

www.keei.re.kr

KEEI 2025 장기 에너지 전망

2025 Long-Term Energy Outlook

www.keei.re.kr

KEEI 2025 장기 에너지 전망

2025 Long-Term Energy Outlook

『KEEI 2025 장기 에너지 전망』은 에너지경제연구원의 에너지·온실가스 전망 시스템(KEEI-STEM, System of Three E-Models)을 이용하여 국내 및 국제 에너지 수급 동향을 분석하고 2050년까지의 우리나라 에너지 수급을 전망한 보고서이다. 2025년 전망은 최근의 에너지 수급 변화를 심도 있게 분석하여 각종 에너지 수급 지표를 전망함으로써 국가 에너지 수급 정책 방향 설정 및 조정에 기여하고자 진행되었다.

『KEEI 2025 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 가정하에 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·온실가스 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 것은 아니므로 보고서가 제공하는 수치 및 내용은 관련 정책 수립 및 의사결정을 위한 참고 자료로 한정해서 사용할 필요가 있다.

본 보고서는 에너지경제연구원 에너지장기모형연구실과 기후변화정책연구실이 에너지수급통계연구실 및 다른 정책 연구 부서와 협력하여 작성한다. 신희철 연구위원(경제, 수송, 석유)이 작성 총괄을 담당하고, 김수일 선임연구위원(전환), 이화량 부연구위원(산업, 석탄), 추다해 연구위원(가정), 이승호 부연구위원(서비스, 가스)이 분석과 작성에 참여하였으며, 변정현 전문원이 연구를 지원하였다. 또한 다수의 관련 전문가들이 연구 결과를 검토하고 자문하여 연구의 수준을 높이는데 기여하였다.

제 목 차 례

주요 결과 요약	1
제1장 2025 장기 에너지 전망의 개요	5
1. ‘2025 장기 에너지 전망’의 시나리오 및 주요 전제	7
2. 에너지 전망 주요 결과	14
제2장 부문별 전망 결과	21
1. 산업 부문	23
2. 수송 부문	32
3. 가정 부문	42
4. 서비스 부문	50
5. 발전/열생산 부문	61
제3장 에너지상품별 전망 결과	71
1. 석탄	73
2. 석유	77
3. 가스	82
부 록	89
1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과 - 기준 시나리오	91
2. 참고문헌	106

그림 차례

그림 1.1	인구 구조 및 고령인구 비율 변화	9
그림 1.2	국내총생산 및 경제성장률 추이	10
그림 1.3	주요 업종별 부가가치 증가율 및 비중 변화(2024~2050).....	11
그림 1.4	원유, 천연가스, 석탄 도입 가격 전망	12
그림 1.5	연평균 기온과 10년 구간 평균 냉·난방도일	13
그림 1.6	총에너지 수요와 에너지 부문 온실가스 배출 전망.....	14
그림 1.7	총에너지 소비 에너지상품별 비중.....	15
그림 1.8	최종소비 부문 에너지 수요와 온실가스 배출 전망.....	16
그림 1.9	최종소비 부문별 에너지 수요 변화.....	17
그림 1.10	최종소비 에너지상품별 비중.....	18
그림 1.11	발전/열생산 부문 에너지 수요와 온실가스 배출 전망.....	19
그림 2.1	2001~2024년 GDP, 산업 부문 산출액, 산업 부문 에너지 소비 증가율	23
그림 2.2	주요 업종별 에너지원단위(산출액 기준) 지수 변화 추이.....	24
그림 2.3	2000~2024년 업종별 부가가치(좌) 및 에너지 소비(우) 추이	25
그림 2.4	원료용을 포함한 경우(좌)와 제외한 경우(우) 산업 부문 에너지원별 소비 비중.....	26
그림 2.5	산업 부문 에너지 수요와 온실가스 직접 배출 전망.....	27
그림 2.6	원료를 제외한 경우(좌)와 포함한 경우(우) 2050년 산업 부문 에너지 믹스	28
그림 2.7	2024년 대비 2050년 주요 업종별·원별 에너지 수요 변화	29
그림 2.8	수송 부문 에너지 소비 및 자동차 대수 증가율과 국제유가 추이.....	32
그림 2.9	수송 부문 에너지 수요와 증가율 추이	34
그림 2.10	기술별 자동차 보급과 증가율 추이	35
그림 2.11	여객과 화물 수요 전망	38
그림 2.12	수송 부문 원별 에너지 수요와 국제유가	39
그림 2.13	수송 연료별 비중 및 수요	40
그림 2.14	수송 부문별 연료별 온실가스 배출 전망	41
그림 2.15	가정 부문의 에너지 소비와 주요 영향 요인의 변동 추이	42
그림 2.16	가정 부문의 에너지 상품별 비중 변화.....	43
그림 2.17	가정 부문 난방/온수용 및 냉방용 에너지 소비와 냉난방도일 추세.....	44
그림 2.18	가정 부문 에너지 수요, 가구당 수요, 일인당 수요 전망	44

그림 2.19	가정 부문 에너지 상품별 수요와 온실가스 직접 배출 전망	45
그림 2.20	가정 부문 에너지 상품별 수요 증감 비교	46
그림 2.21	가정 부문 용도별 에너지 수요 비중 변화	47
그림 2.22	서비스 부문 에너지 수요 및 산출액, 난방도일 전년 대비 변화율(%) (2000~24년)	51
그림 2.23	서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 전망 추이	52
그림 2.24	2024년~2050년 서비스 부문 주요 업종 산출액과 에너지 수요의 연평균 증가율	54
그림 2.25	IEA의 글로벌 데이터센터 전력 수요 전망 (IEA, 2025)	56
그림 2.26	서비스 부문 에너지 상품별 수요 추이 및 전망	58
그림 2.27	서비스 부문 에너지 원단위, 온실가스 원단위 추이 및 전망	60
그림 2.28	경제성장률과 전기 및 열 수요 증가율	61
그림 2.29	2023년 에너지 상품 소비와 에너지 소비 비교	62
그림 2.30	부문별 전기 수요 전망	64
그림 2.31	부문별 열에너지 수요 전망	65
그림 2.32	발전/열생산 부문 에너지 수요와 온실가스 배출 추이	66
그림 2.33	정격용량 기준 에너지원별 발전 설비용량과 발전량 추이	67
그림 3.1	2000~2024년 용도별 석탄 소비 추이	73
그림 3.2	2000~2024년 산업 부문 주요 업종별 석탄 소비 추이	74
그림 3.3	부문별 석탄 수요 전망	75
그림 3.4	주요 업종별 석탄 수요 전망	76
그림 3.5	석유정제 설비 용량, 원유 수입, 석유제품 생산 추이	77
그림 3.6	석유제품 최종소비와 국제 원유가격(두바이) 추이	78
그림 3.7	부문별 석유제품 수요 및 증가율 추이	79
그림 3.8	석유제품별 최종소비 비중 변화	81
그림 3.9	기준 시나리오(REF)의 용도별 가스 소비 및 비중 전망	84
그림 3.10	기준 시나리오(REF)의 주요 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망	86
그림 3.11	기준 시나리오(REF)에서 최종소비 부문 가스 수요 전망	87

글상자 차례

글상자 2.1	철강과 석유화학 업종의 원료 공급과 수출의 해외 의존으로 인한 에너지 소비의 불확실성	29
글상자 2.2	비도로 부문 온실가스 감축 정책 현황.....	36
글상자 2.3	히트펌프 보급 활성화 방안	48
글상자 2.4	데이터센터 확산과 그에 따른 에너지 수요 증가 전망	55
글상자 2.5	열에너지 소비와 열 목적 에너지 소비.....	62

주요 결과 요약

□ 인구 및 성장 둔화 추세와 현행 기후·에너지 정책을 반영한 기준 시나리오 분석

장기 에너지 전망은 사회·경제적 변화 전망에 대한 정보와 기후·에너지 정책 가정을 결합한 시나리오를 기반으로 수행되고 있다. “2025 장기 에너지 전망”은 전 세계와 우리나라가 과거의 발전 추세를 이어간다는 ‘추세유지-중간성장 경로’를 기초로 전망을 시행하였다. 이 경로는 인구 구조, 경제 및 생활양식이 과거 추세를 지속하되, 기술의 획기적 발전이나 기후변화 대응을 위한 국제적 노력이 크게 개선되지 않고 기존의 추세를 이어가는 상황을 묘사한다. 본 보고서가 제시하는 기준 시나리오(REF, Reference scenario)는 2050년까지 현재 시행 중이거나 시행이 확정된 정책 및 규제 기초가 큰 변화 없이 유지된다는 가정하에 도출된 가상의 기준선으로 이는 IEA ‘World Energy Outlook’의 STEPS나 IPCC 제6차 평가 보고서의 중간경로인 SSP2 기준 시나리오에 상응한다. 또한 선언적 목표나 확정되지 않은 기술은 제외하여 정책 불확실성을 최소화하였다.

“2025 장기 에너지 전망”은 인구와 경제를 비롯한 다양한 전제를 사용한다. 우선 인구는 국가데이터처¹의 장래인구추계를 적용하였다. 인구는 2023년 이후 지속적으로 감소하여 2050년에는 2023년 대비 8.9% 감소한 4,711만 명을 기록할 전망이다. 고령인구 비중은 40.1%에 달하는 반면 생산가능인구는 51.9% 수준으로 축소된다. 총가구 수는 1인 가구 비중이 급증함에 따라 2041년 2,437만 가구로 정점을 기록한 후 하락하여 2050년 2,361만 가구를 기록한다. 경제성장률은 KDI 장기 잠재성장률을 바탕으로 완만한 경기 둔화가 반영되었다. 성장률은 2024~2030년 연평균 1.4%, 2030~2040년 0.7%, 2040~2050년 0.1% 수준으로 급격히 하락한다. 제조업 부가가치 증가율은 글로벌 공급과잉과 보호무역주의 확산으로 연평균 0.4%에 그칠 것이며, 특히 석유화학(0.2%)과 철강(-0.2%) 등 에너지 다소비 업종의 성장이 크게 둔화될 전망이다. 에너지 가격은 IEA STEPS의 가격 전망을 국내 단가로 환산하여 적용했다. 2050년 석탄 도입 가격은 93달러 수준으로 하락하는 반면, 원유 가격은 전기차 보급 속도 둔화와 에너지 안보 부각으로 배럴당 90달러 수준으로 상향 조정되었다. 기온은 SSP2-4.5 시나리오를 채택하여 2041~2050년 평균 기온이 14.9°C까지 상승하며, 이로 인해 난방도일은 14.5% 감소하고 냉방도일은 271.6도일까지 급격히 증가할 것으로 전제되었다.

¹ 2025년 10월 통계청이 국가데이터처로 격상되었다. 하지만 본 연구에서 참고한 국가데이터처의 자료들은 명칭 변경 이전 발간된 통계자료였기 때문에 본 보고서에서 자료 출처를 언급할 때는 통계청으로 표기하였다.

□ **2050년까지 총에너지 수요 정체 속에서 석탄 감축과 재생에너지 확대로 온실가스 배출량 35.3% 감소 전망**

기준 시나리오(REF)에 따르면 우리나라의 총에너지 수요는 2024년 291.4백만 toe에서 2050년 288.6백만 toe로 이 기간 연평균 0.04%씩 완만히 감소하는 것으로 전망되었다. 같은 기간 국내총생산이 17.4% 증가하는 것과 비교하면 국내총생산과 에너지 소비 간의 탈동조화가 진행되면서 에너지원단위는 2040~2050년 기간 동안 15.6% 개선된다. 온실가스 배출량은 2024년 558.7백만톤-CO₂eq에서 2050년 361.6백만톤-CO₂eq로 감소한다. 이는 총에너지 수요 증가 둔화, 재생에너지 보급 확대, 석탄화력 발전의 단계적 폐지에 기인한다. GDP 대비 온실가스 배출 원단위는 44.9% 개선된다. 그러나 이러한 감축 속도는 우리나라의 '2035 NDC'와 '2050 탄소중립' 목표에는 미치지 못하며, 목표 달성을 위해서는 2050년 356.8백만톤-CO₂eq를 추가로 감축해야 한다.

최종소비 중 산업부문 에너지 수요는 2024년 137.4백만 toe에서 2030년대 중반 146.7백만 toe로 정점에 도달한 후 점차 하락하여 2050년 139.3백만 toe를 기록할 전망이다. 납사와 같은 원료를 제외할 경우 2050년 산업부문 에너지 소비에 가장 큰 비중을 차지하는 것은 전기로 이는 기계와 석유화학 업종을 중심으로 직·간접 가열 공정의 전기화가 급격히 진행되기 때문이다. 반면 석탄 수요는 2050년에도 33.4%를 차지해 여전히 철강 업종에서 의존도가 높을 것으로 전망된다. 산업부문 온실가스 직접배출은 2024년 212.6백만톤-CO₂eq에서 2050년 194.8백만톤-CO₂eq로 감소할 것으로 전망되나, REF에서는 난감축 업종의 신기술 도입이 고려되지 않아 감축 속도가 완만하다. 수송부문 에너지 수요는 2024년 34.9백만 toe에서 2050년 16.0백만 toe 수준으로 최종소비 부문 중 가장 빠른 감소세를 보일 것으로 전망된다. 친환경차 보급 확대가 수송부문 에너지 수요 감소의 가장 큰 원인인데, 친환경차 비중은 2024년 3.1%에서 지속적으로 증가하여 2050년 44.0%를 기록할 전망이다. 이에 따라 수송부문의 온실가스 배출량은 2024년 이후 연평균 3.7%씩 감소하여 2050년 35.7백만톤-CO₂eq를 기록할 전망이다. 가정부문 에너지 수요는 2024년 21.8백만 toe에서 2050년 21.1백만 toe로 소폭 하락한다. 이는 1인 가구 증가세가 주춤해지는 2030년 이후 인구 감소 효과가 본격 반영되기 때문이다. 겨울철 기온 상승으로 난방/온수용 수요 비중은 2000년 75.4%, 2024년 60.8%에서 2050년 56.2%로 감소하는 반면, 여름철 폭염 장기화로 냉방용 전기 수요는 지속적으로 확대된다. 서비스 부문 에너지 수요는 전망 기간 연평균 0.6%씩 증가하여 2050년 28.4백만 toe에 도달하여 최종소비 부문 중 유일하게 증가세가 유지될 것으로 전망된다. 특히 AI 기술 확산으로 정보통신업의 에너지 수요가 전망 기간 연평균 2.8%씩 급증할 전망이다.

□ 저탄소 전원 확대에 따른 온실가스 감축 지속과 전력 수요 증가에 대응하기 위한 복합적인 정책적 접근 필요

최종소비 부문의 전기 총수요는 전기화 진전에 따라 2024년 590.0TWh에서 2050년 744.8TWh로 연평균 0.9% 증가할 전망이다. 발전/열 생산에 투입되는 에너지는 2024년 119.6백만 toe에서 2050년 142.8백만 toe로 연평균 0.7% 증가한다. 투입 에너지 증가 속도가 전기 총수요 증가보다 느린 이유는 소내 소비가 없는 재생에너지 발전 증가와 효율이 낮은 석탄 발전의 축소가 원인이다. 발전/열생산 부문의 온실가스 배출은 2024년 208.1 백만톤-CO₂e에서 2050년 95.4 백만톤-CO₂e로 54.1% 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. “2025 장기 에너지 전망”은 제11차 전력수급기본계획의 발전 설비를 기반으로 원자력 발전의 수명 연장 불확실성을 반영하였다. 원자력 발전은 설계수명 만료 원전에 대해 10년 기간의 계속 운전을 2회 허용하는 것을 가정하였다. 이 경우 신규 원전의 순차적 진입으로 원전 용량은 2038년 36.8GW로 정점을 기록한 뒤 노후 원전의 퇴출로 28.3GW로 감소한다. 석탄발전은 탈석탄 기조가 유지되며 수명 30년에도 도달한 설비는 순차적으로 폐지 또는 가스로 연료 전환된다. 이에 따라 2024년 40.1GW였던 석탄 설비는 2050년 8.4GW로 급감한다. 신재생에너지는 태양광 및 풍력 중심의 변동성 재생에너지 설비가 급증하여 신재생에너지 정격용량은 2024년 35.1GW에서 2038년 126.0GW, 2050년 170.2GW까지 확대된다. 변동성 재생에너지 발전량 비중은 2024년 6.2%에서 2050년 31.8%까지 증가한다. 석탄 발전 축소와 재생에너지 변동성을 보완하는 계통 안정화 전원으로 가스 발전 용량은 2038년 71.4GW까지 증가한 후 2050년까지 비슷한 수준을 유지하며 첨두부하 대응 역할을 수행할 전망이다.

NDC 목표 달성을 위한 발전/열생산 부문의 추가 감축량은 2030년 약 18.9 백만톤-CO₂e, 2035년 약 66.5 백만톤-CO₂e로 평가된다. 이는 최종소비 부문의 추가 감축량(2030년 약 49.7 백만톤-CO₂e, 2035년 약 99.4 백만톤-CO₂e) 보다 적은 수준이지만 향후 온실가스 감축을 위해 최종소비 부문의 전기화의 가속화, AI 활용 확대 및 데이터 센터 증가를 고려하면 발전/열생산 부문의 온실가스 감축을 위해서는 발전설비 구성의 저탄소화와 함께 전기 수요의 효율화도 중요함을 시사한다. 전기 수요 증가와 이에 대응하기 위한 수요 효율화 및 발전 부문의 저탄소화를 복합적으로 고려한 정책적 접근이 필요할 것이다.

제1장 2025 장기 에너지 전망의 개요

1. '2025 장기 에너지 전망'의 시나리오 및 주요 전제

1.1. 시나리오의 정의와 목적

에너지경제연구원의 장기 에너지 전망은 2024년부터 사회경제에 대한 정성 정보 및 정량 전제와 기후 및 에너지 정책 시행에 대한 가정으로 구성된 시나리오를 기반으로 수행되고 있다. “2025 장기 에너지 전망”은 시나리오 전망의 기초를 유지하여 전 세계와 우리나라의 사회경제가 과거의 발전 추세를 지속하는 ‘추세유지-중간성장 경로’를 가정한다. ‘추세유지-중간성장 경로’는 인구 및 인적 개발, 경제 및 생활양식이 과거의 변화 추세를 이어가며, 기술의 획기적인 발전은 발생하지 않고, 기후변화에 대한 국제적 노력도 크게 개선되지 않는 상황을 묘사한다. ‘추세유지-중간성장 경로’의 국내 사회경제 상황은 2020년 이후 이어지는 인구 감소 추세를 반전시킬 만한 사회적 투자가 부족하여 인구 감소가 지속된다. 인구 감소와 생산성 증가 둔화가 지속되면서 경제성장률은 2026년 이후 꾸준히 하락하고, 재생에너지 및 기후변화 저감을 위한 신기술에 대한 투자와 사회적 수용성이 현재 수준과 크게 달라지지 않는 것을 가정한다. 또한 기술 발전 속도가 과거의 추세를 유지하지만 기술 발전의 성과가 사회 전반에 골고루 분배되지 않고 소득 분배의 불평등과 실업이 현재 수준을 유지한다.

본 전망 보고서는 2050년까지 현재의 기후변화 및 에너지 정책 기초가 큰 변화 없이 추세를 지속하는 것을 가정하는 기준 시나리오(REF, REFerence scenario)의 전망 결과를 소개한다. REF의 정의를 요약하면, 우리나라의 인구, 경제 성장, 산업 구조, 에너지 가격, 기온에 대해 주어진 외부 전제와 에너지 기술이 과거와 비슷한 수준으로 앞으로도 꾸준히 발전하고 현재 시행하고 있거나 시행이 확정된 정책 및 규제가 유지된다는 가정이 적용된 경우 예상되는 에너지 소비 및 공급의 장기적인 변화 경로이다. REF는 우리나라 및 국제 사회가 ‘추세유지 경로’를 유지하는 가운데, 국내의 기후변화 및 에너지 정책과 기술에 변화가 발생할 때 에너지 공급 및 온실가스 배출의 변화 방향과 정도를 가늠하는 가상의 기준선(baseline) 역할을 한다. REF의 정의는 IEA(International Energy Agency)가 “World Energy Outlook”에서 사용한 STEPS(Stated Policy Scenario)와 비슷하다. IEA의 STEPS는 ‘현재 정책’에 기초하여 에너지 시스템의 일반적 변화와 방향을 제시하는 시나리오로, STEPS의 경우 이미 시행 중인 정책과 함께 각국 정부가 공식적으로 선언하고 제출한 핵심 에너지/기후 정책 및 목표에 대해 부문별 세부 검토를 거쳐

² 에너지경제연구원의 사회경제 경로는 ‘지속가능-고성장’, ‘추세유지-중간성장’, ‘분열갈등-저성장’ 경로로 구성되며, ‘추세유지-중간성장’ 경로 외의 다른 경로 전망의 전제와 주요 결과는 ‘2025 장기 에너지 시나리오’ 보고서를 통하여 공개되고 있다.

보다 적극적으로 반영한다.³ 본 전망 보고서의 REF나 IEA의 STEPS는 모두 국가의 선언적 목표를 전망에 반영하지 않는다. REF는 또한 IPCC 6차 평가보고서에서 제시한 중간경로(SSP2)의 기준 시나리오에 상응하는 시나리오이다.

본 전망에서 사용하는 REF는 아직 시행되지 않았지만 구체적인 수단이 마련된 정책까지 ‘현재 정책’에 포함하고 있다. REF가 가정하는 ‘현재 정책’의 범위와 내용은 부문별 전망에서 보다 자세하게 소개하고 있으므로, 여기서는 ‘현재 정책’에 대해 간단히 추가적인 설명을 하고자 한다. 국가 에너지 수급 구조와 온실가스 배출에 큰 영향을 미치는 발전 설비에 대해서는 2025년 3월 발표된 ‘제11차 전력수급기본계획’의 발전 설비 건설 및 폐지 일정을 반영한다. 또한, 2023년 4월 발표된 ‘탄소중립 녹색성장 기본계획’의 수정 NDC(Nationally Determined Contributions)와 같은 중장기 감축목표는 REF에 포함하지 않는다. 2023년 4월부터 시작된 ‘2023년 탄소중립산업핵심기술개발사업’, 2023년 5월 발표된 ‘한국형 탄소중립 100대 핵심기술’ 등 정부가 탄소중립 추진을 위해 발표한 기술 개발 계획도 ‘현재 정책’에 반영하지 않는다. 이는 기술 개발의 성공 여부가 전망의 대상이 아니기 때문이다. 기술 개발 계획의 일정이 준수되더라도 기술 보급을 위한 경제성이 확보되어야 하는데, 현 시점에서는 미래 기술의 경제성에 대한 정보나 경제성 확보를 위한 지원 정책에 대한 논의가 부족한 상황이다. 기업의 온실가스 감축설비 투자를 유도하기 위한 탄소차액계약제도(CCfD, Carbon Contracts for Difference) 등은 ‘탄소중립 녹색성장 기본계획’에서 포함되었지만 아직 구체적인 방안이 확정되지 않았다. 이러한 정책 불확실성을 감안하여 REF에서는 혁신적 온실가스 감축기술의 도입을 반영하지 않는다.

1.2. 주요 전제

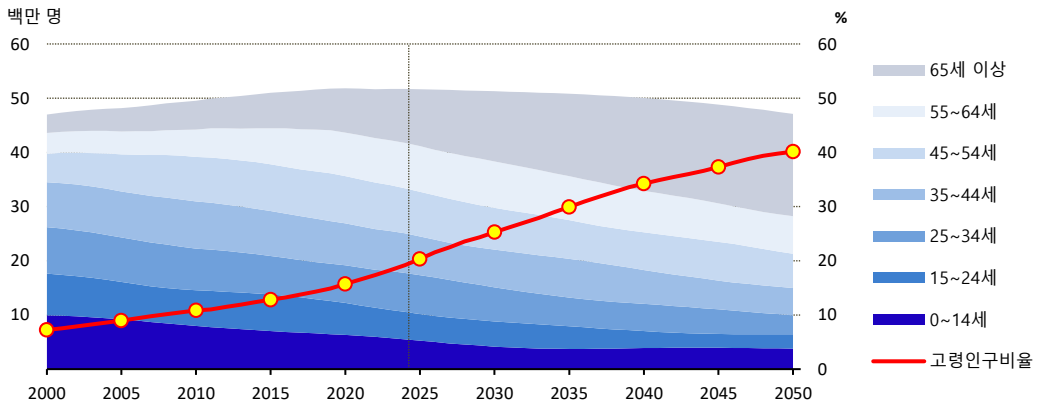
□ 인구 및 가구

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. “2025 장기 에너지 전망”은 통계청이 2023년 12월 발표한 ‘장래인구추계

³ STEPS는 각국의 정부가 제시한 에너지 또는 기후 목표를 무차별적으로 반영하지 않으며, 구체적인 이행 수단이 담기지 않은 선언적 목표 여부를 종합적으로 평가한다. IPCC 시나리오 중 사회경제 중간경로에서 50%의 확률로 지구 온도가 2100년에 2.4℃ 상승하는 시나리오의 정의와 유사하다.

(2022~2072) (통계청, 2023)’를 전제로 사용한다.⁴ 2023년 한국의 합계출산율은 2015년 이후 지속적으로 감소하여 1970년 출생통계 작성 이래 최저치인 0.72 명을 기록한 반면, 사망자 수는 2010년대 이후 증가 추세로 2022년 37만 3천 명으로 가장 많았던 사망자는 2024년 35만 9천 명을 기록하였다 (통계청, 2025). 통계청에 따르면 우리나라 인구는 지속적으로 감소하는데 2023년에서 2050년 사이 8.9 % 감소하여 4,711만 명을 기록할 것으로 전망된다. 연령대별 인구 구조를 살펴보면, 2050년 피부양인구 비율은 92.7 %로 이전 전망에 비해 축소된 반면, 생산가능인구 비율은 51.9 %로 기존 전망의 51.1 %보다 확대되었다. 고령인구 비율은 40.1 % 수준이다.

그림 1.1 인구 구조 및 고령인구 비율 변화



자료: 통계청 장래인구추계 (통계청, 2023)

주: 고령인구비율은 총 인구 중 65세 이상 인구가 차지하는 비율

가구 전망은 이전 전망과 동일하게 통계청의 ‘장래가구추계(2022~2052년) (통계청, 2024)’ 수치를 사용하였다.⁵ 총가구는 2022년 2,197만 가구에서 2041년 2,437만 가구 수준의 정점 이후 하락해 2050년 2,361만 가구로 감소한다. 2021년부터 2039년까지 1인가구와 2인가구 비중이 크게 증가하여 2052년 각각 41.3 %와 35.5 %를 차지하는 반면, 4인가구 이상의 비중은 감소해 전체 가구의 6.7 %를 차지할 것으로 보인다. 이러한 1인가구의 빠른 증가는 혼인 감소와 인구 고령화 추세에 따른 것으로, 우리나라의 가구구성 변화 속도는 최근 들어 더욱 빠르게 진행되고 있는 것으로 파악된다.

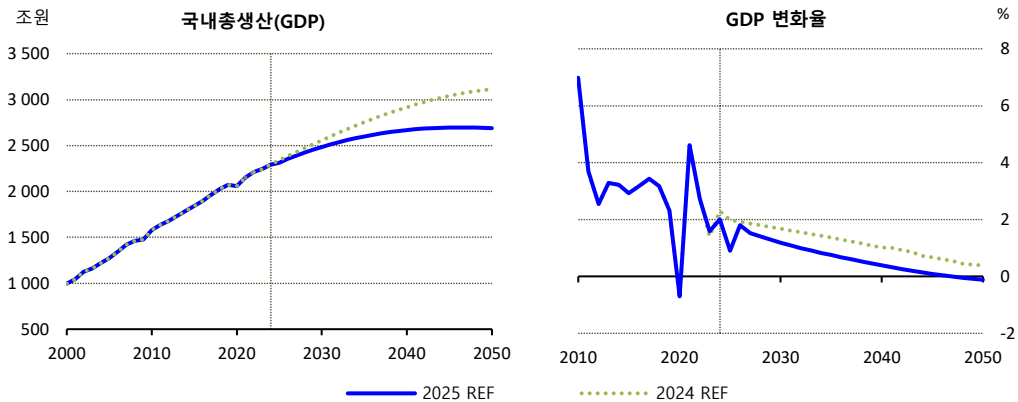
⁴ REF는 출생, 사망, 국제이동의 인구변동요인의 중위 가정을 조합한 기본 추계인 중위 추계 전망을 사용하였다. ‘장래인구추계’는 발표 주기를 2~3년으로 하고 있다.

⁵ ‘장래가구추계’ 역시 발표 주기는 2~3 년이다.

□ 경제 및 산업구조⁶

“2025 장기 에너지 전망”은 KDI의 장기 잠재성장률 (KDI, 2025a) 전망에 최근 실적을 반영하여 경제 성장 전제를 작성하였다. 2022년에는 러시아-우크라이나 전쟁 장기화, 중국 봉쇄조치, 주요국 통화정책 긴축기조, 에너지 수급 차질 등 대외여건의 악화에 따른 수출 부진으로 경기 둔화가 심화되었던 세계 경제는 2024년 높은 물가 및 금리 수준, 지정학적 불확실성에도 불구하고 서비스업 중심의 성장과 미국의 양호한 성장으로 3% 초반의 완만한 성장세를 보였다 (한국은행, 2025). 우리나라 경제 역시 2024년 수출 둔화에도 불구하고 반도체를 중심으로 내수가 회복세를 보이며 2023년 보다 높은 2.0%의 성장을 보였으며 (한국은행, 2025), 이런 흐름은 단기적으로도 지속될 것으로 전망된다 (KDI, 2025b). 중장기적으로 경제성장률은 급속한 고령화 진행에 따라 점차 둔화되어, 2024~2030년 연평균 1.4%, 2030~2040년 연평균 0.7%, 2040~2050년 연평균 0.1% 수준으로 하락할 것으로 예상된다 (KDI, 2025a). 경제성장률 둔화는 출산율의 급격한 하락으로 인한 생산가능인구 감소와 피부양인구 증가로 인한 저축 감소와 재정 지출 부담 증대에 따른 것으로 분석된다. “2025 장기 에너지 전망”에 사용된 장기 경제 성장률 전제는 완만한 경기 둔화를 가정하면서 전년 전망에 비해 하향 조정되었다.

그림 1.2 국내총생산 및 경제성장률 추이

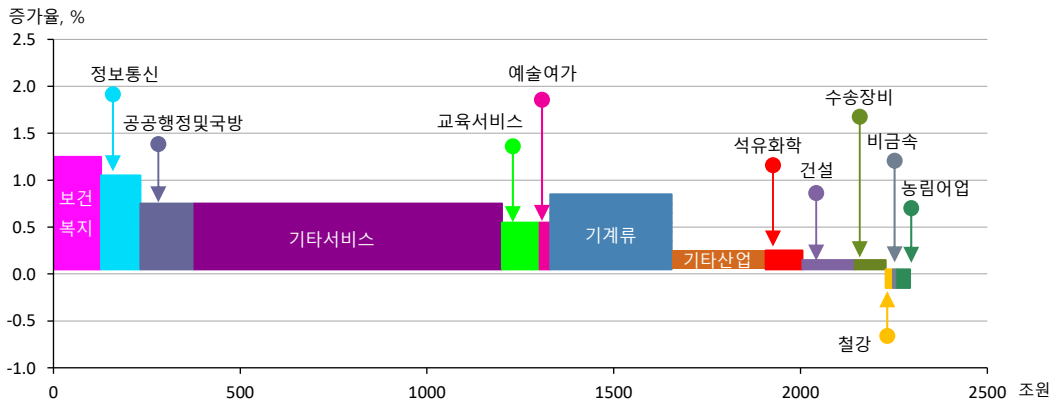


전망 기간 동안 제조업 부가가치는 2024~2050년 연평균 0.4% 증가할 전망이다. 이는 0.7% 증가할 것으로 전망한 이전 전망 보다 0.3%p 낮아진 것으로 인구감소, 경제 성장 둔화 등 국내 구조적 요인과 공급과잉, 보호무역주의 확산 등 글로벌 요인이 복합적으로 작용한 결과이다. 석유화학 산업의 부가가치는 중국 및 중동의 설비증설 및 경기 둔화로 2024~2050년 연평균

⁶ “2024 장기 에너지 전망”은 산업연구원 (산업연구원, 2025)을 산업구조 전제의 기초 입력자료로 사용한다.

0.2 % 증가하는 것으로 전망되었는데, 이는 연평균 1.5 % 증가할 것으로 전망된 이전 전망 보다 크게 하락한 전망 결과이다. 철강 산업의 부가가치는 전망 기간 동안 0.2 % 감소하는 것으로 나타나 0.4 % 감소할 것으로 전망된 이전 전망 보다 소폭 증가할 것으로 전망되었으나 여전히 마이너스 성장을 보일 것으로 나타났다. 장기적으로 성장률은 낮지만 자동차, 반도체 등의 고부가가치 산업이 성장을 이끌 것으로 전망된다. 반도체, 디스플레이, 정보통신기기 등을 포함하는 기계류 산업은 정보통신 기술의 발전과 이차전지 등 수요 증가가 성장을 견인하여 전망 기간 동안 연평균 0.8 %, 친환경 수송장비 수요 증가로 인한 수송장비 산업의 부가가치는 연평균 0.1 % 성장할 것으로 보인다.

그림 1.3 주요 업종별 부가가치 증가율 및 비중 변화(2024~2050)



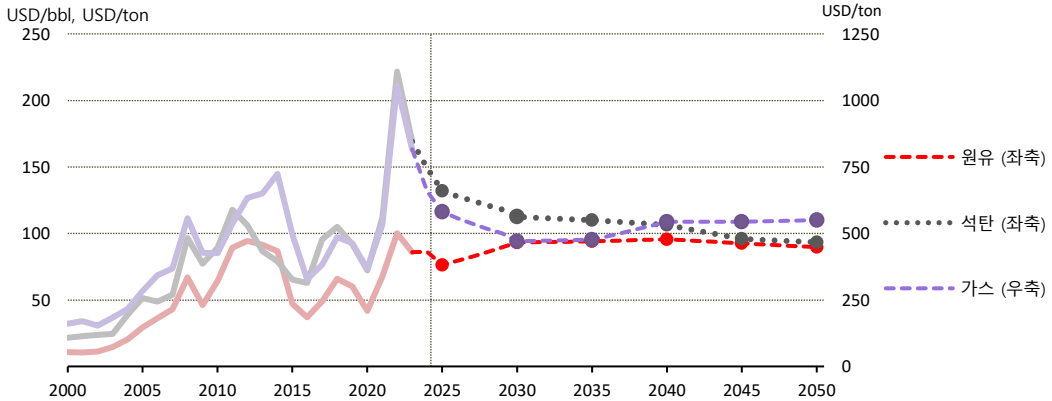
주: 건설업의 부가가치는 soc를 포함

□ 에너지 가격

“2025 장기 에너지 전망”의 에너지 가격 전제는 IEA의 자료를 바탕으로 작성하였다. 에너지 도입가격은 IEA “World Energy Outlook (IEA, 2025)”의 STEPS 가격 전망 중에서 아시아 지역 가격을 기반으로 이를 2024년 평균 환율을 고정하여 국내 도입단가로 환산하였다. 2022년 러시아-우크라이나 전쟁이 촉발한 에너지 위기로 인해 천연가스 가격은 톤당 약 1,050 달러를 상회하였으나, 2023년 에너지 위기가 다소 완화되면서 천연가스 가격은 2023년 약 817 달러 수준으로 하락하였다. 천연가스 가격은 공급 능력의 과잉으로 2035년까지 점진적으로 하락하지만 이후 수입 가격은 다시 상승할 전망이다. 천연가스 가격의 상승은 현재 건설 중인 다수의 프로젝트의 손익분기점 수준이 높을 것으로 예상되기 때문이다. 석탄 가격 또한 에너지 위기로 인해 2022년 급등하였으나 이후 지속적으로 하락하여 2050년 93 달러 수준을 기록할 전망이다. 석탄의 공급 여건은 에너지 위기에 따른 석탄 채굴 설비에의 투자 확대에 의해 개선된 반

면, 석탄의 수요는 증장기적으로 하락할 전망이다. 원유 가격은 2024년 전망에서는 기술 발전과 석유 수요 하방 압력으로 2050년까지 배럴당 80 달러 수준을 유지할 것으로 전망(IEA, 2024) 되었으나, 2025년에는 에너지 안보의 부각과 선진국의 전기자동차 보급 속도 둔화 등으로 배럴당 90 달러 수준으로 상향 조정되었다.

