드 자동차, 연료전지 자동차, 천연가스 자동차, 클린디젤 자동차로 구분하고 있으며 정부의 친환경 자동차 보급 정책은 HEV, PHEV, BEV, FCEV 등을 주요 대상으로 함. HEV란 내연기관을 주동력원 모터를 보조 동력원으로 사용하는 자동차이며, PHEV란 내연기관과 모터로 구동한다는 점에서 HEV와 같지만 완충 후 약 30~40 km는 모터를 동력원으로 사용하고 그 이후는 HEV와 동일한 원리로 주행함. BEV는 외부 전원에서부터 공급된 전기를 고전압 배터리에 충전하여 모터를 구동하는 자동차이며, FCEV란 수소와 산소의 화학반응으로 전기를 생산하는 연료전지를 이용하여 모터를 구동하는 자동차로 외부에서 수소를 충전하여 사용함

- FCEV는 현재 3개 차종(현대 투싼 ix35, 토요타 Mirai, 혼다 Clarity)이 출시되었으며, 2016년 말 현재 유럽 396대이고, 일본은 2016년 8월 현재 909대, 미국은 2015년 말 현재 331대임

그림 1.12 분기별 세계 PHEV, BEV 신차 판매 대수 추이



자료: Bloomberg

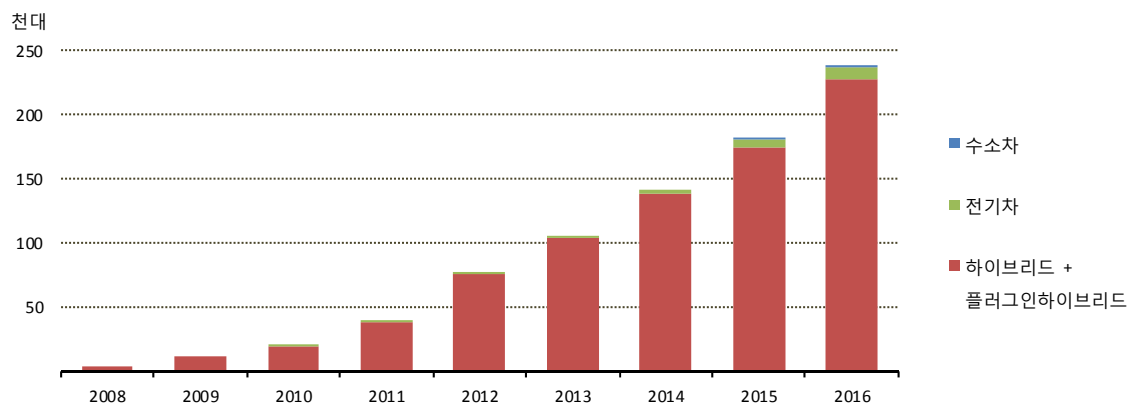
- 세계 주요국의 2020년 EV(PHEV와 BEV) 보급 목표는 약 12.9백만 대로, 중국이 4.6백만 대, 유럽 5.8백만 대, 일본 1.0백만 대, 미국이 1.2백만 대임
  - 이러한 목표를 달성하기 위해서는 EV가 2016~2020년 신차 판매의 약 7%를 차지해야 하고, 보급 목표가 달성된다면 2020년 전세계 자동차 보급 대수에서 EV가 차지하는 비중은 약 3%에 이를 것으로 전망됨 (IEA, 2016a)
  - 2020년 FECV의 보급 목표 대수는 유럽 35만 대, 미국 2만 대이며 (IEA, 2016c), 일본의 경우 2020년 4만 대, 2025년 20만 대, 2030년 80만 대까지 확대할 계획임<sup>8</sup>
  - BEV와 PHEV 보급에 따른 석유 소비(일본, 미국, 유럽, 중국 기준) 감소분은 2011년 0.3 kbd (thousand barrel per day)에서 2016년 18.2 kbd로 증가하고 동시에 전력 소비는 0.05 TWh에서 3.5 TWh로 증가한 것으로 추정되고 있음 (Bloomberg, 2016)

<sup>8</sup> 일본은 2014년에 2020년까지 10만 대의 FCEV를 보급하는 계획을 세웠지만, 보급 실적 저조로 2016년 보급 목표를 수정함

□ 우리나라의 경우 정부의 적극적인 친환경 자동차 보급정책에도 불구하고 아직은 친환경 자동차 보급 실적이 저조

- 정부의 적극적인 친환경 자동차 보급 정책 추진과 환경 문제로 친환경 자동차에 대한 관심 증가에도 불구하고, 내연기관 자동차의 편리성, 친환경 자동차의 충전소 부족과 비싼 차 가격, BEV의 주행거리와 충전시간의 문제 등으로 친환경 자동차 보급은 HEV를 제외하고 정부의 보급 목표에 미치지 못함<sup>9</sup>
  - 정부는 2015년 12월 ‘제3차 환경친화적 자동차 개발 및 보급 기본계획(2016~2020)’에서 2020년까지 친환경 자동차 100만 대 보급을 목표로 세웠으며, 2016년 6월에는 대기질 개선을 위해 보급 목표를 150만 대로 확대함
  - 정부의 보급 지원 정책에 힘입어 국내 자동차 보급 대수는 2010년 말 1,794만 대에서 2016년 11월 현재 2,174만 대로 증가한 반면 친환경 자동차 보급은 같은 기간 1.9만 대에서 12배가 넘는 23.7만 대로 증가하였으나, 2016년 11월 현재 국내 자동차 보급 대수에서 친환경 자동차가 차지하는 비중은 아직 1.1%에 불과함
  - 국내 하이브리드 자동차(PHEV 포함) 보급 대수는 22.7만 대로 2016년 11월 현재 친환경 자동차 보급에서 하이브리드 자동차가 차지하는 비중은 96.0%이며, BEV는 9,491대, FCEV는 70대 수준임

그림 1.13 국내 친환경 자동차 보급 대수 추이



자료: 국토교통부

□ 친환경 자동차 보급 지원은 구매 보조금 및 세제 혜택의 금전적 인센티브와 인프라 확충

- 정부는 2016년 현재 친환경 자동차 보급 활성화를 위해 한시적으로 대당 최저 1백만원에서 최대 1억원에 이르는 구매 보조금과 400만원까지의 세금 감면 혜택을 지원하고 있음
  - PHEV는 2016년 처음으로 3개 차종에 대해서 구매 인센티브가 적용되었는데, 구매 보조금 500만원과 세제 혜택 270만원 등 총 770만원을 지원함

<sup>9</sup> 2010년 12월 정부에서 발표한 ‘세계 4강 도약을 위한 그린카 산업 발전전략 및 과제’에 따르면, 정부의 친환경자동차 목표 보급 대수는 2015년 기준 HEV 15.2만 대, PHEV 4.4만 대, BEV 8.6만 대, FCEV 1.0만 대임

표 1.1 친환경 자동차 구매 보조금 및 세제 혜택 (만원)

	HEV	PHEV	BEV	FCEV
구매보조금	100	500	(국비) 1 400 (지방비) 300~800 충전기 설치비 400 전기버스 10 000	2 750
세제혜택	270	270	400	400
개별소비세	100	100	200	400
교육세	30	30	60	
취득세	140	140	140	

자료: 환경부

주: 세금 감경 일몰 기한은 BEV는 개별소비세, 교육세 2017년, 취득세 2018년, HEV와 PHEV는 2018년, FCEV는 2019년

- BEV는 8개 차종에 대해서 1,200만원의 구매 보조금이 지원되었으나 2016년 7월 '신규 유망 수출 품목 창출 방안'의 일환으로 구매 보조금이 1,400만원으로 인상되었으며, 완속 충전기 설치에 400만원, 전기버스 구입에는 최대 1억원까지 지원함
- FCEV는 구매보조금으로 2,750만원이 지원되고, 2016년 7월 세법 개정을 통해 400만원 한도로 개별소비세 감면 혜택을 받음
- 친환경 자동차 구입에 대한 직접 지원 이외에도 정부는 이용 활성화를 위한 주행 인센티브 제공과 인프라 구축을 위한 제도 개선을 진행하고 있음
  - 친환경 자동차 이용자를 위해서는 통행료, 주차요금, 보험료의 일시적 할인, 전기자동차 전용 보험 신설과 전용 번호판 도입 등 비금전적 인센티브를 제공하는 한편, 신규 공동주택에 전기자동차 전용 주차구역 설치 의무화, 전기자동차 충전시설 설치 건물에 녹색건축인증 가점 부여, 전기자동차로 개조하는 튜닝 산업 지원, 고압가스 안전관리법 특례를 통한 수소충전소 실증 사업 시행, 전기자동차 화물운수사업 신규 허가 등 전기자동차 생태계 구축을 위해 제도를 개선함
  - 또한 2015년 11월 4대 분야 에너지 신산업으로 전기자동차를 선정하고 친환경 자동차의 성능 개선을 위한 연구개발에 5년간 약 1,500억원을 투자하기로 결정함

표 1.2 국내 친환경 자동차 및 충전 인프라 확대 계획 (만원)

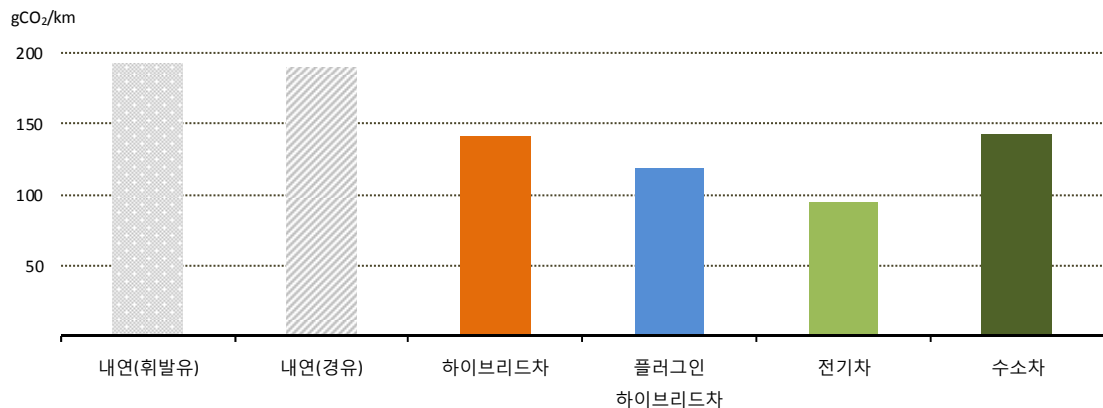
		2015년	2020년 기준 목표	2020년 확대 계획
친환경차 (천대)	합계	18	108 (신차판매 중 20%)	150 (신차판매 중 30%)
	전기차	1	20	25
	수소차	0	1	1
	하이브리드차	17	87	124
충전인프라	합계 (기)	347	1 480	3 100
	전기차 (급속, 기)	337	1 400	3 000
	수소차 (개소)	10	80	100



□ 친환경 자동차 보급은 에너지 수급보다 온실가스 및 미세먼지에 더 효과적

- BEV 전력 소비량은 2014년 1월 0.26 GWh에서 2016년 4월 1.14 GWh로 증가하였으며, 1대당 전력 소비량은 동일 기간에 160.1 kWh에서 184.9 kWh로 증가함
  - BEV 1 대당 전력 소비량이 현재의 증가 추세를 따르고 정부의 계획대로 BEV가 2020년까지 25만 대가 보급된다면, 2020년 BEV에 의한 전력 수요량은 600~660 GWh, 최대 전력은 0.9 GW로 추정되는데<sup>10</sup>, 이는 2015년 전력 소비량 483.7 TWh의 0.1% 수준에 불과함
- 하지만, 정부의 친환경 자동차 보급 계획이 실현된다면, HEV와 PHEV 보급으로 PM<sub>10</sub> 71톤, NOx 1,091톤, BEV 보급으로 PM<sub>10</sub> 29톤, NOx 440톤, FCEV 보급으로 PM<sub>10</sub> 1톤, NOx 18톤이 저감될 것으로 추정됨 (김상우 & 허가형, 2016).
  - BEV는 대당 94.1 gCO<sub>2</sub>/km의 이산화탄소를 배출하여 휘발유 자동차 대비 대당 98.1 gCO<sub>2</sub>/km의 이산화탄소를 감축하고, HEV, PHEV, FCEV는 휘발유 자동차 대비 대당 각각 51.2 gCO<sub>2</sub>/km, 74.2 gCO<sub>2</sub>/km, 49.1 gCO<sub>2</sub>/km의 이산화탄소 감축 효과가 있는 것으로 알려짐
  - 2014년 수송 부문 이산화탄소 배출량 88.0백만 톤에서 도로 수송이 84.8백만 톤으로 수송 부문 이산화탄소 배출량의 96.3%를 차지하는 상황에서, 친환경 자동차 보급은 수송 부문 이산화탄소 배출 감축 정책의 중심적인 역할을 담당할 것으로 예상됨

그림 1.14 자동차 종류별 대당 이산화탄소 배출량 (gCO<sub>2</sub>/km)



주: 이산화탄소 배출량은 전과정(life cycle analysis)평가(원유추출, 원유수입, 석유정제, 국내분배, 발전, 자동차운행단계) 결과  
 자료: 환경부

<sup>10</sup> BEV 보급이 가장 많이 된 제주도의 경우 2016년 BEV의 1 대당 전력 소비량은 200 kWh를 크게 상회하고 있으며, 2016년 9월에는 247 kWh까지 증가하였음

## **제2장 2016~2040 에너지 전망**

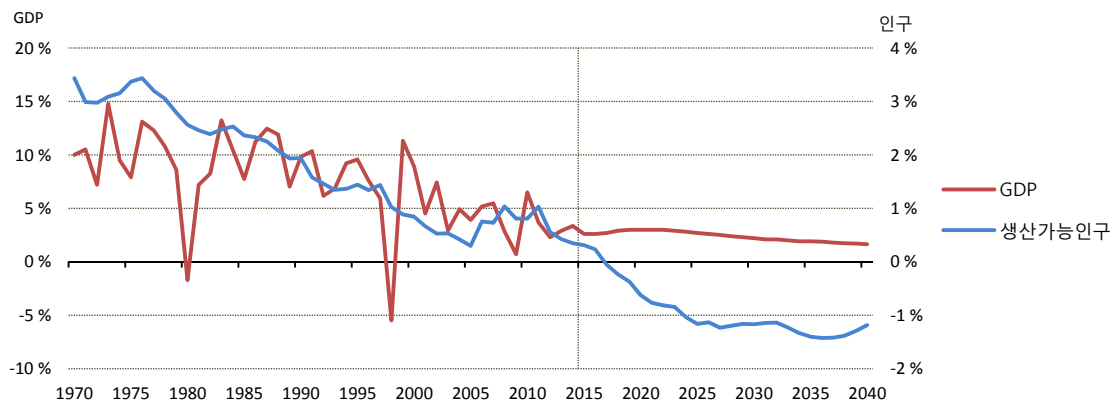


## 1. 경제 및 산업 전망

□ 2015~2040년 국내총생산(GDP)은 인구 감소 및 자본 축적 속도 둔화 등으로 성장 추세가 점차 둔화되어 연평균 2.4% 성장할 것으로 전망<sup>11</sup>

- 1990~2015년 GDP는 1998년 외환위기와 2009년 국제 금융위기 등 두 차례 경제위기에도 불구하고, 높은 자본스톡 증가율과 견조한 노동 공급 증가에 힘입어 연평균 5.1%로 빠르게 성장함
  - 1998년 외환위기로 경제 규모가 5.5% 감소했음에도 불구하고 1990~2000년은 GDP가 연평균 6.9%의 높은 성장률을 기록하였고, 2009년에는 국제 금융위기로 경제 성장률이 0.7%까지 떨어졌지만 2000~2010년은 연평균 4.4%의 성장률을 기록함
  - 이는 자본스톡이 1990년대와 2000년대에 각각 연평균 5.6%, 3.4%로 빠르게 증가하고 생산가능 인구 역시 각각 연평균 1.3%, 0.7%로 꾸준히 증가한 데 따른 결과로 분석됨
  - 2010~2015년은 금융위기 이후 완만한 경제 회복 속도를 보이며 연평균 3.0%의 성장률을 기록함

그림 2.1 GDP 성장률과 생산가능 인구 성장률 추세

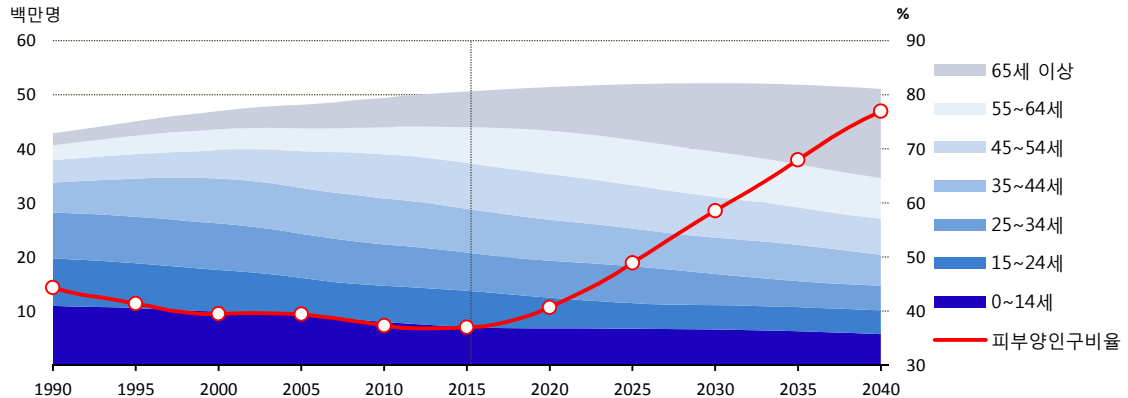


- 고도 성장기를 지난 우리 경제는 총인구의 증가세 둔화와 생산가능 인구 감소, 고령화로 인한 피부양인구 비율 증가 등 인구의 구조적 변화로 인하여 성장세가 점차 둔화됨
  - 1990~2015년 총인구와 생산가능 인구는 각각 연평균 0.7%와 0.9% 증가한 반면, 2015~2040년 총인구는 2015년 수준에서 정체되고 생산가능 인구는 연평균 1.0% 감소할 전망이다 (통계청, 2011b), 특히 생산가능 인구는 2016년 정점에 도달한 후 지속적인 감소세를 보일 전망이다

<sup>11</sup> 경제 성장 및 산업 구조는 KDI의 장기 잠재성장률과 산업연구원의 산업 구조 전망을 이용하여 설정한 전제임

- 반면, 1990~2015년 연평균 4.5% 늘어난 고령 인구는 전망 기간에도 연평균 3.7%의 높은 증가율을 유지하여 우리나라는 2018년 고령 사회, 2026년 초고령 사회로<sup>12</sup> 진입하고, 피부양인구 비율이 1990년 44.3%에서 2040년 77.0%까지 상승할 것으로 전망됨

그림 2.2 인구 구조 변화 및 피부양인구 비율 추이



주: 유소년 인구는 0~14세, 생산가능인구는 15~64세, 고령 인구는 65세 이상  
 피부양인구비율=100×(유소년인구+ 고령인구)/생산가능인구

- 90년대 경제 성장의 주요한 동력이었던 높은 저축률과 이로 인한 자본스톡의 높은 증가율은 피부양인구 비율 상승으로 점차 낮아져서 경제성장률 둔화 요인으로 작용함
  - 피부양인구 비율이 2015년 37.0%에서 2040년 77.0%까지 가파르게 상승함에 따라 저축률은 2015년 35.4%에서 2040년 20% 초반까지 하락할 것으로 전망됨 (신석하, 황수경, 이준상, 김성태, 2013)
  - 장기적으로 저축률과 투자율이 같아진다는 가정 하에 자본스톡 증가율이 지속적으로 낮아지고 이로 인해 경제 성장이 둔화될 것으로 예상됨
- 현재 우리나라의 총요소생산성은 선진국에 비해 다소 높지만 장기적으로 선진국 수준으로 낮아질 것으로 예상되는데 이 또한 경제성장률 둔화 요인으로 작용함<sup>13</sup>
  - 1991~2007년 미국, 일본, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 네덜란드 등 OECD 주요 국가들의 평균 GDP 성장률에 대한 총요소생산성의 기여도는 0.4% 포인트인 반면 우리나라의 경우(2001~2005년 기준)는 1.3% 포인트로 선진국에 비해 여전히 높은 편임 (신석하, 황수경, 이준상, 김성태, 2013)

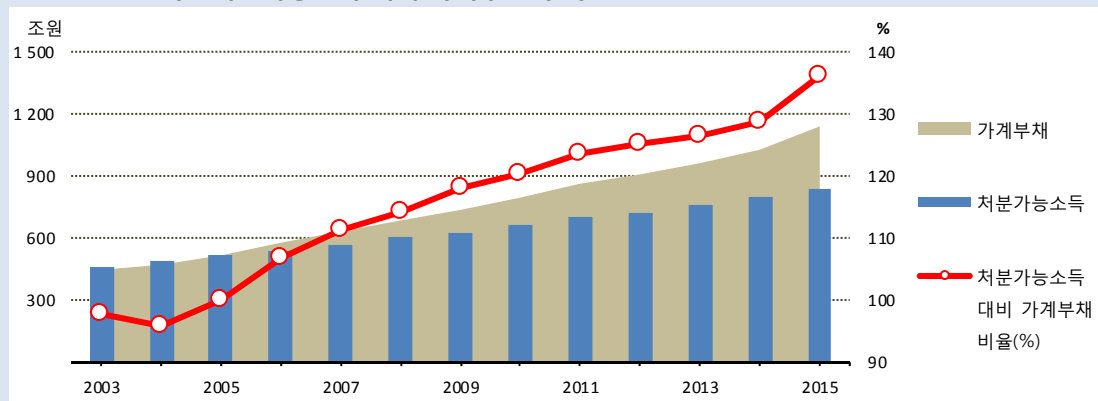
<sup>12</sup> 65세 이상 인구의 비율이 14%를 넘어서는 경우 고령 사회, 65세 이상 인구가 20% 이상인 경우 초고령 사회로 정의됨

<sup>13</sup> 총요소생산성은 산출물 중 생산요소인 노동과 자본 등으로 설명되지 않는 부분을 말하는데 직접적으로 관측되지 않기 때문에 성장회계의 잔차(Solow residual)를 이용하여 추정함. 선진국이 새로운 기술을 개발하는 것보다 후발국이 선진국을 모방함으로써 기술을 습득하는 속도가 더 빠르기 때문에 일반적으로 후발국이 총요소생산성 증가율이 높음

## 글상자 2.1 우리나라 경제의 단기적 위험 요인

- 최근 우리나라 경제는 기업 구조조정, 과도한 가계 부채, 정치 불안, 미국 트럼프 대통령 당선 등으로 불확실성이 증대되고 하방 위험이 커진 상태임
- 우리나라 경제의 주력 산업인 철강, 석유화학, 조선 등이 세계 시장의 수요 부진 및 과잉 공급, 후발국과의 경쟁 심화 등으로 성장이 둔화됨에 따라 정부는 일명 원샷법으로 불리는 '기업활력제고를 위한 특별법'을 시행(2016.8.13)하여 산업 구조조정에 박차를 가함. 이에 우리 경제는 인력 감축 및 임금 삭감으로 인한 가계 소득 감소, 과잉 설비 조정으로 인한 투자 심리 위축, 사업부 매각과 인수합병 등 사업구조 개편으로 인한 추가적 인력 조정 및 생산 위축과 같은 기업 구조조정의 부정적 영향을 피할 수 없을 것으로 예상됨. 만약, 정부와 기업이 이에 적절히 대응하지 못하면 산업 구조조정이 우리 경제 전반에 미치는 파급효과는 증폭되어 경제성장을 크게 둔화시키는 요인으로 작용할 수 있음
- 또한 정부의 부동산 정책 등으로 급증한 가계부채는 향후 미국의 금리 인상과 맞물려 채무 부담을 가속화시키며 내수를 위축시킬 수 있음. 최근 몇 년간, 경기부양책의 일환으로 1~2%대의 초저금리 기조가 유지되어 왔고 아파트 공급도 큰 폭으로 늘어, 주택담보대출을 중심으로 가계대출이 급증하고 있음. 경기 부진으로 처분가능소득 성장은 정체되는 반면 부채가 급격히 늘어나며 가계의 소비가 큰 폭으로 위축되고 이는 다시 경제 성장 둔화로 이어지게 되는 악순환이 지속될 가능성이 큼. 이러한 가운데 향후 미국 금리 인상이 예고되어 있어 국내 금리도 점차 높아지며 가계의 채무 부담이 더욱 심화될 것으로 전망됨

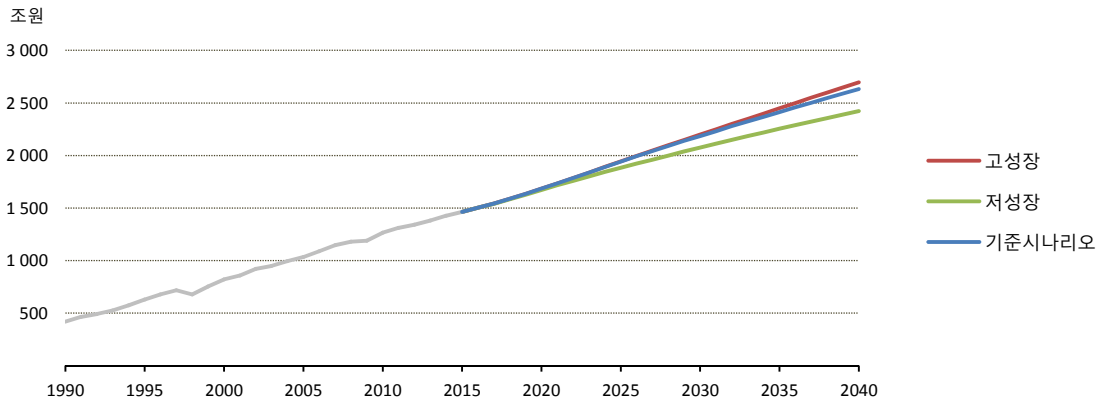
그림 2.3 국민처분가능소득 대비 가계부채 추이



- 2016년 하반기 민간인 비선실세의 국정 농단으로 불거진 정치 혼란이 장기화될 경우, 불확실성 증대로 가계의 소비는 위축되고 기업은 주요 사안에 대한 결정을 연기하며 투자가 지연될 수 있음. 소비와 투자의 하방 압력이 커지면서 생산이 둔화되고 노동 시장에도 부정적 영향을 미치는 등 정치 불안 및 국정 공백은 실물 경제 전반에 악영향을 미칠 것으로 판단됨(한국개발연구원, 2016)
- 2016년 11월 9일 미국 대선에서 도널드 트럼프가 당선된 것도 우리 경제의 불확실성을 높일 것으로 우려됨. 트럼프는 대규모 인프라 투자를 대선 공약 중 하나로 제시했는데, 이 공약이 실현될 경우 우리 나라의 미국 인프라 시장 참여 기회도 확대될 수 있어 우리 경제에 긍정적 요인으로 작용할 수 있음(현대경제연구원, 2016). 그러나 트럼프는 극단적인 보호무역주의를 표방하며 이미 체결된 FTA 등 무역협정에 대해 재협상이 필요함을 주장하여, 트럼프의 당선에 대외 의존도가 높고 특히 對미국 수출 비중이 큰 우리 경제에 부정적 요인으로 작용할 가능성이 큼

- 고성장 시나리오에서는 전망 기간 GDP가 연평균 2.5% 증가하고 저성장 시나리오에서는 연평균 2.0% 증가
- 고성장 시나리오는 단기적으로 우리 경제가 직면한 위험 요인들(글로벌 2.1 참조)을 성공적으로 통제하고, 장기적으로는 세계적 불경기에도 불구하고 노동과 자본 투입의 증가와 생산성 혁신을 통해 잠재성장률 하락을 지연시키는 경우를 가정함
  - 고성장 시나리오에서는 전망 기간 초반 기준 시나리오와 성장률이 동일하지만 이후 잠재성장률 감소가 느리게 진행되면서 2015년에서 2040년 사이 잠재성장률이 연평균 2.5% 수준이 될 전망이다

그림 2.4 시나리오별 GDP 추이

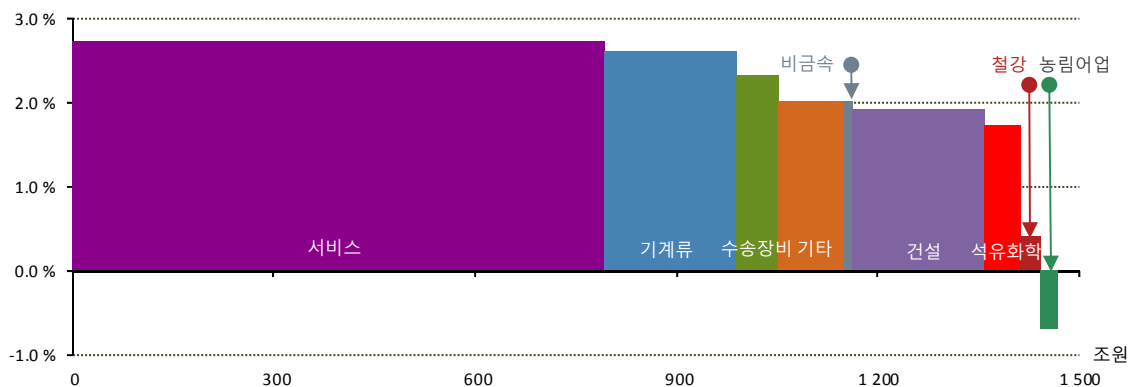


- 저성장 시나리오는 단기적으로 기업 구조조정, 과도한 가계부채, 보호무역주의 확산 등으로 내수와 수출이 부진하고, 장기적으로는 노동 공급 정체, 투자 부진, 총요소생산성 하락이 심화되는 상황을 가정한 시나리오로 국내 잠재성장률은 2020년대 후반 1%대로 낮아짐 (현대경제연구원, 2016)
- 대내적으로 기업 구조조정과 과도하게 누적된 가계부채는 기업 투자 및 가계 소비를 위축시키며 내수가 침체되고, 대외적으로는 미국을 비롯한 세계 각국의 보호무역주의가 확대되어 수출마져 난항을 겪으며 2015~2020년 경제성장률은 약 2.7% 수준에서 정체되고 이후 우리 경제는 장기적 저성장 국면으로 진입한다고 가정함
- 노동 공급은 생산가능 인구, 경제활동참가율, 연간근로시간, 실업률로 산출되는데 저성장 시나리오에서는 경제활동참가율이 앞으로도 현재 수준인 60%대 초반에서 정체될 것으로 봄
- 자본스톡의 경우 기업의 투자 부진으로 총고정자본 형성의 연평균 성장률이 2000~2015년 평균 성장률보다 10%만큼 낮아지며, 총요소생산성 역시 기술 혁신이 제대로 이루어지지 않아 기준 시나리오보다 낮아질 것으로 예상됨
- 이에 따라 우리나라 경제성장률은 2020년대 중반까지 2%대 수준을 유지하다가 2020년대 후반부터 1%대의 초저성장 국면에 진입할 것으로 전망됨

□ 조립금속업과 서비스업이 경제 성장을 주도하는 반면 석유화학, 철강 등 에너지다소비 업종은 성장세가 둔화

- 전망 기간 탈공업화가 진전되면서 제조업이 경제성장률보다 낮은 연평균 2.1%로 증가하여 제조업 비중은 2015년 28.5%에서 2040년에는 26.9%로 소폭 축소될 것으로 예상됨
  - 제조업 중 가장 큰 비중을 차지하는 기계류와 수송기계가 각각 연평균 2.6%, 2.3%로 성장하면서 전망 기간 제조업의 성장을 주도하고, 이로 인해 2015년 62.1%였던 제조업 내 조립금속의 비중은 2040년에는 68.5%까지 확대됨
  - 철강은 중국을 비롯한 후발주자와의 경쟁 심화로 고부가가치 철강재 개발 등 새로운 성장 동력을 모색하지만 세계 경제 성장 둔화의 여파로 최근의 부진을 지속하면서 전망 기간 연평균 0.4%의 성장을 기록하는데 그칠 것으로 예상됨
  - 석유화학은 저유가 지속에도 불구하고 기초화학에서는 납사-에틸렌 스프레드 유지, 정제에서는 석유제품 수출 증가로 부가가치가 연평균 1.7% 증가할 전망이다
  - 비금속은 시멘트 업종의 부가가치 정체에도 불구하고 유리, 도기 등의 부가가치 증가로 전망 기간 연평균 2.0%의 성장률을 기록할 것으로 예상됨

그림 2.5 주요 업종별 2015년 부가가치 및 전망 기간 부가가치 증가율



주: 건설업의 부가가치는 SOC를 포함

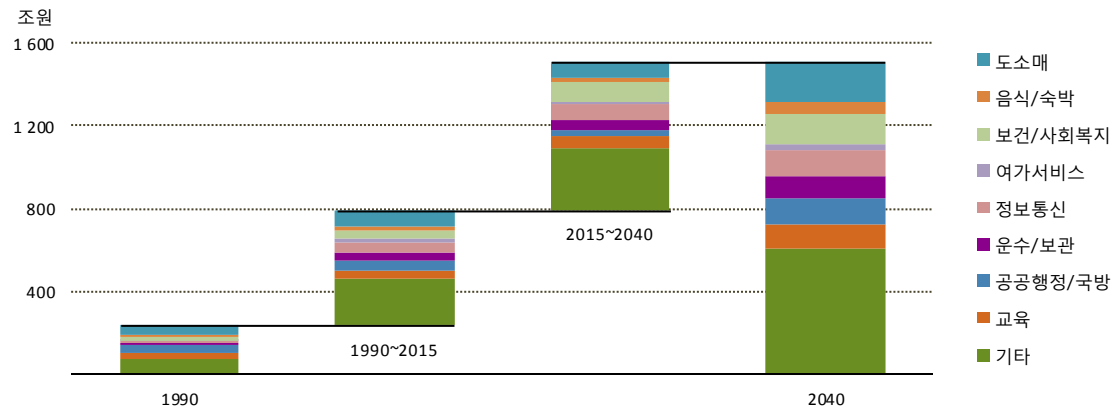
- 서비스업은 서비스 수요의 고급화 및 다양화, 고령화로 인한 의료 수요 증가, 디지털 경제<sup>14</sup>의 확산, 여가 활동의 증대 등으로 전망 기간 연평균 2.7%로 빠르게 성장하여 GDP에서 서비스업의 비중이 57.6%까지 확대될 것으로 예상됨

<sup>14</sup> 인터넷을 기반으로 하는 모든 경제활동을 말하며, 대표적인 예로 전자상거래, 인터넷쇼핑몰, 검색서비스 등이 있음



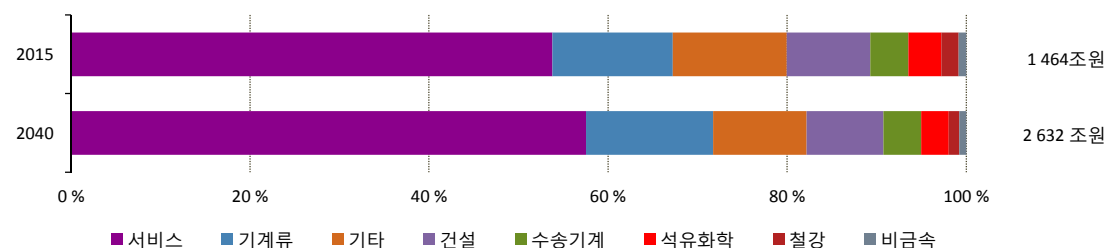
- 서비스업의 높은 성장에는 빠른 속도로 진행되고 있는 고령화도 영향을 미치는데, 고령화와 함께 의료 수요가 급격히 증가하여 전망 기간 보건/사회복지 서비스업의 성장률은 서비스업 중 가장 높은 연평균 3.8%를 기록할 것으로 전망됨
- 예술/스포츠/여가 서비스업은 소득 증대, 생활 수준 향상 등으로 여가 활동에 대한 수요가 늘어나며 전망 기간 연평균 3.5%로 빠르게 성장하고, 정보통신업도 디지털 경제의 가파른 성장, 사회전반의 지식정보화 추진, 정보통신기기 보급 확대 등으로 연평균 3.2%의 높은 성장률을 보일 전망임
- 운수/보관업과 기타서비스업은 각각 연평균 2.8%의 양호한 성장률을 보이고, 음식/숙박업도 연평균 2.6% 증가하여 경제성장률을 상회할 것으로 예상됨
- 반면, 도소매업, 공공행정/국방, 교육서비스는 연평균 2% 내외의 다소 낮은 성장률이 예상되어, 서비스업 내에서의 비중이 축소될 전망임

그림 2.6 서비스업 부가가치 변화 및 업종별 비중



- 건설업은 전망 기간 인구 및 가구 증가가 정체되며 건설 수요는 둔화되었으나 고부가가치화가 꾸준히 진행됨에 따라 부가가치는 연평균 2.0% 증가할 것으로 예상됨
- 농림어업 부가가치는 2020년 이후 지속적으로 감소하여 전망 기간 연평균 0.7%의 마이너스 성장률을 기록하고, 총부가가치에서 차지하는 비중은 0.9%로 축소될 전망임

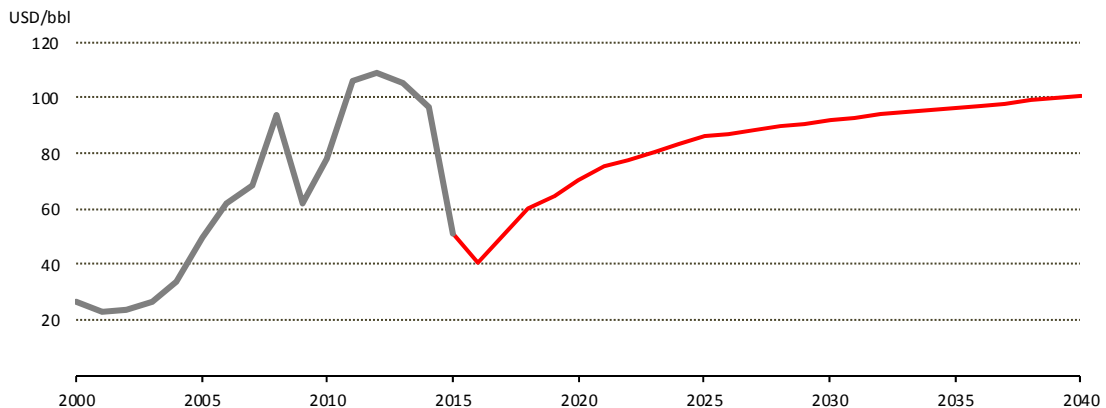
그림 2.7 2015년과 2040년 업종별 부가가치 비중



□ 국제 유가는 꾸준히 상승하지만 속도는 빠르지 않아 2030년대 후반이 되어야 배럴당 100달러대에 도달

- 2014년 급격히 하락한 국제 유가는 2016년 배럴당 40.5달러의 저점을 기록한 후 석유 시장의 수급 여건이 개선되며 2040년까지 꾸준히 상승할 것으로 기대됨
- 하지만, 사상 최고 수준으로 누적된 석유 재고, 중국을 비롯한 세계 경제 성장 둔화로 인한 석유 수요 증가 둔화, 비전통석유 공급 증가 등으로 가격 회복세는 빠르지 않을 것으로 전망됨
  - 원유의 공급과잉이 지속되면서 미국의 원유 재고는 2016년 1월 처음으로 500백만 배럴을 돌파한 후 4월에는 543백만 배럴까지 증가했고, OECD의 원유재고도 4월에 사상 최고치인 1,248백만 배럴을 기록함
  - 세계 경제 성장의 동력이었던 중국 경제가 2015년 7% 미만 성장으로 성장세가 둔화되고 2008년 금융위기 이후 선진국들의 경제 회복 속도도 미약하여 석유 수요 증가가 둔화됨
  - 이런 상황 속 국제 유가가 배럴당 50~60달러를 상회할 경우 미국의 셰일 오일 공급이 급증할 우려가 있어 국제 유가의 상승 속도는 당분간 제한적일 것으로 판단됨

**그림 2.8** 국제 유가(두바이유 기준) 추이 및 전망

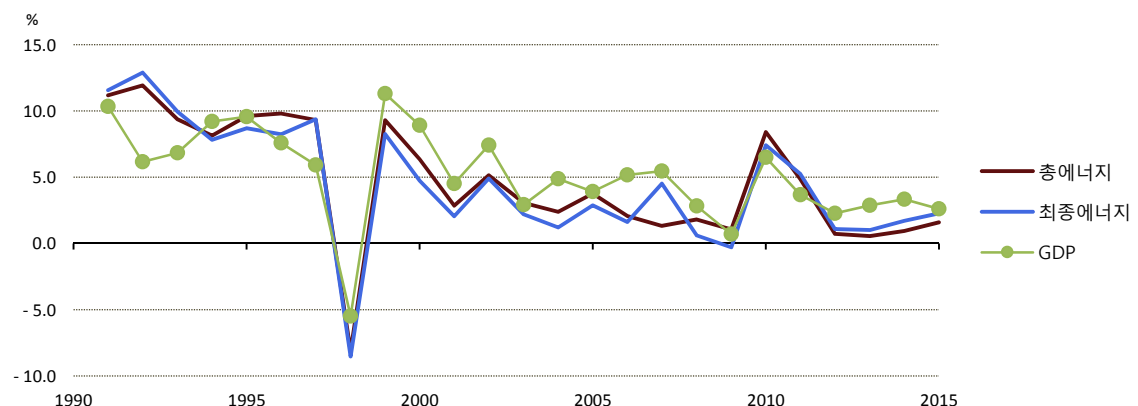


## 2. 에너지 전망 개요

□ 총에너지 소비는 1990년에서 2015년 사이 세 배 증가하여 287.5백만 toe에 도달하였으나, 에너지 소비 증가율은 꾸준히 하락

- 우리나라 총에너지 소비는 1990년 93.2백만 toe에서 연평균 4.6% 증가하여 2015년 287.5백만 toe에 도달하였음
  - 1990년대는 중화학 공업 중심의 고도 경제 성장과 빠른 전력 보급에 힘입어 총에너지 소비 증가율이 경제성장률보다(연평균 6.9%) 높은 연평균 7.5%를 기록하였으나 2000년 이후 경제성장률은 연평균 3.9%로 하락한 반면 총에너지 소비 증가율은 그보다 낮은 연평균 2.7% 수준까지 떨어짐
  - 1990년대에는 석유화학 업종, 비금속 그리고 수송장비의 성장률이(산출액 기준) 각각 연평균 8.8%, 12.2%, 13.0%로 높았지만 2000년 이후 철강업의 꾸준한 증가에도 불구하고 에너지원단위가 낮은 기계류가 연평균 8.0%로 경제 성장을 주도한 것이 총에너지 소비 증가율의 하락을 이끌었음
- 총에너지 소비의 증가세 둔화는 2010년대에 들어 두드러지게 나타나며 우리나라도 에너지 소비의 저성장 시대로 진입한 것으로 평가됨
  - 1997년 외환위기 이후 에너지 소비 증가는 경제 성장보다 낮은 수준을 유지하는 모습을 보였으나 글로벌 금융위기와 철강 및 석유화학 설비에 대한 투자 증가가 이어지면서 2010년을 전후로 잠시 에너지 소비 증가가 경제 성장을 웃도는 현상이 발생함
  - 하지만 2010년 이후 경제 성장 둔화가 심화되고 2011년 9월 지역별 순환정전 사태를 경험하면서 강력한 전력 수요 관리 정책이 시행됨에 따라 최근 총에너지 소비 증가는 1% 미만으로 하락함
  - 특히 최근의 에너지 소비는 총에너지 소비 증가율이 최종에너지 소비 증가율보다 낮은 것이 특징인데 이는 전력 소비 증가율의 하락과 고효율 가스 발전의 증가가 원인임

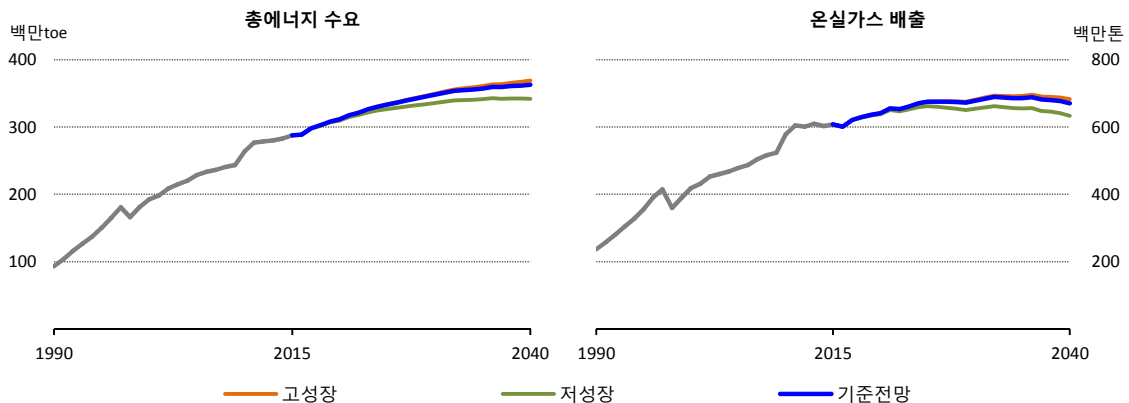
그림 2.9 총에너지 및 최종에너지 소비 증가율과 경제성장률, 1990~2015



