

지역에너지계획 및 온실가스 배출량 분석을 통한 2030 국가온실가스 감축목표 이행 현황 진단

박상현* · 이천환** · 정민경* · 염성찬**,*†

*국가녹색기술연구소 데이터정보센터 박사후연구원, **국가녹색기술연구소 데이터정보센터 선임연구원,

***국가녹색기술연구소 데이터정보센터 센터장

Diagnostic study on the status of implementation of 2030 National Determined Contribution through analysis of a local energy master plan and greenhouse gas emissions

Park, Sanghyun* · Lee, Cheonhwan** · Jung, Minkyung* and Yeom, Sungchan**,*†

*Post-Doctoral Researcher, Center of Data Information, National Institute of Green Technology, Seoul, Korea

**Senior Researcher, Center of Data Information, National Institute of Green Technology, Seoul, Korea

***Director General, Center of Data Information, National Institute of Green Technology, Seoul, Korea

ABSTRACT

With the continuous increase in global greenhouse gas emissions and the spread of natural disasters caused by global warming, the international community's attention and efforts to respond to the deepening climate change crisis are increasing. To contribute to the sustainable development of the Paris Agreement and global carbon reduction, major countries have submitted their NDCs (Nationally Determined Contributions) and are striving to achieve their respective carbon neutrality targets. Korea is the 13th largest emitter of greenhouse gases in the world, emitting about 727 Mt of greenhouse gases in 2018, and its renewable energy generation ratio is relatively low compared to OECD countries. In response, Korea recently submitted the enhanced NDC to the UN to reduce its greenhouse gas emissions by 40% by 2030 compared to 2018. To achieve this goal, each local government must establish and implement energy policies considering local characteristics and regional energy systems. Korea is composed of 17 local governments, each of which establishes and implements a Local Energy Master Plan over a five-year period. This paper aims to compare and analyze the main contents and goals of each local energy plan and to analyze the achievement rate of reduction of greenhouse gas emission in each region considering the 2030 NDC reduction target. Carbon neutrality is a national and local challenge, and we expect governments and local communities to continue to improve and develop their municipalities through effective implementation of energy policy programs.

Key words: Climate Changes, Energy Policy, 2030 NDCs, Greenhouse Gas Emission, Local Energy Master Plan

1. 서론

최근 전 세계적으로 기후변화로 인한 극심한 이상기후 현상이 발생하면서 국제사회는 사회·환경·경제 전반에 걸친 위기 및 갈등에 직면하고 있다. 2011 ~ 2020년 전 지구

연평균 기온은 산업화 이전에 비해 1.09℃ 상승했다고 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)는 보고하고 있으며(IPCC, 2023), 전 세계가 이상기후로 인한 폭염, 가뭄, 홍수 등으로 인해 막대한 경제적·인명적 피해를 입고 있는 실정이다. 이에 국제사회는 기후위기 극복

†Corresponding author : shiney@nigt.re.kr (07328, 60, Yeouinaru-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul, Korea. Tel. +82-02-3393-3933)

ORCID 박상현 0009-0006-9446-4755
이천환 0000-0002-1186-7457

정민경 0009-0000-9956-3716
염성찬 0000-0002-6103-7929

을 위한 탄소배출량 감축목표를 강화하고 국가 차원에서의 정책지원 및 혁신기술개발 투자를 확대하는 등 Net-Zero 달성을 위한 실효적 방안을 마련하는 추세이다. 국제사회는 이러한 기후위기 극복을 위해 IPCC를 통하여 전 지구적으로 2030년까지 이산화탄소 배출량을 2010년대비 최소 45% 감축하고 2050까지 탄소중립을 달성하겠다는 경로를 제시하였다(Allen et al., 2018).

이러한 가운데 우리나라는 급격한 경제성장을 통하여 국제 위상이 높아짐에 따라 기후변화협상에서 책임감 있는 역할 요구가 증가하고 있다(Jung et al., 2009). 그러나 한국은 온실가스 다배출 산업구조를 가지고 있는 동시에 최종에너지소비 대비 재생에너지 비중이 OECD 국가 평균 대비 약 1/7 수준으로 매우 낮은 수준이다. 또한 온실가스 배출정점의 시점이 2018년으로 주요국 대비 2050 탄소중립 목표 달성을 위한 기간이 상대적으로 매우 짧다(Kim and Son, 2018). 따라서 화석연료를 사용하는 화력발전의 과감한 감축과 신재생에너지 확대 및 보급을 통하여 짧은 기간 내에 도전적인 목표 달성을 할 수 있도록 노력해야 한다.

이에 대한민국 정부는 2015년 6월, 2030 NDC를 최초 수립하여 2030년 배출전망치(Business As Usual, BAU) 대비 온실가스 배출량을 37% 감축하기 위한 목표를 수립하였다. 그러나 배출전망치는 현재의 기술발전 속도, 소비형태 및 정책 등이 그대로 지속될 경우 예상되는 미래의 온실가스 배출전망치를 의미한다. 이에 2019년 감축목표 표기법 변경에 따라 2017년 대비 24.4%(2018년 대비 26.3%) 감축으로 NDC를 수정하여 UN에 제출하였다. 감축목표 표기법을 기존의 임의 변동 가능성이 있는 BAU 기준 방식에서 고정값으로 변동의 여지가 없는 절대치 기준으로 변경함으로써 온실가스 감축 의지를 명확화하는 것을 목적으로 하였다.

또한 우리 정부는 2021년 10월 2030 NDC 상향안을 발표하여 2030년까지 온실가스 배출량에 대한 총 감축량을 2018년 배출량 대비 40%로 강화하였으며, 이를 실현하기 위한 대책으로 2023년 3월에는 탄소중립 기본법 제10조에 의거한 「탄소중립·녹색성장 기본계획(이하 기본계획)」을 발표하였다. 2030 NDC 감축목표를 달성하기 위해서는 구체적인 방안과 감축경로를 설정하고 실효적 정책 수립을 통한 전략적 접근이 필요한 시점이며, 이에 정부(MOTIE)는 2024년도 에너지 분야 예산을 4조7969억원으로 전년도 대비 5329억원을 증액하여 에너지 분야의 과감한 투자를 추진하였다.

한편 중앙집중형 에너지체계에서 지방정부가 에너지 시장의 주체로 주목받기 시작하면서 에너지 분권의 중요성이 부각되고 있다(Oh and Jin, 2021). 에너지 분권은 에너지 관련 정책에 대한 행정적·재정적 권한을 중앙정부로부터 지방단체 또는 민간으로 이전하는 거버넌스를 의미하며, 각 지방단체는 지역 지리적 특성, 산업구조의 특성 및 지역 에너지 특성을 반영한 에너지 정책을 수립하여 해당 지역의 에너지 비전 수립 및 감축목표를 이행할 수 있도록 해야 한다.

이러한 배경아래 지역에너지와 관련한 다양한 연구가 수행되고 있다. Cho (2022)는 기초자치단체 지역에너지계획 수립방안 연구를 통하여 국내의 지역에너지계획의 현황과 시사점을 제시하고, 기초자치단체의 역할과 에너지 제도적 인프라 강화 방안을 모색하였다. 또한 Koh and Ye (2020)는 기초지자체 에너지정책 평가지표를 개발 연구를 통하여 개발지표를 광역지자체와 기초지자체 에너지 정책 통합수단으로 활용하기 위한 시사점을 도출한 바 있다. 한편, Tan et al. (2015)은 도시의 에너지 및 기후변화 정책 및 역량 평가를 위한 LCCI (Low-Carbon City Indicator)를 개발하여 전 세계 각국의 10개 주요도시에 대해 탄소배출 관련 지표를 적용하여 비교 분석하여 도시별 저탄소 수준 순위를 도출하였다. 또한 Jin et al. (2011)은 전력부문 온실가스 배출에 대한 지자체의 책임성에 관한 연구를 통하여, 지역별로 온실가스 배출을 규제하는 정책을 시행할 경우 생산지와 소비지가 일치하지 않는 전력부문 온실가스 배출의 책임성에 관한 문제가 심각한 갈등요인이 될 수 있음을 시사하며 지자체의 책임성에 대한 이론적이고 실증적인 근거들을 검토하였다. 그 외에도 Zhang et al. (2012)은 주거용 에너지 소비 기반의 개념적 모델을 제안하여 영국의 지역단위 에너지 정책 시사점을 도출하였으며, Neves and Leal (2010)은 지역에너지계획 수립과정에서 활용할 수 있는 지속가능성 평가지표 프레임워크를 개발하였다. 또한 Jin and Kim (2021) 및 Koh and Ye (2022)는 온실가스 배출량과 경제활동 간의 관계성 분석을 위한 각 산업별·지역별 탈동조화(decoupling) 연구를 수행하였다. 향후 최신화 데이터 기반의 지역별 온실가스 탈동조화 분석 및 재생에너지 비중 및 에너지소비량 등을 연계 고려한 관계분석이 수행되어야 할 것으로 판단된다.

