

KEEI 2023 장기 에너지 전망

2023 Long-Term Energy Outlook

KEEI 2023 장기 에너지 전망

2023 Long-Term Energy Outlook

『KEEI 2023 장기 에너지 전망』은 에너지경제연구원의 에너지·경제·환경 전망 시스템(STEM, System of Three E-Models)을 이용하여 국내 및 국제 에너지 수급 동향을 분석하고 2050년까지의 우리나라 에너지 수급을 전망한 보고서이다. 2023년 전망은 최근의 에너지 수급 변화를 심도 있게 분석하여 각종 에너지 수급 지표를 전망함으로써 국가 에너지 수급 정책 방향 설정 및 조정에 기여하고자 진행되었다.

『KEEI 2023 장기 에너지 전망』의 기준 시나리오는 우리나라 인구·경제·사회의 변화에 대한 기본 전제를 바탕으로, 현행 정책, 지침 및 규제만이 아니라 시행이 예정된 정책 수단이 도입되고 이를 반영하여 에너지 기술과 소비 행태의 변화가 더욱 강화된다는 가정 하에 에너지 수급 경로를 도출한다. 또한 시스템의 불완전성과 미래 예측의 불확실성을 보완하기 위해 다양한 경제 성장 시나리오 및 기술, 정책 시나리오를 이용하여 에너지 수요 및 온실가스 배출 전망을 수행한다.

보고서 작성을 위해 사용된 에너지·경제·환경 전망 시스템은 현실의 복잡한 에너지 수급 구조를 단순화한 전망 시스템으로, 전망 결과는 시스템에 사용하고 있는 자료, 방법론, 모형 구조, 전망 전제 등에 따라 민감하게 변할 수 있다. 에너지경제연구원은 보다 객관적이고 신뢰성 있는 전망 결과를 제공하고자 자료와 시스템을 지속적으로 보완·개선하고 있으나, 전망 결과가 미래에 대한 완전한 정보를 제공하는 것이 아니므로 보고서가 제공하는 수치 및 내용은 관련 정책 수립 및 의사결정을 위한 참고 자료로 한정해서 사용할 필요가 있다.

본 보고서는 에너지경제연구원 에너지수급전망연구실과 에너지수요분석연구실이 에너지수급통계연구실 및 다른 정책 연구 부서와 협력하여 작성한다. 김지호 선임연구위원(경제, 종합)과 강병욱 연구위원(전환)이 작성 총괄을 담당하고, 김철현 선임연구위원(산업, 석탄), 김성균 연구위원(수송, 석유), 추다해 부연구위원(가정), 허윤지 부연구위원(서비스, 가스)이 분석과 작성에 참여하였으며, 변정현 전문원이 연구를 지원하였다. 또한 김수일 선임연구위원이 분석 결과와 보고서를 감수하였으며, 다수의 관련 전문가들이 연구 결과를 검토하고 자문하여 연구의 수준을 높이는데 기여하였다.

제목 차례

주요 결과 요약	1
제1장 2023 장기 에너지 전망의 개요	5
1. '2023 장기 에너지 전망'의 시나리오 및 주요 전제	7
2. 에너지 전망 주요 결과	17
제2장 부문별 전망 결과	27
1. 산업 부문	29
2. 수송 부문	39
3. 가정 부문	47
4. 서비스 부문	54
5. 발전/열생산 부문	61
6. 석탄	71
7. 석유	76
8. 가스	81
부록	87
1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과 - 기준 시나리오	89
2. 주요 지표 및 에너지 전망 결과 - 저성장 시나리오	104
참고문헌	119

그림 차례

그림 1.1	인구 구조 및 고령인구 비율 변화	9
그림 1.2	통계청 (2021)과 통계청 (2023) 간 인구 구조 비교	10
그림 1.3	가구 구조 및 1인 가구 비율 변화	11
그림 1.4	시나리오별 국내총생산 및 경제성장률 추이	12
그림 1.5	주요 업종별 부가가치 증가율 및 비중 변화(2022~2050)	13
그림 1.6	연평균 기온과 10년 구간 평균 냉·난방도일	14
그림 1.7	원유, 천연가스, 석탄 도입 가격 전망	16
그림 1.8	총에너지 소비 및 에너지 부문 온실가스 배출 전망	18
그림 1.9	부문별 배출량 목표	19
그림 1.10	최종소비와 온실가스 배출	21
그림 1.11	최종소비 부문별 에너지 수요 변화	22
그림 1.12	최종소비 부문의 에너지원단위 개선 추이	23
그림 1.13	최종소비 에너지 상품별 비중	24
그림 1.14	발전/열생산 부문 에너지 수요와 온실가스 배출 변화	25
그림 2.1	2001~2022년 GDP, 산업 부문 산출액, 산업 부문 에너지 소비 증가율	29
그림 2.2	주요 업종별 에너지원단위(산출액 기준) 지수 변화 추이	30
그림 2.3	2000~2022년 업종별 부가가치(좌) 및 에너지 소비(우) 추이	31
그림 2.4	원료용을 포함한 경우(좌)와 제외한 경우(우) 산업 부문 에너지 상품별 소비 비중	32
그림 2.5	기준 시나리오의 산업 부문 에너지 수요와 온실가스 직접 배출 전망	33
그림 2.6	2022~2050년 산업 부문 업종별 에너지 수요 및 온실가스 배출 기여율	35
그림 2.7	유형별 글로벌 철강제조 공정 변화 전망	36
그림 2.8	2022년대비 2050년 주요 업종별 에너지 믹스(비중) 변화	38
그림 2.9	수송 부문 에너지 소비 및 자동차 대수 증가율과 국제유가 추이	39
그림 2.10	수송 부문 에너지 수요와 증가율 추이	40
그림 2.11	수송 부문 원별 에너지 수요와 국제유가	41
그림 2.12	기술별 자동차 보급과 증가율 추이	42
그림 2.13	전기차와 휘발유·하이브리드차의 월별 등록대수 증가분 비교*	43
그림 2.14	여객과 화물 수요 전망	44
그림 2.15	수송 연료별 비중 및 수요	45

그림 2.16	수송 부문별 연료별 온실가스 배출 전망	46
그림 2.17	냉·난방도일과 가정 부문 가스 및 전기 소비의 연간 변화율 (%)	47
그림 2.18	가정 부문 에너지 소비의 에너지 상품별 비중 변화 (2018년과 2022년)	48
그림 2.19	가정 부문 에너지 수요, 가구당 수요, 일인당 수요 전망	49
그림 2.20	가정 부문 에너지 상품별 수요와 온실가스 전망	50
그림 2.21	가정 부문 에너지 상품별 수요 증감 비교	50
그림 2.22	가정 부문 용도별 에너지 수요 비중 변화	52
그림 2.23	서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 추이	55
그림 2.24	서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 전망	56
그림 2.25	서비스 부문 주요 업종별 산출액의 2022년 비중과 2022~2050년 연평균 증가율	57
그림 2.26	2022~2050년 서비스 부문 주요 업종별 산출액과 에너지 수요의 연평균 증가율	58
그림 2.27	서비스 부문 에너지 상품별 수요 추이 및 전망	59
그림 2.28	최종소비 부문별 전기 판매 증가	61
그림 2.29	전망 기간 경제성장률과 전기 판매 증가율	63
그림 2.30	부문별 전기 판매 비중 변화 추이	64
그림 2.31	정책 기조 변화에 따른 원전 설비용량 변화	65
그림 2.32	에너지원별 발전 설비용량 추이	66
그림 2.33	2022, 2030, 2050년의 에너지원별 발전 비중	69
그림 2.34	발전 부문 온실가스 배출 감축 기여 비교	70
그림 2.35	2000~2022년 용도별 석탄 소비 추이	71
그림 2.36	석탄 발전 설비 용량 변화 추이 및 전망	72
그림 2.37	부문별 석탄 수요 전망	74
그림 2.38	주요 업종별 석탄 수요 전망	75
그림 2.39	석유정제 설비 용량, 원유 수입, 석유제품 생산 추이	76
그림 2.40	석유제품 최종소비와 국제 원유가격(두바이) 추이	77
그림 2.41	부문별 석유제품 수요 및 증가율 추이	78
그림 2.42	석유제품별 최종소비 비중 변화	80
그림 2.43	기준 시나리오(REF)의 용도별 가스 소비 및 비중 전망	84
그림 2.44	기준 시나리오(REF)의 주요 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망	85
그림 2.45	기준 시나리오(REF)에서 최종소비 부문 가스 수요 전망	86

글상자 차례

글상자 1.1	2021년 장래인구추계와 2023년 장래인구추계의 비교	10
글상자 1.2	제1차 탄소중립 기본계획 및 COP28 논의 동향	19
글상자 2.1	철강제조 공정 변화와 에너지수요에의 불확실성	36
글상자 2.2	전기 자동차(electric vehicle) 보급 속도의 둔화	43
글상자 2.3	분산에너지 활성화 특별법과 건물의 에너지 수요	52
글상자 2.4	수도권 송전 제약과 발전 믹스 변화	67

주요 결과 요약

□ 전 세계적으로 에너지 부문이 변화와 위기를 경험하고 있는 가운데 우리나라 장기 에너지 수급의 기준 시나리오 분석

최근 몇 년간 에너지 부문은 코로나19, 러시아-우크라이나 전쟁 등으로 인해 전 세계적인 변화와 위기를 경험하였다. 대폭 확대된 에너지 가격 변동성의 영향을 완화하고 미래의 취약성을 대비하기 위해 주요국을 중심으로 에너지 안보를 강화하는 움직임이 두드러졌다. 그러나 2015년 파리 협정 이후 에너지 부문의 변화를 추동하였던 온실가스 감축 노력의 영향은 전 세계적인 고금리 및 저성장 기조로 다소 주춤한 기세를 보였다. 재생에너지 부문의 투자는 증가세를 보이고 있음에도 불구하고, 화석 연료의 수요는 신흥 시장에서의 경제활동 증가에 힘입어 코로나19 대유행 이전 수준을 회복하였다 (IEA, 2023). EU의 회원국 대부분은 2030년까지의 연간 에너지 효율 개선 목표를 준수하지 못하였으며 (Euractiv, 2023), 영국은 실용적("pragmatic") 온실가스 감축 정책의 기초 하에 내연기관 자동차의 신규 판매 금지 조치를 연기하였다 (BBC, 2023). 전기차 보급은 여전히 빠르게 증가하고 있으나 증가세는 다소 둔화되었다 (BNEF, 2024). 그럼에도, 온실가스 감축을 위한 전지구적 노력이 필요하다는 방향성은 흔들리지 않았다. 2023년 12월 개최된 제28차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP28)는 기후변화 협상 최초로 모든 당사국이 화석연료로부터의 전환 필요성에 합의하였으며, 파리협정 목표 달성을 위해서는 지구적 차원에서 재생에너지 설비용량 3 배 증설, 에너지 효율 2 배 향상, 무배출/저배출 기술 가속화, 수송 부문 감축 가속화 등의 필요하다는 내용을 채택하였다. 우리나라도 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(약칭: 탄소중립기본법)」에 따라 2023년 4월 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」(관계부처 합동, 2023)을 발표하였다.

“2023 장기 에너지 전망”은 이처럼 급변하는 여건 속에서 우리나라의 장기적 에너지 수급 변화의 경로를 제시하고자 진행되었다. “2023 장기 에너지 전망”에서는 기준 시나리오(REF, Reference scenario)를 중심으로 2050년까지의 에너지 수급을 전망한다. REF는 우리나라의 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 분석한다. REF는 정책 변화 이전의 가상의 기준선(baseline) 역할을 하는 시나리오로, 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」(관계부처 합동, 2023)에 제시된 2030년까지의 목표나 「2050 탄소중립 시나리오안」(관계부처 합동, 2021)에 제시된 2050년 목표를 달성하기 위해서 요구되는 추가적 노력을 가늠하는데 활용될 수 있다.

“2023 장기 에너지 전망”은 인구와 경제 성장을 비롯한 다양한 전제를 사용한다. 우선, 우리나라 인구는 2020년에 5,184만 명에서 정점을 기록한 이후 지속적으로 감소하여 2050년에 4,736만 명까지 축소될 전망이다 (통계청, 2021). 출산을 저하와 기대수명 증가로 생산가능인구는 빠르게 감소하는 반면 고령인구가 빠르게 증가한다. 인구 감소와 총요소생산성 하락으로 성장률이 크게 둔화되면서 우리나라의 국내총생산(GDP)은 2022~2050년 연평균 1.2% 증가에 그칠 전망이다. 생산 부문은 보건·사회복지, 정보·통신 등을 중심으로 서비스 부문이 빠르게 성장하며, 제조업 내에서는 전통 화학제품 및 수소 수요의 증가로 화학 및 석유화학이 빠르게 성장한다. 반도체, 디스플레이 등을 포함하고 있는 기계류도 제조업의 성장에 기여한다. 에너지 도입가격은 IEA “World Energy Outlook 2023 (IEA, 2023)”의 국제 에너지 가격 전망에 따라 최근의 단기적 충격에서 빠르게 장기 추세로 복귀하여 하향 안정화될 전망이다. 한편, 우리나라의 장기 기온 추세는 IPCC (2021)에서 발표된 SSP(Shared Socioeconomic Pathways) 시나리오의 SSP2-4.5에 따라 변하는 것을 가정하고 있다.

□ 경제성장을 둔화 및 에너지원단위 개선으로 인해 에너지 수요는 2040년 초반 감소세 전환

현재 시행되고 있는 정책과 도입이 예정된 정책들 수준으로 미래에도 에너지 정책이 강화될 경우(기준 시나리오, REF), 2022년에서 2050년까지 우리나라 국내총생산이 40.9% 증가하는 동안 총에너지 수요는 지속적인 에너지 효율 향상으로 인해 2040년 초에 정점을 기록한 후 하락세로 전환되어 2050년에는 2022년 대비 3.8% 증가한다. 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출은 2022년 563.1 백만톤-CO₂eq에서 2050년 413.8 백만톤-CO₂eq로 감소한다. 온실가스 배출 감소는 총에너지 수요 증가의 둔화, 재생에너지 보급 확대 그리고 석탄 기력 발전 감소의 영향이 크다. 이는 ‘제10차 전력수급기본계획(이하 제10차 전기본)’ (산업통상자원부, 2023)에서 수명 30년이 넘는 석탄 화력발전소에 대해 연료를 전환하거나 폐지하는 원칙이 적용되기 때문이다. 에너지 수요, 온실가스 배출의 탈동조화는 이전 시기보다 빠르게 진행되나, REF의 온실가스 배출은 ‘탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획(이하 제1차 탄소중립 기본계획)’ (관계부처 합동, 2023)이나 ‘2050 탄소중립 시나리오안’ (관계부처 합동, 2021)에서 설정한 2030년과 2050년의 온실가스 배출 목표에 비하면 여전히 높은 배출 수준을 보이고 있다.

최종소비 부문의 에너지 수요는 2022년 222.8 백만toe에서 2030년대 후반 약 240 백만toe까지 증가 후 하락세로 전환되어 2050년에는 228.7 백만toe로 현재와 거의 같은 수준을 유지할 전망이다. 최종소비 부문의 에너지 수요의 증가는 대부분 산업과 서비스의 생산활동 증가에 따라 발생하나, 증가세는 에너지 효율 개선에 따라 억제될 전망이다. 산업 부문의 부가가치는 2022년에서 2050년 사이 18.3% 증가하는데 에너지 수요는 12.6% 증가에 그친다. 동 기간 서비스 부문의 부가가치는 55.0% 증가하는데 에너지 수요는 31.4% 증가에 그친다. 수송 부

문은 내연기관 자동차가 전기 자동차로 대체되면서 에너지 수요가 2022년에서 2050년 사이 45.3 % 감소한다. 가정 부문의 에너지 수요는 인구 감소와 에너지 효율 향상으로 인해 동 기간 11.6 % 감소한다.

최종소비 부문의 온실가스 배출은 에너지 효율 개선과 에너지 상품의 구성 변화로 인해 2022년 344.9 백만톤-CO₂eq에서 2050년 285.7 백만톤-CO₂eq으로 줄어듦 전망이다. REF에서도 2022년 최종소비 부문 에너지 소비의 47.9 %를 차지하는 석유가 2050년에는 39.9 %로 감소하고 석탄은 13.5 %에서 11.7 %로 축소된다. 2022년 최종소비 부문 에너지 소비의 21.2 %를 차지하는 전기는 2050년 26.1 %로 증가하고 가스는 12.8 %에서 14.3 %로 확대된다. 신재생에너지의 비중은 재생에너지 소비의 증가 및 재생에너지 기반 자가발전 증가에 힘입어 2050년 6.5 %까지 상승한다. 그러나 REF에서 가정한 정책과 기술의 변화만으로 2030년 NDC 및 2050년 탄소중립 목표를 달성하지 못할 것으로 분석되어, 온실가스 감축목표 달성을 위해서는 추가적인 에너지 효율의 향상과 더불어 전기 및 신재생에너지 소비 비중의 확대가 필요할 것으로 예상된다.

□ 발전믹스의 저탄소화로 인해 에너지 소비와 온실가스 배출은 탈동조화 되나, 전력수요 증가세가 관건

“2023 장기 에너지 전망”은 ‘제10차 전력수급기본계획(이하 제10차 전기본)’(산업통상자원부, 2023)의 발전설비 구성의 기초를 준용하여 수명 30 년이 넘는 석탄 화력발전에 대한 연료 전환 또는 폐지하고, 원자력 발전의 계속운전(10 년, 1 회 연장) 과 신규 건설을 반영하였다. 다만 “2023 장기 에너지 전망”과 ‘제10차 전기본’ 간 전기 수요에 대한 전망 차이로 인해 발전량 전망이 달라지며, 발전량 전망 차이에서 비롯되는 설비 차이는 가스 발전이 주로 흡수하고 나머지는 신재생에너지가 흡수한다. 이러한 결과로 2022년에서 2050년 사이 석탄 발전량 비중은 32.8 %에서 4.8 %로 감소, 원자력 발전량 비중은 29.7 %에서 18.2 %로 감소, 신재생에너지 발전량 비중은 8.2 %에서 33.7 %로 증가, 가스 발전의 비중은 2022년 27.8 %에서 2050년 42.1 %로 증가할 전망이다.

발전/열생산 부문의 온실가스 배출은 2022년 218.1 백만톤-CO₂eq에서 감소하여 2030년 185.0 백만톤-CO₂eq, 2050년 128.2 백만톤-CO₂eq까지 하락할 전망이다. 그러나 REF에서는 ‘제10차 전기본’ 및 ‘탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획’의 2030년 발전/열생산 부문 온실가스 감축목표를 달성하지 못할 것으로 예상된다. ‘제10차 전기본’의 발전설비 구성 기초를 준용하였음에도 불구하고 온실가스 감축목표를 달성하지 못하는 이유는 주로 전기 수요에서 비롯된다. ‘제10차 전기본’은 수요관리 목표를 반영한 목표수요를 전제로 발전믹스의

저탄소화를 적용하여 온실가스 감축목표를 제시하였다. “2023 장기 에너지 전망”의 전기 수요는 REF에서의 수요관리 노력만 반영하였기 때문에 ‘제10차 전기본’의 목표수요에 비해 높은 편이다. 이는 발전/열생산 부문의 온실가스 감축을 위해서는 발전설비 구성의 저탄소화 뿐만 아니라 전기 수요의 효율화도 중요함을 시사한다. 한편, 우리나라가 IEA의 제언처럼 최종소비 부문의 온실가스 배출을 줄이기 위한 주요한 수단으로 전기화를 추진한다면, 효율화 노력에도 불구하고 전기 수요가 증가할 수 있어 전기화, 수요의 효율화, 발전 부문의 저탄소화를 복합적으로 고려한 정책적 접근이 필요할 것이다.

제1장 2023 장기 에너지 전망의 개요

1. '2023 장기 에너지 전망'의 시나리오 및 주요 전제

1.1. 시나리오

□ 기준 시나리오와 저성장 시나리오

“2023 장기 에너지 전망”은 기준 시나리오(REF, REFerence scenario)와 저성장 시나리오(LEG, Low Economic Growth scenario)에 대한 전망 결과를 제시한다. 여기서 시나리오는 미래에 벌어질 일을 정확히 맞추기 위한 예측(forecast 또는 prediction)이 아니라 정책과 기술에 대한 가정에 따라 달라질 미래의 모습을 묘사하는 전망(outlook 또는 projection)을 의미한다. 전제와 가정이 변하면 다른 시나리오가 된다. REF는 우리나라의 인구, 경제 성장, 산업 구조, 에너지 가격, 기온에 대한 외부 전제를 바탕으로 에너지 기술이 과거와 비슷한 수준으로 앞으로 도 꾸준히 발전하고 현재 시행하고 있거나 시행이 확정된 정책 및 규제가 유지된다고 가정할 때 예상되는 에너지 소비 및 공급의 장기적인 변화 경로이다. REF의 정의는 “2022 장기 에너지 전망”의 REF 정의와 동일하며, IEA(International Energy Agency)의 “World Energy Outlook”에서 채택한 기준 시나리오인 STEPS(Stated Policy Scenario)¹와 비슷한 개념이다.

한편, “2023 장기 에너지 전망”은 REF 외에도 LEG에 대한 전망 결과를 제시한다. REF는 한국개발연구원(KDI, Korea Development Institute)의 경제성장률 전망 (KDI, 2023)을 전제로 사용하는 반면, LEG는 한국은행의 경제성장률 전망 (조태형, 2023) 중에서 낮은 생산성 시나리오로 도출된 경제성장률 전망을 전제로 사용한다. LEG 분석 결과는 개요에서 간단히 설명하며, 부문 및 에너지 상품별 전망 결과는 REF 분석 결과를 중심으로 기술한다.

□ 기준 시나리오는 국가 온실가스 감축목표를 미반영

REF는 주요 정책 수단의 변화가 발생할 때 에너지 수급 및 온실가스 배출의 변화 방향과 정도를 가늠하기 위해 정책 변화 이전의 가상의 기준선(baseline) 역할을 한다. 본 전망에서 사용하는 REF는 아직 시행되지 않았지만 구체적인 수단이 마련된 정책까지 ‘현재 정책’으로 포함하고 있다. 이는 REF가 선언적 성격의 정부 목표는 포함하지 않지만 REF에서도 에너지 수요와 온실가스 배출 감축을 위한 노력이 지속된다는 것을 의미한다.

¹ IEA의 STEPS는 ‘현재 정책’의 범위에 대한 검토에 기초하여 에너지 시스템의 일반적 변화와 방향을 제시하는 시나리오로 현재 시행 중이거나 발표된 정책 및 조치에 대한 부문별 세부 검토를 반영한다. STEPS는 각국의 정부가 제시한 에너지 또는 기후 목표를 무차별적으로 반영하지 않으며 50%의 확률로 지구 온도가 2100년에 2.4 상승하는 경로와 연관된다.

“2023 장기 에너지 전망”의 REF가 가정하는 ‘현재 정책’의 개념을 조금 더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 국가 에너지 수급 구조에 특히 영향을 미치는 발전 설비에 대해서는 2023년 1월 발표된 ‘제10차 전력수급기본계획’에서 밝힌 2036년까지의 발전 설비 건설 및 폐지 일정을 반영한다. 비록 본 보고서를 작성 중인 현재 시점에 정부에서 ‘제11차 전력수급기본계획’의 수립을 진행하고 있다는 것이 알려져 있지만, 해당 계획의 내용이 발표되지 않았기 때문에 ‘제10차 전력수급기본계획’을 ‘현재 정책’으로 간주한다. 반면, 2023년 4월 발표된 ‘국가 탄소중립 녹색성장 기본계획’의 수정 NDC(Nationally Determined Contributions) 등 중장기 감축목표는 REF에 포함하지 않는다. 또한 2023년 4월부터 시작된 ‘2023년 탄소중립산업핵심기술개발사업’, 2023년 5월 발표된 ‘한국형 탄소중립 100대 핵심기술’ 등 정부가 탄소중립 추진을 위해 발표한 기술 개발 계획에 포함된 새로운 감축 기술의 도입 효과도 ‘현재 정책’에 반영하지 않는다. 이는 기술 개발의 성공 여부가 정책에 포함되지 않기 때문이다. 또한, 이러한 기술이 계획에서 제시된 일정에 따라 확보 및 상용화된다고 하더라도 해당 기술이 시장에서 확산되기 위해서는 경제성이 확보되어야 하는데, 현 시점에서는 미래의 온실가스 감축기술의 경제성에 대한 정보뿐만 아니라 이들 기술의 경제성 확보를 위한 정책적 지원에 대한 논의도 부족한 상황이다. 기업의 온실가스 감축설비 투자를 유도하기 위한 탄소차액계약제도(CcFd, Carbon Contracts for Difference) 도입, 국가 온실가스 감축목표를 감안한 ‘제4차 배출권거래제 기본계획(2026~2035년)’ 수립 등이 논의되고 있으나 아직 구체적인 방안이 확정되지 않았다. 이러한 정책 불확실성을 감안하여 REF에서는 혁신적 온실가스 감축기술의 도입을 반영하지 않는다.

1.2. 인구 및 가구

□ 총인구는 2020년 이후 지속적으로 감소하여 2050년에는 4,736만 명까지 감소

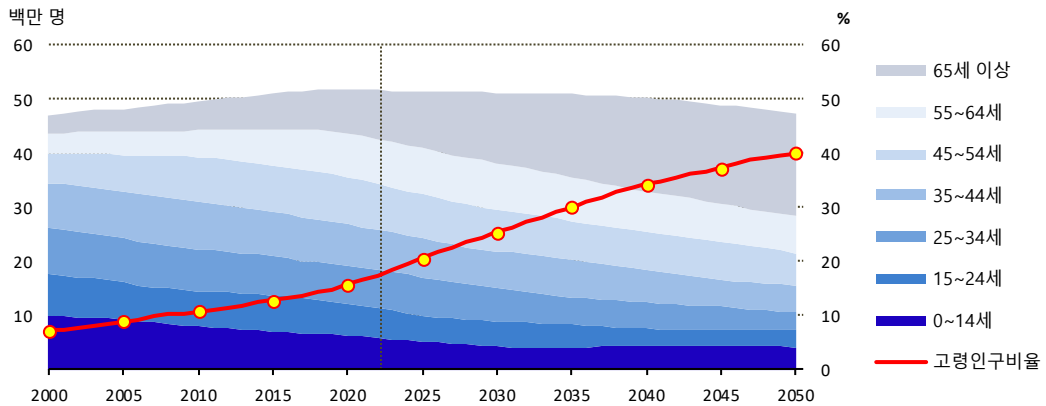
“2023 장기 에너지 전망”은 2021년 발표된 ‘장래인구추계’ (통계청, 2021)를 전제로 사용한다². 여기에 따르면 우리나라 인구는 2021년 처음으로 전년 대비 9만 1천 명이 감소하여 5,174만 명을 기록하였다. 인구 데드크로스(dead cross)³가 2021~2050년 전망 기간 동안 지속되면서 인구는 연평균 0.3% 감소하여 2050년 4,736만 명 수준으로 전망되었다 (통계청, 2021). 우리나라 인구 감소 시점은 당초 2029년으로 예상되었으나 (통계청, 2019), 코로나19로 인한

² 장래인구추계는 통계청에서 5년마다 작성하고 있다. 기준 시나리오에서는 출생, 사망, 국제이동의 인구변동요인의 중위가정을 조합한 기본 추계인 중위 추계 전망을 사용하였다.

³ 출생아 수가 사망자 수보다 적어져서 인구가 감소하는 현상을 의미한다.

사망자 수 증가 및 국내 거주 외국인 감소와 합계출산율의 가파른 하락으로 인구 감소가 빠르게 진행되고 있다. 한편, 통계청 (2023)에 따르면 2022년 한국의 합계출산율⁴은 1970년 출생통계 작성 이래 최저치인 0.78 명을 기록하였으며, 2022년 총 출생아 수는 24만 9천 명으로 전년 대비 1만 1천 명(4.4 %) 감소하였다. 반면, 사망자 수는 2010년대 이후 증가 추세로 2022년에는 전년 대비 17.6 % 증가한 37만 3천 명을 기록하였다 (통계청, 2023).

그림 1.1 인구 구조 및 고령인구 비율 변화



자료: 통계청 장래인구추계 (통계청, 2021)
 주: 고령인구비율은 총 인구 중 65 세 이상 인구가 차지하는 비율

우리나라 인구 구조 변화의 두드러진 특징은 65 세 이상의 고령인구비율의 급격한 증가와 합계출산율의 가파른 하락으로 인한 인구 감소이다. 1990년대 이후 지속된 낮은 합계출산율로 인해, 전망 기간인 2050년까지 0~14 세 유소년층 인구와 15~64 세 생산가능인구 비중이 가파르게 감소할 것으로 보인다. 다만 기대수명의 증가가 해당 연령층 감소 효과를 소폭 상쇄하여, 총인구 감소는 유소년 인구나 15~64 세 생산가능인구 하락세에 비해 더디게 진행될 것으로 전망된다. 2050년 기준 고령인구 비중은 40 %에 이르러, 2021년 고령인구 비중인 16 %에 비해 24 %p 이상 크게 증가할 것으로 보인다. 반면, 생산가능인구 비중은 2021년 71.6 %에서 2050년 47.3 %로, 동 기간 유소년인구 비중은 11.9 %에서 8.8 %로 하락할 전망이다.

⁴ 합계출산율은 한 여성의 가임기간(15~49 세) 사이에 출산할 것으로 기대하는 평균 출생아 수를 의미하며, 자연출산만으로 인구 규모가 유지될 수 있는 합계출산율은 약 2.1 명이다.

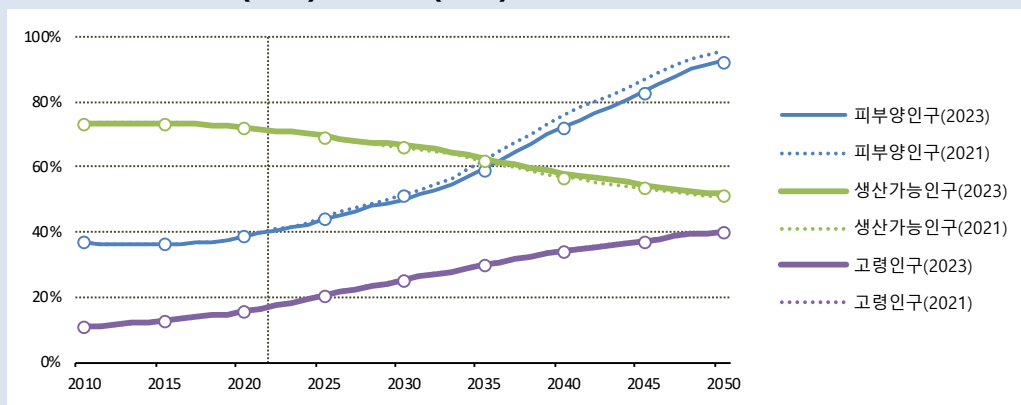
붙임 1.1 2021년 장래인구추계와 2023년 장래인구추계의 비교

통계청은 2023년 12월 “장래인구추계(2022~2072)”를 발표하였다 (통계청, 2023). 2021년 발표된 장래인구추계 (통계청, 2021)와 2023년 발표된 장래인구추계 (통계청, 2023)를 중위추계 기준으로 비교하면 다음과 같은 차이점이 나타난다.

‘2023년 장래인구추계’의 총 인구는 2021년에서 2050년 사이 9.0 % 감소하여 4,711만 명에 도달하는 것으로 전망되어, 동 기간 8.5 % 감소할 것으로 예상한 ‘2021년 장래인구추계’에 비해 인구 감소폭이 약간 확대되었다. ‘2021년 장래인구추계’에서는 2050년 총인구를 4,736만 명으로 예상하였다. 연평균 변화율의 차이가 0.02 %p에 불과하여 인구 감소 속도에 큰 차이를 보이지는 않는다. 눈에 띄는 차이는 총 인구 보다는 연령대별 인구 구조 차이에서 나타난다. 2050년 피부양인구 비율은 95.8 % (통계청, 2021)에서 92.7 % (통계청, 2023)로 축소된 반면, 생산가능인구 비율은 51.1 % (통계청, 2021)에서 51.9 % (통계청, 2023)로 확대되었다. 고령인구 비율은 40.1 % 수준으로 거의 동일하다. 이는 단기적으로 출생아 수가 소폭 상향 조정되었지만 중장기적으로 출생아 수의 전망이 더욱 감소했다는 것을 의미한다.

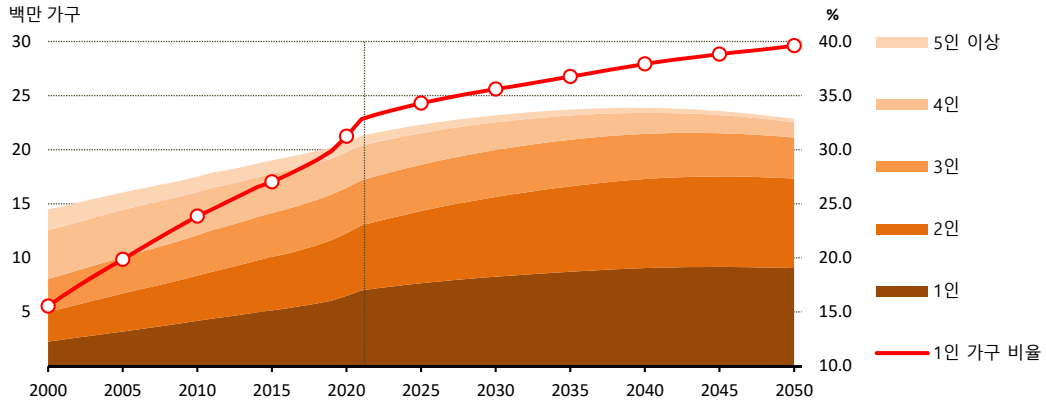
인구는 가정 및 수송 부문의 에너지 수요에 직접 영향을 미치는 요인이며, 또한 인구는 장기 경제성장률이나 산업구조의 변화를 통해 산업 및 서비스 부문의 에너지 수요에도 간접적으로 영향을 미친다. ‘2023 장기 에너지 전망’에서는 새롭게 발표된 장래인구추계 대신 2021년 발표된 ‘장래인구추계’를 전제로 사용한다. 그 이유는 앞서 살펴본 추계의 차이가 에너지 소비에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 판단되기 때문이다. 총 인구의 전망이 크게 달라지지 않았기 때문에 직접적으로 영향을 받는 가정이나 수송 부문의 에너지 소비도 크게 달라지지 않을 것으로 예상된다. 또한 생산가능 인구의 변화도 노동 투입 변화율에 큰 영향을 미칠만한 수준은 아닌 것으로 판단된다. 무엇보다 전망의 전제로 사용된 경제성장률과 산업구조 전망이 ‘2021년 장래인구추계’에 기초하여 작성되었다는 점을 감안하여 전제 간 일관성을 유지하는 것이 바람직하다고 판단하였기 때문이다. 하지만 추후 정교한 분석을 위해서는 ‘2023 장래인구추계’를 전제로 하는 경제 성장률 및 산업구조 전망의 갱신 결과의 검토가 필요할 것이다.

그림 1.2 통계청 (2021)과 통계청 (2023) 간 인구 구조 비교



- 주1: 피부양인구는 생산가능인구 대비 14 세 이하 및 65 세 이상 인구가 차지하는 비중
- 주2: 생산가능인구는 총인구에서 15 세 이상 64 세 이하 인구가 차지하는 비중
- 주3: 고령인구는 총인구에서 65 세 이상 인구가 차지하는 비중

그림 1.3 가구 구조 및 1인 가구 비율 변화



자료: 통계청 (2022)

가구 전망은 통계청의 장래가구추계 2021~2050년 수치를 사용하였다 (통계청, 2022).⁵ 2021년 7.8% 증가에 육박한 1인가구의 빠른 증가세로 인해, 전망기간 동안 인구 감소에도 불구하고 가구수는 전망기간 동안 큰 변동은 없는 것으로 예측된다. 2021년부터 2039년까지 1인가구와 2인가구 비중이 크게 증가하여 각각 1.4%와 1.7%의 증가율을 보이는 반면, 동 기간 4인가구 이상의 비중은 감소해 전체 가구수는 연평균 0.6%로 완만하게 증가할 것으로 보인다. 2039년 2,387만 가구를 정점으로, 연평균 0.4%로 하락해 2050년 2,285만 가구로 감소할 전망이다. 이러한 추세로 인해, 1인가구는 전체 가구 대비 2021년 32.8%에서 2050년 39.6%까지 상승하여, 기존에 전망되었던 37.7%보다 더 높아져 1인가구 증가가 더욱 빠르게 진행되고 있음을 알 수 있다 (통계청, 2021).⁶ 이러한 1인가구의 빠른 증가는 혼인 감소와 인구 고령화에 추세에 따른 것으로, 2015~2021년 기간 동안 혼인율은 연평균 7.1% 감소하였으며 65세 고령 1인가구는 6.5% 증가하였다. 우리나라의 가구구성 변화 속도는 최근 들어 더욱 빠르게 진행되어 2019~2021년 기간 동안 혼인율은 연평균 10.1% 감소하였고 고령인구 1인가구는 8.3% 증가하였다. 가구원 수가 적을수록 1인당 평균 에너지 소비가 증가하고 고령층의 경우 집에 머무는 시간이 상대적으로 많이 때문에, 1인당 에너지 소비량을 증가시키는 요인으로 작용할 수 있다.

⁵ 장래인구추계와 다르게 장래가구추계에서는 시나리오별 결과가 제시되어 있지 않다. 이로 인해 LEG에서 동일한 가구구성 전제를 사용하였다.

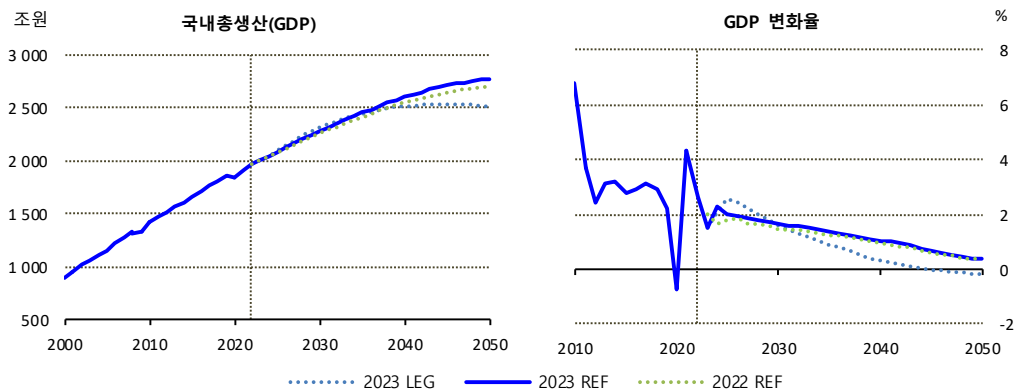
⁶ 장래가구추계에서는 2020년에 1인가구를 616만 6천 가구로 추계하였고, 2023년이 되어야 663만 7천 가구에 도달하므로 1인가구수 증가가 약 3년 정도 빨라진다.

1.3. 경제 및 산업구조

□ 최근 대내외 여건 악화로 경제성장률 대폭 하락, 2020년대 중반까지 회복 후 성장률은 지속 둔화

‘2023 장기 에너지 전망’의 REF는 KDI의 장기 잠재성장률 (KDI, 2023)을 사용하여 경제 전제를 작성하였다. 우리나라 경제는 코로나19로 인한 역성장 여파로부터 빠르게 회복하여 2021년 4.1%의 높은 경제 성장률을 기록하였다. 그러나 2022년에는 대외여건의 악화에 따른 수출 부진으로 경기 둔화가 심화되면서 경제 성장률이 2.6%로 둔화되었다 (KDI, 2023). 2022년 세계경제는 러시아-우크라이나 전쟁 장기화, 중국 봉쇄조치, 주요국 통화정책 긴축기조, 에너지 수급 차질 등에 기인하여 성장세가 둔화되었다 (한국은행, 2023). 우리나라 경제는 단기적으로는 내수 증가세 둔화에도 불구하고 수출이 회복세를 보이면서 경기 부진이 완화될 것으로 예상된다 (KDI, 2023). 중장기적으로 경제성장률은 급속한 고령화 진행에 따라 점차 둔화되어 (KDI, 2022), 2022~2030년 연평균 1.8%, 2030~2040년 연평균 1.3%, 2040~2050년 연평균 0.7% 수준에 그칠 것으로 예상된다. 이러한 경제성장률 둔화에는 출산율의 급격한 하락으로 인한 생산가능인구 감소에 따른 투입 요소 증가의 둔화와 피부양인구 증가로 인한 저축 감소와 재정 지출 부담 증대에 따른 것으로 분석된다. 다만, ‘2023 장기 에너지 전망’의 REF에 사용된 경제 전망은 전반적으로 전년 전망과 유사한 추세를 보이지만, 전년 전망 대비 완만한 경제 성장률 둔화를 가정하였기 때문에 전년 전망에 비해 약간 상향 조정되었다.

그림 1.4 시나리오별 국내총생산 및 경제성장률 추이



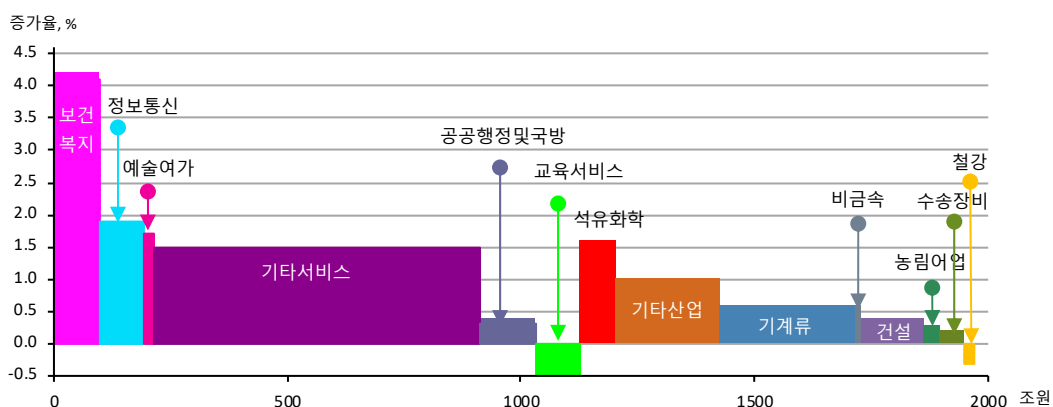
‘2023 장기 에너지 전망’의 LEG는 한국은행에서 2023년 12월 발표된 경제성장률 전망 (조태형, 2023)을 전제로 사용한다. 이 전망은 향후 30년간 우리나라의 경제성장은 노동 투입이 마이너스로 돌아서고 자본 투입도 증가세가 낮아지면서 총요소생산성(TFP, Total Factor Productivity)의 역할이 점점 더 중요해질 것이라는 관점에서 출발한다. 조태형 (2023)은 통계

청 (2021)의 중위인구추계를 전제로 TFP 기여도에 따라 구분된 ‘높은 생산성 시나리오’, ‘중간 생산성 시나리오’, ‘낮은 생산성 시나리오’에 대해 2050년까지의 경제성장률을 추정하였다. LEG에서는 TFP 기여도가 자본 투입 기여도의 30%로 저조한 ‘낮은 생산성 시나리오’의 경제성장률 전망을 입력전제로 사용한다. LEG에서는 우리나라 경제성장률이 2022~2030년 연평균 2.0%, 2030~2040년 연평균 0.9 %로 둔화되다가 2040년대 중반 이후로 역성장으로 돌아서 2040~2050년 연평균 0.0 %에 도달한다. 2020년대 후반까지는 LEG의 경제 성장률이 REF보다 높은 수준을 유지하기 때문에, 2030년대 중반까지는 LEG의 GDP가 REF 보다 높은 편이나 이후부터는 역전된다. 경제성장률과 조정된 산업구조를 제외하면 LEG는 인구 및 가구, 기온 및 냉난방도일, 에너지 가격에 대해 REF와 동일한 전제를 사용한다.