그림 1.4 원유, 천연가스, 석탄 도입 가격 전망



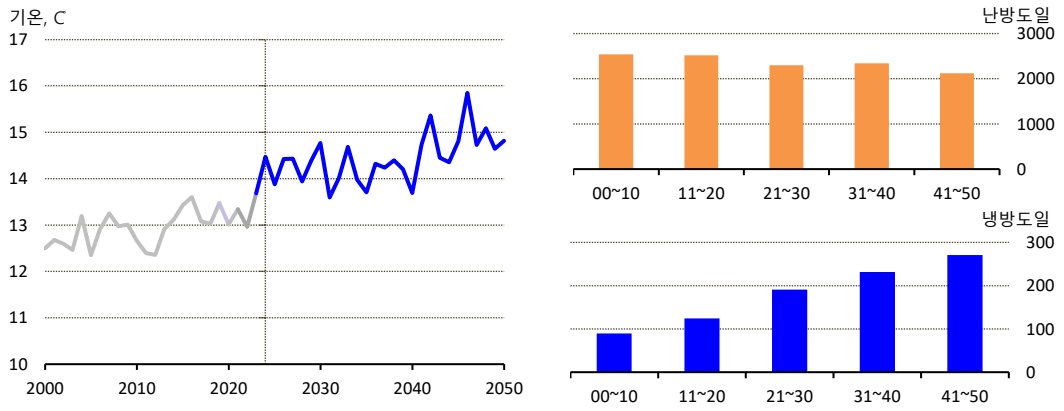
자료: IEA (2025), "2025 World Energy Outlook"

□ 기온 및 냉·난방도일

평균 기온 및 냉난방도일은 IPCC 제6차 평가보고서의 SSP 시나리오를 기반으로 기상청이 작성한 남한 상세 기후변화 시나리오를 활용하여 전국 평균 기온 변화 시나리오를 구축하였다. 특히, 본 전망 보고서는 기상청이 작성한 SSP 기온 시나리오 중 SSP2-4.5에 근거하여 작성된 기온 전망을 전제로 사용한다.⁷ 2011~2020년 평균 기온은 13.0 °C였으나, 2021~2030년 14.0 °C, 2031~2040년 14.1 °C로 상승하며 2041~2050년에는 평균 14.9 °C에 이를 것으로 예상된다. 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 191.6 도일, 2031~2040년 231.8 도일, 2041~2050년 271.6 도일까지 증가한다. 난방도일은 감소해, 2011~2020년 2,516.7 도일, 2021~2030년은 2,246.4 도일에서 2041~2050년 2,119.6 도일 수준으로, 난방도일은 2022년과 2050년 사이에 14.5 % 하락할 전망이다.

⁷ IPCC의 SSP2-4.5 시나리오가 2018~2100년에 1850~1990년 대비 2.7 °C 상승하는 것으로 전망하였는데 (IPCC, 2021), "World Energy Outlook 2023" (IEA, 2023)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.

그림 1.5 연평균 기온과 10년 구간 평균 냉·난방도일

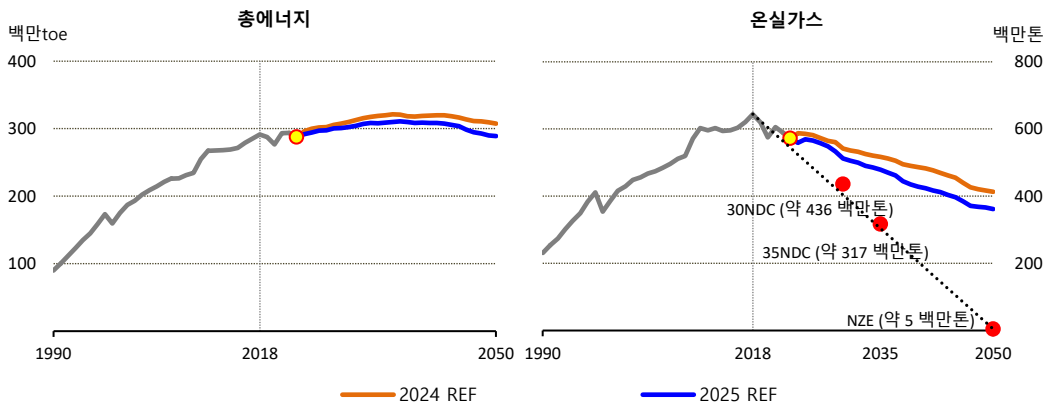


2. 에너지 전망 주요 결과

□ 총에너지 수요와 온실가스 배출⁸

“2025 장기 에너지 전망”의 REF에서는 우리나라 총에너지 수요가 2024년 291.4 백만 toe에서 연평균 0.04 % 감소하여 2050년에는 288.6 백만 toe를 기록할 것으로 전망된다. 이는 국내총생산이 2024년에서 2050년까지 17.4 % 증가하는 동안 총에너지 수요는 1.0 % 감소하게 됨을 의미한다. 에너지부문 온실가스 배출은 2024년 558.7 백만톤-CO₂e에서 2050년 361.6 백만톤-CO₂e로 감소한다. 온실가스 배출 감소는 총에너지 수요 증가의 둔화, 재생에너지 보급 확대 그리고 석탄 기력 발전 감소의 영향이 크다. “2024 장기 에너지 전망”과 비교하면, “2025 장기 에너지 전망”의 2050년까지 총에너지 수요와 온실가스 배출 수준 모두 감소하는 것으로 전망되었다.

그림 1.6 총에너지 수요와 에너지 부문 온실가스 배출 전망



주1: NDC 및 NZE 목표 배출량은 2023년 4월 발표된 ‘2030 NDC 수정안’과 2021년 10월 발표된 ‘2050 탄소중립 시나리오’, 2025년 11월 발표된 ‘2035 국가 온실가스 감축목표’의 목표 감축률을 이용하여 재계산하였으며, ccus를 포함하여 산정

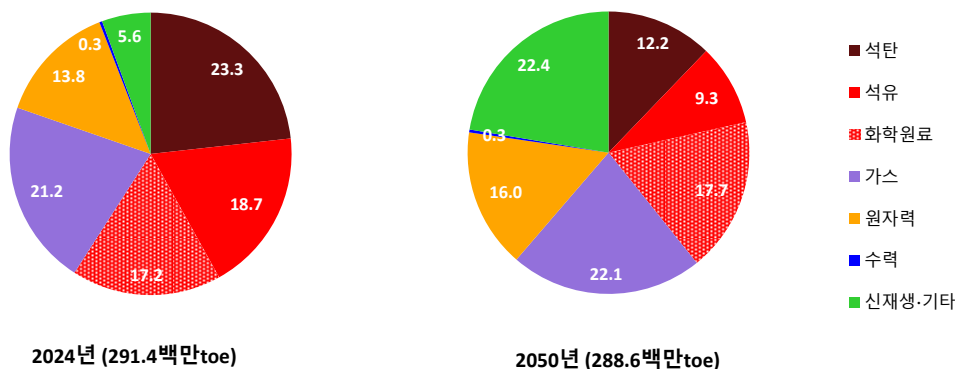
주2: ‘2024 REF’와 ‘2025 REF’는 각각 “2024 장기 에너지 전망”과 “2025 장기 에너지 전망”의 기준 시나리오 전망 결과를 나타냄

기존 전망과 비교하면 “2025 장기 에너지 전망”은 2050년 총에너지 수요와 온실가스 배출량이 감소한 것으로 나타난다. 이는 에너지 소비 절감이나 효율 개선 보다는 GDP 전망 전제의 변화가 더 큰 요인이다. “2024 장기 에너지 전망”의 2050년 GDP는 2024년 대비 35.7% 증가한 3,115조 원이었으나, “2025 장기 에너지 전망”의 2050년 GDP는 2024년 대비 17.4% 증가한

⁸ 에너지밸런스의 일차에너지소비비가 아니라 석유정제공정을 제외한 총에너지 소비로 계산한다. 총에너지 소비는 기존 에너지밸런스의 일차 에너지 소비와 동일한 개념이다.

2,690조 원 규모로 증가폭이 감소하였다. 이는 에너지원단위에도 영향을 미쳐 2050년 총에너지 기준 에너지원단위는 “2024 장기 에너지 전망”에서 0.099 toe/백만원이던 것이 “2025 장기 에너지 전망”에서 0.107 toe/백만원으로 높아졌다. 총에너지 기준 에너지원단위는 2024년에서 2050년 사이 15.6% 개선되는 것으로 전망된다. 온실가스 배출은 총에너지에 비해 기존 “2024 장기 에너지 전망”과 차이를 보인다. “2024 장기 에너지 전망”에서는 2023년 569.2 백만톤-CO₂e에서 2050년 412.3 백만톤-CO₂e로 연평균 1.2% 감소하는 반면, “2025 장기 에너지 전망”에서는 같은 기간 571.7 백만톤-CO₂e에서 361.6 백만톤-CO₂e로 연평균 1.7% 감소할 전망이다. 온실가스 배출이 이전 전망 대비 빠른 속도로 감축될 것으로 전망되지만, ‘2035 NDC 안’이나 ‘2050 탄소중립 시나리오안’의 목표에는 크게 미치지 못할 전망이다. REF에서 국내총생산 대비 온실가스 배출 원단위는 2024년에서 2050년 사이 44.9 %가 개선될 것으로 전망된다.

그림 1.7 총에너지 소비 에너지상품별 비중



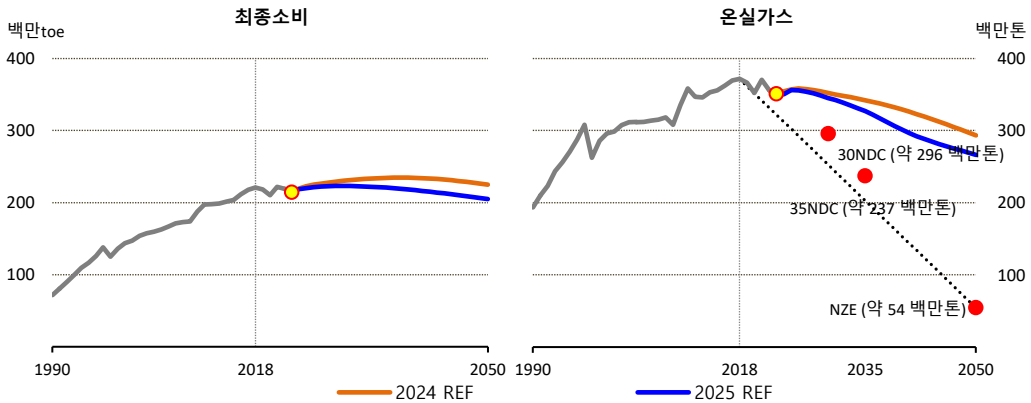
2024년 총에너지 수요를 구성하는 에너지상품은 석유(화학 원료 포함)가 35.8 %로 가장 큰 비중을 차지하고, 석탄이 23.3 %, 가스가 20.2%로 뒤를 이어 화석연료 기반 에너지상품이 총에너지 소비의 80.3%를 차지한다. 2050년에는 총에너지에서 차지하는 석유 비중이 27.0%, 석탄은 12.2%로 축소된다. 석유의 경우 화학원료의 비중은 유지되는 가운데 수송 부문의 연료 수요 감소가 비중 하락의 원인이며, 석탄은 발전부문의 석탄 기력 발전소의 폐지 일정이 비중 하락의 주요 원인이다. 석유와 석탄의 비중 감소는 재생에너지가 대체하고, 가스의 비중은 유지될 전망이다. 총에너지에서 차지하는 가스 비중은 2024년 21.2%에서 2050년 22.1%로 비슷한 수준을 유지하고, 수력을 포함한 재생에너지는 2024년 총에너지 수요의 5.9%에서 2050년 22.7%로 확대될 전망이다. 이러한 에너지상품 구성의 변화는 총에너지 수요가 크게 감소하지

않음에도 불구하고 에너지부문 온실가스 배출 감소를 이끌게 된다. 하지만 REF의 온실가스 배출은 '탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획(이하 제1차 탄소중립 기본계획)'이나 '2030 및 2035년 국가온실가스감축목표(이하 NDC)'의 온실가스 배출 목표에 비하면 높은 수준이다. 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해서는 REF보다 2035년까지 연간 배출량 161.3 백만톤-CO₂e, 2050년까지는 연간 배출량 356.8 백만톤-CO₂e를 줄여야 한다.

□ 최종소비 부문의 에너지 수요와 온실가스 배출

REF에서 최종소비 부문⁹의 에너지 수요는 2024년 218.6 백만 toe에서 2050년 204.9 백만 toe로 연평균 0.2% 감소할 전망이다. 최종소비 부문의 에너지 수요는 2030년 약 223 백만 toe 수준에서 정점을 기록한 후 점차 감소한다.

그림 1.8 최종소비 부문 에너지 수요와 온실가스 배출 전망



주1: NDC 및 NZE 목표 배출량은 2023년 4월 발표된 '2030 NDC 수정안'과 2021년 10월 발표된 '2050 탄소중립 시나리오', 2025년 11월 발표된 '2035 국가 온실가스 감축목표'의 목표 감축률을 이용하여 재계산

주2: '2024 REF'와 '2025 REF'는 각각 "2024 장기 에너지 전망"과 "2025 장기 에너지 전망"의 기준 시나리오 전망 결과를 나타냄

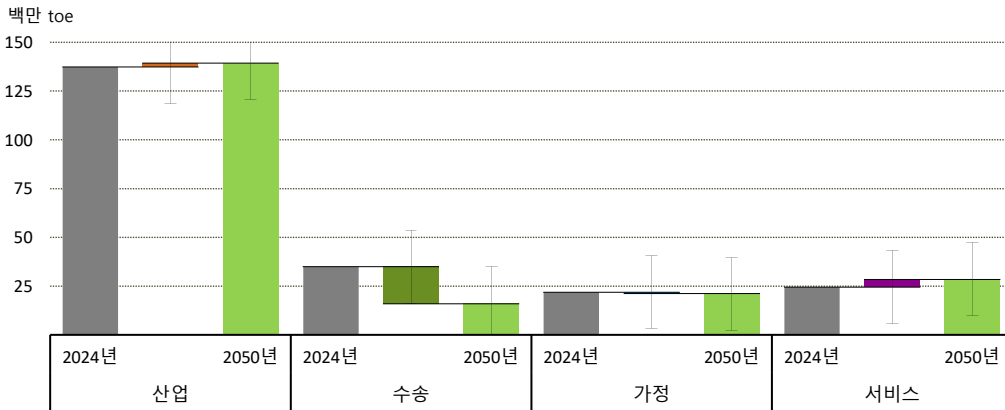
최종소비 부문의 온실가스 직접 배출은 에너지 수요 보다 빠른 속도로 감소한다. 최종소비 부문의 온실가스 배출은 2024년 350.6 백만톤-CO₂e에서 2050년 266.1 백만톤-CO₂e로 연평균 1.1% 감소할 전망이다. 하지만 최종소비 부문의 온실가스 배출이 여전히 목표와 크게 차이나는 이유는 에너지원단위의 개선 속도가 충분하지 않은 데다가 산업 부문의 화석연료 소비가 감소하지 않기 때문이다. 산업 부문의 온실가스는 대부분 난감축 업종인 철강, 화학, 비금속 업

⁹ 에너지밸런스의 최종소비는 에너지산업인 석유정제의 자체소비를 제외하지만, 여기서는 석유정제를 산업부문에 포함하였다. 이하 최종소비 또는 산업 부문은 석유정제를 포함하여 분석한다.

중에서 발생한다. 다만, REF에서는 시나리오 정의상 철강 업종의 수소환원제철 공법, 화학 업종의 바이오 납사 및 전기가열로 공법, 비금속 업종의 유연탄 대체 등 정부와 산업계에서 계획한 온실가스 배출 감축 기술들이 포함되지 않았다.

최종소비 부문의 에너지 수요는 산업과 서비스의 생산활동 증가에 따른 수요 증가와 수송과 가정 부문의 수요 감소에 따라 변화한다. 산업 부문의 부가가치는 2024년에서 2050년 사이 8.9% 증가하지만 에너지 수요는 1.4% 증가하는데 그치고, 같은 기간 서비스 부문의 부가가치는 22.3% 증가하는데 에너지 수요는 16.3% 증가에 그친다. 이러한 생산활동 증가에 따른 에너지 수요 증가세는 에너지 효율 개선에 따라 억제될 전망이다. 수송 부문과 가정 부문은 소득 증가에도 불구하고 에너지 수요가 2024년에서 2050년 사이 각각 54.2%, 3.3% 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.

그림 1.9 최종소비 부문별 에너지 수요 변화

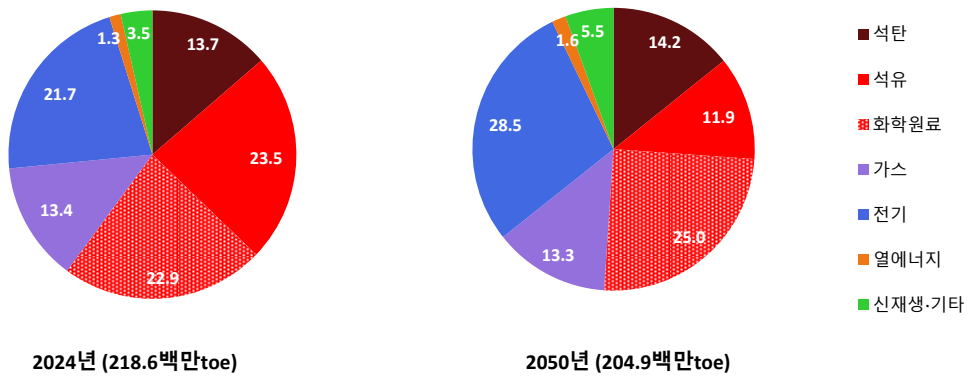


주: 산업 부문 에너지 수요는 석유정제의 자체소비를 포함한다.

2024년 최종소비 부문 에너지 소비의 46.4%를 차지하는 석유가 2050년에는 36.8%로 축소된다. 내연기관 자동차의 감소로 에너지용 석유 소비가 줄어들면서, 석유소비 중 화학원료용 소비 비중은 2024년 49.3%에서 2050년 67.8%로 증가한다. 반면 석탄은 2024년 13.7%에서 2050년 14.2%로 가스는 같은 기간 13.4%에서 13.3%로 유지된다. REF에서 수소환원철 도입을 가정하지 않고 있어 석탄의 최종소비는 철강업의 석탄 소비가 유지되는 것으로 나타난다. 에너지용 석유 소비의 감소는 전기 소비 증가로 나타난다. 2024년 최종소비 부문 에너지 소비의 21.7%를 차지하는 전기는 2050년 28.5%로 증가한다. 화학원료용 석유 소비를 제외하면 2050년 최종소비 부문의 에너지 소비에서 전기가 가장 큰 비중을 차지할 전망이다. 화학원

료용 에너지상품 소비를 제외할 경우 2050년 최종소비 부문의 에너지 수요는 153.8 백만 toe 로 전망되며 2024년 28.1 %이던 전기 비중은 2050년 38.0 %로 증가한다. 한편, 신재생에너지 의 비중은 재생에너지 소비의 증가 및 재생에너지 기반 자가발전 증가에 힘입어 2024년 3.5 % 에서 2050년 5.5 %까지 상승한다. 에너지 효율 개선과 함께 에너지상품의 구성이 화석연료에 서 전기로 대체되면서 최종소비 부문의 직접배출은 지속적으로 감소한다. 앞의 그림 1.8에서 보듯이 2024년에서 2050년 사이 최종소비 부문의 에너지 수요가 소폭 증가하지만 온실가스 배출은 감소하는 이유는 에너지상품의 구성이 전기와 신재생에너지 등 무배출 에너지상품으 로 바뀌기 때문이다.

그림 1.10 최종소비 에너지상품별 비중

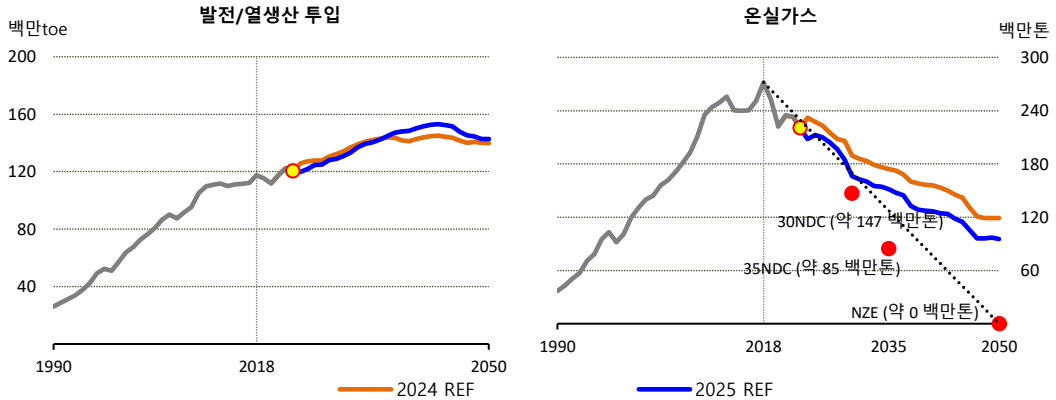


□ 발전/열생산 부문의 에너지 수요와 온실가스 배출

발전/열생산 부문의 에너지 수요는 REF에서 2024년 119.6 백만 toe에서 2050년 142.8 백 만 toe로 19.3 % 증가한다. 하지만 이러한 발전/열생산 부문의 투입 연료 증가로 인한 발전량 증가에도 불구하고 발전원 구성의 변화로 발전 부문 온실가스는 지속적으로 감소한다. 온실가 스 배출은 2024년 208.1 백만톤-CO₂e에서 2050년 95.4 백만톤-CO₂e로 54.1 % 감소한다. 에너 지 수요와 온실가스 배출의 탈동조화는 온실가스 발생의 주 원인인 석탄 화력을 빠르게 감소 시키고 탄소 배출이 적은 가스 복합발전과 배출이 없는 원자력 및 재생에너지가 이를 대체하 면서 발생한다. 최근 발전/열생산 부문의 온실가스 배출이 소폭 상승한 것은 북평1, 2호기, 고 성1, 2호기, 강릉안인1, 2호기, 삼척1호기 등 6.4 GW 규모의 신규 민자 유연탄 기력 설비가 2016년부터 순차적으로 가동을 시작하였기 때문이며, 삼척화력2호기도 2025년부터 계통에 진입하면서 단기간 발전/열생산 부문의 온실가스 배출이 소폭 증가할 것으로 예상된다. 하지 만 '제11차 전기본'의 탈석탄 정책 기조가 유지되며 석탄 발전 설비는 신규 증설 없이 정비 수

명 30년에 도달하면 폐지되거나 연료전환하는 것을 가정함에 따라 2024년 40.1GW 수준인 석탄 발전 설비용량은 2050년 8.4GW로 감소한다. 발전/열생산 부문의 석탄 수요 감소로 인하여 온실가스 배출은 빠르게 감소할 전망이다.

그림 1.11 발전/열생산 부문 에너지 수요와 온실가스 배출 전망



주1: 사업자 발전과 지역난방의 합계

주2: '2024 REF'와 '2025 REF'는 각각 "2024 장기 에너지 전망"과 "2025 장기 에너지 전망"의 기준 시나리오 전망 결과를 나타냄.

신재생에너지 발전 설비는 정격용량 기준으로 2024년 35.1 GW에서 2038년 126.0 GW, 2050년에는 170.2 GW 수준이 될 것으로 예상된다.¹⁰ 특히 변동성 재생에너지¹¹ 발전 설비는 정격용량 기준으로 2024년 29.6 GW에서 2038년 118.1 GW로 증가하고, 2050년에는 162.3 GW 수준까지 확대될 전망이다. 발전량 기준으로 변동성 재생에너지 발전량이 사업자 발전량에서 차지하는 비중은 2024년 6.2%에서 2038년 22.5%, 2050년에는 31.8%까지 늘어난다. 한편, 1회의 계속 운전 연장과 신한울 3, 4호기 신규 건설까지 반영한 원자력의 발전량 비중은 2024년 31.9%에서 2038년 35.6%, 2050년 29.2%로 소폭 하락할 전망이다. "2025 장기 에너지 전망"은 '제11차 전기본'과 거의 유사한 설비 규모를 가정하고 있지만 전기 수요에 대한 전망 차이로 인해 발전원별 발전 비중은 '제11차 전기본'과 다소 다르다.

NDC 목표 달성을 위한 발전/열생산 부문의 추가 감축량은 2030년 약 18.9 백만톤-CO₂eq, 2035년 약 66.5 백만톤-CO₂eq로 평가된다. 이는 앞서 그림 1.9에서 본 최종소비 부문의 2030년

¹⁰ '제11차 전기본'의 신재생에너지 발전 설비 규모는 정격용량 기준으로 2038년 125.9 GW(재생에너지 121.9 GW, 신에너지 4.0 GW)까지 확대될 계획이다. "2025 장기 에너지 전망"은 2024년 실적에 '제11차 전기본'의 재생에너지 발전설비 증가분을 반영하여 재생에너지 설비 규모를 전망하였다. 이후 기간에 대해서는 재생에너지 발전량 비중의 증가 추세를 고려하여 설비 증가를 전망하였다.

¹¹ 변동성 재생에너지는 태양광, 풍력, 해양 에너지를 의미한다.

약 49.7 백만톤-CO₂eq, 2035년 약 99.4 백만톤-CO₂eq 보다 적은 수준으로 그 동안 온실가스 감축 노력이 발전/열생산 부문에 집중되어 왔음을 의미한다. 전환 부문 감축 목표를 달성하기 위해서는 발전 설비의 구성의 변화와 같은 전환 부문 내에서의 노력과 함께 최종소비 부문의 전기 수요의 효율화도 중요하다. 최종소비 부문의 온실가스 배출을 줄이기 위한 전기화는 효율화 노력에도 불구하고 전기 수요를 증가시키므로, 전기화, 수요 효율화, 발전 부문의 저탄소화를 복합적으로 고려한 접근이 필요하다.

제2장 부문별 전망 결과

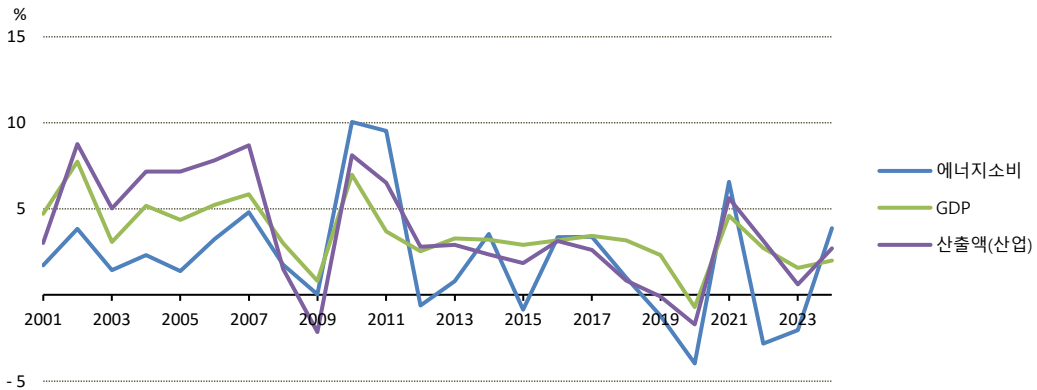
1. 산업 부문¹²

1.1. 에너지 소비 추이 및 현황

□ 산업 부문 에너지 소비는 2000년부터 2024년까지 연평균 2.1% 증가하며 2024년 137.4 백만 toe에 도달

2000~2024년 기간 국내 GDP와 산업 부문 부가가치가 각각 연평균 3.5%, 3.1% 성장하며, 에너지 소비는 동일 기간 연평균 2.1% 증가하였다(그림 2.1). 이처럼 국내 경제와 산업 생산 규모가 커짐에 따라 산업 부문 에너지 소비도 함께 증가하였으나, 경제성장률과 산업 부문 에너지 소비 증가율은 점차 감소하고 있는 것으로 나타났다. 2000년대, 2010년대, 2020년 이후의 연평균 경제성장률은 4.7%, 2.7%, 2.7%로 감소 후 정체하는 양상을 보였고, 동일 기간 산업 부문 에너지 소비 연평균 증가율은 3.0%, 1.4%, 1.3%로 점차 감소하였다. 2020년 이후 최근 추세를 살펴보면, 2022년, 2023년 경제 성장에도 불구하고 산업 부문 에너지 소비는 감소하였다. 그러나 2024년에는 에너지 소비가 3.9% 증가하면서 반등하는 모습을 보였다.

그림 2.1 2001~2024년 GDP, 산업 부문 산출액, 산업 부문 에너지 소비 증가율



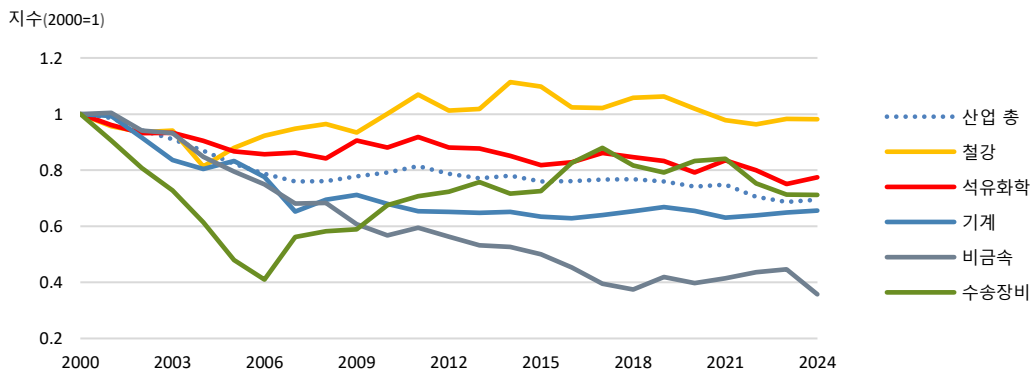
산업 부문 에너지 소비 증가율이 점차 감소하는 원인 중 하나는 산업 부문 산출액 당 에너지원단위 지수(2000년=1)의 감소 추세이다(그림 2.2). 산업 부문 에너지원단위는 2000년대 후반부터 2020년대 초반까지 다소 정체하는 양상을 보였으나, 2000년 대비 2024년에 30.5% 감

¹² 에너지밸런스의 최종 소비는 에너지산업인 석유정제의 자체소비를 제외하지만, 여기서는 석유정제를 산업부문에 포함하였다. 이하 산업 부문의 에너지 소비는 석유정제의 자체소비를 포함하여 분석한다.

소하였다(그림 2.2). 업종별로는, 비금속, 기계, 수송장비, 석유화학, 철강 업종 순으로 2000년 대비 2024년 에너지원단위 개선 수준이 큰 것으로 나타났다. 철강 업종은 2024년의 에너지원단위가 2000년과 비슷한 수준을 기록한 업종으로, 에너지원단위는 2000년대 중반까지 감소하다가 다시 증가한 후 최근 소폭 감소하는 모습을 보였다. 철강 업종과 함께 에너지집약적 업종인 석유화학 업종의 에너지원단위는 증감을 반복하기는 하였으나, 점차 감소하여 2024년에는 2000년 대비 22.5% 감소하였다. 비금속 업종은 2000~2024년 기간 동안 점차 에너지원단위가 개선되어 주요 업종 중 에너지원단위 개선이 가장 크게 발생한 업종으로, 2024년 에너지원단위는 2000년 대비 64.3% 감소하였다.

최근 주요 업종의 에너지원단위 추세를 살펴보면, 2023~2024년 기간 철강, 비금속, 수송장비 업종의 에너지원단위는 감소하였으나 석유화학, 기계 업종의 에너지원단위는 증가하였다. 동일 기간 산업 부문 에너지원단위는 에너지 소비가 많은 석유화학 업종의 에너지원단위 증가로 증가하였다. 특히, 기계 업종은 2021년 이후 에너지원단위가 매년 증가하여 2024년에는 2021년 대비 3.8% 증가하였다.

그림 2.2 주요 업종별 에너지원단위(산출액 기준) 지수 변화 추이

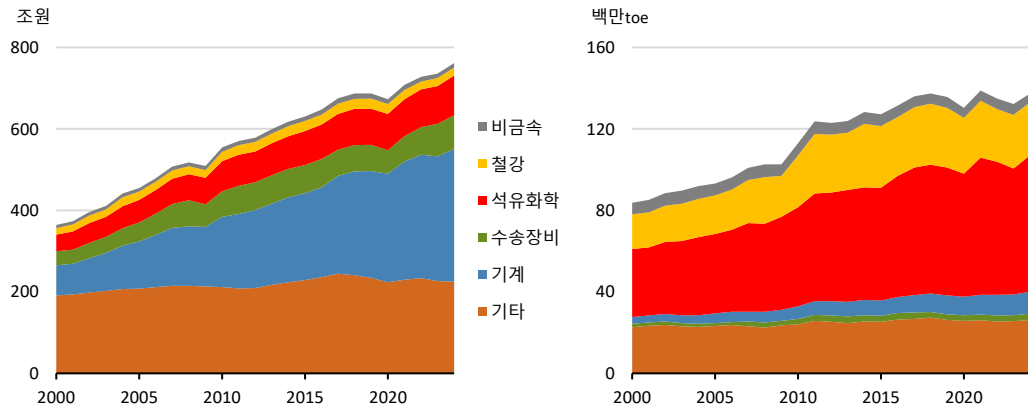


산업 부문 에너지 소비 증가율의 감소는 그림 2.3의 산업 부문 구조에 의해서도 설명될 수 있다. 2000~2024년 기간 동안 에너지집약적인 철강 업종의 부가가치 비중은 1.8%p 감소하였고, 2000년 대비 에너지원단위 개선이 많이 이루어진 기계 업종의 부가가치 비중은 22.5%p 증가하였다. 즉, 에너지원단위가 상대적으로 높은 업종의 비중 감소와 낮은 업종의 비중 증가는 그림 2.2의 산업 부문 에너지원단위 개선을 초래하였고, 결과적으로 산업 부문 에너지 소비 증가율은 감소하였다. 최근에도 이와 같은 산업 부문 구조 변화가 지속되고 있는데, 철강과 석유화학 업종 부가가치 비중은 2020년 대비 2024년에 각각 -1.0%p, -0.4%p 감소하였다. 반면, 기

계업종의 부가가치 비중은 동일 기간 3.1%p 증가하였다. 최근 철강업종의 부진은 국산 철강에 대한 국내 수요와 해외 수요가 모두 감소했기 때문이다. 국내 수요 감소에는 건설업에서의 철강 수요 감소가 영향을 미쳤고, 해외 수요 감소에는 국제적인 철강 수요 감소 추세와 철강 공급 과잉 추세가 영향을 미쳤다 (이고은 & 이재운, 2025.8).¹³ 석유화학업종의 경우 석유 공급 국가의 지정학적 위기로 인한 원가 상승과 중국의 자국 중심 공급망 재편이 부가가치 성장 약세의 주요 원인이 되었다 (조용원, 2025.9).¹⁴

철강, 석유화학, 비금속, 기계, 수송장비업종의 에너지 소비는 2000~2024년 기간 동안 각각 연평균 1.8%, 2.9%, -1.3%, 5.0%, 2.4% 변화하였다. 기계업종의 에너지 소비 증가가 가장 큰 것은 동일 기간 부가가치가 가장 많이 성장하였기 때문이다. 비금속업종의 2024년 부가가치는 2000년 대비 증가하였으나, 에너지원단위의 가파른 감소로 에너지 소비는 감소하였다. 2020년 이후에도 기계업종은 에너지 소비가 연평균 4.4% 증가하여 에너지 소비가 가장 크게 증가한 주요 업종으로 나타났고, 비금속업종은 연평균 3.5% 감소하여 에너지 소비가 가장 크게 감소한 주요 업종으로 기록되었다.

그림 2.3 2000~2024년 업종별 부가가치(좌) 및 에너지 소비(우) 추이



주: 기타 업종은 주요 5개 업종을 제외한 나머지 업종들을 의미

산업 부문의 에너지 상품별 에너지 소비 비중은 그림 2.4에 제시되어 있다. 원료용 에너지 소비를 포함하는 경우 석유에 석유화학 원료 사용이 포함되어, 에너지 믹스에서 석유의 비중

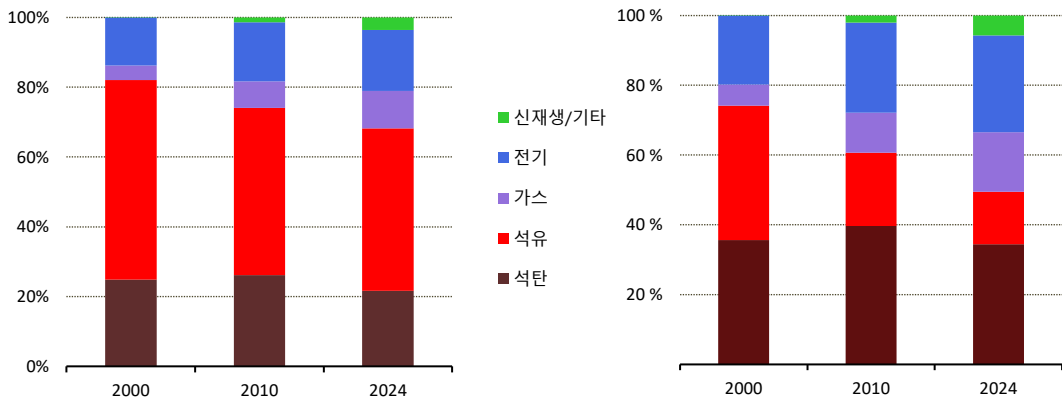
¹³ 이고은, 이재운. (2025). 철강산업의 현황과 통상리스크.

¹⁴ 조용원. (2025). 최근 산업환경 변화가 국내 석유화학 공급망에 미치는 영향과 정책 시사점.

이 가장 높다. 원료용을 포함한 에너지 믹스에서 석유의 비중은 2000년 57.2%, 2010년 47.9%, 2024년 46.5%로 점차 감소하고, 2010년 이후 감소세는 다소 둔화되는 것으로 나타났다.