본 논문은 우리나라의 국가에너지기본계획 및 그 하위계획인 지역에너지계획의 배경 및 정책 추진 현황을 파악하고, 국가 및 지역의 2030 감축 목표 대비 현재 기준 감

축 달성률의 진단을 목적으로 하였다. 또한 장기 온실가스 인벤토리 자료를 활용하여 지역별 산업구조에 따른 배출특성을 분석하고, 지역별 에너지 정책에 대한 문제점 발굴 및 향후 지역에너지가 나아가야할 방향에 대한 시사점을 도출하고자 하였다.

2. 국가 및 지역 에너지정책 배경 및 현황

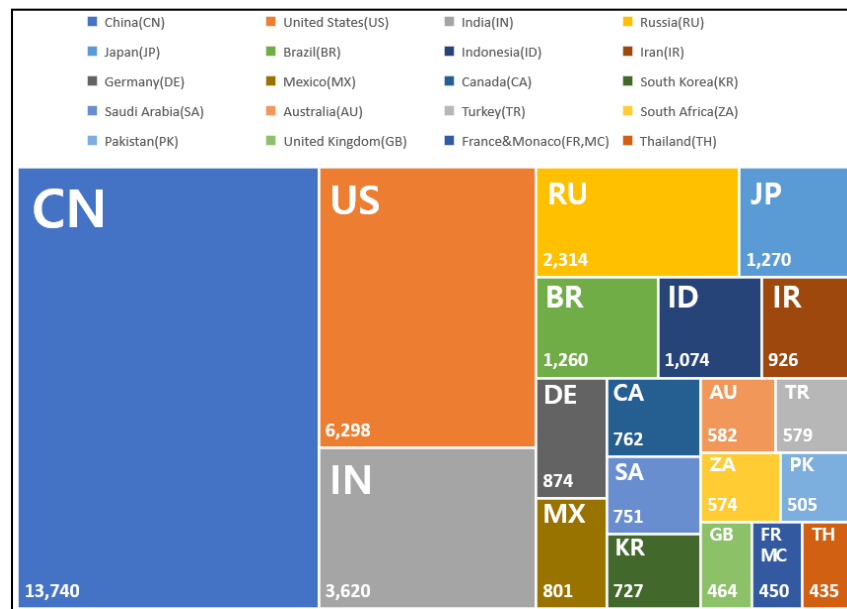
2.1. 대한민국 에너지소비 현황 및 온실가스 배출 현황

우리나라는 2018년 기준으로 약 727 Mt의 온실가스를 배출하여 전 세계에서 열 번째로 온실가스를 많이 배출하는 국가로(Fig. 1) 미국, 일본, 독일, 멕시코, 캐나다에 이어 OECD 가입국가 가운데 6위를 기록하였다(IEA, MOE). 그러나 2019년 국가 온실가스 배출량은 701.2 Mt로 전년도 대비 약 3.5% 감소하였고, 이어서 2020년 국가 온실가스 배출량은 656.2 Mt로 전년도 대비 약 6.4% 감소하였다(GIR, 2021). 이러한 연속적인 국가 온실가스 배출량의 감소 추세는 감축목표 달성을 위한 노력과 더불어, COVID-19 발생으로 인한 에너지 수요의 급감이 또 하나의 원인이 되었을 것으로 추정된다. IEA는 2020년 전 세계 CO₂ 배출량이 전년 대비 약 8% 감소할 것이라고 예고한 바 있다(IEA, 2020).

팬데믹으로 인한 단기적인 온실가스 배출량 감소 현상

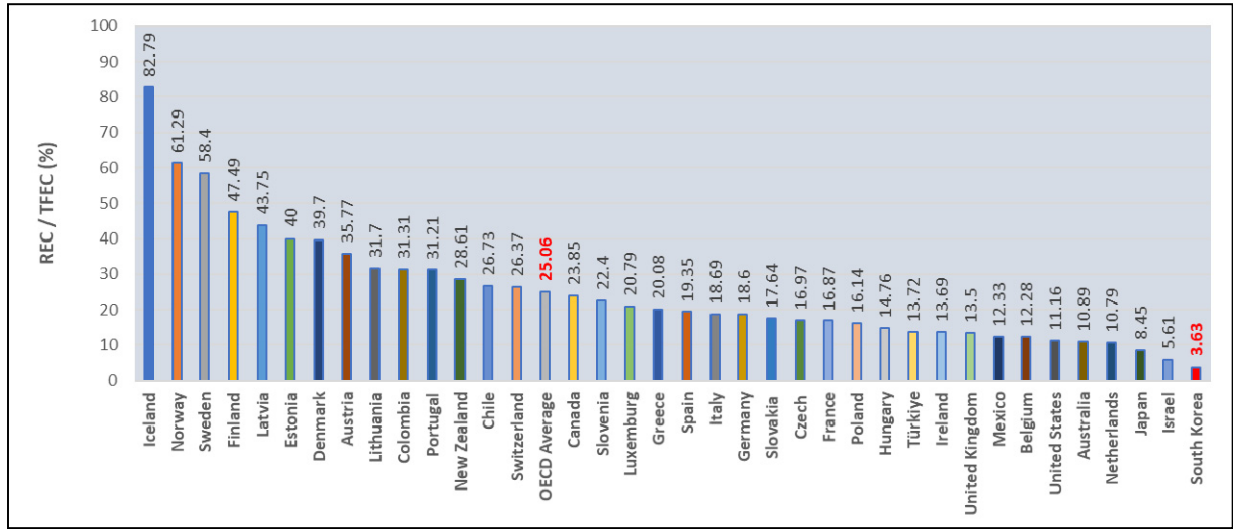
은 포스트 코로나 이후 전 세계 산업계 생산 활동의 회복 및 이동 수요의 증가에 따라 반등하고 있는 추세를 보인다(Lee et al., 2020). 우리나라의 경우 환경부 온실가스종합정보센터(Greenhouse gas Inventory and Research center, 이하 ‘GIR’)가 공개한 2021년 국가 온실가스 잠정 배출량은 약 680 Mt로 전년대비 약 3.5% 증가한 것으로 파악되고 있다. 이러한 증가 추세는 코로나19로 위축되었던 산업활동이 점차 회복하면서 자연스럽게 발전량이 증가하고 수송용 연료 소비의 증가에 따라 에너지 소비 또한 증가한 것으로 판단된다.

2050 탄소중립 실현을 위한 도전적 목표를 달성하기 위해서는 ‘에너지 대전환’, 다시 말해 현재의 화석에너지 중심의 발전 시스템을 신재생에너지로 전면 전환하는 것이 필요하다. 이러한 ‘에너지 대전환’은 전 세계의 모든 국가의 지속가능한 발전 목표에 대해 중요한 과제로 부각되고 있다. ‘에너지 대전환’을 위해서는 화석에너지 축소에 따른 경제구조 전환, 재생에너지 관련 기술 개발과 보급 등의 단계적인 노력이 필요할 것이다. 이에 우리나라는 에너지 정책 개선을 통해 2000년 이후로 지속적으로 재생에너지원이 차지하는 비중을 늘려 나가는 노력을 추진해왔다. 이러한 노력을 바탕으로 한국의 최종에너지소비 대비 재생에너지 비중(REC/TFEC)은 2000년 0.7%에서 2020년 3.63%까지 꾸준히 증가하고 있는 추세이지만(World Bank, 2023), OECD 회원국에 비하면 여전히



Source: Drawn by authors with data provided by the World Bank

Fig. 1. 20 countries with the highest GHG (Greenhouse Gas) emissions in 2018 (Mt CO₂eq/yr)



Source: Drawn by authors with data provided by the World Bank

Fig. 2. Renewable energy consumption (% of total final energy consumption) of OECD countries in 2020

매우 낮은 수준이다. OECD 회원국의 평균 재생에너지 비중(REC/TFEC)은 약 25.06%로, 이는 우리나라 재생에너지 비중에 비해 약 6.9배가 높은 수준이다(Fig. 2). 이에 한국 정부는 2023년 발표한 「제1차 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획(이하 ‘기본계획’)」을 통해서 대규모 풍력발전 단지 확충, 신재생에너지 금융지원 및 건물 분야 재생에너지 확대 등을 통하여 2030년까지 재생에너지 비중을 최소 21.6%까지 확대할 것을 목표로 하였다. 이처럼 온실가스 다배출 산업구조를 탈피하고 상대적으로 낮은 재생에너지 보급 구조를 극복하여 탄소중립 목표를 달성하기 위해서는, 전체 국가 단위를 넘어서 지역별 상세 목표를 설정함으로써 실효적 정책수립과 그에 따른 선제적 대응이 필요할 것이다.