□ 서비스업이 경제 성장을 주도하며, 제조업은 완만하게 성장⁷

전망 기간 동안 상대적으로 높은 성장세를 보이는 서비스업과 달리 제조업은 2022~2050년 연평균 0.7 % 상승에 그칠 것으로 분석된다. 석유화학 산업은 전통 화학제품 및 수소 수요의 증가에 힘입어 연평균 1.6 %로 높은 성장세를 보일 전망이다. 2030년까지 자동차, 반도체 등의 기존 전방산업 성장과 의약품, 화장품 산업 성장에 따른 기타화학제품 성장이 이러한 성장을 견인하며, 장기적으로는 탄소중립의 영향으로 고부가가치제품 및 친환경제품이 석유화학 산업 성장을 이끌 전망이다.

그림 1.5 주요 업종별 부가가치 증가율 및 비중 변화(2022~2050)



주: 건설업의 부가가치는 soc를 포함

⁷ “2023 장기 에너지 전망”은 산업연구원 (2023)을 산업구조 전제의 기초 입력자료로 사용한다.

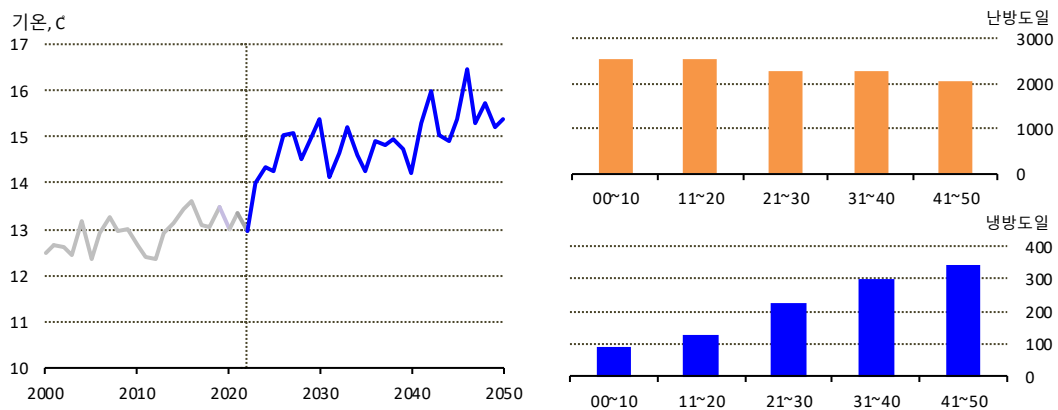
정보통신 기술의 발전과 이차전지 등 수요 증가는 기계류 산업의 성장을 견인하여, 반도체, 디스플레이, 정보통신기기 등을 포함하는 기계류 산업은 전망 기간 연평균 0.6%, 비금속은 연평균 0.6% 수준으로 성장할 전망이다. 환경규제 확대에 따른 불확실성 증가로 해운 시황 약세가 예상되는 가운데, 수소 및 암모니아 선박과 전기수소차 등과 같은 친환경 수송장비 수요 증가로 수송장비는 전망 기간 동안 연평균 0.2% 성장할 것으로 보인다. 친환경 자동차 보급 확대와 선박 수주량 증가 등 철강업 수요 증가요인에도 불구하고, 탈탄소 소재로의 전환 및 탄소중립을 위한 규제 강화 등 요인으로 인해 온실가스 배출이 높은 철강은 일정 기간 정체 후 2030년부터 역성장 추세로 전환되어, 철강업의 부가가치는 전망 기간 연평균 0.2% 감소할 전망이다.

1.4. 기온 및 냉·난방도일

□ 전망 기간 난방도일은 점차 감소하고 냉방도일은 증가하는 온난화 현상이 발생

"2023 장기 에너지 전망"은 IPCC 제6차 평가보고서에서 미래 기후변화를 전망하는데 사용된 SSP(Shared Socioeconomic Pathways)⁸ 시나리오를 기반으로 기상청이 작성한 남한 상세 기후변화 시나리오를 활용하여 전국 평균 기온 변화 시나리오를 구축하였다.

그림 1.6 연평균 기온과 10년 구간 평균 냉·난방도일



⁸ SSP는 2100년 기준 복사강제력 정도와 함께 기후변화 적응과 온실가스 감축 여부에 따라 인구, 경제, 토지이용, 에너지 사용 등 미래의 사회경제 지표의 정량적인 변화 내용을 포함하여 SSP1(지속성장 경로), SSP2(중도성장 경로), SSP3(불균형성장 경로), SSP4(양극화성장 경로), SSP5(고속성장 경로)의 5개 그룹으로 구성된다 (기상청, 2022).

본 전망의 REF와 LEG에는 기상청이 작성한 SSP 시나리오 중 SSP2-4.5에 근거하여 작성된 기온 전망을 전제로 사용한다.⁹ SSP2-4.5는 기후변화 완화 및 사회경제 발전정도가 중간단계인 경우를 의미한다 (국립기상과학원, 2020). 기온전제 작성 결과를 살펴보면, REF의 전제인 SSP2-4.5를 기준으로 2011~2020년 평균 기온은 13.0 °C였으나, 2021~2030년 14.4 °C, 2031~2040년 14.6 °C로 상승하며 2041~2050년에는 평균 15.5 °C에 이를 것으로 보인다. 이처럼 평균 기온이 점차 상승하면서 난방도일이 점차 감소하는 반면 냉방도일은 빠르게 증가한다. 냉방도일의 급격한 상승은 지속적인 온실가스 농도 축적으로 인한 결과로, 2011~2020년 평균 냉방도일은 124.7 도일에 불과했으나 2021~2030년 227.2 도일, 2031~2040년 301.6 도일, 2041~2050년 344.9 도일까지 증가한다. 지구 온난화의 영향으로 난방도일은 감소해, 2021~2030년 2,247.0 도일에서 2041~2050년 2,043.7 도일 수준으로, 난방도일은 2022년과 2050년 사이에 17.2 % 하락할 전망이다.

1.5. 에너지 가격

□ 2030년대 중반까지 천연가스 및 석탄 가격은 하락하지만 원유 가격은 현재 수준에서 정체

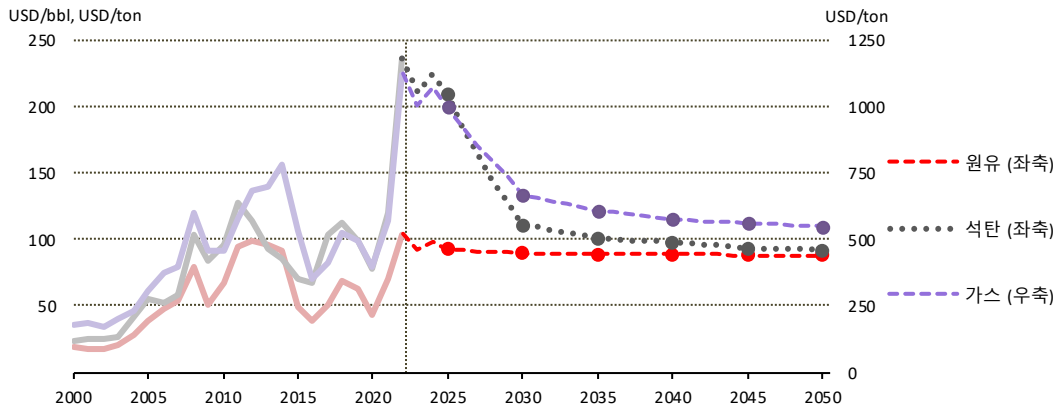
‘2023 장기 에너지 전망’은 에너지 가격 전제는 IEA의 자료를 바탕으로 작성하였다. 에너지 도입가격은 “World Energy Outlook 2023” (IEA, 2023)의 국제 에너지 가격 전망을 기반으로, REF의 가격 전제는 STEPS 가격 전망을 사용하였다.¹⁰ 2022년 국제 에너지 가격은 2022년 러시아-우크라이나 전쟁 및 2021~2022년 기간 동안 코로나19 여파로부터의 회복으로 인해 두드러진 상승을 보였다. 2022년 러시아-우크라이나 전쟁이 촉발한 에너지 위기는 천연가스 가격을 2021년 대비 약 2 배 가까이 상승시켜 2022년 천연가스 가격은 톤당 약 1,120 달러를 상회하였다. 이러한 가격 인상의 여파는 2030년까지 점진적으로 해소되어 천연가스 가격은 2035년 이후부터 톤당 500 달러 대로 하향 안정화될 전망이다. 단기간 내 천연가스 가격이 빠르게 하락하지 않는 이유는 러시아의 유럽 파이프라인 천연가스(PNG) 공급 중단 이후 글로벌 시장이 계속 조정될 것으로 전망되기 때문이다. 그러나 2025년부터 새로운 액화천연가스(LNG) 수출 용량이 증가하면서 가스 시장이 다시 균형을 찾아 2030년대 중반에는 2010년대 수준까지 가격이 하락하다가 이후 가격의 하락세가 대폭 둔화될 것으로 보인다. 석탄 가격 또한 에너지

⁹ IPCC의 SSP2-4.5 시나리오가 2018~2100년에 1850~1990년 대비 2.7 °C 상승하는 것으로 전망하였는데 (IPCC, 2021), “World Energy Outlook 2023” (IEA, 2020)의 STEPS에서의 기온 전제도 2100년에 1850~1990년 대비 2.4 °C 상승하는 것으로 가정하기 때문에, 본 장기 에너지 전망의 기온 전제는 “World Energy Outlook 2023”의 STEPS 전제와 유사하다.

¹⁰ 2025년까지의 가격 변화는 EIA의 WTI 가격 변화 추세 적용하였다.

위기로 인해 2022년 급등하였으나 2035년 톤당 100 달러 수준까지 하락하여 정체할 전망이다. 석탄의 공급 여건은 에너지 위기에 따른 석탄 채굴 설비에의 투자 확대에 의해 개선된 반면, 석탄의 수요는 중장기적으로 하락할 전망이다. 원유 가격도 천연가스나 석탄과 마찬가지로 에너지 위기로 인해 상승하였으나 그 상승폭이 낮은 편이다. REF에서 원유 가격은 2030년대 배럴당 80 달러 후반까지 하락 후 거의 동일한 수준을 유지할 것으로 보인다.

그림 1.7 원유, 천연가스, 석탄 도입 가격 전망



자료: IEA (2023), "2023 World Energy Outlook"

2. 에너지 전망 주요 결과

□ 코로나19 침체에서의 회복과 온실가스 배출 감축을 향한 발걸음

우리나라 에너지 소비는 2021년 코로나19 침체에서 회복하면서 반등하였으나 2022년 다시 감소로 전환했다. 국내의 경기가 둔화하면서 우리나라의 2022년 경제성장률은 전년 대비 1.7%p 하락한 2.6%에 그쳤다. 러시아-우크라이나 전쟁의 영향으로 국제 원유, 가스, 석탄의 가격은 모두 전년 대비 급등하였다. 경기 둔화와 에너지 가격 상승의 영향으로 우리나라 에너지 소비는 전년 대비 1.1% 감소하였다.¹¹ 에너지 상품 측면에서는 산업용 원료와 수송 연료의 감소로 석유 소비가 가장 크게 감소하였으며, 그 다음으로 산업 부문을 중심으로 석탄 소비가 감소하였다. 2022년 에너지 원단위는 전년 대비 3.6% 하락하였으나, 이는 효율 개선보다는 경기 둔화에 따른 제조업 생산 감소와 국제 에너지 가격 급등에 따른 가격효과 등에 따른 일시적 영향으로 판단된다.¹² 경기 둔화에 따른 에너지 소비 감소의 경향은 2023년에도 지속된 것으로 추정된다. 전 세계 경기 둔화가 지속되면서 2023년 경제성장률은 2022년보다 하락한 1.4%¹³에 그쳐, 2023년 에너지 소비는 2022년에 이어 감소세를 유지할 것으로 예상된다.¹⁴

□ 총에너지 수요와 온실가스 배출

‘2023 장기 에너지 전망(이하 2023 장기 전망)’의 REF에서는 우리나라 총에너지 수요가 2022년 291.3 백만toe에서 연평균 0.1% 증가하여 2050년에는 302.3 백만toe에 도달하는 것으로 전망된다. 이는 국내총생산이 2021년에서 2050년까지 40.9% 증가하는 동안 총에너지 수요는 3.8% 증가에 그치는 것을 의미한다. 지금까지의 온실가스 및 미세먼지 저감 노력이 향후에도 유지되면서 에너지부문 온실가스 배출은 2022년 563.1 백만톤-CO₂eq에서 2050년 413.8 백만톤-CO₂eq로 감소한다. 온실가스 배출 감소는 총에너지 수요 증가의 둔화, 재생에너지 보급 확대 그리고 석탄 기력 발전 감소의 영향이 크다.

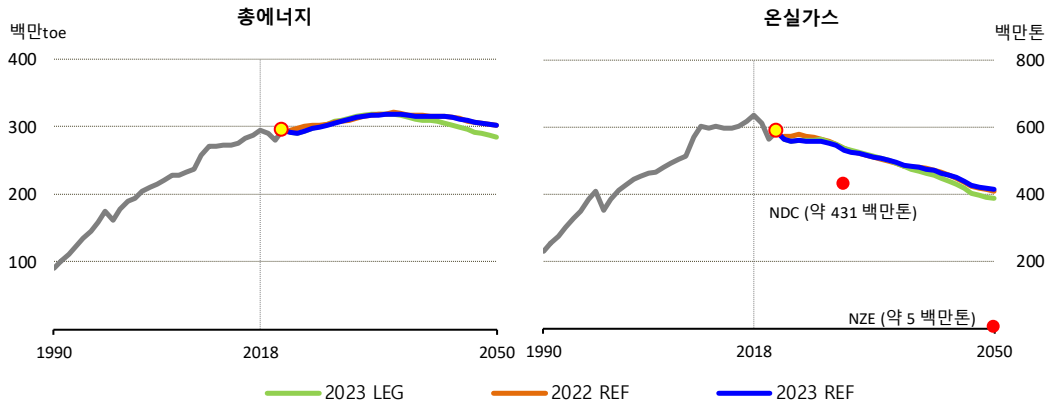
¹¹ 에너지밸런스의 일차에너지소비자가 아니라 석유정제공정을 제외한 총에너지 소비로 계산한다. 총에너지 소비는 기존 에너지밸런스의 일차에너지 소비와 동일한 개념이다.

¹² 2022년 철강업의 조강 생산량은 전년 대비 6.5% 감소, 석유화학업의 기초유분 생산량은 4.6% 감소하는 등 산업 부문 에너지 소비가 감소하였다. 이들 업종은 생산액 대비 부가가치 비중이 낮아 생산 감소는 GDP보다는 최종소비 부문 에너지 수요에 더 큰 영향을 미친다.

¹³ <https://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=4201>

¹⁴ “2024년 1월 에너지통계월보”에 따르면 2023년 1~10월 일차에너지소비는 246 백만toe로 전년 동기 대비 2.3% 감소하였다.

그림 1.8 총에너지 소비 및 에너지 부문 온실가스 배출 전망



주1: NDC 및 NZE 목표 배출량은 2023년 4월 발표된 '2030 NDC 수정안'과 2021년 10월 발표된 '2050 탄소중립 시나리오안'의 목표 감축률을 이용하여 재계산하였으며, CCUS를 포함

주2: 2023 REF와 2022 REF는 각기 "2023 장기 에너지 전망"과 "2022 장기 에너지 전망"의 기준 시나리오 전망 결과를 나타냄. 2023 LEG는 "2023 장기 에너지 전망"의 저성장 시나리오 전망 결과를 나타냄.

경제 성장, 에너지 수요, 온실가스 배출의 탈동조화는 이전 시기보다 빠르게 진행된다. 에너지 효율 개선을 통해 에너지 사용을 줄이는 것이 자원 고갈과 기후 변화에 대응하기 위한 기본적인 정책 수단이기 때문에 국내총생산과 총에너지 수요의 탈동조화가 발생한다. 하지만, REF의 온실가스 배출은 '탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획(이하 제1차 탄소중립 기본계획)'이나 '2050 탄소중립 시나리오안'에서 설정한 2030년과 2050년의 온실가스 배출 목표에 비하면 여전히 높은 배출 수준을 보이고 있다. 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해서는 REF보다 2030년까지 연간 배출량 약 100.8 백만톤-CO₂eq, 2050년까지는 연간 배출량 409.2 백만톤-CO₂eq을 줄여야 한다.

LEG의 총에너지 수요는 경제성장률 하락으로 인하여 2050년 REF 대비 5.9% 감소한 284.5 백만toe에 도달할 전망이다. LEG에서 총에너지 수요는 REF와 마찬가지로 2030년대 중반 정점을 기록하고 하락한다. 2050년 최종소비 부문의 에너지 수요는 REF 대비 6.8% 낮은 213.2 백만toe, 발전/열생산 부문의 에너지 수요는 REF 대비 4.5% 낮은 123.9 백만toe로 전망된다. LEG의 2050년 에너지 부문 온실가스 배출은 REF 대비 6.6% 낮은 386.6 백만톤-CO₂eq로 전망된다. 분석 결과는 LEG에서도 2030 NDC 및 2050 탄소중립 목표는 달성하지 못함을 보여준다.

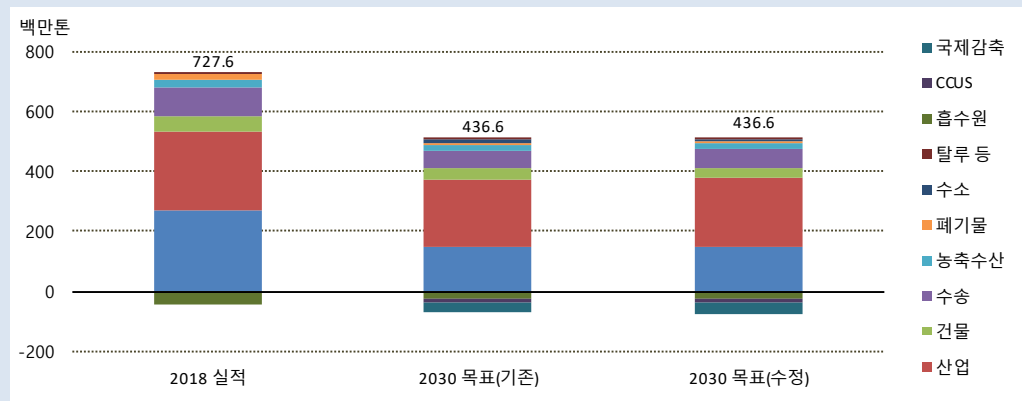
붙임 1.2 제1차 탄소중립 기본계획 및 COP28 논의 동향

2021년 탄소중립 선언 이후 온실가스 감축이 에너지 수요를 추동하는 양상이 전개되면서, 온실가스 감축 관련 정책이 장기 에너지 공급 변화에 중요한 영향을 미칠 것으로 예상된다. 이에 장기 에너지 전망의 결과를 소개하기에 앞서 2023년의 주요 온실가스 감축 관련 정책 동향을 '제1차 탄소중립 기본계획' (관계부처 합동, 2023)과 제28차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP28) 주요 내용을 중심으로 간단히 살펴본다.

2022년 3월 '기후위기 대응을 위한 탄소중립 녹색성장 기본법(이하 탄소중립기본법)'이 시행되면서 동법 제10조에 따라 2022년 8월부터 기본계획 수립이 시작되었다. 이는 20년을 계획기간으로 5년마다 수립 시행되는 계획으로, 기후위기 대응 및 지속가능 발전을 위한 국가 최상위 계획의 성격을 갖는다. 약 1년에 걸친 작업의 결과로 2023년 4월 '제1차 탄소중립 기본계획'이 발표되었다. 기본계획에는 국가비전과 온실가스 감축목표, 중장기 감축목표(2030 NDC) 등의 달성을 위한 부문별 연도별 대책, 기후변화 적응대책에 관한 사항 등을 포함된다.

동 계획은 온실가스 배출량을 2018년 대비 40% 감축하겠다는 2030년 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 달성하기 위한 연도별 감축목표를 제시하였다. 온실가스 감축정책의 본격적인 시행 후 실질적 효과로 이어지기까지의 시차 발생을 고려하여 연도별 감축률은 2024년 1.4%에서 2029년 5.5%로 점진적 증가 후 2030년 17.5%를 달성하도록 설정되었다. 부문별 2030 목표는 2021년 10월 수립된 '2030 NDC 상향안' 대비 일부 보정되었다. 전환 부문 배출목표는 원전과 재생에너지의 조화, 태양광 수소 등 청정에너지 전환 가속화를 통해 149.9 백만톤-CO₂eq에서 145.9 백만톤-CO₂eq으로 강화되었다. 산업 부문의 배출목표는 기술개발 상용화 시기 등을 고려하여 222.6 백만톤-CO₂eq에서 230.7 백만톤-CO₂eq으로 다소 완화되었다. 건물과 수송 부문 배출목표는 기존과 동일한 35.0 백만톤-CO₂eq, 61.0 백만톤-CO₂eq으로 각각 설정되었다. 그 외에도 수소, CCUS 국제감축의 목표가 조정되었다.

그림 1.9 부문별 배출량 목표



주: 2018년 배출량은 총배출량, 2030년 배출목표는 순배출량

동 계획은 4대 전략 및 12대 과제를 제시하였다. 첫 번째 전략은 '구체적 효율적 방식으로 온실가스를 감축하는 책임감 있는 탄소중립'으로, 주요 과제로는 원전과 재생에너지를 조화시키는 전원믹스의 합리화,

공정전환 및 순환경제 활성화를 통한 산업구조 전환, 건물 수송 농축수산 산림습지 등 국토의 저탄소화가 제시되었다. 두 번째 전략은 ‘민간이 이끌어가는 혁신적인 탄소중립 녹색성장’으로, 한국형 탄소중립 100대 핵심기술 등 기술혁신과 규제개선으로 탄소중립을 가속화하고, 탄소중립 관련 핵심산업(원전, 무공해차, 재생에너지, 수소, CCUS 등)을 육성하여 미래시장을 선도하며, 탄소중립 정책을 뒷받침하기 위한 재정 지원과 투자를 확대하겠다는 과제를 제시하였다. 세 번째 전략은 ‘모든 사회구성원의 공감과 협력을 통해 함께하는 탄소중립’으로 에너지 소비를 절감하고, 지역 맞춤형 전략 수립 및 지역 단위 정책 수립 추진을 통한 정책의 내실화를 꾀하며, 위기업종 관련 산업과 일자리의 전환을 지원하겠다는 과제를 제시하였다. 마지막 전략은 ‘기후위기 적응과 국제사회를 주도하는 능동적인 탄소중립’으로, 기후적응 기반을 구축하고, 주요국과의 기후대응 연대를 강화하는 등 국제사회를 주도하며, 이행관리를 강화하겠다는 과제를 제시하였다.

한편 2023년 12월 개최된 COP28에서는 파리협정 채택 이후 최초로 실시된 전지구적이행점검(Global Stocktake, GST)을 통해 지구온도상승 억제 1.5 °C 목표 달성을 위한 2050 탄소중립 이행의 중요성을 재확인하였다 (외교부, 2023). 이를 위한 방안으로 에너지시스템에서 화석연료로부터의 전환, 2030년까지 전 지구적으로 재생에너지 용량 3배 확충 및 에너지효율 2배 증대, 원자력 및 탄소 포집 활용 및 저장(CCUS) 등 저탄소 기술 가속화, 저감장치 없는 석탄발전의 단계적 감축 등의 내용을 담은 ‘UAE 컨센서스’를 채택했다. 당사국들은 이번 GST 결과를 반영하여 2024년 말 제출할 국가별 감축목표(NDC) 이행 관련 격년 투명성 보고서(BTR, Biennial Transparency Report) 준비 작업에 착수할 것을 확인했다. 또한 2025년 제출 예정인 2035 NDC가 1.5 °C 목표에 부합하는 야심차고 강화된 계획이 될 것을 확인했다. ‘UAE 컨센서스’ 채택에 따라 우리나라의 에너지효율, 재생에너지 및 저탄소 기술 관련 정책도 영향을 받을 것으로 예상된다.

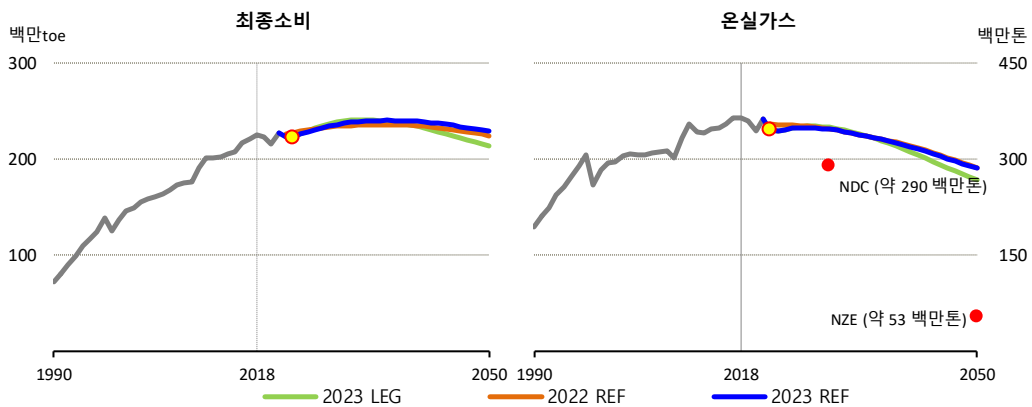
“2022 장기 에너지 전망(이하 2022 장기 전망)”과 비교하면, 총에너지 수요와 온실가스 배출이 거의 유사한 추세를 보이거나 약간 상향 조정되었다. 전망의 상승은 주로 경제성장률 전제의 갱신에서 비롯된다. 2022 장기 전망에서는 국내총생산이 연평균 1.1 % 증가하여 2050년 2,704조 원 규모에 도달할 것이라고 전제한 반면, 이번 전망에서는 국내총생산이 연평균 1.2 % 증가하여 2050년 2,775조 원 규모에 도달할 것이라고 전제를 수정하였다. 국내총생산에 대한 에너지원단위를 비교하면 ‘2022 장기 전망’과 ‘2023 장기 전망’의 차이는 크지 않은 것으로 분석된다. 특히, 이번 전망과 2022 장기 전망의 REF에서 총에너지 기준 에너지원단위는 2022년에서 2050년 사이 각각 26.4 %와 25.4 % 개선되는 것으로 유사하게 전망된다. 그러나 2022 장기 전망의 효율 강화 시나리오(EEI)와 비교할 때에는 에너지원단위 개선 속도는 여전히 더딘 편이다. 2022 전망의 EEI에서 국내총생산에 대한 에너지원단위는 2022년에서 2050년 사이 36.3 % 개선되는 것으로 분석된 바 있다. 온실가스 배출도 2022 전망과 유사한 추이를 보이는데, 이는 2022 전망과 2023 전망의 최종소비 부문의 에너지 수요 전망이 유사한 상황에서 ‘제10차 전력수급기본계획(이하 제10차 전기본)’의 석탄 발전의 연료 대체 및 폐지 기조가 유지

되는 것에서 기인한다.¹⁵ REF에서 국내총생산 대비 온실가스 배출 원단위는 2022년에서 2050년 사이 47.8%가 개선될 것으로 전망된다. 온실가스 배출이 지속적으로 감소하지만, '2030 NDC 수정안'이나 '2050 탄소중립 시나리오안'의 목표에는 크게 미치지 못할 전망이다. 특히, 산업 부문과 서비스 부문을 중심으로 한 단기적인 에너지 수요의 급증은 2030 NDC 감축 목표 달성을 어렵게 한다.

□ 최종소비 부문의 에너지 효율 개선과 온실가스 배출

REF에서 최종소비 부문의 에너지 수요는¹⁶ 2050년 228.7 백만toe로, 2022년 222.8 백만toe와 거의 같은 수준을 유지할 전망이다. 최종소비 부문의 에너지 수요는 2030년대 후반 약 240 백만toe 수준에서 정점을 기록한 후 점차 감소한다.

그림 1.10 최종소비와 온실가스 배출



주1: NDC 및 NZE 목표 배출량은 2023년 4월 발표된 '2030 NDC 수정안'과 2021년 10월 발표된 '2050 탄소중립 시나리오안'의 목표 감축률을 이용하여 재계산

주2: 2023 REF와 2022 REF는 각기 "2023 장기 에너지 전망"과 "2022 장기 에너지 전망"의 기준 시나리오 전망 결과를 나타냄. 2023 LEG는 "2023 장기 에너지 전망"의 저성장 시나리오 전망 결과를 나타냄.

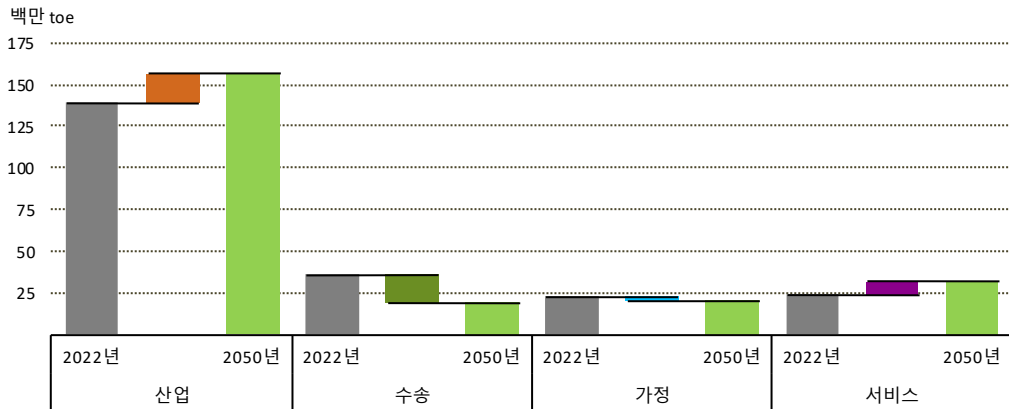
최종소비 부문의 에너지 수요의 증가는 대부분 산업과 서비스의 생산활동 증가에 따라 발생하나, 증가세는 에너지 효율 개선에 따라 억제될 전망이다. 산업 부문의 부가가치는 2022년

¹⁵ '제9차 전력수급기본계획'은 운영기간이 30년을 넘는 석탄 화력발전기를 모두 폐지하거나 연료전환하기로 하였다. 이러한 기조는 '제10차 전력수급기본계획'에서도 유지되었다. '장기 에너지 전망'에서는 전기본의 계획기간 이후에도 정책 기조가 계속 유지된다는 가정 하에 석탄 화력발전기의 폐지 일정을 계산하였다.

¹⁶ 에너지밸런스의 최종소비는 에너지산업인 석유정제의 자체소비를 제외하지만, 여기서는 석유정제를 산업부문에 포함하였다. 이하 최종 소비 또는 산업 부문은 석유정제를 포함하여 분석한다.

에서 2050년 사이 18.3 % 증가하는데 에너지 수요는 12.6 % 증가에 그친다. 동 기간 서비스 부문의 부가가치는 55.0 % 증가하는데 에너지 수요는 31.4 % 증가에 그친다. 수송 부문과 가정 부문은 소득 증가에도 불구하고 에너지 수요가 2022년에서 2050년 사이 각각 45.3 %, 11.6 % 감소할 것으로 전망된다. 수송 부문은 내연기관 자동차가 전기차로 상당부분 대체되면서 에너지 소비가 크게 감소한다. 가정 부문은 인구 감소와 에너지 효율 개선에 따라 에너지 소비가 소폭 감소한다. 최종소비 부문의 에너지 수요가 현재와 비슷한 수준을 유지하는 가운데, 최종소비 부문의 온실가스 직접 배출은 꾸준히 감소한다. 최종소비 부문의 온실가스 배출은 2022년 344.9 백만톤-CO₂e에서 2050년 285.7 백만톤-CO₂e으로 줄어듦 전망이다.

그림 1.11 최종소비 부문별 에너지 수요 변화



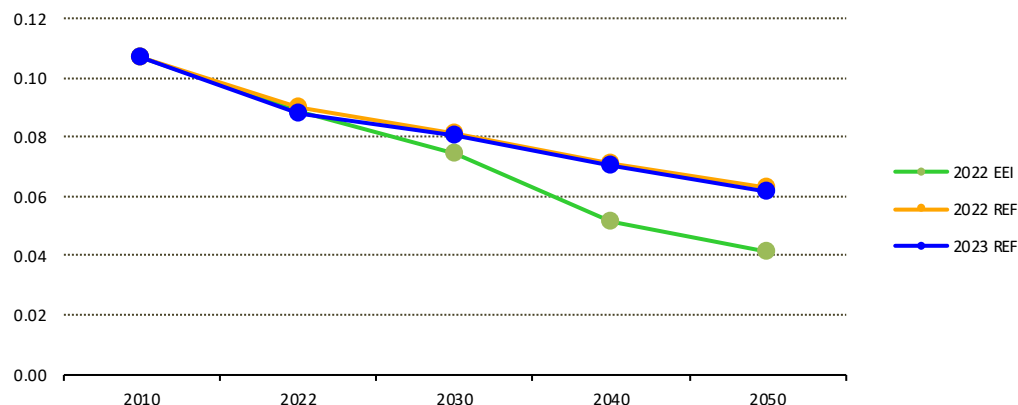
주: 산업 부문 에너지 수요에는 석유정제의 자체소비를 포함

국내총생산과 에너지 수요의 탈동조화 현상은 대부분 최종소비 부문의 에너지 효율 개선에서 비롯한다. 다음 그림은 석유화학의 원료용 소비를 제외한 최종소비 부문의 에너지원단위를 비교하여 보여준다. 에너지원단위는 2022년에서 2050년 사이 약 29.1 % 개선될 것으로 예상된다. 에너지원단위 개선은 전기자동차로의 대체가 활발히 진행되는 수송 부문이 주도할 전망이다. 전기자동차로의 전환은 전기화이기도 하면서 에너지 효율이 대폭 개선된다는 의미를 갖는다. 산업, 가정, 서비스 부문도 효율이 향상되면서 에너지원단위가 개선된다. 에너지원단위의 개선 속도는 2022년에서 2030년 사이보다 2030년에서 2040년 사이에 더 빨라진다. 그러나 "2022 장기 에너지 전망"의 효율 강화 시나리오(EEI)¹⁷와의 비교가 보여주듯이 온실가스 감

¹⁷ 2030년 및 2050년 감축 목표를 달성하기 위해 사용하는 정책 조합에 따른 에너지 수급 및 온실가스 배출 경로로, 효율향상의 성과가 전기화보다 우선적으로 나타나는 시나리오를 말한다. EEI에 대한 자세한 내용은 "2022 장기 에너지 전망"을 참조한다.

축목표 달성을 위해서는 최종소비 부문의 에너지효율 개선 속도가 금년 전망의 REF보다 가속화될 필요가 있다.

그림 1.12 최종소비 부문의 에너지원단위 개선 추이



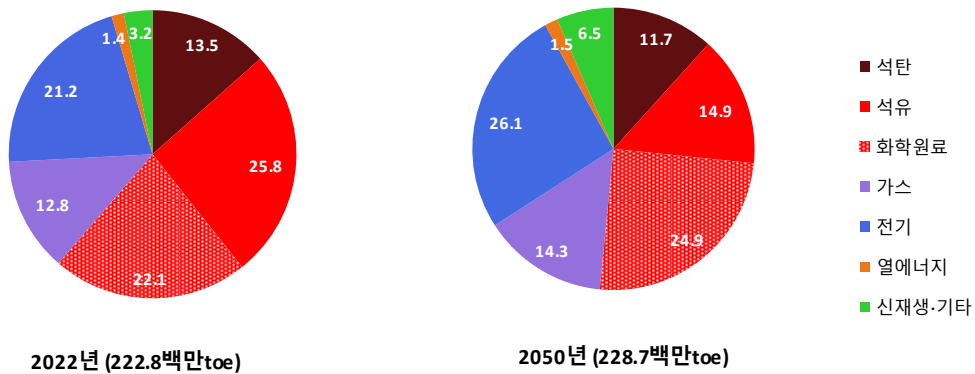
주: 화학업종의 원료용 에너지 수요를 제외

2022년에서 2050년 사이 최종소비 부문의 에너지 수요는 소폭 증가하지만 온실가스 배출은 감소하는 이유는 에너지 상품의 구성이 전기와 신재생에너지 등 무배출 에너지 상품으로 바뀌기 때문이다. 2022년 최종소비 부문 에너지 소비의 47.9%를 차지하는 석유가 2050년에는 39.9%로 감소하고 석탄은 13.5%에서 11.7%로 축소된다. 화학업종의 성장은 지속되는 중에 에너지용 석유 소비는 줄어들면서, 석유소비 중 화학원료용 소비 비중은 2022년 46.1%에서 2050년 62.6%로 증가한다. 화학원료용을 제외한 석유 소비의 감소는 전기와 가스로 이동한다. 2022년 최종소비 부문 에너지 소비의 21.2%를 차지하는 전기는 2050년 26.1%로 증가하고 가스는 12.8%에서 14.3%로 확대된다. 화학원료용 석유 소비를 제외한 2050년 최종소비 부문의 에너지 소비에서 전기는 가장 큰 비중을 차지한다.¹⁸ 한편, 신재생에너지의 비중은 재생에너지 소비의 증가 및 재생에너지 기반 자가발전 증가에 힘입어 2050년 6.5%까지 상승한다. 에너지 효율 개선과 함께 에너지 상품의 구성이 화석연료에서 전기로 대체되면서 최종소비 부문의 직접배출은 지속적으로 감소한다. 하지만 최종소비 부문의 온실가스 배출이 여전히 목표와 크게 차이 나는 이유는 위 그림에서 살펴보았듯이 에너지원단위의 개선 속도가 충분하지 않는 데다가 산업 부문의 화석연료 소비가 감소하지 않기 때문이다. 산업 부문의 석탄과 석

¹⁸ 화학원료용 에너지 상품의 소비를 제외할 경우 최종소비 부문 에너지 수요는 2022년 173.6 백만toe에서 2050년 171.7 백만toe로 감소하며, 동 기간 전기의 비중은 27.3%에서 27.6%로 증가한다.

유는 대부분 난감축 업종인 철강, 화학, 비금속 업종에서 사용된다. 철강 업종의 수소환원제철 공법, 화학 업종의 바이오 납사 및 전기가열로 공법, 비금속 업종의 유연탄 대체 등 현재 정부 및 산업계 계획에서 발표된 온실가스 배출을 대폭 줄일 수 있는 기술들은 REF의 정의에 따라 시나리오에 반영하지 않았다.

그림 1.13 최종소비 에너지 상품별 비중



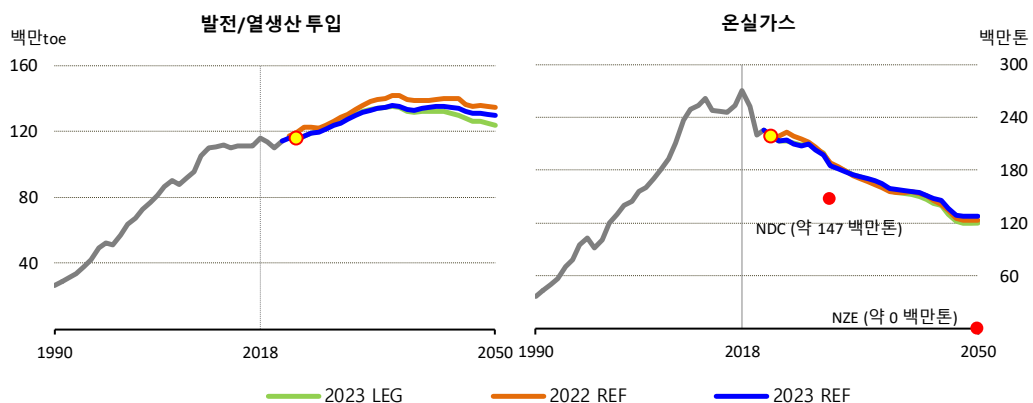
□ 전력수급기본계획으로 인한 에너지 소비와 온실가스 배출의 탈동조화

발전/열생산 부문의 에너지 수요는 REF에서 2022년 115.7 백만toe에서 2050년 129.7 백만toe로 12.1% 증가하는 반면, 온실가스 배출은 218.1 백만톤-CO₂eq에서 128.2 백만톤-CO₂eq으로 41.2% 감소한다. 에너지 수요와 온실가스 배출의 탈동조화는 온실가스 발생의 주 원인인 석탄 화력을 빠르게 감소시키고 탄소 배출이 적은 가스 복합발전과 배출이 없는 원자력 및 재생에너지가 이를 대체하면서 발생한다. 이미 ‘제9차 전력수급기본계획(이하 제9차 전기본)’에서 수명 30년이 넘는 석탄 화력발전에 대해서 연료를 전환하거나 폐지하는 원칙을 도입했으며, 이는 2023년 초 확정된 ‘제10차 전기본’에서도 유지된다. ‘2023 장기 전망’에서는 ‘제10차 전기본’에 따라 2022년에서 2036년까지 총 28기, 13.7 GW의 유연탄 발전 설비를 폐지하거나 연료를 전환하고, 2036년 이후에도 2050년까지 19.0 GW의 유연탄 기력 설비가 폐지되거나 연료를 전환할 것으로 가정한다.¹⁹ 신규 유연탄 기력 설비는 강릉안인1, 2호기와 삼척화력 1, 2호기 등 4.2 GW 규모가 계통에 진입한다. 2024년 준공되는 삼척화력2호기를 마지막으로 더 이상의 신규 유연탄 기력 설비는 없을 예정이다.

¹⁹ 2024년 7월부터 ‘제11차 전기본’ 수립 작업이 진행되고 있다. 그러나 본 보고서의 작성 기간 동안 ‘제11차 전기본’의 주요 내용이 공개되지 않아, ‘2023 장기 전망’의 REF에서는 ‘제10차 전기본’의 발전설비 구성의 기초를 준용하였다.

신재생에너지 발전 설비는 정격용량 기준으로 2022년 33.2 GW에서 2036년 113.7 GW로 증가하고, 2050년에는 169.9 GW 수준이 될 것으로 예상된다.²⁰ 특히 변동성 재생에너지²¹ 발전 설비는 정격용량 기준으로 2022년 23.3 GW에서 2036년 99.1 GW로 증가하고, 2050년에는 152.9 GW 수준까지 확대된다.²² 사업자 발전량에서 변동성 재생에너지 발전량이 차지하는 비중은 2022년 5.2 %에서 2036년 19.4 %, 2050년에는 27.2 %까지 늘어나는 것이다. 한편, 계속 운전과 신규 건설을 반영한 원자력의 발전량 비중은 2022년 29.7 %에서 2036년 26.4 %로 감소하는데 이어, 계속운전을 모든 설비에 대해 10년 1회 연장만 가정하고 있기 때문에 2050년에는 18.2 %로 감소한다. '제10차 전기본'과 거의 유사한 설비 규모를 가정하고 있지만 전기 수요에 대한 전망 차이로 인해 재생에너지와 원자력의 발전 비중은 '제10차 전기본'과 다소 다르다. 또한 '제10차 전기본'의 발전량 전망과의 차이는 대부분 가스 발전이 흡수하고 있다. 가스 발전의 비중은 2022년 27.8 %에서 2050년 42.1 %로 늘어날 전망이다.

그림 1.14 발전/열생산 부문 에너지 수요와 온실가스 배출 변화



주: 발전과 지역난방의 합계

앞의 그림 1.에서 볼 수 있듯이 2030 NDC 목표를 달성하기 위해서 최종소비 부문은 56.7 백만톤-CO₂eq를 추가 감축해야 한다. 이에 반하여, 기존의 온실가스 감축 노력이 주로 발전 부문에 집중되면서 발전/열생산 부문의 온실가스 배출은 빠르게 감소하여 2030년에 추가로 감축

²⁰ '제10차 전기본'에서는 신재생에너지 발전 설비 규모가 정격용량 기준으로 2036년 108.3 GW까지 확대될 계획이다. '2023 전망'과 '제10차 전기본' 간 발전 설비 규모의 차이는 기본적으로 전기 수요에 의해 결정되는 발전량 전망 간 차이에서 비롯된다. '2023 전망'은 석탄 화력발전과 원자력 발전 설비에 대해서는 '제10차 전기본'을 따르되, 발전량 전망 차이에서 비롯되는 설비의 차이는 가스 발전이 주로 흡수하고 나머지는 신재생에너지가 흡수한다.