□ 총에너지 수요는 모든 시나리오에서 2040년까지 꾸준히 증가하지만 증가 속도는 연평균 1% 이하로 과거에 비해 많이 낮아질 전망

- 기준 시나리오의 경우 총에너지는 2015년 287.5백만 toe에서 연평균 0.9% 증가하여 2040년 363백만 toe에 도달할 것으로 전망됨
  - 에너지 수요 전망에 가장 큰 영향을 미치는 경제의 장기 잠재성장률은 기준 시나리오에서 전망 기간 연평균 2.4% 성장하며, 노동 및 자본 투입의 증가와 생산성 혁신을 통해 잠재성장률 하락 속도를 늦추는 경우 2015년에서 2040년 사이 잠재성장률이 연평균 2.5% 수준으로 소폭 증가하는 반면 (고성장 시나리오), 생산성 하락과 노동 공급 정체 및 투자 부진이 이어질 경우 (현대경제연구원, 2016) 잠재성장률은 연평균 2.0% 수준까지 하락할 것으로 보임 (저성장 시나리오)
  - 경제 성장 전제에서 차별성을 보이는 세 가지 성장 시나리오에서 총에너지 수요는 고성장의 경우 2015년에서 2040년 사이 연평균 1.0%, 저성장의 경우 같은 기간 연평균 0.7% 증가하여 모든 성장 시나리오에서 최근의 에너지 소비 저성장 기조를 이어갈 것으로 분석됨
  - 한편, 온실가스 배출은 2015년에서 2040년 사이 연평균 0.2~0.5% 증가할 것으로 전망됨

그림 2.10 시나리오별 총에너지 수요 및 온실가스 배출 전망



- 총에너지 수요 증가율의 하락에는 인구 증가 정체, 경제 성장 둔화, 에너지 저소비형 중심으로의 경제 구조 변화, 에너지 효율 개선 등 전통적인 에너지 수요 감소 원인이 여전히 유효하게 작용함
  - 하지만, 2030년 이후 총에너지 수요의 정체는 석탄화력 발전소 최대 출력 제한과 ‘미세먼지 관리 특별 대책 (대한민국정부, 2016)’의 일환으로 도입된 노후 석탄 발전소의 폐지 및 효율 향상과 연료 전환 정책이 결정적인 영향을 미치는 것으로 분석됨<sup>15</sup>

<sup>15</sup> 2025년 이후 석탄 발전소 폐지나 석탄 발전기 최대 출력 제한이 유지될 것인가에는 정책적 불확실성이 존재하지만, 본 전망에서는 최근의 정책 기조가 향후에도 유지된다고 가정하였음

- 경제성장률 전제만 달라질 경우 전력 수요 증가의 정체와 고정 설비 효과에 의해 시나리오 사이 에너지원단위의 차이가 발생함
  - 경제성장률의 차이에도 불구하고 산업 구조나 에너지 가격이 동일하다면 시나리오간 최종소비 부문별 에너지 수요의 차이는 거의 대부분 경제 규모의 차이로 설명가능함
  - 하지만, 전력수급기본계획의 발전 설비 건설 계획이나 미세먼지 대응 노후 석탄화력 발전소의 폐지가 모든 시나리오에 걸쳐 동일하게 적용되면서 저성장 시나리오의 석탄 및 원자력 비중이 각각 26%와 18% 수준으로 고성장 시나리오나 기준 시나리오에 비해 약간 높은 것으로 나타남
  - 즉, 경제성장률 하락으로 인한 전력 수요 증가 둔화하는 가운데 전력수급기본계획에 따른 동일한 발전 설비와 설비 이용률이 적용됨에 따라 저성장 시나리오에서는 기저 발전인 석탄의 발전 비중이 상승하고 평균 발전 효율은 하락하게 되는데, 이는 총에너지 측면에서 에너지원단위 개선 둔화로 나타남
  - 낮은 경제성장률로 인한 투자 감소가 에너지효율 개선을 지체시킬 가능성이 있지만 본 분석의 에너지원단위 개선 둔화는 사후적 결과일 뿐이며 부하구조, 요금, 연료 가격 등에 따라 실제 설비 이용률이 변경되면서 에너지원단위 개선은 예상과 달라질 가능성이 있음

#### □ 에너지 수요 증가의 정체와 노후 석탄화력 발전소의 폐지로 2030년 이후 온실가스 배출이 감소

- 총에너지는 2030년 이후 수요 증가율이 크게 하락하고 에너지 연소 부문 온실가스 배출도 이 시점을 기준으로 증가 추세가 정체 내지는 감소 추세로 반전될 것으로 예상됨
  - 총에너지 수요는 2015년에서 2030년 사이 모든 시나리오에서 연평균 1.0~1.3% 수준의 증가율을 보이다가 2030~2040년에는 0.5% 이하로 하락하는 것으로 나타남
  - 2030년 이후 총에너지 수요 증가의 정체는 2030년 이후 설계 수명에 도달하는 대형 석탄화력 발전소들이 폐지되고 석탄 발전이 가스 및 신재생 등 타 연료로 대체되면서 석탄 수요가 감소하는 것이 주요 원인임
  - 석탄화력 발전소 폐지가 시나리오대로 진행된다면 우리나라의 에너지 연소로 인한 온실가스 배출은 2030년대 초반 약 690백만 톤(tCO<sub>2</sub>eq)을 정점으로 이후 점차 감소할 것으로 예상됨
- 에너지 연소 부문의 온실가스 배출이 2030년대 초반 정점에 도달하는 것은 과거보다 증가 추세가 크게 낮아진 전력 수요, 원자력 발전 설비의 대폭적인 확대, 노후 석탄화력 발전소의 폐지 및 석탄 발전의 최대 출력 제한 등이 결합된 결과임
  - 노후 석탄화력 발전소의 폐지나 석탄 발전기의 최대 출력 제한이 일몰제로 시행되면 온실가스 배출이 감소로 전환되지는 않겠지만 에너지 수요나 온실가스 배출이 이전과 같이 빠르게 증가하지는 않을 것으로 분석됨

## 기준 시나리오의 에너지 수요 전망

### □ 기준 시나리오에서 경제는 연평균 2.4% 성장하는데 반해 총에너지 수요는 연평균 0.9% 증가

- 우리나라 경제는 연평균 2.4% 성장하여 지난 25년의 연평균 성장률인 5.1%의 절반 수준으로 하락하지만 총에너지 수요는 연평균 0.9% 증가하는데 그쳐 과거 연평균 증가율 4.6%의 1/5 수준으로 급락할 전망이다
  - 기간별로 살펴보면 총에너지 수요는 2015년에서 2030년 사이 연평균 1.3%, 2030년 이후 2040년까지는 연평균 0.4%로 1/3 수준으로 하락하지만 경제성장률은 같은 기간 연평균 2.7%에서 1.9% 하락하여 총에너지 수요 증가율과 경제성장률의 차이는 더욱 심화될 것으로 보임
  - 총에너지 수요 증가율의 하락은 인구 증가 정체에 따른 생산가능 인구의 감소, 경제 성장 둔화, 조립금속 및 서비스업 등 에너지저소비형 중심으로의 경제 구조 변화, 지속적인 에너지 효율 개선 등이 원인으로 작용할 것임
  - 즉, 국내총생산의 경우 전망 기간 연평균 2.4% 증가하여 과거보다 성장 속도가 대폭 낮아지지만 전력 소비 비중이 큰 조립금속업과 서비스업 산출액은 각각 연평균 2.7%와 2.9%로 경제 성장을 주도하고, 전력 사용 설비의 효율이 향상되면서 에너지 수요 증가가 둔화됨
- 특히, 2030년 이후의 총에너지 수요 정체는 석탄화력 발전소 최대 출력 제한과 미세먼지 특별대책의 일환으로 도입된 노후 석탄 발전소의 폐지 및 효율 향상과 연료 전환이 큰 영향을 미치는 것으로 나타남
  - 미세먼지 특별대책에 기 포함된 10기의 석탄화력 발전소 이외 수명 40년에 도달하는 노후 석탄 발전소가 2030년 이후 대거 등장하게 되는데 이들을 가스화력 및 신재생이 대체하면서 석탄 수요가 감소하는 것이 주요 원인임
  - 또한 석탄화력 발전소의 최대 출력 제한은 석탄 발전 용량을 약 1.1 GW 하락시키는 효과가 있는 것으로 분석됨에 따라 (김철현, 2016), 타 에너지원 대비 발전 효율이 낮은 석탄화력 발전소의 가동률이 하락하는 것도 에너지 수요 증가 둔화의 원인으로 작용함

**그림 2.11 기준 시나리오의 총에너지 수요와 에너지원단위 그리고 GDP 변화, 1990~2040**

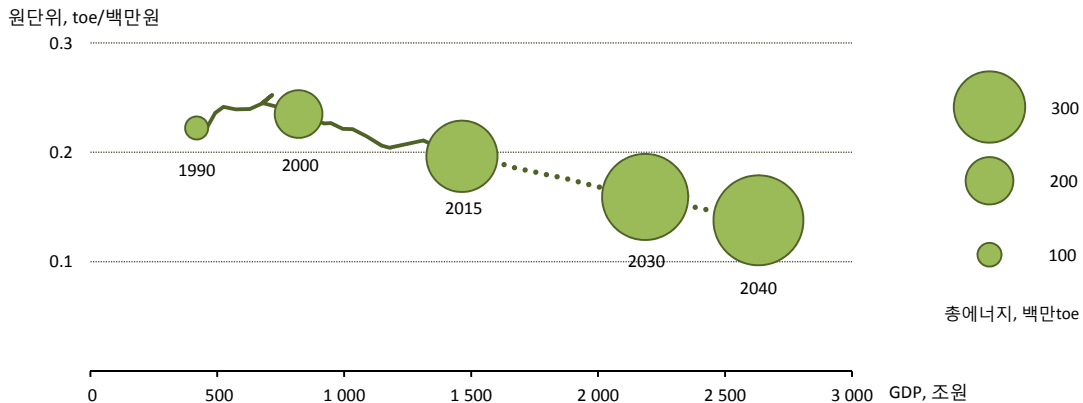
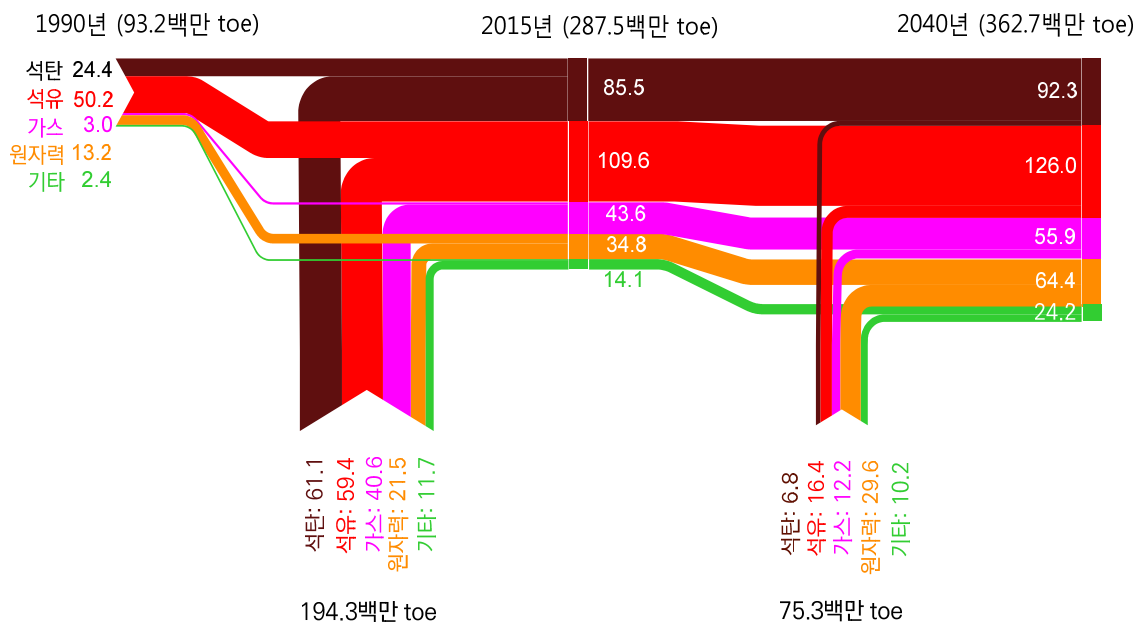


표 2.1 총에너지 및 최종에너지 소비 추이 및 전망 (백만 toe)

	1990	2015	2020	2030	2040	1990 2015	2015 2040
석탄	24.4	85.5	93.4	100.5	92.3	5.1%	0.3%
석유	50.2	109.6	114.9	121.4	126.0	3.2%	0.6%
천연가스	3.0	43.6	44.1	46.6	55.9	11.3%	1.0%
수력	1.6	1.2	1.4	1.5	1.5	-1.0%	0.8%
원자력	13.2	34.8	42.5	58.7	64.4	3.9%	2.5%
신재생·기타	0.8	12.8	15.2	19.3	22.7	11.8%	2.3%
<b>일차에너지</b>	<b>93.2</b>	<b>287.5</b>	<b>311.6</b>	<b>348.0</b>	<b>362.7</b>	<b>4.6%</b>	<b>0.9%</b>
석탄	19.9	34.9	37.3	40.2	41.7	2.3%	0.7%
석유	45.3	107.3	112.7	120.7	125.4	3.5%	0.6%
도시가스	1.0	22.1	24.4	28.0	30.8	13.1%	1.3%
전력	8.1	41.6	45.6	54.3	59.8	6.8%	1.5%
열에너지	0.1	1.6	1.9	2.2	2.3	12.9%	1.5%
신재생·기타	0.8	11.2	12.4	14.3	16.4	11.2%	1.5%
<b>최종에너지</b>	<b>75.1</b>	<b>218.7</b>	<b>234.3</b>	<b>259.7</b>	<b>276.3</b>	<b>4.4%</b>	<b>0.9%</b>
산업	36.2	136.8	147.3	165.7	180.1	5.5%	1.1%
수송	14.2	40.3	42.8	45.9	46.4	4.3%	0.6%
가정	16.8	20.1	20.7	21.1	20.9	0.7%	0.2%
서비스	8.0	21.6	23.4	27.0	28.9	4.0%	1.2%

그림 2.12 에너지원별 총에너지 수요의 증가 (백만 toe)



- 지난 25년간의 총에너지 소비 증가는 약 194.3백만 toe에 달했으나 향후 25년간의 에너지 수요 증가는 약 75백만 toe 수준에 그쳐, 과거 동일 기간 증가의 39% 수준이 될 것으로 예상됨
  - 에너지원별로 살펴보면 모든 에너지원의 수요가 여전히 증가하겠지만 원자력이 약 30백만 toe 증가하여 총에너지 증가의 40% 가까이 차지하면서 전망 기간 에너지 수요 증가를 주도할 것으로 보이며, 이는 같은 기간 석유와 가스의 증가분을 합한 것보다 많은 양임
  - 대규모 설비 증설과 정부의 보급 지원에 힘입어 원자력과 신재생은 전망 기간 각각 연평균 2% 중반의 속도로 증가할 것으로 전망됨
  - 과거 에너지 소비 증가의 대부분을 차지하였던 석탄, 석유 및 가스 등 화석기반 연료는 철강 및 석유화학 등과 같은 화석연료 주 소비 업종의 성장세가 둔화되고 발전 부문의 석탄 수요가 감소하면서 전망 기간 총 35백만 toe가 증가할 전망이다, 이는 각각 연평균 0.3%, 0.6%, 1.0% 증가 수준에 불과함
  - 가스의 경우 신규 석탄화력 발전소가 대규모로 건설되면서 상당한 수요 감소가 예상되었으나 미세먼지 대책의 추진으로 장기적으로는 수요 하락폭이 감소하고 2030년대 중반 이후에는 수요가 과거 최고 수준으로 회복할 것으로 예상됨

## 글상자 2.2 총에너지 구성의 다변화

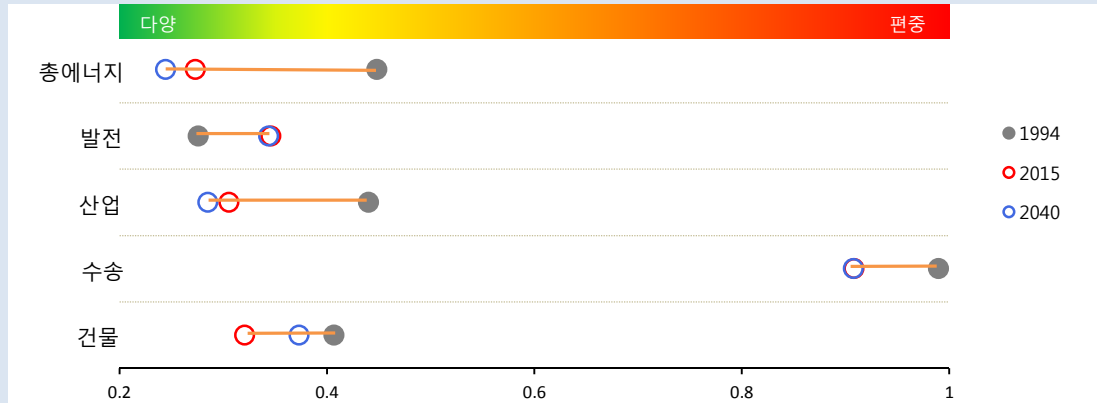
- 에너지 구성의 다양성을 비교하기 위해 허핀달-허쉬만 지수(HHI, Herfindahl-Hirshmann Index)가 대표적으로 사용되는데, HHI는 서로 다른 시장의 시장집중도를 측정하는 지표로 기업의 시장점유율을 제곱하여 합산하여 계산함. HHI는 기업결합 심사나 경쟁 제한 여부를 판단하는 지표로 활용되기는 하지만, 에너지 HHI는 에너지 구성의 적절성 여부를 판단하는 것이 아니며 여러 시장의 에너지 구성의 다변화 수준 비교만을 의미함
- 총에너지의 다변화 정도를 측정하기 위해 석탄, 석유, 가스, 원자력, 수력, 신재생의 비중을 이용하여 다음과 같이 HHI를 계산하였음 (최종에너지의 경우 원자력과 수력 대신 전력과 열에너지를 이용함)

$$HHI = \sum \left( \text{에너지원}_i / \text{총에너지} \right)^2$$

- HHI가 높을수록(1에 가까울수록) 특정 에너지원에 편중된 것을 의미하며, 낮을수록(0.17에 가까울수록) 모든 에너지원이 골고루 사용된다는 것을 의미함
- 우리나라 총에너지의 HHI는 1990년대 중반 약 0.45 수준으로 최고치를 기록하였는데, 이 시기 석유와 석탄이 총에너지의 80% 이상을 차지할 정도로 특정 에너지에 대한 의존도가 높았으나 에너지 안보 확보를 위한 에너지 다변화 정책, 외환위기 이후의 산업 구조 변화, 효율 향상 등으로 인하여 2015년 현재 0.27 수준으로 에너지의 다변화가 진행됨. 총에너지의 다변화는 산업 부문이 가장 큰 영향을 미친 것으로 분석되며, 산업 부문은 에너지다소비 업종의 에너지 소비 비중 확대에도 불구하고 도시가스 및 신재생의 비중이 급격히 증가하면서 HHI가 급격히 낮아짐



그림 2.13 총에너지 및 부문별 최종에너지의 에너지원별 구성 변화



주: 구성 다양성 지표는 Herfindahl-Hirschmann index를 사용하여 계산하였으며, 1에 가까울수록 다변화 정도가 낮고 0.17의 경우 모든 에너지원이 동일한 비중을 차지

- 시간이 지나면서 에너지 구성의 다변화가 증가하는 일반적인 현상과 반대로 발전 부문의 에너지 구성은 1990년대 중반 0.28 수준에서 2015년 현재 0.35로 에너지 사용이 집중되는 현상이 발생함. 발전 부문은 1990년 중반 상위 3개의 에너지원이(석탄, 석유, 원자력) 차지하는 비중이 85% 수준이었으나 2015년에는 그 비중이 95.6%까지(석탄, 가스, 원자력) 증가하면서 에너지 편중화가 심해짐. 다만 1990년 최대 전력 공급원이었던 원자력의 비중이 50.3%에서 2015년 31.8%로 비중이 낮아지면서 단일 에너지원에 대한 의존은 줄어든 것으로 나타남
- 전망 기간 총에너지는 지속적으로 에너지 구성의 다양성이 높아지긴 하지만 과거에 비해서는 에너지 다변화의 정도가 크게 변하지는 않을 것으로 분석됨. 이는 산업 부문의 연료 다변화가 이미 상당 부분 진행된데다 건물 부문의 경우 전력을 중심으로 한 에너지 수요의 증가로 에너지 다양성이 오히려 떨어질 것으로 예상되기 때문임

- 전망 기간의 에너지 수요 증가를 주도하는 에너지원이 과거와 달라지면서 2040년의 총에너지 구성도 화석연료의 비중이 줄어들고 원자력과 신재생의 비중이 증가함
  - 석탄과 석유는 전망 기간 각각 4% 정도의 비중이 감소하면서 화석연료가 총에너지 수요에서 차지하는 비중은 2015년 83.0%에서 2040년 76%로 하락함
  - 한편, 총에너지 수요 증가를 주도하는 원자력의 경우 2015년 12.1%에서 2040년 18% 수준으로 비중이 확대되며 신재생에너지도(양수 제외 수력 포함) 2014년 4.6%에서 2040년 6%를 넘어섬
  - 전 세계 총에너지 수요에서 원자력과 신재생(수력 포함)이 차지하는 비중은 2013년 18.5%에서 2040년 25% 이상으로 증가할 것으로 예상되는데 (IEA, 2015b), 전 세계의 저탄소 에너지원 증가는 주로 신재생이 주도하는 반면, 우리나라는 원자력의 증가가 두드러질 것으로 예상됨
  - 과거에 비해 석탄과 석유의 비중이 줄고 원자력 및 신재생의 비중이 확대되면서 총에너지를 구성하는 에너지원의 다양성이 증가하는 것으로 나타남

## 에너지 사용 부문별 전망

## □ 전망 기간 총에너지 수요 증가의 절반은 발전 부문(열 생산 포함)이 차지

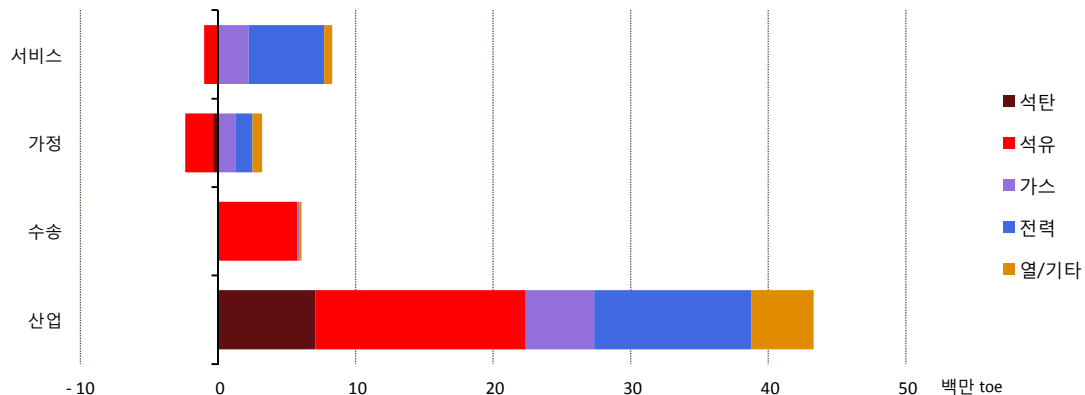
- 최종 소비 부문에서 전력 및 열 수요가 2015년에서 2040년 사이 연평균 1.5% 증가하여 연평균 0.7% 이하에 그치는 화석연료에 비해 상대적으로 빠르게 증가하면서 발전 및 열 생산 부문의 투입 연료 수요가 총에너지 수요 증가를 주도함
  - 전망 기간 총에너지 수요는 약 75백만 toe가 증가하는데 발전과 열 생산 부문의 연료 수요 증가가 37백만 toe로 전체 증가의 절반 수준을 차지하고, 이로 인해 발전 및 열 생산 부문이 총에너지 수요에서 차지하는 비중은 2015년 38.9%에서 2040년 40% 이상으로 증가함
  - 발전 부문의 에너지 수요는 특히 원자력을 중심으로 증가할 것으로 보이는데, 원자력은 전망 기간 약 30백만 toe 가까이 증가할 것으로 예상되고 발전 비중도 2015년 31.2%에서 2040년 40% 이상으로 확대되어 석탄을 추월하여 가장 큰 전력 공급원의 역할을 담당할 것으로 전망됨

## □ 최종소비 부문 중에서는 산업 부문이 에너지 수요 증가의 75% 이상을 차지

- 산업 부문은 2015년에서 2040년까지 에너지 수요가 43백만 toe 이상 증가하여 최종에너지 수요 증가 58백만 toe의 약 3/4을 차지할 것으로 전망됨
  - 경제성장 둔화와 서비스업 중심의 산업 구조 변화가 산업 부문의 에너지 수요 증가를 억제함에도 불구하고, 가정과 수송 부문의 에너지 수요 증가가 정체되고 최종에너지 소비에서 산업 부문이 차지하는 비중과 조립금속업을 중심으로 전력 수요가 증가하는 것을 고려할 때 산업 부문은 전망 기간 최종에너지 수요 증가를 주도할 것으로 예상됨
  - 산업 부문은 조립금속업 이외에도 화학업종이(석유정제 포함) 저유가를 기반으로 연평균 2.2%의 높은 성장을 달성하면서 주로 기초화학 원료로 사용되는 석유제품의 수요가 산업 부문 에너지 수요 증가의 약 35%를 차지할 것으로 전망되며, 산업용 전력은 산업용 에너지 수요 증가의 26% 수준을 차지할 것으로 예상됨
  - 석유와 전력 이외에도 석탄과 가스가 각각 산업 부문 에너지 수요 증가의 16%와 11%를 차지하는 등 산업 부문은 타 부문에 비해 여러 에너지가 고르게 증가하는 편이라 전망 기간 에너지 구성이 꾸준히 다변화될 것으로 분석됨
- 수송 부문은 자동차 보급대수 증가에도 불구하고 꾸준한 연비 개선으로 에너지 수요 증가율이 전망 기간 연평균 0.6%에 그치며 최종에너지 수요 증가의 약 11%를 차지할 것으로 전망됨
  - 자동차 보급이 전망 기간 30% 가량 증가하겠지만 연비 기준 강화와 인구 정체, 도로화물 물동량 증가 둔화로 도로 부문의 에너지 수요 증가 속도는 낮을 것으로 예상되며 국적 해운사의 구조조정으로 해운 화물이 외국 선사로 이동함에 따라 국내 해운의 연료 수요가 감소하겠지만, 항공 부문은 국제 항공의 여객 및 화물 수송 증가로 전망 기간 연평균 2.1%의 높은 증가율을 보일 전망임

- 바이오디젤이나 전력 등 대체 연료의 수요가 빠르게 증가하겠지만 석유가 여전히 수송 부문의 주요 에너지원이 될 것으로 예상되는데, 수송 부문 연료 중에서는 경유가 65% 가량으로 연료 수요 증가의 대부분을 차지하고, 그 뒤를 이어 항공유가 연료 수요 증가의 약 48%를 차지하는 것으로 분석됨

그림 2.14 2015년에서 2040년 사이 최종소비 부문의 에너지원별 수요 변화



- 건물 부문에서는 서비스 중심의 경제 성장으로 서비스 부문의 에너지 수요가 빠르게 증가하지만 가정 부문은 인구 증가 둔화와 효율 증가로 에너지 수요가 정체할 것으로 예상됨
  - 건물 부문의 에너지 수요는 2015년 41.7백만 toe에서 약 20% 증가하여 2040년 50백만 toe 수준에 근접할 것으로 전망되며, 건물 부문의 에너지 수요 증가는 최종에너지 증가의 14%를 차지함
  - 서비스 업종의 산출액이 전망 기간 연평균 2.9% 증가하면서 서비스 부문의 에너지 수요도 연평균 1.2% 증가할 전망이지만 가정 부문은 인구가 2030년을 정점으로 감소하고 단열 및 보일러 기술 등 주택 관련 효율이 개선되면서 에너지 수요가 전망 기간 연평균 0.2% 증가에 그칠 것으로 예상됨

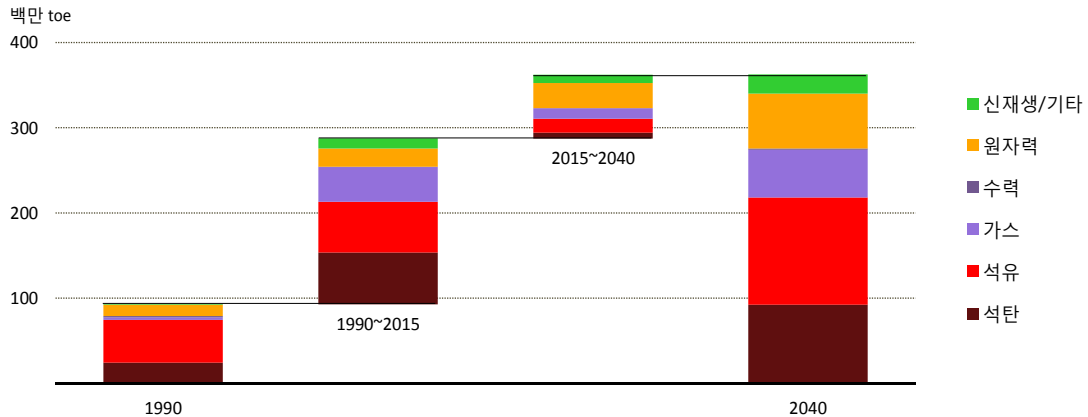
## 에너지원별 전망

### □ 전망 기간 모든 에너지원의 수요가 증가하지만 비화석 에너지가 에너지 수요 증가를 주도

- 2015년에서 2040년 사이 총에너지 수요는 약 75백만 toe가 증가하는데, 원자력이 전체 증가의 약 40%를 차지하고 석탄, 석유 및 가스 등 화석 에너지는 에너지 수요 증가의 47% 수준에 그치면서 비화석 에너지의 역할이 크게 증가할 전망이다
  - 지난 25년 사이 에너지 소비 증가 중에서 석탄, 석유, 가스 등 화석 에너지가 각각 31.4%, 30.6%, 20.9%를 차지하였으며 화석 에너지의 비중도 2015년 83.0%로 지난 1990년의 83.3%와 비슷한 수준을 유지하였지만 1990년 전체 에너지의 절반 이상을 차지하던 석유의 비중이 급격히 하락하고 그 자리를 주로 석탄과 가스가 매우면서 에너지 구성은 크게 변화되었음

- 향후 25년간 에너지 수요 증가를 주도하는 것은 원자력이며 신재생에너지도 총에너지 수요 증가의 14% 수준을 차지하는 등 비화석 에너지의 비중이 크게 증가하면서 2040년 화석 에너지의 비중은 76% 수준으로 하락할 것으로 분석됨

그림 2.15 기간별 에너지 수요의 변화



- 비화석 에너지인 원자력과 신재생에너지는 전망 기간 연평균 2.5%와 2.3%의 증가율을 보이며 빠르게 성장하는 반면 화석연료는 1% 이하의 낮은 속도로 증가할 것으로 예상됨
  - 비화석 에너지의 증가는 전력 수요가 전망 기간 연평균 1.5% 증가하여 1990~2015년 사이 기록하였던 연평균 6.8%에서 대폭 하락하는데다 '제7차 전력수급기본계획 (산업통상자원부, 2015c)'에 따라 원자력의 설비 용량이 약 19 GW 증가하고 노후 석탄화력 발전소가 단계적으로 폐지되면서 원자력이 빠르게 증가하는 것이 주요 원인임
  - 원자력은 2015~2040년 사이 30백만 toe가 증가하여 1990~2015년 사이 증가했던 21.5백만 toe보다 약 37% 가량 더 큰 규모로 증가할 전망인데, 전망 기간 예상되는 가스 수요 증가 12백만 toe를 크게 웃돌면서 원자력이 천연가스를 추월하여 석유, 석탄에 이은 세 번째의 에너지 공급원으로 복귀함
- 신재생에너지는 정부의 보급 확대 정책과 기술 발전으로 인한 경쟁력 개선에 힘입어 전망 기간 10백만 toe가 늘어나 총에너지 증가의 13%를 차지하고 2040년 총에너지 수요에서의 비중도 6% 이상으로 확대될 것으로 예상됨
  - 과거에는 부생가스, 정제폐유, 시멘트킬른 보조연료, 비재생 산업폐기물 등 산업 부문의 신재생에너지가<sup>16</sup> 전체 신재생에너지 증가의 78%를 차지하였으나 전망 기간에는 신재생발전 의무화 제도 등의

<sup>16</sup> '신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 (대한민국국회, 2013)'에 의하면 신재생에너지는 4개의 신에너지와 8개의 재생에너지로 구성되며, 석탄을 액화가스화한 에너지 및 증질잔사유를 가스화한 에너지, 폐기물 에너지 등을 포함함

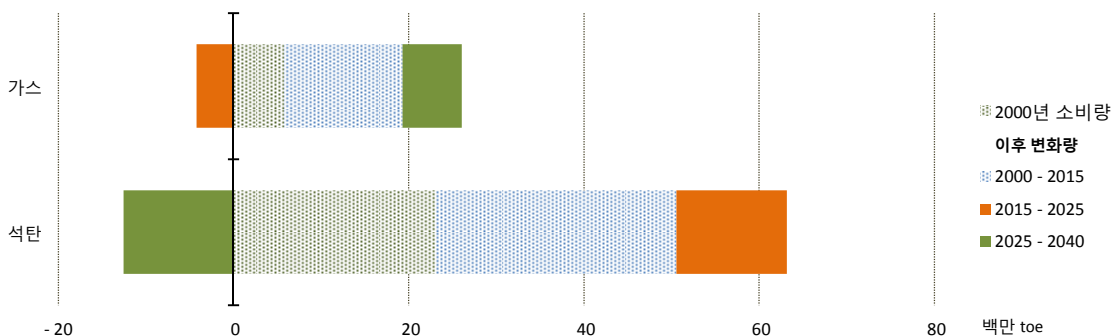
영향으로 발전 부문이 신재생에너지 증가의 48%를 차지하고 산업 부문의 기여는 46% 수준으로 떨어질 전망이다

- 하지만 양수를 제외한 수력을 포함한 신재생에너지 발전이 총에너지에서 차지하는 비중은 2015년 4.6%에서 2040년에는 6.4%에 그쳐 여전히 세계 평균에 비해서는 많이 낮은 수준일 것으로 전망됨
- 석유는 2015년에서 2040년 사이 약 16백만 toe 증가하여 총에너지 수요 증가의 22%를 차지하고 2040년에도 가장 큰 에너지 공급원의 역할을 수행하지만 그 역할은 점차 감소할 전망이다
  - 1990년에서 2015년 사이 59.4백만 toe가 증가한 것에 비해 전망 기간 석유 수요 증가는 그 1/3 수준 이하로 떨어지면서 석유가 총에너지에서 차지하는 비중도 1990년 53.8%에서 2015년 38.1%, 2040년 35%로 꾸준히 하락함
  - 저유가의 영향으로 단기적으로는 수송 부문의 석유 수요가 높은 증가율을 보이지만 이후 유가의 꾸준한 상승으로 수송 부문은 성장 동력을 상실하는 반면, 산업 부문은 석유화학 업종의 생산활동 증가가 지속되면서 장기적으로 석유 수요 증가의 주요 요인으로 작용함

#### □ 발전 설비 건설 및 발전 설비 이용 계획이 석탄과 가스의 운명을 좌우

- 석탄 수요는 발전 설비 규모가 급증하는 2020년대 초반까지 빠른 증가를 보이지만 그 이후는 증가세가 크게 둔화하다 2030년대 초반부터 감소로 전환될 전망이다
  - 과거 연평균 10%를 넘는 빠른 속도로 증가했던 발전용 석탄 소비는 '제7차 전력수급기본계획'에 의해 석탄화력 발전 신규 설비 도입이 예정되어 있는 2020년대 중반까지는 연평균 2%를 넘는 증가 속도를 보이지만 2030년 이후 대형 노후 석탄화력 발전소 폐지가 시작되면서 연평균 1.5% 감소함
  - 산업용 석탄은 철강업이 과거보다는 성장 속도가 둔화되지만 꾸준히 성장하는 탓에 연평균 0.8%의 안정적인 수요 증가를 보이는 반면, 발전용 석탄은 설비 계획에 따라 수요 증가가 급격한 변화를 보일 것으로 예상됨

그림 2.16 발전용 가스 및 석탄의 기간별 수요 변화



- 석탄과 석유가 거의 정체 수준의 증가를 보이는 반면 가스는 도시가스 수요의 증가세 둔화에도 불구하고 석탄화력 발전소 폐지에 따른 대체 전력 공급원의 역할을 담당하며 전망 기간 연평균 1.0% 수준의 증가를 보일 것으로 전망됨
  - 에너지원으로서의 국내 사용 역사가 짧은 가스는 정부의 도시가스 보급 확대 노력과 발전 부문에서의 역할 증대로 1990~2015년 사이 연평균 11.3%의 속도로 증가하여 25년 사이 14배 이상 규모가 확대되었음
  - 최종소비 부문의 가스 수요는 최근 가격 경쟁력 약화로 소비 감소를 보였지만 2015~2040년 사이 국제유가 상승과 더불어 가스 수요도 회복되면서 연평균 1.3% 가량 꾸준히 증가할 전망임
- 전력 수요가 빠르게 증가하던 시기에는 석탄을 비롯한 기저 발전원과 첨두 발전을 담당하는 가스가 증가의 동조성을 보였지만 전력 수요 증가가 정체되고 총 발전 설비의 여유가 발생하면서 석탄과 가스는 서로 상반된 움직임을 나타냄
  - 발전용 가스 수요는 석탄뿐만 아니라 원자력 및 신재생 발전과도 복잡하게 얽히면서 석탄보다 더 극적인 수요 변동의 모습을 보이는데, 발전용 가스 수요는 2013년 23.3백만 toe의 소비 정점 이후 2020년대 초반 약 14백만 toe 수준까지 하락한 후 2040년에는 다시 22백만 toe로 과거 최고 수준에 근접할 것으로 전망됨
  - 기후변화에 대한 대응책으로 가스 발전이 확대되면서 전 세계의 가스 수요는 2040년까지 47% 증가할 전망이지만 (IEA, 2015b), 국내의 경우는 전망 기간 가스 발전의 역할이 경향성을 갖고 증가하지는 못하며 석탄화력 발전 설비 건설 및 운영 계획에 따라 가스 수요의 변동성과 불확실성이 확대될 것으로 분석됨

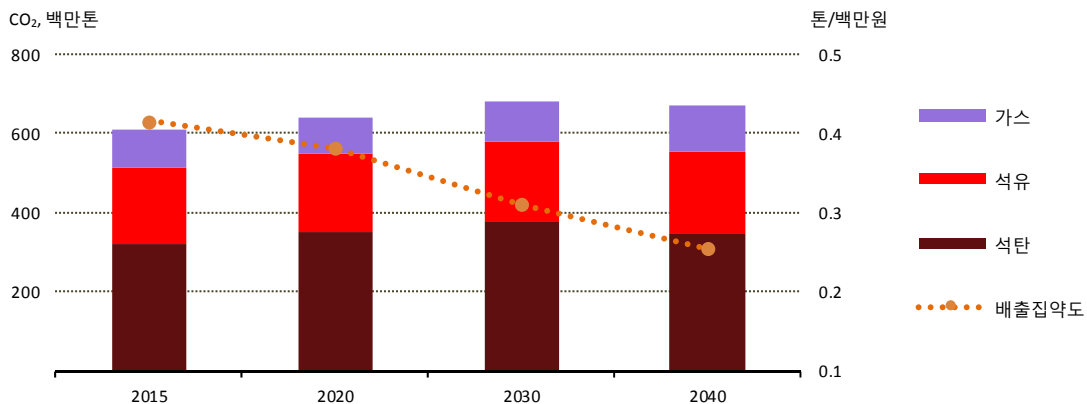
## 에너지 부문 온실가스 배출

- 기준 시나리오의 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출은 2015년 약 608백만 톤(tCO<sub>2</sub>eq)에서 10% 가량 증가하여 (연평균 0.4%) 2040년에는 671백만 톤 수준에 도달할 것으로 전망<sup>17</sup>
  - 1990년에서 2015년 사이 에너지 연소 부문의 온실가스 배출은 연평균 3.8% 증가하였으나 2020년까지는 연평균 1.1% 2020년에서 2030년까지는 연평균 0.6%로 증가 속도가 점차 하락하다가 2030년 이후에는 연평균 0.1% 감소할 것으로 예상됨
    - 2020년까지는 석탄화력 발전 설비의 급증으로 높은 증가율을 보이지만 2020년대에는 전력 수요 증가율이 점진적으로 둔화되고 석탄 발전 가동률이 낮은 수준을 유지하면서 온실가스 배출 증가 속도가 급격히 하락함

<sup>17</sup> 본 전망의 온실가스 배출은 에너지원별 국가 배출계수를 이용하여 추정된 것이기 때문에 국가 인벤토리와는 차이가 발생할 수 있음

- 2030년 이후는 설계 수명에 도달하는 대형 석탄화력 발전 설비들이 가동 중지되고 원자력이나 가스 그리고 신재생이 석탄의 전력 생산을 대체하면서 에너지 연소로 인한 온실가스 배출은 감소하는 것으로 나타남
- 미세먼지 대응으로 도입된 노후 석탄화력 발전 설비 폐지 정책의 기조가 유지될 경우 우리나라의 에너지 연소로 인한 온실가스 배출은 2030년대 초반 정점을 이루고 감소하며 온실가스 배출에서 가스가 차지하는 비중이 확대됨
  - 온실가스 배출 정점의 정확한 시점은 해당 시점에서 운영중인 석탄화력 발전소의 가동률, 원자력 발전의 가동률, 신재생에너지의 전력 생산 전망 등에 따라 가변적이긴 하지만 전력수급기본계획에 반영된 발전 설비 규모와 전력 수요 전망을 고려할 때 2030년대 초반에 온실가스 배출 정점이 발생할 가능성이 높음
  - 온실가스 배출 정점 시기 배출량은 약 690백만 톤 수준이며, 배출원 중 석탄이 56%, 석유가 29%, 가스가 나머지를 차지할 것으로 예상됨
  - 온실가스 배출 정점 이후 석탄의 배출 비중은 2040년 52% 수준으로 하락하는 반면 가스의 배출 비중은 2040년 18% 수준으로 확대됨

**그림 2.17 온실가스 배출 집약도와 화석 연료별 온실가스 배출**



□ **2020년대는 원자력의 증가, 2030년대는 석탄화력 발전 설비의 감소가 온실가스 배출 집약도 하락의 원인**

- 우리나라의 에너지 연소 부문 온실가스의 GDP당 배출 집약도는 2015년 0.41 (톤/백만원)에서 2030년 0.31, 2040년 0.25로 꾸준히 하락하는데 하락 속도는 2020년 이후 더 빨라지는 것으로 전망됨
  - 2020년 이전에는 신규 석탄화력 발전 설비 건설 계획이 집중되어 있어 석탄화력 발전소의 최대 출력 제한 정책이 적용됨에도 불구하고 온실가스 집약도의 개선이 더디게 진행됨
  - 2020년대에는 발전 설비 증가 규모의 60%에 가까운 12 GW를 원자력이 담당하면서 온실가스 배출 증가를 억제하고, 2030년 이후에는 석탄화력 발전 설비가 약 10 GW 가깝게 가동 중지되면서 석탄의 온실가스 배출이 감소하는 것이 에너지 연소 부문 온실가스 배출집약도 개선에 영향을 미침

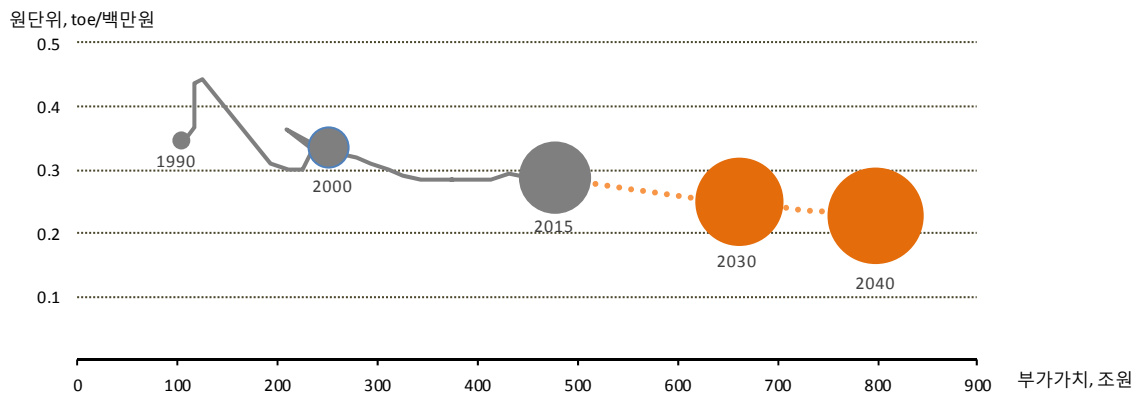


### 3. 산업 부문

#### □ 산업 부문의 에너지 수요는 2015년 135.9백만 toe에서 2040년 180백만 toe로 연평균 1.1% 증가할 전망

- 1990년부터 2015년까지 우리나라 경제 규모가 커지면서 산업 부문 에너지 소비는 36.2백만 toe에서 연평균 5.5% 증가하여 135.9백만 toe에 도달하였음
  - 같은 기간 산업 부문의 부가가치는 에너지 소비 증가율 보다 빠르게 연평균 6.2% 증가하였고 산업 부문의 에너지원단위는 연평균 0.7% 개선되었음
  - 1990년대 고도 성장기에는 에너지다소비 업종의 활발한 신증설로 인해 산업 부문의 에너지원단위가 악화와 개선을 반복하였으나 2000년대 이후에는 경제가 안정되며 꾸준한 개선 추세를 보임
- 산업의 부가가치는 2015년 478.1조 원에서 2040년 798조 원으로 약 67% 가량 성장하지만 산업 부문의 에너지 수요는 같은 기간 약 32% 증가에 그칠 것으로 전망됨
  - 산업 부문의 에너지 수요 증가율과 부가가치 증가율 사이의 격차가 과거보다 벌어지는 것은 에너지 효율 개선과 에너지저소비형 업종 중심으로의 산업 구조적 변화, 그리고 온실가스 감축 정책으로 인해 과거보다 단위 부가가치 생산에 필요한 에너지 수요가 줄어들기 때문임
  - 2040년까지 철강, 석유화학 같은 에너지다소비 업종의 성장이 과거보다 둔화되는 반면 조립금속업이 산업 부문의 경제 성장을 주도하면서 원료용 에너지 수요 증가가 둔화되고 전력이 상대적으로 빠르게 증가함
  - 에너지 효율이 지속적으로 높아지며 에너지원단위가 빠르게 개선될 것으로 보이는데, 2015년에서 2040년 사이 산업 부문의 에너지원단위는 연평균 0.9% 개선될 것으로 전망됨