2.2. 2030 NDC 및 국가에너지기본계획

국가 온실가스 감축목표(National Determined Contribution, NDC)는 파리협정의 장기 목표 달성을 위해 국가 단위 온실가스 배출량을 줄이고 기후 변화 영향에 적응하기 위하여 각국의 감축 노력을 구체화하는 것을 목적으로 한다. 파리협정(제4조 2항)은 각 당사국이 달성하고자 하는 NDC를 자발적으로 수립하여 제출할 것을 명시하고 있다. NDC는 5년마다 UNFCCC 사무국에 제출되며 당사국은 이행 기간에 관계없이 2020년까지, 그리고 그 이후 5년마다(예: 2020년, 2025년, 2030년) 다음 NDC(신규 NDC 또는 수정된 NDC)를 제출해야 한다.

Table 1. Enhanced 2030 NDC of major countries

Country	Base year (Peak)	2030 NDC	
		Before	Enhanced
US	2005	26 ~ 28% (2025)	50 ~ 52%
UK	1990	55%	68%
Japan	2013	26%	46%
EU	1990	40%	55%
Canada	2005	30%	40 ~ 45%
S.Korea	2018	37% (from BAU)	40%

2030 NDC는 탄소중립의 중간 목표로서, 세계 주요국들은 기준연도 대비 탄소중립까지 균등감축 수준으로 NDC를 상향하고 있는 추세이다(Table 1). 우리나라의 경우 2015년 6월 NDC를 최초 수립하였으며, 당초 온실가스 배출을 2030년 BAU 대비 37% 감축하는 것을 목표로 하였다. 그러나 2019년 감축 목표 표기방식을 BAU 방식에서 절대치 기준으로 변경함에 따라 2018년 대비 26.3% 감축을 목표로 하는 NDC를 재수립하여 제출하였다. 이후 정부는 2050 탄소중립 비전을 선포(2020.10)하면서 이에 대한 후속 조치로 2018년 대비 온실가스 배출량 40% 감축을 명시하는 NDC 상향안(2021)을 마련하여 UN에 제출하였다.

기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법 제 10조에 따르면 정부는 탄소중립 이행을 위한 국가비전 및 중장기감축목표 등의 달성을 위하여 20년을 계획기간으로 하는 기본계획을 5년마다 수립하여 시행하여야 한다.

이에 국제사회에 약속한 2030 NDC의 구체적인 실현 방안을 마련하기 위해서 정부는 기본계획을 수립하여 발표하였다. 기본계획은 기후위기 대응 및 지속가능 발전에 관련한 국가 최상위 계획으로, 화석연료에 의존하고 있는 사회구조를 탈피하여 탄소중립 및 녹색성장을 목표로 하는 정책과 비전을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다.

기본계획의 주요 핵심 내용은 온실가스 감축목표를 설정하는 것인데, 중장기 국가 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해서 산업·수송 등과 같은 부문별 감축목표를 연도별로 설정하여 단계별로 온실가스 감축을 실천할 수 있는 방향을 제시하고 있다. 국가 감축목표는 2021년 국제사회에 제출한 NDC 상향안을 유지하여 2030년까지 436.6 Mt(2018년 대비 40% 감축)의 온실가스 감축을 목표로 하고 있으나, 부문별 감축목표에서 일부 조정된 사항이 있다(Table 2).

2023년 발표한 NDC 상향안에 따르면 전환부문의 온실가스 감축 역할이 높아진 것을 알 수 있다. 전환 부문의 경우 원전과 신재생에너지를 활용한 에너지믹스를 통하여 온실가스 약 4 Mt의 CO₂eq를 추가로 감축하도록 목표를 설정하였다. 산업 부문의 경우 원료 및 연료 전환, 공정배출 감축을 통해 온실가스 배출량을 감축하되, 현실적인 기술개발 상용화 시기를 고려하여 기존의 222.6 Mt

CO₂eq에서 230.7 Mt CO₂eq으로 목표 배출량을 상향 조정하였다. 부문별 핵심 주요 감축 방안을 살펴보면, 전환 부문(전력/열생산)에서는 노후 석탄발전 폐지 또는 LNG 전환, 태양광 및 풍력 발전 확대, 재생에너지 효율 향상 R&D 지원을 추진할 계획이다. 산업 부문에서는 전기료를 활용한 철강 생산공정의 탄소배출 감축, 석유화학 업종의 원료인 납사의 바이오 납사 대체, 폐합성수지 활용을 통한 화석연료 사용 감축, 반도체 및 디스플레이 업종에서 사용하는 불소계 온실가스 저감설비 확충 등을 추진할 계획이며, 건물 부문에서는 신축건물에 대한 제로에너지 건축 활성화, 기존 건물에 대한 그린리모델링 사업 확대, 조명/가전 등 고효율기기 보급 및 신재생에너지 적극 도입을 추진하고 있다. 또한 수송 부문을 살펴보면 전기차 및 수소차 보급 대폭 확대, 대중교통 이용에 대한 편의성 제고, 친환경 선박 보급 및 항공기 운영효율 개선을 목표로 하고 있으며, 농축수산 부문에서는 논물 관리방식·가축분뇨 처리방법 개선, 질소질 비료 사용 저감, 저메탄 사료공급을 추진 예정이다. 마지막으로 폐기물 부문에서는 폐기물 발생 축소 및 재활용 확대, 기존 석유계 플라스틱의 바이오 플라스틱 대체, 매립지 발생 메탄가스 회수 및 에너지 활용 등을 통한 감축 방안을 마련하였다.

이러한 모든 감축 방안을 이행한다고 하더라도, 온실가

Table 2. Sectoral GHG target reductions under enhanced 2030 NDC

Classification	Sector	Baseline Emissions ('18)	2030 GHG Reduction Targets (Unut : Mt CO ₂ eq)	
			Original NDC ('21.10)	Enhanced NDC ('23.03)
Emission	Power	269.6	149.9 (44.4%)	145.9 (45.9%)
	Industry	260.5	222.6 (14.5%)	230.7 (11.4%)
	Building	52.1	35.0 (32.8%)	35.0 (32.8%)
	Transportation	98.1	61.0 (37.8%)	61.0 (37.8%)
	Agriculture, livestock farming and fisheries	24.7	18.0 (27.1%)	18.0 (27.1%)
	Waste	17.1	9.1 (46.8%)	9.1 (46.8%)
	Hydrogen	-	7.6	8.4
	Methane emission	5.6	3.9	3.9
Absorption & Removal	LULUCF	-41.3	-26.7	-26.7
	CCUS	-	-10.3	-11.2
	International reduction	-	-33.5	-37.5
Total		727.6	436.6 (40.0%)	436.6 (40.0%)

Source: Arranged by author with table provided by the 1st National Basic Plan for Carbon Neutral and Green Growth

스 배출정점인 2018년 대비 2030년 온실가스 배출량을 40% 감축하겠다는 목표는 연간 약 3.3%씩 지속적으로 감축해야 달성 가능한 과감한 수치이다. 또한 우리나라의 배출정점이 주요국들의 배출정점과 비교했을 때 최근이라는 것을 고려하면 감축에 필요한 시간이 상대적으로 촉박하다고 할 수 있다. 한편으로 산업계에서는 주요 선진국들과 달리 우리나라의 산업구조는 제조업 중심인 상황에서 40% 감축 목표가 과도한 설정이라는 우려와 반발도 있다. 따라서 온실가스 배출량의 지속적인 모니터링을 통하여 현재 온실가스 감축목표 대비 달성률을 정량적으로 진단하고, 현실적이고 실효적인 감축목표와 계획을 전략적으로 마련하여 온실가스 배출량 목표 달성을 위해 노력해야 할 것이다.

2.3. 한국의 지역에너지계획

지역에너지계획은 국가에너지기본계획의 하위개념(Fig. 3)으로, 국가에너지기본계획의 효율적 달성을 위해 시행되는 지역별 에너지계획이다. 각 지자체별 지역에너지계획은 지역 특성을 고려한 에너지 정책을 수립함으로써 지역경제 발전에 이바지하고 국가 에너지기본계획의 달성에 기여하는 것을 목적으로 한다.