원료용을 제외한 에너지 믹스에서는 가스, 전기, 신재생에너지가 석탄과 석유를 대체하는 추세가 뚜렷하게 확인된다. 2000년에 석탄과 석유의 비중은 각각 35.7%, 38.5% 였으나, 2024년에는 그 비중이 각각 34.3%, 15.0%로 감소하였다. 반면, 가스, 전기, 신재생에너지의 비중은 2000년 각각 6.0%, 19.8%, 0.0%에서 2024년 17.0%, 27.7%, 5.7%로 증가하였다. 산업 부문 에너지 믹스에서 2000~2024년 기간 동안 가스의 비중이 증가한 것은 석유화학, 기계, 철강 업종에서 가스 소비가 각각 연평균 8.6%, 5.3%, 4.5% 증가한 것이 영향을 미쳤다. 동일 기간 전기의 비중 증가는 전기 소비가 각각 연평균 5.7%, 3.9%, 3.6% 증가한 기계, 수송장비, 석유화학 업종에 영향을 받았다. 신재생에너지의 비중은 정부 정책의 영향으로 산업 부문 전반에 걸쳐 증가하였으나, 주요 업종 내에서 석유화학, 비금속, 기계 업종 순으로 2000년 대비 2024년 신재생에너지 소비 증가가 크게 나타났다.

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



주: 원료용 에너지 소비는 개정 에너지밸런스의 석유화학 원료를 의미

1.2. 에너지 수요 전망

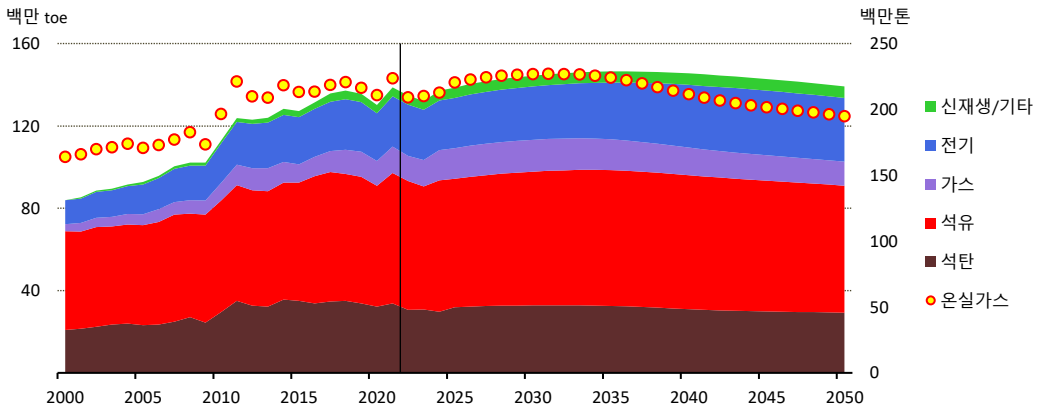
□ 산업 부문 에너지 수요는 2024~2050년 기간 동안 연평균 0.1% 증가하며 2050년 139.3 백만 toe로 전망

산업 부문 에너지 수요는 2024년 137.4 백만 toe에서 점차 증가하여 2030년대 중반 146.7 백만 toe로 정점에 도달한다(그림 2.5). 이후 점차 감소하여 산업 부문은 2050년에 139.3 백만 toe의 에너지를 소비할 것으로 전망된다. 산업 부문 에너지 수요가 이러한 양상으로 전망되는

이유는 크게 두 가지이다. 첫째, 2024~2050년 기간 동안 산업 부문 산출액 전망이 정점에 도달한 후 감소하는 형태이기 때문에 에너지 수요도 동일한 양상으로 전망된다. 산업 부문 산출액은 2024년 이후 점차 증가하다가 2040년대 중반에 정점에 도달한 후 완만하게 감소한다. 둘째, 산업 부문 에너지원단위가 점차 개선되기 때문이다. 산업 부문 에너지원단위는 2024~2050년 기간 동안 연평균 0.5% 개선되었다. 이러한 에너지 효율 개선은 2040년대 중반이 아닌 2030년대 중반에 에너지 수요가 정점에 도달하는 원인이 된다.

산업 부문 온실가스 직접 배출량은 실적 기간(2000~2024년)과 전망 기간(2024~2050년)에 각각 연평균 1.1% 증가, 연평균 0.3% 감소하는 것으로 분석되어, 실적 기간과 달리 전망 기간에는 배출량이 감소할 것으로 전망된다. 구체적으로, 산업 부문 직접 배출량은 2024년 212.6 백만톤-CO₂e에서 점차 증가한 후 2030년대 초반 226.9 백만톤-CO₂e로 정점에 도달하나, 이후 매년 하락하여 2050년에 194.8 백만톤-CO₂e에 이를 것으로 예상된다. 산업 부문 직접 배출량이 이와 같이 변화하는 이유 중 하나는 전망 기간 동안의 에너지원단위 개선이다. 에너지원단위 개선은 동일한 에너지서비스 공급에 필요한 에너지 수요를 감소시킨다. 그리고 에너지 믹스 내 석탄 및 석유의 비중 감소와 가스, 전기, 신재생에너지 비중 증가 역시 산업 부문 직접 배출량 감소에 영향을 미친다. 특히, 전기의 경우 직·간접가열 용도로의 활용 확대를 포함해 산업 부문 전반적으로 이용이 확대되어 산업 부문 직접 배출량 감소에 기여한다. 또한, 비금속업 종소성 공정의 폐합성수지 활용 확대와 같은 신재생에너지 사용 증가도 산업 부문 직접 배출량을 감소시킨다.

그림 2.5 산업 부문 에너지 수요와 온실가스 직접 배출 전망

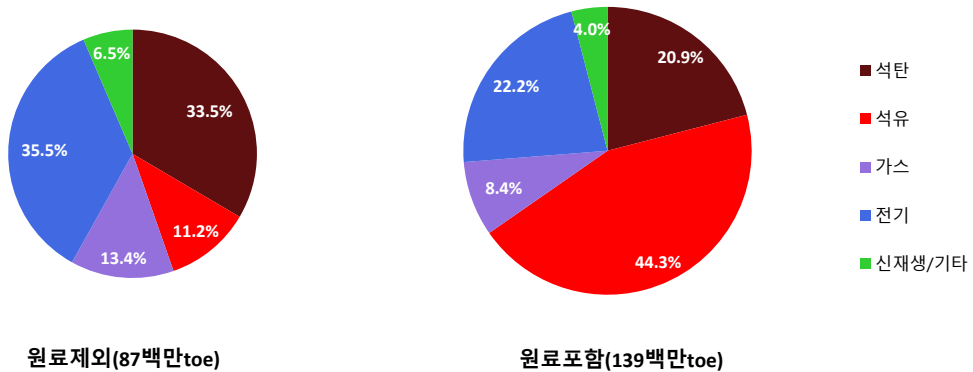


주: 그래프에서 온실가스 직접 배출은 에너지밸런스의 산업 부문 에너지 소비 실적치(2000~2024년)와 수요 전망치(2025~2050년)에 따라 자체적으로 계산하였기 때문에 실적치는 국가 온실가스 인벤토리의 값과 다를 수 있음

□ 원료를 제외할 경우 2050년 산업 부문 에너지 믹스에서 전기가 가장 큰 비중을 차지

원료를 제외한 2050년 산업 부문 에너지 믹스에서 가장 큰 비중을 차지하는 에너지원은 전기로 전망된다(그림 2.6). 산업 전반에 걸친 전기화로 화석연료가 전기로 대체되면서 전기 수요는 2024년 24.0 백만 toe에서 2050년 30.9 백만 toe까지 증가한다. 에너지 믹스에서 전기의 뒤를 잇는 에너지원은 석탄으로, 2050년에도 에너지 믹스의 33.4%를 차지해 여전히 산업 부문의 석탄에 대한 의존도가 높을 것으로 예상된다. 신재생에너지의 경우 2024년 4.9 백만 toe에서 2050년 5.6 백만 toe로 소비가 증가하나, 에너지 믹스에서 차지하는 비중은 6.4%로 가장 비중이 낮은 에너지원으로 분석된다.

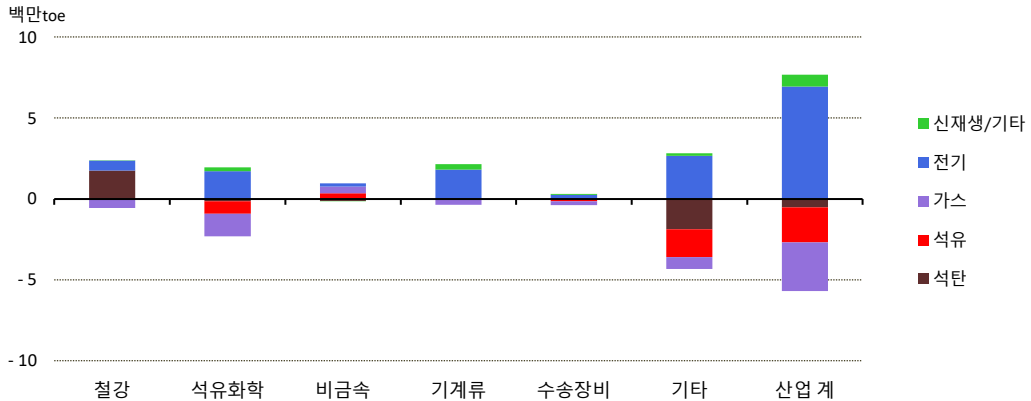
그림 2.6 원료를 제외한 경우(좌)와 포함한 경우(우) 2050년 산업 부문 에너지 믹스



전망 기간 산업 부문 에너지 수요 변화를 업종별·원별로 구분하면 그림 2.7과 같다. 먼저 2050년 산업 부문 에너지 믹스에서 가장 비중이 높은 전기의 수요는 산업 전반에 걸친 전기화로 인해 2024년 24.0 백만 toe에서 2050년 30.9 백만 toe로 증가한다. 특히, 기계와 석유화학 업종에서 전기 수요가 각각 2024년 대비 2050년에 1.8 백만 toe, 1.7 백만 toe 증가하여 산업 부문 전기화에 가장 크게 기여하였다. 2050년 에너지 믹스에서 두 번째로 비중이 높은 석탄의 수요는 2024년 29.7 백만 toe에서 2050년 29.2 백만 toe로 소폭 감소한다. 석탄의 경우 대부분의 업종에서 수요가 감소하였으나, 철강 업종에서 수요가 증가하여 감소 폭이 크지 않은 것으로 나타났다. 이는 철강 업종의 산출액이 2024년 대비 2050년에 6.6% 증가하면서 원료로 사용되는 석탄의 수요가 증가했기 때문이다. 가스의 수요는 2024년 14.7 백만 toe에서 2050년 11.7 백만 toe로 감소할 것으로 전망된다. 이는 전기화와 에너지원단위 개선으로 인해 대부분의 업종에서 가스의 수요가 감소하기 때문이다. 원료용을 포함한 석유의 수요는 동일 기간 63.9 백만 toe에서 61.7 백만 toe로 감소할 것으로 예상된다. 석유 수요 감소의 원인은 가스와 동일하

계 전기화와 에너지원단위 개선이다. 신재생에너지의 수요는 대부분의 업종에서 수요가 확대되어 전망 기간 4.9 백만 toe에서 5.6 백만 toe로 증가한다. 주요 업종에서 신재생에너지 수요 증가에 가장 크게 기여한 업종은 기계와 석유화학 업종으로, 2024~2050년 기간 동안 각각 0.3 백만 toe, 0.2 백만 toe만큼 재생에너지 수요가 증가한다.

그림 2.7 2024년 대비 2050년 주요 업종별·원별 에너지 수요 변화



주: 비철금속 업종의 에너지 믹스 변화 폭이 더 크기 때문에 수송장비 업종 대신 비철금속 업종을 포함

글상자 2.1 철강과 석유화학 업종의 원료 공급과 수출의 해외 의존으로 인한 에너지 소비의 불확실성

철강 업종에서 고로 기반 철강 생산에 사용되는 철광석과 유연탄은 99.0% 이상 해외에서 수입되고 있다 (한국철강협회, 2025).¹⁵ 철광석은 2021~2025년 기간 동안 전체 수입액의 66.8%가 호주에서 수입되었고, 수입액 기준 상위 5개 국가에 대한 의존도는 98.1%로 기록되었다. 유연탄의 경우 동일 기간 동안 전체 수입액의 42.4%가 호주에서 수입되었고, 호주를 포함한 상위 5개 국가에서 전체 수입액의 88.8%에 달하는 유연탄이 수입되었다.

석유화학 업종은 납사나 천연가스를 원료로 하여 다양한 기초 화학제품을 생산한다 (한국무역협회, 2026). 납사는 원유를 정제하는 과정에서 생산되는데, 국내에 공급되는 원유의 대부분은 해외로부터 공급된다. 원유 수입 국가 중 가장 큰 비중을 차지하는 국가는 사우디아라비아로, 전체 원유 수입액의 34.5%를 차지하고 있다. 수입액 기준 상위 5개 국가 중 미국을 제외한 4개 국가가 중동에 위치하고 있으며, 중동 국가가 전체 원유 수입액의 68.3% 이상을 차지하고 있다.

¹⁵ 한국철강협회. (2025). 2025 철강통계연보.

철광석			유연탄			원유		
국가	수입액	비중	국가	수입액	비중	국가	수입액	비중
호주	29,752,315	66.8%	호주	36,331,187	42.4%	사우디아라비아	144,773,630	34.5%
브라질	6,549,841	14.7%	러시아	15,324,647	17.9%	미국	61,846,864	14.7%
남아프리카 공화국	3,671,075	8.2%	인도네시아	11,828,283	13.8%	UAE	43,463,670	10.4%
캐나다	2,867,233	6.4%	캐나다	8,801,560	10.3%	쿠웨이트	39,269,002	9.4%
칠레	851,395	1.9%	남아프리카 공화국	3,888,885	4.5%	이라크	35,209,087	8.4%
기타	843,677	1.9%	기타	9,607,964	11.2%	기타	95,211,464	22.7%
합계	44,535,536	100.0%	합계	85,782,526	100.0%	합계	419,773,717	100.0%

자료: 한국무역협회. (2026). K-stat 무역통계. <https://stat.kita.net/>

주: 수입액은 2021~2025년 기간의 합

철강제품, 석유제품, 석유화학제품 수출액의 상위 5개 국가에 대한 의존도는 원료 공급의 의존도 대비 낮지만, 3가지 제품의 상위 5개 국가에 대한 의존도는 각각 49.6%, 58.4%, 62.6%로 높은 편이다 (한국무역협회, 2026). 철강제품, 석유제품, 석유화학제품의 수출액을 2021~2025년 기간에 대해 시계열로 살펴보았을 때 두드러지는 점은 총 수출액 감소와 대중국 수출 감소 추세이다. 중국은 2021년에 3가지 제품 모두에 대해 전체 수출 국가 중 수출액 기준 1위를 차지하였으나, 2025년에 석유화학제품을 제외한 나머지 2가지 제품에서의 순위는 감소하였다. 철강제품 수출액에서 2021~2025년 기간 중국의 순위는 1위에서 3위로 감소하였고, 중국의 비중은 연평균 13.0% 감소하였다. 석유제품의 경우 동일 기간 중국의 순위는 1위에서 6위로 감소하였고, 그 비중은 연평균 18.6% 감소하였다. 석유화학제품 수출액에서 2025년 중국의 비중은 여전히 가장 높지만, 대중국 수출액은 2021년 \$21,884,595천에서 \$16,506,555천으로 연평균 6.8% 감소하였다.

철강제품			석유제품			석유화학제품		
국가	수출액	비중	국가	수출액	비중	국가	수출액	비중
미국	21,940,544	12.6%	호주	40,780,672	16.4%	중국	93,866,345	38.2%
일본	19,241,858	11.1%	싱가포르	29,171,244	11.7%	미국	18,957,685	7.7%
중국	19,043,113	11.0%	일본	27,329,260	11.0%	인도	15,925,498	6.5%
인도	13,562,116	7.8%	미국	27,157,445	10.9%	베트남	14,194,369	5.8%
멕시코	12,305,805	7.1%	중국	20,959,240	8.4%	튀르키예	10,839,377	4.4%
기타	87,481,060	50.4%	기타	103,380,909	41.6%	기타	91,836,694	37.4%
합계	173,574,496	100.0%	합계	248,778,770	100.0%	합계	245,619,968	100.0%

자료: 한국무역협회. (2026). K-stat 무역통계. <https://stat.kita.net/>

주1: 수출액은 2021~2025년 기간의 합

주2: 석유제품은 휘발유, 경유, 제트유및등유, 나프타, 중유, 윤활유, 기타석유제품을 포함하고, 석유화학제품은 기초유분, 석유화학중간원료, 석유화학합성원료, 합성수지, 합성고무, 기타석유화학제품을 포함

		2021	2022	2023	2024	2025
철강제품	총 수출액	36,366,525	38,448,452	35,191,909	33,282,002	30,285,608
	중국 비중 (중국 순위)	13.2% (1)	11.7% (2)	10.4% (3)	10.0% (3)	9.1% (3)
석유제품	총 수출액	38,120,524	62,874,616	51,998,605	50,325,854	45,459,171
	중국 비중 (중국 순위)	17.9% (1)	7.0% (6)	7.0% (5)	6.0% (6)	6.6% (6)
석유화학제품	총 수출액	55,092,389	54,315,681	45,703,996	47,987,629	42,520,273
	중국 비중 (중국 순위)	39.7% (1)	38.1% (1)	37.3% (1)	36.9% (1)	38.8% (1)

자료: 한국무역협회. (2026). K-stat 무역통계. <https://stat.kita.net/>

이처럼 에너지다소비 업종인 철강과 석유화학 업종은 원료 공급과 제품 수출의 해외 의존도가 높아, 생산활동과 에너지소비가 해외 의존적일 수밖에 없다. 원료 공급과 제품 수출이 특정 국가에 편중된 현재와 같은 구조에서는 특정 국가의 원료 공급 변동이나 수요 변동과 같은 불확실성에 따라 생산활동과 에너지소비도 불확실성을 가지게 된다. 즉, 두 업종의 높은 해외 의존도는 안정적인 생산활동을 저해하는 리스크로 작용할 수 있으며, 산업 부문 에너지 수요의 변동성을 확대시키는 요인으로 작용할 수 있다. 따라서 향후 장기 에너지 수요 전망에서는 에너지·자원 안보 수준이나 제품 수출 구조에 따라 시나리오를 구성하고, 시나리오별 전망 결과를 제시할 필요가 있다.

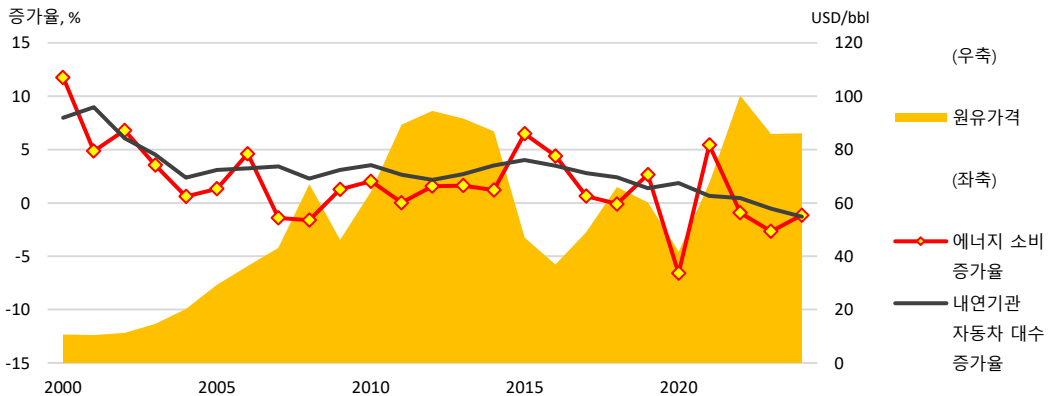
2. 수송 부문

2.1. 에너지 소비 추이 및 동향

□ 수송 부문 소비는 2010년 이후 지속 상승해왔으나 코로나19 대유행 이후 감소 추세로 전환

수송 부문 에너지 소비는 2000년 25.0백만 toe에서 2024년 34.9백만 toe로 연평균 1.4% 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% 수준으로 빠르게 증가했다. 그러나 2000년대에 들어 경제성장 둔화로 수송 부문의 에너지 소비 증가세가 낮아지면서 국제유가의 등락에 따라 에너지 소비가 변동하였다. 우리나라에서는 도로 수송이 전체 수송 부문의 대부분을 차지하기 때문에¹⁶ 수송 부문 에너지 소비는 자동차 보급 수준의 영향을 크게 받을 수밖에 없으며, 유가에 민감하게 반응하는 특징이 있다. 2008년 국제 금융위기 시기에는 국제유가 상승과 경기 둔화가 겹치며 에너지 소비가 급감하였고 2014년 하반기 국제 유가의 급락으로 소비가 증가하였다. 2017년 이후에는 코로나19로 인한 사회적 거리두기 진행되던 2020년을 제외하면 유가의 증가세 전환에 따라 소비가 감소하는 등 수송 부문 에너지 소비는 유가의 등락과 경기 변동에 따라 감소와 증가를 반복하는 양상을 보였다.

그림 2.8 수송 부문 에너지 소비 및 자동차 대수 증가율과 국제유가 추이



¹⁶ 도로 부문이 수송 부문에서 차지하는 비중은 2024년 기준으로 96.7%이다.

2020년 시작된 코로나19의 확산은 수송 부문의 에너지 소비에 큰 영향을 주었다. 코로나 19 방역을 위해 사회적 거리두기를 시행하면서 이동 수요가 크게 감소하여 수송 부문 에너지 소비는 2019년 37.2백만 toe에서 2020년 34.7백만 toe로 6.6% 감소하였다. 특히 2020년 항공 부문과 해운 부문의 에너지 소비는 2019년 대비 각각 54.2%, 17.7%나 급감하여 소비가 크게 위축되었으며, 도로 부문과 철도 부문 역시 폭은 적으나 각각 4.6%, 3.5% 감소한 것으로 나타났다. 2021년 코로나19로 인한 사회적 거리두기가 점차 완화되면서 수송 부문 에너지 소비는 전년 대비 5.4% 증가하였으나 이전 수준을 회복하지는 못하였다. 도로 부문의 소비는 2021년 2.2% 증가했지만 2019년 소비 수준에 미치지 못한 반면, 수요가 급감했던 항공 부문과 해운 부문의 소비는 2021년에 각각 168.3%, 27.2% 증가하면서 코로나19 발생 이전인 2019년의 수준을 바로 회복하였다. 항공 부문의 소비가 가장 빠르게 회복된 것은 국외 항공 이동 제한으로 해외 여행 수요가 국내 항공 여행으로 대체된 것이 주된 원인으로 추정된다. 이후 코로나19로 인한 사회적 거리두기는 2022년 4월 해제되었음에도 불구하고 수송 부문 에너지 소비는 2021년 이후 감소하였다. 2021년부터 2024년까지 수송 부문 에너지 소비는 연평균 1.6% 감소하였는데 이 기간 도로, 철도, 해운, 항공 부문은 모두 각각 연평균 0.4%, 4.4%, 4.4%, 33.7%¹⁷로 감소하였다.

2.2. 에너지 수요 전망

□ 수송 부문 에너지 수요는 전망 기간 연평균 3.0% 감소하여 2050년에는 16.0백만 toe로 전망

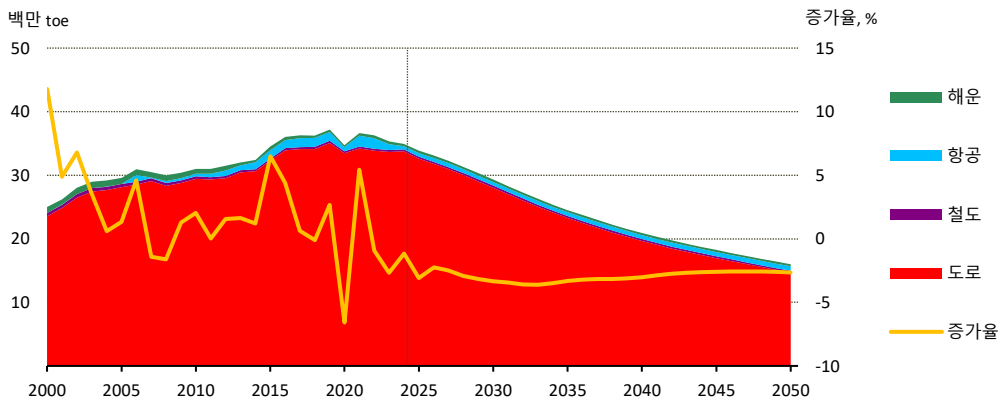
수송 부문 에너지 수요는 2024년 34.9백만 toe에서 연평균 3.0%로 지속적으로 감소하여 2050년에는 16.0백만 toe 수준으로 하락할 전망이다.¹⁸ 수송 부문 에너지 수요 변화에 큰 영향을 미치는 국제유가는 2020년 코로나19 대유행 기간 동안 배럴당 40불 수준으로 크게 하락하였으나 2021년 하반기에 세계 경제가 회복되며 석유 수요가 증가하고, 전 세계적 에너지 전환 기조 속 석유 탐사와 채굴 부문의 투자 지연으로 석유 공급이 빠르게 증가하지 못하면서 배럴당 80불 수준으로 급등하였다. 2022년 상반기에는 우크라이나 전쟁과 서방의 러시아산 석유 수출 규제로 인해 배럴당 100불을 넘어서며 크게 상승하였고, 2023년 이후 이스라엘-하마스 충돌(2023년 10월), 이스라엘-예멘 후티 반군 충돌(2023년 11월) 등의 중동 정세의 불확실성

¹⁷ 항공 부문 에너지 소비는 내국적 항공기의 내항 및 외항 자료 분류가 부정확하였으나, 2023년 6월 내항 항공유의 품질검사가 의무화되면서 품질검사 수수료 산정을 위한 내항/외항 항공유 소비량이 명확하게 구분되어 집계되고 있다. 이러한 기초 자료 수집 절차 개선을 반영한 2023년 6월 이후 항공 부문 항공유 소비량 통계가 크게 감소한 영향으로 소비량이 전년 대비 크게 감소한 것으로 파악된다.

¹⁸ 수송 부문 에너지 수요는 도로 부문 수요 감소의 영향으로 2019년 37.2백만 toe로 정점을 지난 것으로 분석된다.

은 증가하였으나 세계 경제성장률의 둔화로 2023~2024년 국제유가는 배럴당 85불 수준을 유지하였다. 하지만 이스라엘-이란 충돌(2025년 6월), 미국의 이란 핵시설 공격(2025년 6월) 등 중동의 지정학적 위험이 심화되며 전망 기간 동안 배럴당 90불을 상회하는 수준을 기록할 것으로 전제하였다. 최근 10년 평균(배럴당 약 64불)보다 높아진 유가 수준은 수송 부문의 석유 수요 증가를 제한하고 친환경차로 전환을 촉진하는 요인으로 작용할 것으로 예상된다.

그림 2.9 수송 부문 에너지 수요와 증가율 추이



항공의 에너지 수요는 전망 기간 연평균 1.5% 증가하여 수송 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중이 약간 증가한다. 항공 부문 에너지 수요는 화물 수송은 줄어들 전망이나 여객 수요를 중심으로 완만하게 증가할 전망이다. 반면 철도 및 해운 부문의 에너지 수요는 각각 연평균 0.2%, 0.7% 감소할 것으로 전망된다. 철도 부문은 일반철도 노선 고속화, 고속철도 운행지역 확대 등에도 인구 감소 및 철도 화물 수송의 경쟁력 약화, 전동차 효율 개선 등으로 에너지 수요는 감소할 전망이다. 해운 부문 역시 인구 감소, 운행 및 연료 효율 개선 등의 영향으로 에너지 수요 감소가 예상된다.

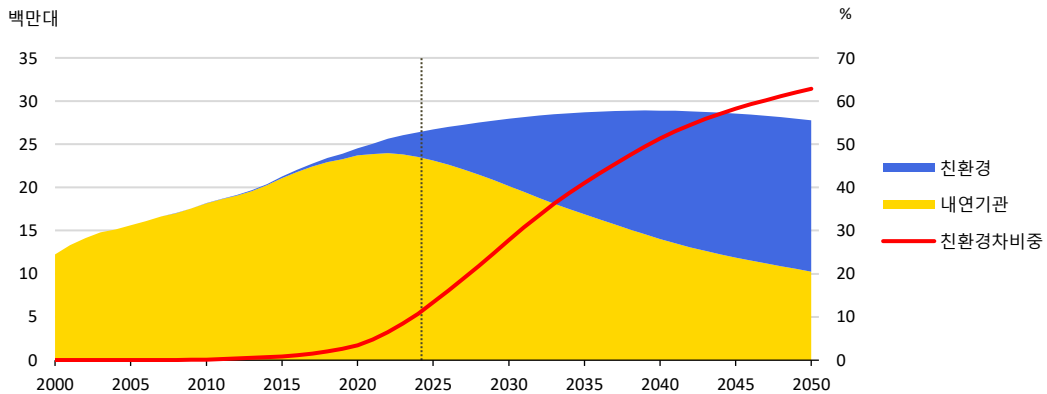
□ 자동차 보급의 감소 전환과 친환경자동차 보급 확산 등으로 도로 부문 에너지 수요 감소

친환경자동차¹⁹ 보급은 수송 부문의 대표적인 온실가스 감축 수단이다. 전기자동차 등 친환경자동차는 내연기관 자동차 대비 연료 효율이 높아서 친환경차 보급이 늘어날수록 전체 수송 부문 에너지 수요는 감소한다. 전기자동차는 2010년 이후 매우 빠른 속도로 보급되어 왔으

¹⁹ 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조 제2호와 산업통상자원부 고시 「환경친화적 자동차의 요건 등에 관한 규정」에 의하면, 현재 시장에 보급이 이루어지고 있는 친환경자동차는 전기자동차, 일반 하이브리드자동차, 플러그인 하이브리드자동차, 수소전기자동차 등 4종이다 (최도영&신희철, 2023).

나²⁰ 2023~2024년 보급 증가세가 둔화하는 현상이 나타나고 있다. 이에 대한 주된 원인은 고금리 기조 지속, 보조금 규모 축소, 충전 인프라 부족, 안전에 대한 우려 등을 들 수 있다. 그러나 중장기적으로는 전기자동차를 중심으로 친환경차가 기존 내연기관 자동차를 지속적으로 대체해 나갈 전망이다. 자동차 보급은 2024년 26.5백만 대에서 포화 수준 근접, 인구 감소 등으로 2039년(29.0백만 대)에 정점에 이른 후 감소세로 전환하여 2050년 27.9백만 대 수준에 도달할 전망이다. 자동차 배터리 등 친환경차 기술 개발, 자동차 제조사의 친환경차 신규 모델 출시, 정부의 친환경차 보급 지원 정책 및 경유자동차에 대한 운행 제한 등이 지속되며 하이브리드를 포함한 친환경차 보급은 전망 기간 연평균 28.0% 증가한다. 특히 친환경자동차 중 전기자동차와 수소전기자동차가 전체 자동차 등록대수에서 차지하는 비중은 2024년 3.1%에서 2050년 44.0%로 대폭 증가할 전망이다.

그림 2.10 기술별 자동차 보급과 증가율 추이



주: 친환경 자동차는 전기자동차, 수소전기자동차, 하이브리드 자동차를 의미

내연기관 자동차는 보급대수는 2022년 24.0백만 대로 정점을 지나 전망 기간 감소 추세를 지속할 전망이다. 특히 온실가스 감축과 미세먼지 저감을 위한 정책이 지속적으로 강화되면서 경유자동차를 중심으로 감소할 전망이다. 온실가스 감축과 에너지효율 개선을 목적으로 친환경차 등 저배출/고효율 자동차 생산을 촉진하는 ‘자동차 평균에너지소비효율기준 및 온실가스 배출허용기준’이 점진적으로 강화될 예정이며, 노후 경유자동차의 운행을 규제하고²¹ 폐차

²⁰ 전기자동차의 등록대수는 2010년 66대에 불과했으나 2023년 약 68만 대로 늘어나 이 기간 연평균 증가율은 93%에 달했다.

²¹ 2024년부터 택배용 및 어린이 통학용 차량 등에서 경유자동차 신규 등록을 금지하는 정책이 시행된다. 또한 노후 경유차 운행제한 지역(Low Emission Zone)을 수도권 지역에서 6대 특별 및 광역시로 확대하고, 운행 제한 차량 등급을 기존 5등급에서 4등급으로 확대하는 정책도 시행된다 (에너지경제연구원, 2024.5).

를 지원하는 정책도 지속적으로 강화된다. 친환경차 보급 확대와 함께 경유승용차를 중심으로 한 내연기관 자동차 감소, 자동차 에너지소비효율 향상, 여객 및 화물 수요 증가 속도 둔화 등으로 인해 도로 부문 에너지 수요는 감소할 전망이다. 전기자동차가 기존의 내연기관 자동차를 빠르게 대체하면서 전망 기간 동안 도로 부문의 석유 수요가 약 20.1백만 toe 감소하는 반면, 전기 수요는 약 1.4백만 toe 증가하면서 에너지 수요가 감소하는 효과가 나타난다. 결과적으로 도로 부문 에너지 수요는 2024년부터 2050년까지 연평균 3.2%, 19.1백만 toe 감소할 전망이다.

글상자 2.2 비도로 부문 온실가스 감축 정책 현황

현재 수송 부문의 온실가스 감축 정책은 이 부문 온실가스 배출량의 97%로 압도적인 비중을 차지하는 도로 부문에 집중된 반면 비도로 부문의 온실가스 감축 정책은 도로 부문에 비해 상대적으로 구체적이지 않고 전반적인 방향성만 제시된 경우가 많다. 이는 해운 및 항공 부문의 기술적 특성상 마땅한 대체 감축 수단을 확보하기 어렵다는 한계가 작용한 결과로 볼 수 있다.

해운 및 항공 부문의 에너지 소비 및 온실가스 배출은 국내 소비와 국제 번거링을 구분하여 고려할 필요가 있다. 에너지 및 온실가스 통계에서는 선박과 항공기의 국적이 아닌 항로를 기준으로 구분하고 있다. 즉 인천과 뉴욕을 운항하는 항공기의 연료 소비는 항공기 국적과 관계없이 국제번거링으로 집계된다. 반면 김포와 제주를 운항하는 항공기는 역시 국적과 상관없이 국내 소비로 분류하며, 이 기준은 해운 부문에서도 동일하게 적용된다. 해운 및 항공 부문 중 국제번거링에는 항공유, 중유 등의 석유제품이 소비되며 이로 인한 온실가스 역시 상당량 배출된다 하지만 특정 국가의 에너지 소비량으로 분류되지 않는 특징 때문에 국제번거링에 의한 온실가스 배출은 국가별 온실가스 감축 목표에 포함되지 않는다. 따라서 국제번거링에 의한 온실가스의 감축을 위하여 해운 및 항공 부문의 국제기구에서 적극적으로 관련 정책을 추진하고 있다.

국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)는 국제선박오염방지협약(MARPOL) 부속서 VI 개정안을 통하여 국제 해운 부문의 온실가스 감축을 시행 중이다. 단기적인 조치로는 400톤 이상의 운항 중인 선박에 대한 '기존 선박 에너지효율 지수(EEXI, Energy Efficiency Existing Ship Index)'와 5,000톤 이상 선박을 대상으로 하는 '선박 탄소집약도 지수(CII, Carbon Intensity Indicator)' 같은 선박의 에너지 효율을 향상시키기 위한 조치가 시행되고 있다 (IMO, 2023). 중장기 조치로는 선박의 연료를 대체하거나, 연료의 온실가스 집약도를 강화하는 기술적 조치와 탄소세와 같은 가격 메커니즘에 기반한 경제적 조치를 추진하고 있다.

국제민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization)는 2050년 탄소중립 달성을 위하여 시장 메커니즘 기반의 '국제항공 탄소 상쇄-감축제도(CORSIA. Carbon Offset and Reduction Scheme for International Aviation)'를 채택하여 항공사가 2019년 온실가스 배출량의 85%를 준수하도록 하며, 이를 초과할 경우 초과분만큼의 탄소 크레딧을 구매하여 배출량을 상쇄하도록 하고 있다 (ICAO, 2023). 2025년 현재 각국의 항공사가 자발적으로 참여하도록 하고 있으며, 2027년부터는 대부분의 국가에 대해 의무적 참가가 적용될 예정이다. 이에 따라 많은 국가들은 지속가능항공유(SAF, Sustainable Aviation Fuel)의

혼합 의무화를 도입 또는 계획하고 있다. 2025년 현재 노르웨이, 스웨덴, 프랑스, 영국은 0.5~2%의 SAF 혼합의무화를 시행 중이다.

우리나라 역시 국제 기구의 온실가스 감축 수단과 유사한 방향으로 해운 및 항공 부문의 정책을 시행·계획하고 있다. 먼저 해운 부문은 2030년 국가 온실가스 감축 목표(2030 NDC)에서는 LNG·하이브리드 선박 도입, 선박 운항 효율 개선, 전기추진 선박 기술개발 및 보급 기반 마련 등의 전반적인 방향성이 제시되었다 (관계부처 합동, 2021). 이후 해운 부문의 구체적인 정책은 해양수산부에서 「환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」에 따라 수립·발표한 ‘친환경선박 개발·보급 기본계획’이 있다. 2020년에 발표한 ‘제1차 친환경선박 개발·보급 기본계획’에 따르면 2030년까지 공공 부문 선박 388척, 민간 선박 140척 등 총 528척을 친환경선박으로 전환하는 목표가 제시되었다 (관계부처 합동, 2020). 민간 선박의 전환 참여를 유도하기 위하여 전환보조금 지급, 정책금융 결합, 접안·정박비 감면, LNG 석유수입부과금 환급 등 운영비용 감면 제도를 시행하고 있다.