**그림 2.18** 산업 부문의 에너지 수요, 부가가치 및 에너지원단위, 1990-2040



주: 원의 지름은 에너지 수요의 크기를 의미



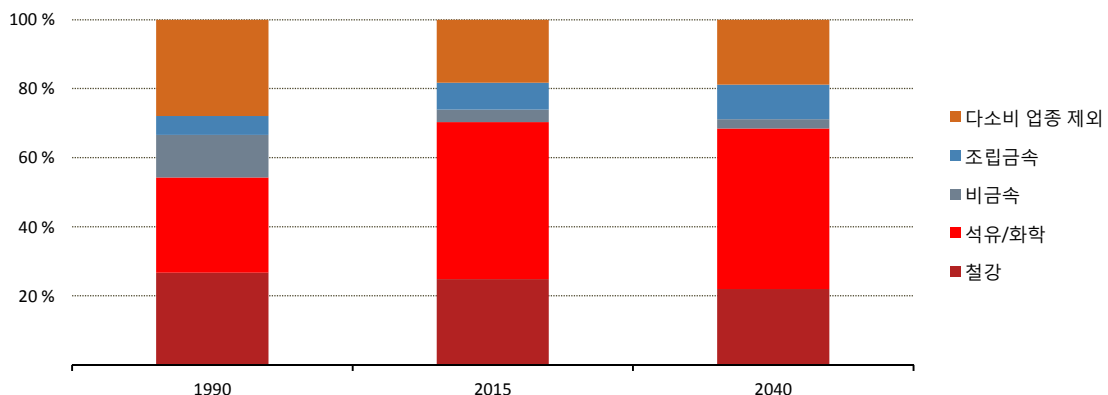
- 한편, 경제 성장을 차이에 따른 시나리오 분석 결과 고성장, 저성장 시나리오에서 모두 산업 부문의 에너지 수요가 2040년까지 증가하나 증가 속도에서 차이가 발생함
  - 2015년에서 2040년 사이 산업 부문 부가가치의 연평균 증가율은 고성장, 저성장 시나리오 각각 2.2%와 1.7%이며, 에너지 수요는 각 시나리오에서 연평균 1.2%와 0.8% 증가하여 고성장 시나리오의 경우 2040년 185백만 toe, 저성장 시나리오의 경우 165백만 toe 수준이 될 것으로 전망됨
  - 그러나 산업 구조 변화가 없는 단순 경제 성장률 차이는 에너지 효율이나 에너지원별 구성에 미치는 효과가 미미하여 시나리오 간 부가가치 증가율의 차이와 에너지 수요 증가율의 차이가 유사하게 나타남

## 업종별 전망

### □ 전망 기간 동안 수출 주도의 경제 구조가 유지되며 조립금속업이 산업 부문의 에너지 수요 증가를 주도

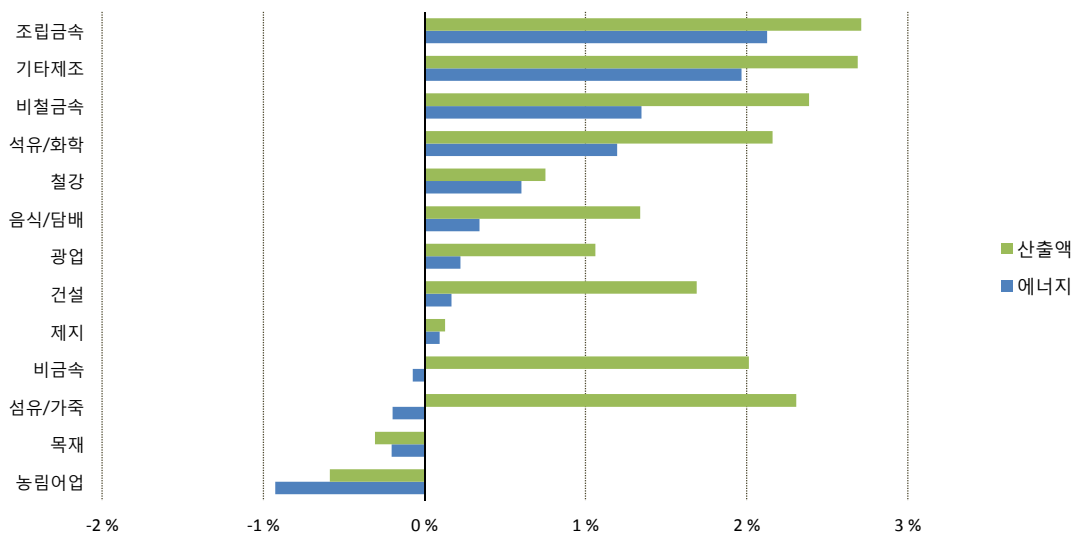
- 조립금속업의 에너지 수요는 2015년 10.6백만 toe에서 2040년 18백만 toe로 연평균 2.1% 증가하여 산업 부문의 업종 가운데 가장 빨리 증가할 전망이다
  - 자동차, 전자, 반도체, 조선 등을 포함하는 조립금속업은 우리나라의 수출 주력 산업이며 앞으로도 수출 중심의 경제 구조가 변함없이 유지되면서 조립금속업의 에너지 수요가 빠르게 증가할 전망이다
  - 타 업종 대비 조립금속업의 빠른 에너지 수요 증가로 조립금속업이 산업 부문 전체의 에너지 수요에서 차지하는 비중은 2015년 7.7%에서 2040년 10% 수준으로 증가함
  - 조립금속업에는 전기전자, 정밀기계, 수송기계 등 전력을 주로 소비하는 업종이 많아서 전력 수요가 2015년 8.5백만 toe에서 2040년 15백만 toe로 75% 가까이 증가하고 연평균 증가율은 2.3%로 조립금속업 에너지 수요 증가율인 2.1%보다 빠르게 증가할 것으로 예상됨

그림 2.19 주요 업종별 에너지 수요 비중 변화



- 철강, 석유화학, 비금속 등 주요 에너지다소비 업종이 산업 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 감소하지만 2040년에도 여전히 70% 이상을 차지할 전망이다
  - 2015년과 비교하여 2040년 철강과 비금속의 비중은 각각 24.9%에서 22%, 3.6%에서 3% 수준으로 감소하는 반면 석유화학은 45.1%에서 46%로 소폭 증가함
  - 비금속 업종의 경우 에너지를 많이 소비하는 시멘트업과 유리, 요업 등이 함께 속해 있는데, 장기적으로 유리나 요업의 선방으로 비금속 업종 전체의 산출액은 연평균 2.0% 증가하나 건설 경기 하강으로 시멘트업의 산출액이 줄어들면서 에너지 수요는 0.1% 감소할 전망이다
- 일반적으로 업종별 생산이 증가하면서 에너지 수요도 증가하지만 비금속, 섬유/가죽 업종의 경우는 생산과 에너지 수요의 관계가 반대 방향을 보임
  - 섬유/가죽 업종은 기존 원자재 생산 중심에서 패션 등 고부가가치 생산으로 그 축이 이동하면서 산출액 증가에도 불구하고 에너지 수요는 감소할 전망이다

**그림 2.20 2015~2040년 업종별 에너지 수요 및 산출액의 연평균 증가율 비교**

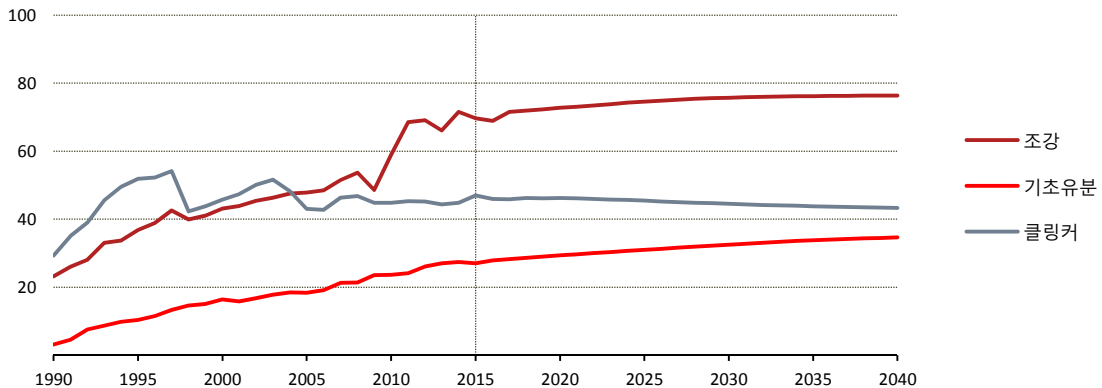


#### □ 세계 철강 경기 둔화와 전방 연계산업의 성장 둔화로 철강의 에너지 수요 증가율이 정체

- 전 세계적으로 철강재 공급 과잉과 대내적으로 조선업 등의 수요 산업 부진에 따른 철강 경기의 둔화 그리고 철강을 대체하는 고강도 신소재 보급으로 철강업의 경쟁이 갈수록 심화되면서 철강 생산량의 증가율이 둔화될 전망이다
  - 2000년대 들어 중국의 철강 생산 능력이 대폭 확대되었지만 2010년대 중국 경제의 하향 국면 진입으로 전 세계적인 철강재 공급 과잉 현상이 발생하고 있으며, 2040년까지 장기적으로 철강보다 고강도 경량인 신소재가 점차 철강재를 대체할 것으로 전망됨 (박영숙, 2013)

- 2015년에 동국제강이 후판 공장의 가동을 중단하고 동부제철도 전기로 가동을 중단하였는데 앞으로도 철강 업계 구조조정 노력의 일환으로 현대제철은 단강 생산용 전기로 매각, 동국제강은 제2 후판 공장 매각과 컬러강판 설비 증설 등을 계획하고 있고 국내 건설 경기의 침체로 건설용 철근 수요도 정체될 것으로 예상됨에 따라 당분간 전기로의 증설은 어려울 것으로 예상되며 전기로강 생산량은 연평균 0.4% 감소하고 전력 수요는 2040년 4백만 toe로 2015년과 비슷한 수준을 유지할 것으로 보임
- 반면에 철강 제품의 고급화를 통한 경쟁력 강화 노력으로 고품질 전로강 생산이 증가할 것으로 예상됨에 따라 전로강 생산량은 2015년 48.5백만 톤에서 2040년 57백만 톤으로 증가하고 철강업 에너지 소비에서 가장 큰 비중을 차지하는 원료탄 수요는 2015년 28.2백만 toe에서 2040년 33백만 toe로 연평균 0.6% 증가할 전망이다

그림 2.21 에너지다소비 업종의 주요 제품 생산량 전망 (백만톤)



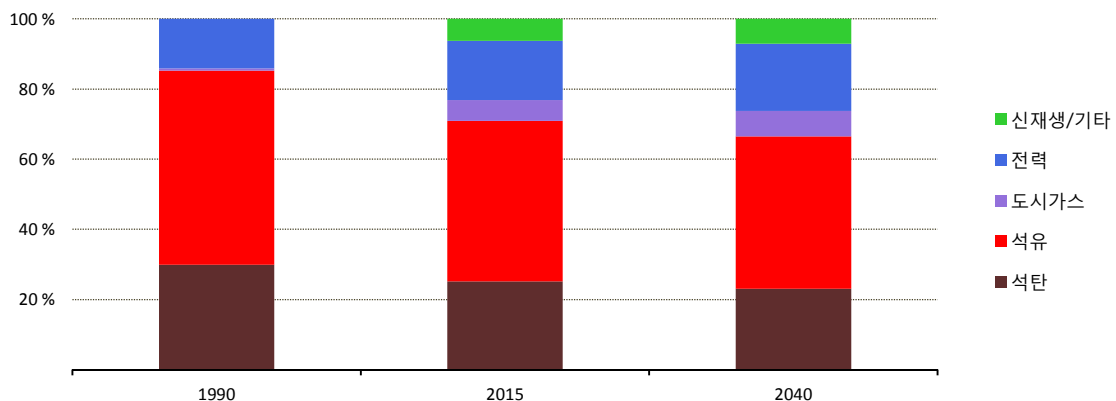
- 석유화학은 연계 업종인 조립금속업의 석유화학 제품 수요가 꾸준히 증가하면서 전망 기간 에너지 수요가 연평균 1.2% 증가할 전망이다
  - 조립금속업의 성장으로 플라스틱 및 고무와 같은 화학 제품 소비가 증가하면서 석유화학업의 기초유분 생산량이 전망 기간 연평균 1%대의 꾸준한 증가세를 유지하겠지만 과거 고도 성장기보다는 증가율이 크게 하락함
- 비금속 업종은 국내 건설 경기의 정체로 비금속 하위 업종 가운데 에너지를 가장 많이 소비하는 시멘트 업종의 생산량이 점차 감소하면서 에너지 수요가 현재보다 하락할 전망이다
  - 시멘트 생산량은 2015년에서 2040년 사이 연평균 0.4% 감소하면서 킬른 가열용 유연탄 수요가 2.9백만 toe에서 2.6백만 toe로 연평균 0.4% 줄어들어 비금속 업종 전체로는 에너지 수요가 전망 기간 연평균 0.1% 감소할 것으로 예상됨

## 에너지원별 전망

## □ 전력과 가스의 비중이 증가하는 반면 석탄과 석유의 비중은 점차 하락

- 석탄은 철강업의 원료용 유연탄을 중심으로 수요가 꾸준히 증가하지만 산업 부문 전체 에너지 수요에서 차지하는 비중은 점차 감소할 전망이다
  - 산업 부문의 석탄 수요는 2015년 34.2백만 toe에서 2040년 41백만 toe로 약 21% 증가하지만 산업 부문에서 차지하는 비중은 2015년 25.0%에서 2040년 23% 수준으로 하락할 전망이다
- 석유는 2040년에도 산업 부문 에너지 수요의 40% 이상을 차지하여 가장 큰 비중을 차지할 전망이다
  - 석유 수요는 2015년 62.2백만 toe에서 2040년 약 77백만 toe로 25% 가까이 증가할 전망인데, 석유화학업의 꾸준한 성장으로 납사 수요가 전망 기간 15백만 toe 이상 증가하면서 산업 부문 석유 수요 증가량의 98% 이상을 차지할 것으로 예상됨
- 석탄과 석유 등 화석 에너지의 비중이 2015년 76.4%에서 2040년 74% 수준으로 하락하고 대신 전력과 신재생에너지를 중심으로 한 온실가스 저배출 에너지가 그 역할을 대체함
  - 1990년부터 2015년까지 연평균 15.2%의 가파른 상승을 기록하였던 가스 수요는 가스 배급망 보급의 포화로 2015년에서 2040년 사이 연평균 1.9%로 증가율이 크게 하락하지만 석탄이나 석유에 비해 상대적으로 빠르게 증가하기 때문에 가스의 비중은 2015년 5.9%에서 2040년 7% 이상이 될 전망이다
  - 전력을 주로 사용하는 조립금속업의 빠른 성장으로 산업 부문의 전력 수요는 2015년 22.8백만 toe에서 2040년 34백만 toe로 증가하며 산업용 에너지에서 차지하는 역할이 확대될 전망이다
- 신재생에너지는 정책적인 지원에 힘입어 산업용 에너지 중에서 가장 빠르게 증가할 전망인데, 이는 산업용 신재생에서 차지하는 비중이 큰 폐기물 에너지 수요가 시멘트, 제지, 목재 업종에서 향후에도 꾸준히 증가하고 상용자가 발전의 신재생 전력 생산이 빠르게 확대되는 것이 주요 원인임

그림 2.22 에너지원별 산업용 에너지 수요 비중

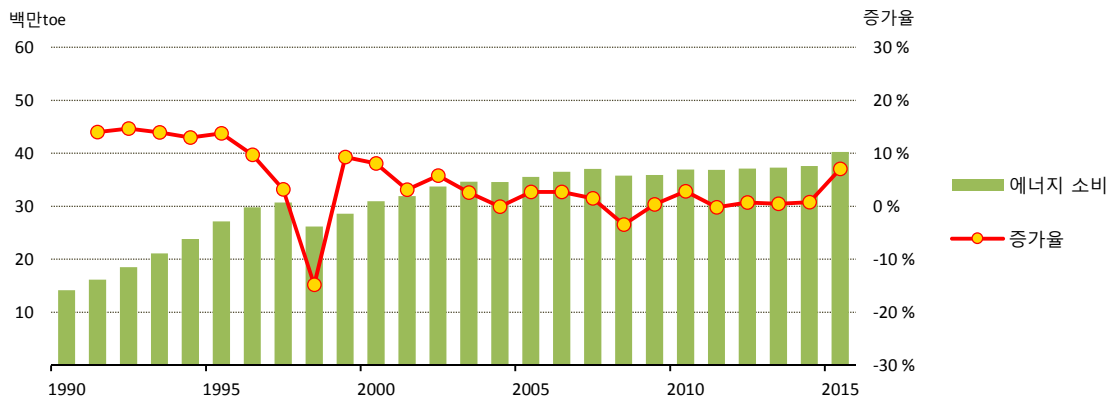


## 4. 수송 부문

### □ 전반적인 하향 추세를 보였던 수송 부문 에너지 소비의 증가율은 2015년에는 유가 하락으로 급등

- 수송 부문의 에너지 소비는 1990년 14.2백만 toe에서 연평균 4.2% 증가하여 2014년 37.6백만 toe에 도달하였으나 소비 증가율은 전반적으로 하향 추세를 보임
  - 수송 부문은 외환위기 이전인 1997년까지 빠른 경제 성장 및 소득 증가로 화물과 여객 수요가 모두 급증하면서 연평균 11.7%의 높은 에너지 소비 증가율을 기록함
  - 에너지 소비는 1998년 외환위기로 크게 감소한 이후 빠르게 회복하여 2000년에 외환위기 이전의 수준을 회복하였지만 2008년 국제 금융위기로 다시 한번 감소함
  - 에너지 소비 증가율은 2000년부터 금융위기 이전인 2007년까지 경제 성장 및 내수 출하의 둔화로 연평균 2.6%로 대폭 하락하였으며, 2008년 국제 금융위기 이후에는 브릭스(BRICS; 브라질, 러시아, 인도, 중국, 남아공) 국가들의 석유 소비 증가에 따른 고유가로 인해 연평균 0.8%로 하락함

그림 2.23 수송 부문 에너지 소비 및 증가율 추이



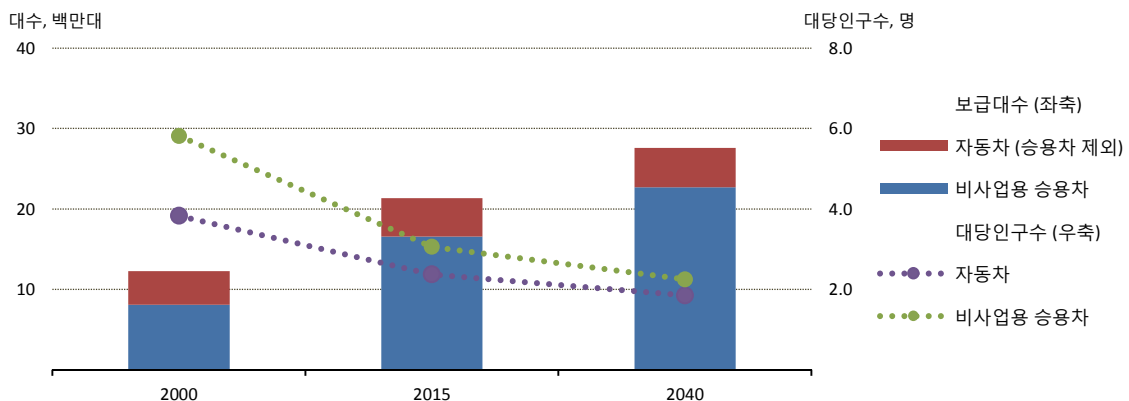
- 2015년 수송 부문 에너지 소비는 2014년 하반기 이후의 급속한 유가 하락으로 전년 대비 7.1% 증가함
  - 2015년에는 유가가 급락하면서 일일 평균 교통량과 주행거리가 각각 13.9 천대/일과 435.9백만 대·km로 4.2%, 4.1% 증가하여 2010~2014년 연평균 증가율 1.2%와 1.6%를 크게 상회하였으며 (국토교통부, 2016), 이로 인해 도로 부문 에너지 소비가 휘발유와 경유를 중심으로 5.6% 증가하면서 수송 부문 에너지 소비 증가를 견인함
  - 그 동안 지속적인 감소를 보였던 해운 부문 에너지 소비는 유가 하락 및 기저 효과로 전년 대비 27.0% 증가하였으며, 항공 부문 에너지 소비도 중국 여행객 및 제주도 방문객의 증가로 7.5% 증가하여 2015년 수송 부문 에너지 소비 증가에 기여함

- 2040년 수송 부문 에너지 수요는 2015년 40.3백만 toe에서 연평균 0.6% 증가한 46백만 toe에 도달할 전망
- 수송 부문 에너지 수요 증가율은 장기적으로 인구의 정체 및 감소, 경제 성장 둔화로 수송 수요의 증가율이 낮아지면서 지속적으로 둔화될 전망이다
    - 2020년 이전까지의 에너지 수요 증가율은 2014년 하반기 국제 유가 급락 이후 저유가 기조가 당분간 유지되면서 연료비 부담이 완화에 따라 교통량이 증가하여 연평균 1.2%의 증가율을 보일 전망이다
    - 하지만 에너지 수요 증가율은 국제 유가의 재상승, 여객 및 화물 수요 증가 속도 둔화, 자동차 엔진 효율의 향상, 인구 증가 정체로 인하여 2020~2030년 연평균 0.7%, 2030~2040년 연평균 0.1%로 지속적으로 하락할 것으로 보임
    - 에너지 수요는 인구 감소와 효율 개선이 결합되면서 2030년대 중반 이후 감소세로 전환될 전망이다

## 수송 수요

- 자동차 보급은 경제 성장, 가구 수 증가로 꾸준히 증가하지만 인구 정체 및 감소로 인해 증가율은 둔화
- 비사업용 승용차 보급대수는 2015년 15.8백만 대에서 연평균 1.2% 증가하면서 2040년에 약 21백만 대에 도달할 전망이다
    - 비사업용 승용차 보급대수는 국내 자동차 산업 성장, 도로 확장 등 인프라 확충과 소득 증가로 2000~2015년 연평균 4.8% 증가하였으며, 전체 자동차 보급대수는 자가용 보급 확대와 더불어 화물 물동량 증가 및 대중교통 수요 증가로 동일 기간 연평균 3.8% 증가하였음
    - 전망 기간 비사업용 승용차 보급 증가율은 1인 가구와 가구당 자동차 보급대수 증가로 인구 증가율보다 높은 수준을 유지하지만 인구 정체 및 감소로 둔화될 것이며, 비사업용 승용차 보급과 수송 수요 증가세 둔화로 자동차 총 보급대수 증가는 연평균 1.0%로 과거보다 많이 낮아지면서 2040년 약 28백만 대 수준에 도달할 것으로 예상됨

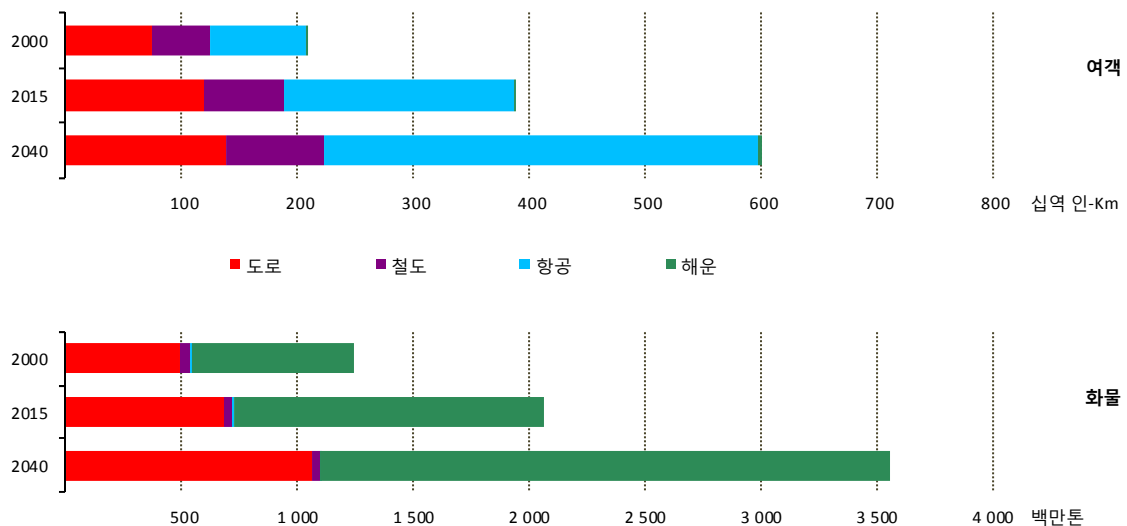
그림 2.24 자동차 보급대수 및 대당 인구수 추이



## □ 소득 증가에 따른 생활 패턴 변화와 수출 물량 증가로 항공 여객과 해운 화물이 수송 수요 증가를 주도

- 사업용 여객은 교통 인프라의 지속적인 확대로 2015년 394.3십억 PgKm에서 연평균 1.7% 증가하여 2040년 600십억 PgKm를 넘어설 전망이며, 국제 항공 여객이 사업용 여객 증가를 주도할 것으로 분석됨
  - 사업용 여객 수요는 저비용 항공사 등장 및 급성장, KTX 개통, 지하철 노선 확대, 고속도로 확장 등으로 2000~2015년 연평균 4.3%로 증가하였음
  - 항공 여객은 전망 기간 신규 취항 노선 증가 및 공항 증설, 소득 증가에 따른 여행 수요 증가 등으로 연평균 2.6% 증가하여 사업용 여객 수요 증가를 주도하겠지만, 도로 및 철도 여객은 인구 정체 및 감소로 인하여 각각 연평균 0.7%와 0.6% 증가에 그칠 것으로 예상됨

그림 2.25 수송 수단별 사업용 여객 및 화물 수송 수요



- 사업용 화물은 수출 중심의 경제 성장 지속으로 국제 해운 화물이 크게 증가하면서 2015년 2.1십억 톤에서 연평균 2.2% 증가하여 2040년 3.7십억 톤에 도달하겠지만 증가율은 점차 둔화될 전망이다
  - 2000~2015년 사업용 화물 수요는 지역간 간선도로망의 확충, 항만 하역능력의 증대 등 교통 인프라의 확대 및 개선으로 연평균 3.6% 증가함
  - 도로 화물 수요는 경제 성장에 따른 물동량 증가, 인터넷 쇼핑 성장에 따른 택배 물량 증가로 연평균 1.7% 증가하지만 도로 화물과 경쟁 관계에 있는 철도 화물은 경쟁력 약화로 감소할 전망이다
  - 항공 화물은 화물 경량화, 급송 수요 증가, 항공 여객 수요 증대에 따른 화물 수요 증가로 전망 기간에 연평균 2.2% 증가할 것으로 보임

- 국내 여객과 국내 화물 수요는 도로에 집중되는 양상을 보였으며, 이러한 추세는 전망 기간에도 큰 변동을 보이지 않을 전망이다

### 글상자 2.3 제4차 중기교통시설투자계획(2016~2020)

- 정부는 철도, 도로, 항만, 공항 등 국가 기간 교통시설에 대한 종합적 투자 계획 및 정책 방향 제시를 위해 국가기간교통망계획을 수립하고 있으며 그 하위 계획으로 5년 단위 국가 교통시설의 공급 목표 및 투자 기본 방향을 설정하는 교통시설투자계획을 비롯하여 도로정비 기본계획, 국가도로종합계획 등을 운용하고 있음
- 제3차 중기교통시설투자계획 (2011~2015)에 따라 도로의 총연장은 고속도로와 특별·광역시도를 중심으로 2010년 105,565km에서 107,527km로 증가, 철도의 총연장은 광역·도시 철도를 중심으로 2010년 4,094km에서 2014년 4,284km 증가, 공항 운항횟수는 2010년 550천회/년에서 2015년 753천회/년으로 증가하였으며, 현재 공항은 국제공항 8개와 국내공항 7개를 운영, 2개의 신공항(울릉, 흑산)을 건설 중이고, 항만의 컨테이너 하역능력은 2010년 1,539만TEU/년에서 2015년 2,083만TEU/년으로 증가함
- 2016년 6월 수립 발표한 제4차 중기교통시설투자계획 (2016~2020)에서는 i) 통행여건 개선, ii) 경제 성장 지원, iii) 선진국 수준 교통 사회간접자본 스톡 확보 등의 3대 목표를 위해 123조원(도로 56.1조원, 철도 45.9조원, 항만 10.3조원, 공항 2.6조원, 물류·기타 8.2조원) 투자 계획을 밝혔는데, 제4차 투자계획은 도시·광역 교통 혼잡도를 낮추기 위하여 기존의 지역간 교통시설 확대 투자에서 도시·광역 교통 시설 확대 투자로 전환하고 차량 운행의 효율성과 교통시설 운영 효율성을 개선하기 위해 첨단 ICT 기술 및 차세대 지능형교통체계를 구축하는 것을 주요 내용으로 하고 있음
- 정부에서는 제4차 투자계획을 통해 구리, 하남, 분당축의 도로통행 속도(시간)는 약 5~10% 증가(단축), 광역철도 통행 시간은 30~57분 감소, 고속도로 혼잡구간은 약 48% 감소, 일반구도 혼잡구간은 약 40% 감소, 철도는 약 7~30% 혼잡도가 해소될 것으로 기대하고 있음

표 2.2 제4차 중기교통시설 투자계획 완료 후의 교통 미래상

구분		2014(A)	2020(B)	B/A
도로	고속국도 연장(km)	4 139	5 131	1.24
	일반국도 연장(km)	13 950	14 080	-
철도	고속철도 연장(km)	369	612	1.66
	일반철도 연장(km)	3 300	3 663	1.11
	도시철도 연장(km)	615	696	1.13
공항	수송능력(만회/년)	220	220	1.00
항만	컨테이너 하역능력(만 TEU/년)	24 237	36 326	1.50

자료: 제4차 중기교통시설투자계획 (2016~2020)

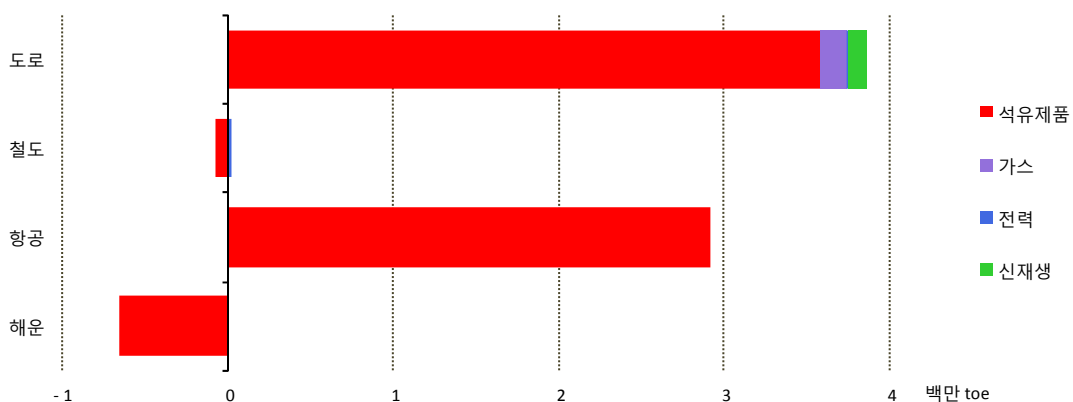


## 수송 수단별 에너지 수요

## □ 수송 부문 에너지 수요는 2015~2020년 도로와 항공 부문을 중심으로 약 6백만 toe 증가할 전망

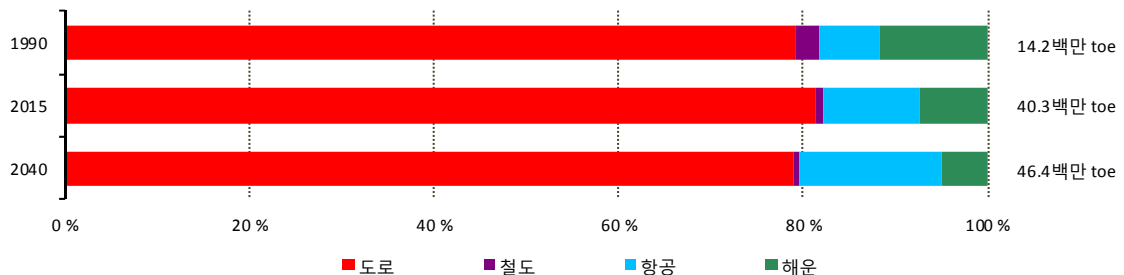
- 도로 부문은 2015년 32.8백만 toe에서 2040년 37백만 toe에 도달하여 연평균 0.4%의 완만한 증가 속도를 보이겠지만 수송 부문에서 차지하는 비중이 압도적이어서 전망 기간 수송 부문 에너지 수요를 견인할 것으로 예상됨
  - 도로 부문 에너지 수요는 소득 증가, 가구 수 증가, 가구당 자동차 대수 증가로 인한 자동차 보급 증가와 경제 성장, 물류 시스템 개선 등으로 인한 물동량 증가로 전망 기간에 4백만 toe 증가하면서 수송 부문 에너지 수요 증가의 64%를 차지할 전망이다
  - 전망 기간 도로 부문 에너지 수요는 비사업용 승용차와 사업용 화물 수송의 꾸준한 성장 등으로 지속적으로 증가하겠지만, 자동차 기술의 진전으로 기술적 연비와 운행 효율이 개선되고 인구 정체 및 둔화로 자동차 이용 및 대중교통 이용 증가세가 둔화되면서 에너지 수요 증가율은 지속적으로 하락할 것으로 보임
  - 2014년 하반기 급락을 시작한 국제 유가가 2020년에야 배럴당 70달러에 근접하는 등 저유가가 지속되면서 에너지 수요 증가율은 2015~2020년까지는 연평균 1.2%의 증가율을 보이지만, 유가의 지속적 상승, 자동차 보급 증가세 둔화, 도로 여객과 화물 수송 수요 증가세 둔화 등으로 2020~2030년에는 연평균 0.6%로 수요 증가율이 하락할 것으로 예상됨
  - 도로 부문 에너지 수요는 2030년대 중반 이후 인구 감소와 연비 개선 효과 등이 맞물리며 감소세로 전환될 전망이다

그림 2.26 2015~2040년 수송 부문 에너지 수요 변화



- 항공 부문 에너지 수요는 소득 증가로 인한 국내외 여행 수요 증가와 해외 방문객의 지속적인 증가로 전망 기간 연평균 2.1%로 증가하면서 수송 부문 운송 수단 중 가장 빠르게 증가할 전망이다
  - 항공 부문의 에너지 소비는 1989년 여행 자유화와 아시아나 항공 취항 그리고 2000년대 저가 비용의 항공사 취항 등으로 1990년 0.9백만 toe에서 2015년에 4.3백만 toe로 연평균 6.4%의 빠른 증가를 기록하였고, 이와 함께 수송 부문에서 차지하는 비중도 1990년 6.4%에서 2015년 10.6%로 확대됨
  - 항공 부문은 김해 공항 확장, 제주 공항 인프라 개선 등의 물적 인프라 확장과 신규 취항 노선의 확대, 국내외 여행객 및 방문객 증가 등 항공 수요의 증가로 2040년에 2015년 대비 2.9백만 toe 증가한 7.2백만 toe에 도달하며 수송 수단 중에서는 유일하게 에너지 수요 비중이 증가할 것으로 전망됨

그림 2.27 수송 수단별 에너지 수요 비중 변화



- 철도와 해운 부문의 에너지 수요는 전망 기간 각각 연평균 0.7%와 1.0% 감소하여 에너지 수요에서 차지하는 역할이 줄어들 전망이다
  - 철도 부문은 1990~2015년 KTX 및 지하철 개통 등으로 여객 수요가 증가하였지만 철도 화물의 감소 및 전기동차로의 대체 사업에 따른 전동차 효율 개선 등으로 에너지 소비가 연평균 0.9% 감소하였으며, 전망 기간 에너지 수요는 SRT 등 신규 고속철도 노선 확대 등에도 불구하고 인구 정체 및 감소에 따른 여객 수요 감소와 전기동차 효율 개선 등으로 기존의 감소 추세가 지속되어 2040년에 0.3백만 toe 수준까지 하락할 것으로 예상됨
  - 해운 부문의 에너지 소비는 2000~2015년에는 고유가에 따른 선박 운행 효율 개선, 기술적 연비 향상, 해외 중간 급유 증가로 연평균 3.1% 감소하였으며, 최근 해운 부문의 구조조정으로 전망 기간에도 국적 선박의 에너지 수요 감소는 지속될 전망이다<sup>18</sup>

<sup>18</sup> 해운 및 항공 부문은 자국적 선박 및 항공기의 에너지 소비를 최종에너지 소비로 취급하기 때문에 해운업의 구조조정이 수출 물량에 영향을 미치지 않더라도 화물 수송을 해외 업체가 대체하면서 에너지 소비에 영향을 미치게 됨

## 연료별 에너지 수요

### □ 석유가 전망 기간 에너지 수요 증가를 주도하지만 세부 제품별 수요 변화는 상당한 차이

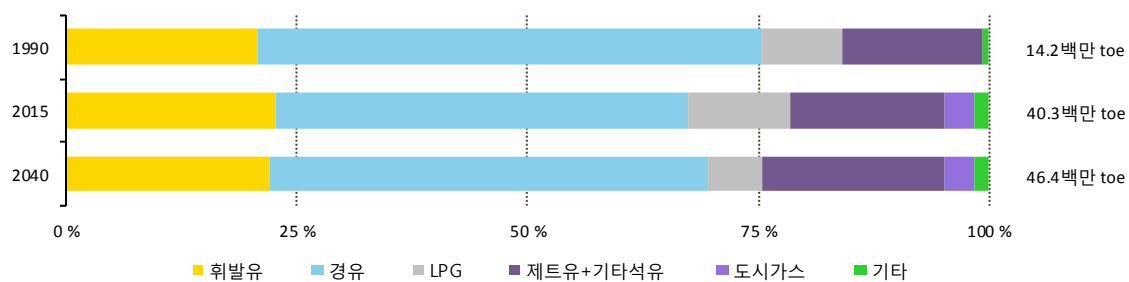
- 석유제품은 1990~2015년 수송 부문 에너지 소비 증가 26.1백만 toe의 93.0%를 차지하였으며, 전망 기간에도 수송용 연료 수요 증가량 6백만 toe의 95% 정도를 담당할 것으로 전망됨
  - CNG, 전기, 수소 기반의 자동차 개발에도 불구하고 석유 기반 내연기관 중심의 자동차 보급 증가로 석유제품이 도로 수송 연료의 대부분을 차지하고 있으며 항공 부문에서도 대체연료 수송 수단의 개발은 아직 초기 단계에 불과하여 석유제품이 수송 부문 에너지 소비에서 차지하는 비중은 2015년 95.2%에 이르렀으며 이러한 상황은 전망 기간 크게 변하지 않을 것으로 예상됨
  - 하지만 석유 기반 내연기관 사이의 기술 경쟁이 치열하고 수송 수단별로 주요 사용 연료에 차이가 있기 때문에 석유제품별 수요 변화는 전혀 다르게 나타날 것으로 분석됨
- 수송용 석유제품의 수요는 2015년 38.4백만 toe에서 연평균 0.6% 증가하여 2040년에 44백만 toe에 도달할 전망이며 자동차용 경유와 항공기용 항공유가 수요 증가를 주도할 것으로 예상됨
  - 수송용 석유제품은 1990년에서 2015년 사이 휘발유, 경유, LPG, 항공유의 소비 증가로 연평균 4.1% 증가하였으며, 전망 기간에는 휘발유, 경유, 항공유 중심으로 증가 추세를 이어갈 것으로 전망됨
  - 하지만, LPG 소비는 2000년대 초반 대규모로 판매된 LPG 차량의 교체 시기 도래와 연비 열세로 인한 경쟁력 약화로 2010년대 들어 감소하였으며, 최근 LPG 수급 촉진 및 기후변화 대응을 위해 택시, 렌터카, 장애인으로 사용이 제한되어 있는 중고 LPG 승용차에 대한 일반 판매 허용, 경유 자동차에 대한 가스 배출량 오차 규제 강화 등에 영향을 받을 수 있겠지만 전망 기간에도 이러한 추세가 지속되어 약 2백만 toe가 감소될 것으로 예상됨
  - LPG 수요는 전기자동차를 비롯한 친환경 차량에 대한 집중 지원과 인구 정체 및 연비 개선으로 인한 석유 수요 증가 둔화로 증가 추세로 반전되기는 어려울 것으로 분석됨

### □ 석유를 제외한 수송 연료는 교통 수요 증가세 둔화, 보급 환경 미발달 등으로 전망 기간 수요 증가 둔화

- 석유제품을 제외한 연료는 CNG 버스의 보급 포화, 전기자동차의 보급 조건 미성숙 및 타연료와의 치열한 경쟁 등으로 전망 기간 수요 증가가 크지 않을 것으로 예상됨
  - 신재생에너지는 신재생에너지 연료 혼합 의무화 제도(Renewable Fuel Standard)의 시행에도 불구하고 전망 기간 연평균 0.9% 증가에 그칠 것으로 예상되며, 연료 혼용율 기준 상향 조정이나 바이오 에탄올 도입 같은 정책 변화가 없는 한 신재생에너지의 급격한 상승은 기대하기 어려울 전망이다
  - 가스의 수요는 2000년부터 시작된 경유 버스의 CNG 버스 대체 사업으로 2015년까지 급속히 증가하였지만, CNG 버스 대체 사업의 완료, 연비 향상, 인구 정체로 인한 대중교통 수요 정체 등으로 전망 기간 연평균 0.5% 증가에 그칠 것으로 전망됨

- 전력은 정부 지원에 힘입어 전기자동차 보급이 빠른 속도로 확대되지만 보급 초기 단계인데다 철도 화물의 감소와 전동차 연비 개선, 철도 여객 증가 둔화로 전망 기간 연평균 0.7% 증가에 그칠 전망이다

그림 2.28 수송 연료별 비중 변화

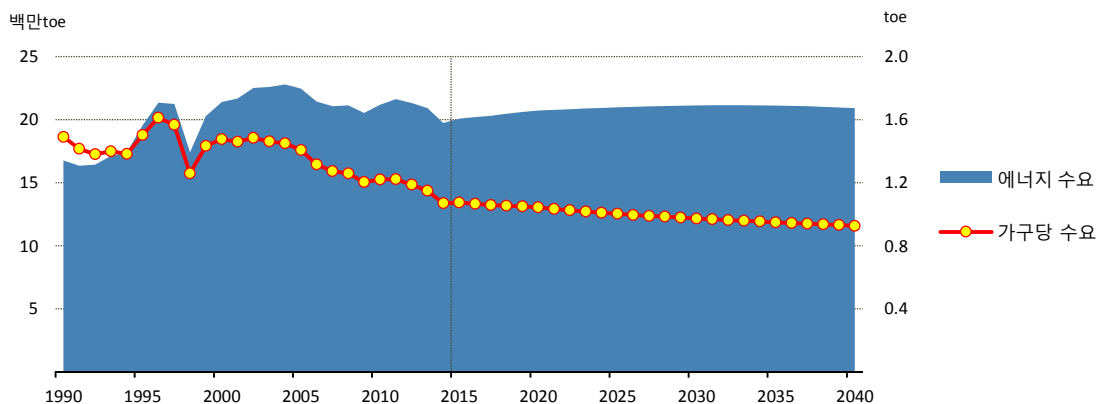


## 5. 가정 부문

### □ 가정 부문의 에너지 소비는 2004년 22.8백만 toe에서 2015년 20.1백만 toe 수준으로 감소

- 1990~2004년 총인구 증가의 정체에도 불구하고 1인 가구의 증가로 가구수는 2.4% 증가하였으며 주택 보급은 아파트를 중심으로 3.9% 증가하면서 가정 부문의 에너지 소비는 1990년 16.8백만 toe에서 2004년 22.8백만 toe로 연평균 2.2% 증가하였음
- 하지만, 2004년 이후 총인구, 가구수, 주택수, 가구 소득 증가율이 모두 과거 대비 둔화하면서 가정 부문의 에너지 소비는 감소 추세로 전환되어 2004~2015년 기간 2.7백만 toe, 연평균 1.1% 감소함
  - 2005년 이후 가정 부문 에너지 소비 감소는 고유가로 인해 석유가 가격 및 에너지 효율 측면에서 경쟁력을 상실하고 다른 에너지로 대체된 영향이 컸으며, 특히 2011년 이후는 순환 정전을 겪으면서 에너지 절약이 보편화되고 소득 증가가 정체되면서 전력 소비 증가가 크게 둔화된 것도 가정 부문 에너지 소비 감소의 원인으로 작용함
  - 가구당 에너지 소비를 살펴 보면 가정 부문 에너지 소비보다 더 빠르게 감소한 것을 알 수 있는데, 앞서 설명한 에너지 대체 및 절약 외에도 1인 가구의 증가, 소형 가전기기의 보급 증가 등이 가구당 에너지 소비 감소에 영향을 미친 것으로 분석됨