에너지법 제4조에 따르면 각 지방자치단체는 국가의 에너지 정책 및 시책과 지역적 특성을 고려한 지역에너지 시책을 수립 및 시행하여야 하며, 이에 적극 참여하여 에너지의 생산, 전환, 수송, 저장 및 이용 등의 안전성과 효율성 극대화를 위해 노력해야 한다고 명시되어

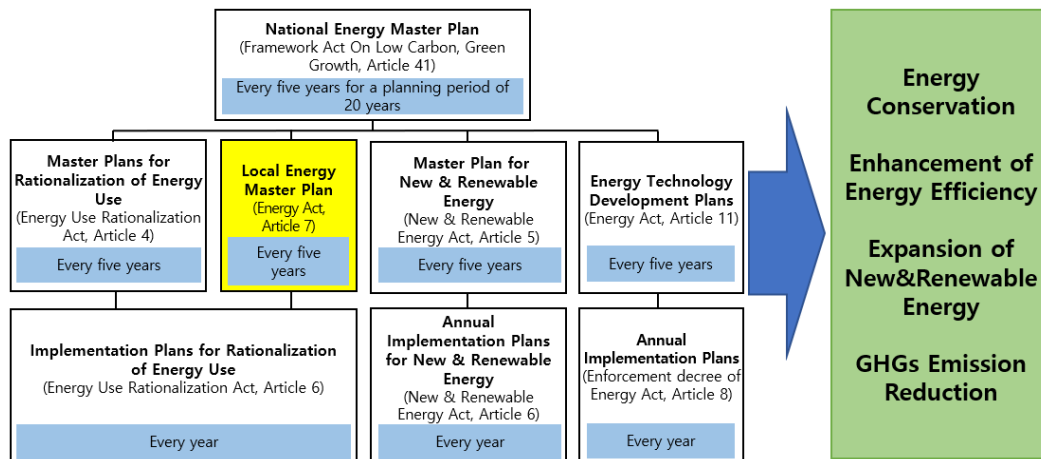
있다. 또한 제7조에 따르면 각 지방자치단체는 관할구역의 지역적 특성을 고려하여 에너지기본계획의 효율적 달성과 지역경제 발전을 위한 지역에너지계획을 5년마다 5년 이상을 계획기간으로 하여 수립 및 시행해야 한다. 지역에너지계획은 해당 지역에 대한 에너지 수급의 추이와 전망, 에너지의 안정적 공급을 위한 대책, 신·재생에너지 등 환경친화적 에너지 사용을 위한 대책, 미활용 에너지원의 개발 및 사용을 위한 대책 등의 사항을 포함하여야 한다.

이에 기후위기를 극복하고 탈탄소 사회로 전환하기 위해 환경부와 탄소중립지방정부실천연대가 공동개최한 「지방정부 탄소중립 특별세션(2021.5)」을 통해 전국의 지자체(광역시자치체 17개 및 기초자치체 226개)가 참여하여 탄소중립을 선언하였으며, 2019년에서 2020년에 걸쳐 전국 17개 광역지자체가 지역에너지계획을 최초로 수립하였다.

우리나라는 17개의 광역자치단체로 구성되어 있는데 지방자치법 제2조 1항이 정하는 특별시, 광역시, 도, 특별자치시, 특별자치도를 가리킨다. 본 논문에서는 편의상 각 광역자치단체를 Table 3에서 규정한 약어 표기로 통일하여 사용하였다.

2.4. 주요국의 도시 에너지계획

또한 주요국들의 도시들은 각국의 NDC가 제시한 감축 목표 달성과 지역별 기후변화 대응을 위하여 각 도시 실정에 맞는 에너지계획을 수립하여 실행하고 있다. 각 도



Source: Drawn by author with data provided by KEA (2023)

Fig. 3. Diagram of national energy plan system

Table 3. Abbreviations of 17 regions in Korea

Classification	Regions	Abbreviations
1	Seoul	SEO
2	Busan	BUS
3	Daegu	DAG
4	Incheon	ICN
5	Gwangju	GWJ
6	Daejeon	DAJ
7	Ulsan	USN
8	Sejong	SEJ
9	Gyeonggi	GYG
10	Gangwon	GWN
11	Chungcheongbuk-do	NCC
12	Chungcheongnam-do	SCC
13	Jeollabuk-do	NJL
14	Jeollanam-do	SJL
15	Gyeongsangbuk-do	NGS
16	Gyeongsangnam-do	SGS
17	Jeju	JJI

시 에너지계획은 탄소중립에 대응하기 위해 지속 가능한 개발을 촉진하고, 지역 에너지 공급의 안정성을 확보하고자 하는 목표를 달성하기 위한 로드맵을 제시하고 있으며 상세 추진전략에 대한 다양한 정보 등을 제공하고 있다. 주요 국가들이 추진하고 있는 도시 에너지 계획의 주요 목표는 Table 4 및 Table 5와 같다(Cho, 2022).

미국의 뉴욕시는 그린뉴딜 정책과 관련한 장기적 계획인 OneNYC 2050 (City of New York, 2019)을 수립하여 ‘원활한 에너지, 지속가능한 뉴욕’을 비전으로 하는 에너지 정책을 통하여 지구온난화 및 환경문제 등에 대한 그린 뉴딜을 추진하고 있다. 또한 「Climate Mobilization Act(기후활성화법, 2019)」을 통하여 2050년까지 뉴욕 내 중대형 빌딩의 온실가스 배출량을 80% 감축시키기 위한 법적 규제를 마련하였다. 일본 도쿄의 경우 태양광 및 풍력 발전 설치를 증대하여 2030년까지 신재생에너지 비율을 20%까지 확대하는 것을 목표로 하는 정책을 추진하고 있으며, 중국 베이징의 경우 2025년까지 지역 총생산 에너지 소비량을 2020년 대비 14% 감축하고 재생에너지 소비 비율을

Table 4. Renewable energy production targets of major cities abroad

City, Country	Production goal (Target year)	Criteria
New York, US	50%(2030), 100%(2040)	Electricity
Tokyo, Japan	20%(2030)	Electricity
Beijing, China	14%(2025)	Final energy consumption
Paris, France	45%(2030), 100%(2050)	Final energy consumption
London, UK	15%(2030), 100%(2050)	Renewable energy, Local heating

Table 5. GHG reduction targets of major cities abroad

City, Country	Base year	Reduction goals (Target year)
New York, US	2005	40%(2030), 100%(2050)
Tokyo, Japan	2000	30%(2030)
Berlin, Germany	1990	60%(2030), 85%(2050)
Paris, France	2004	50%(2030), 100%(2050)
London, UK	1990	60%(2025), 100%(2050)

14%이상 확대하는 정책을 추진하고 있다. 또한 독일연방의 베를린 주정부는 2050년까지 탄소중립 달성을 위해 「베를린 기후 보호 및 에너지 전환법(Berliner Klimaschutz und Energiewendegesetz)」(Constitutional Court of the State of Berlin, 2016)을 수립하여 1990년 대비 이산화탄소 배출량을 2030년까지 60%, 2050년까지 최소 85%를 감축하는 것을 목표로 제시하고 있다. 프랑스 파리와 영국 런던의 경우, 2030년까지 재생에너지의 생산 비율을 2030년까지 각 45%, 15%로 확대하고 2050년에는 100%까지 확대하는 에너지 계획을 추진하고 있다.

3. 분석결과 및 고찰

3.1. 지역 산업구조에 따른 온실가스 배출 현황

환경부의 GIR은 매년 온실가스 인벤토리 공표를 통하

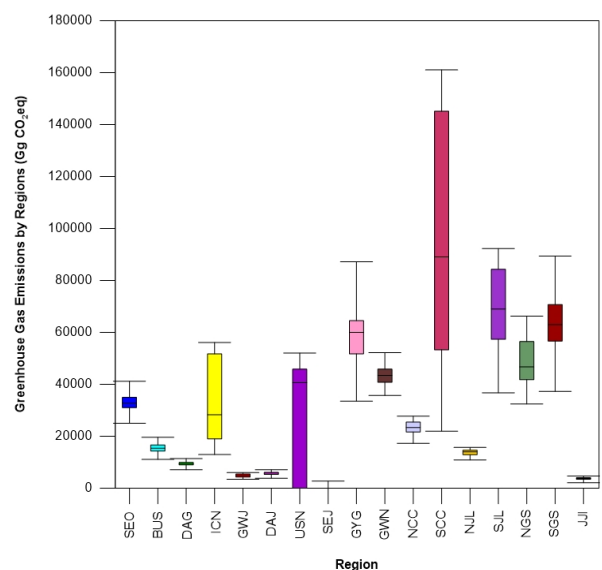
여 국가 및 지역 단위의 온실가스 배출량 통계 자료를 제공하고 있다. 지역 단위 온실가스 인벤토리 자료는 해당 지역별 에너지 사용량, 폐기물 처리량 등 관련 통계자료 확보에 2년 이상의 시간이 소요되기 때문에 약 2년의 시차를 가지고 공표되고 있다. 현재('24년 3월 기준)는 2023년에 공표한 1990~2021년 국가 온실가스 인벤토리 및 지역 온실가스 배출량 시범산정 결과가 최신 통계자료로 공개되어 있다. 그러나 최신 지역 온실가스 배출량 통계 자료의 경우 2010~2021년(총12년)에 대한 자료만 공개되어 있어 장기적 측면의 분석에 활용하기에 어려움이 있다. 이에 본 논문은 지역별 장기 온실가스 인벤토리를 기반으로 한 배출량 변동 추세 분석 수행을 위하여, 지자체별 1990~2019년(총30년)의 장기 배출량 데이터를 제공하는 '광역지자체 기준 지역별 온실가스 인벤토리(GIR, 2021)' 자료를 활용하였다.