항공 부문은 전기 기반 항공기는 장거리 비행에 필요한 에너지 밀도와 출력 확보에 기술적인 어려움이 있어 2030 NDC에서는 항공기 연료 효율을 매년 1% 향상한다는 목표 제시가 있었다. 그러나 최근 ICAO의 CORSIA 대비를 위하여 ‘SAF 확산 전략’을 수립·발표하였다 (국토교통부, 2024). 이에 따라 국내 주요 항공사는 일부 국제노선(인천-하네다 등)에 SAF를 1% 혼합하여 운항을 개시하였다. 이러한 SAF 혼합 급유는 국제적인 SAF 혼합 의무화에 맞추어 진행될 예정이나, 국내선의 경우 SAF 혼합 사용에 대한 본격적인 논의는 없는 상황이다.

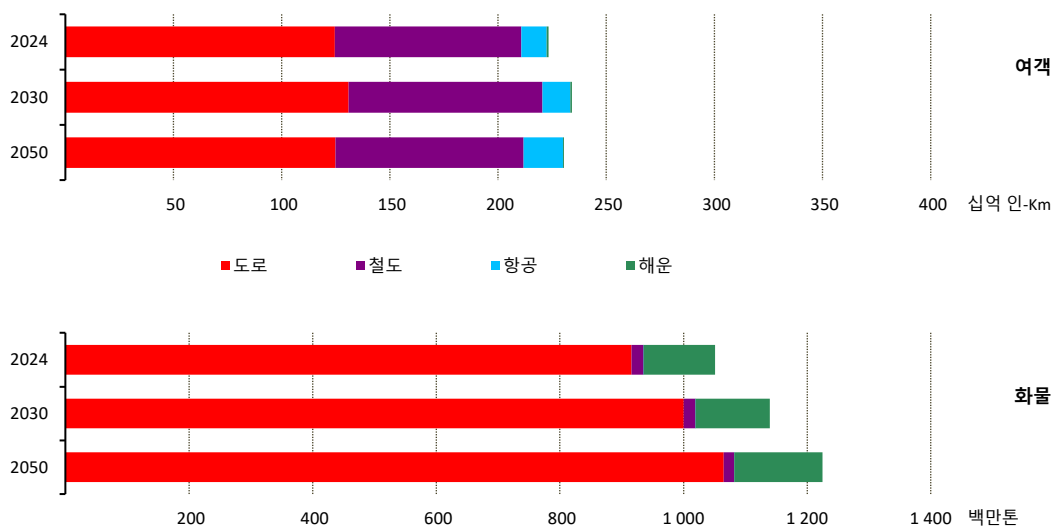
이와 같이 이미 상당한 부분 전기화가 진행된 철도 부문을 제외한 해운 및 항공 부문은 기술 특성상 온실가스 감축에 어려움이 존재한다. 현재는 두 부문 모두 국제 기구를 중심으로 감축 목표를 설정하고, 감축 수단을 제시하고 있으며, 우리나라를 포함한 다수의 국가들이 이를 국내 정책으로 확대하고 있는 상황이다. 하지만 대체 연료인 SAF, 바이오 연료의 높은 가격, 현재 선박과 비행기의 연료 전환의 어려움을 극복하고 이 부문에서 NDC 목표 및 탄소중립을 달성하기 위해서는 감축 수단의 확대를 위한 지원 정책과 기술개발 투자도 함께 병행되어야 할 것이다.

□ 여객과 화물 수송 수요는 인구 감소와 경제 성장 둔화로 모두 1% 미만의 증가세 시현

비사업용 도로 수송을 제외한 나머지 수송 부문 에너지 수요는 대부분 사업용 여객과 화물 수송에서 발생한다. 사업용 도로 여객 수요는 온실가스 감축 수단으로 대중 교통 수단의 확충과 개선, 도로 인프라의 확장 등으로 꾸준히 증가하지만, 전망 기간 인구 감소와 철도 등 타 대중 교통 수단으로의 대체로 인해 증가세가 연평균 0.0%로 정체된다. 국내 항공 여객 수요는 가덕도 신공항과 제주 제2공항 건설 등 인프라 확장의 변수가 있으나 수도권의 김포 공항을 중심으로 한 국내 항공 노선이 이미 포화 상태에 도달하여 예전보다 증가 속도가 둔화될 전망이다. 전체 여객 수요는 인구 감소의 영향으로 2024년 2,233억인킬로미터 (Passenger-km, PkKm)에서 2039년 정점(2,420억인킬로미터)에 이른 후 감소세로 전환하여 2050년 2,304억인킬로미터를 기록할 것으로 전망된다. 이 기간 여객 수요는 연평균 0.1% 증가하는 것으로 나타났다.

화물 수송 수요는 2024년 10.5억톤에서 연평균 0.6% 증가하여 2050년 12.2억톤에 도달할 전망이다. 국내 화물 수송 수요의 대부분을 차지하는 도로 화물 수요는 물동량 증가와 온라인 커머스의 일반화에 따른 택배 물량 증가 등으로 꾸준히 증가할 전망이며, 해운 화물 수요 역시 전망 기간 동안 증가할 것으로 전망된다. 반면 철도와 항공 화물 수요는 경쟁력 악화로 감소세를 보인다.

그림 2.11 여객과 화물 수요 전망



□ **친환경차 보급 확대로 석유의 비중은 경유 중심으로 빠르게 감소하고 전기의 비중은 증가**

수송 부문 에너지 수요 중 가장 큰 비중을 차지하는 석유제품 수요는 2000~2019년 연평균 1.8% 증가하며 지속적인 증가 추세를 보였다. 하지만 2019년 35.0백만 toe로 정점을 기록한 이후 2020년 코로나 19의 영향으로 큰 폭으로 감소하였으며, 이에 대한 기저효과로 2021년 반등하였으나 이후 지속적으로 감소하고 있다. 수송 부문 석유제품 수요는 친환경차 증가, 자동차 연료효율 개선, 내연기관 자동차 보급 감소 등으로 인해 꾸준히 감소할 전망이다. 수송 연료 가운데 가장 큰 비중을 차지하는 경유 수요는 2000~2024년 연평균 1.3% 증가했지만, 전망 기간에는 온실가스 및 미세먼지 감축을 위한 운행 규제 등으로 경유자동차의 판매가 줄어들면서 수요가 연평균 8% 이상 감소할 전망이다. 휘발유 수요도 전기 및 수소자동차가 휘발유자동차를 대체하면서 전망 기간 연평균 1.8% 감소한다. 휘발유 수요는 경유에 비해서는 감소세가 완만할 것으로 보이는데, 그 이유는 휘발유를 사용하는 하이브리드 자동차가 전망 기간 연평균 3.8% 증가할 것으로 전망되었기 때문이다. LPG 수요는 전망 기간 연평균 0.2% 감소하여 석

유제품 중 가장 적게 감소하는 것으로 나타났다. 2024년부터 「대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법」 제28조에 따라 어린이 통학버스, 화물을 집화·분류·배송하는 운송 사업 등에 경유자동차 사용이 금지됨에 따라 기존 택배용으로 사용되던 1톤 경유 트럭이 전기나 LPG 트럭으로 대체될 것으로 예상된다. 특히 단기적으로는 LPG트럭에 대한 수요가 증가할 것으로 전망되며, 이 영향으로 LPG 수요는 2035년 경까지 증가한 뒤 감소세로 전환될 것으로 전망된다. 반면, 항공유의 경우 화물 수송 수요는 감소할 전망이나 항공 인프라 증가 등으로 여객 수송 수요가 증가하며 연평균 1% 수준의 완만한 증가세를 보인다. 전기 수요는 다양한 전기자동차의 출시, 구매 보조금 지급, 충전 인프라 확대, 충전 기술의 발전 등으로 전기자동차 보급 대수가 빠르게 증가하면서 연평균 5.4%의 속도로 증가할 전망이다.

그림 2.12 수송 부문 원별 에너지 수요와 국제유가

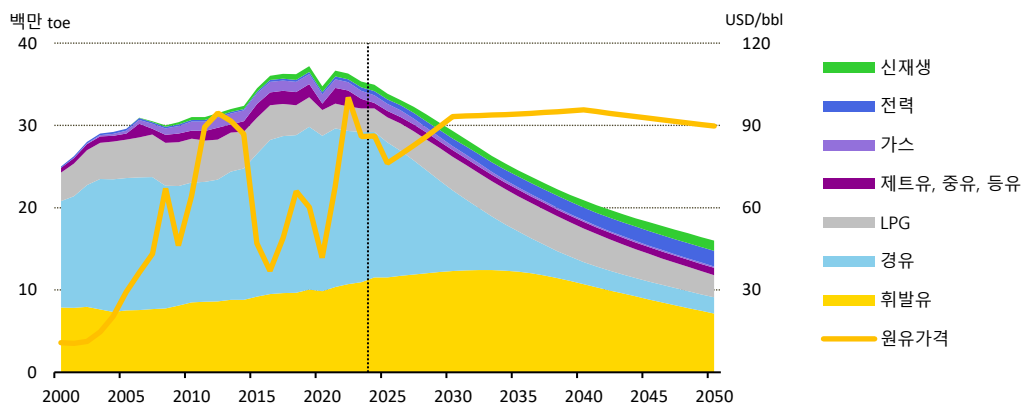
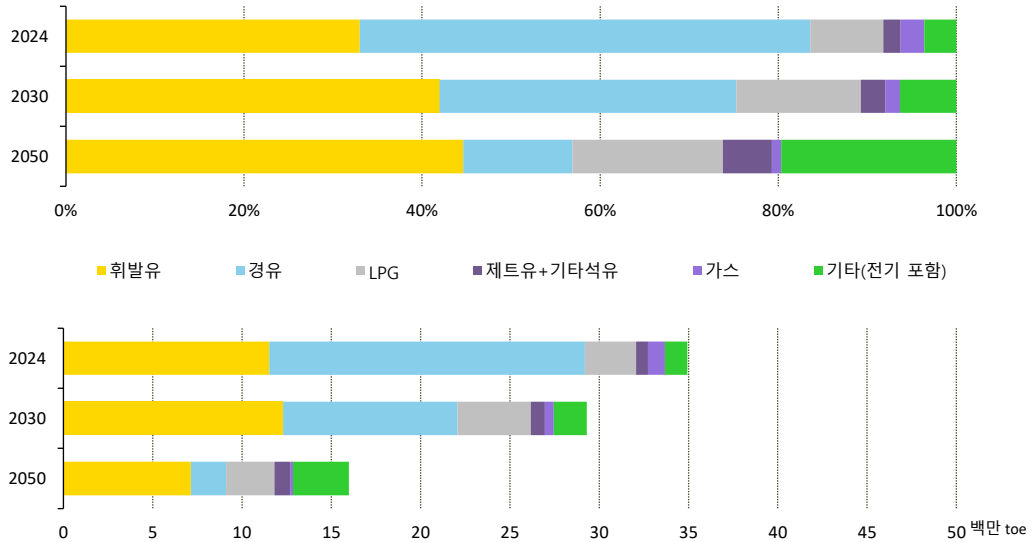


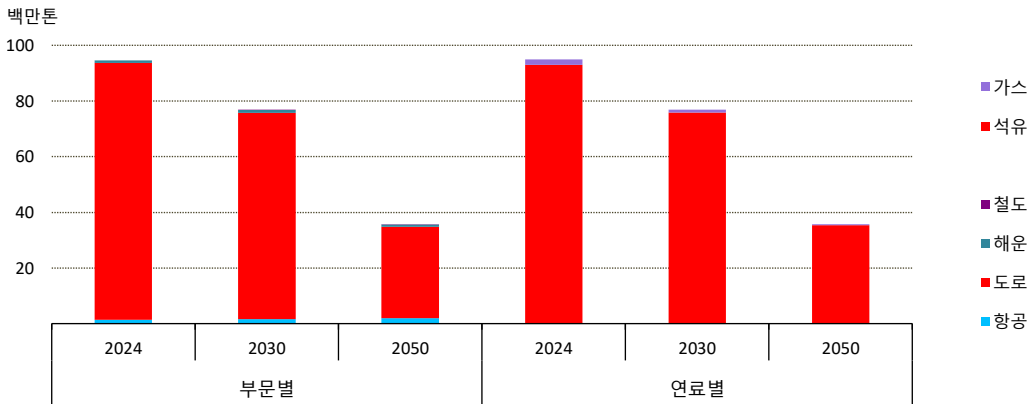
그림 2.13 수송 연료별 비중 및 수요



□ 수송 부문 온실가스 배출량은 연평균 3.7% 감소하여 2050년 35.7백만톤-CO₂eq로 감소

수송 부문의 온실가스 배출량은 2024년 94.9백만톤-CO₂eq에서 연평균 3.7%의 속도로 지속 감소하여 2050년 35.7백만톤-CO₂eq으로 전망된다. 수송 부문에서 비중이 가장 큰 도로 부문의 온실가스 배출량은 친환경차 보급이 늘어나며 2024년 92.3백만톤-CO₂eq에서 2030년 74.1백만톤-CO₂eq, 2050년 32.8백만톤-CO₂eq까지 감소한다. 항공 부문의 배출량은 화물 수요 감소와 운항 효율 개선이 이루어질 전망이나, 여객 수요의 증가의 영향으로 소폭 증가한다. 항공 부문의 배출량은 2024년 1.4백만톤-CO₂eq에서 2050년 2.0백만톤-CO₂eq으로 증가한다. 항공 부문은 아직 효과적인 감축 수단이 확보되지 않은 상황으로, 2024년 항공 부문 온실가스 배출량은 수송 부문 전체 배출량의 1.4% 였으나, 2050년에는 5.6%로 비중이 높아질 전망이다. 항공 부문에서 가장 효과적인 감축 수단으로 알려진 지속가능 항공연료(SAF, Sustainable Aviation Fuel)가 국제 항공 병커링에는 2027년부터 의무화될 예정이며, 향후 국내 항공 부문에도 SAF의 활용이 확산된다면 항공 부문 배출량의 감소 요인으로 작용할 수 있다.

그림 2.14 수송 부문별 연료별 온실가스 배출 전망



해운 부문과 철도 부문의 배출량은 연료 대체와 효율 개선 등으로 2024년 1.2백만톤-CO₂eq에서 2050년 0.9백만톤-CO₂eq로 감소한다. 해운 부문의 배출량은 전망 기간 연평균 0.9% 감소하며, 철도 부문 배출량은 디젤 기관차 운행 감소로 연평균 4.3% 감소할 전망이다. 해운 부문은 LNG와 하이브리드 선박 도입, 철도 부문에서는 추가적인 전철화와 디젤 기관차의 수소 기관차 대체 등이 온실가스 감축수단으로 검토되고 있다.

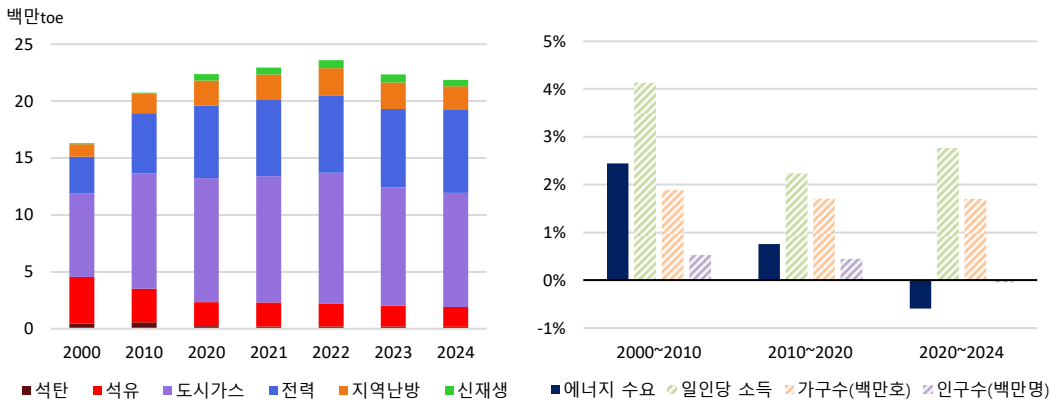
3. 가정 부문

3.1. 에너지 소비 추이 및 현황

□ 2024년 가정 부문은 21.8백만 toe의 에너지를 소비하며 2022년 이후 감소하는 추세

2024년 가정 부문은 21.8백만 toe의 에너지 수요가 발생하며, 2018년 이후 가장 낮은 수치를 기록하였다. 2022년 COVID-19에 따른 일시적 사회적 거리두기의 영향으로 2000년 이래 가장 높은 소비 수준인 23.6백만 toe를 기록한 뒤, 2년 연속 하락하는 모습을 보인 것이다. 2000년 이후 가정 부문의 에너지 소비가 국가 경제 성장에 동조해 증가하던 모습과 달리, 최근의 인구 감소, 따뜻해지는 겨울 온도, 에너지효율 향상 등 복합적인 요인이 영향을 미친 것으로 판단된다. 2000~2010년 일인당 소득, 가구 수, 인구 수가 상대적으로 가파르게 성장하며 에너지 소비 역시 연평균 2.4% 증가하였으나, 2010~2020년 기간은 세 요인이 모두 전 기간 대비 성장이 둔화되며 가정 내 에너지 소비 역시 연평균 0.8% 수준에서 완만히 상승하였다. 이후, 2020~2024년 기간 일인당 소득이 전 기간 대비 상대적으로 더 빠르게 증가하고 가구 수 증가가 동일한 수준을 유지하였음에도 불구하고, 2022년 이후 연속 소비가 하락하는 모습을 보이며 2000년 이후 가장 낮은 수준을 기록하였다.

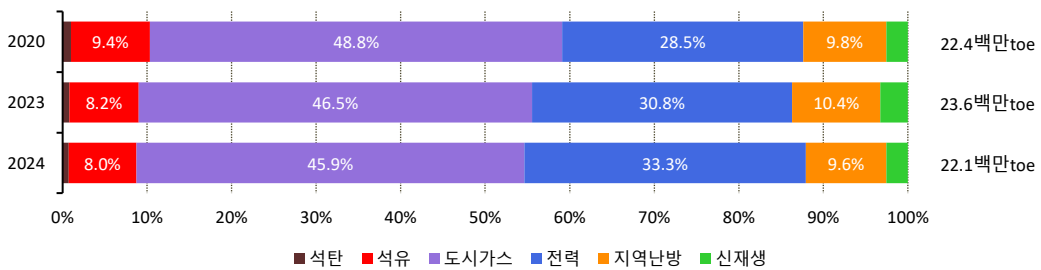
그림 2.15 가정 부문의 에너지 소비와 주요 영향 요인의 변동 추이



2024년 가정 부문에서 소비된 에너지 상품 구성을 보면 도시가스 소비 비중이 가장 크게 발생하였다. 2000년 이후 가정 부문에서 가장 많이 소비되는 에너지 상품인 도시가스로, 2024년에도 전체 에너지 소비 비중에서 가장 높은 45.9%를 차지하였다. 다만, 2020년의 도시가스 소비 비중이 48.8%이었던 것과 달리 지속적으로 소비 비중은 낮아지는 추세를 보인다. 2024

년 가정 부문에서 두 번째로 높은 소비 비중을 차지하는 에너지 상품은 33.3%의 비중을 차지하는 전기이다. 생활 편의를 위한 가전기기 보급과 기기 다양화 요인 외에도, 여름철 기온 상승으로 인한 냉방용 전기 수요 확대는 가정 부문 내 전기수요 상승을 견인하는 요인으로 작용하였다. 이에 반해 석탄, 석유는 2024년 각각 0.7%, 8.0%의 에너지 소비 비중을 차지하며 2020년 이후 지속적으로 상품 소비 비중이 하락하는 추세를 보이고 있다. 지역난방과 신재생 에너지는 2024년 전체 에너지 상품 중 각각 9.6%와 2.5%가 소비되며, 2020년 이후 소비 비중이 등락을 거듭하며 보합세를 보였다.

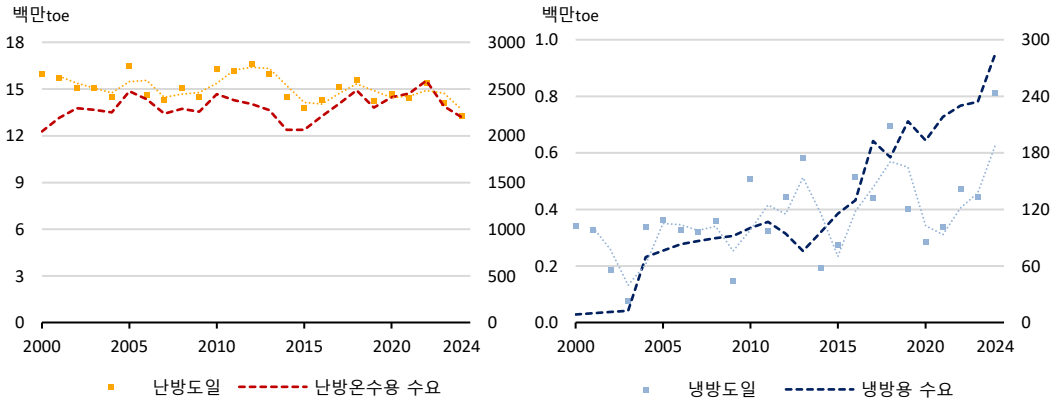
그림 2.16 가정 부문의 에너지 상품별 비중 변화



2024년 가정 부문의 에너지 소비 감소는 용도별 수요에서 난방/온수용 수요가 크게 감소한 데 따른 결과²²이기도 하다. 2024년 평균 난방도일은 2215.9를 기록하였는데, 2022년 평균 난방도일 2567.1에서 2년 연속 하락하며 난방용 수요는 전년 대비 5.0% 낮아진 13.2백만 toe를 기록하였다. 따뜻해진 겨울철 기온으로 인한 난방용 도시가스 수요 감소가 가정 부문 전체의 에너지 소비 감소를 이끈 것이다. 반면, 동기간 난방용 에너지 수요는 점진적으로 무더워지는 여름철 기온과 이러한 고온현상의 장기화로 꾸준히 증가하는 모습을 보인다. 2024년 여름철 전국 평균 기온은 1973년 이래 가장 높은 25.6℃을 기록하였으며, 고온다습한 여름이 6월부터 장기간 지속되었기 때문이다 (기상청, 2024). 2022년 냉방도일은 141.9수준이었으나, 2024년 냉방도일은 243.5로 크게 상승하며 냉방용 수요 역시 전년 대비 21.7% 늘어난 1.0백만 toe까지 증가하였다. 이와 같이 가정 부문의 에너지 수요는 외기 온도와 동조성이 더욱 강화되는 모습을 보이며, 여름철 기온 상승에 따른 냉방용 전기 수요가 지속 확대될 것으로 보인다.

²² 가정 부문의 용도별 수요는 에너지 상품별 소비와도 밀접한 연관성을 가진다. 난방/온수용은 도시가스와 지역난방, 냉방용 수요는 전기를 중심으로 소비되기 때문이다.

그림 2.17 가정 부문 난방/온수용 및 냉방용 에너지 소비와 냉난방도일 추세

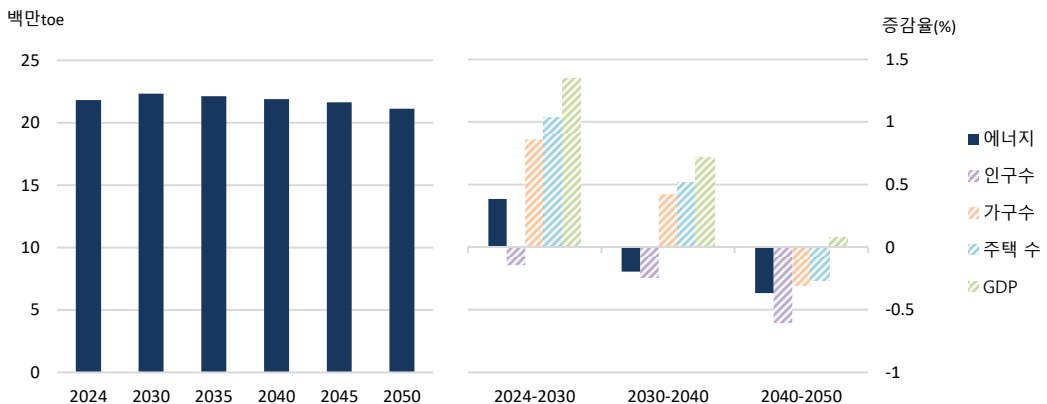


3.2. 에너지 수요 전망

□ 가정 부문 에너지 수요는 2024년 이후 연평균 0.1% 감소하여 2050년 21.1백만 toe로 하락

2050년 가정 부문의 에너지 수요는 2024년 21.8백만 toe에서 소폭 하락한 21.1백만 toe를 기록할 것으로 전망된다. 2020년 이후 지속된 인구 감소에도 불구하고 1인 가구 증가에 따른 가구 수와 주택 수의 증가, 경제 성장의 요인 등의 요인으로 2030년까지 에너지 수요는 22.3백만 toe까지 소폭 늘어난다. 그러나 이후 따뜻해지는 겨울 기온과 인구 감소 영향으로, 2030년 이후 가정 부문의 에너지 소비는 지속 하락할 것으로 예상된다.

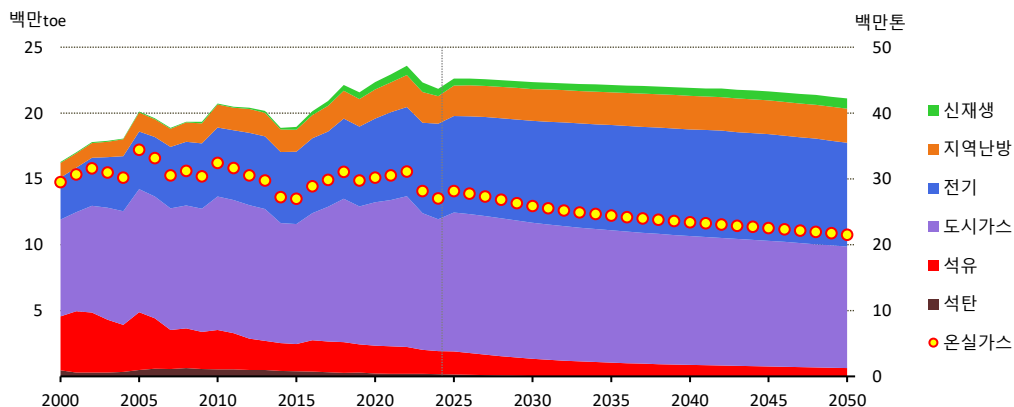
그림 2.18 가정 부문 에너지 수요, 가구당 수요, 일인당 수요 전망



구체적으로, 전망 기간 인구 감소의 효과가 누적되며 점진적인 에너지 감소를 이끌 것으로 예상된다. 2024~2030년 기간 인구는 연평균 0.1% 감소하지만, 1인 가구의 확대로 가구 수는 0.9%, 주택 수는 1.0% 증가하며 가정 부문 내 연평균 0.4%의 에너지 소비 증가를 가져온다. 2030~2040년 기간 가정 부문은 연평균 0.2% 인구가 상대적으로 더 빠르게 감소하며, 가구 수, 주택 수 증가세는 각각 0.4%, 0.5%로 둔화된다. 이에 따라, 에너지 소비는 감소세로 전환되며 동 기간 에너지 소비는 연평균 0.2% 하락하며 2040년 21.9백만 toe까지 낮아진다. 이후 2050년까지 인구가 평균적으로 0.6% 빠르게 감소하면서, 가구수와 주택 수는 감소세로 전환되어 연평균 0.3% 줄어든다. 가정 부문의 에너지 소비 역시 연평균 0.4% 빠르게 줄어들어 21.1백만 toe까지 낮아질 것으로 분석된다.

한편, 가정 부문의 점진적인 저배출 에너지 상품 사용 확대로, 온실가스 배출량²³은 2050년까지 21.5백만톤-CO₂eq까지 낮아질 것으로 전망된다. 지난 기간 가정 부문은 에너지 소비 증가와 함께 온실가스 배출량 역시 상승하는 경향을 보였으나, 최근 가정 부문의 석탄, 석유 사용의 급격한 감소세에 더불어 도시가스 사용 비중 역시 낮아지는 추세가 2024년 이후에 더 빠르게 발생하기 때문이다. 전망 기간 온실가스 배출이 많은 석탄은 가정 부문에서 가장 빠르게 퇴출되고, 석유, 도시가스 역시 지역난방, 전기, 신재생 등 직접 배출이 없는 에너지 상품으로 대체되며 가정 부문의 점진적인 온실가스 배출 감소를 견인한다. 다만, 전망 기간의 에너지 상품 소비 구성의 변화와 이로 인한 온실가스 배출 감소 추세는 국가 온실가스 감축 이행 목표 수준과는 상당한 격차가 존재하는 것으로 판단된다.

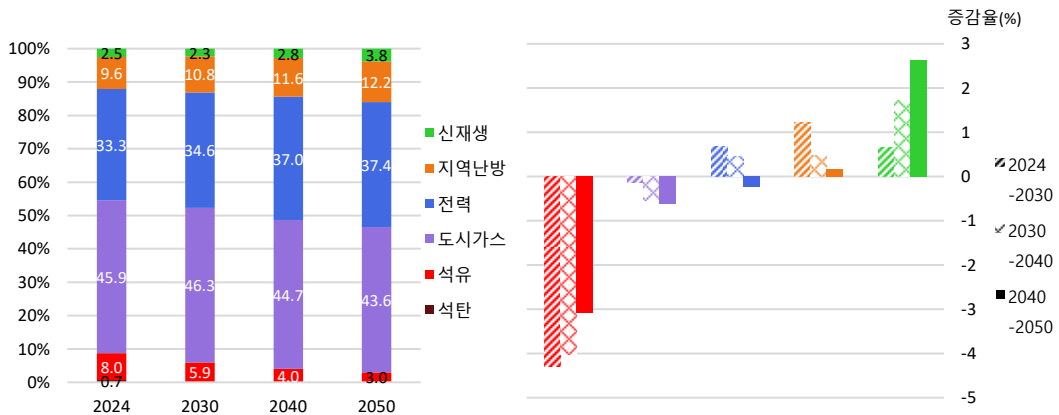
그림 2.19 가정 부문 에너지 상품별 수요와 온실가스 직접 배출 전망



²³ 가정 부문 온실가스 배출량은 에너지 통계에서 가정 부문에서 사용된 최종 소비만을 대상으로 하기 때문에 직접 배출만을 포함하며, 가정에서 소비되는 전기나 열 사용에 의한 간접 배출은 포함하지 않는다. 또한, 국가 온실가스 인벤토리의 산정 체계를 준용하였으나 일부 차이는 존재할 수 있으나 전반적인 경향성은 동일하다.

전망 기간 에너지 상품 소비 변화는 화석연료 사용 비중이 2050년까지 46.6%까지 완만하게 감소하는 것으로 나타났다. 지난 동안 가정 부문에서 가장 많이 소비된 에너지 상품은 도시가스이며, 2050년까지도 이러한 지위는 지속되지만 비중 자체는 점차 하락해 43.6%로 낮아질 것으로 예상된다. 전망 기간 지속되는 에너지 전환 추세와 더불어 평균 기온 상승으로 난방/온수용 에너지 공급을 위한 도시가스 사용이 감소하기 때문이다. 2030년까지 도시가스는 연평균 0.1% 소폭 감소하여 10.3백toe가 소비되지만 비중은 46.3%으로 낮아진다. 이후, 연평균0.6% 수준의 빠른 감소세를 보이며 2050년 소비량은 9.2백만 toe, 비중은 43.6%까지 줄어든다. 2024~2050년 기간 동안 석유는 연평균 3.8% 빠르게 감소하며, 2050년에는 소비량이 0.6백만 toe, 비중은 3.0%까지 축소될 것으로 분석된다.

그림 2.20 가정 부문 에너지 상품별 수요 증감 비교



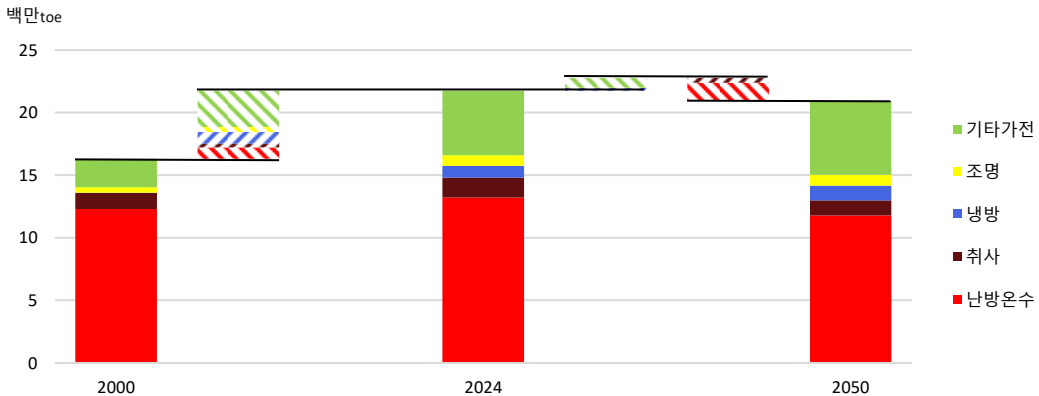
이에 반해, 전망 기간 가장 높은 에너지 소비 증가와 비중 확대를 보이는 에너지 상품은 전기에 해당한다. 2024년 가정 부문에서 전기 소비는 7.3백만 toe로 전체의 33.3% 비중을 차지하였다. 전망 기간 냉방용 전기 수요 확대와 가전기기 보급 및 다양화 등의 요인으로 2024~2050년까지 전기 사용은 연평균 0.3% 증가하여 7.9백만 toe가 소비되고 비중은 37.4%까지 늘어난다. 그러나 전기 수요 수준은 2040년 이후 소폭 하락하는 경향을 보이는데 이는 건물 부문의 자가발전 확대에 의한 신재생에너지로 대체된 데 따른 결과이다. 신재생에너지는 2024년 0.6백만 toe의 가정 내 수요가 발생하였으며, 2050년에는 0.8백만 toe로 확대되어 비중도 3.8%까지 높아진다. 마지막으로 가정 부문에서 발생하는 지역난방 수요는 2024년 전체의 9.6%에 해당하는 2.1백만 toe였으나, 2040년까지 2.5백만 toe까지 늘어나며 전환기 에너지 상품으로 활용된다. 이후, 2050년까지 수요는 2.6백만 toe까지 감소하지만 가정 부문 자체의 에너지 소비 감소 추세로 인해 비중은 12.2%까지 늘어날 것으로 분석된다.

3.3. 용도별 에너지 수요

□ 난방/온수용, 취사용 수요는 감소하며 냉방용과 기타 가전기기 수요는 증가

2024년 가정 부문에서 발생하는 난방/온수용 수요 비중은 전체의 60.8%에 이르지만, 평균 기온 상승과 함께 난방/온수용 에너지 수요는 2050년 56.2%까지 감소할 전망이다. 과거 2000년은 난방/온수용 에너지 소비 비중이 75.4%를 차지하며 수요 역시 12.3백만 toe로 높게 발생하였다. 2024년 난방/온수용 에너지 수요는 13.2백만 toe까지 높아졌으나, 생활 편의를 위한 가전과 냉방 기기의 보급의 확대에 의해 다른 용도의 에너지 소비가 더 크게 증가하며 비중은 60.8%까지 낮아진 것이다. 그리고 이러한 비중 축소는 2050년까지 지속되어 난방/온수용 비중은 56.2%까지 감소하고 소비 수준 역시 11.8백만 toe로 줄어들 것으로 분석된다. 취사용 에너지 수요 역시 난방/온수용 에너지와 유사한 추세를 보인다. 2024년 취사용 에너지 수요는 1.6백만 toe이며 비중은 7.3%로, 2000년 1.3백만 toe와 7.9%에 비해 소비량은 늘고 비중은 축소되는 모습을 보였다. 2024년 이후로는 취사용 에너지는 인구 감소와 1인 가구 확대, 외식 확대 등으로 인해 수요는 1.2백만 toe까지 감소하고 비중도 5.8%까지 낮아질 것으로 예상된다.

그림 2.21 가정 부문 용도별 에너지 수요 비중 변화



지난 기간 우리나라의 경제 성장과 함께 가정 부문 내 냉방용 수요를 포함한 가전기기용 에너지 수요는 큰 폭으로 확대되었고, 이 추세는 전망 기간 지속될 것으로 보인다. 경제성장으로 인한 생활 편의를 위한 가전기기 보급 확대와 더불어, 건조기, 식기세척기, 스타일러 등 새롭고 다양한 가전기기의 도입은 이러한 추세를 이끄는 원인이 되었다. 2000년 가정 부문 내 냉방용 수요는 거의 존재하지 않았으나, 2024년 1.0백만 toe까지 증가하며 전체 용도에서 4.4%

의 비중을 차지하였다. 전망 기간 평균 기온 상승으로 냉방용 에너지 수요가 지속 증가해 2050년 1.2백만 toe에 달하며 비중 역시 5.7%까지 높아질 것으로 분석된다. 냉방용 가전기기 외, 가정 내 사용되는 다양한 가전기기로 인해 기타 가전기기 수요 역시 2024년 5.1백만 toe에서 2050년 5.9백만 toe로 늘어날 것으로 판단된다. 마지막으로 조명용 에너지 수요는 2024년 0.8백만 toe에서 2050년 0.9백만 toe로 소폭 증가할 것으로 분석된다.