그림 2.29 가정 부문 에너지 수요 및 가구당 에너지 수요

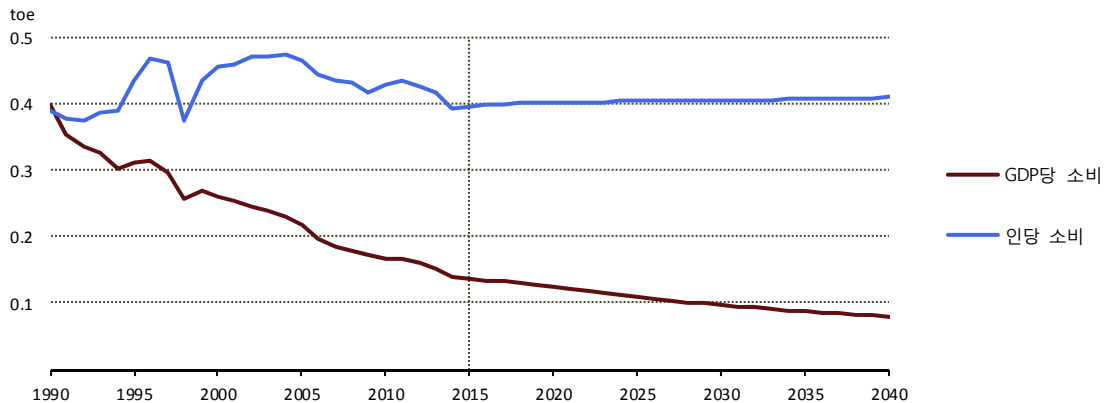


### □ 가정 부문의 에너지 수요는 2015~2040년 연평균 0.2% 증가하여 2040년에도 현재와 비슷한 수준을 유지

- 전망 기간 인구 및 가구수가 정체 또는 감소하면서 주택 보급 증가가 과거 대비 크게 둔화되고 경제 성장률도 크게 하락하는 반면 가정용 기기 및 설비의 에너지 효율 지속적으로 개선되면서 가정 부문의 에너지 수요가 정체할 것으로 보임
  - 인구는 2040년에도 51백만 명으로 현재와 거의 비슷한 수준을 유지하고 가구수는 연평균 0.8% 증가에 그치면서, 주택 보급이 2015~2040년 연평균 0.9% 증가로 둔화될 전망이다

- 가구는 주로 고령의 1인 가구 증가로 가구수는 전망 기간 동안 낮은 수준이지만 증가세를 유지하겠지만 이러한 가구 특성의 변화는 향후 주택 평균 면적의 감소와 가구당 에너지 소비의 하락을 초래할 것으로 예상되며, 특히 2030년대 중반 이후 인구 감소와 에너지 효율의 지속적 개선이 겹치면서 가정 부문 에너지 수요가 감소할 것으로 보임

그림 2.30 일인당 및 GDP(천만원)당 가정 부문 에너지 수요



- 가구 및 GDP당 에너지 수요는 효율 개선 등으로 하락세를 지속하겠지만 1인당 에너지 소비는 1인 가구 및 고령 가구의 증가, 가구 소득 증가 등으로 현재와 비슷한 수준을 유지할 것으로 분석됨
  - 에너지 사용 기기 및 설비의 효율 경쟁과 정부의 에너지 효율 개선 정책으로 주택 단열 수준이 높아지고 난방 기기를 비롯한 주요 가전기기들의 에너지 효율이 향상되면서 가구당 에너지 수요는 연평균 0.6%, GDP당 에너지 수요는 연평균 2.2% 감소할 것으로 예상됨
  - 하지만, 1인 가구의 증가로 소형 주택의 보급이 늘어나면서 총 주거 면적 및 주택수가 늘어나고, 인구 고령화 및 가구 소득의 증가로 다양한 소형 가전기기의 보급이 늘면서 1인당 에너지 수요는 전망 기간에도 미약하지만 증가세를 보일 것으로 예상됨

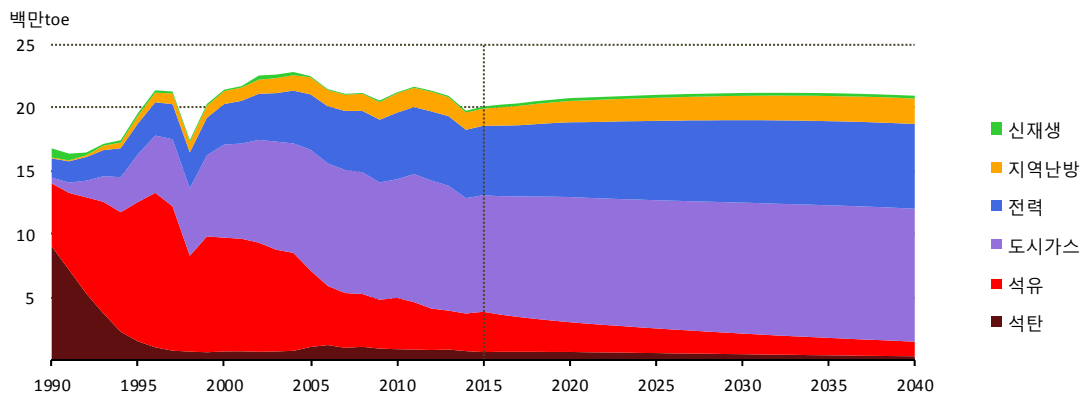
## 에너지원별 수요

### □ 도시가스 및 전력이 향후 가정 부문 에너지 수요 증가의 대부분을 차지

- 난방/온수 및 취사용으로 사용되는 석탄과 석유가 대부분 도시가스 및 지역난방으로 대체되며 석탄과 석유는 감소하고 도시가스와 지역난방은 증가할 것으로 전망됨
  - 1990년대와 2000년대 신도시 건설이 집중되면서 아파트 보급이 급속히 증가하였고 사용이 편리한 에너지에 대한 선호가 증가하면서 가정 부문의 석탄 및 석유 소비는 1990~2015년 각각 연평균 9.9%, 1.8% 감소한 반면 도시가스와 지역난방 소비는 동기간 각각 연평균 13% 가까이 증가함

- 아파트뿐만 아니라 단독주택의 경우에도 신규 건설되는 주택의 난방 설비는 도시가스 보일러와 지역난방이 대부분을 차지하고, 기존 주택의 노후 보일러도 도시가스와 지역난방으로 대체되며 2015~2040년 석탄과 석유 수요는 각각 연평균 2.7%, 4.0% 감소하는 반면 도시가스와 지역난방의 수요는 각각 연평균 0.5%, 1.6% 증가할 것으로 예상됨
- 가정용 전력 소비는 1990~2015년 연평균 5.3%의 속도로 빠르게 증가했으며, 전망 기간에도 냉방 기기를 비롯하여 가전기기의 보급이 지속적으로 확대되고 가전기기의 대형화 및 다양화로 전력 수요가 연평균 0.8% 증가할 것으로 전망됨
- 단기적으로는 백열등 퇴출 및 그로 인한 고효율 조명기기 보급 확대, 심야전기 보일러 보급 중지, 중장기적으로는 가전기기 에너지 효율의 지속적 향상 등으로 인해 전력 수요 증가 속도는 과거보다 크게 둔화될 것으로 판단됨 (김철현 & 박광수, 국내 전력소비 패턴의 구조적 변화 및 변화요인 분석, 2015)
- 한편, 가정 부문의 신재생 수요는 전통 바이오매스가 현대적 연료로 대체되면서 1990~2015년에는 연평균 5.5% 감소했으나 전망 기간에는 정부의 신재생 확대 정책에 힘입어 태양광 및 지열 등 재생에너지 중심으로 연평균 1% 가까이 증가할 것으로 예상됨

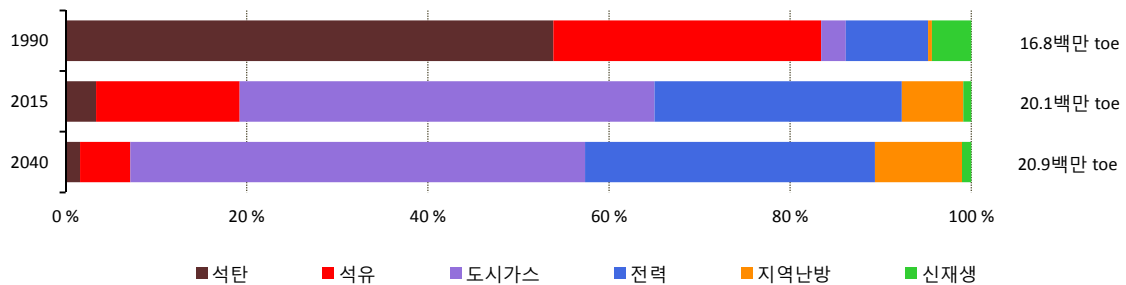
그림 2.31 가정 부문 에너지원별 수요 추이 및 전망



- 석유 수요는 지속적으로 감소하면서 가정 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중이 2030년 이전에 지역난방 아래로 떨어지며, 도시가스와 전력은 가정 부문 에너지 수요에서 차지하는 역할이 더욱 확대되어 2040년에는 두 에너지가 80% 이상을 차지할 것으로 예상됨
- 석탄과 석유 소비는 1990년 가정 부문 에너지 소비의 83.4%를 차지하고 있었으나 도시가스와 전력의 빠른 보급으로 2015년에는 19.2%로 비중이 급격히 축소되었으며, 난방/온수 및 취사에서 도시가스와 지역난방의 역할이 지속적으로 확대되면서 2040년에는 비중이 7% 수준으로 하락할 것으로 예상됨

- 반면, 가정 부문 에너지 수요에서 가장 큰 비중을 차지하는 도시가스는 2015년 45.8%에서 2040년에는 약 50%로 비중이 확대될 것으로 보이며, 2015년 6.8%로 석유에 이어 네 번째를 차지한 지역난방은 2040년에는 비중이 9.6%로 확대되며 석유의 비중을 추월할 것으로 전망됨
- 가정용 전력은 생활수준 향상과 함께 소비가 빠르게 증가하면서 2000년대 중반 이미 석유 소비를 추월하여 2015년 5.5백만 toe에 도달하였으며, 전망 기간에도 전력 수요가 지속적으로 증가하여 2040년에는 가정 부문 에너지 수요의 30% 이상을 차지할 것으로 예상됨

그림 2.32 가정 부문의 에너지원별 비중

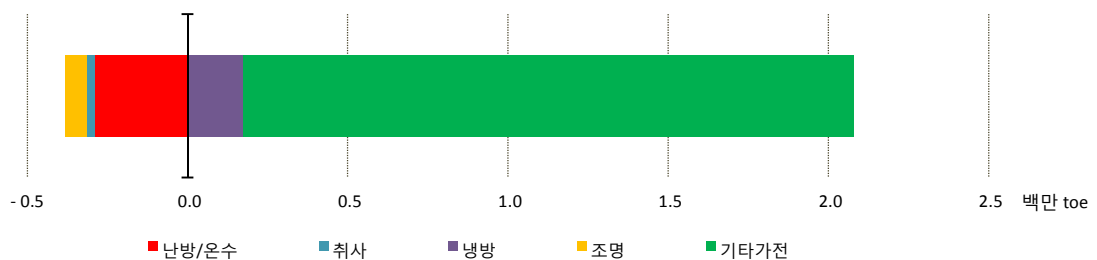


## 용도별 에너지 수요

### □ 가정 부문 에너지 수요는 난방/온수용은 감소하는 반면 가전기기용 전력 수요는 증가

- 가정 부문 에너지 수요에서 가장 큰 비중을 차지하는 난방/온수용 에너지는 주거 형태의 변화와 주택 단열 및 난방 기술의 발전으로 인해 전망 기간 감소 추세를 지속할 것으로 예상됨
  - 난방/온수용 에너지는 2000년 가정 부문 에너지 소비의 77.4%를 차지하였으나 2015년에는 66.7%로 비중이 축소되었으며, 2040년에는 60% 내외로 떨어질 것으로 전망됨
  - 한편, 2015년 가정 부문 에너지 소비의 10% 가량을 차지하는 취사용 에너지 소비는 2030년 이후로는 가구수 증가세가 정체하고 인구수도 감소로 전환되면서 전망 기간 전체로는 보합 수준을 보일 것으로 전망됨

그림 2.33 2015~2040년 가정 부문 용도별 에너지 수요 증감





- 반면, 전력의 경우 조명 및 난방용 수요가 감소하지만 냉방 및 가전기기용 수요가 빠르게 증가하며 전망 기간 가정 부문 에너지 수요 증가를 견인할 것으로 예상됨
  - 조명 기기 보급이 CFL 및 LED 등 고효율 전구로 대체되면서 조명용 전력 수요 증가율이 점차 둔화되다 2020년 중반 이후 감소할 것으로 보이며, 일반용 심야전기 보일러 보급이 중단됨에 기존 전기 보일러가 가스 및 지역난방으로 대체되면서 난방용 전력 수요도 빠르게 감소할 것으로 분석됨
  - 냉방용 에너지 소비는 2000~2015년 연평균 18% 가량 증가하여 가정 부문 전력 소비 중에서 가장 빠르게 증가하였으며, 전망 기간 증가 추세는 크게 둔화되겠지만 여전히 타 용도 대비 빠르게 증가할 것으로 전망됨
  - 냉방 및 조명을 제외한 기타 가전기기의 전력 수요는 소득 증가, 가전기기의 다양화 및 보급 확대 등으로 전망 기간 가장 빠르게 증가할 것으로 예상되는데, 이러한 가전기기 사용 증가로 인해 가정 부문 에너지 수요에서 냉방 및 조명을 포함한 가전기기용 전력 수요가 차지하는 비중은 2015년 23.3%에서 2040년에는 30% 이상으로 상승할 것으로 보임

#### □ 단독주택에서 아파트와 공동주택으로 주거 형태가 바뀌면서 가정 부문 에너지 소비 구조 변화가 지속

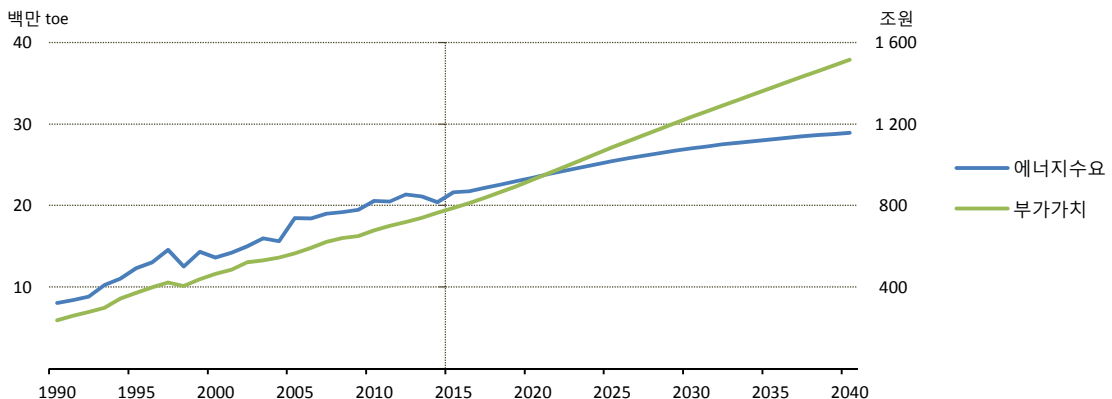
- 전망 기간 난방/온수/취사용 에너지 수요는 하락하겠으나 아파트 중심의 주거 형태로 변화가 지속되면서 난방/온수/취사용 연료에서 도시가스 및 지역난방의 비중은 증가할 것으로 보임
  - 그 동안 소득 증가와 생활 편의 추구로 단독주택에서 아파트 및 공동주택으로 주거 형태가 바뀌었고 (김정수 & 이주형, 2004) 전망 기간에도 총 주택 증가 3.8백만 호를 아파트와 공동주택이 담당하면서 아파트 중심의 주거 형태 변화를 이어갈 것으로 예상되는데, 이는 연탄, 석유, 전기 보일러에서 도시가스 보일러 및 지역난방으로의 대체가 지속된다는 것을 의미함
  - 아파트의 단열 기술이 단독주택에 비해 높은 수준이고 최신 기술 적용도 빠른 편이기 때문에 주택 호당 난방/온수/취사용 에너지 수요도 점차 감소하겠지만 아파트 및 기타 공동주택은 주택 호당 에너지 수요의 감소보다 주택 수 증가가 빠르기 때문에 아파트 및 기타 공동주택의 에너지 사용량은 증가하는 반면, 단독주택은 주택 수 감소와 주택당 에너지 사용량 감소가 겹치면서 에너지 수요가 감소할 것으로 예상됨
  - 2040년 가정 부문 난방/온수/취사용 에너지는 아파트와 공동주택에서의 에너지 수요 증가에도 불구하고 단독주택에서의 수요 감소로 2015년 대비 감소할 것으로 전망됨

## 6. 서비스 부문<sup>19</sup>

### □ 서비스 산업의 성장과 함께 빠르게 증가하던 서비스 부문의 에너지 소비가 최근 크게 둔화

- 서비스 업종의 산출액은 1990~2015년 연평균 5.6%로 빠르게 증가했으며 서비스 부문의 에너지 소비도 같은 기간 연평균 4.0%의 높은 증가율을 기록하였으나 최근 에너지 소비 증가세가 둔화되는 양상임
  - 2000~2010년 서비스 부문의 에너지 소비는 연평균 4.2% 증가하여 연평균 2.7% 증가한 최종에너지 소비에 비해 월등히 빠른 증가세를 보여왔으나, 이후 2015년까지는 연평균 증가율이 1.0%로 떨어짐
- 2010년 이후 에너지 소비 증가 둔화는 2011년 순환정전 사태 이후 정부가 강력한 수요 관리 정책을 시행한 것이 주요 원인으로 분석됨
  - 2010년 이후의 냉난방도일은 2011년을 제외하고는 지난 15년 평균 대비 10% 이상 높아 건물의 냉난방 수요가 증가하였고 서비스 업종의 산출액도 그 이전 시기에 비해 둔화되기는 했으나 여전히 연평균 3.5%의 안정적 성장을 달성하여 에너지 수요 증가 요인으로 작용하였음
  - 하지만, 2011년 9월 15일 이상 기온으로 인한 최대 전력 수요 예측 오류로 지역별 순환 정전을 겪고 나서 정부는 강력한 전력 수요 관리를 추진하였는데, 서비스 부문에서는 개문(開門) 냉·난방과 냉·난방 적정 온도 위반에 대한 상시적인 단속과, 특히 공공기관과 에너지다소비 건물에서의 에너지 사용에 대한 기존 지침 강화 및 실질적 단속을 시행함으로써 정책 효과를 달성한 것으로 판단됨
  - 이러한 규제 및 단속으로 인한 건물 부문의 전력 소비 행태가 일시적인가의 여부에 따라 전망 기간 전력 수요 증가 패턴은 상당한 변동이 발생할 수 있는데, 전력 소비는 2015년 기준 서비스 부문 에너지 소비의 약 60.5%를 차지하고 있어 전력 수요 전망의 불확실성이 서비스 부문 에너지 수요 전망에 상당한 영향을 미칠 것으로 예상됨

그림 2.34 서비스 부문 에너지 수요 및 부가가치 추이



<sup>19</sup> 서비스 부문은 민간서비스와 공공서비스를 모두 포함하며 에너지밸런스로는 상업 부문과 공공 부문을 의미

## □ 서비스 부문 에너지 수요는 전망 기간 연평균 1.2% 증가하여 최종소비 부문 중에서 가장 빠르게 증가

- 서비스 부문 에너지 수요는 2015년 21.6백만 toe에서 2040년 약 29백만 toe로 33% 이상 증가할 전망이다
  - 1990~2015년 에너지 소비는 산업 부문이 연평균 5.5%로 가장 높은 증가율을 기록하였으나 산업 구조 변화와 에너지 효율 향상으로 산업 부문은 전망 기간 에너지 수요 증가율이 연평균 1.1%로 대폭 하락하는 반면, 서비스 부문의 에너지 수요는 증가율 감소 추세는 유사하지만 산업 부문에 비해서는 상대적으로 감소폭이 작아 전망 기간 에너지 수요가 가장 빠르게 성장하는 부문으로 올라섬
  - 서비스 부문은 전망 기간 최종에너지 수요 증가의 약 13%를 차지하면서 최종에너지에서 차지하는 비중이 2015년 9.9%에서 2040년 10.5%로 소폭 상승함
- 전망 기간 서비스업의 부가가치는 연평균 2.9% 성장하지만 서비스 부문의 에너지원단위가 연평균 1.7%로 빠르게 개선되면서 에너지 수요는 연평균 1.2% 증가에 그칠 것으로 예상됨
  - 에너지 설비 및 기기의 효율 증대, 단열 기술 발전 등 시장의 발전과 함께 정부의 전력 수요 관리가 지속되면서 서비스 부문의 에너지 절약이 일반화되고, 특히 공공 서비스 중심으로 엄격한 에너지 효율 관리가 시행되면서 에너지 효율 개선이 빠르게 진행될 것으로 전망됨
  - 또한, 서비스업 중에서도 보건/사회복지업이나 정보통신업 등의 성장이 빠를 것으로 예상되는데, 이들 업종의 경우 데이터센터같이 단일 설비 기준으로는 전력 사용이 큰 기업들이 포함되지만 산출액 대비 에너지 수요 증가가 크지 않기 때문에 산출액 증가율과 에너지 수요 증가율 간의 괴리는 더욱 벌어질 것으로 전망됨

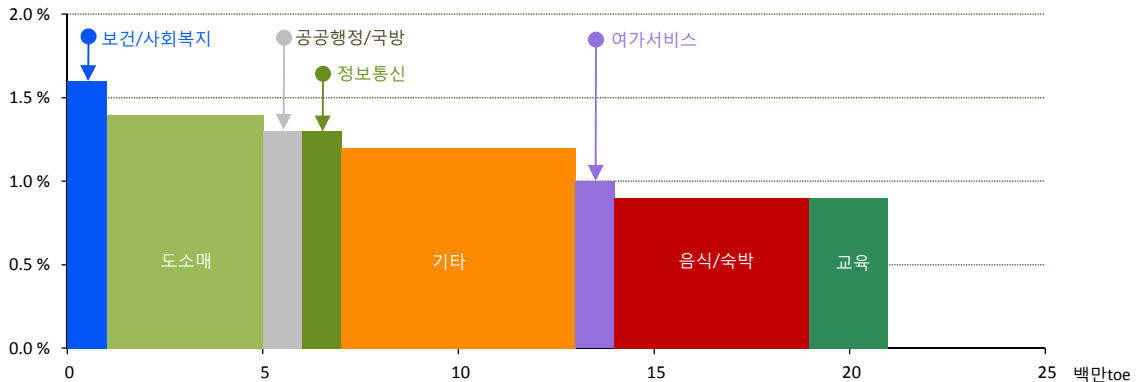
## 업종 및 용도별 에너지 수요

### □ 도소매업과 보건/사회복지 서비스업 등이 서비스 부문 에너지 수요 증가를 주도

- 서비스 부문은 다양한 업종 구성과 업종별 상이한 성격으로 인하여 업종별로 에너지 수요 증가의 패턴이 큰 차이를 보일 것으로 전망됨
  - 고령화와 함께 의료 수요의 급격한 증가로 인하여 서비스업 중에서는 보건/사회복지업 산출액이 전망 기간 연평균 4.1%로 가장 빠르게 성장하면서 에너지 수요도 연평균 1.6%의 높은 증가율로 늘어날 것으로 예상됨
  - 도소매업은 기존 재래 시장이나 소규모 상점들이 대형 마트, 아울렛 등으로 바뀌는 등 현대화 및 대형화가 진행되며 에너지 수요가 연평균 1.4% 증가할 것으로 전망됨
  - 정보통신업의 경우 디지털 경제의 가파른 성장 및 사회전반적인 지식정보화 추진 등으로 산출액이 급속히 성장하며 에너지 수요도 비교적 빠르게 증가하겠으나, 생산 활동이 공간적 제약을 크게 받지 않는 업종 특성상 에너지 수요 증가세는 산출액 성장에 비해 제한적일 것으로 판단됨

- 반면, 교육서비스는 학령인구(6~21세)의 수가 지난 1980년 1.4천만 명을 정점으로 꾸준히 감소하여 2015년에는 1천만 명, 2040년에 6백만 명 수준으로 하락하면서 (통계청, 2011b) 에너지 수요도 비교적 완만하게 증가할 것으로 예상됨

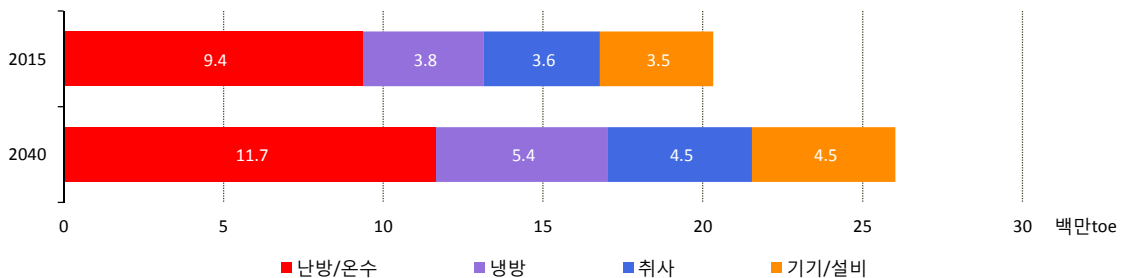
그림 2.35 서비스업 업종별 2015년 에너지 소비 및 전망 기간 연평균 증가율



#### □ 난방/온수용 에너지 수요가 가장 많이 증가하지만 냉방용 에너지 수요가 가장 빠르게 증가

- 서비스 부문 에너지 수요의 40% 이상을 차지하고 있는 난방/온수는 연평균 0.8%의 완만한 증가에도 불구하고 높은 소비 비중으로 인해 에너지 수요 증가에 대한 기여가 가장 크며, 냉방용 에너지는 전망 기간 연평균 1.4%로 증가하여 에너지 용도 중에서는 가장 빠르게 증가할 전망이다
- 단열 성능의 향상, 건축물 개보수의 증가, 기기/설비 효율 개선은 난방/온수, 냉방, 기기/설비용 에너지 서비스 수요의 증가에도 불구하고 에너지 수요 증가를 둔화시키는 요인이 될 것으로 예상됨
- 난방/온수는 설비/기기 및 건축물 성능 개선의 영향도 있지만 에너지 수요에서 차지하는 비중이 크기 때문에 증가 속도는 낮은 것으로 나타나며, 냉방용 에너지 수요는 냉방 설비의 보급이 꾸준히 확대되고 있고 다른 용도보다 경제 성장에 더욱 탄력적으로 반응하기 때문에 용도별 에너지 수요 중에서는 가장 빠르게 증가할 전망이다

그림 2.36 2015년과 2040년 서비스 부문 용도별 에너지 수요 변화



## 에너지원별 수요

## □ 전력이 전망 기간 가장 큰 폭으로 증가하며 서비스 부문 에너지 수요 증가를 주도

- 전력 수요는 전망 기간 약 5.5백만 toe 증가하여 서비스 부문 에너지 수요 증가의 75% 정도를 차지하고 서비스 부문 에너지 수요에서의 비중도 2015년 60.5%에서 2040년 64% 이상으로 높아질 전망이다
  - 1990년 전력 소비는 1.4백만 toe로 서비스 부문 에너지 소비에서 차지하는 비중이 17.6%에 불과했으나, 이후 2015년까지 연평균 9.3%로 빠르게 증가하여 2015년에는 소비 비중이 60%를 상회하는 서비스 부문 최대 에너지원으로 부상함
  - 전망 기간 정부의 강력한 전력 수요 관리에도 불구하고 정보통신, 여가서비스 등을 중심으로 서비스 업종 전반의 건물 첨단화와 냉난방 설비 및 전기기기의 보급이 빠르게 진행되면서 서비스 부문 에너지 수요의 전력화가 꾸준히 진행될 것으로 예상됨
- 가스는 서비스 부문이 사용하는 에너지 중에서 두 번째로 많은 비중을 차지하고 있으며 대형건물 냉난방 수요 증가와 가스 공급인프라의 지속적인 확대 등으로 전망 기간 연평균 2.0% 증가할 전망이다
  - 가스는 도시가스 배관망의 전국적인 확대와 더불어 빠르게 성장하면서 2011년에는 석유를 추월하여 전력에 이어 두 번째로 큰 비중을 차지하고 있으며, 전망 기간에도 석유의 감소분을 지속적으로 흡수하며 서비스 부문 에너지원 중 가장 빠르게 증가하는데, 이에 따라 서비스 부문의 에너지 수요에서 가스가 차지하는 비중은 2015년 16.4%에서 2040년 20% 정도까지 상승할 것으로 예상됨
- 주요 난방 에너지로 사용되며 서비스 부문 에너지 소비의 대부분을 차지했던 석유는 가스나 전력으로 빠르게 대체되었으며 전망 기간에도 연평균 1.3%의 지속적인 감소를 보일 것으로 전망됨
  - 석유는 1990년 서비스 부문 에너지 소비의 77.2%를 차지하였으나, 가스, 전력, 지역난방 같은 네트워크 에너지의 빠른 보급과 에너지 효율 개선사업으로 빠르게 감소하여 2015년에는 비중이 16.6% 수준으로 하락하였고, 최근의 저유가 현상이 지속되면서 단기적으로 소비가 소폭 증가하는 현상이 나타났지만 장기적인 감소 추세가 지속되면서 2040년 비중이 10% 미만으로 낮아질 전망이다
- 과거 소비 비중이 미미했던 신재생에너지는 공공 서비스를 중심으로 빠르게 보급되며 2040년에는 서비스 부문 에너지 수요의 6% 정도를 담당할 것으로 예상됨
  - 공공 신축 건물에 대한 신재생에너지 설치 의무화, 공공 인프라에 대한 신재생에너지 보급 확대 등 정부의 신재생에너지 보급 정책에 따라 공공 서비스 부문의 신재생에너지 도입이 빠르게 진행될 것으로 예상되지만, 일반 서비스 부문은 신재생에너지의 가격 경쟁력과 기술 안정성, 내구성 등이 확보될 때까지 공공 서비스에 비해 증가 속도가 낮을 것으로 전망됨
  - 전망 기간 서비스 부문 신재생에너지 수요는 연평균 1.5%로 매우 빠르게 증가할 전망인데, 이는 다른 부문에 비해 정책 효과가 가장 직접적으로 반영되는 공공서비스의 특성 때문으로 분석됨

## 7. 발전 부문

### □ 전력 소비는 1990년에서 2015년 사이 다섯 배, 발전 설비 규모도 같은 기간 네 배 이상으로 증가

- 1990년에서 2010년 사이 GDP는 연평균 5.7%의 성장을 보인 반면 전력 소비는 같은 기간 연평균 7.9% 증가하여 경제보다 훨씬 빠른 성장을 보였음
  - 전력은 경제 고도화 시기 산업화를 이끄는 동력의 역할을 담당하였으며, 소득 증가와 함께 전력 기기의 보급 및 사용이 늘어나기 때문에 대표적인 성장 지표로 볼 수 있음
- 하지만 2010년대 들어 전력 소비 증가율은 급격한 하락 추세를 보이며 이전 20년 동안 평균 증가 속도의 1/3 이하인 2.2%로 떨어진 반면 같은 기간 GDP 증가율은 연평균 3.0% 수준으로 하락하는데 그쳐 최근 전력 소비 증가율의 하락이 두드러진 것으로 나타남
  - 과거 전력 소비 증가율이 GDP 증가율보다 낮아진 경우는 외환위기 및 국제 금융위기와 같은 경제 위기 기간이었으나, 2010년대의 전력 소비 증가율 하락은 2011년 9월 15일 이상 기후로 인한 전력 소비 급증으로 지역별 순환 정전을 경험한 이후 강력한 소비 절약 수단 시행과 기온 영향의 효과가 크게 작용함
- 2015년 현재 전력 소비는 483.7 TWh로 최종에너지 소비의 19%를 차지하고 있으며, 산업 부문이 전체 전력의 54.9%, 서비스 부문이 31.4%, 가정 부문이 13.2%를 소비하였음
- 전력 소비의 빠른 증가로 인해 발전 설비도 1990년 21 GW 수준에서 연평균 6.3% 증가하여 2015년 현재 97.6 GW 규모로 증가함
  - 지난 25년간 석탄 설비가 22.6 GW, 원자력 설비가 14.1 GW 증가하는 등 기저 발전 설비가 전체 발전 설비 증가의 47.9%를 차지하였고, 2015년 현재 전체 발전 설비의 49.1%로 절반 수준에 이르고 있음
  - 하지만 첨두 부하를 담당하는 가스 발전 설비도 전력 소비의 빠른 증가로 민간 사업자를 비롯한 발전 사업자의 대규모 투자로 같은 기간 25.5 GW가 증가하였음

### □ 최근 미세먼지로 인한 대기오염 문제가 심각한 사회문제로 대두되면서 발전 부문에 대한 정책 변화가 발생

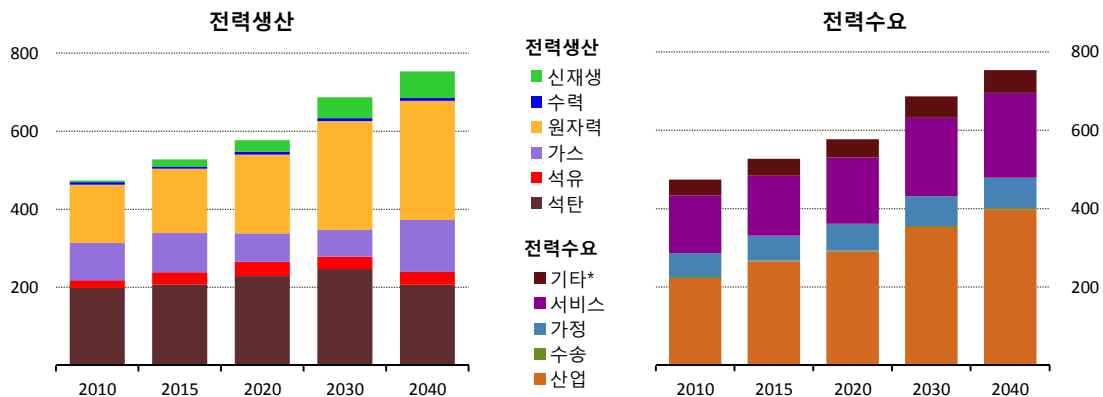
- 그동안 정부의 전력수급기본계획의 기본 방향은 ‘안정적인 전력 수급’을 최우선 과제로 설정하고 빠르게 증가하는 전력 수요에 대비하여 설비 공급을 확대하는 것이었음
  - 2011년 순환 단전을 경험한 이후 전력 수급의 안정성이 더욱 강조되었고, 특히 기온 변동성, 설비 건설 지연 등을 고려하여 설비 예비율을 22% 수준까지 끌어올리는 것을 목표로 설정하였음 (산업통상자원부, 2015c)
- 하지만 2016년 극심한 대기 오염이 사회문제로 심각하게 대두되면서 정부는 ‘미세먼지 관리 특별대책’을 수립하였고, 발전 부문에서는 석탄화력 발전소의 효율 향상, 연료 전환뿐만 아니라 가동한지 30년 이상 된 노후 석탄 발전 설비를 폐지하기로 결정함 (산업통상자원부, 2016)

- 산업통상자원부가 가동 30년이 경과된 노후 석탄화력 발전소는 수명 종료 시점에 맞춰 폐지하기로 결정함에 따라 이미 폐지가 결정된 서천화력1, 2호기 이외에도 삼천포화력1, 2호기 등 총 10기, 3.3 GW 규모의 석탄화력 발전소가 2018년부터 2025년까지 순차적으로 폐지되거나 연료 전환될 예정임
- 장기적 관점에서의 문제는 2030년 이후 설비 수명 시점에 도달하는 대형 석탄화력 발전소들이 다수 존재한다는 점으로, 정부의 노후 석탄화력 발전소 폐지 정책이 해당 발전소들에 적용될 경우 향후 발전 부문뿐만 아니라 국가 총에너지의 구성에도 상당한 영향을 미칠 것으로 예상됨
- 석탄화력 발전소의 최대 발전 용량을 기존의 연속 운전 허용 출력에서 정격 출력으로 조정하면서 석탄화력 발전의 최대 출력이 하향 조정되었고, 이는 기존 석탄화력 발전 용량을 약 1.1 GW 감소시키는 효과를 발생시키는 것으로 분석됨 (김철현, 2016)

#### □ 2015~2040년 우리나라의 전력 수요는 44% 가량 증가

- 전망 기간 전력 수요는 산업과 서비스 등 주로 생산 부문을 중심으로 증가하며 가정 및 수송 부문은 연평균 1% 미만의 낮은 증가율을 보일 것으로 예상됨<sup>20</sup>
- 전력 수요는 과거에 비해 증가 속도가 많이 하락하지만, 여전히 타 에너지원 대비 빠른 증가가 전망되고 있어 2040년 최종에너지 수요에서 차지하는 비중이 22%까지 확대될 것으로 분석됨
- 전력 생산은 발전 설비 건설 및 운영 계획에 따라 변동이 크겠지만 현 시점 기준으로 파악된 계획에 따르면 원자력이 전망 기간 발전량 증가의 절반 이상을 담당하며 최대 발전원으로 다시 부상할 전망이며 과거 최대 발전원의 역할을 담당했던 석탄은 2030년 이후 감소할 것으로 예상됨

그림 2.37 전력 생산 및 전력 수요 (TWh)



주: 기타는 발전 부문의 자가소비 및 송배전 손실을 포함

<sup>20</sup> 2016년 하절기 폭염 사태를 겪으면서 가정용 전기 요금 누진제로 인한 문제가 다시 불거짐에 따라 최근 정부에서는 가정용 전기 요금 누진제 완화를 중심으로 전기 요금 체계 개편을 추진하고 있음. 전기 요금 개편은 가정 부문 전력 수요를 증가시키는 요인으로 작용하겠지만 보고서 작성 시점을 기준으로 아직 요금 체계가 최종 확정되지 않았으며 전력 수요에 미치는 영향도 불확실하기 때문에 본 전망에서는 전력 요금 개편을 반영하지 않았음

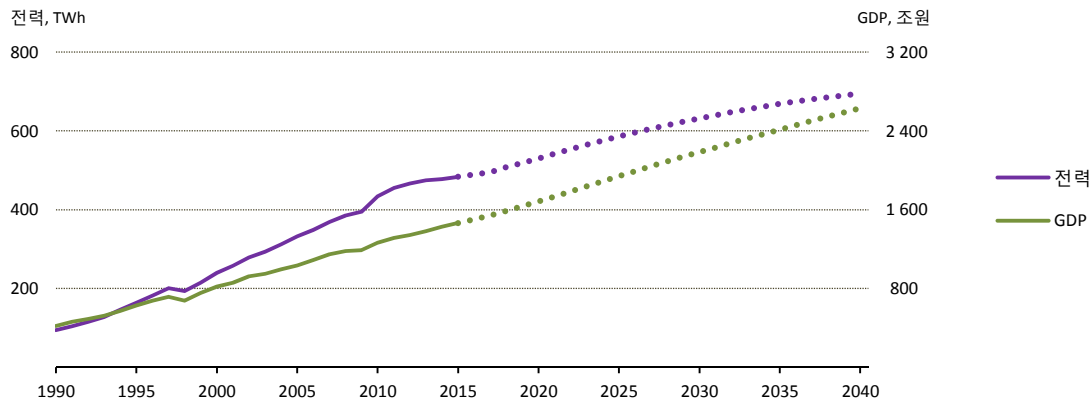


## 전력 수요

### □ 기준 시나리오의 전력 수요는 2015년 483.7 TWh에서 44% 증가하여 2040년 695 TWh 수준이 될 전망

- 최근 수 년간의 에너지 사용 행태 변화와 기술 발전에 따른 전력 사용 기기의 효율 증가 그리고 경제성장률의 꾸준한 둔화 등으로 인해 전력 수요 증가율은 지난 25년간 연평균 6.8% 증가한 것에서 대폭 하락하여 전망 기간 연평균 1.5% 수준이 될 것으로 예상됨
  - 전망 기간 경제는 연평균 2.4% 성장하여 과거 25년간의 성장률인 5.1%의 절반 수준인 것에 비해 전력 수요 증가율 하락은 두드러지게 나타남
  - 전망 기간 전력 수요 증가율이 과거보다는 많이 낮아지지만 최종에너지원 중에서는 연평균 1.5%의 속도로 증가하는 신재생과 열에너지 다음으로 빠르게 증가하는 에너지원임

**그림 2.38 GDP 및 전력 수요 추이, 1990~2040**



- 에너지 소비의 전력화, 즉 최종에너지에서 전력이 차지하는 비중은 그동안 서비스 부문을 중심으로 빠르게 확대되어 1990년 10.8%에서 2015년 19.0%로 두 배 가까이 증가하였지만, 2040년에는 22%로 소폭 증가하는데 그침
  - 주요 선진국의 경우 최종에너지에서 전력이 차지하는 비중은 2013년 기준 20~25% 수준으로 분석되고 있으며, 2040년 35% 수준에 근접하는 일본을 필두로 미국과 EU가 25% 수준에 도달할 것으로 전망되고 있음 (IEA, 2015b)
  - 우리나라의 전력 소비 비중은 선진국에 비해 다소 낮은 수준이지만, 산업용 에너지가 차지하는 비중이 주요 선진국에 비해 높고 에너지밸런스 작성 기준의 차이<sup>21</sup>로 인해 전력이 과소 평가된다는 점을 고려할 때 우리나라 에너지 소비 전력화는 이미 높은 수준에 도달한 것으로 분석됨

<sup>21</sup> 우리나라 에너지밸런스는 한전 판매 전력만을 전력으로 집계하고 있으며 철강업의 석탄 전환 등을 최종소비 부문에 포함하기 때문에 IEA 통계에 비해 최종소비 부문의 전력 소비는 과소평가, 화석 연료 소비는 과대평가됨



표 2.3 부문별 전력 소비 추이 (TWh)

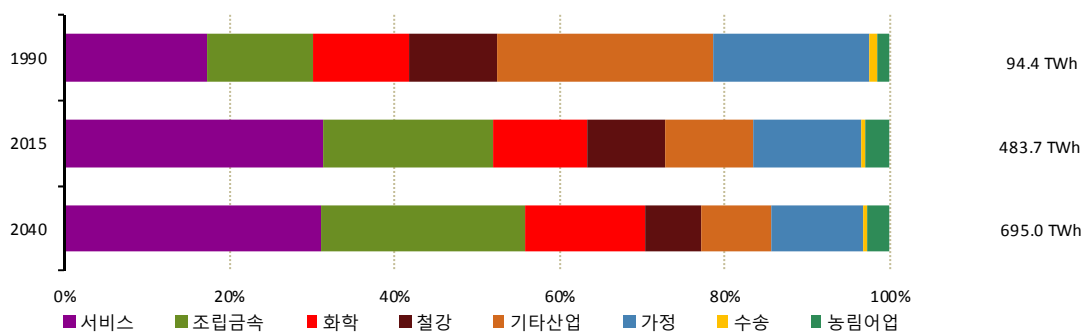
	1990	2015	2020	2030	2040	1990 2015	2015 2040
총 전력 수요	94.4	483.7	530.3	631.9	695.0	6.8%	1.5%
산업	59.2	265.6	290.6	353.5	398.7	6.2%	1.6%
수송	1.0	2.2	2.5	2.6	2.6	3.2%	0.7%
가정	17.7	63.8	68.6	75.8	77.8	5.3%	0.8%
서비스	16.4	152.0	168.7	200.1	215.9	9.3%	1.4%

\* 서비스는 상업 및 공공의 합계

## □ 산업 부문의 전력 수요가 연평균 1.6%로 가장 빠르게 증가하여 전력 수요 증가를 주도

- 산업 부문은 2015년 현재 265.6 TWh로 총 전력 수요의 54.9%인 절반 이상을 차지하고 있으며, 전망 기간 중에도 연평균 1.6% 증가하여(약 133 TWh) 전력 수요 증가의 60%를 넘게 차지하면서 2040년에는 400 TWh에 근접할 것으로 예상됨
  - 산업 내에서도 전력 소비 비중이 큰 기계류 및 수송장비제조, 철강, 화학 등이 빠르게 성장하면서 산업 부문이 전체 전력 수요의 증가를 주도할 것으로 예상되는데, 이들 업종이 전체 전력 수요에서 차지하는 비중이 2040년 46%에 육박할 것으로 전망됨
- 건물 부문은 서비스 부문과 가정 부문의 수요 증가 패턴이 극명하게 갈리는데, 서비스 부문의 전력 수요는 연평균 1.4% 증가하여 산업 부문에 이어 두 번째로 빠르게 증가하는데 반해 가정 부문은 연평균 0.8% 증가에 그칠 것으로 전망됨
  - 서비스 부문의 전력 수요는 2015년 152.0 TWh에서 약 42% 증가하여 2040년 216 TWh 수준에 도달할 것으로 예상되며, 이는 총 전력 수요 증가율과 비슷한 수준이어서 서비스 부문이 2040년 전력 수요에서 차지하는 비중은 현재와 유사할 것으로 전망됨
  - 가정 부문은 이상 기온 발생 빈도의 증가 등으로 일시적 수요 증가 요인이 있지만 인구 증가 정체 및 감소, 전력 기기 보급의 포화 수준 도달 및 전력 기기의 효율 상승, 소득 증가의 둔화로 인하여 전망 기간 전력 수요는 2015년 63.8 TWh 대비 22% 증가한 78 TWh 수준이 될 전망임