²¹ 변동성 재생에너지는 태양광, 풍력, 해양 에너지를 의미한다.

²² 변동성 재생에너지 설비는 '제9차 전기본'에 비해 2030년 기준 약 14 GW 정도가 증가한 것이다.

해야 하는 온실가스 배출이 약 38.5 백만톤-CO₂eq 수준인 것으로 분석된다. '제10차 전기본'은 석탄화력 발전 설비의 연료전환과 폐지 그리고 발전량 제약을 통해서 2030년 발전/열생산 부분의 배출량을 149.9 백만톤-CO₂eq으로 억제할 계획이다. 이 때 예상하는 발전량은 목표수요 597.4 TWh에 근거해 산출된 약 621.8 TWh 수준으로, 이는 '제10차 전기본'에서 설정한 목표 발전량에 해당한다. '제10차 전기본'보다 한걸음 더 나아가, '제1차 탄소중립 기본계획'은 발전/열생산 부문²³의 배출량을 145.9 백만톤-CO₂eq으로 억제하겠다는 목표를 설정하였다. '2023 장기 전망'의 REF는 2030년 발전량을 731 TWh 수준으로 전망하고 있다.²⁴ 이 차이는 '제10차 전기본' 및 '제1차 탄소중립 기본계획'의 전환 부문 감축 목표를 달성하기 위해서는 발전 설비의 구성과 더불어 최종소비 부문의 전기 수요의 효율화도 중요함을 보여준다. 한편, 우리나라가 IEA의 제언처럼 최종소비 부문의 온실가스 배출을 줄이기 위한 주요한 수단으로 전기화를 추진한다면, 효율화 노력에도 불구하고 전기 수요가 증가할 수 있어 전기화, 수요의 효율화, 발전 부문의 저탄소화를 복합적으로 고려한 정책적 접근이 필요할 것이다.

²³ '제1차 탄소중립 기본계획'의 전환 부문 감축목표이다.

²⁴ '제10차 전기본'의 발전량은 수요관리 목표를 반영한 목표수요에 근거해 도출된 발전량이므로 기준 시나리오의 가정을 적용한 '2023 전망'의 발전량과 큰 차이를 보일 수 있다. '2023 장기 전망'의 2030년 전기 판매량은 646.5 TWh로 전망되어, 모형 및 전제의 차이를 고려하면 제10차 전기본의 기준수요(637.6 TWh)과 유사한 수준이라고 판단된다.

제2장 부문별 전망 결과

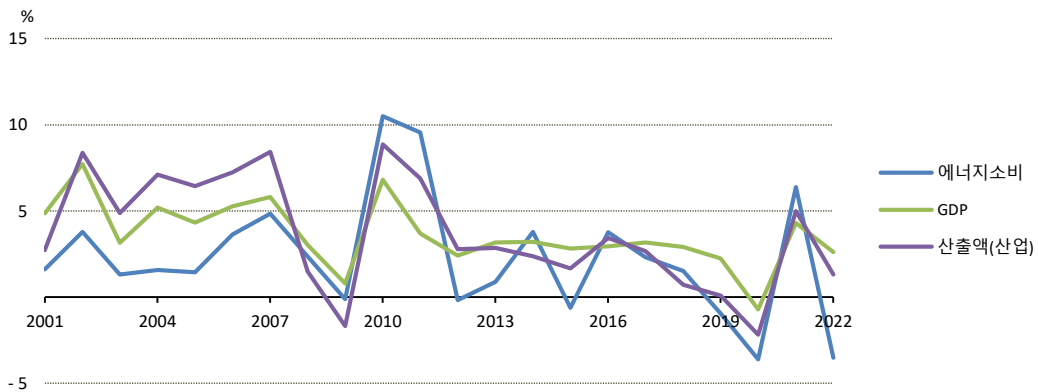
1. 산업 부문²⁵

1.1. 에너지 소비 추이 및 현황

□ 2011~2022년 기간 산업 부문 에너지 소비는 연평균 0.8% 성장하여 139.0 백만toe에 도달

2000년 이후 산업 부문 에너지 소비는 글로벌 경제 위기 등으로 몇 차례 감소하기도 했지만 대체로 해마다 전년 대비 증가해왔다. 단, 에너지 소비 변동성은 최근 들어 확대되는 모습이 다. 미국 비우량 주택담보대출 사태로 시작된 글로벌 금융위기 여파에도 소폭(-0.1%) 감소에 그쳤던 산업 부문 에너지 소비는 2020년에는 코로나19 팬데믹 사태에 따른 글로벌 경기 후퇴로 전년 대비 3.6%나 감소했다. 2021년에는 국내외 경기가 코로나19로부터 회복하며 산업 부문 에너지 소비도 전년 대비 6% 이상 반등했다. 하지만 2022년에는 러시아-우크라이나 전쟁, 에너지 및 원자재 가격 급등, 주요국의 금리인상 등으로 글로벌 경제가 다시 후퇴하며 국내 산업용 에너지 소비도 전년 대비 3.5% 감소했다. 특히, 2022년에는 반도체 공급망 문제에 따른 자동차 생산 차질, 태풍 힌남노 피해 복구에 따른 일부 철강 공장 중단 등으로 에너지 소비 감소 폭이 GDP 대비 커졌다.

그림 2.1 2001~2022년 GDP, 산업 부문 산출액, 산업 부문 에너지 소비 증가율

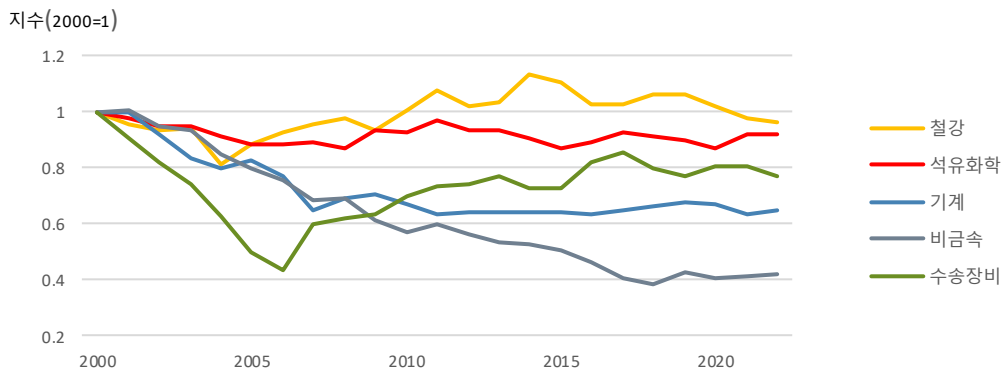


변동성 확대가 최근 몇 년 국내 에너지소비의 특징이라면, 과거부터 진행되어온 국가 경제성장과 에너지 소비의 동조성 약화의 경향은 완화된 것으로 판단된다. 주요 유럽 선진국에

²⁵ 에너지밸런스의 최종 소비는 에너지전환산업인 석유정제를 제외하지만, 본 전망에서는 석유정제를 산업부문에 포함하였다. 이하 산업 부문의 에너지 소비는 석유정제의 자체소비를 포함하여 분석한다.

서는 이미 경제성장과 에너지소비 관계가 약해지는 탈동조화 현상이 2000년대 중반부터 시작되었다 (European Environment Agency, 2017).²⁶ 우리나라는 GDP에 비해 에너지 소비가 더디게 증가하는 탈동조화 현상이 관찰되고 있으나, 탈동조화가 심화되고 있다고 볼 수 있는 근거는 없다. GDP는 2000~2011년 기간 연평균 4.6% 증가에서 2011~2022년 기간에는 연평균 2.6% 증가로 증가세가 둔화되었는데, 동기간 산업 부문 에너지 소비는 연평균 3.6% 증가에서 0.8% 증가로 둔화하였다. 위 그림에서도 볼 수 있듯이 GDP와 에너지 소비의 변화 추이는 일부 기간에 대해 달라지기는 하나, 전반적으로는 비슷한 양상을 보인다.

그림 2.2 주요 업종별 에너지원단위(산출액 기준) 지수 변화 추이



탈동조화를 위해서는 에너지원단위의 지속적 개선(하락)과 산업 구조 변화가 중요하다.²⁷ 그림 2.2는 2000~2022년 기간 주요 업종별 에너지원단위 지수(2000 = 1)의 변화를 보여준다. 철강의 에너지원단위는 2014년까지는 상승한 후 하락하는 추세이다.²⁸ 2022년 최종소비 부문 에너지 소비의 약 30%를 차지하는 석유화학의 에너지원단위는 동 기간 등락을 반복하였으며, 기계류의 원단위도 2011년 이후 보합세를 보이고 있다. 비금속의 에너지원단위 개선세는 비록 최근 몇 년에는 정체했으나 2018년까지 빠르게 개선되었다. 수송장비의 에너지원단위는 2006~2017년 기간 악화된 후 소폭 개선되는 모습을 보이고 있다. 기간별 에너지원단위 개선

²⁶ 최근 연구에 따르면 에너지 소비에 대한 에너지원단위 효과의 영향력이 생산 효과 대비 상대적으로 커지며 주요국(독일, 일본, 영국, 프랑스, 미국, 캐나다)에서 에너지 소비와 경제 성장과의 탈동조화가 나타난 것으로 분석되고 있다 (김철현 & 박광수, 2018). 우리나라의 경우 2011년 이후 산업용 에너지 소비에서 에너지원단위 효과의 영향력이 과거 대비 커진 것으로 분석되고 있다 (김철현 & 강병욱, 2017).

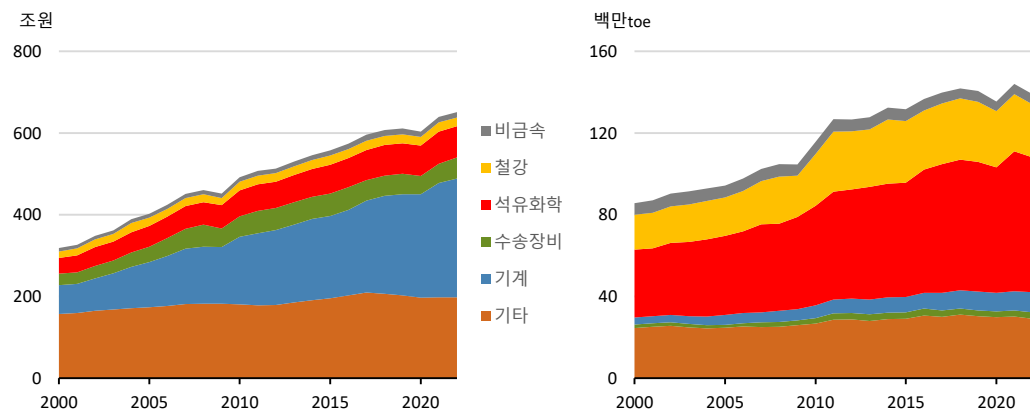
²⁷ 우리나라의 경우 2000년대 중반 이후로 개별 업종의 에너지원단위 변화에 따른 효과가 구조효과 대비 산업 전체 에너지원단위 변화에 미친 영향이 훨씬 더 커졌다 (김철현, 2022).

²⁸ 철강업의 에너지원단위는 2010년의 현대제철 1고로와 2고로 신규 가동, 2014년의 현대제철 3고로 신규 가동 등의 시점에 맞춰 악화(상승)되었으나, 이후 하락세를 보이는 추세이다.

을을 보면, 석유화학과 비금속은 2011~2022년 기간에도 각각 연평균 0.5%와 3.2% 개선되었으며, 철강은 2000~2011년 기간에는 연평균 0.7% 악화(상승)했다가 2011~2022년에는 연평균 1.0% 개선으로 전환했다. 한편, 2000~2011년 기간 연평균 4.1%로 빠르게 개선됐던 기계류의 에너지원단위는 2011~2022년에는 정체(연평균 0.2% 증가)했으며, 수송장비의 에너지원단위도 2000~2011년 연평균 2.8% 개선에서 2011~2022년에는 정체(연평균 0.4% 증가)했다. 산업 전체의 에너지원단위는 지속적으로 개선되었으나, 2000~2011년 연평균 1.8% 개선에서 2011~2022년에는 1.0% 개선으로 개선세가 둔화되었다. 이러한 에너지원단위 개선 속도의 둔화로 GDP와 에너지소비 간 탈동조화 경향의 둔화를 설명할 수 있다.

산업 부문 에너지원단위 개선의 또다른 원인은 상대적으로 에너지를 덜 사용하는 산업의 산출액 또는 부가가치 비중이 상승하였기 때문이다. 에너지 집약도가 높은 철강과 석유화학의 2022년 산업 내 부가가치 비중은 2011년 대비 각각 1.0%p, -1.1%p 감소해 3.2%와 11.7%를 차지한 반면, 상대적으로 에너지 집약도가 낮은 기계류의 비중은 동기간 9.8%p 증가해 2022년 44.6%를 차지했다. 2022년 기준 업종별 에너지 소비 비중은 석유화학(47.5%), 철강(18.6%), 기계류(7.1%), 비금속(3.6%), 수송장비(2.2%) 순이다. 이는 석유화학이나 철강 대비 에너지 소비량이 훨씬 적은 기계류의 부가가치가 상대적으로 빠르게 성장하며 경제성장을 견인한 반면, 철강과 석유화학이 경제성장률에 미치는 영향은 2011년대 들어 크게 축소되었음을 의미한다.

그림 2.3 2000~2022년 업종별 부가가치(좌) 및 에너지 소비(우) 추이

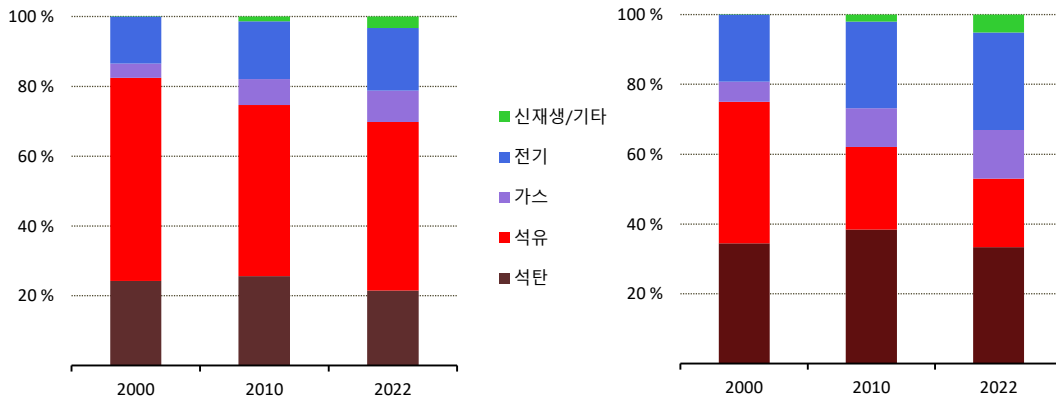


주: 기타는 비금속, 철강, 석유화학, 수송장비, 기계를 제외한 나머지 업종의 합

이러한 변화의 주요 원인 중 하나는 중국 경제의 구조 변화이다. 중국은 2000년대 중반부터 경제발전 5개년 계획 등을 통해 경제 성장 구조를 내수기업, 기술집약 산업 등을 중심으로 이동해왔다. 신창타이(뉴노멀)로 표현되는 이러한 중국의 경제정책은 주요 수입제품의 자국

내 자체 생산 및 주요 업종의 자급률 상승으로 이어졌다. 신창타이 정책의 효과가 2011년대 들어 본격적으로 나타나며 우리나라의 대중 수출 증가세는 큰 폭으로 둔화했으며, 철강 및 석유화학의 부가가치 증가세 둔화로 연결되었다. 2010년대의 급격한 중국의 조강 생산 급증으로 우리나라의 글로벌 점유율은 2010~2011년의 설비 증설에도 불구하고 늘지 못했으며, 이후에는 글로벌 철강 공급 과잉으로 철강 경기 부진을 초래했다. 주요 철강 제품에서도 일부 제품(자동차용 강판, LNG 운반선, 수소탱크용 등의 특수 강재)을 제외하곤 대부분 품목에서 중국산 철강재와의 품질 차이가 거의 없어 중국산과의 경쟁이 치열해지고 있다. 석유화학의 경우도 유사한 상황이 발생하고 있는데, 주요 석유화학제품의 중국 자급률이 빠르게 상승하며 우리나라의 대중국 석유화학 수출 및 생산 증가세가 둔화하고 있다. 이러한 요인 등으로 국내 전기 소비의 경우 2011년경부터 증가 추세가 꺾였다는 연구²⁹도 있었는데, 이는 전기에만 국한된 것은 아닐 것으로 보인다. 한편, 철강과 석유화학과는 달리 기계류는 빠르게 성장해 왔는데, 이는 국내 반도체 수출 증가 때문이다. 우리나라의 반도체 수출은 2000년 260억 달러에서 2010년 507억 달러, 2022년에는 1,292억 달러로 빠르게 증가했으며, 전세계 시장점유율도 동기간 7%, 14%, 18% 수준으로 확대해왔다.

그림 2.4 원료용을 포함한 경우(좌)와 제외한 경우(우) 산업 부문 에너지 상품별 소비 비중



주: 원료용은 개정 에너지밸런스의 석유화학 원료를 의미

산업 부문의 에너지 소비를 에너지 상품별로 살펴보면 위 그림과 같다. 2022년 산업 부문 에너지 소비에서 석유화학 업종으로 인해 석유가 가장 큰 비중(48.3%)을 차지한다. 뒤이어 철강업에서 주로 소비되는 석탄이 두 번째로 높은 비중(21.4%)을 차지한다. 석유와 석탄은 과거

²⁹ 김철현 & 박광수 (2015)는 2010~2011년경 국내 전력 소비 증가세가 일시적인 요인뿐만 아니라 구조적인 요인으로 둔화되었음을 보였다.

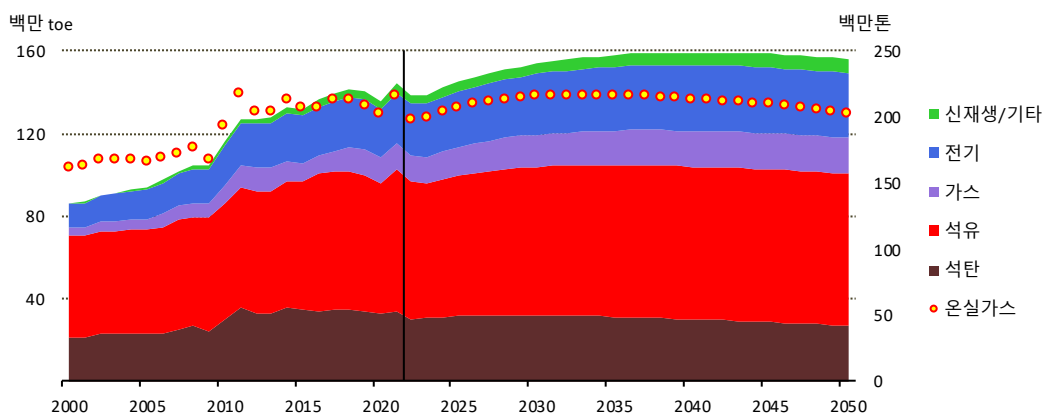
에도 산업 부문 에너지 소비에서 가장 큰 비중을 차지하였으나, 비중 자체는 국내 석유화학과 철강업의 성장이 과거 대비 둔화됨에 따라 두 에너지원의 비중도 축소되었다. 반면, 상대적으로 전기를 주로 소비하는 기계류가 성장하며 전기의 비중은 상승하여 2022년 17.9%를 차지한다.³⁰ 신재생 비중은 정부의 보급정책에 따라 꾸준히 상승하여 2022년 3.3%를 차지한다.

1.2. 에너지 수요 전망

□ 산업 부문 에너지 수요는 전망 기간 연평균 0.4% 증가하여 2050년에는 156.5 백만toe 도달

REF에서 산업 부문의 에너지 수요는 증가세가 점차 둔화되다가 2040년대 초반 정점을 기록한 후 완만한 하락세로 전환될 것으로 전망된다. 산업 부문 에너지 수요의 증가세 둔화 및 하락세 전환의 원인은 경제의 저성장 기조 속에서 제조업 생산 활동 증가 속도가 과거에 비해 크게 둔화되기 때문이다. 산업의 부가가치는 2022년 651.1조 원에 2050년 770.4조 원으로 연평균 0.6% 성장할 전망이다. 전 세계적인 온실가스 감축 기조, 공정 부문의 에너지 효율 개선, 고부가가치화, 에너지 저소비형 업종 중심으로의 산업 구조 변화 등으로 전망 기간 산업 부문 에너지 수요 증가율은 부가가치 연평균 증가율보다 낮은 0.4%에 그칠 것으로 예상된다.

그림 2.5 기준 시나리오의 산업 부문 에너지 수요와 온실가스 직접 배출 전망



주: 온실가스 직접 배출량은 에너지밸런스의 산업 부문 에너지 소비 실적 및 수요 전망치에 근거하여 자체적으로 산출되었다. 따라서 온실가스 직접 배출량의 실적은 국가 온실가스 인벤토리와 상이할 수 있음.

³⁰ 위 그림에서 전기 소비는 한전에서 구입한 양을 나타내며, 철강과 석유화학 등 자가 발전을 통해 소비된 전기는 포함하지 않는다. 대신 자가 발전에 투입된 연료(천연가스, 신재생 등)가 에너지원으로 포함된다.

전망 기간 산출액 기준 산업 전체의 에너지원단위의 감소(개선)세는 실적 기간 대비 둔화되어 연평균 0.5 % 개선될 것으로 보인다. 산업 부문 에너지 소비의 약 36 %을 차지하는 석유화학 원료를 제외할 경우에도, 산업 부문의 에너지 수요는 2022년 89.3 백만toe에서 2050년 98.9 백만toe로 연평균 0.4 % 증가할 것으로 전망된다. 원료를 제외한 산업 부문의 에너지원단위도 연평균 0.6 % 개선되며 과거 대비 개선세가 둔화할 것으로 보이나, 원료를 포함한 에너지원단위 보다는 개선세가 소폭 빠를 것으로 보인다.

산업 부문의 온실가스 직접 배출량은 2000~2022년기간 연평균 0.9 % 증가하였으며, 전망 기간(2022~2050년)에는 연평균 0.09 % 증가로 증가세가 둔화할 것으로 예상된다. 전망 기간 에너지 수요 증가세 대비 온실가스 직접 배출량의 증가세가 둔화된 이유는 상대적으로 배출계수가 낮은 에너지 상품의 소비 비중이 커지기 때문이다. 에너지 수요 총량은 증가하겠으나 전기, 도시가스, 신재생/기타의 비중이 확대됨에 따라 직접 배출량은 2022년 197.5 백만톤-CO₂eq에서 2030년대 초반 215.6 백만톤-CO₂eq 수준까지 증가하다가 이후 완만하게 감소해 2050년에는 202.7 백만톤-CO₂eq까지 하락할 것으로 예상된다. 2030년과 2050년의 배출량은 2018년 산업 부문 직접 배출량(212.9 백만톤-CO₂eq) 대비 각각 1.1 % 증가, 4.8 % 감소할 전망으로, REF에서 2030년 및 2050년 온실가스 감축목표는 달성되지 못할 것으로 예상된다.³¹

□ 산업 부문 에너지 수요와 온실가스 배출은 석유화학을 중심으로 증가

산업 부문의 에너지 수요는 전망 기간(2022~2050년) 17.5 백만 toe 증가할 것으로 전망되었는데, 이중 대부분을 석유화학이 차지할 것으로 보인다. 산업 부문의 에너지 소비 증가분에 대한 주요 업종별 기여율은 석유화학(88.4 %), 기계류(7.1 %), 비철금속(2.3 %), 철강(0.7 %), 비금속(-1.1 %) 순이다. 업종별 에너지 소비 증감을 살펴보면 비금속, 수송장비, 광업, 제지 및 인쇄, 목재, 건설에서는 전망 기간 에너지 수요가 감소할 것이나, 나머지 업종에서는 에너지 수요가 증가할 것으로 전망된다.

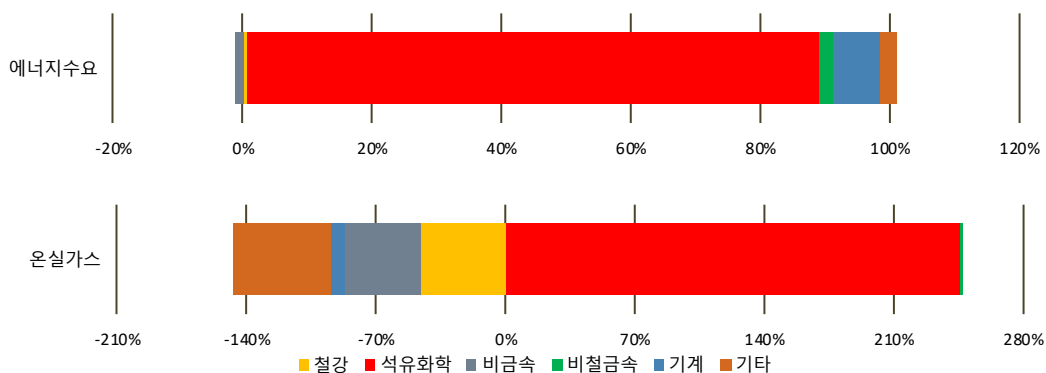
석유화학 업종은 사힌 프로젝트 (Shaheen Project)³² 등의 국내 유회사 및 정유사들의 설비 신·증설로 에너지소비가 2022년 66.0 백만toe에서 2050년 81.5 백만toe로 연평균 0.8 % 증가할 것으로 예상된다. 기계류의 에너지 수요는 AI, IoT, 자율주행 자동차 등 신산업과 플랫폼 산

³¹ ‘탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획’ (관계부처 합동, 2023)과 ‘2050 탄소중립 시나리오안’ (관계부처 합동, 2021)은 산업 부문 온실가스 직접 배출량을 2018년 대비 2030년까지 11.4 %, 2050년까지 80.4 % 감축하겠다는 목표를 각각 제시하였다.

³² 사힌 프로젝트는 글로벌 에너지화학 기업이자 S-Oil의 대주주인 사우디아라비아의 국영기업 아람코가 2026년 상반기까지 울산에 총 9조 2,580억 원을 투자하여 세계 최대 규모의 석유화학 설비(원유/잔사유 분해 설비와 연간 에틸렌 180만 톤 규모의 스팀 크래커)를 건설하는 프로젝트이다. 이는 2023년 우리나라의 에틸렌 생산 능력(연산 약 1,280만 톤)의 14 %에 상당하는 규모이다.

업의 발달, 전기차용 2차전지와 ESS 수요 증가에 따른 전기·전자 산업을 중심으로 2022년 9.9 백만toe에서 2050년 11.1 백만toe로 연평균 0.4 % 증가할 전망이다. 비철금속은 재생에너지, 수소산업, 전기차 등의 성장과 함께 부가가치와 에너지수요가 증가할 것으로 예상된다. 비철금속의 2050년 에너지 수요는 2022년 대비 19.3 % 증가한 2.4 백만toe에 도달할 것으로 예상된다. 전망 기간 에너지 수요가 과거 대비 가장 극적으로 바뀔 것으로 예상되는 업종은 철강이다. 철강은 석유화학과 함께 과거 우리나라 에너지 소비 증가를 이끌어왔으나, 이러한 역할은 지속되지 못할 전망이다. 2011년대 들어 중국의 생산 증가를 중심으로 글로벌 조강 과잉 생산 설비 문제는 국내 철강 산업의 부진으로 이어져오고 있다. 최근에는 중국이 환경문제 등을 이유로 감산 정책을 취하기도 했으나 향후 인도, 동남아, 중동 등 신흥국의 조강 설비 증가 계획 등으로 전망 기간 국내 철강 산업은 정체할 것으로 예상된다. 이에 따라 철강의 부가가치는 전망 기간 연평균 0.3 % 감소하고 에너지수요는 2050년에도 2022년과 비슷한 26.0 백만toe 수준에서 유지될 것으로 전망된다. 비금속은 에너지 소비 하락세가 전망 기간에 지속되며 2050년 에너지 수요는 2022년 대비 3.9 % 감소한 4.8 백만toe 수준으로 떨어질 것으로 예상된다.

그림 2.6 2022~2050년 산업 부문 업종별 에너지 수요 및 온실가스 배출 기여율



주: 업종별 기여율(%)=업종별 증감량/산업 전체 증감량

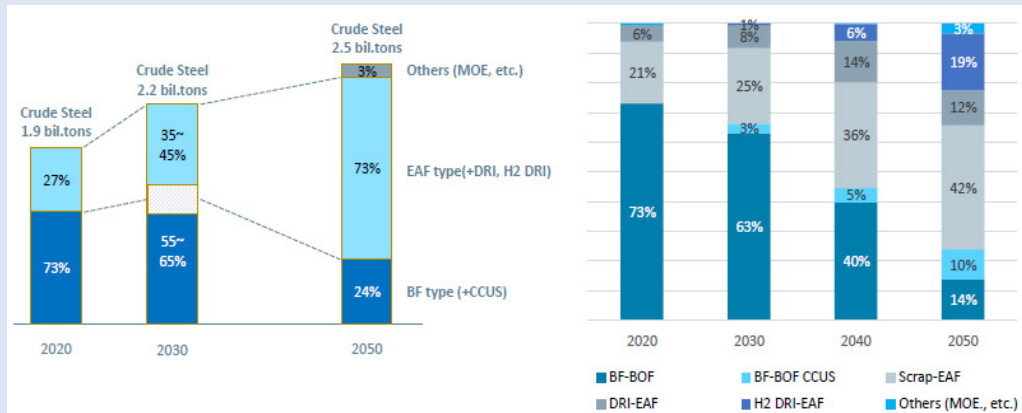
산업 부문의 에너지 수요가 석유화학을 중심으로 증가함에 따라 전망 기간의 온실가스 배출도 석유화학을 위주로 증가할 것으로 예상된다. 2050년 산업 전체의 온실가스 배출은 2022년 대비 2.6 % (5.2 백만톤-CO₂eq) 증가해 202.7 백만톤-CO₂eq에 도달할 것으로 전망된다. 업종별로는 석유화학에서 12.8 백만톤-CO₂eq이 늘고 비철금속에서도 소폭 증가할 것으로 보이나, 나머지 주요 업종에서는 대부분 감소할 것으로 보인다. 특히 철강과 비금속에서의 온실가스 배출 감소가 석유화학에서의 배출 증가를 상쇄하며 산업 전체의 온실가스 배출량 증가가 억제될 것으로 보인다. 기여율 측면에서는 석유화학에서의 온실가스 증가분이 산업 전체 증가분의

2 배 이상(246.5 %)을 차지하겠으나, 비금속(-40.6 %)과 철강(-46.4 %)에서 산업 총 증가분의 87 %에 해당하는 양을 감소할 것으로 보인다. 기계류와 철강에서는 에너지 수요가 전망 기간 증가하는 것에 반해 온실가스 배출은 감소하며, 비금속의 경우도 에너지 수요 감소 대비 온실가스의 감소폭이 클 것으로 전망된다. 이는 주요 업종에서 석탄과 석유와 같은 온실가스 집약도가 높은 에너지 상품이 가스, 전기, 신재생 등 보다 집약도가 낮은 에너지 상품으로 대체되기 때문이다.

글상자 2.1 철강제조 공정 변화와 에너지수요에의 불확실성

본 보고서는 구체적 계획 또는 기술 개발이 완료되어 미래의 에너지 수요에 확정적으로 영향을 끼치는 요인만을 REF에 반영하였다. 사실프젝트는 확정된 설비 투자 계획으로서 석유화학 설비 증설 등에 이를 고려했으나, 정책이나 기술 발전 기초 상 방향성이 예측됨에도 불구하고 현재까지 실용화되지 못한 기술이나 확정되지 않은 계획 등으로 고려하지 않는 사항들도 있다. 그 중 현실화 정도에 따라 에너지 수요 전망에 큰 변화를 초래할 수 있는 대표적인 요인은 철강 생산 공정의 변화 가능성이다.

그림 2.7 유형별 글로벌 철강제조 공정 변화 전망



출처: 고준형 (2023), P36의 그림

대표적인 온실가스 다배출 업종인 철강업은 탄소중립 시대를 대비하여 철광석에서 철을 생산할 때 석탄을 활용하는 기존 방식에서 석탄 대신 수소와 같은 청정에너지를 활용하는 방식으로의 전환에 힘쓰고 있다. 석탄을 활용하는 방식은 고로(BF, Blast Furnace)를 거쳐 전로(BOF, Basic Oxygen Furnace)에서 제품(전로강)을 생산한다. 석탄의 투입이 없어도 전기로(EAF, Electric Arc Furnace)에서 고철(Scrap) 등을 녹여서도 제품(전기로강)을 생산할 수 있다. 2022년 국내 조강 생산에서 전로강과 전기로강의 비중은 각각 68.5 %, 31.5 %이다. 유력한 탈탄소화 방안으로 논의되는 수소환원제철은 고로(용광로) 대신에 수소 유동 환원로에서 직접환원철(DRI, Direct Reduced Iron)을 뽑아 전기로에서 제품을 생산하는 방식으로, 아직까지 상용화되지 못하고 있다. 국내외 전문가들은 기존의 고로 방식이 수소 등 저탄소 배출 방식으로 대체될

것임에는 동의하고 있다. POSRI 보고서 (고준형, 2023)에서는 전세계적으로 고로 생산방식 비중은 2020년 73%에서 2050년 24% 수준으로 축소되고, 수소환원제철을 포함한 전기로 생산방식이 27%에서 73% 수준으로 확대할 것으로 전망하였다. 특히, 전기로 방식 내에서 수소환원식(H2 DRI-EAF)은 2050년에 19% 정도를 차지하는 반면 고철-전기로(Scrap-EAF)이 비중은 42%인데, 이는 수소환원제철 방식으로서의 전환에 고철-전기로가 큰 가고 역할을 함을 의미한다. 국내 대표적인 철강 업체인 포스코와 현대제철도 이러한 기조에 맞춰 전기로 확장을 계획하고 있다. 포스코는 최근 이탈리아 기업 테노바(Tenova)와 광양 제철소에 전기로 설비 공급계약을 체결하기도 했으며 2027년까지 전기로 2기를 신설할 계획이다. 현대제철은 2030년까지 당진 제철소에 신기술(하이큐브)이 적용된 전기로를 도입할 계획이다.

그러나 전 세계적 고철-전기로 확장 추세가 장기적으로 유지될지에 대해서는 불확실성이 존재한다. 일반적으로 전로강은 주로 자동차 강판, 조선용 후판 등의 고급 철강재 생산에 쓰이며, 전기로강은 건설용 형강 등 상대적으로 저품질 제품 생산에 쓰인다. 최근에는 신기술을 적용해 전기로에서도 고급강재 생산이 가능하도록 노력하고 있다. 고급강재 생산의 핵심은 고철에 포함된 불순물을 최대한 제거하는 것으로 불순물 함량이 적은 고급 고철(스크랩)을 투입하는 것이 중요하다. 그러나 고급 스크랩의 물량은 한정되어 있으며, 전세계적인 전기로 설비 확장이 지속된다면 이는 스크랩 수급의 불안정성을 높여 가격 상승으로 이어진다는 점이다. 현재도 고로보다 고철을 사용하는 전기로의 생산 원가가 높는데, 향후 스크랩 가격 상승은 원가 차이를 더욱 심화시킬 수 있다. 비록 수소환원제철 등 철강업의 온실가스 감축 기술이 확보되지 않은 상황에서 고철-전기로의 확대는 거의 유일한 온실가스 감축수단이나, 현 시점에서 제품 수요, 가격 불안정성 등으로 인해 장기적 추세를 판단하기 어렵다.

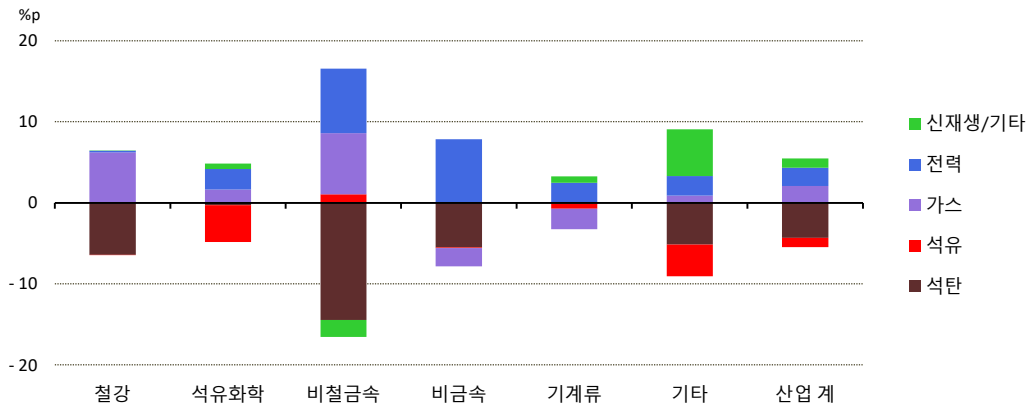
그렇다면 전기로 확장이 에너지 소비에 미치는 영향은 어떨까? 현재 고로에 투입된 석탄(원료탄)은 철강업, 나아가 산업 전체에서 소비된 석탄의 대부분을 차지하고 있다. 이에 따라 석탄 비중은 비약적으로 축소되고 대신 전기 비중이 확장될 가능성이 크다. 그러나 개별 기업이 한국전력으로부터 전기를 구입하지 않고 자가발전을 선택할 경우에는 다른 에너지원의 소비가 늘어날 수 있다. 현재 철강업의 전기 소비 중 상당 부분이 자가발전을 통해 충당되며, 철강사들은 비용 절감 및 안정적 수급을 위해 자가용 가스 발전을 확대하는 추세이다. 현대제철은 전기로 중심의 생산체계 전환을 밝히면서 2023년 당진제철소 내 자가 LNG 발전소 건설 계획을 밝힌 바 있다. 유사한 사례가 전력 다소비 업종인 반도체 산업이 포함된 기계류에서 이미 발생하고 있다. SK하이닉스는 2022년부터 이전에 자가용 LNG열병합 발전소를 가동했으며, 2024년에는 청주에도 신규 LNG열병합 발전소가 가동할 예정이다. 한편, 글로벌 기업을 중심으로 공급망에 속한 업체들에게 재생에너지 전력 사용 확대를 요구하는 압력이 커지면서 국내 철강기업도 이러한 압력에서 자유롭지 못할 것으로 예상된다. 이러한 압력이 지속적으로 강해질 경우 전기로 확장이 에너지 소비에 미치는 영향은 보다 복잡해질 것이다.

□ 에너지원별로는 석탄과 석유가 가스, 전기, 신재생으로 대체

원료용을 포함할 경우 전망 기간 산업 부문 에너지 수요는 석유와 전기를 위주로 증가할 것으로 예상된다. 2050년 산업 부문의 에너지 수요는 2022년대비 12.6% 증가할 것으로 보이는데, 이에 대한 에너지 상품별 기여도는 석유(4.8%p), 전기(4.8%p), 가스(3.5%p), 신재생(1.7%p), 석탄(-2.2%p) 순이다. 석유 수요 증가가 가장 큰 이유는 석유화학에서의 원료용 수요

때문이다. 원료용 수요를 제외할 경우 전망 기간 산업의 에너지 수요는 전기와 가스를 중심으로 10.8 % 증가할 것으로 보인다. 전기는 전기다소비 업종인 기계류의 지속적인 성장, 스마트 공장이나 FEMS(Factory Energy Management System)의 확산, 온실가스 감축정책의 영향 등으로 수요가 지속 증가할 것으로 보인다. 에너지 상품별(원료용 포함) 비중을 보면 석유는 2050년에도 47.2 %를 차지하며 모든 에너지 상품 중 가장 크겠으나, 2022년 대비로는 비중이 축소될 것으로 보인다. 석탄은 2022년에는 석유에 이어 두 번째로 비중이 컸으나, 2050년에는 전력보다 비중이 낮아져 17.1 % 정도를 차지할 것으로 보인다. 전기는 비중이 꾸준히 상승해 2050년에는 20.1 %를 차지하며 석유에 이어 두 번째로 소비 비중이 높아질 전망이다. 가스와 신재생의 비중도 모두 2022년 대비 상승해 2050년에는 각각 11.1 %, 4.4 %를 차지할 것으로 보인다. 업종별로는 대부분의 업종에서 석탄과 석유가 타에너지 상품으로 대체되며 비중이 축소할 것으로 보인다.

그림 2.8 2022년 대비 2050년 주요 업종별 에너지 믹스(비중) 변화



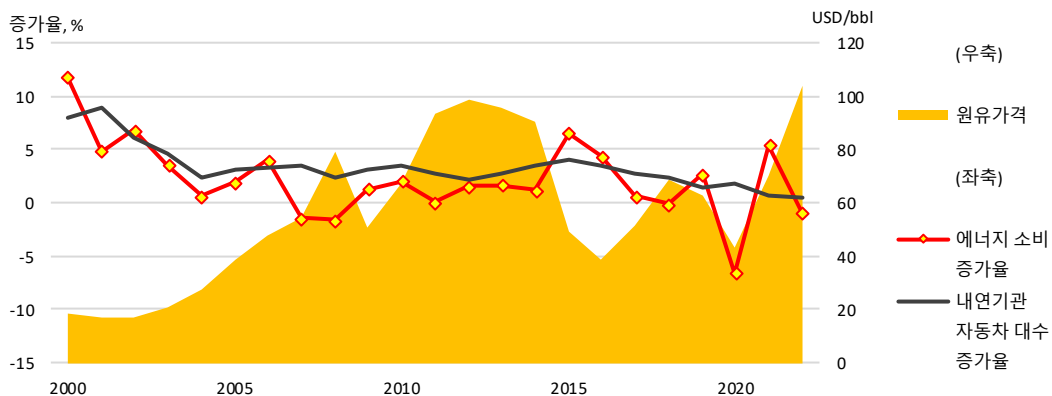
2. 수송 부문

2.1. 에너지 소비 추이 및 동향

□ 수송 부문 소비는 2010년 이후 지속 상승해왔으나 코로나19로 감소 후 이전 수준 미회복

수송 부문 에너지 소비는 2000년 25.0 백만toe에서 2022년 36.3 백만toe까지 연평균 1.7% 증가하였다. 1990년대에는 경제가 빠르게 성장하면서 물동량도 크게 증가하였고, 고속도로, 교량 등 교통 인프라의 확대, 대중교통의 보급 확대, 소득 증대에 따른 자가용 보급 증가 등의 요인으로 연평균 7% 가량 빠르게 증가했다. 그러나 2000년대에 들어서서 소비 증가세가 둔화되면서 국제유가의 등락에 따라 에너지 소비가 변동하였다. 우리나라에서는 도로 수송이 전체 수송 부문의 대부분을 차지하기 때문에 수송 부문 에너지 소비는 자동차 보급 수준과 정의 상관 관계에 있고, 도로 수송 수요는 유가에 민감하게 반응하는 특징이 있다. 2008년 국제 금융 위기 시기에는 국제유가 상승과 경기 둔화가 겹치며 에너지 소비가 급감하였고 2014년 하반기 국제 유가의 급락으로 소비가 증가하였다. 2017년 이후 유가의 증가세 전환에 따라 소비가 감소하는 등 수송 부문 에너지 소비는 유가와 경기 변동에 따라 감소와 증가를 반복하였다.