글상자 2.3 히트펌프 보급 활성화 방안

정부조직 개편으로 새롭게 출범한 기후에너지환경부는 2025년 12월 16일 ‘히트펌프 보급 활성화 방안’을 발표하며 열에너지의 본격적인 탈탄소화를 예고하였다 (기후에너지환경부, 2026). 기후에너지환경부는 출범과 함께 열산업혁신과를 신설하고, 전체 에너지 소비의 절반을 차지하는 열에너지의 탈탄소화를 핵심 정책 과제로 제시하면서, 그 최우선 실행 과제로 히트펌프 보급 활성화를 명시하였다. 특히 2035년까지 히트펌프 350만 대를 보급하겠다는 구체적인 목표를 제시함으로써, 그간 상대적으로 선언적 수준에 머물렀던 건물 부문 감축 전략과는 차별화된 접근을 보여준다는 점에서 의미가 크다.

히트펌프 보급 활성화 계획은 크게 네 가지 방안을 포함한다. 첫째, 히트펌프 우선 보급 대상의 선별이다. 지역적으로는 도시가스 난방이 공급되지 않는 지역을 우선 보급 대상 지역으로 구체화하였다. 일반적으로 도시가스 미보급 지역은 전체 주택 유형 중 단독주택과 다세대주택의 비중이 높으며, LPG나 연탄 등 상대적으로 온실가스 배출이 많은 화석연료 기반의 개별 난방설비를 사용하는 경우가 많다. 이는 도시가스나 지역난방이 주로 보급된 도시지역의 아파트나 오피스텔 등 대규모 공동주택에 비해, 소규모 공기열 히트펌프로의 난방설비 교체가 상대적으로 용이하기 때문이다. 또한 히트펌프 보급과 태양광 설치를 병행함으로써, 건물 부문의 온실가스 배출을 저감하는 동시에 주택 및 공공시설의 에너지 자립도 향상도 도모하고자 하였다.

둘째, 히트펌프 보급의 주요 장애 요인에 대한 제도적 해소 방안 마련이다. 현재 전 세계적으로 가장 보편화된 히트펌프 열원 기술은 공기열 기반이다. 그러나 우리나라에서는 공기열이 재생에너지에 포함되지 않아, 이러한 법적 제약이 공기열 히트펌프 확산의 주요 장애 요인으로 지적되어 왔다. 공기열의 재생에너지 인정 여부는 건물 부문의 에너지 자립 기준 충족은 물론, 재생에너지 보급과 관련된 재정 인센티브 수혜 요건에도 영향을 미친다. 따라서 관련 법 개정을 통해 건물 부문의 히트펌프 기반 감축에 제도적 인센티브를 제공하는 한편, 상대적으로 높은 초기 비용이 요구되는 히트펌프의 가격 경쟁력도 일정 부분 보완할 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 히트펌프의 시장 경쟁 대상과 관련된 제도 개선이다. 히트펌프는 건물 부문 탈탄소화를 위한 주요 감축 수단인 만큼, 그 시장 경쟁 대상은 본질적으로 화석연료 기반 난방설비에 해당한다. 그러나 현재도 연탄을 겨울철 난방 수단으로 사용하는 저소득 가구에 대해 에너지 복지 차원의 보조금이 지급되는 등, 건물 부문에서는 화석연료 사용을 지원하는 제도가 일부 유지되고 있다. 이번 활성화 방안은 화석연료 난방에 대한 보조사업을 단계적으로 축소하는 동시에, 히트펌프 보급 여건을 개선함으로써 화석연료 기반 난방설비의 점진적 전환을 유도하려는 정책 방향을 담고 있는 것으로 보인다.

마지막으로, 히트펌프 산업생태계의 활성화이다. 히트펌프를 비롯한 대부분의 신규 감축기술은 아직 기존 기술을 충분히 대체할 만큼의 기술 성숙도를 확보하지 못했거나, 기존 기술과 견줄 만한 가격 경쟁력을 갖추지 못한 경우가 많다. 기술 개발의 지연과 낮은 가격 경쟁력으로 인해 신규 감축기술의 확산은 더디게 이루어지고 있으며, 이에 따라 온실가스 감축 성과 또한 지연되고 있다. 이러한 점에서 히트펌프 보급 활성화를 위해 우선적으로 해결되어야 할 과제는 기술 성숙도 제고와 이를 기반으로 한 가격 경쟁력 확보라고 할 수 있다. 이번 활성화 방안은 핵심 기술에 대한 연구개발과 실증 확대를 통해 히트펌프 산업생태계의 기반을 구축하고 이를 강화하는 데 초점을 두고 있는 것으로 판단된다.

4. 서비스 부문

4.1. 에너지 소비 추이 및 동향

- 서비스 부문 에너지 수요는 코로나19 이전 수준까지 회복되었으며, 기온 변화가 미치는 영향이 강화²⁴

서비스 부문은 국가 경제 규모 확장과 생활 수준 향상과 함께 이루어진 서비스 산업의 지속적인 성장과 더불어 2000년대 이후 에너지 소비가 꾸준히 증가하였으며, 2000~18년 기간 산출액은 연평균 4.8%, 에너지 소비는 연평균 1.6%의 증가가 나타났다. 특히 2000년대 초중반 주5일 근무제가 본격화된 이후 주말 활동과 여가 생활의 중요도가 높아지며 가계의 소비 환경이 변화되었고, 소비자들의 서비스에 대한 수요도 보다 다양하고 구체적으로 변화하며 서비스 부문 업종의 성장과 함께 서비스의 세분화와 전문화가 이루어지고 있다. 특히 국내 여행 수요 및 외식 수요 증가의 영향을 받은 음식·숙박업, 온라인 구매 활동의 가파른 증가의 영향을 받은 운수·보관업, 사교육 영역을 중심으로 확대된 교육 콘텐츠와 플랫폼의 영향을 받은 교육서비스업, 건강에 대한 관심 증대와 평균연령 상승의 영향을 받은 보건·사회복지업, 모바일 기기의 빠른 보급과 네트워크 수요 확대로 서비스 영역이 확대된 정보통신업, 여가활동 확대에 따른 예술·스포츠·여가서비스업까지 모든 서비스 부문 업종에서 산출액 증가와 에너지 소비량의 증가가 빠르게 나타났다.

최근 코로나19의 영향으로 2020년의 서비스 산출액은 전년에 비해 일시적으로 감소하였으나, 이후 빠르게 성장세가 회복되었다. 한편, 에너지 소비량은 2018년 24.9백만 toe로 고점을 달성한 이후 2024년까지 그보다 낮은 수준의 에너지 소비량을 기록하고 있다. 2019년은 2018년에 비해 난방도일(-8.7%)과 냉방도일(-42.4%)이 크게 감소하여 산출액이 증가하였음에도 에너지 소비량은 전년 대비 4.6% 감소하였고, 2020년에도 코로나19의 영향으로 2019년 대비 4.8% 에너지 소비량이 감소하여 2020년의 에너지 소비량은 2018년보다 9.2% 감소하였다. 서비스 부문의 산출액 회복과 함께 서비스 부문의 에너지 소비도 2021년부터 증가하고 있으며 2020년까지 감소한 규모가 커서 2024년의 에너지 소비량은 24.5백만 toe로 2018년보다 낮지만 비슷한 수준까지 증가하였다.

²⁴ 서비스 부문은 민간서비스와 공공서비스를 모두 포함하며, 에너지밸런스의 상업 부문과 공공 부문을 의미한다.

그림 2.22 서비스 부문 에너지 수요 및 산출액, 난방도일 전년 대비 변화율(%) (2000~24년)

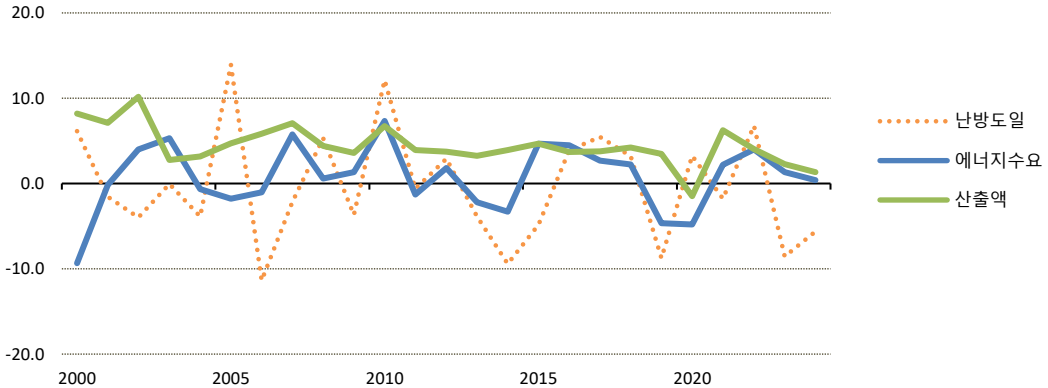


그림 2.22에 나타나듯 2000년 이후로도 서비스 부문의 산출액은 양적으로 성장하고 있으나 그 속도는 점차 완만해지고 있다. 그리고 과거에는 에너지 소비량 변화가 산출액 변화와 유사하게 나타났던 것과 달리 최근에는 기온 변화가 서비스 부문 에너지 소비에 미치는 영향이 점차 커지고 있다. 특히 난방도일과 서비스 부문 에너지 수요의 변화율을 비교하였을 때, 2010년까지는 큰 유사성이 나타나지 않았지만, 2010년 이후로는 두 변수의 변화 방향이 같을 뿐 아니라 변화율 수치도 유사한 수준으로 나타나고 있다. 이러한 현상에는 서비스 부문에서의 에너지 원단위가 2020년대에 들어서며 10년 전보다 30% 이상 개선되어 산출액 변화가 에너지 소비에 미치는 영향이 작아진 것도 일부 기여한 것으로 보인다. 서비스 부문 업종에서 적절한 서비스 환경 조성을 위한 기온 유지의 중요도가 높아진 만큼 앞으로도 기후 요인에 따른 에너지 소비량 변화가 연도별 에너지 소비 패턴에 강하게 영향을 미칠 것으로 예상된다.

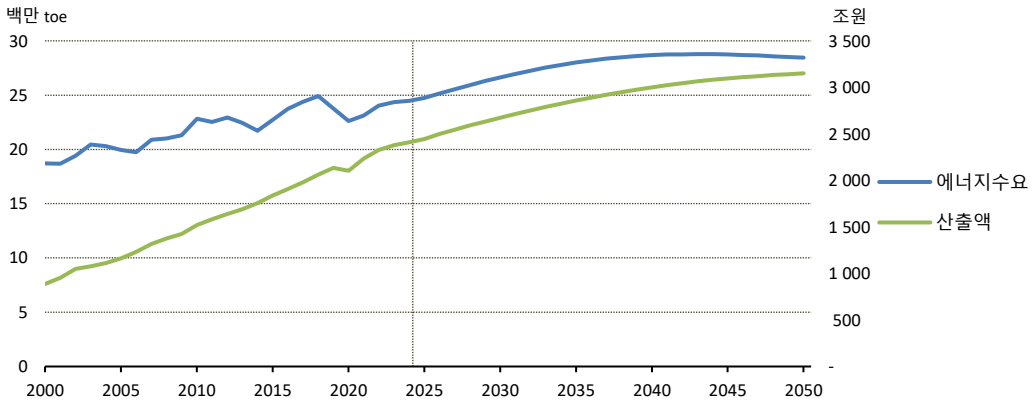
4.2. 에너지 수요 전망

□ 서비스 부문 에너지 수요는 전망 기간 연평균 0.6% 증가하여 2050년에 28.4백만 toe에 도달

REF에서 전망 기간인 2024~50년 동안 서비스 부문의 산출액은 연평균 1.0%의 지속적인 성장세를 유지할 것으로 전망되었으며, 서비스 부문의 에너지 수요는 연평균 0.6%로 산출액보다 낮은 수준의 성장 속도를 보일 것으로 전망되었다. 에너지 수요는 2035년을 기준으로 2024~35년 기간에는 연평균 1.2% 성장하여 에너지 소비 증가세가 유지되지만 2035년 이후로는 연도별 증가율이 점차 하락하여 2035~50년에는 연평균 에너지 소비 증가율이 0.1%로 나타나 장기적으로 소비 추세가 유지되고, 전망 결과에 따르면 2043년에 서비스 부문의 에너지 수요는 최고점을 달성한 이후 점차 수요량이 감소한다. 이러한 현상은 서비스 부문 전반에서

에너지 전환과 에너지 효율 향상이 지속적으로 이루어짐에 따라 2040년대 들어서며 각 업종의 에너지 소비량이 하락세로 전환된 영향을 크게 반영하고 있다. 특히 세부 업종 중 도·소매업, 교육 서비스업, 기타 서비스업에서 에너지 소비 감소세가 크게 나타났다. 보건·사회복지업과 정보통신업에서 각각 고령화 및 평균 수명 상승, 데이터센터 증설 등의 요인으로 에너지 수요가 2030년대 빠르게 증가하는 것이 전망에 반영되었으나, 두 업종에서도 2040년대에는 에너지 소비 증가세가 둔화되며, 그로 인해 서비스 부문의 에너지 총수요도 감소하는 추세가 나타나게 되었다.

그림 2.23 서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 전망 추이



□ 대부분 업종에서 에너지 수요량은 2040년대 초반 고점 달성 이후 하락세로 전환되며, 정보통신업의 에너지 소비는 지속적인 증가 전망

서비스 부문 업종의 대부분은 가계가 가장 주요한 소비자이기 때문에 가계를 구성하는 인구 구성 변화에 따라 업종별 산출액과 에너지 소비 패턴이 큰 영향을 받을 수 있다. 특히 우리나라는 2024년에 이미 65세 이상 인구 비율이 20%가 넘는 초고령화 사회에 접어들었고, 근래 급격히 낮아진 출산율이 단기간에 회복될 것으로 기대하기 어려운 가운데 향후 20년 후에는 40대 이하 인구 비율이 매우 적은 형태로 인구 구성이 변할 것으로 예상되고 있어 서비스 부문에 대한 미래 수요 특성이 매우 달라질 것으로 예상된다. 예를 들어 평균 수명의 증가와 건강 관리에 대한 지속적인 관심으로 인해 보건·사회복지업에 대한 수요는 지속적으로 확대될 것으로 예상되는 반면, 취학인구에 해당하는 청소년, 청년 인구 규모가 빠르게 감소하면서 교육 서비스업에 대한 수요는 상대적으로 감소할 수 있다. 또한 사회 전체의 평균연령이 높아짐에 따라 자연스럽게 외출 활동의 빈도도 감소할 것으로 전망되며, 그로 인해 음식·숙박업, 예술·스포츠·여가서비스업 등도 직간접적인 영향을 받을 것으로 예상된다.

한편, 서비스 부문에서도 노동 효율화, 자동화가 빠르게 이루어지며 투입 요소로서의 노동이 자본과 에너지로 대체되는 현상이 가속화되고 있고, 이러한 현상은 서비스 부문의 에너지 소비량을 보다 증가시킬 수 있는 요소가 될 것으로 예상된다. 그렇지만 서비스 부문 생산자가 비용을 최소화하기 위한 의사결정을 할 것을 고려한다면, 기존 설비를 대체하는 신규 설비는 더 높은 에너지 효율과 낮은 유지 비용을 가질 것이기 때문에 서비스 부문에서 부분적으로 이루어지고 있는 생산 형태의 변화가 서비스 부문 에너지 원단위가 지속적으로 개선되는 추세에 반대되는 영향을 강하게 미치지 않을 것으로 보인다.

서비스 부문 전체로 보았을 때 산출액의 지속적인 성장에 힘입어 에너지 수요량도 전망 기간 최고점에 이르는 2043년까지 지속적으로 증가하지만, 20년 이상의 장기 시점에서는 인구 구조 변화와 지속적인 에너지 효율 향상으로 인해 에너지 수요량 증가가 정체되거나 점차 감소세로 돌아설 것으로 전망되었다. 이러한 에너지 수요 전망 형태는 서비스 부문의 각 업종에서도 유사하게 나타나며, 업종 특성에 따라 에너지 수요량이 더 빠르게 고점에 이르거나 더 빠른 속도로 감소하기도 하였다.

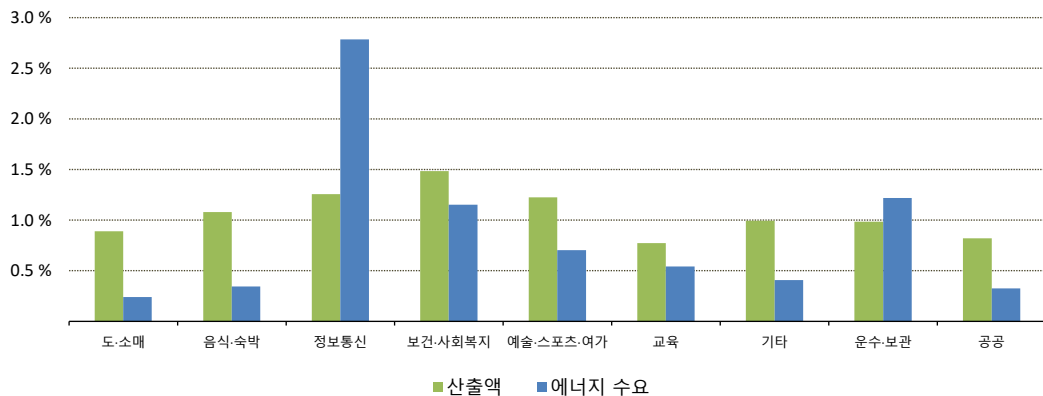
업종별로 구체적인 변화를 살펴보았을 때, 서비스 부문에서 2024년 기준 에너지 소비 비중이 큰 도·소매업, 음식·숙박업, 기타 서비스업은 2040년대 초반까지 에너지 소비량이 지속적으로 증가하다가 그 이후 점차 감소하는 추세가 나타난다. 각 업종에서 산출액은 2024~50년 기간에 도·소매업은 연평균 0.9%, 음식·숙박업은 연평균 1.1%, 기타 서비스업은 연평균 1.0%로 꾸준한 증가세가 나타나지만, 에너지 수요량은 같은 기간에 도·소매업은 연평균 0.2%, 음식·숙박업은 연평균 0.3%, 기타 서비스업은 연평균 0.4%로 산출액 증가율 대비 낮은 에너지 소비 증가율이 나타날 것으로 전망되었다. 이 세 업종은 향후 업종 단위의 큰 특성 변화는 나타나지 않을 것으로 예상되며, 도·소매업과 기타 서비스업은 에너지 소비에서 전기가 차지하는 비중이 높아 전기 기반 설비의 효율 개선 효과를 크게 받아 에너지 원단위가 지속적으로 하락할 것으로 예상된다. 한편, 음식·숙박업에서는 취사 용도에서의 화석연료 기반의 에너지 소비가 전기로 일부 전환됨에 따른 효과로 에너지 소비 효율 개선이 나타나 에너지 원단위가 하락할 것으로 전망된다.

예술·스포츠·여가서비스업과 운수·보관업은 위 세 업종에 비해 에너지 소비량이 증가하는 속도는 빠르지만 에너지 소비량이 많지는 않아 증가하는 소비량의 규모는 크지 않으며, 2030년대에 에너지 소비량 증가가 크게 나타나지만 위 세 업종과 비슷하게 2040년 전후로 최고점을 달성하고 점차 소비량이 감소하는 에너지 소비량 변화 양상을 보인다. 2024~50년 기간에 예술·스포츠·여가서비스업의 산출액은 연평균 1.2%, 에너지 소비량은 연평균 0.7% 증가하고, 운수·보관업의 산출액은 연평균 1.0%, 에너지 소비량은 연평균 1.2% 증가한다. 두 업종은 문화

및 스포츠 활동, 취미 활동, 온라인 쇼핑 등 최근 사회 구성원의 일상생활 변화와 밀접한 연관성을 가지고 있어 중단기에 빠른 성장세가 나타날 것으로 예상되지만, 서비스 제공을 위한 인프라 규모가 가구수, 인구수와 밀접한 연관성을 갖기 때문에 서비스 공급량의 고점을 달성한 이후에는 에너지 소비도 자연스럽게 하락세로 접어들 것으로 예상된다.

공공 서비스에서도 위와 비슷한 에너지 수요 변화 양상이 나타난다. 공공 서비스의 에너지 수요는 공공행정·국방서비스업, 수도서비스업, 그리고 가로등에서의 에너지 소비를 합산하여 도출된다. 공공행정·국방서비스업과 수도서비스업에서는 해당 업종의 산출액 성장 전망과 더불어 2040년 전후까지 에너지 소비량이 상승한 이후 하락세로 돌아서며, 가로등은 현재 보급 수량 대비 신규 공급량의 증가분이 미미하여 전반적인 효율 향상에 따라 향후 완만하게 에너지 소비량이 감소할 것으로 전망되었다. 공공 서비스의 산출액은 공공행정·국방서비스업 기준으로 전망 기간 연평균 0.8% 증가하며, 에너지 소비량은 공공 서비스 전체에서 연평균 0.3% 증가한다.

그림 2.24 2024년~2050년 서비스 부문 주요 업종 산출액과 에너지 수요의 연평균 증가율



교육서비스업도 다른 업종과 유사하게 2040년 전후까지 에너지 소비량이 증가하고, 그 이후 감소하는 추세가 나타나지만, 산출액의 장기적인 증가율은 다른 업종보다는 낮은 수준으로 전망되었다. 교육서비스업의 가장 주요한 소비자인 학령인구(6~21세)가 인구 감소 및 인구 구조 변화와 함께 빠르게 감소할 것으로 예상되고 있어 교육서비스업의 산출액 증가에는 한계가 있을 것으로 보인다. 한편, 작년의 장기 에너지 전망에서 교육서비스업의 2050년까지 산출액 증가율은 음수로 나타났었지만, 올해의 전망에서는 경제 및 산업 구조 전망이 수정됨에 따라 교육서비스업도 장기적으로 산출액이 증가하는 것으로 조정되었다. 교육서비스업의 핵심 수요자인 학령인구는 감소가 전망되나, 학령인구 감소와 별개로 온라인을 활용한 교육서비스 시

장의 규모 자체는 확대되고 있기 때문이다. 특히 코로나 시기를 지나며 온라인 교육 수요가 크게 증가하였고, 컴퓨터 프로그래밍과 AI 활용교육 수요에 따른 반응을 시작으로 청소년이 아닌 성인을 대상으로 하는 교육 플랫폼이 다양한 형태로 운영되고 있어 교육서비스 자체에 대한 수요가 점차 감소할 것이란 전망이 수정되었다. 또한 앞으로 고령화가 가속화되며 고령층을 대상으로 한 재교육이나 재활 교육 등의 수요도 확대될 것으로 예상되어 교육서비스업의 성장세는 인구 구조 변화에도 지속될 것으로 보인다. 교육서비스업의 산출액은 2024~50년 기간 연평균 0.8% 증가하며, 에너지 수요는 연평균 0.5% 증가한다.

한편 보건·사회복지업과 정보통신업은 산출액과 함께 에너지 수요량도 가장 큰 폭으로 증가할 것으로 전망되었다. 먼저 보건·사회복지업은 평균 수명 증가와 고령 인구 증가로 인해 수요 대상 인구가 앞으로 계속 증가할 것으로 예상되며, 청·장년층에서도 건강에 대한 관심이 증가하여 관련 서비스에 대한 수요가 증가하고 있어 보건·사회복지업의 범위와 시장이 계속 확대될 것으로 예상된다. 그에 따라 보건·사회복지업은 전망 기간 산출액이 연평균 1.5% 증가하며 서비스 부문 업종 중 산출액 증가 속도가 가장 빠르고, 에너지 수요도 연평균 1.2% 증가할 것으로 전망된다. 정보통신업은 모바일 기기의 다양성과 활용도가 증가함과 동시에 서비스 업종 각 영역에서 통신 서비스에 기반한 응용 서비스를 제공하는 형태로 점차 서비스의 형태와 종류가 확장됨에 따라 정보통신업 서비스에 대한 수요는 계속 증가할 것으로 예상된다. 특히 AI의 발전에 따라 사회에서 AI가 점차 적극적으로 활용되면서 향후 10~15년 이내 국내 데이터센터 수요가 크게 증가할 것으로 예상된다. 장기 에너지 전망에서는 정보통신업 에너지 수요에 미래에 추가로 설립될 데이터센터로부터의 에너지 수요를 반영하여 전망치를 도출하였으며, 현재 논의되는 데이터센터 증설 규모를 고려하여 2040년까지 2024년의 정보통신업 에너지 수요량의 3배 이상으로 에너지 소비량이 빠르게 증가하고, 이후로는 달성된 에너지 소비 수준을 유지되는 것으로 전망하였다. 정보통신업에서 증가하는 에너지 소비량은 대부분이 데이터센터의 증설로 인해 파생된 것으로 볼 수 있으며, 그에 따라 데이터센터에서의 주요 에너지 소비 용도인 냉방과 기기/설비 용도의 에너지 소비량이 주로 증가하게 된다. 전망 기간에 정보통신업의 산출액은 연평균 1.3%, 에너지 수요는 연평균 2.8% 증가하는 것으로 나타났다.

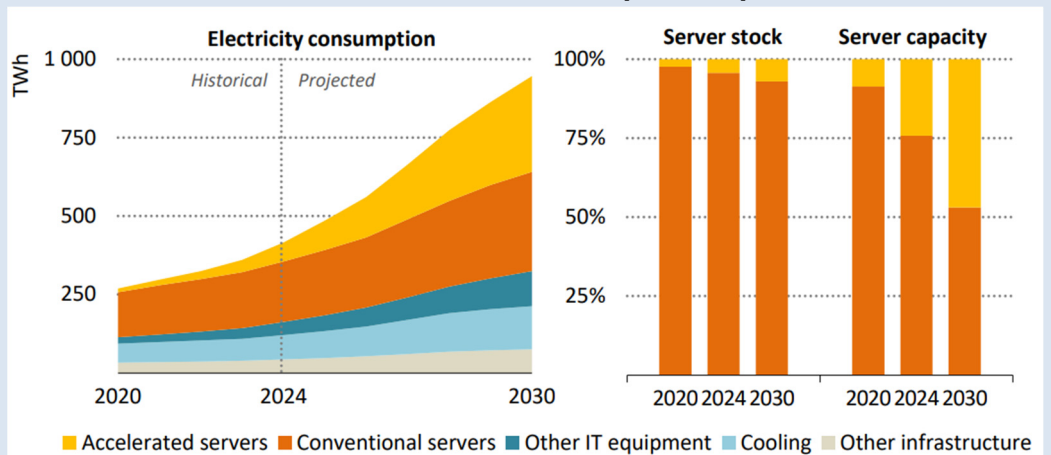
글상자 2.4 데이터센터 확산과 그에 따른 에너지 수요 증가 전망

AI의 발전이 빠르게 이루어짐에 따라 일상과 업무에서 AI가 활용되는 빈도와 범위가 크게 증가하고 있다. 그와 함께 전 세계적으로 데이터센터의 확산과 이를 위한 주요 자원의 확보가 주요 관심사 중 하나로 자리잡고 있다. 데이터센터는 정보통신 서비스를 제공하기 위한 물리적 인프라로서, 서버, 저장장치, 네트워크 설비 등 핵심 IT 자산이 집적된 공간을 의미하며, 최근 그 존재가 대중에게 인식된 것에 비해 이미 비교적 오래전부터 다양한 형태로 존재해 왔다. 데이터센터는 데이터를 저장하고, 네트워크를

통해 데이터를 주고받는 것뿐 아니라 대규모 연산을 수행하고 디지털 기반 서비스를 공급하고 관리하는 다양한 역할을 수행한다. 최근에는 AI의 적극적인 활용과 더불어 기존에 활용되던 수준 이상의 고성능 GPU에 기반한 학습 및 추론 작업이 증가하고 있으며, 그에 따라 데이터센터의 역할과 기능이 보다 고도화되고 있다. 이와 같은 변화는 데이터센터를 중심으로 한 정보통신 서비스 기반의 중요성을 더욱 높이고 있다.

데이터센터는 기본적으로 IT 장비의 운용 과정에서 많은 전력을 소비하지만, IT 기기가 작동할 수 있는 적절한 환경을 조성하기 위해 냉각 시스템 유지에도 많은 에너지가 소비된다. IT 장비는 전기 에너지를 활용해 연산을 수행하는 과정에서 회로내 전기적 손실에 의해 열이 발생하고, 점차 장비의 밀집도가 증가하고 고성능 회로를 활용함에 따라 전력 사용량이 증가하는 만큼 단위 공간당 발열량이 크게 증가하고 있다. 따라서 데이터센터에서는 장비에서 발생하는 열을 효과적으로 제거하는 것이 중요하며, 일반적으로 섭씨 18~27도 범위 온도를 유지하여 장비의 안정적인 운용과 성능 저하 및 고장 위험을 최소화한다. 데이터센터의 에너지 사용 효율 지표로는 전력 사용 효율(PUE, Power Usage Effectiveness)이 사용된다. PUE는 데이터센터의 전력 총사용량을 IT 장비가 사용한 전력 사용량으로 나눈 값이며, PUE가 1이면 데이터센터의 모든 전력이 IT 장비에서만 활용되었음을 의미한다. 기존 데이터센터의 PUE는 2.0 수준으로 평가되며, 최근에는 데이터센터 건설에 발전된 냉각 기술과 냉각을 위한 구조 설계가 적용되어 1.5 수준까지 하락하였고, 냉각 시스템은 대규모일수록 효율이 향상되기 때문에 향후 건설 예정인 대규모 데이터센터는 1.2 미만의 PUE 달성을 목표로 설계되고 있다 (COVE, 2025)

그림 2.25 IEA의 글로벌 데이터센터 전력 수요 전망 (IEA, 2025)



AI 기반의 IT 기술 및 서비스의 고도화가 가속될 것으로 예상되는 가운데, IT 서비스의 생산기반이라 할 수 있는 데이터센터 확장 수요도 전 세계에서 적극적으로 나타나고 있으며, 여러 에너지 수요를 파생하는 데이터센터의 확장이 에너지 수급 구조에 미칠 영향을 사전에 파악하고 대응하는 것은 중요한 문제이다. 이를 위해 향후 데이터센터에서 유발되는 에너지 소비를 전망하기 위한 시도가 여러 기관에서 이루어지고 있다. 가장 대표적인 결과로 IEA에서는 2025년 'Energy and AI (IEA, 2025)'를 통해 2030년까지 데이터센터에서 유발되는 전력 수요 전망을 제시하였고, 2024년의 전 세계 데이터센터에서의 전력 수요는

415TWh로 추정되었는데 2030년에는 915TWh로 2배 이상 증가하고, 용량 대비 전력 소비량이 큰 고성능 서버 자원의 확대가 전력 수요를 빠르게 증가시킬 것으로 전망하였다. 한편, 데이터센터의 전력 수요가 전 세계 전력 수요에서 차지하는 비중은 2024년 1.5%에서 2030년에 3%까지 높아질 것으로 예상되어 여전히 데이터센터가 전력 수요 자체에서 차지하는 비중은 제한적일 것으로 보인다. APEC에서도 2025년 발간한 보고서를 통해 데이터센터와 AI 활용으로 인해 유발되는 전기 수요가 2025년 대비 2035년에 약 2.5배가 될 것으로 전망하였고, 특히 한국에 대해서는 데이터센터에서의 전력 수요가 2023년 대비 2040년에 6배까지 증가할 것으로 전망하였다 (APERC, 2025).

실제 우리나라에서도 최근 데이터센터 설립과 확장에 적극적인 움직임이 나타나고 있다. 2025년 용인 죽전의 퍼시픽씨티 데이터센터가 현재 기준 가장 큰 운용 규모로 완공되었고, 카카오의 안산 데이터센터, 네이버의 춘천 데이터센터, 부산 글로벌 클라우드 데이터센터 등이 가장 대표적인 대규모 데이터센터이다. 국내 데이터센터는 국내 정보통신 산업과 전력 공급 상황 여건상 해외의 초대형급 데이터센터보다 개별 데이터센터의 규모는 작지만, 점차 증가하는 정보통신 서비스 수요에 맞추어 데이터센터 증설과 규모 확대가 이루어질 예정이다. 현재 건설이 진행 중인 대규모 데이터센터 프로젝트로는 부산 에코델타시티 AI 클러스터, SK텔레콤에서 울산 중심으로 건설 중인 AI 데이터센터, 오송의 AI·바이오 데이터센터 등이 있다. 데이터센터의 입지는 수요자가 집중되어 있는 수도권에 여전히 선호되긴 하지만, 전력 공급 안정성과 경제성 개선, 수도권 내 허가 제한 등으로 신규 데이터센터 투자가 점차 수도권 외부 지역으로 확산되고 있다.

STEM 서비스 부문 모형에서는 2024년 에너지 장기 전망을 통해 데이터센터 확산을 고려한 정보통신업에서의 에너지 수요 증가를 반영하였고, 이번 전망에서도 그에 준하는 에너지 수요 증가 추세를 반영하였다. 데이터센터의 에너지 수요 특성을 고려하여 새로운 에너지 수요는 냉방과 기기 및 설비 용도 중심으로 증가한다. 또한 AI 활용의 확대는 관련 서비스를 공급하는 정보통신업의 에너지 수요 증가뿐 아니라 AI를 활용하는 모든 업종에서 에너지 수요 증가를 유발할 수 있으며, 서비스업 전반에서 자동화·기계화 확산과 함께 주요한 에너지 수요 증가 요인이다. 이러한 요소는 서비스 부문 각 업종의 기기 및 설비 용도 에너지 소비의 원단위 개선 속도를 조정해 모형에 반영되었다.

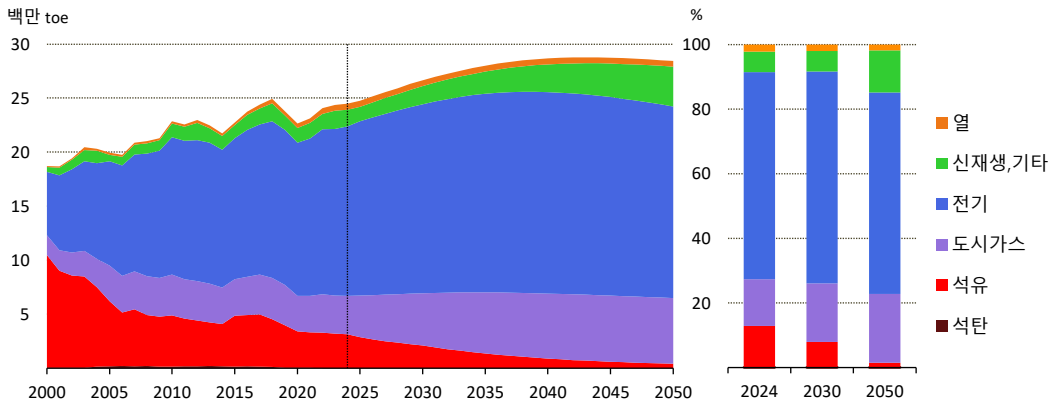
□ 높은 전기 소비 비중이 유지되며, 석유에 대한 에너지 수요가 도시가스과 신재생으로 전환

서비스 부문은 2024년 에너지 수요에서 전기가 차지하는 비중이 64.1%로 이미 전기가 가장 주된 에너지원으로 활용되고 있으며, 전기 수요가 2050년에는 2024년 대비 13.0% 증가하여 17.7백만 toe에 이르는 것으로 전망되었다. 서비스 부문에서 이용하는 설비나 기기는 그 특성상 전기를 주요 에너지원으로 활용하는 경우가 많으며, 이러한 경향은 앞으로 개발되거나 활용될 기기나 기술에도 동일하게 적용될 것으로 예상된다. 또한 노동을 대체하는 자동화 과정에서 주로 전자기기와 로봇이 활용되므로 서비스 산업의 생산 구조 자체가 전기를 더 많이 소비하는 형태로 변화하고 있다고 볼 수 있다. 한편, 전기를 활용하는 기기의 에너지 효율 향상, 건물에너지관리시스템(BEMS, Building Energy Management System) 도입을 비롯해 건물에 적용되는 에너지 효율 개선 조치, 그리고 전기 소비가 신재생에너지 활용으로 전환되는

과정 등을 통해 2050년에 서비스 부문 에너지 수요에서 전기가 차지하는 비중은 62.3%로 소폭 감소한다.

도시가스는 지속적인 도시가스 공급 인프라 확대와 석유 기반 에너지원의 전환 노력으로 서비스 부문에서 두 번째로 비중이 큰 에너지원으로 자리잡았으며, 앞으로도 소비량과 소비 비중이 계획 확대될 것으로 전망된다. 도시가스는 지속적으로 석유를 대체하는 연료의 역할을 수행할 것이며, 전기화가 적용되기 어려운 대규모 난방·급탕이나 일부 취사 용도 등의 영역에서 상대적인 저배출 에너지원으로서 활용될 것으로 예상된다. 도시가스의 수요량은 2024년 대비 2050년에 약 71.2% 증가하여 6.1백만 toe를 달성하고, 서비스 부문 에너지 소비에서 차지하는 비중도 2024년 14.5%에서 2050년 21.3%로 증가한다.