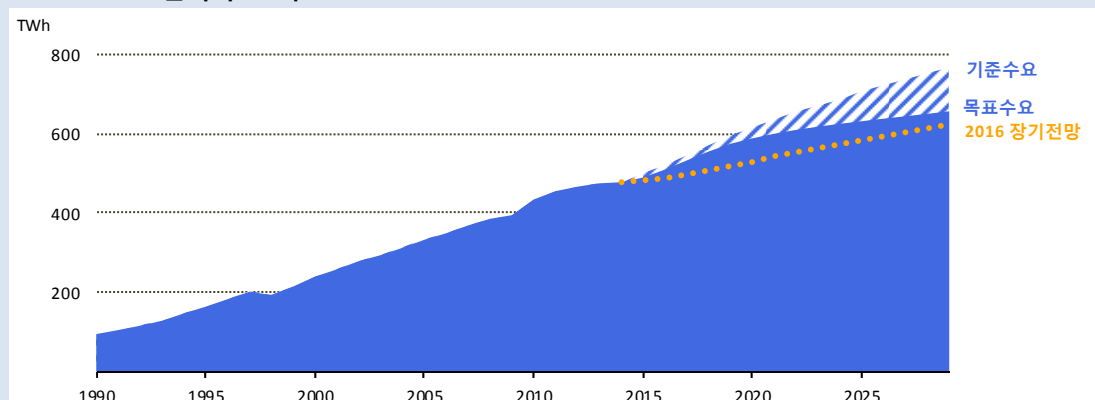
그림 2.39 주요 부문별 전력 수요의 비중



## 글상자 2.4 '제7차 전력수급기본계획' 전력 수요와의 비교

- 지난 2015년 7월 발표된 '제7차 전력수급기본계획'에 따르면 우리나라의 전력 수요가 연평균 3.1% 증가하여 2029년 766 TWh에 도달할 것으로 전망되는 가운데 정부에서는 에너지 효율 향상 등을 통해 전력 소비량을 14% 가량 저감하여 2029년 657 TWh 수준으로 낮추는 것을 목표로 설정함
- 최대 전력의 경우 기준 전망에서는 2029년 127 GW로 예상하고 수요자원시장 등 에너지 신산업 연계 부하관리를 통하여 112 GW로 제한하는 것을 목표로 설정하였음
- 기온 및 경제 성장 등의 불확실성과 설비 건설 차질 등 수급 불안 가능성에 대비해서 적정 예비율을 22% 수준으로 유지한다는 목표 하에 목표 전력 수요를 공급하기 위한 필요 설비는 137 GW 수준인 것으로 분석하였으며, 기설 설비 및 확정 설비(133 GW)를 제외한 신규 설비 규모는 약 3 GW 수준인 것으로 계산함
- 연료비, 환경 비용, 송전 비용 및 정책 비용, 건설 공기 등을 고려하여 2028년과 29년에 1.5 GW 규모의 원자력 발전소 2기를 추가 건설하기로 결정하였으며, 신규 설비 및 건설 확정 설비를 포함하여 총 46.5 GW 규모의 설비가 건설 중이거나 건설 예정이며 이에 따른 비용은 총 60 조원이 필요한 것으로 예상함

**그림 2.40 '제7차 전력수급기본계획'의 기준 및 목표 수요와 2016 에너지 전망의 기준 시나리오 전력 수요 비교**



- '2016 장기 에너지 전망'의 전력 수요와 비교할 때, '제7차 전력수급기본계획'의 목표 전력 수요는 2029년 기준 약 5.3% 높은 수준인 반면, 최대 부하는 그 차이가 2 GW 미만에 불과한 것으로 분석됨. 하지만 기준 전력 수요와 비교할 경우에는 그 차이가 더 벌어져 전력 수요는 약 23%, 최대 수요는 약 15% 차이가 발생하는 것으로 계산됨
- 전력수급기본계획의 전력 수요 및 최대 부하와의 차이는 전망에 사용된 모형의 차이에 의한 것도 무시할 수 없지만, 산업 구조를 비롯한 경제 전체를 비롯하여 전력 기기의 효율 관련 기술 발전 수준, 에너지 절약 정책 효과의 반영 범위, 전망 작업 시차에서 관측된 에너지 사용 형태 변화 등에 의해서 발생한 것이라 할 수 있음
- 즉, 경제 성장의 경우 '제7차 전력수급기본계획'은 2014년에서 2029년 사이 연평균 3.1% 증가할 것으로 전제하였으나 '2016 장기 에너지 전망'에서는 같은 기간 우리나라 경제가 연평균 2.7% 성장할 것으로 전망함
- 또한, '2016 장기 에너지 전망'의 기준 시나리오는 보조율 확대를 통한 고효율 절전 제품의 보급 촉진, 신규 건축물 등의 에너지 효율 관리 강화, ICT를 활용한 수요 관리, 에너지 절약 홍보 등, 전력수급기본계획의 저감 정책 효과가 상당 부분 반영되어 있으며, 전 세계 온실가스 감축 노력에 부응하는 정책 강화 추세를 고려하고 있음

## 발전 설비

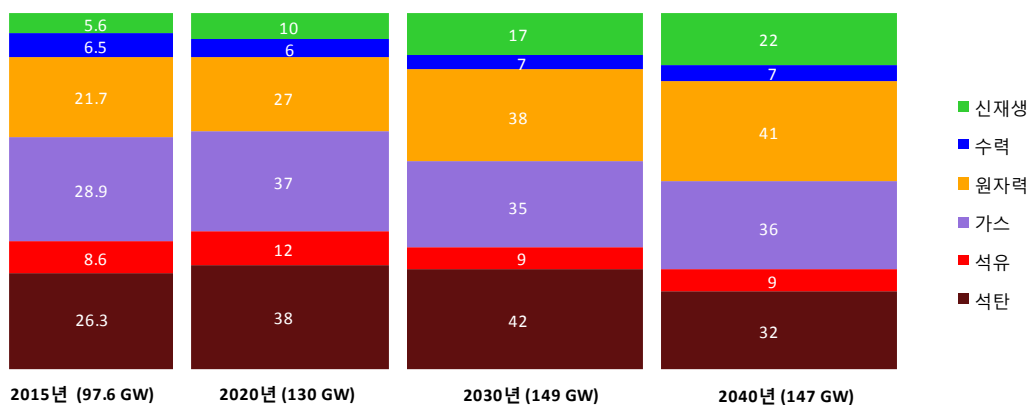
## □ 총 발전 설비 규모는 2015년 97.6 GW에서 50% 이상 증가하여 2040년 147 GW 수준이 될 것으로 전망

- 전망 기간 발전 설비의 변화는 2010년대 후반 석탄화력 발전 설비의 대규모 확충, 2020년대 원자력 발전 설비의 꾸준한 증가, 2030년대 노후 석탄화력 발전 설비의 폐지가 시기별 특징임
  - 전망 기간 총 발전 설비의 순증가는 약 49 GW 규모이며, 이는 지난 25년간 증가한 설비 규모의 약 2/3 수준임
  - '제7차 전력수급기본계획'의 설비 건설 계획에 따라 전망 기간 예상되는 신규 설비의 대부분이 2030년 이전에 도입되며 그 이후는 주로 가동 수명을 넘기는 노후 설비에 대한 대체 또는 폐지 등이 이루어질 것으로 분석됨

## □ 원자력이 2040년 최대 발전 설비의 자리를 차지하는 가운데 신재생에너지 설비도 빠르게 증가

- 전망 기간 원자력은 발전 설비 증가의 약 40%를 차지하여 2040년 총 설비 규모가 41 GW까지 늘어나며 신재생은 2015년 5.6 GW에서(용량 기준) 세 배에 가까운 16 GW 정도의 설비가 증가하면서 2040년 전체 발전 설비의 15% 가량인 22 GW까지 증가할 전망이다
  - 원자력은 발전량이나 에너지 수요 그리고 발전 설비 규모 측면에서 과거에는 최대 발전원의 역할을 수행하였으나 석탄 발전이 급증하면서 2000년대 들어 최대 설비의 지위를 석탄에게 넘겨준 바 있음
  - 원자력은 2030년 이전 총 13기가 추가되고 1기가 폐지되면서 2030년에 이미 38 GW를 넘어서게 되고, 그 이후 설비에비율이나 전력 수요 증가 그리고 원자력 가동률 등을 고려할 때 2030년대 후반 2기 정도가 추가되면서 2040년에는 41 GW까지 증가함
  - 2030년까지는 석탄이 가장 큰 발전 설비 역할을 담당하지만 대형 노후 석탄화력 발전소의 폐지가 매년 발생하는 2030년대를 거치면서 원자력이 가장 큰 발전 설비의 위치에 올라섬

그림 2.41 사용 연료별 발전 설비의 변화 (GW)

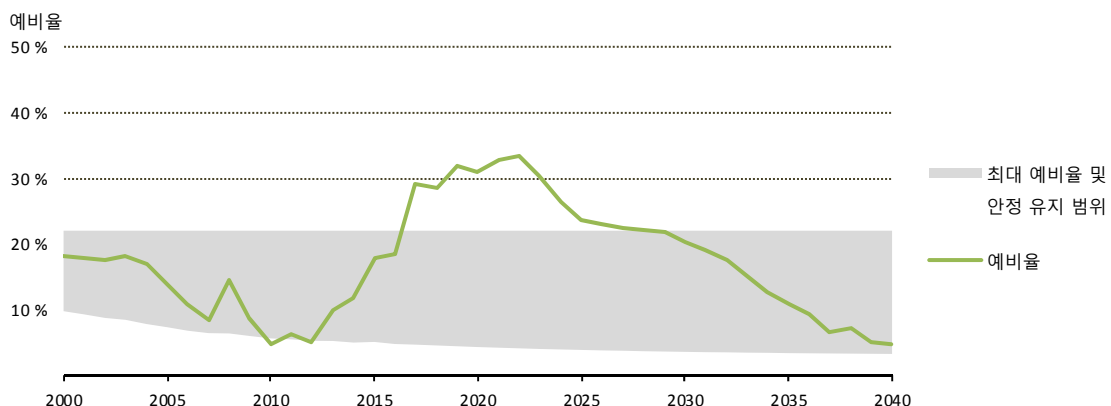


- 석탄의 경우 2015년 26.3 GW에서 5.7 GW 증가하여 2040년 32 GW 수준이 될 것으로 보이는데, 현재 운명이 결정된 10기의(3.3 GW) 설비가 폐지되고 21기 19 GW 규모의 신규 설비가 추가되면서 2030년까지 42 GW 수준으로 증가하여 가스를 추월한 가장 큰 전력 설비가 되지만, 2030년 이후 24기 11.7 GW의 설비가 폐지되면서 2040년 32 GW 수준으로 축소됨
- 가스는 2015년 28.9 GW로 석탄 발전 설비보다 약간 큰 규모이며, 전망 기간 설비이용률 하락에도 불구하고 7 GW 이상 증가하겠지만 전체 발전 설비 용량에서 차지하는 비중은 2015년 29.6%에서 2040년 25% 수준으로 하락함

#### □ 전력 수요 및 피크 수요 증가의 둔화로 예비율은 여유를 유지하지만 2020년대 초반부터 꾸준히 하락

- 2011년 9월 15일 폭염으로 인한 전력 소비 급증으로 전력 예비력이 안정 유지 수준인 4백만 kW 아래로 떨어지며 일시적으로 지역별 순환 단전까지 시행한 바가 있으나, 이후 강력한 수요 관리 및 설비 확보를 통해 2015년 10월 설비 예비율은 23.4%까지 상승하였음<sup>22</sup>
  - 피크기여도를 기준으로 계산할 경우 예비율은 2011년 4.9%에서 2015년 18% 수준까지 상승한 것으로 분석됨
- 전력 수요 및 최대 전력의 증가 속도를 추월하는 발전 설비 확충으로 피크기여도 기준 설비 예비율은 2020년대 한때 30%를 초과할 것으로 예상되지만, 이후 꾸준히 하락하여 예비력 안정 유지 수준 사이의 범위에 머물 것으로 예상됨
  - ‘제7차 전력수급기본계획’의 대상 기간 이후인 2030년대의 경우 어떠한 정책 기조를 유지하느냐에 따라 설비 규모를 비롯하여 예비율 등 주요 지표들이 크게 달라질 수 있지만 ‘2016 장기 에너지 전망’에서는 전력 예비율이 일정 수준 이상일 경우 추가 설비가 도입되지 않는다는 가정 하에 분석함

**그림 2.42 설비 예비율(피크기여도 기준) 추이 및 전망**



주 1: 최대 예비율은 ‘제7차 전력수급기본계획’의 설비 예비율 목표 22%이며 안정 유지는 예비력 4백만 kW 수준일 경우의 설비 예비율을 의미

주 2: 설비 용량은 피크기여도를 기준으로 계산

<sup>22</sup> 2016년 여름 이상폭염 발생으로 8월 12일 최대 전력이 85.2 GW을 기록함

## 글상자 2.5 지진 및 미세먼지 문제 대두에 따른 원자력 및 석탄화력 발전 설비의 정책적 불확실성

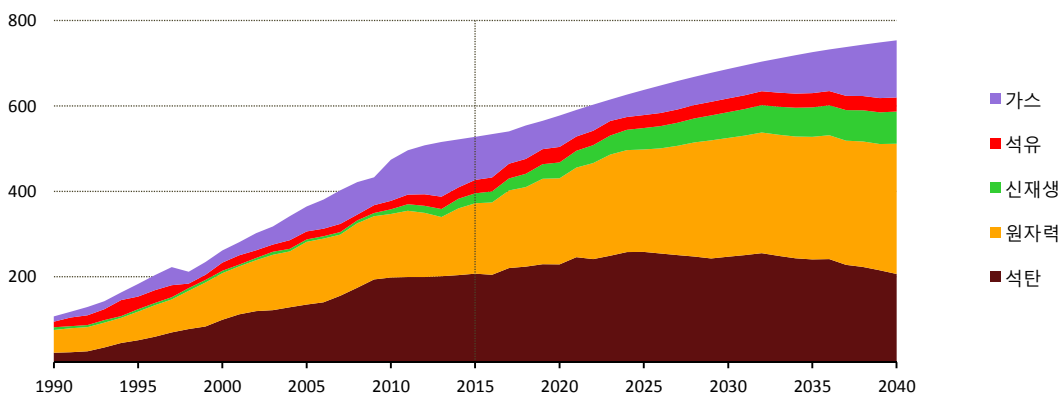
- 2016년 4월과 5월 미세먼지 농도가 ‘나쁨’ 혹은 ‘매우 나쁨’을 기록한 날 수가 각각 10일과 9일로 (서울 기준) 지난 5년 사이 최악을 기록하면서 미세먼지에 대한 사회적 불만이 심각한 수준에 도달하였고, 이에 따라 정부에서는 2016년 6월 ‘미세먼지 관리 특별 대책’을 발표하였으며, 산업통상자원부에서도 2016년 7월 미세먼지 및 기후변화 대응의 일환으로 30년 이상 노후 석탄 발전소를 폐지하기로 결정함
- 2015년 7월 발표된 ‘제7차 전력수급기본계획’에 의하면 고리1호기(0.6 GW)를 포함하여 무연탄 2기(0.4 GW), 천연가스 12기(3.1 GW), 석유 8기(2.7 GW) 등을 폐지하고 준공 후 40년이 넘는 장기 가동 화력 설비도 환경성과 설비 용량 등을 감안하여 제한적으로 대체 건설을 허용할 계획이었으나 최근 장기 노후 석탄 화력 발전소를 폐지하기로 결정함에 따라 폐지 규모는 총 31기 9.7 GW 수준으로 증가함
- 한편 2016년 9월 12일 경주 인근에서 규모 5.1과 5.8의 지진이 연속적으로 발생하였고 이후 진도 4.5 규모의 여진을 포함하여 단기간에 400회가 넘는 여진이 이어지면서 경주 인근의 활성단층 존재에 대한 논란이 재점화되었고 노후 원자력 발전소의 안전 문제와 맞물리면서 원자력 발전에 대한 사회적 갈등이 확대되고 있음
- 경주 지진이 원자력 발전소에 미친 영향은 발전소의 내진 설계 기준에 미치지 못한 것으로 보고되었으나, 지진 당시 고리 원자력 본부에서는 위기 경보를 심각단계로 격상하였으며 월성 원자력 발전소는 1~4호기를 순차적으로 발전 정지하고 정밀 안전점검을 실시함
- 현재 우리나라에서 가동 또는 건설 중인 원자력 발전소의 내진 설계값은 0.2~0.3g 이며 이는 지진 규모 6.5~7.0를 견딜 수 있는 수준이고 경주 지진을 겪으면서 내진 설계를 보강하고 비상 대응책을 마련하고 있으나, 우리나라의 원자력 발전소가 경북 울진을 비롯하여 특정 지역에 밀집되어 있고 대도시 인근에 위치하고 있어 원자력에 대한 불안감이 커지고 있는 상황임
- 2015년 기준 석탄은 26.3 GW 설비에서 207.3 TWh를 생산하였으며 원자력은 21.7 GW 설비에서 164.8 TWh를 생산하여, 두 에너지원이 설비 기준 49.1%, 발전량 기준 70.5%를 차지하는 주요 전력 공급원이며 기저 발전원으로 안정적이고 저렴한 전력 공급을 가능하게 한 역할을 담당하였음
- 최근의 발전 설비 관련 정책의 변경으로 2030년 이전 폐지되는 설비 규모가 증가하였지만 보다 큰 변화는 2030년 이후에 발생할 것으로 보이는데, 즉 노후 석탄화력 발전소의 폐지 정책이 향후에도 유지된다고 가정할 경우 2030년대 수명 연한에 도달하는 대형 석탄화력 발전소가 보령화력 3, 4호기를 시작으로 총 24기, 11.7 GW에 달하며, 원자력 발전 설비의 경우 고리 1호기 및 월성 1호기를 제외하더라도 2030년 이전에 계속 운전 심사 대상인 설비가 총 10기, 8.5 GW 규모로 대상 원자력 설비들이 한 차례에 한해 계속 운전(10년) 승인을 받더라도 2040년 이전에 모두 가동 중지해 들어감에 따라 2030~2040년 사이 폐지가 예상되는 석탄 및 원자력 발전 설비는 2015년 현재 전체 원자력 발전 설비 규모와 비슷한 수준임
- 따라서 2030년 이후 노후 석탄화력 발전소에 대한 폐지 및 원자력 발전소의 계속 운전과 관련된 정책은 향후 우리나라의 전력 생산을 위한 에너지 구성 뿐 아니라 총에너지 구성 그리고 온실가스 배출까지 영향을 미치는 중요한 변화를 가져올 것이며, 그 변화가 대규모로 갑작스레 다가오기 때문에 질서 있는 폐지를 위한 사전 준비가 필요할 것으로 판단됨
- 또한 이러한 폐지 예상 대상 설비들을 가스 및 신재생으로 대체할 경우 전력 요금의 상승은 불가피할 것으로 보이며 이는 전력 수요 전망의 불확실성을 높이는 요인으로 작용할 것임

## 전력 생산

### □ 총 발전량은 2015년 528.1 TWh에서 43% 증가하여 2040년 754 TWh 수준이 될 것으로 예상

- 전력 수요가 2015년 483.7 TWh에서 2040년 695 TWh로 약 44% 가량 증가함에 따라 총 발전량도 같은 기간 43% 증가한 754 TWh 수준에 도달할 것으로 전망됨
- 전망 기간 발전량 변화를 살펴보면 기저 발전원을 담당하는 두 축인 원자력의 비중이 크게 증가하는 반면 석탄의 비중은 감소하는 것이 특징임
  - 원자력은 설비 규모나 발전량 측면에서 전망 기간 가장 크게 성장하는 발전원으로 2015년에서 2040년 사이 원자력 발전량은 140 TWh 증가하여 전망 기간의 총 발전 증가 226 TWh의 62% 가량을 차지하면서 2030년 이전에 석탄을 추월하여 가장 큰 발전원의 역할을 수행할 것으로 예상됨
  - 석탄화력 발전은 2015년 207.3 TWh에서 2020년대 중반 258 TWh까지 증가하다가 2030년대 들어 감소하면서 2040년에는 206 TWh 수준으로 하락할 전망이다
  - 석탄은 신규 설비 증설이 대부분 2020년대 초반에 완료되는데다 연간 발전 총량 제한 등 부하 구조 및 온실가스 감축 대응에 따른 가동률 제한<sup>23</sup>, 노후 석탄화력 발전소의 폐지, 신규 석탄화력 발전소 금지 등으로 인해 2040년 발전량이 2015년과 비슷한 수준이 될 것으로 분석됨
  - 반면, 가스화력 발전은 석탄화력 발전의 감소를 대체하면서 2030년대 이후 연평균 6.8%로 빠르게 증가하여 2040년에는 과거 최대 발전량인 2013년의 127.9 TWh보다 많은 134 TWh를 생산할 것으로 분석됨
  - 발전량에서 화석 연료가 차지하는 비중은 2015년 64.3%에서 2040년 49% 수준으로 하락할 전망이다

그림 2.43 에너지원별 발전량 추이 및 전망 (TWh)



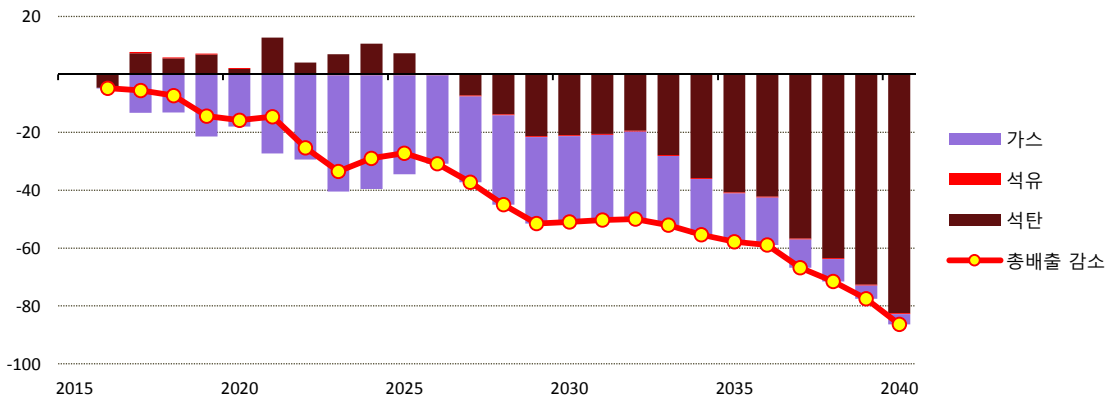
주: 상용자가의 한전 구입 전력은 제외

<sup>23</sup> 2016년부터 석탄화력 발전을 대상으로 최대 발전 용량을 하향 조정하였으며, 발전 부문의 실효적 온실가스 감축을 위해 연간 발전 총량 제한이나 전원별 장기 경매 시장 등의 정책이 검토되고 있음

## □ 원자력 및 신재생 발전의 증가로 2040년 발전 부문의 온실가스 배출은 2015년과 비슷

- 총 발전량은 2015년에서 2040년 사이 43% 증가하지만 원자력과 신재생이 빠르게 증가하는 탓에 온실가스 배출량은 같은 기간 1% 증가에 그침
  - 신재생 발전은 2015년 17.3 TWh에서 2040년에는 네 배 가량 증가한 68 TWh 수준에 도달할 것으로 예상되어 연평균 5.6%의 속도로 전체 발전원 중에서는 가장 빠르게 증가할 전망이다
  - 총 발전량의 증가에도 불구하고 석탄, 석유 및 가스 등 화석연료 기반 발전량의 증가가 전망 기간 10% 수준에 불과하고 화석연료 내에서도 석탄 발전량은 정체하는 반면 가스 발전량이 증가하면서 발전 부문 온실가스 배출량은 2040년 237백만 톤으로 2015년과 비슷한 수준이 될 것으로 분석됨
- 발전 MWh당 배출량, 즉 발전의 배출 집약도는 2015년 약 0.45 톤으로 추정되며 2040년에는 0.31 톤 수준까지 하락할 것으로 분석됨
  - 발전 부문의 온실가스 배출량의 GDP당 그리고 전력 소비당 배출원단위도 2015년 각각 0.16과 0.49에서 2040년 0.09와 0.34로 꾸준히 개선되는 모습을 보임
- 2016 장기 에너지 전망의 발전 부문 온실가스 배출은 2015년의 에너지원별 발전 비중이 유지될 경우에 비해 전망 기간 내내 큰 폭의 감소 추세를 지속할 것으로 분석됨
  - 2015년 발전 비중은 석탄이 39.3%로 가장 높고 이어서 원자력 31.2%, 가스 19.1%이며, 2015년의 발전 비중이 계속 유지될 경우 2040년에는 발전 부문의 온실가스 배출은 약 324백만 톤으로 기준 시나리오의 발전 부문 온실가스 배출량에 비해 36% 이상 많을 것으로 계산됨
  - 즉, 노후 석탄화력 발전소의 폐지, 원자력 및 신재생 발전의 확대, 가스 발전의 회복은 발전 부문의 온실가스를 대폭 감축시키는 수단으로 활용될 수 있으며, 이는 전력 수요 증가세의 둔화와 더불어 발전 부문 온실가스 감축 목표 달성을 용이하게 할 것임

**그림 2.44 2015년 발전 비중 고정 대비 2016 에너지 전망의 온실가스 배출의 차이 (백만 tCO<sub>2</sub>eq)**



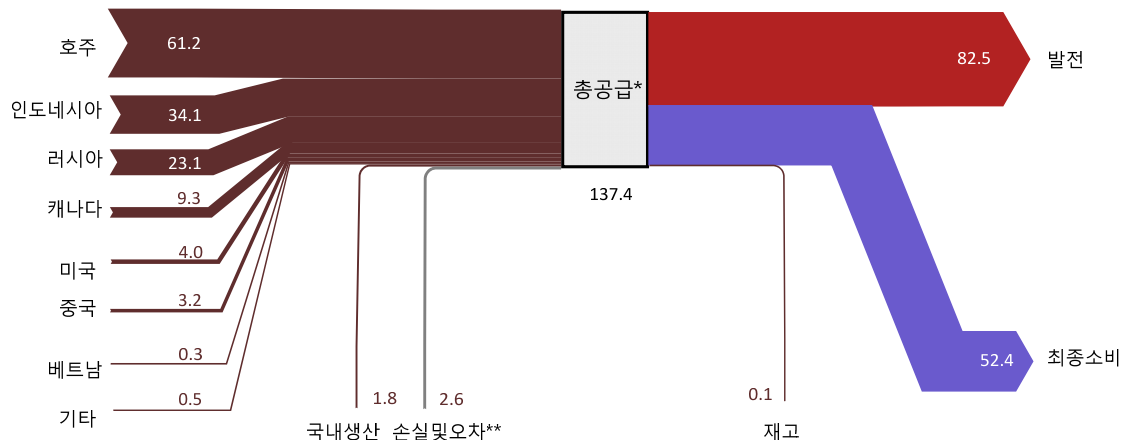
## 8. 석탄

### 석탄 수급 현황

#### □ 석탄 공급은 유연탄을 중심으로 대부분 수입에 의존하고 있으며 국내 생산은 급격히 하락

- 우리나라의 석탄 공급은 2011년까지 빠르게 증가해오다 이후 발전용의 소비를 중심으로 정체되고 있으며, 총 석탄 공급에서 수입이 차지하는 비중은 2015년 기준 99% 수준임
  - 2015년 기준 석탄 수입은 총 135.6백만 톤이며, 그 중 호주가 61.2백만 톤으로 거의 절반 가량을 차지하고 있으며 인도네시아, 러시아, 캐나다 등에서 대부분을 수입하는 반면 과거 상당 부분을 차지했던 미국과 중국의 수입 비중은 급격히 감소하였음
  - 석탄 수입의 90% 이상을 차지하는 유연탄은 1990년대 이후 석탄화력 발전소의 폭발적 증가와 2010년 현대제철의 고로 가동으로 수입이 빠르게 증가하였지만 2011년 이후 발전용 소비가 정체하면서 130백만 톤 수준을 유지하고 있음
  - 무연탄 수입은 발전용과 연탄용 소비 감소가 산업용 소비 증가로 상쇄되며 2000년대 중반 이후 10백만 톤 수준에서 정체됨
- 국내 무연탄은 자원 고갈 및 석탄산업 합리화 정책에 따라 1990년대 중반까지 빠르게 감소하였으며, 이후에도 완만한 감소세를 꾸준히 유지하여 2013년 이후로는 2백만 톤 아래로 떨어짐
- 전망 기간 석탄 수입은 연탄 수요의 정체, 철강 업종 경기 둔화, 정부의 석탄 발전 비중 축소 방침 등으로 정체할 것으로 전망됨

그림 2.45 2015년 석탄 공급 현황 (백만톤)



주: 총공급은 손실및오차를 포함하며, 공급 측면의 손실및오차는 양의 오차, 수요 측면의 손실및오차는 음의 오차를 의미

자료: 한국무역협회



□ 석탄 소비는 1990~2015년 연평균 5.1%로 빠르게 증가했으나, 2011년을 기점으로 증가세가 크게 둔화하며 2015년 85.5백만 toe를 기록

- 2011년까지 석탄 소비는 발전용이 연평균 12% 이상 급증하고 산업용을 중심으로 최종소비도 양호하게 증가하며 1990~2011년 기간 연평균 6.0% 증가했음
  - 발전용 석탄 소비는 1990년 3.7 GW 수준에 불과했던 석탄화력 발전 설비가 2011년 24.2 GW, 총 발전 설비의 30.5%까지 확대되면서 석탄 발전량이 크게 증가하면서 1990~2011년 연평균 12.1% 증가함
  - 최종 소비는 건물용이 감소했으나 산업용이 제철용 원료탄을 중심으로 빠르게 증가하며 1990~2011년 연평균 2.5% 증가했는데, 1990년 최종소비의 절반 가까이를 차지하고 있었던 건물용 석탄 소비는 연탄 보일러가 가스 보일러 및 지역난방으로 대체되면서 1990~2011년 연평균 10.5% 감소한 반면, 산업용 석탄 소비는 글로벌 금융위기를 제외하고는 현대제철의 일관제철소 가동, 포스코의 설비 합리화를 통한 용량 확대 등으로 빠르게 증가하며 1990~2011년 연평균 5.4% 증가함
- 하지만 2011년 이후 석탄 소비는 발전용을 중심으로 증가세가 크게 둔화되며 2011~2015년 기간 연평균 0.5% 증가에 그침
  - 과거 석탄 소비를 견인했던 발전용 석탄은 석탄화력 발전 설비의 잦은 사고, 노후 석탄화력 발전 설비의 예방 정비 증가 등으로 석탄 발전소 가동률이 2011년 97%에서 2015년 86% 수준으로 낮아지면서 2011~2015년 연평균 0.2% 증가로 보합 수준에 그침
  - 최종 석탄 소비도 건물용이 감소세를 지속하는 가운데, 글로벌 철강 공급 과잉에 따른 철강 경기 둔화, 중국 저가 철강과의 경쟁 심화, 국내 주요 철강 수요 산업 둔화 등으로 원료탄을 중심으로 산업용 소비가 둔화하며 2011~2015년 기간에는 연평균 1.0% 증가에 그침

## 석탄 수요 전망

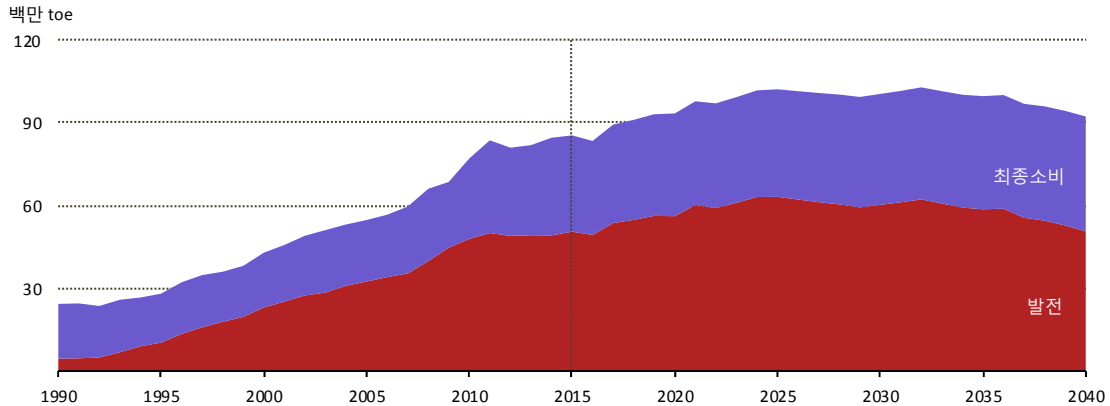
□ 석탄 수요는 전망 기간 102백만 toe까지 증가했다 2040년 92.3백만 toe 수준으로 하락

- 발전용 석탄 수요가 전망 기간(2015~2040년) 보합하며 총 석탄 수요 증가세 둔화를 이끌 전망임
  - 석탄화력 발전 설비가 신규 발전소 증설 계획으로 2022년 43.1 GW까지 증가할 것으로 예상되나, 정부의 노후 석탄화력 발전소 폐지 및 신규 석탄화력 발전소 진입 제한 등으로 2030년 이후 빠르게 감소하며 2040년에는 31.9 GW로 2016년 수준으로 떨어질 전망이다<sup>24</sup>
  - 이에 따라 발전용 석탄 수요는 2025년 63백만 toe 수준까지 증가할 것으로 예상되나, 이후 정부의 미세먼지 대응과 온실가스 감축 정책의 영향으로 감소세로 전환되며 2040년에는 2015년과 비슷한 수준으로 하락함

<sup>24</sup> 제7차 전력수급기본계획 이후의 기간인 2030년대에도 노후 석탄화력 발전소 폐지 및 신규 발전소 진입 제한 정책 기조가 유지된다고 가정함

- 특히, 신규 석탄 발전 설비 증설이 집중된 2017년과 2021년에는 발전용 석탄 수요가 급증할 것으로 보이나, 2025~2040년 기간에는 정부의 석탄화력 발전 비중 축소 계획 등으로 석탄화력 발전 설비가 감소하며 연평균 1.5% 감소할 것으로 전망됨 (글상자 2.6 참조)

**그림 2.46** 석탄 수요 추이 및 전망

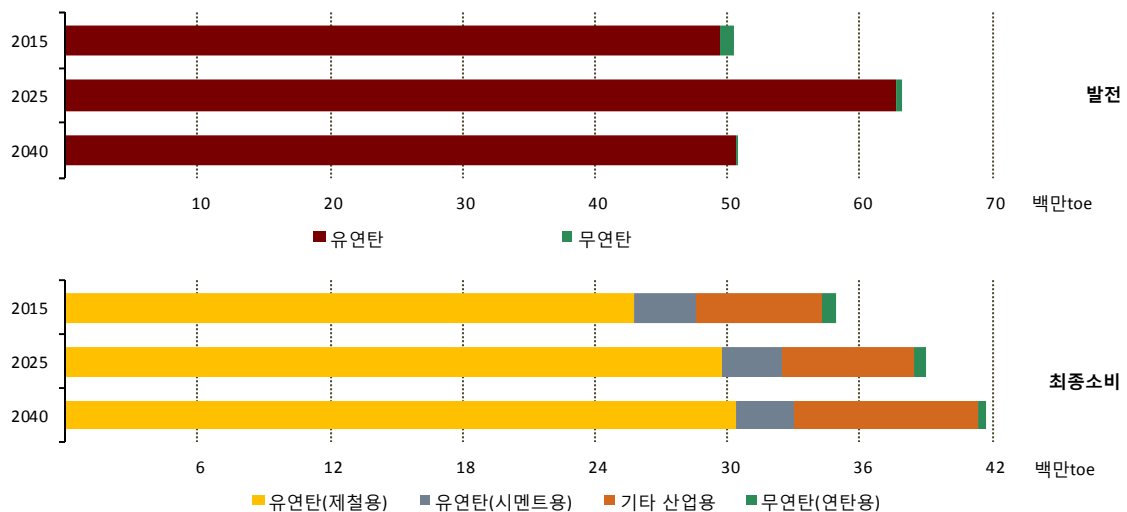


#### 글상자 2.6 정부의 석탄발전 비중 축소 방안 검토

- 정부는 국가 온실가스를 2030년까지 BAU(851 MtCO<sub>2</sub>eq) 대비 37% 감축하기로 했는데 이 중 국내 감축의 상당 부분(29.5%)을 발전부문이 차지하고 있음. 반면, 향후 신규 유연탄 발전소 진입은 대규모로 계획되어 있어 발전소 계획을 취소하지 않는 한 온실가스 감축 목표 달성을 위해 석탄화력 발전의 제한은 불가피한 실정임. 게다가 최근 미세먼지의 주범으로 석탄 발전이 지목되며 석탄 발전 제한에 대한 사회적 요구도 높아지고 있음
- 온실가스 감축과 미세먼지 저감을 위해 정부는 석탄화력의 발전 비중을 축소하겠다고 밝혔으며 이를 위해 여러 방안을 검토 중인 것으로 파악됨. 이미 정부는 2016년부터 석탄화력 발전 고장 대책의 일환으로 최대발전용량 기준을 하향 조정함으로써 석탄화력 발전소의 이용률을 낮춘 바 있으며, 차기 전력수급기본계획에서부터 석탄 발전을 원칙적으로 배제하겠다고 밝힘
- 또한 2016년 7월에는 미세먼지 대책 발표를 통해 30년 이상 가동한 노후 석탄화력 발전기를 폐쇄하는 방안을 마련하고 향후 중장기적인 석탄 화력 발전량 축소 방안을 검토하기로 함. 한편, 현재의 경제급전(연료비 최소화)에 기반한 전력 시장을 환경을 고려한 환경급전으로 바꾸는 것을 내용으로 하는 법안이 발의되기도 했는데, 비록 법안 심사가 보류(2016년 11월)되기는 했지만 정부는 환경 등의 사회적 비용에 대해 석탄 발전소의 부담을 늘리는 방안을 고려하겠다고 밝힘
- 석탄화력 총량 한도 부여 및 전원별 장기 경매 시장 개설도 논의 중인데, 이는 기존의 설비 용량 중심 계획을 발전량 중심으로 전환해 온실가스 감축에 부합하는 전원 구성을 도출하고 이를 기준으로 석탄화력 발전기별 연간 발전 한도를 부여하는 한편 각 발전기에 할당된 연간 총량을 초과하는 발전량에 대해서는 발전사에 패널티를 부과하는 방안임
- 추가적인 석탄 발전 비중 축소 방안이 구체적으로 결정되지는 않았지만, 온실가스와 미세먼지 감소를 위한 현실적, 사회적 압력으로 향후 석탄화력은 발전 설비가 크게 증가함에도 불구하고 발전량이 정체될 가능성이 큰 것으로 판단됨

- 최종소비 부문의 석탄 수요는 전망 기간 지속 증가하며 석탄 수요를 견인할 것으로 예상되지만 증가 속도는 연평균 0.7% 증가에 불과해 과거 대비 증가세가 둔화됨
  - 석탄 최종소비에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 제철용 원료탄 수요는 세계 철강 시장 경쟁 심화와 철강 생산 증가세 둔화로 전망 기간 연평균 1% 미만 증가할 것으로 전망됨
  - 시멘트 제조용 유연탄은 2030년 이후 인구가 감소세로 전환하고 주택보급률도 이미 포화 수준에 근접함에 따라 SOC 투자 증가에도 불구하고 건설 수주가 정체하며 전망 기간 연평균 0.4% 감소할 것으로 예상됨
  - 건물 부문의 석탄 수요는 가정 난방용 연탄과 서비스 부문에서 일부 사용되었던 연료가 꾸준히 대체되며 2015~2040년 연평균 3% 가까이 감소할 것으로 예상됨

그림 2.47 용도별 석탄 수요 전망

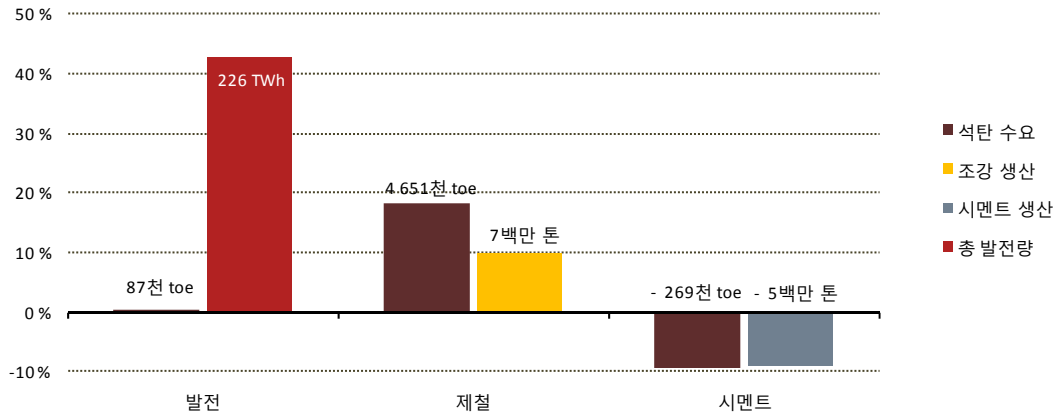


□ 전망 기간 석탄 수요 증가의 대부분은 제철용이 차지하며 총 석탄 수요에서의 비중이 3% 포인트 가까이 상승

- 2015~2040년 석탄 수요는 약 6.8백만 toe가 증가하는데, 이 중 제철용이 72%를 차지하는 반면 발전용은 1%에 불과하고 나머지는 제철과 시멘트용을 제외한 기타 산업용이 차지할 것으로 예상됨
  - 조강 생산은 세계 철강 시장의 공급 과잉, 신소재 대체 등으로 과거에 비해 증가세가 둔화되며 전망 기간 7백만 톤 증가에 그칠 것으로 예상되나, 전기로강 생산은 감소하는 반면 전로강의 생산이 크게 증가하여 제철용 석탄 수요는 20% 가까이 증가함
  - 발전용 석탄 수요는 2025년까지는 증가를 지속하겠으나 이후 노후 석탄화력 발전소가 폐지되면서 감소세로 전환되어 2040년에는 2015년과 비슷한 수준으로 하락할 것으로 예상됨

- 시멘트용 석탄 소비는 1995년 4.7백만 toe를 정점으로 기록한 후 지속적으로 감소하였으며, 전망 기간 신도시 건설 같은 대형 건축 또는 토목 공사를 기대하기 어렵고 킬른의 순환 자원 활용이 늘어나면서<sup>25</sup> 수요가 꾸준히 감소할 것으로 전망됨

**그림 2.48 2015~2040년 주요 용도별 석탄 수요 증감률**



- 발전용 석탄 수요의 정체에도 불구하고 2040년에도 발전용 석탄 수요가 총 석탄 수요의 55% 수준으로 여전히 가장 큰 비중을 차지할 것으로 보임
  - 1990년 석탄 소비의 18.6%에 불과했던 발전용 석탄 소비는 전력 수요의 증가와 석탄화력 발전 설비 증설로 2015년 59.1%까지 급속히 비중이 확대되었으나, 전망 기간에는 정부의 석탄발전 비중 축소 및 노후 석탄화력 발전소 폐지 정책 등의 영향으로 수요 비중이 4% 포인트 이상 하락할 것으로 전망됨
  - 시멘트용과 연탄용의 비중도 수요 감소로 지속적으로 하락하여 2015년 3.4%와 0.8%에서 2040년에는 2.8%와 0.4% 수준까지 떨어질 것으로 예상됨
  - 반면, 제철용은 전망 기간 수요가 완만히 증가하면서 석탄 수요에서 차지하는 비중이 2015년 30.1%에서 2040년에는 33% 수준에 도달할 것으로 예상됨

<sup>25</sup> 1990년대 후반부터 정부의 페타이어 해결 방안으로 시멘트 소성로에 페타이어를 보조 연료용으로 활용하기 시작하였는데 페타이어의 열량 효과는 9,000kcal/kg으로 6,000kcal/kg인 유연탄보다 높은 반면, 고온의 소성로에서 완전 연소되기 때문에 2차 오염물질이 거의 발생하지 않아 온실가스 감축에도 도움이 되는 것으로 평가됨. 최근 페타이어뿐만 아니라 폐합성수지, 재생유 등도 순환 자원으로 활용되고 있음

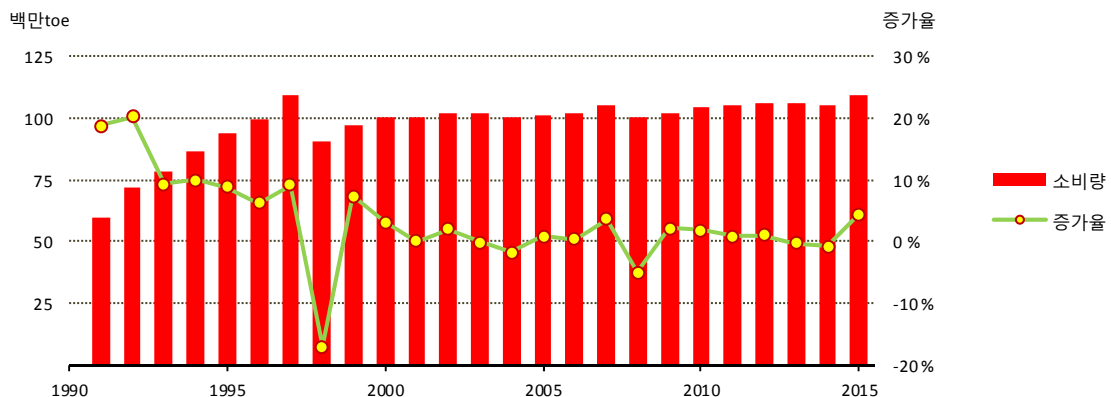
## 9. 석유

### 석유 수급 현황

#### □ 석유 소비는 자동차 보급과 석유화학 산업의 발전으로 지속적으로 증가했지만 증가세는 둔화

- 석유 소비는 1990년대 석유화학 산업의 설비 확장과 자동차 보급 확대에 힘입어 빠르게 증가했지만 1997년 외환위기 이후 소비 증가율이 크게 둔화됨
  - 석유 소비 증가율은 1990~1997년에는 연평균 11.7% 증가했는데, 외환위기 이후 경제 성장의 둔화와 2000년대 후반 고유가 시대의 도래로 소비 증가율이 연평균 1% 미만으로 하락함
  - 하지만 2014년 국제 유가의 급락으로 산업과 수송용 소비가 단기적으로 급등하면서 2015년에는 전년 대비 4.4% 증가한 109.6백만 toe에 도달하여 역대 가장 높은 소비를 기록함