온실가스 인벤토리에 따르면 우리나라의 온실가스 배출정점은 약 727 Mt의 온실가스를 배출한 2018년인 것으로 나타났다. 한편, EU는 1990년, 미국은 2007년, 일본은 2013년이 배출 정점인 것으로 파악되었으며(Kim and Son, 2018), 우리나라는 주요국 대비 탄소중립 완료 목표인 2050년까지의 소요기간이 32년으로 주요국 대비 상대적으로 짧은 것으로 나타났다.

환경부가 공표한 2021년 국가 온실가스 잠정배출량 공개 자료에 따르면 발전 부문의 배출량이 2020년과 비교하여 4 Mt 증가한 것으로 추정된다. 이는 COVID-19 이후 산업활동 회복 및 전력수요 증가로 인하여 발전량이 4.5% 증가하였으나 기존 석탄발전의 감축, 액화천연가스(LNG) 발전 증가(13%) 및 재생에너지 발전 확대 등의 정책 시행에 따라 온실가스 배출량은 1.8%에 그쳤다는 것으로 분석된다. 그러나 국가 온실가스 배출량 중 발전 부문이 차지하는 비중이 높은 만큼, 발전 부문에서 석탄을 포함한 화석연료의 사용을 더욱 과감하게 감축하고 재생에너지 발전 비중을 확대하여 목표 배출량 달성을 위한 강력한 정책과 감축 노력이 필요하다. 특히 충청남도(SCC)는 국내 최대 온실가스 배출량 지역을 유지하고 있는데, 이는 태안 발전소(1995년부터 가동) 및 당진 발전소(1999년부터 가동)를 포함한 대규모 석탄화력발전소가 위치하고 있기 때문인 것으로 판단된다. '23년 기준으로 전국에 58개의 석탄화력발전소가 가동 중이며, 충청남도(SCC)에만 전국 절반 수준인 29개의 석탄화력발전소가 밀집되어 있다. 충청남도(SCC)의 배출정점 온실가스 배출량은 1995년 대비 4배 이상 증가하여 크게 늘어난 수준이다. 배출정점을 기

준으로 온실가스를 가장 적게 배출한 지역은 세종(SEJ)이며, 그 뒤로 제주(JJI) - 광주(GWJ) - 대전(DAJ) - 대구(DAG) - 전라북도(NJL) - 부산(BUS) - 충청북도(NCC) - 서울(SEO) - 울산(USN) - 인천(ICN) - 강원(GWN) - 경상북도(NGS) - 경상남도(SGS) - 경기(GYG) - 전라남도(SJL) - 충청남도(SCC) 순으로 온실가스를 적게 배출한 것으로 분석되었다. 배출정점은 각 지자체별로 상이하게 나타나지만, 국가 기준 배출정점인 2018년을 기준으로 4개 지자체(충청남도, 경기, 강원, 세종) 배출량의 합이 국가 온실가스 배출량의 약 42%(303 Mt)를 차지하는 것으로 분석된다. 각 지자체별 배출정점 이후로 감소추세를 보이던 온실가스 배출량이 다시 상승세를 나타내는 지자체는 광주(GWJ)와 제주(JJI)로, 감축 목표 및 이행의 강화가 필요할 것으로 판단된다. 또한 전라북도(NJL)의 경우 1996년이 온실가스를 가장 많이 배출한 시점으로 분석되어 타지자체에 비해 상대적으로 빠른 배출정점을 가지고 있음에도 불구하고, 배출정점 이후로 현재까지 온실가스 감축이 두드러지지 않아 감축목표 설정에 따른 전략적 이행이 필요할 것으로 판단된다.

한편, 1990년부터 2019년까지 30년간 온실가스 배출량 변동폭이 가장 큰 지역은 충청남도(SCC) - 울산(USN) - 인천(ICN) 순으로 높게 나타났으며(Fig. 4), 변동폭의 크기는 온실가스 배출량의 증가율과 비례한다고 판단할 수 있다. 울산(USN)의 경우 2000년대에 들어서면서 산업단지



Source: Drawn by author with data provided by GIR

Fig. 4. Fluctuation range of GHG emissions in 20 years (1990 ~ 2019)

가 급격하게 발전하여 산업 부문에서의 에너지 소비가 높기 때문에 변동폭이 크게 분석된 것으로 판단된다. 또한 인천(ICN)의 경우는 제조업이 급격히 발전함에 따라 온실가스 배출량의 증가율이 높게 나타난 것으로 판단된다.

3.2. 지역에너지계획이 제시하는 감축 및 확대 목표

각 지역의 지역에너지계획은 최종에너지 소비 및 온실가스 배출량에 대한 감축 목표(Table 6)와 재생에너지 및 분산전원 비중의 확대 목표를 제시하고 있다(Table 7). 그러나 부산(BUS), 세종(SEJ), 경상북도(NGS)의 경우에는 온실가스 배출량 감축 목표를 지역에너지계획을 통해 제시하고 있지 않은 것으로 파악된다. 상향된 2030 국가 NDC 감축 목표를 달성하기 위해서는 전국의 모든 지자체가 온실가스 감축 목표를 명확하게 제시하고 이를 이행해야 할 필요가 있다. 또한 일부 지자체의 경우 2030 감축·확대 목표를 일괄적으로 제시하고 있지 않으며, 2030년 목표가 아닌 2025년 단기 목표만을 제시하고 있다. 2030 NDC 감축목표를 달성하기 위해서는 각 지자체의

목표수립에 따른 이행점검이 필요하므로, 각 지자체는 단기(2025년)를 포함한 중장기(2030년 및 2040년) 감축·확대 목표를 제시할 수 있도록 적극 권장할 필요가 있을 것으로 판단된다.

지역에너지계획이 제시하는 감축목표를 살펴보면, 서울(SEO)과 대구(DAG)의 감축목표가 타 지자체에 비해 상대적으로 높다는 것을 알 수 있다. 서울(SEO)의 경우 2030년까지 최종에너지소비 및 온실가스 배출량을 BAU 대비 각 31.7%, 38.9% 감축하는 것을 목표로 하고 있다. 서울(SEO)은 대한민국 수도로 인구, 건물, 운송수단이 집중되어 상대적으로 많은 에너지를 소비하고 있는데, 신축 건물 제로에너지 정책 도입과 친환경차 보급확대 등을 통해 최종에너지 수요를 감축하고, 온실가스 배출권거래제 선도를 통해 온실가스 배출을 감축해 나가는 정책을 추진하고 있다.

대구(DAG)는 최종에너지소비 및 온실가스 감축목표가 25% 및 48.5%로 타 지자체 대비 높게 설정되어 있다. 해당 지역은 인구밀도가 높고 산업 활동이 활발한 대도시

Table 6. 2030 Reduction targets in Local Energy Master Plan by regions (*' for 2025)

Region	Reduction target from BAU	
	Final energy consumption	GHG emission
SEO	31.7%	38.9%
BUS	11.8%	-
DAG	25%	48.5%
ICN	14.4%	31%
GWJ	10.5%	7.9%
DAJ	7.8%	7.9%
USN	6.3%*	30.4%
SEJ	15.5%	-
GYG	16.4%	16.9%
GWN	9.3%*	29.9%
NCC	8%*	29.4%
SCC	11.9%	28.9%
NJL	7.1%	27.8%
SJL	8.4%	21.5%
NGS	12.7%	-
SGS	9.3%*	28.7%
JJI	19.1%	33%

Source: Summarized by author with the contents of each Local Energy Master Plan

Table 7. 2030 Expansion targets in Local Energy Master Plan by regions (*' for 2025)

Region	Expansion target from BAU	
	Renewable energy	Distributed energy resources
SEO	10.4%	14.9%
BUS	2.9%	10.8%
DAG	16.9%	55.8%
ICN	5.6%*	5.2%*
GWJ	3.3%*	7.9%*
DAJ	3.5%*	3.5%*
USN	10.3%*	14.5%*
SEJ	41.3%	26.6%
GYG	7.6%	22%
GWN	24.7%*	45.5%*
NCC	6.3%*	26.3%*
SCC	28.7%	53.3%
NJL	88.9%	50.1%
SJL	41.5%	44.6%
NGS	28.7%*	21.1%*
SGS	10.9%*	18.8%*
JJI	89.9%	44.9%

Source: Summarized by author with the contents of each Local Energy Master Plan

지역 중 하나로, 산업, 건물, 수송 3가지 부문에 대한 혁신 방안(배출권거래제 및 목표관리제 개선, 제로에너지 및 그린리모델링 확산, 고연비차량 확산 등)을 마련하여 에너지 이용 효율화 정책을 추진할 계획이다.