그림 2.26 서비스 부문 에너지 상품별 수요 추이 및 전망



신재생에너지는 온실가스 감축목표 달성을 위한 정부 보급 정책의 영향으로 소비량과 소비 비중이 빠르게 증가할 것으로 예상된다. 특히 2010년대부터는 공공기관 중심으로 신재생 에너지 설치 의무화 제도가 시행되고, 제도의 적용 대상과 공급 의무 비율이 확대되는 등 정부는 신재생에너지 보급 지원을 넘어 신재생에너지 활용 의무를 부과하여 신재생에너지의 소비 비중을 높이기 위해 힘쓰고 있다. 특히 건물을 중심으로 적용되는 신재생에너지 보급 정책은 향후 민간 부문으로 확장이 예정되어 있으며, 그린리모델링 지원 사업의 지속, 제로에너지건 축물 의무화 제도 확대와 함께 건물에서의 자가발전 활용 비중이 높아지는 것이 전망 과정에 반영되었다. 또한 정부의 히트펌프 보급 활성화 정책 기조도 전망에 반영되어 신재생 및 기타 에너지 소비 증가 추세에 기여하였다. 그로 인해 서비스 부문에서 신재생에너지의 수요량은 2024년 대비 138% 증가하여 3.7백만 toe에 이르며, 소비 비중도 2024년 6.3%에서 2050년 13.0%로 크게 증가할 것으로 전망되었다.

서비스 부문에서 석유는 주로 난방과 LPG를 활용한 취사, 급탕 등에 활용되었으나 시설 현대화 과정에서 자연스럽게 가스와 전기로 에너지원이 대체되면서 수요량과 수요 비중이 빠르게 감소하였다. 석유를 에너지원으로 활용하는 기기, 설비, 건물 등은 대체로 연식이 오래되어 시간이 지나며 자연스럽게 새로운 기기, 설비, 건물이 도입되는 과정에서 서비스 부문에서의 석유 수요는 감소할 것이며, 더욱이 온실가스 감축목표를 달성하는 과정에서 다른 에너지원으로의 전환이 보다 가속화될 것으로 예상된다. 그에 따라 서비스 부문에서 석유의 수요량은 2024년 대비 87% 감소하여 2050년에 0.4백만 toe가 될 것으로 전망되었으며, 2024년에 12.8%를 유지하던 소비 비중도 2050년에는 1.5%까지 하락한다.

석탄은 서비스 부문에서는 거의 소비량이 없으며, 현존하는 소비량도 이후 점차 감소할 것으로 전망되었고, 국내 석탄 광산 폐광 및 석탄발전 폐쇄 기조에 맞추어 2040년 이후 실질적인 석탄 소비는 이루어지지 않는 것으로 반영되었다. 지역냉난방 활용을 의미하는 열 에너지는 전망 기간 소비량의 큰 변화 없이 아주 미미한 감소세가 나타나며, 소비 비중이 2024년 2.3%에서 2050년 1.9%로 감소한다. 열에너지 네트워크 확산 정책이 검토되고 있으나, 정책의 주요 대상은 주택과 산업단지이며, 상업·공공 부문에서는 앞서 설명한 자가발전 확대나 히트펌프 활용 확대가 보다 주요한 감축 수단으로 여겨지고 있어 지역냉난방이 앞으로 더 비중이 확대되지는 않을 것으로 예상된다.

□ 서비스 부문의 온실가스 배출²⁵은 에너지 수요 증가 추세에도 소폭 감소 전망

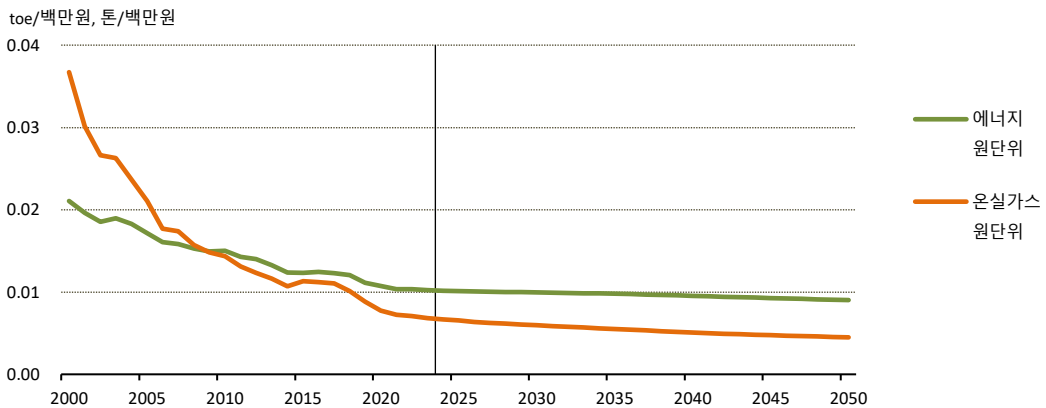
서비스 부문은 2000년대부터 지속적으로 전기화가 이루어져 왔으며, 특히 에너지 소비에서 석유의 비중이 감소함에 따라 온실가스 배출량이 비약적으로 감소하였다. 서비스 부문의 온실가스 배출은 전기와 열 에너지 소비에 따른 간접 배출은 포함하지 않고 직접 배출만 고려하기 때문에 에너지 소비량 증가에도 에너지 전환에 따른 온실가스 배출량 감소 추세가 더 크게 나타나고 있다. 최근 서비스 부문의 에너지 수요는 산출액보다도 기후 요인의 영향을 받는 측면이 있어 냉·난방 수요 변화에 따라 온실가스 배출량에도 변동이 나타나고 있지만 지속적인 온실가스 배출량 감소세는 유지될 것으로 전망된다. 서비스 부문의 온실가스 배출량 감소 전망은 지속적인 석유 소비량 감소 추세와 신재생에너지 보급 확대, 에너지 소비 효율 개선으로 인한 서비스 부문 전반의 배출계수 하락에 기인하고 있다. 전망 결과에 따르면 서비스 부문의 온실가스 배출량은 2030년대 초반까지 아주 천천히 증가하다 그 이후로는 지속적인 감소

²⁵ 서비스부문 온실가스 배출량은 직접 배출만을 포함하여 전기나 열(지역난방) 소비에 의한 간접 배출량은 제외된다. 따라서, 국가 온실가스 인벤토리와 다소 차이를 보이지만, 전반적인 경향은 동일하다.

세가 나타나며, 2024년 온실가스 배출량은 16.0백만톤-CO₂eq이었으나 2050년에는 14.2백만톤-CO₂eq로 12.0% 감소한다.

서비스 부문의 지속적인 에너지 소비 효율 개선과 에너지 전환 노력은 서비스 부문의 에너지 원단위와 온실가스 원단위 개선에도 크게 기여하였다. 서비스 부문 에너지 원단위는 2000년 0.021toe/백만원, 2010년 0.015toe/백만원에서 2024년 0.010toe/백만원으로 개선되었고, 온실가스 원단위도 2000년 0.037톤/백만원, 2010년 0.014톤/백만원에서 2024년 0.007톤/백만원으로 빠르게 개선되었다. 서비스 부문의 에너지 원단위와 온실가스 원단위는 전망 기간에 과거보다 완만하게 개선될 것으로 전망되며, 에너지 원단위는 연평균 0.4% 개선되어 2050년 0.009toe/백만원, 온실가스 원단위는 연평균 1.5% 개선되어 2050년 0.004톤/백만원이 될 것으로 예상된다.

그림 2.27 서비스 부문 에너지 원단위, 온실가스 원단위 추이 및 전망



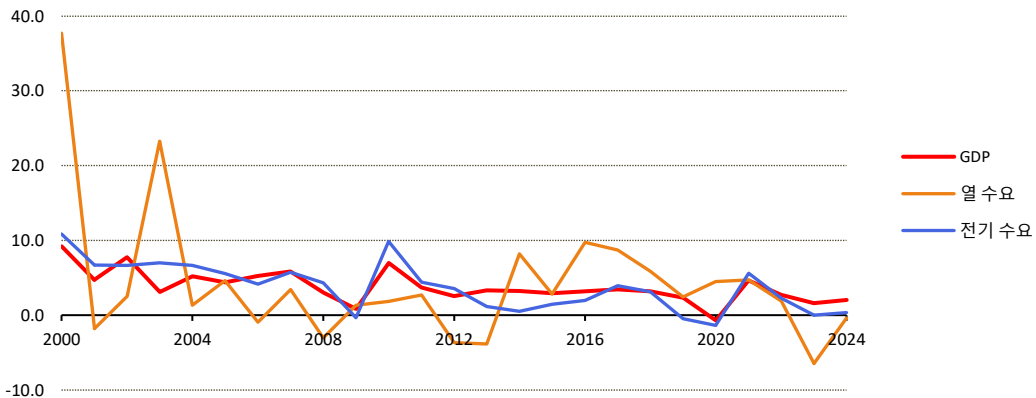
5. 발전/열생산 부문

5.1. 전기 및 열 수요

□ 전기 및 열 소비 실적

2024년 전기 총소비는 590.0 TWh로 집계되어 2023년 588.1 TWh에서 0.3 % 증가하였다. 자가발전을 제외한 구매 전기도 551.5 TWh로 지난해의 감소에서 증가로 돌아섰다. 생산활동 둔화로 인해 산업 부문²⁶의 전기 소비는 여전히 감소했지만 건물 및 수송 부문의 전기 소비가 증가하면서 총소비가 증가한 것으로 나타났다. 경제성장률 하락, 에너지 저소비 산업으로의 구조 변화, 에너지 수요관리 강화 등의 추세적 둔화 요인(에너지경제연구원, 2021) 속에서 냉방도일의 증가로 인해 가정과 서비스 부문의 전기 소비가 증가한 것이 특징이다.

그림 2.28 경제성장률과 전기 및 열 수요 증가율



열에너지²⁷ 총소비는 2024년 6.4 백만 toe를 기록하여 전년대비 0.4 % 감소한 것으로 나타났다. 자가 열생산에 해당하는 산업단지 열에너지 판매를 제외한 지역난방 열에너지 판매는 2.6 백만 toe로, 2023년대비 8.6 % 감소하였다. 지역난방의 경우 수도권 신도시 개발 확대와 공공기관 지방 이전으로 인한 대규모 지방 혁신도시 개발에 따라 2000년대 이후 빠르게 증가하

²⁶ 산업 부문은 발전 및 열생산을 제외한 에너지전환산업의 전기 소비를 포함한다. 여기에는 정유 및 기타 에너지전환이 해당된다.

²⁷ 열에너지 상품을 의미하며 거래된 증기 및 온수로 집계한다. 이와 달리 열 목적 에너지 소비는 직접 또는 간접 가열을 목적으로 최종소비하는 에너지 상품으로 정의한다. 열 목적 에너지 소비에는 석탄, 석유, 가스를 비롯하여 전기와 재생에너지의 일부도 포함된다. 자세한 내용은 글상자에서 설명한다.

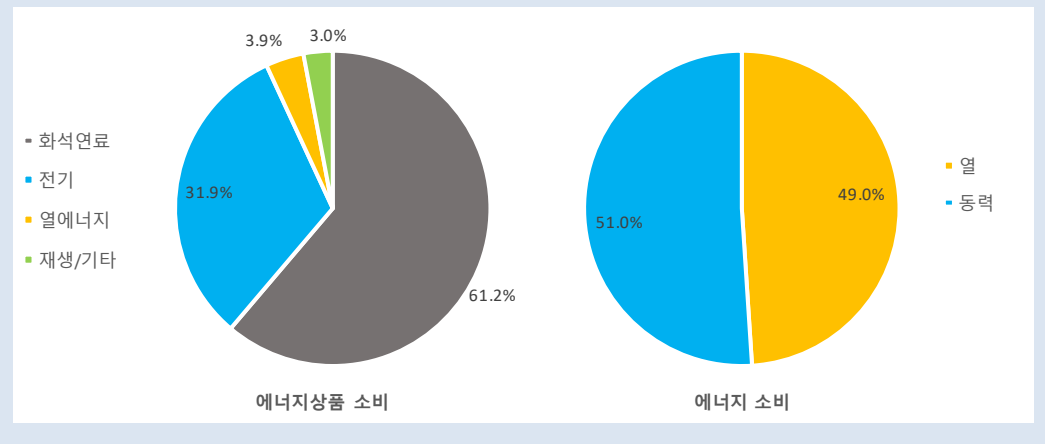
였으나 최근에는 난방도일의 하락으로 2년 연속 소비가 감소하였다. 산업단지의 열에너지 소비도 2000년 2.1백만 toe에서 2024년 3.7 백만 toe로 증가했다. 그림 2.28에서 볼 수 있듯이, 전기 소비는 경제 활동과 밀접하게 움직이는 반면 열 소비는 기온 효과가 크게 작용하여 변동성이 크게 나타난다.

글상자 2.5 열에너지 소비와 열 목적 에너지 소비

에너지 통계는 에너지를 열과 동력으로 정의하며, 에너지를 얻기 위해 거래하고 사용하는 에너지 상품(energy commodity)을 기반으로 에너지 통계를 작성한다 (IEA, 2005). 에너지 상품은 석탄, 석유, 가스 등 연소를 통해 에너지를 제공하는 화석 연료를 비롯하여 전기 및 열에너지, 재생에너지, 신에너지 등 다양한 종류가 있으며, 기술 수준에 따라 다른 에너지 상품으로 전환되고, 기술 발전과 사회적 제약에 따라 새로운 에너지 상품이 생기기도 하고 이전에 존재하던 에너지 상품이 사라지기도 한다. 에너지 상품 외에도 에너지원(energy source), 에너지 재화(energy product), 에너지 캐리어(energy carrier), 에너지벡터(energy vector) 등 다양한 용어가 사용된다. 에너지는 소멸되지 않고 다른 에너지로 전환되지만 에너지 상품은 최종소비 부문에서 열 또는 동력을 제공하고 에너지 통계에서 사라진다. 에너지와 에너지 상품은 엄밀한 의미에서 구분되지만, 사회경제적으로는 구별없이 사용되는 경우가 많다.

에너지 상품으로써 열에너지는 증기와 온수의 형태로 시장에서 거래되는 재화를 의미한다. 증기와 온수는 건물 난방 서비스나 산업의 간접가열 공정 서비스를 제공한다. 증기와 온수의 공급은 지역난방, 산업단지 등 집단에너지 사업자가 담당하는데, 산업단지의 경우 타 소비자에게 판매한 부분만 열에너지로 집계하고 생산자가 자체 소비한 열에너지는 해당하는 투입 연료를 생산자가 소비한 것으로 집계한다. 따라서 에너지밸런스의 열에너지는 산업단지의 실제 총생산량과는 차이가 있다. 2023년 국가 (확장) 에너지밸런스에서는 6.4 백만 toe의 열에너지가 거래된 것으로 나타났다. 이는 에너지전환산업인 정유업과 고로/전로의 자체소비를 포함한 것으로, 열에너지는 최종 에너지 소비 164.2 백만 toe의 3.9 %를 차지하였다.

그림 2.29 2023년 에너지 상품 소비와 에너지 소비 비교



주: 에너지(상품) 소비는 확장 에너지밸런스의 최종소비에서 석유화학원료를 제외한 최종 에너지 소비와 에너지산업 자체소비, 에너지전환공정의 코크스제조 및 고로를 포함

열 목적 에너지(상품) 소비는 열 사용을 최종 목적으로 하는 에너지 상품의 소비를 의미한다. 사용 용도로 보면, 산업 부문의 직접 및 간접가열과 건물 부문의 난방/온수 및 취사가 여기에 해당한다. 예를 들어 시멘트 생산을 위해 킬른에서 사용하는 유연탄은 석회석과 기타 원료를 약 1,400 °C 수준으로 가열하기 위해 사용되는 열 목적 에너지 소비이다. 철강의 아크 전기로는 고철을 녹이기 위해 전기를 사용하여 약 3,000 °C 수준의 열을 발생시킨다. 한편, 가정, 음식점, 구내 식당 등에서 사용하는 취사용 에너지도 열 목적 에너지 소비에 포함된다. 서비스 부문은 특히 취사용 에너지 소비의 비중이 높은 편이다. 반면, 발전소의 보일러는 석탄을 사용하여 증기를 생산하지만 에너지 전환(발전)이 목적이므로 열 목적 에너지 소비에 포함되지 않는다. 수송용 에너지 소비는 전량 비 열 목적, 즉 동력용 에너지 소비에 해당한다.

열 목적 에너지 소비는 국가 에너지밸런스에 직접 나타나지 않으며, 에너지밸런스와 다른 소비 조사 통계 등을 결합하여 분석해야 한다. 열 목적 에너지 소비 파악의 어려움은 에너지 전환과 에너지 소비를 통계적으로 명확히 구분하기 어려운 데서 발생한다. 예를 들어 철강업에서 사용하는 원료탄은 철광석의 환원과 용해 과정에서 부생가스를 발생시키며, 부생가스의 일부는 자가 발전을 위해 사용된다. 본 보고서의 계산 결과 2023년 열 목적 에너지 소비는 약 80.4 백만 toe로 최종 에너지 소비 164.2 백만 toe의 49.0%를 차지하는 것으로 분석되었는데, 이는 2010년대 53% 수준에서 점차 낮아지는 추세이다. 하지만 보다 정확한 규모를 파악하기 위해서는 추가 분석이 필요하다.

열 관련 통계에서 혼돈하기 쉬운 부분은 냉열과 열원에 대한 통계처리이다. 물건의 저장 보관이나 건물의 냉방을 위한 냉열은, 에너지 통계 관점에서는 (통계) 경계 내의 에너지를 경계 밖으로 이동시키는 것이며, 따라서 이동된 에너지는 무시하고 이동에 사용된 에너지만 통계에 포함한다. 이는 경계 밖의 에너지를 경계 안으로 이동시키는 에너지 생산과는 다르다. 예를 들어 히트펌프가 겨울 난방과 여름 냉방에 사용된 경우, 난방을 위해 건물 밖의 열원에서 건물 내로 이동된 열은 에너지 소비에 포함되지만 냉방을 위해 건물 내에서 건물 외부로 이동된 열은 에너지 소비에 포함되지 않는다. 이때 공기열, 지열, 수열 등 자연 또는 에너지 사용 목적이 아닌 곳에서 열을 얻는 경우 해당하는 열은 에너지 소비를 순 증가시킨다. 반면 공정 폐열, 발전배열, 온배수 등 재활용 열은 열손실로 이미 에너지 통계에 포함되어 있기 때문에 에너지 소비를 증가시키지 않는다. 정책 수단 분류 측면에서, 전자는 신규 에너지 개발에 해당하며 후자는 에너지 효율 개선에 해당한다. 온실가스 배출 측면에서 동일한 효과가 발생하더라도 에너지 소비 측면에서는 상이한 결과가 나타난다.

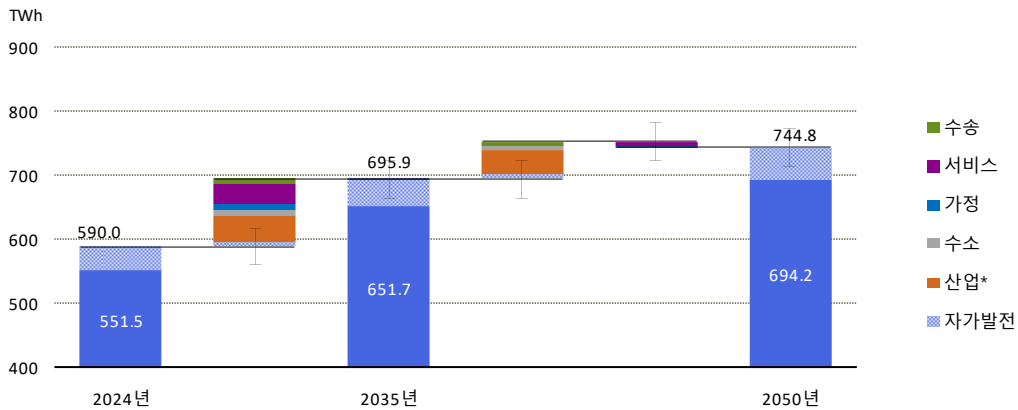
온실가스 감축과 에너지 안보 측면에서 최근 열에 대한 정책, 기술, 학술적 관심이 높아지고 있다. 탄소 중립을 달성하기 위해서 열 목적 에너지 소비의 전기화 또는 무배출 에너지원으로의 전환이 필요하다. 또한 에너지의 대부분을 수입에 의존하는 우리나라 현실에서 열 목적 에너지 소비의 화석 연료 의존을 줄이는 것은 에너지 안보 강화에도 중요하다. 건물 부문의 열 목적 화석 연료 수요는 대부분 히트펌프가 그 대안으로 거론되고 있다. 하지만 취사용 연료는 직접 전기화가 필요하다. 산업 부문의 경우 열 목적 화석연료를 대체하는 데 어려움이 있다. 이는 산업 공정에서 사용하는 높은 온도의 열을 공정에 적합한 방식으로 히트펌프가 공급하기 어렵기 때문이다. 고온의 직간접 가열 에너지에서 발생하는 온실가스 배출을 줄이기 위해서는 역시 전기화가 그 대안일 수 있다. 저항가열(joule heating), 유전가열(dielectric heating), 유도가열(induction heating), 적외선가열(infrared heating), 아크가열(arc heating) 등 현재도 다양한

기술이 사용되고 있다. 하지만, 업종별 생산 공정에 맞는 기술 적합도와 가열설비의 대형화를 위한 기술 개발이 여전히 필요한 상황이다.

□ 전기 및 열에너지 수요 전망

소비 부문의 전기 총수요는 2024~2050년 기간 연평균 0.9% 증가하여 2050년에는 744.8 TWh, 자가 발전을 제외한 전기 구매는 2024년 551.5 TWh에서 2035년 651.7 TWh, 2050년 694.2 TWh까지 증가할 전망이다. 정부와 민간의 온실가스 감축 노력의 일환으로 전기화가 확대되겠지만 경제성장률이 크게 낮아지면서 전기 수요 전망은 지난 전망에 비해 하락할 것으로 예상된다.

그림 2.30 부문별 전기 수요 전망

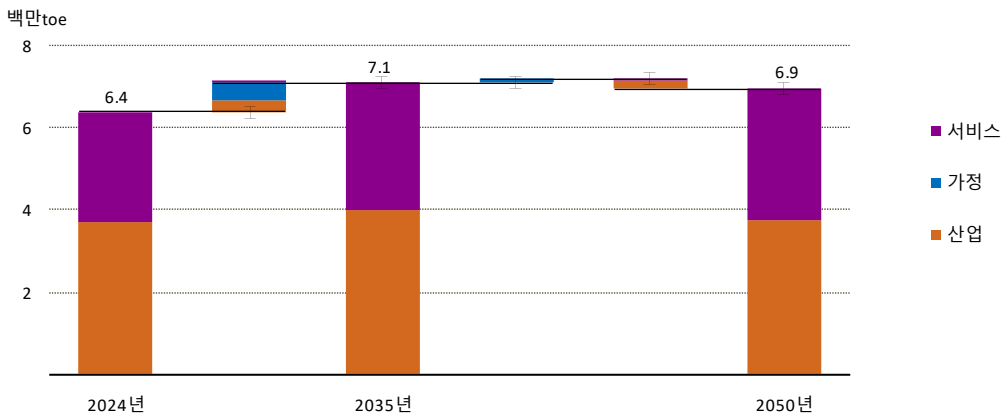


주: 산업은 에너지전환 자체소비인 석유 정제를 포함

전기 소비에서 가장 큰 비중을 차지하는 산업 부문은 2024년 311.8 TWh에서 2035년 355.9 TWh를 거쳐 2050년 393.4 TWh까지 전기 수요가 증가할 전망이다. 산업 부문의 전기 소비는 총 전기 수요의 절반 이상을 차지하고 있으며, 전망 기간 중에도 전기 수요 증가의 52.7%를 차지할 전망이다. 산업 부문에서 태양광 등의 자가 발전이 꾸준히 확대되지만 신규 대형 자가 발전 설비의 증가가 더딘 편이어서 전기 구매의 증가 속도가 전기 수요 증가에 비해 다소 빠를 것으로 예상된다. 산업 부문에 이어 전기 소비 비중이 높은 서비스 부문은 전망 기간 연평균 0.6% 증가하지만, 2040년대 초반 이후는 감소하는 모습을 보인다. 최근 빠르게 증가하는 데이터센터 등 신규 수요가 서비스 부문의 전기 수요 상승 요인으로 작용하겠지만, 이미 높은 수준에도 달한 전기화로 인해 신규 수요로 인한 증가보다 효율 향상과 에너지 전환으로 인한 감소가 더 크게 작용한다. 최종 소비 부문 전체로는 전망 기간동안 전기화 수준이 올라가지만, 히트펌프

를 중심으로 한 재생에너지 보급 확대에 의해 서비스 부문의 전기화는 2040년대 점차 하락할 전망이다. 이는 히트펌프 보급이 확대되는 가정 부문과는 다른 현상으로, 가정 부문의 경우 히트펌프 보급은 가스 수요를 주로 대체한다. 가정 부문에서는 냉방 수요 증가에도 불구하고 인구 감소와 에너지 효율 향상 등으로 전기 수요가 전망 기간 연평균 0.4% 증가에 그칠 것으로 예상된다. 수송 부문은 기존 전기 수요 부문 중에서는 가장 빠르게 전기 수요가 증가할 전망이다. 전기차 보급 확대에 힘입어 수송 부문의 전기 수요가 2024년 5.7 TWh에서 연평균 5.4% 증가하여 2050년 22.2 TWh에 도달할 것으로 예상된다. 수소 생산 부문은 신규 수요 부문으로, 수송 부문의 수소차와 발전 부문의 수소 연료전지, 혼소 및 전소 등에서 수소 수요가 빠르게 증가하고, 초반에는 천연가스 개질, 후반에는 수전해를 중심으로 국내 수소 생산이 증가하면서 수소 생산을 위한 전기 수요도 2035년 6.8 TWh, 2050년 14.4 TWh로 증가한다.

그림 2.31 부문별 열에너지 수요 전망



열에너지 수요는 2024년 6.4 백만 toe에서 2050년 6.9 백만 toe로 전망 기간 약 8.5% 증가할 것으로 예상된다. 건물 부문의 지역난방 열에너지 수요는 2024년 2.6 백만 toe에서 2050년 3.1 백만 toe로 증가하는 반면, 산업 부문 열에너지 수요는 2024년 3.7 백만 toe에서 2050년 3.8 백만 toe로 증가한다. 산업 부문 열에너지 수요는 2040년대 감소하는 것으로 전망되는데, 이는 생산활동 전제가 2040년대 중반 이후 감소하는 것이 주요 요인으로 작용하였다.

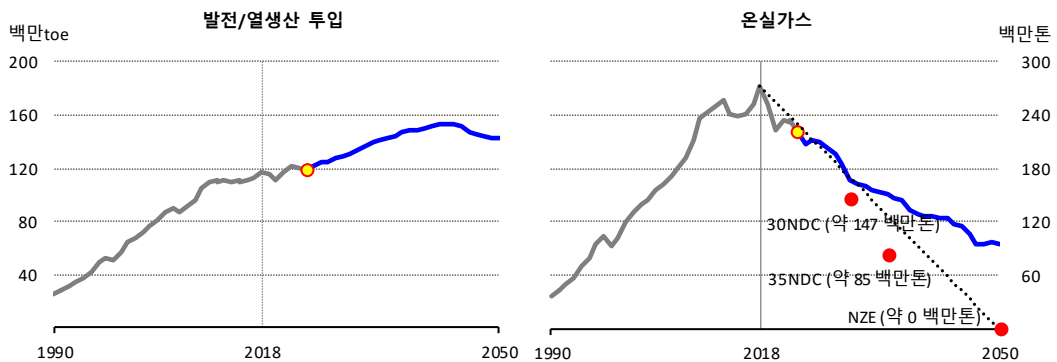
5.2. 발전/열생산

□ 발전/열생산 부문²⁸ 에너지 수요와 온실가스 배출

발전 및 열 생산을 위해 투입되는 에너지는 2024년 119.6 백만 toe에서 연평균 0.7% 증가하여 2050년에는 142.8 백만 toe에 도달할 전망이다. 발전 설비의 구성 변화로 인해 발전 및 열 생산 투입 에너지의 증가 속도는 전기 판매의 증가 속도보다 낮은 것으로 나타났다. 특히, 효율이 낮은 석탄 발전의 축소와 소내 소비가 없는 재생에너지 발전의 빠른 증가는 발전/열생산 부문의 에너지 수요 증가를 전기 판매 증가보다 느리게 만드는 원인으로 작용한다.²⁹ 한편 발전 원의 구성 변화는 발전/열생산 부문의 에너지 수요보다 온실가스 배출에 더 큰 영향을 미친다.

발전/열생산 부문 온실가스 배출은 2024년 208.1 백만톤-CO₂e에서 2035년 151.4 백만톤-CO₂e, 2050년 95.4 백만톤-CO₂e로 꾸준히 감소할 전망이다. 발전 및 열 생산 부문의 투입 에너지 증가에도 불구하고 석탄 발전의 빠른 감소로 인해 온실가스 배출은 감소한다. 2030년대 초반까지의 온실가스 배출 감소는 원자력 발전의 증가가 주도하고 이후의 배출 감소는 재생에너지 발전의 증가가 주요 요인으로 작용할 것으로 예상된다. 발전/열생산 부문 온실가스 배출이 빠르게 감소할 전망이지만 2030년 및 2035년 국가 온실가스 감축 목표와는 여전히 격차가 있을 것으로 분석된다.

그림 2.32 발전/열생산 부문 에너지 수요와 온실가스 배출 추이



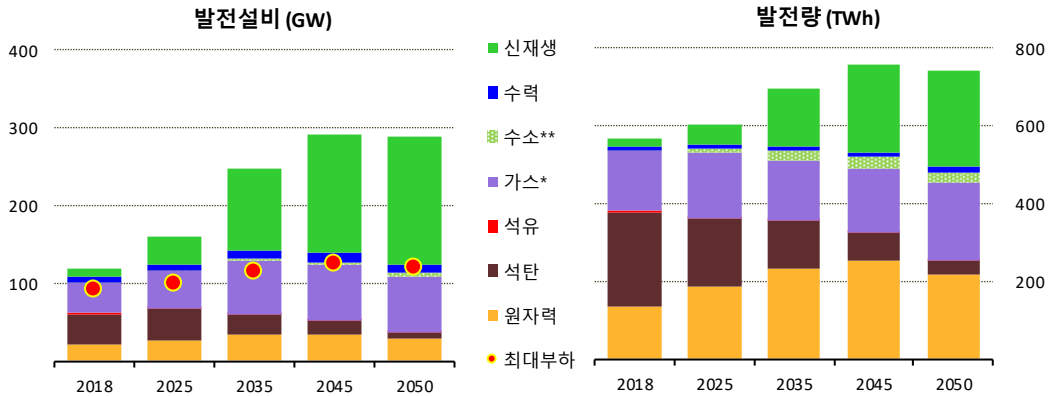
²⁸ 발전/열생산 사업자를 대상으로 하며, 자가 발전을 비롯하여 자가 열생산에 해당하는 산업단지는 제외한다.

²⁹ 뒤에서 다시 설명하겠지만, 본 전망보고서의 발전 설비는 '제11차 전력수급기본계획'을 바탕으로 한다. 11차 계획은 2025년 3월 공고되었으며, 정부에서는 2026년 연내 공고를 목표로 차기 계획 수립을 진행하고 있다.

□ 발전 설비 및 발전량

본 전망의 발전 설비는 자가 발전을 제외한 발전 사업자의 발전 설비를 대상으로 하며, 기본적으로 “제11차 전력수급 기본계획”(이하 11차 전기본)을 전망의 기초자료로 삼고 있다.³⁰ 우선, 본 전망에서는 ‘11차 전기본’의 원자력 설비 계획과 정책 기초를 반영하되 정책의 불확실성을 고려하여 다음과 같이 원자력 설비를 가정하였다. 설계수명에 도달한 설비의 계속운전은 설비의 안전성과 경제성을 평가하여 결정되므로 수명에 도달했을 때 설비운전이 연장될 지 또는 종료될 지는 현재 시점에서 판단할 수가 없다. 본 연구에서는 10년 기간의 계속운전을 2회 허용하는 것으로 가정하였다.³¹ 이 경우, 고리2·3·4호기, 한빛1·2호기, 월성2·3·4호기, 한울1·2호기 등 10기, 8,450 MW의 원자력 설비가 2043년부터 순차적으로 계통에서 탈락하게 된다. 신규 원전은 기존에 반영된 설비(새울 3·4호기, 신한울 3·4호기) 외에 대형 원전 2기(2,800 MW)와 SMR 4기(700 MW)가 2038년까지 진입한다. 이에 따라 원자력 발전 설비용량은 2024년 26.1 GW에서 점차 증가하여 2038년에 36.8 GW로 정점을 기록한 후 수명 만료 원전이 순차적으로 폐지되며 2050년 28.3 GW까지 감소한다. 석탄 발전 설비는 강화되는 탈석탄 정책 기초를 반영하여 신규 설비 증설은 없으며 설비 수명이 30년에 도달하는 석탄 발전 설비는 폐지 또는 연료 전환하는 것을 가정하였다. 이에 따라 석탄 발전 설비용량은 2024년 40.1 GW에 도달한 후 지속적으로 감소하여 2050년에는 8.4 GW 수준까지 감소한다.

그림 2.33 정격용량 기준 에너지원별 발전 설비용량과 발전량 추이



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

³⁰ ‘11차 전기본’의 설비 계획 기간이 2038년까지이므로 그 이후 기간에 대해서는 ‘11차 전기본’의 정책 기초가 유지된다고 가정하였다.

³¹ 기존 전망에서는 10년 1회 연장을 가정하였으나 기후변화 대응과 에너지 안보 측면에서 최근 원자력의 역할이 다시 강조되는 현실을 반영하여 계속운전 가정을 완화하였다. 신규 원전 건설보다 기존 설비 계속운전에 대한 가정이 발전설비 구성에 더 큰 영향을 미친다.

신재생에너지 발전설비는 ‘11차 전기본’의 설비계획을 반영하여 2024년 정격용량 기준 35.1 GW에서 2038년 126.0 GW로 증가하고, 이후 설비 증가율이 점차 둔화되지만³² 2050년 170.2 GW까지 증가한다. 태양광, 육상 및 해상풍력, 해양 에너지로 구성된 변동성 재생에너지 발전설비가 신재생에너지 발전설비의 증가를 이끌면서 변동성 재생에너지 발전설비는 2050년 162.3 GW에 달할 전망이다. 가스 복합화력은 모형의 특성상 ‘11차 전기본’ 대신, 전기 수요, 최대 부하, 타 발전설비의 발전량 등을 반영하여 모형에서 자체 계산한다. 모형에서 도출한 가스 발전설비 용량³³은 2024년 46.8 GW에서 2038년 71.4 GW로 증가하며, 이후 재생에너지 발전 설비의 증가와 전력 수요 증가의 둔화로 인해 2050년까지 71.9 GW 수준을 유지한다.³⁴

상기 가정에 따라 발전 설비를 전망한 결과, 사업자 발전 설비는 2024년 152.8 GW에서 2038년 267.3 GW를 거쳐 2050년에는 289.3 GW까지 증가한다. 실효용량 기준 발전 설비는 2024년 124.8 GW에서 2050년 138.6 GW로 늘어난다. 재생에너지를 제외한 터빈 기반 발전 설비는 2024년 123.2 GW에서 2050년 127.0 GW로 비슷한 규모를 유지하는데, 이는 석탄 발전 설비의 감소를 원자력과 가스 발전 설비가 상쇄하기 때문이다.

총 발전량은³⁵ 2024년 591.9 TWh에서 연평균 0.9 % 증가하여 2050년 740.2 TWh까지 증가할 것으로 전망된다. 석탄 발전은 미세먼지 저감과 온실가스 배출 감축의 핵심 대응 수단으로 2018년 241.8 TWh로 최고치를 기록한 이후 2024년에는 발전량이 168.9 TWh까지 감소했으며, 2050년까지 37.4 TWh로 줄어들 전망이다. 석탄 발전설비가 감소하면서 석탄 발전량이 빠르게 감소하는 것은 당연하지만, “수도권 - 동해안”과 “수도권 - 충청 - 호남”의 송전 선로 건설의 지연도 석탄 화력 발전의 가동률 하락에 영향을 줄 수 있다. 원자력 발전량은 최근의 평균 가동률을 가정하지만 계속운전을 위한 정비 기간에는 가동에서 제외되므로 소폭의 변동이 발생한다. 하지만 새울3·4호기, 신한울3·4호기 등 1.4 GW급 대형 원전이 순차적으로 진입하면서 2024년 188.8 TWh 수준의 발전량이 2040년대 초반 267.4 TWh까지 증가할 전망이다. 그러나 이후로는 노후 원전이 순차적으로 폐지됨에 따라 원자력 발전량도 점차 감소하여 2050년에는 216.4 TWh 수준으로 감소할 것으로 예상된다.

³² 2038년 이후 신재생에너지 발전설비는 직전 3개년도 평균 신규 설비의 95~99% 수준이 신규 진입하는 것을 가정하였다. 이는 폐지되는 신재생설비를 교체하는 설비도 포함한다.

³³ 가스 복합화력 외에도 가스 열병합, 가스 기력을 포함한다.

³⁴ ‘제11차 전력수급기본계획’의 발전설비 전원구성에서 가스설비는 2023년 43.2 GW에서 2038년 69.2 GW로 증가한다.

³⁵ 발전설비와 마찬가지로 발전량은 발전사업자의 발전량을 분석 대상으로 한다.

신재생에너지 발전은 2024년 발전량이 66.7 TWh 수준에서 빠르게 증가하여 2050년 286.1 TWh까지 늘어난다. '11차 전기본'이 기존 계획보다 재생에너지 발전을 더욱 확대하면서 신재생에너지 발전량은 석탄 발전을 2030년, 가스 발전을 2032년에 추월할 전망이다. 반면 계속운전 연장으로 원자력 발전을 기존 전망보다 늦어진 2045년에 추월하면서 2040년대 중반 최대 발전원으로 올라선다. 가스 발전량은 2024년 167.1 TWh에서 2035년 155.1 TWh로 감소한 후 2050년에는 199.9 TWh까지 다시 증가할 것으로 보인다. 전망 기간 초기 석탄 발전이 빠르게 감소하지만 지난 전망과 달리 원자력 발전이 증가하면서 가스 발전량은 감소한다.