그림 2.49 석유제품 수요 및 증가율 추이



#### □ 석유제품 생산 증가 둔화로 원유 수입 증가도 급격히 하락

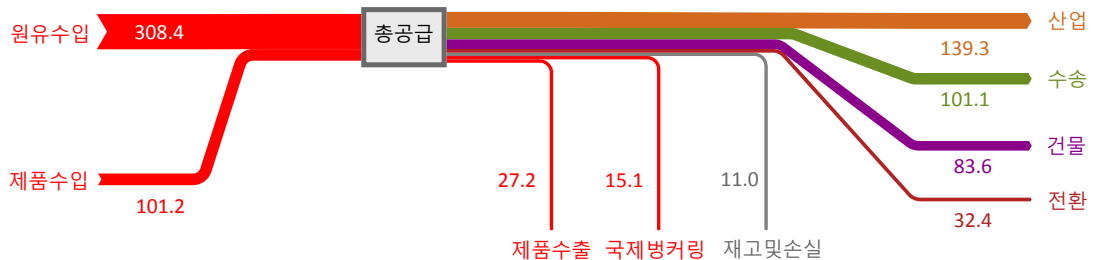
- 원유 수입은 1990~1997년 국내 석유 소비 및 정제 용량이 빠르게 성장하면서 연평균 16.0% 증가하였지만, 외환위기 이후 중동 지역과 중국의 설비 확대로 국제 경쟁이 치열해진데다 국내 석유 소비도 정체되면서 석유제품 생산 증가가 둔화하면서 원유 수입도 연평균 1.3%로 급격히 낮아짐
  - 1990년경에는 인도네시아와 말레이시아를 비롯한 아시아 국가들로부터의 원유 수입이 전체 수입량의 약 27%에 달했지만 안정적인 물량 확보 어려움으로 수입 비중이 지속적으로 감소하여 2015년에는 10.4%까지 하락함
  - 반면, 중동 지역의 정세 불안에도 불구하고 물량 확보의 안정성과 가격 경쟁력 우위로 국내 정유사들이 정제 시설을 중동산 원유에 최적화하고 수입 비중을 높이면서 중동 의존도는 1990년 74.3%에서 2015년 82.3%로 상승함

### □ 석유 정제시설 용량은 외환위기 이후 시설 투자의 어려움으로 증가세가 둔화

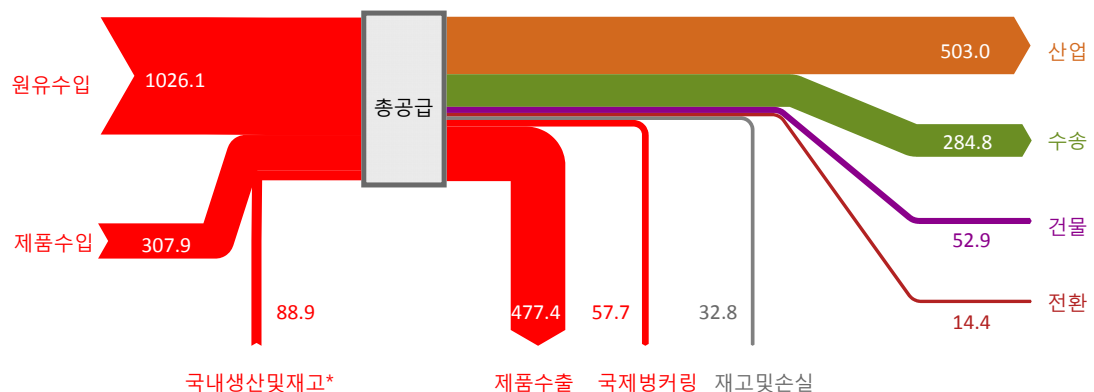
- 정유 산업은 1962년의 경제개발 5개년 계획에 의해 정부 주도 아래 기간 산업으로 성장하면서 정제 시설이 빠르게 확대되었지만, 1997년 외환위기 이후 증가세가 둔화됨
  - 정제시설 용량은 1964년 35천 BPSD(barrel per stream day)에서 1997년 2.4백만 BPSD로 급격히 확대되었으나, 외환위기 이후 중국 및 중동의 정제 설비 신증설로 인해 세계 석유 시장에서의 경쟁이 심화되자 국내 정유사들이 고부가가치 제품을 통한 경쟁력 확보를 위해 고도화 설비를 중심으로 설비를 증설하면서 2015년 현재 설비 용량은 약 3백만 BPSD, 고도화 비율은 33% 이상으로 증가함
- 석유제품 생산은 1990년 304.5백만 bbl에서 연평균 5.3% 증가하여 2015년 1,120.0백만 bbl, 석유제품 수출은 1990년 27.2백만 bbl에서 연평균 12.1% 증가하여 2015년 477.4백만 bbl에 도달함
  - 석유제품 생산은 1990년대 초반에는 경유와 중유가 중심이었지만, 자동차 보급의 확대, 석유화학 산업의 성장, 항공 수요의 증대로 인해 최근에는 휘발유, 경유, 납사, 항공유를 주로 생산함
  - 석유 수출이 석유 총공급에서 차지하는 비중은 1990년도에 약 7% 정도였으나 2015년에는 약 34%로 급증하였으며, 주요 수출 품목도 중유와 경유 등 저부가가치 제품에서 설비 고도화를 통해 항공유, 휘발유 중심으로 전환됨

**그림 2.50 1990년과 2015년 국내 석유 공급 현황 (백만 bbl)**

1990년 (총수요 356.3백만 bbl)



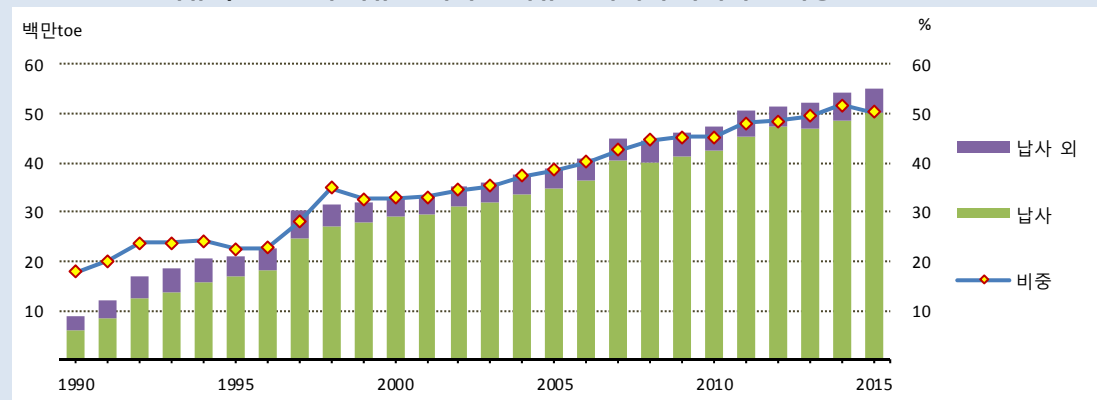
2015년 (총수요 855.1백만 bbl)



## 글썽자 2.7 석유화학 산업의 발전과 석유 소비의 증가

- 정부는 제1차 경제개발 5개년 계획(1962~1966)을 통해서 경공업을 집중 육성하였으며, 제2차 경제개발 5개년 계획(1967~1971)에서는 산업용 기초소재의 국산화를 위하여 석유화학산업에 적극적인 투자와 지원을 시작하였는데, 1967년 울산을 석유화학산업 단지로 선정하였으며 대한석유공사(현 SK종합화학)가 1972년 10월부터 가동(에틸렌 기준 10만 톤)을 시작하였고, 호남에틸렌(현 대림산업)은 1970년대에 석유화학제품의 수요 증가로 1976년에 여천 석유화학공업단지를 착공하여 1979년 12월에 가동(에틸렌 기준 35만 톤)을 시작하였음
- 1986년 ‘석유화학육성법’을 폐지하고 ‘공업발전법’을 시행하여 석유화학산업의 투자를 자유화시켰지만 민간 기업들의 이해 관계가 부딪히면서 1988년 ‘석유화학공업의 투자지도방안’을 통해 1990년까지 NCC(Naphtha Cracking Center) 2기(대한유화, 호남석유화학[현 롯데케미칼])의 건설만 허가하기도 함. 하지만 1995년 ‘석유화학공업의 투자합리화 방안’이 폐지됨에 따라 생산 설비 투자가 완전히 자유화되었으며 90년대 중반 이후 기초화학제품에 대한 국내 수급 여건이 개선됨에 따라 석유화학산업은 수출주도형 산업으로 전환됨
- 정부의 지원과 민간의 적극적 투자로 우리나라 에틸렌 생산능력은 1990년 115.5만 톤에서 2000년 525.0만 톤으로 다섯 배 가까이 증가하고 화학산업의 석유 소비도 1990년 8.9백만 toe에서 연평균 13.9% 증가하여 2000년에 32.8백만 toe에 도달하면서 총 석유 소비에서 석유화학이 차지하는 비중은 17.7%에서 32.7%로 급증함
- 국내 석유화학설비의 설비투자는 1997년 외환위기 이후의 경제 성장 둔화, 2000년대 중동국가들의 에탄 기반 석유화학 설비 증설, 중국의 석유화학 생산 설비 증설로 크게 위축되긴 했지만, 2005년 이후에는 에틸렌 계열 중심으로, 2010년 이후에는 BTX 중심으로 생산 설비가 꾸준히 증설됨
- 이로 인해 에틸렌 계열의 생산능력은 2000년 967만 톤에서 2015년 1,757만 톤으로 증가하였으며, BTX(Benzene Toluene Xylene) 생산 설비는 2000년 1,101만 톤에서 2015년 2,266만 톤에 도달하였음. 우리나라의 석유화학 생산능력은 에틸렌 기준 2015년 미국, 중국, 사우디 다음으로 세계 4위의 위치를 차지함

그림 2.51 석유화학산업의 석유 소비와 총석유 소비에서 차지하는 비중



- 석유화학산업의 석유 소비는 2000년 32.8백만 toe에서 2015년 55.2백만 toe로 증가하여 연평균 3.5%를 기록하면서 총 석유 소비의 증가율 0.6%를 크게 상회하였으며, 석유화학산업의 석유 소비가 총 석유에서 차지하는 비중은 2000년 32.7%에서 2015년 50.3%로 17.6% 포인트 상승함
- 향후 북미의 에탄 기반 석유화학 설비 증설과 중국의 석탄 기반 석유화학 설비 증설로 인한 경쟁력 심화로 석유화학산업의 석유 수요 증가가 크게 둔화되겠지만 총 석유 수요에서 차지하는 비중은 꾸준히 증가할 전망이다

## 석유제품 수요 전망

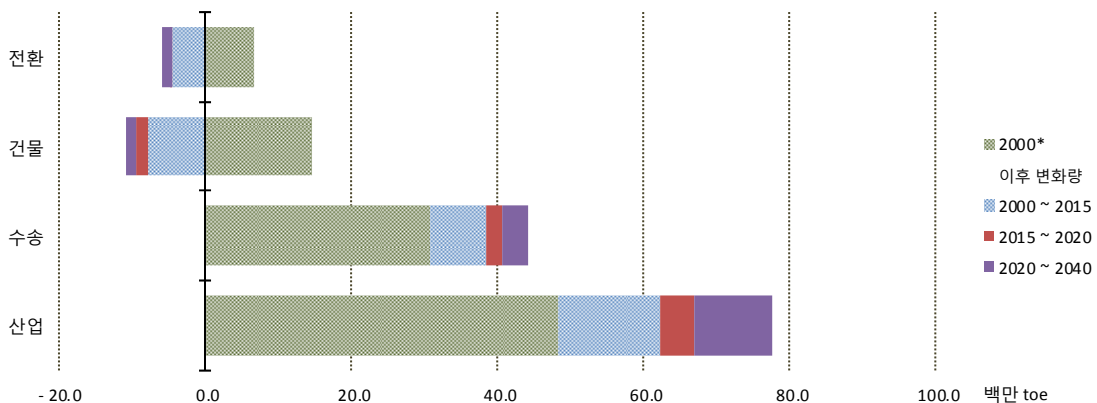
### □ 석유제품 수요는 2015년 109.6백만 toe에서 연평균 0.6% 증가하여 2040년 126백만 toe에 도달

- 전망 기간 석유제품 수요 증가율은 저유가가 상당기간 지속되면서 2000년대 보다는 높은 소비 증가율을 보이겠지만, 인구 정체 및 감소로 인한 교통 수요 증가세 둔화와 경제 성장을 하락으로 지속해서 둔화될 전망이다
  - 국제유가는 2016년 이후 지속적으로 증가하여 2020년대 중반에 배럴당 80달러에 도달하고 2030년대 말에 가서야 100달러에 도달할 전망이다
  - 석유 수요는 저유가로 2015~2020년 연평균 1% 정도로 증가하겠지만, 유가 상승, 석유화학 산업 생산 증가 둔화, 자동차 보급 증가 둔화 등으로 2020~2040년 연평균 0.5% 증가할 것으로 예상되면서 전망 기간 최종에너지 기준으로 주요 에너지원 중 가장 낮은 수요 증가율(0.6%)을 기록할 것으로 보임

### □ 산업과 수송 부문의 석유제품 수요는 증가하지만 건물과 전환 부문의 석유제품 수요는 감소

- 산업 부문 석유제품 소비는 2015년 62.2백만 toe에서 연평균 0.9% 증가하여 2040년에 77백만 toe에 도달하며 석유제품 수요 증가를 견인할 전망이다
  - 석유화학 산업의 석유 소비는 1990년 8.9백만 toe에 불과하였지만 NCC와 BTX 생산 설비의 증설로 2015년 55.2백만 toe로 급증하였으며, 전망 기간에도 석유화학 업종의 설비 증설과 생산 증가로 연평균 0.9% 증가하여 2040년에 70백만 toe에 도달할 전망이다
  - 기타 비에너지용 석유제품을 포함한 산업 원료용 석유제품 수요가 석유화학 산업의 지속적인 성장으로 2015년 55.0백만 toe에서 2040년 71백만 toe로 증가하면서 석유 수요에서 산업 부문이 차지하는 비중은 2015년 56.8%에서 2040년 62%로 확대되겠지만 저유가와 더불어 가스 대비 강세를 보였던 산업 연료용 석유제품 수요는 당분간 정체될 것으로 예상됨

그림 2.52 기간별 부문별 석유제품 수요 변화



주: 2000년 부문별 소비량을 의미

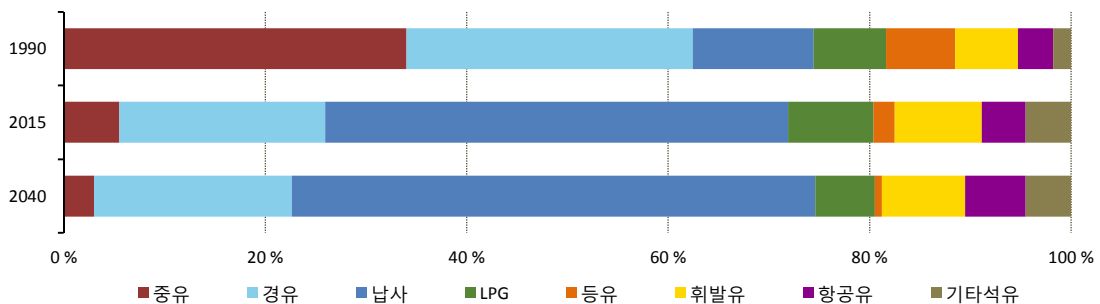


- 수송 부문 석유제품 수요는 자동차 보급과 화물 물동량 증가세 둔화로 2015년 38.4백만 toe에서 연평균 0.6% 증가하여 2040년에 44백만 toe에 도달할 전망이다
  - 수송용 석유제품 소비는 1990~1997년 경제 성장에 따른 물동량 증가와 자동차 보급 확대로 연평균 11.7%로 증가하였지만 외환위기 이후 2000~2015년에는 연평균 1.5%로 증가 속도가 하락하였으며, 2014년 하반기 이후 저유가가 지속되면서 2020년까지는 연평균 1% 이상 수요가 증가하겠지만, 이후 국제 유가의 지속적인 상승, 화물 물동량 및 자동차 수요 증가세 둔화, 인구 정체 및 감소, 연비 개선 등으로 2020~2040년에는 연평균 0.4%로 하락할 것으로 예상됨
- 건물 부문 수요는 2015년 6.8백만 toe에서 연평균 2.3% 감소하여 2040년 4백만 toe로 하락할 전망이다
  - 건물 부문은 그 동안 고유가, 도시가스 및 지역난방 등 네트워크 에너지의 보급 확대 등으로 석유제품 소비가 감소하였으며, 전망 기간에도 꾸준한 에너지 대체, 단열 및 보일러 효율 개선 등으로 수요가 감소할 전망이다

#### □ 납사가 석유 수요 증가를 주도하겠지만, 항공유가 가장 빠르게 증가

- 납사 수요는 석유화학 업종 생산의 지속적인 증가로 2015년 50.4백만 toe에서 연평균 1.1% 증가하면서 2040년에 65백만 toe에 이를 전망이다
  - 석유화학 설비 확장, 석유화학 제품의 대중국 수출 증가로 납사 소비가 1990~2015년 연평균 8.9% 증가하였으며, 전망 기간에도 15백만 toe 증가하면서 석유 수요 증가를 견인하면서 석유 소비에서 납사가 차지하는 비중은 2015년 46.2%에서 2040년 52%로 확대될 것으로 예상됨
- 항공유는 해외 여행 및 방문객의 증가, 신규 취항 노선 확대, 공항 인프라 개선 등으로 전망 기간 연평균 1.9% 증가하면서 석유제품 중 가장 빠르게 증가하고 석유 소비에서 차지하는 비중도 2015년 4.4%에서 2040년 6%로 상승할 전망이다
  - 수송용 연료로 주로 사용되는 휘발유와 경유는 자동차 연비 향상, 주행거리 감소, 자동차 보급 증가 둔화 등으로 전망 기간 연평균 약 0.4% 증가에 그치며, LPG의 경우 석유화학업종 원료 사용은 증가하지만 수송 및 건물용 수요가 감소하면서 연평균 0.9%로 감소할 것으로 보임

그림 2.53 석유제품별 수요 비중



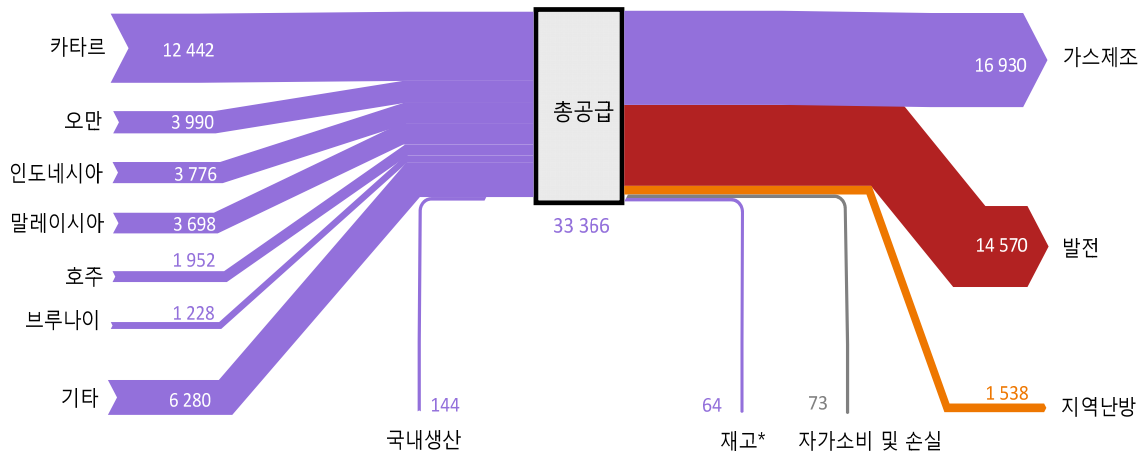
## 10. 가스

### 가스 수급 현황

#### □ 천연가스 소비는 1990~2013년 연평균 13.2% 급증했으나 이후 2015년까지 연평균 8.9%로 대폭 감소

- 천연가스는 1986년 우리나라에 최초로 도입된 이래 도시가스 인프라 확장, 전력 수요의 빠른 증가 등으로 급속히 증가하여 2013년에는 총에너지 소비의 18.7%를 차지하는 주력 에너지원으로 성장함
  - 천연가스 소비는 1997년에 10백만 톤을 초과한 데 이어 불과 7년 후인 2004년에는 20백만 톤을 넘어섰으며 지난 2013년에는 40백만 톤을 돌파하였음
  - 특히, 2000년대 들어 네트워크 에너지의 빠른 증가를 견인하며 경제 성장에 따른 에너지 수요의 급증세를 뒷받침하며 2000~2013년 기간 석탄과 석유 및 원자력이 연평균 5.1%, 0.4%, 0.6% 증가에 그친 데 반해 가스 소비는 동기간 연평균 8.2%로 빠르게 증가함
- 그러나 천연가스 소비는 2013년 40.3백만 톤으로 역대 최고의 소비량을 기록한 후 발전용과 최종소비 부분의 소비가 모두 부진하면서 연평균 8.9% 급감하여 2015년 33.4백만 톤으로 하락함
  - 국내 천연가스가 도입된 이후 소비량이 감소한 것은 1998년의 외환위기(-6.5%)와 2009년의 국제 금융위기(-4.9%)를 제외하고는 2014년이 처음으로, 2014~2015년 석탄화력 발전 설비 확충 및 원자력 설비 재가동 등으로 기저발전 설비 용량이 연평균 4.0% 증가하였으나, 전력 소비는 연평균 0.9% 증가에 그치면서 발전용 천연가스 소비가 연평균 8.9% 감소함
  - 최종소비 부분의 도시가스 소비도 유가 급락으로 인해 산업 부문을 중심으로 석유로의 에너지 대체가 활발하게 일어나 2014~2015년 연평균 6.6% 감소하였음

그림 2.54 2015년 천연가스 수입 및 공급 흐름 (천톤)



주: 기타 국가는 러시아, 예멘, 적도기니, 트리니다드 토바고, 나이지리아, 알제리, 아랍에미리트 등

## □ 천연가스 수입도 2014년 이후 감소로 전환하여 2015년에는 33.3백만 톤을 기록

- 우리나라의 천연가스 수입은 1986년 10월 인도네시아로부터 평택인수기지를 통해 초도 물량이 들어온 이래 국내 가스 수요의 급증에 힘입어 빠르게 증가하였으며, 현재 LNG 수입 규모는 일본에 이어 세계에서 두 번째의 위치를 차지하고 있음
  - 2014년 세계 LNG 교역량은 239.2백만 톤이며, 세계 1위 수입국인 일본은 89.2백만 톤을 수입하여 세계 소비의 37.3%를 차지하였고 수입 2위국인 우리나라는 16.6%, 3위 중국은 7.9%를 차지함 (EIU, 2016)
  - 1990년대에는 인도네시아, 말레이시아, 브루나이 등이 우리나라의 주요 LNG 수입원이었으나 2000년대 들어 국내 가스 소비의 급증에 따른 물량 조달 및 공급 안정성 확보를 위해 해외 도입선의 수도 빠르게 증가하였으며, 최근에는 카타르산 천연가스가 국내 가스 공급의 가장 큰 비중을 차지하고 있음
  - 우리나라의 가스 도입 계약은 주로 20년 이상의 장기 계약에 의존해 왔으나 최근 들어 5년 이하의 중단기 계약 및 현물 계약의 비중이 확대되고 있는 경향인데, 장기계약 물량이 가스 도입에서 차지하는 비중은 2000년 89.3%에서 2014년 68.5%로 하락함
- 국내 천연가스 생산기지는 1986년 평택 기지 준공 이후 4곳이 추가 건설되어 2015년 기준으로 총 5곳, 1천만 ki 저장 규모의 생산기지가 운영 중에 있음
  - 우리나라가 수입하는 천연가스는 전량 LNG 형태로, 각 생산기지에서 하역되어 재기화 과정을 거친 후 전국 배관망을 통해 송출되고 있음

**표 2.4 국내 천연가스 생산기지 현황 (2015년 12월 기준)**

	평택	인천	통영	삼척	광양(민간)	계
운전개시	1986년 11월	1996년 10월	2002년 9월	2014년 7월	2005년 7월	
부지면적	45.2 만평	44.8 만평	40 만평	28.4 만평	16.8 만평	
저장탱크	10 만 ki X 10기	10 만 ki X 10기	14 만 ki X 13기	20 만 ki X 7기	10 만 ki X 2기	1,079 만 ki
	14 만 ki X 4기	14 만 ki X 2기	20 만 ki X 4기		16.5 만 ki X 2기	(71 기)
	20 만 ki X 9기	20 만 ki X 8기				

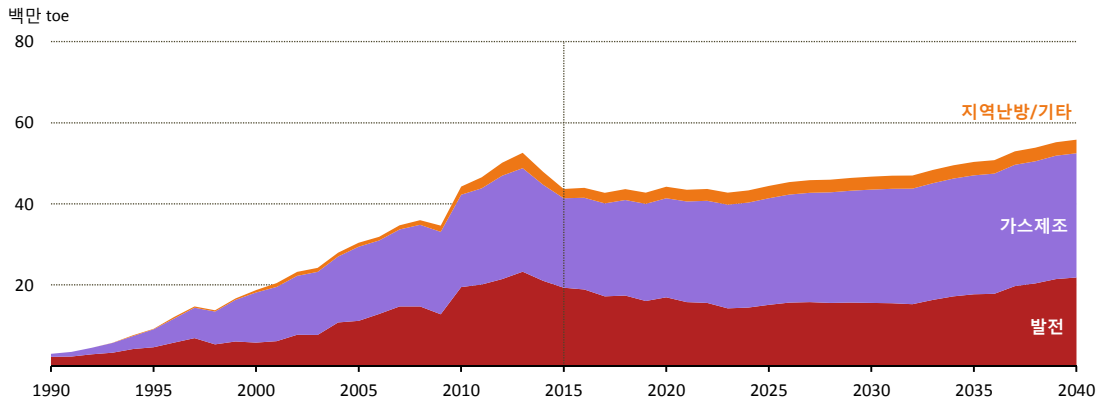
자료: 한국가스공사, 포스코

## 천연가스 수요 전망

### □ 전망 기간 천연가스 수요는 최종소비 부문과 발전용 모두 증가하겠으나 증가 속도는 과거 대비 크게 둔화

- 최종소비 부문 도시가스 수요는 가정용 도시가스 수요가수가 포화상태에 근접함에 따라 증가 속도가 과거 대비 크게 둔화되고, 발전용 수요는 전망 기간 초기에 석탄 및 원자력 발전 설비 증설 등으로 감소하다가 2030년 이후 노후 석탄 발전소 폐기와 함께 증가로 전환될 전망이다

그림 2.55 용도별 가스 소비 추이 및 전망



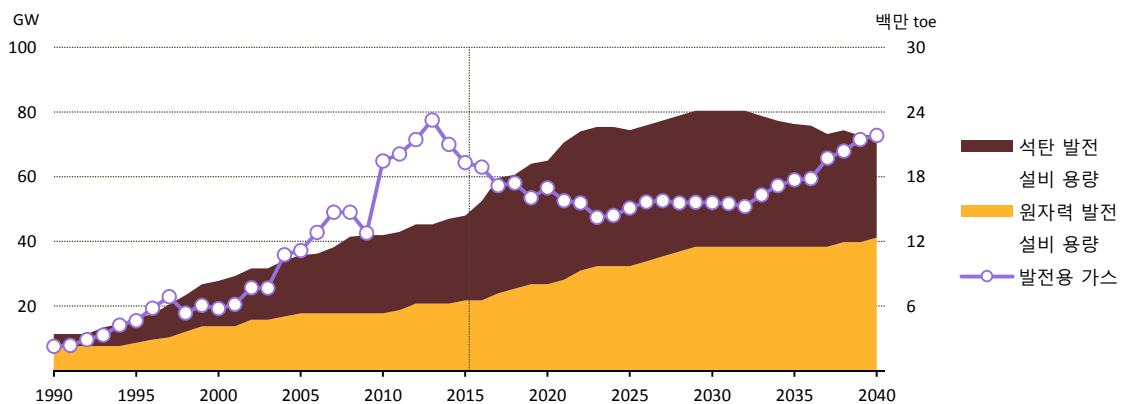
- 천연가스 수요에서 전환 부문(발전용과 지역난방용의 합)이 차지하는 비중은 점차 낮아져 2040년에는 40% 중반까지 축소될 것으로 예상됨
  - 전환 부문은 1990년 전체 가스 소비의 66.5%를 차지했으나 도시가스 수요의 증가로 2015년에는 비중이 49.3%까지 축소되었으며, 전망 기간에는 기저 발전 설비 확대에 따른 가스 발전량 감소로 더욱 하락하여 2040년 45% 정도까지 떨어질 것으로 예상됨
  - 반면, 최종소비 부문의 가스 소비는 1990년 가스 소비의 33.5%에 불과했으나 2015년에는 비중이 50.7%까지 증가하였으며, 전망 기간에도 소폭 상승하여 2040년 55%에 도달할 전망이다

□ 발전용 수요는 전망 기간 초기 대규모 기저발전 설비 진입과 전력 수요 정체로 감소하나 노후 석탄화력 발전소의 폐기와 함께 증가로 전환

- 발전용 가스 소비는 가파르게 증가한 전력 소비와 함께 빠른 속도로 성장해왔으나 2014년부터 전력 소비 증가세 둔화, 기저발전 설비 증설, 발전 효율 상승 등으로 급격히 감소하기 시작함
  - 전력 소비가 1990~2013년 연평균 7% 이상 성장함에 따라 발전용 가스 소비도 같은 기간 연평균 10.7% 증가했지만, 2014년과 2015년에는 경기 침체에 따른 생산 활동 둔화와 냉난방 소비 감소로 전력 소비가 연평균 0.9% 증가에 그친 반면 기저발전 설비 용량은 연평균 4.0% 증가하여 60%를 상회했던 LNG 복합화력 설비의 가동률이 2015년 35.7%까지 떨어지고 가스 소비는 2013년 이후 연평균 8.9% 감소함
  - 가스 발전의 가동률이 떨어지면서 고효율의 신규 설비를 우선적으로 가동하여 전체 가스 발전 효율이 크게 상승한 것도 발전용 가스 소비의 감소 요인으로 작용함
- 전망 기간 초기에는 대규모 석탄화력 발전소 신규 진입이 계획되어 있고 원자력 발전 설비도 꾸준히 증설되지만 이미 증가세가 둔화된 전력 수요가 뚜렷한 반등 요인이 없어 발전용 가스 수요는 2020년대 중반까지 감소세를 이어갈 전망이다

- 2020년대 중반까지 석탄과 원자력 발전 설비가 각각 17 GW와 11 GW 증설되어 기저발전 설비 용량이 2015년 대비 60% 이상 증가할 예정인 반면 전력 수요는 연평균 2.0% 증가에 그치면서 발전용 가스 수요도 감소세를 유지함
- 그러나 2030년대 들어서 노후 석탄화력 발전소가 퇴출되며 석탄화력을 중심으로 기저발전 설비 용량이 감소하여 가스 발전량 및 발전용 가스 수요가 증가할 것으로 기대됨
- 2016년 미세먼지가 사회적 이슈로 부상함에 따라 정부는 “석탄화력 발전 대책회의(2016.7.6)”를 통해 30년 이상 가동한 석탄 발전소를 단계적으로 폐기하기로 결정하였으며, 이러한 정책 기조가 유지될 경우 10 GW 수준의 석탄화력 발전 설비가 2030년대에 순차적으로 퇴출되면서 석탄화력 발전의 설비용량은 2030년 42 GW에서 2040년에는 32 GW까지 감소할 것으로 예상됨
- 석탄화력 발전 설비가 큰 폭으로 줄어들지만 발전 설비 용량에 여유가 있고 전력 수요 증가세가 확연히 둔화되기 때문에 2030년대 신규 설비가 들어올 가능성은 낮으며 가스 발전이 전력 수요 증가의 대부분을 공급하면서 발전용 가스 수요는 연평균 3.4% 증가할 것으로 전망됨
- 이로 인해 발전용 천연가스 수요는 전망 기간 초기의 감소에도 불구하고 연평균 0.5% 증가하여 2040년에는 최대 소비량을 기록한 2013년과 비슷한 수준인 22백만 toe에 도달할 것으로 예상됨

그림 2.56 기저 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망



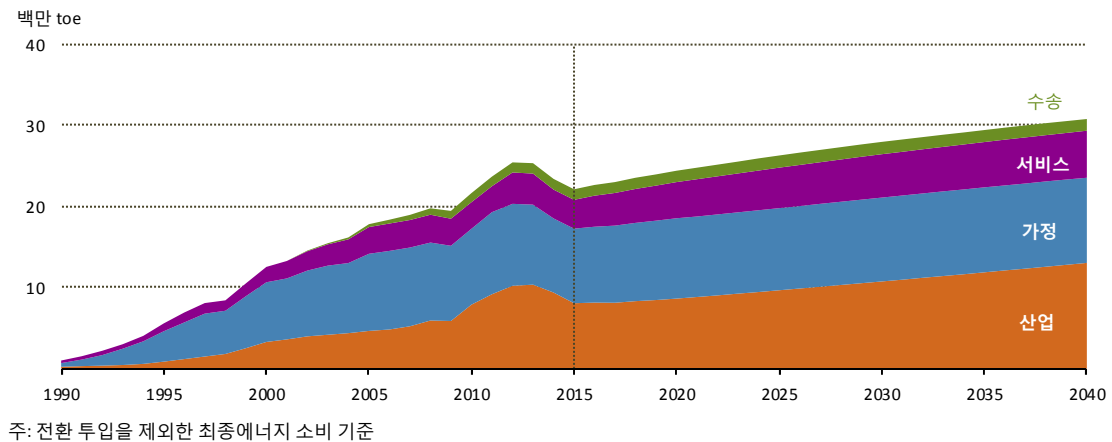
## 도시가스 수요 전망

### □ 도시가스 수요는 인프라 구축이 성숙 단계에 접어들어 증가세가 크게 둔화된 연평균 1.3% 증가

- 우리나라의 도시가스 소비는 1990년 당시 최종에너지 소비에서 차지하는 비중이 1.3%에 불과하였으나 2013년까지 연평균 15.0% 증가하여 2013년에는 최종에너지 소비의 12.1%까지 증가하였음

- 1990년대 도시가스 소비는 수도권 및 주요 대도시를 중심으로 난방 및 취사용 도시가스가 활발히 보급되며 가정 부문의 소비가 크게 증가하여 연평균 28.6%로 빠르게 증가했음
- 2000년대 들어 주택용 도시가스 보급이 성숙기에 들어서며 가정용 수요의 급증세는 다소 둔화되었으나, 고유가 지속과 환경에 대한 관심 고조 등으로 산업 및 상업 부문에서 가스에 대한 선호가 커지며 2013년까지 연평균 5.5%로 증가했음
- 그러나 2014년 이후 유례없는 국제 유가 폭락으로 가스의 가격경쟁력이 약화되며 산업 부문 가스 소비가 급감하였고 예년보다 온화한 기후로 건물 부문의 소비도 감소하여 최종에너지 가스 소비가 전년 대비 7.7% 감소하여 사상 최대의 감소율을 기록했고, 2015년에는 건물 부문 소비가 반등했음에도 불구하고 산업 부문의 감소세는 더욱 심화되어 도시가스 소비가 5.5% 감소함
- 향후 최종소비 부문의 가스 수요는 국제 유가가 회복되며 다시 증가세로 전환되겠으나 증가율은 2013년 이전 대비 현저히 낮은 연평균 1.3%정도에 그칠 것으로 전망됨
- 최근 도시가스 소비 감소의 주요 원인은 저유가로 인한 가격경쟁력 약화로 분석되는데 전망 기간 국제 유가가 서서히 회복될 것으로 예상됨에 따라 도시가스 수요도 다시 증가할 것으로 전망됨
- 그러나 도시가스의 신수요가 개발되지 않는 한, 도시가스 수요는 전망 기간 건물 부문의 수요가수 증가율이 정체됨에 따라 연평균 1% 초반의 낮은 증가율로 증가할 전망이다

**그림 2.57 부문별 도시가스 소비 추이 및 전망**

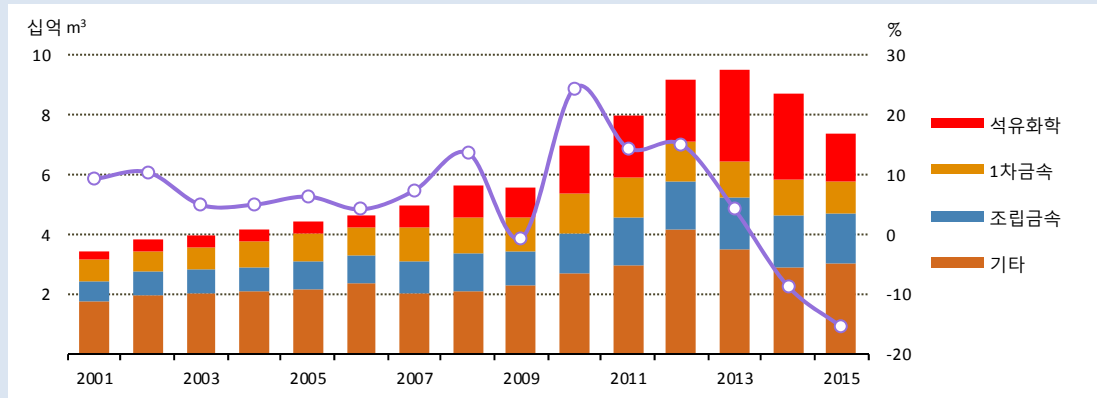


#### 글상자 2.8 최근 산업 부문 도시가스 소비의 변동성 확대 요인

- 최근 산업 부문 도시가스 소비는 2010년 24.4% 급증한 이후 3년 연속 두 자리대 증가율을 기록하며 빠르게 증가해왔으나 2013년 둔화된 증가세는 2014년부터 급감세로 전환됨. 산업 부문 도시가스는 2010년대 초반의 급증으로 소비 비중이 가정 부문과 비슷한 수준까지 높아졌고 최근 변동성도 확대되어 도시가스 전체 소비 흐름을 주도하고 있음

- 산업 부문 도시가스 소비의 변동성이 확대된 주요 원인은 유가 급락 등으로 인한 에너지 상대가격의 급격한 변화임. 고유가가 지속되던 2000년대 산업체에서는 공정에 필요한 열원을 석유에서 가격 안정성이 높고 온실가스 배출량도 적은 도시가스로 꾸준히 대체해 왔음. 그러나 2013년 하반기, 국내 물가 안정을 목적으로 유예되었던 도시가스의 원료비연동제가 재개되며 가스 요금이 상승하게 되자 산업 부문 열원에서의 가스 점유율 상승세가 정체되었으며, 2014년 하반기 국제 유가가 하락한 이후에는 가스의 석유 대비 가격경쟁력이 급격히 약화되며 중유나 LPG 등 석유제품으로의 역전환이 발생하기 시작함

그림 2.58 산업 부문 업종별 도시가스 소비 추이



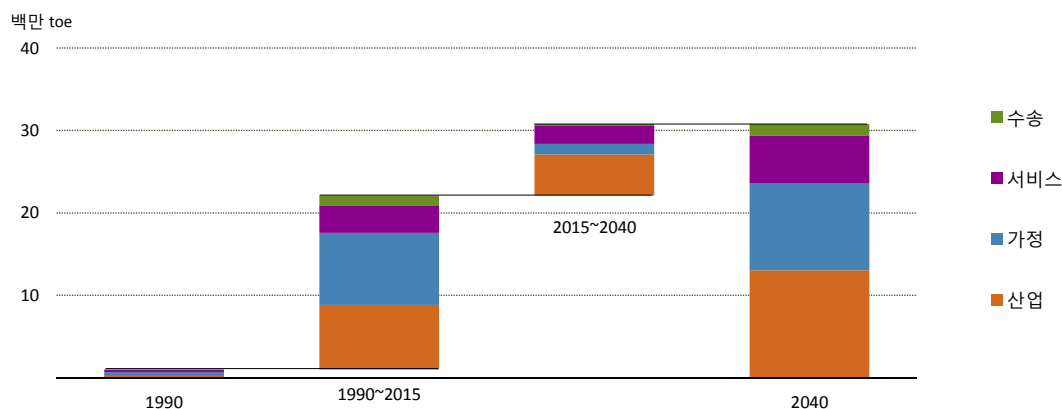
- 에너지 가격의 변동성이 커진 상황에서 석유화학업(석유정제업 포함)의 원료용 공급 개시, 산업체 듀얼 보일러 보급 증가 등으로 원료 및 연료간 대체가 용이해져 산업용 수요의 변동성은 증폭됨. 2010년 이후 산업용 도시가스 소비가 급증하던 시기 석유화학업의 소비 확대가 가장 두드러지는데, 석유화학업에서는 2009년부터 석유정제 과정에서 불순물을 제거하는 수소처리공정(hydrotreating)에 사용되는 수소 제조를 위해 납사 대신 도시가스를 사용하기 시작함. 그런데 이 원료용 도시가스는 비교적 쉽게 납사 등의 석유제품으로 대체가 가능해 원료용 공급 확대가 산업용 도시가스의 소비 탄력도를 높이는 역할을 함
- 또한 대형 산업체를 중심으로 보급이 확대된 듀얼보일러(Dual-boiler)도 산업체의 에너지원간 선택을 유연하게 함. 최근 에너지 가격 변동으로 인한 리스크가 커짐에 따라 산업체는 서로 다른 연료(중유와 도시가스)를 혼용할 수 있는 듀얼보일러 설치를 늘리고 있는데, 듀얼보일러 수는 2013년 219개에서 2014년 329개로 빠르게 증가하고 있는 것으로 파악됨 (박명덕 & 이상열, 2015)

#### □ 도시가스 수요는 산업 부문에서 빠르게 증가하는 반면 소비 비중이 가장 큰 가정 부문 수요는 정체

- 도시가스 수요 증가세가 과거에 비해 전반적으로 둔화하는 가운데, 산업용 수요가 연평균 2%에 가까운 증가율로 증가하여 2040년에는 2015년보다 60% 이상 높은 13백만 toe 수준에 도달할 것으로 전망됨
  - 산업용 도시가스는 2010년대 들어서 국제 유가의 고공행진, 석유화학업의 원료용 공급 개시 등에 힘입어 2013년까지 급격히 증가하며 도시가스 소비 증가를 견인해왔으나, 2014년 유가 급락 등으로 급감세로 전환되어 2015년에는 전년 대비 14.1%까지 감소함

- 그러나 전망 기간에는 국제 유가가 점차 회복됨에 따라 산업용 수요도 증가로 전환될 것으로 기대되는데, 2020년까지는 산업용 수요 증가세가 타 부문보다 비교적 완만한 반면, 국제 유가가 높은 수준인 2020년대 중반 이후에는 산업 부문의 수요 증가 속도가 다른 부문보다 빨라질 것으로 전망됨
- 이에 따라 산업용 수요가 전체 도시가스 수요 증가의 60% 정도를 차지하며 도시가스 수요 증가를 견인할 것으로 예상되는데, 산업 부문이 최종에너지 기준 도시가스 수요에서 차지하는 비중도 2015년 36.5%에서 2020년에는 35% 수준까지 소폭 하락하지만 이후 빠르게 증가하여 2040년에는 산업 부문의 비중이 42% 정도까지 상승할 것으로 기대됨

**그림 2.59 도시가스 수요 변화 및 부문별 비중**



주: 전환 투입을 제외한 최종에너지 소비 기준

- 과거 가장 큰 소비 비중을 차지하던 가정 부문은 전망 기간 도시가스 보급률 포화로 인해 수요가수 증가가 정체되며 도시가스 수요가 연평균 0.5% 증가에 그칠 것으로 전망됨
  - 가정 부문 도시가스 수요가수는 1990년대에 연평균 20.5%로 빠르게 증가해왔으나 2000~2015년 사이에는 연평균 증가율이 5.2%로 둔화되었고, 2015년 가정 부문 도시가스 보급률은 수도권이 91.1%, 전국으로는 80.8%에 달함 (한국도시가스협회, 2016)
  - 가정 부문 도시가스 보급률이 포화 시점에 이르고 가구수 증가도 둔화되면서 전망 기간 가정 부문 도시가스 수요는 약 1.3백만 toe 증가하는 데 그칠 것으로 예상되며, 2000년대 중반까지 도시가스 수요에서 50% 이상을 차지하던 가정 부문은 2015년 41.6%에서 2040년 34% 수준으로 하락할 전망이다
- 서비스 부문은 산업 구조가 서비스업을 중심으로 고도화되면서 산출액이 빠르게 증가하여 도시가스 수요가 연평균 2.0% 증가해 2040년까지 약 60% 이상 증가할 것으로 예상됨



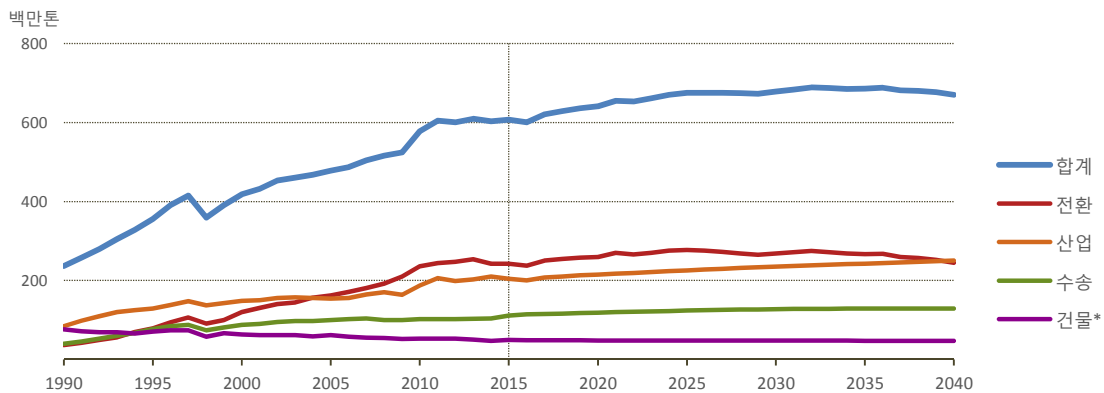
- 서비스 부문 수요 증가 속도는 다른 부문에 비해 상대적으로 빠른 편이어서 도시가스 소비에서 서비스 부문이 차지하는 비중이 2015년 16.1%에서 2040년에는 19% 정도까지 상승할 전망이다
- 수송 부문은 각 지자체의 CNG 버스 보급 사업이 완료 단계에 도달하였고 수명이 다한 CNG 버스의 경우 클린디젤 또는 CNG-하이브리드 버스로 교체되는 상황이라 최근의 소비 수준에서 정제될 것으로 전망됨
- 서울시는 2014년에 시내버스를 전량 CNG버스로 교체 완료하는 등 CNG버스 보급이 포화상태에 이르러 CNG 차량 수는 2013년부터 4 만대 수준에서 정제되어 있는 상태임