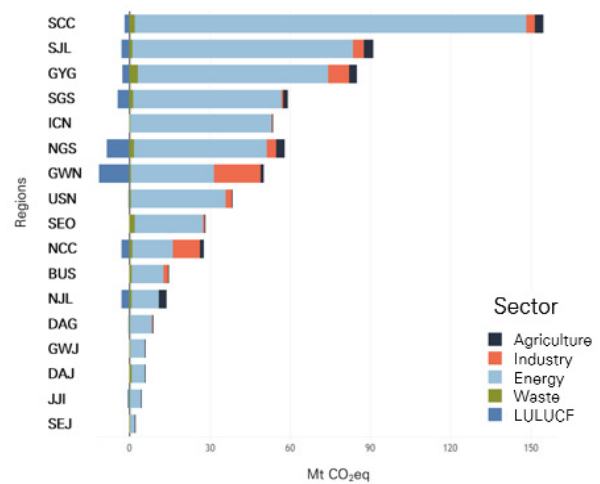
한편 우리나라는 화력·원자력 등의 대규모 발전설비를 해안가 등에 설치하여 수요 지역으로 보내는 중앙 집중형 에너지 시스템을 가지고 있다. 이에 따라 대부분의 발전 설비가 충청북도(NCC), 인천(ICN), 강원(GWN), 부산(BUS) 및 울산(USN) 등의 지역에 밀집되어 있어 국가 전체 전력의 약 56%를 생산하고 있다(Kim, 2020). 따라서 전기 수요 지역과 공급 지역의 간극을 최소화하기 위한 방안으로 분산전원 확대의 중요성이 부각되고 있다. 특히 분산전원에 사용 가능한 분산 자원은 연료전지 및 신재생에너지를 포함하고 있으므로, 각 지자체는 지역에너지계획 수립을 통하여 태양광, 풍력 등의 재생에너지를 연계한 분산전원 확대 방안을 마련하고 추진할 필요가 있다.

지역에너지계획이 제시하는 확대 목표를 살펴보면, 제주(JJI)와 전라북도(NJL)의 재생에너지 비중 확대목표가 타 지자체에 비해 상대적으로 높다는 것을 알 수 있다. 제주(JJI)는 섬이라는 지리적 특징으로 인해 육지의 타 지자체와 다른 에너지 환경을 가지고 있다. 제주(JJI)는 지역에너지계획과는 별도로 「Carbon Free Island Jeju by 2030, 이하, 'CFI 2030」 실행계획(Jeju Special Self-Governing Province, 2012)을 발표하여 탄소중립 기여 의지를 확고히 하였다. 특히 CFI 2030의 핵심목표는 2030년까지 모든 도내 전력 생산을 재생에너지로 보급하겠다는 것인데, 그 중 가장 큰 비중을 차지하는 신재생에너지원인 풍력발전의 보급을 역점적으로 추진하고 있다. 전라북도(NJL) 또한 서남해 지역을 중심으로 한 해상풍력 사업의 확대를 추진하고 있으며, 이와 더불어 새만금 재생에너지 클러스터 구축, 대규모 태양광 발전설비 설치 등을 통해 재생에너지를 확대하는 시나리오를 추진 중에 있다.

3.3. 에너지 분야 부문별 온실가스 배출량 현황

우리나라는 2020년을 기준으로 에너지, 산업공정, 농업, 폐기물 분야에서(LULUCF를 제외) 총 656 Mt CO₂eq의 온실가스를 배출하였다. 이를 지역별·분야별로 분류하면 Fig. 5와 같다.

총 배출량(LULUCF 제외) 기준으로 지자체별로 온실가스 배출량을 살펴보면 충청남도(SCC) - 전라남도(SJL) -



Source: Drawn by author with data provided by GIR

Fig. 5. Sectoral GHGs emission in 2020 by regions

경기(GYG) - 경상남도(SGS) - 경상북도(NGS) 순으로 높은 것으로 분석된다. 해당 5개 지자체에는 산업단지가 총 829개가 위치하고 있는데, 이는 우리나라 전체 산업단지(1,289개)의 약 65%를 차지하고 있는 수준이다(KICOX, 2023). 또한 모든 지자체에서 에너지 분야의 온실가스가 대부분을 차지하고 있는 것을 알 수 있는데, 실제로 국가 온실가스 총 배출량인 656 Mt CO₂eq 중 약 86.8%가 에너지 분야에서 배출된 것으로 집계되고 있다. 따라서 산업부문에서의 에너지 분야 온실가스 배출량을 감축하는 것이 탄소중립 달성을 위한 핵심 요소라고 할 수 있을 것이다.

GIR에 따르면 에너지 분야의 배출량은 국가 온실가스 총 배출량의 약 86.8%에 해당하는 5억 6,992만톤으로 산정(2020년 기준)되었으며, 이는 전년 대비 약 6.8%의 온실가스 배출량(약 4,165만톤)을 감축한 것으로 분석된다. 에너지 분야의 온실가스 배출량은 국가 전체 온실가스 배출량의 가장 큰 비중을 차지하고 있는 만큼, 에너지 분야의 각 부문별 온실가스 배출량 현황을 면밀하게 살펴볼 필요가 있다. 본 연구에서는 각 지자체별 에너지 분야 온실가스 배출량(2020년 기준)을 부문별로 나누어 비교 분석하였다. 에너지 분야는 에너지 산업, 제조업 및 건설업, 수송, 기타, 미분류 부문으로 분류되어 있으며, 기타 부문은 상업·공공, 가정, 농업, 임업, 어업을 포함하고 있다.

지자체별 에너지 분야 총 배출량 대비 각 부문별 온실가스 배출량의 비율은 Table 8과 같다. 서울(SEO)은 우리나라의 수도이자 가장 발달된 도시인만큼 인구가 많고 교통이 복잡하며 다양한 활동이 이루어지는 등 복잡한 특징

Table 8. Share of energy sector GHG emissions by region and sector

Regions	Energy industry (%)	Manufacturing & Construction (%)	Transportation (%)	Others (%)	Unclassified (%)
SEO	10.09	1.90	38.83	43.43	5.75
BUS	22.42	10.72	43.73	22.70	0.44
DAG	20.86	10.17	45.14	23.70	0.12
ICN	79.93	4.67	10.35	4.51	0.54
GWJ	3.85	8.58	60.37	27.05	0.15
DAJ	5.55	14.56	49.97	29.35	0.58
USN	40.87	46.05	9.65	3.39	0.04
SEJ	59.51	9.78	24.06	6.48	0.17
GYG	40.44	8.74	36.69	13.62	0.51
GWN	53.81	28.49	11.47	5.37	0.85
NCC	3.29	48.38	35.98	12.15	0.21
SCC	81.42	11.35	5.16	2.06	0.02
NJL	43.49	12.65	29.41	14.37	0.08
SJL	47.14	36.14	11.90	4.74	0.08
NGS	19.89	35.60	31.53	12.84	0.13
SGS	69.15	5.11	18.14	7.00	0.61
JJI	20.30	1.02	56.77	20.06	1.85

Source: Analyzed by author with data provided by GIR

을 갖고 있다. 따라서 기타 부문과 미분류 부문의 배출량 비율이 각 43.4% 및 5.8%로 다른 지역 평균 대비 매우 높은 것으로 나타난다. 인천(ICN)과 충청남도(SCC)의 경우 에너지산업 부문의 배출량 비율이 각 79.9%, 81.4%로 높게 나타났는데, 이는 화력발전 산업단지가 집중되어 있는 지역 특성을 반영하는 것으로 판단된다. 충청북도(NCC)는 전력소비에 대한 제조업 비중이 61~63% 수준으로 전국 평균 50~50% 대비 높은 편이다. 이에 따라 제조업에 따른 온실가스 배출량 비중이 48.4%로 국내 최대 배출 지역인 것으로 분석된다. 울산(USN) 또한 자동차 제조 및 조선소 등 대규모 산업단지가 밀집해 있어 제조업 배출량이 46%로 다소 높은 것으로 분석된다. 제주(JJI)의 경우 국내 온실가스 최소 배출 지역으로 관광산업이 발달하였으며, 이에 따른 수송부문 온실가스 배출량이 56.8%로 많은 비중을 차지하는 것으로 판단된다.