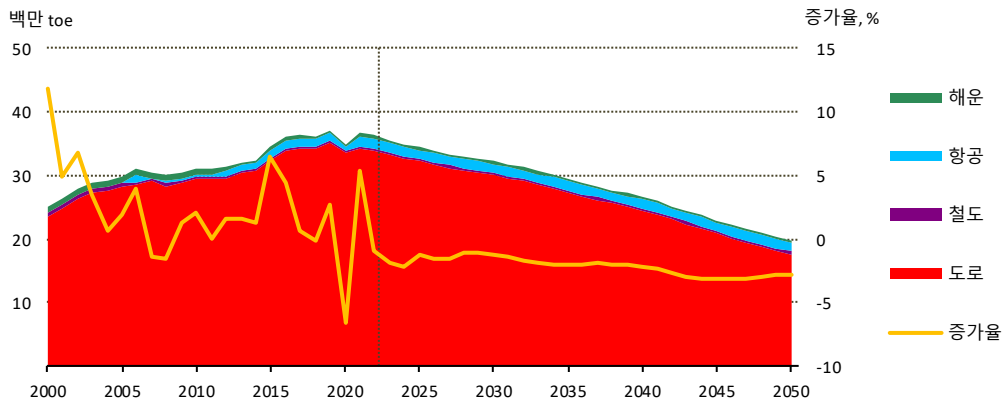
그림 2.9 수송 부문 에너지 소비 및 자동차 대수 증가율과 국제유가 추이



2020년 시작된 코로나19 대유행은 수송 부문의 에너지 소비에 큰 영향을 주었다. 코로나 19 방역을 위해 사회적 거리두기를 시행하면서 이동 수요가 크게 감소하여 수송 부문 에너지 소비는 2019년 37.2 백만toe에서 2020년 34.7 백만toe로 6.6% 감소하였다. 특히 2020년 항공 부문 에너지 소비는 2019년 수준의 절반 이상 급감하였다. 도로 부문의 소비는 이동 수요 감소로 인해 전년 대비 4.6% 감소하였고, 해운 부문 에너지 소비도 15% 이상 감소하였다. 2021년

코로나19 대유행이 점차 진정되면서 수송 부문 에너지 소비는 전년 대비 5.4% 증가하였으나 이전 수준을 회복하지는 못하였다. 도로 부문의 소비는 2.2% 증가, 해운 부문 소비는 25% 이상 증가하였으나 2019년의 소비 수준에 미치지 못하였다. 반면 수요가 절반 가량 급감했던 항공 부문 소비는 160% 가량 증가하면서 코로나19 발생 이전인 2019년의 수준을 바로 회복하였다. 국외 항공 이동 제한으로 해외 여행의 기회가 차단된 상황에서 국내 항공 여행 수요가 증가한 까닭으로 추정된다. 2022년 코로나19 대유행이 완화되었음에도 불구하고 수송 부문 에너지 소비는 전년 대비 0.9% 감소하였다. 해운 부문이 8% 이상 증가하였을 뿐 도로 부문과 항공 부문의 소비는 전년 대비 각각 1.0%, 0.3% 감소하였다. 2022년 2월 러시아의 우크라이나 침공에 따른 對러시아 경제 제재로 전세계 공급망에 충격이 발생하였고, 이후 하반기부터 각국 중앙은행이 인플레이션 대응을 위해 이자율을 인상하면서 글로벌 경기 부진이 본격화한 영향이 수송 부문에도 나타났다. 2022년 소비가 전년 대비 감소하면서 수송 부문의 에너지 소비는 코로나19 대유행 이전인 2019년의 소비 수준을 여전히 회복하지 못하였다.

그림 2.10 수송 부문 에너지 수요와 증가율 추이



2.2. 에너지 수요 전망

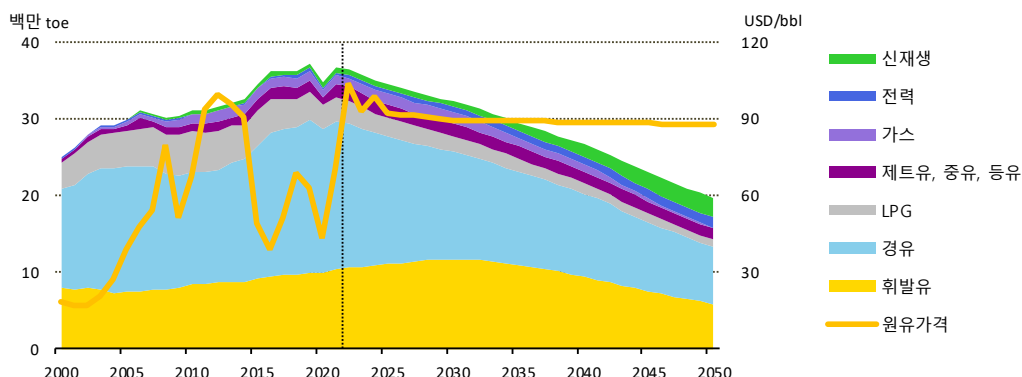
□ 수송 부문 에너지 수요는 전망 기간 연평균 2.1% 감소하여 2050년 20 백만toe 도달

수송 부문 에너지 수요는 2022년 36.3 백만toe에서 연평균 2.1%로 지속 감소하여 2050년에는 20 백만toe 수준으로 하락할 전망이다. 도로 부문에서 친환경차 보급 확대에 2019년 정점 기록 이후 수송 부문 에너지 수요가 지속 감소할 것으로 보인다.³³ 수송 부문 에너지 수요 변

³³ 수송 부문에서 도로 부문이 차지하는 비중이 가장 크기 때문에 도로 부문의 수요 감소는 전체 수송 부문 수요의 감소로 연결된다.

화에 큰 영향을 미치는 국제유가는 2020년 코로나19 대유행 기간 동안 크게 하락하였으나 2021년 하반기에 세계 경제가 회복되며 석유 수요가 증가하고, 전세계적 에너지 전환 기조 속 석유 탐사와 채굴 부문의 투자 지연으로 석유 공급이 빠르게 증가하지 못하면서 배럴당 80 달러 수준으로 급등하였다. 2022년 상반기에는 우크라이나 전쟁과 서방의 러시아산 석유 수출 규제로 인해 배럴당 100 달러를 넘어서며 크게 상승하였다. 2023년 10월 이스라엘-하마스 충돌 이후 증동 정세가 한층 불안정해진 요인이 있으나, 2023년 이후 지정학적 위험이 진정되고 공급이 안정되며 국제 유가는 전망 기간 동안 배럴당 80 달러 후반 수준으로 수렴할 것으로 전제하였다. 최근 10년 평균 보다 높아진 유가 수준은 수송 부문의 석유 수요 증가를 제한하고 친환경차로의 전환을 가속화하는 요인으로 작용할 것으로 보인다.

그림 2.11 수송 부문 원별 에너지 수요와 국제유가



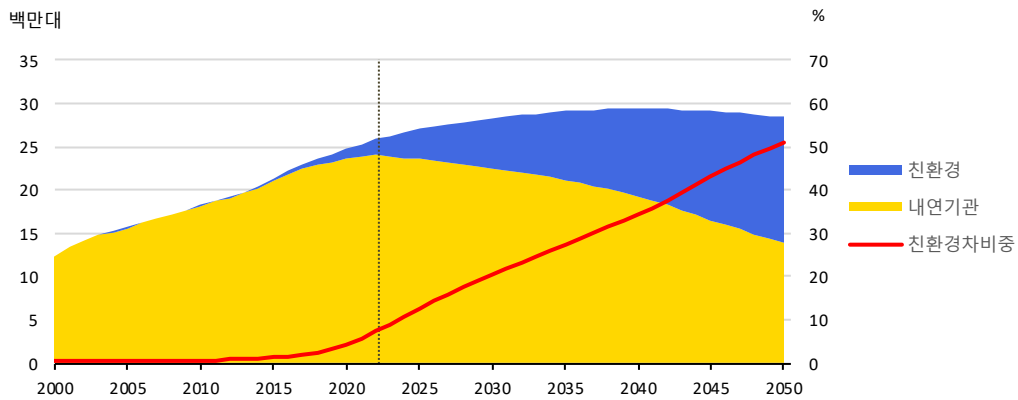
철도와 해운의 에너지 수요는 전망 기간 지속적으로 감소하여 수송 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중이 줄어든다. 철도 부문은 신규 고속철도 노선 확대 등에도 인구 감소 및 철도 화물 수송의 경쟁력 약화, 전동차의 효율 개선 등으로 에너지 수요가 감소한다. 해운 부문의 에너지 수요는 인구 감소, 운행 효율 개선, 기술적 연비 향상 등으로 감소를 지속할 전망이다.

□ **친환경차 보급의 확대로 도로 부문 에너지 수요가 감소하여 전체 수송 부문 수요도 감소**

친환경차 보급은 도로 부문, 바꿔 말해 수송 부문의 주요 온실가스 감축 수단이다. 전기 자동차는 내연기관 자동차 대비 연료 효율이 높아서 전기차 사용이 늘어날 수록 전체 수송 부문 에너지 수요가 감소할 수 있다. 최근 들어 고금리 기조가 유지되고, 보조금 규모의 축소, 충전 설비 보급의 지연 등의 문제로 전기차를 중심으로 친환경차 보급의 속도가 다소 둔화되었다. 그러나 장기적으로는 대체로 굳어진 친환경차가 기존 내연기관 자동차를 대체해갈 전망이다. 자동차 보급은 2022년 25.8 백만대에서 포화 수준 근접, 인구 감소의 영향으로 2040년대 초반

감소세로 전환되어 2050년 28.2 백만대 수준에 그칠 전망이다. 이런 상황에서 자동차 제조사들이 경쟁적으로 새로운 친환경차 모델을 출시하고, 정부의 적극적인 보급 확대 지원 정책에 힘입어 하이브리드를 포함한 친환경차 보급은 전망 기간 연평균 27 % 증가한다. 전기 자동차와 수소 자동차가 전체 자동차 보급에서 차지하는 비중은 2022년 7.2 %에서 2050년 50.6 %로 대폭 증가하며 내연기관 자동차를 대체할 전망이다.

그림 2.12 기술별 자동차 보급과 증가율 추이



주: 친환경 자동차는 전기, 수소 및 하이브리드 자동차를 의미

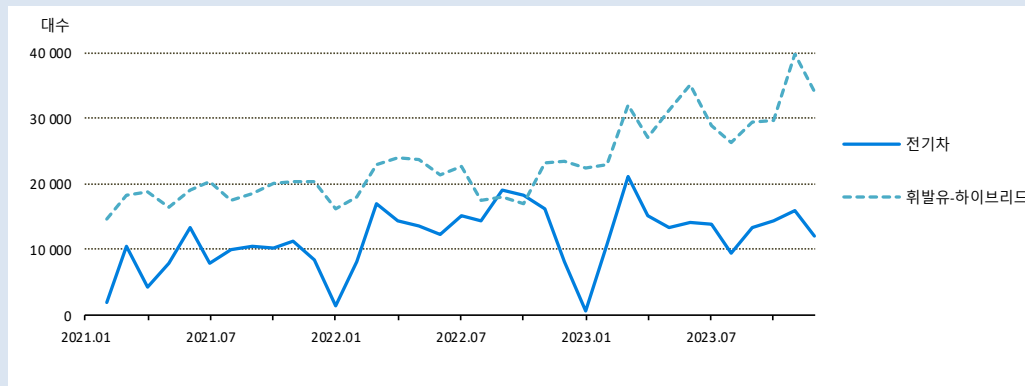
내연기관 자동차는 미세먼지 저감을 위한 저등급 경유 자동차 운행 규제 및 퇴출 유도 정책 강화, 평균에너지소비효율제도 등에 따른 생산 제약 등으로 전기 자동차와 수소 자동차에 계 시장을 내주면서 2020년대 초 정점 도달 이후 보급 대수가 꾸준히 감소할 전망이다. 전기, 수소차와 같은 친환경차 보급 확대와 함께 경유 승용차를 중심으로 한 내연기관 자동차의 감소, 자동차 엔진 효율의 향상, 여객 및 화물 수요 증가 속도 둔화 등으로 인해 수송 부문 에너지 수요는 감소할 전망이다. 그리고 이는 곧 전체 수송 부문의 에너지 수요 감소로 이어진다. 전망 기간 동안 전기, 수소 자동차 등의 친환경 자동차가 기존의 내연기관 자동차를 빠르게 대체하면서 도로 부문의 석유 수요가 18 백만toe 이상 감소하는 반면, 고효율의 전기 자동차 보급 확대에 따른 전기 수요는 1 백만toe 정도 증가에 그쳐 전체 에너지 수요가 감소하는 효과가 나타난다. 결과적으로 도로 부문 에너지 수요는 2022년부터 2050년까지 연평균 2.3 %, 약 16 백만 toe 가량 감소할 전망이다.

붙임자 2.2 전기 자동차(electric vehicle) 보급 속도의 둔화

전기 자동차(이하 전기차)의 보급은 수송 부문의 핵심 온실가스 감축 수단이다. 각국 정부는 빠른 보급 확대를 위해 보조금 지급, 세금 감면 등 다양한 혜택을 제공해 왔다. 그런데 2023년부터 전기 자동차의 보급 속도가 둔화되는 현상이 전세계적으로 나타나고 있다 (Klayman, 2023). 우리나라에서도 2023년 전기 차의 판매대수를 대체재라 할 수 있는 휘발유-하이브리드 자동차와 비교해보면 증가 속도가 둔화되었음을 확인할 수 있다. 정확한 자동차 판매 통계를 구할 수 없기 때문에 국토교통부의 자동차 등록대수의 월별 차이를 판매량의 대리변수로 놓고 보면, 2023년 들어 전기차의 신차 판매량이 2022년과 유사하게 나타난다. 반면에 하이브리드 자동차의 판매량은 더 빠르게 증가했다. 전기차의 등록대수는 지속적으로 증가하고 있으나 보급 속도가 정책 결정자들의 기대에 미치지 못하고 있다.

전기차 보급 속도의 둔화는 무엇보다 고물가에 대응하기 위해 각국 중앙은행이 금리를 인상하면서 자동차 구입 비용이 증가한 데 기인한다. 일반적으로 고가의 동산인 자동차를 구입하기 위해서는 대출이 필요한데 금리가 상승하면서 구입 비용이 증가하여 신규 전기차의 판매가 감소하였다. 자동차 소유 비용의 문제도 있는데 중고 전기차의 가격이 기존 내연기관차 보다 크게 하락하는 문제가 전기차 구입을 망설이게 하는 요인으로 작용하고 있다 (김민주, 2023). 전기차의 배터리 성능은 사용 기간이 길어지면서 빠르게 하락하고 중고차 가격도 그에 따라 크게 하락하기 때문에 결국 소유 비용이 증가한다. 4~5년 전 국내에서 전기차 본격 출시 이후 최근 들어 신차 교체 시기가 도래하면서 중고 전기차가 시장에 유통되었고, 시장에서 확인된 전기차의 상대적으로 급격한 감가상각이 전기차 수요 둔화의 요인일 수 있다.

그림 2.13 전기차와 휘발유-하이브리드차의 월별 등록대수 증가분 비교*



* 연말에는 전기차 구매 보조금 재원이 고갈되거나 지원 신청을 받지 않아서 1월에 전기차 등록대수가 거의 증가하지 않는 특징이 있는 반면, 반면에 보조금이 없는 하이브리드차는 이런 현상이 없음.

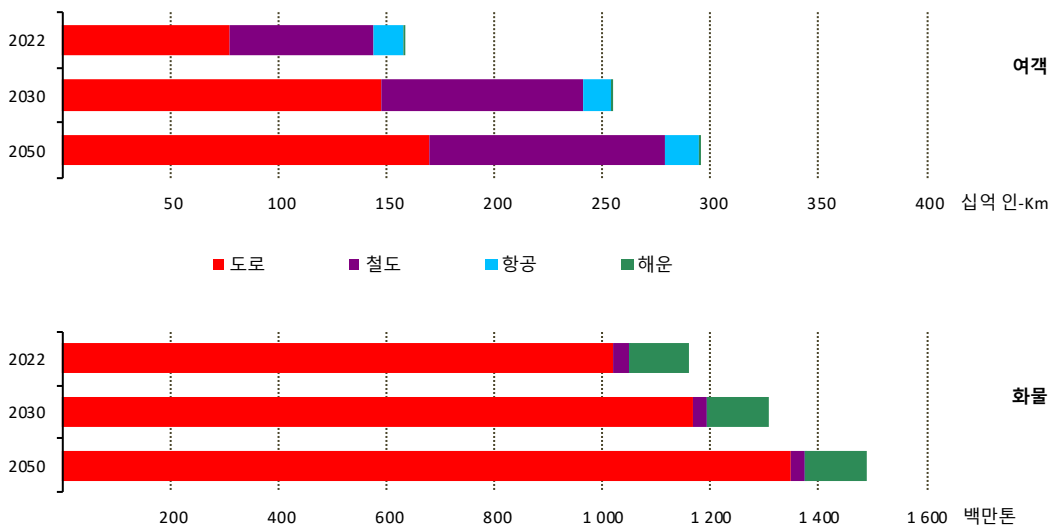
전기차의 비용 요소 외에, 잦은 화재 사고에 따른 불안감, 겨울철 배터리 성능 저하 문제, 전기차 보급 대비 충전 인프라의 부족 등을 전기차 보급 속도의 둔화 요인으로 꼽을 수 있다. 엄밀히 비교하였을 때 내연기관차와 비교하여 전기차의 화재 사고가 더 빈발한 것은 아니지만, 대중매체를 통해 전기차의 화재 사고가 지속적으로 비중 있게 다뤄지면서 일반 시민들이 불안감을 갖게 된 것으로 보인다. 2022~2023년에는 예년보다 추운 겨울 날씨로 인해 전기차의 배터리 성능 저하 문제가 부각되었다. 겨울철 주행거리는 다른 계절

보다 20~30 % 감소한다고 알려지면서, 전기차에 저온 주행거리 표시 의무화에 대한 의견이 대두하였다 (최수진, 2022). 전기차 보급은 늘고 있으나 충전 설비의 확충이 이를 따라잡지 못하는 것은 고질적 문제이다. 2022년 말 기준 급속과 완속 충전기를 합하여서 전국에 총 19만 4천 기가 보급되었고, 이는 전년 대비 81.9%가 증가한 수치이다 (한국전력거래소, 2023). 2017년의 1만 4천 기에 비하여 10 배 이상 증가하였고 지금도 매우 빠르게 증가하고 있으나 (한국전력거래소, 2023), 아직까지 충전의 불편함을 호소하는 전기차 사용자들이 많은 실정이다.

□ 여객과 화물 수송 수요는 전망 기간 동안 꾸준히 증가하지만 인구 감소로 증가세는 둔화

비사업용 도로 수송을 제외한 나머지 수송 부문 에너지 수요는 사업용 여객과 화물 수송에서 발생한다. 사업용 도로 여객 수요는 온실가스 감축 수단으로 대중 교통 수단의 확충과 개선, 교통 인프라의 확장 등으로 꾸준히 증가하지만, 전망 기간의 인구 감소로 인해 증가세가 둔화되면서 연평균 2.8 % 증가한다. 국내 항공 여객 수요는 가덕도 신공항, 제주 제2 공항 건설 등 인프라 확장의 변수가 있으나 수도권 김포 공항을 중심으로 한 국내 항공 노선이 이미 포화 상태에 도달하여 예전보다 증가 속도가 둔화될 전망이다. 전체 여객 수요는 2022년 1,591억 인킬로미터 (Passenger-km, PgKm)에서 2050년 2,951억 인킬로미터로 연평균 2.2 % 증가할 전망이다. 화물 수송 수요는 2022년 12억 톤에서 연평균 0.9 % 증가하여 2050년 15억 톤에 도달할 전망이다. 국내 화물 수송 수요의 대부분을 차지하는 도로 화물 수요는 물동량 증가와 온라인 커머스의 일반화에 따른 택배 물량 증가 등 요인으로 꾸준히 증가할 전망이다.

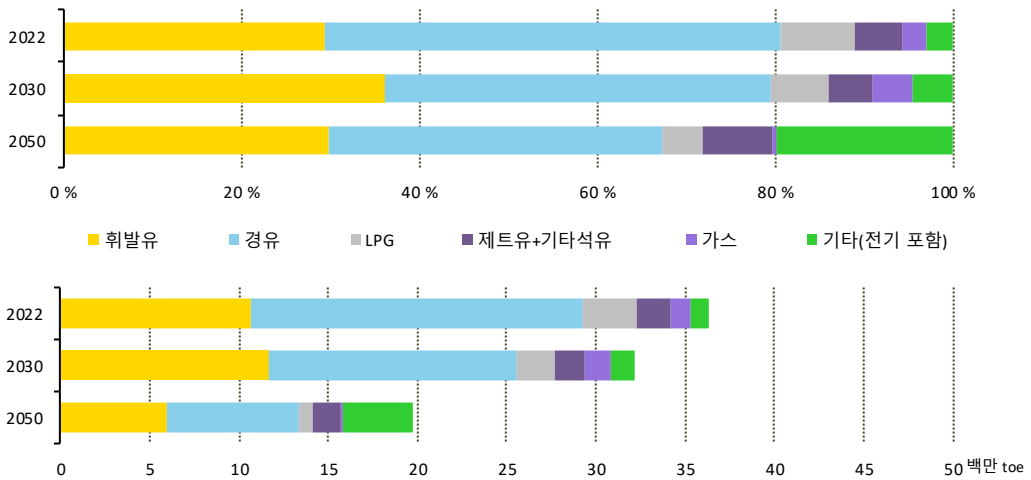
그림 2.14 여객과 화물 수요 전망



□ **친환경차 보급 확대로 수송 부문에서 석유의 비중은 지속적으로 감소하고 전기의 비중은 증가**

수송 부문 석유제품 수요는 친환경차 증가, 자동차 연비 개선, 내연기관 자동차 보급 감소 등으로 인해 꾸준히 감소할 전망이다. 수송 연료 가운데 가장 큰 비중을 차지하는 경유의 수요는 비사업용 경유 자동차의 판매 감소세가 지속되며 전망 기간 연평균 3% 이상 감소한다. 휘발유 수요도 친환경차가 휘발유 사용 내연기관 자동차를 대체하면서 연평균 2% 이상 감소한다. 항공유는 운항 효율 개선으로 연평균 0.7% 정도 수요가 감소할 전망이다. 반면, 전기 수요는 다양한 전기 자동차의 출시, 구매 보조금 지급, 충전 인프라 확대, 충전 기술의 발전 등으로 전기 자동차 보급 대수가 빠르게 증가하면서 연평균 5% 수준으로 빠르게 증가할 전망이다.

그림 2.15 수송 연료별 비중 및 수요

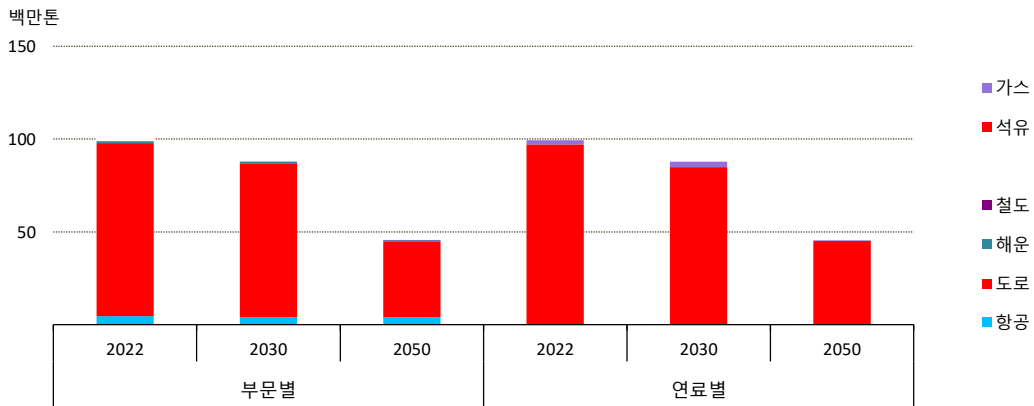


□ **수송 부문 온실가스 배출량은 전망 기간 동안 지속 감소하여 2050년 45백만톤-CO₂eq로 축소**

REF에서 수송 부문의 온실가스 배출량은 2022년 99.4 백만톤-CO₂eq에서 2030년 87.9 백만톤-CO₂eq, 2050년 45.5 백만톤-CO₂eq까지 축소되며, 2030 NDC 및 2050 탄소중립 목표를 달성하지 못할 전망이다. 수송 부문에서 비중이 가장 큰 도로 부문의 온실가스 배출량은 친환경차 보급이 늘어나며 2022년 93.1 백만톤-CO₂eq에서 2030년 81.1 백만톤-CO₂eq, 2050년 40.1 백만톤-CO₂eq까지 감소한다. 항공 부문의 배출량은 장기적으로 여객과 화물 수요가 정체되고 운항 효율이 개선되면서 자연 감소한다. 항공 부문의 배출량은 2022년 수송 부문의 약 5%를 차지하는 4.7 백만톤-CO₂eq에서 2050년 수송 부문 배출량의 9%에 해당하는 3.8 백만톤-CO₂eq까지 감소한다. 항공 부문은 아직 효과적인 감축 수단이 확보되지 않은 상황으로, 바이오매스, 폐식용유 등을 사용하는 지속가능 항공연료(SAF, sustainable aviation fuel) 도입이 논의되고

있다.³⁴ 우리나라는 SAF 생산과 도입을 위한 제도적 기반을 준비하는 단계로, 2023년 9월 5일 인천-LA 구간에 SAF 2% 혼합유를 사용한 화물기를 최초 시범 운항한 정도이다 (산업통상자원부, 2023). 아직 국내 정유사가 SAF를 상업적으로 생산하지 않으며 SAF 의무 사용, 정유 공정에 바이오 연료 투입 허용과 관련한 제도적 기반도 완비되지 않은 상태이다.³⁵ 본 전망은 REF에서 국내선 SAF 도입을 반영하지 않았으나, 장차 국내선 SAF 의무 사용 규정이 도입된다면 항공 부문 배출량의 감소 요인으로 작용할 수 있다.

그림 2.16 수송 부문별 연료별 온실가스 배출 전망



해운과 철도 부문의 배출량은 2022년 1.5 백만톤-CO₂eq에서 연료 대체와 효율 개선으로 2050년 1.1 백만톤-CO₂eq까지 소폭 감소한다. 해운 부문의 LNG와 하이브리드선 도입, 철도 부문의 추가적인 전철화와 디젤 기관차의 수소 기관차 대체 등이 감축수단으로 검토되고 있으나 아직 불확실성이 크다. LNG 추진선의 상용화가 현실적인 온실가스 감축 대안으로 부상하고 있으나 국내에서는 항공 부문의 SAF와 마찬가지로 법적, 제도적 기반이 미비한 상태로,³⁶ 2023년 10월 28일에 선박 대 선박 방식의 LNG 공급 방식을 실증해본 수준에 머무르고 있다 (해양수산부, 2023). 현재 LNG 병커링은 외항선을 염두에 두고 있어서 현재 시점에서 국내해운에 LNG 추진선 선박 보급은 불확실성이 높다고 판단한다.

³⁴ EU는 2025년 EU 지역에서 이륙하는 모든 항공기에 2% 이상의 SAF를 혼합한 항공유 사용을 의무화했고 SAF 혼합 비율은 2030년 6%에서 2050년 70%까지 점차 강화된다 (EU Council, 2023.9.20).

³⁵ 2023년 말 기준, “석유 및 석유 대체연료 사업법(석유사업법)”은 석유 정제 공정에 석유 이외의 연료 투입을 금지한다. 현재 국회에서 바이오매스, 폐플라스틱 열분해유 등의 석유 정제 공정 투입을 허용하게끔 석유사업법 개정을 논의하고 있고, 법개정이 유력하다.

³⁶ LNG는 위험물로 분류되어 「선박입출항법」에 따라 무역항 수상구역 등에서 이를 하역하려면 자체안전관리계획을 수립하여 관리청(지방해양수산청장 또는 시·도지사)의 승인을 받아야 한다. LNG 병커링의 선례가 없다 보니 지금까지는 관리청의 안전 규제 승인을 받지 못하는 문제가 있었다 (해양수산부, 2023).

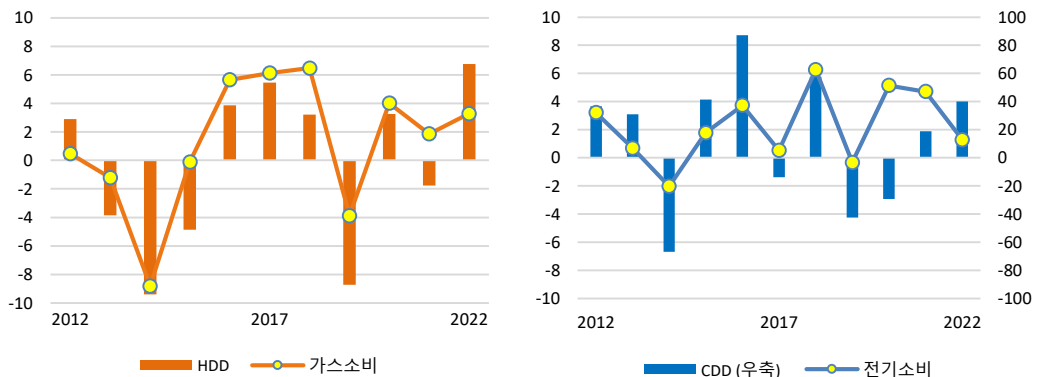
3. 가정 부문

3.1. 에너지 소비 추이 및 현황

□ 2022년 가정 부문 에너지 소비는 2018년 이후 가장 높은 23.2 백만toe를 기록

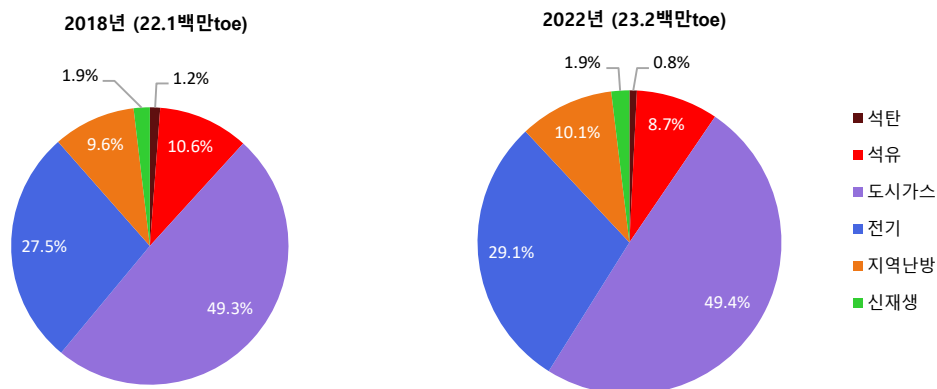
2022년 가정 부문 에너지 소비는 전년 대비 1.2 % 증가해 23.2 백만toe를 기록, 2018년 이후 가장 높은 수치를 기록하였다. 2020년 이후 우리나라 전체 인구는 연평균 0.2 % 감소세를 보인데 반해, 동 기간 에너지 소비는 평균 1.9 % 증가하며 코로나19로 인한 단기 충격에서 완전한 회복세에 접어든 것으로 보인다. 경제 성장률 둔화와 이에 따른 1인당 GDP 성장률 둔화, 인구 감소 등으로 인해 가정 부문 에너지 소비의 증가세는 2000~2010년 연평균 2.4 % 증가에서 2010~2022년 연평균 0.9 % 증가로 둔화되었다. 다만 2022년에는 난방도일과 냉방도일이 전년 대비 각각 6.8 %, 40.1 % 증가하면서 냉·난방용 에너지 수요가 증가하여 가정 부문의 에너지 수요가 상승하였다.

그림 2.17 냉·난방도일과 가정 부문 가스 및 전기 소비의 연간 변화율 (%)



이처럼 최근 들어 기온이 가정 부문 에너지 소비 변화에 미치는 영향이 확대되었다. 연도별 기온의 증감을 보여주는 난방도일과 냉방도일, 그리고 이로 인한 가스와 전기의 소비 추세를 보면, 난방도일과 냉방도일 변화가 가스소비 및 전기소비 변화와 강하게 동조하고 있음을 관찰할 수 있다. 코로나19 여파로 에너지 소비 변화와 기온 사이의 일시적인 탈동조화가 관측된 바 있으나, 2021년 이후 가정 부문의 에너지 소비 추세는 기존의 행태를 회복하였다. 이에 따라, 2022년에는 가정 부문 에너지 수요의 78.5 % 이상을 차지하는 가스와 전기 소비를 이끄는 기온이 에너지 수요를 가장 큰 요인을 미쳤다고 판단된다.

그림 2.18 가정 부문 에너지 소비의 에너지 상품별 비중 변화 (2018 년과 2022 년)



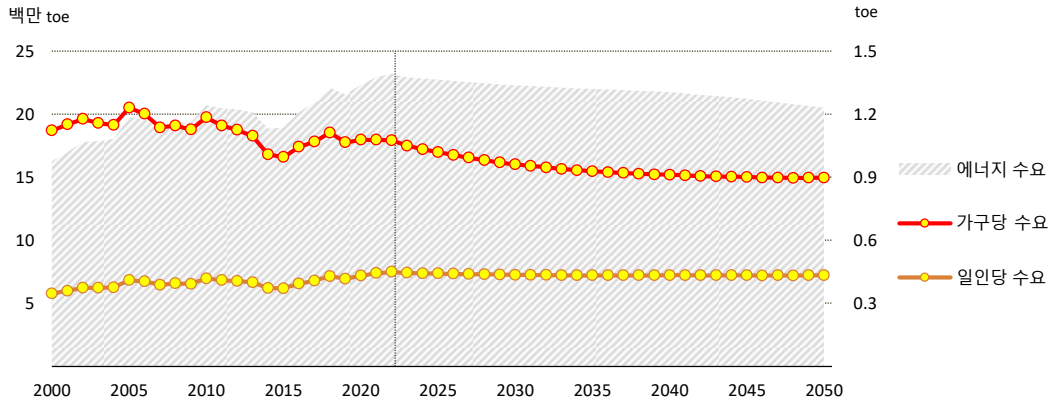
2022년 가정 부문에서 가장 많이 소비된 에너지 상품은 도시가스로 49.4 % 비중을 차지한다. 다음으로 전기 29.1 %, 지역난방 10.1 %, 석유 8.7 %, 신재생에너지 1.9 %, 석탄 0.8 % 순서로 에너지 상품이 소비되었다. 가정 부문 내 에너지 상품의 소비 구성을 2018년과 비교해 보면, 에너지 상품 사용 비중의 차이는 크게 달라지지 않은 것을 알 수 있다. 도시가스와 신재생은 2018년 각각 49.3 %, 1.9 % 비중을 차지하며 2022년과 큰 차이가 없었으며, 동기간 전기 소비는 1.6%p 증가, 석탄은 0.4%p 감소하였다. 다만, 2018년 가정 부문의 에너지 소비의 10.6 %를 차지하던 석유가 8.7%로 1.8%p 감소하고 지역난방이 9.6%에서 10.1%로 0.5%p 증가하면서, 가정 내에서 세 번째로 소비되던 에너지원이 석유에서 지역난방으로 변동되며 에너지 상품 소비의 변화가 관찰되었다. 이와 같은 가정 부문 내 에너지 상품 비중 변화를 요약하면 석탄과 석유를 중심으로 한 화석 연료의 감소 경향이 두드러지며, 가정 내 에너지 상품 소비가 전기와 지역난방과 같이 깨끗하고 편리한 에너지 상품으로 대체되는 추세를 보인다.

3.2. 에너지 수요 전망

□ 2050년 가정 부문 에너지 수요는 인구 감소로 인해 20.5 백만toe까지 하락할 전망

가정 부문 에너지 소비는 3년 연속 증가하며 2018년 이후 가장 높은 23.2 백만toe의 가장 높은 수치를 기록하였지만, 이후 2050년 20.5 백만toe까지 하락할 전망이다. 2021년 시작된 인구 감소와 전망 기간 동안의 소득 증가율 둔화는 이러한 가정 부문 내 에너지 소비 감소를 이끄는 것으로 분석된다. 2020년 이후 인구는 감소세를 지속하여 전망 기간 연평균 0.3 % 감소할 전망이다. 2022년 1인당 GDP는 전년 대비 2.8 % 상승하였지만 전망 기간 연평균 1.5 % 성장에 그쳐 소득 증가가 에너지 소비에 미치는 영향이 줄어들 것으로 보인다.

그림 2.19 가정 부문 에너지 수요, 가구당 수요, 일인당 수요 전망



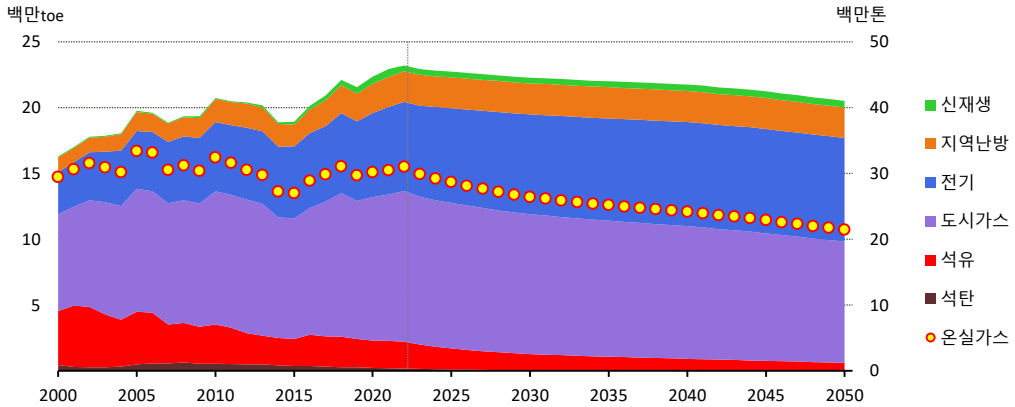
우리나라의 인구 감소 추세에도 불구하고 1인 가구 비중이 확대되면서, 전망 기간 주택 수는 연평균 0.4% 증가하고 가구 수 역시 연평균 0.2% 상승해, 호당 에너지 수요는 연평균 0.8% 감소할 것으로 분석된다. 가구당 에너지 수요도 2022년 1.1 toe에서 가구원수 감소 및 에너지 효율 향상에 따라 연평균 0.6% 하락하여 2050년에는 0.9 toe까지 낮아질 전망이다. 이와 달리 1인당 에너지 수요는 전망 기간 약 0.4 toe 수준을 유지할 전망이다. 혼인율 감소와 독거 노인 비율 증가 등으로 인한 1인 가구 비중 확대, 생활 편의를 위한 가전기기 보급의 확대 및 다양한 가전기기 도입 등으로 인해 1인당 에너지 수요는 거의 정체된다.

□ 가정 부문 내 저·무배출 에너지원에서의 에너지 상품 대체가 지속

가정 부문 온실가스 배출량은 2000년 29.5 백만톤-CO₂eq에서 연평균 0.2% 증가하여 2022년 31.0 백만톤-CO₂eq을 기록하였다.³⁷ 가정 부문의 온실가스 배출은 에너지 소비의 증감 추세와 동조하였지만, 2022년 가정 부문 에너지 소비가 정점을 기록한 것과 대조적으로 온실가스 배출은 2005년(33.4 백만톤-CO₂eq)에 비해 감소하였다. 이는 온실가스 다배출 에너지 상품인 석탄과 석유 소비가 도시가스 및 지역난방으로 대체된 것에 기인한다. 전망 기간 이러한 추세가 지속되어 2050년 가정 부문의 온실가스 배출은 2022년 대비 30% 이상 낮은 21.5 백만톤-CO₂eq까지 하락할 전망이다.

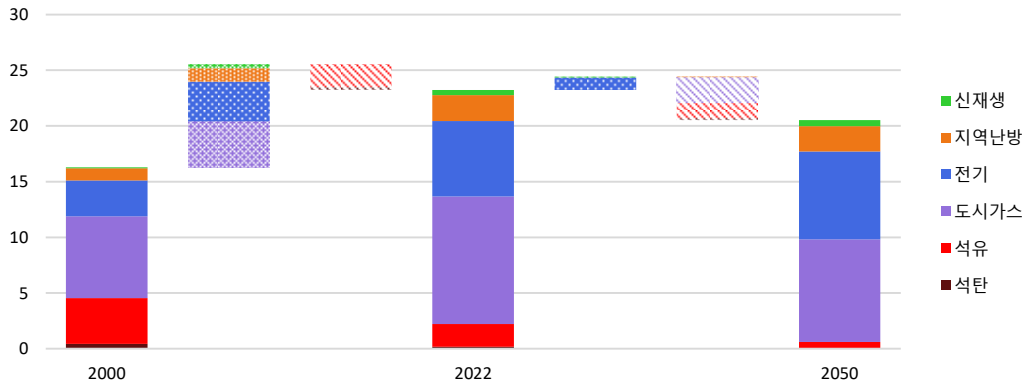
³⁷ 가정 부문 온실가스 배출량은 직접 배출만을 포함하여 전기나 열(지역난방) 소비에 의한 간접 배출량은 제외된다. 따라서, 국가 온실가스 인벤토리와 다소 차이를 보이지만, 전반적인 경향은 동일하다.

그림 2.20 가정 부문 에너지 상품별 수요와 온실가스 전망



2000년 이후 단독주택 비중이 감소하면서, 석유와 석탄 수요는 2000년 이후 2022년까지 연평균 각각 4.0%, 3.2% 하락하였으며, 이 추세는 전망 기간 지속되어 2050년 석탄 수요는 거의 퇴출되고 석유 수요는 2050년 0.6 백만toe까지 하락할 전망이다. 2000~2022년에는 아파트, 오피스텔 등과 같은 도시형 거주지의 확대는 도시가스와 지역난방 에너지 수요 확대를 견인하며 온실가스의 직접 배출을 감소시키는 요인으로 작용하였다. REF에서는 전망 기간 단독주택에서의 난방/온수용 도시가스 도입이 확대되면서 도시가스는 가장 높은 소비 비중을 유지할 것으로 보이나, 도시가스 수요는 2022년 11.5 백만toe에서 2050년 9.2 백만toe로 약 20% 하락한다. 가정 부문 내 저·무배출로의 에너지 상품 전환이 지속되면서 전기 수요는 2022년 대비 16.7% 증가하여 2050년 7.9 백만toe, 신재생에너지 수요는 동 기간 18.1% 증가하여 2050년 0.5 백만toe까지 상승할 전망이다. 2050년 에너지 상품별 소비 비중은 가스(44.8%), 전기(38.4%), 지역난방(11.2%), 신재생에너지(2.6%), 석유(3.0%) 순으로 전망된다.

그림 2.21 가정 부문 에너지 상품별 수요 증감 비교



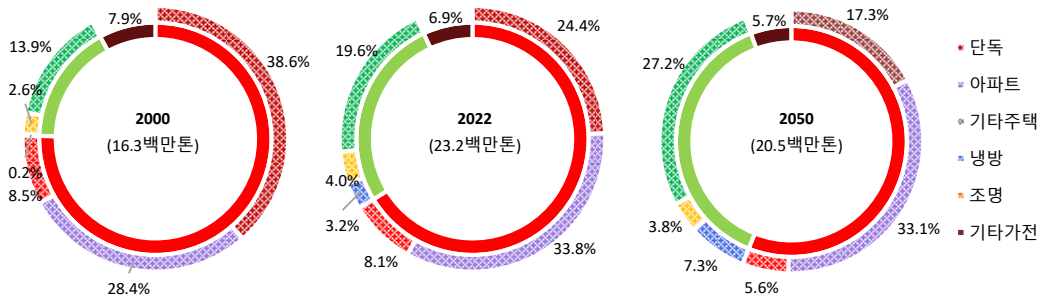
전망 기간 가장 큰 성장세를 보이는 에너지 상품은 전기로 연평균 0.6% 소비가 증가할 것으로 분석된다. 가구 내 다양한 가전기기가 보급되고, 인덕션의 보급이 확대되면서 취사의 전기화가 이루어진다. 또한, 2022년 냉방도일은 141.9 도일에 불과하지만 2050년에는 394.4 도일로 크게 상승하면서 냉방 수요가 늘어나는 점도 전기 수요를 상승시킬 것으로 예상된다. REF에서는 본격적으로 고려되지는 않았으나, 향후 온실가스 감축 움직임에 따라 히트펌프가 난방의 전기화 수단으로 도입된다면 REF에서보다 전기 소비는 추가적으로 증가할 가능성이 있다. REF에서도 가정 부문 내 재생에너지 보급은 지속적으로 확대되어 재생에너지 수요를 증가시킬 전망이다. 정부는 태양광, 태양열, 지열 등의 신재생에너지원을 주택에 설치할 경우 보조금을 지급하는 주택지원사업을 2004년부터 실시하였다(한국에너지공단, 2023). 그 결과로 주택에서의 재생에너지 소비는 2000~2022년 사이에 연평균 8.2% 증가하면서 가장 부문에서 가장 빠르게 증가하였다. 이러한 정책 지원이 지속되면서 재생에너지 수요의 증가세는 전망 기간 지속되나, REF에서는 거주 형태에 따른 제약 때문에 전기나 연료전지 위주로 보급이 제한되면서 증가 속도는 연평균 0.4% 증가로 둔화된다.