## 11. 에너지 부문 온실가스 배출

### □ 화석 에너지 연소에서 발생하는 온실가스 배출량은 2030년대 초반 정점에 도달한 후 감소할 전망

- 과거 경제의 고도 성장기에는 석탄을 중심으로 한 에너지 사용의 급증으로 온실가스 배출량이 1990년 236.9백만 톤(tCO<sub>2</sub>eq)에서 2015년 608.8백만 톤으로 연평균 3.8% 증가하였음<sup>26</sup>
  - IEA에 따르면 1990년부터 2014년까지 에너지 부문 이산화탄소 배출량 증가율 순위에서 우리나라는 145%로 OECD 회원국들 가운데 칠레 다음으로 2위를 차지하였음 (IEA, 2015a)

그림 2.60 에너지 부문 온실가스 배출 정점 (백만 tCO<sub>2</sub>eq)



\* 건물은 가정, 서비스, 기타의 합계

- 전망 기간 미세먼지와 온실가스 감축을 위한 다양한 정책이 시행되면서 에너지 부문 온실가스 배출은 2015~2040년 연평균 0.4% 증가할 전망인데, 특히 2030년대 초반 총배출량이 690백만 톤으로 정점을 기록한 후 2040년 670백만 톤까지 점차 줄어들 것으로 분석됨
  - 2016년 7월 정부가 발표한 미세먼지 특별대책은 노후 화력 발전소의 폐지와 대대적 성능 개선, 건설 중인 발전소의 배출 기준 강화를 비롯하여 신규 석탄화력 발전소의 진입을 원칙적으로 제한하고 중장기적으로 석탄 발전량을 축소하는 것을 포함하였는데, 이러한 석탄화력 발전의 제한과 축소에 인해 단위 열량당 배출량이 가장 많은 석탄의 수요가 2020년대 102백만 toe로 정점에 도달한 후 감소하면서 에너지 부문 배출 정점 발생에 기여할 것으로 예상됨
  - 석탄을 제외한 다른 에너지원, 특히 원자력, 신재생, 천연가스는 전망 기간 각각 연평균 2.5%, 2.4%, 1.0% 증가하면서 온실가스 배출량 감축에 기여할 전망이다

<sup>26</sup> 본 보고서의 온실가스 배출량은 1996 IPCC 가이드라인의 기본 배출계수를 사용하여 추정하기 때문에 IPCC 기본 배출계수와 국가 고유 배출계수를 혼용하는 국가 온실가스 인벤토리와 일치하지 않으며, 이 외에 물입을, 산화물 등을 적용하는 방식에도 차이가 존재함

## 글썬자 2.9 온실가스 배출 정점

- 온실가스 배출 정점은 경제 구조의 저탄소화, 에너지 효율 개선과 같은 온실가스 감축 노력을 통해 온실가스 배출이 최고점을 기록한 후 감소하기 시작하는 시점을 의미하는데, 산업혁명 이후 전세계 경제 성장과 궤를 같이하여 온실가스 배출이 꾸준히 증가하면서 대기 중 이산화탄소 농도도 2016년 사상 처음으로 400 ppm을 초과하였음
  - 2016년 11월 발효된 파리협정은 지구 평균 기온의 상승폭을 1.5°C 이하로 제한하기 위하여 조속한 시기에 범 지구적 배출 정점 도달과 금세기 내에 온실가스의 배출과 흡수의 균형이 달성되어야 한다는 것을 강조했는데, 파리협정에 따라 선진국과 개도국을 망라한 모든 UNFCCC 당사국들은 온실가스 감축 의무가 있고 감축 노력을 정기적으로 점검을 받아야 하기 때문에 감축 노력의 지표로서 당사국들의 배출 정점 발생 시점에 대한 관심이 커지고 있음
  - EU에서는 1990년 이후 지속적으로 온실가스 총배출량이 감소하고 있고, 미국에서는 2007년을 정점으로 온실가스 총배출량이 감소하는 추세임. EU는 교토의정서 1차 공약기간인 2012년까지 1990년 배출량 대비 8%를 감축하기로 공약하고 이를 3억톤 초과 달성하였으며, 국가기여(Intended Nationally Determined Contribution, INDC)에서는 2030년까지 1990년 대비 40% 감축을 공약함. 미국은 의정서 비준 거부에도 불구하고 2007년부터 온실가스 총배출량이 감소 추세로 전환되었고 오바마 행정부는 2025년까지 2005년 대비 26~28% 감축을 공약함
  - 미국, EU, 노르웨이, 스위스 등을 제외한 나머지 국가들의 과거 배출 실적에서 배출 정점이 발생하지 않았지만, 일부 국가들은 INDC에서 배출 정점을 달성하기 위한 일정 또는 시점 목표를 제안하였음. 중국은 세계 제1의 온실가스 배출국으로 2010년 전세계 온실가스 총배출량의 22.7%, 2014년 에너지 연소로 인한 이산화탄소의 28.2%를 배출하였기 때문에 (IEA, 2016a) 온실가스 배출 정점 시기가 국제적인 관심사이며 최근 심각한 대기오염과 관련하여 관심이 더욱 커지고 있는데, 2014년 11월 시진핑 주석은 2030년을 중국 온실가스 총배출량의 정점으로 점차 배출량을 줄여간다는 감축 목표를 발표하고 이를 2015년 UNFCCC에 제출한 INDC에 명시하였음
  - 중국의 석탄 소비량이 구조적인 포화 수준에 이르러서 앞으로 5년 정도는 큰 증가가 없을 것으로 보이며 대신 5~10여 년간 천연가스 소비량이 빠르게 증가할 것으로 전망되는데, 중국 정부가 현재 채택하고 있는 경제 개발 모델을 지속적으로 추진한다면 늦어도 2025년 또는 보다 이른 시기에 온실가스 총배출량이 120~160억 톤(tCO<sub>2</sub>e) 수준에서 정점을 기록할 수 있을 것으로 평가됨 (Green & Stern, 2015)
  - IEA는 에너지 부문에서 현재 검증된 기술과 정책만을 활용한 온실가스 감축 노력을 통해서도 2020년까지 에너지 부문의 온실가스 배출 정점을 발생시킬 수 있다고 분석함 (IEA, 2015a). IEA는 대표적인 감축 노력으로 다음과 같은 다섯 가지를 제시함: (1) 산업, 건물, 수송 부문에서 에너지 효율의 개선; (2) 비효율적인 석탄 화력 발전의 축소와 신규 석탄 화력 발전소 건설의 제한; (3) 신재생에너지 기술 투자의 확대; (4) 화석연료에 대한 보조금 삭감; (5) 석유와 가스 생산 과정에서 탈루로 발생하는 메탄 가스 배출의 감축
- 
- 2015년부터 2040년까지 석탄의 배출량이 연평균 0.3% 증가하는데 비해 가스의 배출량은 연평균 1.0% 증가하면서 총배출량에서 차지하는 비중도 석탄이 2015년 52.9%에서 2040년 52% 정도로 하락하는 반면 가스의 비중은 15.4%에서 약 18% 수준으로 증가함
    - 2015년부터 2040년까지 에너지 연소에서 발생하는 온실가스 배출 증가 63백만 톤 가운데 가스의 배출량이 41%인 26백만 톤을 차지하고 석탄은 40%인 25백만 톤, 석유는 약 19%인 12백만 톤을 차지하면서 가스 사용으로 인한 온실가스 배출도 2015년 93.8백만 톤에서 2040년 120백만 톤 가까이 증가할 전망이다

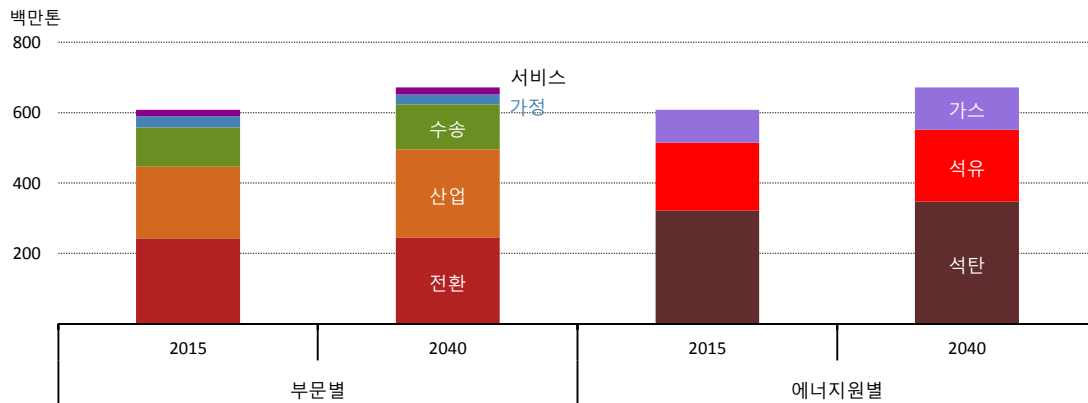
## □ 국내총생산당 온실가스 배출은 에너지 효율 개선과 에너지 구성의 변화로 전망 기간 연평균 1.9% 감소

- 국내총생산당 에너지 연소 부문 온실가스 배출량은 2015년 0.4 톤/백만원에서 연평균 1.9% 감소하여 2040년에는 0.3 톤/백만원 수준이 될 것으로 전망됨
  - 석탄화력 발전의 축소, 서비스 중심의 경제 성장, 제조업 내에서 저배출 산업으로의 구조 변화, 고부가가치 제품 생산 등을 통하여 국내총생산당 온실가스 배출량은 꾸준히 개선될 것으로 예상됨
  - 사용 에너지당 온실가스 배출도 신기술 도입을 통한 에너지 효율 개선과 신재생 및 원자력의 확대에 의해 연평균 0.5% 감소하여 2015년 2.1 톤/toe에서 2040년 1.9 톤/toe 수준으로 하락함
- 하지만, 국내 인구 1인당 에너지 연소 기원 온실가스 배출은 인구 정체 및 감소로 인해 2015년 12.0 톤/인에서 연평균 0.4% 증가하여 2040년에 13 톤/인을 넘어설 것으로 전망됨
  - 산업공정, 농업, 폐기물 등 모든 부문을 합한 총 배출량으로 계산하였을 때 1인당 배출량은 1990년 6.8 톤에서 2014년 13.6 톤으로 99.0% 증가하였음 (온실가스종합정보센터, 2016)<sup>27</sup>

## □ 전환 부문의 배출량이 정점을 기록하는 반면 산업 부문이 전망 기간 온실가스 배출 증가를 주도

- 2015년부터 2040년까지 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출량은 63백만 톤 가까이 증가하는데 이 가운데 산업 부문이 46백만 톤으로 73% 정도를 차지할 전망임
  - 산업 부문의 직접 배출량은 연평균 0.8% 증가하는데 석유화학업종의 꾸준한 성장으로 인해 원료용 석유 수요가 증가하는 것이 온실가스 배출 증가의 원인으로 작용함
  - 수송 부문은 2015년 111.4백만 톤에서 2040년 약 129백만 톤으로 증가하여 전망 기간 배출 증가의 27% 가량을 차지하며 산업 부문 다음으로 배출량 증가에 크게 기여하고, 서비스 부문의 배출량은 2015년 18.7백만 톤에서 2040년 약 20백만 톤 수준으로 증가할 전망임
  - 반면 가정 부문은 에너지 수요가 정체하는데다 전력, 도시가스, 지역난방 등 네트워크 에너지의 비중 확대에 2015년 31.8백만 톤에서 2040년 27백만 톤으로 부문 가운데 유일하게 감소할 전망임
- 전환 부문의 배출량은 2025년 정도에 280백만 톤 수준에서 정점을 기록한 이후 감소하면서 2040년 경에는 산업 부문의 온실가스 배출량과 비슷한 수준으로 하락할 전망임
  - 2000년대 중반까지는 산업 부문의 배출량이 가장 큰 비중을 차지하고 있었으나 전력 소비의 빠른 증가와 석탄화력 발전의 확대에 2005년 이후 전환 부문의 배출량이 산업 부문을 압도하였음
  - 산업 부문은 철강업의 석탄 수요가 완만하게 상승하는데다 석유화학의 납사 수요가 강세를 보이며 배출량이 지속적으로 증가하지만 전환 부문은 석탄 사용이 줄어들면서 배출 정점이 발생함에 따라 2040년 경에는 두 부문의 배출량이 약 250백만 톤 수준에서 역전될 것으로 예상됨

<sup>27</sup> IEA 밸런스를 적용할 경우 2014년 국민 1인당 에너지 연소 발생 이산화탄소 배출량의 OECD 평균은 9.4톤, 세계 평균은 4.5톤인 반면 우리나라의 1인당 배출량은 11.3톤으로 OECD 국가 중 6위, 세계 17위를 기록하였음 (IEA, 2015a)

그림 2.61 부문 및 에너지원별 온실가스 배출 (백만 tCO<sub>2</sub>eq)

## □ 우리나라는 2015년 UNFCCC에 제출한 INDC를 통해 2030년 BAU 대비 37% 감축 목표를 제시

- INDC에서 제시된 우리나라의 2030년 온실가스 예상 배출량은 850.6백만 톤으로 국내 감축 목표인 25.7%를 고려했을 때 목표 배출량은 632백만 톤 수준임
  - 우리나라의 목표 배출량은 2014년 총배출량 690.6백만 톤보다 약 60백만 톤이 적은 수준으로, 이는 2030년 이전 어느 시점에서 배출 정점이 발생한다는 것을 의미함
- 2014년 우리나라의 온실가스 총배출량은 1998년 외환 위기 이후 처음으로 전년 대비 0.8% 감소하였는데, 에너지 부문이 1.2% 감소하여 국가 총배출량 감소에 기여함 (온실가스종합정보센터, 2016)
  - 2013년 운행정지 하였던 원자력 발전소의 재가동으로 원자력 발전의 비중이 커지고 화석 연료의 소비가 줄어들면서 전환 부문의 배출량이 5.3%나 감소한 영향이 컸음
  - 2013~2014년 기간의 배출량 감소를 우리나라의 배출 정점으로 평가하는 것은 아직 이르나 다양한 온실가스 감축 정책과 함께 최근 대두된 우리나라의 미세먼지 문제에 대한 대응으로 석탄화력 발전의 축소와 신규 석탄 화력 발전소 건설 제한이 정책 기조로 유지된다면 온실가스 배출 증가율이 빠르게 줄어들 것으로 평가함

## 부 록



## 1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 기준 시나리오

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
인구 (백만명)	47	51	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.0
가구 (백만가구)	15	19	20	21	22	22	23	-	-	1.7	0.8
국내총생산 (GDP, 조원)	821	1 464	1 684	1 941	2 186	2 413	2 632	-	-	3.9	2.4
주요 업종별 부가가치 (조원)											
농림어업, 광업	25	29	28	28	27	25	24	-	-	1.0	-0.7
제조업	253	478	536	607	677	740	798	-	-	4.3	2.1
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	59	94	100	108	116	125	132	-	-	3.2	1.4
- 조립금속	91	259	301	351	400	445	485	-	-	7.3	2.5
SOC	95	137	157	178	196	212	226	-	-	2.5	2.0
서비스업	464	788	926	1 084	1 234	1 375	1 515	-	-	3.6	2.7
국제유가 (Dubai, \$/bbl)	26	51	70	86	92	96	101	-	-	4.5	2.8
에너지 지표											
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	1	1	1	-	-	-4.1	-2.1
총에너지 수요 (백만 toe)	193	287	312	333	348	357	363	-	-	2.7	0.9
에너지원단위 (toe/백만원)	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	-	-	-1.2	-1.4
일인당에너지소비 (toe/인)	4.10	5.68	6.06	6.42	6.67	6.89	7.10	-	-	2.2	0.9
전력생산 (TWh)	266	528	578	638	687	726	754	-	-	4.7	1.4
일인당 전력생산 (MWh/인)	6	10	11	12	13	14	15	-	-	4.2	1.4
에너지부문 온실가스 지표											
총 온실가스 배출 (백만톤)	419	608	641	675	678	686	671	-	-	2.5	0.4
온실가스원단위 (톤/백만원)	0.51	0.41	0.38	0.35	0.31	0.28	0.25	-	-	-1.4	-1.9
일인당 배출 (톤/인)	8.91	12.00	12.47	12.99	13.00	13.21	13.13	-	-	2.0	0.4

주: 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

SOC 부가가치는 전가·수도·가스 및 건설업 부가가치의 합계

서비스업 부가가치는 하위 구성항목 부가가치의 합계



## 에너지 수요 종합 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>일차에너지</b>	<b>193</b>	<b>287</b>	<b>312</b>	<b>333</b>	<b>348</b>	<b>357</b>	<b>363</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.7</b>	<b>0.9</b>
석탄	43	85	93	102	101	100	92	30	25	4.7	0.3
석유	100	110	115	118	121	124	126	38	35	0.6	0.6
가스	19	44	44	44	47	50	56	15	15	5.7	1.0
수력	1	1	1	1	1	1	1	0	0	-0.9	0.8
원자력	27	35	43	51	59	61	64	12	18	1.6	2.5
신재생·기타	2	13	15	17	19	21	23	4	6	12.7	2.3
<b>최종에너지</b>	<b>150</b>	<b>219</b>	<b>234</b>	<b>248</b>	<b>260</b>	<b>269</b>	<b>276</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.6</b>	<b>0.9</b>
석탄	20	35	37	39	40	41	42	16	15	3.8	0.7
석유	94	107	113	117	121	123	125	49	45	0.9	0.6
도시가스	13	22	24	26	28	29	31	10	11	3.8	1.3
전력	21	42	46	50	54	58	60	19	22	4.8	1.5
열에너지	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2.2	1.5
신재생·기타	2	11	12	13	14	15	16	5	6	11.7	1.5
산업	84	137	147	157	166	173	180	63	65	3.3	1.1
수송	31	40	43	45	46	46	46	18	17	1.8	0.6
가정	21	20	21	21	21	21	21	9	8	-0.4	0.2
서비스	14	22	23	25	27	28	29	10	10	3.1	1.2

## 부문별·원별 최종에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>산업</b>	<b>84</b>	<b>137</b>	<b>147</b>	<b>157</b>	<b>166</b>	<b>173</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.3</b>	<b>1.1</b>
석탄	19	34	37	38	40	41	41	25	23	4.0	0.8
석유	48	62	67	70	73	75	77	45	43	1.7	0.9
도시가스	3	8	9	10	11	12	13	6	7	6.1	1.9
전력	11	23	25	28	30	33	34	17	19	4.8	1.6
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	10	11	12	13	14	7	8	11.2	1.6
<b>수송</b>	<b>31</b>	<b>40</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1.8</b>	<b>0.6</b>
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	38	41	42	44	44	44	95	95	1.5	0.6
도시가스	0	1	1	1	2	1	1	3	3	-	0.5
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.7
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	1	1	-	0.9
<b>가정</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>-0.4</b>	<b>0.2</b>
석탄	1	1	1	1	1	0	0	3	2	-0.4	-2.7
석유	9	3	2	2	2	1	1	16	6	-6.7	-4.0
도시가스	7	9	10	10	10	10	11	46	50	1.5	0.5
전력	3	5	6	6	7	7	7	27	32	3.7	0.8
열에너지	1	1	2	2	2	2	2	7	10	1.9	1.6
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3.0	0.7
<b>서비스 (상업, 공공, 기타)</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.1</b>	<b>1.2</b>
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	6	4	3	3	3	3	3	17	9	-3.0	-1.3
도시가스	2	4	4	5	5	6	6	16	20	4.3	2.0
전력	6	13	15	16	17	18	19	60	64	5.5	1.4
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.6	0.9
신재생·기타	0	1	1	2	2	2	2	6	6	17.5	1.5

## 산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
주요 업종 산출액 (조원)											
석유/화학	142	254	281	318	357	396	434	-	-	4.0	2.2
비금속	21	41	45	50	56	62	68	-	-	4.7	2.0
1 차철강	70	121	125	132	137	142	146	-	-	3.7	0.8
금속, 기계, 전자, 정밀	228	727	848	1 006	1 164	1 312	1 450	-	-	8.0	2.8
운송장비	100	252	288	333	376	419	460	-	-	6.4	2.4
건설	149	182	203	227	246	262	276	-	-	1.3	1.7
주요 제품 생산량											
기초유분	16	27	29	31	33	34	35	-	-	3.4	1.0
조강	43	70	73	75	76	76	76	-	-	3.3	0.4
전로	25	49	52	54	56	57	57	-	-	4.6	0.7
전기로	18	21	21	20	20	19	19	-	-	0.9	-0.4
시멘트	51	51	50	49	48	47	47	-	-	0.0	-0.4
클링커	46	47	46	45	45	44	43	-	-	0.2	-0.3
에너지 수요											
석탄	19	34	37	38	40	41	41	25	23	4.0	0.8
석유	48	62	67	70	73	75	77	45	43	1.7	0.9
도시가스	3	8	9	10	11	12	13	6	7	6.1	1.9
전력	11	23	25	28	30	33	34	17	19	4.8	1.6
열에너지	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	10	11	12	13	14	7	8	11.2	1.6
주요 업종 에너지 수요											
제조업	78	131	142	151	160	168	175	96	97	3.6	1.2
석유/화학	36	62	68	72	76	80	83	45	46	3.7	1.2
비금속	6	5	5	5	5	5	5	4	3	-0.9	-0.1
1 차철강	17	34	36	37	39	39	39	25	22	4.7	0.6
조립금속	7	15	16	18	20	22	25	11	14	5.6	2.0
주요 업종 에너지원단위											
석유/화학	0.25	0.24	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	-	-	-0.2	-0.9
비금속	0.27	0.12	0.11	0.09	0.09	0.08	0.07	-	-	-5.4	-2.0
1 차철강	0.24	0.28	0.29	0.28	0.28	0.28	0.27	-	-	1.0	-0.1
조립금속	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-2.3	-0.8

주: 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

비제조업 부가가치는 농림어업, 광업, 건설업 부가가치의 합계

기초유분 생산량은 에틸렌, 부타디엔, 프로필렌, 벤젠, 톨루엔, 크실렌의 합계

## 수송 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>주요지표</b>											
비사업용 자동차 (백만대)	11	20	22	23	24	25	25	100	100	3.7	1.0
승용차	8	16	18	19	21	21	21	80	85	4.8	1.2
화물차	2	3	3	3	3	3	3	15	12	2.0	0.0
승합차	1	1	1	1	1	1	1	4	3	-3.5	-0.7
사업용 자동차 (백만대)	1	1	2	2	2	2	2	100	100	5.0	1.8
승용차	0	1	1	1	1	1	1	59	62	6.8	2.1
화물차	0	0	0	0	1	1	1	31	30	3.1	1.8
승합차	0	0	0	0	0	0	0	10	7	3.2	0.4
해운											
<b>에너지 수요</b>	31	40	43	45	46	46	46	100	100	1.8	0.6
휘발유	8	9	10	10	10	10	10	23	22	1.0	0.4
경유	13	18	20	22	22	22	22	45	47	2.1	0.8
중유	4	3	2	2	2	2	2	6	4	-3.0	-0.9
제트유	2	4	5	6	6	7	7	11	15	4.6	2.1
부탄	3	4	4	3	3	3	3	11	6	1.6	-1.8
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.2
도시가스	-	1	1	1	2	1	1	3	3	-	0.5
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.7
신재생·기타	-	0	1	1	1	1	1	1	1	-	0.9
<b>수송 수단별 에너지수요</b>											
도로	24	33	35	36	37	37	37	81	79	2.2	0.4
철도	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-3.3	-0.7
항공	2	4	5	6	6	7	7	11	16	4.6	2.1
해운	5	3	3	3	2	2	2	7	5	-3.1	-1.0

주: 비사업용 자동차는 자가용과 관용의 합계  
항공은 자국적 항공기의 국내 및 국제 수송의 합계

## 가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
주요지표											
인구 (백만명)	47	51	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.0
형태별 주택(백만호)	11	15	16	17	18	19	19	100	100	2.2	0.9
단독	4	4	4	4	4	4	4	24	19	-0.6	-0.1
아파트	5	9	10	11	11	12	12	60	64	3.9	1.1
공동주택	2	2	3	3	3	3	3	15	17	2.3	1.3
평균 주거 면적(m <sup>2</sup> )	86	77	76	76	75	75	74	-	-	-0.7	-0.1
에너지 지표											
소득당 에너지수요(toe/천원)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	-	-	-1.9	-0.6
면적당 에너지수요(toe/100m <sup>2</sup> )	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	-	-	-1.9	-0.6
인구당 에너지수요(toe/명)	0.46	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	-	-	-0.9	0.1
인구당 전력수요(MWh/명)	0.79	1.26	1.33	1.40	1.45	1.49	1.52	-	-	3.2	0.8
에너지 수요											
	21	20	21	21	21	21	21	100	100	-0.4	0.2
석탄	1	1	1	1	1	0	0	3	2	-0.4	-2.7
석유	9	3	2	2	2	1	1	16	6	-6.7	-4.0
도시가스	7	9	10	10	10	10	11	46	50	1.5	0.5
전력	3	5	6	6	7	7	7	27	32	3.7	0.8
지역난방	1	1	2	2	2	2	2	7	10	1.9	1.6
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3.0	0.7
용도별 에너지 수요											
난방/온수	18	14	14	13	13	13	12	68	60	-1.7	-0.4
취사	1	2	2	2	2	2	2	10	9	3.8	-0.1
냉방	0	0	0	0	0	1	1	2	2	18.0	1.7
조명	0	1	1	1	1	1	1	5	4	5.7	-0.3
기타 가전기기	2	3	4	4	5	5	5	16	24	2.3	1.9

주: 단독주택은 건물에 대한 소유권은 하나인 주택으로 다중주택이나 다가구주택은 여러 세대가 함께 거주하는 주택이지만 세대별로 소유권이 구분되지 않기 때문에 단독주택으로 분류. 공동주택은 집합 건물로써 세대별로 소유권 이전 등기가 가능한 주택.

소득은 가구당 소득을 의미

용도별 에너지수요는 기본 설비와 보조 기기의 에너지수요

## 서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>주요 지표</b>											
서비스 산출액 (조원)*	677	1 287	1 525	1 815	2 091	2 358	2 631	-	-	4.4	2.9
상업용 건물 총면적(km <sup>2</sup> )	467	699	734	784	830	864	888	-	-	2.7	1.0
<b>에너지 수요</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.1</b>	<b>1.2</b>
석유	6	4	3	3	3	3	3	17	9	-3.0	-1.3
도시가스	2	4	4	5	5	6	6	16	20	4.3	2.0
전력	6	13	15	16	17	18	19	60	64	5.5	1.4
지역난방	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.6	0.9
신재생·기타	0	1	1	2	2	2	2	6	6	17.5	1.5
<b>부문별 에너지 수요</b>											
상업 서비스	11	16	18	20	21	22	22	76	78	2.7	1.3
공공 서비스	3	5	5	6	6	6	6	24	22	4.7	0.8

\* 도소매, 숙박음식, 운수보관, 교육서비스, 공공행정 및 국방, 기타서비스의 합계

## 석유 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
국제 벙커링	7	9	10	11	12	13	13	-	-	1.3	1.6
<b>총공급</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>115</b>	<b>118</b>	<b>121</b>	<b>124</b>	<b>126</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	0	-7.0	-5.0
최종소비	94	107	113	117	121	123	125	98	100	0.9	0.6
<b>제품별 석유 수요</b>											
휘발유	8	9	10	10	10	10	10	9	8	0.9	0.4
등유	10	2	2	1	1	1	1	2	1	-9.2	-3.7
경유	19	22	24	25	25	25	25	20	20	1.1	0.4
중유	20	6	6	4	4	4	4	6	3	-7.8	-1.8
제트유	3	5	5	6	7	7	8	4	6	4.3	1.9
프로판	5	4	4	4	4	4	4	4	3	-0.7	-0.2
부탄	4	5	4	4	4	4	4	5	3	1.6	-1.5
납사	29	50	55	59	61	64	65	46	52	3.7	1.1
기타 비에너지유	3	5	5	5	5	5	6	5	5	4.0	0.6
<b>용도별 석유 수요</b>											
산업	48	62	67	70	73	75	77	57	62	1.7	0.9
(연료)	16	7	7	7	7	7	7	7	5	-5.3	-0.2
(원료)	32	55	60	63	66	69	71	50	56	3.7	1.0
수송	31	38	41	42	44	44	44	35	35	1.5	0.6
가정	9	3	2	2	2	1	1	3	1	-6.7	-4.0
서비스	6	4	3	3	3	3	3	3	2	-3.0	-1.3
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	0	-7.0	-5.0

## 석탄 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>총공급</b>	<b>43</b>	<b>85</b>	<b>93</b>	<b>102</b>	<b>101</b>	<b>100</b>	<b>92</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.7</b>	<b>0.3</b>
전환부문	23	51	56	63	60	59	51	59	55	5.4	0.0
최종소비부문	20	35	37	39	40	41	42	41	45	3.8	0.7
<b>제품별 석탄 수요</b>											
국내탄	2	1	1	1	0	0	0	1	0	-6.4	-3.4
수입무연탄	1	5	4	5	5	6	6	6	6	10.1	0.5
연료용 유연탄	27	54	60	67	65	63	56	63	60	4.7	0.1
원료용 유연탄	13	26	29	30	30	30	30	30	33	4.8	0.7
<b>용도별 석탄 수요</b>											
발전용	23	51	56	63	60	59	51	59	55	5.4	0.0
코크스 제조 및 고로용	13	26	29	30	30	30	30	30	33	4.8	0.7
킬른가열용	4	3	3	3	3	3	3	3	3	-1.3	-0.4
기타 산업용	3	6	5	6	7	8	8	7	9	4.8	1.6
연탄용	1	1	1	1	1	0	0	1	0	-0.4	-2.7



## 가스 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>총공급</b>	<b>19</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>50</b>	<b>56</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>5.7</b>	<b>1.0</b>
전환 부문*	7	22	20	18	19	21	25	50	45	8.1	0.6
최종소비 부문	13	22	24	26	28	29	31	51	55	3.8	1.3
<b>제품별 소비</b>											
천연가스	6	21	20	18	19	21	25	49	45	9.3	0.6
도시가스	13	23	25	27	29	31	32	53	57	3.9	1.3
<b>용도별 소비</b>											
발전용	6	19	17	15	16	18	22	44	39	8.4	0.5
지역난방	1	2	3	3	3	3	3	5	6	10.0	1.5
산업	3	8	9	10	11	12	13	19	23	6.1	1.9
수송	-	1	1	1	2	1	1	3	3	-	0.5
가정	7	9	10	10	10	10	11	21	19	1.5	0.5
서비스	2	4	4	5	5	6	6	8	10	4.3	2.0

\* 자가소비 및 손실 포함

주: 천연가스 손실과 도시가스 손실 차로 인해 합계가 불일치할 수 있음

## 전력 공급 및 수요 - 기준 시나리오

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>발전설비 (GW)</b>	<b>48</b>	<b>98</b>	<b>130</b>	<b>140</b>	<b>149</b>	<b>147</b>	<b>147</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.8</b>	<b>1.6</b>
석탄	14	26	38	42	42	38	32	27	22	4.3	0.8
석유	5	9	12	9	9	9	9	9	6	4.1	0.2
가스	13	29	37	35	35	35	36	30	25	5.6	0.9
원자력	14	22	27	32	38	38	41	22	28	3.1	2.6
수력	3	6	6	7	7	7	7	7	4	4.9	0.0
대체	-	6	10	14	17	20	22	6	15	-	5.5
<b>총발전량(TWh)</b>	<b>266</b>	<b>528</b>	<b>578</b>	<b>638</b>	<b>687</b>	<b>726</b>	<b>754</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.7</b>	<b>1.4</b>
석탄	99	207	229	258	247	241	206	39	27	5.0	0.0
석유	19	31	36	31	32	33	33	6	4	3.4	0.2
가스	29	101	73	59	69	96	134	19	18	8.8	1.1
원자력	109	165	202	240	278	287	305	31	40	2.8	2.5
수력	6	6	7	7	7	7	7	1	1	0.2	0.8
대체	-	17	30	43	53	62	68	3	9	-	5.6
상용자가	5	1	1	1	1	0	0	0	0	-13.1	-0.8
<b>발전용 에너지 수요 (백만 toe)</b>	<b>64</b>	<b>109</b>	<b>122</b>	<b>135</b>	<b>141</b>	<b>145</b>	<b>145</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.7</b>	<b>1.1</b>
석탄	23	51	56	63	60	59	51	46	35	5.4	0.0
석유	6	2	2	0	0	0	0	2	0	-7.1	-7.4
가스	6	19	17	15	16	18	22	18	15	8.4	0.5
수력	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0.9	0.8
원자력	27	35	43	51	59	61	64	32	44	1.6	2.5
신재생·기타	-	2	3	4	5	6	6	1	4	-	5.6
<b>전력 수요(TWh)</b>	<b>240</b>	<b>484</b>	<b>530</b>	<b>586</b>	<b>632</b>	<b>669</b>	<b>695</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.8</b>	<b>1.5</b>
산업	132	266	291	324	353	379	399	55	57	4.8	1.6
수송	2	2	3	3	3	3	3	0	0	0.6	0.7
가정	37	64	69	73	76	77	78	13	11	3.7	0.8
서비스	68	152	169	187	200	209	216	31	31	5.5	1.4

## 열에너지 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>열생산량</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.0</b>	<b>1.5</b>
발전폐열	1	1	1	1	1	1	2	66	66	1.7	1.5
지역난방	0	1	1	1	1	1	1	34	34	2.8	1.5
<b>지역난방용 에너지 수요</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>7.2</b>	<b>1.5</b>
석유	0	0	0	0	0	0	0	5	5	-6.0	1.5
가스	1	2	3	3	3	3	3	95	95	10.0	1.5
<b>지역난방 수요</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.2</b>	<b>1.5</b>
가정	1	1	2	2	2	2	2	87	89	1.9	1.6
서비스	0	0	0	0	0	0	0	13	11	5.6	0.9

## 신재생/기타 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
부문별 신재생에너지 수요	2	13	15	17	19	21	23	100	100	12.7	2.3
발전	-	2	3	4	5	6	6	12	28	n.a	5.6
산업	2	9	10	11	12	13	14	73	61	11.2	1.6
수송	-	0	1	1	1	1	1	3	2	n.a	0.9
가정	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3.0	0.7
서비스	0	1	1	2	2	2	2	9	8	17.5	1.5

주: 수력 포함, 양수는 제외

## 에너지 부문 온실가스 배출 - 기준 시나리오

(단위: 백만 tCO<sub>2</sub>eq)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>주요지표</b>											
에너지당 배출(톤/toe)	2.58	2.55	2.54	2.56	2.53	2.50	2.45	-	-	-0.1	-0.2
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.51	0.41	0.38	0.35	0.31	0.28	0.25	-	-	-1.4	-1.9
인구당 배출(톤/인)	8.91	12.00	12.47	12.99	13.00	13.21	13.13	-	-	2.0	0.4
<b>온실가스 배출</b>	<b>419</b>	<b>608</b>	<b>641</b>	<b>675</b>	<b>678</b>	<b>686</b>	<b>671</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.5</b>	<b>0.4</b>
석탄	162	322	351	384	378	375	348	53	52	4.7	0.3
석유	216	193	197	197	201	204	205	32	31	-0.8	0.2
천연가스	40	92	93	94	99	107	118	15	18	5.7	1.0
<b>부문별 온실가스 직접 배출</b>											
산업	148	204	215	226	235	243	250	34	37	2.2	0.8
수송	87	111	119	124	127	129	129	18	19	1.6	0.6
가정	43	32	31	30	29	28	27	5	4	-2.0	-0.6
서비스	20	17	17	18	19	19	19	3	3	-0.9	0.4
발전/열생산	120	243	259	278	268	267	245	40	37	4.8	0.0

## 주요 경제 지표 및 활동 수준 - 고성장 시나리오

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
인구 (백만명)	47	51	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.0
가구 (백만가구)	15	19	20	21	22	22	23	-	-	1.7	0.8
국내총생산 (GDP, 조원)	821	1 464	1 684	1 943	2 200	2 449	2 698	-	-	3.9	2.5
주요 업종별 부가가치 (조원)											
농림어업, 광업	25	29	28	28	27	26	25	-	-	1.1	-0.6
제조업	253	478	536	608	681	752	818	-	-	4.3	2.2
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	59	94	100	108	117	126	136	-	-	3.2	1.5
- 조립금속	91	259	301	351	402	451	497	-	-	7.3	2.6
SOC	95	137	157	178	197	215	232	-	-	2.5	2.1
서비스업	464	788	926	1 086	1 242	1 396	1 553	-	-	3.6	2.8
국제유가 (Dubai, \$/bbl)	26	51	70	86	92	96	101	-	-	4.5	2.8
에너지 지표											
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	1	1	1	-	-	-4.1	-2.0
총에너지 수요 (백만 toe)	193	287	312	334	350	361	369	-	-	2.7	1.0
에너지원단위 (toe/백만원)	0.23	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	-	-	-1.2	-1.4
일인당에너지소비 (toe/인)	4.10	5.68	6.06	6.42	6.70	6.96	7.22	-	-	2.2	1.0
전력생산 (TWh)	266	528	578	638	690	733	767	-	-	4.7	1.5
일인당 전력생산 (MWh/인)	6	10	11	12	13	14	15	-	-	4.2	1.5
에너지부문 온실가스 지표											
총 온실가스 배출 (백만톤)	419	608	641	676	681	693	683	-	-	2.5	0.5
온실가스원단위 (톤/백만원)	0.51	0.41	0.38	0.35	0.31	0.28	0.25	-	-	-1.4	-2.0
일인당 배출 (톤/인)	8.91	12.00	12.47	13.00	13.06	13.35	13.36	-	-	2.0	0.4

주: 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

SOC 부가가치는 전기·수도·가스 및 건설업 부가가치의 합계

서비스업 부가가치는 하위 구성항목 부가가치의 합계

## 에너지 수요 종합 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>일차에너지</b>	<b>193</b>	<b>287</b>	<b>312</b>	<b>334</b>	<b>350</b>	<b>361</b>	<b>369</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.7</b>	<b>1.0</b>
석탄	43	85	93	102	101	100	94	30	25	4.7	0.4
석유	100	110	115	118	122	126	128	38	35	0.6	0.6
가스	19	44	44	44	47	52	58	15	16	5.7	1.1
수력	1	1	1	1	1	1	1	0	0	-0.9	0.8
원자력	27	35	43	51	59	61	64	12	17	1.6	2.5
신재생·기타	2	13	15	17	19	21	23	4	6	12.7	2.4
<b>최종에너지</b>	<b>150</b>	<b>219</b>	<b>234</b>	<b>248</b>	<b>261</b>	<b>272</b>	<b>282</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.6</b>	<b>1.0</b>
석탄	20	35	37	39	41	42	43	16	15	3.8	0.8
석유	94	107	113	117	121	125	128	49	45	0.9	0.7
도시가스	13	22	24	26	28	30	31	10	11	3.8	1.4
전력	21	42	46	50	55	58	61	19	22	4.8	1.5
열에너지	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2.2	1.5
신재생·기타	2	11	12	13	14	16	17	5	6	11.7	1.6
산업	84	137	147	157	167	176	185	63	66	3.3	1.2
수송	31	40	43	45	46	47	47	18	17	1.8	0.6
가정	21	20	21	21	21	21	21	9	7	-0.4	0.2
서비스	14	22	23	25	27	28	29	10	10	3.1	1.2

## 부문별·원별 최종에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>산업</b>	<b>84</b>	<b>137</b>	<b>147</b>	<b>157</b>	<b>167</b>	<b>176</b>	<b>185</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.3</b>	<b>1.2</b>
석탄	19	34	37	38	40	41	43	25	23	4.0	0.9
석유	48	62	67	70	73	77	79	45	43	1.7	1.0
도시가스	3	8	9	10	11	12	13	6	7	6.1	2.0
전력	11	23	25	28	31	33	35	17	19	4.8	1.7
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	10	11	12	13	14	7	8	11.2	1.7
<b>수송</b>	<b>31</b>	<b>40</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1.8</b>	<b>0.6</b>
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	38	41	42	44	44	44	95	95	1.5	0.6
도시가스	0	1	1	1	2	1	1	3	3	-	0.5
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.7
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	1	1	-	0.8
<b>가정</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>-0.4</b>	<b>0.2</b>
석탄	1	1	1	1	1	0	0	3	2	-0.4	-2.8
석유	9	3	2	2	2	1	1	16	5	-6.7	-4.0
도시가스	7	9	10	10	10	10	11	46	50	1.5	0.5
전력	3	5	6	6	7	7	7	27	32	3.7	0.8
열에너지	1	1	2	2	2	2	2	7	10	1.9	1.6
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3.0	0.7
<b>서비스 (상업, 공공, 기타)</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.1</b>	<b>1.2</b>
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	6	4	3	3	3	3	3	17	9	-3.0	-1.2
도시가스	2	4	4	5	5	6	6	16	20	4.3	2.0
전력	6	13	15	16	17	18	19	60	64	5.5	1.5
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.6	0.9
신재생·기타	0	1	1	2	2	2	2	6	6	17.5	1.6



## 산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
주요 업종 산출액 (조원)											
석유/화학	142	254	281	318	359	402	445	-	-	4.0	2.3
비금속	21	41	45	50	56	63	70	-	-	4.7	2.1
1 차철강	70	121	125	132	138	144	149	-	-	3.7	0.9
금속, 기계, 전자, 정밀	228	727	848	1 007	1 171	1 332	1 487	-	-	8.0	2.9
운송장비	100	252	288	333	379	425	472	-	-	6.4	2.5
건설	149	182	203	227	248	266	283	-	-	1.3	1.8
주요 제품 생산량											
기초유분	16	27	29	31	33	34	36	-	-	3.4	1.1
조강	43	70	73	75	76	77	78	-	-	3.3	0.5
전로	25	49	52	55	57	58	59	-	-	4.6	0.8
전기로	18	21	21	20	20	19	19	-	-	0.9	-0.4
시멘트	51	51	50	49	48	48	48	-	-	0.0	-0.3
클링커	46	47	46	46	45	44	44	-	-	0.2	-0.2
에너지 수요											
석탄	19	34	37	38	40	41	43	25	23	4.0	0.9
석유	48	62	67	70	73	77	79	45	43	1.7	1.0
도시가스	3	8	9	10	11	12	13	6	7	6.1	2.0
전력	11	23	25	28	31	33	35	17	19	4.8	1.7
열에너지	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	10	11	12	13	14	7	8	11.2	1.7
주요 업종 에너지 수요											
제조업	78	131	142	152	161	171	180	96	97	3.6	1.3
석유/화학	36	62	68	73	77	81	85	45	46	3.7	1.3
비금속	6	5	5	5	5	5	5	4	3	-0.9	0.0
1 차철강	17	34	36	38	39	40	41	25	22	4.7	0.7
조립금속	7	15	16	18	20	23	25	11	14	5.6	2.1
주요 업종 에너지원단위											
석유/화학	0.25	0.24	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	-	-	-0.2	-0.9
비금속	0.27	0.12	0.11	0.09	0.09	0.08	0.07	-	-	-5.4	-2.0
1 차철강	0.24	0.28	0.29	0.28	0.28	0.28	0.27	-	-	1.0	-0.1
조립금속	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-2.3	-0.8

주) 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

비제조업 부가가치는 농림어업, 광업, 건설업 부가가치의 합계

기초유분 생산량은 에틸렌, 부타디엔, 프로필렌, 벤젠, 톨루엔, 크실렌의 합계

## 수송 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
주요지표											
비사업용 자동차 (백만대)	11	20	22	23	24	25	25	100	100	3.7	1.0
승용차	8	16	18	19	21	21	21	80	85	4.8	1.2
화물차	2	3	3	3	3	3	3	15	12	2.0	0.0
승합차	1	1	1	1	1	1	1	4	3	-3.5	-0.7
사업용 자동차 (백만대)	1	1	2	2	2	2	2	100	100	5.0	1.8
승용차	0	1	1	1	1	1	1	59	63	6.8	2.1
화물차	0	0	0	0	1	1	1	31	30	3.1	1.7
승합차	0	0	0	0	0	0	0	10	7	3.2	0.5
해운											
에너지 수요											
휘발유	8	9	10	10	10	10	10	23	22	1.0	0.4
경유	13	18	20	22	22	22	22	45	47	2.1	0.8
중유	4	3	2	2	2	2	2	6	4	-3.0	-0.9
제트유	2	4	5	6	6	7	7	11	16	4.6	2.3
부탄	3	4	4	3	3	3	3	11	6	1.6	-1.8
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.3
도시가스	-	1	1	1	2	1	1	3	3	-	0.5
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.7
신재생·기타	-	0	1	1	1	1	1	1	1	-	0.8
수송 수단별 에너지수요											
도로	24	33	35	36	37	37	37	81	78	2.2	0.4
철도	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-3.3	-0.7
항공	2	4	5	6	6	7	8	11	16	4.6	2.3
해운	5	3	3	3	2	2	2	7	5	-3.1	-0.9

주: 비사업용 자동차는 자가용과 관용의 합계  
항공은 자국적 항공기의 국내 및 국제 수송의 합계

## 가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
주요지표											
인구 (백만명)	47	51	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.0
형태별 주택(백만호)	11	15	16	17	18	19	19	100	100	2.2	0.9
단독	4	4	4	4	4	4	4	24	19	-0.6	-0.1
아파트	5	9	10	11	11	12	12	60	64	3.9	1.1
공동주택	2	2	3	3	3	3	3	15	17	2.3	1.3
평균 주거 면적(m <sup>2</sup> )	86	77	76	76	75	75	74	-	-	-0.7	-0.1
에너지 지표											
소득당 에너지수요(toe/천원)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	-	-	-1.9	-0.6
면적당 에너지수요(toe/100m <sup>2</sup> )	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	-	-	-1.9	-0.6
인구당 에너지수요(toe/명)	0.46	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	-	-	-0.9	0.1
인구당 전력수요(MWh/명)	0.79	1.26	1.33	1.40	1.45	1.49	1.52	-	-	3.2	0.8
에너지 수요											
	21	20	21	21	21	21	21	100	100	-0.4	0.2
석탄	1	1	1	1	1	0	0	3	2	-0.4	-2.8
석유	9	3	2	2	2	1	1	16	5	-6.7	-4.0
도시가스	7	9	10	10	10	10	11	46	50	1.5	0.5
전력	3	5	6	6	7	7	7	27	32	3.7	0.8
지역난방	1	1	2	2	2	2	2	7	10	1.9	1.6
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3.0	0.7
용도별 에너지 수요											
난방/온수	18	14	14	13	13	13	12	68	60	-1.7	-0.4
취사	1	2	2	2	2	2	2	10	9	3.8	-0.1
냉방	0	0	0	0	0	1	1	2	2	18.0	1.7
조명	0	1	1	1	1	1	1	5	4	5.7	-0.3
기타 가전기기	2	3	4	4	5	5	5	16	24	2.3	1.9

주: 단독주택은 건물에 대한 소유권은 하나인 주택으로 다중주택이나 다가구주택은 여러 세대가 함께 거주하는 주택이지만 세대별로 소유권이 구분되지 않기 때문에 단독주택으로 분류. 공동주택은 집합 건물로써 세대별로 소유권 이전 등기가 가능한 주택.