3.4. 감축목표 대비 온실가스 감축 달성률

환경부에서 제공하는 국가 온실가스 인벤토리 자료 및

지역별 온실가스 인벤토리 자료를 활용하여 지자체별 배출정점 대비 최근 온실가스 배출량에 대한 감축률을 산정하였다. 온실가스 인벤토리 데이터는 자료의 통일성을 위해 3.1절에서 활용한 ‘광역지자체 기준 지역별 온실가스 인벤토리(’21년 공표)’를 사용하였다.

분석 결과 배출정점 이후 2년간 온실가스 감축률이 가장 높은 지역은 경상남도(SGS)로 약 34.8%의 온실가스를 감축한 것으로 분석되었다. 경상남도의 경우 석탄화력발전소 14기(고성 2기, 삼천포 4기, 하동 8기 등)가 위치하고 있기 때문에 탈탄소화 목표에 따라 다량의 온실가스 감축이 가능한 것으로 판단된다. 또한 강원(GWN)은 전국 최초로 2040년까지 탄소중립을 선언한 지자체로 배출정점 이후 2년간의 온실가스 감축률이 약 31.5%로 전국에서 두 번째로 감축률이 높은 지역으로 분석되었다. 강원(GWN)의 경우, LULUCF를 통한 온실가스 흡수량이 전국에서 가장 많고 동시에 시멘트 산업단지가 밀집되어 있어 산업부문의 온실가스 다배출업종에서 다량의 온실가스를 감축한 것으로 판단된다. 반면에 배출정

Table 9. Reduction rate of recent GHG emissions from baseline GHG emissions by regions

Regions	'18 GHG emission (Mt CO ₂ eq)	'20 GHG emission (Mt CO ₂ eq)	Reduction rate (%)
SEO	22.46	21.16	5.8%
BUS	14.56	13.43	7.8%
DAG	9.03	8.11	10.1%
ICN	61.57	56.00	9%
GWJ	5.26	4.97	5.4%
DAJ	6.10	5.12	16%
USN	5.18	48.08	4.2%
SEJ	2.63	2.47	6%
GYG	89.72	86.17	4%
GWN	63.10	43.22	31.5%
NCC	25.76	22.09	14.3%
SCC	160.86	144.84	10%
NJL	21.69	18.67	13.9%
SJL	90.82	84.85	6.6%
NGS	43.20	32.35	25.1%
SGS	65.32	42.58	34.8%
JJI	4.47	3.99	10.7%
Total (Korea)	736.73	638.11	13.4%

Source: Analyzed by author with data provided by GIR

점 이후 2년간 온실가스 감축률이 가장 낮은 지자체는 경기(GYG)인 것으로 나타났는데, 약 4%의 온실가스를 감축한 것으로 분석된다. 경기(GYG)는 수도권이라는 특성상 다배출업종 비중 및 탄소집약도가 낮고, 인구밀도가 높은 대도시 밀집지역으로 온실가스 배출량의 급격한 감축이 타 지자체에 비해 상대적으로 어려울 것으로 판단된다.

한편 2030 NDC에서 제시하는 온실가스 40% 감축 목표를 완전히 달성하는 경우를 ‘달성률 100%’라고 가정했을 때, 현재 전국적으로 온실가스 감축 달성률 현황을 진단하였다. 우리나라 NDC에 반영된 온실가스 감축량 기준 방식은 국제 규정 및 주요국 사례를 참고하여 ‘총배출량(기준년도) - 순배출량(목표년도)’로 설정하여 산정하고 있다. 이를 준용하여 적용했을 때, 우리나라 총 기준배출량(2018년)은 736.73 Mt CO₂eq로 2030년까지 40%를 감축할 경우 442.04 Mt CO₂eq 이하를 배출해야 한다. 또한 최근 온실가스 배출량(2020년)이 638.11 Mt CO₂eq이므로 2020년을 기준으로 목표대비 약 33.5%의 온실가스 감축

을 달성한 것으로 분석된다.

4. 요약 및 시사점

온실가스 배출정점인 2018년을 기준으로 우리나라는 전 세계에서 열세번째로 온실가스를 많이 배출하는 다배출 국가임에도 불구하고 재생에너지 비중은 OECD 가입국 중 꼴찌 수준인 것으로 나타났다. 이에 정부는 2030년까지 온실가스 배출량을 배출정점 대비 40% 감축하겠다는 과감한 목표를 설정하여 국제사회에 제출하였으며, 기본계획 수립을 통한 감축목표 달성의 전략적 계획을 제시하였다. 또한 기본계획의 하위개념인 지역에너지계획을 통하여 우리나라를 구성하는 17개 지자체가 각 지역의 특성을 고려한 에너지 정책 수립과 이행을 주도적으로 수행할 수 있도록 하였다. 따라서 각 지자체는 지역 산업구조와 에너지 현황을 종합적으로 고려한 합리적이고 객관적인 지역에너지계획을 수립하고 이를 이행할 수 있도록 노

력해야한다.

이에 본 연구는 각 지역의 산업구조에 따른 온실가스 배출량 추세분석과 더불어 감축목표에 따른 이행 정도를 진단하고자 하였다. 국내 최대 온실가스 배출 지역인 충청남도(SCC)의 경우, 전국 전체 석탄화력발전소의 절반 수준인 29개가 밀집되어 가동 중이므로 이러한 특성을 반영하여 탈석탄화를 통한 감축목표를 전략적으로 수립해야 할 필요가 있을 것이다. 또한 제조업 분야가 상대적으로 발달한 울산(USN) 및 인천(ICN)의 경우, 최근 30년간 온실가스 배출 증가율이 높은 것으로 분석되어 산업단지에서의 배출량을 점진적으로 줄여나갈 수 있는 전략 수립이 필요할 것으로 사료된다. 석탄화력발전의 점진적 축소 및 재생에너지·분산전원 비중의 단계적 확대를 통하여 각 지자체는 ‘지역별 배출정점 이후 배출량’의 감소추세를 유지할 수 있도록 노력해야할 것이다. 한편, 2020년을 기준으로 우리나라는 배출정점 대비 약 13.4%의 온실가스를 감축하는 성과를 이루었으며, 이러한 감소추세를 지속하여 2030년까지 온실가스 배출량 40% 감축을 달성할 수 있기를 기대한다.

5. 결론 및 제언

5.1. 탄소중립 거버넌스 구축을 위한 정부와 지자체의 역할

지난 2021년 5월 우리나라의 모든 지자체가 탄소중립 합동 선언식을 개최하면서 탄소중립에 대한 강력한 의지를 보여주었다. 이러한 의지가 결실을 맺을 수 있도록 정부는 지방자치단체가 효과적으로 탄소중립을 추진할 수 있는 제반을 마련해야 할 것이다. 중앙정부가 주도하는 하향식 방식의 에너지 정책 수립은 지역별 특성과 여건을 고려하기에 한계가 있으므로, 지역에너지계획을 통한 ‘지역별 맞춤형 전략’ 수립이 반드시 필요하다. 따라서 정부는 각 지역의 에너지계획이 효과적이고 실효적으로 수립·추진될 수 있도록 에너지 분권형 추진체계 확립을 지원하고, 지자체와 적극적인 소통을 통하여 합리적인 지역에너지계획을 수립할 수 있도록 독려해야 할 것이다. 이러한 지자체 주도형 지역에너지계획이 안정적으로 운영되기 위해서는 에너지 관련 정책 계획 및 관련 과제 기획에 대한 지속적인 모니터링과 수정·보완이 필요할 것이다.

또한 산업, 건물, 수송 부문의 에너지 소비 감축 및 효율 극대화를 위해서 정부와 지방정부 간의 협력 및 연계

강화 방안을 마련해야 할 것이다. 지자체 주도의 재생에너지 계획 제도를 적극 도입하여 주민참여형 재생에너지 사업을 활성화 하고, 재생에너지 갈등관리를 위한 시스템을 마련해야할 것이다. 더불어 기초지자체 단위의 온실가스 배출 현황 파악 및 탄소중립 이행 모니터링을 위한 통계 데이터와 인프라를 구축하고, 개별 사업에 대한 국고 보조를 넘어 지역 상황에 맞는 지자체 주도 자율적 탄소중립 사업을 편성할 수 있도록 포괄적인 예산 지원과 지자체의 권한을 점진적으로 확대할 필요가 있을 것으로 판단된다.