3.3. 용도별 에너지 수요

□ 난방/온수, 취사용 에너지 수요는 감소하며, 가전기기 및 냉방 중심으로 소비 비중이 확대

가정 부문의 용도별 에너지 사용 추이를 기간 별로 살펴보면, 전반적으로 난방/온수용, 취사용 에너지 수요 비중이 지속 감소하는 경향을 보여왔다. 난방/온수용 에너지 사용량은 2000년 12.3 백만toe에서 연평균 1% 증가하여 2022년 기준 15.3 백만toe를 기록하였지만, 가정 부문 내 용도별 사용량의 상대적 비중은 동 기간 75.4%에서 66.3%로 감소했다. 취사용 에너지 역시 동기간 1.3 백만toe에서 1.6 백만toe로 절대적 사용량은 증가하였지만, 사용 비중은 7.9%에서 6.8%로 감소하였다. 냉방 및 기타 가전 용도의 비중은 2000년 14.1%에서 2022년 23.0%로 증가하면서 가정 부문 에너지 소비의 증가를 견인하였다. 조명용 에너지 소비는 동 기간 연평균 3.5% 증가하여 2022년 가정 부문 에너지 소비의 4.0%를 차지하였다.

그림 2.22 가정 부문 용도별 에너지 수요 비중 변화



2022년 이후 인구의 감소와 1인 가구 비중 증가가 이어지면서 난방/온수용과 취사용 에너지 수요는 지속 감소하여 2050년 난방/온수용 에너지 수요는 11.5 백만toe, 취사용 에너지 수요는 1.1 백만toe까지 감소한다. 가정 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중도 하락하여 2050년 난방/온수용의 비중은 56.0%, 취사용의 비중은 5.2%까지 줄어든다. 냉방용 에너지 수요는 평균 기온 상승으로 인해 2022년에서 2050년 사이 98% 이상 증가한 1.5 백만toe까지 상승할 전망이다, 그 비중도 3.3%에서 7.3%로 확대된다. 전망 기간 전체 가구 수는 증가하고 생활 편의를 위한 다양한 가전기기가 보급되면서 가전기기용 에너지 수요는 2022년 대비 20% 이상 증가하여 2050년 5.6 백만toe까지 증가하며, 그 비중도 19.7%에서 27.3%까지 확대된다. 조명용 에너지 수요는 지난 2000~2022년 사이에 증가했던 것과 대조적으로, 에너지 효율이 높은 LED 조명의 도입이 확대되며 연평균 0.6% 감소할 전망이다.

글상자 2.3 분산에너지 활성화 특별법과 건물의 에너지 수요

2023년 6월 13일 「분산에너지 활성화 특별법(이하 분산법)」이 제정되며, 우리나라의 분산에너지 시스템 구축을 위한 법적 기반이 마련되었다. 동법 제2조 제1호는 분산에너지를 “에너지를 사용하는 공간·지역 또는 인근지역에서 공급하거나 생산하는 에너지”로 정의하며, 동법 시행령(안)에 따르면 40 MW 이하의 모든 발전설비, 500 MW 이하의 집단에너지, 구역전기 자가용 전기설비에서 생산된 에너지를 분산에너지로 규정한다 (산업통상자원부, 2023). 동법 제2조 제2호에 따르면 분산에너지 사업에는 재생에너지와 더불어 중소형원자력발전(SMR), 연료전지, 수소발전, ESS 등이 포함된다.

분산법의 제정은 기존의 중앙집중식 전력시스템의 구조에서 탈피, 전력 공급과 수요를 지역 단위로 일치시키고 새로운 전력 시스템으로 전환하는 것에 대한 필요성에서 비롯되었다. 탄소중립 이행 강도가 높아지면서 재생에너지 보급 노력이 지속되고 있지만, 변동성이 큰 에너지원인 만큼 재생에너지 확대에 따른 전력 계통의 불안정성을 해소하고 배전망의 전력수급 균형을 보조하기 위한 제도적 기반 마련 필요성이 지속적

으로 제기되었다. 현재 우리나라의 전력시스템 형태는 발전소 밀집 지역과 수요가 집중된 수도권 간의 거리적 차이가 상당하고, 상당한 송전 비용이 소요된다. 송전망 건설에 대한 주민 수용성 문제와 이로 인해 발생하는 사회적 갈등 역시 간과할 수 없는 요인이다. 분산법의 시행은 지역 단위 내에서 에너지 생산과 소비를 매칭하고, 지역 중심의 배전망을 구축하여 자가소비를 촉진하고 전기 수요지 인근에서의 거래를 활성화하는데 기여할 것으로 예상된다. 구체적으로, 재생에너지, SMR, 연료전지 등과 같은 분산에너지원을 전력으로 활용하여 지역 특이적 전기 수요에 부응하기 위한 계통 유연성을 확보할 수 있다. 또한 공급지와 수요지의 거리를 최소화해 장거리 송전 구축에 따른 고비용 문제와 특정 지역에 집중된 발전소로 인해 발생하는 지역적 갈등 역시 최소화할 수 있다.

분산법은 크게 전력계통영향평가, 통합발전소, 분산에너지 특화지역, 배전망 관리 강화 등을 포함하는데 구체적인 내용은 다음으로 요약된다(산업통상자원부, 2023). 첫째, 수도권 등 계통 포화지역으로의 전력수요 집중 현상을 완화하기 위해 신규 대규모 전력소비시설의 전력계통영향평가를 의무화한다(제23조 ~ 제32조). 둘째, 지역 특성에 적합한 전력시스템 도입을 위해 전력 직접거래 등 혁신적 제도가 적용되는 지역을 지정하도록 한다. 셋째, 소규모 분산에너지의 안정적인 전력시장 참여 유도를 위한 통합발전소를 도입한다. 이때 통합발전소란 정보통신기술을 이용해 에너지자원을 연결 및 제어하여 하나의 발전소로 운영하는 사업을 말한다. 넷째, 일정 규모 이상의 신규 택지·도시개발 사업자 등에게 에너지사용량의 일정 비율 이상을 분산에너지로 사용하도록 의무화한다(제13조~제15조). 다섯째, 배전사업자에게 배전망에 연계되는 분산에너지에 대한 출력예측, 감시, 평가 등을 포함 배전망 관리 역할을 부여한다(제16조~제22조). 여섯째, 구체적으로 전기판매사업자가 송전 및 배전 비용을 고려하여 지역별로 전기요금을 달리 정할 수 있도록 허용하여 지역별 요금제의 법적 근거를 마련하였다(제45조). 이외, 분산에너지 활성화를 위한 기본계획을 수립, 분산에너지 진흥센터 및 지원센터 설립 등을 포함한 분산에너지 활성화를 위한 근거를 규정한다.

2024년 6월 14일로 예정된 분산법의 시행은 건물 에너지 수요에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 분산법 제13조에 따르면 에너지 다소비 건축물의 신규 또는 대수선을 수행하는 소유자나 택지·도시개발사업의 시행자 등에게 분산에너지 설치 의무가 부과된다. 의무설치자는 산업통상자원부 장관이 지정하는 의무설치량을 준수하여 건축물 내 분산에너지에 기반한 일정 수준 이상의 에너지를 충당하여야 하며, 이를 충족하지 않을 경우 과징금이 부과된다. 분산법 시행으로 인해 에너지 소비량이 큰 건물에서 분산에너지 설치 및 보급이 확대되고 이에 따라 무·저탄소 기반의 에너지 사용 비중이 확대될 전망이다. 이에 따라 에너지 소비량이 큰 신축 건물을 중심으로 기존의 한전에서 전기를 수전 받는 형태에서 탈피, 분산에너지 사업자로부터 에너지를 공급받는 변화가 시작될 것으로 예상된다. 분산법과 탄소중립 이행 노력이 결합될 경우, 건물 부문에서 재생에너지 수요는 더 빠르게 확대될 가능성이 있다. 향후 시행령, 시행규칙 등 하위 법령의 제정 내용과 분산에너지 설치의무자들의 대응 방향을 분석하여 분산법이 에너지 수요에 미치는 영향을 살펴볼 필요가 있다.

4. 서비스 부문

4.1. 에너지 소비 추이 및 동향

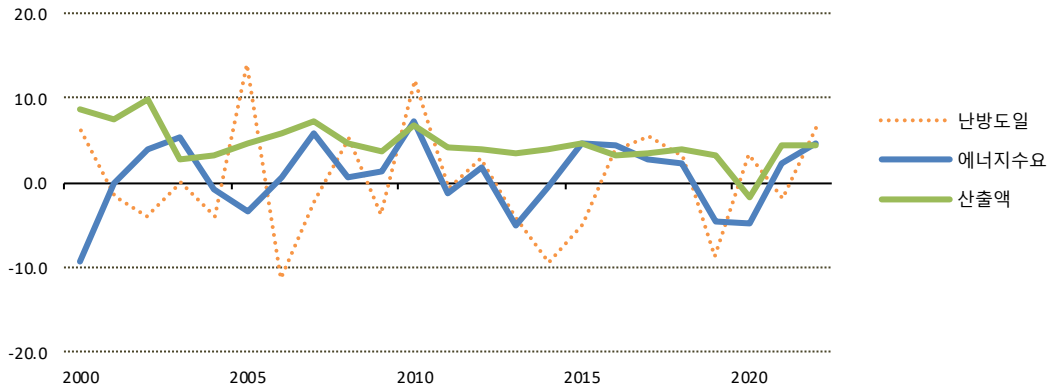
□ 서비스 부문 수요는 코로나19의 영향으로 크게 감소하였으나 일상회복 속에 최근 증가세³⁸

서비스 부문 에너지 소비는 보건·사회복지와 교육, 음식·숙박, 운수·보관을 중심으로 양호한 성장세를 보이며 2000~2018년 사이 연평균 1.6% 증가하였다. 특히 2004년 시행된 주5일근무제는 주말 여가활동을 촉진하여 음식·숙박의 에너지 소비가 증가시켰고, 고령화와 온라인 쇼핑 확대 및 물류 시스템 고도화는 각각 보건·사회복지와 운수·보관의 에너지 소비가 빠르게 증가하였다. 2020년 초 시작된 코로나19는 서비스 부문에 직접적인 타격을 주었다. 사회적 거리두기가 강화되면서 대면 서비스 유형이 대부분이었던 음식·숙박과 예술·스포츠·여가, 교육 업종의 산출액이 크게 감소하면서, 2020년 서비스 부문 산출액은 전년 대비 1.6% 감소, 에너지 소비는 전년 대비 4.8% 감소하여 22.6 백만toe까지 하락하였다. 이후 단계적 일상회복 노력과 비대면 서비스 확대 등에 따른 회복세가 나타났다. 2021~2022년 서비스 부문 산출액은 연평균 4.4%로 증가하였는데, 특히 코로나19의 타격을 크게 입은 음식·숙박과 예술·스포츠·여가가 산출액이 연평균 17% 이상 가장 크게 증가하였다. 보건·사회복지와 운수·보관의 산출액도 각각 연평균 6.0%, 7.4% 증가하며 높은 증가율을 보였다. 이러한 흐름은 에너지 소비의 증가로 이어져, 2022년 서비스 부문 에너지 소비는 전년 대비 4.7% 증가한 24.2 백만toe를 기록하였다. 회복세가 두드러진 음식·숙박, 예술·스포츠·여가, 보건·사회복지, 운수·보관은 물론 정보통신, 도·소매, 교육 등 서비스 부문 주요 업종에서 전반적인 에너지 소비 증가세가 관찰되었다.

다음 그림에서 볼 수 있듯이 2010년 이후 서비스 부문의 산출액의 증가세가 둔화되면서 에너지 소비 변화에 산출액의 변화가 미치는 영향은 줄어든 반면, 기온 변화가 미치는 영향은 커졌다. 일례로 2006년 난방도일이 11.3% 급감하였으나 에너지 소비는 0.6% 증가한 것처럼 2000년대에는 에너지 소비가 기온의 영향에도 불구하고 산출액이 증가와 함께 증가세를 보였다. 그러나 2014년에는 난방도일과 난방도일이 각각 66.7%, 9.4% 감소하면서 산출액 증가에도 불구하고 에너지 소비는 0.4% 감소하였다. 2019년에는 겨울철 온화한 날씨로 난방도일이 8.7% 감소하고 극심한 폭염을 겪었던 2018년에 대한 기저효과로 난방도일이 42.4% 급감하면서, 산출액이 3.2% 증가하였음에도 에너지 소비는 4.6% 감소하였다.

³⁸ 서비스 부문은 민간서비스와 공공서비스를 모두 포함하며, 에너지밸런스의 상업 부문과 공공 부문을 의미한다.

그림 2.23 서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 추이



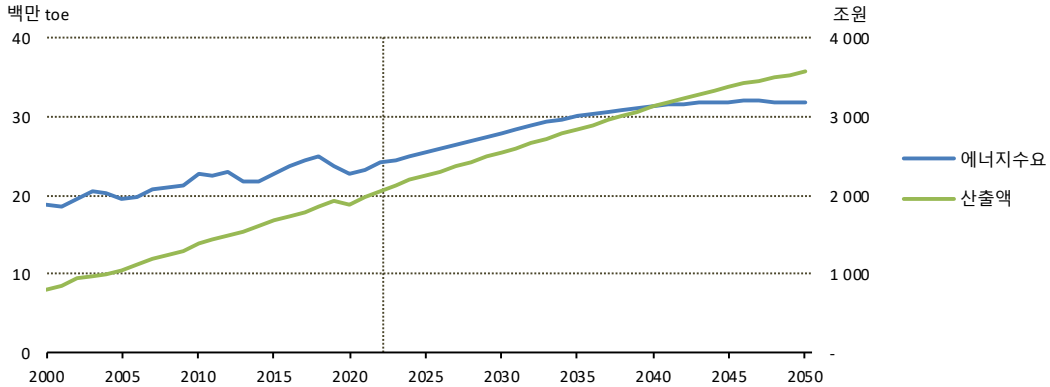
코로나19의 영향을 직접적으로 받은 2020년 이후에는 산출액이 서비스 부문 에너지 소비에 미치는 영향이 다시 확대되었다. 2020년에는 난방도일 증가에도 불구하고 산출액 감소로 인해 에너지 소비는 전년 대비 4.8% 감소하였다. 일상회복에 들어선 2021년에는 난방도일이 전년 대비 1.8% 감소하였으나 산출액 증가에 힘입어 서비스 부문 에너지 소비는 전년 대비 2.2% 증가하였다.

4.2. 에너지 수요 전망

□ 서비스 부문 수요는 전망 기간 연평균 1.0% 증가하여 2050년에 31.8백만toe에 도달

REF에서 전망 기간(2022~2050년) 서비스업의 산출액은 연평균 2.0% 성장하지만 서비스 부문 에너지 수요는 연평균 1.0% 증가에 그칠 전망이다. 에너지 수요의 증가세는 2022~2030년 연평균 1.8% 증가에서 2030~2040년 연평균 1.2% 증가, 2040~2050년 연평균 0.1% 증가로 둔화된다. 서비스 수요의 에너지 수요가 산출액의 성장세 대비 둔화되는 이유는 에너지원 단위가 상대적으로 낮은 보건·사회복지서비스업과 정보통신업 등의 성장세가 두드러지고 에너지원 단위가 높은 서비스 업종에서도 에너지원 단위가 빠르게 개선될 것으로 예상되기 때문이다. 그 결과로 서비스 부문의 산출액 기준 에너지원 단위는 2022년 0.012 toe/백만원에서 0.009 toe/백만원으로 연평균 1.0% 개선된다.

그림 2.24 서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 전망



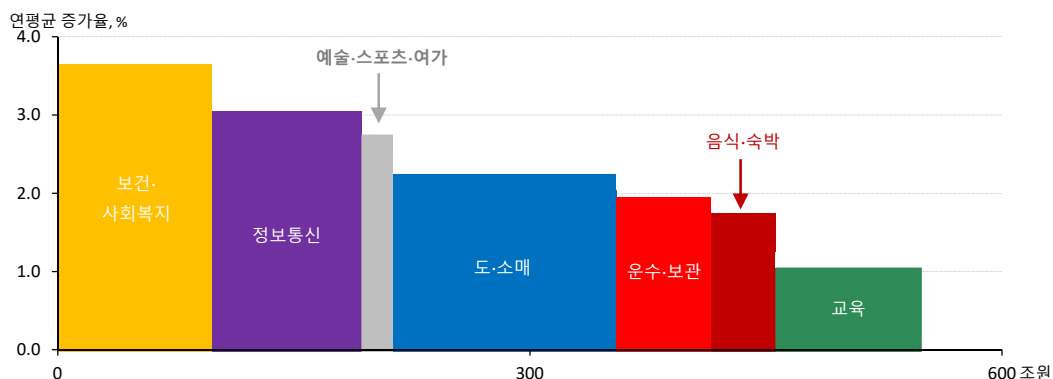
코로나19의 경험과 인구 구조 변화 및 인구 감소에 따른 소비자 구성의 변화는 서비스 부문 에너지 수요 변화에 주된 요인으로 작용하나 업종별 양상은 다를 전망이다. 코로나19 대유행 시기에 비대면이 보편화되고 1인 가구가 증가함에 따라 외식 문화에도 밀키트를 이용하거나 음식을 포장하여 집에서 식사를 즐기는 경우가 늘어나는 등 과거와 달리 많은 변화가 나타나고 있다. 이러한 소비 문화의 변화는 상업 시설 내 소비자가 머무는 시간을 줄이면서 에너지 수요의 증가세를 둔화시킬 것으로 예상된다. 온라인 구매 방식이 보편화됨에 따라 에너지 소비량이 많은 대형 오프라인 매장은 앞으로 감소할 것으로 전망된다. 인구 고령화는 보건·사회복지서비스업에 대한 수요를 증가시켜 해당 업종의 에너지 소비를 증가시킬 것으로 전망된다. 반면, 결혼 및 출산 감소에 따른 학령인구 감소와 코로나19 경험 이후 가속화된 교육 서비스의 온라인화는 교육 업종의 에너지 소비를 둔화시킬 것이다. 또한, 코로나19 여파로 인한 비대면 서비스 문화의 보편화와 인구 감소 및 최저시급 인상 속에서 로봇과 인공지능이 인력을 대체하는 경우가 늘고 있다. 이후 인공지능, 빅데이터, 첨단 로봇 기술의 발달은 서비스 부문의 설비/기기에서의 에너지 소비를 증가시킬 것으로 전망된다.

□ 보건·사회복지와 정보통신이 빠르게 증가하여 음식·숙박과 함께 에너지 수요를 견인

서비스 부문의 에너지 수요 변화는 업종별 개별적인 특성을 반영하여 각기 다르게 나타난다. 특히 인구 및 가구 구조의 변화, 코로나19 이후 소비 패턴의 변화, 무인화·자동화 등이 업종별 에너지 수요에 영향을 주었을 것으로 분석된다. 2022년 서비스 부문에서 에너지 소비 비중이 큰 업종은 도·소매와 음식·숙박으로 전망 기간 증가세가 둔화되기는 하나 에너지 소비 증가의 기여도는 여전히 클 것으로 전망된다. 그러나 전망 기간 높은 성장세를 보인 보건·사회복지와 정보통신을 비롯하여, 업무 자동화를 기반으로 에너지 의존도가 높아질 운수·보관의 에너지 수요가 빠르게 증가할 전망이다. 특히 전망 기간 에너지 소비 증가의 기여도가 가장 큰

업종은 보건·사회복지로 예상된다. 보건·사회복지업은 전망 기간 서비스 부문에서 가장 성장세가 두드러진 업종으로, 인구 고령화에 따른 의료 및 복지 수요 급증 속에서 산출액이 연평균 4.7% 증가할 것으로 전망된다. 이는 에너지 소비의 증가로도 이어져 2022년에는 음식·숙박업 다음으로 에너지 소비량이 많은 업종이 도·소매업이지만 2050년에는 보건·사회복지업의 에너지 소비량이 도·소매업을 추월하여 음식·숙박업 다음으로 클 것으로 예상된다. 보건·사회복지업의 에너지 수요는 전망 기간 연평균 3.7% 증가할 것으로 전망되는데, 에너지 수요 증가세가 산출액 증가세보다 낮은 이유는 에너지원단위가 높지 않은 업종의 특성과 연관된다.

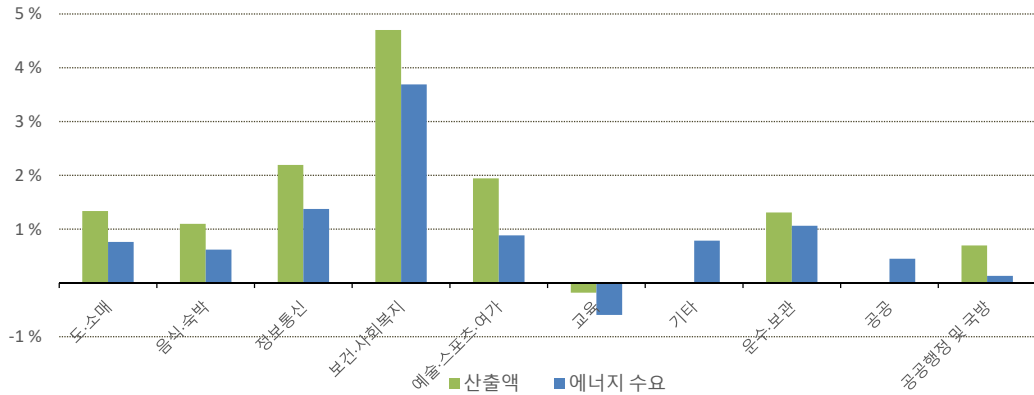
그림 2.25 서비스 부문 주요 업종별 산출액의 2022년 비중과 2022~2050년 연평균 증가율



정보통신업도 전망 기간 산출액이 연평균 2.2% 증가하며 빠르게 성장할 전망이며, 전기 수요를 중심으로 에너지 수요도 연평균 1.4% 증가할 전망이다. 정보통신업의 성장세는 서비스 업종에서 적용될 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 로봇, 가상현실 등 다양한 첨단기술과 이에 따른 데이터센터 확대 및 데이터 수집 및 이용을 위한 기계 설비 확대, 코로나19로 인해 새롭게 형성된 비대면 서비스에 대한 수요에 기반한다. 예술·스포츠·여가는 산출액 규모는 상대적으로 작지만 성장세는 보건·사회복지, 정보통신 다음으로 높을 것으로 전망된다. 전망 기간 해당 업종의 산출액은 연평균 1.9% 증가할 것으로 예상되며 연평균 에너지 소비 증가율은 0.9%로 전망된다. 도·소매업은 전망 기간 도·소매업의 산출액은 연평균 1.3% 증가가 예상되며 이에 따라 에너지 소비의 연평균 증가율도 0.8%로 완만하게 증가한다. 도·소매업은 ICT 기술의 발달, 인구 및 가구 구조 변화로 다양한 변화가 예상되지만 시장 상황이 성숙기에 접어든 점을 고려하면 저성장 기조를 유지할 것으로 전망된다.³⁹

³⁹ 특정 상품 또는 서비스를 온라인으로 제공하는 비대면 서비스가 확대되고, 오프라인 유통은 1인 가구 증가 및 인구 고령화 흐름 속에서 소규모 특화 상품 전문점이 주목받는 반면, 백화점, 대형마트 등의 대규모 유통업의 성장은 둔화 추세이다.

그림 2.26 2022~2050년 서비스 부문 주요 업종별 산출액과 에너지 수요의 연평균 증가율



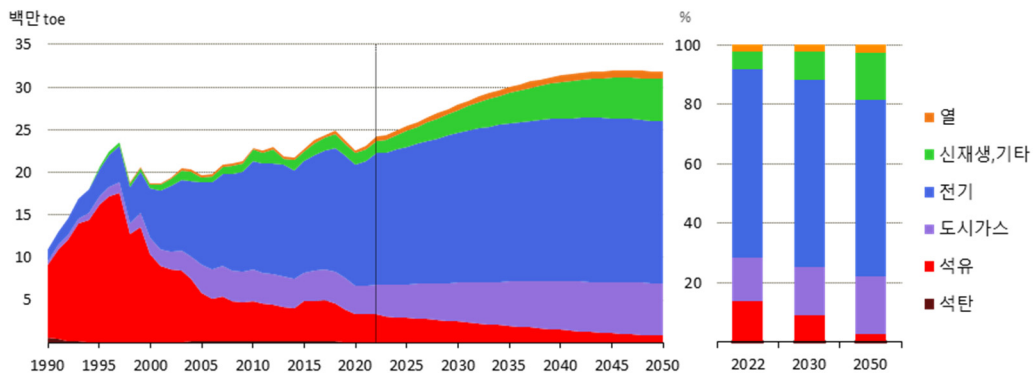
전망 기간 운수·보관업의 산출액은 연평균 1.3% 증가, 에너지 수요는 연평균 1.1% 증가한다. 운수·보관업은 온라인 도·소매업이 발달로 물류센터 등이 확대되면서 에너지 소비가 증가하고 있으며, 장기적으로는 물류 시스템의 자동화로 로봇이 인력을 대체하며 기기 중심으로 에너지 수요가 증가할 전망이다. 음식·숙박업의 산출액 증가는 과거에 비해 둔화된 연평균 1.1%에 그치며, 이에 따라 에너지 소비도 연평균 0.6% 증가에 그칠 전망이다. 그럼에도 음식·숙박업은 서비스 부문에서 에너지 수요 비중이 가장 높은 업종의 자리를 유지할 것으로 예상된다. 음식·숙박업은 성장세가 둔화되는 이유는 단기적으로는 내국인의 해외 여행 수요 회복, 중장기적으로는 외식 및 내외국인의 관광수요가 정체, 공유숙박과 같은 신규 비즈니스 모델이 기존 사업을 대체할 가능성 때문이다. 에너지 수요의 경우, 코로나19의 경험과 1인 가구 증가 등은 식당에서의 식사 수요를 감소시켜 식당 내 조명과 냉난방을 위한 에너지 수요가 점차 둔화될 전망이다. 키오스크를 통한 음식 주문이나 로봇을 이용한 음식 서빙과 음식 조리 등 요식업에서 로봇 활용이 확대되며 전기 수요는 증가할 전망이다. 교육서비스업에서는 학령인구(6~21세)가 1980년 1,440만 명을 정점으로 2020년에 789만 명으로 빠르게 감소하였고, 최근 코로나19의 영향 등으로 결혼 및 출생 건수도 현저하게 줄어들고 있어 전망 기간에도 빠른 감소세를 보일 전망이다. 다만, 디지털 교육 장비 보급 확대 등으로 인해 학생 1인당 에너지 수요가 늘 것으로 예상된다. 2022~2050년간 교육업의 산출액은 연평균 0.2% 감소, 에너지 수요는 연평균 0.6% 감소할 것으로 예상되어 서비스 부문 주요 업종 중 유일하게 감소세를 보인다.

□ 전기 비중이 높으며 전기와 신재생에너지, 가스가 증가하는 반면 석유는 지속 감소 전망

서비스 부문은 이미 전기화가 많이 진행되어 에너지 수요에서 전기 수요가 차지하는 비중은 2022년 63.4%에 이른다. 전기 수요는 2022년에서 2050년 사이에 23.8% 증가하여 19.0백

만toe에 도달할 전망이다. 전망 기간 전기 수요 증가분은 서비스 부문의 전체 에너지 수요 증가분의 약 48.0 %를 차지한다. 전기를 주에너지원으로 하는 냉방과 기기 외에도 전열기구를 활용한 난방, 전기를 이용한 공조시스템의 보편화, 음식점의 인덕션 사용 등 난방/온수와 취사용도에까지 전기 사용량이 증가세를 보이고 있다. 또한, 정보통신 및 인공지능 기술 발전과 서비스 로봇의 보급 확대로 무인화 및 자동화가 진행되면서 서비스 부문의 전기 소비가 더욱 빠르게 증가할 전망이다. 다만, 기기/설비의 에너지효율 증대, 건물에너지관리시스템(Building Energy Management System, BEMS)의 보급 확대 등에 따른 에너지효율 향상, 신재생에너지 보급 확대가 전기 소비를 대체하면서 전기 수요 증가세는 둔화되어 전기 수요의 비중은 2022년 63.4 %에서 2050년 59.8 %로 소폭 감소한다.

그림 2.27 서비스 부문 에너지 상품별 수요 추이 및 전망



신재생에너지는 정부의 보급 정책에 힘입어 전망 기간 연평균 증가율이 4.5 %로 에너지원 중 가장 빠르게 증가하면서 서비스 부문에서 차지하는 비중이 2022년 6.0 %에서 2050년 15.5 % 수준까지 확대된다. 서비스 부문의 신재생에너지는 주로 정부의 신재생에너지 확대 정책에 힘입어 공공 부문을 중심으로 빠르게 증가해왔다. 2004년부터 공공기관 신재생에너지 설치의무화 제도가 시행되고 의무 대상과 공급의무비율이 확대됨에 따라 서비스 부문 내 신재생에너지는 빠르게 확산되었다. 전망 기간 제로에너지건축물 의무화 제도의 민간 부문 확대⁴⁰, 그린리모델링 사업 지속, 공공기관 설치의무화 제도의 강화⁴¹ 등 힘입어 신재생에너지 수요는 빠르게 증가할 전망이다.

⁴⁰ 민간 부문을 대상으로 하는 제로에너지건축물 의무화제도는 2025년(1,000 m² 이상) 시작, 2030년 민간 500 m² 이상까지 확대될 예정이다.

⁴¹ 신재생법 시행령 [별표2]에 따르면 공급의무비율은 2022~2023년 32 %에서 2030년 이후 40 %까지 점진적으로 강화될 예정이다.

가스 수요는 석유 수요를 일부 대체하면서 전망 기간 연평균 2.0% 또는 2.6 백만toe 증가할 전망이다. 서비스 부문의 가스 수요는 2012년 고유가 시기에 석유보다 높은 가격 경쟁력과 친환경성이 고려되며 점차 확대되었고 2021년 전기에 이어 두 번째로 큰 비중을 차지하는 에너지 상품이 되었다. 가스 가격은 최근 러시아-우크라이나 사태로 급등하였으나 현재 안정세를 보이고 있고, 장기적으로도 대규모 투자를 통한 생산 증대와 셰일가스 도입 비중 확대로 방향 안정세가 예상된다. 또한, 대형건물을 중심으로 가스히트펌프(Gas engine Heat Pump, GHP)나 흡수식 냉온수기 등의 냉·난방 수요가 증가하면서 서비스 부문 에너지 수요에서 가스가 차지하는 비중은 2022년 14.7%에서 2050년 19.3%로 상승할 전망이다.

석유 수요는 과거 주로 난방에 활용되었는데 가스나 전기로 빠르게 대체되어왔으며, 전망 기간에도 연평균 -4.8%로 지속 감소가 예상된다. 석유는 1990년대 서비스 부문의 주력 에너지원이었으나 가스와 전기의 보급 확대로 서비스 부문 내 에너지 소비 비중이 2004년부터 전기보다 낮아졌다. 2012년 고유가 시기를 겪으며 하락세가 계속되던 석유 수요는 2014년 말 유가 급락으로 인해 2015년에 소비량이 증가하기는 했으나 최근에 다시 감소 기조로 전환되어 2021년에는 석유 비중이 13.6% 수준으로 하락하였다. 전망 기간에도 석유는 가스보다 가격 경쟁력이 낮고, 온실가스 배출 저감 노력에 따른 화석연료 대체 움직임 속에서 수요가 빠르게 감소할 것으로 예상된다. 이로 인해 석유 소비 비중은 2050년 2.6%까지 낮아질 전망이다.

□ 서비스 부문 온실가스 배출⁴²은 에너지 수요 증가에도 불구하고 소폭 감소 전망

서비스 부문은 2000년대 이후부터 지속적으로 전력화가 진행되어 온실가스 직접 배출량은 꾸준히 감소하였다. 서비스 부문의 온실가스 배출은 석유 소비의 비중이 높았던 1990년대 평균 41.3 백만톤-CO₂eq까지 기록하였다. 2000년대 이후에는 전기화 및 연료 대체로 인해 온실가스 배출량이 빠르게 감소하였다. 최근에는 기온 효과와 코로나19의 영향으로 2019년 19.4 백만톤-CO₂eq에서 2020년 16.8 백만톤-CO₂eq으로 빠르게 감소하였다. 일상회복 기조 속에 코로나19의 기저효과로 에너지 수요가 증가하면서 배출량도 소폭 증가하여 2022년 17.0 백만톤-CO₂eq를 기록하였다. 전망 기간 에너지 수요가 소폭 증가함에도 불구하고 신재생에너지 및 전기 비중의 확대로 배출량은 연평균 0.2% 감소하여 2050년 서비스 부문의 온실가스 배출량은 16.0 백만톤-CO₂eq로 전망된다. 그러나 온실가스 배출의 감소세는 2030년 NDC 및 2050년 탄소중립 목표를 달성하기에는 충분하지 않은 것으로 판단된다.

⁴² 서비스부문 온실가스 배출량은 직접 배출만을 포함하여 전기나 열(지역난방) 소비에 의한 간접 배출량은 제외된다. 따라서, 국가 온실가스 인벤토리와 다소 차이를 보이지만, 전반적인 경향은 동일하다.

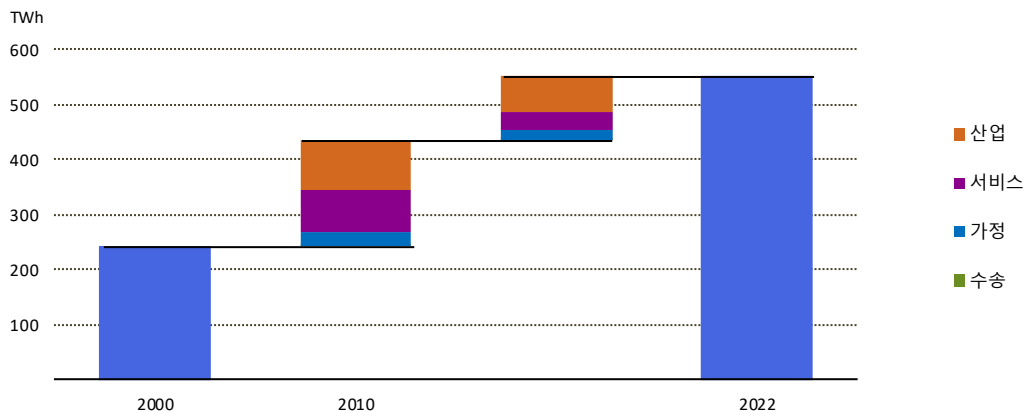
5. 발전/열생산 부문

5.1. 전기 및 열 수요

□ 전기 및 열 소비 실적

2022년 전기 판매⁴³는 550.3 TWh를 기록했다. 이는 2000년의 판매량 241.8 TWh 대비 127.6 % 증가한 것으로 2000~2022년 기간 연평균으로는 3.8 % 증가한 것이다. 2000년 이후의 전기 판매 추이를 2010년을 기준으로 나누어 보면 증가세의 차이가 확연한 것을 알 수 있다. 2000~2010년 기간에는 전기 판매가 연평균 6.1 %의 빠른 속도로 증가한 반면, 2010~2022년 기간에는 연평균 증가율이 2.0 %까지 하락했다. 2010년 이후의 전기 판매 증가율이 이렇게 대폭 낮아진 데에는 다음과 같은 원인들이 주요하게 작용했다. 첫째는 경제성장률 하락이다. 우리나라의 GDP는 2000~2010년 기간 연평균 4.7 % 증가했으나 2010~2022년 기간에는 연평균 2.7 % 증가에 그쳤다. 둘째는 산업구조의 변화이다. 제조업에 비해 에너지 소비 집약도가 낮은 서비스업의 부가가치 비중이 2010년 55.2 %에서 2022년 57.2 %로 상승했다. 셋째는 에너지 수요관리의 강화이다. 에너지 수요관리 정책은 과거로부터 지속적으로 추진되어 왔으나 2011년 9월 15일의 순환정전 이후 대폭 강화되었다.

그림 2.28 최종소비 부문별 전기 판매 증가



최종소비 부문별로 살펴보면 소비 비중이 높은 산업 부문이 전기 판매 증가를 주도했다. 2000~2022년 기간 전기 판매는 308.6 TWh 증가했는데, 산업 부문의 전기 판매 증가가 약 절

⁴³ 전기 판매는 자가발전을 포함한 전기 소비와는 구분된다. 2022년 전기 소비는 583.5 TWh를 기록하였다.

반에 해당하는 154.8 TWh를 차지했다. 산업 부문의 전기 판매는 2000~2010년 기간에 89.5 TWh, 2010~2022년 기간에 65.3 TWh 증가하면서 증가세가 완만히 둔화되었다. 반면, 서비스 부문의 경우 두 기간의 판매 증가량이 큰 차이를 보인다. 서비스 부문에서는 2000~2022년 기간 전기 판매가 110.6 TWh 증가했는데, 이 중 2000~2010년 기간에 79.5 TWh, 2010~2022년 기간에 32.1 TWh 증가했다. 연평균 증가율로 보면 차이가 더 뚜렷한데, 2000~2010년 기간에는 연평균 8.0% 증가하며 서비스 부문 전기 판매가 두 배 이상 증가했으나 2010~2022년 기간에는 연평균 1.6% 증가에 그쳤다. 이는 2010년 이전까지는 서비스 부문의 전기화가 상당히 빠르게 진행된 반면, 이후 전기 소비 비중이 50~60% 수준에 다다르며 전기화 속도가 대폭 둔화된 영향이 크다. 또한, 2011년 순환정전으로 대폭 강화된 에너지 수요관리의 효과가 서비스 부문에서 집중적으로 나타난 탓도 있다. 가정 부문에서는 가전 기기의 효율 향상으로 전기 판매 증가세가 지속 둔화되었으나 최근에는 누진요금제 완화와 잦은 폭염 등으로 냉방용 전기 판매가 빠르게 증가하는 추세이다.

에너지밸런스의 열 소비는 지역난방과 산업단지를 포함하는 집단에너지 사업자가 생산⁴⁴하여 판매하는 열에너지를 의미한다. 하지만 본 전망은 지역난방 사업자의 열 판매에 한정하여 설명한다. 산업단지 열 판매의 경우 해당 산업단지의 주력 업종이 열을 생산하기 위해 투입한 에너지 상품을 소비한 것으로 취급한다. 이는 앞서 전기 소비를 자가발전을 제외하고 전기 소매 사업자가 전기를 판매한 부분만 취급하는 것과 동일하다. 전기나 열 소비를 판매량으로 한정함으로써 최종소비 부문의 에너지 상품 범위와 일관성을 유지하였다. 2000년 1.2 백만toe 수준이었던 열(지역난방) 판매는 연평균 4.0% 증가하여 2022년에는 2.9 백만toe를 기록했다.⁴⁵ 이는 2000년 이후 수도권 내 신도시 개발이 확대되고 공공기관 지방 이전으로 인한 대규모 지방 혁신도시 개발도 진행됨에 따라 지역난방 수요가 증가했기 때문이다.

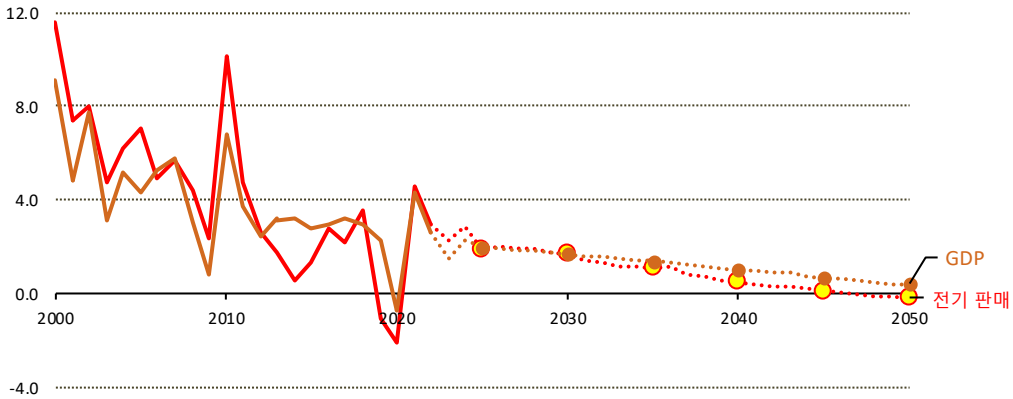
□ 전기 및 열(지역난방) 판매 전망

전기 판매는 2022~2050년 기간 연평균 1.0% 증가하여 2050년에는 718.1 TWh, 자가 소비까지 포함한 전기 수요는 동 기간 0.9% 증가하여 2050년 756.2 TWh에 도달할 전망이다. 전망 기간의 전기 판매 또는 전기 수요의 증가율은 과거 2000년대나 2010년대에 비해 현저히 낮은 수준인데, 이는 경제성장 둔화, 산업 구조 변화, 인구 감소, 에너지 효율 향상 등에 기인한다.

⁴⁴ 열에너지 생산을 위해서는 열병합발전소(CHP, Combined Heat and Power)와 열전용보일러(PLB, Peak-time Load Boiler)가 함께 사용되는데, 생산량의 비중을 보면 열병합발전소의 비중이 훨씬 높다. 대부분의 경우, 열병합발전소를 통해 열에너지를 공급하고 열 소비가 최대가 되는 시기에 일시적으로 열전용보일러가 첨두부하를 담당하는 형태이다.

⁴⁵ 지역난방 열 판매와 산업단지 열 판매를 합산한 열 소비는 2000년 3.3백만toe에서 2022년 6.9 백만toe로 증가하였다.