소득은 가구당 소득을 의미

용도별 에너지수요는 기본 설비와 보조 기기의 에너지수요

## 서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>주요 지표</b>											
서비스 산출액 (조원)*	677	1 287	1 525	1 817	2 105	2 394	2 697	-	-	4.4	3.0
상업용 건물 총면적(km <sup>2</sup> )	467	699	734	784	835	875	905	-	-	2.7	1.0
<b>에너지 수요</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.1</b>	<b>1.2</b>
석유	6	4	3	3	3	3	3	17	9	-3.0	-1.2
도시가스	2	4	4	5	5	6	6	16	20	4.3	2.0
전력	6	13	15	16	17	18	19	60	64	5.5	1.5
지역난방	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.6	0.9
신재생·기타	0	1	1	2	2	2	2	6	6	17.5	1.6
<b>부문별 에너지 수요</b>											
상업 서비스	11	16	18	20	21	22	23	76	78	2.7	1.3
공공 서비스	3	5	5	6	6	6	7	24	22	4.7	0.9

\* 도소매, 숙박음식, 운수보관, 교육서비스, 공공행정 및 국방, 기타서비스의 합계

## 석유 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
국제 벙커링	7	9	10	11	12	13	13	-	-	1.3	1.8
<b>총공급</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>115</b>	<b>118</b>	<b>122</b>	<b>126</b>	<b>128</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	0	-7.0	-4.9
최종소비	94	107	113	117	121	125	128	98	100	0.9	0.7
<b>제품별 석유 수요</b>											
휘발유	8	9	10	10	10	10	10	9	8	0.9	0.4
등유	10	2	2	1	1	1	1	2	1	-9.2	-3.7
경유	19	22	24	25	25	25	25	20	19	1.1	0.4
중유	20	6	6	4	4	4	4	6	3	-7.8	-1.8
제트유	3	5	5	6	7	7	8	4	6	4.3	2.0
프로판	5	4	4	4	4	4	4	4	3	-0.7	-0.2
부탄	4	5	4	4	4	4	4	5	3	1.6	-1.5
납사	29	50	55	59	62	65	67	46	52	3.7	1.2
기타 비에너지유	3	5	5	5	5	6	6	5	5	4.0	0.7
<b>용도별 석유 수요</b>											
산업	48	62	67	70	73	77	79	57	62	1.7	1.0
(연료)	16	7	7	7	7	7	7	7	5	-5.3	-0.1
(원료)	32	55	60	63	67	70	72	50	56	3.7	1.1
수송	31	38	41	42	44	44	44	35	35	1.5	0.6
가정	9	3	2	2	2	1	1	3	1	-6.7	-4.0
서비스	6	4	3	3	3	3	3	3	2	-3.0	-1.2
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	0	-7.0	-4.9

## 석탄 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>총공급</b>	<b>43</b>	<b>85</b>	<b>93</b>	<b>102</b>	<b>101</b>	<b>100</b>	<b>94</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.7</b>	<b>0.4</b>
전환부문	23	51	56	63	60	59	51	59	54	5.4	0.0
최종소비부문	20	35	37	39	41	42	43	41	46	3.8	0.8
<b>제품별 석탄 수요</b>											
국내탄	2	1	1	1	0	0	0	1	0	-6.4	-3.5
수입무연탄	1	5	4	5	5	6	6	6	6	10.1	0.6
연료용 유연탄	27	54	60	67	65	63	56	63	60	4.7	0.1
원료용 유연탄	13	26	29	30	31	31	31	30	34	4.8	0.8
<b>용도별 석탄 수요</b>											
발전용	23	51	56	63	60	59	51	59	54	5.4	0.0
코크스 제조 및 고로용	13	26	29	30	31	31	31	30	34	4.8	0.8
킬른가열용	4	3	3	3	3	3	3	3	3	-1.3	-0.3
기타 산업용	3	6	5	6	7	8	9	7	9	4.8	1.7
연탄용	1	1	1	1	1	0	0	1	0	-0.4	-2.8

## 가스 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>총공급</b>	<b>19</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>52</b>	<b>58</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>5.7</b>	<b>1.1</b>
전환 부문*	7	22	20	18	19	22	27	50	46	8.1	0.9
최종소비 부문	13	22	24	26	28	30	31	51	54	3.8	1.4
<b>제품별 소비</b>											
천연가스	6	21	20	18	19	22	27	49	46	9.3	0.9
도시가스	13	23	25	27	29	31	32	53	56	3.9	1.3
<b>용도별 소비</b>											
발전용	6	19	17	15	16	19	23	44	40	8.4	0.8
지역난방	1	2	3	3	3	3	3	5	6	10.0	1.5
산업	3	8	9	10	11	12	13	19	23	6.1	2.0
수송	-	1	1	1	2	1	1	3	3	-	0.5
가정	7	9	10	10	10	10	11	21	18	1.5	0.5
서비스	2	4	4	5	5	6	6	8	10	4.3	2.0

\* 자가소비 및 손실 포함

주: 천연가스 손실과 도시가스 손실 차로 인해 합계가 불일치할 수 있음

## 전력 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>발전설비 (GW)</b>	<b>48</b>	<b>98</b>	<b>130</b>	<b>140</b>	<b>150</b>	<b>148</b>	<b>147</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.8</b>	<b>1.7</b>
석탄	14	26	38	42	42	38	32	27	22	4.3	0.8
석유	5	9	12	9	9	9	9	9	6	4.1	0.2
가스	13	29	37	35	36	36	37	30	25	5.6	1.0
원자력	14	22	27	32	38	38	41	22	28	3.1	2.6
수력	3	6	6	7	7	7	7	7	4	4.9	0.0
대체	-	6	10	14	18	20	22	6	15	-	5.6
<b>총발전량(TWh)</b>	<b>266</b>	<b>528</b>	<b>578</b>	<b>638</b>	<b>690</b>	<b>733</b>	<b>767</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.7</b>	<b>1.5</b>
석탄	99	207	229	258	247	241	206	39	27	5.0	0.0
석유	19	31	36	31	32	33	33	6	4	3.4	0.2
가스	29	101	73	59	72	103	146	19	19	8.8	1.5
원자력	109	165	202	240	278	287	305	31	40	2.8	2.5
수력	6	6	7	7	7	7	7	1	1	0.2	0.8
대체	-	17	30	43	54	63	69	3	9	-	5.7
상용자가	5	1	1	1	1	1	0	0	0	-13.1	-0.7
<b>발전용 에너지 수요 (백만 toe)</b>	<b>64</b>	<b>109</b>	<b>122</b>	<b>135</b>	<b>142</b>	<b>146</b>	<b>147</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.7</b>	<b>1.2</b>
석탄	23	51	56	63	60	59	51	46	35	5.4	0.0
석유	6	2	2	0	0	0	0	2	0	-7.1	-7.4
가스	6	19	17	15	16	19	23	18	16	8.4	0.8
수력	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0.9	0.8
원자력	27	35	43	51	59	61	64	32	44	1.6	2.5
신재생·기타	-	2	3	4	5	6	6	1	4	-	5.7
<b>전력 수요(TWh)</b>	<b>240</b>	<b>484</b>	<b>530</b>	<b>587</b>	<b>635</b>	<b>676</b>	<b>708</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.8</b>	<b>1.5</b>
산업	132	266	291	324	355	384	407	55	58	4.8	1.7
수송	2	2	3	3	3	3	3	0	0	0.6	0.7
가정	37	64	69	73	76	77	78	13	11	3.7	0.8
서비스	68	152	169	187	201	212	220	31	31	5.5	1.5



## 열에너지 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>열생산량</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.0</b>	<b>1.5</b>
발전폐열	1	1	1	1	1	1	2	66	66	1.7	1.5
지역난방	0	1	1	1	1	1	1	34	34	2.8	1.5
<b>지역난방용 에너지 수요</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>7.2</b>	<b>1.5</b>
석유	0	0	0	0	0	0	0	5	5	-6.0	1.5
가스	1	2	3	3	3	3	3	95	95	10.0	1.5
<b>지역난방 수요</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.2</b>	<b>1.5</b>
가정	1	1	2	2	2	2	2	87	89	1.9	1.6
서비스	0	0	0	0	0	0	0	13	11	5.6	0.9

## 신재생/기타 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
부문별 신재생에너지 수요	2	13	15	17	19	21	23	100	100	12.7	2.4
발전	-	2	3	4	5	6	6	12	28	n.a	5.7
산업	2	9	10	11	12	13	14	73	61	11.2	1.7
수송	-	0	1	1	1	1	1	3	2	n.a	0.8
가정	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3.0	0.7
서비스	0	1	1	2	2	2	2	9	8	17.5	1.6

주: 수력 포함, 양수는 제외

## 에너지 부문 온실가스 배출 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 tCO<sub>2</sub>eq)

	단위: 100만톤							비중		증가율 (%)	
	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2015	2040	00-15	15-40
주요지표											
에너지당 배출(톤/toe)	2.58	2.55	2.54	2.56	2.52	2.50	2.44	-	-	-0.1	-0.2
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.51	0.41	0.38	0.35	0.31	0.28	0.25	-	-	-1.4	-2.0
인구당 배출(톤/인)	8.91	12.00	12.47	13.00	13.06	13.35	13.36	-	-	2.0	0.4
온실가스 배출											
	419	608	641	676	681	693	683	100	100	2.5	0.5
석탄	162	322	351	384	379	378	353	53	52	4.7	0.4
석유	216	193	197	197	202	205	207	32	30	-0.8	0.3
천연가스	40	92	93	94	100	109	122	15	18	5.7	1.1
부문별 온실가스 직접 배출											
산업	148	204	215	226	237	247	258	34	38	2.2	0.9
수송	87	111	119	124	128	129	129	18	19	1.6	0.6
가정	43	32	31	30	29	28	27	5	4	-2.0	-0.6
서비스	20	17	17	18	19	19	20	3	3	-0.9	0.5
발전/열생산	120	243	259	278	269	269	248	40	36	4.8	0.1

## 주요 경제 지표 및 활동 수준 - 저성장 시나리오

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
인구 (백만명)	47	51	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.0
가구 (백만가구)	15	19	20	21	22	22	23	-	-	1.7	0.8
국내총생산 (GDP, 조원)	821	1 464	1 671	1 883	2 075	2 254	2 423	-	-	3.9	2.0
주요 업종별 부가가치 (조원)											
농림어업, 광업	25	29	28	27	25	24	22	-	-	1.0	-1.0
제조업	253	478	532	589	642	692	735	-	-	4.3	1.7
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	59	94	99	105	110	116	122	-	-	3.2	1.0
- 조립금속	91	259	299	340	379	415	446	-	-	7.3	2.2
SOC	95	137	155	172	186	198	208	-	-	2.5	1.7
서비스업	464	788	919	1 052	1 171	1 284	1 394	-	-	3.6	2.3
국제유가 (Dubai, \$/bbl)	26	51	70	86	92	96	101	-	-	4.5	2.8
에너지 지표											
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	1	1	1	-	-	-4.1	-2.5
총에너지 수요 (백만 toe)	193	287	310	327	336	342	342	-	-	2.7	0.7
에너지원단위 (toe/백만원)	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	-	-	-1.2	-1.3
일인당에너지소비 (toe/인)	4.10	5.68	6.02	6.29	6.44	6.58	6.70	-	-	2.2	0.7
전력생산 (TWh)	266	528	574	624	663	691	709	-	-	4.7	1.2
일인당 전력생산 (MWh/인)	6	10	11	12	13	13	14	-	-	4.2	1.2
에너지부문 온실가스 지표											
총 온실가스 배출 (백만톤)	419	608	638	662	654	655	634	-	-	2.5	0.2
온실가스원단위 (톤/백만원)	0.51	0.41	0.38	0.35	0.32	0.29	0.26	-	-	-1.4	-1.8
일인당 배출 (톤/인)	8.91	12.00	12.40	12.73	12.54	12.62	12.41	-	-	2.0	0.1

주: 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

SOC 부가가치는 전가·수도·가스 및 건설업 부가가치의 합계

서비스업 부가가치는 하위 구성항목 부가가치의 합계

## 에너지 수요 종합 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>일차에너지</b>	<b>193</b>	<b>287</b>	<b>310</b>	<b>327</b>	<b>336</b>	<b>342</b>	<b>342</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.7</b>	<b>0.7</b>
석탄	43	85	93	101	98	96	88	30	26	4.7	0.1
석유	100	110	114	115	117	118	119	38	35	0.6	0.3
가스	19	44	44	42	43	45	51	15	15	5.7	0.6
수력	1	1	1	1	1	1	1	0	0	-0.9	0.8
원자력	27	35	43	51	59	61	63	12	18	1.6	2.4
신재생·기타	2	13	15	17	18	20	21	4	6	12.7	2.0
<b>최종에너지</b>	<b>150</b>	<b>219</b>	<b>233</b>	<b>242</b>	<b>249</b>	<b>255</b>	<b>259</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.6</b>	<b>0.7</b>
석탄	20	35	37	38	38	38	37	16	14	3.8	0.3
석유	94	107	112	114	116	118	118	49	46	0.9	0.4
도시가스	13	22	24	26	27	28	30	10	11	3.8	1.2
전력	21	42	45	49	52	55	56	19	22	4.8	1.2
열에너지	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2.2	1.4
신재생·기타	2	11	12	13	14	14	15	5	6	11.7	1.2
산업	84	137	146	152	157	161	165	63	64	3.3	0.8
수송	31	40	43	44	45	46	46	18	18	1.8	0.5
가정	21	20	21	21	21	21	21	9	8	-0.4	0.2
서비스	14	22	23	25	26	27	27	10	11	3.1	0.9

## 부문별·원별 최종에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>산업</b>	<b>84</b>	<b>137</b>	<b>146</b>	<b>152</b>	<b>157</b>	<b>161</b>	<b>165</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.3</b>	<b>0.8</b>
석탄	19	34	36	37	37	37	37	25	22	4.0	0.3
석유	48	62	66	68	69	70	71	45	43	1.7	0.6
도시가스	3	8	9	9	10	11	12	6	7	6.1	1.6
전력	11	23	25	27	29	31	32	17	19	4.8	1.3
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	10	11	11	12	13	7	8	11.2	1.2
<b>수송</b>	<b>31</b>	<b>40</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1.8</b>	<b>0.5</b>
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	38	41	42	43	44	43	95	95	1.5	0.5
도시가스	0	1	1	2	2	1	1	3	3	-	0.5
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	1	1	-	0.9
<b>가정</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>-0.4</b>	<b>0.2</b>
석탄	1	1	1	1	1	0	0	3	2	-0.4	-2.2
석유	9	3	2	2	2	1	1	16	6	-6.7	-3.6
도시가스	7	9	10	10	10	10	11	46	50	1.5	0.5
전력	3	5	6	6	7	7	7	27	32	3.7	0.8
열에너지	1	1	2	2	2	2	2	7	9	1.9	1.5
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3.0	0.8
<b>서비스 (상업, 공공, 기타)</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.1</b>	<b>0.9</b>
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	6	4	3	3	3	2	2	17	9	-3.0	-1.6
도시가스	2	4	4	5	5	5	5	16	20	4.3	1.7
전력	6	13	14	16	17	17	17	60	64	5.5	1.2
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.6	0.6
신재생·기타	0	1	1	1	2	2	2	6	6	17.5	1.2

## 산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
주요 업종 산출액 (조원)											
석유/화학	142	254	279	308	339	370	400	-	-	4.0	1.8
비금속	21	41	44	49	53	58	63	-	-	4.7	1.7
1 차철강	70	121	124	128	130	132	134	-	-	3.7	0.4
금속, 기계, 전자, 정밀	228	727	842	975	1 105	1 225	1 335	-	-	8.0	2.5
운송장비	100	252	286	323	357	391	424	-	-	6.4	2.1
건설	149	182	201	220	234	245	255	-	-	1.3	1.4
주요 제품 생산량											
기초유분	16	27	29	30	31	32	32	-	-	3.4	0.7
조강	43	70	72	72	72	71	70	-	-	3.3	0.0
전로	25	49	51	52	52	51	50	-	-	4.6	0.2
전기로	18	21	21	20	20	20	20	-	-	0.9	-0.2
시멘트	51	51	49	48	46	44	43	-	-	0.0	-0.7
클링커	46	47	46	44	42	41	40	-	-	0.2	-0.7
에너지 수요											
석탄	19	34	36	37	37	37	37	25	22	4.0	0.3
석유	48	62	66	68	69	70	71	45	43	1.7	0.6
도시가스	3	8	9	9	10	11	12	6	7	6.1	1.6
전력	11	23	25	27	29	31	32	17	19	4.8	1.3
열에너지	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	10	11	11	12	13	7	8	11.2	1.2
주요 업종 에너지 수요											
제조업	78	131	141	147	152	156	160	96	97	3.6	0.8
석유/화학	36	62	67	70	73	75	77	45	46	3.7	0.9
비금속	6	5	5	5	5	4	4	4	3	-0.9	-0.4
1 차철강	17	34	36	36	36	36	35	25	21	4.7	0.2
조립금속	7	15	16	18	19	21	23	11	14	5.6	1.6
주요 업종 에너지원단위											
석유/화학	0.25	0.24	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	-	-	-0.2	-0.9
비금속	0.27	0.12	0.11	0.09	0.09	0.08	0.07	-	-	-5.4	-2.1
1 차철강	0.24	0.28	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	-	-	1.0	-0.3
조립금속	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-2.3	-0.8

주: 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

비제조업 부가가치는 농림어업, 광업, 건설업 부가가치의 합계

기초유분 생산량은 에틸렌, 부타디엔, 프로필렌, 벤젠, 톨루엔, 크실렌의 합계

## 수송 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>주요지표</b>											
비사업용 자동차 (백만대)	11	20	22	23	24	25	25	100	100	3.7	1.0
승용차	8	16	18	19	21	21	21	80	85	4.8	1.2
화물차	2	3	3	3	3	3	3	15	12	2.0	0.0
승합차	1	1	1	1	1	1	1	4	3	-3.5	-0.7
사업용 자동차 (백만대)	1	1	2	2	2	2	2	100	100	5.0	1.9
승용차	0	1	1	1	1	1	1	59	62	6.8	2.1
화물차	0	0	0	0	1	1	1	31	32	3.1	2.0
승합차	0	0	0	0	0	0	0	10	7	3.2	0.3
해운											
<b>에너지 수요</b>	31	40	43	44	45	46	46	100	100	1.8	0.5
휘발유	8	9	10	10	10	10	10	23	22	1.0	0.4
경유	13	18	20	22	22	22	22	45	49	2.1	0.8
중유	4	3	2	2	2	2	2	6	4	-3.0	-1.2
제트유	2	4	5	5	6	6	6	11	14	4.6	1.5
부탄	3	4	4	3	3	3	3	11	6	1.6	-1.8
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.1
도시가스	-	1	1	2	2	1	1	3	3	-	0.5
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6
신재생·기타	-	0	1	1	1	1	1	1	1	-	0.9
<b>수송 수단별 에너지수요</b>											
도로	24	33	35	36	37	37	37	81	81	2.2	0.5
철도	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-3.3	-0.8
항공	2	4	5	5	6	6	6	11	14	4.6	1.5
해운	5	3	3	3	2	2	2	7	5	-3.1	-1.2

주: 비사업용 자동차는 자가용과 관용의 합계  
항공은 자국적 항공기의 국내 및 국제 수송의 합계



## 가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
주요지표											
인구 (백만명)	47	51	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.0
형태별 주택(백만호)	11	15	16	17	18	19	19	100	100	2.2	0.9
단독	4	4	4	4	4	4	4	24	20	-0.6	0.1
아파트	5	9	10	11	11	12	12	60	63	3.9	1.0
공동주택	2	2	3	3	3	3	3	15	17	2.3	1.3
평균 주거 면적(m <sup>2</sup> )	86	77	76	76	75	75	74	-	-	-0.7	-0.1
에너지 지표											
소득당 에너지수요(toe/천원)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	-	-	-1.9	-0.6
면적당 에너지수요(toe/100m <sup>2</sup> )	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	-	-	-1.9	-0.6
인구당 에너지수요(toe/명)	0.46	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	-	-	-0.9	0.1
인구당 전력수요(MWh/명)	0.79	1.26	1.33	1.40	1.45	1.49	1.52	-	-	3.2	0.8
에너지 수요											
	21	20	21	21	21	21	21	100	100	-0.4	0.2
석탄	1	1	1	1	1	0	0	3	2	-0.4	-2.2
석유	9	3	2	2	2	1	1	16	6	-6.7	-3.6
도시가스	7	9	10	10	10	10	11	46	50	1.5	0.5
전력	3	5	6	6	7	7	7	27	32	3.7	0.8
지역난방	1	1	2	2	2	2	2	7	9	1.9	1.5
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3.0	0.8
용도별 에너지 수요											
난방/온수	18	14	14	13	13	13	13	68	60	-1.7	-0.3
취사	1	2	2	2	2	2	2	10	9	3.8	0.0
냉방	0	0	0	0	0	0	1	2	2	18.0	1.6
조명	0	1	1	1	1	1	1	5	4	5.7	-0.3
기타 가전기기	2	3	4	4	5	5	5	16	24	2.3	1.9

주: 단독주택은 건물에 대한 소유권은 하나인 주택으로 다중주택이나 다가구주택은 여러 세대가 함께 거주하는 주택이지만 세대별로 소유권이 구분되지 않기 때문에 단독주택으로 분류. 공동주택은 집합 건물로써 세대별로 소유권 이전 등기가 가능한 주택.

소득은 가구당 소득을 의미

용도별 에너지수요는 기본 설비와 보조 기기의 에너지수요

## 서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>주요 지표</b>											
서비스 산출액 (조원)*	677	1 287	1 513	1 760	1 985	2 202	2 422	-	-	4.4	2.6
상업용 건물 총면적(km <sup>2</sup> )	467	699	729	765	798	821	834	-	-	2.7	0.7
<b>에너지 수요</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.1</b>	<b>0.9</b>
석유	6	4	3	3	3	2	2	17	9	-3.0	-1.6
도시가스	2	4	4	5	5	5	5	16	20	4.3	1.7
전력	6	13	14	16	17	17	17	60	64	5.5	1.2
지역난방	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.6	0.6
신재생·기타	0	1	1	1	2	2	2	6	6	17.5	1.2
<b>부문별 에너지 수요</b>											
상업 서비스	11	16	18	19	20	21	21	76	78	2.7	1.0
공공 서비스	3	5	5	6	6	6	6	24	22	4.7	0.5

\* 도소매, 숙박음식, 운수보관, 교육서비스, 공공행정 및 국방, 기타서비스의 합계

## 석유 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
국제 벙커링	7	9	10	11	11	11	12	-	-	1.3	1.2
<b>총공급</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>117</b>	<b>118</b>	<b>119</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0.6</b>	<b>0.3</b>
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	1	-7.0	-5.1
최종소비	94	107	112	114	116	118	118	98	99	0.9	0.4
<b>제품별 석유 수요</b>											
휘발유	8	9	10	10	10	10	10	9	9	0.9	0.4
등유	10	2	2	1	1	1	1	2	1	-9.2	-3.6
경유	19	22	24	25	25	25	25	20	21	1.1	0.4
중유	20	6	6	4	4	4	4	6	3	-7.8	-2.1
제트유	3	5	5	6	6	6	7	4	6	4.3	1.3
프로판	5	4	4	4	3	4	4	4	3	-0.7	-0.5
부탄	4	5	4	4	4	4	4	5	3	1.6	-1.6
납사	29	50	55	57	58	60	60	46	51	3.7	0.7
기타 비에너지유	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4.0	0.2
<b>용도별 석유 수요</b>											
산업	48	62	66	68	69	70	71	57	60	1.7	0.6
(연료)	16	7	7	6	6	6	6	7	5	-5.3	-0.5
(원료)	32	55	59	61	63	64	65	50	55	3.7	0.7
수송	31	38	41	42	43	44	43	35	36	1.5	0.5
가정	9	3	2	2	2	1	1	3	1	-6.7	-3.6
서비스	6	4	3	3	3	2	2	3	2	-3.0	-1.6
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	1	-7.0	-5.1

## 석탄 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>총공급</b>	<b>43</b>	<b>85</b>	<b>93</b>	<b>101</b>	<b>98</b>	<b>96</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.7</b>	<b>0.1</b>
전환부문	23	51	56	63	60	59	50	59	57	5.4	0.0
최종소비부문	20	35	37	38	38	38	37	41	43	3.8	0.3
<b>제품별 석탄 수요</b>											
국내탄	2	1	1	1	1	0	0	1	0	-6.4	-2.9
수입무연탄	1	5	4	4	5	5	6	6	6	10.1	0.3
연료용 유연탄	27	54	60	67	64	63	55	63	63	4.7	0.1
원료용 유연탄	13	26	28	29	28	28	27	30	31	4.8	0.2
<b>용도별 석탄 수요</b>											
발전용	23	51	56	63	60	59	50	59	57	5.4	0.0
코크스 제조 및 고로용	13	26	28	29	28	28	27	30	31	4.8	0.2
킬른가열용	4	3	3	3	3	2	2	3	3	-1.3	-0.7
기타 산업용	3	6	5	6	6	7	8	7	9	4.8	1.3
연탄용	1	1	1	1	1	0	0	1	0	-0.4	-2.2

## 가스 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>총공급</b>	<b>19</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>51</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>5.7</b>	<b>0.6</b>
전환 부문*	7	22	19	16	15	17	21	50	42	8.1	-0.1
최종소비 부문	13	22	24	26	27	28	30	51	58	3.8	1.2
<b>제품별 소비</b>											
천연가스	6	21	19	16	15	17	21	49	42	9.3	-0.1
도시가스	13	23	25	27	28	30	31	53	60	3.9	1.1
<b>용도별 소비</b>											
발전용	6	19	16	13	12	14	18	44	35	8.4	-0.3
지역난방	1	2	3	3	3	3	3	5	6	10.0	1.4
산업	3	8	9	9	10	11	12	19	24	6.1	1.6
수송	-	1	1	2	2	1	1	3	3	-	0.5
가정	7	9	10	10	10	10	11	21	21	1.5	0.5
서비스	2	4	4	5	5	5	5	8	11	4.3	1.7

\* 자가소비 및 손실 포함

주: 천연가스 손실과 도시가스 손실 차로 인해 합계가 불일치할 수 있음

## 전력 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>발전설비 (GW)</b>	<b>48</b>	<b>98</b>	<b>130</b>	<b>140</b>	<b>148</b>	<b>146</b>	<b>139</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.8</b>	<b>1.4</b>
석탄	14	26	38	42	42	38	30	27	21	4.3	0.5
석유	5	9	12	9	9	9	9	9	7	4.1	0.2
가스	13	29	37	35	35	35	35	30	25	5.6	0.8
원자력	14	22	27	32	38	38	38	22	27	3.1	2.3
수력	3	6	6	7	7	7	7	7	5	4.9	0.0
대체	-	6	10	14	17	19	20	6	14	-	5.2
<b>총발전량(TWh)</b>	<b>266</b>	<b>528</b>	<b>574</b>	<b>624</b>	<b>663</b>	<b>691</b>	<b>709</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.7</b>	<b>1.2</b>
석탄	99	207	229	258	247	241	205	39	29	5.0	0.0
석유	19	31	36	30	32	33	32	6	5	3.4	0.1
가스	29	101	70	46	48	65	104	19	15	8.8	0.1
원자력	109	165	202	240	278	287	297	31	42	2.8	2.4
수력	6	6	7	7	7	7	7	1	1	0.2	0.8
대체	-	17	30	42	51	59	64	3	9	-	5.4
상용자가	5	1	1	1	0	0	0	0	0	-13.1	-1.3
<b>발전용 에너지 수요 (백만 toe)</b>	<b>64</b>	<b>109</b>	<b>121</b>	<b>133</b>	<b>138</b>	<b>140</b>	<b>138</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.7</b>	<b>0.9</b>
석탄	23	51	56	63	60	59	50	46	36	5.4	0.0
석유	6	2	2	0	0	0	0	2	0	-7.1	-7.6
가스	6	19	16	13	12	14	18	18	13	8.4	-0.3
수력	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0.9	0.8
원자력	27	35	43	51	59	61	63	32	45	1.6	2.4
신재생·기타	-	2	3	4	5	5	6	1	4	-	5.4
<b>전력 수요(TWh)</b>	<b>240</b>	<b>484</b>	<b>527</b>	<b>573</b>	<b>610</b>	<b>636</b>	<b>654</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.8</b>	<b>1.2</b>
산업	132	266	288	316	339	357	370	55	57	4.8	1.3
수송	2	2	3	3	3	3	3	0	0	0.6	0.6
가정	37	64	69	73	76	77	78	13	12	3.7	0.8
서비스	68	152	168	182	193	199	203	31	31	5.5	1.2

## 열에너지 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>열생산량</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.0</b>	<b>1.4</b>
발전폐열	1	1	1	1	1	1	1	66	66	1.7	1.4
지역난방	0	1	1	1	1	1	1	34	34	2.8	1.4
<b>지역난방용 에너지 수요</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>7.2</b>	<b>1.4</b>
석유	0	0	0	0	0	0	0	5	5	-6.0	1.4
가스	1	2	3	3	3	3	3	95	95	10.0	1.4
<b>지역난방 수요</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.2</b>	<b>1.4</b>
가정	1	1	2	2	2	2	2	87	89	1.9	1.5
서비스	0	0	0	0	0	0	0	13	11	5.6	0.6

## 신재생/기타 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
부문별 신재생에너지 수요	2	13	15	17	18	20	21	100	100	12.7	2.0
발전	-	2	3	4	5	5	6	12	28	n.a	5.4
산업	2	9	10	11	11	12	13	73	60	11.2	1.2
수송	-	0	1	1	1	1	1	3	3	n.a	0.9
가정	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3.0	0.8
서비스	0	1	1	1	2	2	2	9	8	17.5	1.2

주: 수력 포함, 양수는 제외



## 에너지 부문 온실가스 배출 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 tCO<sub>2</sub>eq)

	2000	2015	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2015	2040	00-15	15-40
<b>주요지표</b>											
에너지당 배출(톤/toe)	2.58	2.55	2.54	2.57	2.54	2.52	2.47	-	-	-0.1	-0.1
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.51	0.41	0.38	0.35	0.32	0.29	0.26	-	-	-1.4	-1.8
인구당 배출(톤/인)	8.91	12.00	12.40	12.73	12.54	12.62	12.41	-	-	2.0	0.1
<b>온실가스 배출</b>	<b>419</b>	<b>608</b>	<b>638</b>	<b>662</b>	<b>654</b>	<b>655</b>	<b>634</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.5</b>	<b>0.2</b>
석탄	162	322	350	379	368	362	330	53	52	4.7	0.1
석유	216	193	196	194	196	197	197	32	31	-0.8	0.1
천연가스	40	92	92	89	90	96	107	15	17	5.7	0.6
<b>부문별 온실가스 직접 배출</b>											
산업	148	204	213	218	220	224	227	34	36	2.2	0.4
수송	87	111	118	123	126	127	126	18	20	1.6	0.5
가정	43	32	31	30	29	29	28	5	4	-2.0	-0.5
서비스	20	17	17	18	18	18	18	3	3	-0.9	0.2
발전/열생산	120	243	258	273	261	258	235	40	37	4.8	-0.1

## 2. 에너지·온실가스 전망 방법론

### □ 장기 에너지 및 온실가스 전망 시스템(KEEI-EGMS)은 4개의 최종소비 부문과 1개의 전환 부문 모듈로 구성된 상향식 전망 시스템

- KEEI-EGMS (Energy Greenhouse gas Modelling System)은 20년 이상의 장기에 걸친 국가 에너지 수급 및 에너지 부문 온실가스 배출을 전망함
  - KEEI-EGMS는 장기간에 걸친 국가 단위의 최종에너지 및 일차에너지의 수요와 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출을 전망하며, 에너지 관련 국가 정책 및 수단의 변화, 기술 변화, 경제 상황의 변화, 소비 행태의 변화 등이 에너지 수요 및 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석함
- KEEI-EGMS는 에너지 서비스의 동질성, 대체 가능성, 기술 및 정책적 유의미성 등에 따라 수송, 산업, 가정, 서비스 부문 등 네 개의 최종소비 부문 모듈과 전환 부문 모듈로 구성됨
  - 각 부문 모듈은 부문 특성에 맞는 하부 모듈 또는 연산 루틴으로 짜여져 있으며, 외부에서 작성된 경제성장률, 업종별 산출액, 인구 및 가구, 냉난방도일 등 전제를 사용하여 전망함
  - 수송 부문 모듈은 사업용 및 비사업용으로 등록된 모든 수송 수단의 에너지 수요를 전망하며, 군용 차량 및 항공기, 선박 등은 제외함
  - 산업 부문 모듈은 광업, 제조업, 건설업에서 제품 생산 활동을 위해 사용되는 에너지 수요를 전망하며, 기업 보유 업무용 빌딩의 에너지 수요는 에너지통계 분류상 상업 부문에 포함됨
  - 가정 부문 모듈은 단독 및 공동 주거 형태의 주택에서 생활을 유지하기 위해 소비하는 에너지를 전망함
  - 서비스 부문 모듈은 서비스업에 해당하는 업종 및 대형 건물 등에서 사용하는 에너지 수요와 공공 서비스를 제공하는 부문 그리고 농림업과 어업의 에너지 수요 전망을 담당함
  - 전환 부문 모듈은 전력 및 열 생산을 위한 투입 연료와 다른 에너지의 전환 흐름을 추적하고 이와 관련된 연료 사용을 전망함
- 에너지 전망은 에너지의 공급 및 소비 흐름의 역순을 따라 전망함
  - 최종소비 부문은 최종소비자들의 수단별, 용도별, 에너지원별 최종에너지 수요를 결정하며, 전환 부문은 최종소비 부문에서 전망된 석유제품, 석탄제품, 전력, 열에너지, 도시가스를 생산하는데 투입되는 연료 및 원료를 계산함
  - 일차에너지 수요는 최종에너지와 전환 순 투입, 자가소비, 유통손실의 합계로 계산하며, 일차에너지 공급, 즉 에너지의 국내 생산과 수출입은 공급 제약이 없는 것으로 가정하고 과거 실적과 일차에너지 수요에 의해 결정됨

□ 최종에너지 수요는 에너지서비스의 수요와 에너지 효율에 의해 결정되며, 전환 부문은 총 생산량, 설비 비중, 생산 효율에 따라 에너지원별 투입량을 결정

- 에너지서비스 수요를 충족시키기 위해 필요한 연료, 열, 전기의 양이 에너지 수요가 되며, 에너지원 간 대체성 및 가격경쟁력 등을 고려한 에너지 상대지수에 의해 최종에너지 수요를 결정함
  - 최종에너지 수요 = 에너지서비스 × 에너지원단위 × 에너지상대지수
  - 에너지원단위는 단위 에너지서비스당 에너지 소비로 정의되는데, 에너지원단위의 변화는 장기 추세인 에너지 효율의 변화와 에너지 효율의 수렴 속도에 의해 추정됨
  - 에너지 효율은 재고조정모형과 확률변경분석 등 다양한 분석 방법을 결합한 효율추정모형을 이용하여 전망함
- 전환 투입 에너지는 각 설비별 생산량과 설비의 생산 효율에 의해 결정됨
  - 투입 에너지 = 총 생산량 × 설비 비중 × 생산 효율
  - 설비별 생산량은 최종소비 부문에서 요구하는 에너지 수요량을 충족시키기 위한 총 생산량과 설비 계획 등에 따른 설비 비중으로 결정됨
  - 설비 비중은 정부의 설비 계획에 따라 사전적으로 정해지기도 하고 최종에너지 수요량 및 기타 조건 등에 의해 전망 과정 중에 결정되기도 하는데, 발전 설비의 경우 특히 정부의 전력수급기본계획에 나오는 설비 계획을 반영함
  - 생산 효율은 설비의 가동률과 전환 효율을 포함한 개념으로 에너지 수요, 연료 가격, 기술 수준 등에 따라 변동함

□ 장기 에너지 전망은 기준 시나리오와 비교 시나리오로 구분

- 기준 시나리오는 현재의 정책, 지침, 규제 등이 향후에도 유지되며 과거에서 현재까지의 기술 및 에너지 사용 방식, 생활 형태의 변화 추세가 전망 기간 중 지속된다는 가정을 바탕으로 전망 결과를 도출함
  - 즉, 전망 작업 시점에 시행 중이거나 시행 예정인 정책이 특별한 일몰 기한이 없는 한 전망 기간 유지되며, 기존의 정책 및 규제가 초래한 기술 및 에너지 사용 행태의 변화는 향후에도 지속되고 나아가 전세계적인 정책 강화나 기술 발전으로 국내 기술 발전도 지속된다는 의미를 포함함
- 비교 시나리오는 정책, 기술, 경제 등 에너지 수요 외적인 요인들의 변화가 에너지 수요에 미치는 영향에 대해서 특정 가정을 설정하여 분석한 결과로 일반적으로는 특정 가정으로 인한 부분 효과를 비교하는데 목적이 있으며, 대표적인 시나리오는 고성장 시나리오와 저성장 시나리오가 있음

### 3. 참고문헌

- 국토교통부 (2016), “2015년 도로교통량통계연보”, 국토교통부.
- 국회예산정책처 (2015년 9월), “2016년 및 중기 경제전망”.
- 김상우, 허가형 (2016), “미세먼지 관리 특별대책의 현황 및 개선과제 -수송 및 발전부문을 중심으로”, 국회예산정책처.
- 김성균 (2014), “산업에너지 부문 온실가스 인벤토리 작성 및 품질 개선”, 에너지경제연구원.
- 김정수, 이주형 (2004년 2월), 가구특성에 따른 주택선택형태에 관한 연구, “국토계획”.
- 김철현 (2016년 8월), 올해 석탄 발전은 감소, 신규 발전소 진입이 집중된 2017년 이후가 문제, “에너지수급브리프”.
- \_\_\_\_\_ (2016년 12월), 주택용 누진제 개편의 국내 전력 수급 영향, “에너지수급브리프”.
- 김철현, 박광수 (2015), “국내 전력소비 패턴의 구조적 변화 및 변화요인 분석”, 에너지경제연구원.
- 대외경제정책연구원 (2016년 5월 13일), 중국의 공급과잉해소 정책 추진 현황 및 전망, “KIEP 북경사무소 브리핑”, 대외경제정책연구원.
- 대한민국국회 (2013), 신에너지 및 재생에너지 개발,이용,보급 촉진법.
- 대한민국정부 (2016년 6월), 미세먼지 관리 특별 대책.
- 박명덕, 이상열 (2015), “산업용 도시가스 수요변화 요인분석”, 에너지경제연구원.
- 박영숙 (2013), “유엔미래보고서 2040”, 교보문고.
- 산업연구원 (2015), “2016년 경제산업 전망 - 거시경제와 산업별 전망.”
- 산업통상자원부 (2015a), “2013-2014 산업통상자원백서”, 산업통상자원부 기획재정담당관.
- \_\_\_\_\_ (2015b), “2014년도 에너지총조사.”
- \_\_\_\_\_ (2015c), 제7차 전력수급기본계획 (2015~2029).
- \_\_\_\_\_ (2015d), 제12차 장기천연가스수급계획.
- \_\_\_\_\_ (2016년 7월 6일), 30년 이상 노후 석탄발전 10기 폐지.
- \_\_\_\_\_ (2016), “에너지신산업”. <http://www.energynewbiz.or.kr/main>에서 검색된 날짜: 2016년 3월 2일
- 신석하, 황수경, 이준상, 김성태 (2013), “한국의 장기 거시경제변수 전망”, 한국개발연구원.
- 안순일, 하경자, 서경환, 예상옥, 민승기, 허창희 (2011), 한반도 기후변화의 추세와 원인 고찰, Climate Change Research.
- 에너지경제연구원 (2016a), KEEI 에너지수급동향.
- \_\_\_\_\_ (2016b), KEEI 에너지수급브리프.
- \_\_\_\_\_ (2016c), “KEEI 에너지수요전망”, 17권 제3호.
- \_\_\_\_\_ (2016d), “KEEI 에너지통계월보”.
- 온실가스종합정보센터 (2016), “2016 국가 온실가스 인벤토리 보고서.”
- 유신재 (2015), “글로벌 EV전기차 동향 및 배터리 SCM 분석”, SNE리서치.
- 이진면, 민성환, 정윤선, 김바우, 김재진, 이용호, 한정민 (2012), “고령화를 고려한 중장기 산업구조 전망”, 산업연구원.
- 최도영, 박찬국, 김수일 (2012), “전기자동차 보급의 에너지수급 영향 분석”, 에너지경제연구원.

통계청 (2011a), 2010 인구주택총조사.

\_\_\_\_\_ (2011b), “장래인구추계 (2010~2060).”

\_\_\_\_\_ (2015), 가계동향조사.

\_\_\_\_\_ (2016), “국가통계포털”, <http://kosis.kr/>에서 검색됨

한국개발연구원 (2016), “KDI 경제전망, 2016 하반기.”

한국도시가스협회 (2016), “도시가스사업편람”, 한국도시가스협회.

한국석유공사 (2016), “주간국제유가동향”, 페이지: <http://www.petronet.co.kr/main2.jsp>.

한국석유화학협회 (2015년 7월), “월간 석유화학 산업동향 보고서”.

한국은행 (2015년 7월), “인플레이션 보고서”.

한국자동차환경협회 (2015), “전기자동차 보급에 따른 신규 사업 확대를 위한 연구 보고서”, 한국자동차환경협회.

한국전력공사 (2015년 8월), 발전설비용량(에너지원별), “전력통계속보”, 페이지: 46.

현대경제연구원 (2016), 국내 잠재성장률 추이 및 전망, “새로운 경제시스템 창출을 위한 경제주평”, 16(3).

\_\_\_\_\_ (2016년 11월 10일), 트럼프 당선이 한국 경제에 미치는 영향, 현대경제연구원.

Bloomberg (2016년 11월), Q4 2016 Global Electrified Transport Market Outlook.

Clarkson (2016년 9월), Shipping Review and Outlook.

Climate Action Tracker (2015년 7월 2일), “South Korea.” <http://climateactiontracker.org/countries/southkorea.html>.

EIA (2014), “Price elasticities for energy use in buildings of the United States.”

EIU (2016), “World commodity forecast: Liquefied natural gas.”

Green, F., Stern, N. (2015), China’s “New Normal”: Structural Change, Better Growth, and Peak Emissions, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.

IEA (2013), “Global EV Outlook, Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020”, Paris: IEA Publications.

\_\_\_\_ (2015a), “2015 CO2 Emissions from Fuel Combustion”, Paris: IEA Publications.

\_\_\_\_ (2015b), “Energy and Climate Change”, Paris: IEA Publications.

\_\_\_\_ (2015c), “World Energy Outlook 2015”, Paris: IEA Publications.

\_\_\_\_ (2016a), “2016 CO2 Emissions from Fuel Combustion”, Paris: IEA Publications.

\_\_\_\_ (2016b), “Global EV Outlook 2016: Beyond one million electric cars”, Paris: IEA Publications.

\_\_\_\_ (2016c), “Oil Medium-Term Market Report 2016”, Paris: IEA Publications.

\_\_\_\_ (2016d), “Technology Roadmap: Hydrogen and Fuel Cells”, Paris: IEA Publications.

IEEJ (2016년 2월 12일), “Analysis for Efficient Use of Electricity in Elderly Households”

IMF (2016년 10월), World Economic Outlook database.

## KEEI 2016 장기 에너지 전망

---

2016년 12월 일 인쇄

2016년 12월 일 발행

---

발행인 박 주 현

---

발행처 **에너지경제연구원**

44543 울산광역시 중구 중가로 405-11

전화: (052)714-2114(代)

팩시밀리: (052)714-2026

---

등 록 1992년 12월 7일 제7호

---

인 쇄 디자인 범신 (052)245-8737

---

© 에너지경제연구원 2016

---

# KEEI

## 2016 LONG-TERM ENERGY OUTLOOK



에너지경제연구원  
Korea Energy Economics Institute

(44543) 울산광역시 중구 종가로 405-11(성안동)  
Tel. 052)714-2114 Fax. 052)714-2028  
E-mail. EnergyOutlook@keei.re.kr  
<http://www.keei.re.kr>