각 지자체는 에너지법을 준수하여 기본계획의 효율적인 달성을 위해 적극적으로 기여하고, 지역경제 발전 도모를 위해 지역 특성 및 실정을 반영한 체계적이고 현실적인 지역에너지계획을 수립해야 한다. 또한 에너지계획을 실제로 이행해 나갈 수 있도록 모든 지자체는 지역에너지센터를 신설 및 증설하고 인력을 증원하여 지자체 에너지 정책을 지속적으로 관리해야 하며, 각 지역에너지센터는 지자체 및 중앙정부와 협력하여 효과적인 감축 목표 이행을 수행할 수 있도록 지원해야할 것이다. 이와 같이 정부와 지방정부 간 협력 및 연계 체제 강화를 위해 노력함과 동시에, 지역에너지계획 수립 과정에서 지역주민과 시민단체의 참여를 보장하고 의견 수렴을 반영하여 개방적이고 투명한 에너지 정책 수립을 추진할 필요가 있다.

5.2. 지역에너지계획이 나아가야할 방향에 대한 제언

그간 정보, 인력, 예산 등의 인적·물적 자원과 인프라의 부족 문제와 더불어, 온실가스 감축을 위한 지자체의 역할 및 책임이 분명하지 않았기 때문에 지자체 단위에서 지역 특성을 고려한 탄소배출 감축 목표를 수립하고 이행하는 것에 어려움이 있어 왔다. 이와 더불어 각 지자체의 지역에너지계획의 감축 및 확대 목표는 지역에 따라 제시하지 않은 경우가 있고, 중·장기 목표가 아닌 단기 목표만을 제시하고 있는 경우가 있는 것으로 파악되며, 일부 지역에너지계획에 수록된 온실가스 배출량 자료의 경우에 환경부에서 제공하는 온실가스 인벤토리 자료와 상이한 경우가 있는 실정이다.

따라서 정부는 모든 지자체가 2025년 단기 목표 뿐만 아니라 중·장기 목표를 명확하게 수립하여 공개할 수 있도록 적극 권장할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한 모든 지자체에 일괄로 적용할 수 있는 온실가스 배출량 산정 근거를 마련하고 적용할 필요가 있을 것으로 판단된다.

모든 정책은 계획보다 이행이 중요하다. 에너지 정책의 실효적인 제도적 시스템을 기반으로 1) 정부의 적극적 지원, 2) 각 지역에너지센터의 정책 이행 방안 마련, 3) 시민 참여의 협력이 고루 필요하다. 실행을 전제로 하는 계획을 수립하기 위해서는 장기 비전 뿐만 아니라 단기 실행 목표를 중심으로 단계적 계획을 수립해야 한다. 또한 지자체의 복리 증진을 고려한 지역에너지계획 수립을 위하여 지역주민의 참여를 통한 지역주민의 권익 보호와 편익 증진 방안을 고려해야 할 것이다. 탄소중립은 국가와 지역이 함께 풀어나가야 할 숙제이다. 정부는 재생에너지 발전을 장려하는 보조금 지원, 세제 혜택, 에너지 절약을 위한 규제 등 신재생에너지의 보급과 사용을 촉진하는 정책 및 법규를 제정하고 시행하여 지역의 에너지 전환을 지원하고, 지역 단위 에너지 프로젝트 지원을 위한 자금 제공 및 연구개발에 대한 투자를 확대해야 한다.

최신 공표된 국가 온실가스 인벤토리를 기준으로 온실가스 배출량은 배출정점(2018년)으로부터 2년 연속 감소한 것으로 분석된다. 그러나 이러한 현상은 COVID-19 및 국제 정세 등의 환경적 요인이 작용한 결과일 가능성이 있다. 따라서 이러한 가능성을 고려하여 팬데믹 또는 국제 정세의 회복에 따른 온실가스 배출량 반등을 최소화하고, 배출량 감축 추세를 지속할 수 있도록 중앙정부와 지방정부가 협력하여 현실적이고 구체적인 감축 경로를 수립해야 할 것이다. 마지막으로 정부 및 지역사회가 에너지 정책 프로그램의 효과적인 시행 및 지속적인 모니터링을 통해 지역에너지계획의 성과를 주기적으로 평가하고 그에 맞는 정책 보완 등을 통해서 지역의 지속적인 개선과 발전을 도모하기를 기대한다.

사사

본 연구는 국가녹색기술연구소에서 수행 중인 「녹색기술 데이터의 체계적인 정보관리를 위한 플랫폼 운영기반 마련, 2024」 연구 과제의 지원으로 수행되었습니다.

References

Allen M, Dube OP, Solecki W, Aragón-Durand F, Cramer W, Humphreys S, Kainuma M. 2018. Special Report: Global warming of 1.5 °C. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [accessed 2024 Jan 10].

<https://www.ipcc.ch/sr15/>

Cho HM. 2022. A study on enhancing the effectiveness of local energy plans (in Korean with English abstract). Seoul, Korea: The Seoul Institute. 2021-PR-34.

City of New York. 2019. OneNYC 2050. [accessed 2024 Jan 10]. <https://climate.cityofnewyork.us/reports/onenyc-2050/>

Constitutional Court of the State of Berlin. 2016. Berliner Klimaschutz-und Energiewendegesetz. [accessed 2024 Jan 10]. <https://gesetze.berlin.de/bsbe/document/jlr-EWendGBEV2IVZ>

GIR (Greenhouse Gas Inventory and Research Center). 2021. National Greenhouse Gas Inventory [dataset]. [accessed 2024 Jan 10]. <https://www.gir.go.kr/home/main.do>

GIR (Greenhouse Gas Inventory and Research Center). 2021. Local Greenhouse Gas Inventory [dataset]. [accessed 2024 Jan 10]. <https://www.gir.go.kr/home/main.do>

IEA (International Energy Agency). 2020. World Energy Outlook 2020. [accessed 2024 Jan 10]. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2023. AR6 synthesis report: Climate change 2023. [accessed 2024 Jan 10]. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>

Jeju Special Self-Governing Province. 2012. CFI 2030 (Carbon Free Island Jeju by 2030). [accessed 2024 Jan 10]. <https://www.jeju.go.kr/cfi/index.htm>

Jin SH, Hwang IC, Han J. 2011. A study on responsibility of local greenhouse gas emissions in electricity sector (in Korean with English abstract). J Environ Policy Adm 19(1): 23-49.

Jin TY, Kim DW. 2021. Decomposing the decoupling between ghg emissions and value added of industry sectors (in Korean with English abstract). J Environ Policy Adm 29(1): 101-127.

Jung SC, Lee HK, Kwon KS, Lee CW, Oh TH, Kim J, Lee SC. 2009. International trends in post-2012 climate change negotiations and their implications (in

- Korean with English abstract). Seoul, Korea: Korea Institute for International Economic Policy. Research Report 09-01.
- KEA (Korea Energy Agency). 2023. Energy handbook 2023. [accessed 2024 Jan 10]. <https://www.energy.or.kr/>
- KICOX (Korea Industrial Complex Corporation). 2023. National industrial complex statistics, 3rd quarter [dataset]. [accessed 2024 Jan 10]. https://www.kicox.or.kr/user/bbs/BD_selectBbs.do?q_bbsCode=1036&q_bbscttSn=20231214160643541&q_order=&q_clCode=2
- Kim CH. 2020. A study on the regional implementation of distributed power generation policy. Ulsan, Korea: Korea Energy Economics Institute. Basic Research Report 2020-03.
- Kim D, Son I. 2018. Analysis of the peak greenhouse gas emissions in South Korea. Ulsan, Korea: Korea Energy Economics Institute. Basic Research Report 2018-13.
- Koh J, Ye M. 2020. A study on the development of energy policy evaluation indicators for local governments: Focusing on preliminary application to Gyeonggi-do (in Korean with English abstract). GRI Rev 22(3): 1-27.
- Koh J, Ye M. 2022. Decoupling analysis of economic growth and greenhouse gas emissions of regional local governments in Korea (in Korean with English abstract). Korea Local Adm Rev 36(1): 3-32.
- Lee SY, Park JY, Yang YK. 2020. National greenhouse gas emissions rebound prospect and policy responses post COVID-19 (in Korean with English abstract). Sejong, Korea: Korea Environment Institute. Policy Research 2020-07.
- Neves AR, Leal V. 2010. Energy sustainability indicators for local energy planning. Renew Sustain Energy Rev 14(9): 2723-2735.
- Oh SS, Jin TY. 2021. A study for developing carbon neutral district heating and cooling through energy decentralization policy in Korea. Ulsan, Korea: Korea Energy Economics Institute. Basic Research Report 2021-16.
- Tan S, Yang J, Yan J. 2015. Development of the Low-Carbon City Indicator (LCCI) framework. Energy Procedia 75: 2516-2522.
- World Bank. 2023. Data Bank. World development indicators. [dataset]. [accessed 2024 Jan 10]. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS>
- Zhang T, Siebers PO, Aickelin U. 2012. A three-dimensional model of residential energy consumer archetypes for local energy policy design in the UK. Energy Policy 47: 102-110.