그림 2.29 **전망 기간 경제성장률과 전기 판매 증가율**

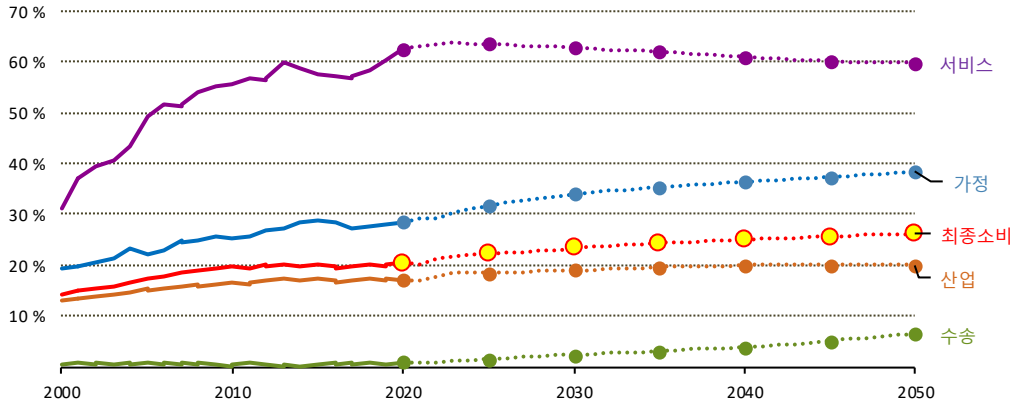


전기 소비 비중이 가장 높은 산업 부문 전기 판매는 연평균 0.9% 증가에 그칠 것으로 전망된다.⁴⁶ 전망 기간 산업 부문의 전기 판매는 전체 전기 판매와 유사한 속도로 증가하면서 전체 전기 판매 대비 산업 부문의 비중은 약 50% 수준을 거의 유지할 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 동 기간 산업 부문의 전기 판매는 77.3 TWh 증가하여 전체 전기 판매 증가의 44.7%를 차지하며 최종 소비 부문 중 가장 높은 기여도를 보일 전망이다. 산업 부문 다음으로 소비 비중이 높은 서비스 부문의 전기 수요는 전망 기간 연평균 0.8% 증가하며, 전체 전기 판매 대비 서비스 부문의 비중은 2022년 32.5%에서 2050년 30.8%로 소폭 하락할 전망이다. 서비스업의 전기 판매는 최근 빠르게 증가하는 데이터센터 등 신규 수요가 상승 요인으로 작용하는 한편 효율 향상이 하락 요인으로 작용하면서 완만하게 증가한다. 가정 부문에서는 냉방 수요 증가에도 불구하고 인구 감소와 에너지 효율 향상 등으로 전기 판매는 전망 기간 연평균 0.6% 증가에 그칠 것으로 예상된다. 이처럼 산업, 서비스, 가정 부문 등의 전기 수요는 과거 대비 증가세가 크게 둔화되지만, 이전에는 미미했던 수송 부문과 수소 생산 등의 신수요가 전망 기간에는 빠르게 증가할 것으로 전망된다. 수송 부문에서는 정부의 전기차 보급 정책에 힘입어 전기 판매가 연평균 4.7% 증가하고 수소차 및 연료전지의 수소 수요 증가에 따라 수소 생산을 위한 전기 수요⁴⁷도 빠르게 증가할 것으로 보인다.

⁴⁶ 전기 판매의 전망은 자가 발전까지 포함하는 전기 수요의 전망과 약간 다르지만 전반적인 경향성은 동일하다.

⁴⁷ 본 전망의 수소 수요는 연료용 추가 수소 수요를 의미한다. 공정용 수소는 천연가스 및 부생가스를 이용하는 기존 생산 방식이 유지되는 것으로 가정하고 있으며, 따라서 공정용 수소 생산을 위한 에너지 소비는 산업용 에너지 소비에 포함된다. 국내 수소 생산은 추출 수소 방식이 주류인 것으로 가정하며 이를 위한 전기 수요만을 계산하였다. 즉, REF에서는 수전해 방식의 수소 생산은 2050년까지 상용화되지 않는 것으로 가정하였다.

그림 2.30 부문별 전기 판매 비중 변화 추이



최종소비 부문의 에너지 수요에서 전기 판매가 차지하는 비중은 2022년 현재 21.2% 수준이나 전망 기간 꾸준히 상승하여 2050년에는 26%를 초과할 것으로 전망된다.⁴⁸ 전기의 비중은 2000년 이후 서비스 부문에서 전력화가 빠르게 진행되며 2010년대에는 20%대 수준까지 상승했으나 이후 정체되고 있다. 그러나 전망 기간에 가정 부문에서 전체 에너지 수요가 감소하는 가운데 전기 수요는 냉방용을 중심으로 증가하면서 전기 비중이 빠르게 상승하고, 수송 부문에서도 전기차가 기존의 내연기관 자동차를 대체하며 전기화가 빠르게 진행될 것으로 보인다.

열(지역난방) 판매는 인구 감소로 인해 가정 부문 에너지 수요가 감소함에도 불구하고 공동주택을 중심으로 지역난방 수요는 꾸준히 확대되면서 2022년 2.9 백만toe에서 2050년 3.2 백만toe로 소폭 증가할 전망이다.

□ 발전 설비

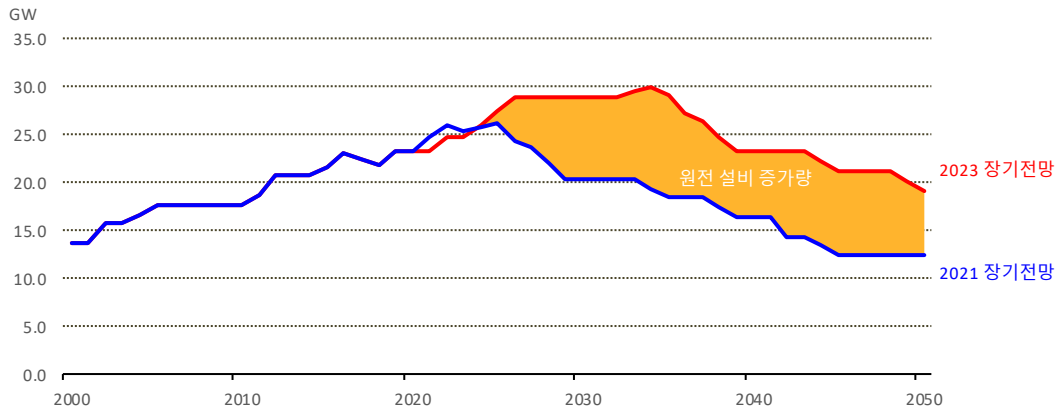
본 전망의 발전 설비는 기본적으로 '제10차 전력수급 기본계획(이하 10차 전기본)'에 근거한다. 다만, 10차 전기본의 설비 계획 기간이 2036년까지이므로 그 이후 기간에 대해서는 10차 전기본에 반영된 정책 기조가 유지된다고 가정하였다.

발전 설비 계획에 있어 이전 전기본에 비해 10차 전기본에서 가장 크게 달라진 부분은 원자력이다. 8차와 9차 전기본에서는 원전의 단계적 축소를 정책 기조로 삼은 반면, 10차 전기본에서는 원전을 2030 NDC와 2050 탄소중립 달성을 위한 주요 수단으로 채택하고 있다. 이에 따라 8차 및 9차 전기본에서는 원전의 설계수명이 만료될 경우, 추가적 수명연장 없이 폐지하

⁴⁸ 자가발전을 포함한 전기 수요가 최종소비 부문의 에너지 수요에서 차지하는 비중은 동 기간 24.5%에서 30% 이상까지 상승할 전망이다.

는 것으로 계획한 반면, 10차에서는 원전의 설계수명이 만료되면 주요 설비 교체 및 정비 등을 통해 계속운전하는 것으로 계획했다. 또한, 8차 전기본에서 백지화한 6기의 신규 원전⁴⁹ 건설 계획을 일부 복원하여 신한울3·4호기를 발전 설비 계획에 반영하였다.

그림 2.31 정책 기조 변화에 따른 원전 설비용량 변화



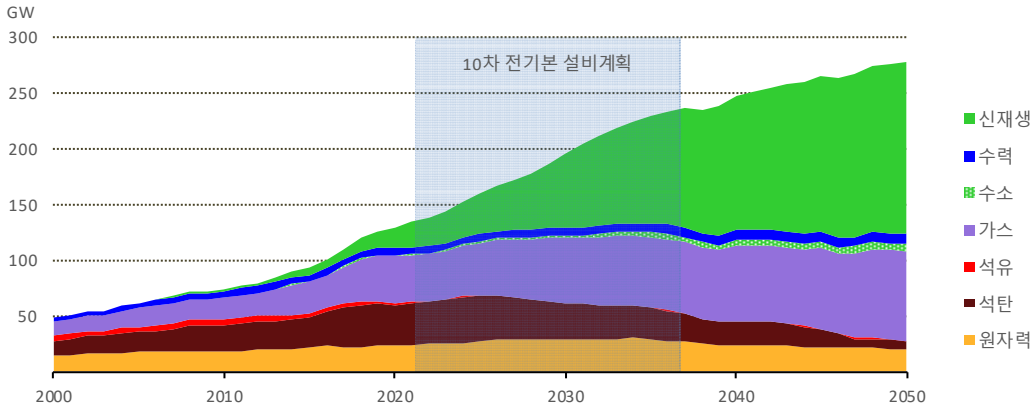
주: '2023 장기전망'의 원전 설비용량은 '10차 전기본'과 정책기조를 반영하였으며 '2021 장기전망'의 원전 설비용량은 '9차 전기본'과 정책기조를 반영

본 전망에서는 10차 전기본의 원전 설비 계획과 정책 기조를 반영하되 다소 모호한 부분을 아래와 같이 전제한다. 첫째, 원전 수명연장은 1회 10년으로 한정한다. 10차 전기본에서는 계속운전을 명시하고 있으나 그 기간에 대해서는 구체적인 언급이 없다. 이에 본 전망에서는 원전 설계수명이 만료될 경우, 만료 시점으로부터 10년 계속운전하고 이후 폐지하는 것으로 가정하였다. 이 경우, 10차 전기본의 설비계획에는 명시되어 있지 않으나 2036년 이전 폐지되는 원전이 일부 발생한다.⁵⁰ 둘째, 2036년 이후 신규 원전 진입은 없는 것으로 가정한다. 10차 전기본의 정책 기조에 따르면 8차 전기본에서 백지화된 천지1·2호기나 신규원전1·2호기 등이 2036년 이후 신규 진입할 가능성이 존재한다. 그러나 신규 원전 설비의 규모와 진입 시점 등을 임의로 특정할 수 없으므로 신한울4호기 이후 원전 설비의 신규 진입은 없는 것으로 가정하였다. 이와 같이 전제할 경우, 원자력 발전 설비용량은 2022년 24.7 GW에서 점차 증가하여 신한울4호기가 진입하는 2034년에 30.1 GW로 정점을 기록한다. 이후 수명 만료 원전이 순차적으로 폐지되며 설비용량은 2050년 19.2 GW까지 감소한다.

⁴⁹ 신한울3·4호기, 천지1·2호기, 신규원전1·2호기 등이다.

⁵⁰ 고리2호기(2033년), 고리3호기(2034년), 고리4호기(2035년), 한빛1·2호기(2036년)의 다섯 기이다.

그림 2.32 에너지원별 발전 설비용량 추이



원자력과 달리 10차 전기본의 석탄 발전 설비는 이전 전기본과 큰 차이가 없다. 이는 2030 NDC나 2050 탄소중립 목표 달성을 위해 발전 부문의 탈석탄은 필수 요건이기 때문이다. 원자력과 마찬가지로 2036년까지 10차 전기본의 설비계획을 반영하였으며 이후로는 현 탈석탄 정책 기조를 반영하여 신규 설비 증설은 없으며 설비 수명이 30년에 도달하는 석탄 발전 설비는 폐지되는 것으로 가정하였다. 이에 따라 석탄 발전 설비용량은 2022년 38.0 GW에서 2024년 41.1 GW에 도달한 후 지속적으로 감소하여 2050년에는 8.4 GW 수준까지 감소한다.

10차 전기본에서 2030년 신재생에너지 발전 비중 목표는 21.6 %로 9차 전기본의 20.8 % 대비 소폭 상승했다. 신재생 발전 비중의 상승 폭은 비록 1 % 미만이지만 10차 전기본의 전기 수요가 9차보다 높아 신재생 발전량의 증가폭은 이보다 크다. 이에 따라 신재생 발전 설비용량도 2030년 기준으로 9차 대비 14.7 GW 증가했다. 2030년을 기준으로 9차와 10차 전기본의 신재생 발전 설비 변화를 세부 발전원별로 살펴보면, 태양광 설비용량이 12.5 GW 늘어 신재생 설비 증가의 대부분을 차지했으며 풍력과 바이오의 설비용량도 각각 1.6 GW, 0.6 GW 증가했다. 그 이외 다른 발전원의 설비용량은 거의 유사하다. 이상에서 설명한 바와 같이 10차 전기본에서 신재생 발전 설비 계획은 9차 전기본에 비해 상향 조정되었으며 그 결과 2036년에는 신재생 설비용량이 108.3 GW에 도달하는 것으로 계획되었다.

본 전망에서는 10차 전기본의 신재생 발전 설비계획을 2036년까지 반영하였으며 이후로는 재생에너지 발전 비중이 꾸준히 상승하는 것으로 가정하고 이를 충족하기 위한 설비 증설이 진행된다고 가정하였다. 그 결과 신재생 발전 설비는 2022년 33.2 GW에서 전망 기간 연평균 6.0 % 증가하여 2050년에는 169.9 GW까지 증가한다. 원자력, 석탄, 신재생과 달리 가스 발전 설비용량은 10차 전기본의 수치를 반영하는 것이 아니라 본 전망의 모형에서 계산된 값을 사용한다. 이는 본 전망의 전기 수요가 10차 전기본의 수요와 차이가 나기 때문인데, 이 차이

를 반영하여 적정 설비 규모를 유지하기 위해 필요한 가스복합화력 발전 설비를 계산한다. 이렇게 계산된 가스 발전 설비용량은 2022년 41.9 GW에서 전망 기간 두 배 가까이 증가하여 2050년에는 80.0 GW까지 증가한다.

□ 발전량⁵¹

총 발전량은 2022년 591.8 TWh에서 연평균 0.9% 증가하여 2050년에는 759.4 TWh까지 증가할 것으로 전망된다. 극적인 변화를 보이는 발전원은 석탄이다. 석탄 발전은 2018년 241.8 TWh로 최고치를 기록한 이후 봄철 노후 석탄 발전소가 동 증지, 미세먼지 계절관리제, 발전 공기업의 자발적 석탄상한제 등 정부의 적극적인 석탄 발전 감축 노력으로 2022년에는 발전량이 194.2 TWh까지 감소했다. 전망 기간에도 석탄 발전은 빠르게 감소할 것으로 보이는데, 초기에는 정부의 석탄 발전 제한 정책과 더불어 수도권 송전 제약 문제가 석탄 발전 감소의 주요 요인으로 작용할 것으로 보인다. 정부의 계획대로라면 2026년과 2036년 각각 “수도권-동해안”과 “수도권-충청-호남”의 송전 선로가 준공되며 수도권 송전 문제가 해결될 것으로 기대되나 2020년대 후반부터는 노후 석탄 발전소가 순차적으로 퇴출되며 석탄 발전 감소를 주도할 것으로 예상된다. 이에 따라 석탄 발전량은 2030년에는 135.7 TWh까지 줄어들며 2050년에는 36.2 TWh까지 축소될 것으로 전망된다.

■ 2.4 수도권 송전 제약과 발전 믹스 변화

최근 발전 부문에서 이슈가 되고 있는 수도권 송전 제약 문제는 전망 기간 발전 믹스에도 영향을 미칠 것으로 보인다. 현재 문제가 되고 있는 송전 구간은 “수도권-동해안”과 “수도권-충청-호남” 구간이다. 동해안 지역에는 원자력과 석탄 등 대규모 발전 설비가 빠르게 확대되고 있으나 송전 설비는 주민수용성 등의 문제로 준공이 지연되면서 “수도권-동해안” 구간의 송전이 원활하지 않은 상황이다. 최근 1 GW 규모의 석탄 화력 발전소인 강릉안인1·2호기(각각 2022.10, 2023.5), 삼척화력1호기(2023.10)와 1.4 GW 규모의 원전 신한울1호기(2022.12) 등 대규모 발전기가 동해안에 신규 진입했고, 향후 신한울2호기(2024.3), 삼척화력2호기(2024.4) 등이 신규 가동될 예정이다. 당초 ‘제8차 전력수급기본계획’까지만 하더라도 위 발전소에서 생산되는 전기를 수도권으로 송전하기 위해 “신한울#1C/S-신가평C/S 구간”과 “신한울#2C/S-수도권#2C/S” 구간의 송전 선로⁵²가 2021년과 2022년에 준공되는 것으로 계획되었으나 주민

⁵¹ 열 생산 설비는 가스 열병합 설비가 대부분이며 산업단지에 일부 석탄 열병합 설비가 존재한다. 전력수급 기본계획에 포함된 집단에너지 설비는 전망에 반영하며, 추가 설비가 필요할 경우 가스 설비가 증가하는 것으로 가정한다. 열 생산 설비에 대해 별도 분석을 하지 않는다. 다만, 열 수요에 따라 집단에너지의 발전량이 제약된다.

⁵² 각 구간에 대해 500kV의 HVDC(high voltage direct current) 선로가 계획되어 있다. C/S는 conversion station의 약자로 교류를 직류로 변환하거나 직류를 교류로 변환하는 전력 변환소를 말한다.

수용성 문제로 건설이 지연되어 최근에 발표된 ‘제9차’ 및 ‘제10차 전력수급기본계획’에서는 각 송전선로의 준공 시기가 2025년과 2026년으로 연기되었다.

또한, 최근의 급속한 태양광 설비 증설이 호남지역에 집중되면서 “호남 - 충청 - 수도권” 구간의 송전도 문제가 되고 있다. 호남지역에는 한빛1~6호기(5.9 GW)가 있으며 충청지역에는 태안, 당진, 영흥, 보령 등 전체 석탄 발전 설비의 60% 이상에 달하는 대규모 석탄 화력 발전소가 집중되어 있다. 이러한 상황에서 2022년 전체 태양광 설비의 42%에 해당하는 8.8 GW의 태양광 설비가 호남지역에 건설되면서 “호남 - 충청 - 수도권” 구간의 송전 문제가 대두되었다. 이를 해결하기 위해 ‘제10차 전력수급기본계획’과 ‘제10차 장기 송변전설비계획’ (한국전력공사, 2023)에서는 호남지역과 수도권을 연결하는 송전 설비를 추가로 계획하였으나 준공 계획 시기가 2032년 이후여서 당분간 송전 선로 문제는 전력 계통 운영에 제약 조건으로 작용할 전망이다.

이러한 송전 제약은 전망 기간 발전 믹스에 영향을 미칠 것으로 보인다. 현재 발전 순위에서 신재생과 원자력의 후위에 있는 석탄 발전이 송전 문제로 제약을 받는 상황이다. 송전 설비 증설이 적기에 이루어지지 않아 전력계통이 수용할 수 있는 송전량이 한정된 가운데, 신재생과 원자력 발전량이 증가함에 따라 석탄 발전량은 감소할 수밖에 없다. 이에 따라 석탄 화력 발전의 이용률은 2022년에 50 %대까지 떨어졌다. 특히, 2022년의 경우, 국제 LNG 가격이 급등함에 따라 4월과 11월 사이 발전 공기업을 대상으로 하는 자발적 석탄상한제를 완화, 또는 유보하며 석탄 발전량을 늘리고자 했으나 송전 제약 상황 속 원자력 및 신재생 발전량 증가로 석탄 발전량이 오히려 감소한 것이다. 2023년 상반기에는 석탄 발전 이용률이 50 % 초반까지 하락한 상황이며 당분간 이러한 추세는 지속될 것으로 보인다.

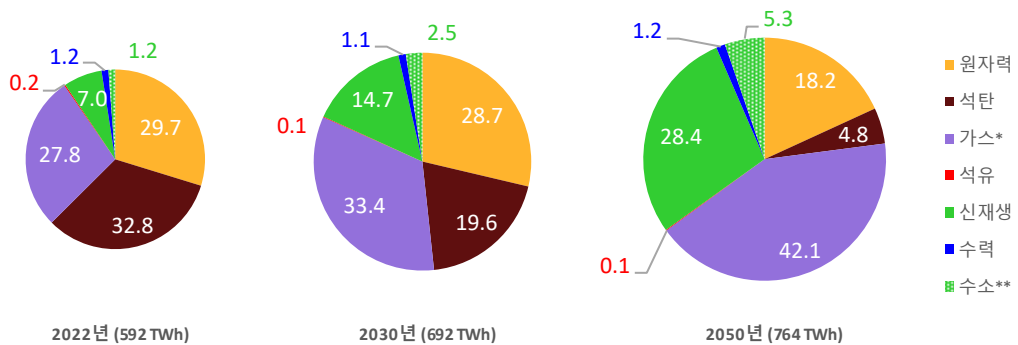
최근 이러한 송전 문제로 인한 발전 제약이 원자력까지 확대되는 모습이다. 2023년 산업통상자원부는 보도자료⁵³를 통해 근로자의 날(4.29~5.1)과 어린이날(5.5~7) 연휴 등 봄철 전력 수요 경부하기와 추석을 포함한 가을철 경부하기(9.23~11.5)에 호남지역에 위치한 한빛 원자력 발전소의 출력 조절을 실시할 예정이라고 밝힌 바 있다. 전망 기간에도 태양광 발전 설비의 증설이 호남 등 일부 지역에 편중될 경우 송전 문제로 인한 원자력 발전 제약은 더욱 심화될 것으로 보인다.

반면, 석탄이나 원자력 발전과는 달리 가스 발전의 경우, 송전 선로 부족 문제로 오히려 발전량이 증가할 것으로 보인다. 이는 대다수의 가스 복합 발전소가 대규모 수요처인 수도권 인근에 위치해 있기 때문이다. 따라서 수도권으로의 송전이 어려운 상황에서 수도권의 전기 수요가 증가하면 가스 복합 화력의 가동률은 상승할 수밖에 없다. 또한, 태양광이 호남지역 송전 문제의 주요 요인으로 지목되는 상황을 고려할 때 부하 추종이 용이한 가스 발전은 현 상황에서 적절한 대안으로 부상하며 발전 비중을 확대해 갈 것으로 보인다. 다만, 본 전망에서 상기 기술한 송전 제약과 그로 인한 발전 믹스 변화를 정교하게 반영하는 것은 다소 제한적임을 밝힌다. 송전량은 각 지역의 발전량과 전기 수요의 차이로 결정되므로 송전 제약을 제대로 반영하기 위해서는 필연적으로 지역별 전기 수요 전망과 발전량 전망이 선행되어야 하며, 이에 더해서 송전 설비에 대한 정보까지 고려해야 한다. 그러나 본 전망에서는 전국 단위의 전기 수요 및 발전량 전망을 실시하였다. 따라서 전망 기간의 송전 제약에 따른 발전 믹스 변화를 정교하게 추정하는 것은 향후 과제로 남겨둔다.

⁵³ “봄철 안정적 전력수급 관리를 위한 선제적 조치 추진”, 산업통상자원부 보도자료(2023.3.24). “가을철 전력계통 안정화 대책 수립”, 산업통상자원부 보도자료(2023.9.14).

석탄과 달리 원자력 발전은 2033년까지 꾸준히 증가한다. 비록, 2026~2027년에는 원전 계속운전을 위한 정비 기간이 겹치며 원자력 발전량이 소폭 감소하기는 하나 2035년 이전 신한울2호기, 새울3·4호기⁵⁴, 신한울3·4호기 등 1.4 GW급 대형 원전이 순차적으로 진입하며 원자력 발전 증가를 주도할 것으로 보인다. 이에 2022년 176.1 TWh였던 원자력 발전량은 지속적으로 증가하여 2033년에는 208.6 TWh까지 증가할 전망이다. 그러나 이후로는 1회 10년의 계속운전을 마치고 수명이 만료된 노후 원전이 순차적으로 폐지됨에 따라 원자력 발전량도 점차 감소하여 2050년에는 137.8 TWh 수준으로 축소될 것으로 예상된다. 다만, 발전 설비를 설명하며 서술한 바와 같이, 현 에너지 정책 기조를 반영할 경우 10차 전기본 기간 이후 신규 원전이 추가될 수 있으며, 이에 따라 원자력 발전량은 본 전망에서 추정한 것보다 상향 조정될 가능성이 다분하다.

그림 2.33 2022, 2030, 2050년의 에너지원별 발전 비중



주: * 가스 발전 및 기타 합계, ** 수소, 연료전지, IGCC 합계

신재생 발전은 2022년까지만 해도 발전량이 55.7 TWh 수준에 불과했으나 전망 기간 빠르게 증가하며 원자력과 석탄 발전을 추월하고 2050년에는 발전량이 264.8 TWh까지 증가할 것으로 예상된다. 10차 전기본의 신재생 발전 설비 계획을 그대로 반영하였으나 본 전망의 2030년 기준 신재생 발전 비중은 10차 전기본의 21.6%보다 낮는데, 이는 본 전망의 전기 판매가 10차 전기본의 목표 수요보다 높기 때문이다.⁵⁵ 신재생 발전량이 빠르게 증가하긴 하나 발전 설비 증가량에 비해서는 발전량 증가 속도가 다소 저조하다. 이는 신재생 발전 설비가 정격 용량

⁵⁴ 과거 신고리5·6호기의 명칭이 새울3·4호기로 변경되었다.

⁵⁵ 제10차 전기본의 2030년 기준 수요는 637.6 TWh, 목표 수요는 572.8 TWh로 전망되었다.

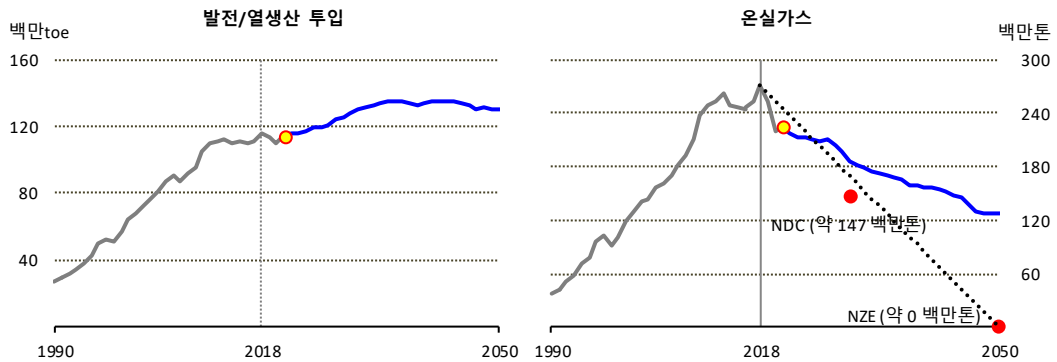
기준으로는 전망 기간 136.7 GW 증가했으나 대부분이 설비이용률 10 % 초반 수준인 태양광과 풍력 등 변동성 재생에너지 발전 설비로 실효 용량은 15.2 GW 증가에 그쳤기 때문이다.

이처럼 석탄 발전이 빠르게 감소하고 원자력 발전도 2030년대 중반 이후 지속적으로 감소하나 신재생 발전의 증가는 제한되면서 가스 발전이 전망 기간 최대 발전원의 지위를 차지할 것으로 전망된다. 2022년 164.6 TWh였던 가스 발전량은 2030년 230.7 TWh로 증가한 후 2050년에는 319.6 TWh까지 빠르게 증가할 것으로 보인다. 발전 비중도 전망 기간 초기 석탄 발전의 빠른 감소를 대체하며 30 %를 넘어서고 2030년대 중반 이후로는 원자력 발전까지 감소세로 전환되며 발전 비중이 빠르게 상승하여 2050년에는 42 % 수준까지 높아질 전망이다.

□ 발전/열생산 부문 에너지 수요와 온실가스 배출

발전 및 열 생산에 투입되는 에너지는 2022년 115.7 백만toe에서 연평균 0.4 % 증가하여 2050년에는 129.7 백만toe에 도달한다. 총 발전량이 연평균 0.9 % 증가하는데 비해 발전 및 열 생산에 투입되는 에너지의 증가 속도가 상대적으로 느린 것은 에너지원별 발전 비중 변화 때문이다. 즉, 발전 효율이 높은 가스 복합 발전의 비중이 빠르게 확대되는 반면, 효율이 낮은 원자력과 석탄 발전의 비중은 축소되기 때문이다.

그림 2.34 발전 부문 온실가스 배출 감축 기여 비교



발전/열생산 부문 온실가스 배출은 2022년 218.1 백만톤-CO₂eq에서 2030년 185.0 백만톤-CO₂eq, 2050년 128.2 백만톤-CO₂eq로 감소할 전망이다. 발전 및 열 생산에 투입되는 에너지는 증가하지만 온실가스 배출은 꾸준히 감소하는데, 이는 석탄 발전의 빠른 감소와 재생에너지와 원자력 발전의 증가에 기인한다. 2030년대 초반까지는 원자력 발전이 다소 빠르게 증가하며 온실가스 배출 감소에 기여할 것으로 보이며 그 이후로는 재생에너지 발전이 온실가스 감축을 주도할 것으로 보인다.

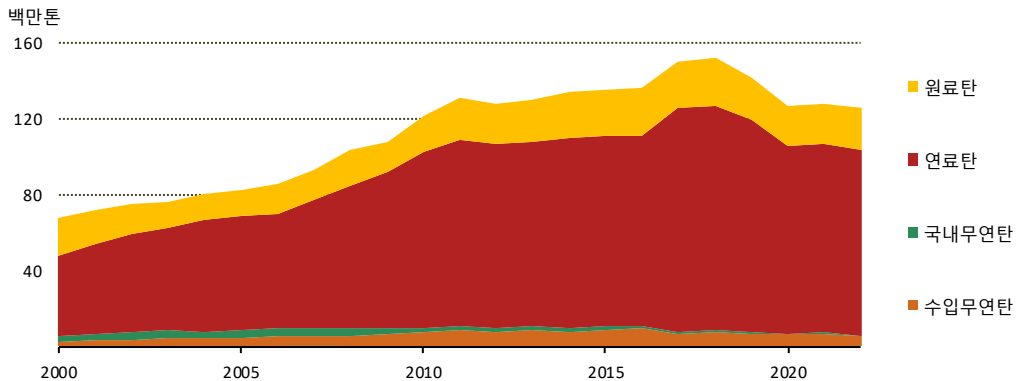
6. 석탄

6.1. 석탄 소비 현황

□ 석탄 소비는 2011년까지 빠르게 증가한 후 2018년까지 정체하다 이후 감소세로 전환

우리나라의 석탄 소비는 석탄화력 발전 설비 확대 및 고로 증설에 따른 제철용 석탄 소비 증가로 2000~2011년기간 발전용과 산업용이 각각 연평균 7.4%, 4.9% 증가하며 빠르게 증가했다. 그러나 2011~2018년 기간에는 미세먼지 저감 정책 등에 따른 석탄화력 발전 설비 가동을 하락 등으로 발전용 석탄 소비의 증가세가 연평균 0.9% 증가로 둔화했으며, 산업용도 중국 저가 철강과의 경쟁 심화 등에 따른 철강 경기 둔화로 정체(연평균 0.0% 증가)했다. 총 석탄 소비는 2018년 88.9 백만toe를 정점으로 감소세로 전환했는데, 2018~2022년기간 발전용과 산업용이 모두 감소하며 전체 석탄 소비는 연평균 6.1% 감소했다.

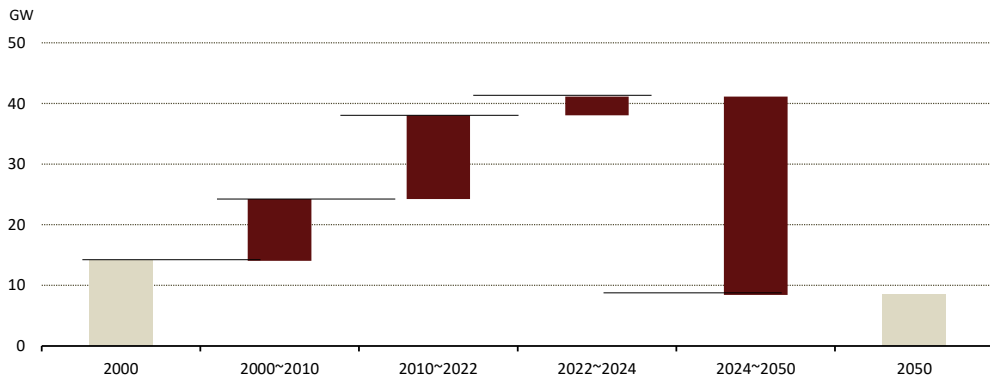
그림 2.35 2000~2022년 용도별 석탄 소비 추이



총 석탄 소비가 2018년을 정점으로 감소한 주요 원인은 발전용 석탄 소비 때문이다. 발전용 석탄 소비는 2016~2017년 대규모 신규 유연탄 발전설비 진입 효과로 2018년에는 53.5 백만toe를 기록하기도 했으나, 2018~2022년기간에는 정부의 석탄 발전 제한 정책과 송전선로 제약으로 연평균 7.8% 감소했다. 과거 석탄 발전은 원자력 발전과 함께 전기 소비와는 무관하게 24시간 가동되는 기저 발전을 담당해왔다. 이에 따라 2011년대 초반까지는 신규 석탄 발전소 진입에 따른 설비용량 증가는 석탄 발전량 및 발전용 석탄 소비 증가로 연결되었다. 하지만 2011년대 들어 국내 전력 소비 증가세가 과거 대비 크게 둔화된 가운데, 급전순위상 석탄 발전보다 상위에 있는 원자력 발전 설비 증가로 2014년경부터는 석탄 발전 증가에 제한이 발생하

기 시작했다. 2016~2017년에는 대규모 유연탄 발전 설비가 진입하기도 했으나, 정부의 석탄 발전 제한이 시작되며 석탄 발전량은 발전 설비용량 대비 증가하지 못했다. 미세먼지에 대한 국민적 관심이 집중되는 가운데 2016년 정부는 석탄 발전기 고장 예방 대책의 일환으로 석탄 발전기 최대 출력 기준을 하향 조정했으며, 2017년부터는 미세먼지 종합대책에 따라 석탄 발전 제한을 해마다 실시해오고 있다.⁵⁶ 2021년에는 발전공기업을 대상으로 자발적 석탄 발전 상한제(4~11월)도 시작되었다. 이러한 정부의 석탄 발전 제한은 2021년까지 해마다 확대되어 오다가 2022년에는 국제 천연가스 가격 폭등에 따른 가스 발전의 부담 완화를 위해 완화되기도 했다. 하지만 석탄 발전 제한 완화에도 불구하고 2022년 석탄 발전은 큰 폭으로 감소했는데, 이는 수도권 송전선로 제한으로 석탄 발전량에 제약이 발생하기 시작했기 때문이다. 원자력, 석탄, 신재생은 비수도권에서 발전해 전기 소비량이 큰 수도권으로 송전되는데, 송전선로 부족으로 수도권으로 송전할 수 있는 전력량에 한계가 있는 가운데 신재생과 원자력 발전량이 발전 설비 증가와 함께 빠르게 증가했고, 이에 따라 신재생과 원자력 대비 발전단가가 높은 석탄 발전이 제한된 것이다.

그림 2.36 석탄 발전 설비 용량 변화 추이 및 전망



산업용 석탄 소비는 2011년 35.1 백만toe까지 빠르게 증가했으나 이후 2019년까지 34~36 백만toe 수준에서 등락을 반복한 후 최근에는 감소세를 보이고 있다. 2011년까지 빠르게 증가했던 산업용 소비가 이후 정체와 감소세로 전환된 이유는 산업용 소비의 대부분을 차지하는 제철용 석탄 때문이다. 국내 철강 생산은 건설, 자동차, 조선 등 주요 철강 수요산업의 빠른 성

⁵⁶ 여기에는 봄철(3~6월) 노후 석탄 화력 발전소 가동 중지, 전국적인 화력발전 상한(정격 용량 대비 80%), 노후 발전소 조기 폐지 등이 포함된다.

장과 함께 2011년까지 빠르게 증가하며 산업용 석탄 소비 증가를 견인했다. 제철용 석탄 소비는 2010년에는 현대 당진 일관제철소 1,2고로가 증설되며 급증하기도 했으며, 2014년에는 현대제철소 3고로(2013.09) 가동으로 최고치(25.7 백만toe)를 기록하기도 했다. 하지만 이후 제철용 석탄 소비는 글로벌 경기 침체에 따른 철강 수요 부진, 중국 저가 철강재와의 경쟁 심화 등으로 감소하기 시작했다. 2020년에는 코로나19 여파로 제철용 석탄 소비가 6 % 가까이 감소하기도 했으며, 2021년에는 코로나19로부터 국내의 경기가 회복하며 다시 증가하기도 했으나 2022년에는 러시아의 우크라이나 침공 등으로 촉발된 글로벌 경기 둔화와 태풍 힌남노 피해에 따른 일부 철강 공장의 정지로 7 % 이상 급감했다. 제철용 석탄 소비의 증가세는 2000~2001년 연평균 5.1 % 증가에서 2011~2019년에는 연평균 0.3 % 증가로 대폭 둔화, 2019~2022년에는 연평균 3.4 % 감소로 전환했다. 철강 산업 둔화는 글로벌 경기 부진에도 기인하지만, 중국의 조강생산 설비 확장 및 수출 확대에 따른 경쟁 심화가 구조적 요인으로 작용했기 때문이다.

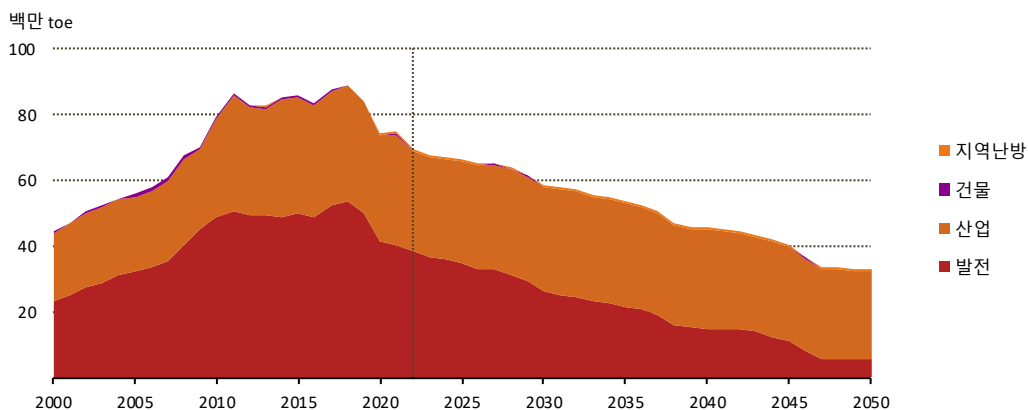
6.2. 석탄 수요 전망

□ 석탄 수요는 발전용과 산업용의 감소세가 지속하며 전망 기간(2022~2050년) 연평균 2.7 % 감소

전망 기간 발전용 석탄 수요가 연평균 6.8 % 감소하며 전체 석탄 소비 감소를 주도할 것으로 보인다. 발전용 석탄 수요는 2022년 38.7 백만toe에서 지속 감소해 2050년에는 2022년의 13.9 % 수준인 5.4 백만toe으로 축소될 것으로 예상된다. 이러한 발전용 석탄 수요의 빠른 감소는 미세먼지 대책 등에 따른 석탄 발전 제한 보다는 송전선로 부족과 석탄 발전소 퇴출에 기인할 것으로 전망된다. 수도권 송전선로 부족에 따른 석탄 발전 제한은 전망 기간 전반부에, 석탄 발전소 퇴출은 후반부에 발전용 석탄 수요 감소를 주도할 것으로 보인다. 2022년의 경우 정부가 미세먼지 계절관리제 등의 석탄 발전 제한을 완화했음에도 불구하고 송전선로 부족으로 발전용 석탄 소비가 크게 감소했는데, 이러한 상황은 송전선로 문제가 상당 부분 해소되는 2036년 경까지는 지속될 것으로 보인다. 정부의 계획대로 2026년 수도권-동해안 송전 선로가 준공된다면 현재 동해안 석탄 발전소를 중심으로 발생하고 있는 송전선로 부족에 따른 발전 제한이 크게 완화될 것으로 보이며, 2036년 수도권-충청-호남 송전 선로까지 완공되면 송전선로 제약에 따른 석탄 발전 제한은 사라질 것으로 보인다. 한편, “제10차 전력수급 기본계획”에 따르면 석탄 발전 설비 용량은 2024년 41.1 GW까지 증가한 후 계획기간의 마지막 해인 2036년까지 단계적으로 축소된다. 만약 계획기간 이후에도 탄소중립 목표 달성을 위한 탈석탄 정책이 유지된다면, 신규 석탄 설비 진입이 없이 설비 수명이 도달하는 발전소는 차례대로 폐지되며 2050년 석탄 발전 설비 용량은 2024년대비 1/5 수준(8.4 GW)으로 축소될 것으로 보인다. 발전

용 석탄 수요의 감소세는 전망 기간 후반으로 갈수록 빨라질 것으로 예상된다. 2022~2024년 기간에는 신규 유연탄 발전소 진입에도 불구하고 송전선로 제약으로 발전용 석탄 소비가 연평균 4.0% 감소, 2024~2036년 기간에는 석탄 발전 설비 용량 감소와 송전선로 제약이 모두 작용하며 연평균 4.4% 감소, 2036~2050년 기간에는 송전선로 제약은 사라지겠으나 석탄 발전소의 단계적 퇴출로 연평균 9.2% 감소할 것으로 전망된다.

그림 2.37 부문별 석탄 수요 전망

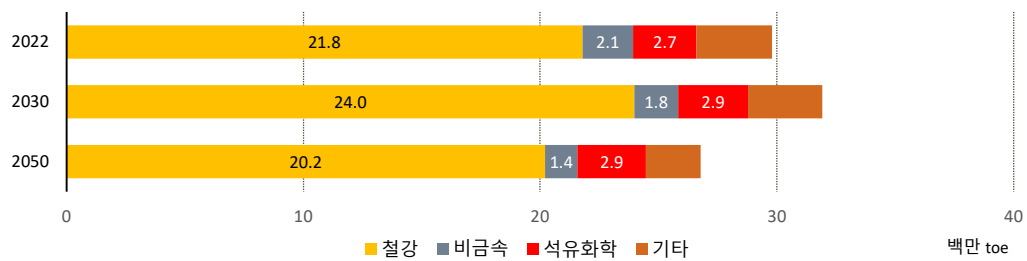


산업 부문 석탄 수요는 전망 기간 연평균 0.4% 감소해 2050년에는 26.8 백만toe 도달할 것으로 예상된다. 발전용 석탄 수요가 전망 기간내내 지속해서 감소하는 것과는 달리 산업 부문의 석탄 수요는 2022년 29.8 백만toe에서 2030년 31.9 백만toe까지 증가 후 완만한 하락세로 전환될 것으로 보인다. 산업용 석탄 수요 전망이 이러한 모습을 보이는 것은 제철용 석탄 수요 때문이다. 제철용 석탄 수요는 전망 기간 연평균 0.3% 감소해 2050년에는 20.2 백만toe 수준으로 떨어질 전망이다.⁵⁷ 앞서 언급한대로 제철용 석탄 소비는 코로나19 및 글로벌 경기둔화에 태풍에 따른 철강공장 피해까지 겹치며 최근 몇 년간 빠르게 감소했다. 2023년부터 글로벌 경기가 회복하며 철강 수요도 회복할 것으로 예상되나 회복세는 빠르지 않을 것으로 보인다. 긴축기조 지속으로 미국과 유럽의 철강 수요가 회복되지 못하고 있으며 중국도 소비심리 위축 및 부동산 침체 등으로 철강 수요 부진이 지연되고 있다. 인도를 중심으로 한 신흥국에서의 철강 수요가 견조하게 성장하고 있으나, 중국 및 주요 선진국의 부진으로 글로벌 철강 경기의 회복세는 완만할 것으로 예상된다. 반면, 이러한 글로벌 철강 수요 성장 둔화에도 인도, 동남아, 중동 등 신흥국의 설비 증가로 향후 몇 년간 글로벌 철강 공급과잉은 지속될 것으로 보인다.

⁵⁷ REF에는 철강업의 탄소중립 전략으로 제시된 전기로강 비중 확대, 철스크랩 비중 확대, 수소환원제철로의 전환 등의 변화는 반영되지 않았다.

다. 국내 철강 수요도 과거처럼 견조한 성장을 기대하기는 힘들다. 인구 감소 등으로 대규모 주택 건설 사업은 축소되고, 국내 자동차 생산 설비는 이미 포화수준에 도달했다. 자동차 생산 공장 증설은 국내가 아니라 해외를 위주로 증가하고 있으며, 철강 공장도 국내 보다는 인도 및 인도네시아에 생산 설비가 확장될 예정이다. 요컨대, 국내 제철용 석탄 수요는 향후 몇 년간 2022년 대비로는 회복하겠으나, 글로벌 철강 경기 회복세 미약, 철강 공급과잉 지속 등으로 회복세가 빠르지는 않을 것으로 보이며, 2030년경 이후로는 국내 철강 수요 산업 증가세 제한 등으로 감소로 전환할 것으로 예상된다.