제3장 에너지상품별 전망 결과

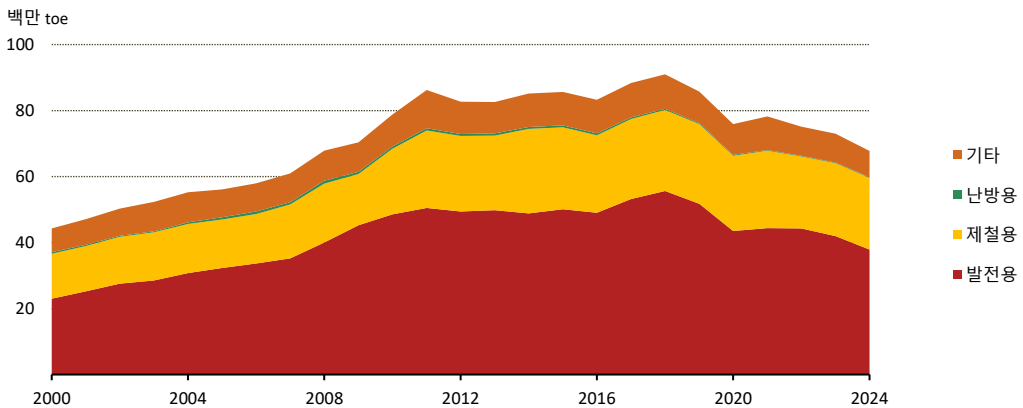
1. 석탄

1.1. 석탄 수요 현황

□ 석탄 소비는 최근 감소세가 지속되어 2023년 대비 2024년에 5.2 백만 toe 감소

국내 석탄 소비는 2000년 이후 2010년대 초반까지 증가하다가 정체세를 보인 후 2010년대 후반부터 하락세를 보이고 있다(그림 3.1). 본격적인 하락세가 시작된 2018년부터 2024년까지 석탄 소비가 가장 크게 감소한 부문은 발전 부문으로, 발전용 석탄 소비는 2018년 55.6 백만 toe에서 2024년 37.9 백만 toe로 17.7 백만 toe 감소하였다. 이러한 발전용 석탄 소비 감소에는 미세먼지의 봄철 계절관리를 위한 석탄화력 발전소의 간헐적 중단 및 폐지가 크게 영향을 미쳤다(관계부처 합동, 2019).³⁶ 발전용 석탄 소비에 이어 두 번째로 많이 감소한 제철용 석탄 소비는 2018년 24.6 백만 toe에서 2024년 21.7 백만 toe로 감소하였다. 이는 동일 기간 철강 업종의 산출액이 연평균 1.0% 감소함에 따라 원료로 사용되는 석탄의 투입도 감소했기 때문이다. 제철용 석탄 소비를 제외한 산업용 석탄 소비를 의미하는 기타 석탄 소비는 2018년 10.4 백만 toe에서 2024년 8.0 백만 toe로 2.4 백만 toe 감소하였다. 동일 기간 철강 업종을 제외한 산업의 산출액은 증가하였기 때문에 이러한 변화는 에너지원단위 개선과 가스, 전기, 신재생에너지에 의한 석탄의 대체로 설명된다.

그림 3.1 2000~2024년 용도별 석탄 소비 추이



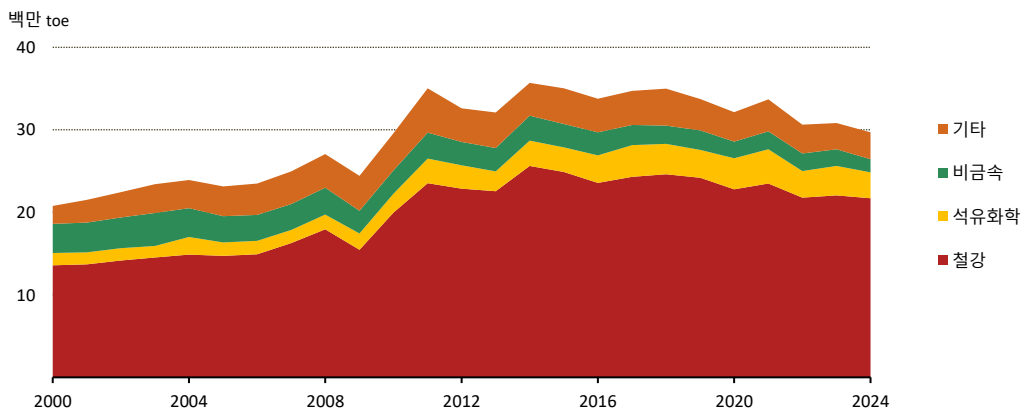
³⁶ 관계부처 합동, (2019). 미세먼지 관리 종합계획(2020~2024).

https://www.mce.g.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10262&seq=7399

산업 부문 석탄 소비는 2000년 20.8 백만 toe에서 2024년 29.7 백만 toe로 연평균 1.5% 증가하였다(그림 3.2). 2000~2024년 기간 동안 석탄 소비는 2010년대 초반까지 증가하다가 증가세가 정체된 이후 감소세로 전환하는 모습을 보였다. 업종별로 살펴보면, 철강과 석유화학 업종의 석탄 소비는 동일 기간 각각 연평균 2.0%, 3.2% 증가하였다. 이는 동일 기간 두 업종의 산출액이 각각 연평균 1.9%, 4.0% 증가하면서 발생한 석탄 수요 증가로 해석될 수 있다. 반면, 비금속 업종은 동일 기간 산출액이 연평균 3.1% 증가하였으나, 석탄 수요는 연평균 3.2% 감소하였다. 이는 비금속 업종의 소성 공정에서 사용되는 유연탄이 점차 폐합성수지로 대체되었기 때문이다. 2000년 89.8% 수준이던 소성 공정의 유연탄 비중은 점차 감소하여 2024년에는 66.8%로 기록되었다.

산업 부문 석탄 소비가 2000~2024년 기간 동안 연평균 1.5% 증가한 것과 대조적으로 산업 부문 산출액은 동일 기간 연평균 3.6% 증가하였다. 석탄 소비 증가세가 산출액 증가세 대비 작은 것은 에너지원단위 개선과 에너지 믹스 내 가스, 전기, 신재생에너지의 비중 증가로 설명할 수 있다. 에너지원단위가 개선될 경우 산업 부문 생산 규모가 커져도 석탄 소비는 감소할 수 있다. 또한, 그림 2.4에서 보듯이, 산업 부문 에너지 믹스에서 석탄과 석유의 비중은 2000년 대비 2024년에 감소하고, 가스, 전기, 신재생에너지의 비중은 증가하였다.

그림 3.2 2000~2024년 산업 부문 주요 업종별 석탄 소비 추이



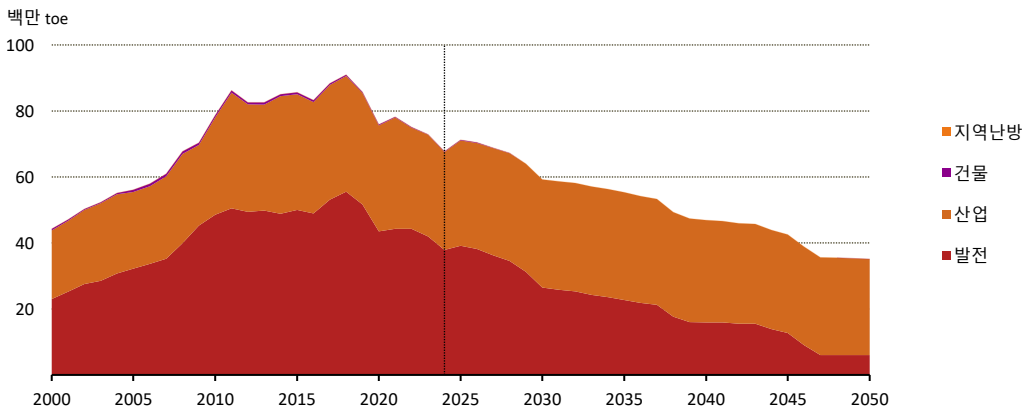
1.2. 석탄 수요 전망

□ 국내 석탄 수요 변화는 주로 발전 부문 수요 변화가 주도하며 2024~2050년 기간 동안 연평균 2.5% 감소

국내 석탄 수요는 2024년 67.8 백만 toe에서 2050년 35.2 백만 toe로 연평균 2.5% 감소할 것으로 전망된다. 기준연도인 2024년에는 국내 석탄 수요의 55.9%를 발전 부문 석탄 수요가 차지하나, 석탄발전 설비 폐지 계획에 따라 발전 부문 석탄 수요의 비중은 2036년과 2038년에 각각 40.4%, 35.8%로 감소한다. 2038년까지는 설비 폐지에 따라 석탄 수요가 감소하고 그 이후에는 수명이 다한 발전 설비가 퇴출되어, 발전 부문 석탄 수요는 2024년 37.9 백만 toe에서 2050년 6.0 백만 toe로 연평균 6.8% 감소할 것으로 예상된다. 기간별로 살펴보면, 2024~2036년, 2036~2038년, 2038~2050년에 발전 부문 석탄 수요가 각각 연평균 4.5%, 10.2%, 8.6% 감소하며 국내 석탄 수요는 각각 연평균 1.8%, 4.6%, 2.8% 감소하는 것으로 나타났다.

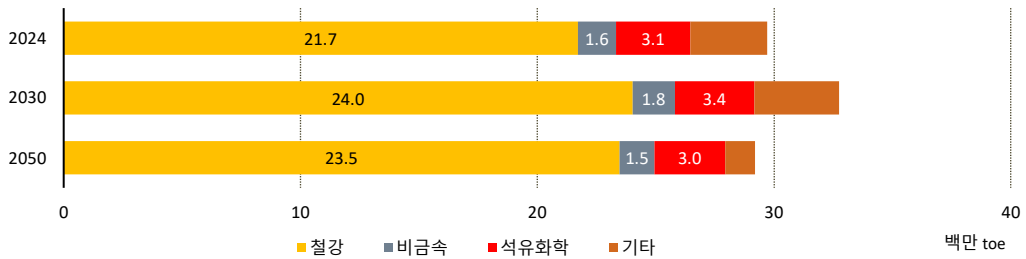
산업 부문 석탄 수요는 2024년 29.7 백만 toe에서 2030년대 초반 정점에 도달한 후 2050년 29.2 백만 toe로 감소하여 연평균 0.1% 감소할 것으로 전망된다. 산업 부문 석탄 수요는 크게 제철용 석탄 수요와 제철용을 제외한 산업 부문 석탄 수요로 구분할 수 있는데, 전망 기간 동안 전자와 후자는 각각 연평균 0.3% 증가하고 연평균 1.3% 감소한다. 전망 기간 동안 제철용을 제외한 산업 부문 석탄 수요가 연평균 1.3% 감소함에도 산업 부문 석탄 수요의 연평균 변화율이 0.0%에 가까운 것은 산업 부문 석탄 수요의 대부분을 차지하는 제철용 석탄 수요가 증가하면서 석탄 수요 감소효과를 상쇄하기 때문이다.

그림 3.3 부문별 석탄 수요 전망



석유화학 업종은 2024년을 기준으로 철강 업종 다음으로 석탄 수요가 많은 업종으로, 석탄 수요는 2024년 3.1 백만 toe에서 2050년 3.0 백만 toe로 연평균 0.2% 감소할 것으로 예상된다(그림 3.4). 또한, 산업 부문 내에서 세 번째로 석탄 수요가 많은 비금속 업종의 석탄 수요는 2024년 1.6 백만 toe에서 2050년 1.5 백만 toe로 연평균 0.3% 감소할 것으로 전망된다. 그러나 전망 기간 동안 석유화학과 비금속 업종의 산출액은 각각 연평균 0.3%, 0.4% 증가하는 것으로 나타났다. 먼저 석유화학 업종의 경우 간접가열용으로 사용되는 에너지의 효율 개선이 산출액이 증가함에도 석탄 수요가 감소하는 이유 중 하나이다. 석유화학의 산출액 증가로 간접가열용 에너지서비스의 수요가 증가하여도 에너지 효율이 개선될 경우 더 적은 양의 석탄으로 에너지서비스를 공급할 수 있다. 또 하나의 이유는 간접가열용 에너지 사용의 전기화이다. 간접가열용 에너지 수요가 전기로 대체되면서 석탄을 포함한 전기 외 나머지 에너지원의 수요는 상대적으로 감소한다. 다음으로 전망 기간 동안 비금속 업종의 산출액이 증가하나 석탄 수요가 감소하는 것은 소성 공정에서 사용하는 유연탄의 비중이 감소하고 폐합성수지의 사용이 증가하기 때문이다. 한편, 철강, 석유화학, 비금속 업종을 제외한 나머지 산업 부문 업종의 산출액은 전망 기간 연평균 0.6% 증가하고 석탄 소비는 연평균 3.6% 감소하는 것으로 예상된다. 이는 산업 부문 전반에 걸친 에너지원단위 개선과 전기 및 신재생에너지에 의한 석탄 대체로 설명된다.

그림 3.4 주요 업종별 석탄 수요 전망



2. 석유

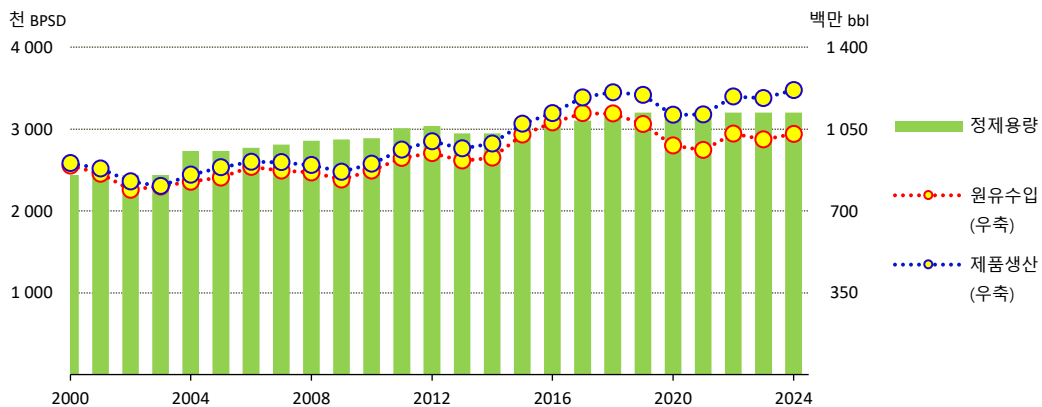
2.1. 원유 및 석유제품

□ 코로나19로 급락하였던 원유 수입과 석유제품 생산은 이전 수준을 회복한 뒤 정체

원유를 정제한 석유제품은 우리나라의 주요 수출품으로 수출량이 증가하면서 원유 수입량도 빠르게 증가해왔다. 석유제품의 내수와 수출 증가에 대응하기 위해 국내 정제 설비용량은 꾸준히 증가해 왔는데 1991~1996년 연평균 18.7% 증가하여 1997년 2.4백만 BPSD(barrel per stream day)를 기록한 이후 증가세는 크게 완화되었다. 2024년 기준 정제 설비용량은 3.2백만 BPSD로 이는 2018년 이후 유지되고 있다.

2000년 이후 약 8.7억 배럴 수준에서 정체되었던 원유 수입량은 2014년 하반기 국제 유가가 급락하면서 수송용 소비 증가, 석유화학 설비 신증설 등으로 2015년 처음으로 10억 배럴을 상회하였고, 2017년에는 11.2억 배럴까지 증가하였다. 이후 정체를 보이던 원유수입량은 코로나19로 인하여 2020년과 2021년 10억 배럴 이하로 감소하였다. 2022년 석유화학 산업의 원료용 수요 증가 등으로 10.3억 배럴로 반등한 원유수입량은 이후 10.0억 배럴을 상회하는 수준을 유지하고 있다. 석유제품 생산은 2000~2024년 연평균 1.2% 증가하였는데 2024년에는 12.2억 배럴을 생산하였고 그중 42%에 해당하는 5.1억 배럴을 수출하였다. 석유제품 생산은 2020~2021년 코로나19의 영향으로 11.1억 배럴 수준까지 감소한 이후 2024년에는 가장 많은 12.2억 배럴을 생산하였다.

그림 3.5 석유정제 설비 용량, 원유 수입, 석유제품 생산 추이



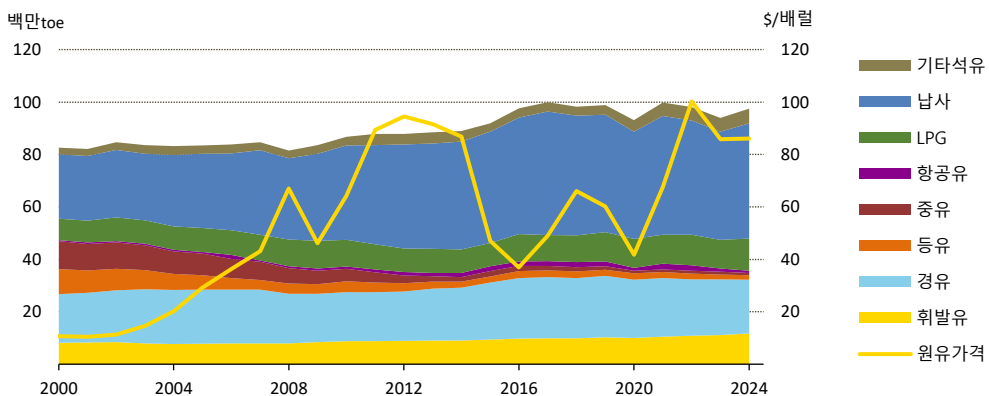
출처: 2025 에너지통계연보 (에너지경제연구원, 2025)

□ 코로나 이후 2년 연속 감소했던 석유제품 소비는 산업 부문의 석유 소비 회복으로 증가

석유 소비는 2000~2014년 기간 연평균 0.8% 증가에 그치며 정체하였으나, 2014년 이후 국제 유가 급락과 석유화학 설비 신증설 등의 증가요인으로 2015년에는 전년 대비 5.9%, 2016년에는 전년 대비 8.1% 증가하는 등 급증하였다. 2014년 상반기까지 배럴당 100달러를 상회 하던 국제 유가는 2014년 하반기 이후 미국의 셰일혁명으로 원유 공급이 증가하고, 세계 경기 회복이 지연됨에 따라 석유 수요가 정체되면서 급락을 시작하여 2015년과 2016년 국제 유가는 연간 평균으로 전년 대비 각각 45.8%, 21.4% 급락하여 각각 배럴당 47.0달러와 37.0달러를 기록했다. 이에 따라 경유와 휘발유를 주로 소비하는 수송 부문과 원료용 납사 소비 비중이 높은 석유화학 소비가 빠르게 증가하였다. 2015~2016년 수송 부문 석유 소비는 6.8%, 4.3% 증가했으며, 같은 기간 납사 소비는 3.2%, 4.7% 증가하면서 석유제품의 최종 소비가 급증하였다.

그러나 2016년 이후 산유국들의 감산 합의 등 공급 감소 요인으로 인해 국제 유가는 상승세로 전환하면서 2017년 석유 소비 증가율이 전년 대비 2.1%로 대폭 낮아진 이후 2019년까지 정체되었다. 하지만 2020년 코로나19 대유행으로 석유 소비 증가율은 전년 대비 4.4% 감소한 뒤 2021년에는 전년도와 기저효과와 석유화학 업종에서 LPG 투입 설비 중심의 대규모 신증설로 석유 수요는 전년 대비 7.1% 증가하여 코로나19 대유행 이전 수준을 회복하였다. 2022년 이후 석유 수요는 러시아의 우크라이나 침공 및 전쟁 지속, 중동의 지정학적 불안 지속, 세계 경기 불황 및 석유화학 업황 부진이 이어지며 2022~2023년 감소한 뒤 2024년 산업 부문의 석유 수요 회복으로 전년 대비 3.5% 상승하였다.

그림 3.6 석유제품 최종소비와 국제 원유가격(두바이) 추이



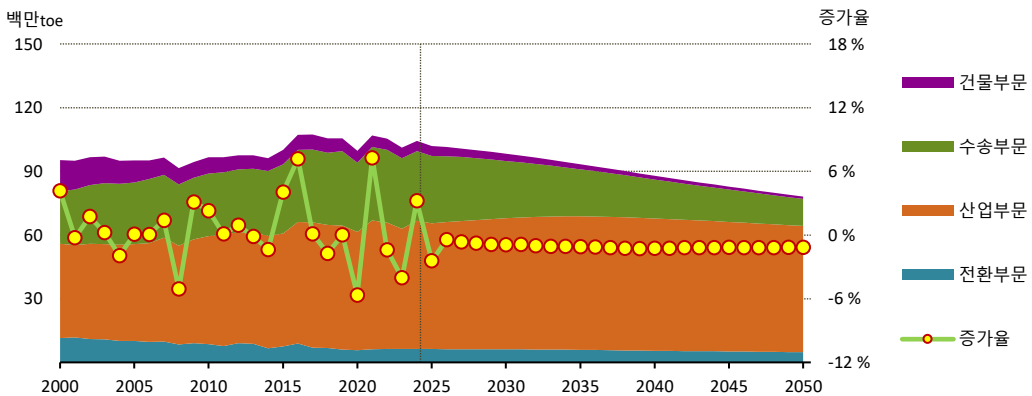
2.2. 석유제품 수요 전망

□ 전망기간 석유제품 수요는 수송 부문을 중심으로 감소하여 2050년 89.5백만 toe까지 감소

2024년 121.6 백만 toe로 정점에 도달한 석유제품 수요는 전망 기간(2024~2050년) 동안 연평균 1.2%의 감소세가 지속되어 2050년 89.5 백만 toe를 기록할 것으로 전망된다. 이는 전망 기간 국제 유가가 배럴당 91달러 수준으로 지난 10년 국제 유가 평균인 배럴당 64 달러 보다 높은 수준을 유지하고 친환경차 도입으로 인한 수송 부문의 석유 소비 감소가 주요 원인으로 분석된다.

수송 부문 석유제품 수요는 주요 온실가스 감축 수단인 친환경 자동차 보급이 가속화되며 2050년까지 지속적으로 감소할 전망이다. 수송 부문 석유제품 수요는 2024년 32.7백만 toe에서 전망 기간 연평균 3.6% 씩 지속적으로 감소하여 2050년에는 12.7 백만 toe를 기록할 것으로 예상된다. 전기, 수소 자동차 등 친환경자동차의 보급이 확대되면서 내연기관 자동차 비중이 축소되고, 인구 감소 등으로 이동 수요 증가세도 둔화되어 수송 부문 석유제품 수요 감소세가 지속될 것으로 보인다. 전체 자동차 대수는 2039년에 정점(29.0백만 대)에 도달한 뒤 이후 감소세로 전환하여 2050년 27.9백만 대 수준을 기록할 것으로 전망된다. 특히 전망 기간 친환경차가 연평균 28.0% 증가할 것으로 전망되면서 자동차 대수 증가 보다 석유 소비량이 더 빠르게 감소하는 원인으로 작용하였다.

그림 3.7 부문별 석유제품 수요 및 증가율 추이



주: 전환 부문은 에너지산업 자체 소비 포함

산업 부문의 석유제품 수요는 2024년 60.5백만 toe에서 전망기간 연평균 0.1% 감소하여 2050년에는 59.4백만 toe를 기록할 전망이다. 산업 부문 석유제품 수요 감소는 이 부문에서 가

장 큰 부분을 차지하는 납사 소비 감소가 주 원인으로 작용하였다. 전망 기간 석유화학 원료용 납사 수요는 연평균 0.3% 감소하여 2050년 41.0 백만 toe를 기록할 전망이다. 석유화학업종은 2021~2022년 NCC(Naphtha Cracking Center), PDH(Propane De-Hydrogenation), MFC(Mixed Feed Cracker)³⁷ 설비의 신증설과 2024년의 일시적인 업황 개선에도 불구하고 중국의 석유화학 제품 자급률 상승, 에틸렌 시장 경쟁 심화 등의 구조적인 부진으로 전망 기간 동안 원료용 석유제품 수요는 하락세가 예상된다. 산업 부문에서 연료용으로 사용되는 석유제품은 온실가스 감축 및 대기오염물질 배출 규제, 타 에너지원 대비 높은 가격, 국제 정세에 민감한 수급 상황 등으로 가스나 전기 등 다른 에너지원으로 지속적으로 대체되어 빠르게 감소할 전망이다. 현재 석유제품 수요 감소에 따른 정유업 생산 감소 역시 연료용 석유제품 수요 감소의 또 다른 원인으로 작용한다.

건물 부문의 석유제품 수요는 도시가스, 전기 등 다른 에너지원으로 꾸준히 대체되면서 감소 추세를 지속하며, 전망 기간 연평균 5.7% 감소할 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, 히트펌프 보급 확대 등으로 수요가 빠르게 감소할 전망이다.

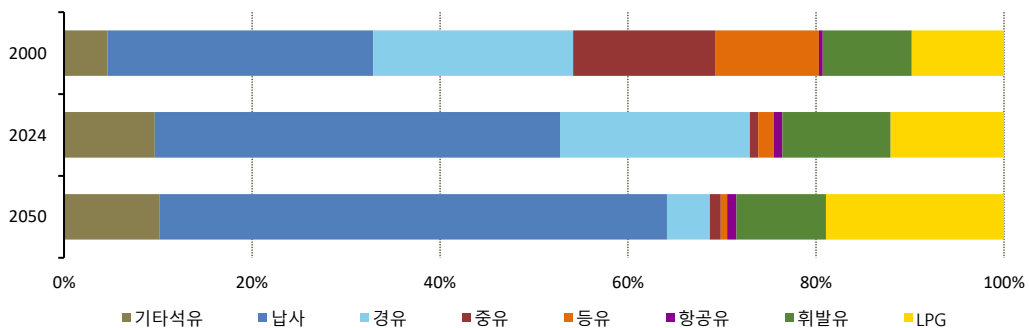
□ 석유제품 중 LPG를 제외한 모든 석유제품의 수요가 감소할 전망

전망 기간 석유제품 수요는 석유화학 원료용 수요가 증가하는 LPG를 제외한 모든 석유 제품 수요가 감소할 전망이다. 특히 경유와 등유는 전망 기간 연평균 각각 6.6%와 4.4%씩 감소하여 가장 빠르게 감소하는 석유제품으로 전망되었다. 경유는 수송 부문에서 친환경 자동차의 확대에 의한 내연기관 자동차의 감소로 빠르게 감소할 전망이며, 등유는 건물 부문의 난방용 수요가 다른 에너지원으로 대체되면서 감소할 전망이다. 휘발유 수요 역시 내연기관 자동차의 친환경 자동차 전환으로 연평균 1.8% 감소한다. 항공유는 전망 기간 연평균 0.9% 감소하는 것으로 전망되는데 제주 2공항 건설 등 인프라 확장의 변수가 존재하지만 인구 감소와 김포공항을 중심으로 한 국내 항공 노선이 이미 포화상태에 도달하여 감소세가 이어지는 것으로 분석된다. 해운 수송 부문에서 주로 사용되는 중유 수요 역시 국내 해운 수요 정체 및 감소, 효율 개선 등으로 전망 기간 연평균 0.2% 감소한다. 다만 LPG는 수송 부문의 LPG 자동차 감소와 건물 부문의 난방 및 취사용 LPG 연료 대체에도 불구하고 석유화학 원료로 소비되는 LPG 수요 증가로 전망 기간 연평균 0.6% 증가할 전망이다.

³⁷ 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 설비임

2024년 석유제품 소비에서 큰 비중을 차지하던 수송 연료인 휘발유(11.5%)와 경유(20.2%)의 수요가 크게 감소함에 따라 2050년 수송 연료의 비중은 휘발유 9.5%, 경유 4.5%로 감소하고, 산업 원료로 사용되는 납사와 LPG의 비중이 각각 10.8%p, 6.8%p 증가한 53.9%와 18.9%를 차지할 것으로 나타났다.

그림 3.8 석유제품별 최종소비 비중 변화



3. 가스

3.1. 가스 수급 현황

□ 가스 수입 물량은 증가세가 지속되고 있으며, 최근 호주와 미국으로부터의 수입 비중 증가

천연가스는 1986년부터 국내 수입이 시작되었으며, 지속적인 수입량과 사용량의 증가세가 유지되며 현재는 우리나라의 주요한 에너지원 중 하나로 자리매김하였다. 2014~16년 기간에는 유가 변동과 가스 발전 설비 이용률 조정에 따라 수입량이 감소하였다가 이후 다시 증가하는 추세를 회복하였고, 2019년에는 냉·난방도일 감소, 2020년에는 코로나19의 영향으로 에너지 소비량 자체가 감소하여 천연가스의 수입량도 감소하였다. 2021년부터는 다시 경제 활동이 회복되고 냉·난방도일이 증가하면서 에너지 소비 증가와 함께 2018년 수입량 이상 규모를 회복하였으며, 2024년 천연가스 수입량은 46.3백만 톤으로 나타났다. 천연가스 수입 초기에는 인도네시아에서 많은 양을 수입하였으나 수입량 증가에 따라 자연스럽게 수입선이 다변화되며 카타르, 말레이시아, 오만, 러시아가 주요 수입국으로 자리잡았다. 그리고 2010년대 중 후반부터는 호주와 미국으로부터의 수입량이 크게 증가하여 국가별 수입 비중 상위권에 위치하게 되었다. 2024년 수입 중량을 기준으로 호주로부터의 수입 비중이 24.6%로 가장 높으며, 카타르 19.2%, 말레이시아 13.3%, 미국 12.2%, 오만 10.2%, 인도네시아 6.6%, 러시아 4.6%로 수입 비중 상위 7개 국가로부터 전체 수입 물량의 90%를 수입하고 있다 (한국무역협회, 2026).

□ 가스 소비는 기온 변화와 전력 수요 변화에 따른 변동성이 커지고 있으며, 경기 회복 영향으로 2024년부터 소비량이 다시 증가세로 전환

가스 소비는 2000~13년 기간 연평균 8.2% 증가하여 재생에너지 다음으로 가장 빠른 성장세를 나타냈다. 2014~15년에는 국제 유가가 하락함과 동시에 2014년 말 신규 석탄 화력발전소 도입과 원자력 발전 설비 재가동, 난방도일 감소 등의 요인이 복합적으로 영향을 미쳐 소비량이 일시적으로 감소하였으나 2017년부터 다시 증가세를 회복하였다. 가스는 최종수요에서 난방용으로 주로 활용되고 발전 부문에서는 높은 연료비용으로 인해 첨두발전에 활용되고 있는 특성으로 인해 최근의 가스 수요 변동은 난방도일과 전력 수요 변화에 많은 영향을 받고 있다. 그 예로 2018년과 2021년에는 기존 가스 소비량 증가 추세와 비교하였을 때 전년 대비 가스 소비 증가율이 매우 높았는데, 두 연도는 폭염으로 여름철 전기 수요량이 많았을 뿐 아니라

전년 대비 상대적으로 겨울이 더 추워져 건물 및 산업 부문에서 자체적인 에너지 소비량이 증가한 것이 높은 증가율의 원인으로 파악된다.

2021년 60.3백만 toe로 최고 소비량을 기록한 가스 소비는 최근 경기 둔화의 영향으로 2023년까지 2년 연속 소비량이 감소하였다. 특히 발전용 소비량은 2022년에 전년 대비 4.2%, 2023년에 전년 대비 12.8% 감소하였으며, 총 발전량 감소로 첨두부하가 낮아진 영향으로 작년보다 천연가스 가격이 하락하였음에도 소비량이 감소하였다. 최근 송전선로 제약으로 국가 총 발전량에 대한 관리가 강화되고 있어 발전용 가스 소비의 변화는 앞으로도 전력 수요와 밀접한 연관성을 가질 것으로 예상된다. 한편, 2024년에는 경기 회복과 함께 산업용 가스 소비와 지역난방용 소비가 크게 증가하여 가스 소비량 61.8백만 toe로 다시 증가세로 돌아섰다. 특히 최근 철강업 중심으로 산업 부문에서 천연가스를 활용한 상용자가발전이 확대되고 있어 중단기 가스 수요 증가에 영향을 미칠 것으로 보인다. 건물용 가스 소비는 난방도일의 감소와 도시 가스 요금 인상 등의 요인으로 전년 대비 2.5% 감소하였다. 특히 기온과 가격 요인의 영향을 직접적으로 받은 가정용 소비는 전년 대비 3.6%로 크게 감소하였으나, 상업용 소비는 서비스업에서의 경기 회복 효과로 인해 0.5% 증가하였다. 수송용 소비도 CNG 차량을 전기차가 대체하는 움직임이 지속되며 소비량도 계속 감소하는 추세가 유지되고 있으며, 2024년에도 전년 대비 5.1% 소비가 감소하였다.

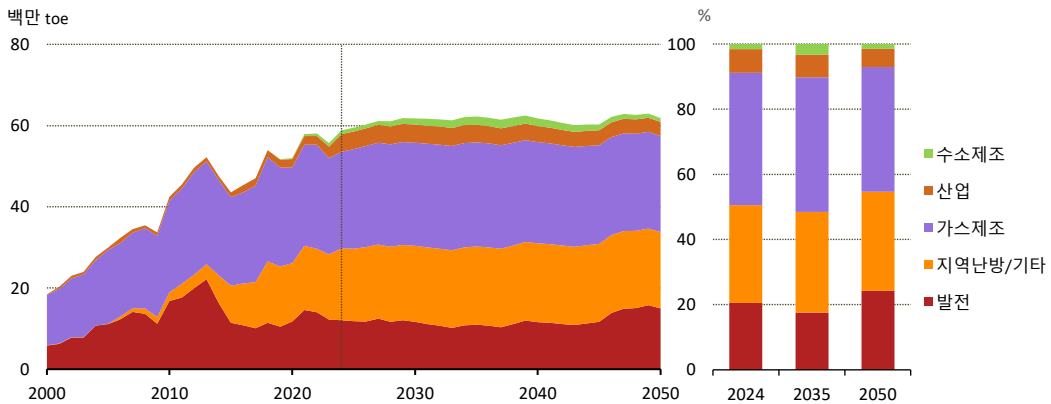
3.2. 기준 시나리오(REF)의 가스 수요 전망

□ 가스 수요는 국가 에너지 믹스, 전원 믹스 재조정 과정에서 수요 증가 유인이 축소되어 전망 기간 연평균 0.1% 증가

가스 수요는 전망 기간인 2024~50년에 연평균 증가율이 0.1%로 나타나며, 2050년의 소비량은 63.8백만 toe로 실질적인 소비 증가 없이 현재 수준의 소비 규모를 장기적으로 유지할 것으로 전망되었다. 올해의 가스 수요 전망은 작년 장기 에너지 전망에서 2050년 가스 소비량을 80백만 toe 이상으로 전망한 결과와 상당한 차이를 보이는데, 여기에는 전망 과정에서 조정된 세 가지 요소가 크게 영향을 미쳤다. 먼저, 작년 전망과 올해 전망은 적용된 경제 성장 전망 전제에 큰 구조적 차이가 존재하며, 올해 전망에서는 작년에 비해 경제성장률이 크게 하향 조정되어 전망 기간의 경제 활동 규모가 축소되었고, 그에 따라 에너지 소비량도 전반적으로 감소하였다. 그로 인해 올해 전망에서는 에너지 전환 수요에 해당하는 가스제조용, 발전용 가스 수요가 전망기간 큰 변화 없이 규모가 유지되며, 산업부문에서의 직접 소비도 특별한 증가 추세가 나타나지 않는다. 두 번째 요인은 발전 설비 활용 계획의 세부적인 내용 조정에 따른 영향

으로 현 정부에서 기존에 불확실하던 노후 원자력 발전소의 운영 기간 연장과 신규 원자력 발전소 건설 계속 추진을 결정하며 전망 기간 원자력 발전의 비중이 작년에 비해 높아졌고, 그에 따라 가스 발전이 적극적으로 운용될 필요성이 낮아져 보다 완만한 수요량 증가가 나타나게 되었다. 세 번째 요인은 수소 수요 및 생산 방식 전망의 조정이다. 먼저 수소 수요에 영향을 미치는 연료전지 용량 전망이 2024년 전망에서는 10차 전기본의 설비 계획을 반영하고 2036년 이후 연료전지 용량이 지속적으로 확대되는 것으로 적용하였으나, 2025년 전망에서는 11차 전기본을 반영하면서 연료전지 용량 전망 규모가 감소하였고 국내 수소 수급 전망을 고려하여 2038년 이후 연료전지 용량이 증가하지 않는 것으로 반영하여 2040년대의 수소 수요가 크게 감소하였다. 한편 가스 수요에 보다 직접적인 영향을 미친 것은 수소 생산 방식에 대한 전망 조정이다. 2024년 전망에서는 수소 생산에서 2050년 기준 천연가스를 활용하는 스팀 개질 생산 방식(SMR, Steam Methane Reforming)이 80%, 수입이 18% 비중으로 수소 소비 증가에 따라 천연가스 수요가 증가하는 형태였으나, 2025년 전망에서는 화석에너지를 활용하는 SMR 생산을 축소하고 그린 수소 중심의 활용을 추진하는 기후에너지환경부의 방침을 반영하여 2050년 기준 수입 수소 80%, 재생에너지 기반 수전해 생산이 20% 비중을 차지하도록 수정하여 수소 소비와 천연가스 수요 간의 연계성이 크게 약화되었다.