그림 2.38 주요 업종별 석탄 수요 전망



철강업에 이어 석탄 소비가 많은 석유화학의 석탄 수요는 전망 기간 소폭(연평균 0.3%) 증가할 것으로 보인다. 석유화학의 전체 에너지 소비는 사히 프로젝트 등에 따른 설비 증설로 전망 기간 연평균 0.8% 증가할 것으로 보이는데, 그 중 석탄의 증가세는 타 에너지 상품 대비 가장 낮을 것으로 보인다. 한편, 2013년까지 철강업 다음으로 소비 비중이 컸던 비금속(시멘트)에서의 석탄 수요는 전망 기간 연평균 1.6% 감소할 것으로 보인다. 시멘트 업계는 온실가스 배출 저감을 위해 클링커를 생산하는 소성 공정에서 석탄을 폐기물로 대체해오고 있는데, 향후에도 이러한 추세가 지속되며 석탄 소비 감소를 이끌 것으로 보인다. 기타 업종에서의 석탄 소비도 탄소배출 저감 노력 등으로 타 에너지 상품으로 대체되며 감소할 것으로 예상된다. 이에 따라 2050년 산업 전체의 석탄 수요에서의 철강이 차지하는 비중은 2022년대비 상승한 75.5%, 석유화학과 비금속의 비중은 격차가 더욱 벌어지며 각각 10.8%, 5.1% 수준에 도달할 것으로 예상된다.

7. 석유

7.1. 원유 및 석유제품 수급 현황

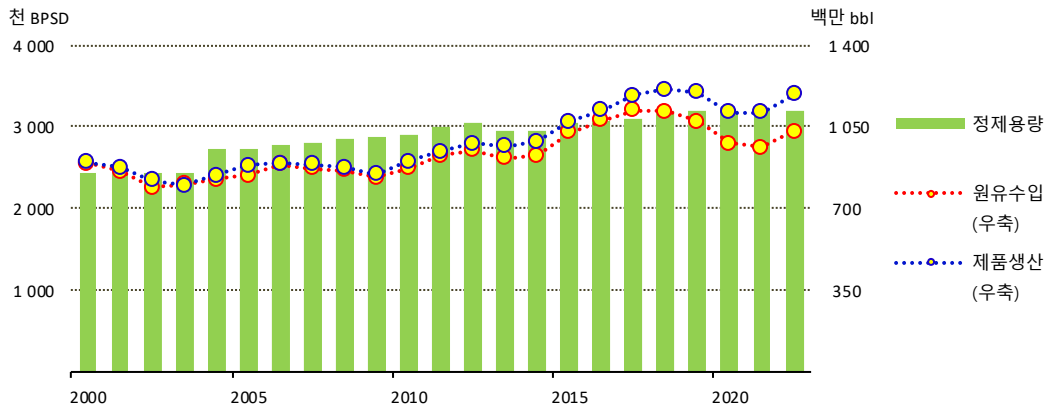
□ 빠르게 증가해온 원유 수입과 석유제품 생산은 코로나19로 급락한 후 이전 수준을 회복 중

원유를 정제한 석유제품은 우리 나라의 주요 수출품으로 수출 물량이 증가하면서 원유 수입량도 빠르게 증가해왔다. 내수와 수출 증가에 대응하기 위해 국내 정제 설비용량은 꾸준히 증가해 왔는데 1997년 2.4 백만BPSD(barrel per stream day)까지 빠르게 증가한 국내 정제 설비용량은 외환위기와 글로벌 금융위기 등으로 증가세가 둔화된 후 곧 증가세를 회복하여 2018년 말 기준 3.2 백만BPSD 규모로 성장하고 2022년까지 이 수준을 유지하고 있다.

2000년 이후 한동안 연간 9억 배럴 수준에서 정제한 원유 수입량은 2014년 하반기 국제유가가 급락하면서 수송용 소비가 급증하고, 석유화학 설비 신증설로 석유화학 원료용 소비가 증가하면서 2017년 11.2억 배럴까지 빠르게 증가했다. 그러나 이후 소폭 감소하다가 2020년 코로나19 대유행으로 9.8억 배럴 수준으로 급감하였다. 2021년에도 9.6억 배럴로 추가 감소한 후 2022년에는 석유화학 산업의 원료용 수요 증가 등 요인으로 10.3억 배럴로 반등하였다.

석유제품 생산은 2000~2022년 연평균 1.3% 증가하였는데 2022년에는 11.9억 배럴을 생산하고 그중 31%에 해당하는 3.7억 배럴을 수출하였다. 2022년에는 석유화학 경기의 활황으로 납사 등 원료용 수요가 급증하여 코로나19 대유행 이전 생산량에 근접한 수준으로 회복하였다.

그림 2.39 석유정제 설비 용량, 원유 수입, 석유제품 생산 추이



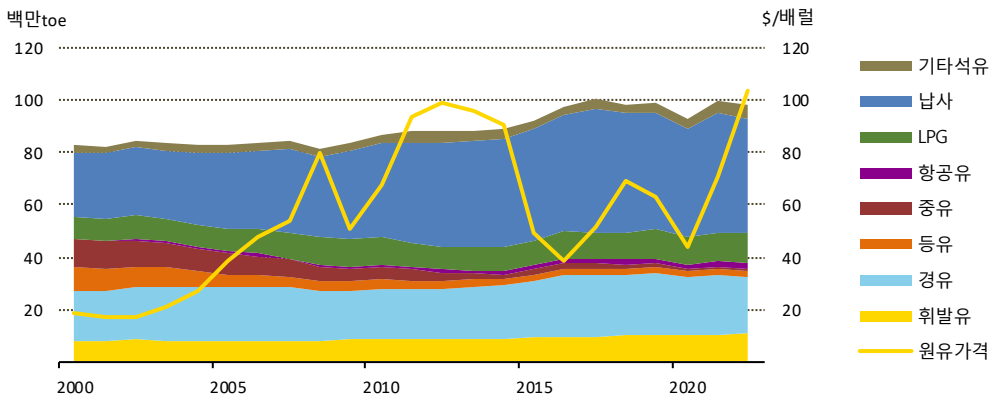
출처: 2022 에너지통계연보(pp. 96-97), 2022 에너지통계월보

□ 석유제품의 최종소비는 국제 유가에 변동에 민감하게 반응하며 2010년대 중반 이후 지속 증가

석유 소비는 2000~2014년 기간 연평균 0.7% 증가에 그치며 정체하였으나, 2014년 이후 국제 유가 급락과 석유화학 설비 신증설 등의 증가요인으로 2015년에는 전년 대비 6.0%, 2016년에는 전년 대비 8.1% 증가하는 등 급증하였다. 2014년 상반기까지 배럴당 100달러를 상회하던 국제 유가는 2014년 하반기 이후 미국의 셰일혁명으로 원유 공급이 증가하고, 세계 경기 회복이 지연됨에 따라 석유 수요가 정체되면서 급락을 시작하여 2016년 초에는 월 평균 가격이 배럴당 20달러 수준까지 폭락하였고, 2015년과 2016년 국제 유가는 연간 평균으로 전년 대비 각각 45.8%, 21.5% 급락했다. 이에 따라 수송 부문에서 경유와 휘발유 등의 소비가 빠르게 증가하고, 2014년부터 석유화학 설비 신증설이 성황하면서 석유화학 원료용 납사와 LPG의 소비가 빠르게 늘었고, 석유제품의 최종 소비가 급증하였다.

그러나 2016년 이후 산유국들의 감산 합의 등 공급 감소 요인으로 인해 국제 유가는 상승세로 반전하여 2017년에는 석유 소비 증가율이 전년 대비 2.1%로 대폭 낮아져 유지되다 2020년 코로나19 대유행으로 전년 대비 4.3% 감소하였다. 2021년에는 석유화학 업종에서 LPG 투입 설비 중심의 대규모 신증설 사업이 완료되어 가동을 시작하고, 코로나19 대유행도 차츰 진정되면서 석유화학 제품 수요가 크게 증가하여 소비가 전년 대비 7.2% 증가하여 코로나19 대유행 이전 수준을 회복하였다. 2022년에는 2월 러시아의 우크라이나 침공에 따른 영향으로 국제 유가가 배럴당 100달러 이상으로 크게 상승하였고, 하반기부터 석유화학 업황이 부진해지면서 원료용 소비가 감소하여 최종 소비가 전년 대비 0.8% 감소하였다. 그러나 석유화학 설비 신증설로 기초 수요가 증가하여 최종 소비 수준은 코로나19 대유행 이전 보다 높은 수준을 유지하였다.

그림 2.40 석유제품 최종소비와 국제 원유가격(두바이) 추이



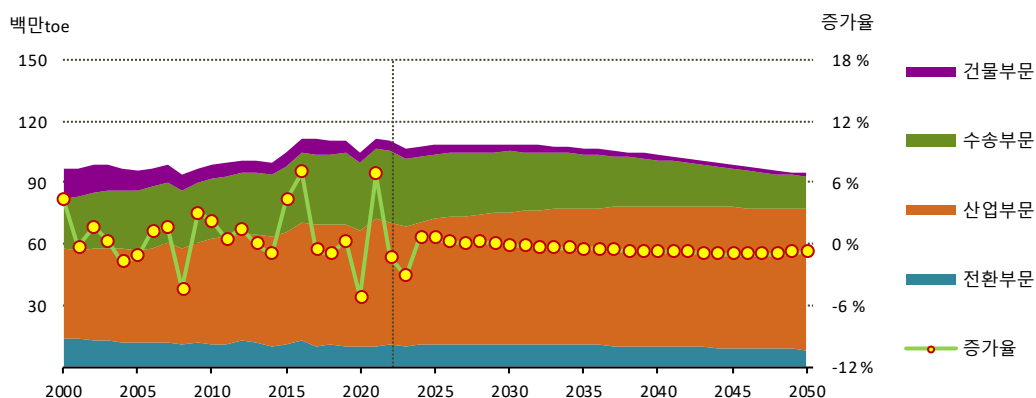
7.2. 원유 및 석유제품 수요 전망

□ 전망기간 석유제품 수요는 수송 부문을 중심으로 2050년에 99 백만toe까지 감소

석유제품 수요는 2021년 121.5 백만toe 수준의 정점 도달 이후 전망 기간(2022~2050년) 연평균 0.7% 지속 감소할 전망이다. 전망 기간 석유화학 설비 신증설 등의 증가 요인이 있으나 전망기간 동안 국제 유가가 약 배럴당 90 달러 수준을 유지하고 친환경차 도입이 빨라지면 서, 석유 수요는 2022년부터 2050년까지 수송 부문을 중심으로 지속 감소한다.

수송 부문 석유제품 수요는 주요 온실가스 감축 수단인 친환경 자동차 보급이 가속화되며 2050년까지 지속적으로 감소할 전망이다. 수송 부문 석유제품 수요는 2022년에서 2050년 사이 50% 이상 감소한 15.9 백만toe까지 하락한다. 우크라이나 전쟁, 하마스-이스라엘 전쟁 등 지정학적인 불안 요인으로 국제 유가의 변동성이 커진 영향이 있고 전기, 수소 자동차의 보급이 확대되며 내연기관 자동차 비중이 축소되고, 인구 감소 등으로 이동 수요 증가세도 둔화되어 수송 부문 석유제품 수요 감소세가 지속될 수 있다. 전체 자동차 대수는 2030년대 후반까지 증가하고 이후 인구가 감소하면서 서서히 감소할 것으로 예상되는데 전체 자동차 가운데 내연기관 자동차 등록대수는 빠르게 감소하여 석유 수요를 줄이는데 기여한다.

그림 2.41 부문별 석유제품 수요 및 증가율 추이



주: 전환 부문은 에너지산업 자체 소비 포함

산업 부문 석유제품 수요는 전망기간 연평균 0.5% 증가하는데 2022년 대비 약 8 백만toe 증가한 68.8 백만toe를 기록할 전망이다. 석유화학업의 석유제품 수요가 8.7 백만toe 증가하여 전체 산업 부문 석유제품 수요 증가의 대부분을 차지한다. 석유화학 설비의 신증설로 인해 고유가 지속에도 납사와 LPG의 원료용 소비는 꾸준히 증가할 전망이다. 2021~2022년 석유화

학업의 NCC(Naphtha Cracking Center)나 PDH(Propane De-Hydrogenation), MFC(Mixed Feed Cracker)⁵⁸ 설비가 대량으로 신증설되었고, 2026년에는 세계 최대 규모인 에틸렌 연산 180만 톤 NCC를 도입하는 사힌 프로젝트가 완공되어 석유제품 수요 증가에 기여할 전망이다. 전망 기간 동안 석유화학의 원료용 납사와 LPG의 수요는 연평균 각각 0.2%, 2.4% 증가할 전망이다. 중국의 석유화학 제품 자급률 상승, 에틸렌 시장 경쟁 심화 등이 원료용 석유제품 수요의 감소 요인으로 작용할 수 있으나 설비 신증설에 따른 기초 수요 증가로 인해 전망 기간 동안 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 산업 부문에서 연료용으로 사용되는 석유제품은 전망 기간 동안 고유가 지속, 미세먼지 등과 같은 대기오염물질 배출 문제에 따른 환경 규제, 온실가스 배출 규제 강화 등으로 가스나 전기 등 다른 에너지원으로 지속적으로 대체되며 빠르게 감소할 전망이다.

건물 부문의 석유제품 수요는 장기 감소 추세를 지속하고 있는데, 난방, 취사용 석유제품 수요가 도시가스나 전기 등 다른 에너지원으로 꾸준히 대체되며 최근의 감소세가 변동 없이 지속될 전망이다. 건물 부문에서 주로 소비해온 등유와 LPG는 그동안 도시가스와 지역난방 등 네트워크 에너지의 보급 확대, 전기 난방기 사용 증가 등으로 인해 감소하였으며, 전망 기간에도 고유가, 에너지 대체, 건물 단열 및 기기 효율 개선 등으로 수요가 빠르게 감소한다.

□ 석유제품 가운데 석유화학의 원료용으로 쓰이는 납사와 LPG만 수요가 증가할 전망

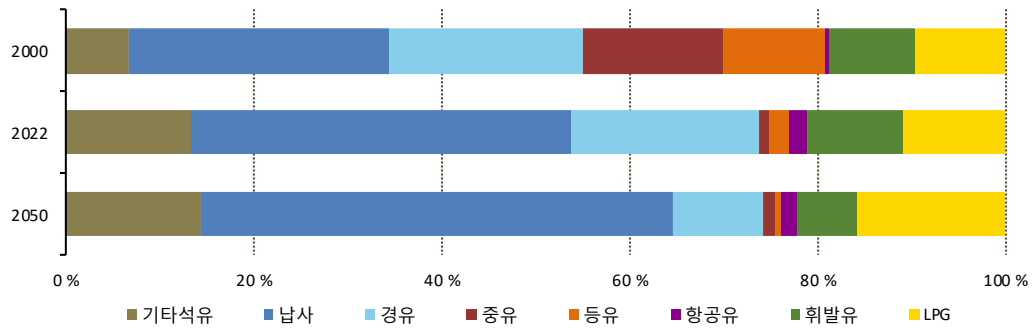
납사와 LPG 수요는 석유화학 설비 신증설에 따른 기초유분 생산 증가 등 증가 요인으로 수요가 증가할 전망이다. LPG의 최종 수요는 수송 부문에서 LPG 자동차의 감소, 건물 부문에서 타 연료로의 대체가 가속화되면서 감소 요인이 있으나 산업 부문에서 원료용 수요 증가로 증가한다.

납사와 LPG를 제외한 모든 석유 제품 수요는 전망 기간 동안 감소한다. 경유와 등유가 연평균 각각 3%, 4% 이상 가장 빠르게 감소한다. 경유는 수송 부문에서 전기, 수소 자동차와 같은 친환경 자동차가 내연기관 자동차를 대체하며 수요가 감소할 전망이다. 노후 경유차를 조기 폐차하는 등 정부의 강력한 미세먼지 저감 대책도 경유 자동차와 경유 수요 감소에 일조하고 있다. 등유 수요는 건물 부문에서 난방용 수요가 빠르게 다른 에너지원으로 대체되면서 감소할 전망이다. 휘발유 수요 역시 친환경 자동차 보급이 확대되며 연평균 2% 감소한다. 내연기관 자동차의 보급 감소와 더불어 자동차 연비 개선, 주행거리 감소 등도 영향을 줄 전망이다.

⁵⁸ NCC, PDH, MFC 설비는 모두 에틸렌, 프로필렌 같은 기초유분을 생산하는 설비로, NCC는 납사를 열분해, PDH는 프로판으로부터 수소를 분리, MFC는 NCC와 같은 원리를 이용하나 원료로 납사와 프로판, 중유 등을 혼용하여 사용하는 설비이다.

항공유는 전망 기간 동안 연평균 1% 이상 감소하는데 다른 석유 제품과 비교하여 감소 속도가 느린 편이다. 공항 인프라 확장 등의 증가 요인이 있으나 현재 시점에서는 시행 여부가 불확실하고, 항공기 운항 효율 개선으로 수요가 감소한다. 해운 부문에서 주로 사용되는 중유 수요도 전망 기간 동안 연평균 0.1% 감소한다.

그림 2.42 석유제품별 최종소비 비중 변화



8. 가스

8.1. 가스 수급 현황

□ 2022년 러시아-우크라이나 전쟁으로 인해 가스 수입 물량 증가율 둔화

1986년 10월 평택 인수기지를 통해 인도네시아 초도 물량이 들어온 이래로 우리나라의 천연가스 수입은 빠르게 증가하였다. 2000~2013년 연평균 7.7% 증가한 가스 수입은 2014년부터는 유가 변동 및 가스 발전 설비 이용률에 따라 감소와 증가를 반복하였다. 2013~2016년 가스 수입은 연평균 5.7% 감소한 반면 2016~2018년간 연평균 14.7% 증가하여 2018년 수입량은 역대 최고 물량인 44.0 백만톤을 기록하였다. 하지만, 2019년 냉·난방도일 감소와 2020년 코로나19 영향 등으로 인해 이후 수입량이 감소하여 2020년 가스 수입량은 40.0 백만톤까지 하락하였다. 2021년 가스 수입량은 코로나19 영향 해소에 따른 경기 회복 속에 45.9 백만톤으로 전년 대비 14.9% 증가하며 최고 물량 기록을 경신하였다. 2022년 2월 러시아-우크라이나 전쟁 발발 이후 LNG 현물 가격이 급등하며 2022년 가스 수입량은 2021년 대비 1.0% 증가하며 증가율이 대폭 감소하였다. 가스 수입선 다변화를 위한 노력도 계속 진행 중이다. 우리나라의 천연가스 수입 비중은 2000년대 초반까지 인도네시아가 가장 높았으나 2001년부터 카타르가 국내 가스 최대 수출국으로 자리잡았다. 그러나 최근 호주, 미국, 오만, 동남아시아 등 수입선 다변화도 나타나고 있다. 카타르산 수입 비중은 2020년 22.7%에서 2021년 25.0%로 증가하였으나 2022년 21.0%로 다시 감소하였다. 2021년 전체 물량의 20.6%를 차지했던 호주산 수입 비중이 2022년 25.1%로 증가하며 호주의 수입 물량이 카타르를 추월하였다. 2022년 가스 수입은 호주와 카타르에 이어 미국(12.4%), 말레이시아(11.9%), 오만(10.3%), 인도네시아(7.0%), 러시아(4.2%) 등지에서 이루어졌다 (무역협회, 2023).

□ 가스 소비는 변동폭을 보이거나, 현물 LNG 가격의 급등으로 2022년 전년 대비 0.4% 감소

가스 소비는 2000~2013년 연평균 8.2% 증가하였는데, 이는 동 기간 19.8% 증가한 재생 에너지를 제외한 모든 에너지원 중에서 가장 빠른 성장세이다. 가스 소비는 2013~2015년 연평균 8.8% 감소하였는데, 이는 국제 유가 하락과 2014년 말 신규 석탄 화력 발전소 진입 및 원자력 발전설비 재가동, 전기 소비 증가 둔화, 난방도일 감소 등 여러 가지 요인으로 인한 결과이다. 가스 소비는 2016년부터 다시 증가하기 시작하여 2018년에는 기록적인 폭염과 원자력 발전량 급감에 따른 발전용 소비가 전년 대비 12.7% 급증하며 역대 소비량 최고점인 55.2 백만toe을 기록하였다. 냉난방도일이 감소한 2019년에는 건물 부문 도시가스 소비와 발전용 소

비가 줄며 총 가스 소비는 전년 대비 2.6% 감소하였다. 2020년에는 석탄 발전량 감소의 상당 부분을 가스 발전이 대체하며 발전용 수요가 전년 대비 12.2% 증가한 반면 코로나19의 영향으로 도시가스 제조용 가스 소비가 전년 대비 3.2% 감소하며 발전용 수요로 인한 소비 증가세를 상쇄하였다. 이에 총 가스 소비는 전년 대비 1.4% 증가한 54.5 백만toe로 나타났다. 2021년에는 냉방도일 증가에 따른 발전용 소비 증가와 더불어 산업 및 건물부문 소비 증가로 총 가스 소비는 전년 대비 10.7% 증가한 60.3 백만toe을 기록하며 또 한 차례 최고치를 경신하였다. 2022년은 국제 에너지 가격 급등으로 인해 냉방도일 증가에도 불구하고 발전용 소비는 전년 대비 4.2% 감소한 반면, 산업 및 건물부문 소비는 증가하여 도시가스 제조용 가스 소비는 전년 대비 2.9% 증가하였다. 그 결과 2022년 총 가스 소비는 2021년 대비 0.4% 감소한 60.1 백만toe로 나타났다.

발전용 가스 소비는 전기 소비 증가와 신규 설비 공급으로 빠르게 증가해오다 2013~2015년에는 감소, 2016~2018년에는 증가, 2019년에는 감소, 2020~2021년에는 증가, 2022년에는 감소하며 반복되는 증감 패턴을 보이고 있다. 2000~2013년 연평균 10.8%로 증가하던 발전용 가스 소비는 2013~2015년에는 발전용 가스 소비가 연평균 28.2% 감소하여 60%를 상회했던 LNG 복합화력 설비 가동률도 40%대까지 하락하였다. 2016~2018년에는 연평균 2.7% 증가하며 반등하였는데, 주된 원인은 기록적인 폭염으로 냉방도일이 연평균 16.5% 증가하여 전기 수요가 늘어난 상황에서, 경주 지진으로 인한 월성1~4호기의 안전검사(2016.9~12)와 안전규제 강화에 따른 예방정비 기간 증가로 원자력 발전량이 8.8% 감소하였기 때문이다. 2019년에는 냉방도일 감소로 전기 소비가 감소하고 신재생에너지 발전 증가로 가스 발전량이 줄면서 발전용 가스 소비도 전년 대비 8.2% 감소하였다. 2020년에는 석탄 발전량 감소와 정부의 개별 요금제 승인(1월)에 따른 직도입 물량 증가가 발전용 가스 소비 증가를 이끌어 전년 대비 12.2% 증가하였다. 코로나19 회복에 따라 전기 수요가 증가한 가운데, 기저 발전인 원자력과 석탄 발전이 감소하며 2021년에도 발전용 가스 소비가 전년 대비 24.5% 증가하였다. 하지만 월별 소비량을 보면 2021년 상반기에는 원자력 및 석탄 발전 감소로 발전용 가스 소비가 증가하였으나, 하반기에는 국제 천연가스 가격 급등으로 가스 발전이 다시 기저 발전으로 대체되며 발전용 가스 소비가 감소세로 전환하였다(에너지경제연구원, 2022). 2022년에도 국제 에너지가격 급등의 영향은 계속되어 발전용 가스 소비는 전년 대비 4.2% 감소하였다.

한편, 최종소비 부문 가스 소비는 2000~2013년 연평균 8.2%의 빠른 성장세를 보이고 이 후에는 발전 부문과 유사하게 증감을 반복하고 있다. 산업용 가스 소비는 2013~2016년에 국제 유가 급락, 도시가스 미수금 회수 등으로 가스가 타 연료 대비 가격 경쟁력이 낮아지면서 연평균 5.9% 감소하였으나, 2017년 11월 미수금 회수 완료 후 가스요금이 하락하여 가스의 가

격 경쟁력이 상승하면서 2016~2019년에는 연평균 1.3 % 증가하였다. 그러나 2020년 코로나19의 영향으로 수출과 제조업 생산이 감소하면서 난방도일 증가에도 불구하고, 산업용 가스 소비는 전년 대비 1.7 % 감소하였다. 2021년에는 원료비 연동제로 인한 도시가스 요금 인상에도 불구하고, 특히 석유화학과 조립금속업의 생산이 회복됨에 따라 전년 대비 5.5 % 증가하였다. 2022년에는 가스요금의 상방 압박 속에 산업용 가스 소비는 전년 대비 0.3 % 증가하는데 그쳤다. 건물용 도시가스 수요는 1990년대 도시가스 배관망 확대에 따라 난방 및 취사용 도시가스 소비가 빠르게 증가하였으나, 2000년대 도시가스 보급이 성숙기에 들어서며 급증세가 둔화한 뒤, 2012년 이후 여름철과 겨울철 기온 변동에 따라 냉난방용 수요가 크게 변동하는 현상을 보이고 있다. 2020년 건물용 도시가스 소비는 2019년과 유사한 수준을 유지하나 코로나19로 인해 가정 부문과 서비스 부문의 소비 증감이 다르게 나타났다. 2020년 가정 부문 도시가스 소비는 난방도일 상승과 코로나19에 따른 재택시간 증가로 전년 대비 4.0 % 증가한 반면, 서비스 부문 도시가스 소비는 코로나19에 따른 경기 악화로 전년 대비 11.3 % 감소하였다. 2021년에는 코로나19의 충격에서 회복하면서 가정 부문 도시가스 소비는 전년 대비 1.9% 증가하며 증가세가 둔화되었고, 서비스 부문은 전년 대비 2.2% 증가하며 도시가스 소비가 반등하였다. 정부가 코로나19로 인한 국민 부담 등을 고려해 민수용 도시가스 요금을 동결하면서, 천연가스 가격 급등이 건물용 도시가스 소비에 미치는 영향은 제한되었다. 이에 2022년 건물용 도시가스 소비는 전년 대비 3.9 % 증가하였고 특히 서비스 부문이 6.1 % 증가하여 3.3 % 증가한 가정 부문보다 증가세가 두드러졌다.

8.2. 기준 시나리오(REF)의 가스 수요 전망

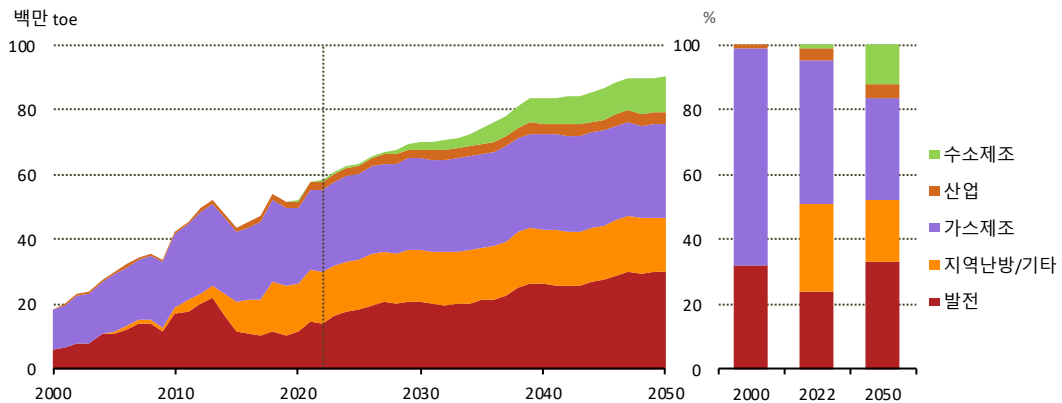
□ 가스 수요는 발전용 및 수소제조용 수요가 확대됨에 따라 전망 기간 연평균 1.5 % 증가

REF에서는 발전용 및 수소제조용 수요의 증가가 가스 수요를 견인할 것으로 전망된다. 가스 수요는 전망 기간(2022~2050년) 연평균 1.5 % 증가하여 2050년 92.3 백만toe에 도달할 것으로 분석된다. 발전용 가스 수요는 2022~2050년간 연평균 2.7 % 증가하여 2050년 30 백만 toe에 도달할 것으로 전망된다. 가스 수요에서 발전용이 차지하는 비중은 2022년 24.0 %에서 도시가스 소비 증가세 둔화 및 가스 복합화력의 성장에 힘입어 2040년에는 약 31.2 %까지 확대된 후, 이후에는 재생에너지 보급 확대 등 탄소중립 노력 하에 증가세가 둔화되어 2050년에는 33.1 %로 전망된다.

도시가스 제조용 가스 수요는 산업 부문의 직수입 물량이 증가하고 인구가 감소하면서 증가세가 둔화되고 비중도 축소될 전망이다. 1990년대 주택용 도시가스 보급의 폭발적 성장 속

에 가스 수요에서 도시가스 제조용 가스 비중이 2000년에는 67% 이상을 차지했지만, 이후 도시가스 수요 증가세의 둔화로 2022년에는 44.1% 수준으로 하락했다. 2022~2050년 전망 기간에도 인구 감소 등의 영향으로 둔화세가 지속되고 산업 부문에서의 천연가스 직수입 물량 증가로 산업용 도시가스 수요가 줄어들어 2050년에는 도시가스 제조용 가스 비중이 31.7%로 하락할 전망이다. 도시가스 제조용 가스 수요는 세계 천연가스 가격 급등에 따른 직수입 물량 감소로 2022~2025년 연평균 1.5% 증가에서 인구 감소 및 산업 부문에서의 천연가스 직수입 물량 회복 및 증가로 둔화세가 대폭 둔화되어 2025~2050년 연평균 0.2% 증가에 그칠 전망이다.

그림 2.43 기준 시나리오(REF)의 용도별 가스 소비 및 비중 전망



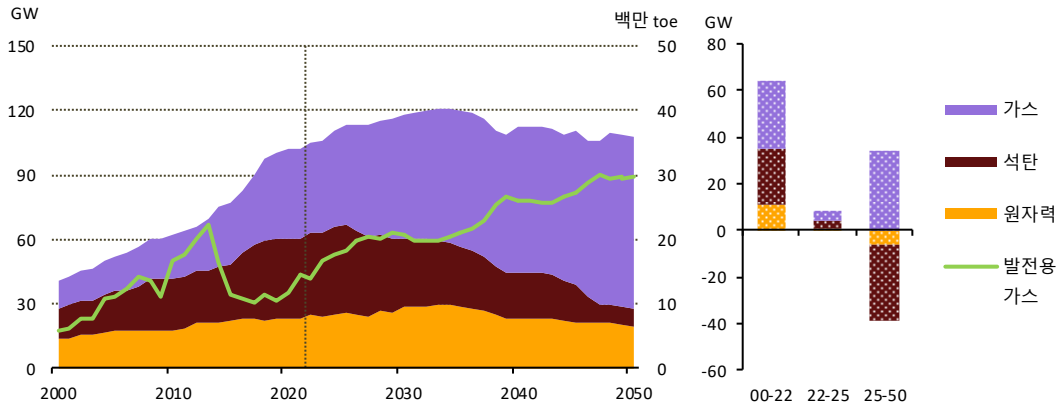
주: 가스 소비는 천연가스와 도시가스 소비의 합계

한편, REF에서는 수소제조용 가스도 가스 수요의 증가에 영향을 줄 것으로 분석된다. REF에서 수소의 주공급원은 수입과 천연가스 개질(SMR, Steam Methane Reforming) 방식의 추출 수소일 것으로 예상된다. 기존 산업 공정에서 사용하는 수소가 부생수소 및 추출수소로 공급되고 있으므로 해당 용도의 수요 증가는 가스 수요의 증가로 이어진다. 이번 전망에서 분석한 수소제조용 가스는 신규 수소 수요이며, 수소 기반 연료전지 증가와 수소자동차 보급 확대가 수소 수요의 증가를 주도할 것으로 예상된다. REF는 국내 수소 생산을 대부분 천연가스 개질 방식으로 제조한다고 가정하는데 2050년 기준으로 추출수소, 부생수소, 수입의 비중을 각각 80%, 2%, 18%로 가정한다. 이러한 가정하에서 전망한 수소제조용 추가 가스 수요는 2022년 0.6 백만toe에서 2050년에는 11.1 백만toe로 연평균 11.7% 증가할 것으로 분석된다. 이에 따라 2050년 가스 수요에서 수소제조용 추가 가스 수요가 차지하는 비중은 12.3%에 이를 전망이다.

□ 발전용 수요는 기저 발전 대체와 탄소중립 이행 속에 전망 기간 연평균 2.7% 증가

전망 초기에는 높은 국제 천연가스 가격과 석탄 화력발전소 및 원자력 발전소의 신규 가동에 따른 기저발전 설비 증설로 발전용 가스 수요의 증가세가 둔화될 것으로 전망된다. 2022년 러시아-우크라이나 전쟁 직후에 비하여 국제 천연가스 가격이 안정되었으나 그럼에도 2020년 이전 대비 높게 형성되고 변동폭도 클 것으로 예상되는데 이는 전망 초기 가스 발전량 저조의 주요 원인으로 작용할 것으로 분석된다. 또한 전망 초기 '제10차 전력수급기본계획'에 따라 기저(원자력+석탄+신재생·기타) 발전 설비가 증가할 것으로 예상되어 발전용 가스 수요 감소에 영향을 줄 것으로 분석된다(에너지경제연구원, 2023). 그러나 2025년부터 기저발전 설비용량 감소 등으로 발전용 가스 수요는 다시 증가세가 두드러질 것으로 전망된다. LNG 발전 설비도 석탄 발전 설비가 폐지로 인해 신규 설비가 증가하면서 전망 기간 연평균 2.3% 증가할 것으로 예상된다. 다만, 가스발전량은 탄소중립 기조에 맞추어 일정 수준을 유지할 전망이며, 수소 혼소 발전량에 따라 조정될 예정이다.

그림 2.44 기준 시나리오(REF)의 주요 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망



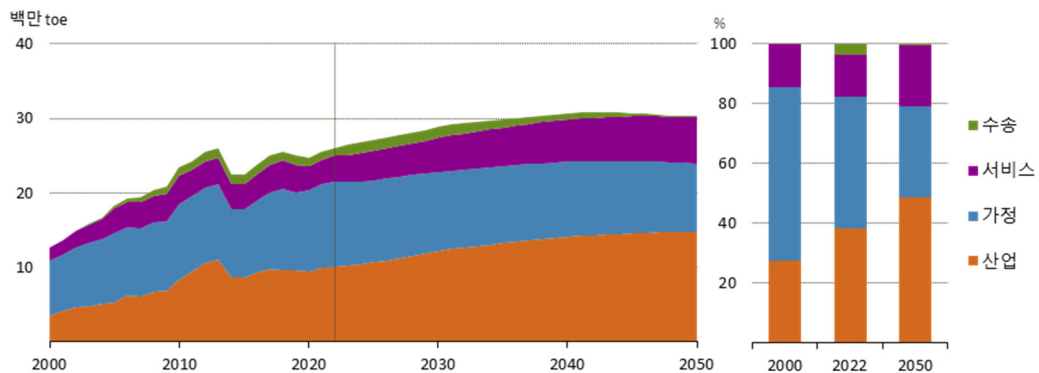
□ 최종소비 부문의 가스 수요는 산업과 서비스 부문을 중심으로 전망 기간 연평균 0.5% 증가

REF에서 최종소비 부문의 가스 수요는 전망 기간 연평균 0.5% 증가하여 2050년 30.2 백만toe에 이를 것으로 전망된다. 산업 및 서비스 부문에서는 가격 경쟁력과 온실가스 및 미세먼지 등 대기오염 물질 배출 감축 정책의 영향으로 석유 및 석탄 소비의 일부가 가스로 대체되면서 양호한 증가세가 보일 전망이다. 전망 기간 산업 부문의 가스 소비는 연평균 1.4% 증가하여 2050년 최종소비 부문의 가스 소비 중에서 약 48.8%를 차지할 전망이다.⁵⁹ 서비스 부문은

⁵⁹ 산업 부문 가스 소비는 산업 부문 도시가스와 직수입 천연가스의 합계이다.

에너지 효율 개선과 동시에 대형 건물 등에서 냉난방을 위한 GHP나 흡수식 냉온수기 등의 보급이 확대되면서 전망 기간 동안 가스 소비가 연평균 2.0 % 증가할 것으로 보인다. 2022년 서비스 부문은 최종소비 부문의 가스 소비 중 13.7 %를 차지하였으나 증가세 속에 2050년에는 20.3 %까지 비중이 확대될 전망이다. 가정 부문의 가스 소비는 신규 주택 공급 증가에도 불구하고 인구 감소, 가구 구조 변화, 에너지 효율 개선 등으로 전망 기간 연평균 0.8 % 감소하고, 이에 따라 가정 부문이 최종소비 부문의 가스 소비에서 차지하는 비중은 2022년 44.0 %에서 2050년 30.4 %로 하락할 전망이다. 수송 부문은 전기차 보급이 확대됨에 따라 2022~2050년 가스 소비가 연평균 7.1 % 감소할 것으로 전망된다.

그림 2.45 기준 시나리오(REF)에서 최종소비 부문 가스 수요 전망



한편, 산업 부문의 주요 업종별 가스 수요는 타 화석연료를 지속적으로 대체하며 증가할 전망이다. 이는 장기적으로 LNG 도입 계약 구조의 유연화, 직수입 물량 확대, 미국산 셰일가스 도입 확대 등으로 가스 도입가격이 안정화되면서 가격 경쟁력이 확대되고, 석유 및 석탄에 비해 미세먼지와 온실가스 배출이 적은 가스에 대한 선호가 높기 때문이다. 철강업은 2000년 기준 산업 부문 내에서 가스 수요 비중이 24.3 %로 단일 업종으로 가장 컸으나, 2022년 18.2 %로 감소하였다. 그러나 전망 기간 연평균 2.3 % 증가하여 2050년에는 산업 부문 내 가스 수요의 23.4 %를 차지할 전망이다. 석유화학업의 가스 수요 역시 전망 기간 연평균 2.5 % 증가할 것으로 예상되며, 이에 따라 산업 부문 내 가스 수요 비중이 2022년 22.4 %에서 2050년 30.4 %로 증가할 전망이다. 반면, 기계업의 가스 수요는 전망기간 연평균 0.3% 감소하여 2022년 산업 부문 내 가스 수요 비중이 14.5 %였으나 2050년에는 9.2 %로 하락할 전망이다.

부 록

1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과 - 기준 시나리오

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 기준 시나리오(REF)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
인구 (백만명)	47.0	51.6	51.2	50.2	47.4	-	-	0.4	-0.3
가구 (백만가구)	14.5	21.6	23.2	23.9	22.8	-	-	1.8	0.2
국내총생산 (GDP, 조원)	904	1969	2279	2599	2775	-	-	3.6	1.2
주요 업종별 부가가치 (조원)									
농림어업	27	33	35	36	36	-	-	0.9	0.3
광업	3	2	2	2	2	-	-	-2.0	0.3
제조업	251	562	620	666	673	-	-	3.7	0.6
- 석유화학, 비금속, 1차철강	63	110	127	143	153	-	-	2.6	1.2
- 조립금속	98	343	374	401	401	-	-	5.9	0.6
SOC	88	134	146	152	148	-	-	1.9	0.4
서비스업	516	1125	1342	1585	1744	-	-	3.6	1.6
수입단가									
원유 (\$/bbl)	19	104	89	89	88	-	-	8.1	-0.6
천연가스 (\$/톤)	174	1122	666	576	547	-	-	8.8	-2.5
유연탄 (\$/톤)	23	236	111	98	92	-	-	11.1	-3.3
에너지 지표									
국내생산 (백만 toe)	2	0	0	0	0	-	-	-6.9	-4.4
총에너지 수요 (백만 toe)	189	291	310	316	302	-	-	2.0	0.1
에너지원단위 (toe/백만원)	0.21	0.15	0.14	0.12	0.11	-	-	-1.6	-1.1
일인당에너지소비 (toe/인)	4.02	5.64	6.06	6.29	6.38	-	-	1.6	0.4
최종 소비 (백만 toe)	140	212	225	228	220	-	-	1.9	0.1
전기생산 (TWh)	293	633	731	801	804	-	-	3.6	0.9
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	12	14	16	17	-	-	3.1	1.2
에너지부문 온실가스 지표									
온실가스 배출 (백만톤)	413	563	532	479	414	-	-	1.4	-1.1
배출원단위 (톤/백만원)	0.46	0.29	0.23	0.18	0.15	-	-	-2.1	-2.3
일인당 배출 (톤/인)	8.78	10.91	10.38	9.54	8.74	-	-	1.0	-0.8

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 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
총에너지	189	291	310	316	302	100	100	2.0	0.1
석탄	44	69	59	45	33	24	11	2.1	-2.6
석유	97	110	109	104	95	38	31	0.6	-0.6
가스	19	60	73	86	92	21	31	5.4	1.5
수력	1	1	1	1	1	0	0	-2.0	0.6
원자력	27	38	42	36	29	13	10	1.5	-0.9
신재생·기타	1	13	27	44	52	5	17	16.0	5.0
최종소비	140	212	225	228	220	100	100	1.9	0.1
석탄	21	30	32	30	27	14	12	1.6	-0.4
석유	84	100	99	94	86	47	39	0.8	-0.5
도시가스	13	26	29	31	30	12	14	3.3	0.5
전기	20	46	54	58	58	22	27	3.8	0.9
열에너지	1	3	3	3	3	1	1	4.0	0.4
신재생·기타	1	7	9	12	15	3	7	12.8	2.7
산업	80	128	142	148	148	61	67	2.2	0.5
수송	25	36	33	27	20	17	9	1.7	-2.1
가정	16	23	22	22	21	11	9	1.6	-0.4
서비스	19	24	28	31	32	11	14	1.2	1.0

최종소비 부문별·상품별 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
산업	80	128	142	148	148	100	100	2.2	0.5
석탄	21	30	32	30	27	23	18	1.7	-0.4
석유	44	60	65	68	69	47	47	1.4	0.5
도시가스	4	10	12	14	15	8	10	4.9	1.4
전기	11	24	28	30	30	18	21	3.5	0.9
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	5	5	6	7	4	5	56.8	1.5
수송	25	36	33	27	20	100	100	1.7	-2.1
석탄	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	25	34	30	23	16	94	80	1.5	-2.7
도시가스	0	1	1	1	0	3	1	-	-7.1
전기	0	0	1	1	1	1	6	3.1	4.8
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	1	1	2	3	2	13	-	4.8
가정	16	23	22	22	21	100	100	1.6	-0.4
석탄	0	0	0	0	0	1	0	-4.0	-12.6
석유	4	2	1	1	1	9	3	-3.2	-4.2
도시가스	7	11	11	10	9	49	45	2.0	-0.8
전기	3	7	8	8	8	29	38	3.5	0.6
열에너지	1	2	2	2	2	10	11	3.4	-0.1
신재생·기타	0	0	0	0	1	2	3	8.3	0.6
서비스 (상업, 공공, 기타)	19	24	28	31	32	100	100	1.2	1.0
석탄	0	0	0	0	0	0	0	-0.9	-8.7
석유	10	3	2	2	1	14	3	-5.1	-4.8
도시가스	2	4	5	6	6	15	19	3.0	2.0
전기	6	15	18	19	19	63	60	4.5	0.8
열에너지	0	1	1	1	1	2	3	8.2	1.8
신재생·기타	0	1	3	4	5	6	16	5.7	4.5

주) 보고서 본문에서 설명한 산업 부문 에너지 수요는 에너지전환 산업인 석유정제의 자체소비를 포함하지만, 여기서는 석유정제 자체소비를 제외한 수치를 제시함.