그림 3.9 기준 시나리오(REF)의 용도별 가스 소비 및 비중 전망



주: 가스 소비는 천연가스와 도시가스 소비의 합계임.

발전용 수요는 전망 기간 연평균 0.8%의 성장세가 나타날 것으로 전망되었으나, 다음 그림에서 나타나듯이 발전용 수요량과 비중은 중단기에는 감소하였다가 2040년대 후반 다시 증가하는 형태로 나타난다. 중단기에는 재생에너지 설비 확대와 원자력을 통한 발전량 증가로 발전용 가스 소비가 정체되거나 완만히 감소할 것으로 예상되고, 노후 원전 운전이 정지되는 2040년대 중후반부터 대체 발전원으로서 발전용 가스 소비가 다시 증가할 것으로 예상된다.

그리고 현재 가스 수요에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 도시가스 제조용 수요는 이미 높은 수준을 달성한 도시가스 보급률로 인한 도시가스 공급설비 보급 증가 둔화, 인구 감소 요인에 따른 장기적인 도시가스 사용량 감소 전망, 산업 부문에서의 천연가스 직수입 증가 등의 요인이 반영되어 전망 기간 연평균 0.0%의 증가율로 2050년에 2024년과 비슷한 수요량이 나타나며, 2030년대 중반을 고점으로 이후 수요량이 감소할 것으로 전망되었다. 지역난방 및 기타 수요도 도시가스 수요와 비슷한 요인으로 전망 기간 연평균 0.2%의 증가율이 나타나며, 2040년을 기준으로 소비량이 감소세로 돌아서게 된다.

한편, 수소 제조를 위한 가스 수요는 앞선 설명에 따라 수요량이 크게 증가하지는 않으며, 2030년대에는 증가세를 유지하다 2040년대에 들어서며 감소세로 돌아서 2050년에는 2024년과 비슷한 양의 가스가 수소제조용으로 소비된다. 수소는 활용 형태에 따라 기존 산업 공정에서 활용되는 부생수소, 추출수소는 산업용 가스 수요로, 그 외의 신규 수소 수요는 수소 제조 수요로 구분되며, 수소 생산 방식은 2024년에는 SMR 방식의 비중이 98%로 높으나 이후 비중이 빠르게 감소하고, 수입과 재생에너지 기반 수전해의 비중이 증가하여 2050년에는 수입 80%, 재생에너지 기반 수전해 20% 비중으로 생산된다. 산업용 가스 수요는 기존에 직·간접 가열과 사무용 건물 내 사용에서 주로 발생하였으나, 최근의 소비량 증가 추세는 일부 업종에서의 자가발전 확대의 영향이 주도하고 있다. 산업 부문에서의 자가발전 규모는 점차 확대될 것으로 예상되지만, 국가 온실가스 감축 기조에 따라 장기적으로 재생에너지가 보다 적극적으로 활용될 것으로 보이며, 산업용 가스 수요도 2030년대부터 조금씩 감소할 것으로 전망되었다. 전망 기간 수소 제조용 가스 수요는 연평균 변화율이 0.0%로 나타나며, 산업용 가스 수요는 연평균 0.8% 감소하는 것으로 나타났다.

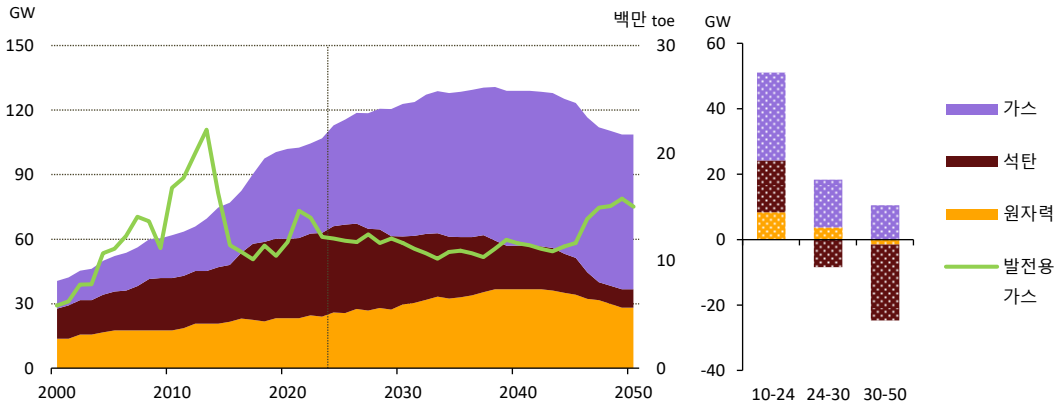
전체 가스 수요에서 용도별 비중은 다음과 같이 변화할 것으로 전망되었다. 발전용 수요는 비중이 2024년 20.5%에서 2050년 24.3%로 증가하고, 도시가스 제조용 수요는 2024년 40.6%에서 2050년 38.3%로 비중이 감소한다. 지역난방 및 기타 수요는 2024년 30.0%에서 2050년 30.3%로 비중이 소폭 증가한다. 산업용 수요는 2024년 7.3%에서 2050년 5.6%로, 신규 수소 제조용 수요는 2024년 1.6%에서 2050년 1.5%로 비중이 감소한다.

□ 발전용 수요는 기존 발전 설비 대체 과정에서 전망 기간 연평균 0.8% 증가

다음 그림에 나타나 있듯이 발전용 가스 수요는 운용되는 원자력 발전 설비 규모 증가와 함께 감소하다가, 노후 원자력 발전 설비 퇴출이 발생하는 2040년대에 점차 수요량이 증가하며, 최종적으로 전망 기간 연평균 0.8%의 수요량 증가가 나타난다. 중단기에는 석탄 화력발전소 대체를 목적으로, 장기에는 원자력 발전소 대체와 재생에너지 발전 비중 증가에 따른 계통

안정화와 침투부하 대응을 위한 목적으로 점진적으로 가스 발전 설비는 확대될 것으로 전망되나, 실제 발전용 가스 소비량은 설비 총규모에 비례하여 증가하지는 않을 것으로 전망되었다. 원자력과 석탄을 기저발전으로 활용하고 추가 전력 수요와 침투부하를 가스 발전을 통해 대응하는 기조는 향후 지속될 것으로 예상되며, 전력 계통 상황에 따라 순간적인 수요 변화는 나타날 수 있으나 연 단위의 총소비량 변동은 크게 나타나지 않을 것으로 전망된다.

그림 3.10 기준 시나리오(REF)의 주요 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망



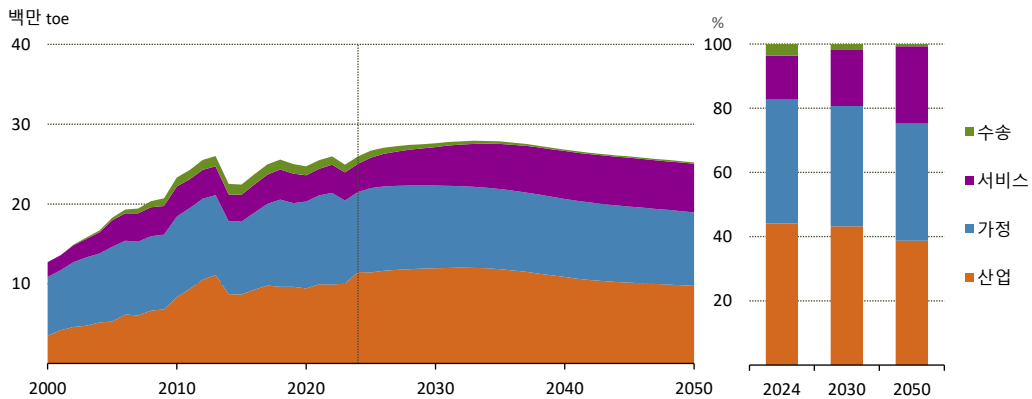
□ 최종소비 부문의 가스 수요는 서비스 부문에서만 증가가 나타나며, 2033년을 고점으로 수요량이 완만히 감소하여 전망 기간 연평균 0.1% 수요가 감소

최종소비 부문에서의 가스 수요는 전망 기간 연평균 0.1% 감소하며, 2024년 26.0백만 toe에서 2033년 27.9백만 toe로 고점을 달성한 이후 점차 감소하여 2050년 25.2백만 toe가 될 것으로 전망되었다. 세부 부문 중 서비스 부문에서만 가스 소비가 점진적으로 증가하며, 서비스 부문에서는 지속적인 노후화 설비 교체와 에너지 효율 개선 과정에서 석유와 석탄이 가스로 대체되어 전기와 함께 가스가 보다 적극적으로 활용될 것으로 전망된다. 서비스 부문에서의 가스 수요는 전망 기간 연평균 2.1%로 빠르게 증가하며, 최종소비 부문의 가스 수요에서 차지하는 비중도 2024년 14.1%에서 2050년 24.1%로 높아진다.

반면, 다른 세 부문에서는 점차 가스 소비가 감소하는 것으로 나타났다. 수송 부문은 기존에도 최종소비에서 차지하는 비중이 작으나, 최근 가스 연료 차량의 퇴출과 전환이 적극적으로 이루어지고 있어 기존의 소비량 감소 추세가 유지될 것으로 전망되며, 전망 기간 연평균 6.5%로 빠르게 소비량이 감소한다. 가정 부문에서는 장기적으로 인구 감소와 인구 구조 변화, 에너지 효율 향상, 평균 기온 상승 등이 가스 소비 감소의 요인이 되고, 중단기에서는 정부가 추진하는 히트펌프 보급 사업으로 인해 가스 소비가 직접 대체될 것으로 예상된다. 올해 장기 전망

에서는 정부의 히트 펌프 보급 목표를 일부 수용하여 고려하였고, 그에 따라 히트펌프 신규 보급이 적극적으로 이루어지는 가정 부문에서 가스 소비의 상당 부분이 히트펌프로 대체되었다. 그에 따라 가정 부문에서도 2030년대 초부터 가스 소비량이 점차 감소하여, 전망 기간 연평균 0.3%로 가스 소비량이 감소한다. 산업 부문의 경우 올해 전망 과정에서 경제성장률이 하향 조정됨에 따라 서비스 부문 업종은 약한 성장세가 지속되지만 제조업 업종이 주를 이루는 산업 부문 업종은 2040년 이후 산출액이 감소하여 장기적으로 에너지 수요 자체가 감소하는 추세가 나타난다. 또한 산업 부문 분석 과정에서 사무 공간에 대한 히트펌프 보급, 전기 소비 비중 확대, 재생에너지 활용 확대와 같은 정부 정책 방향이 일부 고려되었으며, 화석 에너지의 사용을 줄이고자 하는 경향이 나타나게 된다. 그로 인해 산업 부문의 가스 소비량은 전망 기간 연평균 0.6% 감소하는 것으로 전망되었다. 가정 부문은 최종소비 부문 가스 수요에서 2024년 41.7%로 가장 높은 비중을 차지했으나, 2050년 36.5%로 비중이 감소하고, 산업 부문의 소비 비중도 2024년 40.2%에서 2050년 38.7%로 감소한다. 수송 부문은 2024년 4.0%의 비중을 차지하였으나, 빠른 수요 감소 전망으로 인해 2050년 0.7%까지 비중이 낮아진다.

그림 3.11 기준 시나리오(REF)에서 최종소비 부문 가스 수요 전망



부 록

1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과 - 기준 시나리오

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 기준 시나리오(REF)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
인구 (백만명)	47.0	51.8	51.3	50.1	47.1	-	-	0.4	- 0.4
가구 (백만가구)	14.5	22.2	23.3	24.4	23.6	-	-	1.8	0.2
국내총생산 (GDP, 조원)	998	2 292	2 484	2 669	2 690	-	-	3.5	0.6
주요 업종별 부가가치 (조원)									
농림어업	29	34	34	34	32	-	-	0.6	- 0.2
광업	3	2	2	1	1	-	-	- 2.2	- 0.7
제조업	256	621	675	707	691	-	-	3.8	0.4
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	65	128	134	137	132	-	-	2.9	0.1
- 조립금속	108	408	455	488	484	-	-	5.7	0.7
SOC	94	140	146	149	145	-	-	1.7	0.1
서비스업	588	1 330	1 448	1 585	1 627	-	-	3.5	0.8
수입단가									
원유 (\$/bbl)	11	86	93	96	90	-	-	9.1	0.2
천연가스 (\$/톤)	161	658	471	545	550	-	-	6.0	- 0.7
유연탄 (\$/톤)	22	149	113	107	93	-	-	8.4	- 1.8
에너지 지표									
국내생산 (백만 toe)	2	0	0	0	0	-	-	- 7.9	- 4.4
총에너지 수요 (백만 toe)	187	291	302	309	289	-	-	1.9	0.0
에너지원단위 (toe/백만원)	0.19	0.13	0.12	0.12	0.11	-	-	- 1.6	- 0.7
일인당에너지소비 (toe/인)	3.98	5.63	5.89	6.17	6.13	-	-	1.5	0.3
최종소비* (백만 toe)	144	219	223	217	205	-	-	1.8	- 0.3
전기생산 (TWh)	293	646	706	805	804	-	-	3.4	0.9
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	12	14	16	17	-	-	2.9	1.2
에너지부문 온실가스 지표									
온실가스 배출 (백만톤)	416	559	511	428	362	-	-	1.2	- 1.7
배출원단위 (톤/백만원)	0.42	0.24	0.21	0.16	0.13	-	-	- 2.2	- 2.3
일인당 배출 (톤/인)	8.84	10.80	9.97	8.56	7.68	-	-	0.8	- 1.3

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

* 최종소비는 에너지전환산업으로 분류되는 석유정제의 에너지소비를 포함

에너지 수요 종합 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
총에너지	187	291	302	309	289	100	100	1.9	0.0
석탄	44	68	59	47	35	23	12	1.8	- 2.5
석유	95	104	98	88	78	36	27	0.4	- 1.1
가스	19	62	65	64	64	21	22	5.1	0.1
수력	1	1	1	1	1	0	0	- 0.4	0.2
원자력	27	40	45	56	46	14	16	1.6	0.5
신재생·기타	1	16	33	52	65	6	22	15.5	5.4
최종소비*	144	219	223	217	205	100	100	1.8	- 0.3
석탄	21	30	33	31	29	14	14	1.4	- 0.1
석유	87	102	95	85	75	46	37	0.6	- 1.1
도시가스	13	29	31	29	27	13	13	3.5	- 0.3
전기	21	47	52	59	58	22	29	3.5	0.8
열에너지	1	3	3	3	3	1	2	3.6	0.6
신재생·기타	1	8	8	10	11	4	6	12.0	1.5
산업	84	137	145	146	139	63	68	2.1	0.1
수송	25	35	29	21	16	16	8	1.4	- 3.0
가정	16	22	22	22	21	10	10	1.2	- 0.1
서비스	19	24	27	29	28	11	14	1.1	0.6

* 최종소비는 에너지전환산업으로 분류되는 석유정제의 에너지소비를 포함

최종소비 부문별·상품별 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
산업	84	137	145	146	139	100	100	2.1	0.1
석탄	21	30	33	31	29	22	21	1.5	- 0.1
석유	48	64	65	65	62	47	44	1.2	- 0.1
도시가스	4	15	16	13	12	11	8	6.2	- 0.9
전기	12	24	26	30	31	17	22	3.1	1.0
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	-	- 0.3
신재생·기타	0	5	5	6	6	4	4	51.5	0.5
수송	25	35	29	21	16	100	100	1.4	- 3.0
석탄	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	25	33	27	18	13	94	79	1.2	- 3.6
도시가스	0	1	0	0	0	3	1	-	- 6.5
전기	0	0	1	2	2	1	12	4.4	5.4
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	1	1	1	1	2	8	-	1.9
가정	16	22	22	22	21	100	100	1.2	- 0.1
석탄	0	0	0	0	0	1	0	- 4.2	- 32.3
석유	4	2	1	1	1	8	3	- 3.5	- 3.8
도시가스	7	10	10	10	9	46	44	1.3	- 0.3
전기	3	7	8	8	8	33	37	3.5	0.3
열에너지	1	2	2	3	3	10	12	2.7	0.8
신재생·기타	0	1	1	1	1	3	4	8.5	1.4
서비스 (상업, 공공, 기타)	19	24	27	29	28	100	100	1.1	0.6
석탄	0	0	0	0	0	0	0	- 11.5	- 13.9
석유	10	3	2	1	0	13	1	- 4.9	- 7.5
도시가스	2	4	5	6	6	14	21	2.8	2.1
전기	6	16	17	19	18	64	62	4.2	0.5
열에너지	0	1	1	1	1	2	2	7.6	- 0.2
신재생·기타	0	2	2	3	4	6	13	5.5	3.4

* 산업은 에너지전환산업으로 분류되는 석유정제의 에너지소비를 포함

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오(REF)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
주요 업종 산출액 (조원)									
화학	126	325	347	360	352	-	-	4.0	0.3
비금속	19	40	42	44	44	-	-	3.1	0.4
1 차철강	66	103	108	110	110	-	-	1.9	0.3
금속, 기계, 전자, 정밀	181	894	1 034	1 173	1 223	-	-	6.9	1.2
운송장비	144	358	385	404	402	-	-	3.9	0.5
건설	181	259	267	269	259	-	-	1.5	0.0
주요 제품 생산량 (천톤)									
기초유분	16	33	34	36	35	-	-	3.0	0.2
조강	43	64	73	74	74	-	-	1.6	0.6
전로	25	46	52	53	53	-	-	2.6	0.6
전기로	18	18	21	21	21	-	-	-0.2	0.6
시멘트	51	44	47	44	39	-	-	-0.6	-0.5
클링커	46	38	39	37	33	-	-	-0.8	-0.5
에너지 수요* (백만 toe)	84	137	145	146	139	100	100	2.1	0.1
석탄	21	30	33	31	29	22	21	1.5	-0.1
석유	48	64	65	65	62	47	44	1.2	-0.1
도시가스	4	15	16	13	12	11	8	6.2	-0.9
전기	12	24	26	30	31	17	22	3.1	1.0
열에너지	-	0	0	0	0	0	0	-	-0.3
신재생·기타	0	5	5	6	6	4	4	51.5	0.5
주요 업종 에너지원단위									
화학	0.27	0.21	0.20	0.20	0.19	-	-	-1.1	-0.2
비금속	0.29	0.10	0.11	0.11	0.11	-	-	-4.2	0.3
1 차철강	0.26	0.25	0.27	0.26	0.25	-	-	-0.1	0.0
기계류	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-1.7	-0.6
수송장비	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-1.4	-0.5

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

* 석유정제의 에너지 소비를 포함

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

(단위: 백만 toe)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
주요 업종별 에너지 수요									
화학	33	67	69	71	68	100	100	2.9	0.1
석탄	1	3	3	3	3	5	4	3.2	- 0.2
석유	30	55	57	58	55	82	81	2.6	0.0
가스	0	2	3	2	2	3	3	8.6	- 0.2
전기	2	5	5	5	6	7	8	3.6	0.8
신재생	-	2	2	2	2	2	3	-	0.5
비금속	6	4	5	5	5	100	100	- 1.3	0.7
석탄	4	2	2	2	1	39	30	- 3.2	- 0.3
석유	1	0	1	1	1	11	16	- 3.8	2.2
가스	0	0	1	1	1	11	17	2.4	2.6
전기	1	1	1	1	1	22	22	0.7	0.8
신재생	-	1	1	1	1	18	15	-	0.0
철강	17	26	29	29	28	100	100	1.8	0.3
석탄	14	22	24	24	23	83	84	2.0	0.3
석유	1	0	0	0	0	0	0	- 11.9	- 0.9
가스	1	2	2	2	2	9	7	4.5	- 1.0
전기	2	2	2	2	2	7	9	0.3	1.1
신재생	-	0	0	0	0	0	0	-	0.4
기계류	3	11	12	13	13	100	100	5.0	0.6
석탄	-	0	0	0	0	1	2	-	1.1
석유	1	0	0	0	0	1	1	- 8.2	- 0.4
가스	1	2	3	2	2	23	17	5.3	- 0.6
전기	2	8	8	9	9	71	75	5.7	0.8
신재생	-	0	0	1	1	3	5	-	2.6
수송장비	2	3	3	3	3	100	100	2.4	- 0.1
석탄	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	1	0	0	0	0	10	5	- 4.6	- 2.4
가스	-	1	1	1	0	22	15	-	- 1.6
전기	1	2	2	2	2	65	75	3.9	0.4
신재생	-	0	0	0	0	4	5	-	1.6

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	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
주요지표									
자동차 형태별 (백만대)	12	26	28	29	28	100	100	3.3	0.2
승용차	8	22	23	24	23	83	85	4.2	0.3
화물차	3	4	4	4	4	14	13	1.7	- 0.1
승합차	1	1	1	1	1	3	2	- 3.1	- 0.3
자동차 연료별 (백만대)									
휘발유	7	14	17	17	13	55	46	2.9	- 0.5
경유	4	9	5	2	1	35	4	4.0	- 7.4
배터리자동차	-	1	2	7	11	3	39	55.8	10.9
연료전지자동차	-	0	0	1	1	0	5	-	23.1
기타	1	2	3	2	2	8	6	2.0	- 0.6
에너지 수요	25	35	29	21	16	100	100	1.4	- 3.0
휘발유	8	12	12	11	7	33	45	1.6	- 1.8
경유	13	18	10	3	2	51	12	1.3	- 8.1
중유	1	0	0	0	0	1	1	- 4.4	- 0.4
제트유	0	0	1	1	1	1	4	18.2	1.5
부탄	3	3	4	4	3	8	17	- 0.8	- 0.2
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	- 2.2	0.1
도시가스	-	1	0	0	0	3	1	-	- 6.5
전기	0	0	1	2	2	1	12	4.4	5.4
신재생·기타	-	1	1	1	1	2	8	-	1.9
수송 수단별 에너지수요									
도로	24	34	28	20	15	97	92	1.5	- 3.2
철도	1	0	0	0	0	1	2	- 2.3	- 0.2
항공	0	0	1	1	1	1	4	15.6	1.5
해운	1	0	0	0	0	1	2	- 3.7	- 0.7

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	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
주요지표									
인구 (백만명)	47.0	51.8	51.3	50.1	47.1	-	-	0.4	- 0.4
가구 (백만가구)	14.5	22.2	23.3	24.4	23.6	-	-	1.8	0.2
형태별 주택(백만호)	11.0	18.3	19.4	20.5	19.9	100	100	2.2	0.3
단독	4.1	3.5	3.3	3.0	2.8	19	14	- 0.7	- 0.8
아파트	5.2	12.1	13.4	14.9	15.2	66	76	3.6	0.9
공동주택	1.7	2.7	2.7	2.5	2.0	15	10	2.1	- 1.3
평균 주거 면적(m ²)	85.5	75.5	73.3	71.2	71.0	-	-	- 0.5	- 0.2
에너지 지표									
주택당 에너지수요(toe/천원)	1.49	1.20	1.15	1.07	1.06	-	-	- 0.9	- 0.5
면적당 에너지수요(toe/100m ²)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	- 0.4	- 0.2
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.12	0.98	0.96	0.90	0.89	-	-	- 0.5	- 0.4
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.63	1.75	1.88	1.95	-	-	3.1	0.7
에너지 수요									
석탄	0	0	0	-	-	1	0	- 4.2	- 32.3
석유	4	2	1	1	1	8	3	- 3.5	- 3.8
도시가스	7	10	10	10	9	46	44	1.3	- 0.3
전기	3	7	8	8	8	33	37	3.5	0.3
지역난방	1	2	2	3	3	10	12	2.7	0.8
신재생·기타	0	1	1	1	1	3	4	8.5	1.4
용도별 에너지 수요									
난방/온수	12	13	13	13	12	61	57	0.3	- 0.4
취사	1	2	2	1	1	7	6	0.9	- 1.1
냉방	0	1	1	1	1	4	6	15.7	0.9
조명	0	1	1	1	1	4	4	2.8	0.1
기타 가전기기	2	5	6	6	6	24	28	3.5	0.5

주) 단독주택은 건물에 대한 소유권은 하나인 주택으로 다중주택이나 다가구주택은 여러 세대가 함께 거주하는 주택이지만 세대별로 소유권이 구분되지 않기 때문에 단독주택으로 분류

공동주택은 집합 건물로써 세대별로 소유권 이전 등기가 가능한 주택.

소득은 가구당 소득을 의미

용도별 에너지수요는 기본 설비와 보조 기기의 에너지수요

서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
주요 업종별 산출액 (조원)									
도소매	159	336	369	407	423	-	-	3.2	0.9
숙박음식	74	177	196	220	234	-	-	3.7	1.1
운수보관	74	218	241	268	281	-	-	4.6	1.0
정보통신	57	202	228	261	279	-	-	5.4	1.3
공공행정및국방	84	189	206	227	234	-	-	3.4	0.8
교육서비스	68	150	163	178	184	-	-	3.4	0.8
의료복지	44	219	252	295	321	-	-	6.9	1.5
예술,스포츠,레저	17	55	61	70	75	-	-	5.1	1.2
기타서비스	311	865	959	1 075	1 119	-	-	4.4	1.0
에너지 수요	19	24	27	29	28	100	100	1.1	0.6
석유	10	3	2	1	0	13	1	- 4.9	- 7.5
도시가스	2	4	5	6	6	14	21	2.8	2.1
전기	6	16	17	19	18	64	62	4.2	0.5
지역난방	0	1	1	1	1	2	2	7.6	- 0.2
신재생·기타	0	2	2	3	4	6	13	5.5	3.4
부문별 에너지 수요									
상업 서비스	16	19	21	23	23	78	79	0.8	0.7
공공 서비스	3	5	6	6	6	22	21	2.6	0.3

석유 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
원유 수요*	122	153	157	143	121	-	-	1.0	- 0.9
국제 벙커링	13	19	18	17	15	-	-	1.5	- 0.9
총공급	95	104	98	88	78	100	100	0.4	- 1.1
전환	6	1	1	0	0	1	0	- 9.1	- 3.1
에너지산업자체소비	5	6	6	5	5	5	6	0.5	- 0.8
최종소비	84	98	92	82	73	94	94	0.7	- 1.1
제품별 석유 수요**									
정제가스	1	4	4	3	3	4	4	4.2	- 1.2
휘발유	8	12	12	11	7	11	9	1.5	- 1.8
등유	10	2	1	1	1	2	1	- 6.9	- 4.4
경유	18	21	12	4	3	20	4	0.5	- 6.6
중유	13	1	1	1	1	1	1	- 10.5	- 0.2
제트유	0	1	1	1	1	1	1	4.0	- 0.9
프로판	4	8	8	9	9	7	12	2.3	0.6
부탄	4	5	6	7	5	4	7	0.5	0.6
납사	25	44	45	43	41	42	52	2.5	- 0.3
기타 비에너지유	3	6	6	6	5	6	6	3.6	- 0.8
용도별 석유 수요									
에너지산업	5	6	6	5	5	5	6	0.5	- 0.8
산업	44	61	62	62	59	58	76	1.3	- 0.1
(연료)	19	10	11	10	8	10	11	- 2.4	- 0.9
(석유화학원료)	26	50	51	53	51	48	66	2.8	0.1
수송	25	33	27	18	13	31	16	1.2	- 3.6
가정	4	2	1	1	1	2	1	- 3.5	- 3.8
서비스	10	3	2	1	0	3	1	- 4.9	- 7.5
전환	6	1	1	0	0	1	0	- 9.1	- 3.1

* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

** 에너지전환공정 제외

석탄 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
총공급	44	68	59	47	35	100	100	1.8	- 2.5
전환부문	23	38	27	16	6	56	17	2.1	- 6.8
최종소비부문	21	30	33	31	29	44	83	1.4	- 0.1
제품별 석탄 수요									
국내탄	1	0	0	-	-	0	0	- 4.9	- 27.0
수입무연탄	1	2	3	1	1	3	2	2.7	- 4.8
연료용 유연탄	28	49	39	28	17	72	48	2.3	- 4.0
원료용 유연탄	14	16	18	18	18	24	50	0.6	0.3
용도별 석탄 수요									
발전/열생산용	23	38	27	16	6	56	17	2.1	- 6.8
코크스 제조 및 고로용	13	16	18	18	18	23	50	0.8	0.4
킬른가열용	4	2	2	2	1	2	4	- 3.2	- 0.3
기타 산업용	4	12	13	11	10	18	29	4.5	- 0.7
연탄용	0	0	0	-	-	0	0	- 4.2	- 32.3

가스 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
총공급	19	62	65	64	64	92	95	5.1	0.1
전환 부문*	6	31	32	33	35	50	55	7.0	0.5
최종소비 부문	13	26	28	27	25	42	40	3.0	- 0.1
용도별 소비									
발전용	6	12	12	12	15	20	24	3.1	0.9
지역난방	0	18	19	20	19	29	30	18.2	0.2
수소제조	-	1	2	2	1	2	1	369.2	- 0.1
에너지산업	0	4	4	3	2	6	4	9.2	- 1.7
산업	4	11	12	11	10	19	15	5.1	- 0.6
수송	-	1	0	0	0	2	0	-	- 6.5
가정	7	10	10	10	9	16	14	1.3	- 0.3
서비스	2	4	5	6	6	6	10	2.8	2.1

* 자가소비 및 손실 포함

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

전기 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

						비중 (%)		증가율 (%)	
	2000	2024	2030	2040	2050	2024	2050	00-24	24-50
발전설비 (GW)	48	153	209	274	289	100	100	4.9	2.5
석탄	14	40	32	20	8	26	3	4.5	- 5.8
석유	5	0	0	0	0	0	0	- 13.1	- 1.1
가스	13	47	61	72	72	31	25	5.6	1.7
원자력	14	26	30	37	28	17	10	2.7	0.3
수력	3	7	7	12	12	4	4	3.1	2.5
신재생	-	33	79	133	168	22	58	-	6.4
- 변동성 재생에너지	-	30	74	127	162	19	56	-	6.8
- 기타 재생에너지	-	2	2	2	2	1	1	-	0.0
- 신에너지	-	1	3	4	4	1	1	-	4.0
총발전량(TWh)	293	646	706	805	804	100	100	3.4	0.9
석탄	99	169	135	87	37	26	5	2.2	- 5.6
석유	19	0	0	0	0	0	0	- 14.7	- 0.1
가스	28	167	168	163	200	26	25	7.7	0.7
원자력	109	189	214	265	216	29	27	2.3	0.5
수력	6	9	8	13	13	1	2	2.0	1.6
신재생	-	58	128	217	273	9	34	-	6.2
- 변동성 재생에너지	-	36	98	180	236	6	29	-	7.4
- 기타 재생에너지	-	12	10	10	10	2	1	-	- 0.6
- 신에너지	-	10	19	27	27	1	3	-	4.1
상용자가*	31	52	54	59	64	8	8	2.1	0.8
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	62	101	111	129	121	100	100	2.1	0.7
석탄	23	38	27	16	6	38	5	2.1	- 6.8
석유	5	0	0	0	0	0	0	- 11.8	- 3.2
가스	6	12	12	12	15	12	12	3.1	0.9
수력	1	1	1	1	1	1	1	- 0.4	0.2
원자력	27	40	45	56	46	40	38	1.6	0.5
신재생·기타	0	10	26	44	53	10	44	41.6	6.8
(수소)	-	-	4	6	4	0	3	-	-
전기 수요(TWh)	242	551	610	696	694	100	100	3.5	0.9
수소제조**	-	-	3	10	14	0	2	-	-
에너지산업자체소비	4	14	22	28	21	2	3	5.0	1.8
산업	128	264	280	327	337	48	49	3.1	0.9
수송	2	6	11	18	22	1	3	4.4	5.4
가정	37	84	90	94	92	15	13	3.5	0.3
서비스	68	182	203	217	206	33	30	4.2	0.5
기타	6	15	26	40	37	3	5	3.6	3.6

* 상용자기는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

** 수소제조는 전환공정의 전기소비(수전해), 개질 및 추출수소의 전기소비는 에너지전환자체소비에 포함

열에너지 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
열생산량	2	3	4	4	4	-	-	2.6	0.5
지역난방 수요	1	3	3	3	3	100	100	3.3	0.6
가정	1	2	2	3	3	79	83	2.7	0.8
서비스	0	1	1	1	1	21	17	7.6	- 0.2
지역난방용 에너지 수요	2	19	20	21	21	100	100	10.3	0.5
석탄	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	1	0	0	0	0	2	0	- 6.3	- 9.1
가스	0	18	19	20	19	97	91	18.2	0.2
신재생	-	0	1	1	2	1	9	-	8.6

신재생/기타 공급 및 수요 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 toe)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
부문별 신재생에너지 수요	1	16	33	52	65	100	100	15.5	5.4
발전/열생산	0	9	25	43	53	52	82	40.9	7.3
산업	-	5	5	6	6	30	9	51.5	0.5
수송	-	1	1	1	1	5	2	-	1.9
가정	0	1	1	1	1	3	1	8.5	1.4
서비스	0	2	2	3	4	10	6	5.5	3.4
(수소 공급)	-	0	1	3	4	100	100	290.2	27.0
수입	-	-	0	2	3	0	80	-	-
생산	-	0	1	1	1	100	20	290.2	19.4
(수소 수요)	-	-	4	6	5	100	100	-	53.4
발전	-	-	4	6	4	0	79	-	-
산업	-	-	-	-	-	100	0	-	2.1
수송	-	-	0	1	1	0	21	-	-

주: 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 기준 시나리오(REF)

(단위: 백만 tCO₂e)

	2000	2024	2030	2040	2050	비중 (%)		증가율 (%)	
						2024	2050	00-24	24-50
주요지표									
총배출	416	559	511	428	362	-	-	1.2	- 1.7
에너지당 배출(톤/toe)	2.71	2.23	2.13	2.00	1.92	-	-	- 0.8	- 0.6
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.42	0.24	0.21	0.16	0.13	-	-	- 2.2	- 2.3
인구당 배출(톤/인)	8.84	10.80	9.97	8.56	7.68	-	-	0.8	- 1.3
에너지상품별 온실가스 배출									
석탄	167	255	223	175	131	46	36	1.8	- 2.5
석유	207	177	156	123	99	32	27	- 0.7	- 2.2
천연가스	41	127	133	130	131	23	36	4.8	0.1
부문별 온실가스 직접 배출									
산업	149	191	204	192	178	34	49	1.0	- 0.3
수송	70	95	77	51	36	17	10	1.3	- 3.7
가정	29	27	26	23	22	5	6	- 0.4	- 0.9
서비스	33	16	16	15	14	3	4	- 2.9	- 0.5
에너지산업	14	22	23	19	17	4	5	1.8	- 1.0
발전/열생산	120	208	166	127	95	37	26	2.3	- 3.0

주) 전합부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

2. 참고문헌

<국내 문헌>

KDI, 2025a. *KDI 경제전망 2025 상반기*.

KDI, 2025b. *KDI 경제전망 2025 하반기*.

관계부처 합동, 2019. *미세먼지 관리 종합계획(2020~2024)*.

관계부처 합동, 2020. *2030 한국형 친환경선박(Greenship-K) 추진전략*.

관계부처 합동, 2021. *2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안*.

국토교통부, 2024. *SAF 확산 전략*.

기상청, 2024. *2024년 여름철 기후특성*.

Available at: <https://www.kma.go.kr/kma/news/press.jsp?mode=view&num=1194405> [Access: 2026.3.30.].

기후에너지환경부, 2026. *열에너지 탈탄소화의 핵심... 히트펌프 보급 활성화 지원 보도자료*.

산업연구원, 2025. *장기 에너지 수급 전망을 위한 장기 산업구조 전망*.

에너지경제연구원, 2021. *2020 장기 에너지 전망*.

에너지경제연구원, 2024.5. *에너지브리프 2024년 5월호*.

에너지경제연구원, 2025. *2025 에너지통계연보*.

이고은 & 이재윤, 2025.8. *철강산업의 현황과 통상리스크*, 산업연구원.

조용원, 2025.9. *최근 산업환경 변화가 국내 석유화학 공급망에 미치는 영향과 정책 시사점*, 산업연구원.

최도영&신힘철, 2023. *자동차 평균에너지소비효율기준 평가 및 개선방안 연구*, 에너지경제연구원.

통계청, 2023. *장래인구추계(2022~2072년)*.

통계청, 2024. *장래가구추계(2022~2052년)*.

통계청, 2025. *2024년 사망원인통계 결과*.

한국무역협회, 2026. *KITA 무역통계*. Available at: <https://stat.kita.net/>.

한국은행, 2025. *2024 연차보고서*.

한국철강협회, 2025. 2025 철강통계연보.

<해외 문헌>

APERC, 2025. *APEC Energy Demand and Supply Outlook 9th Edition*.

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

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

COVE, 2025. *What is PUE (Power Usage Effectiveness)? Maximizing Data Center Energy Efficiency*. Available at: <https://cove.inc/blog/what-is-power-usage-effectiveness-pue-data-center-efficiency/> [Access: 2026.3.20.].

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

ICAO, 2023. *CORSIA implementationo plan brochure*.

IEA, 2005. *Energy Statistics Manual*.

IEA, 2023. *World Energy Outlook 2023*.

IEA, 2024. *World Energy Outlook 2024*.

IEA, 2025. *World Energy Outlook 2025*.

IMO, 2023. *2023 IMO strategy on reduction of GHG emissions from ships*.

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

KEEI 2025 장기 에너지 전망

2026년 2월 인쇄

2026년 2월 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 2025



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