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오(REF)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요 업종 산출액 (조원)									
화학	126	272	347	445	532	-	-	3.6	2.4
비금속	19	41	47	50	52	-	-	3.5	0.9
1차철강	60	95	102	100	95	-	-	2.1	0.0
금속, 기계, 전자, 정밀	173	796	885	981	1 008	-	-	7.2	0.9
운송장비	117	266	302	322	314	-	-	3.8	0.6
건설	167	231	258	278	275	-	-	1.5	0.6
주요 제품 생산량 (천톤)									
기초유분	16	33	37	39	40	-	-	3.2	0.7
조강	43	66	76	74	70	-	-	1.9	0.2
전로	25	45	51	50	47	-	-	2.8	0.2
전기로	18	21	25	24	22	-	-	0.5	0.2
시멘트	51	51	46	43	38	-	-	0.0	-1.0
클링커	46	43	39	36	33	-	-	-0.3	-1.0
에너지 수요 (백만 toe)									
석탄	21	30	32	30	27	23	18	1.7	-0.4
석유	44	60	65	68	69	47	47	1.4	0.5
도시가스	4	10	12	14	15	8	10	4.9	1.4
전기	11	24	28	30	30	18	21	3.5	0.9
열에너지	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	0	5	5	6	7	4	5	56.8	1.5
주요 업종 에너지원단위									
화학	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	-	-	-0.4	-1.6
비금속	0.29	0.12	0.11	0.11	0.09	-	-	-3.9	-1.0
1차철강	0.28	0.27	0.28	0.28	0.28	-	-	-0.2	0.0
기계류	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.0	-0.4
수송장비	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-1.2	-0.7

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

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 (2) - 기준 시나리오(REF)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요 업종별 에너지 수요									
화학	33	66	73	79	81	100	100	3.2	0.8
석탄	1	3	3	3	3	4	4	2.9	0.3
석유	30	55	60	63	64	83	78	2.9	0.5
가스	0	2	3	4	4	3	6	9.3	2.5
전기	2	5	6	7	8	7	10	3.9	2.0
신재생	-	1	2	2	2	2	3	-	1.7
비금속	6	5	5	5	5	100	100	-0.6	-0.1
석탄	4	2	2	2	1	43	28	-2.2	-1.6
석유	1	0	1	1	1	9	11	-3.9	0.2
가스	0	1	1	1	1	11	18	3.5	1.8
전기	1	1	1	1	1	20	28	1.3	1.1
신재생	-	1	1	1	1	17	15	-	-0.6
철강	17	26	29	28	26	100	100	1.9	0.0
석탄	14	22	24	22	20	84	78	2.2	-0.3
석유	1	0	0	0	0	0	0	-12.0	-0.2
가스	1	2	2	3	3	7	13	3.5	2.3
전기	2	2	3	3	2	9	9	1.2	0.1
신재생	-	0	0	0	0	0	0	-	0.5
기계류	3	10	11	12	11	100	100	5.1	0.4
석탄	-	0	0	0	0	1	1	-	-0.1
석유	1	0	0	0	0	1	0	-8.5	-4.3
가스	1	1	1	1	1	15	12	3.3	-0.3
전기	2	8	9	10	9	80	83	6.4	0.5
신재생	-	0	0	0	0	3	4	-	1.2
수송장비	2	3	3	3	3	100	100	2.6	-0.1
석탄	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	1	0	0	0	0	8	7	-6.1	-0.5
가스	-	1	1	1	1	26	17	-	-1.5
전기	1	2	2	2	2	63	72	4.1	0.3
신재생	-	0	0	0	0	3	4	-	0.6

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(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요지표									
자동차 형태별 (백만대)	12	25	28	29	28	100	100	3.5	0.3
승용차	8	21	23	24	24	83	86	4.4	0.4
화물차	3	4	4	3	3	15	11	1.8	-0.6
승합차	1	1	1	1	1	3	3	-3.0	-0.1
자동차 연료별 (백만대)									
휘발유	7	13	17	15	11	52	40	2.8	-0.7
경유	4	10	7	6	4	38	15	4.7	-2.9
배터리자동차	-	0	2	5	7	2	26	59.0	10.1
연료전지자동차	-	0	0	1	4	0	15	-	26.2
기타	1	2	2	1	1	8	4	2.4	-2.3
에너지 수요	25	36	33	27	20	100	100	1.7	-2.1
휘발유	8	11	12	9	6	30	30	1.4	-2.1
경유	13	19	14	11	8	51	38	1.7	-3.2
중유	1	0	0	0	0	1	1	-3.4	-1.7
제트유	0	2	2	1	1	5	7	27.0	-0.6
부탄	3	3	2	1	1	8	4	-0.6	-4.5
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	-6.3	-0.8
도시가스	-	1	1	1	0	3	1	-	-7.1
전기	0	0	1	1	1	1	6	3.1	4.8
신재생·기타	-	1	1	2	3	2	13	-	4.8
수송 수단별 에너지수요									
도로	24	34	30	25	18	93	89	1.7	-2.3
철도	1	0	0	0	0	1	2	-2.4	0.9
항공	0	2	2	1	1	5	7	23.9	-0.6
해운	1	0	0	0	0	1	2	-3.1	-1.6

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

가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요지표									
인구 (백만명)	47.0	51.6	51.2	50.2	47.4	-	-	0.4	-0.3
가구 (백만가구)	14.5	21.6	23.2	23.9	22.8	-	-	1.8	0.2
형태별 주택(백만호)	11.0	17.7	19.6	20.5	19.8	100	100	2.2	0.4
단독	4.1	3.5	3.5	3.3	2.8	20	14	-0.7	-0.8
아파트	5.2	11.5	13.3	14.4	14.4	65	73	3.6	0.8
공동주택	1.7	2.7	2.8	2.7	2.6	15	13	2.3	-0.2
평균 주거 면적(m ²)	85.5	75.8	72.8	71.8	71.4	-	-	-0.6	-0.2
에너지 지표									
주택당 에너지수요(toe/천원)	1.49	1.31	1.14	1.06	1.04	-	-	-0.6	-0.8
면적당 에너지수요(toe/100m ²)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	0.0	-0.6
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.12	1.08	0.96	0.91	0.90	-	-	-0.2	-0.6
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.52	1.72	1.83	1.94	-	-	3.0	0.9
에너지 수요									
석탄	0	0	0	0	0	1	0	-4.0	-12.6
석유	4	2	1	1	1	9	3	-3.2	-4.2
도시가스	7	11	11	10	9	49	45	2.0	-0.8
전기	3	7	8	8	8	29	38	3.5	0.6
지역난방	1	2	2	2	2	10	11	3.4	-0.1
신재생·기타	0	0	0	0	1	2	3	8.2	0.6
용도별 에너지 수요									
난방/온수	12	15	13	13	12	66	56	1.0	-1.0
취사	1	2	2	1	1	7	5	0.9	-1.4
냉방	0	1	1	1	1	3	7	16.1	2.5
조명	0	1	1	1	1	4	4	3.5	-0.6
기타 가전기기	2	5	5	6	6	20	27	3.2	0.7

주) 단독주택은 건물에 대한 소유권이 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(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요 업종별 산출액 (조원)									
도소매	134	283	328	377	410	-	-	3.4	1.3
숙박음식	61	143	164	184	194	-	-	4.0	1.1
운수보관	69	162	187	215	233	-	-	3.9	1.3
정보통신	56	167	214	267	308	-	-	5.1	2.2
공공행정및국방	73	170	194	205	206	-	-	3.9	0.7
교육서비스	65	130	133	131	124	-	-	3.2	-0.2
의료복지	41	186	300	488	673	-	-	7.1	4.7
예술,스포츠,레저	16	38	47	57	66	-	-	4.2	1.9
기타서비스	284	782	974	1 197	1 354	-	-	4.7	2.0
에너지 수요	19	24	28	31	32	100	100	1.2	1.0
석유	10	3	2	2	1	14	3	-5.1	-4.8
도시가스	2	4	5	6	6	15	19	3.0	2.0
전기	6	15	18	19	19	63	60	4.5	0.8
지역난방	0	1	1	1	1	2	3	8.2	1.8
신재생·기타	0	1	3	4	5	6	16	5.7	4.5
부문별 에너지 수요									
상업 서비스	16	19	22	24	25	78	77	0.8	0.9
공공 서비스	3	5	6	7	7	22	23	2.7	1.2

석유 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
원유 수요*	122	153	151	136	108	-	-	1.0	-1.2
국제 병커링	13	16	18	19	18	-	-	0.8	0.6
총공급	97	110	109	104	95	100	100	0.6	-0.6
전환	6	1	1	1	1	1	1	-7.4	-1.3
에너지산업자체소비	7	9	10	9	8	8	8	1.3	-0.7
최종소비	84	100	99	94	86	91	91	0.8	-0.5
제품별 석유 수요**									
정제가스	3	9	9	8	7	8	7	4.5	-1.0
휘발유	8	11	12	9	6	10	6	1.3	-2.1
등유	10	2	1	1	1	2	1	-6.6	-4.4
경유	18	22	17	13	9	20	9	0.7	-3.1
중유	13	1	1	1	1	1	1	-10.6	0.0
제트유	0	2	2	2	1	2	2	8.5	-1.3
프로판	4	8	9	11	12	7	12	2.6	1.5
부탄	4	4	3	3	3	4	3	0.0	-1.5
납사	25	44	46	46	46	39	49	2.6	0.2
기타 비에너지유	3	6	6	6	7	5	7	3.6	0.7
용도별 석유 수요									
에너지산업	7	9	10	9	8	8	8	1.3	-0.7
산업	44	60	65	68	69	55	73	1.4	0.5
(연료)	19	11	11	12	12	10	12	-2.3	0.1
(석유화학원료)	26	49	54	56	57	44	60	3.0	0.5
수송	25	34	30	23	16	31	17	1.5	-2.7
가정	4	2	1	1	1	2	1	-3.2	-4.2
서비스	10	3	2	2	1	3	1	-5.1	-4.8
전환	6	1	1	1	1	1	1	-7.4	-1.3

* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

** 에너지전환공정 제외

석탄 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
총공급	44	69	59	45	33	100	100	2.1	-2.6
전환부문	23	39	27	16	6	57	18	2.4	-6.5
최종소비부문	21	30	32	30	27	43	82	1.6	-0.4
제품별 석탄 수요									
국내탄	1	0	0	0	0	0	0	-4.4	-11.9
수입무연탄	1	3	3	3	2	4	6	3.6	-1.0
연료용 유연탄	28	49	37	26	15	71	46	2.6	-4.2
원료용 유연탄	14	17	19	17	16	25	48	0.8	-0.3
용도별 석탄 수요									
발전/열생산용	23	39	27	16	6	57	18	2.4	-6.5
코크스 제조 및 고로용	13	17	18	17	16	24	48	1.1	-0.2
킬른가열용	4	2	2	2	1	3	4	-2.2	-1.6
기타 산업용	4	11	12	11	10	16	30	4.5	-0.5
연탄용	0	0	0	0	0	0	0	-4.0	-12.6

가스 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
총공급	19	60	73	86	92	95	96	5.4	1.5
전환 부문*	6	31	40	51	59	51	63	7.6	2.3
최종소비 부문	13	26	29	31	30	43	33	3.3	0.5
용도별 소비									
발전용	6	14	21	26	30	23	32	4.1	2.7
지역난방	0	16	17	18	18	27	19	19.4	0.3
수소제조	-	1	2	8	11	1	12	429.6	10.9
에너지산업	0	3	4	4	3	5	3	8.8	0.4
산업	4	10	12	14	15	17	16	4.9	1.4
수송	-	1	1	1	0	2	0	-	-7.1
가정	7	11	11	10	9	19	10	2.0	-0.8
서비스	2	4	5	6	6	6	7	3.0	2.0

* 자가소비 및 손실 포함

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

전기 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
발전설비 (GW)	48	138	195	246	278	100	100	4.9	2.5
석탄	14	38	32	21	8	28	3	4.6	-5.2
석유	5	0	0	0	0	0	0	-11.7	-1.1
가스	13	42	58	68	80	30	29	5.5	2.3
원자력	14	25	28	23	19	18	7	2.7	-0.9
수력	3	7	7	9	9	5	3	3.4	1.0
신재생	-	27	70	125	161	19	58	-	6.6
- 변동성 재생에너지	-	23	65	118	153	17	55	-	7.0
- 기타 재생에너지	-	2	2	2	2	1	1	-	0.0
- 신에너지	-	1	3	5	7	1	2	-	6.2
총발전량(TWh)	293	633	731	801	804	100	100	3.6	0.9
석탄	99	194	136	91	36	31	5	3.1	-5.8
석유	19	1	1	1	1	0	0	-11.7	-1.4
가스	28	165	231	285	320	26	40	8.3	2.4
원자력	109	176	198	167	138	28	17	2.2	-0.9
수력	6	7	7	9	9	1	1	1.2	0.8
신재생	-	48	118	205	256	8	32	-	6.1
- 변동성 재생에너지	-	31	93	166	207	5	26	-	7.0
- 기타 재생에너지	-	10	9	9	9	2	1	-	-0.7
- 신에너지	-	7	17	30	40	1	5	-	6.3
상용자가	31	39	39	44	45	6	6	1.0	0.5
발전용 에너지 수요 (백만toe)	62	98	109	115	111	100	100	2.1	0.4
석탄	23	39	26	15	5	39	5	2.4	-6.8
석유	5	0	0	0	0	0	0	-11.4	-3.2
가스	6	14	21	26	30	14	27	4.1	2.7
수력	1	1	1	1	1	1	1	-2.0	0.6
원자력	27	38	42	36	29	38	26	1.5	-0.9
신재생-기타	0	7	20	37	45	7	41	44.1	6.9
(수소)	-	-	1	4	6	0	6	-	-
전기 수요(TWh)	242	550	647	713	718	100	100	3.8	1.0
수소제조	-	-	-	-	-	0	0	-	-
에너지산업자체소비	4	14	23	34	37	3	5	5.7	3.5
산업	128	274	321	352	352	50	49	3.5	0.9
수송	2	4	9	12	15	1	2	3.1	4.8
가정	37	79	88	92	92	14	13	3.5	0.6
서비스	68	179	204	222	221	32	31	4.5	0.8
기타	6	15	24	35	38	3	5	4.0	3.4

* 상용자가는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

열에너지 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
열생산량	1	3	3	3	3	-	-	4.3	0.3
지역난방 수요	1	3	3	3	3	100	100	4.0	0.4
가정	1	2	2	2	2	81	72	3.4	-0.1
서비스	0	1	1	1	1	19	28	8.2	1.8
지역난방용 에너지 수요	2	18	18	19	19	100	100	11.0	0.3
석탄	0	0	1	1	1	3	3	31.9	1.0
석유	1	1	0	0	0	3	2	-4.5	-1.1
가스	0	16	17	18	18	93	94	19.4	0.3
신재생	-	0	0	0	0	1	1	-	0.3

신재생/기타 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
부문별 신재생에너지 수요	1	13	27	44	52	100	100	16.0	5.0
발전/열생산	0	6	18	32	37	46	71	43.3	6.6
산업	-	5	5	6	7	34	13	56.8	1.5
수송	-	1	1	2	3	5	5	-	4.8
가정	0	0	0	0	1	3	1	8.3	0.6
서비스	0	1	3	4	5	11	9	5.7	4.5
(수소 공급)									
수입	-	-	-	0	2	0	3	-	-
생산	-	0	1	5	7	0	14	315.8	34.0
(수소 수요)									
발전	-	-	1	4	6	0	12	-	-
산업	-	-	-	-	-	0	0	-	-
수송	-	-	0	1	2	0	4	-	-

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요지표									
총배출	413	563	532	479	414	-	-	1.4	-1.1
에너지당 배출(톤/toe)	2.68	2.25	2.12	1.97	1.85	-	-	-0.8	-0.7
GDP당 배출(톤/백만원)	0.46	0.29	0.23	0.18	0.15	-	-	-2.1	-2.3
인구당 배출(톤/인)	8.78	10.91	10.38	9.54	8.74	-	-	1.0	-0.8
에너지상품별 온실가스 배출									
석탄	167	264	225	175	127	47	31	2.1	-2.6
석유	204	173	157	138	115	31	28	-0.8	-1.4
천연가스	41	126	149	166	172	22	42	5.2	1.1
부문별 온실가스 직접 배출									
산업	149	185	199	198	189	33	46	1.0	0.1
수송	70	99	88	68	46	18	11	1.6	-2.8
가정	29	31	26	24	21	6	5	0.2	-1.3
서비스	33	17	17	17	16	3	4	-3.0	-0.2
에너지산업	11	12	16	15	13	2	3	0.4	0.4
발전/열생산	120	218	185	157	128	39	31	2.8	-1.9

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

2. 주요 지표 및 에너지 전망 결과 - 저성장 시나리오

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 저성장 시나리오(LEG)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
인구 (백만명)	47.0	51.6	51.2	50.2	47.4	-	-	0.4	-0.3
가구 (백만가구)	14.5	21.6	23.2	23.9	22.8	-	-	1.8	0.2
국내총생산 (GDP, 조원)	904	1 969	2 310	2 516	2 516	-	-	3.6	0.9
주요 업종별 부가가치 (조원)									
농림어업	27	33	36	35	32	-	-	0.9	0.0
광업	3	2	2	2	2	-	-	-2.0	-0.1
제조업	251	562	628	645	610	-	-	3.7	0.3
- 석유화학, 비금속, 1차철강	63	110	129	139	139	-	-	2.6	0.8
- 조립금속	98	343	379	388	363	-	-	5.9	0.2
SOC	88	134	148	147	135	-	-	1.9	0.0
서비스업	516	1 125	1 360	1 535	1 582	-	-	3.6	1.2
수입단가									
원유 (\$/bbl)	19	104	89	89	88	-	-	8.1	-0.6
천연가스 (\$/톤)	174	1 122	666	576	547	-	-	8.8	-2.5
유연탄 (\$/톤)	23	236	111	98	92	-	-	11.1	-3.3
에너지 지표									
국내생산 (백만 toe)	2	0	0	0	0	-	-	-6.9	-4.7
총에너지 수요 (백만 toe)	189	291	313	310	284	-	-	2.0	-0.1
에너지원단위 (toe/백만원)	0.21	0.15	0.14	0.12	0.11	-	-	-1.6	-1.0
일인당에너지소비 (toe/인)	4.02	5.64	6.11	6.18	6.01	-	-	1.6	0.2
최종 소비 (백만 toe)	140	212	227	223	205	-	-	1.9	-0.1
전기생산 (TWh)	293	633	737	785	756	-	-	3.6	0.6
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	12	14	16	16	-	-	3.1	1.0
에너지부문 온실가스 지표									
온실가스 배출 (백만톤)	413	563	536	469	387	-	-	1.4	-1.3
배출원단위 (톤/백만원)	0.46	0.29	0.23	0.19	0.15	-	-	-2.1	-2.2
일인당 배출 (톤/인)	8.78	10.91	10.47	9.35	8.16	-	-	1.0	-1.0

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 - 저성장 시나리오(LEG)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
총에너지	189	291	313	310	284	100	100	2.0	-0.1
석탄	44	69	59	44	30	24	11	2.1	-2.9
석유	97	110	110	102	88	38	31	0.6	-0.8
가스	19	60	74	84	87	21	30	5.4	1.3
수력	1	1	1	1	1	0	0	-2.0	0.6
원자력	27	38	42	36	29	13	10	1.5	-0.9
신재생·기타	1	13	27	43	49	5	17	16.0	4.8
최종소비	140	212	227	223	205	100	100	1.9	-0.1
석탄	21	30	32	29	24	14	12	1.6	-0.8
석유	84	100	99	92	80	47	39	0.8	-0.8
도시가스	13	26	29	30	29	12	14	3.3	0.3
전기	20	46	54	57	55	22	27	3.8	0.6
열에너지	1	3	3	3	3	1	2	4.0	0.3
신재생·기타	1	7	9	12	14	3	7	12.8	2.4
산업	80	128	144	144	136	61	66	2.2	0.2
수송	25	36	33	27	19	17	10	1.7	-2.2
가정	16	23	22	22	20	11	10	1.6	-0.5
서비스	19	24	28	30	29	11	14	1.2	0.7

최종소비 부문별·상품별 수요 - 저성장 시나리오(LEG)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
산업	80	128	144	144	136	100	100	2.2	0.2
석탄	21	30	32	29	24	23	18	1.7	-0.7
석유	44	60	66	66	63	47	46	1.4	0.2
도시가스	4	10	12	14	14	8	10	4.9	1.2
전기	11	24	28	30	28	18	21	3.5	0.7
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	5	5	6	6	4	5	56.8	1.2
수송	25	36	33	27	19	100	100	1.7	-2.2
석탄	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	25	34	30	23	16	94	80	1.5	-2.8
도시가스	0	1	1	1	0	3	1	-	-7.1
전기	0	0	1	1	1	1	6	3.1	4.7
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	1	1	2	2	2	13	-	4.7
가정	16	23	22	22	20	100	100	1.6	-0.5
석탄	0	0	0	0	0	1	0	-4.0	-12.2
석유	4	2	1	1	1	9	3	-3.2	-3.8
도시가스	7	11	11	10	9	49	45	2.0	-0.8
전기	3	7	8	8	8	29	39	3.5	0.5
열에너지	1	2	2	2	2	10	11	3.4	-0.1
신재생·기타	0	0	0	0	0	2	2	8.3	0.1
서비스 (상업, 공공, 기타)	19	24	28	30	29	100	100	1.2	0.7
석탄	0	0	0	0	0	0	0	-0.9	-9.0
석유	10	3	2	1	1	14	3	-5.1	-5.1
도시가스	2	4	5	6	6	15	19	3.0	1.7
전기	6	15	18	19	18	63	60	4.5	0.5
열에너지	0	1	1	1	1	2	3	8.2	1.5
신재생·기타	0	1	3	4	5	6	16	5.7	4.2

주) 보고서 본문에서 설명한 산업 부문 에너지 수요는 에너지전환 산업인 석유정제의 자체소비를 포함하지만, 여기서는 석유정제 자체소비를 제외한 수치를 제시함.

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오(LEG)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요 업종 산출액 (조원)									
화학	126	272	352	431	483	-	-	3.6	2.1
비금속	19	41	47	49	47	-	-	3.5	0.5
1차철강	60	95	103	97	86	-	-	2.1	-0.4
금속, 기계, 전자, 정밀	173	796	897	950	914	-	-	7.2	0.5
운송장비	117	266	306	311	285	-	-	3.8	0.2
건설	167	231	262	269	250	-	-	1.5	0.3
주요 제품 생산량 (천톤)									
기초유분	16	33	37	38	36	-	-	3.2	0.4
조강	43	66	77	72	63	-	-	1.9	-0.2
전로	25	45	52	49	42	-	-	2.8	-0.2
전기로	18	21	25	23	21	-	-	0.5	0.0
시멘트	51	51	46	41	35	-	-	0.0	-1.4
클링커	46	43	39	35	30	-	-	-0.3	-1.3
에너지 수요 (백만 toe)									
석탄	21	30	32	29	24	23	18	1.7	-0.7
석유	44	60	66	66	63	47	46	1.4	0.2
도시가스	4	10	12	14	14	8	10	4.9	1.2
전기	11	24	28	30	28	18	21	3.5	0.7
열에너지	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	0	5	5	6	6	4	5	56.8	1.2
주요 업종 에너지원단위									
화학	0.27	0.24	0.21	0.18	0.16	-	-	-0.4	-1.6
비금속	0.29	0.12	0.11	0.11	0.10	-	-	-3.9	-0.8
1차철강	0.28	0.27	0.28	0.28	0.27	-	-	-0.2	0.0
기계류	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.0	-0.3
수송장비	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-1.2	-0.6

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

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 (2) - 저성장 시나리오(LEG)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요 업종별 에너지 수요									
화학	33	66	74	77	75	100	100	3.2	0.5
석탄	1	3	3	3	3	4	4	2.9	0.1
석유	30	55	60	61	58	83	78	2.9	0.2
가스	0	2	3	4	4	3	6	9.3	2.3
전기	2	5	6	7	8	7	10	3.9	1.8
신재생	-	1	2	2	2	2	3	-	1.5
비금속	6	5	5	5	5	100	100	-0.6	-0.4
석탄	4	2	2	2	1	43	27	-2.2	-1.9
석유	1	0	1	1	0	9	11	-3.9	0.2
가스	0	1	1	1	1	11	19	3.5	1.8
전기	1	1	1	1	1	20	28	1.3	0.9
신재생	-	1	1	1	1	17	14	-	-1.0
철강	17	26	29	27	23	100	100	1.9	-0.4
석탄	14	22	24	21	18	84	77	2.2	-0.7
석유	1	0	0	0	0	0	0	-12.0	-0.5
가스	1	2	2	3	3	7	14	3.5	2.0
전기	2	2	3	3	2	9	9	1.2	-0.2
신재생	-	0	0	0	0	0	0	-	0.1
기계류	3	10	11	11	10	100	100	5.1	0.2
석탄	-	0	0	0	0	1	1	-	-0.3
석유	1	0	0	0	0	1	0	-8.5	-2.5
가스	1	1	1	1	1	15	12	3.3	-0.5
전기	2	8	9	9	9	80	83	6.4	0.3
신재생	-	0	0	0	0	3	4	-	1.0
수송장비	2	3	3	3	3	100	100	2.6	-0.4
석탄	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	1	0	0	0	0	8	7	-6.1	-0.8
가스	-	1	1	1	0	26	17	-	-1.9
전기	1	2	2	2	2	63	72	4.1	0.1
신재생	-	0	0	0	0	3	4	-	0.2

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(LEG)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요지표									
자동차 형태별 (백만대)	12	25	28	29	28	100	100	3.5	0.3
승용차	8	21	23	24	24	83	86	4.4	0.4
화물차	3	4	4	3	3	15	11	1.8	-0.6
승합차	1	1	1	1	1	3	3	-3.0	-0.1
자동차 연료별 (백만대)									
휘발유	7	13	17	15	11	52	40	2.8	-0.7
경유	4	10	7	6	4	38	15	4.7	-3.0
배터리자동차	-	0	2	5	7	2	26	59.0	10.1
연료전지자동차	-	0	0	1	4	0	15	-	26.2
기타	1	2	2	1	1	8	4	2.4	-2.3
에너지 수요	25	36	33	27	19	100	100	1.7	-2.2
휘발유	8	11	12	9	6	30	30	1.4	-2.1
경유	13	19	15	11	7	51	38	1.7	-3.3
중유	1	0	0	0	0	1	1	-3.4	-1.9
제트유	0	2	2	1	1	5	7	27.0	-0.6
부탄	3	3	2	1	1	8	4	-0.6	-4.5
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	-6.3	-0.8
도시가스	-	1	1	1	0	3	1	-	-7.1
전기	0	0	1	1	1	1	6	3.1	4.7
신재생·기타	-	1	1	2	2	2	13	-	4.7
수송 수단별 에너지수요									
도로	24	34	31	25	17	93	89	1.7	-2.4
철도	1	0	0	0	0	1	2	-2.4	0.7
항공	0	2	2	1	1	5	7	23.9	-0.6
해운	1	0	0	0	0	1	1	-3.1	-1.8

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

가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오(LEG)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요지표									
인구 (백만명)	47.0	51.6	51.2	50.2	47.4	-	-	0.4	-0.3
가구 (백만가구)	14.5	21.6	23.2	23.9	22.8	-	-	1.8	0.2
형태별 주택(백만호)	11.0	17.7	19.6	20.5	19.8	100	100	2.2	0.4
단독	4.1	3.5	3.5	3.3	2.9	20	15	-0.7	-0.7
아파트	5.2	11.5	13.3	14.4	14.3	65	72	3.6	0.8
공동주택	1.7	2.7	2.8	2.7	2.6	15	13	2.3	-0.2
평균 주거 면적(m ²)	85.5	75.8	72.9	71.7	71.1	-	-	-0.6	-0.2
에너지 지표									
주택당 에너지수요(toe/천원)	1.49	1.31	1.14	1.06	1.03	-	-	-0.6	-0.9
면적당 에너지수요(toe/100m ²)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	-	-	0.0	-0.6
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.12	1.08	0.96	0.91	0.89	-	-	-0.2	-0.7
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.52	1.72	1.83	1.93	-	-	3.0	0.9
에너지 수요									
석탄	0	0	0	0	0	1	0	-4.0	-12.2
석유	4	2	1	1	1	9	3	-3.2	-3.8
도시가스	7	11	11	10	9	49	45	2.0	-0.8
전기	3	7	8	8	8	29	39	3.5	0.5
지역난방	1	2	2	2	2	10	11	3.4	-0.1
신재생·기타	0	0	0	0	0	2	2	8.2	0.1
용도별 에너지 수요									
난방/온수	12	15	13	13	12	66	56	1.0	-1.0
취사	1	2	2	1	1	7	5	0.9	-1.4
냉방	0	1	1	1	1	3	7	16.1	2.3
조명	0	1	1	1	1	4	4	3.5	-0.5
기타 가전기기	2	5	5	6	6	20	27	3.2	0.7

주) 단독주택은 건물에 대한 소유권이 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(LEG)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요 업종별 산출액 (조원)									
도소매	134	283	332	365	372	-	-	3.4	1.0
숙박음식	61	143	166	178	176	-	-	4.0	0.8
운수보관	69	162	190	208	211	-	-	3.9	1.0
정보통신	56	167	217	259	279	-	-	5.1	1.8
공공행정및국방	73	170	196	198	187	-	-	3.9	0.4
교육서비스	65	130	135	127	112	-	-	3.2	-0.5
의료복지	41	186	304	472	610	-	-	7.1	4.3
예술,스포츠,레저	16	38	48	55	59	-	-	4.2	1.6
기타서비스	284	782	987	1 160	1 228	-	-	4.7	1.6
에너지 수요	19	24	28	30	29	100	100	1.2	0.7
석유	10	3	2	1	1	14	3	-5.1	-5.1
도시가스	2	4	5	6	6	15	19	3.0	1.7
전기	6	15	18	19	18	63	60	4.5	0.5
지역난방	0	1	1	1	1	2	3	8.2	1.5
신재생·기타	0	1	3	4	5	6	16	5.7	4.2
부문별 에너지 수요									
상업 서비스	16	19	22	24	23	78	77	0.8	0.6
공공 서비스	3	5	6	7	7	22	23	2.7	0.9

석유 공급 및 수요 - 저성장 시나리오(LEG)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
원유 수요*	122	153	153	133	99	-	-	1.0	-1.6
국제 병커링	13	16	18	18	16	-	-	0.8	0.1
총공급	97	110	110	102	88	100	100	0.6	-0.8
전환	6	1	1	1	1	1	1	-7.4	-1.5
에너지산업자체소비	7	9	10	9	7	8	8	1.3	-0.9
최종소비	84	100	99	92	80	91	91	0.8	-0.8
제품별 석유 수요**									
정제가스	3	9	9	8	6	8	7	4.5	-1.3
휘발유	8	11	12	9	6	10	7	1.3	-2.1
등유	10	2	1	1	1	2	1	-6.6	-4.1
경유	18	22	17	13	9	20	10	0.7	-3.2
중유	13	1	1	1	1	1	1	-10.6	-0.2
제트유	0	2	2	2	1	2	2	8.5	-1.3
프로판	4	8	9	11	11	7	12	2.6	1.2
부탄	4	4	3	3	2	4	3	0.0	-1.7
납사	25	44	47	45	42	39	48	2.6	-0.1
기타 비에너지유	3	6	6	6	6	5	7	3.6	0.4
용도별 석유 수요									
에너지산업	7	9	10	9	7	8	8	1.3	-0.9
산업	44	60	66	66	63	55	72	1.4	0.2
(연료)	19	11	12	11	11	10	12	-2.3	-0.1
(석유화학원료)	26	49	54	55	52	44	59	3.0	0.2
수송	25	34	30	23	16	31	18	1.5	-2.8
가정	4	2	1	1	1	2	1	-3.2	-3.8
서비스	10	3	2	1	1	3	1	-5.1	-5.1
전환	6	1	1	1	1	1	1	-7.4	-1.5

* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

** 에너지전환공정 제외

석탄 공급 및 수요 - 저성장 시나리오(LEG)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
총공급	44	69	59	44	30	100	100	2.1	-2.9
전환부문	23	39	27	16	6	57	20	2.4	-6.5
최종소비부문	21	30	32	29	24	43	80	1.6	-0.8
제품별 석탄 수요									
국내탄	1	0	0	0	0	0	0	-4.4	-11.6
수입무연탄	1	3	3	2	2	4	6	3.6	-1.3
연료용 유연탄	28	49	37	25	14	71	47	2.6	-4.3
원료용 유연탄	14	17	19	17	14	25	47	0.8	-0.7
용도별 석탄 수요									
발전/열생산용	23	39	27	16	6	57	20	2.4	-6.5
코크스 제조 및 고로용	13	17	19	17	14	24	47	1.1	-0.6
킬른가열용	4	2	2	2	1	3	4	-2.2	-1.9
기타 산업용	4	11	12	11	9	16	30	4.5	-0.8
연탄용	0	0	0	0	0	0	0	-4.0	-12.2

가스 공급 및 수요 - 저성장 시나리오(LEG)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
총공급	19	60	74	84	87	95	96	5.4	1.3
전환 부문*	6	31	40	50	55	51	63	7.6	2.1
최종소비 부문	13	26	29	30	29	43	33	3.3	0.3
용도별 소비									
발전용	6	14	21	25	27	23	31	4.1	2.3
지역난방	0	16	17	17	17	27	20	19.4	0.2
수소제조	-	1	2	8	11	1	13	429.6	10.9
에너지산업	0	3	4	4	3	5	3	8.8	0.1
산업	4	10	12	14	14	17	16	4.9	1.2
수송	-	1	1	1	0	2	0	-	-7.1
가정	7	11	11	10	9	19	11	2.0	-0.8
서비스	2	4	5	6	6	6	7	3.0	1.7

* 자가소비 및 손실 포함

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

전기 공급 및 수요 - 저성장 시나리오(LEG)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
발전설비 (GW)	48	138	195	240	260	100	100	4.9	2.3
석탄	14	38	32	21	8	28	3	4.6	-5.2
석유	5	0	0	0	0	0	0	-11.7	-1.2
가스	13	42	58	64	72	30	28	5.5	2.0
원자력	14	25	28	23	19	18	7	2.7	-0.9
수력	3	7	7	9	9	5	3	3.4	1.0
신재생	-	27	70	123	152	19	58	-	6.4
- 변동성 재생에너지	-	23	65	116	143	17	55	-	6.7
- 기타 재생에너지	-	2	2	2	2	1	1	-	0.0
- 신에너지	-	1	3	5	7	1	3	-	6.2
총발전량(TWh)	293	633	737	785	756	100	100	3.6	0.6
석탄	99	194	136	91	36	31	5	3.1	-5.9
석유	19	1	1	1	1	0	0	-11.7	-1.7
가스	28	165	236	272	287	26	38	8.3	2.0
원자력	109	176	198	167	138	28	18	2.2	-0.9
수력	6	7	7	9	9	1	1	1.2	0.8
신재생	-	48	118	202	244	8	32	-	6.0
- 변동성 재생에너지	-	31	93	164	196	5	26	-	6.8
- 기타 재생에너지	-	10	9	9	9	2	1	-	-0.7
- 신에너지	-	7	17	30	40	1	5	-	6.3
상용자가	31	39	40	42	41	6	5	1.0	0.2
발전용 에너지 수요 (백만toe)	62	98	110	113	106	100	100	2.1	0.3
석탄	23	39	26	15	5	39	5	2.4	-6.8
석유	5	0	0	0	0	0	0	-11.4	-3.5
가스	6	14	21	25	27	14	25	4.1	2.3
수력	1	1	1	1	1	1	1	-2.0	0.6
원자력	27	38	42	36	29	38	28	1.5	-0.9
신재생·기타	0	7	20	37	43	7	41	44.1	6.7
(수소)	-	-	1	4	6	0	6	-	-
전기 수요(TWh)	242	550	652	698	676	100	100	3.8	0.7
수소제조	-	-	-	-	-	0	0	-	-
에너지산업자체소비	4	14	23	33	36	3	5	5.7	3.4
산업	128	274	325	344	328	50	49	3.5	0.7
수송	2	4	9	12	14	1	2	3.1	4.7
가정	37	79	88	92	91	14	14	3.5	0.5
서비스	68	179	206	216	204	32	30	4.5	0.5
기타	6	15	24	34	37	3	6	4.0	3.3

* 상용자가는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

열에너지 공급 및 수요 - 저성장 시나리오(LEG)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
열생산량	1	3	3	3	3	-	-	4.3	0.2
지역난방 수요	1	3	3	3	3	100	100	4.0	0.3
가정	1	2	2	2	2	81	74	3.4	-0.1
서비스	0	1	1	1	1	19	27	8.2	1.5
지역난방용 에너지 수요	2	18	18	19	18	100	100	11.0	0.2
석탄	0	0	1	1	1	3	3	31.9	0.9
석유	1	1	0	0	0	3	2	-4.5	-1.2
가스	0	16	17	17	17	93	94	19.4	0.2
신재생	-	0	0	0	0	1	1	-	0.2

신재생/기타 공급 및 수요 - 저성장 시나리오(LEG)

(단위: 백만 toe)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
부문별 신재생에너지 수요	1	13	27	43	49	100	100	16.0	4.8
발전/열생산	0	6	18	31	36	46	72	43.3	6.4
산업	-	5	5	6	6	34	13	56.8	1.2
수송	-	1	1	2	2	5	5	-	4.7
가정	0	0	0	0	0	3	1	8.3	0.1
서비스	0	1	3	4	5	11	9	5.7	4.2
(수소 공급)									
수입	-	-	-	0	2	0	3	-	-
생산	-	0	1	5	7	0	14	315.8	33.9
(수소 수요)									
발전	-	-	1	4	6	0	13	-	-
산업	-	-	-	-	-	0	0	-	-
수송	-	-	0	1	2	0	4	-	-

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 저성장 시나리오(LEG)

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2022	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2022	2050	00-22	22-50
주요지표									
총배출	413	563	536	469	387	-	-	1.4	-1.3
에너지당 배출(톤/toe)	2.68	2.25	2.12	1.97	1.85	-	-	-0.8	-0.7
GDP당 배출(톤/백만원)	0.46	0.29	0.23	0.19	0.15	-	-	-2.1	-2.2
인구당 배출(톤/인)	8.78	10.91	10.47	9.35	8.16	-	-	1.0	-1.0
에너지상품별 온실가스 배출									
석탄	167	264	227	171	117	47	30	2.1	-2.9
석유	204	173	158	136	110	31	28	-0.8	-1.6
천연가스	41	126	151	162	160	22	41	5.2	0.9
부문별 온실가스 직접 배출									
산업	149	185	202	192	173	33	45	1.0	-0.2
수송	70	99	88	68	45	18	12	1.6	-2.8
가정	29	31	26	24	22	6	6	0.2	-1.3
서비스	33	17	17	16	15	3	4	-3.0	-0.5
에너지산업	11	12	16	15	13	2	3	0.4	0.2
발전/열생산	120	218	186	154	120	39	31	2.8	-2.1

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

참고문헌

<국내 문헌>

- KDI, 2022. 장기경제성장률 전망과 시사점. *KDI 경제전망*, 11.
- KDI, 2023. KDI 경제동향. 4.
- KDI, 2023. *KDI 경제전망(2023 하반기)*.
- KDI, 2023. *제1차 전력수급기본계획 수립을 위한 경제성장률 전망*.
- 고준형, 2023. *팬데믹 이후 메가트렌드와 미래 철강산업*, 출처 미상: POSRI Issue Report.
- 관계부처 합동, 2021. *2050 탄소중립 시나리오안*.
- 관계부처 합동, 2023. *탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획*.
- 국립기상과학원, 2020. *전지구 기후변화 전망보고서: 미래 시나리오 4종에 따른 기후변화 전망*.
- 기상청, 2022. *2022 기후변화 시나리오 활용사례집*.
- 김민주, 2023. "중고 전기차 헐값, 차주들 충격"...보조금 신청도 확 줄었다. *중앙일보*, 06 11.
- 김철현; 박광수, 2015. *국내 전력소비 패턴의 구조적 변화 및 변화요인 분석*, 에너지경제연구원.
- 김철현, 2022. *에너지원단위를 이용한 국가 에너지효율 지표 개발 및 분석*, 에너지경제연구원.
- 김철현 & 강병욱, 2017. *국내 에너지 소비 변화의 요인 분해 분석*, 에너지경제연구원.
- 김철현 & 박광수, 2018. *주요 선진국의 에너지 소비 구조 변화 분석*, 에너지경제연구원.
- 무역협회, 2023. *글로벌 무역통계 서비스 K-stat*. [온라인] Available at: <https://stat.kita.net/newMain.screen> [엑세스: 30 1 2024].
- 산업연구원, 2023. *중장기 산업구조 변화 전망에 대한 자문보고서*.
- 산업통상자원부, 2023. 「*분산에너지 활성화 특별법*」 국회 통과.
- 산업통상자원부, 2023. *국내 첫 '바이오항공유(SAF)' 시범 운항*.
- 에너지경제연구원, 2022. 에너지브리프 2022년 3월호. *에너지브리프*, 3.

에너지경제연구원, 2023. *KEEI 중기 에너지수요전망(2022-2027)*.

외교부, 2023. *제28차 유엔기후변화협약 당사국총회 폐막*.

조태형, 2023. 한국경제 80년(1970~2050) 및 미래 성장전략, *BOK 경제연구*, 한국은행.

최수진, 2022. "히터도 못 틀겠네"...전기차 차주들 겨울철 복병에 '초비상'. *중앙일보*, 20 12.

통계청, 2019. *2019년 세계와 한국의 인구현황 및 전망*.

통계청, 2019. *장래가구특별추계: 2017~2047년*.

통계청, 2021. *2021 통계로 보는 1인가구*.

통계청, 2021. *장래인구추계(2021~2070)*.

통계청, 2022. *장래가구추계*.

통계청, 2023. *2022년 사망원인통계 결과*.

통계청, 2023. *2022년 출생 통계*.

통계청, 2023. *장래인구추계(2022~2072)*.

한국에너지공단, 2023. *2022 신재생에너지 백서*.

한국은행, 2023. *2022년도 연차보고서*.

한국전력거래소, 2023. *전기차 및 충전기 보급, 이용 현황 분석*.

한국전력공사, 2023. *제10차 전력수급기본계획 장기 송변전설비계획(2022~2036)*.

해양수산부, 2023. *국내 최초 무역항 내 액화천연가스(LNG) 공급(방커링) 및 화물 하역 동시작업 실증 성공*.

<해외 문헌>

BBC, 2023. *Rishi Sunak's green approach is pragmatic, says Suella Braverman*.

BNEF, 2024. *Electrified Transport Market Outlook 4Q 2023: Growth Ahead*.

EU Council, 2023.9.20. *ReFuelEU Aviation*.

Euractiv, 2023. *EU countries behind schedule on 2030 energy efficiency goals: report*.

European Environment Agency, 2017. *Energy intensity*.

IEA, 2020. *World Energy Outlook 2020*.

IEA, 2023. *World Energy Outlook 2023*.

IPCC, 2021. *Climate Change 2021 The Physical Science Basis*.

Klayman, B., 2023. More alarm bells sound on slowing demand for electric vehicles. *Reuters*.

KEEI 2023 장기 에너지 전망

2024년 2월 일 인쇄

2024년 2월 일 발행

발행인 김 현 제

발행처 에너지경제연구원

44543 울산광역시 중구 종가로 405-11

전화: (052)714-2114(대)

팩스: (052)714-2028

등록 제 369-4030000251001992000001 호

인쇄 디자인매일 (051)467-3337

© 에너지경제연구원 2023



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

44543 울산광역시 중구 중가로 405-11(성안동, 에너지경제연구원)
TEL: 052-714-2114 FAX: 052-714-2028 E-mail: EnergyOutlook@keei.re.kr
www.keei.re.kr

